

中華民國交通部
高速公路局

地磅機房

結構計算書

目錄

1. 建築及結構設計概要.....	1
1.1 建築概述.....	1
1.2 結構系統.....	1
1.3 設計規範、設計及分析方法.....	1
1.4 結構材料.....	2
1.5 設計載重.....	3
1.5.1 設計載重.....	3
1.6 各層結構平面圖.....	4
2. 結構分析.....	5
2.1 地震力計算.....	5
2.2 自然周期及有效質量累積.....	7
2.3 風力計算.....	8
2.4 地震力與風力比較.....	8
2.5 電腦分析資料.....	9
2.6 載重組合.....	10
3. 結構設計.....	19
3.1 梁、柱配筋設計.....	19

1. 建築及結構設計概要

1.1 建築概述

本案為標準圖說可能將結構物設置於任何工址，本計算書以另案(國道一號甲線)為設計依據，工址採用桃園市蘆竹區。若採此套標準圖說，遇較差之工址及地層條件，請自行分析及調整設計。

樓層名稱	樓層高度 (m)	備 註
RF	--	屋頂
1F	3.5	機房

1.2 結構系統

本棟建築物主體結構以抗彎矩構架系統設計，結構整體均為鋼筋混凝土造。

1.3 設計規範、設計及分析方法

一、法規

- (1)內政部「建築技術規則」(內政部 112 年版)
- (2) 建築物混凝土結構設計規範(內政部 112 年)
- (3) 美國混凝土學會「結構混凝土建築設計規範」(ACI 318-05)
- (4) 中國土木水利工程學會「混凝土工程設計規範及解說」,(112 年)
- (5) 建築物耐震設計規範及解說(內政部 113 年版)
- (6) 建築物耐風設計規範及解說(內政部 103 年版)
- (7) 建築物基礎構造設計規範(內政部 112 年版)

二、分析方法

分析程式採用 ETABS V20.3.0 Build 2929。

RC 結構設計採用 USD(強度設計法)

1.4 結構材料

相當混凝土等級	圓柱體抗壓強度, f_c'	彈性模數, E_c
	kgf/cm ²	kgf/cm ²
$f_c' = 140$	140	-
$f_c' = 280$	280	200,798

鋼筋直徑 (mm)	鋼筋種類 Bar type	降伏強度 f_y (kgf/cm ²)	彈性模數 E_s (kgf/cm ²)
D13 (含)以上	CNS560 / A2006 / SD420W	4200	2.04×10^6
D10 (含)以下	CNS560 / A2006 / SD280	2800	2.04×10^6

1.5 設計載重

1.5.1 設計載重

(1) 靜載重 DL:依結構實際梁、柱、版及牆尺寸計算樓層重量(鋼筋混凝土以 2.4tf/m^3) 計算。

(2) 附加靜載重 SDL:考慮粉刷及防水單位重 0.2tf/m^2 。

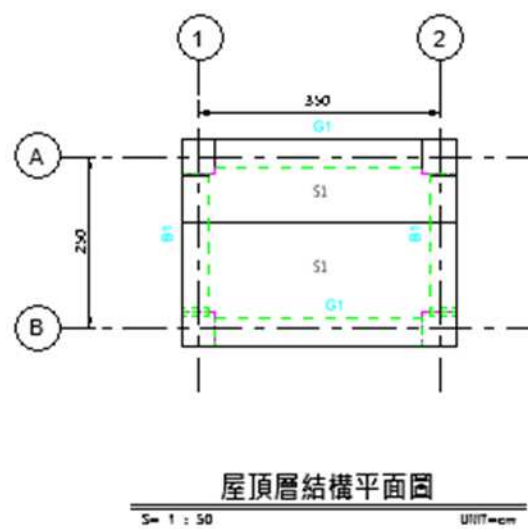
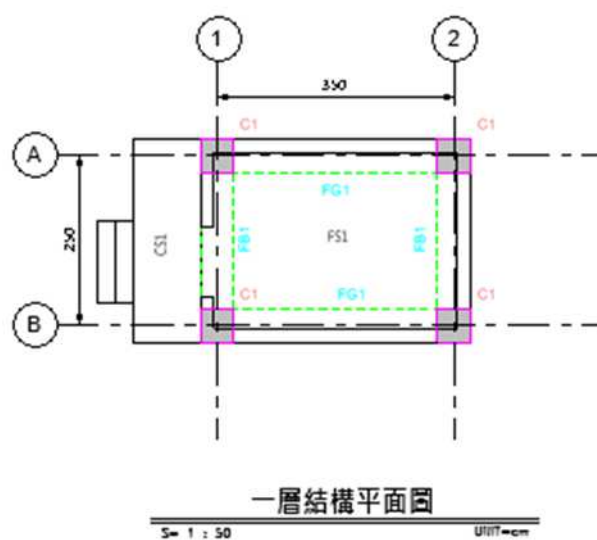
(3) 建築各樓層用途及設計活載重 LL:

樓層	樓地板用途	活載重 LL (kgf/m^2)
RFL	屋頂	100
1FL	機房	1000

(4) 設計地震力 EX,EY:依據建築物耐震設計規範及解說計算地震力。

(5) 設計風力 WX,WY: 依據建築物耐風設計規範及解說計算風力。

1.6 各層結構平面圖



2. 結構分析

2.1 地震力計算

(1) 水平設計地震力									
1. 工址：		桃園縣	蘆竹鄉						
鄰近斷層：		(非近斷層區域)							
2. 地盤類別：		第一類地盤							
3. 結構物高度Hn：		3.5 m							
4. 結構週期 T(s)：			規範週期Ts	Cu	Ts*Cu	動力分析週期Td	設計用週期T		
		X向	0.179	1.3	0.233	0.15	0.152		
		Y向	0.179	1.3	0.233	0.15	0.147		
5. 用途係數 I：		1.25	建築物用途分類：			第三類			
6. 結構系統：		X向	三、抗彎矩構架系統 1.韌性抗彎矩構架 (SMRF) (4)具非結構牆 R=4.0						
		Y向	三、抗彎矩構架系統 1.韌性抗彎矩構架 (SMRF) (4)具非結構牆 R=4.0						
7. 韌性容量：			韌性容量R	安全係數F.S.		容許韌性容量Ra			
		X向	3.00	1.5		2.33			
		Y向	3.00	1.5		2.33			
8. 水平譜加速度係數：			縣市	鄉鎮市區	SDs	SD1	SMs	SM1	
			桃園縣	蘆竹鄉	0.5	0.3	0.7	0.4	
9. 工址放大係數：				Fa	Fv	Na	Nv		
			設計地震	1.00	1.00	1.00	1.00		
			最大考量地震	1.00	1.00	1.00	1.00		
10. 工址水平譜加速度係數：			SDs	SD1	SMs	SM1			
			0.50	0.30	0.70	0.40			
11. 譜加速度係數分界週期：			設計地震TD0		0.60				
			最大考量地震TM0		0.57				
12. 地震力折減係數 Fu：				設計地震Fu		最大考量地震FuM			
			X向	1.91		2.24			
			Y向	1.91		2.24			
13. 起始降伏放大係數 ay：		1	USD;LRFD						
14. 設計水平譜加速度係數：				設計地震SaD		最大考量地震SaM			
			X向	0.50		0.70			
			Y向	0.50		0.70			
15. 基面上建築物總重 W：		99	t						
16. 設計總橫力 V：				設計地震V*	中小地震V**		最大地震V***	控制項	
		V=KW	$\frac{I}{1.4 \cdot \alpha_v} \left(\frac{S_{aD}}{F_u} \right)_m W$		$\frac{I \cdot F_u}{4.2 \cdot \alpha_v} \left(\frac{S_{aD}}{F_u} \right)_m W$		$\frac{I}{1.4 \cdot \alpha_v} \left(\frac{S_{aM}}{F_{uM}} \right)_m W$		
		Kx	0.2331		0.1488		0.2739	最大地震	
		Ky	0.2331		0.1488		0.2739	最大地震	

