การออกแบบฐานรากคอนกรีตเสริมเหล็ก ของอาคารขนาดเล็ก ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยวิธีกราฟฟิค

โดยนายสุวิช เพชรศรีสม
วศ.บ. (โยธา)
วท.ม. (เทคโนฯ การบริหารสิ่งแวดล้อม)
สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ขอนแก่น

ในการออกแบบฐานรากคอนกรีตเสริมเหล็ก สำหรับอาคารในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ปกติแล้วจะใช้วิธีการคำนวณ โดยอาศัยมาตรฐานของ วสท. (วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย) สภาพของดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนใหญ่จะรับน้ำหนักของฐานราก ในลักษณะแผ่ (BEARING CAPACITY) มีความสามารถในการรับน้ำหนักโดยปลอดภัยประมาณ 6000-12000 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ฐานรากคอนกรีตเสริมเหล็กที่นิยมใช้คือฐานรากเดี่ยว (ISOLA- TED FOOTING) การออกแบบฐานรากโดย วิธีคำนวณเป็นวิธีที่ยุ่งยากและเสียเวลามาก ผู้เขียนจึงขอเสนอวิธีการออกแบบโดยวิธีกราฟฟิค ซึ่งได้ข้อมูลจากการคำนวณโดยคอมพิวเตอร์ แล้วนำมาทำเป็นกราฟทั้งนี้เพื่อเอื้ออำนวยความสะดวกใน การออกแบบแก่วิศวกรและผู้ออกแบบ สำหรับส่วนอื่นของอาคารเช่น เสา ค.ส.ล. คาน ค.ส.ล. พื้น ค.ส.ล. ไม่สามารถนำมาลงพิมพ์ในหนังสือเล่มนี้ได้

การออกแบบฐานราก ค.ส.ล.

1. การออกแบบฐานราก ค.ส.ล. โดย วิธีคำนวณ

ตัวอย่างที่ 1 จงออกแบบฐานรากที่มีน้ำหนักจากเสา (ขนาด 0.20 X 0.20) 16000 กก.

กำหนด ความสามารถในการรับน้ำหนักโดยปลอดภัยของดิน - 10000 กก./ตร.ม.

ออกแบบ น้ำหนักจากเสา - 16000 กก.

น้ำหนักฐานราก (10%) - 1600 กก.

น้ำหนักรวม - 17600 กก.

ขนาดโดยประมาณของฐานราก $= \frac{17600}{10000} = 1.76$ ตร.ม.

ใช้ฐานรากขนาด 1.40 X 1.40

$\therefore$ แรงปฏิกิริยาของดินต่อฐานราก (ฟ) $= \frac{17600}{1.40 \times 1.40} = 8979$ กก./ตร.ม.

จาก d $= \sqrt{\frac{M}{R\,b}}$

โมเมนต์ (M) $= \frac{0.60 \times 1.40 \times 8979 \times 0.60}{2}$

$= 2263$ กก. - ม.

