บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

โดยทั่วไปการสร้างสะพานมักจะมีการแก้ไขและปรับปรุงแบบตามหน้างานจริงเสมอโดยจะอาศัยประสบการณ์ของผู้รับเหมาจึงมีการแก้ไขที่ไม่เป็นขั้นเป็นตอนจึงเกิดปัญหา เช่น การไม่เข้าใจกันระหว่างผู้รับเหมากับคนงานหรือบุคคลที่เกี่ยวข้องทำให้เกิดการผิดพลาดในงานก่อสร้างจึงต้องมีการนำระบบ BIM เข้ามาช่วยในการแก้ไขขั้นตอนการดำเนินงานก่อสร้างและช่วยลดความผิดพลาดที่จะเกิดขึ้น

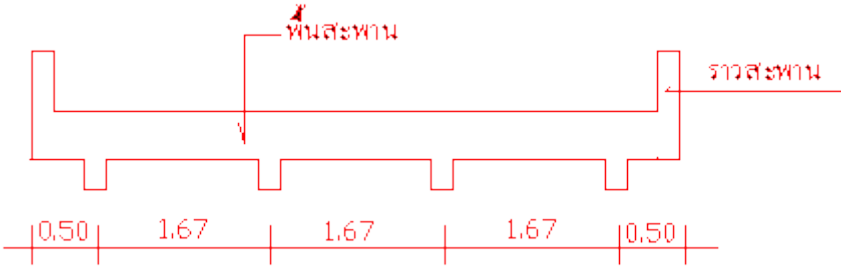
2.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับโครงสร้างสะพานคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อในที่

สะพานชนิดพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อในที่ เช่น พื้นสะพานชนิดแผ่นพื้น (Slab Type) และพื้นสะพานชนิดคาน (Beam Type) เป็นต้น ปกติจะใช้กับพื้นสะพานที่มีช่วงความยาวไม่เกิน 10.00 เมตร องค์ประกอบโครงสร้างสะพานโครงสร้างสะพานแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลักดังนี้คือโครงสร้างส่วนล่าง (Sub Structure) ได้แก่ ฐานรากแบบมีเสาเข็มหรือแบบฐานแผ่ประกอบด้วย เสา คานยึดเสา (Bracing Beam) คานรัดหัวเสา หรืออาจเรียกว่าคานรับพื้นสะพาน (Cap Beam) และผนังกันดินสำหรับตอม่อตับริม (Abutment) และโครงสร้างส่วนบน (Super Structure) ได้แก่ พื้นสะพาน (รวมคานคอนกรีตอัดแรง) ทางเท้า ราวสะพาน แท่งรองรับเสาไฟฟ้า

รูปแบบสะพานสามารถแบ่งออกได้โดยทั่วไปแบ่งได้เป็น 7 ประเภทดังนี้

1. แบบคาน (Beam Bridge)

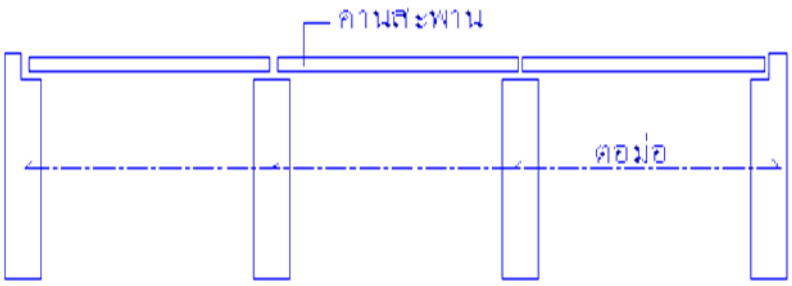
โครงสร้างหลักของสะพานแบบนี้คือ ตัวคาน ซึ่งอาศัยคุณสมบัติการรับแรงดัดของวัสดุเป็นแรงต้านทางในการรับน้ำหนักพื้นสะพานจะถ่ายแรงสู่คานก่อนแล้วจึงถ่ายลงตอม่อดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ตัดสะพานแบบคาน

