

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบปลายภาค ประจำภาคการศึกษาที่ 1

ปีการศึกษา 2555

วันเสาร์ที่ 6 ตุลาคม 2555

เวลา 9:00 - 12:00 น.

วิชา 221-371 วิศวกรรมการทาง

ห้องสอบ A400,R200

จุดประสงค์ในการสอบพิเศษขั้นต่ำ คือ ปรับตกในรายวิชาที่ทุจริตและพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา

ข้อกำหนด

1. อนุญาตให้นำเอกสารเข้าห้องสอบ
2. อนุญาตให้ใช้เครื่องคำนวณแบบใดก็ได้
3. ข้อสอบมี 4 ข้อใหญ่ (9 หน้า) คะแนนเต็ม 100 คะแนน
4. ให้ทำข้อสอบทุกข้อและควรแบ่งเวลาในการทำโจทย์ให้เหมาะสม
5. เขียนชื่อ-สกุลและรหัสนักศึกษาทั้งในข้อสอบและสมุดคำตอบทุกเล่มให้ชัดเจน
6. กรณีที่ใช้รูป/ตารางในข้อสอบประกอบการคำนวณ ให้ขีด/เขียนลงในรูป/ตารางที่ใช้ให้ชัดเจน พร้อมระบุรูป/ตารางที่ใช้ในสมุดคำตอบ
7. อนุญาตให้ตั้งสมมติฐานได้ แต่สมมติฐานต้องอยู่บนความเป็นจริงและเกี่ยวข้องกับปัญหา
8. กรณีทำในสมุดคำตอบหลายเล่ม ให้ทำข้อย่อยแต่ละข้อให้เสร็จก่อนขึ้นเล่มใหม่ และเขียนหมายเลขข้อที่ทำแล้วบนปกสมุดคำตอบ
9. เมื่อหมดเวลาให้ส่งสมุดคำตอบทุกเล่มและข้อสอบต่อกรรมการคุมสอบ ห้ามนำข้อสอบออกจากห้องสอบโดยเด็ดขาด

ผู้ออกข้อสอบ: ดร.ปรเมศวร์ เหลือเทพ 26 กันยายน 2555

ข้อที่ 1 จงอธิบายความแตกต่างของคำในแต่ละข้อย่อยต่อไปนี้มาให้เข้าใจพอสังเขป (รวม 14 คะแนน)

- 1.1) Grade separation กับ Interchange
- 1.2) ผิวทางแอสฟัลท์คอนกรีต กับ ผิวทางคอนกรีต
- 1.3) แอสฟัลท์ซีเมนต์ กับ คัทแบคแอสฟัลท์
- 1.4) Prime coat กับ Tack coat
- 1.5) Skin patch กับ Deep patch
- 1.6) Seal coat กับ Slurry seal
- 1.7) ถนนในเครือข่าย Asian กับ ถนนในเครือข่าย ASEAN

ข้อที่ 2 รวม 30 คะแนน

- 2.1) จงวาดรูปแสดงตำแหน่งรอยต่อบนผิวทางคอนกรีตเสริมเหล็กและอธิบายลักษณะของรอยต่อดังต่อไปนี้ (13 คะแนน)
 - Contraction Joint
 - Construction Joint
 - Expansion Joint
 - Longitudinal Joint

- 2.2) ปัจจัยที่ควรพิจารณาในการออกแบบระบบระบายน้ำบนดินและใต้ผิวดินมีอะไรบ้าง อธิบายมาให้เข้าใจพอสังเขป (7 คะแนน)
- 2.3) การตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน คืออะไร (5 คะแนน)
- 2.4) นักศึกษามีแนวคิดในการวางแผนและออกแบบโครงข่ายถนนภายในเทศบาลนครหาดใหญ่เพื่อรองรับภัยน้ำท่วมอย่างไร อธิบายมาเป็นข้อๆ ให้เข้าใจพอสังเขป (5 คะแนน)

ข้อที่ 3 การออกแบบถนนแอสฟัลท์คอนกรีต (รวม 16 คะแนน)

