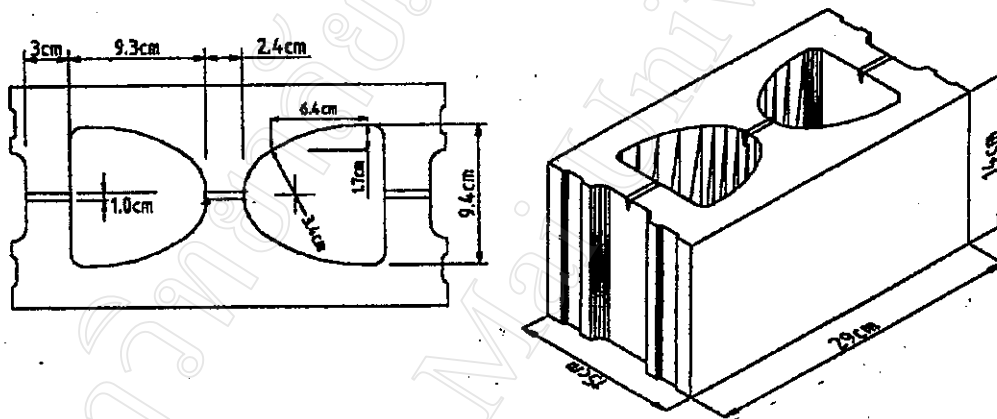


บทที่ 2

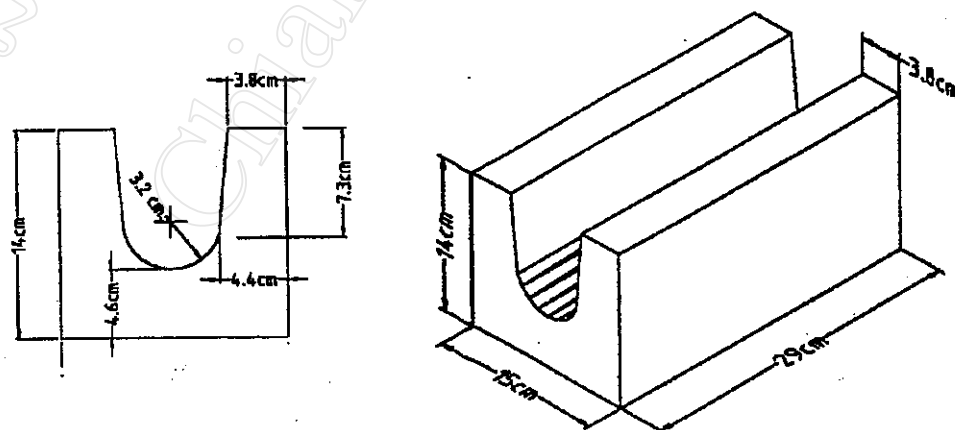
วิธีการวิจัย

2.1 คอนกรีตบล็อกที่ใช้ทดสอบ

คอนกรีตบล็อก ที่ใช้ในงานวิจัยนี้มีทั้งชนิดกลวงและชนิดราง ดังแสดงในรูป 2.1 และ รูป 2.2 ผลิตโดย บริษัทซีรินบล็อก อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่



รูป 2.1 ลักษณะของคอนกรีตบล็อกที่ใช้ก่อ



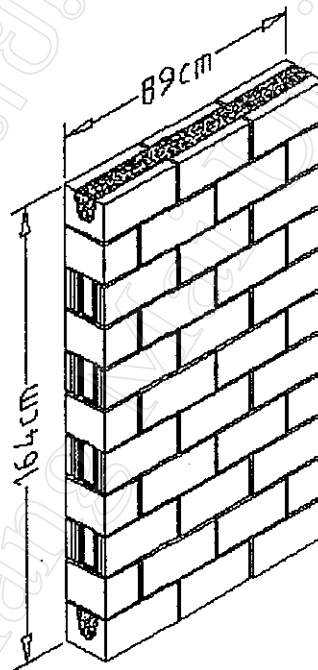
รูป 2.2 ลักษณะของคอนกรีตบล็อกที่ใช้ทำคานยื่น

2.2 แผนการทดสอบและการวิเคราะห์พฤติกรรม

2.2.1 แผนการทดสอบ

ในการทดสอบ ได้แบ่งชุดทดสอบเป็น 4 ชุด โดยใช้ ความสูงและ อัตราส่วนระยะระหว่างคานเอ็นตอความกว้างของกำแพง (b/w) เป็นตัวแปร ดังนี้คือ

