บทที่ 4
ผลการศึกษา

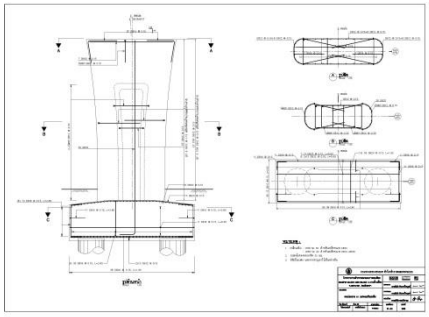
จากการศึกษาขั้นตอนการดำเนินการในบทที่ 3 ทำการวิเคราะห์ผลเพื่อหาค่าอัตราส่วนระหว่างปริมาณงานเหล็กเสริมและปริมาณงานคอนกรีตของโครงสร้างฐานรากและเสาตอม่อสะพานข้ามคลอง 20 กม.ที่ 25+950 แล้วทำการสรุปผลที่ได้จากการสมการถดถอยและสัมประสิทธิ์การตัดสินใจดังนี้

4.1 การบันทึกปริมาณงานเหล็กเสริมของโครงสร้างสะพานโดยการใช้โปรแกรมเทคล้า

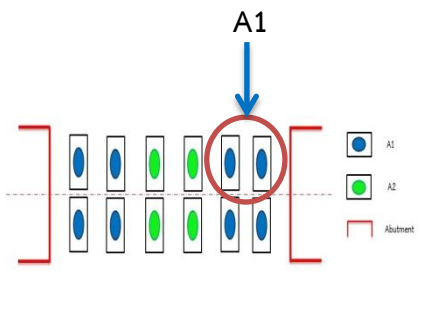
จากการสร้างโมเดลสามมิติจากโปรแกรมเทคล้า (Tekla Structure Learning) โดยใช้คำสั่ง Report โดยถอดปริมาณงานเหล็กเสริมโครงสร้างฐานรากและเสาตอม่อของสะพานข้ามคลอง20 กม.ที่ 25+950 ดังนี้

4.1.1 ตารางการบันทึกปริมาณงานเหล็กเสริมของฐานรากจากโปรแกรมเทคล้า

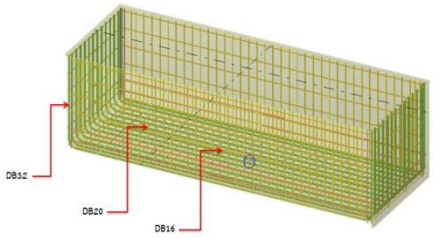
การบันทึกปริมาณงานเหล็กเสริมของฐานราก ได้แสดงที่มาของตัวเลขการถอดปริมาณงานเหล็กเสริมของฐานราก เป็นภาพแสดงขั้นตอนการถอดปริมาณงานเหล็กเสริมจากแบบก่อสร้าง ดังรูปที่ 4.1 ภาพแสดงขั้นตอนการถอดปริมาณงานเหล็กเสริมของฐานรากโดยใช้ Report



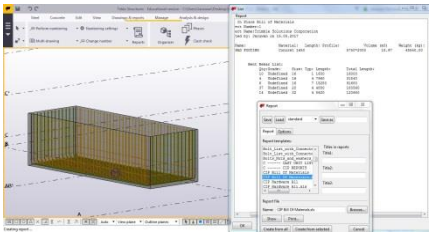
ก.) แบบรายละเอียดฐานรากชนิด A1



ข.) แผนผังตำแหน่งฐานรากชนิด A1



ค.) แสดงขนาดคอนกรีตฐานรากชนิด A1



ง.) การถอดปริมาณงานคอนกรีตฐานราก

รูปที่ 4.1 ภาพแสดงขั้นตอนการถอดปริมาณงานเหล็กเสริมของฐานรากโดยใช้คำสั่ง Report

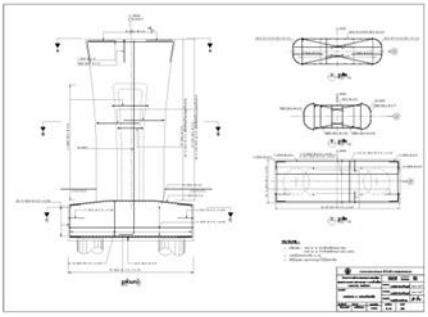
ตารางที่ 4.1 ข้อมูลปริมาณงานเหล็กเสริมของฐานรากจากโปรแกรมเทคล้า

ลำดับที่ (1)	ชนิดฐาน (2)	ตำแหน่งฐาน (3)	น้ำหนักเหล็กเสริม (กิโลกรัม) (4)	หมายเหตุ (5)
1	Abutment	F1 ด้าน RT	8757.28	
2	A1	F2 ด้าน RT	2369.50	
3	A2	F4 ด้าน RT	8858.81	

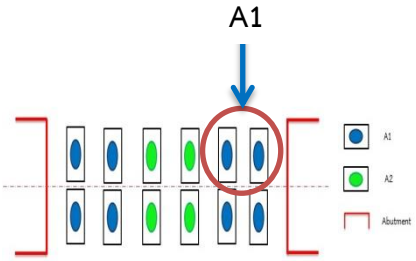
จากตารางที่ 4.1 ข้อมูลปริมาณงานเหล็กเสริมของฐานรากจากโปรแกรมเทคล้า ผู้ศึกษาได้ดำเนินการเก็บรวบรวมปริมาณงานเหล็กเสริมของฐานรากโดยที่จะนำข้อมูลมาพยากรณ์ค่า โดยที่มีน้ำหนักเหล็กเสริมของฐานรากชนิดAbutment น้ำหนักเหล็กเสริม 8,757.28 กิโลกรัมฐานรากชนิดA1 น้ำหนักเหล็กเสริม 2,369.50 กิโลกรัม ฐานรากชนิด A2 มีน้ำหนักเหล็กเสริม 8,858.81 กิโลกรัม

4.1.2 ตารางการบันทึกปริมาณงานเหล็กเสริมของเสาตอม่อจากโปรแกรมเทคล้า

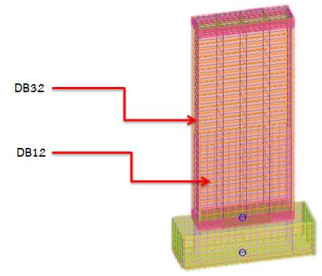
การบันทึกปริมาณงานเหล็กเสริมของเสาตอม่อ ได้แสดงที่มาของตัวเลขการถอดปริมาณงานเหล็กเสริมของเสาตอม่อ เป็นภาพแสดงขั้นตอนการถอดปริมาณงานเหล็กเสริมจากแบบการก่อสร้าง ดังรูปที่ 4.2 ภาพแสดงขั้นตอนการถอดปริมาณงานเหล็กเสริมของเสาตอม่อ โดยใช้คำสั่ง Report



