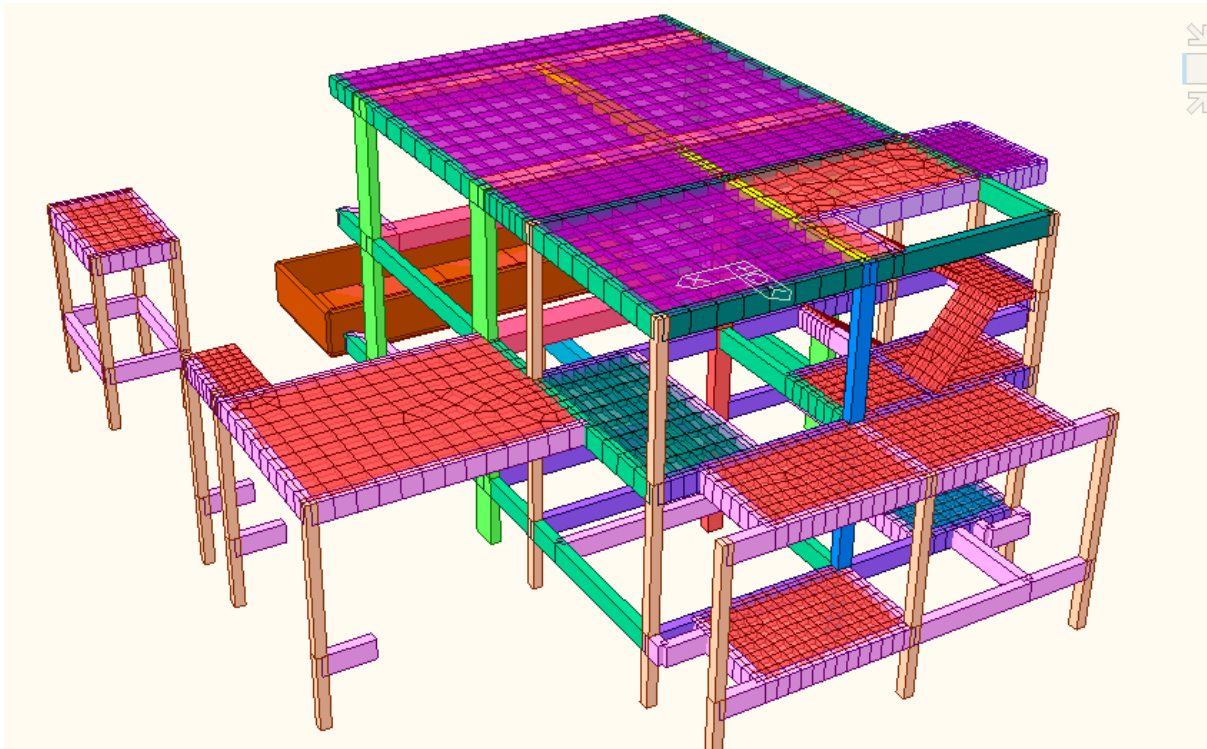


# รายการคำนวณอาคารพักอาศัย คสล. 2 ชั้น

## โหม่งงานวิศวกรรมโครงสร้าง



## 1. มาตรฐานการออกแบบ

- ประเภทขององค์อาคาร : อาคารพักอาศัย 1 ชั้น โครงสร้างหลักองค์อาคาร  
: คอนกรีตเสริมเหล็ก
- วิธีการออกแบบ : คอนกรีตเสริมเหล็กวิธีกำลัง (Strength Design Method) SDM  
เหล็กgrupพรรณวิธีหน่วยแรงที่ยอมให้ (Allowable Stress) ASD
- มาตรฐานในการออกแบบ : พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522
- สถานที่ก่อสร้าง : ภูเก็ต
- วัสดุโครงสร้างหลัก : คอนกรีตกำลังอัดรูปทรงกระบอกที่อายุ 28 วัน  $f'_c = 240$  Ksc  
เหล็กเสริมหลัก เกรด SD - 40, เหล็กเสริมรอง เกรด SR-24  
เหล็กgrupพรรณ มาตรฐาน มอก.

## 2. รายการน้ำหนักบรรทุก

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

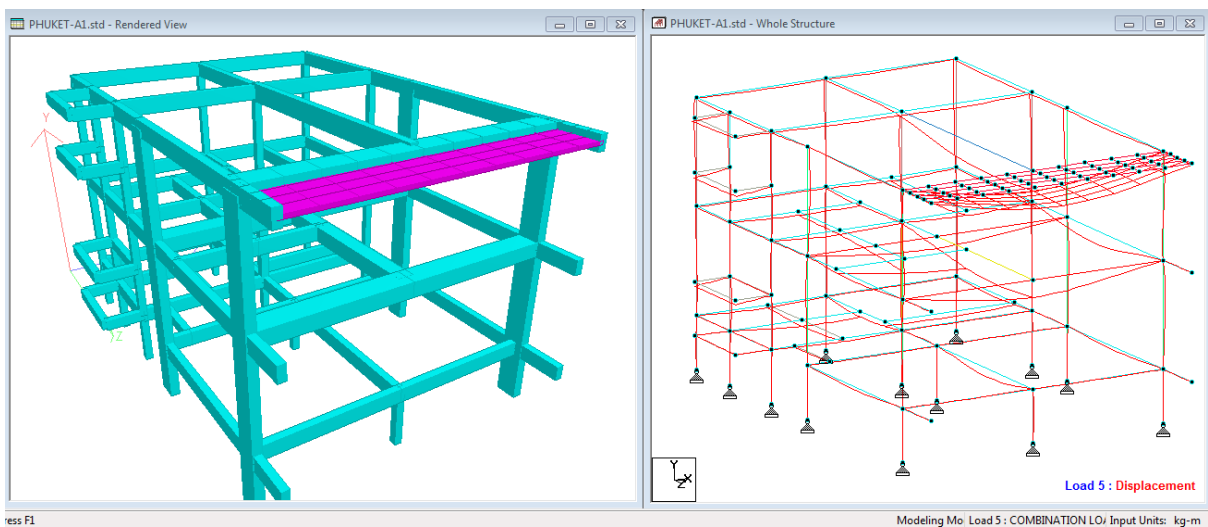
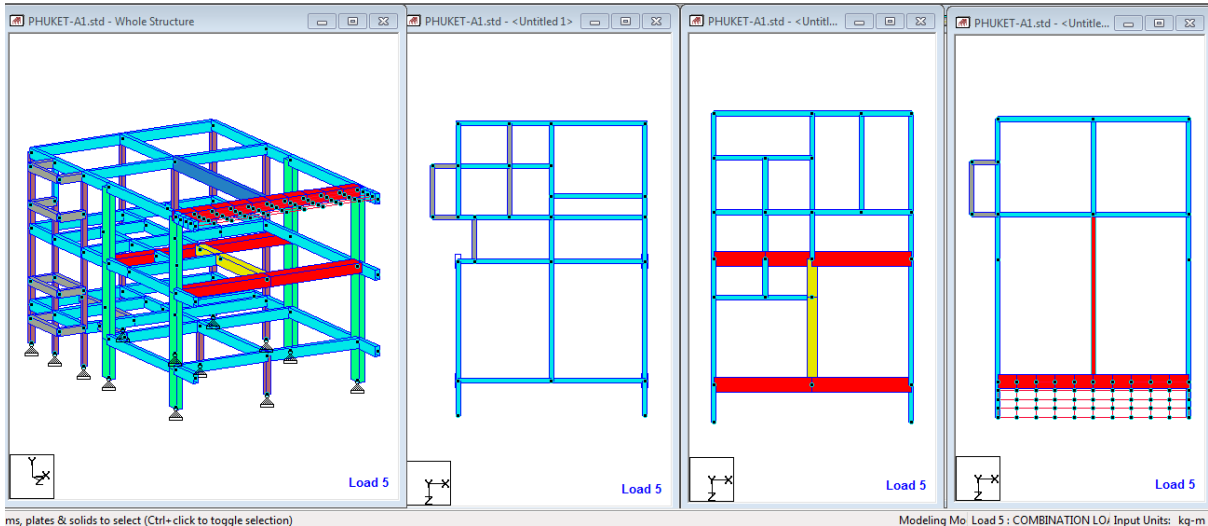
- หลังคา	50	กก./ตร.ม.
- พื้นกันสาดหรือพื้นหลังคาคอนกรีต	100	กก./ตร.ม.
- อาคารพักอาศัย	150	กก./ตร.ม.
- แรงลมที่กระทำต่ออาคาร(กรณีไม่มีเอกสารอ้างอิง)		
ส่วนของอาคารที่สูงไม่เกิน 10 เมตร	50	กก./ตร.ม.
ส่วนของอาคารที่สูงกว่า 10 เมตร แต่ไม่เกิน 20 เมตร	80	กก./ตร.ม.
ส่วนของอาคารที่สูงกว่า 20 เมตร แต่ไม่เกิน 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

จากองค์อาคารตามรูปทรงของสถาปัตยกรรมการพิจารณาในการเลือกโครงสร้างคำนึงถึงควมมีเสถียรภาพของโครงสร้าง ความประหยัด และ ก่อสร้างได้ง่าย โดยพิจารณาดังนี้

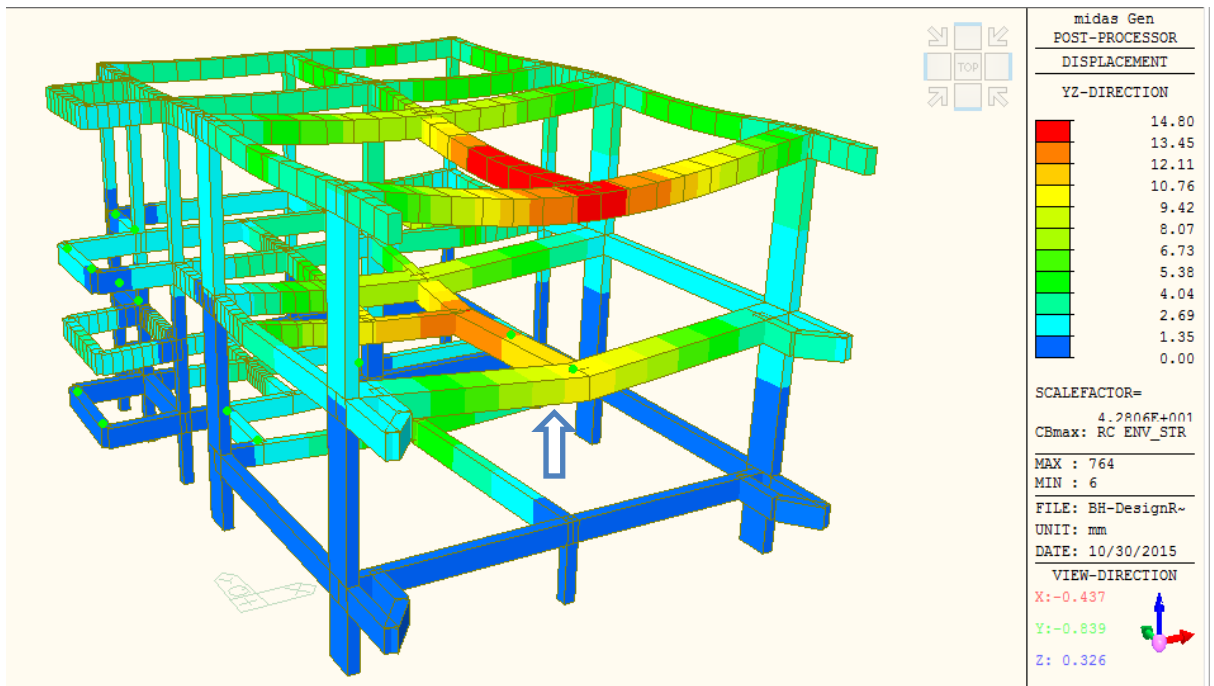


## ระบบพื้น

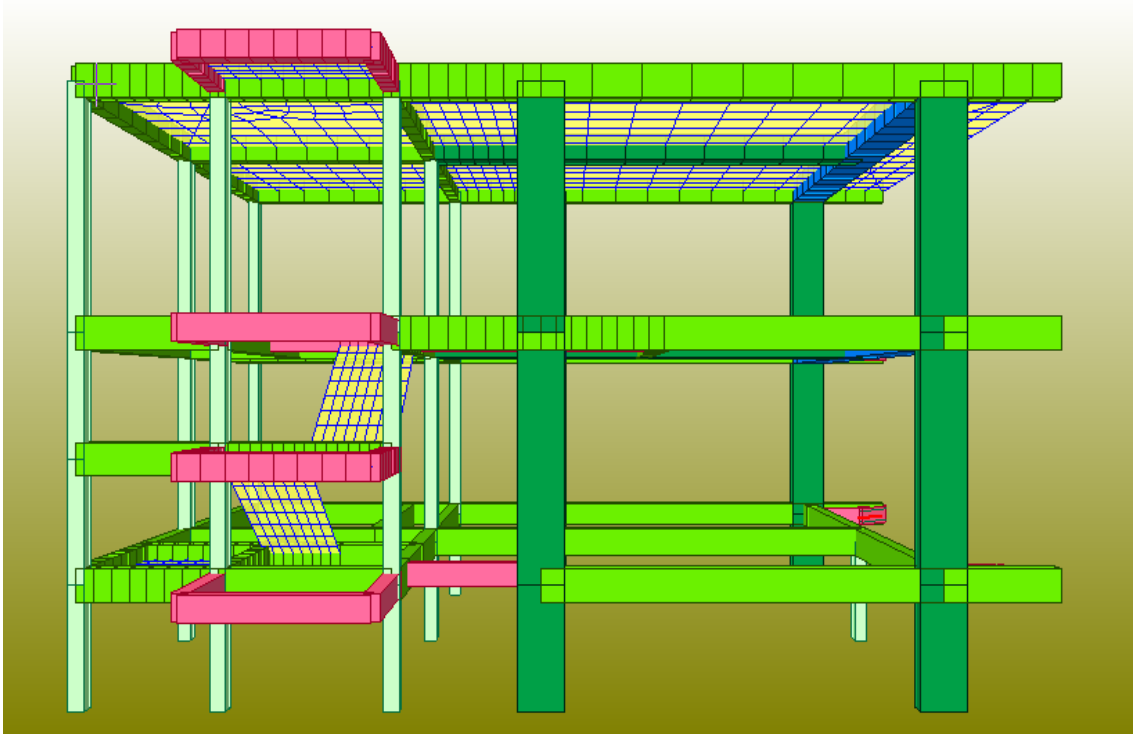
- พื้นสำเร็จรูป เลือกใช้กับพื้นที่ทั่วไปที่ไม่เสี่ยงต่อการรั่วซึมและไม่มีการลดระดับให้ง่ายและเร็วต่อการสร้าง
- พื้นหล่อในที่จะใช้บริเวณห้องน้ำเพื่อให้ง่ายในการวาง Sleep ท่อของงานระบบ และพื้นที่ที่มีการลดระดับ โดยพื้นหล่อในที่นี้จะมีการ เผื่อ Load SDL จากผนังที่วางบนพื้น เพื่อให้การวาง Framing ของอาคารจะได้ไม่มีคานจำนวนมากทำให้งานก่อสร้างมีหลายขั้นตอน
- พื้นยี่นที่บริเวณสระว่ายน้ำจะทำการแยกรอยต่อ (Joint) เพื่อระยะเวลาใช้งานนานขึ้น สระว่ายน้ำจะทรุดได้โดยไม่ไปทำให้โครงสร้างอาคารเกิดความเสียหาย

## ระบบคาน

- คานโดยทั่วไปจะมี Span ไม่เกิน 4 เมตร ซึ่งจะใช้ความลึก 40 ซม. แต่คานที่มี Span 8.00 เมตร จะใช้ความลึกเพียง 40 ซม. ความกว้าง 60 ซม. เนื่องจาก ไม่ต้องการให้มีเสา ทั้งในชั้นที่ 2 และชั้นดาดฟ้า จึงควรตรวจสอบ คาน ในบริเวณนี้เป็นพิเศษ เนื่องจากต้องรับน้ำหนัก และมีการแอ่นตัวมากที่สุด และให้ออกแบบให้เสา ขนาด 25 x 60 ซม. สามารถรับโมเมนต์เนื่องจากคานแอ่นตัว



ภาพที่ 1 แสดงคาน 60 x 40 cm รายละเอียดพิเศษ



ภาพที่ 2 แสดงเสาขนาด 25 x 60 cm รายละเอียดพิเศษ

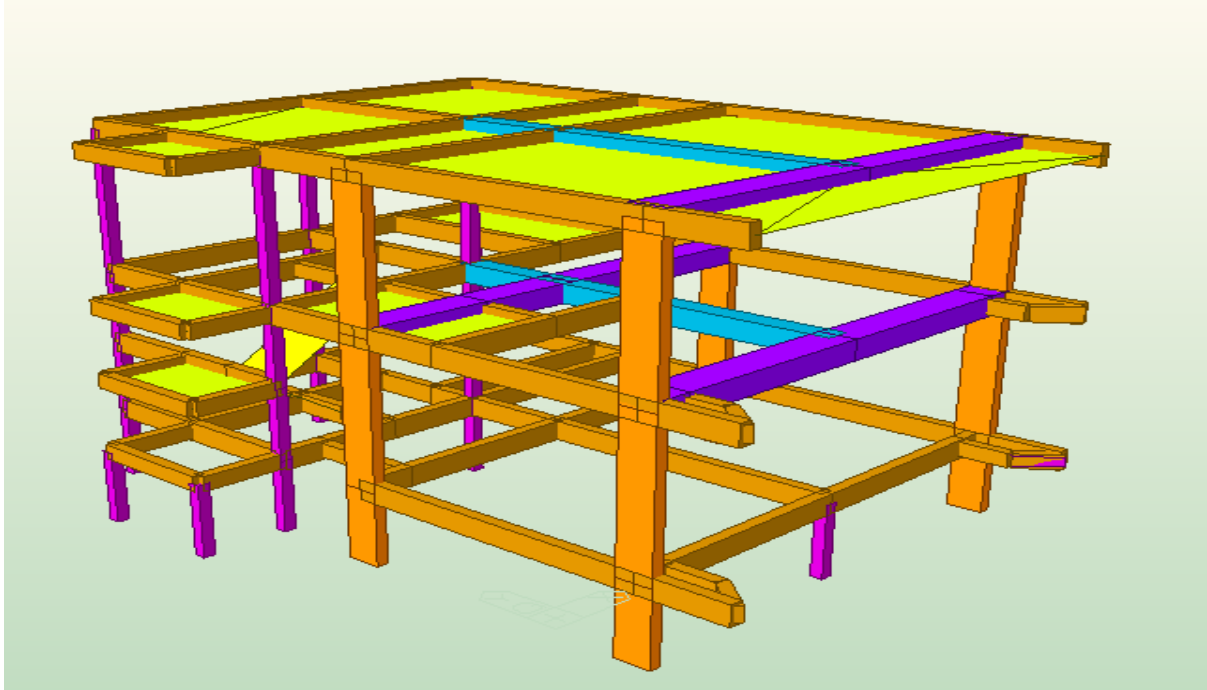
### ระบบเสา

- โดยทั่วไปแล้วอาคารที่มีความสูงไม่มากนัก จะมีแรงดันข้างเช่นแรงลมมากกระทำน้อยมากยิ่งเป็นอาคารสองชั้นแล้วแรงลมนั้นไม่มีผลต่อเสาในอาคาร แต่ในการออกแบบจะพิจารณาในส่วนของการเอียงศูนย์ของเสาจากการบิดพลาดในระหว่างขั้นตอนก่อสร้าง ประมาณ 5 ซม. ซึ่งทำให้เหล็กในเสานั้นจะต้องรับกำลังจากการบิดพลาดในส่วนนี้ได้อย่างปลอดภัย (แรงดันข้างดังกล่าวไม่รวมแรงแผ่นดินไหว เนื่องจากตามกฎหมายไม่ครอบคลุมถึงบ้านพักอาศัย)

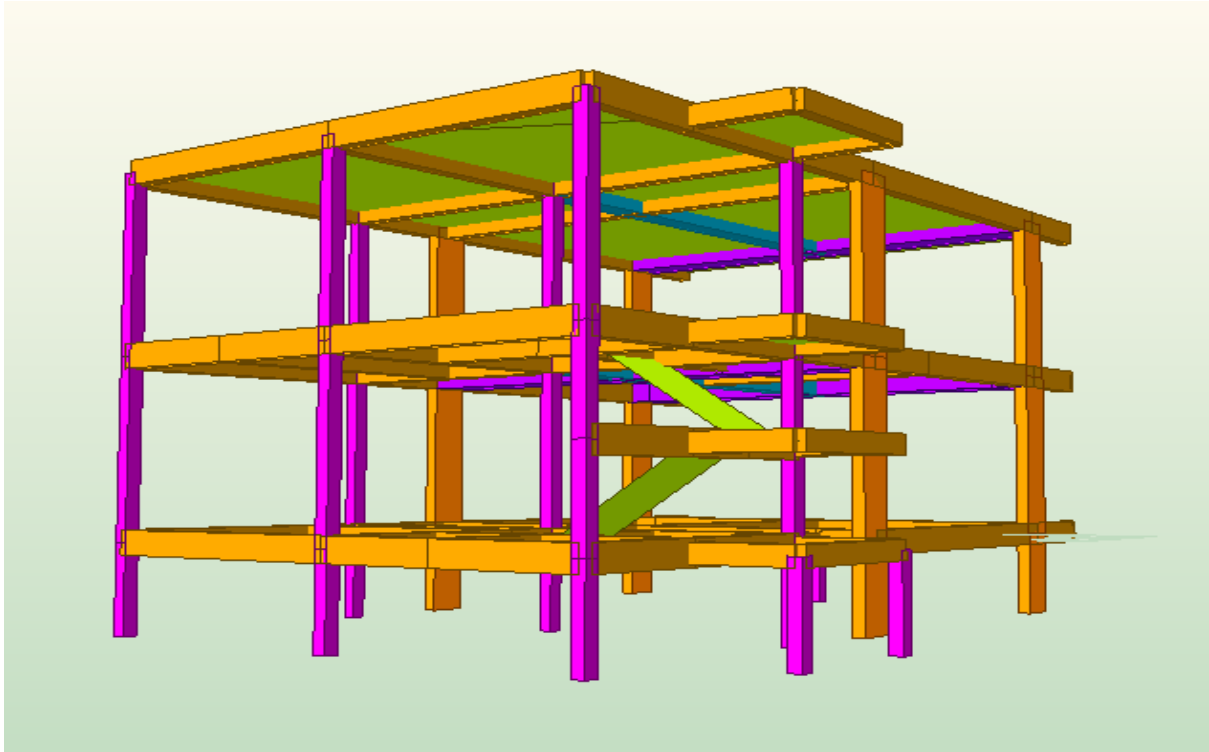
### ระบบฐานราก

- ด้วยพื้นที่ที่ทำการก่อสร้างอยู่ในจังหวัด ภูเก็ต ซึ่งมีดินที่แข็ง ซึ่งการก่อสร้างนี้ไม่มีการเจาะสำรวจดิน แต่อย่างไรจึงเลือกค่ากำลังแบกทานของดิน 10-12 ตัน/ตร.ม และก่อนทำการก่อสร้างให้ผู้รับจ้างเสนอรายการสำรวจดิน BORRING LOG มาเพื่อขออนุมัติก่อนเริ่มทำงานชั้นฐานราก ซึ่งอาจจะต้องทำการออกแบบระบบฐานรากใหม่

#### 4. การจำลองรูปแบบโครงสร้างให้สอดคล้องกับงานสถาปัตยกรรม



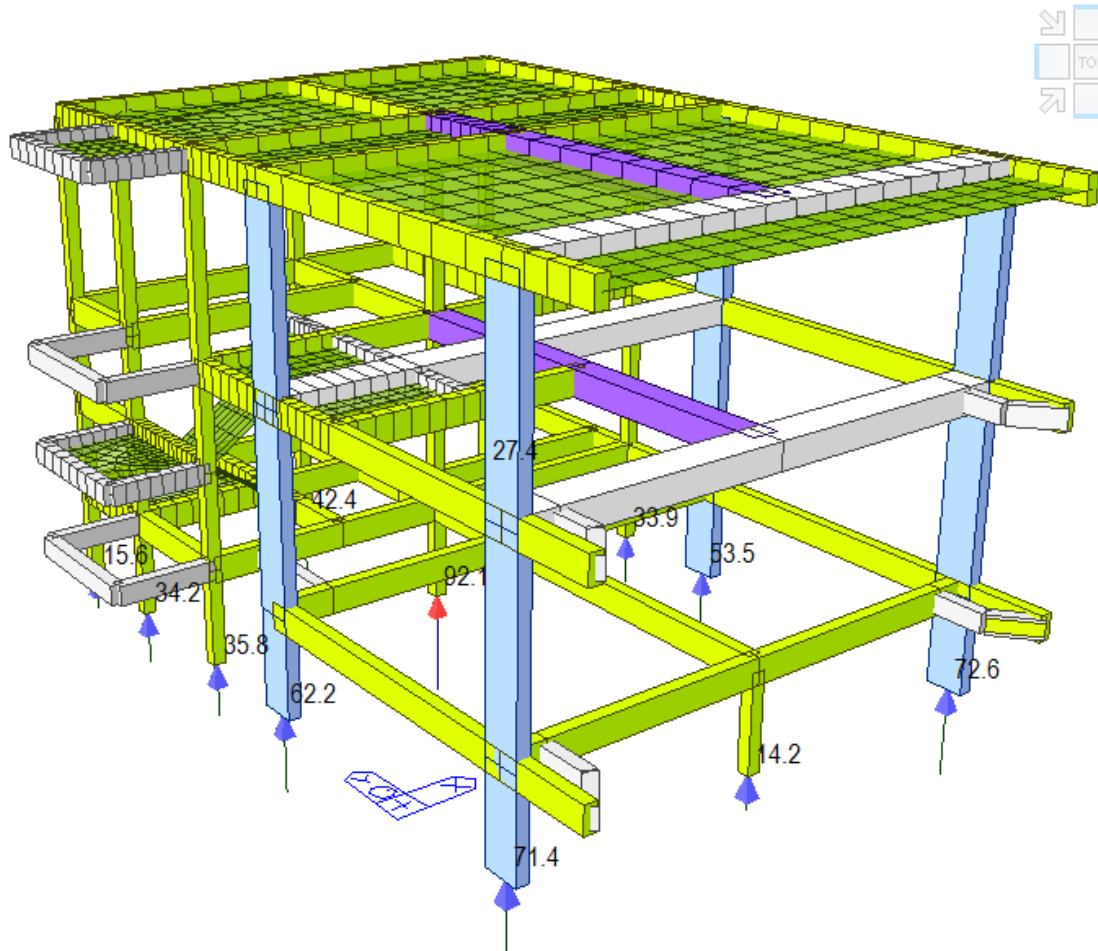
ภาพที่ 3 แสดงการจำลองโครงสร้างของอาคาร มุมมองที่ 1



