

# 구조계산서

STRUCTURAL DESIGN AND ANALYSIS

## PCM TANK M-SERIES

2019. 01.



**오름 구조안전연구소**

OREUM Structure & Safety institute for Construction  
울산광역시 남구 동질로 81번길 12, 3F TEL:274-0342, FAX)274-0352

# 구조계산서

## STRUCTURAL DESIGN AND ANALYSIS

### PCM TANK M-SERIES

2019. 01. 30.

위 건축물에 대하여 건축법 제38조 및 건축법 시행령 제32조(구조안전의 확인)에 따라  
 기술사법에 의거 등록된 건축구조기술사가 구조 계산을 수행하여 구조안전을 확인하였으  
 로, 본 구조 계산서에 표시된 구조재료의 강도, 지반조건, 설계하중을 유의하여 구조도면  
 에 표기하시기 바랍니다.

NO	DESCRIPTION	DATE
3		
2		
1	PCM TANK M-SERIES 구조계산서	2019.01.30.

韓國技術士  
 KOREAN  
 PROFESSIONAL  
 ENGINEERS  
 ASSOCIATION

설 계 : 양 승 범  
 승 인 : 양 승 범  
 建築構造技術士



오름 구조안전연구소 梁構造技術士

OREUM Structure & Safety institute for Construction 構造技術士

구조설계 구조감리 구조안전진단

울산광역시 남구 돌질로 81번길 12 / 3F  
 TEL. (052) 274 - 0342 FAX. (052) 274 - 0352

소장 / 건축구조기술사 양 승 범



등록번호 제 10-12-356 호

## 기술사사무소개설등록증

사무소명칭 : 오름구조안전연구소 ( 개인  합동)

기술사성명 : 양 승 범 생년월일 : 1970. 04. 25

소재지 : 울산시 남구 신정3동 579-13 3층 전화번호 : 052-274-0342

기술분야 : 건 설

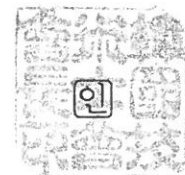
기술범위 : 건축구조

등록연월일 : 2008년 08월 18일

「기술사법」 제6조제1항 및 같은 법 시행령 제26조제3항에 따라 교육과학기술부장관의 권한을 위탁받아 위와 같이 기술사사무소의 개설등록을 받았음을 증명합니다.

2009 년 02 월 27 일

한국기술사회장



# 국가기술자격증



자격증  
번호 02166070038T

성명 양승범

자격종목 및 등급 0490

건축구조기술사

주민등록번호 700425-1

주소 서울 관악구 신림1동  
415번지33호

합격년월일 2002년 05월 27일  
교부년월일 2002년 05월 31일

한국산업인력공단 이사장

소정의 직인 및 철인(천공)이 없는 것은 무효임.

## 변경사항

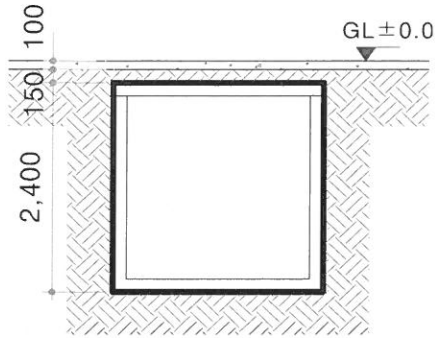
년월일	변경내용	확인

일본대조필



## [ 구조검토 요약 ]

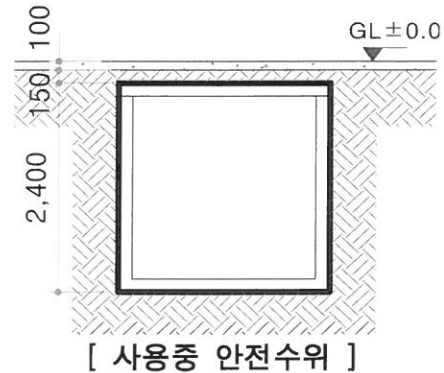
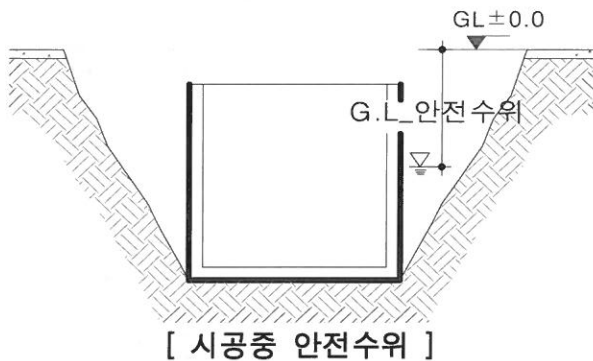
수처리기업 엘에스티의 PCM TANK M-SERIES에 대한 구조검토를 수행한 결과는 다음과 같다.



1) PCM TANK의 상판 위에 설치되는 고정하중인 마감은 흙( $t=150\text{mm}$ )과 아스콘( $t=100\text{mm}$ )으로 시공되는 것으로 산정하였다.

활하중은 총중량 30kN초과 90kN이하의 차량 이동이 가능하도록  $6\text{kN/m}^2(600\text{kgf/m}^2)$ 으로 산정하고 안전한 구조설계를 진행하였다.

2) PCM TANK의 M-SERIES의 시공중과 사용중의 부력검토 결과



시공중 안전수위는  $GL-0.8\text{m}$ 이하인 경우, 부상하지 않는 것으로 검토되었으며 사용중 안전수위는  $GL\pm 0.0$ 에 지하수위가 존재하여도 부상하지 않는 것으로 검토되었다.

3) PCM TANK의 M-SERIES별 상판, 벽체 기초에 발생하는 부재력과 최적 철근량은 [표 1.1]과 같이 산정되었으므로 이를 참고하여 설계도면에 표현하기 바란다.

[표 1.1] 콘크리트 설계기준 압축강도,  $f_{ck} = 21\text{MPa}$   
철근 항복강도,  $f_y = 400\text{MPa}$ .

구분		M-1200 (1200x2300)	M-1500 (1500x2300)	M-1800 (1800x2300)	M-2100 (2100x2300)	M-2400 (2400x2300)	비고
상판 ( $t=150$ )	$Mu_{max}$ (kN.m/m)	2.06	3.11	4.50	5.07	5.90	2단배근
	필요철근	HD10@300 ( $\phi M_n=8.2$ )	HD10@300	HD10@300	HD10@300	HD10@300	
벽체 ( $t=150$ )	$Mu_{max}$ (kN.m/m)	3.19(H) x 9.30(V)	4.66(H) x 9.30(V)	6.17(H) x 9.30(V)	7.97(V) x 9.30(V)	9.99(V) x 9.30(V)	1단배근
	필요철근	HD13@200 ( $\phi M_n=10.5$ )	HD13@200 ( $\phi M_n=10.5$ )	HD13@200 ( $\phi M_n=10.5$ )	HD13@200 ( $\phi M_n=10.5$ )	HD13@200 ( $\phi M_n=10.5$ )	
기초 ( $t=150$ )	$Mu_{max}$ (kN.m/m)	9.30	9.30	9.30	9.30	9.99	1단배근
	필요철근	HD13@200 ( $\phi M_n=10.5$ )	HD13@200 ( $\phi M_n=10.5$ )	HD13@200 ( $\phi M_n=10.5$ )	HD13@200 ( $\phi M_n=10.5$ )	HD13@200 ( $\phi M_n=10.5$ )	



- 4) PCM TANK M-SERIES의 사용중 기초저면 필요지내력은  $Q_{req} = 60\text{kN/m}^2$ 이상 필요  
 하므로 기초지반의 지내력이 필요지내력이상 확보되는지의 여부를 확인하고 TANK 기초를  
 설치하여야 한다.
- 5) 끝으로 상기 항목들과 상이한 설계하중, 재료강도, 필요지내력 부족등이 발생할 경우에  
 는 별도 구조설계를 통해 현장 적용해야 하겠다. -끝-

2019 년 01월 30일



**오름 구조안전연구소**  
 OREUM Structure & Safety institute for Construction  
 구조설계·구조관리·안전진단·보강설계

소장 / 건축구조기술사 양 승 범 (인)



## < 목 차 >

	Page
<b>1. 일반 사항</b> .....	
1.1 설계 개요 .....	
1.2 설계 하중 .....	
<b>2. PCM TANK M-SERIES 구조평면도 및 단면도</b> .....	
<b>3. 부재 설계</b> .....	
3.1 PCM TANK M-SERIES 부력검토 .....	
3.2 상 판 .....	
3.3 벽 체 .....	
3.4 기 초 .....	
<b>4. 부 록</b> .....	
4.1 PCM TANK 표준사이즈 .....	

## 1. 일반 사항

---

1.1 설계 개요

1.2 설계 하중



## < 설계 개요 >

### 1. 건물 개요

- 1.1 용역명 : PCM TANK M-SERIES 구조계산
- 1.2 구조형식 : 철근콘크리트 조

### 2. 참고 문헌 및 기준

- 2.1 대한민국 건축법 및 시행령 (건축물의 구조 기준 등에 관한 규칙)
- 2.2 건축구조기준 및 해설 (대한건축학회, 2016)
- 2.3 콘크리트구조설계기준 해설 (한국콘크리트학회, 2012)

### 3. 설계 하중

- 3.1 고정 하중 : 설계하중(가정) 참조
- 3.2 적재 하중 : 설계하중(가정) 참조
- 3.3 수조 용량 : 부록편 “PCM TANK 표준사이즈”의 M-SERIES 참조

### 4. 사용 재료 강도

- 4.1 콘크리트 :  $f_{ck} = 21 \text{ MPa}$
- 4.2 철근 :  $f_y = 400 \text{ MPa (SD400)}$

### 5. 지내력 및 지하수위

- 5.1 허용 지내력 :  $Q_a = 60 \text{ kN / m}^2$  이상 확보
- 5.2 지하 수위 :  $GL \pm 0.0\text{m}$

### 6. 주의 사항

- 6.1 상기 설계개요와 상이한 사항은 필히 원설계자의 확인, 검토 요망.
- 6.2 구조계산서상의 구조치수를 최종건축치수와 확인한 후 상이한 부분에 대해서는 구조 재검토 요망.

본 구조계산서는 구조도면 작성을 위한 기본자료이므로, 시공사는 시공전 시공상세도를 작성하여, 구조설계자에게 구조계산의 의도와 부합되는지를 확인하여야 하며, 시공상세도 작성 후 시공시에 구조설계자의 현장확인을 반드시 받아야 한다. 확인하지 않고 시공을 할 경우 현장 시공시 및 공사완료후에 구조물에 발생하는 모든 문제는 시공자에게 있으므로 유의하기 바랍니다.



PROJECT	DESIGN	DATE
DISCIPLINE	CHECK	SHEET No.

## Design Load of Assumption

### PCM TANK

(상판)

아스콘	( t = 100 )	2.30	
흙	( t = 150 )	2.70	
SLAB	( t = 150 )	3.60	
D.L		8.60	kN/m <sup>2</sup>
L.L		6.00	kN/m <sup>2</sup>
T.L (1.0D+1.0L)		14.60	kN/m <sup>2</sup>
U.L (1.2D+1.6L)		19.92	kN/m <sup>2</sup>

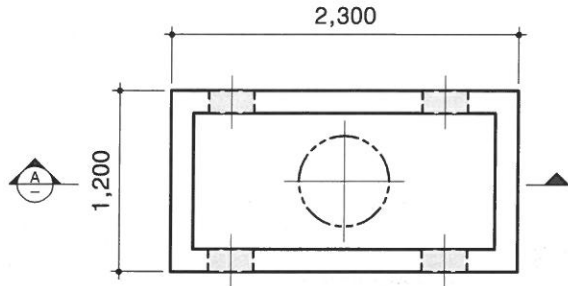
※ L.L은 총중량 30kN 초과 90kN 이하의 차량을 고려한 값임.

