

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

耐震詳細評估資料表 (NCREE 側推分析法)

一、校舍基本資料			
學校名稱	縣立興國國小	評估日期	2014/07/01
學校地址	桃園縣中壢市元化路二段 62 號	評估者	顧乃相
校舍名稱	教學大樓-2	校舍建造年度 (西元)	1994
校舍用途	教室辦公室	構造類別	鋼筋混凝土
結構系統描述	雙邊走廊, 廊外有柱		
基地概況 (如有需要, 補充說明)			

二、校舍結構基本資料			
樓層數		4	
二樓以上(含屋頂層) 各層樓地板面積和(m^2)		3005.2	
地下總樓地板面積和(m^2)		646.7	
一樓走廊外柱量	根數	30	
	斷面積總和 (cm^2)	48000	
一樓教室柱量	根數	30	
	斷面積總和 (cm^2)	63000	
一樓隔間柱量	根數	4	
	斷面積總和 (cm^2)	5000	
X 方向一樓牆量 (長向; 一般為平行於沿走廊方向)	RC 牆總斷面積 (cm^2)	10375	
	四面圍束磚牆總斷面積 (cm^2)	0	
	三面圍束磚牆總斷面積 (cm^2)	0	
Y 方向一樓牆量 (短向; 一般為垂直於走廊方向)	RC 牆總斷面積 (cm^2)	16000	
	四面圍束磚牆總斷面積 (cm^2)	71520	
	三面圍束磚牆總斷面積 (cm^2)	0	

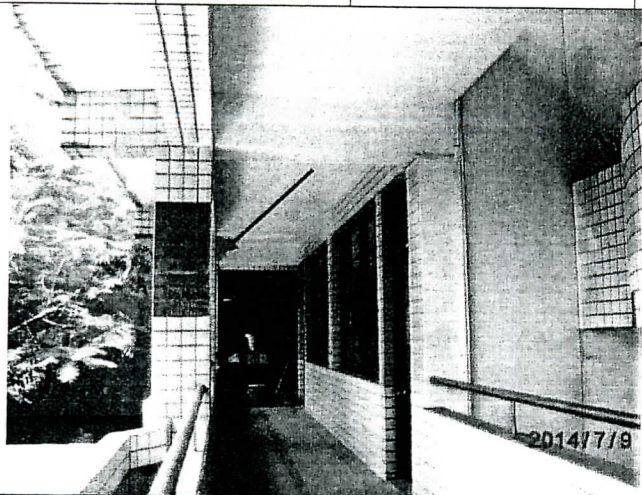
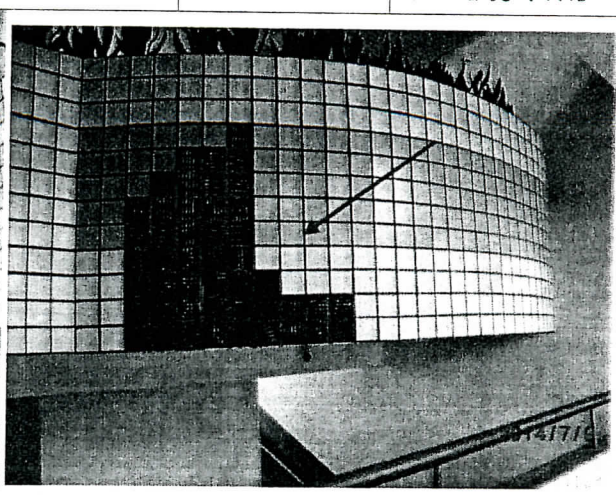
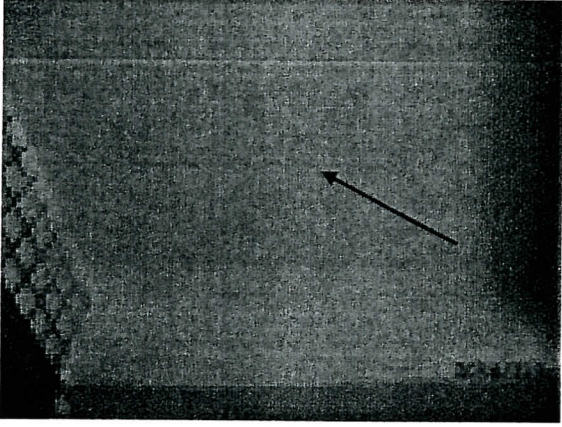
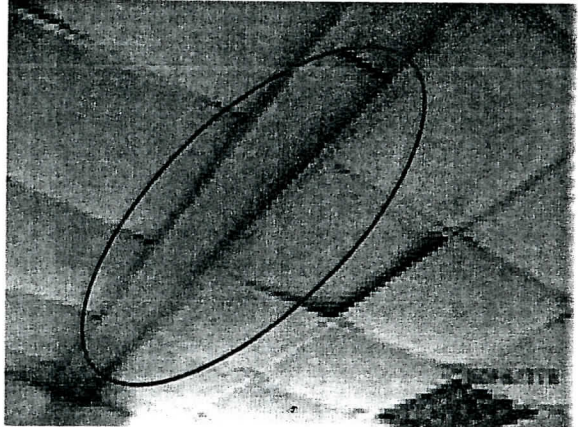
三、結構物之詳細耐震能力評估			
1. 參數資料			
地盤種類		第一類	
475 年回歸期設計地表加速度 ($= 0.4S_{DS}$)(g)		0.24	
校舍用途係數		一般用途	
耐震需求(Demand, $0.4S_{DS}$)(g)		0.24,	
結構物基本振動週期 T_X (秒)	經驗值	0.517	
	動力分析值	0.8476	
結構物基本振動週期 T_Y (秒)	經驗值	0.517	
	動力分析值	0.6741	
工址短週期設計水平譜加速度係數 S_{DS} (g)		0.6	
工址一秒週期設計水平譜加速度係數 S_{D1} (g)		0.3	
短週期與中、長週期之分界 T_0^D (秒)		0.5	

