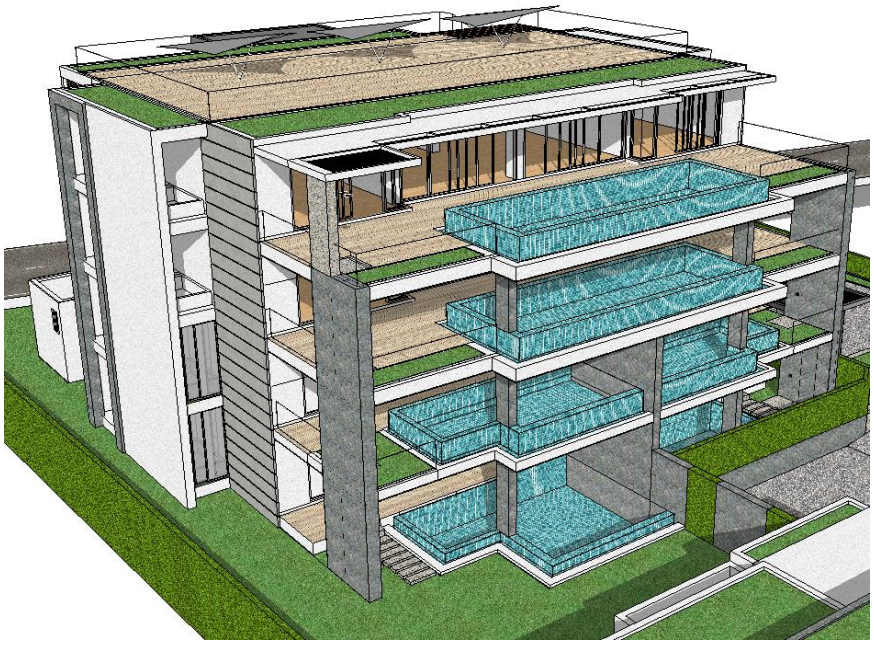
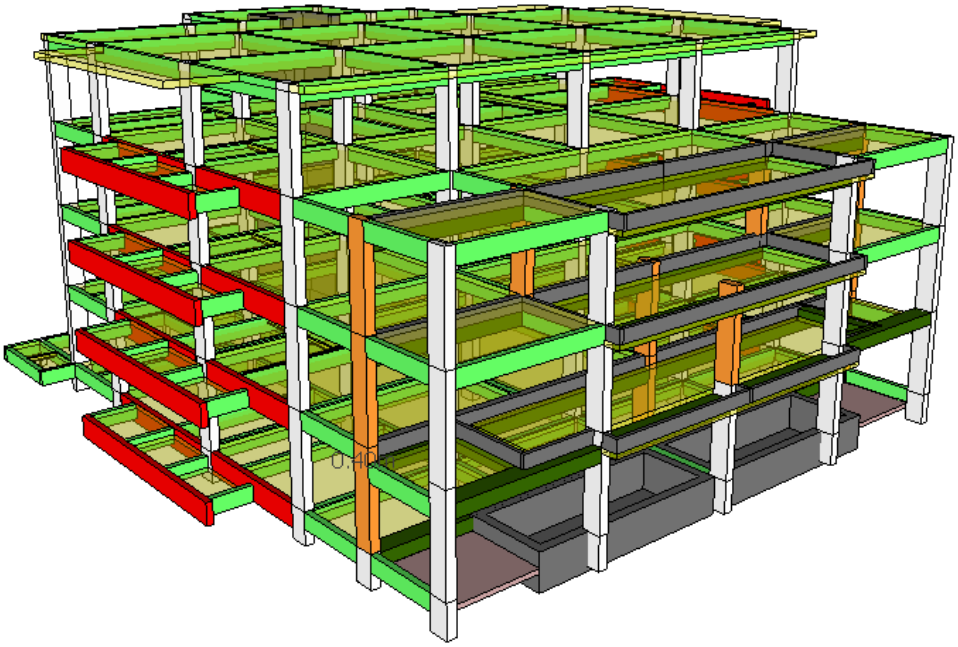
รายการคำนวณอาคารพักอาศัยคอนกรีตเสริมเหล็ก 4 ชั้นมีดาดฟ้า

โหมดงานวิศวกรรมโครงสร้าง





1. มาตรฐานการออกแบบ

ประเภทขององค์อาคาร : อาคารพักอาศัย 4 ชั้นมีดาดฟ้า

โครงสร้างหลักองค์อาคาร : คอนกรีตเสริมเหล็ก

วิธีการออกแบบ : คอนกรีตเสริมเหล็กวิธีกำลัง (Strength Design Method) SDM

เหล็กรูปพรรณวิธีหน่วยแรงที่ยอมให้ (Allowable Stess) ASD(ถ้ามี)

มาตรฐานในการออกแบบ : พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522

: ASCE7-05

: ACI 318-99

: มยผ. 1302,1311-05

สถานที่ก่อสร้าง : ภูเก็ต

วัสดุโครงสร้างหลัก : คอนกรีตกำลังอัดรูปทรงกระบอกที่อายุ 28 วัน f'c = 240 Ksc

เหล็กเสริมหลัก เกรด SD – 40, เหล็กเสริมรอง เกรด SR-24

เหล็กรูปพรรณ มาตรฐาน มอก.(ถ้ามี)

2. รายการน้ำหนักบรรทุก

น้ำหนักบรรทุกจรขั้นต่ำ (Live Load) LL. พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522

- หลังคา	50	กก./ตร.ม.
- พื้นกันสาดหรือพื้นหลังคาคอนกรีต	100	กก./ตร.ม.
- อาคารพักอาศัย	150	กก./ตร.ม.
- บันไดและช่องทางเดิน	300	กก./ตร.ม.

น้ำหนักบรรทุกเพิ่มเติม (Super Dead Load)SDL.

- ปูนทรายปรับระดับหนา 5 ซม.	120	กก./ตร.ม.
- ผนังก่ออิฐมอญหนา 10 ซม.รวมฉาบสองด้าน	180	กก./ตร.ม.
- ผนังก่ออิฐมอญหนา 20 ซม.รวมฉาบสองด้าน	360	กก./ตร.ม.

3. การเลือกระบบโครงสร้าง

จากองค์อาคารตามรูปทรงของสถาปัตยกรรมการพิจารณาในการเลือกโครงสร้างคำนึงถึงความมีเสถียรภาพของโครงสร้าง ความประหยัด และ ก่อสร้างได้ง่าย โดยพิจารณาดังนี้

ระบบพื้น

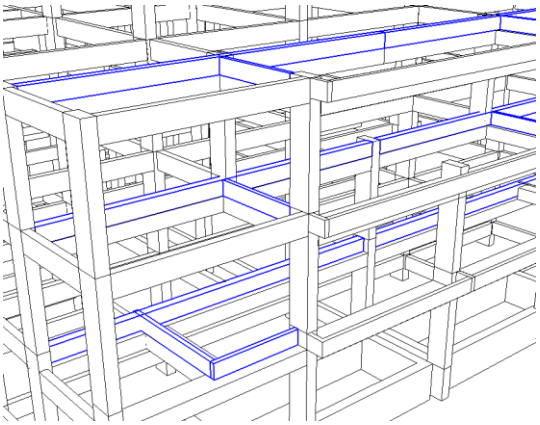
- เลือกระบบพื้นหล่อในที่ทั้งหมดเนื่องด้วยอาคารมีสระว่ายน้ำและอ่างน้ำหล่อในที่ซึ่งมีโอกาสเสี่ยงการรั่วซึมได้หากใช้พื้นเป็นแบบสำเร็จรูป และอีกทั้งพื้นยื่นที่เป็นระบบหล่อในที่กับช่วงพื้นภายในจัดเป็นBack Span ควรจะเป็นแบบหล่อในที่เพื่อช่วยให้แรงบิดที่เกิดขึ้นในคานให้มีความสมดุลกัน

ระบบคาน

- คานโดยทั่วไป Span 5-6 มีความลึก 50 ถึง 60 ซม. และมีคานแบน (Band Beam) 60x50 ซม. ความยาวที่ 10 เมตร ซึ่งจำเป็นต้องออกแบบคานยาวนี้ให้รับการโก่งตัวได้ โดยใช้ค่า EIg ซึ่งเป็นค่า Iและ E จริงของคาน มาเป็นตัวควบคุมการโก่งตัวของคานดังกล่าวเพื่อไม่ให้เกิดการโก่งตัวมากเกินข้อกำหนด

การให้รายละเอียดพิเศษ

- ตามระดับทางสถาปัตย์บริเวณสระว่ายน้ำให้มีระดับลดจากพื้นทั่วไป 40 ซม ทำให้ต้องวางกำแพงคลส. บนคาน Band Beamและกำแพง คสล. นี้ยังทำหน้าที่รับ คานช่วงภายในที่มาฝากเพื่อให้จบงานตามระดับของสถาปัตย์ได้



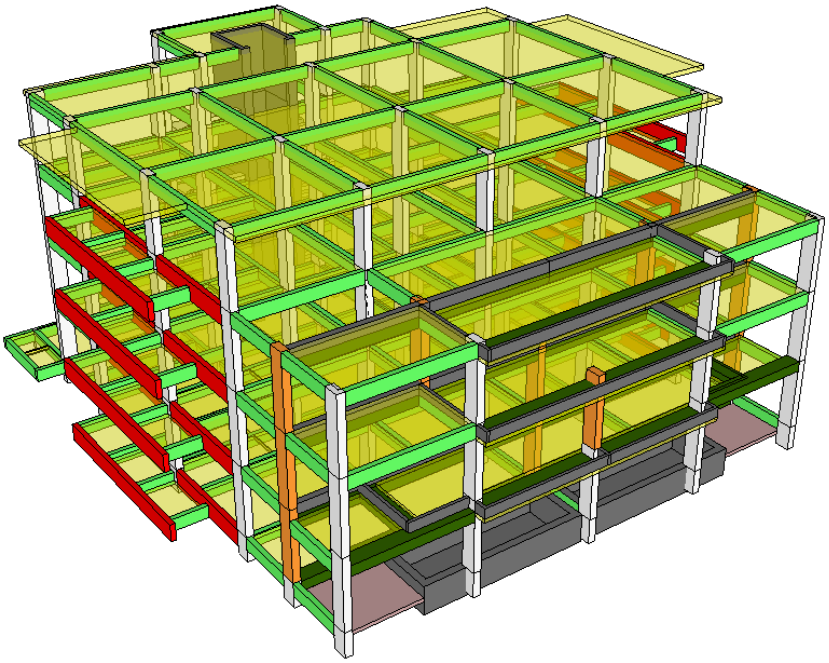
ระบบเสา

- โดยทั่วไปแล้วอาคารที่มีความสูงไม่มากชั้นจะมีแรงด้านข้างมากระทำไม่มากนักแต่ถึงแม้ว่าแรงด้านข้างจะส่งผลให้โมเมนต์ในเสามีค่าน้อยแต่การผิดพลาดจากการเยื้องศูนย์ที่หน้างานก็เป็นปัจจัยที่ทำให้เสาเกิดโมเมนต์ในการคำนวณเสาจึงเผื่อค่าโมเมนต์ 5 % ของแรงแนวดิ่งของเสา

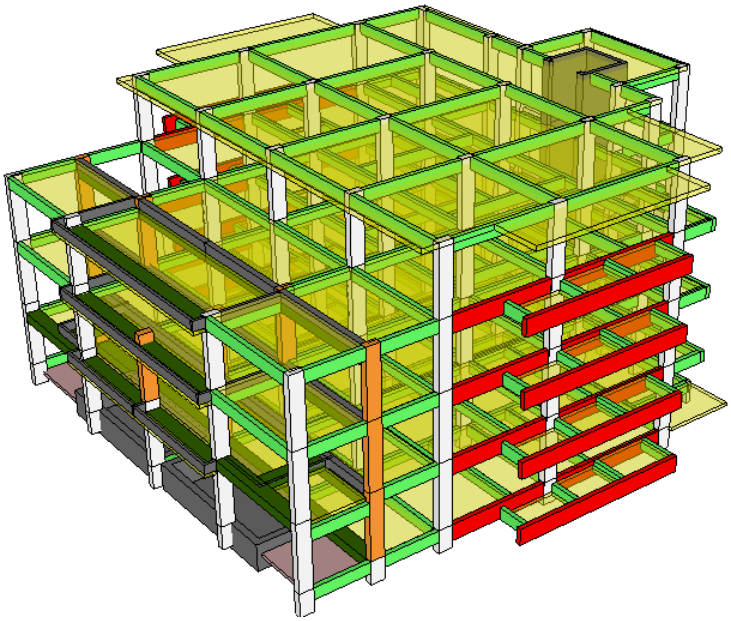
ระบบฐานราก

- ด้วยพื้นที่ที่ทำการก่อสร้างอยู่ในจังหวัด ภูเก็ต ซึ่งมีดินที่แข็ง ซึ่งการก่อสร้างนี้ไม่มีการเจาะสำรวจดินแต่อย่างใดจึงเลือกค่ากำลังแบกทานของดิน 10-12 ตัน/ตร.ม

4. **การจำลองรูปแบบโครงสร้างให้สอดคล้องกับงานสถาปัตยกรรม**

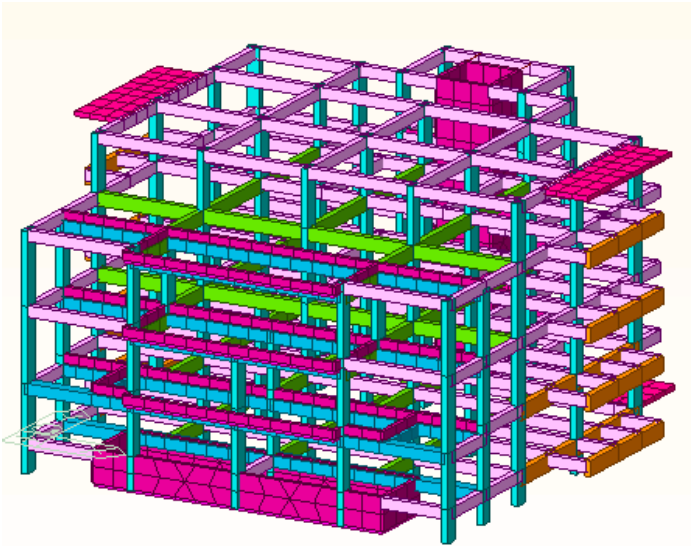


ภาพที่1 แสดงการจำลองโครงสร้างของอาคาร มุมมองที่ 1



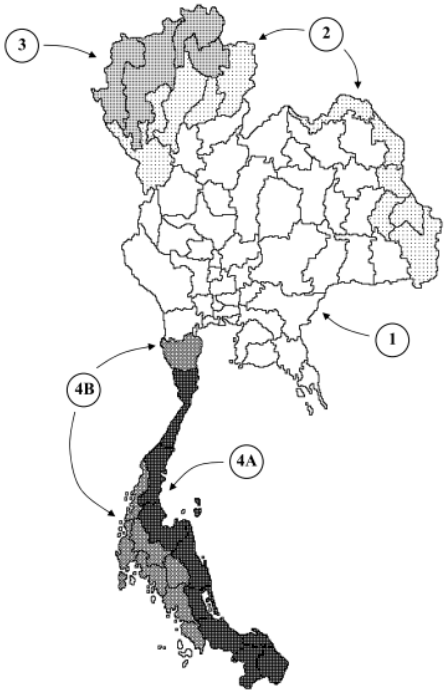
ภาพที่2 แสดงการจำลองโครงสร้างของอาคาร มุมมองที่ 2

การจำลองโครงสร้างองค์อาคารด้วยโปรแกรม Finite Element เพื่อคำนวณโครงสร้าง



ภาพที่ 3 การจำลองโครงสร้างด้วยโปรแกรม FEM

5. **แรงลมกระทำต่ออาคาร**



พื้นที่ก่อสร้างอยู่ที่ ภูเก็ต

จัดเป็น กลุ่ม 4B V50 = 25 m/s

พื้นที่ใกล้กับทะเล Class : D

จากโปรแกรม FEM ที่ใช้เป็นมาตรฐาน ASCE จึงต้องแปลงค่า

ความเร็วแรงลมอ้างอิงให้เท่ากับมยผ. เนื่องด้วย ASCE เก็บค่าเฉลี่ยค่า

เฉลี่ยที่ 3 วินาที แต่ ประเทศไทยเก็บที่ 1 ชั่วโมง

V3/V3600 = 1.52

25*1.52 = 38 m/s

38*2.23 = 85 Mph

Load Case Name : WXN

Wind Load Code : IBC2009(ASCE7-05)

Description :

Alternate Method Analytical Procedure

Wind Load Parameters

Basic Wind Speed : 85 mile/h

Exposure Category : D

Mean Roof Height : 13.2 m

Importance Factor(I) : 1.00

Topographic Effects ...

Directional Factor : Kdx 0.85 Kdy 0.85

Rigid Structure Flexible Structure

Gust Effect Factor : Gx 0.9014 Gy 0.9014 ...

Load Evaluation Using Force Coefficient

Force Coefficient : 1

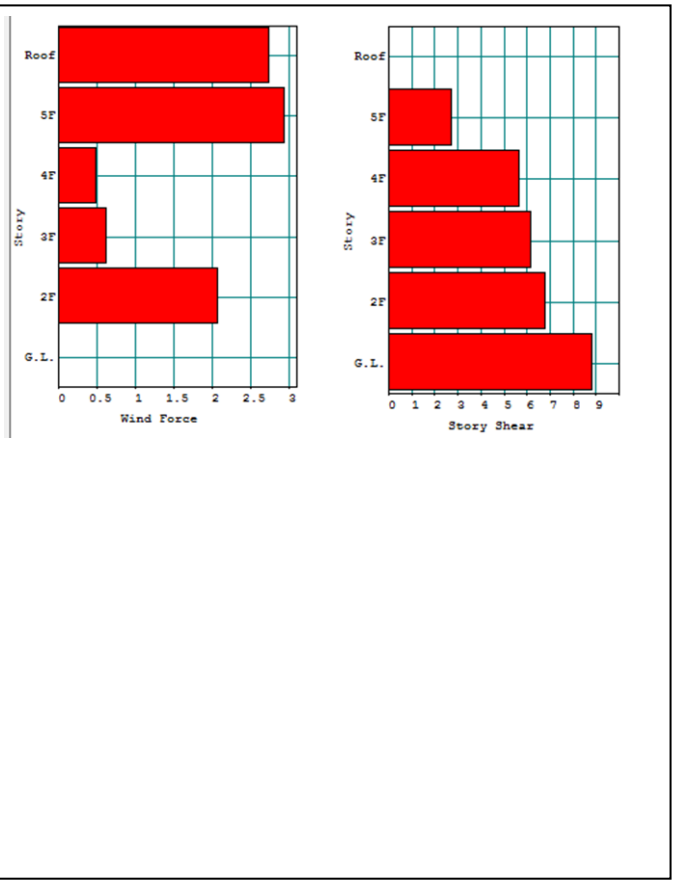
Wind Eccentricity

X-Dir. (Wx) : Positive Negative None

Y-Dir. (Wy) : Positive Negative None

Wind Load Direction Factor (Scale Factor)

X-Dir. 1 Y-Dir. 0 Z-Rot. 0



Load Case Name : WYN

Wind Load Code : IBC2009(ASCE7-05)

Description :

Alternate Method Analytical Procedure

Wind Load Parameters

Basic Wind Speed : 85 mile/h

Exposure Category : D

Mean Roof Height : 13.2 m

Importance Factor(I) : 1.00

Topographic Effects ...

Directional Factor : Kdx 0.85 Kdy 0.85

Rigid Structure Flexible Structure

Gust Effect Factor : Gx 0.9014 Gy 0.9014 ...

