มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบกลางภาค ประจำภาคการศึกษาที่ 2 **ประจำปีการศึกษา** 2551

วันที่: 21 ธันวาคม 2551 **เวลา:** 09.00 – 12.00 น.

วิชา: 221-371 Highway Engineering **ห้อง:** A 201

ทุจริตในการสอบ โทษขั้นต่ำคือ ปรับตกในรายวิชาที่ทุจริต และพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา

คำชี้แจง:

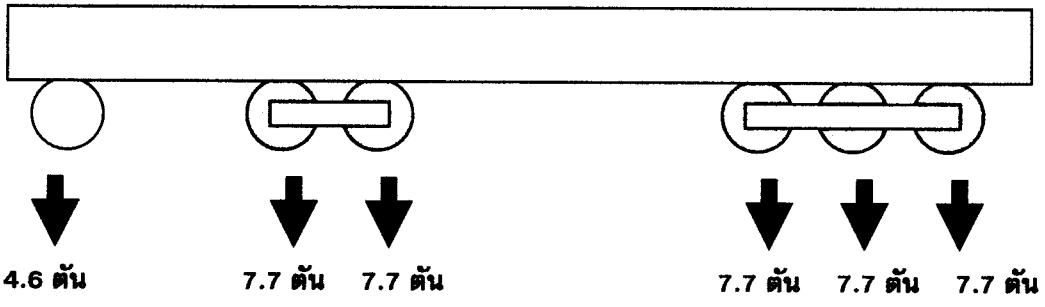
1. ข้อสอบนี้เหมือนกับของเก่าๆ เกือบทั้งหมด เผื่อคนไม่เข้าเรียนหรือขาดเรียนบ่อยๆ จะได้ทำได้บ้าง
2. ข้อสอบมี 6 หน้า มี 6 ข้อใหญ่ ให้ทำทุกข้อ คะแนนแต่ละข้อไม่เท่ากัน คะแนนรวมเท่ากับ 180
3. ถ้าที่ขีดเขียนในช่องว่างไม่พอ ให้เขียนต่อในที่ว่างที่อื่น และช่วยนำทางให้ผู้ตรวจสะดวกตามไปให้คะแนนด้วย

ข้อที่ 1 (5, 5 และ 15 คะแนน ตามลำดับ รวม 25 คะแนน)

1.1 อธิบาย Fourth Power Law ในเรื่องอำนาจการทำลายผิวทาง

1.2 อธิบาย Truck Factor และการนำไปใช้งานการออกแบบผิวทาง

1.3 หากคิดน้ำหนักมาตรฐานของเพลาแบบเพลาเดี่ยว (Single Axle) เท่ากับ18,000 ปอนด์ ของเพลาแบบเพลาคู่ (Tandem Axle) เท่ากับ 33,000 ปอนด์ และเพลาแบบไตรเพลา (Tridem Axle) เท่ากับ 48,000 ปอนด์ จงประเมินค่า Truck factor สำหรับรถบรรทุก 22 ล้อ ที่มีน้ำหนักเพลาเดี่ยวล้อเดี่ยวที่ด้านหน้า 4.6 ตัน น้ำหนักเพลาคู่ล้อคู่ตรงกลาง 7.7 ตันต่อเพลา และน้ำหนักเพลาไตรเพลาล้อคู่ที่ตอนท้าย 7.7 ตันต่อเพลา



ข้อที่ 2 (4; 4, 4; และ 13 คะแนน ตามลำดับ รวม 25 คะแนน)

2.1 ระบุความต่างของการใช้งาน Prime Coat กับ Tack Coat

2.2 อธิบาย ในเรื่อง Bitumen

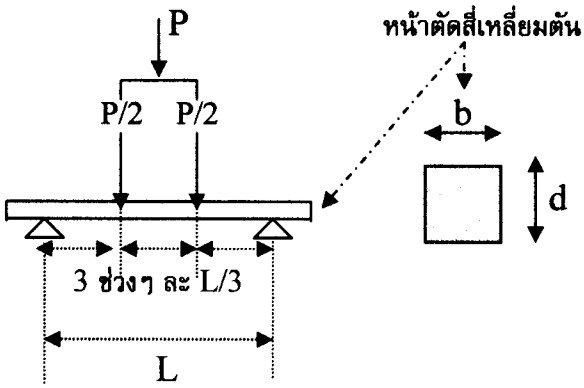
Penetration Grade

Emulsion

2.3 อธิบาย Structural Number (SN) ในเรื่องการออกแบบผิวทางโดยใช้วิธี AASHTO 1993

ข้อที่ 3 (13, 6 และ 6 คะแนน ตามลำดับ รวม 25 คะแนน)

