รายการคำนวณอาคารพักอาศัย คสล. 1 ชั้น

โหมดงานวิศวกรรมโครงสร้าง

จัดทำโดย : อดิเทพ อิศรางกูร ณ อยุธยา

1. มาตรฐานการออกแบบ

ประเภทขององค์อาคาร : อาคารพักอาศัย 1 ชั้น **โครงสร้างหลักองค์อาคาร** : คอนกรีตเสริมเหล็ก

วิธีการออกแบบ : คอนกรีตเสริมเหล็กวิธีกำลัง (Strength Design Method) SDM

เหล็กรูปพรรณวิธีหน่วยแรงที่ยอมให้ (Allowable Stess) ASD

มาตรฐานในการออกแบบ : พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ.2522

สถานที่ก่อสร้าง : ภูเก็ต

วัสดุโครงสร้างหลัก : คอนกรีตกำลังอัดรูปทรงกระบอกที่อายุ28 วัน f'c = 240 Ksc

เหล็กเสริมหลัก เกรดSD – 40, เหล็กเสริมรอง เกรด SR-24

เหล็กรูปพรรณ มาตรฐาน มอก.

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.
-	แรงลมที่กระทำต่ออาคาร(กรณีไม่มีเอกสารอ้างอิง)		
	ส่วนของอาคารที่สูงไม่เกิน 10 เมตร	50	กก./ตร.ม.
	ส่วนของอาคารที่สูงกว่า 10 เมตร แต่ไม่เกิน 20 เมตร	80	กก./ตร.ม.
	ส่วนของอาคารที่สูงกว่า 20 เมตร แต่ไม่เกิน 40 เมตร	120	กก./ตร.ม.

น้ำหนักบรรทุกเพิ่มเติม(Super Dead Load)SDL.

-	ปูนทรายปรับระดับหนา 5 ซม.	120	กก./ตร.ม.
-	ผนังก่ออิฐบล็อกหนา 10 ซม.รวมฉาบสองด้าน	150	กก./ตร.ม.
-	ผนังก่ออิฐบล็อกหนา 20 ซม.รวมฉาบสองด้าน	240	กก./ตร.ม.

3. การเลือกระบบโครงสร้าง

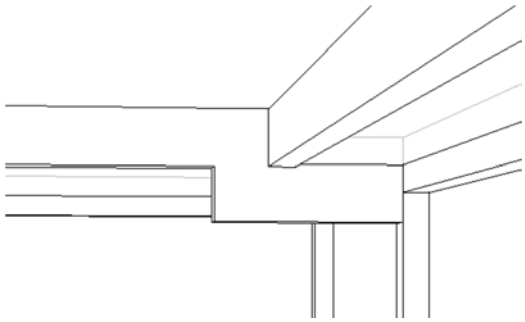
จากองค์อาคารตามรูปทรงของสถาปัตยกรรมการพิจารณาในการเลือกโครงสร้างคำนึงถึงความมีเสถียรภาพของโครงสร้าง ความประหยัด และ ก่อสร้างได้ง่าย โดยพิจารณาดังนี้

ระบบพื้น

- พื้นสำเร็จรูปเลือกใช้กับพื้นที่ทั่วไปที่ไม่เสี่ยงต่อการรั่วซึมและไม่มีการลดระดับให้ง่ายและเร็วต่อการสร้าง
- พื้นหล่อในที่จะใช้บริเวณห้องน้ำเพื่อให้ง่ายในการวาง Sleep ท่อของงานระบบ และพื้นที่มีการลดระดับโดยพื้นหล่อในที่นี้ จะมีการ เพิ่ม Load SDL จากผนังที่วางบนพื้น เพื่อให้การวาง Framing ของอาคารจะได้ไม่มีคานจำนวนมากทำให้งานก่อสร้างมีหลายขั้นตอน
- พื้นยื่นที่บริเวณสระว่ายน้ำจะทำการแยกรอยต่อ (Joint) เพื่อระยะเวลาใช้งานนานขึ้น สระว่ายน้ำจะทรุดได้โดยไม่ไปทำให้โครงสร้างอาคารเกิดความเสียหาย

ระบบคาน

- คานโดยทั่วไปจะมี Span ไม่เกิน 5 เมตร ซึ่งจะใช้ความลึก 40 ซม แต่คานที่มี Span 7.75 เมตรจะใช้ความลึก 60 ซม โดยเฉพาะคาน ที่รับพื้นชั้นดาดฟ้าที่มีส่วนลดระดับแตกต่างกันถึง 70 ซม จะต้องทำคานรายละเอียดพิเศษเพื่อให้ สามารถจบงานตามรูปแบบของสถาปัตยกรรมได้



ภาพที่ 1 แสดงคานรายละเอียดพิเศษ

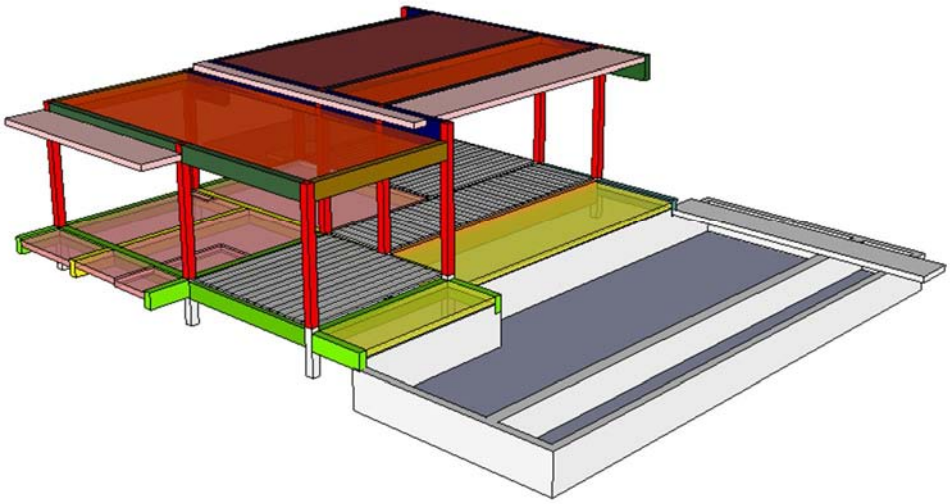
ระบบเสา

- โดยทั่วไปแล้วอาคารที่มีความสูงไม่มากชั้น จะมีแรงด้านข้างเช่นแรงลมมากระทำน้อยมากยิ่งเป็นอาคารชั้นเดียวแล้วแรงลมนั้นไม่มีผลต่อเสาในอาคาร แต่ในการออกแบบจะพิจารณาในส่วนของการเยื้องศูนย์ของเสาจากการผิดพลาดในระหว่างขั้นตอนก่อสร้าง ประมาณ 5 ซม ซึ่งทำให้เหล็กในเสานั้นจะต้องรับกำลังจากการผิดพลาดในส่วนนี้ได้อย่างปลอดภัย (แรงด้านข้างดังกล่าวไม่รวมแรงแผ่นดินไหว เนื่องจากตามกฎหมายไม่ครอบคลุมถึงบ้านพักอาศัย)

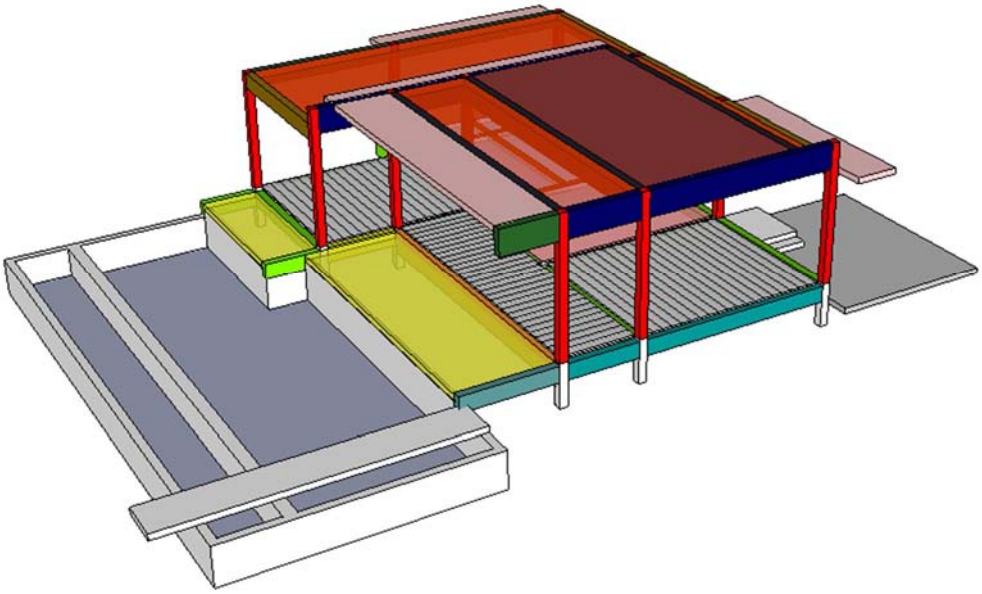
ระบบฐานราก

- ด้วยพื้นที่ที่ทำการก่อสร้างอยู่ในจังหวัด ภูเก็ต ซึ่งมีดินที่แข็งซึ่งการก่อสร้างนี้ ไม่มีการเจาะสำรวจดินแต่อย่างใด จึงเลือกค่ากำลังแบกทานของดิน 10-12 ตัน/ตร.ม

4. การจำลองรูปแบบโครงสร้างให้สอดคล้องกับงานสถาปัตยกรรม

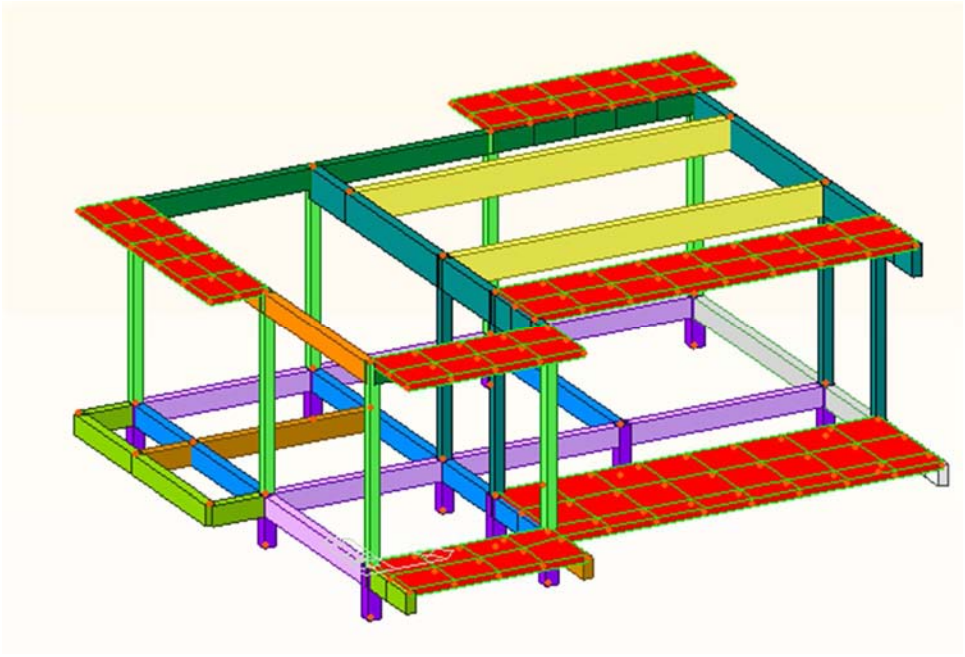


ภาพที่2แสดงการจำลองโครงสร้างของอาคาร มุมมองที่ 1



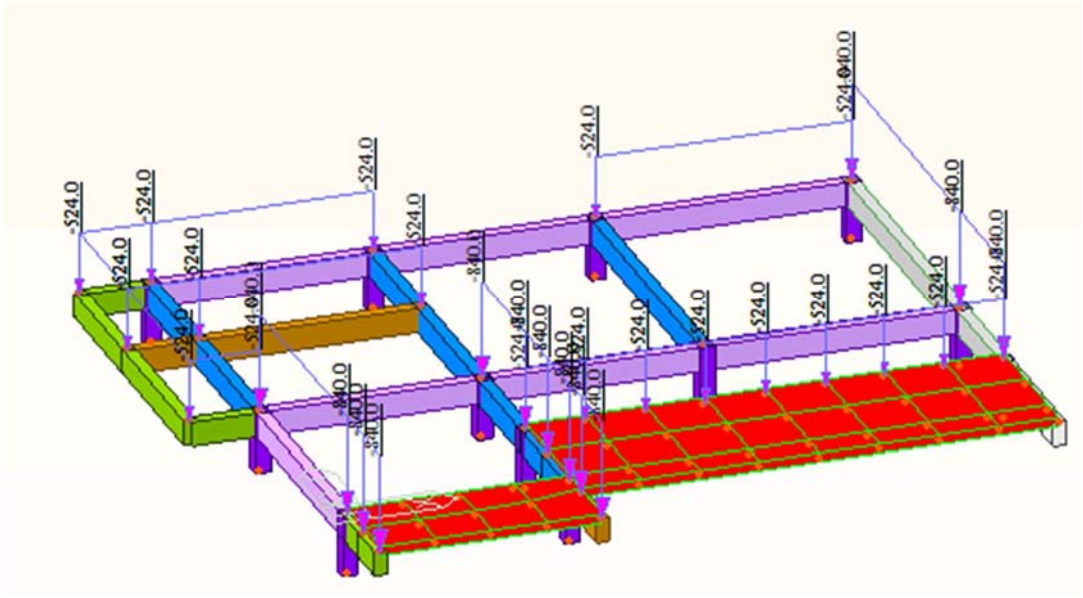
ภาพที่3แสดงการจำลองโครงสร้างของอาคาร มุมมองที่ 2

5. การจำลองโครงสร้างองค์อาคารด้วยโปรแกรม Finite Element



ภาพที่ 4 การจำลองโครงสร้าง

ภาพที่ 5 น้ำหนักกระทำกับแผ่นพื้นชั้นที่ 1 (หน่วย กก)



