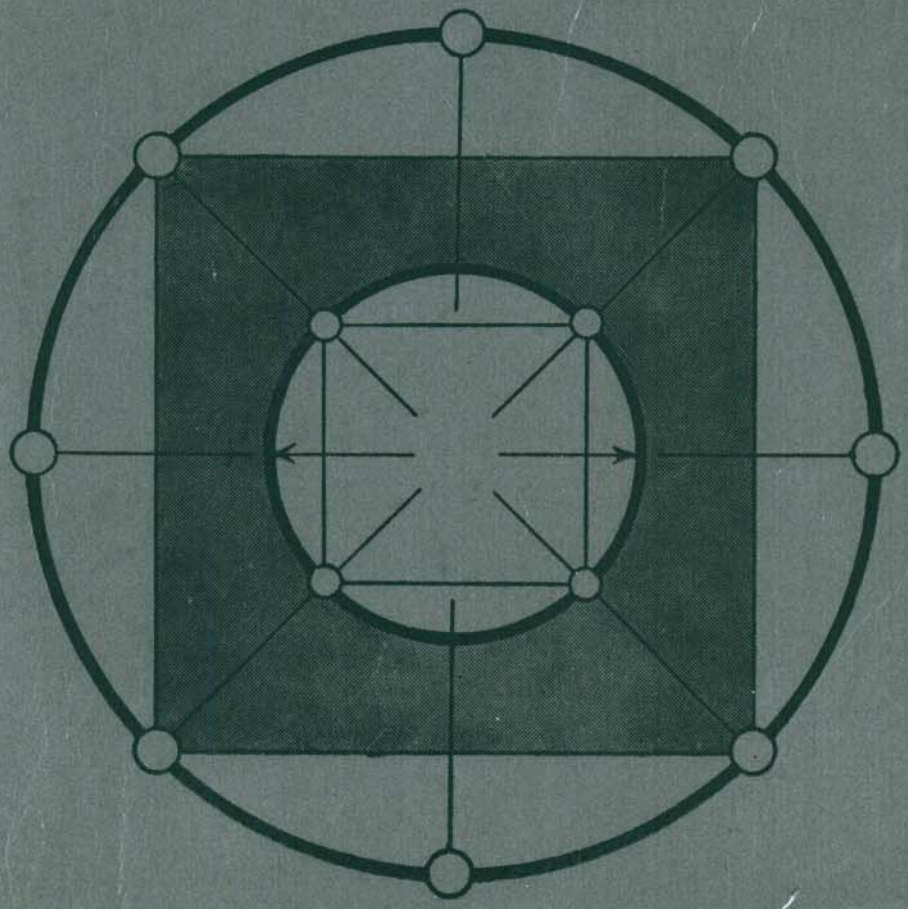
ตัวอย่าง
การคำนวณในหนังสือ
Structuaral Design & Drawing

นำมาเปรียบเทียบกับโปรแกรม RC.TANK 2.3

Structural Design & Drawing

Volume 2
(Concrete Structure)



D. Krishnamurthy

Closed Rectangular Tanks on Ground 2

Capacity 350,000 Litres

2·1. Data

Capacity – 350 m³, Free Board = 20 cm, Shape desired – Rectangular and closed

Materials available : Concrete - grade M 200, Steel - grade – I

2·2. Characteristic Strengths

$\sigma_{cb} = 70$ kg/cm² $\quad m = 13$
$\sigma_{st} = 1000$ kg/cm² $\quad jd = 0{\cdot}84\ d,\ R = 14$
$\sigma_{cb} = 70$ kg/cm² $\quad m = 13$
$\sigma_{st} = 1250$ kg/cm² $\quad id = 0{\cdot}86\ d,\ R = 12{\cdot}6$

2·3. Trial Dimensions

Required capacity = 350 m³, Depth of tank (assume) = 3·5 m, Area of the tank = 100 m². Using 15·5 m × 7 m × 3·3 m

Actual capacity = 358 m³ > 350 m³

∴ Use 15·5 m × 7 m × 3·5 m tank

$$\frac{L}{B} = \frac{15{\cdot}5}{7} > 2,\ \frac{L}{h} = \frac{15{\cdot}5}{3{\cdot}5} > 2,\ \frac{B}{h} = \frac{7}{3{\cdot}5} = 2$$

The walls can be designed as propped cantilever.

2·4. Roof Slab Loads

Use Slab and T-beam roof

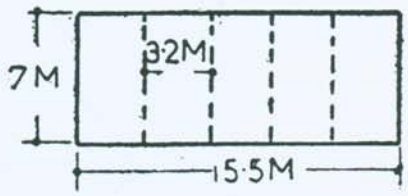
Slab – span = 3·2 m

Loads

Live load = 150 kg/m²,

Screeding (5 cm) = 110 kg/m²,

Self weight (1/35 × 320) at 10 cm thick = 10 × 24 = 240 kg/m²



Total load = 500 kg/m²

2·4·1. Bending Moment

Continuous slab – span = 3·2 m

$$\text{Max. BM} = \frac{wl^2}{10} = \frac{500 \times (3{\cdot}2)^2}{10} = 512 \text{ m kg}$$