Load Evaluation Using Force Coefficient

Force Coefficient : 1

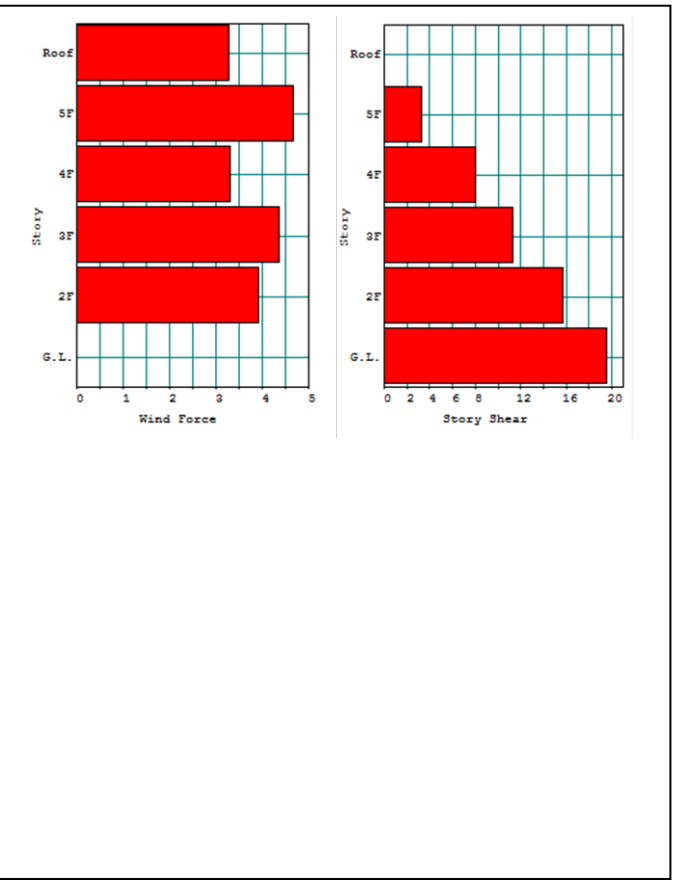
Wind Eccentricity

X-Dir. (Wx) : Positive Negative None

Y-Dir. (Wy) : Positive Negative None

Wind Load Direction Factor (Scale Factor)

X-Dir. 0 Y-Dir. 1 Z-Rot. 0



Load Case Name : WXP

Wind Load Code : IBC2009(ASCE7-05)

Description :

Alternate Method Analytical Procedure

Wind Load Parameters

Basic Wind Speed : 85 mile/h

Exposure Category : D

Mean Roof Height : 13.2 m

Importance Factor(I) : 1.00

Topographic Effects ...

Directional Factor : Kdx 0.85 Kdy 0.85

Rigid Structure Flexible Structure

Gust Effect Factor : Gx 0.9014 Gy 0.9014 ...

Load Evaluation Using Force Coefficient

Force Coefficient : 1

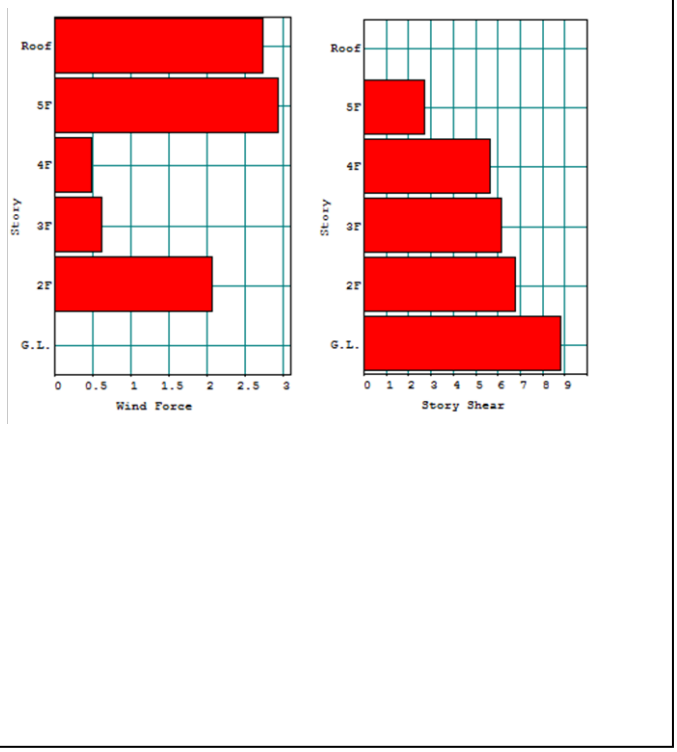
Wind Eccentricity

X-Dir. (Wx) : Positive Negative None

Y-Dir. (Wy) : Positive Negative None

Wind Load Direction Factor (Scale Factor)

X-Dir. 1 Y-Dir. 0 Z-Rot. 0



Load Case Name : WYP

Wind Load Code : IBC2009(ASCE7-05)

Description :

Alternate Method Analytical Procedure

Wind Load Parameters

Basic Wind Speed : 85 mile/h

Exposure Category : D

Mean Roof Height : 13.2 m

Importance Factor(I) : 1.00

Topographic Effects ...

Directional Factor : Kdx 0.85 Kdy 0.85

Rigid Structure Flexible Structure

Gust Effect Factor : Gx 0.9014 Gy 0.9014 ...

Load Evaluation Using Force Coefficient

Force Coefficient : 1

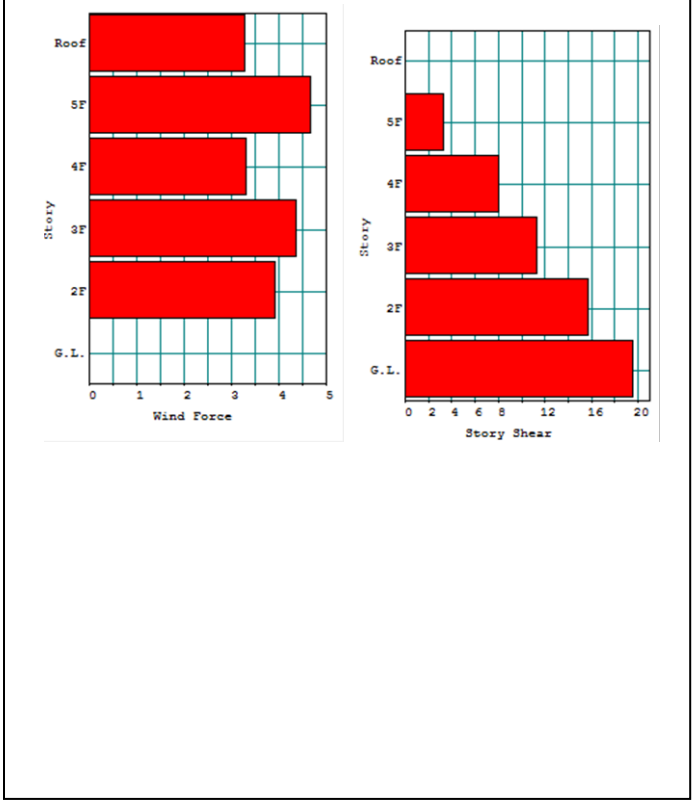
Wind Eccentricity

X-Dir. (Wx) : Positive Negative None

Y-Dir. (Wy) : Positive Negative None

Wind Load Direction Factor (Scale Factor)

X-Dir. 0 Y-Dir. 1 Z-Rot. 0



6. แรงแผ่นดินไหว

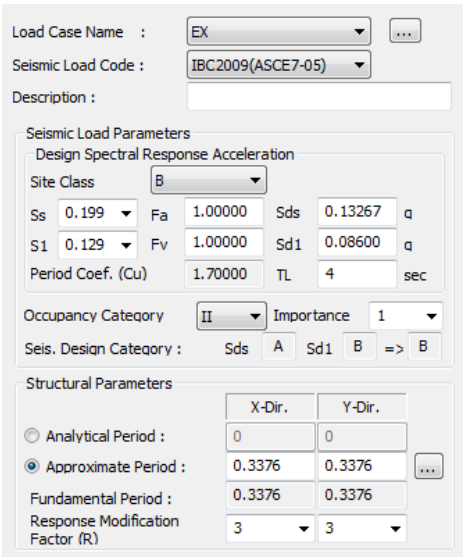
ตามมาตรฐาน มยผ. ให้ตรวจสอบว่าอาคารเข้าข่ายแรงแผ่นดินไหวประเภทใด และต้องออกแบบตามประเภทแรงนั้น อาทิ ก (น้อยไม่ต้องพิจารณา) ข (ปกติ ควรเลือกโครงสร้างแบบ Ordinary RC.) ค (ปานกลาง ควรเลือกโครงสร้างแบบ Intermediate RC) ง (รุนแรง ควรเลือกโครงสร้างแบบ Special RC.)

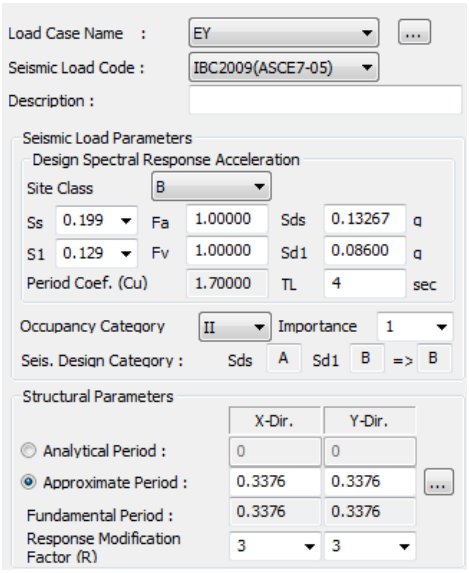
เมืองภูเก็ต Ss 0.199 Sa 0.129

ตรวจสอบข้อมูลว่าโครงสร้างนี้เข้าข่ายประเภทใด

เมื่อ SMS = FaSs = 1*0.199 SM1 = FvS1 = 1*0.129

SDS = 2/3 *SMS = 0.1326 SD1 = 2/3 *SD1 = 0.086





เมื่อ Ss = ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมจากแผนที่ความเสี่ยงภัยที่คาบการสั่น 0.2 วินาที หน่วยเป็น g

เมื่อ Sa = ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมจากแผนที่ความเสี่ยงภัยที่คาบการสั่น 1 วินาที หน่วยเป็น g

เมื่อ SDs = ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับออกแบบที่คาบการสั่น 0.2 วินาที หน่วยเป็น g

เมื่อ SD1 = ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับออกแบบที่คาบการสั่น 1 วินาที หน่วยเป็น g

ตารางที่ 1 การแบ่งประเภทการออกแบบต้านทานแผ่นดินไหวโดยพิจารณาจากค่า SDS

ค่า S_{DS}	ประเภทการออกแบบต้านทานแผ่นดินไหว		
	ประเภทความสำคัญ I หรือ II	ประเภทความสำคัญ III	ประเภทความสำคัญ IV
$S_{DS} < 0.167$	ก (ไม่ต้องออกแบบ)	ก (ไม่ต้องออกแบบ)	ก (ไม่ต้องออกแบบ)
$0.167 \leq S_{DS} < 0.33$	ข	ข	ค
$0.33 \leq S_{DS} < 0.50$	ค	ค	ง
$0.50 \leq S_{DS}$	ง	ง	ง

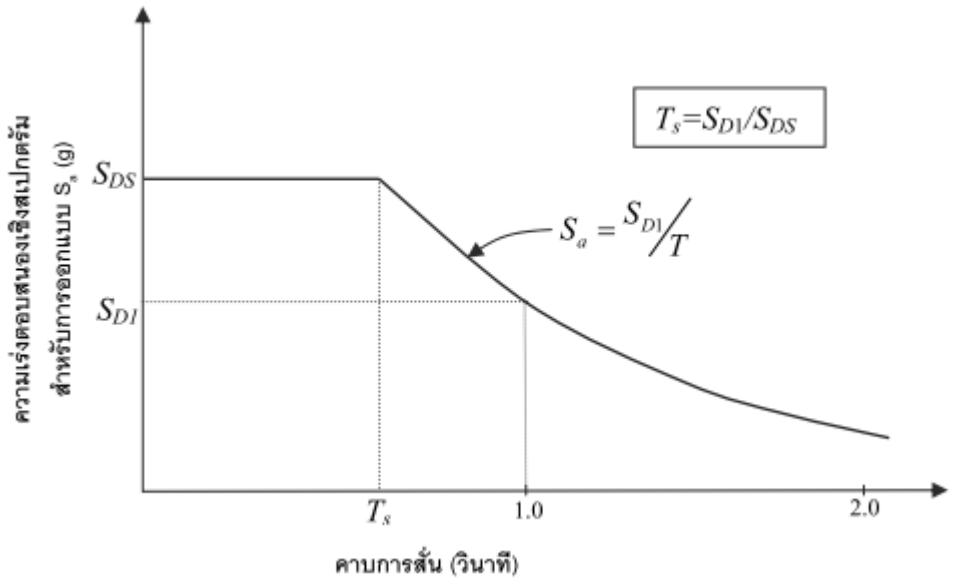
SDS =0.1326 < 0.167 จัดเป็นประเภท ก (น้อย)

ตารางที่ 2 การแบ่งประเภทการออกแบบต้านทานแผ่นดินไหวโดยพิจารณาจากค่า SD1

ค่า S_{D1}	ประเภทการออกแบบต้านทานแผ่นดินไหว		
	ประเภทความสำคัญ I หรือ II	ประเภทความสำคัญ III	ประเภทความสำคัญ IV
$S_{D1} < 0.067$	ก (ไม่ต้องออกแบบ)	ก (ไม่ต้องออกแบบ)	ก (ไม่ต้องออกแบบ)
$0.067 \leq S_{D1} < 0.133$	ข	ข	ค
$0.133 \leq S_{D1} < 0.20$	ค	ค	ง
$0.20 \leq S_{D1}$	ง	ง	ง

SD1 =0.086 > 0.067 <0.133 จัดเป็นประเภท ข (ปกติ)

ในกรณีที่ประเภทการออกแบบต้านทานแผ่นดินไหวที่กำหนดตามเกณฑ์ตารางที่ 1 แตกต่างจากตารางที่ 2 ให้ใช้ค่าที่มากกว่าเป็นเกณฑ์พิจารณา ในกรณีที่คาบการสั่นพื้นฐานของอาคาร (T) ในทั้งสองทิศทางที่ตั้งฉากกันที่คำนวณโดยใช้สมการค่าคาบการสั่นพื้นฐานสำหรับอาคาร คสล. T = 0.02 H =0.264 วินาที โดยที่ Ts มีค่าเป็นไปตามที่กำหนดในภาพที่ 4 อนุญาตให้กำหนดประเภทการออกแบบต้านทานแผ่นดินไหวโดยใช้ตารางที่ 1 เท่านั้น



ภาพที่ 4 ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมสำหรับการออกแบบ สำหรับวิธีสถิตเทียบเท่า สำหรับพื้นที่ทั่วประเทศไทย (ยกเว้นแอ่งกรุงเทพฯ) ที่มีค่า SD1= 0.086 ≤ SDS =0.1326

เมื่อ Ts = SD1/SDS = 0.086/0.1326 = 0.648 เมื่อ T = 0.264 วินาที

Sa = SD1/T = 0.086/0.264 = 0.325

เมื่อ T = 0.264 วินาที < 0.8Ts (0.8*0.648 = 0.5184 วินาที) ใช้เกณฑ์การพิจารณาจัดตารางที่ 1

SDS =0.1326 < 0.167 จัดเป็นประเภท ก (น้อย) ไม่จำเป็นต้องพิจารณาแรงแผ่นดินไหว

7. Load Combination

1.4D + 1.7L

0.75(1.4D + 1.7L + 1.7W)

0.75(1.4D + 1.7L – 1.7W)