ก. ชุดควบคุม แบ่งออกเป็น 3 ตัวอย่างคือ C1 C2 และ C3 ประกอบด้วยกำแพงคอนกรีตบล็อกขนาดกว้าง 0.89 ม. สูง 1.64 ม. มีคานเอ็นตรงส่วนบนสุดและล่างสุดของกำแพง ดังรูป 2.3 ทั้งนี้ก็เพื่อจำลองลักษณะของกำแพงจริงซึ่งมีการจับยึดที่ค่อนข้างแข็งแรงจากด้านล่างโดยก่อบนคานคอดิน และด้านบนสุดมีคานเอ็น

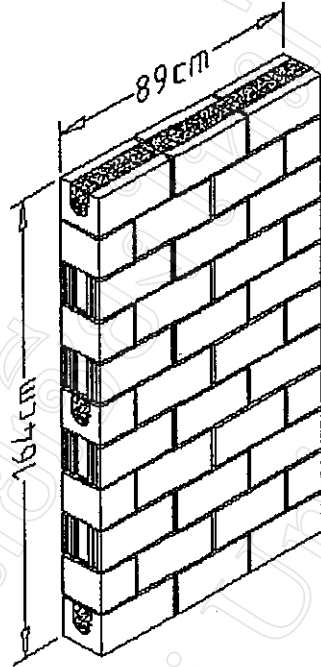


รูป 2.3 ลักษณะตัวอย่างทดสอบ ชุดทดสอบ C (ชุดควบคุม)

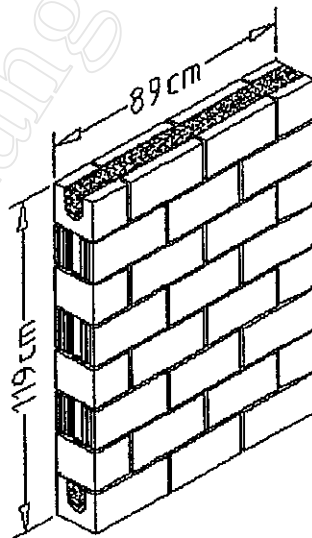
ข. ชุดทดสอบ T มี 3 ตัวอย่างคือ T1 T2 และ T3 ประกอบด้วยกำแพงคอนกรีตบล็อกกว้าง 0.89 ม. สูง 1.64 ม. มีคานเอ็นตรงส่วนบนสุด ล่างสุด และกึ่งกลางของกำแพง ดังรูป 2.4

ค. ชุดทดสอบ M มี 3 ตัวอย่าง คือ M1 M2 และ M3 ประกอบด้วยกำแพงคอนกรีตบล็อกกว้าง 0.89 ม. สูง 1.19 ม. มีคานเอ็นตรงส่วนบนสุดและล่างสุดของกำแพง ดังรูป 2.5

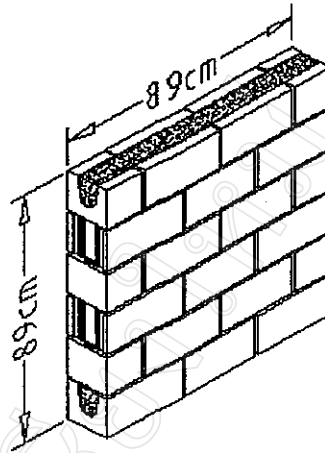
ง. ชุดทดสอบ S มี 3 ตัวอย่าง คือ S1 S2 และ S3 ประกอบด้วยกำแพงคอนกรีตบล็อกกว้าง 0.89 ม. สูง 0.89 ม. มีคานเอ็นตรงส่วนบนสุดและล่างสุดของกำแพง ดังรูป 2.6



รูป 2.4 ลักษณะตัวอย่างทดสอบ ชุดทดสอบ T



รูป 2.5 ลักษณะตัวอย่างทดสอบ ชุดทดสอบ M



รูป 2.6 ลักษณะตัวอย่างทดสอบ ชุดทดสอบ S

จากรายละเอียดของชุดทดสอบต่างๆข้างต้น สามารถสรุปและเปรียบเทียบตัวแปรที่เกี่ยวข้อง ดังตาราง 2.1

ตาราง 2.1 รายการทดสอบกำแพงและตัวแปรที่เกี่ยวข้อง

ชุดทดสอบ	ตัวแปร		จำนวนตัวอย่าง (แผง)
	อัตราส่วนความสูงของกำแพง ต่อความกว้างของกำแพง (H/w)	อัตราส่วนความห่างของคาน เอ็นต่อความกว้างของกำแพง (h/w)	
C	1.84	1.53	3
T	1.84	0.69	3
M	1.34	1.02	3
S	1	0.69	3

หมายเหตุ :

ความสูงของกำแพง (H) ระยะระหว่างคานเอ็น (h) และ ความกว้างของกำแพง (w) ดูจากรูป ข-2

