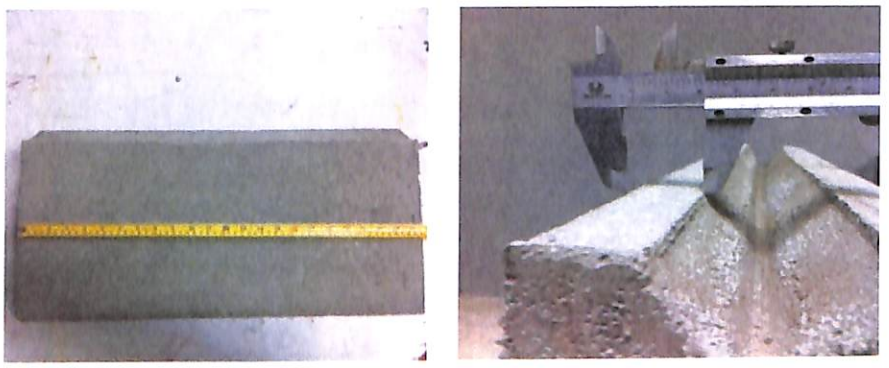
บทที่ 4
การวิเคราะห์ข้อมูล

จากที่ได้ทำการทดสอบการหล่อบล็อกประสาน CLC ในบทนี้จะกล่าวถึงการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงของแบบหล่อบล็อกบล็อกประสาน CLC เพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการสรุปผลการวิเคราะห์

ในการจัดทำสารนิพนธ์เรื่อง การศึกษาค่าความเที่ยงของแบบหล่อบล็อกบล็อกประสาน CLC ผู้จัดทำมีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะนำแบบหล่อบล็อกประสาน CLC มาพัฒนากระบวนการผลิตคอนกรีตมวลเบาระบบ CLC ในงานก่อผนังอิฐบล็อกประสาน โดยการออกแบบ แบบหล่อรูปทรงบล็อกประสาน CLC แล้วทำการทดสอบการหล่อบล็อกประสานโดยใช้อัตราส่วนผสมตั้งต้น 2 อัตราส่วนผสม คือ C10 และ C16 ในการทดสอบเพื่อวิเคราะห์ค่าความเที่ยงของแบบหล่อบล็อกประสาน CLC เพื่อให้ได้บล็อกที่มีค่าความเที่ยงตรงและมีคุณภาพผ่านการทดสอบตามมาตรฐานสากล (มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตมวลเบาแบบเติมฟองอากาศ มอก. 2601-2556) โดยจะประกอบไปด้วย การทดสอบกระบวนการผลิตโดยใช้แบบหล่อบล็อกประสาน CLC เพื่อหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการดันตัดบล็อก และการวัดขนาดของตัวบล็อก ด้วยตลับเมตรและเวอร์เนียร์คาลิเปอร์ เพื่อนำค่าที่ได้จากการวัดมาทำการคำนวณเพื่อหาความคลาดเคลื่อน ดังภาพประกอบที่ 4.1



ภาพประกอบที่ 4.1 แสดงการวัดขนาดบล็อกด้วย ตลับเมตรและเวอร์เนียร์คาลิเปอร์

เพื่อให้ได้บล็อกที่มีขนาดและรูปทรงตามที่ได้ออกแบบไว้ แล้วนำเสนอผลงานออกมาเผยแพร่ในรูปเล่มสารนิพนธ์ และตัวแบบหล่อบล็อกประสาน CLC ตลอดจนผลประโยชน์ที่จะสามารถนำแบบบล็อกประสาน CLC ไปใช้ทดแทนกระบวนการผลิตบล็อกประสานแบบดั้งเดิมได้ ซึ่งมีผลแสดงการวิเคราะห์การดำเนินงาน ดังนี้

4.1 การวิเคราะห์กระบวนการผลิตเพื่อหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการดันตัดบล็อก

จากการทดสอบกระบวนการผลิตบล็อกประสาน CLC ที่อัตราส่วนผสมตั้งต้น 2 อัตราส่วนผสม คือ C10 และ C16 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คอนกรีตมวลเบาแบบเติมฟองอากาศ มอก.2601-2556 จึงได้ระยะเวลาที่เหมาะสมที่สุดในการตัดบล็อกประสาน CLC ได้ค่าดังตารางที่ 4.1 ดังนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงระยะเวลาที่เหมาะสมในการดันตัดบล็อก (อัตราส่วนผสม CLC ชนิด C10)

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

ตารางที่ **4.1** (ต่อ)

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

ตารางที่ **4.2** แสดงระยะเวลาที่เหมาะสมในการดันตัดบล็อก (อัตราส่วนผสม CLC ชนิด C16)

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

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

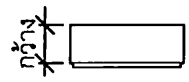
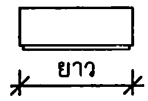
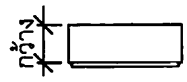
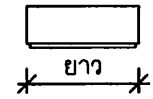
กิจกรรม	เวลา (นาที)	กระบวนการผลิตบล็อก	ลักษณะ CLC (C16)	ตัดสินใจ
-	131 - 140	รอให้ส่วนผสม CLC เซ็ตตัว	เหลว	ไม่ตัด
8	141 - 150	ถอดตัวครอบสามเหลี่ยม	ค่อนข้างเหลว	ไม่ตัด
9	151 - 160	ติดตั้งอุปกรณ์ตัดบล็อก	ค่อนข้างเหลว	ไม่ตัด
10	161 - 170	ดันตัดบล็อก	เริ่มเซ็ตตัว	ตัด
-	171 - 180	ดันตัดบล็อก	เริ่มเซ็ตตัว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

เมื่อได้ทำการทดสอบกระบวนการผลิตบล็อกประสาน CLC ณ ช่วงเวลา 4.30 ชั่วโมง ที่อัตราส่วนผสมตั้งต้น 2 อัตราส่วนผสม คือ C10 และ C16 เพื่อหาระยะเวลาที่เหมาะสมที่สุดในการตัดบล็อก โดยจะจับเวลาหลังการเทส่วนผสม CLC ลงในแบบหล่อ ทำให้ได้เวลาที่เหมาะสมที่สุดในการตัดบล็อกของอัตราส่วนผสม C10 คือ 140 - 160 นาที และในอัตราส่วนผสม C16 คือ 110 - 130 นาที ซึ่งเป็นเวลาที่ส่วนผสม CLC สามารถทรงตัวได้ (เริ่มเซ็ตตัว) ไม่ไหลมาติดกันเมื่อทำการดันตัดบล็อก อีกทั้งยังเป็นเวลาที่ส่วนผสม CLC ไม่เซ็ตตัวจนเกินไปทำให้อุปกรณ์สำหรับตัดบล็อกไม่สามารถตัดได้

4.2 การวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนของตัวบล็อกประสาน CLC

