

5.3 ผลการทดสอบคอนกรีตผสมด้วยน้ำสลัดจ์

จากการศึกษาถึงผลกระทบของน้ำสลัดจ์ต่อพฤติกรรมของซีเมนต์เพสต์ในชั้นต้นตอนที่ผ่านมาทำให้ทราบว่าปริมาณของแข็งทั้งหมดหรือความเข้มข้นของตะกอนในน้ำสลัดจ์มีผลต่อค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำสลัดจ์ ค่าระยะเวลาการก่อตัวและค่ากำลังอัดของซีเมนต์เพสต์ ซึ่งจากการทดสอบน้ำสลัดจ์ของทั้ง 3 แหล่งพบว่าน้ำสลัดจ์ที่มีค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดร้อยละ 5.24 ถึงร้อยละ 5.84 มีผลกระทบต่อตัวอย่างทดสอบผ่านเกณฑ์ของมาตรฐาน ASTM C94 ในหัวข้อนี้เป็นการรายงานผลการศึกษาคูณสมบัติของคอนกรีตที่ผสมด้วยน้ำสลัดจ์ โดยที่ค่าปริมาณของแข็งของน้ำสลัดจ์ที่ใช้ทดสอบคือค่าที่อยู่ในช่วงร้อยละ 5.20 ถึง 5.80 การรายงานผลการทดสอบจะเริ่มจากส่วนของศูนย์นิคมอุตสาหกรรมอิตาเลียน-ไทย บริษัทเอเชียผลิตภัณฑ์ซีเมนต์ จำกัดและบริษัท ทีพีไอ คอนกรีต จำกัด ตามลำดับ ซึ่งในการรายงานผลจะมีการเปรียบเทียบผลการทดสอบแต่ละตัวอย่างกับตัวอย่างควบคุมที่เป็นคอนกรีตผสมด้วยน้ำประปาไม่ผสมสารผสมเพิ่มและการเปรียบเทียบผลการทดสอบของคอนกรีตผสมสารผสมเพิ่มระหว่างตัวอย่างที่ผสมด้วยน้ำประปา กับตัวอย่างที่ผสมด้วยน้ำสลัดจ์ โดยมีรายละเอียดตามลำดับดังนี้

5.3.1 ผลการทดสอบคอนกรีตผสมด้วยน้ำสลัดจ์จากศูนย์นิคมอุตสาหกรรมอิตาเลียน-ไทย

การทดสอบคอนกรีตผสมด้วยน้ำสลัดจ์ผสมจากโรงงานคอนกรีตผสมเสร็จของศูนย์นิคมอุตสาหกรรมอิตาเลียน-ไทย เป็นการทดสอบคอนกรีตผสมสารผสมเพิ่มเมื่อผสมด้วยน้ำสลัดจ์ โดยสารผสมเพิ่มที่ใช้ในการทดสอบคือเถ้าลอยและสารลดน้ำระดับสูง ซึ่งเป็นสารผสมเพิ่มประเภทสารเคมีผสมเพิ่มชนิด F ตามมาตรฐาน ASTM C494 การผสมคอนกรีตแบ่งออกเป็น 3 ช่วงรวมทั้งหมดจำนวน 10 ชุดทดสอบ โดยการทดสอบในช่วงแรกประกอบด้วยชุดทดสอบ 6 ชุดเป็นการทดสอบคุณสมบัติของคอนกรีตผสมสารผสมเพิ่มและคอนกรีตผสมด้วยน้ำสลัดจ์ทั้งที่ผสมสารผสมเพิ่มและไม่ผสมสารผสมเพิ่ม ส่วนการทดสอบใน 2 ช่วงหลังเป็นการทดสอบซ้ำในส่วนของคอนกรีตผสมสารผสมเพิ่มผสมด้วยน้ำสลัดจ์เพื่อทดสอบผลจากลักษณะของน้ำสลัดจ์ที่เวลาต่างไปมีจำนวนตัวอย่าง 4 ตัวอย่าง ในการทดสอบมีตัวอย่างที่ 1 ที่เป็นคอนกรีตไม่ผสมสารผสมเพิ่มผสมด้วยน้ำประปาเป็นตัวอย่างควบคุม รายละเอียดการผสมของแต่ละตัวอย่างแสดงได้ดังตารางที่ 5.12 โดยเกณฑ์ในการออกแบบส่วนผสมคอนกรีตมีดังนี้

- ปริมาณปูนซีเมนต์ที่ 350 กก./ลบ.ม. และค่าการยุบตัวที่ 10 ± 2.5 เซนติเมตร

- อัตราส่วนปริมาตรเพสต์ต่อช่องว่างระหว่างมวลรวมที่อัดแน่น (γ) เท่ากับ 1.3
- อัตราส่วนมวลรวมละเอียดต่อมวลรวมหยาบเท่ากับ 0.425
- อัตราส่วนการแทนที่ในปูนซีเมนต์ของสารผสมเพิ่มชนิดเถ้าลอยเท่ากับร้อยละ 20
- อัตราส่วนการใช้สารเคมีผสมเพิ่มชนิดสารลดน้ำระดับสูงคือร้อยละ 1

ตารางที่ 5.12

รายละเอียดของชุดตัวอย่างการทดสอบของคอนกรีตผสมด้วยน้ำสลัดจ์จากศูนย์นิคมอุตสาหกรรมอิตาเลียน-ไทย

ช่วงที่	ชุดที่	รายละเอียดการผสม
ช่วงที่ 1	ชุดที่ 1	น้ำประปาและไม่ผสมสารผสมเพิ่ม (ตัวอย่างควบคุม)
	ชุดที่ 2	น้ำประปาและเถ้าลอย
	ชุดที่ 3	น้ำประปาและสารลดน้ำระดับสูง
	ชุดที่ 4	น้ำสลัดจ์และไม่ผสมสารผสมเพิ่ม
	ชุดที่ 5	น้ำสลัดจ์และเถ้าลอย
	ชุดที่ 6	น้ำสลัดจ์และสารลดน้ำระดับสูง
ช่วงที่ 2	ชุดที่ 7	น้ำสลัดจ์และเถ้าลอย
	ชุดที่ 8	น้ำสลัดจ์และสารลดน้ำระดับสูง
ช่วงที่ 3	ชุดที่ 9	น้ำสลัดจ์และเถ้าลอย
	ชุดที่ 10	น้ำสลัดจ์และสารลดน้ำระดับสูง

เมื่อทำการผสมน้ำสลัดจ์โดยใช้สมการที่ (5.5) เพื่อให้ได้ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำสลัดจ์อยู่ในช่วงที่ต้องการคือค่าที่อยู่ในช่วงร้อยละ 5.25 ถึง 5.80 ตัวอย่างบางส่วนจะถูกเก็บไปทดสอบคุณสมบัติทางเคมีและนำไปผสมกับซีเมนต์เพสต์เพื่อใช้ทดสอบค่ากำลังอัดที่อายุ 1 วันและค่าระยะเวลาการก่อตัว เพื่อเป็นการประเมินคุณภาพเบื้องต้นก่อนนำไปผสมคอนกรีต

รายละเอียดของผลการทดสอบน้ำสลัดจ์ก่อนการผสมคอนกรีตทั้ง 3 ช่วงแสดงรายละเอียดไว้ในภาคผนวก ค. ตารางที่ค.1 ถึง ค.3 การเปรียบเทียบผลการทดสอบเทียบกับตัวอย่างควบคุมแสดงดังตารางที่ 5.13 และตารางที่ 5.14 แสดงผลการทดสอบคุณสมบัติของน้ำสลัดจ์ที่ใช้ในการทดสอบคอนกรีตทั้ง 3 ช่วง หลังจากทำการผสมคอนกรีตตามส่วนผสมแสดงดังผนวก ค. ตารางที่ ค.4 ตัวอย่างคอนกรีตจะถูกทดสอบทั้งในช่วงคอนกรีตสดหรือก่อนการแข็งตัวและช่วงหลังการแข็งตัว ซึ่งมีการทดสอบทั้งคุณสมบัติทางกลและทางความทนทาน มีรายละเอียดตามลำดับดังนี้

ตารางที่ 5.13

ผลการทดสอบน้ำสลัดจ์ก่อนการผสมคอนกรีต

ชนิดการทดสอบ	ผลการทดสอบเทียบกับตัวอย่างควบคุม						
	ช่วงที่ 1					ช่วงที่ 2	ช่วงที่ 3
	ชุดที่ 4	ชุดที่ 5	ชุดที่ 6	ชุดที่ 7	ชุดที่ 8	ชุดที่ 9	ชุดที่ 10
ร้อยละของค่ากำลังอัดที่อายุ 1 วัน	127	135	134	124	127	114	115
ค่าระยะเวลาการก่อตัว (นาทีก)							
- เริ่มต้น	-33	-25	-34	-26	-39	-26	-42
- สิ้นสุด	-50	-45	-45	-35	-55	-40	-50

5.3.1.1 ผลการทดสอบคุณสมบัติของคอนกรีตช่วงก่อนการแข็งตัว

การทดสอบคอนกรีตในช่วงก่อนการแข็งตัวเป็นการทดสอบเพื่อศึกษาถึงผลของน้ำสลัดจ์ที่มีต่อความสามารถเทได้ของคอนกรีต ปริมาณน้ำในส่วนผสมคอนกรีต หน่วยน้ำหนักของคอนกรีต ปริมาณอากาศในคอนกรีต ค่าระยะเวลาการก่อตัวและการสูญเสียค่าการยุบตัวของคอนกรีต โดยรายละเอียดผลการทดสอบจะแสดงในภาคผนวก ค. ตารางที่ ค.5 และ ค.6 ส่วนการเปรียบเทียบผลการทดสอบเมื่อเทียบกับตัวอย่างควบคุมแสดงในตารางที่ ค.7 ส่วนการเปรียบเทียบผลของคอนกรีตผสมแก้าลอยผสมด้วยน้ำสลัดจ์เทียบกับผสมด้วยน้ำประปาแสดงใน

ตารางที่ ค.8 และการเปรียบเทียบผลของคอนกรีตผสมสารลดน้ำระดับสูงผสมด้วยน้ำสลัดจ์ผสมเทียบกับผสมด้วยผสมแสดงในตารางที่ ค.9

ตารางที่ 5.14

รายละเอียดคุณสมบัติของน้ำสลัดจ์จาก
ศูนย์นิคมอุตสาหกรรมอิตาเลียน-ไทยที่ใช้ผสมคอนกรีตทั้ง 3 ช่วง

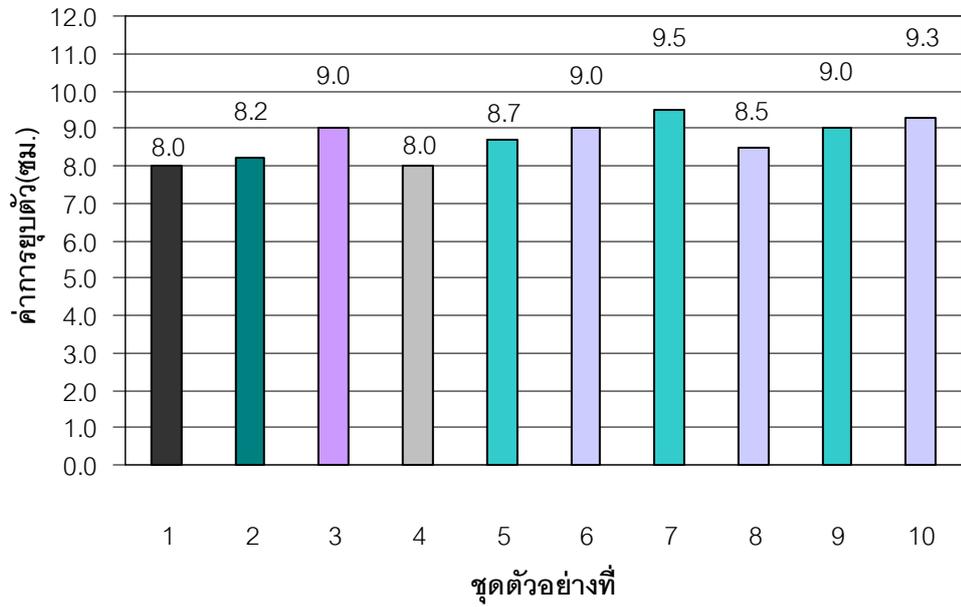
ชนิดการทดสอบ	ช่วงที่ 1	ช่วงที่ 2	ช่วงที่ 3
ปริมาณคลอไรด์ (มก./ล.)	12.32	7.92	9.70
ปริมาณซัลเฟต (มก./ล.)	19.10	18.00	16.90
ปริมาณของแข็งทั้งหมด (มก./ล.)	55,320	53,253	57,534
ปริมาณอัลคาไลน์ตี (CaCO ₃) (มก./ล.)	1,546	1,062	2,128
ความถ่วงจำเพาะ	1.038	1.037	1.039
ค่าความเป็นกรดต่าง	12.45	12.38	12.63

5.3.1.1.1 ความสามารถเทได้ของคอนกรีต

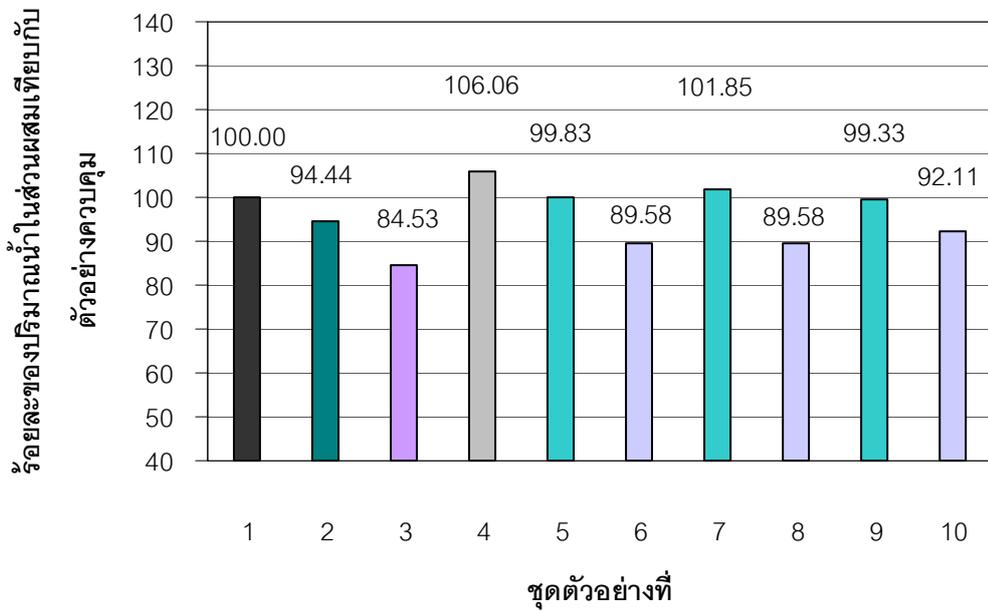
ความสามารถทำงานได้ของคอนกรีตเป็นคุณสมบัติที่แสดงถึงความชันเหลวของคอนกรีตที่ใช้ในการขนส่ง การเทเข้าแบบหล่อ วิธีทดสอบที่นิยมใช้คือทดสอบค่าการยุบตัว ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้ช่วงของค่าการยุบตัวเท่ากับ 7.5 ถึง 12.5 เซนติเมตร จากผลการทดสอบตามตารางที่ ค.5 พบว่าค่าการยุบตัวของตัวอย่างคอนกรีตอยู่ในช่วงที่กำหนดโดยมีค่าอยู่ในช่วง 8.0 ถึง 9.5 เซนติเมตรแสดงได้ดังภาพที่ 5.34 การเปรียบเทียบปริมาณน้ำที่ใช้ในส่วนผสมของแต่ละตัวอย่างกับตัวอย่างควบคุมตามตารางที่ ค.6 แสดงได้ดังภาพที่ 5.35 จากข้อมูลที่ได้พบว่าตัวอย่างที่ 2 ที่เป็นคอนกรีตผสมเถ้าลอยผสมด้วยน้ำประปามีปริมาณน้ำในส่วนผสมเทียบกับตัวอย่างควบคุมเท่ากับร้อยละ 94.44 ส่วนตัวอย่างที่ 3 ที่เป็นคอนกรีตผสมสารลดน้ำระดับสูงผสมด้วยน้ำประปาพบว่าเมื่อผสมด้วยอัตราส่วนที่แนะนำโดยผู้ผลิตคือร้อยละ 1 หรือ 1 ลิตรต่อ 100 กก.ของปูนซีเมนต์ทำให้ ตัวอย่างมีปริมาณน้ำในส่วนผสมเท่ากับร้อยละ 84.53 ของตัวอย่างควบคุม ซึ่ง

ค่าที่ได้ผ่านเกณฑ์ตามมาตรฐาน ASTM C494 ชนิด F ที่กำหนดไว้ตามตารางที่ 4.1 สำหรับตัวอย่างที่ 4 ที่เป็นคอนกรีตไม่ผสมสารผสมเพิ่มผสมด้วยน้ำสลัดจ์พบว่าปริมาณน้ำในส่วนผสมเทียบกับตัวอย่างควบคุมเท่ากับร้อยละ 106.06 ส่วนตัวอย่างชุดที่ 5 7 และ 9 เป็นตัวอย่างคอนกรีตผสมเถ้าลอยผสมด้วยน้ำสลัดจ์ จากผลการทดสอบพบว่าปริมาณน้ำในส่วนผสมของทั้ง 3 ตัวอย่างใกล้เคียงกับตัวอย่างควบคุม โดยอยู่ในช่วงร้อยละ 99.33 ถึง 101.85 ของตัวอย่างควบคุม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 100.34 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับร้อยละ 1.33 ส่วนตัวอย่างชุดที่ 6 8 และ 10 เป็นคอนกรีตผสมสารลดน้ำระดับสูงผสมด้วยน้ำสลัดจ์ จากผลการทดสอบพบว่าปริมาณน้ำในส่วนผสมของทั้ง 3 ตัวอย่างน้อยกว่า โดยอยู่ในช่วงร้อยละ 89.58 ถึง 92.11 ของตัวอย่างควบคุม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 90.42 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับร้อยละ 1.46 เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ตามมาตรฐาน ASTM C494 ชนิด F ที่กำหนดไว้ตามตารางที่ 4.1 พบว่าทั้ง 3 ตัวอย่างไม่ผ่านเกณฑ์

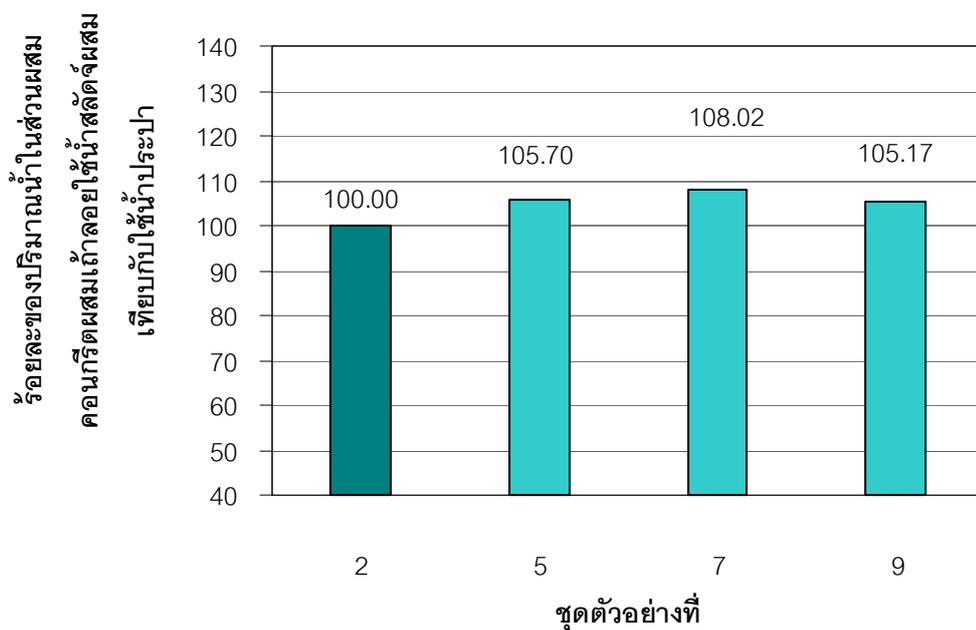
เมื่อเปรียบเทียบเฉพาะส่วนคอนกรีตผสมเถ้าลอยตามตารางที่ ค.8 พบว่าตัวอย่างที่ 5 7 และ 9 ที่ผสมด้วยน้ำสลัดจ์ใช้ปริมาณน้ำในส่วนผสมมากขึ้น โดยมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 105.17 ถึง 108.02 เมื่อเทียบกับตัวอย่างที่ 2 ที่ผสมด้วยน้ำประปา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 106.30 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับร้อยละ 1.52 แสดงได้ดังภาพที่ 5.36 ส่วนการเปรียบเทียบปริมาณน้ำในส่วนผสมของคอนกรีตผสมสารลดน้ำระดับสูงตามตารางที่ ค.9 พบว่าตัวอย่างที่ 6 8 และ 10 ที่ผสมด้วยน้ำสลัดจ์ใช้ปริมาณน้ำในส่วนผสมมากขึ้น โดยมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 105.97 ถึง 108.96 เมื่อเทียบกับตัวอย่างที่ 3 ที่ผสมด้วยน้ำประปา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 106.97 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับร้อยละ 1.73 แสดงผลการเปรียบเทียบดังภาพที่ 5.37



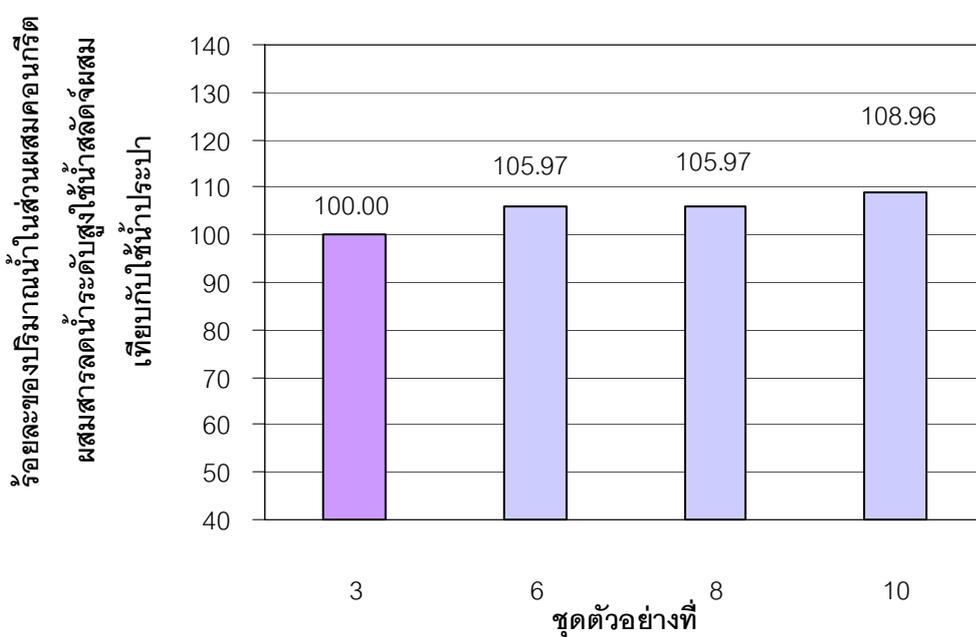
ภาพที่ 5.34 ค่าการยู่บตัวของคอนกรีตตัวอย่างทดสอบน้ำสลัดจ์ จากศูนย์นิคมอุตสาหกรรมอิตาเลียน-ไทย



ภาพที่ 5.35 ร้อยละของปริมาณน้ำในส่วนผสมเทียบกับตัวอย่างควบคุม ของตัวอย่างทดสอบน้ำสลัดจ์จากศูนย์นิคมอุตสาหกรรมอิตาเลียน-ไทย