2.2.2 การวิเคราะห์พฤติกรรมของกำแพงจากชุดทดสอบ

ก. พฤติกรรมของกำแพงเมื่อมีคานเอ็นเสริมเข้ามาในกำแพง สามารถพิจารณาเปรียบเทียบได้จาก ชุดทดสอบ C และ ชุดทดสอบ T

ข. อิทธิพลของคานเอ็นที่ อัตราส่วน b/w เท่ากัน สามารถพิจารณาเปรียบเทียบได้จาก ชุดทดสอบ T และ ชุดทดสอบ S

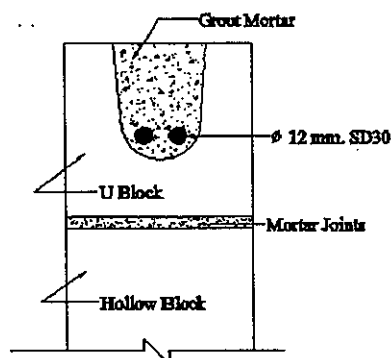
ค. อิทธิพลของคานเอ็นที่ อัตราส่วน b/w แตกต่างกันได้ สามารถพิจารณาเปรียบเทียบได้จาก ชุดทดสอบ C ชุดทดสอบ M และ ชุดทดสอบ S

2.3 การเตรียมตัวอย่างกำแพง

การทดสอบกระแทกบนแท่นทดสอบ(Reaction Floor)หนา 0.5 ม. มีรางเหล็กคู่ขนานเพื่อใช้ยึดโครงเหล็กให้ติดกับพื้น ระยะห่างระหว่างรางเหล็กเท่ากับ 1.00 ม. ตำแหน่งของกำแพงที่ทดสอบจะอยู่กึ่งกลางระหว่างรางเหล็ก

2.3.1 การก่อกำแพง

แรกสุดจะคัดเลือกก้อนคอนกรีตบล็อกเฉพาะก้อนที่ดี ไม่มีรอยร้าว รอยบิ่น หรือบิดเบี้ยว ก่อนก่อจะปูพลาสติกรองพื้นก่อน การก่อจะก่อในลักษณะ Running Bond ความกว้างของกำแพงเท่ากับ 3 ช่วงของก้อนคอนกรีตบล็อก โดยใช้ก้อนคอนกรีตบล็อกสำหรับก่อ ดังรูป 2.1 ก่อสลับกันขึ้นไป แต่ในตำแหน่งที่เป็นคานเอ็นจะใช้คอนกรีตบล็อกรูปตัว U ดังรูป 2.2 ก่อแทนโดยมีการกรอกปูนและเสริมเหล็ก SD30 ขนาด 12 มม. จำนวน 2 เส้นตลอดความยาวคาน ดังรูป 2.7 รอยต่อของก้อนคอนกรีตบล็อกแต่ละก้อนจะราบเรียบ ไม่มีการเจาะร่องใดๆทั้งสิ้น ชั้นบนสุดของกำแพงจะทำการฉาบให้เรียบและเคลือบด้วยปูนปลาสเตอร์ให้ผิวเรียบและได้ระดับ บริเวณที่จะติดตั้งเกจเพื่ออ่านค่าจะขัดมันจนเรียบและติดแผ่นโลหะบางไว้