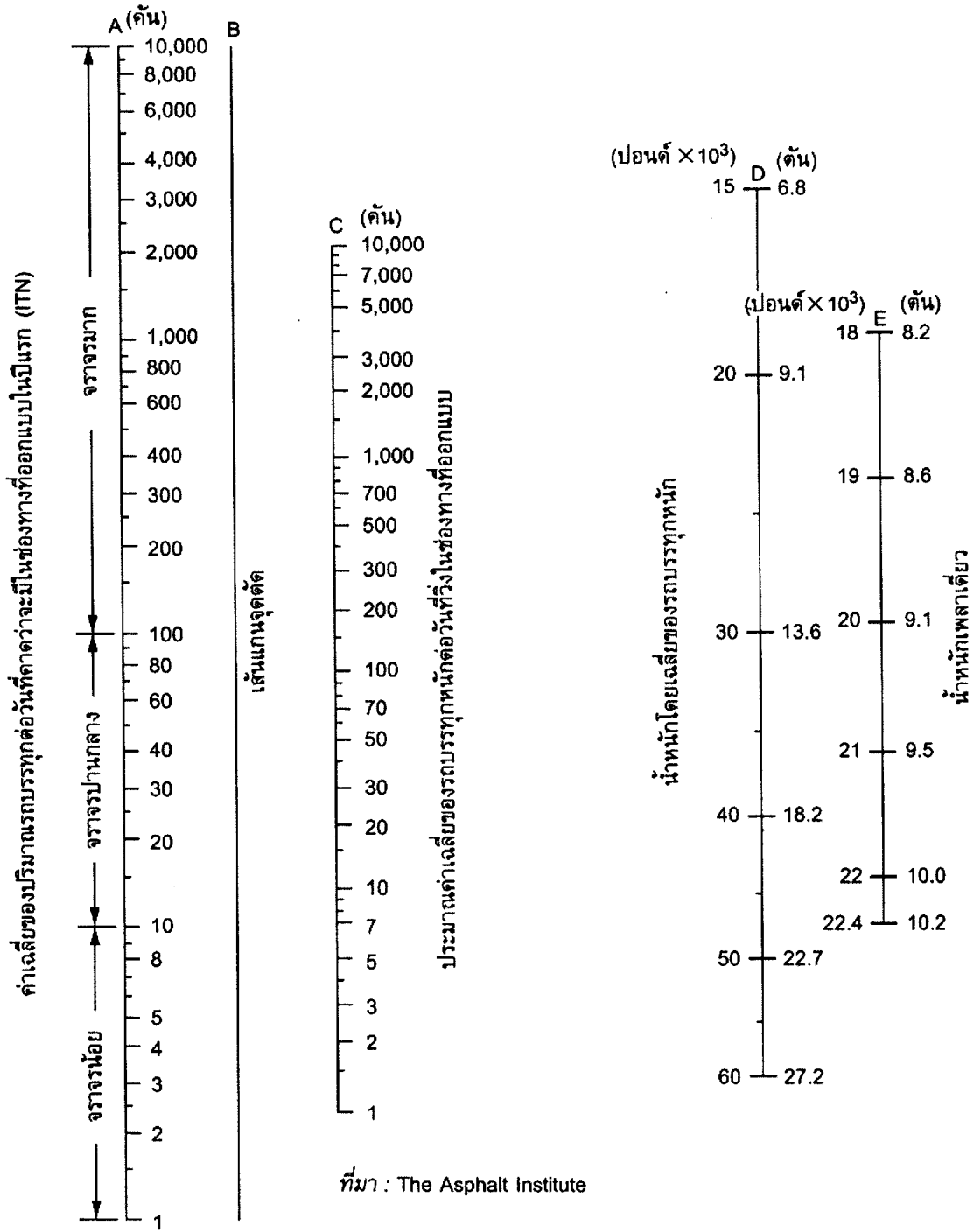
จงออกแบบโครงสร้างทางแอสฟัลท์คอนกรีตด้วยวิธี AI 1970 ของถนน 2 ช่องจราจรไปกลับ โดยออกแบบให้รองรับอายุการใช้งาน 15 ปี อัตราเพิ่มของปริมาณการจราจร 6% ต่อปี น้ำหนักเฉลี่ยของรถบรรทุก 21 ตัน และมีรายละเอียดของปริมาณการจราจรดังนี้

- รถยนต์นั่งส่วนบุคคล 203 คัน/วัน
- รถบรรทุกขนาดเล็ก 641 คัน/วัน
- รถบรรทุกขนาดกลาง 158 คัน/วัน
- รถบรรทุกขนาดใหญ่ 42 คัน/วัน
- Average Daily Traffic (ADT) = 1,044 คัน/วัน