## 2. PCM TANK M-SERIES 구조평면도 및 단면도

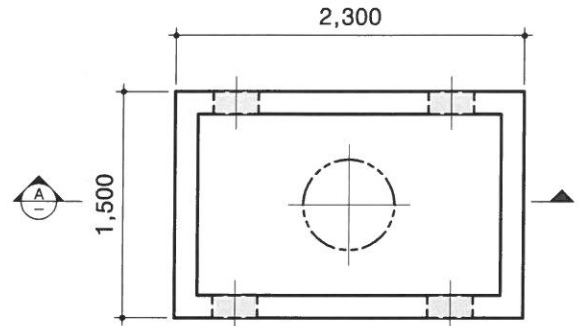
---



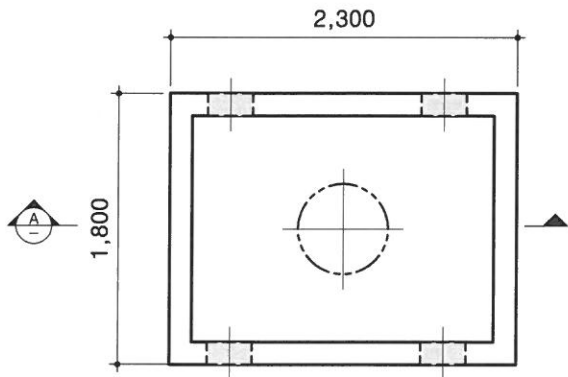
**PCM TANK M-SERIES**



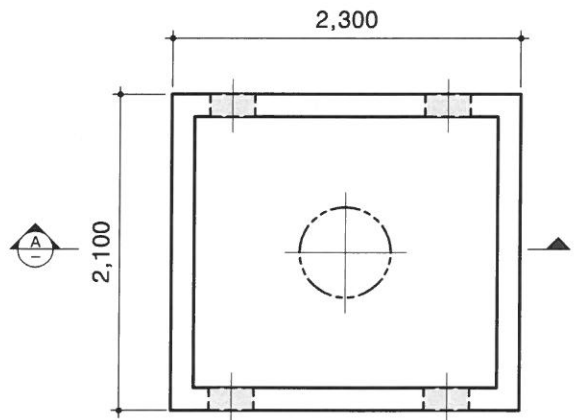
① **M-1200 PLAN**  
SCALE : 1/50



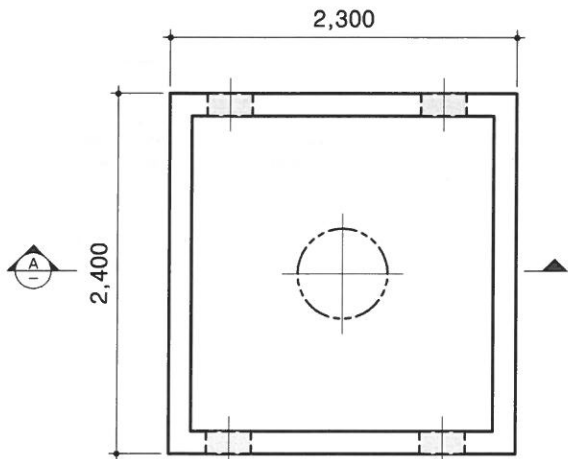
② **M-1500 PLAN**  
SCALE : 1/50



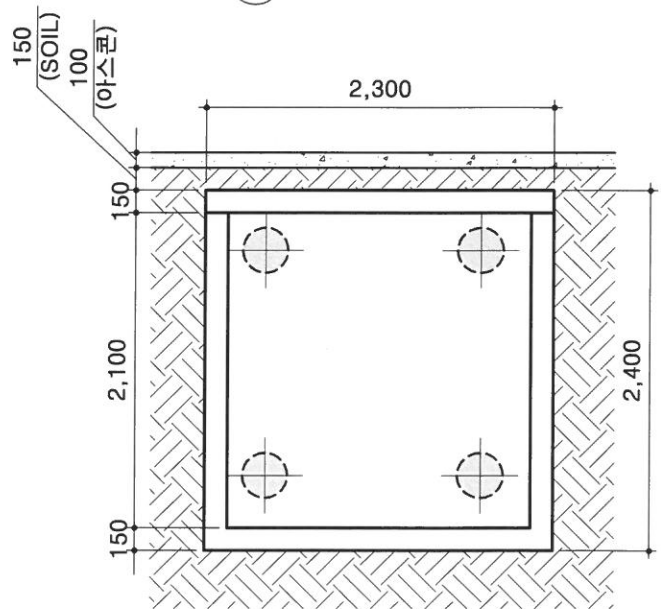
③ **M-1800 PLAN**  
SCALE : 1/50



④ **M-2100 PLAN**  
SCALE : 1/50



⑤ **M-2400 PLAN**  
SCALE : 1/50



⑥ **Section "A"**  
SCALE : 1/50

## 3. 부 재 설 계

---

### 3.1 PCM TANK M-SERIES 부력검토

(시공중, 사용중)

#### 3.2 상 판

(1200,1500,1800,2100,2400)

#### 3.3 벽 체

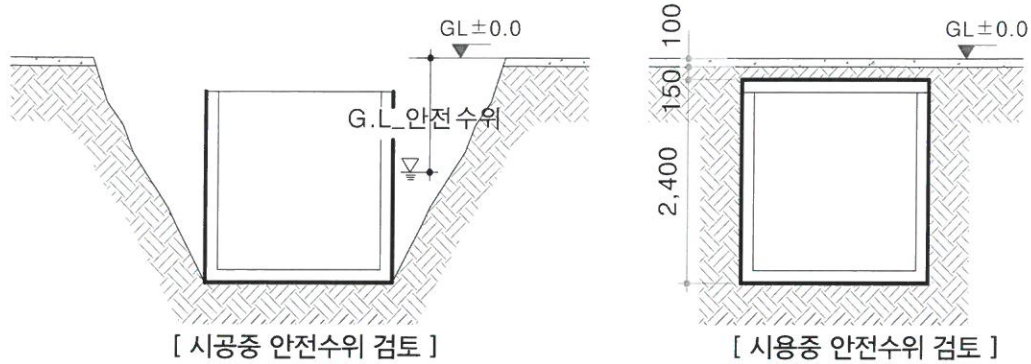
(1200,1500,1800,2100,2300,2400)

#### 3.4 기 초

(1200,1500,1800,2100,2400)



□ PCM TANK M-SERIES 부력 검토



1. 수조용량을 고려하지 않을 경우의 안전 수위\_시공중

※ TANK 기초 저면에 작용하는 단위면적당 중량,  $W_s$  (kN/m<sup>2</sup>)

구분	벽체 중량 (kN)	기초 중량 (kN)	총 중량 (kN)	바닥 면적 (m <sup>2</sup> )	$W_s$ (kN/m <sup>2</sup> )	GL_안전수위 (S.F=1.2) (m)
M-1200	48.38	9.936	58.316	2.76	21.13	0.89
M-1500	52.92	12.42	65.34	3.45	18.94	1.07
M-1800	57.46	14.91	72.37	4.14	17.48	1.19
M-2100	61.99	17.39	79.38	4.83	16.43	1.28
M-2400	66.53	19.87	86.4	5.52	15.65	1.35

※ GL\_안전수위는 시공중 지표면에서 지하수위가 안전수위 이하가 되지 않도록 시공할 것. 필요하다면 Pumping을 이용하여 수위를 낮추어야 함.

2. 수조용량을 고려할 경우의 안전 수위\_사용중

※ 수조용량은 최저수위(1.7M)를 기준으로 산정함.

※ TANK 기초 저면에 작용하는 단위면적당 중량,  $W_s$  (kN/m<sup>2</sup>)

구분	벽체 중량 (kN)	상판 중량 (kN)	흙 중량 (t=150mm) (kN)	아스콘 중량 (t=100mm) (kN)	수조 중량 (kN)	기초 중량 (kN)	총 중량 (kN)
M-1200	48.38	8.92	6.689	5.698	30.6	9.936	110.223
M-1500	52.92	11.4	8.552	7.285	40.8	12.42	133.377
M-1800	57.46	13.89	10.415	8.872	51	14.91	156.547
M-2100	61.99	16.37	12.278	10.459	61.2	17.39	179.687
M-2400	66.53	18.85	14.141	12.046	71.4	19.87	202.837

구분	바닥 면적 (m <sup>2</sup> )	$W_s$ (kN/m <sup>2</sup> )	GL_안전수위 (S.F=1.2) (m)
M-1200	2.76	39.94	-0.68
M-1500	3.45	38.66	-0.57
M-1800	4.14	37.81	-0.50
M-2100	4.83	37.20	-0.45
M-2400	5.52	36.75	-0.41

※ GL\_안전수위에 대해 사용중 검토한 결과, 지표면까지 지하수위가 존재하더라도 부상하지 않는 것으로 검토되었다.

**Design Conditions**

Design Code : KCI-USD12  
 Concrete  $f_{ck} = 21 \text{ N/mm}^2$   
 Re-bar  $f_y = 400 \text{ N/mm}^2$   
 Re-bar Clear Cover :  $c_c = 30 \text{ mm}$

**Slab Thk : 150 mm**
**Major Direction Moment (Unit : kN·m/m)**

	@ 100	@ 125	@ 150	@ 175	@ 200	@ 250	@ 300	MinRatio
D10	26.0	21.1	17.8	15.3	13.5	10.9	9.1	@ 230
D10+D13	34.8	28.4	24.0	20.8	18.3	14.8	12.4	@ 330
D13	42.8	35.2	29.9	26.0	22.9	18.6	15.6	@ 420
D13+D16	51.9	43.5	37.1	32.4	28.7	23.3	19.7	@ 450
D16	---	50.9	43.7	38.3	34.1	27.9	23.5	@ 450

**Minor Direction Moment (Unit : kN·m/m)**

	@ 100	@ 125	@ 150	@ 175	@ 200	@ 250	@ 300	MinRatio
D10	23.3	19.0	16.0	13.8	12.1	9.8	8.2	@ 230
D10+D13	30.8	25.2	21.3	18.5	16.3	13.2	11.1	@ 330
D13	37.4	30.9	26.3	22.8	20.2	16.4	13.8	@ 420
D13+D16	---	37.5	32.1	28.1	24.9	20.4	17.2	@ 450
D16	---	39.8	37.3	32.8	29.2	24.0	20.3	@ 450
$\phi V_c =$	65.1 kN/m							