รูป 2.7 ลักษณะของคานเอ็นในกำแพงคอนกรีตบล็อก

2.3.2 การติดตั้งอุปกรณ์

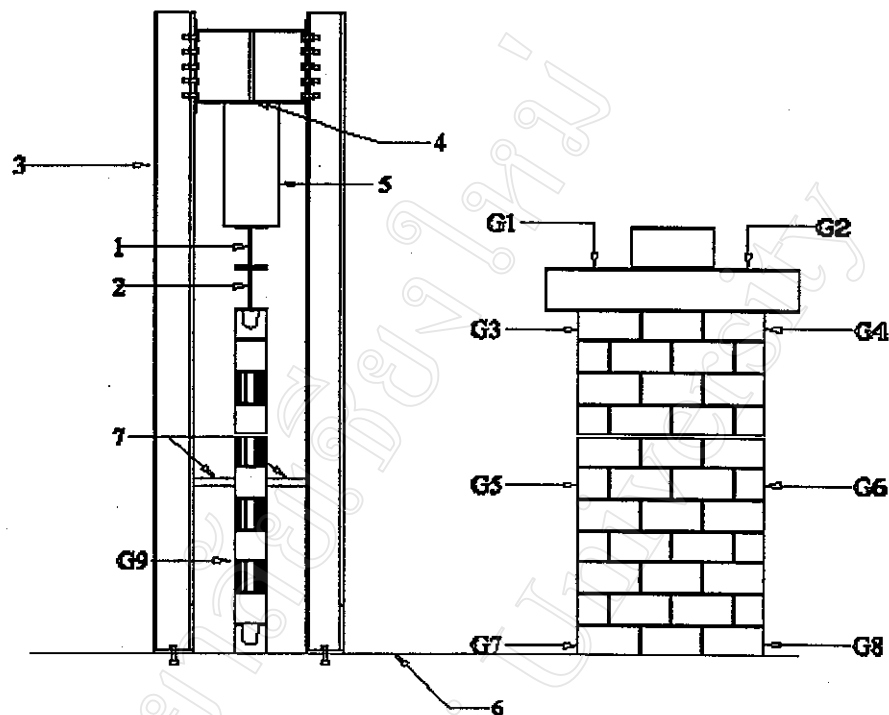
ก่อนการทดสอบได้ติดตั้งโครงเหล็กให้อยู่กึ่งกลางความกว้างของกำแพง นำคานขนาด 230x230x15 มม. ยาว 1.20 ม. วางบนกำแพงจัดให้ศูนย์กลางของคานเหล็กตรงกับศูนย์กลางของกำแพงโดยใช้ลูกตั้งช่วย จากนั้นวางคานเหล็กขนาด 200x200x15 มม. ยาว 0.40 ม. หลังคานเหล็กอันแรกแล้วจัดศูนย์ให้ตรงกัน สุดท้ายจึงนำเครื่องส่งกำลังแบบไฮดรอลิกขนาด 100 ตัน วางบนคานเหล็กอันที่สอง จัดศูนย์ให้ตรงกัน ด้านบนของคานเหล็กจะชนกับโครงเหล็กพอดี ในกรณีที่กำแพงตัวอย่างมีความสูงมากกว่า 89 ซม. ขึ้นไป จะทำการติดตั้งท่อเหล็กกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 ซม. โดยยึดท่อเหล็กดังกล่าวให้ตั้งฉากและพอดีสัมผัสกับกำแพงในตำแหน่งกึ่งกลางความสูงเพื่อป้องกันการโก่งเคาะ สำหรับการวัดระยะการหดและการขยายตัวของกำแพงจะติดตั้งเกจวัด (Dial gauge) ในตำแหน่งต่างๆ ดังรูปที่ 2.8

2.3.3 การให้น้ำหนักและการบันทึกผล

ทำโดยค่อยๆ ให้น้ำหนักแก่กำแพง แล้วบันทึกค่าของการหดตัวและการขยายตัวในตำแหน่งต่างๆ ทุกๆ ค่าแรงดันที่ 1 ช่องของเครื่องส่งกำลัง ซึ่งค่าของการหดตัวและการขยายตัวสามารถหาได้จากเครื่องหมายเลขต่างๆ ดังนี้

- เกจ G1 และ G2 วัดค่าการหดตัวของกำแพงในแนวดิ่ง
- เกจ G3 และ G4 วัดค่าการขยายตัวทางด้านกว้างของ กำแพงส่วนบน
- เกจ G5 และ G6 วัดค่าการขยายตัวทางด้านกว้างของ กำแพงส่วนกลาง
- เกจ G7 และ G8 วัดค่าการขยายตัวทางด้านกว้างของ กำแพงส่วนล่าง
- เกจ G9 วัดการ โก่งตัวทางด้านหนาของกำแพง

การบันทึกจะกระทำจนกระทั่งถึงค่าน้ำหนักบรรทุกประมาณ 80% ของน้ำหนักประลัยหรือมีรอยร้าวเกิดขึ้นมากพอสมควร จึงนำเอาเกจวัดออกแล้วให้น้ำหนักต่อไปจนกำแพงพังทลาย รอยร้าวที่เกิดขึ้นระหว่างการให้น้ำหนักทั้งหมดจะถูกบันทึกอย่างละเอียด และเมื่อกำแพงพังทลายแล้วก็ทำการบันทึกค่าน้ำสูงสุดและรูปแบบการวิบัติ ทั้งนี้กำแพงที่วิบัติโดยการโก่งเคาะหรือมีการโก่งตัวทางด้านข้างมากเกินไป จะไม่นำมาพิจารณา



หมายเหตุ :

- 1 คานเหล็กขนาด 200x200x15 มม. ยาว 0.40 ม.
- 2 คานเหล็กขนาด 230x230x15 มม. ยาว 1.20 ม.
- 3 เสาของโครงเหล็ก ขนาด 250x250x16 มม.
- 4 คานรับน้ำหนักของโครงเหล็ก ขนาด 450x250x20 มม.
- 5 เครื่องส่งกำลังแบบไฮดรอลิกขนาด 100 ตัน
- 6 แท่นทดสอบ (Reaction Floor) หนา 0.5 ม.
- 7 ท่อเหล็กเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 ซม. เพื่อป้องกันการโก่งคด
- G1-G9 เกลววัดหมายเลขต่างๆ

