

การศึกษาสภาพผิวทางและเส้นทางจราจร  
( ภายในคณะวิศวกรรมศาสตร์ และคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์  
ในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง )  
A STUDY OF SURFACE PAVEMENT AND TRAFFIC ROUTE  
( AT FACULTY OF ENGINEERING AND ARCHITECTURE IN  
KING HONGKRUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG )



โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษิตตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมการก่อสร้าง

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษา 2536 ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

033335

การศึกษาสภาพผิวทางและเส้นทางจราจร  
( ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ และคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์  
ในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง )  
A STUDY OF SURFACE PAVEMENT AND TRAFFIC ROUTE  
( AT FACULTY OF ENGINEERING AND ARCHITECTURE IN  
KING HONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG )

โดย นายกฤษ จิตร์วณิชท์  
นายมีชัย ชัยฤทธิณกุล

อาจารย์ที่ปรึกษา อ.อำนวส พานิชกุลพงศ์

บทคัดย่อ

ปัญหาที่เกิดขึ้นกับผิวทางในปัจจุบัน ปรากฏให้เห็นอย่าง มาก เช่น สภาพผิวทางที่ขรุขระ แตกกร้าวและทรุดตัว แต่ยังไม่มียุ้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์สาเหตุ ดังนั้นในโครงการพิเศษนี้จะทำการศึกษสาเหตุ โดยใช้การต่าง ๆ ที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 2 มาวิเคราะห์ข้อมูลที่สำรวจได้ จากการศึกษาพบว่า การชำรุดของผิวทาง ทั้งผิวทางลาดขาง และผิวทางคอนกรีตไม่ได้เกิดจากความหนาของผิวทางไม่เพียงพอ แต่เกิดจากการก่อสร้างไม่ได้มาตรฐาน การทรุดตัวของดินคันทาง และน้ำท่วมผิวทาง

ส่วนปัญหาที่เกิดขึ้นกับเส้นทางจราจร คือ รถยนต์เคลื่อนตัวไม่สะดวกบริเวณที่มีการจอดบนเส้นทางหรือในที่ห้ามจอด จากการศึกษาพบว่าสาเหตุของการจอดบนเส้นทาง มิได้เกิดเนื่องจากที่จอดรถไม่เพียงพอ แต่เกิดเนื่องจากพื้นที่จอดรถมิได้ใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

Abstract

At present, pavement trouble have occured so much for examaple roughness, fracture and consolidation. In this special thesis presents the cause of pavement deterioration by the used of collected data to analize. From the study, found that asphalt and concrete pavement consolidated by subgrade and understandardization of construction.

In traffic route we found that the vehicle movement obstruction cause by parking vehicle on the traffic pavement.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

|  | หน้า       |
|--|------------|
| 3.4 ค่า CBR ของดินคันทาง.....  | 39         |
| 3.5 กำลังของถนนคอนกรีต.....  | 53         |
| 3.6 ระดับน้ำท่วม.....  | 56         |
| 3.7 ระดับถนนเดิม.....  | 59         |
| 3.8 อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นกับผู้ใช้งานและจุดที่เกิดอุบัติเหตุ.....  | 72         |
| 3.9 ลักษณะการใช้งานของผิวทาง.....  | 72         |
| 3.10 ทิศทาง ป้ายสัญญาณ ทางค้ำและความกว้างของเส้นทาง.....   | 76         |
| <b>4. การวิเคราะห์ข้อมูล</b>   |            |
| 4.1 วิเคราะห์ปัญหาผิวทาง.....  | 77         |
| 4.1.1 ผิวทางขูดหุ้มได้หรือผิวทางลาดยาง.....  | 77         |
| 4.1.2 ผิวทางแข็งหรือผิวทางคอนกรีต.....   | 84         |
| 4.2 วิเคราะห์ปัญหาน้ำท่วมผิวทาง.....   | 94         |
| 4.3 วิเคราะห์ปัญหาเส้นทางจราจร.....  | 94         |
| 4.4 วิเคราะห์ปัญหาที่จอดรถ.....  | 98         |
| <b>5. สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....</b>  | <b>100</b> |
| <b>6. ข้อเสนอแนะทางปรับปรุงและแก้ไข.....</b>   | <b>101</b> |
| 6.1 ผิวทางและความสูงของถนนใหม่.....  | 103        |
| 6.1.1 ผิวทางลาดยาง.....  | 103        |
| 6.1.2 ผิวถนนคอนกรีต.....   | 104        |
| 6.1.3 ความสูงของถนน.....   | 107        |
| 6.2 ความกว้างของเส้นทางเดินรถ.....   | 125        |
| 6.3 ทิศทางการจราจร.....  | 126        |
| 6.4 ระบบป้ายสัญญาณจราจร.....   | 126        |
| 6.5 ทางเดินเท้าหรือการให้วางเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์การค้า                      | 128        |
| ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ |            |
| 6.6 ที่จอดรถยนต์.....  | 129        |
| <b>บรรณานุกรม.....</b>   | <b>131</b> |

## สารบัญรูป

- รูปที่ 2.1 Load Equivalency Factors สำหรับใช้กำหนดหาน้ำหนักเพลามาตรฐาน
- รูปที่ 2.2 ลักษณะการถ่ายน้ำหนักจากผิวทางสู่ดินชั้นทางของถนนลาดขวาง
- รูปที่ 2.3 ความหนาชั้นต่ำของผิวทางซึ่งมีพื้นทางเป็นหินคลุก
- รูปที่ 2.4 Nomograph ใช้หาค่า ITN
- รูปที่ 2.5 กราฟใช้ปรับ ITN ที่มีค่าต่ำกว่า 10 และมีรพขนาดเด็กเป็นเปอร์เซ็นต์สูง
- รูปที่ 2.6 Design Curve ใช้ออกแบบความหนาของถนน ( $T_A$ )
- รูปที่ 2.7 Wyoming Design Chart
- รูปที่ 2.8 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนความปลอดภัยกับจำนวนครั้งการบดทับของยานพาหนะ
- รูปที่ 2.9 PCA Design Chart (1951) สำหรับถนนคอนกรีต
- รูปที่ 2.10 PCA Design Chart (1968) ใช้ออกแบบถนนคอนกรีต
- รูปที่ 2.11 ความสัมพันธ์ระหว่าง K, CBR, R ของดินประเภทต่าง ๆ
- รูปที่ 2.12 การเกิด Warping Stress ในแผ่นคอนกรีต
- รูปที่ 2.13 กราฟใช้กำหนดค่าสัมประสิทธิ์  $C_x$  และ  $C_y$
- รูปที่ 2.14 แรงที่เกิดจากการยึดและหดตัวของแผ่นคอนกรีต
- รูปที่ 2.15 ตำแหน่งของน้ำหนักล้อที่กระทำบนแผ่นคอนกรีต
- รูปที่ 2.16 ค่าสัมประสิทธิ์ C
- รูปที่ 3.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง CBR, K, R และ Bearing Value
- รูปที่ 3.2 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองหาค่า CBR
- รูปที่ 3.3 ก. แสดงการ Compact ดินตัวอย่างแบบ Modified
- รูปที่ 3.3 ข. แสดง Mold ที่มีดินที่ถูก Compact เมื่อถอด Collar ออกแล้ว
- รูปที่ 3.4 แสดงการ Penetration ด้วยเครื่อง Universal Testing Machine
- รูปที่ 3.5 การทดลอง Plate Bearing
- รูปที่ 3.6 และ 3.7 แสดงการเจาะถนน (Coring)
- รูปที่ 3.8 แสดงการหา Compressive Strength โดยการกดลูกป้อน
- รูปที่ 3.9 และ 3.10 ระดับน้ำท่วมที่บันทึกไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

หากมีการแก้ไขใดๆ ทั้งสิ้น ยังที่เห็นได้ชัดและต้องขออนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป (ต่อ)

- รูปที่ 3.11 และ 3.12 แสดงเหตุการณ์น้ำท่วมเมื่อปี 2533
- รูปที่ 4.1 แสดงการ Coring ถนนลาดยาง
- รูปที่ 4.2 แสดงการ Coring ถนนลาดยาง
- รูปที่ 4.3 แสดงความหนาของถนนลาดยางที่ได้จากการ Coring
- รูปที่ 4.4 ผิวทางแตกเป็นหลาขึงจระเข้
- รูปที่ 4.5 น้ำท่วมขังบนผิวทางเมื่อฝนตก
- รูปที่ 4.6 ผิวทางหลุดล่อนและขรุขระ
- รูปที่ 4.7 และ 4.8 ผิวหน้าคอนกรีตหลุดล่อนมีหินโพล์ลอยบนผิวทาง (Scaling)
- รูปที่ 4.9 และ 4.10 พื้นถนนทรุดตัว
- รูปที่ 4.11 น้ำท่วมขังบนผิวถนนที่ทรุดตัวเป็นหลุม
- รูปที่ 4.12 รอยแตกแนวขวาง แนวขวางและแนวทะแยงที่เกิดขึ้นบนแผ่นคอนกรีต
- รูปที่ 4.13 และ 4.14 การจราจรไม่คล่องตัวเมื่อมีรถชนต์จอดกีดขวางและจอดรถชนต์ในที่ห้ามจอด
- รูปที่ 4.15 การจราจรที่ไม่คล่องตัวเมื่อมีรถชนต์จอดกีดขวางและจอดรถชนต์ในที่ห้ามจอด
- รูปที่ 4.16 แสดงการใช้ถนนในการสัญจร
- รูปที่ 4.17 การเคลื่อนไหวที่ทางแยกหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการก่อสร้าง
- รูปที่ 4.18 การเคลื่อนไหวที่หัวเลี้ยวหน้าตึก 6 ชั้น
- รูปที่ 4.19 การเคลื่อนตัวของรถชนต์ลำบากเมื่อมีการจอดรถชนต์บนเส้นทาง
- รูปที่ 4.20 การจอดรถชนต์บนเส้นทาง ทำให้เสียเนื้อที่ในการสัญจร
- รูปที่ 6.1 มังแสดงเส้นทางเดินรถของสถาบันฯ ในอนาคต
- รูปที่ 6.2 แสดงโครงสร้างถนนลาดยางแบบต่าง ๆ
- รูปที่ 6.3 ก. แสดงโครงสร้างและการเสริมเหล็กของถนนคอนกรีต
- รูปที่ 6.3 ข. แสดงโครงสร้างและการเสริมเหล็กของถนนคอนกรีต
- รูปที่ 6.4 รูปแสดงที่จอดรถชนต์ที่เสนอหลังตึกกิจกรรมคณะวิศวกรรมศาสตร์
- เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

- ตารางที่ 2.1 ความหนาของผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต สำหรับพื้นที่ทางที่ไม่ใช้แอสฟัลต์คอนกรีต
- ตารางที่ 2.2 คุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ทำพื้นทาง
- ตารางที่ 2.3 ค่า Initial Traffic Number Adjustment Factors
- ตารางที่ 2.4 Wyoming Design Factors
- ตารางที่ 2.5 ค่า Stress Ratio และจำนวนครั้งการบดทับของล้อรถ
- ตารางที่ 2.6 ค่า K ของวัสดุประเภทต่าง ๆ
- ตารางที่ 3.1 ปริมาณยานพาหนะในแต่ละวัน (คัน/วัน)
- ตารางที่ 3.2 เกณฑ์น้ำหนักบรรทุกของรถประเภทต่าง ๆ
- ตารางที่ 3.3 จำนวนนักศึกษา อาจารย์ ข้าราชการ
- ตารางที่ 3.4 แสดงความสัมพันธ์ของ % CBR และการใช้งาน
- ตารางที่ 6.1 ขนาด ความยาว และระยะห่างของ Dowel Bar (ASSHTO)
- ตารางที่ 6.2 ขนาด ความยาว และระยะห่างของ Tie Bar (ASSHTO)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 1

### บทนำ

ในอดีตการใช้ยานพาหนะภายในสถาบันฯ มีจำนวนน้อย เนื่องจากจำนวนนักศึกษา อาจารย์ และบุคคลที่เกี่ยวข้องกับสถาบันฯ มีจำนวนน้อย ดังนั้นถนนภายในสถาบันฯ จึงได้ทำการก่อสร้างอย่างง่าย ๆ โดยไม่มีการวางแผนในระยะยาว แต่ในปัจจุบันจำนวนยานพาหนะที่เข้ามาในสถาบันฯ มีจำนวนมากขึ้นทำให้เกิดปัญหาต่าง ๆ ตามมา เช่น ปัญหาการจราจรของถนน ปัญหาสภาพการจราจรที่ไม่คล่องตัว ในอนาคตคาดว่าจะเพิ่มขึ้นอีกมาก เนื่องจากถนนนอกที่จะเป็นทางสัญจรเข้าสู่สถาบันฯ ได้มีการปรับปรุงขยายเส้นทางและตัดถนนใหม่ ได้แก่ โครงการขยายเส้นทางอ่อนนุช จาก 2 ช่องจราจรให้เป็น 6 ช่องจราจรตลอดเส้นทาง โครงการตัดถนนใหม่สายพระราม 9-ชลบุรี ซึ่งทำให้เส้นทางสัญจรเข้าสู่สถาบันฯ สะดวก รวดเร็วยิ่งขึ้น จึงมีแนวโน้มว่าจะมีนักศึกษา อาจารย์ และบุคคลที่เกี่ยวข้องกับสถาบันฯ ใช้ยานพาหนะในการสัญจรเพิ่มขึ้น และในอีกไม่ช้าสถาบันฯ จะมีการจัดนิทรรศการขึ้นซึ่งจะต้องมีผู้คนจำนวนมากเข้ามาเยี่ยมชม ก็ควรจะต้องมีการวางแผนระบบการจราจรที่ดี กระทั่งได้ศึกษาปัญหาสภาพเส้นทางจราจรภายในสถาบันฯ พร้อมทั้งเสนอแนวทางปรับปรุงและแก้ไขให้เหมาะสมกับปัญหาที่เกิดขึ้น โดยที่การศึกษาปัญหาการเสนอแนวทางปรับปรุงและแก้ไขนั้นจะสอดคล้องกับแผนงานของทางกองอาคารสถานที่ของสถาบันฯ เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด

#### จุดประสงค์ของโครงการพิเศษ

- เพื่อศึกษาถึงปัญหาที่เกิดขึ้นกับเส้นทางจราจรภายในสถาบันฯ
- เพื่อนำความรู้ที่ได้จากศึกษาวิศวกรรมการทาง (Highway Engineering) และการสำรวจ (Surveying) มาเป็นวิธีการศึกษา
- เพื่อเป็นการฝึกฝนการทำการสำรวจ (Survey) โดยใช้อุปกรณ์สำรวจต่าง ๆ
- เพื่อเป็นแนวทางแก่สถาบันฯ ไว้ใช้ในการปรับปรุงโครงสร้างของเส้นทางจราจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้ในโครงการพิเศษ

ทฤษฎีที่ใช้ในโครงการนี้ได้มาจากข้อมูลที่ปรากฏของผิวทางและสภาพการจราจร เช่น เก็บข้อมูลปริมาณรถเพื่อนำมาหาค่าปริมาณรถเฉลี่ยประจำวัน (Average Daily Traffic = ADT) แล้วนำไปคำนวณหาค่าความหนาของถนนที่ต้องการ เพื่อรองรับปริมาณรถชนิดในอนาคต

## ขอบเขตของโครงการพิเศษ

1. พื้นที่ที่จะทำการศึกษาคือ คณะวิศวกรรมศาสตร์ และคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
2. ระยะเวลาการทำโครงการตั้งแต่ 1 สิงหาคม 2536-31 มีนาคม 2537
3. กำหนดให้อายุการใช้งานของถนนเท่ากับ 20 ปี
4. ใช้แผนของกองอาคารสถานที่มาประกอบการปรับปรุงโครงสร้างถนน

## วิธีที่ใช้ในการดำเนินโครงการพิเศษ

จะใช้การเก็บสถิติปริมาณรถชนิดที่เข้ามาในคณะโดยใช้นับ การจอดรถยนต์บนถนนทำให้การจราจรไม่คล่องตัว ความไม่ปลอดภัยของผู้ใช้รถใช้ถนน และนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ถึงปัญหาสภาพพื้นผิวและเส้นทางการจราจร พร้อมทั้งเสนอแนะแนวทางในการดำเนินการปรับปรุงและแก้ไข

- สำหรับปัญหาพื้นผิวการจราจร จะนำค่า ADT ที่ได้มาจากการสังเกตนับจำนวนรถชนิดแล้วนำมาหาค่าความหนาของถนนในปัจจุบันและความหนาที่ต้องการ เพื่อสามารถรองรับปริมาณรถชนิดในอนาคต สำหรับปัญหาการยกระดับถนนพื้นระดับน้ำท่วม จะทำการหาข้อมูลระดับน้ำท่วมสูงสุด แล้วทำการสำรวจเพื่อหาระดับถนนใหม่ประกอบด้วยแผนที่กองอาคารและสถานที่วางเอาไว้พร้อมทั้งคำนวณปริมาณดินตัดดินถม (CUT-FILL)
- สำหรับปัญหาที่จอดรถยนต์ไม่เพียงพอ จะทำการเสนอแนะถึงสถานที่ที่เหมาะสมและเพียงพอ สำหรับปัญหาการจัดเส้นทางการจราจร จะทำการศึกษาและเสนอระบบป้ายสัญญาณจราจรที่มีความเหมาะสมไว้ ตามสถานที่ต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อเป็นแนวทางสำหรับสถาบันฯในการปรับปรุงโครงสร้างของถนน
2. เป็นแหล่งข้อมูลสำหรับผู้สนใจจะทำการศึกษาต่อ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### ปัญหาและวิธีใช้ในการศึกษา

เนื่องจากปริมาณการจราจรในอค์มีจำนวนน้อย เส้นทางในสถาบันฯ จึงทำการก่อสร้างอย่างง่าย ๆ ขาดการออกแบบที่ถูกต้อง และไม่มีการวางแผนเส้นทางในระยะยาว แต่ปัจจุบันจำนวนยานพาหนะเพิ่มมากขึ้น และมีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้นอีกมากในอนาคต ตามจำนวนของนักศึกษาอาจารย์ และบุคคลที่เกี่ยวข้องกับสถาบันฯ และ ประกอบกับเส้นทางภายนอกที่ใช้สัญจรเข้าสู่สถาบันฯ มีความสะดวกยิ่งขึ้น จึงนำมาซึ่งปัญหา สภาพพื้นผิวและเส้นทาง การจราจรภายในสถาบันฯ โดยปัญหาที่เกิดขึ้นคือ

- สภาพผิวทาง ขรุขระ แตกร้าว ชำรุดและทรุดตัว
- น้ำท่วมผิวทาง
- เส้นทางคับแคบ การจราจรสาบลำบาก ไม่ปลอดภัย เมื่อจอดรถก็คขวาง
- ที่จอดรถไม่เพียงพอ

การศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นดังกล่าว ให้ได้ข้อสรุปใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุดต้องอาศัยวิธีที่มีอยู่ทั้งในตำราและนอกตำรา และวิธีนั้นต้องเหมาะสมกับสภาพความเป็นจริง พร้อมทั้งสามารถเข้ากับข้อมูลที่ปรากฏอยู่ได้ และวิธีที่ใช้ในการศึกษาปัญหานั้นมีหลายวิธี ดังนั้นในบทนี้จะกล่าวถึงวิธีต่าง ๆ ที่ใช้ในการศึกษา

#### 1. การศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นกับผิวทาง

ปัญหาผิวทางของถนนในสถาบันฯ ที่เกิดขึ้น คือ ผิวทาง ขรุขระ แตกร้าวชำรุดและทรุดตัว ซึ่งอาจเกิดเนื่องจากความหนาของผิวทางไม่เพียงพอต่อน้ำหนักยานพาหนะและปริมาณการจราจร อุตหนักที่สูงจัด การบดอัดที่ไม่ได้มาตรฐานและการทรุดตัวของดินคันทาง

การศึกษาปัญหาดังกล่าวทำได้โดย

ก. เปรียบเทียบความหนาของผิวทางเดิมกับความหนาของผิวทางใช้งานที่น้อยที่สุด (เป็นการศึกษาสภาพผิวทางในปัจจุบัน)

ข. นำสภาพการชำรุดต่าง ๆ ของถนนที่ปรากฏภายนอก เปรียบเทียบกับเอกสาร ตำรา หรือ เอกสารนี้เป็นเอกสารทสวงนเวสสารับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์โดยไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ยกเว้นการนำข้อมูลไปเผยแพร่หรือใช้เพื่อวัตถุประสงค์อื่นใด เอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ การหาความหนาของถนนเดิม หาโดยใช้การเจาะสำรวจ (Coring) ในชั้นของผิวทาง

การหาความหนาผิวทางใช้งานเนื่องจากผิวทางในสถาบัน ฯ ประกอบด้วยผิวทาง 2 ประเภท คือ

1. ผิวทางยืดหยุ่นได้ (Flexible Pavement)
2. ผิวทางแข็ง (Rigid Pavement)

เพราะฉะนั้นวิธีที่ใช้หาความหนาผิวทางจึงต่างกัน โดยมีวิธีดังนี้

1. ผิวทางยืดหยุ่นได้ (Flexible Pavement) วิธีที่ใช้หาความหนาผิวทาง

### 1.1 วิธี The Asphalt Institute

นิยามใช้กันโดยทั่วไป ความหนาของโครงสร้างถนนที่ออกแบบโดยวิธีนี้เป็นความหนา ( $T_A$ ) ของแอสฟัลท์คอนกรีตเหนือดินชั้นทางที่บดอัดแน่น ถ้าจะใช้วัสดุอื่น เช่น หินคลุก ดินลูกรัง แทนแอสฟัลท์คอนกรีต The Asphalt Institute กำหนดอัตราส่วนไว้ดังนี้

Hot Mix-Sand Asphalt Bases = 1.3 : 1

Liquid Emulsified Asphalt Bases = 1.4 : 1

Untreated Granular Bases = 2.0 : 1

Untreated Granular Subbases = 2.7 : 1

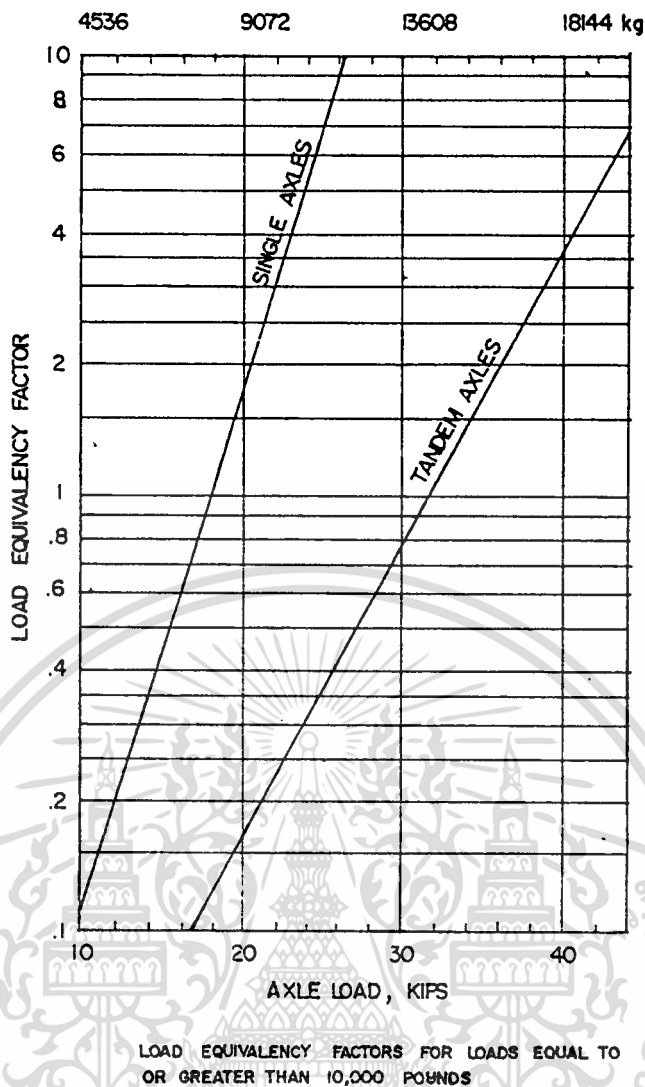
หลักการออกแบบก็อาศัยข้อมูลจากการทดสอบในสนามของ AASHTO ROAD TEST และมีข้อกำหนดต่าง ๆ คือ

1. น้ำหนักเพลา (Axle Load) กำหนดให้น้ำหนักเพลามาตราฐานชนิดเพลาเดี่ยวหนัก 18,000 ปอนด์ และน้ำหนักเพลาชนิดเพลาคู่หนัก 32,000 ปอนด์ ถ้าน้ำหนักเบาหรือหนักกว่าเพลามาตราฐาน ให้เปลี่ยนเป็น Load Equivalent Factor ตามรูปที่ 2.1

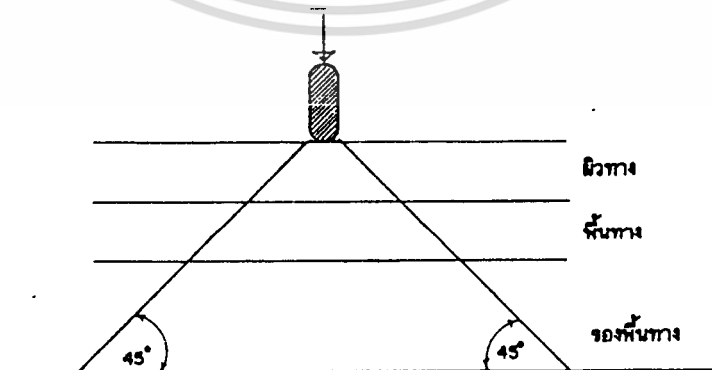
2. การถ่ายน้ำหนักจากล้อลงสู่ดินชั้นทางผ่านชั้นผิวทาง พื้นทาง และรองพื้นทางในลักษณะรูปกรวยคว่ำ ทำมุม 45 องศา กับพื้นราบ รูปที่ 2.2

3. การทดสอบคุณภาพของวัสดุวัดความสามารถในการรับแรง ใช้วิธี R-value หรือ Plate Bearing Test วิธีที่นิยมใช้และสะดวกในการทดสอบคือ วิธี CBR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 Load Equivalency Factors สำหรับใช้กำหนดค่าน้ำหนักเพลามาตราฐาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.2 ลักษณะการถ่ายน้ำหนักจากผิวทางสู่ดินชั้นทางของถนนลาดขวาง

#### 4. การบดอัดในสนามขณะก่อสร้าง The Asphalt Institute กำหนดไว้ดังนี้

Cohesive Subgrade จะต้องบดอัดให้ได้ 95 % ของวิธี Modified AASHTO ตามกำหนดความลึก ดังนี้

| Design Traffic No.      | ความลึกการบดอัด | หมายเหตุ                               |
|-------------------------|-----------------|--|
| Light Traffic ( <10 )   | 6"-12"          | ความหนาของการบดอัดแต่ละชั้น ไม่เกิน 6" |
| Medium Traffic (10-100) | 12"-18"         |  |
| Heavy Traffic ( >100 )  | 18"-24"         |  |

5. ความหนาของโครงสร้างถนนเหนือดินคันทาง ( $T_A$ ) ที่คำนวณได้จากสูตร หรือจาก Nomograph ของ The Asphalt Institute เป็นความหนาของแอสฟัลต์คอนกรีตทั้งหมด

6. ความหนาชั้นต่ำของผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต ซึ่งมีชั้นพื้นทางเป็นวัสดุชนิด Hot-Mix Sand Asphalt หินคลุกผสมยางมะตอยเหลว หินคลุกผสมคัตกบคอนกรีต ให้กำหนดความหนาชั้นต่ำของผิวทาง ( $T_S$ ) จากตารางที่ 2.1 และคำนวณความหนาของโครงสร้างทางทั้งหมดจากสูตร

$$T = T_S + (T_A - T_S)f$$

กำหนดให้

$T$  = ความหนาของโครงสร้างทางทั้งหมดเหนือดินคันทาง

$T_A$  = ความหนาผิวทาง และพื้นทางเป็นแอสฟัลต์คอนกรีตทั้งหมด

$T_S$  = ความหนาของผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต

$f$  = Thickness Factor กำหนดไว้ในตารางที่ 2.1

7. ความหนาชั้นต่ำของผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต ซึ่งมีชั้นพื้นทางเป็นหินคลุกบดอัดแน่น

(Untreated Granular Base) กำหนดได้จากรูปที่ 2.3

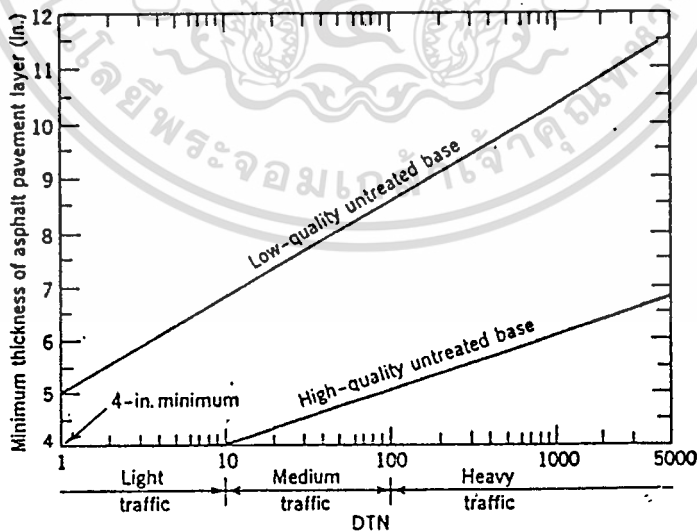
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 2.1 ความหนาของผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต สำหรับพื้นทางที่ไม่ใช่แอสฟัลต์คอนกรีต**

**THICKNESS FACTORS AND MINIMUM SURFACE REQUIREMENTS FOR PLANT-MIXED ASPHALT BASE**

| Asphalt Base  | Thickness Factor, f | Minimum Thickness of Asphalt-Concrete Surface, $T_s$ , in. |                |                   |
|---|---------------------|--|----------------|-------------------|
|   |                     | DTN Less Than 10   | DTN = 10 - 100 | DTN More Than 100 |
| Asphalt concrete  | 1                   | 0  | 0              | 0                 |
| Hot-mix sand asphalt  | 1.3                 | 2  | 3              | 4                 |
| High-quality, well controlled, well graded aggregate, but using cutback or emulsified asphalt | 1.4                 | 2  | 3              | 4                 |
| Other mixes using cutback or emulsified asphalt   | 1.4                 | 3  | 4              | 5                 |



Recommended surface thickness for untreated base pavements. (From The Asphalt Institute.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ 2.3 ความหนาขั้นต่ำของผิวทางซึ่งมีพื้นทางเป็นหินคลุก**



8. คุณสมบัติของวัสดุหินคลุก (Untreated Granular Base) ที่เหมาะสมสำหรับทำพื้นทาง  
ทางคู่ได้จากตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 คุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ทำพื้นทาง

| Test                      | Test Requirements |              |
|---------------------------|-------------------|--------------|
|                           | Low Quality       | High Quality |
| CBR, Min.                 | 20                | 100          |
| R-Value, min              | 55                | 80           |
| Liquid Limit, Max         | 25                | 25           |
| Plasticity Index, Max     | 6                 | NP           |
| Sand Equivalent, Min      | 25                | 50           |
| Passing No.200 Sieve, Max | 12                | 7            |

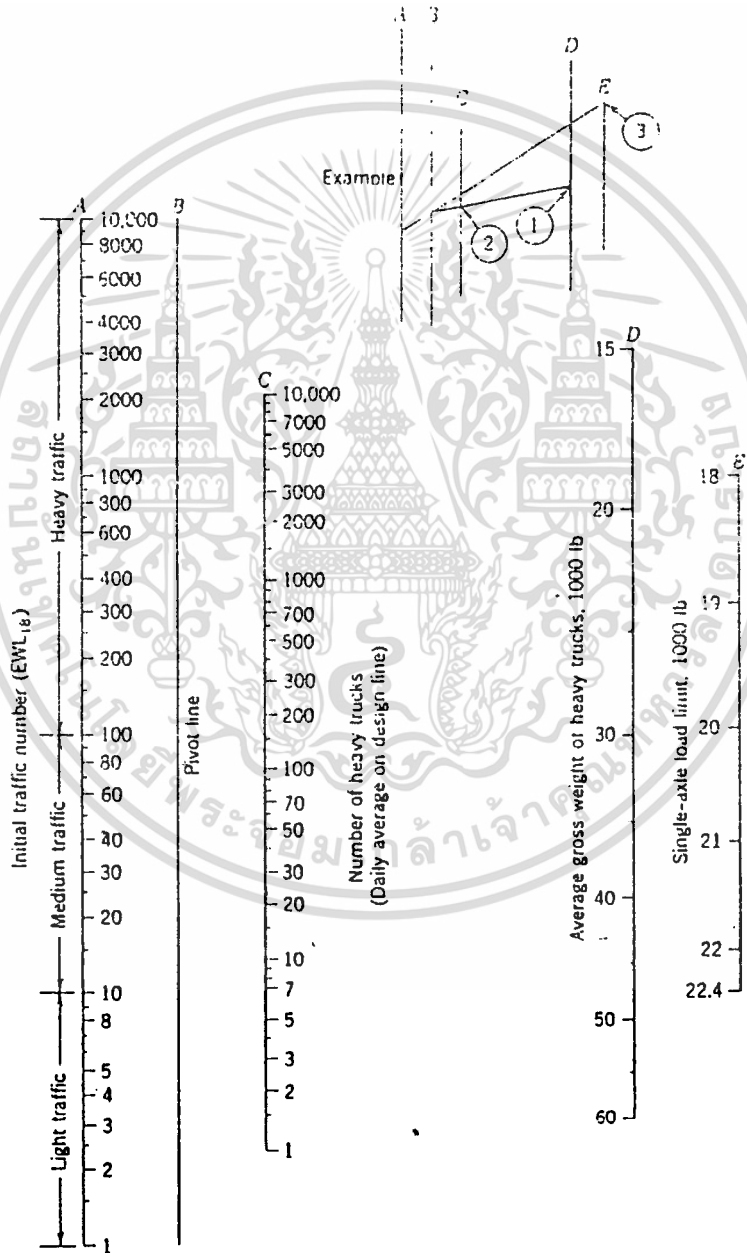
9. การออกแบบความหนาของถนน จะต้องคำนึงถึงปริมาณการจราจรของรถที่จะมาใช้ถนน โดยมีข้อกำหนดดังนี้

ก. Design Traffic Number (DTN) คือค่าเฉลี่ยของจำนวนรถมีน้ำหนักเพลาเท่ากับ 18,000 ปอนด์ มาแล่นบนถนนในหนึ่งช่องจราจร (Lane) ในแต่ละวัน และแบ่งแยกตามจำนวนมากน้อยดังนี้

|                |     |        |
|----------------|-----|--------|
| Light Traffic  | DTN | < 10   |
| Medium Traffic | DTN | 10-100 |
| Heavy Traffic  | DTN | > 100  |

ข. Initial Daily Traffic (IDT) คือจำนวนเฉลี่ยของรถที่คาดว่าจะมาใช้ถนน เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ในปีแรกที่เปิดใช้งาน เฉลี่ยต่อวันทั้งสองทิศทางระหว่างปีแรกที่เปิดการจราจร ค่า IDT ได้จากการสำรวจปริมาณการจราจร และเก็บสถิติต่อกันเป็นระยะเวลาานาน

ค. Initial Traffic Number (ITN) คือค่าเฉลี่ยของ Equivalent Single Axle Load 18,000 ปอนด์ ซึ่งคาดว่าจะมีใน Design Lane ในช่วงปีแรกที่เปิดการจราจร ค่า ITN หาได้จากรูปที่ 2.4 ถ้าค่า ITN ที่อ่านได้จากรูปที่ 2.4 มีค่าต่ำกว่า 10 โดยที่จำนวนรถนั่งและรถบรรทุกเล็กมีเปอร์เซ็นต์สูง ค่า ITN ที่ได้จะต้องมีการ correct โดยใช้รูปที่ 2.5



Traffic analysis chart. (From The Asphalt Institute.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.4 Nomograph ใช้หาค่า ITN

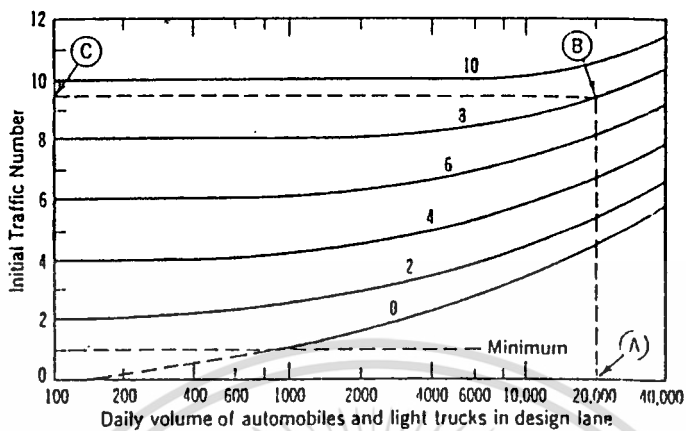


Chart for adjusting Initial Traffic Number (ITN) for daily volume of automobiles and light trucks. (From The Asphalt Institute.)

รูปที่ 2.5 กราฟที่ปรับ ITN ที่มีค่าต่ำกว่า 10 และมีรถขนาดเล็กเป็นเปอร์เซ็นต์สูง

10. Design Period (Design Life) คือระยะเวลาที่เปิดใช้ถนนจนถึงระยะเวลาซ่อมบำรุงผิวทางใหม่หรือบูรณะลาดยาง (Resurface) สำหรับ Design Chart ของ The Asphalt Institute กำหนด Design Life ไว้ 20 ปี และมีน้ำหนักเพลามาตราฐาน 18,000 ปอนด์

The Asphalt Institute ได้กำหนดสูตรในการคำนวณความหนาโครงสร้างถนน ( $T_A$ ) เหนือชั้นดินคันทาง ซึ่งพัฒนามาจากผลการทดสอบในสนามของ AASHTO ด้วยการทดสอบหา CBR, R-Value และ Plate Bearing Tests ( $\Delta = 0.2"$ , 10 Repettitions) ในถนนที่ได้ทำการทดสอบ กำหนดความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของแอสฟัลต์คอนกรีต ( $T_A$ ) เหนือดินคันทางดังนี้

$$T_A = \frac{9.19 + 3.97 \log DTN}{(CBR)^{0.4}}$$

หรือ  $T_A = 6.37 + 2.75 \log DTN - 0.0893 DTN^{0.110}$  (R-20)

สำหรับ  $DTN < 20$

และ  $T_A = 6.37 + 2.75 \log DTN - 0.117 DTN^{0.0270}$  (R-12)

สำหรับ  $DTN > 20$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

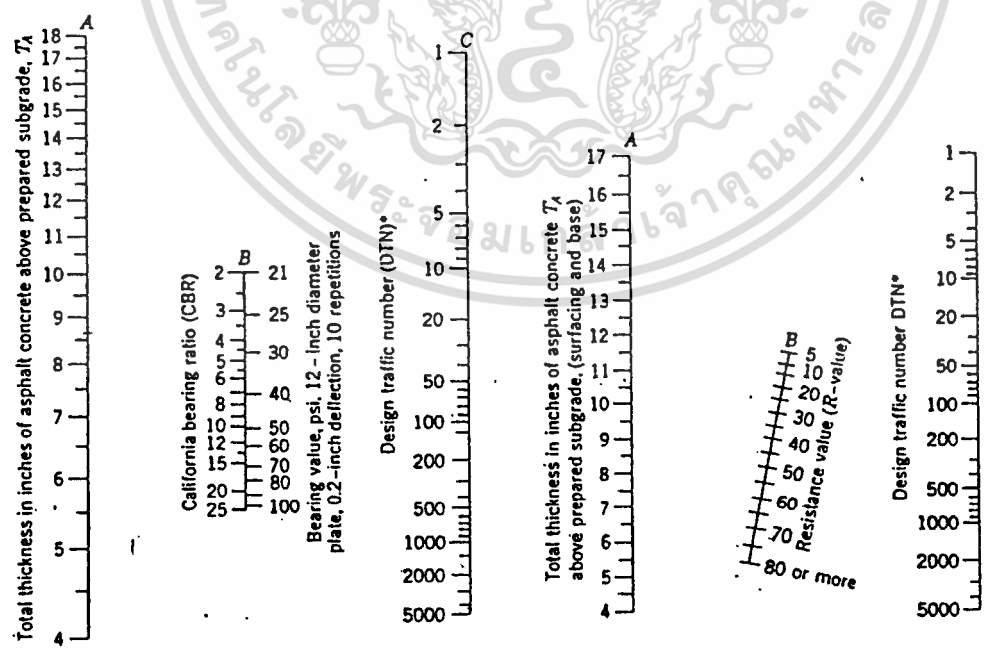
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้เผยแพร่ลงเนื้อหาและสิ่งอื่นใดของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสมการดังกล่าว The Asphalt Institute ได้กำหนด Design Chart ขึ้นเพื่อความ สะดวกและรวดเร็วในการออกแบบความหนาของถนน รูปที่ 2.6 ตามมาตรฐานของ The Asphalt Institute กำหนดอายุการใช้งานไว้ 20 ปี ถ้าจะลดมาตรฐานการใช้งานให้น้อยลงหรือ เพิ่มมาตรฐานการใช้งานให้มากขึ้น การคำนวณความหนา ( $T_A$ ) ก็จะใช้ Adjustment Factor  $= \frac{(1+r)^n - 1}{20r}$  เป็นตัวคูณ หาค่า  $DTN_{20}$  เมื่อ  $r =$  อัตราการเพิ่มการจราจร

$$20r$$

$n =$  อายุการใช้งาน ดูตารางที่ 2.3

การกำหนดอายุการใช้งานของโครงสร้างถนนให้น้อยลงนี้มีผลดี ในแง่ที่สามารถคำนวณปริมาณการจราจรในได้ถูกต้องตามความเป็นจริง และช่วยในการเสริมปรับปรุง ผิวทางให้แข็งแรงเหมาะสมกับการใช้งานยิ่งขึ้น ภายหลังจากบูรณะลาดยางในเวลาต่อมา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.6 Design Curve ใช้ออกแบบความหนาของถนน ( $T_A$ )

## ตารางที่ 2.3 ค่า Initial Traffic Number Adjustment Factors

Initial Traffic Number (ITN) Adjustment Factors\*

| Design Period, Years (n) | Annual Growth Rate, Percent (r) |      |      |      |      |       |
|--------------------------|---------------------------------|------|------|------|------|-------|
|                          | 0                               | 2    | 4    | 6    | 8    | 10    |
| 1                        | 0.05                            | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05  |
| 2                        | 0.10                            | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10  |
| 4                        | 0.20                            | 0.21 | 0.21 | 0.22 | 0.22 | 0.23  |
| 6                        | 0.30                            | 0.32 | 0.33 | 0.35 | 0.37 | 0.39  |
| 8                        | 0.40                            | 0.43 | 0.46 | 0.50 | 0.53 | 0.57  |
| 10                       | 0.50                            | 0.55 | 0.60 | 0.66 | 0.72 | 0.80  |
| 12                       | 0.60                            | 0.67 | 0.75 | 0.84 | 0.95 | 1.07  |
| 14                       | 0.70                            | 0.80 | 0.92 | 1.05 | 1.21 | 1.40  |
| 16                       | 0.80                            | 0.93 | 1.09 | 1.28 | 1.52 | 1.80  |
| 18                       | 0.90                            | 1.07 | 1.28 | 1.55 | 1.87 | 2.28  |
| 20                       | 1.00                            | 1.21 | 1.49 | 1.84 | 2.29 | 2.86  |
| 25                       | 1.25                            | 1.60 | 2.08 | 2.74 | 3.66 | 4.92  |
| 30                       | 1.50                            | 2.03 | 2.80 | 3.95 | 5.66 | 8.22  |
| 35                       | 1.75                            | 2.50 | 3.68 | 5.57 | 8.62 | 13.55 |

$$\text{Factor} = \frac{(1+r)^n - 1}{20r}$$

\* From The Asphalt Institute.

Note: Truck growth rate, which includes both number and weight of trucks, may increase faster than overall traffic growth rate, particularly on roads with large volumes of heavy trucks. Growth rates for these roads should be determined from truck weight study data, if possible.