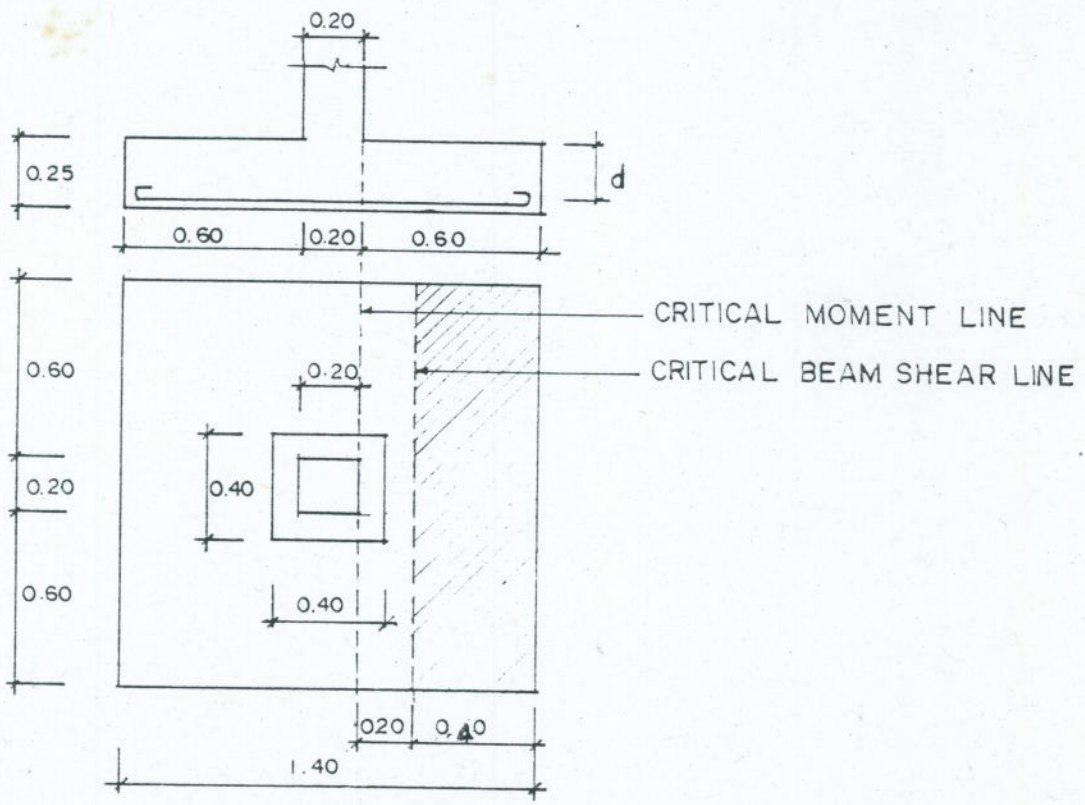
จาก d $= \sqrt{\frac{2263 \times 100}{6.86 \times 140}}$

$= 15.40$ ซม.

ใช้ค่า d $= 20$ ซม.

(ความหนา) T $= 25$ ซม.

ส่วนหุ้มของคอนกรีต 5 ซม.



ตรวจสอบค่าแรงเฉือนแบบคาน (BEAM SHEAR)

ค่าหน่วยแรงเฉือนแบบคานที่ยอมให้ (Ve) $= 0.292\sqrt{fc'}$

$= 0.292\sqrt{100}$

$= 2.92$ กก./ตร.ม.

แรงเฉือนแบบคานที่เกิดขึ้น (V) $= 0.40 \times 1.40 \times 8979$

$= 5028$ กก.

หน่วยแรงเฉือนที่เกิดขึ้น $(Ve) = \frac{V}{bd}$ $= \frac{5028}{140 \times 20}$

$= 1.796$ กก./ตร.ม.

(น้อยกว่าหน่วยแรงเฉือนที่ยอมให้คือ 2.92 กก./ตร.ม. ใช้ได้)

ตรวจสอบค่าแรงเฉือนแบบเจาะทะลุ (PUNCHING SHEAR)

ค่าหน่วยแรงเฉือนแบบเจาะทะลุที่ยอมให้ (Ve) $= 0.53\sqrt{fe'} = 0.53\sqrt{100}$

$= 5.30$ กก./ตร.ม.

ค่าแรงเฉือนแบบเจาะทะลุที่เกิดขึ้น (V) $= \left[(1.40)^2 - (0.40)^2\right] 8979$

$= 16162$ กก.

ค่าหน่วยแรงเฉือนแบบเจาะทะลุที่เกิดขึ้น (Ve) $= \frac{V}{bo.d}$

$= \frac{16162}{4 \times 40 \times 20}$

$= 5.050$ กก./ตร.ม.