รูป 2.8 การติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆในการทดสอบ

2.4 วัสดุและการทดสอบคุณสมบัติ

2.4.1 วัสดุที่ใช้ในการวิจัย

ก. คอนกรีตบล็อก ที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย ปูนซีเมนต์ หินโม หินฝุ่น ทราฮายา และ ทราฮายะเลียด โดยมีปริมาณปูนซีเมนต์ประมาณ 10 % โดยน้ำหนัก และมีอัตราส่วนของน้ำต่อซีเมนต์ เท่ากับ 0.417 โดยน้ำหนัก หินโมที่ใช้ผสมมีขนาด $3/8$ นิ้ว หินฝุ่นที่ใช้มีขนาดเล็กกว่าตะแกรงเบอร์ 4 ทราฮายามีขนาดเล็กกว่าตะแกรงเบอร์ 4 แต่ใหญ่กว่าตะแกรงเบอร์ 16 ทราฮายะเลียดที่ใช้มีขนาดเล็กกว่าตะแกรงเบอร์ 30 และใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 เป็นตัวเชื่อมประสาน

ข. ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ที่ใช้ในงานวิจัยเป็นปูนซีเมนต์ตราช้างของบริษัทปูนซีเมนต์ไทย

ค. ทราฮาย ที่ใช้ในงานวิจัยเป็นทราฮายแม่น้ำปิงใช้ในงานก่อและงานฉาบทั่วไป

ง. ปูนขาว ปูนขาวเป็นวัสดุก่อสร้างที่เก่าแก่ มีชื่อทางเคมีว่า แคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) ประกอบด้วย แคลเซียมออกไซด์ (CaO) และคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ปูนขาวที่พบทั่วไปในท้องตลาดมีอยู่ 2 ชนิด

-ปูนขาวสุก (Quicklime) เป็นปูนขาวที่ได้จากการเผาหินปูนขาว (Limestone) ให้สุกเรียกว่า ปูนสุก ปูนสุกเหล่านี้แห้งจัด ต้องการผสมน้ำ 30 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

-ปูนขาวที่อิมตัว (Slaking of Lime) ได้จากการนำปูนสุกที่เป็น CaO หรือ MgO เข้าผสมน้ำจนชุ่มเต็มที่ ขบวนการอันนี้เรียก Slaking หรือ Hydration ระหว่างที่เกิด Slaking ปูนขาวจะดูดน้ำเข้าไป และจะเปลี่ยนเป็น แคลเซียมไฮดรอกไซด์ (Ca(OH)_2) อาจเรียกว่า Slaked Lime หรือ Hydrated Lime นำปูนที่หมักน้ำไปใช้กับงานฉาบผิว (Plaster) งานตบแต่ง (Putty) หรืองานก่อด้วยมอร์ต้า (Mortar) โดยนำทราฮายและน้ำเข้าผสมด้วย คลุกมีความเหนียวตามต้องการ

สำหรับปูนขาวที่ใช้ในการวิจัยเป็นปูนขาวชนิดอิมน้ำซึ่งมีขายในท้องตลาดทั่วไป

จ. น้ำ ที่ใช้ในงานวิจัย เป็นน้ำประปาที่ผลิตโดยการประปา ของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ฉ. เหล็ก ใช้เหล็กเสริมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 มม. และผลิตตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.24-2516 ชนิด SD 30

ช. ปูนทราฮาย ปูนทราฮายเป็นวัสดุที่ประกอบด้วยส่วนของตัวเชื่อมประสานกับมวลรวมละเอียด ด้วยอัตราส่วนที่กำหนดตามชนิดของงาน ที่จะใช้ก่อหรือฉาบได้โดยมีความชื้นเหลือพอเหมาะ เช่น ปูนซีเมนต์ผสมกับทราฮายและน้ำ ปูนขาวผสมกับทราฮายและน้ำ และ ปูนซีเมนต์ ปูนขาว

ผสมรวมกับทรายและน้ำ เป็นต้น ปูนทรายที่ใช้ในการวิจัยแบ่งตามลักษณะการใช้งานออกเป็น 2 ชนิด คือ

-ปูนก่อ ทำหน้าที่เป็นตัวยึดประสานคอนกรีตบล็อกที่นำมาเรียงซ้อนกัน มีหลายชนิดตามมาตรฐาน ASTM C 270 ได้จำแนกคุณสมบัติและส่วนผสมของปูนก่อแต่ละชนิดไว้ ดังแสดงในตาราง 2.2 ปูนก่อที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ใช้ส่วนผสม ปูนซีเมนต์ : ปูนขาว : ทราย = 1 : 0.5 : 2.25 โดยปริมาตร ตามมาตรฐาน ASTM C 270 Type S อัตราส่วนของน้ำต่อซีเมนต์ที่ใช้เท่ากับ 1.040 โดยน้ำหนัก

