บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 องค์ประกอบหลักในปูนซีเมนต์

องค์ประกอบหลักของปูนซีเมนต์ [9] คือ C_3S C_2S C_3A และ C_4AF เนื่องจากมีปริมาณมากกว่าถึงร้อยละ 90 จึงเป็นตัวกำหนดคุณสมบัติและคุณภาพของปูนซีเมนต์

1. ไตรแคลเซียมซิลิเกต (C_3S) มีอยู่มากที่สุดในปูนซีเมนต์ประมาณร้อยละ 45 ถึง 55 มีรูปร่างเป็นเหลี่ยมสีเทาแก่ที่อุณหภูมิในเตาเผา 1,250 องศาเซลเซียส C_3S สามารถสลายตัวได้ ซึ่งการสลายตัวนี้ได้ค่อนข้างดี กับน้ำจะเกิดการก่อตัวและแข็งตัวทำให้กำลังค่อนข้างดีเฉพาะในช่วง 7 วันแรก ปฏิกิริยาระหว่าง C_3S กับน้ำทำให้เกิดความร้อนปานกลาง ประมาณ 500 จูลต่อกรัม ความร้อนที่คายออกมาเรียกว่าความร้อนของปฏิกิริยาไฮเดรชัน (Heat of hydration)

2. ไดแคลเซียมซิลิเกต(C_2S) มีอยู่ในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประมาณร้อยละ 15 ถึง 35 C_2S มีลักษณะเป็นเม็ดกลม เมื่อผสมกับน้ำสามารถทำปฏิกิริยากับความร้อนเนื่องจากปฏิกิริยาไฮเดรชันของ C_2S ค่อนข้างต่ำ และการพัฒนากำลังของ C_2S ค่อนข้างช้าและช้ากว่า C_3S มากคือให้เริ่มกำลังหลัง 28 วันขึ้นไป

3. ไตรแคลเซียมอลูมิเนต (C_3A) มีอยู่ในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประมาณร้อยละ 7 ถึง 15 ลักษณะรูปร่างเป็นเหลี่ยมมีสีเทาอ่อน ทำปฏิกิริยากับน้ำมีความรุนแรงมากและทำให้เพสต์ก่อตัวทันที การพัฒนากำลังของ C_3A จะเร็ว สามารถพัฒนาได้ภายใน 1 วันแต่กำลังประลัยที่ได้มีค่าค่อนข้างต่ำมากเมื่อเปรียบเทียบกับ C_3S หรือ C_2S

4. เตตะแคลเซียมอลูมิโนเฟอร์ไรต์ (C_4AF) มีอยู่ในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประมาณร้อยละ 5 ถึง 10 และอยู่ในสารละลายแข็ง (Solid solution) เมื่อผสมกับน้ำจะพบปฏิกิริยาและทำให้เพสต์ก่อตัวอย่างรวดเร็ว ความร้อนเนื่องจากปฏิกิริยาไฮเดรชัน โดย C_4AF การพัฒนากำลังได้เร็วมาก เช่นเดียวกับ C_3A แต่กำลังประลัยที่ได้มีค่าค่อนข้างต่ำและต่ำกว่า C_3A เล็กน้อย[1]

ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติของสารประกอบหลักในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์[1]

คุณสมบัติ	สารประกอบ			
	C_3S	**C_2S**	**C_3A**	**C_4AF**
อัตราการทำปฏิกิริยาไฮเดรชัน	เร็ว(ชม.)	ช้า(วัน)	ทันทีทันใด	เร็วกว่า(นาที)
การพัฒนากำลัง	เร็ว(วัน)	ช้า(สัปดาห์)	เร็วมาก(1 วัน)	เร็วมาก(1 วัน)
กำลังอัดประลัย	สูง	สูง	ต่ำ	ต่ำ
ความร้อนจากปฏิกิริยาไฮเดรชั่น	ปานกลาง	ต่ำ	สูง	ปานกลาง

