

房建物耐震新式初步評估模式 運用之初探-以金陵營區為例

作者/王成堃少校

提 要

集集大地震曾造成中部地區建築物損毀相當嚴重，為避免此情況再度發生，並能利用國軍兵舍建築於地震之後作為緊急的避難場所之功用，因此重新檢討國軍兵舍之耐震能力實為當務之急。本報告針對國軍之兵舍建築，考慮到為了能更快速更廣泛的進行調查及能適用於非專業人員，提出了一簡易調查表，以作為篩選耐震能力不足的校舍之參考依據。同時以金陵營區三棟建物進行耐震初步評估表之模擬分析，將兩者的結果互相比較驗證，發現初步評估表及簡易調查表的評估結果相當吻合，針對國軍營舍實施耐震評估可供參考之用。

關鍵詞：簡易調查表、耐震能力、初步評估表。

前 言

台灣位於歐亞大陸板塊與太平洋板塊之交接處，地震發生頻繁，且在台灣地震史上亦發生多次毀滅性之大地震，造成生命財產的重大損失。國軍兵舍建築物用途除提供國軍官、士、兵居住外，在災害時能擔任災民收容所及指揮中心，為確保安全無虞，國軍兵舍必須實施初評篩選，經判定為有危安疑慮者，需進行詳細評估及耐震補強設計建議。舉民國 88 年發生的 921 集集地震為例，該地震造成台灣中部地區學校近 2 分之 1 的建物倒塌或嚴重受損，如圖一所示，根據近年來的研究顯示建物建築無論在結構系統上，或是規劃興建方面都有許多缺失^[1]。而國軍兵舍設計時，兵舍建築設計缺乏土木結構相關專業人才參與、設計，也同樣有許多相同的缺失。利用這些既有的研究成果，將可作為國軍兵舍耐震評估之重要參考。

註¹：陳永倉，〈國民中小學耐震能力簡易調查表〉《國家地震工程研究中心研究報告》，第 46 期，2005 年 6 月，頁 1。



圖一 霧峰國中倒塌圖

資料來源：國震中心，<http://www.Taiwan.erathquick.com.tw>。

建築物耐震力分析

一、結構物耐震能力之重要性

在台灣，建築物的耐震性能已成為國內重要的結構安全指標。然而建築物係人類生活居住、工作及各類活動的空間，一旦因地震發生災害，不僅是財產損失，更嚴重的是危及生命的安全，如圖二及圖三所示，因此現今之建築物耐震設計依靠強度與韌性，強化建築結構的安全，並由過去傳統的耐震設計，演變至今的隔震與消能之新耐震技術，並朝向地震來時，建築物不搖動不損毀，保全建築物財產與維持重要使用機能為目標。因此，整合建築物耐震設計、施工品管及後續管理維護間互相牽制的交叉關係，以確保建築物耐震性能確保人民居住安全，為現今重要課題。

二、耐震力對國軍兵舍的影響

國軍兵舍建築物用途除提供國軍官、士、兵居住外，且屯儲武器彈藥及許多高價值軍品，國軍官兵待在營區時間長，如果遭遇震災所影響極大，對國軍戰力也是極大損傷，例如在 88 年 9 月 21 日之集集大地震，規模達 7.3，造成嚴重之災情，建築物嚴重受損或倒塌者近 2 萬棟，死亡人數超過 2,300 人，8 千多人受傷，假設是發生在營區兵舍將會造成更大損傷，且國軍目前在各式災難中扮演重要的救災角色，若震災時自顧不暇，將無法有效執行救災任務可能會造成更大傷亡，因此，加強國軍營舍的重要，迫在眉梢。



圖二 豐原聯合大樓倒塌圖

資料來源：國震中心，<http://www.Taiwan.erathquick.com.tw>。



圖三 南投台汽集集站倒塌圖

資料來源：國震中心，<http://www.Taiwan.erathquick.com.tw>。

三、國軍兵舍耐震狀況分析

陸軍司令部於97年時，針對大漢等41個營區76個處所實施耐震能力之初步評估成果，詳如表一初評統計成果表，發現有37處建築物有安全顧慮，有36處需要實施詳細評估，進行耐震補強，顯見國軍兵舍許多建築物在耐震設計上略顯不足，需要花費大量經費對所屬國軍兵舍實施全面性的耐震能力初步評估，經初步評估判定為無疑慮者，得不必進行詳細評估，評估流程圖詳如圖四；判定為有疑慮及確有疑慮者，除拆除重建外，應進行詳細評估或耐震設計補強^[2]。建築物耐震能力之初步評估及詳細評估應委由建築師公會或相關專業技師公會、專

註²：許丁有，〈中小學校舍耐震評估與補強〉《國家地震工程研究中心研究報告》，第41期，2000年7月，頁65。

業機構或學術團體等辦理，國軍兵舍建築不論從耐震評估結果或從實際震害都顯示普遍存在著耐震能力不足的問題。

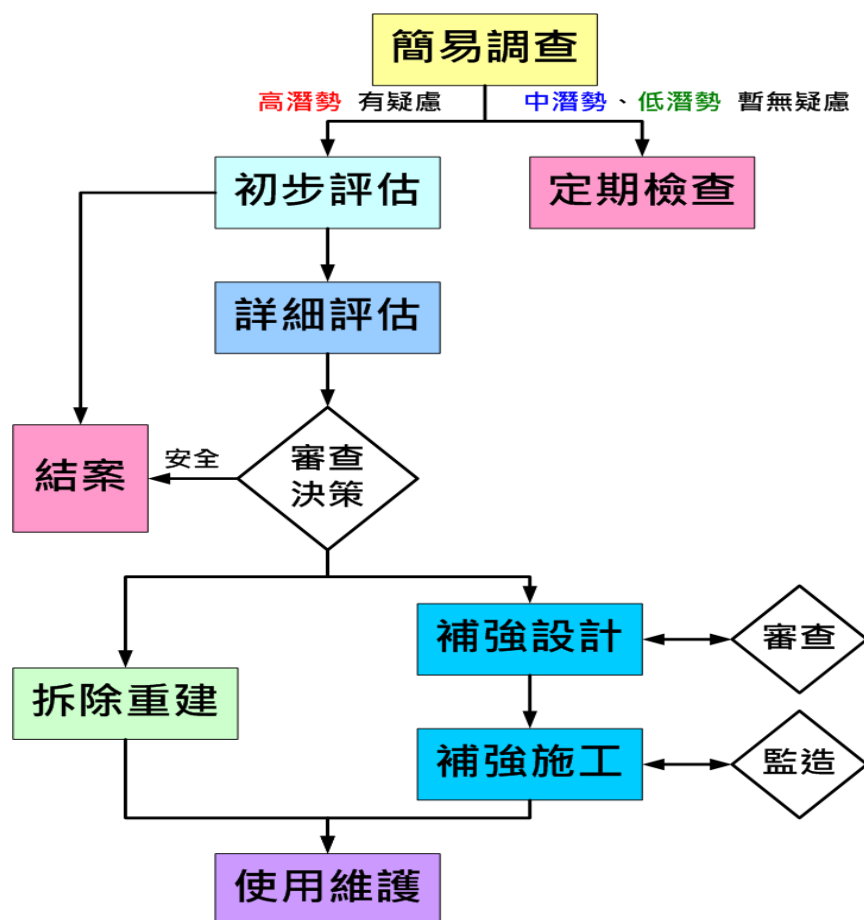
表一 國軍兵舍耐震初評統計成果表

編號	營區名稱	列入詳細評估之建築物		樓地板面積 (m2)	設計建造獲得年月日	安全顧慮		需詳細評估	
		營產編號	名稱			有	無	要	不要
1	大漢營區		辦公室	665	59.1.1		V		V
2	大漢營區		辦公室	529	59.1.1		V		V
3	大漢營區		辦公室	24192	59.1.1		V		V
4	大漢營區		集會堂	2580	59.1.1		V		V
5	大漢營區		體育館	2244	59.1.1		V		V
6	陸軍聯誼廳		招待所	1597	民前 2 年	V		V	
7	龍陵營區		營舍辦公室	3145	71.1.3		V		V
8	龍陵營區		營舍辦公室	500	71.1.3		V		V
9	萬金營區		辦公大樓	3412.6	78.1.1	V		V	
10	鳳雄營區		辦公大樓	2374	72.2.1		V		V
11	仁美營區		辦公大樓	3313.5	71.6.1	V		V	
12	嶺口營區		辦公大樓	1381.7	73.10.1		V		V
13	興中山莊		辦公室	2184.3	60.10.1	V		V	
14	興中山莊		辦公室	2073	61.6.1	V		V	
15	興中山莊		辦公室	2073	60.10.1	V		V	
16	興中山莊		辦公室	1836	61.6.1	V		V	
17	興中山莊		辦公室	1296	60.10.1	V		V	
18	興中山莊		營區集會	2112.3	71.1.1	V		V	
19	竹子坑營區		辦公室	3822	81.5.1	V		V	
20	七星崗南營區		辦公室	5291	75.6.1	V		V	
21	清泉崗營區		辦公室	6195.8	74.5.1	V		V	
22	清泉崗營區		中正堂	1404.7	78.5.1		V		V
23	光隆營區		辦公室	2064	85.5.1	V		V	
24	頭嵙山電台		重要電台	84.9	82.2.1		V		V
25	小雪山營區		重要電台	222	80.2.1	V			V
26	阿里山營區		重要電台	278.9	38.7.1		V		V
27	北大營區		中正堂	1055.1	74.3.1		V		V
28	中正營區		指辦室	347	51.5		V		V
29	中正營區		參辦室	680	55.5.1		V		V
30	梅石營區		中正堂	902	70.6.1		V		V

