บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

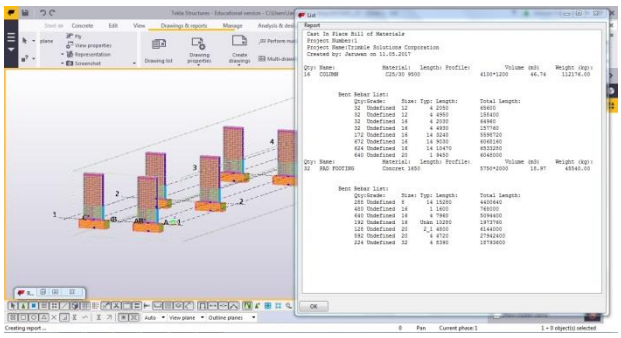
การศึกษาจากการนำสมการถดถอยเข้ามาพยากรณ์หาค่าอัตราส่วนระหว่างปริมาณงานคอนกรีตและปริมาณงานเหล็กเสริมและใช้สัมประสิทธิ์ในการตัดสินใจเข้ามาช่วยในการตัดสินใจในการพยากรณ์หาค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลปริมาณงานคอนกรีตและปริมาณงานเหล็กเสริมที่ได้จากการเขียนรูปสามมิติจากโปรแกรมเทคล้า

2.1 ทฤษฎีความรู้เกี่ยวกับการเขียนแบบโดยใช้เทคล้า (Tekla Structures)

Tekla Structures เป็นโปรแกรมที่เหมาะสำหรับวิศวกรโครงสร้าง (Structures Engineer) พนักงานเขียนแบบ (Detailers) โดยโปรแกรมจะเป็นการทำงานร่วมกันโดยแบบที่ใช้ในการแก้ไขปัญหาด้านโปรแกรมสามมิติ การจัดการข้อมูลวัสดุได้หลายชนิด เช่น เหล็ก คอนกรีต ไม้ เป็นต้น Tekla Structures มีการสร้างแบบจำลองโดยการนำมาวิเคราะห์โครงสร้างและการออกแบบและทำการสร้างโมเดลโดยอัตโนมัติ จะสามารถสร้างแบบได้โดยอัตโนมัติโดยโหมด Drawing และสามารถสร้างรายงานโดยคำสั่ง Report จากรูปสามมิติที่เราได้ทำการสร้าง และการเขียนแบบสามมิติสามารถทำให้สามารถพูดคุยและมองภาพแบบที่จะใช้ในการก่อสร้างง่ายขึ้น จึงทำให้ในการทำงานมีความสะดวกและรวดเร็ว [3]

การสร้างแบบ (Drawing) และการสร้างรายงาน (Report) สามารถตอบสนองต่อความต้องการในการปรับเปลี่ยนแก้ไขแบบจำลองโมเดลได้ง่ายต่อการทำงานเมื่อมีการแก้ไขแบบก่อสร้าง รวมถึงความหลากหลายในแบบมาตรฐาน Standard drawing และการรายงานแบบมาตรฐาน Report Templates นอกจากนั้นเรายังสร้างแบบจำลองโมเดลของตัวเองขึ้นมาได้โดยที่เราจะใช้ตัว Templates Editor และยังสามารถรองรับสำหรับผู้ที่ใช้งานในโครงการเดียวกันได้อีก ในการใช้งานของโปรแกรมนี้สามารถใช้งานได้อย่างสะดวกถึงแม้ว่าจะอยู่สถานที่ที่แตกต่างกัน เพราะข้อมูลจะมีการ Up-date อยู่ตลอดเวลาจึงมีความง่ายต่อการทำงาน [3]

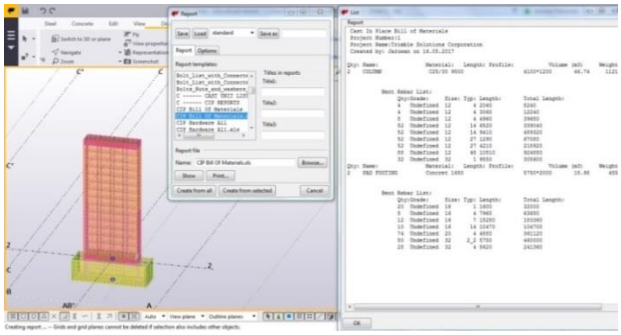
จากการที่ได้ลองใช้โปรแกรม Tekla Structures นั้นตัวโปรแกรมจะเป็นการสร้างชิ้นงานแบบสำเร็จรูปเพื่อง่ายต่อการทำงานและรวดเร็วในการขึ้นโมเดลสามมิติ โดยที่ผู้ที่ใช้งานนั้นสามารถปรับเปลี่ยนขนาดเพื่อให้สอดคล้องกับแบบก่อสร้างจริง ในการใช้โปรแกรมเทคล้านั้นเป็นโปรแกรมที่สามรถถอดปริมาณวัสดุได้เลยโดยที่เราจะใช้คำสั่ง Report จากการที่อ่านข้อมูลนั้นทำให้ทราบถึงการทำงานที่ง่ายและเป็นประโยชน์กับผู้ควบคุมงานโครงสร้าง, พนักงานเขียนแบบ และผู้ประมาณราคา ดังรูปภาพที่ 2.1 แสดงการสร้างโมเดลสามมิติโดยใช้โปรแกรมเทคล้าและการสร้างรายงาน (Report)