2·4·2. Depth of Slab

Using M 150 concrete for roof

$BM = 8{\cdot}7\ bd^2$

$$d_e = \sqrt{\frac{512 \times 100}{8{\cdot}7 \times 100}} = \sqrt{59} = 7{\cdot}7 \text{ cm.}$$

Use $d = 10$ cm and $d_e = 8{\cdot}5$ cm

2·4·3. Amount of Main and Secondary Reinforcement

$$A_t = \frac{51200}{1400 \times \cdot 87 \times 8 \cdot 5} = 4 \cdot 95 \text{ cm}^2$$

Use 10 mm ϕ at 15·5 cm c/c

$$A_t = \frac{0 \cdot 15}{100} \times 10 \times 100 = 1 \cdot 5 \text{ cm}^2$$

Use 6 mm ϕ at 16·5 cm c/c

2·5. T-Beam

Span = 7·25 m, assuming 25 cm bearing, centre to centre of beams = 3·2 m

Loads : From slab = 500 × 3·2 = 1600 kg/m

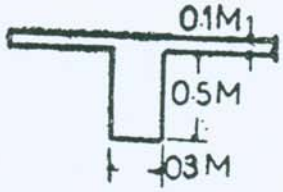
Self weight of rib (30 cm × 50 cm) $= \frac{30}{100} \times \frac{50}{100} \times 1 \times 2400$

= 360 kg/m

Total load = (1600 + 360) = 1960 kg/m

2·5·1. Bending Moment

$$BM = \frac{wl^2}{8} = \frac{1960 \times (7 \cdot 25)^2}{8} = 12900 \text{ m kg}$$



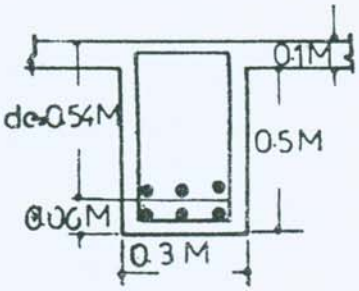
Approximate lever arm $= d_e - d_s/2 = 55 - 5$

$= 50$ cm

2·5·2. Approximate Steel

Approximate steel required

$$= \frac{12900 \times 100}{1400 \times 50} = 18 \cdot 4 \text{ cm}^2$$



Use 6—20 mm ϕ

A_t provided = 18·84 cm²

2·5·3. Effective width of Flange

The least of

(*i*) 1/3 of span $= \frac{7 \cdot 25}{3} = 2 \cdot 42\text{m} = 242$ cm,

(*ii*) centre to centre of beam = 3·2 m = 320 cm,

(*iii*) $12\, ds + b_r = 12 \times 10 + 30 = 150$ cm

2·5·4. Position of N.A.

Assuming that *NA* lies below the flange

$$B \times ds \times \left(n - \frac{ds}{2} \right) = m \times A_t (d - n)$$

$150 \times 10 \times (n - 5) = 18 \times 18 \cdot 84\ (54 - n)$

$1500\, n - 7500 = 990 - 340\, n$

$1500\, n + 340\, n = 7500 + 18400$

$1840\, n = 25900$

$n = 14 \cdot 1$ cm

$$\bar{y} = \frac{3n - 2ds}{2n - ds} \times \frac{ds}{3} = \frac{3 \times 14 \cdot 1 - 2 \times 10}{2 \times 14 \cdot 1 - 10} \times \frac{10}{3}$$

$$= \frac{42 \cdot 3 - 20}{28 \cdot 2 - 10} \times \frac{10}{3} = \frac{22 \cdot 3}{18 \cdot 2} \times \frac{10}{3} \quad 4 \cdot 08 \text{ cm}$$

Actual lever arm $= d_e - \bar{y} = j_d = 54 - 4 \cdot 08 = 49 \cdot 92$ cm

2·5·5. Stresses

Stress in steel $= \frac{1290000}{18{\cdot}84 \times 49{\cdot}92} = 1370$ kg/cm² < 1400 kg/cm²

Stress in concrete $\frac{\sigma_{cb}}{n} = \frac{\sigma_{st}}{m(d-n)}$, $\sigma_{cb} = \frac{1370 \times 14{\cdot}1}{18 \times 39{\cdot}9}$

$= 42{\cdot}7$ kg/cm² < 50 kg/cm²

2·5·6. Shear Stress Nominal Stirrups

Maximum shear at the support edge

$= \frac{1960 \times 7}{2} = 6850$ kg

Shear stress $q_s = \frac{s}{jd + b_r} = \frac{6850}{49{\cdot}92 \times 30} = 4{\cdot}6$ kg/cm² < 5 kg/cm²

Provide 8 mm ϕ two-legged at 30 cm c/c

2·6. Side Walls L/h and B/h > 2

Both shorter and longer walls are designed as propped cantilevers

Maximum water pressure at the base of the wall $p = wh$

$= 1000 \times 3{\cdot}5 = 3500$ kg

2·6·1. Bending Moment

Maximum positive Bending Moment

$= \frac{wh^3}{33{\cdot}5} = \frac{1000 \times (3{\cdot}5)^3}{33{\cdot}5} = 1281$ m kg

Maximum negative bending moment

$= \frac{wh^3}{15} = \frac{1000 \times (3{\cdot}5)^3}{15} = 2860$ m kg

2·6·2. Thickness of the Walls

$d_e = \sqrt{\frac{2860 \times 100}{100 \times 14}} = \sqrt{205} = 14{\cdot}3$ cm

Use $d = 20$ cm thickwalls and $d_e = 16$ cm

2·6·3. Main Reinforcement

Amount of steel required for −ve bending moment (water face)

$A_t = \frac{286000}{1000 \times {\cdot}84 \times 16} = 21{\cdot}3$ cm².

