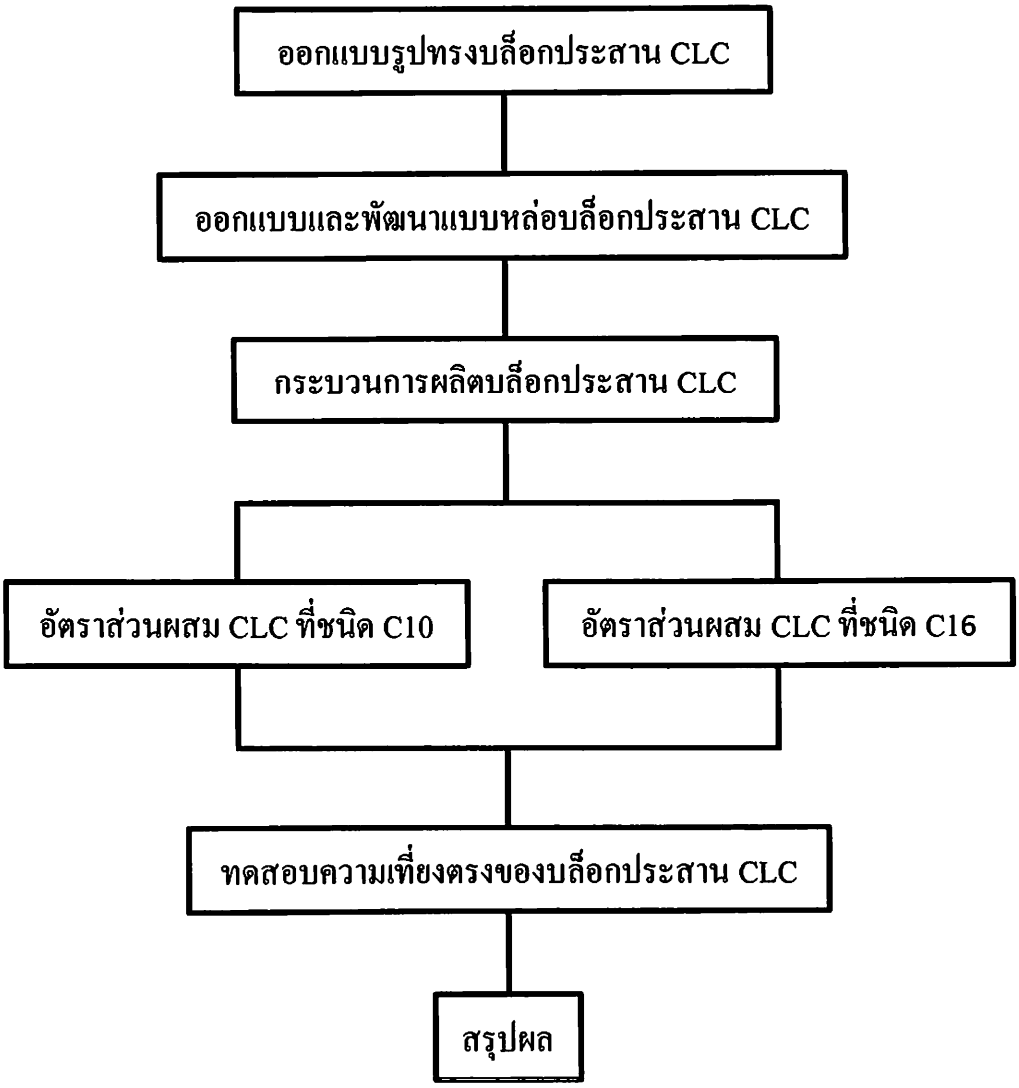
บทที่ 3
วิธีดำเนินงาน

จากการศึกษาทฤษฎีในบทที่ 2 จึงได้ทำการกำหนดขั้นตอนการดำเนินงาน แบ่งออกเป็น 3 ส่วน โดยส่วนแรก คือ การออกแบบรูปทรงของตัวบล็อก ส่วนที่สอง คือ การออกแบบเพื่อพัฒนาเป็นแบบหล่อบล็อก และส่วนที่สาม คือ กระบวนการหล่อบล็อกประสานที่อัตราส่วนผสม CLC ชนิด C10 และ C16 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตมวลเบาแบบเติมฟองอากาศ มอก. 2601-2556 เพื่อทำการทดสอบหาค่าความเที่ยงตรงของแบบหล่อบล็อกประสาน CLC ดังแสดงในภาพประกอบที่ 3.1



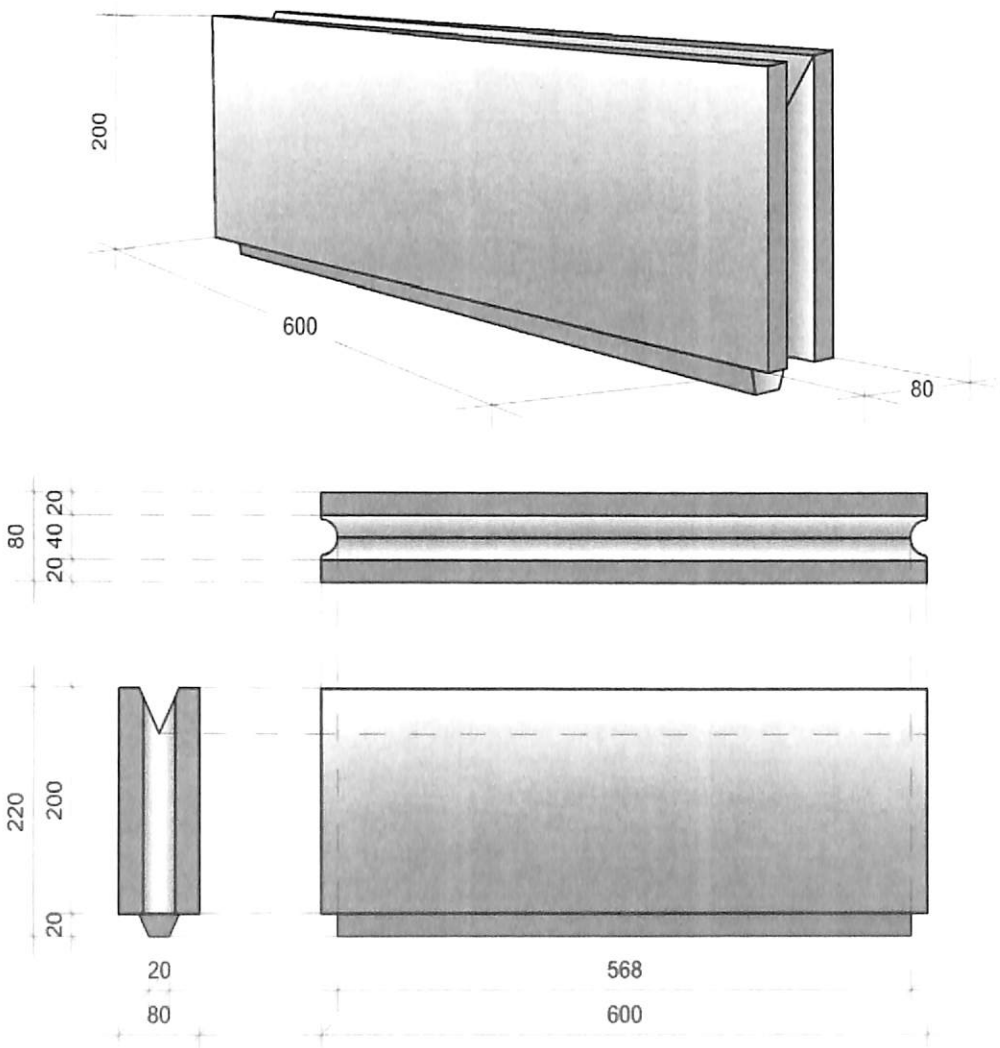
ภาพประกอบที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1 การออกแบบรูปทรงของบล็อกประสาน CLC

การออกแบบรูปทรงของตัวบล็อกประสาน CLC (CLC Interlocking Block) ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบตัวบล็อกให้มีขนาดใหญ่กว่าอิฐบล็อกประสานทั่วไป แล้วทำการพัฒนาร่องและเดือยให้ประสานกันเหมือนพื้นไม้ปาร์เก้ ซึ่งมีรูปแบบการใช้งานของตัวเชื่อมและประสานกันเป็นอย่างดีทำให้ใช้งานได้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

3.1.1 ตัวบล็อก

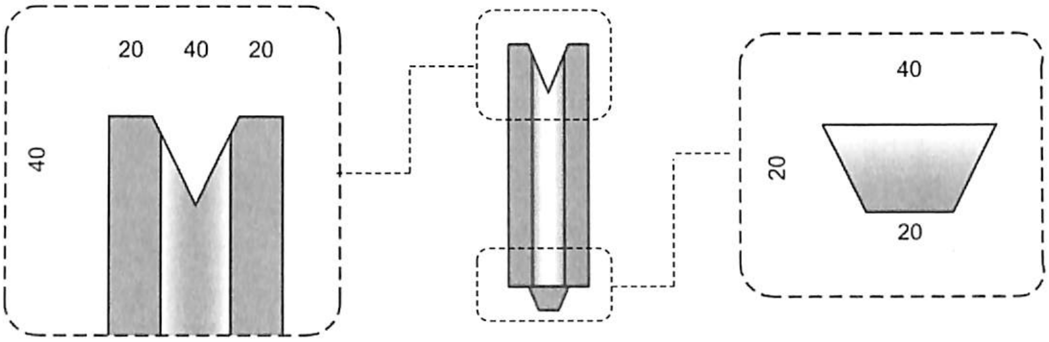
รูปทรงของตัวบล็อกขนาด (0.200 x 0.600 x 0.080 m.) ซึ่งเป็นบล็อกที่มีขนาดใหญ่ ทำให้สามารถใช้งานได้ง่ายและรวดเร็วในการก่อสร้าง ช่วยเพิ่มผลิตภาพในการทำงานของช่าง ทำให้ลดต้นทุนด้านระยะเวลาในงานก่อสร้างได้เป็นอย่างดี ดังแสดงในภาพประกอบที่ 3.2



ภาพประกอบที่ 3.2 แสดงขนาดและรูปด้านของบล็อกประสาน CLC (ขนาด 0.200 × 0.600 × 0.080 m.)