### ข้อมูลที่ต้องใช้ในวิธี The Asphalt Institute Method

- ก. ปริมาณการจราจร (Traffic Volume)
- ข. ชนิดยานพาหนะ น้ำหนักบรรทุกและน้ำหนักยานพาหนะ
- ค. จำนวนนักศึกษา อาจารย์และบุคคลที่เกี่ยวข้องกับสถาบันฯ
- ง. เปอร์เซนต์ CBR (California Bearing Ratio) ของดินชั้นทาง
- จ. ระยะเวลาใช้งานของถนน

#### 1.2 วิธี Wyoming

ใช้วิธี CBR ช่วยกำหนดความหนาของโครงสร้างถนน โดยพิจารณาถึงปริมาณของฝนที่ตกในแต่ละปี ระดับน้ำใต้ดิน ระดับการแข็งตัวของน้ำใต้ดินในฤดูหนาว ปริมาณการจราจร สภาพของถนน เช่น การระบายน้ำบนผิวดินและใต้ดิน และกำหนดคะแนนตามตารางที่ 2.4 ค่าปริมาณการจราจรที่กำหนดไว้ในตารางให้นำหนักล้อมาตรฐาน 4,500 ปอนด์ คะแนนรวมที่ได้จากตารางที่

#### 2.4 นำไปใช้ใน Design Chart ตามรูปที่ 2.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

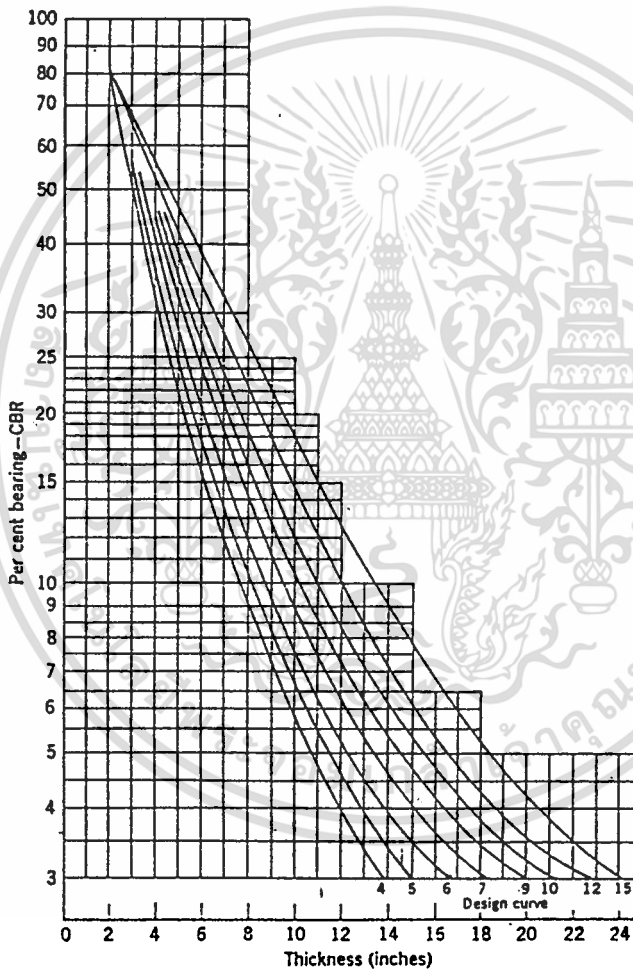
## ตารางที่ 2.4 Wyoming Design Factors

| WYOMING DESIGN FACTORS* |                            |       |
|-------------------------|----------------------------|-------|
| Item                    | Limits                     | Value |
| Annual precipitation    | 5-10 in.                   | 0     |
|                         | 10-15 in.                  | 1     |
|                         | 15-20 in.                  | 3     |
|                         | 20-25 in.—light irrigation | 6     |
|                         | 25-30 in.—heavy irrigation | 10    |
| Water table             | None evident               | 0     |
|                         | 10-6 ft below grade        | 1     |
|                         | 6-4 ft below grade         | 3     |
|                         | 4-2 ft below grade         | 5     |
| Frost action            | None                       | 0     |
|                         | Light                      | 1     |
|                         | Medium                     | 3     |
|                         | Heavy                      | 8     |
| Existing conditions     | Excellent                  | 0     |
|                         | Fair                       | 2     |
|                         | Adverse                    | 6     |
| Traffic                 | 0.0-1.0 million            | 0     |
|                         | 1.0-2.0 million            | 2     |
|                         | 2.0-3.0 million            | 4     |
|                         | 3.0-5.0 million            | 6     |
|                         | etc.<br>15.0 plus million  | 24    |

\* From Russel and Olinger. *Proceedings*, Highway Research Board, 1947.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

|              |     |     |      |       |       |       |       |       |
|--------------|-----|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Total value  | 0-2 | 3-6 | 7-11 | 12-17 | 18-24 | 25-32 | 33-41 | 42-53 |
| Design curve | 4   | 5   | 6    | 7     | 8     | 9     | 12    | 15    |



Wyoming design chart. (From Russell and Olinger, *Proceedings, Highway Research Board*, 1947.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ 2.7 Wyoming Design Chart**

2. ผิวทางแข็ง (Rigid Pavement) หรือผิวทางคอนกรีต เนื่องจากหน่วยแรงในผิวทางคอนกรีตมีมากกว่าผิวทางลาดยาง เพราะฉะนั้นการศึกษาสภาพผิวทางคอนกรีตจึงเป็นไปในลักษณะของการหาความสามารถที่ถนนคอนกรีตสามารถจะรับได้ โดยจะใช้วิธีดังนี้

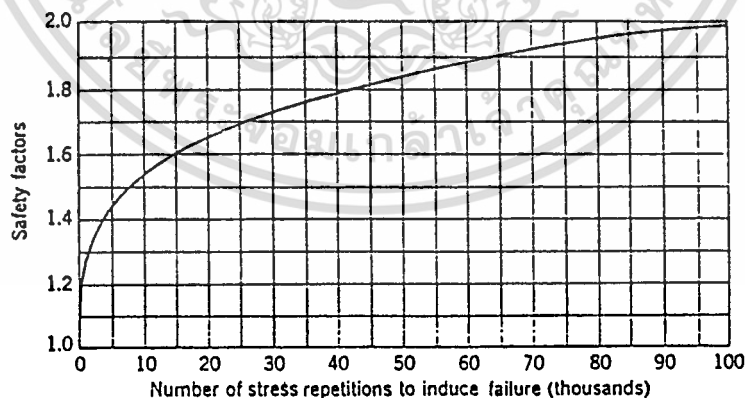
### 2.1 วิธี Portland Cement Association (PCA)

PCA ใช้สูตรคำนวณหาแรงที่เกิดโกดัดมุมของแผ่นคอนกรีต ตามวิธีของ Picket

$$\sigma = \frac{3.38 P}{d^2} \left\{ 1 - \frac{\sqrt{a/l}}{0.925 + 0.22a/l} \right\} \quad \text{Protected Corner} \quad (\text{มีเหล็กเค็ลส})$$

$$\sigma = \frac{4.2 P}{d^2} \left\{ 1 - \frac{\sqrt{a/l}}{0.925 + 0.22a/l} \right\} \quad \text{Unprotected Corner} \quad (\text{ไม่มีเหล็กเค็ลส})$$

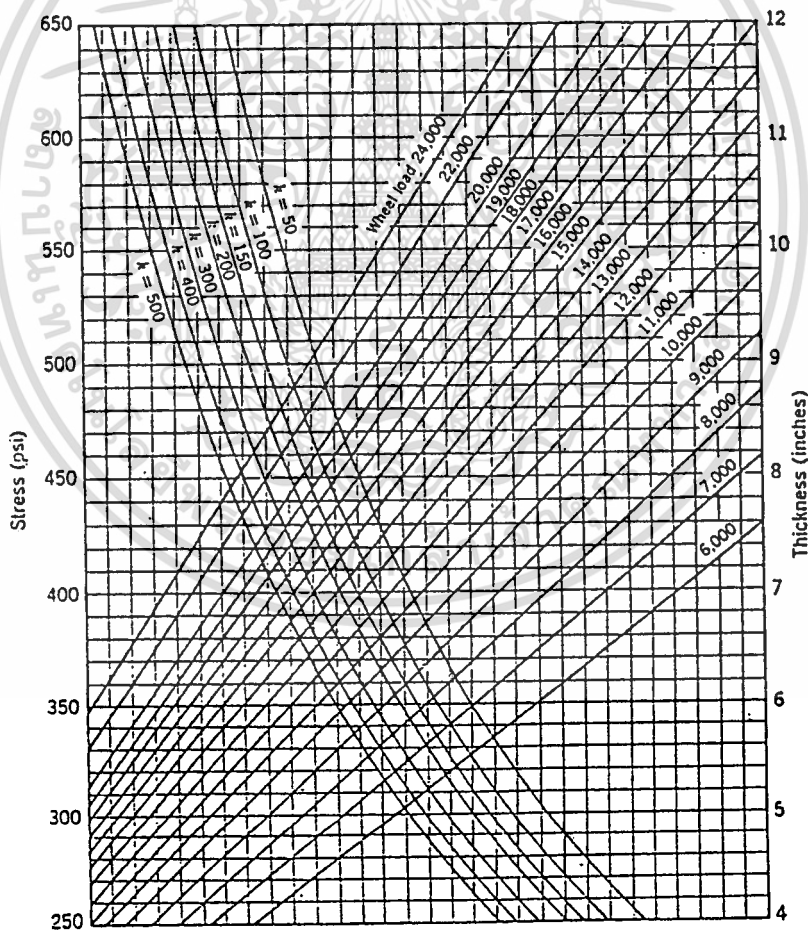
อายุการใช้งานของถนนคอนกรีตอยู่ระหว่าง 25-30 ปี ขึ้นอยู่กับจำนวนครั้งการบดทับของล้อรถบรรทุกหนัก (Repetition) รูปที่ 2.8



Safety factors and stress repetitions. (From Portland Cement Association.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
รูปที่ 2.8 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนความปลอดภัยกับจำนวนครั้งการบดทับของยานพาหนะ  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในเบื้องต้น PCA ออกแบบความหนาของผิวทางคอนกรีต โดยกำหนดน้ำหนักล้อรถสูงสุดเป็นหลัก (Controlling Wheel Load) และกำหนด Design Chart ออกใช้ในปี ค.ศ.1951 รูปที่ 2.9 การออกแบบความหนาของผิวทางคอนกรีตตาม Design Chart นี้ PCA คำนึงถึงส่วนประกอบคือ โมดูลัสการต้านแรงของดิน ( $K$ ) โมดูลัสการแตกหักของคอนกรีต ( $MR$ ) น้ำหนักล้อรถโดยเพื่อนแรงกระทำไว้ 20 % จากน้ำหนักของล้อรถ และค่า  $MR$  ทหารด้วย  $FS = 2$  การออกแบบตาม Design Chart 1951 มิได้คำนึงถึงจำนวนครั้งการบดทับของล้อรถบรรทุกหนักเลย แต่จากการทดลองค้นคว้าในเวลาต่อมาพบว่า การล้าของคอนกรีต (Fatigue) เนื่องจากการบดทับจำนวนมากครั้งมีผลต่ออายุการใช้งานของถนนคอนกรีตมากทำให้  $FS$  ลดต่ำลง ต่อมา PCA จึงได้พัฒนา Design Chart ออกมาใหม่โดยคำนึงถึงจำนวนครั้งการบดทับของล้อรถด้วย รูปที่ 2.10

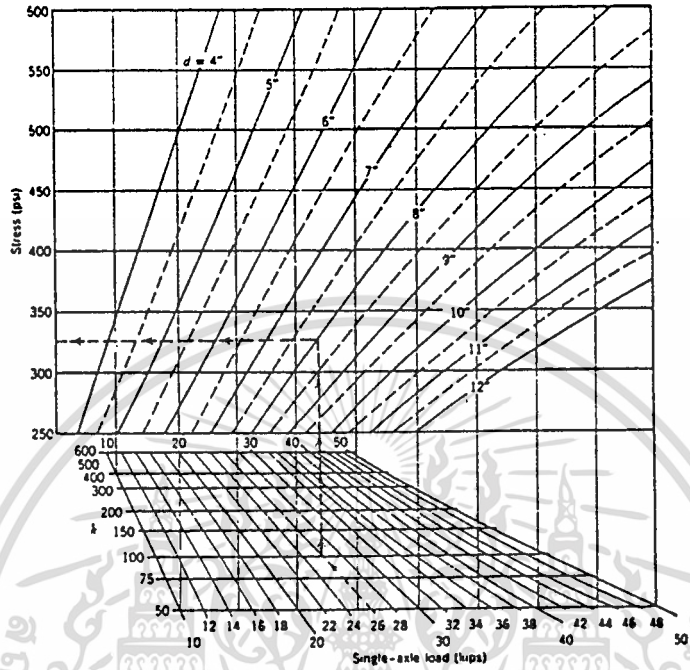


Design chart for highways, protected corners, for loads on dual tires. (From Portland Cement Association.)

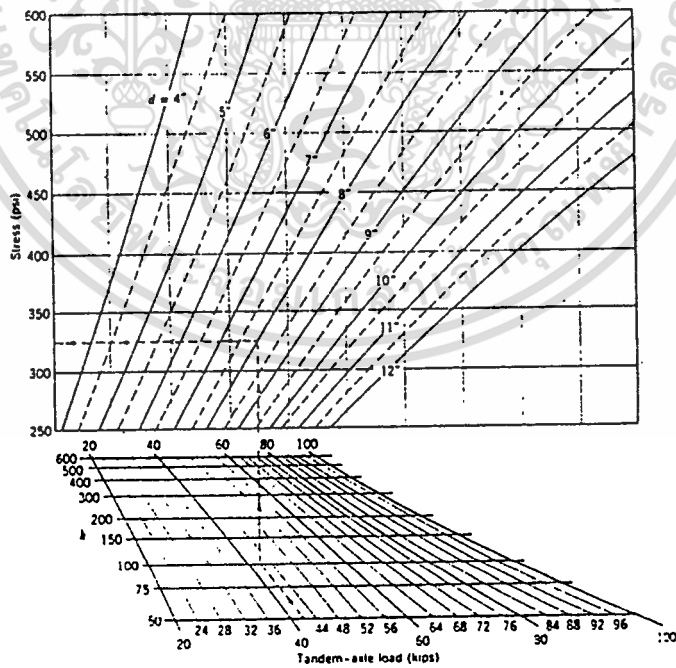
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.9 PCA Design Chart (1951) สำหรับถนนคอนกรีต



Design chart for single-axle-truck loads. (From Portland Cement Association.)



Design chart for tandem-axle truck loads. (From Portland Cement Association.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้  
**รูปที่ 2.10 PCA Design Chart (1966) ใช้ออกแบบถนนคอนกรีต**

การล้าของคอนกรีต เนื่องจากการบดทับของล้อรถบรรทุกหนัก PCA ได้พิจารณาถึง Stress Ratio ซึ่งเป็นอัตราส่วนระหว่าง Stress ที่เกิดจริง ๆ ในแผ่นคอนกรีต เนื่องจากน้ำหนักล้อรถและ MR (Load Stress/Modulus of Rupture) ตารางที่ 2.5 จากการทดสอบในสนามพบว่า ถ้าอัตราส่วน Stress Ratio ต่ำกว่า 0.51 แล้ว ถนนคอนกรีตสามารถรับปริมาณการจราจรได้ไม่จำกัดจำนวน โดยไม่ชำรุดเสียหาย ในการออกแบบจะต้องคาดคะเนถึงปริมาณการจราจรที่จะมาไว้ ถนนในช่วงอายุการใช้งาน และน้ำหนักล้อจะต้องเพิ่ม 20% สำหรับแรงกระแทกด้วย

ตารางที่ 2.5 ค่า Stress Ratio และจำนวนครั้งการบดทับของล้อรถ

| Stress Ratios Allowable Load Repetitions <sup>a</sup> |                      |              |                      |
|---|----------------------|--------------|----------------------|
| Stress Ratio  | Allowable Repetition | Stress Ratio | Allowable Repetition |
| 0.51 <sup>b</sup>                                     | 400,000              | 0.69         | 2,500                |
| 0.52  | 300,000              | 0.70         | 2,000                |
| 0.53  | 240,000              | 0.71         | 1,500                |
| 0.54  | 180,000              | 0.72         | 1,100                |
| 0.55  | 130,000              | 0.73         | 850                  |
| 0.56  | 100,000              | 0.74         | 650                  |
| 0.57  | 75,000               | 0.75         | 490                  |
| 0.58  | 57,000               | 0.76         | 360                  |
| 0.59  | 42,000               | 0.77         | 270                  |
| 0.60  | 32,000               | 0.78         | 210                  |
| 0.61  | 24,000               | 0.79         | 160                  |
| 0.62  | 18,000               | 0.80         | 120                  |
| 0.63  | 14,000               | 0.81         | 90                   |
| 0.64  | 11,000               | 0.82         | 70                   |
| 0.65  | 8,000                | 0.83         | 50                   |
| 0.66  | 6,000                | 0.84         | 40                   |
| 0.67  | 4,500                | 0.85         | 30                   |
| 0.68  | 3,500                |              |                      |

<sup>a</sup> From Portland Cement Association.

<sup>b</sup> Load stress divided by modulus of rupture.

<sup>c</sup> Unlimited repetitions for stress ratios of 0.50 or less.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### โมดูลัสการต้านแรงของดิน (K)

หาได้จากการทดลองในสนาม แต่ยุ่งยากและใช้เวลาอีกประการหนึ่งดังกล่าวแล้ว ค่า K มีผลต่อความหนาของแผ่นคอนกรีตไม่มากนัก ถ้าน้ำหนักล้อรถบรรทุกไม่สูงเกินกว่าที่ออกแบบมาก การออกแบบจะใช้ค่าเฉลี่ยจาก PCA Chart ในรูปที่ 2.11

### ตารางที่ 2.6 ค่า K ของวัสดุประเภทต่าง ๆ

K (ปอนด์/ลบ.นิ้ว)

|                        |         |
|------------------------|---------|
| Plastic Clay           | 50-100  |
| Silt and Silty Clays   | 100-200 |
| Sands , Clayey Gravels | 200-300 |
| Gravel                 | 300+    |
| CTB or ATB             | 400+    |

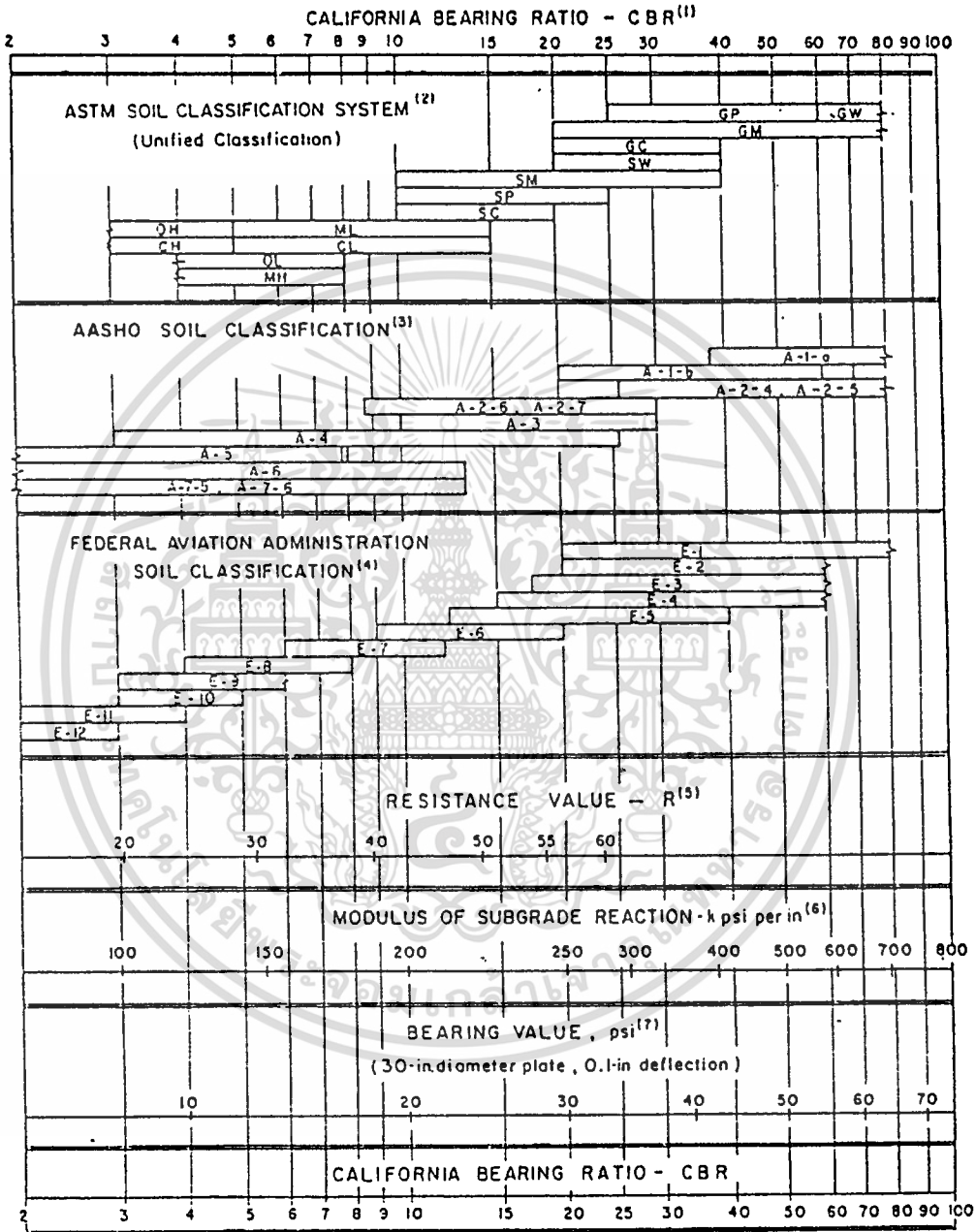
### โมดูลัสการแตกหัก (MR)

คุณภาพของคอนกรีตที่ใช้ทำผิวทางคอนกรีต ควรมีความ MR ประมาณ 650-700 ปอนด์/ตร.นิ้ว เมื่อนำไปออกแบบก่อสร้างตาม Design Chart ของ PCA

### แรงกระแทก (Impact)

PCA กำหนดให้เพิ่มแรงกระแทกอีก 20 % จากน้ำหนักบรรทุกของล้อรถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Approximate interrelationships of soil classifications and bearing values.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้  
**รูปที่ 2.11 ความสัมพันธ์ระหว่าง K, CBR, R ของดินประเภทต่าง ๆ**

## ข้อมูลที่ต้องใช้ในวิธี PCA

- ก. ปริมาณการจราจร (Traffic Volume)
- ข. ชนิดยานพาหนะ น้ำหนักบรรทุกและน้ำหนักยานพาหนะ
- ค. จำนวนนักศึกษา อาจารย์และบุคคลที่เกี่ยวข้องกับสถาบัน ฯ
- ง. ค่าโมดูลัสแรงต้านของดินคันทาง (K)
- จ. ระยะเวลาที่ใช้งานของถนน
- ฉ. ความหนาถนนเดิม
- ช. ค่าโมดูลัสการแตกหัก (MR)

## วิธีการหาเปอร์เซ็นต์การของถนนคอนกรีต

- หาจำนวนรถใหม่ ในปัจจุบัน เป็น คัน/วัน/1 ช่องจราจร  
ถ้าเป็นอนาคตให้คูณจำนวนรถใหม่ด้วย Projection Factors ซึ่งหาได้จากตาราง โดย  
ใช้ระยะเวลาใช้งานของถนน กับ เปอร์เซ็นต์การเติบโตต่อปี
- หาจำนวนเที่ยวในการบดทับ (Approximate Repetition)
- หาค่าเฉลี่ยของน้ำหนักเพลาเมื่อคิดผลกระทบของ impact ให้คูณด้วยค่า 1.20 (20%)
- ใช้ความหนาถนนเดิม, ค่า K และ น้ำหนักเพลาไปหาหน่วยแรงที่เกิดขึ้นบนถนนคอนกรีต  
จากกราฟ PCA Design Chart
- หาค่า อัตราส่วน Stress ratio จากสูตร  $\frac{\text{Actual stress}}{\text{MR}}$
- หาค่าเปอร์เซ็นต์การล้าของคอนกรีต  
จากสูตร Percent used or Fatigue =  $\frac{\text{Approximate Repetition}}{\text{Allowable Repetition}}$

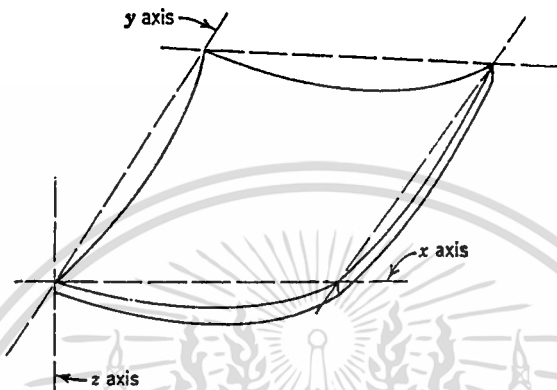
## 2.2 วิธีการเปรียบเทียบหน่วยแรง

คือการหาค่าหน่วยแรงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในถนนคอนกรีตและนำมาเปรียบเทียบ  
เทียบกับหน่วยแรงที่คอนกรีตสามารถรับได้

### 2.2.1 การหาค่าหน่วยแรงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
- หน่วยแรงที่เกิดขึ้นในคอนกรีตเนื่องจากความแตกต่างของอุณหภูมิ  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้  
คือแรงที่เกิดเนื่องจากความร้อนของแสงแดด ได้แก่

แรงเกิดจากการหดตัวของแผ่นคอนกรีต (Warping Stress) ความแตกต่างของอุณหภูมิในช่วงกลางวันและกลางคืนทำให้ช่วงผิวบนและผิวล่างของคอนกรีตขยายตัว และหดตัวไม่เท่ากัน มีผลให้แผ่นคอนกรีตแอ่นตัวขึ้นลงทุกวันตลอดอายุการใช้งาน Bradbury ได้กำหนดสมการของหน่วยแรงที่เกิดเนื่องจากแรงหดตัวของแผ่นคอนกรีตดังนี้



Curvature of elastic surface due to temperature warping.

รูปที่ 2.12 การเกิด Warping Stress ในแผ่นคอนกรีต

หน่วยแรงเกิดกลางแผ่นคอนกรีต

$$\sigma_1 = \frac{E \epsilon_t \Delta t}{2} * \left( \frac{c}{x} + \frac{\mu c}{y} \right)$$

หน่วยแรงเกิดตรงขอบแผ่นคอนกรีต

$$\sigma_2 = \frac{c E \epsilon_t \Delta t}{2}$$

กำหนดให้ E = โมดูลัสความยืดหยุ่นของคอนกรีต

$$= 3 * 10^5 \text{ กก./ตร.ซม.}$$

$\mu$  = อัตราส่วนปัวซอง

$$= 0.15$$

$\epsilon_t$  = สัมประสิทธิ์การขยายตัวและหดตัวของคอนกรีต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$\Delta t$  = ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างผิวบนและผิวล่างของแผ่นคอนกรีต

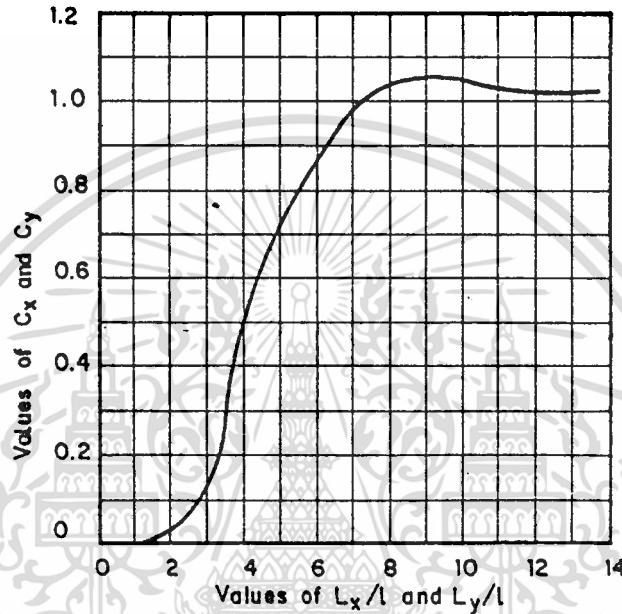
= 1 ช./ชม. (กลางวัน)

$C_x$  = สัมประสิทธิ์ในทิศทางด้านกว้าง

$C_y$  = สัมประสิทธิ์ในทิศทางด้านตั้งฉากกับด้านกว้าง

$L_x$  = ความกว้างของแผ่นคอนกรีต ซม.

$L_y$  = ความยาวของแผ่นคอนกรีต ซม.



Warping stress coefficients. (From Bradbury.)

รูปที่ 2.13 กราฟใช้กำหนดค่าสัมประสิทธิ์  $C_x$  และ  $C_y$

แรงเสียดระหว่างคอนกรีตกับผิวดิน (Frictional Stress) เกิดจากการยึดหดตัวของแผ่นกรีตขณะเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลง ทำให้มีแรงเสียดระหว่างแผ่นคอนกรีตกับดินที่รองรับ ถ้าแผ่นคอนกรีตยาวมาก อาจมีผลทำให้เกิดการแตกร้าวได้

$$\sigma_c = \frac{W L f}{200h} \quad \text{กก./ตร. ซม.}$$

กำหนดให้

$\sigma_c$  = แรงค่อหน้าขึงที่ กก./ตร. ซม.

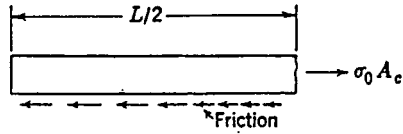
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อี พังค์ = นำหนักแผ่นคอนกรีต กก./ตร. ซม. เจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

L = ความยาวของแผ่นคอนกรีต ม.

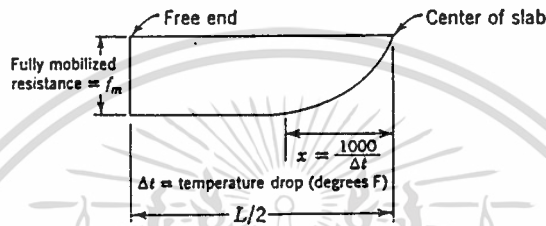
$$f = \text{สัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างคอนกรีตกับดิน}$$

$$= 1.0 - 2.0 = 1.5$$

$$h = \text{ความหนาของแผ่นคอนกรีต ซม.}$$



(a)



(b)

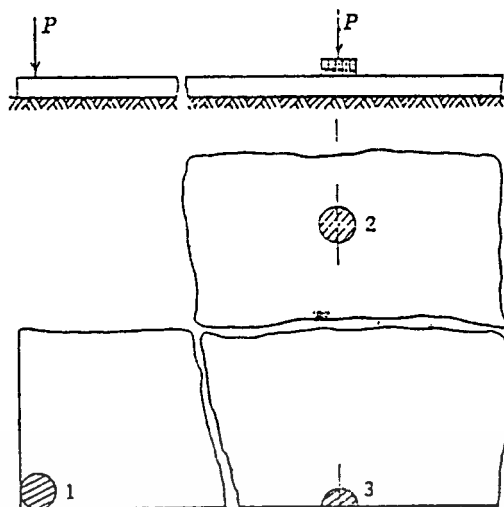
Stresses resulting from contraction. (a) Forces acting on contracting slab; (b) variation of subgrade resistance with length. (After Kelley.)

### รูปที่ 2.14 แรงที่เกิดจากการหดและหดตัวของแผ่นคอนกรีต

**แรงเกิดในร่องรอยต่อ (Infiltration Stresses)** เกิดจากเศษหินและกรวดตกลงไประหว่างร่องต่อ (Joint) ขณะที่วัสดุใช้อุณหภูมิสูงหลุดหายไปหลังจากเปิดใช้ถนนแล้ว เมื่อแผ่นคอนกรีตขยายตัวก็มาดันเศษหินและกรวดมีผลให้แผ่นคอนกรีตแตกบิ่นได้ หรืออิทธิพลที่เกิดบวมบึ้งเศษหินที่อยู่ใต้แผ่นคอนกรีตก็มีโอกาสหลุดเข้ามาในร่องรอยต่อ ทำให้เกิดการแตกร้าวได้เช่นกัน

**แรงที่เกิดจากน้ำหนักของล้อรถ น้ำหนักของล้อ (Wheel Load)** เป็นตัวแปรสำคัญที่มีผลทำให้ถนนชำรุดเสียหาย เวสเตอร์การ์ด ได้ทดลองหาหน่วยแรงที่จุดต่าง ๆ ในถนนคอนกรีตที่เกิดเนื่องจากล้อของยานพาหนะ คือ บริเวณมุม บริเวณกลาง และบริเวณขอบของแผ่นคอนกรีต ดังแสดงในรูปที่ 2.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Critical location for loads on concrete paving slabs. (After Westergaard)

รูปที่ 2.15 ตำแหน่งของน้ำหนักล้อที่กระทำบนแผ่นคอนกรีต

แรงกระทำของล้อบริเวณมุมของแผ่นคอนกรีต (Corner Loading) มีสูตรดังนี้

$$\sigma_c = \frac{3p}{h^2} \left( 1 - \frac{a_1}{L} \right) \quad \text{Westergaard}$$

$$\sigma_c = \frac{3p}{h^2} \left( 1 - \frac{a}{2} \right) 1.2 \quad \text{Bureau of Public Road}$$

$$\sigma_c = \frac{3.36p}{h^2} \left( 1 - \frac{a}{L} \right) \quad \text{Pickett, Protected Corner}$$

$$0.925 + 0.22a/L$$

แรงกระทำของล้อตรงกลางแผ่นคอนกรีต (Interior Loading)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น  $\sigma_c$  ล้อทั้งหมด  $\frac{0.316p}{h^2} (4 \log(L/b) + 1.069)$  Westergaard

## แรงกระทำของล้อตรงของแผ่นคอนกรีต (Edge Loading)

$$\sigma_w = \frac{0.572p}{h^2} (4 \log(L/b) + 0.359) \text{ Westergaard}$$

กำหนดให้

$\sigma_c, \sigma_t, \sigma_w$  = แรงต่อหน่วยพื้นที่ กก./ตร.ซม.

$h$  = ความหนาของแผ่นคอนกรีต. ซม.

$p$  = น้ำหนักล้อรถ. กก.

$a$  = รัศมีสัมผัสของล้อรถ. ซม.

$a_1$  = ระยะจากศูนย์กลางของจุดสัมผัสไปยังมุมของแผ่นคอนกรีต. ซม.

$L$  = Radius of Relative stiffness, ซม.

$$L = \sqrt[4]{\frac{Eh^3}{12(1-\mu^2)*K}} \text{ ซม., นิ้ว}$$

กำหนดให้  $E$  = โมดูลัสความยืดหยุ่นของคอนกรีต

$$= 2.8 * 10^5 \text{ กก./ตร.ซม.}$$

$$= 4 * 10^4 \text{ ปอนด์/ตร.นิ้ว}$$

$h$  = ความหนาของแผ่นคอนกรีต

$\mu$  = อัตราส่วนปัวซองของคอนกรีต

$K$  = โมดูลัสการต้านแรงของดิน

$$= 1 - 22 \text{ กก./ลบ.ซม.}$$

$$= 50 - 800 \text{ ปอนด์/ลบ.นิ้ว}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ยกเว้นทั้งห้าสิ่งเหล่านี้โดยไม่มีเงื่อนไขใดๆ ซึ่งเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$b = \sqrt{1.6 a^2 + h^2} - 0.675 h \text{ เมื่อ } a < 1.724 h$$

b = a เมื่อ a > 1.724 h

สมการหาค่า  $\sigma_t$  และ  $\sigma_c$  อาจเขียนอยู่ในเทอมของ

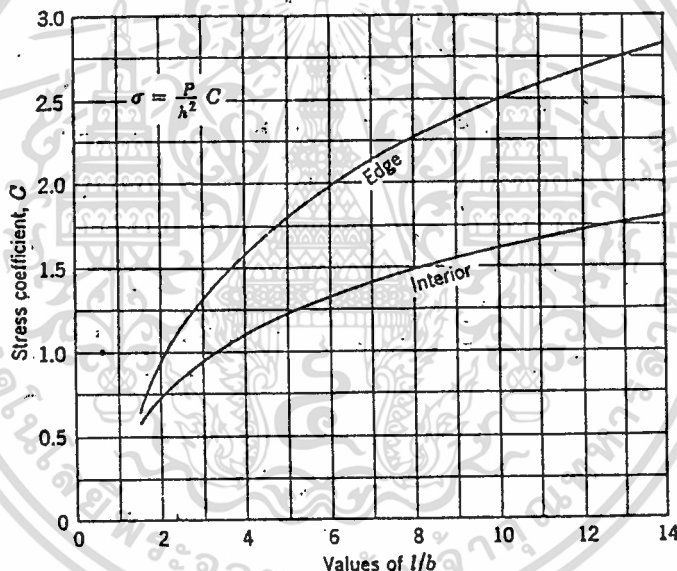
$$\sigma = \frac{P C}{h^2}$$

เมื่อ P = น้ำหนักดัดรถ

h = ความหนาของแผ่นคอนกรีต

C = สัมประสิทธิ์ขึ้นอยู่กับค่า L/b

ค่า C หาได้จากรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 ค่าสัมประสิทธิ์ C

2.2.2 การหาหน้าแรงที่คอนกรีตสามารถรับได้ ใช้การกดพื้นที่เจาะขึ้นมาเป็นรูปทรงกระบอก แล้วนำไปกดด้วยเครื่อง Universal Testing Machine เพื่อนำไปหา Strength

### 2. การศึกษาปัญหาหน้าท่วมผิวทาง

เมื่อ 3-4 ปีที่ผ่านมาได้เกิดน้ำท่วมในเขตลาดกระบัง เนื่องจากฝนที่ตกลงมาอย่างหนักและเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ประกอบกับ เขตในเมืองได้สูบน้ำออกมาไว้นอกเมือง เพื่อรักษาเศรษฐกิจส่วนใหญ่ ไม่ให้เสียหายจากน้ำท่วม ทำให้ทัศนภาพในสถาบันต้องจมอยู่ใต้น้ำ เพราะระดับถนนอยู่ต่ำกว่าระดับน้ำท่วม และทำให้

การสัญจรเป็นไปอย่างยากลำบากทั้งผู้เดินเท้าและยานพาหนะ

ดังนั้นการศึกษาปัญหาที่ท่วมนิวทางก็คือ ทหารดับน้ำท่วมสูงสุดมาเปรียบเทียบกับระดับถนนเดิมว่ามีค่าต่างเท่าใด แล้วนำมาหาถึงระดับความสูงของถนนที่ควรจะเป็น

### 3. การศึกษาปัญหาเส้นทางจราจร

เมื่อเส้นทางจราจรคับแคบ อาจทำให้เกิดปัญหาได้ เช่น การจราจรยากลำบาก, ความไม่ปลอดภัยแก่ผู้ใช้ยานพาหนะและผู้เดินเท้า เมื่อมีการจอดรถกีดขวาง

ดังนั้นวิธีการศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้น จะใช้ข้อมูลเบื้องต้น คือ

- ความกว้างของถนนเดิม
- สถิติจำนวนรถยนต์ที่จอด
- ลักษณะการใช้ทางเท้าในการสัญจร
- อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นและจุดเกิดอุบัติเหตุ
- ทิศทางการจราจรรวมถึงการเข้าออกด้วย
- สัดส่วนของยานพาหนะประเภทต่าง ๆ

และวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นกับเส้นทางจราจรภายในสถาบันฯ จากข้อมูลเบื้องต้น

### 4. การศึกษาปัญหาที่จอดรถยนต์

โดยศึกษาว่าจำนวนที่จอดรถยนต์ที่มีอยู่ในปัจจุบันเพียงพอกับจำนวนรถยนต์ที่ต้องการจอดหรือไม่ วิธีการศึกษาจะใช้การสำรวจจำนวนรถยนต์ที่จอดในสถาบันฯในแต่ละวัน โดยเปรียบเทียบกับจำนวนที่จอดรถยนต์ที่มีอยู่ในปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### บทที่ 3

## การนำเสนอข้อมูลและวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในบทนี้จะกล่าวถึงข้อมูลและวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาปัญหาตามวิธีที่ได้กล่าวมาข้างต้น ซึ่งข้อมูลที่ใช้นี้จะรวบรวมถึงข้อมูลที่ปรากฏในอดีตจนถึงปัจจุบันเพื่อให้การวิเคราะห์นั้นใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด

#### ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาปัญหา

1. ปริมาณการจราจร (Traffic Volume)
2. ชนิดของยานพาหนะ น้ำหนักบรรทุกและน้ำหนักยานพาหนะ
3. จำนวนนักศึกษา อาจารย์และบุคคลที่เกี่ยวข้องกับสถาบันฯ
4. เปอร์เซนต์ CBR ของดินคันทางและค่าโมดูลัสการต้านแรงของดิน (K)
5. กำลังของถนนคอนกรีต
6. ระดับน้ำท่วม
7. ระดับถนนเดิม
8. อุบัติเหตุที่เกิดกับผู้ใช้ถนนและจุดที่เกิดอุบัติเหตุ
9. ลักษณะการใช้งานผิวทาง
10. ทิศทาง ป้ายสัญญาณ ทางเท้าและความกว้างของเส้นทาง

1. ปริมาณการจราจร (Traffic Volume) การวิเคราะห์ความหนาแน่นนั้น จะต้องคำนึงถึงปริมาณการจราจรของรถที่มาใช้ถนนว่ามีจำนวนเท่าใด แล้วนำค่าที่ได้นี้ไปคำนวณหาความหนาของผิวทางที่ถูกต้อง ปริมาณการจราจรที่ใช้ในการวิเคราะห์ความหนาคือ ADT (Average Daily Traffic) เป็นปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน

#### วิธีการเก็บและรวบรวมข้อมูล

ใช้วิธีการนับยานพาหนะที่แล่นผ่านประตูทางเข้าคณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ เวลาที่ใช้ในการสำรวจคือ 8.30-17.30 น. (เพราะเป็นเวลาที่ยานพาหนะสัญจรไป-มาจำนวนมาก รวมทั้งยานพาหนะที่มีขนาดใหญ่ ในเวลากลางคืนจะมีจำนวนยานพาหนะน้อยมากและยานพาหนะขนาดใหญ่ยกเว้นเป็นเอกสารที่ส่งมอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นับญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าใหญ่แทบจะไม่มีเลย ทั้งนี้ได้มาจากการสังเกต) วันที่เริ่มต้นนับ 15 กันยายน 2536 - 15 กุมภาพันธ์ 2537 รวม 6 เดือนชนิดของยานพาหนะแบ่งตามน้ำหนักรถ คือ

- รถยนต์ 4 ล้อเล็กแบ่งเป็นรถเก๋ง รถกระบะและรถโดยสาร
- รถใหญ่ แบ่งเป็น รถบรรทุก 6 ล้อ รถบรรทุกขนาดกลางและใหญ่ และรถบรรทุก (Truck) 10 ล้อ
- รถมอเตอร์ไซด์

ปริมาณยานพาหนะ ที่สำรวจได้ในแต่ละวัน มีดังนี้

ตารางที่ 3.1 ปริมาณยานพาหนะในแต่ละวัน (คัน/วัน)

| วัน เดือน ปี | รถมอเตอร์ไซด์ | รถยนต์ | รถบรรทุก |
|--------------|---------------|--------|----------|
| 15 ก.ย. 36   | 775           | 1,216  | 42       |
| 16 ก.ย. 36   | 805           | 1,324  | 38       |
| 17 ก.ย. 36   | 819           | 1,132  | 24       |
| 20 ก.ย. 36   | 730           | 930    | 16       |
| 21 ก.ย. 36   | 752           | 989    | 19       |
| 22 ก.ย. 36   | 905           | 1,022  | 39       |
| 23 ก.ย. 36   | 850           | 982    | 47       |
| 24 ก.ย. 36   | 832           | 948    | 15       |
| 27 ก.ย. 36   | 810           | 776    | 22       |
| 28 ก.ย. 36   | 769           | 827    | 16       |
| 29 ก.ย. 36   | 725           | 842    | 34       |
| 30 ก.ย. 36   | 690           | 723    | 17       |
| 1 ต.ค. 36    | 650           | 648    | 17       |
| 4 ต.ค. 36    | 605           | 722    | 21       |
| 5 ต.ค. 36    | 710           | 739    | 40       |
| 6 ต.ค. 36    | 722           | 802    | 24       |
| 7 ต.ค. 36    | 745           | 923    | 16       |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าการเผยแพร่ หรือสิ่งอื่นอีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| วัน เดือน ปี | รถมอเตอร์ไซด์ | รถยนต์ | รถบรรทุก |
|--------------|---------------|--------|----------|
| 8 พ.ย.36     | 790           | 835    | 19       |
| 9 พ.ย.36     | 810           | 989    | 39       |
| 10 พ.ย.36    | 800           | 1,136  | 47       |
| 11 พ.ย.36    | 825           | 1,122  | 15       |
| 12 พ.ย.36    | 890           | 1,094  | 22       |
| 15 พ.ย.36    | 722           | 950    | 16       |
| 16 พ.ย.36    | 821           | 1,100  | 34       |
| 17 พ.ย.36    | 910           | 1,370  | 45       |
| 18 พ.ย.36    | 925           | 1,290  | 22       |
| 19 พ.ย.36    | 980           | 1,220  | 17       |
| 22 พ.ย.36    | 826           | 1,050  | 23       |
| 23 พ.ย.36    | 800           | 1,070  | 49       |
| 24 พ.ย.36    | 995           | 1,390  | 50       |
| 25 พ.ย.36    | 1,025         | 1,405  | 54       |
| 26 พ.ย.36    | 1,005         | 1,300  | 28       |
| 29 พ.ย.36    | 923           | 1,059  | 19       |
| 30 พ.ย.36    | 845           | 1,307  | 20       |
| 1 ธ.ค.36     | 802           | 1,333  | 22       |
| 2 ธ.ค.36     | 838           | 1,342  | 13       |
| 3 ธ.ค.36     | 819           | 1,386  | 31       |
| 6 ธ.ค.36     | 730           | 1,190  | 19       |
| 7 ธ.ค.36     | 751           | 1,281  | 40       |
| 8 ธ.ค.36     | 829           | 1,301  | 59       |
| 9 ธ.ค.36     | 905           | 1,330  | 20       |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| วัน เดือน ปี | รถมอเตอร์ไซด์ | รถยนต์ | รถบรรทุก |
|--------------|---------------|--------|----------|
| 13 พ.ค.36    | 852           | 1,240  | 25       |
| 14 พ.ค.36    | 832           | 1,200  | 35       |
| 15 พ.ค.36    | 995           | 1,435  | 60       |
| 16 พ.ค.36    | 1,025         | 1,402  | 45       |
| 17 พ.ค.36    | 1,052         | 1,364  | 22       |
| 20 พ.ค.36    | 892           | 1,252  | 21       |
| 21 พ.ค.36    | 821           | 1,100  | 34       |
| 22 พ.ค.36    | 895           | 1,176  | 46       |
| 23 พ.ค.36    | 982           | 1,253  | 30       |
| 24 พ.ค.36    | 790           | 1,251  | 20       |
| 27 พ.ค.36    | 725           | 934    | 31       |
| 28 พ.ค.36    | 650           | 900    | 17       |
| 29 พ.ค.36    | 576           | 801    | 26       |
| 30 พ.ค.36    | 405           | 630    | 19       |
| 3 ม.ค.37     | 472           | 705    | 22       |
| 4 ม.ค.37     | 588           | 690    | 28       |
| 5 ม.ค.37     | 429           | 950    | 36       |
| 6 ม.ค.37     | 622           | 1,054  | 25       |
| 7 ม.ค.37     | 727           | 1,075  | 29       |
| 10 ม.ค.37    | 810           | 1,102  | 25       |
| 11 ม.ค.37    | 823           | 1,082  | 42       |
| 12 ม.ค.37    | 830           | 1,113  | 50       |
| 13 ม.ค.37    | 850           | 1,133  | 20       |
| 14 ม.ค.37    | 900           | 1,240  | 22       |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่าการเผยแพร่ทางสื่ออิเล็กทรอนิกส์หรือการพิมพ์ซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาตจากผู้จัดทำเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| วัน เดือน ปี | รถมอเตอร์ไซด์ | รถยนต์ | รถบรรทุก |
|--------------|---------------|--------|----------|
| 17 ม.ค. 37   | 940           | 1,122  | 25       |
| 18 ม.ค. 37   | 923           | 1,200  | 40       |
| 19 ม.ค. 37   | 1,020         | 1,235  | 57       |
| 20 ม.ค. 37   | 984           | 1,230  | 23       |
| 21 ม.ค. 37   | 876           | 1,340  | 29       |
| 24 ม.ค. 37   | 820           | 1,300  | 40       |
| 25 ม.ค. 37   | 725           | 1,246  | 42       |
| 26 ม.ค. 37   | 926           | 1,300  | 38       |
| 27 ม.ค. 37   | 840           | 1,405  | 40       |
| 28 ม.ค. 37   | 925           | 1,200  | 35       |
| 31 ม.ค. 37   | 937           | 1,100  | 24       |
| 1 ก.พ. 37    | 862           | 1,235  | 36       |
| 2 ก.พ. 37    | 922           | 1,347  | 40       |
| 3 ก.พ. 37    | 809           | 1,360  | 42       |
| 4 ก.พ. 37    | 870           | 1,300  | 38       |
| 7 ก.พ. 37    | 852           | 1,120  | 22       |
| 8 ก.พ. 37    | 950           | 1,240  | 25       |
| 9 ก.พ. 37    | 819           | 1,290  | 29       |
| 10 ก.พ. 37   | 835           | 1,170  | 35       |
| 11 ก.พ. 37   | 832           | 1,205  | 36       |
| 14 ก.พ. 37   | 770           | 1,100  | 29       |
| 15 ก.พ. 37   | 780           | 995    | 40       |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

|   |               |
|---|---------------|
| จากตารางจำนวนรถสูงสุดที่สำรวจได้ - รถยนต์ 4 ล้อเล็ก | 1,435 คัน/วัน |
| - รถบรรทุก  | 80 คัน/วัน    |
| - รถมอเตอร์ไซด์                                     | 1,052 คัน/วัน |