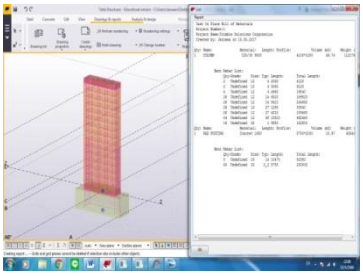
ก.) แบบรายละเอียดเสาตอม่อชนิด A1



ข.) แผนผังตำแหน่งเสาตอม่อชนิด P1



ค.) แสดงขนาดเหล็กเสริมเสาตอม่อชนิด P1



ง.) การถอดปริมาณงานเหล็กเสริมเสาตอม่อ

รูปที่ 4.2 ภาพแสดงขั้นตอนการถอดปริมาณงานเหล็กเสริมของเสาตอม่อโดยใช้คำสั่ง Report

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลปริมาณงานเหล็กเสริมของเสาตอม่อจากโปรแกรมเทคล้า

ลำดับที่ (1)	ชนิดเสา (2)	ตำแหน่งเสา (3)	น้ำหนักเหล็กเสริม (กิโลกรัม) (4)	หมายเหตุ (5)
1	Abutment	F1 ด้าน RT	13449.05	
2	A1	F2 ด้าน RT	4401.02	
3	A1	F3 ด้าน RT	5784.47	
4	A2	F4 ด้าน RT	9359.72	

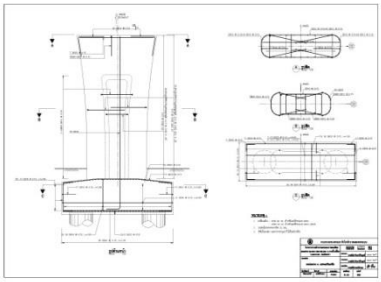
จากตารางที่ 4.2 ข้อมูลปริมาณงานเหล็กเสริมของเสาตอม่อจากโปรแกรมเทคล้า ผู้ศึกษาได้ดำเนินการเก็บรวบรวมปริมาณงานเหล็กเสริมของเสาตอม่อโดยที่จะนำข้อมูลมาพยากรณ์ค่า โดยที่มีน้ำหนักเหล็กเสริมของเสาตอม่อชนิด Abutment น้ำหนักเหล็กเสริม 13,449.05 กิโลกรัมเสาตอม่อชนิด A1 มีน้ำหนักเหล็กเสริม 4,401.02 กิโลกรัม เสาตอม่อชนิด A1 มีน้ำหนักเหล็กเสริม 5,784.47 กิโลกรัม และเสาตอม่อชนิด A2 มีน้ำหนักเหล็กเสริม 9,359.72 กิโลกรัม

4.2 การบันทึกปริมาณงานคอนกรีตของโครงสร้างสะพานโดยการใช้โปรแกรมเทคล้า

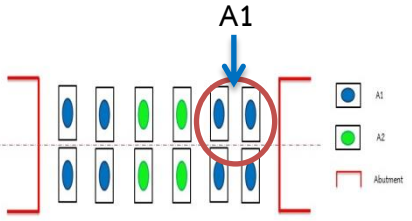
จากการสร้างโมเดลสามมิติจากโปรแกรมเทคล้า โดยใช้คำสั่ง Report ถอดปริมาณงานคอนกรีตโครงสร้างฐานรากและเสาตอม่อของโครงสร้างสะพานข้ามคลอง 20 กม.ที่25+950 ดังนี้

4.2.1 ตารางการบันทึกปริมาณงานคอนกรีตของฐานรากจากโปรแกรมเทคล้า

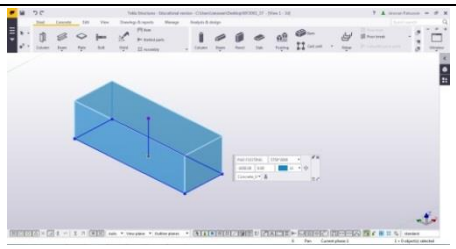
การบันทึกปริมาณงานคอนกรีตของฐานราก ได้แสดงที่มาของตัวเลขการถอดปริมาณงานคอนกรีตของฐานราก เป็นภาพแสดงขั้นตอนการถอดปริมาณงานคอนกรีตจากแบบก่อสร้าง ดังรูปที่ 4.4 ภาพแสดงขั้นตอนการถอดปริมาณงานคอนกรีต โดยใช้คำสั่ง Report



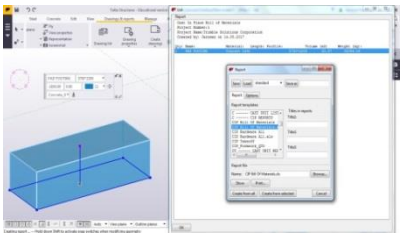
ก.) แบบรายละเอียดฐานรากชนิด A1



ข.) แผนผังตำแหน่งฐานรากชนิด A1



ค.) แสดงขนาดคอนกรีตฐานรากชนิด A1



ง.) การถอดปริมาณงานคอนกรีตฐานราก

รูปที่ 4.3 ภาพแสดงขั้นตอนการถอดปริมาณงานคอนกรีต โดยใช้คำสั่ง Report

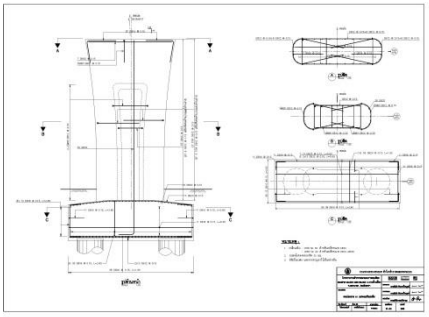
ตารางที่ 4.3 ข้อมูลปริมาณงานคอนกรีตของฐานรากจากการใช้โปรแกรมเทคล้า

ลำดับที่ (1)	ชนิดฐาน (2)	ตำแหน่งฐาน (3)	ปริมาตรคอนกรีต (ลูกบาศก์เมตร) (4)	หมายเหตุ (5)
1	Abutment	F1 ด้าน RT	33.75	
2	A1	F2 ด้าน RT	18.98	
3	A2	F4 ด้าน RT	47.52	