ภาพที่ 5.36 ร้อยละของปริมาณน้ำในส่วนผสมของคอนกรีตผสมเถ้าลอย
เทียบระหว่างผสมด้วยน้ำประปากับน้ำสลัดจ์จากศูนย์นิคมอุตสาหกรรมอิตาเลียน-ไทย

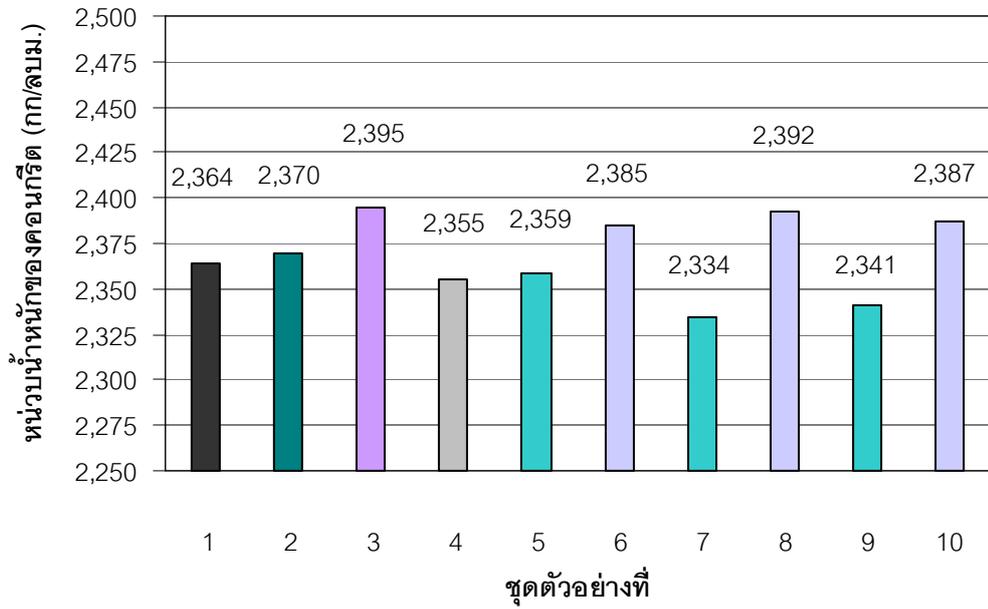


ภาพที่ 5.37 ร้อยละของปริมาณน้ำในส่วนผสมของคอนกรีตผสมสารลดน้ำระดับสูง
เทียบระหว่างผสมด้วยน้ำประปากับน้ำสลัดจ์จากศูนย์นิคมอุตสาหกรรมอิตาเลียน-ไทย

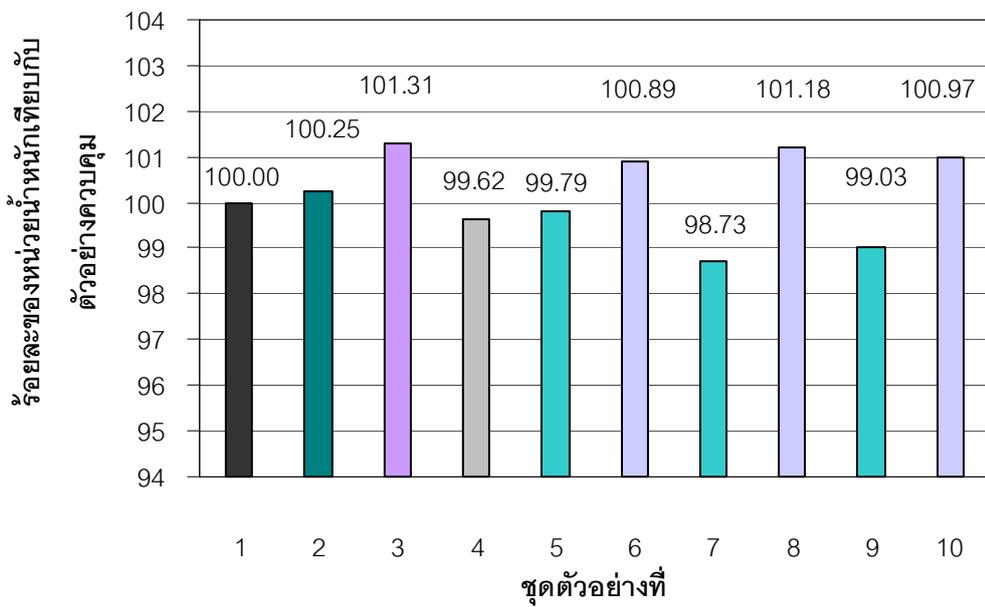
5.3.1.1.2 หน่วยน้ำหนักของคอนกรีต

ผลการทดสอบหน่วยน้ำหนักของคอนกรีตตามตารางที่ ค.5 แสดงได้ดังภาพที่ 5.38 ส่วนการเปรียบเทียบผลการทดสอบกับตัวอย่างควบคุมตามตารางที่ ค.7 แสดงได้ดังภาพที่ 5.39 จากผลการทดสอบตัวอย่างที่ผสมด้วยน้ำสลัดจ์มีค่าหน่วยน้ำหนักที่ต่ำกว่าตัวอย่างที่ผสมด้วยน้ำประปา เนื่องจากตัวอย่างที่ผสมด้วยน้ำสลัดจ์มีการเพิ่มปริมาณน้ำในส่วนผสมคอนกรีต อย่างไรก็ตามค่าที่ลดลงถือว่ามีค่าไม่สูงมากนัก ตัวอย่างคอนกรีตผสมเถ้าลอยผสมด้วยน้ำประปาและคอนกรีตผสมสารลดน้ำระดับสูงผสมด้วยน้ำประปาคือตัวอย่างที่ 2 และ 3 ตามลำดับมีค่าหน่วยน้ำหนักเทียบกับตัวอย่างควบคุมเท่ากับร้อยละ 100.25 และ 101.31 ตามลำดับ ตัวอย่างที่ 4 ที่เป็นคอนกรีตไม่ผสมสารผสมเพิ่มผสมด้วยน้ำสลัดจ์พบว่าค่าหน่วยน้ำหนักเทียบกับตัวอย่างควบคุมเท่ากับร้อยละ 99.62 ส่วนตัวอย่างชุดที่ 5 7 และ 9 เป็นตัวอย่างคอนกรีตผสมเถ้าลอยผสมด้วยน้ำสลัดจ์มีค่าหน่วยน้ำหนักอยู่ในช่วงร้อยละ 98.73 ถึง 99.79 ของตัวอย่างควบคุม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 99.18 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับร้อยละ 0.55 ส่วนตัวอย่างชุดที่ 5 7 และ 9 เป็นตัวอย่างคอนกรีตผสมสารลดน้ำระดับสูงผสมด้วยน้ำสลัดจ์มีค่าหน่วยน้ำหนักอยู่ในช่วงร้อยละ 100.89 ถึง 101.18 ของตัวอย่างควบคุม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 101.02 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับร้อยละ 0.15

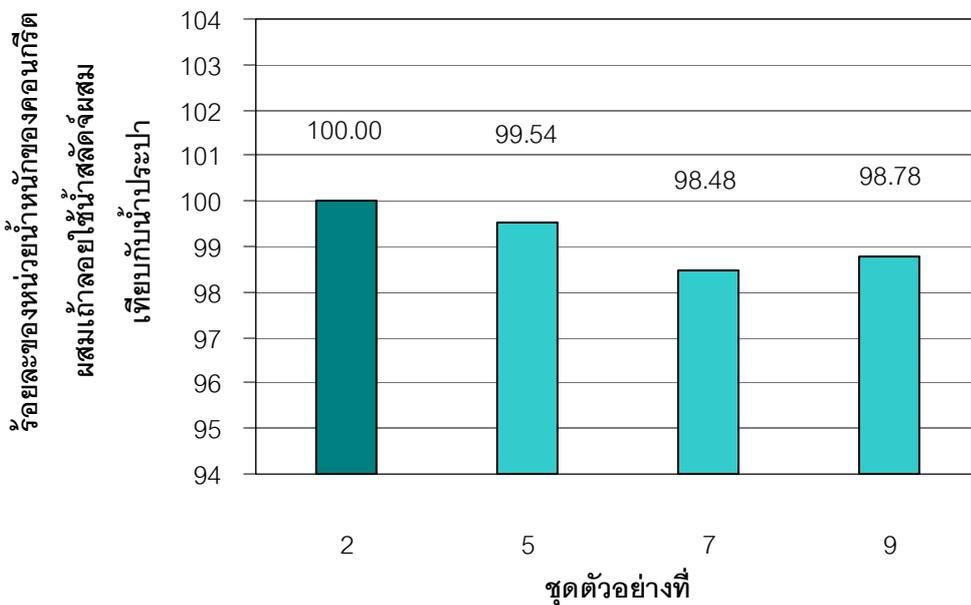
เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบเฉพาะส่วนคอนกรีตผสมเถ้าลอยตามตารางที่ ค.8 พบว่าตัวอย่างที่ 5 7 และ 9 ที่ผสมด้วยน้ำสลัดจ์มีค่าหน่วยน้ำหนักอยู่ในช่วงร้อยละ 98.48 ถึง 99.54 เมื่อเทียบกับตัวอย่างที่ 2 ที่ผสมด้วยน้ำประปา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 98.93 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับร้อยละ 0.54 การเปรียบเทียบแสดงได้ดังภาพที่ 5.40 ส่วนคอนกรีตผสมสารลดน้ำระดับสูงผลการเปรียบเทียบหน่วยน้ำหนักตามตารางที่ ค.9 พบว่าตัวอย่างที่ 6 8 และ 10 ที่ผสมด้วยน้ำสลัดจ์มีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 99.58 ถึง 99.87 เมื่อเทียบกับตัวอย่างที่ 3 ที่ผสมด้วยน้ำประปา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 99.71 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับร้อยละ 0.15 แสดงได้ดังภาพที่ 5.41



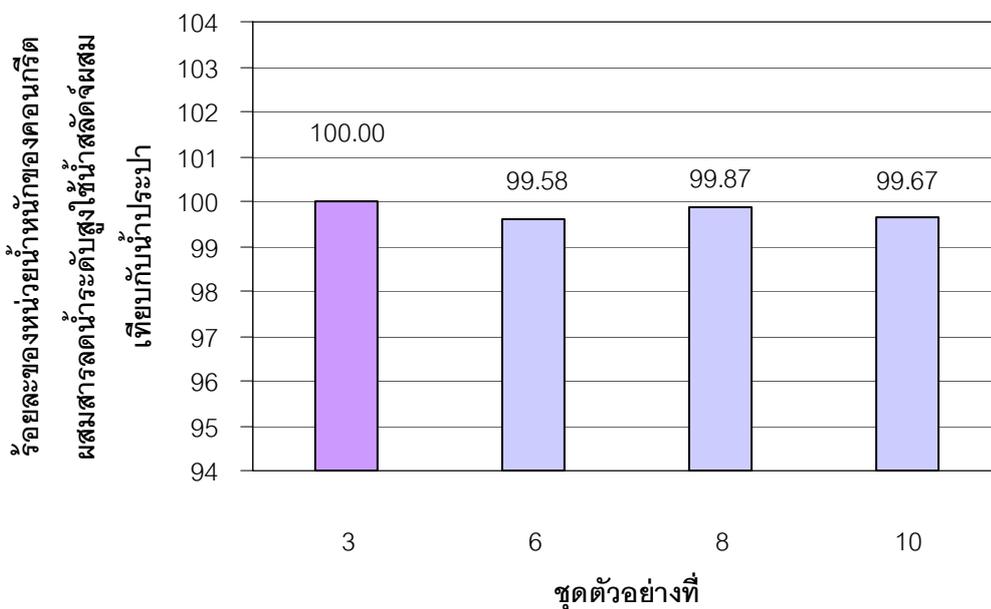
ภาพที่ 5.38 หน่วยน้ำหนักของคอนกรีตตัวอย่างทดสอบน้ำสลัดจ์
จากศูนย์นิคมอุตสาหกรรมอิตาเลียน-ไทย



ภาพที่ 5.39 ร้อยละของหน่วยน้ำหนักเทียบกับตัวอย่างควบคุม
ของตัวอย่างทดสอบน้ำสลัดจ์จากศูนย์นิคมอุตสาหกรรมอิตาเลียน-ไทย



ภาพที่ 5.40 ร้อยละของหน่วยน้ำหนักของคอนกรีตผสมเถ้าลอย เทียบระหว่างผสมด้วยน้ำประปากับน้ำสลัดจ์จากศูนย์นิคมอุตสาหกรรมอิตาเลียน-ไทย

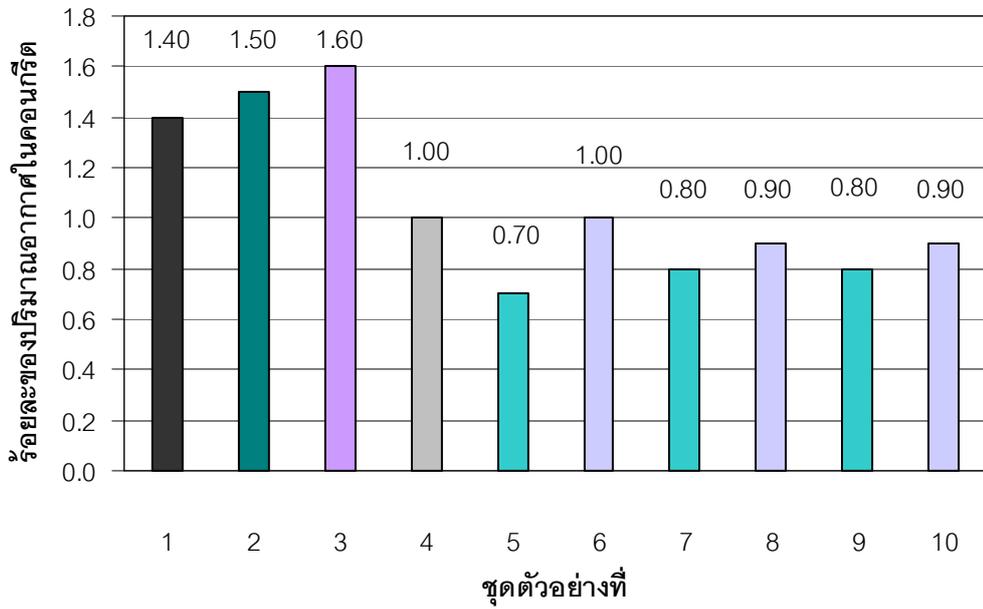


ภาพที่ 5.41 ร้อยละของหน่วยน้ำหนักของคอนกรีตผสมสารลดน้ำระดับสูง เทียบระหว่างผสมด้วยน้ำประปากับน้ำสลัดจ์จากศูนย์นิคมอุตสาหกรรมอิตาเลียน-ไทย

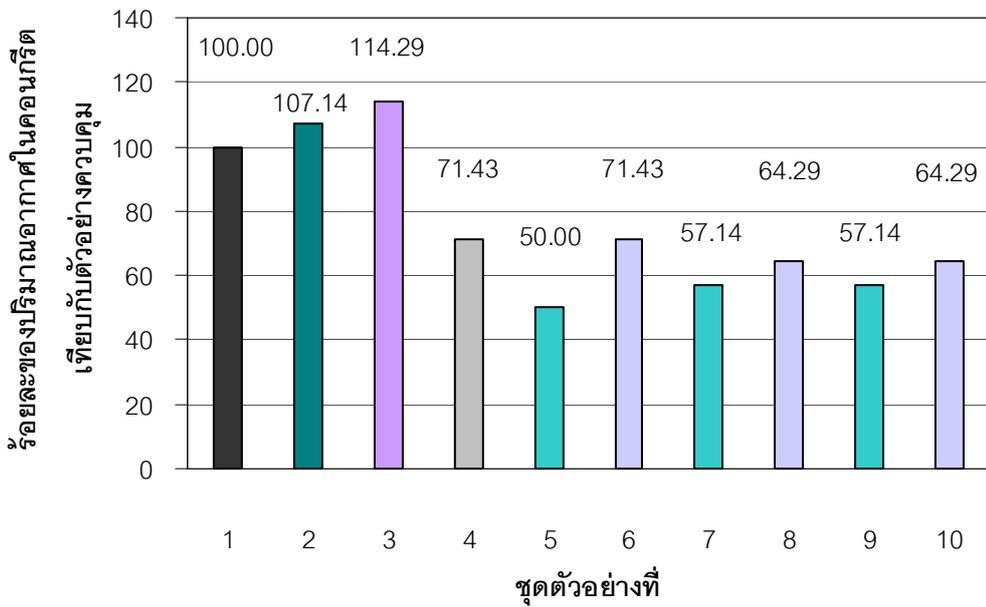
5.3.1.1.3 ปริมาณอากาศในคอนกรีต

ผลการทดสอบปริมาณอากาศในคอนกรีตตามตารางที่ ค.5 แสดงผลการทดสอบได้ดังภาพที่ 5.42 และการเปรียบเทียบผลการทดสอบกับตัวอย่างควบคุมตามตารางที่ ค.7 แสดงได้ดังภาพที่ 5.43 จากผลการทดสอบพบว่าตัวอย่างที่ 2 และ 3 ที่เป็นคอนกรีตผสมเถ้าลอยผสมด้วยน้ำประปาและคอนกรีตผสมสารลดน้ำระดับสูงผสมด้วยน้ำประปาตามลำดับมีค่าปริมาณอากาศเทียบกับตัวอย่างควบคุมเท่ากับร้อยละ 107.14 และ 114.29 ส่วนตัวอย่างที่ 4 ที่เป็นคอนกรีตไม่ผสมสารผสมเพิ่มผสมด้วยน้ำสลัดจ์พบว่ามีค่าปริมาณอากาศเทียบกับตัวอย่างควบคุมเท่ากับร้อยละ 71.43 สำหรับตัวอย่างคอนกรีตผสมเถ้าลอยและผสมด้วยน้ำสลัดจ์คือตัวอย่างชุดที่ 5 7 และ 9 มีค่าปริมาณอากาศอยู่ในช่วงร้อยละ 50.00 ถึง 57.14 ของตัวอย่างควบคุม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 54.76 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับร้อยละ 4.12 และตัวอย่างชุดที่ 6 8 และ 10 ที่เป็นตัวอย่างคอนกรีตผสมสารลดน้ำระดับสูงและผสมด้วยน้ำสลัดจ์มีค่าปริมาณอากาศอยู่ในช่วงร้อยละ 64.29 ถึง 71.43 ของตัวอย่างควบคุม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 66.67 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับร้อยละ 4.12

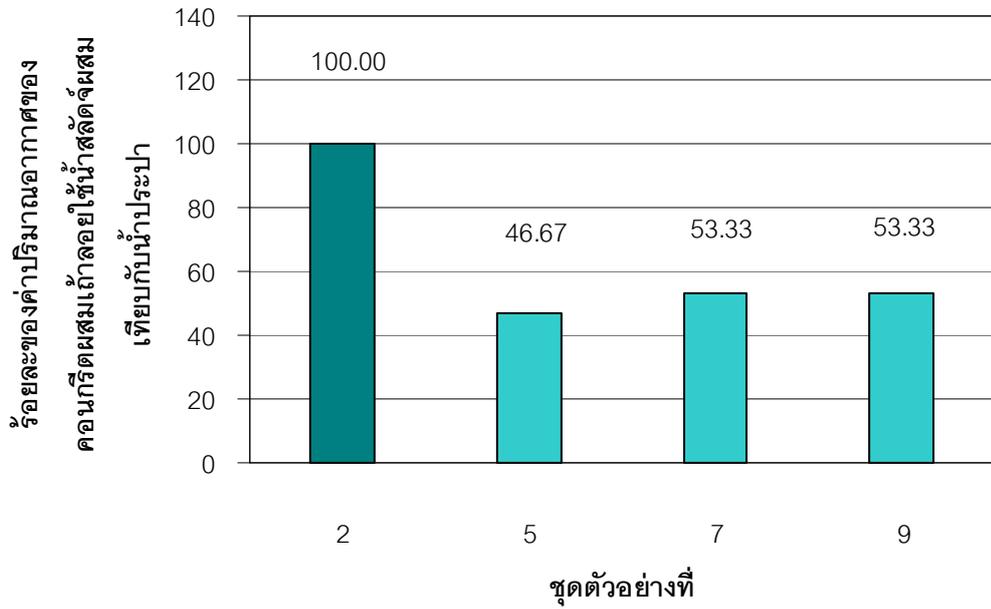
เมื่อเปรียบเทียบเฉพาะส่วนของคอนกรีตผสมเถ้าลอยตามตารางที่ ค.8 พบว่าตัวอย่างที่ 5 7 และ 9 ที่ผสมด้วยน้ำสลัดจ์มีค่าปริมาณอากาศน้อยกว่า โดยอยู่ในช่วงร้อยละ 46.67 ถึง 53.33 เมื่อเทียบกับตัวอย่างที่ 2 ที่ผสมด้วยน้ำประปา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 51.11 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับร้อยละ 3.85 แสดงผลการเปรียบเทียบดังภาพที่ 5.44 ส่วนคอนกรีตผสมสารลดน้ำระดับสูงตามตารางที่ ค.9 พบว่าตัวอย่างที่ 6 8 และ 10 ที่ผสมด้วยน้ำสลัดจ์มีค่าปริมาณอากาศน้อยกว่า โดยอยู่ในช่วงร้อยละ 56.25 ถึง 62.30 เมื่อเทียบกับตัวอย่างที่ 3 ที่ผสมด้วยน้ำประปา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 58.33 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับร้อยละ 3.61 แสดงผลได้ดังภาพที่ 5.45



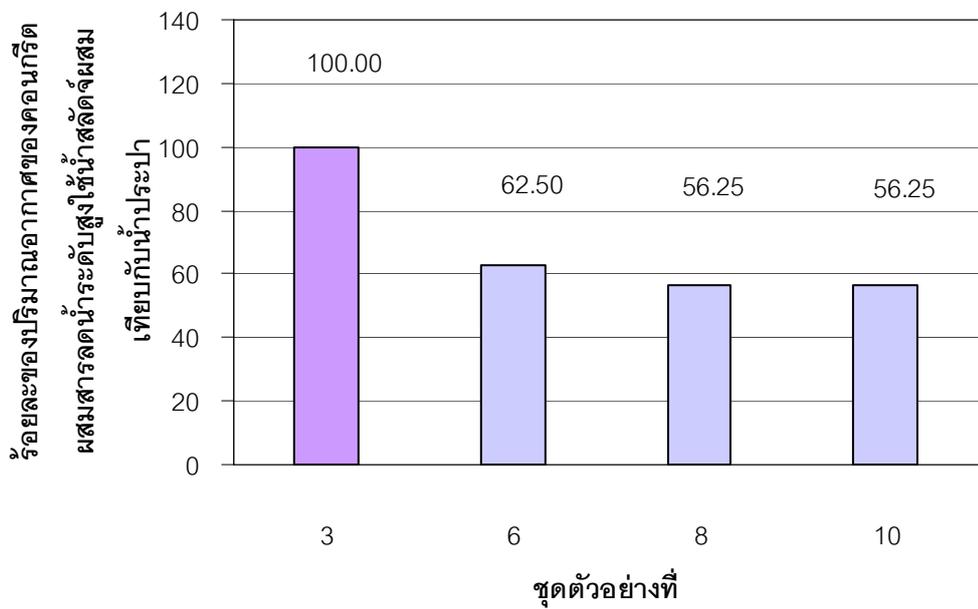
ภาพที่ 5.42 ร้อยละของปริมาณอากาศในคอนกรีตตัวอย่างทดสอบน้ำสลัดจ์ จากศูนย์นิคมอุตสาหกรรมอิตาเลียน-ไทย



ภาพที่ 5.43 ร้อยละของปริมาณอากาศเทียบกับตัวอย่างควบคุม ของตัวอย่างทดสอบน้ำสลัดจ์จากศูนย์นิคมอุตสาหกรรมอิตาเลียน-ไทย