หมายเหตุ 1. ไม่มีการสำรวจปริมาณรถในวันหยุด เสาร์-อาทิตย์ และวันหยุดนักขัตฤกษ์

2. จุดมุ่งหมาย ของรถใหญ่ที่มาในสถาบัน ฯ แบ่งเป็น

- รถส่งของ (ส่งสินค้า ส่งวัสดุต่าง ๆ)
- รถรับ-ส่งข้าราชการ
- รถรับส่งนักศึกษา (รับน้อง, เชียร์กีฬาและทำกิจกรรมอื่น ๆ)

2. น้ำหนักบรรทุกและน้ำหนักยานพาหนะ น้ำหนักบรรทุกตามข้อกำหนดนาคะ เบื้องต้นส่งฯ

น้ำหนักของรถรวมทั้งน้ำหนักบรรทุกเต็มอัตรา (Gross Vehicle Weight) หรือน้ำหนักลงเพล

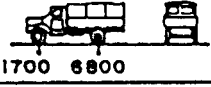
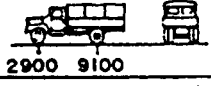
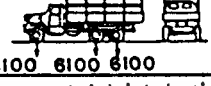
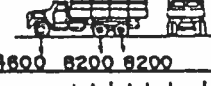
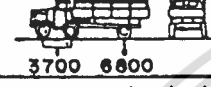
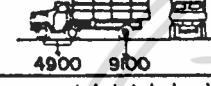


ต้องไม่เกินน้ำหนักที่โรงงานผู้ผลิตได้ออกแบบกำหนดไว้ แต่ไม่เกินน้ำหนักที่กรมทางหลวงกำหนดไว้ตาม

ตารางที่ 3.2

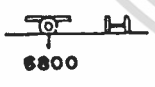
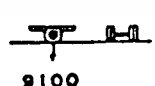
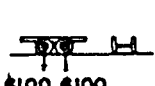
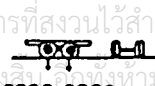
ตารางที่ 3.2 เกณฑ์น้ำหนักบรรทุกของรถประเภทต่าง ๆ

| ประเภทรถ              | ชนิดเพลาลัง       | น้ำหนักรถรวมน้ำหนักบรรทุก (กก.) |
|-----------------------|-------------------|---------------------------------|
| รถยนต์บรรทุก 2 เพล    | ยางเดี่ยว         | 8,500                           |
| รถยนต์บรรทุก 2 เพล    | ยางคู่            | 12,000                          |
| รถยนต์บรรทุก 3 เพล    | ยางเดี่ยว เพลาคู่ | 15,300                          |
| รถยนต์บรรทุก 3 เพล    | ยางคู่ เพลาคู่    | 21,000                          |
| รถกึ่งพ่วง 1 เพล      | ยางเดี่ยว         | 6,800                           |
| รถกึ่งพ่วง 1 เพล      | ยางคู่            | 9,100                           |
| รถกึ่งพ่วง 2 เพล      | ยางเดี่ยว เพลาคู่ | 12,200                          |
| รถกึ่งพ่วง 2 เพล      | ยางคู่ เพลาคู่    | 16,400                          |
| รถพ่วง 2 เพล          | ยางเดี่ยว         | 13,600                          |
| รถพ่วง 2 เพล          | ยางคู่            | 18,200                          |
| รถลากจูงรวมรถกึ่งพ่วง | -                 | 37,400(สูงสุด)                  |
| รถลากจูงรวมรถพ่วง     | -                 | 39,200(สูงสุด)                  |

## การกำหนดน้ำหนักบรรทุก

|  |   |
|--|---|
|   | รถสองเพลาข้างเดี่ยว<br>น้ำหนักเพลาไม่เกิน 8,800 กก.                               |
|   | รถสองเพลา ขางหลังคู่<br>น้ำหนักเพลาไม่เกิน 9,100 กก.                              |
|   | รถสามเพลาชนิดเพลาคู่ (TANDEM AXLE) ขางเดี่ยว<br>น้ำหนักเพลาไม่เกิน 6,100 กก.      |
|   | รถสามเพลาชนิดเพลาคู่ (TANDEM AXLE) ขางคู่<br>น้ำหนักเพลาไม่เกิน 8,200             |
|   | รถสามเพลาชนิดเพลาหน้าคู่ (TANDEM AXLE) ขางเดี่ยว<br>น้ำหนักเพลาไม่เกิน 6,600 กก.  |
|   | รถสามเพลาชนิดเพลาหน้าคู่ (TANDEM AXLE) ขางหลังคู่<br>น้ำหนักเพลาไม่เกิน 9,100 กก. |
|   | รถสี่เพลาชนิดเพลาคู่ (TANDEM AXLE) ขางเดี่ยว<br>น้ำหนักเพลาไม่เกิน 8,100 กก.      |
|  | รถสี่เพลาชนิดเพลาคู่ (TANDEM AXLE) ขางคู่<br>น้ำหนักเพลาไม่เกิน 8,200 กก.         |

## การกำหนดน้ำหนักรถกึ่งพ่วงและรถพ่วง

|   |  |
|---|--|
|  | ชนิดเพลาเดี่ยว ขางเดี่ยว<br>น้ำหนักเพลาไม่เกิน 6,800 กก.                                 |
|  | ชนิดเพลาเดี่ยวขางคู่ หรือขางเกินกว่าคู่<br>น้ำหนักเพลาไม่เกิน 9,100 กก.                  |
|  | ชนิดเพลาคู่ (TANDEM AXLE) ขางเดี่ยว<br>น้ำหนักเพลาไม่เกินเพลาละ 6,100 กก.                |
|  | ชนิดเพลาคู่ (TANDEM AXLE) ขางคู่หรือขางเกินกว่าคู่<br>น้ำหนักเพลาไม่เกินเพลาละ 8,200 กก. |

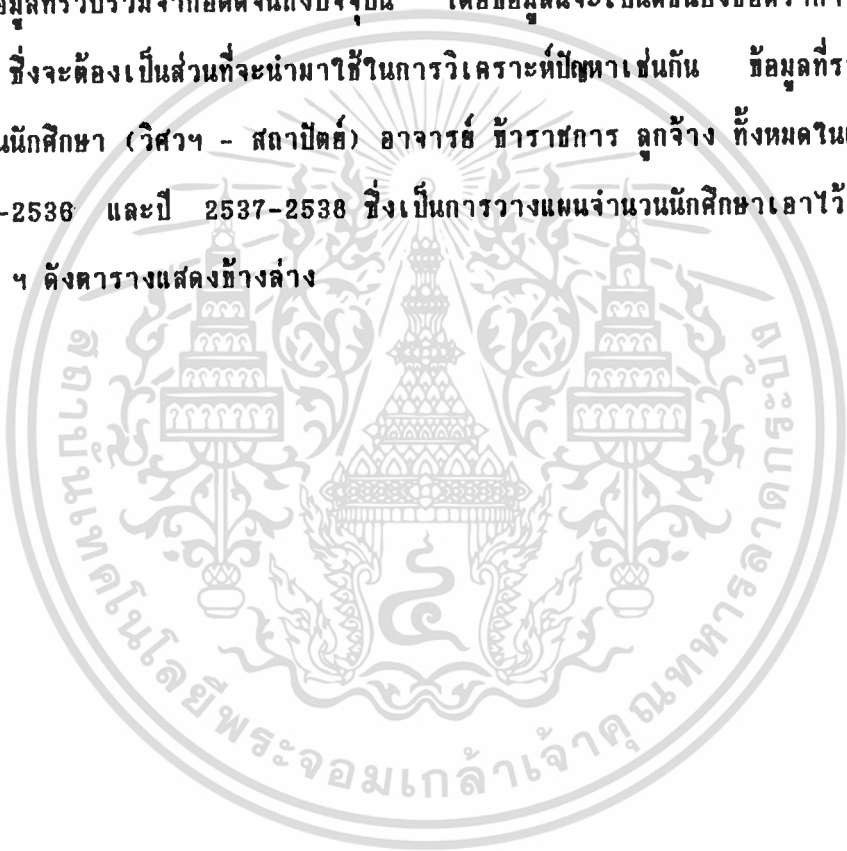
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานที่ถูกต้องและเป็นไปตามข้อกำหนดในคู่มือฉบับนี้ ไม่ควรใช้เพื่อการค้า  
 ไม่ว่าการนี้ใด ๆ ทั้งสิ้น ผู้ที่นำมาใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตจากผู้จัดทำเอกสารนี้ อาจก่อให้เกิดข้อผิดพลาดในการใช้งาน  
 ครั้งที่มีการนำไปใช้

จากเกณฑ์กำหนดน้ำหนักลงเพลาโดยใช้ระดับ 6 ล้อ ขนาดใหญ่เป็นตัวกำหนดค่าน้ำหนักเพลา เพราะฉะนั้นจะได้น้ำหนักเพลาที่ใช้ในการวิเคราะห์ความทนทาน ดังนี้

- น้ำหนัก เพลาเฉลี่ย 8,500 กิโลกรัม
- น้ำหนัก เพลาสูงสุด 9,000 กิโลกรัม
- น้ำหนัก บรรทุกและน้ำหนักขานสูงสุด 12,000 กิโลกรัม

### 3. จำนวนนักศึกษา อาจารย์และบุคคลที่เกี่ยวข้องกับสถาบัน ฯ

เป็นข้อมูลที่รวบรวมจากอดีตจนถึงปัจจุบัน โดยข้อมูลนี้จะเป็นดัชนีบ่งชี้อัตราการเติบโตของการใช้ถนน ซึ่งจะต้องเป็นส่วนที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาเช่นกัน ข้อมูลที่รวบรวมได้จะแบ่งเป็น จำนวนนักศึกษา (วิศวะฯ - สถาปัตย์) อาจารย์ ข้าราชการ ลูกจ้าง ทั้งหมดในแต่ละปี นับตั้งแต่ปี 2527-2536 และปี 2537-2538 ซึ่งเป็นการวางแผนจำนวนนักศึกษาเอาไว้ของกองวางแผนของสถาบัน ฯ ดังตารางแสดงข้างล่าง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 จำนวนนักศึกษา อาจารย์ ข้าราชการ

| ปีการศึกษา | จำนวนนักศึกษา | จำนวนอาจารย์ | จำนวนข้าราชการ | รวม   | อัตราการเติบโต(%) |
|------------|---------------|--------------|----------------|-------|-------------------|
| 2527       | 2,072         | 188          | 119            | 2,379 | -                 |
| 2528       | 2,361         | 185          | 120            | 2,666 | 14.7              |
| 2529       | 2,748         | 190          | 121            | 3,058 | 12.0              |
| 2530       | 2,597         | 192          | 120            | 2,909 | -5.0              |
| 2531       | 2,575         | 198          | 125            | 2,898 | -0.4              |
| 2532       | 2,925         | 208          | 125            | 3,258 | 12.4              |
| 2533       | 3,266         | 231          | 143            | 3,640 | 11.1              |
| 2534       | 3,536         | 242          | 141            | 3,919 | 7.6               |
| 2535       | 3,713         | 252          | 125            | 4,090 | 4.4               |
| 2536       | 4,345         | 264          | 133            | 4,742 | 15.8              |
|            |               |              |                |       | $\Sigma=72.6$     |

จากตารางที่ 3.3 จะได้อัตราการเติบโตเฉลี่ยต่อปีเท่ากับ  $72.6/9 = 8.06 \%$

หมายเหตุ 1. จำนวนนักศึกษา อาจารย์ ข้าราชการเป็นของคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์

2. ข้อมูลจำนวนนักศึกษาตั้งแต่ปี 2527-2536 ได้จากการจำแนกตามคณะ, สาขาวิชา ระดับการศึกษา, ชั้นปี และเพศ

3. อัตราการเจริญเติบโตที่ได้เป็นของบุคคล ซึ่งจะแปรผันตรงกับอัตราการเจริญเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า เติบโตของจำนวนรถ เพราะฉะนั้นเราขอแนะนำให้ใช้ค่าเท่ากับ 8 % ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. แหล่งที่มาของข้อมูล กองบริการการศึกษา และกองวางแผนของสถาบันฯ

4. ค่า CBR ของดินชั้นทาง เป็นคุณสมบัติของดินที่จะบ่งชี้ถึงความหนาและโครงสร้างของถนน โดยนำแรงเฉือนที่ดินรับได้ไปเทียบกับแรงเฉือนมาตรฐาน ค่าที่ได้จะออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์ซึ่งการหาเปอร์เซ็นต์ CBR ของดินชั้นทางภายในสถาบัน จะนำดินจากถนน 3 เส้น มาหาเปอร์เซ็นต์ CBR ถนน 3 เส้น คือ ถนนเส้นวิเศษฯกับสถาปัตย์ ถนนหน้าตึก 6 ถนนข้างสนามบอล เปอร์เซ็นต์ CBR จะเป็นข้อมูลการวิเคราะห์ที่เฉพาะถนนลาดยาง

ทฤษฎี

CBR test เป็นวิธีการทดสอบวัดแรงเฉือน (Shearing Resistance) ของดินที่บดอัดจนแน่นดีแล้ว (ส่วนมากจะทดสอบที่ Optimum Moisture Content) โดยการใช้เหล็กท่อนกลมตัน (Piston) ขนาดพื้นที่หน้าตัด 3 ตร.นิ้ว กดลงบนดินตัวอย่างที่เตรียมไว้ด้วยอัตราเร็ว 0.05 นิ้ว ต่อ นาที แล้วนำไปหาอัตราส่วนเปรียบเทียบกับค่า Unit load มาตรฐานที่ได้จากการทดลองกด Piston ขนาดเดียวกันลงบนดินที่ Compact แน่นที่ความลึกของ Penetration เท่ากัน ค่าที่ได้นี้ เรียกว่า "เปอร์เซ็นต์ CBR" เทียบอัตราส่วนเป็นเปอร์เซ็นต์ของ Standard Unit Load เขียนเป็นสมการของอัตราส่วนดังนี้

$$\text{CBR} = \frac{\text{Test Unit Load}}{\text{Standard Unit Load}} * 100 \%$$

ค่า Standard unit load มีค่ามาตรฐานดังนี้

| Penetration | Unit Load (Psi) |
|-------------|-----------------|
| 0.1         | 1000            |
| 0.2         | 1500            |
| 0.3         | 1900            |
| 0.4         | 2300            |
| 0.5         | 2600            |

ค่า % CBR โดยทั่วไปแล้วจะใช้ค่าอัตราส่วนของแรงกดที่ความลึก 0.1 นิ้ว แต่ถ้าผลปรากฏออกมาว่า % CBR ของแรงกดที่ความลึก 0.2 นิ้วสูงกว่าที่ความลึก 0.1 นิ้ว การทดลองควรจะต้องกระทำซ้ำอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งถ้าค่า % CBR ที่ได้มายังเป็นไปในรูปเดิมก็ให้ใช้ค่า % CBR ที่การสูบตัว 0.2 นิ้ว ค่า CBR นำมาใช้ประโยชน์ในการออกแบบความหนาของถนนลาดยาง (Flexible Pavement) โดยการกำหนดความหนาจาก Design Chart หรืออาจใช้ช่วยในการกำหนดค่า Subgrade Modulus (K) ของดินจากตารางเปรียบเทียบเพื่อช่วยในการออกแบบถนนคอนกรีตได้

|   |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |     |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| RESISTING VALUE-R   |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |     |
| 20  | 30  | 40  | 50  | 55  | 60  |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |     |
| MODULUS OF SUBGRADE REACTION-K psi                        |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |     |
| 100   | 150 | 200 | 250 | 300 | 400 | 500 | 600 | 800 |    |    |    |    |    |    |    |     |
| BEARING VALUE psi<br>(Ø 30-in. plate, 0.1-in. deflection) |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |     |
|   | 10  | 20  | 30  | 40  | 50  | 60  | 70  |     |    |    |    |    |    |    |    |     |
| CALIFORNIA BEARING RATIO-CBR, %                           |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |     |
| 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 15 | 20 | 25 | 30 | 40 | 50 | 70 | 100 |

รูปที่ 3.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง CBR, K, R และ Bearing Value

จากค่า CBR ของดินแต่ละชนิดยังสามารถกำหนดคุณสมบัติของดินอย่างคร่าว ๆ ว่าเหมาะที่จะใช้กับงานก่อสร้างถนนในชั้นดินถม ชั้นรองพื้นทาง (Subbase) หรือชั้นพื้นทาง (Base) ดังตารางข้างล่างนี้

ตารางที่ 3.4 แสดงความสัมพันธ์ของ % CBR และการใช้งาน

| % CBR   | คุณสมบัติเหมาะสมทางวิศวกรรม | การใช้งาน     |
|---------|-----------------------------|---------------|
| 0 - 3   | Very Poor                   | Subgrade      |
| 3 - 7   | Poor to Fair                | Subgrade      |
| 7 - 20  | Fair                        | Subbase       |
| 20 - 50 | Good                        | Subbase, base |
| 50 - 60 | Very Good                   | Base          |

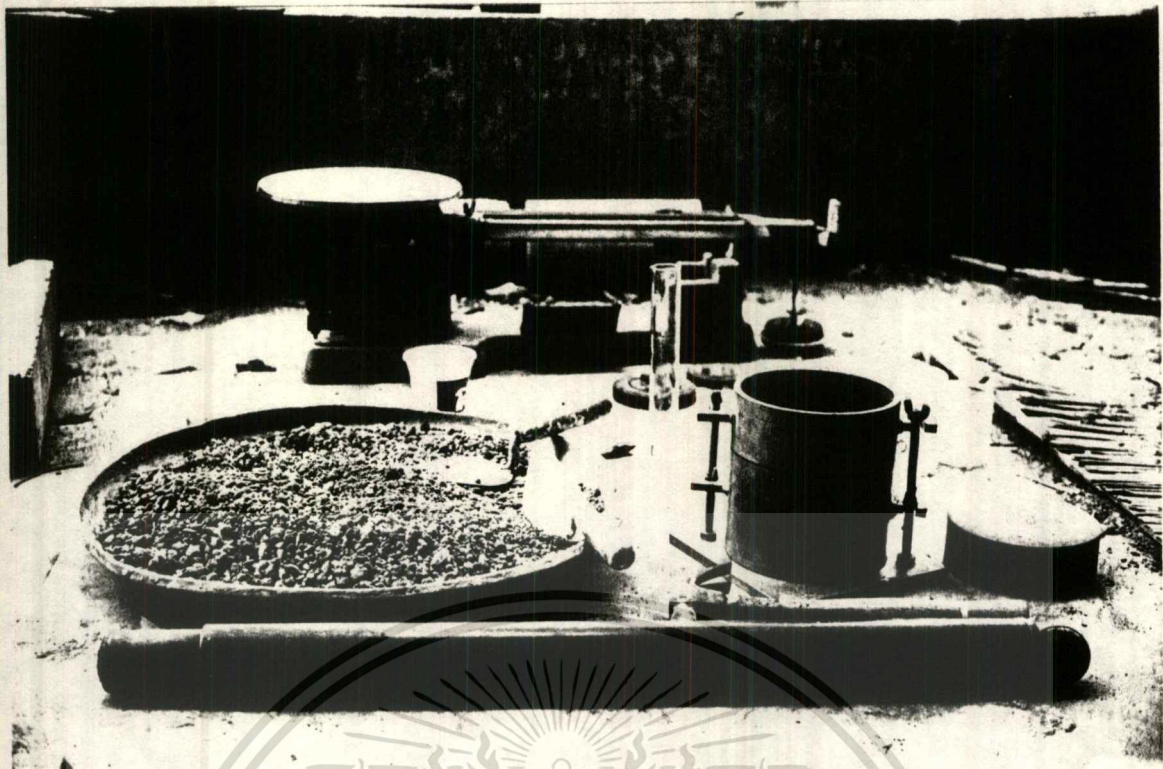
เอกสารนี้ > 80 เอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ Excellent ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่สามารถนำไปใช้

การทดลองหา CBR ทำได้ทั้งในห้องปฏิบัติการและในสนามจากตัวอย่างดินที่บดอัดแน่นตามวิธีการของ Standard หรือ Modified Proctor ดินตัวอย่างที่เตรียมสำหรับการทดลองในห้องปฏิบัติการจะต้องเตรียมชั้น 2 ชุด ชุดหนึ่งใช้หาคทดลองหาค่า Penetration ทันทีหลังจากเตรียมตัวอย่างเสร็จ อีกชุดหนึ่งจะต้องแช่น้ำไว้ 96 ชม. เพื่อให้ดินอนมน้ำจนอิ่มตัว เพื่อจุดประสงค์จะวัดหาอัตราการบวมตัวของดินด้วย ในระหว่างที่ทำการแช่น้ำอยู่จะต้องมีน้ำหนักวางกดที่ลงบนดินตัวอย่าง (Surcharge) ไม่น้อยกว่า 10 ปอนด์หรือเท่ากับน้ำหนักของพื้นทางและผิวจราจร เหตุผลที่ทำเช่นนี้ก็เพื่อจะหาค่า CBR ที่ควรจะเกิดขึ้นจริง ๆ ในสนาม กล่าวคือในหน้าฝนระดับน้ำใต้ดินจะสูงจนทำให้ดินที่รองรับถนนอู่นิ่มตัว และอัตราการบวมตัวของดินที่จะนำมาใช้ในการก่อสร้างจะเป็นค่าหนึ่งซึ่งสามารถบ่งบอกถึงคุณสมบัติและความเหมาะสมในการใช้งานของวัสดุนั้น ๆ

#### อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. แบบ (Mold) สำหรับเตรียมตัวอย่างขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 นิ้ว สูง 7 นิ้ว พร้อม Collar สูง 2.5 นิ้ว และ Base Plate สำหรับยึด Mold และ Collar
2. Spacer Disc สูง 2.5 นิ้ว
3. Hammerหนัก 10 ปอนด์
4. Swelling Plate พร้อมขายึดมีเกลียวปรับความสูงต่ำได้
5. สามขา (Tripod) สำหรับยึด Dial Indicator เพื่อวัดอัตราการบวมตัวของดินแช่น้ำ
6. Dial Indicator วัดได้ 1 นิ้ว อ่านได้ละเอียด 0.001 นิ้ว
7. น้ำหนักถ่วงทับ (Surcharge Weight) หนักแผ่นละ 5 ปอนด์
8. Loading Device แบบ Hydraulic Jack หรือ Screw Jack มีอุปกรณ์วัดแรงได้ 10,000 ปอนด์
9. ถังน้ำแช่ดินพร้อม Mold
10. Penetration Piston เนื้อที่หน้าตัด 3 ตร.นิ้ว
11. ตะแกรงร่อนเบอร์ 4 และ 3/4 นิ้ว
12. เครื่องชั่ง ถาดคลุกดิน กระบอกล้างน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองหาค่า CBR

#### การเตรียมตัวอย่างดิน

1. ดินตัวอย่าง ก่อนจะนำมาทดลองต้องปล่อยให้แห้งในห้องปฏิบัติการ (Air Dry) แบ่งดินออกเป็นกองตามวิธี Quartering แล้วร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 3/4" ส่วนที่ค้างบนตะแกรงเบอร์ 3/4" ให้ทิ้งไปและชั่งเศษด้วยดินที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 3/4" แต่ค้างบนตะแกรงเบอร์ 4 ด้วยจำนวนน้ำหนักเท่ากัน
2. หาค่า Optimum Moisture Content โดยวิธี Modified Proctor Method

#### วิธีทำการทดลอง Modified Proctor ใช้ Mold ๖" \* 5"

1. วัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางและความสูงของ Mold พร้อมทั้งคำนวณหาปริมาตรของ Mold
2. ชั่งน้ำหนักของ Mold ให้ได้ละเอียดถึง 0.1 กรัม
3. ชั่งน้ำหนักดินตัวอย่างที่เตรียมไว้มาอย่างน้อย 7 กก. ผสมน้ำลงไป 3-4 % คลุกเคล้ากันให้ทั่วจนได้ความชื้นของดินสม่ำเสมอหมด

4. ตักดินใส่ Mold ที่ประกอบ Collar, Base Plate และ Spacer disc เรียบร้อยแล้วจะแบ่งปริมาตรดินที่ใส่ให้ได้จำนวน 5 ชั้น ๆ กัน เมื่อ Compact เสร็จแล้ว ชั้นสุดท้ายให้เหลือพื้นที่ส่วนบนของ Mold เล็กน้อยประมาณ 1 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งหากมีการนำไป  
 สดกัถ่ายทอดให้ผู้อื่น

5. ใช้ Hammer ขนาด 10 ปอนด์ Compact ดินใน Mold ในแต่ละชั้นให้ได้ชั้นละ 56 ครั้ง และต้องพยายาม Compact ให้ความแน่นของดินในแต่ละชั้นสม่ำเสมอเท่ากันโดยตลอด ขณะ Compact ตัว Mold จะต้องวางบนพื้นคอนกรีตที่แข็งและเรียบ



รูปที่ 3.3 ก. แสดงการ Compact ดินตัวอย่างแบบ Modified

6. เมื่อ Compact ครบจำนวนครั้งแล้วถอด Collar ของ Mold ออกใช้บรรทัดเหล็กปาดดิน

ส่วนที่สูงเกินปาก Mold ออกและถอดตั้งผิวดินให้เรียบเสมอกปาก Mold ใช้แปรงปัดทำ  
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ความสะอาดดินที่ค้างอยู่นอก Mold ถอด Base Plate ออก นำ Mold ไปซึ่งให้ได้  
 ไม่ว่าการณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่แปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกกรณีหากนำไปใช้  
 ละเอียดยิ่ง 0.1 กรัม



รูปที่ 3.3 ข. แสดง Mold ที่ดินที่ถูก Compact. เมื่อกอด Collar ออกแล้ว

7. ดันแท่งดินตัวอย่างออกจาก Mold แล้วผ่ากลางตามแนวตั้ง เก็บดินตัวอย่างตามแนวผ่านี้ อย่างน้อย 500 กรัม ไปชั่งน้ำหนักและเข้าอบในเตาอบเพื่อคำนวณหาปริมาณความชื้น
8. เอาตัวอย่างดินที่เหลือมาทบย่อยให้ร่วนและผ่านตะแกรงเบอร์ 3/4" แล้วผสมน้ำเพิ่มอีก ประมาณ 3% คลุกเคล้าให้ทั่วสม่ำเสมอแล้วทำการทดลองซ้ำตามข้อ 4 - 7 จนกระทั่ง น้ำหนักดินใน Mold ที่ซึ่งได้ในครั้งสุดท้ายลดลง และอย่างนี้เลยควรจะเปลี่ยนหรือเพิ่ม ปริมาณน้ำถึง 5 ครั้ง

การคำนวณ

$$1. \text{ Wet Density ของดิน} = \frac{\text{Wet Weight}}{\text{Volume of Mold}} \quad \text{lb./cu.ft.}$$

$$2. \text{ Dry Density } (r_d) = \frac{W}{V(1+w)} \quad \text{lb./cu.ft.}$$

W = น้ำหนักดิน (Wet Weight)

V = ปริมาตรของ Mold

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ผลการทดลอง

1. หาค่าความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ความชื้น (Water Content) และ Dry Density โดยการนำค่า Dry Density มา Plot ในแกนตั้ง และ Water Content (%) มา Plot ในแกนนอน
2. หาค่า Optimum Moisture Content จาก Curve ในข้อ 1
3. หาค่า Max.  $r_d$  จาก Curve ในข้อ 1

### วิธีการทดลอง

สำหรับดินตัวอย่างที่ไม่ต้องการแช่น้ำ (Unsoaked CBR Test)

1. ชั่งดินที่เตรียมไว้ประมาณ 12 ปอนด์ หรือ 6 กก. และนำดินตัวอย่างประมาณ 100 กรัม เพื่อนำไปหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น (Initial Water Content) ที่มีอยู่ในดินตัวอย่าง
2. เตรียม Mold ไว้ 2 ชุด ซึ่งหาหน้าหนัก Mold (เฉพาะ Mold ไม่รวม Base Plate)
3. ประกอบ Mold เข้ากับ Base Plate Spacer (ขนาด  $\phi 6" * 2"$ ) ใช้กระดาษกรวง  $\phi 6"$  ปูทับ Spacer เพื่อป้องกันไม่ให้ดินเกาะติดกับแผ่นเหล็ก
4. กระทุ้งดินอัดแน่นใน Mold ตามวิธี Compaction Test ASTM D 1557 Optimum Moisture Content 2%
5. หลังจากบดอัดจนครบจำนวนชั้นและจำนวนครั้งแล้วถอด Collar ออกใช้ไม้บรรทัดเหล็ก (Straight Edge) ปาดดินส่วนที่สูงเกินขอบ Mold พร้อมกับซ่อมผิวบนของดินตัวอย่างให้เรียบ เสมอกับปาก Mold
6. ถอด Base Plate และ Spacer Disc ออกจาก Mold และดินไปชั่งหาหน้าหนักเพื่อนำไปหา Wet Density
7. เลากกระดาษกรวงวางบน Base Plate เพื่อป้องกันไม่ให้ดินเกาะติดแผ่นเหล็กประกอบ Mold ด้านที่มีดินอัดแน่นที่เข้ากับ Base Plate และส่วนที่มีช่องว่าง 2.5 นิ้วอยู่ด้านบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับตัวอย่างดินที่มีการแช่น้ำ (Soaked sample) ทำข้อ 12-18 เพิ่มเติม

12. วางแผ่นเหล็ก Surcharge หนัก 10 ปอนด์ ลงบนดินตัวอย่างใส่ Swell Plate สำหรับอัตราการบวมตัวของดิน ซึ่งมีด้านบนเกลียวขึ้นลงได้ติดอยู่กลาง Plate ก่อนวางแผ่นเหล็ก Surcharge ลงบนดินตัวอย่างจะต้องเอากระดาษรองวางคั่นใต้แผ่น Surcharge เสียก่อนเพื่อป้องกันไม่ให้ดินติดแน่นกับแผ่นเหล็กหลังจากแช่น้ำแล้ว
13. แช่ Mold ที่เตรียมไว้ในข้อ 12 นี้ ในภาชนะที่เตรียมไว้ให้น้ำท่วม Surcharge ประมาณ 1 นิ้ว ใช้ Dial Gauge อ่านได้ละเอียด 0.001 นิ้ว ยึดติดกับ Tripod แล้ววางบนปาก Mold จัดให้ปลายของ Dial Gauge และสัมผัสกับก้าน Swelling Plate เพื่อวัดค่าการบวมตัวของดินต่อไป
14. แช่ดินตัวอย่างไว้ประมาณ 4 วัน จดค่าการบวมตัวจาก Dial Gauge ทุกวันจนครบ 4 วัน (ถ้าหากค่าการบวมตัวคงที่อาจจะหยุดอ่านได้หลังจากแช่น้ำแล้ว 48 ชั่วโมง)
15. หลังจากแช่ครบ 4 วัน แล้วยก Mold ออกจากน้ำแล้ววางตะแกรง Mold เพื่อรินน้ำทิ้ง แล้วปล่อยให้แห้งไว้ 15 นาที เพื่อให้น้ำไหลออกจาก Mold จนหมด
16. นำ Mold พร้อมดินไปยังหอน้ำหนัก
17. ทำการทดลองตามวิธีข้อ 9 - ข้อ 10
18. เก็บดินตัวอย่างจาก Soaked Sample ไปหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น

#### การคำนวณผลการทดลอง

1. คำนวณหาหน่วยแรงกดโดยสมการ

$$\text{Test Unit Load} = \frac{\text{Penetration Load}}{3} \quad \text{psi}$$

3

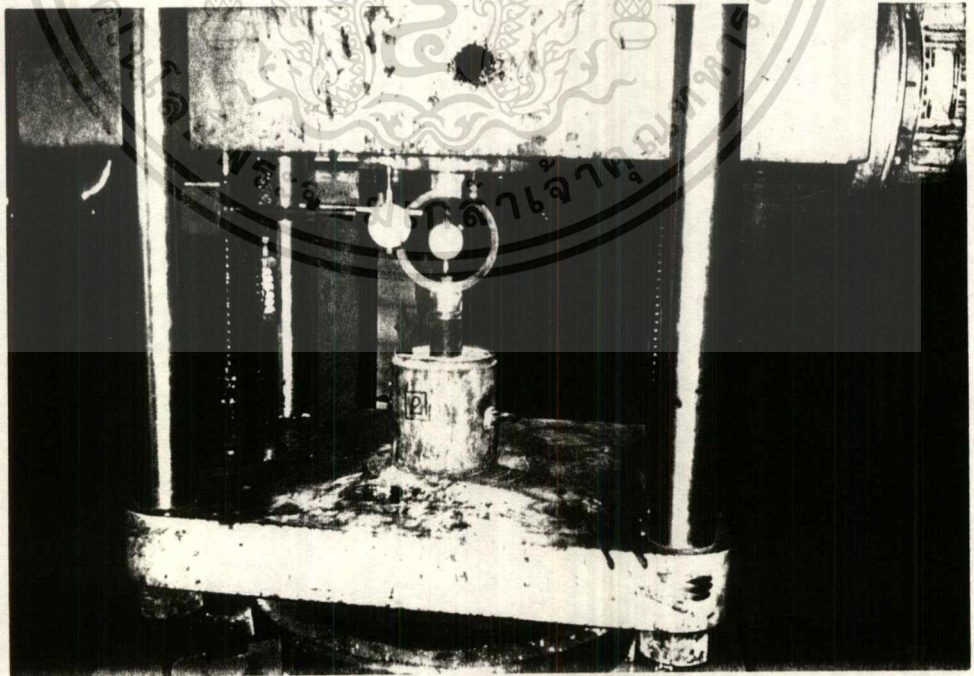
$$2. \quad \% \text{ CBR} = \frac{\text{Test Unit Load}}{\text{Standard Unit Load}} * 100 \%$$

Standard Unit Load

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นต่อไปสำหรับ Unsoaked Sample ทำข้อ 8-11

8. วางแผ่นเหล็ก Surcharge อย่างน้อย 1 ปอนด์ ลงดิน ตัวอย่างใน Mold
9. จัดวาง Mold พร้อมดินตัวอย่างเข้าเครื่องทดสอบซึ่งมี Piston ขนาดพื้นที่หน้าตัด 3 ตารางนิ้ว ประกอบอยู่ จัดให้ผิวดินใน Mold และสัมผัสกับ Piston ดังกล่าว จัดเข็ม Deal Gauge ที่จะใช้วัด Penetration ให้อยู่ที่จุดศูนย์กลาง
10. จัดการ Load ในอัตรา 0.05 นิวตันาที พร้อมกับอ่านค่าน้ำหนักที่ตรงกับ Penetration 0, 0.025, 0.050, 0.075, 0.100, 0.150, 0.200, 0.250, 0.300, 0.400, 0.500 นิวตัน
11. เสริมแล้วถอด Mold ออกจากเครื่องทดสอบเก็บตัวอย่าง ดินตรงกลางตามแนวตั้งประมาณ 100 กรัม (Fine Grained Soil) หรือประมาณ 500 กรัม (Coarse Grained Soil) นำไปหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น (Water Content)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.4 แสดงการ Penetration ด้วยเครื่อง Universal Test Machine

## ถนนข้างคอก 6 ชั้น

MOLD VOLUME = 1905.3 cc.

## DENSITY

| Determination No.             | 3%    | 6%    | 9%    | 12%   | 15%   |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Weight Mold+Compacted Soil g. | 6,995 | 7,170 | 7,443 | 7,485 | 7,410 |
| Weight Mold g.                | 2,840 | 2,820 | 2,870 | 2,870 | 2,870 |
| Weight Compacted Soil g.      | 4,125 | 4,300 | 4,573 | 4,615 | 4,540 |
| Wet Density g./cc.            | 2.165 | 2.257 | 2.400 | 2.420 | 2.383 |
| Dry Density g./cc.            | 2.055 | 2.090 | 2.155 | 2.119 | 2.034 |

## WATER CONTENT

| Determination No.            | 3%     | 6%     | 9%     | 12%    | 15%    |
|------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Container No.                | 508    | 501    | 507    | 511    | 504    |
| Weight Container+Wet Soil g. | 497.30 | 526.10 | 460.20 | 504.70 | 461.60 |
| Weight Container+Dry Soil g. | 482.30 | 502.25 | 433.80 | 467.15 | 423.70 |
| Weight Water, $W_w$ g.       | 15.05  | 23.85  | 26.40  | 37.55  | 37.90  |
| Weight Container g.          | 201.95 | 202.90 | 202.00 | 202.95 | 202.95 |
| Weight Dry Soil, $W_s$ g.    | 280.30 | 299.35 | 231.80 | 264.20 | 220.75 |
| Water Content, $w$ %         | 5.369  | 7.967  | 11.389 | 14.213 | 17.169 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตอย่างอ้อมถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OPTIMUM MOISTURE CONTENT = 12.14 %

## ถนนข้างสนามฟุตบอลสถาบันคชกรรมศาสตร์

MOLD VOLUME = 1905.3 cc.

## DENSITY

| Determination No.             | 5%    | 10%   | 15%   | 20%   |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Weight Mold+Compacted Soil g. | 6,480 | 6,818 | 6,757 | 6,635 |
| Weight Mold g.                | 2,875 | 2,875 | 2,875 | 2,875 |
| Weight Compacted Soil g.      | 3,605 | 3,943 | 3,882 | 3,760 |
| Wet Density g./cc.            | 1.892 | 2.069 | 2.037 | 1.973 |
| Dry Density g./cc.            | 1.657 | 1.735 | 1.613 | 1.487 |

## WATER CONTENT

| Determination No.            | 5%     | 10%    | 15%    | 20%    |
|------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Container No.                | 34     | 35     | 36     | 509    |
| Weight Container+Wet Soil g. | 434.20 | 422.95 | 407.55 | 481.60 |
| Weight Container+Dry Soil g. | 405.40 | 387.25 | 364.85 | 412.70 |
| Weight Water, $W_w$ g.       | 28.80  | 35.70  | 42.70  | 68.90  |
| Weight Container g.          | 200.90 | 202.05 | 202.60 | 201.60 |
| Weight Dry Soil, $W_s$ g.    | 202.90 | 185.20 | 162.25 | 211.10 |
| Water Content, $w$ %         | 14.190 | 19.280 | 26.320 | 32.640 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

MAXIMUM DRY DENSITY = 1.78 gm/cc.

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OPTIMUM MOISTURE CONTENT = 21 %

## ถนนสาวิศวรรรศาสตร์-สถาปัตยกรรมศาสตร์

MOLD VOLUME = 1905.3 cc.