รูปที่ 2.1 แสดงการสร้างโมเดลสามมิติโดยใช้โปรแกรมเทคล้าและการสร้างรายงาน (Report)

2.1.1 การถอดปริมาณงานก่อสร้างโดยการใช้คำสั่ง Report

คำสั่ง Report เป็นคำสั่งที่มาจากตัวโปรแกรมโดยมีหลักการทำงานที่ไม่มีความซับซ้อนมาก นั้นโดยที่คำสั่ง Report นั้นสามารถเลือกการรายงานข้อมูลได้ในหลายรูปแบบ เช่น เอ็กเซล์ (Excel) เป็นต้น โดยคำสั่งนี้จะแบ่งชนิดและขนาดของเหล็กเสริมและคอนกรีตมาให้เพื่อสะดวก รวดเร็วในการทำงาน ดังรูปที่ 2.2 แสดงการถอดปริมาณงานก่อสร้างโดยคำสั่ง Report



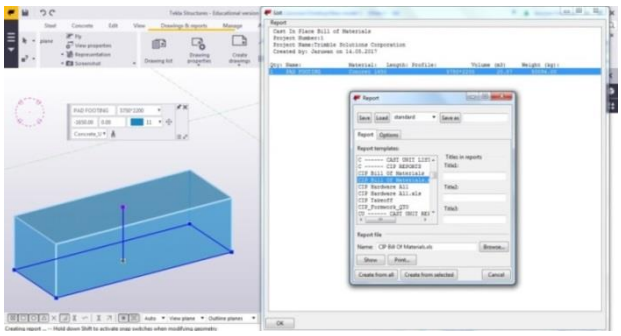
รูปที่ 2.2 แสดงการถอดปริมาณงานก่อสร้างโดยคำสั่ง Report

2.2 หลักเกณฑ์การวัดปริมาณงานก่อสร้าง

โดยหลักเกณฑ์ในการวัดปริมาณงานโดยทั่วไป ต้องเป็นไปตามมาตรฐานการวัดและคำนวณปริมารงานในการก่อสร้าง เพื่อให้เป็นมาตรฐานดียวกันในการคิดปริมาณงาน เพื่อความสะดวกและง่ายต่อการทำงาน

2.2.1 งานคอนกรีตโครงสร้าง มีหลักเกณฑ์ในการคำนวณปริมาณงานที่เป็นมาตรฐานและวิธีการคำนวณที่แบบเดียวกัน ดังนี้

- การคำนวณงานคอนกรีตจะมีการคำนวณที่ใช้สูตรเดียวกัน โดยที่ขนาดจะขึ้นอยู่กับแบบก่อสร้างที่ใช้ในการคำนวณ สูตรที่ใช้ในการคำนวณจะใช้ ความกว้างคูณด้วยความยาวและคูณด้วยความหนาของฐานราก จะมีหน่วยเป็น ลูกบาศก์เมตร (ม^3) ดังรูปที่2.3 แสดงการถอดปริมาณคอนกรีต



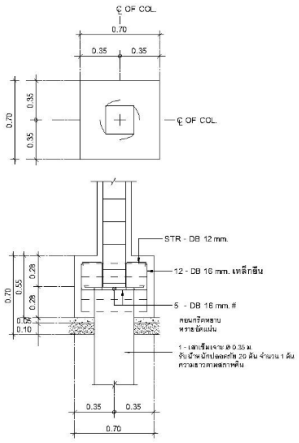
รูปที่ 2.3 แสดงการถอดปริมาณคอนกรีต

2.2.2 งานเหล็กเสริมคอนกรีต มีหลักเกณฑ์การคิดคำนวณปริมาณงาน ดังนี้

งานเหล็กเสริมคอนกรีต การคำนวณหาปริมาณเหล็กเสริมคอนกรีต ให้คำนวณตามที่กำหนดในแบบแปลนตามชนิดและความยาวของเหล็กเสริม โดยคิดตามความกว้างหรือความยาวของโครงสร้างนั้นๆ ในแนวเส้นตรง โดยไม่ต้องหักผิวคอนกรีตที่หุ้ม และไม่ต้องเผื่อความยาวในการทาบต่อ งอปลาย หรือดัดคอม้า [4]

