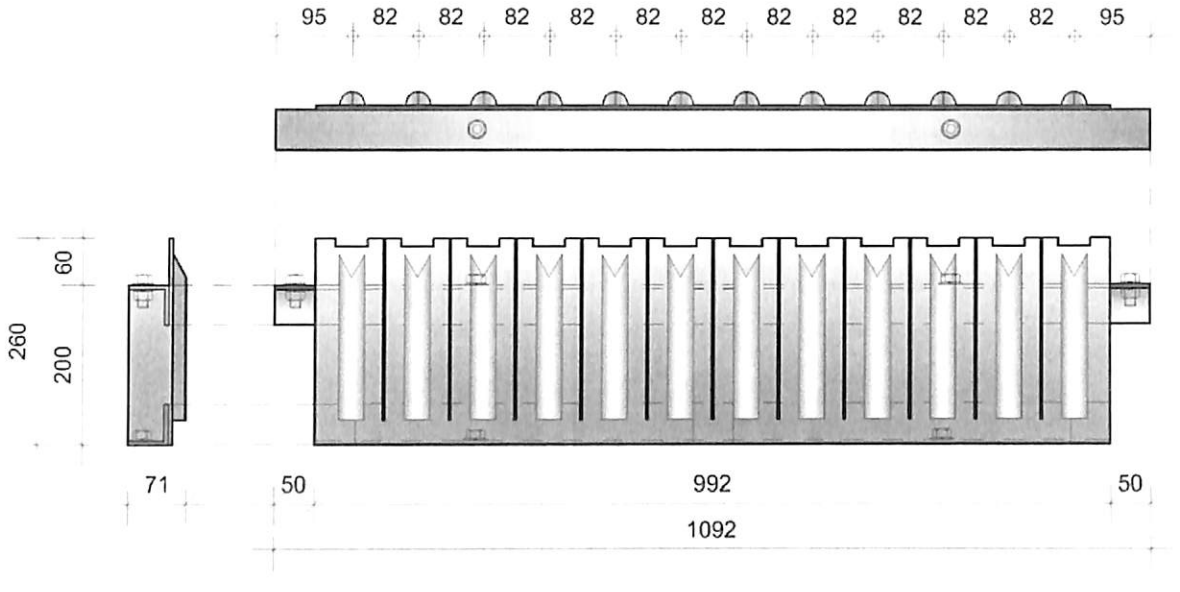
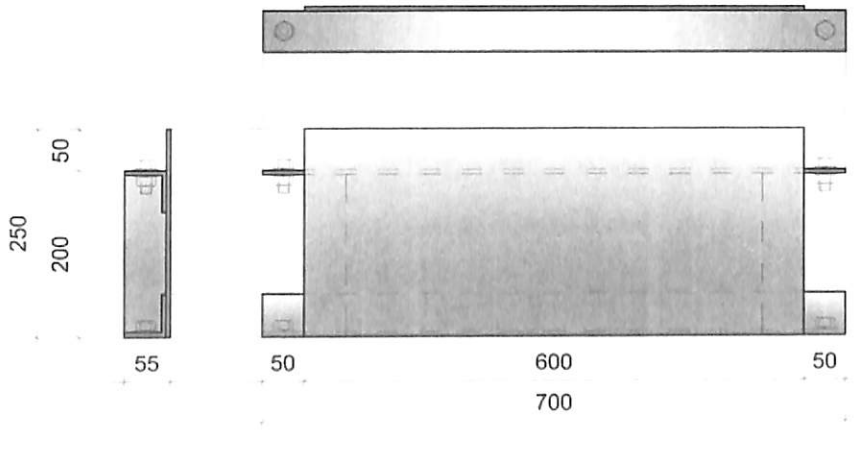
ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

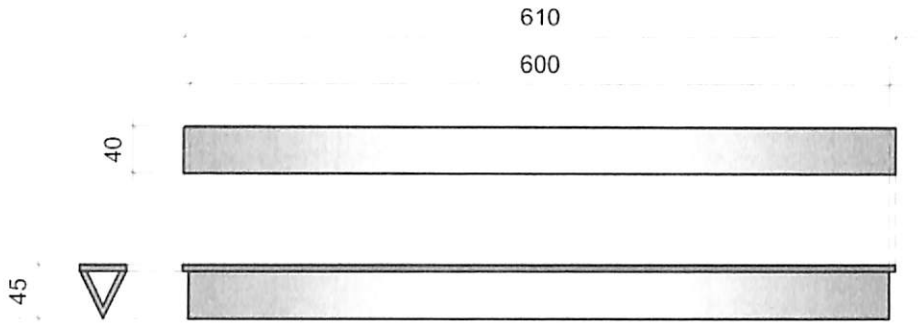
รูปภาพแบบหล่อบล็อกประสาน CLC และวัสดุอุปกรณ์ในการผสม CLC