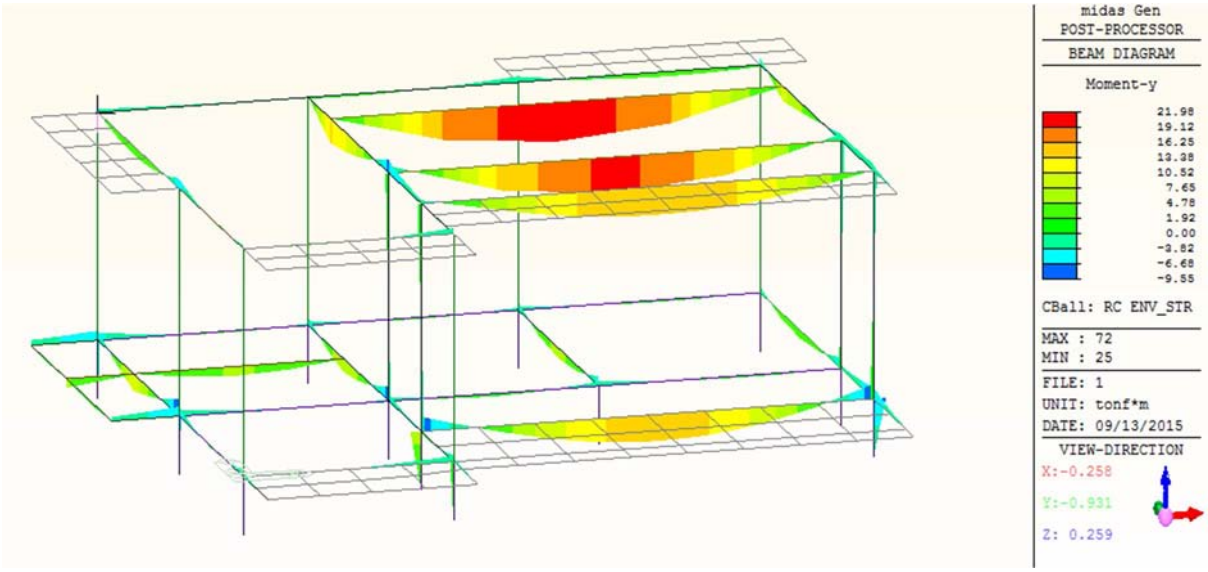
ภาพที่ 5 น้ำหนักผนังถ่ายลงคานชั้นที่1 (หน่วย กก)

ภาพที่ 6 น้ำหนักกระทำกับแผ่นพื้นชั้นหลังคา(หน่วย กก)

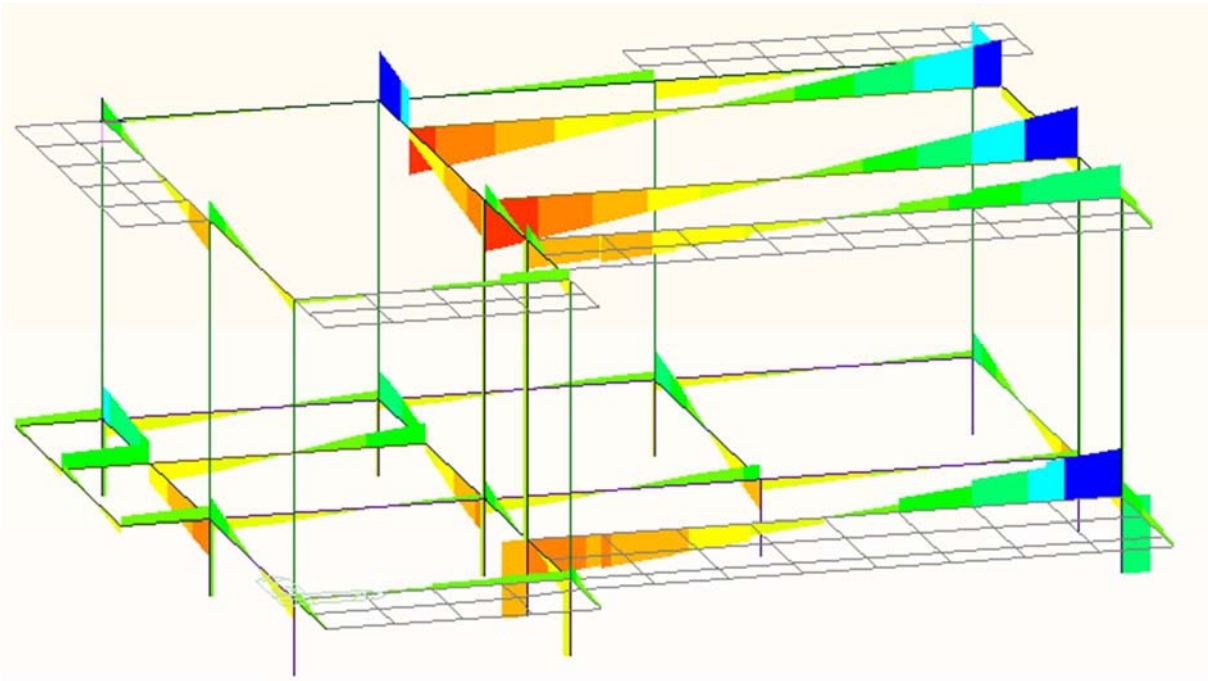
6. Load Combination

Active	Add	1.4D + 1.7L
Active	Add	D + L
Active	Envelope	Concrete Strength Envelope
Active	Envelope	Concrete Serviceability Envelope

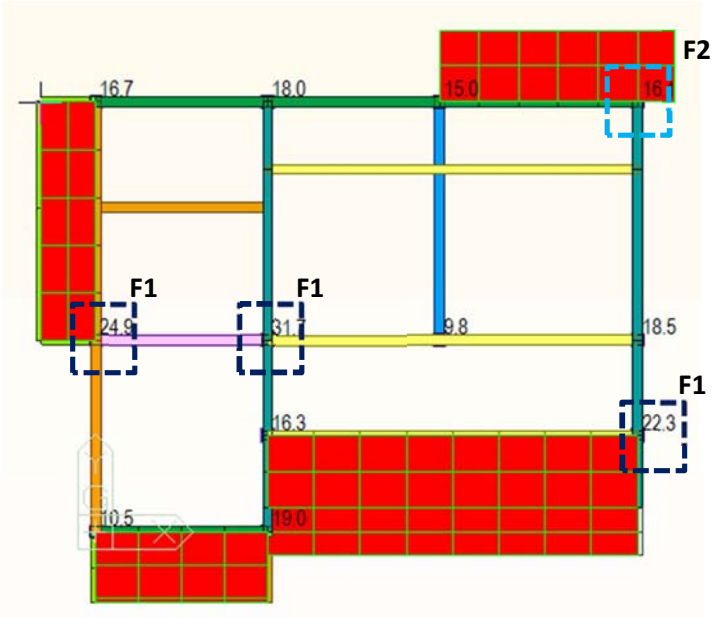
7. การวิเคราะห์โครงสร้าง (หน่วย ตัน)



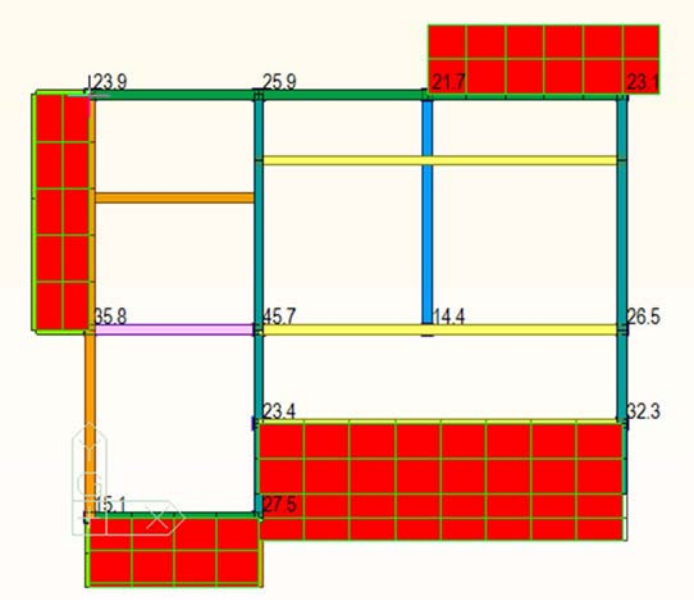
ภาพที่ 7 โมเมนต์ขององค์อาคาร



ภาพที่ 8 แรงเฉือนขององค์อาคาร



ภาพที่ 9 แสดงค่าแรงลงเสาแบบ Service Load



ภาพที่ 10 แสดงค่าแรงลงเสาแบบ Ultimate Load

S1(2ways)

Materials Data				Design Size				Strength Reduction Factor			
fc'	=	240	ksc.	Short	=	2.80	m.	β_1	=	0.85	-
fy1	=	4000	ksc.	Long	=	4.20	m.	ϕ_b	=	0.90	-
fy2	=	4000	ksc.	Cover	=	0.02	m.	ϕ_v	=	0.85	-

Design Reinforcement

Data			Short Span				Long Span			Unit
			#1	#2	#3		#4	#5	#6	
Two Way		===>	Con.-	Mid.+	Con.-		Con.-	Mid.+	Con.-	-
m	=	S/L	0.67	0.67	0.67		0.67	0.67	0.67	-
t_{min}	=	(2S+2L)/180	7.78	7.78	7.78		7.78	7.78	7.78	cm.
t	=	Thickness	15	15	15		15	15	15	cm.
DL	=	Dead Load [2400(t/100)]	360	360	360		360	360	360	kg/sq.m.
SDL	=	Super Imposed Dead Load	250	250	250		250	250	250	kg/sq.m.
LL	=	Live Load	150	150	150		150	150	150	kg/sq.m.
Wu	=	1.4(DL+SDL)+1.7LL	1109	1109	1109		1109	1109	1109	kg/sq.m.
ρ_b	=	$0.85\beta_1(fc'/fy)(6120/(6120+fy))$	0.0262	0.0262	0.0262		0.0262	0.0262	0.0262	-
ρ_{max}	=	$0.75\rho_b$	0.0197	0.0197	0.0197		0.0197	0.0197	0.0197	-
ρ	=	$0.50\rho_b$	0.0131	0.0131	0.0131		0.0131	0.0131	0.0131	-
Ru_1	=	$\rho fy(1-0.59\rho(fy/fc'))$	45.65	45.65	45.65		45.65	45.65	45.65	ksc.
C	=	Moment Coefficient	0.057	0.043	0.057		0.033	0.025	0.033	-
Mu	=	$CWuS^2$	495.6	373.9	495.6		286.9	217.4	286.9	kg-m.
d_{req}	=	$\sqrt{(Mu/\phi_b Ru_1 b)}$	3.47	3.02	3.47		2.64	2.30	2.64	cm.
d	=	Effective depth	12.40	12.40	12.40		11.20	11.20	11.20	cm.
Ru_2	=	$Mu/\phi_b bd^2$	3.58	2.70	3.58		2.54	1.93	2.54	ksc.
ρ_{req}	=	$0.85(fc'/fy)(1-\sqrt{1-(2Ru/0.85fc')})$	0.0009	0.0007	0.0009		0.0006	0.0005	0.0006	-
ρ_{min}	=	14/fy	0.0035	0.0035	0.0035		0.0035	0.0035	0.0035	-
As	=	ρbd	4.34	4.34	4.34		3.92	3.92	3.92	sq.cm.
Ast	=	0.0018bt	2.70	2.70	2.70		2.70	2.70	2.70	sq.cm.
Maximum Rebars Spacing (S_max)			0.26	0.26	0.26		0.28	0.28	0.28	m.
Using Rebars Spacing (S_use)			0.25	0.25	0.25	<< [Ok]	0.25	0.25	0.25	m.

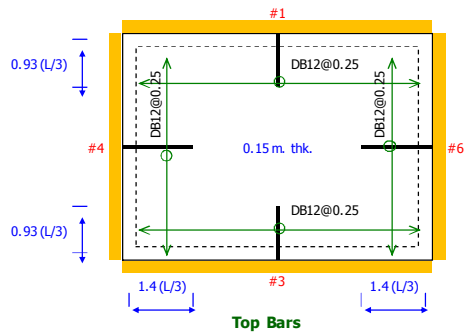
Shear Check

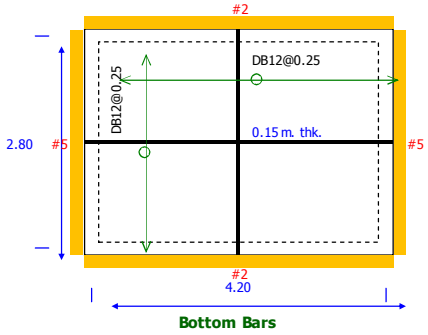
Data			Short Span		Long Span		Unit
Vu	=	1.15(WuS/4)	892.75		892.75		kg.
$\phi_v Vc$	=	$\phi_v 0.53(\sqrt{fc'})bd$	8654.10	<< [Ok]	7816.61	<< [Ok]	kg.
$2\phi_v Vc/3$	=	$(2/3)\phi_v 0.53(\sqrt{fc'})bd$	5769.40	<< [Ok]	5211.07	<< [Ok]	kg.

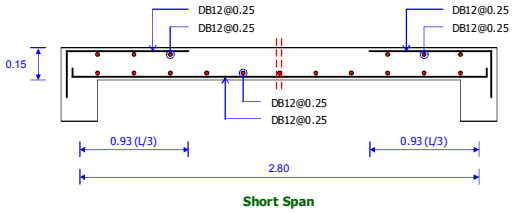
Load transfer to the Beam

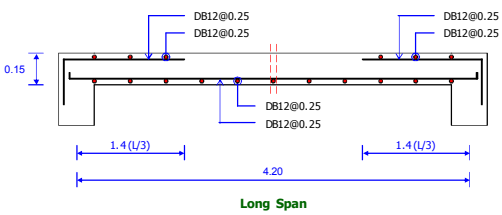
Data	Short Span	Long Span	Unit
Dead Load on Beam	726.21	569.33	kg./m.
Live Load on Beam	178.58	140.00	kg./m.