- งานเหล็กเสริมฐานราก ให้คำนวณเหล็กเสริมหลัก 1 เส้น = (b + 2t) และ (a + 2t) ความยาวรวมต้องคูณด้วยจำนวนเส้นตามแบบและความยาวเหล็กรัดรอบ = (a + b) x 2

ดังรูปที่ 2.4 ระยะในการคิดเหล็กฐานราก



รูปที่ 2.4 ระยะในการคิดเหล็กฐานราก [4]

- งานเหล็กเสริมเสาตอม่อ

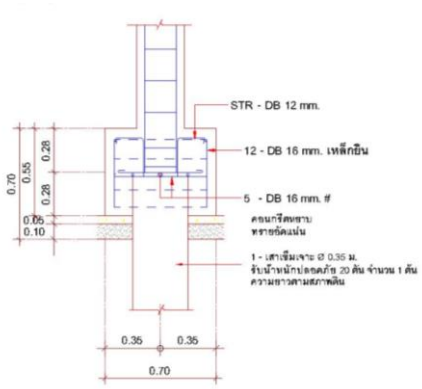
ให้คำนวณเหล็กเสริม 1 เส้น = ระยะงอฉาก + ความสูง

= (g + h) มีหน่วยเป็น เมตร (1)

ความยาวเหล็กปลอก = เส้นรอบรูปหน้าตัดเสา x จำนวน

= 2 x (c +d) x (h / s) มีหน่วยเป็น เมตร (2)

สมการที่ 1 และ สมการที่ 2 ดังรูปที่ 2.5 ระยะในการคิดเหล็กเสาตอม่อ



รูปที่ 2.5 ระยะในการคิดเหล็กเสาตอม่อ [4]

ทั้งนี้ เมื่อคำนวณได้ปริมาณเหล็กเสริมทุกขนาดของงานโครงสร้างทั้งหมด (ซึ่งมีความยาวเป็นเมตร) แล้ว ให้เผื่อการทาบต่อ งอปลาย ดัดคอม้า และการเสียเศษ ตามเปอร์เซ็นต์การเผื่อเหล็กแต่ละขนาด จากนั้นให้คำนวณหาน้ำหนักของเหล็กเสริมเป็นกิโลกรัม

2.2.3 องค์ประกอบโครงสร้างสะพาน

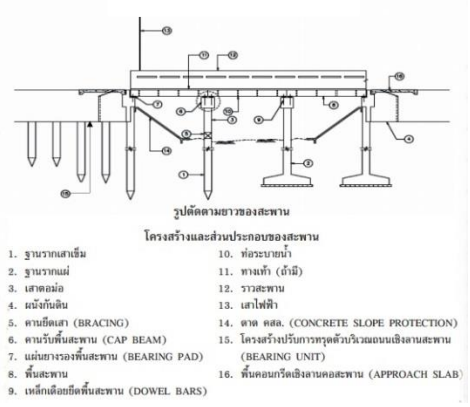
โครงสร้างสะพานแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก ดังนี้

1) โครงสร้างส่วนล่าง (Sub Structure) ได้แก่

- ฐานราก แบบมีเสาเข็มหรือแบบฐานแผ่
- ตอม่อ ประกอบด้วย เสา คานยึดเสา (Bracing Beam) คานรัดหัวเสา หรืออาจเรียกว่าคานรับพื้นสะพาน (Cap Beam) และผนังกันดินสำหรับตอม่อตับริม (Abutment)

2) โครงสร้างส่วนบน (Super Structure) ได้แก่

- พื้นสะพาน (รวมคานคอนกรีตอัดแรง)
- ทางเท้า
- ราวสะพาน
- แท่งรองรับเสาไฟฟ้า ดังรูปที่ 2.6 องค์ประกอบโครงสร้างสะพาน



รูปที่ 2.6 องค์ประกอบโครงสร้างสะพาน [2]