(น้อยกว่าหน่วยแรงเฉือนที่ยอมให้คือ 5.30 กก./ตร.ม. ใช้ได้)

หาขนาดของเหล็กเสริมจาก As $= \frac{M}{fs.j.d}$

As - พ.ท.หน้าตัดของเหล็กเสริม (ตารางเซนติเมตร)

M - โมเมนต์ที่เกิดขึ้น (กิโลกรัม-เซนติเมตร)

fs - หน่วยแรงดึงของเหล็กเสริมที่ยอมให้ (กิโลกรัมต่อตารางเมตร)

j - ค่าตาม พ.ร.บ. ควบคุมการก่อสร้าง 0.885

d - ค่าความลึกประสิทธิผล (เซนติเมตร)

แทนค่าต่าง ๆ

$$As = \frac{2263 \times 100}{1200 \times 0.885 \times 20} = 10.30 \text{ ตร.ซม.}$$

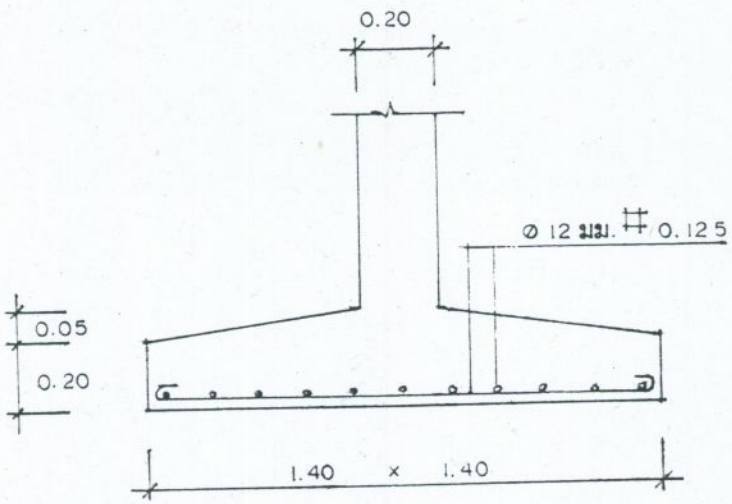
เปิดตารางเหล็กหาจำนวนและขนาดของเหล็ก

ใช้ ϕ 12 มม. 10 เส้น ได้พ.ท.หน้าตัด = 11.30 ตารางเซนติเมตร

หรือใช้ ϕ 12 มม.ระยะห่าง = $\frac{140 - 10}{9}$ = 14.45 เซนติเมตร

ใช้ ϕ 12 มม. # 0.125

เขียนรายละเอียด



2. การออกแบบฐานราก ค.ส.ล. โดยวิธีกราฟฟิค

ตัวอย่างที่ 2 เหมือนตัวอย่างที่ 1)

ออกแบบ น้ำหนักจากเสา = 16000 กิโลกรัม

น้ำหนักฐานราก (10%) = 16000 กิโลกรัม

น้ำหนักรวม = 176000 กิโลกรัม

เปิดกราฟ BC 10000

น้ำหนักทั้งหมด (LOAD) = 176000 กิโลกรัม = 17.6 ตัน

ลากเส้นจาก LOAD = 17.6 ตันขึ้นไปพบ F_7C_2

F_7 จะได้ขนาดของฐานราก - 1.40 X 1.40 X 0.25

C_2 จะได้ขนาดของเสา - 0.20 X 0.20

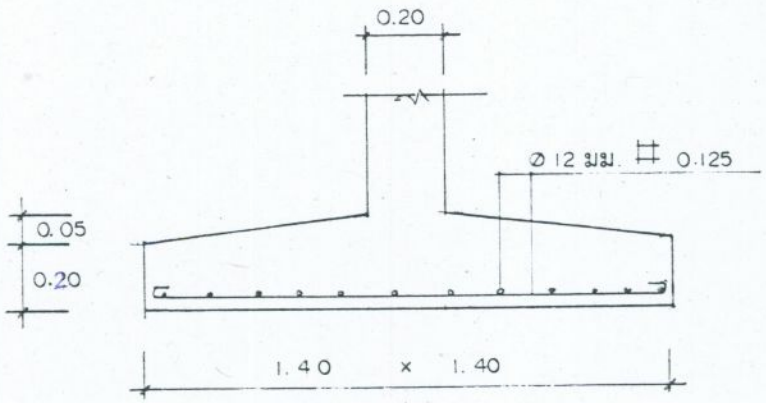
ลากเส้นขนานจากจุดที่พบ F_7C_2 จะได้ พ.ท. หน้าตัดของเหล็กเสริม