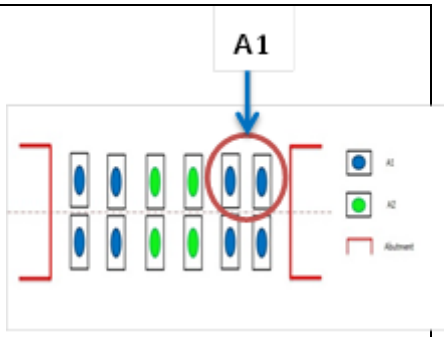
จากตารางที่ 4.3 ข้อมูลปริมาณงานคอนกรีตของฐานรากจากโปรแกรมเทคล้า ผู้ศึกษาได้ดำเนินการเก็บรวบรวมปริมาณงานคอนกรีตของฐานรากโดยที่จะนำข้อมูลมาพยากรณ์ค่า โดยที่มีน้ำหนักคอนกรีตของฐานรากชนิด Abutment มีน้ำหนักคอนกรีต 33.75 ลูกบาศก์เมตร ฐานรากชนิด A1น้ำหนักคอนกรีต 18.98 ลูกบาศก์เมตรและฐานรากชนิดA2น้ำหนักคอนกรีต 47.52 ลูกบาศก์เมตร

4.2.2 ตารางการบันทึกปริมาณงานคอนกรีตของเสาตอม่อจากการใช้โปรแกรมเทคล้า

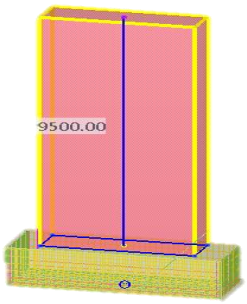
การบันทึกปริมาณงานคอนกรีตของเสาตอม่อ ได้แสดงที่มาของตัวเลขการถอดปริมาณงานคอนกรีตของเสาตอม่อ เป็นการแสดงขั้นตอนการถอดปริมาณงานคอนกรีตจากแบบก่อสร้าง ดังรูปที่ 4.6 ภาพแสดงขั้นตอนการถอดปริมาณงานคอนกรีตของเสาตอม่อ โดยใช้คำสั่ง Report



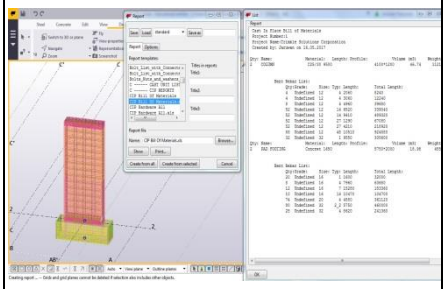
ก.) แบบรายละเอียดเสาตอม่อชนิด P1



ข.) แผนผังตำแหน่งเสาตอม่อชนิด P1



ค.) แสดงขนาดคอนกรีตเสาตอม่อชนิด P1



ง.) การถอดปริมาณงานคอนกรีตเสาตอม่อ

รูปที่ 4.4 ภาพแสดงขั้นตอนการถอดปริมาณงานคอนกรีตของเสาตอม่อโดยใช้คำสั่ง Report

ตารางที่ 4.4 ข้อมูลปริมาณงานคอนกรีตของเสาตอม่อ

ลำดับที่ (1)	ชนิดเสา (2)	ตำแหน่งเสา (3)	ปริมาตรคอนกรีต (ลูกบาศก์เมตร) (4)	หมายเหตุ (5)
1	Abutment	F1 ด้าน RT	18.76	
2	A1	F2 ด้าน RT	22.63	
3	A1	F3 ด้าน RT	47.74	
4	A2	F4 ด้าน RT	61.99	

จากตารางที่ 4.4 ข้อมูลปริมาณงานคอนกรีตของเสาตอม่อจากโปรแกรมเทคล้า ผู้ศึกษาได้ดำเนินการเก็บรวบรวมปริมาณงานคอนกรีตของเสาตอม่อโดยที่จะนำข้อมูลมาพยากรณ์ค่า โดยที่มีน้ำหนักคอนกรีตของเสาตอม่อชนิด Abutment น้ำหนักคอนกรีต 18.76 ลูกบาศก์เมตร เสาตอม่อชนิด A1 มีน้ำหนักคอนกรีต 22.63 ลูกบาศก์เมตร เสาตอม่อชนิด A1 มีน้ำหนักคอนกรีต 47.74 ลูกบาศก์เมตร และเสาตอม่อชนิด A2 มีน้ำหนักเหล็กเสริม 61.99 ลูกบาศก์เมตร

4.3 การบันทึกปริมาณงานเหล็กเสริมของโครงสร้างสะพานจากการคำนวณมือ

จากการศึกษาแบบก่อสร้างได้ทำการถอดปริมาณงานเหล็กเสริมโดยถอดปริมาณงานเหล็กเสริมโครงสร้างฐานรากและเสาตอม่อโดยการคำนวณด้วยมือของสะพานข้ามคลอง 20 ดังรูปที่ 4.5 แสดงการถอดปริมาณงานเหล็กเสริมของโครงสร้างสะพาน

เหล็กเสริมของเสาตอม่อ PR7 (ตอม่อแบบ A1)

รูปตัดเหล็กเสริม	ขนาดเหล็กเส้น (มิลลิเมตร)	@ (เมตร)	ระยะวัด a	ระยะวัด b	ความยาว (เมตร)	จำนวน (ท่อน)	น้ำหนัก (กิโลกรัม/เมตร)
A	DB32		5.81	0.55	6.359	36	1445.20
	DB16 ปลอก	0.15	1.00	0.26	1.520	27	64.76
	EF-DB16	0.15	1.00	1.40	2.400	14	53.02
	DB25	0.15			4.000	7	107.88
	STIR-EF-DB12-L&R	0.15	1.65	1.95	5.550	28	138.00
	STIR-EF-DB12-L&R เสริมพิเศษ	0.15	1.65	1.95	5.550	16	78.85
	EF-DB12	0.15	3.25	1.15	8.800	14	109.40
	EF-DB12 (เสริมพิเศษ)	0.15	3.25	1.15	8.800	8	62.52
B	STIR-EF-DB12-L&R	0.15	1.60	1.40	4.400	28	109.40
	STIR-EF-DB12-L&R เสริมพิเศษ	0.15	1.60	1.40	4.400	16	62.52
	EF-DB12	0.15	2.15	1.00	6.300	14	78.32
	EF-DB12 (เสริมพิเศษ)	0.15	2.15	1.00	6.300	8	44.76
	DB12-L&R ปลอก	0.3	1.00	0.55	3.1	14	38.54
						รวม (กก.)	2393.16

รูปที่ 4.5 แสดงการถอดปริมาณงานเหล็กเสริมของโครงสร้างสะพาน

4.3.1 ตารางการบันทึกปริมาณงานเหล็กเสริมของฐานรากจากการคำนวณด้วยมือ

การบันทึกปริมาณงานเหล็กเสริมของฐานราก ได้แสดงที่มาของตัวเลขการถอดปริมาณงานเหล็กเสริมของฐานรากของโครงสร้างสะพาน โดยที่ต้องทำการตัดรูปของเหล็กเสริมที่ใช้ในการคำนวณของฐานรากและเสาตอม่อ ซึ่งในการทำคำนวณมือนั้นทำให้เข้าใจกระบวนการทำงานของข้อกำหนดของการดัดงอเหล็กเสริมและทำให้มีความเข้าใจง่าย ดังตารางที่ 4.5 ตารางการบันทึกปริมาณงานเหล็กเสริมฐานรากจากการคำนวณมือ