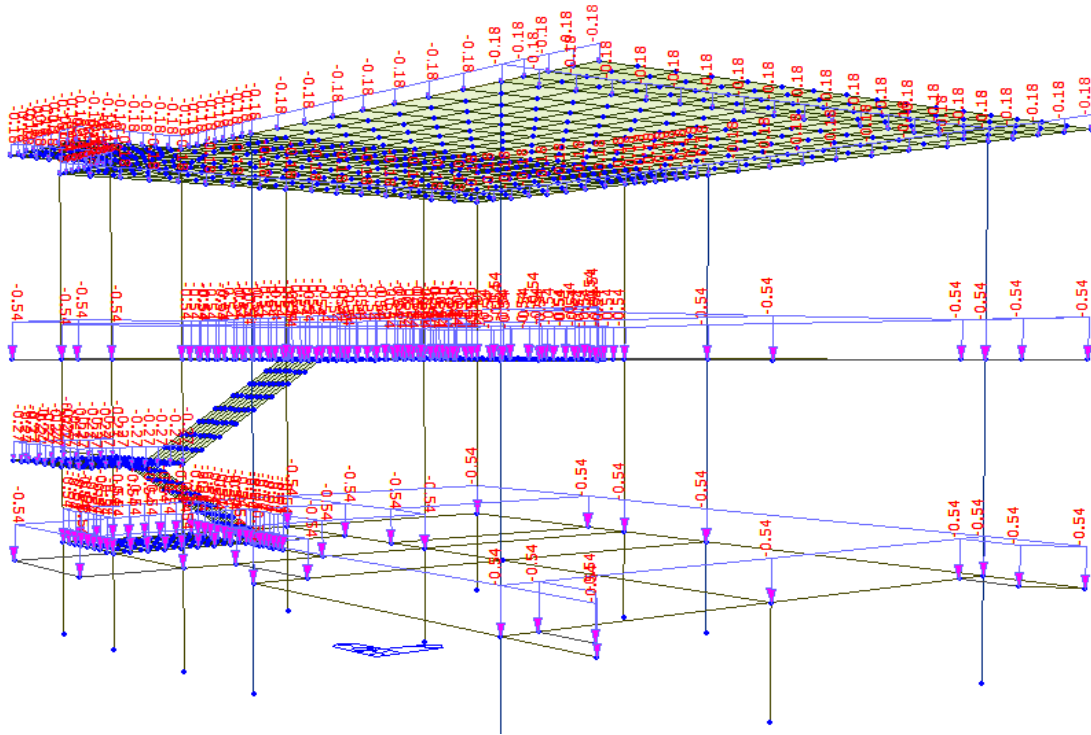
ภาพที่ 4 แสดงการจำลองโครงสร้างของอาคาร มุมมองที่ 2

## 5. การจำลองโครงสร้างองค์อาคารด้วยโปรแกรม Finite Element

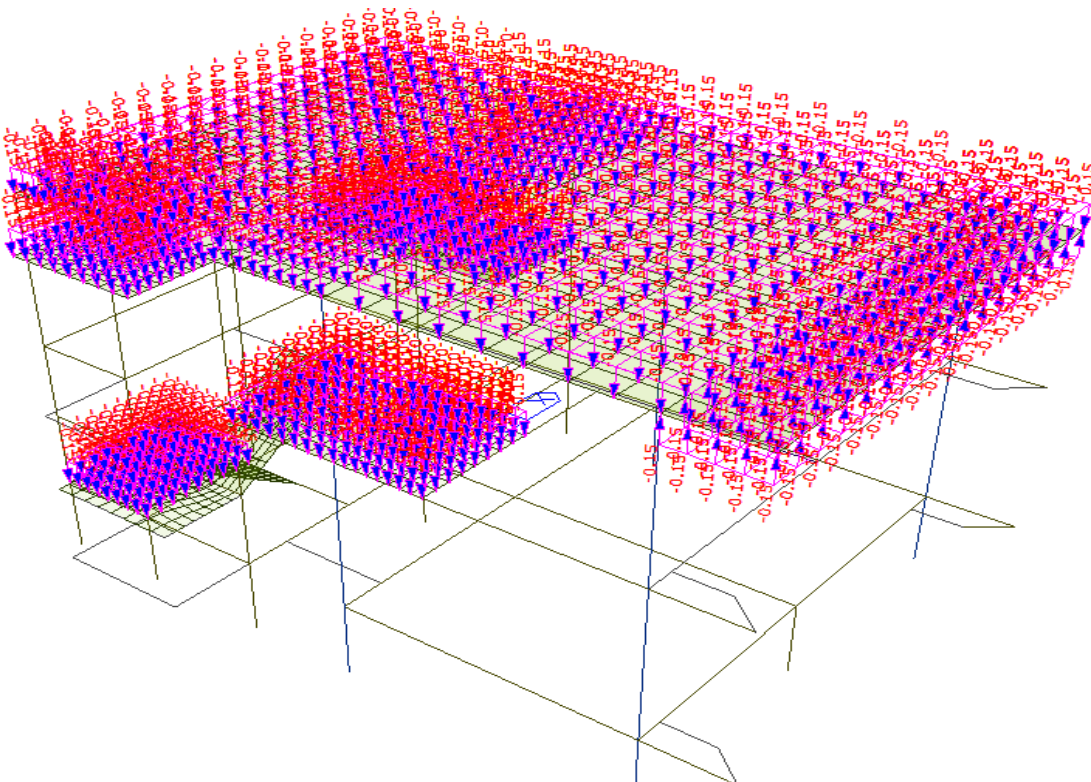




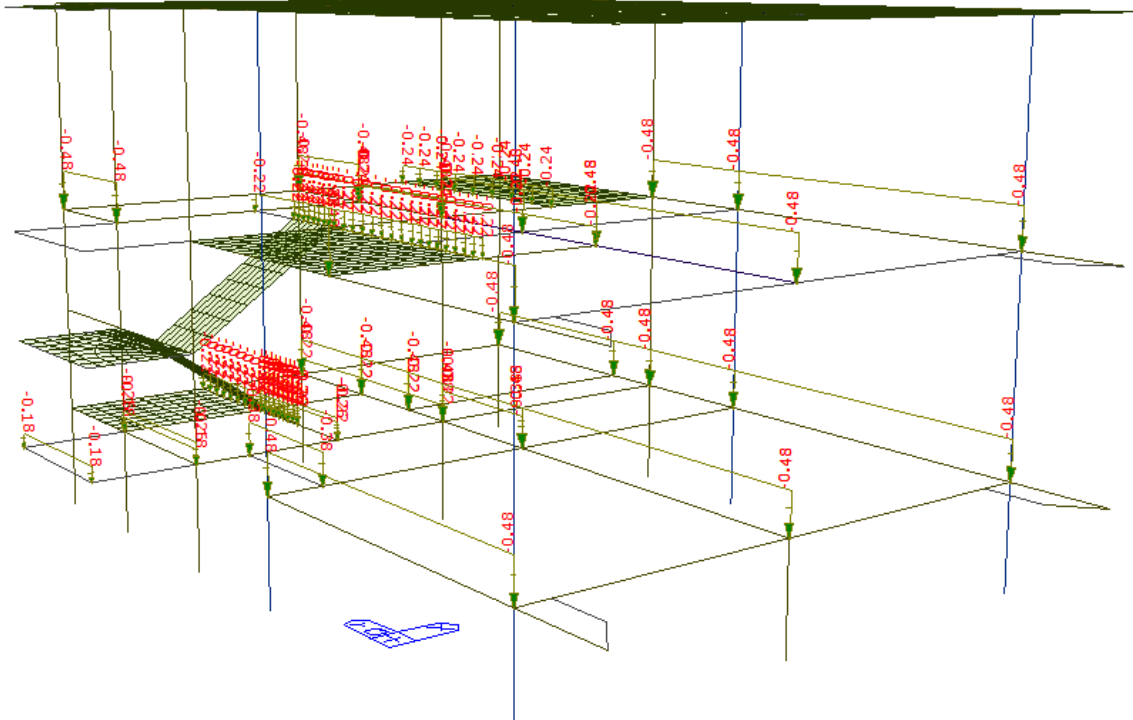
ภาพที่ 5 การจำลองโครงสร้าง



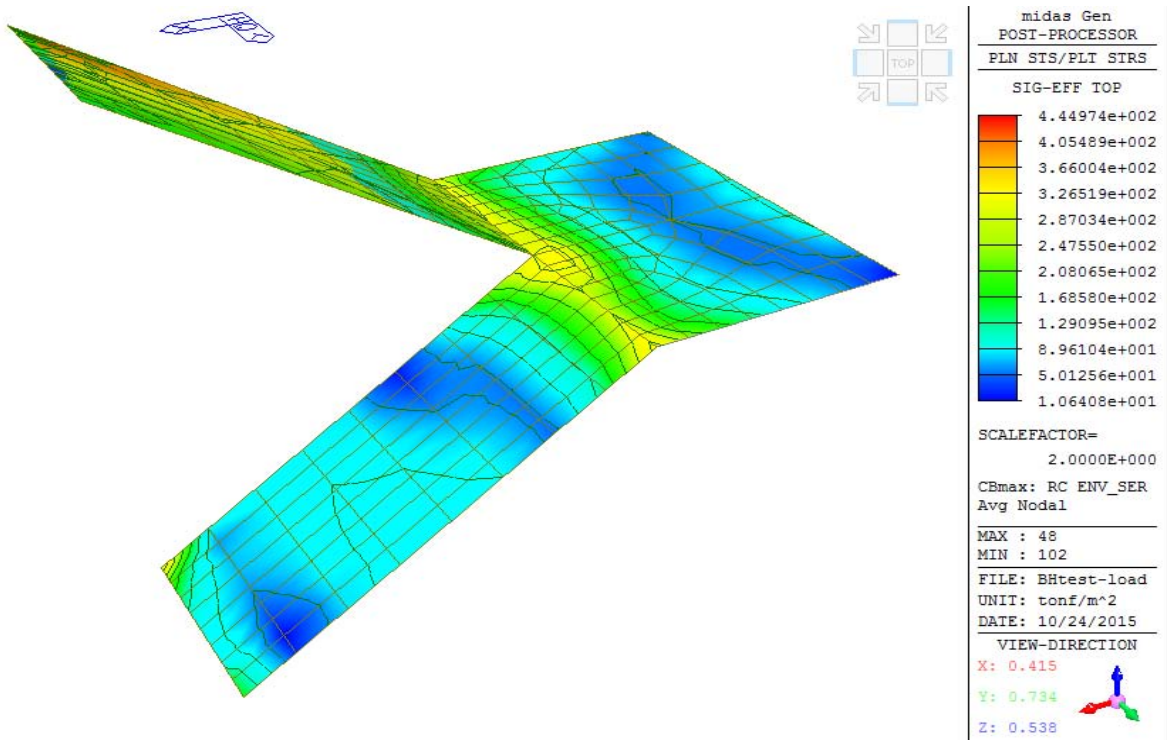
ภาพที่ 6 น้ำหนักผนังก่ออิฐ (หน่วย ตัน)



ภาพที่ 7 น้ำหนัก FLOOR LOAD - RC.SLAB (หน่วย ตัน)



ภาพที่ 8 น้ำหนักกระทำกับแผ่นพื้นสำเร็จ PRESSURE LOAD ( One way slab ) ชั้นล่าง และชั้น 2 ( ต้น)



ภาพที่ 8 การวิเคราะห์โครงสร้างบ้านใด คอนกรีตเสริมเหล็ก

## 6. Load Combination

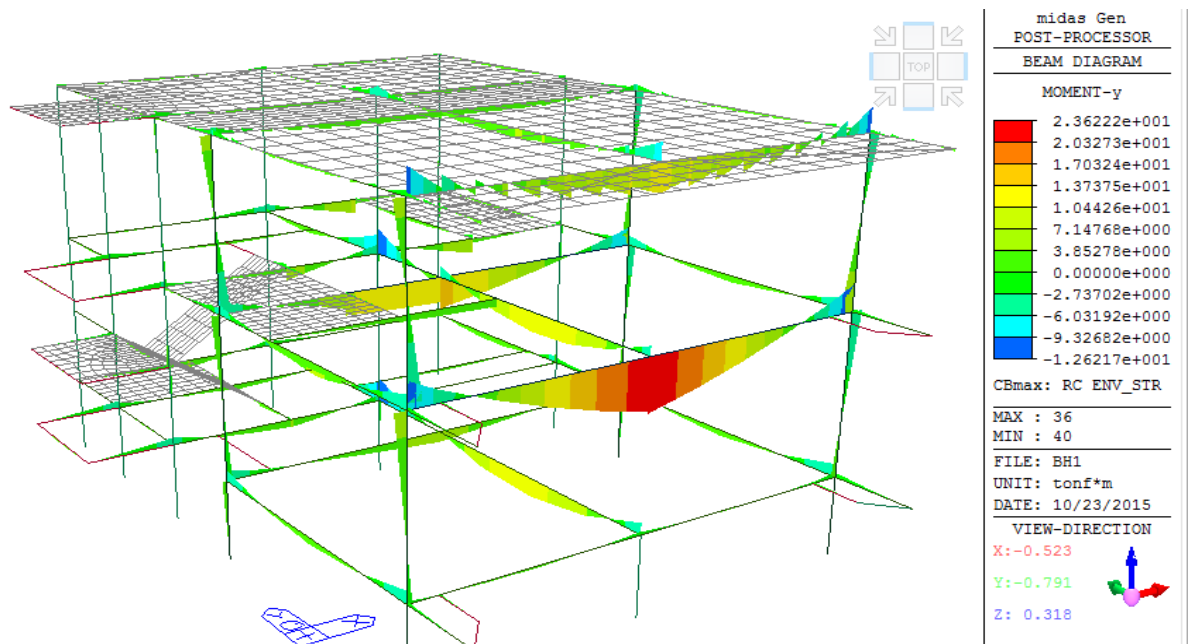
Active Add 1.4D + 1.7L

Active Add D + L

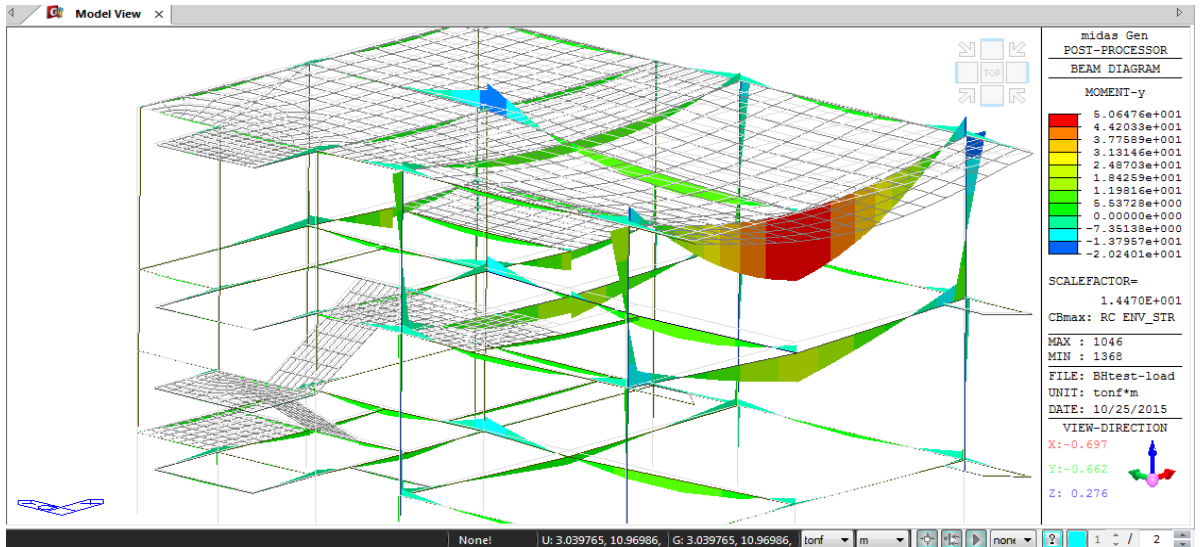
Active Envelope Concrete Strength Envelope

Active Envelope Concrete Serviceability Envelope

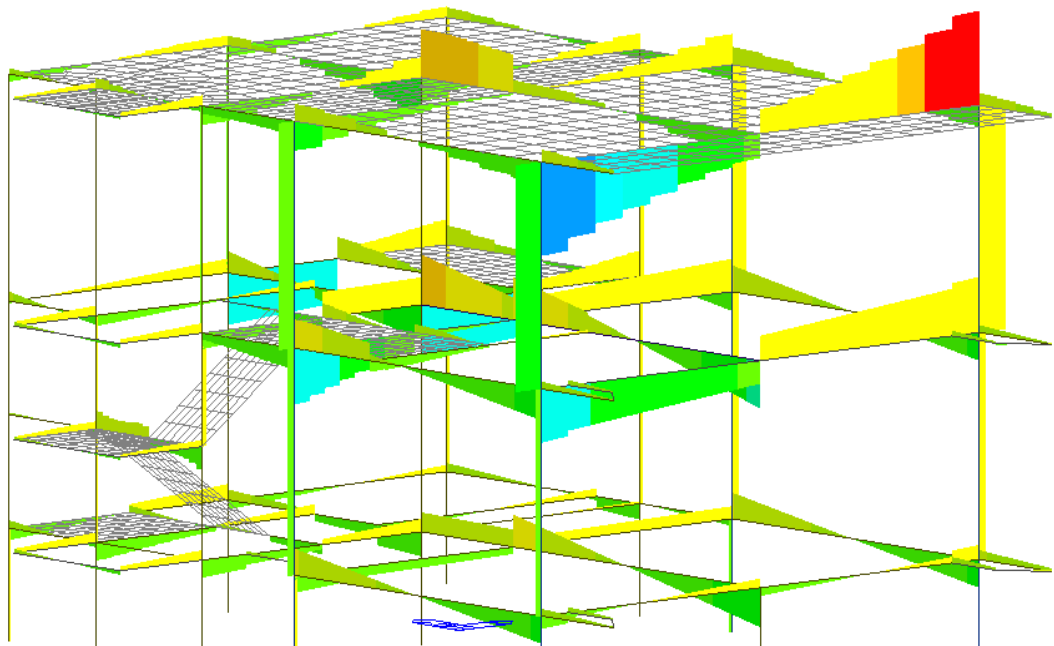
## 7. การวิเคราะห์โครงสร้าง (หน่วย ตัน)



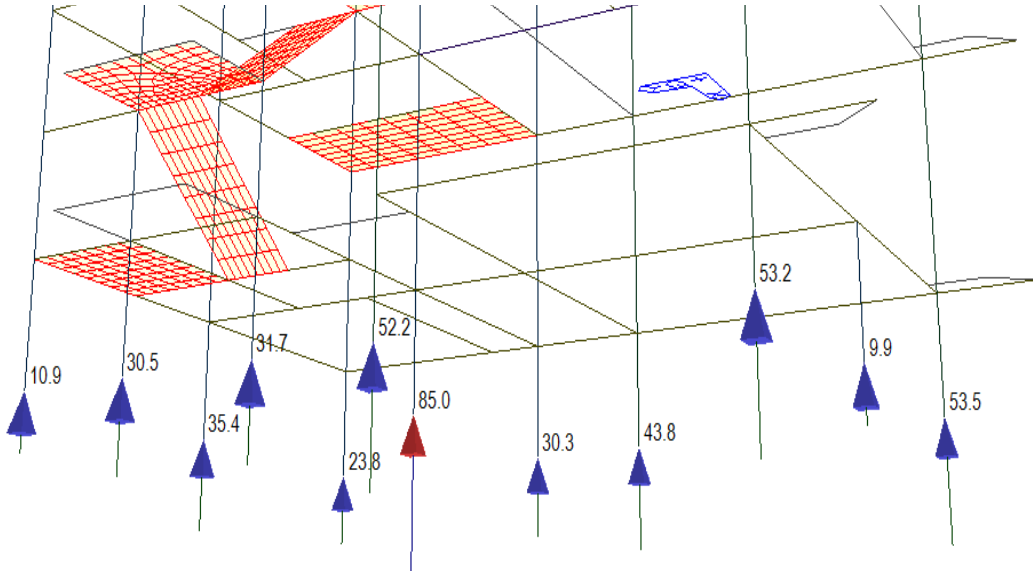
ภาพที่ 9 โมเมนต์ขององค์อาคาร ( Diaphragm connect beam )



ภาพที่ 10 Diaphragm Disconnect beam เพื่อให้คานไม่ต้องเชื่อมต่อกันแบบ Diaphragm จะเห็นว่าโมเมนต์ในคานเพิ่มขึ้นมาก



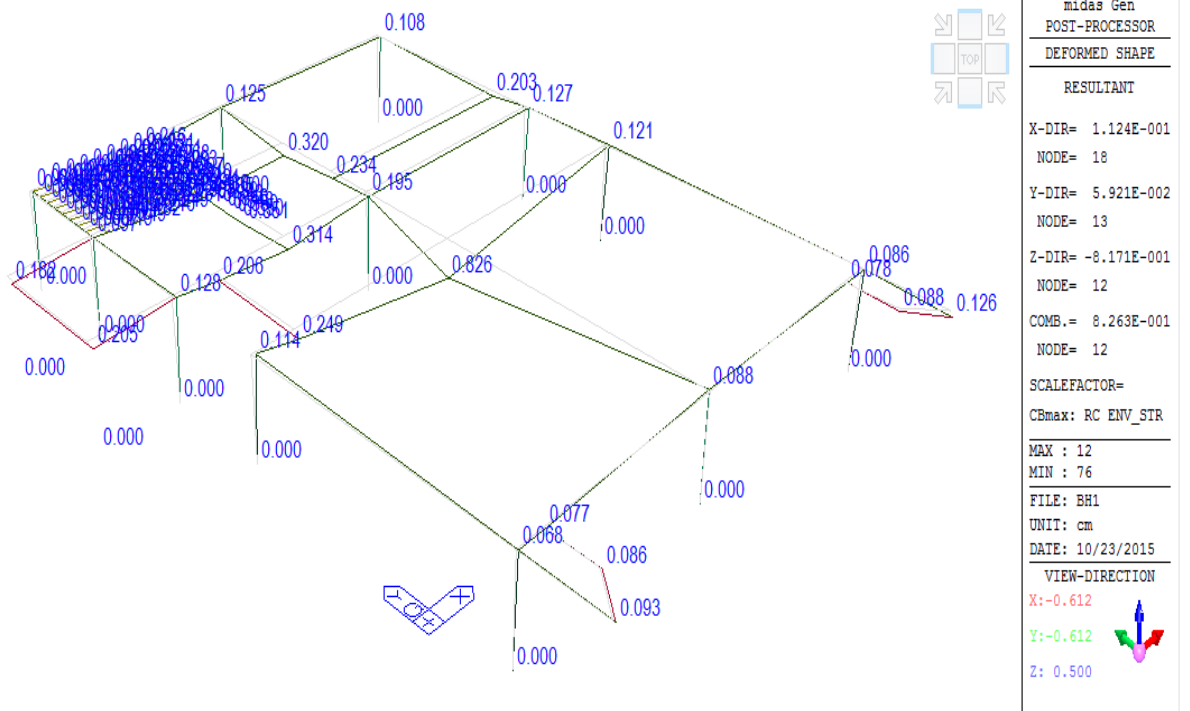
ภาพที่ 11 แรงเฉือนที่กระทำกับองค์อาคาร



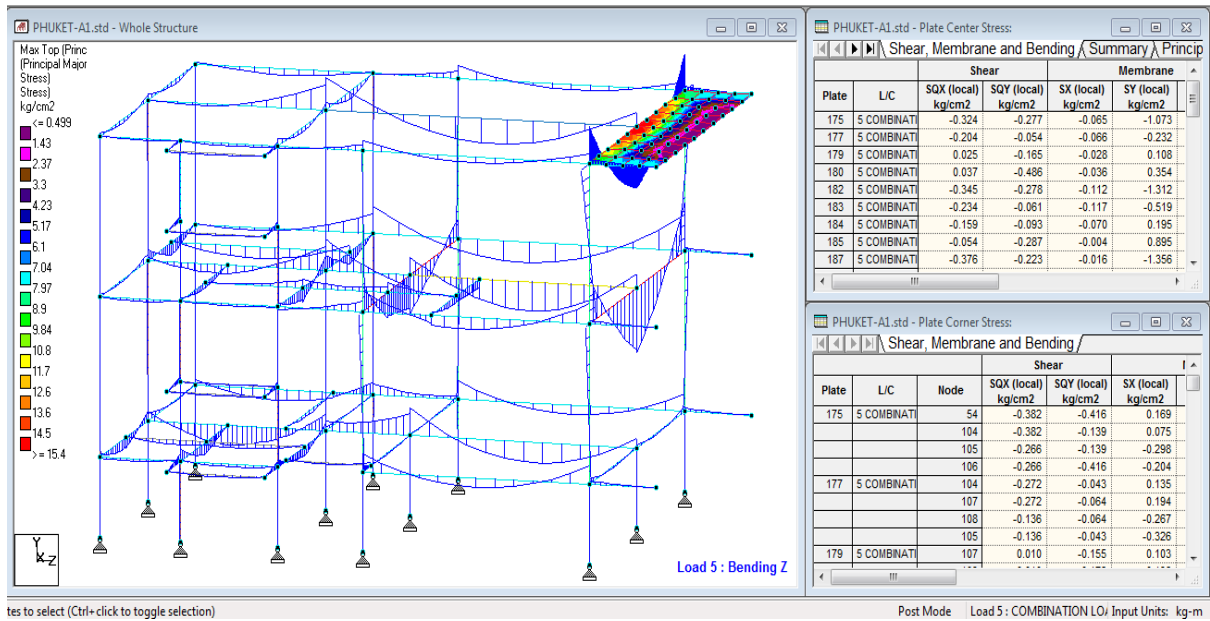
ภาพที่ 12 แสดงค่าแรงลงเสาต่อม่อแบบ Service Load



รายการคำนวณบ้านพักอาศัย 2 ชั้น



ภาพที่ 13 แสดงค่าการแอ่นตัวชั้นล่างแบบ Ultimate Load



ภาพที่ 14 ตรวจสอบ วิเคราะห์ผลใน STAAD Pro.