2.3 เกณฑ์การเผื่อและการคำนวณปริมาณวัสดุมวลรวมต่อหน่วย

ในหลักเกณฑ์การคำนวณหาปริมาณงานหรือวัสดุของแต่ละรายการงานก่อสร้างตามหลักเกณฑ์ที่กำหนดในส่วนของมาตรฐานการวัสดุและคำนวณปริมาณงานและในส่วนของหลักเกณฑ์การคำนวณปริมาณงานงานก่อสร้างแล้ว ในรายการงานก่อสร้างจำเป็นต้องคิดคำนวณเผื่อปริมาณงานและวัสดุด้วย ทั้งนี้เพื่อให้สอดคล้องกับการคำนวณการก่อสร้างที่เป็นจริงนอกจากนี้ในการคำนวณปริมาณงาน หรือคิดคำนวณเผื่อปริมาณงานหรือวัสดุของบางรายการงานก่อสร้าง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนของงานโครงสร้างวิศวกรรม ก็ยังมีความจำเป็นต้องคำนวณในลักษณะของปริมาณวัสดุมวลรวมต่อหน่วยด้วย [5]

2.3.1 เกณฑ์การเผื่อของเหล็กเสริม

การเผื่อของเหล็กเสริม เนื่องจากการใช้เหล็กเสริมแต่ละขนาดทั้งเหล็กเสริมกลมผิงเรียบและเหล็กเสริมกลมผิวข้ออ้อย ต้องมีการทาบต่อ ตัดคอม้า และเสียเศษใช้งานไม่ได้ จำกำหนดให้คิดคำนวณเผื่อปริมาณตามเกณฑ์ ดังตารางที่ 2.1 แสดงขนาดเหล็กเสริมเส้นกลมผิวเรียบ (RB) และเกณฑ์การเผื่อของเหล็กเสริม

ตารางที่ 2.1 แสดงขนาดเหล็กเสริมเส้นกลมผิวเรียบ (RB) เกณฑ์การเผื่อของเหล็กเสริม

ขนาดเหล็กเสริมเส้นกลมผิวเรียบ RB (มิลลิเมตร)	เกณฑ์การเผื่อของเหล็กเสริม (%)
6	5
9	7
12	9
15	11
19	13
25	15
28	15
32	15

เกณฑ์การเผื่อของเหล็กเสริม เนื่องจากการใช้เหล็กเสริมแต่ละขนาดทั้งเหล็กเสริมกลมผิงเรียบและเหล็กเสริมกลมผิวข้ออ้อย ต้องมีการทาบต่อ ตัดคอม้า และเสียเศษใช้งานไม่ได้ จำกำหนดให้คิดคำนวณเผื่อปริมาณตามเกณฑ์ ดังตารางที่ 2.2 แสดงขนาดเหล็กเสริมเส้นกลมผิวเรียบ (RB) และเกณฑ์การเผื่อของเหล็กเสริม ดังตารางที่ 2.2 แสดงขนาดเหล็กเสริมเส้นกลมผิวข้ออ้อย (DB) เกณฑ์การเผื่อของเหล็กเสริม

ตารางที่ 2.2 แสดงขนาดเหล็กเสริมเส้นกลมผิวข้ออ้อย (DB) เกณฑ์การเผื่อของเหล็กเสริม

ขนาดเหล็กเสริมเส้นกลมผิวข้ออ้อย DB (มิลลิเมตร)	เกณฑ์การเผื่อของเหล็กเสริม (%)
10	7
12	9
16	11
20	13
22	15
25	15
28	15
32	15

2.4.2 เกณฑ์การเผื่อในปริมาณวัสดุมวลรวมต่อหน่วย

คอนกรีตมาตรฐานกรมโยธาธิการ

- คอนกรีต ค.1 (STRENGTH 180 กก./ตร.ซม.)

ปูนซีเมนต์	284	เผื่อ	7%	รวมเป็น 304	กก.
ทรายหยาบ	0.38	เผื่อ	13%	รวมเป็น 0.43	ลบ.ม.
หินเบอร์ 1-2	0.88	เผื่อ	12%	รวมเป็น 0.99	ลบ.ม.
น้ำผสมคอนกรีต	180	เผื่อ	-/%	รวมเป็น 180	ลิตร

- คอนกรีต ค.2 (STRENGTH 240 กก./ตร.ซม.)

ปูนซีเมนต์	314	เผื่อ	7%	รวมเป็น 336	กก.
ทรายหยาบ	0.53	เผื่อ	13%	รวมเป็น 0.60	ลบ.ม.
หินเบอร์ 1-2	0.97	เผื่อ	12%	รวมเป็น 1.09	ลบ.ม.
น้ำผสมคอนกรีต	180	เผื่อ	-/%	รวมเป็น 180	ลิตร

- คอนกรีต ค.3 (STRENGTH 300 กก./ตร.ซม.)

ปูนซีเมนต์	343	เผื่อ	7%	รวมเป็น 367	กก.
ทรายหยาบ	0.58	เผื่อ	13%	รวมเป็น 0.66	ลบ.ม.
หินเบอร์ 1-2	0.82	เผื่อ	12%	รวมเป็น 1.92	ลบ.ม.
น้ำผสมคอนกรีต	180	เผื่อ	-/%	รวมเป็น 180	ลิตร

- คอนกรีต ค.4 (STRENGTH 350 กก./ตร.ซม.)