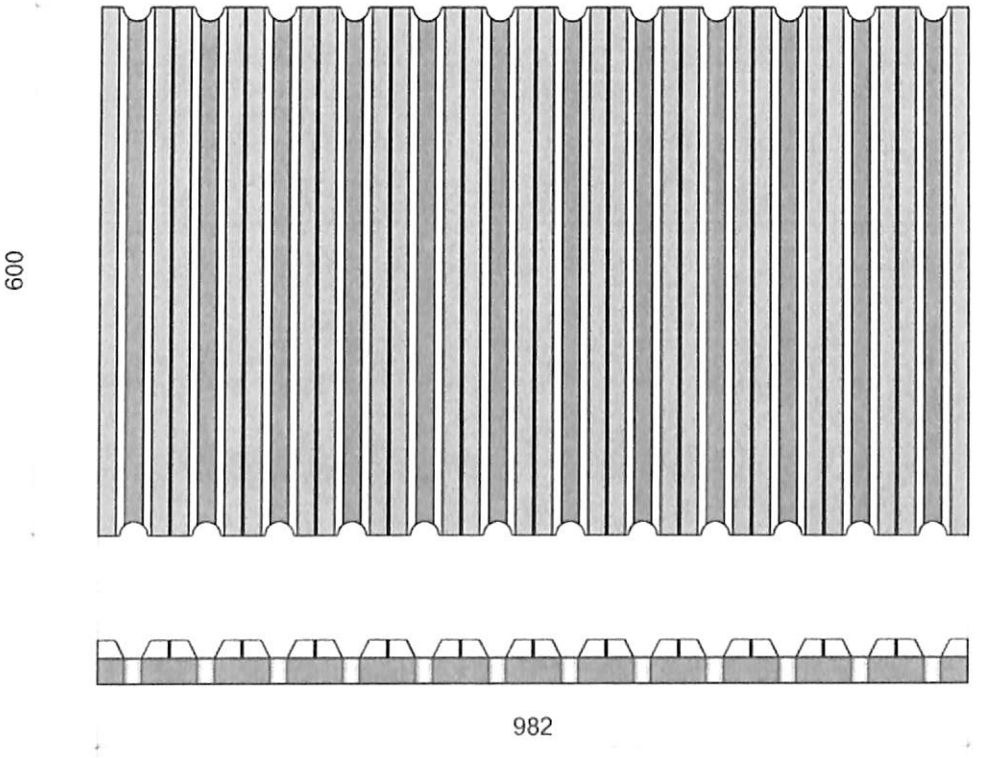
ภาพประกอบที่ ก 1 แสดงแบบข้างส่วน A



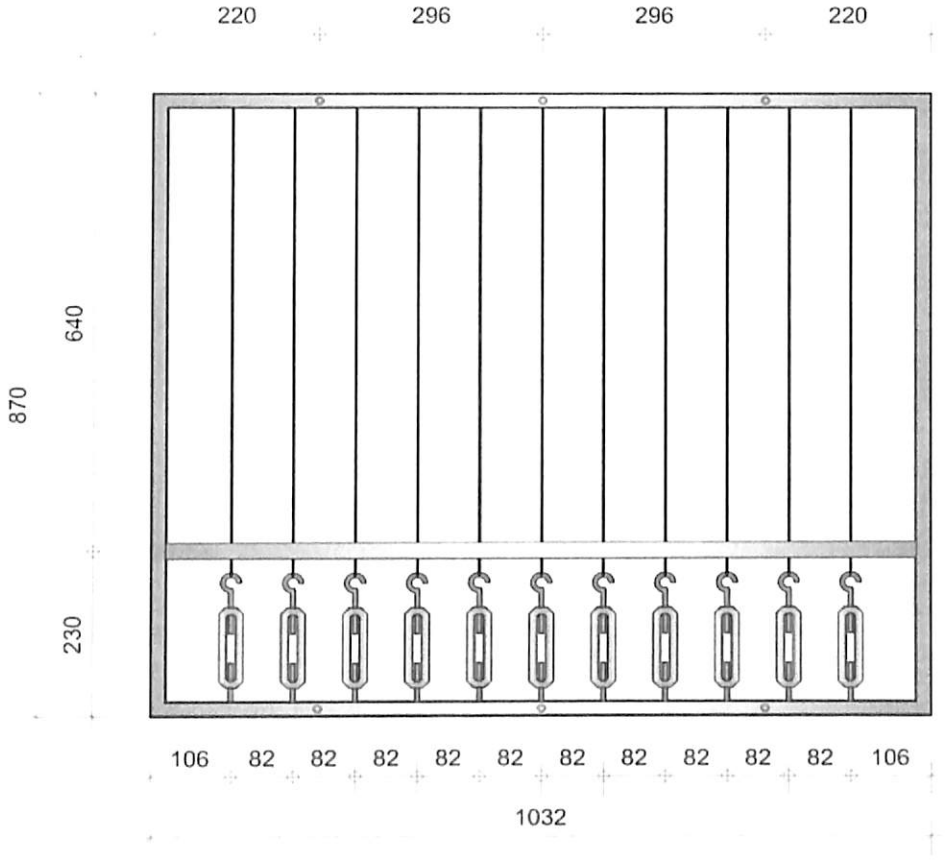
ภาพประกอบที่ ก 2 แสดงแบบข้างส่วน B



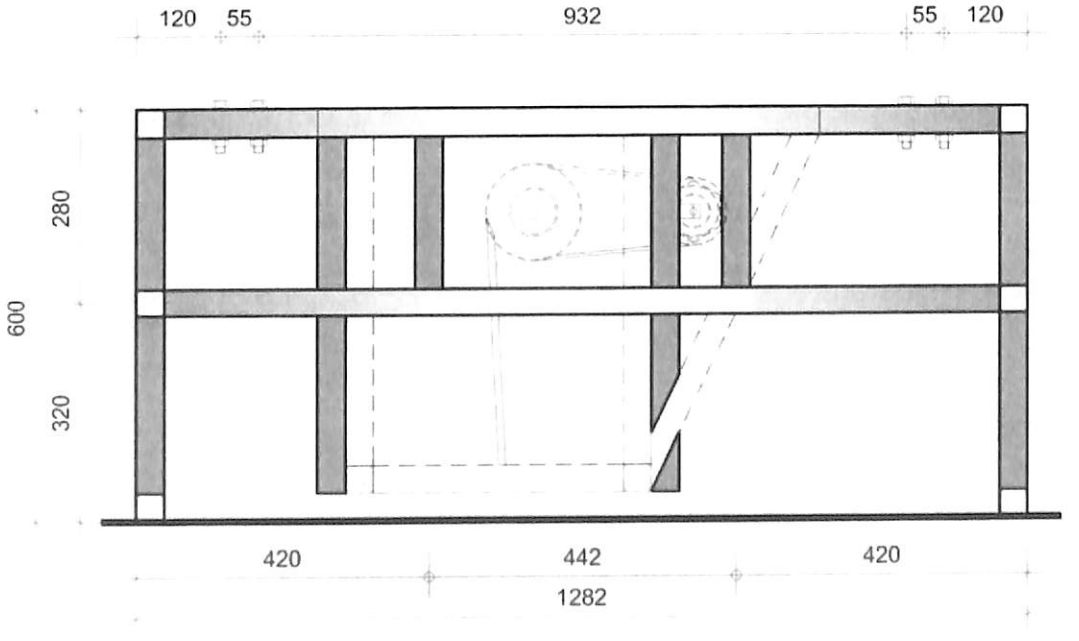
ภาพประกอบที่ ก 3 แสดงตัวครอบสามเหลี่ยม



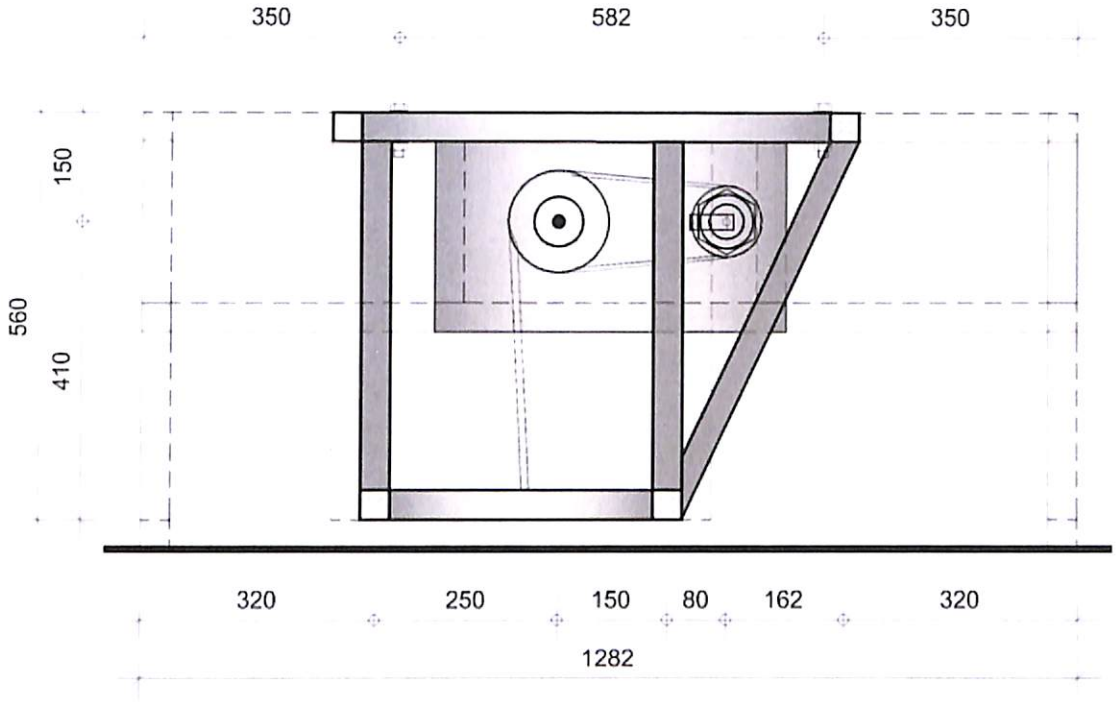
ภาพประกอบที่ ก 4 แสดงแบบล่าง



ภาพประกอบที่ ก 5 แสดงอุปกรณ์สำหรับตัดบล็อก



ภาพประกอบที่ ก 6 แสดงแท่นวางแบบหล่อ



ภาพประกอบที่ ก 7 แสดงแท่นมอเตอร์ไฟฟ้า (Hydraulic)

1. อุปกรณ์ และวัสดุในการผสม CLC ที่มีคุณภาพสูง ประหยัดต้นทุนในการผลิต และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมประกอบด้วย

1.1 ชุดอุปกรณ์กำเนิดโฟม

เครื่องผลิตโฟมสำหรับผลิตอิฐมวลเบาระบบ CLC ใช้ระบบตวงด้วยคน ตัวถังผลิตจากสแตนเลส ขนาด ถังบรรจุ 65 ลิตร

