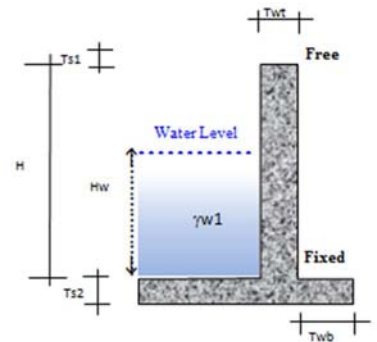
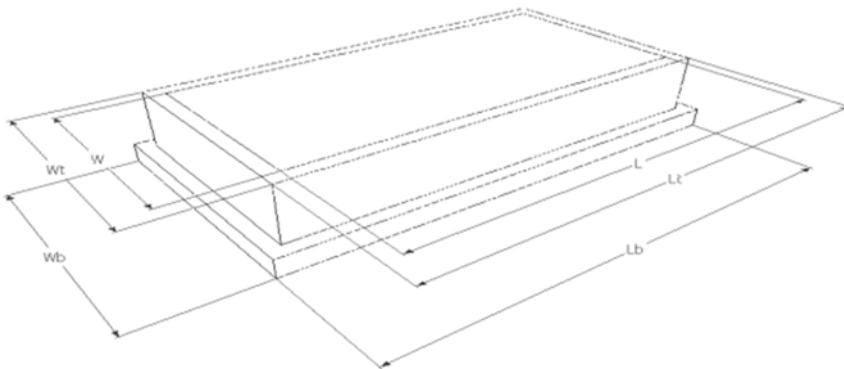


ตัวอย่างที่ 1 ออกแบบบ่อน้ำวางบนดินแบบไม่มีฝาดัง

ข้อมูลในการออกแบบ



ความกว้าง

ความกว้างขอบในของบ่อ $W = 3.70$ เมตร ความกว้างขอบนอกของบ่อ $Wt = 4.30$ เมตร

ความกว้างฐานบ่อ $Wb = 4.70$ เมตร

ความยาว

ความยาวขอบในของบ่อ $L = 49.20$ เมตร ความกว้างขอบนอกของบ่อ $Lt = 49.80$ เมตร

ความกว้างฐานบ่อ $Lb = 50.20$ เมตร

ความสูง

ความหนา

ความสูง $H = 4.00$ เมตร ความหนาผนัง $Twt = 0.30$ เมตร ความหนาพื้นบ่อ $Ts2 = 0.30$

ความยาวของพื้นยื่นที่ฐาน $= 0.20$ เมตร

ความสูงของน้ำที่กระทำต่อบ่อ 3.50 เมตร

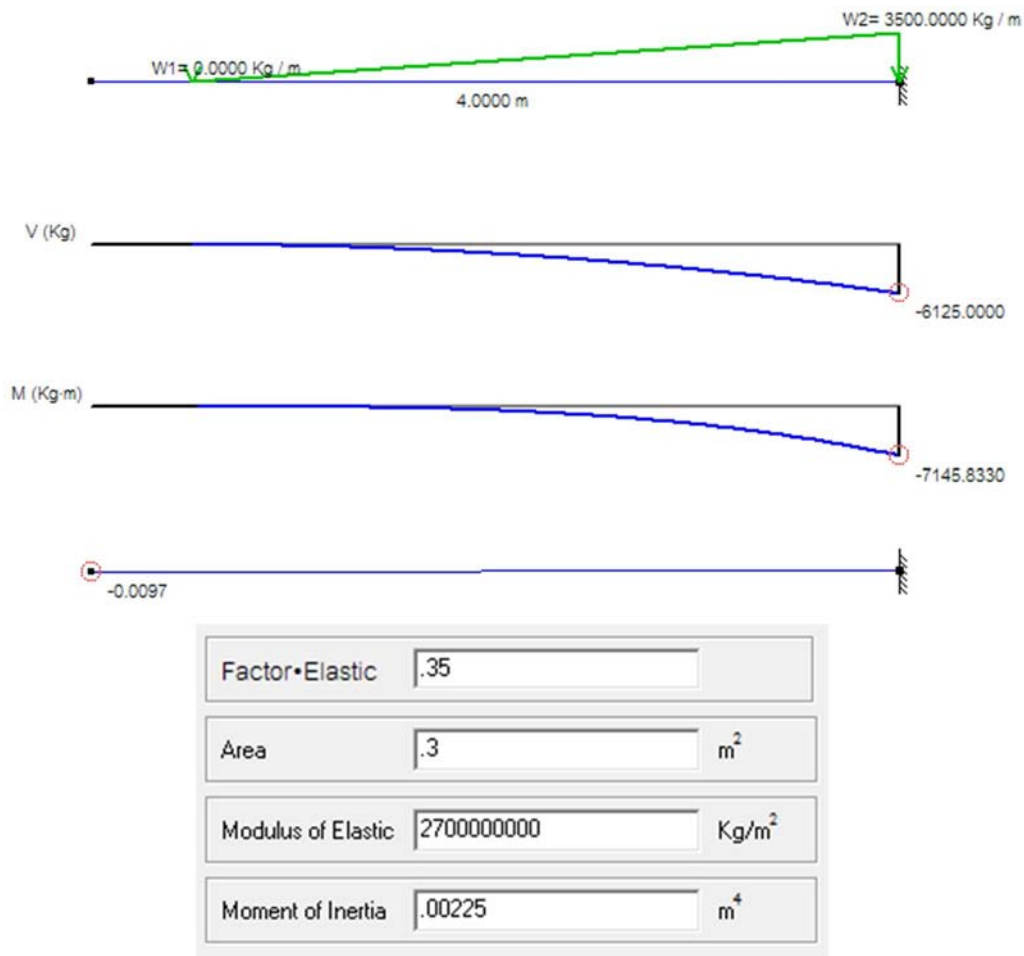
ความยาวทั้งหมดของผนัง $= 2 \times (4.3 + 49.80) = 108.2$ เมตร