ตารางที่ 4.5 ตารางบันทึกปริมาณงานเหล็กเสริมฐานรากจากการคำนวณมือ

ชนิดฐาน (1)	ตำแหน่งฐาน (2)	เหล็กเสริมคอนกรีต (กิโลกรัม)				
		DB12 (3)	DB16 (4)	DB20 (5)	DB25 (6)	DB32 (7)
Abutment	ตอม่อตับริม	329.63	632.46	30238.29	-	-
A1	F2 ด้าน LT,RT	-	773.536	227.863	116.930	231.808
A1	F3 ด้าน LT,RT	-	773.536	227.863	116.930	231.808
A2	F4 ด้าน LT,RT	-	3374.46	946.944	732.070	1464.140
A2	F5 ด้าน LT,RT	-	3374.46	946.944	732.070	1464.140
A1	F6 ด้าน LT,RT	-	773.536	227.863	116.930	231.808
A1	F7 ด้าน LT,RT	-	773.536	227.863	116.930	231.808
Abutment	ตอม่อตับริม	329.63	632.46	30238.29	-	-

จากตารางที่ 4.5 ตารางบันทึกปริมาณงานเหล็กเสริมจากการคำนวณมือได้ระบุค่าดังนี้ ช่องที่ 1 ระบุชนิดของฐานราก ช่องที่ 2 ระบุตำแหน่งของฐานราก ซึ่งในฐานรากมีอยู่ 3 ชนิด คือ ฐานรากชนิดตับริม (Abutment),ฐานรากชนิด A1 และฐานรากชนิด A2 ช่องที่ 3 ระบุชนิดของเหล็กเสริมขนาด DB12 โดยมีหน่วยเป็น กิโลกรัม ช่องที่ 4 ระบุชนิดของเหล็กเสริมขนาด DB16 โดยมีหน่วยเป็น กิโลกรัม ช่องที่ 5 ระบุชนิดของเหล็กเสริมขนาด DB20 โดยมีหน่วยเป็น กิโลกรัม ช่องที่ 6 ระบุชนิดของเหล็กเสริมขนาด DB25 โดยมีหน่วยเป็น กิโลกรัม ช่องที่ 7 ระบุชนิดของเหล็กเสริมขนาด DB32 โดยมีหน่วยเป็น กิโลกรัม

4.3.2 ตารางการบันทึกปริมาณงานเหล็กเสริมของเสาตอม่อจากการคำนวณด้วยมือ

การบันทึกปริมาณงานเหล็กเสริมของเสาตอม่อ ได้แสดงที่มาของตัวเลขการถอดปริมาณงานเหล็กเสริมของเสาตอม่อของโครงสร้างสะพาน โดยที่เสาตอม่อในแต่ละช่วงนั้นมีความสูงที่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 4.6 ตารางการบันทึกปริมาณงานเหล็กเสริมเสาตอม่อจากการคำนวณมือ

ตารางที่ 4.6 ตารางบันทึกปริมาณงานเหล็กเสริมเสาตอม่อจากการคำนวณมือ

ชนิดเสา (1)	ตำแหน่งเสา (2)	เหล็กเสริมคอนกรีต (กิโลกรัม)				
		DB12 (3)	DB16 (4)	DB20 (5)	DB25 (6)	DB32 (7)
Abutment	ตอม่อตับริม LT	981.34	-	9610.813	17750.65	-
Abutment	ตอม่อตับริม RT	944.10	-	9923.44	17857.59	-
A1	P2 ด้าน LT	772.31	117.78	-	107.88	1431.79
A1	P2 ด้าน RT	758.90	117.78	-	107.88	1480.88
A1	P3 ด้าน LT,RT	925.32	117.78	-	107.88	1829.73
A2	P4 ด้าน LT	1073.50	121.19	-	107.88	4068.10
A2	P4 ด้าน RT	1094.74	121.19	-	107.88	4137.79
A2	P5 ด้าน LT,RT	1073.50	121.19	-	107.88	4068.10
A1	P6 ด้าน LT,RT	925.32	117.78	-	107.88	1838.83
A1	P7 ด้าน LT	722.31	117.78	-	107.88	1449.06
A1	P7 ด้าน RT	722.30	117.78	-	107.88	1445.20
Abutment	ตอม่อตับริม LT	983.18	-	9923.44	17857.59	-
Abutment	ตอม่อตับริม RT	984.65	-	9843.88	10519.59	-

จากตารางที่ 4.5 ตารางบันทึกปริมาณงานเหล็กเสริมจากการคำนวณมือได้ระบุค่าดังนี้ ช่องที่ 1 ระบุชนิดของเสาตอม่อ ช่องที่ 2 ระบุตำแหน่งของเสาตอม่อ ช่องที่ 4 ระบุชนิดของเหล็กเสริมขนาด DB16 โดยมีหน่วยเป็น กิโลกรัม ช่องที่ 5 ระบุชนิดของเหล็กเสริมขนาด DB20 โดยมีหน่วยเป็น กิโลกรัมช่องที่ 6 ระบุชนิดของเหล็กเสริมขนาด DB25 โดยมีหน่วยเป็น กิโลกรัม ช่องที่ 7 ระบุชนิดของเหล็กเสริมขนาด DB32 โดยมีหน่วยเป็น กิโลกรัม

4.4 การบันทึกปริมาณงานคอนกรีตของโครงสร้างสะพานจากการคำนวณมือ

จากการศึกษาแบบก่อสร้างได้ทำการถอดปริมาณงานเหล็กเสริมโดยถอดปริมาณงานคอนกรีตโครงสร้างฐานรากและเสาตอม่อโดยการคำนวณด้วยมือของสะพานข้ามคลอง20 ดังนี้

4.4.1 ตารางการบันทึกปริมาณงานคอนกรีตของฐานรากจากการคำนวณด้วยมือ

การบันทึกปริมาณงานคอนกรีตของฐานราก ได้แสดงที่มาของตัวเลขการถอดปริมาณงานคอนกรีตของฐานรากของโครงสร้างสะพาน ดังตารางที่ 4.7 ตารางการบันทึกปริมาณงานคอนกรีตฐานรากจากการคำนวณมือ