ภาพประกอบที่ ก 8 อุปกรณ์กำเนิดโฟมคุณภาพสูง

1.2 น้ำยากำเนิดโฟม TRIPPLE TREES FOAMING AGENT

น้ำยาเคมีผสมเพื่อผลิตโฟมเซลลูลาร์ ในการผลิตคอนกรีตมวลเบาสำหรับงานก่อสร้างทั่วไปที่ต้องการความหนาแน่นของคอนกรีตในช่วง 1000 -1100 kg/m3 (เบาระดับกลาง)

- เป็นเทคโนโลยีที่ปลอดภัยเทเข้าแบบได้โดยไม่ต้องจี้เขย่า ประหยัดแรงงานและเครื่องจักรลดเสียง รบกวนกับสิ่งแวดล้อม
- สามารถปั๊มคอนกรีตมวลเบาได้โดยง่ายไม่เกิดการแยกตัว ตกแต่งผิวคอนกรีตได้ง่าย
- ประยุกต์ใช้กับงานคอนกรีตสำเร็จรูป คอนกรีตทับหน้า แผ่นพื้น คาน เสา อุโมงค์ ผนังชนวนกันความชื้นและความร้อนที่ต้องการความเบาแต่ทึบน้ำ และงานอื่น ๆ ที่ต้องการความเบาเป็นพิเศษ หรือต้องการคุณสมบัติการไหลแผ่สูงเป็นพิเศษ

