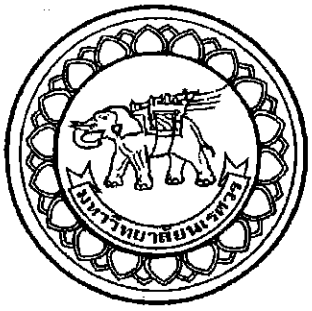


การออกแบบและประมาณราคาสะพานชนบท : กรณีศึกษา โครงการก่อสร้างสะพานข้ามคลอง จังหวัดสระบุรี

RURAL BRIDGE DESIGN AND ESTIMATION : Case study of the bridge over canal, Saraburi province

นายเอกพงษ์ ชัยชนะ รหัส 49362659

นายชัชวาล แสงท้าว รหัส 49362901

นายสมชาติ พรหมศรี รหัส 49363052

นางสาวญาณัจฉรา แก้วสุทธา รหัส 49381711

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 1 ก.ย. 2553
เลขทะเบียน 1507019 ค.2
เลขเรียกหนังสือ มหาวิทยาลัยนเรศวร
วร. 04940 2552

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2552

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน การออกแบบและประมาณราคาสะพานชนบท : กรณีศึกษาโครงการก่อสร้างสะพานข้ามคลอง จังหวัดสระบุรี

ผู้ดำเนินโครงงาน	นายเอกพงษ์	ชัยชนะ	รหัส 49362659
	นายชัชวาล	แสงท้าว	รหัส 49362901
	นายสมชาติ	พรหมศรี	รหัส 49363052
	นางสาวญาณัจฉรา	แก้วสุทธา	รหัส 49381711
ที่ปรึกษาโครงงาน	รศ. วิชัย	ฤกษ์ภูริทัต	
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา		
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา		
ปีการศึกษา	2552		

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา

.....ที่ปรึกษาโครงงาน

(รศ. วิชัย ฤกษ์ภูริทัต)

.....กรรมการ

(ผศ.ดร.สสิกรณ์ เหลืองวิชชเจริญ)

.....กรรมการ

(ดร.ปรีดา พิชยาพันธ์)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การออกแบบและประมาณราคาสะพานชนบท : กรณีศึกษาโครงการก่อสร้างสะพานข้ามคลอง จังหวัดสระบุรี		
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายเอกพงษ์	ชัยชนะ	รหัส 49362659
	นายชัชวาล	แสงท้าว	รหัส 49362901
	นายสมชาติ	พรหมศรี	รหัส 49363052
	นางสาวญาณัจฉรา	แก้วสุทธา	รหัส 49381711
ที่ปรึกษาโครงงาน	รศ. วิชัย ฤกษ์ภูริทัต		
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา		
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา		
ปีการศึกษา	2552		

บทคัดย่อ

โครงงานวิศวกรรมโยธาฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารายละเอียดการออกแบบสะพานและคำนวณค่าก่อสร้างสะพานทางเข้าสถานปฏิบัติธรรมโพธิธรรมภาวนา ตำบลลำพญากลาง อำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี

คณะผู้ศึกษาได้ออกแบบสะพานคอนกรีตเสริมเหล็กพื้นจราจรกว้าง 4.00 เมตร ยาว 40.00 เมตร พร้อมด้วยคอสะพานข้างละ 6.00 เมตร และมีถนนคอนกรีตเสริมเหล็กหนา 0.15 เมตร ยาวข้างละ 50.00 เมตร มูลค่าการก่อสร้างเท่ากับ 2,093,091.37 บาท ประกอบด้วยค่าวัสดุและแรงงาน 1,648,103.44 บาท ค่าดำเนินการ 164,810.34 บาท ภาษีและกำไร 280,177.58 บาท

Project title	: RURAL BRIDGE DESIGN AND ESTIMATION : Case study of the bridge over canal, Saraburi province	
Name	: Mr. Aekapong Chaichana	ID. 49362659
	: Mr. Chutchawal Saengtaw	ID. 46363172
	: Mr. Somchat Promsri	ID. 49363052
	: Miss.Yanutchara kaewsutta	ID. 49381711
Project advisor	: Asso.Prof. Vichai Rurkpuritat	
Major	: Civil Engineering	
Department	: Civil Engineering	
Academic year	: 2009	

Abstract

This civil engineering project is created with the objective to study the detail of bridge design and estimate construction cost for bridge over canal to the place called Pothidtam Pawana Lampayakhang, Amphur moklek ,Saraburi province

By studying theory of bridge design and code, it is came to design reinforced concrete bridge with 4.00 meters wide 40.00 meters long with 6.00 meters long of bridge connect to road way pavement.

The pavement is designed with the thickness of 0.15 meter and the length of 50 meters both side of bridge the total cost of construction is 2,093,091.37 Baht which consists of material cost and labour cost of 1,648,103.44 Baht, overhead of 164,810.32 Baht tax and profit of 280,177.58 Baht.

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ รศ. วิชัย ฤกษ์ภูริทัต ที่ปรึกษาโครงงาน ที่ได้ให้โอกาสในการทำโครงงานครั้งนี้ และคอยให้คำปรึกษาเป็นอย่างดีมาโดยตลอด

ขอขอบคุณ นายช่าง และ เจ้าหน้าที่ กรมทางหลวง ที่คอยให้ความรู้และเทคนิคต่าง ๆ ในการทำโครงงานจนประสบความสำเร็จด้วยดีตลอดมา

ขอขอบคุณ อาจารย์คณะวิศวกรรมศาสตร์ทุกท่าน ที่ได้ให้ความรู้ในวิชาวิศวกรรมศาสตร์จนทำให้นิสิตทุกคนมีความรู้ในการทำงานเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ คุณพ่อ และ คุณแม่ ที่ได้ให้โอกาสทางการศึกษาจนทำให้นิสิตทุกคนประสบความสำเร็จจนทุกวันนี้

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณเพื่อน ๆ สมาชิกในโครงงานทุกคนที่ร่วมมือกันเป็นอย่างดีในการทำงาน ถึงแม้ว่าจะมีปัญหาในการทำงานบ้าง แต่ทุกท่านก็ฟันฝ่าอุปสรรค์ต่าง ๆ จนโครงงานนี้ประสบผลสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

คณะผู้ดำเนินโครงงานวิศวกรรม

นายเอกพงษ์ ชัยชนะ

นายชัชวาล แสงท้าว

นายสมชาติ พรหมศรี

นางสาวญาณัจฉรา แก้วสุทธา

29 มีนาคม 2553

สารบัญ

	หน้า
ใบรับรองปริญญานิพนธ์	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ซ
สารบัญสัญลักษณ์และอักษรย่อ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.3 ขอบเขตการทำโครงงาน	2
1.4 แผนการดำเนินงาน	2
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.6 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงงาน	3
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี	4
2.1 หลักการและทฤษฎีการออกแบบโครงสร้างสะพาน	4
2.2 หลักการและทฤษฎีการทำงานระดับ (Leveling)	13
2.3 หลักการและทฤษฎีการเขียนแบบ	17
2.4 หลักการและทฤษฎีประมาณราคา	25

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ 3 วิธีดำเนินโครงงาน 30

3.1 วิธีการเตรียมงาน 30

3.2 งานสำรวจพื้นที่ 30

3.3 งานออกแบบโครงสร้างสะพานและถนน 33

3.4 งานออกแบบสะพานด้วยโปรแกรม AUTO CAD 2007 45

3.5 งานคำนวณหาปริมาณงานโดยวิธีถอดแบบ 46

3.6 งานจัดทำ Bill of Quantity 47

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน 48

4.1 รายการประกอบแบบและแบบ 48

4.2 Bill of Quantity 61

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ 67

5.1 วิเคราะห์ผลของโครงงาน 67

5.2 ข้อเสนอแนะ 67

เอกสารอ้างอิง 68

ภาคผนวก ก 69

ภาคผนวก ข 96

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน 97

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
	2.1 ขนาดและช่วงสะพานมาตรฐานชนิดต่างๆของกรมทางหลวง	5
	3.1 แสดงวิธีการคำนวณค่าระดับที่วัดได้	33
	3.2 Boring No.1	35
	3.3 Boring No.2	36
	4.1 ตารางปริมาณงาน	62
	4.2 ค่าวัสดุรวมค่าขนส่ง	64
	4.3 ตารางไม้แบบ	65
	4.4 ตาราง Bill of Quantity	66

สารบัญภาพ

รูปที่ หน้า

รูปที่ 2.1 พื้นท้องเรียบ (Slab Type) 7
รูปที่ 2.2 พื้นคอนกรีตเสริมเหล็กธรรมดา (Girder Type) 7
รูปที่ 2.3 พื้นคอนกรีตอัดแรง (Box Girder Type) 7
รูปที่ 2.4 Wind Load 8
รูปที่ 2.5 H – Loading 9
รูปที่ 2.6 HS – Loading 10
รูปที่ 2.7 Lane Loading 10
รูปที่ 2.8 Curb Loading 11
รูปที่ 2.9 Traffic Railing 12
รูปที่ 2.10 Combination Railing 12
รูปที่ 2.11 Pedestrian Railing 13
รูปที่ 2.12 แสดงการหาค่าระดับ 14
รูปที่ 2.13 หน้าต่างโปรแกรม AutoCAD 18
รูปที่ 2.14 การตั้งค่ากระดาษ 19
รูปที่ 2.15 การกำหนดการตั้ง Grid 19
รูปที่ 2.16 กำหนดการตั้ง Snap 20
รูปที่ 2.17 กำหนดการตั้ง Layer 21
รูปที่ 2.18 การตั้งค่าตัวจับตำแหน่งวัตถุ 21
รูปที่ 2.19 การปรับขนาดหัวลูกศร 22
รูปที่ 2.20 การปรับขนาดตัวหนังสือและระยะห่างของตัวเลข 22
รูปที่ 2.21 ชุดคำสั่ง Draw 23
รูปที่ 2.22 ชุดคำสั่ง Modify 24
รูปที่ 3.1 ภาพถ่ายดาวเทียม 30
รูปที่ 3.2 แนวทางสัญจรเดิม 31
รูปที่ 3.3 แสดงการสำรวจในพื้นที่ 32
รูปที่ 3.4 แสดงProfile ของดินเดิม 34
รูปที่ 3.5 แรงกระทำที่ Support 39
รูปที่ 3.6 Moment รถบรรทุก 6 ล้อ 40

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่ หน้า

รูปที่ 3.7 Moment รถบรรทุก 10 ล้อ 42

รูปที่ 4.1 แปลนสะพาน 52

รูปที่ 4.2 แปลนฐานราก F1 53

รูปที่ 4.3 แปลนฐานราก F2 54

รูปที่ 4.4 รายละเอียดเหล็กเสริม 55

รูปที่ 4.5 ขยายแนวต่อของพื้นสำเร็จรูป 56

รูปที่ 4.6 ขยายราวสะพาน 57

รูปที่ 4.7 รูปตัดตามยาวคอสะพาน รูปตัดตามขวางคอสะพาน 58

รูปที่ 4.8 ขยายพื้นคอนกรีตอัดแรง 59

รูปที่ 4.9 รายละเอียดถนนคอนกรีตเสริมเหล็ก 60

รูปที่ ข.1 คณะผู้ศึกษา 96

รูปที่ ข.2 การทำงาน 96

สารบัญสัญลักษณ์และอักษรย่อ

AASHTO	=	The American Association of State Highway and Transportation Officials
L	=	Length of side walk
lb/ft	=	ปอนด์ต่อฟุต
m	=	เมตร
Km	=	กิโลเมตร
W	=	Width of side walk
P	=	แรง
BS	=	Back Sight
BM	=	Bench Mark
FS	=	Fore Sight
HI	=	Height of Instrument
TBM	=	Temporary Bench Mark
Cc	=	Curvature
D	=	ระยะระหว่างกล้อง Staff
Cr	=	Refraction
Ccr	=	Curvature & Refraction
มม.	=	มิลลิเมตร
กก./ม.	=	กิโลกรัมต่อเมตร
m.	=	เมตร
Ton	=	ตัน
Ton/m^2	=	ตันต่อตารางเมตร
m^2	=	ตารางเมตร
GPS	=	Global Positioning System
LL	=	Live Load
WL	=	Wind Load

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน

ปัจจุบันมีผู้สนใจการปฏิบัติตนในแนวคำสอนของพระพุทธเจ้าโดยการปฏิบัติธรรม นั่งสมาธิ ฝึกจิตให้มีความมั่นคง ผู้ปฏิบัติธรรมนิยมการปฏิบัติธรรมในสถานที่เงียบสงบอยู่ห่างไกลจากชุมชนแออัด สถานที่ดังกล่าวอยู่ในเขตพื้นที่ที่ยังไม่พัฒนา พระสงฆ์ผู้นำปฏิบัติธรรมมักจะบุกเบิกพื้นที่ให้เหมาะสม สัญจรเข้าออกได้สะดวก เพื่อให้ญาติโยมผู้มีจิตศรัทธาเข้าปฏิบัติได้สะดวก คณะผู้ศึกษาได้พบและสนทนากับพระอาจารย์วิเชียร วชิรปัญโญ เลขาเจ้าอาวาสวัดศิริพงษ์ กรุงเทพมหานคร ซึ่งท่านดำริสร้างสำนักปฏิบัติธรรมโพธิธรรมภาวนา ตั้งอยู่ที่ ตำบลลำพญากลาง อำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี สถานที่ดังกล่าวยังไม่มีถนนและสะพานข้ามคลอง ซึ่งจะมีน้ำหลากในฤดูฝนเป็นอุปสรรคในการพัฒนา คณะผู้ศึกษาได้เห็นชอบที่จะใช้ความรู้ด้านวิศวกรรมออกแบบสะพานรวมถึงการประมาณราคางบประมาณให้พระอาจารย์วิเชียร วชิรปัญโญ ได้ใช้ประโยชน์ตามเจตนารมณ์

และด้วยข้อกำหนดของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ให้นิสิตที่จะสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีต้องทำโครงงาน คณะผู้ศึกษาได้แก่ นายสมชาติ พรหมศรี นายชัชวาล แสงท้าว นายเอกพงษ์ ชัยชนะ และนางสาวญาณัจฉรา แก้วสุทธา เห็นพ้องกันว่าจะทำโครงงานอันเป็นประโยชน์ต่อสาธารณะและเป็นบุญกุศล โดยการทำโครงงานออกแบบและประมาณราคาสะพานข้ามคลองทางเข้าสถานปฏิบัติธรรมโพธิธรรมภวนา จึงได้ปรึกษา รศ.วิชัย ฤกษ์ภูริทัต เพื่อศึกษาขั้นตอนและจัดทำแบบก่อสร้างพร้อมรายการประมาณราคาสะพานและถนนเข้าสู่สถานปฏิบัติธรรมดังกล่าว

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อศึกษาแนวทางการออกแบบสะพานและถนน

1.2.2 เพื่อออกแบบสะพานและถนนทางเข้าสถานปฏิบัติธรรมอันเป็นสาธารณะประโยชน์

1.2.3 เพื่อประมาณราคาค่าก่อสร้างสะพานและถนน

1.2.4 เพื่อเป็นผลงานสอดคล้องกับข้อกำหนดการสำเร็จการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์

1.3 ขอบเขตการทำโครงงาน

1.3.1 ออกแบบสะพานและถนนทางเข้าสำนักปฏิบัติธรรมโพธิธรรมภาวนา ตำบลลำพญากลาง อำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี

1.3.2 ประมาณราคาสะพานและถนนทางเข้าสถานปฏิบัติธรรมโพธิธรรมภาวนา ตำบลลำพญากลาง อำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี

1.4 แผนการดำเนินงาน

ระยะเวลาการทำงานตั้งแต่ วันที่ 1 ตุลาคม 2552 จนถึงวันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2553 ระยะเวลารวมประมาณ 5 เดือน

กิจกรรม	ตุลาคม				พฤศจิกายน				ธันวาคม				มกราคม				กุมภาพันธ์			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1. สำรวจโดยสังเขป	←		→																	
2. งานวัดพื้นที่จริง			←		→															
3. ออกแบบสะพาน					←				→											
4. ประมาณราคาสะพาน							←						→							
5. เขียนโครงการ													←				→			

1.5.4 เป็นกรณีศึกษาสำหรับนิสิตและผู้สนใจในเรื่องการออกแบบสะพานและถนนตลอดจนการประมาณราคา

1.6 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงงาน

1. ค่าวัสดุสำนักงาน	2,000	บาท
2. ค่าถ่ายเอกสาร	1,000	บาท
3. ค่าวัสดุคอมพิวเตอร์	1,000	บาท
รวมเป็นเงิน	4,000	บาท (สี่พันบาทถ้วน)

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น

2.1 หลักการและทฤษฎีการออกแบบโครงสร้างสะพาน

สะพานใช้ในลำน้ำที่กว้างเกินกว่า 10 เมตร และลึกเกินกว่า 4.00 เมตร มีน้ำไหลตลอดทั้งปี มีเรือวิ่งหรือมีสิ่งลอยน้ำต่างๆ เช่น ขอนไม้ แพ ซุง เป็นต้น การเลือกขนาดของสะพานให้จำนวนตอม่ออยู่ในลำน้ำน้อยที่สุด ในทางทฤษฎีไม่ควรมีตอม่ออยู่ในลำน้ำ แต่ในทางปฏิบัติทำไม่ได้ เพราะสะพานช่วงยาวมากๆ นั้นมีราคาแพง แต่ขณะเดียวกันสะพานช่วงสั้นมีราคาถูก แต่จำนวนตอม่อจะมีอยู่ในลำน้ำมาก เป็นอุปสรรคต่อการไหลของน้ำเนื่องจากลดพื้นที่ช่องน้ำลง ดังนั้นจึงควรเลือกขนาดของช่วงสะพานให้พอเหมาะกับลำน้ำและประหยัดค่าก่อสร้างด้วย โดยคำนึงถึงองค์ประกอบต่างๆ เช่นขนาดของเรือ ขนาดของขอนไม้หรือแพซุง เป็นต้น ขนาดของช่วงสะพานที่แนะนำสำหรับลำน้ำตามปกตินั้น ควรใช้สะพานแบบพื้น(slab type) ช่วง 5-10 เมตร ควรใช้สะพานแบบคานรูปตัวไอ (I - girder) สำหรับลำน้ำกว้างตั้งแต่ 70 – 150 เมตร ช่องตรงกลางควรใช้ช่วง 20 เมตร เป็นคานคอนกรีตอัดแรง ช่วงริมฝั่งควรใช้ช่วง 10 เมตร ใช้สะพานแบบพื้น สำหรับลำน้ำกว้าง 150 – 250 เมตร ช่องตรงกลางควรใช้ช่วง 30 เมตรเป็นคานคอนกรีตอัดแรงแบบคานรูปตัวไอ ช่วงริมฝั่งก็ใช้ช่วง 10 เมตร. ใช้สะพานแบบพื้นเช่นเดียวกัน ถ้าลำน้ำกว้างเกิน 250 เมตรขึ้นไป หรือบางครั้งลำน้ำกว้างเพียง 70 – 150 เมตรแต่มีเรือขนาดใหญ่หรือมีขอนไม้ขนาดใหญ่ก็จำเป็นต้องออกแบบเป็นพิเศษเฉพาะแห่ง

สำหรับแบบมาตรฐานของกรมทางหลวงมีสะพานที่ใช้อยู่ 3 ชนิดคือ สะพานไม้ สะพานเหล็ก สะพานปูนได้แก่สะพานคอนกรีตเสริมเหล็กและสะพานคอนกรีตอัดแรง โดย มีแบบให้เลือกจำนวนมาก ในที่นี้จะกล่าวถึงสะพานขนาดเล็ก ดังที่ปรากฏในตารางที่ 2.1 ซึ่งแสดงขนาดและช่วงสะพานตามมาตรฐานของกรมทางหลวง

ตารางที่ 2.1 ขนาดและช่วงสะพานมาตรฐานชนิดต่างๆของกรมทางหลวง

ชนิดของสะพาน	ความกว้างของทางรถ (เมตร)	ความยาวช่วง (เมตร)	ความกว้างของทางเท้า (เมตร)	ตอม่อ	หมายเหตุ
ไม้	3.50 และ 4.00	4,5 และ 6	ไม่มี	ไม้	-
เหล็ก	4 4	21.40 18,21,24 และ 27	ไม่มี	ไม้หรือค.ส.ล	แบบของกรมทางหลวง แบบของกรมทางหลวง
เหล็ก	3.28,3.81 และ 4.19	50,60,70,..,130,140	ไม่มี	ไม้หรือค.ส.ล	สะพานแบลี่
คอนกรีตเสริมเหล็กหรือคอนกรีตอัดแรง	4,5,6,...,13,14	5,6,...,9,10	0.40,1.00,1.50	ค.ส.ล	ทางเท้า 0.40 ม. จัดว่าไม่มีทางเท้า
คอนกรีตเสริมเหล็ก I - Girder	6,7,8,...,13,14	15	0.40,1.00,1.50	ค.ส.ล	ทางเท้า 0.40 ม. จัดว่าไม่มีทางเท้า
คอนกรีตอัดแรง Box Girder และ I - Girder	6,7,8,...,13,14	20 (Box Girder) 30 (I-Girder)	0.40,1.00,1.50	ค.ส.ล	ทางเท้า 0.40 ม. จัดว่าไม่มีทางเท้า

2.1.1 มาตรฐานการออกแบบสะพาน

ข้อกำหนดที่กรมทางหลวงใช้ในการออกแบบสะพานในทางหลวงนั้นคือ AASHTO (The American Association of State Highway and Transportation Officials) น้ำหนักจรที่ใช้ในการออกแบบประกอบด้วยน้ำหนักจรบนพื้นสะพานและน้ำหนักจรบนพื้นทางเท้า แต่เนื่องจากการศึกษาออกแบบครั้งนี้ไม่มีทางเท้า จึงจะกล่าวถึงทฤษฎีน้ำหนักจรบนพื้นสะพาน ประกอบด้วยน้ำหนักรถบรรทุกมาตรฐาน (Standard truck) หรือน้ำหนักเต็มพื้นทางจราจร (lane loads) ซึ่งเท่ากับขบวนรถบรรทุก (truck trains) ระบบของน้ำหนักจราจรบนสะพานแบ่งเป็นระบบH (H Loading) และระบบ HS (HS Loading)

ระบบ H ประกอบด้วยรถบรรทุก 2 เพลา หรือน้ำหนักเต็มพื้นทางจราจร ซึ่งตรงกับระบบ H แบ่งน้ำหนักออกเป็น 2 ขนาด คือ H 20 และ H 15 น้ำหนัก H 15 เท่ากับ 75 % ของน้ำหนัก H 20

ระบบ HS ประกอบด้วยรถบรรทุกชนิดลากจูง (tractor truck) พร้อมด้วยรถพ่วง (semi-trailer) หรือน้ำหนักเต็มพื้นทางจราจร ซึ่งตรงกับระบบ HS แบ่งน้ำหนักออกเป็น 2 ขนาด คือ HS 20 และ HS 15 น้ำหนัก H 15 เท่ากับ 75 % ของน้ำหนัก H 20 เนื่องจากกฎหมายไทยไม่ได้กำหนดมาตรฐานของสะพานไว้ กรมทางหลวงจึงออกแบบน้ำหนักจราจรบนสะพานด้วยน้ำหนักสูงสุดของระบบ HS คือ HS 20 – 44 (MS 18)

2.1.2 องค์ประกอบน้ำหนักบรรทุกบนทางหลวง

เพื่อป้องกันความเสียหายอันอาจจะเกิดจากการบรรทุกน้ำหนักเกินบนทางหลวง กรมทางหลวงจึงประกาศเพื่อกำหนดน้ำหนักลงเพลาและน้ำหนักรถรวมน้ำหนักบรรทุกสูงสุดไว้ โดยห้ามใช้รถบรรทุกที่มีน้ำหนักลงเพลาเกินกว่าที่ได้กำหนดดังนี้

ประเภทรถ	น้ำหนักรถ รวมน้ำหนักบรรทุก
-รถบรรทุก 4 ล้อ	8,500 กิโลกรัม
-รถบรรทุก 6 ล้อ	12,000 กิโลกรัม
-รถบรรทุก 10 ล้อ	21,000 กิโลกรัม

2.1.3 หลักในการเลือกใช้สะพาน

2.1.3.1 สำรวจแนวทางข้ามลำน้ำโดยเลือกช่วงที่สั้นที่สุด ซึ่งจะนำมาสู่การออกแบบที่ประหยัด

2.1.3.2 สำรวจข้อมูลลำน้ำ

ก. รูปตัดลำน้ำ

ข. ระดับน้ำสูงสุด, ต่ำสุด

ค. สภาพดินท้องลำน้ำ

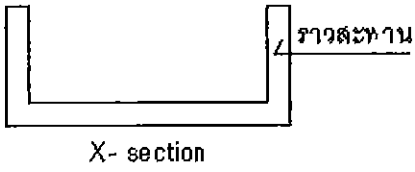
ง. สิ่งที่มาตามลำน้ำ เช่น ขอนไม้, เรือใหญ่ที่สุด เพื่อกำหนดช่วงลอดสะพาน (ช่วง Span) ระดับพื้นสะพาน

2.1.3.3 ข้อมูลอื่น ๆ เช่น ความกว้างของรถ จำนวนช่องจราจร ความกว้างทางเท้า

2.1.4 แนวทางเลือกโครงสร้างสะพาน (แนะนำโดยกรมทางหลวง)

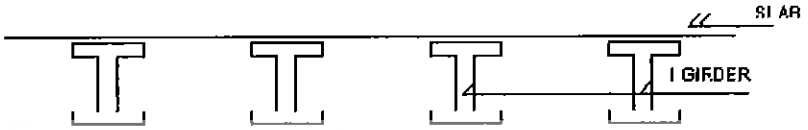
เป็นทางเลือกซึ่งมาจากประสบการณ์ออกแบบ (Experimental) ของกรมทางหลวง ซึ่งสามารถเลือกใช้ได้ ดังนี้

- Span ช่วง 5 – 10 เมตร มักใช้เป็น แบบพื้นท้องเรียบ (Slab Type)



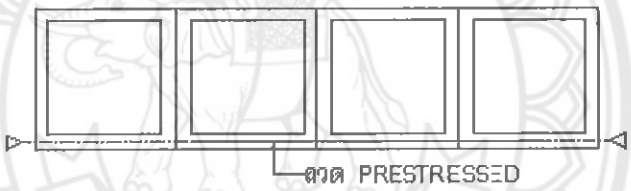
รูปที่ 2.1 พื้นท้องเรียบ (Slab Type)

- Span ช่วง 10 – 15 เมตร มักใช้เป็น แบบคอนกรีตเสริมเหล็กธรรมดา (Girder Type)



รูปที่ 2.2 พื้นคอนกรีตเสริมเหล็กธรรมดา (Girder Type)

- Span ช่วง 15 – 20 เมตร มักใช้เป็น แบบคอนกรีตอัดแรง (Box Girder Type) (ถ้าใช้คอนกรีตเสริมเหล็กจะทำให้โครงสร้างใหญ่ ไม่ประหยัด)



รูปที่ 2.3 พื้นคอนกรีตอัดแรง (Box Girder Type)

- ถ้า Span ยาวมาก ๆ กล่าวคือ 40 – 60 เมตร ใช้แบบ Truss

2.1.5 น้ำหนักที่ใช้ในการออกแบบ (Loading Design)

2.1.5.1 น้ำหนักบรรทุกใช้งานคงที่ (Dead Load) คือ น้ำหนักทั้งหมดของโครงสร้าง เช่น พื้น, คาน, ราว, ทางเท้า ฯลฯ

2.1.5.2 น้ำหนักบรรทุกจร (Live Load) ประกอบด้วยน้ำหนักของรถที่วิ่งบนโครงสร้าง, คนเดินเท้า, น้ำหนักส่วนเพิ่ม (Surcharge) และอื่น ๆ

2.1.5.3 แรงกระแทกของน้ำหนักบรรทุกจร (Impact Load) เกิดเนื่องจากรถวิ่งแรงตะกุยของล้อที่ทำให้เกิดหน่วยแรง (Stress) เกิดในสะพานในลักษณะ Dynamic Loading

ก. โครงสร้าง กลุ่ม A: คิดแรงกระแทก แต่คิดไม่เกิน 30%

ก.1 โครงสร้างส่วนบน (Super Structure) ได้แก่ คาน, พื้น, ราว, ทางเท้า ฯลฯ

ก.2 โครงสร้างคอนกรีต โครงสร้างเหล็กที่ต่อเนื่องกับโครงสร้างส่วนบน (Super Structure) เสมือนเป็น Rigid Frame

ข. โครงสร้าง กลุ่ม B : ไม่คิดแรงกระแทก

ตามมาตรฐาน AASHTO

Impact Factor; $I = \frac{15.24}{[\ 0.3\ L + 38\ ]}$

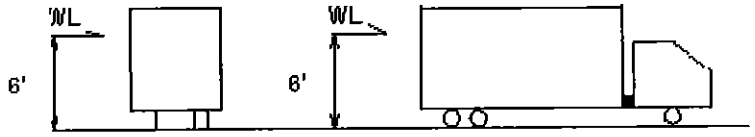
โดยที่ L = ความยาวช่วงคานที่น้ำหนักบรรทุกจรให้โมเมนต์ดัดสูงสุดหน่วยเมตร

2.1.5.4 แรงลม (Wind Load) ลมอาจพัดปะทะสะพาน หรือรถวิ่ง เข้าสะพานถูกลมพัดทำให้เกิด Effect กับสะพาน (ตอม่อ)