**Design Conditions:**

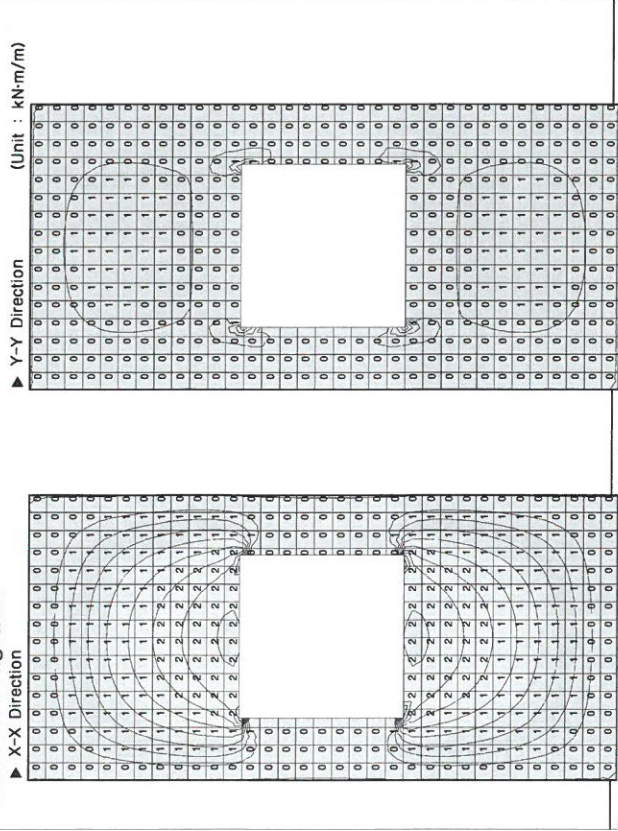
Design Code : KCI-USD12  
 Material & Dim.  
 Concrete  $f_{ck} = 21 \text{ N/mm}^2$   
 Re-bar  $f_y = 400 \text{ N/mm}^2$   
 Slab Dim. : 1050x2150x150 mm ( $c_s=30\text{mm}$ )  
 Edge Beam  
 $B_{UP} = 150 \times 150$ ,  $B_{DN} = 150 \times 150$  mm  
 $B_{LT} = 150 \times 150$ ,  $B_{RT} = 150 \times 150$  mm  
 Uniform Loads  
 Dead Load  $W_D = 8.60 \text{ kN/m}^2$   
 Live Load  $W_L = 6.00 \text{ kN/m}^2$

Edge Support  
 Top = Pin:Disc. Bott. = Pin:Disc.  
 Left = Pin:Disc. Right = Pin:Disc.  
 Corner Support  
 LT,UP = Fix RT,UP = Fix  
 LT,DN = Fix RT,DN = Fix

**Line/Area Load, Opening**

Opening	x1	y1	x2	y2	Unit : m
1	0.23	0.78	0.83	1.38	

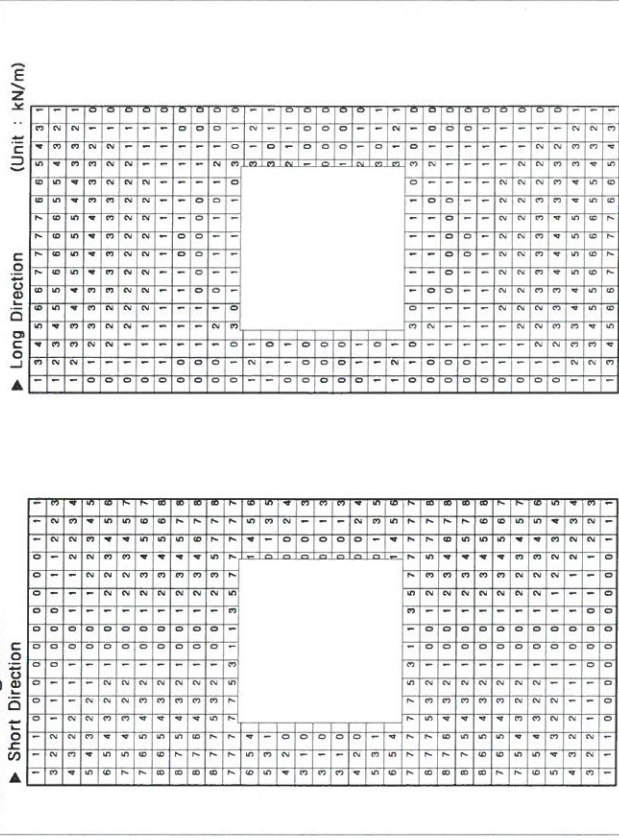
**Moment Diagram**



**Flexure Reinforcement**

DIRECTION	Location	Mu (kN-m/m)	$\rho$ (%)	$A_{st}$ (mm <sup>2</sup> /m)	D10	D10-D13 Spacing	D13	D13+D16
X-X Dir.	Left	0.00	0.000	0	@300	@300	@300	@300
	Right	2.06	0.046	53	@300	@300	@300	@300
Y-Y Dir.	Upper	0.00	0.000	0	@300	@300	@300	@300
	Lower	1.00	0.027	28	@300	@300	@300	@300
Min Bar					@230	@330	@420	@450

**Shear Diagram**



**Check Shear Strength**

Strength Reduction Factor  $\phi = 0.750$   
 Short Direction Shear  $V_{ux} = 8.1 < \phi V_c = 65.6 \text{ kN/m} \rightarrow \text{O.K.}$   
 Long Direction Shear  $V_{uy} = 6.8 < \phi V_c = 60.1 \text{ kN/m} \rightarrow \text{O.K.}$



**Design Conditions:**

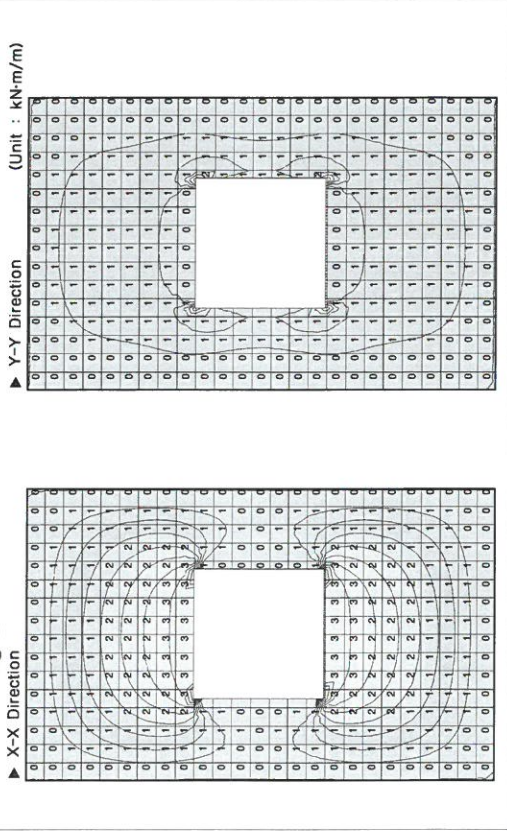
Design Code : KCI-USD12  
 Material & Dim.  
 Concrete  $f_{ck} = 21 \text{ N/mm}^2$   
 Re-bar  $f_y = 400 \text{ N/mm}^2$   
 Slab Dim. :  $1350 \times 2150 \times 150 \text{ mm}$  ( $c=30\text{mm}$ )  
 Edge Beam  
 $B_{UP} = 150 \times 150$ ,  $B_{DN} = 150 \times 150 \text{ mm}$   
 $B_{LT} = 150 \times 150$ ,  $B_{RT} = 150 \times 150 \text{ mm}$   
 Uniform Loads  
 Dead Load  $W_d = 8.60 \text{ kN/m}^2$   
 Live Load  $W_l = 6.00 \text{ kN/m}^2$

Edge Support  
 Top = Pin:Disc. Bott. = Pin:Disc.  
 Left = Pin:Disc. Right = Pin:Disc.  
 Corner Support  
 LT,UP = Fix RT,UP = Fix  
 LT,DN = Fix RT,DN = Fix

**Line/Area Load, Opening**

Opening	x1	y1	x2	y2	Unit : m
1	0.38	0.78	0.98	1.38	

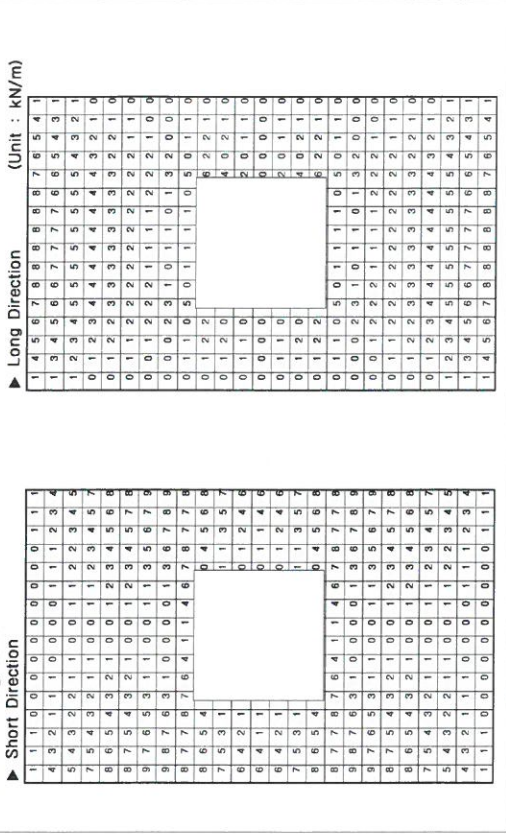
**Moment Diagram**



**Flexure Reinforcement**

DIRECTION	Location	Mu (kN-m/m)	$\rho$ (%)	$A_{st}$ (mm <sup>2</sup> /m)	D10	D10-D13 Spacing	D13	D13-D16
X-X Dir.	Left	0.00	0.000	0	@300	@300	@300	@300
	Right	3.11	0.071	81	@300	@300	@300	@300
Y-Y Dir.	Upper	0.00	0.000	0	@300	@300	@300	@300
	Lower	1.96	0.053	55	@300	@300	@300	@300
Min Bar				0.200	300	@230	@330	@450

**Shear Diagram**



**Check Shear Strength**

Strength Reduction Factor  $\phi = 0.750$   
 Short Direction Shear  
 $V_{ux} = 8.8 < \phi V_c = 66.6 \text{ kN/m} \rightarrow \text{O.K.}$   
 Long Direction Shear  
 $V_{uy} = 8.3 < \phi V_c = 60.1 \text{ kN/m} \rightarrow \text{O.K.}$



**Design Conditions:**

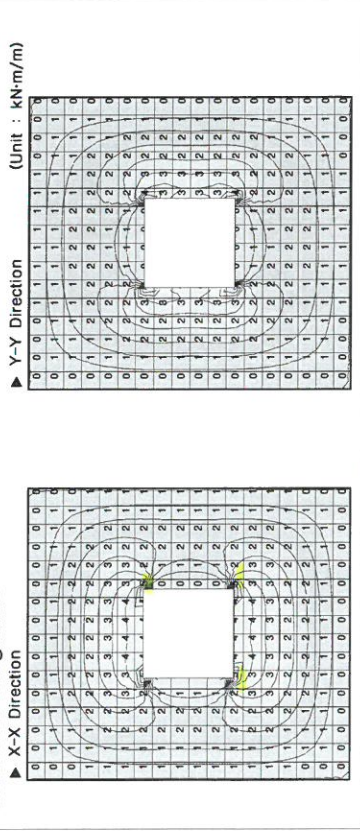
Design Code : KCI-USDI2  
 Material & Dim.  
 Concrete  $f_{ck} = 21 \text{ N/mm}^2$   
 Re-bar  $f_y = 400 \text{ N/mm}^2$   
 Slab Dim. : 1950x2150x150 mm ( $c=30\text{mm}$ )  
 Edge Beam  
 $B_{UP} = 150 \times 150$ ,  $B_{DN} = 150 \times 150$  mm  
 $B_{LT} = 150 \times 150$ ,  $B_{RT} = 150 \times 150$  mm  
 Uniform Loads  
 Dead Load  $W_D = 8.60 \text{ kN/m}^2$   
 Live Load  $W_L = 6.00 \text{ kN/m}^2$