3.1.2 ร่องด้านบน (รูปทรงสามเหลี่ยม) และ เดือย (รูปทรงสี่เหลี่ยมคางหมู)

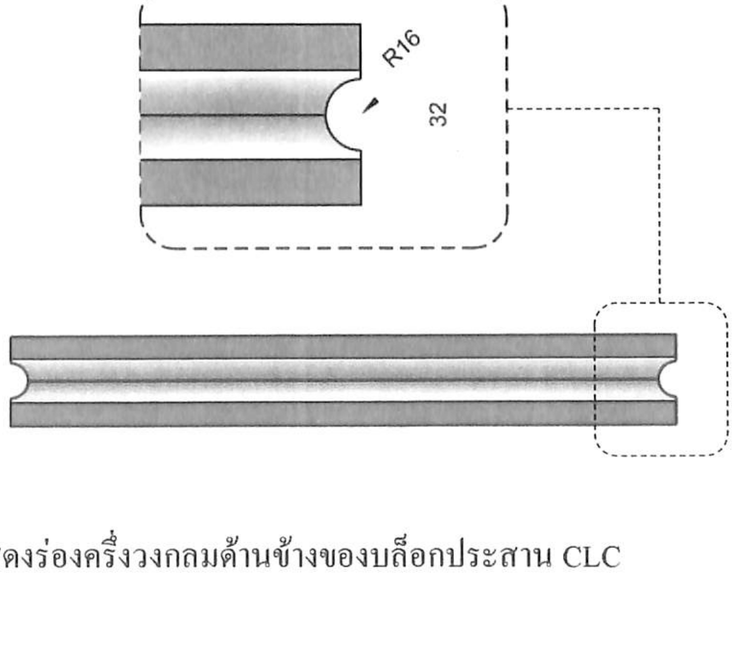
ร่องด้านบนของบล็อก ออกแบบให้มีรูปทรงสามเหลี่ยม มีขนาดความลึก 0.040 m. กว้าง 0.040 m. และยาว 0.600 m. และ เดือย ออกแบบให้มีรูปทรงสี่เหลี่ยมคางหมู ขนาดหน้าตัดด้านยาว 0.040 m. ด้านสั้น 0.020 m. สูง 0.020 m. มีความยาว 0.568 m. ทั้งสองส่วนประกอบนี้เป็นส่วนประกอบหลักของบล็อก ในการทำหน้าที่เพื่อเป็นตัวประสานกันระหว่างบล็อกในขณะก่อ ซึ่งส่วนร่องด้านบนจะทำหน้าที่รองรับส่วนเดือนได้พอดี ทำให้บล็อกสามารถล็อกกันได้อย่างแน่นหนา ช่วยให้ก่อได้ตรงแนวมากขึ้น ดังภาพประกอบที่ 3.3



ภาพประกอบที่ 3.3 แสดงร่องด้านบนและเดือยของบล็อกประสาน CLC

3.1.3 ร่องด้านข้าง (รูปทรงครึ่งวงกลม)

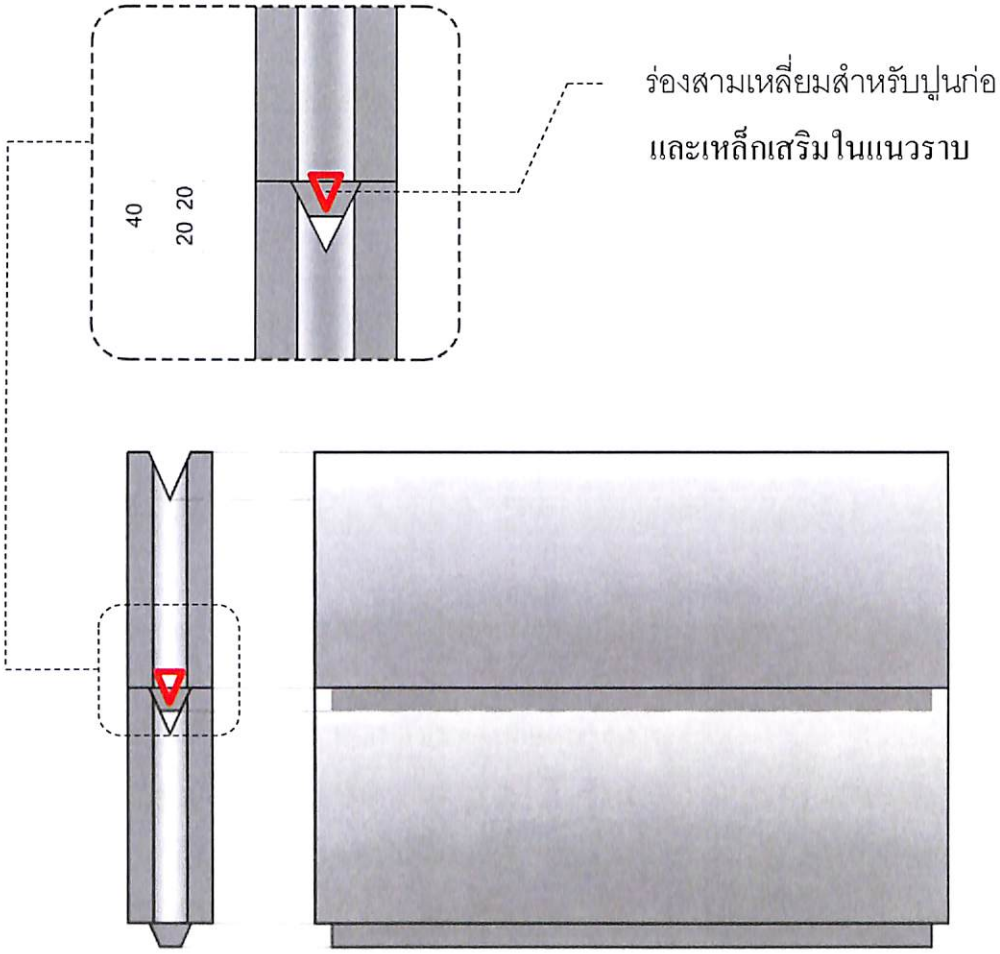
ร่องด้านข้างทั้งสองข้าง ออกแบบให้มีรูปทรงครึ่งวงกลมขนาดสันผ่าศูนย์กลาง 0.032 m. สูง 0.200 m. เมื่อทำการก่อบล็อกประสานต่อกันในแนวราบ ร่องครึ่งวงกลมทั้งสองด้านจะแนบกันเป็นวงกลม ทำหน้าที่สำหรับเทปูนก่อและเหล็กเสริมแนวดิ่ง ดังภาพประกอบที่ 3.4



ภาพประกอบที่ 3.4 แสดงร่องครึ่งวงกลมด้านข้างของบล็อกประสาน CLC

3.1.4 รูปแบบการก่อบล็อกประสาน CLC ในแนวดิ่ง

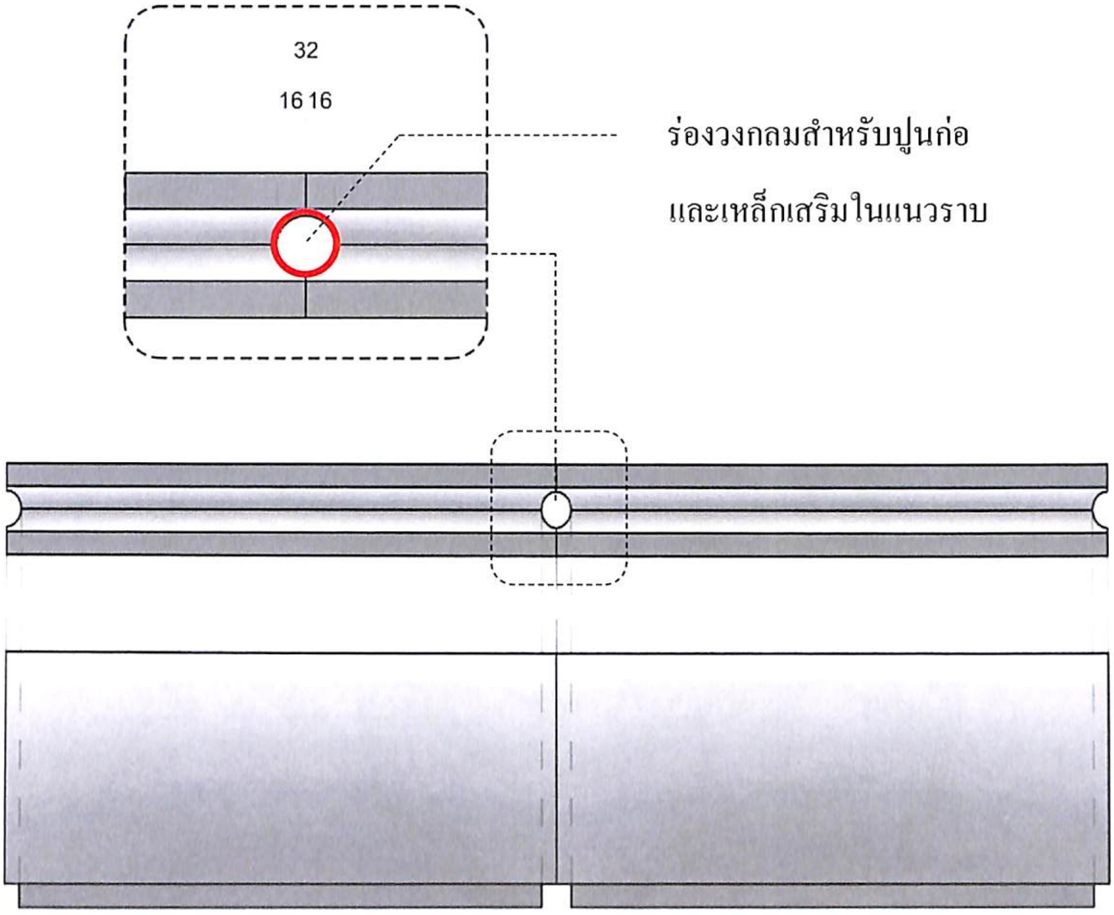
เมื่อทำการก่อบล็อกประสาน CLC จะสังเกตว่าในแนวดิ่ง ร่องด้านบน (รูปทรงสามเหลี่ยม) และเดือยด้านล่าง (รูปสี่เหลี่ยมคางหมู) จะประสานกันสนิทระหว่างก้อน (เมื่อมองจากด้านข้าง) ซึ่งจะสังเกตเห็นช่องว่างเป็นรูปสามเหลี่ยม เพื่อเป็นพื้นที่สำหรับเทปูนก่อและวางเหล็กเสริมแนวราบ ดังแสดงในภาพประกอบที่ 3.5