31	塘岐東營區		中正堂	666	66.10.1		V		V
32	塘岐東營區		迎賓館	672	66.10.1		V		V
33	西肯北營區		旅部大樓	450	78.7.1	V		V	
34	西肯北營區		活動中心	118.3	78.7.1		V		V
35	田沃南營區		中正堂	240	55.7.1		V		V
36	東湧營區		中正堂	736.7	73.7.1		V		V
37	武勝營區		西引文康中心	1681.5	72.6.1	V		V	
38	莒光營區		辦公室	952.6	34.7.1	V		V	
39	莒光營區		辦公室	1066	34.7.1	V		V	
40	莒光營區		辦公室	237	57.7.1	V		V	
41	莒光營區		辦公室	490.3	34.7.1	V		V	
42	莒光營區		中正堂	1636.8	56.7.1	V		V	
43	烏坎營區		123 彈庫	30	70.5.1		V		V
44	烏坎營區		124 彈庫	30	70.5.1		V		V
45	菜園北營區		中正堂	1851.7	85.12.10		V		V
46	牛心灣營區		177 彈庫	24	70.5.1		V		V
47	虎井營區		190 彈庫	40	40.10.1		V		V
48	南美崙營區		彈藥庫	260	80.2.10		V		V
49	美崙營區		光武堂	660	77.7.12	V		V	
50	太平營區		指揮部大樓	2280	83.5.5	V		V	
51	太平營區		彈藥庫	200	83.11.5		V		V
52	太平營區		彈藥庫	330	83.11.5		V		V
53	龍潭營區		軍官待命室	2003	85.6.10	V		V	
54	頭嵙山營區		特戰戰技館	1531	66.6.20		V		V
55	新社營區		軍官待命室	1824	82.3.12	V		V	
56	新社營區		旅部大樓	630	84.5.12		V		V
57	歸仁營區		指揮部大樓	2006	81.10.5		V		V
58	歸仁營區		中正堂	1590	85.7.5	V		V	
59	武漢營區		指揮大樓	1958	61.6.12		V		V
60	精忠營區		指揮大樓	3811	80.6.3	V		V	
61	黃埔營區		武穆樓	2568	57.9.30	V		V	
62	黃埔營區		中正堂	14707	78.6.1		V		V
63	金湯營區		行政大樓南棟	3349.5	81.12.1	V		V	
64	金湯營區		行政大樓東棟	1377	81.12.1	V		V	
65	金湯營區		行政大樓西棟	1377	81.12.1	V		V	
66	金湯營區		中正堂	3364	81.6.1	V		V	
67	內角營區		指揮部大樓	3291	63.9.1	V		V	
68	內角營區		中正堂	989	69.10.1	V		V	
69	金湯營區		行政大樓北棟	3349.5	81.12.1	V		V	

70	花崗營區		總隊部大樓	3039	79.6.1		V		V
71	金陵營區		庫房	88.3	72.12.1		V		V
72	金陵營區		建物	2503	71.12.1	V		V	
73	金陵營區		建物	2776	71.12.1	V		V	
74	虎嶺營區		行政大樓	876	63.6.1		V		V
75	虎嶺營區		行政大樓	744	63.6.1		V		V
76	虎嶺營區		介壽堂	1335.7	63.6.1		V		V
合						計	37	39	36
備考									
1. 陸軍聯誼廳係屬市定古蹟，後續依古蹟維護法辦理。 2. 北大營區係屬鋼架結構，後續應注意鋼架防鏽維護。 3. 小雪山電台辦理滲漏修復後，不辦理詳細評估。									

資料來源：陸軍司令部工兵處工程組提供。



圖四 營舍耐震評估、補強及拆除重建流程圖

資料來源：蔡益超，《現有鋼筋混凝土建築物耐震能力評估制度研究》，1990年3月，頁79-103。

建築物耐震力初步評估法介紹

一、建築物耐震能力一般初步評估法（舊式）^[3]

此評估法為蔡益超教授等於 1999 年提出『鋼筋混凝土建築物耐震能力初步評估表』利用快捷之填表計分作業方式，篩選出較有問題之建築物，建築物耐震能力一般初步評估法說明如下：

（1）設計年度

建築物之耐震設計必須遵照耐震設計規範，早期的耐震設計規範因時空之不同、社會環境、電腦程式及經濟等因素、設計規範較不完備，因此耐震安全會受到影響。

（2）地盤種類

從各類地盤的正規化加速度反應譜來看，地盤越軟弱，引致的地震力越大。以往之設計地震力對軟弱地盤而言有低估的可能，因此會影響耐震安全。依目前耐震設計規範，地盤分為第一類地盤（堅實地盤）、第二類地盤（普通地盤）、第三類地盤（軟弱地盤）及台北盆地區域四種，可根據工址土層鑽探資料計算地層週期 TG 決定之。

（3）工址震區加速度係數

根據建築物耐震設計規範 88 年 12 月修正，台灣地區震區劃分為地震甲區、地震乙區，其對應之震區水平加速度係數(Z)分別為 0.33 及 0.23，地震乙區包括新北市、基隆市、桃園縣及高雄市外其餘縣市均為地震甲區。

震區水平加速度係數高的區域，發生地震的頻率高，發生大地震的機會大，因此建築物的耐震安全受到的威脅也較大，本項評分評估人員宜再參考危害度分析，當地之地震特性，評估權數，對近斷層之區域於額外加分項目考慮之。

（4）地下室面積比， r_a

建築物的地下室如果較大，地震時土壤所受壓力較小，結構體也比較不會發生差異沉陷的破壞。建築面積係地面以上建築物的水平投影面積，由評估內容提供的公式計算，當地下室面積為建築面積的 1.5 倍或以上時，權數為 0；當地下室面積等於零時，權數為 1。

（5）基礎型式

基礎若為淺基處（獨立基腳），且獨立基腳間無繫梁時，獨立基腳較易在地震中發生土壤支承力不足之破壞或獨立基腳結構之破壞。基腳間若有繫梁相接，如採用筏式基礎或樁基礎時，則因連為一體，係高度靜不定結構，基礎傳

註³：陳永倉，〈國民中小學耐震能力簡易調查表〉《國家地震工程研究中心研究報告》，第 46 期，2005 年 6 月，頁 14-17。

遞的力量可透過繫梁或地梁加以分配，結構安全性較高。

(6) 基地土壤承载力

基礎下的土壤承载力不佳時，地震時比較容易產生土壤承载力不足之破壞，以及結構體因差異沉陷過大產生之破壞。

基礎下土壤的承载力是否良好，可從建築物的重量、地下室開挖的深度以及所有權人或使用人陳述綜合評估之。基礎下土壤的承载力是否良好，可從建築物的重量、地下室開挖的深度以及所有權人或使用人陳述綜合評估之。

(7) 梁之跨深比， b

梁之跨深比為梁之淨跨與有效梁深的比值，此值愈大，發生彎矩降伏的機會較大，結構體較具韌性。比值 b 較小，發生剪力破壞的可能性增加，結構物因較不具韌性，耐震能力較差。根據文獻，具韌性梁之淨跨距不得少於四倍有效梁深。

依評估內容提供的公式來計算，當 b 值大於 10.0 時，其權數為 0；當 b 值小於或等於 2.0 時，其權數為 1.0。

(8) 柱之高深比， a

柱之高深比為柱之淨高與沿地震剪力方向之柱深的比值，此值愈大，發生彎矩降伏的機會較大，結構體較具韌性。比值 a 較小，發生剪力破壞的可能性增加，結構物因較不具韌性，耐震能力較差。

依評估內容提供的公式來計算，當 a 值大於 6.0 時，其權數為 0；當 b 值小於或等於 2.0 時，其權數為 1.0。

(9) 牆量指標， I_w

一棟建築物若不僅僅只以梁柱構架來抵抗地震，如尚具有剪力牆，則可承擔一部份地震力，則構架發生的一些不良破壞模式對耐震能力的影響就沒有那麼大。構架間若填滿非結構 RC 牆或磚牆，也有類似剪力牆的效應。

建築物若不具上述任何種類的牆，權數應取 1.0，若此種牆的量很多，則權數可取 0，一般評估人員可略算若具填滿構架之剪力牆面積達柱斷面積以上時則權數可取 0，其餘依評分表計算。