Slab Diagram 4 Edge Continuous









S2(2ways)

Materials Data				Design Size				Strength Reduction Factor			
fc'	=	240	ksc.	Short	=	3.60	m.	β_1	=	0.85	-
fy1	=	4000	ksc.	Long	=	5.00	m.	ϕ_b	=	0.90	-
fy2	=	4000	ksc.	Cover	=	0.02	m.	ϕ_v	=	0.85	-

Design Reinforcement

Data			Short Span				Long Span			Unit
			#1	#2	#3		#4	#5	#6	
Two Way		===>	Con.-	Mid.+	Con.-		Con.-	Mid.+	Con.-	-
m	=	S/L	0.72	0.72	0.72		0.72	0.72	0.72	-
t_{min}	=	(2S+2L)/180	9.56	9.56	9.56		9.56	9.56	9.56	cm.
t	=	Thickness	15	15	15		15	15	15	cm.
DL	=	Dead Load [2400(t/100)]	360	360	360		360	360	360	kg/sq.m.
SDL	=	Super Imposed Dead Load	250	250	250		250	250	250	kg/sq.m.
LL	=	Live Load	150	150	150		150	150	150	kg/sq.m.
Wu	=	1.4(DL+SDL)+1.7LL	1109	1109	1109		1109	1109	1109	kg/sq.m.
ρ_b	=	$0.85\beta_1(fc'/fy)(6120/(6120+fy))$	0.0262	0.0262	0.0262		0.0262	0.0262	0.0262	-
ρ_{max}	=	$0.75\rho_b$	0.0197	0.0197	0.0197		0.0197	0.0197	0.0197	-
ρ	=	$0.50\rho_b$	0.0131	0.0131	0.0131		0.0131	0.0131	0.0131	-
Ru_1	=	$\rho fy(1-0.59\rho(fy/fc'))$	45.65	45.65	45.65		45.65	45.65	45.65	ksc.
C	=	Moment Coefficient	0.054	0.04	0.054		0.033	0.025	0.033	-
Mu	=	$CWuS^2$	776.1	574.9	776.1		474.3	359.3	474.3	kg-m.
d_{req}	=	$\sqrt{(Mu/\phi_b Ru_1 b)}$	4.35	3.74	4.35		3.40	2.96	3.40	cm.
d	=	Effective depth	12.40	12.40	12.40		11.20	11.20	11.20	cm.
Ru_2	=	$Mu/\phi_b bd^2$	5.61	4.15	5.61		4.20	3.18	4.20	ksc.
ρ_{req}	=	$0.85(fc'/fy)(1-\sqrt{1-(2Ru/0.85fc')})$	0.0014	0.001	0.0014		0.0011	0.0008	0.0011	-
ρ_{min}	=	14/fy	0.0035	0.0035	0.0035		0.0035	0.0035	0.0035	-
As	=	ρbd	4.34	4.34	4.34		3.92	3.92	3.92	sq.cm.
Ast	=	0.0018bt	2.70	2.70	2.70		2.70	2.70	2.70	sq.cm.
Maximum Rebars Spacing (S_max)			0.26	0.26	0.26		0.28	0.28	0.28	m.
Using Rebars Spacing (S_use)			0.25	0.25	0.25	<< [Ok]	0.25	0.25	0.25	m.

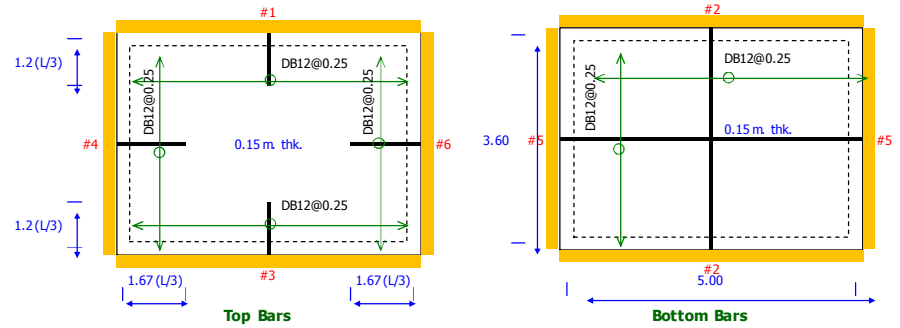
Shear Check

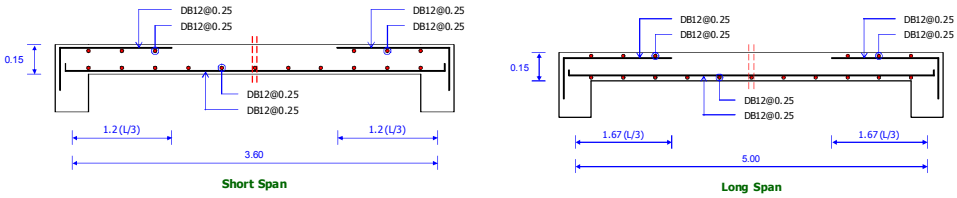
Data			Short Span			Long Span		Unit
Vu	=	1.15(WuS/4)	1147.82			1147.82		kg.
$\phi_v Vc$	=	$\phi_v 0.53(\sqrt{fc'})bd$	8654.10	<< [Ok]		7816.61	<< [Ok]	kg.
$2\phi_v Vc/3$	=	$(2/3)\phi_v 0.53(\sqrt{fc'})bd$	5769.40	<< [Ok]		5211.07	<< [Ok]	kg.

Load transfer to the Beam

Data	Short Span	Long Span	Unit
Dead Load on Beam	908.27	732.00	kg./m.
Live Load on Beam	223.34	180.00	kg./m.

Slab Diagram 4 Edge Continuous





S3 (1ways)

Materials Data				Design Size				Strength Reduction Factor			
fc'	=	240	ksc.	Short	=	1.05	m.	β_1	=	0.85	-
fy1	=	4000	ksc.	Long	=	2.80	m.	ϕ_b	=	0.90	-
fy2	=	2400	ksc.	Cover	=	0.025	m.	ϕ_v	=	0.85	-

Design Reinforcement

Data			Short Span				Long Span		Unit
			#1	#2	#3		#4		
One Way		===>	Con.-	Mid.+	Con.-		-		-
m	=	S/L	0.38	0.38	0.38		-		-
t_{min}	=	(S/28)	4.28	4.28	4.28		-		cm.
t	=	Thickness	12.5	12.5	12.5		-		cm.
DL	=	Dead Load [2400(t/100)]	300	300	300		-		kg/sq.m.
SDL	=	Super Imposed Dead Load	120	120	120		-		kg/sq.m.
LL	=	Live Load	150	150	150		-		kg/sq.m.
Wu	=	1.4(DL+SDL)+1.7LL	843	843	843		-		kg/sq.m.
ρ_b	=	$0.85\beta_1(fc'/fy)(6120/(6120+fy))$	0.0262	0.0262	0.0262		-		-
ρ_{max}	=	$0.75\rho_b$	0.0197	0.0197	0.0197		-		-
ρ	=	$0.50\rho_b$	0.0131	0.0131	0.0131		-		-
Ru_1	=	$\rho fy(1-0.59\rho(fy/fc'))$	45.65	45.65	45.65		-		ksc.
C	=	Moment Coefficient	0.091	0.063	0.091		-		-
Mu	=	$CWuS^2$	84.5	58.1	84.5		-		kg-m.
d_{req}	=	$\sqrt{(Mu/\phi_b Ru_1 b)}$	1.43	1.19	1.43		-		cm.
d	=	Effective depth	9.40	9.40	9.40		-		cm.
Ru_2	=	$Mu/\phi_b bd^2$	1.06	0.73	1.06		-		ksc.
ρ^{req}	=	$0.85(fc'/fy)(1-\sqrt{1-(2Ru/0.85fc')})$	0.0003	0.0002	0.0003		-		-
ρ_{min}	=	14/fy	0.0035	0.0035	0.0035		-		-
As	=	ρbd	3.29	3.29	3.29		-		sq.cm.
Ast	=	0.0018bt	2.25	2.25	2.25		3.13	<< [0.0025bt]	sq.cm.
Maximum Rebars Spacing (S_max)			0.34	0.34	0.34		0.2		m.
Using Rebars Spacing (S_use)			0.25	0.25	0.25	<< [Ok]	0.2	<< [Ok]	m.

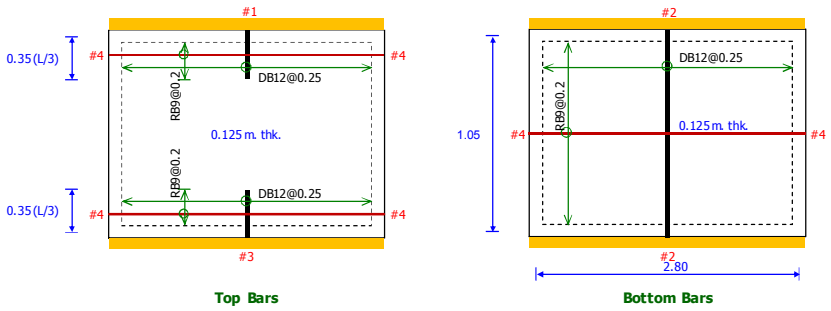
Shear Check

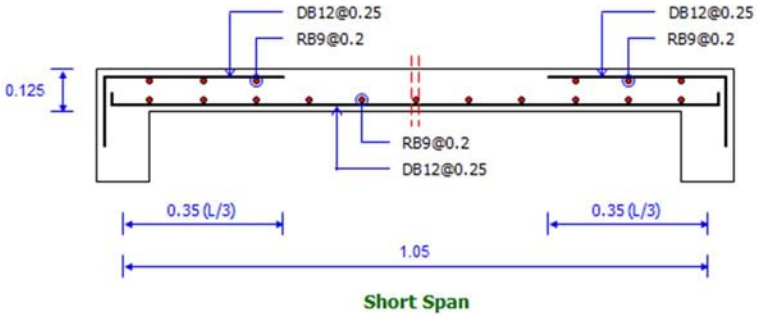
Data			Short Span		Long Span	Unit
Vu	=	1.15(WuS/2)-Wud	429.72		-	kg.
$\phi_v Vc$	=	$\phi_v 0.53(\sqrt{fc'})bd$	6560.37	<< [Ok]	-	kg.

Load transfer to the Beam

Data	Short Span	Long Span	Unit
Dead Load on Beam	220.50	-	kg./m.
Live Load on Beam	78.75	-	kg./m.

Slab Diagram Both ends continuous.





SC-1

Materials Data				Design Size				Strength Reduction Factor			
fc'	=	240	ksc.	Short	=	2.50	m.	β_1	=	0.85	-
fy1	=	4000	ksc.	Long	=	Varies	m.	ϕ_b	=	0.90	-
fy2	=	4000	ksc.	Cover	=	0.02	m.	ϕ_v	=	0.85	-

Design Reinforcement

Data			Short Span		Long Span		Unit
Cantilever	===>		#1		#2		
t_{min}	=	S/10	25.00		-		cm.
t	=	Thickness	25.00		-		cm.
DL	=	Dead Load [2400(t/100)]	600		-		kg/sq.m.
SDL	=	Super Imposed Dead Load	120		-		kg/sq.m.
LL	=	Live Load	150		-		kg/sq.m.
Fin Wg.	=	Fin Weight	0		-		kg/m.
Wu	=	1.4(DL+SDL)+1.7LL	1263		-		kg/sq.m.
FIN	=	1.4(Fin Wg.)	0		-		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	3946.9		-		kg-m.
d_{req}	=	$\sqrt{(Mu/\phi_b Ru_1 b)}$	9.80		-		cm.
d	=	Effective depth	22.40		-		cm.
Ru_2	=	$Mu/\phi_b bd^2$	8.74		-		ksc.
ρ_{req}	=	$0.85(fc'/fy)(1-\sqrt{1-(2Ru/0.85fc')})$	0.0022		-		-
ρ_{min}	=	14/fy	0.0035		-		-
As	=	ρbd	4.93		-		sq.cm.
Ast	=	0.0018bt	4.50		4.50		sq.cm.
Maximum Rebars Spacing (S_max)			0.22		0.25		m.
Using Rebars Spacing (S_use)			DB12@0.2	<< [Ok]	DB12@0.25	<< [Ok]	m.

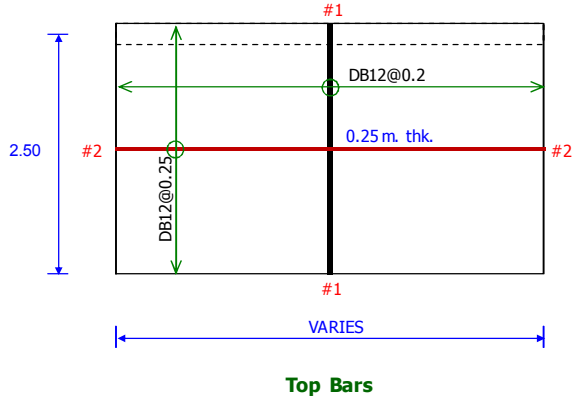
Shear Check

Data			Short Span		Long Span	Unit
Vu	=	1.15(WuS+FIN)	3631.13		-	kg.
$\phi_v Vc$	=	$\phi_v 0.53(\sqrt{fc'})bd$	15633.22	<< [Ok]	-	kg.

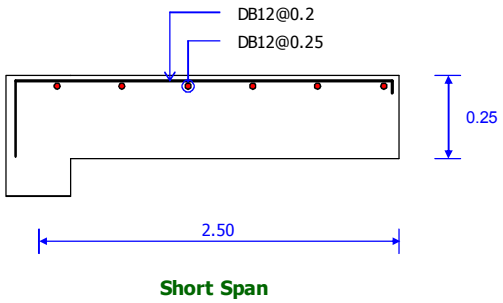
Load transfer to the Beam

Data	Short Span	Long Span	Unit
Dead Load on Beam	1800.00	-	kg./m.
Live Load on Beam	375.00	-	kg./m.

Slab Diagram



Top Bars



Short Span

SC

Materials Data				Design Size				Strength Reduction Factor			
fc'	=	240	ksc.	Short	=	1.50	m.	β_1	=	0.85	-
fy1	=	4000	ksc.	Long	=	Varies	m.	ϕ_b	=	0.90	-
fy2	=	2400	ksc.	Cover	=	0.02	m.	ϕ_v	=	0.85	-

Design Reinforcement

Data			Short Span		Long Span		Unit
Cantilever		===>	#1		#2		
t_{min}	=	S/10	15.00		-		cm.
t	=	Thickness	15.00		-		cm.
DL	=	Dead Load [2400(t/100)]	360		-		kg/sq.m.
SDL	=	Super Imposed Dead Load	120		-		kg/sq.m.
LL	=	Live Load	150		-		kg/sq.m.
Fin Wg.	=	Fin Weight	0		-		kg/m.
Wu	=	1.4(DL+SDL)+1.7LL	927		-		kg/sq.m.
FIN	=	1.4(Fin Wg.)	0		-		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	1042.9		-		kg-m.
d_{req}	=	$\sqrt{(Mu/\phi_b Ru_1 b)}$	5.04		-		cm.
d	=	Effective depth	12.40		-		cm.
Ru_2	=	$Mu/\phi_b bd^2$	7.54		-		ksc.
ρ_{req}	=	$0.85(fc'/fy)(1-\sqrt{1-(2Ru/0.85fc')})$	0.0019		-		-
ρ_{min}	=	14/fy	0.0035		-		-
As	=	ρbd	2.36		-		sq.cm.
Ast	=	0.0018bt	2.70		3.75	<< [0.0025bt]	sq.cm.
Maximum Rebars Spacing (S_max)			0.41		0.17		m.
Using Rebars Spacing (S_use)			DB12@0.25	<< [Ok]	RB9@0.15	<< [Ok]	m.