2.1.2 วัสดุปอซโซลาน

วัสดุปอซโซลาน [10] ตามคำจำกัดความของ ASTM C 618 [11] หมายถึง วัสดุที่ประกอบด้วยออกไซด์ของซิลิกา (Siliceous) หรือ ซิลิ กาและอลูมินา (Siliceous and aluminous) เป็นองค์ประกอบหลัก โดยทั่วไปแล้ววัสดุปอซโซลานมีคุณสมบัติของวัสดุประสานน้อยมากหรือไม่มีเลย แต่เมื่อมีความละเอียดที่เหมาะสมและมีความชื้นที่เพียงพอจะสามารถทำปฏิกิริยากับด่างหรือแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ($Ca(OH_2)$) ทำให้ได้สารประกอบที่มีคุณสมบัติในการยึดประสานได้ดีคล้ายกับปูนซีเมนต์ เรียกปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นนี้ว่าปฏิกิริยาปอซโซลาน (Pozzolanic reaction) โดยทั่วไปวัสดุปอซโซลานที่มีอยู่ในปัจจุบันแบ่งได้ 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ วัสดุปอซโซลานธรรมชาติ(Natural pozzolan) ซึ่งเกิดจากกระบวนการตามธรรมชาติ เช่น เถ้าภูเขาไฟ และดินขาว เป็นต้น ส่วนอีกประเภทหนึ่ง คือ วัสดุปอซโซลาน สังเคราะห์ (Artificial pozzolan) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นวัสดุพลอยได้ที่เกิดจากกระบวนการผลิตในงานอุตสาหกรรม เช่น ซิลิกาฟูม เถ้าถ่านหิน เถ้าแกลบ และเถ้าปาล์มน้ำมัน เป็นต้น

ปัจจุบันเถ้าลอย (Fly ash) เป็นวัสดุปอซโซลานที่นิยมนำมาใช้ในงานคอนกรีต เนื่องจากเถ้าลอยช่วยปรับปรุงคุณภาพของคอนกรีตให้ดีขึ้นหลายประการ ทั้งด้านกำลังรับแรงอัด ความทนทาน เช่น ลดการแทรกซึมของสารเคมี ตลอดจนช่วยลดต้นทุน เนื่องจากเถ้าถ่านหินมีราคาถูกกว่าปูนซีเมนต์ อีกทั้งเป็นการช่วยลดมลพิษด้านสิ่งแวดล้อมเนื่องจากการผลิตปูนซีเมนต์ได้ปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจกสู่บรรยากาศเถ้าลอย เป็นผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าแบบพลังงานไอน้ำ โดยใช้ถ่านหินเป็นวัตถุดิบในการผลิต จากการศึกษาพบว่าเถ้าลอยมีอนุภาคที่ค่อนข้างเล็กและส่วนใหญ่เป็นเม็ดกลม เมื่อนำไปผสมกับคอนกรีตเถ้าลอยจะเข้าไปอุดช่องว่างเล็ก ๆ ระหว่างปูนซีเมนต์กับหินหรือทรายทำให้คอนกรีตแน่นขึ้น และพบว่าเถ้าลอยมีซิลิกาเป็นองค์ประกอบโดยส่วนใหญ่ จึงมีคุณสมบัติเป็นสารปอซโซลาน ทั้งนี้ยังพบว่าในระยะยาวคอนกรีตที่มีส่วนผสมของเถ้าลอยจะมีกำลังอัดสูงกว่าคอนกรีตธรรมดาสำหรับในประเทศไทยได้มีการใช้เถ้าลอยในคอนกรีตผสมเสร็จอย่างกว้างขวาง มาตรฐานสำหรับเถ้าลอยในประเทศไทยตาม มอก. 2135 [12] และได้ทำการเปรียบเทียบเทียบคุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของเถ้าลอยตามมาตรฐานของ ว.ส.ท. 1014[13] และมาตรฐาน ASTM C618 [11]