(As) - 10.00 ตารางเซนติเมตร

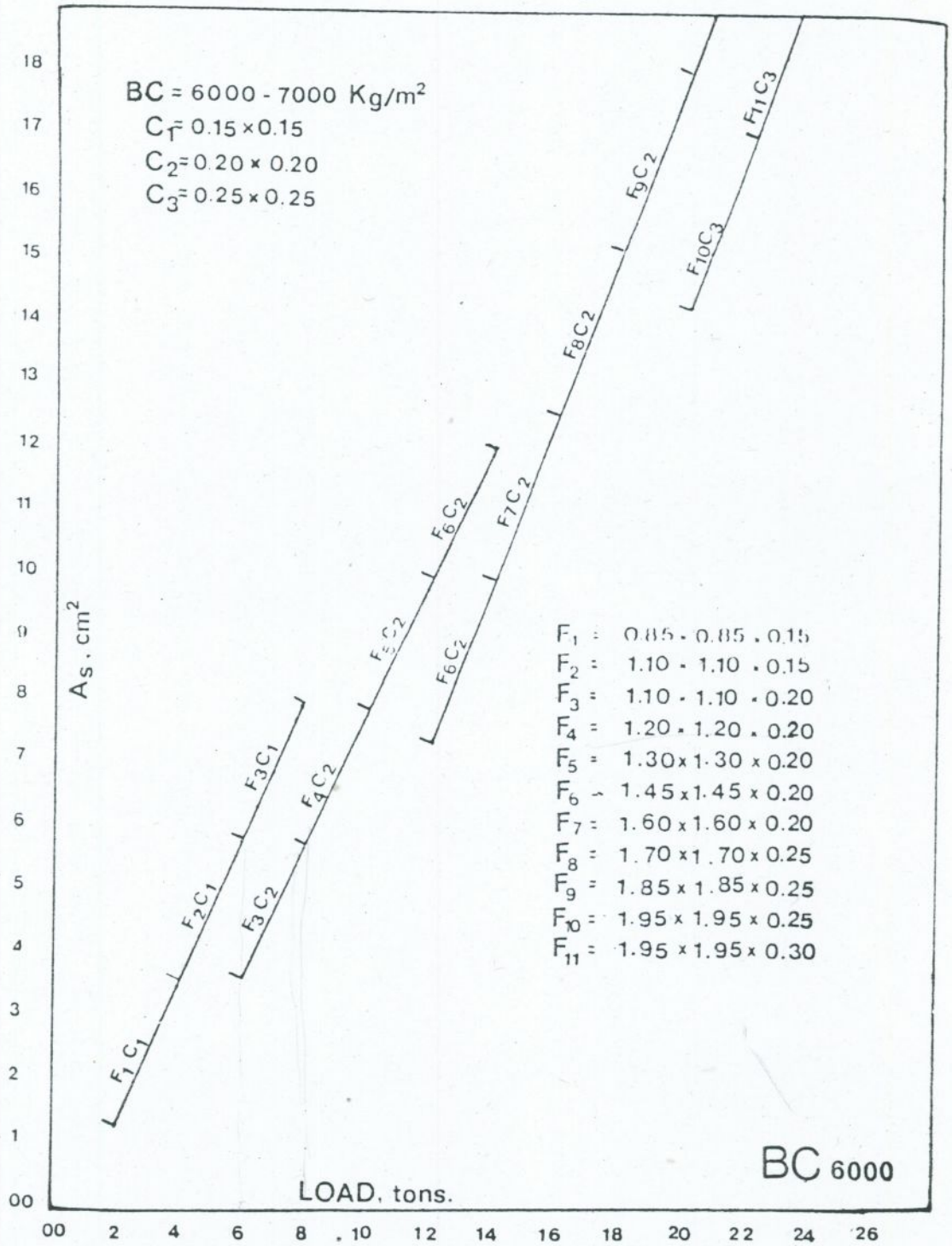
เปิดตารางเหล็กได้ $\varnothing$ 12 มม.10 เส้น (เหมือนกับการออกแบบโดยวิธีคำนวณ)