0.9D + 1.3W

0.9D – 1.3W

D + L

D + L + W

D + L – W

D + W

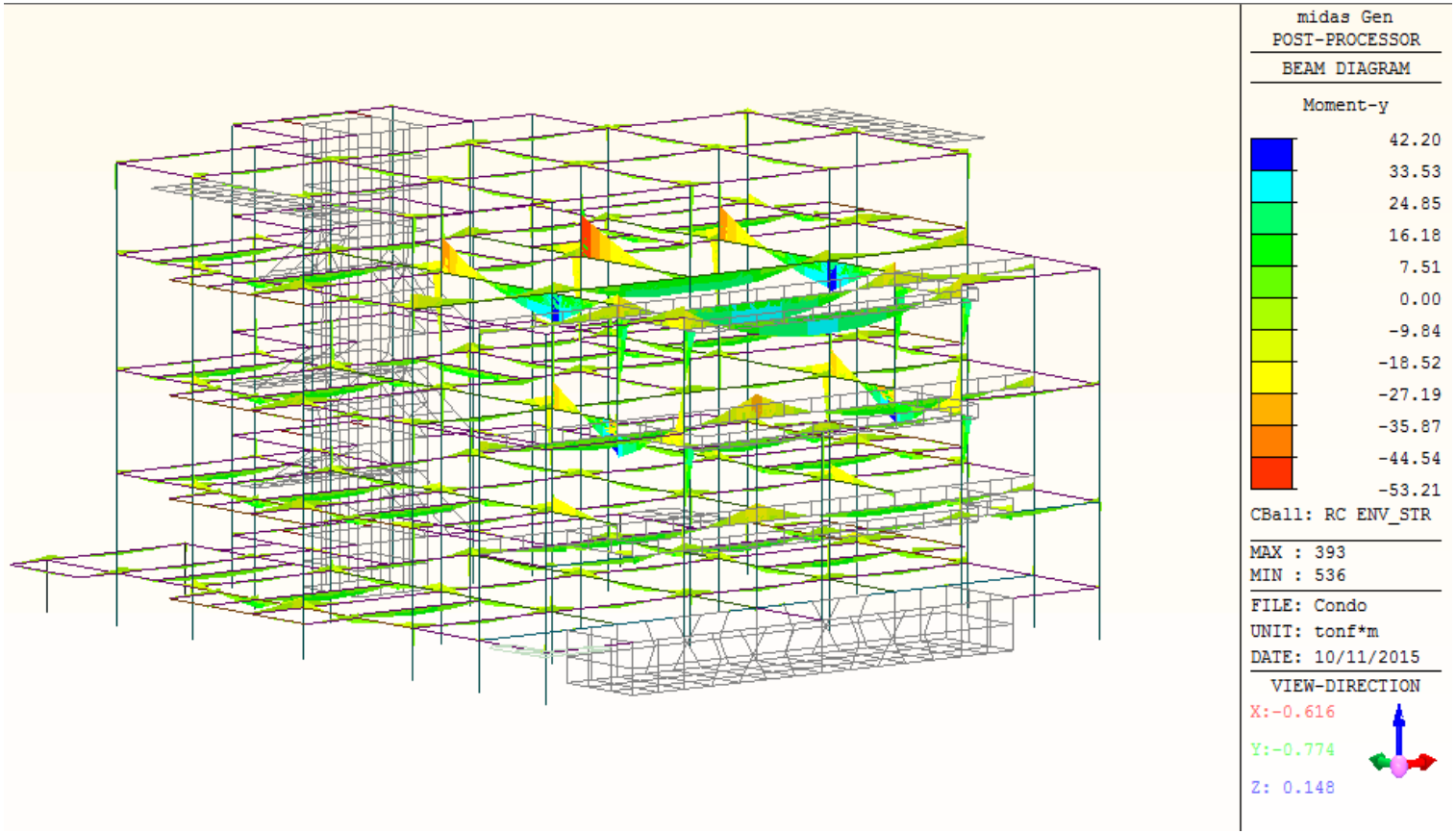
D – W

เมื่อ D = Dead Load หรือน้ำหนักบรรทุกคงที่

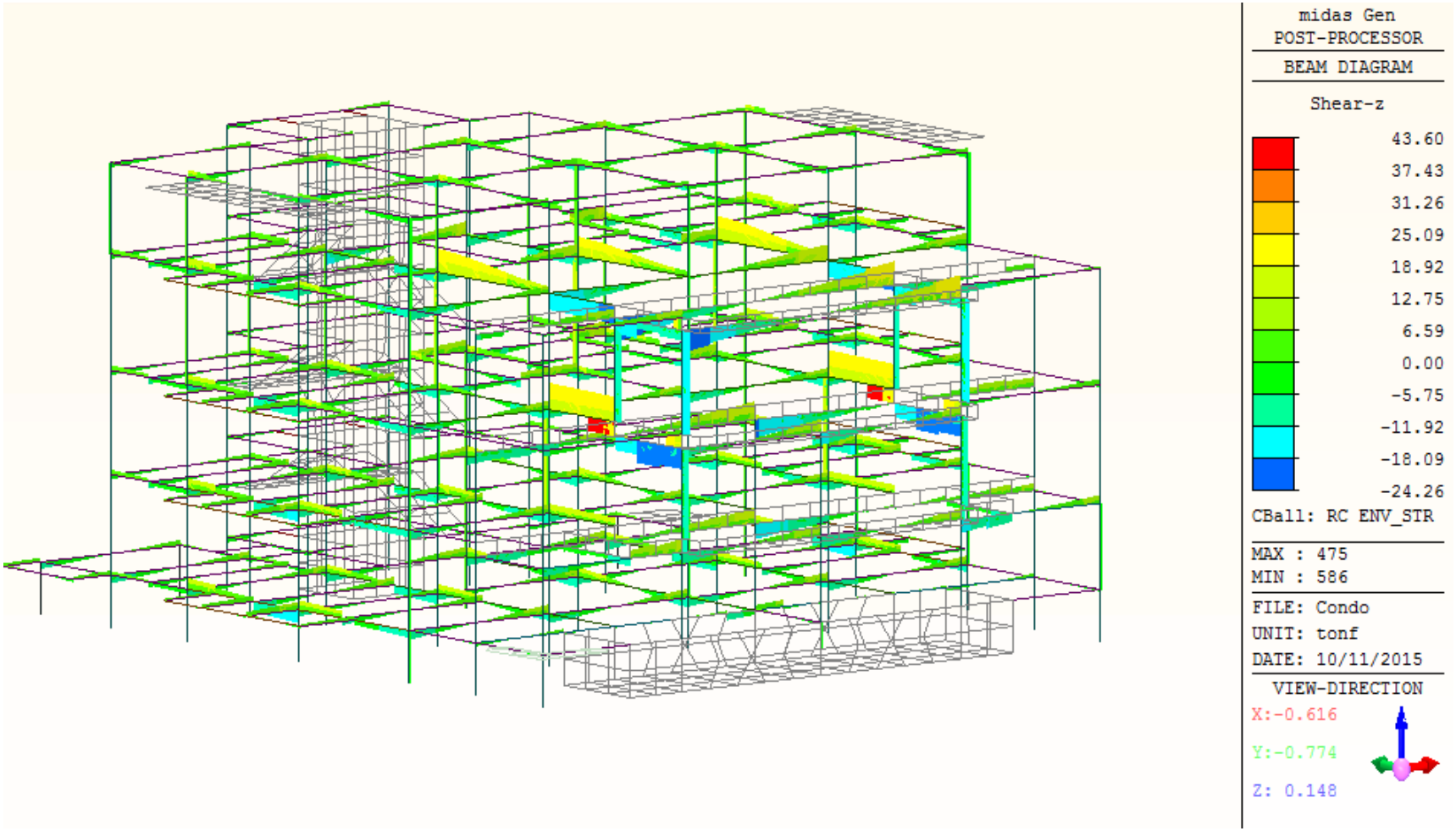
เมื่อ L = Live Load หรือน้ำหนักบรรทุกจร

เมื่อ W= Wind Load หรือแรงลม

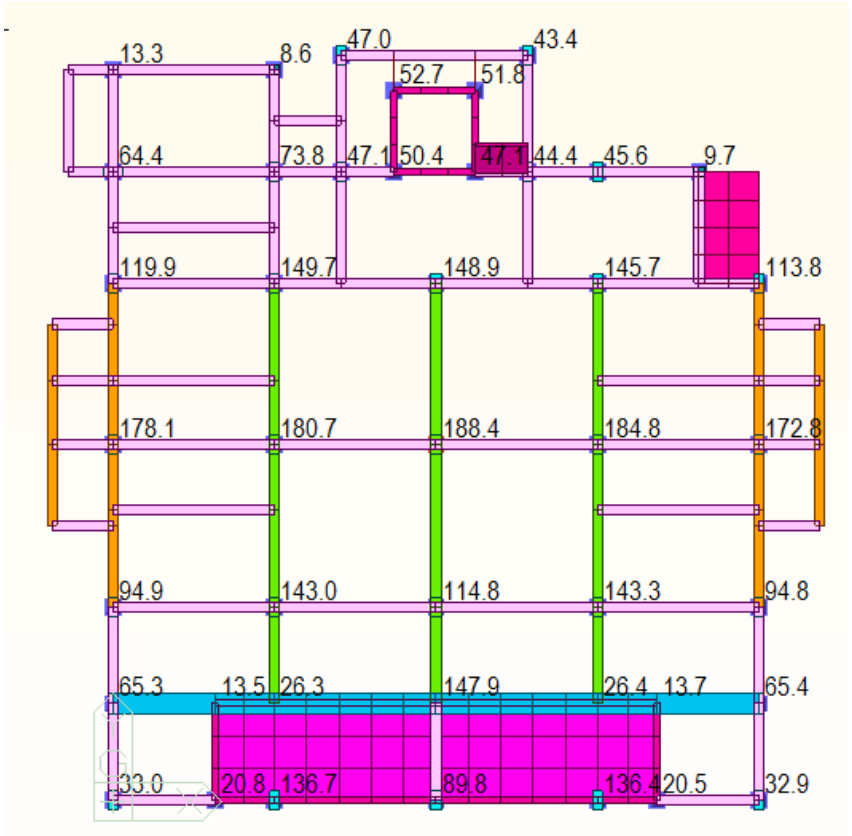
8. **การวิเคราะห์โครงสร้าง (หน่วย ตัน)**



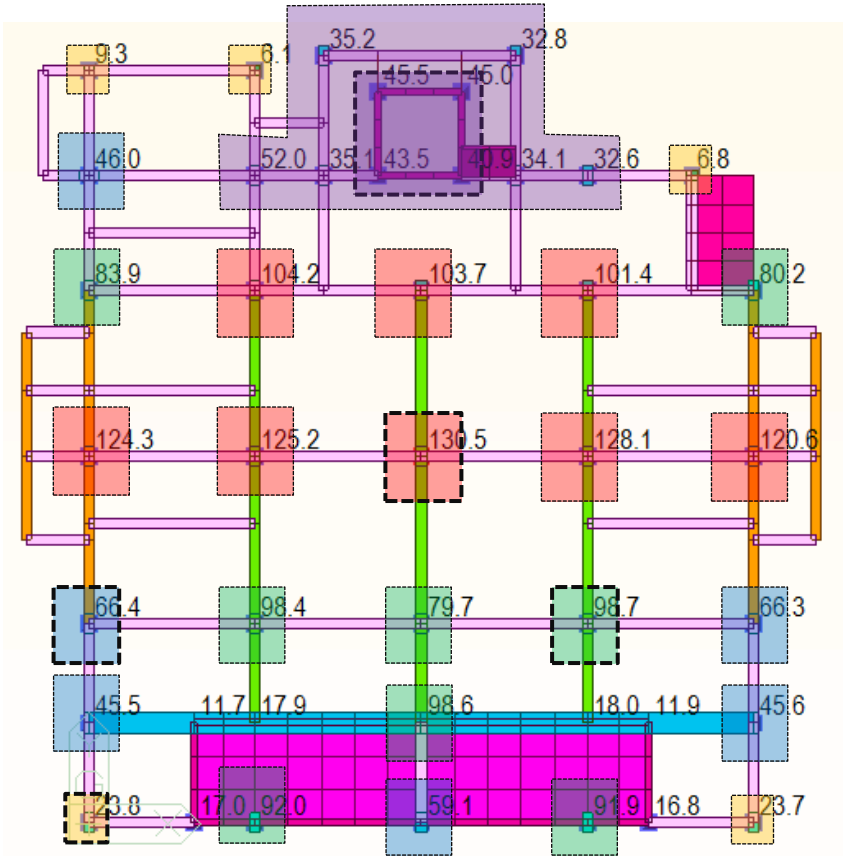
ภาพที่ 5 แสดงค่าโมเมนต์ที่กระทำต่อโครงสร้าง



ภาพที่ 6 แสดงค่าแรงเฉือนที่กระทำต่อโครงสร้าง



ภาพที่ 7 แรงกระทำต่อฐานรากแบบ Ultimate



ภาพที่ 8 แรงกระทำต่อฐานรากแบบ Service

F1 Ser.Load 131 t Ult.Load 188 t Live Load =19.7 t

F2 Ser.Load 99 t Ult.Load 143 t Live Load =18.1 t

F3 Ser.Load 66 t Ult.Load 94 t Live Load =8.0 t

F4 Ser.Load 24 t Ult.Load 33 t Live Load =3.3 t

F5 Mat Foundation

ออกแบบพื้น S1 (one ways)

Basic Data

Rebars fy_1	4000	ksc.
Rebars fy_2	2400	ksc.
Conc fc'	240	ksc.

Strength Reduction Factors

ϕ_b	0.90
ϕ_v	0.85
β_1	0.85

Load Combination

Load Factor: 1.4DL + 1.7LL
AISC / EIT

Slab Size

Short Side	3.00	m.
Long Side	10.00	m.
Default Thick.	15	cm.
Covering	3	cm.

Slab Continuity Cases

[1] [2] [3]

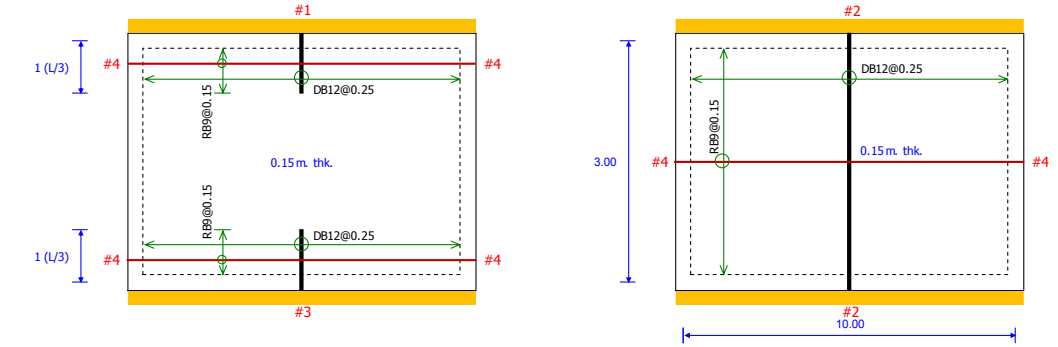
Cases: 1

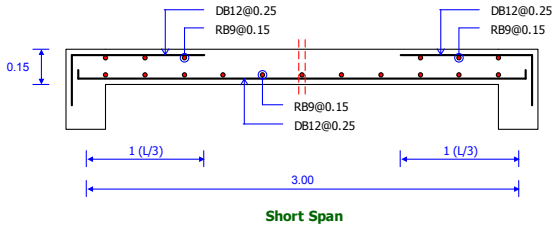
Project Information

Project :	
Owner :	
Location :	
Slab No :	S1(1Way)
Engineer :	
License :	

Input	Thickness	15		cm.
	m = S/L	0.30		-
	Type	One Way		-
	Main DB	12		mm.
	Temp. RB	9		mm.
Load	SDL	120		kg./sq.m.
	LL	150		kg./sq.m.
	Wu	927		kg./sq.m.
Reinforce	Side	Short		
	Mumber	#1	#2	#3
	Position	Con.-	Mid.+	Con.-
	Coefficient	0.091	0.063	0.091
	Moment	758.5	521.4	758.5
	Steel,As	3.99	3.99	3.99
	@ max [m.]	0.28	0.28	0.28
	@ use [m.]	0.25	0.25	0.25
	Status	**OK**	**OK**	**OK**
	Side	Long		
	Mumber	#4		-
	Steel,Ast	3.75		sq.cm.
	@ max [m.]	0.17		m.
	@ use [m.]	0.15		m.
	Status	**OK**		-

Both ends continuous.





ออกแบบพื้น S1 (Two ways)

Basic Data

Rebars fy	4000	ksc.
Conc fc'	240	ksc.

Strength Reduction Factors

ϕ_b	0.90
ϕ_v	0.85
β_1	0.85

Load Combination

Load Factor: 1.4DL + 1.7LL
AISC / EIT

Slab Size

Short Side	5.00	m.
Long Side	5.00	m.
Default Thick.	15	cm.
Covering	2.5	cm.

Slab Continuity Cases

1	2	3
4	5	6
7	8	9

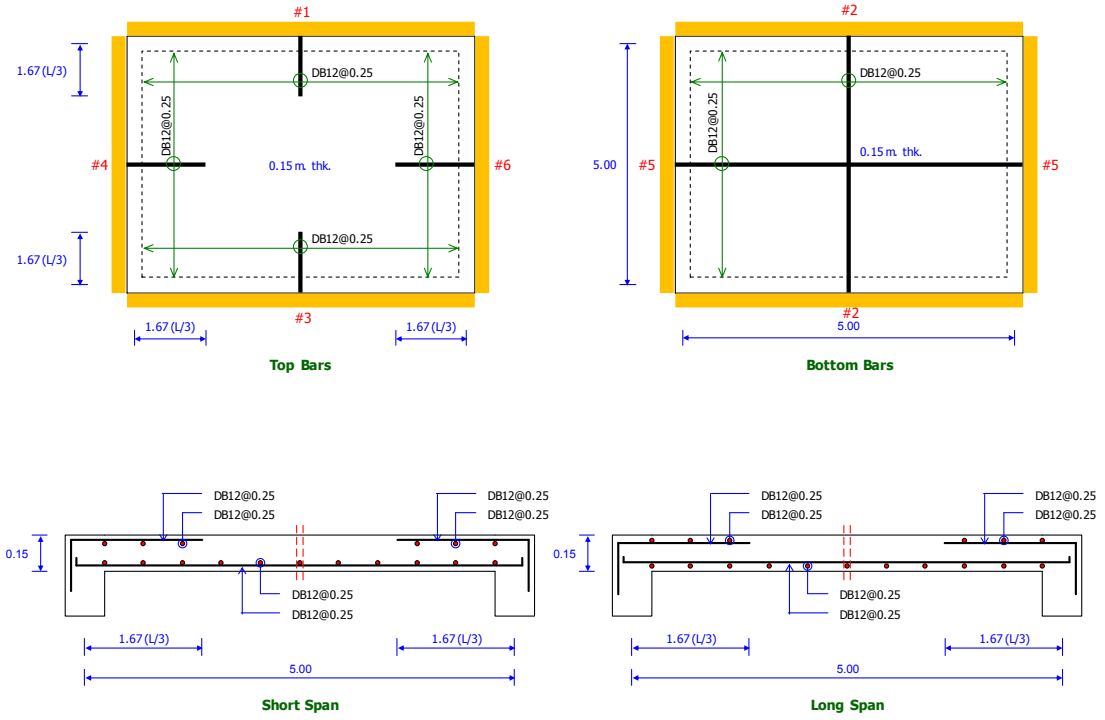
Cases: 1

Project Information

Project :	
Owner :	
Location :	
Beam No :	S1(2Ways)
Engineer :	
License :	

Input	Thickness	15		cm.
	m = S/L	1.00		-
	Type	Two Way		-
	Rebars DB	12		mm.
Load	SDL	120		kg./sq.m.
	LL	150		kg./sq.m.
	Wu	927		kg./sq.m.
Reinforce	Side	Short		
	Mumber	#1	#2	#3
	Position	Con.-	Mid.+	Con.-
	Coefficient	0.033	0.025	0.033
	Moment	764.8	579.4	764.8
	Steel,As	4.17	4.17	4.17
	@ max [m.]	0.27	0.27	0.27
	@ use [m.]	0.25	0.25	0.25
	Status	OK	OK	OK
	Side	Long		
	Mumber	#4	#5	#6
	Position	Con.-	Mid.+	Con.-
	Coefficient	0.033	0.025	0.033
	Moment	764.8	579.4	764.8
	Steel,As	3.75	3.75	3.75
	@ max [m.]	0.3	0.3	0.3
	@ use [m.]	0.25	0.25	0.25
	Status	OK	OK	OK

4 Edge Continuous



ออกแบบพื้น S1 (one ways)

Basic Data

Rebars fy_1	4000	ksc.
Rebars fy_2	2400	ksc.
Conc fc'	240	ksc.

Strength Reduction Factors

ϕ_b	0.90
ϕ_v	0.85
β_1	0.85

Load Combination

Load Factor: 1.4DL + 1.7LL

AISC / EIT

Slab Size

Short Side	3.45	m.
Long Side	5.00	m.
Default Thick.	12.5	cm.
Covering	2.5	cm.

Slab Continuity Cases

1	2	3

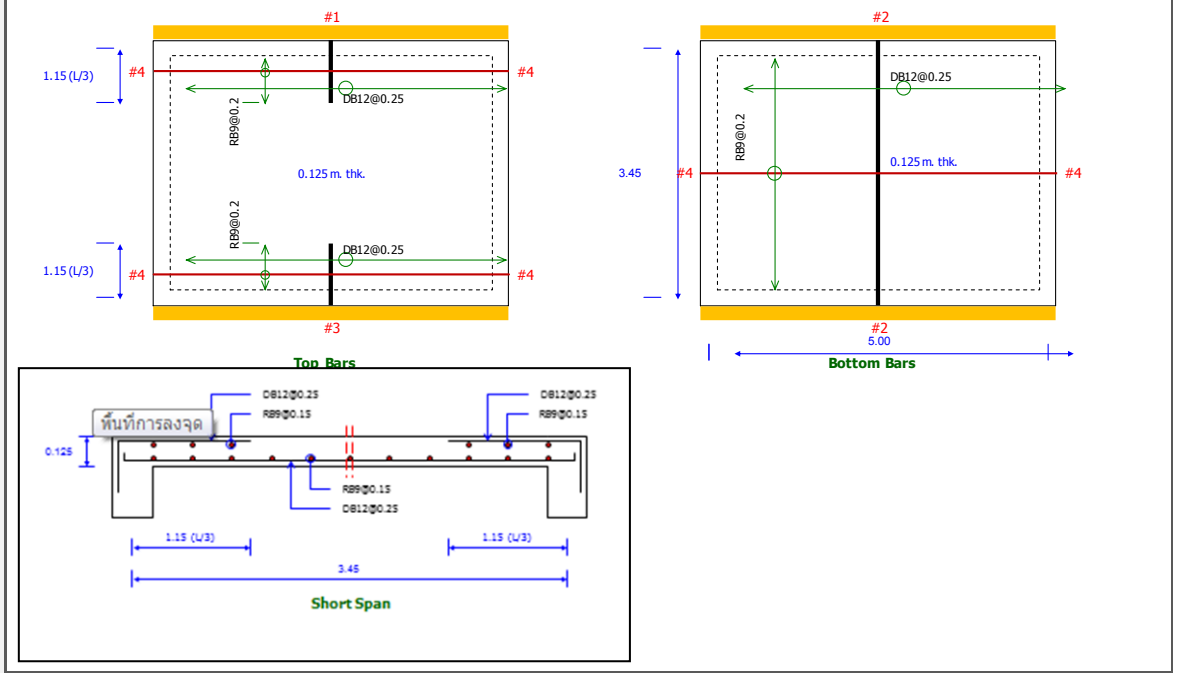
Cases: 1

Project Information

Project :	
Owner :	
Location :	
Slab No :	S2(1Ways)
Engineer :	
License :	

Input	Thickness	12.5		cm.
	m = S/L	0.69		-
	Type	Not Ok		-
	Main DB	12		mm.
	Temp. RB	9		mm.
Load	SDL	120		kg./sq.m.
	LL	150		kg./sq.m.
	Wu	843		kg./sq.m.
Reinforce	Side	Short		
	Mumber	#1	#2	#3
	Position	Con.-	Mid.+	Con.-
	Coefficient	0.091	0.063	0.091
	Moment	912.2	627.1	912.2
	Steel,As	3.29	3.29	3.29
	@ max [m.]	0.34	0.34	0.34
	@ use [m.]	0.25	0.25	0.25
	Status	OK	OK	OK
	Side	Long		
	Mumber	#4		-
	Steel,Ast	3.13		sq.cm.
	@ max [m.]	0.2		m.
	@ use [m.]	0.2		m.
	Status	OK		-

Both ends continuous.