RS-1 ( Cantiliver Slab )

Materials Data		Design Size		Strength Reduction Factor	
fc'	= 240 ksc.	Short	= 1.50 m.	$\beta_1$	= 0.85 -
fy1	= 4000 ksc.	Long	= Varies m.	$\phi_b$	= 0.90 -
fy2	= 2400 ksc.	Cover	= 0.02 m.	$\phi_v$	= 0.85 -

Design Reinforcement				
Data	Short Span	Long Span	Unit	
Cantilever	===>	#1	#2	
t <sub>min</sub>	= 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.
$\rho_b$	= $0.85\beta_1(fc'/fy)(6120/(6120+fy))$	0.0262	-	-
$\rho_{max}$	= $0.75\rho_b$	0.0197	-	-
$\rho$	= $0.50\rho_b$	0.0131	-	-
RU <sub>1</sub>	= $\rho fy(1-0.59\rho(fy/fc'))$	45.65	-	ksc.
Mu	= Maximum Moment	947.3	-	kg-m.
d <sub>req</sub>	= $\sqrt{(Mu/\phi_b Ru_1 b)}$	4.80	-	cm.
d	= Effective depth	12.40	-	cm.
RU <sub>2</sub>	= $Mu/\phi_b bd^2$	6.85	-	ksc.
$\rho_{req}$	= $0.85(fc'/fy)(1-\sqrt{1-(2Ru/0.85fc')})$	0.0017	-	-
$\rho_{min}$	= $14/fy$	0.0035	-	-
As	= $\rho bd$	2.11	-	sq.cm.
Ast	= $0.0018bt$	2.70	3.75 << [0.0025bt]	sq.cm.
Maximum Rebars Spacing (S <sub>max</sub> )		0.41	0.17	m.
Using Rebars Spacing (S <sub>use</sub> )		DB12@0.2 << [Ok]	RB9@0.15 << [Ok]	m.

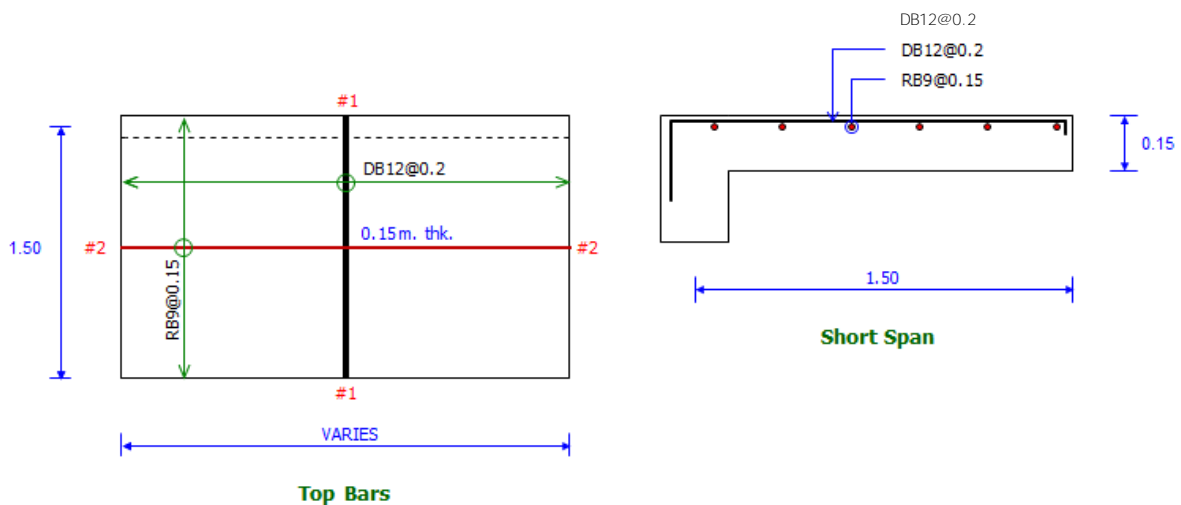
Shear Check				
Data	Short Span	Long Span	Unit	
Vu	= 1.15(WuS+FIN)	1452.45	-	kg.
$\phi_v c$	= $\phi_v 0.53(\sqrt{fc'})bd$	8654.10 << [Ok]	-	kg.

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





รายการคำนวณบ้านพักอาศัย 2 ชั้น

RS-2 ( 4.00 x 5.10m )

Materials Data		Design Size		Strength Reduction Factor	
fc'	= 240 ksc.	Short	= 4.00 m.	$\beta_1$	= 0.85 -
fy1	= 4000 ksc.	Long	= 5.10 m.	$\phi_b$	= 0.90 -
fy2	= 4000 ksc.	Cover	= 0.025 m.	$\phi_s$	= 0.85 -

Design Reinforcement

Data	Short Span			Long Span			Unit	
	#1	#2	#3	#4	#5	#6		
Two Way	====>						-	
m	= S/L	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	-	
$t_{min}$	= (2S+2L)/180	10.11	10.11	10.11	10.11	10.11	cm.	
t	= Thickness	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	cm.	
DL	= Dead Load [2400(t/100)]	300	300	300	300	300	kg/sq.m.	
SDL	= Super Imposed Dead Load	50	50	50	50	50	kg/sq.m.	
LL	= Live Load	150	150	150	150	150	kg/sq.m.	
Wu	= 1.7(DL+SDL)+2.0LL	895	895	895	895	895	kg/sq.m.	
$p_b$	= $0.85\beta_1(fc'/fy)(6120/(6120+fy))$	0.0262	0.0262	0.0262	0.0262	0.0262	-	
$p_{max}$	= $0.75p_b$	0.0197	0.0197	0.0197	0.0197	0.0197	-	
$p$	= $0.50p_b$	0.0131	0.0131	0.0131	0.0131	0.0131	-	
$Ru_1$	= $pfy(1-0.59p(fy/fc'))$	45.65	45.65	45.65	45.65	45.65	ksc.	
C	= Moment Coefficient	0.065	0.049	0.033	0.049	0.037	0.025	-
Mu	= CWuS <sup>2</sup>	930.8	701.7	472.6	701.7	529.8	358.0	kg-m.
$d_{req}$	= $\sqrt{(Mu/\phi_b Ru_1 b)}$	4.76	4.13	3.39	4.13	3.59	2.95	cm.
d	= Effective depth	9.40	9.40	9.40	8.20	8.20	8.20	cm.
$Ru_2$	= $Mu/\phi_b bd^2$	11.70	8.82	5.94	11.59	8.76	5.92	ksc.
$p_{req}$	= $0.85(fc'/fy)(1-\sqrt{1-2Ru/0.85fc'})$	0.003	0.0023	0.0015	0.003	0.0022	0.0015	-
$p_{min}$	= $14/fy$	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	-
As	= $pbd$	3.29	3.29	3.29	2.87	2.87	2.87	sq.cm.
Ast	= $0.0018bt$	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	sq.cm.
Maximum Rebars Spacing (S_max)		0.34	0.34	0.34	0.375	0.375	0.375	m.
Using Rebars Spacing (S_use)		0.25	0.25	0.25	<< [Ok]	0.25	0.25	m.

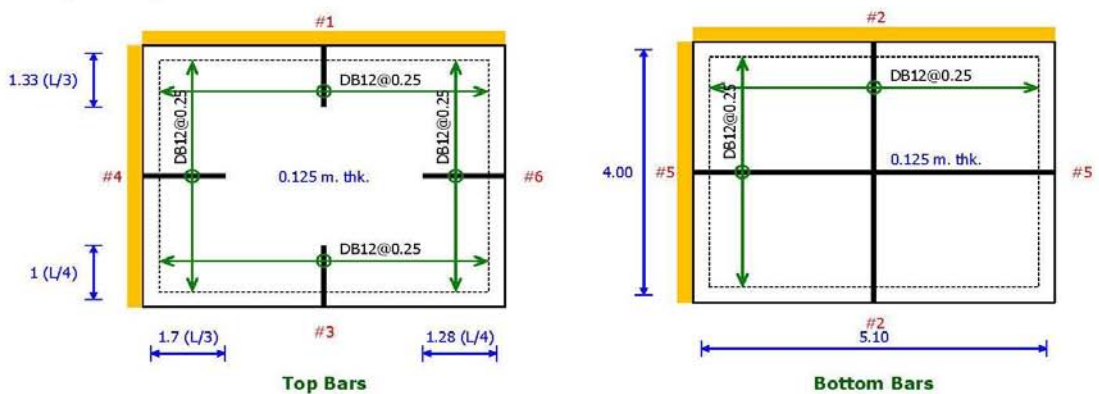
Shear Check

Data	Short Span	Long Span	Unit	
Vu	= $1.15(WuS/4)$	1029.25	1029.25	kg.
$\phi_v Vc$	= $\phi_v 0.53(\sqrt{fc'})bd$	6560.37 << [Ok]	5722.88 << [Ok]	kg.
$2\phi_v Vc/3$	= $(2/3)\phi_v 0.53(\sqrt{fc'})bd$	4373.58 << [Ok]	3815.25 << [Ok]	kg.

Load transfer to the Beam

Data	Short Span	Long Span	Unit
Dead Load on Beam	558.04	466.67	kg./m.
Live Load on Beam	239.16	200.00	kg./m.

Slab Diagram 2 Edge Discontinuous



Design Calculation

RS-2 ( 4.00 x 4.00m )

Materials Data

fc'	= 240	ksc.
fy1	= 4000	ksc.
fy2	= 4000	ksc.

Design Size

Short	= 4.00	m.
Long	= 4.00	m.
Cover	= 0.025	m.

Strength Reduction Factor

$\beta_1$	= 0.85	-
$\phi_b$	= 0.90	-
$\phi_s$	= 0.85	-

Design Reinforcement

Data	Short Span			Long Span			Unit	
	#1	#2	#3	#4	#5	#6		
Two Way	===>	Con.-	Mid.+	Disc.-	Con.-	Mid.+	Disc.-	-
m	= S/L	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-
$t_{min}$	= (2S+2L)/180	8.89	8.89	8.89	8.89	8.89	8.89	cm.
t	= Thickness	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	cm.
DL	= Dead Load [2400(t/100)]	300	300	300	300	300	300	kg/sq.m.
SDL	= Super Imposed Dead Load	50	50	50	50	50	50	kg/sq.m.
LL	= Live Load	150	150	150	150	150	150	kg/sq.m.
Wu	= 1.7(DL+SDL)+2.0LL	895	895	895	895	895	895	kg/sq.m.
$\rho_b$	= $0.85\beta_1(fc'/fy)(6120/(6120+fy))$	0.0262	0.0262	0.0262	0.0262	0.0262	0.0262	-
$\rho_{max}$	= $0.75\rho_b$	0.0197	0.0197	0.0197	0.0197	0.0197	0.0197	-
$\rho$	= $0.50\rho_b$	0.0131	0.0131	0.0131	0.0131	0.0131	0.0131	-
$Ru_1$	= $\rho fy(1-0.59\rho(fc'/fy))$	45.65	45.65	45.65	45.65	45.65	45.65	ksc.
C	= Moment Coefficient	0.049	0.037	0.025	0.049	0.037	0.025	-
Mu	= CWuS <sup>2</sup>	701.7	529.8	358.0	701.7	529.8	358.0	kg-m.
$d_{req}$	= $\sqrt{(Mu/\phi_b Ru_1 b)}$	4.13	3.59	2.95	4.13	3.59	2.95	cm.
d	= Effective depth	9.40	9.40	9.40	8.20	8.20	8.20	cm.
$Ru_2$	= $Mu/\phi_b bd^2$	8.82	6.66	4.50	11.59	8.76	5.92	ksc.
$\rho_{req}$	= $0.85(fc'/fy)(1-\sqrt{1-2Ru/0.85fc'})$	0.0023	0.0017	0.0011	0.003	0.0022	0.0015	-
$\rho_{min}$	= $14/fy$	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	-
As	= $\rho bd$	3.29	3.29	3.29	2.87	2.87	2.87	sq.cm.
Ast	= $0.0018bt$	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	sq.cm.
Maximum Rebars Spacing (S_max)		0.34	0.34	0.34	0.375	0.375	0.375	m.
Using Rebars Spacing (S_use)		0.25	0.25	0.25	<< [Ok]	0.25	0.25	m.

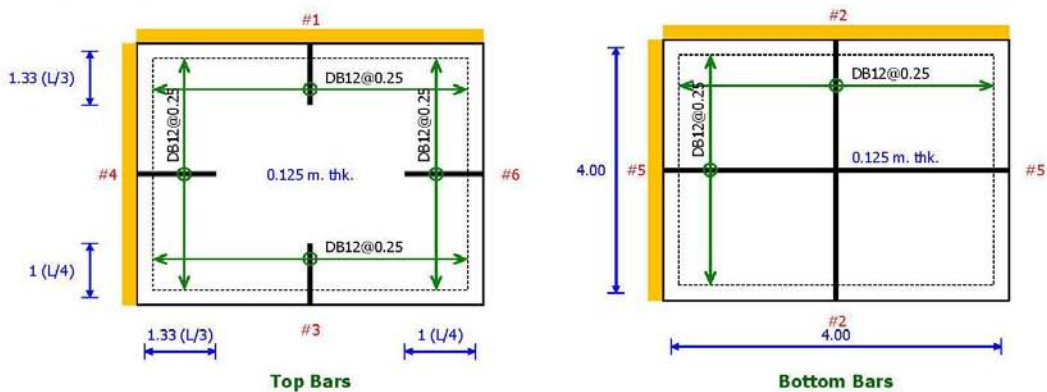
Shear Check

Data	Short Span	Long Span	Unit	
Vu	= 1.15(WuS/4)	1029.25	1029.25	kg.
$\phi_v Vc$	= $\phi_v 0.53(\sqrt{fc'})bd$	6560.37	<< [Ok]	kg.
$2\phi_v Vc/3$	= $(2/3)\phi_v 0.53(\sqrt{fc'})bd$	4373.58	<< [Ok]	kg.

Load transfer to the Beam

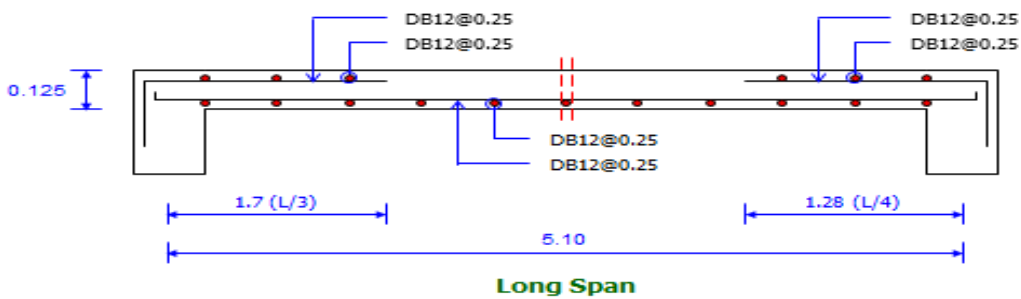
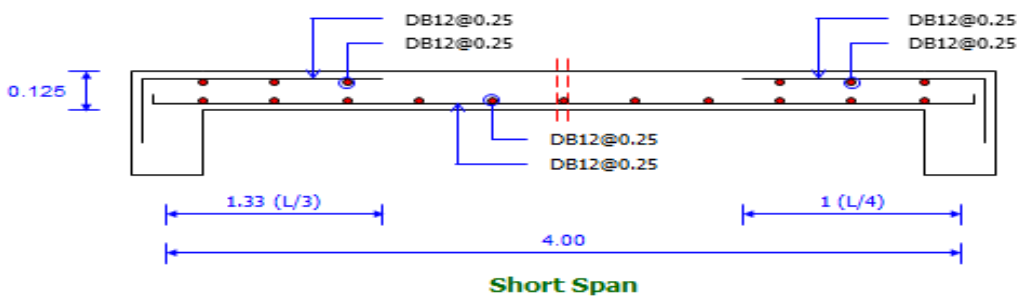
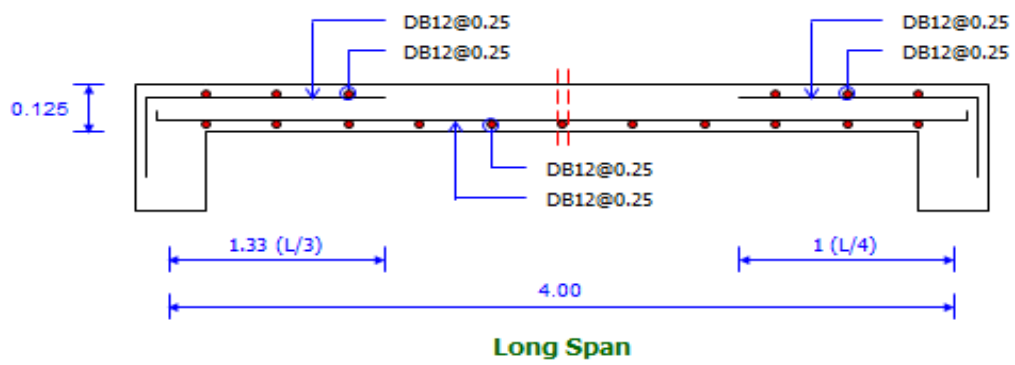
Data	Short Span	Long Span	Unit
Dead Load on Beam	466.67	466.67	kg./m.
Live Load on Beam	200.00	200.00	kg./m.

Slab Diagram 2 Edge Discontinuous



Design Calculation

RS-2



S-1 ( 2.00 x 4.00m )

รายการคำนวณบ้านพักอาศัย 2 ชั้น

Materials Data

fc'	= 240	ksc.
fy1	= 4000	ksc.
fy2	= 4000	ksc.

Design Size

Short	= 2.00	m.
Long	= 4.00	m.
Cover	= 0.025	m.

Strength Reduction Factor

$\beta_1$	= 0.85	-
$\phi_b$	= 0.90	-
$\phi_s$	= 0.85	-

Design Reinforcement

Data	Short Span			Long Span			Unit
	#1	#2	#3	#4	#5	#6	
Two Way	===>	Disc.-	Mid.+	Disc.-	Mid.+	Disc.-	-
m	= S/L	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	-
$t_{min}$	= (2S+2L)/180	6.67	6.67	6.67	6.67	6.67	cm.
t	= Thickness	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	cm.
DL	= Dead Load [2400(t/100)]	300	300	300	300	300	kg/sq.m.
SDL	= Super Imposed Dead Load	120	120	120	120	120	kg/sq.m.
LL	= Live Load	150	150	150	150	150	kg/sq.m.
Wu	= 1.7(DL+SDL)+2.0LL	1014	1014	1014	1014	1014	kg/sq.m.
$\rho_b$	= $0.85\beta_1(fc'/fy)(6120/(6120+fy))$	0.0262	0.0262	0.0262	0.0262	0.0262	-
$\rho_{max}$	= $0.75\rho_b$	0.0197	0.0197	0.0197	0.0197	0.0197	-
$\rho$	= $0.50\rho_b$	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	ksc.
C	= Moment Coefficient	0.055	0.083	0.055	0.033	0.05	0.033
Mu	= CWuS <sup>2</sup>	223.1	336.7	223.1	133.9	202.8	kg-m.
$d_{req}$	= $\sqrt{(Mu/\phi_b Ru_1 b)}$	2.33	2.86	2.33	1.80	2.22	cm.
d	= Effective depth	9.40	9.40	9.40	8.20	8.20	cm.
$Ru_2$	= $Mu/\phi_b bd^2$	2.81	4.23	2.81	2.21	3.35	2.21
$\rho_{req}$	= $0.85(fc'/fy)(1-\sqrt{1-2Ru/0.85fc'})$	0.0007	0.0011	0.0007	0.0006	0.0008	0.0006
$\rho_{min}$	= $14/fy$	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035
As	= $\rho bd$	3.29	3.29	3.29	2.87	2.87	2.87
Ast	= $0.0018bt$	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25
Maximum Rebars Spacing (S_max)		0.34	0.34	0.34	0.375	0.375	0.375
Using Rebars Spacing (S_use)		0.25	0.25	0.25	<< [Ok]	0.25	0.25

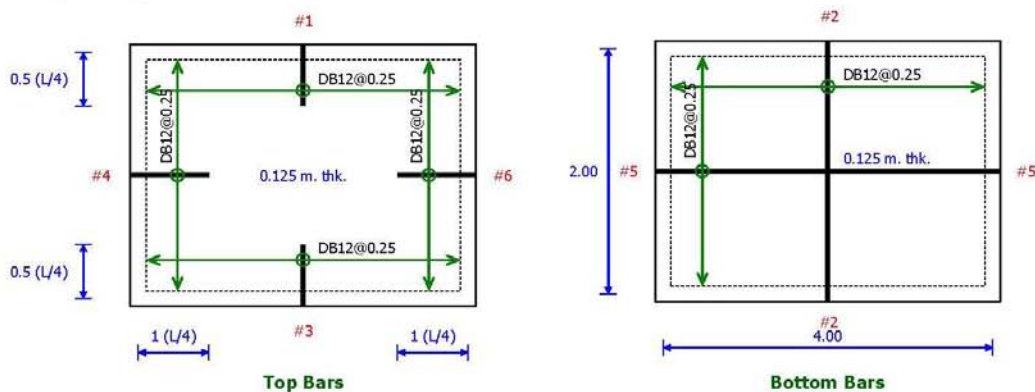
Shear Check

Data	Short Span	Long Span	Unit	
Vu	= 1.15(WuS/4)	583.05	583.05	kg.
$\phi Vc$	= $\phi 0.53(\sqrt{fc'})bd$	6560.37	<< [Ok]	kg.
$2\phi Vc/3$	= $(2/3)\phi 0.53(\sqrt{fc'})bd$	4373.58	<< [Ok]	kg.

Load transfer to the Beam

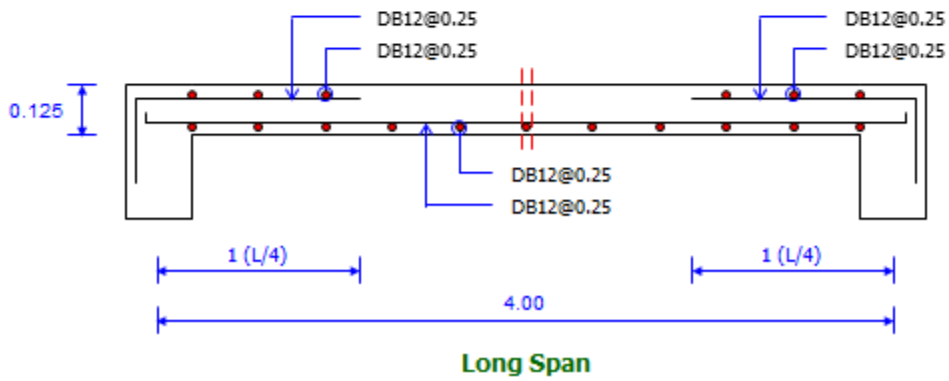
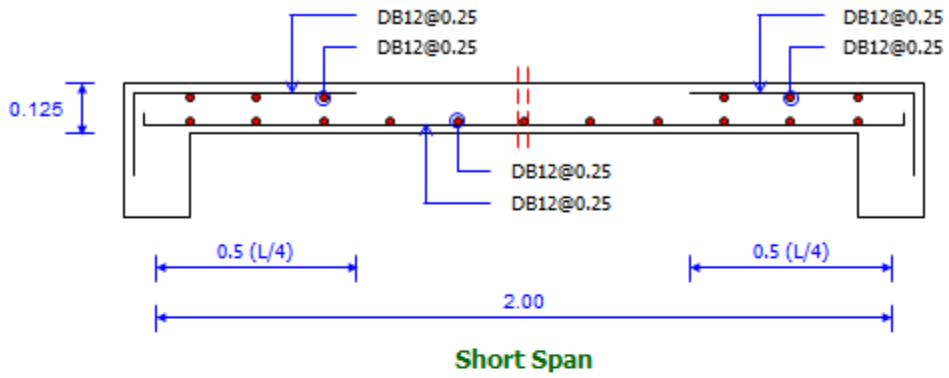
Data	Short Span	Long Span	Unit
Dead Load on Beam	385.00	280.00	kg./m.
Live Load on Beam	137.50	100.00	kg./m.

Slab Diagram 4 Edge Discontinuous



Design Calculation

S-1 ( 2.00 x 4.00m )



ST-1

Materials Data		Design Size		Strength Reduction Factor	
fc'	= 240 ksc.	High	= 1.50 m.	$\beta_1$	= 0.85 -
fy1	= 4000 ksc.	Length	= 4.00 m.	$\phi_b$	= 0.90 -
fy2	= 2400 ksc.	Cover	= 0.03 m.	$\phi_s$	= 0.85 -

**Design Reinforcement**

Data	Main Bars	Temperature Bars	Unit
R = Riser	17.50	-	cm.
T = Tread	25.00	-	cm.
$t_{min}$ = L/20	20.00	-	cm.
t = Thickness	20.00	-	cm.
DL = Dead Load [DS+DST]	795.91	-	kg/sq.m.
SDL = Super Imposed Dead Load	120	-	kg/sq.m.
LL = Live Load	150	-	kg/sq.m.
Wu = 1.4(DL+SDL)+1.7LL	1537.27	-	kg/m.
$\rho_b$ = $0.85\beta_1(fc'/fy)(6120/(6120+fy))$	0.0262	-	-
$\rho_{max}$ = $0.75\rho_b$	0.0197	-	-
$\rho$ = $0.50\rho_b$	0.0131	-	-
$Ru_1$ = $\rho fy(1-0.59\rho(fy/fc'))$	45.65	-	ksc.
Mu = Maximum Moment	3074.55	-	kg-m.
$d_{req}$ = $\sqrt{(Mu/\phi_b Ru_1 b)}$	8.65	-	cm.
d = Effective depth	16.40	-	cm.
$Ru_2$ = $Mu/\phi_b d^2$	12.70	-	ksc.
$\rho_{req}$ = $0.85(fc'/fy)(1-\sqrt{1-(2Ru/0.85fc')})$	0.0033	-	-
$\rho_{min}$ = $14/fy$	0.0035	-	-
As = $\rho b d$	5.74	-	sq.cm.
Ast = $0.0018bt$	3.60	5.00 << [0.0025bt]	sq.cm.
Maximum Rebars Spacing (S_max)	0.197	0.127	m.
Using Rebars Spacing (S_use)	DB12@0.175 << [Ok]	RB9@0.125 << [Ok]	m.

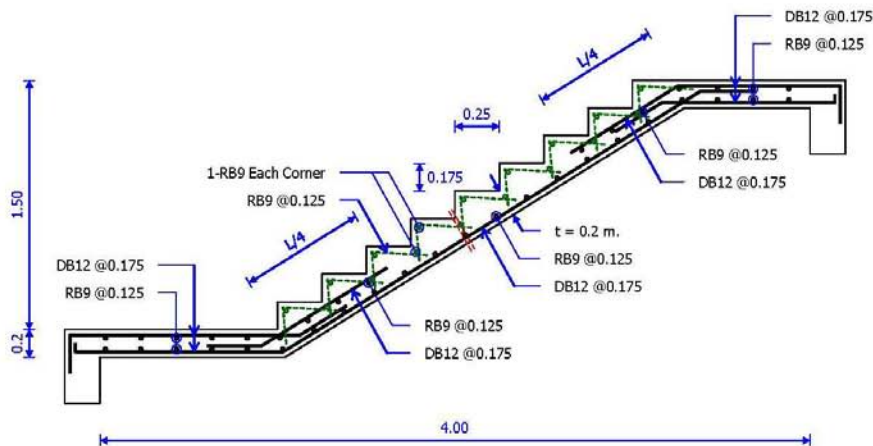
**Shear Check**

Data	Main Bars	Temperature Bars	Unit
Vu = $1.15(WuL/2)-Wu(d)$	3283.62	-	kg.
$\phi_v Vc$ = $\phi_v 0.53(\sqrt{fc'})bd$	11445.75 << [Ok]	-	kg.