ตารางที่ 4.7 ตารางบันทึกปริมาณงานคอนกรีตฐานรากจากการคำนวณมือ

ลำดับที่ (1)	ชนิดฐาน (2)	ตำแหน่งฐาน (3)	ปริมาตรคอนกรีต (ลูกบาศก์เมตร) (4)	หมายเหตุ (5)
1	Abutment	F1 ด้าน LT,RT	33.92	
2	A1	F2 ด้าน LT,RT	21.28	
3	A1	F3 ด้าน LT,RT	21.28	
4	A2	F4 ด้าน LT,RT	57.60	
5	A2	F5 ด้าน LT,RT	57.60	
6	A1	F6 ด้าน LT,RT	21.28	
7	A1	F7 ด้าน LT,RT	21.28	
8	Abutment	F8 ด้าน LT,RT	33.92	

จากตารางที่ 4.7 ตารางบันทึกปริมาณงานคอนกรีตฐานรากจากการคำนวณมือได้ระบุค่าดังนี้ ช่องที่ 1 ลำดับของฐานราก ช่องที่ 2 ระบุชนิดของฐานราก ช่องที่ 3 ระบุตำแหน่งของฐานราก ซึ่งในฐานรากมีอยู่ 3 ชนิด ช่องที่ 4 ระบุน้ำหนักคอนกรีตของฐานราก มีหน่วยเป็น ลูกบาศก์เมตร และช่องที่ 5 ช่องหมายเหตุ

4.4.2 ตารางการบันทึกปริมาณงานเหล็กเสริมของเสาตอม่อจากการคำนวณด้วยมือ

การบันทึกปริมาณงานเหล็กเสริมของเสาตอม่อ ได้แสดงที่มาของตัวเลขการถอดปริมาณงานเหล็กเสริมของเสาตอม่อของโครงสร้างสะพาน โดยที่เสาตอม่อในแต่ละช่วงนั้นมีความสูงที่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 4.6 ตารางการบันทึกปริมาณงานเหล็กเสริมเสาตอม่อจากการคำนวณมือ

ตารางที่ 4.8 ตารางบันทึกปริมาณงานคอนกรีตเสาตอม่อจากการคำนวณมือ

ลำดับที่ (1)	ชนิดฐาน (2)	ตำแหน่งฐาน (3)	ปริมาตรคอนกรีต (ลูกบาศก์เมตร) (4)	หมายเหตุ (5)
1	Abutment	F1 ด้าน LT,RT	31.25	
2	A1	F2 ด้าน LT,RT	19.68	
3	A1	F3 ด้าน LT,RT	47.23	
4	A2	F4 ด้าน LT,RT	62.12	
5	A2	F5 ด้าน LT,RT	62.12	
6	A1	F6 ด้าน LT,RT	47.23	
7	A1	F7 ด้าน LT,RT	19.68	
8	Abutment	F8 ด้าน LT,RT	31.25	

จากตารางที่ 4.8 ตารางบันทึกปริมาณงานคอนกรีตเสาตอม่อจากการคำนวณมือได้ระบุค่าดังนี้ ช่องที่ 1 ลำดับของเสาตอม่อ ช่องที่ 2 ระบุชนิดของเสาตอม่อ ช่องที่ 3 ระบุตำแหน่งของเสาตอม่อ ช่องที่ 4 ระบุน้ำหนักคอนกรีตของเสาตอม่อ มีหน่วยเป็น ลูกบาศก์เมตร และช่องที่ 5 ช่องหมายเหตุ

4.5 การวิเคราะห์ปริมาณงานเหล็กเสริมและปริมาณงานคอนกรีตโครงสร้างสะพาน

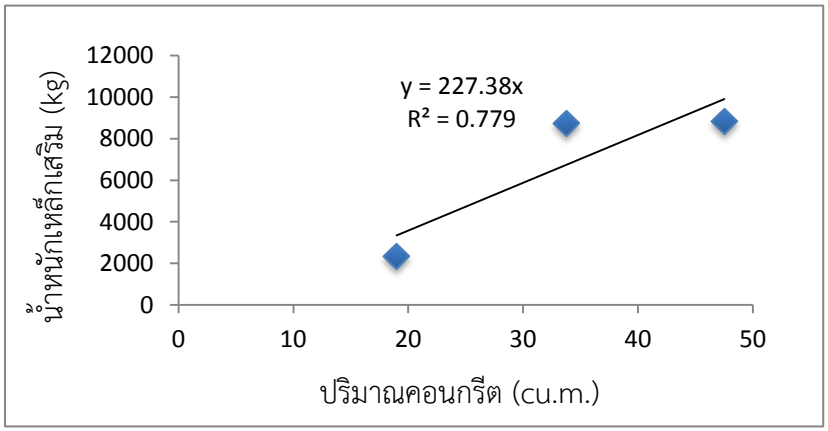
4.5.1 การวิเคราะห์ปริมาณงานเหล็กเสริมและปริมาณงานคอนกรีตของฐานราก

การวิเคราะห์ปริมาณงานเหล็กเสริมและคอนกรีตของฐานราก ได้แสดงที่มาของตัวเลขถอดปริมาณงานเหล็กเสริมและปริมาณงานคอนกรีตของฐานราก เป็นแสดงขั้นตอนการถอดปริมาณงานจากแบบก่อสร้าง ดังรูปที่ 4.6 ภาพขั้นตอนการถอดปริมาณงานเหล็กเสริมและคอนกรีตของฐานราก ดังรูปที่ 4.7 ภาพแสดงขั้นตอนการถอดปริมาณงานเหล็กเสริมและปริมาณงานคอนกรีตของฐานราก โดยใช้คำสั่ง Report

ตารางที่ 4.9 ข้อมูลปริมาณงานเหล็กเสริมและปริมาณงานคอนกรีตของฐานรากจากคำสั่ง Report

ลำดับ (1)	ชนิดฐาน (2)	ตำแหน่งฐาน (3)	น้ำหนักเหล็กเสริม (กิโลกรัม) (4)	ปริมาตรคอนกรีต (ลูกบาศก์เมตร) (5)	หมายเหตุ (6)
1	Abutment	F1 ด้าน RT	8757.28	33.75	
2	A1	F2 ด้าน RT	2369.50	18.98	
3	A2	F4 ด้าน RT	8858.81	47.52	

กราฟแสดงค่าอัตราส่วนปริมาณงานเหล็กเสริมและปริมาณงานคอนกรีต ของฐานราก โดยนำข้อมูลจากตารางที่ 4.5 ข้อมูลปริมาณงานเหล็กเสริมและปริมาณงานคอนกรีตของฐานราก มาสร้างตารางลงในโปรแกรม Microsoft Excel 2010 โดยการกำหนดตัวแปร X เป็นปริมาณงานคอนกรีต และตัวแปร Y เป็นปริมาณงานเหล็กเสริมของฐานราก จากรูปที่4.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณงานเหล็กเสริมและปริมาณงานคอนกรีตของฐานราก จะได้สมการถดถอย มีความชันเท่ากับ 227.38 และตัดแกน y ที่ y = 0 ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) เท่ากับ 0.779