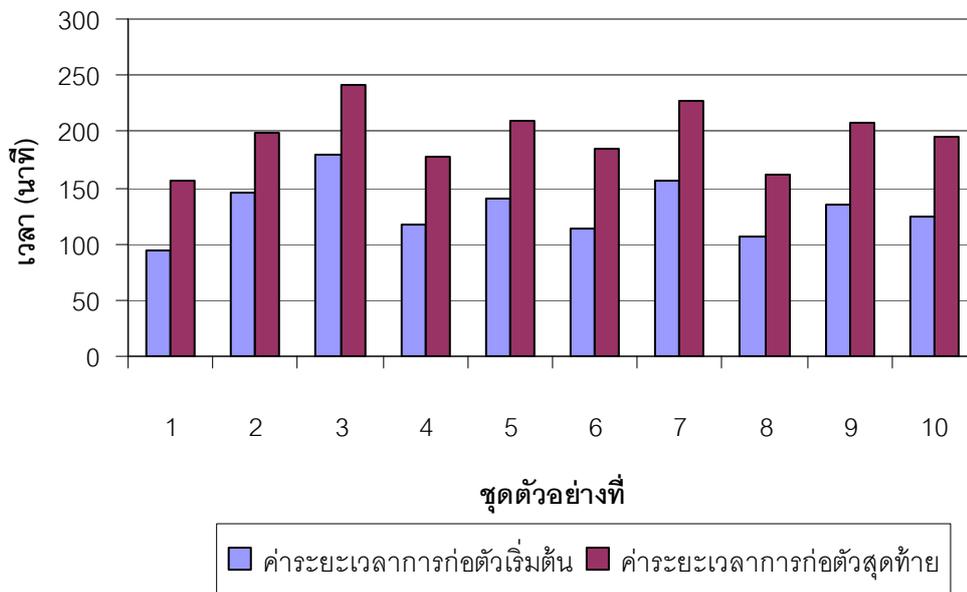
ภาพที่ 5.44 ร้อยละของปริมาณอากาศของคอนกรีตผสมเถ้าลอย เทียบระหว่างผสมด้วยน้ำประปากับน้ำสลัดจ์จากศูนย์นิคมอุตสาหกรรมอิตาเลียน-ไทย



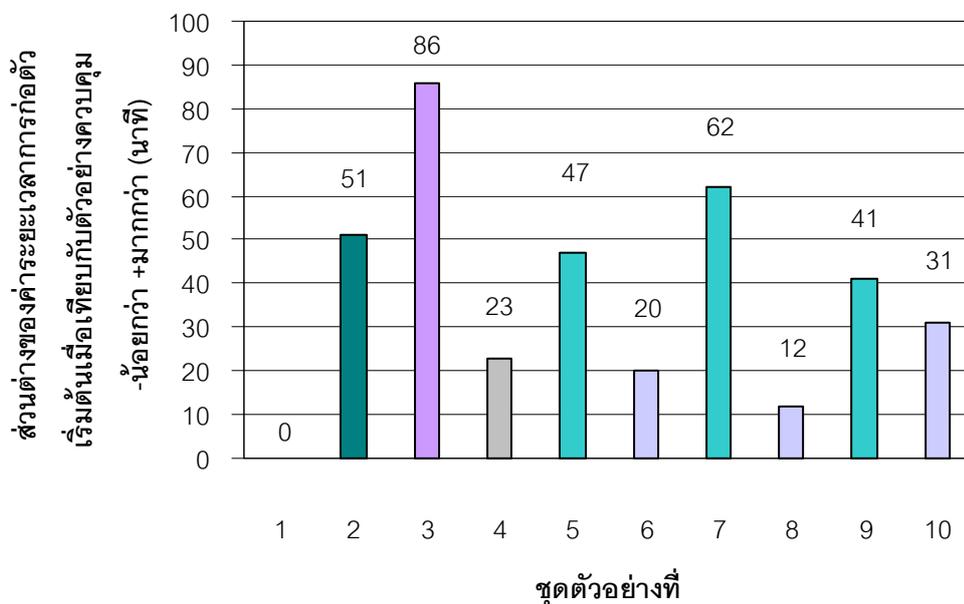
ภาพที่ 5.45 ร้อยละของปริมาณอากาศของคอนกรีตผสมสารลดน้ำระดับสูง เทียบระหว่างผสมด้วยน้ำประปากับน้ำสลัดจ์จากศูนย์นิคมอุตสาหกรรมอิตาเลียน-ไทย

5.3.1.1.4 ระยะเวลาการก่อตัวของคอนกรีต

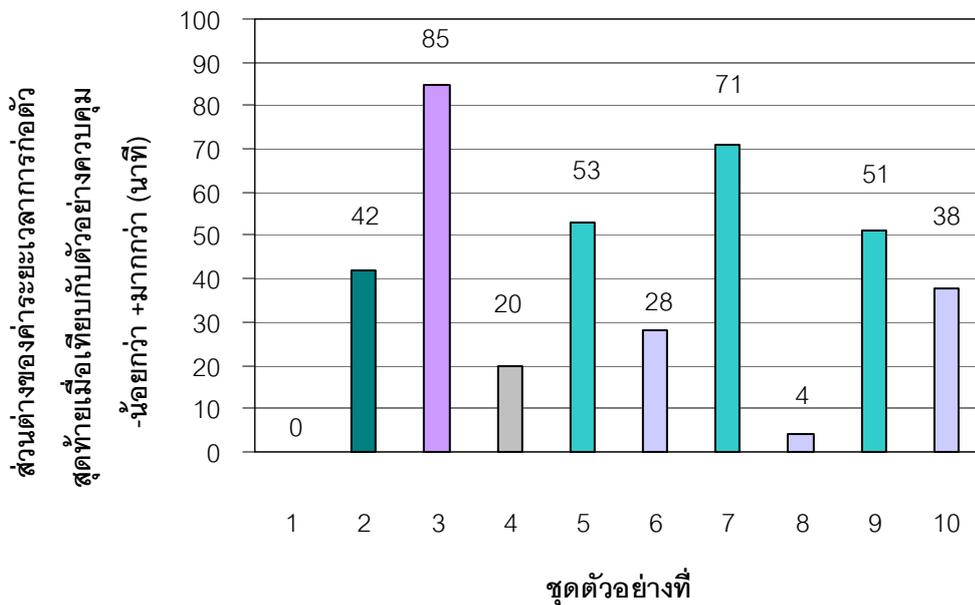
จากผลการทดสอบค่าระยะเวลาการก่อตัวของคอนกรีตตามตารางที่ ค.5 แสดงได้ดังภาพที่ 5.46 ถึง 5.48 ตามลำดับ โดยภาพที่ 5.46 แสดงรายละเอียดของค่าระยะเวลาการก่อตัวของคอนกรีตทั้ง 10 ชุดตัวอย่าง ภาพที่ 5.47 จะแสดงค่าระยะเวลาการก่อตัวเริ่มต้นของแต่ละตัวอย่างเมื่อเทียบกับตัวอย่างควบคุมและภาพที่ 5.48 จะแสดงค่าระยะเวลาการก่อตัวสุดท้ายของแต่ละตัวอย่างเมื่อเทียบกับตัวอย่างควบคุม จากข้อมูลการทดสอบพบว่าที่ค่าการยุบตัวที่ใกล้เคียงกัน ค่าระยะเวลาการก่อตัวของคอนกรีตไม่ผสมสารผสมเพิ่ม ทั้งที่ผสมด้วยน้ำประปาและน้ำสลัดจ์มีค่าต่างกันเล็กน้อย โดยตัวอย่างผสมด้วยน้ำสลัดจ์มีค่าระยะเวลาการก่อตัวเริ่มต้นและสุดท้ายมากกว่าเท่ากับ 23 และ 20 นาทีตามลำดับ ค่าระยะเวลาการก่อตัวของตัวอย่างคอนกรีตผสมเถ้าลอยผสมด้วยน้ำประปามีค่าระยะเวลาการก่อตัวเริ่มต้นและสุดท้ายมากกว่าตัวอย่างควบคุมเท่ากับ 51 และ 42 นาทีตามลำดับ ส่วนค่าระยะเวลาการก่อตัวเริ่มต้นและสุดท้ายของตัวอย่างคอนกรีตผสมสารลดน้ำระดับสูงผสมด้วยน้ำประปามีค่ามากกว่าตัวอย่างควบคุมเท่ากับ 86 และ 85 นาทีตามลำดับ โดยค่าที่ทดสอบได้อยู่ในเกณฑ์ตามมาตรฐาน ASTM C494 ชนิด F ที่กำหนดค่าระยะเวลาการก่อตัวเทียบกับตัวอย่างควบคุมมากกว่าไม่เกิน 90 นาที สำหรับตัวอย่างคอนกรีตผสมเถ้าลอยผสมด้วยน้ำสลัดจ์คือตัวอย่างชุดที่ 5 7 และ 9 มีค่าระยะเวลาการก่อตัวเริ่มต้นมากกว่าตัวอย่างควบคุมอยู่ในช่วง 41 ถึง 62 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 50 นาที และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 11 นาทีและค่าระยะเวลาการก่อตัวสุดท้ายมากกว่าตัวอย่างควบคุมอยู่ในช่วง 51 ถึง 71 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 58 นาที และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 11 นาที ส่วนตัวอย่างชุดที่ 6 8 และ 10 ที่เป็นตัวอย่างคอนกรีตผสมสารลดน้ำระดับสูงผสมด้วยน้ำสลัดจ์มีค่าระยะเวลาการก่อตัวเริ่มต้นมากกว่าตัวอย่างควบคุมอยู่ในช่วง 12 ถึง 31 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21 นาที และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 10 นาทีและค่าระยะเวลาการก่อตัวสุดท้ายมากกว่าตัวอย่างควบคุมอยู่ในช่วง 4 ถึง 38 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 23 นาที และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 17 นาที ซึ่งเมื่อผลการทดสอบของทั้ง 3 ชุดเปรียบเทียบกับเกณฑ์ตามมาตรฐาน ASTM C494 ชนิด F พบว่าผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้



ภาพที่ 5.46 ค่าระยะเวลาการก่อตัวของคอนกรีตตัวอย่างทดสอบน้ำสลัดจ์ จากศูนย์นิคมอุตสาหกรรมอิตาเลียน-ไทย

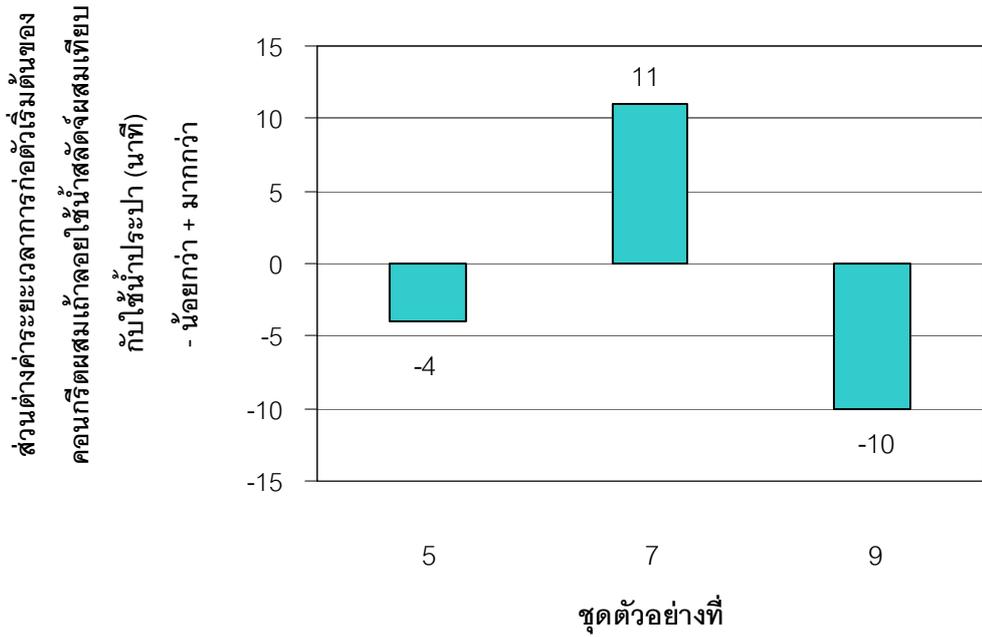


ภาพที่ 5.47 ส่วนต่างของค่าระยะเวลาการก่อตัวเริ่มต้นเทียบกับตัวอย่างควบคุม ของตัวอย่างทดสอบน้ำสลัดจ์จากศูนย์นิคมอุตสาหกรรมอิตาเลียน-ไทย

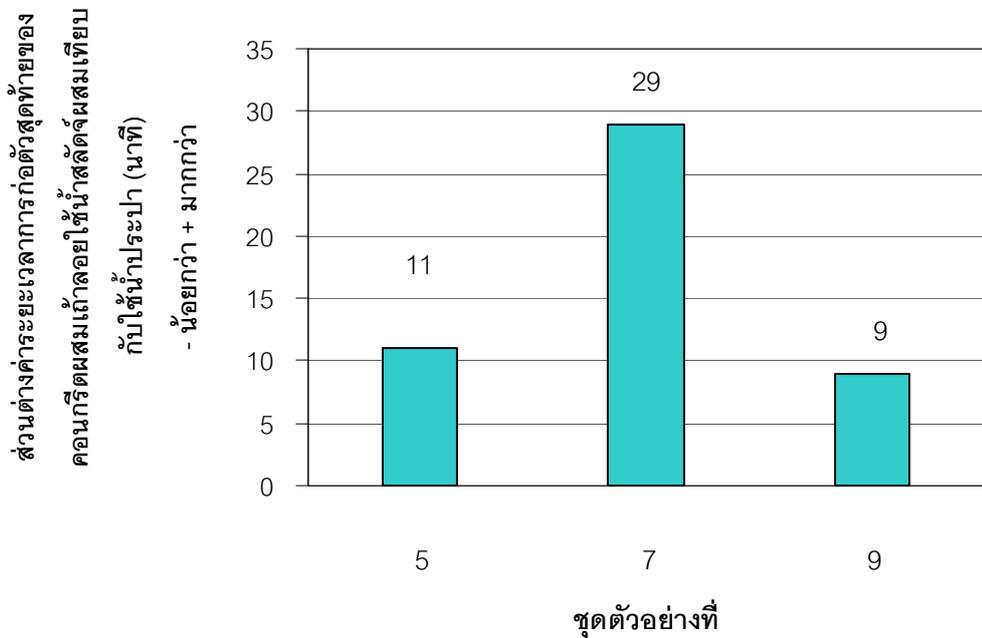


ภาพที่ 5.48 ส่วนต่างของค่าระยะเวลาการก่อตัวสุดท้ายเทียบกับตัวอย่างควบคุมของตัวอย่างทดสอบน้ำสลัดจ์จากศูนย์นิคมอุตสาหกรรมอิตาเลียน-ไทย

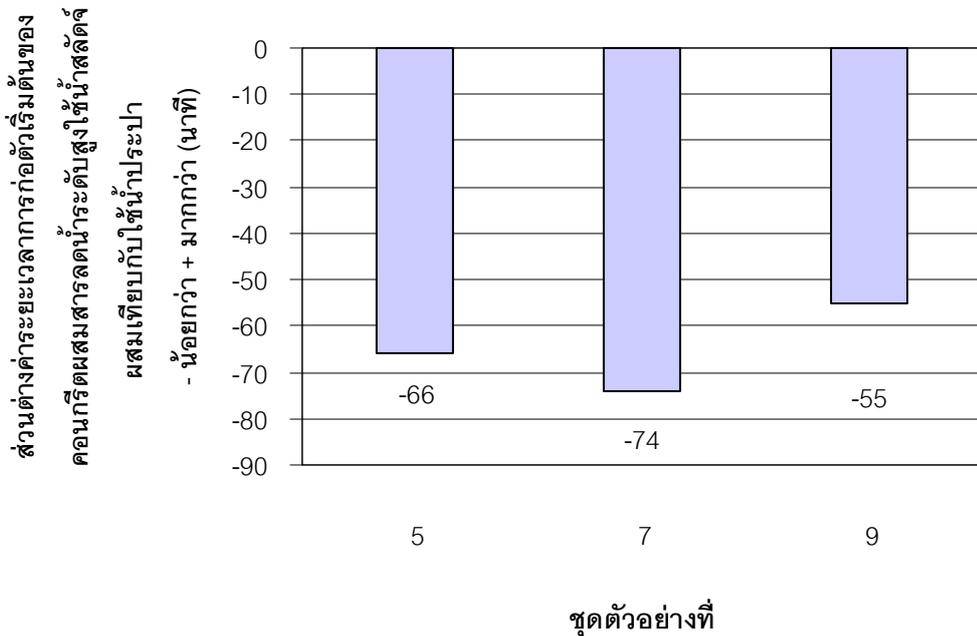
เมื่อเปรียบเทียบเฉพาะส่วนของคอนกรีตผสมเถ้าลอยตามตารางที่ ค.8 พบว่าเมื่อเทียบกับตัวอย่างที่ 2 ที่ผสมด้วยน้ำประปา ตัวอย่างที่ 5 7 และ 9 ที่ผสมด้วยน้ำสลัดจ์มีค่าระยะเวลาการก่อตัวเริ่มต้นอยู่ในช่วงน้อยกว่า 10 นาทีถึงมากกว่า 11 นาที มีค่าเฉลี่ยเท่ากับน้อยกว่า 1 นาทีและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 11 นาทีและค่าระยะเวลาการก่อตัวสุดท้ายมากกว่าอยู่ในช่วง 9 ถึง 29 นาที มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16 นาทีและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 11 นาที การเปรียบเทียบแสดงได้ดังภาพที่ 5.49 และ 5.50 สำหรับคอนกรีตผสมสารลดน้ำระดับสูงแสดงผลการเปรียบเทียบตามตารางที่ ค.9พบว่าเมื่อเทียบกับตัวอย่างที่ 3 ที่ผสมด้วยน้ำประปาพบว่าตัวอย่างที่ 6 8 และ 10 ที่ผสมด้วยน้ำสลัดจ์มีค่าระยะเวลาการก่อตัวเริ่มต้นน้อยกว่าอยู่ในช่วง 55 ถึง 74 นาที มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 65 นาทีและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 10 นาที และค่าระยะเวลาการก่อตัวสุดท้ายน้อยกว่าอยู่ในช่วง 47 ถึง 81 นาที มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 62 นาทีและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 17 นาที ผลการเปรียบเทียบแสดงดังภาพที่ 5.51 และ 5.52



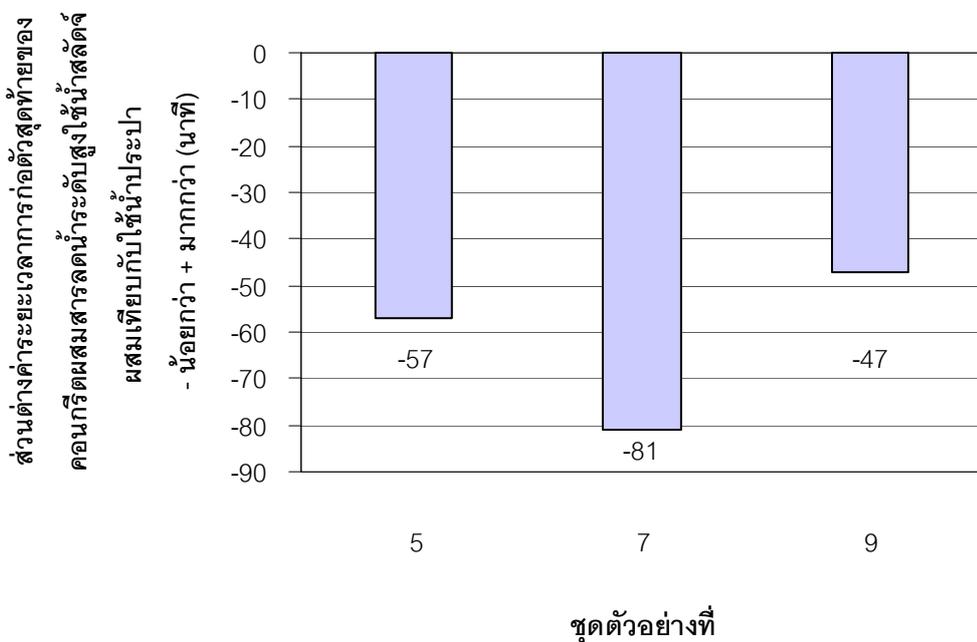
ภาพที่ 5.49 ส่วนต่างของค่าระยะเวลาการก่อตัวเริ่มต้นของคอนกรีตผสมเถ้าลอย
เทียบระหว่างผสมด้วยน้ำประปากับน้ำสลัดจ์จากศูนย์นิคมอุตสาหกรรมอิตาเลียน-ไทย



ภาพที่ 5.50 ส่วนต่างของค่าระยะเวลาการก่อตัวสุดท้ายของคอนกรีตผสมเถ้าลอย
เทียบระหว่างผสมด้วยน้ำประปากับน้ำสลัดจ์จากศูนย์นิคมอุตสาหกรรมอิตาเลียน-ไทย



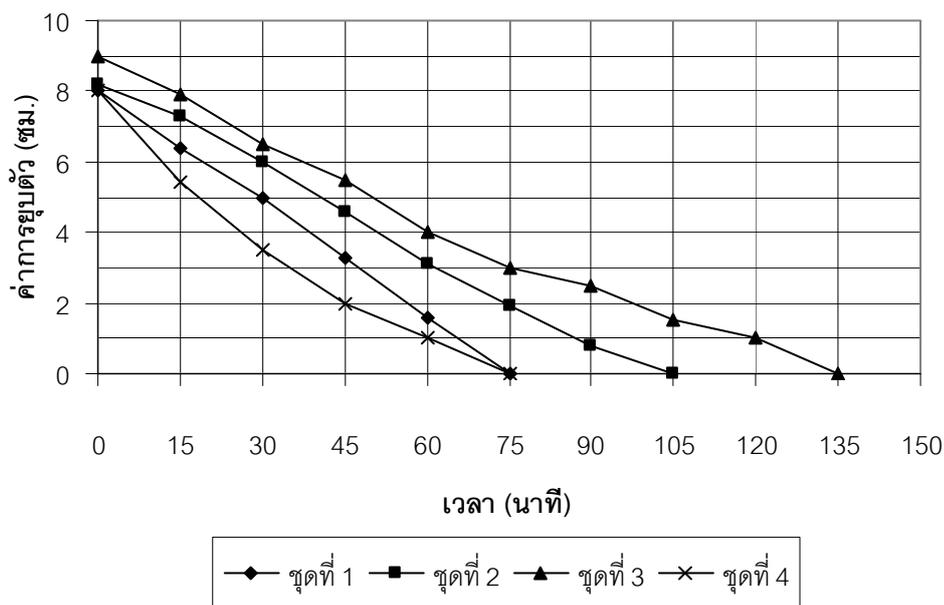
ภาพที่ 5.51 ส่วนต่างของค่าระยะเวลาการก่อตัวเริ่มต้นของคอนกรีตผสมสารลดน้ำระดับสูง เทียบระหว่างผสมด้วยน้ำประปากับน้ำสลัดจ์จากศูนย์นิคมอุตสาหกรรมอิตาเลียน-ไทย



ภาพที่ 5.52 ส่วนต่างของค่าระยะเวลาการก่อตัวสุดท้ายของคอนกรีตผสมสารลดน้ำระดับสูง เทียบระหว่างผสมด้วยน้ำประปากับน้ำสลัดจ์จากศูนย์นิคมอุตสาหกรรมอิตาเลียน-ไทย