(10) 短柱嚴重性

窗台若緊貼柱邊，會造成短柱。除會吸收較大的地震力外，其破壞模式也可能由彎矩破壞轉變為韌性較差的剪力破壞，使得耐震能力降低。

RC 牆兩側有柱，若上邊開氣窗，會產生短柱，容易產生剪力破壞，也會降低耐震安全。評估時要看此種短柱現象是否很普遍，或僅有少數幾個地方，來決定其嚴重性。

其影響程度依極短柱、短柱所佔之比例評估，短柱又分極短柱($h_0/D \leq 2$)及短柱($h_0/D < 4$)， h_0 :柱之淨高， D :地震方向之最大深度，建築物若具有極短柱時其權數取 1.0 或短柱之根數站該層總數之 20%以上者其權數取 1.0，評估人員可依其比例評分之。

(11) 短梁嚴重性

有時為了留走道，致使隔間磚牆並未填滿構架的兩柱之間，而留有短梁的現象。短梁在地震時會引致高的剪力，但彎矩不大，因此會發生較不具韌性的剪力破壞，降低了建築物的耐震能力。評估時要看此種短梁現象是否很普遍，或僅有少數幾個地方，來決定其嚴重性。

其影響程度依極短梁、短梁所佔之比例評估，短梁又分極短梁($L_0/D \leq 2$)及短梁($L_0/D < 4$)， L_0 :梁之淨跨距， D :梁之最大深度，建築物若具有極短梁時其權數取 1.0 或短梁之根數站該層總數之 20%以上者其權數取 1.0，評估人員可依其比例評分之。

(12) 軟弱層顯著性

建築物的一樓常因開放空間或做為商業用途使用，二樓以上的非結構 RC 牆或磚牆沒有下到一樓，致使一樓之極限層剪力強度較低。地震來襲時，一樓會先產生塑性鉸，俟其韌性用盡後，建築物就發生軟弱層破壞，其對應的耐震能力較低。軟弱層也不一定發生在一樓，因此若有某層之極限剪力強度低於其他各層時，就要跟據其低多少的嚴重性來進行評估。

(13) 平面對稱性

結構物抵抗地震力之構材如左右、前後對稱，則勁度中心與質量中心通常不致有太大的偏心。如果結構物構材配置不對稱，勁度中心與質心可能具有大的偏心量，地震時易產生大的扭轉振動，增加損壞的可能性。評估時可根據估計的偏心量與平面寬度比值的大小給予適當的權數，偏心量若大於 10%時權數 1.0；如偏心量若小於 1%時權數取 0。

(14) 立面對稱性

結構物抵抗地震力的構材如果在立面上連續，勁度沒有太大的變化，則其地震時的動態反應較易掌握。結構物若有顯著的退縮，或譬如剪力牆到一半高度中止，則易造成結構立面上勁度過大的變化，地震時將產生不易掌握的特異動力反應，影響結構物的耐震安全。評估時可依勁度在立面上變異的程度，給予適當的權數，立面上下層 1.5 倍以上時，權數取 1.0 或上下樓層重量相差 1.5 倍以上時權數取 1.0。

(15) 建築物之高寬或長寬比，d

建築物之高寬比或長寬比影響建築物之各向勁度比，使建築物之耐震行為不良。

(16) 現況檢視、裂縫銹蝕滲水等程度

結構體若有基礎的差異沉陷，則可能會傾斜，而構材若強度不足，也會產生較大的變形。此些因素都會降低結構體的耐震能力，因此應以此些現象的普遍性與嚴重性來決定權數。

鋼筋混凝土構材若具有裂縫，代表混凝土品質不良或強度不足。裂縫產生後，裡面的鋼筋較易產生鏽蝕，而鋼筋鏽蝕也會降低構材的強度。構材若有滲水現象，則鋼筋的鏽蝕與混凝土的老化必會加速進行，此些因素都會影響結構物的耐震安全，評估時係以此些現象的嚴重性來決定權數。

(17) 構造變更程度

建築物因使用改變、管路貫穿或室內裝修等因素，不自覺中對結構體造成傷害，常見的商場、餐廳、購物中心等較大型空間或上下樓層貫通等使用，於裝修使用時對結構體造成破壞，評估者依現場更動情形評估之，梁穿孔孔徑大於梁深 1/2 以上時權數取 1.0 或穿孔位於端部 1/4 處內之梁數達總數 20%以上時權數取 1.0。

(18) 垂直增設程度

此處所指的垂直增建程度，係指原設計不包含的一些加建物。由於加建物具有重量，且又位於最高的屋頂，地震時產生的地震力比設於其他樓層更大，對結構物的耐震安全具有相當之影響。評估時係以加建物的多少程度來決定權數。

(19) 屋齡，yr(年)

屋齡較大的建築物，其構材老化的程度較嚴重，耐震能力因此也較低。由評估內容提供的計算式來看，屋齡超過或等於 50 年者，權數為 1.0，小於 50 年者，則線性遞減。

(20) [額外增分項次 1]：液化潛能

依災害歷史資料或土壤資料，評估者斟酌加分或不給分。

(21) [額外增分項次 2]：近活斷層距離

評估建築物位於下列活斷層經過之鄉、鎮時，其危險度評分增加 3 分，工址距斷層距離評分，並分別依距斷層 100 公尺、300 公尺、500 公尺、700 公尺、900 公尺、1000 公尺以上之距離，其評分標準分別為 5 分、4 分、3 分、2 分、1 分遞減計算之。

表 2 建築物耐震能力初步評估表

編號：_____建築物名稱：

評估日期：

項次	項 目	配 分	評 估 內 容	權 數	危險度 評 分
1	建築物設計年度	4	☐ 63 年 2 月以前(1.0) ☐ 63 年 2 月~71 年 6 月(0.75) ☐ 71 年 6 月~78 年 5 月(0.5) ☐ 78 年 5 月~86 年 5 月(0.25) ☐ 86 年 5 月以後(0)		
2	基地地盤種類	5	☐ 台北盆地(1.0) ☐ 第三類(0.8) ☐ 第二類(0.4) ☐ 第一類(0)		
3	工址震區加速度係數	5	(Z-0.23)/0.1; 其中 Z: 震區加速度係數		
4	地下室面積比, r_a	4	$0 \leq (1.5 - r_a)/1.5 \leq 1.0$; r_a : 地下室面積與建築面積之比		
5	基礎型式	4	☐ 基腳(無繫梁)(1.0) ☐ 基腳(有繫梁)(0.5) ☐ 樁基或筏基(0)		
6	基地土壤承载力	4	☐ 極差(1.0) ☐ 不良(0.67) ☐ 尚可(0.33) ☐ 良好(0)		
7	梁之跨深比, b	6	$0 \leq (10-b)/8 \leq 1.0$		
8	柱之高深比, a	6	$0 \leq (6-a)/4 \leq 1.0$		
9	牆量指標	8	☐ 極差(1.0) ☐ 不良(0.67) ☐ 尚可(0.33) ☐ 良好(0)		
10	短柱嚴重性	8	☐ 高(1.0) ☐ 中(0.67) ☐ 低(0.33) ☐ 無(0)		
11	短梁嚴重性	6	☐ 高(1.0) ☐ 中(0.67) ☐ 低(0.33) ☐ 無(0)		
12	軟弱層顯著性	8	☐ 高(1.0) ☐ 中(0.67) ☐ 低(0.33) ☐ 無(0)		
13	平面對稱性	5	☐ 差(1.0) ☐ 尚可(0.5) ☐ 良(0)		
14	立面對稱性	4	☐ 差(1.0) ☐ 尚可(0.5) ☐ 良(0)		
15	建築物之高寬或長寬比, d	4	☐ $d \geq 4$ (1.0) ☐ $4 > d \geq 2$ (0.5) ☐ $d < 2$ (0)		
16	現況檢視、裂縫銹蝕滲水等程度	8	☐ 大(1.0) ☐ 中(0.67) ☐ 小(0.33) ☐ 無(0)		
17	構造變更程度	3	☐ 大(1.0) ☐ 中(0.67) ☐ 小(0.33) ☐ 無(0)		
18	垂直增建程度	5	☐ 大(1.0) ☐ 中(0.67) ☐ 小(0.33) ☐ 無(0)		
19	屋齡, y_r	3	$y_r/50 \leq 1.0$		
分數總計		100	D: 危險度評分總計		
評 估 結 果		☐ 確有疑慮($D > 60$) ☐ 應有疑慮($30 < D \leq 60$) ☐ 尚無疑慮($D \leq 30$)			
其他評估項目: (此部份為外加評分項目、加減最高配分為 10 分)					
額 外 增 分	1. 液化潛能				
	2. 近活斷層距離				
	3. 分期興建或工程品質有疑慮				
	4. 曾經受災害者, 如水災、火災、震災、人為破壞等				
	5. 使用用途由低強度改為高強度使用者				
額 外 減 分	1. 經適當補強者				
	2. 使用用途由高強度改為低強度使用者				
小計					
綜合建議事項: (非鋼筋混凝土造建築物, 評估人員依現況勘查及專業研判提綜合建議)					
總評估分數: 危險度評分(D) + 其他評估項目 =					
評估人員: 建築師/土木技師/結構技師: 簽章					