การใช้งาน ผสม TRIPPLE TREES FOAMING AGENT ในน้ำสะอาด ฉีดพ่นโฟมผสมเข้ากับซีเมนต์เพสต์ มอร์ตาร์ หรือคอนกรีตที่ผสมให้เข้ากับน้ำและอยู่ในสภาวะค่อนข้างเหลว

Silver–Super Foam 1 ลิตร	+	น้ำสะอาด 25-30 ลิตร	=	โฟมเซลลูลาร์ 350-450 ลิตร

ปริมาณการใช้น้ำยา TRIPPLE TREES FOAMING AGENT ปริมาณ 1 ลิตร ผสมในน้ำสะอาด 25-30 ลิตร สามารถกำเนิดโฟมได้ 350-450 ลิตร สามารถใช้ร่วมกับสารเคมีผสมเพิ่มอื่น ๆ ได้เพื่อเพิ่มคุณสมบัติตามที่ต้องการ เช่น การใช้งานร่วมกับสารลดน้ำหรือสารเร่งการก่อตัว อายุการใช้งาน1 ปี ในภาชนะที่ปิดสนิท หลีกเลี่ยงการกระทบแสงแดดโดยตรง ควรเก็บไว้ในอุณภูมิ 5 – 40 องศาเซลเซียส หลีกเลี่ยงการสัมผัสโดยตรง ควรสวมถุงมือยางกันสารเคมีและแว่วตาเซฟตี้ขณะทำงาน