垂直設計地震力計算							
1. 工址：	桃園縣	蘆竹鄉	(非近斷層區域)			0	
2. 地盤類別：	第一類地盤						
3. 結構物高度Hn：	3.5	m					
4. 結構週期 T(s)：		樓版振動週期T					
	X向	0.1					
	Y向	0.1					
5. 用途係數 I：	1.25	建築物用途分類：			第三類		
6. 結構系統：	1.韌性抗彎矩構架 (SMRF) (4)具非結構牆 R=4.0						
7. 韌性容量：		韌性容量R	安全係數F.S.		容許韌性容量Ra		
	X向	3.00	1.5		2.33		
	Y向	3.00	1.5		2.33		
8. 水平譜加速度係數：	縣市	鄉鎮市區	S ^D _s	S ^D ₁	S ^M _s	S ^M ₁	
	桃園縣	蘆竹鄉	0.5	0.3	0.7	0.4	
9. 工址放大係數：		Fa	Fv	Na	Nv		
	設計地震	1.00	1.00	1.00	1.00		
	最大考量地震	1.00	1.00	1.00	1.00		
10. 工址水平譜加速度係數：	S _{DS}	S _{D1}	S _{MS}	S _{M1}			
	0.50	0.30	0.70	0.40			
11. 譜加速度係數分界週期：	設計地震T ⁰ _D		0.60				
	最大考量地震T ⁰ _M		0.57				
12. 地震力折減係數Fu：		設計地震F _{uV}	最大考量地震F _{uMV}				
	X向	1.76	2.08				
	Y向	1.76	2.08				
13. 起始降伏放大係數α _y ：	1						
14. 設計垂直譜加速度係數：		設計地震S _{aD,V}	最大考量地震S _{aM,V}				
	X向	0.22	0.32				
	Y向	0.22	0.32				
15. 垂直地震力V：		設計地震V*	中小地震V**		最大地震V***	控制項	
	V=KW	$\frac{I}{1.4 \cdot \alpha_y} \left(\frac{S_{aD,V}}{F_{uV}} \right)_m W$	$\frac{I \cdot F_u}{4.2 \cdot \alpha_y} \left(\frac{S_{aD,V}}{F_{uV}} \right)_m W$		$\frac{I}{1.4 \cdot \alpha_y} \left(\frac{S_{aM,V}}{F_{uM,V}} \right)_m W$		
	Kx	0.114	0.067		0.1365	最大地震	
	Ky	0.114	0.067		0.1365	最大地震	

2.2 自然周期及有效質量累積

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ
Modal	1	0.152	0.7562	0	0	0.7562	0	0
Modal	2	0.147	0	0.9992	9.353E-06	0.7562	0.9992	9.353E-06
Modal	3	0.13	0.2429	0	0	0.9992	0.9992	9.353E-06
Modal	4	0.027	0	2.292E-05	0.4192	0.9992	0.9992	0.4192
Modal	5	0.016	0	4.62E-05	0.2605	0.9992	0.9992	0.6797
Modal	6	0.016	0.0001	0	0	0.9992	0.9992	0.6797
Modal	7	0.015	0	3.162E-05	0.2611	0.9992	0.9993	0.9409
Modal	8	0.015	3.816E-05	0	0	0.9993	0.9993	0.9409
Modal	9	0.013	2.621E-06	0	0	0.9993	0.9993	0.9409
Modal	10	0.013	0	5.3E-06	1.283E-06	0.9993	0.9993	0.9409
Modal	11	0.012	0.0001	0	0	0.9993	0.9993	0.9409
Modal	12	0.012	0	2.671E-05	0.0007	0.9993	0.9993	0.9416
Modal	13	0.011	0	4.275E-05	0.0015	0.9993	0.9993	0.9431
Modal	14	0.011	2.195E-05	0	0	0.9994	0.9993	0.9431
Modal	15	0.01	0	0.0005	4.402E-06	0.9994	0.9998	0.9431
Modal	16	0.009	0	1.738E-05	1.653E-05	0.9994	0.9998	0.9431
Modal	17	0.008	0.0004	0	0	0.9997	0.9998	0.9431
Modal	18	0.007	0.0002	0	0	1	0.9998	0.9431
Modal	19	0.007	0	0.0001	0.0001	1	1	0.9431
Modal	20	0.007	0	0	0.0429	1	1	0.986