資料來源: 蔡益超, 《國中小學典型校舍耐震評估法》, 2000 年 5 月, 頁 169。

二、國內目前發展建築物耐震初步評估法(新式)

本耐震力初步評估法係以日本建築防災協會所制定的耐震診斷基準為基礎，配合國內實際學校建築物情況與相關試驗結果並以初步勘查使用為原則，發展出一學校建築初步耐震評估法，並將其表格化，為更清楚了解各項目評估之意義，並令評估人員評估該項目時有較統一的標準，詳如表 3 建築物耐震能力初步評估表^[4]，茲將評估表中各項目詳加說明如下：

(1) 基本假設

1.破壞模式：建物建築之破壞在底層，(1F) 破壞方向皆為沿走廊方向。假設破壞構材均為柱構材。

2.單位面積載重：二樓以上至屋頂層隻單位面積載重皆為 900kg/cm²。

3.鋼筋及混凝土之材質：主要針對老舊之建物建築，假設期混凝土強度為 160kg/cm²，鋼筋之抗拉降服強度為 2800kg/cm²。

(2) 構材之極限剪力強度

1.RC 牆

將四面圍束磚牆之單位面積極限剪力強度 BW 4 t 取為 3 kg/cm²，其權數定為 1.0；三面圍束磚牆之單位面積極限剪力強度 BW3 t 取為 1.5 kg/cm²，其權數定為 0.5；若兩面圍束，則不考慮其極限剪力強度。

2.RC 柱

假設柱深度及寬度分別為 30cm 及 40cm，且箍筋間距為 25cm，並假設混凝土強度為 160kg/cm²，如此可得柱之極限剪力強度 c t 約為 15kg/cm²，其值剛好為四面圍束磚牆之單位面積極限剪力強度 BW 4 t=3 kg/cm² 之 5 倍，故將柱構材之權數定為 5.0。

3.RC 牆

假設鋼筋混凝土牆之極限剪力強度 RCW t=24kg/cm²，將其權數取為 8.0。

(3) 基本耐震性能計算

$$E = \frac{(\Sigma A_{BW4} + 0.5\Sigma A_{BW3} + 5\Sigma A_C + 8\Sigma A_{RCW})}{10 \times \Sigma A_f \times Z_{CODE}}$$

註⁴：許丁友〈國民中小學典型校舍耐震能力初步評估法〉《國家地震工程研究中心研究報告》，第 44 期，西元 2003 年 6 月，頁 14-26。

(4) 調整因子 Q 之調查項目

- 1.平面及立面對稱性 q1
- 2.軟弱層顯著性 q2
- 3.裂縫銹蝕滲水等程度 q3
- 4.變形程度 q4
- 5.平面耐震性 q5
- 6.短柱嚴重性 q6

調整因子 Q：

$$Q=q1 \times q2 \times q3 \times q4 \times q5 \times q6$$

(5) 填表注意事項

1.高於 100 分

尚無疑慮，相當於若有 475 年回歸週期之地震發生時，不至於發生嚴重結構上之破壞。

2.80 至 100 分

有疑慮，表示建物耐震性之安全係數尚不符合耐震設計規範對於此等重要性建築物之耐震需求，其耐震能力之提昇列為次優先對象。

3.低於 80 分

確有疑慮，相當於若有 475 年回歸週期之地震發生時，將有嚴重損壞或倒塌之疑慮，應最優先進行耐震能力之補強設計與施工。

(6) 耐震能力初步評估表，詳如表三所示。

表三 耐震能力初步評估表

基本結構耐震性能調查項目

二樓以上 各層樓地板面積合	二樓平面尺寸		二樓樓地板面積(Af1)		樓層數	
	長	寬	算式	面積	地上(N)	地下
	49.5	10.5	49.5*10.5+22.5*3.2	591.75	1	4
總樓地板面積計算 Af=Af1*N=					2367	(m²)

一樓柱量	柱形式	柱尺寸	斷面積 (Asc)	根數 (Nc)	斷面積小計 (Ac = Asc x Nc)	權數 (qi)	柱量計算 (Qc = Ac x qi)
	第一種	40*60	2400	24	57600 (cm²)	5	288000
	第二種	25*55	1375	8	11000 (cm²)	5	55000
	第三種	30*50	1500	2	3000	5	15000
	第四種						
	斷面積總計 Ac=S(Ac)=		71600 (cm²)		柱量評估值 Qc=S(Qc)=		358000

一樓牆量	牆種類	牆厚度 (Tw)		牆長度		斷面積小計		權數 (q _i)	牆量計算 (QW _i = Aw _i x q _i)
				算式	長度(LW _i)	(Aw _i =Tw _i x LW _i)			
	RC 造	12cm 厚	12				(cm ²)	8	
		15cm 厚	15				(cm ²)	8	
		其他厚度 t	25				(cm ²)	8	
	磚造 兩側有柱	1B 厚	24				(cm ²)	1	
		(1/2)B 厚	12				(cm ²)	1	
	磚造 單側有柱	1B 厚	24				(cm ²)	0.5	
		(1/2)B 厚	12				(cm ²)	0.5	
	斷面積總計 Aw=S(Aw _i)=			(cm ²)	牆量評估 QW=S(QW _i)=				

基本耐震性能 E :	$E = 0.1 * (Qw + Qc) / (Zcode * Af) =$			63.019
------------	--	--	--	--------

評估結果

耐震指標 Is :	$Is = E * Q =$	62.389	是否有疑慮： 確有
-----------	----------------	--------	-----------

備註	簽章
----	----

資料來源：國家地震工程研究中心，《國中小學典型校舍耐震評估法》，2005 年 5 月，頁 170。

三、小結

由以上的介紹可知，日本既有鋼筋混凝土造建築物之耐震診斷基準，其參數為針對日本境內鋼筋混凝土建築物所訂定，其後雖有蔡益超及黃世建等將此法進行表格化及參數本土化之工作，然其評估方法之應用仍顯複雜，仍有改進之空間。

目前雖已有數種初步耐震評估方法，但是在應用上有其困難之處，例如計算過程稍顯複雜，或主觀判斷需土木相關經驗豐富者等，且部分之評估方法不符合台灣校舍之現況。基於此，國家地震工程研究中心發展一簡便有效之典型校舍專用耐震能力初步評估法（新式評估法），並將調查評估項目表格化，以作為初步篩選耐震能力不足之國民中小學校舍建築，進行詳細耐震評估與補強之工作。

金陵營區現有兵舍初步評估結果

一、運用（舊式）建築物耐震能力一般初步評估結果

於 97 年 3 月 21 日委由結構技師對金陵營區內校部大樓、中正堂及彈藥庫等三棟建築物實施耐震力初步評估，中正堂評估分數為 35.05，評估為有疑慮，校部大樓評估分數為 39.8，評估為有疑慮，彈藥庫評估分數為 23.35，評估為無疑慮，經評估後除彈藥庫無安全顧慮外，校部大樓及中正堂有安全顧慮需進行詳細評估（如表四一六）。