5.3.1.1.5 การสูญเสียค่าการยุบตัวของคอนกรีต

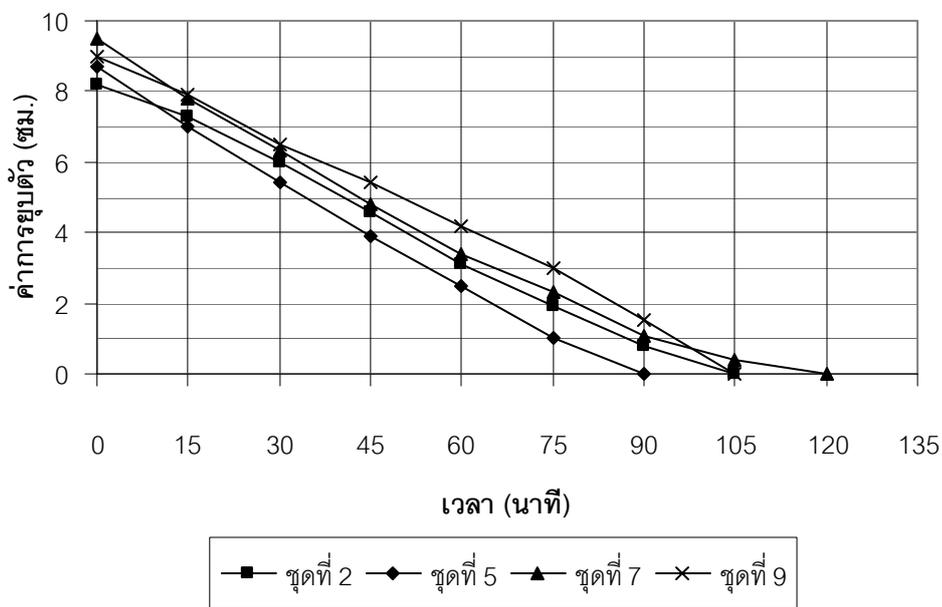
ผลการทดสอบการสูญเสียค่าการยุบตัวของคอนกรีตแสดงดังตารางที่ ค.6 ในส่วนผลการทดสอบการสูญเสียค่าการยุบตัวของตัวอย่างที่ 1 เป็นตัวอย่างควบคุมไม่ผสมสารผสมเพิ่มผสมด้วยน้ำประปา ส่วนตัวอย่างที่ 2 และ 3 เป็นคอนกรีตผสมเถ้าลอยผสมด้วยน้ำประปาและคอนกรีตผสมสารลดน้ำระดับสูงผสมด้วยน้ำประปาตามลำดับและตัวอย่างที่ 4 เป็นคอนกรีตไม่ผสมสารผสมเพิ่มผสมด้วยน้ำสลัดจ์ แสดงได้ดังภาพที่ 5.53 จากภาพที่แสดงพบว่าตัวอย่างที่ 4 มีการสูญเสียค่าการยุบตัวที่มากกว่าตัวอย่างอื่น ซึ่งเกิดได้จากความชื้นของเส้นกราฟค่าการยุบตัวที่ตกลงอย่างรวดเร็วกว่าตัวอย่างอื่นที่เวลาที่เท่ากัน การสูญเสียการยุบตัวของคอนกรีตผสมเถ้าลอยและคอนกรีตผสมสารลดน้ำระดับสูงเกิดขึ้นนานกว่าตัวอย่างควบคุม โดยคอนกรีตผสมสารลดน้ำระดับสูงมีการสูญเสียค่าการยุบตัวของคอนกรีตนานที่สุด



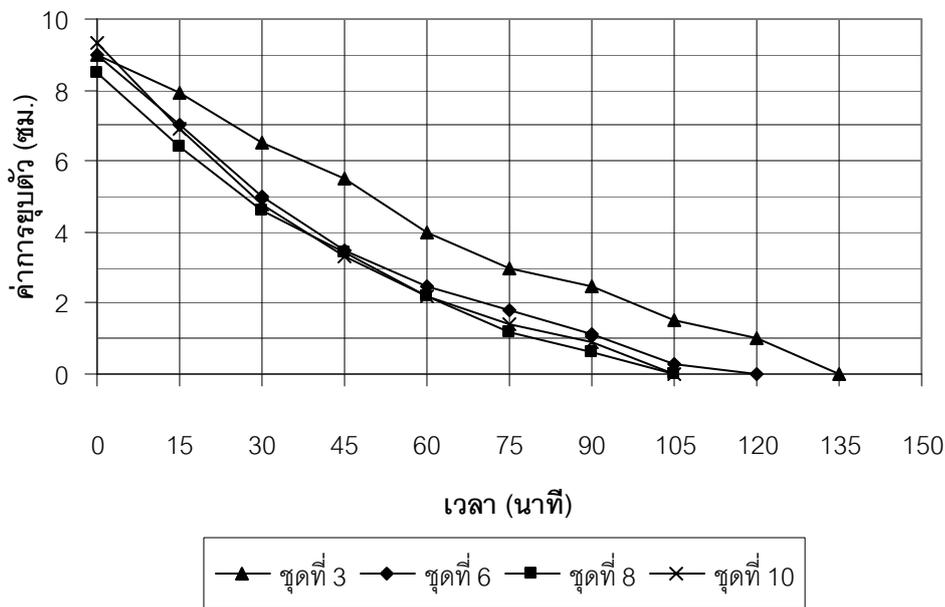
ภาพที่ 5.53 การสูญเสียค่าการยุบตัวของคอนกรีตตัวอย่างชุดที่ 1 ถึง 4 ของตัวอย่างทดสอบน้ำสลัดจ์จากศูนย์นิคมอุตสาหกรรมอิตาเลียน-ไทย

พิจารณาในส่วนคอนกรีตผสมเถ้าลอยดังภาพที่ 5.54 เมื่อเทียบคอนกรีตชุดตัวอย่างที่ 2 ที่ผสมด้วยน้ำประปากับคอนกรีตผสมด้วยน้ำสลัดจ์คือชุดตัวอย่างที่ 5 7 และ 9 พบว่าการ

สูญเสียค่าการยุบตัวของคอนกรีตที่ผสมด้วยน้ำทั้งสองชนิดมีลักษณะความชันของเส้นกราฟใกล้เคียงกัน โดยค่าเวลาที่ค่าการยุบตัวเท่ากับศูนย์ของคอนกรีตผสมด้วยน้ำสลัดจ์จากแตกต่างกันจากตัวอย่างที่ผสมด้วยน้ำประปาอยู่ในช่วงน้อยกว่า 15 นาทีและมากกว่า 15 นาที ส่วนการเปรียบเทียบในส่วนของคอนกรีตผสมสารลดน้ำระดับสูงแสดงได้ดังภาพที่ 5.54 พบว่าตัวอย่างผสมด้วยน้ำสลัดจ์มีการสูญเสียค่าการยุบตัวที่เร็วกว่าตัวอย่างผสมด้วยน้ำประปา โดยการสูญเสียค่าการยุบตัวจะเป็นไปอย่างรวดเร็วในช่วงแรกและในช่วงสุดท้ายที่ค่าการยุบตัวมีค่าเท่ากับศูนย์จะใช้เวลาน้อยกว่าชุดตัวอย่างที่ 3 ที่ผสมด้วยน้ำประปาอยู่ในช่วง 15 ถึง 30 นาที



ภาพที่ 5.54 การสูญเสียค่าการยุบตัวของคอนกรีตผสมแก้าลอยของตัวอย่างทดสอบน้ำสลัดจ์จากศูนย์นิคมอุตสาหกรรมอิตาเลียน-ไทย



ภาพที่ 5.55 การสูญเสียค่าการยุบตัวของคอนกรีตผสมสารลดน้ำระดับสูงของตัวอย่างทดสอบน้ำสลัดจ์จากศูนย์นิคมอุตสาหกรรมอิตาเลียน-ไทย

5.3.1.2 ผลการทดสอบคุณสมบัติทางกลของคอนกรีต

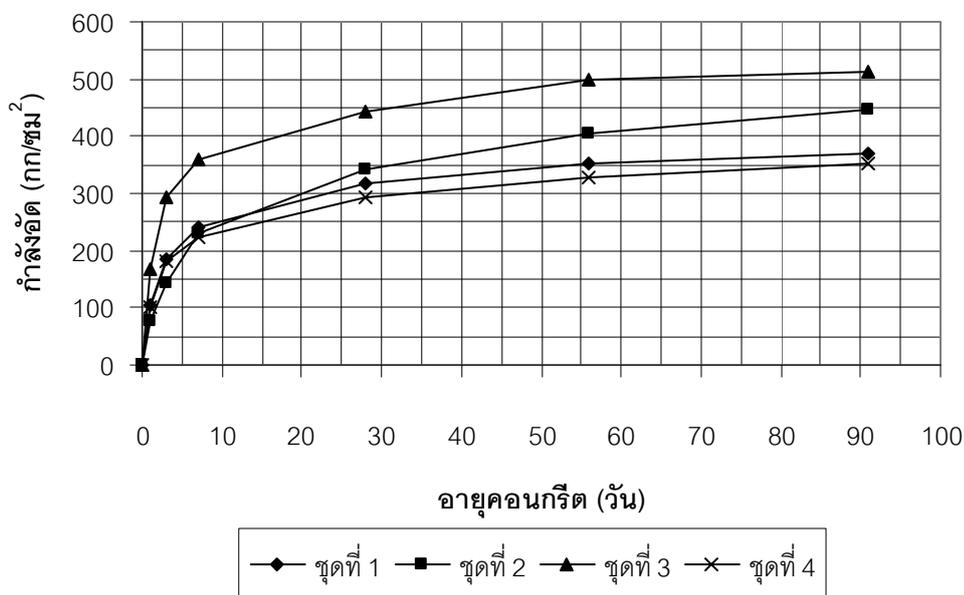
การทดสอบคุณสมบัติทางกลของคอนกรีตเป็นการทดสอบคอนกรีตช่วงหลังการแข็งประกอบไปด้วย การทดสอบกำลังอัด กำลังดัดและโมดูลัสยืดหยุ่น รายละเอียดผลการทดสอบและการเปรียบเทียบแสดงไว้ในภาคผนวก ค. ตารางที่ ค.10 ถึง ค.33 แบ่งเป็นหัวข้อดังนี้

5.3.1.2.1 กำลังอัดของคอนกรีต

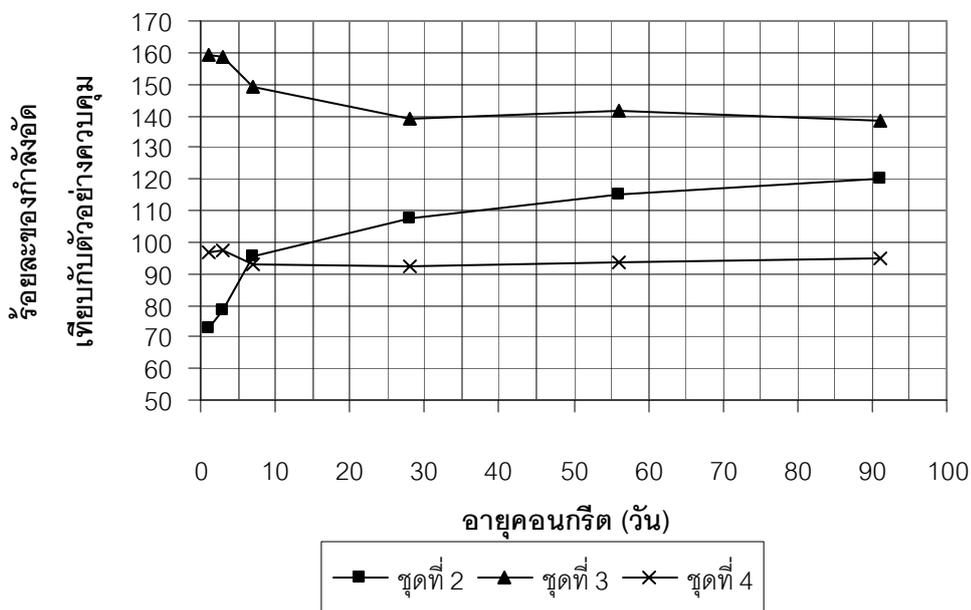
รายละเอียดผลการทดสอบค่ากำลังอัดของตัวอย่างทั้ง 10 ชุดแสดงได้ดังตารางที่ ค.10 ถึง ค.19 การเปรียบเทียบผลการทดสอบกับตัวอย่างควบคุมแสดงได้ดังตารางที่ ค.20 การเปรียบเทียบผลการทดสอบของคอนกรีตผสมเถ้าลอยผสมระหว่างตัวอย่างผสมด้วยน้ำสลัดจ์เทียบกับตัวอย่างผสมด้วยน้ำประปาแสดงดังตาราง ค.21 และการเปรียบเทียบผลการทดสอบของคอนกรีตผสมสารลดน้ำระดับสูงระหว่างตัวอย่างผสมด้วยน้ำสลัดจ์เทียบกับตัวอย่างผสมด้วย

น้ำประปาแสดงดังตารางที่ ค.22 ซึ่งการรายงานผลและการเปรียบเทียบผลการทดสอบมีรายละเอียดดังนี้

ผลการทดสอบกำลังอัดของตัวอย่างที่ 1 ถึง 4 แสดงได้ดังภาพที่ 5.56 และการเปรียบเทียบผลการทดสอบของตัวอย่างที่ 2 ถึง 4 กับตัวอย่างที่ 1 ที่เป็นตัวอย่างควบคุมแสดงดังภาพที่ 5.57 จากภาพทั้งสองพบว่าที่อายุ 91 วันตัวอย่างคอนกรีตที่ผสมสารผสมเพิ่มมีค่ากำลังอัดสูงกว่าตัวอย่างควบคุม โดยตัวอย่างผสมสารลดน้ำระดับสูงมีค่ากำลังอัดสูงที่สุด ส่วนตัวอย่างที่ 4 ที่ผสมด้วยน้ำสลัดจ์ไม่ผสมสารผสมเพิ่มมีค่ากำลังอัดเท่ากับร้อยละ 94.64 เมื่อเทียบกับตัวอย่างควบคุม เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบค่ากำลังอัดกับตัวอย่างควบคุมในทุกๆอายุการทดสอบพบว่าตัวอย่างที่ 2 คือคอนกรีตผสมเถ้าลอยผสมด้วยน้ำประปามีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 98.10 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับร้อยละ 19.55 ตัวอย่างที่ 3 คือคอนกรีตผสมสารลดน้ำระดับสูงผสมด้วยน้ำประปามีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 147.74 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับร้อยละ 9.66 และตัวอย่างที่ 4 คือคอนกรีตไม่ผสมสารผสมเพิ่มผสมด้วยน้ำสลัดจ์มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 94.50 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับร้อยละ 2.09



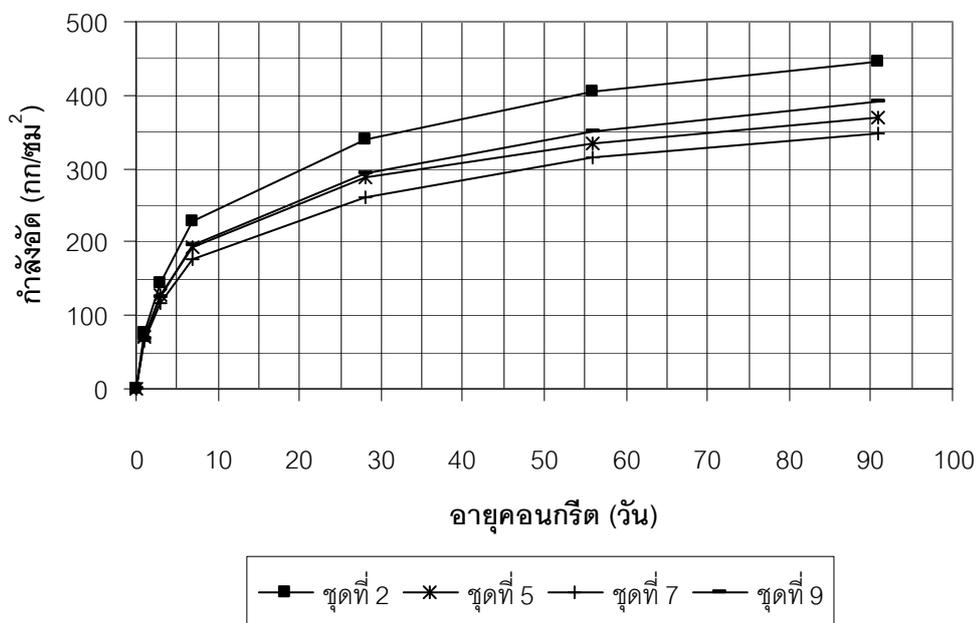
ภาพที่ 5.56 กำลังอัดของคอนกรีตตัวอย่างชุดที่ 1 ถึง 4 ของตัวอย่างทดสอบน้ำสลัดจ์จากศูนย์นิคมอุตสาหกรรมอิตาเลียน-ไทย



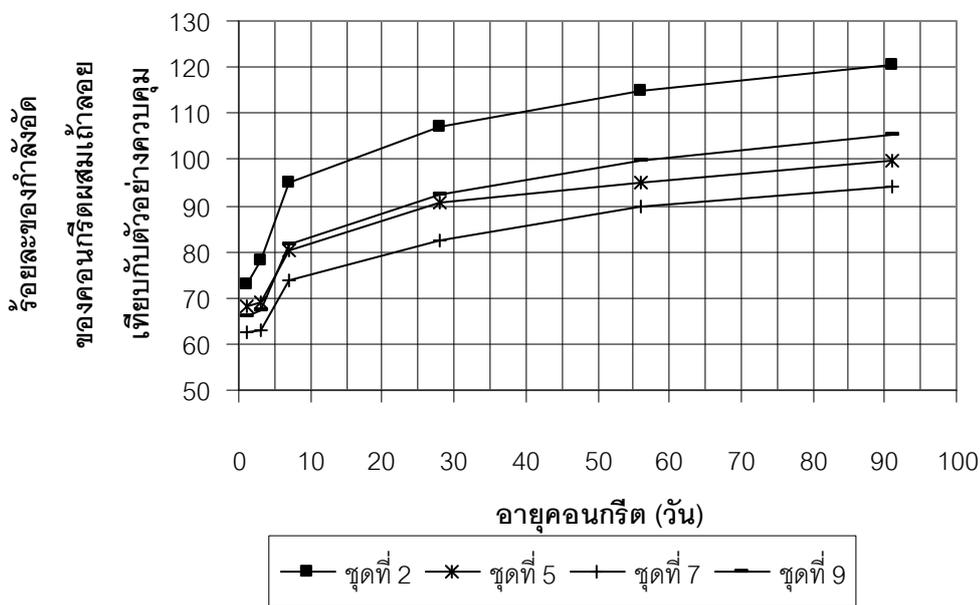
ภาพที่ 5.57 ร้อยละของกำลังอัดเทียบกับตัวอย่างควบคุม
ของคอนกรีตตัวอย่างชุดที่ 2 ถึง 4

ส่วนคอนกรีตผสมเถ้าลอยแสดงผลการทดสอบค่ากำลังอัดได้ดังภาพที่ 5.58 และการเปรียบเทียบผลการทดสอบกับตัวอย่างควบคุมแสดงดังภาพที่ 5.59 ส่วนการเปรียบเทียบผลการทดสอบตัวอย่างที่ 5 7 และ 9 ที่ผสมด้วยน้ำสลัดจ์กับตัวอย่างที่ 2 ที่ผสมด้วยน้ำประปาของคอนกรีตผสมเถ้าลอยแสดงดังภาพที่ 5.60 ซึ่งจากผลการทดสอบพบว่าคอนกรีตผสมเถ้าลอยจะมีค่ากำลังอัดต่ำกว่าตัวอย่างควบคุมในระยะแรกและมีการพัฒนากำลังเพิ่มขึ้นเมื่ออายุตัวอย่างมากขึ้น โดยค่ากำลังอัดที่อายุ 91 วันของคอนกรีตผสมเถ้าลอยผสมด้วยน้ำประปามีค่ากำลังอัดเท่าร้อยละ 120.34 เมื่อเทียบกับตัวอย่างควบคุม ส่วนตัวอย่างที่ผสมด้วยน้ำสลัดจ์มีค่ากำลังอัดอยู่ในช่วงร้อยละ 93.92 ถึง 105.38 ของตัวอย่างควบคุม ค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 99.61 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับร้อยละ 5.73 เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุมตลอดทุกช่วงอายุการทดสอบพบว่าตัวอย่างคอนกรีตผสมเถ้าลอยผสมด้วยน้ำสลัดจ์มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 82.31 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับร้อยละ 14.07 ส่วนการเปรียบเทียบผลการทดสอบเมื่อผสมด้วยน้ำสลัดจ์เทียบกับผสมด้วยน้ำประปาของคอนกรีตผสมเถ้าลอยพบว่าตัวอย่างที่ผสมด้วยน้ำสลัดจ์มีค่ากำลังอัดต่ำกว่า โดยเมื่อเปรียบเทียบตลอดทุกช่วงอายุการทดสอบพบว่ามีความเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 84.30 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับร้อยละ 4.68

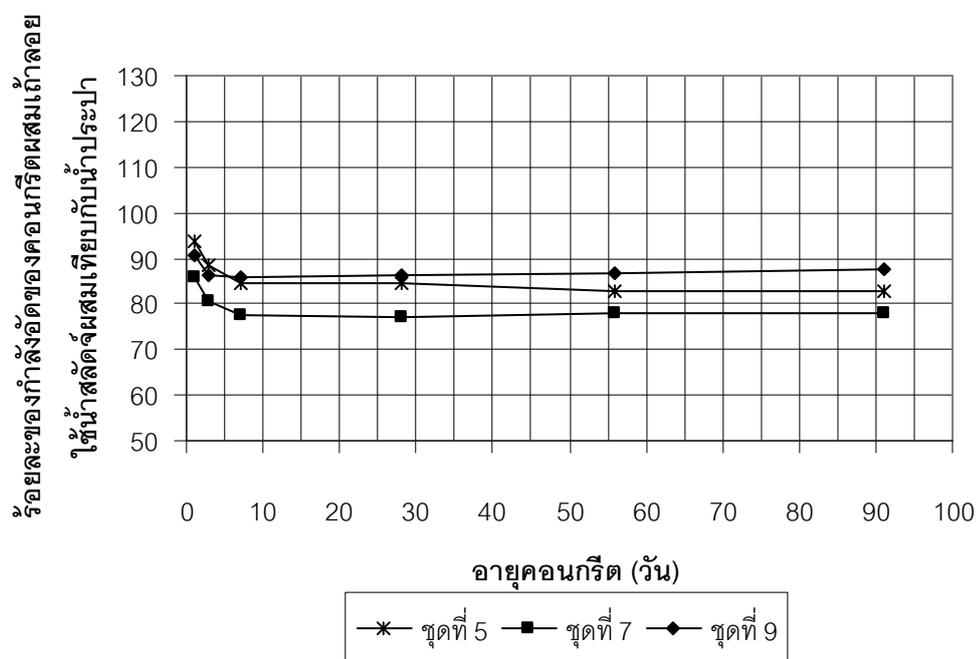
สำหรับผลการทดสอบค่ากำลังอัดของคอนกรีตผสมสารลดน้ำระดับสูงแสดงดังภาพที่ 5.61 ส่วนการเปรียบเทียบผลการทดสอบกับตัวอย่างควบคุมแสดงดังภาพที่ 5.62 และการเปรียบเทียบผลการทดสอบตัวอย่างที่ 6 8 และ 10 ที่ผสมด้วยน้ำสลัดจ์กับตัวอย่างที่ 3 ที่ผสมด้วยน้ำประปาของคอนกรีตผสมสารลดน้ำระดับสูงแสดงดังภาพที่ 5.63 ซึ่งจากผลการทดสอบที่แสดงพบว่าคอนกรีตผสมสารลดน้ำระดับสูงผสมด้วยน้ำประปามีค่ากำลังอัดสูงกว่าตัวอย่างควบคุม ซึ่งผลการทดสอบที่ได้ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดของมาตรฐาน ASTM C494 ชนิด F ตามตารางที่ 4.1 ส่วนตัวอย่างคอนกรีตผสมสารลดน้ำระดับสูงผสมด้วยน้ำสลัดจ์พบว่ามีค่ากำลังอัดต่ำกว่าตัวอย่างควบคุมเช่นกัน แต่เมื่อเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดของมาตรฐาน ASTM C494 ชนิด F พบว่าตัวอย่างที่ 10 มีค่ากำลังอัดที่อายุ 1 วันไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุมตลอดทุกช่วงอายุการทดสอบพบว่าตัวอย่างคอนกรีตผสมสารลดน้ำระดับสูงผสมด้วยน้ำสลัดจ์มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 132.26 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับร้อยละ 6.64 ส่วนการเปรียบเทียบผลการทดสอบเมื่อผสมด้วยน้ำสลัดจ์เทียบกับผสมด้วยน้ำประปาของคอนกรีตผสมสารลดน้ำระดับสูงพบว่าตัวอย่างที่ผสมด้วยน้ำสลัดจ์มีค่ากำลังอัดต่ำกว่า โดยเมื่อเปรียบเทียบตลอดทุกช่วงอายุการทดสอบพบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 89.66 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับร้อยละ 4.17