ก. แรงลมที่กระทำบนโครงสร้างส่วนบน (Superstructures) AASHTO กำหนดให้ ออกแบบ ให้รับความเร็วลม 100 ไมล์ต่อชั่วโมง

สำหรับกรมทางหลวงกำหนดให้ ออกแบบ ให้รับความเร็วลม 200 Kg/m^2

ข. แรงลมที่กระทำบนน้ำหนักบรรทุกจร



รูปที่ 2.4 Wind Load

แรงลมตามแนวขวาง = 150 Kg/m^2

แรงลมตามแนวยาว = 60 Kg/m^2

2.1.5.5 แรงหนีศูนย์ (Centrifugal Force) รถวิ่งเข้าทางโค้งจะเกิดแรงเหวี่ยง ทำให้เกิด Stress กับสะพาน

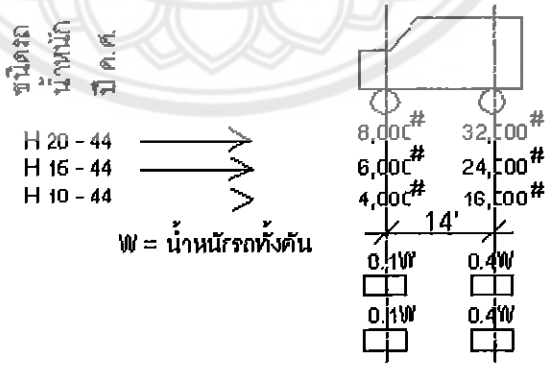
2.1.5.6 แรงดันดิน (Earth Pressure) การคำนวณแรงดันดินใช้สูตรของ Rankine อย่างไรก็ตาม แรงดันที่กระทำต่อโครงสร้างต้องไม่น้อยกว่าแรงดันของเหลวที่มีมวลเท่ากับ 80 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

2.1.5.7 น้ำหนักส่วนเพิ่ม (Surcharge Load) ในกรณีที่มียวดยานแล่นใกล้ส่วนบนของโครงสร้าง ในระยะทางน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของความสูงของโครงสร้างให้เพิ่ม Surcharge Load อีกไม่น้อยกว่าน้ำหนักดินถมสูง 0.60 เมตร แรงตามยาวเท่ากับ 5% ของน้ำหนักบรรทุกจรทั้งหมดในทุกช่องทางรถวิ่ง ในทิศทางเดียวกันน้ำหนักไม่รวมแรงกระแทกใช้ตาม Standard Lane Loading สำหรับกรณีโมเมนต์ จุดศูนย์ถ่วงของแรงตามแนวยาวอยู่ที่ 1.80 เมตร เหนือผิวสะพาน (AASHTO) แรงตามยาวเกิดขึ้นจากการที่รถวิ่ง แล้วมีแรงตะกุยของล้อเกิดขึ้นไปตามแนวยาว

2.1.5.8 แรงลอยตัว (Buoyancy Force) เป็นแรงที่น้ำยกตอม่อให้ลอย

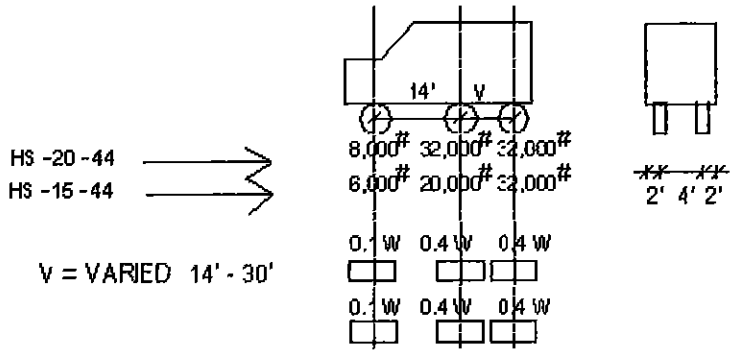
2.1.6 LL. Of Highway Loading

2.1.6.1 H – Loading



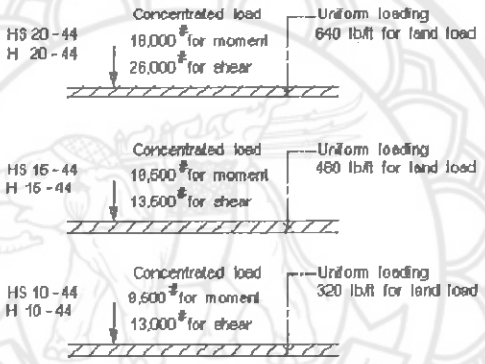
รูปที่ 2.5 H – Loading

2.1.6.2 HS – Loading



รูปที่ 2.6 HS – Loading

2.1.6.3 Lane Loading



รูปที่ 2.7 Lane Loading

การพิจารณาว่าเมื่อใดจะใช้ Load ชนิดใดมีแนวทางดังนี้

- H – Loading

- HS – Loading

- Lane Loading เป็นตัว Check เปรียบเทียบ เช่น Primary Highway ซึ่งกำหนดรถหนัก 32 ตัน อาจใช้ HS – Loading เวลาออกแบบใช้ Lane Loading เปรียบเทียบกับ H, HS – Load ชนิดใดมากกว่า ใช้เป็นตัว Control

2.1.6.4 Side Walk Loading

Span 0' - 25' ใช้ 85 lb/ft^2

Span 26' - 100' ใช้ 60 lb/ft^2

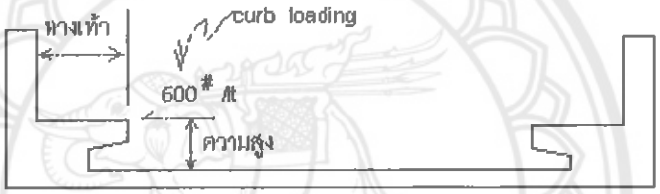
Span มากกว่า 100' ใช้ P = (30 + 3000/L) x (55 – W)/L 60 lb/ft^2

เมื่อ P = Live load per ft^2 (max. 60 lb/ ft^2)

L = Length of side walk (feet)

W = Width of side walk (feet)

2.1.6.5 Curb Loading



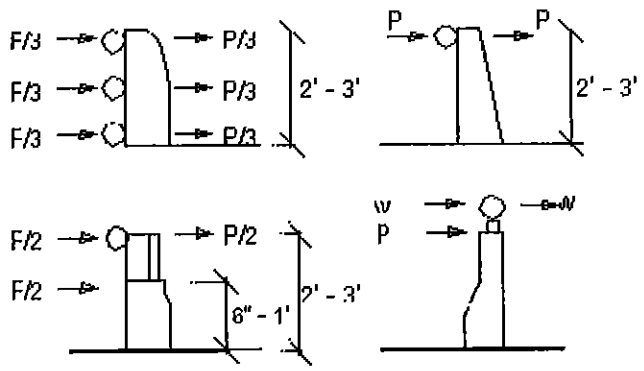
รูปที่ 2.8 Curb Loading

เป็น Lateral load ขนาด 500#/ft กระทำที่จุดยอดของ Curb (มาตรฐานกำหนดจุดยอด Curb ที่ 9" หรือประมาณ 23 เซนติเมตร) ถ้า Curb สูงเกิน 10" ให้กระทำที่ 10"

2.1.6.6 Railing Loading

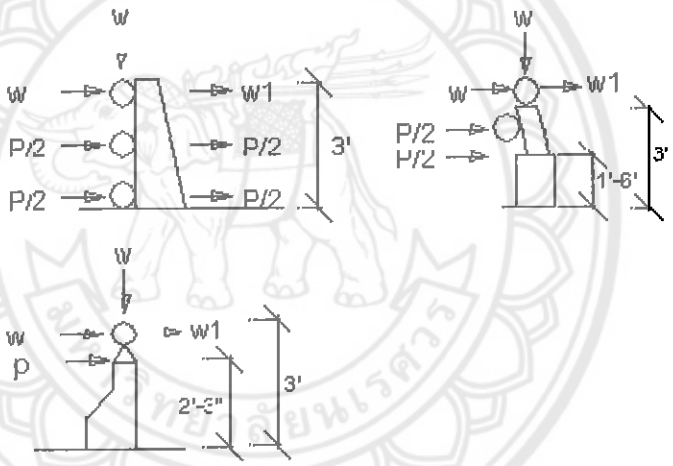
Railing loading นี้ AASHTO มีการปรับปรุงอยู่เสมอ ดังนั้น Load จะเปลี่ยนแปลงเสมอ แต่หลักการคำนวณยังคงเดิม

ก. Traffic Railing ซึ่งออกแบบให้กันรถชนได้



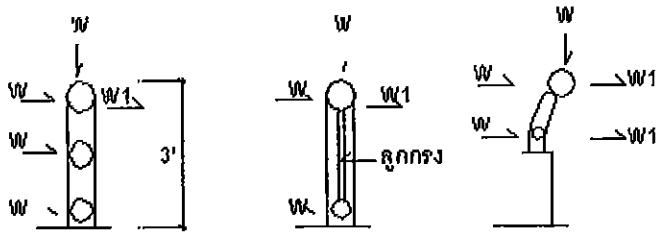
รูปที่ 2.9 Traffic Railing

ข. Combination Railing



รูปที่ 2.10 Combination Railing

ค. Pedestrian Railing



รูปที่ 2.11 Pedestrian Railing

P = 10,000

L = Spacing of Post

W = 50#/ft

2.2 หลักการและทฤษฎีการทำงานระดับ (Leveling)

งานระดับเป็นกรรมวิธีการวัดระยะดิ่งระหว่างจุดบนพื้นผิวที่ต้องการและพื้นผิวอ้างอิงเป็นพื้นหลักฐานทางระดับ (Datum) ระยะดิ่งนี้เรียกว่า ค่าระดับ (elevation) พื้นหลักฐานอ้างอิงที่ใช้คือพื้นผิวระดับน้ำทะเลปานกลาง (mean sea level, msl) โดยกำหนดให้มีค่าระดับเท่ากับ 0 เมตร สำหรับประเทศไทยมีสถานีสังเกตวัดค่าระดับน้ำทะเลปานกลางอยู่ที่เกาะหลัก การหาค่าระดับของจุดใดบนผิวโลกจะวัดเทียบกับจุดอ้างอิงที่ทราบค่าระดับ ด้วยการวัดค่าระยะดิ่งเทียบกับจุดอ้างอิงนั้นเรียกว่า ค่าต่างระดับ (elevation difference)

2.2.1 วิธีการทำระดับ

2.2.1.1 Direct หรือ Spirit Leveling

การทำระดับโดยตรงในทางดิ่ง โดยใช้กล้องระดับให้ความละเอียดมากกว่าวิธีอื่น

2.2.1.2 Indirect Leveling

การทำระดับโดยอ้อมอาศัยตรีโกณ โดยใช้กล้อง Theodolite วัดมุมสูง และวัดระยะราบด้วยเทป เรียกว่า Trigonometric Leveling

2.2.1.3 Barometric Leveling

ใช้หลักการความกดดันอากาศที่แตกต่างระหว่าง 2 จุด โดยใช้ Barometer

2.2.2 เครื่องมือที่ใช้ทำระดับ

2.2.2.1 กล้องระดับ

2.2.2.2 ไม้ระดับ (Staff)

2.2.2.3 เทปวัดระยะ

2.2.3 ความต่างของระดับ (Differential Leveling)

2.2.3.1 นิยามต่าง ๆ

ก. Back Sight (BS): ค่า Staff ที่ส่องกลับไปที่จุดทราบค่าระดับแล้ว

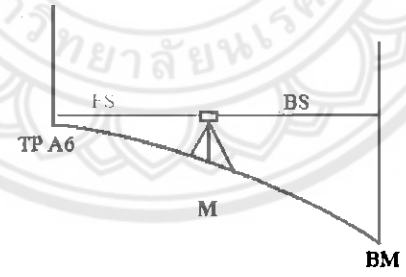
ข. Fore Sight (FS): ค่า Staff ที่ส่องได้ ส่วนมาก Staff ตั้งบนจุดที่มั่นคงที่ต้องการทราบระดับ

ค. Height of Instrument (HI): ค่าระดับของแนวแกนกล้อง

ง. Difference in Elevation: ค่าต่างระดับระหว่างจุด 2 จุดได้จาก BS-FS หรือ FS-BS

จ. Temporary BM (TBM): BM ที่สร้างขึ้นมาชั่วคราว กรณีที่ต้องการค่าระดับไปใช้กับงานอื่นหรือเมื่องานสิ้นสุดลงแต่ละวัน

2.2.3.2 หลักการทำระดับ



รูปที่ 2.12 แสดงการหาค่าระดับ

จากรูปที่ 2.12 ถ้าต้องการทราบค่าต่างระดับระหว่าง BM และ TP A6 ทำได้โดยตั้งกล่องที่ M ตั้ง Staff ที่จุด BM และ TP A6 ตั้งระดับกล้องและปรับสายใยให้อ่านได้ชัดเจน

ค่าต่างระดับ = BS – FS

HI = ค่าระดับ BM + BS

ค่าระดับ TP A6 = HI – FS

สรุปเป็นสูตร

Elv.B = BM + (BS – FS)

Elv.B = HI - FS

2.2.3.3 การคำนวณค่าต่างระดับ

ก. HI Method

Elevation = HI – FS

Check

$\sum BS - \sum FS$ = Last Elv. – First Elv.

ข. Rise – Fall Method

ค่า BS – FS เป็นบวก เรียกว่า Rise

ค่า BS – FS เป็น ลบ เรียกว่า fall

2.2.3.4 ความโค้งของโลกและการหักเหของแสง (Curvature & Refraction)

ก. ความโค้งของโลก (Curvature; Cc)

เนื่องจาก Level Line จะโค้งตามผิวโลกถ้าจุดตั้งกล้องและ Staff อยู่ใกล้กันมาก Level Line และ Horizontal Line จะเป็นเส้นเดียวกัน แต่ถ้าอยู่ไกลกันมาก Level Line และ Horizontal Line จะไม่เป็นระยะห่างระหว่างเส้นทั้งสองเรียกว่า Curvature

$Cc = 0.07863D^2$ m.

เมื่อ D = ระยะระหว่างกล้อง Staff (km.)

ข. การหักเหของแสง (Refraction; Cr)

รังสีของแสงเมื่อผ่านชั้นต่างๆ ของบรรยากาศที่มีความหนาแน่นไม่เท่ากัน จะทำให้แสงหักเหหรือเบนลง ดังนั้นค่าที่อ่านจาก Staff จะมีค่าน้อย จึงต้องเอาค่าการหักเหไปบวก

$Cr = 0.011233D^2$ m.

เมื่อ D = ระยะระหว่างกล้องกับ Staff (km.)

ค. ผลรวม Curvature & Refraction (Ccr)

$Ccr = 0.06762D^2$ m.

เมื่อ D = ระยะระหว่างกล้องกับ Staff (km.)

2.2.3.5 การทำระดับแบบสวนกลับ (Reciprocal Leveling)

การทำระดับแบบสวนกลับ ใช้ในกรณีที่มีอุปสรรคขวางกั้น เช่น การทำระดับข้ามแม่น้ำ หุบเขา ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นเนื่องจากไม่สามารถตั้งกล้องที่กึ่งกลางได้การทำระดับแบบสวนกลับสามารถขจัด Error ที่เกิดขึ้น

- Curvature & Refraction
- แนวเล็งของกล้องเอียง (Collimation Error)

2.2.3.6 การถ่ายระดับ

ก. การถ่ายระดับแบบไปกลับ (Forward – Backward Run)

ถ่ายระดับออกจากหมุดหนึ่งเข้าอีกหมุด เรียกว่า F – Run เสร็จแล้วถ่ายกลับเรียกว่า B – Run โดยอ่าน Staff สายใยเดียว

ข. การใช้ TP 2 ชุด (Double Rod Run)

ทำโดยใช้กล้องหนึ่งตัว Staff 2 ตัว การจดจะจดแบบไปกลับ หรือ BS รวมกับ FS ก็ได้

ค. การใช้กล้องสองตัว Staff สองตัว (Double Instrument)

มีข้อดีคือส่องเสร็จในเวลาเดียวกัน ทำให้ค่าคลาดเคลื่อนจากธรรมชาติเหมือนกันและเท่ากัน

ง. การทำระดับ 3 สายใย (Three Wire Leveling)

สามารถขจัด Ccr และ Collimation Error ได้โดยการทำให้ระยะ BS และ FS เท่ากัน ผลต่างของ Upper Intercept กับ Lower Intercept ไม่เกิน 2 มม.

2.2.3.7 การปรับแก้

การปรับแก้จากค่า Bench Mark (BM)

สูตร

$$\text{ค่าปรับแก้} = \frac{\text{ค่าแก้ทั้งหมด} \times \text{ระยะสะสม}}{\text{ระยะทั้งหมด}}$$

2.3 หลักการและทฤษฎีการเขียนแบบ

2.3.1 ส่วนประกอบของโปรแกรม AutoCAD

2.3.1.1 พื้นที่วาดภาพ (Drawing area) แบ่งออกเป็น Model space และ Paper space ในแถบโมเดลเราจะใช้เป็นพื้นที่ในการเขียนทั้งหมด และส่วนเปเปอร์สเปสเป็นพื้นที่สำหรับจัดชิ้นงานเข้ากับกระดาษและมีการจัดวางกระดาษขนาดต่างๆได้ไม่จำกัด ซึ่งเราเรียกว่าเลเอาท์

2.3.1.2 เมนูบาร์ (Menu bar) เป็นแถบเมนูชุดคำสั่งต่างๆที่ใช้ในการเขียนแบบของโปรแกรม AutoCAD

2.3.1.3 ทูลบาร์ (Toolbar) เป็นแถบเครื่องมือที่ช่วยในการเขียนแบบ โดยปกติจะปรากฏทูลบาร์ 4 ทูลบาร์ดังนี้ Standard Toolbar, Object properties, Draw, Modify

2.3.1.4 ชื่อไฟล์แบบแปลน (Drawing Name) สามารถตั้งชื่อไฟล์ได้ตามมาตรฐานของวินโดว์

2.3.1.5 ยูซีเอสไอคอน (UCS Icon) แสดงทิศทางของแนวแกน X, Y โดยทิศที่ตามลูกศรของยูซีเอสไอคอนจะมีค่าเป็นบวก แต่ถ้าทิศทางตรงข้ามยูซีเอสไอคอนค่าจะเป็นลบ

2.3.1.6 ปุ่มเลื่อนแถบ Model และ Layout จะใช้งานได้ต่อเมื่อมีจำนน Layout มากเกินเข้าไปสู่พื้นที่ของสคอร์บาร์ในแนวนอน

2.3.1.7 แถบ Model space สำหรับเขียนชิ้นงาน ใช้สำหรับเปลี่ยนเข้าไปทำงานในโมเดลสเปส

2.3.1.8 แถบ Layout สำหรับใช้งานไตเติ้ล ใช้สำหรับเปลี่ยนเข้าไปทำงานในเปเปอร์สเปสบนกระดาษเลเอาท์

2.3.1.9 บรรทัดป้อนคำสั่ง (Command Line) ใช้สำหรับเปลี่ยนเข้าไปทำงานในเปเปอร์สเปสบนกระดาษเลเอาท์

2.3.1.10 แสดงตำแหน่งคอร์ออร์ดิเนทของเคอร์ฌซอร์ (Coordinte display) เราควรสังเกตค่าคอร์ออร์ดิเนทปัจจุบันของครอสแฮร์ ในระหว่างที่เราใช้คำสั่งในการเขียนวัตถุ

2.3.1.11 ครอสแฮร์ (Crosshair) ใช้ในการกำหนดตำแหน่งและใช้เป็นเส้นเทียบระดับ

2.3.1.12 สคอร์บาร์แนวนอน (Horizontal scroll bar) ใช้สำหรับเลื่อนพื้นที่วาดภาพในแนวนอน

2.3.1.13 สคอร์บาร์แนวตั้ง (Vertical scroll bar) ใช้สำหรับเลื่อนพื้นที่วาดภาพในแนวตั้ง

2.3.1.14 แถบรายการควบคุมการเปลี่ยนสีของวัตถุ (Color Control) ใช้สำหรับกำหนดสีใช้งานและใช้สำหรับเปลี่ยนสีให้กับวัตถุที่เลือก

2.3.1.15 แถบรายการควบคุมเลเยอร์ (Layer Control) ใช้สำหรับแสดงชื่อและสีของเลเยอร์ใช้งานและสำหรับเปลี่ยนสีให้กับวัตถุที่เลือก

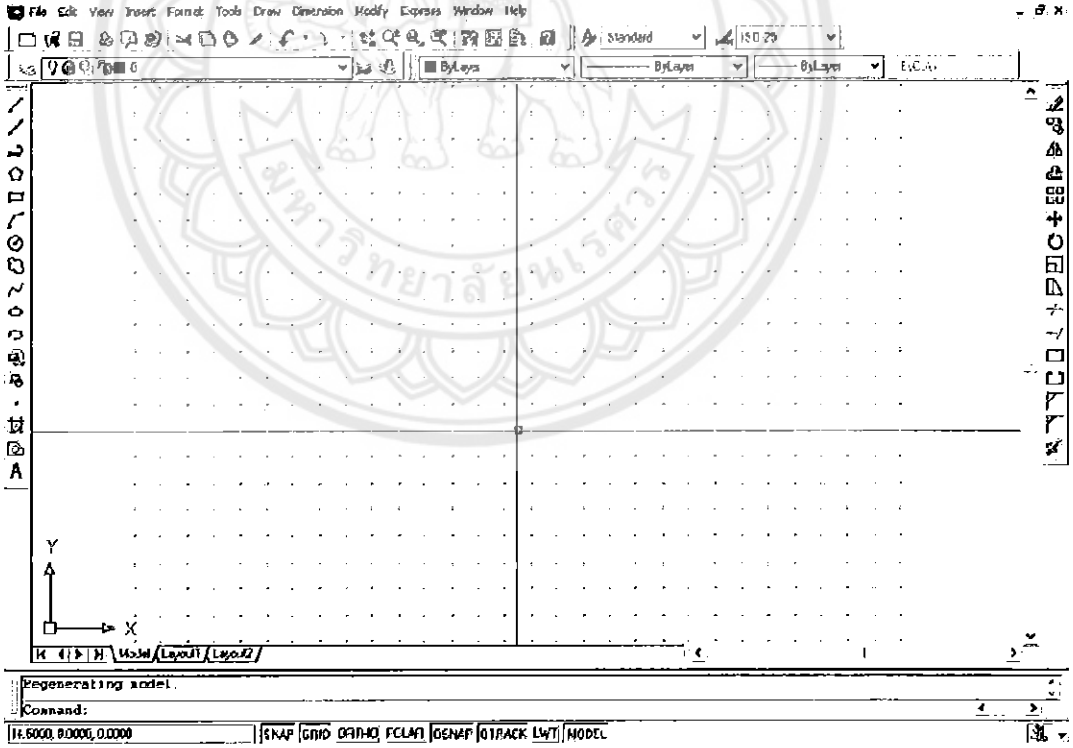
2.3.1.16 แถบรายการควบคุมการเปลี่ยนแปลงรูปเส้น (Line Type Control) ใช้สำหรับกำหนดรูปแบบเส้นที่ใช้งานและวัตถุที่ถูกเลือก

2.3.1.17 แถบรายการควบคุมการเปลี่ยนแปลงความหนาเส้น (Line Weight Control) ใช้สำหรับกำหนดความหนาเส้นที่ใช้งานและวัตถุที่ถูกเลือก

2.3.1.18 แถบรายการควบคุมการเปลี่ยนรูปแบบในการพิมพ์ (Plot Style Control) แถบรายการนี้จะใช้งานได้ก้อต่อเมื่อ มีการกำหนดรูปแบบในการพิมพ์ในโหมด Named Plot Style บนไดอะล็อค Options และจะมีผลเมื่อเริ่มแบบแปลนใหม่เท่านั้น

2.3.2 การใช้คำสั่ง AutoCAD

2.3.2.1 เปิดโปรแกรม AutoCAD



รูปที่ 2.13 หน้าต่างโปรแกรม AutoCAD

2.3.2.2 กำหนดการตั้งค่ากระดาษ

เพื่อตั้งขอบเขตกระดาษพร้อมที่จะเริ่มเขียนแบบ

ลำดับขั้นตอนการใช้คำสั่ง

Command: limits (Enter) Specify lower left corner or [ON/OFF] <0.0000,0.0000>: 0,0 (Enter) Specify upper right corner <420.000,297.0000>: 29.7,21.0 (Enter) Command:

แบบตัวอย่าง

```
Command: limits
Reset Model space limits:
Specify lower left corner or [ON/OFF] <0.0000,0.0000>:
Specify upper right corner <420.0000,297.0000>: 29.7,21
Command:
```

รูปที่ 2.14 การตั้งค่ากระดาษ

2.3.2.3 การกำหนดการตั้ง Grid

ลำดับขั้นตอนการใช้คำสั่ง

Command: grid (Enter) Specify grid spacing(X) or [ON/OFF/Snap/Aspect] <1.0000>: 1 (Enter) Command: z [All/Center/Dynamic/Extents/Previous/Scale/Window] <real time>: a (Enter) Command:

แบบตัวอย่าง

```
Command: grid
Specify grid spacing(X) or [ON/OFF/Snap/Aspect] <1.0000>: 1
Grid too dense to display
Command:
```

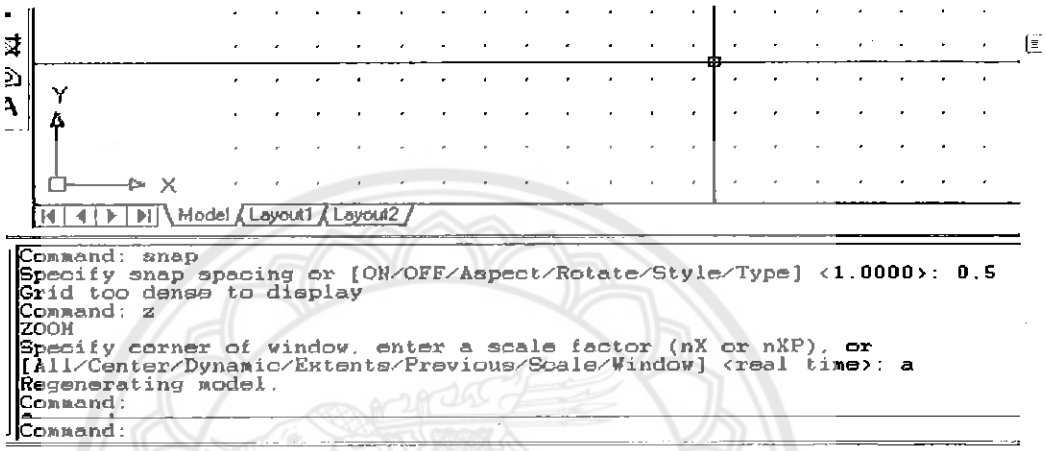
รูปที่ 2.15 การกำหนดการตั้ง Grid

2.3.2.4 กำหนดการตั้ง Snap

ลำดับขั้นตอนการใช้คำสั่ง

```
Command: snap (Enter)
[ON/OFF/Aspect/Rotate/Style/Type] <10.0000>: 0.5 (Enter)
Command:
```