Use 20 mm ϕ at 14·5 cm c/c

Amount of steel required for +ve bending moment (away from water face)

$= \frac{128100}{1250 \times {\cdot}86 \times 16} = 7{\cdot}45$ cm². Use 12 mm ϕ at 15 cm c/c

2·6·4. Secondary Reinforcement

0·3% of the concrete area $= A_t = \frac{0{\cdot}3}{100} \times 20 \times 100 = 6$ cm²

Use 8 mm ϕ at 15 cm c/c on both faces

2·7. Base Slab

Base slab dimensions $= 16{\cdot}9$ m $\times 8{\cdot}4$ m

Loads : Roof slab $= 7{\cdot}40 \times 15{\cdot}9 \times 500 = 58600$ kg

Beam ribs (4 Nos) $= 7{\cdot}40 \times \frac{30}{100} \times \frac{50}{100} \times 4 \times 2400 = 10700$ kg

Sidewalls : weight of the side walls

$$=2(7{\cdot}2+15{\cdot}7)\times\frac{20}{100}\times 2400\times 3{\cdot}5$$

$$=2\times 22{\cdot}9\times\frac{20}{100}\times 2400\times 3{\cdot}5=77{,}100 \text{ kg}$$

Total load on the slab $58600+10700+77100=146{,}400$ kg

Soil reaction below the base

$$=\frac{146400}{16{\cdot}9\times 8{\cdot}4}=1035 \text{ kg/m}^2$$

2·7·1. Bending Moment

Approximate bending moment

$$=\frac{wl^2}{8}=\frac{1035\times(7{\cdot}2)^2}{8}=6700 \text{ m kg}$$

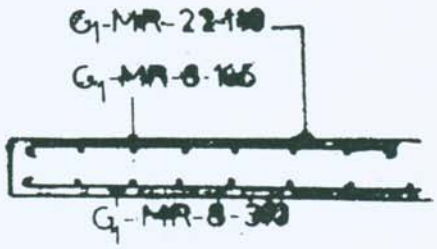
Actual moment. Total load $=1035\times 8{\cdot}4=8700$ kg

Reaction $=4350$ kg

Bending moment at the centre

$$=4350\times 3{\cdot}6-1035\times\frac{8{\cdot}4}{2}\times\frac{8{\cdot}4}{4}$$

$=15400 \quad 9100 \quad 6300$ mkg



2·7·2. Depth of Slab Required

$$d_e=\sqrt{\frac{6300\times 100}{14\times 100}} \qquad \sqrt{448}$$

$=21{\cdot}2$ cm

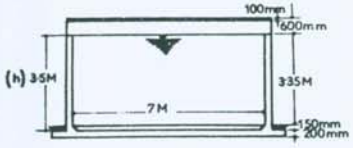
Use $d=26$ cm and $d_e=22$ cm

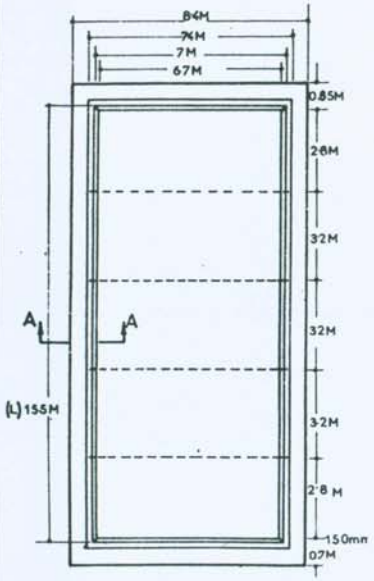
2·7·3. Main and Secondary Reinforcement

$A_t=\dfrac{630000}{1000\times{\cdot}84\times 22}=34 \text{ cm}^2$ Use 22 mm ϕ 11 cm c/c at the top face