**Load transfer to the Beam**

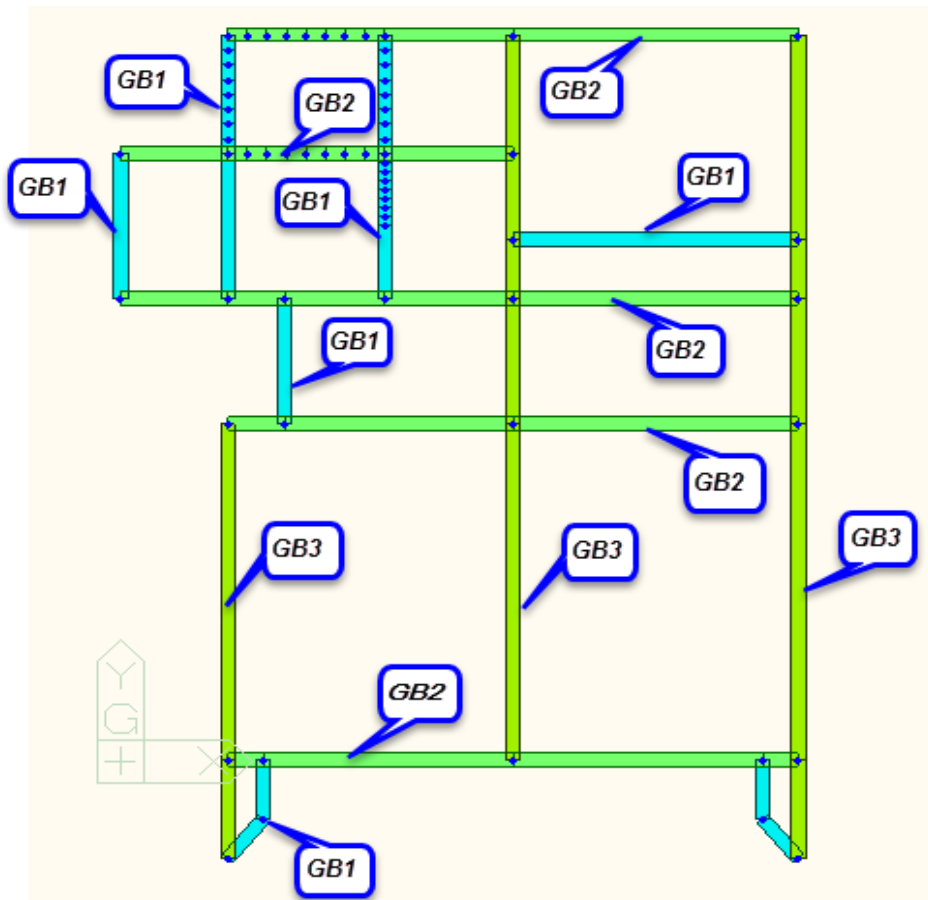
Data	Main Bars	Temperature Bars	Unit
Dead Load on Beam	1831.82	-	kg./m.
Live Load on Beam	300.00	-	kg./m.

**Section Diagram**



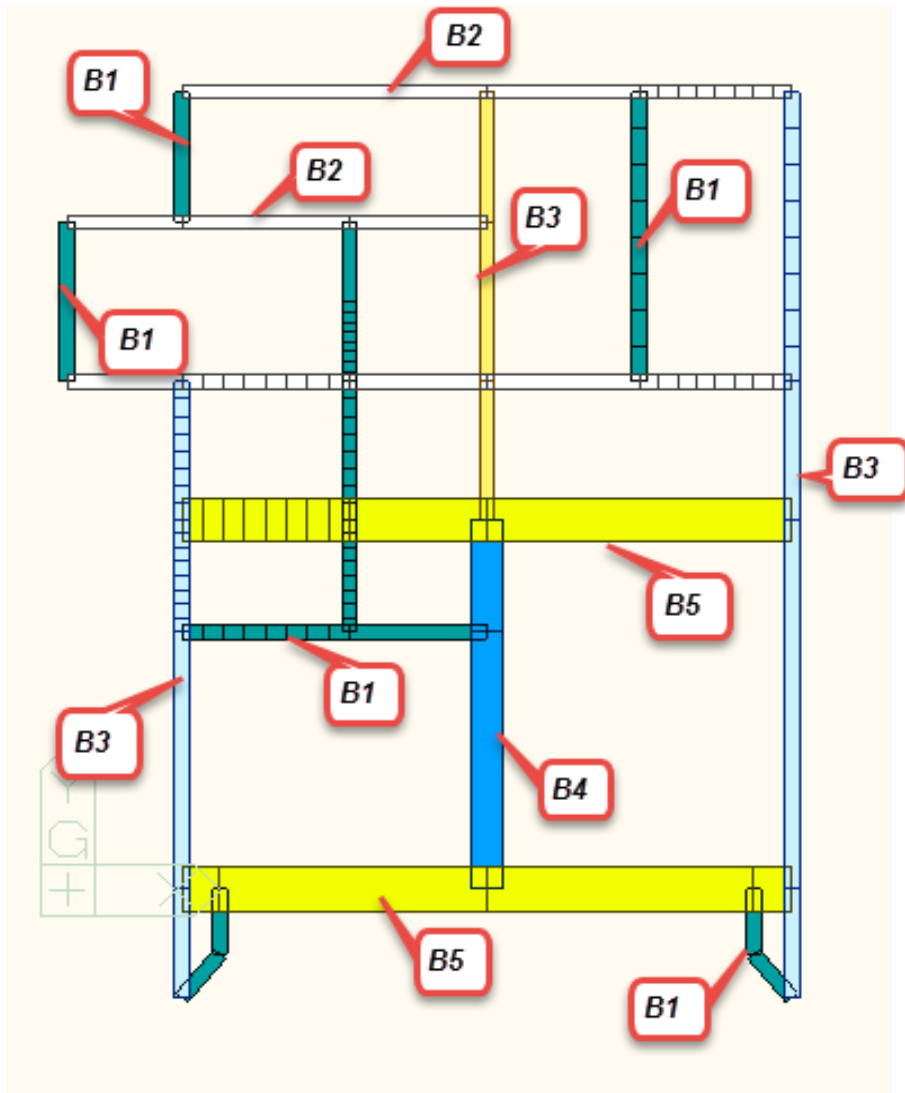
Design Calculation

ฝั้งคาน ชั้นล่าง

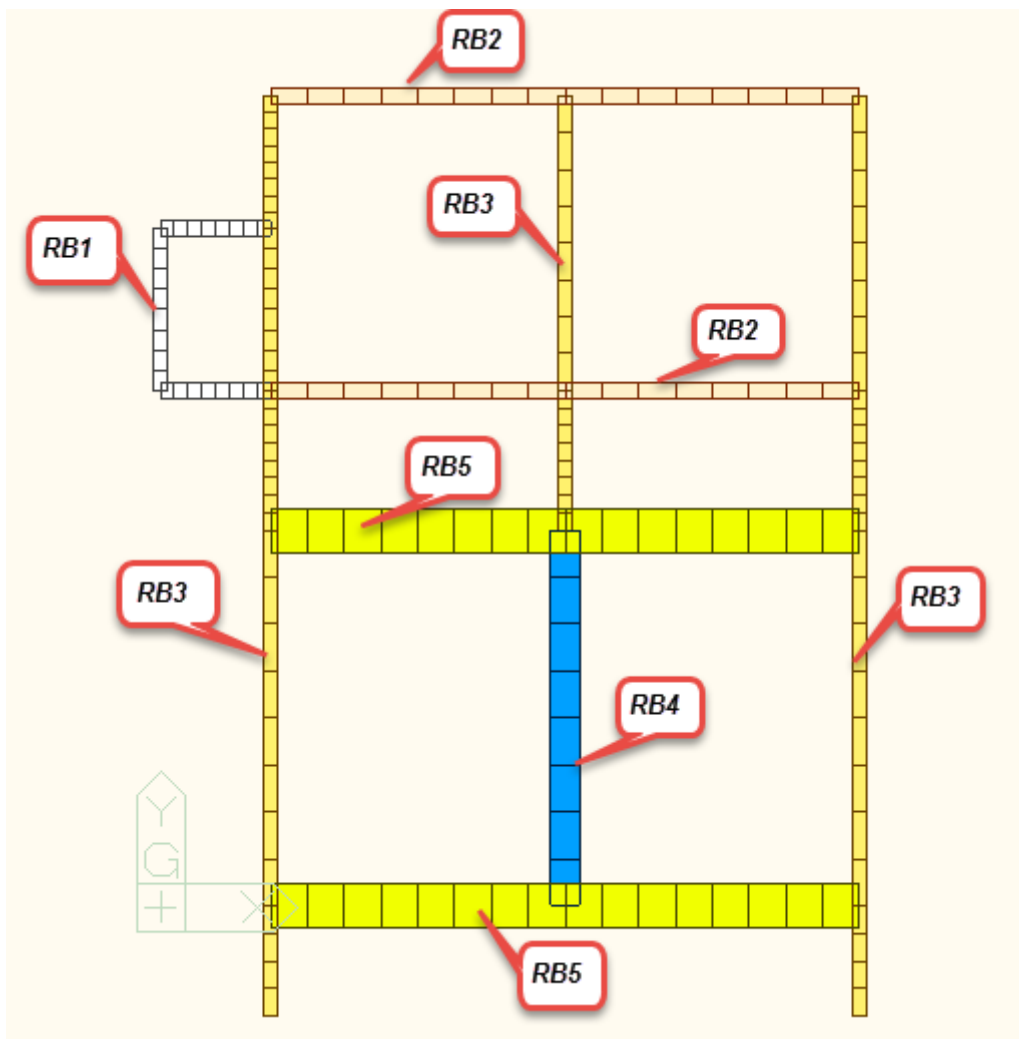




ผังคานชั้นที่ 2



ผังคานชั้นหลังคา

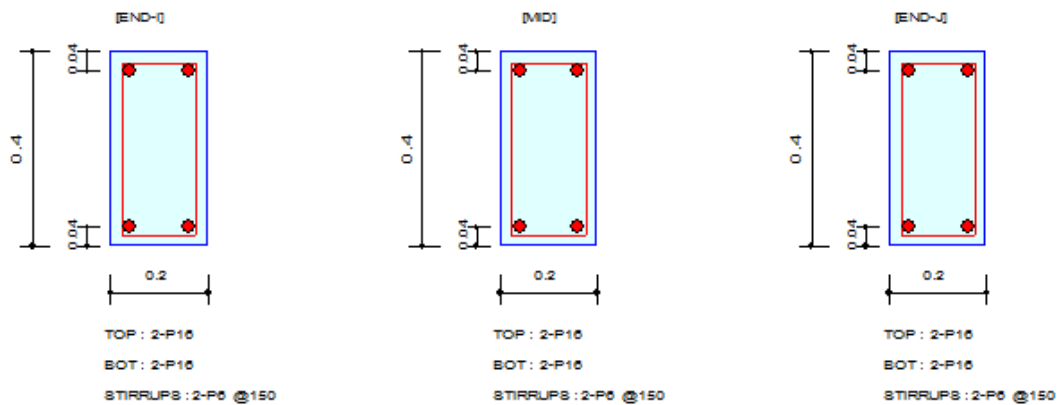


GB1

1. Design Information

Design Code	: ACI318-89	Unit System	: tonf, m
Material Data	: $f_c = 2400$ , $f_y = 40000$ , $f_{ys} = 24000$ tonf/m <sup>2</sup>	Beam Span	: 4.15 m
Section Property	: GB1 (No: 1)		

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

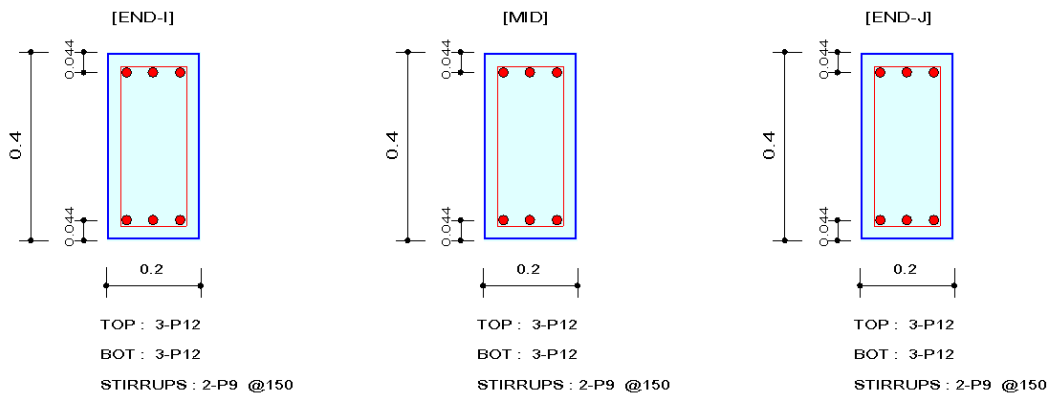
	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	1	1	1
Factored Shear Force (Vu)	5.29	3.14	5.95
Shear Strength by Conc.(PhiVc)	5.03	5.03	5.03
Shear Strength by Rebar.(PhiVs)	2.77	2.77	2.77
Using Shear Reinf. (AsV)	0.0004	0.0004	0.0004
Using Stirrups Spacing	2-P6 @150	2-P6 @150	2-P6 @150
Check Ratio	0.6789	0.4027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

**GB-2**

**1. Design Information**

Member Number : 52  
 Design Code : ACI318-11 Unit System : tonf, m  
 Material Data :  $f_c = 2400$ ,  $f_y = 40788.6$ ,  $f_{ys} = 40788.6$  tonf/m<sup>2</sup>  
 Section Property : B2-20x40 (No : 2) Beam Span : 1.5 m

**2. Section Diagram**



**3. Bending Moment Capacity**

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	0.70	2.46	3.56
Factored Strength ( $\phi M_n$ )	4.22	4.22	4.22
Check Ratio ( $M_u/\phi M_n$ )	0.1666	0.5833	0.8428
(+) Load Combination No.	3	3	3
Moment (Mu)	0.00	0.00	0.00
Factored Strength ( $\phi M_n$ )	4.22	4.22	4.22
Check Ratio ( $M_u/\phi M_n$ )	0.0000	0.0000	0.0000
Using Rebar Top ( $A_{s\_top}$ )	0.0003	0.0003	0.0003
Using Rebar Bot ( $A_{s\_bot}$ )	0.0003	0.0003	0.0003

**4. Shear Capacity**

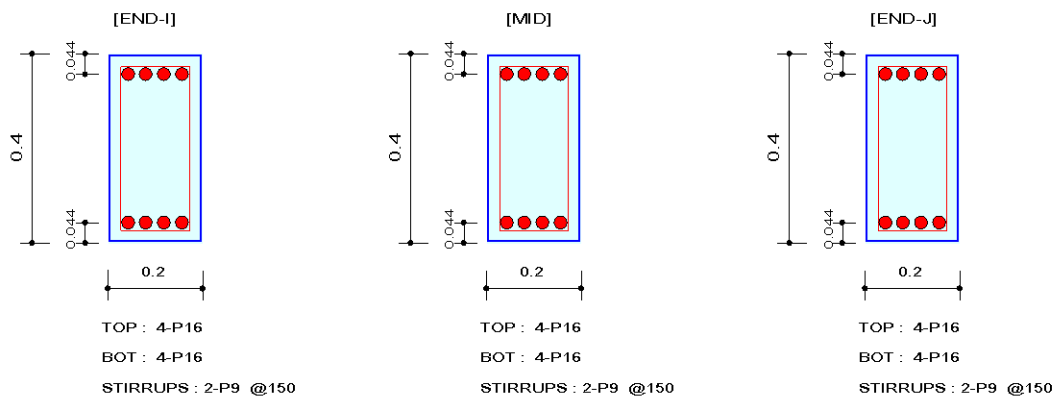
	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	1	1	1
Factored Shear Force ( $V_u$ )	1.96	2.73	3.11
Shear Strength by Conc. ( $\phi V_c$ )	4.39	4.39	4.39
Shear Strength by Rebar. ( $\phi V_s$ )	9.24	9.24	9.24
Using Shear Reinf. ( $A_{sV}$ )	0.0008	0.0008	0.0008
Using Stirrups Spacing	2-P9 @150	2-P9 @150	2-P9 @150
Check Ratio	0.1440	0.2005	0.2287

**GB-3**

**1. Design Information**

Member Number : 38  
 Design Code : ACI318-11 Unit System : tonf, m  
 Material Data :  $f_c = 2400$ ,  $f_y = 40788.6$ ,  $f_{ys} = 40788.6 \text{ tonf/m}^2$   
 Section Property : B3-20x40 (No : 3) Beam Span : 4 m

**2. Section Diagram**



**3. Bending Moment Capacity**

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	2	2	2
Moment (Mu)	2.89	1.18	2.25
Factored Strength ( $\phi M_n$ )	9.54	9.54	9.54
Check Ratio ( $M_u/\phi M_n$ )	0.3029	0.1241	0.2359
(+) Load Combination No.	3	2	2
Moment (Mu)	0.00	0.92	0.28
Factored Strength ( $\phi M_n$ )	9.54	9.54	9.54
Check Ratio ( $M_u/\phi M_n$ )	0.0000	0.0963	0.0297
Using Rebar Top ( $A_{s\_top}$ )	0.0008	0.0008	0.0008
Using Rebar Bot ( $A_{s\_bot}$ )	0.0008	0.0008	0.0008

**4. Shear Capacity**

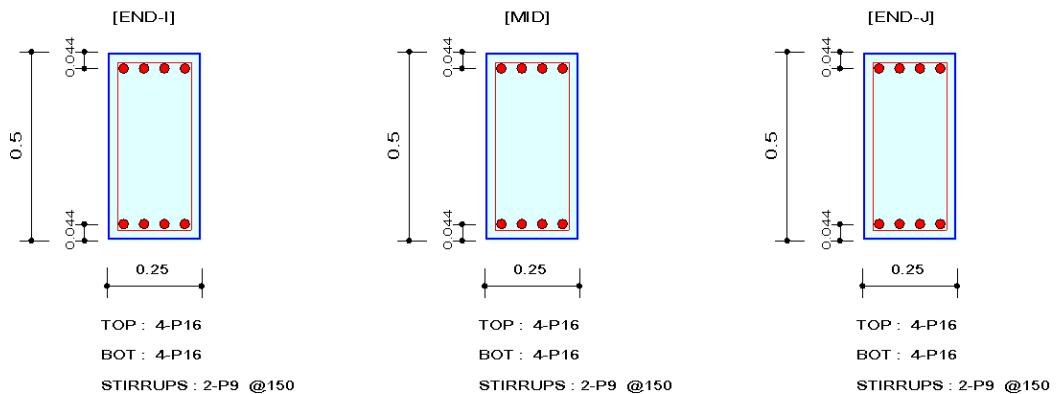
	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	2	2	2
Factored Shear Force ( $V_u$ )	7.11	3.06	3.82
Shear Strength by Conc. ( $\phi V_c$ )	4.39	4.39	4.39
Shear Strength by Rebar. ( $\phi V_s$ )	9.24	9.24	9.24
Using Shear Reinf. ( $A_s V$ )	0.0008	0.0008	0.0008
Using Stirrups Spacing	2-P9 @150	2-P9 @150	2-P9 @150
Check Ratio	0.5220	0.2246	0.2807

**GB-4**

**1. Design Information**

Member Number : 24  
 Design Code : ACI318-11 Unit System : tonf, m  
 Material Data :  $f_c = 2400$ ,  $f_y = 40788.6$ ,  $f_{ys} = 40788.6 \text{ tonf/m}^2$   
 Section Property : GB6-25x50 (No : 7) Beam Span : 5.1 m

**2. Section Diagram**



**3. Bending Moment Capacity**

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	2	2	2
Moment (Mu)	10.74	1.04	3.10
Factored Strength ( $\phi M_n$ )	12.60	12.60	12.60
Check Ratio ( $M_u/\phi M_n$ )	0.8518	0.0828	0.2461
(+) Load Combination No.	3	2	2
Moment (Mu)	0.00	3.46	2.77
Factored Strength ( $\phi M_n$ )	12.60	12.60	12.60
Check Ratio ( $M_u/\phi M_n$ )	0.0000	0.2745	0.2200
Using Rebar Top ( $A_{s\_top}$ )	0.0008	0.0008	0.0008
Using Rebar Bot ( $A_{s\_bot}$ )	0.0008	0.0008	0.0008

**4. Shear Capacity**

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	2	2	2
Factored Shear Force ( $V_u$ )	9.64	5.57	6.64
Shear Strength by Conc. ( $\phi V_c$ )	7.02	7.02	7.02
Shear Strength by Rebar. ( $\phi V_s$ )	11.83	11.83	11.83
Using Shear Reinf. ( $A_{sV}$ )	0.0008	0.0008	0.0008
Using Stirrups Spacing	2-P9 @150	2-P9 @150	2-P9 @150
Check Ratio	0.5111	0.2952	0.3523

**B-1**

**1. Design Information**

Member Number : 654

Design Code : ACI318-11

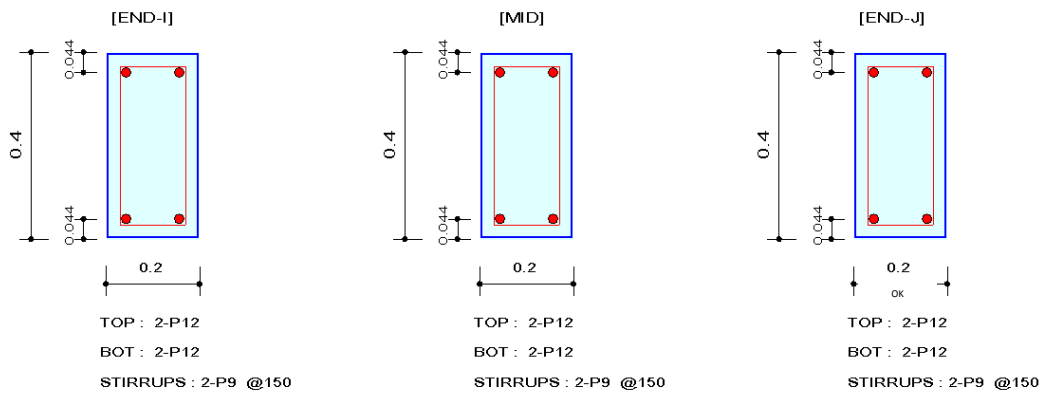
Unit System : tonf, m

Material Data :  $f_c = 2400$ ,  $f_y = 40788.6$ ,  $f_{ys} = 40788.6 \text{ tonf/m}^2$

Section Property : B1-20x40 (No : 1)

Beam Span : 4 m

**2. Section Diagram**



**3. Bending Moment Capacity**

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	2	2	2
Moment (Mu)	1.21	0.62	0.95
Factored Strength ( $\phi M_n$ )	2.86	2.86	2.86
Check Ratio ( $M_u/\phi M_n$ )	0.4210	0.2183	0.3303
(+) Load Combination No.	3	2	2
Moment (Mu)	0.00	0.86	0.60
Factored Strength ( $\phi M_n$ )	2.86	2.86	2.86
Check Ratio ( $M_u/\phi M_n$ )	0.0000	0.3015	0.2107
Using Rebar Top ( $A_{s\_top}$ )	0.0002	0.0002	0.0002
Using Rebar Bot ( $A_{s\_bot}$ )	0.0002	0.0002	0.0002

**4. Shear Capacity**

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	2	2	2
Factored Shear Force ( $V_u$ )	5.08	3.19	4.05
Shear Strength by Conc. ( $\phi V_c$ )	4.39	4.39	4.39
Shear Strength by Rebar. ( $\phi V_s$ )	9.24	9.24	9.24
Using Shear Reinf. ( $A_s V$ )	0.0008	0.0008	0.0008
Using Stirrups Spacing	2-P9 @ 150	2-P9 @ 150	2-P9 @ 150
Check Ratio	0.3733	0.2340	0.2970

**B-2**

**1. Design Information**

Member Number : 634

Design Code : ACI318-11

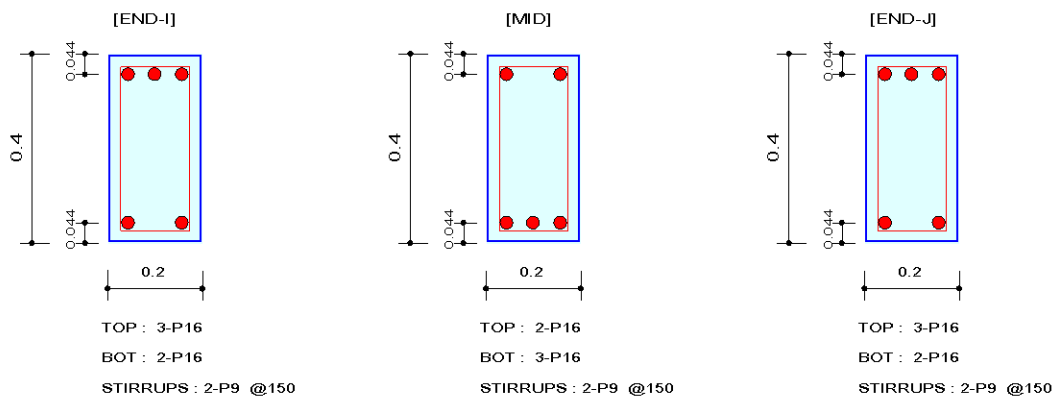
Unit System : tonf, m

Material Data :  $f_c = 2400$ ,  $f_y = 40788.6$ ,  $f_{ys} = 40788.6 \text{ tonf/m}^2$

Section Property : B2-20x40 (No : 2)

Beam Span : 4 m

**2. Section Diagram**



**3. Bending Moment Capacity**

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	1	3	2
Moment (Mu)	2.55	0.00	6.89
Factored Strength ( $\phi M_n$ )	7.25	4.91	7.25
Check Ratio ( $M_u/\phi M_n$ )	0.3511	0.0000	0.9498
(+) Load Combination No.	2	2	2
Moment (Mu)	1.06	6.32	0.54
Factored Strength ( $\phi M_n$ )	4.91	7.25	4.91
Check Ratio ( $M_u/\phi M_n$ )	0.2166	0.8716	0.1096
Using Rebar Top ( $A_{s\_top}$ )	0.0006	0.0004	0.0006
Using Rebar Bot ( $A_{s\_bot}$ )	0.0004	0.0006	0.0004