แบบตัวอย่าง

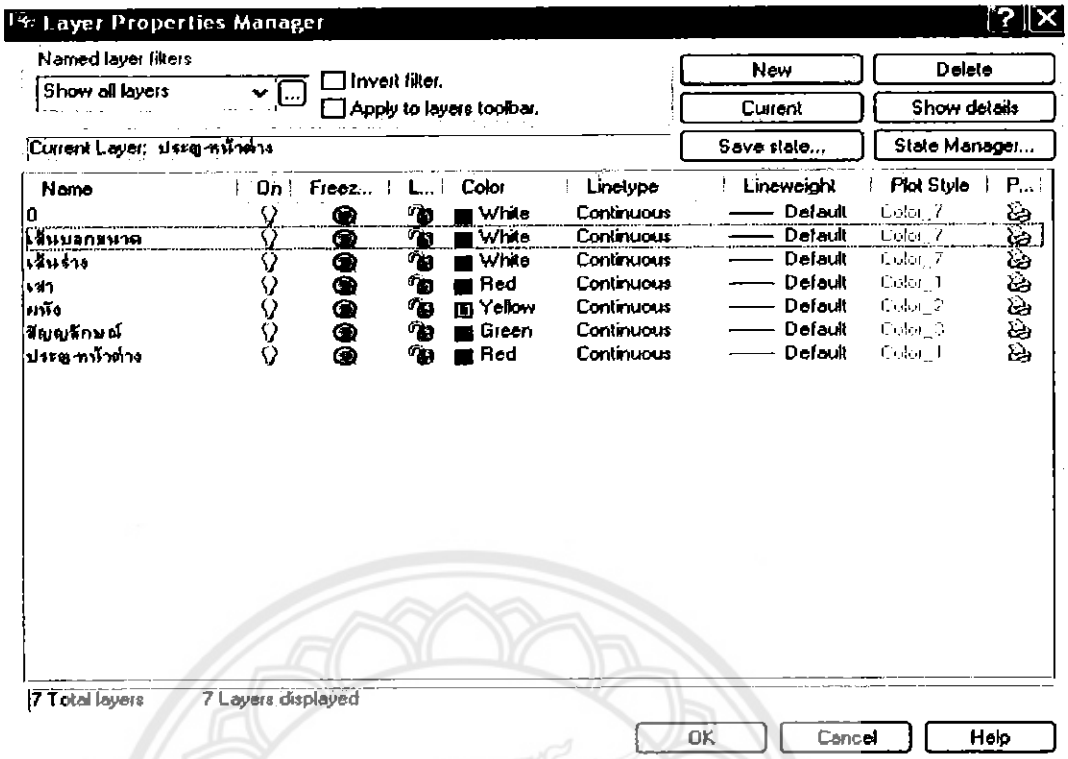


รูปที่ **2.16** กำหนดการตั้ง Snap

2.3.2.5 กำหนดการตั้ง Layer

เป็นการตั้งค่าการทำงานเป็นชั้นๆ

```
Command: layer (Enter)
Command:
```



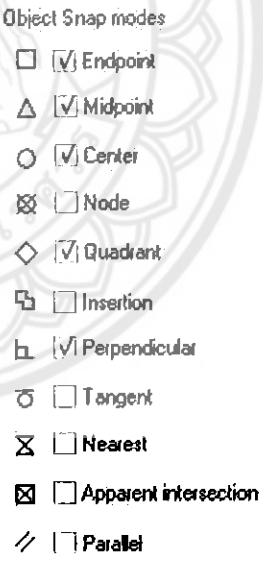
รูปที่ 2.17 กำหนดการตั้ง Layer

2.3.2.6 กำหนดการ Object Snap

เป็นการตั้งค่าตัวจับตำแหน่งวัตถุ

คลิก ที่ Tool

เลือกที่ Drafting Settings

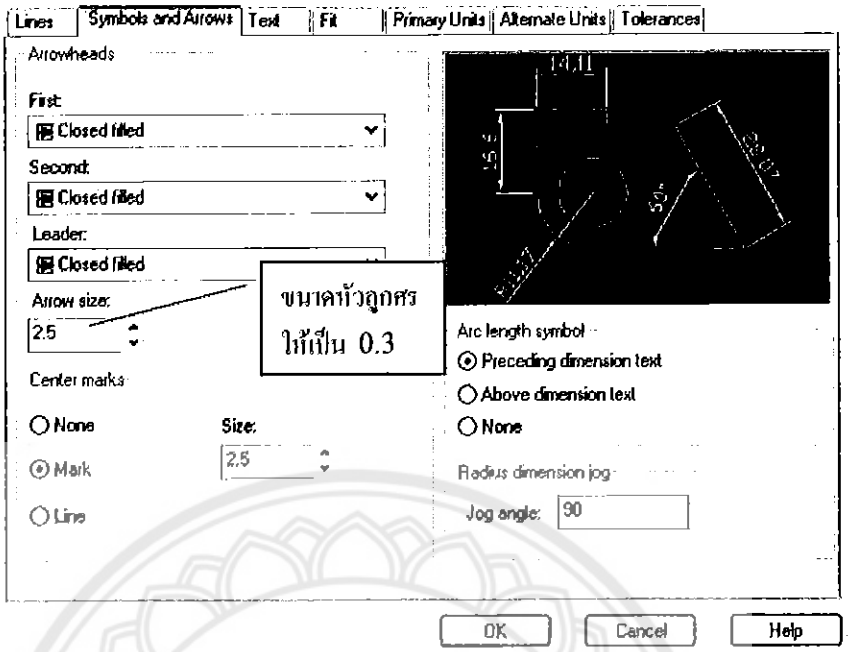


รูปที่ 2.18 การตั้งค่าตัวจับตำแหน่งวัตถุ

2.3.2.7 ขั้นตอนการตั้งค่าเส้นบอกขนาด

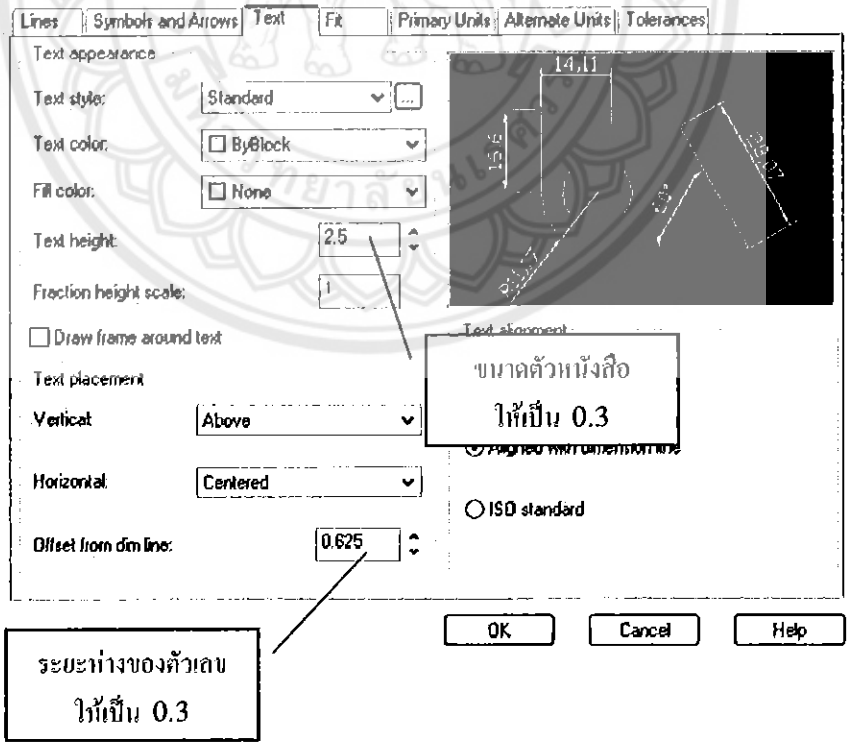
คลิกที่ Dimension ไปที่ Dimension Style เลือกที่ Modify Dimension Style

ขั้นตอนที่ 1



รูปที่ 2.19 การปรับขนาดหัวลูกศร

ขั้นตอนที่ 2



รูปที่ 2.20 การปรับขนาดตัวหนังสือและระยะห่างของตัวเลข

2.3.2.8 ขั้นตอนการใช้ชุดคำสั่ง

ก. ชุดคำสั่ง Draw

	ไอคอน	ชื่อคำสั่ง	คำสั่งย่อ	หน้าที่	ขั้นตอนการใช้คำสั่ง
1		LINE	L	สร้างเส้นตรง	
2		CONSTRUCTION LINE	XL	สร้างเส้นไขว้ง่าย	
3		POLYLINE	PL	สร้างเส้นต่อเนื่อง	
4		POLYGON	POL	สร้างรูปหลายเหลี่ยม	
5		RECTENGLE	REC	สร้างรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า	
6		ARC	A	สร้างเส้นโค้ง	
7		CIRCLE	C	สร้างวงกลม	
8		REVISION CLOUD	-	สร้างเส้นโค้งพิเศษ	
9		SPLINE	SPL	สร้างเส้นต่อโค้ง	
10		ELLIPSE	EL	สร้างวงรี	
11		ELLIPSE ARC	-	สร้างวงรีแบบโค้ง	
12		HATCH	H	ใส่ลายเส้น	
13	A	TEXT	T	ใส่ตัวหนังสือ	
14		BLOCK	B	สร้างชิ้นงาน	

รูปที่ 2.21 ชุดคำสั่ง Draw

ข. ชุดคำสั่ง Modify

	ไอคอน	ชื่อคำสั่ง	คำสั่งย่อ	หน้าที่	ขั้นตอนการใช้คำสั่ง
1		ERASE	E	ลบวัตถุ	
2		COPY	CP	คัดลอกวัตถุ	
3		MIRROR	MI	กลับวัตถุ	
4		OFFSET	O	คัดลอกแล้วขยายขนาด	
5		ARRAY	AR	คัดลอกวัตถุเป็นชุด	
6		MOVE	M	เคลื่อนย้ายวัตถุ	
7		ROTATE	RO	หมุนวัตถุ	
8		SCALE	SC	ปรับขนาดวัตถุ	
9		STRETCH	S	ยืดวัตถุ	
10		TRIM	TR	ลัดวัตถุ	
11		EXTEND	EX	ล่อวัตถุ	
12		CHAMFER	CHA	ตกมุมลัด	
13		FILLET	F	ตกมุมโค้ง	
14		EXPLODE	EXP	แตกชิ้นวัตถุ	

รูปที่ 2.22 ชุดคำสั่ง Modify

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร มร. 04940 T 5070119 e.2 2552

2.4 หลักการและทฤษฎีประมาณราคา

การประมาณราคา คือ การกำหนดราคาโดยมีหลักฐานการคิดและคำนวณอย่างชัดเจนและใกล้เคียงราคาจริงมากที่สุด ราคาสะพานจะใกล้เคียงราคาจริงหากการประมาณราคาใช้วิธีถอดแบบ (Take off) ซึ่งจะแยกส่วนประกอบของอาคารอย่างละเอียด

ราคากลาง คือ ราคามาตรฐานที่ใกล้เคียงความจริงซึ่งสามารถก่อสร้างหรือจัดหาได้จริง และใช้เป็นฐานสำหรับเปรียบเทียบราคาที่ผู้เข้าประกวดราคายื่นเสนอ

2.4.1 ความแตกต่างของต้นทุน (Cost) และราคา (Price)

2.4.1.1 ต้นทุน หมายถึง ผลรวมของทรัพยากรที่จะต้องใช้เพื่อการผลิตและนำผลิตภัณฑ์นั้นออกจำหน่ายหรือใช้ประโยชน์

2.4.1.2 ราคา หมายถึง มูลค่าที่จะนำไปใช้ในลักษณะของการตลาด ราคาอาจจะเท่ากับต้นทุนหรือราคาอาจจะถูกปรับปรุงให้ตรงกับความต้องการของตลาด ราคาเป็นคุณค่าที่ผู้ทำผลิตภัณฑ์เป็นผู้กำหนด และปรกติราคาจะสูงกว่าต้นทุนการผลิตและการจำหน่าย โดยมีการบวกกำไรที่คาดหวังเข้าไปในราคานั้นแล้ว

2.4.2 การประมาณต้นทุน

การประมาณ หมายถึง การวิเคราะห์ การให้ความเห็น การพยากรณ์ หรือการคาดหมายล่วงหน้า การประเมินค่าในรูปของค่าใช้จ่าย ดังนั้นการประมาณต้นทุนจึงเป็นการวิเคราะห์ หรือการให้ความเห็นเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในกระบวนการทำงานหรือกระบวนการผลิต ซึ่งอาจเป็นการทำผลิตภัณฑ์ การจัดทำโครงการ หรือการผลิตงานบริการ

2.4.3 องค์ประกอบของราคา

วัสดุ วัสดุธรรมชาติ วัสดุจากการผลิต แรงงานในการผลิต แรงงานในการลำเลียง ค่าขนส่ง เครื่องจักรในการผลิต เครื่องมือ ความสูญเสีย ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ (Factor F) ค่าดำเนินการ กำไร ภาษี ดอกเบี้ย

2.4.4 ข้อควรพิจารณาเพื่อเป็นแนวทางในการประมาณราคา

2.4.4.1 เตรียมการ

ก. ศึกษา แบบ ข้อกำหนด และเอกสารประกวดราคา

ข. จัดแบ่งหมวดหมู่ของงาน

ค. จัดทำบัญชีแสดงปริมาณวัสดุและราคา

2.4.4.2 การดำเนินงาน

ก. ถอดแบบ

ข. จัดทำต้นทุนต่อหน่วย

ค. พิจารณาค่า Factor "F" ที่เหมาะสม สรุปเป็นราคาโครงการ

ง. ตรวจทาน

2.4.4.3 การเก็บข้อมูล

ก. รวบรวมราคางานที่ได้จัดทำไว้ แยกเป็นหมวดหมู่

ข. มีระบบการจัดเก็บที่ดี

ค. ติดตามผลการประกวดราคา เปรียบเทียบราคากับราคากลาง

ง. การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง

2.4.5 Factor F

ค่าตัวเลขซึ่งกำหนดขึ้นตามมติคณะกรรมการควบคุมราคากลาง ใช้คูณราคาต่อหน่วยของต้นทุน (Unit Cost) ออกมาเป็น ราคาค่างานของโครงการ Factor F ประกอบด้วย ค่าอำนวยการ ดอกเบี้ย กำไร และภาษี

2.4.6 รายการงานตรวจสอบ (Checklist)

2.4.6.1 ได้รับแบบครบถ้วนหรือไม่

2.4.6.2 แบบที่ได้รับเป็นฉบับล่าสุดหรือไม่

2.4.6.3 แบบที่ใช้ในการถอดแบบเป็นฉบับล่าสุดหรือไม่

2.4.6.4 ข้อมูลระบบสาธารณูปโภคที่จำเป็นต้องรื้อย้าย ก่อสร้างใหม่มีครบถ้วนหรือไม่

2.4.6.5 ได้คำนึงถึงวิธีการก่อสร้างว่าจำเป็นต้องมีงานชั่วคราว เช่น Sheet Pile, Coffer Dam หรือการสูบน้ำระหว่างการก่อสร้างหรือไม่

2.4.6.6 ได้คำนวณปริมาณงานของงานชั่วคราวเพื่อใช้ในการประมาณราคาหรือไม่

2.4.6.7 เข้าใจในวิธีการก่อสร้างหรือไม่

2.4.6.8 ได้สอบทานตัวเลขและการคำนวณแล้วหรือไม่

2.4.6.9 หน่วยที่ใช้ถูกต้องหรือไม่

2.4.6.10 ปริมาณงานครบถ้วนหรือไม่

2.4.6.11 Back up Sheet ชัดเจนและสะดวกในการตรวจสอบหรือไม่

2.4.6.12 Back up Sheet ครบถ้วนหรือไม่

2.4.6.13 ลายมือ ตัวเลข ชัดเจนหรือไม่

2.4.6.14 ตรวจสอบ พิสูจน์อักษรแล้วหรือไม่

2.4.6.15 กรณีใช้ คอมพิวเตอร์ ช่วยในการคำนวณ มีรายละเอียดสูตรการคำนวณ และตัวอย่างหรือไม่

2.4.6.16 ระบบการจัดเก็บเป็นอย่างไร ฟลอปปีดิสก์ที่ใช้ จะต้องมีระบบการจัดเก็บ

2.4.6.17 ได้ตรวจสอบดูสถานที่ก่อสร้างหรือไม่

2.4.6.18 ราคาวัสดุ Update หรือไม่

2.4.6.19 หน่วยในการจ่ายเงินสอดคล้องกับข้อกำหนดทางเทคนิค (Specifications) และบัญชีแสดงปริมาณวัสดุและราคา (Bill of Quantities: B.O.Q.) หรือไม่

2.4.6.20 กรณีที่บัญชีแสดงปริมาณวัสดุและราคา (Bill of Quantities: B.O.Q.) ระบุให้ใส่ค่า K (Escalation Factor, สูตรการปรับราคา) ถูกต้องและสอดคล้องกับเอกสารประกวดราคาหรือไม่

2.4.6.21 Factor F (ค่าดำเนินการ กำไร และภาษี) Update และถูกต้องตามระเบียบของทางราชการหรือไม่

2.4.6.22 ระบบการจัดเก็บเอกสาร (Filing) การผลิต (Reproduction) และการแจกจ่าย (Distribution) ปลอดภัยและเน้นว่าเป็นเอกสาร "ลับ" หรือไม่

2.4.6.23 ราคาวัสดุที่ใช้เป็นราคาที่รวมค่าขนส่งถึงสถานที่ก่อสร้างแล้วหรือไม่

2.4.6.24 งานดินขุดรวมค่าขนส่งดินไปทิ้งแล้วหรือไม่

2.4.6.25 แบบที่ใช้ในการถอดแบบมีข้อมูลครบถ้วนหรือไม่ เช่น กำลังของคอนกรีต ความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็ม ความยาวของเสาเข็มและอื่น ๆ

2.4.6.26 มีรายการวัสดุครบถ้วนหรือไม่

2.4.6.27 งานที่มีความต่อเนื่องและเกี่ยวพันกัน มีการแบ่งแยกงานจากกันชัดเจนหรือไม่ และต้องสามารถตรวจสอบได้ง่าย

2.4.6.28 วัสดุที่ระบุให้ใช้ตามแบบ มีขายในท้องตลาดหรือไม่

2.4.6.29 ใบเสนอราคามีครบถ้วนหรือไม่

2.4.7 น้ำหนักเหล็กเส้น

2.4.7.1 เหล็กเส้นกลมผิวเรียบ คุณภาพ SR 24

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มม. หนัก 0.222 กก./ม.

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 มม. หนัก 0.499 กก./ม.

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 มม. หนัก 0.888 กก./ม.

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 มม. หนัก 1.390 กก./ม.

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 19 มม. หนัก 2.230 กก./ม.

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 มม. หนัก 3.850 กก./ม.

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 28 มม. หนัก 4.830 กก./ม.

2.4.7.1 เหล็กเส้นกลมผิวข้ออ้อย คุณภาพ SD 30, SD 35 และ SD 40

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9.5 มม. หนัก 0.556 กก./ม.

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 มม. หนัก 0.888 กก./ม.

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 16 มม. หนัก 1.580 กก./ม.

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 มม. หนัก 2.470 กก./ม.

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 มม. หนัก 3.850 กก./ม.

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 28 มม. หนัก 4.830 กก./ม.

บทที่ 3

วิธีดำเนินโครงงาน

3.1 วิธีการเตรียมงาน

ก่อนจะสำรวจภูมิประเทศจริงที่จะทำการก่อสร้าง คณะผู้ศึกษาได้ค้นหาพื้นที่ด้วยโปรแกรม Google Earth ที่พิกัด N 14 °53' 27.8 " E 101 ° 29' 0.2 " วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะภูมิประเทศก่อนที่จะเดินทางไปสำรวจภูมิประเทศจริง ภาพที่ 3.1 แสดงบริเวณที่ตั้งโครงการ ซึ่งอยู่ในพื้นที่ราบสูง ใกล้เชิงเขา

ศึกษาค้นคว้าวิชาทางวิศวกรรมที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบสะพานและถนน และปรึกษากับเจ้าหน้าที่ของกรมทางหลวงเพื่อที่จะหาข้อมูลและวางแผนการออกแบบและการประมาณราคา

ภาพที่ 3.1 ภาพถ่ายดาวเทียม

3.2 งานสำรวจพื้นที่

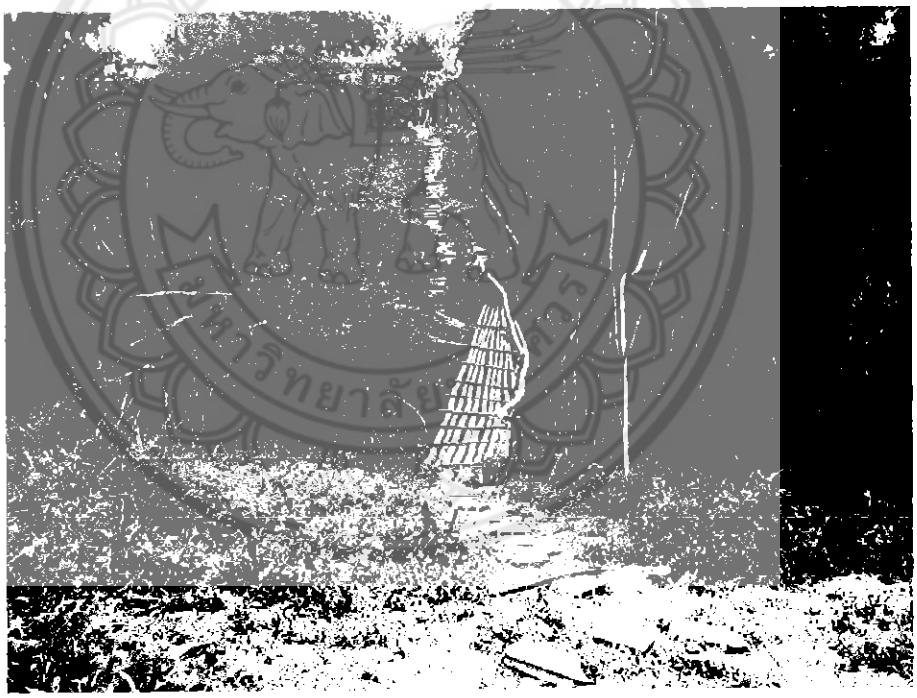
งานสนาม ประกอบด้วยงานสำรวจโดยสังเขป (Reconnaissance) งานรังวัดระดับแบบสวนกลับ รวมถึงการเก็บรายละเอียดความต้องการของเจ้าของโครงการ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.2.1 งานสำรวจโดยสังเขป

ทำการเดินสำรวจภูมิประเทศจริงโดยรอบบริเวณที่จะทำการก่อสร้างสะพานและถนน และกำหนดตำแหน่งของหมุดระดับทางราบและทางดิ่ง

เลือกตำแหน่งของหมุดระดับ คำนึงถึงความปลอดภัยของหมุด อยู่ในบริเวณที่ไม่ถูกทำลายได้ง่าย สามารถมองเห็นหมุดอื่นได้ง่าย โดยไม่ต้องตัดต้นไม้ ระยะระหว่างหมุดทั้งสองห่างกัน 5-10 เมตร

ในการเลือกแนวของสะพานและถนน เป็นไปตามความต้องการของเจ้าของโครงการ และ เพื่อความสะดวกในการการก่อสร้าง จึงใช้เส้นทางเดิมที่สัญจรเข้าออก ดังภาพที่ 3.2 แสดงแนวทางเดิม ซึ่งใช้ไม้ไผ่ผูกยึดกันเป็นสะพานให้คนเดินผ่าน



ภาพที่ 3.2 แนวทางสัญจรเดิม

3.2.2 การสร้างหมุด

คณะผู้ศึกษาได้สร้างหมุดระดับไปตามแนวก่อสร้างของสะพาน เพราะสามารถทำได้ง่าย และครอบคลุมพื้นที่ที่ต้องการก่อสร้างได้ทั้งหมด

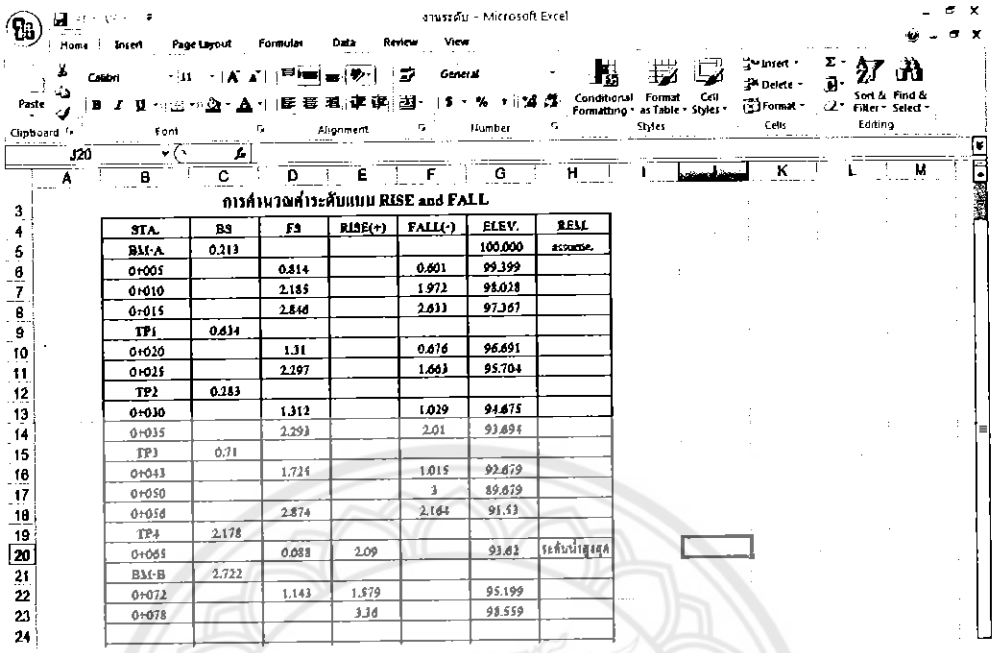
ในการสร้างหมุด เลือกใช้หมุดไม้ไผ่มีความยาวประมาณ 20 เซนติเมตร ตัดส่วนหัวให้เรียบ ปลายอีกด้านหนึ่งของหมุดทำให้มีลักษณะแหลม ตอกลงดินตามแนวกล้อง ให้มีระยะห่างจากหมุดอื่น 5.00 เมตร ตอกให้หัวหมุดมีระดับเสมอผิวดิน ใช้ตะปูขนาด $1\frac{1}{2}$" ตอกลงไปตรงตำแหน่งห่าง 5.00 เมตร จากหมุดที่ทำก่อนหน้านี้ มัดด้วยเชือกปอสีแดงเพื่อเป็นสัญญาลักษณ์ของหัวหมุด

3.2.3 การทำงานระดับ (Leveling)

ในการดำเนินงานรังวัดเพื่อถ่ายค่าระดับ (Elevation) โดยกำหนดหมุดอ้างอิง (Datum) ให้หมุดอ้างอิงมีค่าเท่ากับ 100 เมตร ใช้วิธีการทำระดับแบบ Differential leveling โดยการอ่านสายใยกลาง ครั้งแรกส่องกล้องไปยังไม้ Staff ที่หมุดอ้างอิง Bench Mark (BM) ที่ทราบค่าระดับแล้ว อ่านค่าระดับที่ไม้ Staff เป็นค่าระดับ Back Sight (BS) จากนั้นส่องกล้องไปยังไม้ Staff ที่ตั้งอยู่บนหมุดในแนวสะพานอ่านค่าระดับที่ไม้ Staff เป็นค่าระดับ Fore Sight (FS) นำข้อมูลคำนวณหาค่าระดับของหัวหมุดที่ตอกเสมอผิวดิน ค่าที่ได้คือค่าระดับดินเดิม ดังแสดงในตารางที่ 3.1

ภาพที่ 3.3 แสดงการสำรวจในพื้นที่

ตาราง 3.1 แสดงวิธีการคำนวณค่าระดับที่วัดได้

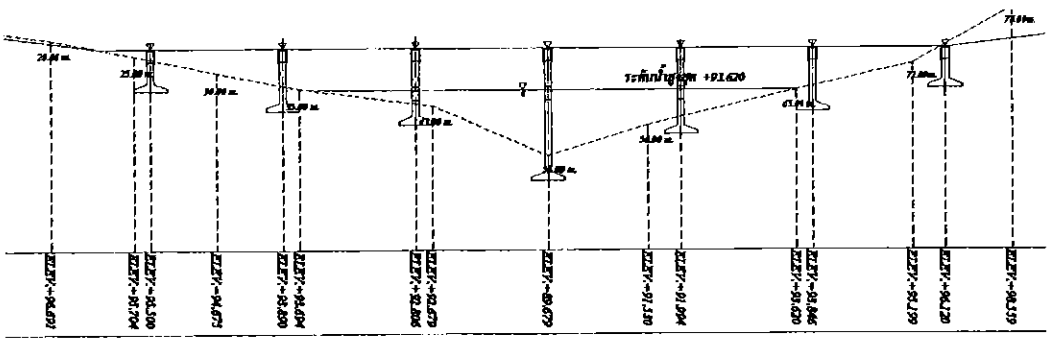


การคำนวณค่าระดับแบบ RISE and FALL

STA.	BS	FS	RISE(+)	FALL(-)	ELEV.	REM.
BM-A	0.213				100.000	assume.
0+005		0.814		0.601	99.399	
0+010		2.185		1.972	98.028	
0+015		2.846		2.633	97.367	
TP1	0.634					
0+020		1.31		0.676	96.691	
0+025		2.297		1.663	95.704	
TP2	0.283					
0+030		1.312		1.029	94.675	
0+035		2.293		2.01	93.694	
TP3	0.71					
0+043		1.725		1.015	92.679	
0+050				3	89.679	
0+058		2.874		2.164	91.53	
TP4	2.178					
0+065		0.088	2.09		93.62	ระดับน้ำสูงสุด
BM-B	2.722					
0+072		1.143	1.579		95.199	
0+078			3.36		98.559	

3.3 งานออกแบบโครงสร้างสะพานและถนน

การออกแบบโครงสร้างสะพานและถนนนี้ได้สอบถามความต้องการของเจ้าของโครงการ ซึ่งสรุปเป็นความต้องการเบื้องต้น คือ ต้องการสะพานให้รถบรรทุกขนาดเล็กผ่าน และจากข้อมูลในตารางที่ 3.1 คณะผู้ศึกษาได้เขียนค่าระดับดินเดิมแสดงเป็นภาพ Profile ดินเดิมดังปรากฏในภาพที่ 3.4 คณะผู้ศึกษาได้ศึกษาแบบสะพานมาตรฐานของกรมทางหลวง พบว่าสะพานช่วง 5-10 เมตร ควรใช้สะพานแบบพื้น (Slab Type) กลุ่มผู้ศึกษาจึงเลือกออกแบบสะพานแบบพื้นชนิดใช้พื้นสำเร็จรูปเพื่อประหยัดค่าค้ำยันและไม้แบบท้องพื้น กำหนดให้สะพานมีทางรถกว้าง 4.00 เมตร ขอบทางกว้างข้างละ 0.50 เมตร ยาว 40.00 เมตร แบ่งเป็นช่วงๆ ละ 8.00 เมตร สูงจากระดับน้ำสูงสุด 1.00 เมตร ไม่ให้ตอม่ออยู่กลางลำคลองตามคำแนะนำของกรมทางหลวง