ภาพประกอบที่ 3.5 แสดงรูปแบบการก่อบล็อกประสาน CLC ในแนวราบ

3.1.5 รูปแบบการก่อบล็อกประสาน CLC ในแนวราบ

เมื่อทำการก่อบล็อกประสาน CLC จะสังเกตว่าในแนวราบ ด้านข้างของบล็อกทั้งสองด้านจะมีร่องครึ่งวงกลมของแต่ละบล็อกมาประสานกันระหว่างก้อนแนบสนิทกันพอดี เป็นช่องว่างวงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.032 m. เพื่อเป็นพื้นที่สำหรับเทปูนก่อ และวางเหล็กเสริมแนวดิ่ง ดังแสดงในภาพประกอบที่ 3.6



ภาพประกอบที่ 3.6 แสดงร่องวงกลมสำหรับปูนก่อและเหล็กเสริมแนวดิ่ง

3.2 การออกแบบ และพัฒนาแบบหล่อสำหรับหล่อบล็อกประสาน CLC

เมื่อออกแบบรูปทรงบล็อกประสาน CLC แล้วจึงทำการออกแบบและพัฒนาแบบหล่อเพื่อที่จะหล่อส่วนผสม CLC ให้ได้รูปทรงของบล็อกตามที่ออกแบบไว้ โดยคำนึงถึงความแข็งแรงทนทาน ประกอบได้รวดเร็ว เมื่อบล็อกแข็งตัวสามารถแกะออกได้ง่าย รูปทรงสวยงาม ซึ่งวัสดุที่เลือกใช้นั้นก็คือ เหล็ก เนื่องจากเหล็กมีความแข็งแรง ทนทาน ช่วยเพิ่มอายุการใช้งานของแบบหล่อ อีกทั้งยังทำให้ขนาดของบล็อกที่หล่อจากแบบหล่อเหล็ก มีขนาดตามที่ต้องการ หมายถึงแบบหล่อมีความเที่ยงตรงสูง หากใช้วัสดุอื่น ๆ เช่น ไม้ การประกอบชิ้นส่วนจะทำได้ง่ายกว่าการประกอบชิ้นส่วนด้วยเหล็ก

เมื่อพิจารณาคุณสมบัติต่าง ๆ ด้านการใช้งานของวัสดุในการสร้างแบบหล่อ จึงเลือกเหล็กซึ่งมีความแข็งแรง ทนทานกว่า ถึงแม้จะน้ำหนักมากและราคาสูงกว่า แต่อายุการใช้งานมากกว่าหลายเท่า จึงคุ้มค่า ต่อการลงทุน โดยแบบหล่อบล็อกประสาน CLC จะมีส่วนประกอบหลัก 5 ส่วน คือ

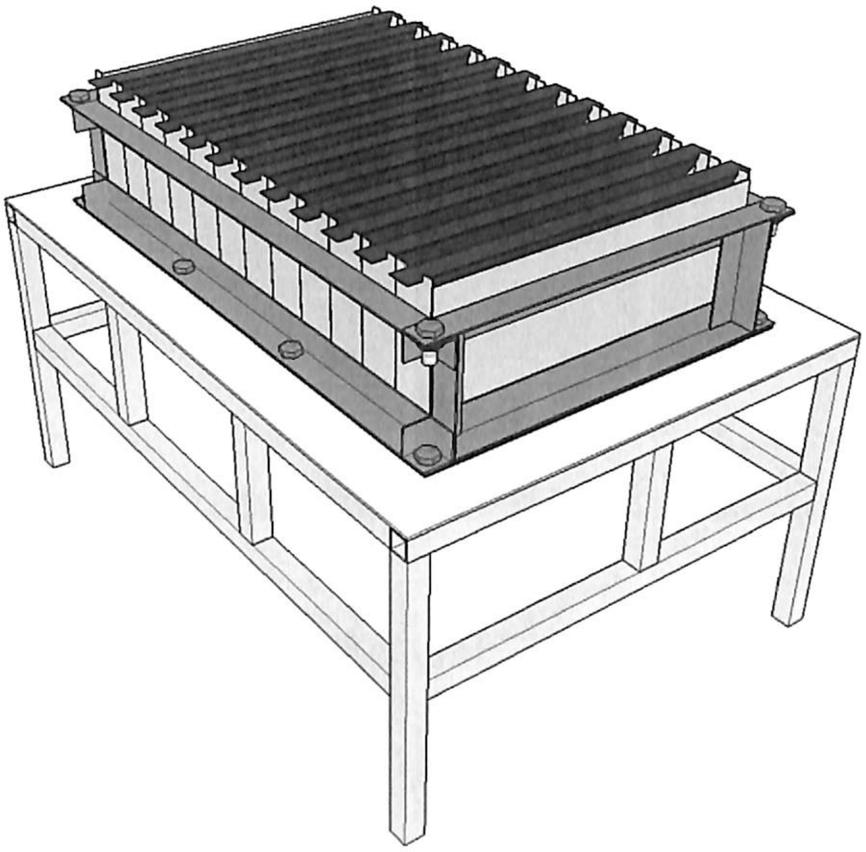
1) แบบล่าง

2) แบบข้าง

3) อุปกรณ์สำหรับตัดบล็อก

4) ตัวครอบสามเหลี่ยม

5) แท่นยกแบบหล่อระบบไฟฟ้า (Hydraulic)



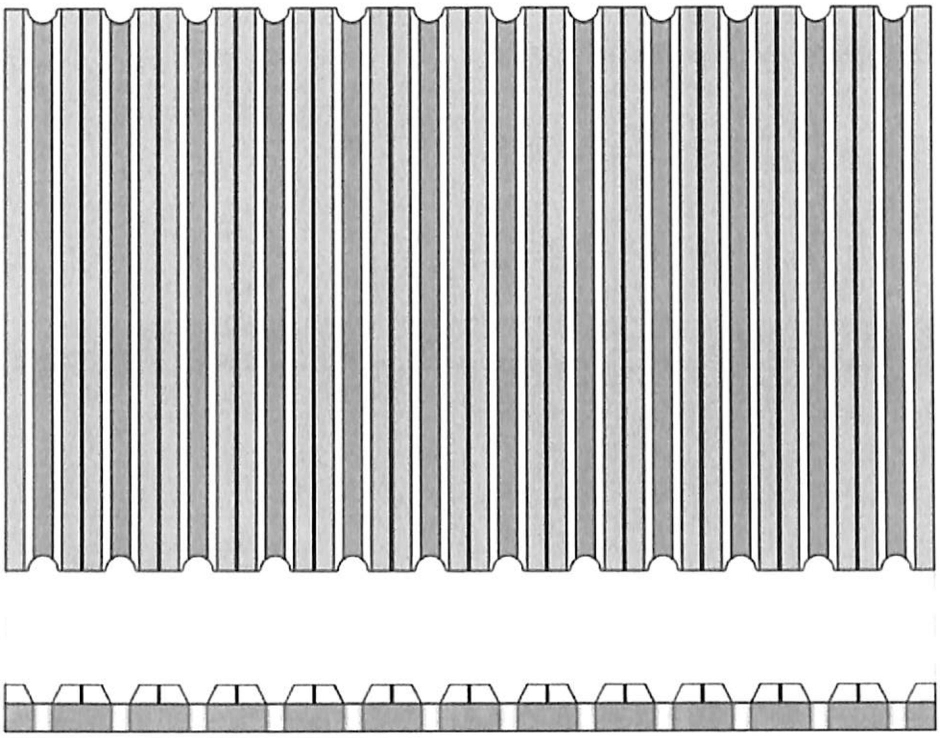
ภาพประกอบที่ 3.7 แสดงรูปสามมิติของแบบหล่อบล็อกประสาน CLC

3.2.1 แบบล่าง

แบบล่าง ประกอบด้วยส่วนลิ่มและส่วนฐาน ทำขึ้นจากเหล็กเป็นส่วนประกอบของแบบหล่อส่วนล่างสุดเพื่อเป็นฐานสำหรับหล่อด้านที่เป็นเดือยของบล็อกประสาน CLC มี 2 ส่วน ดังนี้

1) ลิ่ม ทำจากแผ่นเหล็กหนา 0.003 m. มาทำการพับขึ้นรูปให้มีรูปทรงสี่เหลี่ยมคางหมู เพื่อเชื่อมติดกับฐานล่าง โดยลิ่มจะเป็นส่วนประกอบหลักของแบบล่างด้านที่เป็นเดือยของบล็อกประสาน ซึ่งแบบหล่อ 1 ชุด จะมีลิ่มจำนวน 24 ชิ้น