Edge Support  
 Top = Pin:Disc. Bott. = Pin:Disc.  
 Left = Pin:Disc. Right = Pin:Disc.  
 Corner Support  
 LT,UP = Fix RT,UP = Fix  
 LT,DN = Fix RT,DN = Fix

**Line/Area Load, Opening**

No	x1	y1	x2	y2	Unit : m
1	0.68	0.78	1.28	1.38	

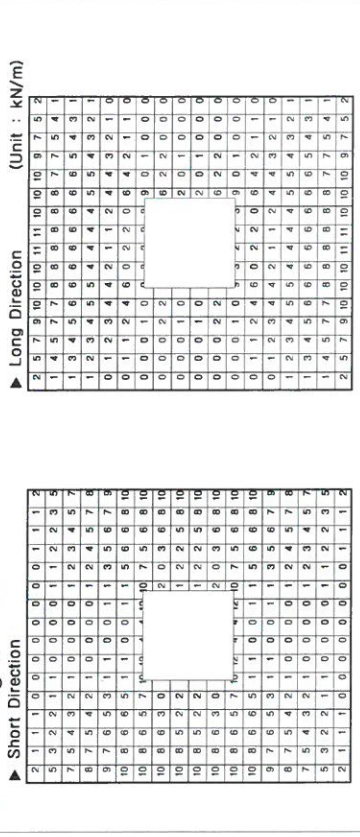
**Moment Diagram**



**Flexure Reinforcement**

DIRECTION	Location	Mu (kN-m/m)	$\rho$ (%)	$A_{st}$ (mm <sup>2</sup> /m)	D10	D10-D13	D13	D13-D16
X-X Dir.	Left	0.00	0.000	0	@300	@300	@300	@300
	Right	5.07	0.115	132	@300	@300	@300	@300
Y-Y Dir.	Upper	0.00	0.000	0	@300	@300	@300	@300
	Cent.	4.38	0.119	125	@300	@300	@300	@300
	Lower	0.00	0.000	0	@300	@300	@300	@300
	Min Bar	0.200	0.200	300	@230	@330	@420	@450

**Shear Diagram**



**Check Shear Strength**

Strength Reduction Factor  $\phi = 0.750$   
 Short Direction Shear  $V_{ux} = 12.3 < \phi V_c = 65.6 \text{ kN/m} \rightarrow \text{O.K.}$   
 Long Direction Shear  $V_{uy} = 10.6 < \phi V_c = 60.1 \text{ kN/m} \rightarrow \text{O.K.}$

**Design Conditions :**

Design Code : KCI-USD12  
 Material & Dim.  
 Concrete  $f_{ck} = 21 \text{ N/mm}^2$   
 Re-bar  $f_y = 400 \text{ N/mm}^2$   
 Slab Dim. : 2150x2250x150 mm ( $c_s=30\text{mm}$ )  
 Edge Beam  
 $B_{UP} = 150 \times 150$ ,  $B_{DN} = 150 \times 150$  mm  
 $B_{L,T} = 150 \times 150$ ,  $B_{RT} = 150 \times 150$  mm  
 Uniform Loads  
 Dead Load  $W_d = 8.60 \text{ kN/m}^2$   
 Live Load  $W_l = 6.00 \text{ kN/m}^2$

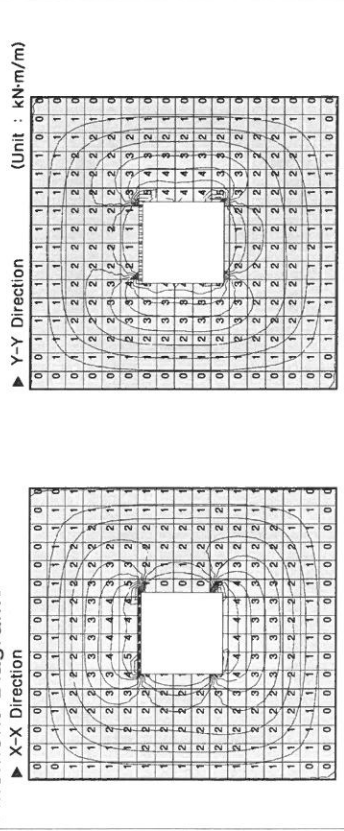
Edge Support  
 Top = Pin:Disc. Bott. = Pin:Disc.  
 Left = Pin:Disc. Right = Pin:Disc.

Corner Support  
 LT,UP = Fix RT,UP = Fix  
 LT,DN = Fix RT,DN = Fix

**Line/Area Load, Opening**

Opening	No	x1	y1	x2	y2	Unit : m
	1	0.78	0.83	1.38	1.43	

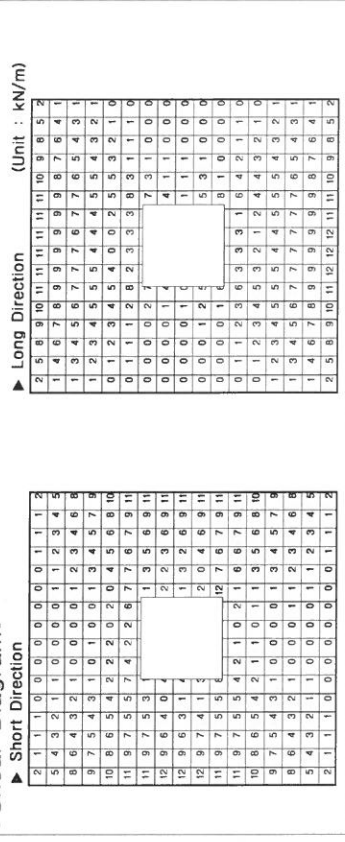
**Moment Diagram**



**Flexure Reinforcement**

DIRECTION	Location	Mu (kN-m/m)	$\rho$ (%)	$A_{st}$ (mm <sup>2</sup> /m)	D10	D10+D13	D13	D13+D16
X-X Dir.	Left Cent.	0.00	0.000	0	@300	@300	@300	@300
	Right Cent.	5.90	0.134	154	@300	@300	@300	@300
Y-Y Dir.	Upper Cent.	0.00	0.000	0	@300	@300	@300	@300
	Lower Cent.	5.34	0.145	152	@300	@300	@300	@300
Min Bar			0.200	300	@230	@330	@420	@450

**Shear Diagram**



**Check Shear Strength**

Strength Reduction Factor  $\phi = 0.750$   
 Short Direction Shear  $V_{ux} = 14.2 < \phi V_c = 65.6 \text{ kN/m} \rightarrow \text{O.K.}$   
 Long Direction Shear  $V_{uy} = 11.7 < \phi V_c = 60.1 \text{ kN/m} \rightarrow \text{O.K.}$

**Design Conditions**

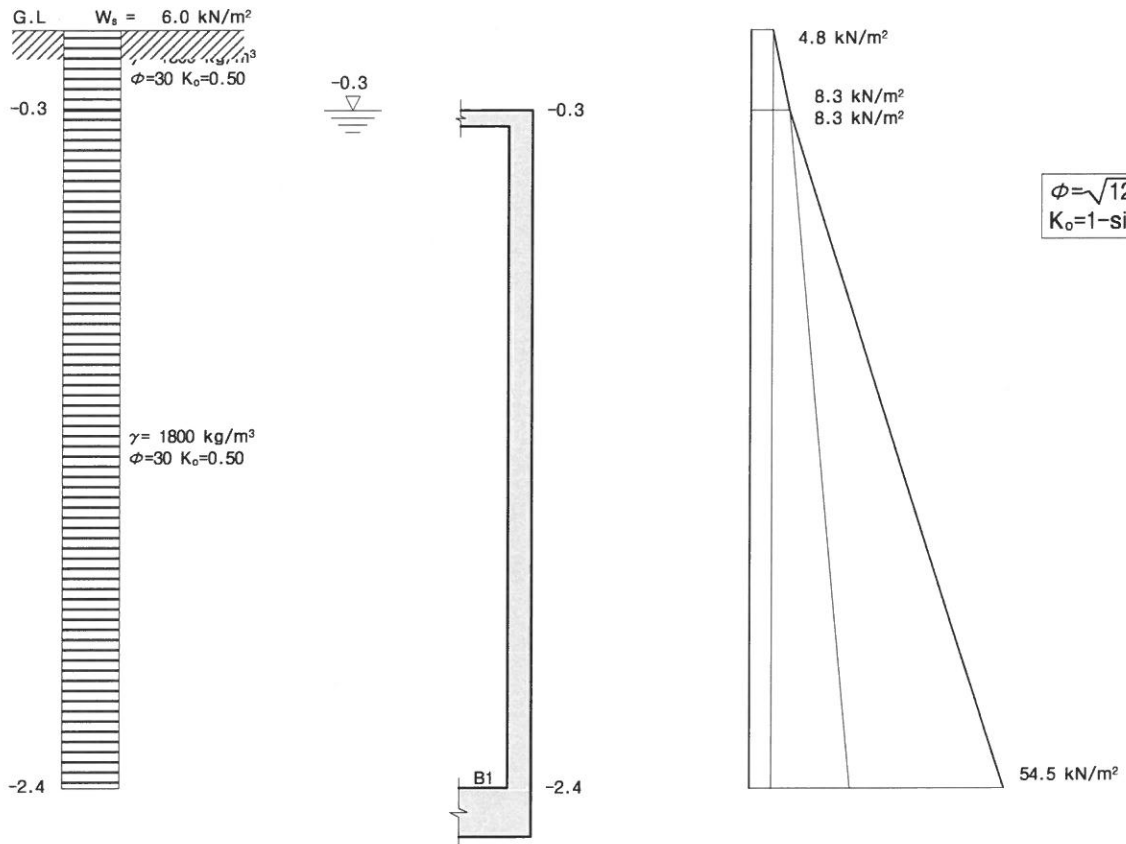
Design Code : KCI-USD12  
 Concrete  $f_{ck} = 21 \text{ N/mm}^2$   
 Re-bar  $f_y = 400 \text{ N/mm}^2$   
 Re-bar Clear Cover :  $c_c = 75 \text{ mm}$

**Slab Thk : 150 mm**
**Major Direction Moment (Unit : kN·m/m)**

	@ 100	@ 125	@ 150	@ 175	@ 200	@ 250	@ 300	MinRatio
D10	15.1	12.4	10.5	9.1	8.0	6.5	5.5	@ 230
D10+D13	19.6	16.3	13.9	12.1	10.8	8.8	7.4	@ 330
D13	---	19.3	17.0	14.9	13.3	10.8	9.2	@ 420
D13+D16	---	---	19.1	18.1	16.2	13.4	11.4	@ 450
D16	---	---	---	---	18.4	15.7	13.4	@ 450

**Minor Direction Moment (Unit : kN·m/m)**

	@ 100	@ 125	@ 150	@ 175	@ 200	@ 250	@ 300	MinRatio
D10	12.4	10.2	8.7	7.6	6.7	5.4	4.6	@ 230
D10+D13	---	13.1	11.2	9.8	8.7	7.1	6.0	@ 330
D13	---	---	12.9	11.8	10.5	8.7	7.4	@ 420
D13+D16	---	---	---	---	12.1	10.4	8.9	@ 450
D16	---	---	---	---	---	11.4	10.2	@ 450
$\phi V_c =$	39.3 kN/m							



Level : GL -0.00 ~ -0.25m ( $\phi=30^\circ$ ,  $K_o=0.50$ )