ภาพประกอบที่ ก 9 น้ำยาโฟม TRIPPLE TREES FOAMING AGENT

1.3 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1

ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 ตราทีพีไอ (สีแดง) เป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภท 1 (ORDINARY PORTLAND CEMENT TYPE 1) ผลิตขึ้นโดยให้คุณภาพของปูนซีเมนต์มีคุณสมบัติถูกต้องเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ในมาตรฐานอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ มอก. 15 เล่ม 1-2555 ประเภทหนึ่ง และมาตรฐานอเมริกัน ASTM C-150 TYPE 1 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 ตราทีพีไอ (สีแดง) เหมาะที่จะนำไปใช้กับงานก่อสร้างงานคอนกรีตที่ต้องการกำลังอัดสูง และงานคอนกรีตทั่วไป เช่น งานอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กทุกชนิด สะพาน ถนน สนามบิน และผลิตภัณฑ์คอนกรีตอัดแรงประเภทต่าง ๆ

ภาพประกอบที่ ก 10 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 ตราทีพีไอ (สีแดง)

1.4 ทรายละเอียด

การที่เรานำทรายมาใช้ในการก่อสร้าง เช่น ผสมคอนกรีตหรือผสมทำปูนฉาบนั้นมีเหตุผลหลายประการดังต่อไปนี้

- ทรายสามารถแทรกเข้าไปอุดช่องว่างของหินในคอนกรีต ทำให้คอนกรีตแน่น
- ช่วยบรรเทาการยืดหดและแตกร้าวในปูนฉาบ ถ้าปูนฉาบใส่ซีเมนต์มากเกินไปจะแตกร้าวต้องเพิ่มทรายเข้าไปเพื่อให้มีทางขยายตัว
- ช่วยเพิ่มปริมาณของส่วนผสม ทำให้ราคาของคอนกรีตหรือปูนฉาบหรือปูนก่อถูกลงเพราะทรายเป็นวัสดุที่หาได้ง่ายทั่วไปและราคาถูก

แหล่งที่มาของทราย มีทรายชนิดพิเศษซึ่งราคาสูงและใช้ในงานเฉพาะอย่างเกี่ยวกับการทดสอบคอนกรีตเรียกว่า ออตตาวาแซนด์ เป็นทรายที่มาจากตำบลออตตาวาซึ่งอยู่ในระหว่างหุบเขาของรัฐอิลลินอยส์ ในสหรัฐอเมริกา ทรายชนิดนี้ขาวราวกับน้ำตาลทราย ขนาดเม็ดโตสม่ำเสมอประมาณ 1 มิลลิเมตร เป็นแร่ควอตซ์เกือบทั้งหมด ไม่มีแคลไซต์ปนแบบทรายในประเทศไทย ขนาดเม็ดทรายสามารถผ่านตะแกรงร่อนเบอร์ 20 แต่ค้างบนตะแกรงเบอร์ 30 ทรายชนิดนี้ใช้ในการทดสอบแท่งซีเมนต์

แหล่งทรายในประเทศไทย ทรายที่ใช้ในการก่อสร้างทั่ว ๆ ไป มีทั้งทรายบกที่ขุดบนพื้นดิน และทรายแม่น้ำ เม็ดทรายบกจะละเอียดกว่าทรายแม่น้ำ แต่สกปรกกว่า ทรายหยาบส่วนมากใช้ผสมคอนกรีตและปูนก่อ มาจังหวัดอ่างทอง ราชบุรีและตำบลบ้านแป้ง จังหวัดสิงห์บุรี แต่ทรายที่จังหวัดอ่างทองคุณภาพไม่ค่อยดีนักในการใช้ผสมคอนกรีต ส่วนทรายที่ราชบุรีนับว่าใช้ได้ดี ซึ่งขุดมาจากแม่น้ำราชบุรี ทรายบ้านแป้งเป็นทรายที่ดี แต่ขาดอณุภาคที่ละเอียดไปบ้าง ส่วนทรายละเอียดที่ใช้ในการฉาบปูนนั้นมาจากตำบลบางพูด จังหวัดพระนครศรีอยุธยา แหล่งทรายที่กล่าวมาแล้ว หมายถึงแหล่งทรายที่ขุดและส่งมาจำหน่ายในกรุงเทพ ส่วนที่อื่น ๆ ภายในประเทศนั้นมีอีกมากมายหลายแห่ง

การขุดทรายมาจำหน่ายนั้น ถ้าเป็นทรายในแม่น้ำแบบบ้านมักใช้เรือที่มีสายพาน ซึ่งที่สายพานนั้นมีถังสำหรับตักลงไปตักในแม่น้ำส่วนล่างที่ทรายกองอยู่ สายพานจะลำเลียงทรายขึ้นมา แล้วส่งลงรถบรรทุกซึ่งรอรับอยู่หรือส่งลงเรือบรรทุกทรายซึ่งรออยู่เพื่อส่งจำหน่ายต่อไป