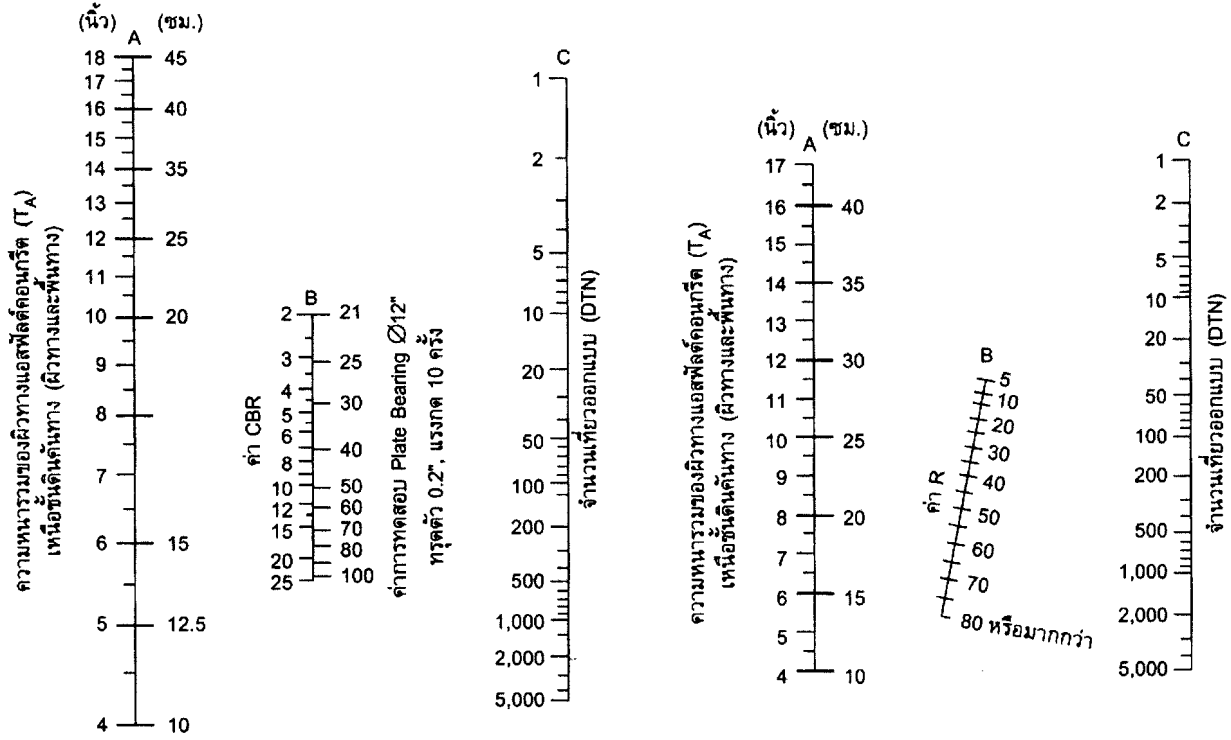
กำหนดให้

- $ITN \text{ Adjustment Factor} = \frac{(1+r)^n - 1}{20r}$
- ค่า CBR ของดินชั้นทาง เท่ากับ 3 %
- Nomograph ดังแสดงในรูปที่ 1 ส่วน Design Chart ดังแสดงในรูปที่ 2
- $TA = \frac{9.19 + 3.97 \log_{10}(DTN)}{(CBR)^{0.4}} \times 2.54$
- ความหนาขั้นต่ำของผิวทางแอสฟัลท์คอนกรีต ดังแสดงในตารางที่ 1
- ความหนาขั้นต่ำของโครงสร้างทางที่แนะนำโดยกรมทางหลวง ดังแสดงในตารางที่ 2
- ค่า Substitution ratio (Sr) ที่ใช้เทียบความหนาวัสดุทดแทน เป็นดังนี้
 - ผิวทางแอสฟัลท์คอนกรีต Sr = 1
 - พื้นทางหินคลุก Sr = 2
 - รองพื้นทางดินลูกรัง Sr = 2.7
 - วัสดุคัดเลือกทรายถม Sr = 3.5