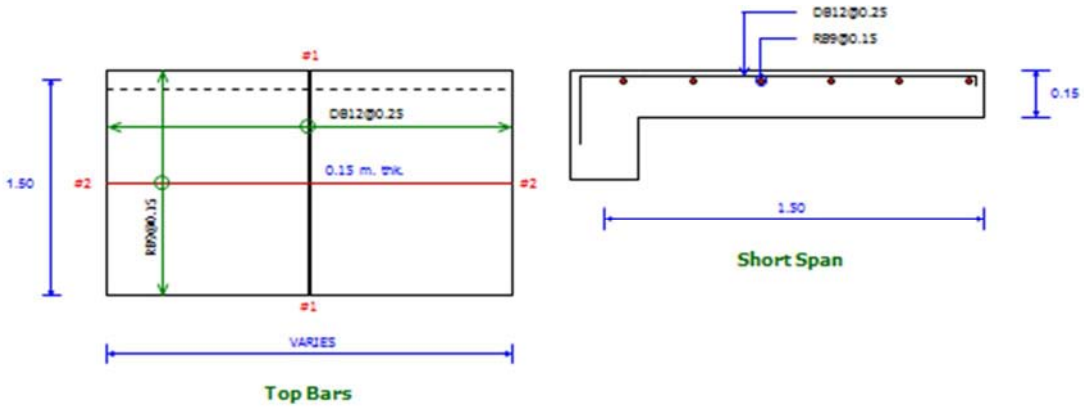
Shear Check

Data			Short Span		Long Span		Unit
Vu	=	1.15(WuS+FIN)	1599.08		-		kg.
$\phi_v Vc$	=	$\phi_v 0.53(\sqrt{fc'})bd$	8654.10	<< [Ok]	-		kg.

Load transfer to the Beam

Data	Short Span	Long Span	Unit
Dead Load on Beam	720.00	-	kg./m.
Live Load on Beam	225.00	-	kg./m.

Slab Diagram



RS1

Materials Data				Design Size				Strength Reduction Factor			
fc'	=	240	ksc.	Short	=	4.00	m.	β_1	=	0.85	-
fy1	=	4000	ksc.	Long	=	8.90	m.	ϕ_b	=	0.90	-
fy2	=	2400	ksc.	Cover	=	0.025	m.	ϕ_v	=	0.85	-

Design Reinforcement

Data			Short Span				Long Span		Unit
			#1	#2	#3		#4		
One Way		===>	Con.-	Mid.+	Con.-		-		-
m	=	S/L	0.45	0.45	0.45		-		-
t_{min}	=	(S/28)	14.33	14.33	14.33		-		cm.
t	=	Thickness	15	15	15		-		cm.
DL	=	Dead Load [2400(t/100)]	360	360	360		-		kg/sq.m.
SDL	=	Super Imposed Dead Load	120	120	120		-		kg/sq.m.
LL	=	Live Load	100	100	100		-		kg/sq.m.
Wu	=	1.4(DL+SDL)+1.7LL	842	842	842		-		kg/sq.m.
ρ_b	=	$0.85\beta_1(fc'/fy)(6120/(6120+fy))$	0.0262	0.0262	0.0262		-		-
ρ_{max}	=	$0.75\rho_b$	0.0197	0.0197	0.0197		-		-
ρ	=	$0.50\rho_b$	0.0131	0.0131	0.0131		-		-
Ru_1	=	$\rho fy(1-0.59\rho(fy/fc'))$	45.65	45.65	45.65		-		ksc.
C	=	Moment Coefficient	0.091	0.063	0.091		-		-
Mu	=	$CWuS^2$	1224.7	842.0	1224.7		-		kg-m.
d_{req}	=	$\sqrt{(Mu/\phi_b Ru_1 b)}$	5.46	4.53	5.46		-		cm.
d	=	Effective depth	11.90	11.90	11.90		-		cm.
Ru_2	=	$Mu/\phi_b bd^2$	9.61	6.61	9.61		-		ksc.
ρ_{req}	=	$0.85(fc'/fy)(1-\sqrt{1-(2Ru/0.85fc')})$	0.0025	0.0017	0.0025		-		-
ρ_{min}	=	14/fy	0.0035	0.0035	0.0035		-		-
As	=	ρbd	4.17	4.17	4.17		-		sq.cm.
Ast	=	0.0018bt	2.70	2.70	2.70		3.75	<< [0.0025bt]	sq.cm.
Maximum Rebars Spacing (S_max)			0.27	0.27	0.27		0.17		m.
Using Rebars Spacing (S_use)			0.25	0.25	0.25	<< [Ok]	0.15	<< [Ok]	m.

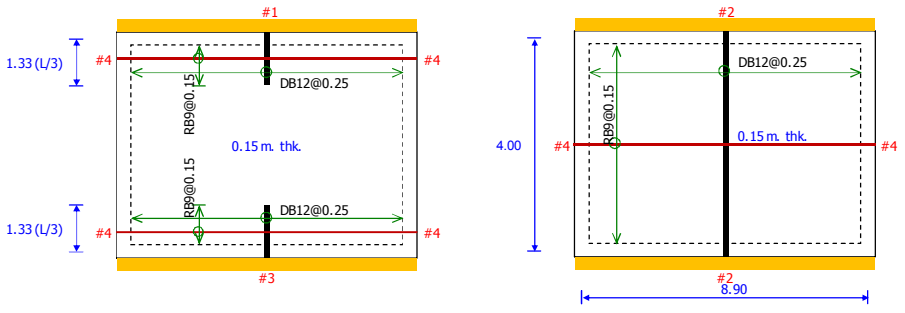
Shear Check

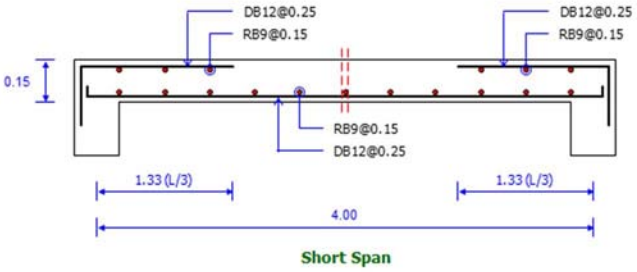
Data			Short Span		Long Span	Unit
Vu	=	1.15(WuS/2)-Wud	1836.40		-	kg.
$\phi_v Vc$	=	$\phi_v 0.53(\sqrt{fc'})bd$	8305.15	<< [Ok]	-	kg.

Load transfer to the Beam

Data	Short Span	Long Span	Unit
Dead Load on Beam	960.00	-	kg./m.
Live Load on Beam	200.00	-	kg./m.

Slab Diagram Both ends continuous.





RSC

Materials Data				Design Size				Strength Reduction Factor			
fc'	=	240	ksc.	Short	=	1.50	m.	β_1	=	0.85	-
fy1	=	4000	ksc.	Long	=	Varies	m.	ϕ_b	=	0.90	-
fy2	=	2400	ksc.	Cover	=	0.02	m.	ϕ_v	=	0.85	-

Design Reinforcement

Data			Short Span		Long Span		Unit
Cantilever	===>		#1		#2		
t_{min}	=	S/10	15.00		-		cm.
t	=	Thickness	15.00		-		cm.
DL	=	Dead Load [2400(t/100)]	360		-		kg/sq.m.
SDL	=	Super Imposed Dead Load	120		-		kg/sq.m.
LL	=	Live Load	100		-		kg/sq.m.
Fin Wg.	=	Fin Weight	0		-		kg/m.
Wu	=	1.4(DL+SDL)+1.7LL	842		-		kg/sq.m.
FIN	=	1.4(Fin Wg.)	0		-		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	947.3		-		kg-m.
d_{req}	=	$\sqrt{(Mu/\phi_b Ru_1 b)}$	4.80		-		cm.
d	=	Effective depth	12.40		-		cm.
Ru_2	=	$Mu/\phi_b bd^2$	6.85		-		ksc.
ρ_{req}	=	$0.85(fc'/fy)(1-\sqrt{1-(2Ru/0.85fc')})$	0.0017		-		-
ρ_{min}	=	14/fy	0.0035		-		-
As	=	ρbd	2.11		-		sq.cm.
Ast	=	0.0018bt	2.70		3.75	<< [0.0025bt]	sq.cm.
Maximum Rebars Spacing (S_max)			0.41		0.17		m.
Using Rebars Spacing (S_use)			DB12@0.2	<< [Ok]	RB9@0.15	<< [Ok]	m.

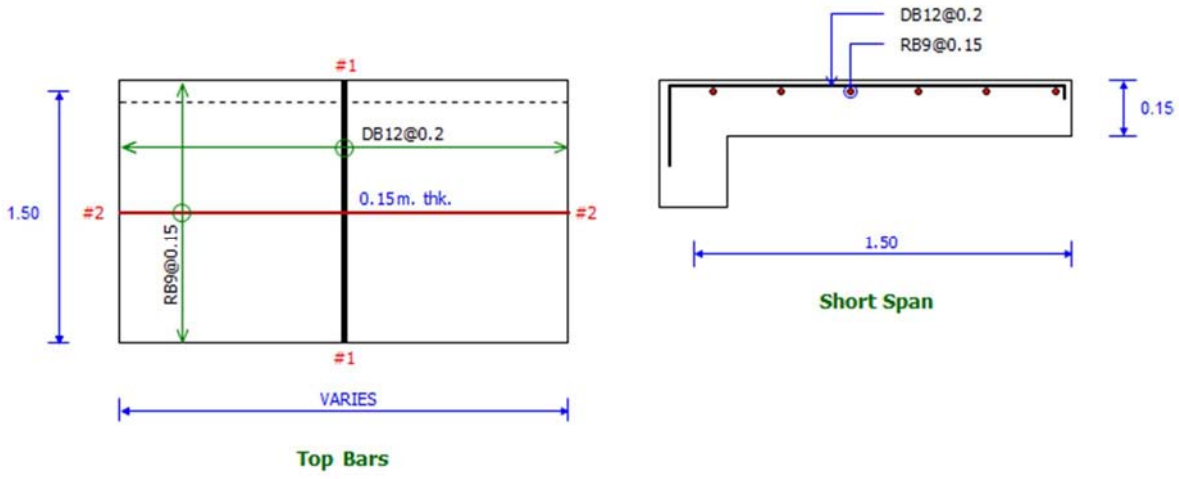
Shear Check

Data			Short Span		Long Span	Unit
Vu	=	1.15(WuS+FIN)	1452.45		-	kg.
$\phi_v Vc$	=	$\phi_v 0.53(\sqrt{fc'})bd$	8654.10	<< [Ok]	-	kg.

Load transfer to the Beam

Data	Short Span	Long Span	Unit
Dead Load on Beam	720.00	-	kg./m.
Live Load on Beam	150.00	-	kg./m.

Slab Diagram

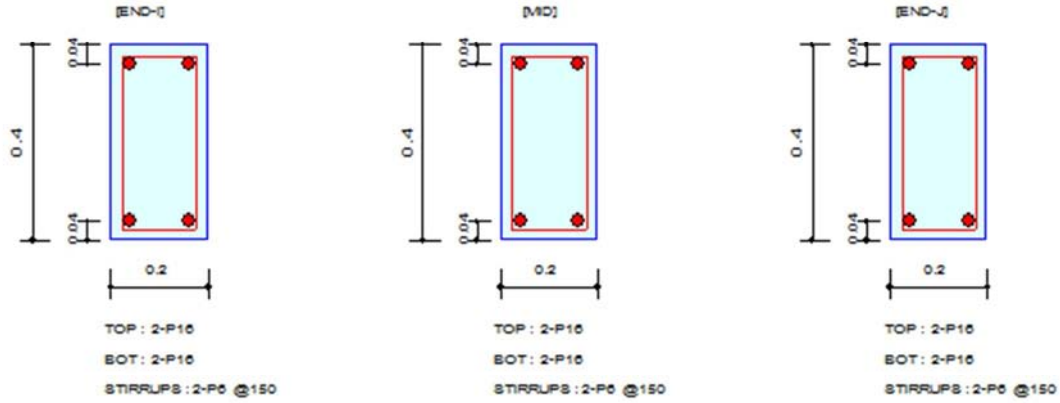


GB1

1. Design Information

Design Code	: ACI318-89	Unit System	: tonf, m
Material Data	: fc = 2400, fy = 40000, fys = 24000 tonf/m^2		
Section Property	: GB1 (No : 1)	Beam Span	: 4.15 m

2. Section Diagram



3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	4.31	1.37	5.25
Factored Strength (PhiMn)	4.92	4.92	4.92
Check Ratio (Mu/PhiMn)	0.8775	0.2777	1.0682
(+) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	0.67	1.61	0.82
Factored Strength (PhiMn)	4.92	4.92	4.92
Check Ratio (Mu/PhiMn)	0.1370	0.3268	0.1676
Using Rebar Top (As_top)	0.0004	0.0004	0.0004
Using Rebar Bot (As_bot)	0.0004	0.0004	0.0004

อนุโลม

4. Shear Capacity

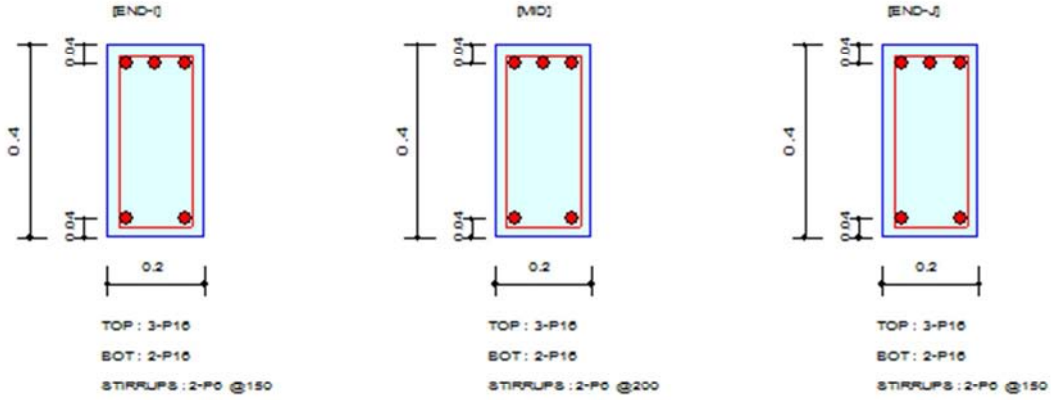
	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	1	1	1
Factored Shear Force (Vu)	5.29	3.14	5.95
Shear Strength by Conc.(PhiVc)	5.03	5.03	5.03
Shear Strength by Rebar.(PhiVs)	2.77	2.77	2.77
Using Shear Reinf. (AsV)	0.0004	0.0004	0.0004
Using Stirrups Spacing	2-P6 @150	2-P6 @150	2-P6 @150
Check Ratio	0.6789	0.4027	0.7633

GB1C

1. Design Information

Design Code	: ACI318-89	Unit System	: tonf, m
Material Data	: fc = 2400, fy = 40000, fys = 24000 tonf/m^2		
Section Property	: GB1C (No : 2)	Beam Span	: 5 m

2. Section Diagram



3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	3.36	4.66	5.43
Factored Strength (PhiMn)	7.17	7.17	7.17
Check Ratio (Mu/PhiMn)	0.4681	0.6498	0.7579
(+) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	1.42	1.50	0.87
Factored Strength (PhiMn)	4.90	4.90	4.90
Check Ratio (Mu/PhiMn)	0.2904	0.3068	0.1765
Using Rebar Top (As_top)	0.0006	0.0006	0.0006
Using Rebar Bot (As_bot)	0.0004	0.0004	0.0004

