



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา)

ปริญญา

วิศวกรรมโยธา

วิศวกรรมโยธา

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง อุณหภูมิฐานและพลังงานปรากฏของคอนกรีตผสมเถ้าลอย

Datum Temperature and Activation Energy of Fly Ash Concrete

นามผู้วิจัย นายสวัสดิชัย เจิมไธสง

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์สุวิมล สัจจาภิษฐ์, Ph.D.)

กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ประเสริฐ สุวรรณวิทยา, Ph.D.)

กรรมการ

(รองศาสตราจารย์สุธาริน สถาปัตตานนท์, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(รองศาสตราจารย์ก่อโชค จันทรวงูร, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญจนา วีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

อุณหภูมิฐานและพลังงานปรากฏของคอนกรีตผสมเถ้าลอย

Datum Temperature and Activation Energy of Fly Ash Concrete

โดย

นายสวัสดิชัย เจริญไชสง

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา)

พ.ศ. 2552

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สวัสดิชัย เจริญไชย 2552: อุณหภูมิฐานและพลังงานปรากฏของคอนกรีตผสมเถ้าลอย
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา) สาขาวิศวกรรมโยธา
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา ปรชชานกรรการที่ปริกษา: รองศาสตราจารย์สุวิมล สัจจาณิชัย,
Ph.D. 240 หน้า

วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์คือ การหาอุณหภูมิฐาน พลังงานปรากฏ และศึกษาโครงสร้าง
จุลภาคของคอนกรีตผสมเถ้าลอยที่องถิ่นจากแหล่งใหญ่ในประเทศไทย ซึ่งได้รับผลกระทบจาก
ช่วงเวลารบ่มและอุณหภูมิ อุณหภูมิฐานและพลังงานปรากฏเป็นปัจจัยสำคัญในการทำนาคำล้งระยะ
ยาวของคอนกรีต โดยวิธี Maturity โดยทั่วไปนิยมใช้ค่าอุณหภูมิฐาน -10 องศาเซลเซียส และค่า
พลังงานปรากฏเท่ากับ 40000 ถึง 45000 จูลต่อโมล ซึ่งค่าอาจแตกต่างกันไปสำหรับคอนกรีตผสมเถ้าลอย
ในการศึกษาใช้คำล้งออกแบบของคอนกรีต 240 และ 350 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ปริมาณเถ้า
ลอยแทนที่ซีเมนต์ร้อยละ 0, 15, 25 และ 35 และอุณหภูมิการบ่ม 28, 40 และ 60 องศาเซลเซียส

ผลการวิจัยพบว่า ผลกระทบของการเพิ่มอุณหภูมิต่อระยะเวลาการก่อตัวของคอนกรีต
ปกติใกล้เคียงกับคอนกรีตผสมเถ้าลอยที่ใช้ปริมาณแทนที่ในระดับทั่วไปร้อยละ 15 และ 25 แต่
เมื่อใช้ปริมาณแทนที่สูงขึ้น (ร้อยละ 35) การเพิ่มอุณหภูมิทำให้คอนกรีตที่มีคำล้งสูงกว่ามีการ
สูญเสียระยะเวลาการก่อตัวน้อยกว่า อุณหภูมิฐานของคอนกรีตผสมเถ้าลอยมีค่าสูงกว่า แต่
พลังงานปรากฏมีค่าต่ำกว่าค่าที่ใช้ทั่วไป โดยมีผลกระทบจากทั้งปริมาณการแทนที่และระดับ
คำล้งของคอนกรีต ค่าอุณหภูมิฐานของคอนกรีตที่มีคำล้งออกแบบ 240 กิโลกรัมต่อตาราง
เซนติเมตร เท่ากับ -8.46, 0.85, 1.79 และ 2.27 องศาเซลเซียส และคอนกรีตที่มีคำล้งออกแบบ
350 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เท่ากับ -7.22, -4.15, -0.24 และ -0.01 องศาเซลเซียส สำหรับการ
ใช้เถ้าลอยแทนที่ซีเมนต์ร้อยละ 0, 15, 25 และ 35 ตามลำดับ ส่วนค่าพลังงานปรากฏ เท่ากับ
14561, 19644, 23349 และ 22405 จูลต่อโมล สำหรับคอนกรีตคำล้ง 240 กิโลกรัมต่อตาราง
เซนติเมตร และเท่ากับ 16513, 17650, 19823 และ 18117 จูลต่อโมล สำหรับคอนกรีตคำล้ง 350
กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร สำหรับการ ใช้เถ้าลอยแทนที่ซีเมนต์ร้อยละ 0, 15, 25 และ 35
เช่นกัน การศึกษาโครงสร้างจุลภาคของซีเมนต์เพสต์ที่ไม่ผสมและผสมเถ้าลอย 25 เปอร์เซ็นต์
บ่มที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส พบว่า ซีเมนต์เพสต์ล้วนที่อายุ 28 วัน โครงสร้างจุลภาคมีความ
ทึบแน่นมากกว่าที่อายุ 14 วัน และกรณีผสมเถ้าลอย ที่อายุ 28 วัน โครงสร้างของเพสต์มีความทึบ
แน่นมากขึ้น ปฏิกิริยาปอซโซลานิกมีแนวโน้มเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง และ Ca(OH)_2 มีปริมาณลดลง
เมื่อเปรียบเทียบกับที่อายุ 14 วัน

Sawasdichai Jermtaisong 2009: Datum Temperature and Activation Energy of Fly Ash Concrete. Master of Engineering (Civil Engineering), Major Field: Civil Engineering, Department of Civil Engineering. Thesis Advisor: Associate Professor Suvimol Sujjavanich, Ph.D. 240 pages.

This thesis aimed to investigate the datum temperature, activation energy and microstructure of concrete using fly ash from local source, as affected by temperature and curing time. To predict the long term strength of concrete by maturity method, datum temperature and activation energy (E) are essential. Typical value of -10 degree Celsius for datum temperature and 40000 - 45000 Joules/mol for E have been typically used. Different values may be expected for fly ash concrete. In the study, concrete with designed compressive strength of 240 and 350 ksc and fly ash percentages of 0, 15, 25 and 35 were used. The chosen curing temperatures were 28, 40 and 60 degree Celsius.

The results indicated that, the effect of increase in temperature on setting time for normal concrete was similar to those of fly ash concrete at the percentage replacements of 15 and 25. At percentage replacement of 35, the higher compressive strength concrete revealed the less sensitivity on setting time as the temperature increased. The datum temperature of fly ash concrete was higher than that of normal concrete. However, the E value was lower than that of the normal concrete. The E value was also affected by the level of cement replacement and the design strength. At replacement level of 0, 15, 25 and 35, the datum temperatures of 240 ksc design strength concrete were -8.46, 0.85, 1.79 and 2.27 degree Celsius and -7.22, -4.15, -0.24 and -0.01 degree Celsius for those of 350 ksc design strength. The E value for 240 ksc design strength concrete were 14561, 19644, 23349 and 22405 Joules/mol as well as 16513, 17650, 19823 and 18117 Joules/mol for 350 ksc for the above replacement levels. The microstructure study conducted on the chosen mixture of 240 ksc design strength with and without 25 percent fly ash, cured at 40 degree Celsius. The matrix of control cement paste at the age of 28 days, was denser compared to that of early age. For cement paste with 25 percent replacement of fly ash at the age of 28 days, the microstructure appeared to be denser with less cracks, compared to those of 14 days and normal paste at the same age. It also showed continued pozzolanic activity and a reduction in calcium hydroxide from the former to the latter.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี เพราะได้รับความกรุณาจากรองศาสตราจารย์ ดร.สุวิมล สัจจาณิษฐ์ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ประเสริฐ สุวรรณวิทยา กรรมการที่ปรึกษาวิชาเอก และรองศาสตราจารย์ ดร.สุชากริน สถาปิตานนท์ กรรมการที่ปรึกษา วิชาการ ที่คอยให้คำแนะนำ คำปรึกษา สนับสนุน ช่วยเหลือ และแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนเสร็จ สมบูรณ์ พร้อมกับให้กำลังใจตลอดระยะเวลาในการศึกษาวิจัย และขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ เกรียงศักดิ์ มั่นเสถียรสิน ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัยที่ให้ความกรุณาตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ ยิ่งขึ้น

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ และได้รับความอนุเคราะห์วัสดุแลอจจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมโยธาทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ ในด้านอุปกรณ์ สถานที่ และให้คำแนะนำ ตลอดจนเพื่อนๆ สาขาวิศวกรรมโครงสร้างที่ให้ความ ช่วยเหลือทั้งกำลังกาย กำลังใจ ทำให้สามารถดำเนินการวิจัยจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ประโยชน์และคุณประโยชน์อันพึงได้รับจากวิทยานิพนธ์นี้ ขอมอบแด่พระคุณของ บुरพจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชา บิดา ร.อ. วีระศักดิ์ เจริญไชสง มารดา นางพรรณรัตน์ เจริญไชสง ผู้มีพระคุณ ภรรยา และสมาชิกในครอบครัวเจริญไชสง ที่เป็นกำลังใจ และเสียสละหลาย สิ่งหลายประการ จนสามารถศึกษาสำเร็จสมความปรารถนา

สวัสดิชัย เจริญไชสง

ตุลาคม 2552

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	4
การตรวจเอกสาร	5
อุปกรณ์และวิธีการ	29
อุปกรณ์	29
วิธีการ	30
ผลและวิจารณ์	36
สรุปและข้อเสนอแนะ	58
สรุป	58
ข้อเสนอแนะ	59
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	60
ภาคผนวก	69
ภาคผนวก ก ส่วนผสมของคอนกรีตผสมเต็มถ้อย	70
ภาคผนวก ข ผลการทดสอบ	72
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	240

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ผลการวิจัยต่างๆ ที่ศึกษาเกี่ยวกับอุณหภูมิฐานและพลังงานปรากฏ	16
2	ค่าอุณหภูมิฐานของคอนกรีตที่ผสมและไม่ผสมเถ้าลอย	43
3	ค่า Q ของคอนกรีตที่ผสมและไม่ผสมเถ้าลอย	44
4	ค่า E ของคอนกรีตที่ผสมและไม่ผสมเถ้าลอย	44
5	ค่า TTF และ Equivalent Age (t_e) ของคอนกรีตผสมเถ้าลอย (25/ 40/ 240)	46
6	กำลังอัดของคอนกรีตผสมเถ้าลอย w/b=0.50	48
ตารางผนวกที่		
ก1	ส่วนผสมของคอนกรีตผสมเถ้าลอย / 1 ลูกบาศก์เมตร	71
ข1	ความต้านทานการจมของมอร์ต้าที่ไม่ผสมเถ้าลอย (0/ 28, 40, 60/ 240)	73
ข2	ความต้านทานการจมของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (15/ 28, 40, 60/ 240)	74
ข3	ความต้านทานการจมของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (25/ 28, 40, 60/ 240)	75
ข4	ความต้านทานการจมของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (35/ 28, 40, 60/ 240)	76
ข5	ความต้านทานการจมของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (0/ 28, 40, 60/ 350)	77
ข6	ความต้านทานการจมของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (15/ 28, 40, 60/ 350)	78
ข7	ความต้านทานการจมของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (25/ 28, 40, 60/ 350)	79
ข8	ความต้านทานการจมของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (35/ 28, 40, 60/ 350)	80
ข9	การรับแรงอัดของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (0/ 28/ 240)	85
ข10	การรับแรงอัดของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (0/ 40/ 240)	87
ข11	การรับแรงอัดของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (0/ 60/ 240)	89
ข12	การรับแรงอัดของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (15/ 28/ 240)	91
ข13	การรับแรงอัดของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (15/ 40/ 240)	93
ข14	การรับแรงอัดของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (15/ 60/ 240)	95
ข15	การรับแรงอัดของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (25/ 28/ 240)	97
ข16	การรับแรงอัดของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (25/ 40/ 240)	99
ข17	การรับแรงอัดของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (25/ 60/ 240)	101

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
ข18	การรับแรงอัดของมอร์ต้าผสมเกล็ดลอย (35/ 28/ 240)	103
ข19	การรับแรงอัดของมอร์ต้าผสมเกล็ดลอย (35/ 40/ 240)	105
ข20	การรับแรงอัดของมอร์ต้าผสมเกล็ดลอย (35/ 60/ 240)	107
ข21	การรับแรงอัดของมอร์ต้าผสมเกล็ดลอย (0/ 28/ 350)	109
ข22	การรับแรงอัดของมอร์ต้าผสมเกล็ดลอย (0/ 40/ 350)	111
ข23	การรับแรงอัดของมอร์ต้าผสมเกล็ดลอย (0/ 60/ 350)	113
ข24	การรับแรงอัดของมอร์ต้าผสมเกล็ดลอย (15/ 28/ 350)	115
ข25	การรับแรงอัดของมอร์ต้าผสมเกล็ดลอย (15/ 40/ 350)	117
ข26	การรับแรงอัดของมอร์ต้าผสมเกล็ดลอย (15/ 60/ 350)	119
ข27	การรับแรงอัดของมอร์ต้าผสมเกล็ดลอย (25/ 28/ 350)	121
ข28	การรับแรงอัดของมอร์ต้าผสมเกล็ดลอย (25/ 40/ 350)	123
ข29	การรับแรงอัดของมอร์ต้าผสมเกล็ดลอย (25/ 60/ 350)	125
ข30	การรับแรงอัดของมอร์ต้าผสมเกล็ดลอย (35/ 28/ 350)	127
ข31	การรับแรงอัดของมอร์ต้าผสมเกล็ดลอย (35/ 40/ 350)	129
ข32	การรับแรงอัดของมอร์ต้าผสมเกล็ดลอย (35/ 60/ 350)	131
ข33	ค่า K และ Q จากคุณสมบัติการบ่มต่างๆ ที่ใช้ในการหาอุณหภูมิฐานของคอนกรีต กำลังออกแบบ 240 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ที่ผสมเกล็ดลอยต่างกัน	133
ข34	ค่า K และ Q จากคุณสมบัติการบ่มต่างๆ ที่ใช้ในการหาอุณหภูมิฐานของ คอนกรีตกำลังออกแบบ 350 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ที่ผสมเกล็ดลอยต่างกัน	138
ข35	ตัวอย่างการคำนวณค่า Time-Temperature-Factor (TTF) และค่า Equivalent Age ของ (25/ - /240) โดยใช้ช่วงระยะห่างของอายุ 0.5 ชั่วโมง	143

สารบัญญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ค่าปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอายุ จากสมการที่ (4) สำหรับค่าพลังงานที่ปรากฏที่แตกต่างกัน	13
2	Crossover ของคอนกรีตที่ไม่ผสมเถ้าลอยบ่มที่อุณหภูมิสูงและอุณหภูมิต่ำ	24
3	ระยะเวลาก่อตัวสุดท้ายของมอร์ต้า 240 ก.ก./ซ.ม ²	37
4	ระยะเวลาก่อตัวสุดท้ายของมอร์ต้า 350 ก.ก./ซ.ม ²	37
5	ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอายุของมอร์ต้าที่ไม่ผสมเถ้าลอย (0/ 28, 40 , 60 /240)	38
6	ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอายุของมอร์ต้าที่ผสมเถ้าลอย (15/ 28, 40 , 60 /240)	39
7	ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอายุของมอร์ต้าที่ผสมเถ้าลอย (25/ 28, 40 , 60 /240)	39
8	ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอายุของมอร์ต้าที่ผสมเถ้าลอย (35/ 28, 40 , 60 /240)	40
9	ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอายุของมอร์ต้าที่ไม่ผสมเถ้าลอย (0/ 28, 40 , 60 /350)	40
10	ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอายุของมอร์ต้าที่ผสมเถ้าลอย (15/ 28, 40 , 60 /350)	41
11	ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอายุของมอร์ต้าที่ผสมเถ้าลอย (25/ 28, 40 , 60 /350)	41
12	ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอายุของมอร์ต้าที่ผสมเถ้าลอย (35/ 28, 40 , 60 /350)	42
13	การเกิด Crossover ของคอนกรีตผสมเถ้าลอย (15/ 28 , 60 /350)	42
14	ความสัมพันธ์ระหว่าง TTF และกำลัง	47
15	ความสัมพันธ์ระหว่างอายุเสมือนและกำลัง	47
16	ผลการทดสอบกำลังอัดของคอนกรีตที่บ่มที่ 75 และ 95 องศาเซลเซียส w/b=0.5 ที่พลอตเป็นกราฟ	49
17	ภาพถ่ายกำลังสูงของซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าลอย (0/ 40/ 240) ที่อายุทดสอบ 14 วัน	50
18	ภาพถ่ายกำลังขยายสูงของซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าลอย (0/ 40/ 240) ที่อายุทดสอบ 28 วัน	51
19ก	ภาพถ่ายกำลังสูงของซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าลอย (25/ 40/ 240) ที่อายุทดสอบ 14 วัน	51
19ข	ภาพถ่ายกำลังสูงของซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าลอย (25/ 40/ 240) ที่อายุทดสอบ 14 วัน	52

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
20	ภาพถ่ายกำลังขยายสูงของซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าลอย (25/ 40/ 240) ที่อายุทดสอบ 28 วัน	52
21	การวิเคราะห์ XRD ของซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าลอย (0/ 40/ 240) ที่อายุทดสอบ 1 วัน	53
22	การวิเคราะห์ XRD ของซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าลอย (0/ 40/ 240) ที่อายุทดสอบ 14 วัน	54
23	การวิเคราะห์ XRD ของซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าลอย (0/ 40/ 240) ที่อายุทดสอบ 28 วัน	54
24	การวิเคราะห์ XRD ของซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าลอย (25/ 40/ 240) ที่อายุทดสอบ 1 วัน	55
25	การวิเคราะห์ XRD ของซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าลอย (25/ 40/ 240) ที่อายุทดสอบ 14 วัน	55
26	การวิเคราะห์ XRD ของซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าลอย (25/ 40/ 240) ที่อายุทดสอบ 28 วัน	56
27	การวิเคราะห์ XRD ของซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าลอย (0/ 40/ 240) ที่อายุทดสอบ 1, 14 และ 28 วัน	56
28	การวิเคราะห์ XRD ของซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าลอย (25/ 40/ 240) ที่อายุทดสอบ 1, 14 และ 28 วัน	57
ภาพผนวกที่		
ข1	การก่อตัวสุดท้ายของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (0/ 28, 40, 60/ 240)	81
ข2	การก่อตัวสุดท้ายของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (15/ 28, 40, 60/ 240)	81
ข3	การก่อตัวสุดท้ายของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (25/ 28, 40, 60/ 240)	82
ข4	การก่อตัวสุดท้ายของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (35/ 28, 40, 60/ 240)	82
ข5	การก่อตัวสุดท้ายของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (0/ 28, 40, 60/ 350)	83
ข6	การก่อตัวสุดท้ายของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (15/ 28, 40, 60/ 350)	83

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่

ข7	การก่อดั้วสุดท้ายของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (15/ 28, 40, 60/ 350)	84
ข8	การก่อดั้วสุดท้ายของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (35/ 28, 40, 60/ 350)	84
ข9	ค่า Su ของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (0/ 28/ 240)	86
ข10	ค่า K ของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (0/ 28/ 240)	86
ข11	ค่า Su ของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (0/ 40/ 240)	88
ข12	ค่า K ของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (0/ 40/ 240)	88
ข13	ค่า Su ของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (0/ 60/ 240)	90
ข14	ค่า K ของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (0/ 60/ 240)	90
ข15	ค่า Su ของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (15/ 28/ 240)	92
ข16	ค่า K ของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (15/ 28/ 240)	92
ข17	ค่า Su ของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (15/ 40/ 240)	94
ข18	ค่า K ของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (15/ 40/ 240)	94
ข19	ค่า Su ของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (15/ 60/ 240)	96
ข20	ค่า K ของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (15/ 60/ 240)	96
ข21	ค่า Su ของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (25/ 28/ 240)	98
ข22	ค่า K ของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (25/ 28/ 240)	98
ข23	ค่า Su ของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (25/ 40/ 240)	100
ข24	ค่า K ของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (25/ 40/ 240)	100
ข25	ค่า Su ของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (25/ 60/ 240)	102
ข26	ค่า K ของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (25/ 60/ 240)	102
ข27	ค่า Su ของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (35/ 28/ 240)	104
ข28	ค่า K ของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (35/ 28/ 240)	104
ข29	ค่า Su ของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (35/ 40/ 240)	106
ข30	ค่า K ของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (35/ 40/ 240)	106
ข31	ค่า Su ของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (35/ 60/ 240)	108
ข32	ค่า K ของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (35/ 60/ 240)	108
ข33	ค่า Su ของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (0/ 28/ 350)	110

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่	หน้า	
ข34	ค่า K ของมอร์ดี้าผสมแก้าลอย (0/ 28/ 350)	110
ข35	ค่า Su ของมอร์ดี้าผสมแก้าลอย (0/ 40/ 350)	112
ข36	ค่า K ของมอร์ดี้าผสมแก้าลอย (0/ 40/ 350)	112
ข37	ค่า Su ของมอร์ดี้าผสมแก้าลอย (0/ 60/ 350)	114
ข38	ค่า K ของมอร์ดี้าผสมแก้าลอย (0/ 60/ 350)	114
ข39	ค่า Su ของมอร์ดี้าผสมแก้าลอย (15/ 28/ 350)	116
ข40	ค่า K ของมอร์ดี้าผสมแก้าลอย (15/ 28/ 350)	116
ข41	ค่า Su ของมอร์ดี้าผสมแก้าลอย (15/ 40/ 350)	118
ข42	ค่า K ของมอร์ดี้าผสมแก้าลอย (15/ 40/ 350)	118
ข43	ค่า Su ของมอร์ดี้าผสมแก้าลอย (15/ 60/ 350)	120
ข44	ค่า K ของมอร์ดี้าผสมแก้าลอย (15/ 60/ 350)	120
ข45	ค่า Su ของมอร์ดี้าผสมแก้าลอย (25/ 28/ 350)	122
ข46	ค่า K ของมอร์ดี้าผสมแก้าลอย (25/ 28/ 350)	122
ข47	ค่า Su ของมอร์ดี้าผสมแก้าลอย (25/ 40/ 350)	124
ข48	ค่า K ของมอร์ดี้าผสมแก้าลอย (25/ 40/ 350)	124
ข49	ค่า Su ของมอร์ดี้าผสมแก้าลอย (25/ 60/ 350)	126
ข50	ค่า K ของมอร์ดี้าผสมแก้าลอย (25/ 60/ 350)	126
ข51	ค่า Su ของมอร์ดี้าผสมแก้าลอย (35/ 28/ 350)	128
ข52	ค่า K ของมอร์ดี้าผสมแก้าลอย (35/ 28/ 350)	128
ข53	ค่า Su ของมอร์ดี้าผสมแก้าลอย (35/ 40/ 350)	130
ข54	ค่า K ของมอร์ดี้าผสมแก้าลอย (35/ 40/ 350)	130
ข55	ค่า Su ของมอร์ดี้าผสมแก้าลอย (35/ 60/ 350)	132
ข56	ค่า K ของมอร์ดี้าผสมแก้าลอย (35/ 60/ 350)	132
ข57	อุณหภูมิฐานของคอนกรีตผสมแก้าลอย (0/ 28, 40, 60/ 240)	134

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่		หน้า
ข58	ค่า Q ของคอนกรีตผสมเถ้าลอย (0/ 28, 40, 60/ 240)	134
ข59	อุณหภูมิฐานของคอนกรีตผสมเถ้าลอย (15/ 28, 40, 60/ 240)	135
ข60	ค่า Q ของคอนกรีตผสมเถ้าลอย (15/ 28, 40, 60/ 240)	135
ข61	อุณหภูมิฐานของคอนกรีตผสมเถ้าลอย (25/ 28, 40, 60/ 240)	136
ข62	ค่า Q ของคอนกรีตผสมเถ้าลอย (25/ 28, 40, 60/ 240)	136
ข63	อุณหภูมิฐานของคอนกรีตผสมเถ้าลอย (35/ 28, 40, 60/ 240)	137
ข64	ค่า Q ของคอนกรีตผสมเถ้าลอย (35/ 28, 40, 60/ 240)	137
ข65	อุณหภูมิฐานของคอนกรีตผสมเถ้าลอย (0/ 28, 40, 60/ 350)	139
ข66	ค่า Q ของคอนกรีตผสมเถ้าลอย (0/ 28, 40, 60/ 350)	139
ข67	อุณหภูมิฐานของคอนกรีตผสมเถ้าลอย (15/ 28, 40, 60/ 350)	140
ข68	ค่า Q ของคอนกรีตผสมเถ้าลอย (15/ 28, 40, 60/ 350)	140
ข69	อุณหภูมิฐานของคอนกรีตผสมเถ้าลอย (25/ 28, 40, 60/ 350)	141
ข70	ค่า Q ของคอนกรีตผสมเถ้าลอย (25/ 28, 40, 60/ 350)	141
ข71	อุณหภูมิฐานของคอนกรีตผสมเถ้าลอย (35/ 28, 40, 60/ 350)	142
ข72	ค่า Q ของคอนกรีตผสมเถ้าลอย (35/ 28, 40, 60/ 350)	142

อุณหภูมิฐานและพลังงานปรากฏของคอนกรีตผสมเถ้าลอย

Datum Temperature and Activation Energy of Fly Ash Concrete

คำนำ

งานก่อสร้างส่วนใหญ่ในประเทศไทยเป็นงานคอนกรีตที่ใช้ปูนซีเมนต์เป็นส่วนผสมสำคัญซึ่งซีเมนต์มีราคาสูงเมื่อเปรียบเทียบกับส่วนผสมอื่น เนื่องจากกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ต้องใช้พลังงานและทรัพยากรธรรมชาติจำนวนมากเป็นหลัก ซึ่งนอกจากจะมีผลต่อต้นทุนในการก่อสร้างแล้วยังมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยตรง และอาจทำให้เกิดปัญหาทรัพยากรขาดแคลนในอนาคต ดังนั้นแนวคิดในการใช้วัสดุอื่นทดแทน หรือผสมกับปูนซีเมนต์จึงแพร่หลายมากขึ้น

เถ้าลอย (Fly Ash) เป็นวัสดุที่นิยมนำมาใช้แทนที่ซีเมนต์มากขึ้นในปัจจุบัน เถ้าลอยจากแหล่งใหญ่ของประเทศเป็นผลพลอยได้จากการเผาถ่านหินลิกไนต์เป็นเชื้อเพลิง และในปัจจุบันมีปริมาณมากถึง ปีละประมาณ 3 ล้านตันต่อปี (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, 2545) เถ้าลอยแหล่งใหญ่ของประเทศมาจากโรงงานไฟฟ้าแม่เมาะ จังหวัดลำปาง ในอดีตเถ้าลอยเหล่านี้เคยเป็นภาระที่ต้องกำจัดทิ้งโดยใช้พื้นที่ขนาดใหญ่ในการฝังกลบ แต่ปัจจุบันมีการนำเถ้าลอยมาประยุกต์ใช้ในงานคอนกรีตมากขึ้น เนื่องจากมีผลการวิจัยยืนยันว่าเถ้าลอยสามารถเพิ่มคุณสมบัติในหลายประการของคอนกรีตให้ดีขึ้น (พิชัย นิมิตยงสกุล, 2546) โดยเถ้าลอยมีคุณสมบัติที่เป็นตัวเชื่อมประสานที่ดีจากลักษณะของสารปอซโซลานิก อีกทั้งเถ้าลอยมีอนุภาคกลมมนและมีขนาดเล็กมาก จึงมีผลดีในเชิงการแทรกช่องว่างและช่วยการไหลลื่นซึ่งมีผลต่อการลดปริมาณการใช้น้ำ เมื่อใช้ เถ้าลอยทดแทนปูนซีเมนต์ในอัตราส่วนที่เหมาะสม ซึ่งโดยทั่วไปใช้ไม่เกิน 30 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้จะช่วยเสริมให้คอนกรีตรับแรงอัดได้มากขึ้นแล้ว อนุภาคของเถ้าลอยที่เข้าไปแทรกในช่องว่างของโครงข่ายคอนกรีต ทำให้เนื้อคอนกรีตแน่น ทึบขึ้น ทำให้ความชื้นและสารที่เป็นอันตรายอื่นๆ ผ่านเข้าไปในเนื้อคอนกรีตจนถึงเนื้อเหล็กภายในได้ยากขึ้น คอนกรีตจึงทนทานต่อการกัดกร่อนหรือ ความเสียหายจากเกลือคลอไรด์ดีขึ้น รวมถึงมีอายุการใช้งานที่ยาวนานขึ้น ดังนั้นการนำเถ้าลอยมาใช้จึงเป็นประโยชน์ต่อประเทศชาติโดยตรง ทั้งในการลดมลภาวะที่มีต่อสิ่งแวดล้อม ลดความสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์เมื่อพิจารณาถึงค่าใช้จ่ายในการจัดการมลภาวะ ลดการใช้ทรัพยากรต่างๆ ในการผลิตปูนซีเมนต์ที่มีอยู่อย่างจำกัด และประหยัดพลังงานในการผลิตโดยรวมของประเทศ รวมทั้งยังเป็นการใช้ประโยชน์ที่มีลักษณะลดการพึ่งพาวัสดุและเทคโนโลยีจากต่างประเทศ

แต่อย่างไรก็ตามถั่วลอ่ยไม่ได้เป็นผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมจึงมีความไม่แน่นอนในด้านคุณภาพ และถั่วลอ่ยที่ใช้ยังนำมาจากหลายแห่ง ซึ่งใช้ชนิดของถั่วลอ่ยและกระบวนการเผาถั่วลอ่ยแตกต่างกัน ทำให้ถั่วลอ่ยที่มีอยู่ในประเทศไทยมีความหลากหลาย และเป็นปัญหาต่อการใช้ ตลอดจนการตรวจสอบ และควบคุมคุณภาพของถั่วลอ่ยที่นำมาใช้โดยเฉพาะการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์สุดท้ายให้เป็นไปตามต้องการดังนั้นการควบคุมคุณภาพคอนกรีตผสมถั่วลอ่ย จึงมีความสำคัญมากต่อวงการก่อสร้าง

โดยปกติกระบวนการควบคุมคุณภาพคอนกรีตนิยมพิจารณาค่าการยุบตัว และการพัฒนากำลังรับแรงอัดเป็นหลัก ซึ่งในช่วง 28 วันแรกคอนกรีตธรรมดาจะมีการพัฒนากำลังรับแรงอัดในอัตราเพิ่มมากขึ้น หลังจากนั้นจะเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ซึ่งต่างจากคอนกรีตผสมถั่วลอ่ยที่มีการพัฒนา กำลังต่ำกว่าคอนกรีตธรรมดาในช่วง 28 วันแรก และให้กำลังรับแรงอัดใกล้เคียงหรือมากกว่าคอนกรีตธรรมดาในระยะยาว ซึ่งทำให้นิยมพิจารณาคูสมบัติต่างๆของคอนกรีตผสมถั่วลอ่ยที่ระยะเวลายาวกว่า คอนกรีตปกติ และโดยปกติมักใช้อายุ 56 หรือ 91 วัน ซึ่งเป็นระยะเวลาที่ยาวนานมากในกระบวนการควบคุมคุณภาพ ดังนั้นหากสามารถคาดการณ์ถึงคุณภาพในระยะยาวจากการทดสอบที่ใช้เวลาสั้นๆ จะเป็นประโยชน์ต่อการควบคุมคุณภาพหรือการตัดสินใจในการทำงานคอนกรีตผสมถั่วลอ่ย

ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการพัฒนากำลังของคอนกรีตผสมถั่วลอ่ยคือ อุณหภูมิและเวลา ในการบ่มเช่นเดียวกับคอนกรีตปกติ เนื่องจากการให้อุณหภูมิสูงในการบ่มภายในช่วงเวลาที่เหมาะสมจะเป็นตัวเร่งให้ถั่วลอ่ยทำปฏิกิริยาได้มากขึ้น (Willams and Owen, 1982; Bamforth, 1980) และพัฒนา กำลังรับแรงของคอนกรีตให้เร็วขึ้น ทำให้คอนกรีตผสมถั่วลอ่ยมีกำลังสูงกว่า กรณีที่ได้รับ การบ่มใน อุณหภูมิปกติ

สำหรับคอนกรีตปกติระยะเวลาที่คอนกรีตได้รับการบ่มภายใต้อุณหภูมิต่างๆ นั้น ได้รับการยอมรับ ให้เป็นดัชนีที่จะชี้ถึงการพัฒนากำลังที่เพิ่มขึ้น ซึ่งมีความสัมพันธ์กับผลคูณระหว่างเวลาและ อุณหภูมิซึ่งเป็น หลักการของ Maturity (Carino,1991) โดยอาศัยพื้นฐานสมการของ Arrhenius ในการทำนายกำลัง โดยใช้ ผลกระทบของอุณหภูมิต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีและประมาณค่าฟังก์ชันเส้นตรงได้อย่างแม่นยำ โดยเฉพาะเมื่ออุณหภูมิต่างกันเปลี่ยนแปลงไป ทฤษฎี Maturity จึงสามารถ ใช้ประมาณการพัฒนากำลังรับ แรงอัด และคุณสมบัติทางกายภาพของคอนกรีตภายใต้อุณหภูมิต่างกันที่แตกต่างกันได้ สำหรับคอนกรีต ปกติ และมีการยอมรับว่าอุณหภูมิตั้งแต่ -12 ถึง -10 องศาเซลเซียส มีผลน้อยมากต่อการทำ ปฏิกิริยาไฮเดรชันและทำให้อัตราการเพิ่มกำลังต่ำ โดยทั่วไปจึงมักกำหนดอุณหภูมิฐานที่ -10 องศาเซลเซียส สำหรับอุณหภูมิตั้งแต่ 0 ถึง 20 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิฐานมักสูงขึ้นในการบ่มที่มีอุณหภูมิสูงขึ้นจาก 20 องศาเซลเซียส (Neville, 1999; ASTM C 1074, 1993)

สำหรับคอนกรีตผสมเถ้าลอยแม้ว่าความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับการพัฒนากำลัง จะมีความแตกต่างจากคอนกรีตอยู่บ้าง แต่หากใช้แนวความคิดเช่นเดียวกันนี้ประยุกต์ เพื่อทำนายกำลังอัด ของคอนกรีตผสมเถ้าลอยในระยะเวลาสั้นๆ โดยใช้อุณหภูมิและเวลา (Maturity) จะเป็นประโยชน์ต่อการ ควบคุมคุณภาพของคอนกรีตผสมเถ้าลอย อย่างไรก็ตามเนื่องจากพฤติกรรมภายใต้สภาวะอุณหภูมิสูงที่ ระดับต่างๆ อาจมีผลกระทบต่อการพัฒนาโครงสร้างภายในและอุณหภูมิฐาน ดังนั้นข้อมูลเหล่านี้จึงมี ความสำคัญต่อการใช่วิธี Maturity ในการทำนายกำลังเพื่อประโยชน์ในการควบคุมคุณภาพคอนกรีต โดยเฉพาะข้อมูลที่มาจากวัสดุท้องถิ่นซึ่งมีคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีต่างไปจากที่มีการวิจัย ในต่างประเทศ

การศึกษาวิจัยผลกระทบของอุณหภูมิต่อการพัฒนาคุณสมบัติของคอนกรีตผสมเถ้าลอย ใน ประเทศ ซึ่งมักเป็นเถ้าลอยที่มีปริมาณแคลเซียมออกไซด์ (CaO) ในระดับปานกลางยังคงมีจำกัด โดยเฉพาะการประยุกต์ใช้หลักการ Maturity เพื่อการควบคุมคุณภาพคอนกรีตยังมีน้อยมาก ด้วยเหตุดังกล่าวการวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาถึงผลกระทบของอุณหภูมิและเวลาต่อค่า อุณหภูมิฐานและพลังงานปรากฏตลอดจนโครงสร้างภายในของคอนกรีตผสมเถ้าลอย เพื่อใช้ประโยชน์ ต่อแนวทางในการทำนายคุณสมบัติระยะยาวของคอนกรีตผสมเถ้าลอย โดยใช้อุณหภูมิและเวลา เป็นปัจจัยศึกษาหลัก

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาโครงสร้างจุลภาค (Microstructure) ของคอนกรีตผสมเถ้าลอยภายใต้อิทธิพลของการบ่มที่อุณหภูมิระหว่าง 28 ถึง 60 องศาเซลเซียส
2. เพื่อศึกษาผลกระทบของอุณหภูมิและเวลาต่อค่าอุณหภูมิจาน และพลังงานปรากฏของคอนกรีตผสมเถ้าลอย
3. เพื่อเปรียบเทียบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตผสมเถ้าลอย โดยพิจารณาจากเวลาและ อุณหภูมิการบ่มกับกำลังรับแรงอัดจากการบ่มตามมาตรฐาน
4. เพื่อให้แนวทางทำนายคุณสมบัติระยะยาวของคอนกรีตผสมเถ้าลอยในด้านกำลัง โดยพิจารณาจากหลักการ Maturity

ขอบเขตการศึกษา

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการพัฒนาคุณสมบัติในด้านกำลัง และโครงสร้างจุลภาคของคอนกรีตผสมเถ้าลอยจากโรงผลิตไฟฟ้าแม่เมาะ จังหวัดลำปาง ซึ่งใช้ปริมาณการแทนที่ซีเมนต์ด้วยเถ้าลอยร้อยละ 0, 15, 25 และ 35 เปอร์เซ็นต์ ค่าการยวบยตัว 12.5 ± 2.5 เซนติเมตร โดยใช้อุณหภูมิการบ่มที่ผันแปร 3 ระดับ คือ 28, 40 และ 60 องศาเซลเซียส ใช้กำลังในการออกแบบ 240 และ 350 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรซึ่งเป็นค่าในช่วงใช้งานทั่วไป เปรียบเทียบกับวิธีการพัฒนากำลังปกติ นอกจากนี้ยังศึกษาโครงสร้างจุลภาคของคอนกรีตผสมเถ้าลอย 25 เปอร์เซ็นต์ที่อายุ 1, 14 และ 28 วัน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ข้อมูลเกี่ยวกับอุณหภูมิจาน ซึ่งจะเป็ประโยชน์ในการทำนายคุณสมบัติด้านกำลังของคอนกรีตผสมเถ้าลอยโดยวิธี Maturity
2. ผลกระทบของอุณหภูมิและระยะเวลาการบ่มเป็นประโยชน์ต่อแนวทางปฏิบัติในการควบคุมคุณภาพของคอนกรีตผสมเถ้าลอยในงานก่อสร้าง

การตรวจเอกสาร

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยในครั้งนี้ ประกอบด้วยเนื้อหาสาระสำคัญที่เกี่ยวข้องกับ เถ้าลอย สมบัติระยะยาวของคอนกรีตผสมเถ้าลอย อุณหภูมิฐานและพลังงานปรากฏ ผลกระทบของอุณหภูมิและเวลาที่มีต่อสมบัติของคอนกรีตผสมเถ้าลอย ผลกระทบของอุณหภูมิต่อโครงสร้างจุลภาคของคอนกรีตผสมเถ้าลอย Crossover Effect และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการหาค่า Maturity ของคอนกรีต โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. เถ้าลอย

เถ้าลอยเป็นผลพลอยได้จากการเผาถ่านหินที่บดละเอียด เพื่อใช้เป็นพลังงานในการผลิตกระแสไฟฟ้า เถ้าถ่านหินที่มีขนาดค่อนข้างใหญ่จะตกลงยังก้นเตา เรียกว่า เถ้าก้นเตา (Bottom Ash) ส่วนเถ้าถ่านหินที่มีขนาดเล็กกว่า 1 ไมครอน (ไมโครเมตร) จนถึงประมาณ 200 ไมครอน หรือเถ้าลอย จะลอยไปกับอากาศร้อนและถูกดักจับด้วยที่ดักไฟฟ้าสถิตย์ (Electrostatic Precipitator) เพื่อป้องกันไม่ให้เถ้าลอยกระจายไปสู่สภาวะแวดล้อมภายนอก ซึ่งกลายเป็นมลภาวะต่อพื้นที่ใกล้เคียง (ปริญญา, 2547)

เถ้าลอยจากโรงงานไฟฟ้าแม่เมาะ จังหวัดลำปาง เป็นเถ้าลอยแหล่งใหญ่ที่ใช้กันในประเทศได้จากการเผาถ่านลิกไนต์ มีรูปร่างอนุภาคค่อนข้างกลม มีขนาดระหว่าง 10 ถึง 100 ไมครอน และมีขนาดโดยเฉลี่ยประมาณ 30-40 ไมครอน มีความถ่วงจำเพาะประมาณ 1.9 ถึง 2.2 ไมครอน และผงอนุภาคมีความหนาแน่นในสภาพแห้งประมาณ 0.9 ถึง 1.1 ตันต่อลูกบาศก์เมตร (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, 2542; ปริญญา และคณะ, 2543; สถาบันบัณฑิตวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไทย, 2544)

องค์ประกอบหลักทางเคมีที่สำคัญของเถ้าลอย คือ ซิลิกอนไดออกไซด์ (SiO_2) อลูมินัม-ออกไซด์ (Al_2O_3) เหล็กออกไซด์ (Fe_2O_3) แคลเซียมออกไซด์ (CaO) แมกนีเซียมออกไซด์ (MgO) โซเดียม (Na_2) และโพแทสเซียม (K_2O) และคาร์บอนไดออกไซด์ออกไซด์เหล่านี้อยู่ในรูปสารประกอบเชิงซ้อน (ACI 226, 1987 ; CUR, 1991) เถ้าลอยแม่เมาะมีองค์ประกอบทางแร่วิทยาเป็นผลึก (Crystalline) 15-35 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งส่วนใหญ่จะไม่เกิดปฏิกิริยาเคมีกับด่าง $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, 2542 ; ชัย และคณะ, 2543; สถาบันบัณฑิตวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไทย, 2544) และองค์ประกอบประมาณ 65-85 เปอร์เซ็นต์ ของเถ้าลอยอยู่ในรูปอสัณฐานที่โครงสร้างมีรูปร่างไม่แน่นอน (Amorphous) และไม่มีความเป็นผลึก (Non - Crystalline) (สถาบันบัณฑิตวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไทย, 2543) ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็น SiO_2 กับ Al_2O_3 ที่อยู่ใน Glass Phase ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่สามารถเกิดปฏิกิริยาเคมีกับด่าง $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ได้

เถ้าลอยแม่เมาะมีความละเอียด และมีส่วนประกอบในรูปที่สามารถทำปฏิกิริยาเคมีได้อยู่ สารประกอบของซิลิกา (Silica) และอลูมินา (Alumina) เมื่อผสมกับปูนซีเมนต์ในสภาพที่มีความชื้น ในระยะแรก น้ำกับปูนซีเมนต์จะทำปฏิกิริยาไฮเดรชันให้ Ca(OH)_2 และ CSH เกิดเป็นสารเชื่อมประสาน ที่แข็งตัว และเถ้าลอยจะเข้าทำปฏิกิริยาปอซโซลานิก (Pozzolanic) กับสาร Ca(OH)_2 ดังสมการที่ 1



ปฏิกิริยาปอซโซลานิกให้สารเชื่อมประสาน CSH เพิ่มขึ้น โดยสารเชื่อมประสานนี้คล้ายคลึงกับ ที่ได้จากปฏิกิริยาไฮเดรชันชนิดเดียวกัน ส่งผลให้คอนกรีตมีปริมาณ Ca(OH)_2 น้อยลงมีความแข็งแรงในระยะยาวเพิ่มขึ้น และมีความทึบแน่นและความคงทนเพิ่มขึ้น (สถาบันบัณฑิตวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไทย, 2543)

2. สมบัติระยะยาวของคอนกรีตผสมเถ้าลอย

โดยปกติกระบวนการควบคุมคุณภาพคอนกรีตจะพิจารณาจากค่าการยุบตัว และการพัฒนากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตผสมเถ้าลอย ซึ่งคอนกรีตผสมเถ้าลอยโดยทั่วไปจะมีการพัฒนากำลังรับแรงอัดต่ำกว่าคอนกรีตธรรมดาในช่วง 28 วันแรก และให้กำลังรับแรงอัดใกล้เคียงหรือมากกว่าคอนกรีตธรรมดาในระยะยาว ทำให้นิยมพิจารณาคูสมบัติต่างๆ ของคอนกรีตผสมเถ้าลอยที่ระยะ เวลายาวกว่าคอนกรีตปกติ ซึ่งสมบัติระยะยาวของคอนกรีตผสมเถ้าลอยมีหลายประการดังนี้

2.1 กำลังในระยะยาว การพัฒนากำลังในระยะยาวขึ้นอยู่กับ การเพิ่มขึ้นของปริมาณ แคลเซียมซิลิเกตไฮเดรตจากปฏิกิริยาปอซโซลานิกระหว่างเถ้าลอยและแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ซึ่งได้จากปฏิกิริยาไฮเดรชันของซีเมนต์ การเกิดปฏิกิริยาปอซโซลานิกของเถ้าลอยอาจใช้เวลาหลังจากผสมคอนกรีตแล้วเป็นสัปดาห์ หรือมากกว่านั้นหลังจากผสมคอนกรีต (Fraay et al., 1989) และมีรายงานวิจัยว่ากำลังของคอนกรีตผสมเถ้าลอยที่อายุ 1 ปีเพิ่มขึ้น จากกำลังอัดที่อายุ 28 วัน เท่ากับ 50 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่กำลังอัดของคอนกรีตธรรมดาเพิ่มขึ้นเพียง 30 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น (Lane and Best, 1982) คอนกรีตที่ผสมเถ้าลอยที่มีการแทนที่ซีเมนต์ในปริมาณที่เหมาะสมสามารถเพิ่มกำลังอัดได้เมื่ออายุคอนกรีตมากกว่า 28 วัน เมื่อเทียบกับคอนกรีตที่ไม่ผสมเถ้าลอย เนื่องจากเกิดแคลเซียมซิลิเกตไฮเดรตเพิ่มขึ้น และปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์ลดลงตามปฏิกิริยาเคมี และปริมาณเถ้าลอยที่ใช้แทนปูนซีเมนต์ควรอยู่ระหว่างร้อยละ 15-25 ของปูนซีเมนต์ โดยเมื่อพิจารณาทั้งด้านกำลังอัดและความสามารถทำงานได้ ปริมาณเถ้า

ลวยที่เหมาะสมควรมีค่าเท่ากับร้อยละ 15 ของปริมาณแทนที่ปูนซีเมนต์โดยน้ำหนัก เพราะให้ปริมาณแคลเซียมซิลิเกตไฮดรอกไซด์ (วิศว และ ชัยโรจน์, 2542) ซึ่งการเติมเถ้าลวยแม่เมาะที่ระดับ 15 เปอร์เซ็นต์ สามารถเพิ่มกำลังอัดประลัยของคอนกรีตได้แม้ที่อายุต้นๆ ส่วนปริมาณเถ้าลวยที่เหมาะสมด้านความคงทนจะมีปริมาณเท่ากับร้อยละ 35 โดยน้ำหนัก เนื่องจากมีปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์น้อยที่สุด นอกจากนั้นคุณภาพของเถ้าลวยยังมีผลกระทบต่อกำลังในระยะยาวของคอนกรีตผสมเถ้าลวยด้วย (สุวิมล และ ประเสริฐ, 2545) โดยเถ้าลวยชั้นคุณภาพ F มีการพัฒนากำลังอัดในช่วงแรกต่ำกว่าคอนกรีตที่ไม่ผสมเถ้าลวย แต่อัตราการเพิ่มขึ้นของกำลังจะมากขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป และให้กำลังอัดที่สูงกว่าเมื่ออายุมากกว่า 28 วัน ส่วนเถ้าลวยชั้นคุณภาพ C จะให้กำลังอัดในช่วงแรกสูงกว่า เถ้าลวยในชั้นคุณภาพ F และอาจสูงกว่าคอนกรีตที่ไม่ผสมเถ้าลวย (อินทิตรา, 2546) ในขณะที่ ACI 226.3R (1994) ได้รายงานไว้ว่า เถ้าลวยชั้นคุณภาพ C บางชนิดทำปฏิกิริยาได้เร็วกว่าเถ้าลวยชนิด F

2.2 โมดูลัสความยืดหยุ่น คอนกรีตผสมเถ้าลวยในปริมาณสูงจะมีโมดูลัสความยืดหยุ่นสูงกว่าคอนกรีตที่ไม่ผสมเถ้าลวย (Carette *et al.*, 1995) โดยค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นที่สูงของอนุภาคเถ้าลวยทำให้เพสต์ของคอนกรีตผสมเถ้าลวยปริมาณมากมีค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นที่มากกว่าเพสต์ของคอนกรีตที่ไม่ผสมเถ้าลวย และอนุภาคของเถ้าลวยยังปรับปรุงแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคในเพสต์ให้ดีขึ้น โดยอนุภาคของเถ้าลวยจะทำหน้าที่เป็นมวลรวมขนาดเล็กมาก (Microaggregate) ที่มีโมดูลัสความยืดหยุ่นที่สูงกว่า Matrix ของผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาไฮดรอกไซด์ (Zhang, 1995) อย่างไรก็ตามจากการศึกษาของสถาบัน Tennessee Valley Authority (1999) พบว่าโดยทั่วไป เถ้าลวยมีผลต่อโมดูลัสความยืดหยุ่นของคอนกรีตน้อยมาก เมื่อเทียบกับผลด้านกำลัง โดยคอนกรีตผสมเถ้าลวยจะให้ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นมากกว่าคอนกรีตที่ไม่ผสมเถ้าลวยเพียงเล็กน้อย

2.3 การคืบ (Creep) ผลของเถ้าลวยต่อการคืบของคอนกรีตขึ้นอยู่กับกำลังของอัตราการเพิ่มกำลังของคอนกรีต โดยคอนกรีตที่ผสมเถ้าลวยที่อายุไม่เกิน 28 วัน ภายใต้สภาวะการรับน้ำหนัก พบว่ามีการคืบเกิดขึ้นมากกว่าคอนกรีตที่ไม่ผสมเถ้าลวย เนื่องจากคอนกรีตผสมเถ้าลวยมีกำลังน้อยกว่าขณะถูกน้ำหนักกดทับ แต่อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบระหว่างคอนกรีตที่ผสมและไม่ผสมเถ้าลวยที่มีกำลังและอายุเท่ากันนั้น คอนกรีตที่ผสมเถ้าลวยจะมีการคืบเกิดขึ้นน้อยกว่าคอนกรีตที่ไม่ผสมเถ้าลวย (อินทิตรา, 2546)

2.4 ความต้านทานการสึกกร่อน คอนกรีตที่ผสมเถ้าลวยที่ได้รับการบ่มที่ดีจะต้านทานการสึกกร่อนได้ดีกว่าคอนกรีตที่ไม่ผสมเถ้าลวย เนื่องจากมีสภาพที่บ่มน้ำมากกว่า ทำให้การซึมผ่านของสารเคมีเป็นไปได้ยาก

2.5 อัตราการเพิ่มของอุณหภูมิในคอนกรีต การใช้เถ้าลอยผสมคอนกรีตจะช่วยลดอุณหภูมิที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาเคมีในคอนกรีต เนื่องจากความร้อนในคอนกรีตส่วนใหญ่จะเกิดจากปฏิกิริยาไฮเดรชันของซีเมนต์และน้ำ การผสมเถ้าลอยในลักษณะแทนที่ซีเมนต์ช่วยลดปริมาณซีเมนต์ลงและคุณสมบัติของเถ้าลอยยังช่วยหน่วงปฏิกิริยาไฮเดรชัน ทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชันลดลง เป็นผลให้ความร้อนอันเนื่องมาจากปฏิกิริยาไฮเดรชันลดลงด้วย (อินทรา, 2546)

ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการพัฒนากำลังระยะยาวของคอนกรีตผสมเถ้าลอยคือ อุณหภูมิและเวลา เนื่องจากอุณหภูมิสูงในการบ่มภายในช่วงเวลาที่เหมาะสมจะเป็นตัวเร่งให้เถ้าลอยทำปฏิกิริยาได้มากขึ้น (Bamforth, 1980; Willams and Owen, 1982) และพัฒนากำลังรับแรงของคอนกรีตให้เร็วขึ้น ทำให้คอนกรีตผสมเถ้าลอยที่บ่มอุณหภูมิสูงมีกำลังสูงกว่ากรณีที่ได้รับการบ่มในอุณหภูมิต่ำ สำหรับคอนกรีตปกติระยะเวลาที่คอนกรีตได้รับการบ่มภายใต้อุณหภูมิต่างๆ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับผลคูณระหว่างเวลาและอุณหภูมิหรือที่เรียกว่า Maturity (Carino, 1991) โดย Maturity สามารถนำมาใช้ประมาณการพัฒนากำลังรับแรงอัด และคุณสมบัติทางกายภาพของคอนกรีตภายใต้อุณหภูมิต่างกันได้ สำหรับคอนกรีตผสมเถ้าลอยแม้ว่าความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิต่างกันกับการพัฒนากำลังจะมีความแตกต่างจากคอนกรีตอยู่บ้าง แต่หากใช้แนวความคิดเช่นเดียวกันนี้ประยุกต์ เพื่อทำนายกำลังอัดของคอนกรีตผสมเถ้าลอยในระยะเวลาสั้นๆ โดยใช้อุณหภูมิและเวลาจะเป็นประโยชน์ต่อการควบคุมคุณภาพของคอนกรีตผสมเถ้าลอย

3. อุณหภูมิฐานและพลังงานปรากฏ (Datum Temperature and Activation Energy)

มีการนำแนวคิด Maturity ของคอนกรีตมาใช้ประโยชน์อย่างมากสำหรับการควบคุมคุณภาพการทำนายการแตกร้าวที่อายุช่วงต้น และหาระยะเวลาที่จะเปิดการใช้ถนน (Wang and Ge, 2003) ผลจากการวิจัยได้ชี้ให้เห็นว่าเมื่อตัวอย่างคอนกรีต ที่ประกอบด้วยอัตราส่วนผสมทั่วไปและสภาพการบ่มที่เหมือนกัน มีค่า Maturity เดียวกันจะมีกำลังเท่ากัน ค่า Maturity ของคอนกรีตสามารถหาได้สองทางคือ หากจากปัจจัยของอุณหภูมิ-เวลา (Temperature-Time Factor หรือ TTF) และหากจากอายุเทียบเท่า (Equivalent Age หรือ t_e) โดยสมการของ Nures – Saul และสมการของ Arrhenius (Wang and Ge, 2003) ได้นำมาใช้ในการคำนวณหาค่า Maturity และอายุเทียบเท่าของคอนกรีตตามลำดับ ซึ่งตัวแปร 2 ตัวนี้ได้แก่ ค่าอุณหภูมิฐาน (Datum Temperature) และพลังงานปรากฏ (Activation Energy) เป็นค่าที่ต้องนำมาใช้ในสมการทั้งสองนี้ โดยค่าตัวแปรทั้งสองนี้จะขึ้นอยู่กับอัตราส่วนผสมของคอนกรีต ข้อมูลการทดสอบค่าตัวแปรทั้งสองค่อนข้างจำกัดในการใช้จึงมักสมมติให้มีค่าที่คงที่ อุณหภูมิฐานจึงกำหนดไว้ที่ -10 องศาเซลเซียส สำหรับหาค่า Maturity ของคอนกรีตทั้งที่ผสมและไม่ผสมเถ้าลอย รวมทั้งคอนกรีตผสม Slag ภายใต้สภาพการบ่มต่างๆ (Wang and Ge, 2003)

เนื่องจากการพัฒนากำลังของคอนกรีตเป็นผลจากปฏิกิริยาไฮเดรชันของซีเมนต์ซึ่งมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น ด้วยเหตุนี้จึงมีการเสนอทฤษฎี Maturity โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดของคอนกรีต และฟังก์ชันของผลรวมระหว่างช่วงเวลาคูณกับอุณหภูมิของช่วงเวลา เพื่อใช้ทำนายกำลังของคอนกรีต โดยการพิจารณาจากเวลาและอุณหภูมิการบ่มของคอนกรีต (Saul, 1951) ดังสมการที่ (2)

$$M = \sum_0^t (T - T_0) \Delta t \quad (2)$$

โดยที่ M หรือ Maturity Index คือ ผลรวมของฟังก์ชันระหว่างช่วงเวลาคูณอุณหภูมิของช่วงเวลาจนกระทั่งถึงเวลา t , T คือ อุณหภูมิเฉลี่ยระหว่างช่วงเวลา Δt และ T_0 คือ ค่าคงที่ค่าหนึ่งที่กำหนดเรียกว่า อุณหภูมิฐาน ซึ่งผลรวมของฟังก์ชันนี้อาจมีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส-ชั่วโมง หรืออาจเป็นองศาเซลเซียส-วัน จากการรวบรวมข้อมูลการศึกษาในอดีต อุณหภูมิที่อยู่ระหว่าง -12 ถึง -10 องศาเซลเซียส ทำให้อัตราการเพิ่มกำลังของคอนกรีตเกิดขึ้นต่ำ โดยเฉพาะอุณหภูมิที่ต่ำกว่า -12 องศาเซลเซียส จะไม่ปรากฏการเพิ่มขึ้นของกำลัง ทั้งนี้เพราะอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็งของน้ำ ซึ่งใช้ในการทำปฏิกิริยาไฮเดรชัน สำหรับอุณหภูมิฐานปกติมักใช้ค่า -10 องศาเซลเซียส สำหรับอุณหภูมิคอนกรีตที่บ่มในช่วง 0 ถึง 20 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิฐานมักสูงขึ้นสำหรับคอนกรีตที่บ่มด้วยอุณหภูมิสูงกว่า 20 องศาเซลเซียส (Neville, 1999; ASTM C1074) ค่าอุณหภูมิฐานสามารถหาได้จากการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM C 1074 สำหรับคอนกรีตที่ผสม และไม่ผสมเถ้าลอย

ทฤษฎี Maturity สามารถนำมาใช้เพื่อประมาณการพัฒนากำลังรับแรงอัดและคุณสมบัติทางกายภาพของคอนกรีตภายใต้อุณหภูมิการบ่มที่แตกต่างกัน (Lew and Reichard, 1978) ซึ่งสอดคล้องกับความเห็นของ Carino (1991) ผู้เสนอว่า ทฤษฎี Maturity อาจใช้เป็นข้อปฏิบัติสำหรับประมาณกำลังของคอนกรีต โดยพิจารณาจากประวัติของอุณหภูมิที่จดบันทึกไว้ในระหว่างการบ่มคอนกรีตประกอบการใช้ฟังก์ชันของ Maturity เพื่อพิจารณาผลกระทบของเวลาและอุณหภูมิที่มีต่อกำลังที่เพิ่มขึ้น และทฤษฎีนี้สามารถประยุกต์ใช้กับคอนกรีตที่มีอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ต่ำ เพื่อประมาณกำลังในระหว่างการบ่มได้ (Carrino et al., 1992) อย่างไรก็ตาม Carino and Tank (1992) ได้ขยายงานวิจัยเพื่อพัฒนาแบบจำลองที่ใช้วัดค่าผลกระทบของอุณหภูมิการบ่มที่มีต่อการพัฒนากำลังของคอนกรีตที่ผลิตจากซีเมนต์ประเภทต่างๆ และสารผสมเพิ่ม (Admixtures) ผลการวิจัยพบว่าอุณหภูมิที่ทำให้เกิดการพัฒนากำลังจะขึ้นอยู่กับวัสดุเชื่อมประสาน และอัตราส่วนของน้ำต่อซีเมนต์ โดยแบบจำลองนี้สามารถใช้ค่าอุณหภูมิที่วัดได้จริงของคอนกรีตที่หล่อ เพื่อประมาณกำลังสัมพัทธ์ (Relative Strength) ของคอนกรีต อย่างไรก็ตามทฤษฎี

Maturity นั้นไม่สามารถประมาณค่ากำลังที่แท้จริง (Absolute Strength) ได้ เพราะทฤษฎี Maturity จะพิจารณาเพียงประวัติของอุณหภูมิที่จดบันทึกเท่านั้น

Pinto and Hover (1996) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างกำลังกับ Maturity พบว่า คอนกรีตที่บ่มที่อุณหภูมิที่แตกต่างกันจะมีกำลังรับแรงอัดที่แตกต่างกันด้วย สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Verbeck and Helmuth (1968) ที่พบว่า อุณหภูมิเริ่มต้นของคอนกรีตมีผลกระทบต่อกำลังระยะยาว ดังนั้นแม้ว่าคอนกรีตมีอัตราส่วนผสมเหมือนกัน แต่ทำการหล่อหรือบ่มในอุณหภูมิที่แตกต่างกัน ค่า Maturity Index เดียวกันก็อาจให้กำลังที่ต่างกันได้

ความแตกต่างของคอนกรีตหลายประการ เช่น การใช้ชนิดซีเมนต์ สภาวะการบ่มที่แตกต่างกัน อาจผลิตจากซีเมนต์ที่ต่างกันมีส่วนผสมที่ต่างกัน มีโครงสร้างโพรงที่แตกต่างกันของ คอนกรีต และในโพรงคอนกรีตมีปฏิกิริยาเคมีของ Pore Solution ที่แตกต่างกัน จึงเป็นผลให้มีอุณหภูมิฐานที่ต่างกัน

จากสมการที่ 2 Saul (1951) เสนอสมมุติฐานว่า อัตราการเริ่มต้นของการเพิ่มกำลังจะเป็นฟังก์ชัน เส้นตรง (Linear Function) กับอุณหภูมิ อย่างไรก็ตามการประมาณค่าที่เป็นเส้นตรงนี้อาจจะไม่เหมาะสมเมื่ออุณหภูมิการบ่มเปลี่ยนแปลงเกินขอบเขต ประกอบกับสมการเส้นตรงของ Saul ค่ากำลังที่ทำนายจะมีค่าต่ำในช่วงต้น และมีค่าสูงเกินจริงในช่วงหลัง (McIntosh, 1956 ; Alexander and Tapin, 1962) จึงได้มีการเสนอฟังก์ชันใหม่ซึ่งได้คำนวณค่า Maturity Index จากการจดบันทึกประวัติของอุณหภูมิคอนกรีต โดยอาศัยพื้นฐานสมการของ Arrhenius เพื่อทำนายกำลัง โดยใช้ผลกระทบของอุณหภูมิต่ออัตราปฏิกิริยาเคมี และมีความแม่นยำกว่าสมการของ Saul (Cheugiu, 1989) โดยสมการใหม่นี้ได้คำนวณอายุเสมือน (Equivalent Age) ของคอนกรีต มีรูปสมการดังนี้

$$t_e = \sum_0^t e^{-\left(\frac{E}{R}\right)\left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_r}\right)} \Delta t \quad (3)$$

โดยที่ t_e คือ อายุเสมือนที่บ่มในอุณหภูมิอ้างอิง, T คือ อุณหภูมิเฉลี่ยหน่วยเคลวินในช่วงเวลา Δt , T_r คือ อุณหภูมิอ้างอิง (Reference Temperature), R คือ ค่าคงที่ของก๊าซ เท่ากับ 8.3144 จูล/เคลวิน โมล, E คือ พลังงานปรากฏ (Apparent Activation Energy) มีหน่วยเป็น จูลต่อโมล ซึ่งค่า E มีค่าประมาณ 33,500 จูลต่อโมล สำหรับการบ่มในอุณหภูมิสูงกว่า 20 องศาเซลเซียส (Hansen and Pedersen, 1977) โดยทั่วไป

สามารถกำหนดค่าซีเมนต์ Type I ที่ไม่มีสารผสมเพิ่ม มีค่าอยู่ระหว่าง 40,000 ถึง 45,000 จูลต่อโมล (ASTM C 1074)

สมการ Arrhenius ได้พิจารณาพลังงานปรากฏเป็นหลัก เมื่อปฏิกิริยาไฮเดรชันเกิดขึ้นในคอนกรีต และเป็นปฏิกิริยาทางเคมีที่ให้ความร้อน (Exothermic) ทำให้พลังงานปรากฏ E แปรผันตามอุณหภูมิ นอกจากนั้นความหลากหลายในองค์ประกอบของซีเมนต์จะมีอิทธิพลต่อพลังงานปรากฏด้วยเช่นกัน แนวคิดของพลังงานปรากฏนำมาใช้เพื่อคำนวณค่า E มีดังนี้ (Freiesleben-Hansen, 1977)

$$\text{ที่ } T \geq 20\text{C}^\circ; E(T) = 33.3 \quad (3a)$$

$$\text{ที่ } T \leq 20\text{C}^\circ; E(T) = 33.0 + 1.47(20 - T) \quad (3b)$$

เมื่อ E มีหน่วยเป็น กิโลจูลต่อโมล

ความแม่นยำในการอธิบายกำลังในรูปความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ และเวลาที่มีความหลากหลาย ในขณะที่ Bergstrom (1953) แสดงให้เห็นว่าแบบจำลอง (Model) Maturity ของ Nurse-Saul เพียงพอต่อการอธิบายถึงผลกระทบร่วมของอุณหภูมิ และเวลาต่อการพัฒนากำลังของคอนกรีต ยังมีการศึกษาอื่นที่แสดงให้เห็นว่าความสัมพันธ์ Maturity Nurse-Saul ไม่ได้มีผลตามที่ต้องการ (McIntosh, 1956; Klieger, 1958; Alexander, 1962) ส่วน Byfors (1980) และ Naik (1983) ได้เสนอว่าฟังก์ชัน Arrhenius มีความเหมาะสมมากกว่า เมื่อเปรียบเทียบฟังก์ชันของ Nurse-Saul ในการอธิบายอิทธิพลร่วมของเวลา และอุณหภูมิต่อการเพิ่มขึ้นของกำลังของคอนกรีตภายใต้ขอบเขตอุณหภูมิกว้าง

จากสมการ 3 อายุจริงของคอนกรีตถูกแปลงไปเป็นอายุเสมือนในเทอมของกำลังที่เพิ่มขึ้นที่อุณหภูมิอ้างอิง ในยุโรปมักใช้อุณหภูมิอ้างอิงที่ 20 องศาเซลเซียส ในขณะที่อเมริกาเหนือมักใช้ อุณหภูมิอ้างอิงที่ 23 องศาเซลเซียส (Carino and Lew, 2001) ข้อเสนอแนะของฟังก์ชันนี้เป็นหนึ่งในข้อจำกัดที่สำคัญของสมการ Saul เพราะฟังก์ชันนี้จะใช้เฉพาะสำหรับความสัมพันธ์ที่ไม่เป็นเส้นตรงระหว่างอัตราเริ่มต้นของกำลังที่พัฒนาขึ้นมาและอุณหภูมิการบ่ม ซึ่งอุณหภูมินี้จะอยู่ภายใต้ค่าของพลังงานปรากฏ E

Carino and Lew (2001) ได้เสนอว่า พลังงานปรากฏที่เป็นตัวแปรในสมการที่ (3) ได้อธิบายผลกระทบของอุณหภูมิต่ออัตราการเพิ่มขึ้นของกำลังจึงได้มีการพัฒนาหลักปฏิบัติขึ้น เพื่อสามารถหา

พลังงานปรากฏของส่วนผสมของวัสดุที่มีความสามารถในการเชื่อมประสาน โดยอาศัยพื้นฐานการหาผลกระทบของอุณหภูมิการป่นที่มีต่ออัตราคงที่ (Rate Constant) ซึ่งมีความสัมพันธ์กับระยะเวลาในการป่น สำหรับการพัฒนากำลัง การหาค่าพลังงานปรากฏมีขั้นตอนคือ

- บ่มมอร์ต้าด้วยอุณหภูมิที่คงที่
- หากำลังอัดในช่วงอายุห่างกันอย่างสม่ำเสมอ
- หาค่าของอัตราคงที่ (Rate Constant) แต่ละอุณหภูมิโดยกราฟความสัมพันธ์ระหว่างกำลังกับอายุ
- พล็อตกราฟระหว่างลอการิทึมธรรมชาติของค่าคงที่ (Rate Constant) กับส่วนกลับของ

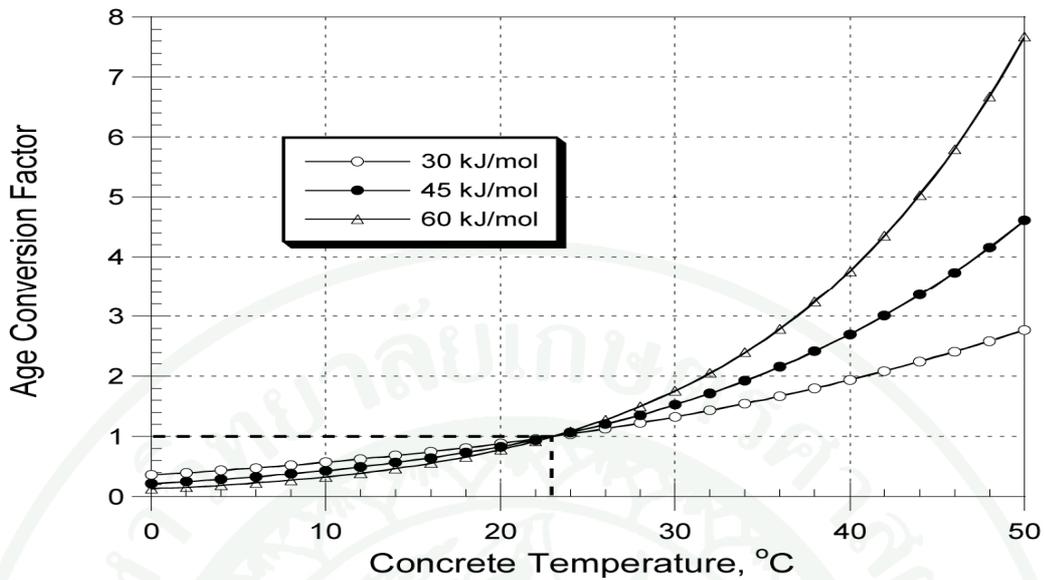
อุณหภูมิในหน่วยเคลวิน

- หาค่า Q แล้วนำไปแทนค่าลงสมการ Arrhenius โดยแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่มีต่อค่าคงที่ (Rate Constant)

จากหลักการปฏิบัติข้างต้นจะสามารถหาพลังงานปรากฏ สำหรับคอนกรีตและมอร์ต้าที่ใช้วัสดุที่มีความสามารถในการเชื่อมประสานที่แตกต่างกันได้ คอนกรีตที่มี $w/c = 0.45$ จะมีพลังงานปรากฏในช่วง 30 ถึง 60 กิโลจูลต่อโมล ในขณะที่คอนกรีตที่มี $w/c = 0.60$ จะมีพลังงานปรากฏอยู่ในช่วง 31 ถึง 56 กิโลจูลต่อโมล โดยขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุเชื่อมประสานและสารผสมเพิ่ม (Tank and Carino; 1991, 1992)

จากสมการที่ (3) ซึ่งอยู่ในรูปสมการเอ็กโพเนนเชียลที่อยู่ในเทอมของระยะเวลาในการป่นที่อุณหภูมิจริงของคอนกรีตต่อการเพิ่มขึ้นเทียบเท่าที่อุณหภูมิอ้างอิง ดังนั้นเทอมของเอ็กโพเนนเชียลจะนำมาพิจารณาในรูปของปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอายุ (Age Conversion Factor), γ โดย

$$\gamma = e^{\frac{-E}{R} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{Tr} \right)} \quad (4)$$



ภาพที่ 1 ค่าปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอายุ จากสมการที่ (4) สำหรับค่าพลังงานที่ปรากฏที่แตกต่างกัน

จากสมการที่ (4) และภาพที่ 1 แสดงให้เห็นว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอายุแปรผันตามอุณหภูมิการบ่มที่มีค่าพลังงานปรากฏที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงมีการนำเอาอุณหภูมิสมบูรณ์ (absolute temperature) มาใช้สำหรับอุณหภูมิอ้างอิงที่ใช้คือ 23 องศาเซลเซียส (296 เคลวิน)

เมื่อค่าพลังงานปรากฏมีค่า 30 กิโลจูลต่อโมล ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอายุและอุณหภูมิจะมีลักษณะเกือบเป็นเส้นตรง ในกรณีนี้สมการของ Nurse-Saul จึงเป็นฟังก์ชัน Maturity ที่ถูกต้องอย่างมีเหตุผล โดยพิจารณาเหตุผลจากผลกระทบของระยะเวลาและอุณหภูมิที่ผสมผสานเข้าด้วยกัน เพราะสมการของ Nurse-Saul นั้นสมมุติให้อัตราคงที่ (The Rate Constant) แปรผันเป็นเส้นตรงกับอุณหภูมิ (Carino, 1984) สำหรับพลังงานปรากฏที่มีค่า 60 กิโลจูลต่อโมล ความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอายุกับเวลาไม่เป็นเส้นตรง ดังนั้นสมการ Nurse Saul จึงให้ค่า Maturity ที่ไม่ถูกต้อง จากภาพที่ 1 แสดงว่าหากใช้ค่าพลังงานปรากฏที่ไม่ถูกต้องสำหรับแต่ละส่วนผสมคอนกรีต จะทำให้ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอายุ มีความคลาดเคลื่อนได้ และความคลาดเคลื่อนจะเพิ่มมากขึ้น จากอุณหภูมิการบ่มที่แตกต่างกันตั้งแต่อุณหภูมิ 23 องศาเซลเซียส เป็นต้นไป

เห็นได้ว่าการนำทอมของพลังงานปรากฏ E ที่ไม่ถูกต้องจากการบรรยายข้างต้นมาใช้ จะทำให้ค่าสมการ Arrhenius คลาดเคลื่อนไปด้วย แนวคิดของพลังงานปรากฏหรือจุดกำเนิดของสมการ Arrhenius สามารถอธิบายได้ดังนี้

ในระบบของโมเลกุล ปฏิกริยาเคมีเกิดขึ้นขณะที่โมเลกุลของสารมีการเคลื่อนที่อย่างคงที่และพลังงานจะถูกถ่ายเทระหว่างอนุภาคของโมเลกุล ในขณะที่โมเลกุลเหล่านั้นชนกัน (Brown and LeMay, 1988) ซึ่งสอดคล้องกับแบบจำลองการปะทะ (Collision Model) กล่าวคือ ปฏิกริยาเกิดขึ้นจากโมเลกุลปะทะกัน เพื่อที่จะทำปฏิกริยากันที่อุณหภูมิสูงขึ้นความเร็วในการเคลื่อนที่ของโมเลกุลก็เพิ่มขึ้น ดังนั้นความถี่ในการพุ่งชนกันก็เพิ่มขึ้น จึงทำให้เกิดพลังงานจลน์ขึ้น เมื่อโมเลกุลส่วนใหญ่ได้รับพลังงานที่เพียงพอ จะทำให้สามารถเอาชนะกำแพงพลังงานและก่อให้เกิดผลิตภัณฑ์ของปฏิกริยา นอกจากนี้การเรียงตัวของโมเลกุลที่เข้าปะทะจะมีพลังงานที่เกิดจากการชนต้องสูงพอ ตำแหน่งหรือการจัดเรียงตัว (Orientation) ของโมเลกุลต้องอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม ดังนั้นอัตราการเพิ่มขึ้นของพลังงานจะเพิ่มตามอุณหภูมิ Arrhenius พบว่า ค่าคงที่ k แปรผันกับอุณหภูมิ ความสัมพันธ์นี้เรียกว่าสมการ Arrhenius ดังนี้

$$k = Ae^{-\frac{E}{RT}} \quad (5)$$

โดยทอม A คือ Frequency Factor และมีความสัมพันธ์ต่อความถี่ของการชนกันของโมเลกุลและความเป็นไปได้ที่โมเลกุลจะจัดเรียงตัว เพื่อทำให้เกิดปฏิกริยาเคมี (Brown and LeMay, 1988) ดังจะเห็นได้จากปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอายุ (Age Conversion Factor, γ) จากสมการที่ (3) จะมีอัตราส่วนของค่าคงที่ (Rate Constant) ที่ทำให้อุณหภูมิ 2 อุณหภูมิแตกต่างกัน

สมการ Arrhenius เป็นหนึ่งในหลายสมการที่สามารถใช้อธิบายถึงความหลากหลายของอัตราคงที่ (The Rate Constant) ต่อการเพิ่มขึ้นของกำลังที่อุณหภูมิการบ่ม จึงทำให้เป็นฟังก์ชันที่ง่ายกว่าสมการที่ (3) นักวิจัยหลายคนจึงเสนอ สมการเอ็กโปเนนเชียลที่แสดงถึงการเพิ่มขึ้นของกำลัง เพื่อใช้คำนวณอายุเสมือน (Equivalent Age) (Carino, 1982; Tank และ Carino, 1991; Carino และ Tank, 1992) ในรูปของสมการที่ 6

$$k = A_o e^{BT} \quad (6)$$

- โดย A_0 คือ ค่าของค่าคงที่ (The Rate Constant) ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส
 B คือ ตัวคูณที่มีความอ่อนไหวต่ออุณหภูมิ, $1/\text{องศาเซลเซียส}$
 T คือ อุณหภูมิของคอนกรีต, องศาเซลเซียส

จากพื้นฐานของสมการที่ (6) และความจริงที่ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอายุ คืออัตราส่วนของค่าคงที่ (The Rate Constant) การคำนวณหาอายุเทียบเท่า (Equivalent Age) ที่อุณหภูมิอ้างอิง (The Reference Temperature) T_r จึงอยู่ในรูปสมการ

$$t_e = \sum_0^t e^{B(T - T_r)} \Delta t \quad (7)$$

- โดย B คือ ตัวคูณที่มีความอ่อนไหวต่ออุณหภูมิ, $1 / C^\circ$
 T คือ อุณหภูมิคอนกรีตเฉลี่ยในแต่ละช่วงเวลา Δt , C° และ
 T_r คือ อุณหภูมิอ้างอิง, C°

จะเห็นว่า สมการที่ 3 และ 7 จะมีค่าอายุเทียบเท่า (Equivalent Age) ใกล้เคียงกัน (Carino, 1992) แต่สมการที่ 7 สามารถใช้งานง่ายกว่าสมการที่ 3 และสมการที่ 6 มีจุดเด่นเหนือกว่าสมการ 3 ด้วยเหตุผลดังต่อไปนี้

- ตัวคูณที่มีความอ่อนไหวต่ออุณหภูมิหรือ B มีความสำคัญทางกายภาพมากกว่า เมื่อเทียบกับพลังงานปรากฏ (The Apparent Activation Energy) สำหรับการเพิ่มขึ้นในแต่ละอุณหภูมิของ $1 / B$ ค่าคงที่ (The Rate Constant) สำหรับการพัฒนากำลังจะเพิ่มขึ้นโดยค่าประมาณ 2.7
- อุณหภูมิจะไม่ถูกแปลงเป็นค่าอุณหภูมิสัมบูรณ์ (The Absolute Temperature)

นอกจากนี้ยังมีผลการวิจัยต่างๆ ที่ศึกษาเกี่ยวกับอุณหภูมิฐาน และพลังงานปรากฏดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการวิจัยต่างๆ ที่ศึกษาเกี่ยวกับอุณหภูมิฐานและพลังงานปรากฏ

งานวิจัย	อุณหภูมิฐาน (องศาเซลเซียส)	พลังงานปรากฏ (กิโลจูลต่อ โมล)
1. การประเมินค่าคุณสมบัติของ Blended Cement สำหรับถนนคอนกรีต (Wang and Ge, 2003)		
1.1 แหล่งวัสดุ Holcim Type I - 15 % เถ้าลอย	-7.17	26.58
1.2 แหล่งวัสดุ Holcim Type I - 15 % เถ้าลอย - 20 % slag	-2.66	32.90
1.3 แหล่งวัสดุ Holcim Type I - 15 % เถ้าลอย - 25 % slag	-2.90	32.57
1.4 แหล่งวัสดุ Holcim Type I - 15 % เถ้าลอย - 35 % slag	-0.81	40.01
1.5 แหล่งวัสดุ Lafarge Type I/II - 15 % เถ้าลอย	-6.75	29.93
1.6 แหล่งวัสดุ Lafarge Type III - 15 % เถ้าลอย - 20 % slag	-4.75	31.64
2. ความเหมาะสมของคอนกรีตที่มีกำลังสูงในช่วงอายุ ต้นๆ (Thomas al. et., 2002)		
2.1 ส่วนผสมที่ 1 คอนกรีตธรรมดาไม่ผสมเถ้าลอย มี ส่วนผสมดังนี้ ซีเมนต์/ขนาดหิน 799 lb/yd ³ , มวลรวมหยาบ 1840 lb/yd ³ , มวลรวมละเอียด 1090 lb/yd ³ , น้ำ 282 lb/yd ³ , Water Reducer Admixture 16 oz/cwt, Air Entraining Admixture 0.75 oz/cwt, Accelerating Admixture 32 oz/cwt	6.70	-
2.2 ส่วนผสมที่ 2 คอนกรีตธรรมดาไม่ผสมเถ้าลอย ส่วนผสมดังนี้ ซีเมนต์/ขนาดหิน 658 lb/yd ³ , มวลรวมหยาบ 1850 lb/yd ³ , มวลรวมละเอียด 1350 lb/yd ³ , น้ำ 282 lb/yd ³ , Water Reducer Admixture 14 oz/cwt, Air Entraining Admixture 0.75 oz/cwt, Accelerating Admixture 38 oz/cwt	6.20	-

ตารางที่ 1 (ต่อ)

งานวิจัย	อุณหภูมิฐาน (องศาเซลเซียส)	พลังงานปรากฏ (กิโลจูลต่อโมล)
2.3 ส่วนผสมที่ 3 คอนกรีตธรรมดาไม่ผสมเถ้าลอย ส่วนผสมดังนี้ ซีเมนต์/ขนาดหิน 658 lb/yd ³ , มวลรวมหยาบ 2050 lb/yd ³ , มวลรวมละเอียด 1250 lb/yd ³ , น้ำ 257 lb/yd ³ , Water Reducer Admixture 16 oz/cwt, Air Entraining Admixture 0.75 oz/cwt, Accelerating Admixture 40 oz/cwt	7.00	-
2.4 ส่วนผสมที่ 4 คอนกรีตธรรมดาไม่ผสมเถ้าลอย ส่วนผสมดังนี้ ซีเมนต์/ขนาดหิน 611 lb/yd ³ , มวลรวมหยาบ 1500 lb/yd ³ , มวลรวมละเอียด 1147 lb/yd ³ , น้ำ 239 lb/yd ³ , Water Reducer Admixture 18 oz/cwt, Air Entraining Admixture 1.00 oz/cwt, Accelerating Admixture 45 oz/cwt	6.90	-
3. การประเมินค่าของทฤษฎี Maturity สำหรับประมาณค่า กำลังรับแรงดัดของถนนคอนกรีต (Mancio al.et., 2004)		
3.1 แหล่งวัสดุ Ludlow มีส่วนผสมดังนี้ ประเภทของซีเมนต์ Type 2 ปริมาณวัสดุประสาน (ซีเมนต์และเถ้าลอย) 657 lb/yd ³ , อัตราส่วนน้ำ/ซีเมนต์ 0.41, mineral admixture ใช้เถ้าลอย type F 25 %, chemical admixture HRWR, AEA	-2.00	29.50

ตารางที่ 1 (ต่อ)

งานวิจัย	อุณหภูมิฐาน (องศาเซลเซียส)	พลังงานปรากฏ (กิโลจูลต่อโมล)
3.2 แหล่งวัสดุ Riverside I มีส่วนผสมดังนี้ ประเภท ของซีเมนต์ Type 3 ปริมาณวัสดุประสาน (ซีเมนต์และเถ้าลอย) 708 lb/yd ³ , อัตราส่วนน้ำ/ ซีเมนต์ 0.38, Mineral Admixture, Chemical Admixture HRWR , Retarder, Accelerator	-100.00	6.00
3.3 แหล่งวัสดุ Riverside II มีส่วนผสมดังนี้ ประเภทของซีเมนต์ Type 2/5, ปริมาณวัสดุ ประสาน (ซีเมนต์และเถ้าลอย) 600 lb/yd ³ , อัตราส่วนน้ำ/ซีเมนต์ 0.48, Mineral Admixture ใช้เถ้าลอย type F 25 %, Chemical Admixture	-38.80	13.20
3.4 แหล่งวัสดุ Victorville มีส่วนผสมดังนี้ ประเภท ของซีเมนต์ Type 2/5, ปริมาณวัสดุประสาน (ซีเมนต์และเถ้าลอย) 567 lb/yd ³ , อัตราส่วนน้ำ/ ซีเมนต์ 0.47, Mineral Admixture ใช้เถ้าลอย type F 25 %, Chemical Admixture AEA, HRWR หมายเหตุ HRWR = High Range Water Reducer AEA = Air Entraining Agent	-38.80	13.20

จากตารางที่ 1 จะเห็นว่าค่าอุณหภูมิฐานและพลังงานปรากฏมีความผันแปรมาก โดยอุณหภูมิฐานส่วนใหญ่จะแปรผันระหว่าง -100 ถึง 7 องศาเซลเซียส มีเฉพาะกรณีที่ใช้ซีเมนต์พิเศษและสารผสมเพิ่ม (3.1, 3.2, 3.3, 3.4) ที่อุณหภูมิฐานมีค่าต่ำกว่าปกติ ซึ่งสอดคล้องกับค่าพลังงานปรากฏที่มีค่าผันแปรส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 26-40 กิโลจูลต่อโมล