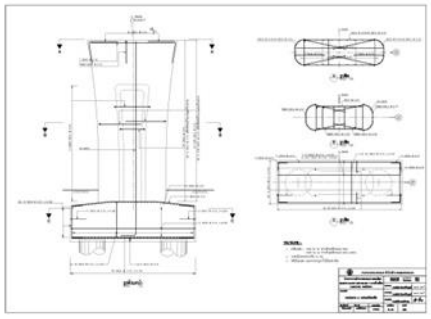


รูปที่ 4.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณงานเหล็กเสริมและคอนกรีตของฐานราก

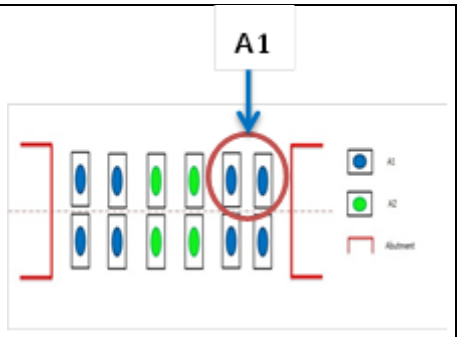
จากกราฟ สมการที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร (X) และตัวแปร (Y) ซึ่งเป็นสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณงานเหล็กเสริมและปริมาณงานคอนกรีต ดังสมการที่ 5

$$Y = 227.38X \quad (5)$$

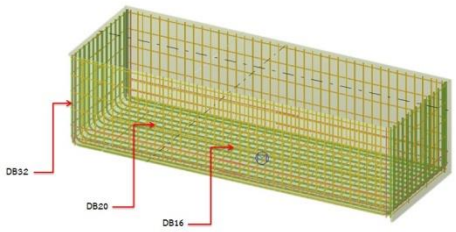
R^2 เป็นค่าสัมประสิทธิ์ของการเชื่อถือได้มีค่าเท่ากับ 0.779 หรือเท่ากับ 77.90% ซึ่งหมายความว่า ปริมาณงานเหล็กเสริมฐานราก (Y) ขึ้นอยู่กับปริมาณงานคอนกรีตฐานราก (X) ประมาณ 77.90% ส่วนอีก 22.10% จะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบอื่นๆ จากสมการที่ 5 สามารถพยากรณ์ค่าของปริมาณงานเหล็กเสริมของฐานรากสะพานข้ามทางรถไฟได้ถูกต้อง



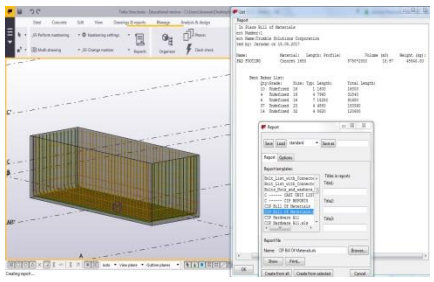
ก.) แบบรายละเอียดฐานรากชนิด A1



ข.) แผนผังตำแหน่งฐานรากชนิด A1



ค.) แสดงขนาดของฐานรากชนิด P1



ง.) การถอดปริมาณงานของฐานราก

รูปที่ 4.7 ภาพแสดงขั้นตอนปริมาณงานเหล็กเสริมและคอนกรีตฐานรากใช้คำสั่ง Report

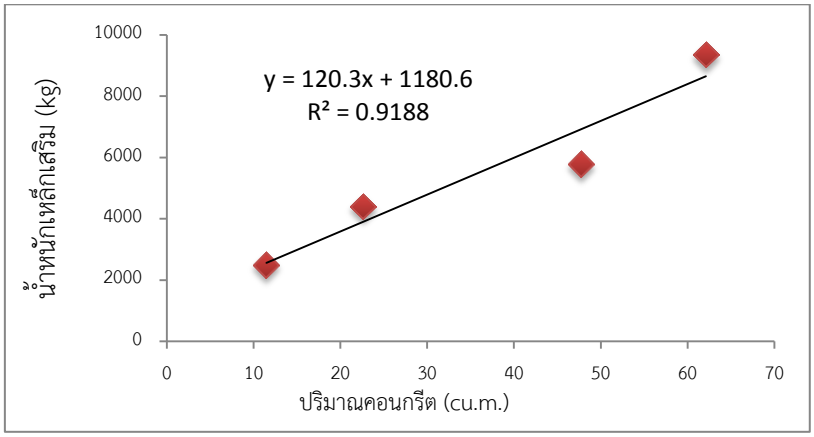
4.5.2 การวิเคราะห์ปริมาณงานเหล็กเสริมและปริมาณงานคอนกรีตของเสาตอม่อ

การวิเคราะห์ปริมาณงานเหล็กเสริมและปริมาณงานคอนกรีตของเสาตอม่อ ได้แสดงที่มาของตัวเลขการถอดปริมาณงานเหล็กเสริมและปริมาณงานคอนกรีตของเสาตอม่อ เป็นภาพแสดงขั้นตอนการถอดปริมาณงานทั้งสองจากแบบก่อสร้าง ดังรูปที่ 4.8 ภาพแสดงขั้นตอนการถอดปริมาณงานเหล็กเสริมและปริมาณงานคอนกรีตของเสาตอม่อ โดยใช้คำสั่ง Report

ตารางที่ 4.10 ข้อมูลปริมาณงานเหล็กเสริมและปริมาณงานคอนกรีตของเสาตอม่อ

ลำดับที่ (1)	ชนิดฐาน (2)	ตำแหน่งฐาน (3)	น้ำหนักเหล็กเสริม (กิโลกรัม) (4)	ปริมาตรคอนกรีต (ลูกบาศก์เมตร) (5)	หมายเหตุ (6)
1	Abutment	F1 ด้าน RT	2493.85	11.455	
2	A1	F2 ด้าน RT	4401.02	22.63	
3	A1	F3 ด้าน RT	5784.47	47.74	
4	A2	F4 ด้าน RT	9359.72	61.99	

กราฟแสดงค่าอัตราส่วนปริมาณงานเหล็กเสริมและปริมาณงานคอนกรีตของเสาตอม่อโดยนำข้อมูลจากตารางที่ 4.6 ข้อมูลปริมาณงานเหล็กเสริมและปริมาณงานคอนกรีตของเสาตอม่อ มาสร้างตารางลงในโปรแกรม Microsoft Excel 2010 โดยการกำหนดตัวแปร X เป็นปริมาณงานคอนกรีต และตัวแปร Y เป็นปริมาณงานเหล็กเสริมของเสาตอม่อ จากรูปที่ 4.10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณงานเหล็กเสริมและปริมาณงานคอนกรีตของเสาตอม่อ จะได้สมการถดถอย มีความชัน = 135.52 และตัดแกน y ที่ y =0 ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ = 0.9188