表四 中正堂耐震初步評估報告

鋼筋混凝土造建築物耐震能力初步評估表					編號：A002	
建築物名稱：金陵營區中正堂					評估日期：97/03/21	
項次	項目	配分	評估內容	權數	危險度評分	
1	建築物設計年度	4	☐ 63年2月以前(1.0) ☐ 63年2月~71年6月(0.75) ☒ 71年6月~78年5月(0.5) ☐ 78年5月~86年5月(0.25) ☐ 86年5月以後(0)	0.5	2	
2	基地地盤種類	5	☐ 台北盆地(1.0) ☒ 第三類(0.8) ☐ 第二類(0.4) ☐ 第一類(0)	0.8	4	
3	工址震區加速度係數	5	$(Z-0.23)/0.1 \leq 1.0$ ；其中 Z：震區加速度係數	0.78	3.9	
4	地下室面積比， r_a	4	$0 \leq (1.5-r_a)/1.5 \leq 1.0$ ； r_a 地下室面積與建築面積之比	1.0	4	
5	基礎型式	4	☐ 基腳(無繫樑)(1.0) ☒ 基腳(有繫樑)(0.5) ☐ 樁基或筏基(0)	0.5	2	
6	基地土壤承载力	4	☐ 極差(1.0) ☒ 不良(0.67) ☐ 尚可(0.33) ☐ 良好(0)	0.67	2.68	
7	樑之跨深比，b	6	$0 \leq (10-b)/8 \leq 1.0$	0.625	3.75	
8	柱之高深比，a	6	$0 \leq (6-a)/4 \leq 1.0$	0	0	
9	牆量指標	8	☐ 極差(1.0) ☐ 不良(0.67) ☒ 尚可(0.33) ☐ 良好(0)	0.33	2.64	
10	短柱嚴重性	8	☐ 高(1.0) ☐ 中(0.67) ☐ 低(0.33) ☒ 無(0)	0	0	
11	短樑嚴重性	6	☐ 高(1.0) ☐ 中(0.67) ☐ 低(0.33) ☒ 無(0)	0	0	
12	軟弱層顯著性	8	☐ 高(1.0) ☒ 中(0.67) ☐ 低(0.33) ☐ 無(0)	0.67	5.36	
13	平面對稱性	5	☐ 差(1.0) ☒ 尚可(0.5) ☐ 良(0)	0.5	2.5	
14	立面對稱性	4	☐ 差(1.0) ☐ 尚可(0.5) ☒ 良(0)	0	0	
15	建築物之高度或長寬比，d	4	☐ d $\geq$ 4(1.0) ☐ 4>d $\geq$ 2(0.5) ☒ d<2(0)	0	0	
16	現況檢視、裂縫銹蝕滲水等程度	8	☐ 大(1.0) ☐ 中(0.67) ☐ 小(0.33) ☒ 無(0)	0	0	
17	構造變更程度	3	☐ 大(1.0) ☐ 中(0.67) ☐ 小(0.33) ☒ 無(0)	0	0	
18	垂直增建程度	5	☐ 大(1.0) ☐ 中(0.67) ☐ 小(0.33) ☒ 無(0)	0	0	
19	屋齡： y_r (年)	3	$y_r/35 \leq 1.0$	0.74	2.22	
分數總計		100	D：危險度評分總計		35.05	
評估結果		☐ 確有疑慮(D>60) ☒ 有疑慮(30<D $\leq$ 60) ☐ 尚無疑慮(D $\leq$ 30)				
其他評估項目：(此部分為外加評分項目、加減最高配分為10分)						
額外增分	1. 液化潛能					
	2. 近活斷層距離					
	3. 分期興建或工程品質有疑慮					
	4. 曾經受災害者，如水災、火災、震災、人為破壞等					
	5. 使用用途由低強度改為高強度使用者					
額外減分	1. 經適當補強者					
	2. 使用用途由高強度改為低強度使用者					
小計						
綜合建議事項：(非鋼筋混凝土造建築物，評估人員依現況勘查及專業研判提綜合建議)						
本建物使用屋齡達 26 年，為大型集會禮堂功能，大跨距之強梁弱柱及短梁情形抗震能力差，用途為第一類建物(用途係數 I=1.5)，另缺圖說及相關資料，因此評分結果為安全有疑慮，建議做耐震能力詳細評估。						
總評估分數：危險度評分(D) + 其他評估項目 = 35.05						
評估人員：建築師/土木技師/結構技師：簽章 結構技師：郭慶隆						

資料來源：陸軍工兵學校工程組提供。

表五 校部大樓耐震初步評估報告表

鋼筋混凝土造建築物耐震能力初步評估表			編號：A003		
建築物名稱：金陵營區校部大樓			評估日期：97/03/21		
項次	項目	配分	評估內容	權數	危險度評分
1	建築物設計年度	4	☐ 63年2月以前(1.0) ☐ 63年2月-71年6月(0.75) ☒ 71年6月-78年5月(0.5) ☐ 78年5月-86年5月(0.25) ☐ 86年5月以後(0)	0.5	2
2	基地地盤種類	5	☐ 台北盆地(1.0) ☒ 第三類(0.8) ☐ 第二類(0.4) ☐ 第一類(0)	0.8	4
3	工址震區加速度係數	5	$(Z-0.23)/0.1 \leq 1.0$ ；其中 Z：震區加速度係數	0.78	3.9
4	地下室面積比， r_a	4	$0 \leq (1.5-r_a)/1.5 \leq 1.0$ ； r_a 地下室面積與建築面積之比	1.0	4
5	基礎型式	4	☐ 基腳(無繫樑)(1.0) ☒ 基腳(有繫樑)(0.5) ☐ 樁基或筏基(0)	0.5	2
6	基地土壤承载力	4	☐ 極差(1.0) ☒ 不良(0.67) ☐ 尚可(0.33) ☐ 良好(0)	0.67	2.68
7	樑之跨深比， b	6	$0 \leq (10-b)/8 \leq 1.0$	0.57	4.02
8	柱之高深比， a	6	$0 \leq (6-a)/4 \leq 1.0$	0	0
9	牆量指標	8	☐ 極差(1.0) ☐ 不良(0.67) ☒ 尚可(0.33) ☐ 良好(0)	0.33	2.64
10	短柱嚴重性	8	☐ 高(1.0) ☒ 中(0.67) ☐ 低(0.33) ☐ 無(0)	0.67	5.36
11	短樑嚴重性	6	☐ 高(1.0) ☐ 中(0.67) ☒ 低(0.33) ☐ 無(0)	0.33	1.98
12	軟弱層顯著性	8	☐ 高(1.0) ☐ 中(0.67) ☐ 低(0.33) ☒ 無(0)	0	0
13	平面對稱性	5	☒ 差(1.0) ☐ 尚可(0.5) ☐ 良(0)	1.0	5
14	立面對稱性	4	☐ 差(1.0) ☐ 尚可(0.5) ☒ 良(0)	0	0
15	建築物之高度或長寬比， d	4	☐ $d \geq 4$ (1.0) ☒ $4 > d \geq 2$ (0.5) ☐ $d < 2$ (0)	0.5	2
16	現況檢視、裂縫鏽蝕滲水等程度	8	☐ 大(1.0) ☐ 中(0.67) ☐ 小(0.33) ☒ 無(0)	0	0
17	構造變更程度	3	☐ 大(1.0) ☐ 中(0.67) ☐ 小(0.33) ☒ 無(0)	0	0
18	垂直增建程度	5	☐ 大(1.0) ☐ 中(0.67) ☐ 小(0.33) ☒ 無(0)	0	0
19	屋齡： y_r (年)	3	$y_r/35 \leq 1.0$	0.74	2.22
分數總計		100	D：危險度評分總計		39.8
評估結果		☐ 確有疑慮($D > 60$) ☒ 有疑慮($30 < D \leq 60$) ☐ 尚無疑慮($D \leq 30$)			
其他評估項目：(此部分為外加評分項目、加減最高配分為10分)					
額外增分	1. 液化潛能				
	2. 近活斷層距離				
	3. 分期興建或工程品質有疑慮				
	4. 曾經受災害者，如水災、火災、震災、人為破壞等				
	5. 使用用途由低強度改為高強度使用者				
額外減分	1. 經適當補強者				
	2. 使用用途由高強度改為低強度使用者				
小計					
綜合建議事項：(非鋼筋混凝土造建築物，評估人員依現況勘查及專業研判提綜合建議)					
本建物使用屋齡達 26 年，平面結構對稱性差，全開窗短柱效應嚴重，建築物長寬比大情形，抗震能力差，用途為第一類建物(用途係數 $I=1.5$)，另缺圖說及相關資料，因此評分結果為安全有疑慮，建議做耐震能力詳細評估。					
總評估分數：危險度評分(D) + 其他評估項目 = 39.8					
評估人員：建築師/土木技師/結構技師：簽章 結構技師：郭慶隆					

資料來源：陸軍工兵學校工程組提供。

表六 彈藥庫耐震初步評估報告表

編號：A001

建築物名稱：金陵營區庫房

評估日期：97/03/21

項次	項目	配分	評估內容	權數	危險度評分
1	建築物設計年度	4	□63年2月以前(1.0) □63年2月~71年6月(0.75) ■71年6月~78年5月(0.5) □78年5月~86年5月(0.25) □86年5月以後(0)	0.5	2
2	地盤種類	5	□台北盆地(1.0) ■第三類(0.8) □第二類(0.4) □第一類(0)	0.8	4
3	工址震區加速度係數	5	(Z-0.23)/0.1；其中Z：震區加速度係數	0.78	3.9
4	地下室面積比，ra	4	$0 \leq (1.5-ra)/1.5 \leq 1.0$ ；ra：地下室面積與建築面積之比	1.0	4
5	基礎型式	4	□基腳(無繫梁)(1.0) ■基腳(有繫梁)(0.5) □樁基或筏基(0)	0.5	2
6	基地土壤承载力	4	□極差(1.0) ■不良(0.67) □尚可(0.33) □良好(0)	0.67	2.68
7	梁之跨深比，b	6	$0 \leq (10-b)/8 \leq 1.0$	0	0
8	柱之高深比，a	6	$0 \leq (6-a)/8 \leq 1.0$	0	0
9	牆量指標，Iw	8	□極差(1.0) □不良(0.67) ■尚可(0.33) □良好(0)	0.33	2.64
10	短柱嚴重性	8	□高(1.0) □中(0.67) □低(0.33) ■無(0)	0	0
11	短梁嚴重性	6	□高(1.0) □中(0.67) □低(0.33) ■無(0)	0	0
12	軟弱層顯著性	8	□高(1.0) □中(0.67) □低(0.33) ■無(0)	0	0
13	平面對稱性	5	□差(1.0) □尚可(0.5) ■良(0)	0	0
14	立面對稱性	4	□差(1.0) □尚可(0.5) ■良(0)	0	0
15	建築物之高寬或長寬比，d	4	□ $d \geq 4$ (1.0) □ $4 > d \geq 2$ (0.5) ■ $d < 2$ (0)	0	0
16	現況檢視、裂縫銹蝕滲水等程度	8	□大(1.0) □中(0.67) □小(0.33) ■無(0)	0	0
17	構造變更程度	3	□大(1.0) □中(0.67) □小(0.33) ■無(0)	0	0
18	垂直增設程度	5	□大(1.0) □中(0.67) □小(0.33) ■無(0)	0	0
19	屋齡，yr(年)	3	$y_r/50 \leq 1.0$	0.71	2.13
分數總計		100	D：危險度評分總計		23.35
評估結果		□確有疑慮(D>60) □應有疑慮(30<D≤60) ■尚無疑慮(D≤30)			
其他評估項目：(此部份為外加評分項目、加減最高配分為10分)					
額外增分	1.液化潛能				
	2.近活斷層距離				
	3.分期興建或工程品質有疑慮				
	4.曾經受災害者，如水災、火災、震災，人為破壞等				
	5.使用用途由低強度改為高強度使用者				
額外減分	1.經適當補強者				
	2.使用用途由高強度改為低強度使用者				
小計					
綜合建議事項：(非鋼筋混凝土造建築物，評估人員依現況勘查及專業研判提綜合建議)					
總評估分數：危險度評分(D)+其他評估項目=23.35					
評估人員：建築師/土木技師/結構技師：簽章 結構技師：郭慶隆					