-ปูนกรอก ใช้สำหรับอุดช่องว่างในบล็อก เทหล่อคานทับหลังหรือเสาเอ็นในกำแพง ตามมาตรฐาน ASTM C 476 แบ่งปูนกรอกเป็น 2 ชนิดคือ แบบละเอียด และแบบหยาบ ซึ่งรายละเอียดส่วนผสมของปูนกรอกแต่ละชนิดได้แสดงไว้ในตาราง 2.3 สำหรับปูนกรอกที่ใช้ในงานวิจัยเป็นปูนกรอกชนิดละเอียด และใช้สัดส่วน ปูนซีเมนต์ : ปูนขาว : ทราย = 1 : 0.1 : 3 โดยปริมาตร โดยใช้ปริมาณน้ำต่อซีเมนต์ 1.051 โดยน้ำหนัก

ตาราง 2.2 สัดส่วนโดยปริมาตรและคุณสมบัติของปูนก่อมาตรฐาน

ชนิด ปูน ก่อ	ปูนซีเมนต์ ปอร์ตแลนด์	ปูนซีเมนต์ ชนิดก่อ	ปูนขาวอิมน้ำ หรือปูนขาว สุก	มวลรวม	กำลังเฉลี่ยเมื่อทดสอบด้วย ลูกบาศก์ 2 นิ้วที่อายุ 28 วัน	
					psi	ksc.
M	1	-	1/4	ไม่น้อยกว่า 2 1/4 และไม่มากกว่า 3 เท่า ของผลรวม ปริมาตร ของซีเมนต์และปูน ขาวที่ใช้รวมกัน	2500	176
	1	1	-			
S	1	-	1/4 ถึง 1/2		1800	127
	1/2	1	-			
N	1	-	1/2 ถึง 1		7500	53
	-	1	-			
O	1	-	1 ถึง 2		350	24
	-	1	-			

Note : Type M มีกำลังสูง ใช้ในงานที่ต้องการกำลังอัดสูงหรืองานที่สัมผัสกับดิน

Type S มีกำลังด้านทานแรงอัดปานกลาง แต่สามารถรับแรงด้านข้างดี

Type N มีกำลังด้านทานแรงอัดปานกลาง ใช้ในงานก่อผนังภายใน

Type O มีกำลังด้านทานแรงอัดน้อย ใช้สำหรับงานก่อที่ไม่รับน้ำหนัก

ตาราง 2.3 สัดส่วนโดยปริมาตรของปูนกรอกตามมาตรฐาน ASTM C476

ชนิดปูนกรอก	ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ หรือปูนซีเมนต์ผสม	ปูนขาวอิมน้ำ	มวลรวม	
			มวลรวมละเอียด	มวลรวมหยาบ
แบบละเอียด (Fine grout)	1	0-1/10	2.25-3 เท่าของปริมาตร ปูนซีเมนต์และปูนขาว รวมกัน	
แบบหยาบ (Coarse grout)	1	0-1/10	2.25-3 เท่าของปริมาตร ปูนซีเมนต์และปูนขาว รวมกัน	1-2 เท่าของ ปริมาตรปูนซีเมนต์ และปูนขาวรวมกัน