2.3 風力計算

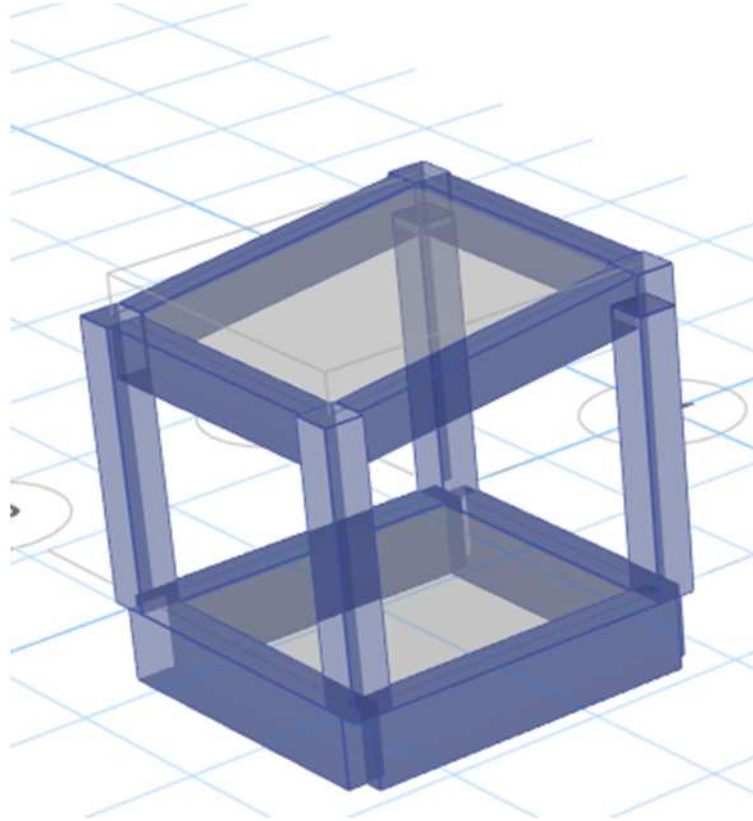
地磅哨站						
建築物高度	4 m					
長度	4 m (X向)	3 m (Y向)				
用途係數	1					
基本設計風速	37.5 m/sec	桃園市	蘆竹區			
地況	C					
α	Z_g	b	c	λ	ε	Zmin
0.15	300	0.94	0.2	152	0.2	4.5
Kzt	1 (非近山丘、山脊及懸堦)					
風速壓地況係數：	$K_{(z)} = 2.774 \left[\frac{Z}{Z_g} \right]^{2\alpha} = 0.812$					
風速壓：	$q_{(z)} = 0.06 K_{(z)} K_{zt} [V_{10(C)}]^2 = 68.53$					
紊流強度：	$I_z = c \left(\frac{10}{Z} \right)^{1/6} = 0.23$					
紊流積分尺度：	$L_z = \lambda \left(\frac{Z}{10} \right)^{-\varepsilon} = 129.56$					
背景反應：						
$Q = \sqrt{\frac{1}{1 + 0.63 \left(\frac{B+h}{L_z} \right)^{0.63}}} =$	0.95 (X向) ·	0.95 (Y向)				
陣風反應因子：						
$G = 1.927 \left(\frac{1 + 1.7 g_Q I_z Q}{1 + 1.7 g_V I_z} \right) =$	1.88 (X向) ·	1.87 (Y向)				
風壓係數(迎風面)Cp	0.8					
風壓係數(背風面)Cp	-0.5 (X向) ·	-0.5 (Y向)				
屋頂風速壓：qi	68.53 kg/m ²					
設計風壓：P(X向)	167.12	kg/m ²				
設計風壓：P(Y向)	166.75	kg/m ²				

2.4 地震力與風力比較

比較地震力所造成之樓層剪力與風力所造成之樓層剪力後，發現主體結構物由地震力所造成之樓層剪力較大，故由地震力控制。

2.5 電腦分析資料

2.5.1 3D 分析模型



2.6 載重組合

● RC 設計載重組合(USD)