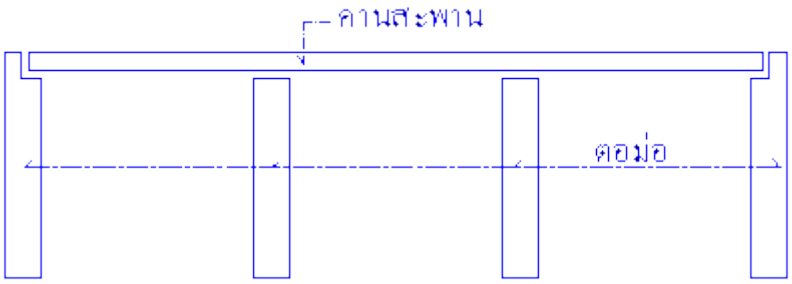
2. สะพานแบบคานนี้อาจแบ่งตามพฤติกรรมของโครงสร้างได้อีกดังนี้

Simple Span ช่วงเดียว หรือหลายช่วงในกรณีสะพานที่เป็น Simple Span หลายช่วง คานรับพื้นสะพานจะแยกขาดออกจากกันและคานในแต่ละช่วงจะไม่ถ่ายหน่วยแรง (Stress) ผ่านกันและกัน ดังรูปที่ 2.2 Simple Span



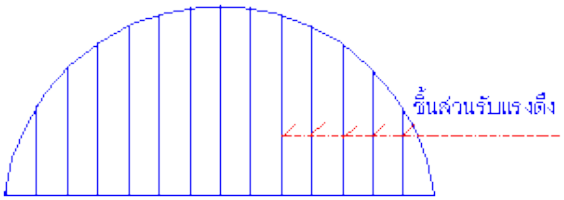
รูปที่ 2.2 Simple Span

3. Continuous Span คานในแต่ละช่วงจะยึดติดกันและถ่ายหน่วยแรง (Stress) ผ่านกันและกัน ดังรูปที่ 2.3



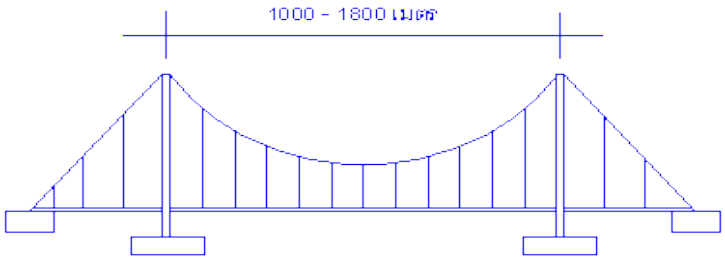
รูปที่ 2.3 Continuous Span

4. แบบโค้ง (Arch Bridge) หลักการกว้างๆ ของสะพานแบบ Arch คือการอาศัยแรงอัด หรือแรงกดของวัสดุเป็นแรงต้านทางในการรับน้ำหนักโดยจะถือเสมือนว่าน้ำหนักพื้นสะพานน้ำหนักรถและน้ำหนักอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องแขวนอยู่กับโครงสร้างส่วนที่โค้งสิ่งสำคัญของการออกแบบโครงสร้างชนิดนี้ต้องมีฐานรองรับที่มั่นคงแข็งแรงไม่เลื่อนไหลไปในทางใดๆ ดังรูปที่ 2.4



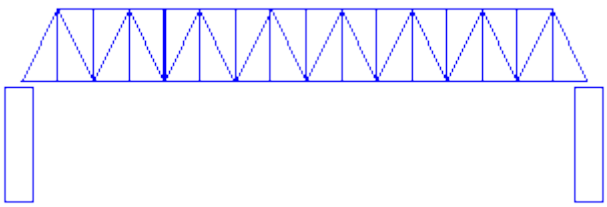
รูปที่ 2.4 Arc bridge

5. แบบแขวน (Suspension Bridge) เป็นสะพานที่ใช้กันมาตั้งแต่โบราณกล่าวกันว่าชาวจีนรู้จักการทำสะพานชนิดนี้มาตั้งแต่สมัยก่อนประวัติศาสตร์โดยใช้เถาวัลย์หรือหนังสัตว์โยงข้ามระหว่างสองฝั่งแม่น้ำ โดยยึดปลายทั้งสองข้างไว้กับเสา หรือต้นไม้สะพานแขวนมีความเหมาะสมที่จะใช้กับสะพานที่มีช่วงความยาวมากเป็นพิเศษและต้องการความสวยงาม ดังรูปที่ 2.5