การขนส่งทรายมาจำหน่ายจากแหล่งต่าง ๆ นั้น ส่วนมากมาโดยรถบรรทุกชนิด 10 ล้อคันหนึ่งจุทรายได้ประมาณ 10 ลูกบาศก์เมตร รถขนาดเล็กลงไปคือรถบรรทุกชนิด 6 ล้อ ซึ่งบรรทุกทรายได้ประมาณ 6 ลูกบาศก์เมตร รถชนิดนี้เรียกว่ารถดัมป์ เพราะมีเครื่องยนต์ระบบไฮดรอลิกส์ดันกระบะส่วนหน้าให้สูงขึ้นได้เพื่อเททรายลงโดยไม่ต้องใช้แรงคน

Cr. https://commentdede.wordpress.com

ภาพประกอบที่ ก 11 ทรายละเอียดที่ใช้ในงานก่อสร้าง

ภาคผนวก ข

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตมวลเบาแบบเติมฟองอากาศ

มอก. 2601-2556

ตารางที่ ข 1 ชนิดของคอนกรีตมวลเบา

ชนิด	ความหนาแน่นเชิงปริมาตรในสภาพแห้งเฉลี่ย (kg/m^3)
C6	501 ถึง 600
C7	601 ถึง 700
C8	701 ถึง 800
C9	801 ถึง 900
C10	901 ถึง 1,000
C12	1,001 ถึง 1,200
C14	1,201 ถึง 1,400
C16	1,401 ถึง 1,600

ตารางที่ ข 2 ค่าความต้านทานแรงอัด

ชนิด	ความต้านแรงอัด ไม่น้อยกว่า MPa (kg/cm^2)
C6	2.0(20.4)
C7	
C8	
C9	2.5(25.5)
C10	
C12	
C14	5.0(51.0)
C16	

ตารางที่ ข 3 อัตราการดูดซึมน้ำ

ชนิด	อัตราการดูดซึมน้ำ ไม่มากกว่า % (เศษส่วนโดยมวล)
C6	25
C7	
C8	
C9	23
C10	
C12	
C14	20
C16	

ตาราง ข 4 ขนาดของคอนกรีตบล็อกมวลเบา

ความสูง	ความยาว	ความหนา
200mm	300mm 400mm 500mm 600mm	ให้เป็นไปตามที่ผู้ทำระบุไว้ที่ฉลาก

การทดสอบตาม มอก. 2601-2556

1. ความหนาแน่นเชิงปริมาตร

● การเตรียมชิ้นทดสอบ

หล่อชิ้นทดสอบให้มีขนาด 150 mm x 150 mm x 150 mm โดยมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน ± 1 mm

● เครื่องมือ

- เครื่องวัดที่วัดได้ละเอียดถึง 1 mm
- เครื่องชั่งที่ชั่งได้ละเอียดถึง 1 g
- ตู้อบ ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิที่ (105 ±5)°C

● วิธีทดสอบ

- ให้วัดปริมาตรและชั่งน้ำหนักของชิ้นทดสอบหลังอบในตู้อบที่อุณหภูมิ (105 ±5)°C เป็นเวลา 24 hr. รายงานค่าความหนาแน่นเชิงปริมาตรในสภาพแห้งของชิ้นทดสอบแต่ละค่าและค่าเฉลี่ยดังสมการ (1)

$$\rho = \frac{m}{v} \qquad (1)$$

เมื่อ ρ คือ ความหนาแน่นเชิงปริมาตรในสภาพแห้ง เป็นกิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

M คือ มวลของชิ้นทดสอบหลังอบในตู้อบ เป็นกิโลกรัม

V คือ ปริมาตรของชิ้นทดสอบ เป็นลูกบาศก์เมตร

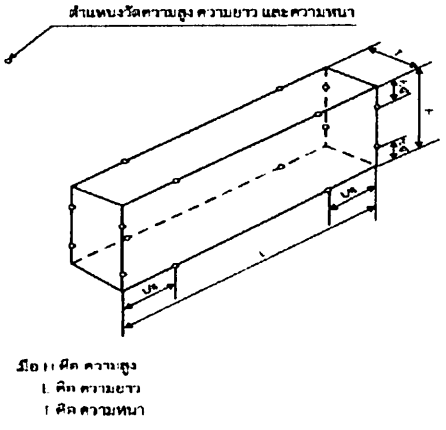
2. การวัดขนาด

● เครื่องมือ

- เครื่องวัดที่วัดได้ละเอียดถึง 1mm
- เวอร์เนียร์ที่วัดได้ถึง 200mm

● วิธีทดสอบ

- ความกว้างและความยาวใช้เครื่องวัดที่วัดละเอียดได้ถึง 1 mm วัดความกว้างและความยาวของตัวอย่าง โดยวัดที่ตำแหน่งห่างขอบเป็นระยะหนึ่งในสี่ของด้านนั้น ๆ ดังรูปที่ 2.4