2.1.3 ปฏิกิริยาของวัสดุปอซโซลาน

เมื่อปูนซีเมนต์ทำปฏิกิริยากับน้ำจะเกิดปฏิกิริยาที่เรียกว่า ปฏิกิริยาไฮเดรชัน [14] ซึ่งจะได้ผลิตภัณฑ์เป็นสารประกอบของแคลเซียมซิลิเกตไฮเดรต (C-S-H) แคลเซียมอลูมิเนตไฮเดรต (C-A-H) แคลเซียมอลูมิโนซัลโฟเนต ($3CaO.(Al_2O_3.Fe_2O_3).3CaSO_4$) และ แคลเซียม ไฮดรอกไซด์ ($Ca(OH)_2$) ซึ่ง แคลเซียม ไฮดรอกไซด์ ($Ca(OH)_2$) นี้เองที่ทำปฏิกิริยากับซิลิคอนไดออกไซด์ (SiO_2) และอลูมิเนียมออกไซด์ (Al_2O_3) ในวัสดุปอซโซลานเกิดเป็นสารประกอบที่เรียกว่า แคลเซียมซิลิเกตไฮเดรต (C-S-H) และแคลเซียมอลูมิเนตไฮเดรต (C-A-H) ซึ่งมีคุณสมบัติในการเชื่อมประสานได้ ปฏิกิริยาทั้งสองนี้รวมเรียกว่า ปฏิกิริยาปอซโซลาน ในกรณีที่วัสดุปอซโซลานมีส่วนประกอบหลักทางเคมีเป็น ซิลิกอนไดออกไซด์ (SiO_2) ปฏิกิริยาปอซโซลาน สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้ คือ

$$1.1Ca(OH)_2 + SiO_2 + 2.8H_2O \text{-----> } C\text{-}S\text{-}H \qquad (2.1)$$

$$\text{หรือ } 1.1Ca(OH)_2 + S + 2.8H \text{ -----> } C_{1.1}SH_{3.} \qquad (2.2)$$

และในกรณีที่วัสดุปอซโซลาน มีส่วนประกอบหลักทางเคมีเป็น อลูมิเนียมออกไซด์ (Al_2O_3) ปฏิกิริยาปอซโซลาน สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้ คือ

$$2Ca(OH)_2 + Al_2O_3 + 6H_2O \text{-----> } 2CaO.SiO_2.8H_2O \qquad (2.3)$$

$$\text{หรือ } 2Ca(OH)_2 + A + 6H \text{ ------> } C_2SH_8 \qquad (2.4)$$

หากพิจารณาต่อไปจะพบว่าปฏิกิริยาปอซโซลานจะถูกจำกัดโดยปริมาณของซิลิกอนออกไซด์ (SiO_2) และอลูมิเนียมออกไซด์ (Al_2O_3) จากตัววัสดุปอซโซลาน รวมถึง ปริมาณของ แคลเซียม ไฮดรอกไซด์ ($Ca(OH)_2$ ที่เกิดจากปฏิกิริยาไฮเดรชันของปูนซีเมนต์

2.1.4 นาโนซิลิกา (Nano-SiO_2)

นาโนซิลิกา (Nano-SiO_2) ได้จากการสังเคราะห์ซิลิกอนไดออกไซด์อนุภาคนาโนซึ่งได้จากปฏิกิริยาระหว่าง Sodium silicate + HCL แลทำปฏิกิริยา Dialysis เพื่อไล่เกลือและดึงน้ำออกโดยใช้ Alcohol แล้วจึงทำการ Freeze dry ผลที่ได้คือ Porous silica คือมีสารประกอบ SiO_2 มากกว่าร้อยละ 99% ซึ่งมีลักษณะเป็นทรงกลม ที่มีโครงสร้างในระดับนาโน ในการ สังเคราะห์ซิลิกอนไดออกไซด์อนุภาคนาโนจะสังเคราะห์ได้หลายวิธี