$f'c = 320$ กก./ซม.² $f_y = 4000$ กก./ซม.² $E_c = 15100 f'c^{0.5}$ $E_c = 2040000$

$\gamma_{water} = 1.0$ ตัน/ลบ.ม. น้ำหนักเพิ่มค่า $1.4DL + 1.7LL$

แรงดันน้ำภายในบ่อ $1.00 \times 3.50 = 3.50$ ตัน/ลบ.ม.

คุณสมบัติวัสดุโดยลดค่าสติฟเนสเป็น $0.35 I_g$ เพราะคอนกรีตไม่ใช่วัสดุที่ homogeneous



ออกแบบผนังด้านนอก

เป็นบ่อลอยไม่มีดินมากระทำ พิจารณาโดยการควบคุมรอยร้าว

$$f_s = 2/3 f_y \text{ และ } C_c = 6 \text{ ซม.} \quad S_{max} = 38 \times 2800 / f_s - 2.5 C_c = 24.898 \text{ ซม.}$$

ดังนั้นระยะเรียงของเหล็กจะต้องไม่มากกว่าระยะ S_{max}

$$A_{smin} \text{ cTemp} = 0.0018 b t = 0.0018 \times 100 \times 30 = 5.4 \text{ ซม}^2$$

$$\text{ใช้เหล็ก } A_s = A_v = \text{DB 12 @ 0.20 cAs} = 5.652 \text{ ซม}^2$$

ออกแบบผนังด้านใน โดยพิจารณาแรงดันน้ำที่กระทำ

$$M_{max} = 7145 \text{ กก./ม} \quad R_n = \frac{M}{\phi b d^2} = 1.4 * 7145 * 100 / 0.9 * 100 * 24^2 = 19.296$$

$$\rho = \frac{0.85 f'_c}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 R_n}{0.85 f'_c}} \right) = 0.005 < \rho_{max} = 0.025 \quad \dots \dots \dots \text{Ok}$$

$$\rho_{bal} = 0.005 * 100 * 24 = 12 \text{ ซม}^2 \quad A_{smin \text{ cTemp}} = 0.0018 b t = 0.0018 * 100 * 30 = 5.4 \text{ ซม}^2$$

$$A_{sv} \text{ เหล็กแนวตั้ง} = DB16 @ 0.15 \text{ cAs} = 13.397 \text{ ซม}^2$$

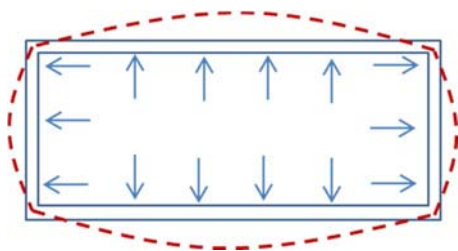
แรงดัดด้านกว้างของผนัง

$$\text{ความดันเฉลี่ย } q_{av} = \text{ความดันขอบบน} + \text{ความดันขอบล่าง} / 2 = 0 + 3.5 / 2 = 1.75 \text{ ตัน/ม}^2$$

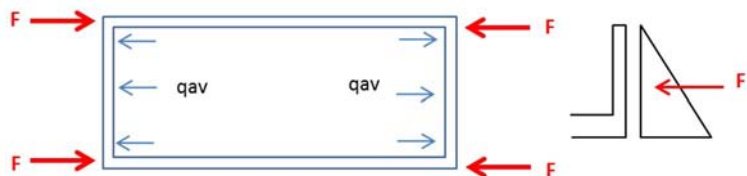
$$\text{แรงดันที่ผนัง } F = q_{av} * A = 1.75 * 4.30 * 3.5 = 26.33 \text{ ตัน}$$

$$\text{สมมูลของแรง } F/2 = 1.4 * 26.33 / 2 = 18.431 \text{ ตัน}$$

$$A_{sh1} = 18.431 * 1000 / 0.90 * 4000 / 2 \text{ ต่อผิว} = 2.56 \text{ ซม}^2 / 1 \text{ ผิว}$$