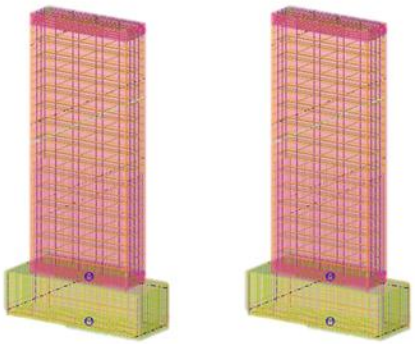


รูปที่ 4.8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณงานเหล็กเสริมและคอนกรีตของเสาตอม่อ

จากกราฟ สมการที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร (X) และตัวแปร (Y) ซึ่งเป็นสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณงานเหล็กเสริมและปริมาณงานคอนกรีต ดังสมการที่ 6

$$Y = 135.52X \quad (6)$$

R^2 เป็นค่าสัมประสิทธิ์ของการเชื่อถือได้มีค่าเท่ากับ 0.9188 หรือเท่ากับ 91.88% ซึ่งหมายความว่า ปริมาณงานเหล็กเสริมเสาตอม่อ(Y) ขึ้นอยู่กับปริมาณงานคอนกรีตเสาตอม่อ(X) ประมาณ 91.88% ส่วนอีก 8.12% จะขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นๆ จากสมการที่ 2 สามารถพยากรณ์ค่าของปริมาณงานเหล็กเสริมของเสาตอม่อสะพานข้ามคลอง 20 กม.ที่ 25+950 ได้ถูกต้อง



รูปที่ 4.9 แสดงปริมาณงานเหล็กเสริมและปริมาณงานคอนกรีตเสาตอม่อชนิด A1

4.6 การเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนระหว่างการใช้โปรแกรมเทคล้ากับการคำนวณมือ

จากการศึกษาการใช้โปรแกรมเทคล้าและการคำนวณมือจึงทำให้ดำเนินการเปรียบเทียบปริมาณงานโครงสร้างสะพาน โดยใช้ค่าสัมบูรณ์ของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน (APE) เพื่อนำข้อมูลมาเปรียบเทียบกันหาเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนระหว่างการใช้โปรแกรมในการถอดปริมาณงานและการคำนวณมือ ดังนี้

4.6.1 การเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณคอนกรีตของฐานราก

จากการศึกษาได้นำปริมาณที่ได้จากการใช้โปรแกรมเทคล้าด้วยคำสั่ง Report และการคำนวณมือ จึงได้เปรียบเทียบเพื่อหาค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนได้ค่าความคลาดเคลื่อนของคอนกรีตฐานราก ดังตารางที่ 4.11 ตารางเปรียบเทียบปริมาณงานคอนกรีตฐานราก

ตารางที่ 4.11 ตารางเปรียบเทียบปริมาณงานคอนกรีตฐานราก

ลำดับ (1)	ชนิดฐาน (2)	ตำแหน่งฐาน (3)	ปริมาณคอนกรีต (ลูกบาศก์เมตร)		APE (%) (6)
			การคำนวณมือ (4)	โปรแกรมเทคล้า (5)	
1	Abutment	F1 ด้าน LT,RT	33.92	33.75	0.50
2	A1	F2 ด้าน LT,RT	21.28	19.98	6.11
3	A1	F3 ด้าน LT,RT	21.28	19.98	6.11
4	A2	F4 ด้าน LT,RT	57.60	47.52	17.50
5	A2	F5 ด้าน LT,RT	57.60	47.52	17.50
6	A1	F6 ด้าน LT,RT	21.28	19.98	6.11
7	A1	F7 ด้าน LT,RT	21.28	19.98	6.11
8	Abutment	F8 ด้าน LT,RT	33.92	33.75	0.50

จากตารางที่ 4.11 การเปรียบเทียบปริมาณงานคอนกรีตฐานราก ช่องที่ 1 ระบุลำดับของฐานราก ช่องที่ 2 ระบุชนิดของฐานราก ซึ่งฐานรากมีอยู่ 3 ชนิด ช่องที่ 4 ระบุปริมาณจากกาคำนวณมือ ช่อที่ 5 ระบุปริมาณจากการใช้โปรแกรมเทคล้า โดยใช้คำสั่ง Report มีค่าความคลาดเคลื่อนดังนี้ Abutment F1,F8 มีค่าความคลาดเคลื่อน 0.50% ฐานราก A1 F2,F3,F6,F7 มีค่าความคลาดเคลื่อน 6.11% และฐานรากชนิด A2 F4,F5 มีค่าความคลาดเคลื่อน 17.50% จากนั้นนำข้อมูลค่าความคลาดเคลื่อนมาบันทึกลงช่องที่ 6

4.6.2 การเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณคอนกรีตของเสาตอม่อ

จากการศึกษาได้นำปริมาณที่ได้จากการใช้โปรแกรมเทคล้าด้วยคำสั่ง Report และการคำนวณมือ จึงได้เปรียบเทียบเพื่อหาค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนได้ค่าความคลาดเคลื่อนของคอนกรีตเสาตอม่อ ดังตารางที่ 4.12 ตารางเปรียบเทียบปริมาณงานคอนกรีตเสาตอม่อ

ตารางที่ 4.12 ตารางเปรียบเทียบปริมาณงานคอนกรีตเสาตอม่อ

ลำดับ (1)	ชนิดเสา (2)	ตำแหน่งเสา (3)	ปริมาณคอนกรีต (ลูกบาศก์เมตร)		APE (%) (6)
			การคำนวณมือ (4)	โปรแกรมเทคล้า (5)	
1	Abutment	P1 ด้าน LT,RT	31.25	18.76	39.97
2	A1	P2 ด้าน LT,RT	19.68	22.63	14.99
3	A1	P3 ด้าน LT,RT	47.23	47.74	1.08

ตารางที่ 4.12 ตารางเปรียบเทียบปริมาณงานคอนกรีตเสาตอม่อ (ต่อ)

ลำดับ (1)	ชนิดเสา (2)	ตำแหน่งเสา (3)	ปริมาณคอนกรีต (ลูกบาศก์เมตร)		APE (%) (6)
			การคำนวณมือ (4)	โปรแกรมเทคล้า (5)	
4	A2	P4 ด้าน LT,RT	62.12	61.99	0.21
5	A2	P5 ด้าน LT,RT	61.12	61.99	0.21
6	A1	P6 ด้าน LT,RT	47.23	47.74	1.08
7	A1	P7 ด้าน LT,RT	19.68	22.63	14.99
8	Abutment	P8 ด้าน LT,RT	31.25	18.76	39.97