2.1.4.1 องค์ประกอบทางเคมี

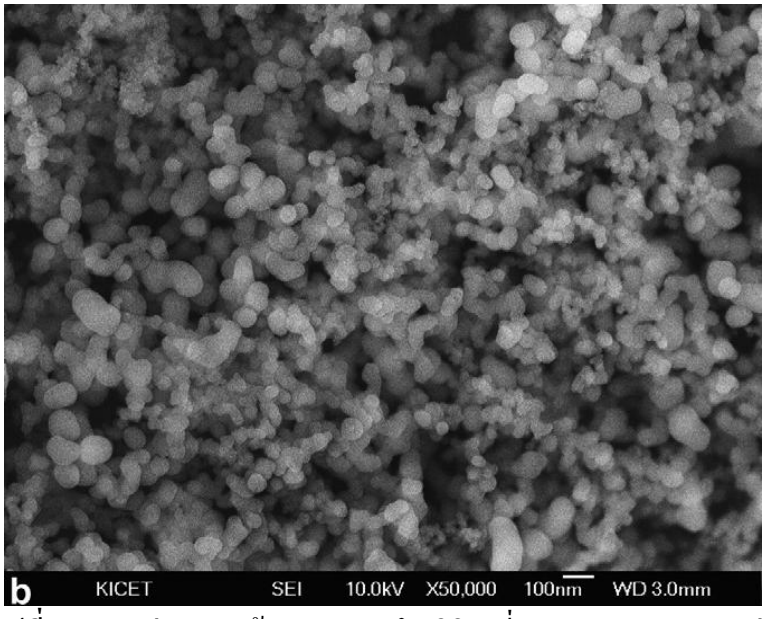
องค์ประกอบหลักทางเคมีของนาโนซิลิกาคือ SiO_2 ที่มีอนุภาคระดับนาโนเมตร อยู่ในรูปที่ไม่เป็นผลึกเป็นส่วนใหญ่ [15] นาโนซิลิกาที่มีจำหน่ายในท้องตลาดมี SiO_2 มากกว่าร้อยละ 99.0 ขึ้นไปและออกไซด์อื่นๆ น้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณของ SiO_2 หากนำค่าออกไซด์ของนาโนซิลิกาจะพบว่ามีองค์ประกอบดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 คุณสมบัติทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของอนุภาคนาโนซิลิกา (Nano-SiO_2)

องค์ประกอบทางเคมี (%)	(Nano-SiO_2)	Type I	Silica fume
SiO_2	99.00	21.04	92
Al_2O_3	0.70	4.99	0.7
Fe_2O_3	1.00	3.43	1.2
CaO	0.12	65.92	0.2
SO_3	-	2.71	-
MgO	0.20	1.40	0.2
Loss of Ignition (LOI), %	-	1.70	-
Specific Gravity	2.20	3.15	2.20
Avg. Particle size	12 nm	15,000 nm	100 nm

2.1.4.2 องค์ประกอบทางกายภาพ

คุณสมบัติทางกายภาพของนาโนซิลิกาที่เห็นได้ชัดคือเป็นผงที่มีความละเอียดมาก สีขาวหรือมีสีขาวอมฟ้า มีขนาดอนุภาคหลายขนาดตั้งแต่ เฉลี่ยประมาณ 5-50 นาโนเมตร ซึ่งเล็กกว่าปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ถึงกว่า 1,250 เท่าเพราะปูนซีเมนต์แลนด์ประเภทที่ 1 มีอนุภาคเฉลี่ยประมาณ 15,000 นาโนเมตร



รูปที่ 2.1 ภาพถ่ายขยายด้วย SEM นาโนซิลิกาที่กำลังขยาย x50,000 เท่า

2.1.5 ปัจจัยที่มีผลต่อกำลังอัดของคอนกรีต

การบ่มคอนกรีต [16] จากปฏิกิริยาที่กล่าวมาข้างต้นทั้งหมดพบว่า มีการใช้น้ำเพื่อใช้ในการทำทุกปฏิกิริยาทั้งสิ้น ซึ่งการสูญเสียน้ำในเนื้อคอนกรีตจะทำให้การเกิดปฏิกิริยาไม่สมบูรณ์ ส่งผลต่อการพัฒนากำลังอัดของคอนกรีต ด้วยเหตุนี้จึงมีความจำเป็นต้องทำการบ่มคอนกรีต