2) ฐาน ทำจากเหล็กกล่องขนาด 1-5/8 นิ้ว (0.040 × 0.040 m.) เพื่อทำเป็นโคลงคล่าวและแผ่นเหล็กหนา 0.003 m. มาเชื่อมกันเป็นฐานสี่เหลี่ยม จากนั้นจึงนำฐานดังกล่าวมาเชื่อมเข้ากับลิ่มรูปสี่เหลี่ยมคางหมูจำนวน 24 ชิ้น แล้วทำการผ่าเป็นรูปครึ่งวงกลมตรงระหว่างกลางของลิ่มแต่ละคู่ เพื่อทำเป็นช่องของเหล็กครึ่งวงกลม จึงจะได้ฐานเพื่อเป็นฐานหล่อด้านที่เป็นเดือยของบล็อกประสาน CLC ดังภาพประกอบที่ 3.8



ภาพประกอบที่ 3.8 แสดงรูปด้านของแบบล่าง (ฐานและลิ่ม)

3.2.2 แบบข้าง

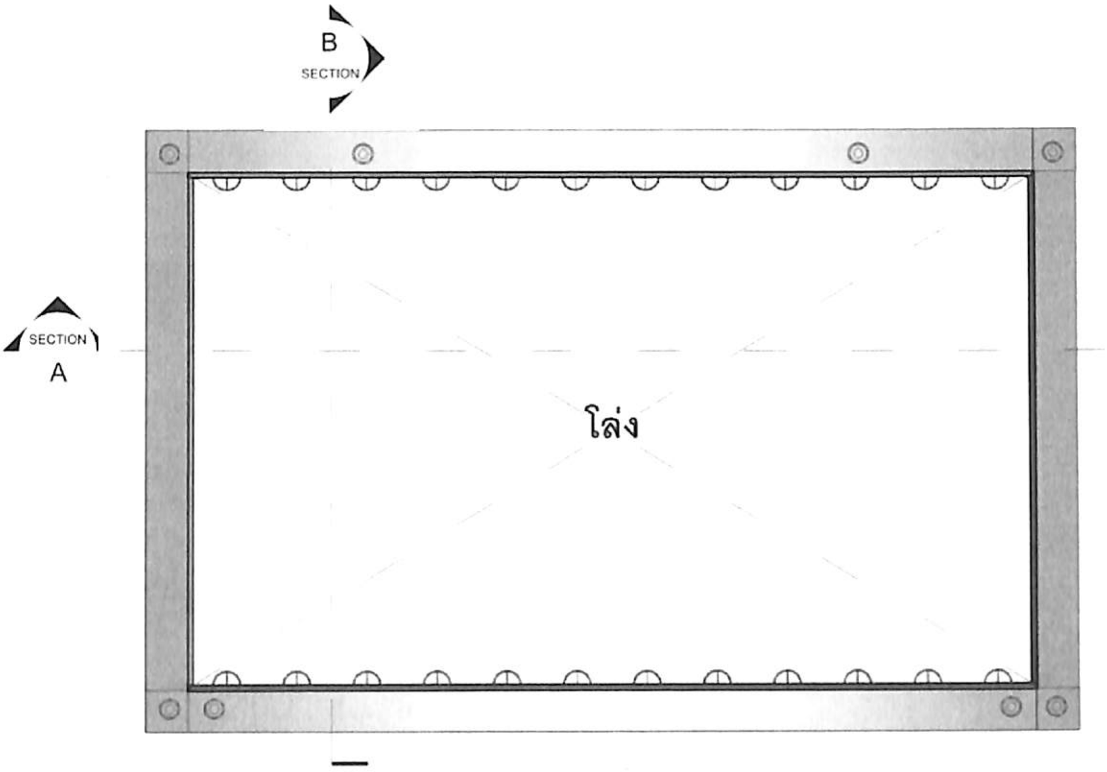
แบบข้างเป็นส่วนประกอบของแบบหล่อบล็อกประสาน CLC ส่วนกลาง เพื่อเป็นแบบสำหรับหล่อด้านข้างของบล็อกที่เว้าเข้าไปเป็นร่องครึ่งวงกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.032 m. ทั้ง 2 ด้าน เพื่อเป็นพื้นที่สำหรับหล่อปูนก่อและเหล็กเสริมในแนวตั้ง โดยแบ่งออกเป็น มี 3 ส่วนหลัก ดังนี้

1) เหล็กครึ่งวงกลม ทำจากท่อเหล็กหนา 0.003 m. ผ่าเป็นสามเหลี่ยม ซึ่งแบบหล่อ 1 ชุด จะมีเหล็ก ครึ่งวงกลมจำนวน 24 ชิ้น จากนั้นจึงนำเหล็กครึ่งวงกลมมาเชื่อมติดกับแผ่นเหล็กที่เตรียมไว้สำหรับประกอบเป็นแบบข้างส่วน A ทั้ง 2 แผ่น แบ่งเป็นแผ่นละ 12 ชิ้น

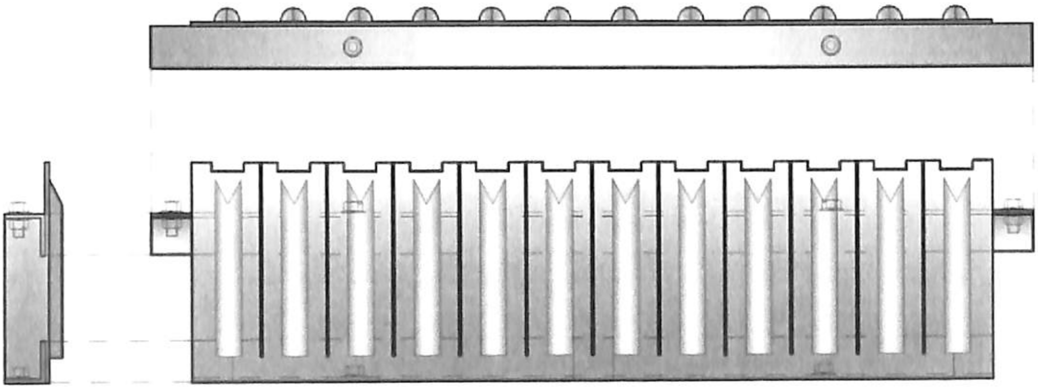
2) แบบข้างส่วน A ทำจากแผ่นเหล็ก หนา 0.005 m. ทำการเซาะร่อง เพื่อเป็นแนวในการตัดบล็อกด้วยลวดสลิงให้ได้ขนาดเท่าๆกัน และตรงกลางของแต่ละช่องบากร่อง เพื่อเป็นร่องวางเหล็กครอบสามเหลี่ยมด้านบน ด้านหน้าเชื่อมติดกับเหล็กครึ่งวงกลม ด้านหลังเชื่อมเหล็กฉากจำนวน 2 เส้น เพื่อใช้เป็นจุดยึดติดกับแบบข้างส่วน B และแท่นวางแบบหล่อ ซึ่งแบบหล่อ 1 ชุด จะมีแบบข้างส่วน A จำนวน 2 ชิ้น

3) แบบข้างส่วน B ทำจากแผ่นเหล็ก หนา 0.005 m. ด้านหน้าเป็นแผ่นเหล็กเรียบ ด้านหลังเชื่อมเหล็กฉาก จำนวน 2 เส้น เพื่อใช้เป็นจุดยึดติดกับแบบข้างส่วน A และแท่นวางแบบหล่อ ซึ่งแบบหล่อ 1 ชุด จะมีแบบข้างส่วน B จำนวน 2 ชิ้น

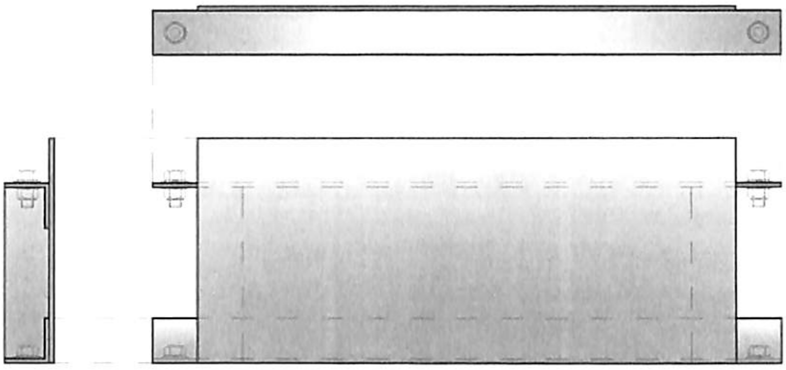
เมื่อได้ชิ้นส่วนหลักของแบบข้างครบแล้ว จากนั้นนำแบบข้างส่วน A ทั้ง 2 ส่วน มาประกอบติดกับ แบบข้างส่วน B ทั้ง 2 ส่วน ด้วยน็อต ตามรูที่เจาะไว้สำหรับยึดติดกันให้แน่นหนา จะได้เป็นแบบข้างรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ดังภาพประกอบที่ 3.9, 3.10 และ 3.11



ภาพประกอบที่ 3.9 แสดงรูปด้านบนของแบบข้างส่วน A และ B



ภาพประกอบที่ 3.10 แสดงรูปด้านต่าง ๆ ของแบบข้างส่วน A



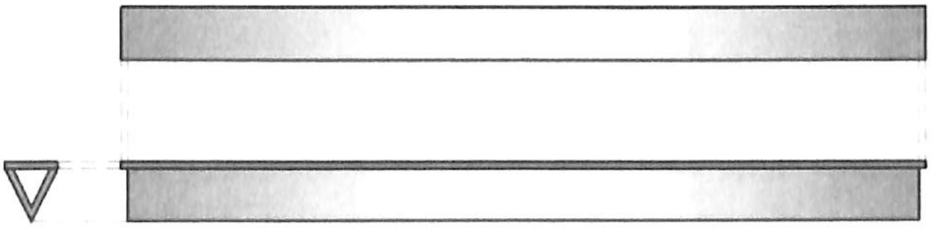
ภาพประกอบที่ 3.11 แสดงรูปด้านต่าง ๆ ของแบบข้างส่วน B