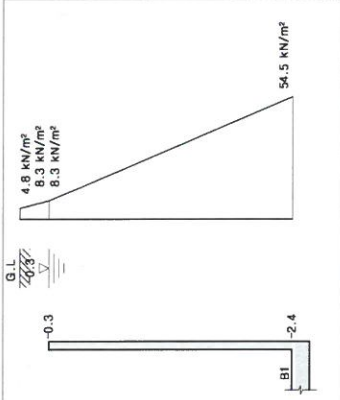
Top	: 1.6x0.50x6.0	+ 1.6x0.50x(0.0)	= 4.8 kN/m <sup>2</sup>
Bot.	: 1.6x0.50x6.0	+ 1.6x0.50x(4.4)	= 8.3 kN/m <sup>2</sup>

Level : GL -0.25 ~ -2.65m ( $\phi=30^\circ$ ,  $K_o=0.50$ )

Top	: 1.6x0.50x6.0	+ 1.6x0.50x(4.4)	= 8.3 kN/m <sup>2</sup>
Bot.	: 1.6x0.50x6.0	+ 1.6x0.50x(23.2)	+ 1.6x2.4x9.81 = 61.1 kN/m <sup>2</sup>

**Design Conditions:**

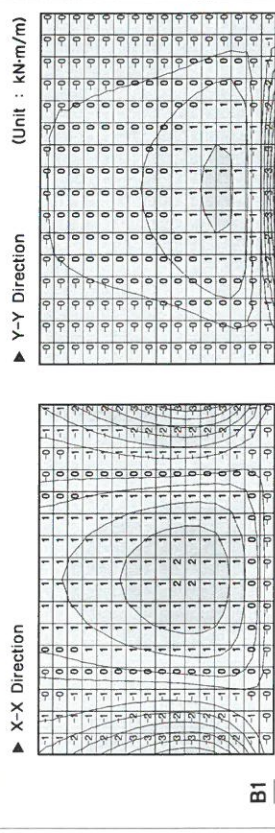
Design Code : KCI-USDI2  
**Material & Dim.**  
 Concrete  $f_{ck} = 21 \text{ N/mm}^2$   
 Re-bar  $f_y = 400 \text{ N/mm}^2$   
 Wall Width = 1.1 m ( $c_c = 75 \text{ mm}$ )  
 FL. Ht. Thk Buttress  
 (mm)  $H_h$   $B_h$   $H_t$   $B_t$   
 B1 2.10 150 - - - -  
**Edge Support**  
 Top : Free  
 Left : Fix  
 Right : Fix  
**Corner Support**  
 LT,UP : Pin RT,UP : Pin  
 LT,DN : Pin RT,DN : Pin



**Flexure Reinforcement:**

DIREC TION	Loca tion	$M_u$ (kN-m/m)	$\rho$ (%)	$A_{st}$ (mm²/m)	Spacing
X-X Dir.	Left	3.19	0.269	161	D10 @300
	Mid.	1.55	0.129	77	@300
	Right	3.19	0.269	161	@300
Y-Y Dir.	Upper	0.39	0.024	16	@300
	Mid.	0.79	0.049	34	@300
	Lower	2.69	0.167	116	@300
Min Bar			0.200	300	@230 @420 @450

**Moment Diagram:**

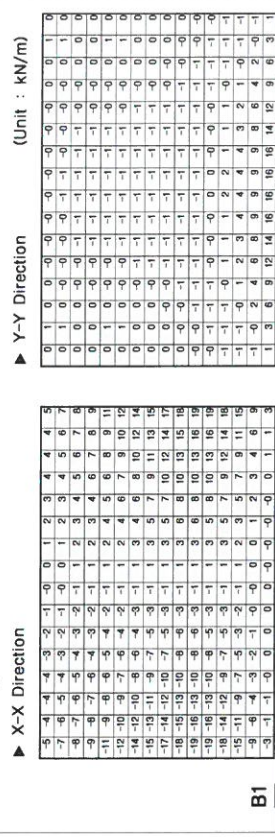


**Check Shear Strength:**

Strength Reduction Factor  $\phi = 0.750$

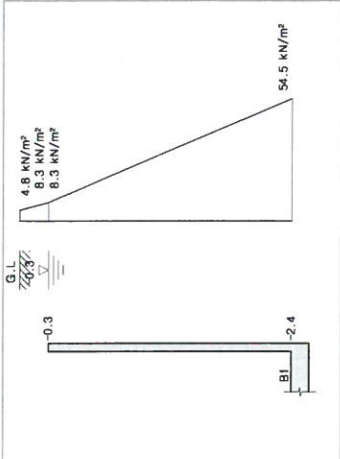
DIREC TION	Loca tion	$V_u$ (kN/m)	$V_{u,ent}$ (kN/m)	$\phi V_c$ (kN/m)	Remark
X-X Dir.	Left	18.79	15.86	33.41	O.K.
	Right	18.79	15.86	33.41	O.K.
Y-Y Dir.	Upper	1.05	1.05	39.78	O.K.
	Lower	16.33	16.33	39.78	O.K.

**Shear Diagram:**



**Design Conditions:**

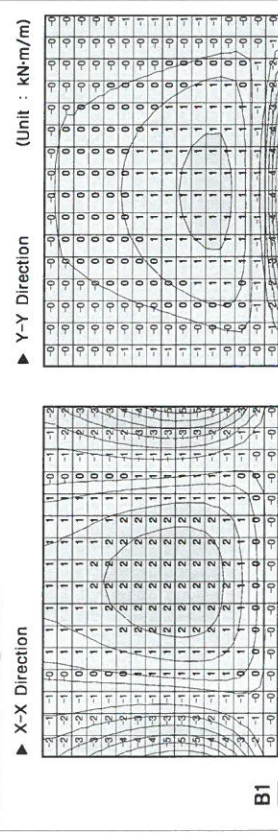
Design Code : KCI-USD12  
 Material & Dim.  
 Concrete  $f_{ck} = 21 \text{ N/mm}^2$   
 Re-bar  $f_y = 400 \text{ N/mm}^2$   
 Wall Width = 1.4 m ( $c_s = 75 \text{ mm}$ )  
 FL. Ht. Thk. Buttress  
 (m) (mm)  $H_{lt}$   $B_t$   $H_t$   $B_t$   
 B1 2.10 150 - - - -  
 Edge Support  
 Top : Free  
 Left : Fix  
 Corner Support  
 LT,UP : Pin RT,UP : Pin  
 LT,DN : Pin RT,DN : Pin  
 Bott. : Fix  
 Right : Fix



**Flexure Reinforcement:**

DIREC TION	Loca tion	$M_u$ (kN-m/m)	$\rho$ (%)	$A_{st}$ (mm²/m)	Spacing
X-X Dir.	Left	4.66	0.400	240	D10 @290
	Mid.	2.23	0.187	112	D10 @300
	Right	4.66	0.400	240	D10 @300
Y-Y Dir.	Upper	0.59	0.036	25	D10 @300
	Mid.	1.24	0.076	53	D10 @300
	Lower	4.25	0.267	186	D10 @300
Min Bar			0.200	300	D10 @230

**Moment Diagram:**



**Check Shear Strength:**

Strength Reduction Factor  $\phi = 0.750$

DIREC TION	Loca tion	$V_u$ (kN/m)	$V_{u,cr}$ (kN/m)	$\phi V_c$ (kN/m)	Remark
X-X Dir.	Left	22.13	22.13	33.41	O.K.
	Right	22.13	22.13	33.41	O.K.
Y-Y Dir.	Upper	1.68	1.68	39.78	O.K.
	Lower	21.83	21.83	39.78	O.K.

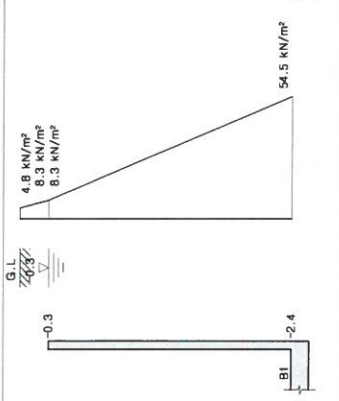
**Shear Diagram:**





**Design Conditions:**

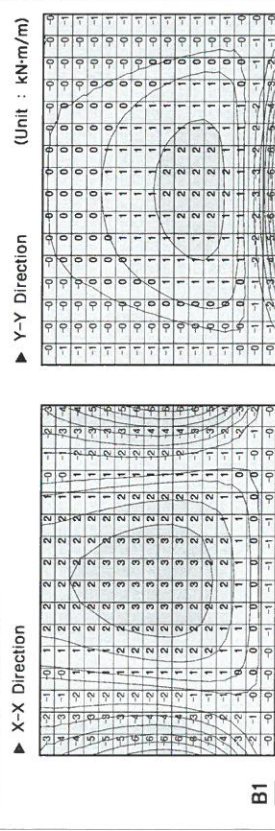
Design Code : KCI-USDI2  
 Material & Dim.  
 Concrete  $f_{ck} = 21 \text{ N/mm}^2$   
 Re-bar  $f_y = 400 \text{ N/mm}^2$   
 Wall Width = 1.6 m ( $c_s = 75 \text{ mm}$ )  
 FL. Ht. Thk Buttress  
 (m) (mm)  $H_{lt}$   $B_t$   $H_{lt}$   $B_{lt}$   
 B1 2.10 150 - - - -  
 Edge Support  
 Top : Free      Bott. : Fix  
 Left : Fix      Right : Fix  
 Corner Support  
 LT,UP : Pin      RT,UP : Pin  
 LT,DN : Pin      RT,DN : Pin



**Flexure Reinforcement:**

DIREC TION	Loca tion	$M_u$ (kN-m/m)	$\rho$ (%)	$A_{st}$ (mm²/m)	Spacing	D13	D13*D16
X-X Dir. Left	Left	6.17	0.538	322	@220	D10	D10*D13
	Mid.	2.90	0.245	147	@300	D10	D10*D13
	Right	6.17	0.538	322	@220	D10	D10*D13
Y-Y Dir. Upper	Upper	0.79	0.048	34	@300	D10	D10*D13
	Mid.	1.75	0.108	75	@300	D10	D10*D13
	Lower	6.03	0.394	267	@260	D10	D10*D13
Min Bar			0.200	300	@230	D10	D10*D13

**Moment Diagram:**

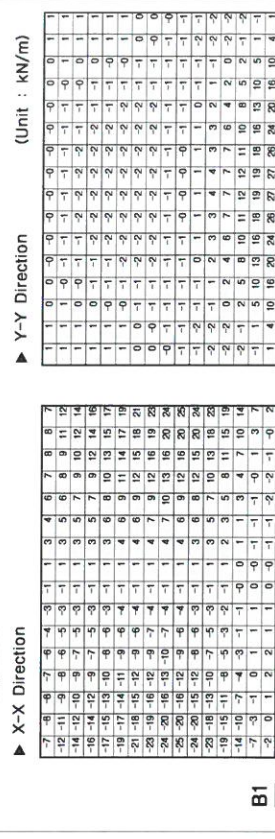


**Check Shear Strength:**

Strength Reduction Factor  $\phi = 0.750$

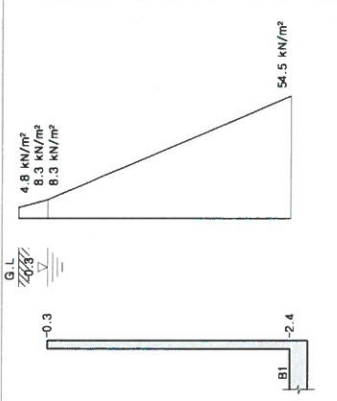
DIREC TION	Loca tion	$V_u$ (kN/m)	$V_{u,pr}$ (kN/m)	$\phi V_c$ (kN/m)	Remark
X-X Dir. Left	Left	24.63	24.63	33.41	O.K.
	Right	24.63	24.63	33.41	O.K.
	Lower	26.89	26.89	39.78	O.K.