## DENSITY

| Determination No.             | 5%    | 9%    | 13%   | 17%   |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Weight Mold+Compacted Soil g. | 7,460 | 7,625 | 7,260 | 7,010 |
| Weight Mold g.                | 2,875 | 2,875 | 2,875 | 2,875 |
| Weight Compacted Soil g.      | 4,585 | 4,750 | 4,385 | 4,135 |
| Wet Density g./cc.            | 2.406 | 2.493 | 2.300 | 2.170 |
| Dry Density g./cc.            | 2.268 | 2.285 | 2.000 | 1.835 |

## WATER CONTENT

| Determination No.            | 5%     | 9%     | 13%    | 17%    |
|------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Container No.                | 503    | 505    | 506    | 509    |
| Weight Container+Wet Soil g. | 512.20 | 455.05 | 532.50 | 559.67 |
| Weight Container+Dry Soil g. | 494.45 | 434.00 | 489.55 | 504.41 |
| Weight Water, $W_w$ g.       | 17.75  | 21.05  | 42.95  | 55.26  |
| Weight Container g.          | 201.65 | 202.75 | 202.20 | 201.90 |
| Weight Dry Soil, $W_s$ g.    | 292.80 | 231.25 | 287.35 | 302.51 |
| Water Content, $w$ %         | 6.062  | 9.103  | 14.947 | 18.267 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

MAXIMUM DRY DENSITY = 2.30 gm/cc.  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ผลและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OPTIMUM MOISTURE CONTENT = 8 %

จากการทดลองกด Piston ขนาดเนื้อที่หน้าตัด 3 ตร.นิ้วลงบนดินที่นำมาทดสอบได้ค่า Penetration ดังนี้

| Penetration, in. | ดินถนนวิเศษ-สถาปัตยกรรม | ดินข้างสนามฟุตบอล(สถาปัตยกรรม) | ดินถนนข้างตึก 6 ชั้น |
|------------------|-------------------------|--------------------------------|----------------------|
| 0.100            | 18.0                    | 22.0                           | 23.4                 |
| 0.200            | 26.0                    | 30.0                           | 34.0                 |

หมายเหตุ ตัวคูณประกอบค่า (Proving Ring Constant) ที่อ่านได้จาก Gage = 7.574 ปอนด์

จากสูตร Test Unit Load =  $\frac{\text{Penetration Load}}{3}$  psi

$$\% \text{ CBR} = \frac{\text{Test Unit Load}}{\text{Standard Unit Load}} * 100$$

เพราะฉะนั้นเราจะได้ค่า %CBR ของดินถนนสายหลักที่ 0.1 นิ้ว = 4.544 %

0.2 นิ้ว = 4.380 %

%CBR ของดินข้างสนามฟุตบอล(สถาปัตยกรรม)ที่ 0.1 นิ้ว = 5.550 %

0.2 นิ้ว = 5.050 %

%CBR ของดินข้างถนนตึก 6 ชั้นที่ 0.1 นิ้ว = 3.617 %

0.2 นิ้ว = 3.450 %

จะพิจารณาว่า %CBR ที่ระยะรวม 0.1 และ 0.2 นิ้ว ถ้าค่า %CBR ที่ระยะรวม 0.2 นิ้วสูงกว่า %CBR ที่ระยะรวม 0.1 นิ้วก็ให้ทดลองใหม่อีกครั้ง แต่ถ้าผลออกมาเหมือนเดิมก็ให้ใช้ค่า %CBR ที่ระยะรวม 0.2 นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่าการเผยแพร่ผลจากการทดลองหาค่า %CBR เราจะใช้ค่าเฉลี่ยมาคำนวณ = 4.5 % ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

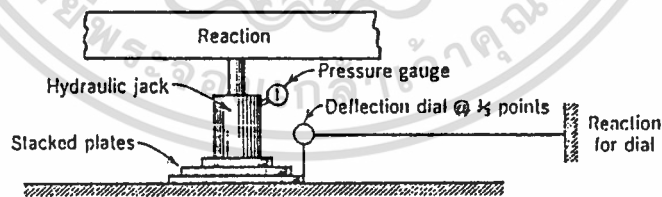
ค่าโมดูลัสการต้านแรงของดิน (K) เป็นข้อมูลที่ต้องใช้ในการวิเคราะห์ความหนาของถนนคอนกรีต ตามวิธี Portland Association (PCA)

ค่าโมดูลัสการต้านแรงของดิน (K) สามารถหาได้โดยการทดสอบเพลทเบริง (Plate Bearing Test) AASHTO T281, AASHTO T222 โดยการแผ่นเหล็กหนา 2.54 มม. มีเส้นผ่านศูนย์กลางหลายขนาด เช่น 76, 60.9, 45.7, 36.5 ซม. วางซ้อนกันเป็นชั้น ๆ เพื่อป้องกันมิให้แผ่นเหล็กที่ใช้ทดสอบเกิดการแอ่งตัวเมื่อออกแรงกดจากแม่แรง (Hydraulic Jack) และจะต้องเตรียมพื้นผิวให้เรียบและได้ระดับ ในบางครั้งใต้แผ่นเหล็กจะต้องตักแต่งผิวหน้าด้วยทรายหรือปูนปลาสเตอร์ แผ่นเหล็กจะต้องจัดวางให้ได้ระนาบเท่ากันทุกทิศทาง หลังจากนั้นออกแรงกดด้วยปริมาณมาตรฐาน 0.7 กก./ตร.ซม. ดังรูป 3.5 ค่า K หาได้จากสูตร

$$K = \frac{P}{\Delta}$$

$$P = \text{แรงต่อหน่วยพื้นที่ กก./ตร.ซม.}$$

$$\Delta = \text{ระยะทรุดตัวของแผ่นเหล็ก ซม.}$$



รูปที่ 3.5 การทดลอง Plate Bearing

อุปกรณ์ที่จำเป็นจะต้องใช้มี แม่แรงไฮดรอลิก เกจวัดการทรุดตัว ความยาวยึดจับ นน บรรทุก

ใช้รับแรงดันจากแม่แรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้เผยแพร่เนื้อหาและข้อมูลของเอกสารนี้หรือสิ่งพิมพ์ที่นำออกไป

รางที่ 2.6

Portland Cement Association (PCA) ได้กำหนดค่า K ของดินประเภทต่าง ๆ ตามตา

เนื่องจากที่ Shop มีอุปกรณ์ในการทำ Plate Bearing test ไม่เพียงพอ จึงใช้ค่า K จากตารางที่ 2.6 ดินในสถาบันจัดอยู่ในประเภท Silt and Silty Clays เพราะฉะนั้น ใช้ค่า  $K = 150$  ปอนด์/ลบ.นิ้ว เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์

5. กำลังของถนนคอนกรีต (Compressive Strength) ทาโคสใช้เครื่องมือเจาะถนน (Coring) จำนวน 3 ตัวอย่าง แล้วนำลูกปูนมาทดสอบด้วยเครื่อง Universal Testing Machine โดยผลดังนี้

| ตัวอย่างที่ | เส้นผ่าศูนย์กลาง<br>(ซม.) | ความสูง<br>(ซม.) | น้ำหนัก<br>(กก.) | พื้นที่หน้าตัด<br>(ตร.ซม.) | น้ำหนักประลัย<br>(กก.) | หน่วยแรงอัดประลัย<br>(กก./ตร.ซม.) |
|-------------|---------------------------|------------------|------------------|----------------------------|------------------------|-----------------------------------|
| 1           | 9.18                      | 18.6             | 3.005            | 68.15                      | 16,820                 | 251.25                            |
| 2           | 9.20                      | 19.1             | 3.102            | 68.48                      | 15,840                 | 238.30                            |
| 3           | 9.21                      | 19.2             | 3.150            | 68.58                      | 17,040                 | 255.52                            |

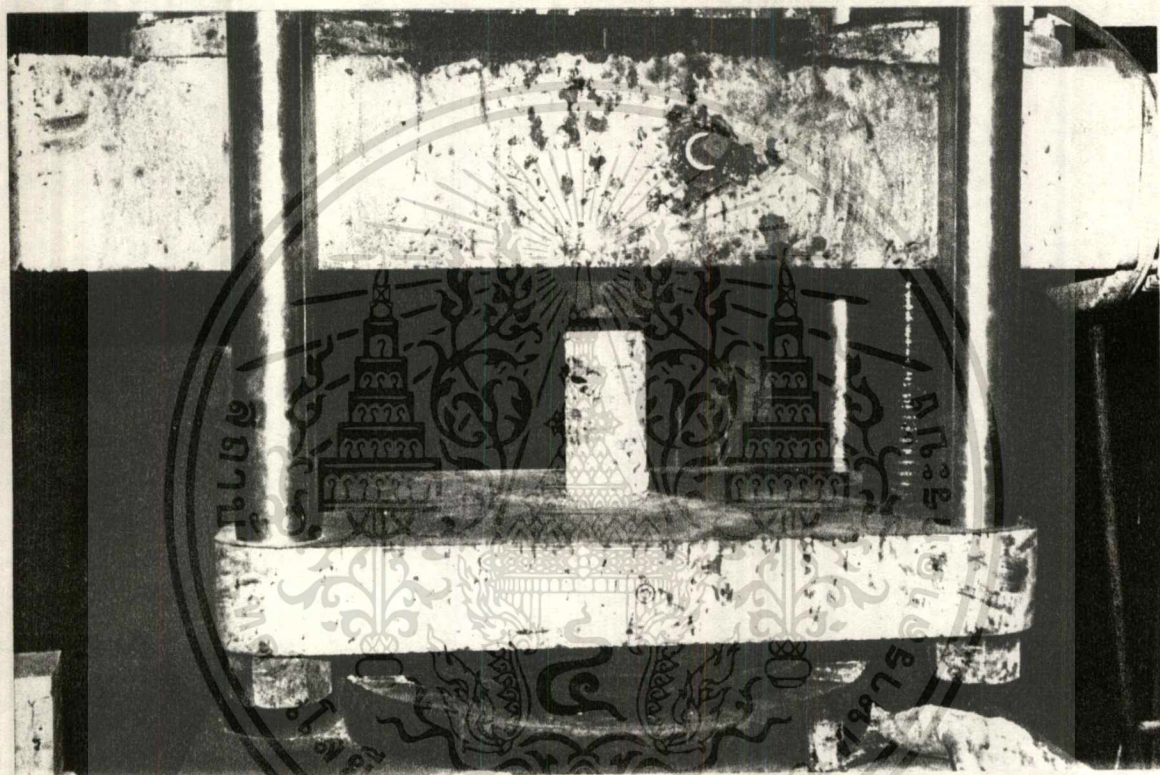
$$\text{Compressive Strength} = \frac{\text{Ultimate Load}}{\text{Area of Section}}$$

เมื่อนำ Compressive Strength ไปคำนวณจะหาค่าที่น้อยที่สุด คือ 238.30 กก./ตร.ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



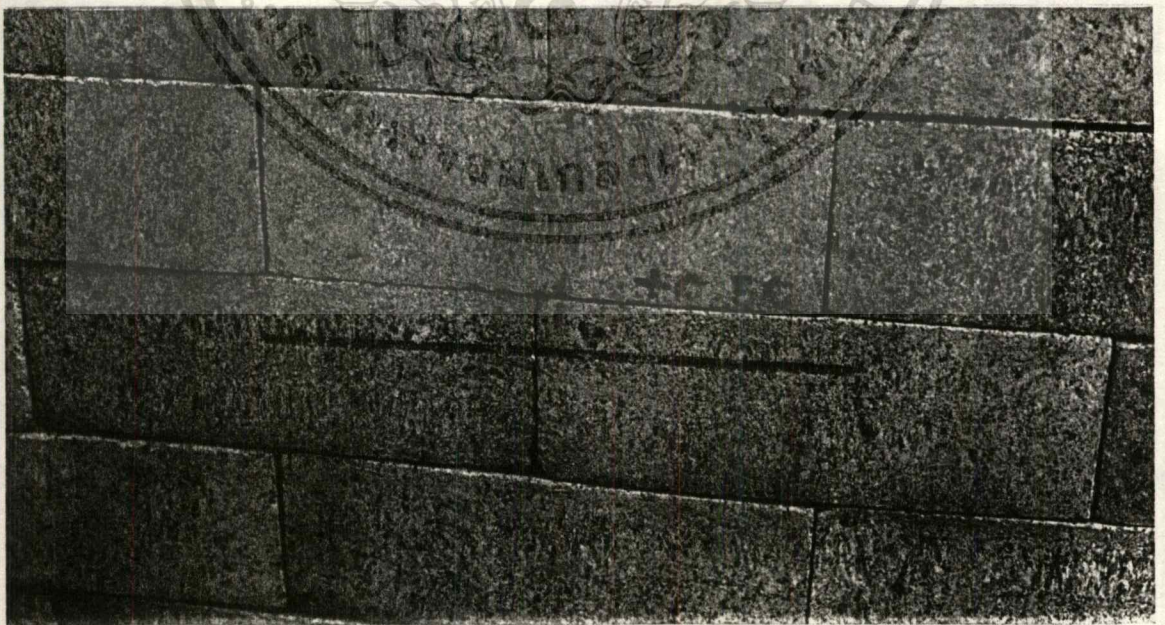
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้  
 รูปที่ 3.6 และ 3.7 แสดงการเจาะถนน (Coring)



รูปที่ 3.8 แสดงการหา Compressive Strength โดยการกดลูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ระดับน้ำท่วม ที่ใช้เป็นระดับท่วมสูงสุดในรอบ 7 ปี ระดับน้ำท่วมนี้เป็แนวแปรหนึ่งที่สำคัญโดยจะใช้วิเคราะห์สภาพเส้นทาง ว่าควรปรับปรุงเส้นทางใหม่หรือไม่ นอกเหนือจากความหนา วิธที่ใช้หาระดับน้ำท่วมคือ ถ่ายระดับจากจุด B.M. หน้า Shop ไปยังจุดที่บันทึกระดับน้ำท่วม ดังรูปที่ 3.9, 3.10 จุดที่บันทึกไว้อยู่ที่กำแพงหลังตึกแอลของคณะเกษตร ฯ บันทึกในปีที่เกิดน้ำท่วมสูงสุด (ปลายปี 2533) โดยกองอาคารสถานที่คณะครุศาสตร์



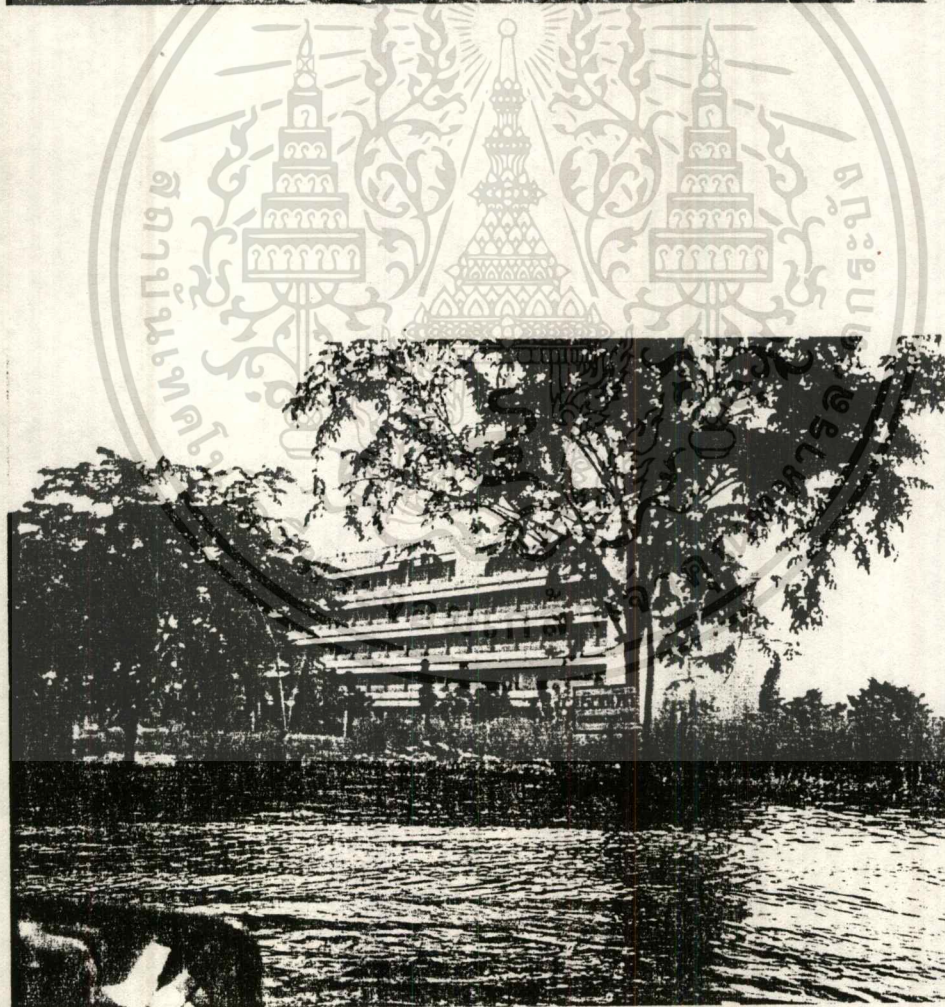
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้  
รูปที่ 3.9 และ 3.10 ระดับน้ำท่วมที่บันทึกไว้

| WATER LEVEL |       |       |        |           |
|-------------|-------|-------|--------|-----------|
| BM          | BS    | FS    |        | ELEVATION |
| TP1         | 0.557 | 0     | 0      | 1.991     |
| TP2         | 1.57  | 1.419 | -0.862 | 1.129     |
| TP3         | 1.308 | 1.352 | 0.218  | 1.347     |
| TP4         | 1.448 | 1.498 | -0.19  | 1.157     |
| TP5         | 1.235 | 1.302 | 0.146  | 1.303     |
| TP6         | 1.27  | 1.409 | -0.174 | 1.129     |
| TP7         | 1.348 | 1.389 | -0.119 | 1.01      |
| TP8         | 1.595 | 1.35  | -0.002 | 1.008     |
| TP9         | 1.329 | 0.828 | 0.767  | 1.775     |
| TP10        | 1.597 | 1.45  | -0.121 | 1.654     |
| TP11        | 1.347 | 1.744 | -0.147 | 1.507     |
| TP12        | 0     | 0.857 | 0.49   | 1.997     |

WATER LEVEL = 1.997



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

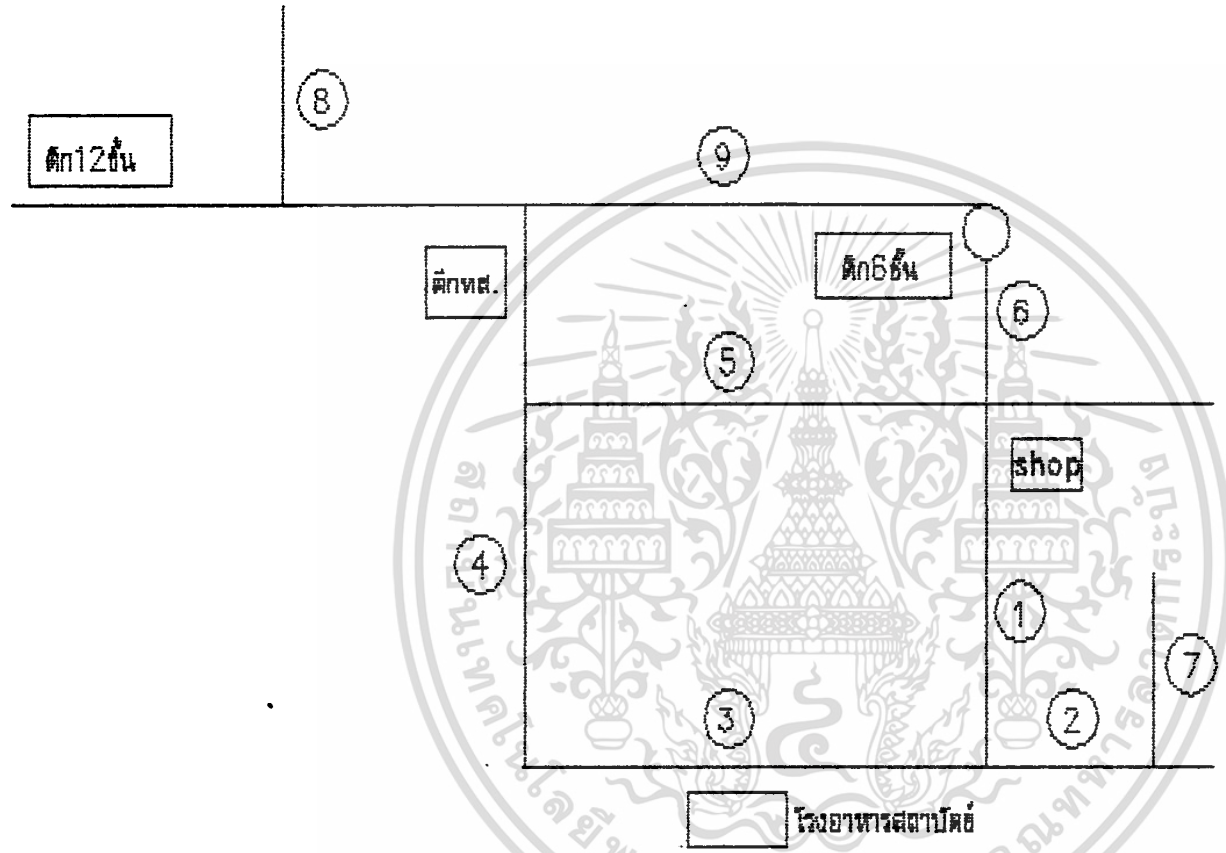


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้  
รูปที่ 3.11 และ 3.12 แสดงเหตุการณ์น้ำท่วมเมื่อปี 2533

7. ระดับถนนเดิม สามารถใช้ในการวิเคราะห์การทรุดตัวของเส้นทางได้ โดยการหาระดับถนนในตอนเริ่มก่อสร้างเปรียบเทียบกับ ระดับถนนในปัจจุบัน ว่าถนนมีการทรุดตัวไปเท่าใด จากระยะการใช้งานของถนน และจากปริมาณยานพาหนะที่แล่นบนถนนในอดีตถึงปัจจุบัน แต่เนื่องจากในอดีตไม่มีการบันทึกระดับถนน เมื่อเริ่มสร้างไว้ วิธีนี้จึงใช้วิเคราะห์ไม่ได้ แต่อาจจะนำระดับถนนเดิมมาใช้ในการออกแบบและคำนวณปริมาตรดินถมของถนนใหม่ที่จะสร้างได้ ระดับถนนเดิมมีดังนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



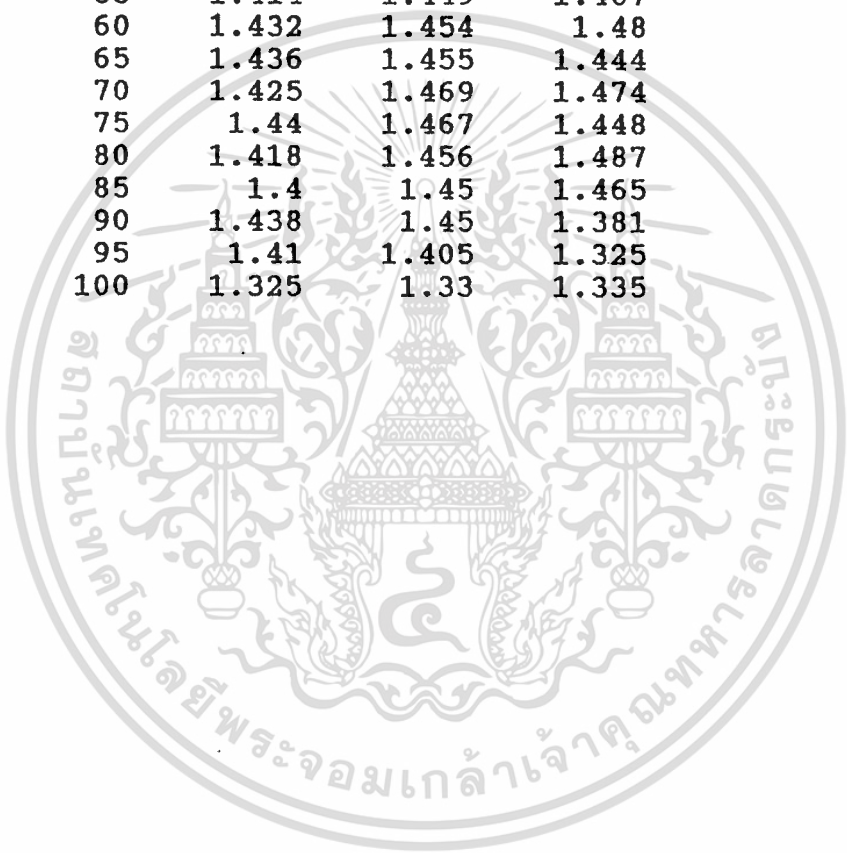
DATA OF ROAD 1  
ELEVATION

| DISTANCE | LEFT  | MIDDLE | RIGHT |
|----------|-------|--------|-------|
| 0        | 1.25  | 1.256  | 1.254 |
| 5        | 1.219 | 1.201  | 1.186 |
| 10       | 1.203 | 1.203  | 1.196 |
| 15       | 1.271 | 1.263  | 1.253 |
| 20       | 1.333 | 1.318  | 1.301 |
| 25       | 1.393 | 1.367  | 1.313 |
| 30       | 1.396 | 1.399  | 1.316 |
| 35       | 1.338 | 1.358  | 1.282 |
| 40       | 1.404 | 1.387  | 1.349 |
| 45       | 1.369 | 1.382  | 1.335 |
| 50       | 1.386 | 1.391  | 1.329 |
| 55       | 1.386 | 1.398  | 1.344 |
| 60       | 1.387 | 1.389  | 1.342 |
| 65       | 1.379 | 1.395  | 1.345 |
| 70       | 1.358 | 1.365  | 1.337 |
| 75       | 1.364 | 1.364  | 1.333 |
| 80       | 1.424 | 1.399  | 1.352 |
| 85       | 1.463 | 1.448  | 1.405 |
| 90       | 1.477 | 1.508  | 1.512 |
| 95       | 1.488 | 1.533  | 1.515 |
| 100      | 1.537 | 1.544  | 1.54  |
| 105      | 1.458 | 1.535  | 1.55  |
| 110      | 1.453 | 1.51   | 1.532 |
| 115      | 1.436 | 1.475  | 1.415 |
| 120      | 1.39  | 1.437  | 1.464 |
| 125      | 1.39  | 1.434  | 1.453 |
| 130      | 1.403 | 1.432  | 1.458 |
| 135      | 1.426 | 1.451  | 1.476 |
| 140      | 1.451 | 1.496  | 1.505 |
| 145      | 1.465 | 1.524  | 1.524 |
| 150      | 1.481 | 1.561  | 1.512 |
| 155      | 1.463 | 1.523  | 1.516 |
| 160      | 1.498 | 1.554  | 1.525 |
| 165      | 1.518 | 1.506  | 1.484 |
| 170      | 1.513 | 1.564  | 1.492 |
| 175      | 1.46  | 1.518  | 1.515 |
| 180      | 1.399 | 1.444  | 1.453 |
| 185      | 1.348 | 1.335  | 1.374 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DATA OF ROAD 2  
ELEVATION

| DISTANCE | LEFT  | MIDDLE | RIGHT |
|----------|-------|--------|-------|
| 0        | 1.241 | 1.344  | 1.335 |
| 5        | 1.203 | 1.35   | 1.336 |
| 10       | 1.173 | 1.393  | 1.403 |
| 15       | 1.233 | 1.398  | 1.429 |
| 20       | 1.299 | 1.433  | 1.488 |
| 25       | 1.34  | 1.438  | 1.484 |
| 30       | 1.378 | 1.435  | 1.477 |
| 35       | 1.348 | 1.426  | 1.465 |
| 40       | 1.37  | 1.428  | 1.459 |
| 45       | 1.363 | 1.439  | 1.46  |
| 50       | 1.401 | 1.435  | 1.462 |
| 55       | 1.414 | 1.449  | 1.467 |
| 60       | 1.432 | 1.454  | 1.48  |
| 65       | 1.436 | 1.455  | 1.444 |
| 70       | 1.425 | 1.469  | 1.474 |
| 75       | 1.44  | 1.467  | 1.448 |
| 80       | 1.418 | 1.456  | 1.487 |
| 85       | 1.4   | 1.45   | 1.465 |
| 90       | 1.438 | 1.45   | 1.381 |
| 95       | 1.41  | 1.405  | 1.325 |
| 100      | 1.325 | 1.33   | 1.335 |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DATA OF ROAD 3  
ELEVATION

| DISTANCE | LEFT  | MIDDLE | RIGHT |
|----------|-------|--------|-------|
| 0        | 1.367 | 1.377  | 1.291 |
| 5        | 1.325 | 1.379  | 1.275 |
| 10       | 1.374 | 1.388  | 1.264 |
| 15       | 1.354 | 1.357  | 1.238 |
| 20       | 1.416 | 1.386  | 1.303 |
| 25       | 1.399 | 1.375  | 1.269 |
| 30       | 1.373 | 1.362  | 1.318 |
| 35       | 1.315 | 1.371  | 1.329 |
| 40       | 1.294 | 1.339  | 1.298 |
| 45       | 1.261 | 1.295  | 1.255 |
| 50       | 1.243 | 1.297  | 1.216 |
| 55       | 1.248 | 1.3    | 1.219 |
| 60       | 1.215 | 1.285  | 1.237 |
| 65       | 1.212 | 1.288  | 1.251 |
| 70       | 1.253 | 1.323  | 1.275 |
| 75       | 1.324 | 1.359  | 1.254 |
| 80       | 1.365 | 1.351  | 1.271 |
| 85       | 1.343 | 1.34   | 1.283 |
| 90       | 1.318 | 1.336  | 1.287 |
| 95       | 1.293 | 1.308  | 1.271 |
| 100      | 1.263 | 1.27   | 1.22  |
| 105      | 1.311 | 1.277  | 1.173 |
| 110      | 1.291 | 1.271  | 1.223 |
| 115      | 1.271 | 1.225  | 1.215 |
| 120      | 1.291 | 1.171  | 1.205 |
| 125      | 1.287 | 1.217  | 1.217 |
| 130      | 1.257 | 1.188  | 1.184 |
| 135      | 1.195 | 1.144  | 1.136 |
| 140      | 1.243 | 1.192  | 1.18  |
| 145      | 1.218 | 1.175  | 1.15  |
| 150      | 1.184 | 1.155  | 1.14  |
| 155      | 1.117 | 1.125  | 1.135 |
| 160      | 1.082 | 1.125  | 1.136 |
| 165      | 1.031 | 1.111  | 1.132 |
| 170      | 1.099 | 1.165  | 1.184 |
| 175      | 1.137 | 1.194  | 1.235 |
| 180      | 1.155 | 1.198  | 1.241 |
| 185      | 1.145 | 1.205  | 1.231 |
| 190      | 1.149 | 1.227  | 1.25  |
| 195      | 1.147 | 1.231  | 1.236 |
| 200      | 1.135 | 1.225  | 1.24  |
| 205      | 1.157 | 1.202  | 1.223 |
| 210      | 1.124 | 1.174  | 1.202 |
| 215      | 1.132 | 1.164  | 1.203 |
| 220      | 1.132 | 1.151  | 1.188 |
| 225      | 1.114 | 1.138  | 1.143 |
| 230      | 1.151 | 1.148  | 1.16  |
| 235      | 1.081 | 1.115  | 1.095 |
| 240      | 1.112 | 1.103  | 1.08  |
| 245      | 1.088 | 1.094  | 1.103 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น ไม่สามารถให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ผู้อื่นห้ามมิให้คัดลอกหรือเผยแพร่ข้อมูลนี้อ่างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DATA OF ROAD 4  
ELEVATION

| DISTANCE | LEFT  | MIDDLE | RIGHT |
|----------|-------|--------|-------|
| 0        | 1.096 | 1.095  | 1.08  |
| 5        | 1.115 | 1.136  | 1.123 |
| 10       | 1.188 | 1.222  | 1.188 |
| 15       | 1.255 | 1.267  | 1.232 |
| 20       | 1.326 | 1.322  | 1.289 |
| 25       | 1.324 | 1.321  | 1.241 |
| 30       | 1.351 | 1.36   | 1.305 |
| 35       | 1.341 | 1.332  | 1.31  |
| 40       | 1.332 | 1.319  | 1.29  |
| 45       | 1.301 | 1.293  | 1.26  |
| 50       | 1.241 | 1.273  | 1.243 |
| 55       | 1.186 | 1.235  | 1.244 |
| 60       | 1.211 | 1.232  | 1.219 |
| 65       | 1.194 | 1.237  | 1.223 |
| 70       | 1.189 | 1.222  | 1.217 |
| 75       | 1.187 | 1.215  | 1.193 |
| 80       | 1.176 | 1.212  | 1.205 |
| 85       | 1.188 | 1.23   | 1.216 |
| 90       | 1.183 | 1.225  | 1.207 |
| 95       | 1.2   | 1.219  | 1.207 |
| 100      | 1.189 | 1.204  | 1.194 |
| 105      | 1.187 | 1.205  | 1.188 |
| 110      | 1.222 | 1.227  | 1.207 |
| 115      | 1.221 | 1.247  | 1.225 |
| 120      | 1.235 | 1.244  | 1.245 |
| 125      | 1.265 | 1.254  | 1.233 |
| 130      | 1.289 | 1.258  | 1.239 |
| 135      | 1.297 | 1.261  | 1.215 |
| 140      | 1.307 | 1.266  | 1.241 |
| 145      | 1.289 | 1.26   | 1.248 |
| 150      | 1.288 | 1.244  | 1.196 |
| 155      | 1.239 | 1.228  | 1.192 |
| 160      | 1.154 | 1.182  | 1.17  |
| 165      | 1.075 | 1.147  | 1.162 |
| 170      | 1.082 | 1.154  | 1.174 |
| 175      | 1.104 | 1.173  | 1.147 |
| 180      | 1.132 | 1.204  | 1.202 |
| 185      | 1.188 | 1.229  | 1.236 |
| 190      | 1.241 | 1.256  | 1.253 |
| 195      | 1.215 | 1.26   | 1.278 |
| 200      | 1.281 | 1.291  | 1.301 |
| 205      | 1.282 | 1.275  | 1.281 |
| 210      | 1.275 | 1.291  | 1.26  |
| 215      | 1.262 | 1.27   | 1.244 |
| 220      | 1.261 | 1.27   | 1.224 |
| 225      | 1.271 | 1.263  | 1.206 |
| 230      | 1.239 | 1.254  | 1.202 |
| 235      | 1.207 | 1.226  | 1.194 |
| 240      | 1.209 | 1.224  | 1.214 |
| 245      | 1.179 | 1.209  | 1.177 |
| 250      | 1.144 | 1.193  | 1.174 |
| 255      | 1.133 | 1.169  | 1.159 |
| 260      | 1.107 | 1.139  | 1.118 |
| 265      | 1.16  | 1.119  | 1.109 |
| 270      | 1.079 | 1.069  | 1.064 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ห้ามมิให้ทำซ้ำหรือเผยแพร่ข้อมูลนี้อีกโดยไม่ได้รับอนุญาตจากกรมการช่างเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## DATA OF ROAD 5

## ELEVATION

| DISTANCE | LEFT  | MIDDLE | RIGHT |
|----------|-------|--------|-------|
| 0        | 1.272 | 1.287  | 1.298 |
| 5        | 1.277 | 1.279  | 1.274 |
| 10       | 1.271 | 1.276  | 1.25  |
| 15       | 1.249 | 1.267  | 1.244 |
| 20       | 1.235 | 1.254  | 1.246 |
| 25       | 1.221 | 1.261  | 1.252 |
| 30       | 1.226 | 1.265  | 1.235 |
| 35       | 1.231 | 1.26   | 1.227 |
| 40       | 1.231 | 1.246  | 1.214 |
| 45       | 1.225 | 1.241  | 1.196 |
| 50       | 1.294 | 1.238  | 1.185 |
| 55       | 1.182 | 1.228  | 1.178 |
| 60       | 1.179 | 1.232  | 1.178 |
| 65       | 1.185 | 1.229  | 1.183 |
| 70       | 1.192 | 1.233  | 1.195 |
| 75       | 1.204 | 1.239  | 1.222 |
| 80       | 1.227 | 1.255  | 1.218 |
| 85       | 1.23  | 1.264  | 1.209 |
| 90       | 1.204 | 1.263  | 1.219 |
| 95       | 1.206 | 1.262  | 1.257 |
| 100      | 1.226 | 1.245  | 1.264 |
| 105      | 1.212 | 1.247  | 1.257 |
| 110      | 1.208 | 1.25   | 1.254 |
| 115      | 1.23  | 1.257  | 1.25  |
| 120      | 1.238 | 1.261  | 1.284 |
| 125      | 1.24  | 1.253  | 1.279 |
| 130      | 1.232 | 1.257  | 1.288 |
| 135      | 1.231 | 1.252  | 1.277 |
| 140      | 1.225 | 1.255  | 1.272 |
| 145      | 1.218 | 1.231  | 1.271 |
| 150      | 1.217 | 1.23   | 1.266 |
| 155      | 1.191 | 1.216  | 1.257 |
| 160      | 1.203 | 1.21   | 1.259 |
| 165      | 1.186 | 1.211  | 1.244 |
| 170      | 1.223 | 1.207  | 1.242 |
| 175      | 1.199 | 1.194  | 1.224 |
| 180      | 1.193 | 1.194  | 1.221 |
| 185      | 1.185 | 1.199  | 1.228 |
| 190      | 1.216 | 1.202  | 1.224 |
| 195      | 1.186 | 1.207  | 1.222 |
| 200      | 1.184 | 1.222  | 1.237 |
| 205      | 1.218 | 1.218  | 1.234 |
| 210      | 1.194 | 1.222  | 1.22  |
| 215      | 1.189 | 1.227  | 1.214 |
| 220      | 1.197 | 1.224  | 1.215 |
| 225      | 1.187 | 1.228  | 1.228 |
| 230      | 1.2   | 1.228  | 1.235 |
| 235      | 1.216 | 1.237  | 1.23  |
| 240      | 1.237 | 1.249  | 1.232 |
| 245      | 1.216 | 1.246  | 1.216 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

|     |       |       |       |
|-----|-------|-------|-------|
| 250 | 1.2   | 1.239 | 1.206 |
| 255 | 1.192 | 1.228 | 1.204 |
| 260 | 1.188 | 1.219 | 1.205 |
| 265 | 1.198 | 1.233 | 1.224 |
| 270 | 1.171 | 1.233 | 1.238 |
| 275 | 1.175 | 1.228 | 1.234 |
| 280 | 1.177 | 1.217 | 1.215 |
| 285 | 1.188 | 1.206 | 1.191 |
| 290 | 1.218 | 1.208 | 1.192 |
| 295 | 1.25  | 1.217 | 1.185 |
| 300 | 1.26  | 1.202 | 1.169 |
| 305 | 1.237 | 1.186 | 1.149 |
| 310 | 1.232 | 1.191 | 1.155 |
| 315 | 1.24  | 1.206 | 1.159 |
| 320 | 1.229 | 1.223 | 1.165 |
| 325 | 1.208 | 1.231 | 1.191 |
| 330 | 1.211 | 1.242 | 1.194 |
| 335 | 1.25  | 1.25  | 1.238 |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

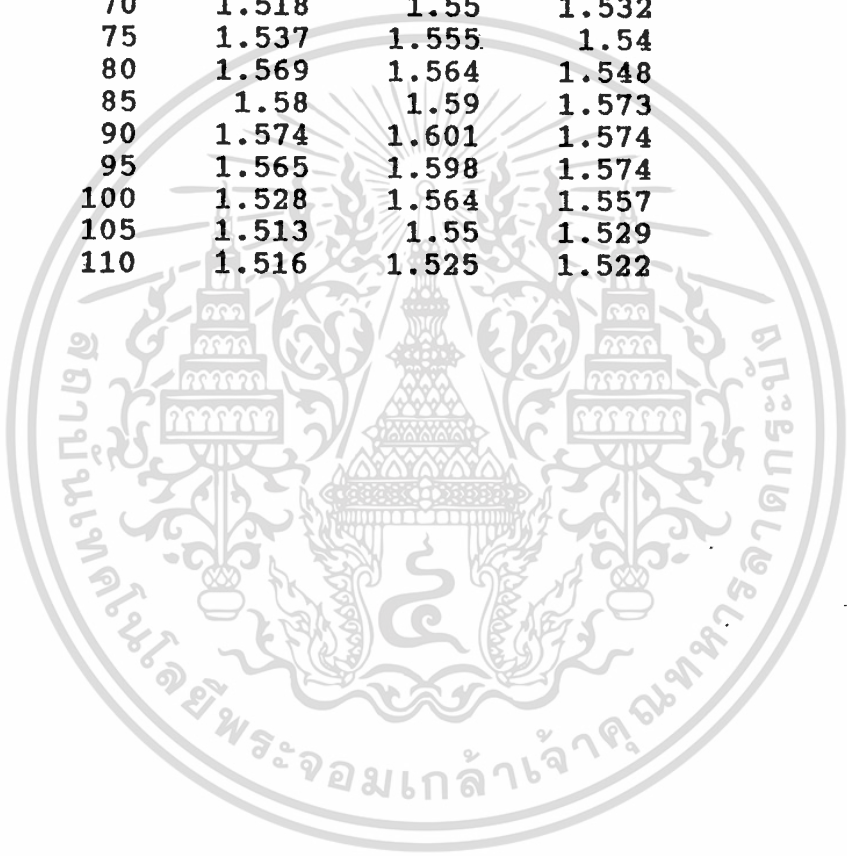
DATA OF ROAD 6  
ELEVATION

| DISTANCE | LEFT  | MIDDLE | RIGHT |
|----------|-------|--------|-------|
| 0        | 1.176 | 1.18   | 1.174 |
| 5        | 1.166 | 1.185  | 1.143 |
| 10       | 1.169 | 1.191  | 1.153 |
| 15       | 1.129 | 1.166  | 1.15  |
| 20       | 1.118 | 1.138  | 1.123 |
| 25       | 1.107 | 1.132  | 1.115 |
| 30       | 1.053 | 1.099  | 1.102 |
| 35       | 1.006 | 1.062  | 1.035 |
| 40       | 1.026 | 1.052  | 1.06  |
| 45       | 1.046 | 1.065  | 0.998 |
| 50       | 1.062 | 1.08   | 1.013 |
| 55       | 1.069 | 1.085  | 1.01  |
| 60       | 1.065 | 1.08   | 1.022 |
| 65       | 1.049 | 1.065  | 1.015 |
| 70       | 1.022 | 1.018  | 1.005 |
| 75       | 1.006 | 0.982  | 0.988 |
| 80       | 1.009 | 1.079  | 1.08  |
| 85       | 1.037 | 1.096  | 1.101 |
| 90       | 1.024 | 1.096  | 1.1   |
| 95       | 1.074 | 1.098  | 1.119 |
| 100      | 1.032 | 1.045  | 1.076 |
| 105      | 1.025 | 1.06   | 1.02  |
| 110      | 1.035 | 0.995  | 1.014 |
| 115      | 1.002 | 1.043  | 1.01  |
| 120      | 1.001 | 1.025  | 0.99  |
| 125      | 1.009 | 0.995  | 1.012 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DATA OF ROAD 7  
ELEVATION

| DISTANCE | LEFT  | MIDDLE | RIGHT |
|----------|-------|--------|-------|
| 0        | 1.406 | 1.368  | 1.312 |
| 5        | 1.405 | 1.39   | 1.341 |
| 10       | 1.403 | 1.422  | 1.399 |
| 15       | 1.452 | 1.45   | 1.475 |
| 20       | 1.536 | 1.566  | 1.553 |
| 25       | 1.565 | 1.572  | 1.554 |
| 30       | 1.564 | 1.58   | 1.555 |
| 35       | 1.556 | 1.567  | 1.546 |
| 40       | 1.546 | 1.557  | 1.54  |
| 45       | 1.528 | 1.559  | 1.541 |
| 50       | 1.527 | 1.55   | 1.542 |
| 55       | 1.519 | 1.544  | 1.526 |
| 60       | 1.518 | 1.548  | 1.523 |
| 65       | 1.519 | 1.552  | 1.53  |
| 70       | 1.518 | 1.55   | 1.532 |
| 75       | 1.537 | 1.555  | 1.54  |
| 80       | 1.569 | 1.564  | 1.548 |
| 85       | 1.58  | 1.59   | 1.573 |
| 90       | 1.574 | 1.601  | 1.574 |
| 95       | 1.565 | 1.598  | 1.574 |
| 100      | 1.528 | 1.564  | 1.557 |
| 105      | 1.513 | 1.55   | 1.529 |
| 110      | 1.516 | 1.525  | 1.522 |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DATA OF ROAD 8  
ELEVATION

| DISTANCE | LEFT  | MIDDLE | RIGHT |
|----------|-------|--------|-------|
| 0        | 1.333 | 1.349  | 1.353 |
| 5        | 1.362 | 1.363  | 1.365 |
| 10       | 1.357 | 1.345  | 1.345 |
| 15       | 1.363 | 1.353  | 1.347 |
| 20       | 1.357 | 1.353  | 1.352 |
| 25       | 1.364 | 1.364  | 1.354 |
| 30       | 1.373 | 1.366  | 1.354 |
| 35       | 1.365 | 1.354  | 1.349 |
| 40       | 1.357 | 1.347  | 1.349 |
| 45       | 1.365 | 1.359  | 1.351 |
| 50       | 1.367 | 1.356  | 1.354 |
| 55       | 1.364 | 1.365  | 1.359 |
| 60       | 1.366 | 1.356  | 1.364 |
| 65       | 1.366 | 1.36   | 1.354 |
| 70       | 1.366 | 1.367  | 1.366 |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DATA OF ROAD 9  
ELEVATION

| DISTANCE | LEFT  | MIDDLE | RIGHT |
|----------|-------|--------|-------|
| 0        | 1.054 | 1.127  | 1.119 |
| 5        | 1.092 | 1.154  | 1.138 |
| 10       | 1.092 | 1.171  | 1.137 |
| 15       | 1.102 | 1.172  | 1.236 |
| 20       | 1.122 | 1.176  | 1.133 |
| 25       | 1.141 | 1.184  | 1.136 |
| 30       | 1.162 | 1.193  | 1.141 |
| 35       | 1.161 | 1.201  | 1.133 |
| 40       | 1.15  | 1.199  | 1.13  |
| 45       | 1.273 | 1.174  | 1.11  |
| 50       | 1.153 | 1.174  | 1.112 |
| 55       | 1.138 | 1.165  | 1.123 |
| 60       | 1.132 | 1.187  | 1.141 |
| 65       | 1.123 | 1.188  | 1.146 |
| 70       | 1.114 | 1.176  | 1.157 |
| 75       | 1.162 | 1.241  | 1.202 |
| 80       | 1.145 | 1.242  | 1.192 |
| 85       | 1.145 | 1.222  | 1.164 |
| 90       | 1.122 | 1.221  | 1.174 |
| 95       | 1.117 | 1.224  | 1.159 |
| 100      | 1.092 | 1.237  | 1.174 |
| 105      | 1.141 | 1.215  | 1.142 |
| 110      | 1.15  | 1.21   | 1.134 |
| 115      | 1.132 | 1.204  | 1.134 |
| 120      | 1.107 | 1.207  | 1.177 |
| 125      | 1.094 | 1.194  | 1.162 |
| 130      | 1.082 | 1.182  | 1.161 |
| 135      | 1.093 | 1.194  | 1.164 |
| 140      | 1.137 | 1.217  | 1.162 |
| 145      | 1.127 | 1.202  | 1.157 |
| 150      | 1.116 | 1.186  | 1.149 |
| 155      | 1.109 | 1.18   | 1.188 |
| 160      | 1.123 | 1.192  | 1.188 |
| 165      | 1.142 | 1.202  | 1.204 |
| 170      | 1.162 | 1.207  | 1.192 |
| 175      | 1.149 | 1.217  | 1.199 |
| 180      | 1.159 | 1.199  | 1.202 |
| 185      | 1.137 | 1.207  | 1.199 |
| 190      | 1.125 | 1.209  | 1.221 |
| 195      | 1.138 | 1.193  | 1.197 |
| 200      | 1.165 | 1.196  | 1.241 |
| 205      | 1.151 | 1.197  | 1.199 |
| 210      | 1.149 | 1.19   | 1.211 |
| 215      | 1.136 | 1.217  | 1.227 |
| 220      | 1.143 | 1.174  | 1.195 |
| 225      | 1.103 | 1.15   | 1.175 |
| 230      | 1.163 | 1.145  | 1.138 |
| 235      | 1.195 | 1.163  | 1.106 |
| 240      | 1.191 | 1.174  | 1.12  |
| 245      | 1.171 | 1.155  | 1.145 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

|     |       |       |       |
|-----|-------|-------|-------|
| 250 | 1.167 | 1.171 | 1.143 |
| 255 | 1.173 | 1.201 | 1.174 |
| 260 | 1.208 | 1.22  | 1.16  |
| 265 | 1.208 | 1.242 | 1.174 |
| 270 | 1.185 | 1.248 | 1.175 |
| 275 | 1.181 | 1.25  | 1.175 |
| 280 | 1.193 | 1.252 | 1.183 |
| 285 | 1.208 | 1.234 | 1.165 |
| 290 | 1.184 | 1.223 | 1.146 |
| 295 | 1.182 | 1.215 | 1.14  |
| 300 | 1.183 | 1.206 | 1.145 |
| 305 | 1.183 | 1.209 | 1.163 |
| 310 | 1.144 | 1.2   | 1.153 |
| 315 | 1.12  | 1.175 | 1.12  |
| 320 | 1.108 | 1.152 | 1.103 |
| 325 | 1.088 | 1.16  | 1.133 |
| 330 | 1.116 | 1.16  | 1.125 |
| 335 | 1.135 | 1.157 | 1.136 |
| 340 | 1.142 | 1.186 | 1.172 |
| 345 | 1.157 | 1.234 | 1.214 |
| 350 | 1.14  | 1.224 | 1.235 |
| 355 | 1.126 | 1.216 | 1.242 |
| 360 | 1.143 | 1.224 | 1.226 |
| 365 | 1.142 | 1.238 | 1.214 |
| 370 | 1.181 | 1.249 | 1.212 |
| 375 | 1.184 | 1.245 | 1.235 |
| 380 | 1.214 | 1.229 | 1.239 |
| 385 | 1.233 | 1.249 | 1.244 |
| 390 | 1.35  | 1.354 | 1.344 |
| 395 | 1.445 | 1.425 | 1.364 |
| 400 | 1.461 | 1.419 | 1.347 |
| 405 | 1.444 | 1.426 | 1.404 |
| 410 | 1.438 | 1.429 | 1.389 |
| 415 | 1.446 | 1.422 | 1.412 |
| 420 | 1.45  | 1.421 | 1.403 |
| 425 | 1.433 | 1.415 | 1.396 |
| 430 | 1.434 | 1.433 | 1.402 |
| 435 | 1.435 | 1.424 | 1.413 |
| 440 | 1.443 | 1.422 | 1.404 |
| 445 | 1.456 | 1.424 | 1.39  |
| 450 | 1.459 | 1.422 | 1.387 |
| 455 | 1.452 | 1.432 | 1.404 |
| 460 | 1.465 | 1.433 | 1.416 |
| 465 | 1.445 | 1.434 | 1.424 |
| 470 | 1.471 | 1.436 | 1.424 |
| 475 | 1.445 | 1.424 | 1.414 |
| 480 | 1.449 | 1.425 | 1.416 |
| 485 | 1.459 | 1.429 | 1.4   |
| 490 | 1.455 | 1.424 | 1.409 |
| 495 | 1.431 | 1.424 | 1.404 |
| 500 | 1.444 | 1.424 | 1.41  |
| 515 | 1.456 | 1.434 | 1.415 |
| 520 | 1.454 | 1.431 | 1.434 |
| 525 | 1.434 | 1.444 | 1.424 |
| 530 | 1.454 | 1.436 | 1.434 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. อุบัติเหตุที่เกิดกับผู้ใช้งานและจุดเกิดอุบัติเหตุ ข้อมูลที่ต้องการ รวมถึงข้อมูลในอดีตด้วย และจากการสอบถามถึงข้อมูลที่กองอาคารสถานที่ ไม่พบอุบัติเหตุที่เกิดกับผู้ใช้งานภายในสถาบัน ฯ