หมายเหตุ: ให้นักศึกษาวาดภาพโครงสร้างทางประกอบและระบุรายละเอียดของชั้นต่างๆ ให้ชัดเจน



รูปที่ 1 Nomograph



หมายเหตุ : กราฟนี้ใช้ออกแบบที่อายุ 20 ปี นอกเหนือจากนี้ต้องปรับค่า DTN
 รูปที่ 2 Design Chart

ตารางที่ 1 ความหนาขั้นต่ำของผิวทางแอสฟัลท์คอนกรีต วิธี AI 1970

Design Traffic Number (DTN)	Minimum TA (cm.)
< 10	10.0
10 – 100	12.5
100 – 1,000	15.0
> 1,000	17.5

ตารางที่ 2 ความหนาขั้นต่ำของโครงสร้างทางที่แนะนำโดยกรมทางหลวง

ชนิดของวัสดุ	ปริมาณการจราจร		
	น้อย	สูง	สูงมาก
ผิวทาง	DBST	AC หนา 5 ซม.	AC หนา 10 ซม.
พื้นทางหินคลุก (ซม.)	20	20	20
รองพื้นทางลูกรัง (ซม.)	15-20	15-20	15-20
วัสดุคัดเลือกตามความจำเป็น	-	-	-

ข้อที่ 4 การออกแบบถนนคอนกรีต (รวม 40 คะแนน)

4.1) จงออกแบบโครงสร้างชั้นทาง และหาขนาดตะแกรงเหล็กมาตรฐาน BS ของทางหลวงเชื่อมระหว่างเมืองซึ่งเป็นถนนคอนกรีต 2 ช่องจราจรไปกลับ โดยออกแบบให้รองรับอายุการใช้งาน 30 ปี ปริมาณการจราจร 5,000 คัน/วัน สัดส่วนรถบรรทุกหนักเท่ากับ 20% อัตราเพิ่มของปริมาณการจราจร 4% ต่อปี (10 คะแนน)

กำหนดให้

- ปริมาณรถบรรทุกสะสม ดังแสดงในรูปที่ 3
- ตัวคูณเปลี่ยนรถบรรทุกเป็นเพลามาตรฐาน ดังแสดงในตารางที่ 3
- มีรถบรรทุกหนักแล่นผ่านขณะก่อสร้าง
- ค่า CBR ของดินชั้นทางเท่ากับ 2%
- ความหนาต่ำสุดของชั้นรองพื้นทางตามชนิดชั้นดินเดิมดังแสดงในตารางที่ 4
- Design chart สำหรับหาความหนาของแผ่นคอนกรีต ดังแสดงในรูปที่ 4
- ปริมาณการเสริมเหล็กชั้นต่ำ ดังแสดงในรูปที่ 5
- ขนาดของตะแกรงเหล็กมาตรฐาน BS ดังแสดงในตารางที่ 5

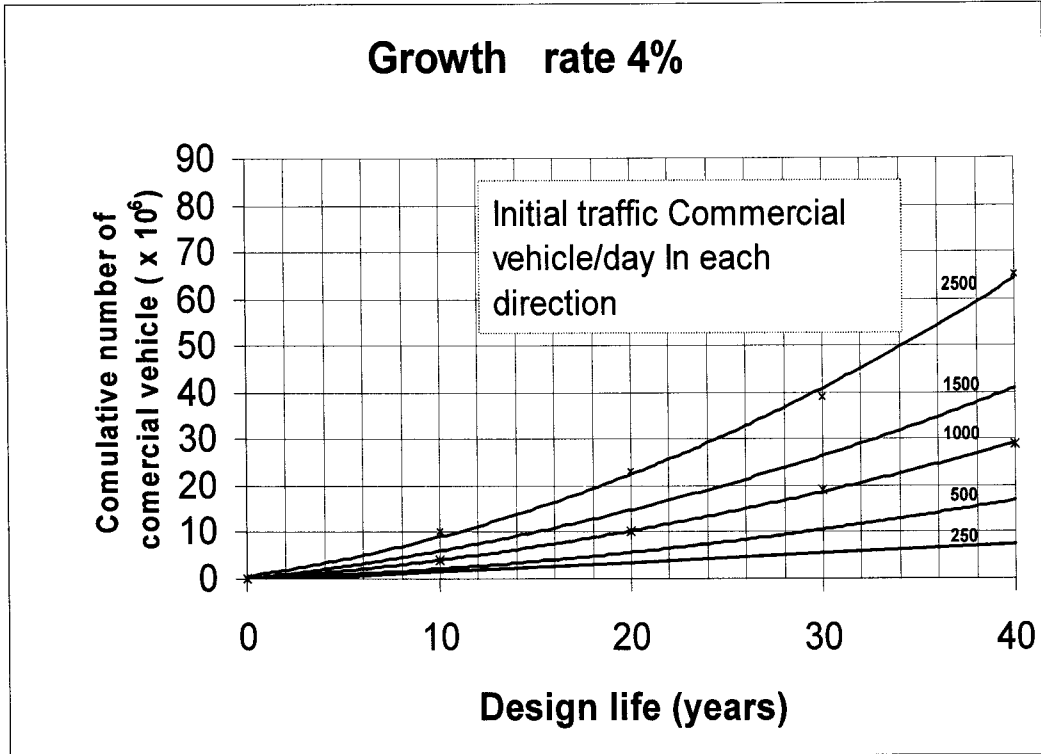
หมายเหตุ: ให้นักศึกษาวาดภาพโครงสร้างทางประกอบและระบุรายละเอียดของชั้นต่างๆ ให้ชัดเจน

