

臺中市結構工程技師公會

Taichung Professional Structural Engineers Association

桃園縣中壢市興國國民小學
『103 年度教學大樓校舍-2 校舍詳細評估』
委託技術服務案

鑑定報告書



林明勝



顧乃湘



鑑定人：結構技師 林明勝 (技職字第 000807 號)

結構技師 顧乃湘 (技職字第 004111 號)

日期：中華民國 103 年 10 月 1 日

文號：中市結技鑑字第 212 號

5.5 基地地盤分類

採用興國國小現地鑽探資料，經由建築物耐震設計規範之計算結果為第一類地盤(詳附件四)，故本案採第一類地盤進行評估。

5.6 建物基本震動週期

$$T=0.07 \times H^{3/4}=0.517 \text{ 秒。}$$

六、 建築物耐震能力詳細評估

6.1 現況耐震能力評估

6.1.1 耐震能力評估分析方法

本耐震詳細評估工作依據國家地震工程研究中心「校舍結構耐震評估及補強技術手冊」中建議的方法，配合 ETABS 結構應用軟體的非線性靜力側推分析 (PUSHOVER ANALYSIS) 進行標的物的耐震能力評估。

分析過程為藉由側推分析求得該結構基底剪力 V 與屋頂位移之容量曲線，並藉由此容量曲線求取目標性能點 P ，其中若此結構在所有樓層之最大層間變位角均未達 2% 之前，其基底剪力已達最大基底剪力強度 V_{max} ，則將定義基底剪力達到基底剪力強度 V_{max} 之性能點為目標性能點 P ，若此結構在基底剪力尚未達到最大基底剪力強度之前，任一樓層之最大層間變位角已達 2% 之前，則將定義該樓層最大層間變位角達 2% 之性能點為目標性能點 P ，再藉由該結構之容量曲線轉換成等效單自由度系統之容量震譜，進而轉換為該結構之耐震性能曲線，並求得與目標性能點 P 相對應之地表加速度 A_p 值。性能點判定準則如下：

- 1. 強度準則- 最大基底剪力 V_{max}
- 2. 位移準則- 層間變位角 2%
- 3. 軸力破壞準則- 任一豎向構材發生軸力破壞

分析步驟如下：

- (1) 採用 ETABS 8.4.8 分析軟體建立建築物模型。
- (2) 採用國家地震中心發展程式(NCREE-09-023 程式:V 1.11.30)進行構件非線性鉸之計算。
- (3) 考慮構件之非線性鉸，於 ETABS 8.4.8 中進行側推分析(PUSHOVER ANALYSIS)，獲得建築物之容量曲線。
- (4) 將建築物之容量曲線透過國家地震中心發展程式(PGA.exe)轉換為容量震譜，得性能目標地表加速度。

既有校舍補強對應 475 年設計地震之性能目標標準

用途分組	A_p			A_T
一般校舍 ($I=1.25$)	V_{max}	$D_r^T = 2.0\%$	垂直承載 構件發生 軸向破壞	$0.4S_{DS}$
緊急避難用校舍 ($I=1.5$)	$0.80V_{max}^*$	$D_r^T = 1.0\%$	垂直承載 構件發生 軸向破壞	$0.4S_{DS}$

註：垂直承載構件發生軸向破壞係指各側推分析步中有柱構件之撓曲彎矩非線性鉸超過 D 點或剪力非線性鉸超過 C 點時，或四面圍束磚牆之軸力非線性鉸發生破壞時。

6.1.2 耐震合格標準

S_s^D (桃園縣中壢市)	0.6
$S_{DS} = S_s^D \times F_a \times N_A (F_a=1.0, N_A=1.0)$	0.6
建物用途	一般校舍
地盤種類	第一類
補強目標 $A_T=0.4 S_{DS}$	0.24g
層間變位角限制	2%

6.1.3 結構分析模擬條件

1. 剛性樓板假設、樑柱接頭以剛域模擬

由於一般建築結構 RC 樓板的勁度非常大，故樓板在其水平面可視為一剛性樓板，即樓板內各節點之水平自由度由樓板質心之自由度代表。

2. 剪力屋架

高樓層之建築物、無鄰接樓板之梁考慮有可能產生塑鉸破壞時，便應設定梁之非線性鉸，並考慮 T 型梁效果。但對於低矮樓層建築或老舊型校舍，其地震反應以剪力變形為主，主要破壞模式為柱彎矩或剪力破壞，梁因與樓板一體澆置、勁度極大故不易產生塑鉸，且 921 地震所觀察到之校舍破壞亦皆以柱破壞為主，尚未觀察到有梁發生塑鉸破壞的情形，故於模型中亦只對柱設定塑鉸，從而得到柱破壞之控制模式，使分析結果符合實際情況。

3. 執行耐震能力評估時，垂直載重採用 1 倍靜載重+0.5 倍活載重。
4. 1B 隔間磚牆與台度以等值斜撐模擬，於斜撐上設定軸力非線性鉸。
5. 地下室 20cm RC 外牆(含高窗部分)及地面上之 12cm RC 台度，於模型中皆以六倍面積之磚牆模擬為等值斜撐，砂漿抗壓強度並提高為 150kgf/cm^2 。
6. 以建築物耐震設計規範之豎向分配地震力進行側推分析。
7. 非線性側推分析時，先以力量控制加載 $1\text{DL}+0.5\text{LL}$ ，再以位移控制逐步施加側力。