No	Name	Description	DL	LL	EX	EY	EZ	WL
1	cLCB1	1.4D	1.4					
2	cLCB2	1.2D + 1.6L	1.2	1.6				
3	cLCB3	1.2D + 1.6W + 1.0L	1.2	1				1.6
4	cLCB4	1.2D - 1.6W + 1.0L	1.2	1				-1.6
5	cLCB5	1.2D + 1.0(1.0EX+0.3EZ) + 1.0L	1.2	1	1		0.3	
6	cLCB6	1.2D + 1.0(1.0EX-0.3EZ) + 1.0L	1.2	1	1		-0.3	
7	cLCB7	1.2D + 1.0(1.0EY+0.3EZ) + 1.0L	1.2	1		1	0.3	
8	cLCB8	1.2D + 1.0(1.0EY-0.3EZ) + 1.0L	1.2	1		1	-0.3	
9	cLCB9	1.2D + 1.0(1.0EZ+0.3EX) + 1.0L	1.2	1	0.3		1	
10	cLCB10	1.2D + 1.0(1.0EZ-0.3EX) + 1.0L	1.2	1	-0.3		1	
11	cLCB11	1.2D + 1.0(1.0EZ+0.3EY) + 1.0L	1.2	1		0.3	1	
12	cLCB12	1.2D + 1.0(1.0EZ-0.3EY) + 1.0L	1.2	1		-0.3	1	
13	cLCB13	1.2D - 1.0(1.0EX+0.3EZ) + 1.0L	1.2	1	-1		-0.3	
14	cLCB14	1.2D - 1.0(1.0EX-0.3EZ) + 1.0L	1.2	1	-1		0.3	
15	cLCB15	1.2D - 1.0(1.0EY+0.3EZ) + 1.0L	1.2	1		-1	-0.3	
16	cLCB16	1.2D - 1.0(1.0EY-0.3EZ) + 1.0L	1.2	1		-1	0.3	
17	cLCB17	1.2D - 1.0(1.0EZ+0.3EX) + 1.0L	1.2	1	-0.3		-1	
18	cLCB18	1.2D - 1.0(1.0EZ-0.3EX) + 1.0L	1.2	1	0.3		-1	
19	cLCB19	1.2D - 1.0(1.0EZ+0.3EY) + 1.0L	1.2	1		-0.3	-1	
20	cLCB20	1.2D - 1.0(1.0EZ-0.3EY) + 1.0L	1.2	1		0.3	-1	
21	cLCB21	0.9D + 1.6W	0.9					1.6
22	cLCB22	0.9D - 1.6W	0.9					-1.6
23	cLCB23	0.9D + 1.0(1.0EX+0.3EZ)	0.9		1		0.3	
24	cLCB24	0.9D + 1.0(1.0EX-0.3EZ)	0.9		1		-0.3	
25	cLCB25	0.9D + 1.0(1.0EY+0.3EZ)	0.9			1	0.3	
26	cLCB26	0.9D + 1.0(1.0EY-0.3EZ)	0.9			1	-0.3	
27	cLCB27	0.9D + 1.0(1.0EZ+0.3EX)	0.9		0.3		1	
28	cLCB28	0.9D + 1.0(1.0EZ-0.3EX)	0.9		-0.3		1	
29	cLCB29	0.9D + 1.0(1.0EZ+0.3EY)	0.9			0.3	1	
30	cLCB30	0.9D + 1.0(1.0EZ-0.3EY)	0.9			-0.3	1	
31	cLCB31	0.9D - 1.0(1.0EX+0.3EZ)	0.9		-1		-0.3	
32	cLCB32	0.9D - 1.0(1.0EX-0.3EZ)	0.9		-1		0.3	
33	cLCB33	0.9D - 1.0(1.0EY+0.3EZ)	0.9			-1	-0.3	
34	cLCB34	0.9D - 1.0(1.0EY-0.3EZ)	0.9			-1	0.3	
35	cLCB35	0.9D - 1.0(1.0EZ+0.3EX)	0.9		-0.3		-1	
36	cLCB36	0.9D - 1.0(1.0EZ-0.3EX)	0.9		0.3		-1	
37	cLCB37	0.9D - 1.0(1.0EZ+0.3EY)	0.9			-0.3	-1	
38	cLCB38	0.9D - 1.0(1.0EZ-0.3EY)	0.9			0.3	-1	

Note:D=DL,L=LL,W=WL

● 基礎承载力設計載重組合(WSD)