ภาพประกอบที่ ข 1 แสดงตำแหน่งวัดความกว้าง ความยาว และความหนา

- ความหนาใช้เวอร์เนียร์วัดตัวอย่างที่ตำแหน่งห่างจากขอบด้านยาวของตัวอย่างเป็นระยะหนึ่งในสี่ของความยาวดังรูปที่ 2.4

3. ความต้านทานแรงอัด

- การเตรียมชิ้นทดสอบ

  - หล่อชิ้นทดสอบให้มีขนาด 150 mm x 150 mm x 15 0mm โดยมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน ± 1 mm

- เครื่องมือ

  - เครื่องวัดที่วัดได้ละเอียดถึง 1mm

  - เครื่องกดที่อ่านได้ละเอียดถึง 100N และสามารถควบคุมอัตราเพิ่งแรงอัดได้ระหว่าง 0.05 ถึง 0.20N/mm²/s

- วิธีทดสอบ

  - ให้กดชิ้นทดสอบด้วยวิฑีตามที่ระบุใน มอก.109 จนได้ค่าแรงอัดสูงสุดเมื่อชิ้นทดสอบแตกเสียหาย

- วิธีการคำนวณ

การคำนวณหาค่าความต้านทานแรงอัดดังสมการ (2)

$$\sigma = \frac{P}{A} \qquad (2)$$

เมื่อ σ คือ ค่าการต้านทานแรงอัด เป็นกิโลกรัมต่อตารางเซ็น

P คือ น้ำหนักกด เป็นกิโลกรัม

A คือ พื้นที่หน้าตัดชิ้นทดสอบ เป็นตารางเซ็น

4. อัตราการดูดซึมน้ำ

- การเตรียมชิ้นทดสอบ

หล่อชิ้นทดสอบให้มีขนาด 150 mm x 150 mm x 150 mm โดยมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน ± 1 mm

- เครื่องมือ

  - เครื่องวัดที่วัดได้ละเอียดถึง 1 mm

  - เครื่องชั่งที่ชั่งได้ละเอียดถึง 1 g

  - ตู้อบ ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิที่ (105 ±5)°C

- วิธีทดสอบ

  - อบชิ้นทดสอบในตู้อบให้แห้งจนได้มวลคงที่ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 24 hr ที่อุณหภูมิ (105 ±5)°C ปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้องไม่น้อยกว่า 4 hr จากนั้นชั่งมวลแต่ละก้อนเป็นมวลชิ้นทดสอบเมื่อแห้ง

- แช่ชิ้นทดสอบในน้ำสะอาดให้ท่วมเป็นเวลา 24hr แล้ยกออก ใช้ผ้าชุ่มน้ำเช็ดที่ผิวทีละก้อนแล้วชั่งใหม่ให้เสร็จภายใน 3 min มวลที่ชั่งได้นี้ถือเป็นมวลชิ้นทดสอบเมื่อเปียก กรณีชิ้นทดสอบไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด ให้ทำการทดสอบซ้ำ

● วิธีการคำนวณ

การคำนวณหาอัตราการดูดซึมน้ำดังสมการ (3)

$$A = \frac{(m_2 - m_1)}{m_1} \times 100 \qquad (3)$$

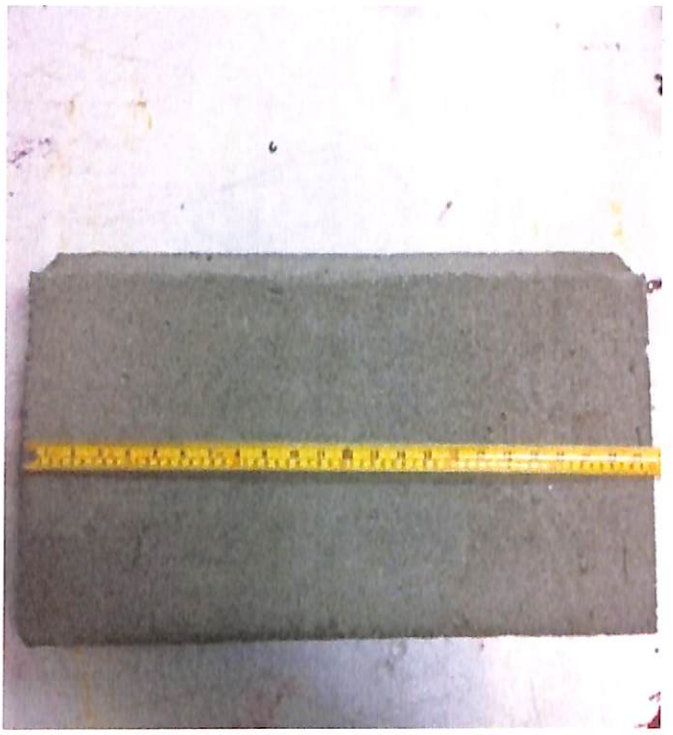
เมื่อ A คือ อัตราการดูดซึมน้ำ เป็นร้อยละ (เศษส่วนโดยมวล)