6.1.4 耐震能力評估結果

分析教學大樓 2 之耐震能力時，由於配置上對稱廊外有柱無常見的廁所多處高窗等弱點，使得耐震能力得以發揮分析結果於下，輸出輸入資料詳附件八：

興國國小-現況分析結果					
地震力作用方向		+X	-X	+Y	-Y
性能點頂層最大位移(cm)		11.63	11.00	11.18	11.26
性能點基底剪力V(kgf)		983545	963841	1433030	1394409
性能點層間變位角(%)	RFL	0.27%	0.26%	0.22%	0.21%
	4FL	0.47%	0.45%	0.34%	0.33%
	3FL	1.15%	1.06%	0.54%	0.55%
	2FL	1.13%	1.07%	1.11%	1.26%
等效阻尼(%)		8.89%	8.47%	10.69%	11.26%
等效週期(sec)		0.948	0.932	0.770	0.797
V/VMAX(最大基底剪力)		83.41%	82.55%	77.16%	75.08%
V/W(結構總重)		39.38%	38.59%	57.37%	55.82%
耐震能力AP(g)		0.3534	0.3342	0.4436	0.4517
min(Ap+, Ap-)(g)		0.3342		0.4436	
耐震標準AT(g)		0.240			
控制方式		垂直乘載構件破壞控制	垂直乘載構件破壞控制	最大基底剪力控制	最大基底剪力控制
評估結果		合格	合格	合格	合格

X 向最小耐震能力 $AP_X=0.3342g$ 、Y 向最小耐震能力 $AP_Y=0.4436g$ ，兩向皆已超過本案耐震標準 $AT=0.24g$ ，故本案耐震能力即可符合耐震標準，不需進行補強。

6.1.5 耐震詳評檢核要項

執行側推分析後，為提高分析結果之正確性，以抽樣構材做計算及結構系統分析檢討的方式，檢核程式計算之正確性，本棟建築物檢核項目如下：

(一) 檢核作業

1. 現況軸力檢核

	DL(kgf)	0.5LL(kgf)	A(面積 m^2)	採用活載重(kgf/ m^2)
RF	669625	32513	217	300
		27200	136	400
		116438	466	500
4f	668049	46406	371	250
		89450	447	400
3F	624180	46406	371	250
		72650	363	400
2F	535980	55688	371	300
		52490	262	400
1F	579459	55688	371	300
		55090	275	400
	162108			
SUM=	3239401	594928	-	-
DL+0.5LL=	3834329			
柱軸力總和(ΣP)(kgf)			3900113	
手動柱軸力計算($\Sigma(DL+1/2LL)$)			3834329	



Story	Point	Load	FZ
1F	Jan-53	COMBO1	36704.08
1F	Jan-54	COMBO1	53935.48
1F	Jan-55	COMBO1	36697.04
1F	Jan-56	COMBO1	32967.71
1F	Jan-57	COMBO1	32861.94
1F	Jan-58	COMBO1	33709.58
1F	Jan-59	COMBO1	32862.47
1F	Jan-60	COMBO1	32810.71
1F	Jan-61	COMBO1	32824.58
1F	Jan-62	COMBO1	33134.13
1F	Jan-63	COMBO1	32545.75
1F	Jan-64	COMBO1	37609.57
1F	65-1	COMBO1	37156.64
1F	66-1	COMBO1	31932.21
1F	67-1	COMBO1	20598.38
BASE	1	COMBO1	16533.17
BASE	3	COMBO1	43242.15
BASE	4	COMBO1	39317.71
BASE	5	COMBO1	40106.58
BASE	6	COMBO1	39869.05
BASE	7	COMBO1	39348.97
BASE	8	COMBO1	38907.77
BASE	9	COMBO1	40033.04
BASE	10	COMBO1	40626.19
BASE	11	COMBO1	39443.04
BASE	12	COMBO1	38893.27
BASE	13	COMBO1	53113.93
BASE	14	COMBO1	52035.16
BASE	15	COMBO1	38443.17
BASE	16	COMBO1	23402.79
BASE	17	COMBO1	68443.91
BASE	18	COMBO1	82480.86

BASE	19	COMBO1	114963.9
BASE	20	COMBO1	92854.52
BASE	21	COMBO1	91932.21
BASE	22	COMBO1	104294.1
BASE	23	COMBO1	92722.36
BASE	24	COMBO1	93053.62
BASE	25	COMBO1	100435.5
BASE	26	COMBO1	98593.73
BASE	27	COMBO1	90304.2
BASE	28	COMBO1	96151.8
BASE	29	COMBO1	94296.31
BASE	30	COMBO1	85840.86
BASE	31	COMBO1	53583.46
BASE	32	COMBO1	45895.16
BASE	33	COMBO1	78367.61
BASE	34	COMBO1	83506.05
BASE	35	COMBO1	81964.66
BASE	38	COMBO1	51085.23
BASE	39	COMBO1	83357.41
BASE	40	COMBO1	103036.3
BASE	41	COMBO1	79180.07
BASE	42	COMBO1	77217.62
BASE	43	COMBO1	89376.31
BASE	44	COMBO1	76501.27
BASE	45	COMBO1	77185.86
BASE	46	COMBO1	85589.3
BASE	47	COMBO1	81827.87
BASE	48	COMBO1	76770.96
BASE	49	COMBO1	75001.69
BASE	50	COMBO1	73461.65
BASE	51	COMBO1	72845.79
BASE	52	COMBO1	46324.45
	SUM		3900113