พฤติกรรมเมื่อน้ำกระทำ



แรงดัดที่เกิดกับผนังด้านสั้น

แรงดัดด้านยาวของผนัง

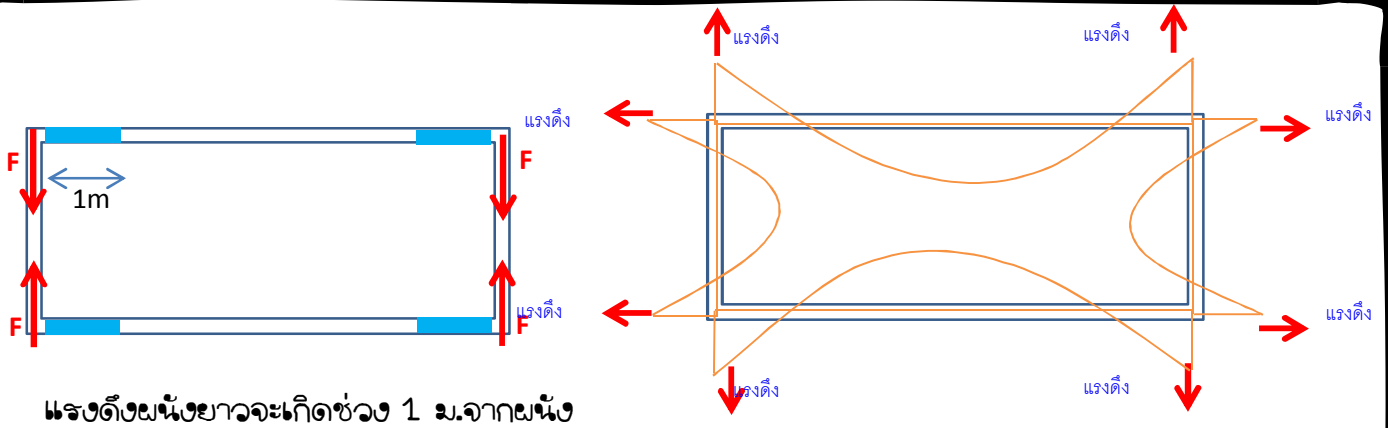
$$F_2 = \frac{\gamma w_1 * H w^2}{2} = 1.4 * 1.0 * 3.5^2 / 2 = 8.58 \text{ ตัน}$$

$$A_{sh2} = 8.58 * 1000 / 0.9 * 4000 / 2 \text{ ต่อผิว} = 1.19 \text{ ซม}^2 / 1 \text{ ผิว}$$

$$\text{ผลรวมเหล็กเสริมรับโมเมนต์และแรงดัดจากด้านสั้นมากที่สุด} = 12 + 2.56 = 14.56 \text{ ซม}^2$$

$$A_{sh} \text{ เหล็กแนวนอน} = DB16 @ 0.125 \text{ cAs} = 16.077 \text{ ซม}^2$$

ข้อสังเกตคือ ผนังที่มีน้ำกระทำสูงๆและมีผนังยาวแรงดัดจะมาก*



แรงเฉือน

$$\phi V_c = 0.85 \cdot 0.53 \cdot c^{2.0 \cdot 0.5} \cdot 100 \cdot 24 / 1000 = 19.34 \text{ ตัน} > 6.125 \cdot 1.4 = 8.575 \text{OK}$$

การแอ่นตัว

$$\Delta L / 360 = 4 \cdot 1000 / 360 = 11.11 \text{ มม.} > \Delta_{max} = 9.7 \text{ มม.OK}$$

ตรวจสอบเสถียรภาพบ่อน้ำ

$$\text{น้ำหนักขึงบ่อ} = 0.30 \cdot 4 \cdot 108.2 \cdot 2.4 = 311.62 \text{ ตัน}$$

$$\text{น้ำหนักพื้นบ่อ} = 0.30 \cdot 4.70 \cdot 50.20 \cdot 2.4 = 169.88 \text{ ตัน}$$

$$\text{รวมน้ำหนักโครงสร้างข้างขึ้น} = 311.62 + 169.88 = 481.50 \text{ ตัน หรือ } 481.50 / (4.7 \cdot 50.2) = 2.04 \text{ ตัน/ม}^2$$

$$\text{น้ำหนักน้ำในบ่อ} = 1 \cdot 3.7 \cdot 49.2 \cdot 3.5 = 637.14 \text{ ตัน}$$

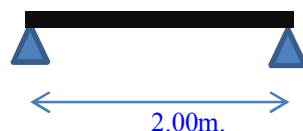
$$\text{รวมน้ำหนักโครงสร้างน้ำ} = 481.5 + 637.14 = 1118.63 \text{ ตัน หรือ } 1118.63 / (4.7 \cdot 50.2) = 4.74 \text{ ตัน/ม}^2$$

แรงยกกรณีถึงบนดิน น้ำหนักโครงสร้างดังมากกว่าแรงดันจากดินจึงไม่พิจารณา

ระยะห่างเสาเข็ม ระยะ 2.0 เมตร

ใช้เสาเข็ม D๑ 0.22 รับกำลังตลอดภัย 17 ตันต่อตัน

$$\text{จำนวนเสาเข็มข้างขึ้น} = 1118.63 \text{ ตัน} / 17 = 65 \text{ ตัน ใช้ จำนวน 66 ตัน}$$



ออกแบบพื้นบ่อ เป็นกรณีพื้นทางเดียว $M_{max} = 4.74 * 2.00^2 / 8 = 2.371$ ตัน/ม.

เหล็กล่าง จะใช้รับน้ำหนักเมื่อมีน้ำหนักน้ำมากกระทำ

$$R_n = \frac{M}{\phi b d^2} = 1.4 * 3000 * 100 / 0.9 * 100 * 25^2 = 5.901$$

$$\rho = \frac{0.85 f'_c}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 R_n}{0.85 f'_c}} \right) = 0.0015 < \rho_{max} = 0.0025$$

$$\rho_{bal} = 0.0019 * 100 * 25 = 3.75 \text{ ซม}^2 \quad A_s \text{ min} = 0.0018 * b * t = 5.40 \text{ ซม}^2$$

$$A_s \text{ Main} = \text{DB12 @ 0.20 } (A_s = 5.65 \text{ ซม}^2)$$

$$A_s \text{ Min} = \text{DB 12 @ 0.20 } (A_s = 5.65 \text{ ซม}^2)$$

เหล็กบน ใช้รับน้ำหนักของตัวโครงสร้างมาพิจารณา $M_{max} = 2.04 * 2.00^2 / 8 = 1.02$ ตัน/ม.