資料來源：陸軍工兵學校工程組提供。

二、運用（新式）國內目前發展建築物耐震初步評估結果

國內目前發展建築物耐震初步評估法實施評估，以中正堂為例，運用一、二樓平面圖及立面圖（如圖五一十二所示），並且評估現場各因子，可以計算出耐震指標為 88.04，評估為有疑慮，其使用國內新式目前發展建築物耐震初步評估法詳如表七所示，需做詳細評估，與舊式建築物耐震能力一般初步評估法結果相同，證明可以運用本表來評估實施國內新式目前發展建築物耐震評估法。



圖五 中正堂正前方照片圖
資料來源：作者拍攝。



圖六 中正堂正後方照片圖
資料來源：作者拍攝。



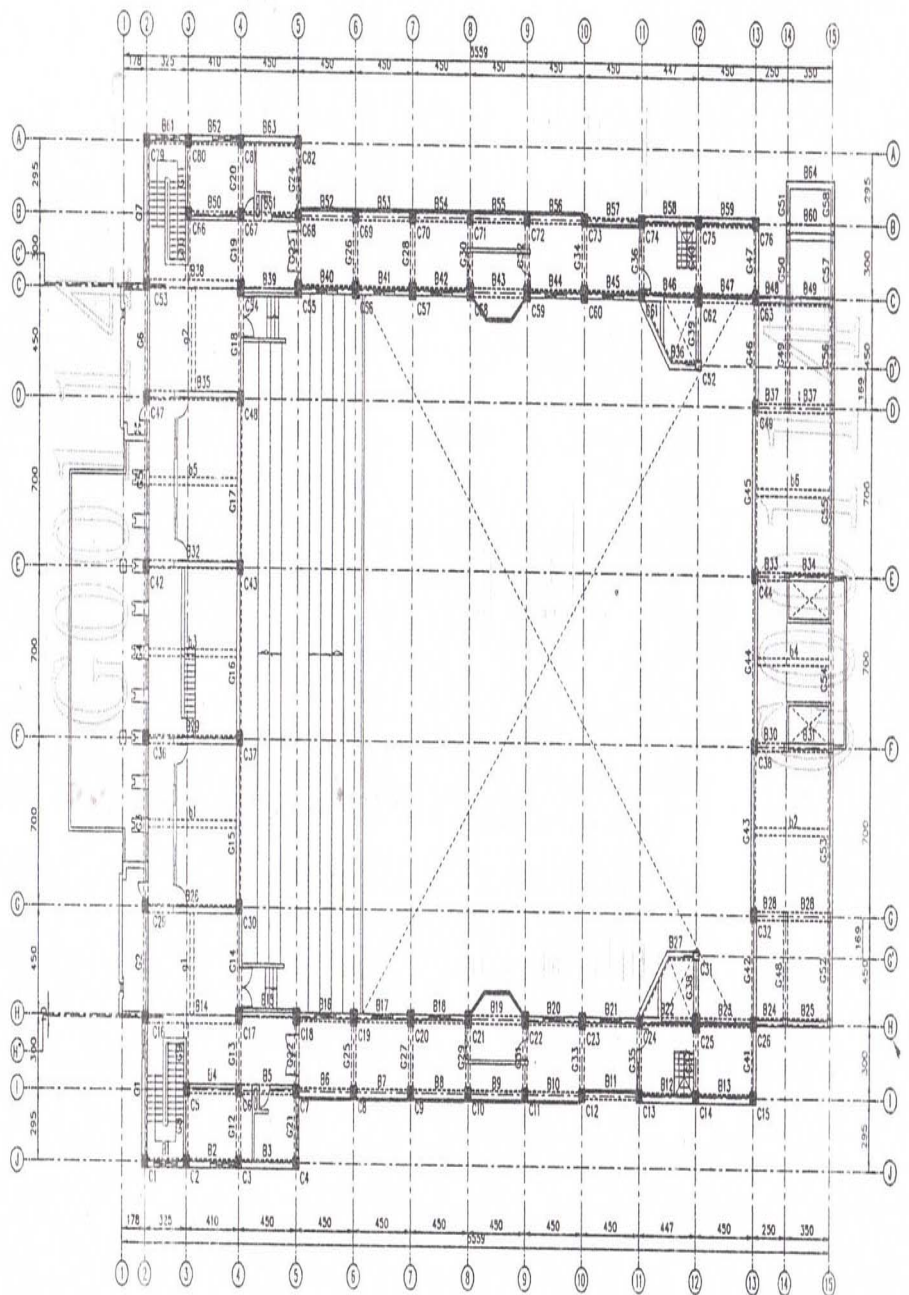
圖七 中正堂側方照片圖
資料來源：作者拍攝。



圖八 中正堂側方照片圖
資料來源：作者拍攝。



圖九 中正堂二樓走廊樑柱照片圖
資料來源：作者拍攝。

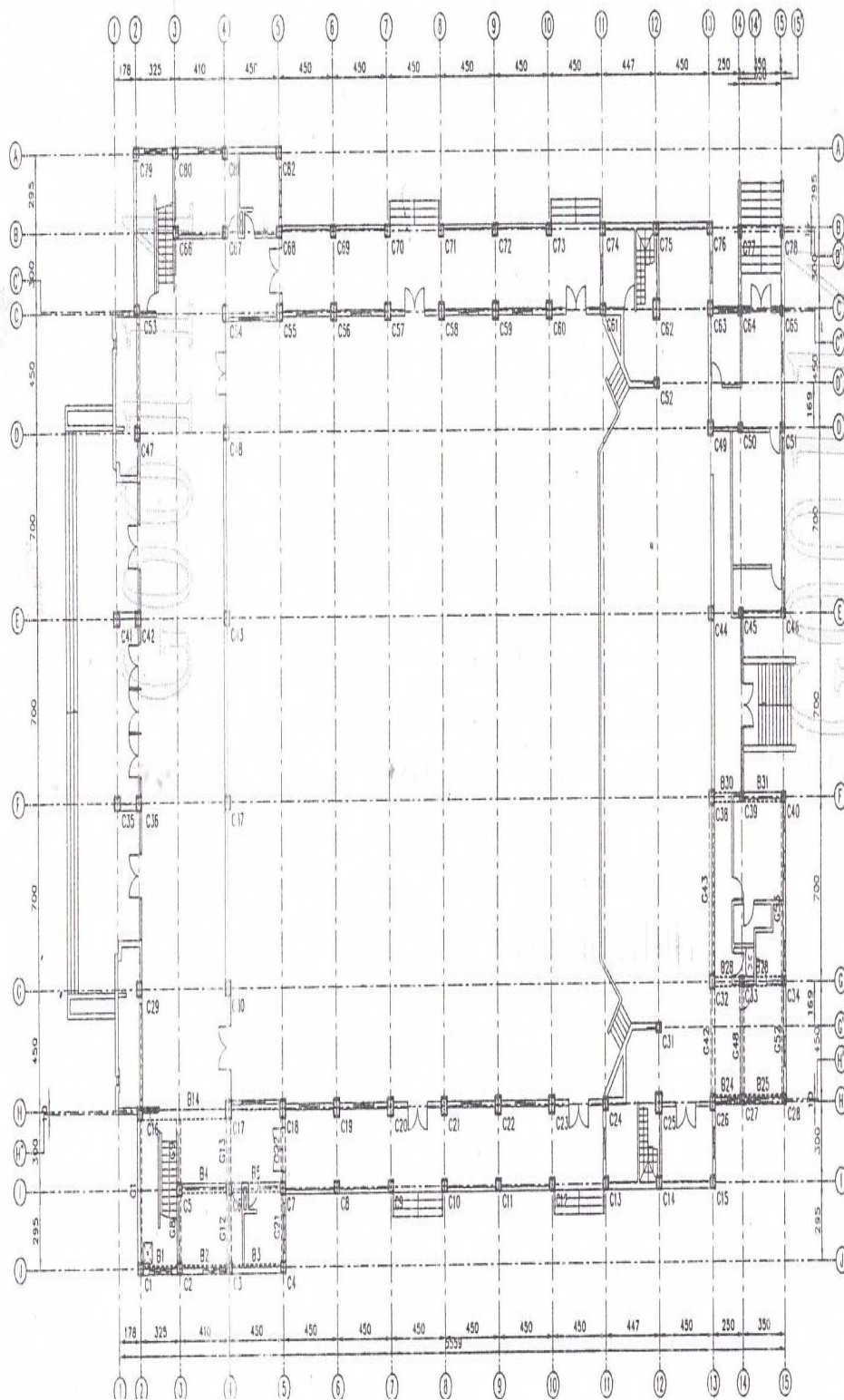


尺寸斷面表		
樓層	編號	斷面尺寸 單位: CM
2F	柱	
	C*	45x45
	C17~C23, C54~C60	50x65
	C25, C62	55x75
	C26, C29~C30, C32	45x55
	C36~C38, C42~C44	
	C47~C49	
	梁	
	B*, G*	35x65
	b*, a*	30x60