จากการวิเคราะห์กระบวนการผลิตบล็อกประสาน CLC จึงนำบล็อกที่ได้จากการผลิตมาวัดขนาดด้วยตลับเมตร และเวอร์เนียร์คาลิเปอร์ ในทุก ๆ ด้าน ทั้งตัวบล็อก ด้านข้างบล็อก ด้านเดือยบล็อก และร่องด้านบนบล็อก เพื่อหาค่าความคลาดเคลื่อนโดยได้ผลการวัด ดังนี้

ตารางที่ 4.3 แสดงการทดสอบการวัดความคลาดเคลื่อนของตัวบล็อก

ก้อน	ตัวบล็อก			
	C10		C16	
	กว้าง (20 cm.) 	ยาว (60 cm.) 	กว้าง (20 cm.) 	ยาว (60 cm.) 
1	20.023	60.102	20.202	60.053
2	20.103	60.090	20.151	60.072
3	20.091	60.110	20.101	60.101
4	20.025	60.023	20.001	60.102
5	20.027	60.081	20.102	60.201
6	20.100	60.107	20.051	60.023
7	20.101	60.091	20.103	60.107
8	20.100	60.087	20.091	60.111
9	20.071	60.111	20.025	60.081
10	20.116	60.021	20.027	60.031
11	20.025	60.031	20.100	60.001
12	20.031	60.202	20.000	60.102
13	20.131	60.223	20.001	60.101
14	20.202	60.000	20.003	60.054
15	20.051	60.200	20.023	60.012
16	20.201	60.026	20.103	60.102
17	20.001	60.097	20.091	60.001
18	20.025	60.021	20.202	60.001
19	20.025	60.103	20.051	60.002
20	20.100	60.101	20.201	60.104
21	20.090	60.005	20.001	60.105
22	20.075	60.001	20.202	60.090
23	20.123	60.051	20.202	60.071
24	20.081	60.111	20.051	60.113

จากการวัดขนาดของตัวบล็อกประสาน CLC ด้วยตลับเมตร ทั้งด้านกว้างและด้านยาว ที่อัตราส่วนผสม C10 จำนวน 24 ก้อน และอัตราส่วนผสม C16 จำนวน 24 ก้อน รวมทั้งหมด 48 ก้อน จึงนำค่าที่ได้จากการวัดขนาดมาทำการหาเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน (Percentage Error) และวิเคราะห์เชิงสถิติ (Statistical Analysis) เพื่อนำมาคำนวณหาค่าการถ่ายทอดความคลาดเคลื่อน (Propagation of Errors) ต่อไป

ตารางที่ 4.4 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	2.355	3.303	2.277	7.935	2.311	3.401	2.275	7.987
2	2.410	3.203	2.350	7.963	2.257	3.203	2.407	7.867
3	2.411	3.211	2.401	8.023	2.410	3.211	2.311	7.932
4	2.313	3.207	2.403	7.923	2.411	3.207	2.410	8.028
5	2.431	3.200	2.400	8.031	2.275	3.401	2.411	8.087
6	2.295	3.201	2.411	7.907	2.407	3.203	2.313	7.923
7	2.275	3.202	2.603	8.08	2.403	3.211	2.311	7.925
8	2.257	3.401	2.611	8.269	2.400	3.207	2.275	7.882
9	2.511	3.200	2.325	8.036	2.411	3.2	2.403	8.014
10	2.401	3.201	2.403	8.005	2.603	3.2	2.400	8.203
11	2.403	3.202	2.415	8.02	2.611	3.203	2.411	8.225
12	2.502	3.200	2.407	8.109	2.410	3.211	2.603	8.224
13	2.400	3.201	2.502	8.103	2.411	3.207	2.257	7.875
14	2.403	3.202	2.411	8.016	2.313	3.185	2.410	7.908
15	2.405	3.301	2.311	8.017	2.431	3.200	2.411	8.042
16	2.352	3.207	2.413	7.972	2.410	3.201	2.313	7.924
17	2.413	3.200	2.423	8.036	2.275	3.203	2.431	7.909
18	2.400	3.185	2.375	7.96	2.311	3.211	2.311	7.833

ตารางที่ 4.4 (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.)
19	2.375	3.200	2.401	7.976	2.275	3.207	2.407	7.889
20	2.401	3.201	2.405	8.007	2.410	3.200	2.410	8.02
21	2.422	3.202	2.400	8.024	2.411	3.207	2.411	8.029
22	2.505	3.200	2.300	8.005	2.311	3.200	2.313	7.824
23	2.401	3.201	2.414	8.016	2.311	3.185	2.407	7.903
24	2.500	3.202	2.420	8.122	2.275	3.207	2.311	7.793

จากการวัดขนาดของด้านข้างบล็อกประสาน CLC ด้วยเวอร์เนียร์คาลิเปอร์ ทั้งด้านซ้ายและด้านขวา ซึ่งประกอบไปด้วย ส่วนซ้าย ส่วนกลาง และส่วนขวา ที่อัตราส่วนผสม C10 จำนวนทั้งหมด 24 ก้อน จึงนำค่าที่ได้จากการวัดขนาดมาทำการหาเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน และวิเคราะห์เชิงสถิติ เพื่อนำมาคำนวณหาค่าการถ่ายทอดความคลาดเคลื่อน ต่อไป

ตารางที่ 4.5 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	2.422	3.232	2.459	8.113	2.400	3.250	2.408	8.058
2	2.503	3.200	2.412	8.115	2.403	3.215	2.413	8.031
3	2.400	3.201	2.573	8.174	2.405	3.201	2.410	8.016
4	2.403	3.202	2.444	8.049	2.407	3.207	2.411	8.025

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

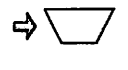
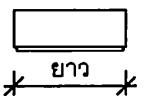
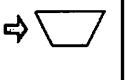
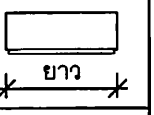
ก้อน	ด้านข้างบล็อก (C16)							
	ซ้าย				ขวา			
	ซ้าย (2.4 cm.)	กลาง (3.2 cm.)	ขวา (2.4 cm.)	รวม (8 cm.)	ซ้าย (2.4 cm.)	กลาง (3.2 cm.)	ขวา (2.4 cm.)	รวม (8 cm.)
5	2.405	3.200	2.441	8.046	2.551	3.200	2.476	8.227
6	2.352	3.215	2.410	7.977	2.446	3.201	2.501	8.148
7	2.515	3.200	2.411	8.126	2.175	3.202	2.603	7.98
8	2.400	3.276	2.410	8.086	2.178	3.232	2.535	7.945
9	2.403	3.200	2.411	8.014	2.412	3.223	2.417	8.052
10	2.432	3.201	2.313	7.946	2.227	3.218	2.615	8.06
11	2.409	3.207	2.410	8.026	2.400	3.200	2.408	8.008
12	2.195	3.111	2.603	7.909	2.403	3.201	2.413	8.017
13	2.410	3.211	2.501	8.122	2.405	3.202	2.545	8.152
14	2.411	3.223	2.411	8.045	2.352	3.232	2.400	7.984
15	2.313	3.300	2.407	8.02	2.400	3.201	2.403	8.004
16	2.404	3.200	2.410	8.014	2.410	3.209	2.405	8.024
17	2.400	3.201	2.411	8.012	2.411	3.200	2.352	7.963
18	2.403	3.202	2.4	8.005	2.408	3.201	2.400	8.009
19	2.405	3.200	2.405	8.01	2.413	3.202	2.408	8.023
20	2.408	3.201	2.507	8.116	2.408	3.200	2.413	8.021
21	2.413	3.215	2.410	8.038	2.431	3.201	2.400	8.032
22	2.410	3.200	2.413	8.023	2.410	3.207	2.403	8.02
23	2.411	3.201	2.332	7.944	2.411	3.213	2.405	8.029
24	2.313	3.2	2.414	7.927	2.500	3.233	2.352	8.085