9. ลักษณะการใช้งานของผิวทาง ที่ทำบันทึกลงจะเป็นข้อมูลของการจอดรถและการจราจรภายในสถาบัน ฯ รายละเอียดของการบันทึกข้อมูลมีดังนี้

9.1 จำนวนรถที่จอดในสถาบันฯ บริเวณต่าง ๆ ของแต่ละวัน

1. จำนวนรถยนต์ที่จอดบริเวณ (คัน)

สนามฟุตบอลสถาบันศึกษารวมศาสตร์ + คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ + ห้องปฏิบัติการโยธา

2. จำนวนรถยนต์ที่จอดบริเวณ (คัน)

ตึก Instrument + ตึก 12 ชั้น + ตึกอินเนชั่น + ตึกเครื่องกล

3. จำนวนรถยนต์ที่จอดบริเวณ (คัน)

ถนนทางเชื่อม วิศวกรรมศาสตร์ - สถาปัตยกรรมศาสตร์

4. จำนวนรถยนต์ที่จอดบริเวณ (คัน)

หอประชุม + ตึก 6 ชั้น + ตึกโทรคมนาคม + โรงอาหาร + สโมสรคณะวิศวกรรมศาสตร์

| วัน เดือน ปี | 1  | 2  | 3  | 4  |
|--------------|----|----|----|----|
| 1 พ.ค. 2536  | 64 | 69 | 82 | 75 |
| 2 พ.ค. 2536  | 60 | 68 | 79 | 68 |
| 3 พ.ค. 2536  | 67 | 59 | 80 | 73 |
| 6 พ.ค. 2536  | 80 | 66 | 78 | 70 |
| 7 พ.ค. 2536  | 65 | 52 | 74 | 74 |
| 8 พ.ค. 2536  | 84 | 63 | 77 | 64 |
| 9 พ.ค. 2536  | 71 | 69 | 86 | 73 |
| 13 พ.ค. 2536 | 69 | 53 | 80 | 69 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ข้อมูลนี้ทางสื่อหรือช่องทางอื่นใดของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| วัน เดือน ปี | 1  | 2  | 3  | 4  |
|--------------|----|----|----|----|
| 14 พ.ค.2536  | 66 | 67 | 76 | 70 |
| 15 พ.ค.2536  | 75 | 79 | 90 | 72 |
| 16 พ.ค.2536  | 70 | 68 | 82 | 72 |
| 17 พ.ค.2536  | 67 | 76 | 74 | 69 |
| 20 พ.ค.2536  | 69 | 61 | 74 | 57 |
| 21 พ.ค.2536  | 69 | 66 | 88 | 63 |
| 22 พ.ค.2536  | 60 | 71 | 76 | 70 |
| 23 พ.ค.2536  | 62 | 58 | 84 | 67 |
| 24 พ.ค.2536  | 65 | 57 | 70 | 60 |
| 27 พ.ค.2536  | 61 | 60 | 64 | 68 |
| 28 พ.ค.2536  | 58 | 58 | 50 | 61 |
| 29 พ.ค.2536  | 46 | 43 | 50 | 55 |
| 30 พ.ค.2536  | 46 | 45 | 49 | 52 |
| 3 ม.ค.2537   | 61 | 60 | 56 | 63 |
| 4 ม.ค.2537   | 62 | 59 | 67 | 70 |
| 5 ม.ค.2537   | 59 | 68 | 72 | 75 |
| 6 ม.ค.2537   | 63 | 64 | 69 | 61 |
| 10 ม.ค.2537  | 70 | 58 | 77 | 70 |
| 11 ม.ค.2537  | 69 | 71 | 90 | 77 |
| 12 ม.ค.2537  | 89 | 58 | 86 | 73 |
| 13 ม.ค.2537  | 71 | 56 | 77 | 72 |
| 14 ม.ค.2537  | 56 | 54 | 78 | 75 |
| 17 ม.ค.2537  | 62 | 63 | 87 | 69 |
| 18 ม.ค.2537  | 63 | 69 | 73 | 72 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีโทษทางอาญาและโทษจำคุกของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

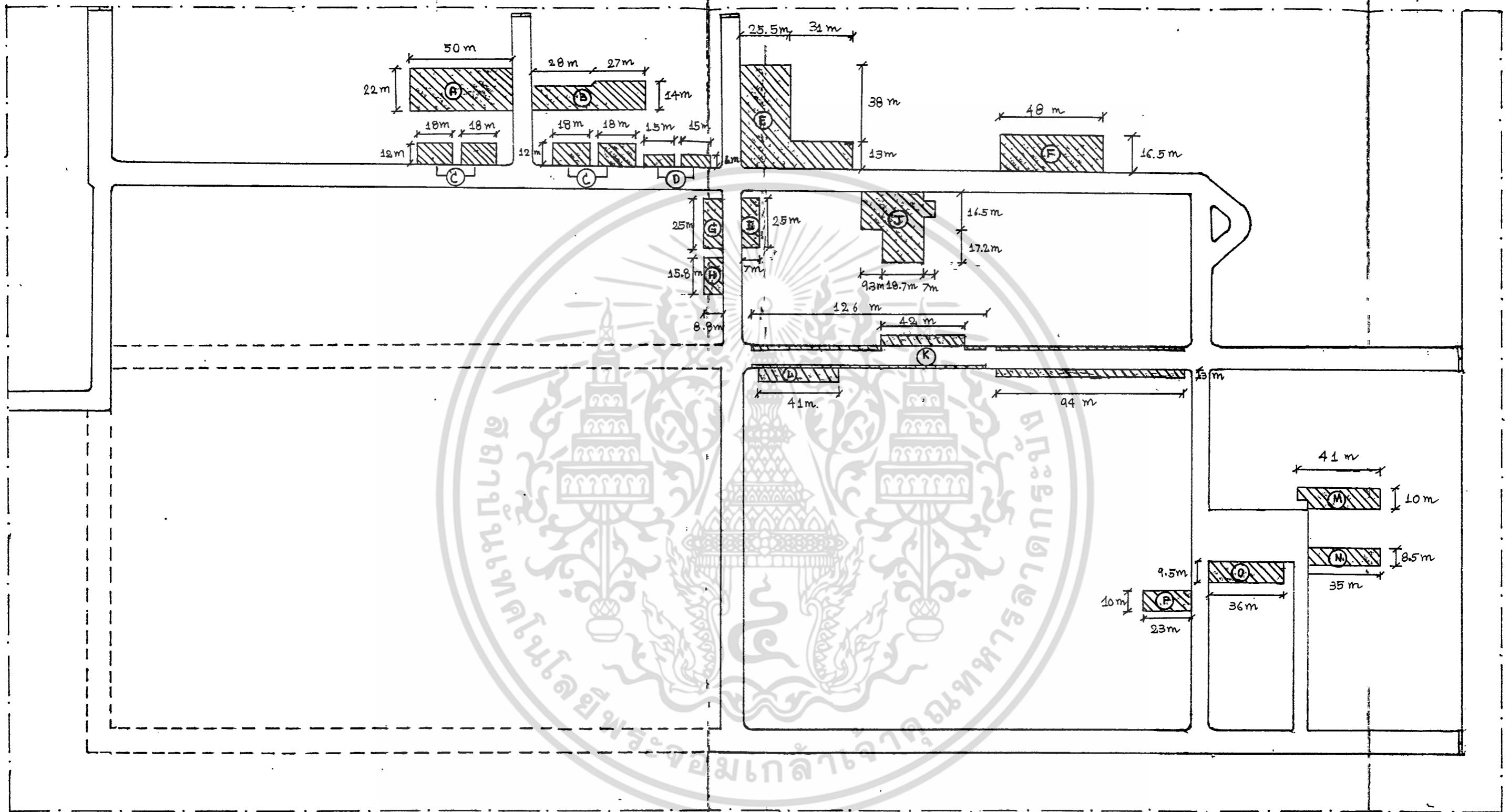
| วัน เดือน ปี | 1  | 2  | 3  | 4  |
|--------------|----|----|----|----|
| 19 ม.ค.2537  | 70 | 61 | 81 | 60 |
| 20 ม.ค.2537  | 58 | 63 | 78 | 68 |
| 21 ม.ค.2537  | 65 | 67 | 72 | 72 |
| 24 ม.ค.2537  | 80 | 58 | 84 | 71 |
| 25 ม.ค.2537  | 71 | 60 | 77 | 60 |
| 26 ม.ค.2537  | 68 | 64 | 76 | 72 |
| 27 ม.ค.2537  | 67 | 68 | 75 | 70 |
| 28 ม.ค.2537  | 69 | 69 | 77 | 62 |
| 31 ม.ค.2537  | 65 | 60 | 80 | 71 |
| 1 ก.พ.2537   | 80 | 67 | 88 | 63 |
| 2 ก.พ.2537   | 69 | 62 | 70 | 67 |
| 3 ก.พ.2537   | 84 | 63 | 77 | 64 |
| 4 ก.พ.2537   | 75 | 69 | 86 | 66 |
| 7 ก.พ.2537   | 69 | 63 | 80 | 69 |
| 8 ก.พ.2537   | 66 | 58 | 76 | 70 |
| 9 ก.พ.2537   | 71 | 60 | 82 | 74 |
| 10 ก.พ.2537  | 63 | 63 | 71 | 75 |
| 11 ก.พ.2537  | 67 | 66 | 84 | 69 |
| 14 ก.พ.2537  | 58 | 61 | 65 | 57 |
| 15 ก.พ.2537  | 59 | 53 | 64 | 53 |




จากการนับจำนวนรถยนต์ที่จอดตามสถานที่ต่าง ๆ นับจำนวนรถยนต์ที่จอดสูงสุดได้ = 316 คัน

**หมายเหตุ** -วันที่สำรวจจากวันวันเสาร์ อาทิตย์และวันหยุดนักขัตฤกษ์ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.2 จำนวนที่จอดรถภายในคณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรม ดังแสดงในผังที่จอดรถ



-  ที่จอดรถ
-  เส้นทางเดินรถในปัจจุบัน
-  เส้นทางเดินรถที่จะสร้างในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ผังแสดงที่จอดรถในคณะวิศวกรรมศาสตร์ และสถาปัตยกรรมศาสตร์ (ปัจจุบัน)

## จำนวนที่จอตกรณณ์ในปัจจุบัน

### คณะวิศวกรรมศาสตร์

$$A = 47$$

$$B = 20$$

$$C = 20$$

$$D = 12$$

$$E = 63$$

$$F = 34$$

$$G = 8$$

$$H = 4$$

$$I = 6$$

$$J = 23$$

$$\text{รวม} = 235 \text{ ที่}$$

### คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

$$K = 94$$

$$L = 7$$

$$M = 12$$

$$N = 10$$

$$O = 15$$

$$P = 10$$

$$\text{รวม} = 148 \text{ ที่}$$

$$\text{รวมทั้งจอตกรณณ์ทั้งหมด} \quad 383 \text{ ที่}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
**9.3 ลักษณะการใช้ทางเท้าในการสัญจร เนื่องจากถนนในสถาบันฯ ไม่ได้ก่อสร้าง**  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้  
**ทางเท้าไว้ ดังนั้นผู้เดินเท้าจึงใช้ถนนในการสัญจร**

9.4 สัดส่วนของยานพาหนะประเภทต่าง ๆ จากในตารางที่ 3.1 ปริมาณยานพาหนะใน  
แต่ละวันจะเห็นว่าจำนวนของรถยนต์มีมากที่สุด รองลงมาคือรถมอเตอร์ไซด์ รถใหญ่มีน้อยที่สุด

10. ทิศทาง ป้ายสัญญาณ ทางเท้าและความกว้างของเส้นทาง จากการสำรวจจะได้ข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

- ทิศทางการจราจรในคณะวิศวกรรมและสถาปัตยกรรมใช้ระบบเดินรถ 2 ทิศทางดังแสดงในผัง
- ป้ายสัญญาณจราจรมีรายละเอียดดังนี้ (ดังแสดงในผัง)

ป้ายห้ามจอดมีจำนวน 2 ป้ายที่ถนนเส้นที่ 10 และถนนเส้นที่ 11

ป้ายจอดได้ทางเดียวมีจำนวน 1 ป้ายที่ถนนเส้นที่ 2

เส้นทางแดงมี 3 แห่ง - หัวมุดิก 6 ชั้น

- หน้าตึก 8 ชั้นตลอดไปจนถึงหน้าโรงอาหาร

- หน้าตึกอิเล็กทรอนิกส์

- ทางเท้าบริเวณหน้าตึก 6 ชั้น, ข้างภาควิชาวิศวกรรม, หน้าตึก 12 ชั้น

- ความกว้างของเส้นทางมีดังนี้

เส้นที่ 1 กว้าง 8 เมตร

เส้นที่ 2 กว้าง 5 เมตร

เส้นที่ 3 กว้าง 8 เมตร

เส้นที่ 4 กว้าง 7 เมตร

เส้นที่ 5 กว้าง 6 เมตร

เส้นที่ 6 กว้าง 5 เมตร

เส้นที่ 7 กว้าง 6 เมตร

เส้นที่ 8 กว้าง 5 เมตร

เส้นที่ 9 กว้าง 6 เมตร

เส้นที่ 10 กว้าง 8 เมตร

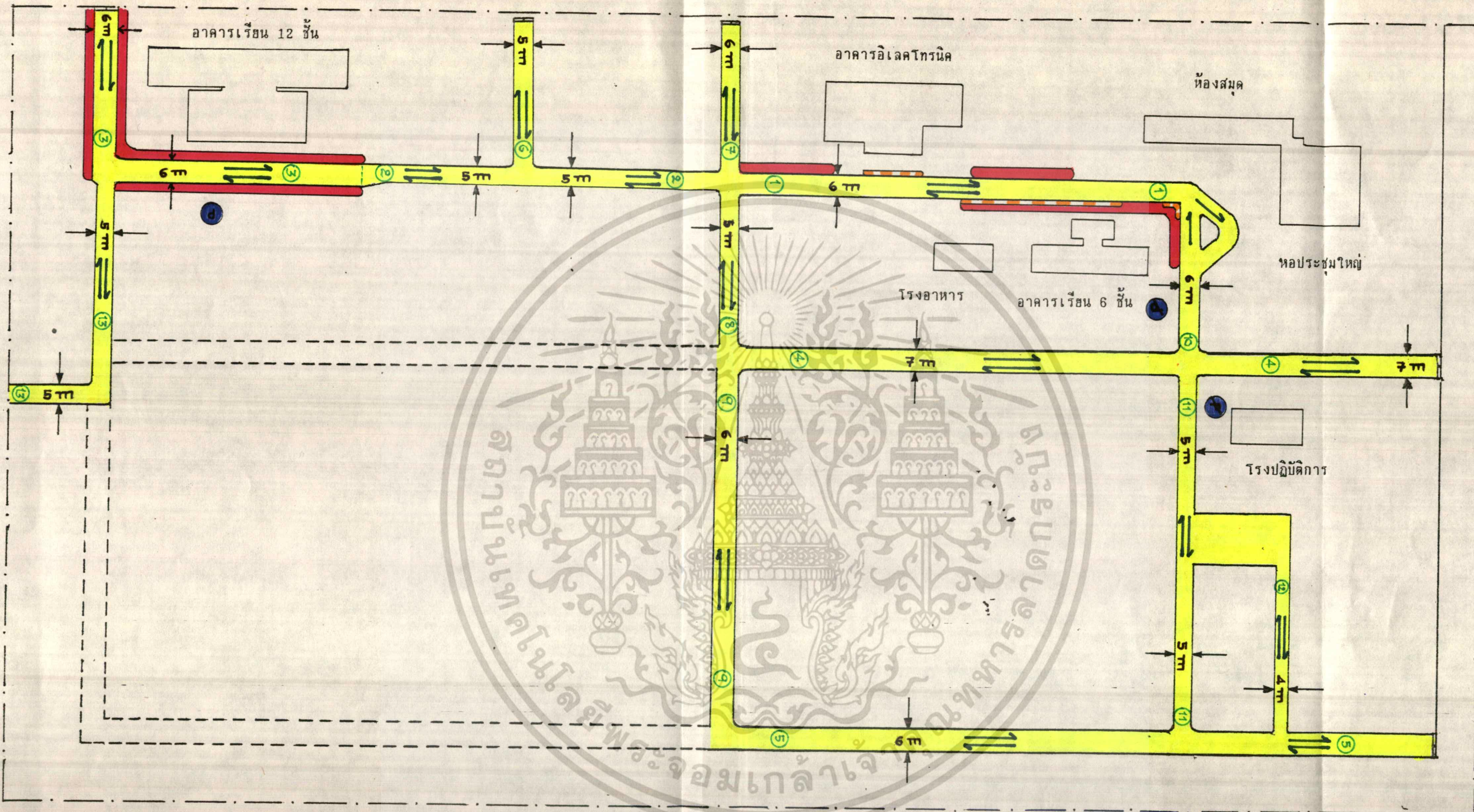
เส้นที่ 11 กว้าง 5 เมตร

เส้นที่ 12 กว้าง 6 เมตร

เส้นที่ 13 กว้าง 5 เมตร

ข้อมูลต่าง ๆ ดังแสดงในผัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้เผยแพร่เนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



- ทิศทางเดินรถ (Traffic direction)
- ป้ายห้ามจอดรถ (No parking sign)
- ป้ายจอดรถ (Parking sign)
- เส้นขาว-แดง (White-red line)
- ทางเดินเท้า (Footpath)
- เส้นทางเดินรถปัจจุบัน (Current traffic route)
- เส้นทางเดินรถที่จะสร้าง (Traffic route to be built)
- หมายเลขถนน (Road number)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่ง **ผังแสดง** ซึ่ง **ทิศทาง**, **ป้ายสัญลักษณ์**, **ป้าย**, **ทางเดินเท้า** และ **ความกว้างของเส้นทาง** ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรณีนำไปใช้ (ปัจจุบัน) ในคณะกรรมการศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์

## บทที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล

จากข้อมูลที่เก็บรวบรวมและวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลที่เสนอในบทก่อนแล้วนั้น จะต้องนำมาวิเคราะห์เพื่อให้ได้ ผลสรุปที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริง ดังนั้นในบทนี้จะกล่าวถึงการวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ ซึ่งจะแบ่งการวิเคราะห์เป็น 4 เรื่อง

### 1. วิเคราะห์ปัญหาผิวทาง

1.1 ผิวทางที่ยืดหยุ่นได้ (Flexible Pavement) หรือ ผิวทางลาดยาง (Asphalt Pavement)

1.2 ผิวทางแข็ง (Rigid Pavement) หรือ ผิวทางคอนกรีต (Concrete Pavement)

### 2. วิเคราะห์ปัญหาน้ำท่วม

### 3. วิเคราะห์ปัญหาเส้นทางจราจร

### 4. วิเคราะห์ปัญหาที่จอดรถ

ในการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นกับผิวทาง จะรวมถึงวิธีการคำนวณต่าง ๆ ที่จำเป็นไว้ด้วย

### 1. วิเคราะห์ปัญหาผิวทาง ดังที่ได้กล่าวแล้วว่าผิวทางภายในสถาบันฯ แบ่งออกเป็น 2 ชนิด

คือ ผิวทางลาดยาง (Asphalt Pavement) กับผิวทางคอนกรีต (Concrete Pavement)

ดังนั้นการวิเคราะห์ปัญหาผิวทางจึงแบ่งเป็น 2 ตอน คือ

#### 1.1 ผิวทางลาดยาง (Asphalt Pavement)

1.1.1 การหาความหนาผิวทางใช้งานโดยวิธี The Asphalt Institute

ข้อมูลที่ใช้

ก. ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน จากการนับรถตั้งแต่ เวลา 8.30-17.30 น. ได้

จำนวนรถสูงสุด ดังนี้

รถยนต์ 4 ล้อเล็ก 1,435 คัน/วัน

รถยนต์ใหญ่ 60 คัน/วัน

รถมอเตอร์ไซด์ 1,052 คัน/วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. น้ำหนักบรรทุกและน้ำหนักยานยนต์ หรือน้ำหนักเพลลา

น้ำหนัก เพลาเฉลี่ย 8,500 กิโลกรัม

น้ำหนัก เพลาส่งสุด 9,000 กิโลกรัม

น้ำหนักบรรทุกและน้ำหนักยานยนต์สูงสุด 12,000 กิโลกรัม

ค. จำนวนนักศึกษา อาจารย์ และบุคคลที่เกี่ยวข้อง จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้นจะได้อัตราการเติบโตของผู้ใช้ถนนต่อปี เท่ากับ 8 %

ง. อายุใช้งานของถนน 20 ปี

จ. เปอร์เซ็นต์ CBR ของดินคันทางที่ได้จากการทดลองเฉลี่ย เท่ากับ 4.5 % ทั้งนี้ช่องทางจราจร 2 ทิศทาง ไป-กลับ คิด Design Lane เป็น 2 ช่องทางจราจร

วิธีคำนวณ (หาความหนาปัจจุบัน)

จำนวนรถทั้งหมดในหนึ่งทิศทาง = 1,435+60+1,052

= 2,547 คัน/วัน

จำนวนรถใหญ่หรือรถบรรทุกใน Design Lane = 80/2 = 30 คัน/วัน/ช่องจราจร

ให้น้ำหนักเพลามาตรฐาน = 18,000 ปอนด์

น้ำหนักเพลารบรรทุกเฉลี่ย = 8,500 \* 2.2 = 18,700 ปอนด์

จากรูปที่ 2.1 Load Equivalent Factor = 1.4

เพราะฉะนั้นน้ำหนักเพลารบรรทุกเฉลี่ย = 18,700 \* 1.4 = 26,180 ปอนด์

จากรูปที่ 2.4 Nomograph ได้ ITN = 9.5

อายุการใช้งาน 1 ปี อัตราการเพิ่มของการจราจร = 8 %

จากตารางที่ 2.3 Initial Traffic Number Adjustment Factors

จะได้ Adjustment Factor = 0.05

DTN = ITN \* Factor

= 9.5 \* 0.05 = 0.475

ใช้เปอร์เซ็นต์ CBR ของดินเฉลี่ย = 4.5 %

จากสูตร  $T_A = \frac{9.19 + 3.97 \log DTN}{CBR^{0.4}}$  ;  $T_A = 4.33$  นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษานั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น วัสดุพื้นทางใช้หินคลุกและมีคุณภาพสูง จากตารางที่ 2.1 ความหนาขั้นต่ำของผิว  
ทางซึ่งมีพื้นทางเป็นหินคลุก เท่ากับ 2 นิ้ว (5 ซม.) Thickness Factor ของพื้นทาง = 1.4

$$\begin{aligned} \text{และจะได้พื้นที่ทางหินคลุกหนา} &= 1.4 * (4.33-2) \\ &= 3.262 \text{ ไร่} \end{aligned}$$

1.1.2 การหาความหนาของถนนจริง

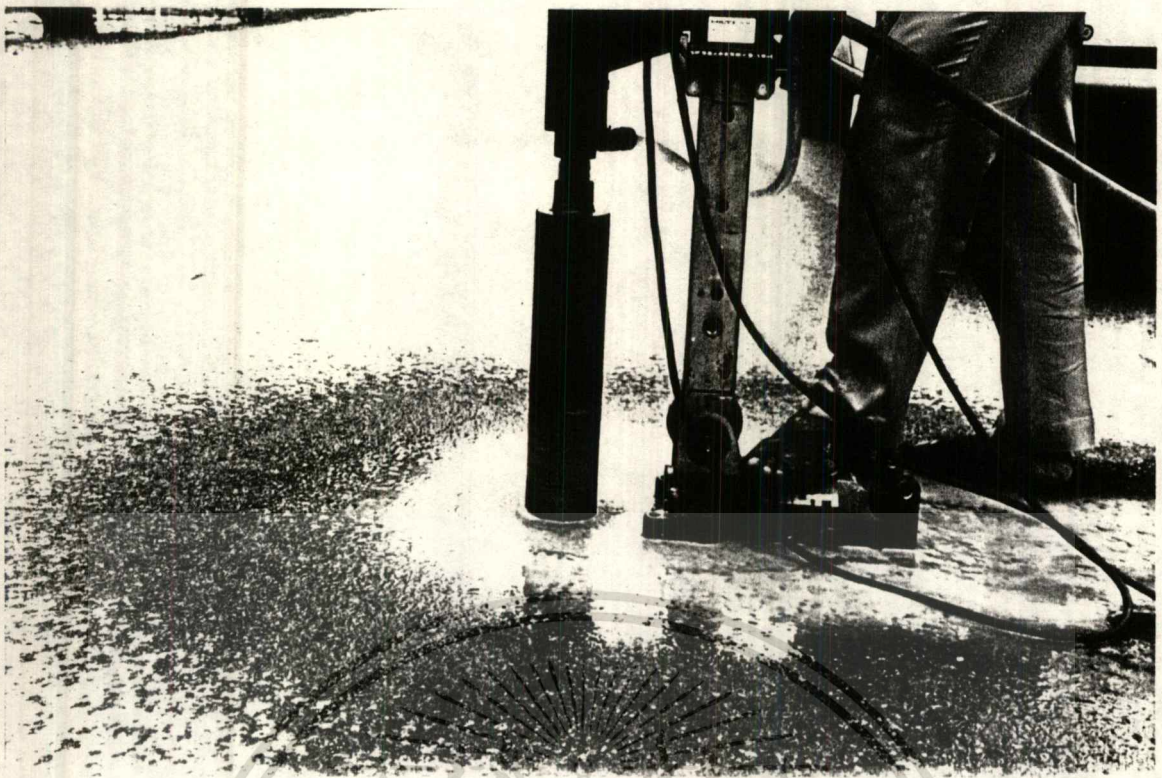
โดยการ Coring ถนน ซึ่งใช้หัวเจาะที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 ซม. ดังรูปที่ 4.1, 4.2 ได้ความหนาของถนนและพื้นที่ทางซึ่งเป็นหินคลุกเท่ากับ 1.4 ไร่ และ 4 ไร่ ตามลำดับดังแสดงในรูป 4.3



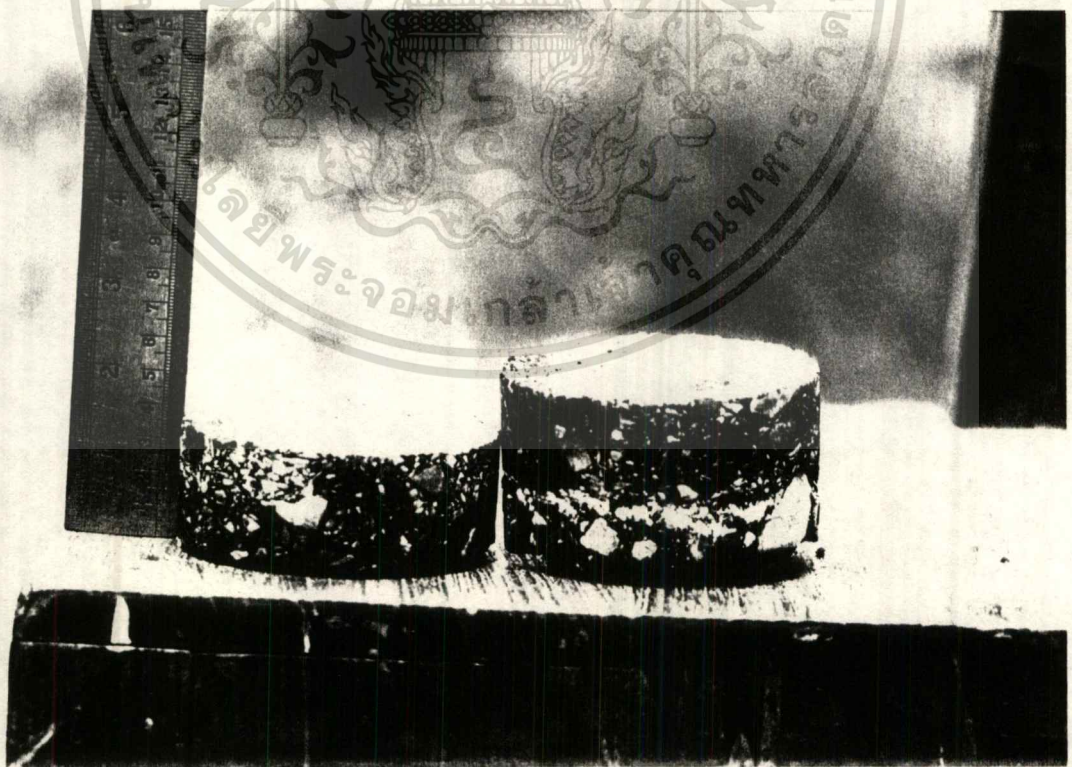
เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมการขนส่งทางบก ห้ามนำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตเห็นแก่ประโยชน์ส่วนตนการการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.1 แสดงการ Coring ถนนลาดยาง



รูปที่ 4.2 แสดงการ Coring ถนนลาดยาง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.3 แสดงความหนาของถนนลาดยางที่ได้จากการ Coring

จากการเปรียบเทียบความหนาจริงกับความหนาใช้งานที่คำนวณได้ โดยใช้ข้อมูลต่าง ๆ ที่เก็บรวบรวมได้ จะเห็นว่าในวิธี Asphalt Institute ความหนาจริงของผิวถนนบางกว่าความหนาใช้งานที่คำนวณได้ แต่ชั้นพื้นทางของถนนจริงหนากว่าชั้นพื้นทางที่คำนวณ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สภาพการเสียหายต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับผิวทางภายในสถานี ดังแสดงในรูปข้างล่าง 4.4

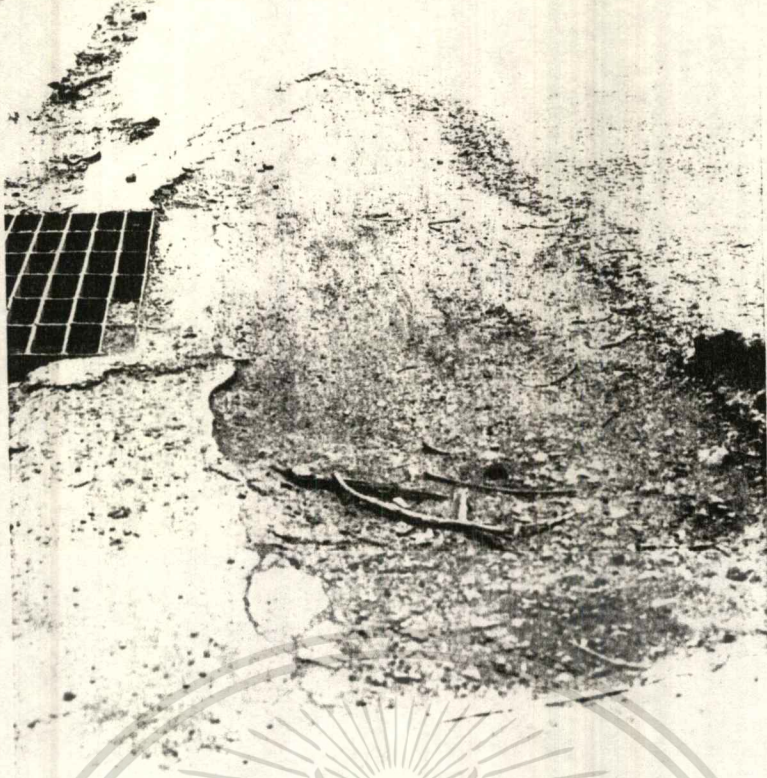


รูปที่ 4.4 ผิวทางแตกเป็นลายแห้วและรอยแตก



รูปที่ 4.5 น้ำท่วมทิ้งแนวผิวทางเมื่อฝนตก

นอกจากนี้สภาพการจราจรที่คับคั่งและรถบรรทุกที่วิ่งบนผิวทางที่ชำรุดจะทำให้เกิดเสียงดังและการค้าไม่วาครณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 ผิวทางหลุดล่อนและทรุดระ

- จากรูปที่ 4.4 จะเห็นว่าผิวทางแตก เป็นลายหนึ่งจระเื (Alligator Crack) เป็นลักษณะของ กวกรแตกซ้ำรุดกัพบเห็นบนทางลาดขางทั่วไป สาเหตุเนื่องจากดินคั้นทางหรือพื้น ทางอ่อนตัว เพราะการบดอัดไม่ดีผลทำให้ผิวทางทรุดตัวตามไปด้วย หรือเกิดจาก ฉากกรล้าของผิวทางเนื่องจากมีน้ำหนักสูงมากบดทับผ่านบ่อยครั้ง ทำให้พื้นทางทรุด ตัวหรือเกิดจากน้ำท่วมผิวทาง แล้วน้ำซึมผ่านผิวทาง ทำให้วัสดุพื้นทางไม่แน่น เมื่อ รดวิ่งผ่าน ผ่านทรุดจึงทรุดตัว เป็นสาเหตุให้ผิวทางแตก
- จากรูปที่ 4.5 จะเห็นว่าผิวทางทรุดตัว (Ruts) และเกิดน้ำท่วมขังเมื่อฝนตกเกิดจากการทรุดตัว ของโครงสร้างใต้ผิวทาง โดยเฉพาะคินคั้นทาง (คินคั้นทางเป็นคินอ่อนแ) สาเหตุ เนื่องจากการบดทับของล้อที่มีน้ำหนักบรรทุกสูงกว่าค้ำน้ำหนักที่ให้ออกแบบมาก
- จากรูปที่ 4.6 ผิวทางหลุดและทรุดระ เกิดเนื่องจากผิวทางหมดอายุการใช้งานหรือเนื่องจากวัสดุ ที่ใช้ทำผิวทางมีคุณภาพไม่ดีเมื่อเกิดน้ำท่วม น้ำจะทำปฏิกิริยากับผิวทางและชะผิวทาง ทำให้ผิวทางหลุดล่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.2 ผิวทางคอนกรีต (Concrete Pavement)

### 1.2.1 การหาเปอร์เซ็นต์การล้าของคอนกรีตโดยวิธี Portland Cement Association

ข้อมูลที่ใช้ - ปริมาณการจราจร (Traffic Volume)

ปริมาณการจราจร/วัน (ADT) ของรถบรรทุก เท่ากับ 30 คัน/วัน/ช่องจราจร

- ค่าโมดูลัสแรงต้านทานของดิน (K) เท่ากับ 150 ปอนด์/ลบ.นิ้ว

- ค่าโมดูลัสการแตกหัก (MR) หาค่าได้จากสูตร  $MR = 1.99\sqrt{f'_c}$

$f'_c$  หาได้จากการเจาะตัวอย่างพื้นแล้วนำมาทดสอบ Compressive Strength

เท่ากับ 238.3 กก./ตร.ซม. ดังกล่าวมาแล้วในบทที่ 3

- Projection Factor หาได้จากสูตร  $\sum_{i=1}^n (1+i)^n$  for 40 years

- Projection Factor หาได้จากสูตร  $(1+i)^n$  for 20 years

$n$  = อายุการใช้งานของถนน

$i$  = อัตราการเจริญเติบโตต่อปี (Annual Growth Rate) = 8%

ได้ Projection Factor = 1.08

การคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การล้าถนนคอนกรีต (Percent Used or Fatigue)

1. ปริมาณรถใหญ่ใน 1 ปีข้างหน้า =  $30 * 1.08 = 32.4$  คัน/วัน/1 ช่องจราจร

2. จำนวนเที่ยวของการบดทับ (Approximate Repetition)

$$A = \frac{\text{จำนวนรถ} * \text{จำนวนวันทั้งหมดที่ใช้ใช้งาน}}$$

100

$$= \frac{32.4 * 365}{100} = 118.26 \text{ เที่ยว}$$

100

3. ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักเพลลาเมื่อคิดผลกระทบของแรงกระแทกให้คูณด้วยค่า 1.2 (20%)

ดังนั้นค่าเฉลี่ยน้ำหนักเพลลาเมื่อคิดผลกระทบของแรงกระแทก =  $8,500 * 2.2 * 1.2$

$$= 22,400 \text{ ปอนด์}$$

4. ค่าหน่วยแรง (Stress) หาได้จาก PCA Chart ดังรูปที่ 2.10 โดยได้ค่าต่าง ๆ ดังนี้

ความหนาของถนนที่วัดได้จากการเจาะสำรวจ = 7.5 นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารทงสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

โมดูลัสต้านทานของดิน = 150 ปอนด์/ตร.นิ้ว

ไม่ว่ากรณีใดๆ หากมีข้อผิดพลาดประการใด ขออภัยเป็นอย่างยิ่งถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพราะฉะนั้นค่าหน่วยแรงที่หาได้จากกราฟ = 294 ปอนด์/ตร.นิ้ว

### 5. อัตราส่วนของหน่วยแรง (Stress Ratio)

จากสูตร  $\text{Stress Ratio} = \frac{\text{Actual Stress}}{\text{MR}}$

MR

Actual Stress = 294 ปอนด์/ตร.นิ้ว

MR = 30.72 กก./ตร.ซม. หรือ = 435.9 ปอนด์/ตร.นิ้ว

ดังนั้น Stress Ratio =  $294/435.9 = 0.67$

### 6. เปอร์เซ็นต์การล้าของคอนกรีต (Percent Used or Fatigue) หาได้จากสูตร

$\text{Percent Used or Fatigue} = \frac{\text{Approximate Repetition ใน 1 ปี}}{\text{Allowable Repetition}}$

Allowable Repetition

Allowable Repetition = 4,500 เท้าหาได้จากตารางที่ 2.5

โดยใช้ Stress Ratio = 0.67

Percent Used or Fatigue =  $\frac{118.26 * 100}{4,500} = 2.625 \%$

4,500

ในการคำนวณ ถ้าจำนวนการบรรทุกสูงกว่า Allowable Load Retetition 25% แสดงว่าความหนาของแผ่นคอนกรีตไม่พอที่จะรับน้ำหนักได้ตามอายุที่กำหนดได้ตามอายุที่กำหนด จะต้องเพิ่มความหนาหรือเพิ่ม MR เพื่อจะให้ใช้งานได้

จากเปอร์เซ็นต์การล้าของคอนกรีตที่หาได้เท่ากับ 2.625 % แสดงว่าถนนคอนกรีตยังสามารถใช้งานได้ดี ไม่เกิดการชำรุดเสียหายเนื่องจากการล้าเพราะการบรรทุกของล้อ แต่มีข้อสังเกตว่าค่า MR ของถนนคอนกรีตในสถาบันฯ มีค่าต่ำกว่า MR ของคอนกรีตที่กำหนดให้ใช้ทำผิวทาง (650-700 ปอนด์/ตร.นิ้ว) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการก่อสร้างใช้วัสดุคุณภาพไม่ดี

#### 1.2.2 วิธีเปรียบเทียบหน่วยแรง

ก. หน่วยแรงที่เกิดขึ้นในผิวทางคอนกรีต จะพิจารณาเฉพาะในตัวแผ่นคอนกรีตเป็นส่วนใหญ่ และมีสาเหตุที่เกิดหลายสาเหตุ ได้แก่

1. เกิดเนื่องจากอุณหภูมิ เพราะคอนกรีตหดตัว
2. เกิดเนื่องจากน้ำหนักล้อ
3. เนื่องจากแรงมีดระหว่างคอนกรีตกับผิวดิน
4. แรงเกิดในร่องรอยต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีเหตุผลเบื้องหลังเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่เนื่องจากสาเหตุที่ 3 และ 4 เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดหน่วยแรงน้อยมากจึงไม่นำมาคิดข้อมูลที่ใช้

- แผ่นคอนกรีตขนาด 3 \* 5 เมตรหนา 19 ซม. (7.5 นิ้ว)
- น้ำหนักล้อย 8,500 กิโลกรัม
- แรงดันลมในล้อย 7 กก./ตร.ซม. (ถ้ารถบัส 6 ล้อ เดิมล้อย 100 ปอนด์/ตร.นิ้ว)
- สัมประสิทธิ์การขยายตัวและหดตัวของคอนกรีตเท่ากับ  $7.5 \times 10^{-6}$  เซนติเมตร/เซลเซียส
- อัตราส่วนปัวซอง ( $\mu$ ) เท่ากับ 0.15
- โมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต (E)

จากสูตร  $E_c = 15,100 \sqrt{f'_c}$  เมื่อคอนกรีตมีน้ำหนัก 2,323 กก./ลบ.ม.

$f'_c$  ที่หาได้ประมาณ 238.3 กก./ตร.ซม. จะได้  $E_c = 2.331 \times 10^5$  กก./ตร.ซม.

- ผลต่างของอุณหภูมิ ( $\Delta t$ ) ในคอนกรีต เท่ากับ 1 เซลเซียส/เซนติเมตร
- โมดูลัสต้านทานแรงของดิน (K)

ดินในสถาบันฯ เป็นดินประเภท Silt and Silty Clays จากตารางที่ 2.6 ค่า K อยู่ระหว่าง 100-200 ปอนด์/ลบ.นิ้ว

ดังนั้นใช้ค่า K = 150 ปอนด์/ลบ.นิ้ว (4.16 กก./ลบ.ซม.)

- Radius of Relative Stiffness (L)

$$L = \left[ \frac{Eh^3}{12(1-\mu^2)K} \right]^{1/4}$$

#### 1. แรงที่เกิดเนื่องจากน้ำหนักล้อย

จากสูตร  $P_s = \frac{P}{\pi d^2}$

$P_s$  = แรงดันลมในล้อย (กก./ตร.ซม.)