ปูนซีเมนต์	392	เผื่อ	7%	รวมเป็น 419	กก.
ทรายหยาบ	0.44	เผื่อ	13%	รวมเป็น 0.50	ลบ.ม.
หินเบอร์ 1-2	0.87	เผื่อ	12%	รวมเป็น 1.97	ลบ.ม.
น้ำผสมคอนกรีต	180	เผื่อ	-/%	รวมเป็น 180	ลิตร

2.4.3 มาตรฐานขนาดและน้ำหนักเหล็กเสริมคอนกรีต

เป็นข้อมูลประกอบในการถอดแบบคำนวณปริมาณงาน ในส่วนของงานโครงสร้างวิศวกรรมและงานสถาปัตยกรรมและในส่วนอื่นๆ ในการคำนวณราคากลางงานก่อสร้าง [5] ดังตารางที่ 2.3 แสดงขนาดเหล็กเส้นกลมผิวเรียบ คุณภาพ SR – 24 และน้ำหนักเหล็กเสริม

ตารางที่ 2.3 แสดงขนาดเหล็กเส้นกลมผิวเรียบ คุณภาพ SR – 24 และน้ำหนักเหล็กเสริม

ขนาดเหล็กเส้นกลมผิวเรียบคุณภาพ SR – 24 (มิลลิเมตร)	น้ำหนักเหล็กเสริม (กิโลกรัมต่อเมตร)
6	0.222
9	0.499
12	0.888
15	1.390
19	2.230
25	3.850
28	4.830

มาตรฐานขนาดและน้ำเหล็กเสริมคอนกรีตเป็นข้อมูลประกอบในการถอดแบบคำนวณปริมาณงาน ในส่วนของงานโครงสร้างวิศวกรรมและงานสถาปัตยกรรมและในส่วนอื่นๆ ในการคำนวณราคากลางงานก่อสร้าง [5] ดังตารางที่ 2.4 แสดงขนาดเหล็กเส้นกลมผิวข้ออ้อย คุณภาพ SR – 30 และ SD – 40 น้ำหนักเหล็กเสริม

ตารางที่ 2.4 แสดงขนาดเหล็กเส้นกลมผิวข้ออ้อย คุณภาพ SD – 30 และ SD – 40น้ำหนักเหล็กเสริม

ขนาดเหล็กเส้นกลมผิวข้ออ้อย คุณภาพ SD – 30 และ SD – 40	น้ำหนักเหล็กเสริม
12	0.888
16	1.580
20	2.470
25	3.850
28	4.830

2.4 สมการถดถอย (Regression Analysis)

การวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis) เป็นวิธีทางสถิติที่ใช้หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระหนึ่งตัวและตัวแปรตามหนึ่งตัวโดยที่ตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกัน เรียกว่า การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple linear Regression Analysis) เพื่อใช้ในการพยากรณ์ค่าของตัวแปรหนึ่งจากตัวแปรที่ทราบค่า ว่ามีความแปรผันในสัดส่วนเท่าใดหรือในระดับใด (ในที่นี้คือตัวแปร X และ Y) โดยมีความสัมพันธ์กันในลักษณะเชิงเส้น (Linear) ตามสมการดังสมการที่ 3 [6] สามารถเขียนเป็นกราฟสมการเส้นตรงได้ ดังรูปที่ 2.7 สมการเส้นตรงของการถดถอย

$$Y = a + bX \quad (3)$$

เมื่อ Y = ตัวแปรตาม (ค่าที่ต้องการอยากรู้ความสัมพันธ์)

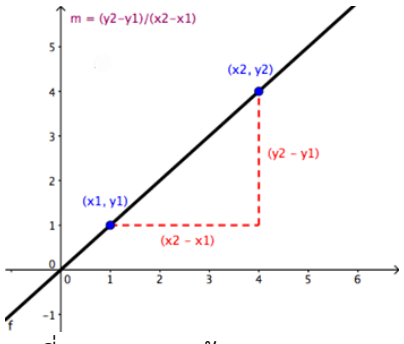
X = ตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น

a = คงคงที่ (Constant) เป็นค่าที่ตัดกับแกน Y

b = ความชัน (Slope) ของเส้นกราฟ

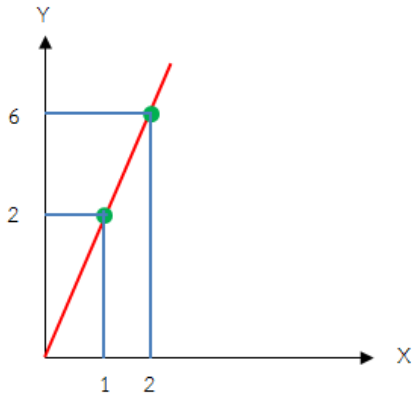
สัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression Coefficient) หรือสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ เป็นค่าของ b ที่เป็นความชันของกราฟเส้นตรง (Slope) ที่เกิดจากสมการเชิงเส้น เมื่อทราบค่าของ b และค่าของ a แล้ว ก็จะสามารถพยากรณ์ค่าของตัวแปร Y ได้ซึ่งสรุปได้ดังนี้ [6]