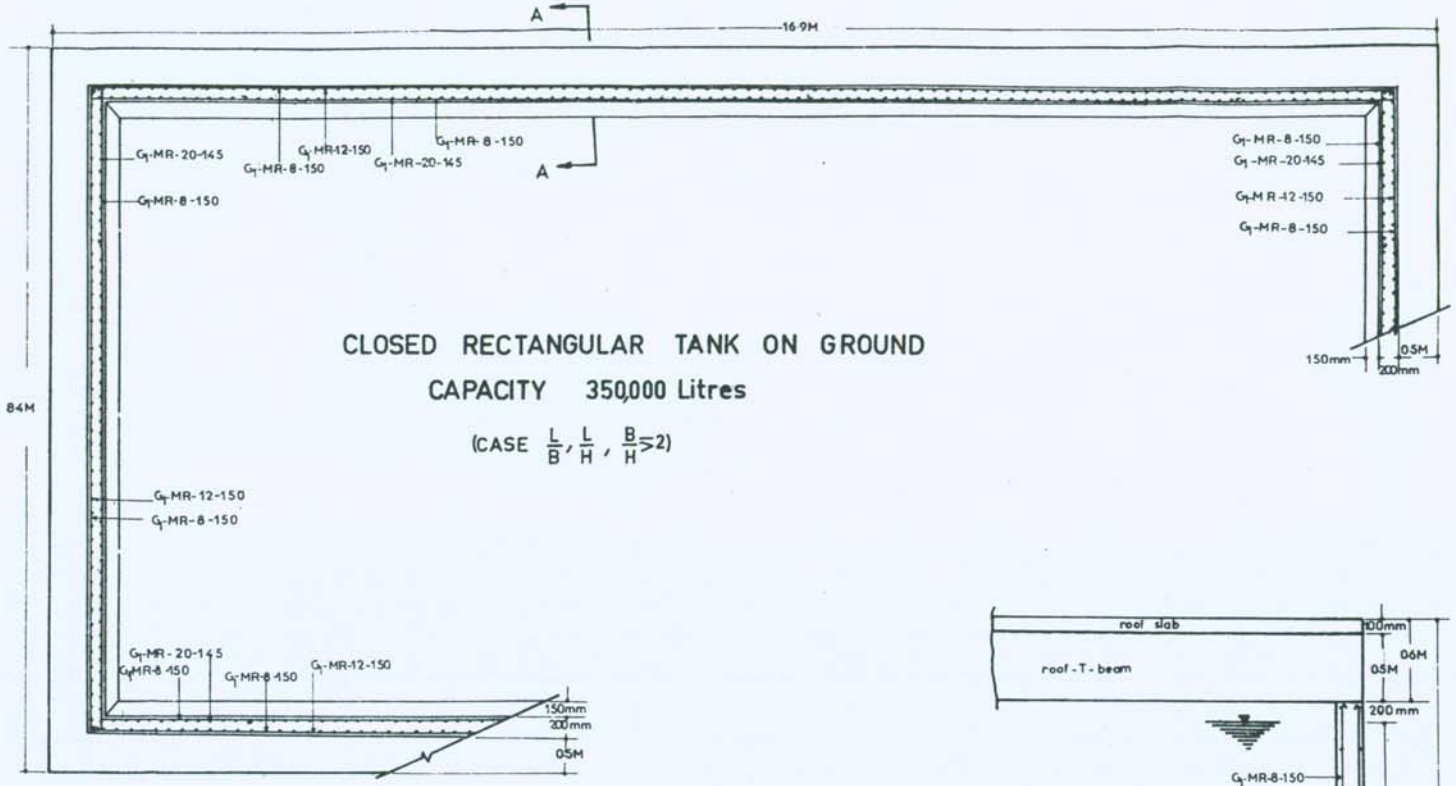
0·3% concrete area, $A_t=\dfrac{0{\cdot}3}{100}\times 20\times 100=6 \text{ cm}^2$

Use 8 mm ϕ at 16·5 cm c/c on the top face and 31 cm c/c in both directions at bottom face.





KEY PLAN

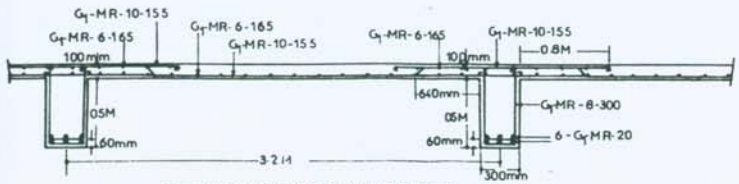


CLOSED RECTANGULAR TANK ON GROUND

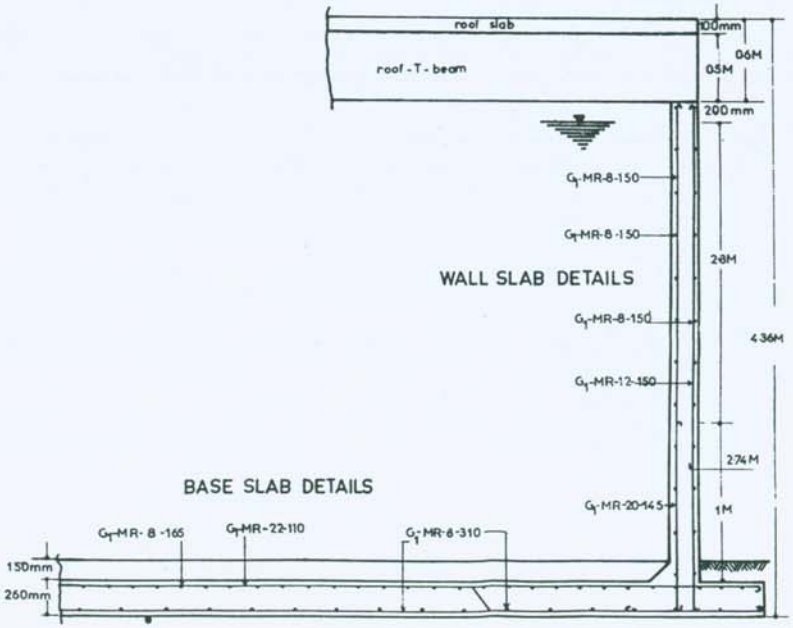
CAPACITY 350,000 Litres

(CASE $\frac{L}{B}, \frac{L}{H}, \frac{B}{H} \geq 2$)