4. ผลกระทบของอุณหภูมิและเวลาที่มีต่อสมบัติของคอนกรีตผสมถั่วลอย

ปฏิกิริยาปอซโซลานิกของถั่วลอยเกิดขึ้นช้าและใช้เวลานาน เวลาและอุณหภูมิจากการบ่มจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการพัฒนากำลังของคอนกรีตผสมถั่วลอย ดังนั้นการบ่มที่อุณหภูมิสูงจึงส่งผลดีต่อคอนกรีตผสมถั่วลอย (William and Owen, 1982) เนื่องจากอุณหภูมิสูงในช่วงต้นๆ จะเร่งทั้งปฏิกิริยาไฮเดรชันและปฏิกิริยาปอซโซลาน ทำให้คอนกรีตซึ่งใช้ซีเมนต์ที่มีสารปอซโซลานผสมอยู่แข็งตัวเร็วขึ้น (Dalziel, 1980) อย่างไรก็ตามมีรายงานถึงผลกระทบของอุณหภูมิต่อการพัฒนากำลังของคอนกรีตที่มีส่วนผสมของถั่วลอยจากการบ่ม โดยทดลองบ่มคอนกรีตผสมถั่วลอยที่อุณหภูมิต่างๆ การบ่มที่อุณหภูมิปกติกำลังในระยะต้นของคอนกรีตผสมถั่วลอยมีค่าน้อยกว่าคอนกรีตควบคุมเพียงเล็กน้อย แต่หลังจากอายุ 28 วัน การพัฒนากำลังของคอนกรีตผสมถั่วลอยสูงกว่าคอนกรีตธรรมดา การบ่มที่อุณหภูมิสูงขึ้นเป็นการเร่งการพัฒนากำลังในระยะต้นของคอนกรีตผสมถั่วลอย โดยเฉพาะหลังจาก 28 วัน กำลังของคอนกรีตผสมถั่วลอยยังคงเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิ ในขณะที่คอนกรีตควบคุมมีการสูญเสียกำลังประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ (Bamfort, 1980) ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Marzouk (1979) ที่รายงาน พฤติกรรมของคอนกรีตผสมถั่วลอยจากการเร่งปฏิกิริยาด้วยความร้อนมีแนวโน้มแตกต่างจากคอนกรีตธรรมดา เมื่อเทียบกับการบ่มด้วยวิธีปกติ

ด้วยเหตุนี้จึงมีการวิจัยและศึกษาเกี่ยวกับอุณหภูมิ เพื่อหาความสัมพันธ์ของค่ากำลังอัด และทำนายกำลังอัดและผลอุณหภูมิที่มีต่อโครงสร้างของคอนกรีตผสมถั่วลอย (Trejo and Casho, 1996) ซึ่ง Nasser and Marzouk (1979) ได้ศึกษาผลของอุณหภูมิการบ่มที่มีต่อโครงสร้างของคอนกรีตผสมถั่วลอย โดยการทดสอบตัวอย่างคอนกรีตผสมถั่วลอยรูปทรงกระบอก ทำการบ่มที่อุณหภูมิ 24-232 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 เดือน พบว่า อุณหภูมิ 24-71 องศาเซลเซียส มีผลต่อการพัฒนากำลังแรงอัดน้อยมาก อุณหภูมิ 121-149 องศาเซลเซียส ค่ากำลังแรงอัดเพิ่มสูงขึ้น และที่อุณหภูมิ 177-232 องศาเซลเซียส กำลังรับแรงอัดมีค่าลดลงประมาณ 60 ถึง 65 เปอร์เซ็นต์ และ Julnipitawong (2003) พบว่า อุณหภูมิการบ่มที่ 30, 45 และ 70 องศาเซลเซียส มีผลต่อกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตผสมถั่วลอย Type F จากแม่เมาะ มีร้อยละการแทนที่ซีเมนต์ด้วยถั่วลอย 30 และ 50 เปอร์เซ็นต์ เทียบกับตัวอย่างควบคุมที่ไม่ได้ผสมถั่วลอย โดยคอนกรีตผสมถั่วลอยในช่วงอายุต้นๆ กำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่ถูกบ่มที่อุณหภูมิสูงจะสูงกว่าคอนกรีตที่ถูกบ่มที่อุณหภูมิต่ำ เพราะเกิดการเร่งปฏิกิริยา และเมื่อคอนกรีตผสมถั่วลอยมีอายุมากขึ้น กำลังรับแรงอัดของคอนกรีตตัวอย่างที่บ่มที่อุณหภูมิสูงจะต่ำกว่าคอนกรีตปกติที่บ่มที่อุณหภูมิต่ำ

ดังนั้นอุณหภูมิการบ่มจึงมีผลต่อการพัฒนากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตในช่วงอายุต้น โดยทำให้คอนกรีตมีการพัฒนากำลังได้อย่างรวดเร็วในช่วงต้น แต่ในระยะปลายจะลดต่ำกว่าคอนกรีตที่บ่มด้วยอุณหภูมิปกติ จึงมีข้อเสนอแนะให้การปรับลดค่ากำลังในระยะปลายเมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการบ่ม (Kjellsen and Detwiler, 1993)

Naik et.al, (1996) ได้ทำการวิจัยเรื่อง อุณหภูมิการบ่มมีผลกระทบต่อกำลังและความทนทานของคอนกรีตสมรรถนะสูง โดยได้หล่อคอนกรีตที่มีส่วนผสมแตกต่างกัน 2 ส่วนผสม โดยให้มีกำลังรับแรงอัดที่อายุ 28 วัน เท่ากับ 86 เมกะปาสคาล ซึ่งส่วนผสมแรกนี้ประกอบด้วย เถ้าลอย Type C 20 เปอร์เซ็นต์, ซิลิกาฟูม 5 เปอร์เซ็นต์ ส่วนส่วนผสมที่สองประกอบด้วย เถ้าลอย Type C 30 เปอร์เซ็นต์ และเถ้าลอย Type F 20 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ทั้งสองส่วนผสมใช้วิธีการ บ่มที่แตกต่างกัน 2 วิธี วิธีแรกบ่มด้วยวิธีมาตรฐาน (Standard Moist Curing) ส่วนวิธีที่สองบ่มที่สภาพแวดล้อมของการบ่มเป็นอุณหภูมิที่แปรผันได้ (Variable Temperature Curing Environment หรือ VTCE) ผลการวิจัยพบว่า โดยทั่วไปตัวอย่างคอนกรีตที่บ่มด้วยวิธีที่สอง จะมีกำลังที่อายุช่วงต้นๆ สูงกว่าการบ่มด้วยวิธีมาตรฐานเล็กน้อย

Ozgun and Zeka (2004) ได้เปรียบเทียบคอนกรีตที่ใช้ซีเมนต์ปกติ (Ordinary Portland Cement หรือ OPC) และบ่มที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส กับคอนกรีตที่ใช้ซีเมนต์ประเภทเดียวกันแต่บ่มที่อุณหภูมิมากกว่า 30 องศาเซลเซียส แสดงให้เห็นว่าคอนกรีตที่บ่มที่อุณหภูมิมากกว่า 30 องศาเซลเซียส จะมีกำลังสูงกว่าที่อายุช่วงต้นๆ แต่จะมีกำลังต่ำกว่าในช่วงอายุที่มากขึ้น นอกจากนี้ ได้มีการผสมคอนกรีต 5 ส่วนผสม ได้แก่ ส่วนผสมที่นำมาใช้ซีเมนต์ล้วน 100 เปอร์เซ็นต์ OPC 30 เปอร์เซ็นต์ใช้เถ้าลอยแทนที่ซีเมนต์ และ 70 เปอร์เซ็นต์ OPC ใช้เถ้าลอยแทนที่ซีเมนต์ 50 เปอร์เซ็นต์ ใช้ slag แทนที่ซีเมนต์ 30 เปอร์เซ็นต์ และ 70 เปอร์เซ็นต์ OPC และใช้ slag แทนที่ซีเมนต์ 50 เปอร์เซ็นต์ และ 50 เปอร์เซ็นต์ OPC โดยก่อนการผสมมีการควบคุมของวัสดุที่จะนำมาผสมโดยเก็บที่อุณหภูมิ 6, 20, 35, 60 และ 80 องศาเซลเซียส อย่างน้อย 24 ชั่วโมง และนำมาทดสอบกำลังอัดที่อายุ 1, 3, 7, 28 และ 90 วัน จากการทดลองพบว่าที่อุณหภูมิการบ่มต่ำ ปกติ และสูง คอนกรีตผสมเถ้าลอยและคอนกรีตผสม slag จะมีการพัฒนากำลังช้ากว่าคอนกรีตปกติ (OPC) นอกจากนี้ที่อุณหภูมิการบ่ม 20 องศาเซลเซียส คอนกรีตปกติจะมีกำลังสูงที่สุดที่อายุ 7 วัน และมากกว่านั้น เมื่อเปรียบเทียบกับอุณหภูมิการบ่มอื่น และคอนกรีตผสมเถ้าลอยที่ถูกบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส จะมีกำลังสูงกว่าการบ่มที่อุณหภูมิอื่นที่อายุ 28 และ 90 วัน

Anton and McCullough (2002) ได้ศึกษาเรื่องความสำคัญของการควบคุมอุณหภูมิของคอนกรีตขณะทำการก่อสร้างถนนคอนกรีตในสภาพอากาศร้อน พบว่า คอนกรีตที่มีอุณหภูมิสูงจะเป็นสาเหตุให้เกิดผลกระทบต่างๆ มากมายที่เป็นอันตรายต่อสมรรถนะของคอนกรีตในระยะยาว โดยคอนกรีตที่อุณหภูมิสูงจะเพิ่มอัตราการเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชัน เกิด Thermal Stress และมีแนวโน้มที่จะทำให้เกิดการแตกร้าว เนื่องจากการหดตัว (Drying Shrinkage Cracking) ความสามารถซึมได้ (Permeability) เพิ่มขึ้น และลดกำลังของคอนกรีตในระยะยาวลง รวมทั้งความทนทานต่อความแตกร้าว ซึ่งสอดคล้องกับผลกระทบของอุณหภูมิ และความชื้นในช่วงต้นของอายุคอนกรีตมีอิทธิพลอย่างมากต่อการพัฒนาในช่วงอายุและความทนทานในระยะยาว โดยมีงานวิจัยอื่นสรุปว่า อุณหภูมิของคอนกรีตที่เกิดขึ้นระหว่างช่วง 24 ถึง 72 ชั่วโมงแรกหลังจากเทคอนกรีต จะมีอิทธิพลหลักต่อสมรรถนะในระยะยาวของถนนคอนกรีต (Hankins et.al, 1991 ; McCullough et.al, 1999) และคอนกรีตที่ถูกผสม เท และบ่มที่อุณหภูมิสูงขึ้น โดยทั่วไปจะมีการพัฒนากำลังในช่วงอายุต้นๆ สูงกว่าคอนกรีตที่ถูกผลิตและบ่มที่อุณหภูมิต่ำกว่าที่อายุ 28 วัน แต่ที่อายุหลังจากนั้นจะมีกำลังต่ำกว่า (Neville, 1996 ; Emborg, 1989; USBR, 1975 ; Verbeck and Helmuth, 1968) และยังมีข้อมูลที่แสดงว่าหาก อุณหภูมิขณะเทคอนกรีตต่ำ โดยบ่มด้วยวิธีปกติจะทำให้กำลังของคอนกรีตมีค่าสูง เมื่อเทียบกับคอนกรีตที่เทที่อุณหภูมิสูง (USBR, 1975 ; Verbeck and Helmuth, 1968) ซึ่งแสดงให้เห็นว่า อุณหภูมิการบ่มที่สูงจะทำให้กำลังของคอนกรีตช่วงอายุหลังๆ ลดลงเมื่อเทียบกับคอนกรีตที่บ่มที่อุณหภูมิต่ำ (Neville, 1996 ; USBR, 1975)

Warangkana (2005) พบว่า อุณหภูมิการบ่มที่เพิ่มขึ้นได้เร่งระดับของปฏิกิริยาไฮเดรชัน (Degree of Hydration) ของซีเมนต์ในช่วงอายุต้นๆ แต่มีผลกระทบที่เล็กน้อยที่อายุช่วงหลังของเพสต์ ซึ่งอุณหภูมิการบ่มมีอิทธิพลอย่างมากต่อระดับปฏิกิริยาไฮเดรชัน (Degree of Hydration) ของเถ้าลอย โดยการเพิ่มของอุณหภูมิการบ่มได้เร่งระดับปฏิกิริยาไฮเดรชันของเถ้าลอยช่วงอายุต้นๆ และช่วงอายุหลังของเพสต์ การค้นพบบอกเป็นนัยว่า การพัฒนากำลังที่เพิ่มขึ้นของซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าลอยได้เร่งระดับการเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชันของเถ้าลอย เนื่องจากการเพิ่มของอุณหภูมิการบ่ม

Le Viet Hung and Tangtermsirikul (2005) ได้ศึกษาผลกระทบของการบ่มต่อ กำลังอัดในอายุต้นๆ ของคอนกรีตที่มีค่าการยุบตัวเป็นศูนย์ (No Slump Concrete) ที่ใช้ซีเมนต์ร่วมกับเถ้าลอยในการศึกษานี้ได้ใช้ปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ประเภทที่ 1 และมีเปอร์เซ็นต์การแทนที่ซีเมนต์ด้วยเถ้าลอย 0, 15 และ 30 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร โดยบ่มตัวอย่างที่อุณหภูมิ 30, 45 และ 70 องศาเซลเซียส ในสภาพอุณหภูมิคงที่ (Isothermal Condition) ทำการทดสอบกำลังรับแรงอัดที่อายุ 6, 12 ชั่วโมง 1, 3, 7 และ 28 วัน ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าที่อุณหภูมิการบ่มปกติ การมีเถ้าลอยผสมอยู่จะเพิ่มระดับความสามารถเทได้ของคอนกรีตสด แต่การพัฒนากำลังรับแรงอัดที่อายุต้นๆ นั้นลดลง อย่างไรก็ตามการ

บ่มที่อุณหภูมิที่สูงขึ้นจะเกิดผลกระทบอย่างมากต่อการพัฒนากำลังรับแรงอัดที่อายุต้นๆ ยิ่งไปกว่านั้น อุณหภูมิการบ่มที่เหมาะสมได้เพิ่มกำลังของคอนกรีตตามอายุ ซึ่งอุณหภูมิได้ขึ้นอยู่กับปัจจัยบางอย่าง เช่น อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน เปอร์เซ็นต์การแทนที่ซีเมนต์ด้วยเถ้าลอย เป็นต้น

Bamfort (1980) ได้ศึกษาผลของอุณหภูมิต่อการพัฒนากำลังของคอนกรีตที่มีส่วนผสมของเถ้าลอย โดยทดลองบ่มที่อุณหภูมิปกติ กำลังในระยะต้นของคอนกรีตผสมเถ้าลอยมีค่าน้อยกว่าคอนกรีตควบคุมเพียงเล็กน้อย แต่หลังจากอายุ 28 วัน การพัฒนากำลังของคอนกรีตผสม เถ้าลอยสูงกว่าคอนกรีตควบคุม การบ่มที่อุณหภูมิสูงขึ้นเป็นการเร่งการพัฒนากำลังในระยะต้นของคอนกรีตผสมเถ้าลอย และหลังจากอายุ 28 วัน กำลังของคอนกรีตผสมเถ้าลอยยังคงเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิ ในขณะที่คอนกรีตควบคุมมีการสูญเสียกำลังประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับการบ่มด้วยวิธีปกติ

Weiping and Brown (1997) ศึกษาความร้อนจากปฏิกิริยาของเถ้าลอยกับ Ca(OH)_2 และ $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ โดยปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นผันแปรตามปริมาณ Ca(OH)_2 หรือ $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ จากการคำนวณปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นจากพลังงานของปฏิกิริยาระหว่างเถ้าลอย และส่วนประกอบดังกล่าวพบว่า ระดับอุณหภูมิเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเกิดปฏิกิริยา โดยที่อุณหภูมิปกติ 25 องศาเซลเซียส ปฏิกิริยาเกิดขึ้นอย่างช้าๆ แต่เมื่อระดับอุณหภูมิสูงขึ้นปฏิกิริยาจะเกิดได้เร็ว และเกิดขึ้นมากที่สุดในช่วง 24 ชั่วโมง โดยเฉพาะที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นอกจากนี้การใช้เถ้าลอยที่มีส่วนผสมของ Ca(OH)_2 และ $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ในปริมาณค่อนข้างสูงร่วมกับการใช้ระดับอุณหภูมิสูงเป็นผลดีต่อกำลังของคอนกรีต ซึ่งเป็นผลจากปริมาณสารผลิตภัณฑ์หลักที่เพิ่มขึ้น

Maltais and Marchand (1997) ศึกษาอุณหภูมิของการบ่มต่อปฏิกิริยาไฮเดรชัน และพัฒนากำลังของมอร์ต้าผสมเถ้าลอยชั้นคุณภาพ F ซึ่งมีขนาดเล็กกว่าและใหญ่กว่า 45 ไมโครมิลลิเมตร โดยใช้ปริมาณการแทนที่ซีเมนต์ร้อยละ 10, 20 และ 30 โดยน้ำหนัก บ่มที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส และ 40 องศาเซลเซียส ผลการศึกษาพบว่า ขนาดเถ้าลอยมีผลต่ออัตราการเกิด ปฏิกิริยาไฮเดรชันของซีเมนต์ที่อายุช่วงแรกเพิ่มขึ้น การเพิ่มอุณหภูมิการบ่มมีผลต่อการลดกำลังในระยะยาวของมอร์ต้าควบคุม แต่ไม่มีผลเชิงลบต่อกำลังอัดของเถ้าลอยมอร์ต้าในระยะยาว ในช่วงแรกโครงสร้างของคัลเซียมซิลิเกตไฮเดรทในโครงสร้างจุลภาคของปอร์ตแลนด์กับคัลเซียมซิลิเกตไฮเดรทในเถ้าลอยมอร์ต้ายังพัฒนาไม่ดิ่ง

5. ผลกระทบของอุณหภูมิต่อโครงสร้างจุลภาคของคอนกรีตผสมเถ้าลอย

อุณหภูมิสูงจะเร่งการพัฒนาโครงสร้างจุลภาคและกำลังของคอนกรีตผสมเถ้าลอย เนื่องจากอุณหภูมิสูงทำให้เกิดปฏิกิริยาของเถ้าลอยเพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตามอุณหภูมิที่สูงขึ้นในระดับหนึ่งไม่ได้มีผลเสียต่อการเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชัน ซึ่งมีรายงานว่า การบ่มที่อุณหภูมิ 60 C° จะมีผลให้ปริมาณช่องว่างของคอนกรีตผสมเถ้าลอยมีขนาดใหญ่คือมีเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 150 นาโนเมตร เมื่อเทียบกับการบ่มที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส (Goto and Roy, 1981) ส่วนการบ่มที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส ผิวอนุภาคเถ้าลอยจะมีผลึกเล็กๆคลุมผิวอนุภาคมากขึ้น โครงสร้างภายในจะมีช่องว่างมากขึ้น ไม่พบผลึก Ettringite มากนัก แต่พบการพัฒนาของ C-H-S และมีรอยร้าวขนาดกลางเกิดขึ้น (สุวิมล, 2546)

นอกจากนั้นเถ้าลอยที่มีความละเอียดจะมีผลต่อการเพิ่มความแน่นของโครงสร้างจุลภาค เนื่องจากปริมาณผลิตภัณฑ์หลักที่เพิ่มขึ้น เช่น C-H-S และ Ettringite เป็นต้น ซึ่งความละเอียดของเถ้าลอยจะเพิ่มขึ้น เมื่อระยะเวลาในการกระทบกันของอนุภาคในกระบวนการผลิตนานขึ้น ในขณะที่เถ้าลอยบางอนุภาคจะมีลักษณะกลวงและเกิดการแตกหักระหว่างกระบวนการกระทบทำให้อนุภาคใหม่เสียลักษณะทรงกลม อย่างไรก็ตาม Total Porosity จะเพิ่มขึ้นหลังจากอายุประมาณ 28 วัน และเพิ่มขึ้นตามอายุ เมื่อความพรุนรวมมีค่าเพิ่มขึ้นกำลังจะลดลงแบบเส้นตรง (Frias and Sanchez, 1997) เป็นผลทำให้โครงสร้างจุลภาคของคอนกรีตผสมเถ้าลอยมีความแตกต่างจากคอนกรีตธรรมดา อัตราการเกิดปฏิกิริยาของคอนกรีตผสมเถ้าลอยจึงเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนเป็นผลจากขนาดอนุภาคของเถ้าลอย ซึ่งทำให้การเกิดปฏิกิริยาปอซโซลานิกเพิ่มขึ้น (Revina, 1981; Williams, 1982) สอดคล้องกับผลการวิจัยของ (Maltais and Marchand 1997) ที่พบว่า ขนาดของเถ้าลอยมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชันของคอนกรีตผสมเถ้าลอย

Ravina (1981) ศึกษาผลกระทบของอุณหภูมิต่อการเกิดปฏิกิริยาปอซโซลานิก พบว่า อัตราการเกิดปฏิกิริยาของเถ้าลอยในซีเมนต์เพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นแต่อุณหภูมิการบ่มที่สูงขึ้นมิได้มีผลเสียต่อผลิตภัณฑ์ของปฏิกิริยาไฮเดรชัน นอกจากนี้โครงสร้างภายใน (Microstructure) มีความแตกต่างจากส่วนผสมที่ใช้ปอร์ตแลนด์ซีเมนต์เพียงอย่างเดียว และยังพบว่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาของเถ้าลอยและซีเมนต์เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน เนื่องจากขนาดอนุภาคเถ้าลอย ซึ่งทำให้การเกิดปฏิกิริยาปอซโซลานิกเพิ่มขึ้น

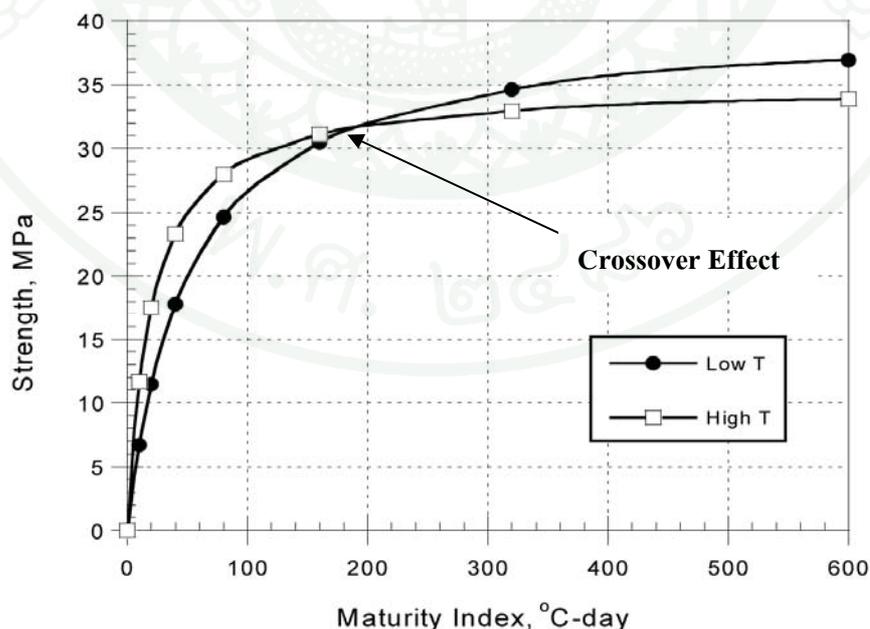
Frias and Sanchez (1997) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภายใน (Microstructure) ของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย และปรากฏการณ์ที่ส่งผลต่ออนุภาคและขนาดช่องว่างในโครงสร้าง ผลการวิจัยพบว่าความละเอียดและลักษณะอนุภาคของเถ้าลอยเปลี่ยนไปเมื่อระยะเวลาในการกระทบกันของอนุภาคนาน

ขึ้น ซึ่งมีผลต่อ Total Porosity จะเพิ่มขึ้นหลังจากอายุประมาณ 28 วัน และเพิ่มขึ้นตามอายุ กำลังของมอร์ต้าลดลงแบบเส้นตรง (Linearly) เมื่อความพรุนรวมมีค่าเพิ่มขึ้น และเมื่ออัตราของเถ้าลอยต่อปอร์ตแลนด์ซีเมนต์มีค่าเพิ่มขึ้นกำลังของมอร์ต้าในระยะต้น (7 และ 28 วัน) จะลดลง

Ghosh (1981) ศึกษาปฏิกิริยาไฮเดรชันของโครงสร้างจุลภาคของซีเมนต์เพสต์ที่ผสมเถ้าลอย ผลการศึกษาพบว่า การพัฒนาโครงสร้างจุลภาคยังคงเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องหลังจาก 1 ปี แต่การพัฒนาในส่วนที่สำคัญที่สุดอยู่ในช่วง 6 เดือนแรก

6. Crossover Effect

คอนกรีตที่ได้รับการบ่มที่อุณหภูมิสูงจะมีอัตราการพัฒนากำลังเร็วกว่าคอนกรีตที่บ่มที่อุณหภูมิต่ำ โดยเฉพาะในช่วงอายุต้นๆ อย่างไรก็ตามที่จุดหนึ่งกำลังของคอนกรีตที่บ่มด้วยอุณหภูมิต่ำจะเกิดการข้ามผ่าน (Crossover) ทำให้มีกำลังสูงกว่ากำลังของ คอนกรีตที่บ่มด้วยอุณหภูมิสูงกว่าจะทำให้คอนกรีตที่บ่มที่อุณหภูมิต่ำมีแนวโน้มให้กำลังประลัย (Ultimate Strength) สูงกว่าในตอนท้าย กรณีเช่นนี้เรียกว่า Crossover Effect (Carino and Lew, 2001) ซึ่งอาจเห็นได้ชัดเจนจากภาพที่ 2 ซึ่งเป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Maturity Index ซึ่งอยู่ในแกนนอนและค่ากำลังซึ่งอยู่ในแกนตั้ง



ภาพที่ 2 Crossover ของคอนกรีตที่ไม่ผสมเถ้าลอย บ่มที่อุณหภูมิสูงและอุณหภูมิต่ำ
ที่มา: Carino and Lew (2001)

Verbeck and Helmuth (1968) ได้อธิบายเกี่ยวกับ Crossover Effect จากผลศึกษาการเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชันของซีเมนต์เพสต์ที่บ่มที่อุณหภูมิต่างๆ ว่าซีเมนต์เพสต์ที่บ่มอุณหภูมิสูงจะเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชันสูงกว่าซีเมนต์เพสต์ที่อุณหภูมิต่ำมาก และมีการพัฒนาโครงสร้างภายในเกิดขึ้นเร็วและไม่สม่ำเสมอ เป็นผลให้เกิดการยึดเกาะที่ไม่แข็งแรงเท่าที่ควร (Weaker Bond) อนุภาคของซีเมนต์ที่บ่มที่อุณหภูมิสูงจะมีลักษณะเปลือก หรือผนังบางรอบอนุภาคจะเกิดการขัดขวางการเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชันในขั้นถัดไป เป็นผลให้เกิดการเพิ่มกำลังขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงต้นและช้าลงในช่วงหลัง นอกจากนี้ Saul McIntosh และ Alexander and Taplin กล่าวว่า Crossover Effect อาจทำให้เกิดความผิดพลาดในการประมาณกำลังโดยใช้ทฤษฎี Maturity และจากการศึกษาของ Saul (1951) พบว่าหากใช้การบ่มที่อุณหภูมิในช่วงปกติที่ไม่ได้สูงหรือต่ำมากๆ การใช้กราฟในช่วงเวลาแรก คือระหว่างกำลังกับค่า Maturity ทำนายกำลังจะประมาณค่าได้อย่างถูกต้องประมาณ 5 วันแรก หรือประมาณ 65 เปอร์เซ็นต์ของกำลังที่ 28 วันของส่วนผสมที่ได้รับการบ่มอย่างปกติ เท่านั้น อย่างไรก็ตามก็ยังคงมีความเห็นอื่นๆ ที่ขัดแย้งอีก เช่น Kjellsen and Detwiler (1993) รายงานว่าจากความสัมพันธ์ระหว่างกำลังกับค่า Maturity ที่ได้จากการทดสอบนั้นสามารถใช้ค่า Maturity ได้เพียง 40 เปอร์เซ็นต์ของกำลังที่อายุ 28 วันที่บ่มโดยวิธีปกติ และ Jonasson (1985) พบว่าการประมาณกำลังโดยวิธี Maturity สามารถมีผลโดยประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ของกำลังที่อายุ 28 วันที่บ่มโดยวิธีปกติ

7. ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการหาค่า Maturity ของคอนกรีต

การศึกษาเกี่ยวกับ Maturity ได้รับความสนใจตั้งแต่ปี 1949 และในปี 1987 ASTM C1074 ได้กำหนดมาตรฐานขึ้น เพื่อหาค่า Maturity ของคอนกรีต ซึ่งมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการหาค่า Maturity ของคอนกรีต ดังนี้

Ramakrishnan and Chielokitchley (1966) ศึกษาค่ากำลังอัดของคอนกรีตโดยผันแปร w/c, อัตราส่วนมวลรวม / ซีเมนต์ และเทคนิคในการบ่มในน้ำ สภาพความชื้น และการบ่มเร่ง (Accelerated Curing) โดยตัวอย่างทดสอบทรงลูกบาศก์บ่มที่อุณหภูมิระหว่าง 27 – 98 องศาเซลเซียส และช่วงเวลาในการบ่มจะอยู่ระหว่าง 1 ถึง 91 วัน ผลการวิจัยพบว่า ข้อมูลของกำลังมีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงกับค่า Logarithm ของค่า Maturity โดยสามารถใช้ได้สำหรับค่า Maturity ที่อยู่ระหว่าง 1,600 ถึง 48,000 ฟาเรนไฮต์ - ชั่วโมง ในช่วงอุณหภูมิระหว่าง 21 ถึง 100 องศาเซลเซียส

Naik (1978) ได้ตรวจสอบความถูกต้องในการนำฟังก์ชัน Maturity ของ Nurse-Saul มาหาค่าสมบัตินด้านกำลังของคอนกรีต โดยหล่อคอนกรีต 6 ส่วนผสม ซึ่งค่า w/c มีค่าอยู่ระหว่าง 0.41 ถึง

0.54 ส่วนผสมที่ 1 ถึง 4 ใช้มวลรวมที่มีขนาดโตสุด 19 มิลลิเมตร ส่วนส่วนผสมที่ 5 และ 6 ใช้มวลรวมขนาดที่มีโตสุด 9.5 มิลลิเมตร อุณหภูมิของคอนกรีตมีค่าอยู่ระหว่าง 16 ถึง 27 องศาเซลเซียส ค่าการยุบตัวมีค่าอยู่ระหว่าง 75 ถึง 125 มิลลิเมตรมีปริมาณฟองอากาศ (Air Content) อยู่ระหว่าง 0.8 ถึง 2.2 เปอร์เซ็นต์ และความหนาแน่นของคอนกรีตมีค่าอยู่ระหว่าง 87 ถึง 92 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร โดยหล่อคอนกรีตเป็นแผ่นพื้นขนาด 0.79 x 0.79 x 0.30 เมตร สำหรับคอนกรีตแต่ละชนิด ในแต่ละส่วนผสมได้หล่อเป็นลูกปูนทรงกระบอกขนาดมาตรฐาน จำนวน 50-60 ก้อน โดยตัวอย่างทั้งหมดจะถูกคลุมด้วยพลาสติก เพื่อลดปริมาณน้ำที่จะระเหยหลังจากการหล่อ เมื่อถอดแบบเมื่อตัวอย่างลูกปูนมีอายุ 24 ชั่วโมง และบ่มที่อุณหภูมิ 21 ± 3 องศาเซลเซียส ในน้ำปูนขาว (Lime-Saturated Water) จนกระทั่งถึงเวลาทดสอบ ตัวอย่างแผ่นพื้นจากส่วนผสมที่ 1 และ 2 จะถูกเก็บรักษาไว้ในห้องทดลอง และพื้นที่หล่อจากส่วนผสมที่ 3 ถึง 6 ถูกเก็บไว้ภายนอกห้องทดลอง ค่า Maturity ของทั้งตัวอย่างลูกปูนทรงกระบอก และพื้นถูกวัดโดยเครื่องวัด Maturity ประเภทเดียวกัน ผลการทดลองพบว่า กำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่หล่อในที่ (In-Place Compressive Strength) สามารถถูกทำนายด้วยระดับความถูกต้องที่เท่ากัน ด้วยเทคนิค Maturity ซึ่งได้มาจากมาตรฐานทดสอบ ASTM

Volz et al., (1981) ได้ทำการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างกำลังกับค่า Maturity สำหรับคอนกรีตที่อุณหภูมิ -1, 21 และ 43 องศาเซลเซียส โดยค่า Maturity ประเมินโดยใช้แบบจำลอง (Model) ของ Nurse-Saul ผลการวิจัยพบว่า แบบจำลองนี้ไม่ได้พิจารณาถึงความถูกต้องสำหรับอิทธิพลของอุณหภูมิในช่วงต้นๆ ที่มีต่อกำลังรับแรงอัดของคอนกรีต

Naik (1983) ได้ศึกษาค้นคว้าเพื่อตรวจสอบความสมบูรณ์ของแบบจำลอง Maturity ของ Nurse - Saul และ Arrhenius สำหรับคอนกรีตที่บ่มในสภาพอากาศหนาวเย็น โดยส่วนผสมของคอนกรีตมี w/c เท่ากับ 0.50, 0.60 และ 0.70 โดยใช้ตัวอย่างลูกปูนทรงกระบอกขนาด 102 x 203 มิลลิเมตร บ่มที่อุณหภูมิ 3, 13 และ 23 องศาเซลเซียส โดยทดสอบกำลังรับแรงอัดที่อายุ 12, 18, 24, 36, 48, 72, 120 และ 168 ชั่วโมงและบันทึกค่า Maturity และอุณหภูมิของลูกปูนทรงกระบอกแต่ละช่วงอายุของการทดสอบ จากผลการศึกษพบว่าฟังก์ชัน Arrhenius จะให้ค่า Maturity ที่สัมพันธ์กับค่าอายุสัมพันธ์ (Relative Age, t_{20}) มากกว่าฟังก์ชัน Nurse - Saul ที่เกินกว่าขอบเขตของอุณหภูมิการบ่มของคอนกรีต และได้เสนอว่าการใช้ฟังก์ชัน Arrhenius สำหรับคอนกรีตในฤดูหนาวนั้นดีเท่ากับสภาพการบ่มฤดูอื่น และฟังก์ชันของ Nurse - Saul สามารถใช้ได้กับอุณหภูมิการบ่มที่สูงกว่าได้ แต่ไม่ควรที่จะใช้ในสภาพการบ่มในฤดูหนาว

Poole et al., (1996) ได้ทำการประเมินค่าของทฤษฎี Maturity (ASTM C 1074) สำหรับใช้ในคอนกรีตหนัก การวัดค่าเวลา-อุณหภูมิ จากงานคอนกรีต 2 แห่ง คือที่ Red River Lock และ Dam 4 ที่อายุ 40 ถึง 60 วันแรก หลังจากการเทคอนกรีต และนำข้อมูลมาใช้เพื่อทำนายกำลังจาก Maturity ของคอนกรีต โดยคอนกรีตที่เทจะถูกเจาะ เพื่อหาลำกล้องคอนกรีตที่หล่อในที่และพบว่าในช่วงอายุแรก การพัฒนากำลังของคอนกรีต สามารถทำนายได้โดยใช้ทฤษฎี Maturity แต่หลังจากนั้นกำลังที่ทำนายกับผลการทดลองมีความแตกต่างกัน

Hsu and Luke (2002) ได้ทำการศึกษาเพื่อปรับปรุงส่วนผสมคอนกรีตในช่วงอายุต้น (Very Early Strength Concrete หรือ VES Concrete) สำหรับการก่อสร้างถนน โดยใช้ส่วนผสมคอนกรีตมากกว่า 50 ชนิด และทำการประมาณในด้านกำลัง การหดตัว (Shrinkage) และอัตราการบ่ม (Maturity) แล้วจึงพัฒนาส่วนผสมกำลังสูงในช่วงอายุต้น พร้อมทั้งปรับปรุงสมรรถนะเฉพาะของส่วนผสม ผลการศึกษาพบว่า ส่วนผสมคอนกรีตของคอนกรีตที่ศึกษาสามารถเพิ่มกำลัง และกำลังรับแรงดัด 350 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ภายในเวลา 6.5 ชั่วโมง นอกจากนี้พบว่า การรักษาสภาพของอุณหภูมิในช่วงอายุต้นๆ ที่ 32 ± 5 องศาเซลเซียส ทำให้ได้กำลังของคอนกรีตตามเป้าหมายที่กำหนด โดยการปฏิบัตินี้ได้ใช้ทฤษฎี Maturity เป็นเครื่องมือในการตัดสินใจเมื่อต้องการนำ VES ไปซ่อมถนนและเปิดการใช้งานจราจร

Han et al., (2002) ได้ทำการศึกษาเพื่อทำนายกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตผสมเถ้าลอยโดยใช้ฟังก์ชันของพลังงานปรากฏแบบใหม่ และพบว่า หลังจากวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยแบบจำลองที่เสนอ นั้นการแทนที่ซีเมนต์ด้วยเถ้าลอย และอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสานมีอิทธิพลต่อพลังงานปรากฏ

จากการวิเคราะห์แบบจำลองทำให้เกิดการประมาณการพัฒนากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตผสมเถ้าลอยที่ดี ขณะที่ปริมาณการแทนที่ซีเมนต์ด้วยเถ้าลอยมากขึ้นกำลังรับแรงอัดและพลังงานปรากฏเริ่มต้น (Limiting Relative Compressive Strength And Initial Apparent Activation Energy) จะเพิ่มขึ้น โดยคอนกรีตที่มีค่าอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสานน้อยกว่า 0.40 จะให้กำลังรับแรงอัด และพลังงานปรากฏเริ่มต้นเกือบคงที่ อย่างไรก็ตามคอนกรีตที่มีอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสานมากกว่า 0.40 จะมีกำลังรับแรงอัด และพลังงานปรากฏเริ่มต้นเพิ่มขึ้น

Zhang et al., (2005) ได้ศึกษาเรื่องวิธี Maturity สำหรับทำนายคุณสมบัติต่างๆของคอนกรีตสมรรถนะสูงพบว่าการทำนายคุณสมบัติของคอนกรีตโดยการสร้างรูปแบบจำลอง (Modeling) ด้วยคอมพิวเตอร์ได้ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายและรูปแบบจำลองจำนวนมากได้ใช้ประโยชน์จากแนวคิด

ของ Maturity โดยแนวคิดของ Maturity คั้งเดิมได้ถูกพัฒนาจากการศึกษาผลกระทบของอุณหภูมิที่มีต่อกำลังรับแรงอัดของกำลังคอนกรีตปกติ สำหรับคอนกรีตสมรรถนะสูงนั้นแนวคิดของ Maturity ที่ใช้ประมาณคุณสมบัติอื่น ๆ นั้นยังไม่มียกจากการประมาณกำลังรับแรงอัด

การศึกษาทฤษฎี Maturity เพื่อทำนายคุณสมบัติที่สำคัญของคอนกรีตสมรรถนะสูงเช่น กำลังรับแรงอัด, กำลังรับแรงดึง (Splitting Tensile Strength) โมดูลัสความยืดหยุ่นและระดับของปฏิกิริยาไฮเดรชัน โดยการพิสูจน์ทฤษฎี Maturity ได้อธิบายและทำให้ชัดเจนขึ้นจากการทดลองและข้อมูลที่สะสมภายใต้อุณหภูมิที่แตกต่างกัน ซึ่งได้ถูกนำเสนอและถกเถียงกัน ผลที่ได้ได้ถูกนำมาใช้เพื่อศึกษาพลังงานปรากฏซึ่งคือตัวแปรหลักของสูตร Arrhenius สำหรับทำนายคุณสมบัติที่สำคัญของคอนกรีตสมรรถนะสูง เป็นที่ยอมรับกันว่าความต้องการสำหรับการหาค่าพลังงานปรากฏให้ถูกต้องยิ่งขึ้นสำหรับคุณสมบัติต่างๆของคอนกรีตสมรรถนะสูงนั้นสำคัญ ดังนั้นวิธีการปฏิบัติ การใหม่ๆสำหรับคำนวณสมการ Arrhenius และค่า Maturity Index จึงถูกนำเสนอขึ้นมา

สุวิมล และคณะ (2545) ได้ทำการศึกษาผลกระทบเบื้องต้นต่ออุณหภูมิฐานของคอนกรีตผสมเถ้าลอยจากแหล่งในประเทศ ในด้านผลกระทบของอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน (w/b) อุณหภูมิการบ่มและปริมาณเถ้าลอย โดยเลือกอุณหภูมิ 3 ระดับ ได้แก่ 26, 40 และ 60 องศาเซลเซียส เพื่อทำนายคุณลักษณะที่เป็นไปได้ของคอนกรีตผสมเถ้าลอยภายในระยะที่สั้นหลังจากที่หล่อคอนกรีต สำหรับการควบคุมคุณภาพของคอนกรีตผสมเถ้าลอย ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยเหล่านี้มีผลกระทบอย่างมากต่ออุณหภูมิของคอนกรีตผสมเถ้าลอยที่มีความสามารถในการเทได้ที่แตกต่างกัน โดยประมาณว่าอุณหภูมิฐานของคอนกรีตหลา (Roller Compacted Concrete) ที่มีความยุบตัวเป็นศูนย์ คือ -3.2 องศาเซลเซียส ขณะที่คอนกรีตผสมเถ้าลอยที่มีความยุบตัวปกติจะมีค่าอุณหภูมิฐานสูงกว่านั้น โดยอัตราส่วนของน้ำต่อวัสดุประสานในช่วงที่ศึกษาอยู่ระหว่าง 0.40 – 0.45 และปริมาณแทนที่ซีเมนต์ด้วยเถ้าลอยเท่ากับ 20 - 30 เปอร์เซ็นต์ จะให้ผลของอุณหภูมิฐานแตกต่างกันเล็กน้อย ขณะที่อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสานมีค่าสูงกว่า และมีปริมาณแทนที่ซีเมนต์ด้วยเถ้าลอยสูงกว่ามีผลให้ค่าอุณหภูมิฐานที่สูงขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

วัสดุที่ใช้ในงานวิจัย

1. ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1
2. ใก้ลออกจากโรงงานผลิตกระแสไฟฟ้า อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง
3. ทราช
4. มวลรวมหยาบ ขนาดโตสุด 3/4 นิ้ว
5. น้ำประปา

อุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย

1. แบบหล่อรูปทรงกระบอกเส้นผ่าศูนย์กลาง 150 มิลลิเมตร สูง 300 มิลลิเมตร
2. อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ เทอร์โมคัปเปิล สามารถวัดอุณหภูมิได้ระหว่าง 15 ถึง 100 องศาเซลเซียส มีความละเอียด 0.1 องศาเซลเซียส
3. ถังบ่มที่สามารถควบคุมอุณหภูมิในช่วงอุณหภูมิระหว่าง 0 ถึง 100 องศาเซลเซียส
4. เครื่องถ่ายภาพกำลังขยายสูง (Scanning Electron Microscop)
5. เครื่องวิเคราะห์หาสถานะของผลึก (X-Ray Diffraction Spectroscopy)
6. เครื่องทดสอบกำลังอัดของคอนกรีต (Universal Testing Machine) ขนาด 75 ตัน
7. เครื่องชั่งน้ำหนักความละเอียด 0.1 กรัม ชั่งได้สูงสุด 12 กิโลกรัม
8. เครื่องผสมคอนกรีตขนาดเล็ก ขนาดความจุ 0.5 ลูกบาศก์เมตร
9. ชุดทดสอบการยุบตัว
10. เตาอบควบคุมอุณหภูมิได้ในช่วง 30 - 110 องศาเซลเซียส
11. คอมพิวเตอร์
12. Data Loggers
13. เครื่องทดสอบกำลังมอร์ต้า จัดความสามารถสูงสุด 15 ตัน
14. แบบหล่อมอร์ต้าขนาด 50 x 50 x 50 มิลลิเมตร
15. ถังบ่มขนาดเล็กที่สามารถปรับอุณหภูมิได้ (Water Bath)

16. เครื่องทดสอบการก่อดัวของคอนกรีต (Penetration Resistance Test)

วิธีการ

ในการศึกษานี้ประกอบด้วยวิธีการออกแบบส่วนผสม, การทดสอบคุณสมบัติของคอนกรีตในสภาพสดและสภาพที่แข็งตัวแล้ว ที่ระยะเวลาต่าง ๆ กัน และการคำนวณหาค่าอูณหภูมิฐานและพลังงานปรากฏ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การออกแบบสัดส่วนผสมของคอนกรีต โดยออกแบบอัตราส่วนผสมตามวิธีการ ACI 211.1 โดยใช้กำลังออกแบบคือ 240 และ 350 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และค่าความยุบตัว 12.5 ± 2.5 เซนติเมตร ซึ่งเป็นช่วงค่ากำลังอัดและความยุบตัวที่ใช้ในการก่อสร้างทั่วไป

2. การทดสอบคุณสมบัติคอนกรีตผสมแก้าลอยในสภาพสด โดยทดสอบการยุบตัว เพื่อหาค่าความสามารถในการเทได้ ตามมาตรฐาน ASTM C143

3. การทดสอบคุณสมบัติของคอนกรีตผสมแก้าลอยที่แข็งตัวแล้ว

3.1 การทดสอบหาหน่วยน้ำหนักของคอนกรีต โดยวัดขนาดและชั่งน้ำหนักก้อนตัวอย่างคอนกรีตที่อายุทดสอบ ก่อนทำการทดสอบอื่นๆ

3.2 การทดสอบหาการก่อดัวของคอนกรีตและคอนกรีตผสมแก้าลอย ตามมาตรฐาน ASTM C403 ทำการเตรียมมอร์ต้า โดยให้ส่วนผสมมอร์ต้ามี w/b เท่ากับคอนกรีต (อัตราส่วนผสมเดียวกับคอนกรีตเพียงแต่ไม่นำหินมาผสม) แล้วเทลงแบบหล่อขนาด 150 x 150 x 150 มิลลิเมตร จากนั้นใช้เครื่องวัดระยะการก่อดัวซึ่งมีหัวกดเป็นแท่งเหล็กกดลงในมอร์ต้า ซึ่งต้องเปลี่ยนขนาดของหัวกด ตามความเหมาะสม โดยมีขนาดของหน้าตัดของหัวกดดังนี้ 1, 1/2, 1/4, 1/10, 1/20 และ 1/40 ตารางนิ้ว ตามลำดับ ทำการกดแท่งเหล็กจนได้ค่าความต้านทานการจม (Penetration Resistance) 4000 ปอนด์ / ตารางนิ้ว (ที่ก้ำกึ่งกดประมาณ 45 กิโลกรัม สำหรับหน้าตัดแท่งเหล็ก 1/40 ตารางนิ้ว) จากนั้นหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานการจม (แกนตั้ง) กับค่าเวลา (แกนนอน) แล้วทำการหาค่าระยะเวลาการก่อดัวสุดท้าย โดยลากเส้นตรงที่ขนานแกนนอนที่ระดับความต้านทานการจมเท่ากับ 4000 ปอนด์ / ตารางนิ้ว ไปตัดเส้นกราฟแล้วลากเส้นตรงไปตัดแกนนอน จุดตัดที่ได้ก็คือค่าเวลาการก่อดัวสุดท้าย

3.3 การหาอุณหภูมิฐานและพลังงานปรากฏ การหาอุณหภูมิฐานและพลังงานปรากฏของคอนกรีตมีขั้นตอนดังนี้

3.3.1 เตรียมส่วนผสมมอร์ต้าให้เหมือนกับมอร์ต้าในคอนกรีต ดังในข้อ 3.2

3.3.2 เตรียมตัวอย่างมอร์ต้าขนาด 150 x 150 x 150 มิลลิเมตร (ตาม ASTM C403) จำนวน 3 ตัวอย่าง แล้วแช่ในถังบ่มที่สามารถปรับอุณหภูมิได้ ตามอุณหภูมิที่กำหนด มอร์ต้า 2 ตัวอย่างแรกนำไปแช่ในถังบ่มที่สามารถปรับอุณหภูมิได้ที่อุณหภูมิสูงสุด (60 องศาเซลเซียส) และต่ำสุดของการบ่ม (28 องศาเซลเซียส) ส่วนมอร์ต้าตัวอย่างที่ 3 นำไปบ่มที่อุณหภูมิระหว่าง 2 อุณหภูมิแรก (40 องศาเซลเซียส)

3.3.3 นำมอร์ต้าทั้ง 3 ตัวอย่างไปทดสอบหาระยะเวลาการก่อตัวขั้นสุดท้าย ภายใต้ อุณหภูมิที่กำหนด (ตาม ASTM C403)

3.3.4 เตรียมมอร์ต้ารูปลูกบาศก์ขนาด 50 มิลลิเมตร 3 กลุ่มๆ ละ 18 ตัวอย่าง นำไปบ่มในถังควบคุมอุณหภูมิได้ในแต่ละอุณหภูมิ โดยในแต่ละกลุ่มนั้นให้ถอดแบบ และนำตัวอย่างกลับไปบ่มในถังบ่มที่สามารถปรับอุณหภูมิได้ ก่อนทำการทดสอบกำลังอัดของชุดแรก 1 ชั่วโมง

3.3.5 นำมอร์ต้ารูปลูกบาศก์ 50 มิลลิเมตร ในแต่ละกลุ่มไปทดสอบกำลังอัด (ตาม ASTM C109) เมื่อมอร์ต้ามีอายุเป็น 2 เท่าของการก่อตัวขั้นสุดท้าย เช่น มอร์ต้ามีการก่อตัวขั้นสุดท้ายที่อายุ 12 ชั่วโมง จะทำการทดสอบกำลังอัดครั้งละ 3 ตัวอย่าง ดังนั้นจะทำการทดสอบกำลังอัดที่อายุ 1, 2, 4, 8, 16 และ 32 วัน

3.3.6 หาค่า S_u โดยใช้ข้อมูล 4 ข้อมูลสุดท้าย ไปพล็อตกราฟระหว่าง

$$\frac{1}{\text{กำลัง}} \text{ (อยู่แกนตั้ง) } \text{ กับ } \frac{1}{\text{อายุ}} \text{ (อยู่แกนนอน)}$$

จะได้กราฟเป็นเส้นตรงที่มีค่า S_u เป็นส่วนกลับของจุดตัดบนแกน y นั่นคือ

$$S_u = \frac{1}{\text{จุดตัดแกน } y}$$

3.3.7 หาค่า A จากชุดข้อมูล 4 ข้อมูลแรกโดยคำนวณจากค่า S และ S_u โดย

$$A = \frac{S}{(S_u - S)}$$

ซึ่ง S คือกำลังที่อายุ t

3.3.8 พล็อตกราฟระหว่าง A (แกนตั้ง) และอายุ(แกนนอน)สำหรับ 4 ข้อมูลแรก ในแต่ละอุณหภูมิการบ่ม จะได้กราฟเส้นตรงและจะได้ค่า K (The Rate Constant) ซึ่งเป็นค่าความชันของกราฟ

3.3.9 ทำการหาอุณหภูมิฐาน โดยพล็อตกราฟระหว่างค่า K ของแต่ละอุณหภูมิ กับ อุณหภูมิที่สอดคล้องกัน โดยให้ค่า K เป็นแกนตั้งส่วนค่าอุณหภูมิเป็นแกนนอน ค่าเส้นกราฟที่ได้จะเป็นเส้นตรงจากนั้นทำการลากเส้นกราฟไปตัดแกนนอนจะได้ค่าอุณหภูมิฐาน

3.3.10 ทำการหาค่าพลังงานปรากฏ โดยการนำค่า K ที่ได้จากข้อ 3.3.8 และค่า อุณหภูมิที่บ่มไปพล็อตกราฟ โดยให้ค่า $\ln(K)$ เป็นแกนตั้งและค่า $\frac{1}{K^\circ}$ (1 / เคลวิน) เป็นแกนนอน ค่าความชันของกราฟที่ได้คือค่า พลังงานปรากฏ หาค่าด้วยค่า Gas Constant หรือ Q

3.4 การทดสอบหา Maturity และ Equivalent Age การทดสอบหา Maturity และ Equivalent Age ของคอนกรีตมีขั้นตอนดังนี้

3.4.1 การคำนวณหาค่า Time-Temperature Factor (TTF)

ก) เตรียมก้อนตัวอย่างขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 150 มิลลิเมตร สูง 300 มิลลิเมตร (ตาม ASTM C192) ที่ฝั่งเทอร์โมคอปเปิ้ลไว้ที่ระดับกึ่งกลางความสูงของตัวอย่างแล้วต่อเข้ากับ Data-Loggers และคอมพิวเตอร์ตามลำดับ

ข) นำตัวอย่างไปบ่มที่ถังบ่มที่สามารถปรับอุณหภูมิได้ โดยปรับอุณหภูมิที่ 40 องศาเซลเซียส

ค) นำตัวอย่างไปทดสอบกำลังอัด (ตาม ASTM C39) เมื่อตัวอย่างมีอายุ 1,

7, 14, 28 และ 56 วัน โดยนำตัวอย่างไปบ่มที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน หลังจากนั้นจึงถอดแบบ แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิปกติจนครบ 56 วัน โดยทำการทดสอบครั้งละ 3 ลูก ในแต่ละช่วงอายุ

ง) นำค่าอุณหภูมิที่อ่านได้จาก Data Logger ไปหาอุณหภูมิเฉลี่ย

จ) คำนวณหาค่า Maturity ตามสมการที่ 2 หรือค่า Time-Temperature Factor (TTF) จากอุณหภูมิฐานที่หาได้ โดยใช้ช่วงระยะเวลาห่างของเวลา (Time Interval) เป็น 30 นาที

ฉ) นำค่า TTF ที่หาได้ไปหาค่า TTF สะสมในแต่ละช่วงอายุ

ช) ทำการพล็อตกราฟระหว่างกำลังกับค่า Temperature Time Factor สะสมที่ช่วงอายุต่างๆ

3.4.2 คำนวณหาค่า Equivalent Age

ก) นำค่า Q ที่หาได้จากหัวข้อ 3.3.10 และค่าอุณหภูมิอ้างอิง (The Reference Temperature, T_r) ในที่นี้ใช้ 20 องศาเซลเซียส เพื่อนำไปคำนวณหาค่า Equivalent Age ตามสมการที่ 3 ในภายหลัง

ข) ใช้ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยที่หาได้จากข้อที่ 3.4.1 ในแต่ละช่วงระยะเวลาห่างของเวลา (Time Interval) เป็นเวลา 30 นาทีไปคำนวณหา Age Factor

ค) เมื่อได้ค่า Age Factor แล้วให้นำไปคูณด้วยค่าระยะเวลาห่างของเวลา (time interval) จะได้ค่า Equivalent Age

ง) นำค่า Equivalent Age ที่หาได้ไปหาค่า Equivalent Age สะสมทำการพล็อตกราฟระหว่างกำลังกับค่า Equivalent Age สะสม

3.5 การทดสอบคุณสมบัติของวัสดุ

3.5.1 การตรวจสอบลักษณะวัสดุ โดยใช้ภาพถ่ายกำลังขยายสูง ด้วยเครื่อง

Scanning Electron Microscope (SEM) โดยการนำซีเมนต์เพสต์ที่ผสมเถ้าลอย 25 เปอร์เซ็นต์ และไม่ผสมเถ้าลอยมาหล่อในแบบหล่อขนาด 5 x 5 x 5 เซนติเมตร แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส กำลัง 240 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร จากนั้นนำตัวอย่างที่อายุ 14 และ 28 วัน มาศึกษาโครงสร้างจุลภาคของซีเมนต์เพสต์ด้วยเครื่อง SEM โดยกดตัวอย่างให้แตกกลางและสกัดชิ้นตัวอย่างบริเวณกลางก้อนให้แตกเป็นชิ้นเล็กๆเพื่อนำไปศึกษาต่อ

3.5.2 การทดสอบสถานะผลึกของวัสดุผสมด้วยเครื่อง X-Ray Diffraction Spectroscopy (XRD) โดยเตรียมตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ที่ผสมเถ้าลอย 25 เปอร์เซ็นต์ และไม่ผสมเถ้าลอยในแบบหล่อขนาด 5 x 5 x 5 เซนติเมตร แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส กำลัง ที่ออกแบบ 240 กิโลกรัม/ตร.ซม.จากนั้นนำตัวอย่างที่อายุ 1, 14 และ 28 วัน มาสกัดชิ้นตัวอย่างให้แตกบริเวณตรงกลางเป็นชิ้นเล็กๆ แล้วนำไปบดให้ละเอียดเป็นผง จากนั้นนำไปตรวจสอบสถานะผลึกของวัสดุด้วยเครื่อง XRD

4. การกำหนดชื่อชิ้นตัวอย่าง มี 3 แบบ ดังนี้

4.1 (0/28/240) หมายถึง มอร์ต้ามีเปอร์เซ็นต์เถ้าลอย 0 เปอร์เซ็นต์ บ่มที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส กำลังที่ออกแบบ 240 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร โดยนำสัญลักษณ์นี้ไปใช้ที่ตารางที่ 5, SEM , XRD และภาคผนวก ข.

4.2 02540240 หมายถึง

ตัวเลข 3 ตัวแรก คือ จำนวนเปอร์เซ็นต์ผสมเถ้าลอย ในที่นี้คือ 25 เปอร์เซ็นต์

ตัวเลข 2 ตัวกลาง คือ อุณหภูมิที่บ่ม ในที่นี้คือ 40 องศาเซลเซียส

ตัวเลข 3 ตัวท้าย คือ กำลังที่ใช้ในการออกแบบ ในที่นี้คือ 240 กิโลกรัมต่อ

ตารางเซนติเมตร

ดังนั้น 02540240 จึงหมายถึง มอร์ต้าผสมเถ้าลอย 25 เปอร์เซ็นต์ บ่มที่

อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส กำลังออกแบบ 240 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร โดยนำสัญลักษณ์นี้ไปใช้ที่กราฟระหว่างกำลังและอายุ และภาคผนวกกราฟการก่อตัวสุดท้าย

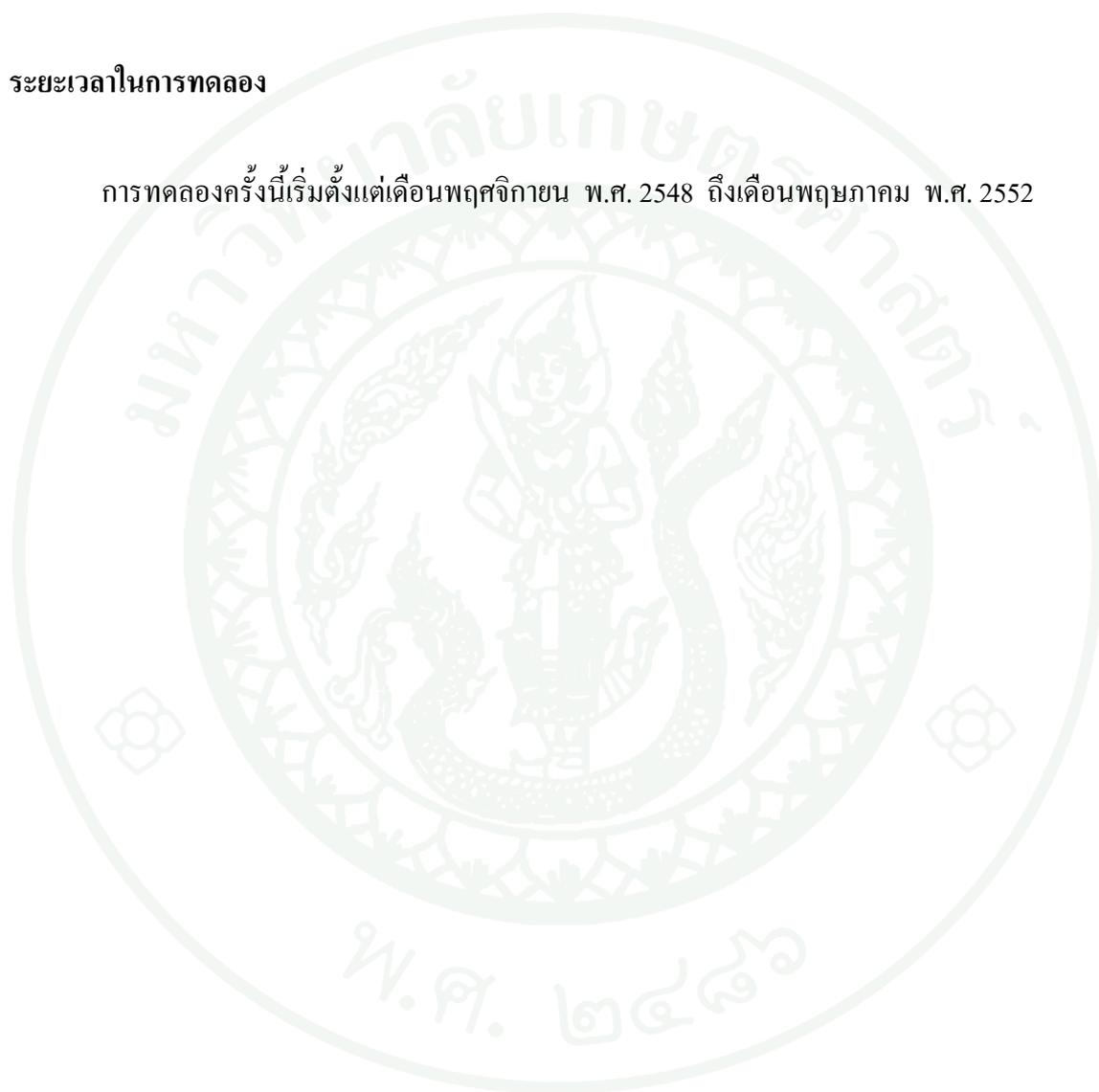
4.3 (25/28,40,60/350) หมายถึง มอร์ต้าผสมเปอร์เซ็นต์เถ้าลอย 25 เปอร์เซ็นต์ บ่มที่ อุณหภูมิ 28 , 40 ,60 องศาเซลเซียส ของแต่ละชิ้นตัวอย่าง กำลังที่ออกแบบ 350 กิโลกรัมต่อตาราง เซนติเมตร โดยนำสัญลักษณ์นี้ไปใช้ที่กราฟระหว่างกำลังและอายุ และภาคผนวก ข.

สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการหมวดวิชาวิศวกรรมโครงสร้าง ภาควิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ

ระยะเวลาในการทดลอง

การทดลองครั้งนี้เริ่มตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2548 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2552

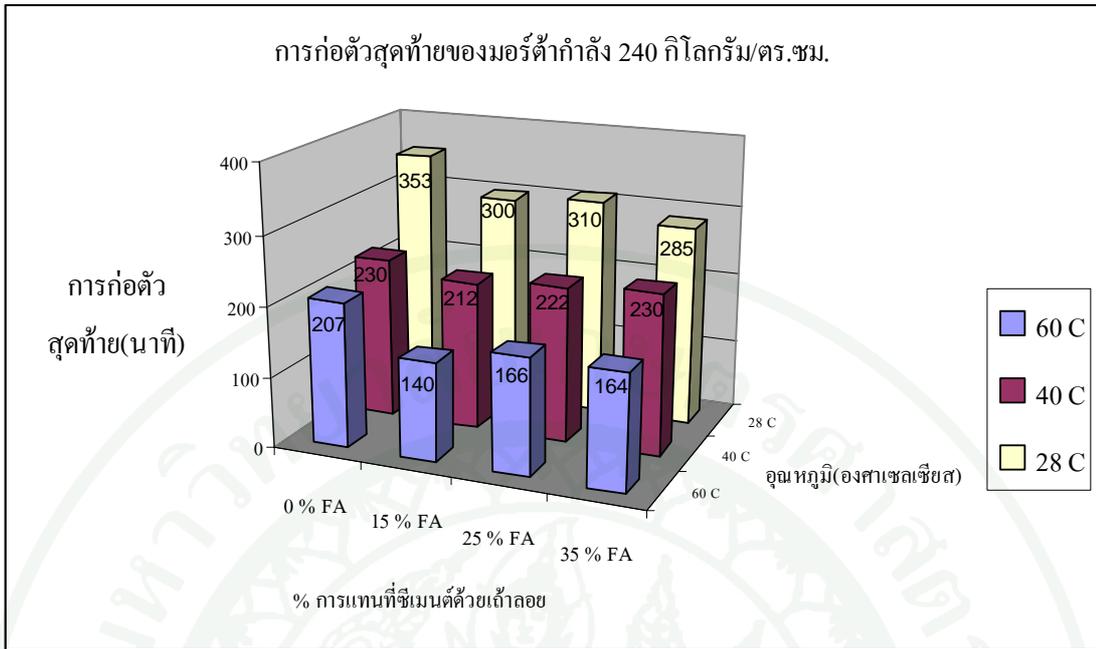


ผลและวิจารณ์

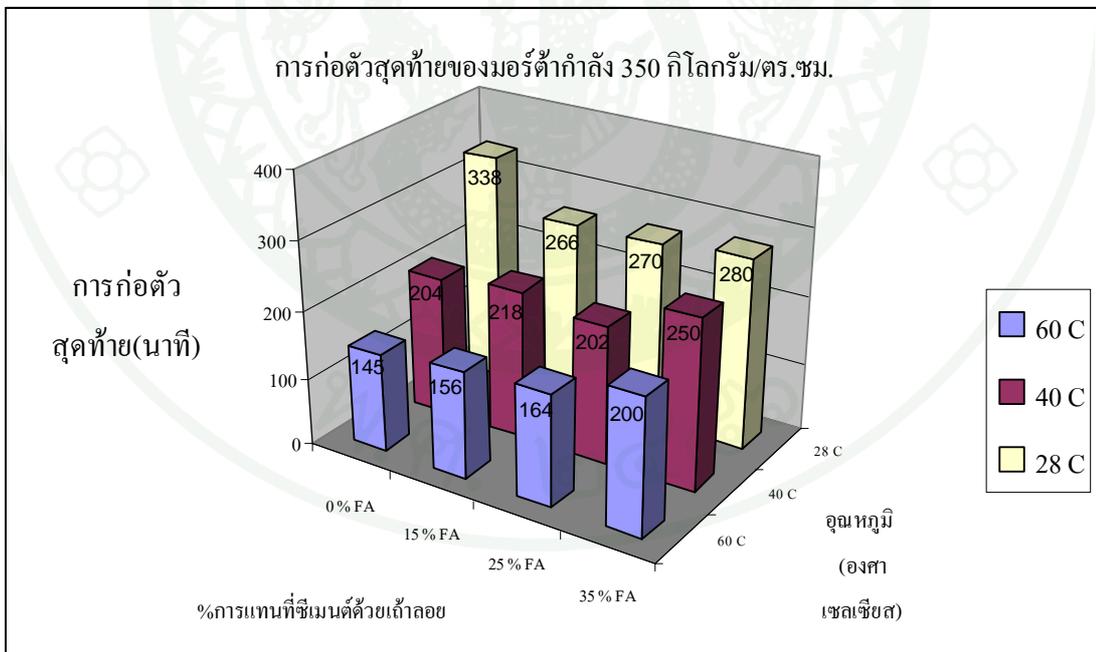
จากการศึกษาได้ผลดังต่อไปนี้

การก่อดั้วสุดท้าย

จากการทดสอบหาค่าการก่อดั้วสุดท้ายของคอนกรีตดังแสดงในภาพที่ 3 และ 4 เมื่ออุณหภูมิในการบ่มสูงขึ้นการก่อดั้วสุดท้ายจะเร็วขึ้นทุกส่วนผสม ซึ่งบ่งชี้ว่าอุณหภูมิการบ่มที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อการเร่งปฏิกิริยาไฮเดรชัน และปฏิกิริยาปอซโซลานิกที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับที่มีรายงานมาแล้ว (Bamforth, 1980; Williams and Owens, 1982) และเมื่อคอนกรีตมีปริมาณการแทนที่ด้วยเถ้าลอยก็จะลดปริมาณการใช้น้ำลง เนื่องจากอนุภาคของเถ้าลอยที่ใช้ในการศึกษานี้มีรูปร่างกลมและมีขนาดค่อนข้างสม่ำเสมอ จากรูปที่ 3 แสดงการก่อดั้วสุดท้ายของมอร์ต้ากำลัง 240 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และรูปที่ 4 แสดงการก่อดั้วสุดท้ายของมอร์ต้ากำลัง 350 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ในช่วงอุณหภูมิการบ่มที่เลือกใช้ 3 ระดับคือ 28, 40 และ 60 องศาเซลเซียส ผลกระทบของการเพิ่มอุณหภูมิต่อระยะเวลาการก่อดั้วของคอนกรีตปกติในช่วงกำลัง 240 และ 350 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ไม่ต่างกัน คือมีผลต่อการลดระยะเวลาการก่อดั้วสุดท้ายอยู่ในระดับร้อยละ 34-57 เมื่อเทียบกับที่ 28 องศาเซลเซียส เช่นเดียวกับคอนกรีตผสมเถ้าลอยที่ใช้ปริมาณแทนที่ในระดับใช้งานทั่วไปร้อยละ 15 ซึ่งมีผลต่อการลดระยะเวลาการก่อดั้วสุดท้ายอยู่ในระดับร้อยละ 18-51 ส่วนคอนกรีตผสมเถ้าลอยที่มีปริมาณแทนที่ในระดับร้อยละ 25 มีผลต่อการลดระยะเวลาการก่อดั้วสุดท้ายอยู่ในระดับร้อยละ 25-46 แต่ที่ระดับปริมาณการแทนที่สูงขึ้นร้อยละ 35 ผลกระทบของอุณหภูมิทำให้คอนกรีตกำลังสูงมีการสูญเสียระยะเวลาการก่อดั้วน้อยกว่าคอนกรีตกำลังต่ำ คืออยู่ในระดับร้อยละ 10-29 ซึ่งแสดงว่า คอนกรีตผสมเถ้าลอยมีแนวโน้มสูญเสียค่า การยุบตัวอย่างน้อยใกล้เคียงหรือน้อยกว่าคอนกรีตปกติ และน้อยลงอีกสำหรับคอนกรีตผสมเถ้าลอยปริมาณมากขึ้น ทำให้มีเวลาทำงานนานพอ



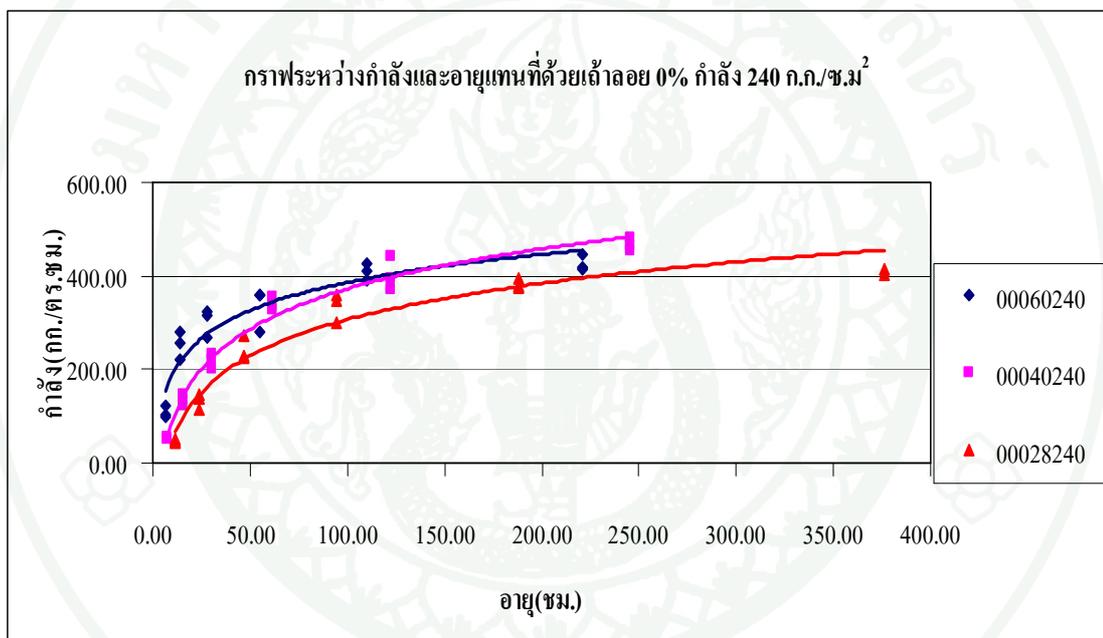
ภาพที่ 3 ระยะเวลาการก่อดำสุดท้ายของมอร์ต้ำ 240 ก.ก./ชม.²



ภาพที่ 4 ระยะเวลาการก่อดำสุดท้ายของมอร์ต้ำ 350 ก.ก./ชม.²

ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังและเวลาในการบ่ม

จากการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างกำลังและเวลาในการบ่มที่อุณหภูมิ 28 , 40 และ 60 องศาเซลเซียส ของส่วนผสมที่มีการแทนที่ซีเมนต์ด้วยเถ้าลอย 0 , 15 , 25 และ 35 เปอร์เซ็นต์ ที่กำลัง 240 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และ 350 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร มีแนวโน้มเช่นเดียวกัน คือ เมื่ออุณหภูมิการบ่มสูง คอนกรีตจะมีกำลังสูงขึ้นตามอุณหภูมิที่บ่มที่ส่วนผสมเดียวกันที่เป็นเช่นนี้ เพราะปฏิกิริยาไฮเดรชันและปอซโซลานถูกเร่งให้เกิดเร็วขึ้น จึงทำให้มีการพัฒนากำลังเร็วขึ้น ตัวอย่างผลการทดสอบแสดงไว้ในภาพที่ 5 ถึงภาพที่ 12



ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอายุของมอร์ต้าที่ไม่ผสมเถ้าลอย (0/28,40,60/240)

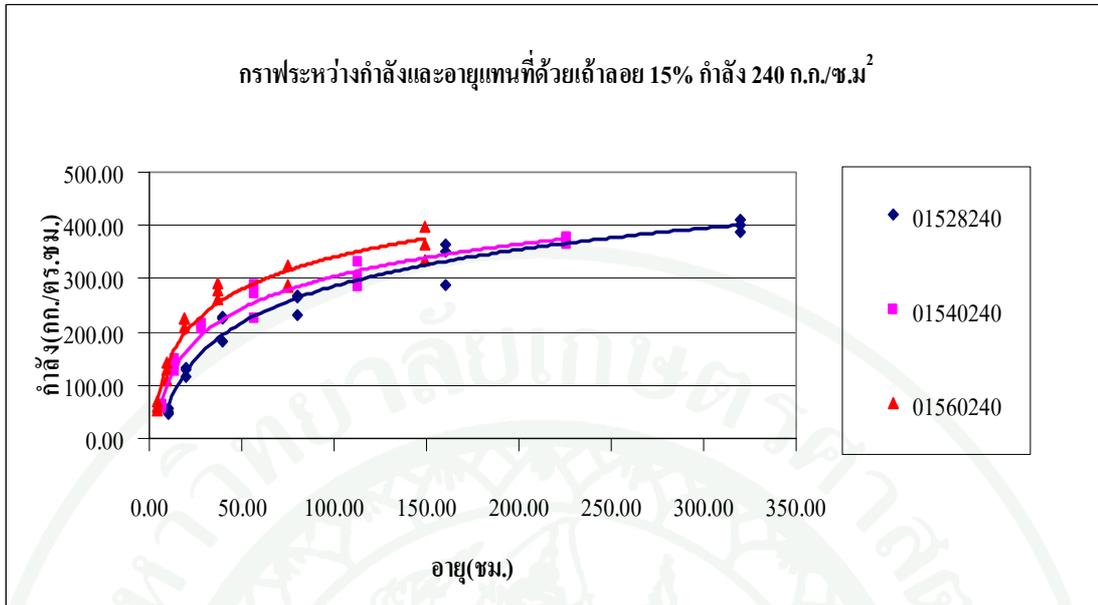
หมายเหตุ ค่า 00060240 คือ

ตัวเลข 3 ตัวแรก คือ จำนวนเปอร์เซ็นต์ผสมเถ้าลอย ในที่นี้คือ 0 เปอร์เซ็นต์

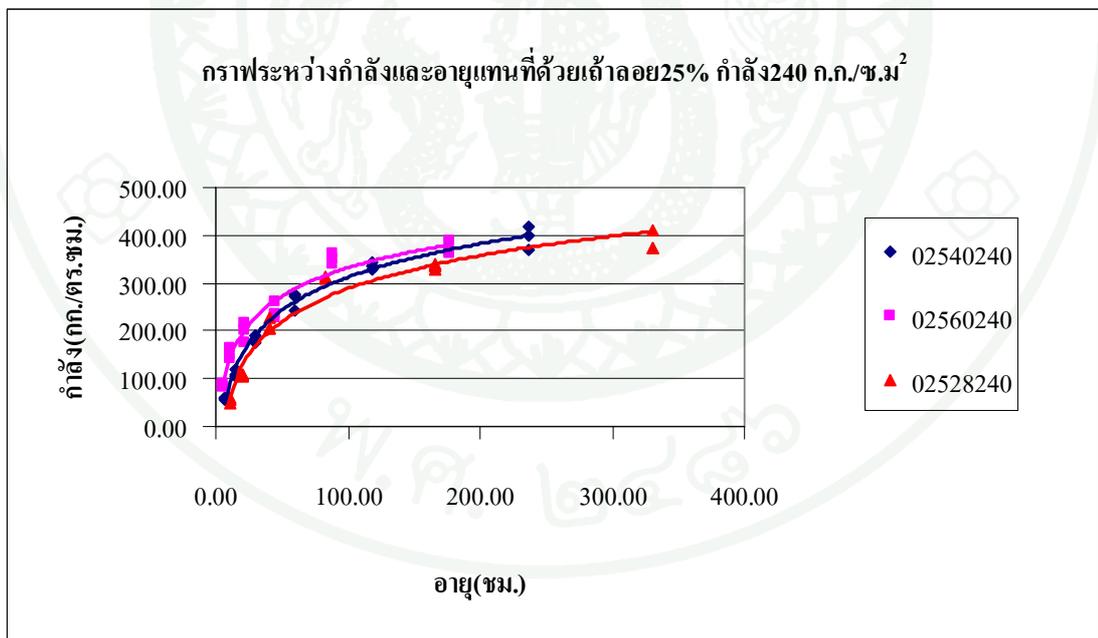
ตัวเลข 2 ตัวกลาง คือ อุณหภูมิที่บ่ม ในที่นี้คือ 60 องศาเซลเซียส

ตัวเลข 3 ตัวท้าย คือ กำลังที่ใช้ในการออกแบบ ในที่นี้คือ 240 กิโลกรัมต่อ ตารางเซนติเมตร

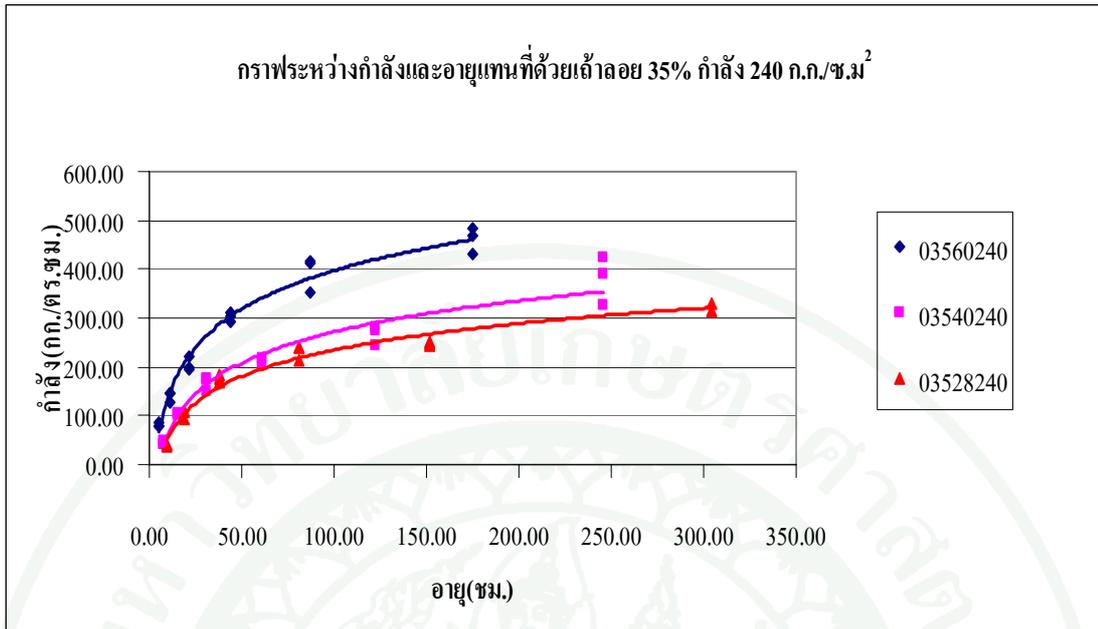
ดังนั้นสัญลักษณ์ 00060240 หมายถึง คอนกรีตผสมเถ้าลอย 0 เปอร์เซ็นต์ บ่มที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส กำลังออกแบบ 240 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร



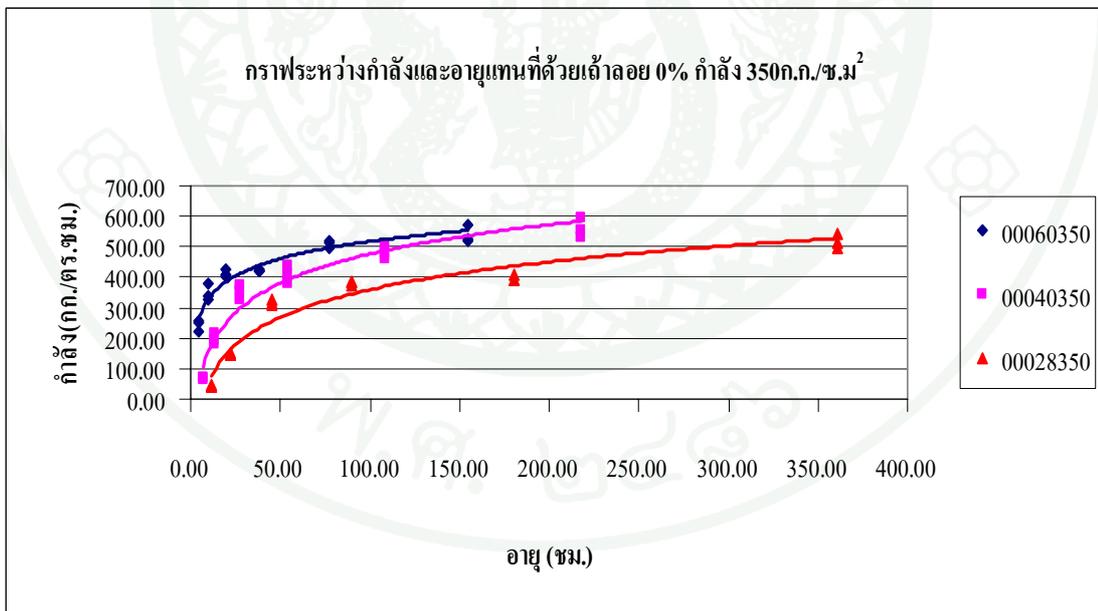
ภาพที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอายุของมอร์ต้าที่ผสมถั่วลอ่ย (15/28,40,60/240)



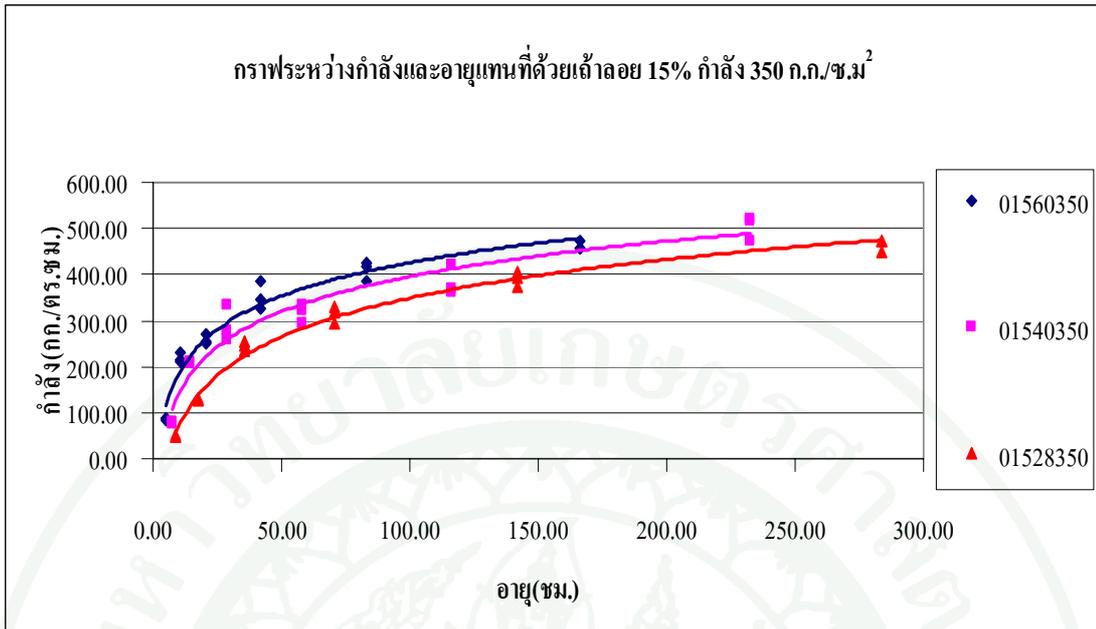
ภาพที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอายุของมอร์ต้าที่ผสมถั่วลอ่ย (25/28,40,60/240)