จากการวัดขนาดของด้านข้างบล็อกประสาน CLC ด้วยเวอร์เนียร์คาลิเปอร์ ทั้งด้านซ้ายและด้านขวา ซึ่งประกอบไปด้วย ส่วนซ้าย ส่วนกลาง และส่วนขวา ที่อัตราส่วนผสม C16 จำนวนทั้งหมด 24 ก้อน จึงนำค่าที่ได้จากการวัดขนาดมาทำการหาเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน และวิเคราะห์เชิงสถิติ เพื่อนำมาคำนวณหาค่าการถ่ายทอดความคลาดเคลื่อน ต่อไป

ตารางที่ 4.6 แสดงการทดสอบการวัดความคลาดเคลื่อนด้านเดือยบล็อก

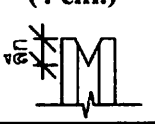
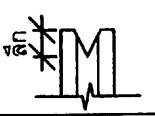
ก้อน	ด้านเดือยบล็อก							
	C10				C16			
	ฐาน (4 cm.)	ปลาย (2 cm.)	สูง (2 cm.)	ยาว (56.8 cm.)	ฐาน (4 cm.)	ปลาย (2 cm.)	สูง (2 cm.)	ยาว (56.8 cm.)
1	4.013	1.985	2.009	56.807	4.256	2.050	1.997	56.809
2	4.001	2.003	1.901	56.123	4.012	2.137	2.003	56.900
3	4.101	1.932	1.987	56.795	4.013	2.003	1.999	56.808
4	4.007	1.997	2.003	56.700	4.003	2.459	2.071	56.778
5	4.220	1.965	1.999	56.801	4.017	1.956	2.007	56.891
6	3.883	2.001	2.009	56.787	4.019	2.245	2.012	56.001
7	4.035	2.050	1.901	56.901	4.003	2.454	1.988	56.811
8	4.123	1.987	2.003	56.003	4.019	2.765	2.005	56.800
9	3.901	2.003	1.979	56.800	3.970	2.035	1.999	56.896
10	4.110	1.999	1.956	56.794	4.012	2.050	1.993	56.799
11	4.000	1.973	2.245	56.777	4.013	2.137	2.052	56.769
12	3.813	2.212	2.009	56.907	4.003	2.003	2.202	56.907
13	3.810	1.976	1.901	56.789	4.132	2.001	2.045	56.789
14	4.070	1.989	1.985	56.808	4.001	2.015	2.091	56.808
15	4.012	2.323	2.003	56.778	4.101	2.009	2.007	56.811
16	4.013	2.091	1.932	56.891	4.007	1.901	2.052	56.800
17	4.003	2.007	1.997	56.001	4.753	2.245	2.202	56.800
18	4.156	2.052	1.987	56.811	4.100	2.042	2.245	56.818
19	3.850	2.202	2.003	56.802	4.019	2.765	2.052	56.789

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

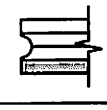
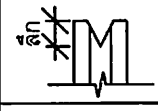
ก้อน	ด้านเดือยบล็อก							
	C10				C16			
	ฐาน (4 cm.)	ปลาย (2 cm.)	สูง (2 cm.)	ยาว (56.8 cm.)	ฐาน (4 cm.)	ปลาย (2 cm.)	สูง (2 cm.)	ยาว (56.8 cm.)
								
20	3.935	2.245	1.999	56.800	4.003	2.011	2.202	56.811
21	4.005	1.994	1.973	56.799	3.900	2.073	1.995	56.802
22	4.103	1.985	2.003	56.808	4.001	2.050	2.050	56.800
23	4.019	2.159	1.899	56.007	4.101	2.137	2.137	56.800
24	4.003	2.178	1.956	56.800	4.007	2.003	2.003	56.792

จากการวัดขนาดของด้านเดือยบล็อกประสาน CLC ด้วยเวอร์เนียร์คาลิเปอร์ ทุก ๆ ด้าน ซึ่งประกอบไปด้วย ส่วนฐาน ส่วนปลาย ส่วนสูง และส่วนยาว ที่อัตราส่วนผสม C10 จำนวน 24 ก้อน และอัตราส่วนผสม C16 จำนวน 24 ก้อน รวมทั้งหมด 48 ก้อน จึงนำค่าที่ได้จากการวัดขนาดมาทำการหาเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน และวิเคราะห์เชิงสถิติ เพื่อนำมาคำนวณหาค่าการถ่ายทอดความคลาดเคลื่อน ต่อไป

ตารางที่ 4.7 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	1.987	3.895	1.976	3.978	2.160	4.035	2.101	4.007
2	2.003	4.091	2.005	3.899	1.959	3.997	1.978	3.928
3	2.118	3.799	1.903	3.997	2.189	4.016	2.012	3.978
4	2.054	4.042	2.091	4.015	1.879	4.045	2.032	3.899

ตารางที่ 4.7 (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.) 
5	2.191	3.986	2.100	3.987	2.012	4.018	2.001	4.010
6	1.982	4.098	1.900	3.987	2.132	4.031	1.959	4.017
7	2.031	3.995	1.991	4.015	1.985	4.015	2.985	4.015
8	1.997	3.891	2.009	3.977	2.018	4.006	2.017	3.987
9	2.192	3.991	2.015	4.023	2.132	3.995	2.009	4.013
10	1.992	4.019	1.899	4.007	1.986	4.019	2.101	3.981
11	1.897	4.009	2.109	4.015	2.001	4.000	2.201	3.989
12	1.998	3.978	2.200	4.098	2.091	4.015	1.981	3.913
13	2.155	3.899	1.999	3.995	2.193	3.987	1.975	4.005
14	2.091	4.007	2.000	3.994	2.155	4.048	1.982	3.978
15	2.101	4.015	2.121	3.991	2.091	3.989	2.031	3.899
16	2.150	3.987	2.000	3.981	2.101	4.017	1.997	4.007
17	1.899	4.023	2.111	3.989	2.150	4.009	2.092	4.015
18	2.189	4.001	1.998	3.978	1.991	3.978	1.992	3.987
19	1.899	4.031	2.201	3.899	2.007	4.007	1.982	4.098
20	2.002	3.981	2.031	4.007	2.118	4.015	2.001	3.995
21	2.132	3.989	2.101	3.915	2.054	4.049	2.109	3.892
22	1.975	3.913	1.992	3.987	2.191	3.991	2.011	3.994
23	2.008	4.005	2.000	3.981	2.023	4.012	2.179	4.011
24	1.893	3.998	2.002	3.989	2.101	3.987	2.008	4.098