การทดสอบหาค่าหน่วยแรงดัดที่แท่งหรือแผ่นคอนกรีตสามารถรับได้ ปกติจะใช้วิธี Third Point Loading ดังรูป



3.1 **<u>อธิบาย Modulus of Rupture</u>** และพิสูจน์ว่าค่า Modulus of Rupture มีค่าเท่ากับ $\frac{PL}{bd^2}$

3.2 ถ้าโมดูลัสการแตกหักของคอนกรีตมีค่า 650 psi ได้มาจากแท่งคอนกรีตขนาดหน้าตัด 15 ซม X 15 ซม บน Span L 45 ซม จะต้องใช้เครื่องกดที่มีแรงอย่างน้อยที่สุดประมาณกี่ตันสำหรับการทดสอบ (อนึ่ง เครื่องกดไม่ควรกดด้วยแรงถึงร้อยละ 75 ของกำลังกดสูงสุดของเครื่องนั้น หาไม่เครื่องอาจพังก่อนเวลาอันควร)

3.3 ถ้าเอาคอนกรีตที่มีส่วนผสมเดียวกันกับที่ทำการทดสอบข้างต้น ไปทดสอบหากำลังอัด และทดสอบหากำลังดึง จงคาดคะเนค่ากำลังอัดและค่ากำลังดึงว่า จะได้ค่าเหล่านี้ที่ประมาณกี่ ksc

ข้อที่ 4 (15, 15 และ 20 คะแนน ตามลำดับ รวม 50 คะแนน)

4.1 การออกแบบถนน 4 ช่องจราจรผิวทางลาดยางสายหนึ่ง มีข้อมูลการออกแบบดังนี้:

ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน (ADT) ในปีแรก	=	6,000 คัน/วัน
อัตราการเพิ่มเฉลี่ยปริมาณการจราจรต่อปี	=	4 %
จำนวนปีที่ออกแบบ	=	7 ปี
ร้อยละของรถบรรทุกหนัก (%HT)	=	12.5 %
ร้อยละของรถบรรทุกหนักในช่องทางออกแบบ	=	35 %
ค่าเฉลี่ยน้ำหนักรถบรรทุก (Average Gross Weight)	=	25 ตัน (55,000 lbs)
น้ำหนักเพลาเดี่ยวมาตรฐาน (Standard Axle Load)	=	8.2 ตัน (18,000 lbs)
Subgrade %CBR (ใช้ค่า Percentile ที่ 80)	= 3, 2, 6, 5, 7, 9, 11, 10, 8, 4	

จงออกแบบความหนา Full Depth ตามข้อมูลเท่าที่จำเป็นต้องใช้จากที่กำหนดไว้ข้างต้นตามวิธี AI 1991 โดยใช้ตารางที่ให้มาสำหรับ MAAT 24 °C อนึ่ง ค่า Resilience Modulus Mr ให้ประเมินจากค่า CBR โดยใช้ความสัมพันธ์สำหรับค่า CBR ที่ต่ำกว่า 10%

4.2 จงออกแบบชั้นทางตามข้อมูลใน 4.1 ด้วยวิธีดั้งเดิม TAI 1970 และโดยให้พิจารณาว่า:

ความหนาผิวจราจรลาดยางชั้นบนสุด ต้องไม่น้อยกว่า 5 ซม

ชั้นพื้นทาง (Road base) จะมี CBR ไม่ต่ำกว่า 80 %

ชั้นรองพื้นทาง (Sub base) จะมี CBR ไม่ต่ำกว่า 25 %

ชั้นวัสดุคัดเลือก (Selected material) จะมี CBR ไม่ต่ำกว่า 6 %

อัตราส่วนการทดแทน (Substitution ratio, S_r):

สำหรับดินชั้นพื้นทาง = 2.0

สำหรับดินชั้นรองพื้นทางและดินชั้นวัสดุคัดเลือก = 2.7

สูตรช่วยการคิดคำนวณ:

แฟคเตอร์ปรับแก้จำนวนปีการออกแบบที่ต่างจาก 20 ปี $= \{(1 + r)^n - 1\} / 20\,r$

Full depth Thickness of Asphalt, TA

TA (นิ้ว) $= \{9.19 + 3.97 \log_{10}(DTN)\} / CBR^{0.4}$

4.3 ออกแบบพื้นทางข้างต้นให้เป็นถนนคอนกรีตสี่ช่องจราจรกว้างช่องละ 3.50 ม โดยวิธี RN29

ข้อที่ 5 (18 และ 12 คะแนน ตามลำดับ รวม 30 คะแนน)

5.1 อธิบาย

5.1.1 Expansion Joint

5.1.2 Contraction Joint

5.1.3 Construction Joint

5.1.4 Dowel Bar

5.1.5 Tie Bar

5.1.6 Temperature Steel

5.2 จงคำนวณ เพื่อหา *ขนาด* *ความยาว* และ *ความถี่* ในการวาง Tie Bar และ Temperature Steel สำหรับทางคอนกรีต **สอง** ช่องจราจรกว้างช่องละ 4.00 ม. หนา 20 ซม. และมีระยะรอยต่อตามขวางทุก 10 ม.