**4. Shear Capacity**

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	1	2	2
Factored Shear Force ( $V_u$ )	3.59	7.31	7.54
Shear Strength by Conc. ( $\phi V_c$ )	4.39	4.39	4.39
Shear Strength by Rebar. ( $\phi V_s$ )	9.24	9.24	9.24
Using Shear Reinf. ( $A_s V$ )	0.0008	0.0008	0.0008
Using Stirrups Spacing	2-P9 @150	2-P9 @150	2-P9 @150
Check Ratio	0.2633	0.5369	0.5538

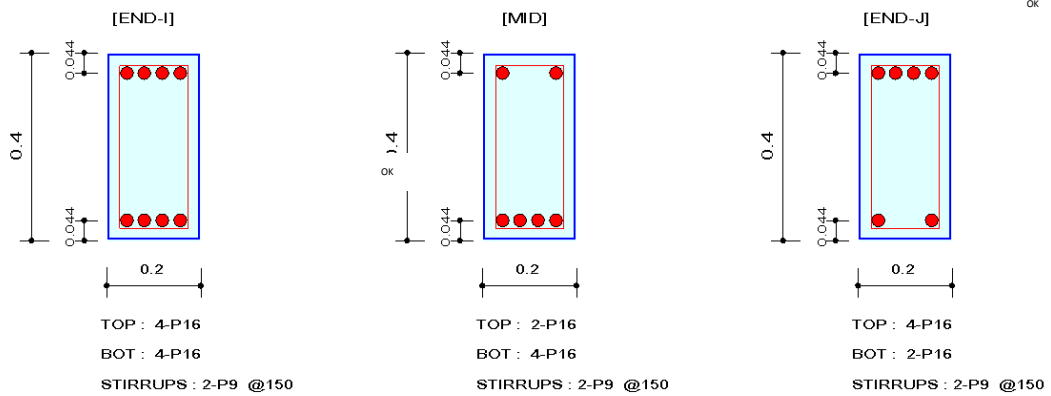


**B-3**

**1. Design Information**

Member Number : 30  
 Design Code : ACI318-11 Unit System : tonf, m  
 Material Data :  $f_c = 2400$ ,  $f_y = 40788.6$ ,  $f_{ys} = 40788.6 \text{ tonf/m}^2$   
 Section Property : B3-20x40 (No : 3) Beam Span : 1.9 m

**2. Section Diagram**



**3. Bending Moment Capacity**

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	3	2	2
Moment (Mu)	0.00	4.02	9.09
Factored Strength ( $\phi M_n$ )	9.54	4.94	9.50
Check Ratio ( $M_u/\phi M_n$ )	0.0000	0.8141	0.9573
(+) Load Combination No.	2	2	3
Moment (Mu)	7.42	4.23	0.00
Factored Strength ( $\phi M_n$ )	9.54	9.50	4.94
Check Ratio ( $M_u/\phi M_n$ )	0.7777	0.4456	0.0000
Using Rebar Top ( $A_{s\_top}$ )	0.0008	0.0004	0.0008
Using Rebar Bot ( $A_{s\_bot}$ )	0.0008	0.0008	0.0004

**4. Shear Capacity**

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	2	2	2
Factored Shear Force ( $V_u$ )	7.37	10.01	11.33
Shear Strength by Conc. ( $\phi V_c$ )	4.39	4.39	4.39
Shear Strength by Rebar. ( $\phi V_s$ )	9.24	9.24	9.24
Using Shear Reinf. ( $A_{sV}$ )	0.0008	0.0008	0.0008
Using Stirrups Spacing	2-P9 @150	2-P9 @150	2-P9 @150
Check Ratio	0.5411	0.7349	0.8318

**B-3A**

**1. Design Information**

Member Number : 1025

Design Code : ACI318-11

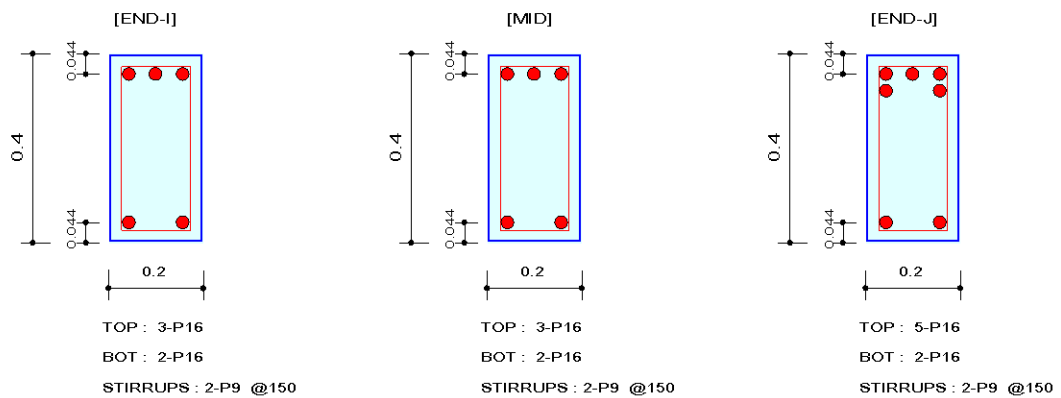
Unit System : tonf, m

Material Data :  $f_c = 2400$ ,  $f_y = 40788.6$ ,  $f_{ys} = 40788.6 \text{ tonf/m}^2$

Section Property : RB3-20x40 (No : 6)

Beam Span : 1.9 m

**2. Section Diagram**



**3. Bending Moment Capacity**

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	2	2	1
Moment (Mu)	0.62	0.56	0.48
Factored Strength ( $\phi M_n$ )	7.25	7.25	11.05
Check Ratio ( $M_u/\phi M_n$ )	0.0848	0.0777	0.0430
(+) Load Combination No.	3	2	1
Moment (Mu)	0.00	0.58	0.44
Factored Strength ( $\phi M_n$ )	4.91	4.91	4.96
Check Ratio ( $M_u/\phi M_n$ )	0.0000	0.1186	0.0892
Using Rebar Top ( $A_{s\_top}$ )	0.0006	0.0006	0.0010
Using Rebar Bot ( $A_{s\_bot}$ )	0.0004	0.0004	0.0004

**4. Shear Capacity**

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	2	2	2
Factored Shear Force ( $V_u$ )	5.21	4.88	4.13
Shear Strength by Conc. ( $\phi V_c$ )	4.39	4.39	4.18
Shear Strength by Rebar. ( $\phi V_s$ )	9.24	9.24	8.81
Using Shear Reinf. ( $A_{sV}$ )	0.0008	0.0008	0.0008
Using Stirrups Spacing	2-P9 @150	2-P9 @150	2-P9 @150
Check Ratio	0.3828	0.3585	0.3180

**B-4**

**1. Design Information**

Member Number : 449

Design Code : ACI318-11

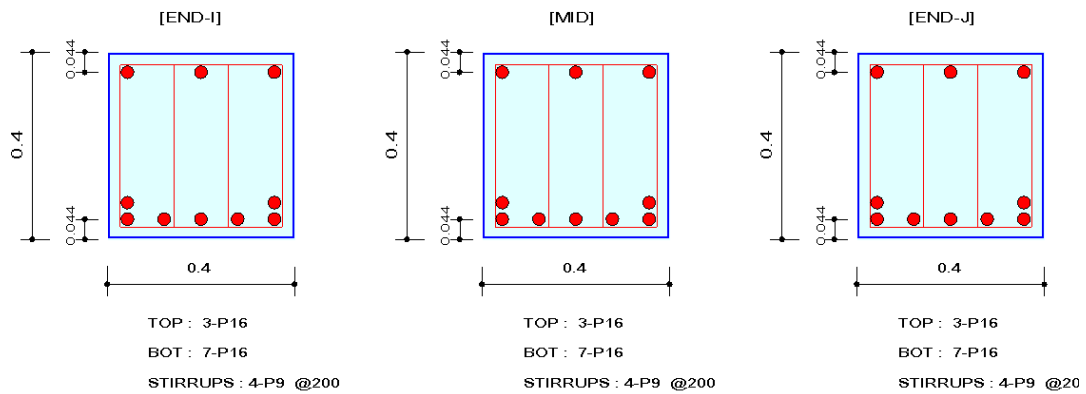
Unit System : tonf, m

Material Data :  $f_c = 2400$ ,  $f_y = 40788.6$ ,  $f_{ys} = 40788.6 \text{ tonf/m}^2$

Section Property : B8-40x40 (No : 8)

Beam Span : 5.1 m

**2. Section Diagram**



**3. Bending Moment Capacity**

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	3	1	3
Moment (Mu)	0.00	4.03	0.00
Factored Strength ( $\phi M_n$ )	7.55	7.55	7.55
Check Ratio ( $M_u/\phi M_n$ )	0.0000	0.5336	0.0000
(+) Load Combination No.	2	2	2
Moment (Mu)	3.96	15.07	12.79
Factored Strength ( $\phi M_n$ )	16.07	16.07	16.07
Check Ratio ( $M_u/\phi M_n$ )	0.2464	0.9376	0.7955
Using Rebar Top ( $A_{s\_top}$ )	0.0006	0.0006	0.0006
Using Rebar Bot ( $A_{s\_bot}$ )	0.0014	0.0014	0.0014

**4. Shear Capacity**

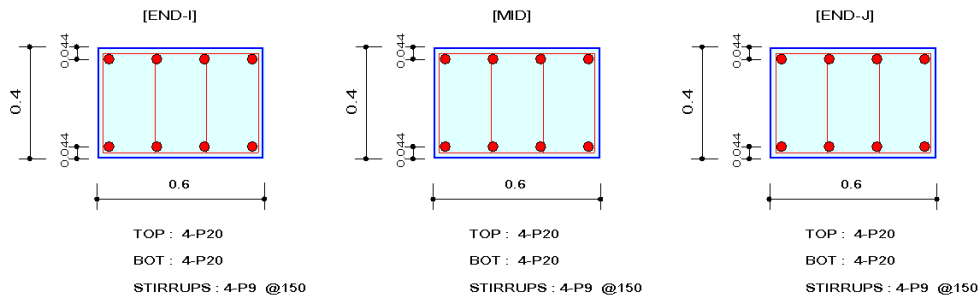
	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	2	2	2
Factored Shear Force ( $V_u$ )	5.92	8.05	12.08
Shear Strength by Conc. ( $\phi V_c$ )	8.48	8.48	8.48
Shear Strength by Rebar. ( $\phi V_s$ )	13.39	13.39	13.39
Using Shear Reinf. ( $A_{sV}$ )	0.0013	0.0013	0.0013
Using Stirrups Spacing	4-P9 @200	4-P9 @200	4-P9 @200
Check Ratio	0.2705	0.3681	0.5524

## B-5

### 1. Design Information

Design Code : ACI318-11 Unit System : tonf, m  
 Material Data :  $f_c = 2400$ ,  $f_y = 40788.6$ ,  $f_{ys} = 40788.6 \text{ tonf/m}^2$   
 Section Property : B9-60x40 (No : 9) Beam Span : 8 m

### 2. Section Diagram



### 3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	1	2	1
Moment (Mu)	10.55	0.67	12.27
Factored Strength (phiMn)	15.35	15.35	15.35
Check Ratio (Mu/phiMn)	0.6873	0.0439	0.7991
(+) Load Combination No.	2	2	2
Moment (Mu)	3.78	11.88	4.42
Factored Strength (phiMn)	15.35	15.35	15.35
Check Ratio (Mu/phiMn)	0.2465	0.7740	0.2883
Using Rebar Top (As_top)	0.0013	0.0013	0.0013
Using Rebar Bot (As_bot)	0.0013	0.0013	0.0013

### 4. Shear Capacity

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	2	2	2
Factored Shear Force (Vu)	10.43	5.89	10.79
Shear Strength by Conc.(phiVc)	13.16	13.16	13.16
Shear Strength by Rebar.(phiVs)	18.47	18.47	18.47
Using Shear Reinf. (AsV)	0.0017	0.0017	0.0017
Using Stirrups Spacing	4-P9 @150	4-P9 @150	4-P9 @150
Check Ratio	0.3298	0.1861	0.3410

**RB1**

**1. Design Information**

Member Number : 1177

Design Code : ACI318-11

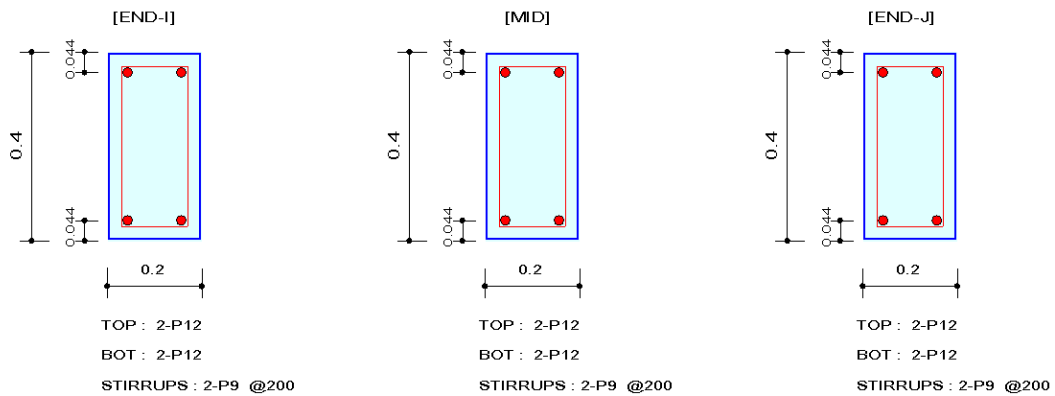
Unit System : tonf, m

Material Data :  $f_c = 2400$ ,  $f_y = 40788.6$ ,  $f_{ys} = 40788.6 \text{ tonf/m}^2$

Section Property : RB1-20x40 (No : 4)

Beam Span : 1.5 m

**2. Section Diagram**



**3. Bending Moment Capacity**

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	2	2	2
Moment (Mu)	0.37	1.94	3.01
Factored Strength ( $\phi M_n$ )	2.86	2.86	2.86
Check Ratio ( $M_u/\phi M_n$ )	0.1295	0.6761	1.0528
(+) Load Combination No.	2	3	3
Moment (Mu)	0.02	0.00	0.00
Factored Strength ( $\phi M_n$ )	2.86	2.86	2.86
Check Ratio ( $M_u/\phi M_n$ )	0.0065	0.0000	0.0000
Using Rebar Top ( $A_{s\_top}$ )	0.0002	0.0002	0.0002
Using Rebar Bot ( $A_{s\_bot}$ )	0.0002	0.0002	0.0002

**4. Shear Capacity**

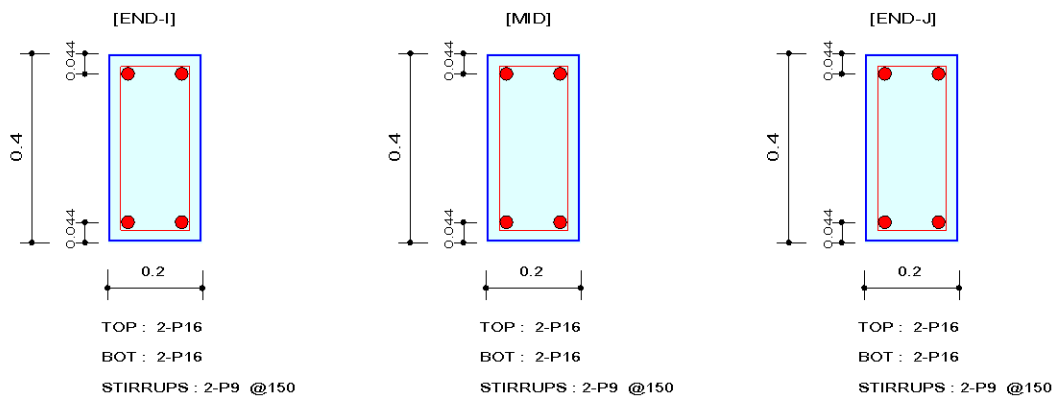
	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	2	2	2
Factored Shear Force ( $V_u$ )	1.39	2.67	2.92
Shear Strength by Conc. ( $\phi V_c$ )	4.39	4.39	4.39
Shear Strength by Rebar. ( $\phi V_s$ )	6.93	6.93	6.93
Using Shear Reinf. ( $A_{sV}$ )	0.0006	0.0006	0.0006
Using Stirrups Spacing	2-P9 @200	2-P9 @200	2-P9 @200
Check Ratio	0.1230	0.2356	0.2580

**RB-2**

**1. Design Information**

Member Number : 1199  
 Design Code : ACI318-11 Unit System : tonf, m  
 Material Data :  $f_c = 2400$ ,  $f_y = 40788.6$ ,  $f_{ys} = 40788.6 \text{ tonf/m}^2$   
 Section Property : RB2-20x40 (No : 5) Beam Span : 4 m

**2. Section Diagram**



**3. Bending Moment Capacity**

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	2	3	2
Moment (Mu)	4.08	0.00	0.72
Factored Strength ( $\phi M_n$ )	4.93	4.93	4.93
Check Ratio ( $M_u/\phi M_n$ )	0.8278	0.0000	0.1451
(+) Load Combination No.	2	2	2
Moment (Mu)	1.62	2.13	1.08
Factored Strength ( $\phi M_n$ )	4.93	4.93	4.93
Check Ratio ( $M_u/\phi M_n$ )	0.3286	0.4311	0.2180
Using Rebar Top ( $A_{s\_top}$ )	0.0004	0.0004	0.0004
Using Rebar Bot ( $A_{s\_bot}$ )	0.0004	0.0004	0.0004

**4. Shear Capacity**

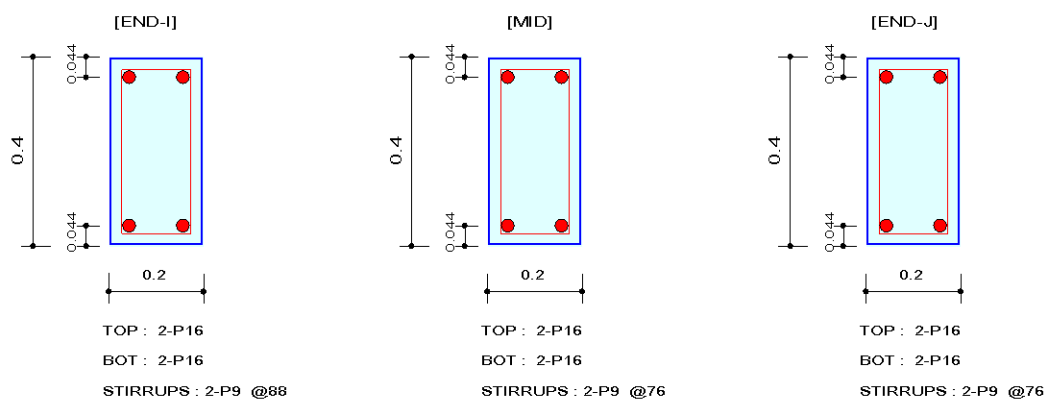
	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	2	2	2
Factored Shear Force ( $V_u$ )	7.76	3.34	1.98
Shear Strength by Conc. ( $\phi V_c$ )	4.39	4.39	4.39
Shear Strength by Rebar. ( $\phi V_s$ )	9.24	9.24	9.24
Using Shear Reinf. ( $A_s V$ )	0.0008	0.0008	0.0008
Using Stirrups Spacing	2-P9 @150	2-P9 @150	2-P9 @150
Check Ratio	0.5697	0.2453	0.1452

**RB-3**

**1. Design Information**

Member Number : 1038  
 Design Code : ACI318-11 Unit System : tonf, m  
 Material Data :  $f_c = 2400$ ,  $f_y = 40788.6$ ,  $f_{ys} = 40788.6 \text{ tonf/m}^2$   
 Section Property : RB3-20x40 (No : 6) Beam Span : 1.9 m

**2. Section Diagram**



**3. Bending Moment Capacity**

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	3	2	2
Moment (Mu)	0.00	2.38	2.54
Factored Strength ( $\phi M_n$ )	4.93	4.93	4.93
Check Ratio ( $M_u/\phi M_n$ )	0.0000	0.4826	0.5152
(+) Load Combination No.	2	2	2
Moment (Mu)	2.23	2.45	2.45
Factored Strength ( $\phi M_n$ )	4.93	4.93	4.93
Check Ratio ( $M_u/\phi M_n$ )	0.4523	0.4963	0.4963
Using Rebar Top ( $A_{s\_top}$ )	0.0004	0.0004	0.0004
Using Rebar Bot ( $A_{s\_bot}$ )	0.0004	0.0004	0.0004

**4. Shear Capacity**

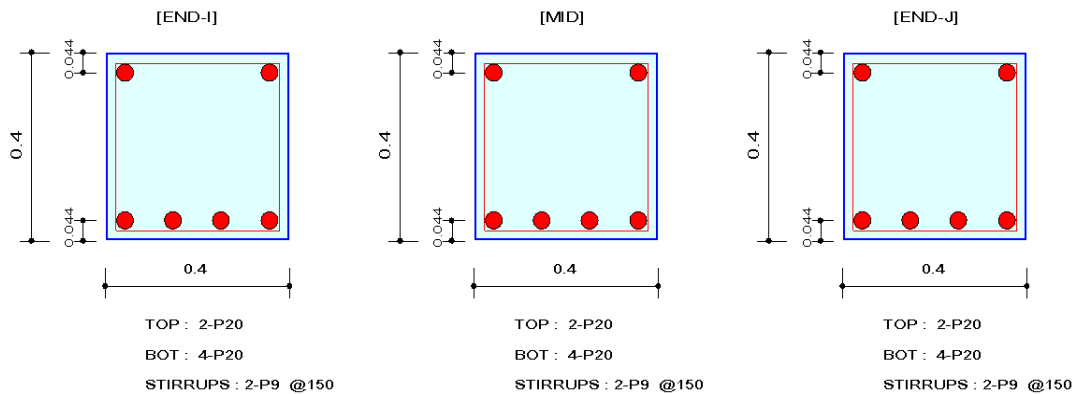
	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	2	2	2
Factored Shear Force (Vu)	18.77	20.60	21.42
Shear Strength by Conc. ( $\phi V_c$ )	4.39	4.39	4.39
Shear Strength by Rebar. ( $\phi V_s$ )	15.58	17.55	17.55
Using Shear Reinf. ( $A_s V$ )	0.0014	0.0017	0.0017
Using Stirrups Spacing	2-P9 @88	2-P9 @76	2-P9 @76
Check Ratio	0.9402	0.9392	0.9766

**RB-4**

**1. Design Information**

Design Code : ACI318-11    Unit System : tonf, m  
 Material Data :  $f_c = 2400$ ,  $f_y = 40788.6$ ,  $f_{ys} = 40788.6 \text{ tonf/m}^2$   
 Section Property : B8-40x40 (No : 8)    Beam Span : 5.1 m

**2. Section Diagram**



**3. Bending Moment Capacity**

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	3	2	2
Moment (Mu)	0.00	4.82	5.61
Factored Strength ( $\phi M_n$ )	7.85	7.85	7.85
Check Ratio (Mu/ $\phi M_n$ )	0.0000	0.6142	0.7147
(+) Load Combination No.	2	2	2
Moment (Mu)	3.46	5.21	5.21
Factored Strength ( $\phi M_n$ )	15.05	15.05	15.05
Check Ratio (Mu/ $\phi M_n$ )	0.2298	0.3461	0.3461
Using Rebar Top (As_top)	0.0006	0.0006	0.0006
Using Rebar Bot (As_bot)	0.0013	0.0013	0.0013

**4. Shear Capacity**

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	2	2	2
Factored Shear Force (Vu)	10.75	16.25	17.70
Shear Strength by Conc.( $\phi V_c$ )	8.77	8.77	8.77
Shear Strength by Rebar.( $\phi V_s$ )	9.24	9.24	9.24
Using Shear Reinf. (Asv)	0.0008	0.0008	0.0008
Using Stirrups Spacing	2-P9 @150	2-P9 @150	2-P9 @150
Check Ratio	0.5972	0.9024	0.9827

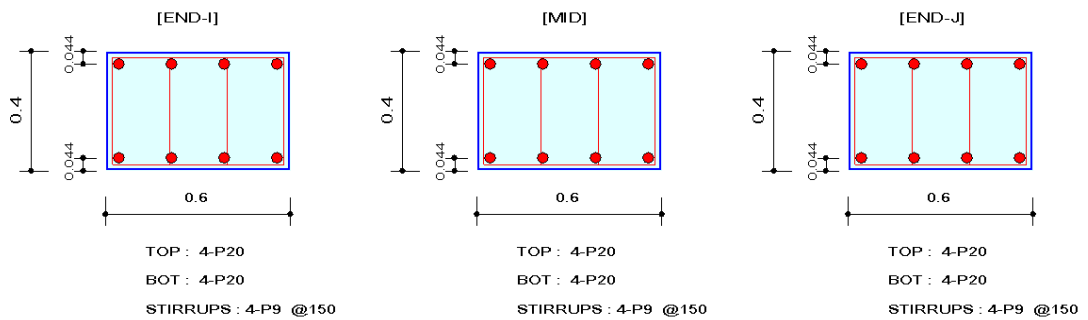


**RB-5**

**1. Design Information**

Member Number : 843  
 Design Code : ACI318-11 Unit System : tonf, m  
 Material Data :  $f_c = 2400$ ,  $f_y = 40788.6$ ,  $f_{ys} = 40788.6 \text{ tonf/m}^2$   
 Section Property : B9-60x40 (No : 9) Beam Span : 8 m

**2. Section Diagram**



**3. Bending Moment Capacity**

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	2	3	2
Moment (Mu)	4.91	0.00	4.91
Factored Strength ( $\phi M_n$ )	15.35	15.35	15.35
Check Ratio ( $M_u/\phi M_n$ )	0.3202	0.0000	0.3202
(+) Load Combination No.	2	2	2
Moment (Mu)	3.63	4.41	4.41
Factored Strength ( $\phi M_n$ )	15.35	15.35	15.35
Check Ratio ( $M_u/\phi M_n$ )	0.2366	0.2870	0.2870
Using Rebar Top ( $A_{s\_top}$ )	0.0013	0.0013	0.0013
Using Rebar Bot ( $A_{s\_bot}$ )	0.0013	0.0013	0.0013

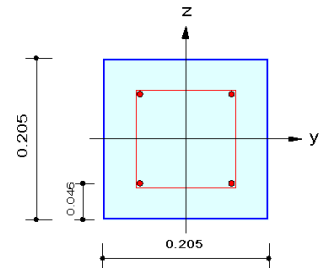
**4. Shear Capacity**

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	2	2	2
Factored Shear Force ( $V_u$ )	10.35	3.68	10.42
Shear Strength by Conc. ( $\phi V_c$ )	13.16	13.16	13.16
Shear Strength by Rebar. ( $\phi V_s$ )	18.47	18.47	18.47
Using Shear Reinf. ( $A_{sv}$ )	0.0017	0.0017	0.0017
Using Stirrups Spacing	4-P9 @150	4-P9 @150	4-P9 @150
Check Ratio	0.3273	0.1163	0.3295