จากการวัดขนาดของร่องด้านบนบล็อกประสาน CLC ด้วยเวอร์เนียร์คาลิเปอร์ ทุก ๆ ด้าน ซึ่งประกอบไปด้วย ส่วนซ้าย ส่วนกลาง ส่วนขวา และส่วนลึก ทั้งหมด 48 ก้อน จึงนำค่าที่ได้จากการวัดขนาดมาทำการหาเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน และวิเคราะห์เชิงสถิติ เพื่อนำมาคำนวณหาค่าการถ่ายทอดความคลาดเคลื่อน ต่อไป

4.2.1 เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน (Percentage Error : E)

เมื่อได้ค่าจากการวัดขนาดของบล็อกประสาน CLC ในทุก ๆ ด้าน ทั้งหมด 48 ก้อน จึงนำค่าที่ได้มาคำนวณเพื่อหาเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน และบันทึกผลการคำนวณลงในตารางที่ 4.8, 4.9 และ 4.10 ดังนี้

ตารางที่ 4.8 แสดงเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน (ด้านกว้าง ด้านยาว และด้านข้าง)

ก้อน	เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนด้านกว้าง ด้านยาว และด้านข้าง (cm.)							
	C10				C16			
	กว้าง	ยาว	ข้างซ้าย	ข้างขวา	กว้าง	ยาว	ข้างซ้าย	ข้างขวา
1	0.001	0.002	0.008	0.002	0.010	0.001	0.014	0.007
2	0.005	0.002	0.005	0.017	0.008	0.001	0.0144	0.004
3	0.005	0.002	0.003	0.009	0.005	0.002	0.022	0.002
4	0.001	0	0.010	0.004	0	0.002	0.006	0.003
5	0.001	0.001	0.004	0.011	0.005	0.003	0.006	0.028
6	0.005	0.002	-0.012	0.010	0.003	0	0.003	0.019
7	0.005	0.002	0.010	0.010	0.005	0.002	0.016	0.003
8	0.005	0.001	0.034	0.015	0.005	0.002	0.011	0.007
9	0.004	0.002	0.005	0.002	0.001	0.001	0.002	0.007
10	0.006	0	0.001	0.025	0.001	0.001	0.007	0.008
11	0.001	0.001	0.003	0.028	0.005	0	0.003	0.001
12	0.002	0.003	0.014	0.028	0	0.002	0.011	0.002
13	0.007	0.004	0.013	0.016	0	0.02	0.015	0.019
14	0.010	0	0.002	0.012	0	0.001	0.006	0.002
15	0.003	0.003	0.002	0.005	0.001	0	0.003	0.001
16	0.010	0	0.004	0.010	0.005	0.002	0.002	0.003
17	0	0.002	0.005	0.011	0	0	0.002	0.005

ตารางที่ 4.8 (ต่อ)

ก้อน	เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนด้านกว้าง ด้านยาว และด้านข้าง (cm.)							
	C10				C16			
	กว้าง	ยาว	ข้างซ้าย	ข้างขวา	กว้าง	ยาว	ข้างซ้าย	ข้างขวา
18	0.001	0	0.005	0.021	0.010	0	0.001	0.001
19	0.001	0.002	0.003	0.014	0.003	0	0.00	0.003
20	0.005	0.002	0.001	0.003	0.010	0.002	0.015	0.003
21	0.005	0	0.003	0.004	0	0.002	0.005	0.004
22	0.004	0	0.001	0.022	0.010	0.002	0.003	0.003
23	0.006	0.001	0.002	0.012	0.010	0.001	0.007	0.004
24	0.004	0.002	0.015	0.026	0.003	0.002	0.009	0.011
หมายเหตุ : เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน $= \frac{\lvert E-S \rvert}{S} \times 100\%$								

เมื่อได้ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของบล็อกประสาน CLC ในด้านกว้าง ด้านยาว และด้านข้าง ที่อัตราส่วนผสม C10 จำนวน 24 ก้อน และอัตราส่วนผสม C16 จำนวน 24 ก้อน รวมทั้งหมด 48 ก้อน จึงนำค่าที่ได้มาคำนวณเพื่อหารากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (root mean square error : RMSE) ต่อไป

ตารางที่ 4.9 แสดงเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน (ด้านเดือยบล็อก)

ก้อน	เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนด้านเดือยบล็อก (cm.)							
	C10				C16			
	ฐาน	ปลาย	สูง	ยาว	ฐาน	ปลาย	สูง	ยาว
1	0.003	0.008	0.005	0	0.064	0.025	0.002	0
2	0	0.002	0.050	0.012	0.003	0.069	0.002	0.002
3	0.025	0.034	0.007	0	0	0	0	0
4	0.002	0.02	0.002	0.002	0.001	0.230	0.036	0
5	0.055	0.0175	0.001	0	0	0	0	0
6	0.029	0.001	0.005	0	0.005	0.123	0.006	0.014

ตารางที่ 4.9 (ต่อ)

ก้อน	เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนด้านเดือยบล็อก (cm.)							
	C10				C16			
	ฐาน	ปลาย	สูง	ยาว	ฐาน	ปลาย	สูง	ยาว
7	0.009	0.025	0.050	0.002	0.001	0.227	0.006	0
8	0.031	0.007	0.002	0.014	0.005	0.383	0.003	0
9	0.025	0.002	0.011	0	0.008	0.018	0.001	0.002
10	0.028	0.001	0.022	0	0.003	0.025	0.004	0
11	0	0.014	0.123	0	0.003	0.069	0.026	0.001
12	0.047	0.106	0.005	0.002	0.001	0.002	0.101	0.002
13	0.046	0.012	0.050	0	0.033	0.001	0.023	0
14	0.018	0.006	0.008	0	0	0.008	0.046	0
15	0.003	0.162	0.002	0	0.025	0.005	0.004	0
16	0.003	0.046	0.034	0.002	0.02	0.050	0.026	0
17	0.001	0.004	0.002	0.014	0.188	0.123	0.101	0
18	0.039	0.026	0.007	0	0.025	0.021	0.123	0
19	0.038	0.101	0.002	0	0	0	0	0
20	0.016	0.123	0.001	0	0.001	0.006	0.101	0
21	0.001	0.003	0.014	0	0	0	0	0
22	0.026	0.008	0.002	0	0	0.025	0.025	0
23	0.005	0.080	0.051	0.014	0.025	0.069	0.069	0
24	0.001	0.089	0.022	0	0.002	0.002	0.002	0

หมายเหตุ : เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน $= \frac{|E-S|}{S} \times 100\%$

เมื่อได้ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของด้านเดือยบล็อกประสาน CLC ในทุก ๆ ด้านที่อัตราส่วนผสม C10 จำนวน 24 ก้อน และอัตราส่วนผสม C16 จำนวน 24 ก้อน รวมทั้งหมด 48 ก้อน จึงนำค่าที่ได้มาคำนวณเพื่อหารากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ต่อไป