2. 樓層資料							
樓層	評估用樓層靜載重 (kgf)	評估用樓層單位面積活載重 (kgf/ m^2)	樓層距基底高度 (m)	樓層面積 (m^2)	評估用混凝土強度 f'_c (kgf/ cm^2)	評估用主筋強度 f_y (kgf/ cm^2)	評估用箍筋強度 f_y (kgf/ cm^2)
RF	669625	500	17.7	818.5	210	2800	2800
4F	668049	250	14.1	818.5	210	2800	2800
3F	624180	250	10.5	734.5	192	2800	2800
2F	535980	300	6.9	633.7	210	2800	2800

3. 結構分析模擬資料	
窗台	有窗台, 結構評估有模擬
隔間牆	有隔間牆, 結構評估有模擬
非結構牆	有非結構牆, 結構評估有模擬

耐震詳細評估資料表 (NCREE 側推分析法)

四、評估結果		
	+X 方向 (長向)	-X 方向 (長向)
性能點狀態下最嚴重之破壞樓層	2F	2F
性能點狀態下最嚴重破壞樓層之主要破壞桿件及其破壞模式	梁無破壞	梁無破壞
	柱有撓曲或撓剪破壞	柱有撓曲或撓剪破壞
	窗台柱有撓曲或撓剪破壞	窗台柱有撓曲或撓剪破壞
	RC 牆無破壞	RC 牆無破壞
	磚牆有破壞	磚牆有破壞
性能點之屋頂最大位移 (cm)	11.63	11
性能點之等效阻尼比 (%)	8.89	8.47
性能點之等效基本週期 (秒)	0.948	0.932
性能點之基底剪力 (kgf)	983545	963841
性能點各樓層之層間變位角 (%)	4F: 0.27	4F: 0.26
	3F: 0.47	3F: 0.45
	2F: 1.15	2F: 1.06
	1F: 1.13	1F: 1.07
性能目標地表加速度 (g)	0.3534	0.3342
	+Y 方向 (短向)	-Y 方向 (短向)
性能點狀態下最嚴重之破壞樓層	1F	1F
性能點狀態下最嚴重破壞樓層之主要破壞桿件及其破壞模式	梁無破壞	梁無破壞
	柱有撓曲或撓剪破壞	柱有撓曲或撓剪破壞
	窗台柱有撓曲或撓剪破壞	窗台柱有撓曲或撓剪破壞
	RC 牆無破壞	RC 牆無破壞
	磚牆有破壞	磚牆有破壞
性能點之屋頂最大位移 (cm)	11.18	11.26
性能點之等效阻尼比 (%)	10.69	11.26
性能點之等效基本週期 (秒)	0.77	0.797
性能點之基底剪力 (kgf)	1433030	1394409
性能點各樓層之層間變位角 (%)	4F: 0.22	4F: 0.21
	3F: 0.34	3F: 0.33
	2F: 0.54	2F: 0.55
	1F: 1.11	1F: 1.26
性能目標地表加速度 (g)	0.4436	0.4517
混凝土氯離子含量實驗	大於 $0.3kg/m^3$ 試驗體數量 12 個 小於 $0.3kg/m^3$ 試驗體數量 1 個 最高氯離子含量 $1.956kg/m^3$ 依 CNS 3090 規定鋼筋混凝土耐久性構件最大水溶性氯離子含量不得大於 $0.3kg/m^3$ 。	
混凝土中性化試驗	最大中性化深度 0.6 cm	
校舍耐震容量 (Capacity=各方向性能目標地表加速度最小值)(g)	0.3342	
耐震容量需求比 CDR(Capacity/Demand)	1.3925	
評估結論	不需要補強	