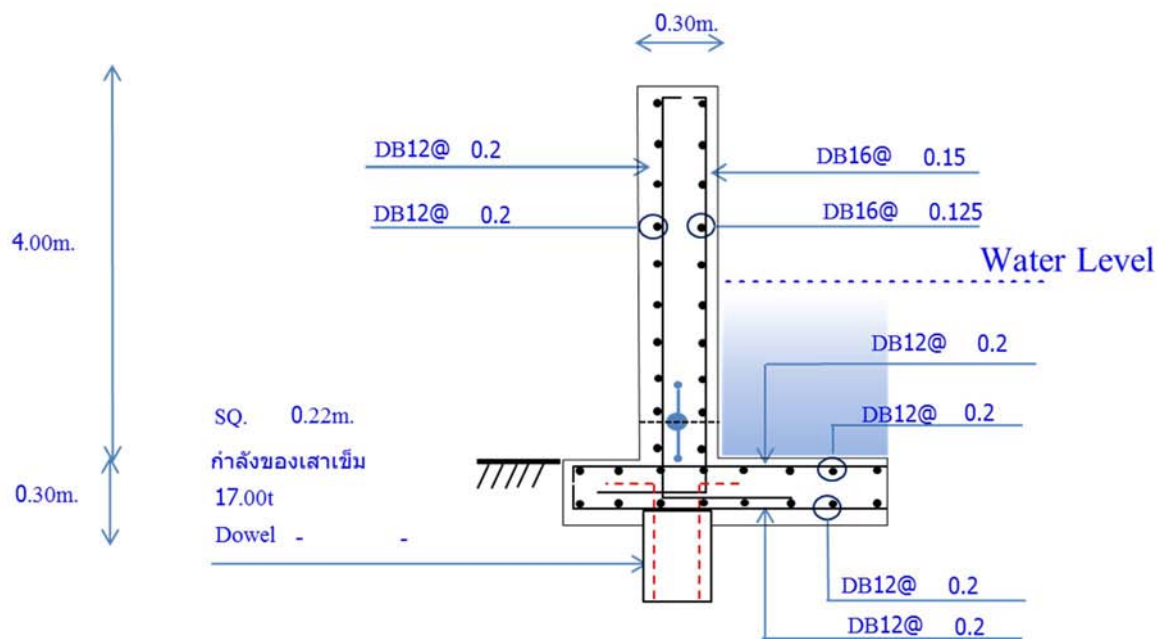
$$R_n = \frac{M}{\phi b d^2} = 1.4 * 1020 * 100 / 0.9 * 100 * 25^2 = 2.539$$

$$\rho = \frac{0.85 f'_c}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 R_n}{0.85 f'_c}} \right) = 0.00064 < \rho_{max} = 0.0025$$

$$\rho_{bal} = 0.00064 * 100 * 25 = 1.60 \text{ ซม}^2 \quad A_s \text{ min} = 0.0018 * b * t = 5.40 \text{ ซม}^2$$

$$A_s \text{ Main} = \text{DB12 @ 0.20 } (A_s = 5.652 \text{ ซม}^2)$$

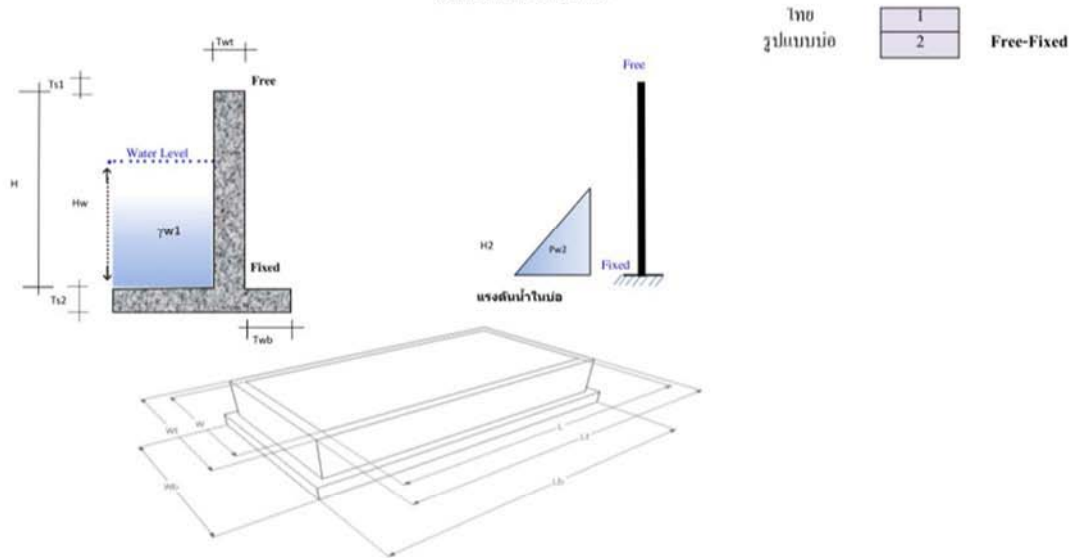
$$A_s \text{ Min} = \text{DB 12 @ 0.20 } (A_s = 5.625 \text{ ซม}^2)$$



ถึงวางบนดินดังนั้นเสาเข็มไม่จำเป็นต้องมี Dowel Rebar

ตรวจสอบตัวอย่างที่ 1 ด้วย Excel

ออกแบบบ่อน้ำวางบนดิน



มิติของบ่อน้ำ

ความสูง

H = 4.00m. Hw = 3.50m. Ts1 = 0.00m. Ts2 = 0.30m.
Twt = 0.30m. Twb = 0.20m. ความยาวทั้งหมดของผนัง = 108.20m.