การบ่มคอนกรีต(Curing) เป็นการควบคุมและป้องกันมิให้น้ำที่เหลือจากการทำปฏิกิริยา ระเหยออกมาจากคอนกรีตที่เทลงแบบหล่อและแข็งตัวแล้ว เร็วเกินไป เพื่อให้คอนกรีตมีคุณสมบัติในการรับแรงและความต้านทานตามการออกแบบ [9]

ตารางที่ 2.3 ระยะเวลาในการบ่มตามมาตรฐาน ACI[9]

ประเภท	ระยะเวลาที่ใช้บ่ม(วัน)
TYPE I	7
TYPE II	10
TYPE III	3
TYPE IV หรือ V	14

2.2 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับนาโนซิลิกา (Nano-SiO_2)

2.2.1 คอนกรีตผสมเถ้าลอย

เสกสรรค์ ชูทับทิม และคณะ [17] ศึกษามอร์ต้าผสมเถ้าลอยแม่เมาะทดสอบที่ อายุ 7 14 28 63 91 และ 182 วัน แทนที่ด้วยเถ้าลอยร้อยละ 0 15 30 50 และ 70 บ่มน้ำที่อายุ 0 3 7 14 28 และ 182 วันค่า W/B 0.55 จากผลทดลองพบว่าการบ่มน้ำตลอดเวลาทำให้การพัฒนากำลังของคอนกรีตผสมเถ้าลอยเป็นไปอย่างต่อเนื่องและเมื่อพิจารณาผลกำลังของมอร์ต้าที่บ่มอย่างต่อเนื่องที่อายุ 91 วัน ต้องทำการบ่มอย่างน้อย 14 วัน สำหรับการแทนที่ร้อยละ 15บ่ม อย่างน้อย 28 วัน สำหรับการแทนที่ร้อยละ 30 และ 50 จึงจะมีกำลังอัดเทียบเท่าคอนกรีตที่บ่มน้ำตลอดเวลา ดังนั้นการใช้เถ้าลอยในการแทนที่ในปูนซีเมนต์มากขึ้นจำเป็นต้องใช้เวลาในการบ่มมากขึ้นตามไป ธีรติ ศรีจันทร์และคณะ [18] ศึกษากำลังอัดของคอนกรีตผสมเถ้าลอยทดสอบกำลังอัดที่ อายุ 28 และ 91 วัน โดยทำการบ่มน้ำและไม่บ่มแทนที่ด้วยเถ้าลอยร้อยละ 30 และ 50 ค่า W/B 0.55 จากผลการทดลองพบว่าการแทนที่ด้วยเถ้าลอยในปริมาณที่สูงขึ้นทำให้ค่ากำลังอัดลดลง และการบ่มน้ำตลอดเวลาทำให้การพัฒนากำลังของคอนกรีตผสมเถ้าลอยเป็นไปอย่างต่อเนื่อง พบว่าการบ่มอย่าง 28 และ 91 วัน ด้วยน้ำจะให้ค่าที่สูงกว่าคอนกรีตที่ไม่บ่ม ดังนั้นการใช้เถ้าลอยในการแทนที่ในปูนซีเมนต์มากขึ้นจำเป็นต้องใช้เวลาในการบ่มมากขึ้นตามไปด้วย