SECTIONAL PLAN



ROOF SLAB & T-BEAM DETAILS

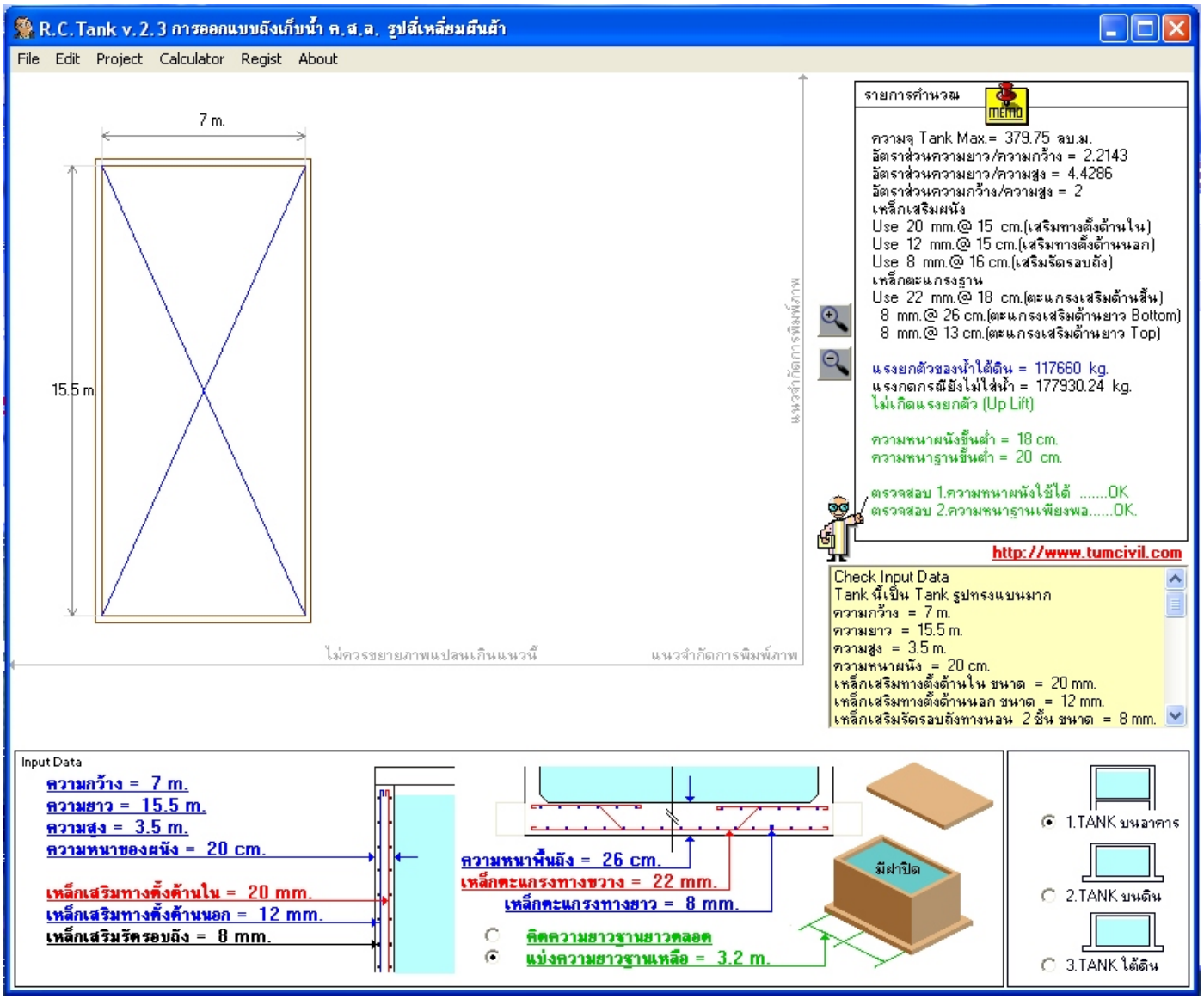


WALL SLAB DETAILS

BASE SLAB DETAILS

SECTION AA

เปรียบเทียบการป้อนข้อมูลในโปรแกรม RC.TANK 2.3



จะได้ผลลัพธ์การคำนวณออกมาอย่างรวดเร็ว ดูได้ทันที

ลองพิมพ์รายการคำนวณออกมา

โครงการ เทียบตัวอย่าง
ที่ตั้ง จากหนังสือ Structural Design & Draw
วิศวกร Dr.D.Krist

แสดงรายการคำนวณ Tank และแปลน

Characteristic Strengths

Qcb1 = 70 kg./sq.cm. Qst1 = 1000 kg./sq.cm. jd1 = .84 d R1 = 14

Qcb2 = 70 kg./sq.cm. Qst2 = 1250 kg./sq.cm. jd2 = .86 d R2 = 12.6

ขนาดของ Tank : กว้าง = 7 m. X ยาว = 15.5 m. X สูง = 3.5 m. (ปริมาตรความจุของ Tank = 379.75 ลบ.ม.)