ตารางที่ 4.10 แสดงเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน (ร่องด้านบนบล็อก)

ก้อน	เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนร่องด้านบนบล็อก (cm.)							
	C10				C16			
	ซ้าย	กลาง	ขวา	ลึก	ซ้าย	กลาง	ขวา	ลึก
1	0.007	0.026	0.012	0.006	0.080	0.009	0.051	0.002
2	0.002	0.023	0.003	0.025	0.021	0.001	0.011	0.018
3	0.059	0.050	0.049	0.001	0.095	0.004	0.006	0.006
4	0.027	0.011	0.046	0.004	0.061	0.011	0.016	0.025
5	0.096	0.004	0.050	0.003	0.006	0.005	0.001	0.003
6	0.009	0.025	0.050	0.003	0.066	0.008	0.021	0.004
7	0.016	0.001	0.005	0.004	0.008	0.004	0.493	0.004
8	0.002	0.027	0.005	0.006	0.009	0.002	0.009	0.003
9	0.096	0.002	0.008	0.006	0.066	0.001	0.005	0.003
10	0.004	0.005	0.051	0.002	0.007	0.005	0.051	0.005
11	0.052	0.00	0.055	0.004	0.001	0	0.101	0.003
12	0.001	0.006	0.100	0.025	0.046	0.004	0.010	0.022
13	0.078	0.025	0.001	0.001	0.097	0.003	0.013	0.001
14	0.046	0.002	0	0.002	0.078	0.012	0.009	0.006
15	0.051	0.004	0.061	0.002	0.046	0.003	0.016	0.025
16	0.075	0.003	0	0.005	0.051	0.004	0.002	0.002
17	0.051	0.006	0.056	0.003	0.075	0.002	0.046	0.004
18	0.095	0	0.001	0.006	0.005	0.006	0.004	0.003
19	0.051	0.008	0.101	0.025	0.004	0.002	0.009	0.025
20	0.001	0.005	0.016	0.002	0.059	0.004	0.001	0.001
21	0.066	0.003	0.051	0.021	0.027	0.012	0.055	0.027
22	0.013	0.022	0.004	0.003	0.096	0.002	0.006	0.002

ตารางที่ 4.10 (ต่อ)

ก้อน	เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนร่องด้านบนบล็อก (cm.)							
	C10				C16			
	ซ้าย	กลาง	ขวา	ลึก	ซ้าย	กลาง	ขวา	ลึก
23	0.004	0.001	0	0.005	0.012	0.003	0.090	0.003
24	0.054	0.001	0.001	0.003	0.051	0.003	0.004	0.025
หมายเหตุ : เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน $= \frac{\lvert E-S \rvert}{S} \times 100\%$								

เมื่อได้ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของด้านเดือยบล็อกประสาน CLC ในทุก ๆ ด้าน ที่อัตราส่วนผสม C10 จำนวน 24 ก้อน และอัตราส่วนผสม C16 จำนวน 24 ก้อน รวมทั้งหมด 48 ก้อน จึงนำค่าที่ได้มาคำนวณเพื่อหารากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ต่อไป

4.2.2 รากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root mean square error : RMSE)

เมื่อได้ค่าจากการคำนวณเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของบล็อกประสาน CLC ในทุก ๆ ด้าน ที่อัตราส่วนผสม C10 จำนวน 24 ก้อน และอัตราส่วนผสม C16 จำนวน 24 ก้อน รวมทั้งหมด 48 ก้อน จึงนำมาคำนวณหารากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย และบันทึกผลการคำนวณลงในตารางที่ 4.11 ดังนี้

ตารางที่ 4.11 แสดงรากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE)

บล็อก	รากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (cm.)	
	C10	C16
ตัวบล็อก - กว้าง	0.020	0.023
ตัวบล็อก - ยาว	0.021	0.017
ข้างบล็อก - ซ้าย	0.016	0.016
ข้างบล็อก - ขวา	0.025	0.015
เดือยบล็อก - ฐาน	0.021	0.035
เดือยบล็อก - ปลาย	0.024	0.056
เดือยบล็อก - สูง	0.014	0.020
เดือยบล็อก - ยาว	0.065	0.034

ตารางที่ 4.11 (ต่อ)

บล็อก	รากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (cm.)	
	C10	C16
ร่องด้านบนบล็อก - ซ้าย	0.021	0.022
ร่องด้านบนบล็อก - กลาง	0.014	0.005
ร่องด้านบนบล็อก - ขวา	0.018	0.044
ร่องด้านบนบล็อก - ลึก	0.009	0.011
หมายเหตุ : RMSE = $\sqrt{\sum_{i=0}^{n} (Ei-Si)^2}$		

เมื่อทำการคำนวณหารากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ของบล็อกประสาน CLC ในทุก ๆ ด้าน ที่อัตราส่วนผสม C10 จำนวน 24 ก้อน และอัตราส่วนผสม C16 จำนวน 24 ก้อน รวมทั้งหมด 48 ก้อน จึงนำผลการคำนวณ มาเปรียบเทียบตามขนาดและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของ มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คอนกรีตมวลเบาแบบเติมฟองอากาศ มอก.2601-2556 โดยให้ความสูงคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน ±4 mm ความยาวคลาด เคลื่อนได้ไม่เกิน ±5 mm และความหนาคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน ±3 mm ซึ่งเมื่อเปรียบเท่าแล้ว ผลคือ

ตัวบล็อกด้านกว้าง อัตราส่วน C10 = 0.020 < 0.400 cm. คือ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกำหนด
อัตราส่วน C16 = 0.023 < 0.400 cm. คือ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกำหนด

ตัวบล็อกด้านยาว อัตราส่วน C10 = 0.021 < 0.500 cm. คือ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกำหนด
อัตราส่วน C16 = 0.017 < 0.300 cm. คือ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกำหนด

ข้างบล็อกด้านซ้าย อัตราส่วน C10 = 0.016 < 0.300 cm. คือ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกำหนด
อัตราส่วน C16 = 0.016 < 0.300 cm. คือ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกำหนด

ข้างบล็อกด้านขวา อัตราส่วน C10 = 0.025 < 0.300 cm. คือ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกำหนด
อัตราส่วน C16 = 0.015 < 0.300 cm. คือ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกำหนด

เดือยบล็อก ที่อัตราส่วน C10 และ อัตราส่วน C16 ทุก ๆ ส่วน มีความคลาดเคลื่อนจากที่ออกแบบไว้ น้อยกว่า 1 mm.

ร่องด้านบนบล็อก ที่อัตราส่วน C10 และ อัตราส่วน C16 ทุก ๆ ส่วน มีความคลาดเคลื่อนจากที่ออกแบบไว้ น้อยกว่า 1 mm.