貳樓結構平面圖

(陸軍工兵學校中正堂)

圖十 中正堂一樓平面圖
資料來源：陸軍工兵學校工程組提供。



尺寸斷面表		
樓層	編號	斷面尺寸 單位: CM
1F	柱	
	C*	45x45
	C17~C23, C54~C60	50x65
	C25, C62	55x75
	C26, C29~C30, C32	45x55
	C36~C38, C42~C44	
	C47~C49	
	C27~C28, C33~C34	35x35
	C39~C40, C45~C46	
	C50~C51, C64~C65	
	C35, C41	50x55
	C77, C78	30x45
	梁	
	B*, G*	35x65
	b*, a*	30x60

圖十一 中正堂二樓平面圖
資料來源：陸軍工兵學校工程組提供。

表七 中正堂使用國內目前發展建築物耐震初步評估法

耐震能力初步評估表

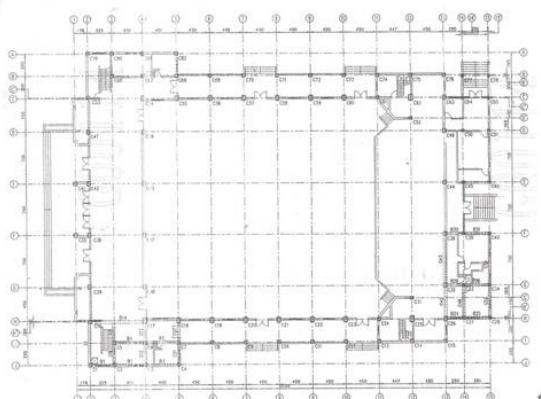
校舍基本資料

學校名稱	陸軍工兵學校
建築物名稱	中正堂
學校位置	高雄縣 燕巢鄉
現行之震區係數 (Z_{code})	0.23
評估日期	99年10月1日
評估者	蔡明儒
GPS座標	N 22.791476
	E 120.359303
典型校舍	☒ 是 ☐ 否

調整因子調查項目

項目	說明	因子
平面及立面對稱性	☐ 差(0.95) ☒ 尚可(1.0) ☐ 良(1.05)	$q_1 = 1.0$
軟弱層顯著性	☐ 2/3以上牆體中斷(0.8) ☒ 1/3至2/3之牆體中斷(0.9) ☐ 1/3以下之牆體中斷(1.0)	$q_2 = 0.9$
裂縫滲漏洩水等程度	☐ 嚴重(0.9) ☒ 少許(0.95) ☐ 無(1.0)	$q_3 = 0.95$
變形程度	☐ 嚴重(0.9) ☒ 無(1.0)	$q_4 = 1.0$
平面耐震性	☐ 雙走廊且廊外有柱(1.2) ☒ 單走廊且廊外有柱或中間走廊(1.1) ☐ 廊外無柱或其他(1.0)	$q_5 = 1.1$
短柱嚴重性	☐ 50%以上(0.9) ☒ 50%以下(1.0) 指窗台、氣窗造成之短柱現象	$q_6 = 1.0$
調整因子 Q	$Q = q_1 * q_2 * \dots * q_6 = 0.9405$	

校舍平面圖



基本結構耐震性能調查項目

二樓以上 各層樓地板面積	二樓平面尺寸		二樓樓地板面積(A_{f1})		樓層數	
	長	寬	算式	面積	地上(N)	地下
	55.59	36	$55.59 \times 36 + 11.85 \times 2.95 \times 2$	2071.155	2	1
總樓地板面積計算 $A_f = A_{f1} \times N =$					4142.31	(m)

一樓柱量	柱形式	柱尺寸	斷面積 (A_{sc})	根數 (N_c)	斷面積小計 ($A_{sc} = A_{sc} \times N_c$)	權數 (q_c)	柱量計算 ($Q_c = A_{sc} \times q_c$)
	第一種	50*45	2250	16	36000	(cm)	180000
	第二種	50*65	3250	14	45500	(cm)	227500
	第三種	55*75	4125	2	8250	(cm)	41250
	第四種	45*55	2475	13	32175	(cm)	160875
	第五種	35*35	1225	12	14700	(cm)	73500
	第六種	50*55	2750	2	5500	(cm)	27500
	第七種	30*45	1350	2	2700	(cm)	13500
斷面積總計 $A_c = S(A_{sc}) =$			17452	(cm ²)	柱量評估值 $Q_c = S(Q_c) =$		
							724125

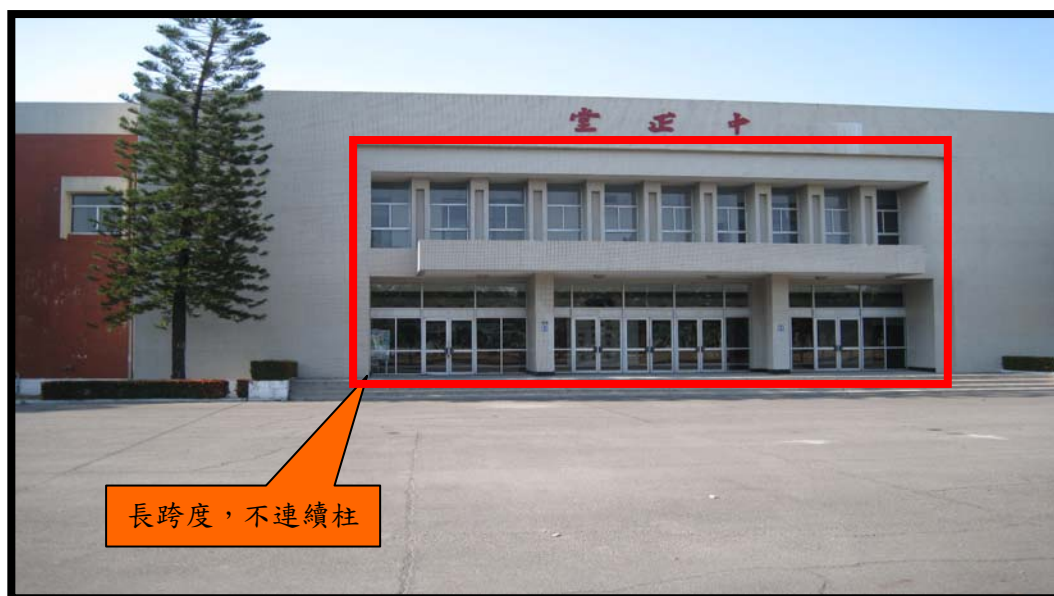
一樓牆量	牆種類	牆厚度 (T_w)	牆長度 算式	長度 (L_w)	斷面積小計 ($A_w = T_w \times L_w$)	權數 (q_w)	牆量計算 ($Q_w = A_w \times q_w$)
	磚造	1B厚	24			(cm)	
	預創有柱	(1/2)B厚	12	5599-178-450-450-250-150+295+300+350+400+500+700+300+450*7+300+450*7+410	13976	(cm)	167712
斷面積總計 $A_w = S(A_w) =$			167712	(cm ²)	牆量評估值 $Q_w = S(Q_w) =$		
							167712

基本耐震性能 E	$E = 0.1 * (Q_w + Q_c) / (Z_{code} * A_f) =$	93.61
------------	--	-------

評估結果	耐震指標 I_s	$I_s = E * Q = 88.04$	是否有疑慮	有疑慮
------	------------	-----------------------	-------	-----

備註	簽章
----	----

資料來源：作者整理繪製。



圖十二 中正堂立面圖
資料來源：作者拍攝繪製。

三、新、舊式評估結果比較

為了比較兩個方法所作出來結果，參考了台北縣市50棟建物作國內目前發展建築物耐震評估法與初步評估^[5]。國內目前發展建築物耐震評估法與初步評估在基本耐震性能E值的計算上，最主要的差別在於國內目前發展建築物耐震評估法省略了專業的判斷，因而在牆的認定上，一律視為三面圍束的磚牆，並定權數為0.5，而初步評估法中將牆分成四類，分別為四面圍束磚牆，權數為1，三面圍束的磚牆，權數為0.5，二面圍束的磚牆，忽略不計，RC牆，權數為8。由此可以看出在國內目前發展建築物耐震評估法中，牆對耐震能力的貢獻有限，因所有的牆的權數僅有0.5，而在初步評估法中，多出了二面圍束磚牆、四面圍束磚牆與RC牆，其中RC牆因剪力強度較高，權數為三面圍束磚牆的16倍，四面圍束磚牆權數亦為三面圍束磚牆的2倍，此兩者對耐震力貢獻相對較多，因此當一建物中，有RC牆或是四面圍束磚牆的存在且數量不少時，其國內目前發展建築物耐震評估法和初步評估所作出來的結果差異會較大，以此而言，國內目前發展建築物耐震評估法所作出來的結果將趨於保守（會低估耐震性能E值）。