ออกแบบพื้น S2 (One ways)

Basic Data

Rebars fy_1	4000	ksc.
Rebars fy_2	2400	ksc.
Conc fc'	150	ksc.

Strength Reduction Factors

ϕ_b	0.90
ϕ_v	0.85
β_1	0.85

Load Combination

Load Factor: 1.4DL + 1.7LL

AISC / EIT

Slab Size

Short Side	3.90	m.
Long Side	5.00	m.
Default Thick.	12.5	cm.
Covering	3	cm.

Slab Continuity Cases

[1] [2] [3]

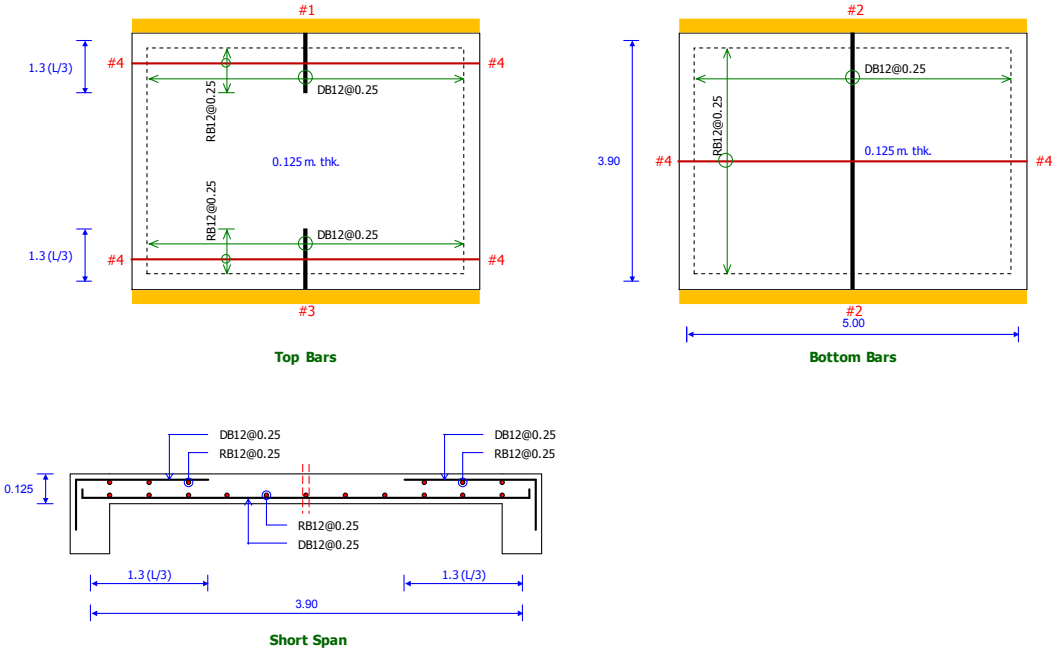
Cases: 1

Project Information

Project :	
Owner :	
Location :	
Slab No :	
Engineer :	
License :	

Input	Thickness	12.5		cm.
	m = S/L	0.78		-
	Type	Not Ok		-
	Main DB	12		mm.
	Temp. RB	12		mm.
Load	SDL	120		kg./sq.m.
	LL	150		kg./sq.m.
	Wu	843		kg./sq.m.
Reinforce	Side	Short		
	Mumber	#1	#2	#3
	Position	Con.-	Mid.+	Con.-
	Coefficient	0.091	0.063	0.091
	Moment	1165.6	801.4	1165.6
	Steel, As	3.92	3.12	3.92
	@ max [m.]	0.28	0.36	0.28
	@ use [m.]	0.25	0.25	0.25
	Status	**OK**	**OK**	**OK**
	Side	Long		
	Mumber	#4		-
	Steel, Ast	3.13		sq.cm.
	@ max [m.]	0.36		m.
	@ use [m.]	0.25		m.
	Status	**OK**		-

Both ends continuous.



ออกแบบพื้น S2 (two ways)

Basic Data

Rebars fy	4000	ksc.
Conc fc'	240	ksc.

Strength Reduction Factors

ϕ_b	0.90
ϕ_v	0.85
β_1	0.85

Load Combination

Load Factor: 1.4DL + 1.7LL
AISC / EIT

Slab Size

Short Side	1.75	m.
Long Side	2.25	m.
Default Thick.	12.5	cm.
Covering	2.5	cm.

Slab Continuity Cases

1	2	3
4	5	6
7	8	9

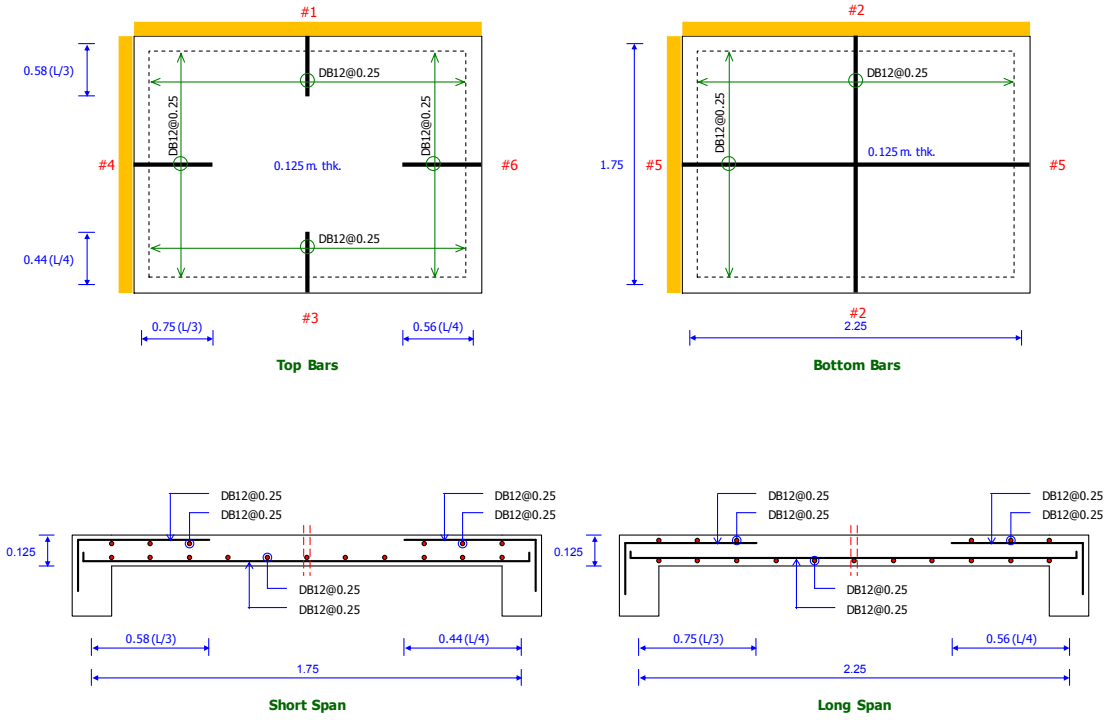
Cases: 5

Project Information

Project :	
Owner :	
Location :	
Beam No :	S1(2Ways)
Engineer :	
License :	

Input	Thickness	12.5		cm.
	m = S/L	0.78		-
	Type	Two Way		-
	Rebars DB	12		mm.
Load	SDL	120		kg./sq.m.
	LL	150		kg./sq.m.
	Wu	843		kg./sq.m.
Reinforce	Side	Short		
	Mumber	#1	#2	#3
	Position	Con.-	Mid.+	Disc.-
	Coefficient	0.065	0.049	0.033
	Moment	167.8	126.5	85.2
	Steel,As	3.29	3.29	3.29
	@ max [m.]	0.34	0.34	0.34
	@ use [m.]	0.25	0.25	0.25
	Status	OK	OK	OK
	Side	Long		
	Mumber	#4	#5	#6
	Position	Con.-	Mid.+	Disc.-
	Coefficient	0.049	0.037	0.025
	Moment	126.5	95.5	64.5
	Steel,As	2.87	2.87	2.87
	@ max [m.]	0.375	0.375	0.375
	@ use [m.]	0.25	0.25	0.25
	Status	OK	OK	OK

2 Edge Discontinuous



ออกแบบพื้น S3 (One ways)

Basic Data

Rebars fy_1	4000	ksc.
Rebars fy_2	2400	ksc.
Conc fc'	240	ksc.

Strength Reduction Factors

ϕ_b	0.90
ϕ_v	0.85
β_1	0.85

Load Combination

Load Factor: 1.4DL + 1.7LL
AISC / EIT

Slab Size

Short Side	2.90	m.
Long Side	3.20	m.
Default Thick.	15	cm.
Covering	2.5	cm.

Slab Continuity Cases

[1] [2] [3]

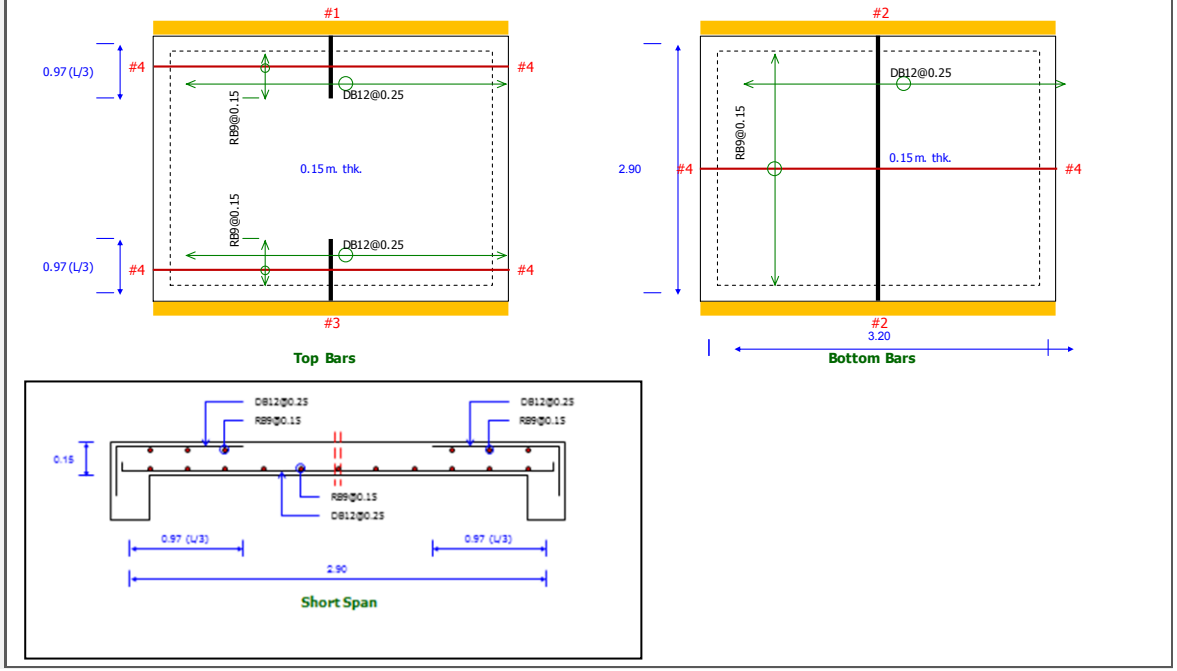
Cases: 1

Project Information

Project :	
Owner :	
Location :	
Slab No :	S3(1ways)
Engineer :	
License :	

Input	Thickness	15		cm.
	m = S/L	0.91		-
	Type	Not Ok		-
	Main DB	12		mm.
	Temp. RB	9		mm.
Load	SDL	120		kg./sq.m.
	LL	300		kg./sq.m.
	Wu	1182		kg./sq.m.
Reinforce	Side	Short		
	Mumber	#1	#2	#3
	Position	Con.-	Mid.+	Con.-
	Coefficient	0.091	0.063	0.091
	Moment	903.7	621.3	903.7
	Steel,As	4.17	4.17	4.17
	@ max [m.]	0.27	0.27	0.27
	@ use [m.]	0.25	0.25	0.25
	Status	OK	OK	OK
	Side	Long		
	Mumber	#4		-
	Steel,Ast	3.75		sq.cm.
	@ max [m.]	0.17		m.
	@ use [m.]	0.15		m.
	Status	OK		-

Both ends continuous.



ออกแบบพื้น S4 (One ways)สระว่ายน้ำ/Lift

Basic Data

Rebars fy_1	4000	ksc.
Rebars fy_2	2400	ksc.
Conc fc'	240	ksc.

Strength Reduction Factors

ϕ_b	0.90
ϕ_v	0.85
β_1	0.85

Load Combination

Load Factor: 1.4DL + 1.7LL (AISC / EIT)

Slab Size

Short Side	2.90	m.
Long Side	10.00	m.
Default Thick.	15	cm.
Covering	2.5	cm.

Slab Continuity Cases

[1] [2] [3]

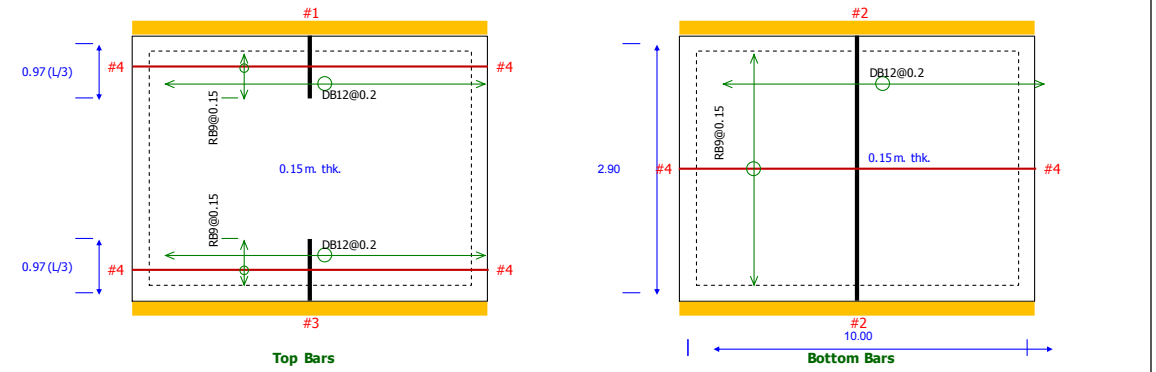
Cases: 1

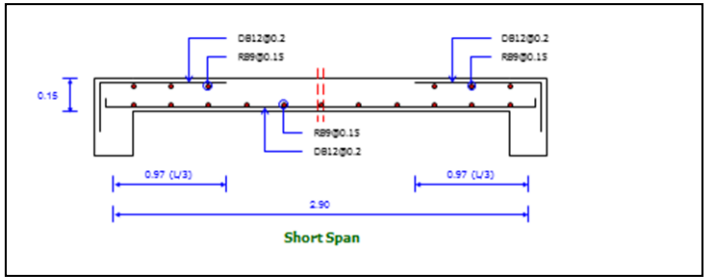
Project Information

Project :	
Owner :	
Location :	
Slab No :	S4(1WAYS)
Engineer :	
License :	

Input	Thickness	15		cm.
	m = S/L	0.29		-
	Type	One Way		-
	Main DB	12		mm.
	Temp. RB	9		mm.
Load	SDL	120		kg./sq.m.
	LL	1000		kg./sq.m.
	Wu	2372		kg./sq.m.
Reinforce	Side	Short		
	Mumber	#1	#2	#3
	Position	Con.-	Mid.+	Con.-
	Coefficient	0.091	0.063	0.091
	Moment	1813.5	1246.8	1813.5
	Steel,As	4.40	4.17	4.40
	@ max [m.]	0.25	0.27	0.25
	@ use [m.]	0.2	0.2	0.2
	Status	**OK**	**OK**	**OK**
	Side	Long		
	Mumber	#4		-
	Steel,Ast	3.75		sq.cm.
	@ max [m.]	0.17		m.
	@ use [m.]	0.15		m.
	Status	**OK**		-

Both ends continuous.





ออกแบบพื้น RS1 (One ways)

Basic Data

Rebars fy_1	4000	ksc.
Rebars fy_2	2400	ksc.
Conc fc'	240	ksc.

Strength Reduction Factors

ϕ_b	0.90
ϕ_v	0.85
β_1	0.85

Load Combination

Load Factor: 1.4DL + 1.7LL

AISC / EIT

Slab Size

Short Side	3.45	m.
Long Side	10.00	m.
Default Thick.	15	cm.
Covering	2.5	cm.

Slab Continuity Cases

[1] [2] [3]

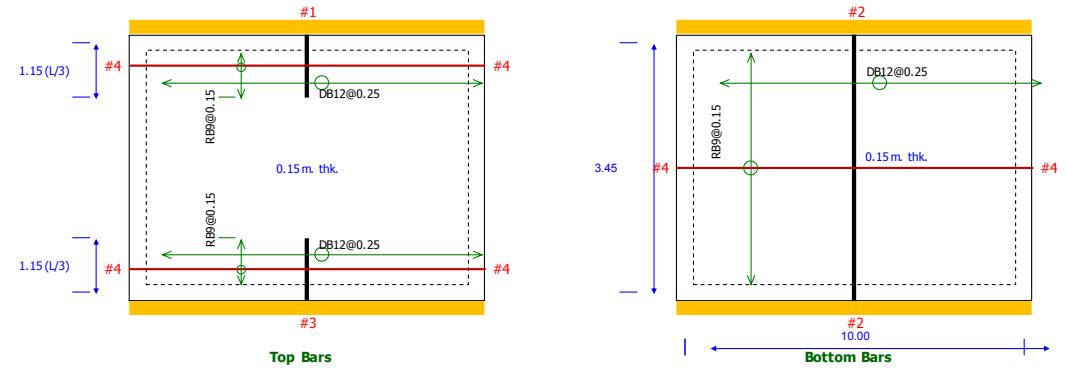
Cases: 1

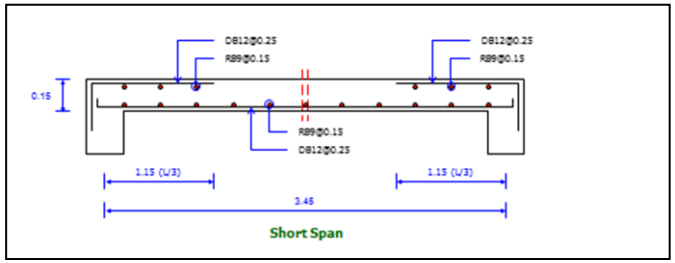
Project Information

Project :	
Owner :	
Location :	
Slab No :	RS1(1WAYS)
Engineer :	
License :	

Input	Thickness	15		cm.
	m = S/L	0.35		-
	Type	One Way		-
	Main DB	12		mm.
	Temp. RB	9		mm.
Load	SDL	120		kg./sq.m.
	LL	100		kg./sq.m.
	Wu	842		kg./sq.m.
Reinforce	Side	Short		
	Mumber	#1	#2	#3
	Position	Con.-	Mid.+	Con.-
	Coefficient	0.091	0.063	0.091
	Moment	911.1	626.4	911.1
	Steel,As	4.17	4.17	4.17
	@ max [m.]	0.27	0.27	0.27
	@ use [m.]	0.25	0.25	0.25
	Status	**OK**	**OK**	**OK**
	Side	Long		
	Mumber	#4		-
	Steel,Ast	3.75		sq.cm.
	@ max [m.]	0.17		m.
	@ use [m.]	0.15		m.
	Status	**OK**		-

Both ends continuous.





ออกแบบพื้น RS1 (Two ways)

Basic Data

Rebars fy	4000	ksc.
Conc fc'	240	ksc.

Strength Reduction Factors

ϕ_b	0.90
ϕ_v	0.85
β_1	0.85

Load Combination

Load Factor: 1.4DL + 1.7LL

AISC / EIT

Slab Size

Short Side	5.00	m.
Long Side	5.00	m.
Default Thick.	15	cm.
Covering	2.5	cm.