4.2.3 การวิเคราะห์เชิงสถิติ (Statistical Analysis)

เมื่อได้ค่าจากการวัดขนาดของบล็อกประสาน CLC ในทุก ๆ ด้าน ที่อัตราส่วนผสม C10 จำนวน 24 ก้อน และอัตราส่วนผสม C16 จำนวน 24 ก้อน รวมทั้งหมด 48 ก้อน จึงนำค่าที่ได้มาคำนวณเพื่อทำการวิเคราะห์เชิงสถิติ (Statistical Analysis) โดยการคำนวณเพื่อหาค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และความเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย (Standard Deviation of Mean) แล้วบันทึกผลการคำนวณลงในตารางที่ 4.11 , 4.12 และ 4.13 ดังนี้

ตารางที่ 4.12 แสดงค่าเฉลี่ย (Mean)

บล็อก	ค่าเฉลี่ย (cm.)	
	C10	**C16**
ตัวบล็อก - กว้าง	20.008	20.087
ตัวบล็อก - ยาว	60.083	60.073
ข้างบล็อก - ซ้าย	8.023	8.036
ข้างบล็อก - ขวา	7.969	8.038
เดือยบล็อก - ฐาน	4.008	3.894
เดือยบล็อก - ปลาย	2.055	2.148
เดือยบล็อก - สูง	1.985	2.059
เดือยบล็อก - ยาว	56.679	56.783
ร่องด้านบนบล็อก - ซ้าย	2.039	2.072
ร่องด้านบนบล็อก - กลาง	3.985	4.012
ร่องด้านบนบล็อก - ขวา	2.031	2.072
ร่องด้านบนบล็อก - ลึก	3.988	3.988
หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย (Mean : $\overline{X}$) = $\frac{\sum Xi}{N}$		

ตารางที่ 4.13 แสดงค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

บล็อก	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Cm.)	
	อัตราส่วน C10	อัตราส่วน C16
ตัวบล็อก - กว้าง	0.091	0.073
ตัวบล็อก - ยาว	0.062	0.050
ข้างบล็อก - ซ้าย	0.076	0.068
ข้างบล็อก - ขวา	0.122	0.063
เดือยบล็อก - ฐาน	0.104	0.235
เดือยบล็อก - ปลาย	0.106	0.235
เดือยบล็อก - สูง	0.068	0.079
เดือยบล็อก - ยาว	0.299	0.171
ร่องด้านบนบล็อก - ซ้าย	0.097	0.085
ร่องด้านบนบล็อก - กลาง	0.066	0.020
ร่องด้านบนบล็อก - ขวา	0.082	0.205
ร่องด้านบนบล็อก - ลึก	0.041	0.053

หมายเหตุ : $SD = \sqrt{\frac{\sum (Xi-\bar{X})^2}{N-1}}$

ตารางที่ 4.14 แสดงความเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ($\bar{X} \pm SD$)

บล็อก	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย (Cm.)	
	อัตราส่วน C10	อัตราส่วน C16
ตัวบล็อก - กว้าง	20.008 ± 0.091	20.087 ± 0.073
ตัวบล็อก - ยาว	60.083 ± 0.062	60.073 ± 0.050
ข้างบล็อก - ซ้าย	8.023 ± 0.076	8.036 ± 0.068
ข้างบล็อก - ขวา	7.969 ± 0.122	8.038 ± 0.063
เดือยบล็อก - ฐาน	4.008 ± 0.104	3.894 ± 0.235
เดือยบล็อก - ปลาย	2.055 ± 0.106	2.148 ± 0.235
เดือยบล็อก - สูง	1.985 ± 0.068	2.059 ± 0.079
เดือยบล็อก - ยาว	56.679 ± 0.299	56.783 ± 0.171

ตารางที่ 4.14 (ต่อ)

บล็อก	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย (Cm.)	
	อัตราส่วน C10	อัตราส่วน C16
ร่องด้านบนบล็อก - ซ้าย	2.039 ± 0.097	2.072 ± 0.085
ร่องด้านบนบล็อก - กลาง	3.985 ± 0.066	4.012 ± 0.020
ร่องด้านบนบล็อก - ขวา	2.031 ± 0.082	2.072 ± 0.205
ร่องด้านบนบล็อก - ลึก	3.988 ± 0.041	3.988 ± 0.053

4.2.4 การถ่ายทอดความคลาดเคลื่อน (Propagation of Errors)

เมื่อได้ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยของบล็อกประสาน CLC แต่ละด้าน จึงนำค่าที่ได้มาคำนวณเพื่อหาค่าการถ่ายทอดความคลาดเคลื่อน โดยมีตัวอย่างการคำนวณและบันทึกผลการคำนวณลงในตารางที่ 4.14 ดังนี้

หลังจากการวิเคราะห์เชิงสถิติ ตัวบล็อก ได้

W (กว้าง) = $\pm\gamma W = 20.008 \pm 0.091$ cm.

L (ยาว) = $\pm\gamma L = 60.083 \pm 0.062$ cm.

D (หนา) = $\pm\gamma D = 8.023 \pm 0.076$ cm.

นำปริมาณ W , L , D ไปคำนวณหาปริมาตรตามสมการ V = W x L x D

จะได้ $V = 0.20008 \times 0.60083 \times 0.08023$

$= 0.00965\ m^3$

ค่าความคลาดเคลื่อน γV หาได้ดังนี้

จะพบว่า $\frac{\partial V}{\partial W} = 1$, $\frac{\partial V}{\partial L} = 1$, $\frac{\partial V}{\partial D} = 1$

จากสมการ $\gamma V = \sqrt{(0.091)^2 + (0.062)^2 + (0.076)^2}$

$= \sqrt{0.000083 + 0.000038 + 0.000058}$

$= \sqrt{0.00018}$

$= 0.013$

ดังนั้น $V \pm \gamma V = 0.965 \pm 0.013\ cm^3$

ตารางที่ 4.15 แสดงการถ่ายทอดความคลาดเคลื่อน ($V \pm \gamma V$)

บล็อก	การถ่ายทอดความคลาดเคลื่อน (cm^3)	
	อัตราส่วน C10	อัตราส่วน C16
ตัวบล็อก	0.965 ± 0.013	0.970 ± 0.011
เดือยบล็อก	0.034 ± 0.032	0.035 ± 0.030
ร่องด้านบนบล็อก	0.095 ± 0.001	0.096 ± 0.076

4.3 การวิเคราะห์ต้นทุน

จากการศึกษาและออกแบบเพื่อพัฒนาเป็นแบบหล่อบล็อกประสาน CLC ในการทดสอบการหล่อบล็อกด้วยอัตราส่วนผสมตั้งต้นที่ชนิด C10 และ C16 ได้อัตราส่วนผสมคือ 1 : 0.85 : 0.55 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตมวลเบาแบบเติมฟองอากาศ มอก. 2601-2556 แล้วนำมาวิเคราะห์ต้นทุนในการหล่อบล็อกประสาน CLC ดังนี้

4.3.1 ตารางแสดงการวิเคราะห์ต้นทุนการสร้างแบบหล่อบล็อกประสาน CLC (ต่อ 1 แบบหล่อ) ดังตารางที่ 4.8 ดังนี้