P = น้ำหนักเพลลา (กก.)

a = รัศมีสัมพัทธ์ของล้อรถ (ซม.)

$$a = \sqrt{\frac{P}{P_s \pi}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= \frac{\sqrt{8,500}}{7\pi} = 19.66 \text{ ซม.}$$

$$L = \left[ \frac{2.331 \cdot 10^5 \cdot 19^3}{12(1-(0.15)^2)} \right]^{1/4} \cdot 4.16$$

$$= 75.66 \text{ ซม.}$$

$$1.724h = 1.724(19) = 32.76 > a$$

$$b = \sqrt{1.6a^2 + h^2} - 0.675h$$

$$= \sqrt{1.6(19.66)^2 + 19^2} - 0.675 \cdot 19$$

$$= 18.47 \text{ ซม.}$$

แรงกระทำกลางแผ่นคอนกรีต ( $\sigma_1$ )

$$\sigma_1 = \frac{0.316P}{h^2} [4 \log(L/b) + 1.069]$$

$$= 26.18 \text{ กก./ตร.ซม.}$$

แรงกระทำตรงขอบ ( $\sigma_2$ )

$$\sigma_2 = \frac{0.572P}{h^2} [4 \log(L/b) + 0.359]$$

$$= 37.83 \text{ กก./ตร.ซม.}$$

แรงกระทำตรงมุม ( $\sigma_3$ )

$$\sigma_3 = \frac{3P[1-(a_1/L)^{0.6}]}{h^2}$$

$$\sigma_3 = 31.9 \text{ กก./ตร.ซม.}$$

$a_1$  = ระยะจุดศูนย์กลางของจุดสัมผัสไปยังมุมแผ่นคอนกรีต (ซม.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$a_1 = \sqrt{19.66^2 + 19.66^2} = 27.8 \text{ ซม.}$$

## 2. แรงที่เกิดเนื่องจากคอนกรีตห่อตัว (เนื่องจากอุณหภูมิ)

ขนาดของแผ่นคอนกรีต = 3\*5 ม.

$$L_x = 300 \text{ ซม.}$$

$$L_y = 500 \text{ ซม.}$$

$$L_x/L = 3.96$$

$$L_y/L = 6.6$$

จากภาพที่ 2.13

$$C_x = 0.483$$

$$C_y = 0.95$$

หน่วยแรงที่เกิดขึ้นตรงขอบแผ่นคอนกรีต ( $\sigma_x$ ) เกิดขึ้นในแนวแกน x และ y

$$\begin{aligned} \sigma_x &= \frac{E \epsilon_s \Delta_s (C_x + \mu C_y)}{2(1 - \mu^2)} \\ &= \frac{2.331 \times 10^5 * 7.5 \times 10^{-6} * 19 [0.483 + (0.15 * 0.95)]}{2(1 - 0.15^2)} = 10.62 \text{ กก./ตร.ซม.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_y &= \frac{E \epsilon_s \Delta_s (C_y + \mu C_x)}{2(1 - \mu^2)} \\ &= \frac{2.331 \times 10^5 * 7.5 \times 10^{-6} * 19 [0.95 + (0.483 * 0.15)]}{2(1 - 0.15^2)} = 17.37 \text{ กก./ตร.ซม.} \end{aligned}$$

หน่วยแรงที่เกิดขึ้นตรงขอบแผ่นคอนกรีต ( $\sigma_c$ )

$$\sigma_c = \frac{CE \epsilon_s \Delta_s}{2}$$

2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ค่า C เลือกใช้ค่า C หรือ C<sub>1</sub> ที่มีค่ามากที่สุด ดังนั้น C = 0.95

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\sigma_c = 15.7 \text{ กก./ตร.ซม.}$$

## รวมแรงที่เกิดขึ้น

| ตำแหน่ง  | แรง (กก./ตร.ซม.) |                 | รวม   |
|----------|------------------|-----------------|-------|
|          | จาก นน. ล้อ      | จากอุณหภูมิตั้ง |       |
| กลางแผ่น | 28.18            | 15.70           | 41.88 |
| ขอบ      | 37.83            | 17.37           | 55.20 |
| มุม      | 31.90            | —               | 31.90 |

หน่วยแรงต้านทานในคอนกรีต ได้จากการรกดหา Compressive Strength ของพื้นที่ได้จากการเจาะ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 107.24 กก./ตร.ซม. ( $0.45f'_c$ ) จากค่าหน่วยแรงที่เกิดเนื่องจาก นน. ล้อและอุณหภูมิตั้ง จะเห็นว่ามิตั้งน้อยกว่าหน่วยแรงต้านทานของคอนกรีต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

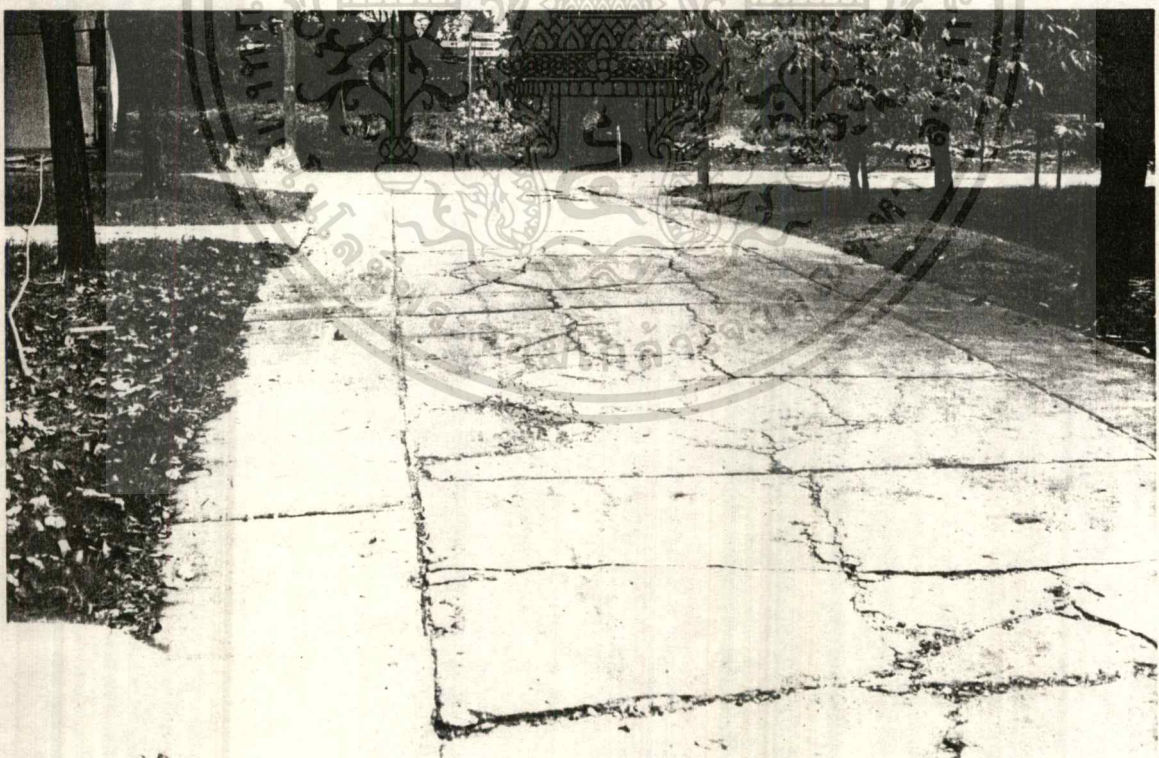
สภาพการเสียหายต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับผิวทางคอนกรีตภาคในเสถียรภาพ แสดงดังรูปที่ ๔.๗ และ ๔.๘



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
รูปที่ 4.7 และ 4.8 ผิวหน้าคอนกรีตหลุดร่อน มีหินโผล่ออกบนผิวทาง (Scaling) ที่มีการนำไปใช้  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่แบบสิ่งเขียนที่และต้องขังของสิ่งของเอกสารทุกสิ่งที่มีกรนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้  
 รูปที่ 4.9 และ 4.10 ที่แถบทรุดตัว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
**รูปที่ 4.12 รอยแตกแนวขวาง แนวขวางและแนวทะแยงที่เกิดขึ้นบนแผ่นคอนกรีต**  
 ไม่ว่าการณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.7, 4.8 จะเห็นได้ว่าผิวของแผ่นคอนกรีตปรากฏเป็นรูน้ำซึมที่เมื่อดันน้ำไปจนมีหินโผล่ลอยหน้าอยู่ทั่วไป เกิดจากส่วนผสมของคอนกรีตเหลวเกินไป หรือหินผสมคอนกรีตสกรปรกทำให้ดินทรายลอยขึ้นบนผิวหน้าในระหว่างเทแต่งผิวหน้าคอนกรีต ลักษณะเช่นนี้ตัวโครงสร้างของคอนกรีตอาจจะยังแข็งแรงพอใช้งานได้ แต่ผิวหน้าจะไม่เรียบทำให้การใช้งานไม่ได้เท่าที่ควร

จากรูปที่ 4.9, 4.10 จะเห็นว่าพื้นถนนคอนกรีตเกิดการแตกและทรุดตัวแยกออกจากกัน เกิดจากดินคันทางชั้นล่างอ่อนมากเนื่องจากมีสารอินทรีย์ปนอยู่ในปริมาณสูง (Muck) บริเวณจุดที่ทางเริ่มทรุดตัวจะมีรอยแตกของผิวทาง การชำรุดเนื่องจากการทรุดตัวนี้ แตกต่างจากการทรุดตัว โดยตัวโครงสร้างทางทั้งหมดจะค่อย ๆ ลาดทรุดต่ำลงไปตลอดแนว

จากรูปที่ 4.11 จะเห็นว่าผิวทางเกิดการทรุดตัวเป็นหลุมและจะมีน้ำขังเมื่อฝนตก สาเหตุเกิดเนื่องจากปั๊มบิ่ง (Pumping) การปั๊มบิ่งจะเกิดตรงบริเวณรอยต่อระหว่างแผ่นคอนกรีต (Joint) โดยเฉพาะรอยต่อเพื่อการขยายตัว น้ำฝนที่ซึมผ่านร่องรอยต่อลงไปขังอยู่ที่ใต้แผ่นคอนกรีต โดยที่ไม่สามารถไหลออกไปพ้นจากใต้แผ่นคอนกรีต เมื่อน้ำหนักมาบดทับ น้ำที่ขังอยู่ใต้แผ่นคอนกรีตก็ทะลักย้อนกลับขึ้นมาเหนือแผ่นคอนกรีต ขณะเดียวกันก็ละลายน้ำเม็ดดินละเอียดตามมาด้วยจนเกิดช่องว่างและแผ่นคอนกรีตทรุดแตกในที่สุด

จากรูปที่ 4.12 แผ่นคอนกรีตแตกเป็นแนวยาว แนวขวางและแนวทะแยง สาเหตุที่ทำให้เกิดการเสียหาย คือ

- โครงสร้างของผิวทางไม่แข็งแรง คือ เสริมเหล็กน้อยหรือไม่เสริมเหล็กกันการแตกร้าวเลย เมื่อน้ำหนักบรรทุกสูงบดทับบ่อยครั้ง จะทำให้แผ่นคอนกรีตฉีก และจะเกิดรอยแตกตามแนวยาว แนวขวางและแนวทะแยง (ไม่เป็นทิศทาง)
- เกิดเนื่องจากการทรุดตัวของดินคันทาง เมื่อแผ่นคอนกรีตไม่ได้เสริมเหล็กหรือเสริมเหล็กน้อย จะทำให้แผ่นคอนกรีตแตกร้าวไม่เป็นทิศทาง
- แผ่นคอนกรีตแตกร้าวเนื่องจากอุณหภูมิ เพราะอุณหภูมิสูงในเวลากลางวันและต่ำในเวลากลางคืน รอยแตกร้าวจะเกิดขึ้นมากที่สุดที่กลางแผ่นคอนกรีต เพราะเกิดหน่วยแรงมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

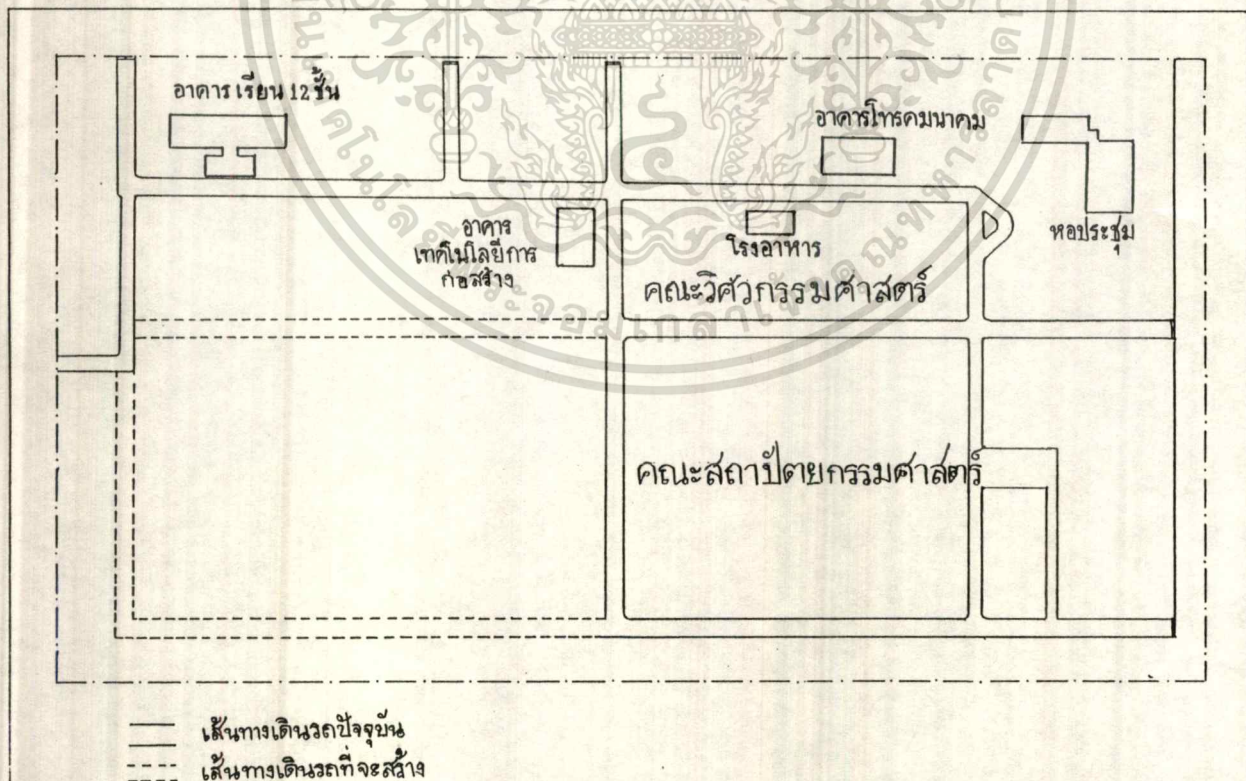
## 2. วิเคราะห์ปัญหาน้ำท่วม

ระดับน้ำท่วมที่ถ่ายระดับจากจุด B.M. (หน้า Shop ภาควิชาเทคโนโลยีการก่อสร้าง) ไปยังจุดที่บันทึกระดับน้ำท่วมเอาไว้ (กำแพงตึกครุศาสตร์) ได้ที่ระดับ 1.997 เมตร และระดับพื้นถนนโดยเฉลี่ย ประมาณ 1.500 เมตร

จากระดับที่สำรวจได้แสดงให้เห็นว่าระดับน้ำท่วมสูงกว่าระดับถนนประมาณ 49.7 ซม. ซึ่งเป็นระดับที่สูงพอที่จะทำให้เกิดปัญหาของการสัญจรโดยเท้าและยานพาหนะที่มีขนาดเล็ก เช่น มอเตอร์ไซด์ รถยนต์เล็กและรถกระบะ ไม่สามารถที่จะใช้เส้นทางภายในคณะได้ เพราะน้ำที่ท่วมนี้สูงพอที่จะเข้าไปในรถได้ ทำให้ต้องใช้แต่รถใหญ่เท่านั้น และจากน้ำท่วมนี้ทำให้ทางสถาบันฯ ต้องประกาศเลื่อนสอบ หยุดการทำงานจนกว่าระดับน้ำจะลดลง เหตุการณ์น้ำท่วมสูงสุดนี้เกิดเมื่อปลายปี 2533

## 3. วิเคราะห์ปัญหาเส้นทางจราจร

ผังแสดงถนนต่าง ๆ ในสถาบันฯ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ทำการตีพิมพ์ หักเงิน อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากข้อมูลเบื้องต้น

ความกว้างที่มีอยู่ของถนนภายในคณะ และระบบการเดินรถแบบสองทางทั้งสามารถสัญจรได้ แต่ถ้ามมีการจอดรถยนต์ในที่ห้ามจอดและจอดยนต์รถก็กดขวางเส้นทางหรือบนเส้นทาง จะเกิดปัญหาขึ้น จะเห็นว่าคนขับรถยนต์ส่วนมากไม่ปฏิบัติตามป้ายสัญญาณที่มีอยู่ของสถาบันฯ ทำให้การจราจรเกิดไปอย่างล่าช้าและอาจจะเกิดอุบัติเหตุขึ้นได้เมื่อมีรถยนต์วิ่งสวนกัน ดังแสดงในรูปที่ 4.13 ถึง 4.15



เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์และเป็นการสงวนเนื้อหาอันควรสงวนรักษาไว้

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.13, 4.14 การจราจรไม่คล่องตัวเมื่อมีรถจอดรถยนต์ก็กดขวางและจอดในที่ห้ามจอด



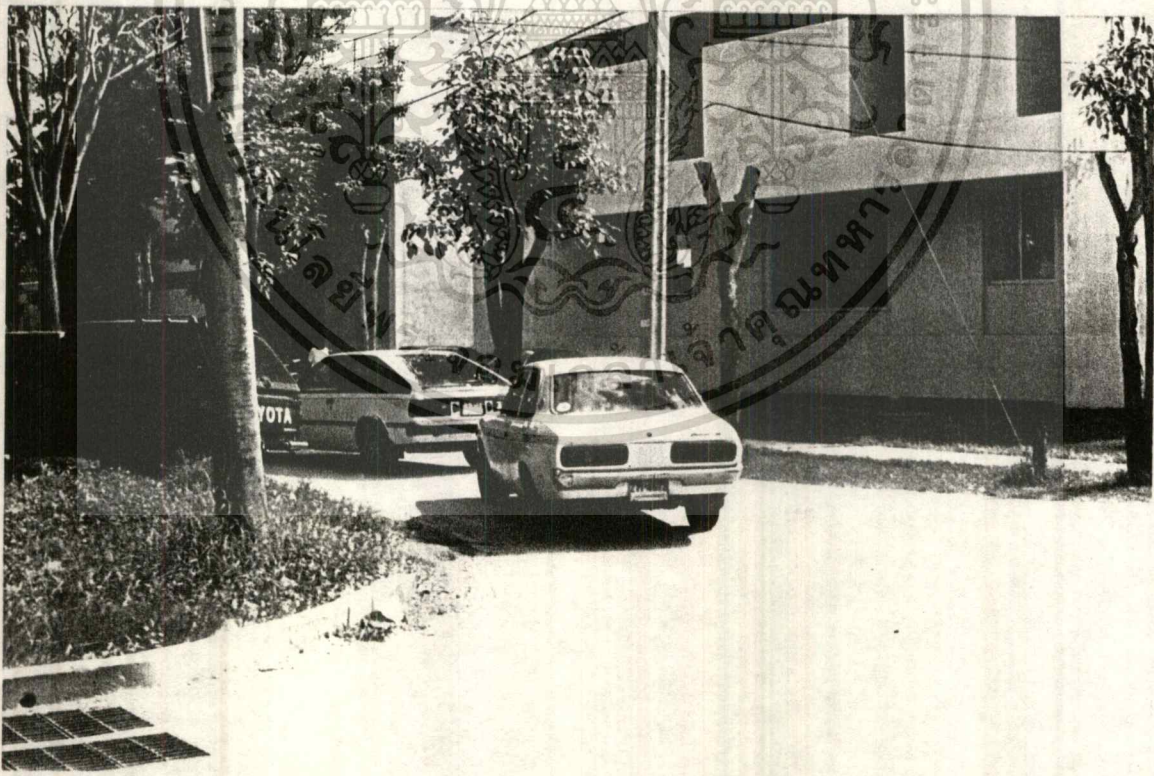
รูปที่ 4.15 การจราจรไม่คล่องตัวเมื่อมีรถยนต์จอดกีดขวางและจอดรถยนต์ในที่ห้ามจอด

ส่วนทางเท้าที่ใช้ในการสัญจรคือ ถนนดังรูปที่ 14.16 เนื่องจากข้างถนนของสถาบันฯไม่ได้ทำทางเท้าในการสัญจร เพราะในอดีตจำนวนคนและยานพาหนะมีจำนวนมาก และจากการสอบถามข้อมูลจากกองอาคารสถานที่ไม่พบบันทึกอุบัติเหตุของผู้ใช้ถนนใด ๆ ตามจุดต่าง ๆ ของสถาบันฯ และเนื่องจากความเร็วในการเคลื่อนตัวของยานพาหนะประมาณ 20-25 กม./ชม. ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ความเร็วที่สามารถหลบหลีกหรือระวังได้ทัน แต่ก็ยังไม่ปลอดภัยสำหรับคนเดินเท้า ส่วนการเคลื่อนไหวที่ทางแยกนั้น จะมีความยากลำบากตรงแยกหน้า Shop ภาควิชาเทคโนโลยีการก่อสร้าง ถ้ามีรถยนต์ที่จะรอเลี้ยวจากหน้า Shop ภาควิชาเทคโนโลยีการก่อสร้างสู่ประตูทางออก ในขณะเดียวกันที่รถยนต์ที่มาจากประตูทางออกเข้าสู่ถนนหน้า Shop ภาควิชาเทคโนโลยีการก่อสร้าง เพราะว่างถนนเส้นหน้า Shop ภาควิชาเทคโนโลยีการก่อสร้าง และหน้าภาคเทคโนโลยีการก่อสร้าง (ทส.) มีความกว้างเพียง 5 เมตร และถ้าประกอบกับมีรถยนต์ที่รอเลี้ยวเป็นจำนวนมาก ก็จะทำให้รถยนต์ที่จะไปที่เส้นทางอื่นต้องติดรอเป็นแถวยาว ส่วนแยกหน้าภาคเทคโนโลยีการก่อสร้าง ก็เกิดปัญหาลักษณะเดียวกัน เนื่องจากถนนหน้าภาคเทคโนโลยีการก่อสร้างกว้างเพียง 5 เมตร ดังรูปที่ 14.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.16 แสดงการให้ถนนในการสัญจร



รูปที่ 4.17 การเคลื่อนไหวที่ทางแยกหน้าภาคเทคโนโลยีการก่อสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ถ้าเป็นรถใหญ่จะเกิดปัญหานี้ทุกแยก เนื่องจากความกว้างของทางแยกไม่อำนวยต่อการเคลื่อนตัวของรถใหญ่ และจุดที่คาดว่าจะเกิดอุบัติเหตุได้ง่ายที่สุดคือบริเวณทางเลี้ยวหน้าตัด 6 ชั้น เพราะถ้ามีรถมาจอดตรงที่ห้ามจอดคือ หัวมุมจะบังรถยนต์ที่วิ่งสวนมากทำให้ผู้ที่กำลังขับเข้ามาฝั่งตรงข้ามไม่เห็น ดังรูป 4.18



รูปที่ 4.18 การเคลื่อนไหวที่หัวเลี้ยวหน้าตัด 6 ชั้น

#### 4. วิเคราะห์ปัญหาที่จอดรถ

จากการสำรวจโดยการจุดนับที่กจำนวนรถที่จอดในสถาบันฯ ของแต่ละวัน เมื่อเปรียบเทียบกับที่จอดรถยนต์ที่มีอยู่ จะเห็นได้ว่าจำนวนที่จอดรถยนต์มีมากกว่าจำนวนรถยนต์ แต่เนื่องจากที่จอดรถบางแห่งอยู่ไกลจากอาคารเรียนจึงทำให้การใช้พื้นที่จอดรถเหล่านั้นไม่เกิดประโยชน์สูงสุด จากสาเหตุนี้ทำให้เกิดการจอดรถยนต์บนเส้นทางและจอดรถยนต์ในที่ห้ามจอดขึ้น และจะนำมาซึ่งความไม่คล่องตัวของการจราจรและอุบัติเหตุต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.19 การเคลื่อนตัวช้ามากเมื่อมีการจอดรถบนเส้นทาง



รูปที่ 4.20 การจอดรถบนเส้นทาง ทำให้เสียเนื้อที่ในการสัญจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ต่อแหล่งอื่นและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิเคราะห์

ความหนาของผิวทางในปัจจุบัน คือ ผิวทางลาดยางและผิวทางคอนกรีตผลจากการวิเคราะห์ แสดงให้เห็นว่าความหนาของผิวทางลาดยางไม่เพียงพอต่อความหนาที่ใช้ใช้งาน แต่ความหนาของชั้นรองพื้นทางมีมากกว่าความหนาใช้งาน ดังนั้นผลของการชำรุดตัวด้วยสาเหตุดังกล่าวนี้ยังไม่ปรากฏให้เห็นชัดเจนนัก เนื่องจากความหนาที่วัดได้กับความหนาใช้งานต่างกันไม่มาก นอกจากความหนาของผิวทางแล้วสาเหตุอื่นของการชำรุดของผิวทางที่ปรากฏให้เห็นอย่างชัดเจน คือ การชำรุดเนื่องจากการทรุดตัวของโครงสร้างทาง การก่อสร้างที่ไม่ได้มาตรฐานและน้ำท่วมผิวทาง

ส่วนผิวทางคอนกรีตจะเห็นว่าความหนาเดิมเพียงพอที่จะรับหน่วยแรงที่เกิดขึ้นได้ แต่การเสียหายของผิวทางก็ยังมีปรากฏขึ้นอย่างมาก ด้วยหลายสาเหตุ คือ

1. การเสียหายเนื่องจากส่วนผสมของคอนกรีตไม่ได้คุณภาพ
2. การทรุดตัวของดินคันทางและการบดอัดที่ไม่ดี
3. น้ำท่วมผิวทาง
4. การก่อสร้างไม่ได้มาตรฐาน ได้แก่ เรื่องของการเสริมเหล็กในถนน

ปัญหาที่เกิดขึ้นกับผิวทางทั้ง 2 ชนิดในสถาบันฯ สาเหตุหลัก ๆ แล้วไม่ได้เกิดจากความหนาของผิวทางไม่เพียงพอ แต่เกิดจากสาเหตุที่คล้ายกัน คือ การทรุดตัวของดินคันทาง การบดอัดที่ไม่ดี การก่อสร้างไม่มีมาตรฐาน และน้ำท่วมผิวทาง

นอกเหนือจากปัญหาที่เกิดกับผิวทางแล้ว ปัญหาน้ำท่วมยังเป็นสาเหตุสำคัญทำให้ผิวทางเสียหายและการสัญจรจะเป็นไปอย่างยากลำบาก เพราะระดับน้ำที่ท่วมสูงเกินระดับท้องรถยนต์

สำหรับเส้นทางการจราจรภายในสถาบันฯ นั้น เนื่องจากรถที่วิ่งภายในนั้นเป็นรถยนต์เล็กและรถมอเตอร์ไซด์เป็นส่วนใหญ่ (จำนวนรถขนาดใหญ่มีน้อย) ดังนั้นความกว้างที่มีอยู่ของถนนจึงเพียงพอต่อการสัญจรแบบ 2 ทางได้ จะมีปัญหาที่ตรงถนนหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการก่อสร้าง และถนนหน้าโรงปฏิบัติการของภาควิชาเทคโนโลยีการก่อสร้าง เพราะความกว้างน้อยเกินกว่าที่รถยนต์จะวิ่งสวนทางกันได้ แต่ถ้ามีรถยนต์จอดบนเส้นทางจะทำให้การจราจรเป็นไปอย่างยากลำบาก และอาจจะเกิดอุบัติเหตุขึ้นได้ และสาเหตุของการจอดรถยนต์บนเส้นทางเกิดเนื่องจากที่จอดรถยนต์ใกล้อาคารเอกสำนี้เป็นอีกสำรับที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้เข้าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า เว้นไม่เพียงพอหรือไม่ได้ใช้พื้นที่ที่จอดรถที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด คือ ที่จอดรถบางแห่งมีรถจอดน้อยกว่าจำนวนที่สามารถรับได้

## บทที่ 6

### ข้อเสนอแนะทางปรับปรุงและแก้ไข

ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับผิวทางและเส้นทางภายในสถาบันฯ เกิดขึ้นจากหลายสาเหตุดังได้กล่าวมาแล้ว และเนื่องจากรู้สาเหตุต่าง ๆ ซึ่งเป็นที่มาของปัญหา ดังนั้นในบทนี้จะขอเสนอแนะทางปรับปรุงและแก้ไข โดยข้อเสนอดังกล่าวจะใช้แผนของกองอาคารสถานที่ (Master Plan) ที่ได้วางเอาไว้มาเป็นแนวทางประกอบด้วย

แผนที่กองอาคารสถานที่วางเอาไว้คือ

- จะยกระดับถนนสูงขึ้นอีกประมาณ 50 เซนติเมตร เพื่อยกตามระดับถนนคลองกรุงฯ และเพื่อป้องกันปัญหาน้ำท่วม
- จะตัดถนนเส้นที่มาจากประตูเข้าทางด้านหน้าของคณะและถนนข้างสนามฟุตบอลสภาปัตยกรรมฯ ไปจนถึงตึก 12 ชั้นและตัดถนนเชื่อมทั้ง 3 เส้นดังรูป 6.1
- ผิวถนนที่จะสร้างเป็นผิวถนนคอนกรีต

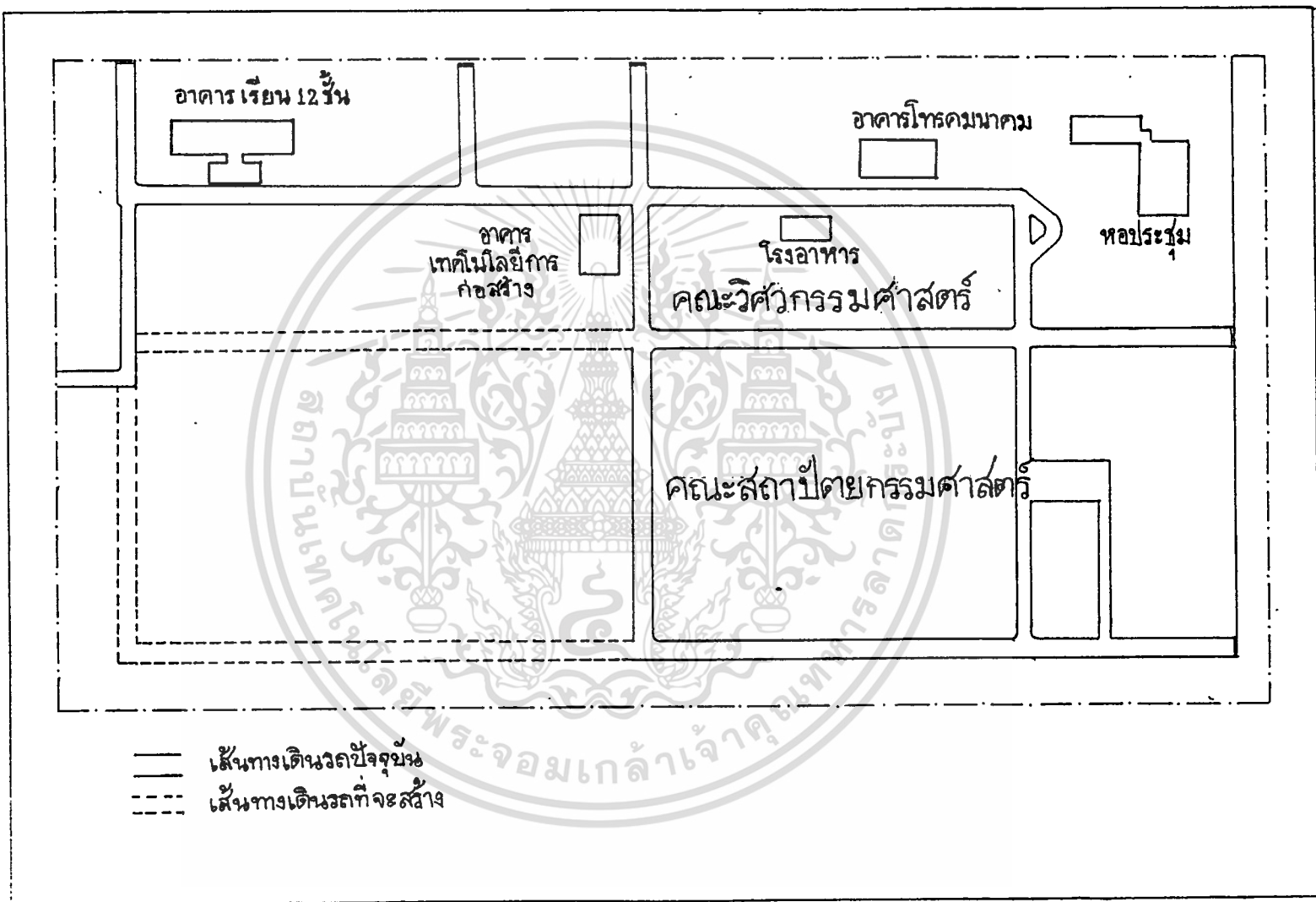
ข้อเสนอแนะ แนวทางปรับปรุงแก้ไขจะมีด้วยกัน 6 เรื่องคือ

1. ผิวถนน และความสูงของถนนใหม่
2. ความกว้างของเส้นทางเดินรถยนต์
3. ทิศทางการจราจร
4. ระบบป้ายสัญญาณจราจร
5. ทางเดินเท้า
6. ที่จอดรถยนต์

ส่วนระบบการระบายน้ำ (Drainage System) นั้นมีผู้ได้ทำการศึกษ และได้ออกแบบไว้แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 8.1 แสดงผังเส้นทางเดินรถของสถานีขอนแก่น



## 1. ผิวถนนและความสูงของถนนใหม่

ผิวถนนจะเสนอทั้งผิวทางลาดขวางและผิวทางคอนกรีต ที่มีอายุการใช้งาน 20 ปี

### 1.1 ผิวถนนลาดขวาง

นำข้อมูลต่าง ๆ ที่เก็บรวบรวมมา ดังกล่าวในบทที่ 3 มาออกแบบโครงสร้างถนนใช้งาน การคำนวณ

$$\text{จำนวนรถบรรทุก} = 30 \text{ คัน/วัน/ช่องจราจร}$$

$$\text{น้ำหนักเพลามาตรฐาน} = 18,000 \text{ ปอนด์}$$

$$\begin{aligned} \text{น้ำหนักเพลารถบรรทุกเฉลี่ย} &= 8,500 * 2.2 * 1.4 \\ &= 26,180 \text{ ปอนด์} \end{aligned}$$

$$\text{จากรูปที่ 2.4 ได้ ITN} = 9.5$$

$$\text{อายุการใช้งาน 20 ปี อัตราการเจริญเติบโต} = 8 \%$$

จากตารางที่ 2.3 Initial Traffic Number Adjustment Factors จะได้ Adjustment Factors = 2.29

$$\begin{aligned} \text{DTN} &= \text{ITN} * \text{Adjustment Factors} \\ &= 9.5 * 2.29 = 21.76 \end{aligned}$$

$$\text{ใช้เปอร์เซ็นต์ CBR ของดินชั้นทาง(ดินลูกรัง)} = 8 \%$$

จากรูปที่ 2.6 Design Curve จะได้  $T_a = 6.25$  นิ้ว (เป็นความหนาของผิวทางลาดขวางด้าน ๆ ไม่มีวัสดุรองพื้นทาง) ดังนั้นความหนาของผิวทางและรองพื้นทางเมื่อใช้วัสดุต่าง ๆ ทำพื้นทางมีดังนี้

ก. ความหนาของผิวทาง<sup>ข</sup>พื้นทาง และรอง<sup>ข</sup>พื้นทาง เมื่อวัสดุ<sup>ข</sup>พื้นทางใช้ Hot Mix-Sand Asphalt หรือ Emulsified Asphalt Base

DTN = 21.76 วัสดุ<sup>ข</sup>พื้นทางใช้ Hot Mix-Sand Asphalt และ Emulsified Asphalt Base จากตารางที่ 2.1 ความหนา<sup>ข</sup>ขั้นต่ำของผิวทางแอสฟัลท์เท่ากับ 3 นิ้ว (7.6 ซม.)

และ Thickness Factor ของพื้นทาง = 1.3 และ 1.4 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

จะได้<sup>ข</sup>พื้นทาง Hot Mix-Sand Asphalt หนา = 1.3(6.25-3)

ไม่ว่าการันใหญ่ หักลบ อีกหนึ่ง หักลบให้เหลือบัสลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเงื่อนไขอีกเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= 4.23 \text{ นิ้ว}$$

ดังนั้นใช้พื้นที่ทาง Hot Mix Sand Asphalt หน้า 4.3 นิ้ว (10.92 ซม.)

$$\begin{aligned} \text{จะได้พื้นที่ทาง Emulsified Asphalt Base หน้า} &= 1.4(6.25-3) \\ &= 4.55 \text{ นิ้ว} \end{aligned}$$

ดังนั้นใช้พื้นที่ทาง Emulsified Asphalt Base หน้า 4.6 นิ้ว (11.7 ซม.)

## 1.2 ผิวถนนคอนกรีต

นำข้อมูลต่าง ๆ ที่เก็บรวบรวมมาในบทที่ 3 มาออกแบบโครงสร้างถนนใช้งาน

### การคำนวณ

$$\text{กำหนดอายุการใช้งาน} = 20 \text{ ปี}$$

$$\text{อัตราการเจริญเติบโต (i)} = 8 \%$$

$$\text{จากสูตร Projection Factor (20 ปี)} = (1+i)^{20}$$

$$\text{จะได้ Projection Factor} = 4.66$$

$$\text{ปริมาณรถบรรทุกใน 20 ปีข้างหน้า} = 30 * 4.66 = 139.8 \text{ คัน/วัน/ช่องจราจร}$$

$$\text{ปริมาณการบดทับใน 20 ปี} = \text{ปริมาณรถบรรทุกต่อ } 100 \text{ คัน} * \text{จำนวนวันทั้งหมด}$$

$$= 139.8 * 365 * 20 / 100$$

$$= 10,205.4 \text{ เท้า}$$

$$\text{กำหนดให้ใช้โมดูลัสแตกหักของคอนกรีต MR} = 650 \text{ ปอนด์/ตร.นิ้ว}$$

$$\text{ใช้ค่า K} = 150 \text{ ปอนด์/ลบ.นิ้ว}$$

$$\text{สมมติให้ความหนาของแผ่นคอนกรีต} = 6.5 \text{ นิ้ว (16.5 ซม.)}$$

$$\text{น้ำหนักเพลลาเฉลี่ยของรถบรรทุก} = 8,500 * 2.2 = 18,700 \text{ ปอนด์}$$

$$\text{เพื่อแรงกระแทก 20 \%} = 18,700 * 1.2 = 22,440 \text{ ปอนด์}$$

จาก PCA Design Chart สำหรับเพลลาเดี่ยวจะได้ค่าความเค้นที่เกิดขึ้น

$$= 375 \text{ ปอนด์/ตร.นิ้ว}$$

$$\text{อัตราส่วนความเค้น} = \frac{\text{ความเค้นที่เกิดขึ้นในแผ่นคอนกรีต}}$$

โมดูลัสแตกหักของคอนกรีต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิอนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 2.5 ค่าอัตราส่วนความเค้น = 0.58 จะได้จำนวนเท้าของการบดทับที่ยอมให้

$$= 57,000 \text{ เท้า}$$

(แสดงว่าความหนาของแผ่นคอนกรีตเพียงพอ)

$$\begin{aligned} \text{เปอร์เซ็นต์ใช้งาน} &= \frac{\text{ปริมาณการบดทับใน 20 ปี} * 100}{\text{จำนวนเท้าวของการบดทับที่ยอมให้}} \\ &= \frac{10,205.4 * 100}{57,000} \end{aligned}$$

$$= 17.9 \%$$

แสดงว่าเมื่อใช้ความหนาของถนนคอนกรีตเท่ากับ 6.5 นิ้ว เมื่อใช้งานไปได้ 20 ปี  
เปอร์เซ็นต์การล้า (Fatigue) เท่ากับ 17.9 เปอร์เซ็นต์

การเสริมเหล็กในแผ่นคอนกรีต

โดยใช้ขนาดของแผ่นคอนกรีตเท่ากับ 3\*5 เมตร หนา 6.5 นิ้ว

เหล็กเสริมกันการแตกร้าว

สามารถคำนวณได้จากสูตร  $A_s = \frac{WLF}{2f_s}$

$A_s$  = พื้นที่หน้าตัดของเหล็ก (ตร.ซม./ม.)

W = น้ำหนักของแผ่นคอนกรีต (กก./ตร.ม.)

L = ความกว้างหรือยาวของแผ่นคอนกรีต (ม.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$f =$  สัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างแผ่นคอนกรีตกับผิวดิน = 1.5

$f_u =$  ค่าแรงที่ข้อมให้ในของเหล็กเสริม (SD 24) = 1,200 กก./ตร.ซม.

ปริมาณเหล็กเสริมด้านสั้น (3 เมตร) = 0.74 ซม./ม.

ใช้เหล็ก  $\phi$  9 @ 0.30 เมตร ให้  $A_s = 2.12$  ซม./ม.

ปริมาณเหล็กเสริมด้านยาว (5 เมตร) = 1.24 ซม./ม.

ใช้เหล็ก  $\phi$  9 @ 0.30 เมตร ให้  $A_s = 2.12$  ซม./ม.