3.2.3 อุปกรณ์สำหรับตัดบล็อก

อุปกรณ์สำหรับตัดบล็อกเป็นส่วนประกอบของแบบหล่อบล็อกประสาน CLC ส่วนบนที่ใช้สำหรับการตัดแบ่งบล็อกทั้ง 12 บล็อก ทำจากเหล็กกล่องขนาด 0.020 x 0.020 m. มาเชื่อมต่อกันเพื่อทำเป็นโคลงคล่าวรูปสี่เหลี่ยมผื่นผ้า และลวดสลิง ทั้งหมดรวม 11 เส้น และใช้เกรียวเร่งเป็นตัวปรับความตึงของลวดสลิง ซึ่งแบบหล่อ 1 ชุด จะมีอุปกรณ์สำหรับตัดบล็อก จำนวน 1 ชิ้น

3.2.4 ตัวครอบสามเหลี่ยม

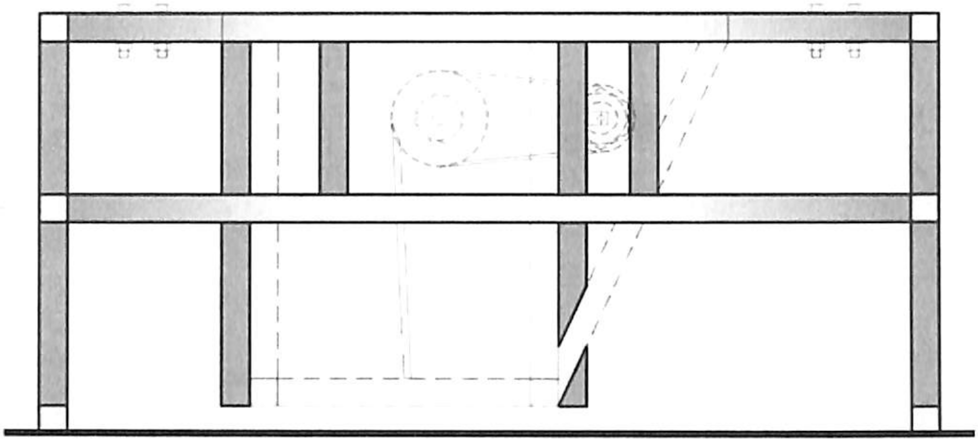
ตัวครอบสามเหลี่ยมเป็นส่วนประกอบของแบบหล่อบล็อกประสาน CLC ส่วนบนสุด เพื่อเป็นตัวครอบทำร่องด้านบนของบล็อกประสาน ทำจากแผ่นเหล็กหนา 0.003 m. และ 0.005 m. เชื่อมติดกันเป็นรูปทรงสามเหลี่ยม แบบหล่อ 1 ชุด จะมีตัวครอบสามเหลี่ยม จำนวน 12 ชิ้น ดังภาพประกอบที่ 3.12



ภาพประกอบที่ 3.12 แสดงรูปด้านของตัวครอบสามเหลี่ยม

3.2.5 แท่นยกแบบหล่อระบบไฟฟ้า (Hydraulic) มีส่วนประกอบหลัก 2 ส่วน ดังนี้

1) แท่นวางแบบหล่อ ทำจากแผ่นเหล็กหนา 0.003 m. และเหล็กกล่องขนาด 0.040 × 0.040 m. มาเชื่อมต่อกันเพื่อทำเป็นโคลงคล่าวรูปสี่เหลี่ยมผื่นผ้า แล้วเว้นช่องว่างตรงกลางรูปสี่เหลี่ยมผื่นผ้า ไว้สำหรับติดตั้งแท่นมอเตอร์ไฟฟ้า เพื่อเป็นที่วางประกอบติดกับแบบข้าง ดังภาพประกอบที่ 3.13



ภาพประกอบที่ 3.13 แสดงรูปด้านข้างของแท่นวางแบบหล่อ

2) แท่นมอเตอร์ไฟฟ้า ทำจากเหล็กกล่องขนาด 0.040 × 0.040 m. มาเชื่อมต่อกันเพื่อทำเป็นโคลงคล่าวรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ซึ่งติดตั้งอยู่ภายในช่องว่างตรงกลางของแท่นวางแบบหล่อ ทำงานด้วยระบบไฟฟ้า AC 220V ผ่านมอเตอร์เดี่ยว รับน้ำหนัก 300 Kg. ทำงานด้วยรีโมท ในการขับเคลื่อนเพลาเหล็กกลม ให้หมุนเพื่อดึงลวดสลิง ซึ่งแท่นมอเตอร์ไฟฟ้าจะทำงาน โดยทำการยกแบบล่างเมื่อถึงเวลาที่เหมาะสมในการตัดบล็อก

3.3 กระบวนการผลิตบล็อกประสาน CLC

กระบวนการผลิตบล็อกประสาน CLC ให้ได้ขนาดและรูปทรงตามที่ได้ออกแบบเอาไว้แล้ว ผู้ทดลองจึงได้ทำการศึกษาอัตราส่วนผสมของคอนกรีตมวลเบาระบบเซลลูล่าร์ และได้สุ่มอัตราส่วนผสมมา 2 อัตราส่วนผสม เพื่อเป็นอัตราส่วนผสมตั้งต้นในการทดสอบหาค่าความเที่ยงตรงของแบบหล่อที่เหมาะสมสำหรับชนิด C10 และ C16 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คอนกรีตมวลเบาแบบเติมฟองอากาศ มอก. 2601-2556 ดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ค่าหน่วยน้ำหนักของ CLC ที่ชนิด C10 และ C16 ตามมาตรฐาน มอก.2601-2556

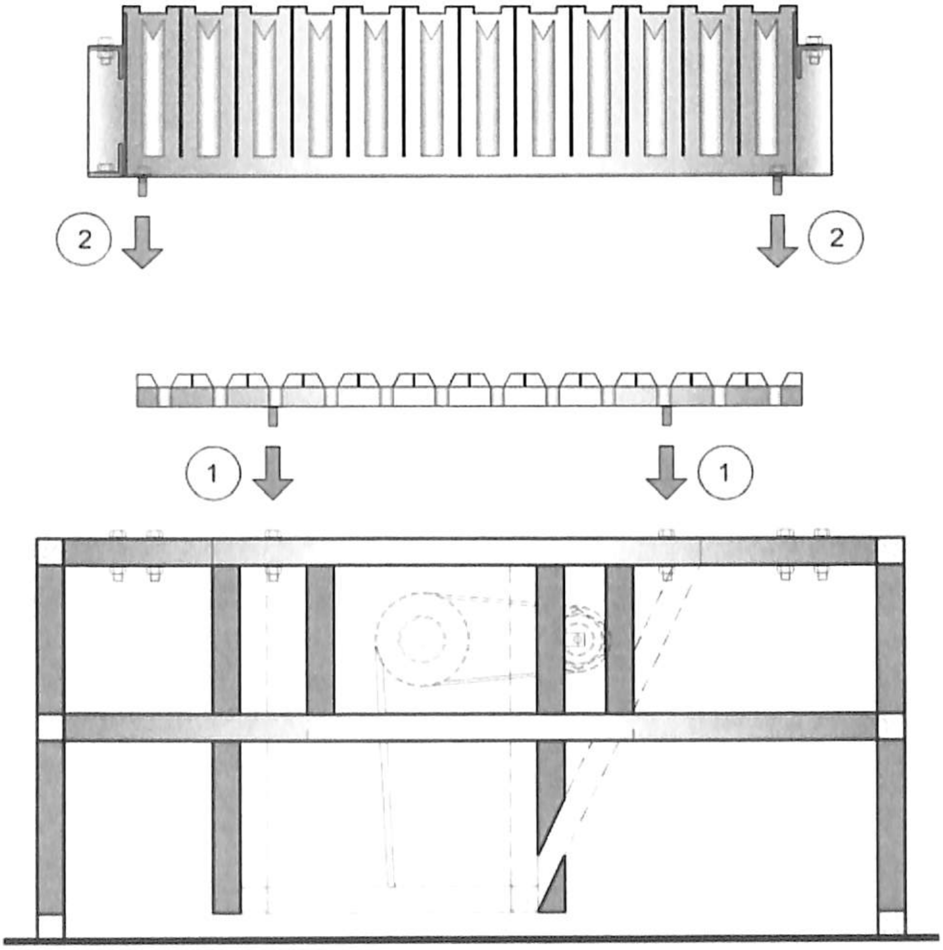
ชนิด	หน่วยน้ำหนัก (kg/m^3)
C10	901 - 1,000
C16	1,401 - 1,600

3.3.1 อัตราส่วนผสม CLC ที่ชนิด C10 และ C16 โดยมีขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