**Shear Diagram:**



**Design Conditions:**

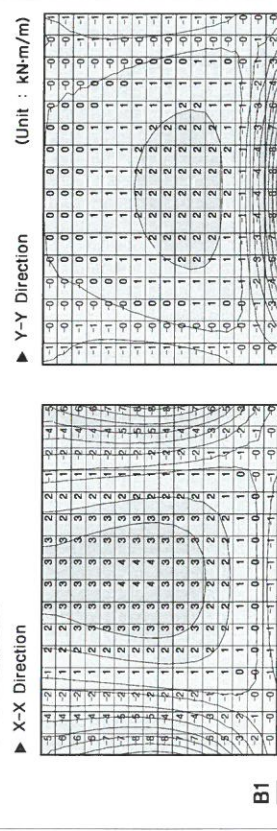
Design Code : KCI-USDI2  
 Material & Dim.  
 Concrete  $f_{ck} = 21 \text{ N/mm}^2$   
 Re-bar  $f_y = 400 \text{ N/mm}^2$   
 Wall Width = 2.0 m ( $c_c = 75 \text{ mm}$ )  
 FL. Ht. (mm) Buttress H<sub>lt</sub> B<sub>lt</sub> H<sub>rt</sub> B<sub>rt</sub>  
 B1 2.10 150 - - - -  
 Edge Support  
 Top : Free      Bott. : Fix  
 Left : Fix      Right : Fix  
 Corner Support  
 LT,UP : Pin      RT,UP : Pin  
 LT,DN : Pin      RT,DN : Pin



**Flexure Reinforcement:**

DIREC TION	Loca tion	$M_u$ (kN-m/m)	$\rho$ (%)	$A_{st}$ (mm <sup>2</sup> /m)	Spacing
X-X Dir.	Left	7.67	0.680	408	D10 @240
	Mid.	3.58	0.304	182	D10 @300
	Right	7.67	0.680	408	D10 @240
Y-Y Dir.	Upper	0.98	0.060	42	D10 @300
	Mid.	2.30	0.143	99	D10 @300
	Lower	7.95	0.515	358	D10 @270
Min Bar			0.200	300	D10 @230
					D13 @450

**Moment Diagram:**



**Check Shear Strength:**

Strength Reduction Factor  $\phi = 0.750$

DIREC TION	Loca tion	$V_u$ (kN/m)	$V_{u(crit)}$ (kN/m)	$\phi V_c$ (kN/m)	Remark
X-X Dir.	Left	26.41	26.41	33.41	O.K.
	Right	26.41	26.41	33.41	O.K.
	Lower	31.48	31.48	39.78	O.K.

**Shear Diagram:**



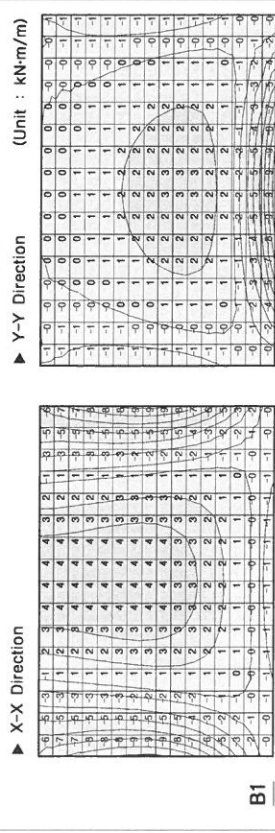
**Design Conditions :**

Design Code : KCI-USDI2  
 Material & Dim.  
 Concrete  $f_{ck} = 21 \text{ N/mm}^2$   
 Re-bar  $f_y = 400 \text{ N/mm}^2$   
 Wall Width = 2.1 m ( $c_w = 75 \text{ mm}$ )  
 FL. Ht. Thk Buttress  
 (m)  $H_t$   $B_t$   $H_b$   $B_b$   
 B1 2.10 150 - - -  
 Edge Support  
 Top : Free Bott. : Fix  
 Left : Fix Right : Fix  
 Corner Support  
 LT,UP : Pin RT,UP : Pin  
 LT,DN : Pin RT,DN : Pin

**Flexure Reinforcement :**

DIREC TION	Loca tion	$M_u$ (kN-m/m)	$\rho$ (%)	$A_{st}$ (mm <sup>2</sup> /m)	Spacing
X-X Dir.	Left	8.69	0.780	468	D10 @210
	Mid.	4.05	0.345	207	@300
	Right	8.69	0.780	468	@150
Y-Y Dir.	Upper	1.11	0.068	48	@300
	Mid.	2.62	0.163	113	@300
	Lower	9.30	0.609	423	@160
Min Bar			0.200	300	@230 @420 @330 @450

**Moment Diagram :**

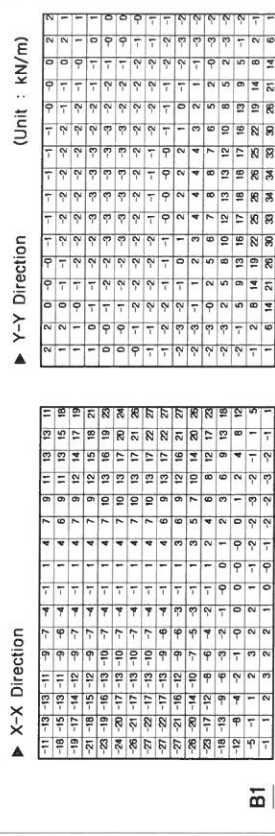


**Check Shear Strength :**

Strength Reduction Factor  $\phi = 0.750$

DIREC TION	Loca tion	$V_u$ (kN/m)	$V_{u,ent}$ (kN/m)	$\phi V_c$ (kN/m)	Remark
X-X Dir.	Left	27.44	27.44	33.41	O.K.
	Right	27.44	27.44	33.41	O.K.
Y-Y Dir.	Upper	2.93	2.93	39.78	O.K.
	Lower	34.27	34.27	39.78	O.K.

**Shear Diagram :**



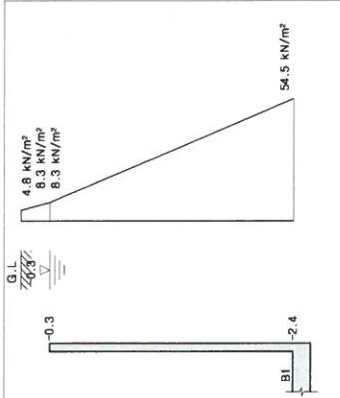
**Design Conditions:**

Design Code : KCI-USD12  
 Material & Dim.  
 Concrete  $f_{ck} = 21 \text{ N/mm}^2$   
 Re-bar  $f_y = 400 \text{ N/mm}^2$   
 Wall Width = 2.3 m ( $c_s = 75 \text{ mm}$ )

FL.	Ht. (mm)	Thk (mm)	Buttress	H <sub>1t</sub>	H <sub>1b</sub>	B <sub>1t</sub>	B <sub>1b</sub>
B1	2.10	150	-	-	-	-	-

Edge Support  
 Top : Free  
 Left : Fix  
 Right : Fix

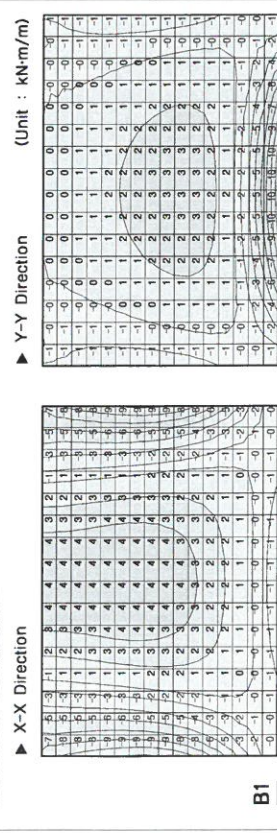
Corner Support  
 LT,UP : Pin  
 RT,UP : Pin  
 LT,DN : Pin  
 RT,DN : Pin



**Flexure Reinforcement:**

DIREC TION	Loca tion	M <sub>u</sub> (kN-m/m)	$\rho$ (%)	A <sub>st</sub> (mm <sup>2</sup> /m)	Spacing
X-X Dir.	Left	9.19	0.830	498	D10 @190
	Mid.	4.30	0.368	220	D10 @300
	Right	9.19	0.830	498	D10 @190
Y-Y Dir.	Upper	1.18	0.073	50	D10 @300
	Mid.	2.80	0.174	121	D10 @300
	Lower	9.99	0.658	457	D10 @150
Min Bar			0.200	300	D10 @230

**Moment Diagram:**



**Check Shear Strength:**

Strength Reduction Factor  $\phi = 0.750$

DIREC TION	Loca tion	V <sub>u</sub> (kN/m)	V <sub>u,cr1</sub> (kN/m)	$\phi V_u$ (kN/m)	Remark
X-X Dir.	Left	27.86	27.86	33.41	O.K.
	Right	27.86	27.86	33.41	O.K.
Y-Y Dir.	Upper	3.00	3.00	39.78	O.K.
	Lower	35.60	35.60	39.78	O.K.

**Shear Diagram:**





PROJECT	DESIGN	DATE
DISCIPLINE	CHECK	SHEET No.

## Load Combination (하중조합)

Load Combination List

No	Active	Name	DL(ST)	LL(ST)	LL1(ST)	Description
▶ 1	<input checked="" type="checkbox"/>	gLCB1	1.0000			D
2	<input checked="" type="checkbox"/>	gLCB2	1.0000	1.0000		D + L
3	<input checked="" type="checkbox"/>	gLCB3	1.0000	1.0000	1.0000	D + L + 수조
4	<input checked="" type="checkbox"/>	gLCB4	1.4000			1.4D
5	<input checked="" type="checkbox"/>	gLCB5	1.2000	1.6000		1.2D + 1.6L
6	<input checked="" type="checkbox"/>	gLCB6	1.2000	1.6000	1.6000	1.2D + 1.6L + 1.6수조
*	<input type="checkbox"/>					

※ gLCB1 ~ gLCB3 = 지내력 검토

※ gLCB4 ~ gLCB6 = 기초 내력 검토

PCM TANK 기초 저면 필요지내력  
= 60kN/m<sup>2</sup> 이상 필요함.