C-1 ชั้น 2

1. Design Condition

Design Code : ACI318-11 UNIT SYSTEM tonf, m  
 Member Number : 766  
 Material Data :  $f_c = 2400$ ,  $f_y = 40788.6$ ,  $f_{ys} = 40788.6$  tonf/m<sup>2</sup>  
 Column Height : 3 m  
 Section Property : C1-20x20 (No : 10)  
 Rebar Pattern : 4 - 2 - P20  $A_{st} = 0.00125664$  m<sup>2</sup> ( $R_{host} = 0.030$ )



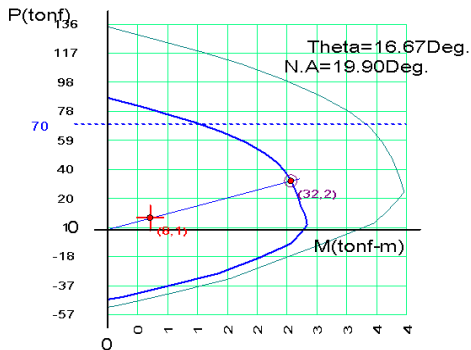
2. Applied Loads

Load Combination : 2 AT (J) Point  
 $P_u = 7.69199$  tonf  $M_{cy} = 0.55708$  tonf-m  $M_{cz} = 0.16453$  tonf-m  
 $M_c = \text{SQRT}(M_{cy}^2 + M_{cz}^2) = 0.58087$  tonf-m

3. Axial Forces and Moments Capacity Check

Concentric Max. Axial Load  $\phi P_n\text{-max} = 69.9005$  tonf  
 Axial Load Ratio  $P_u/\phi P_n = 7.69199 / 32.2830 = 0.238 < 1.000$  ..... O.K  
 Moment Ratio  $M_c/\phi M_n = 0.58087 / 2.47470 = 0.235 < 1.000$  ..... O.K  
 $M_{cy}/\phi M_{ny} = 0.55708 / 2.37070 = 0.235 < 1.000$  ..... O.K  
 $M_{cz}/\phi M_{nz} = 0.16453 / 0.70988 = 0.232 < 1.000$  ..... O.K

4. P-M Interaction Diagram



$\phi P_n$ (tonf)	$\phi M_n$ (tonf-m)
87.38	0.00
76.50	0.82
64.69	1.55
51.01	2.11
37.24	2.41
24.39	2.55
16.21	2.60
12.32	2.64
3.10	2.70
-9.54	2.46
-29.19	1.49
-44.36	0.22
-46.13	0.00

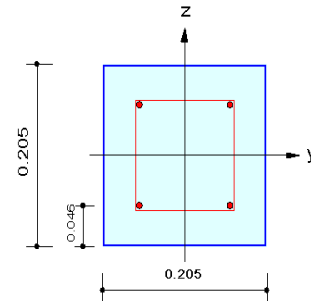
5. Shear Force Capacity Check

Applied Shear Strength  $V_u = 0.31662$  tonf (Load Combination : 2)  
 Design Shear Strength  $\phi V_c + \phi V_s = 2.26981 + 3.04482 = 5.31463$  tonf (2-P9 @203)  
 Shear Ratio  $V_u/\phi V_n = 0.060 < 1.000$  ..... O.K

### C-1 ชั้นตอม่อ และชั้น 1

#### 1. Design Condition

Design Code : ACI318-11 UNIT SYSTEM tonf, m  
 Member Number : 6  
 Material Data :  $f_c = 2400$ ,  $f_y = 40788.6$ ,  $f_{ys} = 40788.6 \text{ tonf/m}^2$   
 Column Height : 1.5 m  
 Section Property : C1-20x20 (No : 10)  
 Rebar Pattern : 4 - 2 - P20  $A_{st} = 0.00125664 \text{ m}^2$  (Rho<sub>st</sub> = 0.030)



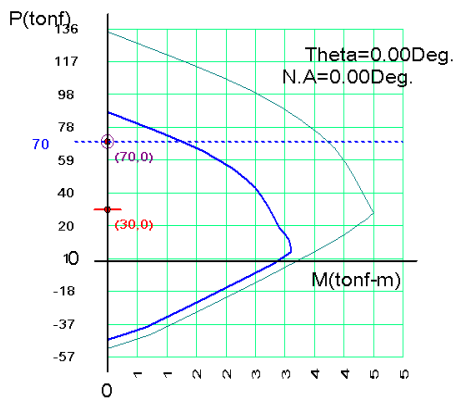
#### 2. Applied Loads

Load Combination : 2 AT (J) Point  
 $P_u = 29.9264 \text{ tonf}$   $M_{cy} = 0.00000 \text{ tonf-m}$   $M_{cz} = 0.00000 \text{ tonf-m}$   
 $M_c = \text{SQRT}(M_{cy}^2 + M_{cz}^2) = 0.00000 \text{ tonf-m}$

#### 3. Axial Forces and Moments Capacity Check

Concentric Max. Axial Load  $\phi P_n\text{-max} = 69.9005 \text{ tonf}$   
 Axial Load Ratio  $P_u/\phi P_n = 29.9264 / 69.9005 = 0.428 < 1.000 \dots\dots \text{O.K}$   
 Moment Ratio  $M_c/\phi M_n = 0.00000 / 0.00000 = 0.000 < 1.000 \dots\dots \text{O.K}$   
 $M_{cy}/\phi M_{ny} = 0.00000 / 0.00000 = 0.000 < 1.000 \dots\dots \text{O.K}$   
 $M_{cz}/\phi M_{nz} = 0.00000 / 0.00000 = 0.000 < 1.000 \dots\dots \text{O.K}$

#### 4. P-M Interaction Diagram



$\phi P_n(\text{tonf})$	$\phi M_n(\text{tonf-m})$
87.38	0.00
70.05	1.32
59.29	1.95
48.56	2.42
37.00	2.72
25.67	2.92
18.32	3.04
16.68	3.09
12.92	3.17
5.32	3.22
-11.18	2.36
-38.83	0.68
-46.13	0.00

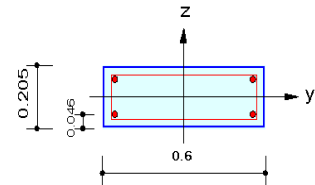
#### 5. Shear Force Capacity Check

Applied Shear Strength  $V_u = 0.04054 \text{ tonf}$  (Load Combination : 1)  
 Design Shear Strength  $\phi V_c + \phi V_s = 2.99138 + 3.04482 = 6.03620 \text{ tonf}$  (2-P9 @203)  
 Shear Ratio  $V_u/\phi V_n = 0.007 < 1.000 \dots\dots \text{O.K}$

## C-2 ชั้น 2

### 1. Design Condition

Design Code : ACI318-11 UNIT SYSTEM tonf, m  
 Member Number : 761  
 Material Data :  $f_c = 2400$ ,  $f_y = 40788.6$ ,  $f_{ys} = 40788.6$  tonf/m<sup>2</sup>  
 Column Height : 3 m  
 Section Property : C2-20x60 (No : 11)  
 Rebar Pattern : 4 - 2 - P20 Ast = 0.00125664 m<sup>2</sup> (Rhost = 0.010)



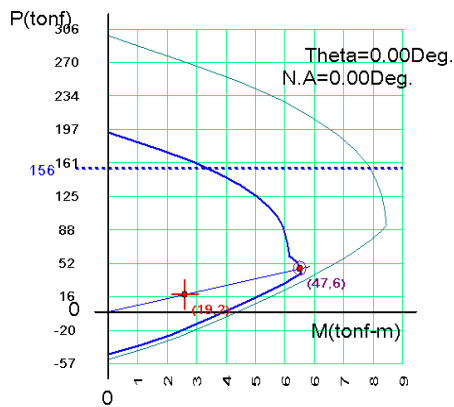
### 2. Applied Loads

Load Combination : 2 AT (I) Point  
 $P_u = 19.0783$  tonf  $M_{cy} = 2.40932$  tonf-m  $M_{cz} = 0.00000$  tonf-m  
 $M_c = \text{SQRT}(M_{cy}^2 + M_{cz}^2) = 2.40932$  tonf-m

### 3. Axial Forces and Moments Capacity Check

Concentric Max. Axial Load  $\phi P_n\text{-max} = 155.799$  tonf  
 Axial Load Ratio  $P_u/\phi P_n = 19.0783 / 46.8819 = 0.407 < 1.000$  ..... O.K  
 Moment Ratio  $M_c/\phi M_n = 2.40932 / 6.01977 = 0.400 < 1.000$  ..... O.K  
 $M_{cy}/\phi M_{ny} = 2.40932 / 6.01977 = 0.400 < 1.000$  ..... O.K  
 $M_{cz}/\phi M_{nz} = 0.00000 / 0.00000 = 0.000 < 1.000$  ..... O.K

### 4. P-M Interaction Diagram



$\phi P_n$ (tonf)	$\phi M_n$ (tonf-m)
194.75	0.00
161.89	2.69
137.08	4.15
113.97	5.04
91.96	5.47
72.55	5.63
60.78	5.67
58.12	5.77
52.45	5.93
42.40	6.05
15.62	4.61
-24.76	1.98
-46.13	0.00

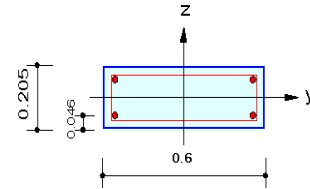
### 5. Shear Force Capacity Check

Applied Shear Strength  $V_u = 1.61685$  tonf (Load Combination : 2)  
 Design Shear Strength  $\phi V_c + \phi V_s = 6.49049 + 3.04482 = 9.53531$  tonf (2-P9 @203)  
 Shear Ratio  $V_u/\phi V_n = 0.170 < 1.000$  ..... O.K

## C-2 ชั้นตอม่อ และชั้น 1

### 1. Design Condition

Design Code : ACI318-11 UNIT SYSTEM tonf, m  
 Member Number : 4  
 Material Data :  $f_c = 2400$ ,  $f_y = 40788.6$ ,  $f_{ys} = 40788.6$  tonf/m<sup>2</sup>  
 Column Height : 1.5 m  
 Section Property : C2-20x60 (No : 11)  
 Rebar Pattern : 4 - 2 - P20  $A_{st} = 0.00125664$  m<sup>2</sup> ( $R_{host} = 0.010$ )



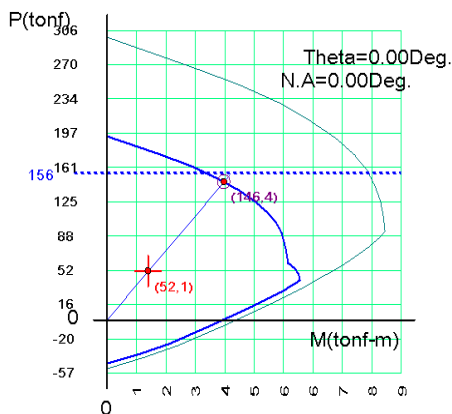
### 2. Applied Loads

Load Combination : 2 AT (I) Point  
 $P_u = 52.0689$  tonf  $M_{cy} = 1.30103$  tonf-m  $M_{cz} = 0.00000$  tonf-m  
 $M_c = \text{SQRT}(M_{cy}^2 + M_{cz}^2) = 1.30103$  tonf-m

### 3. Axial Forces and Moments Capacity Check

Concentric Max. Axial Load  $\phi P_n\text{-max} = 155.799$  tonf  
 Axial Load Ratio  $P_u/\phi P_n = 52.0689 / 146.265 = 0.356 < 1.000$  ..... O.K  
 Moment Ratio  $M_c/\phi M_n = 1.30103 / 3.67504 = 0.354 < 1.000$  ..... O.K  
 $M_{cy}/\phi M_{ny} = 1.30103 / 3.67504 = 0.354 < 1.000$  ..... O.K  
 $M_{cz}/\phi M_{nz} = 0.00000 / 0.00000 = 0.000 < 1.000$  ..... O.K

### 4. P-M Interaction Diagram



$\phi P_n$ (tonf)	$\phi M_n$ (tonf-m)
194.75	0.00
161.89	2.69
137.08	4.15
113.97	5.04
91.96	5.47
72.55	5.63
60.78	5.67
58.12	5.77
52.45	5.93
42.40	6.05
15.62	4.61
-24.76	1.98
-46.13	0.00

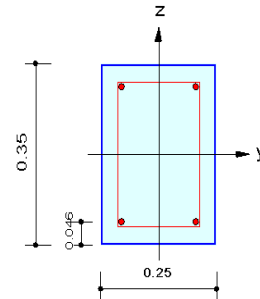
### 5. Shear Force Capacity Check

Applied Shear Strength  $V_u = 0.86735$  tonf (Load Combination : 2)  
 Design Shear Strength  $\phi V_c + \phi V_s = 7.64786 + 3.04482 = 10.6927$  tonf (2-P9 @203)  
 Shear Ratio  $V_u/\phi V_n = 0.081 < 1.000$  ..... O.K

### C-3 ชั้น 2

#### 1. Design Condition

Design Code : ACI318-11 UNIT SYSTEM tonf, m  
 Member Number : 763  
 Material Data :  $f_c = 2400$ ,  $f_y = 40788.6$ ,  $f_{ys} = 40788.6$  tonf/m<sup>2</sup>  
 Column Height : 3 m  
 Section Property : C3-25x35 (No : 12)  
 Rebar Pattern : 4 - 2 - P20 Ast = 0.00125664 m<sup>2</sup> (Rhost = 0.014)



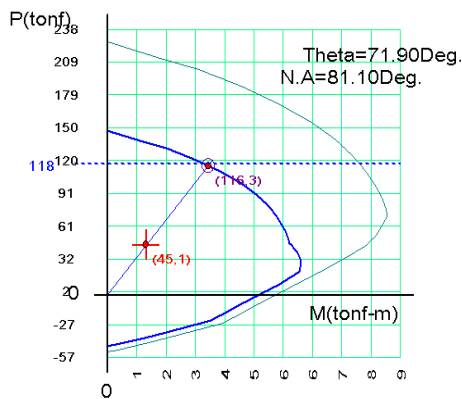
#### 2. Applied Loads

Load Combination : 2 AT (I) Point  
 $P_u = 45.2760$  tonf  $M_{cy} = 0.37168$  tonf-m  $M_{cz} = 1.15752$  tonf-m  
 $M_c = \text{SQRT}(M_{cy}^2 + M_{cz}^2) = 1.21573$  tonf-m

#### 3. Axial Forces and Moments Capacity Check

Concentric Max. Axial Load  $\phi P_n\text{-max} = 118.140$  tonf  
 Axial Load Ratio  $P_u/\phi P_n = 45.2760 / 116.245 = 0.389 < 1.000$  ..... O.K  
 Moment Ratio  $M_c/\phi M_n = 1.21573 / 3.18958 = 0.381 < 1.000$  ..... O.K  
 $M_{cy}/\phi M_{ny} = 0.37168 / 0.99067 = 0.375 < 1.000$  ..... O.K  
 $M_{cz}/\phi M_{nz} = 1.15752 / 3.03183 = 0.382 < 1.000$  ..... O.K

#### 4. P-M Interaction Diagram



$\phi P_n$ (tonf)	$\phi M_n$ (tonf-m)
147.68	0.00
131.40	1.87
110.89	3.57
90.61	4.67
71.99	5.30
56.10	5.62
46.35	5.73
42.01	5.87
33.03	6.08
20.67	6.05
-5.43	4.41
-37.25	1.37
-46.13	0.00

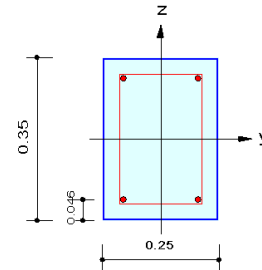
#### 5. Shear Force Capacity Check

Applied Shear Strength  $V_u = 0.20623$  tonf (Load Combination : 2)  
 Design Shear Strength  $\phi V_c + \phi V_s = 6.37729 + 4.90235 = 11.2796$  tonf (2-P9 @241)  
 Shear Ratio  $V_u/\phi V_n = 0.018 < 1.000$  ..... O.K

### C-3 ชั้นตอม่อ และชั้น 1

#### 1. Design Condition

Design Code : ACI318-11 UNIT SYSTEM tonf, m  
 Member Number : 7  
 Material Data :  $f_c = 2400$ ,  $f_y = 40788.6$ ,  $f_{ys} = 40788.6$  tonf/m<sup>2</sup>  
 Column Height : 1.5 m  
 Section Property : C3-25x35 (No : 12)  
 Rebar Pattern : 4 - 2 - P20 Ast = 0.00125664 m<sup>2</sup> (Rhost = 0.014)



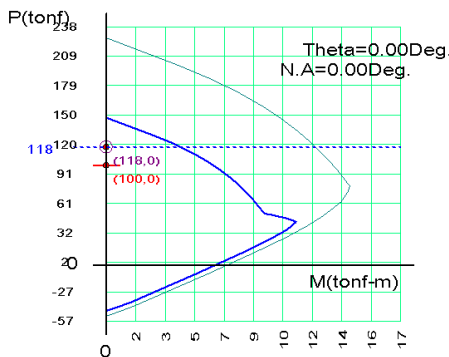
#### 2. Applied Loads

Load Combination : 2 AT (J) Point  
 $P_u = 99.5229$  tonf  $M_{cy} = 0.00000$  tonf-m  $M_{cz} = 0.00000$  tonf-m  
 $M_c = \text{SQRT}(M_{cy}^2 + M_{cz}^2) = 0.00000$  tonf-m

#### 3. Axial Forces and Moments Capacity Check

Concentric Max. Axial Load  $\phi P_n\text{-max} = 118.140$  tonf  
 Axial Load Ratio  $P_u/\phi P_n = 99.5229 / 118.140 = 0.842 < 1.000$  ..... O.K  
 Moment Ratio  $M_c/\phi M_n = 0.00000 / 0.00000 = 0.000 < 1.000$  ..... O.K  
 $M_{cy}/\phi M_{ny} = 0.00000 / 0.00000 = 0.000 < 1.000$  ..... O.K  
 $M_{cz}/\phi M_{nz} = 0.00000 / 0.00000 = 0.000 < 1.000$  ..... O.K

#### 4. P-M Interaction Diagram



$\phi P_n$ (tonf)	$\phi M_n$ (tonf-m)
147.68	0.00
120.92	4.02
103.50	5.96
87.06	7.32
71.94	8.28
59.07	8.94
51.39	9.31
50.14	9.65
47.84	10.33
42.95	11.16
24.80	9.50
-7.91	5.40
-46.13	0.00

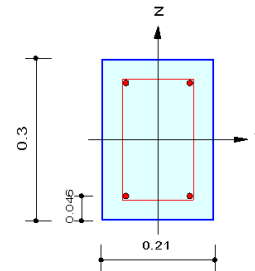
#### 5. Shear Force Capacity Check

Applied Shear Strength  $V_u = 0.42331$  tonf (Load Combination : 1)  
 Design Shear Strength  $\phi V_c + \phi V_s = 7.94830 + 4.90235 = 12.8506$  tonf (2-P9 @241)  
 Shear Ratio  $V_u/\phi V_n = 0.033 < 1.000$  ..... O.K

**C-4 ชั้น 2 และชั้น 1 - ตอม่อ**

**1. Design Condition**

Design Code : ACI318-11 UNIT SYSTEM kgf, m  
 Member Number : 368 (PM), 368 (Shear)  
 Material Data :  $f_c = 2.4e+006$ ,  $f_y = 4.07886e+007$ ,  $f_{ys} = 4.07886e+007$  kgf/m<sup>2</sup>  
 Column Height : 3 m  
 Section Property : C1A (No : 14)  
 Rebar Pattern : 4 - 2 - P20 Ast = 0.00125664 m<sup>2</sup> (Rhost = 0.020)



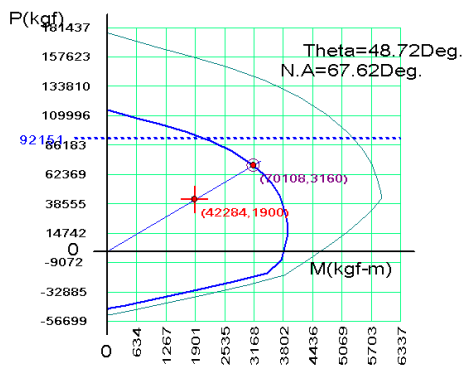
**2. Applied Loads**

Load Combination : 2 AT (I) Point  
 $P_u = 42284.4$  kgf  $M_{cy} = 1274.35$  kgf-m  $M_{cz} = 1409.02$  kgf-m  
 $M_c = \text{SQRT}(M_{cy}^2 + M_{cz}^2) = 1899.82$  kgf-m

**3. Axial Forces and Moments Capacity Check**

Concentric Max. Axial Load  $\phi P_n\text{-max} = 92150.8$  kgf  
 Axial Load Ratio  $P_u/\phi P_n = 42284.4 / 70108.3 = 0.603 < 1.000$  ..... O.K  
 Moment Ratio  $M_c/\phi M_n = 1899.82 / 3160.42 = 0.601 < 1.000$  ..... O.K  
 $M_{cy}/\phi M_{ny} = 1274.35 / 2085.06 = 0.611 < 1.000$  ..... O.K  
 $M_{cz}/\phi M_{nz} = 1409.02 / 2375.02 = 0.593 < 1.000$  ..... O.K

**4. P-M Interaction Diagram**



$\phi P_n$ (kgf)	$\phi M_n$ (kgf-m)
115188.52	0.00
103463.91	1140.94
90218.02	2219.15
72398.21	3082.63
54191.61	3585.09
38090.12	3797.04
28169.81	3858.71
23248.42	3892.50
12211.09	3889.12
-6616.58	3768.05
-23916.06	2738.08
-43736.51	371.68
-46130.98	0.00

**5. Shear Force Capacity Check**

Applied Shear Strength  $V_u = 636.367$  kgf (Load Combination : 2)  
 Design Shear Strength  $\phi V_c + \phi V_s = 4835.20 + 4864.05 = 9699.24$  kgf (2-P9 @203)  
 Shear Ratio  $V_u/\phi V_n = 0.066 < 1.000$  ..... O.K



รายการคำนวณบ้านพักอาศัย 2 ชั้น

F1 ( 1.70 x 1.70 x 0.45m )

Materials Data		Design Size		Strength Reduction Factor	
fc'	= 240 ksc.	A	= 1.70 m.	$\beta_1$	= 0.85 -
fy1	= 4000 ksc.	B	= 1.70 m.	$\phi_b$	= 0.90 -
fy2	= 4000 ksc.	T	= 0.45 m.	$\phi_v$	= 0.85 -
		H	= 1.00 m.		

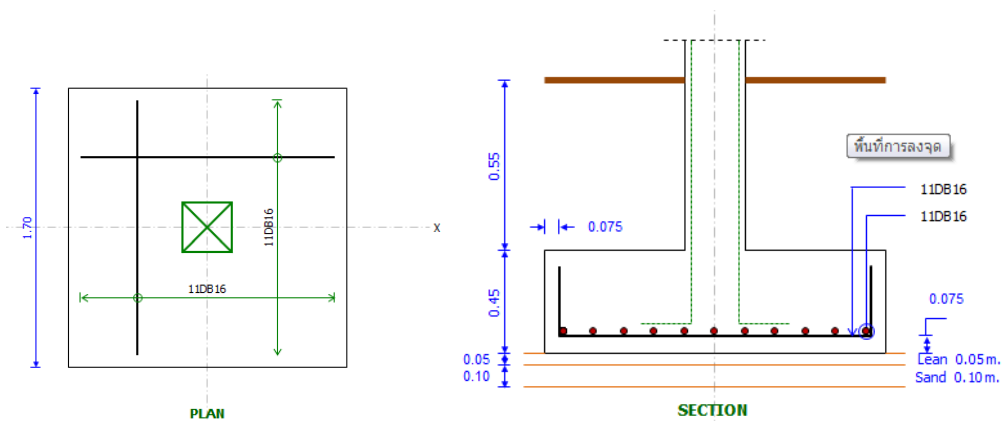
Design Reinforcement					
Data	Main Bars #1		Main Bars #2		Unit
$\gamma_{soil}$	= Unit Weight of Soil	1500	1500		kg/cu. m.
S.B.C	= Soil Bearing Capacity	10000	10000		kg/sq. m.
Ws	= (A)(B)(H-T) $\gamma_{soil}$	2384.25	2384.25		kg.
Wf	= (A)(B)(T)2400	3121.2	3121.2		kg.
PD	= Dead Load	19000	19000		kg.
PL	= 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	2.89	<< [OK]	sq. m.
$P_{net}$	= A1/Wu	13753.51	13753.51	<< [OK]	kg.
$X_1$	= (A/2)-(a1/2) & (B/2)-(b1/2)	0.7	0.70		m.
Mu	= b( $P_{net}$ )( $X_1$ ) <sup>2</sup> /2	5728.33	5728.33		kg-m.
$\rho_b$	= 0.85 $\beta_1$ (fc'/fy)(6120/(6120+fy))	0.0262	0.0262		-
$\rho_{max}$	= 0.75 $\rho_b$	0.0197	0.0197		-
$\rho$	= 0.50 $\rho_b$	0.0131	0.0131		-
RU <sub>1</sub>	= $\rho fy(1-0.59\rho(fy/fc'))$	45.65	45.65		ksc.
d <sub>req</sub>	= $\sqrt{(Mu/\phi_b RU_1 b)}$	9.06	9.06		cm.
t <sub>min</sub>	= d <sub>req</sub> +Covering+(Bar/2)	17.36	17.36	<< [OK]	cm.
d	= Effective depth	36.70	35.90	<< [OK]	cm.
RU <sub>2</sub>	= Mu/ $\phi_b bd^2$	2.78	2.91		ksc.
$\rho_{req}$	= 0.85(fc'/fy)(1- $\sqrt{1-(2RU_2/0.85fc')}$ )	0.0007	0.0007		-
$\rho_{min}$	= 14/fy	0.0035	0.0035		-
As	= $\rho bd$	21.84	21.36		sq. cm.
Minimum Rebars		11DB16	11DB16		bars
Using Rebars		11DB16	11DB16	<< [OK]	bars

Shear Check					
Data	Main Bars #1		Main Bars #2		Unit
<i>Beam Shear</i>					
Vu	= b( $P_{net}$ )( $X_1$ -d)	7785.86	-		kg.
$\phi Vc$	= $\phi 0.53(\sqrt{fc'})Bd$	43542.70	<< [OK]		kg.
<i>Punching Shear</i>					
a <sub>0</sub>	= (a1+d)(b1+d)	0.445	-		sq. cm.
b <sub>0</sub>	= 2((a1+d)+(b1+d))	2.668	-		m.
Vu	= $P_{net}(A1-a_0)$	33628.85	-		kg.
$\phi Vc1$	= $\phi 0.27(2+(4/\beta_1))\sqrt{fc'} b_0 d$	208877.40	<< [OK]		kg.
$\phi Vc2$	= $\phi 1.06\sqrt{fc'} b_0 d$	136672.87	<< [OK]		kg.
L <sub>bd</sub>	= 0.06A <sub>s</sub> fy/ $\sqrt{fc'}$	31.15	-		cm.
L <sub>d</sub>	= Dowel Length	147.50	<< [OK]		cm.