No	Name	Description	DL	LL	EX	EY	EZ	WL
1	fLCB1	D	1					
2	fLCB2	D + L	1	1				
3	fLCB3	D + W + L	1	1				1
4	fLCB4	D - W + L	1	1				-1
5	fLCB5	D + 1.0(1.0EX+0.3EZ) + 1.0L	1	1	1		0.3	
6	fLCB6	D + 1.0(1.0EX-0.3EZ) + 1.0L	1	1	1		-0.3	
7	fLCB7	D + 1.0(1.0EY+0.3EZ) + 1.0L	1	1		1	0.3	
8	fLCB8	D + 1.0(1.0EY-0.3EZ) + 1.0L	1	1		1	-0.3	
9	fLCB9	D + 1.0(1.0EZ+0.3EX) + 1.0L	1	1	0.3		1	
10	fLCB10	D + 1.0(1.0EZ-0.3EX) + 1.0L	1	1	-0.3		1	
11	fLCB11	D + 1.0(1.0EZ+0.3EY) + 1.0L	1	1		0.3	1	
12	fLCB12	D + 1.0(1.0EZ-0.3EY) + 1.0L	1	1		-0.3	1	
13	fLCB13	D - 1.0(1.0EX+0.3EZ) + 1.0L	1	1	-1		-0.3	
14	fLCB14	D - 1.0(1.0EX-0.3EZ) + 1.0L	1	1	-1		0.3	
15	fLCB15	D - 1.0(1.0EY+0.3EZ) + 1.0L	1	1		-1	-0.3	
16	fLCB16	D - 1.0(1.0EY-0.3EZ) + 1.0L	1	1		-1	0.3	
17	fLCB17	D - 1.0(1.0EZ+0.3EX) + 1.0L	1	1	-0.3		-1	
18	fLCB18	D - 1.0(1.0EZ-0.3EX) + 1.0L	1	1	0.3		-1	
19	fLCB19	D - 1.0(1.0EZ+0.3EY) + 1.0L	1	1		-0.3	-1	
20	fLCB20	D - 1.0(1.0EZ-0.3EY) + 1.0L	1	1		0.3	-1	
21	fLCB21	D + W	1					1
22	fLCB22	D - W	1					-1
23	fLCB23	D + 1.0(1.0EX+0.3EZ)	1		1		0.3	
24	fLCB24	D + 1.0(1.0EX-0.3EZ)	1		1		-0.3	
25	fLCB25	D + 1.0(1.0EY+0.3EZ)	1			1	0.3	
26	fLCB26	D + 1.0(1.0EY-0.3EZ)	1			1	-0.3	
27	fLCB27	D + 1.0(1.0EZ+0.3EX)	1		0.3		1	
28	fLCB28	D + 1.0(1.0EZ-0.3EX)	1		-0.3		1	
29	fLCB29	D + 1.0(1.0EZ+0.3EY)	1			0.3	1	
30	fLCB30	D + 1.0(1.0EZ-0.3EY)	1			-0.3	1	
31	fLCB31	D - 1.0(1.0EX+0.3EZ)	1		-1		-0.3	
32	fLCB32	D - 1.0(1.0EX-0.3EZ)	1		-1		0.3	
33	fLCB33	D - 1.0(1.0EY+0.3EZ)	1			-1	-0.3	
34	fLCB34	D - 1.0(1.0EY-0.3EZ)	1			-1	0.3	
35	fLCB35	D - 1.0(1.0EZ+0.3EX)	1		-0.3		-1	
36	fLCB36	D - 1.0(1.0EZ-0.3EX)	1		0.3		-1	
37	fLCB37	D - 1.0(1.0EZ+0.3EY)	1			-0.3	-1	
38	fLCB38	D - 1.0(1.0EZ-0.3EY)	1			0.3	-1	

Note:D=DL,L=LL,W=WL

2.7 扭矩放大係數檢核

Story	dx1 (cm)	dx2 (cm)	δ_{avg} (cm)	δ_{max} (cm)	$\left(\frac{\delta_{max}}{1.2\delta_{avg}}\right)^2$	Ax
RFL	1.90	1.85	1.88	1.90	0.72	1.00

Story	dy1 (cm)	dy2 (cm)	δ_{avg} (cm)	δ_{max} (cm)	$\left(\frac{\delta_{max}}{1.2\delta_{avg}}\right)^2$	Ay
RFL	1.79	2.60	2.19	2.60	0.98	1.00