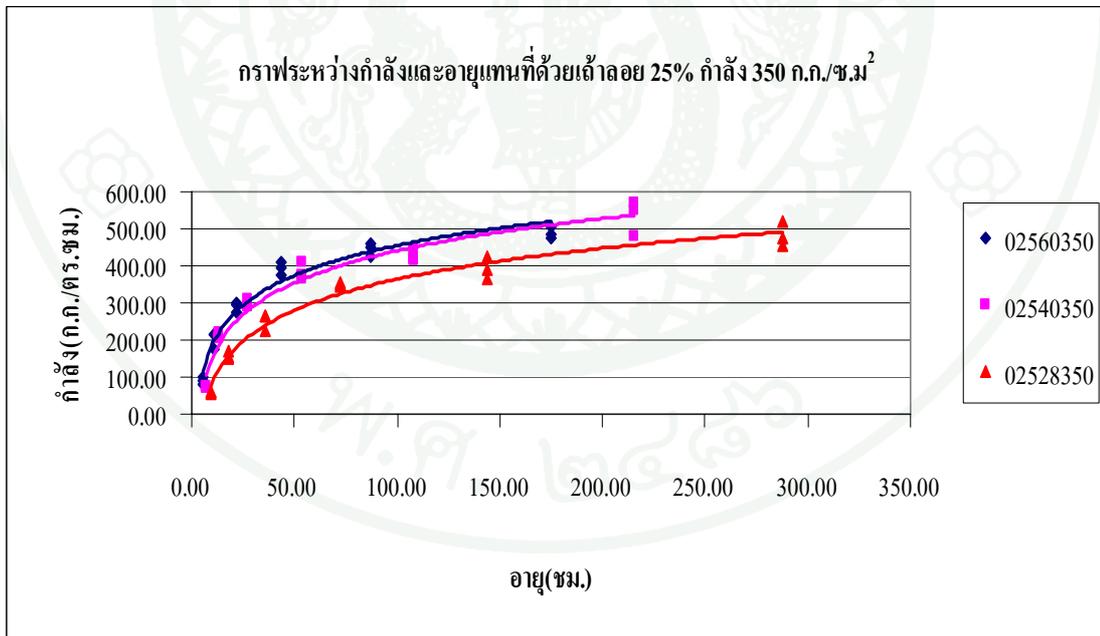
ภาพที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอายุของมอร์ต้าที่ผสมเกลือลอย (35/28,40,60/240)



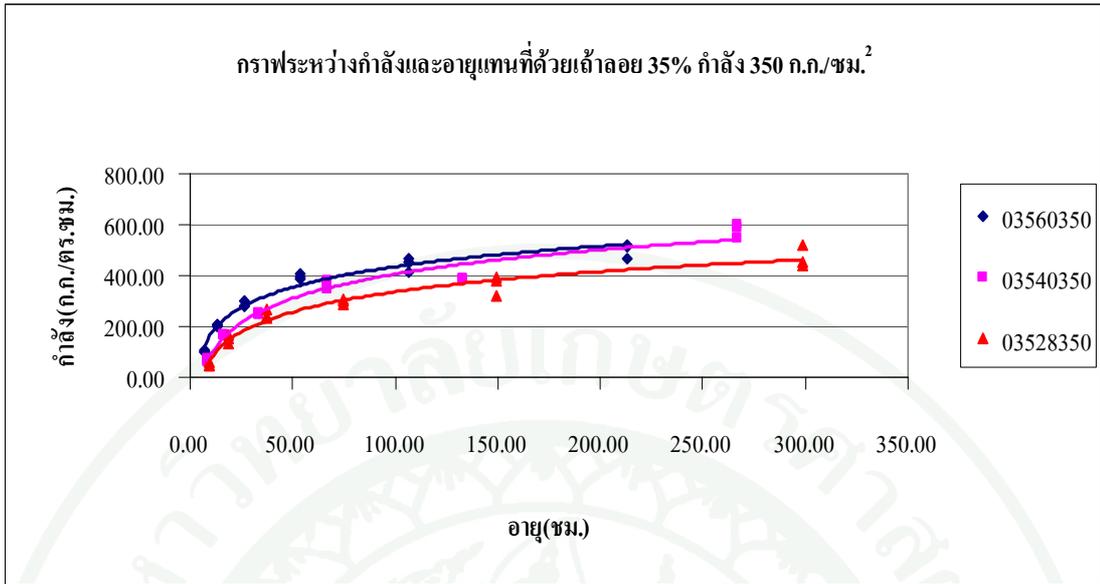
ภาพที่ 9 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอายุของมอร์ต้าที่ไม่ผสมเกลือลอย (0/28,40,60/350)



ภาพที่ 10 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอายุของมอร์ต้าที่ผสมเกลือลอย (15/28,40,60/350)



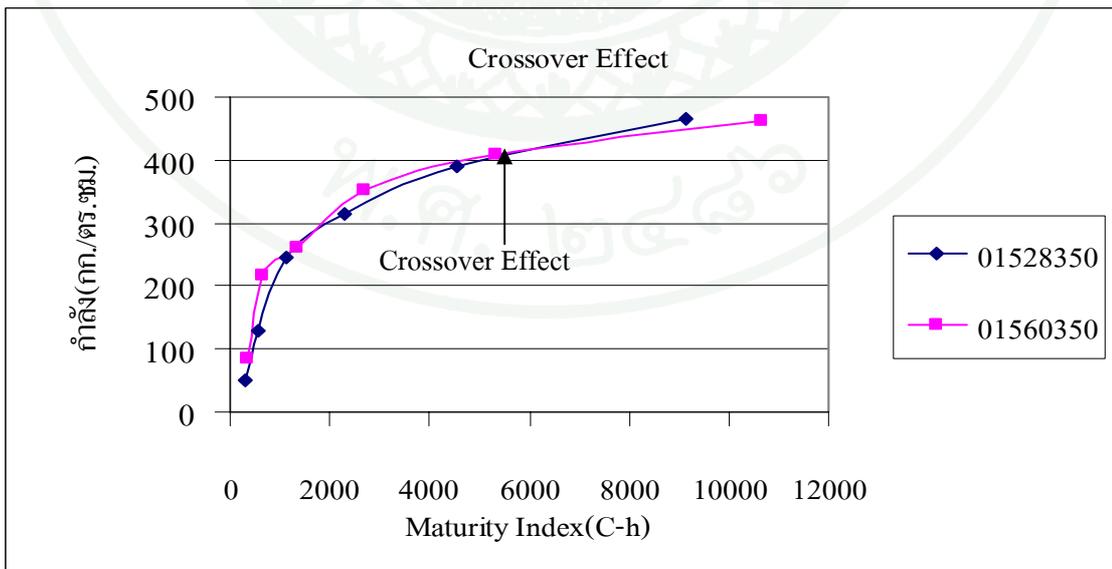
ภาพที่ 11 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอายุของมอร์ต้าที่ผสมเกลือลอย (25/28,40,60/350)



ภาพที่ 12 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอายุของมอร์ต้าที่ผสมถั่วลอย (35/28,40,60/350)

Crossover Effect

จากการพล็อตค่า Maturity Index และกำลังของคอนกรีตผสมถั่วลอย จากการศึกษานี้มีลักษณะดังรูปที่ 13



ภาพที่ 13 การเกิด Crossover ของคอนกรีตผสมถั่วลอย (15/28,60/350)

จากการเปรียบเทียบระหว่างกราฟ Crossover Effect ของคอนกรีตที่ไม่ผสมเถ้าลอย (Carino and Lew, 2001) ดังภาพที่ 2 กับกราฟ Crossover Effect ของมอร์ต้าผสมเถ้าลอยในการศึกษานี้ดังภาพที่ 13 พบว่า Crossover Effect ของคอนกรีตที่ไม่ผสมเถ้าลอยจะเกิดขึ้นเร็วกว่า Crossover Effect ของมอร์ต้าผสมเถ้าลอยเล็กน้อย โดย Crossover Effect ของคอนกรีตที่ไม่ผสมเถ้าลอยจะมีค่าดัชนี Maturity (Maturity Index) ประมาณ 200 องศาเซลเซียส-วัน ส่วน Crossover Effect ของมอร์ต้าผสมเถ้าลอยมีค่าดัชนี Maturity ประมาณ 6000 องศาเซลเซียส-ชั่วโมง (250 องศาเซลเซียส-วัน) ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน แต่การเกิด Crossover Effect ของคอนกรีตผสมเถ้าลอยที่ทำการวิจัยนั้นไม่ชัดเจนนัก เนื่องจากอุณหภูมิการบ่มที่ใช้ไม่แตกต่างกันมาก ทำให้ได้ผลไม่ชัดเจน

อุณหภูมิฐานและพลังงานปรากฏ

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างคอนกรีตที่ไม่มีและมีเถ้าลอยในส่วนผสม อุณหภูมิมีผลกระทบต่อการพัฒนากำลังที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับระดับกำลังและปริมาณการแทนที่ของเถ้าลอย ซึ่งมีผลกระทบต่อหาอุณหภูมิฐาน ซึ่งหมายความถึง อุณหภูมิที่ทำให้คอนกรีตที่มีและไม่มีเถ้าลอยในส่วนผสมมีการพัฒนากำลังน้อยมาก จากการหาอุณหภูมิฐานตามวิธีที่ ASTM C1074 แนะนำแสดงค่าในตารางที่ 2 ดังนี้

ตารางที่ 2 ค่าอุณหภูมิฐานของคอนกรีตที่ผสมและไม่ผสมเถ้าลอย

กำลัง (ก.ก./ซ.ม. ²)	เปอร์เซ็นต์แทนที่เถ้าลอย (อุณหภูมิฐาน)			
	0%	15%	25%	35%
240	-8.46	0.85	1.79	2.27
350	-7.22	-4.15	-0.24	-0.01

ในคอนกรีตปกติมีการยอมรับว่า อุณหภูมิที่อยู่ระหว่าง -12 ถึง -10 องศาเซลเซียส มีผลกระทบต่อการทำปฏิกิริยาไฮเดรชัน ทำให้อัตราการเพิ่มขึ้นของกำลังเกิดขึ้นต่ำ และมักกำหนดอุณหภูมิฐานที่ -10 องศาเซลเซียส สำหรับอุณหภูมิการบ่ม 0 ถึง 20 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิฐานมักสูงขึ้นในการบ่มที่มีอุณหภูมิสูงขึ้นจาก 20 องศาเซลเซียส (Neville, 1999) และจากการศึกษาพบว่าคอนกรีตที่ผสมสารปอซโซลานบางชนิด มีค่าอุณหภูมิฐานอยู่ระหว่าง -7.71 องศาเซลเซียส ถึง -0.81 องศาเซลเซียส ซึ่งสูงกว่า -10 องศาเซลเซียส หมายความว่าคอนกรีตผสมเถ้าลอยหยุดการเกิดปฏิกิริยาที่อุณหภูมิสูงกว่าค่าที่กำหนด (Wang and Ge, 2003)

จากตารางที่ 2 จะเห็นว่าในช่วงอุณหภูมิที่ศึกษา คอนกรีตที่ไม่ผสมเถ้าลอยมีค่าอุณหภูมิฐานอยู่ระหว่าง -8.46 ถึง -7.22 องศาเซลเซียส เมื่อเปอร์เซ็นต์แทนที่เถ้าลอยสูงขึ้น อุณหภูมิฐานมีแนวโน้มสูงขึ้นและอุณหภูมิฐานของคอนกรีตผสมเถ้าลอยมีค่าสูงกว่าค่าที่ใช้โดยทั่วไป โดยมีผลกระทบจากทั้งปริมาณการแทนที่และระดับกำลังของคอนกรีต

ข้อมูลจากการหาอุณหภูมิฐานข้างต้นได้นำอุณหภูมิฐานไปคำนวณค่า Time-Temperature Factor (TTF) ตามสมการของ Nurse and Saul ดังสมการที่ (2) จะเห็นว่า ค่าที่ทำนายจะมีค่าต่ำในช่วงต้นและมีค่าสูงเกินจริงในช่วงหลัง จึงมีการนำเสนอสมการของ Arrhenius ดังสมการที่ (3) เพื่อให้ทำนายกำลังโดยรวมผลของปฏิกิริยาเคมีแบบง่าย โดยกำหนดเป็นอายุเสมือน (Equivalent Age) ซึ่งใช้สมการ Arrhenius นั้นจำเป็นต้องหาค่าพลังงานปรากฏ (Activation Energy) ด้วยโดยพลังงานปรากฏสามารถหาได้จากการพล็อตกราฟระหว่าง $\ln(K)$ กับ $1/\text{อุณหภูมิ (1/เคลวิน)}$ โดยให้ค่า $\ln(K)$ อยู่แกนตั้งและ $1/\text{อุณหภูมิ (1/เคลวิน)}$ อยู่แกนนอน ซึ่งค่าความชันของกราฟคือค่าพลังงานปรากฏ (Activation Energy) หาด้วยค่าคงที่ของก๊าซ (R, Gas Constant มีค่าเท่ากับ 8.31 J/K.mol) หรือ Q ซึ่งค่า Q ที่หาได้ แสดงไว้ในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่า Q ของคอนกรีตที่ผสมและไม่ผสมเถ้าลอย

กำลัง (ก.ก./ซ.ม. ²)	ค่า Q สำหรับเปอร์เซ็นต์แทนที่เถ้าลอย			
	0%	15%	25%	35%
240	1752	2364	2810	2696
350	1987	2124	2385	2180

เมื่อนำค่า Q ที่หาได้จากตารางที่ 3 ไปคำนวณค่า E พลังงานปรากฏ (Activation Energy) จะได้ค่าดังแสดงไว้ในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่า E ของคอนกรีตที่ผสมและไม่ผสมเถ้าลอย

กำลัง (ก.ก./ซ.ม. ²)	ค่า E สำหรับเปอร์เซ็นต์แทนที่เถ้าลอย			
	0%	15%	25%	35%
240	14561	19644	23349	22405
350	16513	17650	19823	18117

จากตารางที่ 4 ค่าพลังงานปรากฏ E ที่หาจะมีความแตกต่างจากค่าพลังงานปรากฏ E ที่ได้จากสมการ 3a (33300 จูลต่อโมล) (Freiesleben-Hansen, 1977) และค่าพลังงานปรากฏ E ของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ที่ไม่ผสมสารผสมเพิ่มจะมีค่าระหว่าง 40000 ถึง 45000 จูลต่อโมล (ASTM) ที่เป็นเช่นนี้ เนื่องจากผลกระทบจากการแทนที่ด้วยเถ้าลอย และกำลังของคอนกรีตรวมทั้งอุณหภูมิที่บ่มด้วย ซึ่ง E ของคอนกรีตที่บ่มที่อุณหภูมิสูงค่าพลังงานปรากฏจะลดลงในอัตราที่เร็วกว่าคอนกรีตที่บ่มที่อุณหภูมิต่ำ (Jonasson, 1985; Kjellsen, 1993) อย่างไรก็ตามจากงานวิจัยอื่นค่าพลังงานปรากฏ E มีความผันแปรอยู่บ้างดังแสดงในตารางที่ 1 สำหรับการศึกษานี้จะเห็นได้ว่า คอนกรีตที่ไม่ผสมเถ้าลอยมีค่า E อยู่ระหว่าง 14561 จูลต่อโมล ถึง 16513 จูลต่อโมล และคอนกรีตที่ผสมเถ้าลอยมีค่าอยู่ระหว่าง 17650 จูลต่อโมล ถึง 23349 จูลต่อโมล

การทำนายกำลังอัดโดยวิธี Maturity

การทำนายกำลังอัดโดยวิธี Maturity ประยุกต์จาก ASTM C 1074 โดยใช้ผลกำลังของแท่งคอนกรีตทรงกระบอกเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร ซึ่งบ่มที่อุณหภูมิ 28, 40 และ 60 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิการบ่มตัวอย่างเป็นตัวแปรหนึ่งที่น่าสนใจในการทำนายกำลัง

การทำนายกำลังนี้เป็นการหาค่า Maturity ของคอนกรีตผสมเถ้าลอย โดยมีเปอร์เซ็นต์แทนที่ซีเมนต์ด้วยเถ้าลอย 25 เปอร์เซ็นต์ กำลังของคอนกรีต 240 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และ บ่มที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน จากนั้นนำไปบ่มด้วยน้ำปกติจนคอนกรีตผสมเถ้าลอยมีอายุครบ 56 วัน โดยในขณะที่บ่มนั้นได้บันทึกอุณหภูมิของคอนกรีตผสมเถ้าลอยตลอด 56 วัน จากนั้นใช้สมการ Nurse-Saul คำนวณหา Time-Temperature Factor (TTF) ของคอนกรีตผสมเถ้าลอย โดยก่อนที่จะคำนวณ TTF ต้องทราบค่าอุณหภูมิฐานของคอนกรีตผสมเถ้าลอยก่อน คือ 1.79 องศาเซลเซียส โดยได้จากการเขียนกราฟระหว่างค่า K และอุณหภูมิในการบ่ม เพื่อนำมาหาค่าอุณหภูมิฐาน โดยค่า K ของแต่ละอุณหภูมินั้นสามารถหาได้จากวิธีการที่กล่าวไว้ในวิธีการทดลองข้างต้น ค่าอุณหภูมิฐานที่ได้มีค่าค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับคอนกรีตปกติ ซึ่งใช้เท่ากับ -10 องศาเซลเซียส ในประเทศเขตอบอุ่น (Neville, 1999) และ 0 องศาเซลเซียส ในอุณหภูมิอากาศในช่วง 0 ถึง 40 องศาเซลเซียส (ASTM C 1074)

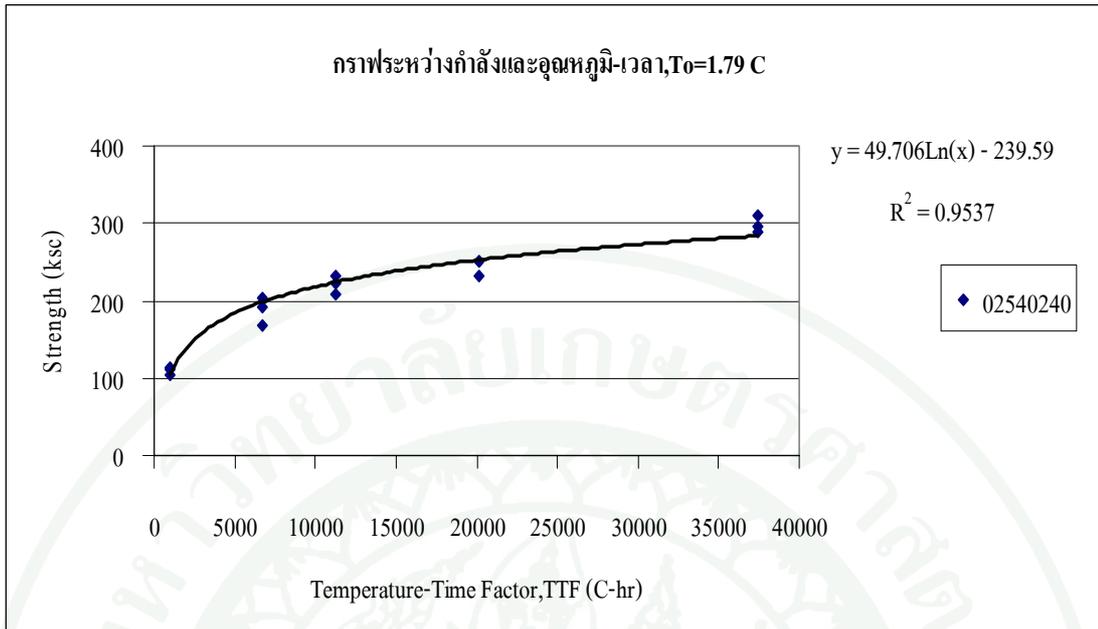
สมการ Arrhenius สามารถหาได้จากการนำค่า K ที่ได้และค่าอุณหภูมิในการบ่ม โดยนำค่า K ไปพล็อตในรูปแบบ $\ln(K)$ ในแกนตั้ง และ $1/\text{อุณหภูมิ}$ ($1/\text{เคลวิน}$) ในแกนนอน เมื่อนำไปพล็อตกราฟจะได้กราฟเส้นตรง ค่าความชันของกราฟที่ได้คือ ค่า Q ของคอนกรีตผสมเถ้าลอย หรือค่า Activation

Energy หาด้วยค่า Gas Constant คือ 2809.7 องศาเซลวิน เมื่อได้ค่า Q แล้วนำค่า Q ที่ได้ไปคำนวณหา ค่า Equivalent Age (t_e) ต่อไปโดยอุณหภูมิอ้างอิง(T_r) เท่ากับ 20 องศาเซลเซียส เมื่อได้ค่าอุณหภูมิฐาน และค่า Q แล้วนำค่าเหล่านี้ไปคำนวณหา TTF และ Equivalent Age (t_e) จะได้ผลลัพธ์ดังแสดงไว้ใน ตารางที่ 5

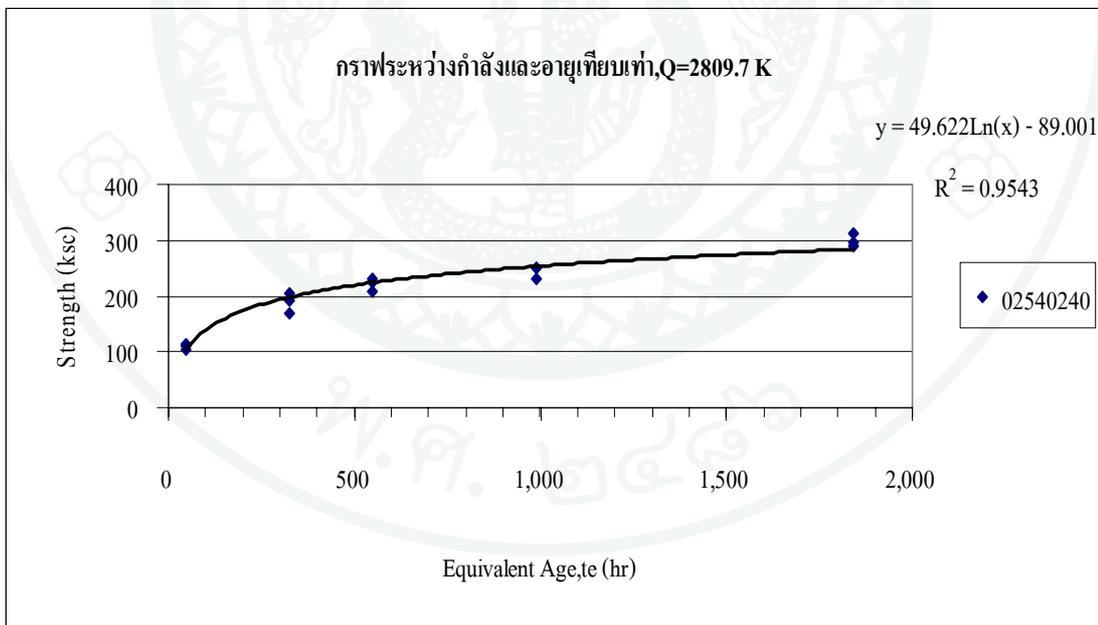
ตารางที่ 5 ค่า TTF และ Equivalent Age (t_e) ของคอนกรีตผสมเถ้าลอย (25/ 40/ 240)

อายุ (วัน)	ตัวอย่างที่	ความหนาแน่น (ตัน/ลบ.ม.)	กำลังรับแรงอัด (ก.ก./ตร.ซ.ม.)	กำลังรับแรงอัดเฉลี่ย (ก.ก./ตร.ซ.ม.)	Temp-Time Factor, TTF (C-hr)	Equivalent Age, t_e (hr)
1	1	2.33	104.43			
	2	2.42	112.13	110.18	986.39	48.09
	3	2.39	113.98			
7	1	2.42	192.86			
	2	2.38	168.64	188.63	6738.98	327.43
	3	2.37	204.38			
14	1	2.37	208.84			
	2	2.37	223.36	221.03	11236.21	547.99
	3	2.39	230.89			
28	1	2.43	251.59			
	2	2.41	232.30	244.88	20187.34	987.38
	3	2.32	250.74			
56	1	2.42	311.24			
	2	2.35	294.78	297.95	37424.24	18339.70
	3	2.36	287.82			

จากนั้นนำค่า TTF และกำลังไปพล็อตกราฟ โดยให้ TTF อยู่แกนนอน ส่วนกำลังอยู่แกนตั้ง กราฟที่ได้แสดงไว้ในภาพที่ 14 และพล็อตกราฟระหว่าง Equivalent Age และกำลัง โดยให้ค่า Equivalent Age อยู่แกนนอน ส่วนกำลังอยู่แกนตั้ง กราฟที่ได้แสดงไว้ในภาพที่ 15



ภาพที่ 14 ความสัมพันธ์ระหว่าง TTF และกำลัง



ภาพที่ 15 ความสัมพันธ์ระหว่างอายุเสมือนและกำลัง

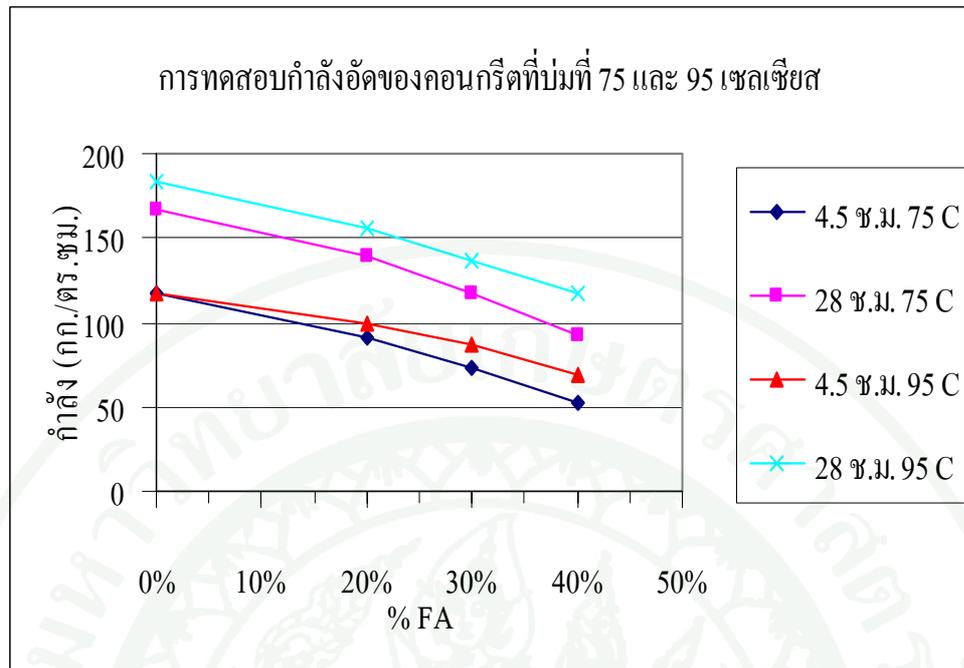
การเปรียบเทียบการทำนายกำลังอัดกับการทดสอบจริง

เพื่อเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของสมการและค่าอุณหภูมิฐานที่ได้จึงได้ประมาณการทำนายกำลังของคอนกรีตที่มีเปอร์เซ็นต์การแทนที่เถ้าลอย จากข้อมูลที่มีอยู่ซึ่งมีเถ้าลอยแทนที่ซีเมนต์ 25 เปอร์เซ็นต์ กำลัง 240 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ป้มที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสและมี $w/b=0.50$ (จุดพล, 2546) ซึ่งใช้อุณหภูมิสูง (75, 95 องศาเซลเซียส) ในการบ่มคอนกรีตผสมเถ้าลอย 0, 20, 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ และได้ทดลองประมาณค่าคอนกรีตที่ผสม เถ้าลอย 25 เปอร์เซ็นต์ จากค่ากำลังดังกล่าวเพื่อใช้เปรียบเทียบผลจากการทำนายด้วย Maturity ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 กำลังอัดของคอนกรีตผสมเถ้าลอย $w/b=0.50$

วิธีการบ่ม	อายุทดสอบ (ชั่วโมง)	กำลังอัดของคอนกรีตที่แทนที่ซีเมนต์ด้วยเถ้าลอย (กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร)				
		0 % FA	20%FA	25%FA	30%FA	40%FA
บ่มที่ 75 C°	4.5	116.8	90.6		73.4	53.0
คาดการณ์ 25%(Exp.)				82.0		
คาดการณ์กำลังจาก				48.6		
Maturity/(% error)				(-40.1%)		
บ่มที่ 75 C°	28	167.3	139.9		117.4	92.7
คาดการณ์ 25%(Exp.)				128.6		
คาดการณ์กำลังจาก				139.4		
Maturity/ (% error)				(9.2%)		
บ่มที่ 95 C°	4.5	117.2	99.8		86.5	68.9
คาดการณ์ 25%(Exp.)				93.1		
คาดการณ์กำลังจาก				60.6		
Maturity /(% error)				(-34.6%)		
บ่มที่ 95 C°	28	183.8	155.8		136.2	117.8
คาดการณ์ 25%(Exp.)				146		
คาดการณ์กำลังจาก				151.4		
Maturity/ (% error)				(4.2%)		

ที่มา: จุดพล (2546)



ภาพที่ 16 ผลการทดสอบกำลังอัดของคอนกรีตที่บ่มที่ 75 และ 95 องศาเซลเซียส w/b=0.5 ที่พลอตเป็นกราฟ

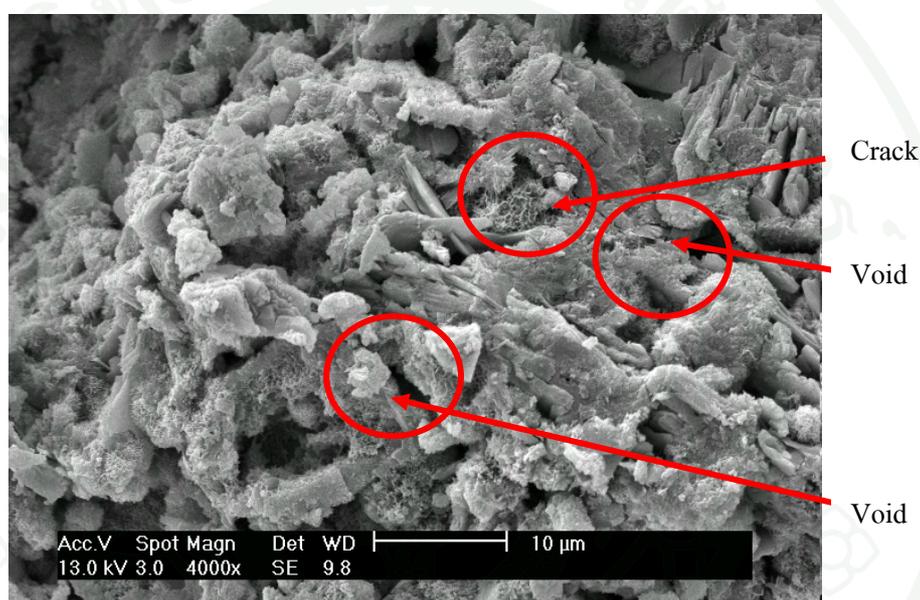
ที่มา: จตุพล (2546)

จากกราฟในภาพที่ 16 ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากจตุพล ฤกษ์อัครการ (2546) ค่ากำลังอัดของคอนกรีตที่บ่มที่ 75 และ 95 องศาเซลเซียส ค่าที่ได้มีแนวโน้มเป็นเส้นตรง (Linear) จึงสามารถใช้หาค่าเฉลี่ยของกำลังได้ ส่วนค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนเมื่อเทียบกับผลการทดสอบจริงมีค่าสูงเกินจริงนั้นเนื่องจากอายุการทดสอบที่ 4.5 ชั่วโมงไม่ได้อยู่ในขอบเขตของกราฟ Maturity ที่ทำขึ้นขณะที่การประมาณข้อมูลที่อายุ 28 วันให้ผลที่น่าพอใจ (ความคลาดเคลื่อนร้อยละ 4.2-9.2)

ลักษณะโครงสร้างภายในของซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าลอย

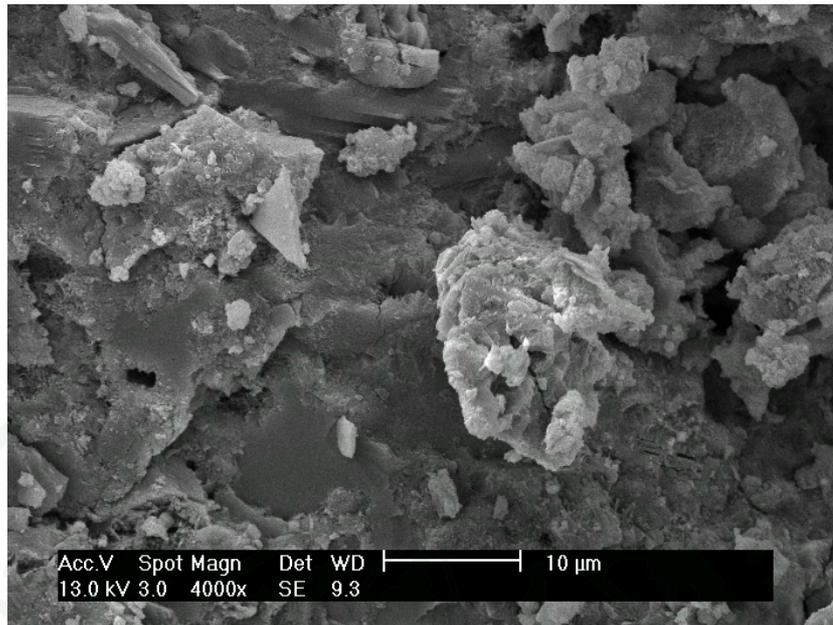
จากการถ่ายภาพกำลังขยายสูงขนาด 4,000 เท่าของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ที่ผสมเถ้าลอย 0 เปอร์เซ็นต์ กำลัง 240 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร บ่มที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ด้วยเครื่อง SEM แสดงไว้ในภาพที่ 17 ที่อายุทดสอบ 14 วัน พบว่า มีลักษณะพรุน ปรากฏช่องว่างและรอยแตกร้าว โครงสร้างจุลภาคมีความทึบมากขึ้นเมื่ออายุซีเมนต์เพสต์ 28 วัน มีผลผลิตของปฏิกิริยา ไฮเดรชันเกิดขึ้น โดยผลผลิตเหล่านี้จะขยายเข้าไปในโพรงหรือช่องว่างมากขึ้น และขณะเดียวกันการ

เกิดปฏิกิริยาเข้าไปในอนุภาคซีเมนต์มากขึ้น (Inner Product) ทำให้มีความทึบแน่นมากขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 18 ส่วนซีเมนต์เพสต์ที่ผสมเถ้าลอย 25 เปอร์เซ็นต์ กำลัง 240 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร บ่มที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ที่อายุ 14 วัน พบว่า ซีเมนต์เพสต์จะมีความทึบแน่นมาก และมีรอยร้าวเกิดขึ้น อนุภาคของเถ้าลอยจะแทรกอยู่ตามช่องว่าง บนผิวอนุภาคเถ้าลอยมีผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาเกิดขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 19 ส่วนอายุทดสอบที่ 28 วัน พบว่า ซีเมนต์เพสต์จะมีความทึบแน่นมากกว่าที่อายุทดสอบที่ 14 วัน เถ้าลอยจะเกิดปฏิกิริยาปอซโซลานิกอย่างต่อเนื่อง โดยสังเกตจากผิวอนุภาคเถ้าลอย มีผลิตภัณฑ์ปกคลุมชัดเจน ดังแสดงในภาพที่ 20 ซึ่งเป็นภาพถ่ายกำลังขยาย 2,000 เท่า



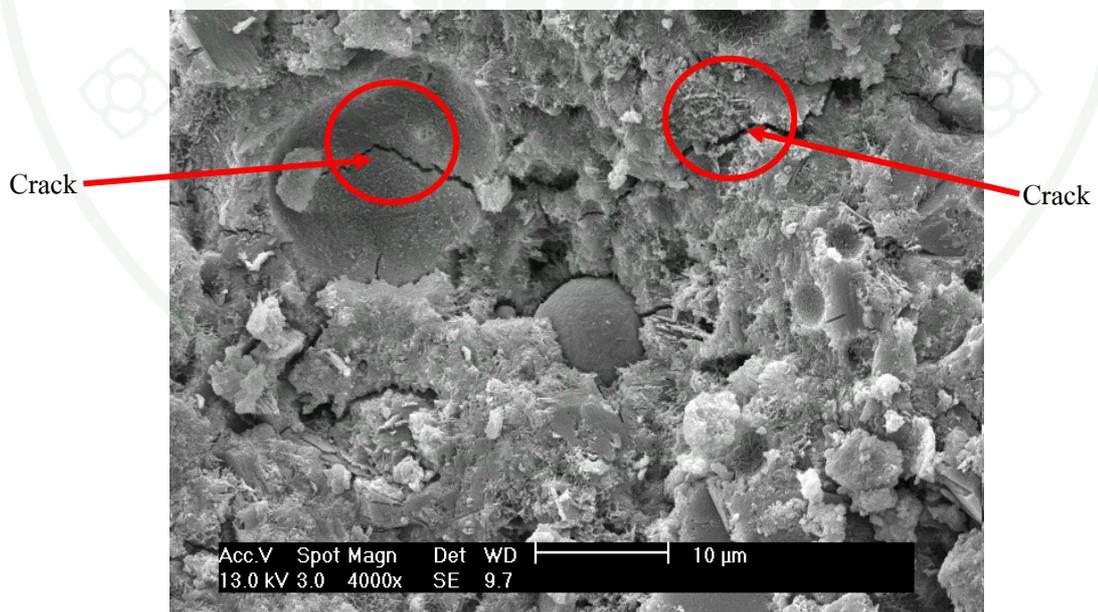
ภาพที่ 17 ภาพถ่ายกำลังสูงของซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าลอย (0/ 40/ 240) ที่อายุทดสอบ 14 วัน

ที่มา: ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2552)



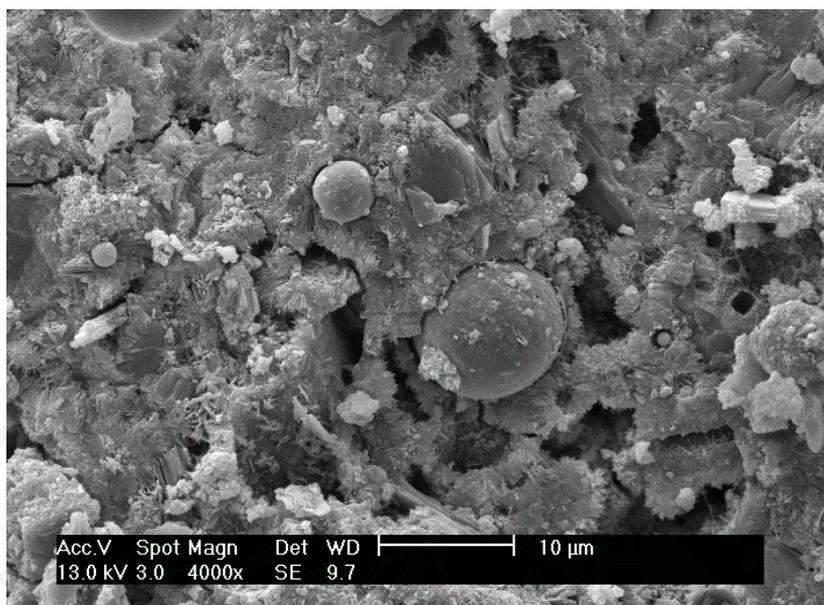
ภาพที่ 18 ภาพถ่ายกำลังขยายสูงของซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าลอย (0/ 40/ 240) ที่อายุทดสอบ 28 วัน

ที่มา: ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2552)



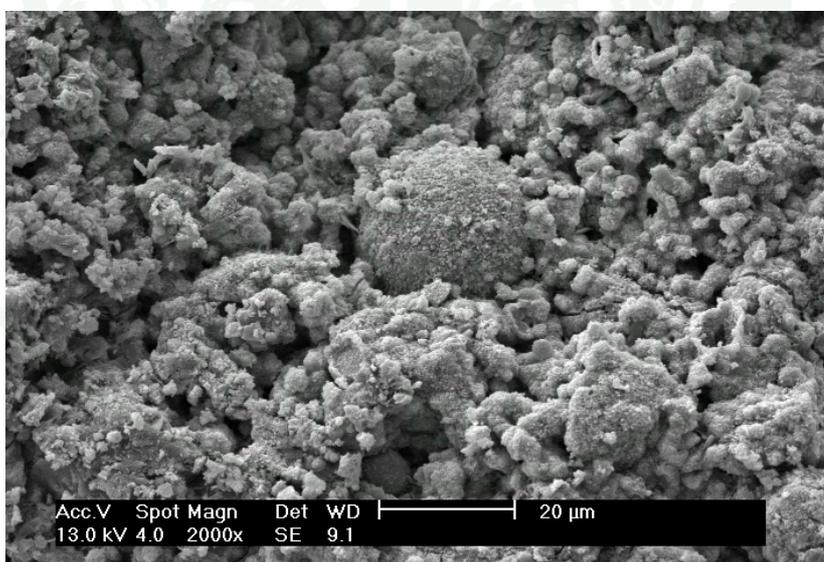
ภาพที่ 19 ก ภาพถ่ายกำลังสูงของซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าลอย (25/ 40/ 240) ที่อายุทดสอบ 14 วัน

ที่มา: ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2552)



ภาพที่ 19 ข ภาพถ่ายกำลังสูงของซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าลอย (25/ 40/ 240) ที่อายุทดสอบ 14 วัน

ที่มา: ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2552)

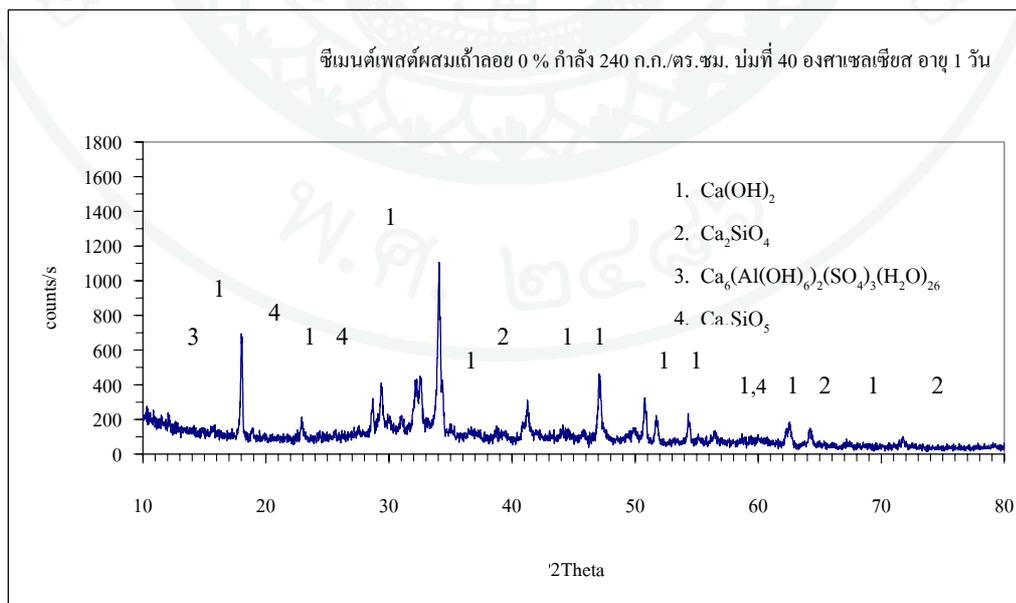


ภาพที่ 20 ภาพถ่ายกำลังขยายสูงของซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าลอย (25/ 40/ 240) ที่อายุทดสอบ 28 วัน

ที่มา: ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2552)

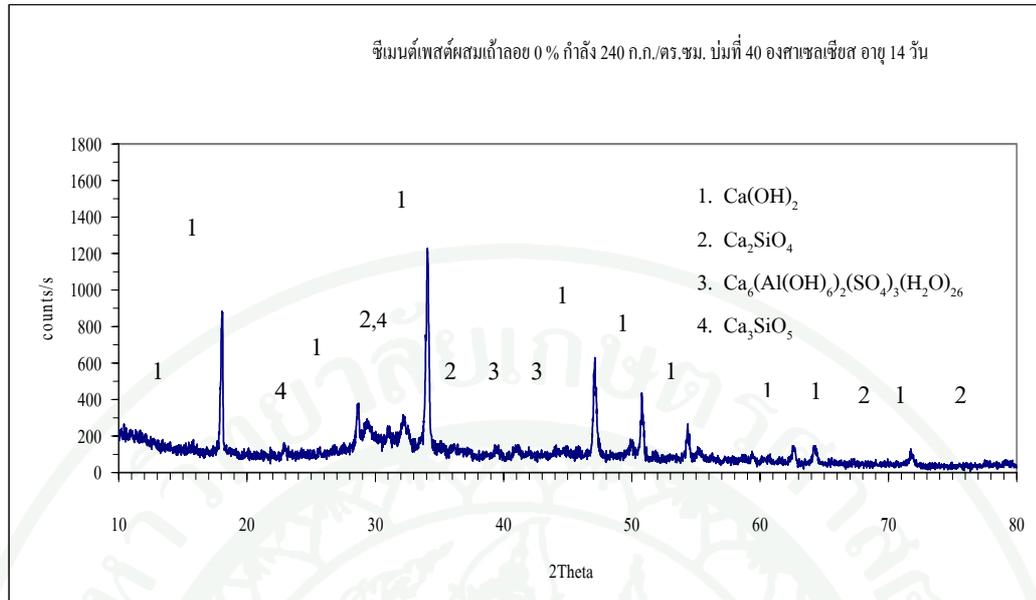
จากการวิเคราะห์สถานะทางผลึกของซีเมนต์พอสต์ผสมเถ้าลอย 0 เปอร์เซ็นต์ กำลัง 240 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร บ่มที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ด้วยเครื่อง XRD โดยพิจารณาจากความเข้ม (Intensity) ของสารประกอบแคลเซียมไฮดรอกไซด์ จากภาพที่ 21 และ 22 เป็นการแสดงปริมาณของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่อายุ 1 และ 14 วัน พบว่า ปริมาณของแคลเซียมไฮดรอกไซด์มีปริมาณของ Peak ที่ใกล้เคียงกัน แต่เมื่อเวลาผ่านไปปริมาณ Peak ของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่อายุ 28 วัน จะมี Peak สูงขึ้นกว่า 2 ช่วงอายุแรกแสดงว่า ปฏิกิริยาไฮเดรชันยังไม่สิ้นสุดดังแสดงไว้ในภาพที่ 23 นอกจากนี้จากภาพทั้ง 3 จะมี C-S-H และ Ettringite เกิดขึ้น

เมื่อเปรียบเทียบการวิเคราะห์สถานะทางผลึกของซีเมนต์พอสต์ผสมเถ้าลอย 25 เปอร์เซ็นต์ กำลัง 240 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร บ่มที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ด้วยเครื่อง XRD เช่นกัน พบว่า จากภาพที่ 24, 25 และ 26 จะมีปริมาณและ Peak ของแคลเซียมไฮดรอกไซด์เกิดขึ้นใกล้เคียงกัน แต่ Peak ของแคลเซียมไฮดรอกไซด์จากภาพที่ 24, 25 และ 26 จะต่ำกว่า Peak ของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ของซีเมนต์พอสต์ควบคุม ดังภาพที่ 21, 22 และ 23 แสดงว่าปริมาณของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ลดลงเป็นผลให้เกิดปฏิกิริยาปอซโซลานิกซ์ขึ้น ทำให้มี C-S-H เกิดมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง Peak ของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ของซีเมนต์พอสต์ที่มีเปอร์เซ็นต์การแทนที่เถ้าลอย 25 เปอร์เซ็นต์ บ่มที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส อายุ 28 วัน กำลังที่ออกแบบ 240 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ดังภาพที่ 26 จะมีค่าต่ำกว่า Peak ของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ของซีเมนต์พอสต์ควบคุมมาก ดังภาพที่ 23



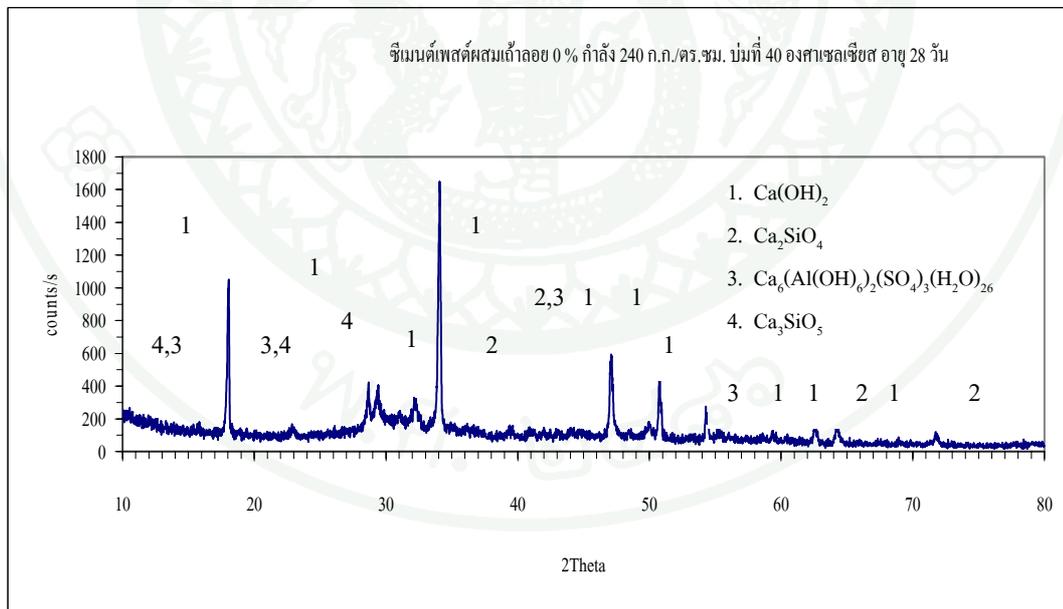
ภาพที่ 21 การวิเคราะห์ XRD ของซีเมนต์พอสต์ผสมเถ้าลอย (0/ 40/ 240) ที่อายุทดสอบ 1 วัน

ที่มา: ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2552)



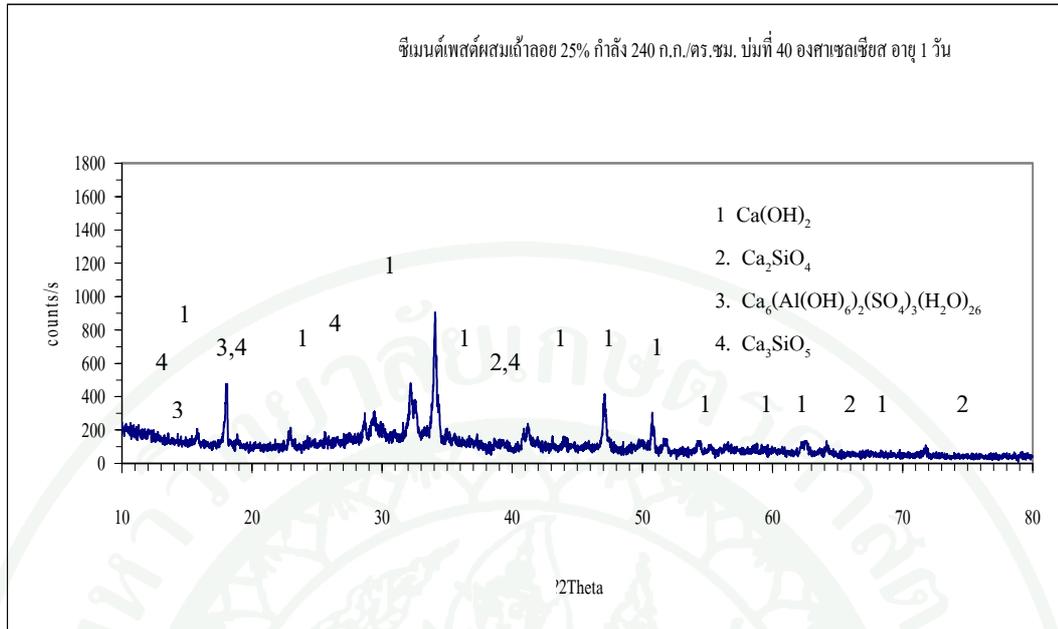
ภาพที่ 22 การวิเคราะห์ XRD ของซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าลอย (0/ 40/ 240) ที่อายุทดสอบ 14 วัน

ที่มา: ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2552)



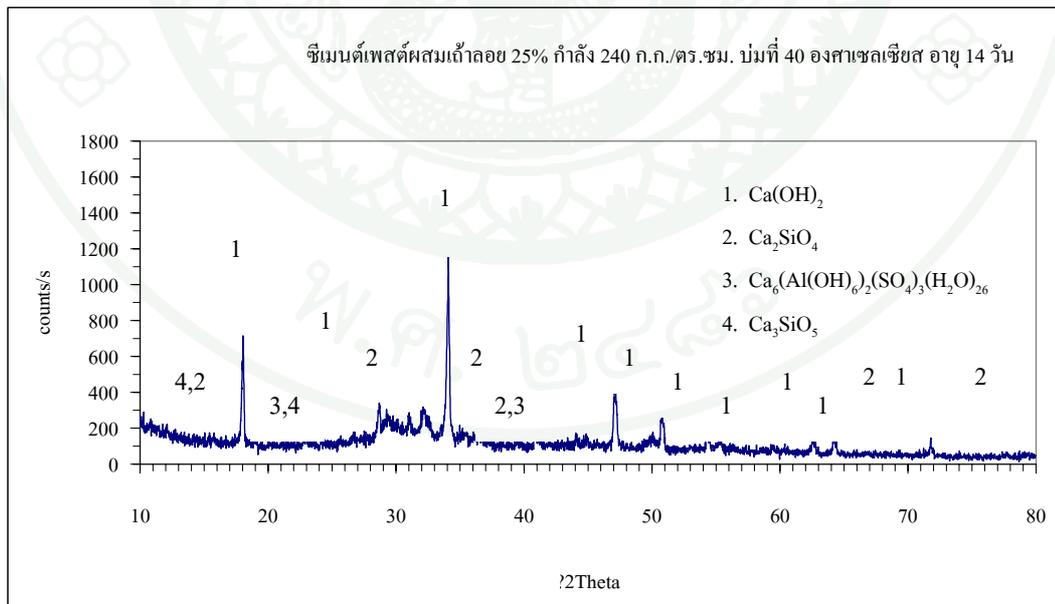
ภาพที่ 23 การวิเคราะห์ XRD ของซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าลอย (0/ 40/ 240) ที่อายุทดสอบ 28 วัน

ที่มา: ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2552)



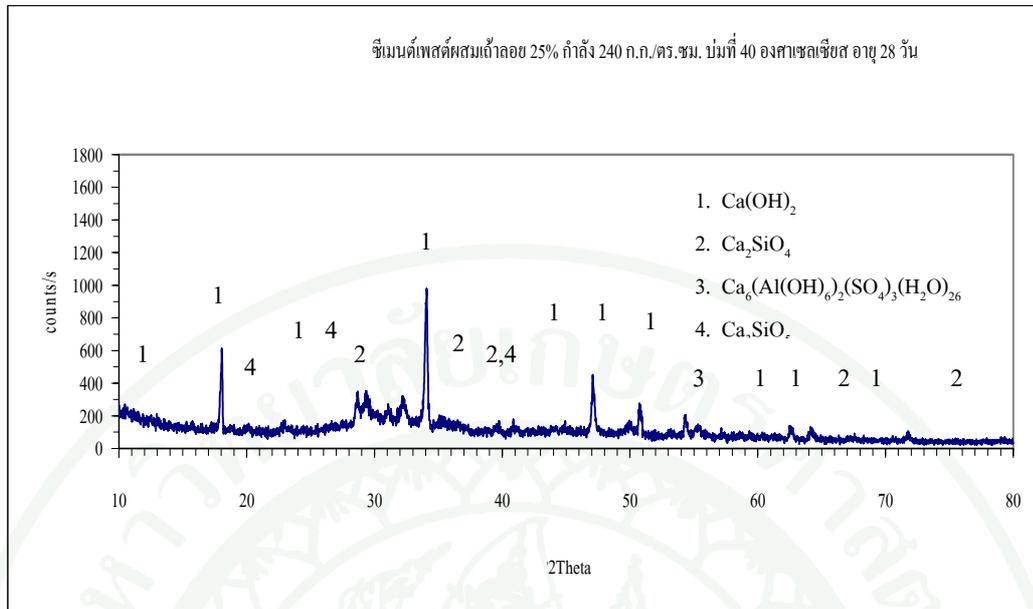
ภาพที่ 24 การวิเคราะห์ XRD ของซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าลอย (25/ 40/ 240) ที่อายุทดสอบ 1 วัน

ที่มา: ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2552)



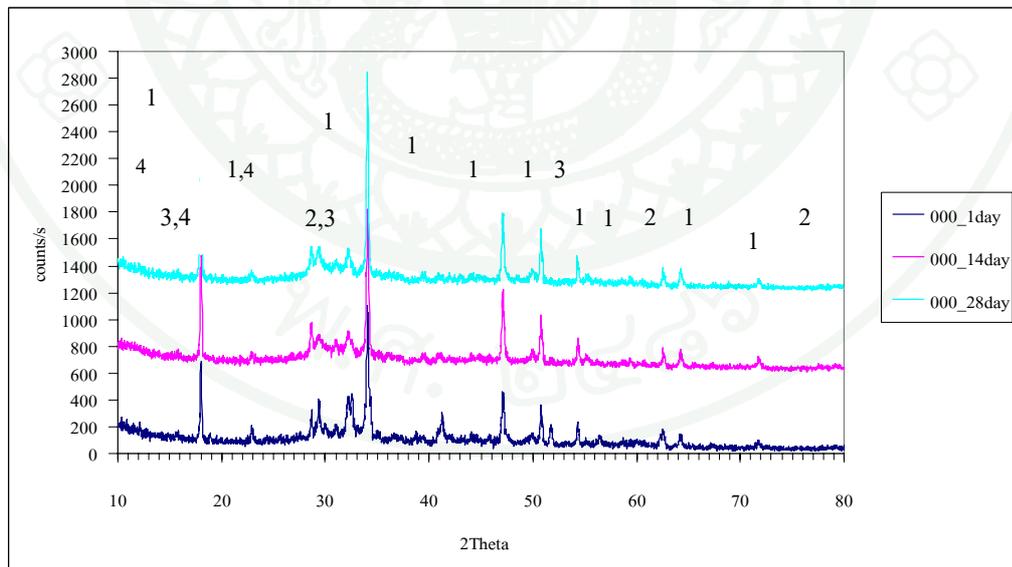
ภาพที่ 25 การวิเคราะห์ XRD ของซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าลอย (25/ 40/ 240) ที่อายุทดสอบ 14 วัน

ที่มา: ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2552)



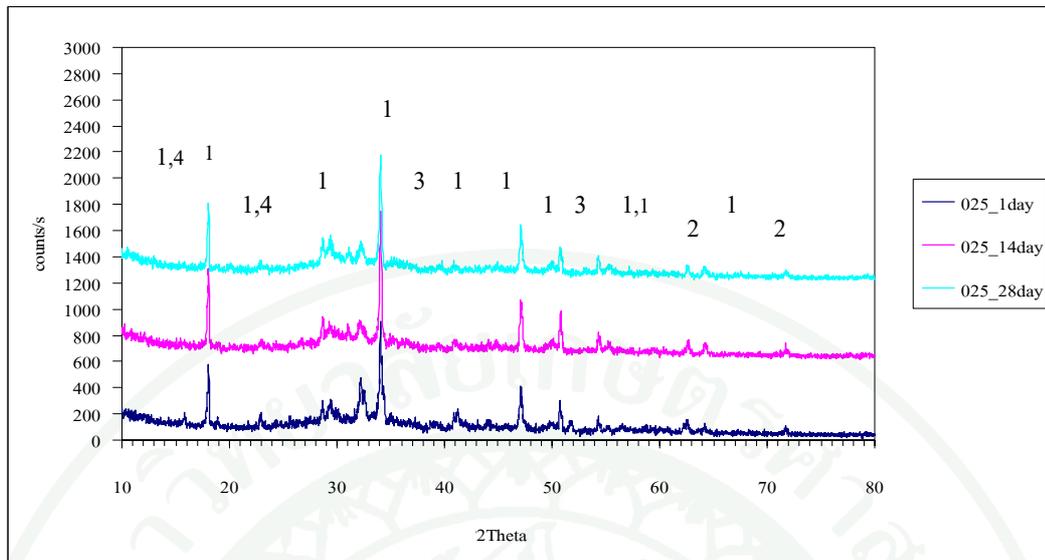
ภาพที่ 26 การวิเคราะห์ XRD ของซีเมนต์เฟสดีผสมเถ้าลอย (25/ 40/ 240) ที่อายุทดสอบ 28 วัน

ที่มา: ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2552)



ภาพที่ 27 การวิเคราะห์ XRD ของซีเมนต์เฟสดีผสมเถ้าลอย (0/ 40/ 240) ที่อายุทดสอบ 1, 14 และ 28 วัน

ที่มา: ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2552)



ภาพที่ 28 การวิเคราะห์ XRD ของซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าลอย (25/ 40/ 240) ที่อายุทดสอบ 1, 14 และ 28 วัน

ที่มา: ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2552)

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

1. จากการหาค่าการก่อตัวสุดท้ายของคอนกรีตจะเห็นว่าเมื่ออุณหภูมิในการบ่มสูงขึ้นใน ส่วนผสมเดียวกันการก่อตัวสุดท้ายจะเร็วขึ้น
2. จากการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างกำลัง และเวลาในการบ่มที่อุณหภูมิ 28, 40 และ 60 องศาเซลเซียส ของส่วนผสมที่มีการแทนที่ซีเมนต์ด้วยเถ้าลอย 0, 15, 25 และ 35 เปอร์เซ็นต์ ที่กำลัง 240 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร และ 350 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร มีแนวโน้มเช่นเดียวกันคือ เมื่ออุณหภูมิการบ่มที่สูงคอนกรีตจะมีกำลังสูงขึ้นตามอุณหภูมิที่บ่มที่ส่วนผสมเดียวกัน
3. เมื่อทำการบ่มคอนกรีตที่ผสมและไม่ผสมเถ้าลอยที่อุณหภูมิสูงจะมีอัตราการพัฒนากำลังเร็วกว่าคอนกรีตที่ผสมและไม่ผสมเถ้าลอยที่บ่มที่อุณหภูมิต่ำ แต่เมื่อระยะเวลาผ่านไปประยะหนึ่งคอนกรีตที่ผสม และไม่ผสมเถ้าลอยที่บ่มที่อุณหภูมิต่ำจะมีกำลังข้ามผ่าน (Cross Over) คอนกรีตที่ผสมและไม่ผสมเถ้าลอยที่บ่มที่อุณหภูมิสูงทำให้มีกำลังสูงกว่าคอนกรีตที่ผสม และไม่ผสมเถ้าลอยที่บ่มที่อุณหภูมิสูง ในช่วงท้าย
4. เมื่อเปอร์เซ็นต์แทนที่เถ้าลอยสูงขึ้นอุณหภูมิฐานมีแนวโน้มสูงขึ้น และอุณหภูมิฐานของคอนกรีตผสมเถ้าลอยมีค่าสูงกว่าค่าที่ใช้ทั่วไป นั่นคือที่กำลังออกแบบ 240 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร มีค่าอุณหภูมิฐานอยู่ระหว่าง -8.46 ถึง 2.27 องศาเซลเซียส ส่วนที่กำลัง 350 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตรมีค่าอุณหภูมิฐานอยู่ระหว่าง -7.22 ถึง -0.01 องศาเซลเซียส
5. พลังงานปรากฏของคอนกรีตที่ผสม และไม่ผสมเถ้าลอยจะมีค่าต่ำกว่าพลังงานปรากฏที่ใช้ทั่วไป นั่นคือ ที่กำลังออกแบบ 240 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร มีค่าพลังงานปรากฏอยู่ระหว่าง 14561 ถึง 23349 จูลต่อโมล ส่วนที่กำลัง 350 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร มีค่าพลังงานปรากฏอยู่ระหว่าง 16513 ถึง 19823 จูลต่อโมล
6. เมื่อนำคอนกรีตที่มีการแทนที่เถ้าลอย 25 เปอร์เซ็นต์ บ่มที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส กำลัง 240 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรและมี w/b เท่ากับ 0.50 มาทำการทำนายกำลังที่ได้จากการคาดการณ์โดยวิธี Maturity มาเปรียบเทียบกับผลการทดสอบจริง พบว่า คอนกรีตที่บ่มที่อุณหภูมิ 75 และ 95 องศาเซลเซียส ที่อายุ 28 ชั่วโมงจะมีความคาดเคลื่อน 9.2 และ 4.2 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนที่

อายุ 4.5 ชั่วโมง จะมีความคลาดเคลื่อน -40.1 และ -34.6 เปอร์เซ็นต์ที่เป็นเช่นนี้เพราะอายุของคอนกรีตที่ 4.5 ชั่วโมง ไม่ได้อยู่ในขอบเขตของอายุที่ใช้ทำนายกำลัง ซึ่งมีขอบเขตอยู่ระหว่าง 1 ถึง 56 วัน

ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเพื่อทำนายกำลังของคอนกรีตผสมเถ้าลอย ซึ่งเป็นการควบคุมคุณภาพของคอนกรีตผสมเถ้าลอย โดยมีข้อจำกัดคือ การใช้เถ้าลอยจากแหล่งใหญ่เพียงแหล่งเดียวคือ เถ้าลอยจากแม่เมาะ โดยใช้ปริมาณการแทนที่ซีเมนต์ด้วยเถ้าลอยอยู่ในช่วง 0 - 35 เปอร์เซ็นต์ มีค่าการยุบตัว 10 - 15 เซนติเมตร โดยสามารถใช้ทำนายกำลังอัดของคอนกรีตผสมเถ้าลอย ภายใต้อุณหภูมิและเวลา จากข้อจำกัดดังกล่าวจึงได้มีข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไปในอนาคต เพื่อปรับปรุงสมการของ Maturity ให้ครอบคลุมกับการนำไปใช้งานจริง ดังนี้

1. ศึกษาหาค่าอุณหภูมิฐานและพลังงานปรากฏ เพื่อนำมาสร้างสมการ Maturity จากเถ้าลอยแหล่งอื่นที่มีองค์ประกอบทางเคมีและความละเอียดแตกต่างกันไป
2. หาค่าอุณหภูมิฐานและพลังงานปรากฏสำหรับกำลังอัดคอนกรีตในช่วงอื่น
3. หาค่า Maturity โดยใช้คอนกรีต จากแหล่งวัสดุมวลรวมหยาบ และมวลรวมละเอียดจากแหล่งอื่น เพราะค่า Maturity ของแต่ละแหล่งวัสดุนั้นอาจแตกต่างกัน
4. ศึกษาผลกระทบของสารผสมเพิ่มชนิดต่างๆ ซึ่งใช้ในการทำงานร่วมกับคอนกรีตผสมเถ้าลอยในปัจจุบัน
5. ศึกษาความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้กับคอนกรีตผสมเถ้าลอยที่มีกำลังสูง
6. ศึกษาความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้กับคอนกรีตผสมเถ้าลอยที่เปอร์เซ็นต์การแทนที่ซีเมนต์ด้วยเถ้าลอยในปริมาณสูง

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. 2542. การใช้เถ้าลอยในงานคอนกรีต. กองการพิมพ์ฝ่ายประชาสัมพันธ์ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, นนทบุรี.

คณะกรรมการคอนกรีตและวัสดุ. 2543. ความคงทนของคอนกรีต. วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, กรุงเทพมหานคร.

จตุพล ฤกษ์อัคราการ. 2546. การทำนายกำลังอัดของคอนกรีตผสมเถ้าลอย โดยวิธีเร่งกำลัง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชัชวาล เศรษฐบุตร. 2537. คอนกรีตเทคโนโลยี. บริษัทผลิตภัณฑ์และวัสดุก่อสร้างจำกัด, กรุงเทพมหานคร.

ชัย จารุพิทักษ์กุล, สุรเชษฐ์ จึงเกษมโชคชัย และวราภรณ์ คุณาวานากิจ. 2543. คุณสมบัติพื้นฐานทางเคมีและกายภาพของเถ้าลอย, น. 7-19. การสัมมนาเรื่องการใช้เถ้าลอยในงานคอนกรีต ครั้งที่ 5. การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, กรุงเทพมหานคร.

ปริญญา จินดาประเสริฐ. 2547. เถ้าลอยในงานคอนกรีต. สมาคมคอนกรีตไทย, กรุงเทพมหานคร.

พิชัย นิमितยงสกุล. 2546. วิจัยเถ้าลอยจับขะมาทำประโยชน์. วารสาร **Engineering Today** 1 (2)

วรเดช สีดา. 2546. การศึกษาความทนทานของคอนกรีตผสมเถ้าลอยในปริมาณสูง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิศว จักรไพศาล และชัยโรจน์ จักรไพศาล. 2542. ผลของจีเถ้าลอยในปฏิกิริยาปอซโซลานิกของคอนกรีตสมรรถนะสูง. วารสารการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย 8 (1): 60-67.

สุวิมล สัจจาณิษฐ์. 2546. โครงการวิจัยการใช้การเร่งกำลังด้วยความร้อนในการทำนยกำลังและคุณสมบัติด้านความทนทานของคอนกรีตผสมเถ้าลอย. ภาควิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุวิมล สัจจาณิชย์ และ ประเสริฐ สุวรรณวิทยา. 2545. **โครงการวิจัยคุณสมบัติระยะยาวของคอนกรีตผสมเถ้าลอย**. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุวิมล สัจจาณิชย์, วรากร ไม้เรียง และ ศุภชัย สีนถาวร. 2002. **Some Effect on Datum Temperater for Maturity Application on Fly Ash Concrete**. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สถาบันบัณฑิตวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไทย. 2543. **วิชาเทคโนโลยีวัสดุก่อสร้างงานคอนกรีตสมัยใหม่ : การใช้เถ้าลอยจากถ่านหิน**. สถาบันบัณฑิตวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไทย, กรุงเทพมหานคร.

อินทรา อ้นเทียน. 2546. **ส่วนผสมที่เหมาะสมสำหรับคอนกรีตผสมเถ้าลอยในงานท่อคอนกรีตสำเร็จรูป**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ACI Committee 226. 1987. Use of Fly Ash in Concrete. **Journal of American Concrete Institute** (84): 381-409.

Alexander, K.M. and J.H. Taplin. 1962. Concrete Strength Cement Hydration and the Maturity Rule. **Austratian Journal of Applied Science of Mass** (13): 277-284.

ASTM C 1074. 1993. Studard Practice of Estimating Concrete Strength by the Maturity Method. p. 534-540. In **American Society for Testing and Materials**. Annual Book of ASTM Standards, 1916 Race St., Philadelphia.

Bamforth, P.B. 1980. In Situ Measurement of the Effect of Partial Partial Portland Cement Replacement using either Fly Ash Ground Granulated Blast Furnance Slag on the Performance Concrete. **Proceeding of the Institution of Civil Engineer** (69): 777-800.

Bergstrom, S.G. 1953. Age and Strength of Concrete. **Magazine of Concrete Research** 4 (14): 21-25.

Brown , T.L. and H.R. LeMay. 1988. **Chemistry: The Central Science**. 4 ed. Prentice Hall, Englewood Cliffss, NJ.

Byfors, J. 1980. **Plain Concrete at Early Age**. Swedish Cement and Concrete Research Institute, Stockholm.

Cabrera, J.G. 1996. Deterioration of Concrete Due to Reinforcement Steel Corrosion. **Cement & Concrete Composites** (18): 47-59.

Carette, G., A. Bilodeau, R.L. Chevrier, and V.M. Malhotra. 1993. Mechanical Properties of Concrete Incorporating Volumes of Fly Ash from Sources in The U.S. **ACI Materials Journal** 90 (6): 535-544.

Carino , N. J. 1982. Maturity Function for Concrete, pp.123-128. **RILEM International Conference on Concrete at Early Age (paris)**. Ecole National e Des Ponts et Chausses, Paris.

Carino N.J. 1984. The Maturity Method Theory and Application. **Journal of Cement Concrete and Aggregates (ASTM)** 6 (2): 61-73.

Carino, N.J. 1991. **The Maturity Method in Handbook on Nondestructive Testing of Concrete, Eds.**, CRC Press, Boca Raton, FL.

Carino, N.J. and H.S. Lew. 2001. The Maturity Method: from Theory to Application, In C.C. Peter, **In Proceeding of the 2001 Structures Congress & Exposition**. American Society of Civil Engineers, Reston, Virginia.

Carino, N.J. and R.C. Tank. 1992. Maturity Function for Concrete Made with Various Cements and Admixtures. **ACI Materials Journal** 89 (2): 188-196.

Carino, N.J., L.I. Knab and J.R. Clifton. 1992. **Applicability of the Maturity Method to High Performance Concrete** National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD.

Chengju, G. 1989. Maturity of Concrete: Method for Predicting Early-Stage Strength. **ACI Mater Journal** 86 (4): 341-353.

Cur. 1991. **Fly Ash as Addition to Concrete**. A.A. Balkema, Rotterdam.

Dalziel, J.A. 1980. The Effect of Curing Temperature on the Development of Strength of Mortar Containing Fly Ash, p. 93-97. **International Congress on the Chemistry of Cement 7 ed.** Paris, France.

Emborg, M. 1989. **Thermal Stress in Concrete Structure at Early Age**. Doctoral Thesis, Division of Structural Engineering, Lulea University of Technology.

Fraay, A., J.M. Bijen and Y.M. De Haan. 1989. The Reaction of Fly Ash in Concrete: a Critical Examination. **Cement and Concrete Research** 19 (2): 235-246.

Freiesleben-Hansen, P. and E.J. Pederson. 1977. **Male Instrument Ti Kontrol of Betons Harding**.

Frias, M. and M.I. Sanchez de Fojas. 1997. Microstructural alteration in Fly Ash Mortars : Study on Phenomena Affecting Particle and Pore Size. **Cement and Concrete Research** 27: 619-628.

Ghosh, R.S. 1981. Creep of Fly Ash Concrete. **J. of The America Concrete Institute** 78: 351-357.

Goto, S. and D.M. Roy. 1981. The Effect of w/c and Curing Temperature on the Permeability of Hardened Cement Paste. **Cement and Concrete Research** 11 (4): 575-579.

Hankins, K., Y.C. Suh and B.F. McCullough. 1991. **Field Evaluation of Coarse Aggregate Type: Criteria for Test Sections**. Center for Transportation Research, The University of Austin.

Han, S H., J.K. Kim and Y.D. Park. 2003. Prediction of Compress Strength of Fly Ash Concrete by New Apparent Activation energy Function. **Cement and Concrete Research** 33 (7): 965–971.

Hansen, P.F. and E.J. Pedersen. 1977. Maturity computer for controlled curing and hardening of concrete. **Nordisk Betong** 1 (19): 19-34.

Julnipitawong, Y. 2003. **Effect of Curing Temperature on Early-Age Compressive Strength of Fly Ash Concrete**. M.S. Thesis, Sirindhorn International Institute of Technology, Thammasat University, Bangkok.

Kejin Wang and Zhi Ge. 2003. Evaluating Properties of Blended Cements for Concrete Pavement. **Final Report**. Center for Portland Cement Concrete Pavement Technology, Iowa State University.USA.

Kim, J.K., S.H Han and K.M. Lee. 2001. Estimation of compressive Strength by a New Apparent Activation Energy Function. **Cement and Concrete Research** 31 (2): 217-225.

Kjellsen, K.O. and R.J. Detwiler. 1993. Later-Age Strength Prediction by a Modified Maturity Model. **ACI Master Journal** 3 (90): 220-227.

Klieger, P. 1958. Effect of Mixing and Curing Temperature on Concrete Strength. **Journal of American Concrete Institute** 54 (12): 1063-1081.

Lene, R.O. and J.F. Best. 1982. Properties and Use of Fly Ash in Portland Cement Concrete. **Concrete International: Design & Construction** 4 (7): 81-92.

- Le Viet Hung and S. Tangtermsirikul. 2005. Early Age Compressive Strength of No Slump Concrete Taking into Account Effect of Curing Temperature, p. CON47-CON52. **In Proceedings of the First Annual Concrete Conference.** Thai Concrete Association, Rayong, Thailand.
- Lew, H.S. and T.W Reichard. 1978. Mechanical Properties of Concrete at Early Aged. **Journal of the American Concrete Institute** 75 (0): 533-542.
- Lew, H.S. and T.W. Reichard. 1978. **Prediction of Strength of Concrete from Maturity.** Accelerated Strength Testing, SP-56, American Concrete Institute, Detroit, MI.
- Maltais, Y. and J. Marchand. 1997. Influence of Curing Temperature on Cement Hydration and Mechanical Strength Development of Fly Ash Mortars. **Cement and Concrete Research** 27: 1009-1020.
- Mauricio Mancio , John T. Harvey, Abdikarim Ali and Jieying Zhange. 2004. **Evaluation of The Maturity Method for Flexural Strength Estimation in Concrete Pavement.** Partnered Pavement Research Center Institute of Transportation Studies, University of California.
- McCullough, B. F., D. Zollinger and T. Dossey. 1999. Evaluation of The Performance of Texas Pavements Made with Different Coarse aggregates. **Research report 3925-1F.** The Center for Transportation Research, The University of Texas at Austin.
- McIntosh, J. D. 1956. The Effect of Low Temperature Curing on The Compressive Strength of ConCrete, p. 18. **In RILEM Symposium on Winter Concreting .** Denish Institute for Building Research, Copenhagen, Denmark.
- Naik, T.R. 1980. Concrete Strength Predictions by The Maturity Method. **ASCE Journal of The Engineering Mechanic Divition** 160 (3): 465-480.

Naik, T.R. 1983. Maturity Functions for Concrete Cured During Winter Conditions, In Temperature Effects on Concrete. ASTM STP 858. **American Society for Testing and Materials**, Philadelphia : pp. 107-117

Naik, T.R., S.S. Singh, William A Olson Jr., and John C. Boffel. 1996. **Curing Temperature Effects on Strength and Durability of High Performance concrete.**

Nasser, K.W. and H.M. Marzouk. 1979. Properties of Mass Concrete Containing Fly Ash at High Temperatures. **Journal of the ACI** 76 (4): 537-550.

Neville, A.M. 1996. **Properties of Concrete.** 4 ed. John Wiley and Son Inc., New York.

Neville, A.M. 1999. **Properties of Concrete.** 4 ed. Monotype Times, Malasia.

Ozgun EREN and Zeka YILMAZ. 2004. Strength Development of Concrete with Ordinary Portland Cement, Partially Replaced by Slag or Fly Ash Cured at Different Temperature. **Teknik Dergi** 15: 3311-3322.

Pinto, R.C.A., and K.C Hover. 1996. Further Studies on the Utilization of Maturity Functions to a High Strength Concrete Mixture, p. 711-718. **In International Symposium on the Utilization of High Strength/High Performance Concrete 4 ed.** Laboratorie Central des Ponts Chassees, Paris.

Ramakrishnan, V. and Chielokitchey. 1966. Maturity Strength Relationship of Concrete under Different Curing Condition. **CSIRO Technical Report.** P.S.G. College of Technology, Palemedu, Coimbatore, India.

Ravina, D. 1981. Efficient Utilization of Coarse and Fine Fly Ash in Precast Concrete by in Corporating Thermal Curing. **J. of the American Concrete Institute** 78: 194-200.

- Saul, A.G.A. 1951. Principles Underlying the Steam Curing of Concrete at Atmospheric Pressure. **Magazine of Concrete Research** 2 (6): 127-140.
- Schindler, A.K. and B.F. McCullough. 2002. The Importance of Concrete Temperature Control During Concrete Pavement Construction in hot Weather Conditions. **Journal of the Transportation Research Board** (1813): 3-10.
- Tank, R. C. and N.J. Carino. 1991. Rate Constant Function for Strength Development of Concrete. **ACI Material Journal** 88 (1): 74-83.
- Trejo, R.S. and L.F. Castro. 1996. **Experience in the Use of the Accelerated Testing Procedure for the Control of Concrete during the Construction of Tunnel Emisor Central in Mexico City**. Accelerated Strength Testing, Publication, Detroit.
- Thomsa Hsu, C.T., Allyn Luke, P. Balaguru, V. Vongvorakarn and Sun Punurai. 2002. **Optimization of VES Concrete Final Report**. New Jersey Institute of Technology, Department of Civil & Environmental Engineering, University Heights Newark, NJ.
- USBR. 1975. **Concrete Manual**. 8 ed. Resources Technical Publication. U.S. Department of The Interior, Bureau of Reclamation.
- Volz, C.K., R.L. Tucker, N.M. Burn and H.S. Lew. 1981. Maturity Effect on Concrete Strength. **Cement and Concrete Research** (11): 41-50.
- Verbeck, G.J. and R.H. Helmuth. 1968. Structure and Physical Properties of Cement Paste. p. 1-32. **In Fifth International Symposium on the Chemistry of Cement**. Cement Association of Japan, Tokyo, Japan.
- Wang, K. and Z. Ge. 2003. **Evaluating Properties of Blended Cements for Concrete Pavement**. Department of Civil Construction and Environment Engineering, Iowa State University.

Wangwichit, K. 1982. The use of PFA in Concrete. p. 103-111. In K. Wesche. **Fly Ash in Concrete: Properties and Performance**. The International Union of Testing and Research Laboratories for Materials and Structures, London.

Warangkana saengsoy. Effect of Curing Conditions on Hydration Reaction and Compressive Strength Development of Fly Ash Cement Paste. Available Source: <http://133.87.123.206/e3/alumni/abstract/Warangkana.pdf>, March 15, 2007.

Weiping, M. and P.W. Brown. 1997. Hydrothermal Reactions of Fly Ash with $\text{Ca}(\text{OH})_2$ and $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. **Cement and Concrete Research** 27: 1237-1248.

Williams, J.I. and P.T. Owens. 1982. The Implications of a Selected Grade of United Kingdom Pulverized Fuel ash on the Engineering Design and use in Structural Concrete, p. 301-313. In J.G. Gabrera and A.R. Cusens. **Proceedings of the International Symposium on the use of PFA in Concrete**. University of Leeds, Luds, UK.

Zhang, M.N. 1995. Microstructure, Crack Propagation, and Mechanical Properties of Cement Paste Containing High Volumes of Fly Ashes. **Cem Coner Res** 25: 1165-1178.