**Section Diagram**



F2 ( 2.00 x 3.00m )

Materials Data		Design Size		Strength Reduction Factor	
fc'	= 240 ksc.	A	= 2.40 m.	$\beta_1$	= 0.85 -
fy1	= 4000 ksc.	B	= 3.00 m.	$\phi_b$	= 0.90 -
fy2	= 4000 ksc.	T	= 0.40 m.	$\phi_s$	= 0.85 -
		H	= 1.00 m.		

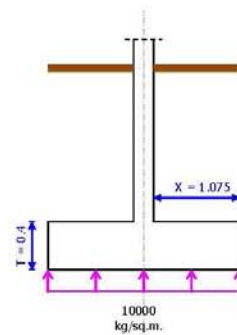
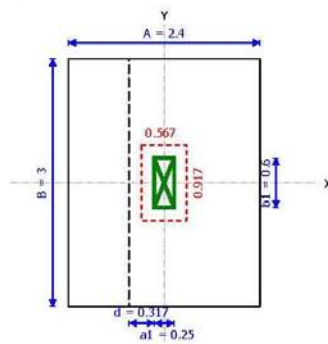
Design Reinforcement

Data	Main Bars #1		Main Bars #2	Unit
$\gamma_{soil}$	= Unit Weight of Soil		1800	kg/cu.m.
S.B.C	= Soil Bearing Capacity		10000	kg/sq.m.
Ws	= (A)(B)(H-T) $\gamma_{soil}$		7776	kg.
Wf	= (A)(B)(T)2400		6912	kg.
PD	= Dead Load		56000	kg.
PL	= Live Load		0	kg.
Wu	= 1.7(Ws+Wf+PD)+2.0(PL)		120169.60	kg.
A0	= (Ws+Wf+PD+PL)/(S.B.C)		7.07	sq.m.
A1	= (A)(B)	<< [Ok]	7.20	sq.m.
$P_{req}$	= A1/Wu		16690.22	kg.
$X_1$	= (A/2)-(a1/2) & (B/2)-(b1/2)		1.075	m.
Mu	= b(P <sub>req</sub> )(X <sub>1</sub> ) <sup>2</sup> /2		28931.46	kg-m.
$\rho_b$	= 0.85 $\beta_1$ (fc'/fy)(6120/(6120+fy))		0.0262	-
$\rho_{max}$	= 0.75 $\rho_b$		0.0197	-
$\rho$	= 0.50 $\rho_b$		0.0131	-
Ru <sub>1</sub>	= $\rho fy(1-0.59\rho(fy/fc'))$		45.65	ksc.
d <sub>req</sub>	= $\sqrt{(Mu/\phi_b Ru_1 b)}$		15.32	cm.
t <sub>min</sub>	= d <sub>req</sub> +Covering+(Bar/2)	<< [Ok]	23.62	cm.
d	= Effective depth		31.70	cm.
Ru <sub>2</sub>	= Mu/ $\phi_s b d^2$		10.66	ksc.
$\rho_{req}$	= 0.85(fc'/fy)(1-\sqrt{1-(2Ru/0.85fc')})		0.0027	-
$\rho_{min}$	= 14/fy		0.0035	-
As	= $\rho b d$		33.29	sq.cm.
Minimum Rebars			17DB16	bars
Using Rebars		<< [Ok]	20DB16	bars
			15DB16	<< [Ok]
				bars

Shear Check

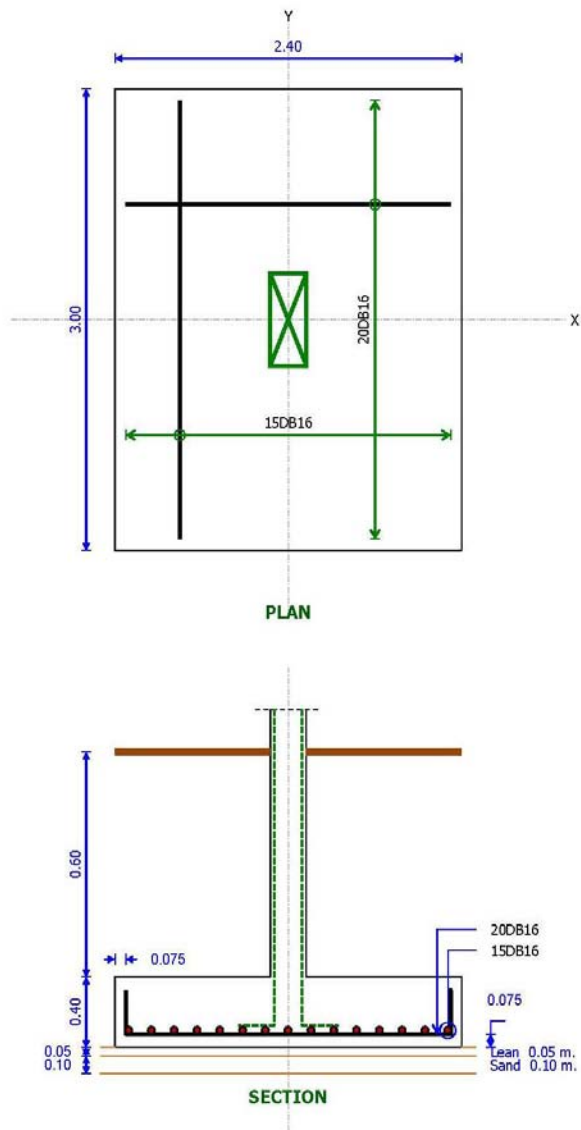
Data	Main Bars #1		Main Bars #2	Unit
<i>Beam Shear</i>				
Vu	= b(P <sub>req</sub> )(X <sub>1</sub> -d)		37953.57	kg.
$\phi_s V_c$	= $\phi_s 0.53(\sqrt{fc'})bd$	<< [Ok]	66371.39	kg.
<i>Punching Shear</i>				
a <sub>0</sub>	= (a1+d)(b1+d)		0.520	sq.cm.
b <sub>0</sub>	= 2((a1+d)+(b1+d))		2.968	m.
Vu	= P <sub>req</sub> (A1-a <sub>0</sub> )		111491.70	kg.
$\phi_s V_c1$	= $\phi_s 0.27(2+(4/\beta_1))\sqrt{fc'} b_0 d$	<< [Ok]	122654.33	kg.
$\phi_s V_c2$	= $\phi_s 1.06\sqrt{fc'} b_0 d$	<< [Ok]	131326.86	kg.
L <sub>bd</sub>	= 0.06A <sub>s</sub> fy/ $\sqrt{fc'}$		31.15	cm.
L <sub>d</sub>	= Dowel Length	<< [Ok]	262.50	cm.

Section Diagram



Design Calculation

F2 ( 2.00 x 3.00 x 0.45m )



F-3

Materials Data

fc'	= 240	ksc.
fy1	= 4000	ksc.
fy2	= 4000	ksc.

Design Size

A	= 3.60	m.
B	= 3.20	m.
T	= 0.55	m.
H	= 1.00	m.

Strength Reduction Factor

$\beta_1$	= 0.85	-
$\phi_b$	= 0.90	-
$\phi_s$	= 0.85	-

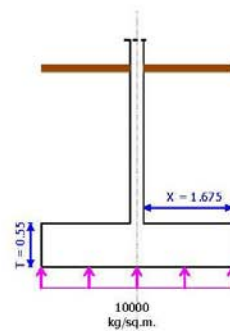
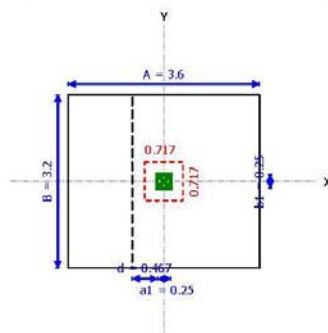
Design Reinforcement

Data	Main Bars #1		Main Bars #2	Unit
$\gamma_{soil}$	= Unit Weight of Soil	1800	1800	kg/cu.m.
S.B.C	= Soil Bearing Capacity	10000	10000	kg/sq.m.
Ws	= (A)(B)(H-T) $\gamma_{soil}$	9331.2	9331.2	kg.
Wf	= (A)(B)(T)2400	15206.4	15206.4	kg.
PD	= Dead Load	85000	85000	kg.
PL	= Live Load	0	0	kg.
Wu	= 1.7(Ws+Wf+PD)+2.0(PL)	186213.92	186213.92	kg.
A0	= (Ws+Wf+PD+PL)/(S.B.C)	10.95	10.95	sq.m.
A1	= (A)(B)	11.52	11.52	sq.m.
$P_{req}$	= A1/Wu	16164.40	16164.40	kg.
$X_1$	= (A/2)-(a1/2) & (B/2)-(b1/2)	1.675	1.48	m.
Mu	= b(P <sub>req</sub> )(X <sub>1</sub> ) <sup>2</sup> /2	72562.00	63301.82	kg-m.
$\rho_b$	= 0.85 $\beta_1$ (fc'/fy)(6120/(6120+fy))	0.0262	0.0262	-
$\rho_{max}$	= 0.75 $\rho_b$	0.0197	0.0197	-
$\rho$	= 0.50 $\rho_b$	0.0131	0.0131	-
Ru <sub>1</sub>	= $\rho fy(1-0.59\rho(fy/fc'))$	45.65	45.65	ksc.
d <sub>req</sub>	= $\sqrt{(Mu/\phi_s Ru, b)}$	23.49	23.49	cm.
t <sub>min</sub>	= d <sub>req</sub> +Covering+(Bar/2)	31.79	31.79	cm.
d	= Effective depth	46.70	45.90	cm.
Ru <sub>2</sub>	= Mu/ $\phi_s bd^2$	11.55	9.27	ksc.
$\rho_{req}$	= 0.85(fc'/fy)(1- $\sqrt{1-2Ru/0.85fc'})$	0.0030	0.0024	-
$\rho_{min}$	= 14/fy	0.0035	0.0035	-
As	= $\rho bd$	52.30	57.83	sq.cm.
Minimum Rebars		27DB16	29DB16	bars
Using Rebars		28DB16	30DB16	bars

Shear Check

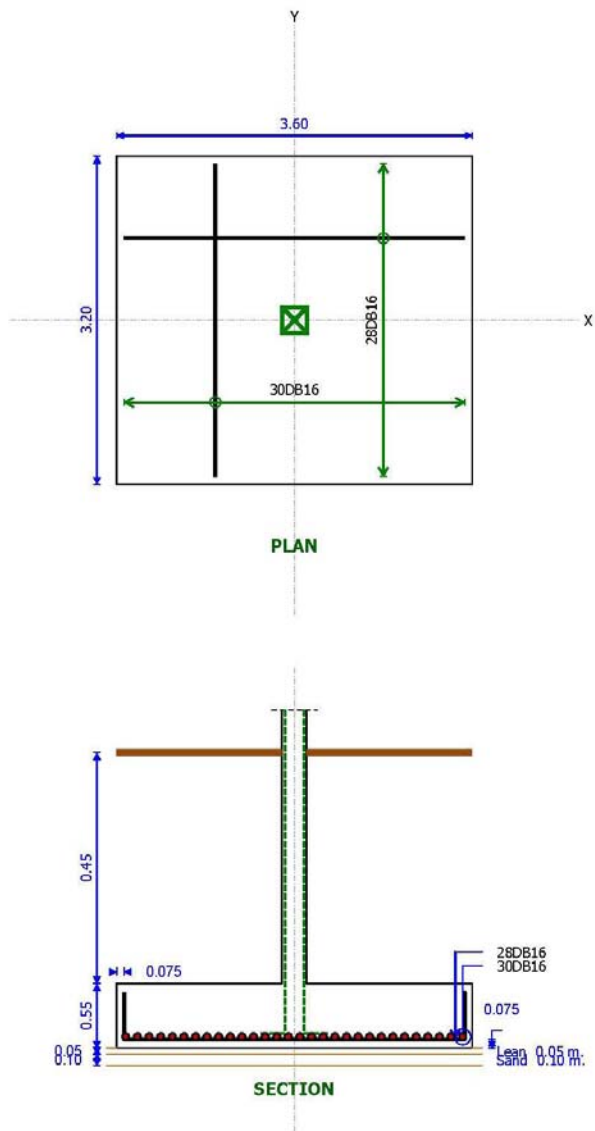
Data	Main Bars #1		Main Bars #2	Unit
<b>Beam Shear</b>				
Vu	= b(P <sub>req</sub> )(X <sub>1</sub> -d)	62485.12	-	kg.
$\phi_s Vc$	= $\phi_s 0.53(\sqrt{fc'})Bd$	104295.91	<< [Ok]	kg.
<b>Punching Shear</b>				
a <sub>0</sub>	= (a1+d)(b1+d)	0.514	-	sq.cm.
b <sub>0</sub>	= 2((a1+d)+(b1+d))	2.868	-	m.
Vu	= P <sub>req</sub> (A1-a <sub>0</sub> )	177903.98	-	kg.
$\phi_s Vc1$	= $\phi_s 0.27(2+(4/\beta_c))\sqrt{fc'} b_c d$	285716.68	<< [Ok]	kg.
$\phi_s Vc2$	= $\phi_s 1.06\sqrt{fc'} b_c d$	186950.42	<< [Ok]	kg.
L <sub>bd</sub>	= 0.06A <sub>s</sub> fy/ $\sqrt{fc'}$	31.15	-	cm.
L <sub>d</sub>	= Dowel Length	340.00	<< [Ok]	cm.

Section Diagram



Design Calculation

F3 ( 3.20 x 3.60 x 0.55 m )



## ออกแบบสระว่ายน้ำ

$f'c$	240	Ksc	$f_y$	4000	Ksc	$f_{ys}$	2400	Ksc
<b>ข้อมูลออกแบบ</b>								
คอนกรีตเสริมเหล็ก	2400	Kg.m <sup>3</sup>	ผนังกว้างขอบใน	5.8	m	ความสูงดินที่กระทำกับบ่อ	0.4	m
น้ำ ( $\gamma_w$ )	1000	Kg.m <sup>3</sup>	ผนังยาวขอบใน	13.2	m	ความสูงน้ำที่กระทำกับบ่อ	1	m
ดินเปียก ( $\gamma'$ )	1800	Kg.m <sup>3</sup>	ผนังสูง	1	m	ใช้ผนังบ่อน้ำหนา	15	Cm
ดินแห้ง ( $\gamma_{dry}$ )	1600	Kg.m <sup>3</sup>	พื้นบ่อส่วนอื่น	0.2	m	ระยะหุ้มคอนกรีต	4	Cm
น้ำเสีย ( $\gamma_{ww}$ )	0	Kg.m <sup>3</sup>	φ มุมเสียดทาน	15	องศา			
แรงกดที่ผิวดิน (Surcharge)	400	Kg.m <sup>3</sup>						
$L_x/L_z$	13.2	เป็นพื้นรับแรงสามเหลี่ยม						
ตัวคูณเพิ่มค่า	1.4	DL	1.7	LL				
ออกแบบผนัง (design Wall)	พิจารณาแรงดันจากน้ำ							
Moment = $1/6 \gamma_w H^3$	: 283.333 Kg.m							
<b>ตรวจสอบความหนาผนังที่เลือก</b>								
$\beta_1 = 0.85$	$\rho_b = \beta_1 \frac{0.85 f'c}{f_y} \cdot \frac{6120}{6120 + f_y} = 0.0262$		$\rho_{max} = 0.75 \rho_b = 0.02$					
$R_u = \rho f_y (1 - 0.59 \rho \frac{f_y}{f'c}) = 77.83$ Ksc.	$\phi M_n = \phi R_b d^2 = 7576.311649$ Kg.m		> 283.333 OK					
<b>หาขนาดเหล็กเสริมแนวตั้งรับแรงดัด</b>								
แนวตั้งใช้ DB 12 mm	d: 10.4	Cm	แนวนอนใช้ DB 12 mm	d: 10.4	Cm			
$R_u = \mu \phi b d^3 = 2.9106399$								
$\rho = \frac{0.85 f'c}{f_y} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2 R_u}{0.85 f'c}} \right] = 0.051 \times 0.0143711 = 0.00073$	$\rho < \rho_{max}$ OK							
$A_{s_v} = \rho b d = 0.0076224$ cm <sup>2</sup> /m	$A_{s_v}(\min) = 0.0015 b h = 2.25$ cm <sup>2</sup> /m		@ = 0.5 m.					
<b>สรุปใช้เหล็กเสริมแนวตั้งด้านที่รับแรงดันจากน้ำ DB 12 mm @ 0.2 m. OK</b>								
<b>เหล็กแนวนอนรับแรงดึง</b>								
ความดันเฉลี่ย: $q_{av} = 340$ Kg/m <sup>2</sup>	แรงดันที่น้ำดันผนัง $F = q_{av} A = 788.8$ Kg							
สมมูลของแรง: $2F_1 = F_1 = 394.4$ Kg.	$A_{s_h} = 0.05$ cm <sup>2</sup> /m		$A_{s_h}(\min) = 2.25$ cm <sup>2</sup> /m @ = 0.5 m.					
<b>สรุปใช้เหล็กเสริมแนวนอนด้านที่รับแรงดันจากน้ำ DB 12 mm @ 0.2 m. OK</b>								
<b>ตรวจสอบการควบคุมรอยร้าวตามข้อกำหนด ACI จากระยะห่างเหล็ก</b>								
$f_s = (2/3) f_y = 2666.6667$ Ksc	$C_c = 5.2$ Cm							
$S = 38 \left( \frac{2800}{f_s} \right) - 2.5 c_c = 0.269$ Cm.	ใช้ระยะเรียงเหล็ก 0.2 Cm		OK					
<b>ตรวจสอบดัชนีความกว้างรอยร้าว (Z: Index of Crack Width)</b>								
$d_c = 4.6$ Cm.	$A =$ เนื้อที่ของคอนกรีตหุ้มรอบเหล็กเสริม 1 เส้น = 69 cm <sup>2</sup> /เส้น							
$Z = f_s^3 \sqrt{d_c \cdot A} = 1874.4$ Kg/cm	< 26000 Kg/cm		OK					
2 มีความชื้น สัมผัสดิน	ความกว้างรอยร้าวที่ขอมให้ 0.30 mm							
Crack Width = 0.244	< 0.30 mm		OK					



รายการคำนวณบ้านพักอาศัย 2 ชั้น

ออกแบบผนัง (design Wall)

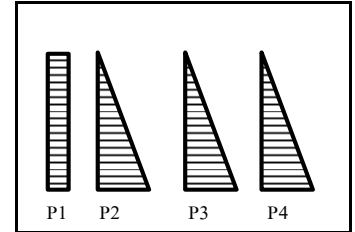
พิจารณาแรงดันจากดิน

$$K\alpha = \frac{1 - \sin\phi}{1 + \sin\phi} = 1$$

P1 = Ka.Surcharge	=	680	Kg./m <sup>2</sup>	M1 = $\frac{P1h^2}{2}$	=	340	Kg./m
P2 = Ka.γ'H	=	952	Kg./m <sup>2</sup>	M2 = $\frac{P2h^2}{6}$	=	25.39	Kg./m
P3 = γw.H	=	1700	Kg./m <sup>2</sup>	M3 = $\frac{P3h^2}{6}$	=	283.333	Kg./m
P4 = γww.H	=	0	Kg./m <sup>2</sup>	M4 = $\frac{P4h^2}{6}$	=	0	Kg./m

Sum Moment = M1+M2+Max(M3,M4)

Mu = 648.72 Kg./m



ตรวจสอบความหนาผนังที่เลือก

$\phi M_n = \phi R_b d^2 = 757631 > 648.72 \text{ Kg./m}$  OK

หาขนาดเหล็กเสริมแนวตั้งรับแรงดัด

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

$R_u = \frac{M_u}{\phi b d^2} = 6.664201$

$\rho = \frac{0.85f'_c}{f_y} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2R_u}{0.85f'_c}} \right] = 0.05 \times 0.0332 = 0.00169419$   $\rho < \rho_{max}$  OK

$A_{s_v} = \rho b d = 0.0176196 \text{ cm}^2/\text{m}$        $A_{s_v}(\text{min}) = 0.0015bh = 2.25 \text{ cm}^2/\text{m}$  @ = 0.502 m.

$A_{s_h}(\text{min}) = 0.0015bh = 2.25 \text{ cm}^2/\text{m}$  @ = 0.502 m.

สรุปใช้เหล็กเสริมแนวตั้งด้านที่รับแรงดัดจากดิน DB 12 @ 0.2 m. OK

สรุปใช้เหล็กเสริมแนวอนด้านที่รับแรงดัดจากดิน DB 12 @ 0.2 m. OK

ตรวจสอบการควบคุมรอยร้าวตามข้อกำหนด ACI จากระยะห่างเหล็ก

$f_s = (2/3)f_y = 2666.667 \text{ Ksc}$        $C_c = 5.2 \text{ Cm}$

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

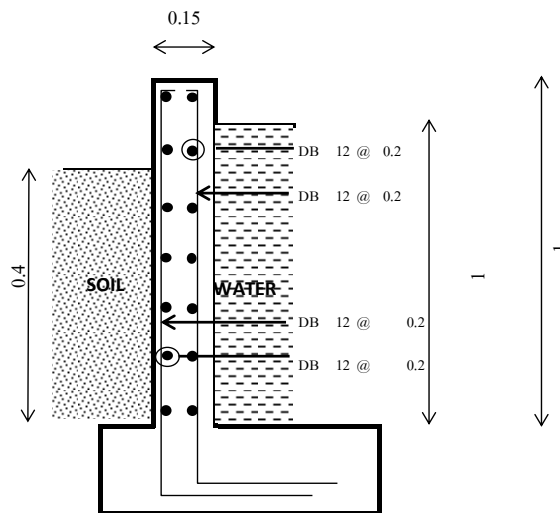
ตรวจสอบดัชนีความกว้างรอยร้าว (Z: Index of Crack Width)

$d_c = 4.6 \text{ Cm}$        $A =$  เนื้อที่ของคอนกรีตหุ้มรอบเหล็กเสริม 1 เส้น =  $69 \text{ cm}^2/\text{เส้น}$

$Z = f_s^3 \sqrt{d_c \cdot A} = 18742.4 \text{ Kg/cm} < 26000 \text{ Kg/cm}$  OK

มีความชื้น สัมผัสดิน      ความกว้างรอยร้าวที่ขอมให้ 0.30mm

Crack Width = 0.244 < 0.30mm OK



RC.WALL Drawing Not to Scale



รายการคำนวณบ้านพักอาศัย 2 ชั้น

ออกแบบพื้นป้อ ระยะห่าง 6.2 m  
 ความหนา  $h \geq \frac{L}{20} \left( 0.4 + \frac{f_y}{7000} \right) = 0.301 \text{ m}$  ใช้พื้นหนา = 25 Cm ระยะหุ้มคอนกรีต 7.5 Cm  
 เลือกเหล็กขนาด DB 20 มี d= 16.5 Cm  
 กรณีใส่ น้ำเต็มถัง = 7.12 t/m.

$W = \gamma \cdot H + 2400h = 2300 \text{ Kg/m}^2$   
 $M = WL^2/10 = 8841.2 \text{ Kg.m.}$   $\phi M_n = \phi R_b d^2 = 19070.3666 > 8841.2 \text{ Kg.m. OK}$   
 $R_u = M_u / \phi b d^3 = 36.083$   $\rho = \frac{0.85 f'_c}{f_y} \left[ 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{2R_u}{0.85 f'_c} \right)} \right] = 0.05 \times 0.19611 = 0.01 \rho < \rho_{max} \text{ OK}$   
 $A_s = \rho b d = 16.5023 \text{ cm}^2/\text{m}$  ใช้ระยะเรียงเหล็ก @ = 0.1903 ใช้ @ = 0.175 m. OK  
 $A_s(\text{min}) = 0.003bh = 7.5 \text{ cm}^2/\text{m}$   
**ใช้เหล็ก DB 20 @ 0.175 m**

ตรวจสอบการควบคุมรอยร้าวตามข้อกำหนด ACI จากระยะห่างเหล็ก

$f_s = (2/3) f_y = 2666.667 \text{ Ksc}$   $C_c = 2.0 \text{ Cm}$   $S = 38 \left( \frac{2800}{f_s} \right) - 2.5c_c = 0.349 \text{ m @ 0.175 m OK}$

ตรวจสอบเสถียรภาพการลอยตัว Up Lift (ใช้ Service Load มาคิด)

พื้นที่น้ำในป้อ 68 m<sup>2</sup> พื้นที่ BASEMENT 88 m<sup>2</sup> พื้นที่ Top Slab 0 m<sup>2</sup> เส้นรอบรูปผนังกคส. 39 m.

ความยาวของผนังทั้งหมด 53 m.