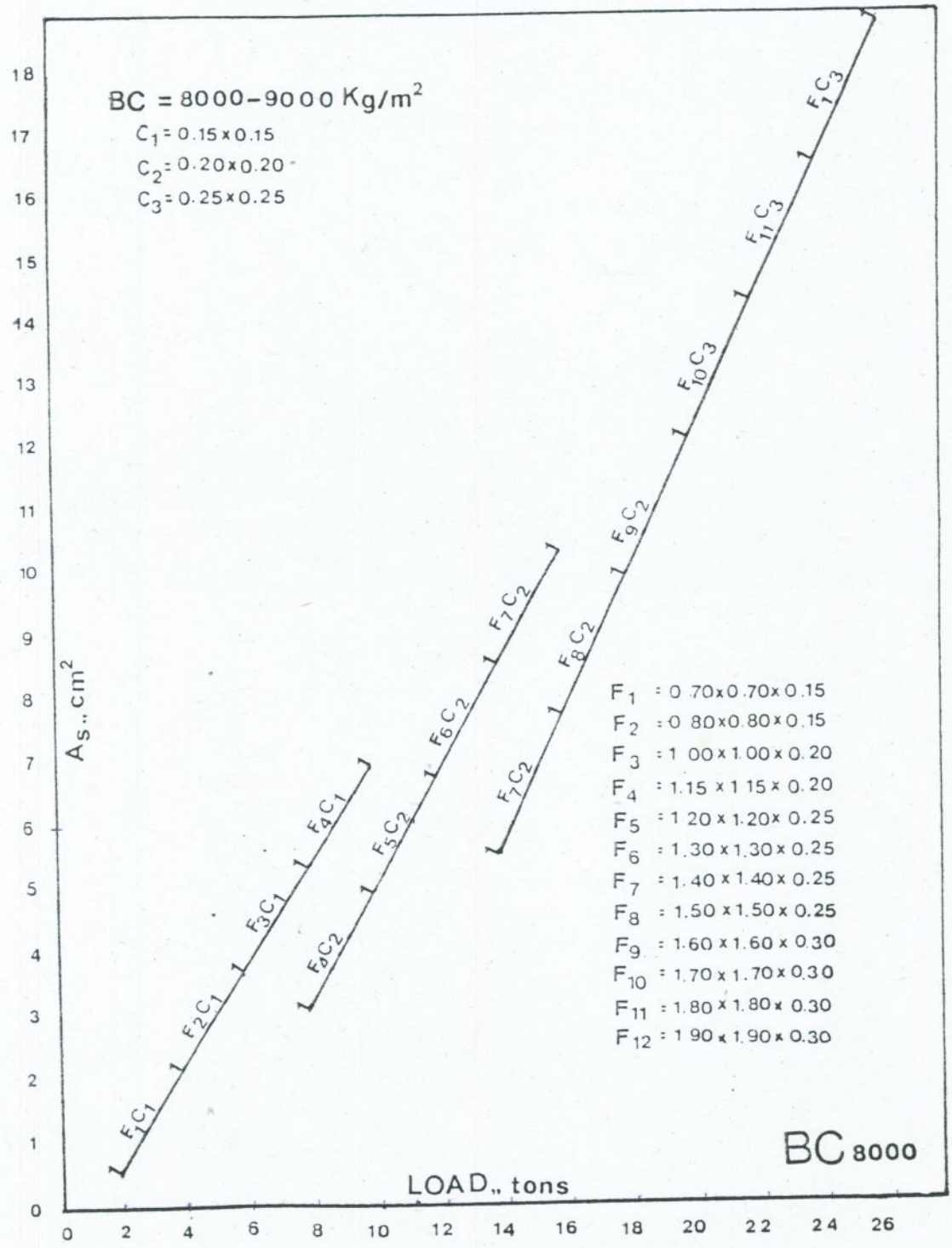
ใช้ $\varnothing$ 12 