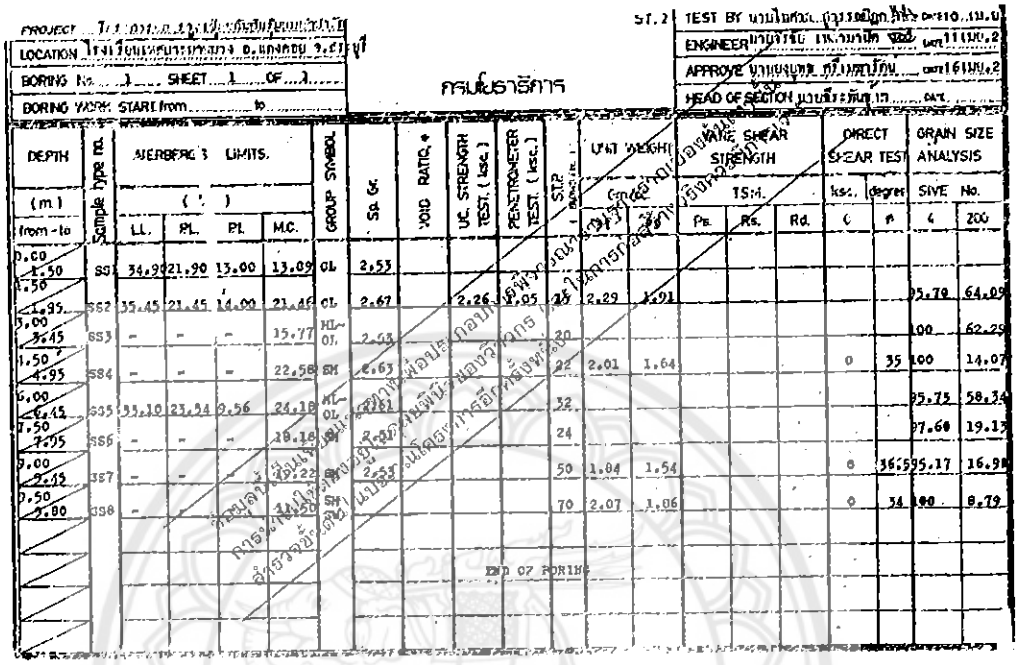
ภาพที่ 3.4 แสดง Profile ของดินเดิม

3.3.1 การตรวจสอบขนาดฐานราก

การตรวจสอบขนาดฐานรากเกี่ยวข้องกับความสามารถรับแรงของดิน ดังนั้นคณะผู้ศึกษาได้ใช้ข้อมูลดินในเขตโรงเรียนเทศบาลบ้านม่วง อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี ซึ่งจัดทำโดยกรมโยธาธิการ เป็นข้อมูลสำหรับการศึกษาครั้งนี้ และกำหนด Safety of Factor เท่ากับ 2.5 ข้อมูลดินของกรมโยธาธิการมี 2 หลุม ได้แก่ Boring No.1 คำนวณความสามารถต้านทานน้ำหนักได้ 25 ตันต่อตารางเมตร และ Boring No.2 คำนวณความสามารถต้านทานน้ำหนักได้ 61 ตันต่อตารางเมตร คณะผู้ศึกษาได้เลือกความสามารถต้านทานน้ำหนักของดินเท่ากับ 25 ตันต่อตารางเมตร

3.3.1.1 ข้อมูลจาก Boring No. 1

ตารางที่ 3.2 Boring No.1



DEPTH (m.) from - to	Sample type no.	ATTERBERG'S LIMITS LL.	PL.	PI.	M.C.	GROUP SYMBOL	Sp. Gr.	VOID RATIO, e	UC. STRENGTH TEST. (ksc.)	PENETROMETER TEST. (ksc.)	ST.2	UNIT WEIGHT Gm/cm³	Kg/m³	SHEAR STRENGTH TS/ft² Ps.	Rs.	Rd.	DIRECT SHEAR TEST ksc. C	degree ø	GRAIN SIZE ANALYSIS SIVE No. 4	200
0.00 - 1.50	SS1	34.90	21.90	13.00	13.09	CL	2.53													
1.50 - 3.00	SS2	35.45	21.45	14.00	21.46	CL	2.67		2.26	0.05	25	2.29	1.91						95.79	64.09
3.00 - 4.50	SS3	-	-	-	15.77	ML-CL	2.53				20								100	62.29
4.50 - 6.00	SS4	-	-	-	22.58	CH	2.63				22	2.01	1.64				0	35	100	14.07
6.00 - 7.50	SS5	33.10	23.54	9.56	24.18	ML-CL	2.61				32								95.75	58.34
7.50 - 9.00	SS6	-	-	-	18.16	CH	2.61				24								97.60	19.13
9.00 - 10.50	SS7	-	-	-	31.22	CH	2.53				50	1.84	1.54				0	36.5	95.17	16.98
10.50 - 12.00	SS8	-	-	-	34.50	CH	2.53				70	2.07	1.86				0	34	100	8.79
											END OF BORING									

$$\gamma = G_s \gamma_w (1+w)/(1+e)$$

$$e = wG_s = (15.77/100)(2.53) = 0.40$$

$$\gamma = 2.53(9.81)(1+0.158)/(1+0.40) = 20.53 \text{ Kn/m}^3$$

$$\gamma_{sat} = G_s \gamma_w + e \gamma_w/(1+e)$$

$$\gamma_{sat} = (2.53)(9.81)+(0.40)(9.81)/(1+0.40) = 20.53 \text{ Kn/m}^3$$

$$\emptyset' = \sqrt{20N60 + 20}$$

$$\emptyset' = \sqrt{20(20) + 20} = 20$$

For $\emptyset' = 20°$ from table 3.3 Bearing Capacity Factors , $N_q = 6.4$ and $N_y = 5.39$

$$F_{qs} = 1 + \frac{B}{L} \tan\emptyset' = 1 + (\frac{1.8}{7.4})\tan 20 = 1.09$$

$F_{ys}=1-0.4(\frac{B}{L})=1-0.4(\frac{1.8}{7.4})=0.90$

$F_{qd}=1+2\tan\emptyset'(1-\sin\emptyset')^2\frac{Df}{B}=1.44$

$F_{yd}=1$

$q=\gamma D_f=(20.53)(2.5)=5.23\ Ton/m^2$

$q'_u=(5.23)(6.4)(1.09)(1.44)(1)+(1/2)(2.09)(1.8)(5.39)(0.9)(1)(1)$

$q'_u=61.66/2.5=25\ Ton/m^2$

3.3.1.2 ข้อมูลจาก Boring No. 2

ตารางที่ 3.3 Boring No.2

PROJECT ...
LOCATION ...
BORING (No.) 2 SHEET 1 OF 1
BORING WORK START from ... to ...
TEST BY ... DATE ...
ENGINEER ... DATE ...
APPROVE ... DATE ...
HEAD OF SECTION ... DATE ...

DEPTH (m) from-to	Sample type no.	ATTERBERG'S LIMITS (%) LL.	PL.	PI.	M.C.	GROUP SYMBOL	Sp. Gr.	VOID RATIO, e	UC. STRENGTH TEST. (ksc.)	PENETROMETER TEST. (ksc.)	SPT N-Value (Blows/ft.)	UNIT WEIGHT Gm/cc. γ_t	γ_d	VANE SHEAR STRENGTH TSM. Ps.	Rs.	Rd.	DIRECT SHEAR TEST ksc. C	Degree ϕ	GRAIN SIZE ANALYSIS SIVE No. 4	200
0.00 / 1.50	PA1	36.80	19.28	17.52	16.69	CL	2.48												100	88.47
1.50 / 1.95	SS2	38.45	23.04	15.41	16.97	O L	2.59				3									
3.00 / 3.45	SS3	41.95	23.40	18.47	12.78	CL	2.46				4								100	91.09
4.50 / 4.95	SS4	36.50	19.96	16.34	12.97	CL	2.52				4								100	89.62
6.00 / 6.45	SS5	29.80	16.27	13.51	18.10	CL	2.65			4.50	5	2.07	1.75						98.00	94.36
7.50 / 7.95	SS6	-	-	-	15.36	CL	2.54			-	2								98.01	61.25
9.00 / 9.45	SS7	50.10	18.03	11.27	21.60	CL	2.65				6								99.48	62.16
10.50 / 10.95	SS8	-	-	-	19.65	CH	2.61				16	1.91	1.60				0.070	18	100	50.43
12.00 / 12.45	SS9	29.70	17.97	11.73	22.76	CL	2.59				8						0	28	100	42.77
13.50 / 13.95	SS10	21.4	17.38	4.07	23.47	SC	2.53				14								100	46.16
15.00 / 15.30	SS11	-	-	-	11.93	SM					102	1.91	1.64						75.42	32.74

END OF BORING

γ=Gs γ_w(1+w)/(1+e)

e=wGs=(12.78/100)(2.46)=0.31

γ=2.46(9.81)(1+0.128)/(1+0.31)=20.78 Kn/m^3

γ_{sat}=Gs γ_w+e γ_w/(1+e)

γ_{sat}=(2.46)(9.81)+(0.31)(9.81)/(1+0.31)=20.74 Kn/m^3

$\emptyset' = \sqrt{20N60 + 20}$

$\emptyset' = \sqrt{20(38) + 20} = 28$

For Ø'=28° from table 3.3 Bearing Capacity Factors , N_q=14.72 and N_y=16.72

$F_{qs} = 1 + \frac{B}{L} \tan\emptyset' = 1 + (\frac{1.8}{7.4})\tan 28 = 1.13$

$F_{ys} = 1 - 0.4(\frac{B}{L}) = 1 - 0.4(\frac{1.8}{7.4}) = 0.90$

$F_{qd} = 1 + 2\tan\emptyset'(1-\sin\emptyset')^2 \frac{Df}{B} = 1.42$

F_{yd}=1

q=yDf= 20.78x2.50=5.30 Ton/m^2

q'_u=(5.30)(14.72)(1.13)(1.42)(1)+(1/2)(2.12)(1.8)(16.72)(1)(0.9)(1)

q'_u=153.90/2.5 = 61.56 Ton/m^2

3.3.1.3 น้ำหนักบรรทุกใช้งานคงที่ (Dead Load) + แรงกระแทกของน้ำหนักบรรทุกจร (Impact Load)

ก. แผ่นพื้น

A = 5 x 0.25 = 1.25 m^2

น้ำหนักแผ่นพื้น = 1.25 x 2400 = 3000 kg/m.

เพิ่ม Impact 30% = 3000 x 1.30 = 3900 kg/m.

ข. คอนกรีตทับหน้า

$A = 0.1 \times 5 = 0.5\ m^2$

น้ำหนักคอนกรีต = 0.5 x 2400 = 1200 kg/m.

เพิ่ม Impact 30% = 1200 x 1.30 = 1560 kg/m.

ค. ราวสะพาน

$A = (0.23 \times 0.5)+(0.2 \times 0.9) = 0.295\ m^2$

น้ำหนักราวสะพาน = 0.295 x 2400 = 708 kg/m

เพิ่ม Impact 30% = 708 x 1.30 = 920.40 kg/m

ง. คาน

$A = 0.5 \times 0.7 = 0.35\ m^2$

น้ำหนักคาน = 0.35 x 2400 = 840 kg/m.

เพิ่ม Impact 30% = 840 x 1.30 = 1092 kg/m.

3.3.1.4 น้ำหนักบรรทุกจร (Live Load)

LL = (0.2 x 21000)+(0.8 x 21000) = 21000 kg

3.3.1.5 Wind Load

แรงลมที่กระทำบนโครงสร้างส่วนบน (Superstructures) AASHTO กำหนดให้ ออกแบบ ให้รับความเร็วลม 100 ไมล์ต่อชั่วโมง

สำหรับกรมทางหลวงกำหนดให้ ออกแบบ ให้รับความเร็วลม 200 Kg/m^2

WL = 8000 kg.

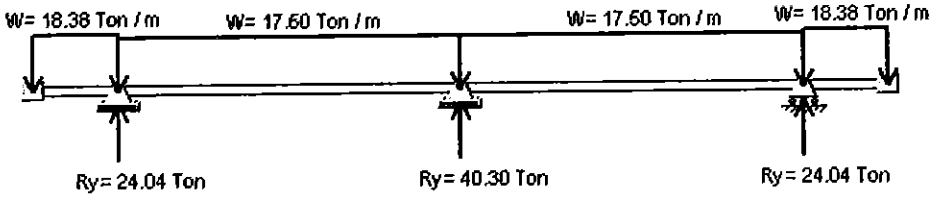
3.3.1.6 Side Walk Loading

Span 0' - 25' ใช้ 415 kg/m^2

3.3.1.7 Curb Loading

เป็น Lateral load ขนาด 744 kg/m^2

3.3.1.8 หาแรงกระทำที่ Support จากโปรแกรมช่วยคำนวณ



รูปที่ 3.5 แรงกระทำที่ Support

3.3.1.9 คำนวณแรงที่กระทำต่อดินใต้ฐานราก

เสา

$A = 0.4 \times 0.4 = 0.16\ m^2$

น้ำหนักเสา = 0.16 x 2400 x 4.2 x 3 = 4838.4 kg.

น้ำหนักรวม = 88.38 + 4.84 = 93.22 Ton.

ขนาดฐานราก 1.8 x 7.4

พื้นที่แรงแบกทาน = 13.32 m^2

ฐานรากหนา = 0.50 m.

= 13.32 x 0.5 x 2400= 15.97 Ton.

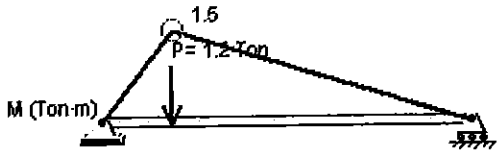
แรงดันดิน = (93.22 + 15.97)/13.31

= 8.20 Ton/m^2

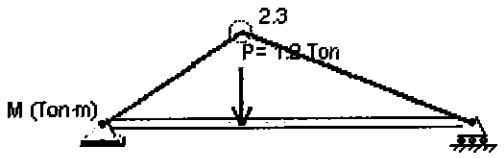
น้อยกว่า 25 Ton/m^2 ใช้ได้

3.3.2 การตรวจสอบแผ่นพื้น

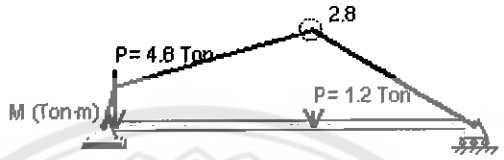
3.3.2.1 ตรวจสอบด้วยการใช้โหลดของ 6 ล้อ H-Load มาคำนวณหาค่าโมเมนต์สูงสุด (Moment Max)



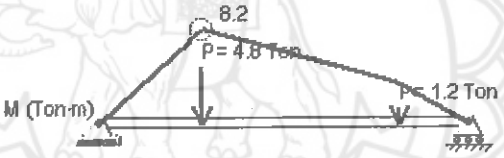
(a)


2.3
P= 1.2 Ton
M (Ton-m)

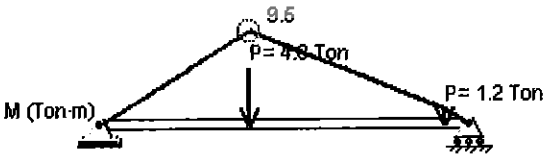
(b)


2.8
P= 4.8 Ton
P= 1.2 Ton
M (Ton-m)

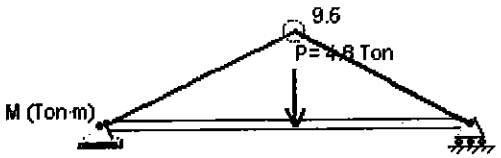
(c)


8.2
P= 4.8 Ton
P= 1.2 Ton
M (Ton-m)

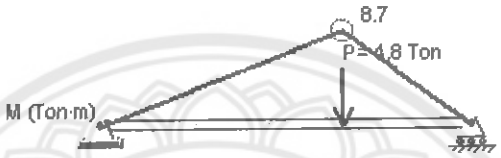
(d)


9.5
P= 4.8 Ton
P= 1.2 Ton
M (Ton-m)

(e)



(f)

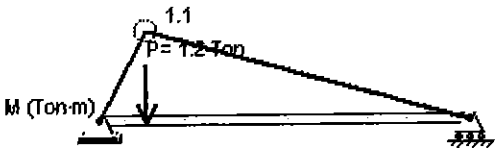


(g)

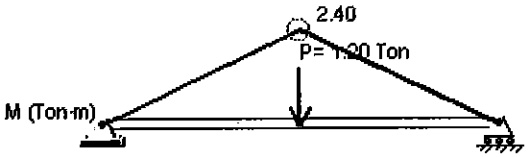
รูปที่ 3.6 Moment รถบรรทุก 6 ล้อ

จากรูป (f) Moment Max 9.5 Ton – m. สำหรับรถบรรทุก 6 ล้อ

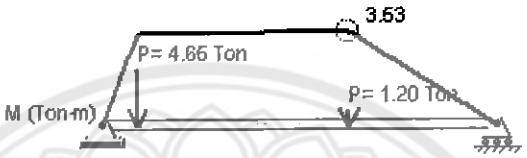
3.3.2.2 ตรวจสอบด้วยการใช้โหลดของ 10 ล้อ HS-Load มาคำนวณหา Moment Max



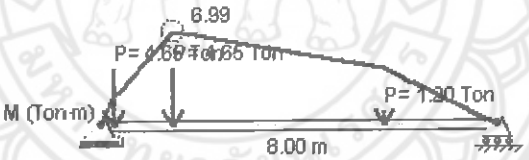
(a)


2.40
P= 1.20 Ton
M (Ton-m)

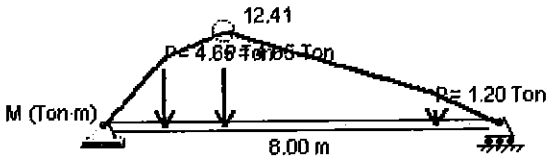
(b)


3.53
P= 4.66 Ton
P= 1.20 Ton
M (Ton-m)

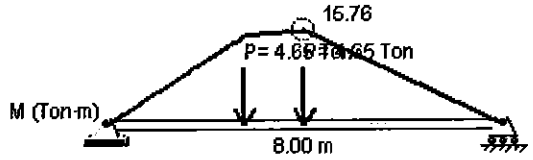
(c)


6.99
P= 4.66 Ton
P= 1.20 Ton
M (Ton-m)
8.00 m

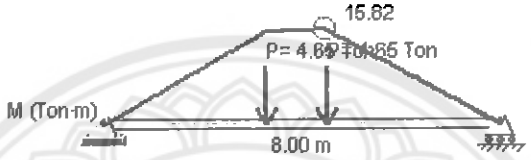
(d)


12.41
P= 4.66 Ton
P= 1.20 Ton
M (Ton-m)
8.00 m

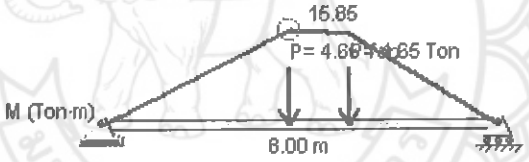
(e)


15.76
P= 4.65 Ton
M (Ton-m)
8.00 m

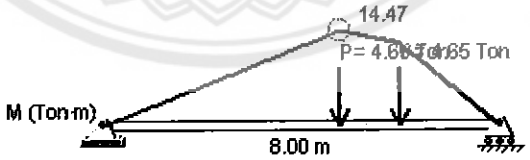
(f)


15.82
P= 4.65 Ton
M (Ton-m)
8.00 m

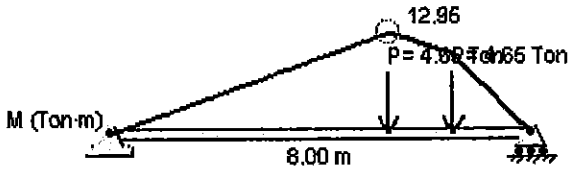
(g)


15.85
P= 4.65 Ton
M (Ton-m)
8.00 m

(h)


14.47
P= 4.65 Ton
M (Ton-m)
8.00 m

(j)



(k)

รูปที่ 3.7 Moment รถบรรทุก 10 ล้อ

จากรูป (h) Moment Max 15.85 Ton – m. สำหรับรถบรรทุก 10 ล้อ

เมื่อเปรียบเทียบกับ Space จากบริษัทผู้ผลิต Plank girder แล้ว ความสามารถในการรับโมเมนต์ของ Plank girder ขนาด กว้าง 1.00 เมตร ยาว 8.00 เมตร หนา 0.25 เมตร สามารถรับโมเมนต์ได้มากกว่าโมเมนต์สูงสุดที่คำนวณได้จากโหลดรถบรรทุก 10 ล้อ 15.85 ตันต่อตารางเมตร

3.4 งานเขียนแบบสะพานและถนน AUTO CAD 2007

3.4.1 การตั้งค่ากระดาษ

ตั้งขอบกระดาษพร้อมที่จะเริ่มเขียนแบบ โดยตั้งกระดาษเป็น A3 กว้าง 29.7 เซนติเมตร ยาว 42 เซนติเมตร

3.4.2 การตั้ง Scale กระดาษ

เขียนขอบกระดาษ A3 กว้าง 29.7 เซนติเมตร ยาว 42 เซนติเมตร เป็นแบบมาตรฐานใน Scale 1:100 ใช้คำสั่ง Scale โดยเลื่อนตัวชี้ไปที่ขอบกระดาษ พิมพ์ SC แล้วพิมพ์ตัวเลข 0.25 จะได้กระดาษสำหรับเขียนรูปมตรา 1:25 สะพานที่จะเพิ่มขนาด Scale ขึ้น หรือ ลดขนาด Scale ลง เช่น 1:25, 1:50, 1:75, 1:100, 1:300

3.4.3 การตั้งค่าเส้นบอกขนาด

ตั้งค่าโดยการไปที่ Dimension Style เลือกที่ Modify Dimension Style กำหนด Arrow size 0.10 , Center marks เป็น marks 0.10, Dimension Break Size 0.09 , Text Style เป็น Standard, Text Height เป็น 0.15, Text placement vertical เป็น Above, Text placement Horizontal เป็น Centered, Offset from dim line เป็น 0.09, Text alignment เป็น ISO Standard, Precision เป็น 0.00, Decimal separator เป็น Period, Units format เป็น Decimal Degrees, Precision

3.5 งานคำนวณหาปริมาณงานโดยวิธีถอดแบบ

การถอดแบบเป็นวิธีแยกส่วนประกอบต่าง ๆ ของสิ่งก่อสร้าง เป็นงานประเภทต่าง ๆ เช่น งานบักผัง งานขุดดิน งานติดตั้งไม้แบบ งานผูกเหล็ก งานเทคอนกรีต ฯลฯ แต่ละประเภทงานใช้หลักคำนวณความยาว, พื้นที่, ปริมาตร, น้ำหนัก, จำนวน ฯลฯ รายละเอียดการคำนวณแต่ละงานปรากฏอยู่ในภาคผนวก

3.5.1 งานบักผัง เป็นงานเตรียมพื้นที่สำหรับการก่อสร้าง ดำเนินการโดยช่างไม้และกรรมกร ปริมาณงานไม่สามารถวัดหรือชั่งได้ จึงกำหนดหน่วยเป็นเหมารวม

3.5.2 งานขุดดิน เป็นงานรื้อดินและขนออกจากตำแหน่งเดิม การขุดสามารถทำโดยใช้กรรมกรขุดหรือใช้เครื่องจักรขุด ปริมาณงานวัดเป็นปริมาตรหน่วยลูกบาศก์เมตร หลักการคำนวณคือ กว้างคูณยาวคูณสูง

3.5.3 งานถมทรายอัดแน่น เป็นงานเตรียมรองพื้นบริเวณที่จะเทคอนกรีตรองพื้นหรือคอนกรีตหยาบ ดำเนินการโดยช่างปูนและกรรมกร ปริมาณงานวัดเป็นปริมาตรหน่วยลูกบาศก์เมตร หลักการคำนวณคือ กว้างคูณยาวคูณสูง

3.5.4 งานเหล็ก เป็นงานจัดเหล็กและผูกเหล็กให้ทารงรูปร่างเป็นโครงสร้างในเนื้อคอนกรีต ดำเนินการโดยช่างเหล็กและกรรมกร ปริมาณงานวัดเป็นความยาวหน่วยเมตร และคำนวณเป็นหน่วยน้ำหนักโดยคูณค่าน้ำหนักของเหล็กแต่ละขนาด หน่วยเป็นกิโลกรัม หลักการคำนวณคือ ความยาวของเหล็กแต่ละขนาด

3.5.5 งานคอนกรีต เป็นงานผสมปูนซีเมนต์ ทราย หิน และน้ำ การลำเลียงและเทคอนกรีต ดำเนินการโดยช่างปูนหรือกรรมกร ปริมาณงานวัดเป็นปริมาตรหน่วยลูกบาศก์เมตร หลักการคำนวณคือ กว้างคูณยาวคูณสูง

3.5.6 งานไม้แบบ เป็นงานติดตั้งส่วนประกอบกั้นคอนกรีตให้ได้รูปทรงตามต้องการและมิให้คอนกรีตไหลออก ดำเนินการโดยช่างไม้ ปริมาณงานวัดเป็นหน่วยตารางเมตร หลักการคำนวณคือกว้างคูณยาว

3.5.7 งานตกแต่งด้านสถาปัตยกรรม เป็นงานติดตั้งวัสดุตามที่ระบุในรายการประกอบแบบดำเนินการโดยช่างตกแต่งแต่ละประเภท ปริมาณงานวัดเป็นหน่วยตารางเมตร หรือหน่วยเป็นจำนวน หรือหน่วยเป็นความยาว

3.6 งานจัดทำ Bill of Quantity

คณะผู้ศึกษาได้นำผลจากการคำนวณแต่ละงานสรุปเป็นหมวดหมู่เป็นบัญชีปริมาณงาน กำหนดราคาวัสดุและค่าแรงงานต่อหน่วย รวมเป็นค่าวัสดุและแรงงานซึ่งเป็นต้นทุนต่อหน่วย เมื่อคำนวณถอดแบบปริมาณงานสะพานและถนน นำไปคูณราคากลางที่ใกล้เคียงความเป็นจริงต่อหน่วยค่าวัสดุแรงงาน โดยมีค่าดำเนินการ 10 % ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7 % และกำไร 10 %

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

4.1 รายการประกอบแบบและแบบก่อสร้าง

คณะผู้ศึกษาได้ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบสะพานและถนน ทฤษฎีการประมาณราคาค่าก่อสร้าง ได้ข้อกำหนดที่สอดคล้องการมาตรฐานของกรมทางหลวง มาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย แล้วจัดเขียนแบบ ได้ผลผลิตดังนี้

แผ่นที่ 1-3 รายการประกอบแบบ
แผ่นที่ 2 แปลนสะพาน รูปตั้งตามแนวยาว
แผ่นที่ 3 ขยายแนวต่อของพื้นสำเร็จรูป
แผ่นที่ 4 แปลนสะพาน
แผ่นที่ 5 แปลนฐานราก F1
แผ่นที่ 6 แปลนฐานราก F2
แผ่นที่ 7 รายละเอียดเหล็กเสริม
แผ่นที่ 8 รูปตัดตามขวางสะพาน
แผ่นที่ 9 ขยายราวสะพาน
แผ่นที่ 10 รูปตัดตามยาวคอสะพาน รูปตัดตามขวางคอสะพาน
แผ่นที่ 11 ขยายพื้นคอนกรีตอัดแรง
แผ่นที่ 12 รายละเอียดถนนคอนกรีตเสริมเหล็ก

รายการทั่วไปประกอบแบบก่อสร้างสะพานคอนกรีต : ตามแบบ

รายการทั่วไป

1. ผู้ว่าจ้างมีสิทธิที่จะแต่งตั้งผู้หนึ่งผู้ใดเป็นเจ้าหน้าที่ควบคุมงานก่อสร้างสะพาน และผู้รับจ้างจะต้องให้ความสะดวกและช่วยเหลือในการปฏิบัติงานตามหน้าที่ต่อผู้ซึ่งผู้ว่าจ้างได้แต่งตั้ง
2. เจ้าหน้าที่ผู้ควบคุมงาน ฯ จะเป็นผู้กำหนดและระดับก่อสร้างทุกประเภทให้ เพื่อเป็นที่หมายสำหรับผู้รับจ้างทำการก่อสร้าง ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ดูแลรักษาและรับผิดชอบมิให้หมุดเคลื่อนไหวไปจากเดิม
3. ผู้รับจ้างจะต้องจัดหัวอย่างเหล็กเส้นและวัสดุอื่นตามที่ผู้ควบคุมงานกำหนด จากจำนวนที่ได้ส่งไปกองไว้บริเวณที่จะทำการก่อสร้าง ต่อหน้าผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างส่งไปเพื่อทดสอบคุณภาพยังห้องทดสอบของทางราชการ โดยผู้รับจ้างจะต้องออกค่าใช้จ่ายในการทดสอบนั้นทั้งสิ้น เมื่อทราบผลการทดสอบแล้ว ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างจะเป็นผู้อนุญาตให้ใช้วัสดุนั้น ๆ ในการก่อสร้างสะพานต่อไป ถ้าปรากฏว่าคุณภาพของวัสดุต่ำกว่ารายการทั่วไปที่กำหนดไว้ในสัญญานี้ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุใหม่ที่มีคุณภาพตามกำหนดไว้ในรายการมาแทน
4. กรณีเป็นการสร้างสะพานใหม่ทดแทนสะพานเดิม ผู้รับจ้างต้องรับจัดการรื้อถอนสะพานเดิมออกและนำส่งมอบวัสดุแก่เจ้าหน้าที่ของผู้ว่าจ้าง ซึ่งผู้ว่าจ้างจะได้แจ้งให้ผู้รับจ้างทราบอีกทีหนึ่ง สำหรับสะพานไม้ให้รื้อโดยดัดสาสมอระดับดิน ส่วนที่ตรงกับตอม่อคอนกรีตให้ถอนออก กรณีในรายการระบุให้ผู้รับจ้างทำสะพานเบี่ยงหรือทางเบี่ยง เมื่อมีการรื้อถอนสะพานเดิมออกเพื่อให้การจราจรผ่านไปมาได้โดยสะดวก นับตั้งแต่เริ่มงานก่อสร้างจนกระทั่งงานแล้วเสร็จ และจะต้องทำการติดตั้งป้าย เครื่องหมาย ไม้กั้น และสิ่งประกอบอื่น ๆ เพื่อความปลอดภัยแก่การจราจร
5. ผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบต่อความเสียหายใด ๆ อันเกิดแก่อาคารที่อยู่ใกล้เคียงหรือบุคคลภายนอก เนื่องจากการกระทำใด ๆ ในงานนี้