อัตราส่วน ความยาว / ความกว้าง = 2.2143 ,ความยาว / ความสูง = 4.4286 ,ความกว้าง / ความสูง = 2

Maximum positive bending moment = wh^3/33.5 = 1279.8507 m.-kg.

Maximum negative bending moment = wh^3/15 = 2858.3333 m.-kg.

Find min.thickness of wall = d' = (M- x 100 / 100 x R1) ^ 0.5 = 14 cm.

กำหนดความหนาผนัง Tank = 20 cm. (d' = 16 cm.)

คำนวณหาพื้นที่หน้าตัดเหล็กเสริมตั้งด้านใน At = (M- x 100) / (Qst1 x jd1 x d') = 21.2674 sq.cm.

ขนาดเหล็กยืนด้านใน ขนาด 20 mm. @ 15 cm.

คำนวณหาพื้นที่หน้าตัดเหล็กเสริมตั้งด้านนอก At = (M+ x 100) / (Qst2 x jd2 x d') = 7.441 sq.cm.

ขนาดเหล็กยืนด้านนอก ขนาด 12 mm. @ 15 cm.

คำนวณหาพื้นที่หน้าตัดเหล็กเสริมรัดผนังโดยรอบ At = 0.3 % x (ความหนาผนัง) x 100 = 6 sq.cm.

ขนาดเหล็กยืนด้านนอก ขนาด 8 mm. @ 16 cm.

Self weight of slab = (ความหนาผนัง / 100) x 2400 x 1 = 480 kg./sq.m.

Weight of water = (unit weight) x (ความสูง) = 3500 kg./sq.m. Total load = 3980 kg./sq.m.

Maximum bending moment = w x (L ^ 2) / 10 = 4075.52 m.-kg.

Find min. depth of slab R1 x B x (d ^2) = 4075.52 x 100 คำนวณ d = 17.0619 cm.

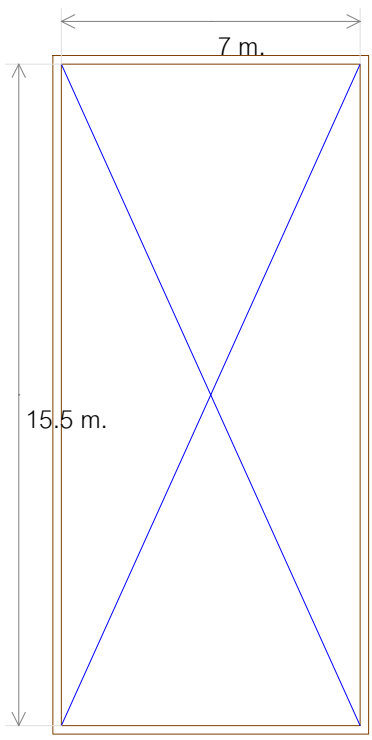
กำหนดความหนาฐาน Tank = 26 cm. (d' = 23 cm.)

คำนวณหาพื้นที่หน้าตัดเหล็กตะแกรงฐานด้านสั้น At = (4075.52 x 100) / (Qst1 x jd1 x 23) = 21.0948 sq.cm.

ขนาดเหล็กตะแกรงฐานด้านสั้น ขนาด 22 mm. @ 18 cm.

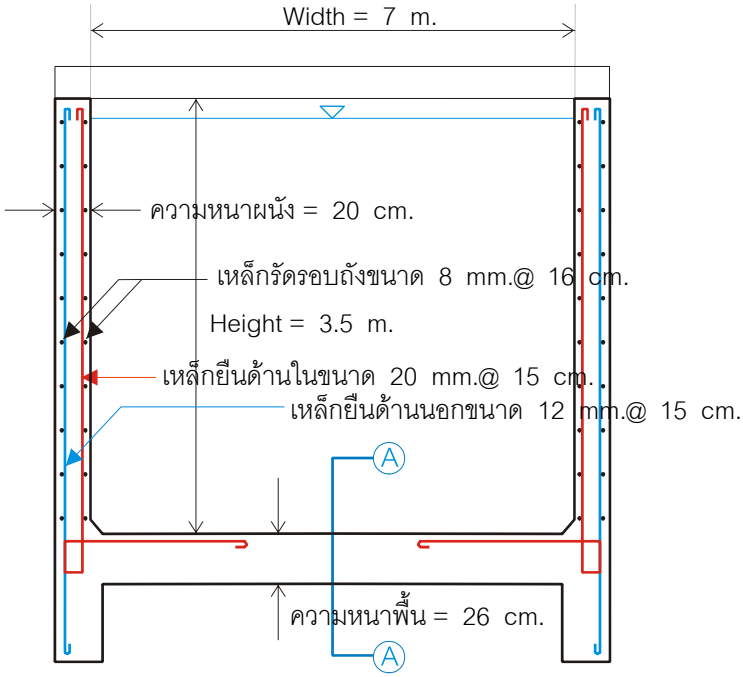
คำนวณหาพื้นที่หน้าตัดเหล็กตะแกรงฐานด้านยาว At = 0.3 % x (ความหนาฐาน) x 100 = 7.8 sq.cm.