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก
ส่วนผสมของคอนกรีตผสมเถ้าลอย

ส่วนผสมของคอนกรีตผสมถ้ำลอย

ตารางผนวกที่ ก1 ส่วนผสมของคอนกรีตผสมถ้ำลอย / 1 ลูกบาศก์เมตร

เปอร์เซ็นต์แทนที่ซีเมนต์	น้ำหนัก ปูนซีเมนต์ (กิโลกรัม)	น้ำหนัก ถ้ำลอย (กิโลกรัม)	น้ำหนัก น้ำ (กิโลกรัม)	น้ำหนักหิน (กิโลกรัม)	น้ำหนัก ทราย (กิโลกรัม)
กำลัง 240 กิโลกรัมต่อ					
ตารางเซนติเมตร					
0 เปอร์เซ็นต์	362.3	-	204.7	99.2	776.4
15 เปอร์เซ็นต์	259.5	45.8	161.8	885.4	1049.5
25 เปอร์เซ็นต์	232.8	77.6	155.2	885.4	1049.5
35 เปอร์เซ็นต์	207.6	111.8	146.9	885.4	1049.5
กำลัง 350 กิโลกรัมต่อ					
ตารางเซนติเมตร					
0 เปอร์เซ็นต์	476.1	-	204.7	992.0	681.0
15 เปอร์เซ็นต์	331.4	58.5	167.6	904.5	938.9
25 เปอร์เซ็นต์	301.8	100.6	157.0	904.5	938.9
35 เปอร์เซ็นต์	266.6	143.6	147.7	904.5	938.9



1. ผลการทดสอบหาค่าการก่อดั้วขั้นสุดท้าย

ตารางผนวกที่ ข1 ความต้านทานการจมของมอร์ดำที่ไม่ผสมเกลือลอย (0/ 28, 40, 60/ 240)

ส่วนผสม/รายละเอียด	เวลา (นาที)	ความต้านทานการจม (ปอนด์/ตารางนิ้ว)	ค่าการก่อดั้วขั้นสุดท้าย (นาที)
0/ 28 /240	95	15.4	353
	125	18.2	
	185	61.7	
	245	374.8	
	305	1587.4	
	365	4497.6	
0/ 40 /240	135	33.1	230
	150	44.1	
	180	414.5	
	195	837.8	
	210	1719.6	
	225	3086.4	
	240	4321.4	
0/ 60 /240	120	55.1	207
	135	145.5	
	165	555.6	
	180	1102.3	
	195	2777.8	
	210	4144.8	

ตารางผนวกที่ ข2 ความต้านทานการจมของมอร์ตาร์ทผสมแก้าลอย (15/ 28, 40, 60/ 240)

ส่วนผสม/รายละเอียด	เวลา (นาที)	ความต้านทานการจม (ปอนด์/ตารางนิ้ว)	ค่าการก่อดั้งขั้นสุดท้าย (นาที)
15/ 28 /240	85	28.7	300
	115	61.7	
	145	141.1	
	175	374.8	
	205	529.0	
	235	1102.6	
	265	2645.6	
	295	3439.2	
	325	4586.0	
15/ 40 /240	110	103.6	212
	125	180.8	
	140	317.5	
	155	705.5	
	170	1234.6	
	185	2469.2	
	200	2910.0	
	230	4762.0	
15/ 60 /240	65	19.8	140
	75	22.0	
	90	70.6	
	105	485.0	
	120	1543.2	
	135	3086.4	
	150	4762.0	

ตารางผนวกที่ ข3 ความต้านทานการจมของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (25/ 28, 40, 60/ 240)

ส่วนผสม/รายละเอียด	เวลา (นาที)	ความต้านทานการจม (ปอนด์/ตารางนิ้ว)	ค่าการก่อดั้งขั้นสุดท้าย (นาที)
25/ 28 /240	70	48.5	310
	100	92.6	
	130	141.1	
	160	374.8	
	190	441.0	
	220	1058.0	
	250	1410.8	
	280	2910.0	
	310	3968.4	
25/ 40 /240	55	39.7	222
	65	57.3	
	85	70.6	
	105	154.3	
	125	220.4	
	145	705.6	
	175	1146.4	
	205	2496.2	
	235	5114.2	
25/ 60 /240	95	55.1	166
	105	119.0	
	115	167.6	
	125	749.6	
	135	881.8	
	145	1675.6	
	155	2469.2	
	165	3174.8	
175	4409.2		

ตารางผนวกที่ ๔4 ความต้านทานการจมของมอร์ฟสมเดี่ยว (35/ 28, 40, 60/ 240)

ส่วนผสม/รายละเอียด	เวลา (นาที)	ความต้านทานการจม (ปอนด์/ตารางนิ้ว)	ค่าการก่อดั้งขั้นสุดท้าย (นาที)
35/ 28 /240	65	63.9	285
	95	97.0	
	125	220.6	
	155	148.9	
	185	749.6	
	215	1322.8	
	275	3086.4	
	305	4850.0	
35/ 40 /240	80	86.0	230
	90	101.4	
	110	123.4	
	130	330.7	
	150	485.0	
	180	1146.4	
	210	3086.4	
	240	4497.6	
35/ 60 /240	100	97.0	164
	110	149.1	
	120	299.8	
	130	771.6	
	140	1058.2	
	150	1675.6	
	160	3527.2	
	170	4144.8	

ตารางผนวกที่ ข5 ความต้านทานการจมของมอร์ตาร์ทผสมแก้าลอย (0/ 28, 40, 60/ 350)

ส่วนผสม/รายละเอียด	เวลา (นาที)	ความต้านทานการจม (ปอนด์/ตารางนิ้ว)	ค่าการก่อดั้งขั้นสุดท้าย (นาที)
0/ 28 /350	60	2.2	338
	90	4.4	
	150	61.7	
	210	308.6	
	270	1411.0	
	330	3174.8	
	375	4850.0	
0/ 40 /350	85	17.6	204
	95	22.0	
	110	61.7	
	140	286.6	
	155	529.0	
	170	1058.0	
	200	3439.2	
0/ 60 /350	55	4.4	145
	65	8.8	
	80	26.4	
	110	507.1	
	125	1014.2	
	140	3615.6	
	155	5379.2	

ตารางผนวกที่ ๖6 ความต้านทานการจมของมอร์ต้าผสมแก้าลอย (15/ 28, 40, 60/ 350)

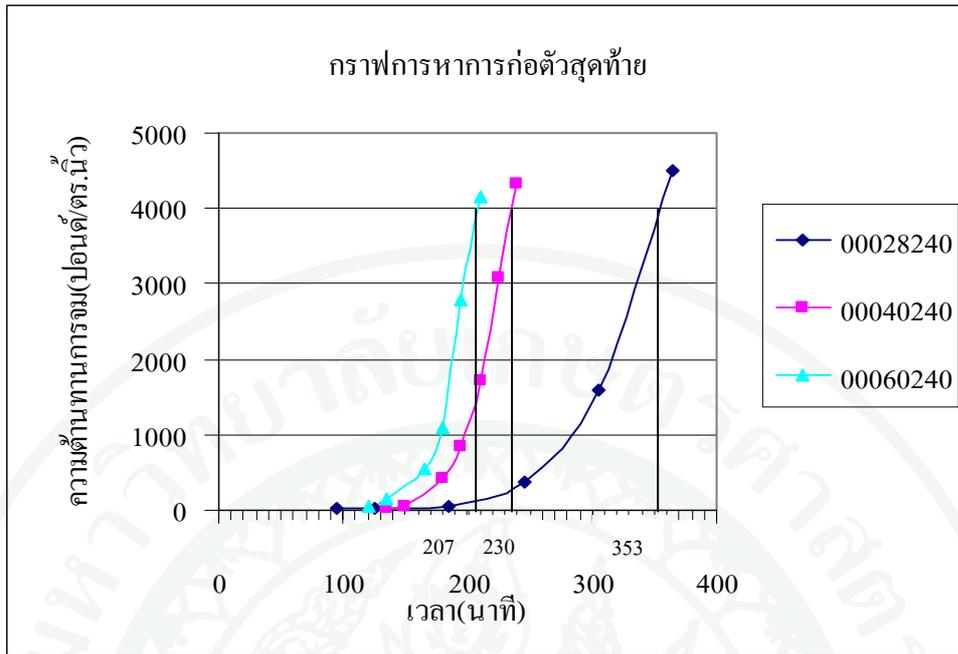
ส่วนผสม/รายละเอียด	เวลา (นาที)	ความต้านทานการจม (ปอนด์/ตารางนิ้ว)	ค่าการก่อดั้งขั้นสุดท้าย (นาที)
15/ 28 /350	45	22.0	266
	75	48.5	
	105	123.4	
	135	286.6	
	165	617.2	
	195	793.6	
	225	1675.6	
	255	3174.8	
	285	4409.6	
15/ 40 /350	55	11.0	218
	65	13.2	
	75	35.3	
	95	44.1	
	125	220.4	
	155	705.4	
	185	1675.6	
	215	2733.6	
230	4850.0		
15/ 60 /350	85	19.8	156
	95	79.4	
	105	176.4	
	115	374.8	
	125	705.4	
	135	1234.4	
	145	1763.6	
	155	3880.0	
165	5026.4		

ตารางผนวกที่ ข7 ความต้านทานการจมของมอร์ตาร์ทผสมแก้าลอย (25/ 28, 40, 60/ 350)

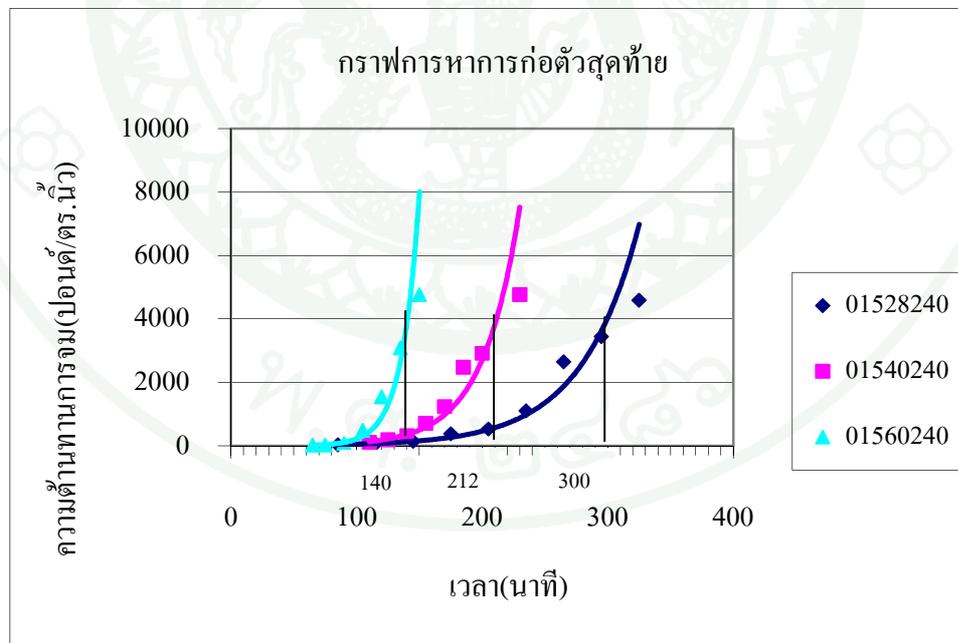
ส่วนผสม/รายละเอียด	เวลา (นาที)	ความต้านทานการจม (ปอนด์/ตารางนิ้ว)	ค่าการก่อดั้งขั้นสุดท้าย (นาที)
25/ 28 /350	140	114.6	270
	170	273.4	
	185	467.4	
	215	992.1	
	245	1366.8	
	275	5291.2	
25/ 40 /350	120	125.6	202
	135	273.4	
	150	485.0	
	165	1036.2	
	180	2160.6	
	195	3792.0	
25/ 60 /350	90	145.5	164
	105	207.2	
	120	379.2	
	135	661.4	
	150	2072.4	
	165	5291.2	

ตารางผนวกที่ ๗8 ความต้านทานการจมของมอร์ตาร์ดผสมแก้าลอย (35/ 28, 40, 60/ 350)

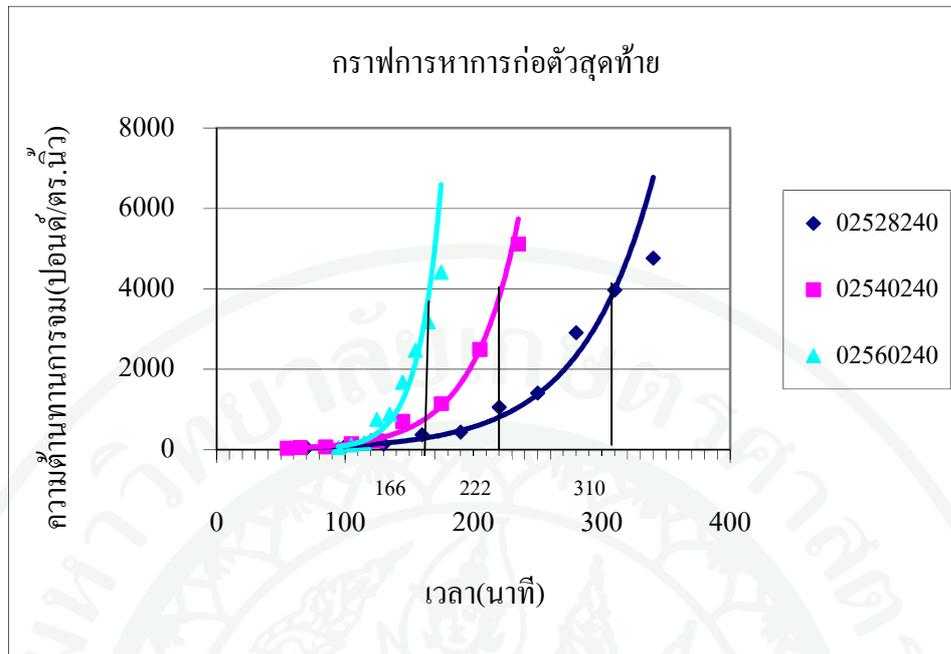
ส่วนผสม/รายละเอียด	เวลา (นาที)	ความต้านทานการจม (ปอนด์/ตารางนิ้ว)	ค่าการก่อดั้งขั้นสุดท้าย (นาที)
35/ 28 /350	90	103.6	280
	120	136.7	
	135	264.6	
	165	507.1	
	195	1102.2	
	225	2645.6	
	255	3086.4	
	285	3527.2	
	315	4232.8	
35/ 40 /350	120	127.9	250
	135	110.2	
	150	238.1	
	165	463.0	
	195	1102.2	
	210	1410.8	
	240	3351.2	
35/ 60 /350	90	130.1	200
	105	145.5	
	120	167.6	
	135	330.7	
	165	2204.4	
	185	2248.8	
	210	5379.2	



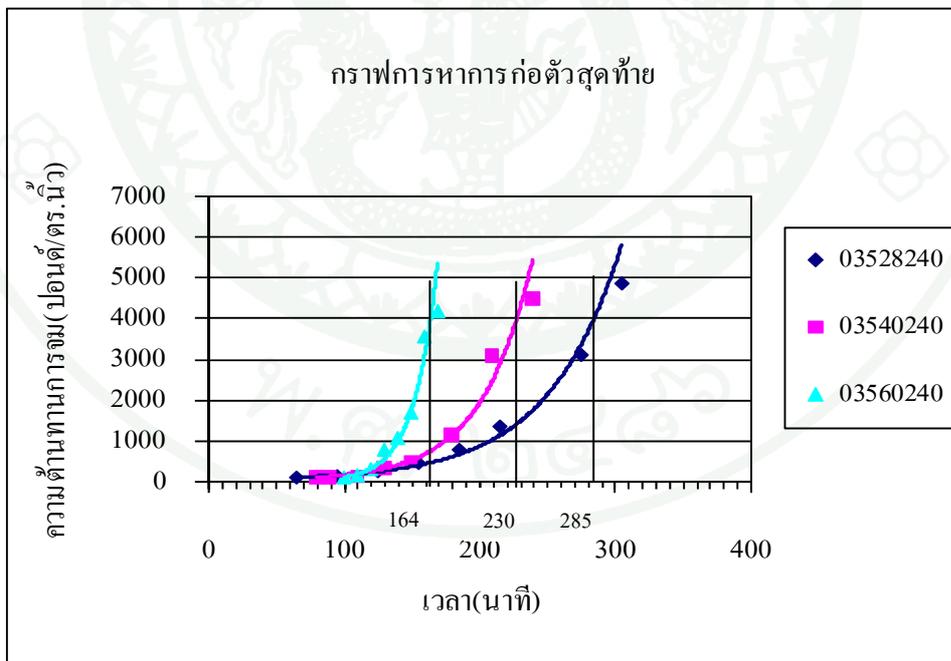
ภาพผนวกที่ ข1 การก่อดั้วสุดท้ายของมอริต้าผสมถั่วลอย (0/ 28, 40, 60/ 240)



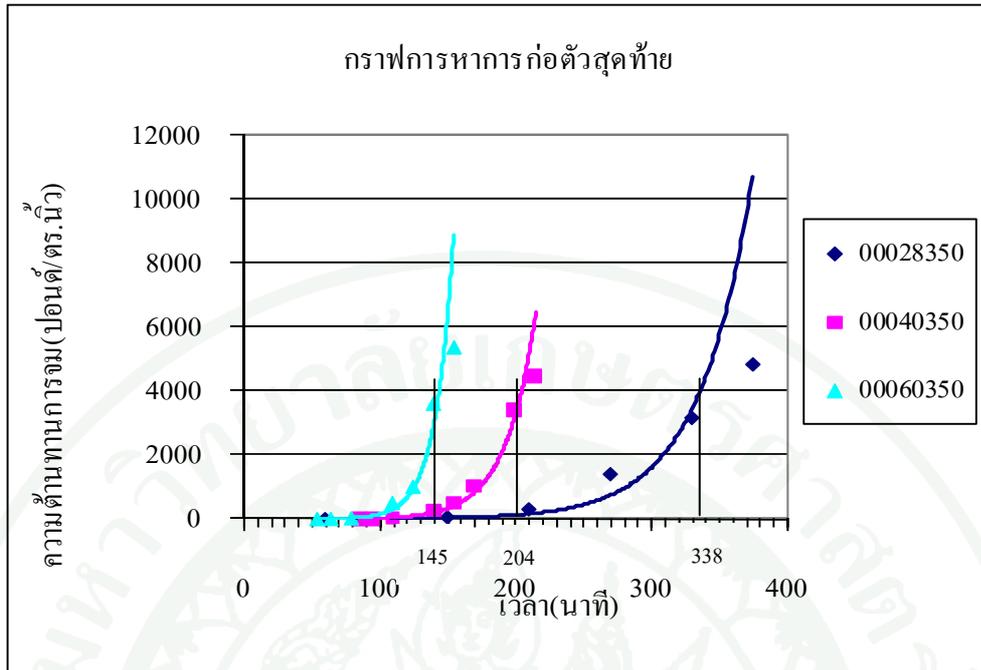
ภาพผนวกที่ ข2 การก่อดั้วสุดท้ายของมอริต้าผสมถั่วลอย (15/ 28, 40, 60/ 240)



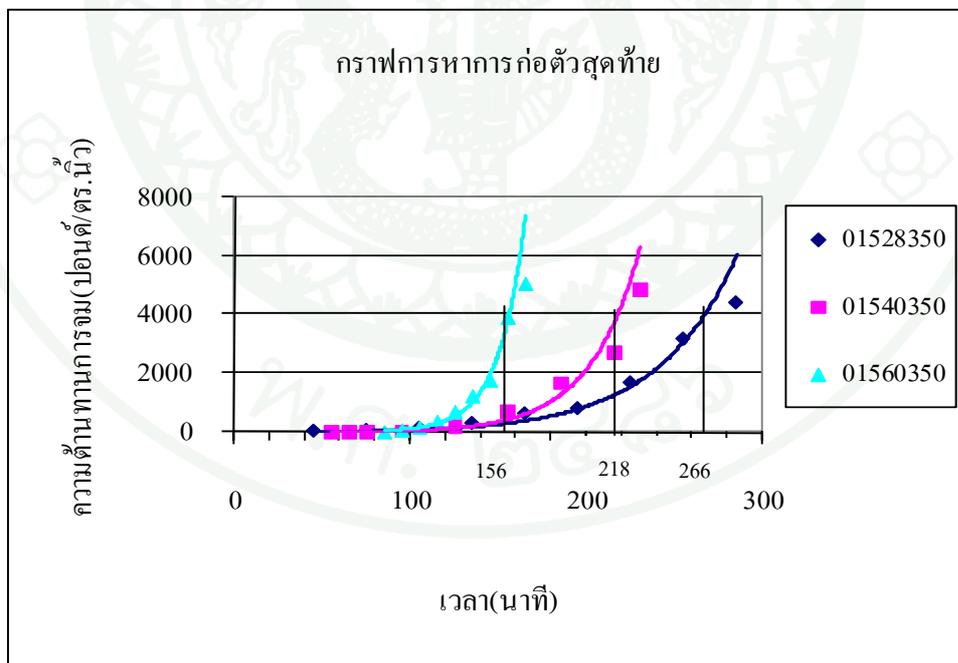
ภาพผนวกที่ ๓ การก่อดำสุดท้ายของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (25/ 28, 40, 60/ 240)



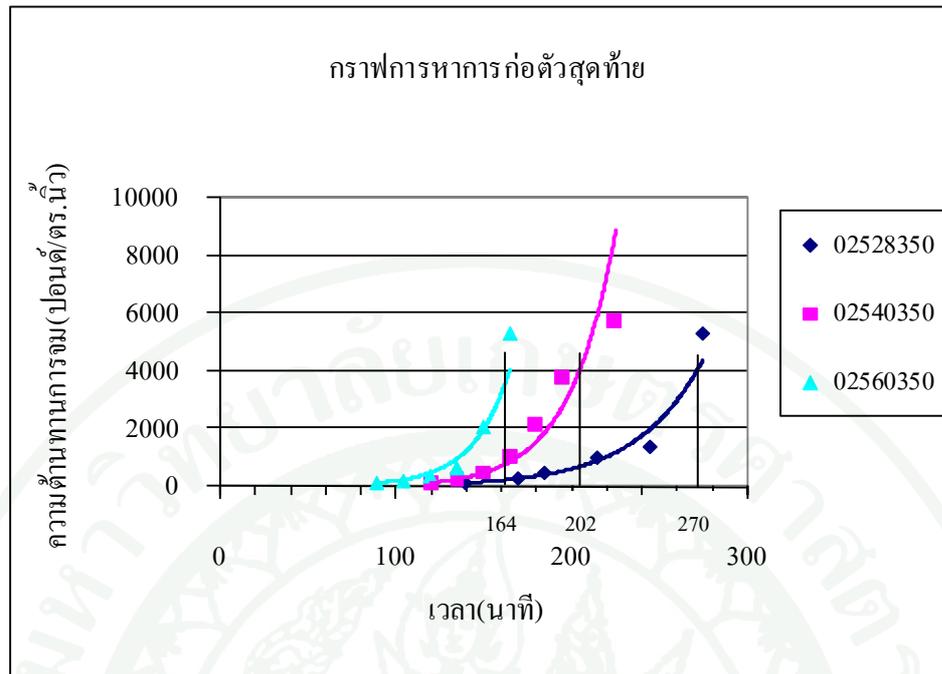
ภาพผนวกที่ ๔ การก่อดำสุดท้ายของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (35/ 28, 40, 60/ 240)



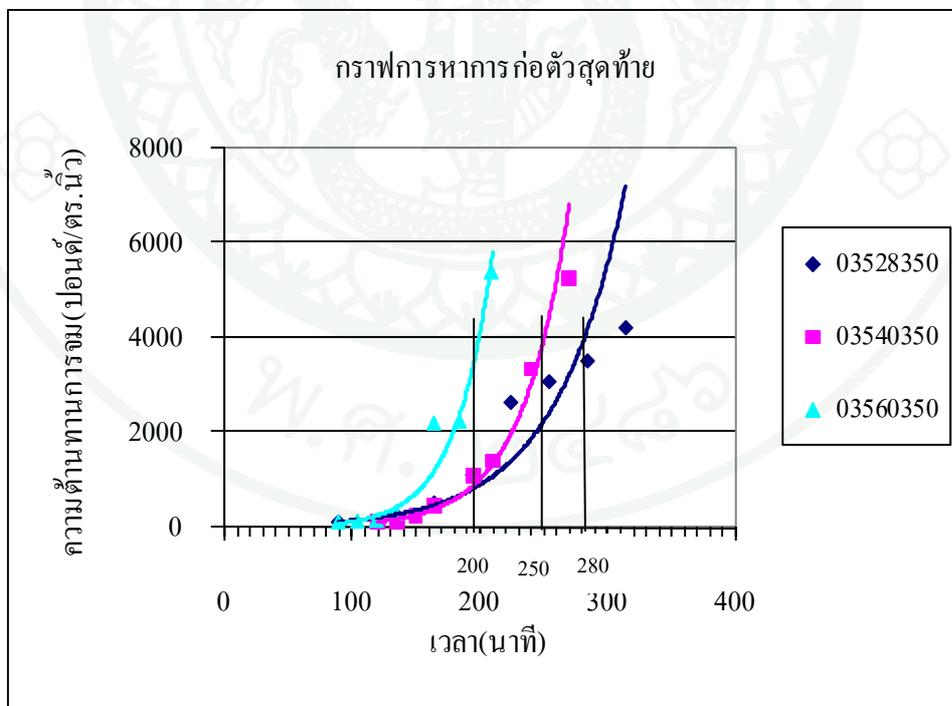
ภาพผนวกที่ ข5 การก่อดั้วสุดท้ายของมอร์ตาร์ทผสมเกล็ดลอย (0/ 28, 40, 60/ 350)



ภาพผนวกที่ ข6 การก่อดั้วสุดท้ายของมอร์ตาร์ทผสมเกล็ดลอย (15/ 28, 40, 60/ 350)



ภาพผนวกที่ ข7 การก่อดั้วสุดท้ายของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (15/ 28, 40, 60/ 350)

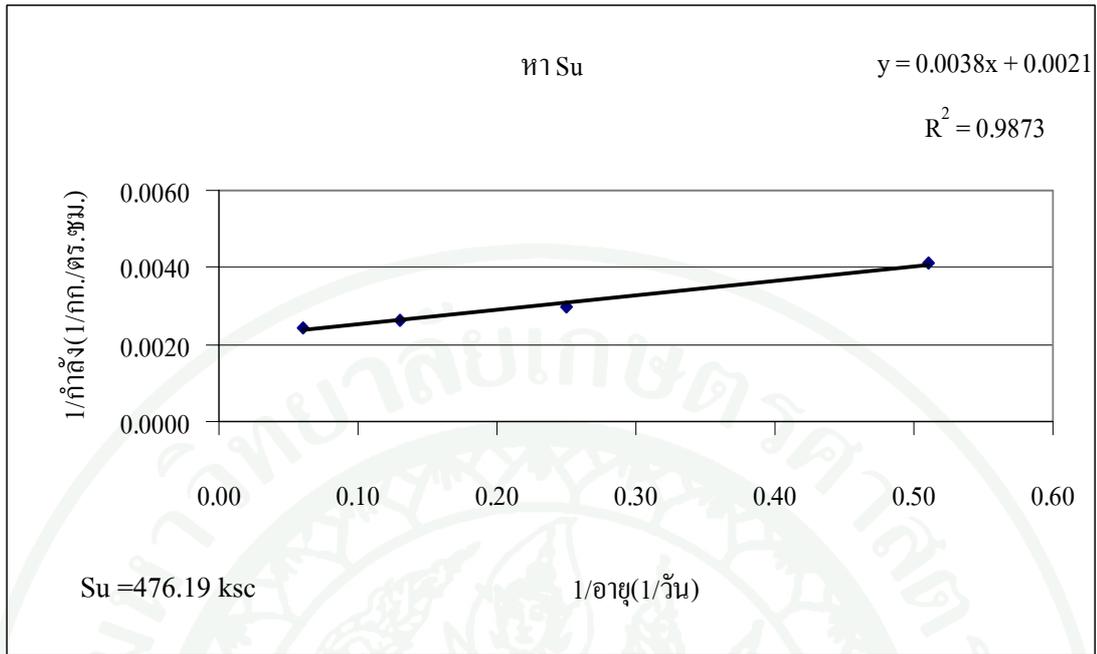


ภาพผนวกที่ ข8 การก่อดั้วสุดท้ายของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (35/ 28, 40, 60/ 350)

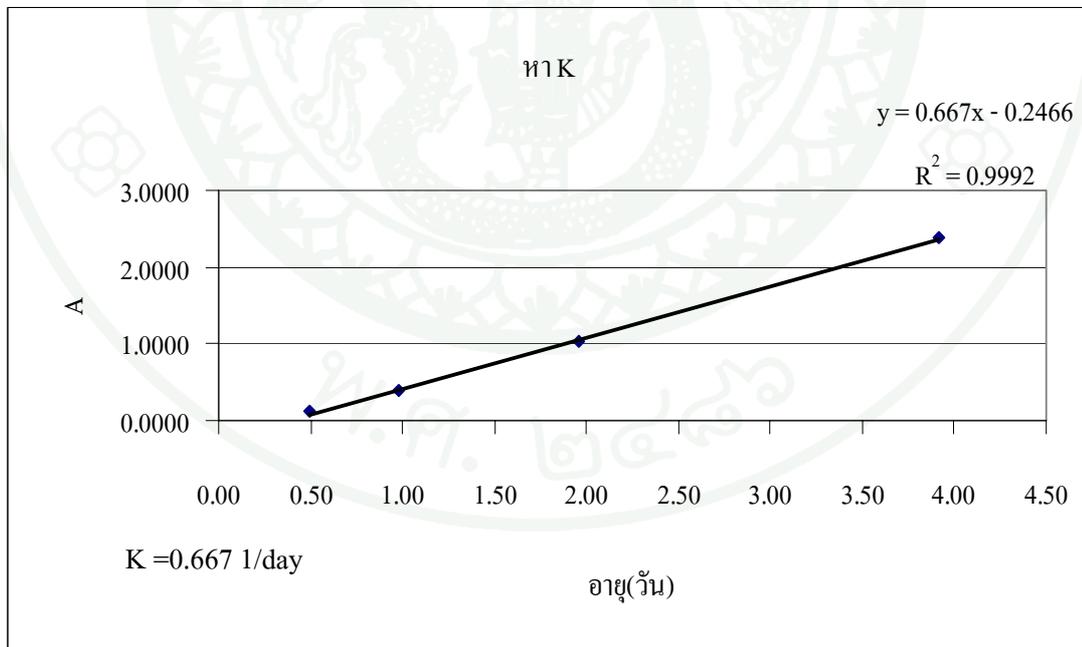
2. ผลการทดสอบเพื่อหาค่า K Factor หรือ ค่า Rate Constant

ตารางผนวกที่ ข9 การรับแรงอัดของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (0/ 28/ 240)

อายุ ชม.	อายุ วัน	พื้นที่ หน้าตัด (ตร.ชม.)	กำลัง (กก./ตร. ชม.)	กำลังเฉลี่ย (กก./ตร. ชม.)	1/อายุ (1/วัน)	1/กำลัง เฉลี่ย	A
11.76	0.49	24.94	53.13	48.30	2.04	0.0207	0.1129
11.76	0.49	25.81	47.86		2.04		
11.76	0.49	25.05	43.92		2.04		
23.53	0.98	25.50	147.04	132.69	1.02	0.0075	0.3863
23.53	0.98	25.45	112.96		1.02		
23.53	0.98	25.35	138.06		1.02		
47.06	1.96	25.10	224.10	242.18	0.51	0.0041	1.0349
47.06	1.96	24.34	229.02		0.51		
47.06	1.96	26.06	273.41		0.51		
94.13	3.92	26.06	359.74	335.40	0.25	0.0030	2.3823
94.13	3.92	26.26	347.45		0.25		
94.13	3.92	24.25	299.01		0.25		
188.26	7.84	25.60	375.93	383.28	0.13	0.0026	
188.26	7.84	26.26	380.74				
188.26	7.84	24.80	393.16				
376.53	15.69	24.95	400.85	407.95	0.06	0.0025	
376.53	15.69	25.00	415.04				



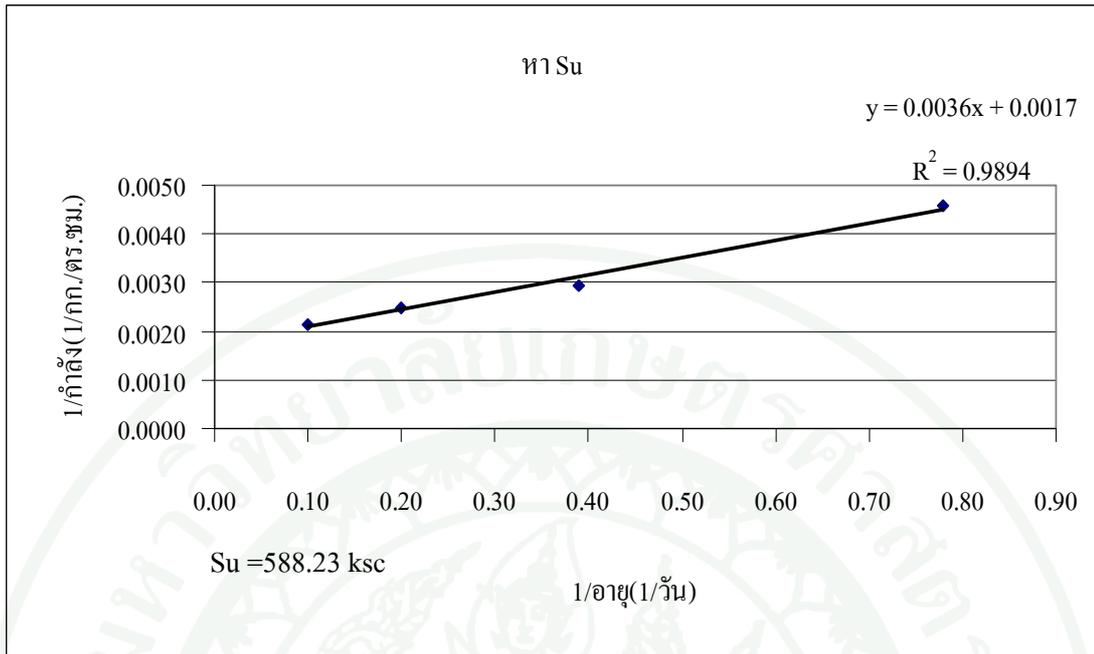
ภาพผนวกที่ ๗ ค่า S_u ของมอร์ต้ำผสมแก้าลอย (0/ 28/ 240)



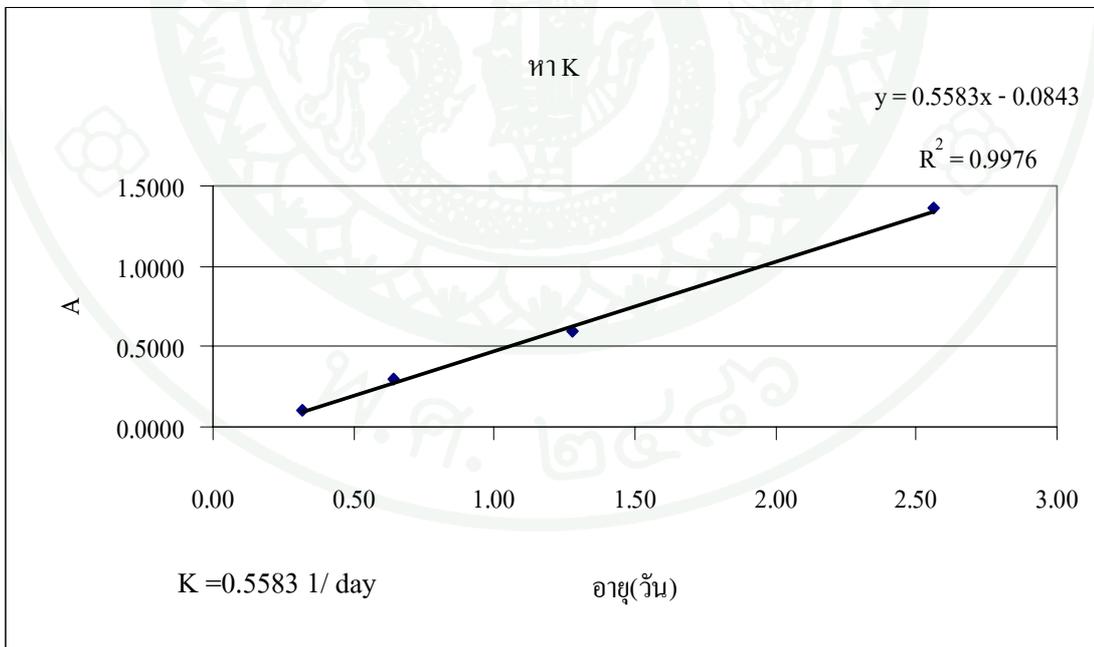
ภาพผนวกที่ ๑๐ ค่า K ของมอร์ต้ำผสมแก้าลอย (0/ 28/ 240)

ตารางผนวกที่ 10 การรับแรงอัดของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (0/ 40/ 240)

อายุ ชม.	อายุ วัน	พื้นที่ หน้าตัด (ตร.ชม.)	กำลัง (กก./ตร. ชม.)	กำลังเฉลี่ย (กก./ตร. ชม.)	1/อายุ (1/วัน)	1/กำลัง เฉลี่ย	A
7.66	0.32	26.83	52.18	52.68	3.13	0.0190	0.0984
7.66	0.32	26.68	53.42		3.13		
7.66	0.32	25.75	52.43		3.13		
15.33	0.64	26.73	135.63	133.81	1.57	0.0075	0.2945
15.33	0.64	26.83	144.43		1.57		
15.33	0.64	26.78	121.37		1.57		
30.66	1.28	25.91	202.64	218.53	0.78	0.0046	0.5911
30.66	1.28	26.42	231.84		0.78		
30.66	1.28	26.01	221.10		0.78		
61.33	2.56	26.32	327.75	338.84	0.39	0.0030	1.3587
61.33	2.56	26.52	353.49		0.39		
61.33	2.56	26.47	335.28		0.39		
122.66	5.11	26.73	369.46	402.52	0.20	0.0025	
122.66	5.11	26.88	443.59		0.20		
122.66	5.11	26.93	394.52		0.20		
245.33	10.22	25.96	467.08	467.92	0.10	0.0021	
245.33	10.22	26.32	453.15		0.10		
245.33	10.22	26.21	483.52		0.10		



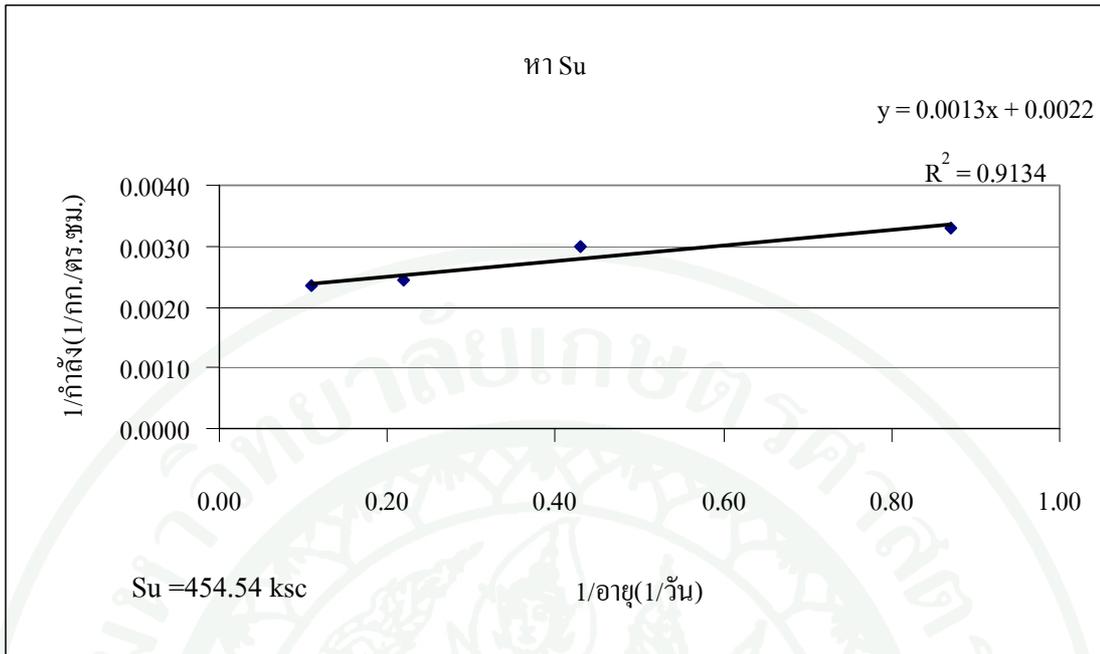
ภาพผนวกที่ ข11 ค่า Su ของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (0/ 40/ 240)



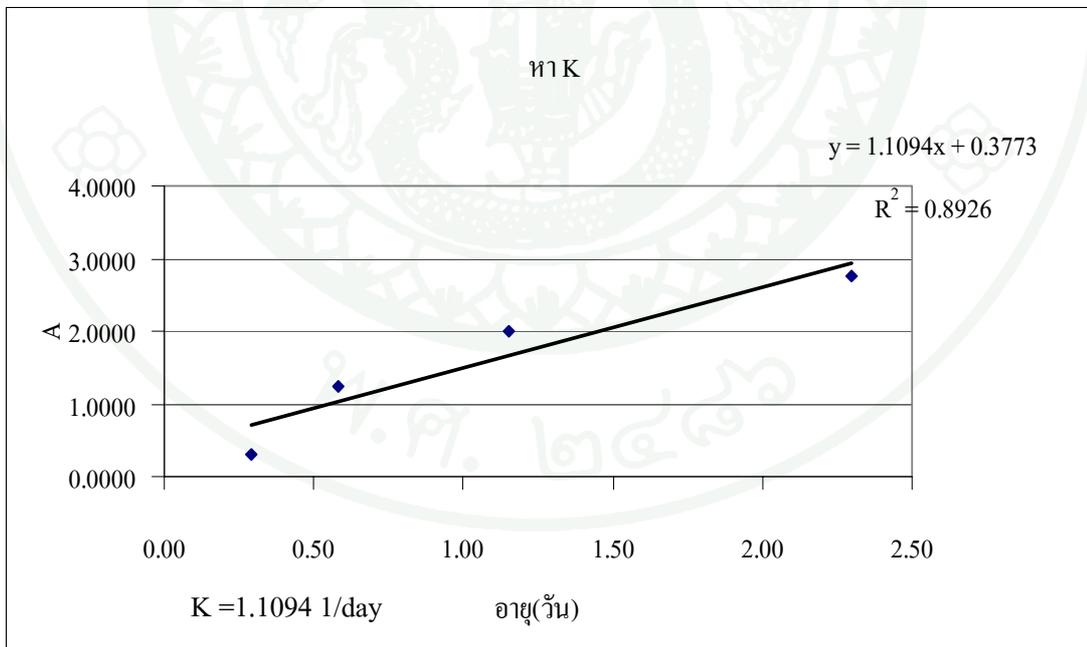
ภาพผนวกที่ ข12 ค่า K ของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (0/ 40/ 240)

ตารางผนวกที่ ข11 การรับแรงอัดของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (0/ 60/ 240)

อายุ ชม.	อายุ วัน	พื้นที่ หน้าตัด (ตร.ชม.)	กำลัง (กก./ตร. ชม.)	กำลังเฉลี่ย (กก./ตร. ชม.)	1/อายุ (1/วัน)	1/กำลัง เฉลี่ย	A
6.90	0.29	27.23	103.76	108.32	3.48		0.3129
6.90	0.29	27.03	98.97		3.48		
6.90	0.29	27.61	122.24		3.48		
13.80	0.58	26.32	278.34	251.57	1.74		1.2394
13.80	0.58	26.27	256.99		1.74		
13.80	0.58	26.21	219.38		1.74		
27.60	1.15	26.06	316.57	303.09	0.87	0.0033	2.0012
27.60	1.15	26.42	269.70		0.87		
27.60	1.15	26.32	322.99		0.87		
55.20	2.30	27.35	357.37	333.28	0.43	0.0030	2.7486
55.20	2.30	26.35	360.50		0.43		
55.20	2.30	27.04	281.99		0.43		
110.40	4.60	26.11	426.09	408.97	0.22	0.0024	
110.40	4.60	26.41	411.73		0.22		
110.40	4.60	26.47	389.11		0.22		
220.80	9.20	26.81	414.91	426.24	0.11	0.0023	
220.80	9.20	26.31	418.06		0.11		
220.80	9.20	26.92	445.74		0.11		



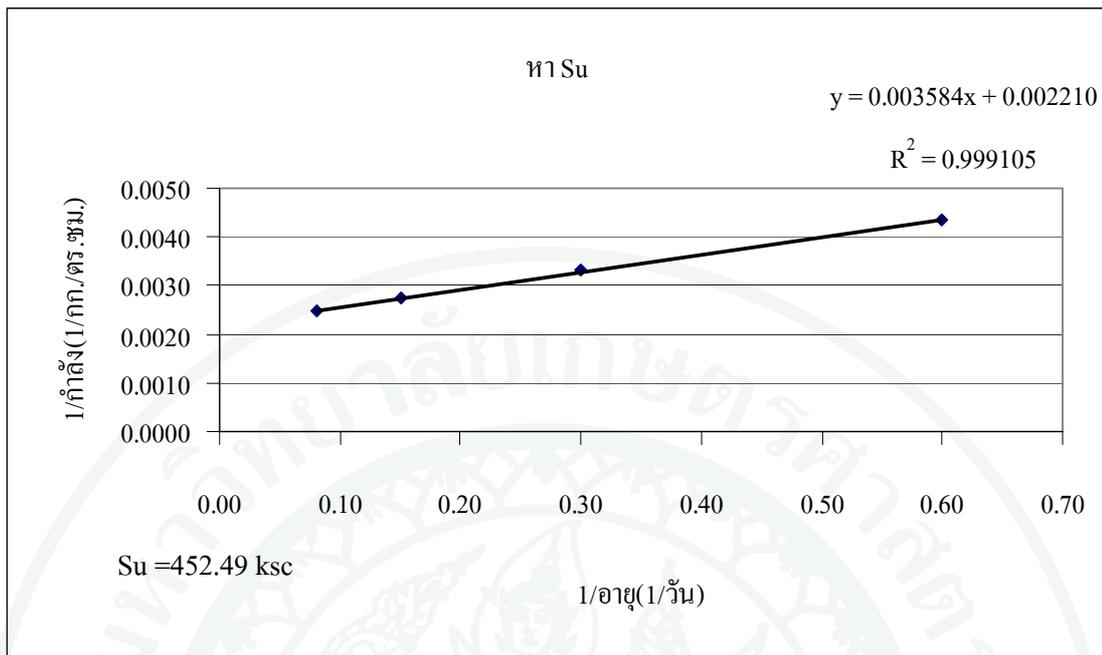
ภาพผนวกที่ ข13 ค่า Su ของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (0/ 60/ 240)



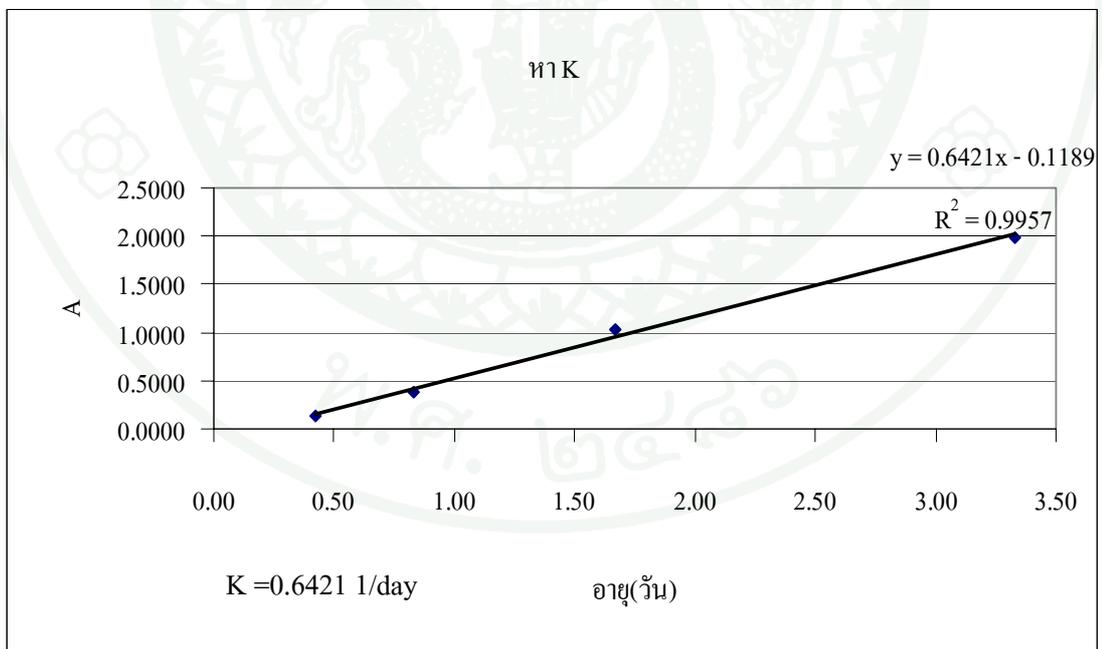
ภาพผนวกที่ ข14 ค่า K ของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (0/ 60/ 240)

ตารางผนวกที่ ข12 การรับแรงอัดของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (15/ 28/ 240)

อายุ ชม.	อายุ วัน	พื้นที่ หน้าตัด (ตร.ชม.)	กำลัง (กก./ตร. ชม.)	กำลังเฉลี่ย (กก./ตร. ชม.)	1/อายุ (1/วัน)	1/กำลัง เฉลี่ย	A
10.00	0.42	26.16	51.03	51.50	2.40		0.1284
10.00	0.42	25.91	47.29		2.40		
10.00	0.42	25.80	56.20		2.40		
20.00	0.83	27.04	129.44	126.03	1.20		0.3861
20.00	0.83	26.78	116.69		1.20		
20.00	0.83	26.52	131.97		1.20		
40.00	1.67	26.47	226.68	230.09	0.60	0.0043	1.0346
40.00	1.67	25.60	229.48		0.60		
40.00	1.67	26.16	234.11		0.60		
80.00	3.33	25.96	305.29	301.07	0.30	0.0033	1.9882
80.00	3.33	25.91	293.35		0.30		
80.00	3.33	25.86	304.56		0.30		
160.00	6.67	26.06	350.14	364.36	0.15	0.0027	
160.00	6.67	25.76	364.00		0.15		
160.00	6.67	26.06	378.94		0.15		
320.00	13.33	26.63	399.05	403.35	0.08	0.0025	
320.00	13.33	26.37	410.53		0.08		
320.00	13.33	25.91	400.46		0.08		



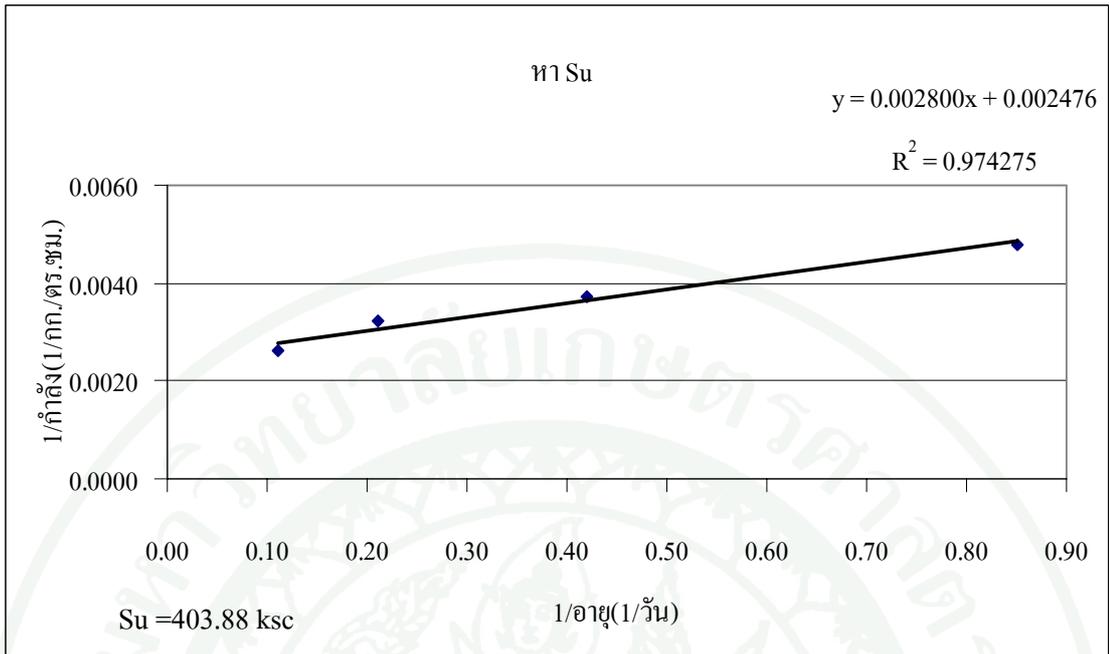
ภาพผนวกที่ ข15 ค่า Su ของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (15/ 28/ 240)



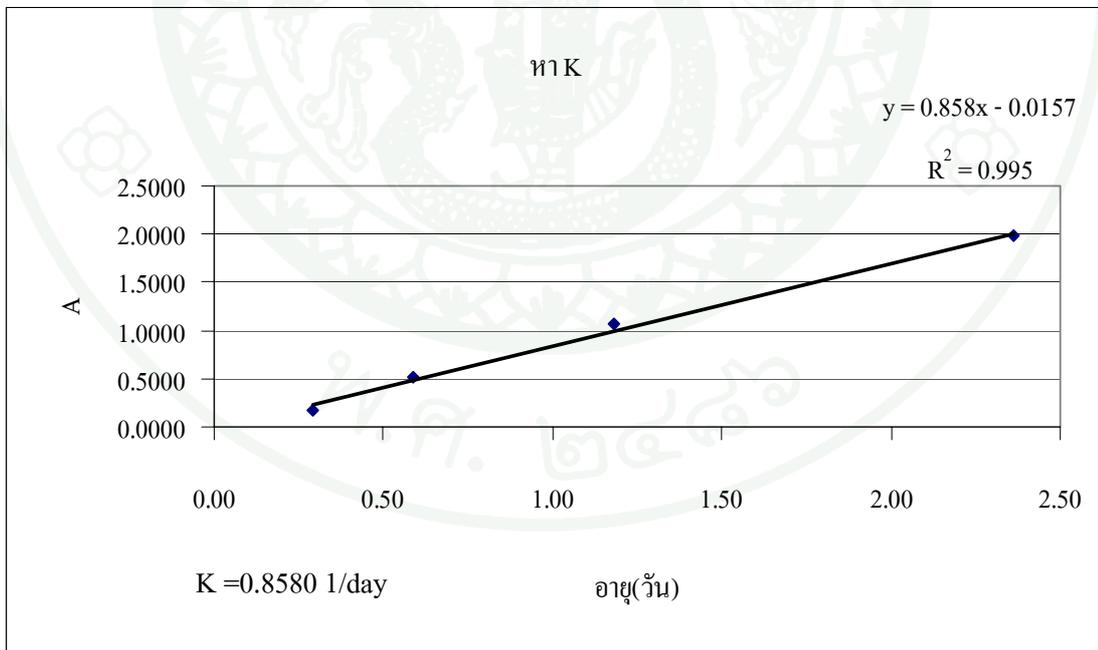
ภาพผนวกที่ ข16 ค่า K ของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (15/ 28/ 240)

ตารางผนวกที่ ข13 การรับแรงอัดของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (15/ 40/ 240)

อายุ	พื้นที่	กำลัง	กำลังเฉลี่ย	1/อายุ	1/กำลัง	A
ชม.	หน้าตัด	(กก./ตร.	(กก./ตร.	(1/วัน)	เฉลี่ย	
วัน	(ตร.ชม.)	ชม.)	ชม.)			
7.06	0.29	26.42	61.51	60.43	3.40	0.1759
7.06	0.29	26.16	55.42	3.40		
7.06	0.29	26.42	64.35	3.40		
14.13	0.59	26.93	125.33	136.81	1.70	0.5123
14.13	0.59	26.57	136.41	1.70		
14.13	0.59	26.06	148.69	1.70		
28.26	1.18	26.78	214.71	208.25	0.85	0.0048
28.26	1.18	26.47	204.97	0.85		
28.26	1.18	26.21	205.05	0.85		
56.53	2.36	26.78	270.72	268.21	0.42	0.0037
56.53	2.36	26.01	288.36	0.42		
56.53	2.36	26.47	245.56	0.42		
113.06	4.71	26.73	299.32	310.37	0.21	0.0032
113.06	4.71	26.93	331.37	0.21		
113.06	4.71	26.21	300.41	0.21		
226.13	9.42	26.62	375.61	384.34	0.11	0.0026
226.13	9.42	26.83	400.71	0.11		
226.13	9.42	26.21	376.70	0.11		



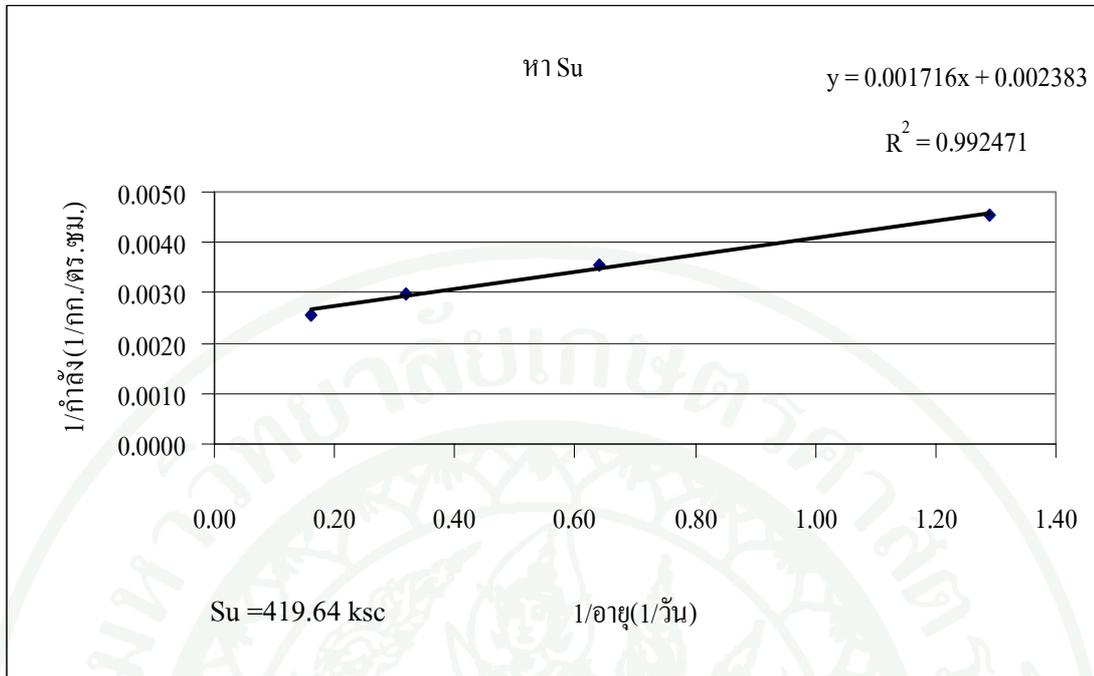
ภาพผนวกที่ ข17 ค่า Su ของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (15/ 40/ 240)



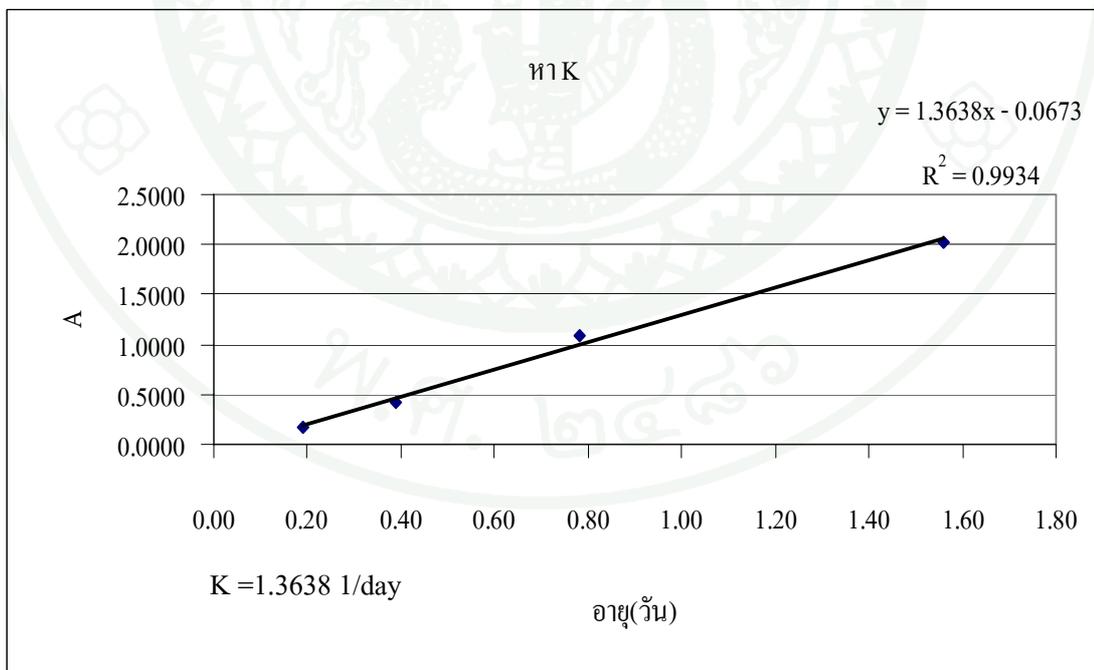
ภาพผนวกที่ ข18 ค่า K ของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (15/ 40/ 240)

ตารางผนวกที่ ข14 การรับแรงอัดของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (15/ 60/ 240)

อายุ ชม.	อายุ วัน	พื้นที่ หน้าตัด (ตร.ชม.)	กำลัง (กก./ตร. ชม.)	กำลังเฉลี่ย (กก./ตร. ชม.)	1/อายุ (1/วัน)	1/กำลัง เฉลี่ย	A
4.66	0.19	28.24	52.23	60.21	5.15		0.1675
4.66	0.19	27.04	59.18		5.15		
4.66	0.19	26.73	69.22		5.15		
9.33	0.39	26.46	127.54	125.41	2.57		0.4262
9.33	0.39	27.04	107.81		2.57		
9.33	0.39	26.62	140.88		2.57		
18.66	0.78	26.68	224.91	219.48	1.29	0.0046	1.0965
18.66	0.78	27.40	209.84		1.29		
18.66	0.78	26.26	223.69		1.29		
37.33	1.56	26.47	278.62	280.81	0.64	0.0036	2.0227
37.33	1.56	25.75	271.80		0.64		
37.33	1.56	26.11	292.01		0.64		
74.66	3.11	26.93	334.20	336.14	0.32	0.0030	
74.66	3.11	26.37	334.69		0.32		
74.66	3.11	26.21	339.52		0.32		
149.33	6.22	26.32	384.76	388.42	0.16	0.0026	
149.33	6.22	26.16	382.22		0.16		
149.33	6.22	26.68	398.28		0.16		



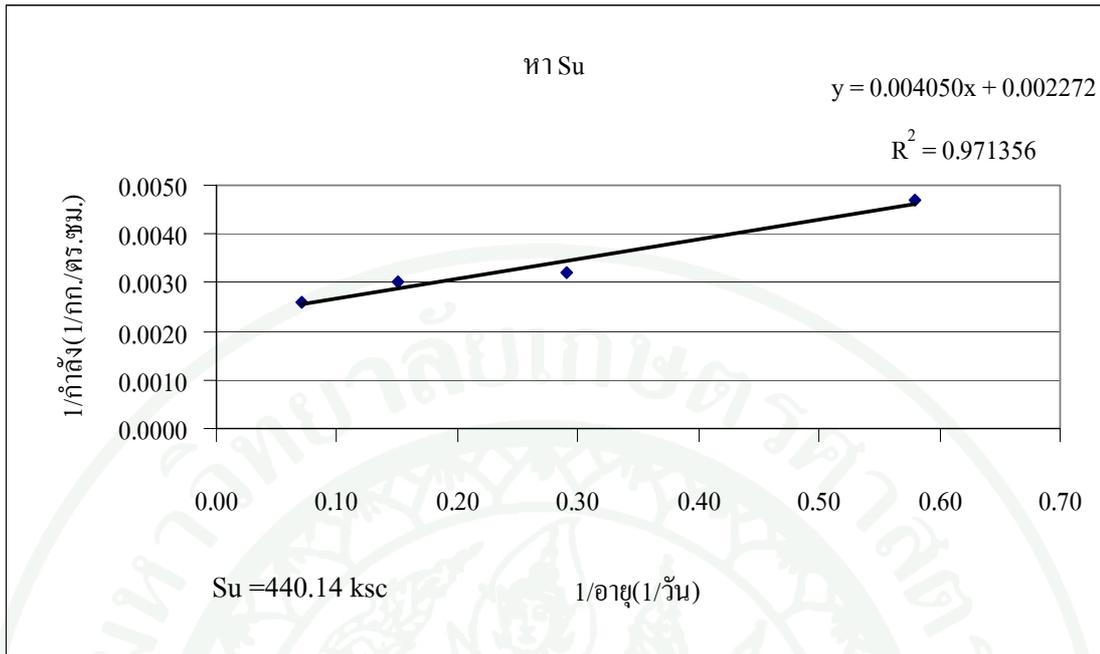
ภาพผนวกที่ ข19 ค่า S_u ของมอร์ต้ำผสมแก้าลอย (15/ 60/ 240)



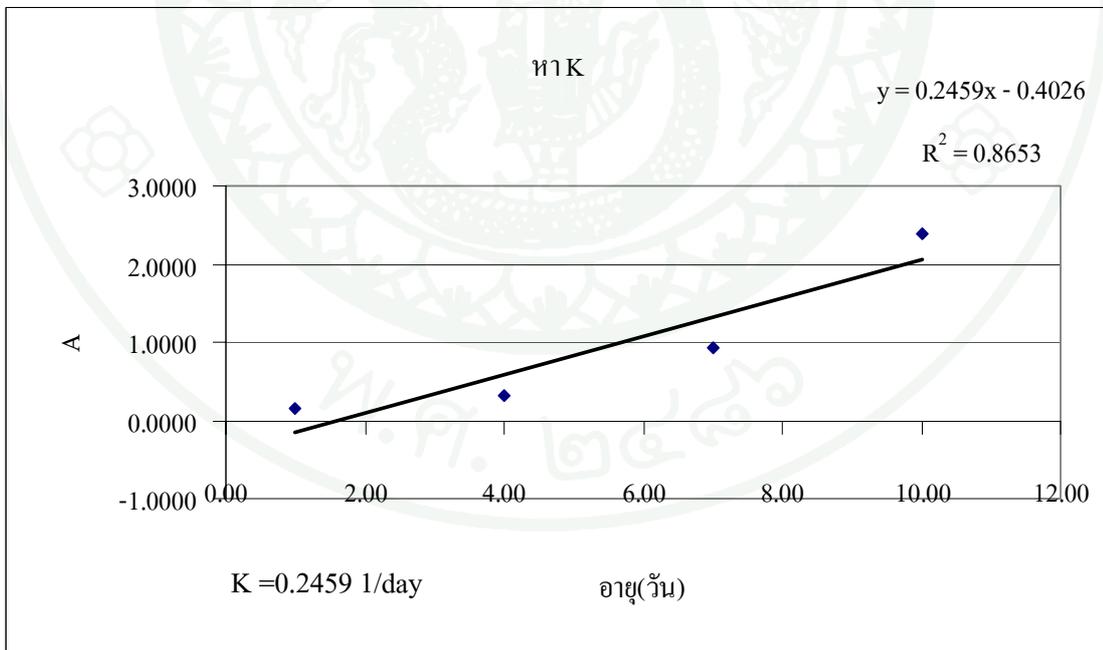
ภาพผนวกที่ ข20 ค่า K ของมอร์ต้ำผสมแก้าลอย (15/ 60/ 240)

ตารางผนวกที่ ข15 การรับแรงอัดของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (25/ 28/ 240)

อายุ ชม.	อายุ วัน	พื้นที่ หน้าตัด (ตร.ชม.)	กำลัง (กก./ตร. ชม.)	กำลังเฉลี่ย (กก./ตร. ชม.)	1/อายุ (1/วัน)	1/กำลัง เฉลี่ย	A
10.33	0.43	26.06	56.98	55.77	2.32		0.1451
10.33	0.43	25.86	50.28		2.32		
10.33	0.43	26.47	60.07		2.32		
20.66	0.86	26.88	104.15	106.78	1.16		0.3203
20.66	0.86	25.96	108.84		1.16		
20.66	0.86	26.31	107.36		1.16		
41.33	1.72	26.16	205.47	212.70	0.58	0.0047	0.9352
41.33	1.72	26.21	205.04		0.58		
41.33	1.72	26.37	227.57		0.58		
82.66	3.44	26.01	308.54	310.67	0.29	0.0032	2.3995
82.66	3.44	26.21	313.76		0.29		
82.66	3.44	26.32	309.71		0.29		
165.33	6.89	26.57	333.99	333.74	0.15	0.0030	
165.33	6.89	26.32	327.74		0.15		
165.33	6.89	26.88	339.49		0.15		
330.66	13.78	26.93	374.08	386.48	0.07	0.0026	
330.66	13.78	27.04	411.43		0.07		
330.66	13.78	26.41	373.92		0.07		



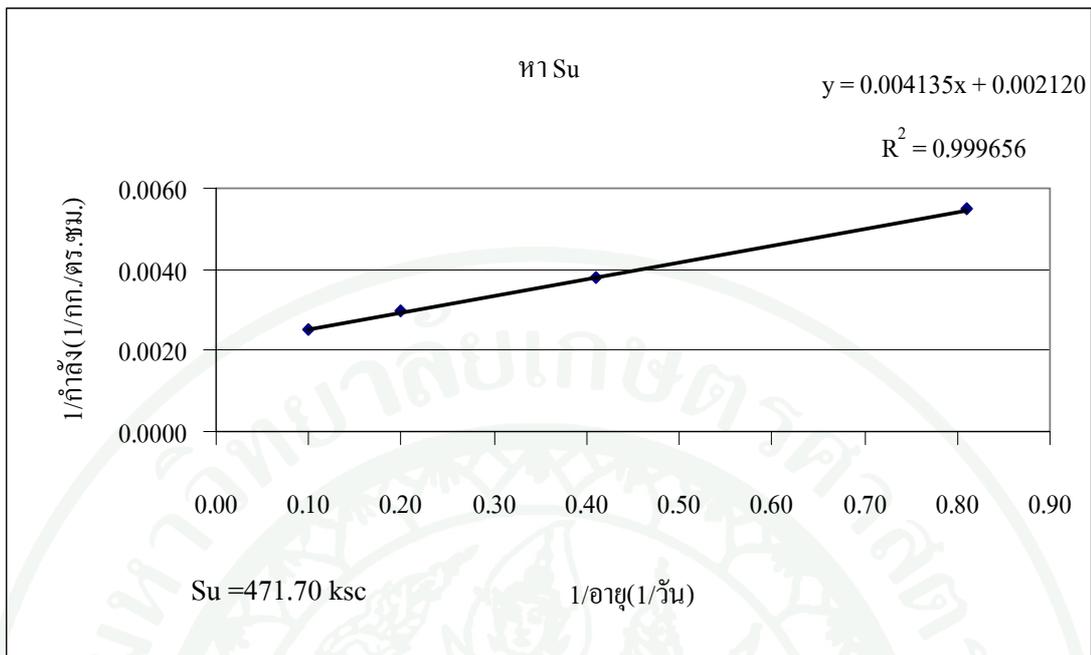
ภาพผนวกที่ ข21 ค่า Su ของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (25/ 28/ 240)



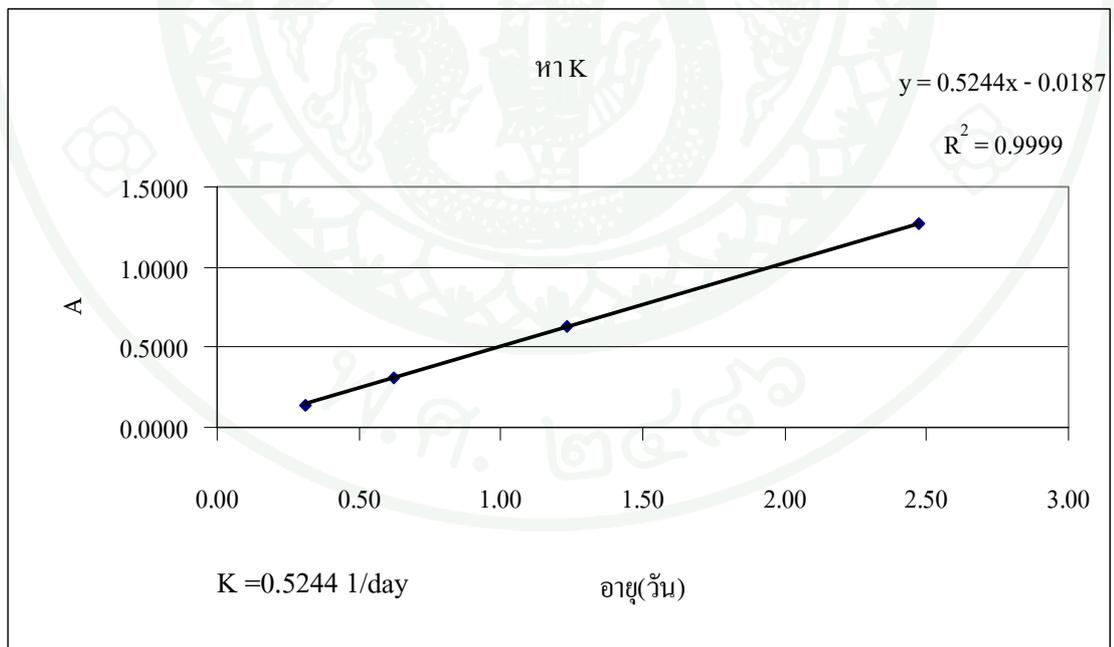
ภาพผนวกที่ ข22 ค่า K ของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (25/ 28/ 240)

ตารางผนวกที่ ข16 การรับแรงอัดของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (25/ 40/ 240)

อายุ ชม.	อายุ วัน	พื้นที่ หน้าตัด (ตร.ชม.)	กำลัง (กก./ตร. ชม.)	กำลังเฉลี่ย (กก./ตร. ชม.)	1/อายุ (1/วัน)	1/กำลัง เฉลี่ย	A
7.40	0.31	27.04	58.25	57.59	3.24		0.1391
7.40	0.31	26.36	58.81		3.24		
7.40	0.31	26.47	55.72		3.24		
14.80	0.62	27.41	109.47	111.30	1.62		0.3088
14.80	0.62	27.14	103.53		1.62		
14.80	0.62	26.88	120.91		1.62		
29.60	1.23	26.27	174.18	182.50	0.81	0.0055	0.6311
29.60	1.23	26.27	183.70		0.81		
29.60	1.23	26.37	189.63		0.81		
59.20	2.47	26.37	241.78	264.29	0.41	0.0038	1.2742
59.20	2.47	26.11	277.65		0.41		
59.20	2.47	26.06	273.43		0.41		
118.40	4.93	25.86	328.75	336.46	0.20	0.0030	
118.40	4.93	26.32	337.24		0.20		
118.40	4.93	26.57	343.38		0.20		
236.80	9.87	26.06	417.29	395.38	0.10	0.0025	
236.80	9.87	26.62	370.97		0.10		
236.80	9.87	26.27	397.86		0.10		



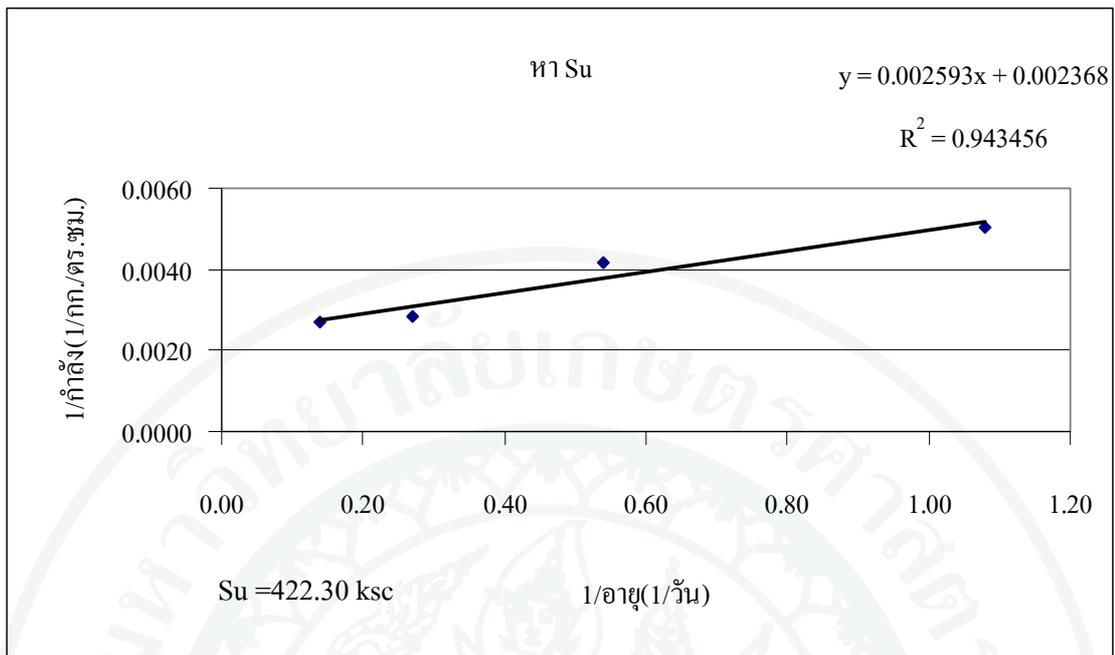
ภาพผนวกที่ ข23 ค่า Su ของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (25/ 40/ 240)



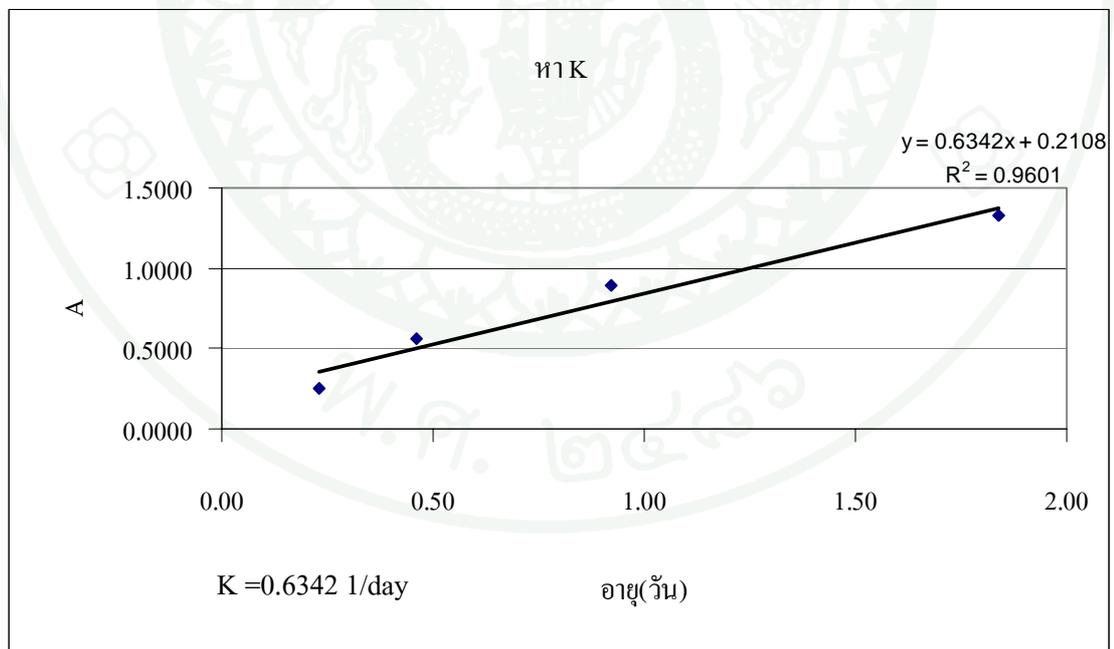
ภาพผนวกที่ ข24 ค่า K ของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (25/ 40/ 240)

ตารางผนวกที่ ข17 การรับแรงอัดของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (25/ 60/ 240)

อายุ ชม.	อายุ วัน	พื้นที่ หน้าตัด (ตร.ชม.)	กำลัง (กก./ตร. ชม.)	กำลังเฉลี่ย (กก./ตร. ชม.)	1/อายุ (1/วัน)	1/กำลัง เฉลี่ย	A
5.53	0.23	25.25	88.12	85.19	4.34		0.2527
5.53	0.23	25.96	82.82		4.34		
5.53	0.23	26.88	84.62		4.34		
11.06	0.46	26.26	142.79	151.82	2.17		0.5613
11.06	0.46	26.68	149.94		2.17		
11.06	0.46	27.19	162.73		2.17		
22.13	0.92	26.83	177.06	198.61	1.08	0.0050	0.8879
22.13	0.92	26.37	218.07		1.08		
22.13	0.92	26.78	200.72		1.08		
44.26	1.84	27.60	226.42	240.98	0.54	0.0041	1.3291
44.26	1.84	26.52	235.65		0.54		
44.26	1.84	26.83	260.89		0.54		
88.53	3.69	26.73	350.79	350.13	0.27	0.0029	
88.53	3.69	26.27	361.69		0.27		
88.53	3.69	26.27	337.89		0.27		
177.06	7.38	27.04	365.22	371.24	0.14	0.0027	
177.06	7.38	26.62	387.86		0.14		
177.06	7.38	26.83	360.66		0.14		



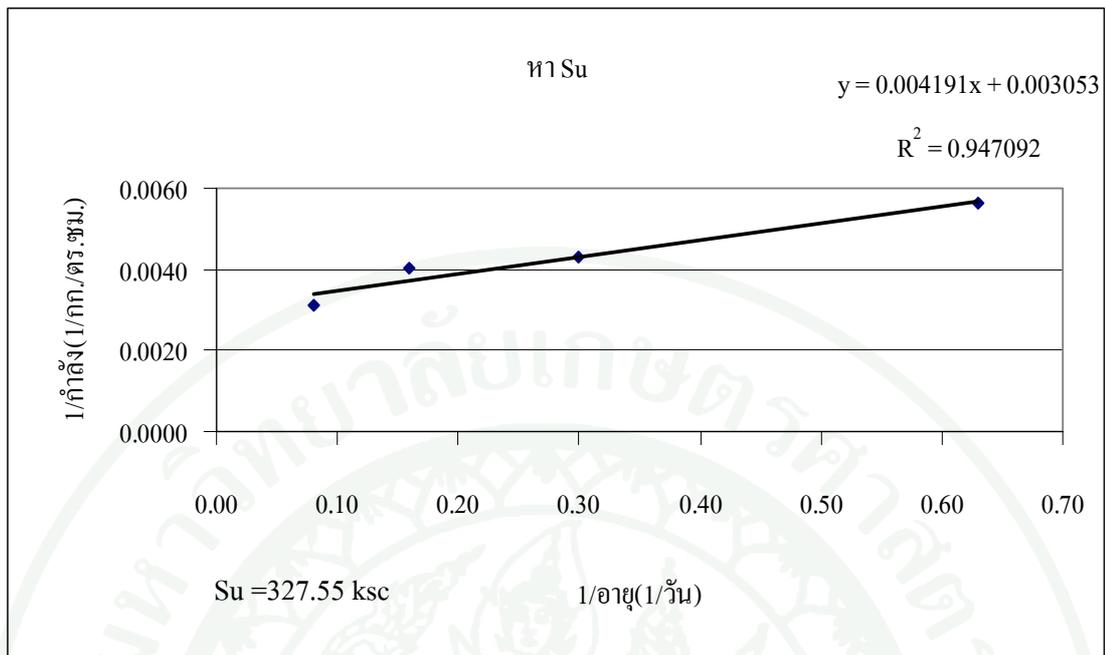
ภาพผนวกที่ ข25 ค่า S_u ของมอร์ต้ำผสมเถ้าลอย (25/ 60/ 240)



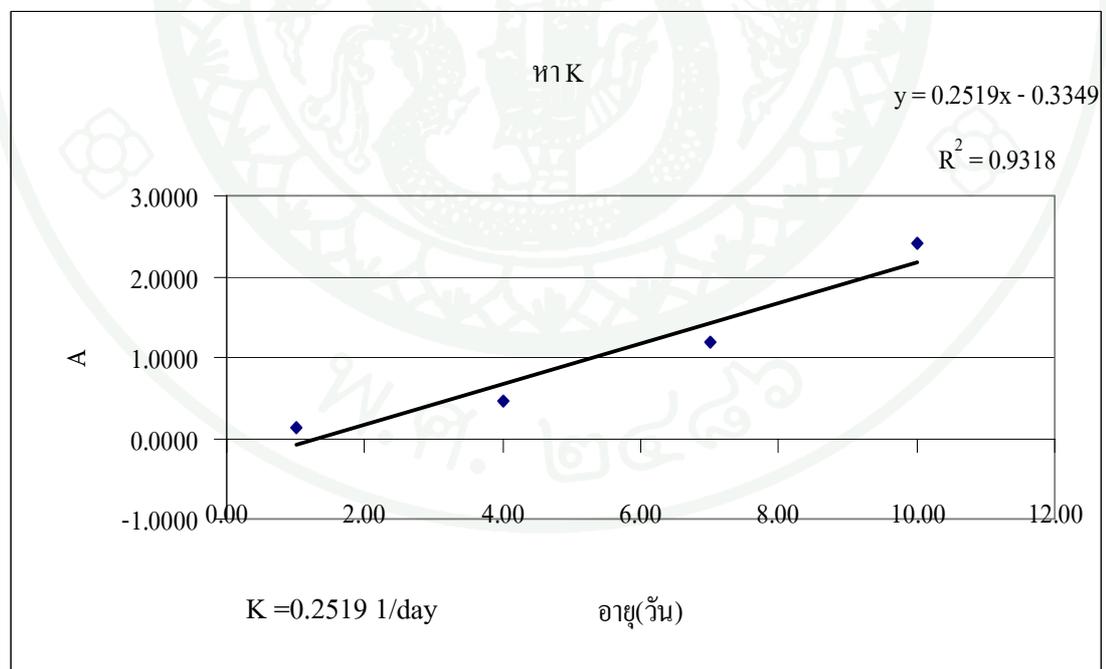
ภาพผนวกที่ ข26 ค่า K ของมอร์ต้ำผสมเถ้าลอย (25/ 60/ 240)

ตารางผนวกที่ ข18 การรับแรงอัดของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (35/ 28/ 240)

อายุ ชม.	อายุ วัน	พื้นที่ หน้าตัด (ตร.ชม.)	กำลัง (กก./ตร. ชม.)	กำลังเฉลี่ย (กก./ตร. ชม.)	1/อายุ (1/วัน)	1/กำลัง เฉลี่ย	A
9.50	0.40	26.62	35.68	39.52	2.53		0.1372
9.50	0.40	26.68	42.17		2.53		
9.50	0.40	26.42	40.69		2.53		
19.00	0.79	26.32	95.00	104.36	1.26		0.4676
19.00	0.79	26.42	108.83		1.26		
19.00	0.79	26.32	109.25		1.26		
38.00	1.58	25.80	169.57	177.11	0.63	0.0056	1.1773
38.00	1.58	27.19	183.87		0.63		
38.00	1.58	27.41	177.89		0.63		
80.67	3.36	26.47	212.52	231.75	0.30	0.0043	2.4192
80.67	3.36	26.57	240.87		0.30		
80.67	3.36	26.88	241.86		0.30		
152.00	6.33	26.99	251.05	247.71	0.16	0.0040	
152.00	6.33	27.30	247.25		0.16		
152.00	6.33	27.98	244.84		0.16		
304.00	12.67	26.73	331.11	320.69	0.08	0.0031	
304.00	12.67	27.77	313.28		0.08		
304.00	12.67	26.36	317.68		0.08		



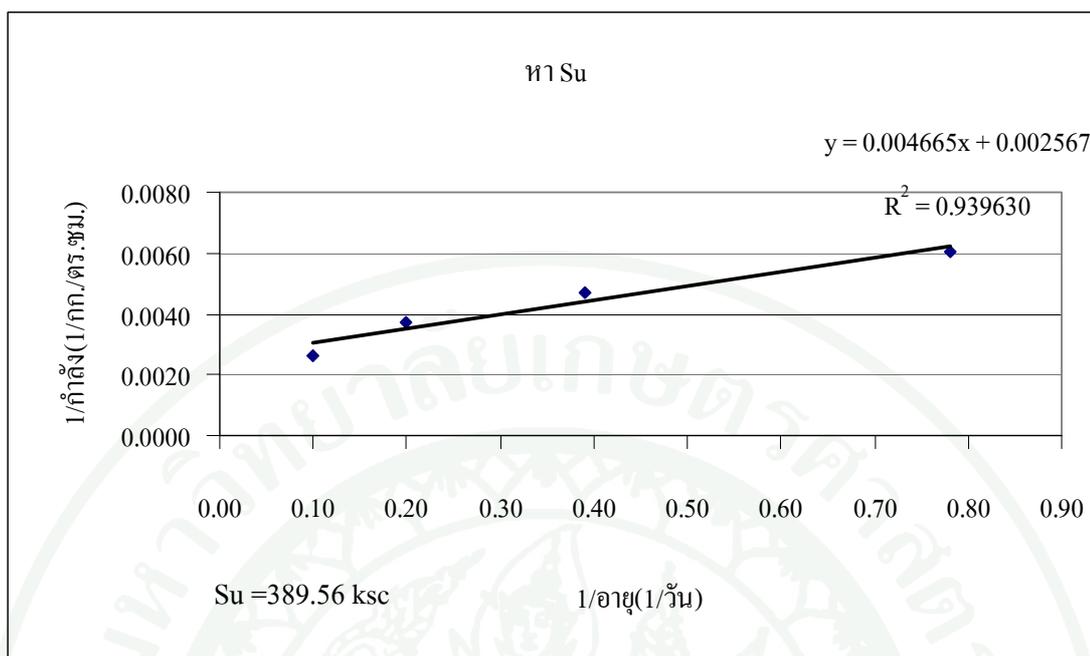
ภาพผนวกที่ ข27 ค่า S_u ของมอร์ต้ำผสมเถ้าลอย (35/ 28/ 240)