- เมื่อค่า b มีค่าน้อยกว่า 1 แสดงว่าเส้นกราฟมีความชันน้อยกว่า 45 องศา เมื่อค่าความชันของแกน X มีค่ามากกว่ากว่าแกน Y จึงทำให้ค่าความชัน b มีค่าน้อยกว่า 1 ดังรูปที่ 2.7 สมการเส้นตรงของสมการถดถอย ในกรณีรูปที่ 2.7 สมการเส้นตรงของการถดถอย กำหนดให้ a มีค่า = 0



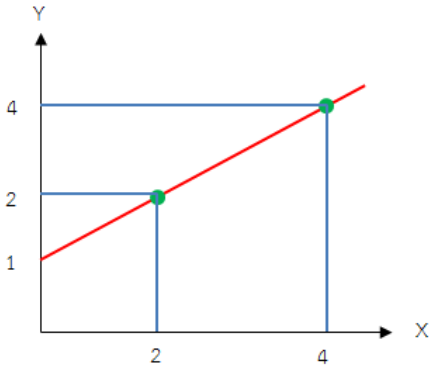
รูปที่ 2.7 สมการเส้นตรงของการถดถอย

- เมื่อค่า b มีค่ามากกว่า 1 แสดงว่าเส้นกราฟมีความชันน้อยกว่า 45 องศา เมื่อค่าความชันของแกน X มีค่าน้อยกว่าแกน Y จึงทำให้ค่าความชัน b มีค่ามากกว่า 1 ดังรูปที่ 2.8 สมการเส้นตรงของสมการถดถอย ในกรณีรูปที่ 2.8 สมการเส้นตรงของการถดถอย กำหนดให้ a มีค่า = 0



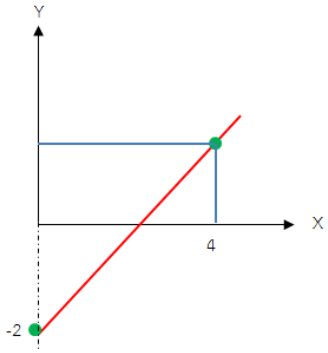
รูปที่ 2.8 สมการเส้นตรงของสมการถดถอย เมื่อ b มีค่ามากกว่า 1

- เมื่อค่า b มีค่าเท่ากับ 1 แสดงว่าเส้นกราฟมีความชันน้อยกว่า 45 องศา เมื่อค่าความชันของแกน X มีค่าน้อยกว่ากว่าแกน Y จึงทำให้ค่าความชัน b มีค่าเท่ากับกว่า 1 ดังรูปที่ 2.9 สมการเส้นตรงของสมการถดถอย ในกรณีรูปที่ 2.9 สมการเส้นตรงของการถดถอย กำหนดให้ a มีค่า = 1



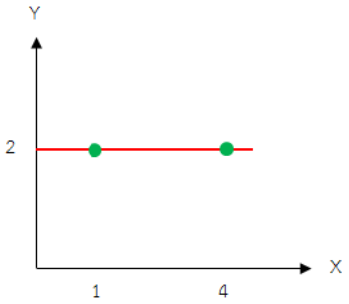
รูปที่ 2.9 สมการเส้นตรงของการถดถอย เมื่อ a มีค่ามากกว่า 1

- เมื่อค่า b มีค่ามากกว่ากับ 1 แสดงว่าเส้นกราฟมีความชันน้อยกว่า 45 องศา เมื่อความชันของแกน X มีค่ามากกว่าแกน Y จึงทำให้ค่าความชัน b มีค่าเท่ากับ -2 ดังรูปที่ 2.10 สมการเส้นตรงของสมการถดถอย ในกรณีรูปที่ 2.10 สมการเส้นตรงของการถดถอย กำหนดให้ a มีค่า = -2