**MIDAS/SDS**  
POST-PROCESSOR

AREA REACTION FORCE

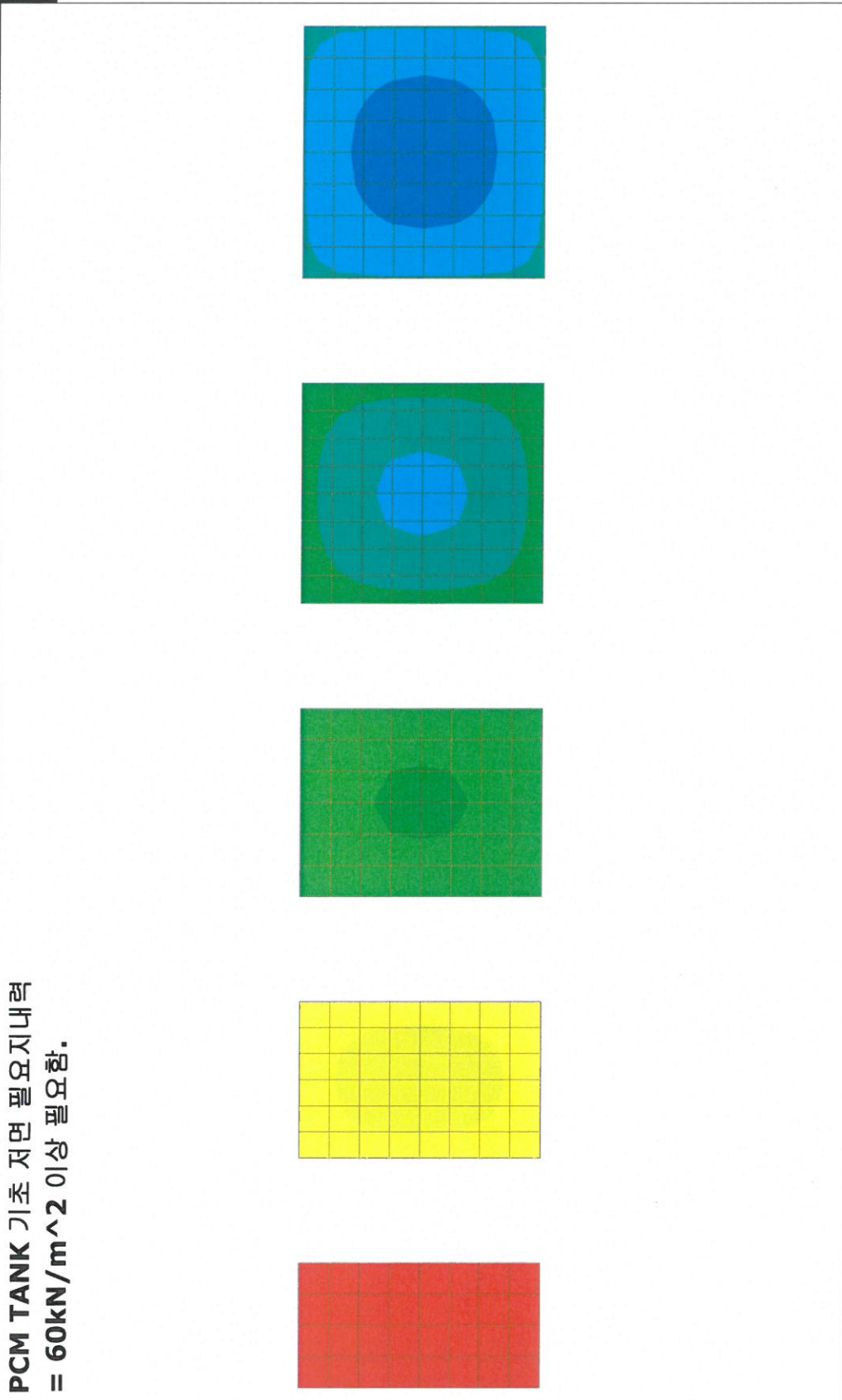
FORCE - Z

5.60458e+001
5.53957e+001
5.47457e+001
5.40957e+001
5.34457e+001
5.27957e+001
5.21456e+001
5.14956e+001
5.08456e+001
5.01956e+001
4.95456e+001
4.88955e+001

gLCB3

FILE: PCM TANK 기초  
UNIT: kN/m<sup>2</sup>  
DATE: 01/22/2019

VIEW-DIRECTION  
X: 0.000  
Y: 0.000  
Z: 1.000



**Design Conditions**

Design Code : KCI-USD12  
 Concrete  $f_{ck} = 21 \text{ N/mm}^2$   
 Re-bar  $f_y = 400 \text{ N/mm}^2$   
 Re-bar Clear Cover :  $c_c = 75 \text{ mm}$

**Slab Thk : 150 mm**

Major Direction Moment (Unit : kN·m/m)								
	@ 100	@ 125	@ 150	@ 175	@ 200	@ 250	@ 300	MinRatio
D10	15.1	12.4	10.5	9.1	8.0	6.5	5.5	@ 230
D10+D13	19.6	16.3	13.9	12.1	10.8	8.8	7.4	@ 330
D13	---	19.3	17.0	14.9	13.3	10.8	9.2	@ 420
D13+D16	---	---	19.1	18.1	16.2	13.4	11.4	@ 450
D16	---	---	---	---	18.4	15.7	13.4	@ 450

Minor Direction Moment (Unit : kN·m/m)								
	@ 100	@ 125	@ 150	@ 175	@ 200	@ 250	@ 300	MinRatio
D10	12.4	10.2	8.7	7.6	6.7	5.4	4.6	@ 230
D10+D13	---	13.1	11.2	9.8	8.7	7.1	6.0	@ 330
D13	---	---	12.9	11.8	10.5	8.7	7.4	@ 420
D13+D16	---	---	---	---	12.1	10.4	8.9	@ 450
D16	---	---	---	---	---	11.4	10.2	@ 450

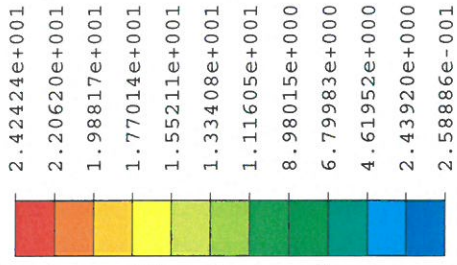
$\phi V_c = 39.3 \text{ kN/m}$

# MIDAS/SDS

POST-PROCESSOR

SLAB FORCE TEXT

SHEAR-Vxx



SCALE FACTOR=

1.0000E+000

ENall: 기초검토

FILE: PCM TANK 기초

UNIT: KN/m

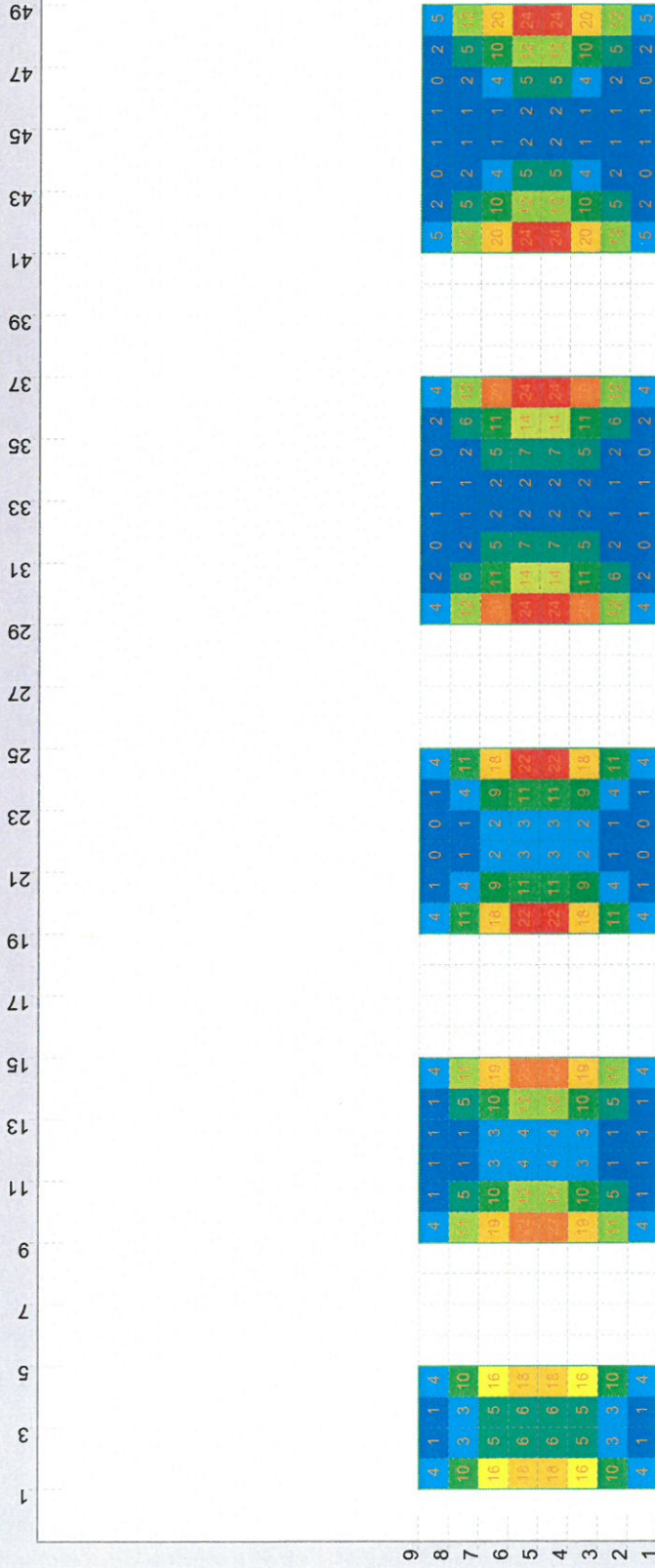
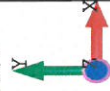
DATE: 01/22/2019

VIEW-DIRECTION

X: 0.000

Y: 0.000

Z: 1.000





**MIDAS/SDS**  
POST-PROCESSOR

SLAB FORCE TEXT

SHEAR - VYY

2.45280e+001
2.23096e+001
2.00911e+001
1.78726e+001
1.56542e+001
1.34357e+001
1.12172e+001
8.99877e+000
6.78031e+000
4.56184e+000
2.34338e+000
1.24914e-001

SCALE FACTOR =

1.0000E+000

ENall: 기초검토

FILE: PCM TANK 기초

UNIT: kN/m

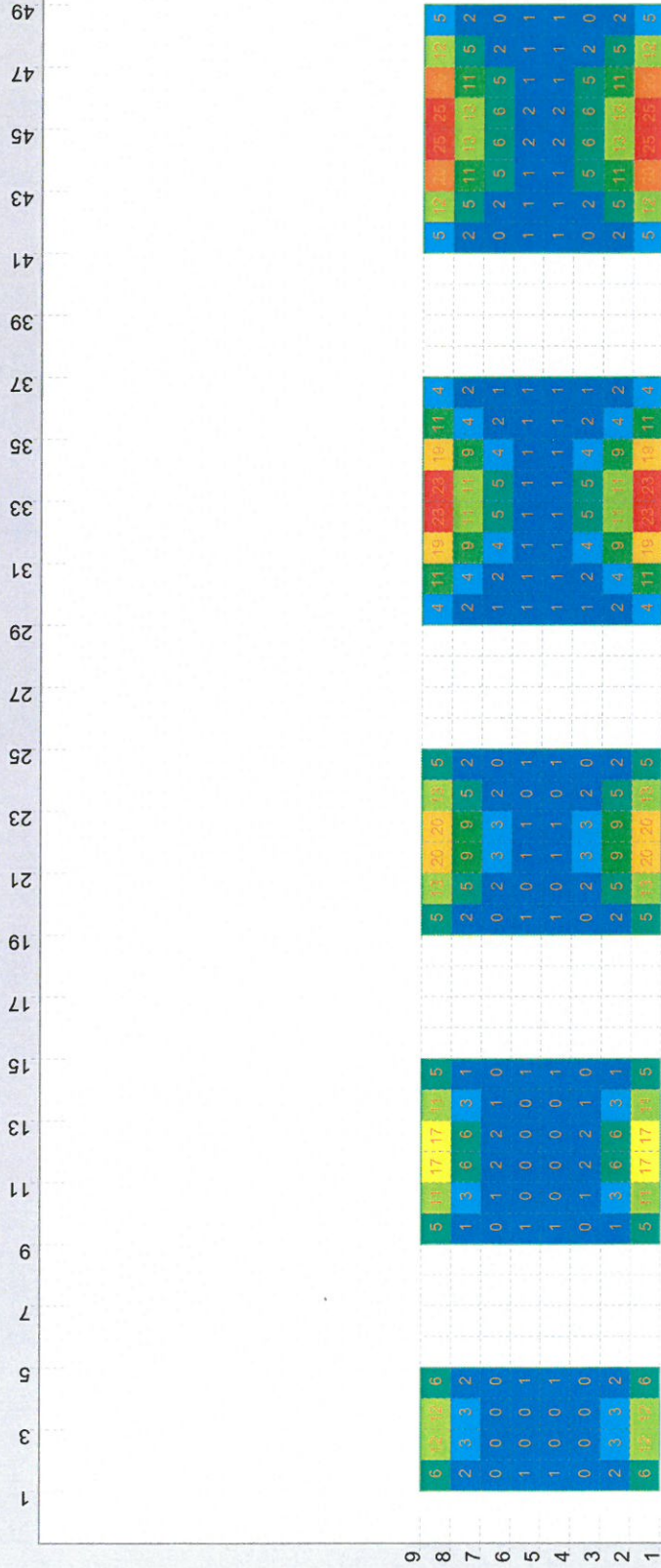
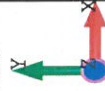
DATE: 01/22/2019