#### เหล็กเดือย (Dowel Bar)

เป็นเหล็กเสริมบริเวณรอยต่อตามขวาง (Transverse Joint) ที่ทำหน้าที่ถ่ายน้ำหนักจากล้อในระหว่างแผ่นคอนกรีตที่ติดกัน สามารถหาได้จากตารางของ ASSHTO

#### เหล็กยึด (Tie Bar)

เป็นเหล็กเสริมแนวรอยต่อตามยาว (Longitudinal Joint) ทำหน้าที่ยึดแผ่นคอนกรีตตรงรอยต่อมิให้หลุดแยกจากกัน สามารถหาได้จากตารางของ ASSHTO

เพราะฉะนั้นใช้เหล็กเดือย  $\phi$  25 @ 0.30 เมตร ความยาว 0.45 เมตร

เหล็กยึด  $\phi$  12 @ 1.00 เมตร ความยาว 0.64 เมตร

| ความหนาของแผ่นคอนกรีต<br>(มม.) | $\phi$<br>(มม.) | ความยาว<br>(มม.) | ระยะห่าง<br>(มม.) |
|--------------------------------|-----------------|------------------|-------------------|
| 150                            | 19              | 450              | 300               |
| 180                            | 25              | 450              | 300               |
| 200                            | 25              | 450              | 300               |
| > 230                          | 32              | 450              | 300               |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.1 ขนาด ความยาว และระยะห่างของ Dowel Bar (AASHTO)

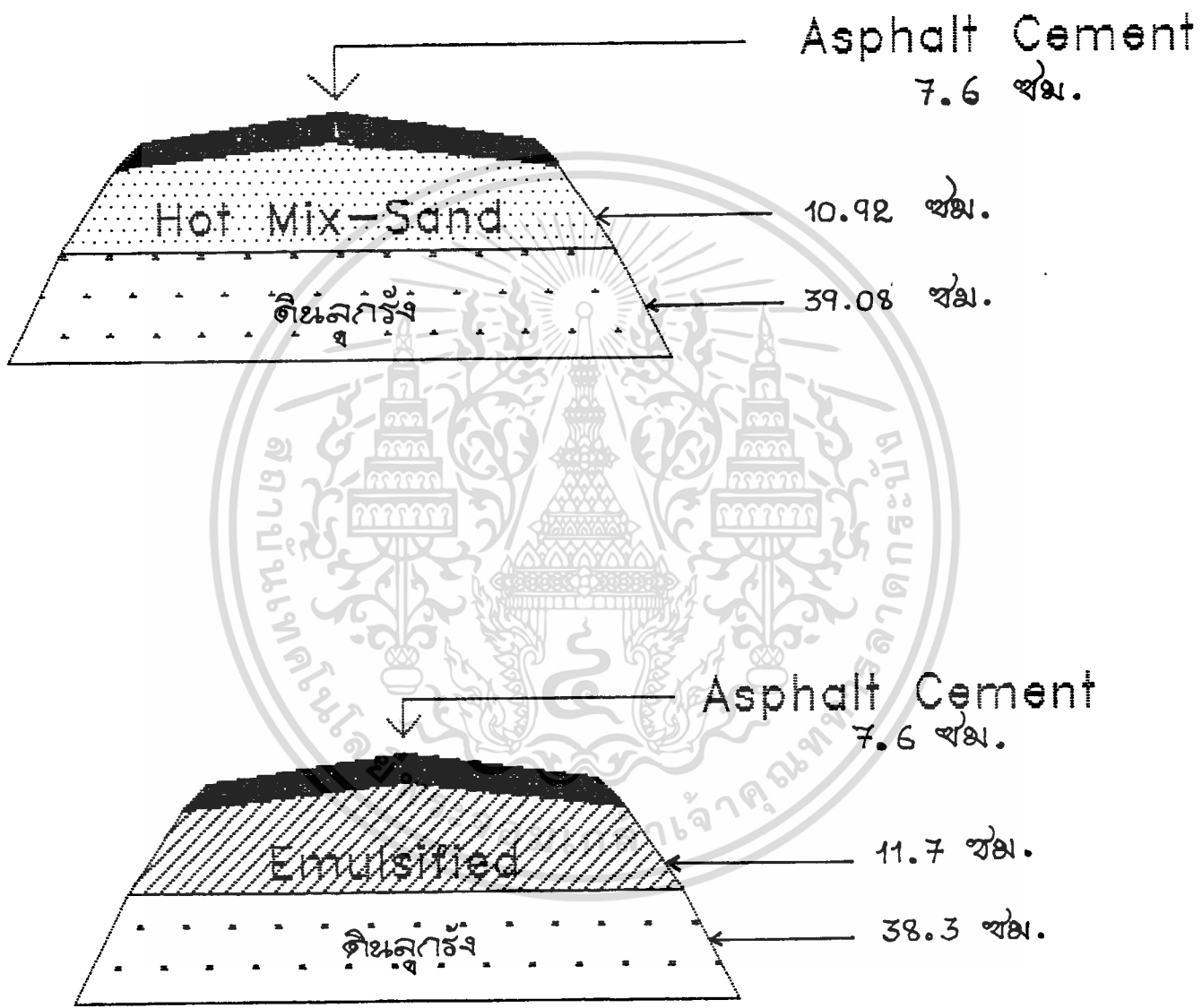
| ความหนาของแผ่นคอนกรีต<br>(มม.) | $\phi$<br>(มม.) | ความยาว<br>(มม.) | ระยะห่างสูงสุด<br>(มม.) |
|--------------------------------|-----------------|------------------|-------------------------|
| 150                            | 12              | 640              | 1200                    |
| 200                            | 12              | 640              | 1000                    |
| 250                            | 12              | 640              | 800                     |

### ตารางที่ 6.2 ขนาด ความยาว และระยะห่างของ Tie Bar (AASHTO)

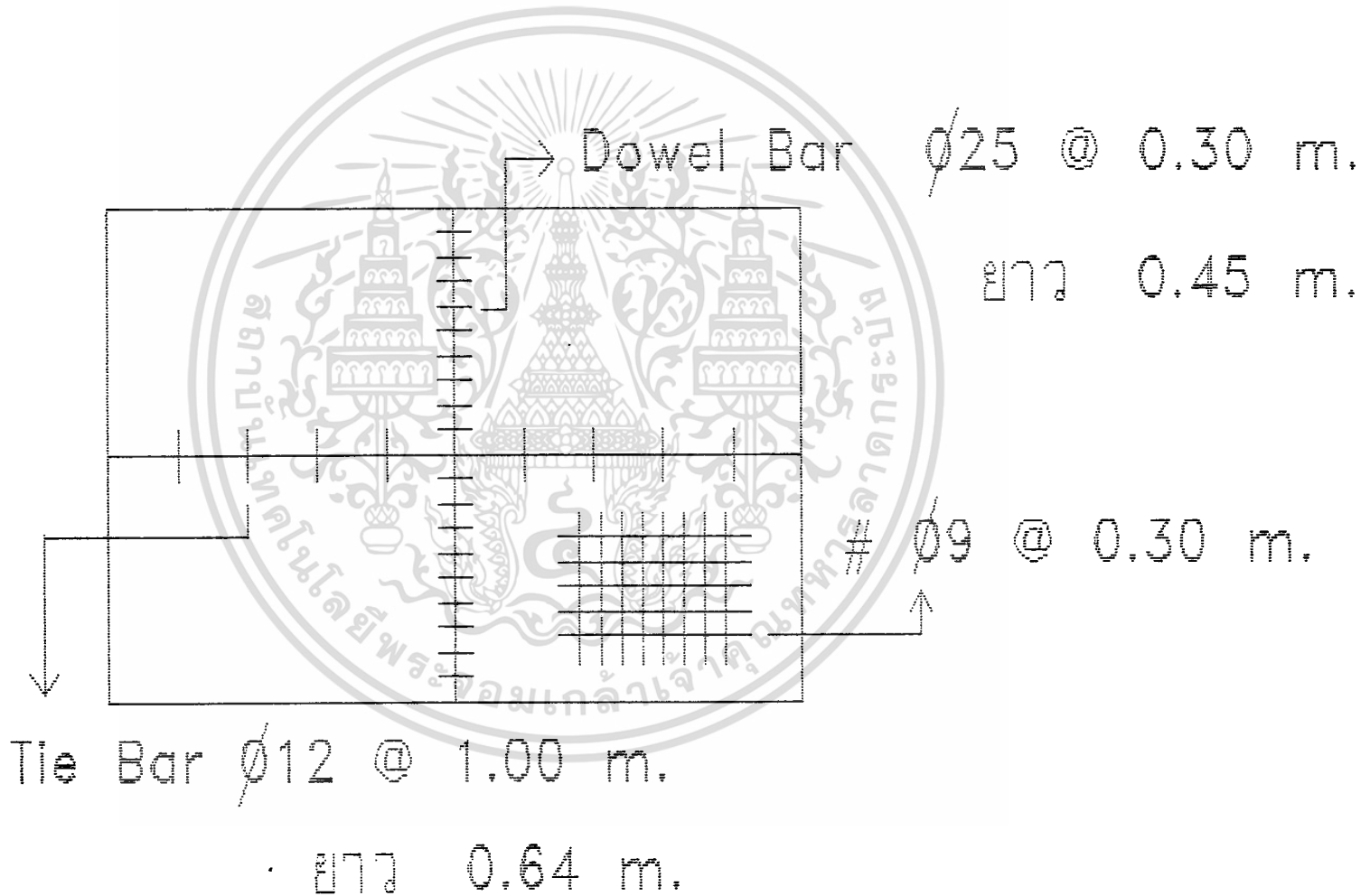
1.3 ความสูงของถนน สกกระดับขั้ตามแผนของกองอาคารสถานที่ (Master Plan) เท่ากับ 50 เซนติเมตร เพราะฉะนั้นระดับผิวหน้าของดินถนนจะอยู่ที่ระดับ (Elevation) เท่ากับ 2.00 เมตร เพราะระดับถนนเฉลี่ยภายในสถาบันฯ อยู่ที่ระดับ 1.5 เมตร จากความหนาของผิวถนนทั้งคอนกรีตและลาดยางที่คำนวณจากข้อมูล และจากความสูงของถนนใหม่เมื่อดินถมใช้ดินลูกรัง จะได้หน้าตัดของโครงสร้างถนนดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

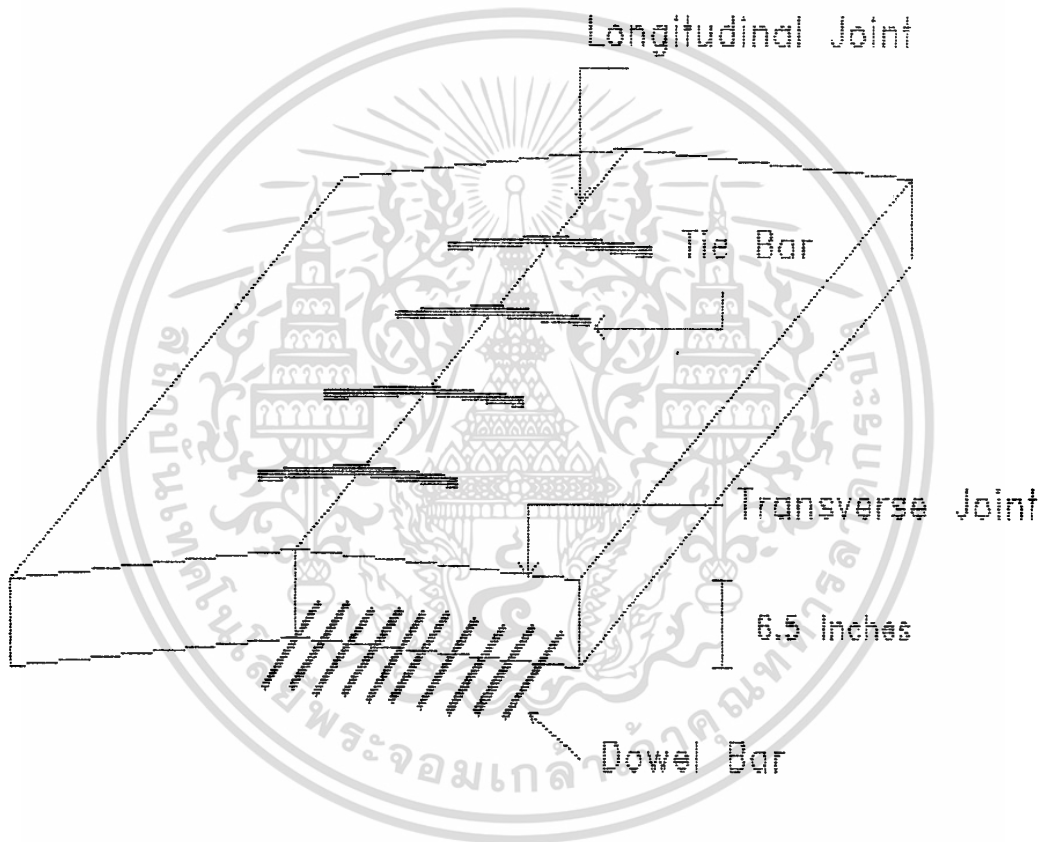
รูปที่ 6.2 แสดงโครงสร้างพื้นลาดทางแบบต่าง ๆ



ขนาดแผ่นคอนกรีต 3\*5 เมตร ทน 6.5 นิ้ว



ขนาดของแผ่นคอนกรีต 3\*5 เมตร



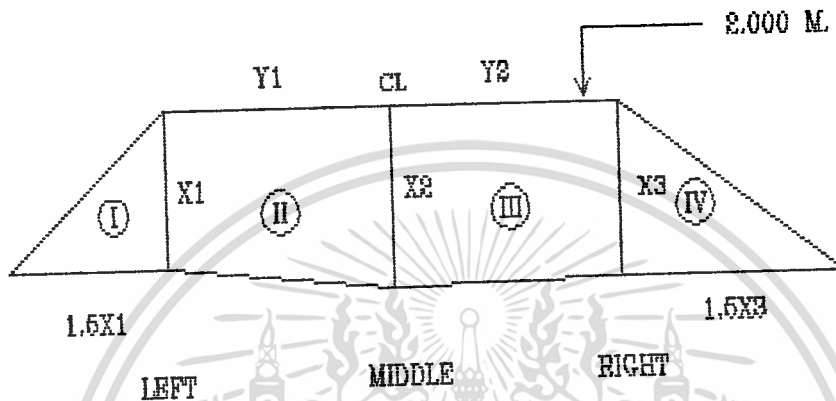
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 6.3 ข. แสดงโครงสร้างและการเสริมเหล็กของถนนคอนกรีต

จากระดับถนนเก่าที่กล่าวมาแล้วในบทที่ 3 และจากระดับดินถมใหม่ จะได้ปริมาตรดินถมหรือ  
วัสดุรองพื้นทาง โดยใช้โปรแกรมโลตัสคำนวณ ดังนี้

วิธีการคำนวณปริมาตรดินถม

จากระดับน้ำท่วมสูงสุด = 1.997 เมตร เราจะใช้ 2.00 เมตร เป็นระดับดินถมถนน  
ใหม่จากระดับที่จุดต่าง ๆ ของถนน เราจะได้ Section ดังนี้



โดยที่  $X_1$  = ผลต่างของระดับดินถมใหม่กับระดับที่จุดซ้าย (เมตร)

$X_2$  = ผลต่างของระดับดินถมใหม่กับระดับที่จุดกึ่งกลาง (เมตร)

$X_3$  = ผลต่างของระดับดินถมใหม่กับระดับที่จุดขวา (เมตร)

$Y_1 = Y_2$  = ระยะกึ่งกลางถนน (เมตร)

$$\text{พื้นที่ I} = 0.5 * 1.5X_1 * X_1 \quad \text{ตร.ม.}$$

$$\text{พื้นที่ II} = 0.5 * (X_1 + X_2) * Y_1 \quad \text{ตร.ม.}$$

$$\text{พื้นที่ III} = 0.5 * (X_2 + X_3) * Y_2 \quad \text{ตร.ม.}$$

$$\text{พื้นที่ IV} = 0.5 * 1.5X_3 * X_3 \quad \text{ตร.ม.}$$

$$\text{รวมพื้นที่ของแต่ละหน้าตัด} = 0.5 * [ (X_1 + 2X_2 + X_3) Y_1 + 1.5(X_1^2 + X_3^2) ]$$

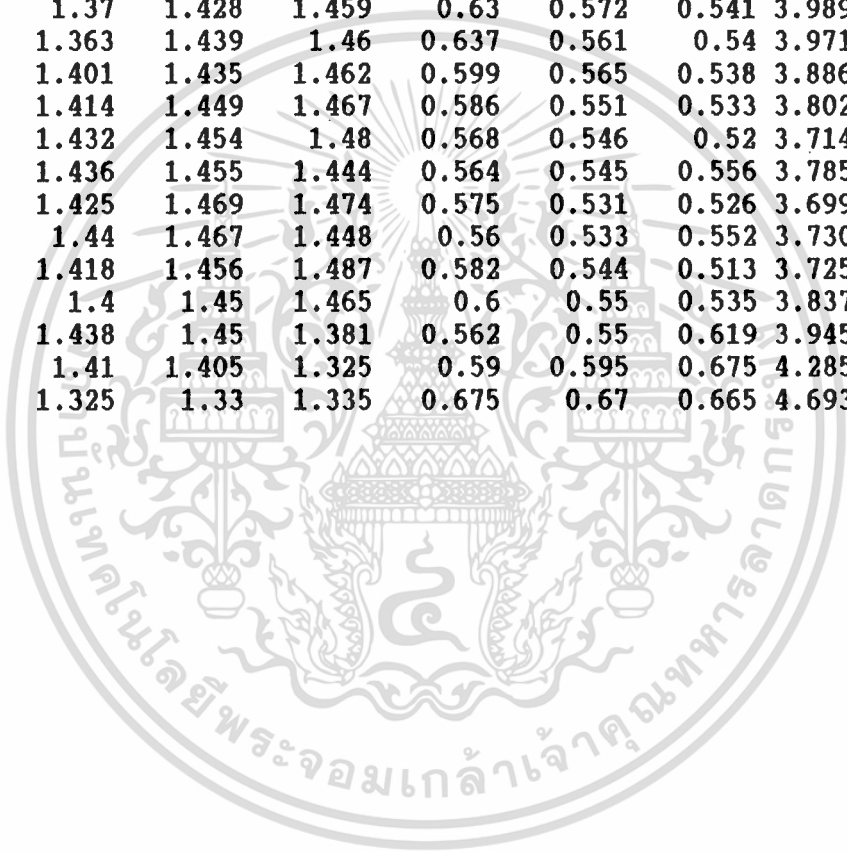
สูตรของ Simpson

ปริมาตร = ระยะห่างระหว่างหน้าตัด \* ( พื้นที่หน้าตัดรูปแรก + พื้นที่หน้าตัดรูปสุดท้าย  
+ 2 เท่าของผลรวมพื้นที่หน้าตัดรูปคี่ + 4 เท่าของผลรวมของพื้นที่หน้าตัดรูปคู่ )

| DISTANCE | DATA OF ROAD 1<br>ELEVATION |        |       | WATER = 2 METER<br>Y1=Y2 = 2.5 METER |       |       | AREA    | VOLUME  |
|----------|-----------------------------|--------|-------|--------------------------------------|-------|-------|---------|---------|
|          | LEFT                        | MIDDLE | RIGHT | X1                                   | X2    | X3    |         |         |
| 0        | 1.25                        | 1.256  | 1.254 | 0.75                                 | 0.744 | 0.746 | 4.56926 | 594.772 |
| 5        | 1.219                       | 1.201  | 1.186 | 0.781                                | 0.799 | 0.814 | 4.94566 |         |
| 10       | 1.203                       | 1.203  | 1.196 | 0.797                                | 0.797 | 0.804 | 4.95496 |         |
| 15       | 1.271                       | 1.263  | 1.253 | 0.729                                | 0.737 | 0.747 | 4.50458 |         |
| 20       | 1.333                       | 1.318  | 1.301 | 0.667                                | 0.682 | 0.699 | 4.11261 |         |
| 25       | 1.393                       | 1.367  | 1.313 | 0.607                                | 0.633 | 0.687 | 3.83031 |         |
| 30       | 1.396                       | 1.399  | 1.316 | 0.604                                | 0.601 | 0.684 | 3.73700 |         |
| 35       | 1.338                       | 1.358  | 1.282 | 0.662                                | 0.642 | 0.718 | 4.04532 |         |
| 40       | 1.404                       | 1.387  | 1.349 | 0.596                                | 0.613 | 0.651 | 3.67551 |         |
| 45       | 1.369                       | 1.382  | 1.335 | 0.631                                | 0.618 | 0.665 | 3.79528 |         |
| 50       | 1.386                       | 1.391  | 1.329 | 0.614                                | 0.609 | 0.671 | 3.74917 |         |
| 55       | 1.386                       | 1.398  | 1.344 | 0.614                                | 0.602 | 0.656 | 3.69799 |         |
| 60       | 1.387                       | 1.389  | 1.342 | 0.613                                | 0.611 | 0.658 | 3.72279 |         |
| 65       | 1.379                       | 1.395  | 1.345 | 0.621                                | 0.605 | 0.655 | 3.71849 |         |
| 70       | 1.358                       | 1.365  | 1.337 | 0.642                                | 0.635 | 0.663 | 3.85754 |         |
| 75       | 1.364                       | 1.364  | 1.333 | 0.636                                | 0.636 | 0.667 | 3.85578 |         |
| 80       | 1.424                       | 1.399  | 1.352 | 0.576                                | 0.601 | 0.648 | 3.59626 |         |
| 85       | 1.463                       | 1.448  | 1.405 | 0.537                                | 0.552 | 0.595 | 3.27679 |         |
| 90       | 1.477                       | 1.508  | 1.512 | 0.523                                | 0.492 | 0.488 | 2.87750 |         |
| 95       | 1.488                       | 1.533  | 1.515 | 0.512                                | 0.467 | 0.485 | 2.78677 |         |
| 100      | 1.537                       | 1.544  | 1.54  | 0.463                                | 0.456 | 0.46  | 2.61322 |         |
| 105      | 1.458                       | 1.535  | 1.55  | 0.542                                | 0.465 | 0.45  | 2.77469 |         |
| 110      | 1.453                       | 1.51   | 1.532 | 0.547                                | 0.49  | 0.468 | 2.88242 |         |
| 115      | 1.436                       | 1.475  | 1.415 | 0.564                                | 0.525 | 0.585 | 3.24399 |         |
| 120      | 1.39                        | 1.437  | 1.464 | 0.61                                 | 0.563 | 0.536 | 3.33454 |         |
| 125      | 1.39                        | 1.434  | 1.453 | 0.61                                 | 0.566 | 0.547 | 3.36473 |         |
| 130      | 1.403                       | 1.432  | 1.458 | 0.597                                | 0.568 | 0.542 | 3.33137 |         |
| 135      | 1.426                       | 1.451  | 1.476 | 0.574                                | 0.549 | 0.524 | 3.19803 |         |
| 140      | 1.451                       | 1.496  | 1.505 | 0.549                                | 0.504 | 0.495 | 2.97481 |         |
| 145      | 1.465                       | 1.524  | 1.524 | 0.535                                | 0.476 | 0.476 | 2.83835 |         |
| 150      | 1.481                       | 1.561  | 1.512 | 0.519                                | 0.439 | 0.488 | 2.73687 |         |
| 155      | 1.463                       | 1.523  | 1.516 | 0.537                                | 0.477 | 0.484 | 2.86071 |         |
| 160      | 1.498                       | 1.554  | 1.525 | 0.502                                | 0.446 | 0.475 | 2.69447 |         |
| 165      | 1.518                       | 1.506  | 1.484 | 0.482                                | 0.494 | 0.516 | 2.85643 |         |
| 170      | 1.513                       | 1.564  | 1.492 | 0.487                                | 0.436 | 0.508 | 2.70517 |         |
| 175      | 1.46                        | 1.518  | 1.515 | 0.54                                 | 0.482 | 0.485 | 2.88136 |         |
| 180      | 1.399                       | 1.444  | 1.453 | 0.601                                | 0.556 | 0.547 | 3.32030 |         |
| 185      | 1.348                       | 1.335  | 1.374 | 0.652                                | 0.665 | 0.626 | 3.87273 |         |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| DISTANCE | DATA OF ROAD 2<br>ELEVATION |        |       | WATER = 2 METER<br>Y1=Y2 = 3 METER |       |       | AREA    | VOLUME  |
|----------|-----------------------------|--------|-------|------------------------------------|-------|-------|---------|---------|
|          | LEFT                        | MIDDLE | RIGHT | X1                                 | X2    | X3    |         |         |
| 0        | 1.241                       | 1.344  | 1.335 | 0.759                              | 0.656 | 0.665 | 4.86772 | 407.393 |
| 5        | 1.203                       | 1.35   | 1.336 | 0.797                              | 0.65  | 0.664 | 4.94857 |         |
| 10       | 1.173                       | 1.393  | 1.403 | 0.827                              | 0.607 | 0.597 | 4.73725 |         |
| 15       | 1.233                       | 1.398  | 1.429 | 0.767                              | 0.602 | 0.571 | 4.49874 |         |
| 20       | 1.299                       | 1.433  | 1.488 | 0.701                              | 0.567 | 0.512 | 4.08565 |         |
| 25       | 1.34                        | 1.438  | 1.484 | 0.66                               | 0.562 | 0.516 | 3.97639 |         |
| 30       | 1.378                       | 1.435  | 1.477 | 0.622                              | 0.565 | 0.523 | 3.90780 |         |
| 35       | 1.348                       | 1.426  | 1.465 | 0.652                              | 0.574 | 0.535 | 4.03599 |         |
| 40       | 1.37                        | 1.428  | 1.459 | 0.63                               | 0.572 | 0.541 | 3.98968 |         |
| 45       | 1.363                       | 1.439  | 1.46  | 0.637                              | 0.561 | 0.54  | 3.97152 |         |
| 50       | 1.401                       | 1.435  | 1.462 | 0.599                              | 0.565 | 0.538 | 3.88668 |         |
| 55       | 1.414                       | 1.449  | 1.467 | 0.586                              | 0.551 | 0.533 | 3.80211 |         |
| 60       | 1.432                       | 1.454  | 1.48  | 0.568                              | 0.546 | 0.52  | 3.71476 |         |
| 65       | 1.436                       | 1.455  | 1.444 | 0.564                              | 0.545 | 0.556 | 3.78542 |         |
| 70       | 1.425                       | 1.469  | 1.474 | 0.575                              | 0.531 | 0.526 | 3.69997 |         |
| 75       | 1.44                        | 1.467  | 1.448 | 0.56                               | 0.533 | 0.552 | 3.73072 |         |
| 80       | 1.418                       | 1.456  | 1.487 | 0.582                              | 0.544 | 0.513 | 3.72591 |         |
| 85       | 1.4                         | 1.45   | 1.465 | 0.6                                | 0.55  | 0.535 | 3.83716 |         |
| 90       | 1.438                       | 1.45   | 1.381 | 0.562                              | 0.55  | 0.619 | 3.94575 |         |
| 95       | 1.41                        | 1.405  | 1.325 | 0.59                               | 0.595 | 0.675 | 4.28529 |         |
| 100      | 1.325                       | 1.33   | 1.335 | 0.675                              | 0.67  | 0.665 | 4.69338 |         |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



| DISTANCE | DATA OF ROAD 4<br>ELEVATION |        |       | WATER = 2 METER<br>Y1=Y2 = 3 METER |       |       | AREA    | VOLUME  |
|----------|-----------------------------|--------|-------|------------------------------------|-------|-------|---------|---------|
|          | LEFT                        | MIDDLE | RIGHT | X1                                 | X2    | X3    |         |         |
| 0        | 1.096                       | 1.095  | 1.08  | 0.904                              | 0.905 | 0.92  | 6.69871 | 1505.98 |
| 5        | 1.115                       | 1.136  | 1.123 | 0.885                              | 0.864 | 0.877 | 6.39926 |         |
| 10       | 1.188                       | 1.222  | 1.188 | 0.812                              | 0.778 | 0.812 | 5.75901 |         |
| 15       | 1.255                       | 1.267  | 1.232 | 0.745                              | 0.733 | 0.768 | 5.32713 |         |
| 20       | 1.326                       | 1.322  | 1.289 | 0.674                              | 0.678 | 0.711 | 4.83134 |         |
| 25       | 1.324                       | 1.321  | 1.241 | 0.676                              | 0.679 | 0.759 | 4.96429 |         |
| 30       | 1.351                       | 1.36   | 1.305 | 0.649                              | 0.64  | 0.695 | 4.61416 |         |
| 35       | 1.341                       | 1.332  | 1.31  | 0.659                              | 0.668 | 0.69  | 4.71028 |         |
| 40       | 1.332                       | 1.319  | 1.29  | 0.668                              | 0.681 | 0.71  | 4.82274 |         |
| 45       | 1.301                       | 1.293  | 1.26  | 0.699                              | 0.707 | 0.74  | 5.05665 |         |
| 50       | 1.241                       | 1.273  | 1.243 | 0.759                              | 0.727 | 0.757 | 5.31684 |         |
| 55       | 1.186                       | 1.235  | 1.244 | 0.814                              | 0.765 | 0.756 | 5.57559 |         |
| 60       | 1.211                       | 1.232  | 1.219 | 0.789                              | 0.768 | 0.781 | 5.58336 |         |
| 65       | 1.194                       | 1.237  | 1.223 | 0.806                              | 0.763 | 0.777 | 5.60352 |         |
| 70       | 1.189                       | 1.222  | 1.217 | 0.811                              | 0.778 | 0.783 | 5.67810 |         |
| 75       | 1.187                       | 1.215  | 1.193 | 0.813                              | 0.785 | 0.807 | 5.76916 |         |
| 80       | 1.176                       | 1.212  | 1.205 | 0.824                              | 0.788 | 0.795 | 5.77575 |         |
| 85       | 1.188                       | 1.23   | 1.216 | 0.812                              | 0.77  | 0.784 | 5.6595  |         |
| 90       | 1.183                       | 1.225  | 1.207 | 0.817                              | 0.775 | 0.793 | 5.71225 |         |
| 95       | 1.2                         | 1.219  | 1.207 | 0.8                                | 0.781 | 0.793 | 5.68413 |         |
| 100      | 1.189                       | 1.204  | 1.194 | 0.811                              | 0.796 | 0.806 | 5.79401 |         |
| 105      | 1.187                       | 1.205  | 1.188 | 0.813                              | 0.795 | 0.812 | 5.81273 |         |
| 110      | 1.222                       | 1.227  | 1.207 | 0.778                              | 0.773 | 0.793 | 5.60109 |         |
| 115      | 1.221                       | 1.247  | 1.225 | 0.779                              | 0.753 | 0.775 | 5.49559 |         |
| 120      | 1.235                       | 1.244  | 1.245 | 0.765                              | 0.756 | 0.755 | 5.41443 |         |
| 125      | 1.265                       | 1.254  | 1.233 | 0.735                              | 0.746 | 0.767 | 5.33738 |         |
| 130      | 1.289                       | 1.258  | 1.239 | 0.711                              | 0.742 | 0.761 | 5.24748 |         |
| 135      | 1.297                       | 1.261  | 1.215 | 0.703                              | 0.739 | 0.785 | 5.28182 |         |
| 140      | 1.307                       | 1.266  | 1.241 | 0.693                              | 0.734 | 0.759 | 5.17224 |         |
| 145      | 1.289                       | 1.26   | 1.248 | 0.711                              | 0.74  | 0.752 | 5.21776 |         |
| 150      | 1.288                       | 1.244  | 1.196 | 0.712                              | 0.756 | 0.804 | 5.40702 |         |
| 155      | 1.239                       | 1.228  | 1.192 | 0.761                              | 0.772 | 0.808 | 5.59348 |         |
| 160      | 1.154                       | 1.182  | 1.17  | 0.846                              | 0.818 | 0.83  | 6.02146 |         |
| 165      | 1.075                       | 1.147  | 1.162 | 0.925                              | 0.853 | 0.838 | 6.37190 |         |
| 170      | 1.082                       | 1.154  | 1.174 | 0.918                              | 0.846 | 0.826 | 6.29775 |         |
| 175      | 1.104                       | 1.173  | 1.147 | 0.896                              | 0.827 | 0.853 | 6.25231 |         |
| 180      | 1.132                       | 1.204  | 1.202 | 0.868                              | 0.796 | 0.798 | 5.92967 |         |
| 185      | 1.188                       | 1.229  | 1.236 | 0.812                              | 0.771 | 0.764 | 5.60928 |         |
| 190      | 1.241                       | 1.256  | 1.253 | 0.759                              | 0.744 | 0.747 | 5.34156 |         |
| 195      | 1.215                       | 1.26   | 1.278 | 0.785                              | 0.74  | 0.722 | 5.33363 |         |
| 200      | 1.281                       | 1.291  | 1.301 | 0.719                              | 0.709 | 0.699 | 5.00817 |         |
| 205      | 1.282                       | 1.275  | 1.281 | 0.718                              | 0.725 | 0.719 | 5.10486 |         |
| 210      | 1.275                       | 1.291  | 1.26  | 0.725                              | 0.709 | 0.74  | 5.12941 |         |
| 215      | 1.262                       | 1.27   | 1.244 | 0.738                              | 0.73  | 0.756 | 5.26813 |         |
| 220      | 1.261                       | 1.27   | 1.224 | 0.739                              | 0.73  | 0.776 | 5.32372 |         |
| 225      | 1.271                       | 1.263  | 1.206 | 0.729                              | 0.737 | 0.794 | 5.36690 |         |
| 230      | 1.239                       | 1.254  | 1.202 | 0.761                              | 0.746 | 0.798 | 5.48844 |         |
| 235      | 1.207                       | 1.226  | 1.194 | 0.793                              | 0.774 | 0.806 | 5.67936 |         |
| 240      | 1.209                       | 1.224  | 1.214 | 0.791                              | 0.776 | 0.786 | 5.62610 |         |
| 245      | 1.179                       | 1.209  | 1.177 | 0.821                              | 0.791 | 0.823 | 5.85252 |         |

เอกสารนี้...  
 เอกสารนี้...  
 ไม่ว่ากัน...  
 ทั้งหมด...  
 นำไปใช้

| DISTANCE | DATA OF ROAD 4<br>ELEVATION |        |       | WATER = 2 METER<br>Y1=Y2 = 3 METER |       |       | AREA    | VOLUME |
|----------|-----------------------------|--------|-------|------------------------------------|-------|-------|---------|--------|
|          | LEFT                        | MIDDLE | RIGHT | X1                                 | X2    | X3    |         |        |
| 250      | 1.144                       | 1.193  | 1.174 | 0.856                              | 0.807 | 0.826 | 6.00525 |        |
| 255      | 1.133                       | 1.169  | 1.159 | 0.867                              | 0.831 | 0.841 | 6.14922 |        |
| 260      | 1.107                       | 1.139  | 1.118 | 0.893                              | 0.861 | 0.882 | 6.42702 |        |
| 265      | 1.16                        | 1.119  | 1.109 | 0.84                               | 0.881 | 0.891 | 6.36411 |        |
| 270      | 1.079                       | 1.069  | 1.064 | 0.921                              | 0.931 | 0.936 | 6.87175 |        |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| DISTANCE | DATA OF ROAD 5<br>ELEVATION |        |       | WATER = 2 METER<br>Y1=Y2 = 4 METER |       |       | AREA    | VOLUME  |
|----------|-----------------------------|--------|-------|------------------------------------|-------|-------|---------|---------|
|          | LEFT                        | MIDDLE | RIGHT | X1                                 | X2    | X3    |         |         |
| 0        | 1.272                       | 1.287  | 1.298 | 0.728                              | 0.713 | 0.702 | 6.47909 | 2368.06 |
| 5        | 1.277                       | 1.279  | 1.274 | 0.723                              | 0.721 | 0.726 | 6.56935 |         |
| 10       | 1.271                       | 1.276  | 1.25  | 0.729                              | 0.724 | 0.75  | 6.67445 |         |
| 15       | 1.249                       | 1.267  | 1.244 | 0.751                              | 0.733 | 0.756 | 6.79765 |         |
| 20       | 1.235                       | 1.254  | 1.246 | 0.765                              | 0.746 | 0.754 | 6.88730 |         |
| 25       | 1.221                       | 1.261  | 1.252 | 0.779                              | 0.739 | 0.748 | 6.88475 |         |
| 30       | 1.226                       | 1.265  | 1.235 | 0.774                              | 0.735 | 0.765 | 6.90622 |         |
| 35       | 1.231                       | 1.26   | 1.227 | 0.769                              | 0.74  | 0.773 | 6.93566 |         |
| 40       | 1.231                       | 1.246  | 1.214 | 0.769                              | 0.754 | 0.786 | 7.03286 |         |
| 45       | 1.225                       | 1.241  | 1.196 | 0.775                              | 0.759 | 0.804 | 7.12928 |         |
| 50       | 1.294                       | 1.238  | 1.185 | 0.706                              | 0.762 | 0.815 | 6.96199 |         |
| 55       | 1.182                       | 1.228  | 1.178 | 0.818                              | 0.772 | 0.822 | 7.37660 |         |
| 60       | 1.179                       | 1.232  | 1.178 | 0.821                              | 0.768 | 0.822 | 7.37029 |         |
| 65       | 1.185                       | 1.229  | 1.183 | 0.815                              | 0.771 | 0.817 | 7.34678 |         |
| 70       | 1.192                       | 1.233  | 1.195 | 0.808                              | 0.767 | 0.805 | 7.26966 |         |
| 75       | 1.204                       | 1.239  | 1.222 | 0.796                              | 0.761 | 0.778 | 7.12117 |         |
| 80       | 1.227                       | 1.255  | 1.218 | 0.773                              | 0.745 | 0.782 | 6.99678 |         |
| 85       | 1.23                        | 1.264  | 1.209 | 0.77                               | 0.736 | 0.791 | 6.97993 |         |
| 90       | 1.204                       | 1.263  | 1.219 | 0.796                              | 0.737 | 0.781 | 7.03468 |         |
| 95       | 1.206                       | 1.262  | 1.257 | 0.794                              | 0.738 | 0.743 | 6.91286 |         |
| 100      | 1.226                       | 1.245  | 1.264 | 0.774                              | 0.755 | 0.736 | 6.89557 |         |
| 105      | 1.212                       | 1.247  | 1.257 | 0.788                              | 0.753 | 0.743 | 6.95374 |         |
| 110      | 1.208                       | 1.25   | 1.254 | 0.792                              | 0.75  | 0.746 | 6.96383 |         |
| 115      | 1.23                        | 1.257  | 1.25  | 0.77                               | 0.743 | 0.75  | 6.87855 |         |
| 120      | 1.238                       | 1.261  | 1.284 | 0.762                              | 0.739 | 0.716 | 6.73197 |         |
| 125      | 1.24                        | 1.253  | 1.279 | 0.76                               | 0.747 | 0.721 | 6.77308 |         |
| 130      | 1.232                       | 1.257  | 1.288 | 0.768                              | 0.743 | 0.712 | 6.75457 |         |
| 135      | 1.231                       | 1.252  | 1.277 | 0.769                              | 0.748 | 0.723 | 6.81156 |         |
| 140      | 1.225                       | 1.255  | 1.272 | 0.775                              | 0.745 | 0.728 | 6.83395 |         |
| 145      | 1.218                       | 1.231  | 1.271 | 0.782                              | 0.769 | 0.729 | 6.95522 |         |
| 150      | 1.217                       | 1.23   | 1.266 | 0.783                              | 0.77  | 0.734 | 6.97788 |         |
| 155      | 1.191                       | 1.216  | 1.257 | 0.809                              | 0.784 | 0.743 | 7.14489 |         |
| 160      | 1.203                       | 1.21   | 1.259 | 0.797                              | 0.79  | 0.741 | 7.12421 |         |
| 165      | 1.186                       | 1.211  | 1.244 | 0.814                              | 0.789 | 0.756 | 7.22159 |         |
| 170      | 1.223                       | 1.207  | 1.242 | 0.777                              | 0.793 | 0.758 | 7.12571 |         |
| 175      | 1.199                       | 1.194  | 1.224 | 0.801                              | 0.806 | 0.776 | 7.31083 |         |
| 180      | 1.193                       | 1.194  | 1.221 | 0.807                              | 0.806 | 0.779 | 7.33956 |         |
| 185      | 1.185                       | 1.199  | 1.228 | 0.815                              | 0.801 | 0.772 | 7.32315 |         |
| 190      | 1.216                       | 1.202  | 1.224 | 0.784                              | 0.798 | 0.776 | 7.22462 |         |
| 195      | 1.186                       | 1.207  | 1.222 | 0.814                              | 0.793 | 0.778 | 7.30691 |         |
| 200      | 1.184                       | 1.222  | 1.237 | 0.816                              | 0.778 | 0.763 | 7.20601 |         |
| 205      | 1.218                       | 1.218  | 1.234 | 0.782                              | 0.782 | 0.766 | 7.12271 |         |
| 210      | 1.194                       | 1.222  | 1.22  | 0.806                              | 0.778 | 0.78  | 7.22752 |         |
| 215      | 1.189                       | 1.227  | 1.214 | 0.811                              | 0.773 | 0.786 | 7.24263 |         |
| 220      | 1.197                       | 1.224  | 1.215 | 0.803                              | 0.776 | 0.785 | 7.22577 |         |
| 225      | 1.187                       | 1.228  | 1.228 | 0.813                              | 0.772 | 0.772 | 7.20071 |         |
| 230      | 1.2                         | 1.228  | 1.235 | 0.8                                | 0.772 | 0.765 | 7.13691 |         |
| 235      | 1.216                       | 1.237  | 1.23  | 0.784                              | 0.763 | 0.77  | 7.06566 |         |
| 240      | 1.237                       | 1.249  | 1.232 | 0.763                              | 0.751 | 0.768 | 6.94499 |         |
| 245      | 1.216                       | 1.246  | 1.216 | 0.784                              | 0.754 | 0.784 | 7.07398 |         |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้  
 ไม่ถูกต้อง หากมีข้อผิดพลาดประการใดขออภัยเป็นอย่างสูง

| DISTANCE | DATA OF ROAD 5<br>ELEVATION |        |       | WATER = 2 METER<br>Y1=Y2 = 4 METER |       |       | AREA    | VOLUME |
|----------|-----------------------------|--------|-------|------------------------------------|-------|-------|---------|--------|
|          | LEFT                        | MIDDLE | RIGHT | X1                                 | X2    | X3    |         |        |
| 250      | 1.2                         | 1.239  | 1.206 | 0.8                                | 0.761 | 0.794 | 7.18482 |        |
| 255      | 1.192                       | 1.228  | 1.204 | 0.808                              | 0.772 | 0.796 | 7.26086 |        |
| 260      | 1.188                       | 1.219  | 1.205 | 0.812                              | 0.781 | 0.795 | 7.30652 |        |
| 265      | 1.198                       | 1.233  | 1.224 | 0.802                              | 0.767 | 0.776 | 7.15803 |        |
| 270      | 1.171                       | 1.233  | 1.238 | 0.829                              | 0.767 | 0.762 | 7.20091 |        |
| 275      | 1.175                       | 1.228  | 1.234 | 0.825                              | 0.772 | 0.766 | 7.22053 |        |
| 280      | 1.177                       | 1.217  | 1.215 | 0.823                              | 0.783 | 0.785 | 7.31816 |        |
| 285      | 1.188                       | 1.206  | 1.191 | 0.812                              | 0.794 | 0.809 | 7.40336 |        |
| 290      | 1.218                       | 1.208  | 1.192 | 0.782                              | 0.792 | 0.808 | 7.29629 |        |
| 295      | 1.25                        | 1.217  | 1.185 | 0.75                               | 0.783 | 0.815 | 7.18204 |        |
| 300      | 1.26                        | 1.202  | 1.169 | 0.74                               | 0.798 | 0.831 | 7.26262 |        |
| 305      | 1.237                       | 1.186  | 1.149 | 0.763                              | 0.814 | 0.851 | 7.46377 |        |
| 310      | 1.232                       | 1.191  | 1.155 | 0.768                              | 0.809 | 0.845 | 7.43988 |        |
| 315      | 1.24                        | 1.206  | 1.159 | 0.76                               | 0.794 | 0.841 | 7.34166 |        |
| 320      | 1.229                       | 1.223  | 1.165 | 0.771                              | 0.777 | 0.835 | 7.28874 |        |
| 325      | 1.208                       | 1.231  | 1.191 | 0.792                              | 0.769 | 0.809 | 7.23930 |        |
| 330      | 1.211                       | 1.242  | 1.194 | 0.789                              | 0.758 | 0.806 | 7.17611 |        |
| 335      | 1.25                        | 1.25   | 1.238 | 0.75                               | 0.75  | 0.762 | 6.88135 |        |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| DISTANCE | DATA OF ROAD 6<br>ELEVATION |        |       | WATER = 2<br>Y1=Y2 = 3 |       |       | METER         | VOLUME  |
|----------|-----------------------------|--------|-------|------------------------|-------|-------|---------------|---------|
|          | LEFT                        | MIDDLE | RIGHT | X1                     | X2    | X3    | AREA<br>METER |         |
| 0        | 1.176                       | 1.18   | 1.174 | 0.824                  | 0.82  | 0.826 | 5.95593       | 851.755 |
| 5        | 1.166                       | 1.185  | 1.143 | 0.834                  | 0.815 | 0.857 | 6.05400       |         |
| 10       | 1.169                       | 1.191  | 1.153 | 0.831                  | 0.809 | 0.847 | 5.99997       |         |
| 15       | 1.129                       | 1.166  | 1.15  | 0.871                  | 0.834 | 0.85  | 6.19435       |         |
| 20       | 1.118                       | 1.138  | 1.123 | 0.882                  | 0.862 | 0.877 | 6.38478       |         |
| 25       | 1.107                       | 1.132  | 1.115 | 0.893                  | 0.868 | 0.885 | 6.45650       |         |
| 30       | 1.053                       | 1.099  | 1.102 | 0.947                  | 0.901 | 0.898 | 6.74790       |         |
| 35       | 1.006                       | 1.062  | 1.035 | 0.994                  | 0.938 | 0.965 | 7.19194       |         |
| 40       | 1.026                       | 1.052  | 1.06  | 0.974                  | 0.948 | 0.94  | 7.08920       |         |
| 45       | 1.046                       | 1.065  | 0.998 | 0.954                  | 0.935 | 1.002 | 7.17459       |         |
| 50       | 1.062                       | 1.08   | 1.013 | 0.938                  | 0.92  | 0.987 | 7.03800       |         |
| 55       | 1.069                       | 1.085  | 1.01  | 0.931                  | 0.915 | 0.99  | 7.01164       |         |
| 60       | 1.065                       | 1.08   | 1.022 | 0.935                  | 0.92  | 0.978 | 7.00253       |         |
| 65       | 1.049                       | 1.065  | 1.015 | 0.951                  | 0.935 | 0.985 | 7.11496       |         |
| 70       | 1.022                       | 1.018  | 1.005 | 0.978                  | 0.982 | 0.995 | 7.36538       |         |
| 75       | 1.006                       | 0.982  | 0.988 | 0.994                  | 1.018 | 1.012 | 7.57213       |         |
| 80       | 1.009                       | 1.079  | 1.08  | 0.991                  | 0.921 | 0.92  | 7.00086       |         |
| 85       | 1.037                       | 1.096  | 1.101 | 0.963                  | 0.904 | 0.899 | 6.80667       |         |
| 90       | 1.024                       | 1.096  | 1.1   | 0.976                  | 0.904 | 0.9   | 6.84793       |         |
| 95       | 1.074                       | 1.098  | 1.119 | 0.926                  | 0.902 | 0.881 | 6.64172       |         |
| 100      | 1.032                       | 1.045  | 1.076 | 0.968                  | 0.955 | 0.924 | 7.0461        |         |
| 105      | 1.025                       | 1.06   | 1.02  | 0.975                  | 0.94  | 0.98  | 7.18576       |         |
| 110      | 1.035                       | 0.995  | 1.014 | 0.965                  | 1.005 | 0.986 | 7.36906       |         |
| 115      | 1.002                       | 1.043  | 1.01  | 0.998                  | 0.957 | 0.99  | 7.33507       |         |
| 120      | 1.001                       | 1.025  | 0.99  | 0.999                  | 0.975 | 1.01  | 7.45207       |         |
| 125      | 1.009                       | 0.995  | 1.012 | 0.991                  | 1.005 | 0.988 | 7.45216       |         |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| DISTANCE | DATA OF ROAD 7<br>ELEVATION |        |       | WATER = 2 METER<br>Y1=Y2 = 2 METER |       |       | AREA    | VOLUME  |
|----------|-----------------------------|--------|-------|------------------------------------|-------|-------|---------|---------|
|          | LEFT                        | MIDDLE | RIGHT | X1                                 | X2    | X3    |         |         |
| 0        | 1.406                       | 1.368  | 1.312 | 0.594                              | 0.632 | 0.688 | 3.16563 | 244.891 |
| 5        | 1.405                       | 1.39   | 1.341 | 0.595                              | 0.61  | 0.659 | 3.06522 |         |
| 10       | 1.403                       | 1.422  | 1.399 | 0.597                              | 0.578 | 0.601 | 2.89220 |         |
| 15       | 1.452                       | 1.45   | 1.475 | 0.548                              | 0.55  | 0.525 | 2.60494 |         |
| 20       | 1.536                       | 1.566  | 1.553 | 0.464                              | 0.434 | 0.447 | 2.09032 |         |
| 25       | 1.565                       | 1.572  | 1.554 | 0.435                              | 0.428 | 0.446 | 2.02810 |         |
| 30       | 1.564                       | 1.58   | 1.555 | 0.436                              | 0.42  | 0.445 | 2.01209 |         |
| 35       | 1.556                       | 1.567  | 1.546 | 0.444                              | 0.433 | 0.454 | 2.06643 |         |
| 40       | 1.546                       | 1.557  | 1.54  | 0.454                              | 0.443 | 0.46  | 2.11328 |         |
| 45       | 1.528                       | 1.559  | 1.541 | 0.472                              | 0.441 | 0.459 | 2.13809 |         |
| 50       | 1.527                       | 1.55   | 1.542 | 0.473                              | 0.45  | 0.458 | 2.15611 |         |
| 55       | 1.519                       | 1.544  | 1.526 | 0.481                              | 0.456 | 0.474 | 2.20902 |         |
| 60       | 1.518                       | 1.548  | 1.523 | 0.482                              | 0.452 | 0.477 | 2.20788 |         |
| 65       | 1.519                       | 1.552  | 1.53  | 0.481                              | 0.448 | 0.47  | 2.18619 |         |
| 70       | 1.518                       | 1.55   | 1.532 | 0.482                              | 0.45  | 0.468 | 2.18851 |         |
| 75       | 1.537                       | 1.555  | 1.54  | 0.463                              | 0.445 | 0.46  | 2.13247 |         |
| 80       | 1.569                       | 1.564  | 1.548 | 0.431                              | 0.436 | 0.452 | 2.04754 |         |
| 85       | 1.58                        | 1.59   | 1.573 | 0.42                               | 0.41  | 0.427 | 1.93604 |         |
| 90       | 1.574                       | 1.601  | 1.574 | 0.426                              | 0.399 | 0.426 | 1.92221 |         |
| 95       | 1.565                       | 1.598  | 1.574 | 0.435                              | 0.402 | 0.426 | 1.94302 |         |
| 100      | 1.528                       | 1.564  | 1.557 | 0.472                              | 0.436 | 0.443 | 2.10127 |         |
| 105      | 1.513                       | 1.55   | 1.529 | 0.487                              | 0.45  | 0.471 | 2.20225 |         |
| 110      | 1.516                       | 1.525  | 1.522 | 0.484                              | 0.475 | 0.478 | 2.25905 |         |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| DISTANCE | DATA OF ROAD 8<br>ELEVATION |        |       | WATER = 2 METER<br>Y1=Y2 = 3 METER |       |       | AREA    | VOLUME  |
|----------|-----------------------------|--------|-------|------------------------------------|-------|-------|---------|---------|
|          | LEFT                        | MIDDLE | RIGHT | X1                                 | X2    | X3    |         |         |
| 0        | 1.333                       | 1.349  | 1.353 | 0.667                              | 0.651 | 0.647 | 4.57162 | 312.736 |
| 5        | 1.362                       | 1.363  | 1.365 | 0.638                              | 0.637 | 0.635 | 4.42820 |         |
| 10       | 1.357                       | 1.345  | 1.345 | 0.643                              | 0.655 | 0.655 | 4.54385 |         |
| 15       | 1.363                       | 1.353  | 1.347 | 0.637                              | 0.647 | 0.653 | 4.50013 |         |
| 20       | 1.357                       | 1.353  | 1.352 | 0.643                              | 0.647 | 0.648 | 4.50251 |         |
| 25       | 1.364                       | 1.364  | 1.354 | 0.636                              | 0.636 | 0.646 | 4.44735 |         |
| 30       | 1.373                       | 1.366  | 1.354 | 0.627                              | 0.634 | 0.646 | 4.41933 |         |
| 35       | 1.365                       | 1.354  | 1.349 | 0.635                              | 0.646 | 0.651 | 4.48726 |         |
| 40       | 1.357                       | 1.347  | 1.349 | 0.643                              | 0.653 | 0.651 | 4.52793 |         |
| 45       | 1.365                       | 1.359  | 1.351 | 0.635                              | 0.641 | 0.649 | 4.46731 |         |
| 50       | 1.367                       | 1.356  | 1.354 | 0.633                              | 0.644 | 0.646 | 4.46400 |         |
| 55       | 1.364                       | 1.365  | 1.359 | 0.636                              | 0.635 | 0.641 | 4.43203 |         |
| 60       | 1.366                       | 1.356  | 1.364 | 0.634                              | 0.644 | 0.636 | 4.44183 |         |
| 65       | 1.366                       | 1.36   | 1.354 | 0.634                              | 0.64  | 0.646 | 4.45445 |         |
| 70       | 1.366                       | 1.367  | 1.366 | 0.634                              | 0.633 | 0.634 | 4.40393 |         |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| DISTANCE | DATA OF ROAD 9<br>ELEVATION |        |       | WATER =<br>Y1=Y2 = |       |       | 2<br>3  | METER<br>METER | VOLUME |
|----------|-----------------------------|--------|-------|--------------------|-------|-------|---------|----------------|--------|
|          | LEFT                        | MIDDLE | RIGHT | X1                 | X2    | X3    | AREA    |                |        |
| 0        | 1.054                       | 1.127  | 1.119 | 0.946              | 0.873 | 0.881 | 8.39930 | 3684.29        |        |
| 5        | 1.092                       | 1.154  | 1.138 | 0.908              | 0.846 | 0.862 | 8.09963 |                |        |
| 10       | 1.092                       | 1.171  | 1.137 | 0.908              | 0.829 | 0.863 | 8.03492 |                |        |
| 15       | 1.102                       | 1.172  | 1.236 | 0.898              | 0.828 | 0.764 | 7.67857 |                |        |
| 20       | 1.122                       | 1.176  | 1.133 | 0.878              | 0.824 | 0.867 | 7.92792 |                |        |
| 25       | 1.141                       | 1.184  | 1.136 | 0.859              | 0.816 | 0.864 | 7.82328 |                |        |
| 30       | 1.162                       | 1.193  | 1.141 | 0.838              | 0.807 | 0.859 | 7.70209 |                |        |
| 35       | 1.161                       | 1.201  | 1.133 | 0.839              | 0.799 | 0.867 | 7.69970 |                |        |
| 40       | 1.15                        | 1.199  | 1.13  | 0.85               | 0.801 | 0.87  | 7.75355 |                |        |
| 45       | 1.273                       | 1.174  | 1.11  | 0.727              | 0.826 | 0.89  | 7.52847 |                |        |
| 50       | 1.153                       | 1.174  | 1.112 | 0.847              | 0.826 | 0.888 | 7.90346 |                |        |
| 55       | 1.138                       | 1.165  | 1.123 | 0.862              | 0.835 | 0.877 | 7.95212 |                |        |
| 60       | 1.132                       | 1.187  | 1.141 | 0.868              | 0.813 | 0.859 | 7.82447 |                |        |
| 65       | 1.123                       | 1.188  | 1.146 | 0.877              | 0.812 | 0.854 | 7.83383 |                |        |
| 70       | 1.114                       | 1.176  | 1.157 | 0.886              | 0.824 | 0.843 | 7.87573 |                |        |
| 75       | 1.162                       | 1.241  | 1.202 | 0.838              | 0.759 | 0.798 | 7.31228 |                |        |
| 80       | 1.145                       | 1.242  | 1.192 | 0.855              | 0.758 | 0.808 | 7.39591 |                |        |
| 85       | 1.145                       | 1.222  | 1.164 | 0.855              | 0.778 | 0.836 | 7.56644 |                |        |
| 90       | 1.122                       | 1.221  | 1.174 | 0.878              | 0.779 | 0.826 | 7.61387 |                |        |
| 95       | 1.117                       | 1.224  | 1.159 | 0.883              | 0.776 | 0.841 | 7.66722 |                |        |
| 100      | 1.092                       | 1.237  | 1.174 | 0.908              | 0.763 | 0.826 | 7.65005 |                |        |
| 105      | 1.141                       | 1.215  | 1.142 | 0.859              | 0.785 | 0.858 | 7.67953 |                |        |
| 110      | 1.15                        | 1.21   | 1.134 | 0.85               | 0.79  | 0.866 | 7.69634 |                |        |
| 115      | 1.132                       | 1.204  | 1.134 | 0.868              | 0.796 | 0.866 | 7.77953 |                |        |
| 120      | 1.107                       | 1.207  | 1.177 | 0.893              | 0.793 | 0.823 | 7.71008 |                |        |
| 125      | 1.094                       | 1.194  | 1.162 | 0.906              | 0.806 | 0.838 | 7.85431 |                |        |
| 130      | 1.082                       | 1.182  | 1.161 | 0.918              | 0.818 | 0.839 | 7.94598 |                |        |
| 135      | 1.093                       | 1.194  | 1.164 | 0.907              | 0.806 | 0.836 | 7.85115 |                |        |
| 140      | 1.137                       | 1.217  | 1.162 | 0.863              | 0.783 | 0.838 | 7.61925 |                |        |
| 145      | 1.127                       | 1.202  | 1.157 | 0.873              | 0.798 | 0.843 | 7.72858 |                |        |
| 150      | 1.116                       | 1.186  | 1.149 | 0.884              | 0.814 | 0.851 | 7.85524 |                |        |
| 155      | 1.109                       | 1.18   | 1.188 | 0.891              | 0.82  | 0.812 | 7.77591 |                |        |
| 160      | 1.123                       | 1.192  | 1.188 | 0.877              | 0.808 | 0.812 | 7.68135 |                |        |
| 165      | 1.142                       | 1.202  | 1.204 | 0.858              | 0.798 | 0.796 | 7.52733 |                |        |
| 170      | 1.162                       | 1.207  | 1.192 | 0.838              | 0.793 | 0.808 | 7.48033 |                |        |
| 175      | 1.149                       | 1.217  | 1.199 | 0.851              | 0.783 | 0.801 | 7.46035 |                |        |
| 180      | 1.159                       | 1.199  | 1.202 | 0.841              | 0.801 | 0.798 | 7.49006 |                |        |
| 185      | 1.137                       | 1.207  | 1.199 | 0.863              | 0.793 | 0.801 | 7.53977 |                |        |
| 190      | 1.125                       | 1.209  | 1.221 | 0.875              | 0.791 | 0.779 | 7.50134 |                |        |
| 195      | 1.138                       | 1.193  | 1.197 | 0.862              | 0.807 | 0.803 | 7.59888 |                |        |
| 200      | 1.165                       | 1.196  | 1.241 | 0.835              | 0.804 | 0.759 | 7.35897 |                |        |
| 205      | 1.151                       | 1.197  | 1.199 | 0.849              | 0.803 | 0.801 | 7.53380 |                |        |
| 210      | 1.149                       | 1.19   | 1.211 | 0.851              | 0.81  | 0.789 | 7.53004 |                |        |
| 215      | 1.136                       | 1.217  | 1.227 | 0.864              | 0.783 | 0.773 | 7.41401 |                |        |
| 220      | 1.143                       | 1.174  | 1.195 | 0.857              | 0.826 | 0.805 | 7.66485 |                |        |
| 225      | 1.103                       | 1.15   | 1.175 | 0.897              | 0.85  | 0.825 | 7.95792 |                |        |
| 230      | 1.163                       | 1.145  | 1.138 | 0.837              | 0.855 | 0.862 | 7.90070 |                |        |
| 235      | 1.195                       | 1.163  | 1.106 | 0.805              | 0.837 | 0.894 | 7.83144 |                |        |
| 240      | 1.191                       | 1.174  | 1.12  | 0.809              | 0.826 | 0.88  | 7.75366 |                |        |
| 245      | 1.171                       | 1.155  | 1.145 | 0.829              | 0.845 | 0.855 | 7.81169 |                |        |