ข้อที่ 6 (7, 3 และ 15 คะแนน ตามลำดับ รวม 25 คะแนน)

6.1 อธิบายหลักการในการทำแบบจำลองทางคณิตศาตร์ในการวางแผนการขนส่งแบบ Four Step Model

6.2 โมเดล "แรงโน้มถ่วง" ได้ชื่อเช่นนี้มาเช่นไร และท่านคิดว่า สมมุติฐานและหรือข้อมูลอะไรของโมเดลนี้น่าจะเป็นปัญหาหรืออุปสรรคที่ยุ่งยากที่สุด สำหรับการนำไปใช้งานวางแผนการขนส่งในประเทศไทย

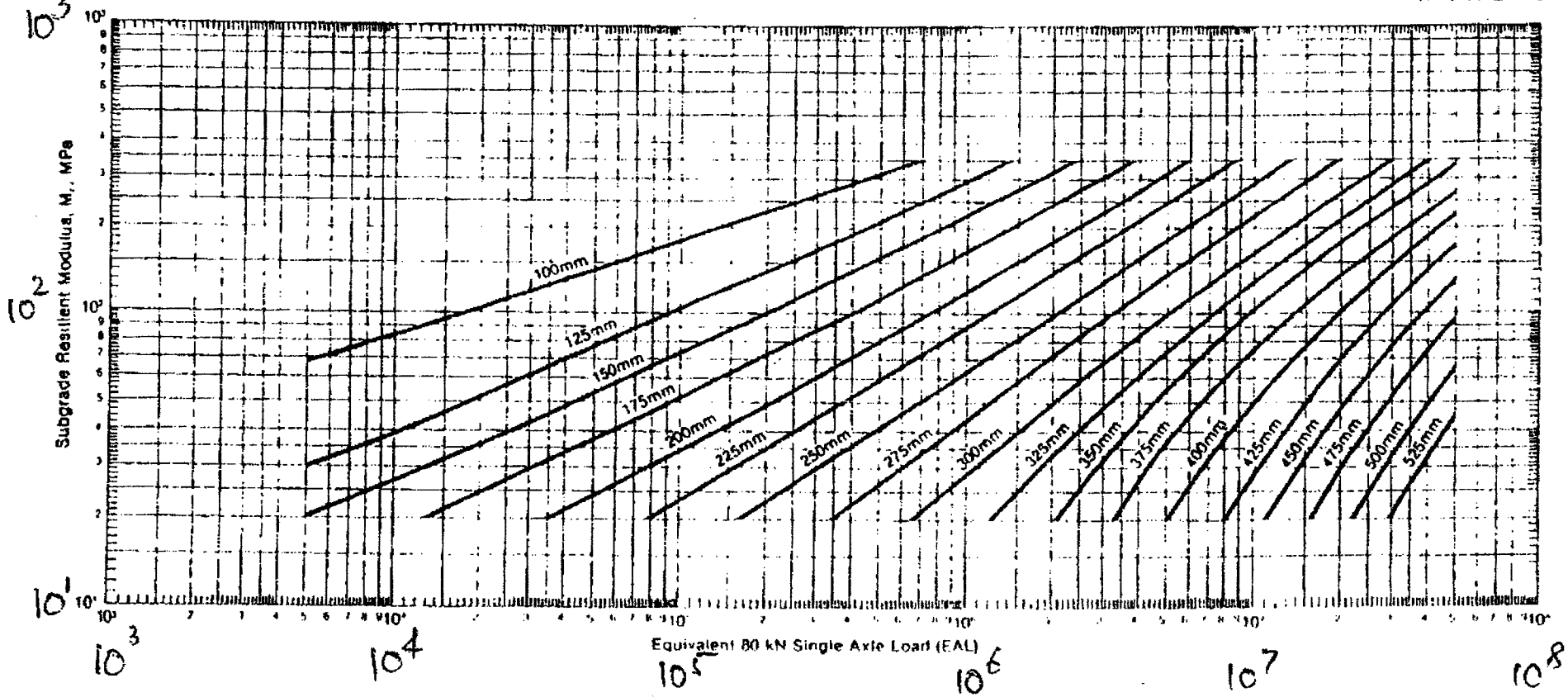
6.3 จากข้อมูลในตารางข้างล่างนี้ จงประเมินปริมาณการเดินทางจากพื้นที่ย่อย 1 ไปยังพื้นที่ย่อยอื่นๆ ตามแนวทางโมเดล "แรงโน้มถ่วง" $Tij = Gi\ Aj\ Fij / \Sigma(Aj\ Fij)$