มม. # 0.125

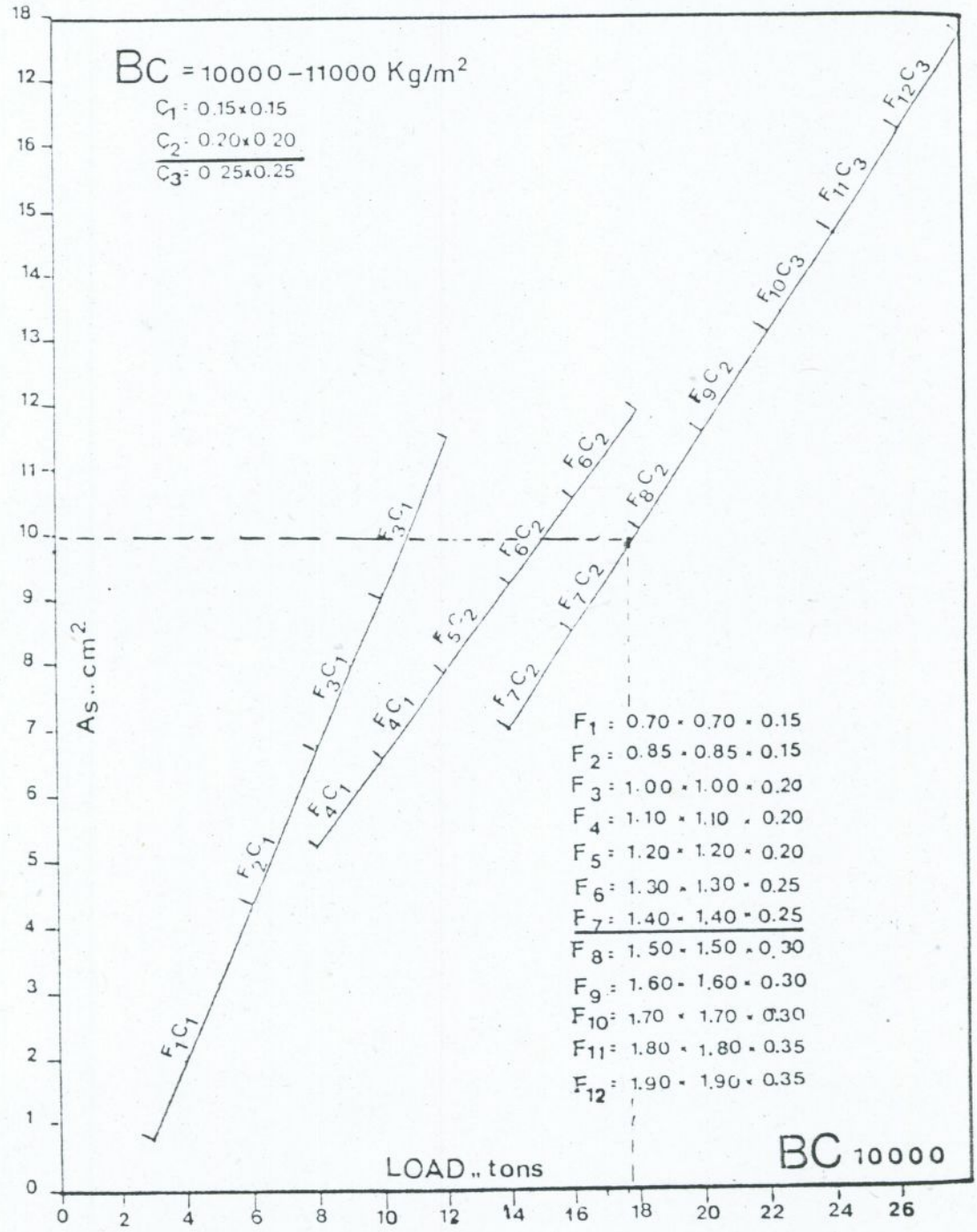
เขียนรายละเอียด