ตารางที่ 4.16 แสดงราคาค่าวัสดุของแบบหล่อบล็อกประสาน CLC (ต่อ 1 แบบหล่อ)

ลำดับ	รายการวัสดุ	จำนวน	หน่วย	ราคา (บาท)
1	แผ่นเหล็ก 5 mm. (ขนาด 1.328 x 0.250 m.)	3	แผ่น	4,500
2	แผ่นเหล็ก 3 mm.	3	แผ่น	4,500
3	ท่อเหล็ก 32 mm.	3	เส้น	1,000
4	เหล็กกล่อง 4 x 4 cm.	3	เส้น	2,000
5	ตัดเหล็กด้วยเลเซอร์	1	ชุด	10,000
6	พับเหล็ก	1	ชุด	7,000
7	ลวดสลิง 1.5 mm.	10	เมตร	3,000
8	มอเตอร์ไฟฟ้า (รับน้ำหนัก 300 kg.)	1	เครื่อง	20,000
9	ค่าแรงช่าง	1	ชุด	20,000
10	อื่น ๆ	-	ชุด	3,000
รวมเป็นเงินค่าสร้างแบบหล่อบล็อกประสาน CLC 75,000 บาท				

4.3.2 วิเคราะห์ต้นทุนค่าวัสดุและค่าแรงในการหล่อบล็อกประสาน CLC (ต่อ 1 แบบหล่อ) ดังตารางที่ 4.9 ดังนี้

ตารางที่ 4.17 แสดงราคาค่าวัสดุและค่าแรงในการหล่อบล็อกประสาน CLC (ต่อ 1 แบบหล่อ)

ลำดับ	รายการค่าแรง	อัตราส่วนผสม C10		อัตราส่วนผสม C16	
		ปริมาณ	ราคา (บาท)	ปริมาณ	ราคา (บาท)
1	ปูนซีเมนต์	67 kg.	161	80 kg.	192
2	ทรายละเอียด	57 kg.	100	68 kg.	119
3	น้ำ	37 kg.	1	44 kg.	1
4	สารกำเนิดโฟม	177 cc.	1	150 cc.	1
5	ค่าแรง	1 คน	150	1 คน	150
รวมเป็นเงินค่าวัสดุและค่าแรงการหล่อบล็อกประสาน CLC ที่ชนิด C10 เท่ากับ 413 บาท					
รวมเป็นเงินค่าวัสดุและค่าแรงการหล่อบล็อกประสาน CLC ที่ชนิด C10 เท่ากับ 463 บาท					

4.4 สรุปการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการทดสอบและวิเคราะห์ค่าความเที่ยงของแบบหล่อบล็อกบล็อกประสาน CLC ตามวัตถุประสงค์โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.4.1 จากการวิเคราะห์หารากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ของบล็อกประสาน CLC ในทุก ๆ ด้าน ที่อัตราส่วน C10 และ C16 เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับขนาดและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตมวลเบาแบบเติมฟองอากาศ มอก. 2601-2556 โดยให้ความสูงคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน ±4 mm ความยาวคลาด เคลื่อนได้ไม่เกิน ±5 mm และความหนาคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน ±3 mm ได้ดังนี้

- ตัวบล็อกด้านกว้าง ที่อัตราส่วน C10 = 0.020 < 0.400 cm. คือ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกำหนด และที่อัตราส่วน C16 = 0.023 < 0.400 cm. คือ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกำหนด
- ตัวบล็อกด้านยาว อัตราส่วน C10 = 0.021 < 0.500 cm. คือ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกำหนด และที่อัตราส่วน C16 = 0.017 < 0.300 cm. คือ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกำหนด
- ข้างบล็อกด้านซ้าย อัตราส่วน C10 = 0.016 < 0.300 cm. คือ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกำหนด และที่อัตราส่วน C16 = 0.016 < 0.300 cm. คือ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกำหนด
- ข้างบล็อกด้านขวา อัตราส่วน C10 = 0.025 < 0.300 cm. คือ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกำหนดและที่อัตราส่วน C16 = 0.015 < 0.300 cm. คือ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกำหนด

- เดือยบล็อก ที่อัตราส่วน C10 และ อัตราส่วน C16 ทุก ๆ ส่วน มีความคลาดเคลื่อนจากที่ออกแบบไว้ น้อยกว่า 1 mm.

- ร่องด้านบนบล็อก ที่อัตราส่วน C10 และ อัตราส่วน C16 ทุก ๆ ส่วน มีความคลาดเคลื่อนจากที่ออกแบบไว้ น้อยกว่า 1 mm.

4.4.2 จากการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนของบล็อกประสาน CLC ที่อัตราส่วนผสม C10 และ C16 เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับขนาดและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตมวลเบาแบบเติมฟองอากาศ มอก. 2601-2556 ได้ดังนี้

1) ด้านกว้าง ด้านยาวและด้านข้าง

อัตราส่วนผสม C10

- ความกว้างคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน ± 4 mm. จากการวิเคราะห์ผลการทดสอบได้ค่า 20.008 cm. ดังนั้น ค่าความกว้างของตัวบล็อกจึงตรงตามที่มาตรฐานกำหนด

- ความยาวคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน ± 5 mm. จากการวิเคราะห์ผลการทดสอบได้ค่า 60.083 cm. ดังนั้น ค่าความยาวของตัวบล็อกจึงตรงตามที่มาตรฐานกำหนด

- ความหนา (ด้านข้าง) คลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน ± 3 mm. จากการวิเคราะห์ผลการทดสอบข้างบล็อกด้านซ้าย ได้ค่า 8.023 cm. และด้านขวา ได้ค่า 7.969 cm. ดังนั้น ค่าความหนาของข้างบล็อกด้านซ้ายและด้านขวาจึงตรงตามที่มาตรฐานกำหนด

อัตราส่วนผสม C16

- ความกว้างคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน ± 4 mm. จากการวิเคราะห์ผลการทดสอบได้ค่า 20.087 cm. ดังนั้น ค่าความกว้างของตัวบล็อกจึงตรงตามที่มาตรฐานกำหนด

- ความยาวคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน ± 5 mm. จากการวิเคราะห์ผลการทดสอบได้ค่า 60.073 cm. ดังนั้น ค่าความยาวของตัวบล็อกจึงตรงตามที่มาตรฐานกำหนด

- ความหนา (ด้านข้าง) คลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน ± 3 mm. จากการวิเคราะห์ผลการทดสอบข้างบล็อกด้านซ้าย ได้ค่า 8.036 cm. และด้านขวา ได้ค่า 8.038 cm. ดังนั้น ค่าความหนาของข้างบล็อกด้านซ้ายและด้านขวาจึงตรงตามที่มาตรฐานกำหนด

2) ด้านเดือยบล็อก

อัตราส่วนผสม C10

- จากการวิเคราะห์ผลการทดสอบของฐานเดือยได้ค่า 4.008 cm. ดังนั้น ค่าความกว้างของฐานเดือยจึงมีความคลาดเคลื่อนจากที่ได้ออกแบบ เท่ากับ 0.008 cm.