วัสดุก่อสร้าง

ก. ปูนซีเมนต์

1. ปูนซีเมนต์ที่ใช้ในการผสมคอนกรีต จะต้องเป็น PORTLAND CEMENT ประเภท 1 หรือประเภท 3 เช่น ตราช้าง ตราพญานาค ตราเพชร หรือตราเอราวัณ ตราพญานาคสีแดง และตราสามเพชร ซึ่งบรรจุถุงเรียบร้อย ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 15 เล่ม 1-2516 ห้ามใช้ปูนซีเมนต์ผสม เช่น ตราเสือ ตรางูเห่า ตรานกอินทรีย์ มาใช้เด็ดขาด
2. ห้ามนำปูนซีเมนต์ที่เสื่อมคุณภาพโดยความชื้นจับตัวกันเป็นก้อนมาใช้ในการก่อสร้าง
3. ปูนซีเมนต์จะต้องมีค่าการแข็งตัวครั้งแรก (INTIAL SET) ไม่ต่ำกว่า 60 นาที และมีค่าการแข็งตัวบั้นปลาย (FINAL SET) ไม่ต่ำกว่า 10 ชั่วโมง
4. การเก็บปูนซีเมนต์ต้องเก็บไว้ในที่ซึ่งกันน้ำฝนได้ และอยู่สูงพ้นระดับน้ำอย่างน้อย 30 เซนติเมตร

ข. ทราย

1. ทรายจะต้องเป็นทรายน้ำจืด หยาบ และแข็งแกร่ง ปราศจากวัสดุอื่นเจือปน เช่น ดิน เถ้าถ่าน ด่าง หินปูน ดินเหนียว ผักหญ้าต่างๆ
2. ทรายจะต้องมีส่วนคละ (GRADATION) ดังนี้

ตารางเปอร์เซ็นทรายที่ผ่านตะแกรงโดยน้ำหนัก (% PASSING)

3/8"	No.4	No.16	No.50	No.100	No.200
100	95 - 100	45 - 80	10 - 30	2 - 10	2

ค. หินหรือกรวด

1. หินหรือกรวดที่จะนำมาใช้จะต้องมีเม็ดที่แข็งแกร่ง เหนียว ไม่มุ สะอาดปราศจากวัตถุอื่นๆ ปน
2. หินหรือกรวดจะต้องมี GRADATION ดังนี้ :-

ขนาด	เปอร์เซ็นต์ผ่านตะแกรงโดยน้ำหนัก							
	1 1/2 "	1 "	3/4 "	1/2 "	3/8 "	No. 4	No. 8	No. 16
1 1/2 " - N.4	90 - 100	-	30 -70	-	10 - 30	0 - 15	-	-
1" - N.4	-	90 - 100	-	20 - 60	-	0 - 10	0 - 5	-
3/4 " - N.4	-	100	90 -100	-	20 - 60	0 - 10	0 - 5	-
1/2 " - N.4	-	-	100	20 - 100	40 - 70	0 - 15	0 - 5	-
3/4 " - N.8	-	-	-	100	50 - 100	10 - 30	0 - 10	0 - 5

3. ในกรณีที่หินหรือกรวดที่หาได้ตามท้องถิ่นมีขนาดไม่ถูกต้องตามตารางข้างบนนี้ อาจจะทำการออกแบบส่วนผสม (DESIGN MIX) ระหว่างหินหรือกรวดตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป เพื่อให้ได้ขนาดตามนี้ ทั้งนี้ต้องได้รับการตรวจสอบจากวิศวกรและผู้ควบคุมงานก่อนจึงจะนำมาใช้ได้
4. การเลือกใช้หินหรือกรวดตามตารางข้างบนนี้จะต้องเลือกขนาดของพื้นให้เหมาะสมกับงานโดยขนาดใหญ่ที่สุดของหิน จะต้องไม่เกิน 1/5 ของส่วนบางที่สุดของโครงสร้าง และไม่เกิน 3/4 ของช่องว่าง (CLEAR KPACK) ของเหล็ก
5. หินหรือกรวดที่ใช้ จะต้องเป็นวัสดุชนิดเนื้อแข็ง ไม่มุ และผ่านการทดลองตามวิธี LOG ANGBLES ABRAION TEST
6. ห้ามใช้หินชนิดเนื้อหยาบพรุน ซึ่งเมื่อแช่หินไว้ในน้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมง น้ำหนักของหินจะต้องไม่เพิ่มขึ้นเกินกว่า 10 %
7. ต้องล้างหินหรือกรวดให้สะอาดก่อนการใช้สมอ

จ. น้ำ

1. น้ำที่ใช้ผสมคอนกรีตจะต้องใสสะอาดปราศจากวัสดุเจือปน คือ น้ำมัน กรด ด่าง เกลือ และสารอนินทรีย์ต่างๆ
2. ถ้าจำเป็นจะต้องใช้น้ำที่ขุ่นมาผสมคอนกรีตแล้ว จะต้องทำให้น้ำนั้นใสเสียก่อน โดยการเอปูนซีเมนต์ 1 ลิตร ต่อน้ำขุ่น 800 ลิตร ผสมทิ้งไว้นาน 5 นาที จนตะกอนนอนก้นหมดจึงตักเอาน้ำใสมาใช้ได้.

ฉ. เหล็กเสริม

เหล็กเสริมที่จะนำมาใช้ต้องเป็นเหล็กเส้นใหม่ที่ไม่เคยใช้งานมาก่อน ต้องมีผิวสะอาด ไม่มีสนิมกร่อน ไม่เปื้อนน้ำมันน ไม่มีรอยแตกร้าว และมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้ :-

1. เหล็กเส้นกลม (PLAIN ROUND BAR)
   จะต้องมีแรงเค้นที่จุดยืด (YIRLD STRESS) ไม่น้อยกว่า 2,400 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร แรงเค้นดึงสูงสุด (MAXIMUM TENSILE STRESS) ไม่ต่ำกว่า 9,700 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และจะต้องมีความยืดตัวไม่น้อยกว่า 20 % ในช่วงความยาว 5 เท่า ของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็ก (GAUGE LENGTH) และมีคุณสมบัติตาม มอก. 20-2515
2. เหล็กเสริมข้ออ้อย
   จะต้องมีแรงเค้นที่จุดยืด (YIELD STRESS) ไม่น้อยกว่า 2,800 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร แรงเค้นดึงสูงสุด (MAXIMUM TENSILE STRESS) ไม่ต่ำกว่า 4,900 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และจะต้องมีความยืดตัวไม่น้อยกว่า 16 % ในช่วงความยาว 5 เท่า ของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็ก (GAUGE LENGTH) และมีคุณสมบัติตาม มอก. 20-2516 ชั้น คุณภาพที่ 2
3. ลวดผูกเหล็ก
   จะต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 136-2516
4. ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้สำหรับเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็ก

ชนิดของเหล็กเสริม	หมายเลขขนาด (มิลลิเมตร)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร)	ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ไม่เกินกว่า (มิลลิเมตร)
เหล็กเส้นกลม	RB 6 - 15	6 -15	+ - 0.4
	RB 19 - 25	19 - 25	+ - 0.5
	RB 26 - 34	26 - 34	+ - 0.6
เหล็กข้ออ้อย	DB 9.6 - 16	9.5 - 16	+ - 0.4
	DB 19 - 25	19 - 25	+ - 0.5
	DB 26 - 32	26 - 32	+ - 0.6

5. การเก็บวัสดุ
   เหล็กเส้นที่นำมาใช้ในการก่อสร้างจะต้องเก็บไว้ในที่ที่มีหลังคาคลุม และมีฝาสำบังฝนทั้งจะต้องเก็บไว้เหนือดินไม่น้อยกว่า 20 เซนติเมตร การเก็บเหล็กเส้นจะต้องเก็บไว้เป็นพวก ๆ มีป้ายบอกขนาดและชนิดที่ชัดเจน

ฉ. การเก็บตัวอย่างวัสดุเพื่อการทดสอบ

1. ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งตัวอย่างวัสดุที่จะใช้ในการก่อสร้าง ไปทดสอบคุณภาพ โดยมีเจ้าหน้าที่ฝ่ายผู้ว่าจ้างกำกับและควบคุมการส่งโดยใกล้ชิด

2. ตัวอย่างเหล็กเส้นที่จะนำไปทดสอบจะต้องมีความยาวท่อนละ 60 เซนติเมตร จำนวนตัวอย่างละ 3 ท่อน สำหรับเหล็กแต่ละขนาด

3. ตัวอย่างคอนกรีต จะต้องหล่อลูกบาศก์ขนาด 15 x 15x15 เซนติเมตร ไว้เป็นตัวแทนในการทดคอนกรีตครั้งหนึ่งจะต้องหล่อลูกบาศก์หนึ่งแท่ง ต่อปริมาณคอนกรีต 2 ลบ.ม. ทั้งนี้จำนวน ลูกบาศก์ จะต้องไม่น้อยกว่า 3 แท่ง สำหรับแต่ละส่วนของโครงสร้างหรือวันละไม่น้อยกว่า 3 แท่ง โดยผู้ควบคุมงานจะเป็นผู้เลือกคอนกรีตที่จะนำมาหล่อลูกบาศก์ให้ลง วัน เดือน ปี กับ ความยุบ และส่วนผสมคอนกรีตบนแท่งคอนกรีตให้ชัดเจน แรงอัดสูงสุด (ULTIMATE STENGTH) ของแท่งลูกบาศก์คอนกรีตเมื่ออายุครบ 26 วัน จะต้องไม่น้อยกว่า 210 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และแรงอัดต่ำสุด 85 % ของค่าที่ระบุไว้นี้ การจัดส่งลูกบาศก์ไปทดสอบจะต้องทดสอบในห้องทดลองของราชการ โดยมีเจ้าหน้าที่ผู้ควบคุมงานคุมงานต้นทางถึง ปลายทาง โดยตลอด

ช. การก่อสร้าง

1.คอนกรีต

1.1 การผสมคอนกรีตต้องใช้เครื่องผสมโดยตลอดห้ามผสมด้วยมือ การผสมครั้งหนึ่ง ๆ จะต้องใช้เวลาไม่ต่ำกว่า 2 นาที เพื่อให้ส่วนผสมคลุกเคล้ากัน ความเร็วของเครื่องผสมจะต้องไม่เร็วกว่า 20 รอบต่อนาที

1.2 ไม่อนุญาตให้นำคอนกรีตที่ผสมทิ้งไว้นานเกิน 30 นาที มาใช้งาน

1.3 การผสมคอนกรีตในงานสะพาน 1 ลูกบาศก์ ให้ถือดังนี้

1.3.1 ปูนซีเมนต์ (ปอร์ตแลนด์) 350 กิโลกรัม (7 ถุง)
1.3.2 ทรายหยาบ 430 ลิตร
1.3.3 หินย่อยหรือหินกรวด 870 ลิตร
1.3.4 อัตราส่วน น้ำซีเมนต์ (W/C) 45 % - 50 % โดยน้ำหนัก
1.3.5 ความยุบตัว (SLUMP) ไม่น้อยกว่า 5 เซนติเมตร - ไม่เกิน 10 เซนติเมตร

1.4 กรณีที่ใช้คอนกรีตที่ผสมเสร็จ (READY MIXED CONCRETE) หากมีความจำเป็นจะต้องใช้คอนกรีตที่ผสมทิ้งไว้นานกว่า 30 นาทีแล้ว ให้ใช้น้ำยาหน่วง เพื่อไม่ให้คอนกรีตเกิดการแข็งตัวระหว่างการเท โดยให้อยู่ในดุลพินิจของวิศวกรและผู้ควบคุมงาน

2. การเทคอนกรีต

2.1 ก่อนเทคอนกรีตจะต้องตรวจดูแบบหล่อ และการวางเหล็กเสริมว่ามั่นคงถูกต้องตามแบบที่กำหนด

2.2 จัดการเก็บกวาดปิให้ขี้เลื่อย เศษชิ้นหรือผงต่างๆ ออกเสียจากแบบหล่อ

2.3 การเทคอนกรีตจะต้องมิให้เกิดการแยกตัว ระหว่างส่วนผสมที่เป็นก้อน โดยแยกออกไปสู่ที่ละส่วน การเทคอนกรีตให้กระทำโดยไม่ชักช้าก่อนที่คอนกรีตจะแข็งตัว การเทคอนกรีตจากไม่สูงในแบบหรือผู้ใกล้ จะต้องได้รับคำอนุญาตจากผู้ควบคุมงานเสียก่อน ในกรณีต้องเทคอนกรีตโดยใช้รางหรือท่อ ต้องมีที่สำหรับกักคอนกรีตให้ไหลช้า (BAFFLES) เพื่อป้องกันการแยกตัวการเทส่วนผสมระหว่างทาง

2.4 ขณะเทคอนกรีตให้ใช้เครื่องทั่วสะเทือน หรืออย่างอื่นใดที่ผู้ควบงานยอมรับให้ใช้ได้ ทำการเขย่าหรือให้คอนกรีตเฉพาะตัวปราศจากโพรง การใช้หัวสะเทือนจะต้องระวังมิให้นานเกินความจำเป็น จนทำให้ปูนล้นขึ้นมาปนผิวของคอนกรีต

2.5 ในกรณีผ่นตกระหว่างเทคอนกรีต ให้ระงับการเทเว้นแต่จะมีวัตถุปกคลุมเพียงพอเพื่อป้องกันมิให้น้ำฝนเข้ามาปะปนกับคอนกรีต ทั้งในระหว่างการลำเลียง และการเทคอนกรีต

2.6 การเทคอนกรีตที่ไม่ต่อเนื่องจะต้องพักการเทโดยถือระดับพักตามที่ระบุไว้ในแบบเท่านั้น และได้รับคำอนุญาตจากผู้ควบคุมงานเสียก่อน และก่อนที่จะเทคราวใหม่จะต้องแปรงเพื่อขจัดส่วนของคอนกรีตที่ไม่เกาะตัวออก อาจจะต้องสกัดผิวคอนกรีตนั้นให้ขรุขระ ฉีดน้ำให้เศษคอนกรีตรอบนอกไปแล้ว ใช้ปูนผสมน้ำข้น 1 :1 อาบผิวเสียก่อน ก่อนที่จะเทคอนกรีตต่อไป

2.7 การเทคอนกรีตสำหรับพื้นสะพาน ฐานราก คอม่อและคาน จะต้องทำการเทคอนกรีตรวดเดียวให้แล้วเสร็จทั้งหมดหุด

3. การบำรุงคอนกรีต

ในระหว่างที่คอนกรีตยังไม่แข็งตัว ต้องปกคลุมมิให้ถูกแสงแดดและกระแสลมร้อน และต้องป้องกันมิให้คอนกรีตได้รับความกระเทือนได้ เมื่อคอนกรีตโครงสร้างมีอายุได้ 24 ชั่วโมง จะต้องใช้กระสอบชุ่มน้ำปกคลุมผิว และจะต้องดูแลรักษาน้ำเป็นระยะ ๆ เพื่อให้คอนกรีตชุ่มน้ำตลอดเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 7 วัน

4. การถอดแบบ

การถอดแบบด้านข้างของ คาน เสา และกำแพงกันดิน จะกระทำได้เมื่อคอนกรีตมีอายุครบ 48 ชั่วโมง

5. งานแต่งผิวคอนกรีต

เมื่อถอดแบบหล่อออกแล้วต้องแต่งผิวคอนกรีตที่ขรุขระและเป็นรูด้วยปูนทรายซึ่งมีส่วนผสม 1:1 เพื่อให้ผิวคอนกรีตเรียบและเกลี่ยสำหรับพื้นสะพานเมื่อคอนกรีตเริ่มแข็งตัวแล้วให้ใช้ไม้กวาด (BROOM) กวาดพื้นคอนกรีต การกวาดให้กวาดขวางจากขอบหนึ่งไปยังอีกขอบหนึ่ง ตั้งฉากกับแนวศูนย์กลางสะพานการกวาดแต่ละครั้งระวังมิให้กัดเนื้อคอนกรีตเกินกว่า 0.25 เซนติเมตร ผิวคอนกรีตที่ได้รับการกวาดเสร็จเรียบร้อยแล้วจะต้องไม่มีรูโปร่ง หรือโพรงขรุขระหรือเป็นหลุม และจะต้องดูแลมิให้ก้อนหินหรือกรวดโผล่ติดอยู่ที่ผิว

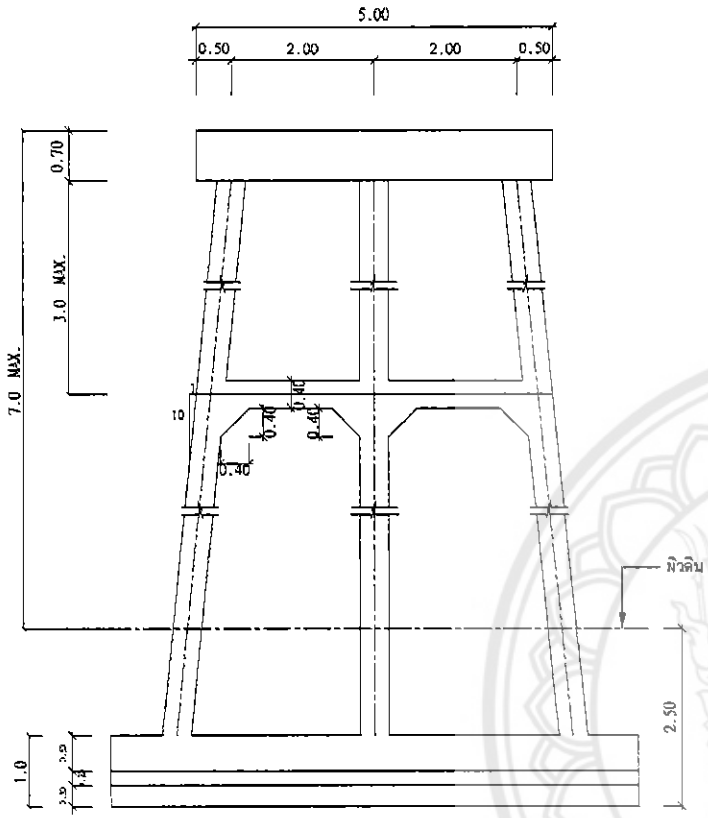
6. การก่อสร้างฐานรากแบบแผ่

ฐานรากแบบแผ่จะต้องฝังลึกกว่าระดับดินเดิมไม่น้อยกว่า 2.50 เมตร หรือจนกว่าจะพ้นจากการกัดเซาะของกระแสน้ำ เมื่อปรับดินได้ระดับเรียบร้อยแล้ว ให้เทคอนกรีตล้วนหนา 10 เซนติเมตร เป็นพื้นส่วนผสม 1:3:6 โดยปริมาตร และให้เทคอนกรีตกว้างกว่าราก ฐานอย่างน้อย 10 เซนติเมตรโดยรอบ ในกรณีที่ระดับท้องน้ำมีลักษณะเปลี่ยนไปจากที่สำรวจไว้แต่แรกให้ผู้ควบคุมงานเป็นผู้กำหนดระดับให้ใหม่ ชั้นดินใต้ฐานรากจะต้องมีความสามารถรับน้ำหนักบรรทุกโดยปลอดภัย ALLOWABLE BEARING CAPACITY ไม่ต่ำกว่า 20 ตันต่อตารางเมตร ในกรณีที่สงสัยจะต้องทดลองบรรทุกน้ำหนักตามที่ระบุ การขุดดินก้นหลุมจะต้องกระทำด้วยเครื่องขุดอัดแบบกระโดด หรือ เครื่องขุดอื่น ๆ ที่ผู้ควบคุมงานเห็นว่าเหมาะสม การขุดอัดจะต้องได้รับความแน่นไม่ต่ำกว่า 95 % MODIFIED PROCTOR ในกรณีที่ไม่สามารถขุดดินถึงระดับที่กำหนดจะเนื่องด้วยเหตุประการใดก็ตาม เว้นแต่ไม่สามารถที่จะขุดต่อไปได้เนื่องจากพบหินพีด จะต้องฝังรากเป็นระดับอยู่ในหินพีดลึกไม่น้อยกว่า 0.50 เมตร (วัดตรงที่ตื้นที่สุด) และเพื่อให้ทราบว่าเป็นหินพีดจริงหรือไม่ จะต้องเจาะรูขนาด 0/ไม่ต่ำกว่า 1 นิ้ว ลึกไม่น้อยกว่า 2.00 เมตร ฐานรากหนึ่งไม่ น้อยกว่า 2 รู

7. การก่อสร้างหินเรียงยาแนว

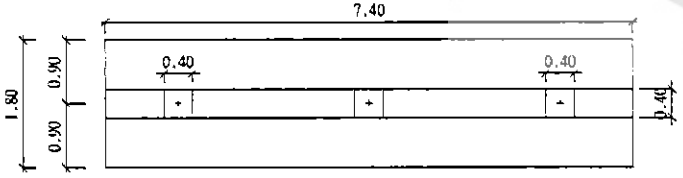
ในกรณีที่คลื่นลมน้ำสูงกว่ากำแพงกันดินคอสะพาน จะต้องทำการเรียงหินใหญ่ยาแนวในส่วนความชันที่เหลือตามแบบแปลน โดยพยายามตกแต่งความลาดชันของดินถมคอสะพาน และคอสะพานจนถึงระดับดินเดิม โดยทำเป็นกำแพงคอดินของหินเรียงยาแนวฝังลงในดินเดิม โดยมีระดับบนสุดของหินคอดินเสมอระดับดินเดิม หินใหญ่ที่จะนำมาใช้ก่อสร้างหินเรียงยาแนวนี้ต้องแข็ง เนื้อปราศจากรอยแตกร้าว มีน้ำหนักระหว่าง 3 - 15 กิโลกรัมต่อก้อน และอย่างน้อย 50 % ของหินทั้งหมดจะต้องหนักกว่า 8 กิโลกรัม ก่อนทำการเรียงหินยาแนวจะต้องเทคอนกรีตปั่นพื้นหนาประมาณ 5 เซนติเมตร เสียก่อน ในขณะที่คอนกรีตยังไม่แข็งตัว จะต้องทำการเรียงหินยาแนวลงบนคอนกรีตอย่างระมัดระวังด้วยมือให้เกิดช่องว่าง (VOID) น้อยที่สุดโดยใช้หินขนาดเล็กเสริมแต่งการเรียงหินให้ใช้หน้าเรียงของหินหงายขึ้น ความหนาของหินเรียงยาแนวต้องไม่น้อยกว่า 0.15 เมตร

4.00
0.50
0.50
6.00
6.00
8.00
8.00
8.00
8.00
8.00
6.00
95.073
95.073
95.073
95.073
95.073
95.073
96.112
97.343
96.434
95.901
95.524



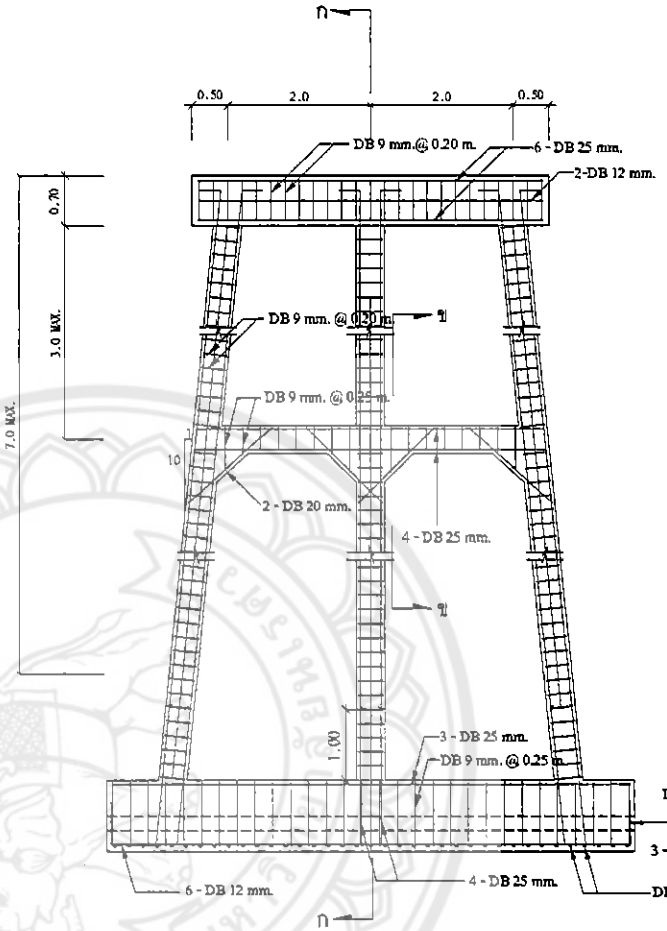
รูปด้านมาตรฐานตามขวาง

1:75



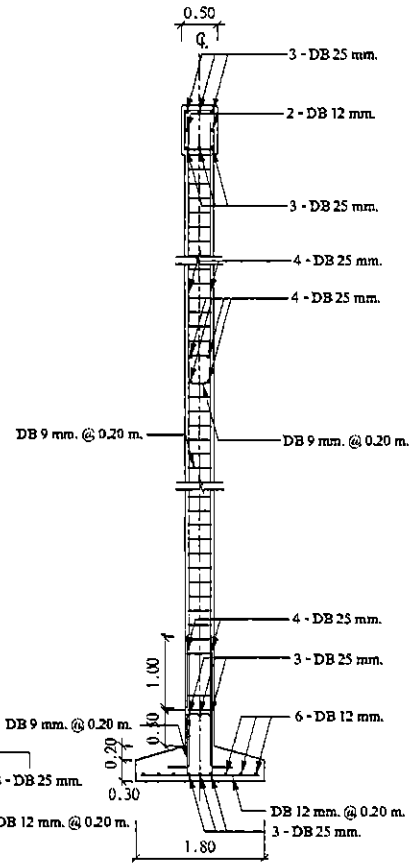
แปลนฐานราก F1

1:75



แสดงรายละเอียดเหล็กเสริม

1:75

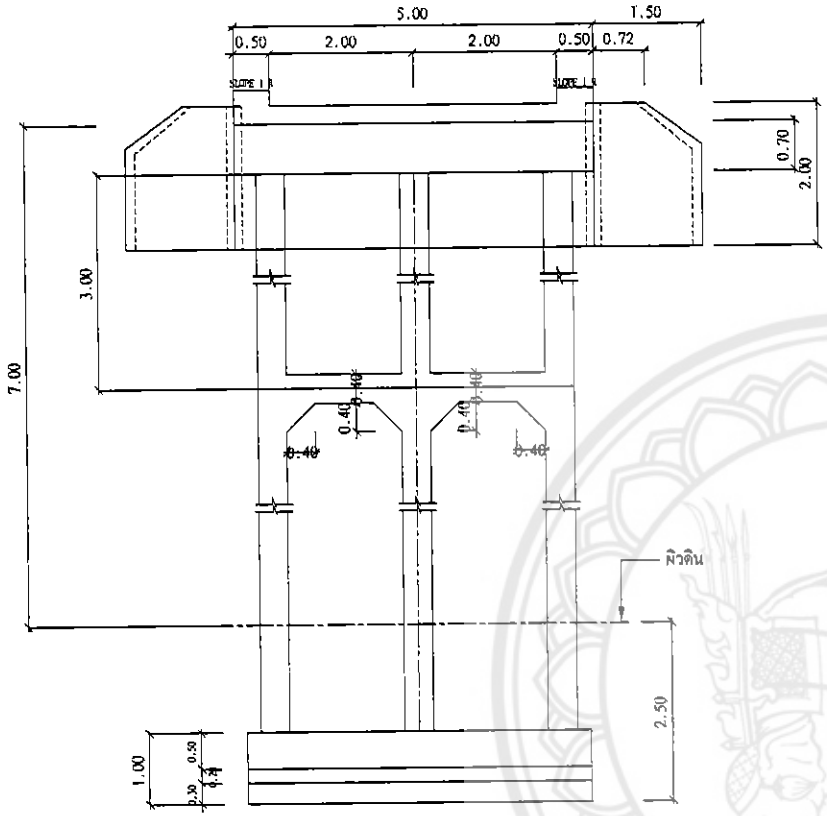


รูปตัด ก - ก

1:75

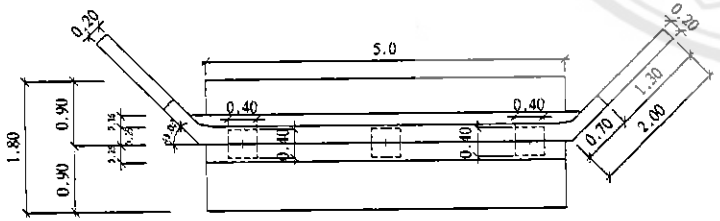
หมายเหตุ

1. ระดับฐานรากให้อยู่ลึกกว่าระดับดินเดิมไม่น้อยกว่า 2.50 เมตร หรือลึกกว่าจะพ้นจากการขุดคุ้ยของกระแสน้ำ เมื่อปรับดินให้ฐานรากได้ระดับเรียบร้อยแล้วให้เทคอนกรีตล้วนเป็นพื้นอีกชั้นหนึ่งหนา 1 0 ซม. แล้วให้กว้างกว่าขนาดของฐานรากอย่างน้อย 10 ซม. โดยรอบส่วนผสม 1:3:5
2. พื้นดินให้ฐานรากจะต้องทานน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่า 8 ตันต่อตารางเมตร
3. ความสูงจากตอม่อจากล่างสุดของฐานรากถึงระดับหลังคานหัวเสาต้องไม่เกิน 6.00 เมตรและระดับหลังคานหัวเสาจะต้องสูงกว่าระดับสูงสุดไม่น้อยกว่า 0.50 เมตร