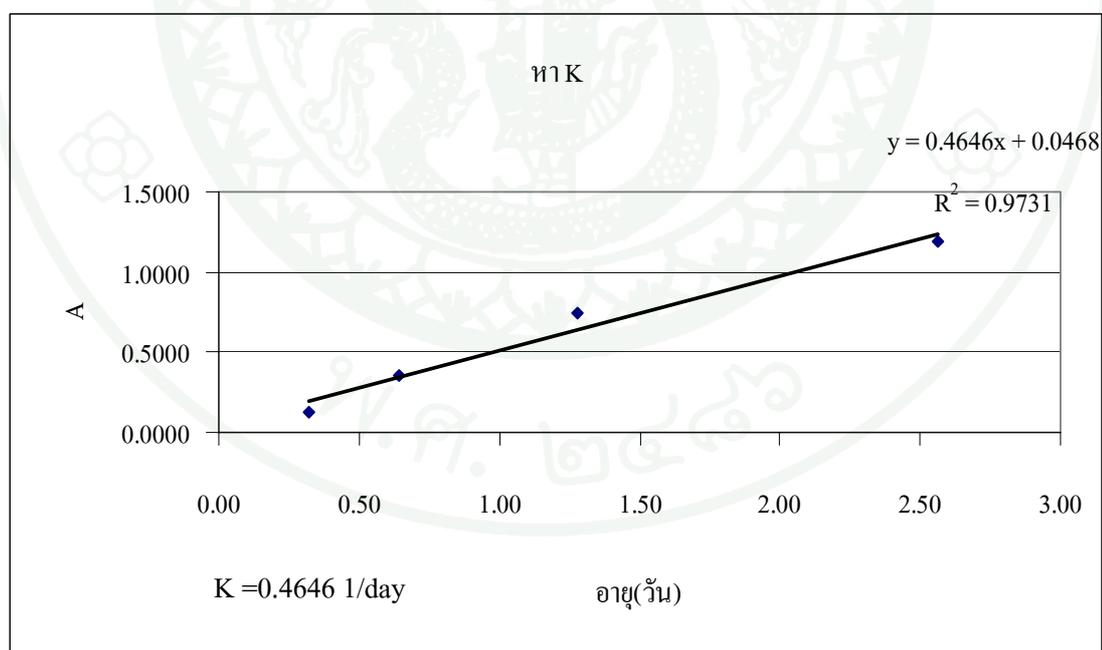
ภาพผนวกที่ ข28 ค่า K ของมอร์ต้ำผสมเถ้าลอย (35/ 28/ 240)

ตารางผนวกที่ ข19 การรับแรงอัดของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (35/ 40/ 240)

อายุ ชม.	อายุ วัน	พื้นที่ หน้าตัด (ตร.ชม.)	กำลัง (กก./ตร. ชม.)	กำลังเฉลี่ย (กก./ตร. ชม.)	1/อายุ (1/วัน)	1/กำลัง เฉลี่ย	A
7.66	0.32	27.30	39.38	43.07	3.13		0.1243
7.66	0.32	26.52	42.42		3.13		
7.66	0.32	26.88	47.43		3.13		
15.33	0.64	26.15	102.68	103.06	1.57		0.3597
15.33	0.64	26.42	103.15		1.57		
15.33	0.64	26.37	103.36		1.57		
30.66	1.28	26.37	175.40	165.98	0.78	0.0060	0.7424
30.66	1.28	26.57	150.54		0.78		
30.66	1.28	26.16	172.00		0.78		
61.33	2.56	27.14	216.44	211.72	0.39	0.0047	1.1906
61.33	2.56	27.46	213.97		0.39		
61.33	2.56	26.62	204.77		0.39		
122.66	5.11	26.57	272.84	266.44	0.20	0.0038	
122.66	5.11	26.52	282.80		0.20		
122.66	5.11	26.67	243.68		0.20		
245.33	10.22	26.68	328.02	381.10	0.10	0.0026	
245.33	10.22	26.27	390.25		0.10		
245.33	10.22	26.47	425.03		0.10		



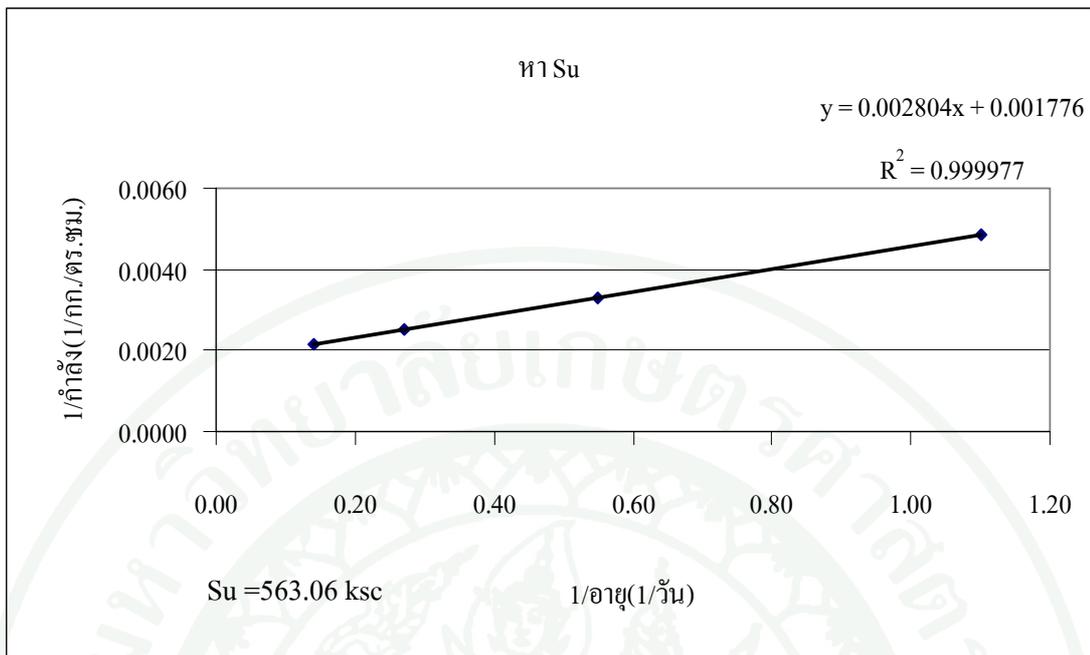
ภาพผนวกที่ ข29 ค่า Su ของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (35/ 40/ 240)



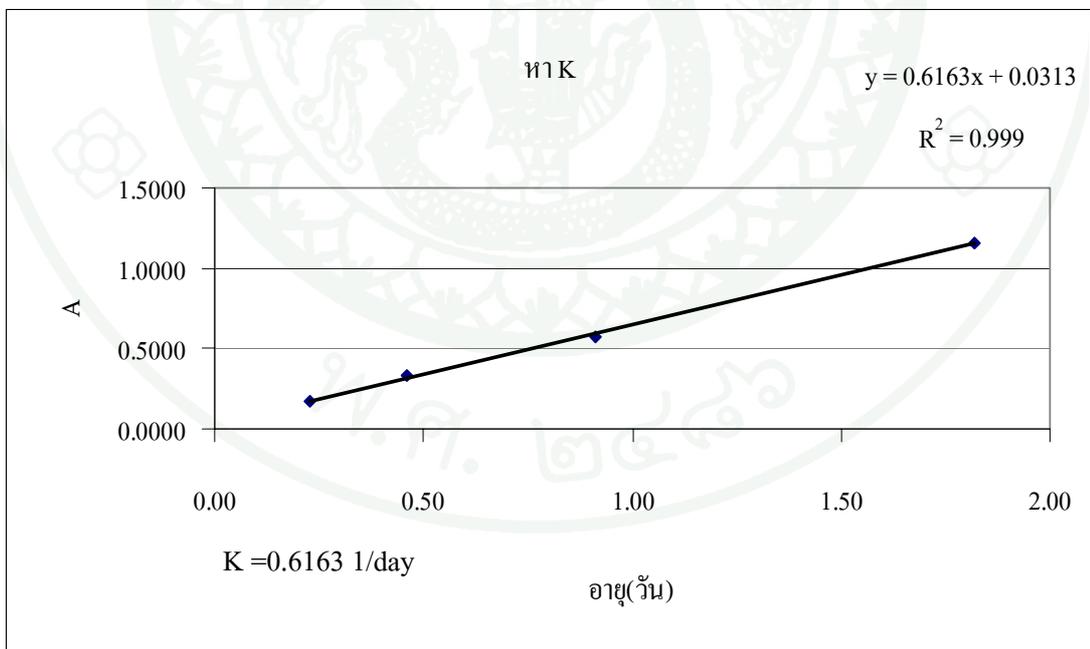
ภาพผนวกที่ ข30 ค่า K ของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (35/ 40/ 240)

ตารางผนวกที่ ข20 การรับแรงอัดของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (35/ 60/ 240)

อายุ ชม.	อายุ วัน	พื้นที่ หน้าตัด (ตร.ชม.)	กำลัง (กก./ตร. ชม.)	กำลังเฉลี่ย (กก./ตร. ชม.)	1/อายุ (1/วัน)	1/กำลัง เฉลี่ย	A
5.46	0.23	26.73	78.57	81.40	4.40		0.1690
5.46	0.23	26.31	85.51		4.40		
5.46	0.23	26.83	80.13		4.40		
10.93	0.46	26.42	146.67	140.01	2.20		0.3309
10.93	0.46	26.27	145.63		2.20		
10.93	0.46	27.41	127.71		2.20		
21.86	0.91	27.04	221.92	205.60	1.10	0.0049	0.5752
21.86	0.91	26.99	194.55		1.10		
21.86	0.91	26.83	200.32		1.10		
43.73	1.82	27.08	301.92	302.13	0.55	0.0033	1.1579
43.73	1.82	27.35	293.44		0.55		
43.73	1.82	27.25	311.03		0.55		
87.46	3.64	27.09	350.68	394.19	0.27	0.0025	
87.46	3.64	26.27	414.04		0.27		
87.46	3.64	26.63	417.84		0.27		
174.93	7.29	26.37	483.56	460.75	0.14	0.0022	
174.93	7.29	26.68	431.11		0.14		
174.93	7.29	26.47	467.59		0.14		



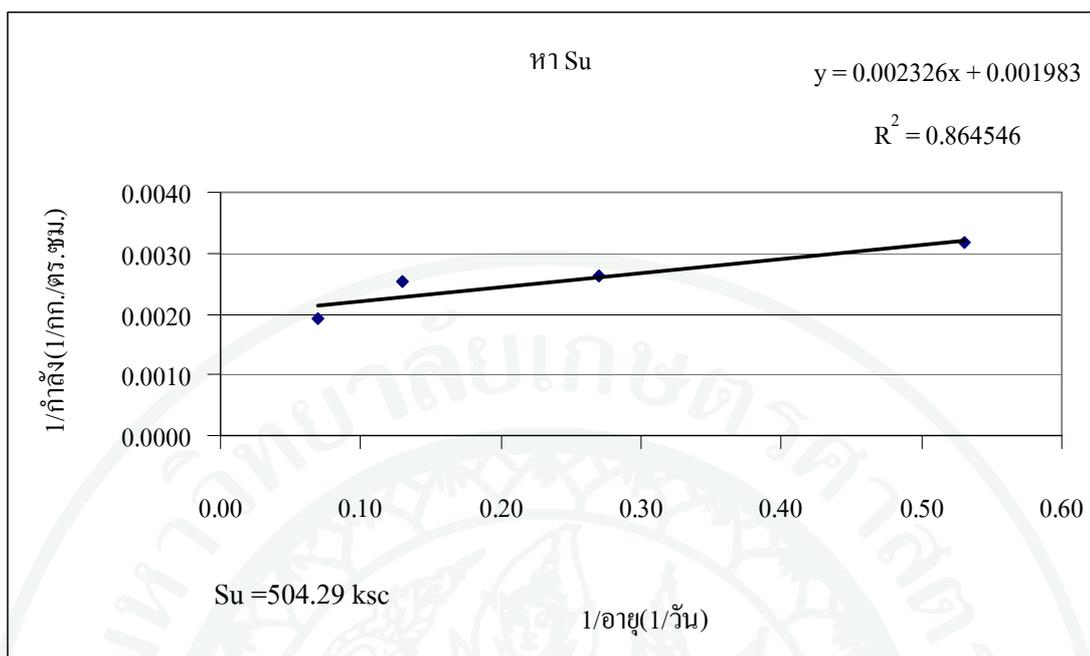
ภาพผนวกที่ ข31 ค่า S_u ของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (35/ 60/ 240)



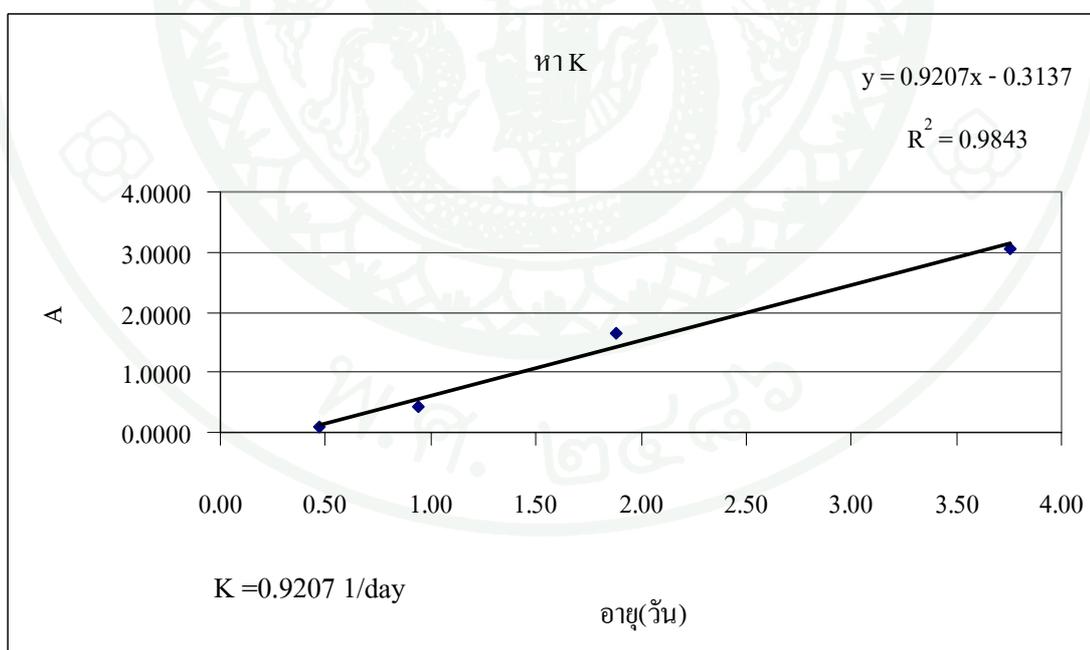
ภาพผนวกที่ ข32 ค่า K ของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (35/ 60/ 240)

ตารางผนวกที่ ข21 การรับแรงอัดของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (0/ 28/ 350)

อายุ ชม.	อายุ วัน	พื้นที่ หน้าตัด (ตร.ชม.)	กำลัง (กก./ตร. ชม.)	กำลังเฉลี่ย (กก./ตร. ชม.)	1/อายุ (1/วัน)	1/กำลัง เฉลี่ย	A
11.26	0.47	26.88	42.78	43.97	2.13		0.0955
11.26	0.47	25.65	47.75		2.13		
11.26	0.47	26.57	41.39		2.13		
22.53	0.94	25.50	151.95	148.21	1.07		0.4162
22.53	0.94	25.35	147.92		1.07		
22.53	0.94	25.90	144.76		1.07		
45.06	1.88	25.54	313.19	314.81	0.53	0.0032	1.6615
45.06	1.88	26.16	324.90		0.53		
45.06	1.88	26.52	306.35		0.53		
90.13	3.76	26.32	372.38	380.16	0.27	0.0026	3.0626
90.13	3.76	26.01	384.47		0.27		
90.13	3.76	25.09	383.62		0.27		
180.26	7.51	25.81	392.36	0.0025	0.13	0.13	
180.26	7.51	26.06	388.51		0.13		
180.26	7.51	25.76	407.68		0.13		
360.53	15.02	26.26	542.56	0.0019	0.07	0.07	
360.53	15.02	26.63	497.64		0.07		
360.53	15.02	25.19	516.03		0.07		



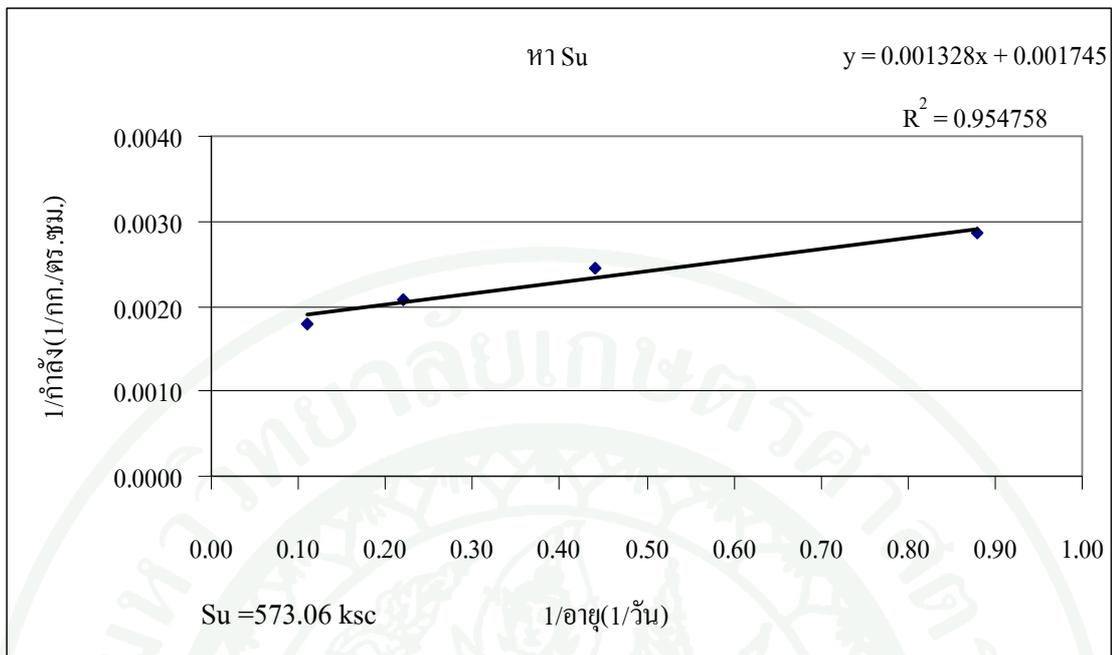
ภาพผนวกที่ ข33 ค่า Su ของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (0/ 28/ 350)



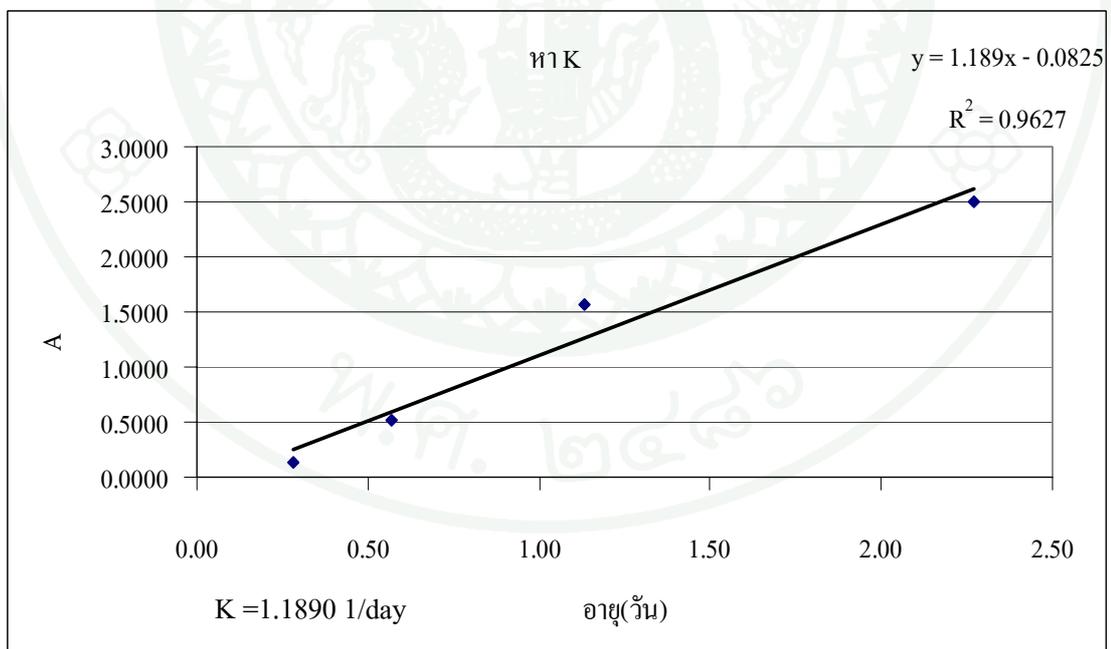
ภาพผนวกที่ ข34 ค่า K ของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (0/ 28/ 350)

ตารางผนวกที่ ข22 การรับแรงอัดของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (0/ 40/ 350)

อายุ		พื้นที่ หน้าตัด (ตร.ซม.)	กำลัง (กก./ตร. ซม.)	กำลังเฉลี่ย (กก./ตร. ซม.)	1/อายุ (1/วัน)	1/กำลัง เฉลี่ย	A
ซม.	วัน						
6.80	0.28	26.37	70.16	68.64	3.53		0.1361
6.80	0.28	27.20	69.86		3.53		
6.80	0.28	27.09	65.89		3.53		
13.60	0.57	26.68	182.74	196.88	1.76		0.5233
13.60	0.57	26.82	191.07		1.76		
13.60	0.57	26.52	216.82		1.76		
27.20	1.13	25.58	371.33	349.91	0.88	0.0029	1.5680
27.20	1.13	26.52	353.52		0.88		
27.20	1.13	26.16	324.89		0.88		
54.40	2.27	26.11	378.18	409.15	0.44	0.0024	2.4960
54.40	2.27	27.13	410.00		0.44		
54.40	2.27	26.01	439.26		0.44		
108.80	4.53	26.42	463.69	480.37	0.22	0.0021	
108.80	4.53	26.00	477.85		0.22		
108.80	4.53	26.52	499.58		0.22		
217.60	9.07	26.01	552.67	559.53	0.11	0.0018	
217.60	9.07	25.85	531.83		0.11		
217.60	9.07	25.25	594.09		0.11		



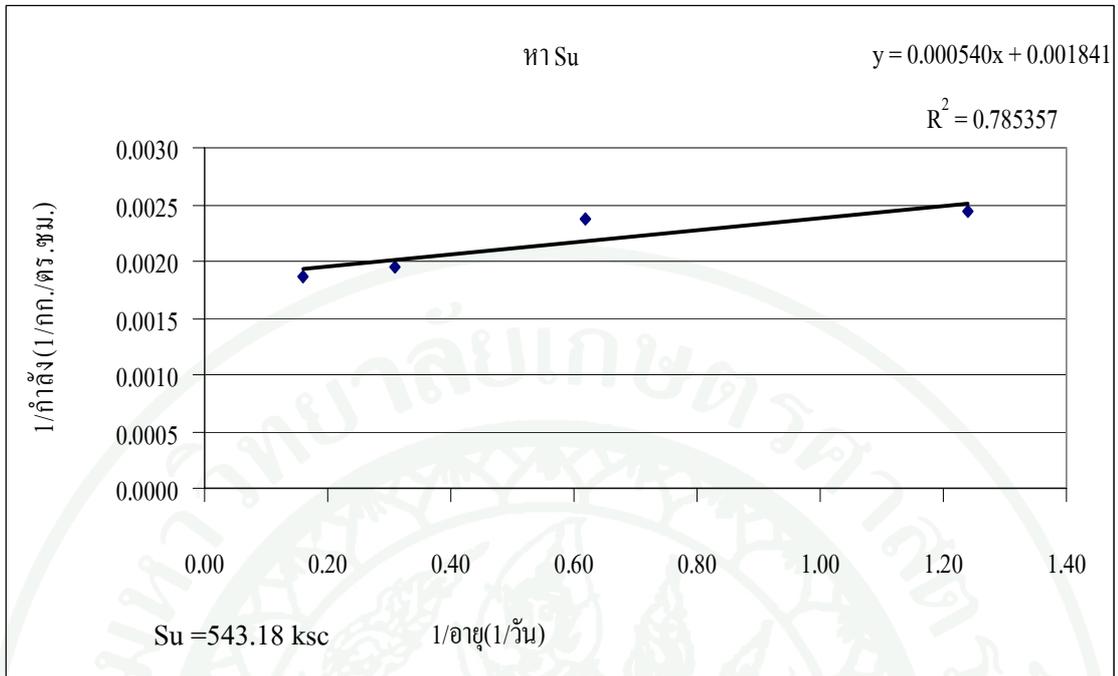
ภาพผนวกที่ ข35 ค่า S_u ของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (0/ 40/ 350)



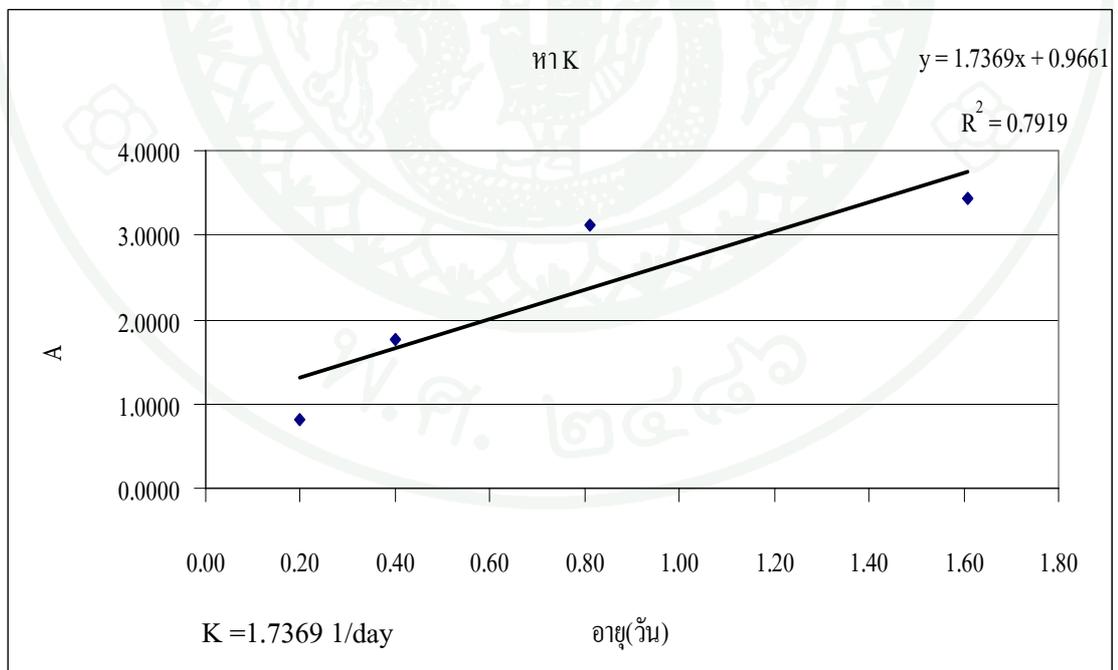
ภาพผนวกที่ ข36 ค่า K ของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (0/ 40/ 350)

ตารางผนวกที่ ข23 การรับแรงอัดของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (0/ 60/ 350)

อายุ ชม.	อายุ วัน	พื้นที่ หน้าตัด (ตร.ชม.)	กำลัง (กก./ตร. ชม.)	กำลังเฉลี่ย (กก./ตร. ชม.)	1/อายุ (1/วัน)	1/กำลัง เฉลี่ย	A
4.83	0.20	26.77	220.40	242.63	4.97		0.8073
4.83	0.20	26.27	248.43		4.97		
4.83	0.20	25.96	259.06		4.97		
9.66	0.40	25.95	336.16	346.46	2.48		1.7612
9.66	0.40	26.47	324.88		2.48		
9.66	0.40	25.70	378.33		2.48		
19.33	0.81	26.11	402.19	411.12	1.24	0.0024	3.1132
19.33	0.81	25.35	406.29		1.24		
19.33	0.81	25.30	424.89		1.24		
38.66	1.61	25.91	424.58	420.51	0.62	0.0024	3.4279
38.66	1.61	26.46	419.44		0.62		
38.66	1.61	26.47	417.50		0.62		
77.33	3.22	26.21	515.11	511.63	0.31	0.0020	
77.33	3.22	26.83	498.53		0.31		
77.33	3.22	25.90	521.24		0.31		
154.66	6.44	26.32	569.98	538.19	0.16	0.0019	
154.66	6.44	26.37	521.47		0.16		
154.66	6.44	25.81	523.13		0.16		



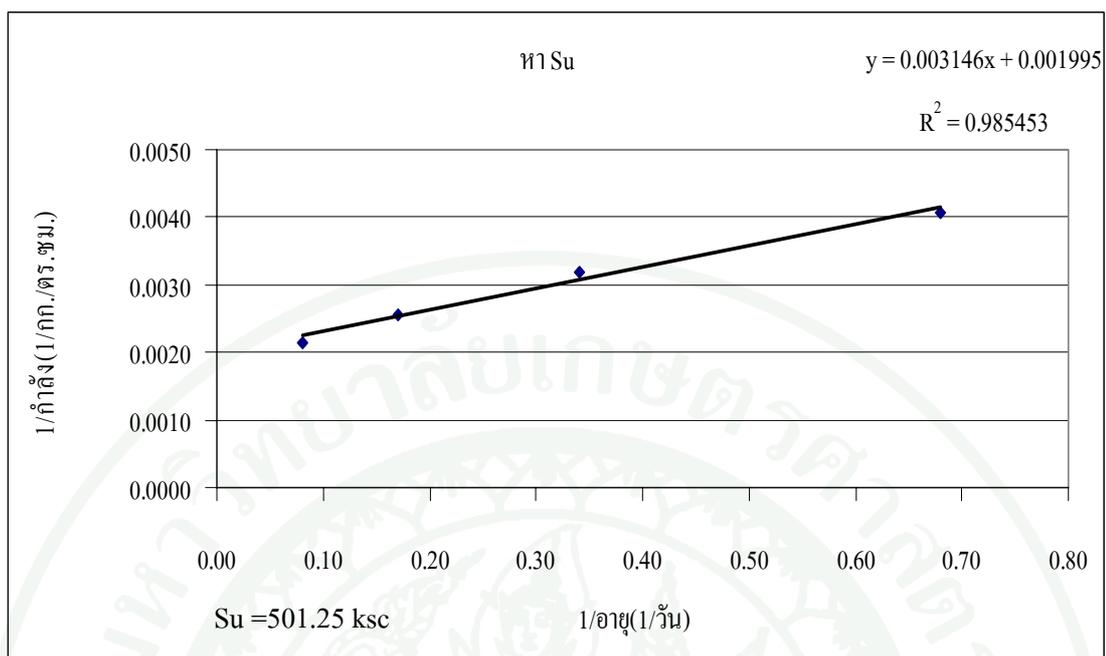
ภาพผนวกที่ ข37 ค่า Su ของมอร์ต้าผสมแก้ลอย (0/ 60/ 350)



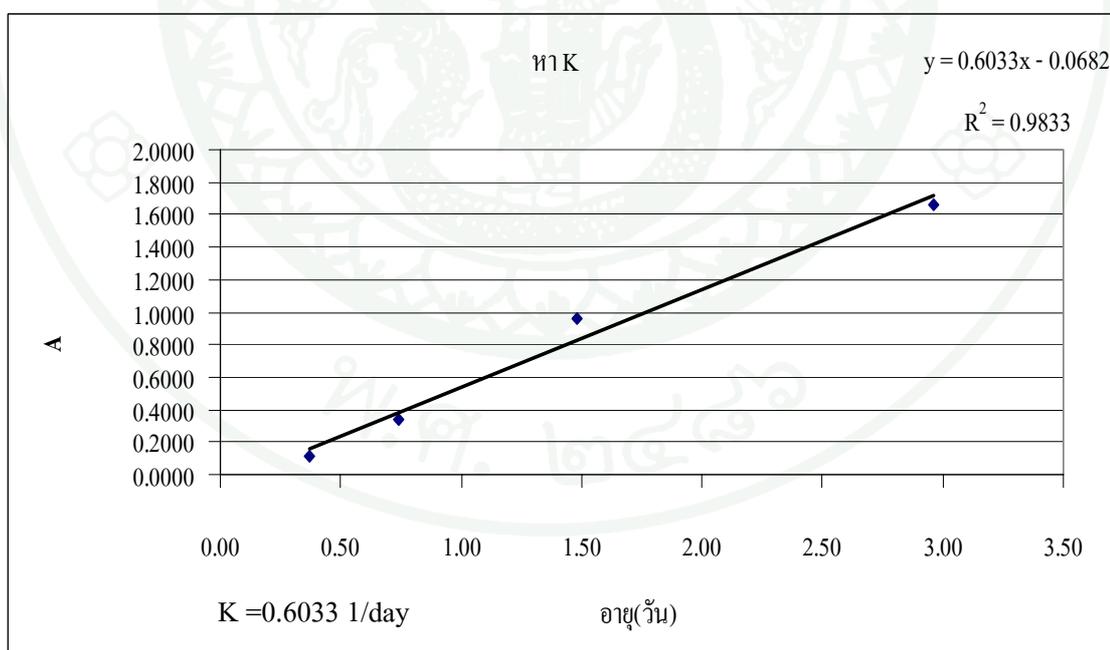
ภาพผนวกที่ ข38 ค่า K ของมอร์ต้าผสมแก้ลอย (0/ 60/ 350)

ตารางผนวกที่ ข24 การรับแรงอัดของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (15/ 28/ 350)

อายุ		พื้นที่ หน้าตัด (ตร.ซม.)	กำลัง (กก./ตร. ซม.)	กำลังเฉลี่ย (กก./ตร. ซม.)	1/อายุ (1/วัน)	1/กำลัง เฉลี่ย	A
ซม.	วัน						
8.86	0.37	26.68	46.86	48.78	2.71		0.1078
8.86	0.37	26.37	47.41		2.71		
8.86	0.37	26.88	52.08		2.71		
17.73	0.74	26.47	132.25	128.20	1.35		0.3437
17.73	0.74	26.57	127.03		1.35		
17.73	0.74	26.93	125.33		1.35		
35.46	1.48	25.80	247.05	245.42	0.68	0.0041	0.9593
35.46	1.48	25.86	254.29		0.68		
35.46	1.48	27.14	234.93		0.68		
70.93	2.96	27.04	292.19	313.15	0.34	0.0032	1.6648
70.93	2.96	26.62	319.25		0.34		
70.93	2.96	26.52	328.02		0.34		
141.86	5.91	27.72	392.31	390.56	0.17	0.0026	
141.86	5.91	27.72	405.87		0.17		
141.86	5.91	26.77	373.51		0.17		
283.73	11.82	26.88	474.26	465.45	0.08	0.0021	
283.73	11.82	26.99	449.31		0.08		
283.73	11.82	27.23	472.80		0.08		



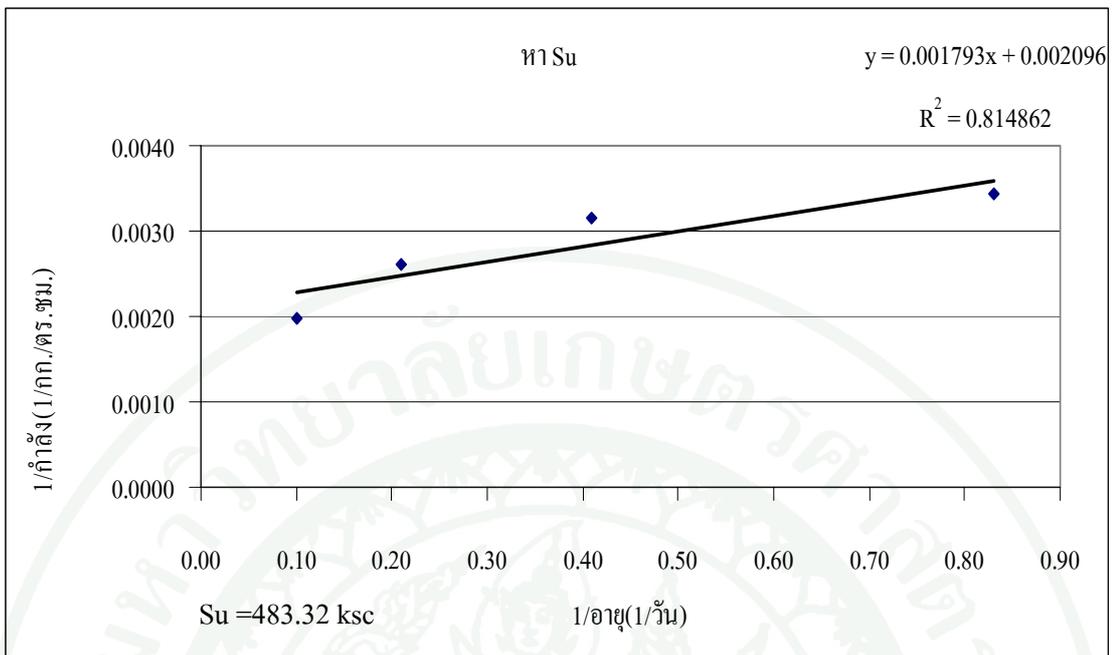
ภาพผนวกที่ ข39 ค่า Su ของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (15/ 28/ 350)



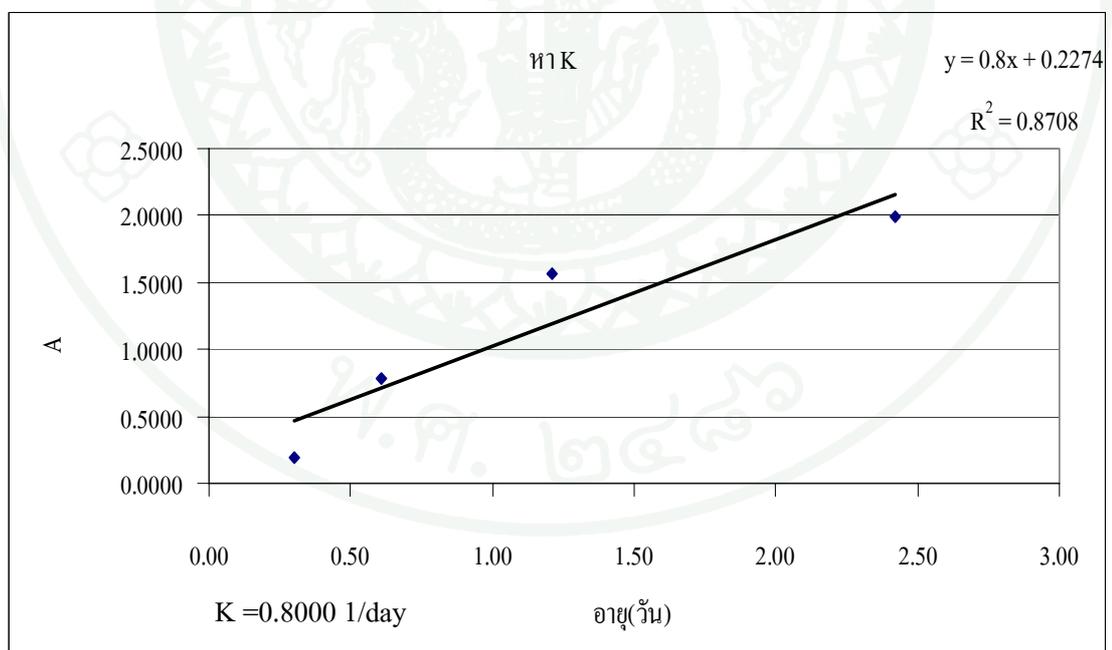
ภาพผนวกที่ ข40 ค่า K ของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (15/ 28/ 350)

ตารางผนวกที่ ข25 การรับแรงอัดของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (15/ 40/ 350)

อายุ ชม.	อายุ วัน	พื้นที่ หน้าตัด (ตร.ชม.)	กำลัง (กก./ตร. ชม.)	กำลังเฉลี่ย (กก./ตร. ชม.)	1/อายุ (1/วัน)	1/กำลัง เฉลี่ย	A
7.26	0.30	26.88	78.69	78.33	3.31		0.1964
7.26	0.30	27.56	76.74		3.31		
7.26	0.30	27.03	79.54		3.31		
14.53	0.61	27.66	212.44	209.75	1.65		0.7846
14.53	0.61	27.50	206.33		1.65		
14.53	0.61	26.72	210.48		1.65		
29.06	1.21	26.06	335.75	291.51	0.83	0.0034	0.61
29.06	1.21	26.78	280.07		0.83		
29.06	1.21	26.57	258.71		0.83		
58.13	2.42	26.57	347.15	321.53	0.41	0.0031	2.0669
58.13	2.42	27.90	322.62		0.41		
58.13	2.42	26.71	294.84		0.41		
116.26	4.84	27.08	420.93	384.13	0.21	0.0026	
116.26	4.84	26.93	371.27		0.21		
116.26	4.84	27.07	360.20		0.21		
232.53	9.69	26.42	520.50	508.62	0.10	0.0020	
232.53	9.69	26.42	487.37		0.10		
232.53	9.69	27.03	517.98		0.10		



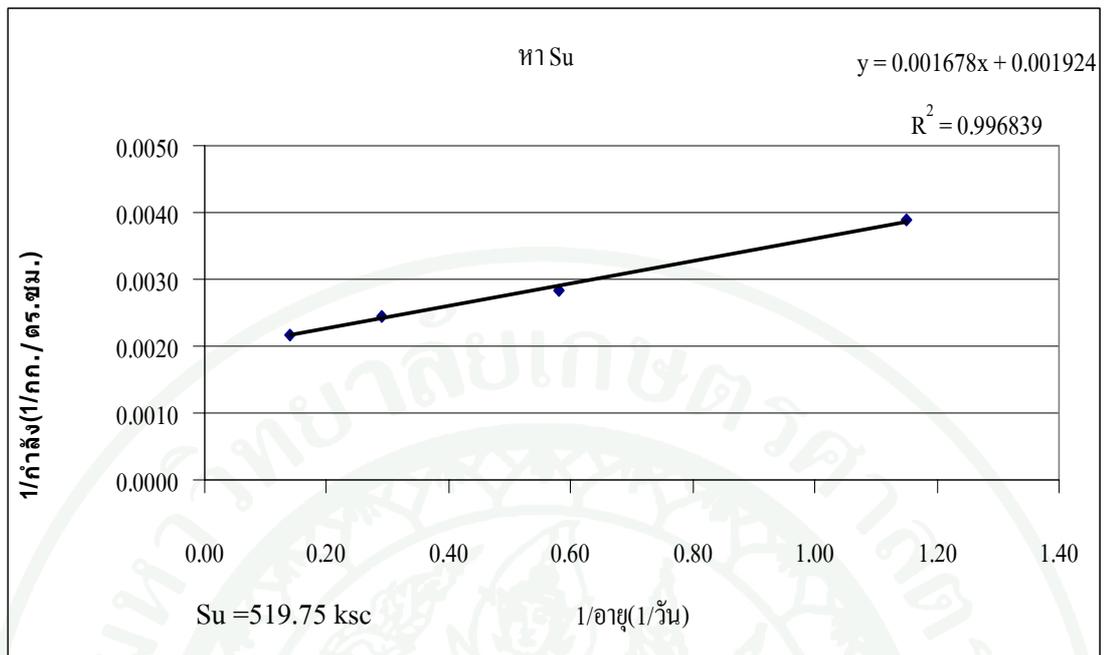
ภาพผนวกที่ ข41 ค่า S_u ของมอร์ต้ำผสมเถ้าลอย (15/ 40/ 350)



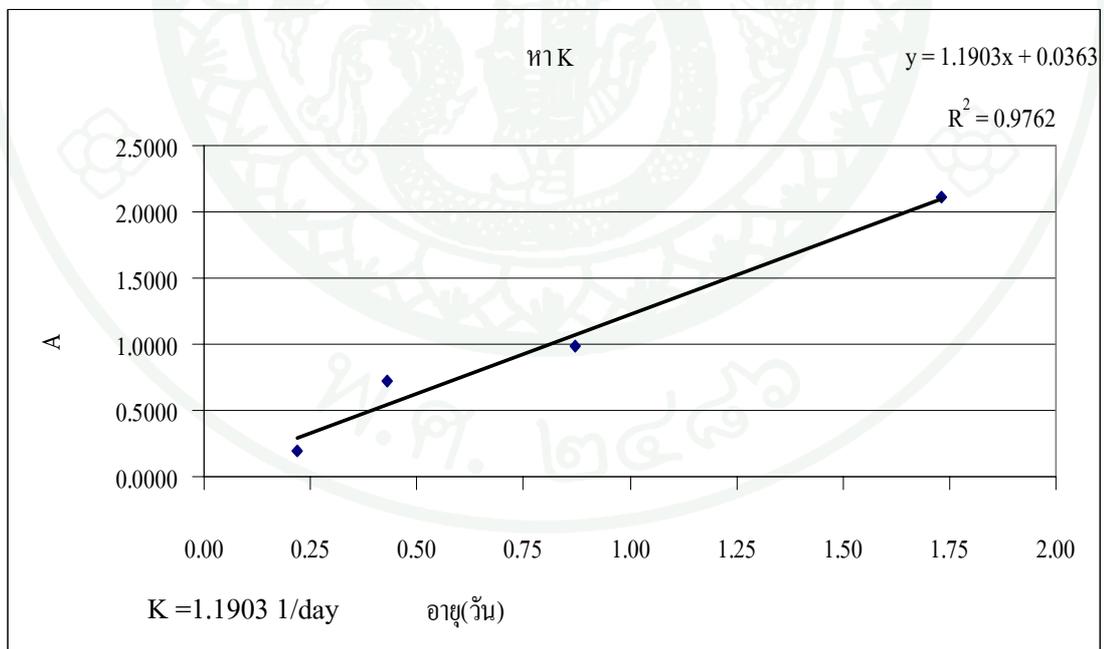
ภาพผนวกที่ ข42 ค่า K ของมอร์ต้ำผสมเถ้าลอย (15/ 40/ 350)

ตารางผนวกที่ ข26 การรับแรงอัดของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (15/ 60/ 350)

อายุ ชม.	อายุ วัน	พื้นที่ หน้าตัด (ตร.ชม.)	กำลัง (กก./ตร. ชม.)	กำลังเฉลี่ย (กก./ตร. ชม.)	1/อายุ (1/วัน)	1/กำลัง เฉลี่ย	A
5.20	0.22	27.40	83.04	86.31	4.62		0.1991
5.20	0.22	26.52	88.61		4.62		
5.20	0.22	26.92	87.29		4.62		
10.40	0.43	27.04	212.67	217.41	2.31		0.7191
10.40	0.43	26.78	210.05		2.31		
10.40	0.43	26.47	229.50		2.31		
20.80	0.87	27.98	254.64	262.21	1.15	0.0038	1.0182
20.80	0.87	26.32	270.75		1.15		
20.80	0.87	26.32	261.25		1.15		
41.60	1.73	26.73	383.48	352.56	0.58	0.0028	2.1088
41.60	1.73	27.77	347.47		0.58		
41.60	1.73	26.78	326.74		0.58		
83.20	3.47	26.78	415.50	409.30	0.29	0.0024	
83.20	3.47	27.13	386.97		0.29		
83.20	3.47	25.86	425.43		0.29		
166.40	6.93	26.63	455.40	461.56	0.14	0.0022	
166.40	6.93	26.36	455.22		0.14		
166.40	6.93	26.36	474.08		0.14		



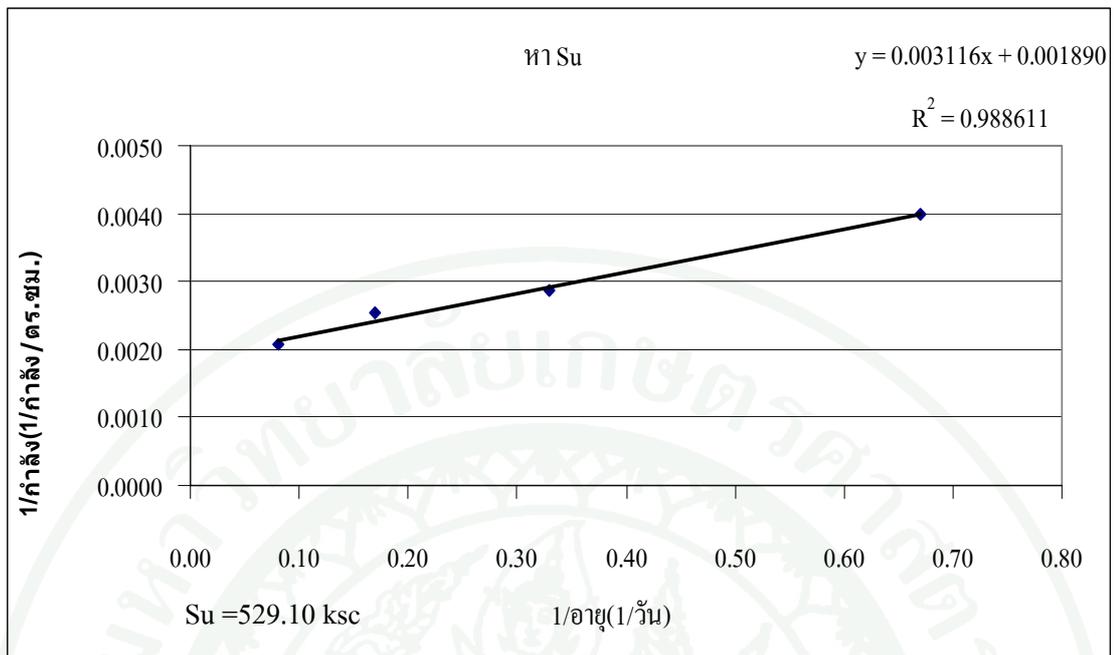
ภาพผนวกที่ ข43 ค่า Su ของมอร์ดี้าผสมแก้าลอย (15/ 60/ 350)



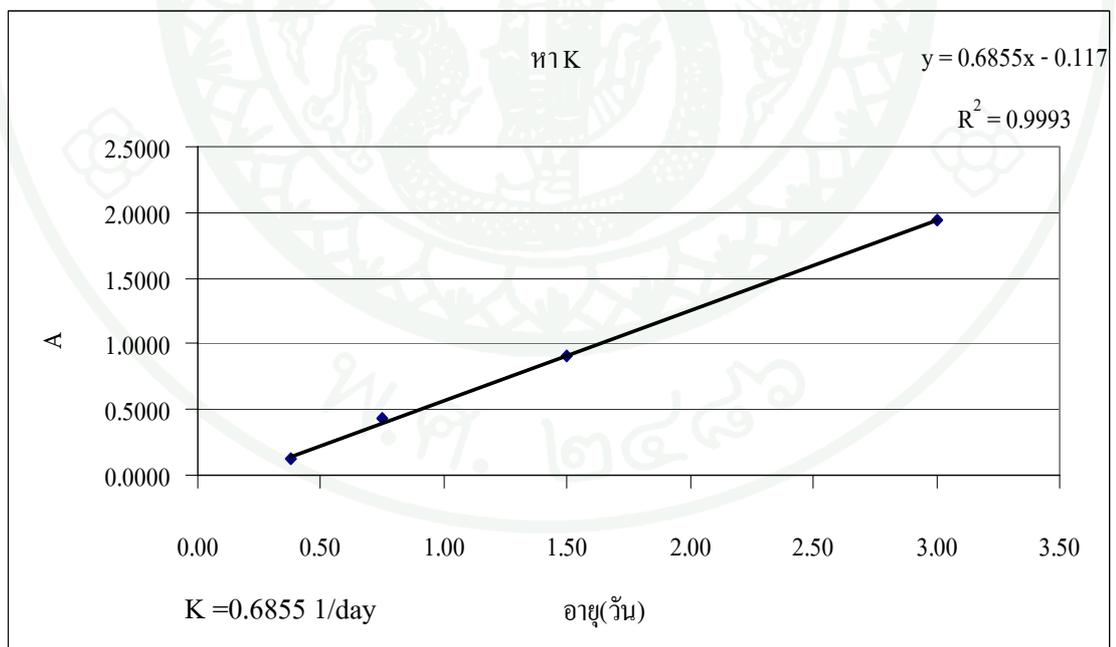
ภาพผนวกที่ ข44 ค่า K ของมอร์ดี้าผสมแก้าลอย (15/ 60/ 350)

ตารางผนวกที่ ข27 การรับแรงอัดของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (25/ 28/ 350)

อายุ ชม.	อายุ วัน	พื้นที่ หน้าตัด (ตร.ชม.)	กำลัง (กก./ตร. ชม.)	กำลังเฉลี่ย (กก./ตร. ชม.)	1/อายุ (1/วัน)	1/กำลัง เฉลี่ย	A
9.00	0.38	26.52	57.69	57.62	2.67		0.1222
9.00	0.38	27.14	57.49		2.67		
9.00	0.38	27.13	57.68		2.67		
18.00	0.75	26.52	154.60	158.36	1.33		0.4272
18.00	0.75	27.03	168.70		1.33		
18.00	0.75	27.34	151.79		1.33		
36.00	1.50	26.67	224.97	251.10	0.67	0.0040	0.9033
36.00	1.50	27.34	263.39		0.67		
36.00	1.50	27.55	264.95		0.67		
72.00	3.00	27.25	348.66	349.04	0.33	0.0029	1.9385
72.00	3.00	27.03	355.16		0.33		
72.00	3.00	27.09	343.31		0.33		
144.00	6.00	27.50	362.67	393.55	0.17	0.0025	
144.00	6.00	26.73	425.61		0.17		
144.00	6.00	28.04	392.37		0.17		
288.00	12.00	25.90	521.14	483.56	0.08	0.0021	
288.00	12.00	26.73	473.27		0.08		
288.00	12.00	27.40	456.27		0.08		



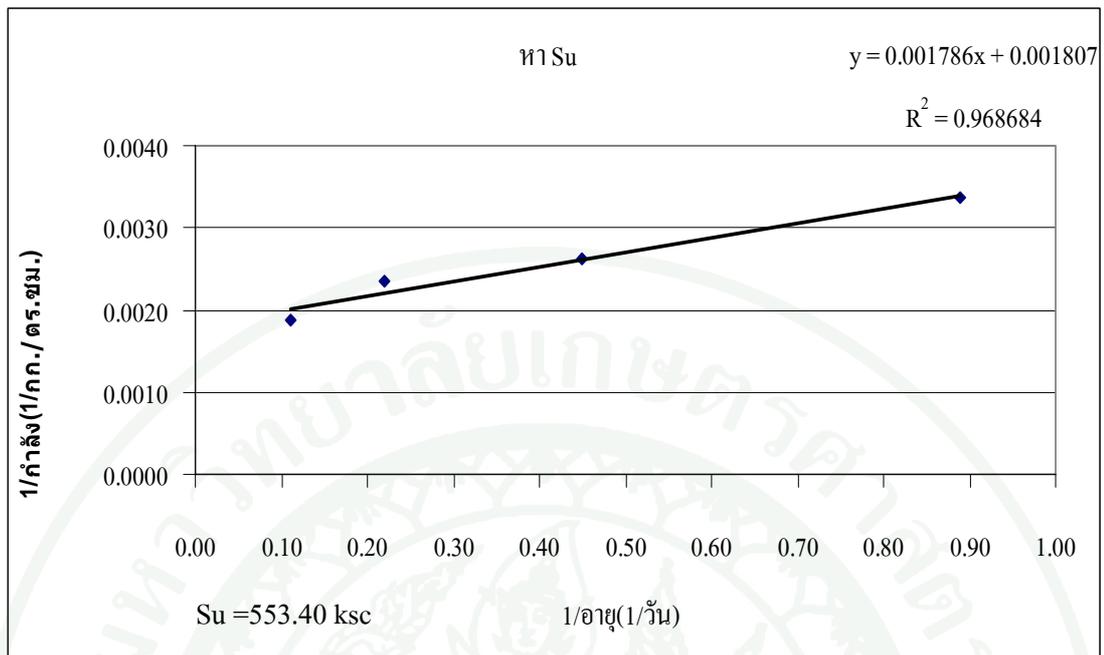
ภาพผนวกที่ ข45 ค่า S_u ของมอร์ดีต้าผสมแก้าลอย (25/ 28/ 350)



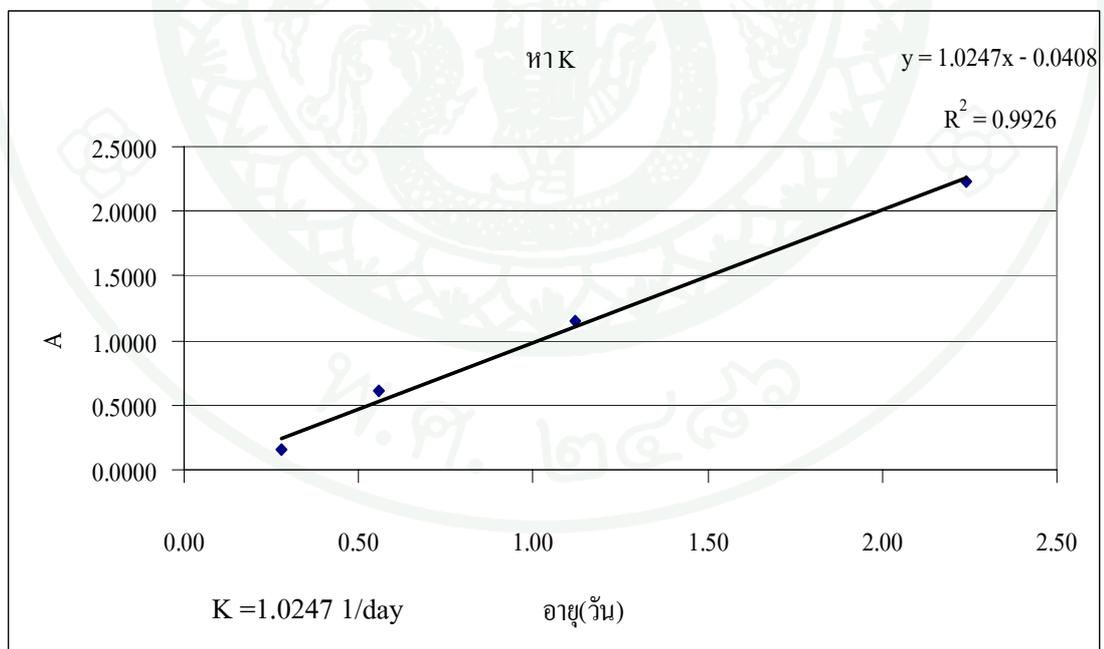
ภาพผนวกที่ ข46 ค่า K ของมอร์ดีต้าผสมแก้าลอย (25/ 28/ 350)

ตารางผนวกที่ ข28 การรับแรงอัดของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (25/ 40/ 350)

อายุ ชม.	อายุ วัน	พื้นที่ หน้าตัด (ตร.ชม.)	กำลัง (กก./ตร. ชม.)	กำลังเฉลี่ย (กก./ตร. ชม.)	1/อายุ (1/วัน)	1/กำลัง เฉลี่ย	A
6.73	0.28	26.37	72.06	73.79	3.57		0.1538
6.73	0.28	26.21	74.77		3.57		
6.73	0.28	26.16	74.54		3.57		
13.47	0.56	26.63	218.78	209.47	1.78		0.6090
13.47	0.56	26.37	203.84		1.78		
13.47	0.56	26.73	205.79		1.78		
26.93	1.12	26.63	309.85	296.54	0.89	0.0034	1.1544
26.93	1.12	27.14	290.15		0.89		
26.93	1.12	27.19	289.61		0.89		
53.87	2.24	26.68	407.66	381.72	0.45	0.0026	2.2233
53.87	2.24	27.18	363.35		0.45		
53.87	2.24	26.93	374.15		0.45		
107.73	4.49	26.83	414.67	427.05	0.22	0.0023	
107.73	4.49	26.94	422.31		0.22		
107.73	4.49	27.30	444.16		0.22		
215.47	8.98	26.57	479.83	532.92	0.11	0.0019	
215.47	8.98	26.47	547.81		0.11		
215.47	8.98	26.26	571.12		0.11		



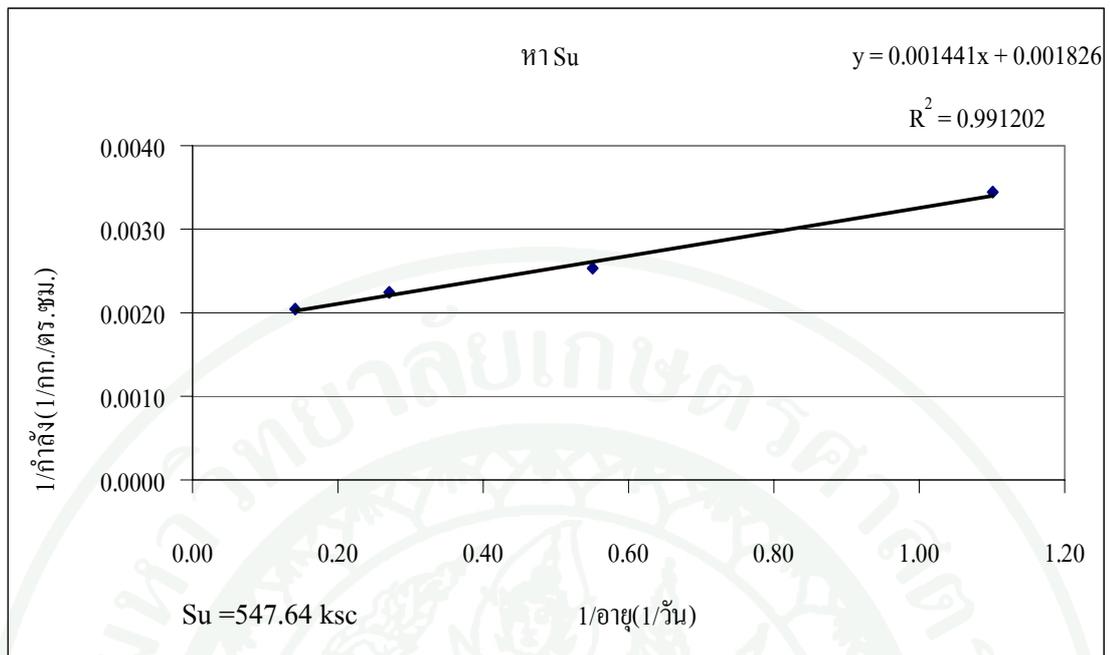
ภาพผนวกที่ ข47 ค่า S_u ของมอร์ต้าผสมแก้าลอย (25/ 40/ 350)



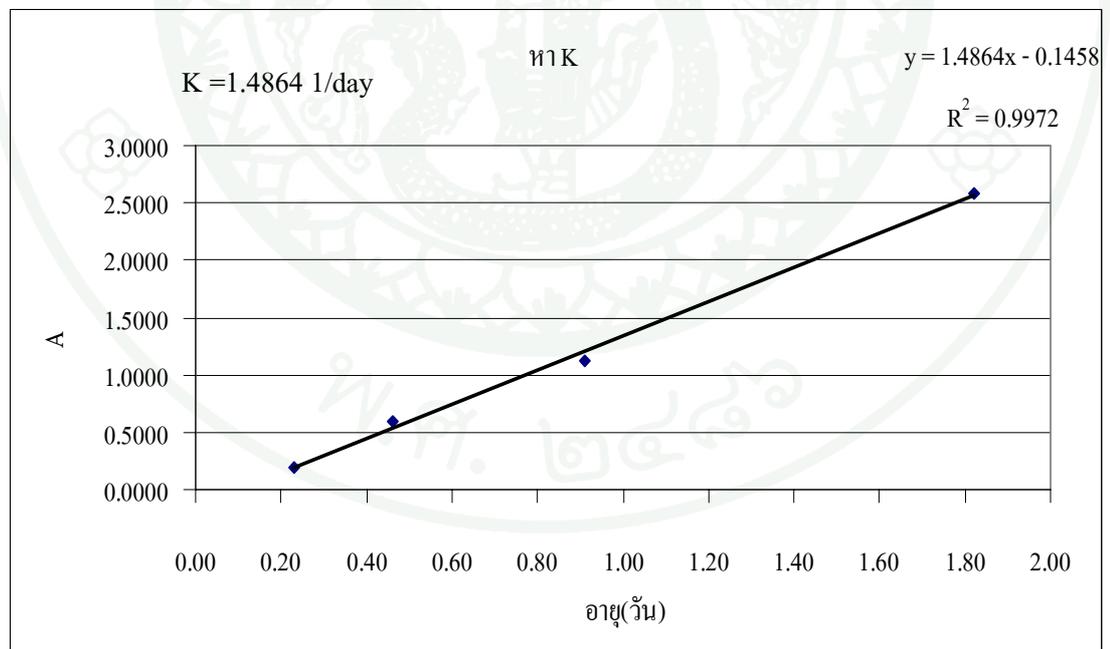
ภาพผนวกที่ ข48 ค่า K ของมอร์ต้าผสมแก้าลอย (25/ 40/ 350)

ตารางผนวกที่ ข29 การรับแรงอัดของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (25/ 60/ 350)

อายุ ชม.	อายุ วัน	พื้นที่ หน้าตัด (ตร.ชม.)	กำลัง (กก./ตร. ชม.)	กำลังเฉลี่ย (กก./ตร. ชม.)	1/อายุ (1/วัน)	1/กำลัง เฉลี่ย	A
5.47	0.23	26.21	77.63	90.72	4.39		0.1986
5.47	0.23	27.14	92.10		4.39		
5.47	0.23	27.09	102.44		4.39		
10.93	0.46	26.46	214.44	202.60	2.20		0.5872
10.93	0.46	26.16	216.94		2.20		
10.93	0.46	26.92	176.42		2.20		
21.87	0.91	26.27	299.83	290.43	1.10	0.0034	1.1291
21.87	0.91	26.25	276.22		1.10		
21.87	0.91	27.83	295.23		1.10		
43.73	1.82	26.47	396.74	394.91	0.55	0.0025	2.5857
43.73	1.82	25.91	376.37		0.55		
43.73	1.82	26.42	411.63		0.55		
87.47	3.64	26.67	426.48	444.60	0.27	0.0022	
87.47	3.64	26.52	447.74		0.27		
87.47	3.64	26.11	459.57		0.27		
174.93	7.29	26.67	503.30	488.49	0.14	0.0020	
174.93	7.29	26.01	475.79		0.14		
174.93	7.29	26.21	486.38		0.14		



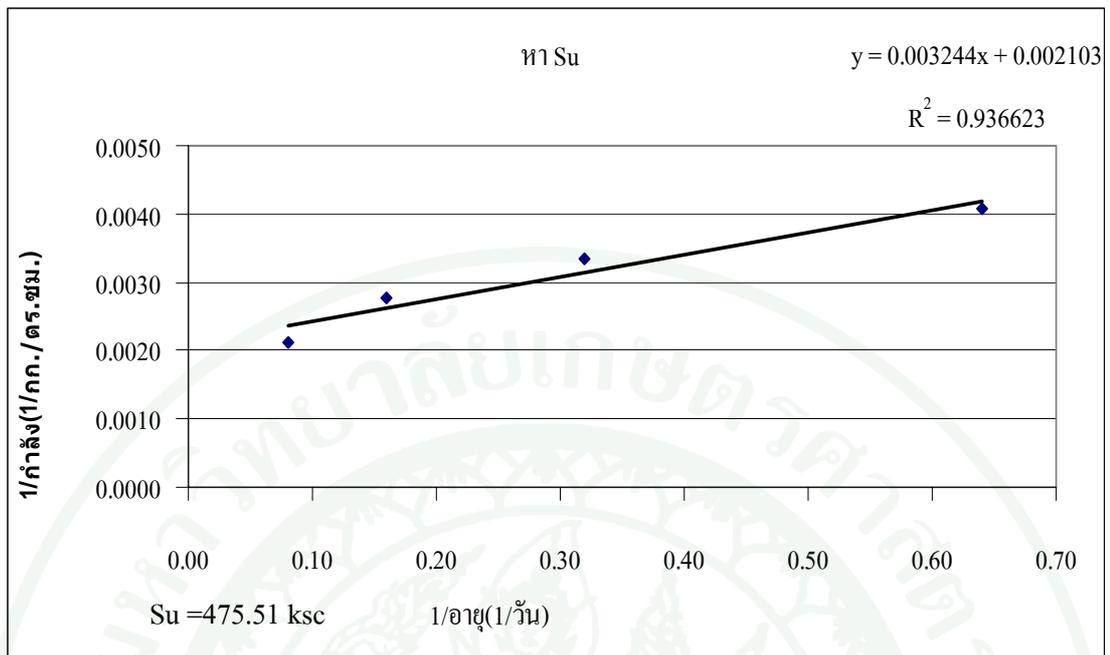
ภาพผนวกที่ ข49 ค่า S_u ของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (25/ 60/ 350)



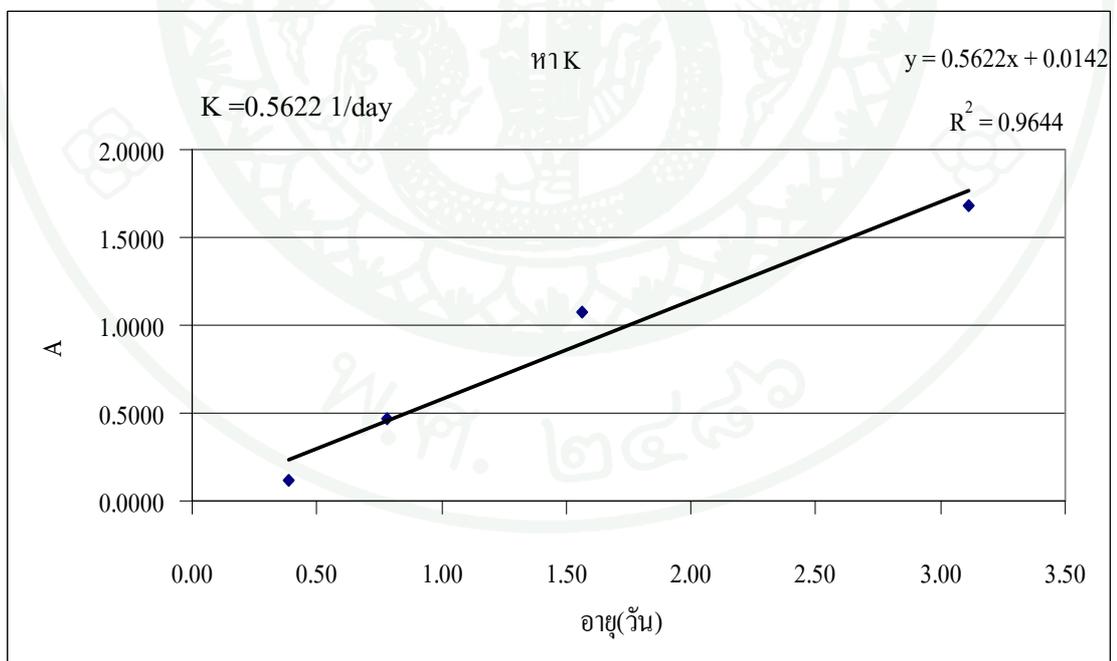
ภาพผนวกที่ ข50 ค่า K ของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (25/ 60/ 350)

ตารางผนวกที่ ข30 การรับแรงอัดของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (35/ 28/ 350)

อายุ ชม.	อายุ วัน	พื้นที่ หน้าตัด (ตร.ชม.)	กำลัง (กก./ตร. ชม.)	กำลังเฉลี่ย (กก./ตร. ชม.)	1/อายุ (1/วัน)	1/กำลัง เฉลี่ย	A
9.33	0.39	26.78	59.75	51.31	2.57		0.1209
9.33	0.39	26.37	49.30		2.57		
9.33	0.39	27.08	44.86		2.57		
18.66	0.78	26.62	154.94	151.09	1.29		0.4657
18.66	0.78	26.47	165.28		1.29		
18.66	0.78	27.25	133.04		1.29		
37.33	1.56	27.09	230.74	245.70	0.64	0.0041	1.0692
37.33	1.56	26.88	241.82		0.64		
37.33	1.56	26.46	264.55		0.64		
74.66	3.11	26.62	300.47	298.36	0.32	0.0034	1.6843
74.66	3.11	26.52	287.52		0.32		
74.66	3.11	26.21	307.10		0.32		
149.33	6.22	27.20	390.70	362.47	0.16	0.0028	
149.33	6.22	26.61	319.44		0.16		
149.33	6.22	26.51	377.28		0.16		
298.66	12.44	27.09	450.41	470.43	0.08	0.0021	
298.66	12.44	26.62	441.36		0.08		
298.66	12.44	26.47	519.52		0.08		



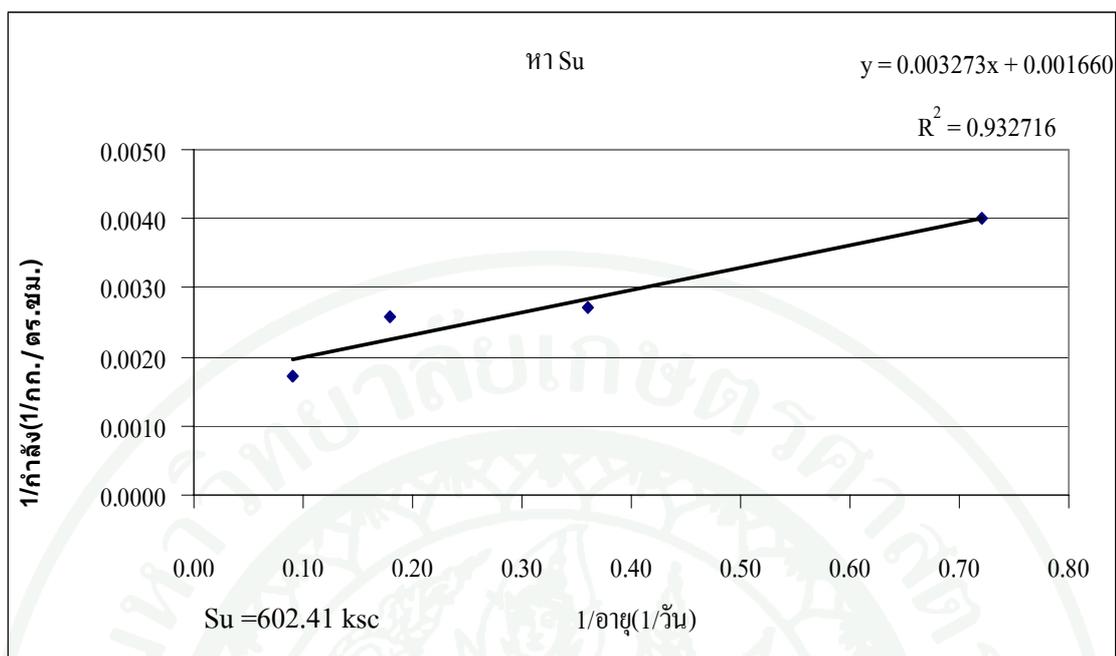
ภาพผนวกที่ ข51 ค่า S_u ของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (35/ 28/ 350)



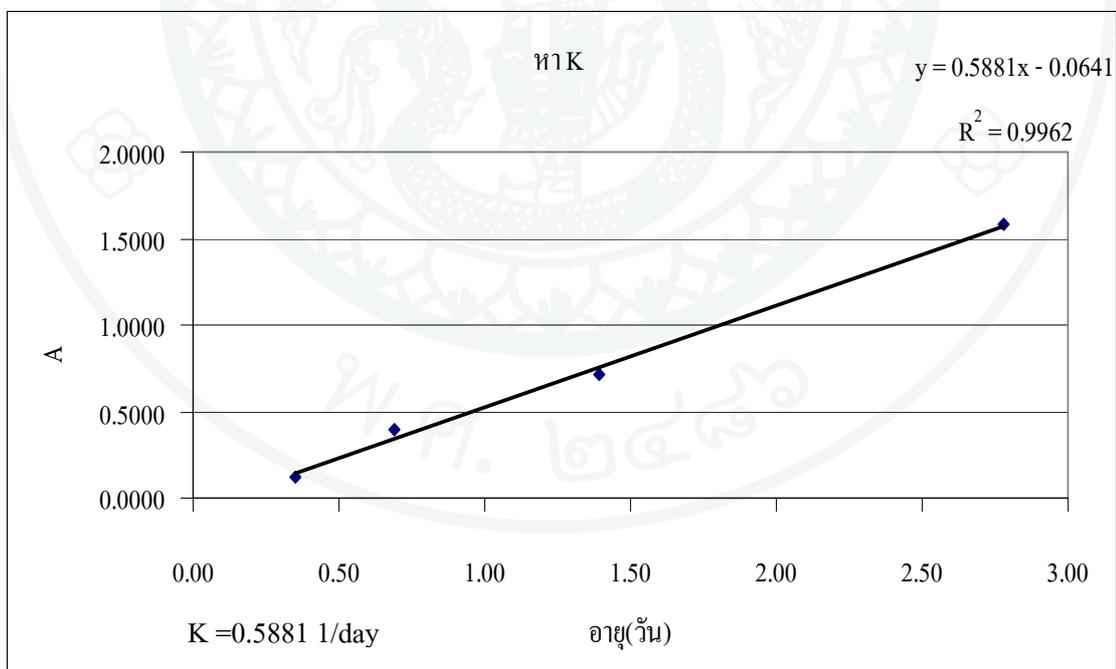
ภาพผนวกที่ ข52 ค่า K ของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (35/ 28/ 350)

ตารางผนวกที่ ข31 การรับแรงอัดของมอร์ต้าผสมแก้ลอย (35/ 40/ 350)

อายุ ชม.	อายุ วัน	พื้นที่ หน้าตัด (ตร.ชม.)	กำลัง (กก./ตร. ชม.)	กำลังเฉลี่ย (กก./ตร. ชม.)	1/อายุ (1/วัน)	1/กำลัง เฉลี่ย	A
8.33	0.35	26.57	72.45	66.08	2.88		0.1240
8.33	0.35	27.20	66.18		2.88		
8.33	0.35	26.84	59.61		2.88		
16.66	0.69	27.13	169.55	168.23	1.44		0.3904
16.66	0.69	27.50	169.09		1.44		
16.66	0.69	27.10	166.05		1.44		
33.33	1.39	27.46	244.90	248.99	0.72	0.0040	0.7111
33.33	1.39	27.77	252.07		0.72		
33.33	1.39	28.00	250.00		0.72		
66.66	2.78	26.20	374.05	367.12	0.36	0.0027	1.5821
66.66	2.78	26.22	377.57		0.36		
66.66	2.78	27.45	349.73		0.36		
133.33	5.56	26.01	384.47	386.27	0.18	0.0026	
133.33	5.56	26.73	385.33		0.18		
133.33	5.56	26.22	389.02		0.18		
266.66	11.11	26.42	548.83	578.80	0.09	0.0017	
266.66	11.11	27.14	589.54		0.09		
266.66	11.11	27.34	598.02		0.09		



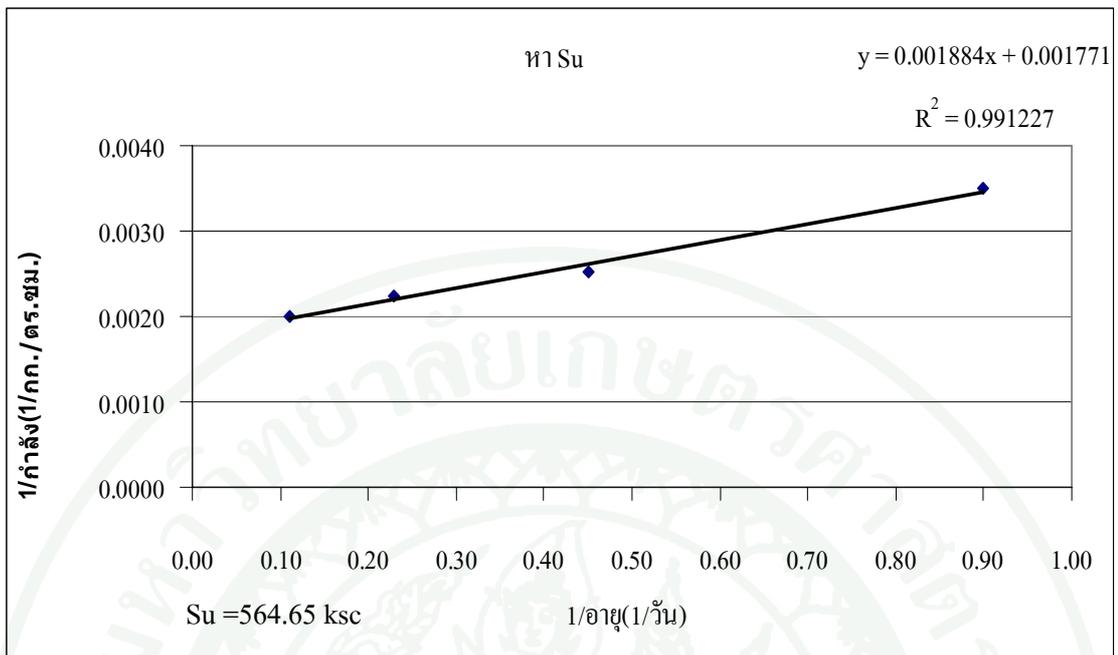
ภาพผนวกที่ ข53 ค่า Su ของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (35/ 40/ 350)



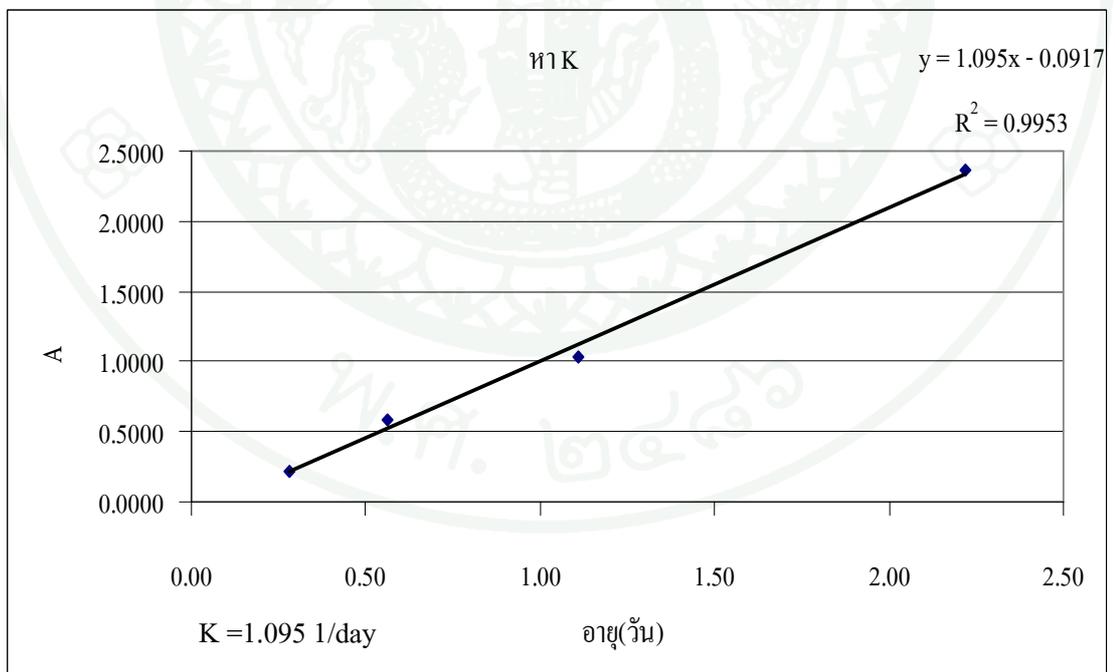
ภาพผนวกที่ ข54 ค่า K ของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (35/ 40/ 350)

ตารางผนวกที่ ข32 การรับแรงอัดของมอร์ต้าผสมเถ้าลอย (35/ 60/ 350)

อายุ ชม.	อายุ วัน	พื้นที่ หน้าตัด (ตร.ชม.)	กำลัง (กก./ตร. ชม.)	กำลังเฉลี่ย (กก./ตร. ชม.)	1/อายุ (1/วัน)	1/กำลัง เฉลี่ย	A
6.66	0.28	26.30	100.38	100.89	3.60		0.2186
6.66	0.28	26.70	98.50		3.60		
6.66	0.28	26.98	103.78		3.60		
13.33	0.56	27.00	207.41	205.97	1.80		0.5778
13.33	0.56	26.58	207.86		1.80		
13.33	0.56	26.40	202.65		1.80		
26.66	1.11	27.03	297.80	285.76	0.90	0.0035	1.0328
26.66	1.11	26.78	280.06		0.90		
26.66	1.11	27.20	279.41		0.90		
53.33	2.22	27.30	384.62	395.53	0.45	0.0025	2.3698
53.33	2.22	26.87	409.38		0.45		
53.33	2.22	27.00	392.59		0.45		
106.66	4.44	25.85	468.09	444.88	0.23	0.0022	
106.66	4.44	26.95	415.58		0.23		
106.66	4.44	25.50	450.98		0.23		
213.33	8.89	27.07	517.18	499.00	0.11	0.0020	
213.33	8.89	26.03	514.79		0.11		
213.33	8.89	26.45	465.03		0.11		



ภาพผนวกที่ ข55 ค่า S_u ของมอร์ต้ำผสมแก้าลอย (35/ 60/ 350)