2.2.1 มอร์ต้าหรือคอนกรีตผสมนาโนซิลิกา

Jo และคณะ [7] ได้ทำการศึกษาคุณสมบัติของซีเมนต์มอร์ต้าร์ที่ผสมนาโนซิลิกา (Nano-SiO_2) ขนาด 40 นาโนเมตร แสดงให้เห็นว่าการพัฒนากำลังอัด ของซีเมนต์มอร์ต้าร์ที่ผสมนาโนซิลิกาหลังจากอายุ 7 วันและ 28วันไปแล้วในทุกๆตัวอย่างจะมีค่ากำลังอัดที่สูงกว่าค่ากำลังอัดของซีเมนต์มอร์ต้าร์ที่เป็นตัวควบคุม (OPC) และค่าความแตกต่างในการพัฒนากำลังอัดของมอร์ต้าร์เป็นลักษณะหนึ่งในปฏิกิริยาปอซโซลาน โดยมีอัตราส่วน W/C เท่ากับ 0.5 และอัตราส่วนของนาโนซิลิกาที่ผสมลงในซีเมนต์มอร์ต้าร์ คือ 3% 6% 10% และ 12% โดยน้ำหนักของซีเมนต์มอร์ต้าร์ Li และคณะ [3] ได้ทำการศึกษาลักษณะของ Microstructure ของซีเมนต์มอร์ต้าร์ที่มีการใส่อนุภาคระดับนาโน (Nano-particles) โดยอนุภาคระดับนาโนที่ใช้ในการทดลองนี้คือ Nano-Fe_2O_3 และ Nano-SiO_2 ซึ่งการทดลองแสดงให้เห็นว่าค่ากำลังอัด (Compressive strength) ที่อายุ 7 วัน และ 28 วัน ของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่มีการใส่อนุภาคระดับนาโน (Nano-particles) ดังกล่าว จะมีค่าสูงกว่าซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ไม่มีการใส่อนุภาคระดับนาโน (Nano-particles) จากผลการทดลองดังกล่าวสามารถกล่าวได้ว่า อนุภาคระดับนาโน (Nano-particles) จะช่วยปรับปรุงคุณสมบัติทางกล (Mechanical properties)ของซีเมนต์มอร์ตาร์เนื่องจากว่า Nano-Fe_2O_3 และ Nano-SiO_2 จะไปแทรกตัวตามโพรงของซีเมนต์มอร์ตาร์ และ