VIEW-DIRECTION

X: 0.000

Y: 0.000

Z: 1.000



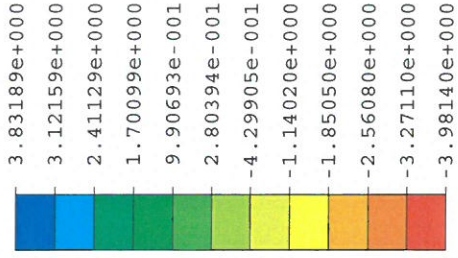


**MIDAS/SDS**

POST-PROCESSOR

SLAB FORCE TEXT

MOMENT - Myy



SCALE FACTOR =

1.00000E+000

ENmax: 기초검토

FILE: PCM TANK 기초

UNIT: kN·m/m

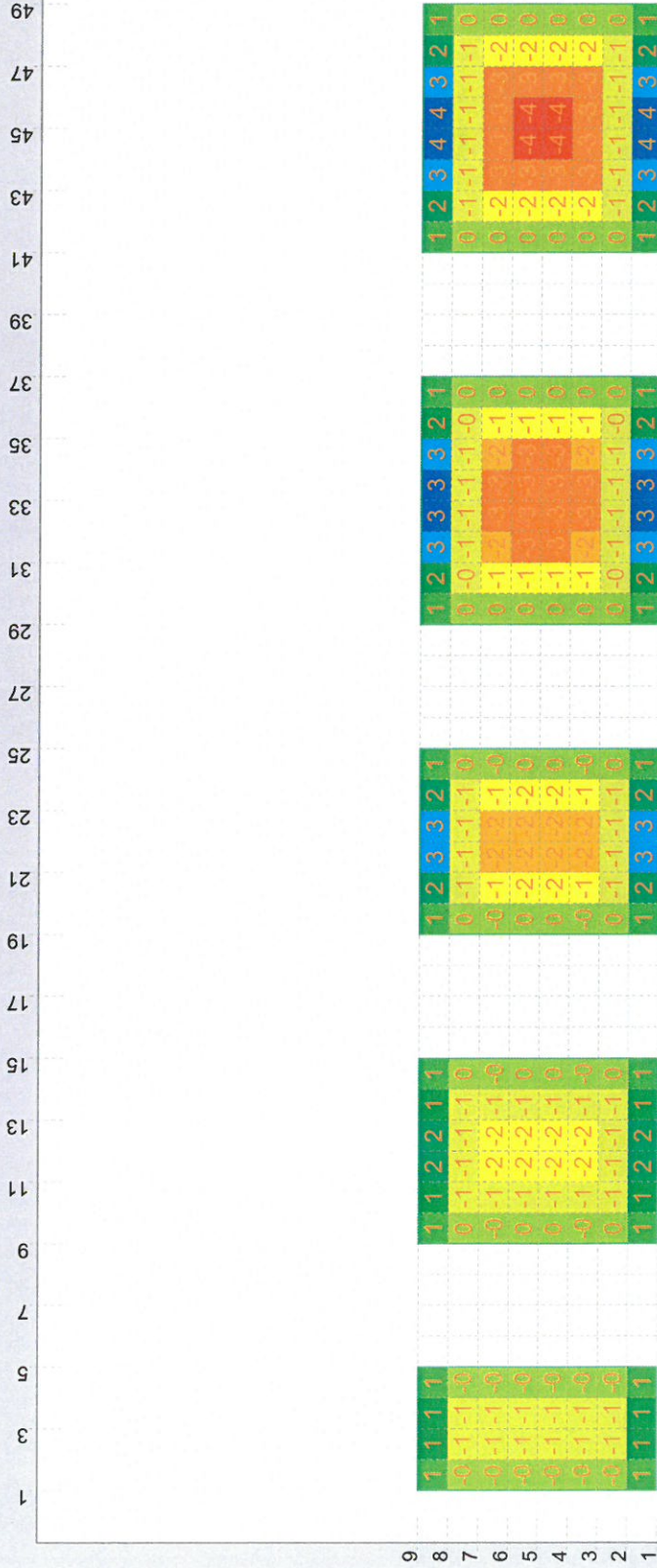
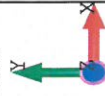
DATE: 01/22/2019

VIEW-DIRECTION

X: 0.000

Y: 0.000

Z: 1.000



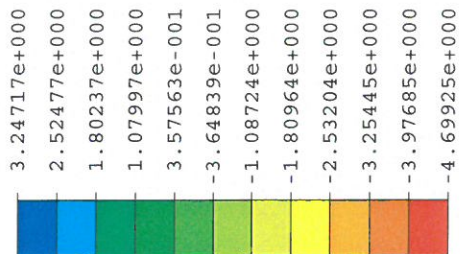


MIDAS/SDS

POST-PROCESSOR

SLAB FORCE TEXT

MOMENT - Myy



SCALE FACTOR =

1.0000E+000

ENmin: 기초검토

FILE: PCM TANK 기초

UNIT: kN·m/m

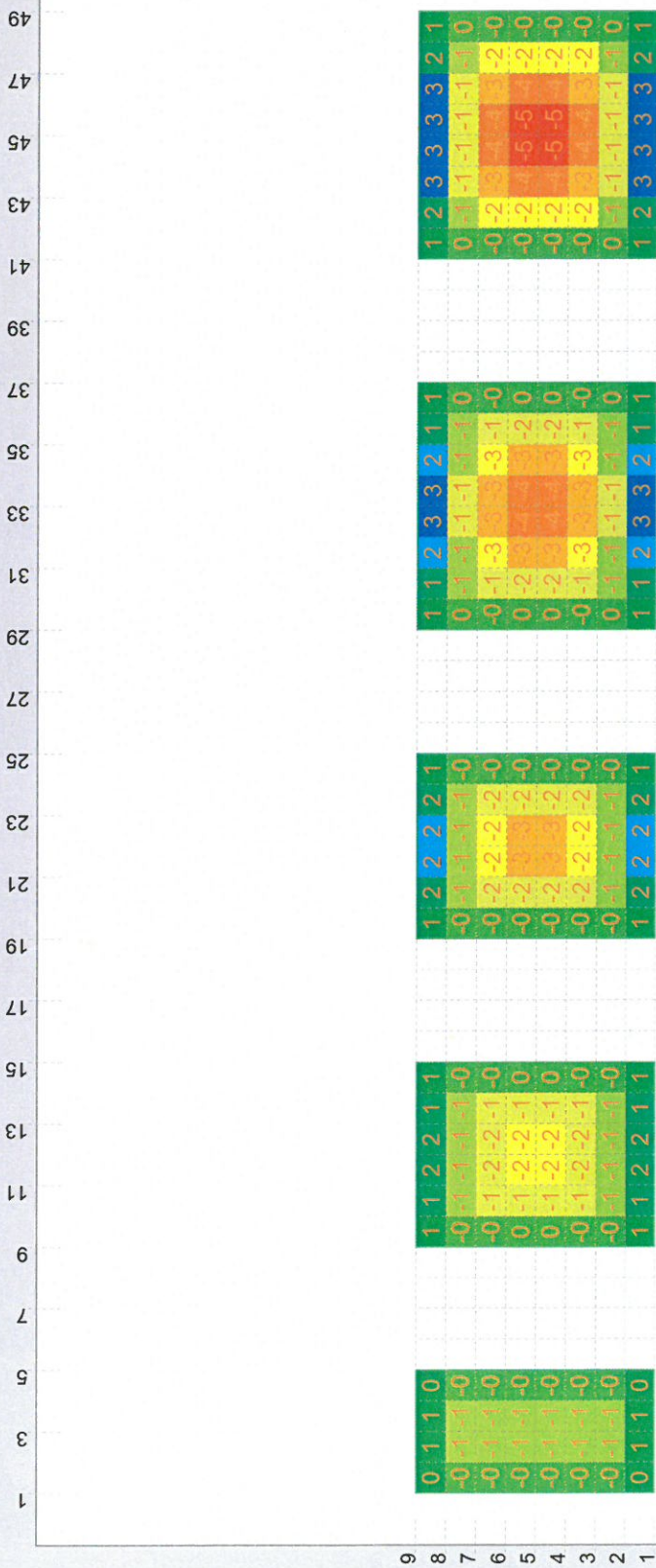
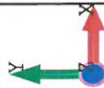
DATE: 01/22/2019

VIEW-DIRECTION

X: 0.000

Y: 0.000

Z: 1.000

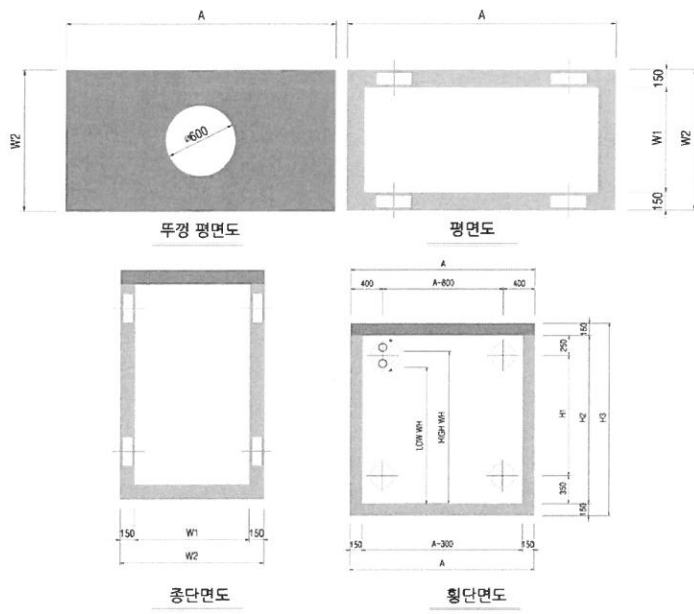


## 4. 부 록

---

### 4.1 PCM TANK 표준사이즈

### PCM Tank 표준사이즈



(높이 mm)

구분	A	H1	H2	H3
M	2,300	1,500	2,100	2,400
L	3,300	1,900	2,500	2,800

(폭 mm)

구분	900	1,200	1,500	1,800	2,100
W1	900	1,200	1,500	1,800	2,100
W2	1,200	1,500	1,800	2,100	2,400

(수조 용량 m³)

구분	900	1,200	1,500	1,800	2,100	
M	최저수위 1,700	3.06	4.08	5.10	6.12	7.14
	최고수위 1,900	3.42	4.56	5.70	6.84	7.98
L	최저수위 2,100	5.67	7.56	9.45	11.34	13.23
	최고수위 2,300	6.21	8.28	10.35	12.42	14.49