รูปด้านมาตรฐานตามขวาง

1:75



แปลนฐานราก F2

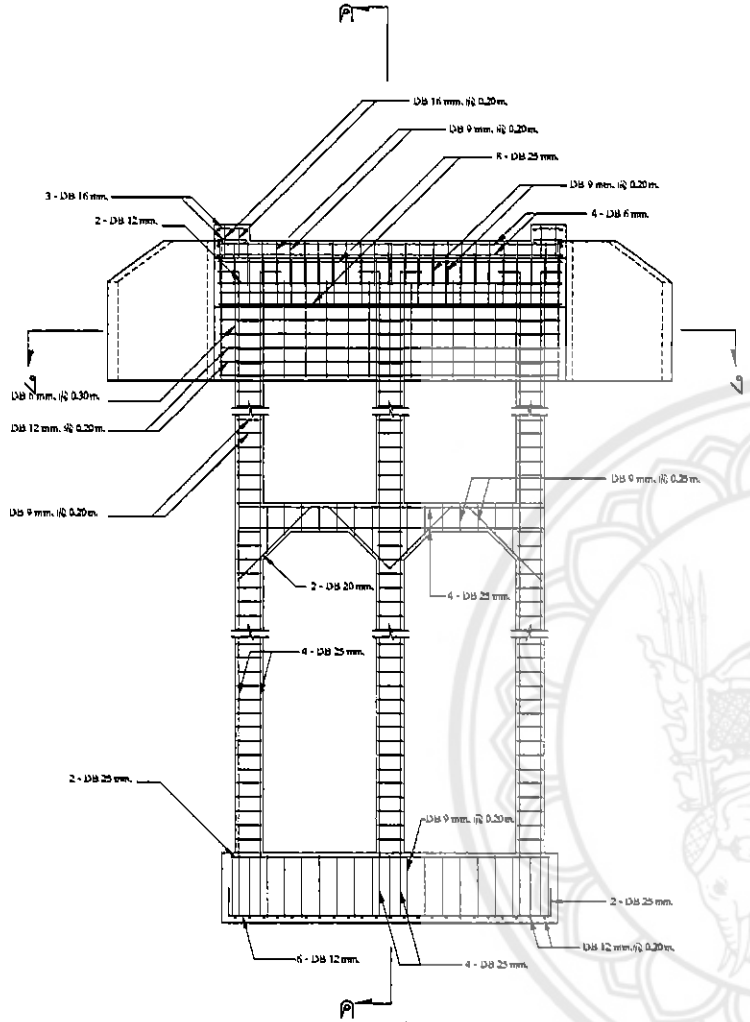
1:75

แปลนกำแพงกันดิน

1:75

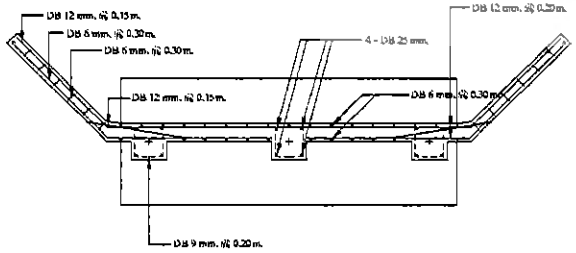
หมายเหตุ

1. ระดับฐานรากให้อยู่ลึกกว่าระดับดินเดิมไม่น้อยกว่า 2.50 เมตร หรือจนกว่าจะพ้นจากการขุดคุ้ยของกระแสน้ำ เมื่อปรับดินใต้ฐานรากได้ระดับเรียบร้อยแล้วให้เทคอนกรีตล้วนเป็นพื้นอีกชั้นหนึ่งหนา 10 ซม. แล้วให้กว้างกว่าขนาดของฐานรากอย่างน้อย 10 ซม. โดยอบส่วนผสม 1:3:5
2. พื้นดินใต้ฐานรากจะต้องทานน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่า 8 ตันต่อตารางเมตร



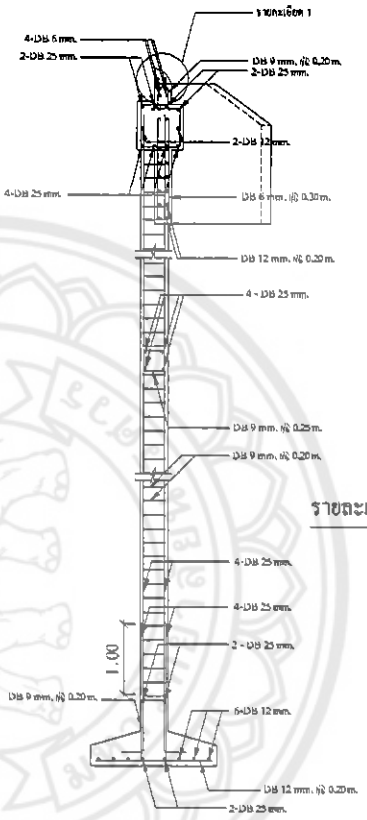
รายละเอียดเหล็กเสริม

1:75



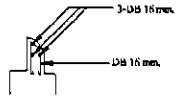
รูปตัด ง - ง

1:75



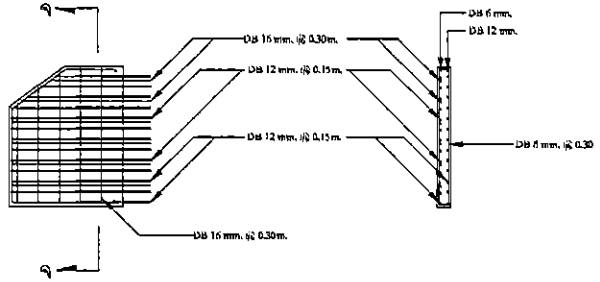
รูปตัด ค - ค

1:75



รายละเอียด 1

1:75

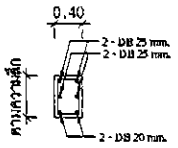


รายละเอียดเหล็กเสริมกำแพงกันดิน

1:75

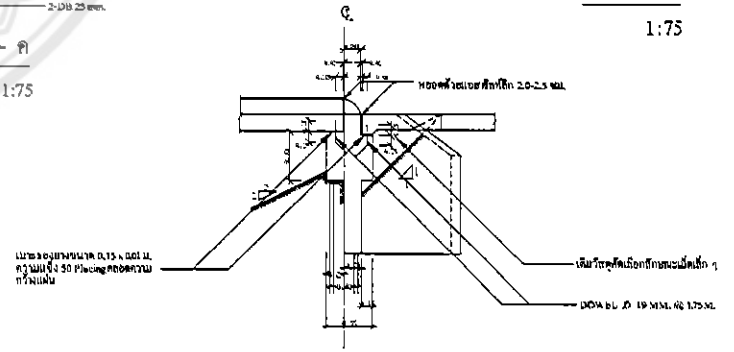
รูปตัด จ - จ

1:75



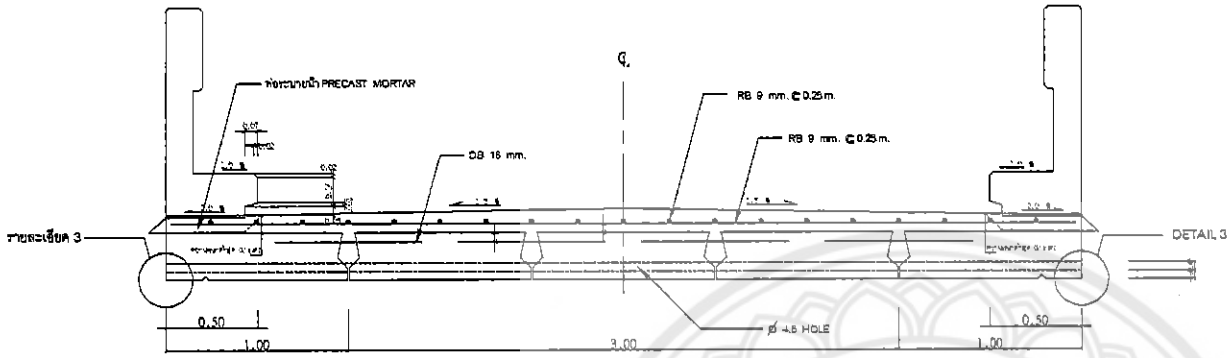
รูปตัด ข - ข

1:75



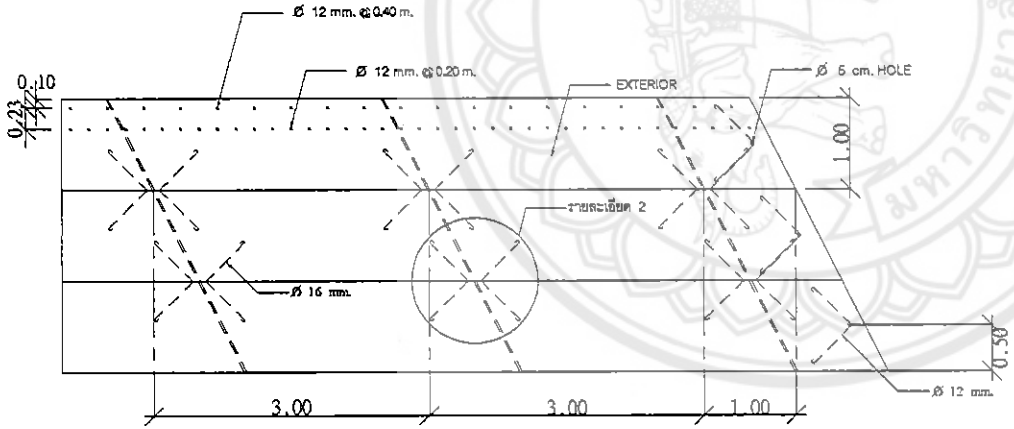
แสดงหัวดอม่อริมฝั่ง

1:75



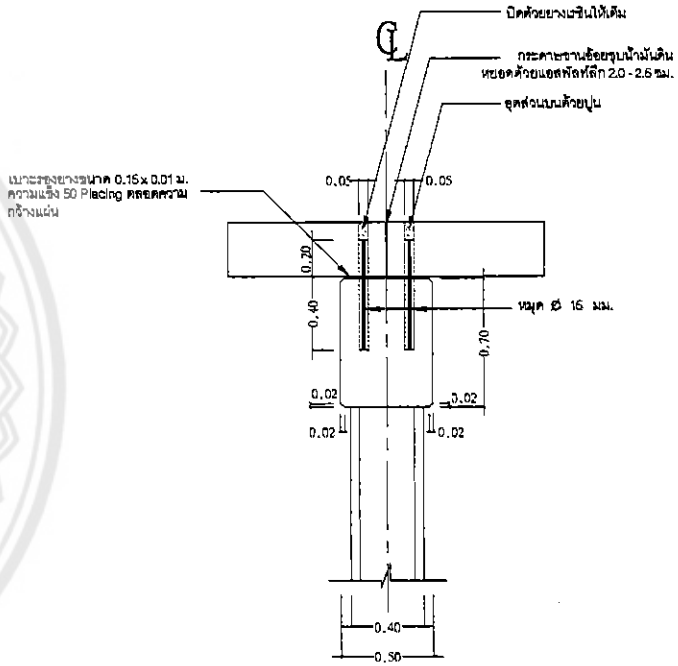
รูปตัดตามขวางพื้นคอนกรีตอัดแรง

1:30



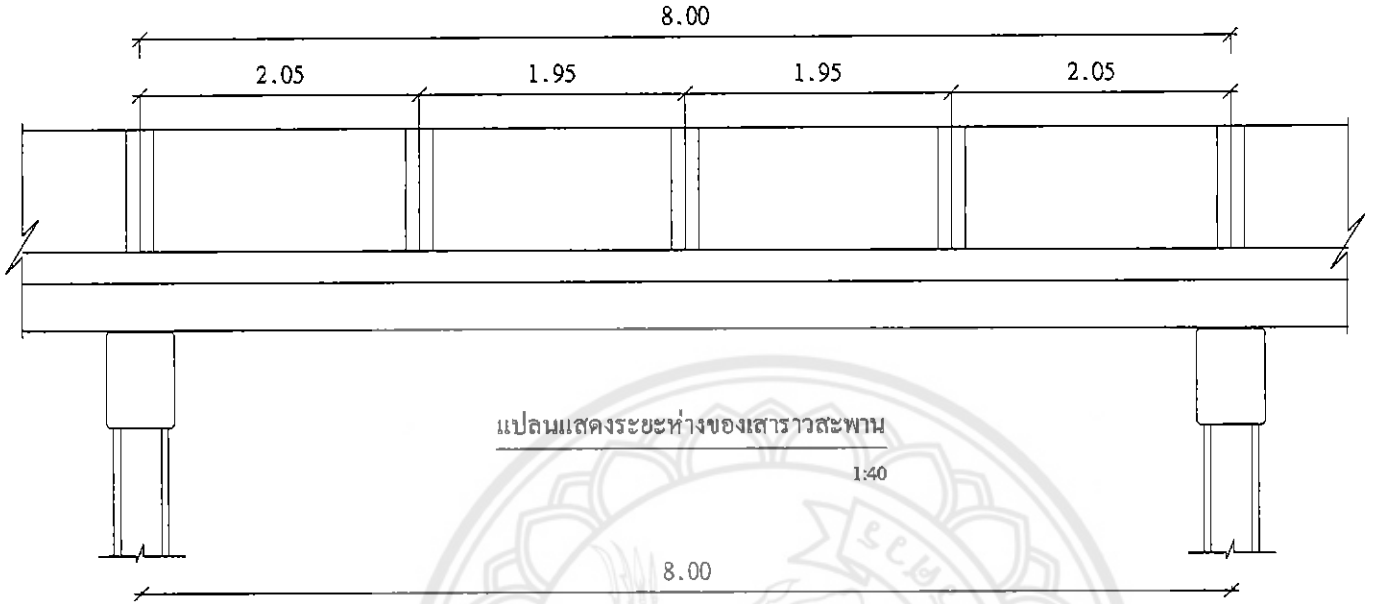
แสดงเหล็กเสริมรอยต่อพื้นสะพาน

1:60



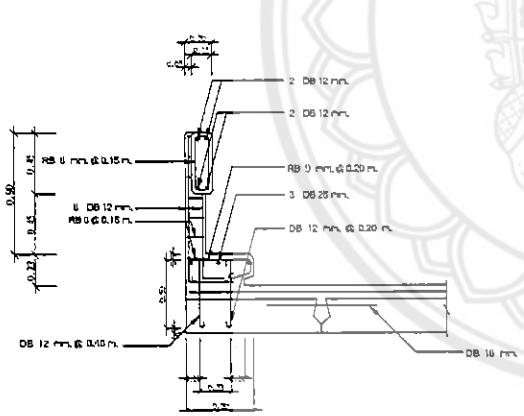
แบบขยายแนวต่อของพื้นสำเร็จรูป

1:30



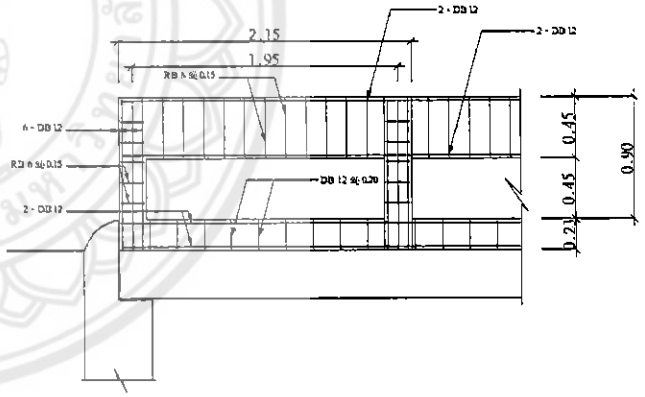
แปลนแสดงระยะห่างของเสาราวสะพาน

1:40



รูปตัดตามขวางราวสะพาน

1:40

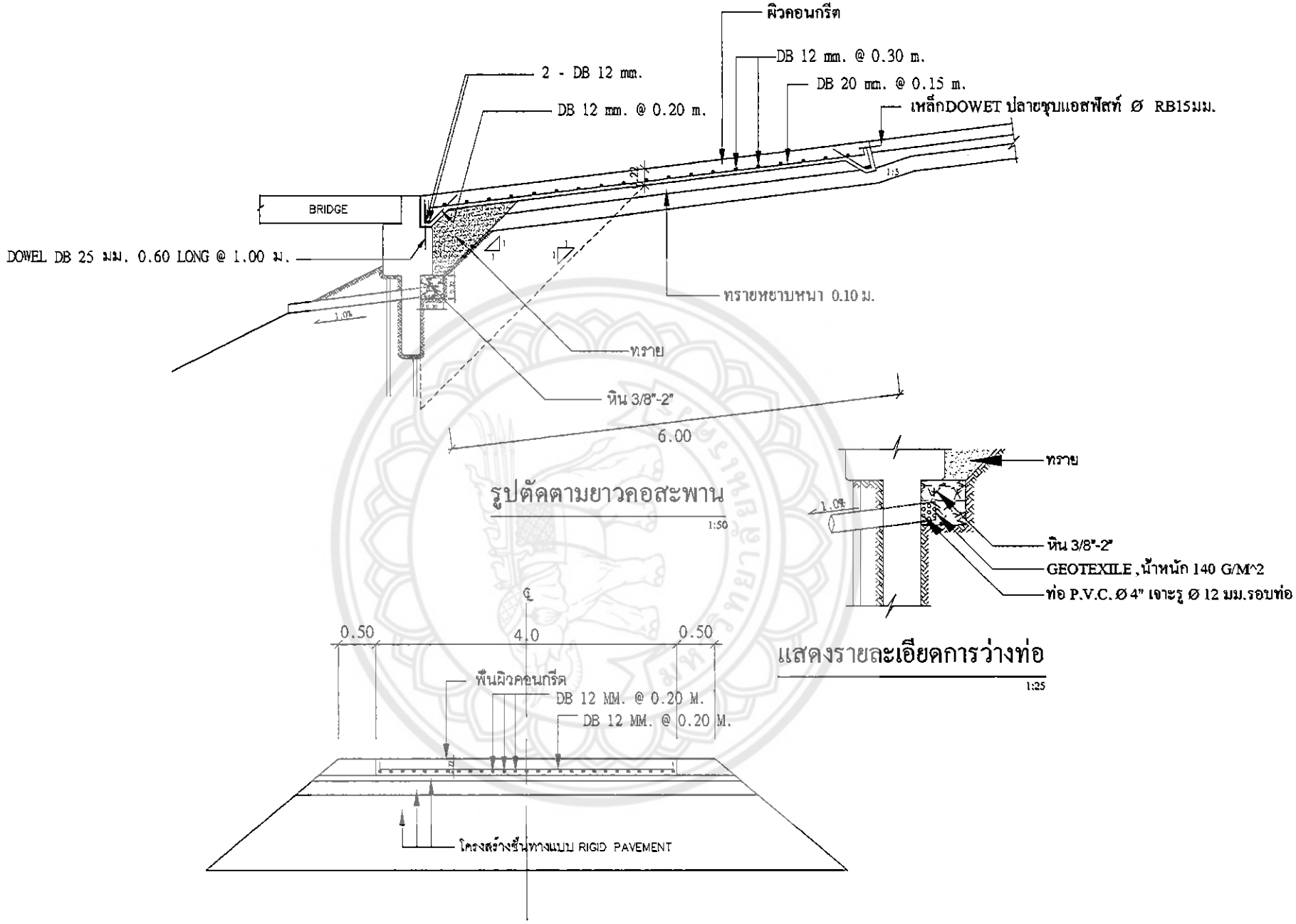


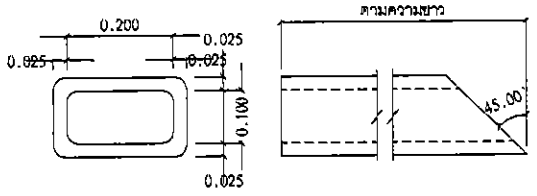
รูปตัดตามยาวราวสะพาน

1:40

หมายเหตุ

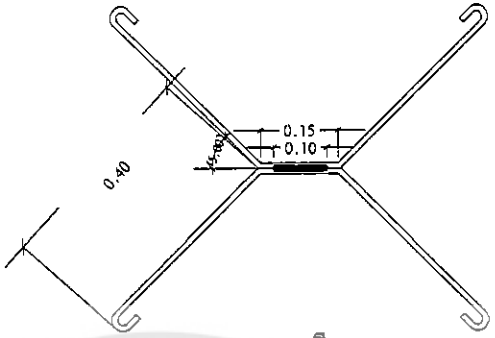
1. มิติต่างๆ เป็นเมตร นอกจากจะระบุเป็นอย่างอื่น
2. แบบแผ่นนี้ดัดแปลงจากแบบสะพานมาตรฐานของกรมทางหลวงโยธาธิการ


ผิวคอนกรีต
DB 12 mm. @ 0.30 m.
DB 20 mm. @ 0.15 m.
เหล็กDOWET ปลายชุบแอสฟัลท์ Ø RB15มม.
2 - DB 12 mm.
DB 12 mm. @ 0.20 m.
BRIDGE
DOWEL DB 25 มม. 0.60 LONG @ 1.00 ม.
ทรายหยาบหนา 0.10 ม.
ทราย
หิน 3/8"-2"
6.00
รูปตัดตามยาวคอสะพาน
1:50
ทราย
หิน 3/8"-2"
GEOTEXILE ,น้ำหนัก 140 G/M^2
ท่อ P.V.C. Ø 4" เจาะรู Ø 12 มม.รอบท่อ
แสดงรายละเอียดการว่างท่อ
1:25
0.50
4.0
0.50
พื้นผิวคอนกรีต
DB 12 MM. @ 0.20 M.
DB 12 MM. @ 0.20 M.
โครงสร้างชั้นทางแบบ RIGID PAVEMENT
รูปตัดตามขวางคอสะพาน
1:50



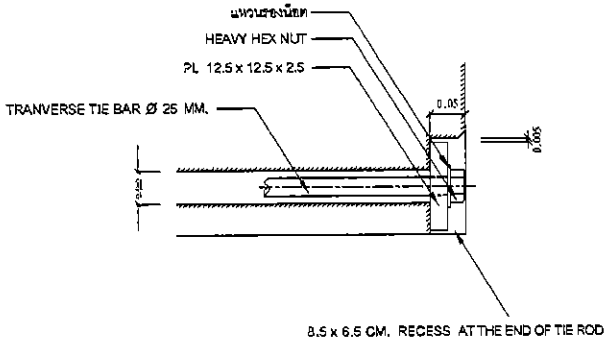
แบบขยายท่อระบายน้ำ

1:20



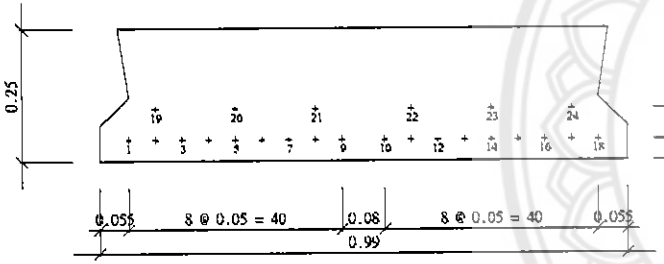
รายละเอียด 2

1:20



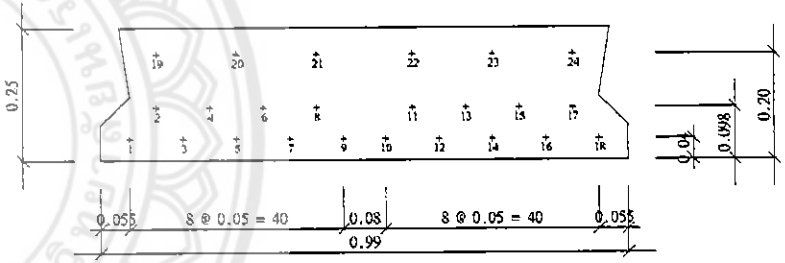
รายละเอียด 3

1:10



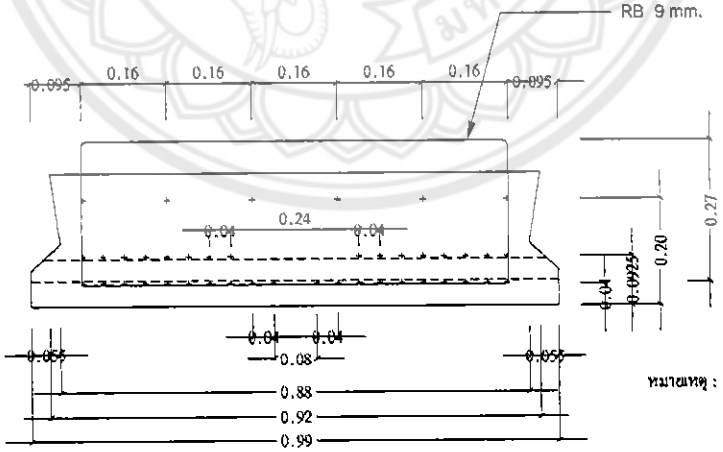
รูปตัด 1-1

1:20



รูปตัด 2-2

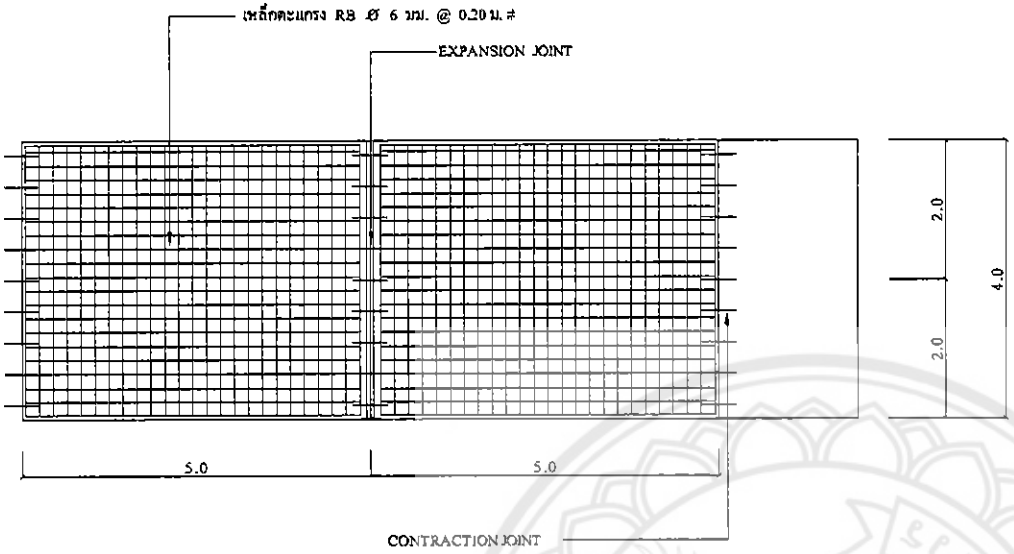
1:20



ขยายพื้นคอนกรีตอัดแรง

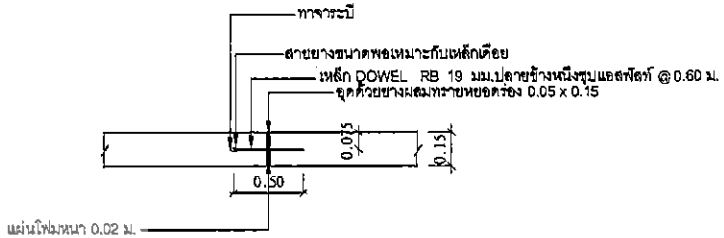
1:20

หมายเหตุ : ใช้ลวด Ø 7 มม. รับแรงดึงได้ 16,500 กก./พร.ซม.
จำนวน 24 เส้น

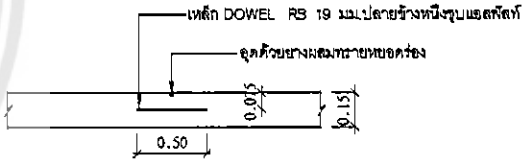


แปลนการวางตะแกรงเหล็ก

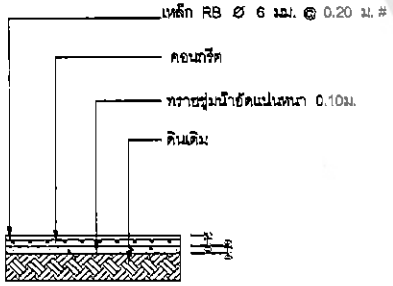
1:75



EXPANSION JOINT ทุกระยะไม่เกิน 30.00 เมตร
ไม่ได้มาตราส่วน



CONTRACTION JOINT ทุกระยะไม่เกิน 10.00 เมตร
ไม่ได้มาตราส่วน



รายละเอียดถนนคอนกรีตเสริมเหล็ก

1:75

รูปตัดตามขวาง

1:75

4.2 Bill of Quantity

คณะผู้ศึกษาได้ดำเนินการถอดแบบจากแบบก่อสร้าง ดังรายละเอียดแสดงในภาคผนวก และสรุปผลอยู่ในรูปแบบของบัญชีรายการ Bill of Quantity