4. Shear Capacity

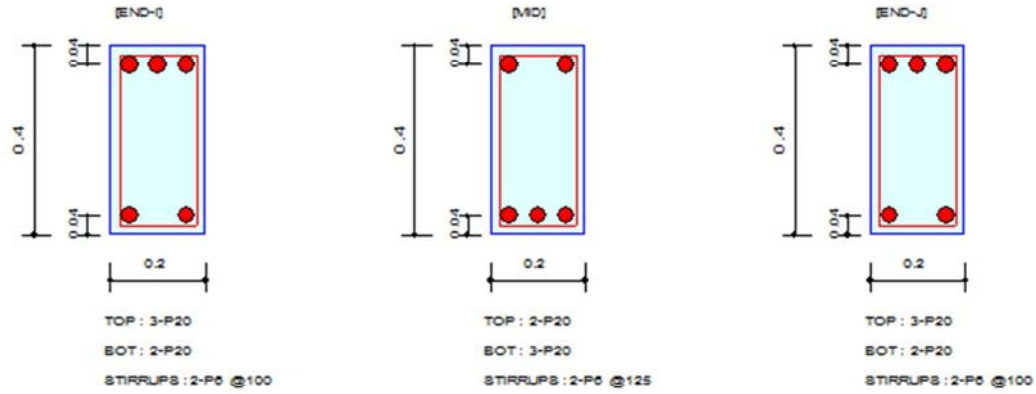
	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	1	1	1
Factored Shear Force (Vu)	2.44	3.01	3.30
Shear Strength by Conc.(PhiVc)	5.03	5.03	5.03
Shear Strength by Rebar.(PhiVs)	2.77	2.08	2.77
Using Shear Reinf. (AsV)	0.0004	0.0003	0.0004
Using Stirrups Spacing	2-P6 @150	2-P6 @200	2-P6 @150
Check Ratio	0.3127	0.4243	0.4236

GB2

1. Design Information

Design Code	: ACI318-89	Unit System	: tonf, m
Material Data	: fc = 2400, fy = 40000, fys = 24000 tonf/m^2		
Section Property	: GB2 (No : 3)	Beam Span	: 5 m

2. Section Diagram



3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J	
(-) Load Combination No.	1	1	1	
Moment (Mu)	9.55	2.66	5.37	
Factored Strength (PhiMn)	11.05	7.50	11.05	
Check Ratio (Mu/PhiMn)	0.8642	0.3550	0.4857	
(+) Load Combination No.	1	1	1	
Moment (Mu)	7.53	9.55	7.52	
Factored Strength (PhiMn)	7.50	11.05	7.50	
Check Ratio (Mu/PhiMn)	1.0041	0.8645	1.0025	
Using Rebar Top (As_top)	0.0009	0.0006	0.0009	
Using Rebar Bot (As_bot)	0.0006	0.0009	0.0006	

อนุโลม

อนุโลม

4. Shear Capacity

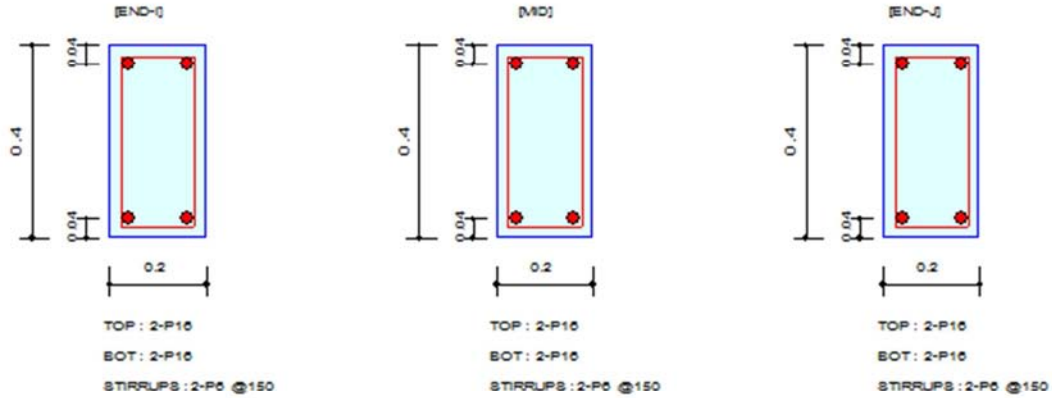
	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	1	1	1
Factored Shear Force (Vu)	8.99	7.72	8.31
Shear Strength by Conc.(PhiVc)	5.03	5.03	5.03
Shear Strength by Rebar.(PhiVs)	4.15	3.32	4.15
Using Shear Reinf. (AsV)	0.0006	0.0005	0.0006
Using Stirrups Spacing	2-P6 @100	2-P6 @125	2-P6 @100
Check Ratio	0.9795	0.9243	0.9047

GB2C

1. Design Information

Design Code	: ACI318-89	Unit System	: tonf, m
Material Data	: fc = 2400, fy = 40000, fys = 24000 tonf/m^2		
Section Property	: GB2C (No : 4)	Beam Span	: 3.6 m

2. Section Diagram



3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	1.43	2.29	2.76
Factored Strength (PhiMn)	4.92	4.92	4.92
Check Ratio (Mu/PhiMn)	0.2918	0.4667	0.5610
(+) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	5.08	5.22	3.76
Factored Strength (PhiMn)	4.92	4.92	4.92
Check Ratio (Mu/PhiMn)	1.0325	1.0617	0.7642
Using Rebar Top (As_top)	0.0004	0.0004	0.0004
Using Rebar Bot (As_bot)	0.0004	0.0004	0.0004

อนุโลม

อนุโลม

4. Shear Capacity

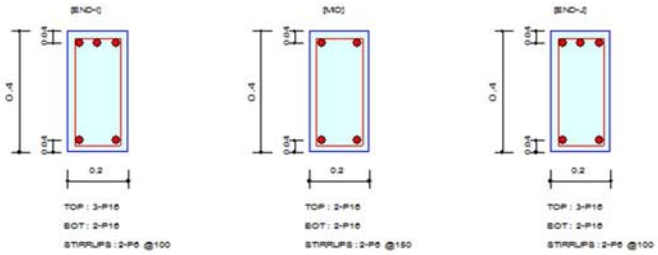
	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	1	1	1
Factored Shear Force (Vu)	4.91	4.70	4.99
Shear Strength by Conc.(PhiVc)	5.03	5.03	5.03
Shear Strength by Rebar.(PhiVs)	2.77	2.77	2.77
Using Shear Reinf. (AsV)	0.0004	0.0004	0.0004
Using Stirrups Spacing	2-P6 @150	2-P6 @150	2-P6 @150
Check Ratio	0.6304	0.6033	0.6402

GB3

1. Design Information

Design Code	: ACI318-89	Unit System	: tonf, m
Material Data	: fc = 2400, fy = 40000, fys = 24000 tonf/m^2		
Section Property	: GB3 (No : 5)	Beam Span	: 5 m

2. Section Diagram



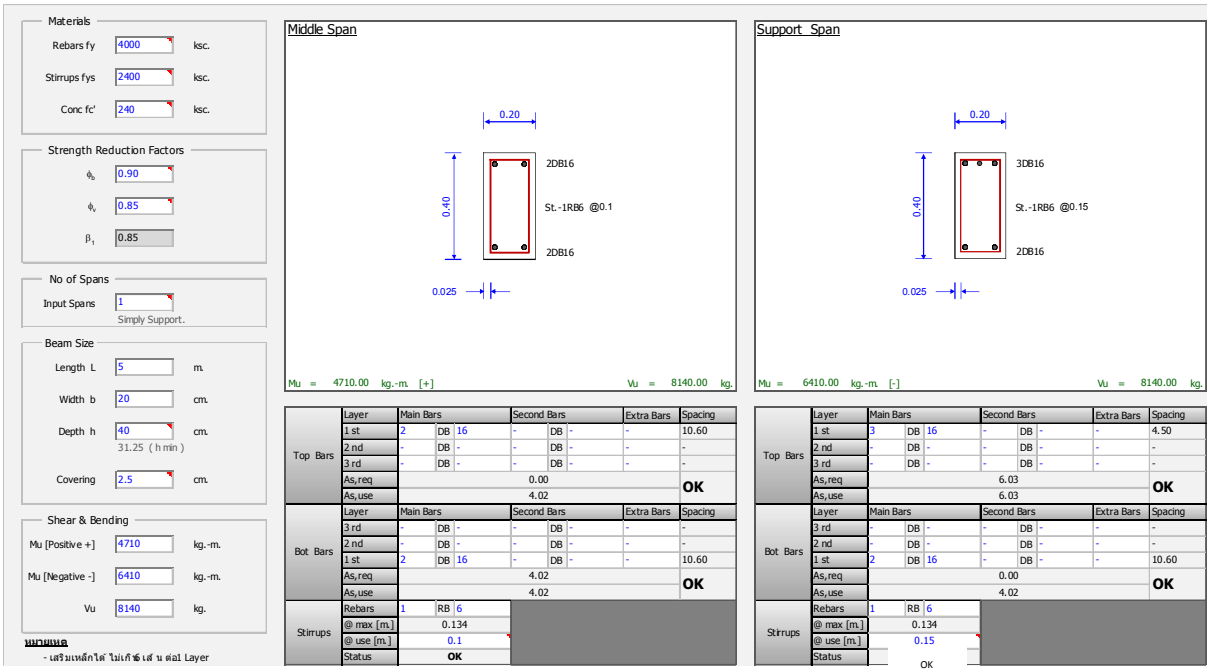
3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	6.41	4.69	3.26
Factored Strength (PhiMn)	7.17	4.92	7.17
Check Ratio (Mu/PhiMn)	0.8933	0.9534	0.4550
(+) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	1.62	4.71	3.08
Factored Strength (PhiMn)	4.90	4.92	4.90
Check Ratio (Mu/PhiMn)	0.3294	0.9574	0.6283
Using Rebar Top (As_top)	0.0006	0.0004	0.0006
Using Rebar Bot (As_bot)	0.0004	0.0004	0.0004

4. Shear Capacity

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	1	1	1
Factored Shear Force (Vu)	8.14	4.36	6.96
Shear Strength by Conc.(PhiVc)	5.03	5.03	5.03
Shear Strength by Rebar.(PhiVs)	4.15	2.77	4.15
Using Shear Reinf. (AsV)	0.0006	0.0004	0.0006
Using Stirrups Spacing	2-P6 @100	2-P6 @150	2-P6 @100
Check Ratio	0.8862	0.5594	0.7585

RECHECK

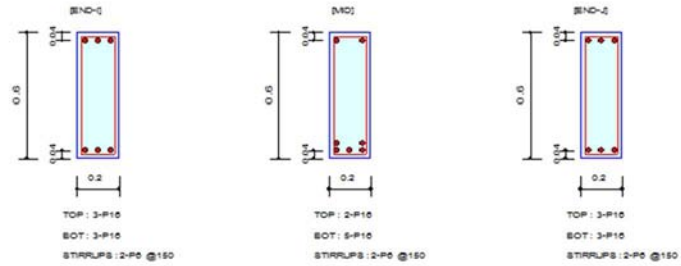


GB4

1. Design Information

Design Code	: ACI318-89	Unit System	: tonf, m
Material Data	: fc = 2400, fy = 40000, fys = 24000 tonf/m^2		
Section Property	: GB4 (No : 7)	Beam Span	: 7.75 m

2. Section Diagram



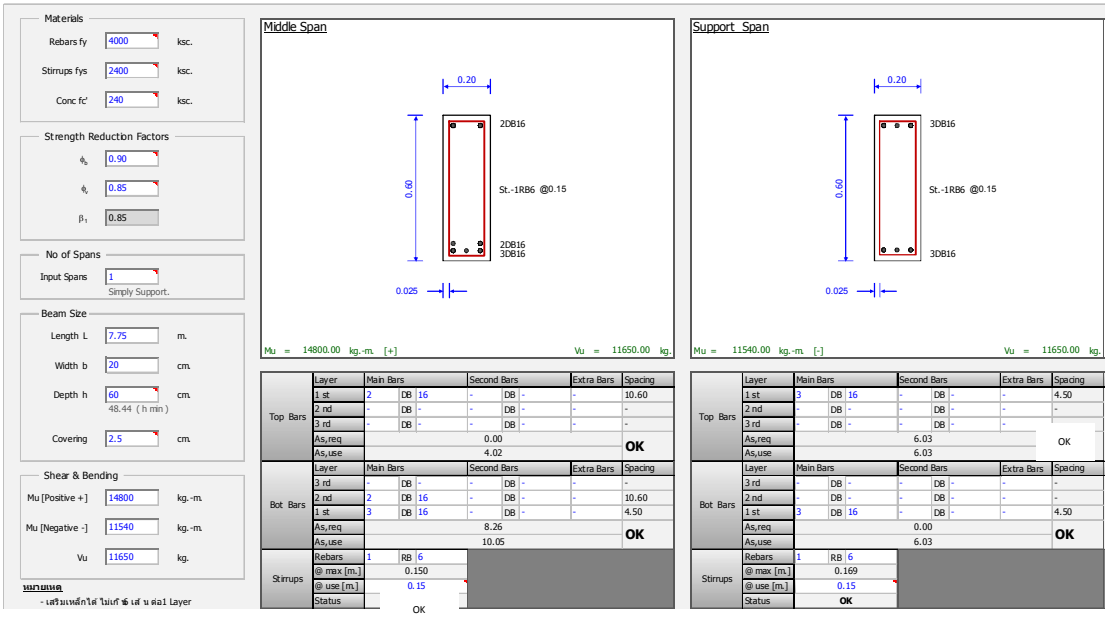
3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	8.16	0.00	8.43
Factored Strength (PhiMn)	11.54	7.82	11.54
Check Ratio (Mu/PhiMn)	0.7075	0.0000	0.7301
(+) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	7.56	14.80	9.45
Factored Strength (PhiMn)	11.54	18.30	11.54
Check Ratio (Mu/PhiMn)	0.6548	0.8089	0.8192
Using Rebar Top (As_top)	0.0006	0.0004	0.0006
Using Rebar Bot (As_bot)	0.0006	0.0010	0.0006

4. Shear Capacity

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	1	1	1
Factored Shear Force (Vu)	9.45	6.70	11.65
Shear Strength by Conc.(PhiVc)	7.82	7.59	7.82
Shear Strength by Rebar.(PhiVs)	4.31	4.18	4.31
Using Shear Reinf. (AsV)	0.0004	0.0004	0.0004
Using Stirrups Spacing	2-P6 @150	2-P6 @150	2-P6 @150
Check Ratio	0.7794	0.5696	0.9604