編號	拍攝位置	3F	編號	拍攝位置	3F
7	現況說明	表面層瓷磚剝落	8	現況說明	表面層瓷磚剝落
					
編號	拍攝位置	3F	編號	拍攝位置	1F
9	現況說明	頂板裂縫	10	現況說明	伸縮縫滲水
					

結構物有裂縫寬度在 0.3mm 以下為非結構性裂縫，裂縫寬度超過 0.3mm 則為結構性裂縫，本建築物柱構件 60 根，經現場調查結果本棟建築物並無目視可見之柱構件損壞。

3.3 結構斷面尺寸與原設計圖說內容比對

本案結構斷面尺寸經現場量測與原設計圖說加以比對，詳如下表：

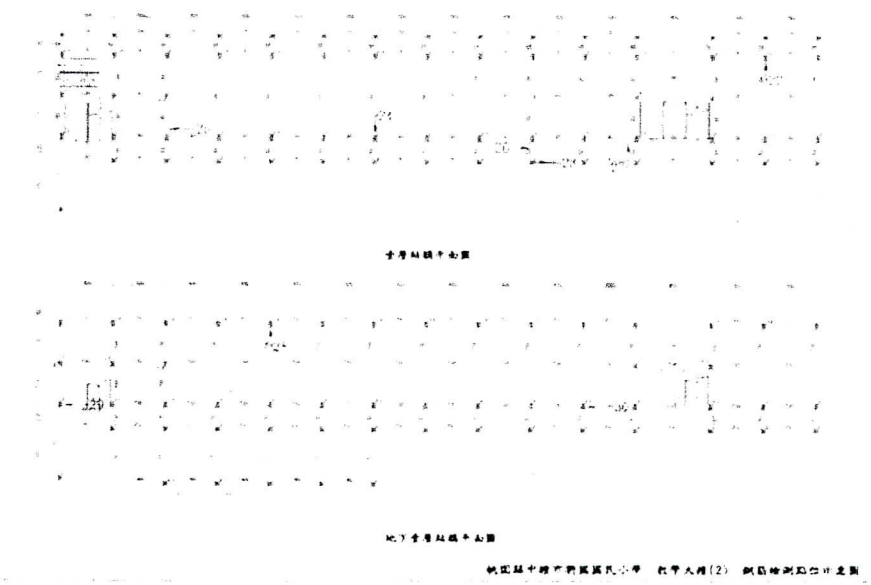
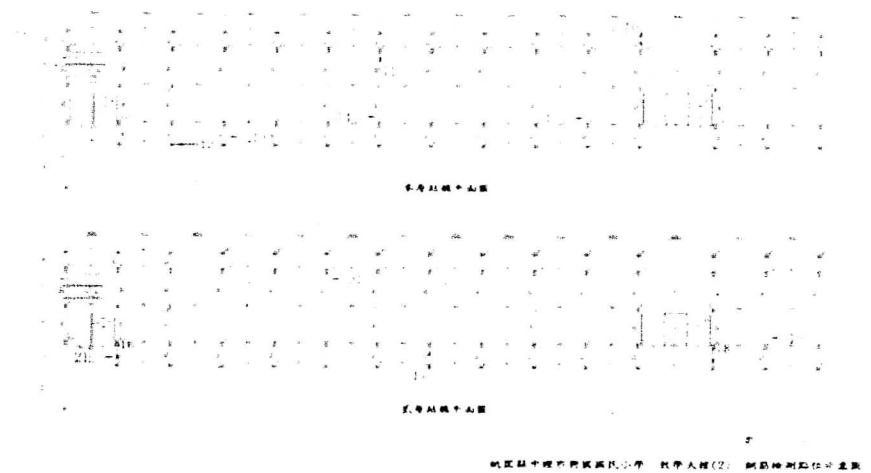
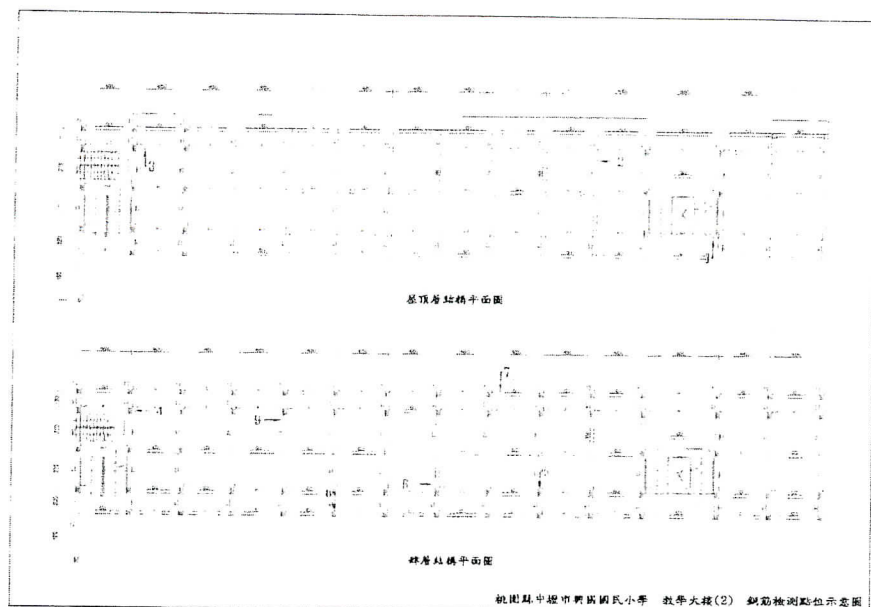
樓層	桿件形態	量測尺寸(cm)	原設計尺寸 (cm)
B1F	柱	44x45	40x40
	柱	36x61	35x60
	柱	38x64	35x60
1F	樑	26x52	25x50
	樑	36x61	35x60
	樑	37x61	35x60