Slab Continuity Cases

1	2	3
4	5	6
7	8	9

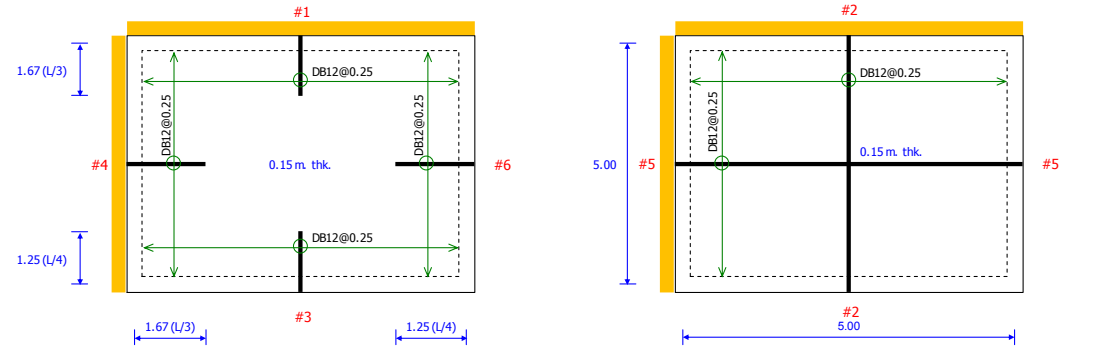
Cases: 5

Project Information

Project :	
Owner :	
Location :	
Beam No :	RS1(2way)
Engineer :	
License :	

Input	Thickness	15		cm.
	m = S/L	1.00		-
	Type	Two Way		-
	Rebars DB	12		mm.
Load	SDL	120		kg./sq.m.
	LL	100		kg./sq.m.
	Wu	842		kg./sq.m.
Reinforce	Side	Short		
	Mumber	#1	#2	#3
	Position	Con.-	Mid.+	Disc.-
	Coefficient	0.049	0.037	0.025
	Moment	1031.5	778.9	526.3
	Steel,As	4.17	4.17	4.17
	@ max [m.]	0.27	0.27	0.27
	@ use [m.]	0.25	0.25	0.25
	Status	OK	OK	OK
	Side	Long		
	Mumber	#4	#5	#6
	Position	Con.-	Mid.+	Disc.-
	Coefficient	0.049	0.037	0.025
	Moment	1031.5	778.9	526.3
	Steel,As	3.75	3.75	3.75
	@ max [m.]	0.3	0.3	0.3
	@ use [m.]	0.25	0.25	0.25
	Status	OK	OK	OK

2 Edge Discontinuous



ออกแบบพื้น RSC/SC

Basic Data

Rebars fy_1	4000	ksc.
Rebars fy_2	4000	ksc.
Conc fc'	150	ksc.

Strength Reduction Factors

ϕ_b	0.90
ϕ_v	0.85
β_1	0.85

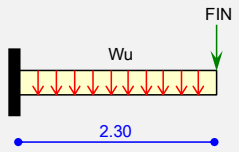
Load Combination

Load Factor: 1.4DL + 1.7LL

AISC / EIT

Slab Size

Cantilever	2.30	m.
Default Thick.	25	cm.
Covering	2.5	cm.

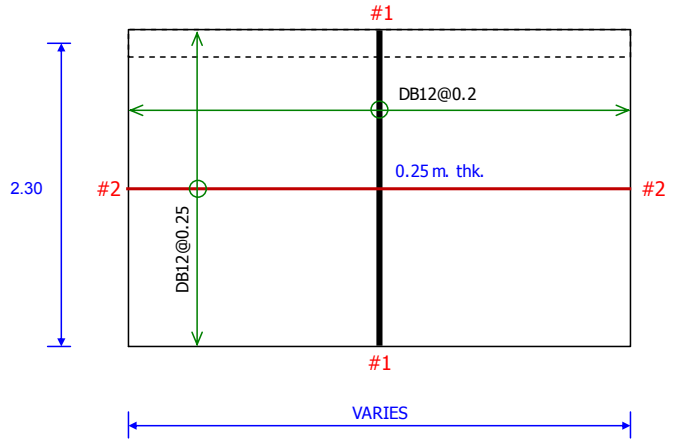


Project Information

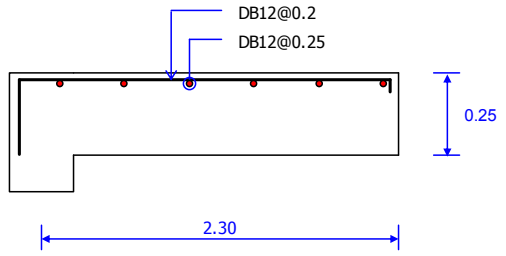
Project :	
Owner :	
Location :	
Slab No :	RSC/SC
Engineer :	
License :	

Input	Thickness	25	m.
	Main DB	12	mm.
	Temp. DB	12	mm.
Load	SDL	120	kg./sq.m.
	LL	100	kg./sq.m.
	Fin Weight	0	kg./m.
	Wu	1178	kg./sq.m.
	FIN	0	kg./m.
Reinforce	Side	Short	
	Mumber	#1	-
	Moment	3115.81	kg.-m.
	Steel,As	4.50	kg.-m.
	@ max [m.]	0.25	m.
	@ use [m.]	0.2	m.
	Status	**OK**	-
	Side	Long	
	Mumber	#2	-
	Steel,As	4.5	kg.-m.
	@ max [m.]	0.25	m.
	@ use [m.]	0.25	m.
	Status	**OK**	-

Cantilever Slab



Top Bars

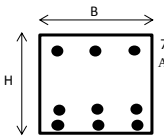


Short Span

ออกแบบคาน B1 (0.6x0.5) Band Beam ความยาว 10 m.

เนื่องจากคานมีความยาวมากและรับน้ำหนักจากสระว่ายน้ำจึงจำเป็นที่จะต้องพิจารณาการโก่งตัว

พิจารณาการโก่งตัวของคานโดยทันที (Instantaneous Deflection)



	L		10	m	
	B		60	Cm	
	H		50	Cm	
	d'		8	Cm	
จำนวนเหล็กเส้นด้านบน			7	เส้น	
ขนาดเหล็กเสริมที่ใช้ด้านบน	DB		25	mm	
พื้นที่หน้าตัดเหล็กเสริมทั้งหมดด้านบน	As'		34.34	Cm^2	
จำนวนเหล็กเส้นด้านล่าง			16	เส้น	
ขนาดเหล็กเสริมที่ใช้ด้านล่าง	DB		25	mm	
พื้นที่หน้าตัดเหล็กเสริมทั้งหมดด้านล่าง	As	DB16	78.50	Cm^2	
กำลังอัดคอนกรีต	f'c		240	Ksc	
จุดครากของเหล็กเสริม	fy		4000	Ksc	
อิลาสติกของเหล็ก	Es		2,040,000	Ksc	
อิลาสติกคอนกรีต	Ec	$15100\sqrt{f'c}$	233,928.19	Ksc	
โมดูลัสแตกหัก(Modulus 0f rupture)	fr	$2.0\sqrt{f'c}$	30.98	Ksc	
	n	Es/Ec	8.72		
	d		42	Cm	
	B	$\frac{b}{nA_s}$	0.088	Cm	
	r	$\frac{(n-1)A'_s}{nA_s}$	0.387		
	X	$\left[\sqrt{2dB(1+rd'/d)+(1+r)^2}-(1+r)\right]/B$	19.922	Cm	
โมเมนต์อินเนอร์เชียหน้าตัดทั้งหมด	Ig	B*H^3/12	625,000	Cm^4	
โมเมนต์อินเนอร์เชียหน้าตัดแตกร้าวแปลง Iconcrete+I rebar	Icr	<Ig	529,507.91	Cm^4	OK
	Mcr	fr.Ig/Yt	7745	Kg./m	

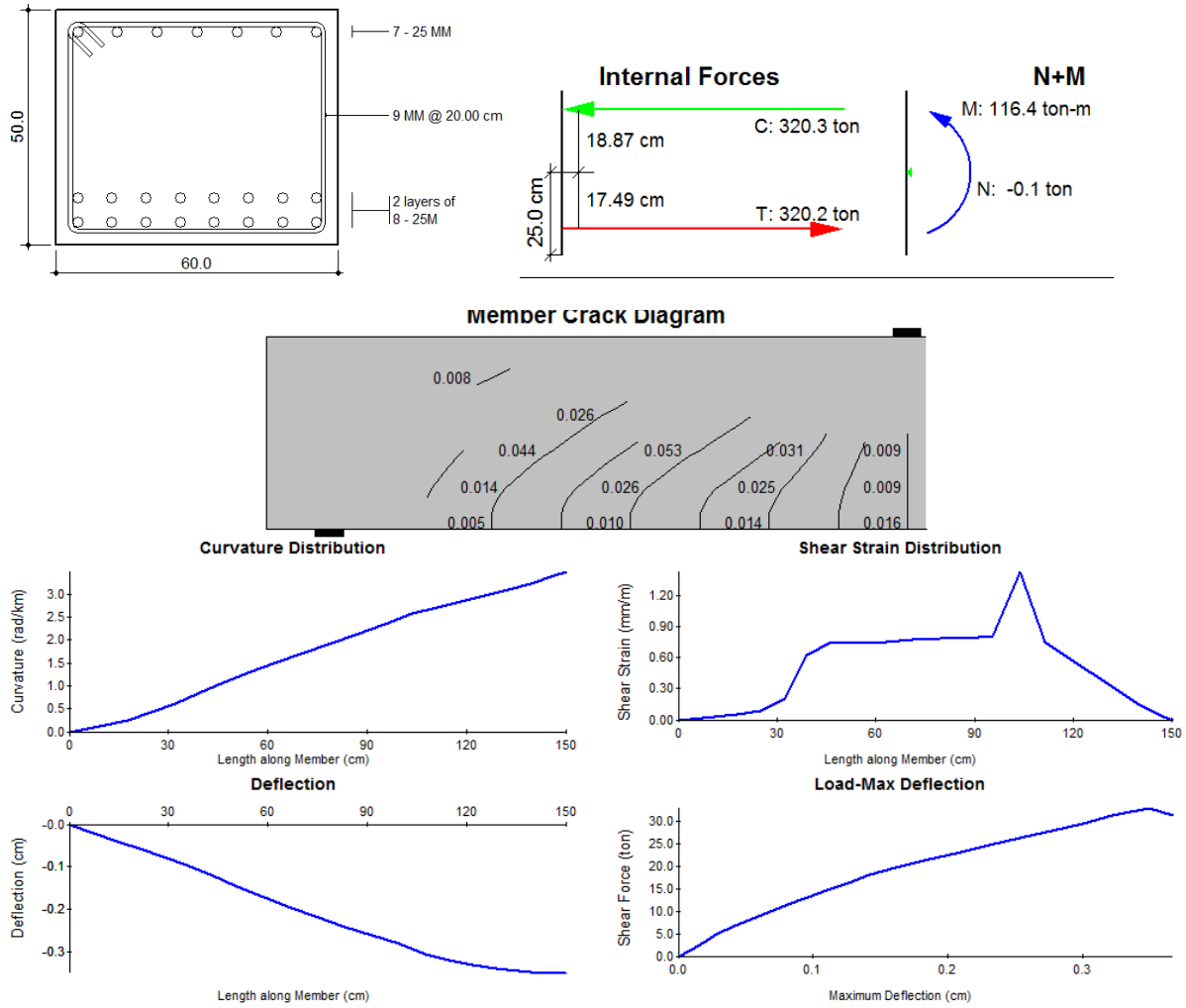
พิจารณาการโก่งตัวที่น้ำหนักบรรทุกคงที่

น้ำหนักบรรทุกในสภาวะใช้งาน เฉพาะน้ำหนัก คงที่ (D)	W(D)		1853.6	Kg./m	
โมเมนต์ จากน้ำหนักบรรทุกคงที่	M(D)		23170	Kg./m	
	(Mcr/Ma)		0.3340		
	(Mcr/Ma)^3		0.037		
สมการของ Branson	$I_e = \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3 I_g + \left[1-\left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3\right] I_{cr} \le I_g$				
	Ie =	<Ig	533,041.12	Cm^4	OK
การโก่งตัวแบบคานช่วงเดียว	Δ (D)	5*W*(L)^4/384EI	1.936	Cm	
การโก่งตัวที่ยอมให้	Δ	L/180	5.556	Cm	OK
		L/240	4.167	Cm	OK
		L/280	3.571	Cm	OK
		L/300	3.333	Cm	OK
		L/360	2.778	Cm	OK

พิจารณาการโก่งตัวที่น้ำหนักบรรทุกคงที่และน้ำหนักจร

น้ำหนักบรรทุกในสภาวะใช้งาน เฉพาะน้ำหนัก คงที่และจร (D.L.+L.L)	W(D.+L)		2467.2	Kg./m	
โมเมนต์ จากน้ำหนักบรรทุกคงที่	M(D+L)		30840	Kg./m	
	(Mcr/Ma)		0.2510		
	(Mcr/Ma)^3		0.016		
	Ie =	<Ig	531,035.79	Cm^4	OK
การโก่งตัวแบบคานช่วงเดียว	Δ D.L	5*W*(L)^4/384EI	2.586	Cm	
	$\Delta_L = \Delta_{D+L} - \Delta_D$		0.65	Cm	
กรณีทำ Camber Beam		L/360	2.778	Cm	OK
กรณีไม่ทำ Camber Beam		L/360	OK		

คาน Band Beam ใช้เหล็กเสริมช่วยในการโก่งตัวโดยไม่ทำ Camber Beam เนื่องจากอาจไม่มีความเข้มข้นในการควบคุมงานมากนัก จากการคำนวณวิธี Manual ได้ค่าการโก่งตัวที่เกิด 2.586 cm. จาก DLและLL และทำการตรวจสอบด้วยโปรแกรม Response 2000 เพื่อเป็นการ Recheck



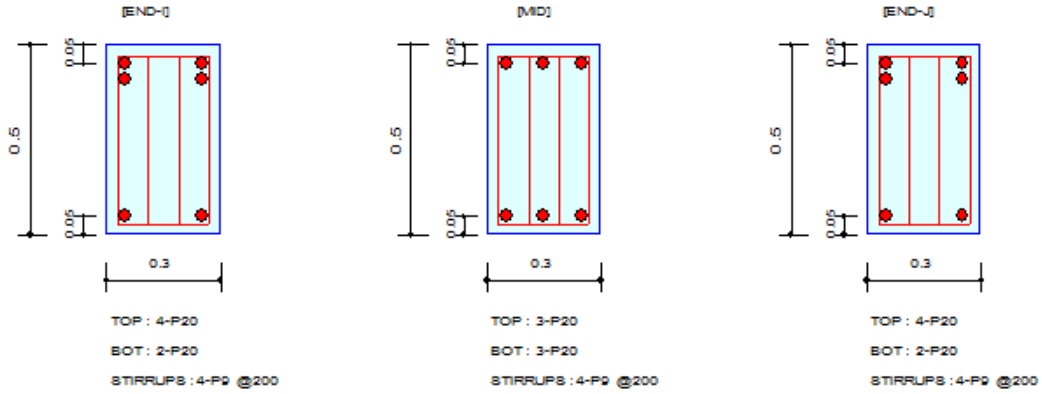
จากการตรวจสอบ คานที่เลือก มีโมเมนต์ที่เกิดสูงสุด 30.84 t-m แต่หน้าตัดนี้สามารถรับได้จริง 116.4 t-m สาเหตุที่หน้าตัดนี้รับกำลังได้มากเนื่องจากพฤติกรรมโมเมนต์ไม่ได้เป็นตัวควบคุมเป็นการโก่งตัวเป็นตัวควบคุม ดังนั้นหากใช้เหล็กเสริมน้อยกว่านี้จะไม่ผ่านการโก่งตัวที่ยอมให้ L/360 และค่าการโก่งตัวที่โปรแกรม Response 2000 ให้ค่าการโก่งตัว =2.966 cm มากกว่าการคำนวณ Manual =2.586 cm ซึ่งมีผลลัพธ์แตกต่างกันเล็กน้อยจึงอนุโลม

ออกแบบคาน B2

1. Design Information

Design Code	: ACI318-99	Unit System	: tonf, m
Material Data	: fc = 2400, fy = 40000, fys = 24000 tonf/m^2		
Section Property	: B2 (No : 4)	Beam Span	: 5.8 m

2. Section Diagram



3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	14.89	10.25	14.93
Factored Strength (PhiMn)	17.59	14.20	17.59
Check Ratio (Mu/PhiMn)	0.8465	0.7223	0.8486
(+) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	9.31	10.75	9.12
Factored Strength (PhiMn)	9.71	14.20	9.71
Check Ratio (Mu/PhiMn)	0.9584	0.7572	0.9390
Using Rebar Top (As_top)	0.0013	0.0009	0.0013
Using Rebar Bot (As_bot)	0.0006	0.0009	0.0006

4. Shear Capacity

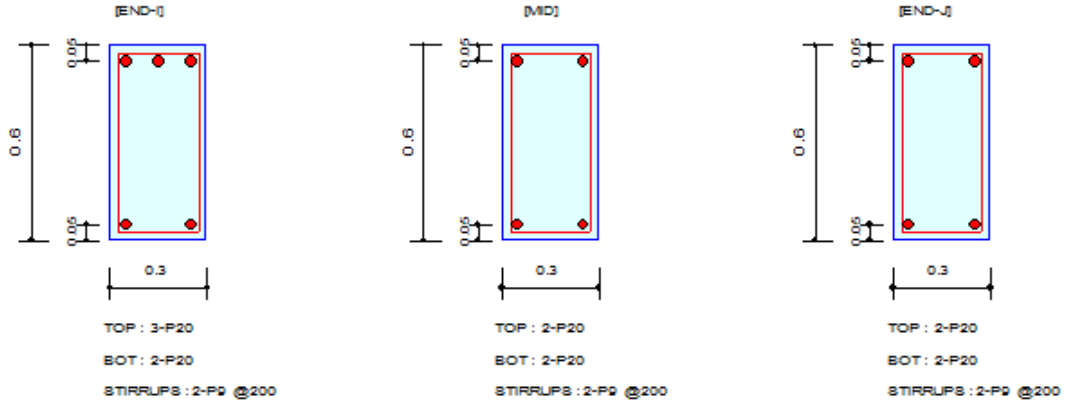
	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	1	1	1
Factored Shear Force (Vu)	13.38	12.65	15.45
Shear Strength by Conc.(PhiVc)	8.95	9.43	8.95
Shear Strength by Rebar.(PhiVs)	11.09	11.68	11.09
Using Shear Reinf. (AsV)	0.0013	0.0013	0.0013
Using Stirrups Spacing	4-P9 @200	4-P9 @200	4-P9 @200
Check Ratio	0.6676	0.5996	0.7711

ออกแบบคาน B3

1. Design Information

Design Code	: ACI318-99	Unit System	: tonf, m
Material Data	: fc = 2400, fy = 40000, fys = 24000 tonf/m^2		
Section Property	: B3 (No : 5)	Beam Span	: 6.24 m

2. Section Diagram



3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	13.73	7.85	11.72
Factored Strength (PhiMn)	17.62	11.98	11.98
Check Ratio (Mu/PhiMn)	0.7795	0.6556	0.9783
(+) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	10.22	10.33	10.23
Factored Strength (PhiMn)	11.98	11.98	11.98
Check Ratio (Mu/PhiMn)	0.8530	0.8627	0.8542
Using Rebar Top (As_top)	0.0009	0.0006	0.0006
Using Rebar Bot (As_bot)	0.0006	0.0006	0.0006