ความกว้าง

Length

W = 3.70m. Wt = 4.30m. Wb = 4.70m. L = 49.20m. Lt = 49.80m. Lb = 50.20m.

น้ำหนักกระทำได้

น้ำหนักจ: 0Kg./Sq.m. SDL = 0Kg./Sq.m.

วัสดุ

$f_c = 320\text{Kg./Sq.cm.}$ $f_y = 4000\text{Kg./Sq.cm.}$ $E_s = 2040000\text{Kg./Sq.cm.}$ $E_c = 15100 \cdot \sqrt{f'_c}$ 270117Kg./Sq.cm.

$\beta_1 = 0.8214$

ระยะหุ้ม

Slab = 7cm. Wall = 5cm. d wall = 24.00cm. d Slab = 25.00cm.

คุณสมบัติของน้ำ

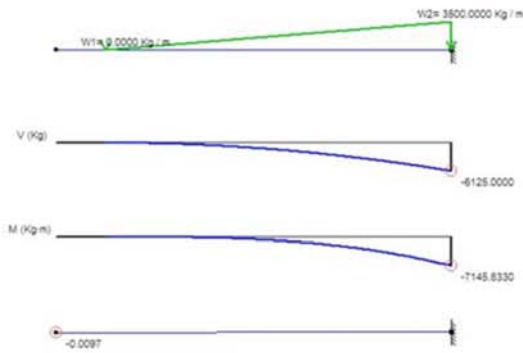
น้ำหนักเพิ่มค่า

$\gamma_{w1} = 1.000\text{t/cu.m.}$ 1.4* DL. 1.7* LL

แรงดันภายในบ่อน้ำ

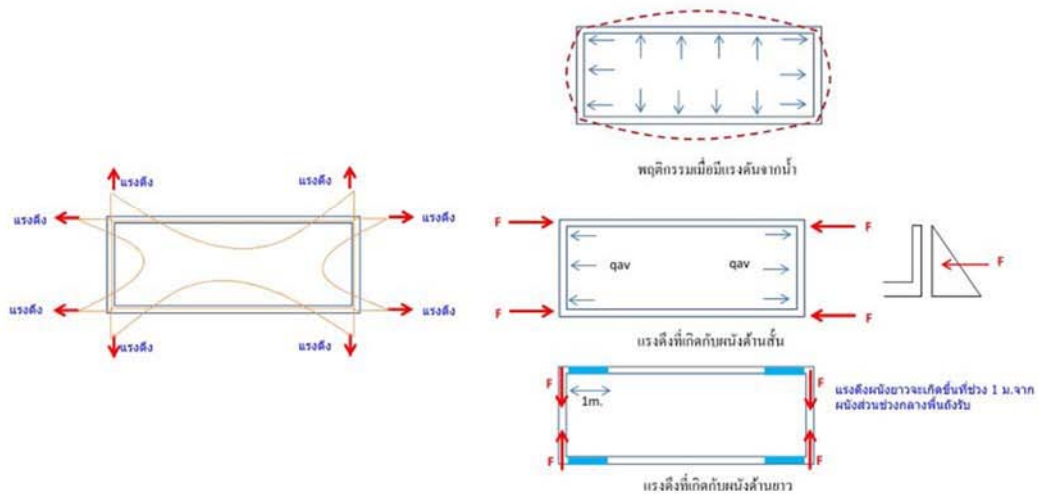
P4 = $\gamma_{w1} \cdot H_w = 1.000 \cdot 3.50 = 3.5 \text{ t/sq.m.}$

C:\Program Files (x86)\SUTStructor\SUTStructor.exe



แรงเฉือนมากที่สุด	
6.13t.	
ผลรวมแรงเฉือน	6.13t.
โมเมนต์มากที่สุดจากรณี 4	
7.15t.-m.	
ผลรวมโมเมนต์	7.145 t.-m.
การเยื้องตัว	
0.0097m.	
ผลรวมการเยื้อง	9.700 mm.

แรงดึง*Factor	9.22 t
แรงเฉือน*Factor	8.58 t
โมเมนต์*Factor	10.003 t.-m.



เหล็กเสริมภายนอก

$$A_{s \min} = 0.0018 * 100.00 * 30.00 = 5.400 \text{ Cm.}^2$$

การควบคุมรอยร้าว

เมื่อ $f_s = \frac{2}{3} f_y$ และ $C_c = 6 \text{ cm.}$ $S_{\max} = 38 \left(\frac{2800}{f_s} \right) - 2.5 C_c = 24.898 \text{ Cm}$

Asv = DB12@ 0.2	=	As = 5.652 cm ²	เหล็กแนวตั้ง	OK
Ash = DB12@ 0.2	=	As = 5.652 cm ²	เหล็กแนวนอน	OK Crack Width OK

เหล็กเสริมภายใน

Factor

พิจารณาแรงคั้นจากน้ำหนัก

$$R_n = \frac{M}{\phi b d^2} = 1.4 * 7,145.00 / 100.00 / 0.90 * 100.00 * 24.00^2 = 19.296$$

$$\rho = \frac{0.85 f'_c}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 R_n}{0.85 f'_c}} \right) = 0.005 < \rho_{\max} = 0.75 \rho_b = 0.025 \quad \text{OK}$$

$$\rho_{bd} = 0.0050 * 100 * 24.00 = 12.000 \text{ Cm.}^2 \quad A_{s \min} = 0.0018 * 100.00 * 30.00 = 5.400 \text{ Cm.}^2$$