Recheck

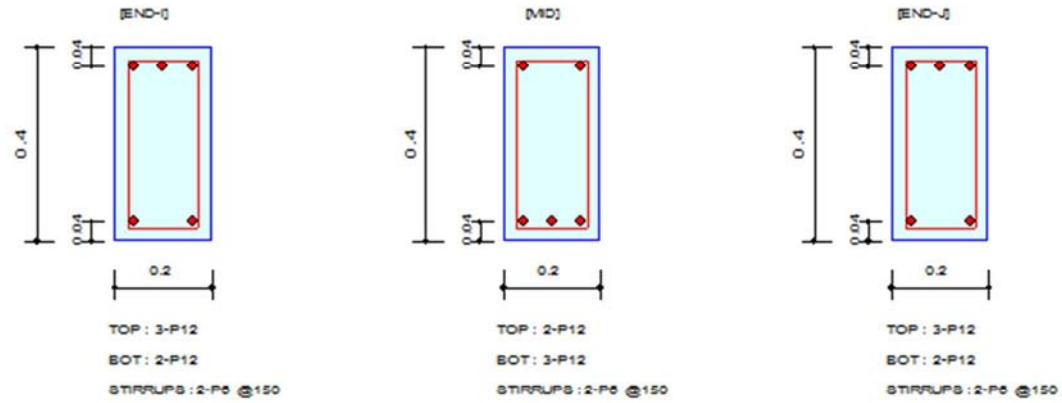


RB1

1. Design Information

Design Code	: ACI318-89	Unit System	: tonf, m
Material Data	: fc = 2400, fy = 40000, fys = 24000 tonf/m^2		
Section Property	: RB1 (No : 8)	Beam Span	: 4.15 m

2. Section Diagram



3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	3.24	1.09	3.25
Factored Strength (PhiMn)	4.19	2.84	4.19
Check Ratio (Mu/PhiMn)	0.7723	0.3847	0.7741
(+) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	1.04	2.61	2.42
Factored Strength (PhiMn)	2.84	4.19	2.84
Check Ratio (Mu/PhiMn)	0.3671	0.6220	0.8513
Using Rebar Top (As_top)	0.0003	0.0002	0.0003
Using Rebar Bot (As_bot)	0.0002	0.0003	0.0002

4. Shear Capacity

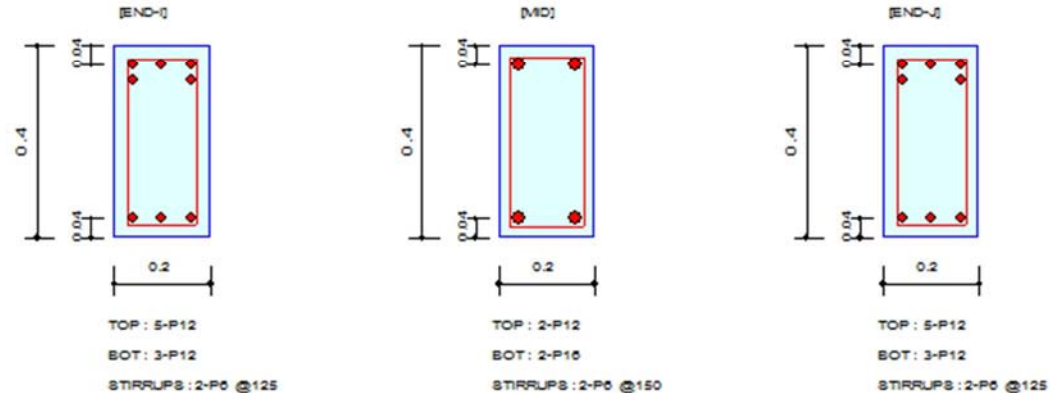
	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	1	1	1
Factored Shear Force (Vu)	4.57	2.65	2.91
Shear Strength by Conc.(PhiVc)	5.03	5.03	5.03
Shear Strength by Rebar.(PhiVs)	2.77	2.77	2.77
Using Shear Reinf. (AsV)	0.0004	0.0004	0.0004
Using Stirrups Spacing	2-P6 @150	2-P6 @150	2-P6 @150
Check Ratio	0.5856	0.3400	0.3728

RB2

1. Design Information

Design Code	: ACI318-89	Unit System	: tonf, m
Material Data	: fc = 2400, fy = 40000, fys = 24000 tonf/m^2		
Section Property	: RB2 (No : 9)	Beam Span	: 5 m

2. Section Diagram



3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	5.78	1.33	5.34
Factored Strength (PhiMn)	6.47	2.84	6.47
Check Ratio (Mu/PhiMn)	0.8933	0.4678	0.8257
(+) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	1.84	4.75	3.81
Factored Strength (PhiMn)	4.19	4.91	4.19
Check Ratio (Mu/PhiMn)	0.4376	0.9672	0.9089
Using Rebar Top (As_top)	0.0006	0.0002	0.0006
Using Rebar Bot (As_bot)	0.0003	0.0004	0.0003

4. Shear Capacity

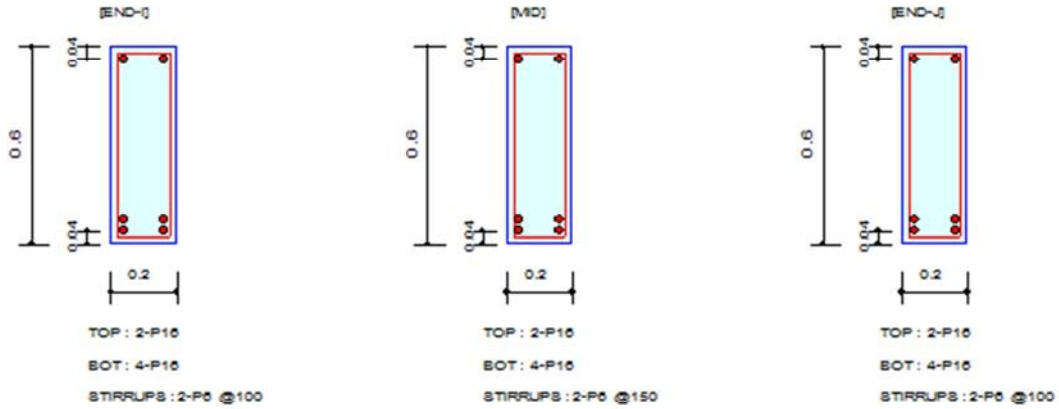
	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	1	1	1
Factored Shear Force (Vu)	7.68	3.61	5.05
Shear Strength by Conc.(PhiVc)	4.82	5.03	4.82
Shear Strength by Rebar.(PhiVs)	3.18	2.77	3.18
Using Shear Reinf. (AsV)	0.0005	0.0004	0.0005
Using Stirrups Spacing	2-P6 @125	2-P6 @150	2-P6 @125
Check Ratio	0.9591	0.4634	0.6315

RB2A

1. Design Information

Design Code	: ACI318-89	Unit System	: tonf, m
Material Data	: fc = 2400, fy = 40000, fys = 24000 tonf/m^2		
Section Property	: RB2A (No : 10)	Beam Span	: 5 m

2. Section Diagram



3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	7.72	4.91	6.91
Factored Strength (PhiMn)	7.82	7.82	7.82
Check Ratio (Mu/PhiMn)	0.9865	0.6276	0.8835
(+) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	8.38	13.78	12.31
Factored Strength (PhiMn)	14.61	14.61	14.61
Check Ratio (Mu/PhiMn)	0.5735	0.9431	0.8425
Using Rebar Top (As_top)	0.0004	0.0004	0.0004
Using Rebar Bot (As_bot)	0.0008	0.0008	0.0008

4. Shear Capacity

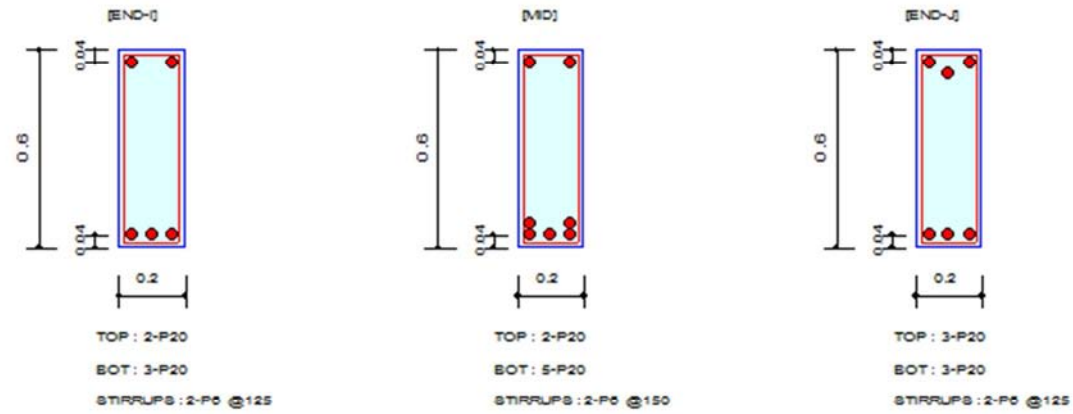
	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	1	1	1
Factored Shear Force (Vu)	9.94	9.74	12.51
Shear Strength by Conc.(PhiVc)	7.82	7.53	7.53
Shear Strength by Rebar.(PhiVs)	6.46	4.15	6.22
Using Shear Reinf. (AsV)	0.0006	0.0004	0.0006
Using Stirrups Spacing	2-P6 @100	2-P6 @150	2-P6 @100
Check Ratio	0.6960	0.8338	0.9100

RB3

1. Design Information

Design Code	: ACI318-89	Unit System	: tonf, m
Material Data	: fc = 2400, fy = 40000, fys = 24000 tonf/m^2		
Section Property	: RB3 (No : 12)	Beam Span	: 7.75 m

2. Section Diagram



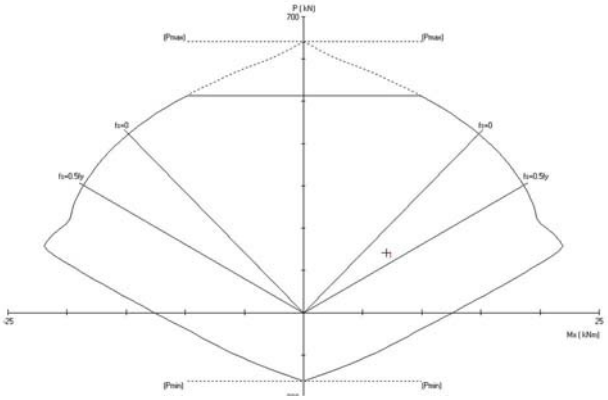
3. Bending Moment Capacity

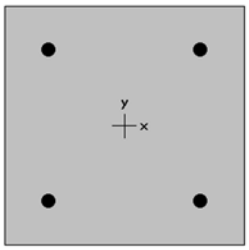
	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	4.00	0.00	3.64
Factored Strength (PhiMn)	12.02	11.94	17.28
Check Ratio (Mu/PhiMn)	0.3325	0.0000	0.2105
(+) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	16.49	21.98	16.49
Factored Strength (PhiMn)	17.85	27.89	17.59
Check Ratio (Mu/PhiMn)	0.9238	0.7882	0.9372
Using Rebar Top (As_top)	0.0006	0.0006	0.0009
Using Rebar Bot (As_bot)	0.0009	0.0016	0.0009

4. Shear Capacity

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	1	1	1
Factored Shear Force (Vu)	12.57	6.31	12.47
Shear Strength by Conc.(PhiVc)	7.82	7.57	7.82
Shear Strength by Rebar.(PhiVs)	5.17	4.17	5.17
Using Shear Reinf. (AsV)	0.0005	0.0004	0.0005
Using Stirrups Spacing	2-P6 @125	2-P6 @150	2-P6 @125
Check Ratio	0.9675	0.5375	0.9605

C1 ระดับชั้น Ground

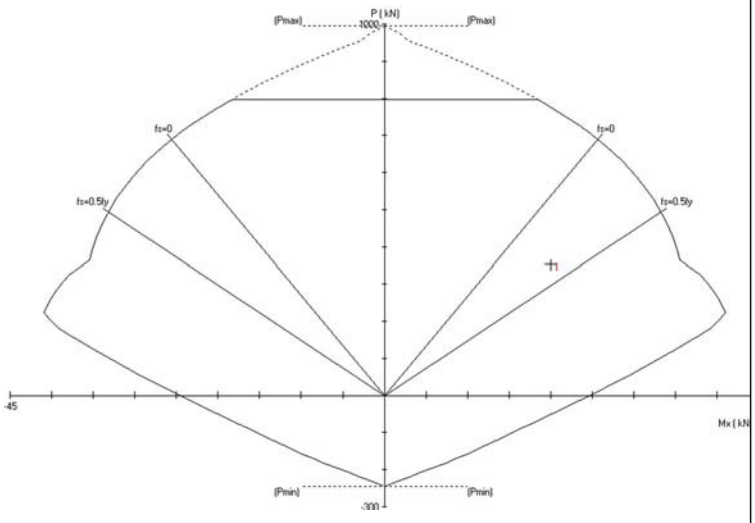


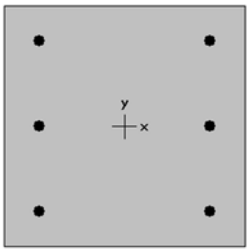


SECTION:
========
Ag = 40000 mm^2
Ix = 1.33333e+008 mm^4
Iy = 1.33333e+008 mm^4
Xo = 0 mm
Yo = 0 mm

REINFORCEMENT:
==========
4 #12 bars @ 1.130%
As = 452 mm^2
Confinement: Tied
Clear Cover = 31.00 mm
Min Clear Spacing = 114.00 mm

C1 ระดับชั้น Basement to Ground



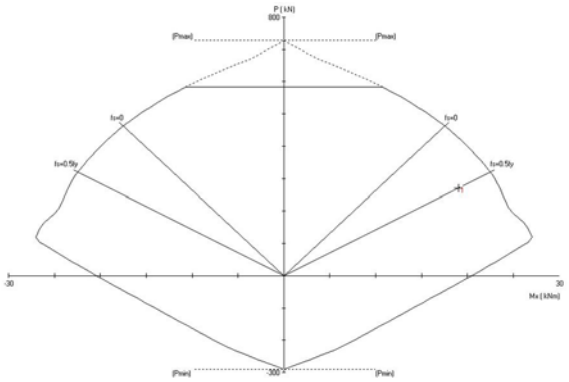


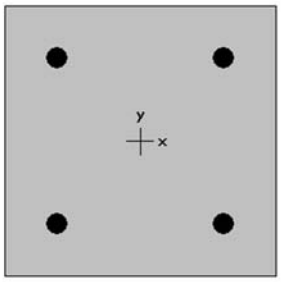
SECTION:
========
Ag = 62500 mm^2
Ix = 3.25521e+008 mm^4
Iy = 3.25521e+008 mm^4
Xo = 0 mm
Yo = 0 mm

REINFORCEMENT:
==========
6 #12 bars @ 1.085%
As = 678 mm^2
Confinement: Tied
Clear Cover = 31.00 mm
Min Clear Spacing = 76.01 mm

SLENDERNESS:

C2 ระดับชั้น Ground



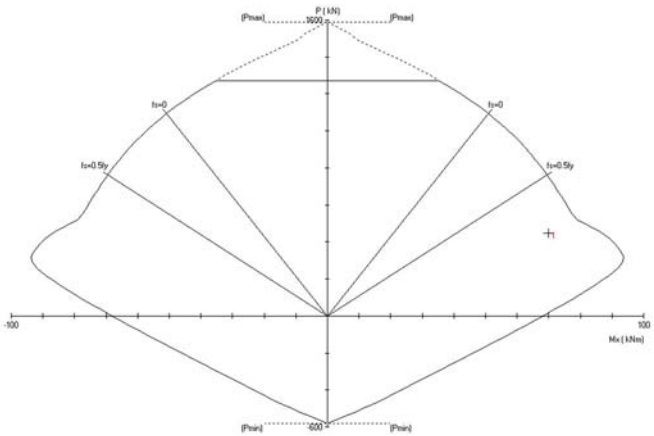


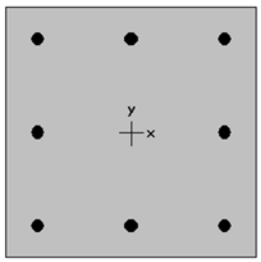
200 x 200 mm
2.01% reinf.