4. Shear Capacity

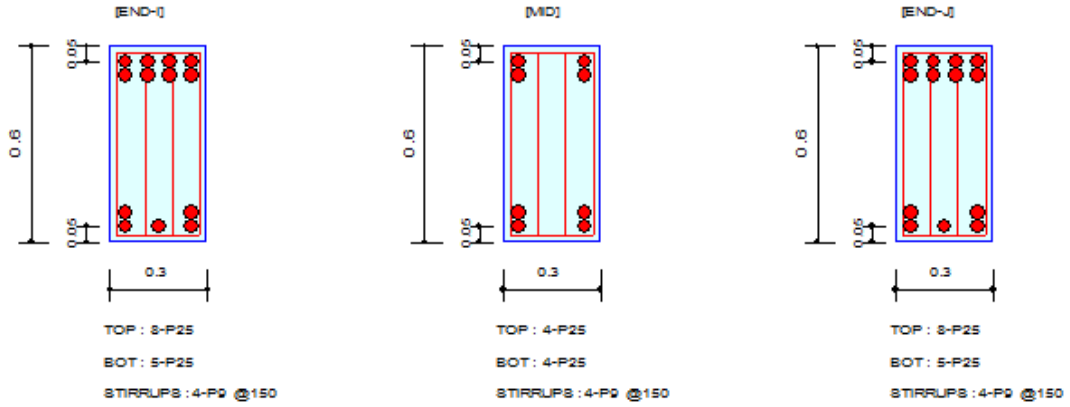
	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	1	1	1
Factored Shear Force (Vu)	13.10	12.50	11.20
Shear Strength by Conc.(PhiVc)	11.52	11.52	11.52
Shear Strength by Rebar.(PhiVs)	7.14	7.14	7.14
Using Shear Reinf. (AsV)	0.0006	0.0006	0.0006
Using Stirrups Spacing	2-P9 @200	2-P9 @200	2-P9 @200
Check Ratio	0.7020	0.6697	0.6002

ออกแบบคาน B4

1. Design Information

Design Code	: ACI318-99	Unit System	: tonf, m
Material Data	: fc = 2400, fy = 40000, fys = 24000 tonf/m^2		
Section Property	: B4 (No : 7)	Beam Span	: 5 m

2. Section Diagram



3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	29.67	29.19	53.22
Factored Strength (PhiMn)	64.42	33.27	64.42
Check Ratio (Mu/PhiMn)	0.4606	0.8773	0.8261
(+) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	42.20	26.69	39.43
Factored Strength (PhiMn)	41.53	33.27	41.53
Check Ratio (Mu/PhiMn)	1.0162 อนุโลม	0.8024	0.9493
Using Rebar Top (As_top)	0.0039	0.0020	0.0039
Using Rebar Bot (As_bot)	0.0025	0.0020	0.0025

4. Shear Capacity

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	1	1	1
Factored Shear Force (Vu)	25.91	26.81	27.27
Shear Strength by Conc.(PhiVc)	11.10	10.99	10.99
Shear Strength by Rebar.(PhiVs)	18.33	18.16	18.16
Using Shear Reinf. (AsV)	0.0017	0.0017	0.0017
Using Stirrups Spacing	4-P9 @150	4-P9 @150	4-P9 @150
Check Ratio	0.8802	0.9198	0.9354

ออกแบบบันได ST-1

Materials Data				Design Size				Strength Reduction Factor			
fc'	=	240	ksc.	High	=	1.43	m.	β_1	=	0.85	-
fy1	=	4000	ksc.	Length	=	3.60	m.	ϕ_b	=	0.90	-
fy2	=	4000	ksc.	Cover	=	0.02	m.	ϕ_v	=	0.85	-

Design Reinforcement

Data			Main Bars		Temperature Bars		Unit
R	=	Riser	15.80		-		cm.
T	=	Tread	30.00		-		cm.
t_{min}	=	L/20	18.00		-		cm.
t	=	Thickness	20.00		-		cm.
DL	=	Dead Load [DS+DST]	732.1		-		kg/sq.m.
SDL	=	Super Imposed Dead Load	120		-		kg/sq.m.
LL	=	Live Load	300		-		kg/sq.m.
Wu	=	1.4(DL+SDL)+1.7LL	1702.94		-		kg/m.
ρ_b	=	$0.85\beta_1(fc'/fy)(6120/(6120+fy))$	0.0262		-		-
ρ_{max}	=	$0.75\rho_b$	0.0197		-		-
ρ	=	$0.50\rho_b$	0.0131		-		-
Ru_1	=	$\rho fy(1-0.59\rho(fy/fc'))$	45.65		-		ksc.
Mu	=	Maximum Moment	2758.76		-		kg-m.
d_{req}	=	$\sqrt{(Mu/\phi_b Ru_1 b)}$	8.19		-		cm.
d	=	Effective depth	17.20		-		cm.
Ru_2	=	$Mu/\phi_b bd^2$	10.36		-		ksc.
ρ_{req}	=	$0.85(fc'/fy)(1-\sqrt{1-(2Ru/0.85fc')})$	0.0027		-		-
ρ_{min}	=	14/fy	0.0035		-		-
As	=	ρbd	6.02		-		sq.cm.
Ast	=	0.0018bt	3.60		3.60		sq.cm.
Maximum Rebars Spacing (S_max)			0.334		0.217		m.
Using Rebars Spacing (S_use)			DB16@0.25	<< [Ok]	DB10@0.175	<< [Ok]	m.

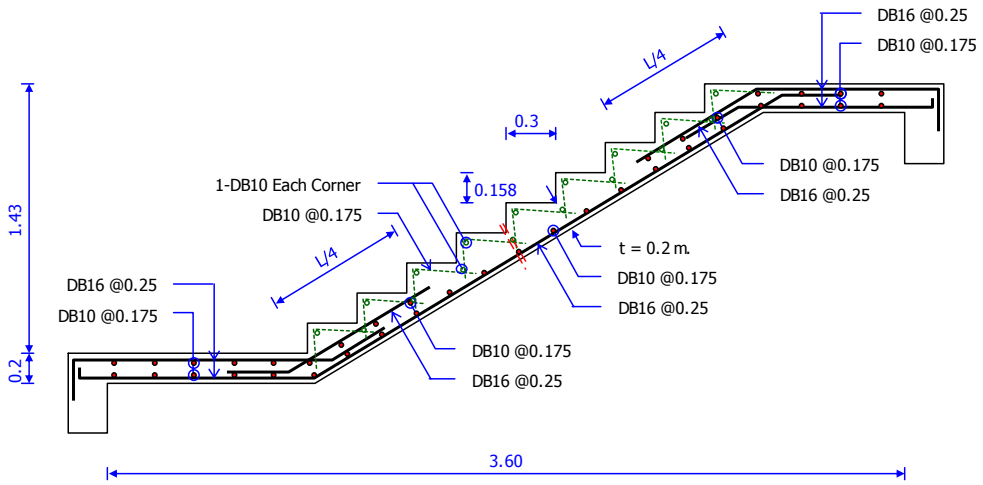
Shear Check

Data			Main Bars		Temperature Bars		Unit
Vu	=	1.15(WuL/2)-Wu(d)	3232.18		-		kg.
$\phi_v Vc$	=	$\phi_v 0.53(\sqrt{fc'})bd$	12004.08	<< [Ok]	-		kg.

Load transfer to the Beam

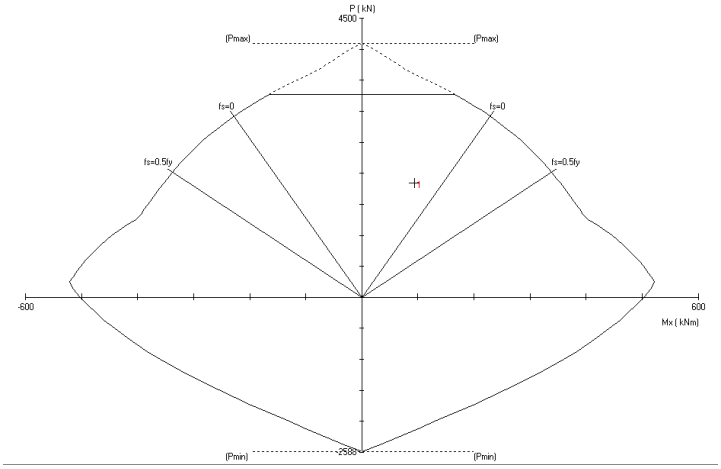
Data	Main Bars	Temperature Bars	Unit
Dead Load on Beam	1533.78	-	kg./m.
Live Load on Beam	540.00	-	kg./m.

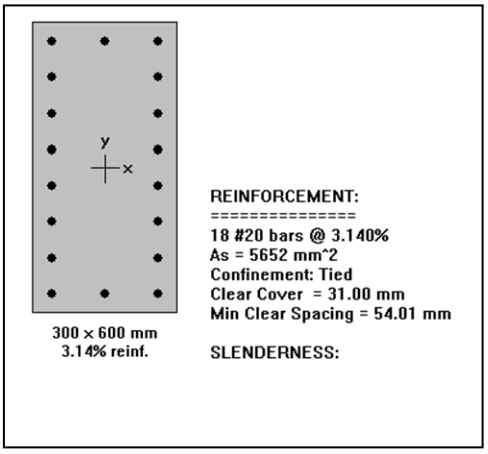
Section Diagram



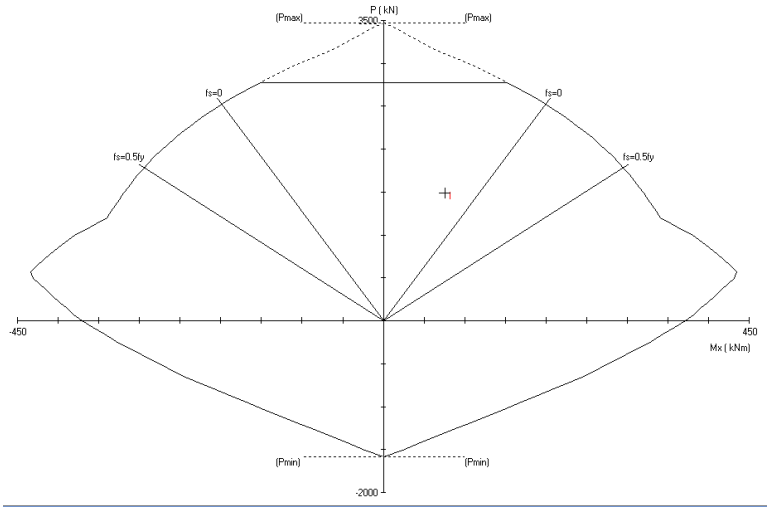
ออกแบบเสา

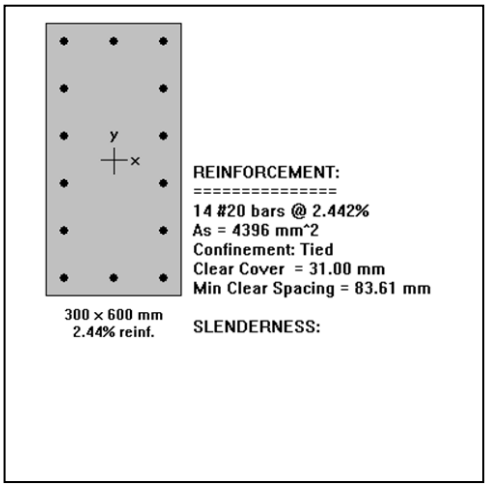
C1 Level Basement to 1St (Pier)



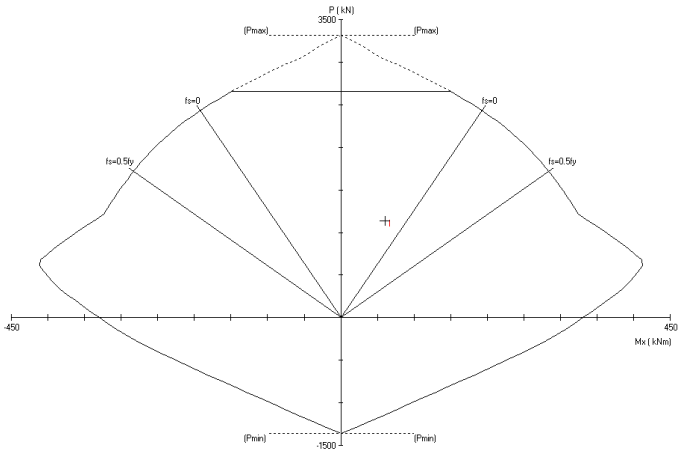


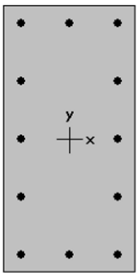
C1 Level 1St to 2rd





C1 Level 2rd to Roof



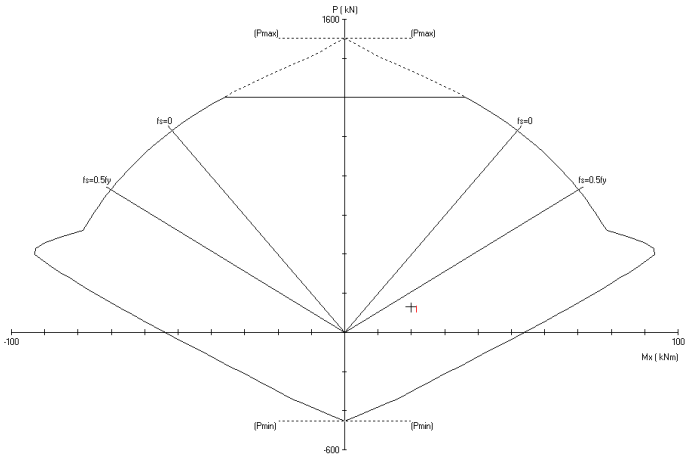


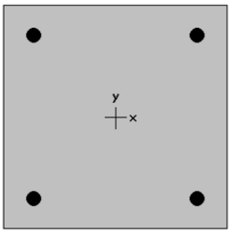
300 x 600 mm
2.09% reinf.

REINFORCEMENT:
==========
12 #20 bars @ 2.093%
As = 3768 mm^2
Confinement: Tied
Clear Cover = 31.00 mm
Min Clear Spacing = 89.01 mm

SLENDERNESS:

CP Level Basement to 1St (Pier)





300 x 300 mm
1.40% reinf.

REINFORCEMENT:
==========
4 #20 bars @ 1.396%
As = 1256 mm^2
Confinement: Tied
Clear Cover = 31.00 mm
Min Clear Spacing = 198.00 mm

SLENDERNESS:

ออกแบบฐานราก F1

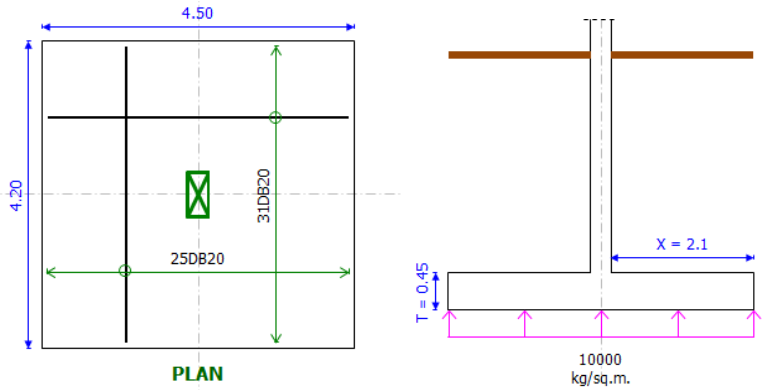
Materials Data				Design Size				Strength Reduction Factor			
fc'	=	240	ksc.	A	=	4.50	m.	β_1	=	0.85	-
fy1	=	4000	ksc.	B	=	4.20	m.	ϕ_b	=	0.90	-
fy2	=	4000	ksc.	T	=	0.45	m.	ϕ_v	=	0.85	-
				H	=	1.00	m.				

Design Reinforcement

Data			Main Bars #1		Main Bars #2		Unit
γsoil	=	Unit Weight of Soil	1400		1400		kg/cu.m.
S.B.C	=	Soil Bearing Capacity	10000		10000		kg/sq.m.
Ws	=	(A)(B)(H-T)γsoil	14553		14553		kg.
Wf	=	(A)(B)(T)2400	20412		20412		kg.
PD	=	Dead Load	111300		111300		kg.
PL	=	Live Load	19700		19700		kg.
Wu	=	1.4(Ws+Wf+PD)+1.7(PL)	238261		238261.00		kg.
A0	=	(Ws+Wf+PD+PL)/(S.B.C)	16.60		16.60		sq.m.
A1	=	(A)(B)	18.90	<< [Ok]	18.90	<< [Ok]	sq.m.
P_{net}	=	A1/Wu	12606.40		12606.40		kg.
X_1	=	(A/2)-(a1/2) & (B/2)-(b1/2)	2.1		1.80		m.
Mu	=	$b(P_{net})(X_1)^2/2$	116747.89		91900.67		kg-m.
ρ_b	=	$0.85\beta_1(fc'/fy)(6120/(6120+fy))$	0.0262		0.0262		-
ρ_{max}	=	$0.75\rho_b$	0.0197		0.0197		-
ρ	=	$0.50\rho_b$	0.0131		0.0131		-
Ru_1	=	$\rho fy(1-0.59\rho(fy/fc'))$	45.65		45.65		ksc.
d_{req}	=	$\sqrt{(Mu/\phi_b Ru_1 b)}$	26.01		26.01		cm.
t_{min}	=	d_{req}+Covering+(Bar/2)	34.51	<< [Ok]	34.51	<< [Ok]	cm.
d	=	Effective depth	36.50		35.50		cm.
Ru_2	=	$Mu/\phi_b bd^2$	23.18		18.01		ksc.
ρ_{req}	=	$0.85(fc'/fy)(1-\sqrt{1-(2Ru/0.85fc')})$	0.0062		0.0047		-
ρ_{min}	=	14/fy	0.0035		0.0035		-
As	=	ρbd	94.57		75.40		sq.cm.
Minimum Rebars			31DB20		25DB20		bars
Using Rebars			31DB20	<< [Ok]	25DB20	<< [Ok]	bars

Shear Check

Data			Main Bars #1		Main Bars #2		Unit
Beam Shear					-		
Vu	=	$b(P_{net})(X_1-d)$	91862.85		-		kg.
$\phi_v Vc$	=	$\phi_v 0.53(\sqrt{fc'})Bd$	106989.85	<< [Ok]	-		kg.
Punching Shear					-		
a_0	=	(a1+d)(b1+d)	0.642		-		sq.cm.
b_0	=	2((a1+d)+(b1+d))	3.26		-		m.
Vu	=	$P_{net}(A1-a_0)$	230171.16		-		kg.
$\phi_v Vc1$	=	$\phi_v 0.27(2+(4/\beta_c))\sqrt{fc'}\, b_0 d$	169222.76	<< [Not]	-		kg.
$\phi_v Vc2$	=	$\phi_v 1.06\sqrt{fc'}\, b_0 d$	166089.00	<< [Not]	-		kg.
L_{bd}	=	$0.06A_b fy/\sqrt{fc'}$	48.67		-		cm.
L_d	=	Dowel Length	412.50	<< [Ok]	-		cm.



ออกแบบฐานราก F2

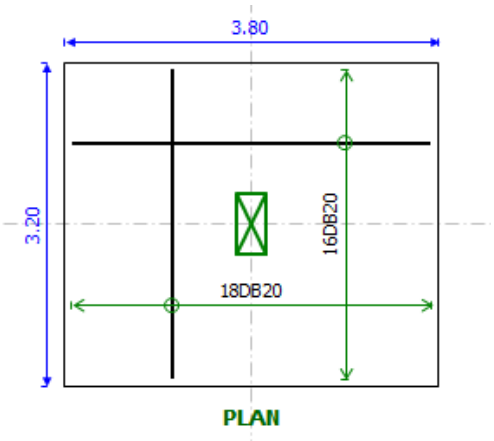
Materials Data				Design Size				Strength Reduction Factor			
fc'	=	240	ksc.	A	=	3.80	m.	β_1	=	0.85	-
fy1	=	4000	ksc.	B	=	3.20	m.	ϕ_b	=	0.90	-
fy2	=	4000	ksc.	T	=	0.50	m.	ϕ_v	=	0.85	-
				H	=	1.00	m.				