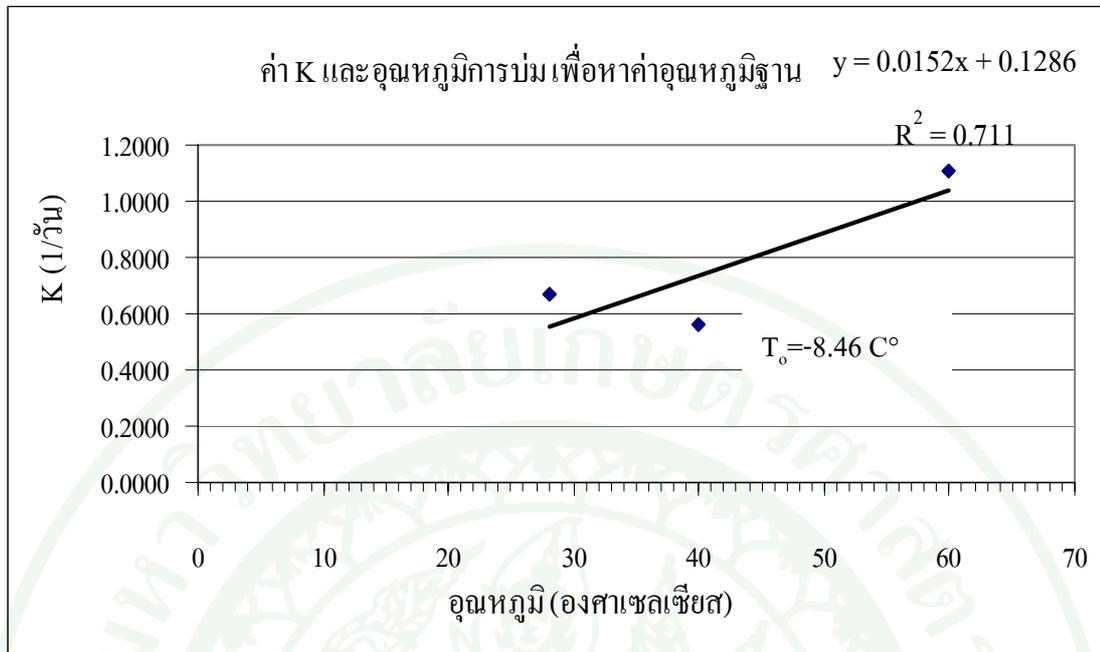


ภาพผนวกที่ ข56 ค่า K ของมอร์ต้ำผสมแก้าลอย (35/ 60/ 350)

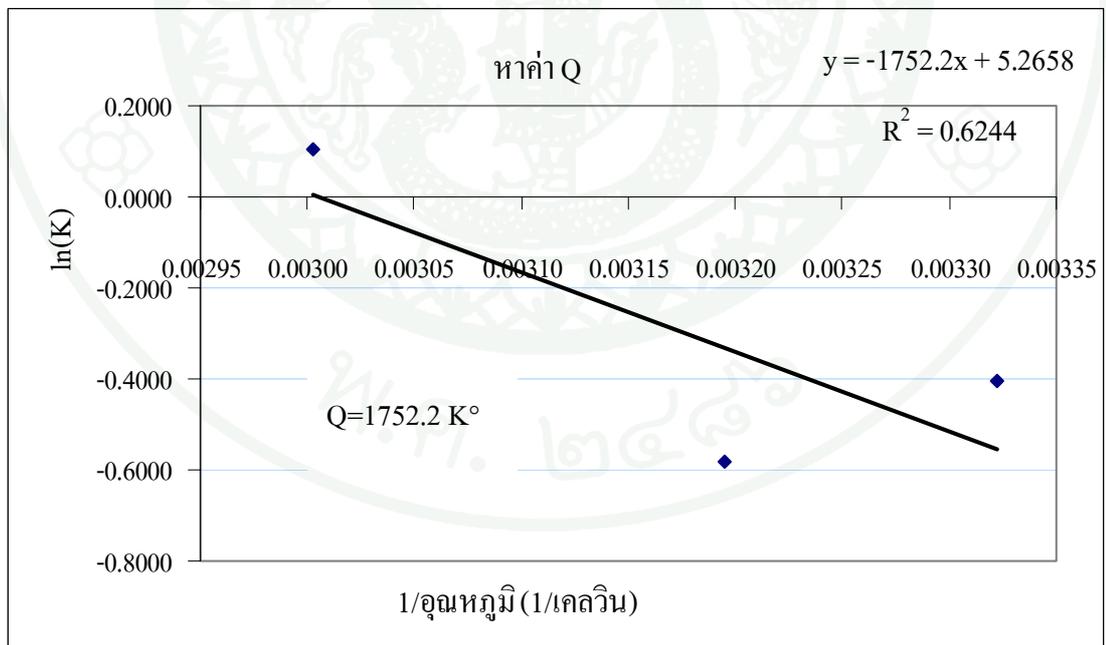
3. การหาอุณหภูมิฐานและพลังงานปรากฏ

ตารางผนวกที่ ข33 ค่า K และ Q จากอุณหภูมิการบ่มต่างๆ ที่ใช้ในการหาอุณหภูมิฐานของ คอนกรีต
กำลังออกแบบ 240 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ที่ผสมเถ้าลอยต่างกัน

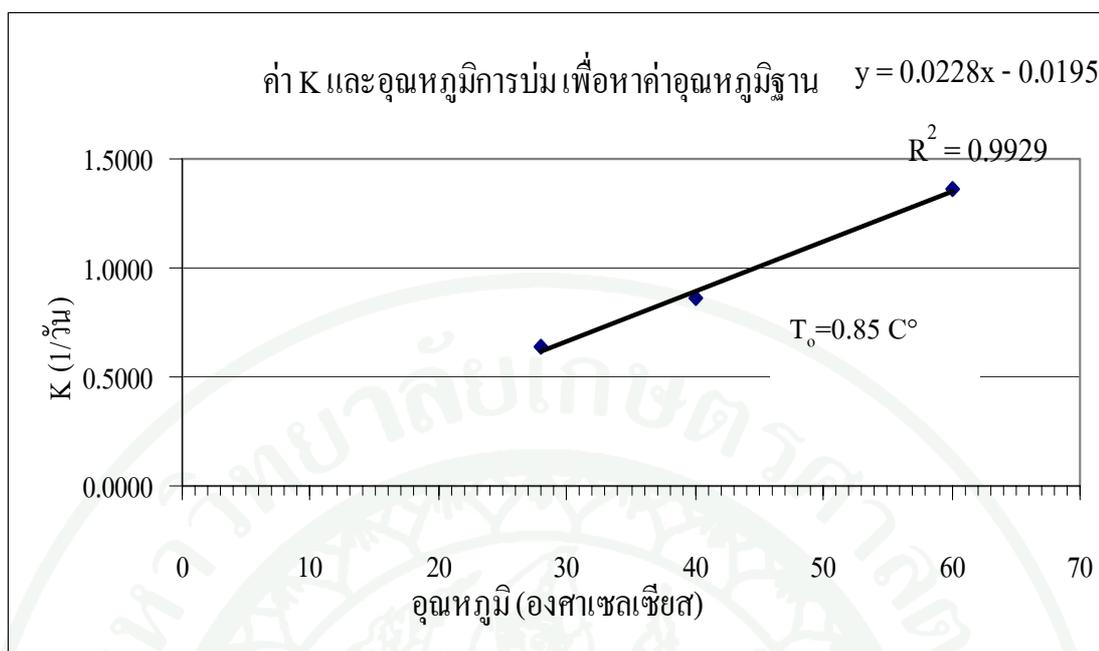
% เถ้าลอย	อุณหภูมิ (C°)	K Factor	1/อุณหภูมิ (1/เคลวิน)	Ln(K)	Regression Of อุณหภูมิฐาน	Regression Of Q
0	60	1.1094	0.0030	0.1038	$y=0.0152x$	$y=-1752.2x$
	40	0.5583	0.0032	-0.5828	+0.1286;	+5.2658;
	28	0.6670	0.0033	-0.4050	$R^2=0.711$	$R^2=0.6244$
15	60	1.3638	0.0030	0.3103	$y=0.0228x$	$y=-2363.9x$
	40	0.8580	0.0032	-0.1532	-0.0195;	+7.4064;
	28	0.6421	0.0033	-0.4430	$R^2=0.9929$	$R^2=0.9997$
25	60	0.6342	0.0030	-0.4554	$y=0.0115x$	$y=-2809.7x$
	40	0.5244	0.0032	-0.6455	-0.0206;	+8.0818;
	28	0.2459	0.0033	-1.4028	$R^2=0.8561$	$R^2=0.8116$
35	60	0.6163	0.0030	-0.4840	$y=0.0110x$	$Y=-2696.2x$
	40	0.4646	0.0032	-0.7666	-0.0250;	+7.6797;
	28	0.2519	0.0033	-1.3787	$R^2=0.9436$	$R^2=0.8976$



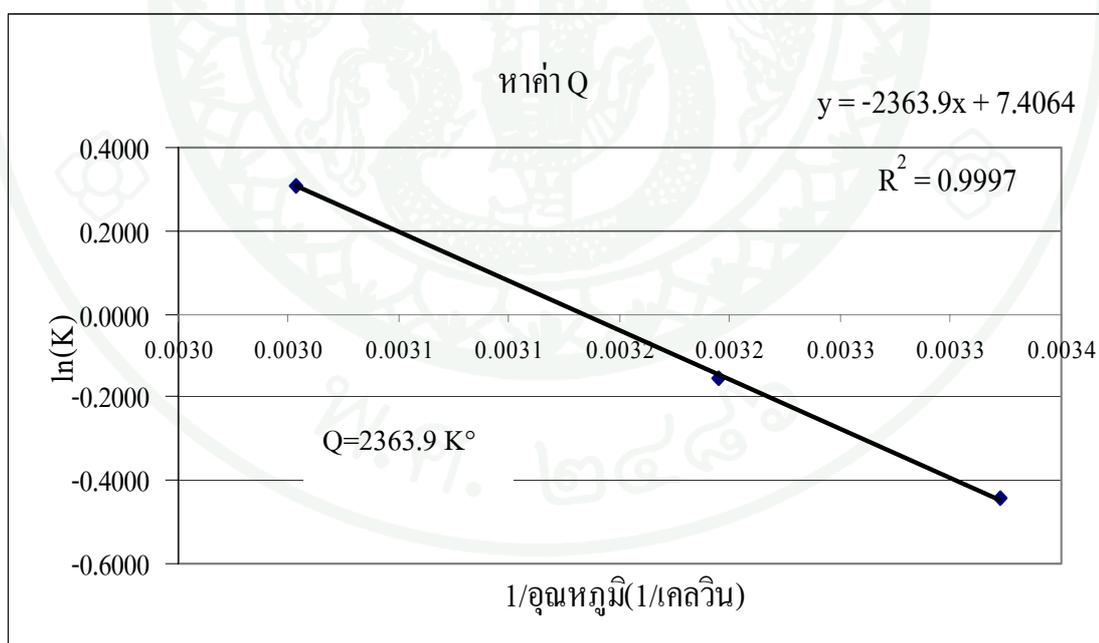
ภาพผนวกที่ ข57 อุณหภูมิฐานของคอนกรีตผสมเถ้าลอย (0/ 28, 40, 60/ 240)



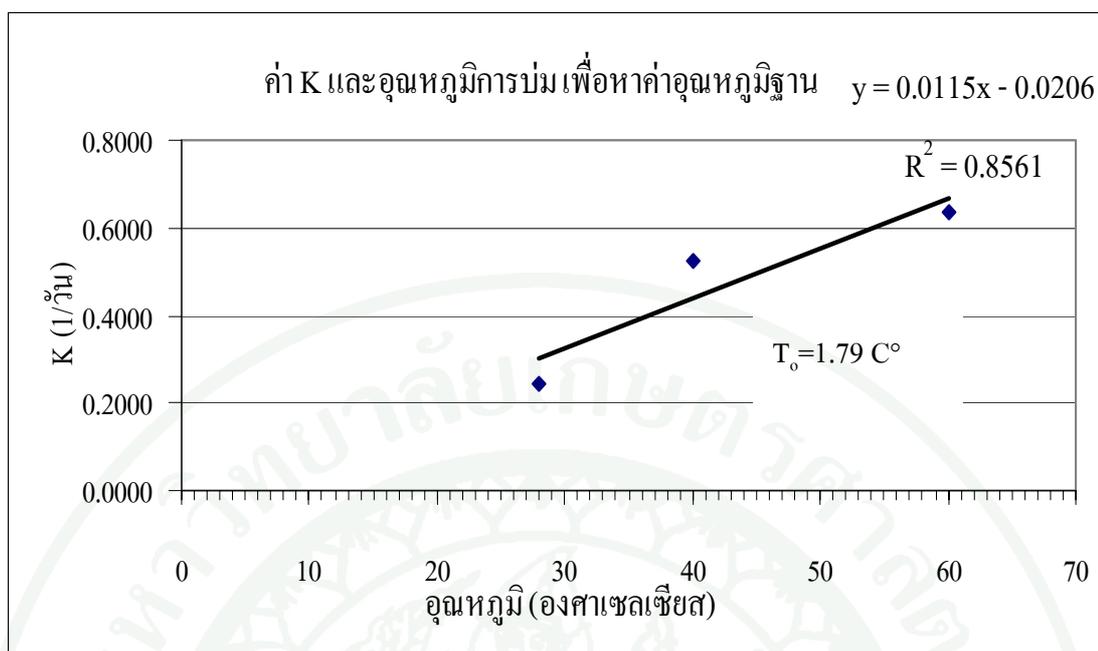
ภาพผนวกที่ ข58 ค่า Q ของคอนกรีตผสมเถ้าลอย (0/ 28, 40, 60/ 240)



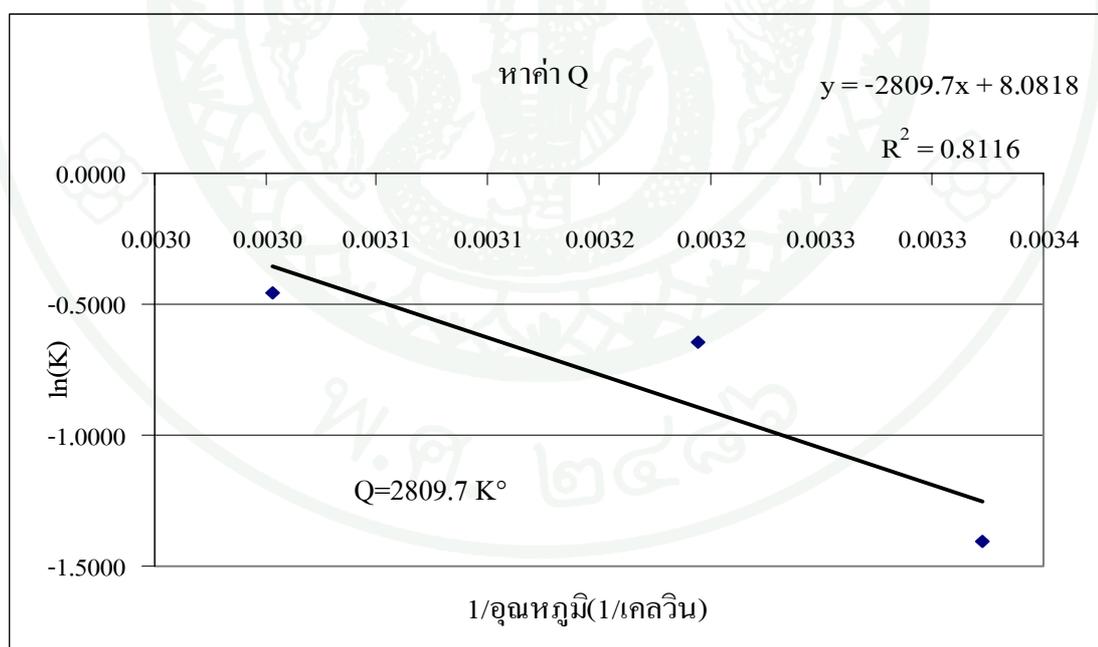
ภาพผนวกที่ ข59 อุณหภูมิฐานของคอนกรีตผสมเถ้าลอย (15/ 28, 40, 60/ 240)



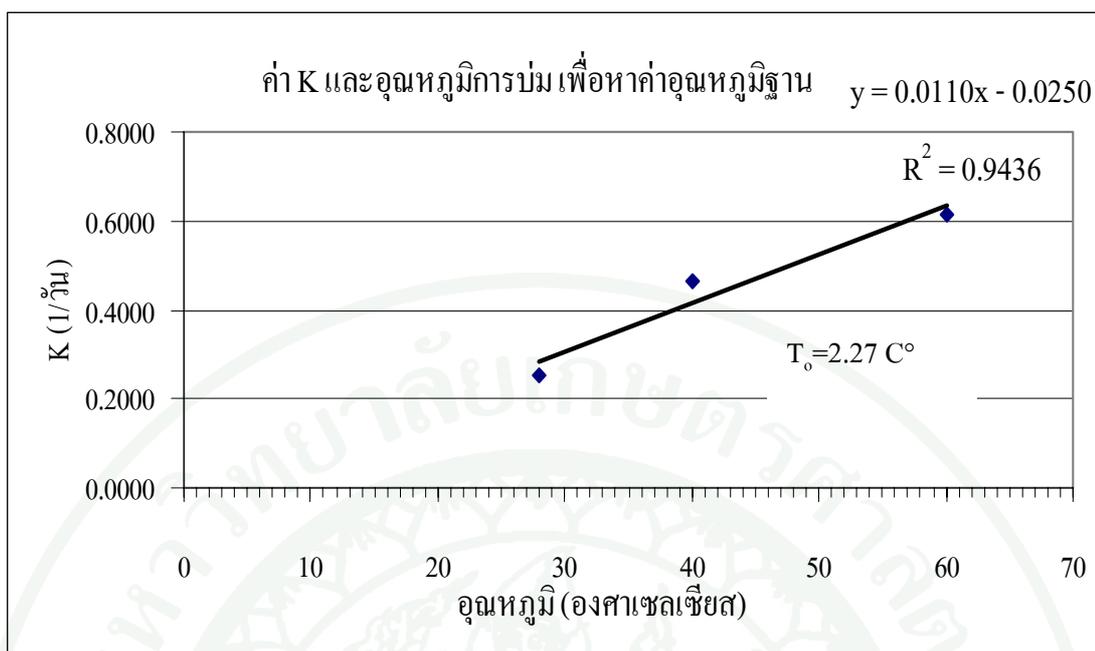
ภาพผนวกที่ ข60 ค่า Q ของคอนกรีตผสมเถ้าลอย (15/ 28, 40, 60/ 240)



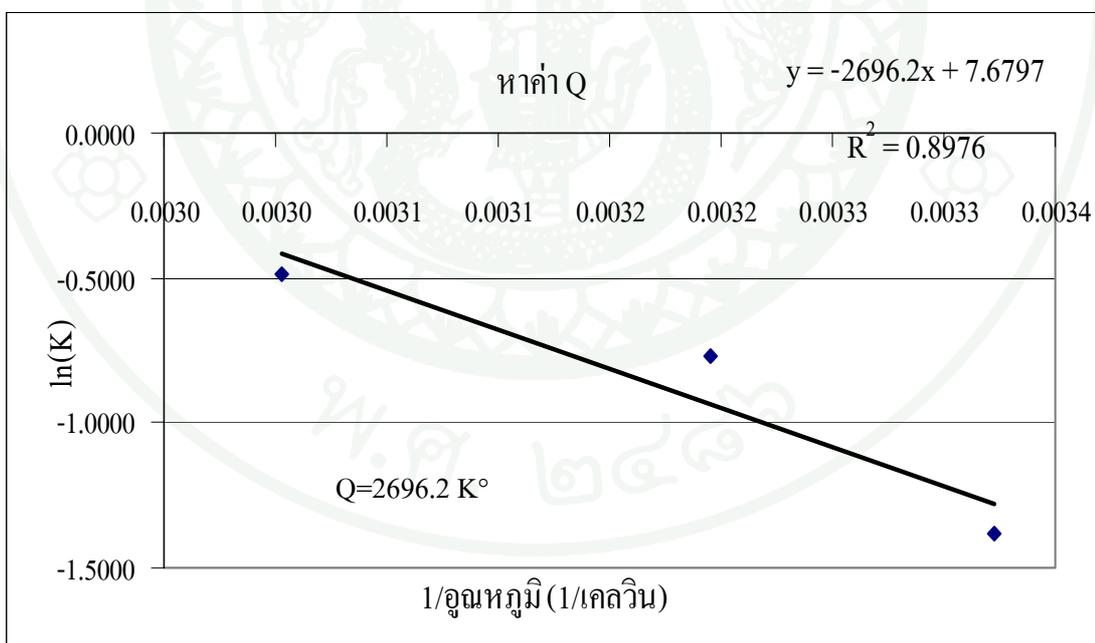
ภาพผนวกที่ ข61 อุณหภูมิฐานของคอนกรีตผสมเถ้าลอย (25/ 28, 40, 60/ 240)



ภาพผนวกที่ ข62 ค่า Q ของคอนกรีตผสมเถ้าลอย (25/ 28, 40, 60/ 240)



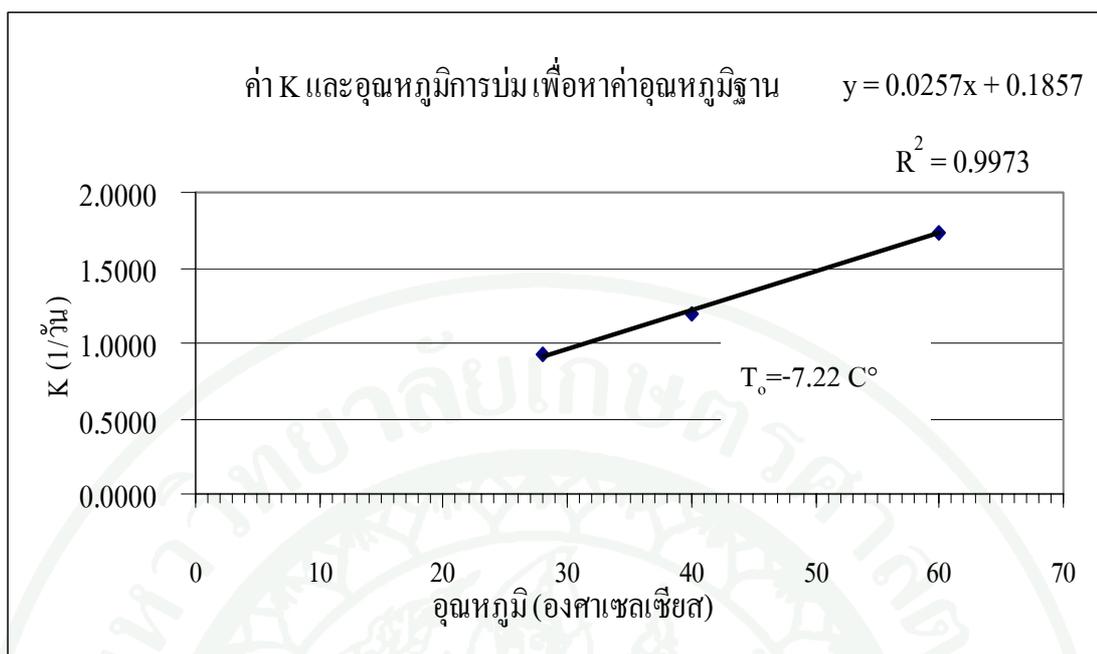
ภาพผนวกที่ ข63 อุณหภูมิฐานของคอนกรีตผสมเถ้าลอย (35/ 28, 40, 60/ 240)



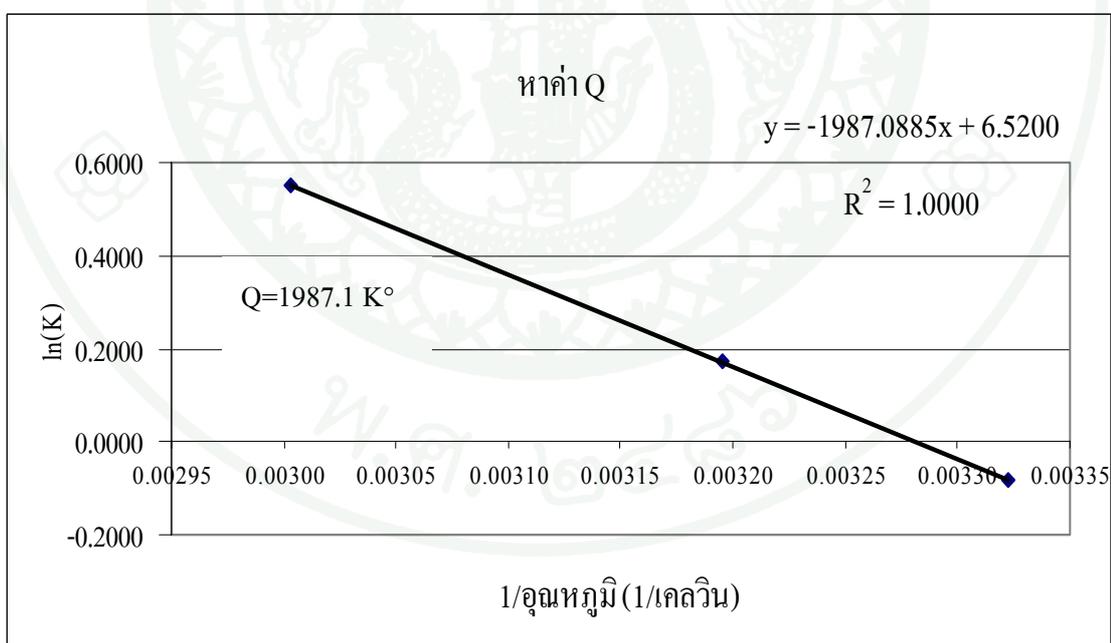
ภาพผนวกที่ ข64 ค่า Q ของคอนกรีตผสมเถ้าลอย (35/ 28, 40, 60/ 240)

ตารางผนวกที่ ข34 ค่า K และ Q จากอุณหภูมิการบ่มต่างๆ ที่ใช้ในการหาอุณหภูมิฐานของ
คอนกรีตกำลังออกแบบ 350 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ที่ผสมเถ้าลอยต่างกัน

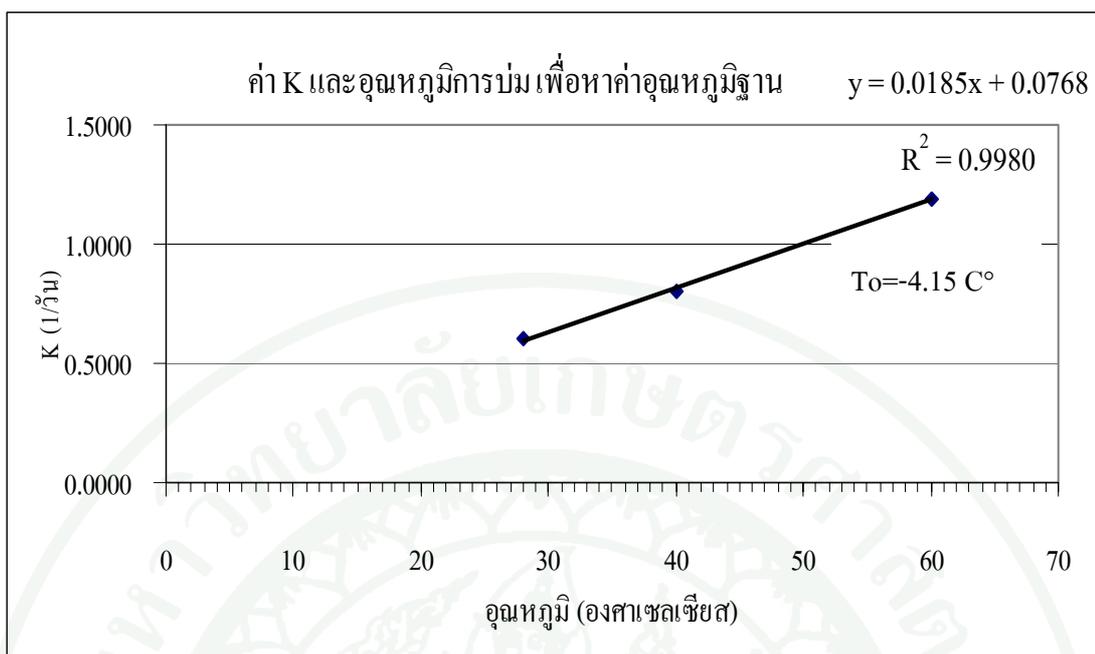
% เถ้าลอย	อุณหภูมิ(C°)	K Factor	1/อุณหภูมิ (1/เคลวิน)	Ln(K)	Regression Of อุณหภูมิฐาน	Regression Of Q
0	60	1.7369	0.0030	0.5521	y=0.0257x	y=-
	40	1.1890	0.0032	0.1731	+0.1857;	1987.0885x
	28	0.9207	0.0033	-0.0826	R ² =0.9973	+6.5200; R ² =1.0000
15	60	1.1903	0.0030	0.1742	y=0.0185x	y=-2123.9x
	40	0.8000	0.0032	-0.2231	+0.0768;	+6.5552;
	28	0.6033	0.0033	-0.5053	R ² =0.9980	R ² =0.9997
25	60	1.4864	0.0030	0.3964	y=0.0248x	y=-
	40	1.0247	0.0032	0.0244	+0.0061;	2385.4624x
	28	0.6855	0.0033	-0.3776	R ² =0.9969	+7.5844; R ² =0.9809
35	60	1.4864	0.0030	0.0908	y=0.0175x	y=-
	40	1.0247	0.0032	-0.5309	+0.0002;	2180.1160x
	28	0.6855	0.0033	-0.5759	R ² =0.8906	+6.5797; R ² =0.8844



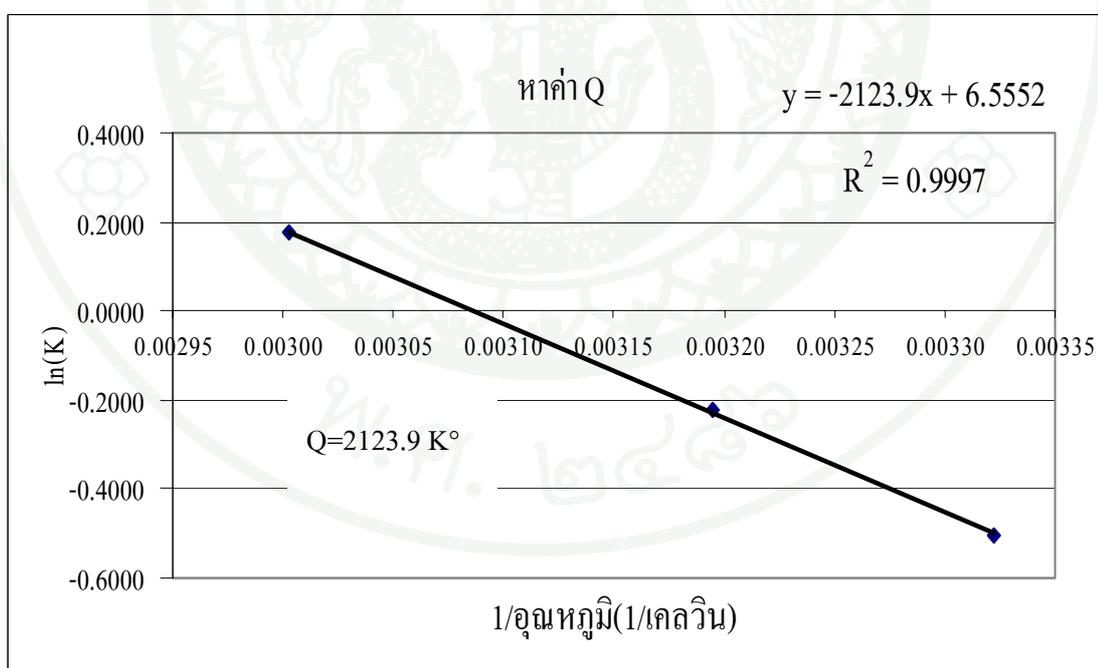
ภาพผนวกที่ ข65 อุณหภูมิฐานของคอนกรีตผสมเถ้าลอย (0/ 28, 40, 60/ 350)



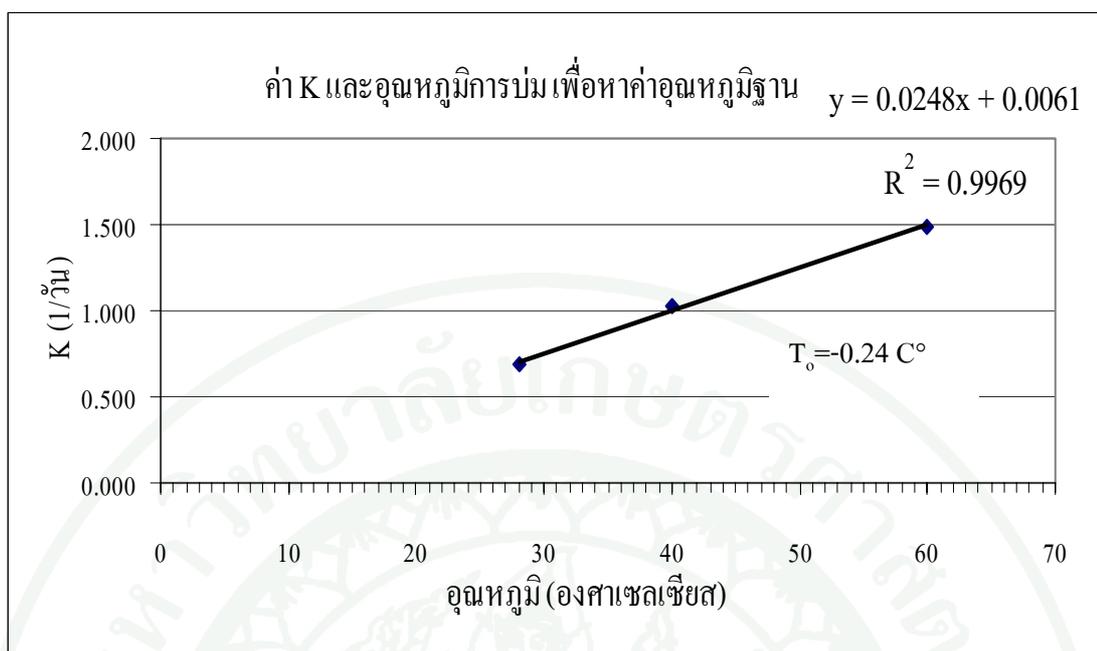
ภาพผนวกที่ ข66 ค่า Q ของคอนกรีตผสมเถ้าลอย (0/ 28, 40, 60/ 350)



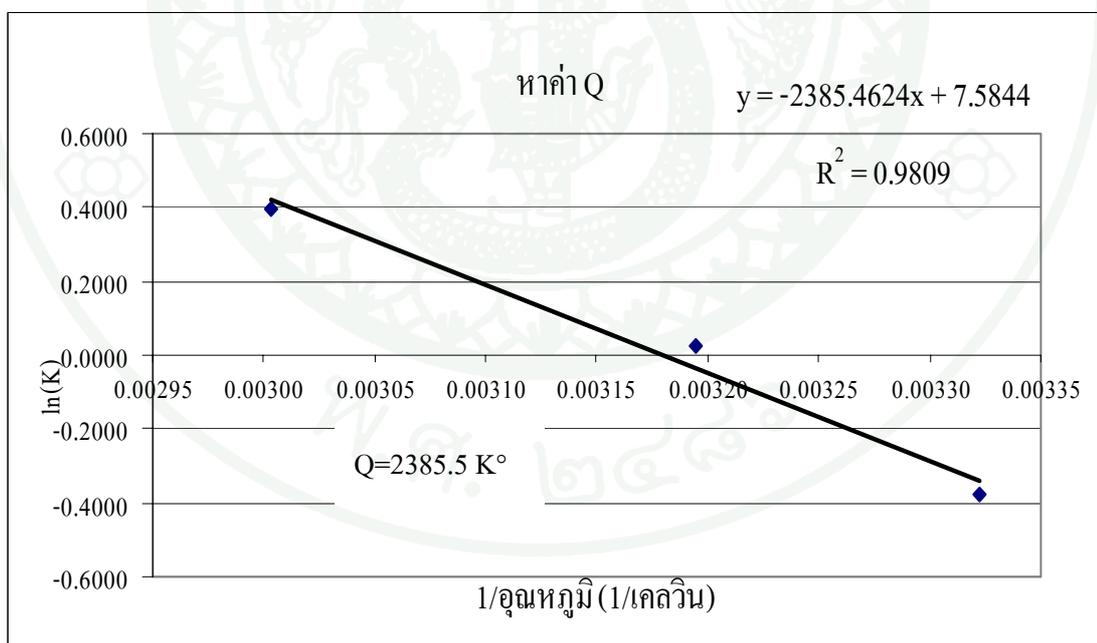
ภาพผนวกที่ ข67 อุณหภูมิฐานของคอนกรีตผสมเถ้าลอย (15/ 28, 40, 60/ 350)



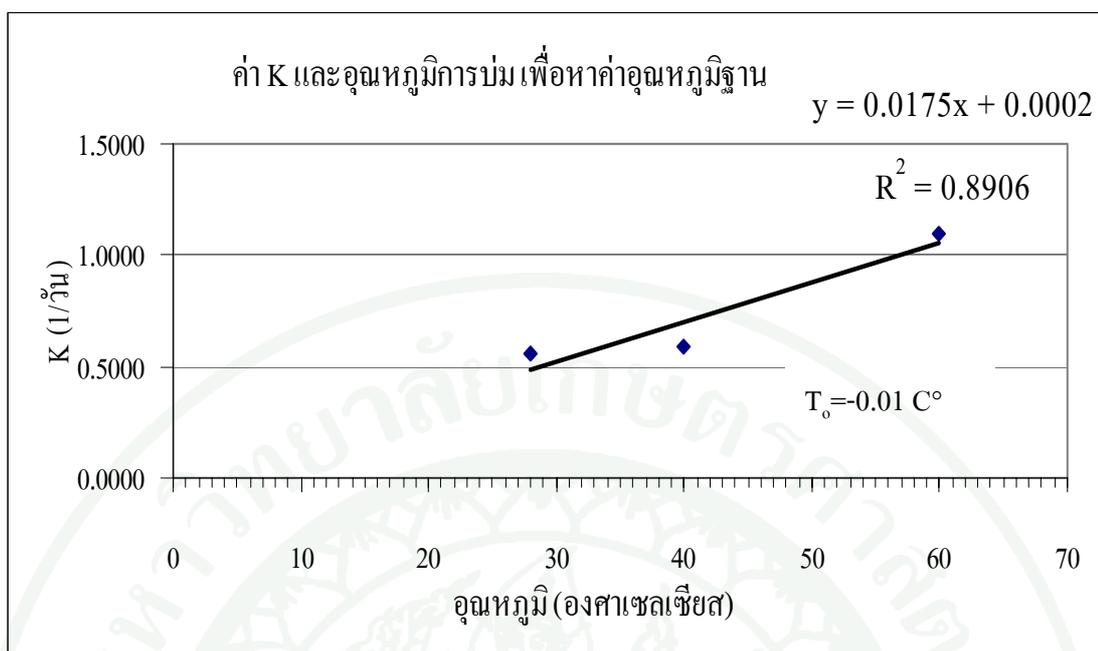
ภาพผนวกที่ ข68 ค่า Q ของคอนกรีตผสมเถ้าลอย (15/ 28, 40, 60/ 350)



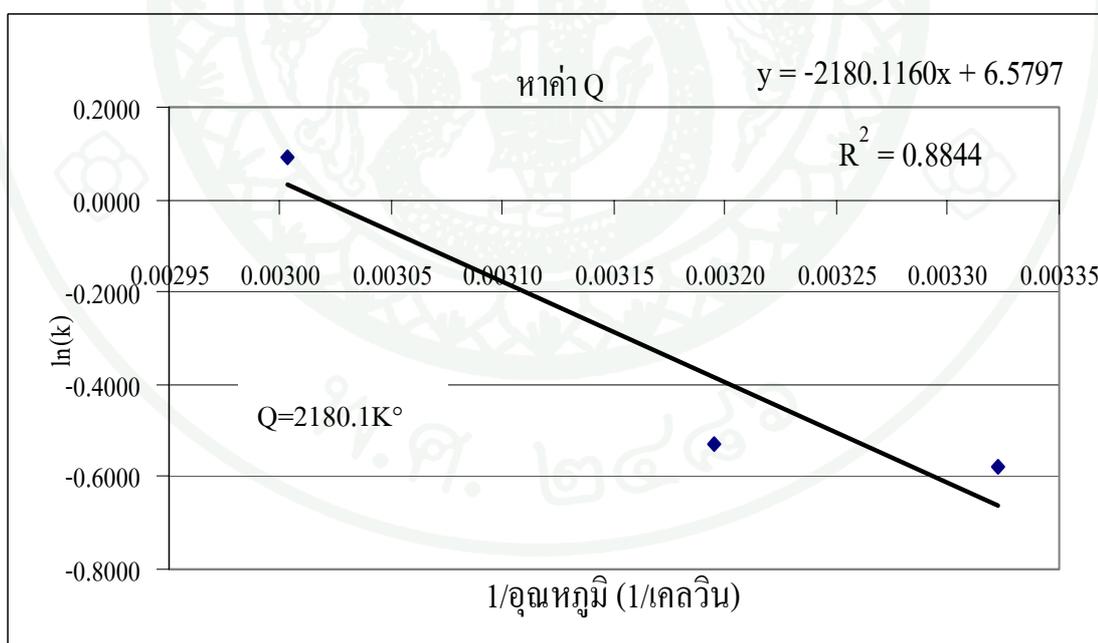
ภาพผนวกที่ ข69 อุณหภูมิฐานของคอนกรีตผสมเถ้าลอย (25/ 28, 40, 60/ 350)



ภาพผนวกที่ ข70 ค่า Q ของคอนกรีตผสมเถ้าลอย (25/ 28, 40, 60/ 350)



ภาพผนวกที่ ข71 อุณหภูมิฐานของคอนกรีตผสมเ้าลอย (35/ 28, 40, 60/ 350)



ภาพผนวกที่ ข72 ค่า Q ของคอนกรีตผสมเ้าลอย (35/ 28, 40, 60/ 350)

4. การหาค่า Time-Temperature Factor (TTF) และค่า Equivalent Age

ตารางผนวกที่ ข35 ตัวอย่างการคำนวณค่า Time-Temperature Factor (TTF) และค่า Equivalent Age ของ (25/-/240) โดยใช้ช่วงระยะห่างของอายุ 0.5 ชั่วโมง

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
0	38.6			0			0
0.5	41.3	39.95	19.08	19.08	1.84	0.92	0.92
1	42.1	41.7	19.96	39.04	1.94	0.97	1.89
1.5	42.9	42.5	20.36	59.39	1.98	0.99	2.88
2	43.1	43	20.61	80.00	2.01	1.00	3.89
2.5	43.3	43.2	20.71	100.70	2.02	1.01	4.90
3	44	43.65	20.93	121.63	2.05	1.02	5.92
3.5	44.2	44.1	21.16	142.79	2.07	1.04	6.96
4	43	43.6	20.91	163.69	2.04	1.02	7.98
4.5	43.1	43.05	20.63	184.32	2.01	1.01	8.98
5	43.1	43.1	20.66	204.98	2.02	1.01	9.99
5.5	43.1	43.1	20.66	225.63	2.02	1.01	11.00
6	43.2	43.15	20.68	246.31	2.02	1.01	12.01
6.5	43.8	43.5	20.86	267.17	2.04	1.02	13.03
7	43.7	43.75	20.98	288.15	2.05	1.03	14.05
7.5	43.6	43.65	20.93	309.08	2.05	1.02	15.08
8	43.4	43.5	20.86	329.93	2.04	1.02	16.10
8.5	43.3	43.35	20.78	350.71	2.03	1.01	17.11
9	43.4	43.35	20.78	371.49	2.03	1.01	18.13
9.5	43.2	43.3	20.76	392.25	2.03	1.01	19.14
10	43	43.1	20.66	412.90	2.02	1.01	20.15
10.5	43	43	20.61	433.51	2.01	1.00	21.15
11	43.3	43.15	20.68	454.19	2.02	1.01	22.16
11.5	43.2	43.25	20.73	474.92	2.02	1.01	23.17
12	43.3	43.25	20.73	495.65	2.02	1.01	24.18

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
12.5	43.2	43.25	20.73	516.38	2.02	1.01	25.20
13	43.2	43.2	20.71	537.08	2.02	1.01	26.21
13.5	43	43.1	20.66	557.74	2.02	1.01	27.21
14	43.4	43.2	20.71	578.44	2.02	1.01	28.22
14.5	43	43.2	20.71	599.15	2.02	1.01	29.24
15	43	43	20.61	619.75	2.01	1.00	30.24
15.5	43	43	20.61	640.36	2.01	1.00	31.24
16	43	43	20.61	660.96	2.01	1.00	32.25
16.5	42.8	42.9	20.56	681.52	2.00	1.00	33.25
17	42.9	42.85	20.53	702.05	2.00	1.00	34.25
17.5	42.7	42.8	20.51	722.55	2.00	1.00	35.25
18	42.6	42.65	20.43	742.98	1.99	0.99	36.25
18.5	42.8	42.7	20.46	763.44	1.99	1.00	37.24
19	42.7	42.75	20.48	783.92	2.00	1.00	38.24
19.5	42.7	42.7	20.46	804.37	1.99	1.00	39.24
20	42.6	42.65	20.43	824.80	1.99	0.99	40.23
20.5	42.3	42.45	20.33	845.13	1.98	0.99	41.22
21	42.3	42.3	20.26	865.39	1.97	0.99	42.21
21.5	42.5	42.4	20.31	885.69	1.98	0.99	43.19
22	42.2	42.35	20.28	905.97	1.97	0.99	44.18
22.5	41.9	42.05	20.13	926.10	1.96	0.98	45.16
23	42	41.95	20.08	946.18	1.95	0.98	46.13
23.5	42	42	20.11	966.29	1.95	0.98	47.11
24	42	42	20.11	986.39	1.95	0.98	48.09
24.5	42.3	42.15	20.18	1006.57	1.96	0.98	49.07
25	42.2	42.25	20.23	1026.80	1.97	0.98	50.05
25.5	41.6	41.9	20.06	1046.86	1.95	0.97	51.03
26	41.6	41.6	19.91	1066.76	1.93	0.97	51.99

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, \bar{C}	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, \bar{C} -h	TTF สะสม , \bar{C} -h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 \bar{C} , ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 \bar{C} , สะสม, h
26.5	41.7	41.65	19.93	1086.69	1.93	0.97	52.96
27	41.7	41.7	19.96	1106.65	1.94	0.97	53.93
27.5	41.8	41.75	19.98	1126.63	1.94	0.97	54.90
28	41.8	41.8	20.01	1146.63	1.94	0.97	55.87
28.5	41.3	41.55	19.88	1166.51	1.93	0.96	56.83
29	40.4	40.85	19.53	1186.04	1.89	0.95	57.78
29.5	41.6	41	19.61	1205.65	1.90	0.95	58.73
30	42	41.8	20.01	1225.65	1.94	0.97	59.70
30.5	42	42	20.11	1245.76	1.95	0.98	60.68
31	42.3	42.15	20.18	1265.94	1.96	0.98	61.66
31.5	42.4	42.35	20.28	1286.22	1.97	0.99	62.65
32	42.3	42.35	20.28	1306.50	1.97	0.99	63.63
32.5	42.5	42.4	20.31	1326.80	1.98	0.99	64.62
33	41.9	42.2	20.21	1347.01	1.96	0.98	65.60
33.5	41.9	41.9	20.06	1367.06	1.95	0.97	66.58
34	42.2	42.05	20.13	1387.19	1.96	0.98	67.55
34.5	42.4	42.3	20.26	1407.45	1.97	0.99	68.54
35	42.5	42.45	20.33	1427.78	1.98	0.99	69.53
35.5	42.5	42.5	20.36	1448.13	1.98	0.99	70.52
36	42.5	42.5	20.36	1468.49	1.98	0.99	71.51
36.5	42.7	42.6	20.41	1488.89	1.99	0.99	72.50
37	42.5	42.6	20.41	1509.30	1.99	0.99	73.50
37.5	42.7	42.6	20.41	1529.70	1.99	0.99	74.49
38	42.7	42.7	20.46	1550.16	1.99	1.00	75.49
38.5	42.3	42.5	20.36	1570.51	1.98	0.99	76.48
39	42.5	42.4	20.31	1590.82	1.98	0.99	77.47
39.5	42.3	42.4	20.31	1611.12	1.98	0.99	78.45
40	42.5	42.4	20.31	1631.43	1.98	0.99	79.44

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, \bar{C}	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, \bar{C} -h	TTF สะสม , \bar{C} -h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 \bar{C} , ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 \bar{C} , สะสม, h
40.5	42.4	42.45	20.33	1651.76	1.98	0.99	80.43
41	42.5	42.45	20.33	1672.09	1.98	0.99	81.42
41.5	42.4	42.45	20.33	1692.42	1.98	0.99	82.41
42	42.3	42.35	20.28	1712.70	1.97	0.99	83.40
42.5	42.4	42.35	20.28	1732.98	1.97	0.99	84.38
43	42.4	42.4	20.31	1753.28	1.98	0.99	85.37
43.5	42.4	42.4	20.31	1773.59	1.98	0.99	86.36
44	42.2	42.3	20.26	1793.84	1.97	0.99	87.35
44.5	42.1	42.15	20.18	1814.02	1.96	0.98	88.33
45	42.2	42.15	20.18	1834.20	1.96	0.98	89.31
45.5	41.9	42.05	20.13	1854.33	1.96	0.98	90.29
46	42	41.95	20.08	1874.41	1.95	0.98	91.26
46.5	41.9	41.95	20.08	1894.49	1.95	0.98	92.24
47	41.9	41.9	20.06	1914.55	1.95	0.97	93.21
47.5	42.1	42	20.11	1934.65	1.95	0.98	94.19
48	41.9	42	20.11	1954.76	1.95	0.98	95.16
48.5	41.9	41.9	20.06	1974.81	1.95	0.97	96.14
49	42	41.95	20.08	1994.89	1.95	0.98	97.11
49.5	41.9	41.95	20.08	2014.97	1.95	0.98	98.09
50	41.8	41.85	20.03	2035.00	1.95	0.97	99.06
50.5	41.8	41.8	20.01	2055.01	1.94	0.97	100.03
51	41.8	41.8	20.01	2075.01	1.94	0.97	101.00
51.5	41.7	41.75	19.98	2094.99	1.94	0.97	101.97
52	41.6	41.65	19.93	2114.92	1.93	0.97	102.94
52.5	40.9	41.25	19.73	2134.65	1.91	0.96	103.90
53	41.7	41.3	19.76	2154.41	1.92	0.96	104.86
53.5	42.2	41.95	20.08	2174.49	1.95	0.98	105.83
54	42.4	42.3	20.26	2194.74	1.97	0.99	106.82

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, \bar{C}	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, C -h	TTF สะสม , C -h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 C , ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 C , สะสม, h
54.5	42.2	42.3	20.26	2215.00	1.97	0.99	107.80
55	42.2	42.2	20.21	2235.20	1.96	0.98	108.78
55.5	42.2	42.2	20.21	2255.41	1.96	0.98	109.77
56	42.2	42.2	20.21	2275.61	1.96	0.98	110.75
56.5	42.2	42.2	20.21	2295.82	1.96	0.98	111.73
57	42.1	42.15	20.18	2316.00	1.96	0.98	112.71
57.5	42.3	42.2	20.21	2336.20	1.96	0.98	113.69
58	42.3	42.3	20.26	2356.46	1.97	0.99	114.68
58.5	42.3	42.3	20.26	2376.71	1.97	0.99	115.67
59	42.4	42.35	20.28	2396.99	1.97	0.99	116.65
59.5	42.5	42.45	20.33	2417.32	1.98	0.99	117.64
60	42.5	42.5	20.36	2437.68	1.98	0.99	118.63
60.5	42.5	42.5	20.36	2458.03	1.98	0.99	119.62
61	42.2	42.35	20.28	2478.31	1.97	0.99	120.61
61.5	42.1	42.15	20.18	2498.49	1.96	0.98	121.59
62	42.1	42.1	20.16	2518.65	1.96	0.98	122.57
62.5	42.2	42.15	20.18	2538.83	1.96	0.98	123.55
63	42.1	42.15	20.18	2559.01	1.96	0.98	124.53
63.5	42.1	42.1	20.16	2579.16	1.96	0.98	125.51
64	42.2	42.15	20.18	2599.34	1.96	0.98	126.49
64.5	42.1	42.15	20.18	2619.52	1.96	0.98	127.47
65	42	42.05	20.13	2639.65	1.96	0.98	128.45
65.5	42.3	42.15	20.18	2659.83	1.96	0.98	129.43
66	42.3	42.3	20.26	2680.09	1.97	0.99	130.42
66.5	42.2	42.25	20.23	2700.32	1.97	0.98	131.40
67	42.3	42.25	20.23	2720.55	1.97	0.98	132.39
67.5	42.3	42.3	20.26	2740.80	1.97	0.99	133.37
68	42.2	42.25	20.23	2761.03	1.97	0.98	134.35

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, \bar{C}	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, C -h	TTF สะสม , C -h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 C , ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 C , สะสม, h
68.5	42.2	42.2	20.21	2781.24	1.96	0.98	135.34
69	42	42.1	20.16	2801.39	1.96	0.98	136.32
69.5	41.9	41.95	20.08	2821.47	1.95	0.98	137.29
70	41.8	41.85	20.03	2841.50	1.95	0.97	138.26
70.5	42	41.9	20.06	2861.56	1.95	0.97	139.24
71	42	42	20.11	2881.66	1.95	0.98	140.22
71.5	41.8	41.9	20.06	2901.72	1.95	0.97	141.19
72	42	41.9	20.06	2921.77	1.95	0.97	142.16
72.5	41.8	41.9	20.06	2941.83	1.95	0.97	143.14
73	41.9	41.85	20.03	2961.86	1.95	0.97	144.11
73.5	41.9	41.9	20.06	2981.91	1.95	0.97	145.08
74	41.9	41.9	20.06	3001.97	1.95	0.97	146.06
74.5	41.8	41.85	20.03	3022.00	1.95	0.97	147.03
75	41.7	41.75	19.98	3041.98	1.94	0.97	148.00
75.5	41.8	41.75	19.98	3061.96	1.94	0.97	148.97
76	41.8	41.8	20.01	3081.96	1.94	0.97	149.94
76.5	41.3	41.55	19.88	3101.84	1.93	0.96	150.91
77	41.5	41.4	19.81	3121.65	1.92	0.96	151.87
77.5	41.9	41.7	19.96	3141.60	1.94	0.97	152.84
78	42	41.95	20.08	3161.68	1.95	0.98	153.81
78.5	42.1	42.05	20.13	3181.81	1.96	0.98	154.79
79	41.1	41.6	19.91	3201.72	1.93	0.97	155.76
79.5	42.1	41.6	19.91	3221.62	1.93	0.97	156.72
80	42.3	42.2	20.21	3241.83	1.96	0.98	157.70
80.5	42.1	42.2	20.21	3262.03	1.96	0.98	158.69
81	42.1	42.1	20.16	3282.19	1.96	0.98	159.67
81.5	41.9	42	20.11	3302.29	1.95	0.98	160.64
82	42	41.95	20.08	3322.37	1.95	0.98	161.62

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, \bar{C}	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, C -h	TTF สะสม , C -h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 C , ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 C , สะสม, h
82.5	42.3	42.15	20.18	3342.55	1.96	0.98	162.60
83	42.3	42.3	20.26	3362.81	1.97	0.99	163.58
83.5	41.8	42.05	20.13	3382.94	1.96	0.98	164.56
84	40.3	41.05	19.63	3402.57	1.90	0.95	165.51
84.5	40.5	40.4	19.31	3421.87	1.87	0.93	166.45
85	40.4	40.45	19.33	3441.20	1.87	0.93	167.38
85.5	40.8	40.6	19.41	3460.61	1.88	0.94	168.32
86	40.8	40.8	19.51	3480.11	1.89	0.94	169.26
86.5	40.9	40.85	19.53	3499.64	1.89	0.95	170.21
87	41.2	41.05	19.63	3519.27	1.90	0.95	171.16
87.5	41.1	41.15	19.68	3538.95	1.91	0.95	172.11
88	41.3	41.2	19.71	3558.66	1.91	0.95	173.07
88.5	41.3	41.3	19.76	3578.41	1.92	0.96	174.03
89	41.7	41.5	19.86	3598.27	1.93	0.96	174.99
89.5	41.6	41.65	19.93	3618.20	1.93	0.97	175.96
90	41.9	41.75	19.98	3638.18	1.94	0.97	176.93
90.5	41.6	41.75	19.98	3658.16	1.94	0.97	177.90
91	41.5	41.55	19.88	3678.04	1.93	0.96	178.86
91.5	41.2	41.35	19.78	3697.82	1.92	0.96	179.82
92	40.9	41.05	19.63	3717.45	1.90	0.95	180.77
92.5	40.8	40.85	19.53	3736.98	1.89	0.95	181.72
93	40.5	40.65	19.43	3756.41	1.88	0.94	182.66
93.5	40.2	40.35	19.28	3775.69	1.86	0.93	183.59
94	41.6	40.9	19.56	3795.24	1.89	0.95	184.54
94.5	41.1	41.35	19.78	3815.02	1.92	0.96	185.50
95	41.4	41.25	19.73	3834.75	1.91	0.96	186.45
95.5	41.8	41.6	19.91	3854.66	1.93	0.97	187.42
96	41	41.4	19.81	3874.46	1.92	0.96	188.38

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
96.5	41.6	41.3	19.76	3894.22	1.92	0.96	189.34
97	41.4	41.5	19.86	3914.07	1.93	0.96	190.30
97.5	41.2	41.3	19.76	3933.83	1.92	0.96	191.26
98	41.9	41.55	19.88	3953.71	1.93	0.96	192.22
98.5	41.9	41.9	20.06	3973.76	1.95	0.97	193.19
99	41.9	41.9	20.06	3993.82	1.95	0.97	194.17
99.5	41.7	41.8	20.01	4013.82	1.94	0.97	195.14
100	42	41.85	20.03	4033.85	1.95	0.97	196.11
100.5	41.9	41.95	20.08	4053.93	1.95	0.98	197.09
101	42.2	42.05	20.13	4074.06	1.96	0.98	198.07
101.5	42.1	42.15	20.18	4094.24	1.96	0.98	199.05
102	42.1	42.1	20.16	4114.40	1.96	0.98	200.03
102.5	41.9	42	20.11	4134.50	1.95	0.98	201.00
103	42	41.95	20.08	4154.58	1.95	0.98	201.98
103.5	42.3	42.15	20.18	4174.76	1.96	0.98	202.96
104	42.1	42.2	20.21	4194.97	1.96	0.98	203.94
104.5	42.2	42.15	20.18	4215.15	1.96	0.98	204.92
105	42.2	42.2	20.21	4235.35	1.96	0.98	205.91
105.5	42	42.1	20.16	4255.51	1.96	0.98	206.89
106	42.2	42.1	20.16	4275.66	1.96	0.98	207.87
106.5	42.1	42.15	20.18	4295.84	1.96	0.98	208.85
107	42	42.05	20.13	4315.97	1.96	0.98	209.83
107.5	42.1	42.05	20.13	4336.10	1.96	0.98	210.80
108	42.1	42.1	20.16	4356.26	1.96	0.98	211.78
108.5	42.2	42.15	20.18	4376.44	1.96	0.98	212.76
109	42.2	42.2	20.21	4396.64	1.96	0.98	213.75
109.5	42.1	42.15	20.18	4416.82	1.96	0.98	214.73
110	42.2	42.15	20.18	4437.00	1.96	0.98	215.71

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, \bar{C}	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, \bar{C} -h	TTF สะสม , \bar{C} -h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 \bar{C} , ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 \bar{C} , สะสม, h
110.5	42.2	42.2	20.21	4457.21	1.96	0.98	216.69
111	42.1	42.15	20.18	4477.39	1.96	0.98	217.67
111.5	42.1	42.1	20.16	4497.54	1.96	0.98	218.65
112	42	42.05	20.13	4517.67	1.96	0.98	219.63
112.5	42.2	42.1	20.16	4537.83	1.96	0.98	220.61
113	42	42.1	20.16	4557.98	1.96	0.98	221.59
113.5	41.8	41.9	20.06	4578.04	1.95	0.97	222.56
114	41.9	41.85	20.03	4598.07	1.95	0.97	223.54
114.5	42	41.95	20.08	4618.15	1.95	0.98	224.51
115	42.1	42.05	20.13	4638.28	1.96	0.98	225.49
115.5	42	42.05	20.13	4658.41	1.96	0.98	226.47
116	42	42	20.11	4678.51	1.95	0.98	227.44
116.5	42.1	42.05	20.13	4698.64	1.96	0.98	228.42
117	41.9	42	20.11	4718.75	1.95	0.98	229.40
117.5	41.9	41.9	20.06	4738.80	1.95	0.97	230.37
118	41.8	41.85	20.03	4758.83	1.95	0.97	231.35
118.5	41.8	41.8	20.01	4778.84	1.94	0.97	232.32
119	41.9	41.85	20.03	4798.87	1.95	0.97	233.29
119.5	41.8	41.85	20.03	4818.90	1.95	0.97	234.26
120	41.7	41.75	19.98	4838.88	1.94	0.97	235.23
120.5	41.5	41.6	19.91	4858.78	1.93	0.97	236.20
121	40.5	41	19.61	4878.39	1.90	0.95	237.15
121.5	40.9	40.7	19.46	4897.84	1.88	0.94	238.09
122	40.1	40.5	19.36	4917.20	1.87	0.94	239.03
122.5	40.4	40.25	19.23	4936.43	1.86	0.93	239.96
123	41.1	40.75	19.48	4955.91	1.89	0.94	240.90
123.5	41.6	41.35	19.78	4975.69	1.92	0.96	241.86
124	42.1	41.85	20.03	4995.72	1.95	0.97	242.83

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
124.5	41.7	41.9	20.06	5015.77	1.95	0.97	243.80
125	41.6	41.65	19.93	5035.70	1.93	0.97	244.77
125.5	42	41.8	20.01	5055.71	1.94	0.97	245.74
126	42.6	42.3	20.26	5075.96	1.97	0.99	246.73
126.5	42.4	42.5	20.36	5096.32	1.98	0.99	247.72
127	42.5	42.45	20.33	5116.65	1.98	0.99	248.71
127.5	42.2	42.35	20.28	5136.93	1.97	0.99	249.69
128	42.3	42.25	20.23	5157.16	1.97	0.98	250.68
128.5	42.7	42.5	20.36	5177.51	1.98	0.99	251.67
129	42.4	42.55	20.38	5197.89	1.98	0.99	252.66
129.5	41.9	42.15	20.18	5218.07	1.96	0.98	253.64
130	41.2	41.55	19.88	5237.95	1.93	0.96	254.61
130.5	41.6	41.4	19.81	5257.76	1.92	0.96	255.57
131	42	41.8	20.01	5277.76	1.94	0.97	256.54
131.5	41.6	41.8	20.01	5297.77	1.94	0.97	257.51
132	41.3	41.45	19.83	5317.60	1.92	0.96	258.47
132.5	41.8	41.55	19.88	5337.48	1.93	0.96	259.44
133	41.7	41.75	19.98	5357.46	1.94	0.97	260.41
133.5	41.4	41.55	19.88	5377.34	1.93	0.96	261.37
134	41.3	41.35	19.78	5397.12	1.92	0.96	262.33
134.5	41.2	41.25	19.73	5416.85	1.91	0.96	263.29
135	40.9	41.05	19.63	5436.48	1.90	0.95	264.24
135.5	41	40.95	19.58	5456.06	1.90	0.95	265.18
136	41.4	41.2	19.71	5475.76	1.91	0.95	266.14
136.5	41.4	41.4	19.81	5495.57	1.92	0.96	267.10
137	41.8	41.6	19.91	5515.47	1.93	0.97	268.07
137.5	41.9	41.85	20.03	5535.50	1.95	0.97	269.04
138	42.1	42	20.11	5555.61	1.95	0.98	270.02

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
138.5	41.9	42	20.11	5575.71	1.95	0.98	270.99
139	42	41.95	20.08	5595.79	1.95	0.98	271.97
139.5	41.6	41.8	20.01	5615.80	1.94	0.97	272.94
140	41.6	41.6	19.91	5635.70	1.93	0.97	273.91
140.5	41.4	41.5	19.86	5655.56	1.93	0.96	274.87
141	41.5	41.45	19.83	5675.39	1.92	0.96	275.83
141.5	41	41.25	19.73	5695.12	1.91	0.96	276.79
142	40.6	40.8	19.51	5714.62	1.89	0.94	277.73
142.5	40.1	40.35	19.28	5733.90	1.86	0.93	278.66
143	41.3	40.7	19.46	5753.36	1.88	0.94	279.60
143.5	40.8	41.05	19.63	5772.99	1.90	0.95	280.55
144	40.7	40.75	19.48	5792.46	1.89	0.94	281.50
144.5	40.4	40.55	19.38	5811.84	1.87	0.94	282.43
145	40	40.2	19.21	5831.05	1.86	0.93	283.36
145.5	41.4	40.7	19.46	5850.50	1.88	0.94	284.30
146	41.6	41.50	19.86	5870.36	1.93	0.96	285.27
146.5	41.6	41.60	19.91	5890.26	1.93	0.97	286.23
147	41.2	41.40	19.81	5910.07	1.92	0.96	287.19
147.5	41.4	41.30	19.76	5929.82	1.92	0.96	288.15
148	41.5	41.45	19.83	5949.65	1.92	0.96	289.11
148.5	41.1	41.30	19.76	5969.41	1.92	0.96	290.07
149	41.4	41.25	19.73	5989.14	1.91	0.96	291.03
149.5	41.9	41.65	19.93	6009.07	1.93	0.97	291.99
150	41.9	41.90	20.06	6029.12	1.95	0.97	292.97
150.5	41.7	41.80	20.01	6049.13	1.94	0.97	293.94
151	41.7	41.70	19.96	6069.08	1.94	0.97	294.91
151.5	41.7	41.70	19.96	6089.04	1.94	0.97	295.88
152	41.7	41.70	19.96	6108.99	1.94	0.97	296.85

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
152.5	41.7	41.70	19.96	6128.95	1.94	0.97	297.81
153	41.8	41.75	19.98	6148.93	1.94	0.97	298.78
153.5	41.9	41.85	20.03	6168.96	1.95	0.97	299.76
154	41.9	41.90	20.06	6189.01	1.95	0.97	300.73
154.5	42	41.95	20.08	6209.09	1.95	0.98	301.71
155	41.9	41.95	20.08	6229.17	1.95	0.98	302.68
155.5	42	41.95	20.08	6249.25	1.95	0.98	303.66
156	41.9	41.95	20.08	6269.33	1.95	0.98	304.63
156.5	41.9	41.90	20.06	6289.39	1.95	0.97	305.61
157	41.9	41.90	20.06	6309.44	1.95	0.97	306.58
157.5	41.9	41.90	20.06	6329.50	1.95	0.97	307.55
158	41.9	41.90	20.06	6349.55	1.95	0.97	308.53
158.5	41.9	41.90	20.06	6369.61	1.95	0.97	309.50
159	41.9	41.90	20.06	6389.67	1.95	0.97	310.48
159.5	41.9	41.90	20.06	6409.72	1.95	0.97	311.45
160	41.9	41.90	20.06	6429.78	1.95	0.97	312.43
160.5	41.9	41.90	20.06	6449.83	1.95	0.97	313.40
161	41.9	41.90	20.06	6469.89	1.95	0.97	314.37
161.5	41.7	41.80	20.01	6489.89	1.94	0.97	315.34
162	41.8	41.75	19.98	6509.87	1.94	0.97	316.31
162.5	42	41.90	20.06	6529.93	1.95	0.97	317.29
163	41.9	41.95	20.08	6550.01	1.95	0.98	318.26
163.5	41.8	41.85	20.03	6570.04	1.95	0.97	319.24
164	41.8	41.80	20.01	6590.04	1.94	0.97	320.21
164.5	41.5	41.65	19.93	6609.97	1.93	0.97	321.18
165	41.6	41.55	19.88	6629.85	1.93	0.96	322.14
165.5	41.6	41.60	19.91	6649.76	1.93	0.97	323.11
166	41.6	41.60	19.91	6669.66	1.93	0.97	324.07

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
166.5	41.6	41.60	19.91	6689.57	1.93	0.97	325.04
167	38.3	39.95	19.08	6708.65	1.84	0.92	325.96
167.5	30.7	34.50	16.36	6725.00	1.57	0.79	326.74
168	28.8	29.75	13.98	6738.98	1.36	0.68	327.43
168.5	28.6	28.70	13.46	6752.43	1.32	0.66	328.09
169	28.1	28.35	13.28	6765.71	1.30	0.65	328.74
169.5	28.3	28.20	13.21	6778.92	1.30	0.65	329.39
170	28.4	28.35	13.28	6792.20	1.30	0.65	330.04
170.5	28.2	28.30	13.26	6805.45	1.30	0.65	330.69
171	28.6	28.40	13.31	6818.76	1.31	0.65	331.34
171.5	28.2	28.40	13.31	6832.07	1.31	0.65	332.00
172	28.5	28.35	13.28	6845.34	1.30	0.65	332.65
172.5	28.7	28.60	13.41	6858.75	1.31	0.66	333.31
173	28.7	28.70	13.46	6872.20	1.32	0.66	333.96
173.5	28.6	28.65	13.43	6885.63	1.32	0.66	334.62
174	28.6	28.60	13.41	6899.04	1.31	0.66	335.28
174.5	28.6	28.60	13.41	6912.44	1.31	0.66	335.94
175	28.4	28.50	13.36	6925.80	1.31	0.66	336.59
175.5	28.7	28.55	13.38	6939.18	1.31	0.66	337.25
176	28.8	28.75	13.48	6952.66	1.32	0.66	337.91
176.5	28.5	28.65	13.43	6966.09	1.32	0.66	338.57
177	28.6	28.55	13.38	6979.47	1.31	0.66	339.22
177.5	28.3	28.45	13.33	6992.80	1.31	0.65	339.88
178	28.4	28.35	13.28	7006.08	1.30	0.65	340.53
178.5	28.2	28.30	13.26	7019.33	1.30	0.65	341.18
179	28.2	28.20	13.21	7032.54	1.30	0.65	341.83
179.5	28.2	28.20	13.21	7045.74	1.30	0.65	342.48
180	28.1	28.15	13.18	7058.92	1.30	0.65	343.13

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
180.5	28.1	28.10	13.16	7072.08	1.29	0.65	343.78
181	28.2	28.15	13.18	7085.26	1.30	0.65	344.42
181.5	28.2	28.20	13.21	7098.46	1.30	0.65	345.07
182	27.9	28.05	13.13	7111.59	1.29	0.65	345.72
182.5	28	27.95	13.08	7124.67	1.29	0.64	346.36
183	28	28.00	13.11	7137.78	1.29	0.65	347.01
183.5	27.9	27.95	13.08	7150.86	1.29	0.64	347.65
184	27.9	27.90	13.06	7163.91	1.29	0.64	348.30
184.5	28	27.95	13.08	7176.99	1.29	0.64	348.94
185	28.1	28.05	13.13	7190.12	1.29	0.65	349.59
185.5	27.8	27.95	13.08	7203.20	1.29	0.64	350.23
186	27.9	27.85	13.03	7216.23	1.28	0.64	350.87
186.5	27.8	27.85	13.03	7229.26	1.28	0.64	351.51
187	28	27.90	13.06	7242.32	1.29	0.64	352.16
187.5	27.8	27.90	13.06	7255.37	1.29	0.64	352.80
188	28	27.90	13.06	7268.43	1.29	0.64	353.44
188.5	27.7	27.85	13.03	7281.46	1.28	0.64	354.09
189	27.9	27.80	13.01	7294.46	1.28	0.64	354.73
189.5	27.9	27.90	13.06	7307.52	1.29	0.64	355.37
190	28	27.95	13.08	7320.60	1.29	0.64	356.01
190.5	27.6	27.80	13.01	7333.60	1.28	0.64	356.65
191	27.7	27.65	12.93	7346.53	1.28	0.64	357.29
191.5	27.8	27.75	12.98	7359.51	1.28	0.64	357.93
192	27.9	27.85	13.03	7372.54	1.28	0.64	358.58
192.5	27.8	27.85	13.03	7385.57	1.28	0.64	359.22
193	28	27.90	13.06	7398.63	1.29	0.64	359.86
193.5	28	28.00	13.11	7411.73	1.29	0.65	360.51
194	28.3	28.15	13.18	7424.91	1.30	0.65	361.15

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
194.5	28.2	28.25	13.23	7438.14	1.30	0.65	361.80
195	28.5	28.35	13.28	7451.42	1.30	0.65	362.46
195.5	28.5	28.50	13.36	7464.78	1.31	0.66	363.11
196	28.6	28.55	13.38	7478.16	1.31	0.66	363.77
196.5	28.9	28.75	13.48	7491.64	1.32	0.66	364.43
197	30.2	29.55	13.88	7505.52	1.35	0.68	365.10
197.5	29.1	29.65	13.93	7519.45	1.36	0.68	365.78
198	28.7	28.90	13.56	7533.00	1.33	0.66	366.45
198.5	28.7	28.70	13.46	7546.46	1.32	0.66	367.11
199	28.5	28.60	13.41	7559.86	1.31	0.66	367.76
199.5	28.7	28.60	13.41	7573.27	1.31	0.66	368.42
200	28.3	28.5	13.36	7586.62	1.31	0.66	369.08
200.5	28.3	28.3	13.26	7599.88	1.30	0.65	369.73
201	28.3	28.3	13.26	7613.13	1.30	0.65	370.38
201.5	28.4	28.35	13.28	7626.41	1.30	0.65	371.03
202	28.3	28.35	13.28	7639.69	1.30	0.65	371.68
202.5	28.5	28.4	13.31	7653.00	1.31	0.65	372.34
203	28.5	28.50	13.36	7666.35	1.31	0.66	372.99
203.5	28.6	28.55	13.38	7679.73	1.31	0.66	373.65
204	28.4	28.50	13.36	7693.09	1.31	0.66	374.30
204.5	28	28.20	13.21	7706.29	1.30	0.65	374.95
205	28.3	28.15	13.18	7719.47	1.30	0.65	375.60
205.5	28.3	28.30	13.26	7732.73	1.30	0.65	376.25
206	27.8	28.05	13.13	7745.86	1.29	0.65	376.90
206.5	28.4	28.1	13.16	7759.01	1.29	0.65	377.54
207	28.6	28.50	13.36	7772.37	1.31	0.66	378.20
207.5	28.5	28.55	13.38	7785.75	1.31	0.66	378.86
208	28.1	28.30	13.26	7799.00	1.30	0.65	379.51

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
208.5	28	28.05	13.13	7812.13	1.29	0.65	380.15
209	28	28.00	13.11	7825.24	1.29	0.65	380.80
209.5	28.5	28.25	13.23	7838.47	1.30	0.65	381.45
210	28.6	28.55	13.38	7851.85	1.31	0.66	382.10
210.5	28.5	28.55	13.38	7865.23	1.31	0.66	382.76
211	28.5	28.50	13.36	7878.58	1.31	0.66	383.42
211.5	28.5	28.50	13.36	7891.94	1.31	0.66	384.07
212	28.2	28.35	13.28	7905.22	1.30	0.65	384.72
212.5	28	28.10	13.16	7918.37	1.29	0.65	385.37
213	27.9	27.95	13.08	7931.45	1.29	0.64	386.01
213.5	27.9	27.90	13.06	7944.51	1.29	0.64	386.66
214	28	27.95	13.08	7957.59	1.29	0.64	387.30
214.5	28	28.00	13.11	7970.69	1.29	0.65	387.95
215	28.1	28.05	13.13	7983.82	1.29	0.65	388.59
215.5	28	28.05	13.13	7996.95	1.29	0.65	389.24
216	27.9	27.95	13.08	8010.03	1.29	0.64	389.88
216.5	27.8	27.85	13.03	8023.06	1.28	0.64	390.53
217	27.8	27.80	13.01	8036.07	1.28	0.64	391.17
217.5	27.6	27.70	12.96	8049.02	1.28	0.64	391.81
218	27.4	27.50	12.86	8061.88	1.27	0.64	392.44
218.5	27.6	27.50	12.86	8074.73	1.27	0.64	393.08
219	27.5	27.55	12.88	8087.61	1.27	0.64	393.71
219.5	27.4	27.45	12.83	8100.44	1.27	0.63	394.35
220	27.5	27.45	12.83	8113.27	1.27	0.63	394.98
220.5	27.6	27.55	12.88	8126.15	1.27	0.64	395.62
221	28.2	27.90	13.06	8139.21	1.29	0.64	396.26
221.5	28.3	28.25	13.23	8152.44	1.30	0.65	396.91
222	28.2	28.25	13.23	8165.67	1.30	0.65	397.56

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
222.5	28.2	28.20	13.21	8178.87	1.30	0.65	398.21
223	28.1	28.15	13.18	8192.05	1.30	0.65	398.86
223.5	28.1	28.10	13.16	8205.21	1.29	0.65	399.51
224	28.4	28.25	13.23	8218.44	1.30	0.65	400.16
224.5	28.4	28.40	13.31	8231.74	1.31	0.65	400.81
225	28.5	28.45	13.33	8245.07	1.31	0.65	401.46
225.5	28.3	28.40	13.31	8258.38	1.31	0.65	402.12
226	28.4	28.35	13.28	8271.66	1.30	0.65	402.77
226.5	28.4	28.40	13.31	8284.96	1.31	0.65	403.42
227	28.5	28.45	13.33	8298.29	1.31	0.65	404.08
227.5	28.3	28.40	13.31	8311.60	1.31	0.65	404.73
228	28.4	28.35	13.28	8324.88	1.30	0.65	405.38
228.5	28.2	28.30	13.26	8338.13	1.30	0.65	406.03
229	28.3	28.25	13.23	8351.36	1.30	0.65	406.68
229.5	28.5	28.40	13.31	8364.67	1.31	0.65	407.34
230	28.3	28.40	13.31	8377.97	1.31	0.65	407.99
230.5	28.4	28.35	13.28	8391.25	1.30	0.65	408.64
231	28.4	28.40	13.31	8404.56	1.31	0.65	409.29
231.5	28.3	28.35	13.28	8417.84	1.30	0.65	409.95
232	28	28.15	13.18	8431.02	1.30	0.65	410.59
232.5	28.2	28.10	13.16	8444.17	1.29	0.65	411.24
233	28.3	28.25	13.23	8457.40	1.30	0.65	411.89
233.5	27.9	28.10	13.16	8470.56	1.29	0.65	412.54
234	27.8	27.85	13.03	8483.59	1.28	0.64	413.18
234.5	27.9	27.85	13.03	8496.62	1.28	0.64	413.82
235	28.1	28.00	13.11	8509.72	1.29	0.65	414.47
235.5	28.1	28.10	13.16	8522.88	1.29	0.65	415.12
236	28.1	28.10	13.16	8536.03	1.29	0.65	415.76

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
236.5	28.1	28.10	13.16	8549.19	1.29	0.65	416.41
237	28.5	28.30	13.26	8562.44	1.30	0.65	417.06
237.5	28.5	28.50	13.36	8575.80	1.31	0.66	417.72
238	28.6	28.55	13.38	8589.18	1.31	0.66	418.37
238.5	28.7	28.65	13.43	8602.61	1.32	0.66	419.03
239	28.9	28.80	13.51	8616.11	1.32	0.66	419.69
239.5	28.8	28.85	13.53	8629.64	1.32	0.66	420.35
240	29	28.90	13.56	8643.20	1.33	0.66	421.02
240.5	28.9	28.95	13.58	8656.78	1.33	0.66	421.68
241	28.7	28.80	13.51	8670.28	1.32	0.66	422.34
241.5	28.8	28.75	13.48	8683.76	1.32	0.66	423.00
242	28.8	28.80	13.51	8697.27	1.32	0.66	423.66
242.5	28.8	28.80	13.51	8710.77	1.32	0.66	424.33
243	28.8	28.80	13.51	8724.28	1.32	0.66	424.99
243.5	28.8	28.80	13.51	8737.78	1.32	0.66	425.65
244	28.8	28.80	13.51	8751.29	1.32	0.66	426.31
244.5	28.8	28.80	13.51	8764.79	1.32	0.66	426.97
245	28.8	28.80	13.51	8778.30	1.32	0.66	427.63
245.5	28.8	28.80	13.51	8791.80	1.32	0.66	428.29
246	28.8	28.80	13.51	8805.31	1.32	0.66	428.96
246.5	28.8	28.80	13.51	8818.81	1.32	0.66	429.62
247	28.8	28.80	13.51	8832.32	1.32	0.66	430.28
247.5	28.8	28.80	13.51	8845.82	1.32	0.66	430.94
248	28.8	28.8	13.51	8859.33	1.32	0.66	431.60
248.5	28.8	28.8	13.51	8872.83	1.32	0.66	432.26
249	28.8	28.8	13.51	8886.34	1.32	0.66	432.92
249.5	28.8	28.8	13.51	8899.84	1.32	0.66	433.58
250	28.8	28.80	13.51	8913.35	1.32	0.66	434.25

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
250.5	28.8	28.80	13.51	8926.85	1.32	0.66	434.91
251	28.8	28.80	13.51	8940.36	1.32	0.66	435.57
251.5	28.8	28.80	13.51	8953.86	1.32	0.66	436.23
252	28.8	28.80	13.51	8967.37	1.32	0.66	436.89
252.5	28.8	28.80	13.51	8980.87	1.32	0.66	437.55
253	28.8	28.80	13.51	8994.38	1.32	0.66	438.21
253.5	28.8	28.80	13.51	9007.88	1.32	0.66	438.87
254	28.8	28.80	13.51	9021.39	1.32	0.66	439.54
254.5	28.8	28.80	13.51	9034.89	1.32	0.66	440.20
255	28.8	28.80	13.51	9048.40	1.32	0.66	440.86
255.5	28.8	28.80	13.51	9061.90	1.32	0.66	441.52
256	28.8	28.80	13.51	9075.41	1.32	0.66	442.18
256.5	28.8	28.80	13.51	9088.91	1.32	0.66	442.84
257	28.8	28.80	13.51	9102.42	1.32	0.66	443.50
257.5	28.8	28.80	13.51	9115.92	1.32	0.66	444.17
258	28.8	28.80	13.51	9129.43	1.32	0.66	444.83
258.5	28.8	28.80	13.51	9142.93	1.32	0.66	445.49
259	28.8	28.80	13.51	9156.44	1.32	0.66	446.15
259.5	28.8	28.80	13.51	9169.94	1.32	0.66	446.81
260	28.8	28.80	13.51	9183.45	1.32	0.66	447.47
260.5	28.8	28.80	13.51	9196.95	1.32	0.66	448.13
261	28.8	28.80	13.51	9210.46	1.32	0.66	448.79
261.5	28.8	28.80	13.51	9223.96	1.32	0.66	449.46
262	28.8	28.80	13.51	9237.47	1.32	0.66	450.12
262.5	28.8	28.80	13.51	9250.97	1.32	0.66	450.78
263	28.8	28.80	13.51	9264.48	1.32	0.66	451.44
263.5	28.8	28.80	13.51	9277.98	1.32	0.66	452.10
264	28.8	28.80	13.51	9291.49	1.32	0.66	452.76

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
264.5	28.8	28.80	13.51	9304.99	1.32	0.66	453.42
265	28.8	28.80	13.51	9318.50	1.32	0.66	454.08
265.5	28.8	28.80	13.51	9332.00	1.32	0.66	454.75
266	28.8	28.80	13.51	9345.51	1.32	0.66	455.41
266.5	28.8	28.80	13.51	9359.01	1.32	0.66	456.07
267	28.8	28.80	13.51	9372.52	1.32	0.66	456.73
267.5	28.8	28.80	13.51	9386.02	1.32	0.66	457.39
268	28.8	28.80	13.51	9399.53	1.32	0.66	458.05
268.5	28.8	28.80	13.51	9413.03	1.32	0.66	458.71
269	28.8	28.80	13.51	9426.54	1.32	0.66	459.38
269.5	28.8	28.80	13.51	9440.04	1.32	0.66	460.04
270	28.8	28.80	13.51	9453.55	1.32	0.66	460.70
270.5	28.8	28.80	13.51	9467.05	1.32	0.66	461.36
271	28.8	28.80	13.51	9480.56	1.32	0.66	462.02
271.5	28.8	28.80	13.51	9494.06	1.32	0.66	462.68
272	28.8	28.80	13.51	9507.57	1.32	0.66	463.34
272.5	28.8	28.80	13.51	9521.07	1.32	0.66	464.00
273	28.8	28.80	13.51	9534.58	1.32	0.66	464.67
273.5	28.8	28.80	13.51	9548.08	1.32	0.66	465.33
274	28.8	28.80	13.51	9561.59	1.32	0.66	465.99
274.5	28.8	28.80	13.51	9575.09	1.32	0.66	466.65
275	28.8	28.80	13.51	9588.60	1.32	0.66	467.31
275.5	28.8	28.80	13.51	9602.10	1.32	0.66	467.97
276	28.8	28.80	13.51	9615.61	1.32	0.66	468.63
276.5	28.8	28.80	13.51	9629.11	1.32	0.66	469.30
277	28.8	28.80	13.51	9642.62	1.32	0.66	469.96
277.5	28.8	28.80	13.51	9656.12	1.32	0.66	470.62
278	28.8	28.80	13.51	9669.63	1.32	0.66	471.28

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
278.5	28.8	28.80	13.51	9683.13	1.32	0.66	471.94
279	28.8	28.80	13.51	9696.64	1.32	0.66	472.60
279.5	28.8	28.80	13.51	9710.14	1.32	0.66	473.26
280	28.8	28.80	13.51	9723.65	1.32	0.66	473.92
280.5	28.8	28.80	13.51	9737.15	1.32	0.66	474.59
281	28.8	28.80	13.51	9750.66	1.32	0.66	475.25
281.5	28.8	28.80	13.51	9764.16	1.32	0.66	475.91
282	28.8	28.80	13.51	9777.67	1.32	0.66	476.57
282.5	28.8	28.80	13.51	9791.17	1.32	0.66	477.23
283	28.8	28.80	13.51	9804.68	1.32	0.66	477.89
283.5	28.8	28.80	13.51	9818.18	1.32	0.66	478.55
284	28.8	28.80	13.51	9831.69	1.32	0.66	479.21
284.5	28.8	28.80	13.51	9845.19	1.32	0.66	479.88
285	28.8	28.80	13.51	9858.70	1.32	0.66	480.54
285.5	28.8	28.80	13.51	9872.20	1.32	0.66	481.20
286	28.8	28.80	13.51	9885.71	1.32	0.66	481.86
286.5	28.8	28.80	13.51	9899.21	1.32	0.66	482.52
287	28.8	28.80	13.51	9912.72	1.32	0.66	483.18
287.5	28.8	28.80	13.51	9926.22	1.32	0.66	483.84
288	28.8	28.80	13.51	9939.73	1.32	0.66	484.51
288.5	28.8	28.80	13.51	9953.23	1.32	0.66	485.17
289	28.8	28.80	13.51	9966.74	1.32	0.66	485.83
289.5	28.8	28.80	13.51	9980.24	1.32	0.66	486.49
290	28.8	28.80	13.51	9993.75	1.32	0.66	487.15
290.5	28.8	28.80	13.51	10007.25	1.32	0.66	487.81
291	28.8	28.80	13.51	10020.76	1.32	0.66	488.47
291.5	28.8	28.80	13.51	10034.26	1.32	0.66	489.13
292	28.8	28.80	13.51	10047.77	1.32	0.66	489.80