2.4.2 การทดสอบคุณสมบัติและผลการทดสอบ

ก. คอนกรีตบล็อก ได้ทำการทดสอบคุณสมบัติต่างๆดังต่อไปนี้

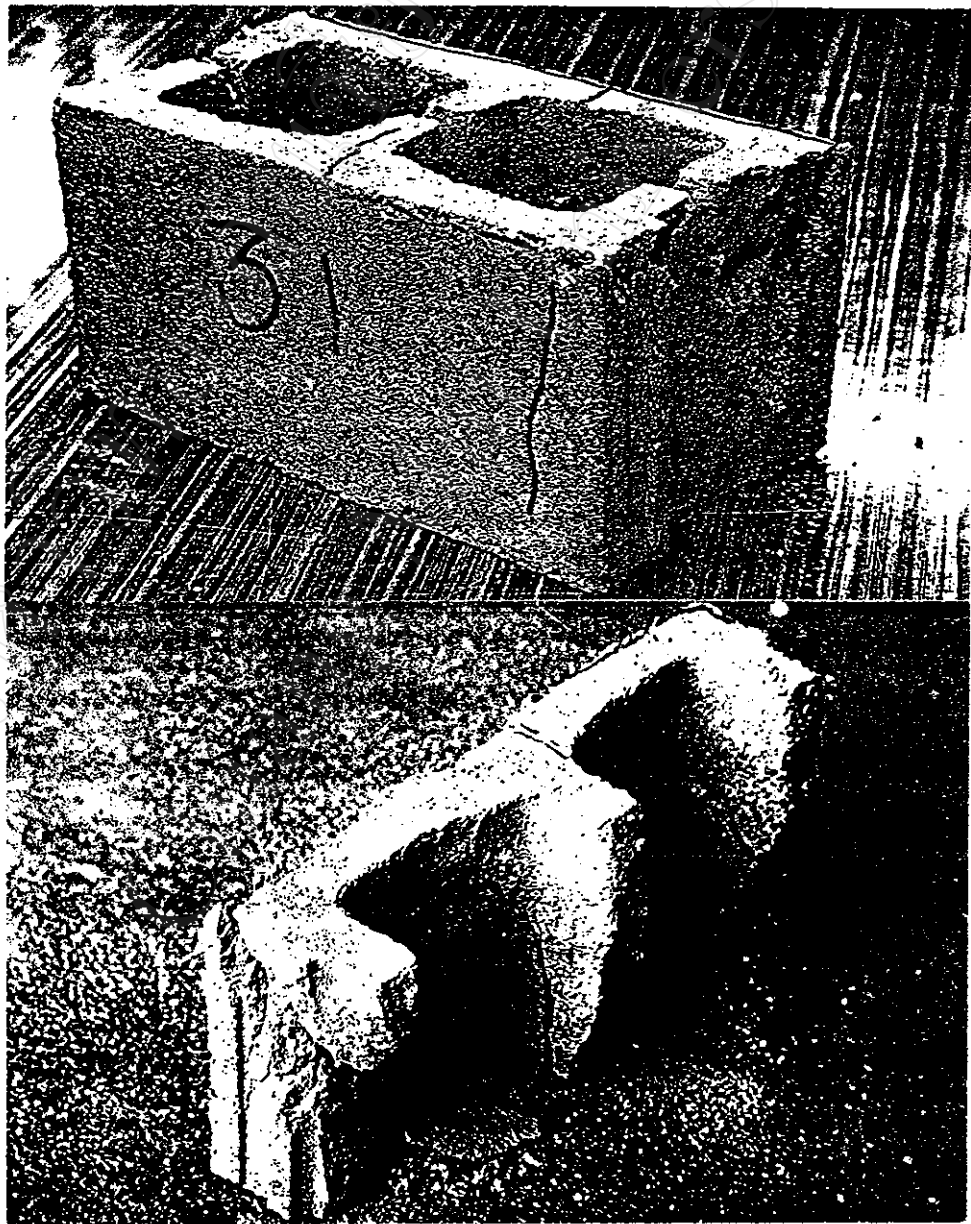
-คุณสมบัติการต้านทานแรงอัดและการดูดซึมน้ำ ทดสอบตามมาตรฐาน มอก. 109-2517 วิธีชักตัวอย่างและทดสอบวัสดุงานก่อซึ่งทำด้วยคอนกรีต พบว่า กำลังรับแรงอัดของคอนกรีตบล็อกมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 144 กก./ซม.² เมื่อคิดจากพื้นที่หน้าตัดสุทธิหรือเท่ากับ 82 กก./ซม.² เมื่อคิดจากพื้นที่หน้าตัดรวม (ตาราง ก-6) และ การดูดซึมน้ำของคอนกรีตบล็อกมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 143.4 กก./ม.³ (ตาราง ก-7) เมื่อนำคุณสมบัติทั้งสองไปเปรียบเทียบกับมาตรฐาน มอก. 57-2530 พบว่าจัดเป็นคอนกรีตบล็อกชนิดรับน้ำหนักประเภท ก

-รูปแบบการวิบัติของคอนกรีตบล็อกก้อนเดียว จากการทดสอบกำลังรับแรงอัดตามมาตรฐาน มอก. 109-2517 จนกระทั่งวิบัติ พบว่ามีรอยร้าวในแนวตั้งกึ่งกลางความหนาของบล็อกดังรูป 2.9 ทุกก้อน บางก้อนมองเห็นรอยร้าวดังกล่าวไม่ชัด แต่อย่างไรก็ดีเมื่อจับก้อนคอนกรีตบล็อกเกาะเบาๆ ก้อนคอนกรีตบล็อกก็จะแยกตัวในแนวดังกล่าวอย่างรวดเร็ว แสดงให้เห็นว่าแนวดังกล่าวเป็นจุดอ่อนของคอนกรีตบล็อก นอกจากนี้ยังมีลักษณะ Crushing หรือ การอัดบี้ของวัสดุในบางก้อนด้วย