เมื่อ Fij ได้รับการพิจารณาว่าเท่ากับ $1 / t^{n}$ โดยที่ $n = 1.9$

พื้นที่ย่อยที่	เวลาการเดินทาง t (นาที) จากพื้นที่ย่อย 1	เที่ยวเดินทางออกไปที่เกิดขึ้น	เที่ยวเดินทางเข้ามาจากแรงดึงดูด
1		20,000	10,000
2	10	15,000	30,000
3	20	30,000	18,000
4	15	25,000	10,000
5	30	18,000	40,000

Full Depth Asphalt Concrete

MAAT 24°C

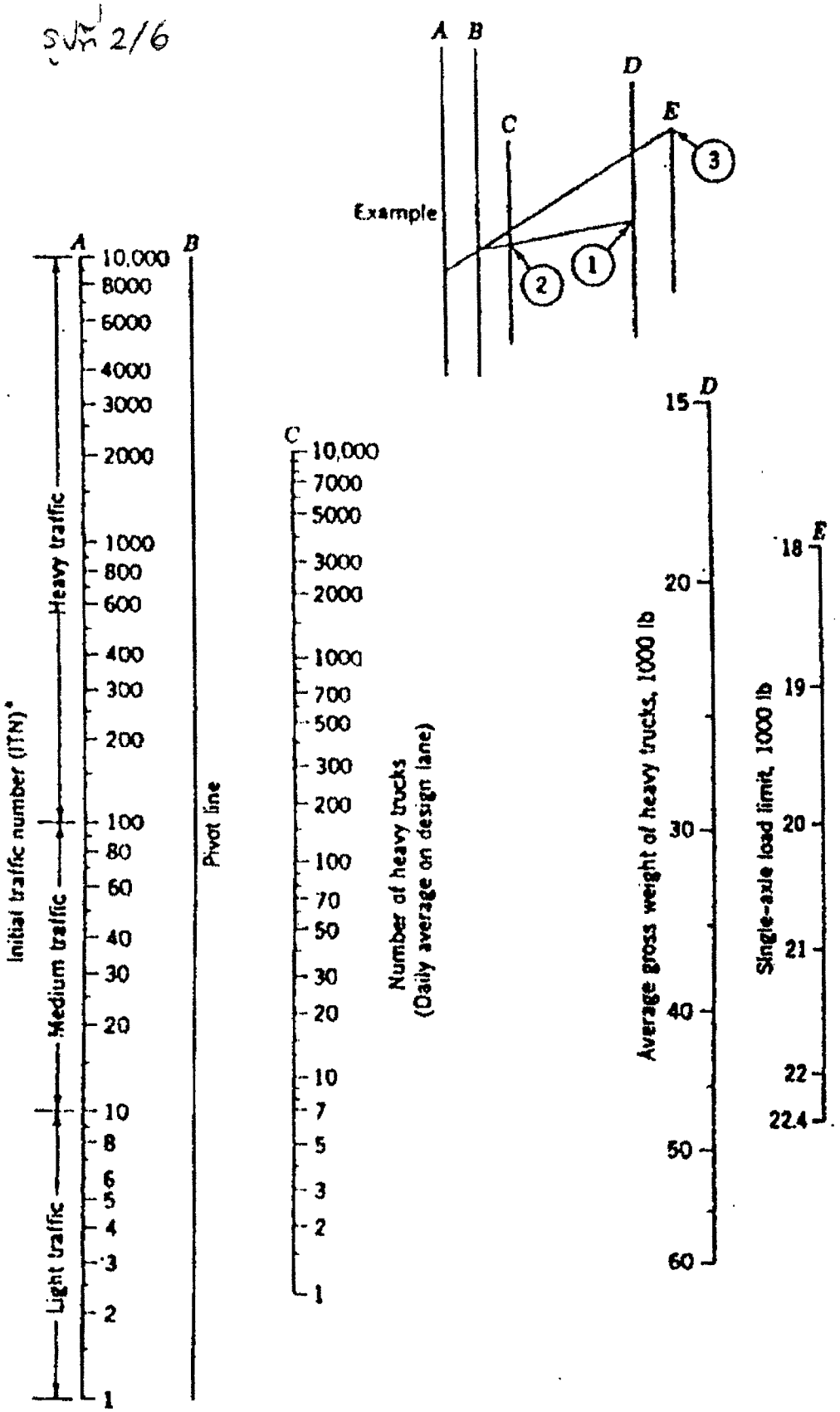


10^3 10^4 10^5 10^6 10^7 10^8

10^3 10^2 10^1

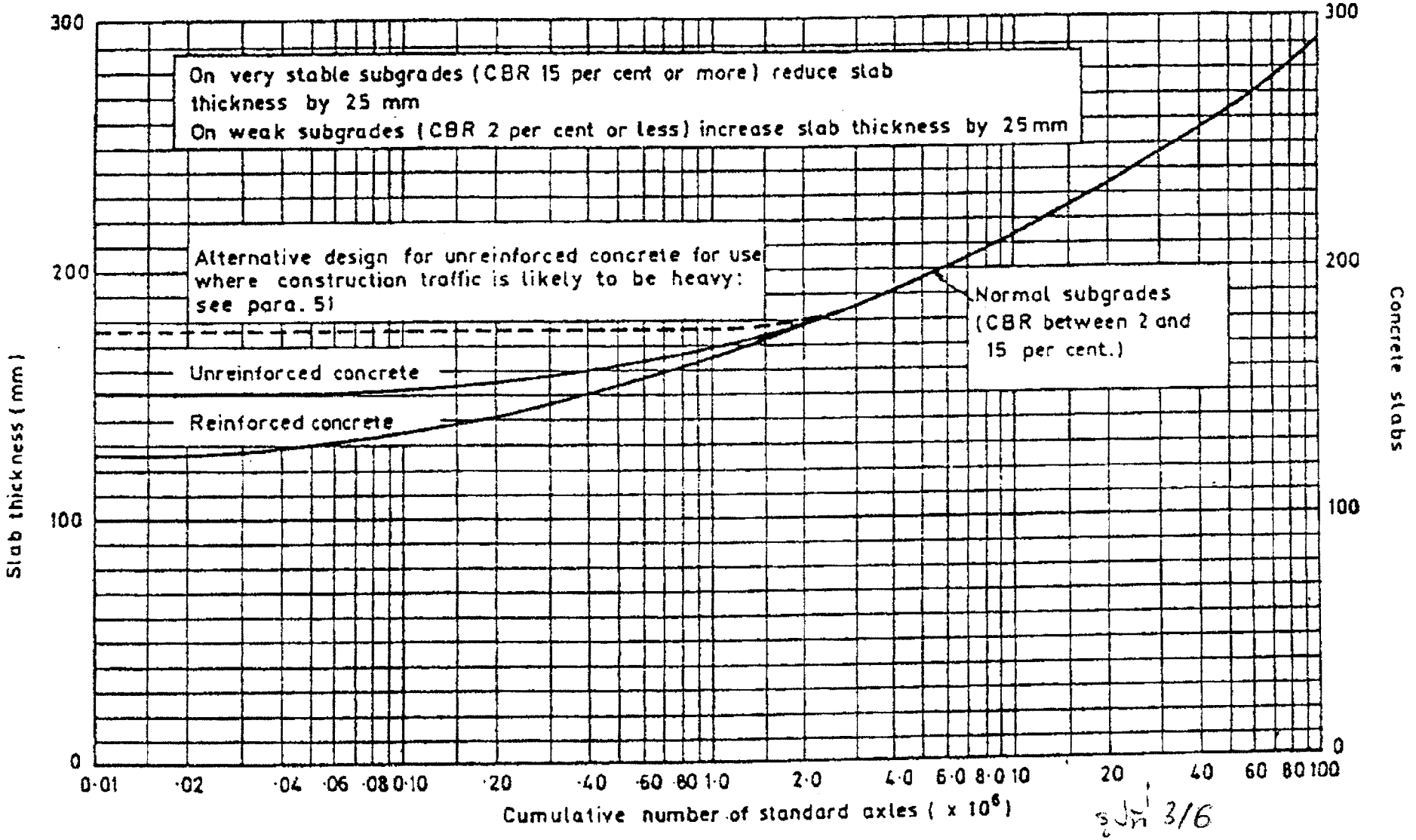
5 of 16

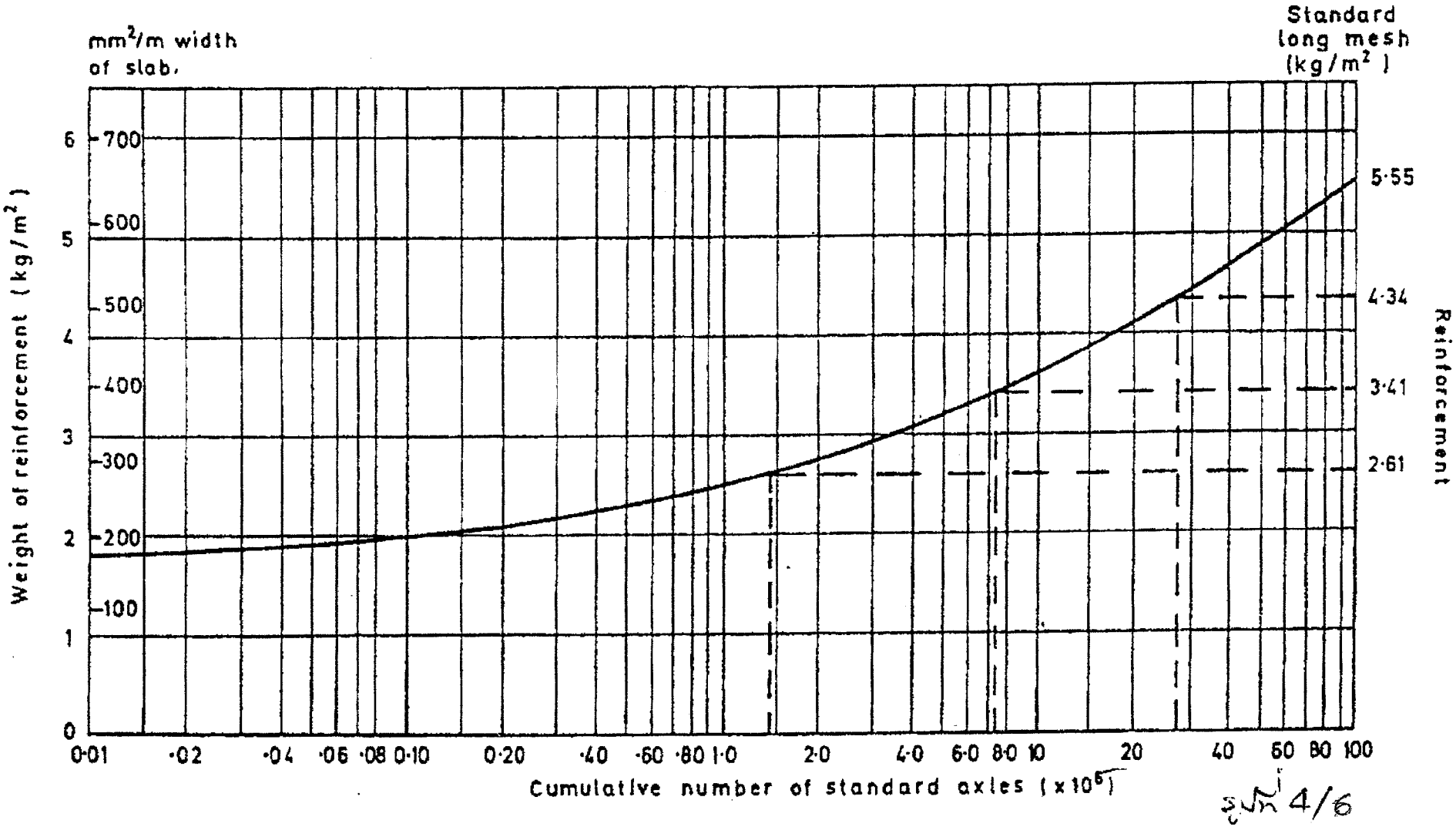
SVN 2/6