แรงคั้น

ด้านกว้างของผนัง

ความดันเฉลี่ย $q_{av} = \text{ความดันขอบบน} = 0 + \text{ความดันขอบล่าง} / 2 = 1.75 \text{ t/m}^2$

แรงคั้นที่ผนัง $F = q_{av} A = 1.75 * 4.30 * 3.50 = 26.34 \text{ t}$

สมมูลของแรง $F/2 = 1.4 * 26.34 / 2 = 18.44 \text{ t}$

$A_{sh1} = 18.44 * 1,000.00 / 0.90 * 4,000.00 / 2.00 \text{ Per side} = 2.56 \text{ cm}^2 / \text{Side}$

ด้านยาวของผนัง

$$F_2 = \frac{\gamma_w 1 * H w^2}{2} = 1.4 * 1.00 * 3.50^2 / 2 = 8.58 \text{ t}$$

$A_{sh2} = 8.58 * 1,000.00 / 0.90 * 4,000.00 / 2.00 \text{ Per side} = 1.19 \text{ cm}^2 / \text{Side}$

ผลรวมจากเหล็กรับโมเมนต์+เหล็กรับแรงคั้น = $2.56 + 12.00 = 14.56 \text{ cm}^2$

Asv = DB16@ 0.15	=	As = 13.397 cm ²	เหล็กแนวตั้ง	OK
Ash = DB16@ 0.125	=	As = 16.077 cm ²	เหล็กแนวนอน	OK Crack Width OK

แรงเฉือน

$$\phi V_C = 0.85 * 0.53 * 320.00 * 0.5 * b d / 1000 = 19.34 \text{ t} > 8.58 \text{ t} \quad \text{> V OK}$$

การแอ่นตัว

$$\Delta_{all} = L / 360 = 11.1110 \text{ mm.} > \Delta_{\max} = 9.700 \text{ mm.} \quad \text{OK}$$

ค่าที่ได้จาก Excel เท่ากับการคำนวณ Manual

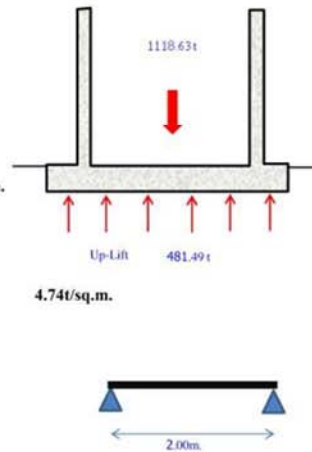
ตรวจสอบเสถียรภาพ

น้ำหนักผนังบ่อ	$0.30 \times 4.00 \times 108.20 \times 2.4$	=	311.62 t
น้ำหนักพื้นบ่อ	$0.00 \times 4.30 \times 49.80 \times 2.4$	=	0.00 t
น้ำหนักพื้นบ่อ	$0.30 \times 4.70 \times 50.20 \times 2.4$	=	169.88 t
รวมน้ำหนักโครงสร้าง	$311.62 + 0.00 + 169.88$	=	481.49 t หรือ 2.04t/sq.m.

จากน้ำหนักจร	$0.00 \times 4.30 \times 49.80$	=	0.00 t
จากน้ำหนักน้ำภายในบ่อ	$1.00 \times 3.70 \times 49.20 \times 3.50$	=	637.14 t
น้ำหนักทั้งถังกระท่อม	$637.14 + 0.00 + 481.49$	=	1118.63 t หรือ 4.74t/sq.m.

ชนิดของเสาเข็ม	=	SQ.
ขนาดของเสาเข็ม	=	0.22m.
กำลังของเสาเข็ม	=	17.00t
Dowel Rebars	=	-
จำนวน Dowel	=	-

จำนวน เสาเข็ม 1,118.63/17.00 = 65.8Pile ใช้ 66.0Pile ระยะห่างระหว่างเสาเข็มถึงเสาเข็ม 2.00m.



เหล็กเสริมของพื้นบ่อ

พิจารณาพื้นเป็นแบบพื้นอย่างง่าย

แรง(น้ำหนัก โครงสร้าง+น้ำ) = 4.741 t/sq.m. กรณีแรงกดจากน้ำหนักรวมของบ่อ ↓ ใช้ออกแบบเหล็กล่าง

พิจารณาเป็นพื้นทางเดียว = $M_{max} = WL^2/8$ $4.74 \times 2.00^2/8 = 2.371$ t/m

เหล็กล่าง

$$R_n = \frac{M}{\phi b d^2} = 1.4 \times 2,371.00 \times 100 \times 0.90 \times 100.00 \times 25.00^2 \times 2.00 = 5.901$$

$$\rho = \frac{0.85 f'_c}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 R_n}{0.85 f'_c}} \right) = 0.0015 < \rho_{max} = 0.025 \quad \text{OK}$$

$$\rho_{bd} = 0.0015 \times 100 \times 25.00 = 3.750 \text{Cm}^2 \quad A_{s \text{ min}} = 0.0018 \times 100.00 \times 30.00 = 5.400 \text{Cm}^2$$