2.8 層間變位角及碰撞距離

X 向地震力層間位移角及碰撞距離計算

Story	Item	Load	Point	DriftX	DriftY
RFL	Max Drift X	EX	93	0.002108	
X 向最大層間位移角					0.002159
X 向靜力分析層間位移檢核 (需小於 0.005)					O.K.
X 向屋頂層最大位移 Dmax					1.9cm
X 向自留碰撞間隔 $0.6*1.4\alpha_y*R_{ax}*D_{max}$					3.72cm

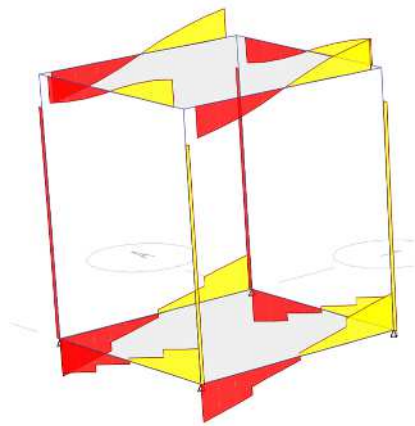
Y 向地震力層間位移角及碰撞距離計算

Story	Item	Load	Point	DriftX	DriftY
RFL	Max Drift Y	EYP	94		0.002976
Y 向最大層間位移角				0.002976	
Y 向靜力分析層間位移檢核 (需小於 0.005)				O.K.	
Y 向屋頂層最大位移 Dmax					2.6cm
Y 向自留碰撞間隔 $0.6*1.4\alpha_y*R_{ay}*D_{max}$					5.07cm