- จากการวิเคราะห์ผลการทดสอบของปลายเดือยได้ค่า 2.055 cm. ดังนั้น ค่าความกว้างของปลายเดือยจึงมีความคลาดเคลื่อนจากที่ได้ออกแบบ เท่ากับ 0.055 cm.

- จากการวิเคราะห์ผลการทดสอบของความสูงเดือยได้ค่า 1.985 cm. ดังนั้น ค่าความสูงเดือยจึงมีความคลาดเคลื่อนจากที่ได้ออกแบบ เท่ากับ 0.015 cm.

- จากการวิเคราะห์ผลการทดสอบของความยาวเดือยได้ค่า 56.679 cm. ดังนั้น ค่าความยาวเดือยจึงมีความคลาดเคลื่อนจากที่ได้ออกแบบ เท่ากับ 0.121 cm.

อัตราส่วนผสม C16

- จากการวิเคราะห์ผลการทดสอบของฐานเดือยได้ค่า 3.894 cm. ดังนั้น ค่าความกว้างของฐานเดือยจึงมีความคลาดเคลื่อนจากที่ได้ออกแบบ เท่ากับ 0.106 cm.

- จากการวิเคราะห์ผลการทดสอบของปลายเดือยได้ค่า 2.148 cm. ดังนั้น ค่าความกว้างของปลายเดือยจึงมีความคลาดเคลื่อนจากที่ได้ออกแบบ เท่ากับ 0.148 cm.

- จากการวิเคราะห์ผลการทดสอบของความสูงเดือยได้ค่า 2.059 cm. ดังนั้น ค่าความสูงเดือยจึงมีความคลาดเคลื่อนจากที่ได้ออกแบบ เท่ากับ 0.059 cm.

- จากการวิเคราะห์ผลการทดสอบของความยาวเดือยได้ค่า 56.783 cm. ดังนั้น ค่าความยาวเดือยจึงมีความคลาดเคลื่อนจากที่ได้ออกแบบ เท่ากับ 0.017 cm.

3) ร่องด้านบนบล็อก

อัตราส่วนผสม C10

- จากการวิเคราะห์ผลการทดสอบของด้านซ้ายได้ค่า 2.039 cm. ดังนั้น ค่าความกว้างของด้านซ้ายจึงมีความคลาดเคลื่อนจากที่ได้ออกแบบ เท่ากับ 0.039 cm.

- จากการวิเคราะห์ผลการทดสอบของส่วนกลางได้ค่า 3.985 cm. ดังนั้น ค่าความกว้างของส่วนกลางจึงมีความคลาดเคลื่อนจากที่ได้ออกแบบ เท่ากับ 0.015 cm.

- จากการวิเคราะห์ผลการทดสอบของด้านขวาได้ค่า 2.031 cm. ดังนั้น ค่าความกว้างของด้านขวาจึงมีความคลาดเคลื่อนจากที่ได้ออกแบบ เท่ากับ 0.031 cm.

- จากการวิเคราะห์ผลการทดสอบของความลึกได้ค่า 3.988 cm. ดังนั้น ค่าความลึกจึงมีความคลาดเคลื่อนจากที่ได้ออกแบบ เท่ากับ 0.012 cm.

อัตราส่วนผสม C16

- จากการวิเคราะห์ผลการทดสอบของด้านซ้ายได้ค่า 2.072 cm. ดังนั้น ค่าความกว้างของด้านซ้ายจึงไม่มีความคลาดเคลื่อนจากที่ได้ออกแบบไว้ เท่ากับ 0.072 cm.

- จากการวิเคราะห์ผลการทดสอบของส่วนกลางได้ค่า 4.012 cm. ดังนั้น ค่าความกว้างของส่วนกลางจึงไม่มีความคลาดเคลื่อนจากที่ได้ออกแบบไว้ เท่ากับ 0.012 cm.

- จากการวิเคราะห์ผลการทดสอบของด้านขวาได้ค่า 2.072 cm. ดังนั้น ค่าความกว้างของด้านขวาจึงมีความคลาดเคลื่อนจากที่ได้ออกแบบ เท่ากับ 0.072 cm.

- จากการวิเคราะห์ผลการทดสอบของความลึกได้ค่า 3.988 cm. ดังนั้น ค่าความลึกจึงมีความคลาดเคลื่อนจากที่ได้ออกแบบ เท่ากับ 0.012 cm.

4.4.3 จากการวิเคราะห์หาการถ่ายทอดความคลาดเคลื่อนของบล็อกประสาน CLC ในทุก ๆ ด้าน ที่อัตราส่วน C10 และ C16 ได้ดังนี้

- ตัวบล็อก ที่อัตราส่วน C10 มีการถ่ายทอดความคลาดเคลื่อน เท่ากับ 0.965 ± 0.013 cm^3และที่อัตราส่วน C16 การถ่ายทอดความคลาดเคลื่อน เท่ากับ 0.970 ± 0.011 cm^3

- เดือยบล็อก ที่อัตราส่วน C10 มีการถ่ายทอดความคลาดเคลื่อน เท่ากับ 0.034 ± 0.032 cm^3 และที่อัตราส่วน C16 การถ่ายทอดความคลาดเคลื่อน เท่ากับ 0.035 ± 0.030 cm^3

- ร่องด้านบนบล็อก ที่อัตราส่วน C10 มีการถ่ายทอดความคลาดเคลื่อน เท่ากับ 0.095 ± 0.001 cm^3และที่อัตราส่วน C16 การถ่ายทอดความคลาดเคลื่อน เท่ากับ 0.096 ± 0.076 cm^3

เมื่อนำค่าที่ได้จากการวิเคราะห์หาการถ่ายทอดความคลาดเคลื่อนของบล็อกประสาน CLC ของ (ตัวบล็อก + เดือยบล็อก – ร่องด้านบนบล็อก) จะได้ปริมาตรของตัวบล็อก ที่อัตราส่วน C10 เท่ากับ 0.965 + 0.034 – 0.095 = 0.904 ± 0.044 cm^3 ที่อัตราส่วน C16 เท่ากับ 0.970 + 0.035 – 0.076 = 0.929 ± 0.035 cm^3

4.4.4 จากการวิเคราะห์ต้นทุนวัสดุเพื่อพัฒนาแบบหล่อบล็อกประสาน CLC รวมเป็นเงิน 77,000 บาท และต้นทุนวัสดุการหล่อบล็อกที่อัตราส่วนผสม C10 รวมทั้งค่าแรง (ต่อ 1 แบบหล่อ) รวมเป็นเงิน 413 บาท เมื่อคิดราคาบล็อก C10 ต่อก้อนเป็นเงิน 34.42 บาท และที่อัตราส่วนผสม C16 รวมทั้งค่าแรง (ต่อ 1 แบบหล่อ) รวมเป็นเงิน 463 บาท เมื่อคิดราคาบล็อก C16 ต่อก้อนเป็นเงิน 38.58 บาท