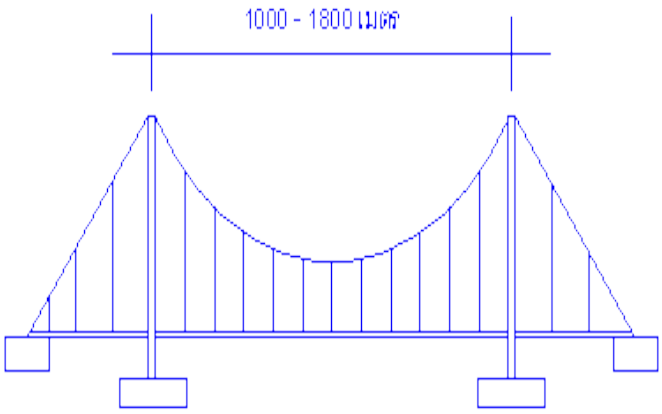
รูปที่ 2.5 Suspension Bridge

6. แบบโครงข้อหมุนหรือโครงถัก (Truss Bridge) โครงสร้าง Truss ประกอบด้วยชิ้นส่วนเป็นจำนวนมากบางชิ้นส่วนจะรับแรงอัดบางชิ้นส่วนจะรับแรงดึงบางชิ้นส่วนอาจจะต้องรับทั้งแรงอัดและแรงดึง วัสดุที่จะนำมาใช้จึงต้องสามารถรับทั้งแรงอัดและแรงดึงได้ดีด้วยเหตุนี้จึงมักไม่ค่อยเห็นแบบ Truss ซึ่งก่อสร้างด้วยคอนกรีตส่วนใหญ่จะเป็นสะพานเหล็ก หรือไม้เท่านั้นปัจจุบันสะพานแบบ Truss มักใช้ในงานก่อสร้างสะพานคนเดินข้ามถนนและสะพานโครงเหล็กสำเร็จรูปในงานก่อสร้างสะพานชั่วคราว ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 Truss Bridge

7. แบบขึง (Cable Stayed Bridge) สะพานขึงเป็นสะพานที่พัฒนาขึ้นโดยอาศัยแรงดึงเป็นแรงต้านทานในการรับน้ำหนักเหมือนสะพานแขวนแตกต่างกันที่สะพานแขวน Main Cable จะถูกขึงโยงตลอดแนวความยาวสะพานและมี Stringers จำนวนมากห้อยจาก Cable มาผูกยึดตัวสะพานไว้ แต่สะพานขึงจะใช้ Cable หลายๆ เส้นขึงจากตอม่อลงมายึดตัวสะพานโดยตรงความแตกต่างอีกประการหนึ่ง คือในสะพานแขวนน้ำหนักที่ถ่ายลงตอม่อจะมาจาก Main Cable เท่านั้น ส่วนสะพานขึงนั้นนอกจากแรงจะมาจาก Cable แล้วจะถ่ายมาจากตัวสะพานโดยตรงด้วย ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 Cable Stayed Bridge

2.2 แนวคิดและทฤษฎีของ (Building Information Modeling : BIM)

BIM คือหลักการที่จะนำมาช่วยให้ข้อมูลของการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเป็นก้อนและถูกต้องตรงกันมากขึ้นของระหว่างวิศวกรและผู้รับเหมาและบุคคลที่เกี่ยวข้องในการทำงานก่อสร้าง BIM ยังสามารถช่วยในการจัดการเอกสารรายงานข้อมูลต่างๆของสะพานและช่วยลดความผิดพลาดในการสื่อสารในการทำงานได้อีกด้วย

คุณสมบัติทั่วไปของโปรแกรมออกแบบอาคารที่ใช้ระบบของ BIM

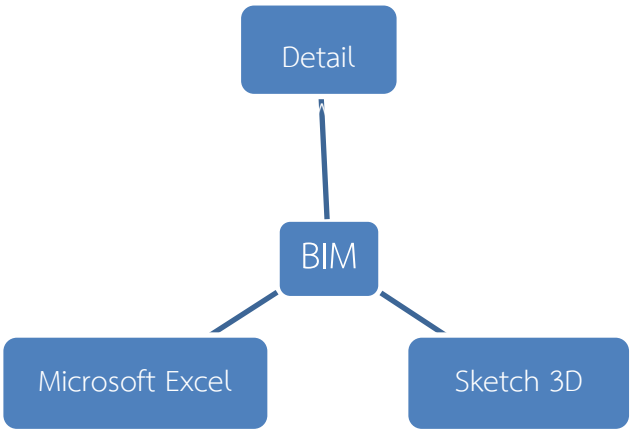
1. มีคำสั่งสร้างโมเดลสะพานเป็นสามมิติ

2. สามารถสร้าง แบบ แปลน รูปด้าน รูปตัดได้ โดยอัตโนมัติ การปรับแก้ไขที่ใดที่หนึ่งในสามมิติจะมีผลต่อแบบทุกหน้าโดยอัตโนมัติผู้ใช้งานไม่ต้องแก้ไขแบบทีละแผ่น