SECTION:
========
Ag = 40000 mm^2
Ix = 1.33333e+008 mm^4
Iy = 1.33333e+008 mm^4
Xo = 0 mm
Yo = 0 mm

REINFORCEMENT:
==========
4 #16 bars @ 2.010%
As = 804 mm^2
Confinement: Tied
Clear Cover = 31.00 mm
Min Clear Spacing = 106.00 mm

C2 ระดับชั้น Basement to Ground





300 x 300 mm
1.79% reinf.

SECTION:
========
Ag = 90000 mm^2
Ix = 6.75e+008 mm^4
Iy = 6.75e+008 mm^4
Xo = 0 mm
Yo = 0 mm

REINFORCEMENT:
==========
8 #16 bars @ 1.787%
As = 1608 mm^2
Confinement: Tied
Clear Cover = 31.00 mm
Min Clear Spacing = 95.00 mm

SLENDERNESS:
==========

F1

Materials Data				Design Size				Strength Reduction Factor			
fc'	=	240	ksc.	A	=	2.50	m.	β_1	=	0.85	-
fy1	=	4000	ksc.	B	=	2.50	m.	ϕ_b	=	0.90	-
fy2	=	4000	ksc.	T	=	0.45	m.	ϕ_v	=	0.85	-
				H	=	1.00	m.				

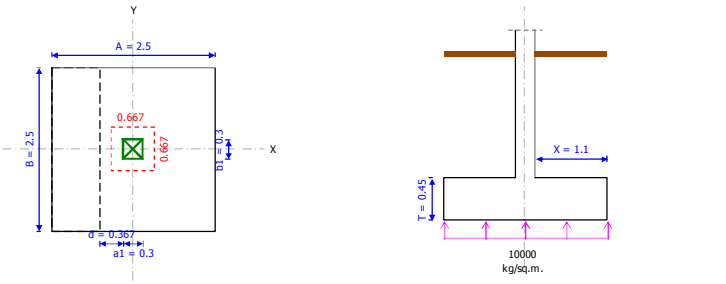
Design Reinforcement

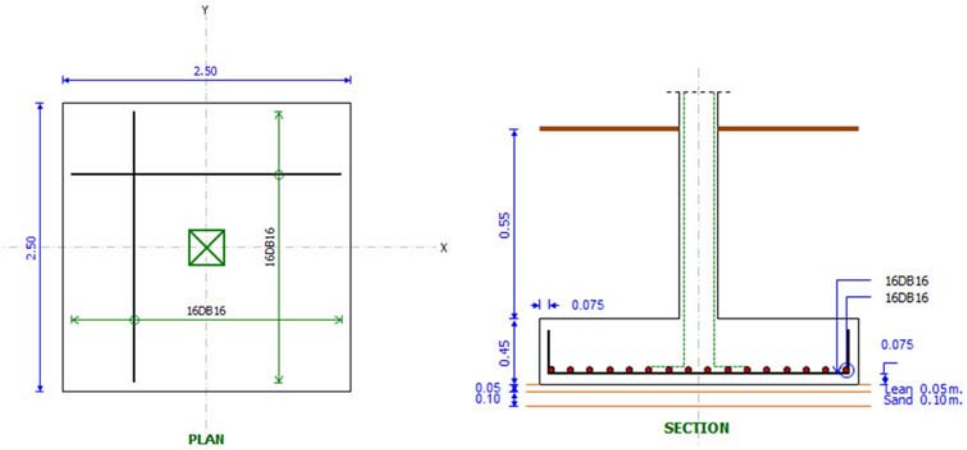
Data			Main Bars #1		Main Bars #2		Unit
γsoil	=	Unit Weight of Soil	1500		1500		kg/cu.m.
S.B.C	=	Soil Bearing Capacity	10000		10000		kg/sq.m.
Ws	=	(A)(B)(H-T)γsoil	5156.25		5156.25		kg.
Wf	=	(A)(B)(T)2400	6750		6750		kg.
PD	=	Dead Load	27300		27300		kg.
PL	=	Live Load	4400		4400		kg.
Wu	=	1.4(Ws+Wf+PD)+1.7(PL)	62368.75		62368.75		kg.
A0	=	(Ws+Wf+PD+PL)/(S.B.C)	4.36		4.36		sq.m.
A1	=	(A)(B)	6.25	<< [Ok]	6.25	<< [Ok]	sq.m.
P_{net}	=	A1/Wu	9979.00		9979.00		kg.
X_1	=	(A/2)-(a1/2) & (B/2)-(b1/2)	1.1		1.10		m.
Mu	=	$b(P_{net})(X_1)^2/2$	15093.24		15093.24		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}	=	$\sqrt{(Mu/\phi_b Ru_1 b)}$	12.12		12.12		cm.
t_{min}	=	d_{req}+Covering+(Bar/2)	20.42	<< [Ok]	20.42	<< [Ok]	cm.
d	=	Effective depth	36.70		35.90		cm.
Ru_2	=	$Mu/\phi_b bd^2$	4.98		5.20		ksc.
ρ_{req}	=	$0.85(fc'/fy)(1-\sqrt{1-(2Ru/0.85fc')})$	0.0013		0.0013		-
ρ_{min}	=	14/fy	0.0035		0.0035		-
As	=	ρbd	32.11		31.41		sq.cm.
Minimum Rebars			16DB16		16DB16		bars
Using Rebars			16DB16	<< [Ok]	16DB16	<< [Ok]	bars

Shear Check

Data			Main Bars #1		Main Bars #2		Unit
Beam Shear					-		
Vu	=	$b(P_{net})(X_1-d)$	18286.52		-		kg.
$\phi_v Vc$	=	$\phi_v 0.53(\sqrt{fc'})Bd$	64033.39	<< [Ok]	-		kg.
Punching Shear					-		
a_0	=	(a1+d)(b1+d)	0.445		-		sq.cm.
b_0	=	2((a1+d)+(b1+d))	2.668		-		m.
Vu	=	$P_{net}(A1-a_0)$	57929.20		-		kg.
$\phi_v Vc1$	=	$\phi_v 0.27(2+(4/\beta_c))\sqrt{fc'}\, b_0 d$	208877.40	<< [Ok]	-		kg.
$\phi_v Vc2$	=	$\phi_v 1.06\sqrt{fc'}\, b_0 d$	136672.87	<< [Ok]	-		kg.
L_{bd}	=	$0.06A_b fy/\sqrt{fc'}$	31.15		-		cm.
L_d	=	Dowel Length	227.50	<< [Ok]	-		cm.

Section Diagram





F2

Materials Data				Design Size				Strength Reduction Factor			
fc'	=	240	ksc.	A	=	1.70	m.	β_1	=	0.85	-
fy1	=	4000	ksc.	B	=	1.70	m.	ϕ_b	=	0.90	-
fy2	=	4000	ksc.	T	=	0.45	m.	ϕ_v	=	0.85	-
				H	=	1.00	m.				

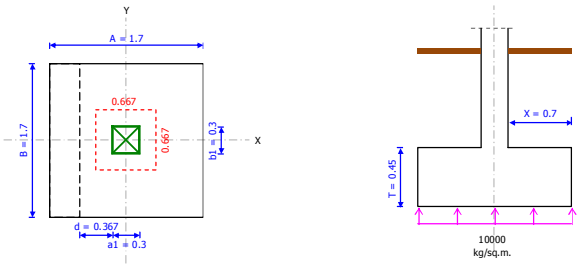
Design Reinforcement

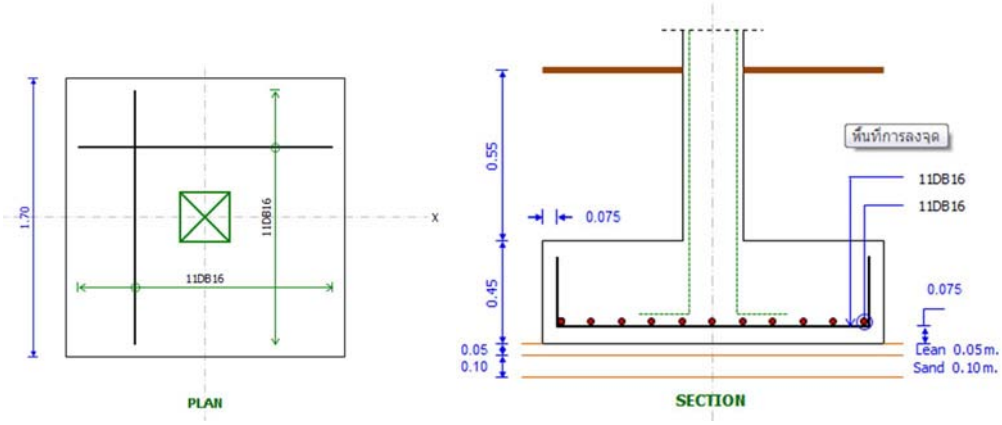
Data			Main Bars #1		Main Bars #2		Unit
γsoil	=	Unit Weight of Soil	1500		1500		kg/cu.m.
S.B.C	=	Soil Bearing Capacity	10000		10000		kg/sq.m.
Ws	=	(A)(B)(H-T)γsoil	2384.25		2384.25		kg.
Wf	=	(A)(B)(T)2400	3121.2		3121.2		kg.
PD	=	Dead Load	19000		19000		kg.
PL	=	Live Load	3200		3200		kg.
Wu	=	1.4(Ws+Wf+PD)+1.7(PL)	39747.63		39747.63		kg.
A0	=	(Ws+Wf+PD+PL)/(S.B.C)	2.77		2.77		sq.m.
A1	=	(A)(B)	2.89	<< [Ok]	2.89	<< [Ok]	sq.m.
P_{net}	=	A1/Wu	13753.51		13753.51		kg.
X_1	=	(A/2)-(a1/2) & (B/2)-(b1/2)	0.7		0.70		m.
Mu	=	$b(P_{net})(X_1)^2/2$	5728.33		5728.33		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}	=	$\sqrt{(Mu/\phi_b Ru_1 b)}$	9.06		9.06		cm.
t_{min}	=	d_{req}+Covering+(Bar/2)	17.36	<< [Ok]	17.36	<< [Ok]	cm.
d	=	Effective depth	36.70		35.90		cm.
Ru_2	=	$Mu/\phi_b bd^2$	2.78		2.91		ksc.
ρ_{req}	=	$0.85(fc'/fy)(1-\sqrt{1-(2Ru/0.85fc')})$	0.0007		0.0007		-
ρ_{min}	=	14/fy	0.0035		0.0035		-
As	=	ρbd	21.84		21.36		sq.cm.
Minimum Rebars			11DB16		11DB16		bars
Using Rebars			11DB16	<< [Ok]	11DB16	<< [Ok]	bars

Shear Check

Data			Main Bars #1		Main Bars #2		Unit
Beam Shear					-		
Vu	=	$b(P_{net})(X_1-d)$	7785.86		-		kg.
$\phi_v Vc$	=	$\phi_v 0.53(\sqrt{fc'})Bd$	43542.70	<< [Ok]	-		kg.
Punching Shear					-		
a_0	=	(a1+d)(b1+d)	0.445		-		sq.cm.
b_0	=	2((a1+d)+(b1+d))	2.668		-		m.
Vu	=	$P_{net}(A1-a_0)$	33628.85		-		kg.
$\phi_v Vc1$	=	$\phi_v 0.27(2+(4/\beta_c))\sqrt{fc'}b_0 d$	208877.40	<< [Ok]	-		kg.
$\phi_v Vc2$	=	$\phi_v 1.06\sqrt{fc'}b_0 d$	136672.87	<< [Ok]	-		kg.
L_{bd}	=	$0.06A_b fy/\sqrt{fc'}$	31.15		-		cm.
L_d	=	Dowel Length	147.50	<< [Ok]	-		cm.