ปริมาตรน้ำภายในป้อ 68 m<sup>3</sup> ความสูงของน้ำใต้ดิน 0.3 m. แรงลอยตัว (Up Lift) 26.4 tons

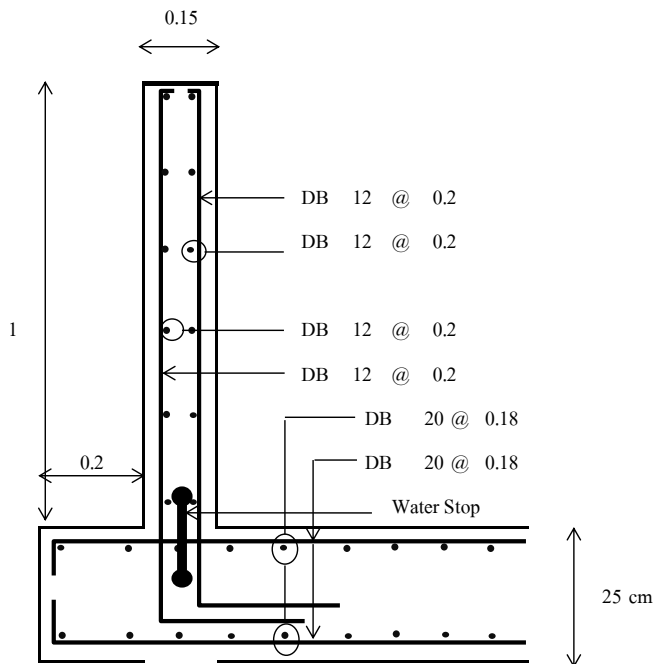
นน.น้ำ 68 tons นน.น้ำเสีย 0 tons นน.พื้น BASEMENT 52.8 tons

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

Case 1 : ถมดินเปียกในป้อไม่มีน้ำ 2.746364 > 1.1 OK

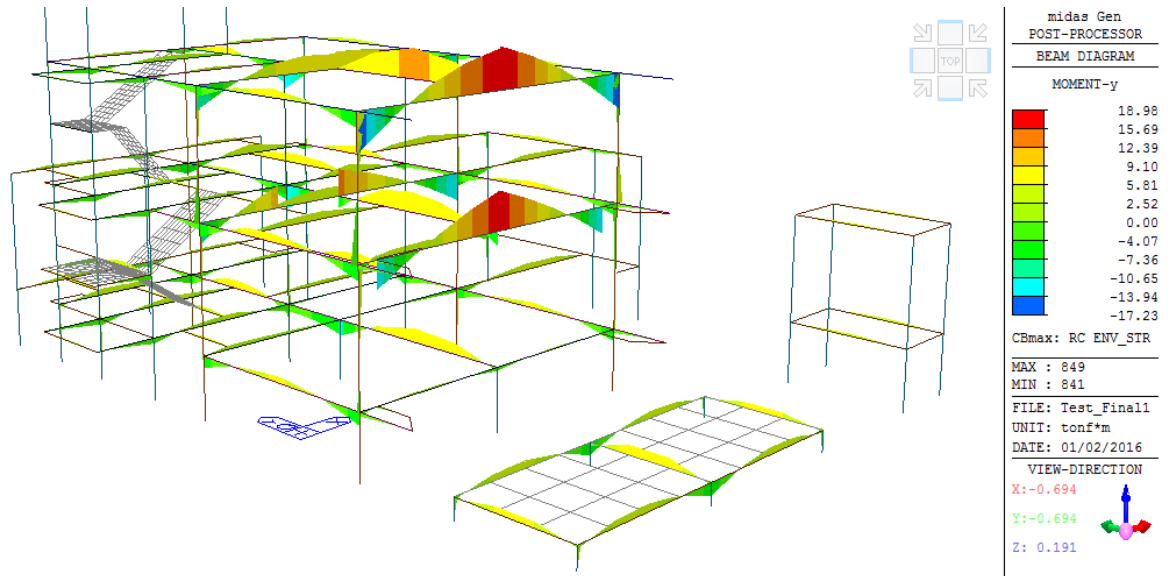
Case 2 : ถมดินแห้งในป้อไม่มีน้ำ 2.722727 > 1.1 OK

Case 3 : ไม่ถมดินในป้อมีน้ำเต็ม 5.109394 > 1.1 OK คำนวณพื้นที่รับกำลัง 1.65336 tons/Sq.m.

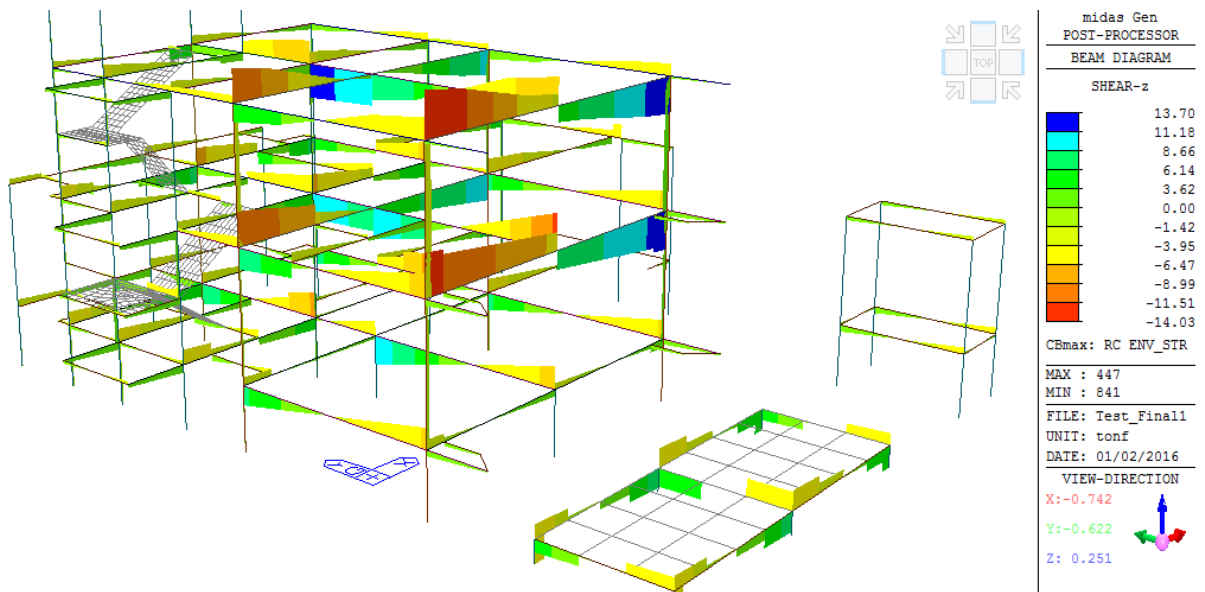


## ภาคผนวก

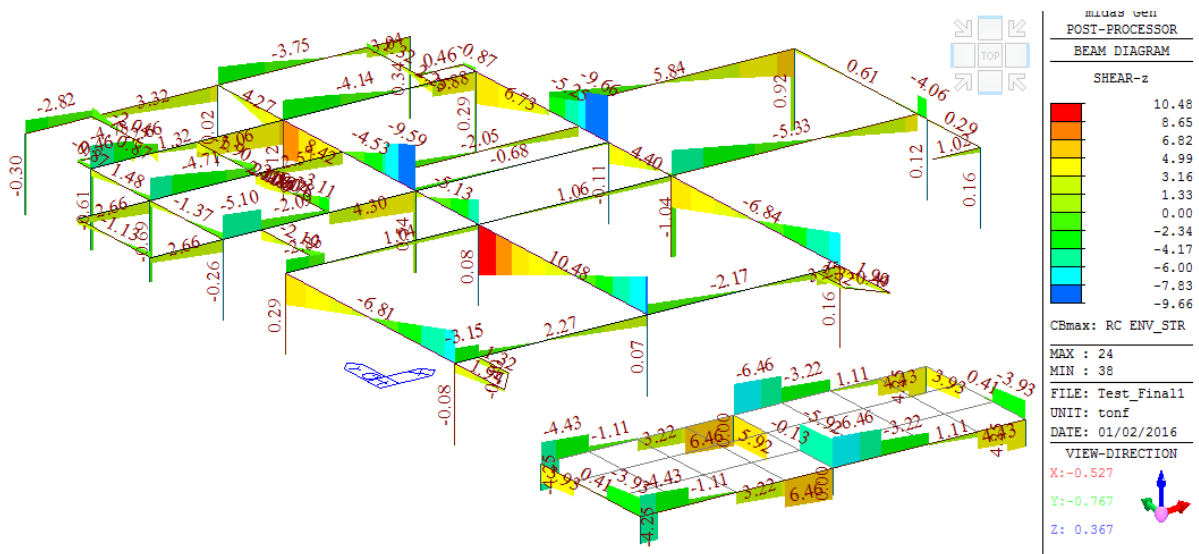
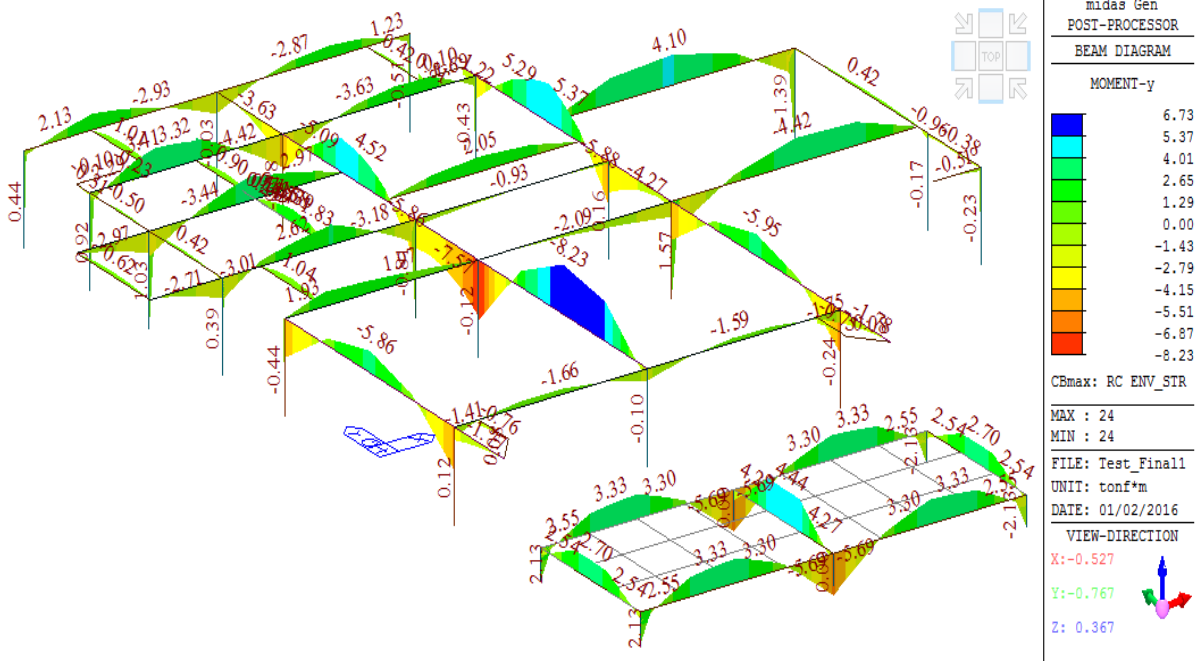
### BENDING MOMENT DIAGRAM



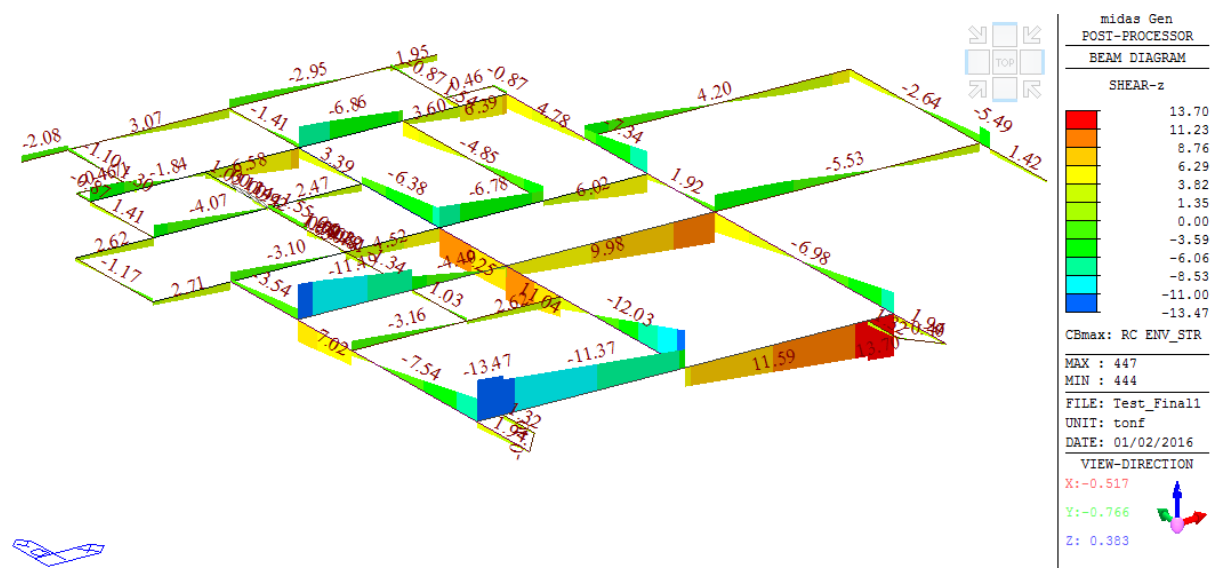
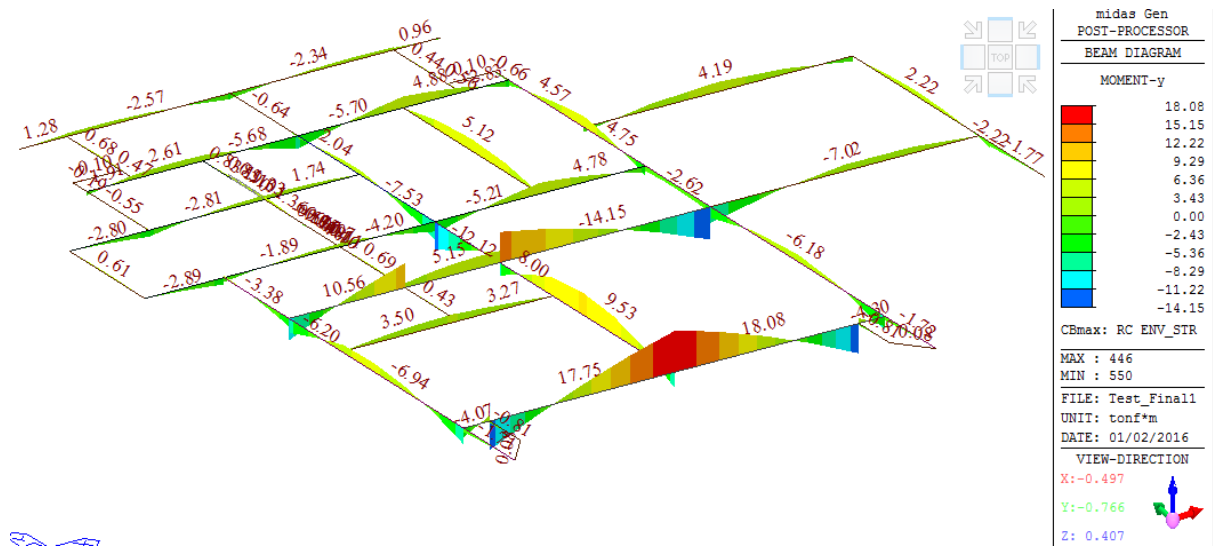
### SHEAR DIAGRAM



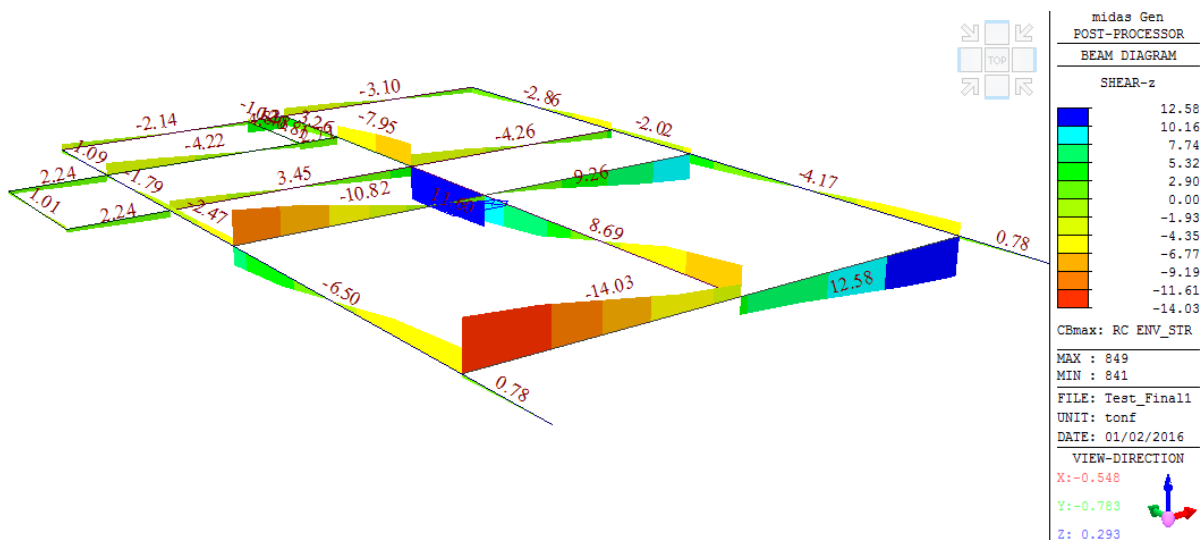
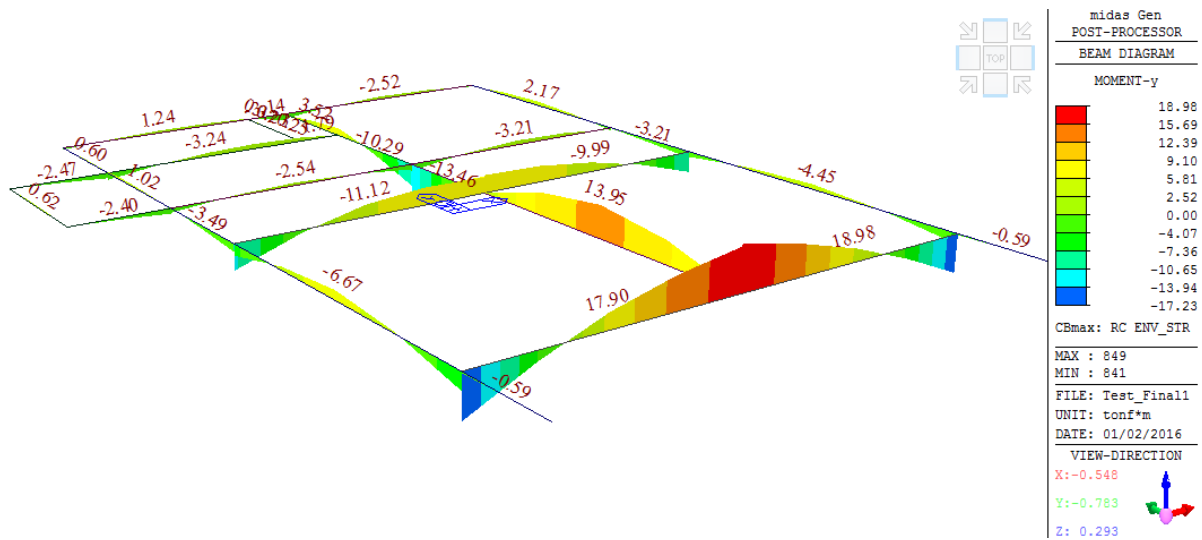
GROUND FLOOR



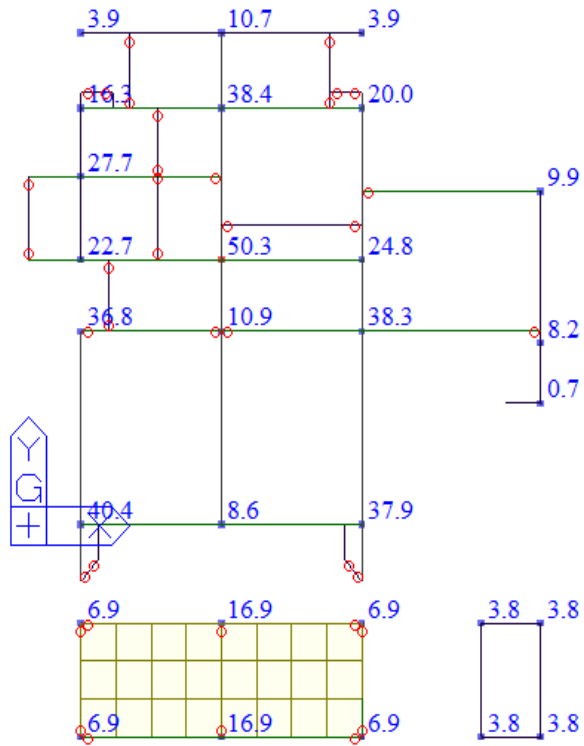
2<sup>nd</sup> FLOOR



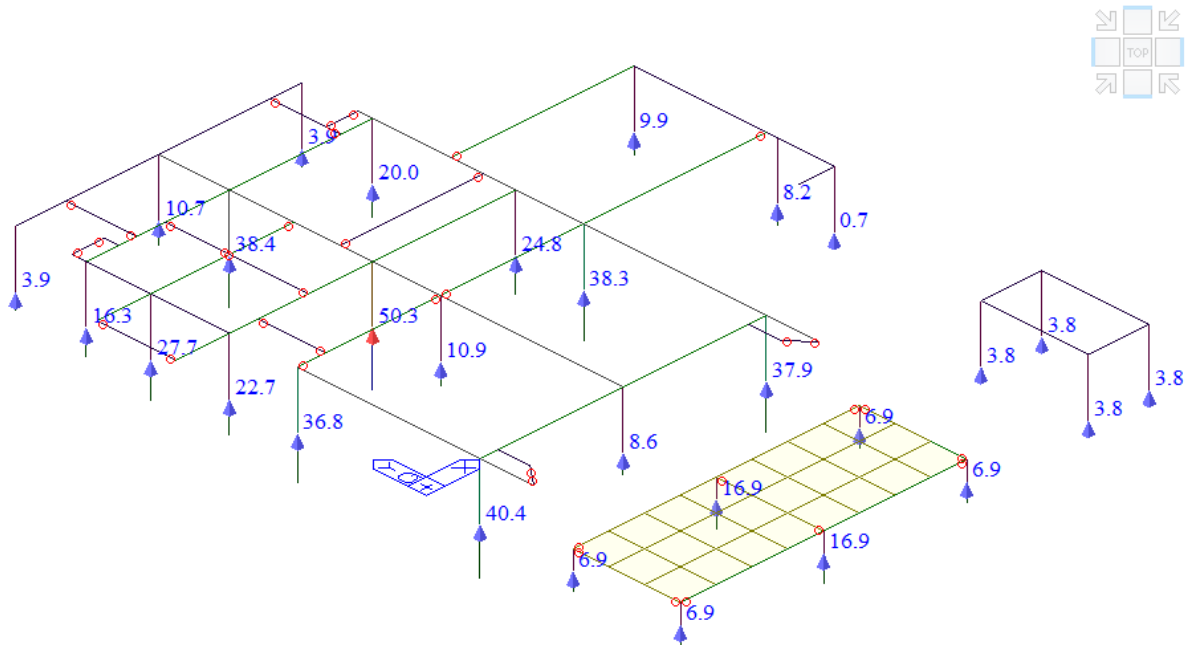
ROOF DECK FLOOR



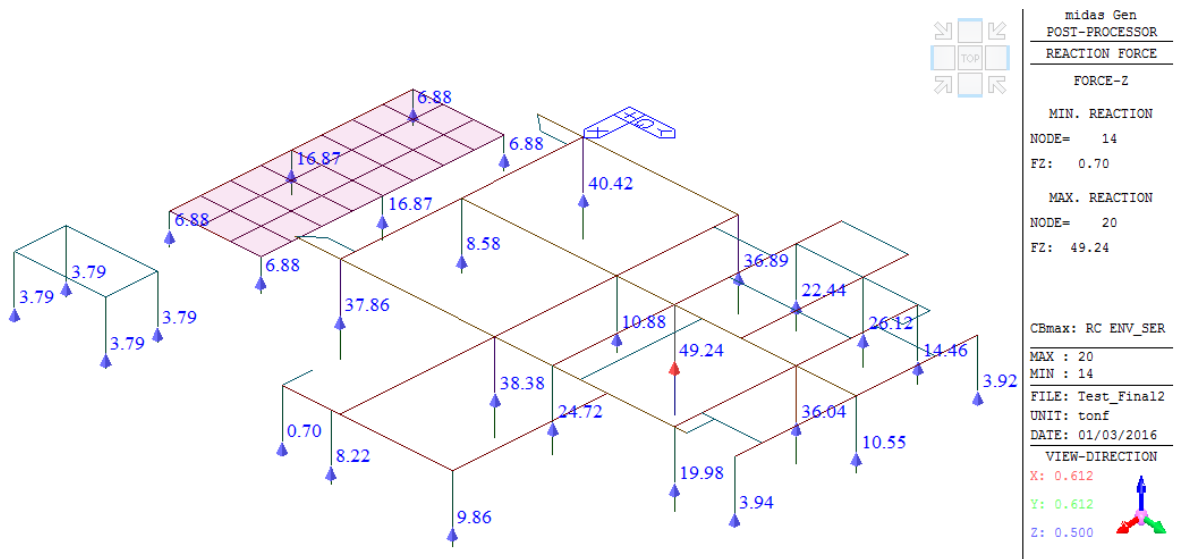
REACTION



midas Gen	
POST-PROCESSOR	
REACTION FORCE	
FORCE-Z	
MIN. REACTION	
NODE=	14
FZ:	0.70
MAX. REACTION	
NODE=	20
FZ:	50.28
CBmax: RC ENV_SER	
MAX :	20
MIN :	14
FILE:	Test_Final1
UNIT:	tonf
DATE:	01/02/2016
VIEW-DIRECTION	
X:	0.000
Y:	0.000
Z:	1.000



กรณีตัดโครงสร้าง คลุมชั้นดาดฟ้า

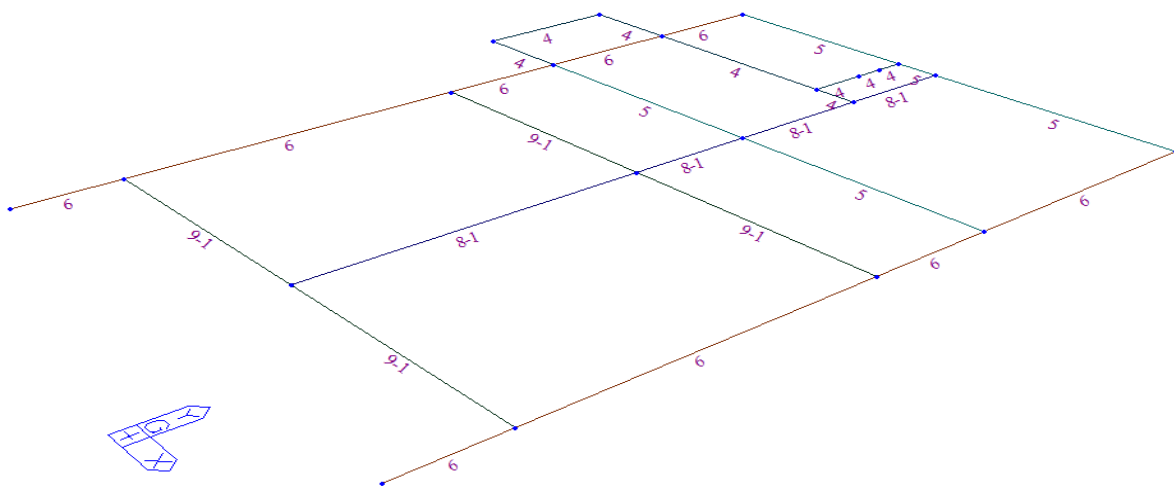


POOL ( moment ; t-m )

รายการคำนวณบ้านพักอาศัย 2 ชั้น

	2.55	3.33	3.30	-5.69	-5.69	3.30	3.33	2.55
2.54				4.27				2.54
2.70				4.44				2.70
2.54				4.27				2.54
	2.55	3.33	3.30	-5.69	-5.69	3.30	3.33	2.55

ผังการจัดกลุ่มคาน





รายการคำนวณบ้านพักอาศัย 2 ชั้น