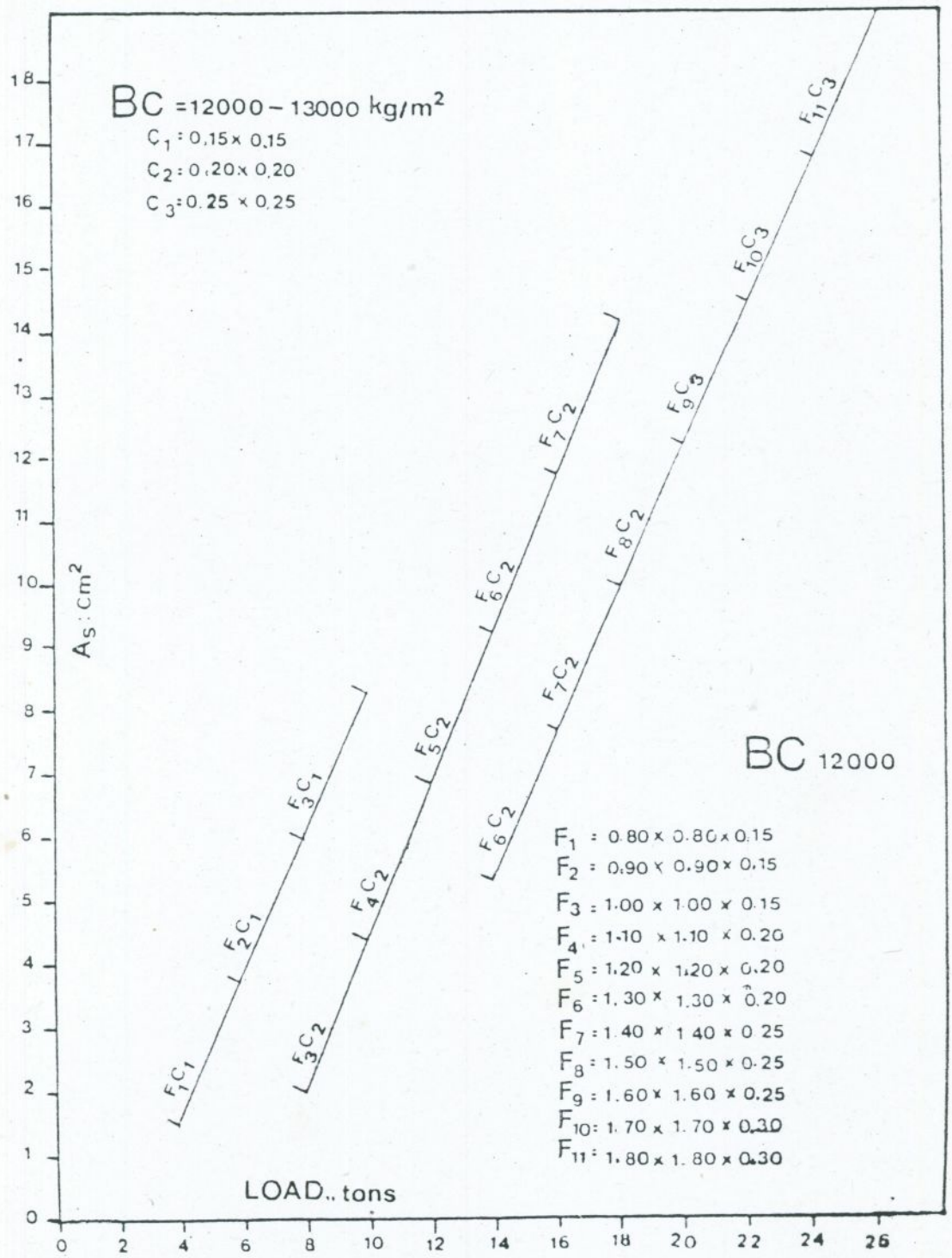


ฐานราก ค.ส.ส.