ตารางที่ 3 ตัวคูณเปลี่ยนรถบรรทุกเป็นเพลามาตรฐาน

ประเภทถนน	จำนวนเพลามาตรฐานต่อรถบรรทุก 1 คัน
ทางด่วน (>1,000 vpdpl)	1.08
ทางหลวงเชื่อมระหว่างเมือง (250-1,000 vpdpl)	0.72
ถนนสาธารณะประเภทอื่น	0.45

ตารางที่ 4 ความหนาต่ำสุดของชั้นรองพื้นทางจำแนกตามชนิดของชั้นดินเดิม

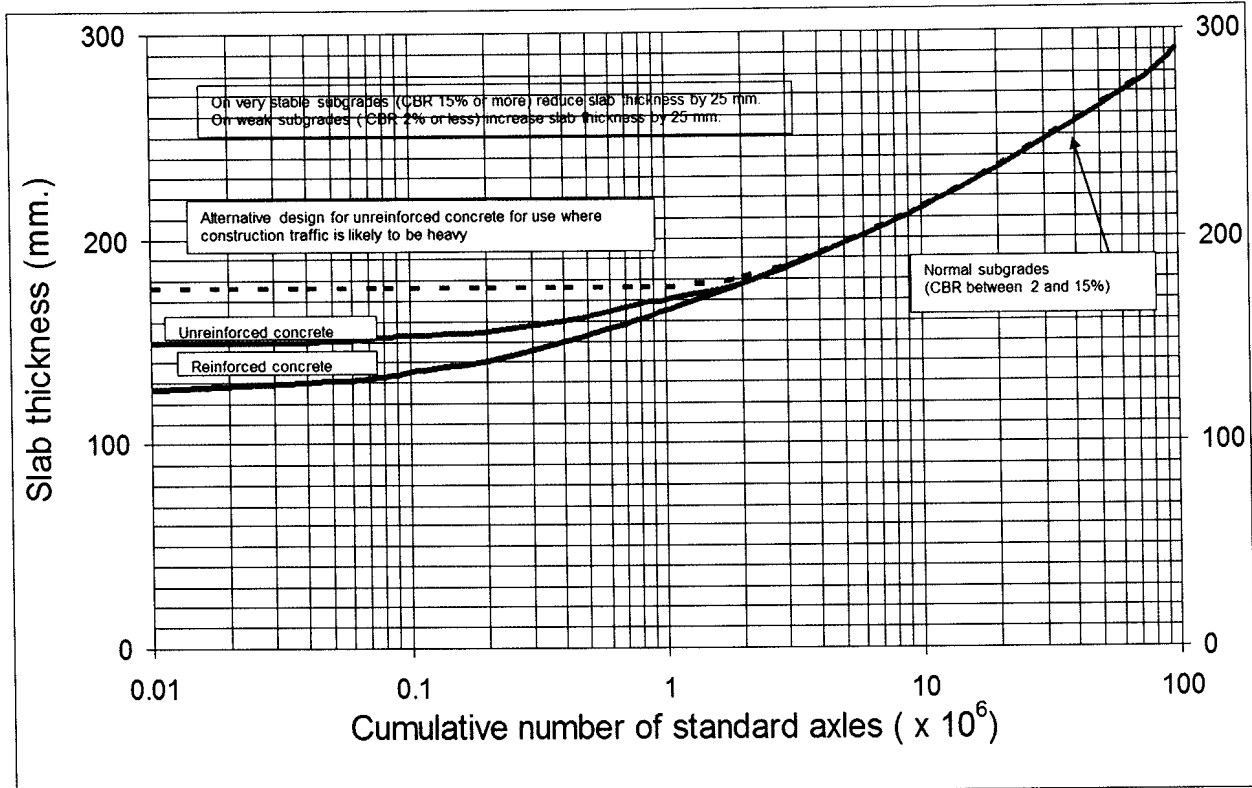
ชั้นดินเดิม	ความหนาต่ำสุดของชั้นรองพื้นทาง (ซม.)			
	ไม่มีรถบรรทุกหนักแล่นผ่าน		มีรถบรรทุกหนักแล่นผ่าน	
อ่อน	เมื่อ CBR ≤ 2%	15	เมื่อ CBR ≤ 4%	+15
ปกติ	เมื่อ CBR > 2%	8	เมื่อ CBR > 4%	+ 8
แข็ง	เมื่อ CBR ≥ 15%	0	เมื่อ CBR ≥ 15%	0