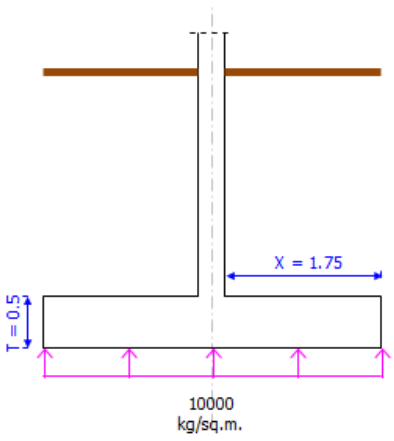
Design Reinforcement

Data			Main Bars #1		Main Bars #2		Unit
γsoil	=	Unit Weight of Soil	1400		1400		kg/cu.m.
S.B.C	=	Soil Bearing Capacity	10000		10000		kg/sq.m.
Ws	=	(A)(B)(H-T)γsoil	8512		8512		kg.
Wf	=	(A)(B)(T)2400	14592		14592		kg.
PD	=	Dead Load	80900		80900		kg.
PL	=	Live Load	18100		18100		kg.
Wu	=	1.4(Ws+Wf+PD)+1.7(PL)	176375.6		176375.60		kg.
A0	=	(Ws+Wf+PD+PL)/(S.B.C)	12.21		12.21		sq.m.
A1	=	(A)(B)	12.16	<< [Not]	12.16	<< [Not]	sq.m.
P_{net}	=	A1/Wu	14504.57		14504.57		kg.
X_1	=	(A/2)-(a1/2) & (B/2)-(b1/2)	1.75		1.30		m.
Mu	=	$b(P_{net})(X_1)^2/2$	71072.40		46574.18		kg-m.
ρ_b	=	$0.85\beta_1(fc'/fy)(6120/(6120+fy))$	0.0262		0.0262		-
ρ_{max}	=	$0.75\rho_b$	0.0197		0.0197		-
ρ	=	$0.50\rho_b$	0.0131		0.0131		-
Ru_1	=	$\rho fy(1-0.59\rho(fy/fc'))$	45.65		45.65		ksc.
d_{req}	=	$\sqrt{(Mu/\phi_b Ru_1 b)}$	23.25		23.25		cm.
t_{min}	=	d_{req}+Covering+(Bar/2)	31.75	<< [Ok]	31.75	<< [Ok]	cm.
d	=	Effective depth	41.50		40.50		cm.
Ru_2	=	$Mu/\phi_b bd^2$	14.33		8.30		ksc.
ρ_{req}	=	$0.85(fc'/fy)(1-\sqrt{1-(2Ru/0.85fc')})$	0.0037		0.0021		-
ρ_{min}	=	14/fy	0.0035		0.0035		-
As	=	ρbd	49.37		53.87		sq.cm.
Minimum Rebars			16DB20		18DB20		bars
Using Rebars			16DB20	<< [Ok]	18DB20	<< [Ok]	bars

Shear Check

Data			Main Bars #1		Main Bars #2		Unit
Beam Shear					-		
Vu	=	$b(P_{net})(X_1-d)$	61963.53		-		kg.
$\phi_v Vc$	=	$\phi_v 0.53(\sqrt{fc'})Bd$	92682.66	<< [Ok]	-		kg.
Punching Shear					-		
a_0	=	(a1+d)(b1+d)	0.726		-		sq.cm.
b_0	=	2((a1+d)+(b1+d))	3.46		-		m.
Vu	=	$P_{net}(A1-a_0)$	165849.27		-		kg.
$\phi_v Vc1$	=	$\phi_v 0.27(2+(4/\beta_c))\sqrt{fc'}\, b_0 d$	204207.88	<< [Ok]	-		kg.
$\phi_v Vc2$	=	$\phi_v 1.06\sqrt{fc'}\, b_0 d$	200426.25	<< [Ok]	-		kg.
L_{bd}	=	$0.06A_b fy/\sqrt{fc'}$	48.67		-		cm.
L_d	=	Dowel Length	342.50	<< [Ok]	-		cm.





ออกแบบฐานราก F3

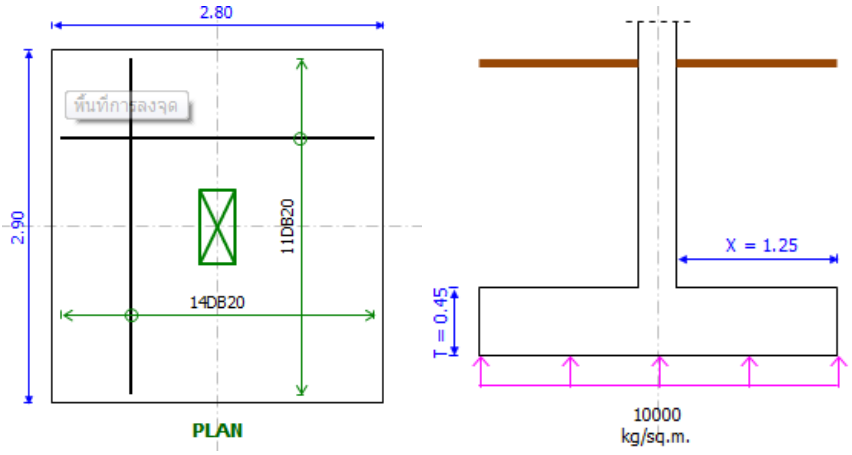
Materials Data				Design Size				Strength Reduction Factor			
fc'	=	240	ksc.	A	=	2.80	m.	β_1	=	0.85	-
fy1	=	4000	ksc.	B	=	2.90	m.	ϕ_b	=	0.90	-
fy2	=	4000	ksc.	T	=	0.45	m.	ϕ_v	=	0.85	-
				H	=	1.00	m.				

Design Reinforcement

Data			Main Bars #1		Main Bars #2		Unit
γsoil	=	Unit Weight of Soil	1400		1400		kg/cu.m.
S.B.C	=	Soil Bearing Capacity	10000		10000		kg/sq.m.
Ws	=	(A)(B)(H-T)γsoil	6252.4		6252.4		kg.
Wf	=	(A)(B)(T)2400	8769.6		8769.6		kg.
PD	=	Dead Load	58000		58000		kg.
PL	=	Live Load	8000		8000		kg.
Wu	=	1.4(Ws+Wf+PD)+1.7(PL)	115830.8		115830.80		kg.
A0	=	(Ws+Wf+PD+PL)/(S.B.C)	8.10		8.10		sq.m.
A1	=	(A)(B)	8.12	<< [Ok]	8.12	<< [Ok]	sq.m.
P_{net}	=	A1/Wu	14264.88		14264.88		kg.
X_1	=	(A/2)-(a1/2) & (B/2)-(b1/2)	1.25		1.15		m.
Mu	=	$b(P_{net})(X_1)^2/2$	32318.86		26411.42		kg-m.
ρ_b	=	$0.85\beta_1(fc'/fy)(6120/(6120+fy))$	0.0262		0.0262		-
ρ_{max}	=	$0.75\rho_b$	0.0197		0.0197		-
ρ	=	$0.50\rho_b$	0.0131		0.0131		-
Ru_1	=	$\rho fy(1-0.59\rho(fy/fc'))$	45.65		45.65		ksc.
d_{req}	=	$\sqrt{(Mu/\phi_b Ru_1 b)}$	16.47		16.47		cm.
t_{min}	=	d_{req}+Covering+(Bar/2)	24.97	<< [Ok]	24.97	<< [Ok]	cm.
d	=	Effective depth	36.50		35.50		cm.
Ru_2	=	$Mu/\phi_b bd^2$	9.29		8.32		ksc.
ρ_{req}	=	$0.85(fc'/fy)(1-\sqrt{1-(2Ru/0.85fc')})$	0.0024		0.0021		-
ρ_{min}	=	14/fy	0.0035		0.0035		-
As	=	ρbd	37.05		34.79		sq.cm.
Minimum Rebars			12DB20		12DB20		bars
Using Rebars			11DB20	<< [Not]	14DB20	<< [Ok]	bars

Shear Check

Data			Main Bars #1		Main Bars #2		Unit
Beam Shear					-		
Vu	=	$b(P_{net})(X_1-d)$	36610.81		-		kg.
ϕ_vVc	=	$\phi_v 0.53(\sqrt{fc'})Bd$	73873.94	<< [Ok]	-		kg.
Punching Shear					-		
a_0	=	(a1+d)(b1+d)	0.642		-		sq.cm.
b_0	=	2((a1+d)+(b1+d))	3.26		-		m.
Vu	=	$P_{net}(A1-a_0)$	106676.67		-		kg.
ϕ_vVc1	=	$\phi_v 0.27(2+(4/\beta_c))\sqrt{fc'}\, b_0 d$	169222.76	<< [Ok]	-		kg.
ϕ_vVc2	=	$\phi_v 1.06\sqrt{fc'}\, b_0 d$	166089.00	<< [Ok]	-		kg.
L_{bd}	=	$0.06A_b fy/\sqrt{fc'}$	48.67		-		cm.
L_d	=	Dowel Length	252.50	<< [Ok]	-		cm.



ออกแบบฐานราก F4

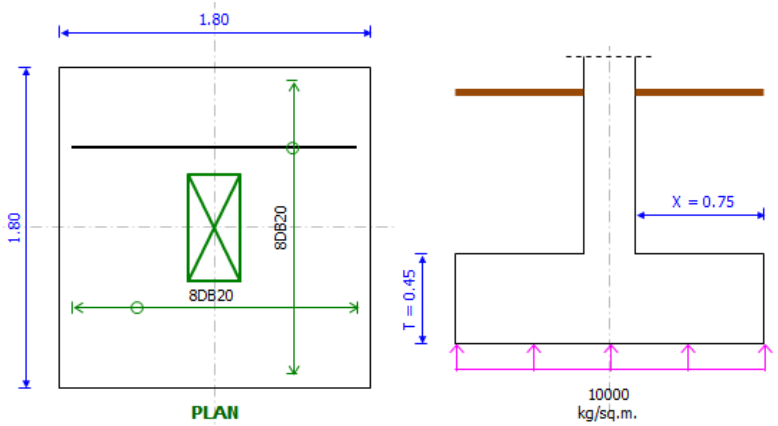
Materials Data				Design Size				Strength Reduction Factor			
fc'	=	240	ksc.	A	=	1.80	m.	β_1	=	0.85	-
fy1	=	4000	ksc.	B	=	1.80	m.	ϕ_b	=	0.90	-
fy2	=	4000	ksc.	T	=	0.45	m.	ϕ_v	=	0.85	-
				H	=	1.00	m.				

Design Reinforcement

Data			Main Bars #1		Main Bars #2		Unit
γsoil	=	Unit Weight of Soil	1400		1400		kg/cu.m.
S.B.C	=	Soil Bearing Capacity	10000		10000		kg/sq.m.
Ws	=	(A)(B)(H-T)γsoil	2494.8		2494.8		kg.
Wf	=	(A)(B)(T)2400	3499.2		3499.2		kg.
PD	=	Dead Load	20700		20700		kg.
PL	=	Live Load	3300		3300		kg.
Wu	=	1.4(Ws+Wf+PD)+1.7(PL)	42981.6		42981.60		kg.
A0	=	(Ws+Wf+PD+PL)/(S.B.C)	3.00		3.00		sq.m.
A1	=	(A)(B)	3.24	<< [Ok]	3.24	<< [Ok]	sq.m.
P_{net}	=	A1/Wu	13265.93		13265.93		kg.
X_1	=	(A/2)-(a1/2) & (B/2)-(b1/2)	0.75		0.60		m.
Mu	=	$b(P_{net})(X_1)^2/2$	6715.88		4298.16		kg-m.
ρ_b	=	$0.85\beta_1(fc'/fy)(6120/(6120+fy))$	0.0262		0.0262		-
ρ_{max}	=	$0.75\rho_b$	0.0197		0.0197		-
ρ	=	$0.50\rho_b$	0.0131		0.0131		-
Ru_1	=	$\rho fy(1-0.59\rho(fy/fc'))$	45.65		45.65		ksc.
d_{req}	=	$\sqrt{(Mu/\phi_b Ru_1 b)}$	9.53		9.53		cm.
t_{min}	=	d_{req}+Covering+(Bar/2)	18.03	<< [Ok]	18.03	<< [Ok]	cm.
d	=	Effective depth	36.50		35.50		cm.
Ru_2	=	$Mu/\phi_b bd^2$	3.11		2.11		ksc.
ρ_{req}	=	$0.85(fc'/fy)(1-\sqrt{1-(2Ru/0.85fc')})$	0.0008		0.0005		-
ρ_{min}	=	14/fy	0.0035		0.0035		-
As	=	ρbd	23.00		22.37		sq.cm.
Minimum Rebars			8DB20		8DB20		bars
Using Rebars			8DB20	<< [Ok]	8DB20	<< [Ok]	bars

Shear Check

Data			Main Bars #1		Main Bars #2		Unit
Beam Shear					-		
Vu	=	$b(P_{net})(X_1-d)$	9193.29		-		kg.
$\phi_v Vc$	=	$\phi_v 0.53(\sqrt{fc'})Bd$	45852.79	<< [Ok]	-		kg.
Punching Shear					-		
a_0	=	(a1+d)(b1+d)	0.642		-		sq.cm.
b_0	=	2((a1+d)+(b1+d))	3.26		-		m.
Vu	=	$P_{net}(A1-a_0)$	34468.52		-		kg.
$\phi_v Vc1$	=	$\phi_v 0.27(2+(4/\beta_c))\sqrt{fc'}\, b_0 d$	169222.76	<< [Ok]	-		kg.
$\phi_v Vc2$	=	$\phi_v 1.06\sqrt{fc'}\, b_0 d$	166089.00	<< [Ok]	-		kg.
L_{bd}	=	$0.06A_b fy/\sqrt{fc'}$	48.67		-		cm.
L_d	=	Dowel Length	142.50	<< [Ok]	-		cm.



ออกแบบบ่อน้ำ

f'c 240 Ksc fy 4000 Ksc fys 2400 Ksc

ข้อมูลออกแบบ

คอนกรีตเสริมเหล็ก	2400 Kg.m^3	ผนังกว้างขอบใน	2.7	m	ความสูงดินที่กระทำกับบ่อ	1	m
น้ำ (γ w)	1000 Kg.m^3	ผนังยาวขอบใน	6.1	m	ความสูงน้ำที่กระทำกับบ่อ	1.1	m
ดินเปียก (γ ')	2000 Kg.m^3	ผนังสูง	1.1	m	ใช้ผนังบ่อน้ำหนา	15	Cm
ดินแห้ง (γdry)	1700 Kg.m^3	พื้นบ่อส่วนยื่น	0	m	ระยะหุ้มคอนกรีต	4	Cm
น้ำเสีย (γ ww)	0 Kg.m^3	ϕ มุมเสียดทาน	15	องศา			
แรงกดที่ผิวดิน (Surcharge)	400 Kg.m^3						

Lx/Lz 5.55 เป็นพื้นยื่นรับแรงสามเหลี่ยม

ตัวคูณเพิ่มค่า 1.4 DL 1.7 LL

ออกแบบผนัง (design Wall) **พิจารณาแรงดันจากน้ำ**

Moment = 1/6 γw.H^3 : 377.117 Kg.m

ตรวจสอบความหนาผนังที่เลือก

β1 = 0.85 $\rho b = \beta 1 \frac{0.85 f'c}{fy} \cdot \frac{6120}{6120+fy}$ = 0.0262 ρmax = 0.75ρb 0.02

Ru = $\rho fy(1-059\rho(\frac{fy}{f'c}))$ = 77.83 Ksc. ϕMn = ϕRbd^2 = 7576.311649 Kg.m > 377.117 OK

หาขนาดเหล็กเสริมแนวตั้งรับแรงดัด

แนวตั้งใช้ DB 12 mm d : 10.4 Cm แนวนอนใช้ DB 12 mm d : 10.4 Cm

Ru = Mu/ϕbd^3 = 3.8740617

$\rho = \frac{0.85f'c}{fy}\left[1-\sqrt{1-(\frac{2Ru}{0.85f'c})}\right]$ = 0.051 × 0.0191743 = 0.00098 $\rho<\rho$ max OK

As$_v$= ρbd = 0.0101701 cm^2/m As$_v$(min) = 0.0015bh = 2.25 cm^2/m @ = 0.5 m.

สรุปใช้เหล็กเสริมแนวตั้งด้านที่รับแรงดันจากน้ำ DB 12 mm @ 0.2 m. OK

เหล็กแนวนอนรับแรงดึง

ความดันเฉลี่ย:qav 850 Kg./m^2 แรงดันที่น้ำดันผนัง F = qavA = 2295 Kg

สมดุลของแรง : 2F1 =F1 1147.5 Kg. As$_h$ = 0.16 cm^2/m As$_h$(min) = 2.25 cm^2/m @ = 0.5 m.

สรุปใช้เหล็กเสริมแนวนอนด้านที่รับแรงดันจากน้ำ DB 12 mm @ 0.2 m. OK

ตรวจสอบการควบคุมรอยร้าวตามข้อกำหนด ACI จากระยะห่างเหล็ก

fs=(2/3)fy = 2666.6667 Ksc Cc = 5.2 Cm

$S = 38\left(\frac{2800}{fs}\right) - 2.5cc$ = 0.269 Cm. ใช้ระยะเรียงเหล็ก 0.2 Cm OK

ตรวจสอบดัชนีความกว้างรอยร้าว (Z:Index of Crack Width)

dc = 4.6 Cm. A = เนื้อที่ของคอนกรีตหุ้มรอบเหล็กเสริม 1 เส้น = 69 cm^2/เส้น

$Z = fs\sqrt[3]{dc.A}$ = 18742.4 Kg/cm < 26000 Kg/cm OK

2 มีความชื้น สัมผัสดิน ความกว้างรอยร้าวที่ยอมให้ 0.30 mm

Crack Width = 0.244 < 0.30 mm OK

ออกแบบผนัง (design Wall) **พิจารณาแรงดันจากดิน**

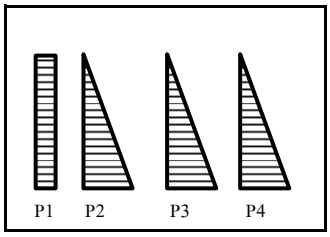
$Ka = \frac{1-\sin\phi}{1+\sin\phi}$ 1

P1 = Ka.Surcharge = 680 Kg./m^2 M1 = $\frac{P1h^2}{2}$ = 411.4 Kg./m Sum Moment = M1+M2+Max(M3,M4)

P2 = Ka.γ'H = 2720 Kg./m^2 M2 = $\frac{P2h^2}{6}$ = 453.33 Kg./m Mu = 1241.85 Kg./m

P3 = γw.H = 1870 Kg./m^2 M3 = $\frac{P3h^2}{6}$ = 377.117 Kg./m

P4 = γww.H = 0 Kg./m^2 M4 = $\frac{P4h^2}{6}$ = 0 Kg./m



ตรวจสอบความหนาผนังที่เลือก

$\phi Mn = \phi Rbd^2$ = 757631 > 1241.85 Kg./m OK

หาขนาดเหล็กเสริมแนวตั้งรับแรงดัด

แนวตั้งใช้ DB 12 mm d : 10.4 Cm แนวนอนใช้ DB 12 mm d : 10.4 Cm

Ru = Mu/ϕbd^3 = 12.75733

$\rho = \frac{0.85f'c}{fy}\left[1-\sqrt{1-\left(\frac{2Ru}{0.85f'c}\right)}\right]$ = 0.05 × 0.0646 = 0.003295829 $\rho<\rho$ max OK

$As_v = \rho bd$ = 0.0342766 cm^2/m $As_v(min)$ = 0.0015bh = 2.25 cm^2/m @ = 0.502 m.

$As_h(min)$ = 0.0015bh = 2.25 cm^2/m @ = 0.502 m.