ขนาดเหล็กตะแกรงฐานด้านยาว ขนาด 8 mm. @ 26 cm.(Bottom) 8 mm. @ 13 cm.(Top)

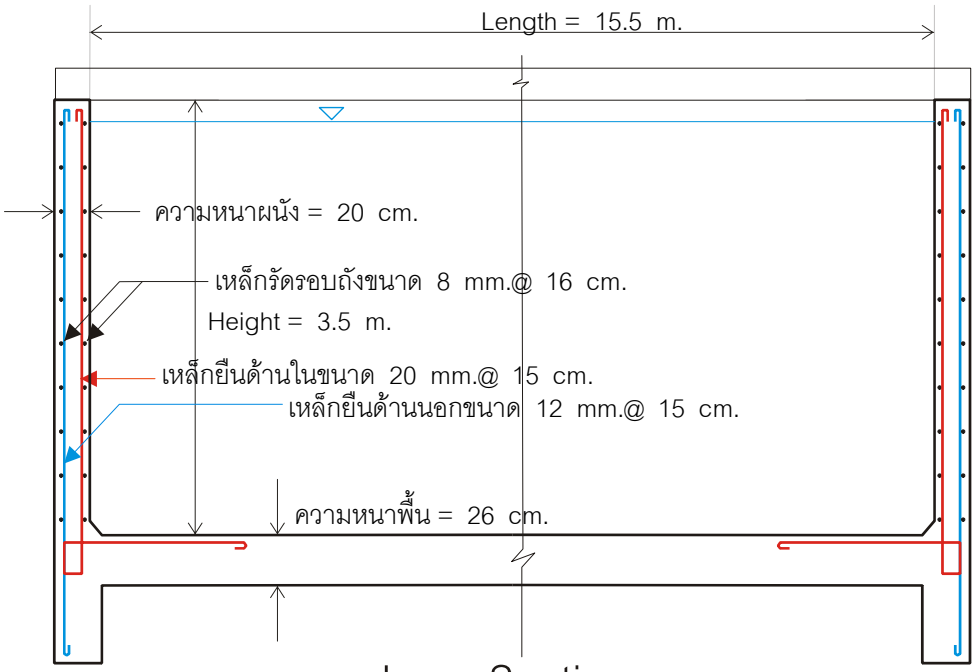


โครงการ เทียบตัวอย่าง
ที่ตั้ง จากหนังสือ Structural Design & Draw
วิศวกร Dr.D.Krist