ตารางที่ 4.1 เป็นตารางปริมาณงานแสดงผลการคำนวณแต่ละประเภทงาน ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการควบคุมการทำงาน ตารางที่ 4.2 เป็นตารางแสดงค่าวัสดุรวมค่าขนส่ง ตารางที่ 4.3 เป็นตารางแสดงไม้แบบ ตารางที่ 4.4 เป็นตารางแสดง Bill of Quantity

ตารางที่ 4.1 ตารางปริมาณงาน

ตารางปริมาณงาน

ตำแหน่ง	งาน	จำนวน	ปริมาณ	หน่วย	ปริมาณรวม	หน่วย
	ขุดดิน	4.00	46.33	m^3	185.32	m^3
	ถมทรายอัดแน่น	4.00	1.72	m^3	6.88	m^3
	คอนกรีตหยาบ	4.00	1.52	m^3	6.08	m^3
	ไม้แบบ	4.00	24.56	m^2	98.24	m^2
ฐานราก	เหล็ก					
2 - 5	DB 25	4.00	47.40	m	189.60	m
	DB 12	4.00	108.40	m	433.60	m
	DB 9	4.00	75.00	m	300.00	m
	ปริมาณคอนกรีต	4.00	7.10	m^3	28.40	m^3
	ปริมาณถมดิน	4.00	35.27	m^3	141.08	m^3
	ขุดดิน	2.00	32.08	m^3	64.16	m^3
	ถมทรายอัดแน่น	2.00	1.19	m^3	2.38	m^3
	คอนกรีตหยาบ	2.00	1.04	m^3	2.08	m^3
	ไม้แบบ	2.00	17.22	m^2	34.44	m^2
ฐานราก	เหล็ก					
1 , 6	DB 25	2.00	22.00	m	44.00	m
	DB 12	2.00	73.60	m	147.20	m
	DB 9	2.00	52.50	m	105.00	m
	ปริมาณคอนกรีต	2.00	5.52	m^3	11.04	m^3
	ปริมาณถมดิน	2.00	24.33	m^3	48.66	m^3
	เหล็ก					
เสา	DB 25	12.00	26.36	m	316.32	m
2-5	DB 9	12.00	27.00	m	324.00	m
	ไม้แบบ	12.00	5.42	m^2	65.04	m^2
	ปริมาณคอนกรีต	12.00	0.54	m^3	6.48	m^3
	เหล็ก					
เสา	DB 25	6.00	18.80	m	112.80	m
1,6	DB 9	6.00	13.50	m	81.00	m
	ไม้แบบ	6.00	2.40	m^2	14.40	m^2
	ปริมาณคอนกรีต	6.00	0.24	m^3	1.44	m^3
	เหล็ก					
	DB 25	4.00	29.40	m	117.60	m
คาน	DB 12	4.00	9.80	m	39.20	m
2-5	DB 9	4.00	59.80	m	239.20	m
	ไม้แบบ	4.00	9.50	m^2	38.00	m^2
	ปริมาณคอนกรีต	4.00	1.75	m^3	7.00	m^3

	เหล็ก					
	DB 25	2.00	39.20	m	78.40	m
	DB 16	2.00	20.00	m	40.00	m
คาน	DB 12	2.00	9.80	m	19.60	m
1.6	DB 9	2.00	92.56	m	185.12	m
	ไม้แบบ	2.00	40.00	m^2	80.00	m^2
	ปริมาณคอนกรีต	2.00	2.63	m^3	5.26	m^3
	เหล็ก					
ส่วนยกสูง	DB 16	2.00	10.74	m	21.48	m
	ไม้แบบ	2.00	0.45	m^2	0.90	m^2
	ปริมาณคอนกรีต	2.00	0.05	m^3	0.10	m^3
	เหล็ก					
กำแพงกัน	DB 16	2.00	112.20	m	224.40	m
	DB 12	2.00	170.40	m	340.80	m
ดิน	ไม้แบบ	2.00	25.08	m^2	50.16	m^2
	ปริมาณคอนกรีต	2.00	2.98	m^3	5.96	m^3
	เหล็ก					
	DB 25	2.00	19.40	m	38.80	m
คานรัดเอว	DB 20	2.00	12.00	m	24.00	m
กลางน้ำ	DB 9	2.00	18.20	m	36.40	m
	ไม้แบบ	2.00	5.52	m^2	11.04	m^2
	ปริมาณคอนกรีต	2.00	0.55	m^3	1.10	m^3
	เหล็ก					
	DB 16	5.00	27.60	m	138.00	m
	DB 15	6.00	6.00	m	36.00	m
	DB 12	6.00	10.00	m	60.00	m
งานพื้น	DB 9	5.00	314.80	m	1574.00	m
	ปริมาณคอนกรีต	5.00	5.50	m^3	27.50	m^3
	ปริมาณแผ่นพื้นสำเร็จ	5.00	40.00	m^2	200.00	m^2
	ไม้แบบ	5.00	5.60	m^2	28.00	m^2
	เหล็ก					
	DB 25	10.00	23.70	m	237.00	m
	DB 12	10.00	119.50	m	1195.00	m
รางระบาย	DB 9	10.00	40.40	m	404.00	m
	RB 16	10.00	80.40	m	804.00	m
	ไม้แบบ	10.00	14.56	m^2	145.60	m^2
	ปริมาณคอนกรีต	10.00	1.92	m^3	19.20	m^3
	เหล็ก					
	DB 25	2.00	3.00	m	6.00	m
	DB 12	2.00	115.00	m	230.00	m
	DB 20	2.00	164.70	m	329.40	m
คอสะพาน	ทรายอัดแน่น	2.00	2.40	m^3	4.80	m^3
	บุดสิน	1.00	41.04	m^3	41.04	m^3
	ท่อพีวีซี 4 นิ้ว	2.00	4.00	m	8.00	m
	ไม้แบบ	2.00	2.64	m^2	5.28	m^2
	ปริมาณคอนกรีต	2.00	5.37	m^3	10.74	m^3
	เหล็ก					
	ตะแกรง 6 มม.	1.00	400.00	m	400.00	m
	DB 19	1.00	73.50	m	73.50	m
ถนน	ทรายอัดแน่น	1.00	40.00	m^3	40.00	m^3
คอนกรีต	บุดสิน	1.00	110.40	m^3	110.40	m^3
	ไม้แบบ	1.00	30.00	m^2	30.00	m^2
	ปริมาณคอนกรีต	1.00	60.00	m^3	60.00	m^3

ตารางที่ 4.2 ค่าวัสดุรวมค่าขนส่ง

อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ (MLR)	7	%	เงินล่วงหน้าจ่าย	10	%
เงินประกันผลงานหัก	10	%	ภาษีมูลค่าเพิ่ม	7	%

ที่	รายการ	หน่วย	ค่าวัสดุ (บาท)	ระยะขนส่ง (กม.)	ค่าขน+ขึ้นลง (บาท)	ค่าตัด/ดัดเหล็ก (บาท)	รวม (บาท)
1	ปูนซีเมนต์	บ./ตัน	2,694.00	104.00	251.07	-	2,945.07
2	เหล็ก Ø 6 มม.- Ø 9 มม.	บ./ตัน	28,282.00	190.00	445.98	2,640.00	31,367.98
3	เหล็ก Ø 12 มม.- ขึ้นไป	บ./ตัน	24,550.00	190.00	445.98	2,640.00	27,635.98
4	ลวดผูกเหล็ก	บ./ตัน	27,300.00	190.00	445.98	-	27,745.98
5	ทรายผสมคอนกรีต	บ./ลบ.ม.	377.00	14.00	39.89	-	416.89
6	หินผสมคอนกรีต	บ./ลบ.ม.	380.00	62.00	168.73	-	548.73

ตารางที่ 4.3 ตารางไม้แบบ

ไม้แบบสำหรับงานทั่วไป = ไม้แบบ (1) พื้นที่ 1 ตารางเมตร

ไม้กระบาก	1.00	ลบ.ฟ.@	390	=	390	บาท/ตร.ม.
ไม้ค่ำ	0.30	ลบ.ฟ.@	400	=	120	บาท/ตร.ม.
ไม้ค้ำยันไม้แบบ	1.00	ต้น@	95	=	95	บาท/ตร.ม.
(ขนาด ∅ 4" x 4.00 ม.)						
ตะปู	0.25	กก.@	30	=	7.5	บาท/ตร.ม.
			รวม.....(1)	=	612.5	บาท/ตร.ม.
เนื่องจากใช้งานได้ประมาณ 4 ครั้ง คิดจาก.....(1)				=	153	บาท/ตร.ม.
ค่าแรง				=	99	บาท/ตร.ม.
น้ำมันทาผิวไม้				=	5	บาท/ตร.ม.
			รวม	=	257	บาท/ตร.ม.

ไม้แบบสำหรับงานอย่างง่าย = ไม้แบบ (2) พื้นที่ 1 ตารางเมตร

รายละเอียดเหมือนไม้แบบ (1)						
เนื่องจากใช้งานได้ประมาณ 5 ครั้ง คิดจาก.....(1)				=	123	บาท/ตร.ม.
ค่าแรง				=	99	บาท/ตร.ม.
น้ำมันทาผิวไม้				=	5	บาท/ตร.ม.
			รวม	=	227	บาท/ตร.ม.

ไม้แบบสำหรับงานสะพานและท่อเหลี่ยม = ไม้แบบ (3) พื้นที่ 1 ตารางเมตร

ไม้กระบาก	1	ลบ.ฟ.@	390	=	390	บาท/ตร.ม.
ไม้อัดยางหนา 4 มม.	1	ตร.ม.@	70	=	70	บาท/ตร.ม.
ไม้ค่ำ	0.3	ลบ.ฟ.@	340	=	102	บาท/ตร.ม.
ตะปู	0.25	กก.@	31.78	=	7.95	บาท/ตร.ม.
			รวม	=	569.95	บาท/ตร.ม.
เนื่องจากใช้งานได้ประมาณ 3 ครั้ง คิด				=	190	บาท/ตร.ม.
ค่าแรง				=	105	บาท/ตร.ม.
น้ำมันทาผิวไม้				=	5	บาท/ตร.ม.
			รวม	=	300	บาท/ตร.ม.

ทรายหยาบบดอัดแน่น

ค่าวัสดุจากแหล่งรวมค่าตัก				=	377.00	บาท/ตร.ม.
ค่าขนส่ง	14.00 กม.			=	39.89	บาท/ตร.ม.
ส่วนยุบตัว =	1.4	x	416.88894	=	583.64	บาท/ตร.ม.
ค่าดำเนินการและค่าเสื่อมบดอัด 75%		x	34.64	=	25.98	บาท/ตร.ม.
ค่างานต้นทุน				=	609.62	บาท/ตร.ม.

ตารางที่ 4.4 ตาราง Bill of Quantity

Bill of Quantity (รายละเอียด)

ลำดับ	งาน	ปริมาณงาน	หน่วย	ค่าวัสดุ		ค่าแรงงาน		จำนวนเงินรวม
				ราคาหน่วย	ราคารวม	ค่าแรงหน่วย	ราคารวม	
1.	พื้น							
	-แผ่นพื้นสำเร็จ							
	พื้นคอนกรีตอัดแรงตัวกลาง	15.00	แผ่น	23,500.00	352,500.00	200.00	3,000.00	355,500.00
	พื้นคอนกรีตอัดแรงตัวริม	10.00	แผ่น	24,000.00	240,000.00	200.00	2,000.00	242,000.00
	-ไม้แบบ	28.00	ตารางเมตร	153.00	4,284.00	110.00	3,080.00	7,364.00
	-ปริมาณคอนกรีต	37.50	ลูกบาศก์เมตร	1,770.00	48,675.00	357.00	9,817.50	58,492.50
	-ยางรองหัวคาน 0.15 x 0.01 ม.	9.00	ตารางเมตร	350.00	3,150.00	90.00	810.00	3,960.00
	-ท่อระบายน้ำ	10.40	เมตร	25.00	260.00	45.00	468.00	728.00
	-เหล็ก 6 มม. - 9 มม.	0.79	ตัน	28,282.00	22,342.78	2,640.00	2,085.60	24,428.38
	-เหล็ก 12 มม.ขึ้นไป	0.32	ตัน	24,550.00	7,856.00	2,640.00	844.80	8,700.80
2.	ฐานราก							-
	-ขุดดิน	249.48	ลูกบาศก์เมตร		-	153.00	38,170.44	38,170.44
	-ดินทรายอัดแน่น	9.26	ลูกบาศก์เมตร	377.00	3,491.02	20.00	185.20	3,676.22
	-คอนกรีตหยาบ	40.32	ลูกบาศก์เมตร	1,560.00	63,211.20	310.00	12,561.20	75,772.40
	-ไม้แบบ	132.68	ตารางเมตร	153.00	20,300.04	110.00	14,594.80	34,894.84
	-ปริมาณคอนกรีต	39.44	ลูกบาศก์เมตร	1,770.00	69,808.80	357.00	14,080.08	83,888.88
	-ถมดิน	189.74	ลูกบาศก์เมตร		-	60.00	11,384.40	11,384.40
	-เหล็ก 6 มม. - 9 มม.	0.20	ตัน	28,282.00	5,656.40	2,640.00	528.00	6,184.40
	-เหล็ก 12 มม.ขึ้นไป	1.42	ตัน	24,550.00	34,861.00	2,640.00	3,748.80	38,609.80
3.	เสา							
	-ไม้แบบ	79.44	ตารางเมตร	153.00	12,154.32	110.00	8,738.40	20,892.72
	-ปริมาณคอนกรีต	7.92	ลูกบาศก์เมตร	1,770.00	14,018.40	357.00	2,827.44	16,845.84
	-เหล็ก 6 มม. - 9 มม.	0.20	ตัน	28,282.00	5,656.40	2,640.00	528.00	6,184.40
	-เหล็ก 12 มม.ขึ้นไป	1.65	ตัน	24,550.00	40,507.50	2,640.00	4,356.00	44,863.50
4.	คาน							
	-ไม้แบบ	129.04	ตารางเมตร	153.00	19,743.12	110.00	14,194.40	33,937.52
	-ปริมาณคอนกรีต	13.36	ลูกบาศก์เมตร	1,770.00	23,647.20	357.00	4,769.52	28,416.72
	-เหล็ก 6 มม. - 9 มม.	0.29	ตัน	28,282.00	8,201.78	2,640.00	765.60	8,967.38
	-เหล็ก 12 มม.ขึ้นไป	1.08	ตัน	34,550.00	26,514.00	2,640.00	2,851.20	29,365.20
5.	กำแพงกันดิน							
	-ไม้แบบ	51.06	ตารางเมตร	153.00	7,812.18	110.00	5,616.60	13,428.78
	-ปริมาณคอนกรีต	6.06	ลูกบาศก์เมตร	1,770.00	10,726.20	357.00	2,163.42	12,889.62
	-เหล็ก 6 มม. - 9 มม.	-	ตัน	28,282.00	-	2,640.00	-	-
	-เหล็ก 12 มม.ขึ้นไป	0.69	ตัน	24,550.00	16,939.50	2,640.00	1,821.60	18,761.10
6.	ราวระเบียง							
	-ไม้แบบ	149.20	ตารางเมตร	153.00	22,827.60	110.00	16,412.00	39,239.60
	-ปริมาณคอนกรีต	20.40	ลูกบาศก์เมตร	1,770.00	36,108.00	357.00	7,282.80	43,390.80
	-เหล็ก 6 มม. - 9 มม.	0.20	ตัน	28,282.00	5,656.40	2,640.00	528.00	6,184.40
	-เหล็ก 12 มม.ขึ้นไป	3.24	ตัน	24,550.00	79,542.00	2,640.00	8,553.60	88,095.60
7.	คอสะเทิน							
	-ไม้แบบ	5.28	ตารางเมตร	153.00	807.84	110.00	580.80	1,388.64
	-ปริมาณคอนกรีต	10.74	ลูกบาศก์เมตร	1,770.00	19,009.80	357.00	3,834.18	22,843.98
	-ทรายอัดแน่น	4.80	ลูกบาศก์เมตร	377.00	1,809.60	20.00	96.00	1,905.60
	-ขุดดิน	53.35	ลูกบาศก์เมตร		-	94.00	5,014.90	5,014.90
	-ท่อ P.V.C. 4 นิ้ว	8.00	เมตร	25.00	200.00	45.00	360.00	560.00
	-เหล็ก 12 มม.ขึ้นไป	1.04	ตัน	34,550.00	35,932.00	2,640.00	2,745.60	38,677.60
8.	งานถนนความยาว 100 เมตร)						-	
	-ไม้แบบ	30.00	ตารางเมตร	153.00	4,590.00	110.00	3,300.00	7,890.00
	-ปริมาณคอนกรีต	60.00	ลูกบาศก์เมตร	1,770.00	106,200.00	357.00	21,420.00	127,620.00
	-ทรายอัดแน่น	40.00	ลูกบาศก์เมตร	377.00	15,080.00	20.00	800.00	15,880.00
	-ขุดดิน	143.52	ลูกบาศก์เมตร		-	94.00	13,490.88	13,490.88
	-เหล็กตะแกรง 6 มม.	400.00	ตารางเมตร	31.00	12,400.00	5.00	2,000.00	14,400.00
	-เหล็ก 12 มม.ขึ้นไป	0.16	ตัน	19,945.00	3,191.20	2,640.00	422.40	3,613.60
							1,648,103.44	บาท
				ค่าดำเนินการ 10 %			164,810.34	บาท
				ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7%			115,367.24	บาท
				กำไร 10 %			164,810.34	บาท
				รวม			2,093,091.37	บาท

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 วิเคราะห์ผลของโครงงาน

จากการสำรวจพื้นที่สำนักปฏิบัติธรรมโพธิธรรมภาวนา ตำบลลำพญากลาง อำเภอวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี ทำการวัดระดับจากกล้องระดับโดยนำค่าที่ได้มาคำนวณออกแบบสะพานโดยใช้แบบมาตรฐานของกรมทางหลวงเป็นเกณฑ์ได้ความยาวสะพาน 40 เมตร

การวางหมุดวัดระดับได้วางให้มีระยะห่างหมุด 5 เมตร เพราะถ้าไกลกว่านี้จะมองไม่เห็นไม้ระดับและจะเกิดความคลาดเคลื่อนขึ้นได้

การออกแบบโครงสร้างสะพานและถนนโดยยึดแบบมาตรฐานของกรมทางหลวงเป็นเกณฑ์และความต้องการของพระอาจารย์วิเชียร วชิรปัญโญ ผู้จัดสร้าง ผลการออกแบบได้สะพานยาว 40.00 เมตร ทางรถกว้าง 4.00 เมตร ขอบทางกว้างข้างละ 0.50 ม. ด้วยการตรวจสอบขนาดความหนาของแผ่นพื้น ขนาดของฐานราก โดยโหลดน้ำหนักรถบรรทุก 6 ล้อและรถบรรทุก10 ล้อปรากฏว่าแบบดังกล่าวสามารถรับน้ำหนักได้

ราคาค่าก่อสร้างสะพานและถนนที่เพิ่ม ภาษีมูลค่าเพิ่มร้อยละ 7 ค่าดำเนินการร้อยละ 10 และกำไรร้อยละ 10 ได้ค่าวัสดุก่อสร้าง 2,093,091.37 บาท

5.2 ข้อเสนอแนะ

การศึกษาโครงงานครั้งนี้ได้ทำการศึกษาในพื้นฐานหลักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ และใช้แบบมาตรฐานของกรมทางหลวง โครงสร้างที่ได้อาจจะใหญ่เกินความเป็นจริง ดังนั้นผู้ที่สนใจจะทำการออกแบบสะพานอาจออกแบบในลักษณะการกำหนดน้ำหนักและหาค่าโมเมนต์จากรถบรรทุกที่ผ่านสะพาน นำค่าโมเมนต์ไปคำนวณหาขนาดของโครงสร้าง อาจจะได้ขนาดโครงสร้างเล็กกว่า อย่างไรก็ตามต้องคำนึงถึงความคงอยู่ในระยะยาว และ ความผันผวนของสภาพสิ่งแวดล้อมในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

[1] เอกชัย คงธนโภไดย. **เอกสารประกอบการสอนรายวิชา 302115 Engineering Drawing.** พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยนเศวร.

[2] ภาณุพงษ์ ปัตติสิงห์. **คู่มือการใช้โปรแกรม AutoCAD 2 มิติ.** : บริษัท สตาร์คอม จำกัด.

[3] จิรพัฒน์ โชติไกร. (2551). **วิศวกรรมการทาง.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาตร์.

[4] รศ.วิชัย ฤกษ์ภูรทัต. (2551). **บริหารการก่อสร้าง Construction Management.** พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยนเศวร.

[5] สถาพร โภคา. (2544). **การออกแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก.** กรุงเทพมหานคร : ไลบราลี่ นาย

[6] วิสูตร จิระดำเกิง.(2551) . **การประมาณราคาก่อสร้าง.** กรุงเทพมหานคร :วรรณกวี

[7] ราคาวัสดุก่อสร้าง ปีงบประมาณ 2553. สำนักงานคณะกรรมการศึกษาขั้นพื้นฐาน สำนักอำนวยการกลุ่มออกแบบและก่อสร้าง. คืบค้นที่ Http://www.obec.go.th

[8] เกณฑ์การถอดแบบสำรวจปริมาณงานและวัสดุก่อสร้าง.สืบค้นที่ Http://www.thaicontractors.com

[9] Standard Drawing. แบบมาตรฐานของกรมทางหลวง.

[10] Braja M.Das. **Principles of Foundation Engineering.** Sixth Edition.International Student Edition.

ภาคผนวก ก

รายการถอดแบบ

ฐานราก 2 - 5

ปริมาณดินขุด = Vex

= (7.40+0.40)(1.80+0.40)(2.50+0.10+0.10)

= 46.33 ลูกบาศก์เมตร

ปริมาณถมทรายอัดแน่น = Vs

= (7.40+0.40)(1.80+0.40)(0.10)

= 1.72 ลูกบาศก์เมตร

ปริมาณคอนกรีตหยาบ = Vl

= (7.40+0.20)(1.80+0.20)(0.10)

= 1.52 ลูกบาศก์เมตร

ปริมาณไม้แบบ = Af

= 2(0.30+0.73+0.50)7.40+(2(1.80x0.30)

+2[(0.40+1.80)/2x0.20])+2(0.40x0.50)

= 24.56 ตารางเมตร

ปริมาณเหล็ก (Rein forcement)

*ข้อกำหนดเหล็ก $\varnothing$ 6 mm - 9 mm ขอ=0.05 m

$\varnothing$ 12mm - 16mm ขอ=0.10 m

$\varnothing$ 20mm - ..... ขอ=0.15 m

เหล็ก 3-DB 25 = (7.4 -0.10)+2(0.6)

= 8.5 เมตร/เส้น

จำนวน = 3 เส้น

ดังนั้น DB 25 = 8.5 x 3 = 25.5 เมตร

เหล็ก 6 – DB 12 mm. = 7.4-0.1

= 7.3 เมตร/เส้น

จำนวนเส้นเหล็ก = 6 เส้น

ดังนั้น DB 12 mm. = 7.3 x 6 = 43.8 เมตร

เหล็ก 3 – DB 25 mm. = (7.4-0.1)

= 7.3 เมตร/เส้น

จำนวนเส้นเหล็ก = 3 เส้น

ดังนั้น DB 25 mm. =7.3 x 3 =21.9 เมตร

เหล็ก DB 12 mm.@ 0.20 m.= 1.80-0.10

= 1.7 เมตร/เส้น

$$\text{จำนวน} = \frac{\text{ความยาวฐาน-0.10}}{\text{Spacing}} + 1$$

= [(7.4 – 0.10)/0.20]+1

= 38 เส้น

ดังนั้น DB 12 mm. = 1.7 x 38 = 64.6 เมตร

เหล็ก DB 9 mm.@ 0.20 m. = 2 x (0.30)+(0.90)+(2 x 0.05)

= 2.50 เมตร/เส้น

จำนวน = [(7.4 – 0.10)/0.25]+1

= 30 เส้น

ดังนั้น DB 9 mm. = 2.50 x 30 = 75 เมตร

ปริมาณคอนกรีต = Vc

= (7.40 x1.80x 0.30) + 2(0.5x0.70x0.20x7.40) + (0.40x0.20x 7.40) + (0.40x0.50x7.40)

= 7.10 ลูกบาศก์เมตร

ปริมาตรของเสาตอม่อ = Vco

= (0.40 x 0.40 x (2.5-1.0)) x 3

= 0.72 ลูกบาศก์เมตร

ปริมาณดิน = Vf

= 46.33 – 1.72 – 1.52 – 7.10 – 0.72

= 35.27 ลูกบาศก์เมตร

สรุปฐานราก 2-5

ปริมาณดินขุด = 46.33 x 4 = 185.32 ลูกบาศก์เมตร

ปริมาณถมทรายอัดแน่น = 1.72 x 4 = 6.88 ลูกบาศก์เมตร

ปริมาณคอนกรีตหยาบ = 1.52 x 4 = 6.08 ลูกบาศก์เมตร

ปริมาณไม้แบบ = 24.56 x 4 = 98.24 ตารางเมตร

ปริมาณคอนกรีต = 7.10 x 4 =28.40 ลูกบาศก์เมตร

ปริมาณถมดิน = 35.27 x 4 =141.08 ลูกบาศก์เมตร

ปริมาณเหล็ก

เหล็กเสริมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 มม.

DB 25 = 47.4 x 4 = 189.60 เมตร

เหล็กเสริมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 มม.

DB 12 = 108.4 x 4 = 433.60 เมตร

เหล็กเสริมขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 9 มม.

DB 9 = 75 x 4 = 300.00 เมตร

ฐานราก 1, 6

ปริมาณดินขุด = Vex

= (5.00+0.40)(1.80+0.40)(2.5+0.10+0.10)

= 32.08 ลูกบาศก์เมตร

ปริมาณถมทรายอัดแน่น = Vs

= (5.00+0.40)(1.80+0.40)(0.10)

= 1.19 ลูกบาศก์เมตร

ปริมาณคอนกรีตหยาบ = Vl

= (5.00+0.20)(1.80+0.20)(0.10)

= 1.04 ลูกบาศก์เมตร

ปริมาณไม้แบบ = Af

= 2(0.30+0.73+0.50)5.00+(2(1.80x0.30)

+2[(0.40+1.80)/2x0.20])+2(0.40x0.50)

= 17.22 ตารางเมตร

ปริมาณเหล็ก (Rein forcement)

เหล็ก 2-DB 25 = (5.00 -0.10)+2(0.6)

= 6.10 เมตร/เส้น

จำนวน = 2 เส้น

ดังนั้น DB 25 = 6.1 x 2 = 12.2 เมตร

เหล็ก 6 – DB 12 mm. = 5.00-0.10

= 4.90 เมตร/เส้น

จำนวนเส้นเหล็ก= 6 เส้น

ดังนั้น DB 12 mm. = 4.90 x 6 = 29.40 เมตร

เหล็ก 2 – DB 25 mm. = (5.00-0.10)

= 4.90 เมตร/เส้น

จำนวนเส้นเหล็ก= 2 เส้น

ดังนั้น DB 25 mm. =4.90 x 2 = 9.80 เมตร

เหล็ก DB 12 mm.@ 0.20 m.= 1.80-0.10

= 1.7 เมตร/เส้น

จำนวน = [(5.00 – 0.10)/0.20]+1

= 26 เส้น

ดังนั้น DB 12 mm. = 1.7 x 26 = 44.20 เมตร

เหล็ก DB 9 mm.@ 0.20 m = 2 x [(0.30+0.90)+(2 x 0.05)

= 2.50 เมตร/เส้น

จำนวน = [(5.00 – 0.10)/0.25]+1

= 21 เส้น

ดังนั้น DB 9 mm. = 2.50 x 21 = 52.50 เมตร

ปริมาณคอนกรีต = Vc

= (0.30 x 1.80 x 5.00)+2(0.5 x 0.70 x 0.20 x 5.00)+(0.40 x 0.20 x 5.00)

+(0.40 x 0.50 x 5.00)

= 4.80 ลูกบาศก์เมตร

ปริมาตรของเสาตอม่อ = Vco

= (0.40 x 0.40 x (2.5-1.0)) x 3

= 0.72 ลูกบาศก์เมตร

ปริมาณถมดิน = Vf

= 32.08 – 1.19 – 1.04 – 4.80 -0.72

= 24.33 ลูกบาศก์เมตร

สรุปฐานราก 1,6

ปริมาณดินขุด = 32.08 x 2= 64.16 ลูกบาศก์เมตร

ปริมาณถมทรายอัดแน่น = 1.19 x 2 =2.38 ลูกบาศก์เมตร

ปริมาณคอนกรีตหยาบ = 1.04 x 2 = 2.08 ลูกบาศก์เมตร

ปริมาณไม้แบบ = 17.22 x 2 =34.44 ตารางเมตร

ปริมาณคอนกรีต = 5.52 x 2 =11.04 ลูกบาศก์เมตร

ปริมาณถมดิน = 24.33 x 2 =48.66 ลูกบาศก์เมตร

ปริมาณเหล็ก

เหล็กเสริมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 มม.