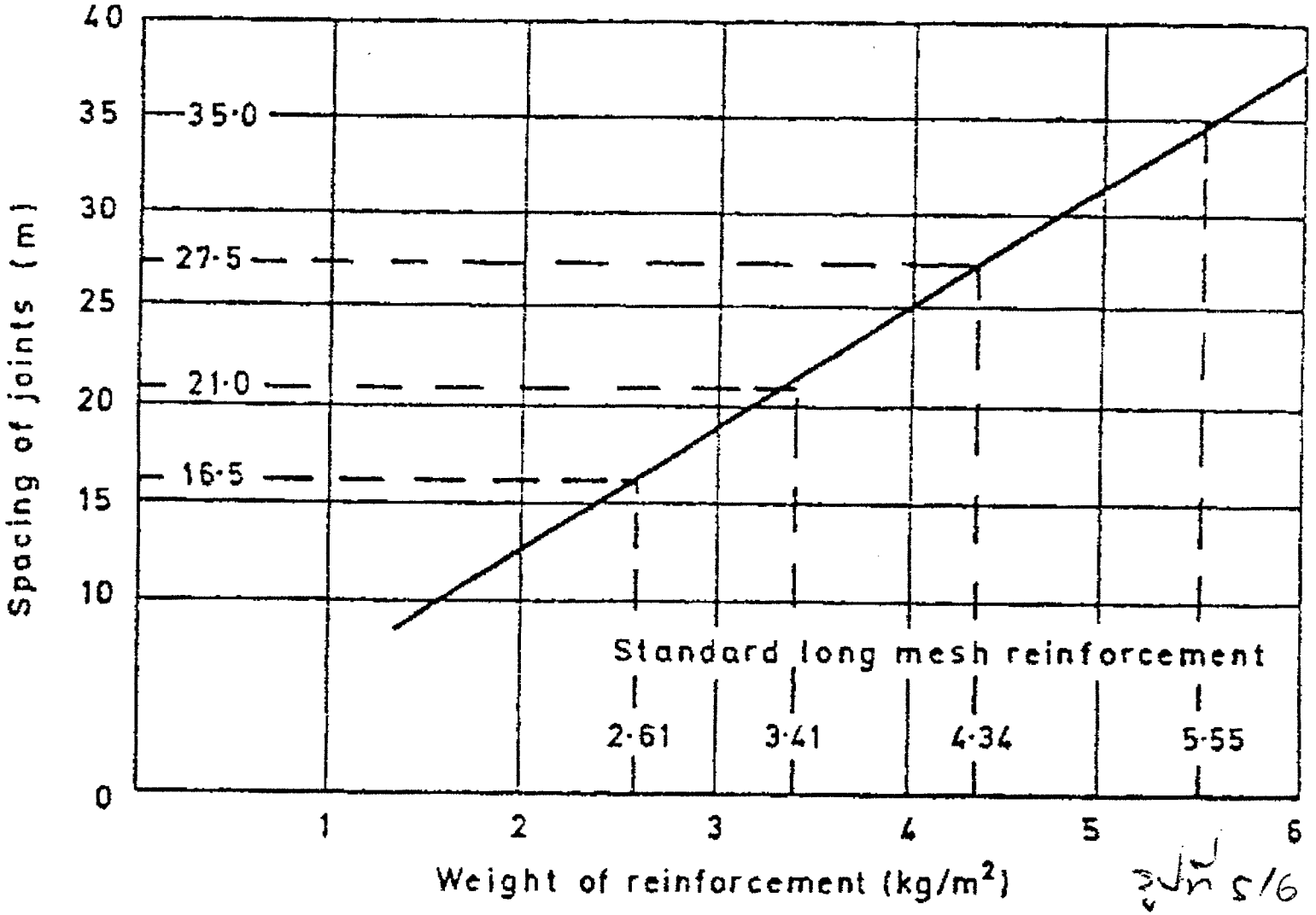
*ITN value may require correction where the IDT of automobiles and light trucks is relatively high.

Nomographic solution of EAL_{30}. (From The Asphalt Institute.)


On very stable subgrades (CBR 15 per cent or more) reduce slab thickness by 25 mm
On weak subgrades (CBR 2 per cent or less) increase slab thickness by 25 mm
Alternative design for unreinforced concrete for use where construction traffic is likely to be heavy: see para. 51
Unreinforced concrete
Reinforced concrete