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
292.5	28.8	28.80	13.51	10061.27	1.32	0.66	490.46
293	28.8	28.80	13.51	10074.78	1.32	0.66	491.12
293.5	28.8	28.80	13.51	10088.28	1.32	0.66	491.78
294	28.8	28.80	13.51	10101.79	1.32	0.66	492.44
294.5	28.8	28.80	13.51	10115.29	1.32	0.66	493.10
295	28.8	28.80	13.51	10128.80	1.32	0.66	493.76
295.5	28.8	28.80	13.51	10142.30	1.32	0.66	494.42
296	28.8	28.80	13.51	10155.81	1.32	0.66	495.09
296.5	28.8	28.80	13.51	10169.31	1.32	0.66	495.75
297	28.8	28.80	13.51	10182.82	1.32	0.66	496.41
297.5	28.8	28.80	13.51	10196.32	1.32	0.66	497.07
298	28.8	28.80	13.51	10209.83	1.32	0.66	497.73
298.5	28.8	28.80	13.51	10223.33	1.32	0.66	498.39
299	28.8	28.80	13.51	10236.84	1.32	0.66	499.05
299.5	28.8	28.80	13.51	10250.34	1.32	0.66	499.72
300	28.8	28.80	13.51	10263.85	1.32	0.66	500.38
300.5	28.8	28.80	13.51	10277.35	1.32	0.66	501.04
301	28.8	28.80	13.51	10290.86	1.32	0.66	501.70
301.5	28.8	28.80	13.51	10304.36	1.32	0.66	502.36
302	28.8	28.80	13.51	10317.87	1.32	0.66	503.02
302.5	28.8	28.80	13.51	10331.37	1.32	0.66	503.68
303	28.8	28.80	13.51	10344.88	1.32	0.66	504.34
303.5	28.8	28.80	13.51	10358.38	1.32	0.66	505.01
304	28.8	28.80	13.51	10371.89	1.32	0.66	505.67
304.5	28.8	28.80	13.51	10385.39	1.32	0.66	506.33
305	28.8	28.80	13.51	10398.90	1.32	0.66	506.99
305.5	28.8	28.80	13.51	10412.40	1.32	0.66	507.65
306	28.8	28.80	13.51	10425.91	1.32	0.66	508.31

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
306.5	28.8	28.80	13.51	10439.41	1.32	0.66	508.97
307	28.8	28.80	13.51	10452.92	1.32	0.66	509.63
307.5	28.8	28.80	13.51	10466.42	1.32	0.66	510.30
308	28.8	28.80	13.51	10479.93	1.32	0.66	510.96
308.5	28.8	28.80	13.51	10493.43	1.32	0.66	511.62
309	28.8	28.80	13.51	10506.94	1.32	0.66	512.28
309.5	28.8	28.80	13.51	10520.44	1.32	0.66	512.94
310	28.8	28.80	13.51	10533.95	1.32	0.66	513.60
310.5	28.8	28.80	13.51	10547.45	1.32	0.66	514.26
311	28.8	28.80	13.51	10560.96	1.32	0.66	514.93
311.5	28.8	28.80	13.51	10574.46	1.32	0.66	515.59
312	28.8	28.80	13.51	10587.97	1.32	0.66	516.25
312.5	28.8	28.80	13.51	10601.47	1.32	0.66	516.91
313	28.8	28.80	13.51	10614.98	1.32	0.66	517.57
313.5	28.8	28.80	13.51	10628.48	1.32	0.66	518.23
314	28.8	28.80	13.51	10641.99	1.32	0.66	518.89
314.5	28.8	28.80	13.51	10655.49	1.32	0.66	519.55
315	28.8	28.80	13.51	10669.00	1.32	0.66	520.22
315.5	28.8	28.80	13.51	10682.50	1.32	0.66	520.88
316	28.8	28.80	13.51	10696.01	1.32	0.66	521.54
316.5	28.8	28.80	13.51	10709.51	1.32	0.66	522.20
317	28.8	28.80	13.51	10723.02	1.32	0.66	522.86
317.5	28.8	28.80	13.51	10736.52	1.32	0.66	523.52
318	28.8	28.80	13.51	10750.03	1.32	0.66	524.18
318.5	28.8	28.80	13.51	10763.53	1.32	0.66	524.84
319	28.8	28.80	13.51	10777.04	1.32	0.66	525.51
319.5	28.8	28.80	13.51	10790.54	1.32	0.66	526.17
320	28.8	28.80	13.51	10804.05	1.32	0.66	526.83

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
320.5	28.8	28.80	13.51	10817.55	1.32	0.66	527.49
321	28.8	28.80	13.51	10831.06	1.32	0.66	528.15
321.5	28.8	28.80	13.51	10844.56	1.32	0.66	528.81
322	28.8	28.80	13.51	10858.07	1.32	0.66	529.47
322.5	28.8	28.80	13.51	10871.57	1.32	0.66	530.14
323	28.8	28.80	13.51	10885.08	1.32	0.66	530.80
323.5	28.8	28.80	13.51	10898.58	1.32	0.66	531.46
324	28.8	28.80	13.51	10912.09	1.32	0.66	532.12
324.5	28.8	28.80	13.51	10925.59	1.32	0.66	532.78
325	28.8	28.80	13.51	10939.10	1.32	0.66	533.44
325.5	28.8	28.80	13.51	10952.60	1.32	0.66	534.10
326	28.8	28.80	13.51	10966.11	1.32	0.66	534.76
326.5	28.8	28.80	13.51	10979.61	1.32	0.66	535.43
327	28.8	28.80	13.51	10993.12	1.32	0.66	536.09
327.5	28.8	28.80	13.51	11006.62	1.32	0.66	536.75
328	28.8	28.80	13.51	11020.13	1.32	0.66	537.41
328.5	28.8	28.80	13.51	11033.63	1.32	0.66	538.07
329	28.8	28.80	13.51	11047.14	1.32	0.66	538.73
329.5	28.8	28.80	13.51	11060.64	1.32	0.66	539.39
330	28.8	28.80	13.51	11074.15	1.32	0.66	540.06
330.5	28.8	28.80	13.51	11087.65	1.32	0.66	540.72
331	28.8	28.80	13.51	11101.16	1.32	0.66	541.38
331.5	28.8	28.80	13.51	11114.66	1.32	0.66	542.04
332	28.8	28.80	13.51	11128.17	1.32	0.66	542.70
332.5	28.8	28.80	13.51	11141.67	1.32	0.66	543.36
333	28.8	28.80	13.51	11155.18	1.32	0.66	544.02
333.5	28.8	28.80	13.51	11168.68	1.32	0.66	544.68
334	28.8	28.80	13.51	11182.19	1.32	0.66	545.35

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
334.5	28.8	28.80	13.51	11195.69	1.32	0.66	546.01
335	28.8	28.80	13.51	11209.20	1.32	0.66	546.67
335.5	28.8	28.80	13.51	11222.70	1.32	0.66	547.33
336	28.8	28.80	13.51	11236.21	1.32	0.66	547.99
336.5	28.8	28.80	13.51	11249.71	1.32	0.66	548.65
337	28.8	28.80	13.51	11263.22	1.32	0.66	549.31
337.5	28.8	28.80	13.51	11276.72	1.32	0.66	549.97
338	28.8	28.80	13.51	11290.23	1.32	0.66	550.64
338.5	28.8	28.80	13.51	11303.73	1.32	0.66	551.30
339	28.8	28.80	13.51	11317.24	1.32	0.66	551.96
339.5	28.8	28.80	13.51	11330.74	1.32	0.66	552.62
340	28.8	28.80	13.51	11344.25	1.32	0.66	553.28
340.5	28.8	28.80	13.51	11357.75	1.32	0.66	553.94
341	28.8	28.80	13.51	11371.26	1.32	0.66	554.60
341.5	28.8	28.80	13.51	11384.76	1.32	0.66	555.27
342	28.8	28.80	13.51	11398.27	1.32	0.66	555.93
342.5	28.8	28.80	13.51	11411.77	1.32	0.66	556.59
343	28.8	28.80	13.51	11425.28	1.32	0.66	557.25
343.5	28.8	28.80	13.51	11438.78	1.32	0.66	557.91
344	28.8	28.80	13.51	11452.29	1.32	0.66	558.57
344.5	28.8	28.80	13.51	11465.79	1.32	0.66	559.23
345	28.8	28.80	13.51	11479.30	1.32	0.66	559.89
345.5	28.8	28.80	13.51	11492.80	1.32	0.66	560.56
346	28.8	28.80	13.51	11506.31	1.32	0.66	561.22
346.5	28.8	28.80	13.51	11519.81	1.32	0.66	561.88
347	28.8	28.80	13.51	11533.32	1.32	0.66	562.54
347.5	28.8	28.80	13.51	11546.82	1.32	0.66	563.20
348	28.8	28.80	13.51	11560.33	1.32	0.66	563.86

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
348.5	28.8	28.80	13.51	11573.83	1.32	0.66	564.52
349	28.8	28.80	13.51	11587.34	1.32	0.66	565.18
349.5	28.8	28.80	13.51	11600.84	1.32	0.66	565.85
350	28.8	28.80	13.51	11614.35	1.32	0.66	566.51
350.5	28.8	28.80	13.51	11627.85	1.32	0.66	567.17
351	28.8	28.80	13.51	11641.36	1.32	0.66	567.83
351.5	28.8	28.80	13.51	11654.86	1.32	0.66	568.49
352	28.8	28.80	13.51	11668.37	1.32	0.66	569.15
352.5	28.8	28.80	13.51	11681.87	1.32	0.66	569.81
353	28.8	28.80	13.51	11695.38	1.32	0.66	570.48
353.5	28.8	28.80	13.51	11708.88	1.32	0.66	571.14
354	28.8	28.80	13.51	11722.39	1.32	0.66	571.80
354.5	28.8	28.80	13.51	11735.89	1.32	0.66	572.46
355	28.8	28.80	13.51	11749.40	1.32	0.66	573.12
355.5	28.8	28.80	13.51	11762.90	1.32	0.66	573.78
356	28.8	28.80	13.51	11776.41	1.32	0.66	574.44
356.5	28.8	28.80	13.51	11789.91	1.32	0.66	575.10
357	28.8	28.80	13.51	11803.42	1.32	0.66	575.77
357.5	28.8	28.80	13.51	11816.92	1.32	0.66	576.43
358	28.8	28.80	13.51	11830.43	1.32	0.66	577.09
358.5	28.8	28.80	13.51	11843.93	1.32	0.66	577.75
359	28.8	28.80	13.51	11857.44	1.32	0.66	578.41
359.5	28.8	28.80	13.51	11870.94	1.32	0.66	579.07
360	28.8	28.80	13.51	11884.45	1.32	0.66	579.73
360.5	28.8	28.80	13.51	11897.95	1.32	0.66	580.39
361	28.8	28.80	13.51	11911.46	1.32	0.66	581.06
361.5	28.8	28.80	13.51	11924.96	1.32	0.66	581.72
362	28.8	28.80	13.51	11938.47	1.32	0.66	582.38

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
362.5	28.8	28.80	13.51	11951.97	1.32	0.66	583.04
363	28.8	28.80	13.51	11965.48	1.32	0.66	583.70
363.5	28.8	28.80	13.51	11978.98	1.32	0.66	584.36
364	28.8	28.80	13.51	11992.49	1.32	0.66	585.02
364.5	28.8	28.80	13.51	12005.99	1.32	0.66	585.69
365	28.8	28.80	13.51	12019.50	1.32	0.66	586.35
365.5	28.9	28.85	13.53	12033.03	1.32	0.66	587.01
366	30.2	29.55	13.88	12046.91	1.35	0.68	587.69
366.5	29.1	29.65	13.93	12060.84	1.36	0.68	588.36
367	28.7	28.90	13.56	12074.39	1.33	0.66	589.03
367.5	28.7	28.70	13.46	12087.85	1.32	0.66	589.69
368	28.5	28.60	13.41	12101.25	1.31	0.66	590.34
368.5	28.7	28.60	13.41	12114.66	1.31	0.66	591.00
369	28.3	28.5	13.36	12128.01	1.31	0.66	591.66
369.5	28.3	28.3	13.26	12141.27	1.30	0.65	592.31
370	28.3	28.30	13.26	12154.52	1.30	0.65	592.96
370.5	28.4	28.35	13.28	12167.80	1.30	0.65	593.61
371	28.3	28.35	13.28	12181.08	1.30	0.65	594.26
371.5	28.5	28.40	13.31	12194.39	1.31	0.65	594.92
372	28.5	28.50	13.36	12207.74	1.31	0.66	595.57
372.5	28.6	28.55	13.38	12221.12	1.31	0.66	596.23
373	28.4	28.50	13.36	12234.48	1.31	0.66	596.88
373.5	28	28.20	13.21	12247.68	1.30	0.65	597.53
374	28.3	28.15	13.18	12260.86	1.30	0.65	598.18
374.5	28.3	28.30	13.26	12274.12	1.30	0.65	598.83
375	27.8	28.05	13.13	12287.25	1.29	0.65	599.48
375.5	28.4	28.10	13.16	12300.40	1.29	0.65	600.13
376	28.6	28.50	13.36	12313.76	1.31	0.66	600.78

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
376.5	28.5	28.55	13.38	12327.14	1.31	0.66	601.44
377	28.1	28.30	13.26	12340.39	1.30	0.65	602.09
377.5	28	28.05	13.13	12353.52	1.29	0.65	602.73
378	28	28	13.11	12366.63	1.29	0.65	603.38
378.5	28.5	28.25	13.23	12379.86	1.30	0.65	604.03
379	28.6	28.55	13.38	12393.24	1.31	0.66	604.69
379.5	28.5	28.55	13.38	12406.62	1.31	0.66	605.34
380	28.5	28.50	13.36	12419.97	1.31	0.66	606.00
380.5	28.5	28.50	13.36	12433.33	1.31	0.66	606.65
381	28.2	28.35	13.28	12446.61	1.30	0.65	607.30
381.5	28	28.10	13.16	12459.76	1.29	0.65	607.95
382	27.9	27.95	13.08	12472.84	1.29	0.64	608.60
382.5	27.9	27.90	13.06	12485.90	1.29	0.64	609.24
383	28	27.95	13.08	12498.98	1.29	0.64	609.88
383.5	28	28.00	13.11	12512.08	1.29	0.65	610.53
384	28.1	28.05	13.13	12525.21	1.29	0.65	611.17
384.5	28	28.05	13.13	12538.34	1.29	0.65	611.82
385	27.9	27.95	13.08	12551.42	1.29	0.64	612.46
385.5	27.8	27.85	13.03	12564.45	1.28	0.64	613.11
386	27.8	27.80	13.01	12577.46	1.28	0.64	613.75
386.5	27.6	27.7	12.96	12590.41	1.28	0.64	614.39
387	27.4	27.5	12.86	12603.27	1.27	0.64	615.02
387.5	27.6	27.50	12.86	12616.12	1.27	0.64	615.66
388	27.5	27.55	12.88	12629.00	1.27	0.64	616.29
388.5	27.4	27.45	12.83	12641.83	1.27	0.63	616.93
389	27.5	27.45	12.83	12654.66	1.27	0.63	617.56
389.5	27.6	27.55	12.88	12667.54	1.27	0.64	618.20
390	28.2	27.90	13.06	12680.60	1.29	0.64	618.84

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
390.5	28.3	28.25	13.23	12693.83	1.30	0.65	619.49
391	28.2	28.25	13.23	12707.06	1.30	0.65	620.14
391.5	28.2	28.20	13.21	12720.26	1.30	0.65	620.79
392	28.1	28.15	13.18	12733.44	1.30	0.65	621.44
392.5	28.1	28.10	13.16	12746.60	1.29	0.65	622.09
393	28.4	28.25	13.23	12759.83	1.30	0.65	622.74
393.5	28.4	28.40	13.31	12773.13	1.31	0.65	623.39
394	28.5	28.45	13.33	12786.46	1.31	0.65	624.04
394.5	28.3	28.40	13.31	12799.77	1.31	0.65	624.70
395	28.4	28.35	13.28	12813.05	1.30	0.65	625.35
395.5	28.4	28.40	13.31	12826.35	1.31	0.65	626.00
396	28.5	28.45	13.33	12839.68	1.31	0.65	626.66
396.5	28.6	28.55	13.38	12853.06	1.31	0.66	627.31
397	28.5	28.55	13.38	12866.44	1.31	0.66	627.97
397.5	28.5	28.50	13.36	12879.80	1.31	0.66	628.62
398	28.6	28.55	13.38	12893.18	1.31	0.66	629.28
398.5	28.6	28.60	13.41	12906.58	1.31	0.66	629.94
399	28.5	28.55	13.38	12919.96	1.31	0.66	630.59
399.5	28.5	28.50	13.36	12933.32	1.31	0.66	631.25
400	28.4	28.45	13.33	12946.65	1.31	0.65	631.90
400.5	28.5	28.45	13.33	12959.98	1.31	0.65	632.56
401	28.4	28.45	13.33	12973.31	1.31	0.65	633.21
401.5	28.4	28.40	13.31	12986.61	1.31	0.65	633.86
402	28.6	28.50	13.36	12999.97	1.31	0.66	634.52
402.5	28.8	28.70	13.46	13013.42	1.32	0.66	635.18
403	28.5	28.65	13.43	13026.85	1.32	0.66	635.84
403.5	28.2	28.35	13.28	13040.13	1.30	0.65	636.49
404	28.4	28.30	13.26	13053.39	1.30	0.65	637.14

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
404.5	28.5	28.45	13.33	13066.72	1.31	0.65	637.79
405	28.9	28.70	13.46	13080.17	1.32	0.66	638.45
405.5	28.7	28.80	13.51	13093.68	1.32	0.66	639.12
406	28.6	28.65	13.43	13107.11	1.32	0.66	639.77
406.5	28.2	28.40	13.31	13120.41	1.31	0.65	640.43
407	27.6	27.90	13.06	13133.47	1.29	0.64	641.07
407.5	27.7	27.65	12.93	13146.40	1.28	0.64	641.71
408	28	27.85	13.03	13159.43	1.28	0.64	642.35
408.5	28.6	28.30	13.26	13172.68	1.30	0.65	643.00
409	28.8	28.70	13.46	13186.14	1.32	0.66	643.66
409.5	29.2	29.00	13.61	13199.74	1.33	0.67	644.33
410	28.9	29.05	13.63	13213.37	1.33	0.67	644.99
410.5	28.1	28.50	13.36	13226.73	1.31	0.66	645.65
411	28.5	28.30	13.26	13239.98	1.30	0.65	646.30
411.5	28.1	28.30	13.26	13253.24	1.30	0.65	646.95
412	28.8	28.45	13.33	13266.57	1.31	0.65	647.60
412.5	31.4	30.10	14.16	13280.72	1.38	0.69	648.29
413	29.7	30.55	14.38	13295.10	1.40	0.70	648.99
413.5	29	29.35	13.78	13308.88	1.35	0.67	649.66
414	28.8	28.90	13.56	13322.44	1.33	0.66	650.33
414.5	28.7	28.75	13.48	13335.92	1.32	0.66	650.99
415	28.7	28.70	13.46	13349.37	1.32	0.66	651.65
415.5	28.7	28.70	13.46	13362.83	1.32	0.66	652.31
416	28.8	28.75	13.48	13376.31	1.32	0.66	652.97
416.5	28.4	28.60	13.41	13389.71	1.31	0.66	653.62
417	28.7	28.55	13.38	13403.09	1.31	0.66	654.28
417.5	28.7	28.70	13.46	13416.55	1.32	0.66	654.94
418	28.8	28.75	13.48	13430.03	1.32	0.66	655.60

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
418.5	28.8	28.80	13.51	13443.53	1.32	0.66	656.26
419	28.8	28.80	13.51	13457.04	1.32	0.66	656.92
419.5	28.7	28.75	13.48	13470.52	1.32	0.66	657.58
420	28.9	28.80	13.51	13484.02	1.32	0.66	658.24
420.5	28.3	28.60	13.41	13497.43	1.31	0.66	658.90
421	28.4	28.35	13.28	13510.71	1.30	0.65	659.55
421.5	28.2	28.30	13.26	13523.96	1.30	0.65	660.20
422	28.3	28.25	13.23	13537.19	1.30	0.65	660.85
422.5	28.5	28.40	13.31	13550.50	1.31	0.65	661.51
423	28.3	28.40	13.31	13563.80	1.31	0.65	662.16
423.5	28.4	28.35	13.28	13577.08	1.30	0.65	662.81
424	28.4	28.40	13.31	13590.39	1.31	0.65	663.47
424.5	28.3	28.35	13.28	13603.67	1.30	0.65	664.12
425	28	28.15	13.18	13616.85	1.30	0.65	664.77
425.5	28.2	28.10	13.16	13630.00	1.29	0.65	665.41
426	28.3	28.25	13.23	13643.23	1.30	0.65	666.06
426.5	27.9	28.10	13.16	13656.39	1.29	0.65	666.71
427	27.8	27.85	13.03	13669.42	1.28	0.64	667.35
427.5	27.9	27.85	13.03	13682.45	1.28	0.64	667.99
428	28.1	28.00	13.11	13695.55	1.29	0.65	668.64
428.5	28.1	28.10	13.16	13708.71	1.29	0.65	669.29
429	28.1	28.10	13.16	13721.86	1.29	0.65	669.93
429.5	28.1	28.10	13.16	13735.02	1.29	0.65	670.58
430	28.5	28.30	13.26	13748.27	1.30	0.65	671.23
430.5	28.5	28.50	13.36	13761.63	1.31	0.66	671.89
431	28.6	28.55	13.38	13775.01	1.31	0.66	672.54
431.5	28.7	28.65	13.43	13788.44	1.32	0.66	673.20
432	28.9	28.80	13.51	13801.94	1.32	0.66	673.86

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
432.5	28.8	28.85	13.53	13815.47	1.32	0.66	674.53
433	29	28.90	13.56	13829.03	1.33	0.66	675.19
433.5	28.9	28.95	13.58	13842.61	1.33	0.66	675.85
434	28.7	28.80	13.51	13856.11	1.32	0.66	676.51
434.5	28.5	28.60	13.41	13869.52	1.31	0.66	677.17
435	28.5	28.50	13.36	13882.87	1.31	0.66	677.83
435.5	28.5	28.50	13.36	13896.23	1.31	0.66	678.48
436	29.1	28.80	13.51	13909.73	1.32	0.66	679.14
436.5	30.2	29.65	13.93	13923.66	1.36	0.68	679.82
437	29.5	29.85	14.03	13937.69	1.37	0.68	680.51
437.5	29.5	29.50	13.86	13951.55	1.35	0.68	681.18
438	28.8	29.15	13.68	13965.23	1.34	0.67	681.85
438.5	28.6	28.70	13.46	13978.68	1.32	0.66	682.51
439	28.9	28.75	13.48	13992.16	1.32	0.66	683.17
439.5	29	28.95	13.58	14005.74	1.33	0.66	683.83
440	28.9	28.95	13.58	14019.32	1.33	0.66	684.50
440.5	28.9	28.90	13.56	14032.88	1.33	0.66	685.16
441	28.8	28.85	13.53	14046.41	1.32	0.66	685.82
441.5	29	28.90	13.56	14059.96	1.33	0.66	686.49
442	28.9	28.95	13.58	14073.54	1.33	0.66	687.15
442.5	28.8	28.85	13.53	14087.07	1.32	0.66	687.81
443	28.7	28.75	13.48	14100.55	1.32	0.66	688.47
443.5	28.4	28.55	13.38	14113.93	1.31	0.66	689.13
444	28.8	28.60	13.41	14127.34	1.31	0.66	689.79
444.5	28.8	28.80	13.51	14140.84	1.32	0.66	690.45
445	28.9	28.85	13.53	14154.37	1.32	0.66	691.11
445.5	28.9	28.90	13.56	14167.93	1.33	0.66	691.77
446	28.9	28.90	13.56	14181.48	1.33	0.66	692.44

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
446.5	29.1	29.00	13.61	14195.09	1.33	0.67	693.10
447	28.8	28.95	13.58	14208.67	1.33	0.66	693.77
447.5	29.2	29.00	13.61	14222.27	1.33	0.67	694.43
448	29.4	29.30	13.76	14236.03	1.34	0.67	695.10
448.5	29.3	29.35	13.78	14249.81	1.35	0.67	695.78
449	28.4	28.85	13.53	14263.34	1.32	0.66	696.44
449.5	28.5	28.45	13.33	14276.67	1.31	0.65	697.09
450	28.1	28.30	13.26	14289.92	1.30	0.65	697.74
450.5	28.3	28.20	13.21	14303.13	1.30	0.65	698.39
451	28.8	28.55	13.38	14316.51	1.31	0.66	699.05
451.5	28.8	28.80	13.51	14330.01	1.32	0.66	699.71
452	28.8	28.80	13.51	14343.52	1.32	0.66	700.37
452.5	28.6	28.70	13.46	14356.97	1.32	0.66	701.03
453	28.1	28.35	13.28	14370.25	1.30	0.65	701.68
453.5	28.1	28.10	13.16	14383.41	1.29	0.65	702.33
454	27.7	27.90	13.06	14396.46	1.29	0.64	702.97
454.5	28.3	28.00	13.11	14409.57	1.29	0.65	703.62
455	28	28.15	13.18	14422.75	1.30	0.65	704.27
455.5	28.4	28.20	13.21	14435.95	1.30	0.65	704.92
456	27.7	28.05	13.13	14449.08	1.29	0.65	705.56
456.5	27.3	27.50	12.86	14461.94	1.27	0.64	706.20
457	28.2	27.75	12.98	14474.92	1.28	0.64	706.84
457.5	28.9	28.55	13.38	14488.30	1.31	0.66	707.49
458	29	28.95	13.58	14501.88	1.33	0.66	708.16
458.5	28.5	28.75	13.48	14515.36	1.32	0.66	708.82
459	28.7	28.60	13.41	14528.76	1.31	0.66	709.48
459.5	28.9	28.8	13.51	14542.27	1.32	0.66	710.14
460	28.9	28.9	13.56	14555.82	1.33	0.66	710.80

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
460.5	29	28.95	13.58	14569.40	1.33	0.66	711.47
461	29	29.00	13.61	14583.01	1.33	0.67	712.13
461.5	29	29.00	13.61	14596.61	1.33	0.67	712.80
462	28.8	28.90	13.56	14610.17	1.33	0.66	713.46
462.5	28.8	28.80	13.51	14623.67	1.32	0.66	714.12
463	28.8	28.80	13.51	14637.18	1.32	0.66	714.78
463.5	28.6	28.70	13.46	14650.63	1.32	0.66	715.44
464	28.8	28.70	13.46	14664.09	1.32	0.66	716.10
464.5	28.6	28.70	13.46	14677.54	1.32	0.66	716.76
465	28.8	28.70	13.46	14691.00	1.32	0.66	717.42
465.5	28.7	28.75	13.48	14704.48	1.32	0.66	718.08
466	28.6	28.65	13.43	14717.91	1.32	0.66	718.74
466.5	28.6	28.60	13.41	14731.31	1.31	0.66	719.40
467	28.6	28.60	13.41	14744.72	1.31	0.66	720.05
467.5	28.7	28.65	13.43	14758.15	1.32	0.66	720.71
468	28.5	28.60	13.41	14771.55	1.31	0.66	721.37
468.5	28.6	28.55	13.38	14784.93	1.31	0.66	722.02
469	28.5	28.55	13.38	14798.31	1.31	0.66	722.68
469.5	28.5	28.50	13.36	14811.67	1.31	0.66	723.34
470	28.6	28.55	13.38	14825.05	1.31	0.66	723.99
470.5	28.6	28.60	13.41	14838.45	1.31	0.66	724.65
471	28.5	28.55	13.38	14851.83	1.31	0.66	725.31
471.5	28.5	28.50	13.36	14865.19	1.31	0.66	725.96
472	28.4	28.45	13.33	14878.52	1.31	0.65	726.61
472.5	28.5	28.45	13.33	14891.85	1.31	0.65	727.27
473	28.4	28.45	13.33	14905.18	1.31	0.65	727.92
473.5	28.4	28.40	13.31	14918.48	1.31	0.65	728.58
474	28.6	28.50	13.36	14931.84	1.31	0.66	729.23

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
474.5	28.8	28.70	13.46	14945.29	1.32	0.66	729.89
475	28.5	28.65	13.43	14958.72	1.32	0.66	730.55
475.5	28.2	28.35	13.28	14972.00	1.30	0.65	731.20
476	28.4	28.30	13.26	14985.26	1.30	0.65	731.85
476.5	28.5	28.45	13.33	14998.59	1.31	0.65	732.51
477	28.9	28.70	13.46	15012.04	1.32	0.66	733.17
477.5	28.7	28.80	13.51	15025.55	1.32	0.66	733.83
478	28.6	28.65	13.43	15038.98	1.32	0.66	734.49
478.5	28.2	28.40	13.31	15052.28	1.31	0.65	735.14
479	27.6	27.90	13.06	15065.34	1.29	0.64	735.78
479.5	27.7	27.65	12.93	15078.27	1.28	0.64	736.42
480	28	27.85	13.03	15091.30	1.28	0.64	737.06
480.5	28.6	28.30	13.26	15104.55	1.30	0.65	737.71
481	28.8	28.70	13.46	15118.01	1.32	0.66	738.37
481.5	29.2	29.00	13.61	15131.61	1.33	0.67	739.04
482	28.9	29.05	13.63	15145.24	1.33	0.67	739.70
482.5	28.1	28.50	13.36	15158.60	1.31	0.66	740.36
483	28.5	28.30	13.26	15171.85	1.30	0.65	741.01
483.5	28.1	28.30	13.26	15185.11	1.30	0.65	741.66
484	28.8	28.45	13.33	15198.44	1.31	0.65	742.32
484.5	31.4	30.10	14.16	15212.59	1.38	0.69	743.00
485	29.7	30.55	14.38	15226.97	1.40	0.70	743.70
485.5	29	29.35	13.78	15240.75	1.35	0.67	744.37
486	28.8	28.90	13.56	15254.31	1.33	0.66	745.04
486.5	28.7	28.75	13.48	15267.79	1.32	0.66	745.70
487	28.7	28.70	13.46	15281.24	1.32	0.66	746.36
487.5	28.7	28.70	13.46	15294.70	1.32	0.66	747.02
488	28.8	28.75	13.48	15308.18	1.32	0.66	747.68

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
488.5	28.4	28.60	13.41	15321.58	1.31	0.66	748.33
489	28.7	28.55	13.38	15334.96	1.31	0.66	748.99
489.5	28.7	28.70	13.46	15348.42	1.32	0.66	749.65
490	28.8	28.75	13.48	15361.90	1.32	0.66	750.31
490.5	28.8	28.80	13.51	15375.40	1.32	0.66	750.97
491	28.8	28.80	13.51	15388.91	1.32	0.66	751.63
491.5	28.7	28.75	13.48	15402.39	1.32	0.66	752.29
492	28.9	28.80	13.51	15415.89	1.32	0.66	752.95
492.5	29.1	29.00	13.61	15429.50	1.33	0.67	753.62
493	28.9	29.00	13.61	15443.10	1.33	0.67	754.29
493.5	29	28.95	13.58	15456.68	1.33	0.66	754.95
494	28.8	28.9	13.56	15470.24	1.33	0.66	755.61
494.5	29.1	28.95	13.58	15483.82	1.33	0.66	756.28
495	28.9	29.00	13.61	15497.42	1.33	0.67	756.94
495.5	29.1	29.00	13.61	15511.03	1.33	0.67	757.61
496	28.7	28.90	13.56	15524.58	1.33	0.66	758.27
496.5	28.6	28.65	13.43	15538.01	1.32	0.66	758.93
497	28.7	28.65	13.43	15551.44	1.32	0.66	759.59
497.5	28.6	28.65	13.43	15564.87	1.32	0.66	760.25
498	28.7	28.65	13.43	15578.30	1.32	0.66	760.90
498.5	28.9	28.80	13.51	15591.81	1.32	0.66	761.57
499	28.9	28.90	13.56	15605.36	1.33	0.66	762.23
499.5	28.6	28.75	13.48	15618.84	1.32	0.66	762.89
500	28.6	28.60	13.41	15632.25	1.31	0.66	763.55
500.5	28.9	28.75	13.48	15645.73	1.32	0.66	764.21
501	28.6	28.75	13.48	15659.21	1.32	0.66	764.87
501.5	28.8	28.70	13.46	15672.66	1.32	0.66	765.53
502	28.8	28.80	13.51	15686.17	1.32	0.66	766.19

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
502.5	28.8	28.80	13.51	15699.67	1.32	0.66	766.85
503	28.8	28.80	13.51	15713.18	1.32	0.66	767.51
503.5	29	28.90	13.56	15726.73	1.33	0.66	768.17
504	28.7	28.85	13.53	15740.26	1.32	0.66	768.84
504.5	28.8	28.75	13.48	15753.74	1.32	0.66	769.50
505	29.2	29.00	13.61	15767.35	1.33	0.67	770.16
505.5	28.8	29.00	13.61	15780.95	1.33	0.67	770.83
506	28.2	28.50	13.36	15794.31	1.31	0.66	771.48
506.5	27.8	28.00	13.11	15807.41	1.29	0.65	772.13
507	28.3	28.05	13.13	15820.54	1.29	0.65	772.77
507.5	27.8	28.05	13.13	15833.67	1.29	0.65	773.42
508	28.2	28.00	13.11	15846.78	1.29	0.65	774.06
508.5	28.1	28.15	13.18	15859.96	1.30	0.65	774.71
509	28	28.05	13.13	15873.09	1.29	0.65	775.36
509.5	28.2	28.10	13.16	15886.24	1.29	0.65	776.01
510	27.9	28.05	13.13	15899.37	1.29	0.65	776.65
510.5	28.4	28.15	13.18	15912.55	1.30	0.65	777.30
511	28.4	28.40	13.31	15925.86	1.31	0.65	777.95
511.5	28.7	28.55	13.38	15939.24	1.31	0.66	778.61
512	28.7	28.70	13.46	15952.69	1.32	0.66	779.27
512.5	28.9	28.80	13.51	15966.20	1.32	0.66	779.93
513	28.9	28.90	13.56	15979.75	1.33	0.66	780.59
513.5	29	28.95	13.58	15993.33	1.33	0.66	781.26
514	29	29.00	13.61	16006.94	1.33	0.67	781.92
514.5	29.2	29.10	13.66	16020.59	1.33	0.67	782.59
515	29	29.10	13.66	16034.25	1.33	0.67	783.26
515.5	29.1	29.05	13.63	16047.88	1.33	0.67	783.93
516	29.3	29.20	13.71	16061.58	1.34	0.67	784.59

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
516.5	28.8	29.05	13.63	16075.21	1.33	0.67	785.26
517	28.4	28.60	13.41	16088.62	1.31	0.66	785.92
517.5	28.9	28.65	13.43	16102.05	1.32	0.66	786.58
518	28.8	28.85	13.53	16115.58	1.32	0.66	787.24
518.5	28.2	28.50	13.36	16128.93	1.31	0.66	787.89
519	28.4	28.30	13.26	16142.19	1.30	0.65	788.55
519.5	28.3	28.35	13.28	16155.47	1.30	0.65	789.20
520	28.4	28.35	13.28	16168.75	1.30	0.65	789.85
520.5	28.5	28.45	13.33	16182.08	1.31	0.65	790.50
521	28.3	28.40	13.31	16195.38	1.31	0.65	791.16
521.5	28	28.15	13.18	16208.56	1.30	0.65	791.81
522	28	28.00	13.11	16221.67	1.29	0.65	792.45
522.5	28.1	28.05	13.13	16234.80	1.29	0.65	793.10
523	28.4	28.25	13.23	16248.03	1.30	0.65	793.75
523.5	28.3	28.35	13.28	16261.31	1.30	0.65	794.40
524	28.2	28.25	13.23	16274.54	1.30	0.65	795.05
524.5	28	28.10	13.16	16287.69	1.29	0.65	795.70
525	28.5	28.25	13.23	16300.92	1.30	0.65	796.35
525.5	28.5	28.50	13.36	16314.28	1.31	0.66	797.00
526	28.4	28.45	13.33	16327.61	1.31	0.65	797.66
526.5	28.4	28.40	13.31	16340.91	1.31	0.65	798.31
527	28.6	28.50	13.36	16354.27	1.31	0.66	798.96
527.5	28.4	28.50	13.36	16367.62	1.31	0.66	799.62
528	28.5	28.45	13.33	16380.95	1.31	0.65	800.27
528.5	28.5	28.50	13.36	16394.31	1.31	0.66	800.93
529	28.8	28.65	13.43	16407.74	1.32	0.66	801.59
529.5	29	28.90	13.56	16421.29	1.33	0.66	802.25
530	28.9	28.95	13.58	16434.87	1.33	0.66	802.91

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
530.5	29	28.95	13.58	16448.45	1.33	0.66	803.58
531	28.9	28.95	13.58	16462.03	1.33	0.66	804.24
531.5	28.7	28.80	13.51	16475.54	1.32	0.66	804.90
532	29.3	29.00	13.61	16489.14	1.33	0.67	805.57
532.5	27.7	28.5	13.36	16502.50	1.31	0.66	806.23
533	27.3	27.50	12.86	16515.35	1.27	0.64	806.86
533.5	28	27.65	12.93	16528.28	1.28	0.64	807.50
534	28.5	28.25	13.23	16541.51	1.30	0.65	808.15
534.5	28.2	28.35	13.28	16554.79	1.30	0.65	808.80
535	28.2	28.20	13.21	16568.00	1.30	0.65	809.45
535.5	28.1	28.15	13.18	16581.18	1.30	0.65	810.10
536	28.7	28.40	13.31	16594.48	1.31	0.65	810.75
536.5	27.8	28.25	13.23	16607.71	1.30	0.65	811.40
537	27.4	27.60	12.91	16620.62	1.27	0.64	812.04
537.5	28	27.70	12.96	16633.57	1.28	0.64	812.68
538	28	28.00	13.11	16646.68	1.29	0.65	813.32
538.5	27.5	27.75	12.98	16659.66	1.28	0.64	813.96
539	27.7	27.60	12.91	16672.56	1.27	0.64	814.60
539.5	28.2	27.95	13.08	16685.64	1.29	0.64	815.24
540	27.7	27.95	13.08	16698.72	1.29	0.64	815.89
540.5	27.5	27.60	12.91	16711.63	1.27	0.64	816.53
541	27.7	27.60	12.91	16724.53	1.27	0.64	817.16
541.5	27.7	27.70	12.96	16737.49	1.28	0.64	817.80
542	27.6	27.65	12.93	16750.42	1.28	0.64	818.44
542.5	27.5	27.55	12.88	16763.30	1.27	0.64	819.08
543	27.5	27.50	12.86	16776.15	1.27	0.64	819.71
543.5	27.5	27.50	12.86	16789.01	1.27	0.64	820.35
544	27.5	27.50	12.86	16801.86	1.27	0.64	820.98

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
544.5	27.2	27.35	12.78	16814.64	1.26	0.63	821.61
545	27.3	27.25	12.73	16827.37	1.26	0.63	822.24
545.5	27.6	27.45	12.83	16840.20	1.27	0.63	822.88
546	27.5	27.55	12.88	16853.08	1.27	0.64	823.52
546.5	27.4	27.45	12.83	16865.91	1.27	0.63	824.15
547	27.4	27.40	12.81	16878.72	1.27	0.63	824.78
547.5	27.4	27.40	12.81	16891.52	1.27	0.63	825.42
548	27.6	27.50	12.86	16904.38	1.27	0.64	826.05
548.5	27.7	27.65	12.93	16917.31	1.28	0.64	826.69
549	27.7	27.70	12.96	16930.26	1.28	0.64	827.33
549.5	27.8	27.75	12.98	16943.24	1.28	0.64	827.97
550	27.5	27.65	12.93	16956.17	1.28	0.64	828.61
550.5	27.5	27.50	12.86	16969.03	1.27	0.64	829.24
551	27.8	27.65	12.93	16981.96	1.28	0.64	829.88
551.5	27.9	27.85	13.03	16994.99	1.28	0.64	830.52
552	27.9	27.90	13.06	17008.04	1.29	0.64	831.17
552.5	27.9	27.90	13.06	17021.10	1.29	0.64	831.81
553	28	27.95	13.08	17034.18	1.29	0.64	832.45
553.5	28.2	28.10	13.16	17047.33	1.29	0.65	833.10
554	28.2	28.20	13.21	17060.54	1.30	0.65	833.75
554.5	28.1	28.15	13.18	17073.72	1.30	0.65	834.40
555	28.4	28.25	13.23	17086.95	1.30	0.65	835.05
555.5	28.3	28.35	13.28	17100.23	1.30	0.65	835.70
556	27.7	28.00	13.11	17113.33	1.29	0.65	836.34
556.5	29.6	28.65	13.43	17126.76	1.32	0.66	837.00
557	28.7	29.15	13.68	17140.44	1.34	0.67	837.67
557.5	27.7	28.20	13.21	17153.65	1.30	0.65	838.32
558	28.7	28.20	13.21	17166.85	1.30	0.65	838.97

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
558.5	28.4	28.55	13.38	17180.23	1.31	0.66	839.63
559	28.3	28.35	13.28	17193.51	1.30	0.65	840.28
559.5	28.4	28.35	13.28	17206.79	1.30	0.65	840.93
560	28.5	28.45	13.33	17220.12	1.31	0.65	841.58
560.5	28.4	28.45	13.33	17233.45	1.31	0.65	842.24
561	28.5	28.45	13.33	17246.78	1.31	0.65	842.89
561.5	28.1	28.30	13.26	17260.04	1.30	0.65	843.54
562	28.4	28.25	13.23	17273.27	1.30	0.65	844.19
562.5	28.8	28.60	13.41	17286.67	1.31	0.66	844.85
563	28.9	28.85	13.53	17300.20	1.32	0.66	845.51
563.5	28.7	28.80	13.51	17313.71	1.32	0.66	846.18
564	28.2	28.45	13.33	17327.04	1.31	0.65	846.83
564.5	28.8	28.50	13.36	17340.39	1.31	0.66	847.48
565	27.6	28.20	13.21	17353.60	1.30	0.65	848.13
565.5	27.4	27.50	12.86	17366.45	1.27	0.64	848.77
566	27.6	27.50	12.86	17379.31	1.27	0.64	849.40
566.5	27.7	27.65	12.93	17392.24	1.28	0.64	850.04
567	27.8	27.75	12.98	17405.22	1.28	0.64	850.68
567.5	27.6	27.70	12.96	17418.17	1.28	0.64	851.32
568	27.4	27.50	12.86	17431.03	1.27	0.64	851.96
568.5	27.3	27.35	12.78	17443.81	1.26	0.63	852.59
569	27.3	27.30	12.76	17456.56	1.26	0.63	853.22
569.5	27.3	27.30	12.76	17469.32	1.26	0.63	853.85
570	27.3	27.30	12.76	17482.07	1.26	0.63	854.48
570.5	27.7	27.50	12.86	17494.93	1.27	0.64	855.12
571	27.6	27.65	12.93	17507.86	1.28	0.64	855.76
571.5	27.9	27.75	12.98	17520.84	1.28	0.64	856.40
572	28.1	28.00	13.11	17533.94	1.29	0.65	857.04

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
572.5	27.7	27.90	13.06	17547.00	1.29	0.64	857.68
573	27.8	27.75	12.98	17559.98	1.28	0.64	858.32
573.5	27.7	27.75	12.98	17572.96	1.28	0.64	858.96
574	27.4	27.55	12.88	17585.84	1.27	0.64	859.60
574.5	27.4	27.40	12.81	17598.64	1.27	0.63	860.23
575	27.2	27.30	12.76	17611.40	1.26	0.63	860.87
575.5	27	27.10	12.66	17624.05	1.25	0.63	861.49
576	26.9	26.95	12.58	17636.63	1.25	0.62	862.12
576.5	27	26.95	12.58	17649.21	1.25	0.62	862.74
577	26.8	26.90	12.56	17661.77	1.25	0.62	863.37
577.5	27.2	27.00	12.61	17674.37	1.25	0.63	863.99
578	27.1	27.15	12.68	17687.05	1.26	0.63	864.62
578.5	26.9	27.00	12.61	17699.66	1.25	0.63	865.24
579	27.3	27.10	12.66	17712.31	1.25	0.63	865.87
579.5	28.6	27.95	13.08	17725.39	1.29	0.64	866.52
580	28.9	28.75	13.48	17738.87	1.32	0.66	867.18
580.5	28.6	28.75	13.48	17752.35	1.32	0.66	867.84
581	28.6	28.60	13.41	17765.76	1.31	0.66	868.49
581.5	28.7	28.65	13.43	17779.19	1.32	0.66	869.15
582	29	28.85	13.53	17792.72	1.32	0.66	869.81
582.5	29.4	29.20	13.71	17806.42	1.34	0.67	870.48
583	29.4	29.40	13.81	17820.23	1.35	0.67	871.16
583.5	28.6	29.00	13.61	17833.83	1.33	0.67	871.82
584	29.1	28.85	13.53	17847.36	1.32	0.66	872.49
584.5	28.7	28.90	13.56	17860.92	1.33	0.66	873.15
585	28.5	28.60	13.41	17874.32	1.31	0.66	873.81
585.5	28.4	28.45	13.33	17887.65	1.31	0.65	874.46
586	28.5	28.45	13.33	17900.98	1.31	0.65	875.11

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
586.5	28.5	28.50	13.36	17914.34	1.31	0.66	875.77
587	28.6	28.55	13.38	17927.72	1.31	0.66	876.43
587.5	28.6	28.60	13.41	17941.12	1.31	0.66	877.08
588	28.4	28.50	13.36	17954.48	1.31	0.66	877.74
588.5	28.6	28.50	13.36	17967.83	1.31	0.66	878.39
589	28.6	28.60	13.41	17981.24	1.31	0.66	879.05
589.5	28.6	28.60	13.41	17994.64	1.31	0.66	879.71
590	28.6	28.60	13.41	18008.05	1.31	0.66	880.36
590.5	28.5	28.55	13.38	18021.43	1.31	0.66	881.02
591	28.5	28.50	13.36	18034.78	1.31	0.66	881.68
591.5	28.5	28.50	13.36	18048.14	1.31	0.66	882.33
592	28.5	28.50	13.36	18061.49	1.31	0.66	882.99
592.5	28.4	28.45	13.33	18074.82	1.31	0.65	883.64
593	28.4	28.40	13.31	18088.13	1.31	0.65	884.29
593.5	28.5	28.45	13.33	18101.46	1.31	0.65	884.95
594	28.6	28.55	13.38	18114.84	1.31	0.66	885.60
594.5	28.2	28.40	13.31	18128.14	1.31	0.65	886.26
595	28.3	28.25	13.23	18141.37	1.30	0.65	886.91
595.5	28.1	28.20	13.21	18154.58	1.30	0.65	887.56
596	28.4	28.25	13.23	18167.81	1.30	0.65	888.21
596.5	28.3	28.35	13.28	18181.09	1.30	0.65	888.86
597	28.4	28.35	13.28	18194.37	1.30	0.65	889.51
597.5	28.1	28.25	13.23	18207.60	1.30	0.65	890.16
598	28.5	28.30	13.26	18220.85	1.30	0.65	890.81
598.5	28.3	28.40	13.31	18234.16	1.31	0.65	891.47
599	28.3	28.30	13.26	18247.41	1.30	0.65	892.12
599.5	28	28.15	13.18	18260.59	1.30	0.65	892.77
600	28.6	28.30	13.26	18273.85	1.30	0.65	893.42

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
600.5	28.3	28.45	13.33	18287.18	1.31	0.65	894.07
601	28.4	28.35	13.28	18300.46	1.30	0.65	894.72
601.5	28.6	28.50	13.36	18313.81	1.31	0.66	895.38
602	28.2	28.40	13.31	18327.12	1.31	0.65	896.03
602.5	29.4	28.80	13.51	18340.62	1.32	0.66	896.69
603	29	29.20	13.71	18354.33	1.34	0.67	897.36
603.5	28.7	28.85	13.53	18367.86	1.32	0.66	898.02
604	28.7	28.70	13.46	18381.31	1.32	0.66	898.68
604.5	29.1	28.90	13.56	18394.87	1.33	0.66	899.35
605	28.8	28.95	13.58	18408.45	1.33	0.66	900.01
605.5	29	28.90	13.56	18422.00	1.33	0.66	900.67
606	28.9	28.95	13.58	18435.58	1.33	0.66	901.34
606.5	29.2	29.05	13.63	18449.21	1.33	0.67	902.01
607	28.7	28.95	13.58	18462.79	1.33	0.66	902.67
607.5	28.7	28.70	13.46	18476.25	1.32	0.66	903.33
608	29	28.85	13.53	18489.78	1.32	0.66	903.99
608.5	28.8	28.90	13.56	18503.33	1.33	0.66	904.65
609	29.9	29.35	13.78	18517.11	1.35	0.67	905.33
609.5	29	29.45	13.83	18530.94	1.35	0.67	906.00
610	28.4	28.70	13.46	18544.40	1.32	0.66	906.66
610.5	28.4	28.40	13.31	18557.70	1.31	0.65	907.31
611	28.4	28.40	13.31	18571.01	1.31	0.65	907.97
611.5	28.7	28.55	13.38	18584.39	1.31	0.66	908.62
612	28.7	28.70	13.46	18597.84	1.32	0.66	909.28
612.5	28.4	28.55	13.38	18611.22	1.31	0.66	909.94
613	28.5	28.45	13.33	18624.55	1.31	0.65	910.59
613.5	28.3	28.40	13.31	18637.86	1.31	0.65	911.25
614	28.4	28.35	13.28	18651.14	1.30	0.65	911.90

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
614.5	28.5	28.45	13.33	18664.47	1.31	0.65	912.55
615	28.3	28.40	13.31	18677.77	1.31	0.65	913.21
615.5	28.5	28.40	13.31	18691.08	1.31	0.65	913.86
616	28.1	28.30	13.26	18704.33	1.30	0.65	914.51
616.5	28.5	28.30	13.26	18717.59	1.30	0.65	915.16
617	28.6	28.55	13.38	18730.97	1.31	0.66	915.82
617.5	28.2	28.40	13.31	18744.27	1.31	0.65	916.47
618	28.2	28.20	13.21	18757.48	1.30	0.65	917.12
618.5	27.9	28.05	13.13	18770.61	1.29	0.65	917.77
619	28	27.95	13.08	18783.69	1.29	0.64	918.41
619.5	27.9	27.95	13.08	18796.77	1.29	0.64	919.06
620	28.1	28.00	13.11	18809.87	1.29	0.65	919.70
620.5	28.1	28.10	13.16	18823.03	1.29	0.65	920.35
621	28.1	28.10	13.16	18836.18	1.29	0.65	920.99
621.5	28	28.05	13.13	18849.31	1.29	0.65	921.64
622	28	28.00	13.11	18862.42	1.29	0.65	922.29
622.5	27.9	27.95	13.08	18875.50	1.29	0.64	922.93
623	28.3	28.10	13.16	18888.65	1.29	0.65	923.58
623.5	28.3	28.30	13.26	18901.91	1.30	0.65	924.23
624	28.3	28.30	13.26	18915.16	1.30	0.65	924.88
624.5	28.2	28.25	13.23	18928.39	1.30	0.65	925.53
625	28.2	28.20	13.21	18941.60	1.30	0.65	926.18
625.5	28.1	28.15	13.18	18954.78	1.30	0.65	926.83
626	28.6	28.35	13.28	18968.06	1.30	0.65	927.48
626.5	29.2	28.90	13.56	18981.61	1.33	0.66	928.14
627	28.8	29.00	13.61	18995.22	1.33	0.67	928.81
627.5	29	28.90	13.56	19008.77	1.33	0.66	929.47
628	28.7	28.85	13.53	19022.30	1.32	0.66	930.13

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
628.5	28.6	28.65	13.43	19035.73	1.32	0.66	930.79
629	28.4	28.50	13.36	19049.09	1.31	0.66	931.45
629.5	28.4	28.40	13.31	19062.39	1.31	0.65	932.10
630	28.4	28.40	13.31	19075.70	1.31	0.65	932.75
630.5	28.3	28.35	13.28	19088.98	1.30	0.65	933.41
631	28.2	28.25	13.23	19102.21	1.30	0.65	934.06
631.5	28.2	28.20	13.21	19115.41	1.30	0.65	934.70
632	28.1	28.15	13.18	19128.59	1.30	0.65	935.35
632.5	28.1	28.10	13.16	19141.75	1.29	0.65	936.00
633	28.3	28.20	13.21	19154.95	1.30	0.65	936.65
633.5	28.1	28.20	13.21	19168.16	1.30	0.65	937.30
634	28.2	28.15	13.18	19181.34	1.30	0.65	937.95
634.5	28.2	28.20	13.21	19194.54	1.30	0.65	938.60
635	28.3	28.25	13.23	19207.77	1.30	0.65	939.25
635.5	28.3	28.30	13.26	19221.03	1.30	0.65	939.90
636	28.1	28.20	13.21	19234.23	1.30	0.65	940.55
636.5	27.9	28.00	13.11	19247.34	1.29	0.65	941.19
637	27.9	27.90	13.06	19260.39	1.29	0.64	941.83
637.5	28.4	28.15	13.18	19273.57	1.30	0.65	942.48
638	28.3	28.35	13.28	19286.85	1.30	0.65	943.13
638.5	28.3	28.30	13.26	19300.11	1.30	0.65	943.79
639	28.4	28.35	13.28	19313.39	1.30	0.65	944.44
639.5	28.5	28.45	13.33	19326.72	1.31	0.65	945.09
640	28.6	28.55	13.38	19340.10	1.31	0.66	945.75
640.5	28.3	28.45	13.33	19353.43	1.31	0.65	946.40
641	28.1	28.20	13.21	19366.63	1.30	0.65	947.05
641.5	28	28.05	13.13	19379.76	1.29	0.65	947.70
642	27.9	27.95	13.08	19392.84	1.29	0.64	948.34

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
642.5	28.2	28.05	13.13	19405.97	1.29	0.65	948.99
643	28	28.10	13.16	19419.13	1.29	0.65	949.64
643.5	28.1	28.05	13.13	19432.26	1.29	0.65	950.28
644	27.6	27.85	13.03	19445.29	1.28	0.64	950.92
644.5	27.7	27.65	12.93	19458.22	1.28	0.64	951.56
645	27.7	27.70	12.96	19471.17	1.28	0.64	952.20
645.5	27.7	27.70	12.96	19484.13	1.28	0.64	952.84
646	27.5	27.60	12.91	19497.03	1.27	0.64	953.48
646.5	27.4	27.45	12.83	19509.86	1.27	0.63	954.11
647	28	27.70	12.96	19522.82	1.28	0.64	954.75
647.5	28	28.00	13.11	19535.92	1.29	0.65	955.40
648	28.1	28.05	13.13	19549.05	1.29	0.65	956.04
648.5	28.2	28.15	13.18	19562.23	1.30	0.65	956.69
649	28.2	28.20	13.21	19575.44	1.30	0.65	957.34
649.5	27.9	28.05	13.13	19588.57	1.29	0.65	957.99
650	27.8	27.85	13.03	19601.60	1.28	0.64	958.63
650.5	27.8	27.80	13.01	19614.60	1.28	0.64	959.27
651	28.3	28.05	13.13	19627.73	1.29	0.65	959.92
651.5	29.7	29.00	13.61	19641.34	1.33	0.67	960.58
652	29.5	29.60	13.91	19655.24	1.36	0.68	961.26
652.5	29.1	29.30	13.76	19669.00	1.34	0.67	961.93
653	28.8	28.95	13.58	19682.58	1.33	0.66	962.59
653.5	28.7	28.75	13.48	19696.06	1.32	0.66	963.25
654	28.9	28.80	13.51	19709.56	1.32	0.66	963.92
654.5	29.1	29.00	13.61	19723.17	1.33	0.67	964.58
655	28.5	28.80	13.51	19736.67	1.32	0.66	965.24
655.5	28.7	28.60	13.41	19750.08	1.31	0.66	965.90
656	28.3	28.50	13.36	19763.43	1.31	0.66	966.56

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
656.5	28.5	28.40	13.31	19776.74	1.31	0.65	967.21
657	28.5	28.50	13.36	19790.09	1.31	0.66	967.86
657.5	28.5	28.50	13.36	19803.45	1.31	0.66	968.52
658	28.5	28.50	13.36	19816.80	1.31	0.66	969.17
658.5	28.4	28.45	13.33	19830.13	1.31	0.65	969.83
659	28.4	28.40	13.31	19843.44	1.31	0.65	970.48
659.5	28.4	28.40	13.31	19856.74	1.31	0.65	971.13
660	28.4	28.40	13.31	19870.05	1.31	0.65	971.79
660.5	28.3	28.35	13.28	19883.33	1.30	0.65	972.44
661	28.4	28.35	13.28	19896.61	1.30	0.65	973.09
661.5	28.3	28.35	13.28	19909.89	1.30	0.65	973.74
662	28.6	28.45	13.33	19923.22	1.31	0.65	974.40
662.5	28.3	28.45	13.33	19936.55	1.31	0.65	975.05
663	28.3	28.30	13.26	19949.80	1.30	0.65	975.70
663.5	28.3	28.30	13.26	19963.06	1.30	0.65	976.35
664	28.4	28.35	13.28	19976.34	1.30	0.65	977.01
664.5	29.2	28.8	13.51	19989.84	1.32	0.66	977.67
665	28.1	28.65	13.43	20003.27	1.32	0.66	978.33
665.5	28	28.05	13.13	20016.40	1.29	0.65	978.97
666	28.3	28.15	13.18	20029.58	1.30	0.65	979.62
666.5	28.4	28.35	13.28	20042.86	1.30	0.65	980.27
667	28.4	28.40	13.31	20056.17	1.31	0.65	980.93
667.5	28.6	28.50	13.36	20069.52	1.31	0.66	981.58
668	28.2	28.40	13.31	20082.83	1.31	0.65	982.23
668.5	28.1	28.15	13.18	20096.01	1.30	0.65	982.88
669	28.1	28.10	13.16	20109.16	1.29	0.65	983.53
669.5	28	28.05	13.13	20122.29	1.29	0.65	984.18
670	28	28.00	13.11	20135.40	1.29	0.65	984.82

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
670.5	27.7	27.85	13.03	20148.43	1.28	0.64	985.46
671	27.8	27.75	12.98	20161.41	1.28	0.64	986.10
671.5	27.8	27.80	13.01	20174.41	1.28	0.64	986.74
672	27.5	27.65	12.93	20187.34	1.28	0.64	987.38
672.5	27.5	27.50	12.86	20200.20	1.27	0.64	988.02
673	27.8	27.65	12.93	20213.13	1.28	0.64	988.66
673.5	27.7	27.75	12.98	20226.11	1.28	0.64	989.30
674	27.9	27.80	13.01	20239.11	1.28	0.64	989.94
674.5	28.1	28.00	13.11	20252.22	1.29	0.65	990.58
675	28.1	28.10	13.16	20265.37	1.29	0.65	991.23
675.5	28.2	28.15	13.18	20278.55	1.30	0.65	991.88
676	28.3	28.25	13.23	20291.78	1.30	0.65	992.53
676.5	28.2	28.25	13.23	20305.01	1.30	0.65	993.18
677	28.3	28.25	13.23	20318.24	1.30	0.65	993.83
677.5	28	28.15	13.18	20331.42	1.30	0.65	994.48
678	28.1	28.05	13.13	20344.55	1.29	0.65	995.12
678.5	28	28.05	13.13	20357.68	1.29	0.65	995.77
679	28.4	28.20	13.21	20370.89	1.30	0.65	996.42
679.5	28.4	28.40	13.31	20384.19	1.31	0.65	997.07
680	28	28.20	13.21	20397.40	1.30	0.65	997.72
680.5	28.1	28.05	13.13	20410.53	1.29	0.65	998.37
681	28.4	28.25	13.23	20423.76	1.30	0.65	999.02
681.5	28.1	28.25	13.23	20436.99	1.30	0.65	999.67
682	28.2	28.15	13.18	20450.17	1.30	0.65	1000.32
682.5	28.2	28.20	13.21	20463.37	1.30	0.65	1000.96
683	28.1	28.15	13.18	20476.55	1.30	0.65	1001.61
683.5	27.9	28.00	13.11	20489.66	1.29	0.65	1002.26
684	28.3	28.10	13.16	20502.81	1.29	0.65	1002.90

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
684.5	27.9	28.10	13.16	20515.97	1.29	0.65	1003.55
685	28	27.95	13.08	20529.05	1.29	0.64	1004.20
685.5	28.1	28.05	13.13	20542.18	1.29	0.65	1004.84
686	28.2	28.15	13.18	20555.36	1.30	0.65	1005.49
686.5	28.1	28.15	13.18	20568.54	1.30	0.65	1006.14
687	27.9	28.00	13.11	20581.64	1.29	0.65	1006.78
687.5	27.9	27.90	13.06	20594.70	1.29	0.64	1007.43
688	27.7	27.80	13.01	20607.70	1.28	0.64	1008.07
688.5	27.8	27.75	12.98	20620.68	1.28	0.64	1008.71
689	27.9	27.85	13.03	20633.71	1.28	0.64	1009.35
689.5	28.1	28.00	13.11	20646.82	1.29	0.65	1010.00
690	27.7	27.90	13.06	20659.87	1.29	0.64	1010.64
690.5	27.6	27.65	12.93	20672.80	1.28	0.64	1011.28
691	27.6	27.60	12.91	20685.71	1.27	0.64	1011.91
691.5	27.7	27.65	12.93	20698.64	1.28	0.64	1012.55
692	27.4	27.55	12.88	20711.52	1.27	0.64	1013.19
692.5	27.4	27.40	12.81	20724.32	1.27	0.63	1013.82
693	27.6	27.50	12.86	20737.18	1.27	0.64	1014.46
693.5	27.6	27.60	12.91	20750.08	1.27	0.64	1015.09
694	27.6	27.60	12.91	20762.99	1.27	0.64	1015.73
694.5	27.5	27.55	12.88	20775.87	1.27	0.64	1016.37
695	27.4	27.45	12.83	20788.70	1.27	0.63	1017.00
695.5	27.4	27.40	12.81	20801.50	1.27	0.63	1017.63
696	27.2	27.30	12.76	20814.26	1.26	0.63	1018.27
696.5	27.2	27.20	12.71	20826.96	1.26	0.63	1018.90
697	27.5	27.35	12.78	20839.74	1.26	0.63	1019.53
697.5	27.3	27.40	12.81	20852.55	1.27	0.63	1020.16
698	27.4	27.35	12.78	20865.33	1.26	0.63	1020.79

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
698.5	27.5	27.45	12.83	20878.16	1.27	0.63	1021.43
699	27.4	27.45	12.83	20890.99	1.27	0.63	1022.06
699.5	27.7	27.55	12.88	20903.87	1.27	0.64	1022.70
700	27.9	27.8	13.01	20916.87	1.28	0.64	1023.34
700.5	27.9	27.90	13.06	20929.93	1.29	0.64	1023.98
701	27.7	27.80	13.01	20942.93	1.28	0.64	1024.62
701.5	27.6	27.65	12.93	20955.86	1.28	0.64	1025.26
702	28	27.80	13.01	20968.87	1.28	0.64	1025.90
702.5	28	28.00	13.11	20981.97	1.29	0.65	1026.55
703	27.9	27.95	13.08	20995.05	1.29	0.64	1027.19
703.5	28	27.95	13.08	21008.13	1.29	0.64	1027.84
704	28	28.00	13.11	21021.24	1.29	0.65	1028.48
704.5	27.9	27.95	13.08	21034.32	1.29	0.64	1029.13
705	27.9	27.90	13.06	21047.37	1.29	0.64	1029.77
705.5	27.9	27.90	13.06	21060.43	1.29	0.64	1030.41
706	28	27.95	13.08	21073.51	1.29	0.64	1031.06
706.5	27.9	27.95	13.08	21086.59	1.29	0.64	1031.70
707	27.8	27.85	13.03	21099.62	1.28	0.64	1032.34
707.5	27.7	27.75	12.98	21112.60	1.28	0.64	1032.98
708	27.8	27.75	12.98	21125.58	1.28	0.64	1033.62
708.5	27.7	27.75	12.98	21138.56	1.28	0.64	1034.26
709	27.5	27.60	12.91	21151.46	1.27	0.64	1034.90
709.5	27.6	27.55	12.88	21164.34	1.27	0.64	1035.54
710	27.8	27.70	12.96	21177.30	1.28	0.64	1036.17
710.5	27.8	27.80	13.01	21190.30	1.28	0.64	1036.82
711	27.6	27.70	12.96	21203.26	1.28	0.64	1037.46
711.5	27.5	27.55	12.88	21216.14	1.27	0.64	1038.09
712	27.5	27.50	12.86	21228.99	1.27	0.64	1038.73

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
712.5	27.6	27.55	12.88	21241.87	1.27	0.64	1039.36
713	27.5	27.55	12.88	21254.75	1.27	0.64	1040.00
713.5	27.5	27.50	12.86	21267.61	1.27	0.64	1040.63
714	27.5	27.50	12.86	21280.46	1.27	0.64	1041.27
714.5	27.3	27.40	12.81	21293.27	1.27	0.63	1041.90
715	27.2	27.25	12.73	21306.00	1.26	0.63	1042.53
715.5	27.3	27.25	12.73	21318.73	1.26	0.63	1043.16
716	26.9	27.10	12.66	21331.38	1.25	0.63	1043.79
716.5	26.6	26.75	12.48	21343.86	1.24	0.62	1044.41
717	26.6	26.60	12.41	21356.27	1.24	0.62	1045.03
717.5	26.7	26.65	12.43	21368.70	1.24	0.62	1045.65
718	26.6	26.65	12.43	21381.13	1.24	0.62	1046.27
718.5	26.6	26.60	12.41	21393.53	1.24	0.62	1046.88
719	26.9	26.75	12.48	21406.01	1.24	0.62	1047.50
719.5	26.5	26.70	12.46	21418.47	1.24	0.62	1048.12
720	26.8	26.65	12.43	21430.90	1.24	0.62	1048.74
720.5	26.9	26.85	12.53	21443.43	1.24	0.62	1049.36
721	27.1	27.00	12.61	21456.03	1.25	0.63	1049.99
721.5	26.9	27.00	12.61	21468.64	1.25	0.63	1050.62
722	27.3	27.10	12.66	21481.29	1.25	0.63	1051.24
722.5	28.1	27.70	12.96	21494.25	1.28	0.64	1051.88
723	28	28.05	13.13	21507.38	1.29	0.65	1052.53
723.5	27.9	27.95	13.08	21520.46	1.29	0.64	1053.17
724	27.6	27.75	12.98	21533.44	1.28	0.64	1053.81
724.5	28	27.80	13.01	21546.44	1.28	0.64	1054.45
725	27.9	27.95	13.08	21559.52	1.29	0.64	1055.10
725.5	27.8	27.85	13.03	21572.55	1.28	0.64	1055.74
726	28	27.90	13.06	21585.61	1.29	0.64	1056.38

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
726.5	27.9	27.95	13.08	21598.69	1.29	0.64	1057.03
727	27.7	27.80	13.01	21611.69	1.28	0.64	1057.67
727.5	27.9	27.80	13.01	21624.70	1.28	0.64	1058.31
728	27.7	27.80	13.01	21637.70	1.28	0.64	1058.95
728.5	27.9	27.80	13.01	21650.71	1.28	0.64	1059.59
729	27.8	27.85	13.03	21663.74	1.28	0.64	1060.23
729.5	27.5	27.65	12.93	21676.67	1.28	0.64	1060.87
730	27.8	27.65	12.93	21689.60	1.28	0.64	1061.51
730.5	27.6	27.70	12.96	21702.55	1.28	0.64	1062.15
731	27.7	27.65	12.93	21715.48	1.28	0.64	1062.79
731.5	27.7	27.70	12.96	21728.44	1.28	0.64	1063.43
732	27.7	27.70	12.96	21741.39	1.28	0.64	1064.07
732.5	27.8	27.75	12.98	21754.37	1.28	0.64	1064.71
733	27.6	27.70	12.96	21767.33	1.28	0.64	1065.35
733.5	27.6	27.60	12.91	21780.23	1.27	0.64	1065.98
734	28.1	27.85	13.03	21793.26	1.28	0.64	1066.62
734.5	27.7	27.90	13.06	21806.32	1.29	0.64	1067.27
735	27.7	27.70	12.96	21819.27	1.28	0.64	1067.91
735.5	27.7	27.70	12.96	21832.23	1.28	0.64	1068.55
736	27.8	27.75	12.98	21845.21	1.28	0.64	1069.19
736.5	27.3	27.55	12.88	21858.09	1.27	0.64	1069.82
737	27.6	27.45	12.83	21870.92	1.27	0.63	1070.46
737.5	27.7	27.65	12.93	21883.85	1.28	0.64	1071.09
738	27.3	27.50	12.86	21896.70	1.27	0.64	1071.73
738.5	27.6	27.45	12.83	21909.53	1.27	0.63	1072.36
739	27.7	27.65	12.93	21922.46	1.28	0.64	1073.00
739.5	27.4	27.55	12.88	21935.34	1.27	0.64	1073.64
740	27.1	27.25	12.73	21948.07	1.26	0.63	1074.27

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
740.5	26.8	26.95	12.58	21960.65	1.25	0.62	1074.89
741	26.8	26.80	12.51	21973.16	1.24	0.62	1075.51
741.5	26.9	26.85	12.53	21985.69	1.24	0.62	1076.14
742	26.5	26.70	12.46	21998.14	1.24	0.62	1076.76
742.5	26.4	26.45	12.33	22010.47	1.23	0.61	1077.37
743	27.1	26.75	12.48	22022.95	1.24	0.62	1077.99
743.5	27.2	27.15	12.68	22035.63	1.26	0.63	1078.62
744	27.2	27.20	12.71	22048.34	1.26	0.63	1079.25
744.5	27.2	27.20	12.71	22061.04	1.26	0.63	1079.88
745	27.2	27.20	12.71	22073.75	1.26	0.63	1080.51
745.5	27.2	27.20	12.71	22086.45	1.26	0.63	1081.14
746	27.2	27.20	12.71	22099.16	1.26	0.63	1081.77
746.5	27.2	27.20	12.71	22111.86	1.26	0.63	1082.40
747	27.2	27.20	12.71	22124.57	1.26	0.63	1083.03
747.5	27.2	27.20	12.71	22137.27	1.26	0.63	1083.65
748	27.2	27.20	12.71	22149.98	1.26	0.63	1084.28
748.5	27.2	27.20	12.71	22162.68	1.26	0.63	1084.91
749	27.2	27.20	12.71	22175.39	1.26	0.63	1085.54
749.5	27.2	27.20	12.71	22188.09	1.26	0.63	1086.17
750	27.2	27.20	12.71	22200.80	1.26	0.63	1086.80
750.5	27.2	27.20	12.71	22213.50	1.26	0.63	1087.43
751	27.2	27.20	12.71	22226.21	1.26	0.63	1088.06
751.5	27.2	27.20	12.71	22238.91	1.26	0.63	1088.69
752	27.2	27.20	12.71	22251.62	1.26	0.63	1089.32
752.5	27.2	27.20	12.71	22264.32	1.26	0.63	1089.95
753	27.2	27.20	12.71	22277.03	1.26	0.63	1090.58
753.5	27.2	27.20	12.71	22289.73	1.26	0.63	1091.21
754	27.2	27.20	12.71	22302.44	1.26	0.63	1091.84

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, \bar{C}	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, C -h	TTF สะสม , C -h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 C , ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 C , สะสม, h
754.5	27.2	27.20	12.71	22315.14	1.26	0.63	1092.46
755	27.2	27.20	12.71	22327.85	1.26	0.63	1093.09
755.5	27.2	27.20	12.71	22340.55	1.26	0.63	1093.72
756	27.2	27.20	12.71	22353.26	1.26	0.63	1094.35
756.5	27.2	27.20	12.71	22365.96	1.26	0.63	1094.98
757	27.2	27.20	12.71	22378.67	1.26	0.63	1095.61
757.5	27.2	27.20	12.71	22391.37	1.26	0.63	1096.24
758	27.2	27.20	12.71	22404.08	1.26	0.63	1096.87
758.5	27.2	27.20	12.71	22416.78	1.26	0.63	1097.50
759	27.2	27.20	12.71	22429.49	1.26	0.63	1098.13
759.5	27.2	27.20	12.71	22442.20	1.26	0.63	1098.76
760	27.2	27.20	12.71	22454.90	1.26	0.63	1099.39
760.5	27.2	27.20	12.71	22467.61	1.26	0.63	1100.02
761	27.2	27.20	12.71	22480.31	1.26	0.63	1100.65
761.5	27.2	27.20	12.71	22493.02	1.26	0.63	1101.27
762	27.2	27.20	12.71	22505.72	1.26	0.63	1101.90
762.5	27.2	27.20	12.71	22518.43	1.26	0.63	1102.53
763	27.2	27.20	12.71	22531.13	1.26	0.63	1103.16
763.5	27.2	27.20	12.71	22543.84	1.26	0.63	1103.79
764	27.2	27.20	12.71	22556.54	1.26	0.63	1104.42
764.5	27.2	27.20	12.71	22569.25	1.26	0.63	1105.05
765	27.2	27.20	12.71	22581.95	1.26	0.63	1105.68
765.5	27.2	27.20	12.71	22594.66	1.26	0.63	1106.31
766	27.2	27.20	12.71	22607.36	1.26	0.63	1106.94
766.5	27.2	27.20	12.71	22620.07	1.26	0.63	1107.57
767	27.2	27.20	12.71	22632.77	1.26	0.63	1108.20
767.5	27.2	27.20	12.71	22645.48	1.26	0.63	1108.83
768	27.2	27.20	12.71	22658.18	1.26	0.63	1109.46

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
768.5	27.2	27.20	12.71	22670.89	1.26	0.63	1110.08
769	27.2	27.20	12.71	22683.59	1.26	0.63	1110.71
769.5	27.2	27.20	12.71	22696.30	1.26	0.63	1111.34
770	27.2	27.20	12.71	22709.00	1.26	0.63	1111.97
770.5	27.2	27.20	12.71	22721.71	1.26	0.63	1112.60
771	27.2	27.20	12.71	22734.41	1.26	0.63	1113.23
771.5	27.2	27.20	12.71	22747.12	1.26	0.63	1113.86
772	27.2	27.20	12.71	22759.82	1.26	0.63	1114.49
772.5	27.2	27.20	12.71	22772.53	1.26	0.63	1115.12
773	27.2	27.20	12.71	22785.23	1.26	0.63	1115.75
773.5	27.2	27.20	12.71	22797.94	1.26	0.63	1116.38
774	27.2	27.20	12.71	22810.64	1.26	0.63	1117.01
774.5	27.2	27.20	12.71	22823.35	1.26	0.63	1117.64
775	27.2	27.20	12.71	22836.05	1.26	0.63	1118.27
775.5	27.2	27.20	12.71	22848.76	1.26	0.63	1118.89
776	27.2	27.20	12.71	22861.46	1.26	0.63	1119.52
776.5	27.2	27.20	12.71	22874.17	1.26	0.63	1120.15
777	27.2	27.20	12.71	22886.87	1.26	0.63	1120.78
777.5	27.2	27.20	12.71	22899.58	1.26	0.63	1121.41
778	27.2	27.20	12.71	22912.28	1.26	0.63	1122.04
778.5	27.2	27.20	12.71	22924.99	1.26	0.63	1122.67
779	27.2	27.20	12.71	22937.69	1.26	0.63	1123.30
779.5	27.2	27.20	12.71	22950.40	1.26	0.63	1123.93
780	27.2	27.20	12.71	22963.10	1.26	0.63	1124.56
780.5	27.2	27.20	12.71	22975.81	1.26	0.63	1125.19
781	27.2	27.20	12.71	22988.51	1.26	0.63	1125.82
781.5	27.2	27.20	12.71	23001.22	1.26	0.63	1126.45
782	27.2	27.20	12.71	23013.92	1.26	0.63	1127.08

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
782.5	27.2	27.20	12.71	23026.63	1.26	0.63	1127.71
783	27.2	27.20	12.71	23039.33	1.26	0.63	1128.33
783.5	27.2	27.20	12.71	23052.04	1.26	0.63	1128.96
784	27.2	27.20	12.71	23064.74	1.26	0.63	1129.59
784.5	27.2	27.20	12.71	23077.45	1.26	0.63	1130.22
785	27.2	27.20	12.71	23090.15	1.26	0.63	1130.85
785.5	27.2	27.20	12.71	23102.86	1.26	0.63	1131.48
786	27.2	27.20	12.71	23115.56	1.26	0.63	1132.11
786.5	27.2	27.20	12.71	23128.27	1.26	0.63	1132.74
787	27.2	27.20	12.71	23140.97	1.26	0.63	1133.37
787.5	27.2	27.20	12.71	23153.68	1.26	0.63	1134.00
788	27.2	27.20	12.71	23166.38	1.26	0.63	1134.63
788.5	27.2	27.20	12.71	23179.09	1.26	0.63	1135.26
789	27.2	27.20	12.71	23191.79	1.26	0.63	1135.89
789.5	27.2	27.20	12.71	23204.50	1.26	0.63	1136.52
790	27.2	27.20	12.71	23217.20	1.26	0.63	1137.14
790.5	27.2	27.20	12.71	23229.91	1.26	0.63	1137.77
791	27.2	27.20	12.71	23242.61	1.26	0.63	1138.40
791.5	27.2	27.20	12.71	23255.32	1.26	0.63	1139.03
792	27.2	27.20	12.71	23268.02	1.26	0.63	1139.66
792.5	27.2	27.20	12.71	23280.73	1.26	0.63	1140.29
793	27.2	27.20	12.71	23293.43	1.26	0.63	1140.92
793.5	27.2	27.20	12.71	23306.14	1.26	0.63	1141.55
794	27.2	27.20	12.71	23318.84	1.26	0.63	1142.18
794.5	27.2	27.20	12.71	23331.55	1.26	0.63	1142.81
795	27.2	27.20	12.71	23344.25	1.26	0.63	1143.44
795.5	27.2	27.20	12.71	23356.96	1.26	0.63	1144.07
796	27.2	27.20	12.71	23369.66	1.26	0.63	1144.70

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
796.5	27.2	27.20	12.71	23382.37	1.26	0.63	1145.33
797	27.2	27.20	12.71	23395.07	1.26	0.63	1145.95
797.5	27.2	27.20	12.71	23407.78	1.26	0.63	1146.58
798	27.2	27.20	12.71	23420.48	1.26	0.63	1147.21
798.5	27.2	27.20	12.71	23433.19	1.26	0.63	1147.84
799	27.2	27.20	12.71	23445.89	1.26	0.63	1148.47
799.5	27.2	27.20	12.71	23458.60	1.26	0.63	1149.10
800	27.2	27.20	12.71	23471.30	1.26	0.63	1149.73
800.5	27.2	27.20	12.71	23484.01	1.26	0.63	1150.36
801	27.2	27.20	12.71	23496.71	1.26	0.63	1150.99
801.5	27.2	27.20	12.71	23509.42	1.26	0.63	1151.62
802	27.2	27.20	12.71	23522.12	1.26	0.63	1152.25
802.5	27.2	27.20	12.71	23534.83	1.26	0.63	1152.88
803	27.2	27.20	12.71	23547.53	1.26	0.63	1153.51
803.5	27.2	27.20	12.71	23560.24	1.26	0.63	1154.14
804	27.2	27.20	12.71	23572.94	1.26	0.63	1154.76
804.5	27.2	27.20	12.71	23585.65	1.26	0.63	1155.39
805	27.2	27.20	12.71	23598.35	1.26	0.63	1156.02
805.5	27.2	27.20	12.71	23611.06	1.26	0.63	1156.65
806	27.2	27.20	12.71	23623.76	1.26	0.63	1157.28
806.5	27.2	27.20	12.71	23636.47	1.26	0.63	1157.91
807	27.2	27.20	12.71	23649.17	1.26	0.63	1158.54
807.5	27.2	27.20	12.71	23661.88	1.26	0.63	1159.17
808	27.2	27.20	12.71	23674.58	1.26	0.63	1159.80
808.5	27.2	27.20	12.71	23687.29	1.26	0.63	1160.43
809	27.2	27.20	12.71	23699.99	1.26	0.63	1161.06
809.5	27.2	27.20	12.71	23712.70	1.26	0.63	1161.69
810	27.2	27.20	12.71	23725.40	1.26	0.63	1162.32

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
810.5	27.2	27.20	12.71	23738.11	1.26	0.63	1162.95
811	27.2	27.20	12.71	23750.81	1.26	0.63	1163.57
811.5	27.2	27.20	12.71	23763.52	1.26	0.63	1164.20
812	27.2	27.20	12.71	23776.22	1.26	0.63	1164.83
812.5	27.2	27.20	12.71	23788.93	1.26	0.63	1165.46
813	27.2	27.20	12.71	23801.63	1.26	0.63	1166.09
813.5	27.2	27.20	12.71	23814.34	1.26	0.63	1166.72
814	27.2	27.20	12.71	23827.04	1.26	0.63	1167.35
814.5	27.2	27.20	12.71	23839.75	1.26	0.63	1167.98
815	27.2	27.20	12.71	23852.45	1.26	0.63	1168.61
815.5	27.2	27.20	12.71	23865.16	1.26	0.63	1169.24
816	27.2	27.20	12.71	23877.86	1.26	0.63	1169.87
816.5	27.2	27.20	12.71	23890.57	1.26	0.63	1170.50
817	27.2	27.20	12.71	23903.27	1.26	0.63	1171.13
817.5	27.2	27.20	12.71	23915.98	1.26	0.63	1171.76
818	27.2	27.20	12.71	23928.68	1.26	0.63	1172.39
818.5	27.2	27.20	12.71	23941.39	1.26	0.63	1173.01
819	27.2	27.20	12.71	23954.09	1.26	0.63	1173.64
819.5	25.6	26.40	12.31	23966.40	1.23	0.61	1174.26
820	26.3	25.950	12.08	23978.48	1.21	0.61	1174.86
820.5	26.4	26.35	12.28	23990.76	1.23	0.61	1175.48
821	26.6	26.50	12.36	24003.11	1.23	0.62	1176.09
821.5	26.6	26.60	12.41	24015.52	1.24	0.62	1176.71
822	27.1	26.85	12.53	24028.05	1.24	0.62	1177.33
822.5	26.5	26.80	12.51	24040.55	1.24	0.62	1177.95
823	26.6	26.55	12.38	24052.93	1.23	0.62	1178.57
823.5	26.5	26.55	12.38	24065.31	1.23	0.62	1179.19
824	26.5	26.50	12.36	24077.67	1.23	0.62	1179.80

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, \bar{C}	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, C -h	TTF สะสม , C -h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 C , ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 C , สะสม, h
824.5	26.6	26.55	12.38	24090.05	1.23	0.62	1180.42
825	26.6	26.60	12.41	24102.45	1.24	0.62	1181.04
825.5	26.7	26.65	12.43	24114.88	1.24	0.62	1181.65
826	26.5	26.60	12.41	24127.29	1.24	0.62	1182.27
826.5	26.7	26.60	12.41	24139.69	1.24	0.62	1182.89
827	26.4	26.55	12.38	24152.07	1.23	0.62	1183.51
827.5	26.5	26.45	12.33	24164.40	1.23	0.61	1184.12
828	26.7	26.60	12.41	24176.81	1.24	0.62	1184.74
828.5	26.6	26.65	12.43	24189.24	1.24	0.62	1185.36
829	26.8	26.70	12.46	24201.69	1.24	0.62	1185.98
829.5	26.5	26.65	12.43	24214.12	1.24	0.62	1186.60
830	26.5	26.50	12.36	24226.48	1.23	0.62	1187.21
830.5	26.3	26.40	12.31	24238.78	1.23	0.61	1187.82
831	26.6	26.45	12.33	24251.11	1.23	0.61	1188.44
831.5	26.6	26.60	12.41	24263.52	1.24	0.62	1189.06
832	26.5	26.55	12.38	24275.90	1.23	0.62	1189.67
832.5	26.6	26.55	12.38	24288.28	1.23	0.62	1190.29
833	26.3	26.45	12.33	24300.61	1.23	0.61	1190.91
833.5	26.2	26.25	12.23	24312.84	1.22	0.61	1191.52
834	26.3	26.25	12.23	24325.07	1.22	0.61	1192.13
834.5	26.2	26.25	12.23	24337.30	1.22	0.61	1192.74
835	26.3	26.25	12.23	24349.53	1.22	0.61	1193.35
835.5	26.2	26.25	12.23	24361.76	1.22	0.61	1193.96
836	26.2	26.20	12.21	24373.96	1.22	0.61	1194.57
836.5	26	26.10	12.16	24386.12	1.22	0.61	1195.18
837	26	26.00	12.11	24398.22	1.21	0.61	1195.78
837.5	26.1	26.05	12.13	24410.35	1.21	0.61	1196.39
838	26.1	26.10	12.16	24422.51	1.22	0.61	1197.00