2.9 結構分析結果

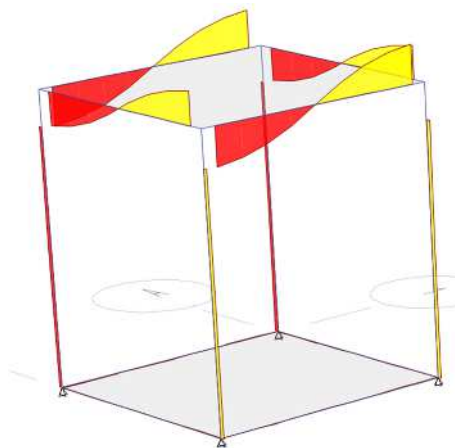
2.9.1 剪力圖

From:DL



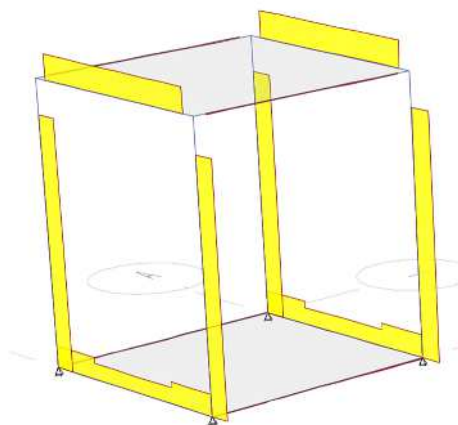
From:LL

單位：tf



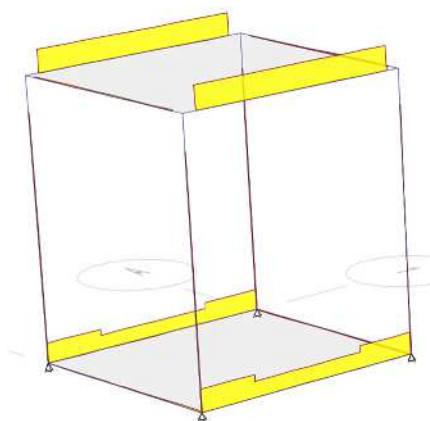
單位：tf

From:EX



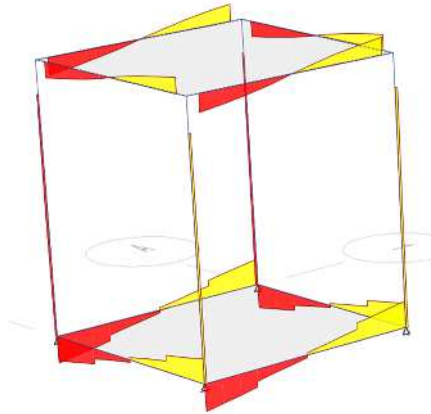
單位：tf

From:EY



單位：tf

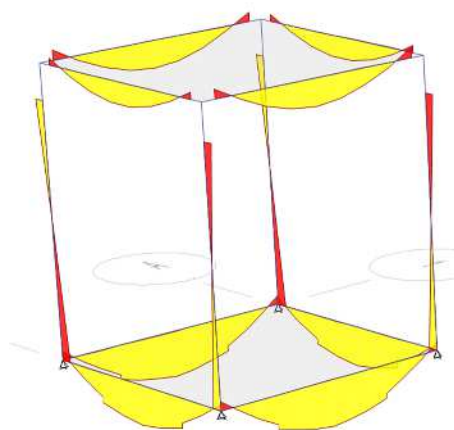
From:EZ



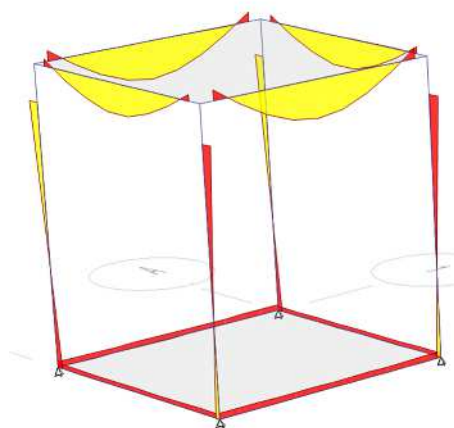
單位：tf

2.9.2 彎矩圖

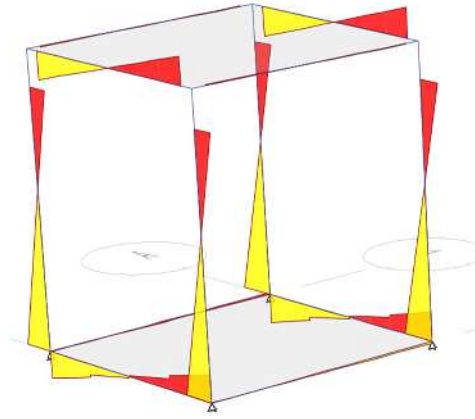
From:DL



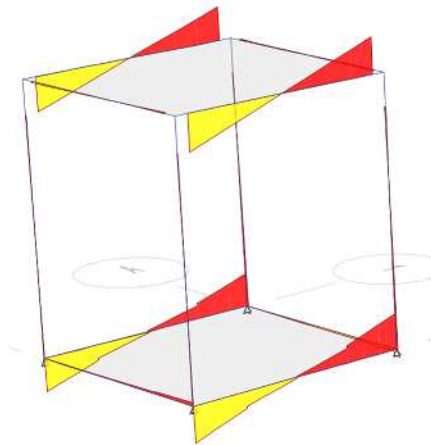
From:LL



From:EX



From:EY



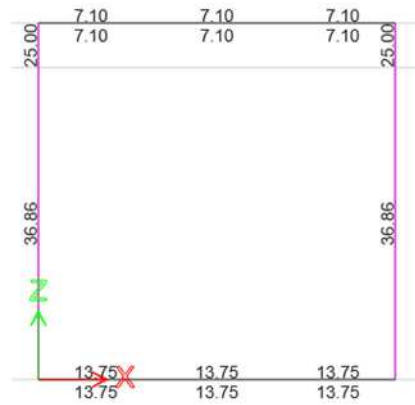
From:EZ



3. 結構設計

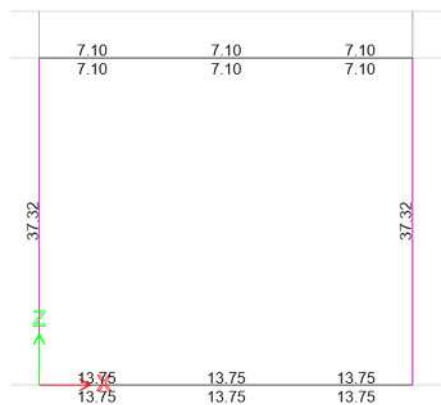
3.1 梁、柱配筋設計

LINE A



單位：cm²

LINE B



單位：cm²