Section Diagram





ออกแบบสระว่ายน้ำ

f'c 240 Ksc fy 4000 Ksc fys 2400 Ksc

ข้อมูลออกแบบ

คอนกรีตเสริมเหล็ก	2400 Kg.m^3	ผนังกว้างขอบใน	5.8	m	ความสูงดินที่กระทำกับบ่อ	0.4	m
น้ำ (γ w)	1000 Kg.m^3	ผนังยาวขอบใน	13.2	m	ความสูงน้ำที่กระทำกับบ่อ	1	m
ดินเปียก (γ ')	1800 Kg.m^3	ผนังสูง	1	m	ใช้ผนังบ่อน้ำหนา	15	Cm
ดินแห้ง (γdry)	1600 Kg.m^3	พื้นบ่อส่วนยื่น	0.2	m	ระยะหุ้มคอนกรีต	4	Cm
น้ำเสีย (γ ww)	0 Kg.m^3	ϕ มุมเสียดทาน	15	องศา			

แรงกดที่ผิวดิน (Surcharge) 400 Kg.m^3

Lx/Lz 13.2 เป็นพื้นยื่นรับแรงสามเหลี่ยม

ตัวคูณเพิ่มค่า 1.4 DL 1.7 LL

ออกแบบผนัง (design Wall) **พิจารณาแรงดันจากน้ำ**

Moment = 1/6 γw.H^3 : 283.333 Kg.m

ตรวจสอบความหนาผนังที่เลือก

β_1 = 0.85 $\rho_b = \beta_1 \frac{0.85f'c}{fy} \cdot \frac{6120}{6120+fy}$ = 0.0262 ρ_{max} = 0.75ρ_b 0.02

Ru = $\rho fy(1-059\rho(\frac{fy}{f'c})$ = 77.83 Ksc. $\phi Mn = \phi Rbd^2$ = 7576.311649 Kg.m > 283.333 OK

หาขนาดเหล็กเสริมแนวตั้งรับแรงดัด

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

Ru = Mu/ϕbd^3 = 2.9106399

$\rho = \frac{0.85f'c}{fy}\left[1-\sqrt{1-(\frac{2Ru}{0.85f'c})}\right]$ = 0.051 × 0.0143711 = 0.00073 $\rho<\rho$ max OK

$As_v = \rho bd$ = 0.0076224 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 340 Kg./m^2 แรงดันที่น้ำดันผนัง F = qavA = 788.8 Kg

สมดุลของแรง : 2F1 =F1 394.4 Kg. As_h = 0.05 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**

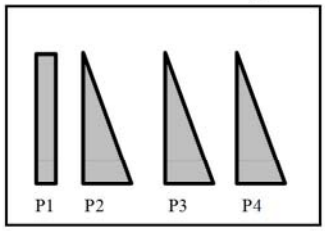
$Ka = \frac{1-\sin\phi}{1+\sin\phi}$ 1

P1 = Ka.Surcharge = 680 Kg./m^2 M1 = $\frac{P1h^2}{2}$ = 340 Kg./m Sum Moment = M1+M2+Max(M3,M4)

P2 = Ka.γ'H = 952 Kg./m^2 M2 = $\frac{P2h^2}{6}$ = 25.39 Kg./m Mu = 648.72 Kg./m

P3 = γw.H = 1700 Kg./m^2 M3 = $\frac{P3h^2}{6}$ = 283.333 Kg./m

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



ตรวจสอบความหนาผนังที่เลือก

ϕMn = ϕRbd^2 = 757631 > 648.72 Kg./m OK

หาขนาดเหล็กเสริมแนวตั้งรับแรงดัด

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

Ru = Mu/ϕbd^3 = 6.664201

$\rho = \frac{0.85f'c}{fy}\left[1-\sqrt{1-\left(\frac{2Ru}{0.85f'c}\right)}\right]$ = 0.05 × 0.0332 = 0.00169419 $\rho<\rho$ max OK

$As_v = \rho bd$ = 0.0176196 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

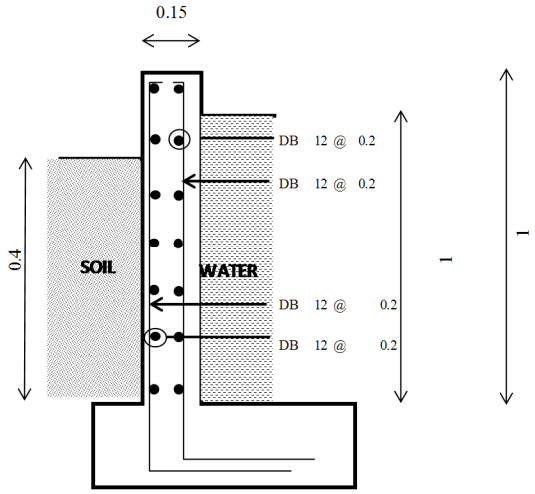
ตรวจสอบดัชนีความกว้างรอยร้าว (Z: Index of Crack Width)

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

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

2 มีความชื้น สัมผัสดิน ความกว้างรอยร้าวที่ยอมให้ 0.30mm

Crack Width = 0.244 < 0.30mm OK



RC.WALL Drawing Not to Scale

ออกแบบพื้นบ่อ ระยะห่าง 6.2 m

ความหนา $h \geq \frac{L}{20}\left(0.4+\frac{fy}{7000}\right)$ = 0.301 m ใช้พื้นหนา = 25 Cm ระยะหุ้มคอนกรีต 7.5 Cm

เลือกเหล็กขนาด DB 20 มี d= 16.5 Cm

กรณีใส่น้ำเต็มถัง = 7.12 t/m.

W= γ.H+2400h 2300 Kg./m^2

M = WL^2/10 = 8841.2 Kg.m. $\phi Mn = \phi Rbd^2$ = 19070.3666 > 8841.2 Kg./m OK

Ru = $Mu/\phi bd^3$ = 36.083 $\rho = \frac{0.85f'c}{fy}\left[1-\sqrt{1-\left(\frac{2Ru}{0.85f'c}\right)}\right]$ = 0.05 × 0.19611 = 0.01 $\rho<\rho$ max OK

As= ρbd = 16.5023 cm^2/m ใช้ระยะเรียงเหล็ก @ = 0.1903 ใช้@ = 0.175 m. OK

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

ใช้เหล็ก DB 20 @ 0.175 m

ตรวจสอบการควบคุมรอยร้าวตามข้อกำหนด ACI จากระยะห่างเหล็ก

fs=(2/3)fy = 2666.667 Ksc Cc = 2.0 Cm $S = 38\left(\frac{2800}{fs}\right) - 2.5cc$ = 0.349 m @ 0.175 m OK

ตรวจสอบเสถียรภาพการลอยตัว Up Lift (ใช้ Service Load มาคิด)

พื้นที่น้ำในบ่อ 68 $m.^2$ พื้นที่ BASEMENT 88 $m.^2$ พื้นที่ Top Slab 0 $m.^2$ เส้นรอบรูปผนังคสล. 39 m.

ความยาวของผนังทั้งหมด 53 m.

ปริมาตรน้ำภายในบ่อ 68 $m.^3$ ความสูงของน้ำใต้ดิน 0.3 m. แรงลอยตัว (Up Lift) 26.4 tons

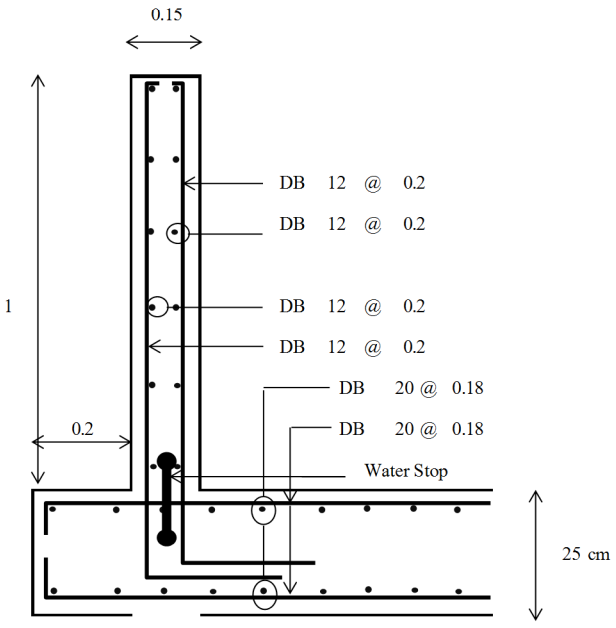
นน.น้ำ 68 tons นน.น้ำเสีย 0 tons นน.พื้น BASEMENT 52.8 tons

นน.ผนัง 19.08 tons นน.ดินแห้ง 4.992 tons นน.ดินเปียก 5.616 tons นน.ทั้งหมด 145.496 tons

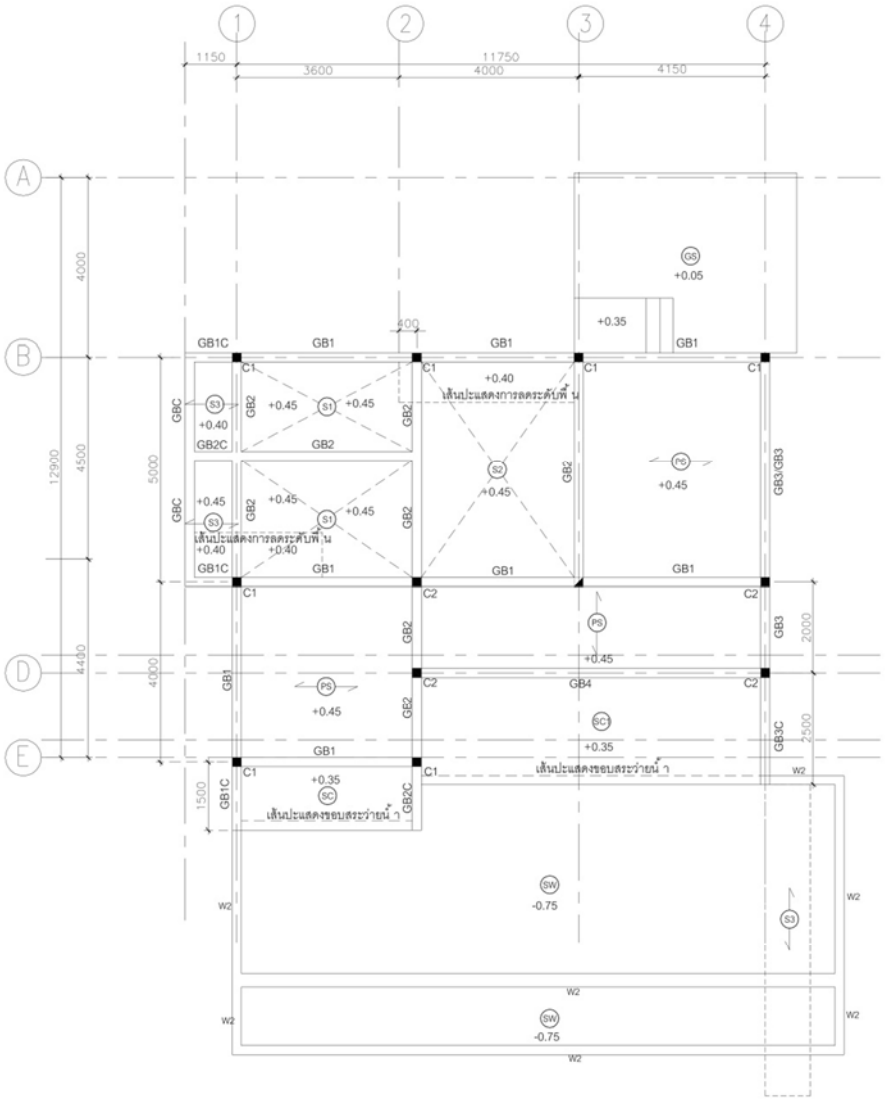
Case1 : ถมดินเปียกในบ่อไม่มีน้ำ 2.746364 > 1.1 OK

Case2 : ถมดินแห้งในบ่อไม่มีน้ำ 2.722727 > 1.1 OK

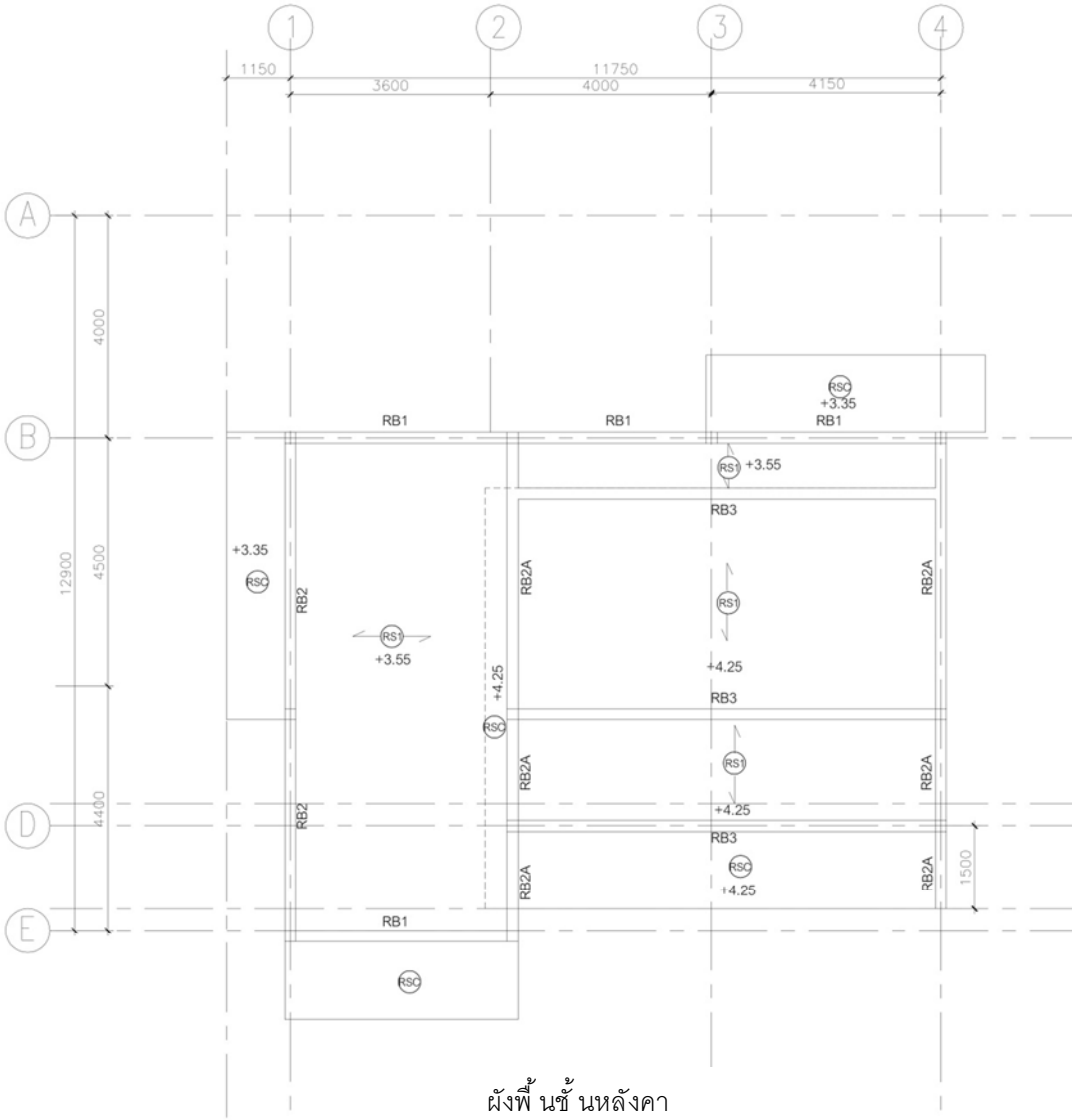
Case3 : ไม่ถมดินในบ่อมีน้ำเต็ม 5.109394 > 1.1 OK ดังนั้นพื้นบ่อรับกำลัง 1.65336 tons/Sq.m.



ภาคผนวก


1
2
3
4
A
B
D
E
1150
3600
4000
4150
11750
12900
4500
4000
5000
4490
1500
2000
2500
400
GB1C
GB1
GB2C
GB2
GBC
GB3
GB3C
GB4
C1
C2
S1
S2
S3
PS
SC
SW
GS
+0.05
+0.35
+0.40
+0.45
-0.75
เส้นประแสดงการลดระดับพื้น
เส้นประแสดงขอบสระว่ายน้ำ
W2

ผังพื้นชั้นล่าง



ผังพื้นชั้นหลังคา

จัดทำโดย : อดิเทพ อิศรางกูร ณ อยุธยา