Normal subgrades (CBR between 2 and 15 per cent.)
Slab thickness (mm)
Concrete slabs
300
200
100
0
0·01
·02
·04
·06
·08
0·10
·20
·40
·60
·80
1·0
2·0
4·0
6·0
8·0
10
20
40
60
80
100
Cumulative number of standard axles (x 10⁶)


mm²/m width of slab.
Standard long mesh (kg/m²)
Weight of reinforcement (kg/m²)
Reinforcement
0
1
2
3
4
5
6
100
200
300
400
500
600
700
5·55
4·34
3·41
2·61
0·01
·02
·04
·06
·08
0·10
0·20
·40
·60
·80
1·0
2·0
4·0
6·0
8·0
10
20
40
60
80
100
Cumulative number of standard axles (x10⁵)

4/6


Spacing of joints (m)
40
35
30
25
20
15
10
0
35·0
27·5
21·0
16·5
Standard long mesh reinforcement
2·61
3·41
4·34
5·55
1
2
3
4
5
6
Weight of reinforcement (kg/m²)

รูปที่ 5/6

ate the subgrade moisture content when it rises to within 0.9m (3 ft) of the road surface, in sandy clays (PI $\leqslant$ 20 per cent) the water-table will dominate when it rises to within 3m (10 ft) of the road surface, and in heavy clays (PI $\geqslant$ 40 per cent) the water-table will dominate when it rises to within 7m (23 ft) of the road surface.