3. สร้างงาน นำเสนอแบบ ภาพเสมือนจริงได้

4. สรุปปริมาณ จำนวน และ พื้นที่ต่างๆของตัวสะพานได้ เช่น พื้นที่ใช้สอย ปริมาตรคาน ฯลฯ ได้ ดังรูปที่ 2.8

รูปแบบการทำงานของระบบ BIM ในการหาปริมาณและราคาคอนกรีต ดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 รูปแบบการทำงาน BIM

2.3 การเขียนแบบสามมิติโดยโปรแกรม Sketch Up

Sketch Up เป็นโปรแกรมออกแบบที่มีความสามารถในการเปลี่ยนภาพวาดโครงร่างให้กลายเป็นภาพงานจำลอง 3 มิติ เป็นโปรแกรมขนาดเล็ก จึงทำให้มีการประมวลผลออกมาอย่างรวดเร็ว

.คุณสมบัติของโปรแกรม Sketch up

1.1 มีเครื่องมือหลายตัวที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการออกแบบให้ง่ายขึ้น

1.2 มีการออกแบบเมนูเครื่องมือในการวาดแบบให้คล้ายกับโปรแกรม Photoshop หรือ Paint ใน Windows เพื่อย่นระยะในการทำความเข้าใจและง่ายในการเรียนรู้

1.3 สามารถหมุนดูวัตถุ 3 มิติ ได้ 360 องศาอีกทั้งสามารถซูมเข้า-ออกได้ตามต้องการ

1.4 สามารถใส่เงาของวัตถุที่ออกแบบได้อย่างอัตโนมัติ

1.5 สามารถย้อนกลับการทำงานได้หลายขั้นตอน (Undo)

1.6 สามารถเลือกสีและปรับแต่งชิ้นงานได้อย่างอิสระดังรูปที่ 2.9

รูปที่ 2.9 ตัวอย่างการสร้างสะพานแบบ 3 มิติ โดยโปรแกรม Sketch Up

2.4 การประมาณราคาและการหาปริมาณคอนกรีต

การประมาณราคามีความหมายในตัวเองอยู่แล้ว คือไม่ใช่ราคาที่แท้จริงหรือถูกต้องตรงกับราคาของค่าก่อสร้างจริงเป็นเพียงราคาโดยประมาณ หรือใกล้เคียงกับความเป็นจริง เพราะเมื่อก่อสร้างเสร็จแล้วก็จะไม่ปรากฏว่าราคาค่าก่อสร้างนั้นตรงกับราคาที่ได้ประมาณการไว้เลยทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเหตุผลหลายประการ คือ ปริมาณวัสดุตามที่ได้ประมาณการไว้โดยที่ได้เผื่อการเสียหายแล้วนั้นไม่ตรงกับที่ใช้ในการก่อสร้างจริงราคาวัสดุตามที่ได้ประมาณการไว้ไม่ตรงกับที่ซื้อมาใช้ในการก่อสร้างจริงค่าแรงงานก่อสร้างตามที่ได้ประมาณการไว้ไม่ตรงกับที่ว่าจ้างก่อสร้างจริงค่าใช้จ่ายต่างๆตามที่ได้ประมาณการไว้ไม่ตรงกับที่ใช้จ่ายในการก่อสร้างจริง ฯลฯ

วัตถุประสงค์และประเภทของการประมาณราคา

วัตถุประสงค์ในการประมาณราคาแบ่งตามการใช้งานของบุคลากรในโครงการได้ดังนี้ คือ เจ้าของโครงการ หรือผู้บริหารโครงการ

วัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการตั้งงบประมาณ วางแผนการลงทุนโครงการ พิจารณผลประโยชน์ของโครงการเพื่อดูความเหมาะสมในการลงทุนคือ ผู้ออกแบบ

วัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการควบคุมงบประมาณโครงการและจัดทำราคากลางเพื่อการประกวดราคาก่อสร้าง คือผู้รับจ้างก่อสร้าง

วัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการประมาณราคาเพื่อนการประกวดราคาก่อสร้าง คือผู้ควบคุมงาน ดังนั้นเพื่อให้ผู้ถอดแบบสามารถคิดปริมาณเนื้องานได้ โดยมาตรฐานใกล้เคียงกัน จึงให้ใช้มาตรฐานการทำงานเดียวกัน ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ปริมาณงานก่อสร้าง (Quantity of Construction)

ลำดับที่	รายการ	หน่วย	วิธีวัด	แนวทางการวัด
1	ขุดดิน	ลบ.ม.	ขนาดฐานราก x ความลึก x 1.3	ว.ส.ท.(2540)
2	วัสดุถม บดอัดทั่วไป	ลบ.ม.	พื้นที่สุทธิตามแบบ x ความหนา	ว.ส.ท.(2540)
3	งานเสาเข็ม			ว.ส.ท.(2540)
	3.1 ตอกเสาเข็ม	ม.	ระบุขนาด	ว.ส.ท.(2540)
		ต้น	ระบุขนาดและความยาว	
	3.2 ตัดเสาเข็ม และย้าย	จำนวน	ระบุขนาด	ว.ส.ท.(2540)
	3.3 ทดสอบเสาเข็ม	จำนวน	ระบุวิธีการและขนาดเสาเข็ม	ว.ส.ท.(2540)
4.	งานเสาเข็ม			ว.ส.ท.(2540)
	4.1คอนกรีตยายทั่ว	ลบ.ม.	พื้นที่จริง x ความลึก	ทั่วไป

	4.2 คอนกรีตหยาบหนา< 0.10	ตร.ม.	พื้นที่สุทธิโดยระบุความหนา	ว.ส.ท.(2540)
	4.3 คอนกรีตโครงสร้าง	ลบ.ม.	ปริมาณสุทธิตามแบบโดยไม่หักปริมาณเหล็กเสริมหรือวัสดุที่ฝังในคอนกรีต	ว.ส.ท.(2540)
	4.4 ไม้แบบคอนกรีต	ตร.ม.	พื้นที่สัมผัสคอนกรีตกับไม้แบบสุทธิ	ว.ส.ท.(2540)
5.	งานเหล็กเสริม			
	5.1 เหล็กเสริมหลัก DB RB	กก.	ความยาวเสาหรือคาน x จำนวน x หน่วยน้ำหนัก x เปอร์เซ็นต์เผื่อเหล็ก	ว.ส.ท.(2540)
	5.2 เหล็กปลอก	กก.	2x(ความกว้าง + ความหนา หน้าตัด) x จำนวน x หน่วยน้ำหนัก x เปอร์เซ็นต์เผื่อเหล็ก	ว.ส.ท.(2540)

2.5 การวางแผนงานและตารางการทำงาน (Barchart)

แผนงานก่อสร้างตารางเวลาทำงานแบบ Bar Chart หรือ Gantt Chart ได้มีการพัฒนามาตั้งแต่สมัยสงครามโลกครั้งที่ 1 โดยชาวอเมริกันสองท่าน คือ Henry L.Gantt และFrederic W.Taylor Bar Chart สามารถกำหนดเวลาที่ใช้ทำตามวันปฏิทินได้ โดยกำหนดตั้งแต่เริ่มโครงการจนกระทั่งโครงการนั้นแล้วเสร็จ และสามารถวัดความก้าวหน้าของงานตามช่วงเวลาของแต่ละช่วงได้ตารางเวลาทำงาน Bar Chart ยังคงเป็นที่นิยมใช้งานโดยทั่วไป ทั้งนี้เป็นเพราะความไม่ซับซ้อนของรูปแบบตารางเวลาทำงานจัดทำได้สะดวกเข้าใจง่าย สำหรับผู้เกี่ยวข้องทุกระดับเป็นเสมือนแบบจำลอง **(Model)** ของงานก่อสร้างตัวอย่าง ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ตัวอย่างตารางการทำงาน (Barchart)

แผนการฝึกอบรมประจำปี 2006
บริษัท ร่วมคิดร่วมทำ จำกัด
จัดทำโดยส่วนงานพัฒนาและฝึกอบรม ฝ่ายทรัพยากรมนุษย์