จากตารางที่ 4.12 การเปรียบเทียบปริมาณงานคอนกรีตเสาตอม่อ ช่องที่ 1 ระบุลำดับของเสาตอม่อ ช่องที่ 2 ระบุชนิดของเสาตอม่อ ช่องที่ 4 ระบุปริมาณจากกาคำนวณมือ ช่อที่ 5 ระบุปริมาณจากการใช้โปรแกรมเทคล้า โดยใช้คำสั่ง Report มีค่าความคลาดเคลื่อนของเสาตอม่อ ดังนี้ Abutment P1,P8 มีค่าความคลาดเคลื่อน 39.97% เสาตอม่อ A1 P2,P7 มีค่าความคลาดเคลื่อน 14.99% เสาตอม่อ A1 P3,P6 มีค่าความคลาดเคลื่อน 1.08% และฐานรากชนิด A2 P4,P5 มีค่าความคลาดเคลื่อน 0.21% นำข้อมูลค่าความคลาดเคลื่อนมาบันทึกลงช่องที่ 6

4.6.3 การเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณเหล็กเสริมของฐานราก

จากการศึกษาได้นำปริมาณที่ได้จากการใช้โปรแกรมเทคล้าด้วยคำสั่ง Report และการคำนวณมือ จึงได้เปรียบเทียบเพื่อหาค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนได้ค่าความคลาดเคลื่อนของเหล็กเสริมฐานราก ดังตารางที่ 4.13 ตารางเปรียบเทียบปริมาณงานเหล็กเสริมฐานราก

ตารางที่ 4.13 ตารางเปรียบเทียบปริมาณงานเหล็กเสริมฐานราก

ลำดับ (1)	ขนาดเหล็กเสริม (2)	ปริมาณเหล็กเสริม (กิโลกรัม)		APE (%) (5)
		การคำนวณมือ (3)	โปรแกรมเทคล้า (4)	
1	DB12	13,400.69	14,600.80	8.96
2	DB16	22,216.46	26,191.52	17.89
3	DB20	126,563.78	118,772.80	6.16
4	DB32	65,142.53	66,914.40	2.72

จากตารางที่ 4.13 การเปรียบเทียบปริมาณงานเหล็กเสริมฐานราก ช่องที่ 1 ระบุลำดับของฐานราก ช่องที่ 2 ระบุขนาดของเหล็กเสริม ช่องที่ 3 ระบุปริมาณจากการคำนวณมือ ช่องที่ 5

ระบุปริมาณจากการใช้โปรแกรมเทคล้า โดยใช้คำสั่ง มีค่าความคลาดเคลื่อนดังนี้ ขนาดเหล็กเสริม DB12 = 8.96% , DB16 = 17.89% , DB20 = 6.16% และ DB32 = 2.72% จากนั้นนำข้อมูลบันทึกลงในช่องที่ 5

4.6.4 การเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณเหล็กเสริมของเสาตอม่อ

จากการศึกษาได้นำปริมาณที่ได้จากการใช้โปรแกรมเทคล้าด้วยคำสั่ง Report และการคำนวณมือ จึงได้เปรียบเทียบเพื่อหาค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนได้ค่าความคลาดเคลื่อนของเหล็กเสริมเสาตอม่อ ดังตารางที่ 4.14 ตารางเปรียบเทียบปริมาณงานเหล็กเสริมเสาตอม่อ

ตารางที่ 4.14 ตารางเปรียบเทียบปริมาณงานเหล็กเสริมเสาตอม่อ

ลำดับ (1)	ขนาดเหล็กเสริม (2)	ปริมาณเหล็กเสริม (กิโลกรัม)		APE (%) (5)
		การคำนวณมือ (3)	โปรแกรมเทคล้า (4)	
1	DB12	1,309.22	1,155.67	11.73
2	DB16	39,097.79	42,189.12	7.91
3	DB20	13,910.29	12,492.80	10.19
4	DB25	55,978.32	57,236.21	2.25
5	DB32	27,647.31	25,548.25	7.59

จากตารางที่ 4.14 การเปรียบเทียบปริมาณงานเหล็กเสริมเสาตอม่อ ช่องที่ 1 ระบุลำดับของตอม่อ ช่องที่ 2 ระบุขนาดของเหล็กเสริม ช่องที่ 3 ระบุปริมาณจากการคำนวณมือ ช่องที่ 5 ระบุปริมาณจากการใช้โปรแกรมเทคล้า โดยใช้คำสั่ง มีค่าความคลาดเคลื่อนดังนี้ ขนาดเหล็กเสริม DB12 = 11.73% , DB16 = 7.91% , DB20 = 10.19% , DB25 = 2.25% และDB32 = 7.59% จากนั้นนำข้อมูลบันทึกลงในช่องที่ 5

4.7 สรุปผลการวิเคราะห์

4.7.1 ตามเนื้อหาและวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้ข้างต้น ได้สรุปเป็นข้อมูลจากการถอดปริมาณงานเหล็กเสริมและการถอดปริมาณงานคอนกรีตของโครงสร้างฐานรากและเสาตอม่อสะพานข้ามคลอง 20 กม.ที่ 25+950 โดยมีการนำข้อมูลต่างๆที่ได้จากการถอดปริมาณงานมาหาค่าอัตราส่วนระหว่างปริมาณงานเหล็กเสริมกับปริมาณงานคอนกรีต แล้วนำมาสร้างกราฟเพื่อแสดงข้อมูลปริมาณงานเหล็กเสริมและปริมาณงานคอนกรีตของของโครงสร้างฐานรากและเสาตอม่อสะพาน

4.7.2 ศึกษาแบบก่อสร้างโครงสร้างสะพานข้ามคลอง 20 และศึกษาวิธีการเขียนโมเดลสามมิติจากโปรแกรมเทคล้า เพื่อเก็บข้อมูลปริมาณงานเหล็กเสริมและปริมาณงานคอนกรีต

4.7.3 ข้อมูลการถอดปริมาณงานเหล็กเสริมและคอนกรีตของโครงสร้างฐานรากและเสาตอม่อสะพานข้ามคลอง 20 กม.ที่ 25+950 สามารถนำเสนอต่อหน่วยงานเพื่อเป็นแนวทางในการถอดปริมาณงานก่อสร้างสะพานได้อย่างรวดเร็ว

4.7.4 ทำการถอดปริมาณงานเหล็กเสริมและคอนกรีตของโครงสร้างฐานรากและเสาตอม่อของโครงสร้างสะพานคลอง 20 กม.ที่ 25+950 ด้วยการคำนวณมือเพื่อนำข้อมูลมาเปรียบเทียบหาค่าความคาดเคลื่อนระหว่างการใช้โปรแกรมเทคล้าและการคำนวณมือ