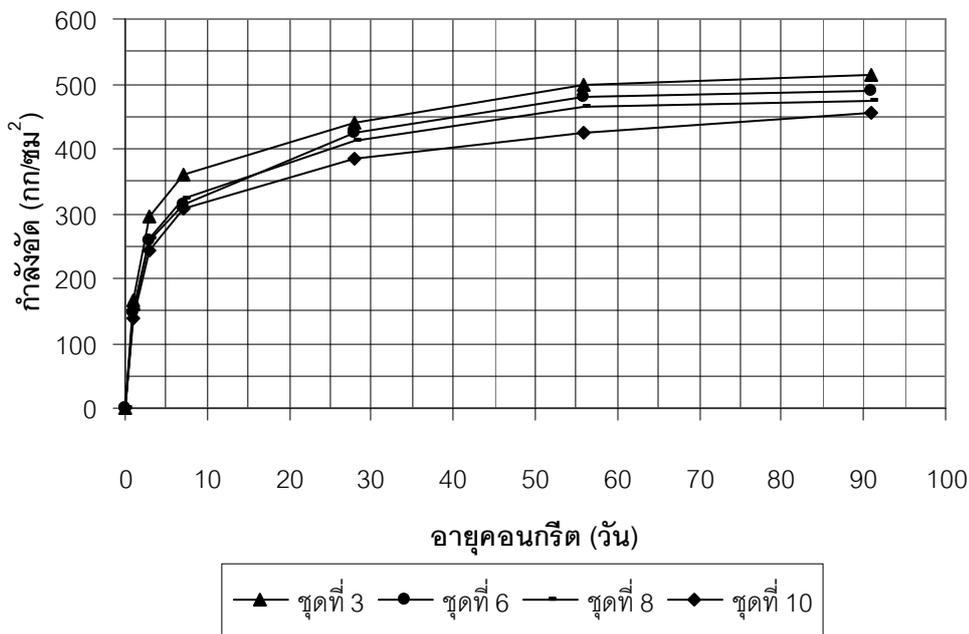
ภาพที่ 5.58 กำลังอัดของคอนกรีตผสมเถ้าลอย
ของตัวอย่างทดสอบน้ำสลัดจ์จากศูนย์นิคมอุตสาหกรรมอิตาเลียน-ไทย



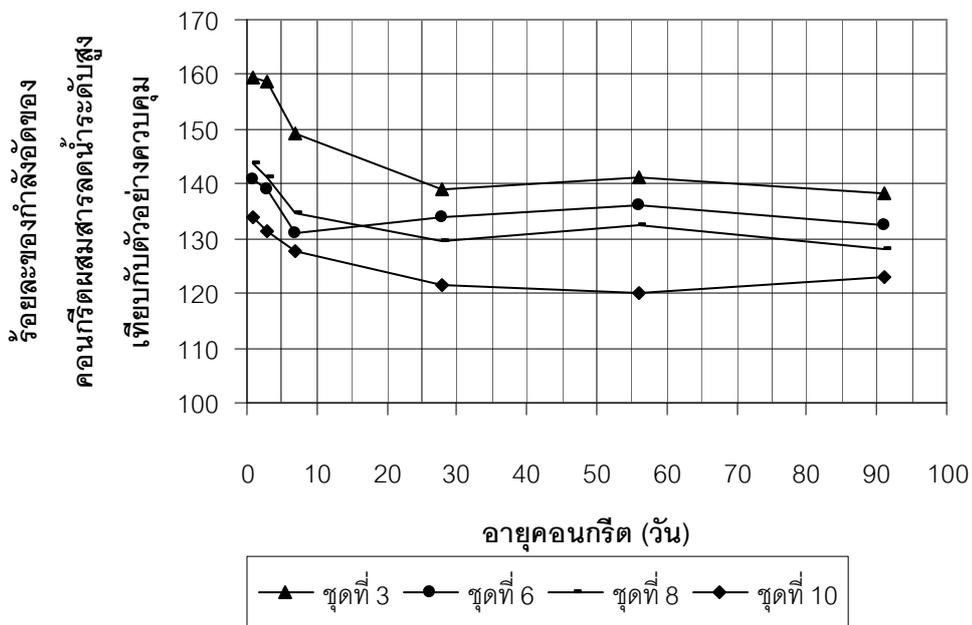
ภาพที่ 5.59 ร้อยละของกำลังอัดเทียบกับตัวอย่างควบคุมของคอนกรีตผสมเถ้าลอยของตัวอย่างทดสอบน้ำสลัดจ์จากศูนย์นิคมอุตสาหกรรมอิตาเลียน-ไทย



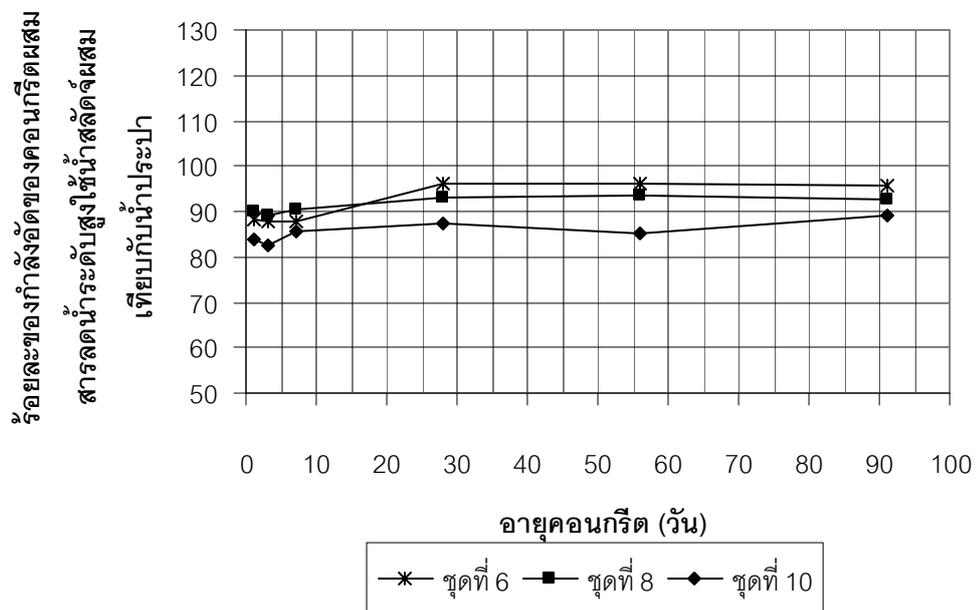
ภาพที่ 5.60 ร้อยละของกำลังอัดของคอนกรีตผสมเถ้าลอยเทียบระหว่างผสมด้วยน้ำประปากับน้ำสลัดจ์จากศูนย์นิคมอุตสาหกรรมอิตาเลียน-ไทย



ภาพที่ 5.61 กำลังอัดของคอนกรีตผสมสารลดน้ำระดับสูงของตัวอย่างทดสอบน้ำสลัดจ้จากศูนย์นิคมอุตสาหกรรมอิตาเลียน-ไทย



ภาพที่ 5.62 ร้อยละของกำลังอัดเทียบกับตัวอย่างควบคุมของคอนกรีตผสมสารลดน้ำระดับสูงของตัวอย่างทดสอบน้ำสลัดจ้จากศูนย์นิคมอุตสาหกรรมอิตาเลียน-ไทย



ภาพที่ 5.63 ร้อยละของค่ากำลังอัดของคอนกรีตผสมสารลดน้ำระดับสูง เทียบระหว่างผสมด้วยน้ำประปากับน้ำสลัดจ์จากศูนย์นิคมอุตสาหกรรมอิตาเลียน-ไทย

5.3.1.2.2 โมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต

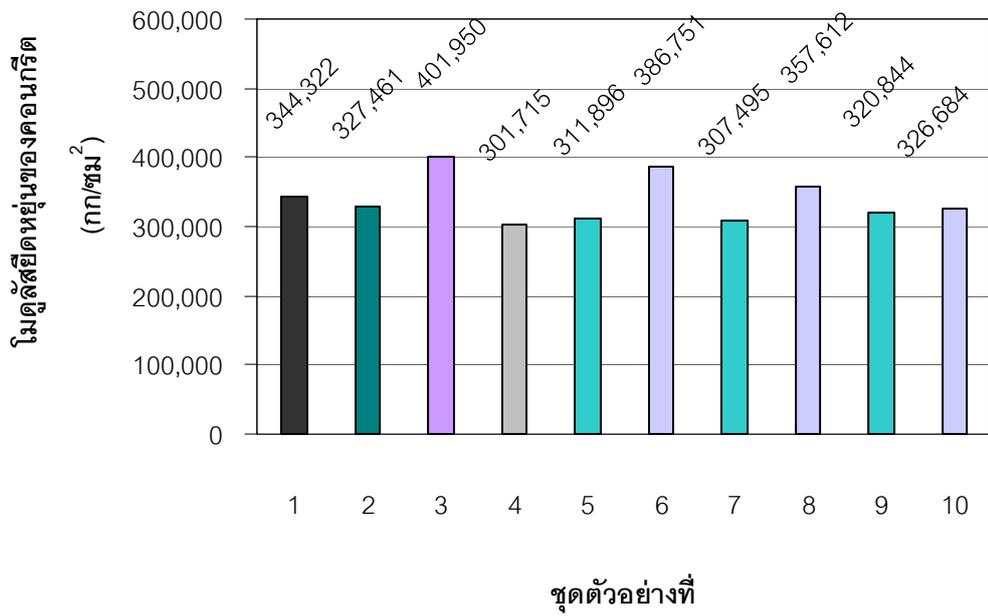
ผลการทดสอบโมดูลัสยืดหยุ่นของตัวอย่างทดสอบทั้ง 10 ชุดแสดงไว้ในภาคผนวก ค. ตารางที่ ค.23 และแสดงผลค่าเฉลี่ยของค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของแต่ละตัวอย่างดังภาพที่ 5.64 ซึ่งจากการทดสอบพบว่าค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของตัวอย่างมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามค่ากำลังอัดตัวอย่าง เมื่อเปรียบเทียบกับค่าโมดูลัสยืดหยุ่นตามสมการ (5.6) ซึ่งแนะนำโดยมาตรฐาน ว.ส.ท 1008 ข้อ 4105 พบว่าค่าที่ทดสอบได้มีค่าสูงกว่าค่าที่แนะนำไว้ตามมาตรฐาน ว.ส.ท 1008 ความสัมพันธ์ระหว่างค่ากำลังอัดกับค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีตและการเปรียบเทียบผลกับมาตรฐาน ว.ส.ท 1008 แสดงดังภาพที่ 5.65

$$E_c = 4270 W^{1.5} (f'_c)^{0.5} \quad (5.6)$$

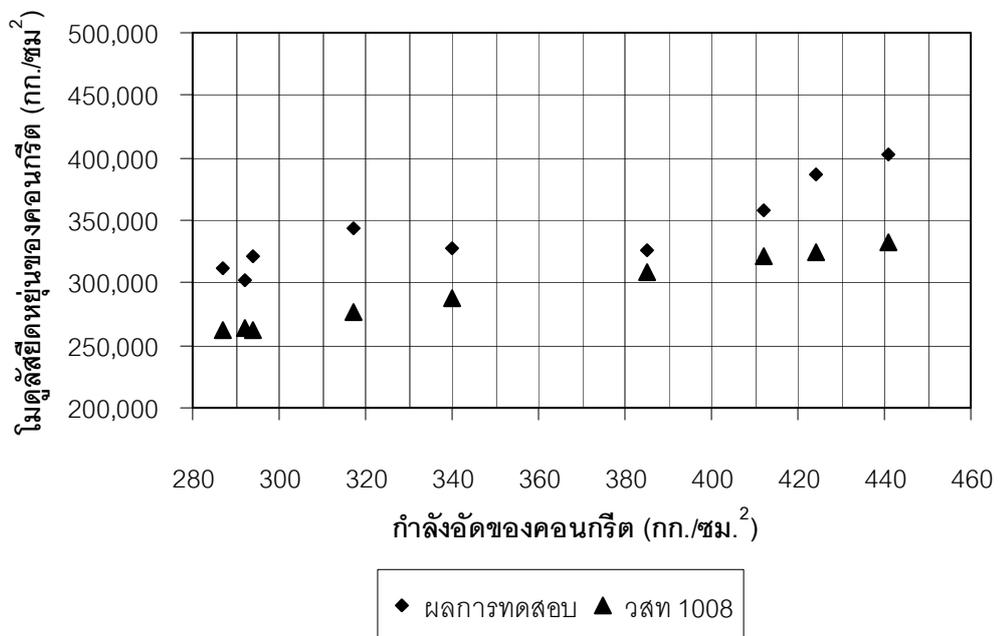
โดยที่ E_c คือ ค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต (กก/ซม²)

W คือ หน่วยน้ำหนักของคอนกรีตที่มีค่าระหว่าง 1,450 ถึง 2,480 กก/ม³

f'_c คือ กำลังอัดของคอนกรีต (กก/ซม²)



ภาพที่ 5.64 ค่าโมดูลัสยีสต์แห้งของคอนกรีตตัวอย่างทดสอบน้ำสลัดจ์ จากศูนย์นิคมอุตสาหกรรมอิตาเลียน-ไทย



ภาพที่ 5.65 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดและโมดูลัสยีสต์แห้งของตัวอย่างทดสอบน้ำสลัดจ์จากศูนย์นิคมอุตสาหกรรมอิตาเลียน-ไทย

5.3.1.2.3 กำลั้งตัดของคอนกรีต

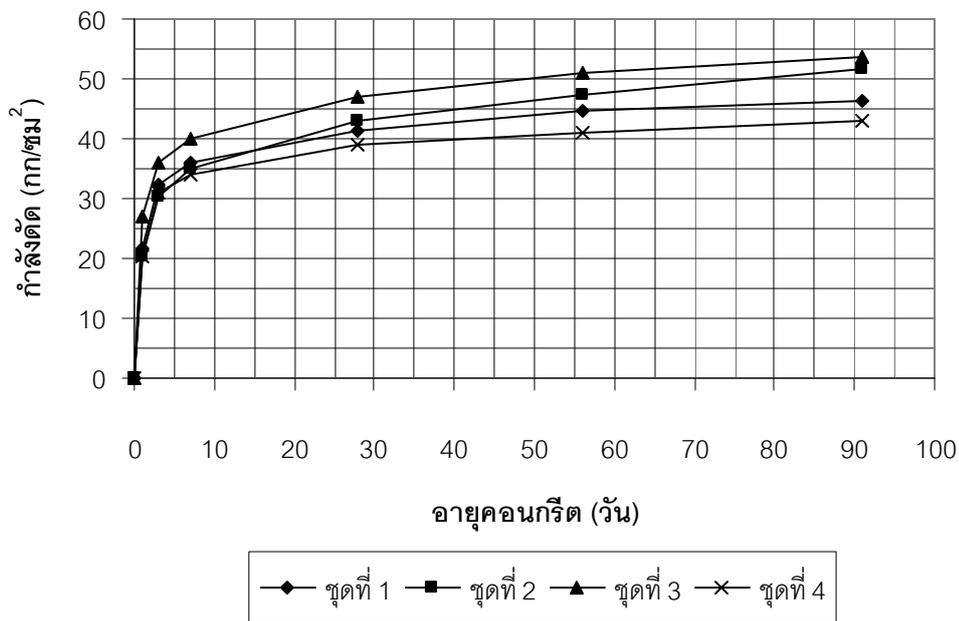
รายละเอียดผลการทดสอบกำลั้งตัดของตัวอย่างทั้ง 10 ชุดแสดงได้ดังตารางที่ ค.24 ถึง ค.30 การเปรียบเทียบผลการทดสอบกับตัวอย่างควบคุมแสดงได้ดังตาราง ค.31 การเปรียบเทียบผลการทดสอบของคอนกรีตผสมเถ้าลอยผสมระหว่างตัวอย่างผสมด้วยน้ำสลัดจ์เทียบกับตัวอย่างผสมด้วยน้ำประปาแสดงดังตาราง ค.32 และการเปรียบเทียบผลการทดสอบของคอนกรีตผสมสารลดน้ำระดับสูงระหว่างตัวอย่างผสมด้วยน้ำสลัดจ์เทียบกับตัวอย่างผสมด้วยน้ำประปาแสดงดังตาราง ค.33 ซึ่งการรายงานผลและการเปรียบเทียบผลการทดสอบมีรายละเอียดดังนี้

ภาพที่ 5.66 และ 5.67 แสดงถึงผลการทดสอบกำลั้งตัดของตัวอย่างที่ 1 ถึง 4 และการเปรียบเทียบผลการทดสอบของตัวอย่างที่ 2 ถึง 4 กับตัวอย่างควบคุม ซึ่งจากภาพทั้งสองพบว่าที่อายุ 91 วันตัวอย่างที่ผสมสารผสมเพิ่มมีค่ากำลั้งตัดสูงกว่าตัวอย่างควบคุม โดยตัวอย่างผสมสารลดน้ำระดับสูงมีค่ากำลั้งตัดสูงที่สุด ส่วนตัวอย่างที่ 4 ที่ผสมด้วยน้ำสลัดจ์ไม่ผสมสารผสมเพิ่มมีค่ากำลั้งตัดเท่ากับร้อยละ 92.89 ของตัวอย่างควบคุม เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบค่ากำลั้งตัดกับตัวอย่างควบคุมในทุกช่วงอายุการทดสอบพบว่าตัวอย่างที่ 2 คือคอนกรีตผสมเถ้าลอยผสมด้วยน้ำประปามีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 101.08 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับร้อยละ 7.26 ส่วนตัวอย่างที่ 3 คือคอนกรีตผสมสารลดน้ำระดับสูงผสมด้วยน้ำประปามีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 115.29 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับร้อยละ 4.72 และตัวอย่างที่ 4 คือคอนกรีตไม่ผสมสารผสมเพิ่มผสมด้วยน้ำสลัดจ์มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 93.86 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับร้อยละ 1.59

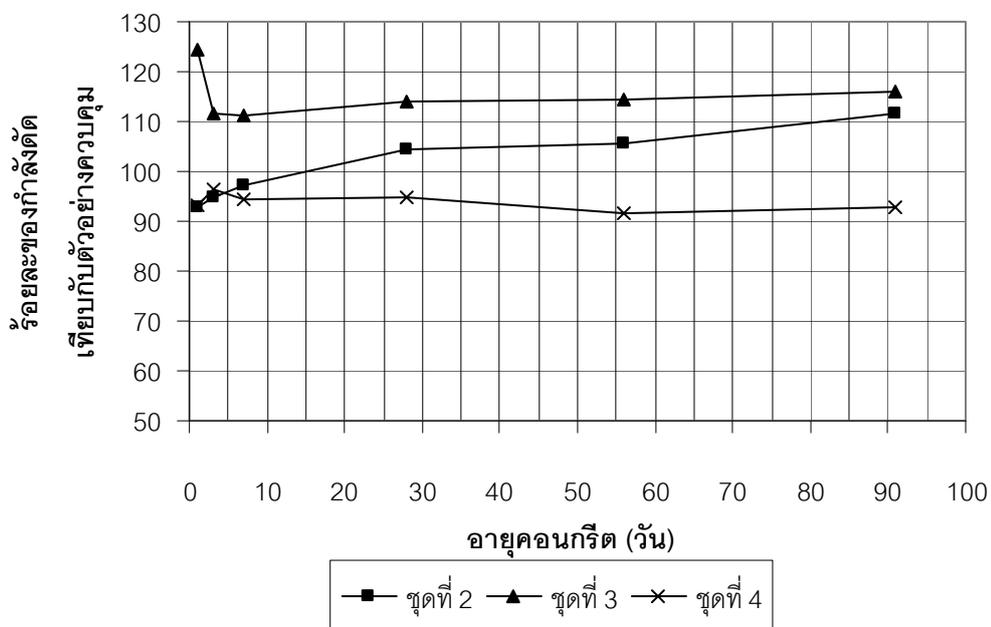
ส่วนคอนกรีตผสมเถ้าลอยแสดงผลการทดสอบค่ากำลั้งตัดได้ดังภาพที่ 5.68 และการเปรียบเทียบผลการทดสอบกับตัวอย่างควบคุมแสดงดังภาพที่ 5.69 ส่วนการเปรียบเทียบผลการทดสอบตัวอย่างที่ 5 7 และ 9 ที่ผสมด้วยน้ำสลัดจ์กับตัวอย่างที่ 2 ที่ผสมด้วยน้ำประปาแสดงดังภาพที่ 5.70 ซึ่งจากผลการทดสอบที่ได้คล้ายกับผลการทดสอบกำลั้งอัดคือคอนกรีตผสมเถ้าลอยจะมีค่ากำลั้งตัดต่ำกว่าตัวอย่างควบคุมในระยะแรกและมีการพัฒนากำลั้งเพิ่มขึ้นเมื่ออายุตัวอย่างมากขึ้น โดยค่ากำลั้งอัดที่อายุ 91 วันของคอนกรีตผสมเถ้าลอยผสมด้วยน้ำประปามีค่ากำลั้งอัดเท่ากับร้อยละ 111.52 ของตัวอย่างควบคุม ส่วนตัวอย่างที่ผสมด้วยน้ำสลัดจ์มีค่ากำลั้งตัดอยู่ในช่วงร้อยละ 85.33 ถึง 100.52 ของตัวอย่างควบคุม ค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 92.23 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับร้อยละ 7.69 เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุมตลอดทุกช่วงอายุการทดสอบพบว่าตัวอย่างคอนกรีตผสมเถ้าลอยผสมด้วยน้ำสลัดจ์มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 78.01 และ

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับร้อยละ 12.80 ส่วนการเปรียบเทียบผลการทดสอบเมื่อผสมด้วยน้ำ สลัดจ์เทียบกับผสมด้วยน้ำประปาของคอนกรีตผสมเถ้าลอยพบว่าตัวอย่างที่ผสมด้วยน้ำสลัดจ์มี ค่ากำลังดัดต่ำกว่า โดยเมื่อเปรียบเทียบตลอดทุกช่วงอายุการทดสอบพบว่ามีความเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 76.81 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับร้อยละ 8.74