ช่วยลดปริมาณ $CaOH_2$ ในระหว่างการเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชั่น ซึ่งเป็นผลช่วยให้ซีเมนต์มอร์ตาร์มีความสามารถในการรับกำลังอัด (Compressive strength) เพิ่มขึ้น โดยอนุภาค และอีกประการหนึ่งคือค่ากำลังอัด (Compressive strength) จะมีค่ามากขึ้นเมื่ออายุของมอร์ตาร์มากขึ้น Li และคณะ [2] ได้ทำการศึกษาคุณสมบัติทางกลและการรับกำลังอัด (Compressive strength) ของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ที่ใส่อนุภาคระดับนาโน โดยแสดงให้เห็นว่าค่ากำลังของซีเมนต์มอร์ตาร์ตัวอย่างเมื่อใส่อนุภาคระดับนาโน (ซึ่งในที่นี้อนุภาคระดับนาโน คือ Nano-Fe_2O_3) จะมีค่ากำลังอัดที่เพิ่มขึ้นเมื่อตัวอย่างซีเมนต์มอร์ตาร์มีอายุมากขึ้น โดยพิจารณาที่อายุมอร์ตาร์ 7 วัน และ 28 วัน และจะมีค่ากำลังอัดมากกว่าซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ไม่ได้ใส่อนุภาคระดับนาโน (Plain cement mortar, PC) ที่อัตราส่วน w/b เท่ากัน Li และคณะ [5] ได้ทำการศึกษาความต้านทานการสึกกร่อน (Abrasion resistance) ของคอนกรีตเมื่อมีอนุภาคระดับนาโน โดยอนุภาคระดับนาโนที่ใช้มี 2 ชนิด คือ Nano-TiO_2 และ Nano-SiO_2 พบว่าการใช้ Nano-TiO_2 เป็นส่วนผสมในการทำพื้นผิวคอนกรีต (Concrete pavement) จะทำให้พื้นผิวคอนกรีตมีความสามารถในการต้านทานความสึกกร่อนกว่าการใช้ Nano-SiO_2 แต่อนุภาคระดับนาโนทั้งสองก็สามารถทำให้พื้นผิวคอนกรีตมีการต้านทานการสึกกร่อนได้ดี Ji และคณะ [19] ได้ทำการศึกษาการซึมผ่านของน้ำในคอนกรีต ซึ่งประกอบไปด้วยนาโนซิลิกา และซิลิกอน ซึ่งจะพบได้ว่านาโนซิลิกานั้นสามารถที่จะกันการซึมผ่านของน้ำได้ดี เพราะว่านาโนซิลิกานั้นจะเข้าไปแทรกช่องว่างของคอนกรีตทำให้ช่องว่างของคอนกรีตมีค่าน้อยลง ทำให้มีการทึบน้ำมากขึ้น ต่อมา Lin และคณะ [8] ได้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้นาโนซิลิกามาผสมร่วมกับกากตะกอนของเถ้าลอย โดยจะวัดค่ากำลังอัด และดูผลทางด้านโครงสร้างภายใน (Microstructure) โดยใช้กล้อง SEM โดยจะใช้กากตะกอนของเถ้าถ่านหินแทนที่ 0% 10% 20% และ 30% และใช้นาโนซิลิกาผสมร่วม 0% 1% 2% และ 3% ตามลำดับ โดยจะทดสอบที่อายุ 3 วัน 7 วัน และ 28 วัน จะพบว่านาโนซิลิกานั้นจะช่วยเพิ่มการเป็นผลึกคริสตัลมากขึ้น เมื่อดูทางกล้อง SEM และยังช่วยส่งผลให้เกิดปฏิกิริยาไฮเดรชั่นได้ดี ซึ่งจะสามารถพัฒนากำลังอัดให้ได้ค่าที่สูงขึ้น จากงานวิจัยในอดีตพบว่า ได้มีการใช้อนุภาคระดับนาโนหลายชนิด และหลายขนาด ส่วนมากที่นิยมใช้ส่วนใหญ่จะเป็น นาโนซิลิกา (Nano-SiO_2) เนื่องจากนาโนซิลิกานั้นมีราคาที่ถูกกว่านาโนชนิดอื่นๆ อย่างไรก็ตามเมื่อเทียบกับวัสดุปอซโซลานชนิดอื่นๆ นาโนซิลิกายังคงมีราคาสูงมากกว่าหลายเท่าตัว ดังนั้นการใช้นาโนซิลิกาบางส่วนผสมร่วมกับวัสดุปอซโซลานชนิดอื่นๆ จึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจและสามารถช่วยลดต้นทุนได้ จากงานวิจัยที่ผ่านมาจึงได้แนวคิดในการทำโครงการวิจัยในครั้งนี้ โดยทำการศึกษาการใช้นาโนซิลิกา มาผสมร่วมกับเถ้าลอยในปริมาณสูง เนื่องจากองค์ประกอบทางเคมีทั้งสองตัวนั้นมีคุณสมบัติที่คล้ายกันซึ่งประกอบด้วย SiO_2 เป็นส่วนใหญ่ งานวิจัยครั้งนี้จึงได้มุ่งเน้นไปที่การศึกษาการแทนที่บางส่วนของเถ้าลอยด้วนนาโนซิลิกาเพื่อลดต้นทุน โดยจะศึกษาทดสอบค่าการพัฒนากำลังของคอนกรีตที่ผสมร่วมกับนาโนซิลิกา (Nano-SiO_2) ต่อการพัฒนากำลังอัด เนื่องจากงานวิจัยที่ผ่านมา ยังศึกษาสัดส่วนการแทนที่บางส่วนของปูนซีเมนต์ด้วยนาโนซิลิกา หาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการพัฒนาคอนกรีตกำลังสูง เพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิต และเพื่อให้เข้าใจถึงการ

พัฒนากำลังอัดของคอนกรีตมากขึ้น โดยข้อมูลที่ได้จะเป็นประโยชน์ในอนาคตแก่ผู้ที่ต้องการใช้นาโนซิลิกาเพื่อพัฒนากำลังอัดของคอนกรีตได้