แสดงภาพรูปตัด Tank เหล็กเสริมผนัง



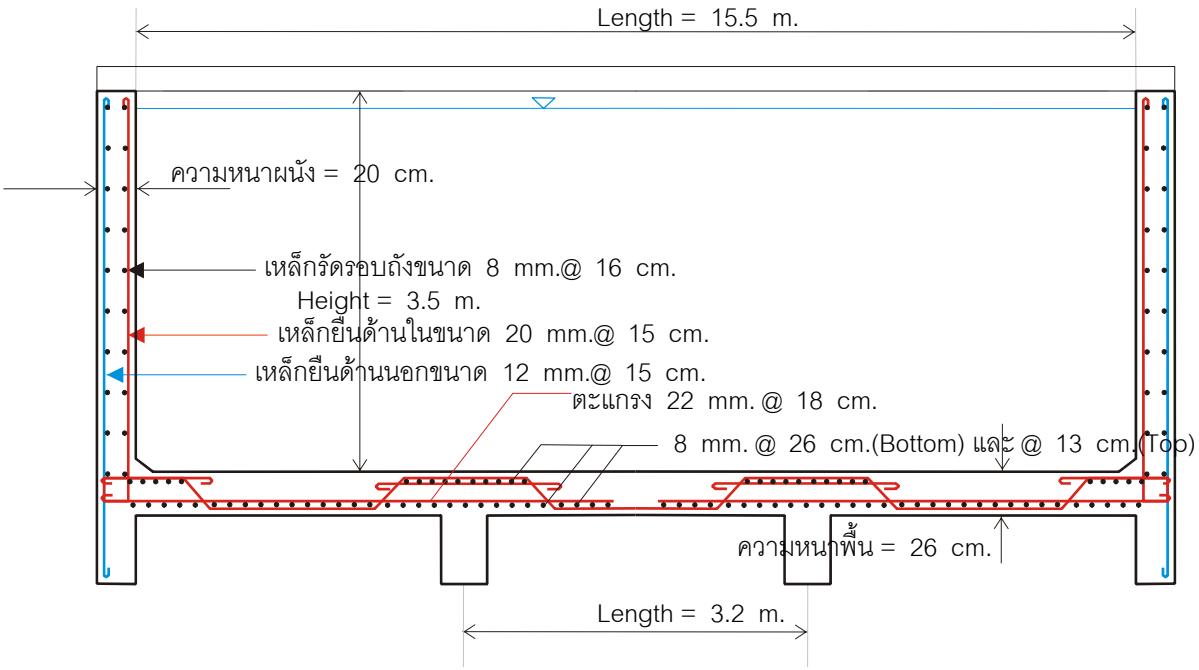
Cross Section



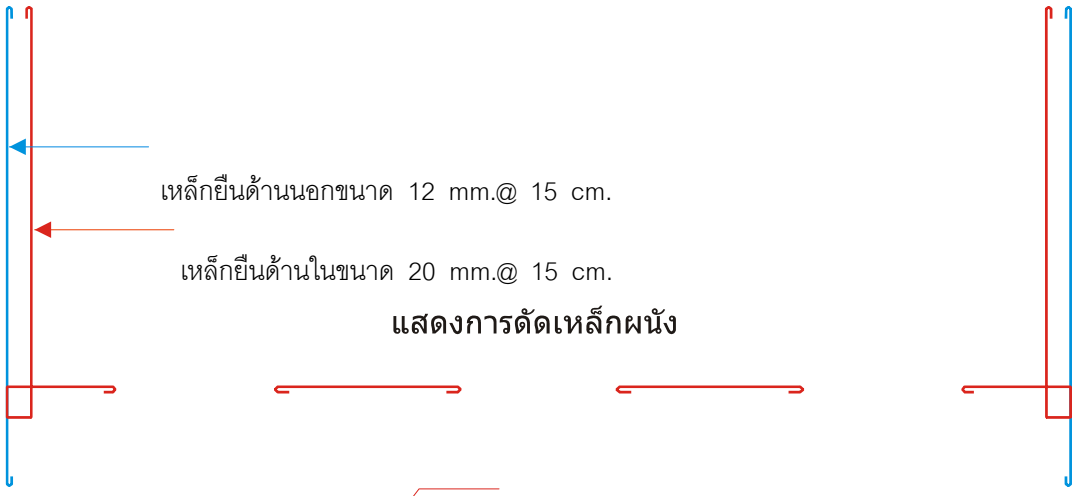
Long Section

โครงการ เทียบตัวอย่าง
ที่ตั้ง จากหนังสือ Structural Design & Draw
วิศวกร Dr.D.Krist

แสดงภาพรูปตัด Tank ตามยาวและการดัดเหล็กผนัง-พื้น



Long Section



แสดงการดัดเหล็กผนัง

แสดงการดัดเหล็กพื้น

เปรียบเทียบผลลัพธ์ระหว่างตัวอย่างในหนังสือ
กับโปรแกรม RC.TANK 2.3

	ตัวอย่างในหนังสือ Structural Design	คำนวณโดยใช้ โปรแกรม RC.TANK 2.4
1 Max.positive bending moment	1281 m.-kg.	1279.8507 m.-kg.
2 Max.negaitive bending moment	2860 m.-kg.	2858.3333 m.-kg.
3 พื้นที่หน้าตัดเหล็กเสริมผนังด้านใน(At)	21.3 sq.cm.	21.2674 sq.cm.
ใช้เหล็กเสริมขนาด 20 mm.		
ระยะห่าง Spacing	14.5 cm.	15 cm.
4 พื้นที่หน้าตัดเหล็กเสริมผนังด้านนอก(At)	7.45 sq.cm.	7.441 sq.cm.
ใช้เหล็กเสริมขนาด 12 mm.		
ระยะห่าง Spacing	15 cm.	15 cm.
5 พื้นที่หน้าตัดเหล็กเสริมรัดผนังด้านนอก(At)	6 sq.cm.	6 sq.cm.
ใช้เหล็กเสริมขนาด 8 mm.		
ระยะห่าง Spacing	15 cm.	16 cm.
6 Covering Concrete ที่ฐาน	4 cm.	3 cm.
7 คำนวณหาโมเมนต์ที่ฐาน	6300 m.-kg.	4075.52 m.-kg.
8 พื้นที่หน้าตัดเหล็กตะแกรงฐานด้านสั้น(At)	34 sq.cm.	21.0948 sq.cm.
ใช้เหล็กเสริมขนาด 22 mm.		
ระยะห่าง Spacing	11 cm.	18 cm.
9 พื้นที่หน้าตัดเหล็กตะแกรงฐานด้านยาว(At)	6 sq.cm.	7.8 sq.cm.
ใช้เหล็กเสริมขนาด 8 mm.		
ระยะห่าง Spacing	16.5 cm.(Top) 31 cm.(Bottom)	13 cm.(Top) 26 cm.(Bottom)

รายการนี้ผิดกันมากแต่คุณรู้หรือไม่ว่าในหนังสือผิด ลองตรวจดู

โดยการคำนวณด้วยมือแล้วคุณจะรู้ว่าในหนังสือผิดตรงไหน?