การควบคุมรอยร้าว

$$\text{เมื่อ } f_s = \frac{2}{3} f_y \text{ และ } C_c = 6 \text{cm.} \quad S_{max} = 38 \left(\frac{2800}{f_s} \right) - 2.5 C_c = 25.148 \text{Cm}$$

$$A_s = \text{DB12@ } 0.2 = A_s = 5.652 \text{cm}^2 \quad \text{เหล็กหลัก} \quad \text{OK}$$

$$A_s = \text{DB12@ } 0.2 = A_s = 5.652 \text{cm}^2 \quad \text{เหล็กกั้นร้าว} \quad \text{OK} \quad \text{Crack Width OK}$$

เหล็กบน $M_{max} = WL^2/8$ $2.04 \times 2.00^2/8 = 1.02$ t/m

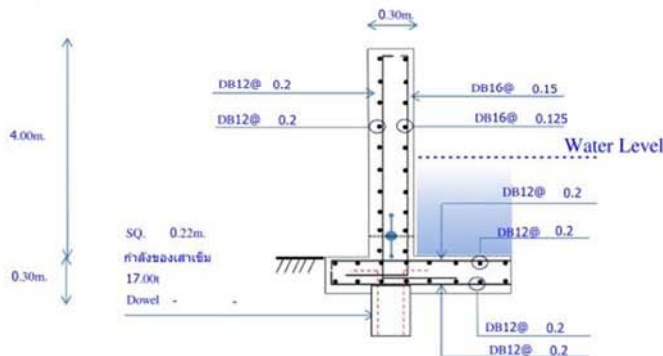
$$R_n = \frac{M}{\phi b d^2} = 1.4 \times 1,020.00 \times 100 \times 0.90 \times 100.00 \times 25.00^2 \times 2.00 = 2.539$$

$$\rho = \frac{0.85 f'_c}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 R_n}{0.85 f'_c}} \right) = 0.00064 < \rho_{max} = 0.025 \quad \text{OK}$$

$$\rho_{bd} = 0.0006 \times 100 \times 25.00 = 1.600 \text{Cm}^2 \quad A_{s \text{ min}} = 0.0018 \times 100.00 \times 30.00 = 5.400 \text{Cm}^2$$

$$A_s = \text{DB12@ } 0.2 = A_s = 5.652 \text{cm}^2 \quad \text{เหล็กหลัก} \quad \text{OK}$$

$$A_s = \text{DB12@ } 0.2 = A_s = 5.652 \text{cm}^2 \quad \text{เหล็กกั้นร้าว} \quad \text{OK} \quad \text{Crack Width OK}$$

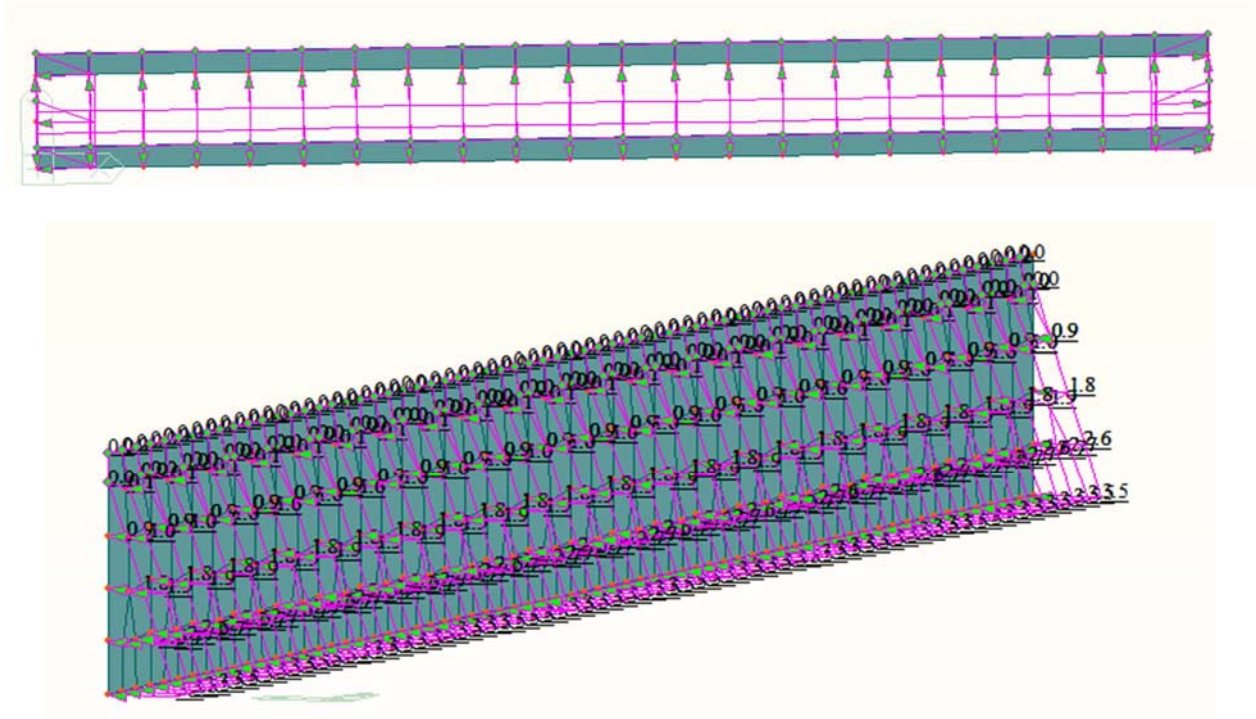


Δ_{all}	L 360
	5.556mm.
$0.35 I_g$	78750.00Cm ⁴
Δ_{max}	4.643mm. OK

ค่าที่ได้จาก Excel เท่ากับการคำนวณ Manual

ตรวจสอบตัวอย่างที่ 1 ด้วย Midas

Load กระทำต่อเนื่องจากแรงดันน้ำ 3.5 ตัน/ม.