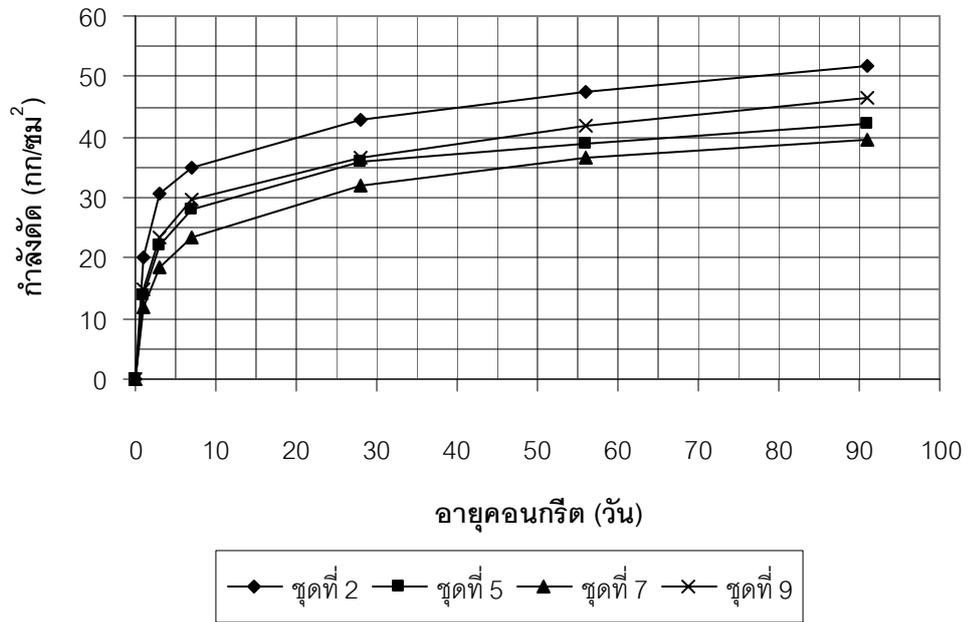
สำหรับผลการทดสอบค่ากำลังดัดของคอนกรีตผสมสารลดน้ำระดับสูงแสดงดังภาพที่ 5.71 ส่วนการเปรียบเทียบผลการทดสอบกับตัวอย่างควบคุมแสดงดังภาพที่ 5.72 และการ เปรียบเทียบผลการทดสอบตัวอย่างที่ 6 8 และ 10 ที่ผสมด้วยน้ำสลัดจ์กับตัวอย่างที่ 3 ที่ผสมด้วย น้ำประปาของคอนกรีตผสมสารลดน้ำระดับสูงแสดงดังภาพที่ 5.73 ซึ่งจากผลการทดสอบที่แสดง พบว่าคอนกรีตผสมสารลดน้ำระดับสูงผสมด้วยน้ำประปามีค่ากำลังดัดสูงกว่าตัวอย่างควบคุม ซึ่ง ผลการทดสอบที่ได้ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดของมาตรฐาน ASTM C494 ชนิด F ตามตารางที่ 4.1 ส่วน ตัวอย่างคอนกรีตผสมสารลดน้ำระดับสูงผสมด้วยน้ำสลัดจ์พบว่าผลการทดสอบของตัวอย่างที่ 6 ที่ อายุการทดสอบ 1 3 7 และ 28 วันและตัวอย่างที่ 10 ทุกช่วงอายุทดสอบมีค่ากำลังดัดต่ำกว่า ตัวอย่างควบคุมทำให้ไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดของมาตรฐาน ASTM C494 ชนิด F เมื่อพิจารณา เปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุมตลอดทุกช่วงอายุการทดสอบพบว่าตัวอย่างคอนกรีตผสมสารลด น้ำระดับสูงผสมด้วยน้ำสลัดจ์มีความเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 100.03 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ ร้อยละ 5.39 ส่วนการเปรียบเทียบผลการทดสอบเมื่อผสมด้วยน้ำสลัดจ์เทียบกับผสมด้วย น้ำประปาของคอนกรีตผสมสารลดน้ำระดับสูงพบว่าตัวอย่างที่ผสมด้วยน้ำสลัดจ์มีค่ากำลังดัดต่ำ กว่า โดยเมื่อเปรียบเทียบตลอดทุกช่วงอายุการทดสอบพบว่ามีความเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 86.88 และ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับร้อยละ 5.58



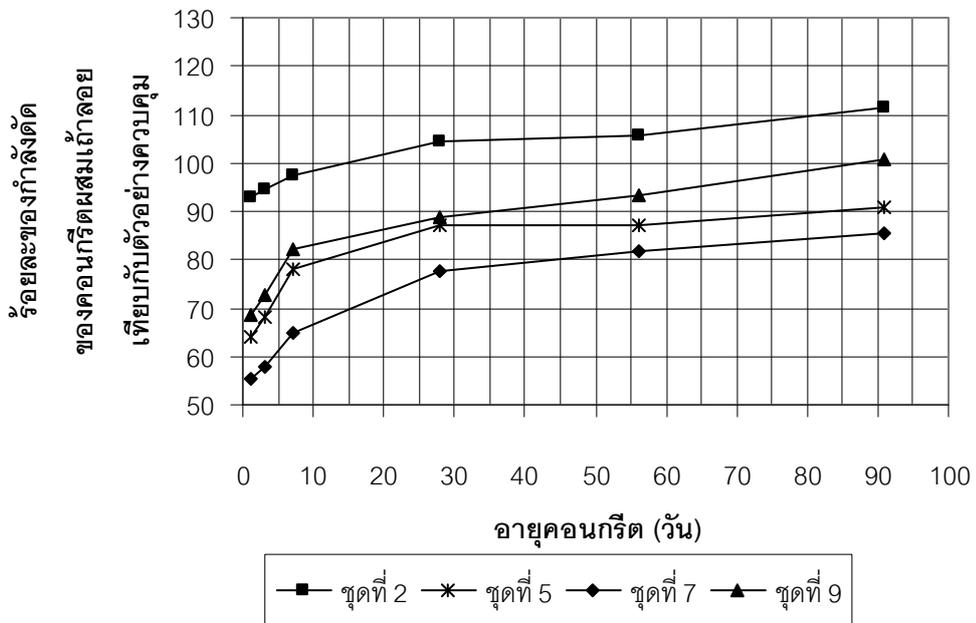
ภาพที่ 5.66 กำลังตัดของคอกรีตตัวอย่างชุดที่ 1 ถึง 4 ของตัวอย่างทดสอบน้ำสลัดจี้จากศูนย์นิคมอุตสาหกรรมอิตาเลียน-ไทย



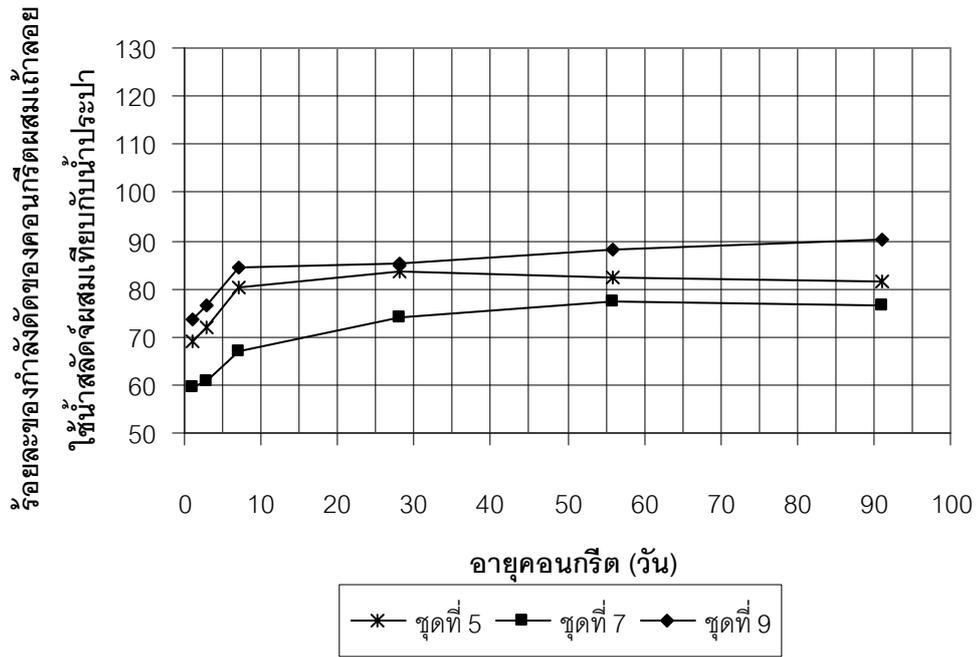
ภาพที่ 5.67 ร้อยละของกำลังตัดเทียบกับตัวอย่างควบคุมของ ตัวอย่างชุดที่ 1 ถึง 4 ของตัวอย่างทดสอบน้ำสลัดจี้จากศูนย์นิคมอุตสาหกรรมอิตาเลียน-ไทย



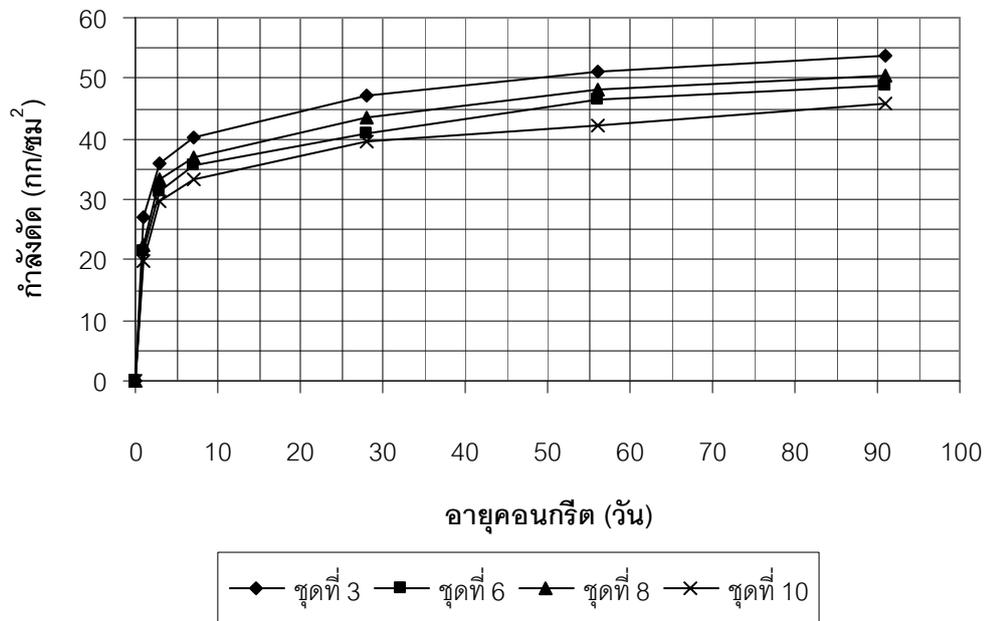
ภาพที่ 5.68 ก้างคอตัดของคอนกรีตผสมเถ้าลอยของตัวอย่างทดสอบน้ำสลัดจ์จากศูนย์นิคมอุตสาหกรรมอิตาเลียน-ไทย



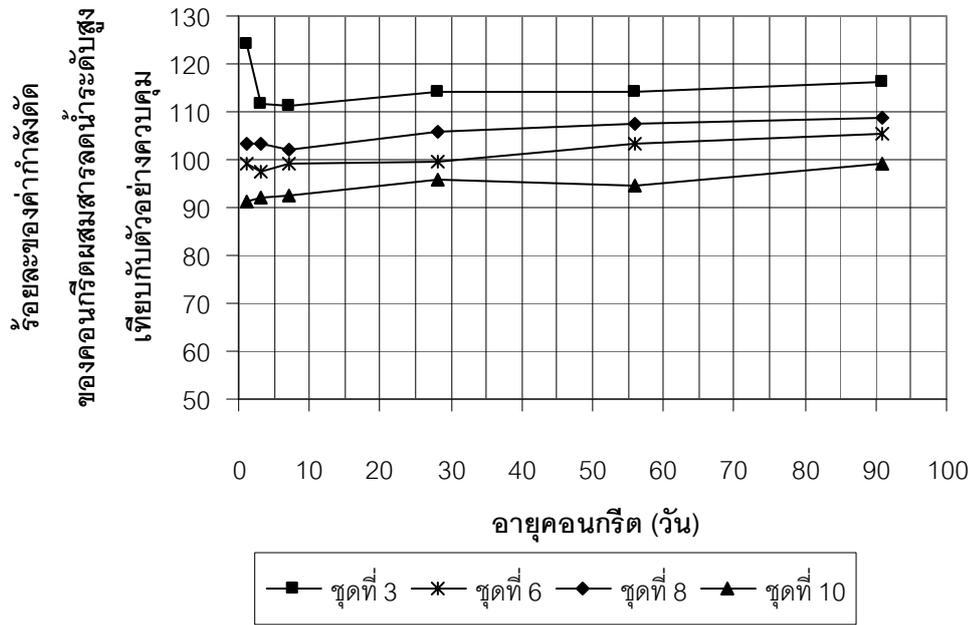
ภาพที่ 5.69 ร้อยละของก้างคอตัดเทียบกับตัวอย่างควบคุมของคอนกรีตผสมเถ้าลอยของตัวอย่างทดสอบน้ำสลัดจ์จากศูนย์นิคมอุตสาหกรรมอิตาเลียน-ไทย



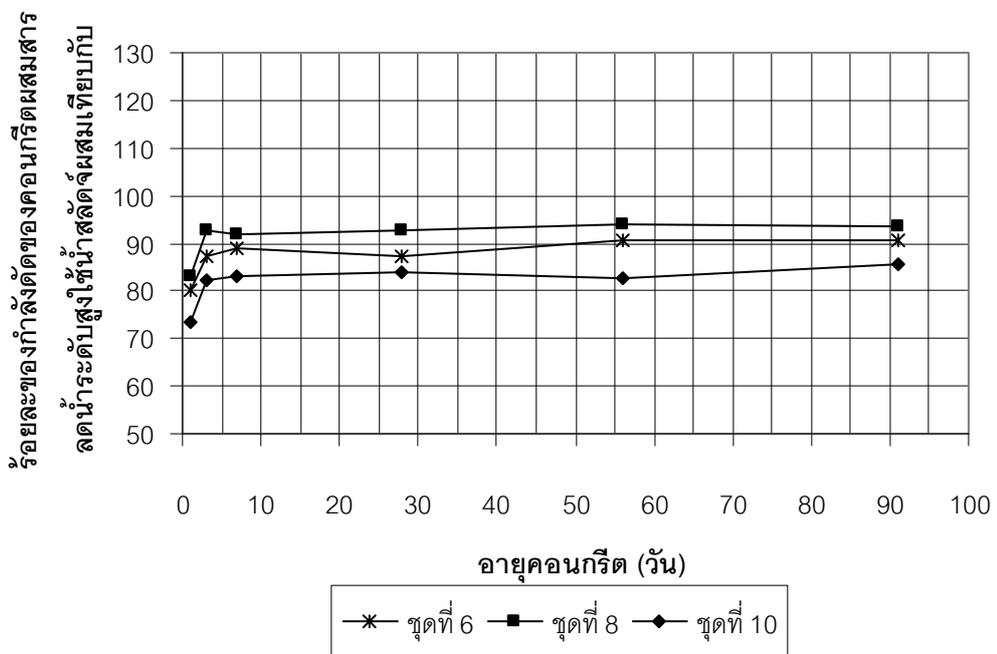
ภาพที่ 5.70 ร้อยละของกำลังตัดของคอนกรีตผสมเถ้าลอย เทียบระหว่างผสมด้วยน้ำประปากับน้ำสลัดจ์จากศูนย์นิคมอุตสาหกรรมอิตาเลียน-ไทย



ภาพที่ 5.71 กำลังตัดของคอนกรีตผสมสารลดน้ำระดับสูง ของตัวอย่างทดสอบน้ำสลัดจ์จากศูนย์นิคมอุตสาหกรรมอิตาเลียน-ไทย



ภาพที่ 5.72 ไร่ของของกำลังตัดเทียบกับตัวอย่างควบคุมของคอนกรีตผสมสารลดน้ำระดับสูงของตัวอย่างทดสอบน้ำสลัดจ์จากศูนย์นิคมอุตสาหกรรมอิตาเลียน-ไทย



ภาพที่ 5.73 ไร่ของของกำลังตัดของคอนกรีตผสมสารลดน้ำระดับสูงเทียบระหว่างผสมด้วยน้ำประปากับน้ำสลัดจ์จากศูนย์นิคมอุตสาหกรรมอิตาเลียน-ไทย

5.3.1.3 ผลการทดสอบคุณสมบัติด้านความทนทานของคอนกรีต

การทดสอบคุณสมบัติด้านความทนทานของคอนกรีตประกอบไปด้วยการเปลี่ยนแปลงความยาว ความสามารถในการซึมผ่านได้ของน้ำ ความทนทานต่อการกัดกร่อนของสารเคมีด้วยการทดสอบค่าเปลี่ยนแปลงน้ำหนักเมื่อแช่ในสารละลายกรดซัลฟูริกที่ความเข้มข้นร้อยละ 5 โดยน้ำหนักและการทดสอบค่าการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักเมื่อแช่ในสารละลายไฮเดียมซัลเฟตที่ความเข้มข้นร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก รายละเอียดผลการทดสอบและการเปรียบเทียบแสดงไว้ในภาคผนวก ค. ตารางที่ ค.34 ถึง ค.49 แบ่งเป็นหัวข้อดังนี้

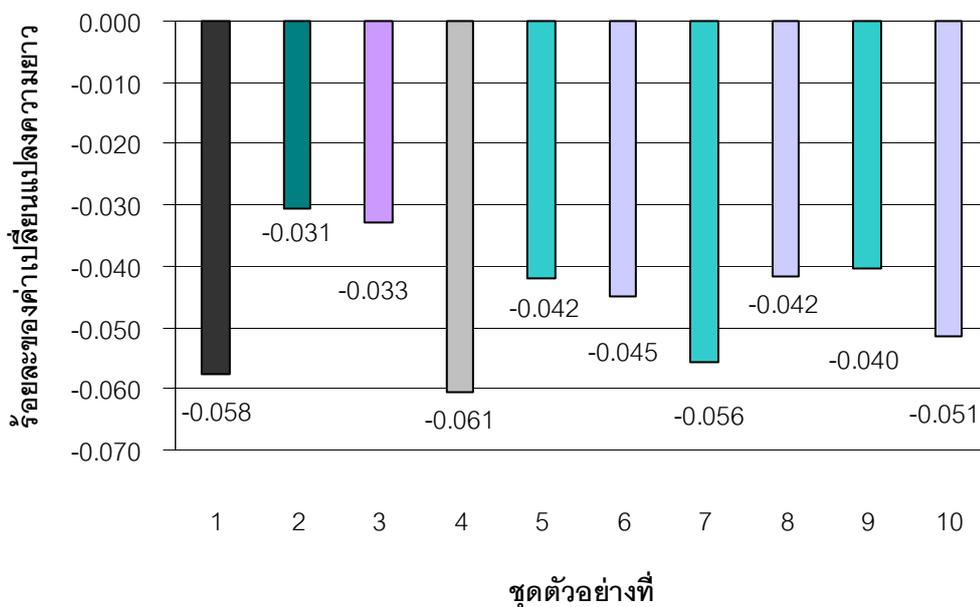
5.3.1.3.1 การเปลี่ยนแปลงความยาวของคอนกรีต

ผลการทดสอบการเปลี่ยนแปลงความยาวของตัวอย่างแสดงได้ดังตารางที่ ค.34 ถึง ค.37 การพิจารณาผลการทดสอบจะแสดงและเปรียบเทียบผลโดยใช้ค่าผลการทดสอบของตัวอย่างที่อายุ 28 วัน ผลการทดสอบค่าการเปลี่ยนแปลงความยาวที่อายุ 28 วันของแต่ละตัวอย่างแสดงได้ดังภาพที่ 5.74 และค่าการเปลี่ยนแปลงความยาวเทียบกับตัวอย่างควบคุมแสดงดังภาพที่ 5.75 เมื่อพิจารณาจากภาพทั้งสองพบว่าที่อายุ 28 วันทุกตัวอย่างมีความยาวลดลง โดยตัวอย่างคอนกรีตผสมสารผสมเพิ่มทั้งที่ผสมด้วยน้ำประปาและน้ำสลัดจ์มีค่าเปลี่ยนแปลงความยาวที่น้อยกว่าตัวอย่างควบคุม ตัวอย่างที่ 4 ที่เป็นคอนกรีตไม่ผสมสารผสมเพิ่มผสมด้วยน้ำสลัดจ์มีค่าสูงกว่าตัวอย่างควบคุม โดยมีค่าเท่ากับร้อยละ 105.20 ของตัวอย่างควบคุม

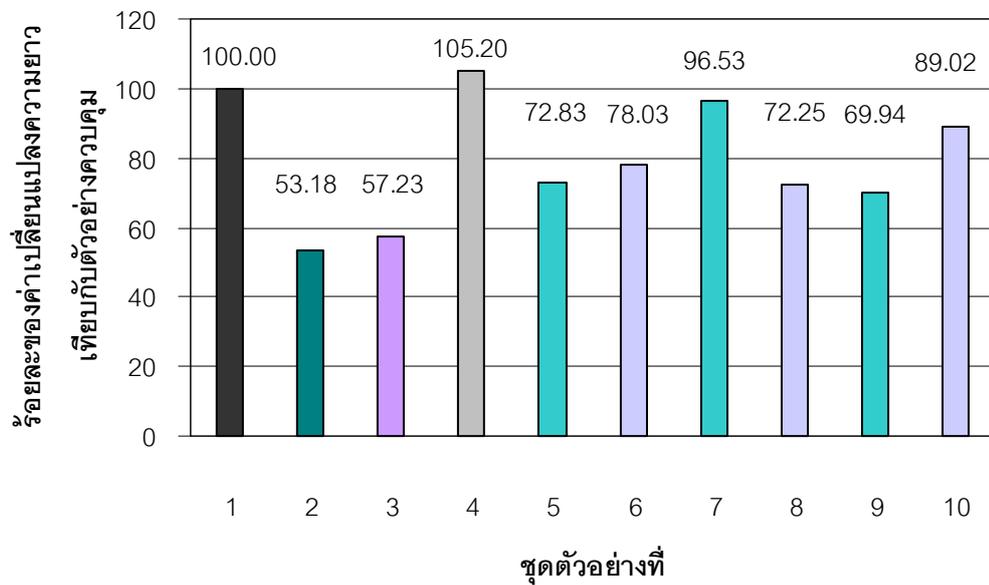
สำหรับคอนกรีตผสมเถ้าลอยพบว่าตัวอย่างที่ 2 ที่ผสมด้วยน้ำประปามีค่าเปลี่ยนแปลงความยาวน้อยกว่าตัวอย่างควบคุม โดยมีค่าเท่ากับร้อยละ 53.18 ของตัวอย่างควบคุม ส่วนตัวอย่างที่ตัวอย่างที่ 5 7 และ 9 ที่ผสมด้วยน้ำสลัดจ์มีค่าเปลี่ยนแปลงความยาวเทียบกับตัวอย่างควบคุมอยู่ในช่วงร้อยละ 72.83 ถึง 96.53 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 79.77 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับร้อยละ 14.59 ส่วนการเปรียบเทียบผลการทดสอบเมื่อผสมด้วยน้ำสลัดจ์เทียบกับผสมด้วยน้ำประปาของคอนกรีตผสมเถ้าลอยพบว่าตัวอย่างที่ผสมด้วยน้ำสลัดจ์มีค่าเปลี่ยนแปลงความยาวมากกว่า โดยมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 131.52 ถึง 181.52 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 150.00 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับร้อยละ 27.43 ผลการเปรียบเทียบแสดงดังภาพที่ 5.76

ส่วนคอนกรีตผสมสารลดน้ำระดับสูงพบว่าตัวอย่างที่ 3 ที่ผสมด้วยน้ำประปามีค่าเปลี่ยนแปลงความยาวน้อยกว่าตัวอย่างควบคุม โดยมีค่าเท่ากับร้อยละ 57.23 ของตัวอย่าง