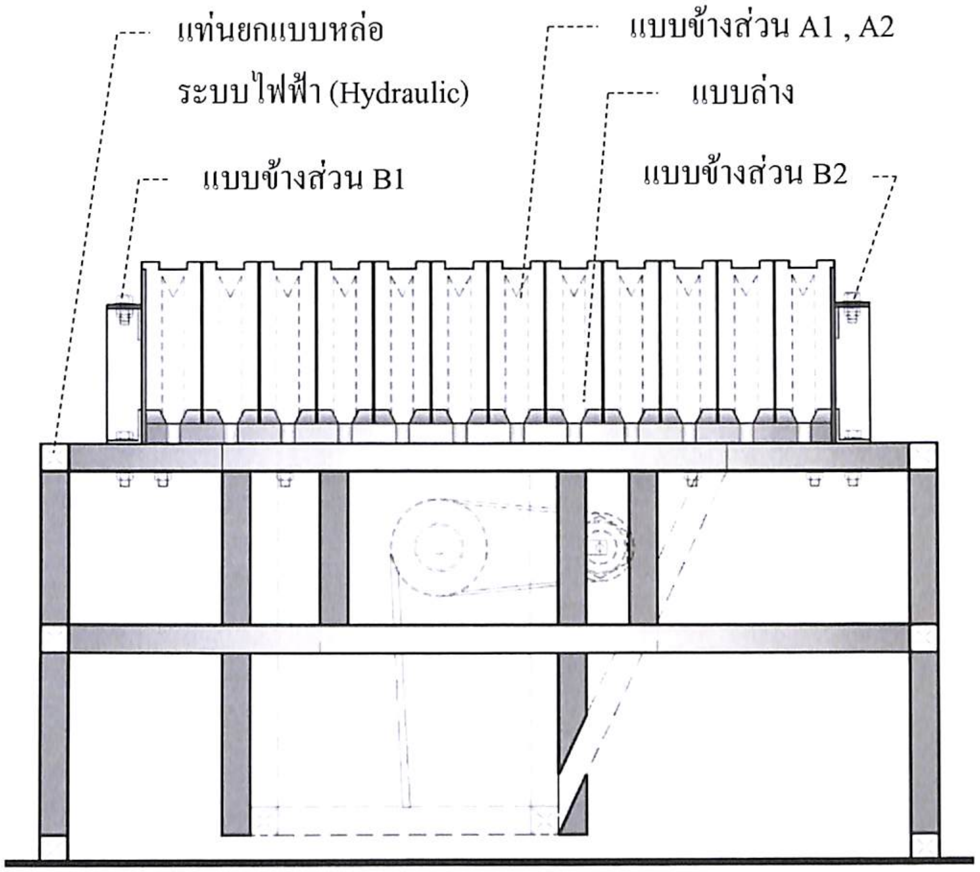
1) การประกอบแบบหล่อ

ขั้นตอนที่ 1 ทำความสะอาดแบบหล่อจากเศษปูนหรือเศษขยะต่าง ๆ ให้หมด จากนั้นประกอบแบบหล่อ โดยเริ่มจากการประกอบแบบล่างบนแท่นยกแบบหล่อระบบไฟฟ้า (Hydraulic) บริเวณจุดเชื่อมต่อบนแท่นมอเตอร์ไฟฟ้า ตรงจุดที่ 1

ขั้นตอนที่ 2 นำแบบข้างส่วน A ทั้ง 2 ส่วน และ แบบข้างส่วน B ทั้ง 2 ส่วนมาประกอบยึดติดกับแท่นยกแบบหล่อระบบไฟฟ้า (Hydraulic) บริเวณจุดเชื่อมต่อบนแท่นวางแบบหล่อ ตรงจุดที่ 2 หลังจากนั้นนำน้ำมันหล่อลื่นมาทาให้ทั่วแบบหล่อ เพื่อป้องกันการยึดเกาะของปูนและแบบหล่อ อีกทั้งยังช่วยให้สามารถแกะแบบหล่อได้ง่ายขึ้น ดังภาพประกอบที่ 3.14 และ 3.15



ภาพประกอบที่ 3.14 แสดงการประกอบแบบล่างและแบบข้าง บนแท่นยกแบบหล่อระบบไฟฟ้า (Hydraulic)



ภาพประกอบที่ 3.15 แสดงการประกอบแบบหล่อสมบูรณ์

2) การผสม CLC (C10 และ C16 อัตราส่วนต่อ 1 แบบหล่อ) เพื่อหล่อบล็อก

ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมส่วนผสม CLC โดยการชั่งน้ำหนักปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 (ปูนแดง TPI) ที่อัตราส่วนผสม C10 เท่ากับ 67 กิโลกรัม และ อัตราส่วนผสม C16 เท่ากับ 80 กิโลกรัม ดังภาพประกอบที่ 3.16

ภาพประกอบที่ 3.16 แสดงส่วนผสมปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1

จากนั้นชั่งน้ำหนัก ทรายละเอียด ที่อัตราส่วนผสม C10 เท่ากับ 57 กิโลกรัม และ อัตราส่วนผสม C16 เท่ากับ 68 กิโลกรัม ดังภาพประกอบที่ 3.17

ภาพประกอบที่ 3.17 แสดงส่วนผสมทรายละเอียด

จากนั้นชั่งน้ำหนัก น้ำ ที่อัตราส่วนผสม C10 เท่ากับ 37 กิโลกรัม และ อัตราส่วนผสม C16 เท่ากับ 44 กิโลกรัม ดังภาพประกอบที่ 3.18

ภาพประกอบที่ 3.18 แสดงส่วนผสมน้ำ

ขั้นตอนที่ 2 การผลิตฟองโฟม โดยการนำสารกำเนิดโฟมและน้ำ ในอัตราส่วน 1 : 30 โดยการตวงสารกำเนิดโฟมลงบีกเกอร์ ที่อัตราส่วนผสม C10 เท่ากับ 177 ลูกบาศก์เซนติเมตร และ อัตราส่วนผสม C16 เท่ากับ 150 ลูกบาศก์เซนติเมตร ดังภาพประกอบที่ 3.19

ภาพประกอบที่ **3.19** แสดงการตวงสารกำเนิดโฟมลงในบีกเกอร์

หลังจากนั้นเทใส่เครื่องกำเนิดโฟมแล้วปิดวาลว์ให้สนิท แล้วเปิดเครื่องอัดความดันใส่เครื่องกำเนิดโฟมที่ความดัน 6.5 บาร์ ดังภาพประกอบที่ 3.20

ภาพประกอบที่ 3.20 แสดงเครื่องอัดความดันและเครื่องกำเนิดโฟม

ขั้นตอนที่ 3 การผสมส่วนผสม CLC โดยการนำทรายและน้ำ ที่ชั่งน้ำหนักเตรียมไว้มาเทใส่เครื่องผสม แล้วปั่นเป็นเวลา 1 นาที แล้วปิดเครื่อง ดังภาพประกอบที่ 3.21

ภาพประกอบที่ 3.21 แสดงการเทส่วนผสม ทรายและน้ำ ลงเครื่องผสม

เมื่อทรายและน้ำเข้าเป็นเนื้อเดียวกันแล้ว จึงนำปูนซีเมนต์ที่ชั่งเตรียมไว้เทลงไปผสม แล้วเปิดเครื่อง ใช้เวลาปั่น 10 นาที แล้วปิดเครื่อง ดังภาพประกอบที่ 3.22

ภาพประกอบที่ 3.22 แสดงการเทปูนลงเครื่องผสม

เมื่อปูน ทรายและน้ำเข้าเป็นเนื้อเดียวกันแล้วจึงนำฟองโฟมที่เตรียมไว้ มาฉีดใส่เครื่องผสม โดยใช้เวลาในการปั่น 10 นาที แล้วรอให้ส่วนผสมเข้ากัน ดังภาพประกอบที่ 3.23

ภาพประกอบที่ 3.23 แสดงการฉีดฟองโฟมลงเครื่องผสม

ขั้นตอนที่ 4 การเทส่วนผสม CLC ลงแบบหล่อ เมื่อส่วนผสม CLC ผสมเป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นจึงนำไปเทใส่แบบหล่อที่เตรียมไว้ให้เต็ม ดังภาพประกอบที่ 3.24

ภาพประกอบที่ 3.24 แสดงการเทส่วนผสม CLC ลงในแบบหล่อ

เมื่อเทส่วนผสม CLC ลงในแบบหล่อจนเต็มแล้วจึงทำการใช้เกรียงปาดหน้าส่วนผสม CLC ให้เรียบเสมอกัน ดังภาพประกอบที่ 3.25

ภาพประกอบที่ **3.25** แสดงการแต่งหน้าส่วนผสม CLC หลังเทลงแบบหล่อ

ขั้นตอนที่ 5 การวางตัวครอบสามเหลี่ยม เริ่มจากการนำตัวครอบสามเหลี่ยมมาทาน้ำมันหล่อลื่นให้ทั่ว เพื่อให้ง่ายต่อการถอดออกภายหลัง แล้วนำไปวางด้านบนสุดของแบบหล่อ ทั้ง 12 จุด โดยวางตรงตำแหน่งของบ่าที่บาก ดังภาพประกอบที่ 3.26

ภาพประกอบที่ 3.26 แสดงการวางตัวครอบสามเหลี่ยม

เมื่อวางตัวครอบสามเหลี่ยมจนครบ จากนั้นจึงใช้เกรียงปาดแต่งหน้าส่วนผสม CLC ให้เรียบเสมอกับตัวครอบสามเหลี่ยมอีกครั้ง ดังภาพประกอบที่ 3.27

ภาพประกอบที่ 3.27 แสดงการแต่งหน้าส่วนผสม CLC หลังวางตัวครอบสามเหลี่ยม

เมื่อใช้ใช้เกรียงปาดแต่งหน้าส่วนผสม CLC ให้เรียบเสมอตัวครอบสามเหลี่ยมเรียบร้อยแล้ว หลังจากนั้น ทำการจับเวลาในการตัดบล็อกหลังเทส่วนผสม CLC ที่อัตราส่วนผสม C10 เป็นเวลา 2.5 ชั่วโมง และ อัตราส่วนผสม C16 เป็นเวลา 2 ชั่วโมง (เป็นเวลาที่ CLC เซ็ตตัวในระดับหนึ่งแต่ยังไม่แข็งตัว เมื่อตัดแล้ว CLC จะทรงตัวได้)