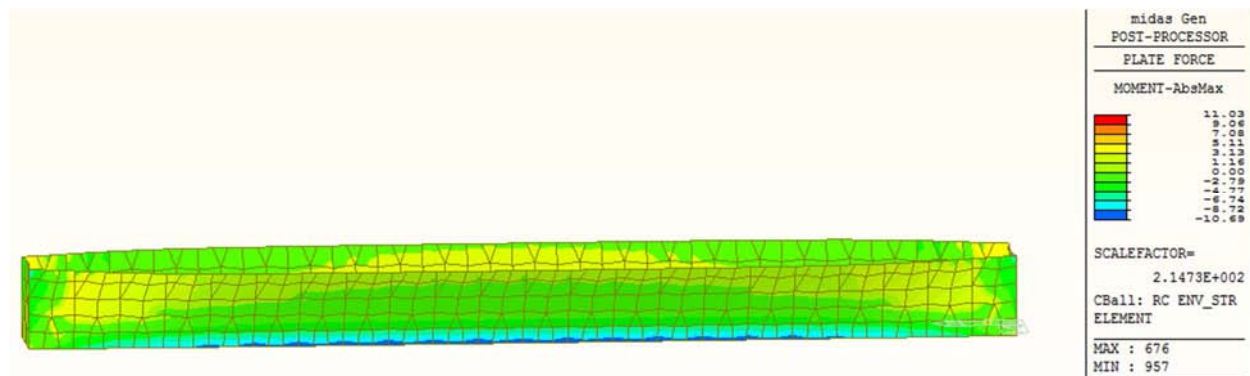
น้ำหนักลงเสาเข็ม โดย Model เป็นจุดรองรับแบบสปริง



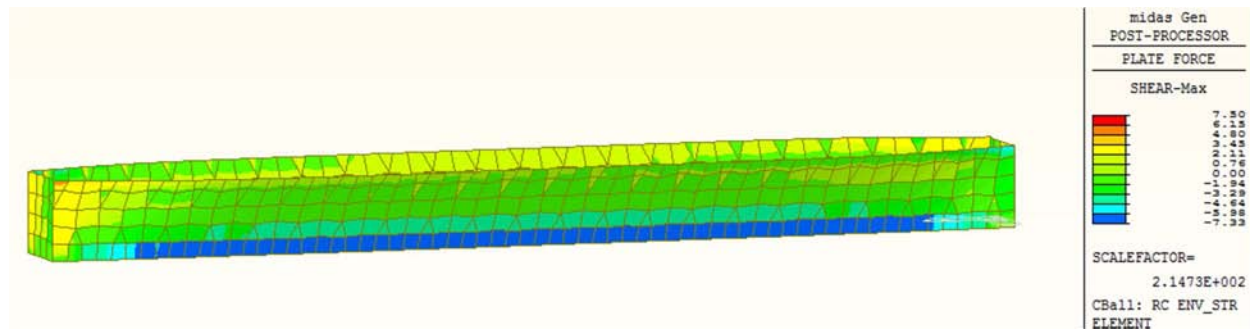
น้ำหนักลงสู่เสาเข็ม 20.9 ตัน มากกว่ากำลังเสาเข็ม 17 ตัน หาก SF 2.5

หากพิจารณา SF. 2.0 เสาเข็มจะรับกำลังได้ 21.25 ตัน

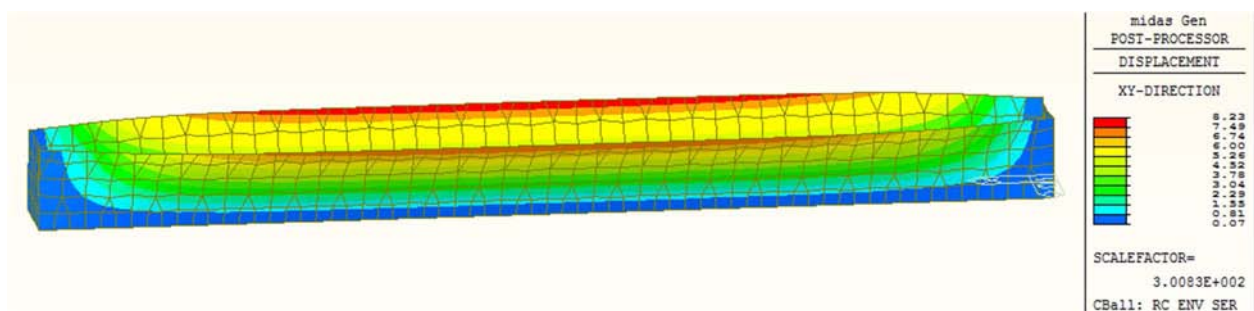
ค่าโมเมนต์สูงสุดที่เกิดขึ้นที่ชั้น Ultimate Load Max =10.69 ตัน



ค่าแรงเฉือนสูงสุดที่เกิดขึ้นที่ชั้น Ultimate Load Max =7.33 ตัน



ค่าอนตัวที่เกิดขึ้น Service Load Δ =8.23 มม.



สรุปการเปรียบเทียบค่าที่เกิดขึ้นกับผนัง

	Manual	Midas
Moment	10.003 t-m.	10.69 t-m.
Shear	8.58 t-m	7.33 t
Defection	9.70 mm.	8.23 mm.