No.	หลักสูตร	เริ่ม	สิ้นสุด	วัน	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	ก.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	หมายเหตุ
1	สูตรและฟังก์ชันเอ็กเซลกับการประมวลผลใช้งานแบบมืออาชีพ	27/01/2006	28/01/2006	2	27-28												
2	การจัดการฐานข้อมูลด้วยไมโครซอฟท์เอ็กเซล	22/02/2006	22/02/2006	1		22											
3	การสร้างรายงานสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจของผู้บริหาร	16/03/2006	16/03/2006	1			16										
4	การบริหารแบบฟอร์มเอกสารด้วยระบบ e-Form	28/04/2006	28/04/2006	1				28									
5	เทคนิคการเขียน Job Description เชิงสมรรถนะ	17/05/2006	17/05/2006	1					17								
6	เทคนิคและยุทธการจัดการเพื่อการลดต้นทุนและเพิ่มผลผลิต	14/06/2006	14/06/2006	1						14							
7	การสร้างองค์กรแห่งการเรียนรู้	14/03/2006	14/03/2006	1			14										
8	ไอทีกับการเพิ่มประสิทธิภาพในงานธุรการและงานสำนักงาน	21/07/2006	21/07/2006	1							21						
9	การป้องกันอัคคีภัยในสถานประกอบการ	30/06/2006	30/06/2006	1						30							
10	ระบบ 5ส. เพื่อการเพิ่มผลผลิตในกระบวนการ	18/08/2006	18/08/2006	1								18					
11	เทคนิคการบำรุงรักษาด้วยตนเอง	15/09/2006	16/09/2006	2									15-16				
12	การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในงานสำนักงาน	16/08/2006	20/10/2006	66								16		20			เรียน จ.-พ.-ศ. 17:00-19:00
13	ภาวะผู้นำและเทคนิคการปลุกเร้าในปัจจุบัน	30/10/2006	03/11/2006	5										30	3		
14	กลยุทธ์การทำงานเป็นทีมเพื่อสร้างผลกำไรสูงสุด	08/12/2006	08/12/2006	1												8	
15	เทคนิคการนำเสนออย่างมืออาชีพด้วย PowerPoint	30/05/2006	31/05/2006	2					30-31								
16																	
17																	
18																	

2.6 การใช้โปรแกรม Excel

ตาราง BOQ นั้นจะคอยทำหน้าที่แสดงราคาและปริมาณของคอนกรีต โดยใช้การเชื่อมต่อระหว่างโปรแกรม Sketch up และ Microsoft Excel และเมื่อเราทำการแก้ไขแบบใน Sketch Up ข้อมูลแสดงราคาและปริมาณคอนกรีตนั้น จะเปลี่ยนไปตามแบบที่เราแก้ใน Sketch Up ดังตารางที่ 2.3

ตาราง2.3 แสดงโปรแกรม Excel ในการหาค่าปริมาณคอนกรีต

					Project : อาคารสำนักงาน 2 ชั้น				วันที่	
					Owner :					
					ผู้ทำ : พีระพงษ์ หน่อท้าว					
ITEMS	WBS	DESCRIPTION	QUANTITY	UNIT	MATERIAL COST		LABOR COST		TOTAL	
					@	TOTAL	@	TOTAL	AMOUNT	
1	01 0000	งานคอนกรีต								
1.1	01 0100	คอนกรีตหยา	0.00	ลบ.ม						
1.2	01 0200	คอนกรีต 240	4.00	ลบ.ม						
1.3	01 0300	ทรายอัดแน่น	0.00	ลบ.ม						
2	02 0000	งานไม้แบบ	0	ตร.ม						
3	03 0000	งานเหล็กเสริม								
3.1	03 0100	RB6	0.00	กก.						
3.2	03 0200	RB9	0.00	กก.						
3.3	03 0300	DB12	0.00	กก.						
3.4	03 0400	DB16	345.90	กก.						
3.5	03 0500	DB20	0.00	กก.						
3.5	03 0600	DB25	0.00	กก.						

2.7 ค่าเฉลี่ยกำลังสอง (RMS)

ค่าเฉลี่ยกำลังสอง (อาจเรียกอีกอย่างว่า Quadratic Mean) เป็นการวัดทางสถิติของปริมาณที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาการคำนวณนั้นสามารถคำนวณหาอนุกรมของค่าใดๆ หรือฟังก์ชันใดๆที่แปรผันต่อเนื่อง ทั้งนี้คำว่า Root Mean Square ก็คือ "รากที่สองของค่าเฉลี่ย" ของค่านั้นๆ ยกกำลังสอง ด้วยเหตุนี้เราจึงถือว่าเป็นค่าเฉลี่ยยกกำลังดังสมการต่อไปนี้

$$\text{RMS} = \sqrt{\frac{1}{n}(\mathrm{x} - \bar{x})2}$$