ขั้นตอนที่ 6 การถอดตัวครอบสามเหลี่ยม เมื่อถึงระยะเวลาหนึ่งเมื่อส่วนผสม CLC เริ่มเซ็ตตัว (อัตราส่วนผสม C10 เป็นเวลา 2 ชั่วโมง และ อัตราส่วนผสม C16 เป็นเวลา 1.5 ชั่วโมง ให้ค่อยๆ ทำการถอดตัวครอบสามเหลี่ยม ทั้ง 12 ชิ้น อย่างประณีต เพื่อไม่ให้ร่องสามเหลี่ยมด้านบนของตัวบล็อกผิดรูปทรง ดังภาพประกอบที่ 3.28

ภาพประกอบที่ 3.28 แสดงการถอดตัวครอบสามเหลี่ยม

ขั้นตอนที่ 7 การติดตั้งอุปกรณ์สำหรับตัดบล็อก โดยเริ่มจากการนำอุปกรณ์สำหรับตัดบล็อกมาทาน้ำมันหล่อลื่นให้ทั่ว เพื่อทำให้ตัดบล็อกได้ง่าย จากนั้นทำการติดตั้งกับแบบข้างให้แน่นหนาและตรงกับแนวตัดบล็อก เพื่อป้องกันไม่ให้ลวดสลิงเลื่อนออกจากจุดตัดที่กำหนดไว้ ดังภาพประกอบที่ 3.29

ภาพประกอบที่ 3.29 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์สำหรับตัดบล็อก

จากนั้นให้ทำการปรับลวดสลิงทั้ง 12 เส้น ด้วยเกรียวปล่อยที่ติดตั้งไว้ตรงปลายด้านหนึ่งของแบบข้างส่วน A โดยหมุนปรับให้พอตึงมือ (หากตึงเกินไปอาจทำให้ลวดสลิงขาดระหว่างที่ทำการดันบล็อก) ดังภาพประกอบที่ 3.30

ภาพประกอบที่ 3.30 แสดงการปรับตั้งอุปกรณ์สำหรับตัดบล็อก

ขั้นตอนที่ 8 การดันตัดบล็อก โดยการใช้แท่นยกแบบหล่อระบบไฟฟ้า (Hydraulic) กระทำเมื่อถึงเวลาที่ได้กำหนดไว้ (อัตราส่วนผสม C10 เป็นเวลา 2.5 ชั่วโมง และ อัตราส่วนผสม C16 เป็นเวลา 2 ชั่วโมง) จึงทำการดันตัดบล็อกด้วยการกดคำสั่ง ขึ้น ที่รีโมทแล้วแท่นมอเตอร์ไฟฟ้า จะทำงานเป็นเวลา 6 วินาที ในการดันและตัดบล็อกประสาน CLC ขึ้นทั้ง 12 ก้อนพร้อม ๆ กัน ดังภาพประกอบที่ 3.31

ภาพประกอบที่ 3.31 แสดงการดันตัดบล็อก

ขั้นตอนที่ 9 การแกะบล็อกออกจากแบบหล่อ เมื่อทำการดันตัดบล็อกเสร็จเรียบร้อยแล้ว หลังจากนั้นรอให้บล็อกประสาน CLC ผึ่งอากาศ อย่างน้อยต้องใช้เวลาไม่ต่ำกว่า 8 ชั่วโมง แล้วจึงดึงบล็อกออกจากแบบหล่อ เริ่มจากทางใดทางหนึ่งทีละก้อน ดังภาพประกอบที่ 3.32

ภาพประกอบที่ 3.32 แสดงการแกะบล็อกออกจากแบบหล่อ

3.4 การทดสอบความเที่ยงตรงของแบบหล่อบล็อกประสาน CLC

จากที่ได้ทำการผลิตบล็อกประสาน CLC ทั้ง 2 อัตราส่วนผสม คือ C10 และ C16 จึงได้ทำการทดสอบหาค่าความเที่ยงตรงของแบบหล่อในกระบวนการผลิตบล็อก เพื่อทดสอบคุณสมบัติของแบบหล่อ ให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตมวลเบาแบบเติมฟองอากาศ มอก. 2601-2556 ดังนี้

3.4.1 การทดสอบกระบวนการผลิตโดยใช้แบบหล่อบล็อกประสาน CLC เพื่อหาระยะเวลาในการดันตัดบล็อก

การทดสอบเพื่อหาระยะเวลาในการก่อตัวของส่วนผสม CLC ของกระบวนการผลิตทั้งหมดที่อุณหภูมิห้อง (26°C) จะเริ่มทำการตั้งเวลาในการทดสอบหลังจากขั้นตอนการเทส่วนผสม CLC ลงในแบบหล่อเรียบร้อยแล้ว จากการทดสอบจึงได้ระยะเวลาที่เหมาะสมที่สุดในการดันตัดบล็อกที่อัตราส่วนผสม C10 และ C16 แล้วบันทึกในตารางที่ 3.2 และ 3.3

ตารางที่ 3.2 แสดงกระบวนการผลิตบล็อกประสาน CLC (อัตราส่วนผสมที่ชนิด C10)

กิจกรรม	**เวลา (นาที)**	**กระบวนการผลิตบล็อก**	**ลักษณะ CLC (C10)**	**ตัดสินใจ**
1	1 - 10	ทำความสะอาดแบบ		
2	11 - 20	ติดตั้งแบบและทาน้ำมันหล่อลื่น		
3	21 - 30	เตรียมส่วนผสม CLC ที่ชนิด C10 และผลิตฟองโฟม		
4	31 - 40	ผสมปูน ทรายและน้ำ		
5	41 - 50	ผสมฟองโฟม		
6	51 - 60	เทส่วนผสม CLC		
7	61 - 70	วางตัวครอบสามเหลี่ยม (เริ่มจับเวลา)		
-	71 - 80	รอให้ส่วนผสม CLC เซ็ตตัว		
-	81 - 90	รอให้ส่วนผสม CLC เซ็ตตัว		
-	91 - 100	รอให้ส่วนผสม CLC เซ็ตตัว		
-	101 - 110	รอให้ส่วนผสม CLC เซ็ตตัว		
-	111 - 120	รอให้ส่วนผสม CLC เซ็ตตัว		
-	121 - 130	รอให้ส่วนผสม CLC เซ็ตตัว		
-	131 - 140	รอให้ส่วนผสม CLC เซ็ตตัว		
-	141 - 150	รอให้ส่วนผสม CLC เซ็ตตัว		
-	151 - 160	รอให้ส่วนผสม CLC เซ็ตตัว		
-	161 - 170	รอให้ส่วนผสม CLC เซ็ตตัว		
8	171 - 180	ถอดตัวครอบสามเหลี่ยม		
9	181 - 190	ติดตั้งอุปกรณ์ตัดบล็อก		

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

กิจกรรม	เวลา (นาที)	กระบวนการผลิตบล็อก	ลักษณะ CLC (C10)	ตัดสินใจ
10	191 - 200	ดันตัดบล็อก		
-	201 - 210	ดันตัดบล็อก		
-	211 - 220	ดันตัดบล็อก		
-	221 - 230	ผึ่งบล็อกที่อุณหภูมิห้อง (26°C)		
-	231 - 240	ผึ่งบล็อกที่อุณหภูมิห้อง (26°C)		
-	241 - 250	ผึ่งบล็อกที่อุณหภูมิห้อง (26°C)		
-	251 - 260	ผึ่งบล็อกที่อุณหภูมิห้อง (26°C)		
-	261 - 270	ผึ่งบล็อกที่อุณหภูมิห้อง (26°C)		

ตารางที่ 3.3 แสดงกระบวนการผลิตบล็อกประสาน CLC (อัตราส่วนผสมที่ชนิด C16)

กิจกรรม	เวลา (นาที)	กระบวนการผลิตบล็อก	ลักษณะ CLC (C16)	ตัดสินใจ
1	1 - 10	ทำความสะอาดแบบ		
2	11 - 20	ติดตั้งแบบและทาน้ำมันหล่อลื่น		
3	21 - 30	เตรียมส่วนผสม CLC ที่ชนิด C16 และผลิตฟองโฟม		
4	31 - 40	ผสมปูน ทรายและน้ำ		
5	41 - 50	ผสมฟองโฟม		
6	51 - 60	เทส่วนผสม CLC		
7	61 - 70	วางตัวครอบสามเหลี่ยม (เริ่มจับเวลา)		
-	71 - 80	รอให้ส่วนผสม CLC เซ็ตตัว		
-	81 - 90	รอให้ส่วนผสม CLC เซ็ตตัว		
-	91 - 100	รอให้ส่วนผสม CLC เซ็ตตัว		
-	101 - 110	รอให้ส่วนผสม CLC เซ็ตตัว		
-	111 - 120	รอให้ส่วนผสม CLC เซ็ตตัว		
-	121 - 130	รอให้ส่วนผสม CLC เซ็ตตัว		

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

กิจกรรม	เวลา (นาที)	กระบวนการผลิตบล็อก	ลักษณะ CLC (C16)	ตัดสินใจ
-	131 - 140	รอให้ส่วนผสม CLC เซ็ตตัว		
8	141 - 150	ถอดตัวครอบสามเหลี่ยม		
9	151 - 160	ติดตั้งอุปกรณ์ตัดบล็อก		
10	161 - 170	ดันตัดบล็อก		
-	171 - 180	ดันตัดบล็อก		
-	181 - 190	ดันตัดบล็อก		
-	191 - 200	ผึ่งบล็อกที่อุณหภูมิห้อง (26°C)		
-	201 - 210	ผึ่งบล็อกที่อุณหภูมิห้อง (26°C)		
-	211 - 220	ผึ่งบล็อกที่อุณหภูมิห้อง (26°C)		
-	221 - 230	ผึ่งบล็อกที่อุณหภูมิห้อง (26°C)		
-	231 - 240	ผึ่งบล็อกที่อุณหภูมิห้อง (26°C)		
-	241 - 250	ผึ่งบล็อกที่อุณหภูมิห้อง (26°C)		
-	251 - 260	ผึ่งบล็อกที่อุณหภูมิห้อง (26°C)		
-	261 - 270	ผึ่งบล็อกที่อุณหภูมิห้อง (26°C)		