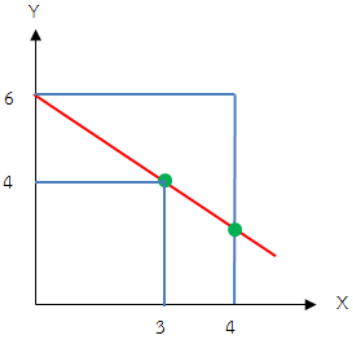
รูปที่ 2.10 สมการเส้นตรงของการถดถอย เมื่อ b มีค่าน้อยกว่า 1

- เมื่อค่า b มีค่าเท่ากับ 0 แสดงว่าเส้นกราฟมีความชันไม่มีความสัมพันธ์ เมื่อค่าความชันของแกน เท่ากันกับค่าคงที่ ดังรูปที่ 2.11 สมการเส้นตรงของสมการถดถอย ในกรณีรูปที่ 2.11 สมการเส้นตรงของการถดถอย กำหนดให้ a มีค่า = 2



รูปที่ 2.11 สมการเส้นตรงของการถดถอย เมื่อ b มีค่าเท่ากับ 0

- เมื่อค่า b มีค่ามากกว่า 1 แสดงว่าเส้นกราฟมีความชันน้อยกว่า 45 องศา เมื่อค่าความชันของแกน Y มีค่ามากกว่าแกน X จึงทำให้ค่าความชัน b มีค่าเท่ากับกว่า 1 ดังรูปที่ 2.12 สมการเส้นตรงของสมการถดถอย ในกรณีรูปที่ 2.12 สมการเส้นตรงของการถดถอย กำหนดให้ a มีค่า = 4



รูปที่ 2.12 สมการเส้นตรงของการถดถอย เมื่อ b มีค่าเท่ากับ 1

2.5 สัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ (Coefficient of Determination)

ในการวิเคราะห์สมการถดถอย เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม สมการถดถอยที่ได้จะสามารถใช้พยากรณ์ค่าของตัวแปรตามได้ดีเพียงใดนั้นย่อมขึ้นอยู่กับอิทธิพลของตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้นว่าจะส่งผลอย่างไรกับตัวแปรตาม หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามเป็นผลมาจากอิทธิพลของตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้นมากน้อยเพียงใด สมการถดถอยที่ได้จะสามารถพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามได้ดีหรือไม่ย่อมขึ้นอยู่กับค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ หรือ Coefficient of Determination ซึ่งเกิดจากค่าสัมประสิทธิ์สหพันธ์ (Correlation Coefficient) ยกกำลังสองใช้ตัวย่อว่า R^2 ดังสมการที่ 4 ต่อไปนี้

$$R^2 = \frac{(\sum XY - N\bar{X}\bar{Y})^2}{(\sum X^2 - N\bar{X^2})(\sum Y^2 - N\bar{Y^2})} \quad (4)$$

เมื่อ R^2 = สัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ มีค่าระหว่าง 0 ถึง 1

N = จำนวนของสมาชิก

สัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ ยิ่งมีค่าใกล้ 1.00 มากเท่าใด แสดงว่าสามารถอธิบายของตัวแปรตามได้ดี เนื่องจากตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้นกับตัวแปรตามมีความสัมพันธ์กันมาก แต่ถ้ามีค่าใกล้ 0 แสดงว่า สมการถดถอยสามารถอธิบายค่าของตัวแปรตามได้ไม่ดี หรือกล่าวโดย สรุปได้ว่า ตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันน้อย [7]

2.6 การวิเคราะห์หาค่าความคลาดเคลื่อน (Absolute Percent Error, APE)

ความถูกต้องและความเชื่อถือของการทดลองพิจารณาได้จากเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนทั้งนี้ปริมาณที่เป็นจริงและถูกต้องไว้เปรียบเทียบด้วยถ้ากหนดให้ Y เป็นค่ามาตรฐานและ Y เป็นค่าปริมาณเดียวกันแต่ได้จากการทดลอง เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนหาได้ตามสมการ ดังนี้

2.6.1 ค่าสัมบูรณ์ของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน (Absolute Percent Error, APE) โดยที่จะนำค่าที่ทำการทดลองจากการใช้โปรแกรมเทคล้ามาลบด้วยการคำนวณมอที่ใส่ในค่ามาตรฐาน เพื่อนำข้อมูลมาเปรียบเทียบในการหาค่าความคลาดเคลื่อนของการใช้โปรแกรม ดังสมการที่ 5