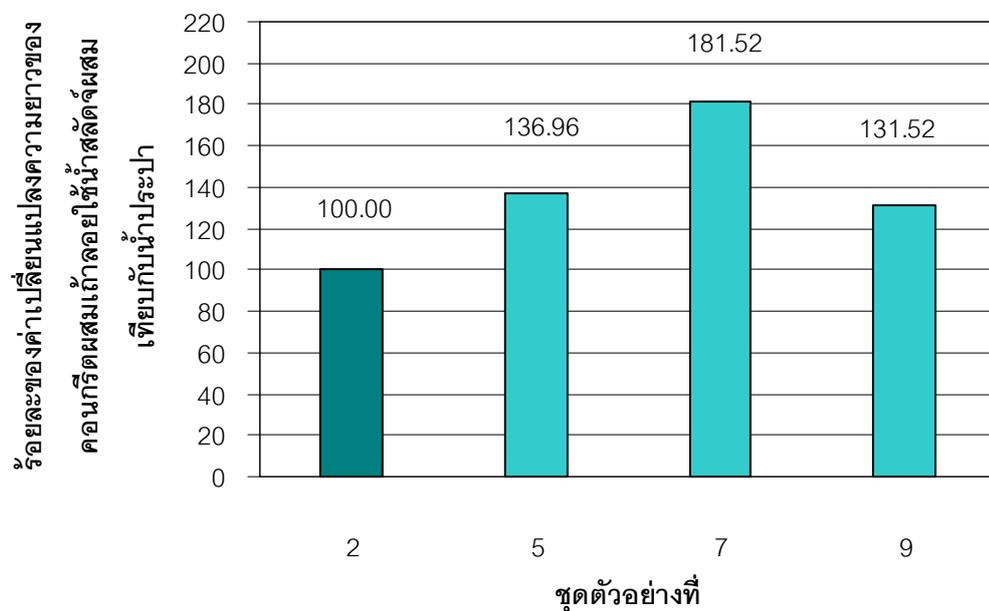
ควบคุม ค่าที่ทำการทดสอบได้ผ่านเกณฑ์ของมาตรฐาน ASTM C494 ชนิด F ดังแสดงในตารางที่ 4.1 ส่วนตัวอย่างที่ตัวอย่างที่ 6 8 และ 10 ที่ผสมด้วยน้ำสลดจ์มีค่าเปลี่ยนแปลงความยาวเทียบกับตัวอย่างควบคุมอยู่ในช่วงร้อยละ 72.25 ถึง 89.02 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 79.77 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับร้อยละ 8.51 ค่าที่ทดสอบได้ผ่านเกณฑ์ของมาตรฐาน ASTM C494 ชนิด F เช่นกัน ส่วนการเปรียบเทียบผลการทดสอบเมื่อผสมด้วยน้ำสลดจ์เทียบกับผสมด้วยน้ำประปาของคอนกรีตผสมสารลดน้ำระดับสูงพบว่าตัวอย่างที่ผสมด้วยน้ำสลดจ์มีค่าเปลี่ยนแปลงความยาวมากกว่า โดยมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 126.26 ถึง 155.56 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 139.39 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับร้อยละ 14.88 ผลการเปรียบเทียบแสดงดังภาพที่ 5.77



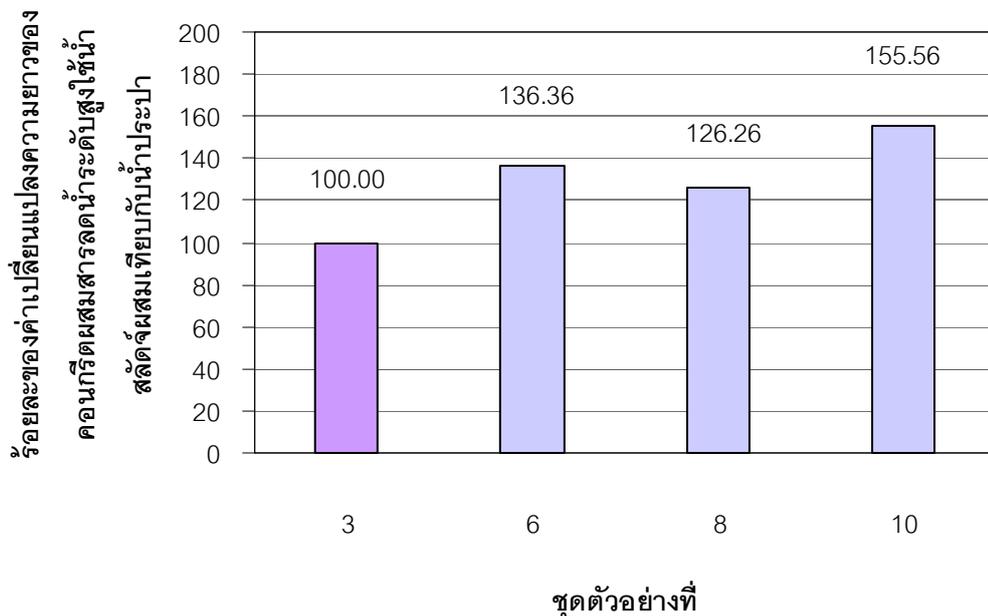
ภาพที่ 5.74 ร้อยละของค่าเปลี่ยนแปลงความยาวที่อายุ 28 วัน
ของตัวอย่างทดสอบน้ำสลดจ์จากศูนย์นิคมอุตสาหกรรมอิตาเลียน-ไทย



ภาพที่ 5.75 ร้อยละของค่าเปลี่ยนแปลงความยาวที่อายุ 28 วันเทียบกับตัวอย่างควบคุมของตัวอย่างทดสอบน้ำสลัดจ์จากศูนย์นิคมอุตสาหกรรมอิตาเลียน-ไทย



ภาพที่ 5.76 ร้อยละของการเปลี่ยนแปลงความยาวที่อายุ 28 วันของคอนกรีตผสมเถ้าลอย เทียบระหว่างผสมด้วยน้ำประปากับน้ำสลัดจ์จากศูนย์นิคมอุตสาหกรรมอิตาเลียน-ไทย



ภาพที่ 5.77 ร้อยละของการเปลี่ยนแปลงความยาวที่อายุ 28 วันของคอนกรีตผสมสารลดน้ำระดับสูงเทียบระหว่างผสมด้วยน้ำประปากับน้ำสลัดจ์จากศูนย์นิคมอุตสาหกรรมอิตาเลียน-ไทย

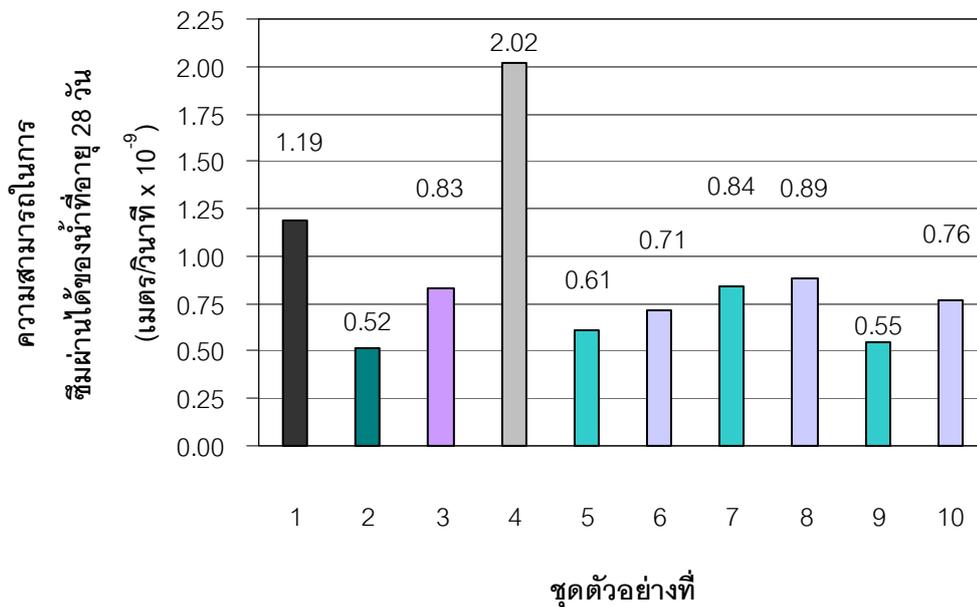
5.3.1.3.2 ความสามารถในการซึมผ่านได้ของน้ำของคอนกรีต

ผลการทดสอบความสามารถในการซึมผ่านได้ของน้ำของตัวอย่างที่อายุ 28 วันแสดงดังตามตารางที่ ค.38 ส่วนผลการเปรียบเทียบความสามารถในการซึมผ่านได้ของน้ำของแต่ละตัวอย่างกับตัวอย่างควบคุมแสดงได้ดังตารางที่ ค.39 ส่วนการเปรียบเทียบผลการทดสอบเมื่อผสมด้วยน้ำสลัดจ์เทียบกับผสมด้วยน้ำประปาของคอนกรีตผสมเถ้าลอยและคอนกรีตผสมน้ำระดับสูงแสดงได้ดังตารางที่ ค.40 และ ค.41 ตามลำดับ ผลการทดสอบความสามารถในการซึมผ่านได้ของน้ำของตัวอย่างที่อายุ 28 วันและการเปรียบเทียบผลการทดสอบกับตัวอย่างควบคุมค่าแสดงได้ดังภาพที่ 5.78 และ 5.79 ตามลำดับ จากภาพทั้งสองพบว่าตัวอย่างไม่ผสมสารผสมเพิ่มผสมด้วยน้ำสลัดจ์มีค่าความสามารถในการซึมผ่านได้ของน้ำสูงที่สุดและเป็นตัวอย่างเดียวที่มีค่าสูงกว่าตัวอย่างควบคุม โดยมีค่าเท่ากับร้อยละ 169.94 ของตัวอย่างควบคุม

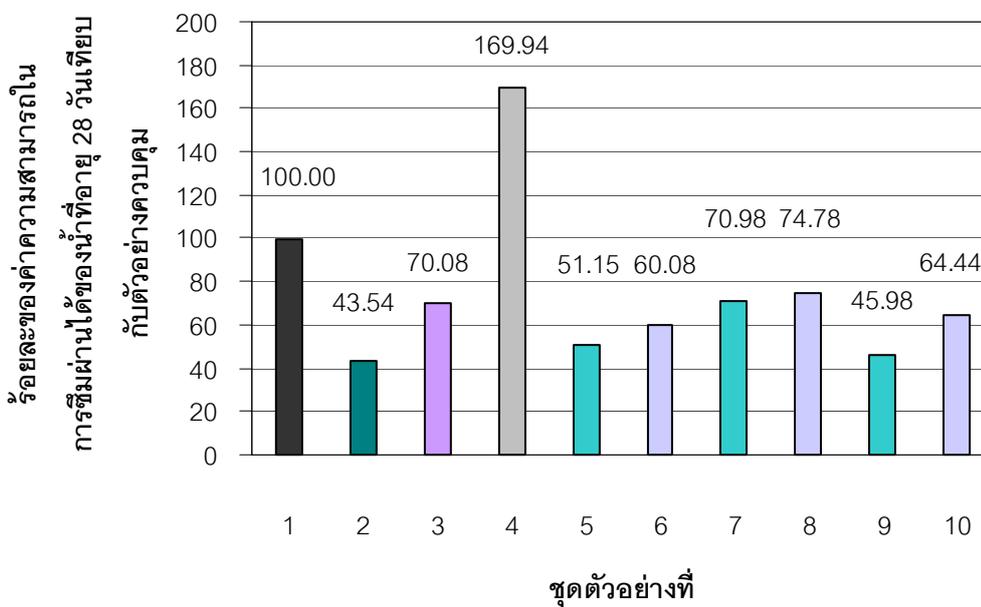
พิจารณาในส่วนของคอนกรีตผสมเถ้าลอยพบว่าตัวอย่างที่ 2 ที่ผสมด้วยน้ำประปามีค่าความสามารถในการซึมผ่านได้ของน้ำน้อยกว่าตัวอย่างควบคุม โดยมีค่าเท่ากับร้อยละ 43.54 ของตัวอย่างควบคุม ส่วนตัวอย่างที่ตัวอย่างที่ 5 7 และ 9 ที่ผสมด้วยน้ำสลัดจ์มีค่าความสามารถ

ในการซึมผ่านได้ของน้ำเทียบกับตัวอย่างควบคุมอยู่ในช่วงร้อยละ 45.98 ถึง 70.98 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 59.04 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับร้อยละ 13.20 ผลการเปรียบเทียบแสดงดังภาพที่ 5.79 ส่วนการเปรียบเทียบผลการทดสอบเมื่อผสมด้วยน้ำสลัดจ์เทียบกับผสมด้วยน้ำประปาของคอนกรีตผสมเถ้าลอยพบว่าตัวอย่างที่ผสมด้วยน้ำสลัดจ์มีค่าความสามารถในการซึมผ่านได้ของน้ำมากกว่าตัวอย่างที่ผสมด้วยน้ำประปา โดยมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 105.61 ถึง 163.03 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 128.71 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับร้อยละ 30.31 ผลการเปรียบเทียบแสดงดังภาพที่ 5.80

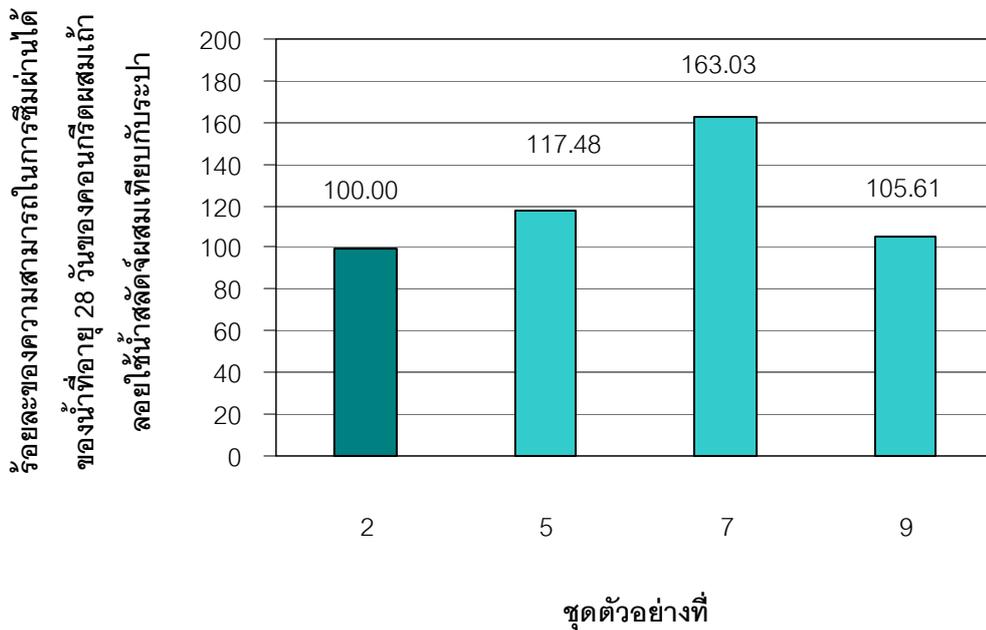
ส่วนคอนกรีตผสมสารลดน้ำระดับสูงพบว่าตัวอย่างที่ 3 ที่ผสมด้วยน้ำประปามีค่าความสามารถในการซึมผ่านได้น้อยกว่าตัวอย่างควบคุม โดยมีค่าเท่ากับร้อยละ 70.08 ของตัวอย่างควบคุม ส่วนตัวอย่างที่ตัวอย่างที่ 6 8 และ 10 ที่ผสมด้วยน้ำสลัดจ์มีค่าความสามารถในการซึมผ่านได้ของน้ำอยู่ในช่วงร้อยละ 60.08 ถึง 74.78 ของตัวอย่างควบคุมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 66.43 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับร้อยละ 7.55 ผลการเปรียบเทียบแสดงดังภาพที่ 5.79 ส่วนการเปรียบเทียบผลการทดสอบเมื่อผสมด้วยน้ำสลัดจ์เทียบกับผสมด้วยน้ำประปาของคอนกรีตผสมสารลดน้ำระดับสูงพบว่าตัวอย่างที่ผสมด้วยน้ำสลัดจ์ 2 ตัวอย่างที่มีค่าความสามารถในการซึมผ่านได้น้อยกว่าตัวอย่างที่ผสมด้วยน้ำประปา โดยผลการทดสอบมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 85.73 ถึง 106.69 เมื่อเทียบกับกว่าตัวอย่างที่ผสมด้วยน้ำประปา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 92.72 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับร้อยละ 12.10 ผลการเปรียบเทียบแสดงดังภาพที่ 5.81



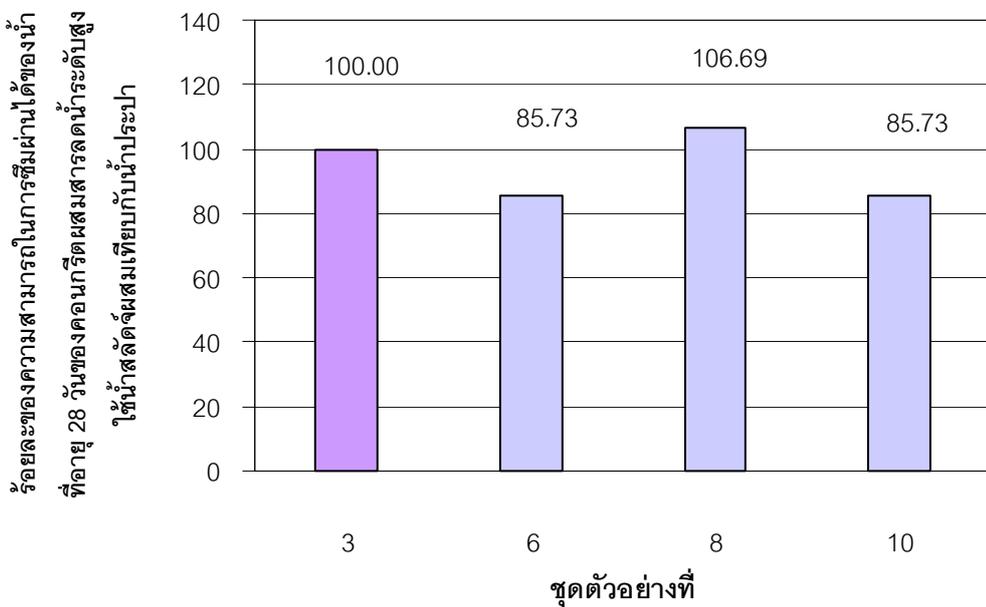
ภาพที่ 5.78 ค่าความสามารถในการซึมผ่านได้ของน้ำที่อายุ 28 วันของตัวอย่างทดสอบน้ำสลัดจ์จากศูนย์นิคมอุตสาหกรรมอิตาเลียน-ไทย



ภาพที่ 5.79 ร้อยละของค่าความสามารถในการซึมผ่านได้ของน้ำที่อายุ 28 วันเทียบกับตัวอย่างควบคุมของตัวอย่างทดสอบน้ำสลัดจ์จากศูนย์นิคมอุตสาหกรรมอิตาเลียน-ไทย



ภาพที่ 5.80 ร้อยละของค่าความสามารถในการซึมผ่านได้ของน้ำที่อายุ 28 วันของคอนกรีตผสมเถ้าลอยเทียบระหว่างผสมด้วยน้ำประปากับน้ำสลัดจ์จากศูนย์นิคมอุตสาหกรรมอิตาเลียน-ไทย



ภาพที่ 5.81 ร้อยละของค่าความสามารถในการซึมผ่านได้ของน้ำที่อายุ 28 วันของคอนกรีตผสมสารลดน้ำระดับสูงเทียบระหว่างผสมด้วยน้ำประปากับน้ำสลัดจ์จากศูนย์นิคมอุตสาหกรรมอิตาเลียน-ไทย

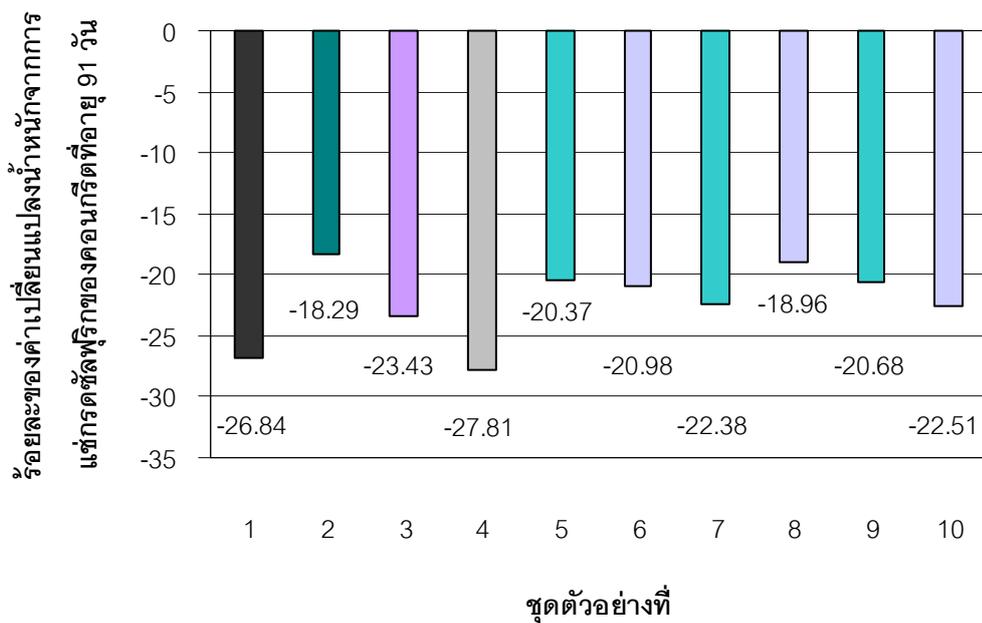
5.3.1.3.3 ความทนทานต่อการกัดกร่อนของสารเคมีของคอนกรีต

สารเคมีที่ใช้ในการทดสอบความทนทานต่อการกัดกร่อนของสารเคมีของคอนกรีต ประกอบไปด้วยสารละลายกรดซัลฟูริกที่ความเข้มข้นร้อยละ 5 โดยน้ำหนักและสารละลายโซเดียมซัลเฟตที่ความเข้มข้นร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก โดยผลการศึกษาค่าจะแสดงในรูปของน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงไปของก้อนตัวอย่างเมื่อถูกแช่อยู่ในสารละลายดังกล่าว ซึ่งผลการทดสอบและการเปรียบเทียบผลการทดสอบค่าเปลี่ยนแปลงน้ำหนักเมื่อแช่ในสารละลายกรดซัลฟูริกที่ความเข้มข้นร้อยละ 5 โดยน้ำหนักแสดงไว้ในตารางที่ ค.42 ถึง ค.45 ส่วนผลการทดสอบและการเปรียบเทียบผลค่าเปลี่ยนแปลงน้ำหนักเมื่อแช่ในสารละลายโซเดียมซัลเฟตที่ความเข้มข้นร้อยละ 5 โดยน้ำหนักแสดงไว้ในตารางที่ ค.47 ถึง ค.49 การพิจารณาผลการทดสอบจะแสดงและเปรียบเทียบผลโดยใช้ค่าผลการทดสอบของตัวอย่างที่อายุ 91 วัน โดยเริ่มจากผลการทดสอบของตัวอย่างแช่สารละลายกรดซัลฟูริกและสารละลายโซเดียมซัลเฟตตามลำดับ มีรายละเอียดดังนี้

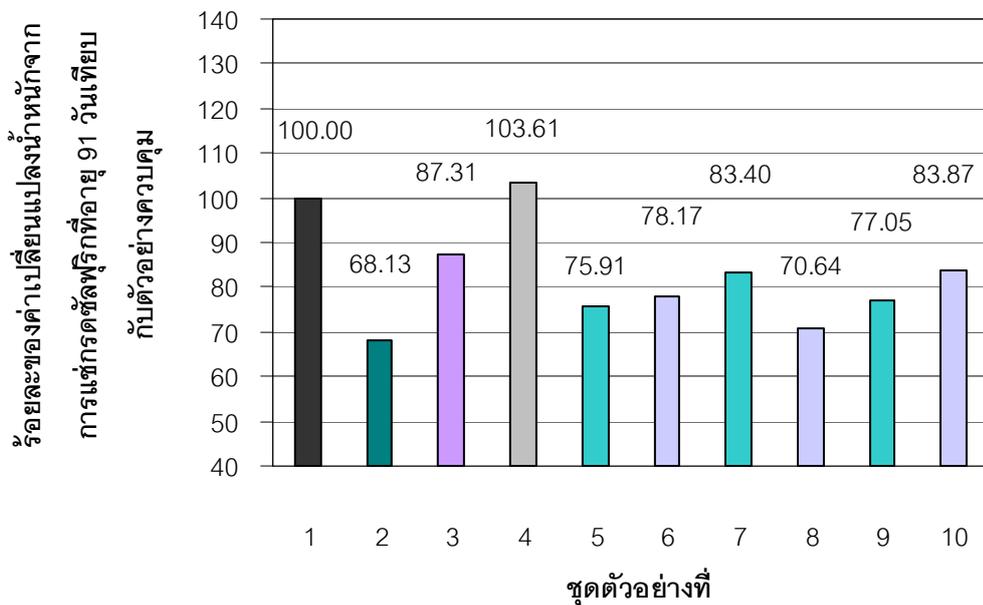
ผลการทดสอบการแช่ก้อนตัวอย่างคอนกรีตในสารละลายกรดซัลฟูริกที่ความเข้มข้นร้อยละ 5 โดยน้ำหนักจนถึงที่อายุ 91 วันแสดงได้ดังภาพที่ 5.82 จากข้อมูลการทดสอบพบว่าก้อนตัวอย่างมีน้ำหนักที่ลดลงเมื่อแช่อยู่ในสารละลายกรดซัลฟูริกที่ความเข้มข้นร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก ทำให้ข้อมูลผลการทดสอบมีค่าเป็นลบ ส่วนการเปรียบเทียบผลการทดสอบกับตัวอย่างควบคุม แสดงได้ดังภาพที่ 5.83 จากภาพพบว่าตัวอย่างที่ 4 ที่เป็นตัวอย่างไม่ผสมสารผสมเพิ่มผสมด้วยน้ำสลัดจ์มีค่าเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสูงที่สุดและเป็นตัวอย่างเดียวที่มีค่าสูงกว่าตัวอย่างควบคุม โดยมีค่าเท่ากับร้อยละ 103.61 ของตัวอย่างควบคุม