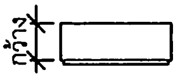
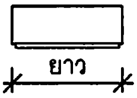
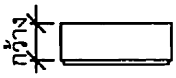
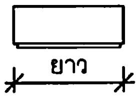
3.4.2 การทดสอบค่าความเที่ยงตรงของแบบหล่อด้วยการวัดความคลาดเคลื่อน

จากกระบวนการผลิตบล็อกประสาน CLC ทำให้ได้ระยะเวลาที่เหมาะสมในการดันตัดบล็อก จากนั้นจึงนำบล็อกที่ได้จากการผลิตมาทำการทดสอบความเที่ยงตรงของแบบหล่อบล็อกประสาน CLC ด้วยการวัดขนาดของตัวบล็อกด้านต่าง ๆ ด้วยตลับเมตร (Measuring Tape) และเวอร์เนียคาลิเปอร์ (Vernier Caliper) โดยจะวัดขนาดบล็อกทั้งอัตราส่วนผสม C10 จำนวน 24 ก้อน และอัตราส่วนผสม C16 จำนวน 24 ก้อน รวมทั้งหมด 48 ก้อน เพื่อนำค่าที่ได้จากการวัดมาทำการคำนวณเพื่อหาความคลาดเคลื่อน จึงได้ผลการวัด ดังนี้

1) ตัวบล็อก

จากการทดสอบการการวัดความคลาดเคลื่อนของตัวบล็อกด้วย ตลับเมตร ทั้งด้านกว้างและด้านยาว จึงได้ค่าความคลาดเคลื่อนของตัวบล็อกประสาน CLC โดยจะบันทึกในตารางที่ 3.4

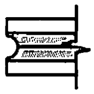
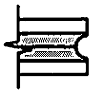
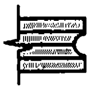
ตารางที่ 3.4 แสดงการทดสอบการวัดความคลาดเคลื่อนของตัวบล็อก

ก้อน	ตัวบล็อก			
	C10		C16	
	กว้าง (20 cm.) 	ยาว (60 cm.) 	กว้าง (20 cm.) 	ยาว (60 cm.) 
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				

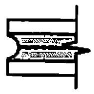
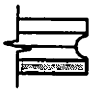
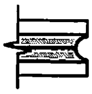
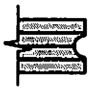
2) ด้านข้างบล็อก

จากการทดสอบการการวัดความคลาดเคลื่อนของด้านข้างบล็อกด้วย เวอร์เนียคาลิ-เปอร์ (Vernier Caliper) ทั้งความกว้างด้านซ้ายและด้านขวา จึงได้ค่าความคลาดเคลื่อนของด้านข้างบล็อกประสาน CLC โดยจะบันทึกในตารางที่ 3.5

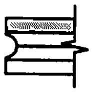
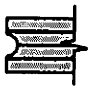
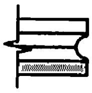
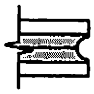
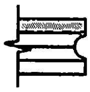
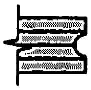
ตารางที่ 3.5 แสดงการทดสอบการวัดความคลาดเคลื่อนด้านข้างบล็อก (C10)

ก้อน	ด้านข้างบล็อก (C10)							
	ซ้าย				ขวา			
	ซ้าย (2.4 cm.)	กลาง (3.2 cm.) 	ขวา (2.4 cm.)	รวม (8 cm.)	ซ้าย (2.4 cm.)	กลาง (3.2 cm.) 	ขวา (2.4 cm.)	รวม (8 cm.) 
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								

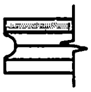
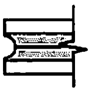
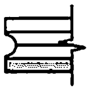
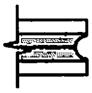
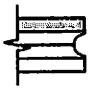
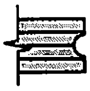
ตารางที่ 3.5 (ต่อ)

ก้อน	ด้านข้างบล็อก (C10)							
	ซ้าย				ขวา			
	ซ้าย (2.4 cm.)	กลาง (3.2 cm.) 	ขวา (2.4 cm.)	รวม (8 cm.)	ซ้าย (2.4 cm.) 	กลาง (3.2 cm.) 	ขวา (2.4 cm.)	รวม (8 cm.) 
20								
21								
22								
23								
24								

ตารางที่ 3.6 แสดงการทดสอบการวัดความคลาดเคลื่อนด้านข้างบล็อก (C16)

ก้อน	ด้านข้างบล็อก (C16)							
	ซ้าย				ขวา			
	ซ้าย (2.4 cm.) 	กลาง (3.2 cm.)	ขวา (2.4 cm.)	รวม (8 cm.) 	ซ้าย (2.4 cm.) 	กลาง (3.2 cm.) 	ขวา (2.4 cm.) 	รวม (8 cm.) 
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

ตารางที่ 3.6 (ต่อ)

ก้อน	ด้านข้างบล็อก (C16)							
	ซ้าย				ขวา			
	ซ้าย (2.4 cm.) 	กลาง (3.2 cm.) 	ขวา (2.4 cm.) 	รวม (8 cm.)	ซ้าย (2.4 cm.)	กลาง (3.2 cm.) 	ขวา (2.4 cm.) 	รวม (8 cm.) 
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								

3) ด้านเดือยบล็อก

จากการทดสอบการการวัดความคลาดเคลื่อนของด้านเดือยบล็อกด้วย เวอร์เนียคา-ลิเปอร์ (Vernier Caliper) ทั้งความกว้างของฐานเดือย ขนาด 4 cm. ปลายเดือย ขนาด 2 cm. และความสูงของเดือย ขนาด 2 cm. จึงได้ค่าความคลาดเคลื่อนของด้านเดือยบล็อกประสาน CLC โดยจะบันทึกในตารางที่ 3.7

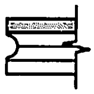
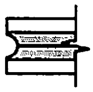
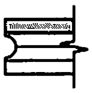
ตารางที่ 3.7 แสดงการทดสอบการวัดความคลาดเคลื่อนด้านเดือยบล็อก

ก้อน	ด้านเดือยบล็อก							
	C10				C16			
	ฐาน (4 cm.)	ปลาย (2 cm.)	สูง (2 cm.)	ยาว (56.8 cm.)	ฐาน (4 cm.)	ปลาย (2 cm.)	สูง (2 cm.)	ยาว (56.8 cm.)
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								

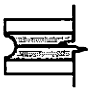
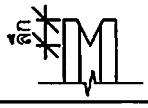
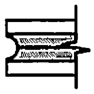
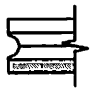
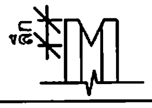
4) ด้านร่องด้านบนบล็อก (รูปทรงสามเหลี่ยม)

จากการทดสอบการการวัดความคลาดเคลื่อนของด้านร่องสามเหลี่ยมบล็อก ด้วยเวอร์เนียคาลิเปอร์ (Vernier Caliper) ทั้งความกว้างด้านซ้ายและขวา ขนาด 2 cm. และ ความกว้างของร่องสามเหลี่ยม ขนาด 4 cm. จึงได้ค่าความคลาดเคลื่อนของด้านร่องสามเหลี่ยมบล็อกประสาน CLC โดยจะบันทึกในตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 แสดงการทดสอบการวัดความคลาดเคลื่อนร่องด้านบนบล็อก

ก้อน	**ร่องด้านบนบล็อก (รูปทรงสามเหลี่ยม)**							
	C10				**C16**			
	ซ้าย (2 cm.) 	**กลาง (4 cm.)** 	**ขวา (2 cm.)**	**ลึก (4 cm.)**	**ซ้าย (2 cm.)** 	**กลาง (4 cm.)**	**ขวา (2 cm.)**	**ลึก (4 cm.)**
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								

ตารางที่ 3.8 (ต่อ)

ก้อน	ร่องด้านบนบล็อก (รูปทรงสามเหลี่ยม)							
	C10				C16			
	ซ้าย (2 cm.)	กลาง (4 cm.) 	ขวา (2 cm.)	ลึก (4 cm.) 	ซ้าย (2 cm.)	กลาง (4 cm.) 	ขวา (2 cm.) 	ลึก (4 cm.) 
19								
20								
21								
22								
23								
24								

3.5 สรุปท้ายบท

จากวิธีการดำเนินการในบทที่ 3 ซึ่งมีขั้นตอนในการทำงานต่าง ๆ ประกอบไปด้วยการออกแบบรูปทรงของบล็อกเพื่อพัฒนาเป็นแบบหล่อบล็อก แล้วจึงทำการทดสอบการหล่อบล็อกประสาน CLC โดยการศึกษาครั้งนี้มีการเก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ในการทดสอบค่าความเที่ยงตรงของตัวบล็อก 2 ส่วน ดังนี้

1) การเก็บรวบรวมข้อมูลจากกระบวนการผลิตเพื่อหาระยะเวลาที่เหมะสมในการตัดบล็อก (C10 และ C16)

2) การเก็บรวบรวมข้อมูลขนาดของบล็อกตัวอย่างที่ได้จากการหล่อด้วยแบบหล่อบล็อกประสาน CLC

เมื่อได้ข้อมูลดังกล่าวแล้วจึงนำมาวิเคราะห์ค่าความเที่ยง โดยการคำนวณความคลาดเคลื่อน คือ เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน (Percentage Error) การถ่ายทอดความคลาดเคลื่อน (Propagation of Errors) 3) การวิเคราะห์เชิงสถิติ (Statistical Analysis) จำทำให้ทราบว่า แบบหล่อบล็อกประสาน CLC ได้ผลตามที่กำหนดไว้ในวัตถุประสงค์หรือไม่ โดยมีรายละเอียดในบทที่ 4