$$APE = \left|\frac{Y - \hat{Y}}{Y}\right| x100 \quad (5)$$

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.7.1 สมชาติ (2541) [8] ได้ศึกษาแนวทางการประมาณราคางานก่อสร้างอาคาร โดยประมาณปริมาณเนื้องานก่อสร้าง โดยทำการศึกษาอาคารบริเวณกรุงเทพมหานครและเขตปริมณฑลโดยแบ่งออกเป็น 6 ประเภทคือ อาคารพักอาศัย อาคารที่จอดรถ อาคารบ้านพักอาศัย อาคารสำนักงานทั่วไป อาคารสูงสำหรับสำนักงาน อาคารสูงสำหรับพักอาศัย โดยวิธีการที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองที่ใช้ในการหาปริมาณเนื้องานมี 3 วิธีคือ วิธีการประมาณค่าเฉลี่ยโดยใช้ค่าเฉลี่ยปริมาณเนื้องานต่อพื้นที่อาคาร วิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนโดยใช้ความสัมพันธ์ของปริมาณเนื้องานกับตัวแปรอิสระ 4 ตัวแปร คือ พื้นที่อาคาร จำนวนชั้น จำนวนชั้นใต้ดินและลักษณะโครงสร้างพื้น ได้แก่ พื้น Post-tension และพื้นสำเร็จรูป และวิธีความสัมพันธ์ของส่วนประกอบ โดยใช้ค่าสัดส่วนของปริมาณเนื้องานของรายการงานต่างๆ จากการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนของแบบจำลอง ที่ใช้ในการปริมาณเนื้องานและราคางานก่อสร้าง พบว่าแบบจำลองโดยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้นมีค่าความคลาดเคลื่อนต่ำกว่าแบบจำลองโดยวิธีอื่น

2.7.2 วรศักดิ์ (2533) [9] ได้สร้างแบบจำลองการประมาณราคางานอาคาร โดยการใช้วิเคราะห์ความถดถอย จากข้อมูลราคากลาง และราคาประมูลของอาคารที่ก่อสร้างในเขตกรุงเทพมหานคร โดยแยกประเภทอาคาร คือ อาคารโรงพยาบาล อาคารเรียน อาคารสำนักงาน คอนโดมิเนียม และแฟลตรวมทั้งหมด 50 โครงการ โดยแบบจำลองการประมาณต้นทุนอาคารนี้ เป็นฟังก์ชั่นตัวแปรยกกำลังประกอบด้วยตัวแปรอิสระ 4 ตัว คือ ความสูงระหว่างชั้นเฉลี่ย จำนวนชั้น เส้นรอบรูปและพื้นที่ใช้งานรวม

2.7.3 ชัชธะชัย (2553) [10] ได้เสนอการประมาณราคาค่าก่อสร้างที่พักอาศัยประเภทคอนโดมิเนียมที่มีความสูงอาคารระหว่าง 40 ถึง 120 เมตร หรือมีช่วงความสูงอาคารระหว่าง 15-40 ชั้นโดยใช้ทฤษฎีเครือข่ายประสาทเทียม โดยใช้ข้อมูลงานก่อสร้างจริง จากบริษัทผู้รับเหมาก่อสร้าง ที่ชนะการประมูลในแต่ละโครงการมาเป็นข้อมูลต้นแบบสำหรับสร้างแบบจำลอง จากการสร้างแบบจำลอง และทดสอบแบบจำลอง พบว่าแบบจำลองที่ใช้ทำนายราคาค่าก่อสร้างได้ดี ประกอบด้วยตัวแปรอิสระ 7 ตัวแปร ได้แก่ ความสูงของอาคารทั้งหมด ความสูงของชั้นที่พักอาศัย จำนวนชั้นที่อยู่เหนือพื้นดิน จำนวนชั้นใต้ดิน จำนวนชั้นจอดรถ พื้นที่ใช้งานรวมของอาคาร และความสูงเฉลี่ยของชั้นจอดรถ และจากผลการทดสอบแบบจำลองพบว่ามีความผิดพลาดอยู่ในช่วง -5.50% ถึง +6.66%

2.8 สรุปท้ายบท

ในบทนี้ผู้ศึกษาได้กล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการหาอัตราส่วนระหว่างปริมาณงานเหล็กเสริมและปริมาณงานคอนกรีตจะประกอบไปด้วย ความรู้เกี่ยวกับการการเขียนแบบสามมิติโดยใช้โปรแกรมเทคล้า หลักเกณฑ์การวัดปริมาณงานก่อสร้าง เกณฑ์การเผื่อและการคำนวณปริมาณวัสดุมวลรวมต่อหน่วยและทฤษฎีสมการถดถอยและสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ เพื่อคำนวณหาค่าอัตราส่วนระหว่างปริมาณงานเหล็กเสริมและปริมาณงานคอนกรีตของโครงการก่อสร้างสะพานข้ามคลอง 20 กม.ที่ 25+950 และในหลักทฤษฎีทั้งหมดจะนำความรู้ที่ได้มาเป็นแนวทางในการทำโครงงานในบทต่อๆไปได้