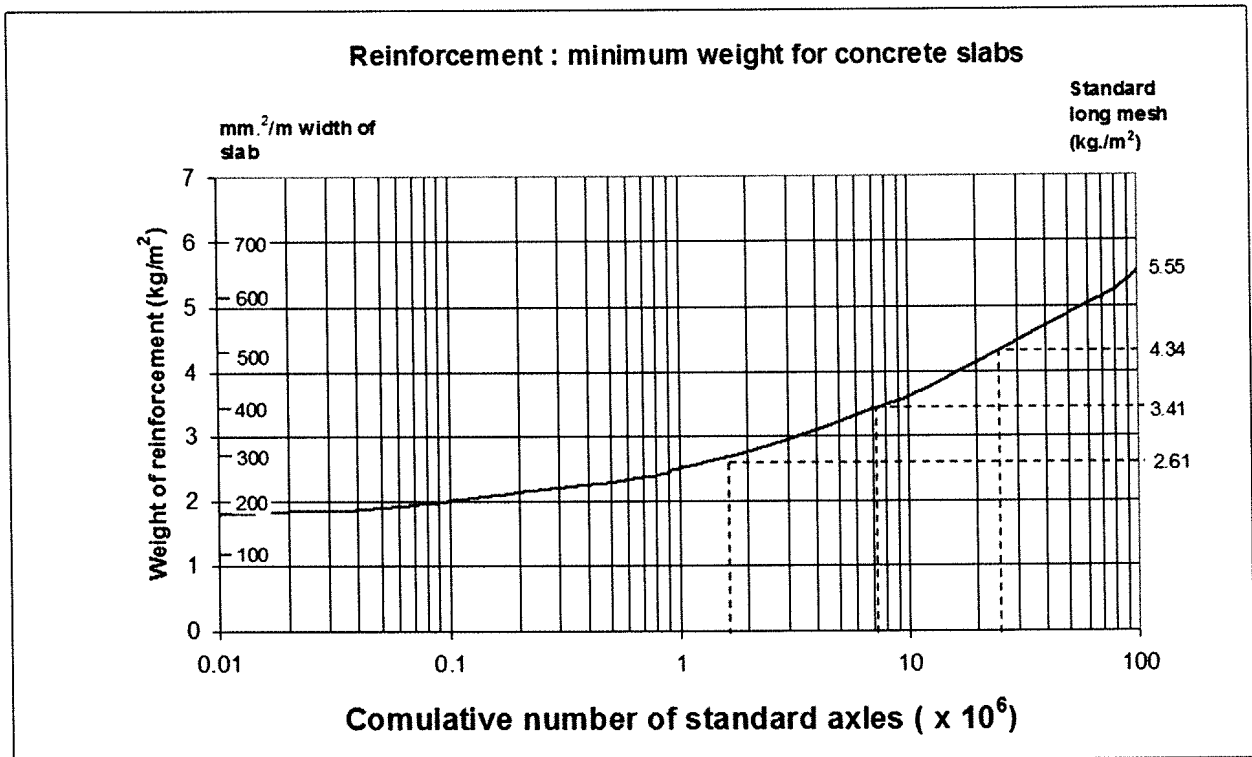
รูปที่ 3 แสดงปริมาณรถบรรทุกสะสม

ตารางที่ 5 แสดงขนาดของตะแกรงเหล็กมาตรฐาน BS

ขนาดตะแกรง มม. X มม.	BS.NO	น้ำหนัก ² กก./ม.	เหล็กยี่น		เหล็กตามขวาง	
			∅	พื้นที่หน้าตัด	∅	พื้นที่หน้าตัด
			มม.	² มม. /ม.	มม.	² มม. /ม.
100 x 400	C 283	2.61	6	283	5	49
	C 385	3.41	7	385	5	49
	C 503	4.34	8	503	5	49
	C 636	5.55	9	636	6	71
	C 785	6.72	10	785	6	71



รูปที่ 4 Design chart สำหรับหาความหนาของแผ่นคอนกรีต



รูปที่ 5 ปริมาณการเสริมเหล็กขั้นต่ำ

4.2) จงคำนวณหาร้อยละการล้าของผิวทางคอนกรีตที่คำนวณได้จากข้อ 4.1) เมื่อเปิดใช้งานไปจนมีอายุ 40 ปี โดยไม่มีการซ่อมบำรุง (30 คะแนน)