-คุณสมบัติการต้านทานแรงอัดแบบปรีซึม เนื่องจากการพิจารณาเฉพาะกำลังอัดของคอนกรีตบล็อกเพียงก้อนเดียวนั้น ไม่สามารถประเมินรูปแบบการวิบัติของก้อนเดียวได้เนื่องจากลักษณะการถ่ายเทน้ำหนักลงสู่ก้อนของคอนกรีตบล็อกนั้นไม่เหมือนกัน งานวิจัยนี้ จึงได้ก่อปรีซึมคอนกรีต บล็อกแบบ Vertical Stack Bond แถวเดียว จำนวน 3 ชั้น ตามมาตรฐาน ASTM E447 Standard Test Methods for Compressive Strength of Masonry Prism Method B ต่างกันตรงที่ใช้บล็อกเต็มก้อนทั้งหมดไม่ได้ตัดผิวบล็อกในส่วนบนและล่างออก แล้วจึงทดสอบกำลังรับแรงอัด

เหมือนการทดสอบคอนกรีต บล็อกทั่วไป เพื่อพิจารณารูปแบบการวิบัติของก้อนที่อยู่ตรงกลาง และกำลังของปริซึมประกอบกัน ผลการทดสอบ พบว่า กำลังอัดของปริซึมคอนกรีตบล็อกมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 47.9 กก./ซม.² เมื่อคิดจากพื้นที่หน้าตัดรวม (ตาราง ก-9)

-รูปแบบการวิบัติของปริซึมคอนกรีตบล็อก เมื่อทดสอบกำลังรับแรงอัดของปริซึมคอนกรีตบล็อก ตามมาตรฐาน ASTM E447 จนกระทั่งวิบัติ พบว่ามีรอยร้าวทอดยาวจากด้านบนสู่ด้านล่างของปริซึม รอยร้าวส่วนใหญ่อยู่ทางด้านหน้า จะมีทางด้านกว้างบ้างไม่มาก การวิบัติเกิดจากการแยกตัวในด้านหน้า ไม่มีการ Crushing เหมือนกรณีของบล็อกก้อนเดียว



รูป 2.9 ลักษณะการวิบัติของคอนกรีตบล็อกเมื่อรับแรงอัด

ข. ปูนทราย ในการทดสอบหาคำลึงอัดของปูนก่อทำโดยเก็บตัวอย่างทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 ซม. สูง 20 ซม. แตกต่างจากวิธีการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM C109 ซึ่งใช้ตัวอย่างเป็นก้อนสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ ขนาด 5 x 5 x 5 ซม. เนื่องจากจำนวนแบบหล่อดังกล่าวที่มีไม่เพียงพอสำหรับเก็บตัวอย่าง อย่างไรก็ตามได้คำนวณเปรียบเทียบเป็นคำลึงของปูนก่อ ขนาดตัวอย่าง 5 x 5 x 5 ซม. ดังตาราง ก-4 ในภาคผนวก ก สำหรับตัวอย่างปูนกรอก เก็บตัวอย่างทั้งสองแบบคือ ใช้แบบหล่อทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 x 20 ซม. และ แบบหล่อลูกบาศก์ขนาด 5 x 5 x 5 ซม. จากการทดสอบ พบว่า คำลึงรับแรงอัดเฉลี่ยของปูนทรายมีค่า ดังตาราง 2.4

ตาราง 2.4 คำลึงรับแรงอัดเฉลี่ยของปูนทรายที่ใช้ในงานวิจัย

ลักษณะตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ	คำลึงรับแรงอัด (กก./ซม. ²)	
	ปูนก่อ	ปูนกรอก
ทรงกระบอก ขนาด 10 X 20 ซม.	184	204
ลูกบาศก์ ขนาด 5 x 5 x 5 ซม.	156	172

ค. ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ได้ทำการทดสอบคุณสมบัติต่างๆดังต่อไปนี้

-ความชื้นเหลวปกติ ทำการทดสอบตามวิธีมาตรฐาน ASTM C 187 Method of Test for Normal Consistency of Hydraulic Cement พบว่า มีความชื้นเหลวปกติเท่ากับ 29.8 เปอร์เซ็นต์ ดังตาราง ก-2

-ระยะเวลาการก่อตัว ทำการทดสอบตามวิธีมาตรฐาน ASTM C 191 Method of Test for Time Setting of Hydraulic Cement by Vicat Needle พบว่าปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ที่ใช้มีระยะเวลาการก่อตัวเท่ากับ 127 นาที ดังตาราง ก-3

ซึ่งคุณสมบัติของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ดังกล่าว เป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ มอก. 15-2514 และมาตรฐานอเมริกัน ASTM C 150 Type I

ง. ทราย ได้ทำการวิเคราะห์หาปริมาณขนาดละเอียดและโมดูลัสความละเอียด ตามมาตรฐาน ASTM C136 ดังตาราง ก-1 พบว่ามีขนาดละเอียดเป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐาน ASTM C144 และมีโมดูลัสความละเอียดเท่ากับ 2.06