	柱	37×64	35×60
	柱	36×65	35×60
	柱	44×44	40×40
2F	樑	36×61	35×60
	樑	26×52	25×50
	樑	37×61	35×60
	柱	38×64	35×60
	柱	42×45	40×40
	柱	36×62	35×60
3F	樑	36×61	35×60
	樑	37×61	35×60
	樑	28×52	25×50
	柱	45×45	40×40
	柱	37×61	35×60
	柱	36×62	35×60
4F	樑	26×51	25×50
	樑	36×62	35×60
	樑	26×61	25×60
	柱	39×64	35×60
	柱	38×63	35×60
	柱	45×43	40×40
RF	樑	36×61	35×60
	樑	28×51	25×50
	樑	36×62	35×60

現場抽樣量測柱、樑尺寸已包含粉刷材料，梁深已加上樓板厚度 12cm，依量測結果研判粉刷層約有 3~5cm，現場柱樑構材尺寸大致與原設計吻合。

3.4 鋼筋配置查核

鋼筋探測試驗目的，是為了探討鋼筋配置與設計圖說之差異程度，以作為耐震評估之參考。目前非破壞性檢測方法中，利用電磁波探測鋼筋最為廣泛，本案採用 HILTI-Ferroskan-PS200 儀器進行試驗，抽樣探測梁柱鋼筋配置、間距及保護層厚度共 30 處，鋼筋探測報告書〔詳附件六〕，掃描結果與原設計比較列表如下：。