กำหนดให้

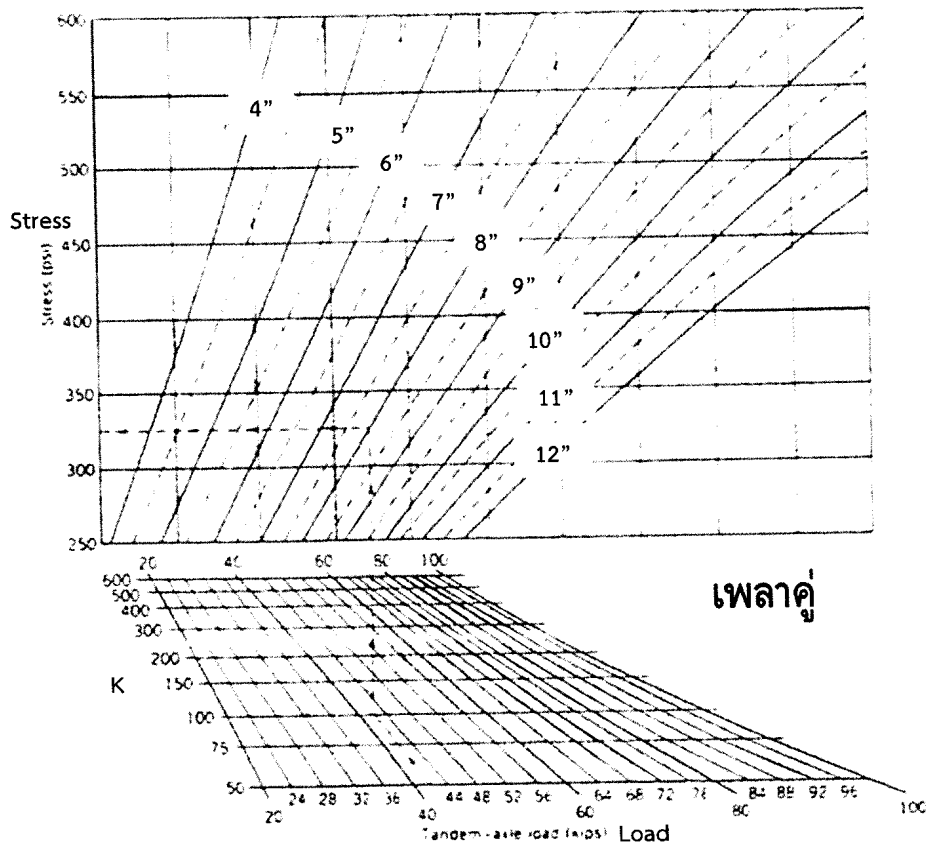
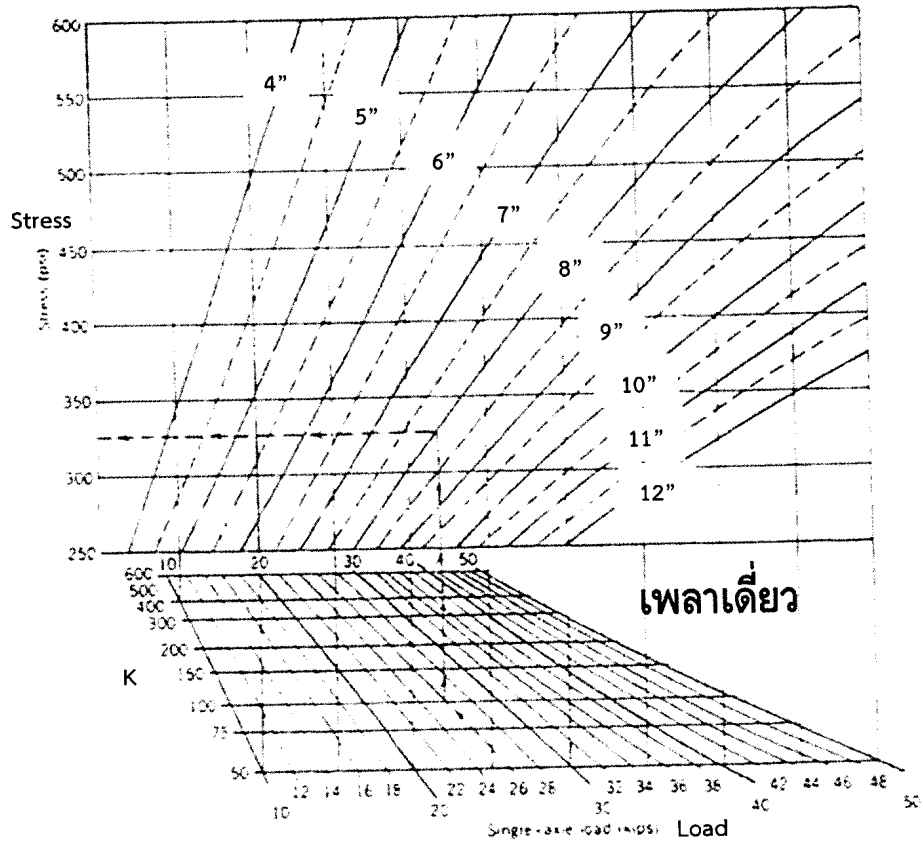
- Modulus of subgrade reaction (K) = 150 lb/in³
- Modulus of rupture (MR) ของคอนกรีต = 650 lb/in²
- ค่าแฟคเตอร์สำหรับปรับแก้อายุการใช้งาน 40 ปีและอัตราการเพิ่มของปริมาณจราจร 4% เท่ากับ 2.5
- ข้อมูลการกระจายตัวของรถบรรทุกประเภทต่างๆ ดังตารางที่ 6
- กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load กับ Stress ดังรูปที่ 6
- ความสัมพันธ์ระหว่าง Stress Ratio กับ Allowable Repetition ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 6 ข้อมูลการกระจายตัวของรถบรรทุกประเภทต่างๆ

น้ำหนักเพลา (Kips)	จำนวนเพลา/รถบรรทุก 100 คัน		น้ำหนักเพลา (Kips)	จำนวนเพลา/รถบรรทุก 100 คัน	
	เพลาเดี่ยว (S)	เพลาคู่ (T)		เพลาเดี่ยว (S)	เพลาคู่ (T)
12-14	8.8		26-28		9.5
14-16	7.9		28-30		11.1
16-18	6.7		30-32		9.6
18-20	5.9		32-34		1.3
20-22		5.5	34-36		1.2
22-24		7.9	36-38		0.5
24-26		8.8	38-40		1.2

ตารางที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่าง Stress Ratio กับ Allowable Repetition

Stress Ratio	Allowable Repetition	Stress Ratio	Allowable Repetition
≤0.50	9,999,999	0.58	57,000
0.51	400,000	0.59	42,000
0.52	300,000	0.60	32,000
0.53	240,000	0.61	24,000
0.54	180,000	0.62	18,000
0.55	130,000	0.63	14,000
0.56	100,000	0.64	11,000
0.57	75,000	0.65	8,000



รูปที่ 6 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load กับ Stress

☺ ข้อสอบมีเท่านี้ ขอให้ศึกษาโชคดี ☺