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินของทางราชการในวงจำกัดการเข้าถึงและเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต  
 ไม่ว่าในกรณีใดๆ ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงเนื้อหาหรือข้อมูลของเอกสารนี้โดยไม่ได้รับอนุญาต  
 การนำออกไปใช้

| DISTANCE | DATA OF ROAD 9<br>ELEVATION |        |       | WATER =<br>Y1=Y2 = |       | 2     | METER   | VOLUME |
|----------|-----------------------------|--------|-------|--------------------|-------|-------|---------|--------|
|          | LEFT                        | MIDDLE | RIGHT | X1                 | X2    | 3     | METER   |        |
| 250      | 1.167                       | 1.171  | 1.143 | 0.833              | 0.829 | 0.857 | 7.76725 |        |
| 255      | 1.173                       | 1.201  | 1.174 | 0.827              | 0.799 | 0.826 | 7.52665 |        |
| 260      | 1.208                       | 1.22   | 1.16  | 0.792              | 0.78  | 0.84  | 7.38364 |        |
| 265      | 1.208                       | 1.242  | 1.174 | 0.792              | 0.758 | 0.826 | 7.25015 |        |
| 270      | 1.185                       | 1.248  | 1.175 | 0.815              | 0.752 | 0.825 | 7.29663 |        |
| 275      | 1.181                       | 1.25   | 1.175 | 0.819              | 0.75  | 0.825 | 7.30153 |        |
| 280      | 1.193                       | 1.252  | 1.183 | 0.807              | 0.748 | 0.817 | 7.22905 |        |
| 285      | 1.208                       | 1.234  | 1.165 | 0.792              | 0.766 | 0.835 | 7.31136 |        |
| 290      | 1.184                       | 1.223  | 1.146 | 0.816              | 0.777 | 0.854 | 7.49437 |        |
| 295      | 1.182                       | 1.215  | 1.14  | 0.818              | 0.785 | 0.86  | 7.55254 |        |
| 300      | 1.183                       | 1.206  | 1.145 | 0.817              | 0.794 | 0.855 | 7.56888 |        |
| 305      | 1.183                       | 1.209  | 1.163 | 0.817              | 0.791 | 0.837 | 7.49804 |        |
| 310      | 1.144                       | 1.2    | 1.153 | 0.856              | 0.8   | 0.847 | 7.69360 |        |
| 315      | 1.12                        | 1.175  | 1.12  | 0.88               | 0.825 | 0.88  | 7.9816  |        |
| 320      | 1.108                       | 1.152  | 1.103 | 0.892              | 0.848 | 0.897 | 8.17020 |        |
| 325      | 1.088                       | 1.16   | 1.133 | 0.912              | 0.84  | 0.867 | 8.10557 |        |
| 330      | 1.116                       | 1.16   | 1.125 | 0.884              | 0.84  | 0.875 | 8.03831 |        |
| 335      | 1.135                       | 1.157  | 1.136 | 0.865              | 0.843 | 0.864 | 7.95104 |        |
| 340      | 1.142                       | 1.186  | 1.172 | 0.858              | 0.814 | 0.828 | 7.69431 |        |
| 345      | 1.157                       | 1.234  | 1.214 | 0.843              | 0.766 | 0.786 | 7.31833 |        |
| 350      | 1.14                        | 1.224  | 1.235 | 0.86               | 0.776 | 0.765 | 7.34761 |        |
| 355      | 1.126                       | 1.216  | 1.242 | 0.874              | 0.784 | 0.758 | 7.40383 |        |
| 360      | 1.143                       | 1.224  | 1.226 | 0.857              | 0.776 | 0.774 | 7.36614 |        |
| 365      | 1.142                       | 1.238  | 1.214 | 0.858              | 0.762 | 0.786 | 7.35147 |        |
| 370      | 1.181                       | 1.249  | 1.212 | 0.819              | 0.751 | 0.788 | 7.18677 |        |
| 375      | 1.184                       | 1.245  | 1.235 | 0.816              | 0.755 | 0.765 | 7.12031 |        |
| 380      | 1.214                       | 1.229  | 1.239 | 0.786              | 0.771 | 0.761 | 7.07568 |        |
| 385      | 1.233                       | 1.249  | 1.244 | 0.767              | 0.751 | 0.756 | 6.91986 |        |
| 390      | 1.35                        | 1.354  | 1.344 | 0.65               | 0.646 | 0.656 | 5.83562 |        |
| 395      | 1.445                       | 1.425  | 1.364 | 0.555              | 0.575 | 0.636 | 5.21639 |        |
| 400      | 1.461                       | 1.419  | 1.347 | 0.539              | 0.581 | 0.653 | 5.24569 |        |
| 405      | 1.444                       | 1.426  | 1.404 | 0.556              | 0.574 | 0.596 | 5.09826 |        |
| 410      | 1.438                       | 1.429  | 1.389 | 0.562              | 0.571 | 0.611 | 5.14687 |        |
| 415      | 1.446                       | 1.422  | 1.412 | 0.554              | 0.578 | 0.588 | 5.08549 |        |
| 420      | 1.45                        | 1.421  | 1.403 | 0.55               | 0.579 | 0.597 | 5.10418 |        |
| 425      | 1.433                       | 1.415  | 1.396 | 0.567              | 0.585 | 0.604 | 5.19672 |        |
| 430      | 1.434                       | 1.433  | 1.402 | 0.566              | 0.567 | 0.598 | 5.10447 |        |
| 435      | 1.435                       | 1.424  | 1.413 | 0.565              | 0.576 | 0.587 | 5.10584 |        |
| 440      | 1.443                       | 1.422  | 1.404 | 0.557              | 0.578 | 0.596 | 5.11709 |        |
| 445      | 1.456                       | 1.424  | 1.39  | 0.544              | 0.576 | 0.61  | 5.11302 |        |
| 450      | 1.459                       | 1.422  | 1.387 | 0.541              | 0.578 | 0.613 | 5.12133 |        |
| 455      | 1.452                       | 1.432  | 1.404 | 0.548              | 0.568 | 0.596 | 5.05164 |        |
| 460      | 1.465                       | 1.433  | 1.416 | 0.535              | 0.567 | 0.584 | 4.97646 |        |
| 465      | 1.445                       | 1.434  | 1.424 | 0.555              | 0.566 | 0.576 | 5.00585 |        |
| 470      | 1.471                       | 1.436  | 1.424 | 0.529              | 0.564 | 0.576 | 4.92471 |        |
| 475      | 1.445                       | 1.424  | 1.414 | 0.555              | 0.576 | 0.586 | 5.07456 |        |
| 480      | 1.449                       | 1.425  | 1.416 | 0.551              | 0.575 | 0.584 | 5.05349 |        |
| 485      | 1.459                       | 1.429  | 1.4   | 0.541              | 0.571 | 0.6   | 5.05551 |        |
| 490      | 1.455                       | 1.424  | 1.409 | 0.545              | 0.576 | 0.591 | 5.06072 |        |
| 495      | 1.431                       | 1.424  | 1.404 | 0.569              | 0.576 | 0.596 | 5.14323 |        |

เอกสารนี้ ออกสารบัญชั้สำหรับใช้ในงานวิชาการเท่านั้น ไม่ควรนำออกจำหน่ายหรือเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต  
 ไม่ว่าการใดๆ ทั้งสิ้น สำหรับงานที่นอกเหนือจากงานวิชาการของกรมชลประทานนำไปใช้

| DISTANCE | DATA OF ROAD 9<br>ELEVATION |        |       | WATER = 2 METER<br>Y1=Y2 = 3 METER |       |       | AREA    | VOLUME |
|----------|-----------------------------|--------|-------|------------------------------------|-------|-------|---------|--------|
|          | LEFT                        | MIDDLE | RIGHT | X1                                 | X2    | X3    |         |        |
| 500      | 1.444                       | 1.424  | 1.41  | 0.556                              | 0.576 | 0.59  | 5.08892 |        |
| 505      | 1.436                       | 1.434  | 1.409 | 0.564                              | 0.566 | 0.591 | 5.07453 |        |
| 510      | 1.436                       | 1.436  | 1.412 | 0.564                              | 0.564 | 0.588 | 5.05788 |        |
| 515      | 1.456                       | 1.434  | 1.415 | 0.544                              | 0.566 | 0.585 | 5.00062 |        |
| 520      | 1.454                       | 1.431  | 1.434 | 0.546                              | 0.569 | 0.566 | 4.96385 |        |
| 525      | 1.434                       | 1.444  | 1.424 | 0.566                              | 0.556 | 0.576 | 4.99709 |        |
| 530      | 1.454                       | 1.436  | 1.434 | 0.546                              | 0.564 | 0.566 | 4.94385 |        |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. ความกว้างของเส้นทางเดินรถชนิด

ความกว้างของเส้นทาง จากความกว้างเดิม

เส้นที่ 1 กว้าง 6 เมตร

เส้นที่ 2 กว้าง 5 เมตร

เส้นที่ 3 กว้าง 6 เมตร

เส้นที่ 4 กว้าง 7 เมตร

เส้นที่ 5 กว้าง 6 เมตร

เส้นที่ 6 กว้าง 5 เมตร

เส้นที่ 7 กว้าง 6 เมตร

เส้นที่ 8 กว้าง 5 เมตร

เส้นที่ 9 กว้าง 6 เมตร

เส้นที่ 10 กว้าง 6 เมตร

เส้นที่ 11 กว้าง 5 เมตร

เส้นที่ 12 กว้าง 4 เมตร

เส้นที่ 13 กว้าง 5 เมตร

ความกว้างมาตรฐานของถนนที่ให้รถชนิดสามารถวิ่งสวนทางกันได้ต่ำสุดคือ 6 เมตร

ส่วนความกว้างมาตรฐานมีดังนี้ 6, 8, 12 และ 16 เมตร

ดังนั้นความกว้างของถนนเมื่อมีการปรับปรุงเส้นทางใหม่ควรเป็นดังนี้

เส้นที่ 1 กว้าง 6 เมตร

เส้นที่ 2 จากกว้าง 5 เมตร เป็น 6 เมตร ขยายเส้นทางด้านข้างข้างออกไปอีก 1.0 เมตร เนื่องจากถนนเส้นที่ 2 ด้านข้างมือแคบกว่าถนนเส้นที่ 3 และมีพื้นที่เพียงพอต่อการขยาย

เส้นที่ 3 กว้าง 6 เมตร

เส้นที่ 4 จากกว้าง 7 เมตร เป็น 8 เมตร ขยายทางด้านข้างออกไปอีก 1.0 เมตร

เนื่องจากสะดวกและมีพื้นที่เพียงพอต่อการขยาย (ไม่ติดต้นไม้)

เส้นที่ 5 กว้าง 6 เมตร

เส้นที่ 6 จากกว้าง 5 เมตร เป็น 6 เมตร ขยายพื้นที่ถนนทั้ง 2 ด้านออกไปอีกด้านละ

0.5 เมตร เนื่องจากสะพานและมีพื้นที่เพียงพอต่อการขยาย

เส้นที่ 7 กว้าง 6 เมตร

เส้นที่ 8 จากกว้าง 5 เมตร เป็น 6 เมตร ขยายพื้นที่ถนนทั้ง 2 ด้านออกไปอีกด้านละ

0.5 เมตร เนื่องจากสะพานและมีพื้นที่เพียงพอต่อการขยาย

เส้นที่ 9 กว้าง 6 เมตร

เส้นที่ 10 กว้าง 6 เมตร

เส้นที่ 11 กว้าง 5 เมตร สาเหตุที่ขยายถนนให้กว้าง 6 เมตรไม่ได้เนื่องจากไม่สะดวก

(ติดต้นไม้และเสาไฟฟ้า) และพื้นที่ไม่เพียงพอต่อการขยาย

เส้นที่ 12 กว้าง 4 เมตร สาเหตุที่ขยายถนนให้กว้าง 6 เมตรไม่ได้เนื่องจากมีพื้นที่ไม่

เพียงพอต่อการขยาย

เส้นที่ 13 จากกว้าง 5 เมตร เป็น 6 เมตร ขยายพื้นที่ถนนทางด้านซ้ายออกไปอีก 1.0

เมตร เนื่องจากสะพานและมีพื้นที่เพียงพอต่อการขยาย

ส่วนเส้นทางที่คิดใหม่คือเส้นทางที่ 14, 15 และ 16 โดยให้มีความกว้างของเส้น

ทางเป็นดังนี้

เส้นที่ 14 กว้าง 8 เมตร

เส้นที่ 15 กว้าง 6 เมตร

เส้นที่ 16 กว้าง 6 เมตร

หมายเหตุ รายละเอียดรูปวาดดังแสดงในผังความกว้างของเส้นทาง

3. ทิศทางการจราจร ทุกเส้นทางให้ใช้ระบบการเดินรถแบบ 2 ทาง (two-way) เนื่องจากได้ขยายความกว้างของเส้นทางให้สะดวกในการเดินรถแบบ 2 ทางแล้ว ยกเว้นเส้นทางที่ 11 และ 12 ให้มีการเดินรถแบบทางเดียว (one-way) เนื่องจากไม่สามารถขยายถนนให้กว้าง 6 เมตร ได้ โดยทิศทางการเดินรถดังแสดงในผังทิศทางการจราจร

#### 4. ระบบป้ายสัญญาณจราจร มีรายละเอียดดังนี้

- ป้ายจำกัดความเร็วของรถยนต์ที่เข้ามาในคณะวิศวะฯ และ สถาปัตย์ฯ  
เอกสารนี้เป็นที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นับญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ อีกทั้งห้ามมิให้เผยแพร่สิ่งนี้ และต้องขังของเอกสารนี้ทุกสิ่งห้ามไปใช้  
เข้าทั้ง 4 ประคุดังแสดงในผังป้ายสัญญาณ

25  
กม.



- ป้ายห้ามจอดรถ จำนวน 12 ป้าย วางไว้บริเวณต่าง ๆ ดังนี้
  - ถนนเส้นที่ 1 วางไว้ 2 ป้าย ทางซ้ายซ้ายของถนน
  - ถนนเส้นที่ 4 วางไว้ 1 ป้าย ทางด้านซ้ายของถนน
  - ถนนเส้นที่ 5 วางไว้ 2 ป้าย ทางด้านขวาของถนน
  - ถนนเส้นที่ 7 วางไว้ 1 ป้าย ทางด้านขวาของถนน
  - ถนนเส้นที่ 8 วางไว้ 2 ป้าย ทางด้านซ้ายและขวาของถนนด้านละป้าย
  - ถนนเส้นที่ 9 วางไว้ 1 ป้าย ทางด้านขวาของถนน
  - ถนนเส้นที่ 10 วางไว้ 1 ป้าย ทางด้านขวาของถนน
  - ถนนเส้นที่ 11 วางไว้ 1 ป้าย ทางด้านซ้ายของถนน
  - ถนนเส้นที่ 12 วางไว้ 1 ป้าย ทางด้านขวาของถนน



- ป้ายจอดรถ จำนวน 3 ป้าย วางไว้ที่ด้านขวาของถนนสร้างใหม่เส้นที่ 14



- ป้ายหยุดรถ จำนวน 2 ป้าย วางไว้ที่หัวมุมขวาที่ตัดกันระหว่างถนนเส้นที่ 4 กับเส้นที่ 10 จำนวน 1 ป้ายและวางไว้ที่หัวมุมขวาที่ตัดกันระหว่างถนนเส้นที่ 4 กับเส้นที่ 8 อีก 1 ป้าย



- ป้ายให้รถตรงไปเดินทางเดียวจำนวน 1 ป้ายวางไว้ที่หัวมุมขวาที่ตัดกันระหว่างถนนเส้นที่ 4 กับเส้นที่ 1



- ป้ายห้ามรถตรงไป จำนวน 1 ป้าย วางไว้ทางด้านขวาของถนนเส้นที่ 12



- ป้ายให้เลี้ยวซ้ายหรือขวา จำนวน 4 ป้าย วางไว้บริเวณต่าง ๆ ดังนี้  
ถนนเส้นที่ 5 วางไว้ 2 ป้าย ทางด้านซ้ายของถนนบริเวณสามแยกที่ตัด  
กับถนนเส้นที่ 11 และถนนเส้นที่ 9 ถนนเส้นที่ 13 วางไว้ 2 ป้าย ทาง  
ด้านซ้ายและด้านขวาของถนน



- ป้ายให้เลี้ยวขวา จำนวน 1 ป้าย ทางด้านซ้ายของถนนที่จะตัดใหม่เส้นที่ 16



- ป้ายให้เลี้ยวซ้าย จำนวน 1 ป้าย ทางด้านซ้ายของถนนที่จะตัดใหม่เส้นที่ 15



- ป้ายห้ามเลี้ยวขวา จำนวน 2 ป้าย วางไว้ที่ทางด้านซ้ายของถนนเส้นที่ 11



- ป้ายห้ามเลี้ยวซ้าย จำนวน 1 ป้าย วางไว้ที่ทางด้านซ้ายของถนนเส้นที่ 5

- เส้นขาว-แดง มีรายละเอียดดังแสดงในผัง

##### 5. ทางเดินเท้า มีรายละเอียดดังนี้

ถนนเส้นที่ 1 สร้างทางด้านขวาตลอดแนวของถนน

ถนนเส้นที่ 2 และ 3 สร้างทางด้านขวาและซ้ายตลอดแนวของถนน

ถนนเส้นที่ 4 สร้างทางด้านขวาตลอดแนวของถนน

ถนนเส้นที่ 5 สร้างทางด้านซ้ายตลอดแนวของถนน

ถนนเส้นที่ 6 สร้างทางด้านขวาและซ้ายตลอดแนวของถนน

ถนนเส้นที่ 7 สร้างทางด้านซ้ายตลอดแนวของถนน

ถนนเส้นที่ 8 สร้างทางด้านขวาและซ้ายตลอดแนวของถนน

ถนนเส้นที่ 9 สร้างทางด้านซ้ายตลอดแนวของถนน

ถนนเส้นที่ 11 สร้างทางด้านขวาตลอดแนวของถนน

ถนนเส้นที่ 12 สร้างทางด้านซ้ายตลอดแนวของถนน

ถนนเส้นที่ 13, 14, 15 และ 16 สร้างทางด้านขวาและซ้ายตลอดแนวของถนน

- หมายเหตุ**
1. ทางเดินเท้าต้องเปิดบริเวณทางเข้าออกของรถและทางขึ้นลงของตึก
  2. ความกว้างของทางเดินเท้าอยู่ระหว่าง 1.6-2.0 เมตร สูง 0.20 เมตร
  3. รายละเอียดต่าง ๆ ดังแสดงในผัง

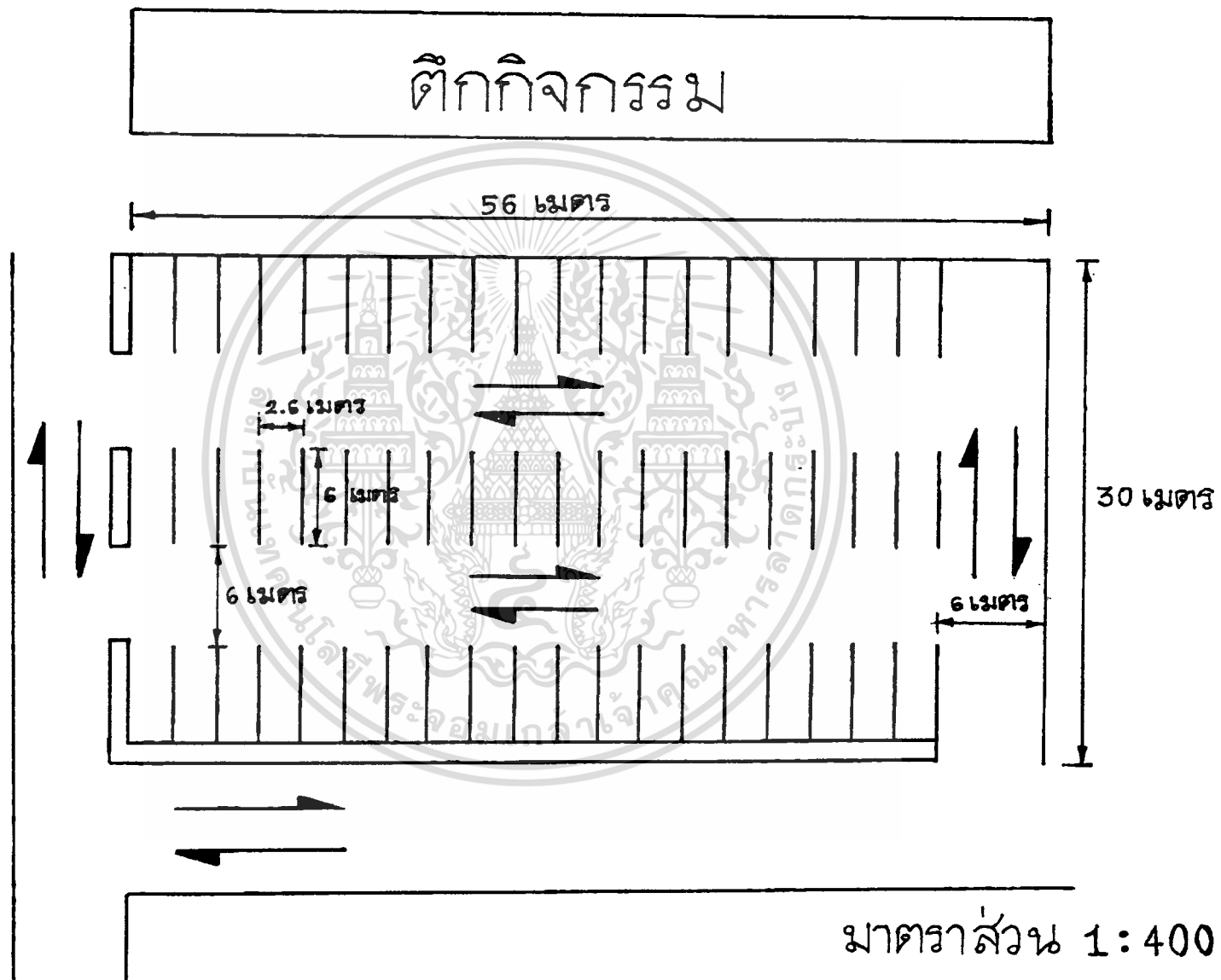
6. **ที่จอดรถยนต์** เนื่องจากปัจจุบันมีที่จอดรถจำนวน 383 ที่ แต่จากการเสนอให้มีการปรับปรุงเป็นทางเดินเท้าและขยายเป็นผิวของเส้นทางการจราจร เพื่อให้เกิดการจราจรที่คล่องตัวทำให้ต้องยกเลิกที่จอดรถบางแห่งเป็นจำนวน 67 ที่ ดังนั้นเหลือที่จอดรถเท่ากับ 316 ที่โดยจะขอเสนอที่ว่างจอดรถดังนี้

- สร้างที่จอดรถยนต์บริเวณหลังตึกกิจกรรมคณะวิศวกรรมศาสตร์ (Q) จำนวน 57 คัน ดังรูปที่ 6.4
- สร้างที่จอดรถยนต์บริเวณด้านขวาของถนนเส้นที่ 14 ที่สร้างใหม่ (R) จำนวน 45 คัน ดังแสดงในผัง

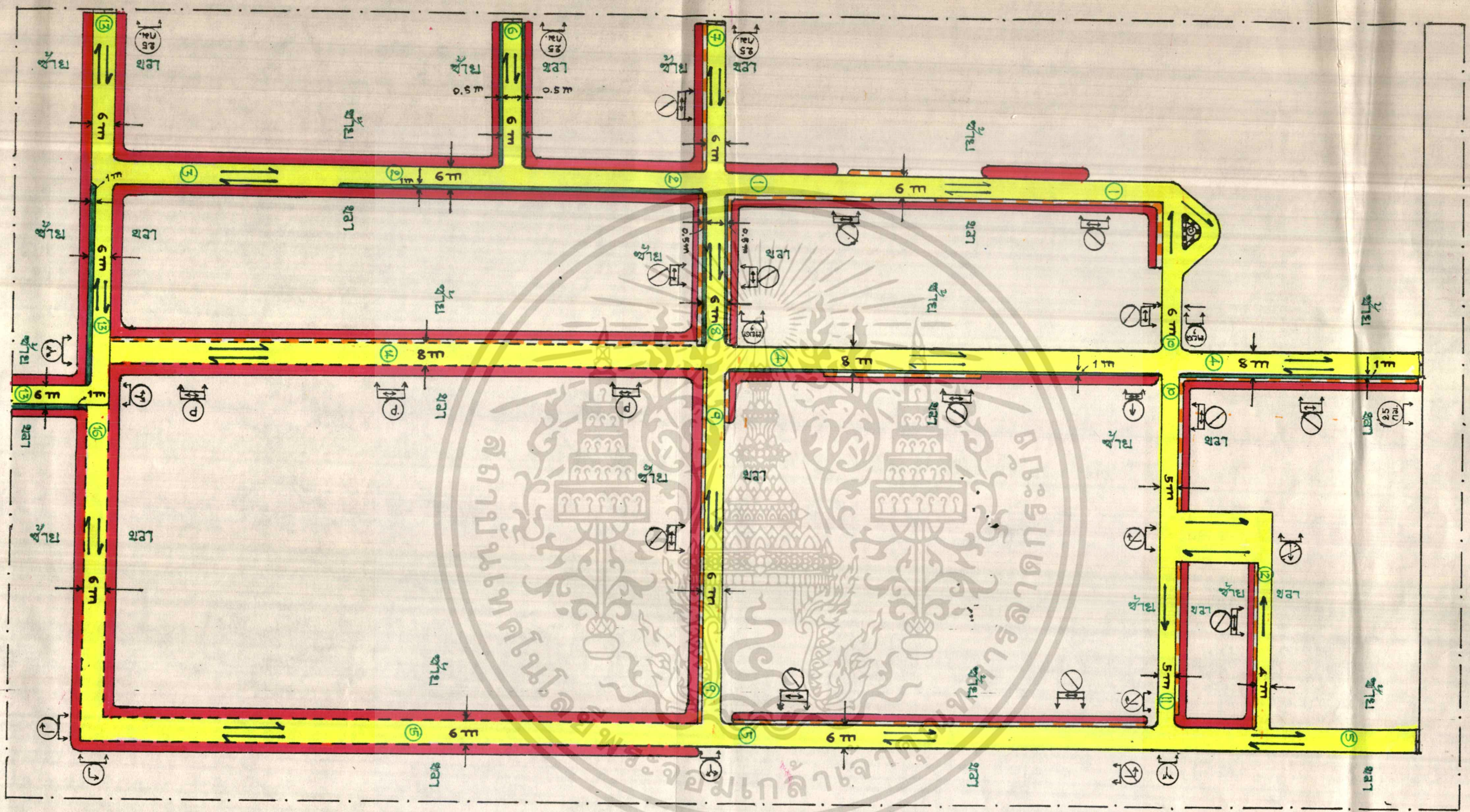
ส่วนระบบการระบายน้ำของถนนได้มีผู้ทำการศึกษาและออกแบบไว้แล้ว ดังนั้นจะขอ นำผังแสดงแนวท่อบางส่วนมาลงในโครงการพิเศษ โดยรายละเอียดต่าง ๆ สามารถศึกษาได้จากโครงการพิเศษ เรื่อง การวิเคราะห์และออกแบบระบบระบายน้ำในคณะวิศวกรรมศาสตร์และคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 6.4 ที่จอดรถยนต์บริเวณหลังศึกษารวมคณะวิศวกรรมศาสตร์



มาตราส่วน 1:400

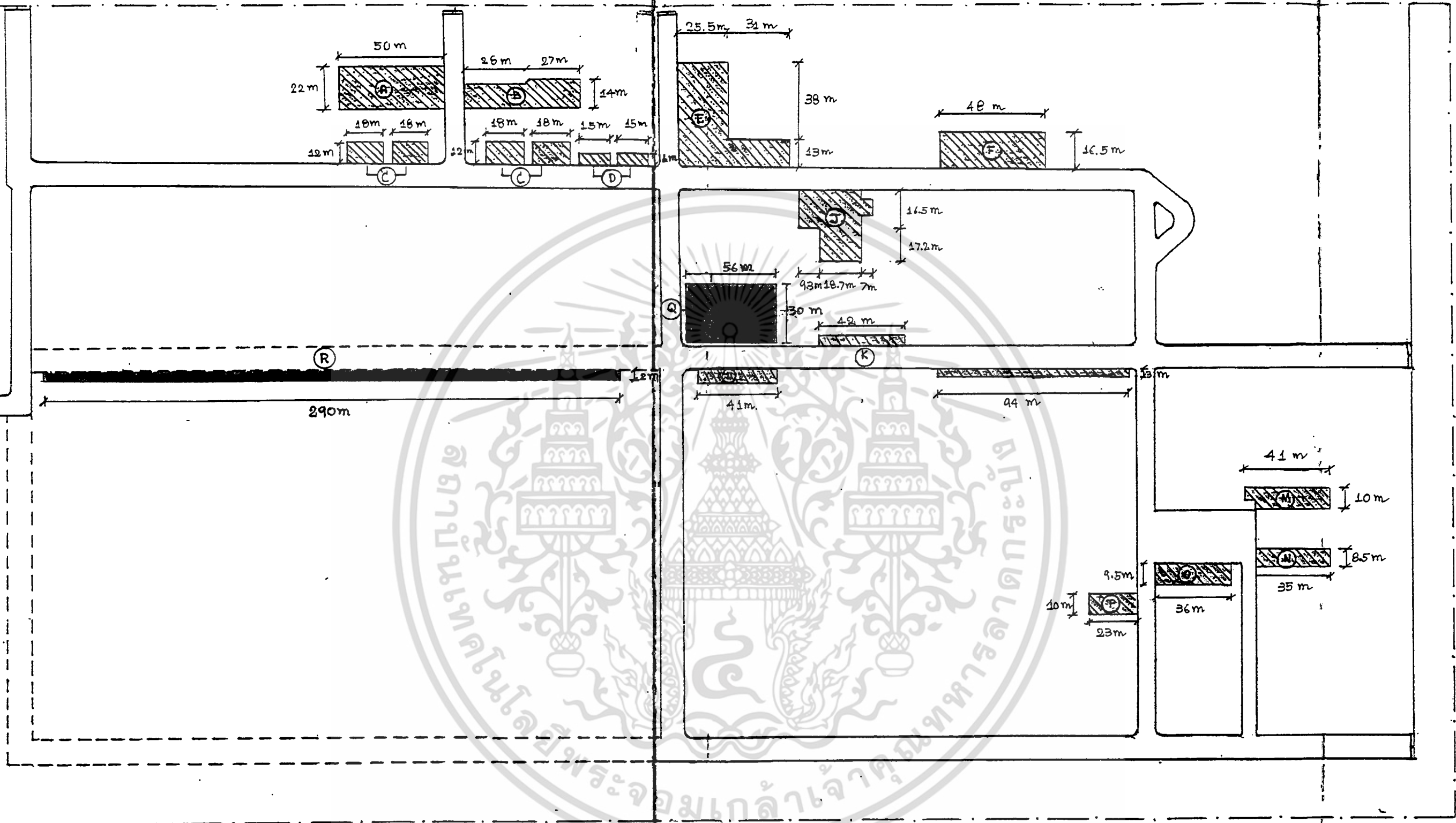






- ทิศทางเดินรถ
- ป้ายจำกัดความเร็ว
- ป้ายห้ามจอดรถ
- ป้ายจอดรถ
- ป้ายหยุดรถ
- ป้ายให้รถตรงไปทางเดียว
- ป้ายห้ามรถตรงไป

- ป้ายให้เลี้ยวซ้ายหรือเลี้ยวขวา
- ป้ายให้เลี้ยวขวา
- ป้ายให้เลี้ยวซ้าย
- ป้ายห้ามเลี้ยวขวา
- ป้ายห้ามเลี้ยวซ้าย
- เส้นขาว-แดง (ห้ามจอด)
- ทางเดินเท้า

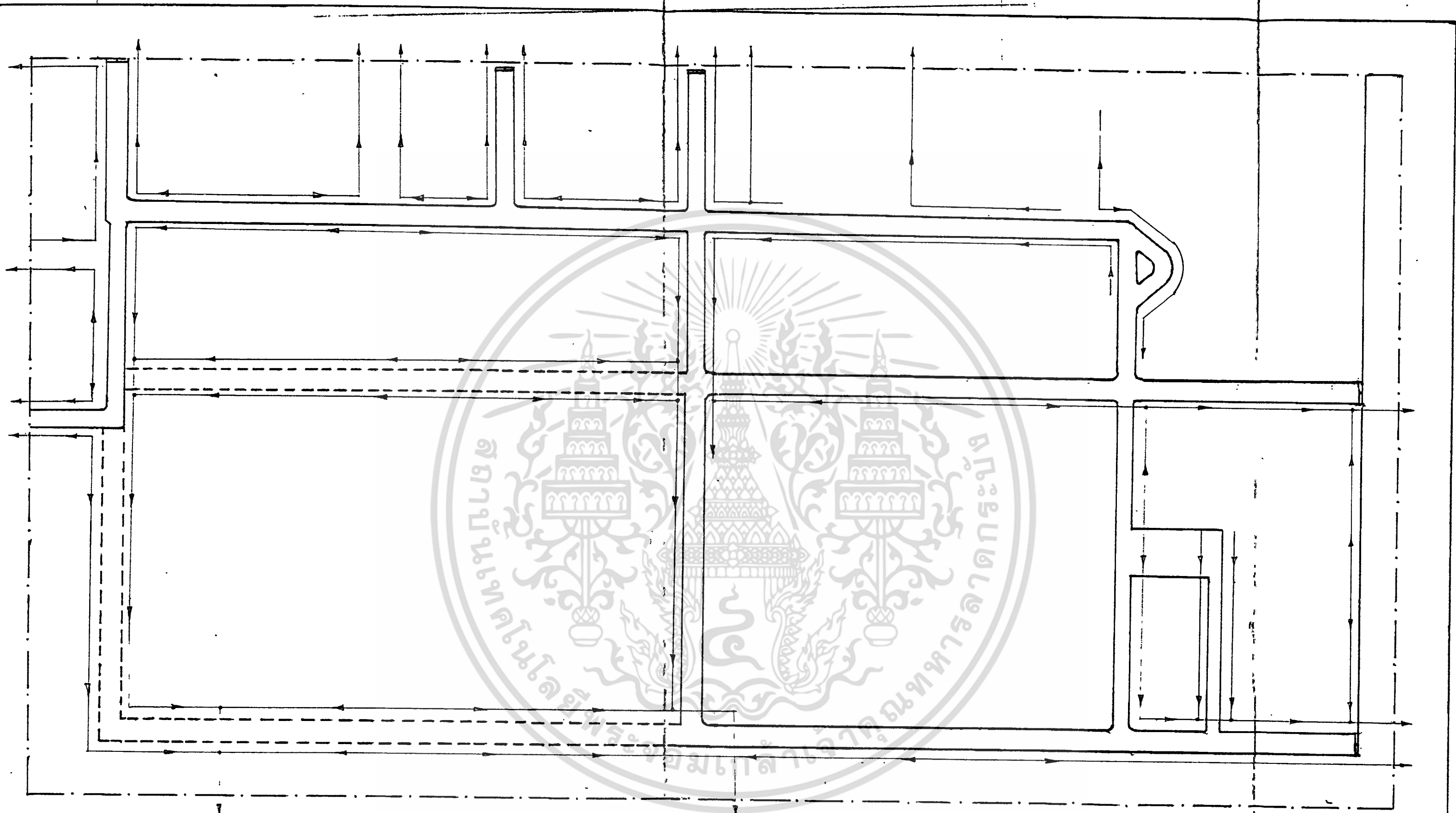
- เส้นทางที่ขยาย
- เส้นทางเดินรถปัจจุบัน
- เส้นทางเดินรถที่จะสร้าง
- หมายเลขถนน

ผังแสดง ทิศทาง, ป้ายสัญญาณ, ทางเท้า และความกว้างเส้นทาง  
 ในคณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์



-  ที่จอดรถ (ปัจจุบัน)
-  ที่จอดรถที่เสนอ
-  เส้นทางเดินรถในปัจจุบัน
-  เส้นทางเดินรถที่จะสร้างในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับราชการ ไม่ควรเผยแพร่โดยไม่อนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ด้วย  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



- แนวท่อ
- ทิศทางการไหลของน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรณีใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
**ผังแสดงแนวท่อในคณะวิศวกรรมศาสตร์ และคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์**  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. รศ.จิรพัฒน์ โชติภักโกร. วิศวกรรมการทาง (Highway Engineering). ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, สิงหาคม 2531.
2. รศ.จิรพัฒน์ โชติภักโกร. การออกแบบทาง (Pavement Design). ภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, มิถุนายน 2529.
3. ดร.กัญญา ทองฉิม. วิศวกรรมการทาง1 (Highway Engineerig I). แผนกเทคโนโลยีก่อสร้าง วิชาช่างโยธา วิชาเขตอุเทศเฉพาะ, สิงหาคม 2531.
4. สนั่น เจริญแผ่น, วิไล ช่อวิเชียร. คอนกรีตเสริมเหล็ก (Reinforced Concrete Design) ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, พฤศจิกายน 2530
5. รศ.วัชรินทร์ วิทยกุล. การสำรวจเพื่อการก่อสร้าง (Surveying for Construction). ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
6. Asphalt in Pavement Maintenance (MS-16), The Asphalt Institute, 1967.
7. Thickness Design (MS-1), The Asphalt Institute, 1970.
8. Yoder, E.J., Witczak, M.W., Principle of Pavement Design, John Wiley & Sons, 1975.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้