BC = 6000 - 7000 Kg/m²
C1 = 0.15 × 0.15
C2 = 0.20 × 0.20
C3 = 0.25 × 0.25
As . cm²
LOAD. tons.
BC 6000
F1 = 0.85 . 0.85 . 0.15
F2 = 1.10 . 1.10 . 0.15
F3 = 1.10 . 1.10 . 0.20
F4 = 1.20 . 1.20 . 0.20
F5 = 1.30 x 1.30 x 0.20
F6 = 1.45 x 1.45 x 0.20
F7 = 1.60 x 1.60 x 0.20
F8 = 1.70 x 1.70 x 0.25
F9 = 1.85 x 1.85 x 0.25
F10 = 1.95 x 1.95 x 0.25
F11 = 1.95 x 1.95 x 0.30
F1C1
F2C1
F3C1
F3C2
F4C2
F5C2
F6C2
F7C2
F8C2
F9C2
F10C3
F11C3


BC = 8000–9000 Kg/m²
C1 = 0.15 x 0.15
C2 = 0.20 x 0.20
C3 = 0.25 x 0.25
F1 = 0.70 x 0.70 x 0.15
F2 = 0.80 x 0.80 x 0.15
F3 = 1.00 x 1.00 x 0.20
F4 = 1.15 x 1.15 x 0.20
F5 = 1.20 x 1.20 x 0.25
F6 = 1.30 x 1.30 x 0.25
F7 = 1.40 x 1.40 x 0.25
F8 = 1.50 x 1.50 x 0.25
F9 = 1.60 x 1.60 x 0.30
F10 = 1.70 x 1.70 x 0.30
F11 = 1.80 x 1.80 x 0.30
F12 = 1.90 x 1.90 x 0.30
F1C1
F2C1
F3C1
F4C1
F5C2
F6C2
F7C2
F8C2
F9C2
F10C3
F11C3
F12C3
As, cm²
LOAD, tons
BC 8000
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26


BC = 10000 – 11000 Kg/m²
C1 = 0.15 x 0.15
C2 = 0.20 x 0.20
C3 = 0.25 x 0.25
As .. cm²
LOAD .. tons
BC 10000
F1 = 0.70 x 0.70 x 0.15
F2 = 0.85 x 0.85 x 0.15
F3 = 1.00 x 1.00 x 0.20
F4 = 1.10 x 1.10 x 0.20
F5 = 1.20 x 1.20 x 0.20
F6 = 1.30 x 1.30 x 0.25
F7 = 1.40 x 1.40 x 0.25
F8 = 1.50 x 1.50 x 0.30
F9 = 1.60 x 1.60 x 0.30
F10 = 1.70 x 1.70 x 0.30
F11 = 1.80 x 1.80 x 0.35
F12 = 1.90 x 1.90 x 0.35


BC =12000 – 13000 kg/m²
C1 : 0.15 × 0.15
C2 : 0.20 × 0.20
C3 : 0.25 × 0.25
As : cm²
LOAD.. tons
F1C1
F2C1
F3C1
F3C2
F4C2
F5C2
F6C2
F7C2
F8C2
F9C3
F10C3
F11C3
F6C2
F7C2
BC 12000
F1 : 0.80 × 0.80 × 0.15
F2 : 0.90 × 0.90 × 0.15
F3 : 1.00 × 1.00 × 0.15
F4 : 1.10 × 1.10 × 0.20
F5 : 1.20 × 1.20 × 0.20
F6 : 1.30 × 1.30 × 0.20
F7 : 1.40 × 1.40 × 0.25
F8 : 1.50 × 1.50 × 0.25
F9 : 1.60 × 1.60 × 0.25
F10 : 1.70 × 1.70 × 0.30
F11 : 1.80 × 1.80 × 0.30