สรุปใช้เหล็กเสริมแนวตั้งด้านที่รับแรงดันจากดิน DB 12 @ 0.2 m. OK

สรุปใช้เหล็กเสริมแนวนอนด้านที่รับแรงดันจากดิน DB 12 @ 0.2 m. OK

ตรวจสอบการควบคุมรอยร้าวตามข้อกำหนด ACI จากระยะห่างเหล็ก

fs=(2/3)fy = 2666.667 Ksc Cc = 5.2 Cm

$S = 38\left(\frac{2800}{fs}\right) - 2.5cc$ = 0.269 Cm. ใช้ระยะเรียงเหล็ก 0.2 Cm OK

ตรวจสอบดัชนีความกว้างรอยร้าว (Z:Index of Crack Width)

dc = 4.6 Cm. A = เนื้อที่ของคอนกรีตหุ้มรอบเหล็กเสริม 1 เส้น = 69 cm^2/เส้น

$Z = fs^3\sqrt{dc.A}$ = 18742.4 Kg/cm < 26000 Kg/cm OK

2 มีความชื้น สัมผัสดิน ความกว้างรอยร้าวที่ยอมให้ 0.30mm

Crack Width = 0.244 < 0.30mm OK

ออกแบบพื้นบ่อ แบบวางบนเสาเข็ม ระยะห่างของการวางเสาเข็ม 3 m

ความหนา $h \geq \frac{L}{20}\left(0.4+\frac{fy}{7000}\right)$ = 0.146 m ใช้พื้นหนา = 25 Cm ระยะหุ้มคอนกรีต 7.5 Cm

เลือกเหล็กขนาด DB 16 มี d= 16.7 Cm

กรณีใส่น้ำเต็มถัง = 4.36 t/m.

ใช้เสาเข็ม I 0.18 รับน้ำหนักปลอดภัย 0 t/pile Dowel 0 DB 0

W= γ.H+2400h 2470 Kg./m^2

M = WL^2/10 = 2223 Kg.m. ϕMn = ϕRbd^2 = 19535.4804 > 2223 Kg./m OK

Ru = Mu/ϕbd^3 = 8.857 $\rho = \frac{0.85f'c}{fy}\left[1-\sqrt{1-\left(\frac{2Ru}{0.85f'c}\right)}\right]$ = 0.05 × 0.0444 = 0.00226 $\rho<\rho$ max OK

As= ρbd = 3.78156 cm^2/m ใช้ระยะเรียงเหล็ก @ = 0.2679 ใช้@ = 0.3 m. NO

As(min) = 0.003bh = 7.5 cm^2/m

ใช้เหล็ก DB 16 @ 0.3 m

ตรวจสอบการควบคุมรอยร้าวตามข้อกำหนด ACI จากระยะห่างเหล็ก

fs=(2/3)fy = 2666.667 Ksc Cc = 1.6 Cm $S = 38\left(\frac{2800}{fs}\right) - 2.5cc$ = 0.359 m @ 0.3 m OK

ตรวจสอบเสถียรภาพการลอยตัว Up Lift (ใช้ Service Load มาคิด)

พื้นที่น้ำในบ่อ 17.28 $m.^2$ พื้นที่ BASEMENT 17.28 $m.^2$ พื้นที่ Top Slab 0 $m.^2$ เส้นรอบรูปผนังคสล. 19 m.

ความยาวของผนังทั้งหมด 19 m.

ปริมาตรน้ำภายในบ่อ 19.008 $m.^3$ ความสูงของน้ำใต้ดิน 0.6 m. แรงลอยตัว (Up Lift) 10.368 tons t

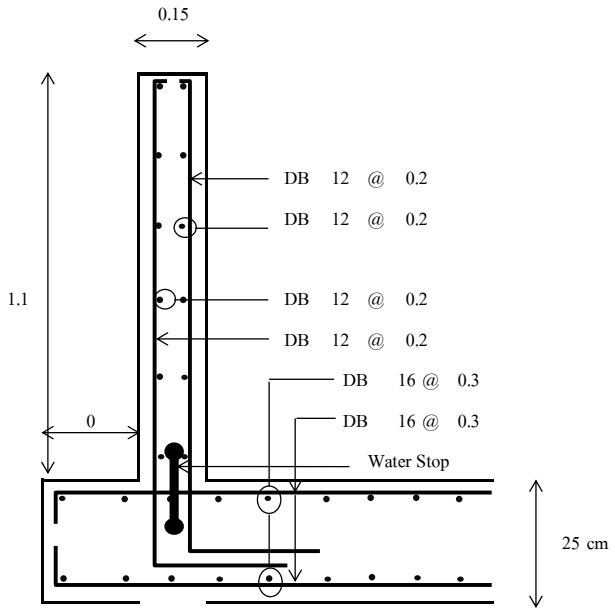
นน.น้ำ 19.008 tons นน.น้ำเสีย 0 tons นน.พื้น BASEMENT 10.368 tons

นน.ผนัง 7.524 tons นน.ดินแห้ง 0 tons นน.ดินเปียก 0 tons นน.ทั้งหมด 36.9 tons

Case1 : ถมดินเปียกในบ่อไม่มีน้ำ 1.725694 > 1.1 OK

Case2 : ถมดินแห้งในบ่อไม่มีน้ำ 1.725694 > 1.1 OK **จำนวนเสาเข็ม #DIV/0! Pile** (min)

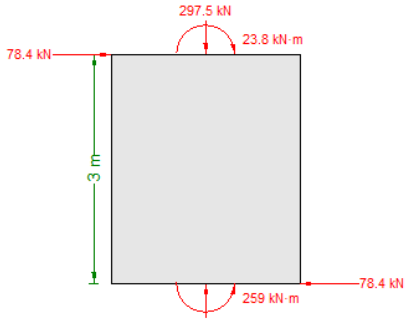
Case3 : ไม่ถมดินในบ่อมีน้ำเต็ม 3.559028 > 1.1 OK ดังนั้นพื้นบ่อรับกำลัง 2.13542 tons/Sq.m.



ออกแบบผนัง Lift

Factored Loads

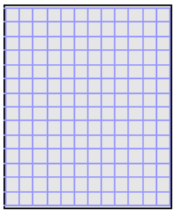
Axial Force	297.5 kN
Moment (in-plane)	23.8 kN·m
Shear Force	78.4 kN
Wall Weight	31.5 kN
Includes Seismic	No



P_u = 297.5 kN + 31.5 kN = 329 kN
V_u = 78.4 kN
Moment due to applied shear: (78.4 kN) (3 m) = 235.2 kN·m
M_u = 23.8 kN·m + 235.2 kN·m = 259 kN·m

Wall Cover

$cover_{min}$ = 19.05 mm (#11 or smaller bar, interior exposure)
cover (25 mm) >= $cover_{min}$ (19.05 mm) ✓



Vertical bars: #11 @ 200 mm, total area = 26168 mm²
Horizontal bars: #11 @ 200 mm, total area = 30194 mm²

Minimum Steel

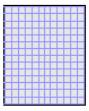
$$\rho_h = \frac{A_{v_horz}}{s_2\, t_{wall}} = \frac{(1006\ mm^2)}{(200\ mm)\,(200\ mm)} = 0.0252$$

ρ_n = A_{v_vert} / s_1 t_{wall} = (1006 mm²) / (200 mm) (200 mm) = 0.0252
V_u = 0 kN (most extreme seismic case)
$\phi V_c / 2$ = (361.7 kN) / 2 = 180.8 kN (most extreme case)
V_u < ϕV_c / 2, so Ch 14 provisions apply (see ACI 11.9.8)
ρ_{h_min} = 0.0025 (bars larger than No. 5, or less than 60 ksi)
ρ_{n_min} = 0.0015 (bars larger than No. 5, or less than 60 ksi)
ρ_h (0.0252) >= ρ_{h_min} (0.0025) ✓
ρ_n (0.0252) >= ρ_{n_min} (0.0015) ✓

Two layers required for thickness over 10 inches (ACI 14.3.4) ✓

Bar Spacing

$\phi V_c / 2$ = (361.7 kN) / 2 = 180.8 kN (most extreme case)
V_u < ϕV_c / 2, so Ch 14 provisions apply (see ACI 11.9.8)
s_{max} = 457.2 mm (lesser of 3t or 18 inches)
s_2 (200 mm) <= s_{2max} (457.2 mm) ✓
s_1 (200 mm) <= s_{1max} (457.2 mm) ✓



Shear Capacity

(11 - 27) $V_c = 3.3 \lambda \sqrt{F'_c}\, h\, d + \frac{N_u\, d}{4\, l_w} = 3.3\,(1.0)\sqrt{24\ MPa}\,(200\ mm)\,(2000\ mm) + \frac{(329\ kN)\,(2000\ mm)}{4\,(2.5\ m)} = 602.8\ kN$

(11 - 28) $V_c = \left[0.6 \lambda \sqrt{F'_c} + \frac{l_w \left[1.25 \lambda \sqrt{F'_c} + 0.2 \frac{N_u}{l_w h} \right]}{\frac{M_u}{V_u} - \frac{l_w}{2}} \right] h\, d = \left[0.6\,(1.0)\sqrt{24\ MPa} + \frac{(2.5\ m)\left[1.25\,(1.0)\sqrt{24\ MPa} + 0.2 \frac{(329\ kN)}{(2.5\ m)\,(200\ mm)} \right]}{\frac{(161\ kN{\cdot}m)}{(78.4\ kN)} - \frac{(2.5\ m)}{2}} \right] (200\ mm)\,(2000\ mm) = 894.2$

Note: M_u in eqn 11 - 28 is at critical section per ACI 11.9.7

$V_c = 602.8\ kN$ (lesser of 11 - 27 and 11 - 28)

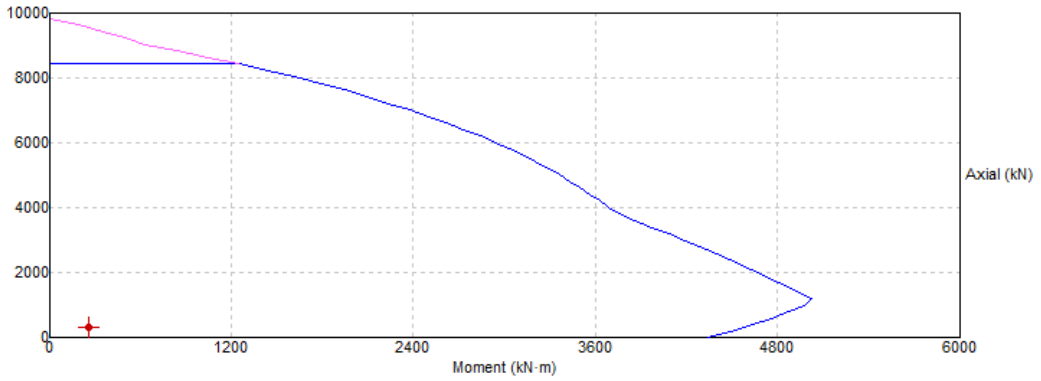
$d = 0.8\, l_w = 0.8\,(2.5\ m) = 2000\ mm$

$V_s = \frac{A_v\, f_y\, d}{s_2} = \frac{(1006\ mm^2)\,(400\ MPa)\,(2000\ mm)}{(200\ mm)} = 4026\ kN$

$\phi V_n = \phi\,[V_c + V_s] = (0.60)\,[(602.8\ kN) + (4026\ kN)] = 2777\ kN$

$\phi V_{n_max} = \phi\, 10 \sqrt{F'_c}\, h\, d = (0.60)\, 10 \sqrt{24\ MPa}\,(200\ mm)\,(2000\ mm) = 976.3\ kN$ (limit of ACI 11.9.3 controlled)

$\phi V_n\ (2777\ kN) >= V_u\ (78.4\ kN)$ ✓



Neutral axis depth at nominal moment capacity is 723 mm

Axial Compression

$\phi P_{nmax} = 0.80\, \phi\,[0.85\, F'_c\,[A_g - A_s] + f_y\, A_s] = 0.80\,(0.650)\,[0.85\,(24\ MPa)\,[(0.5\ m^2) - (26168\ mm^2)] + (400\ MPa)\,(26168\ mm^2)] = 10469\ kN$

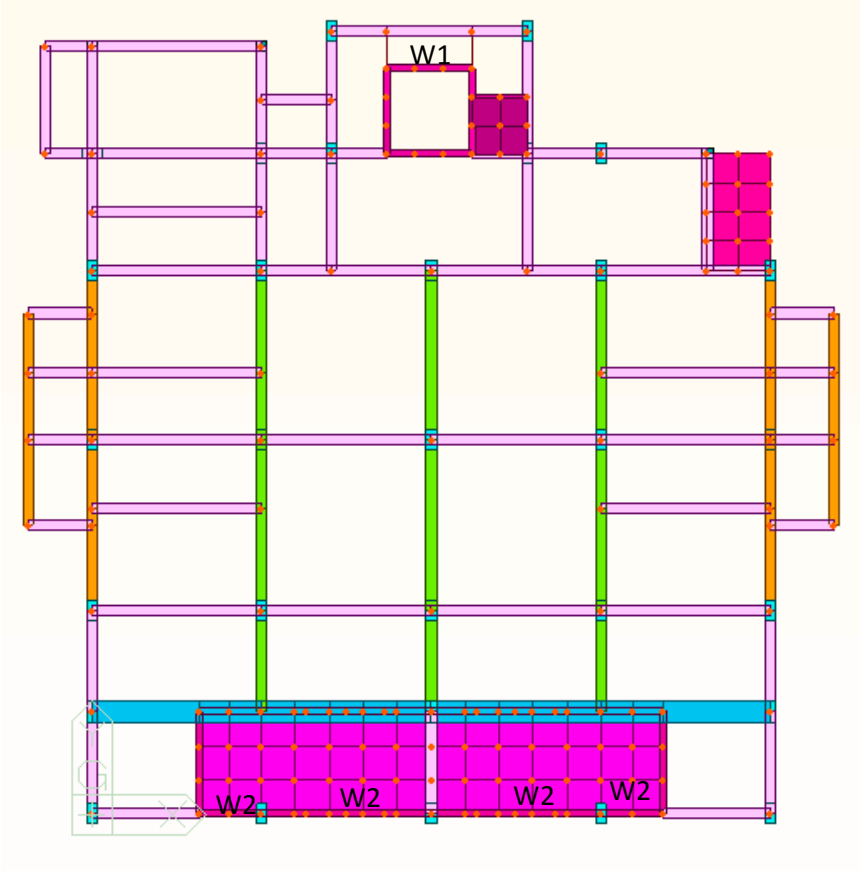
$\phi P_{nmax}\ (10469\ kN) >= P_u\ (329\ kN)$ ✓

Moment

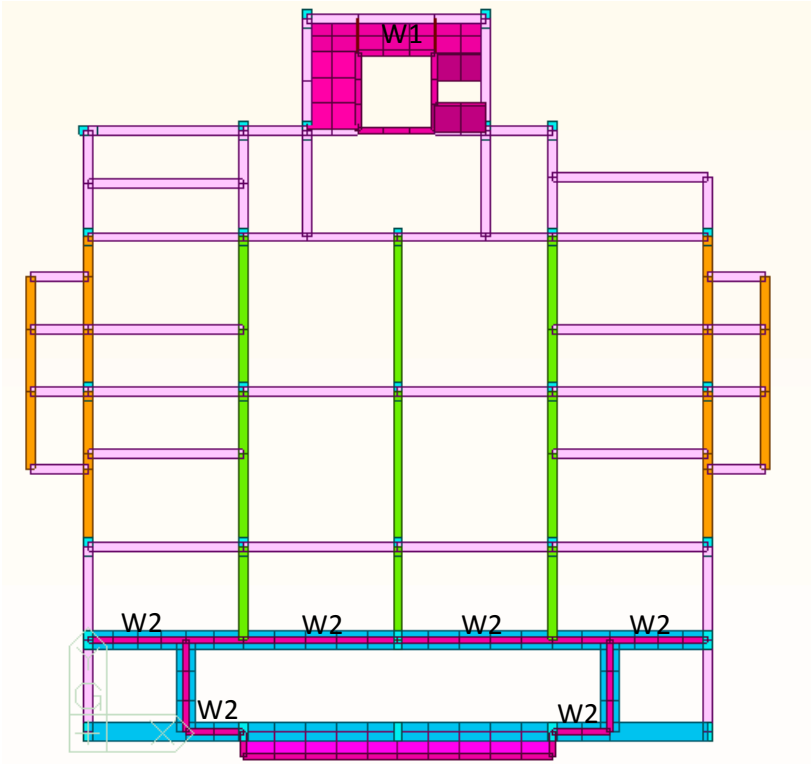
$\phi M_n = M_p = (4586\ kN{\cdot}m) = 4586\ kN{\cdot}m$ (M at given P_i from interaction diagram)

$\phi M_n\ (4586\ kN{\cdot}m) >= M_u\ (259\ kN{\cdot}m)$ ✓

ภาคผนวก



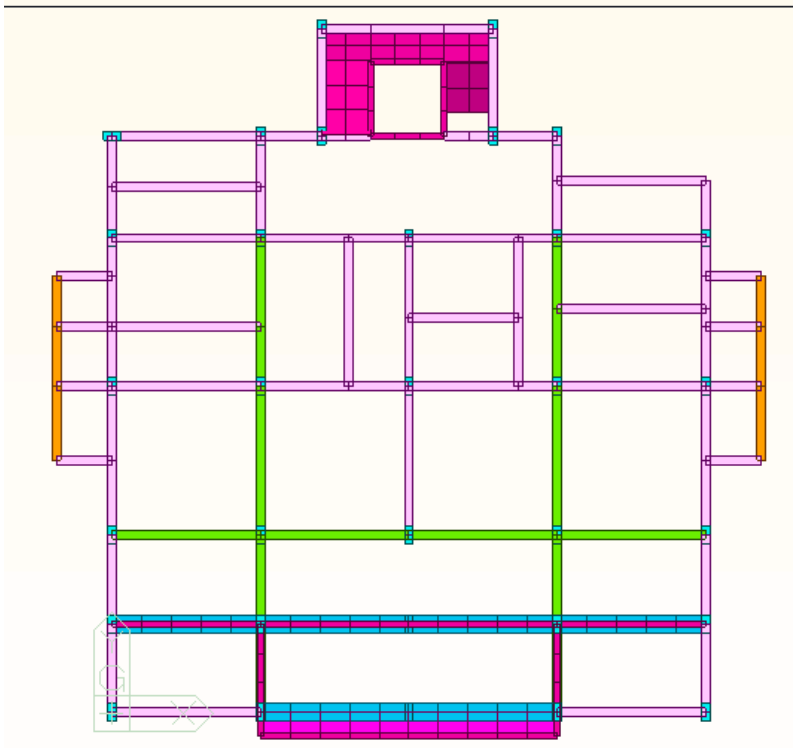
Plan 1 st



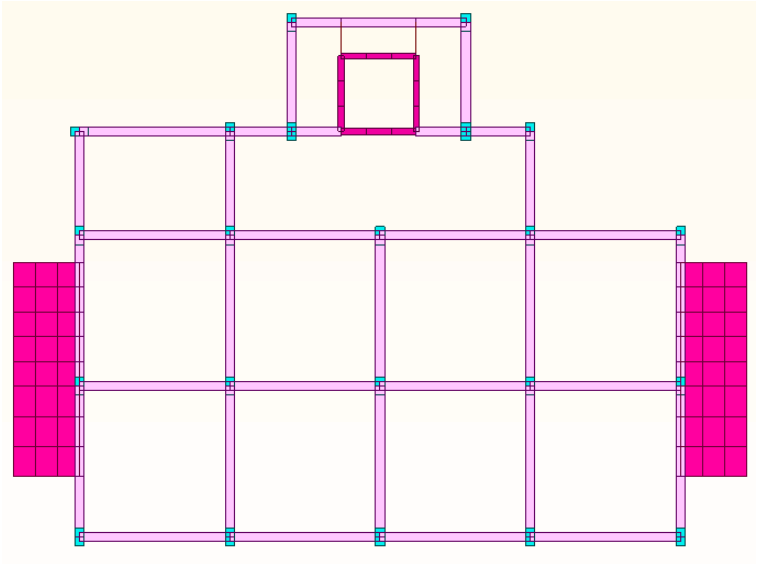
Plan 2nd

B1 0.6x0.5 B3 0.3x0.6 W1 thk. 0.2 (Lift)

B2 0.3x0.5 B4 0.3x0.6 W2 thk. 0.15 (Pool)



Plan 3 rd and 4 th



Plan Roof

B1 0.6x0.5 B3 0.3x0.6 W1 thk. 0.2 (Lift)

B2 0.3x0.5 B4 0.3x0.6 W2 thk. 0.15 (Pool)