m_1 คือ มวลของชิ้นทดสอบเมื่อแห้ง เป็นกรัม

m_2 คือ มวลของชิ้นทดสอบเมื่อเปียก เป็นกรัม

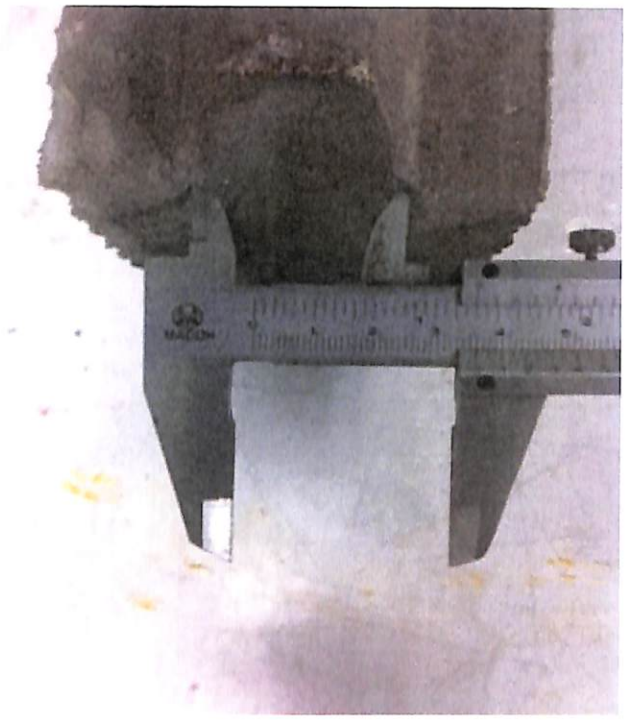
ภาคผนวก ค

รูปภาพการวัดขนาดบล็อกประสาน CLC เพื่อหาความคลาดเคลื่อน



ภาพประกอบที่ ค 1 แสดงการวัดขนาดตัวบล็อก

ภาพประกอบที่ ค 2 แสดงการวัดขนาดข้างบล็อกด้านซ้าย



ภาพประกอบที่ ค 3 แสดงการวัดขนาดข้างบล็อกส่วนกลาง

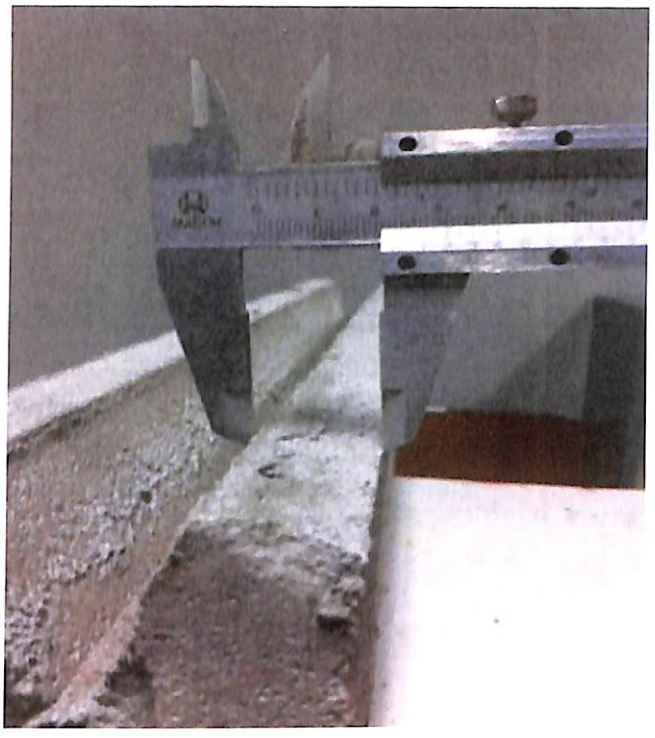
ภาพประกอบที่ ค 4 แสดงการวัดขนาดข้างบล็อกด้านขวา

ภาพประกอบที่ ค 5 แสดงการวัดขนาดเดือยบล็อกส่วนฐาน

ภาพประกอบที่ ค 6 แสดงการวัดขนาดเดือยบล็อกส่วนปลาย

ภาพประกอบที่ ค 7 แสดงการวัดขนาดร่องด้านบนบล็อกด้านซ้าย

ภาพประกอบที่ ค 8 แสดงการวัดขนาดร่องด้านบนบล็อกส่วนกลาง



ภาพประกอบที่ ค 9 แสดงการวัดขนาดร่องด้านบนบล็อกด้านขวา