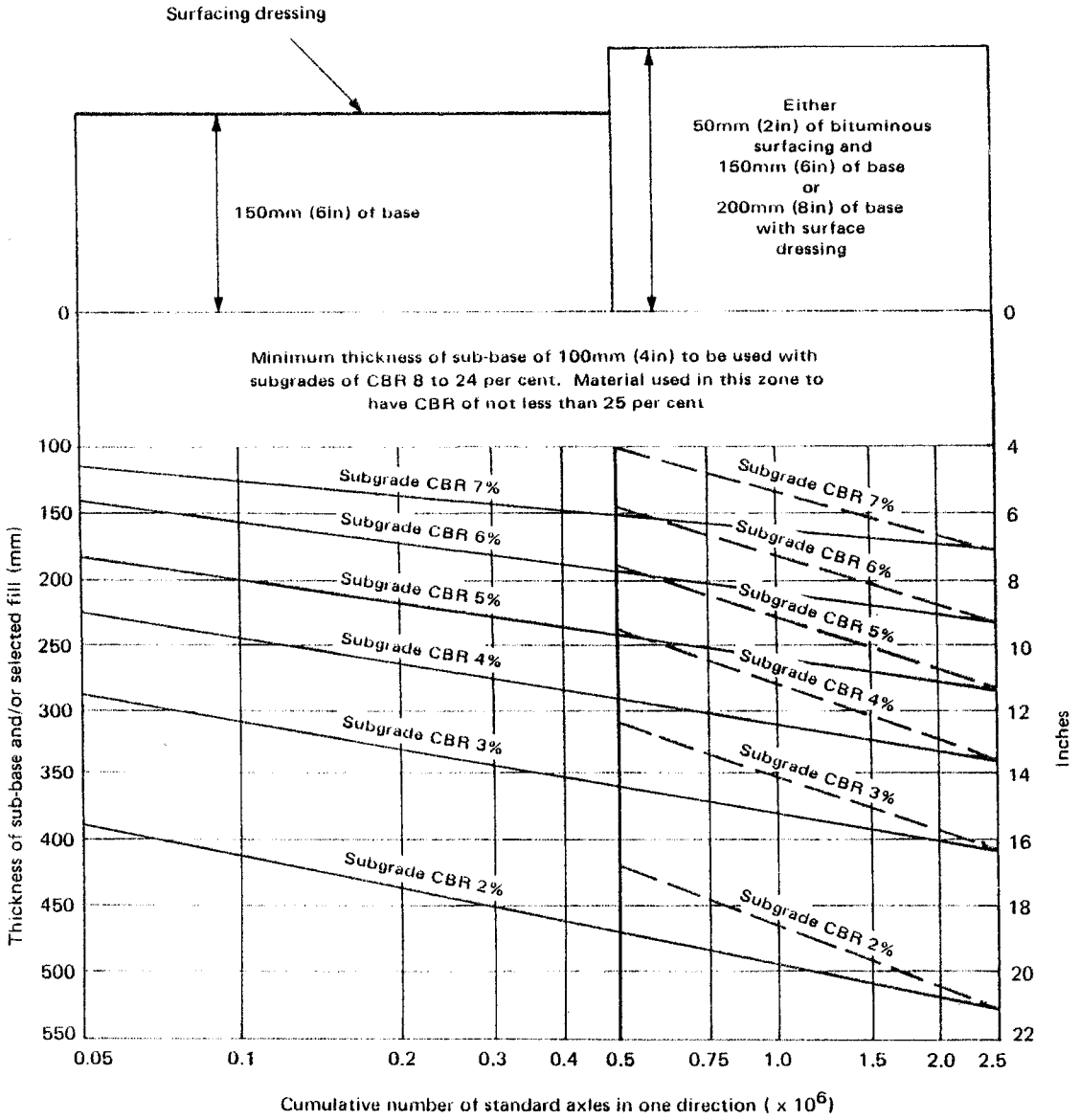
In addition to areas where the water-table is maintained by rainfall, this category includes coastal strips and flood plains where the water-table is maintained by the sea, by a lake, or by a river.

ii) *Subgrades with deep water-tables and where rainfall is sufficient to produce significant seasonal changes in moisture conditions under the road.* These conditions occur when rainfall exceeds evapotranspiration for at least two months of the year. The rainfall in such areas is usually greater than 250mm (10 in) per year and is often seasonal.

iii) *Subgrades in areas with no permanent water-table near the ground surface and where the climate is arid throughout the year.* Such areas have an annual rainfall of 250mm (10 in) or less.

3.1 Estimating the subgrade moisture content

Category (i). Where a water-table exists *close* to the ground surface the ultimate moisture content



If it is desired to provide at the time of construction a pavement capable of carrying more than 0.5 million standard axles, the designer may choose either a 150mm (6in) base with a 50mm (2in) bituminous surfacing or a 200mm (8in) base with a double surface dressing. For both of these alternatives, the recommended sub-base thickness is indicated by the broken line.

Alternatively, a base 150mm (6in) thick with a double surface dressing may be laid initially and the thickness increased when 0.5 million standard axles have been carried The extra thickness may consist of 50mm (2in) of bituminous surfacing or at least 75mm (3in) of crushed stone with a double surface dressing. The largest aggregate size in the crushed stone must not exceed 19mm (¾in) and the old surface must be prepared by scarifying to a depth of 50mm (2in). For this stage construction procedure, the recommended thickness of sub-base is indicated by the solid line.