DB 25 = 22.00 x 2 = 44.00 เมตร

เหล็กเสริมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 มม.

DB 12 =73.60 x 2 = 147.20 เมตร

เหล็กเสริมขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 9 มม.

DB 9 = 52.5 x 2 = 105.00 เมตร

ปริมาณงานเสา (Column)

เสา 2-5

ความสูงเหนือดินเฉลี่ยของเสา = (0.68+2.66+3.11+1.10)/4 = 1.89 เมตร

ปริมาณงานไม้แบบ = Af

= 2(0.40+0.40)[(2.50-1.00)+1.89]

= 5.42 ตารางเมตร

ปริมาณคอนกรีต = Vc

= 0.40 x 0.40 x ((2.5-1.00)+1.89)

= 0.54 ลูกบาศก์เมตร

ปริมาณเหล็ก

เหล็ก 4 – DB 25 mm. H = 1.89 +2.50 = 4.39

K = 0.30 + 0.45 + (4.39 – 0.10) + 0.40 + 0.15

= 5.59 เมตร

เหล็ก DB 25 mm มี 4 เส้น = 4 x 5.59 = 22.36 เมตร

เหล็ก DB 25 mm เสริมเหล็กบน Q = 1.00 เมตร

มี 4 เส้น ความยาว = 1.00 x 4 = 4.00 เมตร

รวมเหล็ก DB 25 mm = 22.36 + 4.00 = 26.36 เมตร

เหล็ก DB 9 @ 0.20 m. = 2 x [(0.40-0.05)+(0.40-0.05)]+(2x0.05)

= 1.50 เมตร/ปลอก

จำนวนปลอก $= \frac{3.39}{0.20}$

= 18 ปลอก

ความยาวเหล็ก DB 9 = 1.50 x 18 = 27 เมตร

สรุปเสา 2-5

เสามี 12 ต้น

ปริมาณงานไม้แบบ = 5.42 x 12 = 65.04 ตารางเมตร

ปริมาณคอนกรีต = 0.54 x 12 = 6.48 ลูกบาศก์เมตร

ปริมาณเหล็ก

เหล็กเสริมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 มม.

DB 25 mm. = 26.36 x 12 = 316.36 เมตร

เหล็กเสริมขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 9 มม.

DB 9 mm. = 27 x 12 = 324.00 เมตร

เสา 1,6

ปริมาณงานไม้แบบ = Af

= 2(0.40+0.40)(2.50-1.00)

= 2.40 ตารางเมตร

ปริมาณคอนกรีต = Vc

= 0.40 x 0.40 x (2.5-1.00)

= 0.24 ลูกบาศก์เมตร

ปริมาณเหล็ก

เหล็ก 4 - DB 25 ความยาว = k + q + ขอ

K =

= 0.30 + 0.45 + (2.50 – 0.10) + 0.40 + 0.15

= 3.70 เมตร

เหล็ก DB 25 mm มี 4 เส้น = 4 x 3.70 = 14.80 เมตร

เหล็ก DB 25 mm เสริมเหล็กบน Q = 1.00 เมตร

มี 4 เส้น ความยาว = 1.00 x 4 = 4.00 เมตร

รวมเหล็ก DB 25 mm = 134.80 + 4.00 = 18.80 เมตร

เหล็ก DB 9 @ 0.20 m. = 2[(a-0.05)+(b-0.05)]+2 ขอ

= 2 x [(0.40-0.05)+(0.40-0.05)]+(2x0.05)

= 1.50 เมตร/ปลอก

จำนวนปลอก = $\frac{1.50}{0.20}$

= 9 ปลอก

ความยาวเหล็ก DB 9 = 1.50 x 9 = 13.50 เมตร

สรุปเสา 1,6

เสามี 6 ต้น

ปริมาณงานไม้แบบ = 2.40 x 6 = 14.40 ตารางเมตร

ปริมาณคอนกรีต = 0.24 x 6 = 1.44 ลูกบาศก์เมตร

ปริมาณเหล็ก

เหล็กเสริมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 มม.

DB 25 mm. = 18.80 x 6 = 112.80 เมตร

เหล็กเสริมขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 9 มม.

DB 9 mm. = 13.50 x 6 = 81 เมตร

ปริมาณงานคาน (Beam)

คาน 2 - 5

ไม้แบบสำหรับคาน = Af

= ((2 x 0.70)+0.50) x 5.00

= 9.50 ตารางเมตร

ปริมาณคอนกรีต Vc = 0.70 x 0.50 x 5.00

= 1.75 ลูกบาศก์เมตร

ปริมาณเหล็ก 6-DB 25 = 5.00 - 0.10

= 4.90 x 6

= 29.4 เมตร

เหล็กปลอก 9 มม. @ 0.20 ม.

= 2[(0.50-0.05)+(0.70-0.05)]+(2x0.05)

= 2.30 เมตร/ปลอก

จำนวนปลอก = (5.00 – 0.10)/0.20 = 26 ปลอก

เหล็ก 9 mm. = 2.30 x 26 = 59.80 เมตร

ปริมาณเหล็ก 2-DB 12 = (5.00-0.10) x 2

= 9.80 เมตร

สรุปคาน 2-5

คานมี 4 คาน

ปริมาณงานไม้แบบ = 9.50 x 4 = 38.00 ตารางเมตร

ปริมาณคอนกรีต = 1.75 x 4 = 7.00 ลูกบาศก์เมตร

ปริมาณเหล็ก

เหล็กเสริมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 มม.

เหล็ก 25 mm. = 29.40 x 4 = 117.60 เมตร

เหล็กเสริมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 มม.

เหล็ก 12 mm. = 9.80 x 4 = 39.20 เมตร

เหล็กเสริมขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 9 มม.

เหล็ก 9 mm. = 59.80 x 4 = 239.20 เมตร

คาน 1,6

ไม้แบบสำหรับคาน = Af

= ((2x0.95)+0.66+0.25+0.16)x5+2x(0.66+0.65+0.25)x

0.30+(0.25+0.05)

= 15.88 ตารางเมตร

ปริมาณคอนกรีต = Vc

= (0.66x0.65+0.25x 0.30+0.25x0.05)x5.00

= 2.58 ลูกบาศก์เมตร

ปริมาณเหล็ก 4-DB 16 = (5.00-0.10)+(2x0.05)

= 5.00 x 4

= 20 เมตร

เหล็ก 9 mm. @ 0.20 m. = 0.40 + 0.60 + 0.56 + 0.55 + 0.44 + 2(0.05) +

0.35+0.15+0.35+2(0.05)

= 3.56 เมตร/ปลอก

จำนวนปลอก = (5.00-0.50)/0.20 = 26 ปลอก

เหล็ก 9 mm. = 3.56 x 26 = 92.56 เมตร

ปริมาณเหล็ก 8-DB 25 = (5.00 - 0.10)

= 4.90 x 8

= 39.20 เมตร

ปริมาณเหล็ก 2-DB 12 = (5.00-0.10)

= 4.90 x 2

= 9.80 เมตร

สรุปคาน 1,6

คานมี 2 คาน

ปริมาณงานไม้แบบ = 40.00 x 2 = 80.00 ตารางเมตร

ปริมาณคอนกรีต = 2.63 x 2 = 5.26 ลูกบาศก์เมตร

ปริมาณเหล็ก

เหล็กเสริมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 มม.

เหล็ก 25 mm. = 39.20 x 2 = 78.40 เมตร

เหล็กเสริมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 มม.

เหล็ก 12 mm. = 9.80 x 2 = 19.60 เมตร

เหล็กเสริมขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 9 มม.

เหล็ก 9 mm. = 92.56 x 2 = 185.12 เมตร

เหล็กเสริมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 16 มม.

เหล็ก 16 mm. = 20.00 x 2 = 40.00 เมตร

ส่วนยกสูง 2 ปีก

ปริมาณไม้แบบ = $2(0.25x0.50)+(\P\,(0.25)^2)/4\,)x2$

= 0.45 ตารางเมตร

ปริมาณคอนกรีต = 2 x [(¶ (0.25)²)/4) x 0.5]

=0.05 ลูกบาศก์เมตร

ปริมาณเหล็ก DB 16 mm. ความยาว = 2 x {3 [0.40+2(0.10)] + 3

[0.45+0.24+0.30+2(0.10)]}

= 10.74 เมตร

กำแพงกันดิน

ปริมาณไม้แบบ Af = 4[(2.00 x 2.00) – (½ x 0.60 x0.80) +2 x(0.20x2.00)

+2(0.2 x 2.00)+ 2[5.20-0.50x3] + (5.2x0.20)

= 25.08 ตารางเมตร

ปริมาณคอนกรีต Vc = (2.00 x 2.00 x 0.20 x 2)+(5.20 x 2.00 x 0.20)

-3(0.50 x 2.00 x 0.20) – 2(½ x 0.60 x 0.80 x 0.20)

= 2.98 ลูกบาศก์เมตร

ปริมาณเหล็ก DB 15 mm. ความยาว = [(1.45)2 +0.15 +2(0.10)] x 16

+ [2(1.90 +0.15)+ 2(0.10)] x 7 x 2

= 112.20 เมตร

ปริมาณเหล็ก DB 12 mm. ความยาว = (0.40 x 2 + 5.0)6 x 2

+ (2.00 + 0.40)x8x2x2 + (1.60 +0.40)x3x2x2

= 170.40 เมตร

สรุปกำแพงกันดิน มี 2 ฝั่ง

ปริมาณงานไม้แบบ = 25.08 x 2 = 50.16 ตารางเมตร

ปริมาณคอนกรีต = 2.98 x 2 = 5.96 ตารางเมตร

ปริมาณเหล็ก DB 16 mm. = 112.20 x 2 = 224.40 เมตร

ปริมาณเหล็ก DB 12 mm. = 170.40 x 2 = 340.80 เมตร

คานรัดเสากลางน้ำ

ไม้แบบสำหรับคาน = Af

= (8x(0.5x(0.40+0.80)x0.40)

+(4x1.90 - 0.80)x0.40)+ (2.30 x 0.40 x 2)

= 5.52 ตารางเมตร

ปริมาณคอนกรีต Vc = (2x(0.50x(0.40+0.80)x0.40x0.40)+(2x(1.90-

0.80)x0.40x0.40)

= 0.55 ลูกบาศก์เมตร

ปริมาณเหล็ก 4-DB 25 = 4.95 - 0.10 x 4

= 19.40 เมตร

เหล็กปลอก 9 mm. @ 0.20 m.

= 2[(0.40-0.05)+(0.40-0.05)]+(2x0.05)

= 1.50 เมตร/ปลอก

$$\text{จำนวนปลอก} = \frac{1}{\text{Spacing}}$$

= (1.12)/0.20 = 7 ปลอก

เหล็ก 9 mm. 2x(1.50x7) = 21.00 เมตร

เหล็กปลอก 9 mm. @ 0.25 m.

(ความสูงเหล็กปลอกเฉลี่ย (0.80+0.40)/2=0.60 ม.)

= 2 x [(b-0.05)+(h-0.05)]+ 2 ขอ

= 2[(0.40-0.05)+(0.60-0.05)]+(2x0.05)

= 1.90 เมตร/ปลอก

จำนวนปลอก = $\frac{1}{\text{Specing}}$

= 0.40/0.25 = 2 ปลอก

เหล็ก 9 mm. 4x(1.90x2) = 15.2 เมตร

ปริมาณเหล็ก 2-DB 20 = 1.50 x 2

= 3.00 x 4

= 12.00 เมตร

สรุปคานรัดเสากลางน้ำ

คานมี 2 คาน

ปริมาณงานไม้แบบ = 5.52 x 2 = 11.04 ตารางเมตร

ปริมาณคอนกรีต = 0.55x 2 = 1.10 ลูกบาศก์เมตร

ปริมาณเหล็ก

เหล็กเสริมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 มม.

เหล็ก 25 mm. = 19.40 x 2 = 38.80 เมตร

เหล็กเสริมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 มม.

เหล็ก 20 mm. = 12.00 x 2 = 24.00 เมตร

เหล็กเสริมขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 9 มม.

เหล็ก 9 mm. = 18.20 x 2 = 36.40 เมตร

ปริมาณงานพื้น

ปริมาณแผ่นพื้นสำเร็จ = Aps

= S x L

= 5.00 x 8.00

ปริมาณแผ่นพื้นทั้งหมด = 40 ตารางเมตร

ไม้แบบคิดเฉพาะระยะขอบของอาคาร = As

= เส้นรอบรูป x ไม้แบบกั้นขอบริมสูง

= (8.00+8.00) x 0.35

= 5.60 ตารางเมตร

ปริมาณคอนกรีต = (S x L) x ความหนาคอนกรีตทับหน้า

= (8.00 x 5.00) x 0.1375

= 5.5 ลูกบาศก์เมตร

ปริมาณเหล็ก

เหล็กตามแนวสั้น 9 mm. = (5.00-0.10)(7.90/0.25)

= 161.70 เมตร

เหล็กตามแนวยาว 9 mm. = (8.00-0.10)(4.90/0.25)

= 165.90 เมตร

ดังนั้นปริมาณเหล็ก 9 mm.= 161.70 +165.90

= 327.6 เมตร

เหล็กเชื่อมรอยต่อพื้นอัดแรง 16 mm. = (0.15+(2 x 0.40)+(2 x 0.10))x2

=2.3 เมตร

จำนวน = 12 ชุด

ดังนั้นปริมาณเหล็ก 16 mm. = 2.3 x 12 =27.60 เมตร

เหล็กยึด 12 มม. = (0.40 x 2)+(2 x 0.10)

= 1.00 เมตร

คาน 1 ตัว ยึด 10 ตัว = 1.00 x 10 = 10.00 เมตร

เหล็ก DOWELS 15 มม. = 0.60 x 10 = 6.00 เมตร

ปริมาณท่อระบายน้ำ 2.50 x 1.50 ระยะ 8 เมตร ใช้ 4 ตัว

= 0.52 x 4 = 2.08 เมตร

ยางรองพื้น 0.15 x 0.01 ม. ตลอดความกว้างคาน = (2x(0.15 x 5.00)

=1.50 ตารางเมตร/คาน 1 ตัว

สรุปปริมาณงานพื้น

พื้นมี 5 ช่วง

ปริมาณแผ่นพื้นสำเร็จ = 40.00 x 5 = 200.00 ตารางเมตร

ปริมาณงานไม้แบบ = 5.60 x 5 = 28.00 ตารางเมตร

ปริมาณคอนกรีต = 5.50 x 5 = 27.50 ลูกบาศก์เมตร

ปริมาณเหล็ก

เหล็ก 16 มม. = 27.60 x 5 = 138.00 เมตร

เหล็ก DOWELS 15 มม. = 6.00 x 6 คาน = 36.00 เมตร

เหล็ก 12 มม. = 10 x 6 คาน = 60.00 เมตร

เหล็ก 9 มม. = 314.80 x 5 = 1574.00 เมตร

ปริมาณท่อระบายน้ำ = 2.08 x 5 =10.40 เมตร

ปริมาณยางรองหัวคาน 0.15 x 0.01 ม.=1.50 x 6 = 9.00 ตารางเมตร

ปริมาณงานราวสะพาน

ปริมาณไม้แบบ =Af (คิดช่วงความยาว 2.15 ม.)

= 2x(1.13x0.2)+2x(1.95x0.45)+2x(0.45x0.2)+2x(0.2x0.9)

+(0.05x2.15)+(0.23x2.15)+(0.07x2.15)+2x(0.5x0.23)

= 3.73 ตารางเมตร

ดังนั้นความยาว 8 เมตร มี 4 ช่วง = 3.73 x 4 =14.92 ตารางเมตร

ปริมาณคอนกรีต = Vc

= (2.15x0.45x0.20)+(0.9x0.2x0.2x2)+(0.5x0.23x2.15)

= 0.51 ลูกบาศก์เมตร

ดังนั้นความยาว 8 เมตร มี 4 ช่วง = 0.51x 4 = 2.04 ลูกบาศก์เมตร

ปริมาณเหล็ก (Rein forcement)

เหล็ก 4-DB 12 =8.00-0.10

=7.90 เมตร/เส้น

ดังนั้นเหล็ก 12 มม. = 7.90 x 4 = 31.6 เมตร

เหล็กปลอก 6 มม. @ 0.15 ม. =2 x [(0.15-0.05)+(0.45-0.05)]+(2x0.05)

= 1.1 เมตร/ปลอก

จำนวนปลอก = 8.00/0.15

= 54 ปลอก

ดังนั้นเหล็ก 6 มม. = 1.1 x 54 =59.40 เมตร

เหล็กปลอก 6 มม. @ 0.15 ม. =2 x [(0.20-0.05)+(0.20-0.05)]+(2x0.05)

= 0.70 เมตร/ปลอก

จำนวนปลอก = 0.90/0.15

= 6 ปลอก

ดังนั้นเหล็ก 6 มม.(มี 5 เสา)= 0.70 x 6 x 5 =21 เมตร

เหล็ก 6-DB 12 = 1.63-0.10

=1.53 เมตร/เส้น

ดังนั้นเหล็ก 12 มม.(มี 5 เสา)= 1.53 x 6 x 5 = 45.9 เมตร

เหล็ก 3-DB 25 =8.00-0.10

=7.90 เมตร/เส้น

ดังนั้นเหล็ก 25 มม. = 7.90 x 3 = 23.70 เมตร

เหล็ก 12 มม. @ 0.40 ม. = 0.50+(2x0.10)

= 0.70 เมตร/ปลอก

จำนวนปลอก = 8.00/0.40

= 20 ปลอก

ดังนั้นเหล็ก 12มม. = 0.70 x 20 =14 เมตร

เหล็ก 12 มม. @ 0.20 ม. = 0.50+(2x0.10)

= 0.70 เมตร/ปลอก

จำนวนปลอก = 8.00/0.20

= 40 ปลอก

ดังนั้นเหล็ก 12มม.= 0.70 x 40 =28 เมตร

เหล็ก 9 มม. @ 0.20 ม. = (0.23-0.04)+(0.50-0.10)+(0.16-0.04)+0.20+(2x0.05)

= 1.01 เมตร/ปลอก

จำนวนปลอก = 8.00/0.20

= 40 ปลอก

ดังนั้นเหล็ก 9มม.= 1.01 x 40 =40.4 เมตร

สรุปปริมาณงานราวสะพาน

สะพานมี 5 ช่วง 2 ฝั่ง

ปริมาณงานไม้แบบ = 14.92 x 10 = 149.20 ตารางเมตร

ปริมาณคอนกรีต = 2.04 x 10 = 20.40 ลูกบาศก์เมตร

ปริมาณเหล็ก

เหล็ก 25 มม. = 23.70 x 10 = 237.00 เมตร

เหล็ก 12 มม. = 119.50 x 10 = 1195.00 เมตร

เหล็ก 9 มม. = 40.40 x 10 = 404.00 เมตร

เหล็ก 16 มม. = 80.40 x 10 = 804.00 เมตร

ปริมาณงานคอสะพาน

ปริมาณไม้แบบ = Af

= 2x(0.22x6.00)

= 2.64 ตารางเมตร

ปริมาณคอนกรีต = Vc

= (0.22x6.00x4.00)+(0.5x(0.36+0.14)x(0.40-0.22)x2)

= 5.37 ลูกบาศก์เมตร

ปริมาณถมทรายอัดแน่น = Vs

=(4.00+0.40)(6.00+0.40)(0.10)

=2.82 ลูกบาศก์เมตร

ปริมาณขุดดิน = (A1+A2)/2 x ความยาว Slab

A1 = (0.19+0.22+0.10)x4 = 2.04 ตารางเมตร

A2 = (0.22+0.10)x4 = 1.28 ตารางเมตร

= (2.04+1.28)/2 x 6 = 9.96 ลูกบาศก์เมตร

A3 = (0.22+0.10)x4 =1.28 ตารางเมตร

A4 = (1.95+0.22+0.10)x4 = 9.08 ตารางเมตร

= (1.28+9.08)/2 x 6 = 31.08 ลูกบาศก์เมตร

ปริมาณขุดดินทั้งหมด = 9.96+31.08 = 41.04 ลูกบาศก์เมตร

ปริมาณเหล็ก (Rein forcement)

เหล็ก DB 12 @ 0.30 = (4.00-0.10)+(2x0.10)

=4.10 เมตร/เส้น

จำนวนปลอก = 6.00/0.30

= 20 ปลอก

ดังนั้นเหล็ก 12 มม. = 4.10 x 20 = 82 เมตร

เหล็ก DB 20 @ 0.15 = (6.00-0.10)+(2x0.10)

= 6.10 เมตร/เส้น

จำนวนปลอก = 4.00/0.15

= 27 ปลอก

ดังนั้นเหล็ก 20 มม. = 6.10 x 27 = 164.70 เมตร

เหล็กปลอก 4 – DB 12 =4.00-0.10

= 3.90 เมตร

ดังนั้นเหล็ก 12 มม. = 3.90 x 4 =15.60 เมตร

เหล็ก 12 มม. @ 0.20 ม. = (0.50+0.07+0.30)

= 0.87 เมตร/ปลอก

จำนวนปลอก = 4.00/0.20

= 20 ปลอก

ดังนั้นเหล็ก 12 มม. = 0.87 x 20 =17.40 เมตร

ปริมาณท่อพีวีซี 4 นิ้ว(ยาวประมาณ 1 ม.) @ 1.00 ม.= 5.00/1.50

= 4x1.00

= 4.00 เมตร

DOWEL DB 25 MM. 0.60 LONG @ 1.00 M. = 5.00/1.00

= 5x0.60

= 3.00 เมตร

สรุปปริมาณงานคอสะพานสะพาน

คอสะพานมี 2 ฝั่ง

ปริมาณงานไม้แบบ = 2.64 x 2 = 5.28 ตารางเมตร

ปริมาณคอนกรีต = 5.37 x 2 = 10.74 ลูกบาศก์เมตร

ปริมาณทรายอัดแน่น = 2.40 x 2 = 4.80 ลูกบาศก์เมตร

ปริมาณขุดดิน = 41.04 ลูกบาศก์เมตร

ปริมาณท่อพีวีซี 4 นิ้ว(ยาวประมาณ 1 ม.) =4.00x2= 8.00 เมตร

DOWEL DB 25 MM. 0.60 LONG = 3.00x2 = 6.00 เมตร

ปริมาณเหล็ก

เหล็ก 20 มม. = 164.70 x 2 = 329.40 เมตร

เหล็ก 12 มม. = 115.00 x 2 = 230.00 เมตร

งานถนนคอนกรีตเสริมเหล็ก

ปริมาณไม้แบบ =Af

=2x(0.15x100.00)

= 30.0 ตารางเมตร

ปริมาณคอนกรีต = Vc

= (0.15x100.00x4.00)

= 60.00 ลูกบาศก์เมตร

ปริมาณถมทรายอัดแน่น = Vs

=(100.00x4.00x0.10)

=40.00 ลูกบาศก์เมตร

ปริมาณขุดดิน = (A1+A2)/2 x ความยาว Slab

A1 = (0.91+0.15+0.10)x4 = 4.64 ตารางเมตร

A2 = (0.92+0.15+0.10)x4 = 4.68 ตารางเมตร

= (4.64+4.68)/2 x 5 = 23.30 ลูกบาศก์เมตร

A3 = (0.21+0.15+0.10)x4 =1.84 ตารางเมตร

= (4.68+1.84)/2 x 5 = 16.30 ลูกบาศก์เมตร

A4 = (0.21+0.15+0.10)x4 = 1.84 ตารางเมตร

= (1.84+1.84)/2 x 5 = 9.20 ลูกบาศก์เมตร

A5 = (1.70+0.15+0.10) x4 = 7.80 ตารางเมตร

A6 = (0.15+0.10) x 4 = 1.00 ตารางเมตร

= (7.80+1.00)/2 x 14 = 61.60 ลูกบาศก์เมตร

ปริมาณขุดดินทั้งหมดระยะทาง 29.00 เมตร = 23.30+16.30+9.20 +61.60 = 110.40 ลูกบาศก์เมตร

ปริมาณเหล็กตะแกรง RB 6 มม. @ 0.20 ม.=Af

=100.00x4.00

= 400.00 ตารางเมตร

ปริมาณเหล็ก DOWEL RB 19 มม. @ 0.60 ม. = 0.50 x 21 = 10.5

จำนวนปลอก =4.00/0.60

= 7 ปลอก

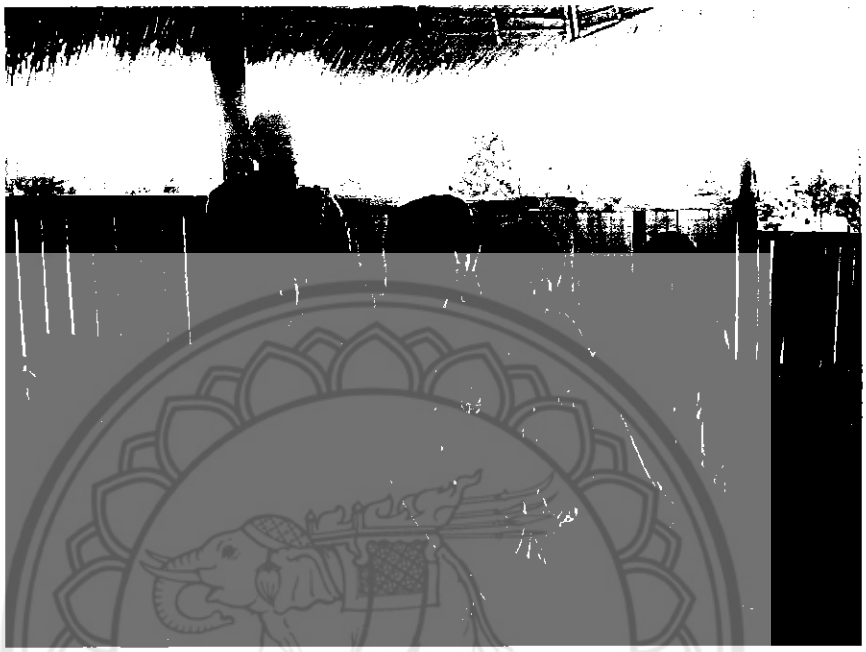
=10.50 x 7 = 73.5 เมตร

สรุปปริมาณงานถนนความยาว 100 เมตร

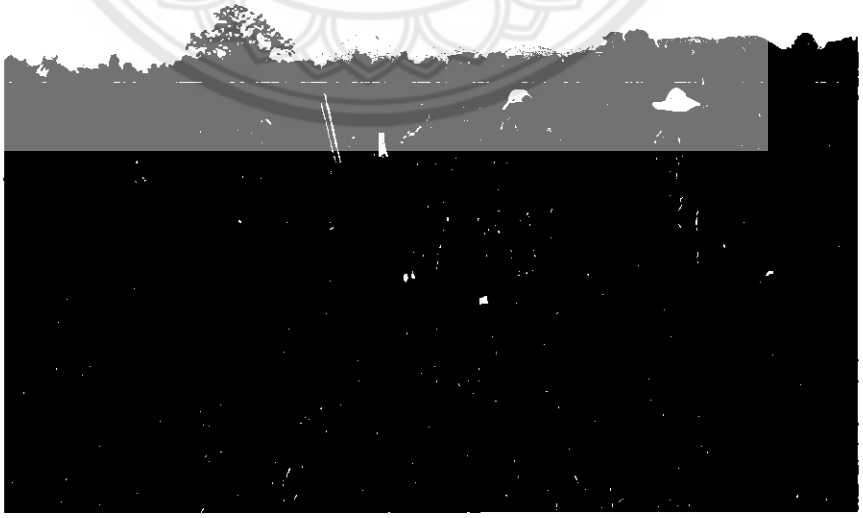
ปริมาณงานไม้แบบ	= 30.00 ตารางเมตร
ปริมาณคอนกรีต	= 60.00 ลูกบาศก์เมตร
ปริมาณทรายอัดแน่น	= 40.00 ลูกบาศก์เมตร
ปริมาณขุดดิน	= 110.40 ลูกบาศก์เมตร
ปริมาณเหล็ก	
เหล็กตะแกรง 6 มม.	= 400.00 ตารางเมตร
เหล็ก DOWEL 19 มม.	= 73.5 เมตร

ภาคผนวก ข.

รูปถ่าย



ข 1 คณะผู้ศึกษา



ข 2 การทำงาน

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน

ชื่อ นายสมชาติ พรหมศรี

ภูมิลำเนา 99/1136 หมู่ 2 ต. สะเดียง อ. เมืองเพชรบูรณ์ จ. เพชรบูรณ์

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนเพชรพิทยาคม
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: **Noblta_beach@hotmail.com**

ชื่อ นางสาวญาณัจฉรา แก้วสุทธา

ภูมิลำเนา 60 หมู่ 8 ต. แม่ใจ อ. แม่ใจ จ. พะเยา

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนสามัคคีวิทยาคม เชียงราย
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: **Bamee_jung@hotmail.com**

ชื่อ นายเอกพงษ์ ชัยชนะ
ภูมิลำเนา 17 หมู่ 12 ต. ปง อ. ปง
จ. พะเยา

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนปงรัชดาภิเษก
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4
  สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
  มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: Ben285@hotmail.com

ชื่อ นายชัชวาล แสงท้าว
ภูมิลำเนา 55หมู่3 ต.หนองหลวง อ.อุ้มผาง
จ.ตาก

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนอุ้มผางวิทยาคม
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4
  สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
  มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: chachawal_23@hotmail.com