พิจารณาผลการทดสอบการแช่ก้อนตัวอย่างในสารละลายกรดซัลฟูริกที่ความเข้มข้นร้อยละ 5 โดยน้ำหนักจนถึงที่อายุ 91 วันของคอนกรีตผสมเถ้าลอยพบว่าตัวอย่างที่ 2 ที่ผสมด้วยน้ำประปามีค่าเปลี่ยนแปลงน้ำหนักน้อยกว่าตัวอย่างควบคุม โดยมีค่าเท่ากับร้อยละ 67.62 ของตัวอย่างควบคุม ส่วนตัวอย่างที่ตัวอย่างที่ 5 7 และ 9 ที่ผสมด้วยน้ำสลัดจ์มีค่าเปลี่ยนแปลงน้ำหนักอยู่ในช่วงร้อยละ 75.91 ถึง 83.40 ของตัวอย่างควบคุม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 78.78 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับร้อยละ 4.03 ผลการเปรียบเทียบแสดงดังภาพที่ 5.83 ส่วนการเปรียบเทียบผลการทดสอบเมื่อผสมด้วยน้ำสลัดจ์เทียบกับผสมด้วยน้ำประปาของคอนกรีตผสมเถ้าลอยพบว่าตัวอย่างที่ผสมด้วยน้ำสลัดจ์มีค่าเปลี่ยนแปลงน้ำหนักมากกว่าตัวอย่างที่ผสมด้วยน้ำประปา โดยมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 111.41 ถึง 123.40 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 115.63 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับร้อยละ 5.92 ผลการเปรียบเทียบแสดงดังภาพที่ 5.84

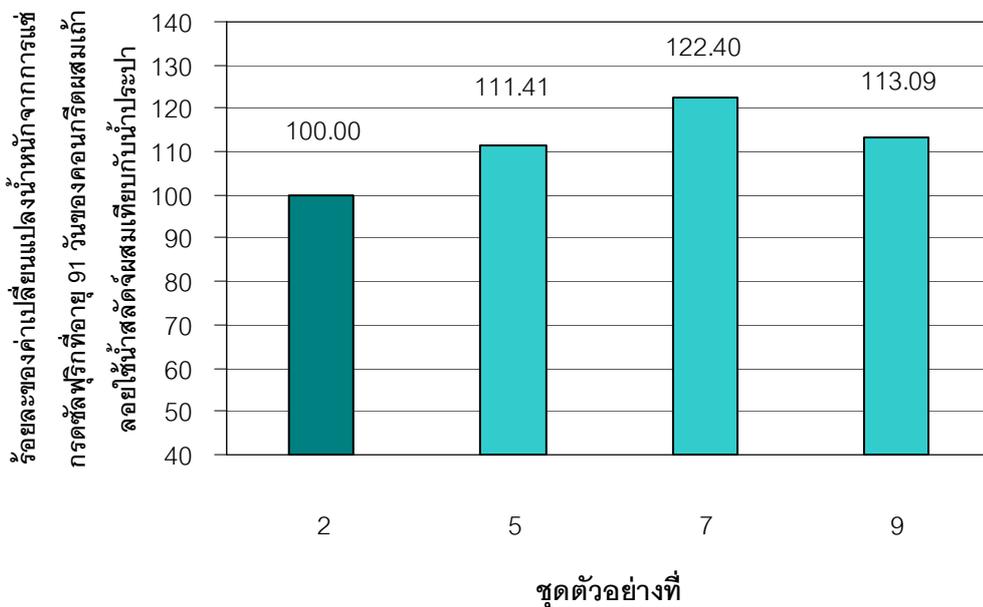
พิจารณาผลการทดสอบการแช่ก้อนตัวอย่างในสารละลายกรดซัลฟูริกที่ความเข้มข้นร้อยละ 5 โดยนำน้ำหนักจนถึงที่อายุ 91 วันของคอนกรีตผสมสารลดน้ำระดับสูงพบว่าตัวอย่างที่ 3 ที่ผสมด้วยน้ำประปามีค่าเปลี่ยนแปลงน้ำหนักน้อยกว่าตัวอย่างควบคุม โดยมีค่าเท่ากับร้อยละ 87.31 ของตัวอย่างควบคุม ส่วนตัวอย่างที่ตัวอย่างที่ 6 8 และ 10 ที่ผสมด้วยน้ำสลัดจ์มีค่าเปลี่ยนแปลงน้ำหนักอยู่ในช่วงร้อยละ 70.64 ถึง 83.87 ของตัวอย่างควบคุมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 77.56 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับร้อยละ 6.63 ผลการเปรียบเทียบแสดงดังภาพที่ 5.83 ส่วนการเปรียบเทียบผลการทดสอบเมื่อผสมด้วยน้ำสลัดจ์เทียบกับผสมด้วยน้ำประปาของคอนกรีตผสมสารลดน้ำระดับสูงพบว่าตัวอย่างที่ผสมด้วยน้ำสลัดจ์ มีค่าเปลี่ยนแปลงน้ำหนักน้อยกว่าตัวอย่างที่ผสมด้วยน้ำประปา โดยผลการทดสอบมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 80.91 ถึง 96.06 เมื่อเทียบกับกว่าตัวอย่างที่ผสมด้วยน้ำประปา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 88.83 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับร้อยละ 7.60 ผลการเปรียบเทียบแสดงดังภาพที่ 5.85



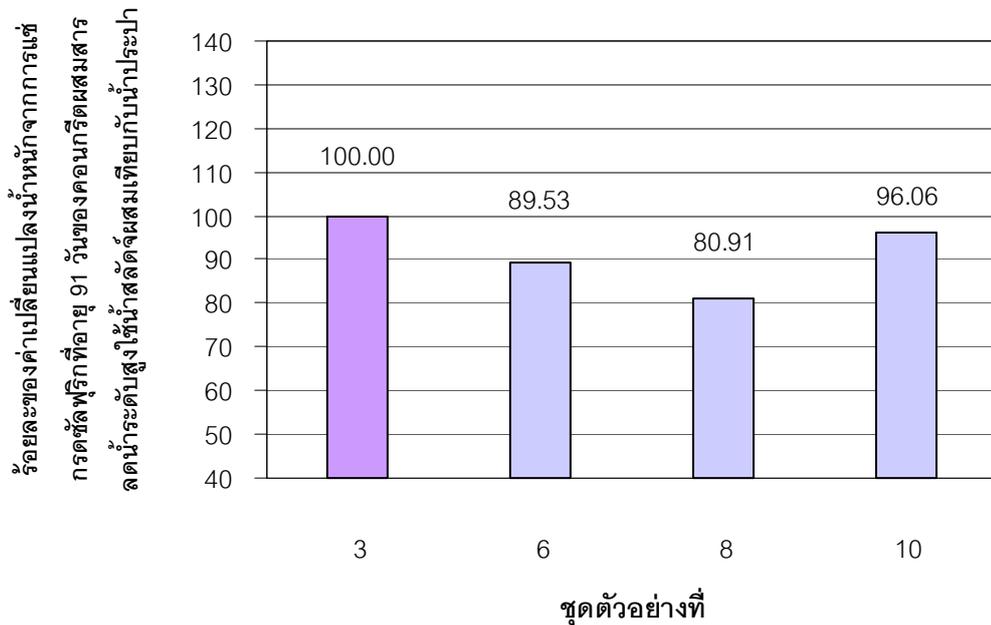
ภาพที่ 5.82 ร้อยละของค่าเปลี่ยนแปลงน้ำหนักเมื่อแช่ในสารละลายกรดซัลฟูริกที่อายุ 91 วันของตัวอย่างทดสอบน้ำสลัดจ์จากศูนย์นิคมอุตสาหกรรมอิตาเลียน-ไทย



ภาพที่ 5.83 ร้อยละของค่าเปลี่ยนแปลงน้ำหนักรวมเมื่อแช่ในสารละลายกรดซัลฟูริกที่อายุ 91 วัน เทียบกับตัวอย่างควบคุมของตัวอย่างทดสอบน้ำสลัดจ์จากศูนย์นิคมอุตสาหกรรมอิตาเลียน-ไทย



ภาพที่ 5.84 ร้อยละของค่าเปลี่ยนแปลงน้ำหนักรวมเมื่อแช่ในสารละลายกรดซัลฟูริกที่อายุ 91 วัน ของคอนกรีตผสมเถ้าลอยเทียบระหว่างผสมด้วยน้ำประพากับน้ำสลัดจ์ จากศูนย์นิคมอุตสาหกรรมอิตาเลียน-ไทย



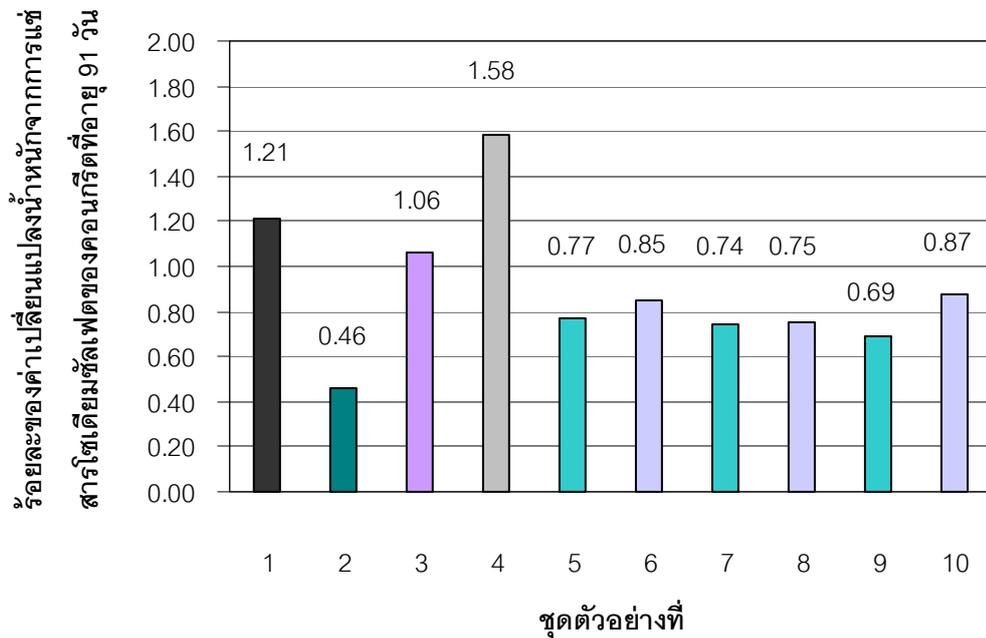
ภาพที่ 5.85 ร้อยละของค่าเปลี่ยนแปลงน้ำหนักเมื่อแช่ในสารละลายกรอดซ์ฟริกที่อายุ 91 วันของคอนกรีตผสมสารลดน้ำระดับสูงเทียบระหว่างผสมด้วยน้ำประปากับน้ำสลัดจ์ จากศูนย์นิคมอุตสาหกรรมอิตาเลียน-ไทย

ผลการทดสอบการแช่ก้อนตัวอย่างคอนกรีตในสารละลายโซเดียมซัลเฟตที่ความเข้มข้นร้อยละ 5 โดยน้ำหนักจนถึงที่อายุ 91 วันแสดงได้ดังภาพที่ 5.86 ซึ่งจากข้อมูลการทดสอบพบว่าเมื่อแช่อยู่ในสารละลายโซเดียมซัลเฟตที่ความเข้มข้นร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก ก้อนตัวอย่างมีน้ำหนักที่เพิ่มมากขึ้นเนื่องจากการซึมของน้ำเข้าไปมากขึ้นเมื่อตัวอย่างคอนกรีตทำปฏิกิริยากับสารละลายโซเดียมซัลเฟต ส่วนการเปรียบเทียบผลการทดสอบกับตัวอย่างควบคุมแสดงได้ดังภาพที่ 5.87 จากข้อมูลการทดสอบดังภาพทั้งสองพบว่าตัวอย่างที่ 4 ที่เป็นตัวอย่างไม่ผสมสารผสมเพิ่มผสมด้วยน้ำสลัดจ์มีค่าเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสูงสุดและเป็นตัวอย่างเดียวที่มีค่าสูงกว่าตัวอย่างควบคุม โดยมีค่าเท่ากับร้อยละ 130.58 ของตัวอย่างควบคุม

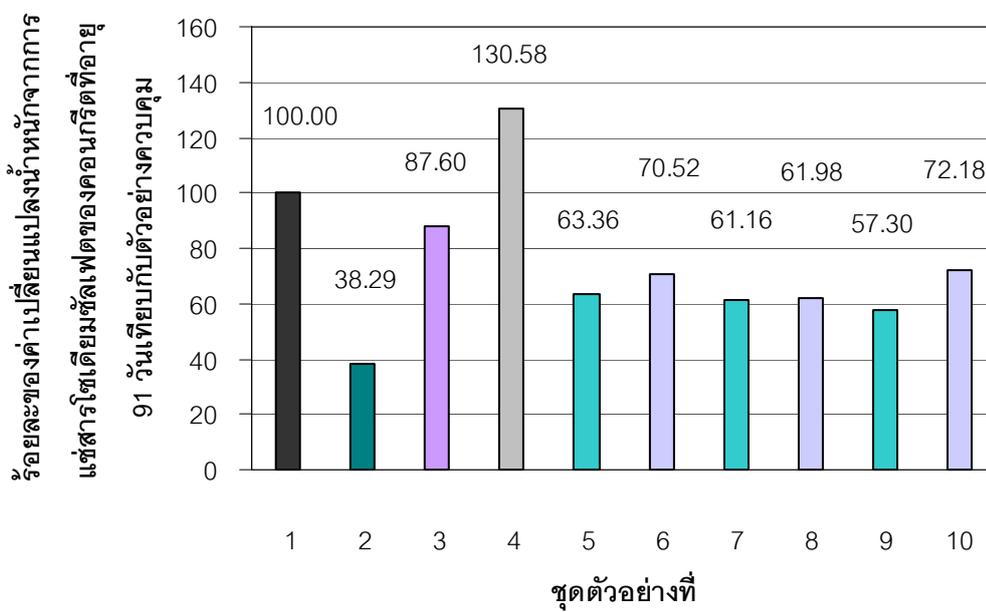
ส่วนผลการทดสอบการแช่ก้อนตัวอย่างในสารละลายโซเดียมซัลเฟตที่ความเข้มข้นร้อยละ 5 โดยน้ำหนักจนถึงที่อายุ 91 วันของคอนกรีตผสมแก้าลอยพบว่าตัวอย่างที่ 2 ที่ผสมด้วยน้ำประปามีค่าเปลี่ยนแปลงน้ำหนักน้อยกว่าตัวอย่างควบคุม โดยมีค่าเท่ากับร้อยละ 38.29 ของตัวอย่างควบคุม ส่วนตัวอย่างที่ตัวอย่างที่ 5 7 และ 9 ที่ผสมด้วยน้ำสลัดจ์มีค่าเปลี่ยนแปลงน้ำหนักอยู่ในช่วงร้อยละ 57.30 ถึง 63.36 ของตัวอย่างควบคุม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 60.61

และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับร้อยละ 3.07 ผลการเปรียบเทียบแสดงดังภาพที่ 5.87 ส่วนการเปรียบเทียบผลการทดสอบเมื่อผสมด้วยน้ำสลัดจ์เทียบกับผสมด้วยน้ำประปาของคอนกรีตผสมเถ้าลอยพบว่าตัวอย่างที่ผสมด้วยน้ำสลัดจ์มีค่าเปลี่ยนแปลงน้ำหนักมากกว่าตัวอย่างที่ผสมด้วยน้ำประปา โดยมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 149.64 ถึง 165.47 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 158.27 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับร้อยละ 8.01 ผลการเปรียบเทียบแสดงดังภาพที่ 5.88

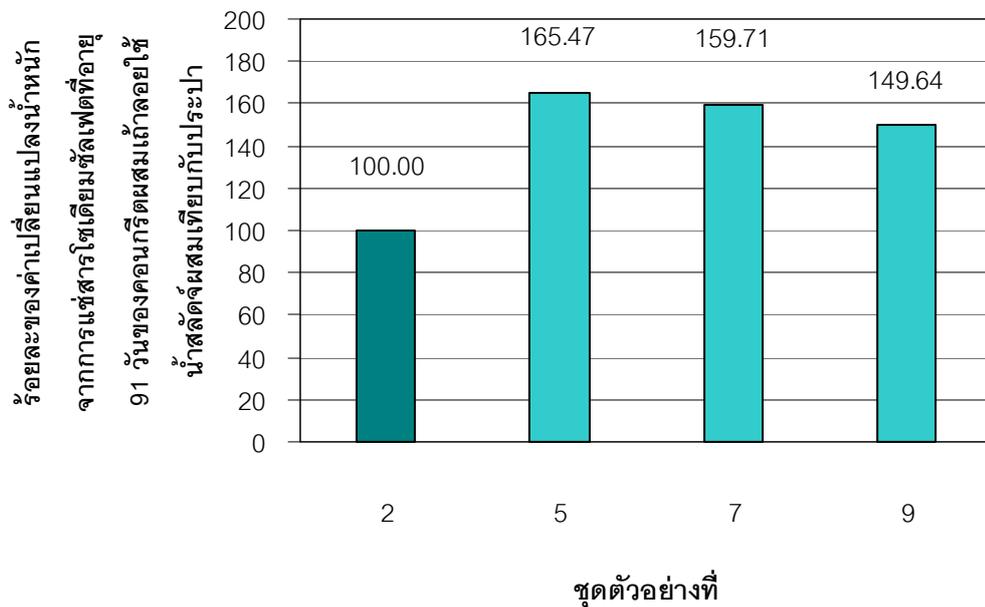
พิจารณาผลการทดสอบการแช่ก้อนตัวอย่างในสารละลายโซเดียมซัลเฟตที่ความเข้มข้นร้อยละ 5 โดยน้ำหนักจนถึงที่อายุ 91 วันของคอนกรีตผสมสารลดน้ำระดับสูงพบว่าตัวอย่างที่ 3 ที่ผสมด้วยน้ำประปามีค่าเปลี่ยนแปลงน้ำหนักน้อยกว่าตัวอย่างควบคุม โดยมีค่าเท่ากับร้อยละ 87.60 ของตัวอย่างควบคุม ส่วนตัวอย่างที่ตัวอย่างที่ 6 8 และ 10 ที่ผสมด้วยน้ำสลัดจ์มีค่าเปลี่ยนแปลงน้ำหนักอยู่ในช่วงร้อยละ 61.98 ถึง 72.18 ของตัวอย่างควบคุมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 68.23 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับร้อยละ 5.87 ผลการเปรียบเทียบแสดงดังภาพที่ 5.36 ส่วนการเปรียบเทียบผลการทดสอบเมื่อผสมด้วยน้ำสลัดจ์เทียบกับผสมด้วยน้ำประปาของคอนกรีตผสมสารลดน้ำระดับสูงพบว่าตัวอย่างที่ผสมด้วยน้ำสลัดจ์ มีค่าเปลี่ยนแปลงน้ำหนักน้อยกว่าตัวอย่างที่ผสมด้วยน้ำประปา โดยผลการทดสอบมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 70.75 ถึง 82.39 เมื่อเทียบกับกว่าตัวอย่างที่ผสมด้วยน้ำประปา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 77.88 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับร้อยละ 6.24 ผลการเปรียบเทียบแสดงดังภาพที่ 5.89



ภาพที่ 5.86 ร้อยละของค่าเปลี่ยนแปลงน้ำหนักเมื่อแช่ในสารละลายโซเดียมซัลเฟตที่อายุ 91 วันของตัวอย่างทดสอบน้ำสลัดจ์จากศูนย์นิคมอุตสาหกรรมอิตาเลียน-ไทย

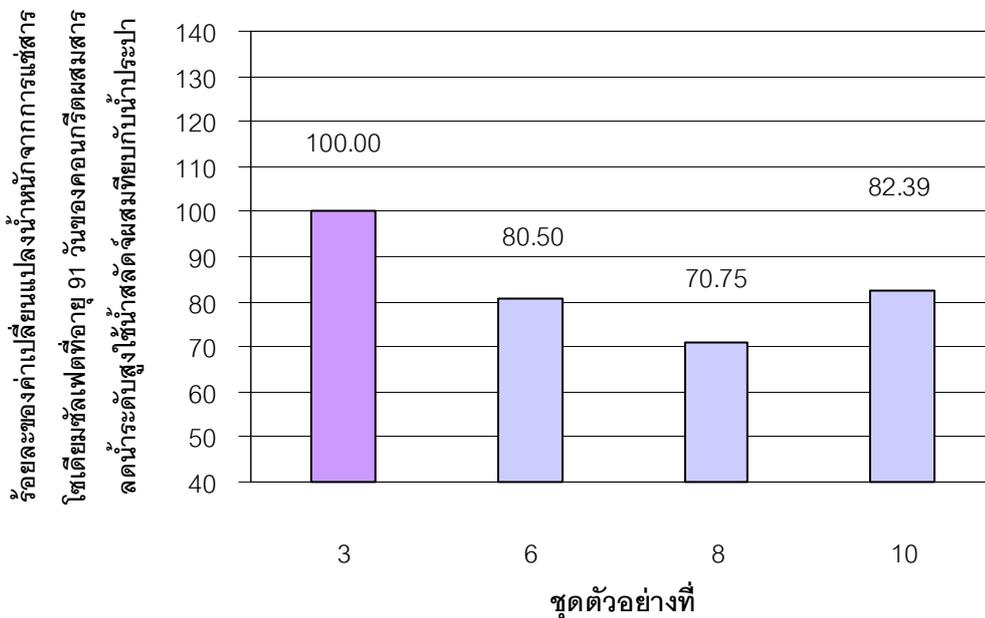


ภาพที่ 5.87 ร้อยละของค่าเปลี่ยนแปลงน้ำหนักเมื่อแช่ในสารละลายโซเดียมซัลเฟตที่อายุ 91 วันเทียบกับตัวอย่างควบคุมของตัวอย่างทดสอบน้ำสลัดจ์จากศูนย์นิคมอุตสาหกรรมอิตาเลียน-ไทย



ภาพที่ 5.88 ร้อยละของค่าเปลี่ยนแปลงน้ำหนักเมื่อแช่ในสารละลายโซเดียมซัลเฟตที่อายุ 91 วันของคอนกรีตผสมเถ้าลอยเทียบระหว่างผสมด้วยน้ำประพากับน้ำสลัดจ์

จากศูนย์นิคมอุตสาหกรรมอิตาเลียน-ไทย



ภาพที่ 5.89 ร้อยละของค่าเปลี่ยนแปลงน้ำหนักเมื่อแช่ในสารละลายโซเดียมซัลเฟตที่อายุ 91 วันของคอนกรีตผสมสารลดน้ำระดับสูงเทียบระหว่างผสมด้วยน้ำประพากับน้ำสลัดจ์

จากศูนย์นิคมอุตสาหกรรมอิตาเลียน-ไทย