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
838.5	26.2	26.15	12.18	24434.69	1.22	0.61	1197.61
839	26.3	26.25	12.23	24446.92	1.22	0.61	1198.22
839.5	26.4	26.35	12.28	24459.20	1.23	0.61	1198.83
840	26.8	26.60	12.41	24471.60	1.24	0.62	1199.45
840.5	27	26.90	12.56	24484.16	1.25	0.62	1200.07
841	26.9	26.95	12.58	24496.74	1.25	0.62	1200.70
841.5	26.8	26.85	12.53	24509.27	1.24	0.62	1201.32
842	26.5	26.65	12.43	24521.70	1.24	0.62	1201.94
842.5	26.5	26.50	12.36	24534.05	1.23	0.62	1202.55
843	26.6	26.55	12.38	24546.43	1.23	0.62	1203.17
843.5	27	26.8	12.51	24558.94	1.24	0.62	1203.79
844	27.2	27.1	12.66	24571.59	1.25	0.63	1204.42
844.5	27	27.10	12.66	24584.25	1.25	0.63	1205.05
845	26.9	26.95	12.58	24596.83	1.25	0.62	1205.67
845.5	26.6	26.75	12.48	24609.31	1.24	0.62	1206.29
846	26.8	26.70	12.46	24621.76	1.24	0.62	1206.91
846.5	26.9	26.85	12.53	24634.29	1.24	0.62	1207.53
847	26.8	26.85	12.53	24646.82	1.24	0.62	1208.16
847.5	26.9	26.85	12.53	24659.35	1.24	0.62	1208.78
848	27.2	27.05	12.63	24671.98	1.25	0.63	1209.40
848.5	26.9	27.05	12.63	24684.61	1.25	0.63	1210.03
849	27.4	27.15	12.68	24697.29	1.26	0.63	1210.66
849.5	27.1	27.25	12.73	24710.02	1.26	0.63	1211.29
850	26.8	26.95	12.58	24722.60	1.25	0.62	1211.91
850.5	26.8	26.80	12.51	24735.11	1.24	0.62	1212.54
851	27.1	26.95	12.58	24747.69	1.25	0.62	1213.16
851.5	26.9	27.00	12.61	24760.29	1.25	0.63	1213.78
852	26.9	26.90	12.56	24772.85	1.25	0.62	1214.41

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
852.5	26.7	26.80	12.51	24785.35	1.24	0.62	1215.03
853	27	26.85	12.53	24797.88	1.24	0.62	1215.65
853.5	27.1	27.05	12.63	24810.51	1.25	0.63	1216.28
854	26.7	26.90	12.56	24823.07	1.25	0.62	1216.90
854.5	26.9	26.80	12.51	24835.57	1.24	0.62	1217.52
855	26.5	26.70	12.46	24848.03	1.24	0.62	1218.14
855.5	26.5	26.50	12.36	24860.38	1.23	0.62	1218.76
856	26.4	26.45	12.33	24872.71	1.23	0.61	1219.37
856.5	26.5	26.45	12.33	24885.04	1.23	0.61	1219.99
857	26.7	26.60	12.41	24897.45	1.24	0.62	1220.61
857.5	26.4	26.55	12.38	24909.83	1.23	0.62	1221.22
858	26.5	26.45	12.33	24922.16	1.23	0.61	1221.84
858.5	26.5	26.50	12.36	24934.51	1.23	0.62	1222.45
859	26.4	26.45	12.33	24946.84	1.23	0.61	1223.07
859.5	26.3	26.35	12.28	24959.12	1.23	0.61	1223.68
860	26.1	26.20	12.21	24971.33	1.22	0.61	1224.29
860.5	26.1	26.10	12.16	24983.48	1.22	0.61	1224.90
861	26.4	26.25	12.23	24995.71	1.22	0.61	1225.51
861.5	26.5	26.45	12.33	25008.04	1.23	0.61	1226.12
862	26.4	26.45	12.33	25020.37	1.23	0.61	1226.74
862.5	26.5	26.45	12.33	25032.70	1.23	0.61	1227.35
863	26.6	26.55	12.38	25045.08	1.23	0.62	1227.97
863.5	26.8	26.70	12.46	25057.54	1.24	0.62	1228.59
864	26.7	26.75	12.48	25070.02	1.24	0.62	1229.21
864.5	26.4	26.55	12.38	25082.40	1.23	0.62	1229.83
865	26.8	26.60	12.41	25094.80	1.24	0.62	1230.44
865.5	26.8	26.80	12.51	25107.31	1.24	0.62	1231.07
866	27.2	27.00	12.61	25119.91	1.25	0.63	1231.69

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
866.5	27.2	27.20	12.71	25132.62	1.26	0.63	1232.32
867	27.2	27.20	12.71	25145.32	1.26	0.63	1232.95
867.5	27.6	27.40	12.81	25158.13	1.27	0.63	1233.58
868	28.1	27.85	13.03	25171.16	1.28	0.64	1234.23
868.5	28.1	28.10	13.16	25184.31	1.29	0.65	1234.87
869	27.8	27.95	13.08	25197.39	1.29	0.64	1235.52
869.5	27.8	27.80	13.01	25210.40	1.28	0.64	1236.16
870	27.8	27.80	13.01	25223.40	1.28	0.64	1236.80
870.5	27.7	27.75	12.98	25236.38	1.28	0.64	1237.44
871	27.2	27.45	12.83	25249.21	1.27	0.63	1238.07
871.5	27.3	27.25	12.73	25261.94	1.26	0.63	1238.70
872	27.5	27.40	12.81	25274.75	1.27	0.63	1239.34
872.5	27.1	27.30	12.76	25287.50	1.26	0.63	1239.97
873	27.3	27.20	12.71	25300.21	1.26	0.63	1240.60
873.5	27.5	27.40	12.81	25313.01	1.27	0.63	1241.23
874	27.7	27.60	12.91	25325.92	1.27	0.64	1241.87
874.5	27.4	27.55	12.88	25338.80	1.27	0.64	1242.50
875	27.6	27.50	12.86	25351.65	1.27	0.64	1243.14
875.5	27.4	27.50	12.86	25364.51	1.27	0.64	1243.77
876	26.9	27.15	12.68	25377.19	1.26	0.63	1244.40
876.5	26.7	26.80	12.51	25389.69	1.24	0.62	1245.02
877	26.6	26.65	12.43	25402.12	1.24	0.62	1245.64
877.5	26.6	26.60	12.41	25414.53	1.24	0.62	1246.26
878	26.2	26.40	12.31	25426.83	1.23	0.61	1246.87
878.5	26.6	26.40	12.31	25439.14	1.23	0.61	1247.49
879	26.7	26.65	12.43	25451.57	1.24	0.62	1248.11
879.5	27.2	26.95	12.58	25464.15	1.25	0.62	1248.73
880	27.1	27.15	12.68	25476.83	1.26	0.63	1249.36

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
880.5	26.8	26.95	12.58	25489.41	1.25	0.62	1249.98
881	26.6	26.70	12.46	25501.86	1.24	0.62	1250.60
881.5	26.2	26.40	12.31	25514.17	1.23	0.61	1251.22
882	26.3	26.25	12.23	25526.40	1.22	0.61	1251.83
883	26.4	26.35	12.28	25550.93	1.23	0.61	1253.05
883.5	26.6	26.50	12.36	25563.29	1.23	0.62	1253.67
884	26.5	26.55	12.38	25575.67	1.23	0.62	1254.28
884.5	26.6	26.55	12.38	25588.05	1.23	0.62	1254.90
885	26.6	26.60	12.41	25600.45	1.24	0.62	1255.52
885.5	26.4	26.5	12.36	25612.81	1.23	0.62	1256.13
886	26.5	26.45	12.33	25625.14	1.23	0.61	1256.75
886.5	26.2	26.35	12.28	25637.42	1.23	0.61	1257.36
887	26.6	26.40	12.31	25649.72	1.23	0.61	1257.98
887.5	26.6	26.60	12.41	25662.13	1.24	0.62	1258.59
888	26.4	26.50	12.36	25674.48	1.23	0.62	1259.21
888.5	26.5	26.45	12.33	25686.81	1.23	0.61	1259.82
889	26.4	26.45	12.33	25699.14	1.23	0.61	1260.44
889.5	26.5	26.45	12.33	25711.47	1.23	0.61	1261.05
890	26.7	26.60	12.41	25723.88	1.24	0.62	1261.67
890.5	26.8	26.75	12.48	25736.36	1.24	0.62	1262.29
891	27.1	26.95	12.58	25748.94	1.25	0.62	1262.92
891.5	27.1	27.10	12.66	25761.59	1.25	0.63	1263.54
892	27.6	27.35	12.78	25774.37	1.26	0.63	1264.18
892.5	27.4	27.50	12.86	25787.23	1.27	0.64	1264.81
893	27.4	27.40	12.81	25800.03	1.27	0.63	1265.44
893.5	27	27.20	12.71	25812.74	1.26	0.63	1266.07
894	27.2	27.10	12.66	25825.39	1.25	0.63	1266.70
894.5	27.1	27.15	12.68	25838.07	1.26	0.63	1267.33

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
895	27.1	27.10	12.66	25850.73	1.25	0.63	1267.96
895.5	26.9	27.00	12.61	25863.33	1.25	0.63	1268.58
896	27	26.95	12.58	25875.91	1.25	0.62	1269.21
896.5	27.1	27.05	12.63	25888.54	1.25	0.63	1269.83
897	27	27.05	12.63	25901.17	1.25	0.63	1270.46
897.5	26.9	26.95	12.58	25913.75	1.25	0.62	1271.08
898	27	26.95	12.58	25926.33	1.25	0.62	1271.71
898.5	26.7	26.85	12.53	25938.86	1.24	0.62	1272.33
899	26.8	26.75	12.48	25951.34	1.24	0.62	1272.95
899.5	26.9	26.85	12.53	25963.87	1.24	0.62	1273.57
900	26.9	26.90	12.56	25976.43	1.25	0.62	1274.20
900.5	26.9	26.90	12.56	25988.98	1.25	0.62	1274.82
901	26.8	26.85	12.53	26001.51	1.24	0.62	1275.44
901.5	26.9	26.85	12.53	26014.04	1.24	0.62	1276.06
902	27.1	27.00	12.61	26026.65	1.25	0.63	1276.69
902.5	26.8	26.95	12.58	26039.23	1.25	0.62	1277.31
903	26.8	26.80	12.51	26051.73	1.24	0.62	1277.94
903.5	27	26.90	12.56	26064.29	1.25	0.62	1278.56
904	26.7	26.85	12.53	26076.82	1.24	0.62	1279.18
904.5	26.7	26.70	12.46	26089.27	1.24	0.62	1279.80
905	26.6	26.65	12.43	26101.70	1.24	0.62	1280.42
905.5	26.7	26.65	12.43	26114.13	1.24	0.62	1281.04
906	26.7	26.70	12.46	26126.59	1.24	0.62	1281.66
906.5	26.6	26.65	12.43	26139.02	1.24	0.62	1282.28
907	26.5	26.55	12.38	26151.40	1.23	0.62	1282.89
907.5	26.6	26.55	12.38	26163.78	1.23	0.62	1283.51
908	26.5	26.55	12.38	26176.16	1.23	0.62	1284.13
908.5	26.3	26.40	12.31	26188.46	1.23	0.61	1284.74

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
909	26.5	26.40	12.31	26200.77	1.23	0.61	1285.35
909.5	26.4	26.45	12.33	26213.10	1.23	0.61	1285.97
910	26	26.20	12.21	26225.30	1.22	0.61	1286.58
910.5	25.8	25.90	12.06	26237.36	1.21	0.60	1287.18
911	26.2	26.00	12.11	26249.46	1.21	0.61	1287.79
911.5	26.4	26.30	12.26	26261.72	1.22	0.61	1288.40
912	26.1	26.25	12.23	26273.95	1.22	0.61	1289.01
912.5	26.5	26.30	12.26	26286.20	1.22	0.61	1289.62
913	26.5	26.50	12.36	26298.56	1.23	0.62	1290.24
913.5	26.5	26.50	12.36	26310.91	1.23	0.62	1290.85
914	26.5	26.50	12.36	26323.27	1.23	0.62	1291.47
914.5	26.5	26.50	12.36	26335.62	1.23	0.62	1292.09
915	26.5	26.50	12.36	26347.98	1.23	0.62	1292.70
915.5	26.5	26.50	12.36	26360.33	1.23	0.62	1293.32
916	26.5	26.50	12.36	26372.69	1.23	0.62	1293.93
916.5	26.5	26.50	12.36	26385.04	1.23	0.62	1294.55
917	26.5	26.50	12.36	26397.40	1.23	0.62	1295.16
917.5	26.5	26.50	12.36	26409.75	1.23	0.62	1295.78
918	26.5	26.50	12.36	26422.11	1.23	0.62	1296.40
918.5	26.5	26.50	12.36	26434.46	1.23	0.62	1297.01
919	26.5	26.50	12.36	26446.82	1.23	0.62	1297.63
919.5	26.5	26.50	12.36	26459.17	1.23	0.62	1298.24
920	26.5	26.50	12.36	26471.53	1.23	0.62	1298.86
920.5	26.5	26.50	12.36	26483.88	1.23	0.62	1299.47
921	26.5	26.50	12.36	26496.24	1.23	0.62	1300.09
921.5	26.5	26.50	12.36	26508.59	1.23	0.62	1300.71
922	26.5	26.50	12.36	26520.95	1.23	0.62	1301.32
922.5	26.5	26.50	12.36	26533.30	1.23	0.62	1301.94

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
923	26.5	26.50	12.36	26545.66	1.23	0.62	1302.55
923.5	26.5	26.50	12.36	26558.01	1.23	0.62	1303.17
924	26.5	26.50	12.36	26570.37	1.23	0.62	1303.78
924.5	26.5	26.50	12.36	26582.72	1.23	0.62	1304.40
925	26.5	26.50	12.36	26595.08	1.23	0.62	1305.02
925.5	26.5	26.50	12.36	26607.43	1.23	0.62	1305.63
926	26.5	26.50	12.36	26619.79	1.23	0.62	1306.25
926.5	26.5	26.50	12.36	26632.14	1.23	0.62	1306.86
927	26.5	26.50	12.36	26644.50	1.23	0.62	1307.48
927.5	26.5	26.50	12.36	26656.85	1.23	0.62	1308.09
928	26.5	26.50	12.36	26669.21	1.23	0.62	1308.71
928.5	26.5	26.50	12.36	26681.56	1.23	0.62	1309.33
929	26.5	26.50	12.36	26693.92	1.23	0.62	1309.94
929.5	26.5	26.50	12.36	26706.27	1.23	0.62	1310.56
930	26.5	26.50	12.36	26718.63	1.23	0.62	1311.17
930.5	26.5	26.50	12.36	26730.98	1.23	0.62	1311.79
931	26.5	26.50	12.36	26743.34	1.23	0.62	1312.40
931.5	26.5	26.50	12.36	26755.69	1.23	0.62	1313.02
932	26.5	26.50	12.36	26768.05	1.23	0.62	1313.63
932.5	26.5	26.50	12.36	26780.40	1.23	0.62	1314.25
933	26.5	26.50	12.36	26792.76	1.23	0.62	1314.87
933.5	26.5	26.50	12.36	26805.11	1.23	0.62	1315.48
934	26.5	26.50	12.36	26817.47	1.23	0.62	1316.10
934.5	26.5	26.50	12.36	26829.82	1.23	0.62	1316.71
935	26.5	26.50	12.36	26842.18	1.23	0.62	1317.33
935.5	26.5	26.50	12.36	26854.53	1.23	0.62	1317.94
936	26.5	26.50	12.36	26866.89	1.23	0.62	1318.56
936.5	26.5	26.50	12.36	26879.24	1.23	0.62	1319.18

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, \bar{C}	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, \bar{C} -h	TTF สะสม , \bar{C} -h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 \bar{C} , ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 \bar{C} , สะสม, h
937	26.5	26.50	12.36	26891.60	1.23	0.62	1319.79
937.5	26.5	26.50	12.36	26903.95	1.23	0.62	1320.41
938	26.5	26.50	12.36	26916.31	1.23	0.62	1321.02
938.5	26.5	26.50	12.36	26928.66	1.23	0.62	1321.64
939	26.5	26.50	12.36	26941.02	1.23	0.62	1322.25
939.5	26.5	26.50	12.36	26953.37	1.23	0.62	1322.87
940	26.5	26.50	12.36	26965.73	1.23	0.62	1323.49
940.5	26.5	26.50	12.36	26978.08	1.23	0.62	1324.10
941	26.5	26.50	12.36	26990.44	1.23	0.62	1324.72
941.5	26.5	26.50	12.36	27002.79	1.23	0.62	1325.33
942	26.5	26.50	12.36	27015.15	1.23	0.62	1325.95
942.5	26.5	26.50	12.36	27027.50	1.23	0.62	1326.56
943	26.5	26.50	12.36	27039.86	1.23	0.62	1327.18
943.5	26.5	26.50	12.36	27052.21	1.23	0.62	1327.80
944	26.5	26.50	12.36	27064.57	1.23	0.62	1328.41
944.5	26.5	26.50	12.36	27076.92	1.23	0.62	1329.03
945	26.5	26.50	12.36	27089.28	1.23	0.62	1329.64
945.5	26.5	26.50	12.36	27101.63	1.23	0.62	1330.26
946	26.5	26.50	12.36	27113.99	1.23	0.62	1330.87
946.5	26.5	26.50	12.36	27126.34	1.23	0.62	1331.49
947	26.5	26.50	12.36	27138.70	1.23	0.62	1332.11
947.5	26.5	26.50	12.36	27151.05	1.23	0.62	1332.72
948	26.5	26.50	12.36	27163.41	1.23	0.62	1333.34
948.5	26.5	26.50	12.36	27175.76	1.23	0.62	1333.95
949	26.5	26.50	12.36	27188.12	1.23	0.62	1334.57
949.5	26.5	26.50	12.36	27200.47	1.23	0.62	1335.18
950	26.5	26.50	12.36	27212.83	1.23	0.62	1335.80
950.5	26.5	26.50	12.36	27225.18	1.23	0.62	1336.41

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
951	26.5	26.50	12.36	27237.54	1.23	0.62	1337.03
951.5	26.5	26.50	12.36	27249.89	1.23	0.62	1337.65
952	26.5	26.50	12.36	27262.25	1.23	0.62	1338.26
952.5	26.5	26.50	12.36	27274.60	1.23	0.62	1338.88
953	26.5	26.50	12.36	27286.96	1.23	0.62	1339.49
953.5	26.5	26.50	12.36	27299.31	1.23	0.62	1340.11
954	26.5	26.50	12.36	27311.67	1.23	0.62	1340.72
954.5	26.5	26.50	12.36	27324.02	1.23	0.62	1341.34
955	26.5	26.50	12.36	27336.38	1.23	0.62	1341.96
955.5	26.5	26.50	12.36	27348.73	1.23	0.62	1342.57
956	26.5	26.50	12.36	27361.09	1.23	0.62	1343.19
956.5	26.5	26.50	12.36	27373.44	1.23	0.62	1343.80
957	26.5	26.50	12.36	27385.80	1.23	0.62	1344.42
957.5	26.5	26.50	12.36	27398.15	1.23	0.62	1345.03
958	26.5	26.50	12.36	27410.51	1.23	0.62	1345.65
958.5	26.5	26.50	12.36	27422.86	1.23	0.62	1346.27
959	26.5	26.50	12.36	27435.22	1.23	0.62	1346.88
959.5	26.5	26.50	12.36	27447.57	1.23	0.62	1347.50
960	26.5	26.50	12.36	27459.93	1.23	0.62	1348.11
960.5	26.5	26.50	12.36	27472.28	1.23	0.62	1348.73
961	26.5	26.50	12.36	27484.64	1.23	0.62	1349.34
961.5	26.5	26.50	12.36	27496.99	1.23	0.62	1349.96
962	26.5	26.50	12.36	27509.35	1.23	0.62	1350.58
962.5	26.5	26.50	12.36	27521.70	1.23	0.62	1351.19
963	26.5	26.50	12.36	27534.06	1.23	0.62	1351.81
963.5	26.5	26.50	12.36	27546.41	1.23	0.62	1352.42
964	26.5	26.50	12.36	27558.77	1.23	0.62	1353.04
964.5	26.5	26.50	12.36	27571.12	1.23	0.62	1353.65

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
965	26.5	26.50	12.36	27583.48	1.23	0.62	1354.27
965.5	26.5	26.50	12.36	27595.83	1.23	0.62	1354.89
966	26.5	26.50	12.36	27608.19	1.23	0.62	1355.50
966.5	26.5	26.50	12.36	27620.54	1.23	0.62	1356.12
967	26.5	26.50	12.36	27632.90	1.23	0.62	1356.73
967.5	26.5	26.50	12.36	27645.25	1.23	0.62	1357.35
968	26.5	26.50	12.36	27657.61	1.23	0.62	1357.96
968.5	26.5	26.50	12.36	27669.96	1.23	0.62	1358.58
969	26.5	26.50	12.36	27682.32	1.23	0.62	1359.20
969.5	26.5	26.50	12.36	27694.67	1.23	0.62	1359.81
970	26.5	26.50	12.36	27707.03	1.23	0.62	1360.43
970.5	26.5	26.50	12.36	27719.38	1.23	0.62	1361.04
971	26.5	26.50	12.36	27731.74	1.23	0.62	1361.66
971.5	26.5	26.50	12.36	27744.09	1.23	0.62	1362.27
972	26.5	26.50	12.36	27756.45	1.23	0.62	1362.89
972.5	26.5	26.50	12.36	27768.80	1.23	0.62	1363.50
973	26.5	26.50	12.36	27781.16	1.23	0.62	1364.12
973.5	26.5	26.50	12.36	27793.51	1.23	0.62	1364.74
974	26.5	26.50	12.36	27805.87	1.23	0.62	1365.35
974.5	26.5	26.50	12.36	27818.22	1.23	0.62	1365.97
975	26.5	26.50	12.36	27830.58	1.23	0.62	1366.58
975.5	26.5	26.50	12.36	27842.93	1.23	0.62	1367.20
976	26.5	26.50	12.36	27855.29	1.23	0.62	1367.81
976.5	26.5	26.50	12.36	27867.64	1.23	0.62	1368.43
977	26.5	26.50	12.36	27880.00	1.23	0.62	1369.05
977.5	26.5	26.50	12.36	27892.35	1.23	0.62	1369.66
978	26.5	26.50	12.36	27904.71	1.23	0.62	1370.28
978.5	26.5	26.50	12.36	27917.06	1.23	0.62	1370.89

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, \bar{C}	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, C -h	TTF สะสม , C -h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 C , ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 C , สะสม, h
979	26.5	26.50	12.36	27929.42	1.23	0.62	1371.51
979.5	26.5	26.50	12.36	27941.77	1.23	0.62	1372.12
980	26.5	26.50	12.36	27954.13	1.23	0.62	1372.74
980.5	26.5	26.50	12.36	27966.48	1.23	0.62	1373.36
981	26.5	26.50	12.36	27978.84	1.23	0.62	1373.97
981.5	26.5	26.50	12.36	27991.19	1.23	0.62	1374.59
982	26.5	26.50	12.36	28003.55	1.23	0.62	1375.20
982.5	26.5	26.50	12.36	28015.90	1.23	0.62	1375.82
983	26.5	26.50	12.36	28028.26	1.23	0.62	1376.43
983.5	26.5	26.50	12.36	28040.61	1.23	0.62	1377.05
984	26.5	26.50	12.36	28052.97	1.23	0.62	1377.67
984.5	26.5	26.50	12.36	28065.32	1.23	0.62	1378.28
985	26.5	26.50	12.36	28077.68	1.23	0.62	1378.90
985.5	26.5	26.50	12.36	28090.03	1.23	0.62	1379.51
986	26.5	26.50	12.36	28102.39	1.23	0.62	1380.13
986.5	26.5	26.50	12.36	28114.74	1.23	0.62	1380.74
987	26.5	26.50	12.36	28127.10	1.23	0.62	1381.36
987.5	26.5	26.50	12.36	28139.45	1.23	0.62	1381.98
988	26.5	26.50	12.36	28151.81	1.23	0.62	1382.59
988.5	26.5	26.50	12.36	28164.16	1.23	0.62	1383.21
989	26.5	26.50	12.36	28176.52	1.23	0.62	1383.82
989.5	26.5	26.50	12.36	28188.87	1.23	0.62	1384.44
990	26.5	26.50	12.36	28201.23	1.23	0.62	1385.05
990.5	26.5	26.50	12.36	28213.58	1.23	0.62	1385.67
991	26.5	26.50	12.36	28225.94	1.23	0.62	1386.28
991.5	26.5	26.50	12.36	28238.29	1.23	0.62	1386.90
992	26.5	26.50	12.36	28250.65	1.23	0.62	1387.52
992.5	26.5	26.50	12.36	28263.00	1.23	0.62	1388.13

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
993	26.5	26.50	12.36	28275.36	1.23	0.62	1388.75
993.5	26.5	26.50	12.36	28287.71	1.23	0.62	1389.36
994	26.5	26.50	12.36	28300.07	1.23	0.62	1389.98
994.5	26.5	26.50	12.36	28312.42	1.23	0.62	1390.59
995	26.5	26.50	12.36	28324.78	1.23	0.62	1391.21
995.5	26.5	26.50	12.36	28337.13	1.23	0.62	1391.83
996	26.5	26.50	12.36	28349.49	1.23	0.62	1392.44
996.5	26.5	26.50	12.36	28361.84	1.23	0.62	1393.06
997	26.5	26.50	12.36	28374.20	1.23	0.62	1393.67
997.5	26.5	26.50	12.36	28386.55	1.23	0.62	1394.29
998	26.5	26.50	12.36	28398.91	1.23	0.62	1394.90
998.5	26.5	26.50	12.36	28411.26	1.23	0.62	1395.52
999	26.5	26.50	12.36	28423.62	1.23	0.62	1396.14
999.5	26.5	26.50	12.36	28435.97	1.23	0.62	1396.75
1000	26.5	26.50	12.36	28448.33	1.23	0.62	1397.37
1000.5	26.5	26.50	12.36	28460.68	1.23	0.62	1397.98
1001	26.5	26.50	12.36	28473.04	1.23	0.62	1398.60
1001.5	26.5	26.50	12.36	28485.39	1.23	0.62	1399.21
1002	26.5	26.50	12.36	28497.75	1.23	0.62	1399.83
1002.5	26.5	26.50	12.36	28510.10	1.23	0.62	1400.45
1003	26.5	26.50	12.36	28522.46	1.23	0.62	1401.06
1003.5	26.5	26.50	12.36	28534.81	1.23	0.62	1401.68
1004	26.5	26.50	12.36	28547.17	1.23	0.62	1402.29
1004.5	26.5	26.50	12.36	28559.52	1.23	0.62	1402.91
1005	26.5	26.50	12.36	28571.88	1.23	0.62	1403.52
1005.5	26.5	26.50	12.36	28584.23	1.23	0.62	1404.14
1006	26.5	26.50	12.36	28596.59	1.23	0.62	1404.76
1006.5	26.5	26.50	12.36	28608.94	1.23	0.62	1405.37

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, \bar{C}	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, C -h	TTF สะสม , C -h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 C , ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 C , สะสม, h
1007	26.5	26.50	12.36	28621.30	1.23	0.62	1405.99
1007.5	26.5	26.50	12.36	28633.65	1.23	0.62	1406.60
1008	26.5	26.50	12.36	28646.01	1.23	0.62	1407.22
1008.5	26.5	26.50	12.36	28658.36	1.23	0.62	1407.83
1009	26.5	26.50	12.36	28670.72	1.23	0.62	1408.45
1009.5	26.5	26.50	12.36	28683.07	1.23	0.62	1409.07
1010	26.5	26.50	12.36	28695.43	1.23	0.62	1409.68
1010.5	26.5	26.50	12.36	28707.78	1.23	0.62	1410.30
1011	26.5	26.50	12.36	28720.14	1.23	0.62	1410.91
1011.5	26.5	26.50	12.36	28732.49	1.23	0.62	1411.53
1012	26.5	26.50	12.36	28744.85	1.23	0.62	1412.14
1012.5	26.5	26.50	12.36	28757.20	1.23	0.62	1412.76
1013	26.5	26.50	12.36	28769.56	1.23	0.62	1413.37
1013.5	26.5	26.50	12.36	28781.91	1.23	0.62	1413.99
1014	26.5	26.50	12.36	28794.27	1.23	0.62	1414.61
1014.5	26.5	26.50	12.36	28806.62	1.23	0.62	1415.22
1015	26.5	26.50	12.36	28818.98	1.23	0.62	1415.84
1015.5	26.5	26.50	12.36	28831.33	1.23	0.62	1416.45
1016	26.5	26.50	12.36	28843.69	1.23	0.62	1417.07
1016.5	26.5	26.50	12.36	28856.04	1.23	0.62	1417.68
1017	26.5	26.50	12.36	28868.40	1.23	0.62	1418.30
1017.5	26.5	26.50	12.36	28880.75	1.23	0.62	1418.92
1018	26.5	26.50	12.36	28893.11	1.23	0.62	1419.53
1018.5	26.5	26.50	12.36	28905.46	1.23	0.62	1420.15
1019	26.5	26.50	12.36	28917.82	1.23	0.62	1420.76
1019.5	26.5	26.50	12.36	28930.17	1.23	0.62	1421.38
1020	26.5	26.50	12.36	28942.53	1.23	0.62	1421.99
1020.5	26.5	26.50	12.36	28954.88	1.23	0.62	1422.61

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
1021	26.5	26.50	12.36	28967.24	1.23	0.62	1423.23
1021.5	26.5	26.50	12.36	28979.59	1.23	0.62	1423.84
1022	26.5	26.50	12.36	28991.95	1.23	0.62	1424.46
1022.5	26.5	26.50	12.36	29004.30	1.23	0.62	1425.07
1023	26.5	26.50	12.36	29016.66	1.23	0.62	1425.69
1023.5	26.5	26.50	12.36	29029.01	1.23	0.62	1426.30
1024	26.5	26.50	12.36	29041.37	1.23	0.62	1426.92
1024.5	26.5	26.50	12.36	29053.72	1.23	0.62	1427.54
1025	26.5	26.50	12.36	29066.08	1.23	0.62	1428.15
1025.5	26.5	26.50	12.36	29078.43	1.23	0.62	1428.77
1026	26.5	26.50	12.36	29090.79	1.23	0.62	1429.38
1026.5	26.5	26.50	12.36	29103.14	1.23	0.62	1430.00
1027	26.5	26.50	12.36	29115.50	1.23	0.62	1430.61
1027.5	26.5	26.50	12.36	29127.85	1.23	0.62	1431.23
1028	26.5	26.50	12.36	29140.21	1.23	0.62	1431.85
1028.5	26.5	26.5	12.36	29152.56	1.23	0.62	1432.46
1029	26.5	26.5	12.36	29164.92	1.23	0.62	1433.08
1029.5	26.5	26.5	12.36	29177.27	1.23	0.62	1433.69
1030	26.5	26.5	12.36	29189.63	1.23	0.62	1434.31
1030.5	26.5	26.5	12.36	29201.98	1.23	0.62	1434.92
1031	26.5	26.5	12.36	29214.34	1.23	0.62	1435.54
1031.5	26.5	26.5	12.36	29226.69	1.23	0.62	1436.15
1032	26.5	26.5	12.36	29239.05	1.23	0.62	1436.77
1032.5	26.5	26.5	12.36	29251.40	1.23	0.62	1437.39
1033	24.8	25.65	11.93	29263.33	1.20	0.60	1437.99
1033.5	26.7	25.75	11.98	29275.31	1.20	0.60	1438.59
1034	27.3	27	12.61	29287.92	1.25	0.63	1439.21
1034.5	27.6	27.45	12.83	29300.75	1.27	0.63	1439.85

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
1035	27.4	27.5	12.86	29313.60	1.27	0.64	1440.48
1035.5	27.4	27.4	12.81	29326.41	1.27	0.63	1441.12
1036	27.7	27.55	12.88	29339.29	1.27	0.64	1441.75
1036.5	27.8	27.75	12.98	29352.27	1.28	0.64	1442.39
1037	27.7	27.75	12.98	29365.25	1.28	0.64	1443.03
1037.5	27.7	27.7	12.96	29378.20	1.28	0.64	1443.67
1038	27.5	27.6	12.91	29391.11	1.27	0.64	1444.31
1038.5	27.3	27.4	12.81	29403.91	1.27	0.63	1444.94
1039	27.5	27.4	12.81	29416.72	1.27	0.63	1445.57
1039.5	27.5	27.5	12.86	29429.57	1.27	0.64	1446.21
1040	27.8	27.65	12.93	29442.50	1.28	0.64	1446.85
1040.5	27.7	27.75	12.98	29455.48	1.28	0.64	1447.49
1041	27.8	27.75	12.98	29468.46	1.28	0.64	1448.13
1041.5	27.7	27.75	12.98	29481.44	1.28	0.64	1448.77
1042	27.6	27.65	12.93	29494.37	1.28	0.64	1449.41
1042.5	27.6	27.6	12.91	29507.28	1.27	0.64	1450.04
1043	27.6	27.6	12.91	29520.18	1.27	0.64	1450.68
1043.5	27.7	27.65	12.93	29533.11	1.28	0.64	1451.32
1044	27.5	27.6	12.91	29546.02	1.27	0.64	1451.96
1044.5	27.6	27.55	12.88	29558.90	1.27	0.64	1452.59
1045	27.6	27.6	12.91	29571.80	1.27	0.64	1453.23
1045.5	27.7	27.65	12.93	29584.73	1.28	0.64	1453.87
1046	27.5	27.6	12.91	29597.64	1.27	0.64	1454.50
1046.5	27.6	27.55	12.88	29610.52	1.27	0.64	1455.14
1047	27.6	27.6	12.91	29623.42	1.27	0.64	1455.78
1047.5	27.5	27.55	12.88	29636.30	1.27	0.64	1456.41
1048	27.6	27.55	12.88	29649.18	1.27	0.64	1457.05
1048.5	27.6	27.6	12.91	29662.09	1.27	0.64	1457.69

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
1049	27.5	27.55	12.88	29674.97	1.27	0.64	1458.32
1049.5	27.6	27.55	12.88	29687.85	1.27	0.64	1458.96
1050	27.6	27.6	12.91	29700.75	1.27	0.64	1459.60
1050.5	27.7	27.65	12.93	29713.68	1.28	0.64	1460.24
1051	27.7	27.7	12.96	29726.64	1.28	0.64	1460.87
1051.5	27.7	27.7	12.96	29739.59	1.28	0.64	1461.51
1052	27.4	27.55	12.88	29752.47	1.27	0.64	1462.15
1052.5	27.2	27.3	12.76	29765.23	1.26	0.63	1462.78
1053	27.2	27.2	12.71	29777.93	1.26	0.63	1463.41
1053.5	27.4	27.3	12.76	29790.69	1.26	0.63	1464.04
1054	27.4	27.4	12.81	29803.49	1.27	0.63	1464.68
1054.5	27.2	27.3	12.76	29816.25	1.26	0.63	1465.31
1055	27.4	27.3	12.76	29829.00	1.26	0.63	1465.94
1055.5	27.4	27.4	12.81	29841.81	1.27	0.63	1466.57
1056	27.3	27.35	12.78	29854.59	1.26	0.63	1467.20
1056.5	27.3	27.3	12.76	29867.34	1.26	0.63	1467.83
1057	27.9	27.6	12.91	29880.25	1.27	0.64	1468.47
1057.5	27.7	27.8	13.01	29893.25	1.28	0.64	1469.11
1058	27.9	27.8	13.01	29906.26	1.28	0.64	1469.75
1058.5	28	27.95	13.08	29919.34	1.29	0.64	1470.40
1059	27.9	27.95	13.08	29932.42	1.29	0.64	1471.04
1059.5	28.4	28.15	13.18	29945.60	1.30	0.65	1471.69
1060	28.7	28.55	13.38	29958.98	1.31	0.66	1472.35
1060.5	28.9	28.8	13.51	29972.48	1.32	0.66	1473.01
1061	28.8	28.85	13.53	29986.01	1.32	0.66	1473.67
1061.5	28.7	28.75	13.48	29999.49	1.32	0.66	1474.33
1062	29.3	29	13.61	30013.10	1.33	0.67	1475.00
1062.5	28.7	29	13.61	30026.70	1.33	0.67	1475.66

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
1063	28.8	28.75	13.48	30040.18	1.32	0.66	1476.32
1063.5	28.9	28.85	13.53	30053.71	1.32	0.66	1476.98
1064	28.4	28.65	13.43	30067.14	1.32	0.66	1477.64
1064.5	29	28.7	13.46	30080.60	1.32	0.66	1478.30
1065	28.5	28.75	13.48	30094.08	1.32	0.66	1478.96
1065.5	28.3	28.4	13.31	30107.38	1.31	0.65	1479.61
1066	28.3	28.3	13.26	30120.64	1.30	0.65	1480.27
1066.5	28.3	28.3	13.26	30133.89	1.30	0.65	1480.92
1067	28.3	28.3	13.26	30147.15	1.30	0.65	1481.57
1067.5	28.2	28.25	13.23	30160.38	1.30	0.65	1482.22
1068	28.3	28.25	13.23	30173.61	1.30	0.65	1482.87
1068.5	28.2	28.25	13.23	30186.84	1.30	0.65	1483.52
1069	28.2	28.2	13.21	30200.04	1.30	0.65	1484.17
1069.5	28.2	28.2	13.21	30213.25	1.30	0.65	1484.82
1070	28.1	28.15	13.18	30226.43	1.30	0.65	1485.47
1070.5	28.1	28.1	13.16	30239.58	1.29	0.65	1486.11
1071	28.1	28.1	13.16	30252.74	1.29	0.65	1486.76
1071.5	28	28.05	13.13	30265.87	1.29	0.65	1487.41
1072	27.9	27.95	13.08	30278.95	1.29	0.64	1488.05
1072.5	28.1	28	13.11	30292.05	1.29	0.65	1488.70
1073	28.1	28.1	13.16	30305.21	1.29	0.65	1489.34
1073.5	28	28.05	13.13	30318.34	1.29	0.65	1489.99
1074	27.9	27.95	13.08	30331.42	1.29	0.64	1490.63
1074.5	27.7	27.8	13.01	30344.42	1.28	0.64	1491.27
1075	27.9	27.8	13.01	30357.43	1.28	0.64	1491.91
1075.5	27.6	27.75	12.98	30370.41	1.28	0.64	1492.55
1076	27.7	27.65	12.93	30383.34	1.28	0.64	1493.19
1076.5	27.6	27.65	12.93	30396.27	1.28	0.64	1493.83

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
1077	27.3	27.45	12.83	30409.10	1.27	0.63	1494.47
1077.5	27.2	27.25	12.73	30421.83	1.26	0.63	1495.10
1078	27.3	27.25	12.73	30434.56	1.26	0.63	1495.73
1078.5	27.2	27.25	12.73	30447.29	1.26	0.63	1496.36
1079	27.4	27.3	12.76	30460.04	1.26	0.63	1496.99
1079.5	27.2	27.3	12.76	30472.80	1.26	0.63	1497.62
1080	28	27.6	12.91	30485.70	1.27	0.64	1498.26
1080.5	27.4	27.7	12.96	30498.66	1.28	0.64	1498.90
1081	27.4	27.4	12.81	30511.46	1.27	0.63	1499.53
1081.5	27.7	27.55	12.88	30524.34	1.27	0.64	1500.16
1082	27.8	27.75	12.98	30537.32	1.28	0.64	1500.80
1082.5	28.5	28.15	13.18	30550.50	1.30	0.65	1501.45
1083	28.4	28.45	13.33	30563.83	1.31	0.65	1502.11
1083.5	28.3	28.35	13.28	30577.11	1.30	0.65	1502.76
1084	28.3	28.3	13.26	30590.37	1.30	0.65	1503.41
1084.5	28.9	28.6	13.41	30603.77	1.31	0.66	1504.07
1085	28.7	28.8	13.51	30617.28	1.32	0.66	1504.73
1085.5	28.6	28.65	13.43	30630.71	1.32	0.66	1505.39
1086	28.5	28.55	13.38	30644.09	1.31	0.66	1506.04
1086.5	28.3	28.4	13.31	30657.39	1.31	0.65	1506.70
1087	28.5	28.4	13.31	30670.70	1.31	0.65	1507.35
1087.5	28.3	28.4	13.31	30684.00	1.31	0.65	1508.00
1088	28.3	28.3	13.26	30697.26	1.30	0.65	1508.65
1088.5	28.2	28.25	13.23	30710.49	1.30	0.65	1509.30
1089	28.3	28.25	13.23	30723.72	1.30	0.65	1509.95
1089.5	28.1	28.2	13.21	30736.92	1.30	0.65	1510.60
1090	28.2	28.15	13.18	30750.10	1.30	0.65	1511.25
1090.5	28.2	28.2	13.21	30763.31	1.30	0.65	1511.90

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
1091	28.2	28.2	13.21	30776.51	1.30	0.65	1512.55
1091.5	28	28.1	13.16	30789.67	1.29	0.65	1513.20
1092	28.2	28.1	13.16	30802.82	1.29	0.65	1513.84
1092.5	28.3	28.25	13.23	30816.05	1.30	0.65	1514.49
1093	28.1	28.2	13.21	30829.26	1.30	0.65	1515.14
1093.5	27.9	28	13.11	30842.36	1.29	0.65	1515.79
1094	28.1	28	13.11	30855.47	1.29	0.65	1516.43
1094.5	28.1	28.1	13.16	30868.62	1.29	0.65	1517.08
1095	28.1	28.1	13.16	30881.78	1.29	0.65	1517.73
1095.5	27.9	28	13.11	30894.88	1.29	0.65	1518.37
1096	27.8	27.85	13.03	30907.91	1.28	0.64	1519.02
1096.5	27.8	27.8	13.01	30920.92	1.28	0.64	1519.66
1097	27.9	27.85	13.03	30933.95	1.28	0.64	1520.30
1097.5	27.8	27.85	13.03	30946.98	1.28	0.64	1520.94
1098	27.7	27.75	12.98	30959.96	1.28	0.64	1521.58
1098.5	27.9	27.8	13.01	30972.96	1.28	0.64	1522.22
1099	27.7	27.8	13.01	30985.97	1.28	0.64	1522.86
1099.5	27.5	27.6	12.91	30998.87	1.27	0.64	1523.50
1100	27.7	27.6	12.91	31011.78	1.27	0.64	1524.14
1100.5	27.2	27.45	12.83	31024.61	1.27	0.63	1524.77
1101	27.2	27.2	12.71	31037.31	1.26	0.63	1525.40
1101.5	26.8	27	12.61	31049.92	1.25	0.63	1526.03
1102	27.1	26.95	12.58	31062.50	1.25	0.62	1526.65
1102.5	26.9	27	12.61	31075.10	1.25	0.63	1527.28
1103	26.8	26.85	12.53	31087.63	1.24	0.62	1527.90
1103.5	27.3	27.05	12.63	31100.26	1.25	0.63	1528.53
1104	26.8	27.05	12.63	31112.89	1.25	0.63	1529.15
1104.5	27.1	26.95	12.58	31125.47	1.25	0.62	1529.78

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
1105	27.6	27.35	12.78	31138.25	1.26	0.63	1530.41
1105.5	27.8	27.7	12.96	31151.21	1.28	0.64	1531.05
1106	27.9	27.85	13.03	31164.24	1.28	0.64	1531.69
1106.5	28.3	28.1	13.16	31177.39	1.29	0.65	1532.34
1107	28.3	28.3	13.26	31190.65	1.30	0.65	1532.99
1107.5	28.9	28.6	13.41	31204.05	1.31	0.66	1533.65
1108	29	28.95	13.58	31217.63	1.33	0.66	1534.31
1108.5	29.3	29.15	13.68	31231.31	1.34	0.67	1534.98
1109	29.1	29.2	13.71	31245.02	1.34	0.67	1535.65
1109.5	29	29.05	13.63	31258.65	1.33	0.67	1536.31
1110	29	29	13.61	31272.25	1.33	0.67	1536.98
1110.5	29	29	13.61	31285.86	1.33	0.67	1537.64
1111	29.4	29.2	13.71	31299.56	1.34	0.67	1538.31
1111.5	28.8	29.1	13.66	31313.22	1.33	0.67	1538.98
1112	29.2	29	13.61	31326.82	1.33	0.67	1539.65
1112.5	29	29.1	13.66	31340.48	1.33	0.67	1540.31
1113	29.2	29.1	13.66	31354.13	1.33	0.67	1540.98
1113.5	29.2	29.2	13.71	31367.84	1.34	0.67	1541.65
1114	29	29.1	13.66	31381.49	1.33	0.67	1542.32
1114.5	29.1	29.05	13.63	31395.12	1.33	0.67	1542.99
1115	28.7	28.9	13.56	31408.68	1.33	0.66	1543.65
1115.5	28.5	28.6	13.41	31422.08	1.31	0.66	1544.31
1116	28.8	28.65	13.43	31435.51	1.32	0.66	1544.96
1116.5	29	28.9	13.56	31449.07	1.33	0.66	1545.63
1117	28.4	28.7	13.46	31462.52	1.32	0.66	1546.29
1117.5	28.4	28.4	13.31	31475.83	1.31	0.65	1546.94
1118	28.6	28.5	13.36	31489.18	1.31	0.66	1547.60
1118.5	28.3	28.45	13.33	31502.51	1.31	0.65	1548.25

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
1119	28.4	28.35	13.28	31515.79	1.30	0.65	1548.90
1119.5	28.2	28.3	13.26	31529.05	1.30	0.65	1549.55
1120	28.4	28.3	13.26	31542.30	1.30	0.65	1550.20
1120.5	28.2	28.3	13.26	31555.56	1.30	0.65	1550.86
1121	28	28.1	13.16	31568.71	1.29	0.65	1551.50
1121.5	28.1	28.05	13.13	31581.84	1.29	0.65	1552.15
1122	28.1	28.1	13.16	31595.00	1.29	0.65	1552.80
1122.5	27.8	27.95	13.08	31608.08	1.29	0.64	1553.44
1123	27.7	27.75	12.98	31621.06	1.28	0.64	1554.08
1123.5	27.6	27.65	12.93	31633.99	1.28	0.64	1554.72
1124	27.7	27.65	12.93	31646.92	1.28	0.64	1555.36
1124.5	27.6	27.65	12.93	31659.85	1.28	0.64	1555.99
1125	27.5	27.55	12.88	31672.73	1.27	0.64	1556.63
1125.5	26.3	26.9	12.56	31685.28	1.25	0.62	1557.25
1126	27.4	26.85	12.53	31697.81	1.24	0.62	1557.88
1126.5	27.6	27.5	12.86	31710.67	1.27	0.64	1558.51
1127	27.7	27.65	12.93	31723.60	1.28	0.64	1559.15
1127.5	28	27.85	13.03	31736.63	1.28	0.64	1559.79
1128	28.1	28.05	13.13	31749.76	1.29	0.65	1560.44
1128.5	27.8	27.95	13.08	31762.84	1.29	0.64	1561.08
1129	27.7	27.75	12.98	31775.82	1.28	0.64	1561.72
1129.5	28.3	28	13.11	31788.92	1.29	0.65	1562.37
1130	28.4	28.35	13.28	31802.20	1.30	0.65	1563.02
1130.5	28.5	28.45	13.33	31815.53	1.31	0.65	1563.67
1131	28.4	28.45	13.33	31828.86	1.31	0.65	1564.33
1131.5	28.6	28.5	13.36	31842.22	1.31	0.66	1564.98
1132	28.6	28.6	13.41	31855.62	1.31	0.66	1565.64
1132.5	28.4	28.5	13.36	31868.98	1.31	0.66	1566.30

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
1133	28.4	28.4	13.31	31882.28	1.31	0.65	1566.95
1133.5	28.5	28.45	13.33	31895.61	1.31	0.65	1567.60
1134	29	28.75	13.48	31909.09	1.32	0.66	1568.26
1134.5	29.2	29.1	13.66	31922.75	1.33	0.67	1568.93
1135	28.9	29.05	13.63	31936.38	1.33	0.67	1569.60
1135.5	29	28.95	13.58	31949.96	1.33	0.66	1570.26
1136	29.1	29.05	13.63	31963.59	1.33	0.67	1570.93
1136.5	28.9	29	13.61	31977.19	1.33	0.67	1571.59
1137	28.8	28.85	13.53	31990.72	1.32	0.66	1572.26
1137.5	29	28.9	13.56	32004.28	1.33	0.66	1572.92
1138	28.9	28.95	13.58	32017.86	1.33	0.66	1573.58
1138.5	28.7	28.8	13.51	32031.36	1.32	0.66	1574.25
1139	28.7	28.7	13.46	32044.82	1.32	0.66	1574.90
1139.5	28.6	28.65	13.43	32058.25	1.32	0.66	1575.56
1140	28.6	28.6	13.41	32071.65	1.31	0.66	1576.22
1140.5	28.7	28.65	13.43	32085.08	1.32	0.66	1576.88
1141	28.7	28.7	13.46	32098.54	1.32	0.66	1577.54
1141.5	28.5	28.6	13.41	32111.94	1.31	0.66	1578.19
1142	28.6	28.55	13.38	32125.32	1.31	0.66	1578.85
1142.5	28.9	28.75	13.48	32138.80	1.32	0.66	1579.51
1143	28.5	28.7	13.46	32152.26	1.32	0.66	1580.17
1143.5	28.7	28.6	13.41	32165.66	1.31	0.66	1580.83
1144	28.6	28.65	13.43	32179.09	1.32	0.66	1581.49
1144.5	28.7	28.65	13.43	32192.52	1.32	0.66	1582.14
1145	28.6	28.65	13.43	32205.95	1.32	0.66	1582.80
1145.5	28.4	28.5	13.36	32219.31	1.31	0.66	1583.46
1146	28.6	28.5	13.36	32232.66	1.31	0.66	1584.11
1146.5	28.4	28.5	13.36	32246.02	1.31	0.66	1584.77

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
1147	28.3	28.35	13.28	32259.30	1.30	0.65	1585.42
1147.5	28.2	28.25	13.23	32272.53	1.30	0.65	1586.07
1148	28.5	28.35	13.28	32285.81	1.30	0.65	1586.72
1148.5	28.4	28.45	13.33	32299.14	1.31	0.65	1587.38
1149	28.3	28.35	13.28	32312.42	1.30	0.65	1588.03
1149.5	28.3	28.3	13.26	32325.67	1.30	0.65	1588.68
1150	28.2	28.25	13.23	32338.90	1.30	0.65	1589.33
1150.5	28	28.1	13.16	32352.06	1.29	0.65	1589.98
1151	28	28	13.11	32365.16	1.29	0.65	1590.62
1151.5	27.9	27.95	13.08	32378.24	1.29	0.64	1591.27
1152	28.1	28	13.11	32391.35	1.29	0.65	1591.91
1152.5	27.1	27.6	12.91	32404.25	1.27	0.64	1592.55
1153	27.9	27.5	12.86	32417.11	1.27	0.64	1593.18
1153.5	28	27.95	13.08	32430.19	1.29	0.64	1593.83
1154	28.2	28.1	13.16	32443.34	1.29	0.65	1594.48
1154.5	28.2	28.2	13.21	32456.55	1.30	0.65	1595.12
1155	28.2	28.2	13.21	32469.75	1.30	0.65	1595.77
1155.5	28.2	28.2	13.21	32482.96	1.30	0.65	1596.42
1156	28.5	28.35	13.28	32496.24	1.30	0.65	1597.08
1156.5	28.3	28.4	13.31	32509.54	1.31	0.65	1597.73
1157	28.4	28.35	13.28	32522.82	1.30	0.65	1598.38
1157.5	28.3	28.35	13.28	32536.10	1.30	0.65	1599.03
1158	28.7	28.5	13.36	32549.46	1.31	0.66	1599.69
1158.5	28.6	28.65	13.43	32562.89	1.32	0.66	1600.35
1159	28.3	28.45	13.33	32576.22	1.31	0.65	1601.00
1159.5	28.7	28.5	13.36	32589.57	1.31	0.66	1601.66
1160	28.6	28.65	13.43	32603.00	1.32	0.66	1602.31
1160.5	28.9	28.75	13.48	32616.48	1.32	0.66	1602.97

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
1161	28.5	28.7	13.46	32629.94	1.32	0.66	1603.63
1161.5	28.5	28.5	13.36	32643.29	1.31	0.66	1604.29
1162	28.2	28.35	13.28	32656.57	1.30	0.65	1604.94
1162.5	28.2	28.2	13.21	32669.78	1.30	0.65	1605.59
1163	28.3	28.25	13.23	32683.01	1.30	0.65	1606.24
1163.5	28.3	28.3	13.26	32696.26	1.30	0.65	1606.89
1164	28.4	28.35	13.28	32709.54	1.30	0.65	1607.54
1164.5	28.6	28.5	13.36	32722.90	1.31	0.66	1608.20
1165	28.3	28.45	13.33	32736.23	1.31	0.65	1608.85
1165.5	28.4	28.35	13.28	32749.51	1.30	0.65	1609.51
1166	28.2	28.3	13.26	32762.76	1.30	0.65	1610.16
1166.5	28.3	28.25	13.23	32775.99	1.30	0.65	1610.81
1167	28.5	28.4	13.31	32789.30	1.31	0.65	1611.46
1167.5	28.5	28.5	13.36	32802.65	1.31	0.66	1612.11
1168	28.2	28.35	13.28	32815.93	1.30	0.65	1612.77
1168.5	28.2	28.2	13.21	32829.14	1.30	0.65	1613.42
1169	28.1	28.15	13.18	32842.32	1.30	0.65	1614.06
1169.5	28	28.05	13.13	32855.45	1.29	0.65	1614.71
1170	28.2	28.1	13.16	32868.60	1.29	0.65	1615.36
1170.5	28	28.1	13.16	32881.76	1.29	0.65	1616.00
1171	27.8	27.9	13.06	32894.81	1.29	0.64	1616.65
1171.5	28	27.9	13.06	32907.87	1.29	0.64	1617.29
1172	27.9	27.95	13.08	32920.95	1.29	0.64	1617.94
1172.5	28	27.95	13.08	32934.03	1.29	0.64	1618.58
1173	27.9	27.95	13.08	32947.11	1.29	0.64	1619.22
1173.5	26.4	27.15	12.68	32959.79	1.26	0.63	1619.85
1174	27.6	27	12.61	32972.39	1.25	0.63	1620.48
1174.5	27.7	27.65	12.93	32985.32	1.28	0.64	1621.12

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
1175	27.9	27.8	13.01	32998.33	1.28	0.64	1621.76
1175.5	28.1	28	13.11	33011.43	1.29	0.65	1622.40
1176	28.4	28.25	13.23	33024.66	1.30	0.65	1623.05
1176.5	28.2	28.3	13.26	33037.92	1.30	0.65	1623.70
1177	28.6	28.4	13.31	33051.22	1.31	0.65	1624.36
1177.5	28.6	28.6	13.41	33064.63	1.31	0.66	1625.01
1178	28.8	28.7	13.46	33078.08	1.32	0.66	1625.67
1178.5	28.3	28.55	13.38	33091.46	1.31	0.66	1626.33
1179	28.4	28.35	13.28	33104.74	1.30	0.65	1626.98
1179.5	28.5	28.45	13.33	33118.07	1.31	0.65	1627.64
1180	28.5	28.5	13.36	33131.43	1.31	0.66	1628.29
1180.5	28.6	28.55	13.38	33144.81	1.31	0.66	1628.95
1181	28.8	28.7	13.46	33158.26	1.32	0.66	1629.61
1181.5	28.8	28.8	13.51	33171.77	1.32	0.66	1630.27
1182	28.8	28.8	13.51	33185.27	1.32	0.66	1630.93
1182.5	28.8	28.8	13.51	33198.78	1.32	0.66	1631.59
1183	29.1	28.95	13.58	33212.36	1.33	0.66	1632.25
1183.5	28.5	28.8	13.51	33225.86	1.32	0.66	1632.92
1184	28.8	28.65	13.43	33239.29	1.32	0.66	1633.57
1184.5	29	28.9	13.56	33252.85	1.33	0.66	1634.24
1185	28.8	28.9	13.56	33266.40	1.33	0.66	1634.90
1185.5	28.6	28.7	13.46	33279.86	1.32	0.66	1635.56
1186	28.6	28.6	13.41	33293.26	1.31	0.66	1636.22
1186.5	28.9	28.75	13.48	33306.74	1.32	0.66	1636.88
1187	28.6	28.75	13.48	33320.22	1.32	0.66	1637.54
1187.5	28.7	28.65	13.43	33333.65	1.32	0.66	1638.20
1188	28.8	28.75	13.48	33347.13	1.32	0.66	1638.86
1188.5	28.8	28.80	13.51	33360.64	1.32	0.66	1639.52

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
1189	28.7	28.75	13.48	33374.12	1.32	0.66	1640.18
1189.5	28.9	28.80	13.51	33387.62	1.32	0.66	1640.84
1190	29	28.95	13.58	33401.20	1.33	0.66	1641.50
1190.5	28.6	28.80	13.51	33414.71	1.32	0.66	1642.16
1191	29	28.80	13.51	33428.21	1.32	0.66	1642.83
1191.5	29.4	29.20	13.71	33441.92	1.34	0.67	1643.50
1192	28.7	29.05	13.63	33455.55	1.33	0.67	1644.16
1192.5	28.3	28.50	13.36	33468.90	1.31	0.66	1644.82
1193	28	28.15	13.18	33482.08	1.30	0.65	1645.47
1193.5	28.3	28.15	13.18	33495.26	1.30	0.65	1646.11
1194	28.2	28.25	13.23	33508.49	1.30	0.65	1646.76
1194.5	28	28.10	13.16	33521.65	1.29	0.65	1647.41
1195	27.8	27.90	13.06	33534.70	1.29	0.64	1648.05
1195.5	27.8	27.80	13.01	33547.71	1.28	0.64	1648.70
1196	27.8	27.80	13.01	33560.71	1.28	0.64	1649.34
1196.5	28	27.90	13.06	33573.77	1.29	0.64	1649.98
1197	28	28.00	13.11	33586.87	1.29	0.65	1650.62
1197.5	27.1	27.55	12.88	33599.75	1.27	0.64	1651.26
1198	27.7	27.40	12.81	33612.56	1.27	0.63	1651.89
1198.5	27.7	27.70	12.96	33625.51	1.28	0.64	1652.53
1199	27.8	27.75	12.98	33638.49	1.28	0.64	1653.17
1199.5	28.5	28.15	13.18	33651.67	1.30	0.65	1653.82
1200	28.4	28.45	13.33	33665.00	1.31	0.65	1654.48
1200.5	28.2	28.30	13.26	33678.26	1.30	0.65	1655.13
1201	28	28.10	13.16	33691.41	1.29	0.65	1655.77
1201.5	28.2	28.10	13.16	33704.57	1.29	0.65	1656.42
1202	28.1	28.15	13.18	33717.75	1.30	0.65	1657.07
1202.5	28.2	28.15	13.18	33730.93	1.30	0.65	1657.72

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
1203	28.4	28.3	13.26	33744.18	1.30	0.65	1658.37
1203.5	28.3	28.35	13.28	33757.46	1.30	0.65	1659.02
1204	28.5	28.40	13.31	33770.77	1.31	0.65	1659.67
1204.5	28.3	28.40	13.31	33784.07	1.31	0.65	1660.33
1205	28.3	28.30	13.26	33797.33	1.30	0.65	1660.98
1205.5	28.6	28.45	13.33	33810.66	1.31	0.65	1661.63
1206	28.4	28.50	13.36	33824.01	1.31	0.66	1662.29
1206.5	28.4	28.40	13.31	33837.32	1.31	0.65	1662.94
1207	28.2	28.30	13.26	33850.57	1.30	0.65	1663.59
1207.5	28.2	28.20	13.21	33863.78	1.30	0.65	1664.24
1208	28.2	28.20	13.21	33876.98	1.30	0.65	1664.89
1208.5	28	28.10	13.16	33890.14	1.29	0.65	1665.54
1209	27.9	27.95	13.08	33903.22	1.29	0.64	1666.18
1209.5	27.7	27.80	13.01	33916.22	1.28	0.64	1666.82
1210	27.8	27.75	12.98	33929.20	1.28	0.64	1667.46
1210.5	28	27.90	13.06	33942.26	1.29	0.64	1668.11
1211	27.9	27.95	13.08	33955.34	1.29	0.64	1668.75
1211.5	27.8	27.85	13.03	33968.37	1.28	0.64	1669.39
1212	28	27.90	13.06	33981.42	1.29	0.64	1670.04
1212.5	27.6	27.80	13.01	33994.43	1.28	0.64	1670.68
1213	27.8	27.70	12.96	34007.38	1.28	0.64	1671.32
1213.5	27.8	27.80	13.01	34020.39	1.28	0.64	1671.96
1214	27.8	27.80	13.01	34033.39	1.28	0.64	1672.60
1214.5	27.7	27.75	12.98	34046.37	1.28	0.64	1673.24
1215	27.7	27.70	12.96	34059.33	1.28	0.64	1673.88
1215.5	27.8	27.75	12.98	34072.31	1.28	0.64	1674.52
1216	27.7	27.75	12.98	34085.29	1.28	0.64	1675.16
1216.5	27.6	27.65	12.93	34098.22	1.28	0.64	1675.80

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, \bar{C}	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, \bar{C} -h	TTF สะสม , \bar{C} -h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 \bar{C} , ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 \bar{C} , สะสม, h
1217	27.8	27.70	12.96	34111.17	1.28	0.64	1676.44
1217.5	27.5	27.65	12.93	34124.10	1.28	0.64	1677.07
1218	27.7	27.60	12.91	34137.01	1.27	0.64	1677.71
1218.5	27.6	27.65	12.93	34149.94	1.28	0.64	1678.35
1219	27.4	27.50	12.86	34162.79	1.27	0.64	1678.98
1219.5	27.5	27.45	12.83	34175.62	1.27	0.63	1679.62
1220	27.5	27.50	12.86	34188.48	1.27	0.64	1680.25
1220.5	27.2	27.35	12.78	34201.26	1.26	0.63	1680.89
1221	27.3	27.25	12.73	34213.99	1.26	0.63	1681.52
1221.5	25	26.15	12.18	34226.17	1.22	0.61	1682.12
1222	26.6	25.80	12.01	34238.17	1.20	0.60	1682.73
1222.5	28.1	27.35	12.78	34250.95	1.26	0.63	1683.36
1223	27.3	27.70	12.96	34263.91	1.28	0.64	1684.00
1223.5	28.2	27.75	12.98	34276.89	1.28	0.64	1684.64
1224	28.3	28.25	13.23	34290.12	1.30	0.65	1685.29
1224.5	28	28.15	13.18	34303.30	1.30	0.65	1685.94
1225	27.9	27.95	13.08	34316.38	1.29	0.64	1686.58
1225.5	28.1	28.00	13.11	34329.48	1.29	0.65	1687.23
1226	27.5	27.80	13.01	34342.49	1.28	0.64	1687.87
1226.5	27.7	27.60	12.91	34355.39	1.27	0.64	1688.50
1227	27.8	27.75	12.98	34368.37	1.28	0.64	1689.14
1227.5	27.6	27.70	12.96	34381.33	1.28	0.64	1689.78
1228	28.1	27.85	13.03	34394.36	1.28	0.64	1690.43
1228.5	28.2	28.15	13.18	34407.54	1.30	0.65	1691.07
1229	28.2	28.20	13.21	34420.74	1.30	0.65	1691.72
1229.5	28.3	28.25	13.23	34433.97	1.30	0.65	1692.37
1230	27.9	28.10	13.16	34447.13	1.29	0.65	1693.02
1230.5	27.7	27.80	13.01	34460.13	1.28	0.64	1693.66

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
1231	27.7	27.70	12.96	34473.09	1.28	0.64	1694.30
1231.5	27.6	27.65	12.93	34486.02	1.28	0.64	1694.94
1232	27.7	27.65	12.93	34498.95	1.28	0.64	1695.58
1232.5	27.5	27.60	12.91	34511.85	1.27	0.64	1696.21
1233	27.5	27.50	12.86	34524.71	1.27	0.64	1696.85
1233.5	27.6	27.55	12.88	34537.59	1.27	0.64	1697.49
1234	27.4	27.50	12.86	34550.44	1.27	0.64	1698.12
1234.5	27.4	27.40	12.81	34563.25	1.27	0.63	1698.75
1235	27.5	27.45	12.83	34576.08	1.27	0.63	1699.39
1235.5	27.4	27.45	12.83	34588.91	1.27	0.63	1700.02
1236	27.4	27.40	12.81	34601.71	1.27	0.63	1700.66
1236.5	27.5	27.45	12.83	34614.54	1.27	0.63	1701.29
1237	27.5	27.50	12.86	34627.40	1.27	0.64	1701.93
1237.5	27.5	27.50	12.86	34640.25	1.27	0.64	1702.56
1238	27.5	27.50	12.86	34653.11	1.27	0.64	1703.20
1238.5	27.5	27.50	12.86	34665.96	1.27	0.64	1703.83
1239	27.5	27.50	12.86	34678.82	1.27	0.64	1704.47
1239.5	27.4	27.45	12.83	34691.65	1.27	0.63	1705.10
1240	27.4	27.40	12.81	34704.45	1.27	0.63	1705.73
1240.5	27.3	27.35	12.78	34717.23	1.26	0.63	1706.37
1241	27.5	27.40	12.81	34730.04	1.27	0.63	1707.00
1241.5	27.4	27.45	12.83	34742.87	1.27	0.63	1707.63
1242	27.4	27.40	12.81	34755.67	1.27	0.63	1708.27
1242.5	27.3	27.35	12.78	34768.45	1.26	0.63	1708.90
1243	27	27.15	12.68	34781.13	1.26	0.63	1709.53
1243.5	27.2	27.1	12.66	34793.79	1.25	0.63	1710.15
1244	26.8	27	12.61	34806.39	1.25	0.63	1710.78
1244.5	26.8	26.80	12.51	34818.90	1.24	0.62	1711.40

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
1245	26.3	26.55	12.38	34831.28	1.23	0.62	1712.02
1245.5	24.9	25.60	11.91	34843.18	1.20	0.60	1712.62
1246	26.8	25.85	12.03	34855.21	1.21	0.60	1713.22
1246.5	26.6	26.70	12.46	34867.67	1.24	0.62	1713.84
1247	26.8	26.70	12.46	34880.12	1.24	0.62	1714.46
1247.5	26.9	26.85	12.53	34892.65	1.24	0.62	1715.08
1248	24.9	25.90	12.06	34904.71	1.21	0.60	1715.69
1248.5	24.5	24.70	11.46	34916.16	1.16	0.58	1716.27
1249	27.4	25.95	12.08	34928.24	1.21	0.61	1716.87
1249.5	27.6	27.50	12.86	34941.10	1.27	0.64	1717.51
1250	27.8	27.70	12.96	34954.05	1.28	0.64	1718.15
1250.5	28	27.90	13.06	34967.11	1.29	0.64	1718.79
1251	28.1	28.05	13.13	34980.24	1.29	0.65	1719.44
1251.5	27.9	28.00	13.11	34993.34	1.29	0.65	1720.08
1252	28.3	28.10	13.16	35006.50	1.29	0.65	1720.73
1252.5	28.5	28.40	13.31	35019.80	1.31	0.65	1721.38
1253	27.7	28.10	13.16	35032.96	1.29	0.65	1722.03
1253.5	27.7	27.70	12.96	35045.91	1.28	0.64	1722.67
1254	28	27.85	13.03	35058.94	1.28	0.64	1723.31
1254.5	28.2	28.10	13.16	35072.10	1.29	0.65	1723.96
1255	28.5	28.35	13.28	35085.38	1.30	0.65	1724.61
1255.5	28.3	28.40	13.31	35098.68	1.31	0.65	1725.26
1256	28.2	28.25	13.23	35111.91	1.30	0.65	1725.91
1256.5	28.2	28.20	13.21	35125.12	1.30	0.65	1726.56
1257	27.8	28.00	13.11	35138.22	1.29	0.65	1727.21
1257.5	28.1	27.95	13.08	35151.30	1.29	0.64	1727.85
1258	28.1	28.10	13.16	35164.46	1.29	0.65	1728.50
1258.5	28.2	28.15	13.18	35177.64	1.30	0.65	1729.15

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
1259	28	28.10	13.16	35190.79	1.29	0.65	1729.79
1259.5	27.9	27.95	13.08	35203.87	1.29	0.64	1730.44
1260	28.1	28.00	13.11	35216.98	1.29	0.65	1731.08
1260.5	28	28.05	13.13	35230.11	1.29	0.65	1731.73
1261	28.3	28.15	13.18	35243.29	1.30	0.65	1732.38
1261.5	28.1	28.20	13.21	35256.49	1.30	0.65	1733.03
1262	28.6	28.35	13.28	35269.77	1.30	0.65	1733.68
1262.5	28.5	28.55	13.38	35283.15	1.31	0.66	1734.33
1263	28.5	28.50	13.36	35296.51	1.31	0.66	1734.99
1263.5	28.5	28.50	13.36	35309.86	1.31	0.66	1735.65
1264	28.2	28.35	13.28	35323.14	1.30	0.65	1736.30
1264.5	28.4	28.30	13.26	35336.40	1.30	0.65	1736.95
1265	27.9	28.15	13.18	35349.58	1.30	0.65	1737.60
1265.5	28.1	28.00	13.11	35362.68	1.29	0.65	1738.24
1266	28	28.05	13.13	35375.81	1.29	0.65	1738.89
1266.5	27.7	27.85	13.03	35388.84	1.28	0.64	1739.53
1267	27.4	27.55	12.88	35401.72	1.27	0.64	1740.17
1267.5	27.7	27.55	12.88	35414.60	1.27	0.64	1740.80
1268	27.8	27.75	12.98	35427.58	1.28	0.64	1741.44
1268.5	28	27.90	13.06	35440.64	1.29	0.64	1742.09
1269	27.8	27.90	13.06	35453.69	1.29	0.64	1742.73
1269.5	27.2	27.50	12.86	35466.55	1.27	0.64	1743.36
1270	27.8	27.50	12.86	35479.40	1.27	0.64	1744.00
1270.5	27.8	27.80	13.01	35492.41	1.28	0.64	1744.64
1271	27.8	27.80	13.01	35505.41	1.28	0.64	1745.28
1271.5	28.5	28.15	13.18	35518.59	1.30	0.65	1745.93
1272	28.6	28.55	13.38	35531.97	1.31	0.66	1746.59
1272.5	28.3	28.45	13.33	35545.30	1.31	0.65	1747.24

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
1273	28.5	28.40	13.31	35558.61	1.31	0.65	1747.89
1273.5	27.7	28.10	13.16	35571.76	1.29	0.65	1748.54
1274	27.3	27.50	12.86	35584.62	1.27	0.64	1749.18
1274.5	27.2	27.25	12.73	35597.35	1.26	0.63	1749.81
1275	27.2	27.20	12.71	35610.05	1.26	0.63	1750.44
1275.5	27.1	27.15	12.68	35622.73	1.26	0.63	1751.06
1276	27.5	27.30	12.76	35635.49	1.26	0.63	1751.70
1276.5	28.3	27.90	13.06	35648.54	1.29	0.64	1752.34
1277	28	28.15	13.18	35661.72	1.30	0.65	1752.99
1277.5	27.8	27.90	13.06	35674.78	1.29	0.64	1753.63
1278	27.9	27.85	13.03	35687.81	1.28	0.64	1754.27
1278.5	28	27.95	13.08	35700.89	1.29	0.64	1754.92
1279	28.4	28.20	13.21	35714.09	1.30	0.65	1755.56
1279.5	27.9	28.15	13.18	35727.27	1.30	0.65	1756.21
1280	28	27.95	13.08	35740.35	1.29	0.64	1756.86
1280.5	28.1	28.05	13.13	35753.48	1.29	0.65	1757.50
1281	27.8	27.95	13.08	35766.56	1.29	0.64	1758.15
1281.5	28.1	27.95	13.08	35779.64	1.29	0.64	1758.79
1282	28.3	28.20	13.21	35792.85	1.30	0.65	1759.44
1282.5	28.3	28.30	13.26	35806.10	1.30	0.65	1760.09
1283	28.2	28.25	13.23	35819.33	1.30	0.65	1760.74
1283.5	28.2	28.20	13.21	35832.54	1.30	0.65	1761.39
1284	28.3	28.25	13.23	35845.77	1.30	0.65	1762.04
1284.5	28.6	28.45	13.33	35859.10	1.31	0.65	1762.70
1285	28.6	28.60	13.41	35872.50	1.31	0.66	1763.35
1285.5	28.1	28.35	13.28	35885.78	1.30	0.65	1764.01
1286	28.6	28.35	13.28	35899.06	1.30	0.65	1764.66
1286.5	28.5	28.55	13.38	35912.44	1.31	0.66	1765.31

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
1287	28.5	28.50	13.36	35925.80	1.31	0.66	1765.97
1287.5	27.8	28.15	13.18	35938.98	1.30	0.65	1766.62
1288	27.8	27.80	13.01	35951.98	1.28	0.64	1767.26
1288.5	27.7	27.75	12.98	35964.96	1.28	0.64	1767.90
1289	27.9	27.80	13.01	35977.97	1.28	0.64	1768.54
1289.5	27.5	27.70	12.96	35990.92	1.28	0.64	1769.18
1290	27.4	27.45	12.83	36003.75	1.27	0.63	1769.81
1290.5	27.5	27.45	12.83	36016.58	1.27	0.63	1770.45
1291	27.5	27.50	12.86	36029.44	1.27	0.64	1771.08
1291.5	27.5	27.50	12.86	36042.29	1.27	0.64	1771.72
1292	27.8	27.65	12.93	36055.22	1.28	0.64	1772.36
1292.5	27.6	27.70	12.96	36068.18	1.28	0.64	1772.99
1293	27.5	27.55	12.88	36081.06	1.27	0.64	1773.63
1293.5	27.4	27.45	12.83	36093.89	1.27	0.63	1774.27
1294	27.3	27.35	12.78	36106.67	1.26	0.63	1774.90
1294.5	27.6	27.45	12.83	36119.50	1.27	0.63	1775.53
1295	27.5	27.55	12.88	36132.38	1.27	0.64	1776.17
1295.5	27.2	27.35	12.78	36145.16	1.26	0.63	1776.80
1296	27.1	27.15	12.68	36157.84	1.26	0.63	1777.43
1296.5	27.2	27.15	12.68	36170.52	1.26	0.63	1778.06
1297	27.9	27.55	12.88	36183.40	1.27	0.64	1778.69
1297.5	27.9	27.90	13.06	36196.45	1.29	0.64	1779.34
1298	28.6	28.25	13.23	36209.68	1.30	0.65	1779.99
1298.5	28.9	28.75	13.48	36223.16	1.32	0.66	1780.65
1299	28.9	28.90	13.56	36236.72	1.33	0.66	1781.31
1299.5	29	28.95	13.58	36250.30	1.33	0.66	1781.97
1300	27.8	28.40	13.31	36263.60	1.31	0.65	1782.63
1300.5	27.7	27.75	12.98	36276.58	1.28	0.64	1783.27

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
1301	28.1	27.90	13.06	36289.64	1.29	0.64	1783.91
1301.5	28.2	28.15	13.18	36302.82	1.30	0.65	1784.56
1302	28.3	28.25	13.23	36316.05	1.30	0.65	1785.21
1302.5	28.2	28.25	13.23	36329.28	1.30	0.65	1785.86
1303	28.1	28.15	13.18	36342.46	1.30	0.65	1786.51
1303.5	27.9	28.00	13.11	36355.56	1.29	0.65	1787.15
1304	28.2	28.05	13.13	36368.69	1.29	0.65	1787.80
1304.5	28.1	28.15	13.18	36381.87	1.30	0.65	1788.45
1305	28.3	28.20	13.21	36395.08	1.30	0.65	1789.10
1305.5	28.1	28.20	13.21	36408.28	1.30	0.65	1789.75
1306	28.1	28.10	13.16	36421.44	1.29	0.65	1790.39
1306.5	28.7	28.40	13.31	36434.74	1.31	0.65	1791.05
1307	28.6	28.65	13.43	36448.17	1.32	0.66	1791.70
1307.5	27.9	28.25	13.23	36461.40	1.30	0.65	1792.35
1308	28.4	28.15	13.18	36474.58	1.30	0.65	1793.00
1308.5	28.6	28.50	13.36	36487.94	1.31	0.66	1793.66
1309	28.4	28.50	13.36	36501.29	1.31	0.66	1794.31
1309.5	28.5	28.45	13.33	36514.62	1.31	0.65	1794.97
1310	28.3	28.40	13.31	36527.93	1.31	0.65	1795.62
1310.5	28.2	28.25	13.23	36541.16	1.30	0.65	1796.27
1311	28.1	28.15	13.18	36554.34	1.30	0.65	1796.92
1311.5	28.1	28.10	13.16	36567.49	1.29	0.65	1797.57
1312	28.1	28.10	13.16	36580.65	1.29	0.65	1798.21
1312.5	28.4	28.25	13.23	36593.88	1.30	0.65	1798.86
1313	28	28.20	13.21	36607.08	1.30	0.65	1799.51
1313.5	27.6	27.80	13.01	36620.09	1.28	0.64	1800.15
1314	27.7	27.65	12.93	36633.02	1.28	0.64	1800.79
1314.5	27.9	27.80	13.01	36646.02	1.28	0.64	1801.43

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

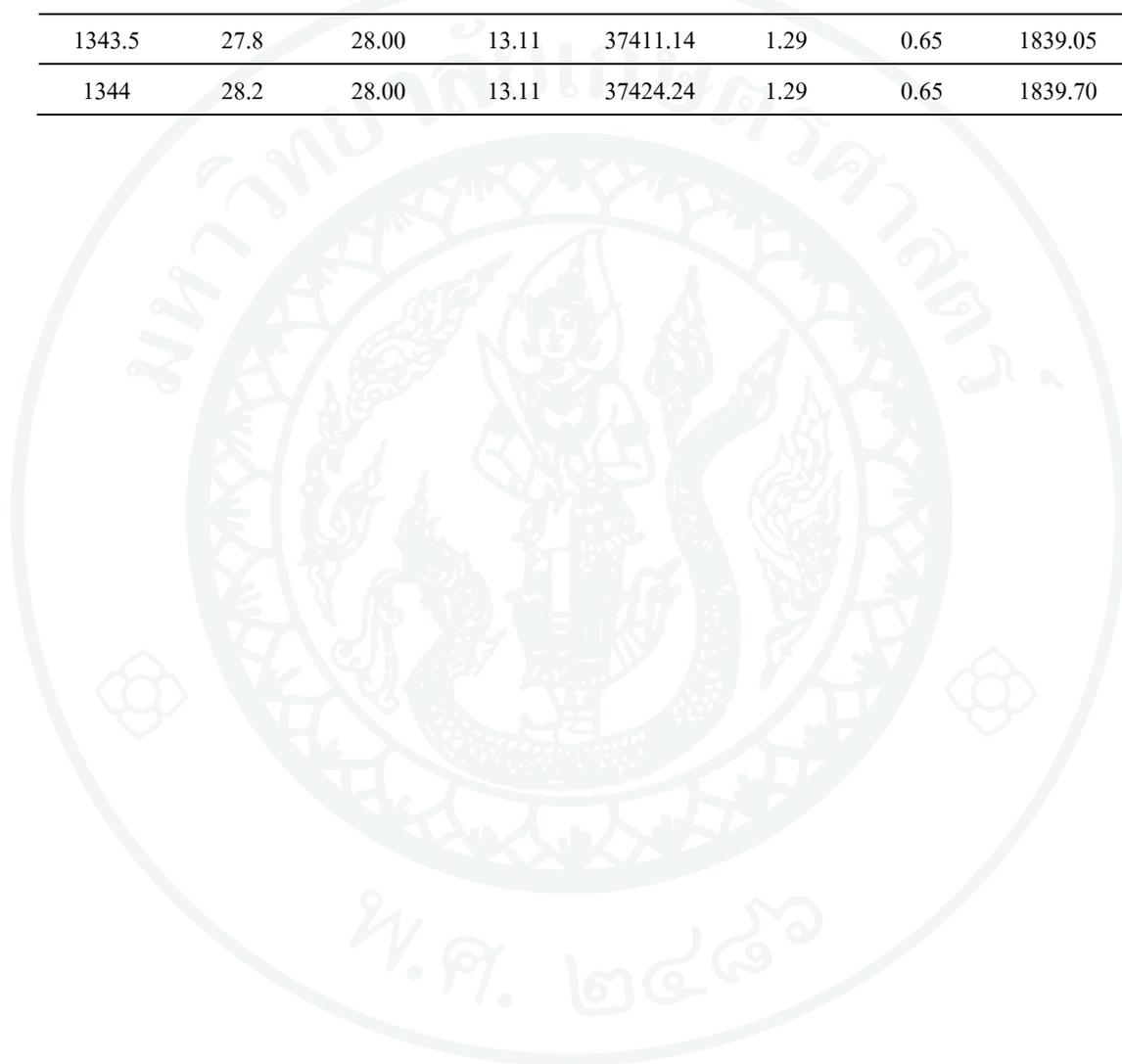
อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
1315	27.9	27.90	13.06	36659.08	1.29	0.64	1802.08
1315.5	27.8	27.85	13.03	36672.11	1.28	0.64	1802.72
1316	27.7	27.75	12.98	36685.09	1.28	0.64	1803.36
1316.5	27.6	27.65	12.93	36698.02	1.28	0.64	1804.00
1317	27.5	27.55	12.88	36710.90	1.27	0.64	1804.63
1317.5	27.6	27.55	12.88	36723.78	1.27	0.64	1805.27
1318	27.7	27.65	12.93	36736.71	1.28	0.64	1805.91
1318.5	28.2	27.95	13.08	36749.79	1.29	0.64	1806.55
1319	28.8	28.50	13.36	36763.14	1.31	0.66	1807.21
1319.5	28.1	28.45	13.33	36776.47	1.31	0.65	1807.86
1320	28.4	28.25	13.23	36789.70	1.30	0.65	1808.51
1320.5	28.5	28.45	13.33	36803.03	1.31	0.65	1809.16
1321	28.8	28.65	13.43	36816.46	1.32	0.66	1809.82
1321.5	28.3	28.55	13.38	36829.84	1.31	0.66	1810.48
1322	28.6	28.45	13.33	36843.17	1.31	0.65	1811.13
1322.5	28.2	28.40	13.31	36856.48	1.31	0.65	1811.79
1323	28.6	28.40	13.31	36869.78	1.31	0.65	1812.44
1323.5	28.3	28.45	13.33	36883.11	1.31	0.65	1813.09
1324	28.7	28.50	13.36	36896.47	1.31	0.66	1813.75
1324.5	28.8	28.75	13.48	36909.95	1.32	0.66	1814.41
1325	28.6	28.70	13.46	36923.40	1.32	0.66	1815.07
1325.5	28.9	28.75	13.48	36936.88	1.32	0.66	1815.73
1326	28.6	28.75	13.48	36950.36	1.32	0.66	1816.39
1326.5	28.7	28.65	13.43	36963.79	1.32	0.66	1817.05
1327	28.7	28.70	13.46	36977.25	1.32	0.66	1817.71
1327.5	28.3	28.50	13.36	36990.60	1.31	0.66	1818.36
1328	28.2	28.25	13.23	37003.83	1.30	0.65	1819.01
1328.5	28.2	28.20	13.21	37017.04	1.30	0.65	1819.66

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, °C	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, °C -h	TTF สะสม , °C-h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 °C, ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 °C, สะสม, h
1329	28.2	28.20	13.21	37030.24	1.30	0.65	1820.31
1329.5	28.2	28.20	13.21	37043.45	1.30	0.65	1820.96
1330	28.2	28.20	13.21	37056.65	1.30	0.65	1821.61
1330.5	28.3	28.25	13.23	37069.88	1.30	0.65	1822.26
1331	28.2	28.25	13.23	37083.11	1.30	0.65	1822.91
1331.5	28.2	28.20	13.21	37096.32	1.30	0.65	1823.56
1332	28.3	28.25	13.23	37109.55	1.30	0.65	1824.21
1332.5	28.2	28.25	13.23	37122.78	1.30	0.65	1824.86
1333	28.2	28.20	13.21	37135.98	1.30	0.65	1825.51
1333.5	28.3	28.25	13.23	37149.21	1.30	0.65	1826.16
1334	28.2	28.25	13.23	37162.44	1.30	0.65	1826.81
1334.5	28.1	28.15	13.18	37175.62	1.30	0.65	1827.46
1335	28	28.05	13.13	37188.75	1.29	0.65	1828.10
1335.5	28.3	28.15	13.18	37201.93	1.30	0.65	1828.75
1336	28.2	28.25	13.23	37215.16	1.30	0.65	1829.40
1336.5	28	28.10	13.16	37228.32	1.29	0.65	1830.05
1337	28.2	28.10	13.16	37241.47	1.29	0.65	1830.69
1337.5	28.3	28.25	13.23	37254.70	1.30	0.65	1831.34
1338	28.1	28.20	13.21	37267.91	1.30	0.65	1831.99
1338.5	28	28.05	13.13	37281.04	1.29	0.65	1832.64
1339	28.1	28.05	13.13	37294.17	1.29	0.65	1833.29
1339.5	28.1	28.10	13.16	37307.32	1.29	0.65	1833.93
1340	28	28.05	13.13	37320.45	1.29	0.65	1834.58
1340.5	27.6	27.80	13.01	37333.46	1.28	0.64	1835.22
1341	27.8	27.70	12.96	37346.41	1.28	0.64	1835.86
1341.5	25.8	26.80	12.51	37358.92	1.24	0.62	1836.48
1342	28.3	27.05	12.63	37371.55	1.25	0.63	1837.11
1342.5	28.3	28.30	13.26	37384.80	1.30	0.65	1837.76

ตารางผนวกที่ ข35 (ต่อ)

อายุ (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	อุณหภูมิ เฉลี่ย, \bar{C}	TTF ที่ เพิ่มขึ้น, \bar{C} -h	TTF สะสม , \bar{C} -h	Age Factor (γ)	Eq. Age at 20 \bar{C} , ที่ เพิ่มขึ้น, h	Eq. Age at 20 \bar{C} , สะสม, h
1343	28.2	28.25	13.23	37398.03	1.30	0.65	1838.41
1343.5	27.8	28.00	13.11	37411.14	1.29	0.65	1839.05
1344	28.2	28.00	13.11	37424.24	1.29	0.65	1839.70



ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นายสวัสดิชัย เจริญไธสง
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 2 มกราคม 2515
สถานที่เกิด	ขอนแก่น
ประวัติการศึกษา	ระดับปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	