鋼筋探測位置示意圖

掃描編號	掃描位置	掃描結果		原設計		分析時採用	
		主筋 (支數-號數)	箍筋@間距	主筋 (支數-號數)	箍筋@間距	主筋 (支數-號數)	箍筋@間距
1	RF樑	3-#6	#3@15cm	3-#6	#3@15cm	3-#6	#3@15cm
2	RF樑	3-#6	#3@14cm	3-#8	#3@15cm	3-#6	#3@15cm
3	RF樑	3-#6	#3@15cm	3-#6	#3@15cm	3-#6	#3@15cm
4	4F柱	5-#7	#3@20cm	2-#7, 3-#6	#3@25cm	2-#7, 3-#6	#3@25cm
5	4F柱	4-#7	#3@20cm	2-#7, 2-#6	#3@25cm	2-#7, 2-#6	#3@25cm
6	4F柱	3-#6	#3@20cm	2-#6, 1-#5	#3@25cm	2-#6, 1-#5	#3@25cm
7	4F樑	3-#6	#3@17cm	3-#6	#3@15cm	3-#6	#3@15cm
8	4F樑	4-#7	#3@16cm	4-#8	#3@20cm	4-#7	#3@20cm
9	4F樑	4-#7	#3@15cm	4-#8	#3@15cm	4-#7	#3@15cm
10	3F柱	4-#7	#3@25cm	4-#7	#3@25cm	4-#7	#3@25cm
11	3F柱	3-#7	#3@18cm	4-#7	#3@25cm	4-#7	#3@25cm
12	3F柱	3-#6	#3@18cm	3-#6	#3@25cm	3-#6	#3@25cm
13	3F樑	4-#7	#3@17cm	4-#8	#3@15cm	4-#7	#3@15cm
14	3F樑	3-#7	#3@15cm	3-#7	#3@15cm	3-#7	#3@15cm
15	3F樑	4-#7	#3@16cm	4-#8	#3@15cm	4-#7	#3@15cm
16	2F柱	3-#6	#3@19cm	3-#6	#3@25cm	3-#6	#3@25cm
17	2F柱	4-#7	#3@20cm	4-#7	#3@25cm	4-#7	#3@25cm
18	2F柱	3-#6	#3@20cm	3-#6	#3@25cm	3-#6	#3@25cm
19	2F樑	4-#7	#3@25cm	4-#8	#3@15cm	4-#7	#3@15cm
20	2F樑	4-#7	#3@20cm	4-#8	#3@15cm	4-#7	#3@15cm
21	2F樑	4-#7	#3@15cm	4-#8	#3@15cm	4-#7	#3@15cm
22	1F柱	4-#7	#3@25cm	4-#7	#3@25cm	4-#7	#3@25cm
23	1F柱	3-#6	#3@22cm	4-#6	#3@25cm	4-#6	#3@25cm
24	1F柱	4-#7	#3@18cm	4-#7	#3@25cm	4-#7	#3@25cm
25	1F樑	4-#7	#3@20cm	4-#7	#3@15cm	4-#7	#3@15cm
26	1F樑	4-#7	#3@15cm	4-#8	#3@15cm	4-#7	#3@15cm
27	1F樑	3-#6	#3@15cm	3-#6	#3@15cm	3-#6	#3@15cm
28	B1F柱	4-#7	#3@26cm	4-#7	#3@25cm	4-#7	#3@25cm
29	B1F柱	5-#7	#3@22cm	4-#7, 1-#6	#3@25cm	4-#7, 1-#6	#3@25cm
30	B1F柱	5-#7	#3@20cm	4-#7, 1-#6	#3@25cm	4-#7, 1-#6	#3@25cm

鋼筋號數與排列組合之研判會因為保護層厚度影響而產生偏差，當其淨間距小於保護層時，鋼筋號數之研判會有正負 2 號以上誤差；當間距少於 2 倍之直徑時研判誤差亦會增大。

掃描結果之保護層厚度扣掉 3~5 公分之粉刷層，與原設計約略相符。
經比對掃描梁柱鋼筋配置結果，大致符合原設計。

七、 結論

1. 本案評估之標的物「教學大樓 2」，於民國 83 年興建而成，為地上四層、地下一層之一字型鋼筋混凝土建築物，屬雙邊走廊、廊外有柱型式，主要用途做為教室、辦公室使用。總樓地板面積為 3652m^2 ；除地下一樓高度 3.3m ，其餘各樓層高度為 3.6m ，總樓高為 17.7m 。
2. 損害現況大多為表面飾材剝落之損壞形式，由現場勘查結果顯示，標的物尚未出現足以影響結構安全之變形或桿件裂縫。
3. 本案標的物為鋼筋混凝土造，其隔間牆可提升耐震能力，不可任意敲除或變更。
4. 本案試驗結果，混凝土抗壓強度在 $161\sim 317\text{ kgf/cm}^2$ 之間，鋼筋探測結果與原設計圖說大致相符，中性化深度未超過保護層深度，但氯離子含量 $0.278\sim 0.890\text{ kg/m}^3$ 大部分均超過標準，經第二次補試驗確認氯離子含量為 $0.564\sim 1.956\text{ kg/m}^3$ ，仍然超過現行標準。
5. 對於混凝土氯離子檢測結果，雖然大部分超過現行耐久性標準，但室內並未出現混凝土保護層剝落或其他因氯離子含量過高所引起之結構體裂損現象，如發現混凝土劣化情形(裂縫或剝落等)有擴大之現象，建議應依高氯離子含量建築物檢測作業程序辦理擴大其檢測範圍，並研擬相應對策，以維持整體校舍之安全性與耐久性。
6. 現況耐震能力分析結果，標的物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 X 向最小耐震能力 $A_{px}=0.3342\text{g}$ ，Y 向最小耐震能力 $A_{py}=0.4436\text{g}$ ，兩向耐震能力皆大於耐震目標之 $AT=0.24\text{g}$ ；故本案不需進行補強。