牆柱尺寸上的認定，初步評估的選擇性較為廣泛確實，因是給專業人員使用的關係，可以依照建物的實際狀況進行填寫，數量種類皆可依整棟建物所調查到的數量詳細記載。而在國內目前發展建築物耐震評估法中，限定了建物的配置，將柱列（含牆）分成四排，並只給予每一排一種柱或牆的選擇性，其用

註⁵：廖文儀先生，《國民中小學典型校舍耐震評估法》，2005年10月，頁67-70。

意在於簡化填表的過程並讓使用者易於了解。在一般的建物配置下較無太大問題，但當遇到較特殊的狀況，如有些建物的柱或牆每排的種類可能多於一種，此時在國內目前發展建築物耐震評估法中，會將各柱取平均填寫或是取數量最多的柱的形式來填寫，如此在統計總量時就可能產生誤差，會造成兩個方法所算得的總柱面積或牆面積不一樣，而導致E值也跟著不同。此處於國內目前發展建築物耐震評估法的過程中，如遇柱牆種類較多之建物時，填寫者對於柱子數量及面積的換算方式將影響最後的耐震能力計算結果，基本上只要換算後之總柱面積不要相差太遠，結果不會有很大的影響（總牆面積因權數太小，影響有限）。於二樓以上樓地板總面積計算中，於初步評估中樓地板的計算較為彈性，因由專業人員實地填寫，足以反應實際狀況，像是遇到一些特殊的情形，譬如說樓地板面積呈不規則形狀或是整棟建物高樓層的樓地板面積跟低樓層的不一樣，其大小會有變化，此時填表者可充分反應出實際的狀況，使能精準估算二樓以上樓地板總面積的大小，但是在國內目前發展建築物耐震評估法中，為避免誤算，省略較複雜的方式，取而代之的是簡單的調查總長、總深及樓高等外觀上較為籠統的數據，但當遇到上面所述較特別的建物時，例如面積呈不規則的形狀，樓地板面積呈不規則形狀，總深總長較難掌握，另有些建物有樓梯分布於兩側前方突出於建物兩側，國內目前發展建築物耐震評估法會將凸出於長條形的部份省略僅就建物的部份填寫總長、總深和樓層高，而初步評估則會一同連此也估算進樓地板面積，故兩者算得之樓地板面積大小會有不同，可能會引入較多的差異，進而造成兩個方法間分數的差異。國內目前發展建築物耐震評估法和初步評估計算出來的基本耐震性能E值的比較可參考表七。

調整因子Q值，國內目前發展建築物耐震評估法中所訂定之Q值，其出發點與初步評估不同，因配合非專業人員使用，因此在判斷上僅能從外觀上的老舊及形式著眼，無法判斷平面及立面對稱性、軟弱層顯著性、短柱嚴重性等項目，且以初評的修正係數來看，軟弱層顯著性嚴重的建物將會修正其耐震力0.8倍，此修正過後的建物耐震力在幾個實際的案例中都會比國內目前發展建築物耐震評估法所算得的分數低，但有此明顯軟弱層的建築案例較少，且初步評估調查的結果顯示，大部份的建物皆有嚴重的短柱效應，約佔八成左右，可知此為一般建物建築中常見之現象，而國內目前發展建築物耐震評估法中假設所有建物皆有短柱效應，即調整因子 $7q$ 取0.9，為較保守的作法。有少部份建物因軟弱層顯著性及樓地表面積和總柱面積在估算上的不同而使國內目前發展建築物耐震評估法算得之分數較高，而其中又以軟弱層顯著性的影響較大。

新式初步評估法未來運用及發展

一、新式初步評估法適用性檢討

國內目前發展建築物耐震評估法（評估人員）的分數有部分比國內目前發展建築物耐震評估法（專業人員）偏高，其主要會使兩者分數之間有較大差異的原因可分以下幾點敘述^[6]：

（1）面積換算上的差異：

在填寫國內目前發展建築物耐震評估法表時，當遇到柱子或牆的種類多時，填表者被賦予較多的自由可以依照自己的想法擇一代表性填寫或是用平均的方式填寫，因此會有依每個人的選擇性不同，而使總面積換算結果不一致的情況，當柱子種類多且數量複雜時，將會引入較多的誤差。

（2）總長總深的判定：

比對建物總樓地板面積的差異時，可以發現兩者間的差異其實不小，一部分的原因是總長總深的講法有點籠統，當專業人員去填寫時，因了解到所需要的是樓地板面積因此可以較有效的估算出實際大小，而評估人員可能就會錯把外圍的一些不屬於樓地板範圍內的面積一併計算了，主因在於提示性的文字是總長與總深，定義上不易精確因此難免有所誤解。有些則是因為樓地板面積較不規則，評估人員在填寫過程中難免會有所困擾，而導致填寫結果可能會相差較大，另外在總長的量測上，因有些建築物的距離較長，量測者可能是以一間教室為單元來計算整棟建物的長度，此雖較容易估算，但亦容易誤算。如總長總深有些許誤差時，在乘上樓層數之後，將會有放大誤差的效果，此將對於最後的Is 分數造成很大的影響。

（3）牆柱誤判：

誤判容易發生在牆柱數量上的判斷，尤其是牆在判斷上，較容易出錯，垂直向連續者才是牆，兩者的AW差異仍很大，表示評估填表人員對此劃分的方式在認知上仍有待加強，易於填錯，所幸簡調中牆量對於耐震力的貢獻度有限，較不易影響最後的結果。然柱子的誤判影響較大，如果不能有效的區分出柱與牆便有可能將數量算錯，譬如有部分建築的牆設計得跟柱一樣厚度造成評估人員判斷上的困擾，或是有些柱子位於二三排之間，原可併入其中任一排作計算，但是在沒有特別注意時容易被忽略而少算。且此情況在建物越長越複雜時，誤填的機率將增高。

（4）判斷與鄰棟間距的問題：

註⁶：許丁有、鍾立來、廖文義、邱建國、簡文郁、周德光，《國民中小學典型校舍耐震能力初步評估法》，2003年12月，頁8-16。

檢驗Q值的誤判比率，以與鄰棟間距的誤判率最高，與專業人員的判斷不一致，此部份需要再加強說明，以減少誤判發生。

5.評估人員之參與度：

資料收集的過程中，評估人員的參與度是個非常重要的因素，如能確實填寫才能提高整體資料的可信度與判別度，而能提供給決策者一個適當方向，以作為建築物補強的依據。反之，填寫的資料如果太過隨性也會造成最後結果差異太多，降低整體資料的可信度。

二、新式初步評估法之未來推展

由以上的介紹可知，日本既有鋼筋混凝土造建築物之耐震診斷基準，其參數為針對日本境內鋼筋混凝土建築物所訂定，其後雖有蔡益超及黃世建等將此法進行表格化及參數本土化之工作，然其評估方法之應用仍顯複雜，且參數本土化尚缺乏實驗數據統計之驗證，故在實際應用之簡便性及參數訂定之合理性方面，仍有改進之空間。

蔡益超鋼筋混凝土建築物耐震能力初步評估法，係由評估者依據結構及環境各方面之狀況，針對各個項目評分後累加而得總分。其目的為挑選出較有問題之建築，而非以地震力作用下之倒塌做為基準。另一方面，填表所需調查的項目資訊廣泛，諸如基礎型式、土壤承载力及地盤種類等資訊較不易獲得，常需評估者自行判斷，故評估者非具有非常充足之土木相關經驗不能勝任，且因此由不同評估者進行評估較容易出現差異性。然此評估法所評估之項目仍有部分與耐震能力直接相關，且為日本既有鋼筋混凝土造建築物之耐震診斷基準所缺乏，故本評估法參考部分評估項目作為調整耐震性能之依據。

然而營區建築數量龐大，根據陸軍司令部 97 年度的統計，全陸軍約有 1 萬棟兵舍需進行耐震能力評估與補強。若針對全陸軍兵舍進行全面耐震能力評估，並委由土木結構技師事務所進行評估，若以每棟兵舍進行詳細評估所需經費為 100 萬元計算，初估所需經費共計 100 億元之譜，勢必不符合經濟效益。基於經費編列及盡快進行耐震評估補強之工作之考量，應建立一初步評估方法，以作為初步篩選優先進行詳細耐震評估與補強之兵舍建築。目前雖已有數種初步耐震評估方法，但是在應用上有其困難之處，例如計算過程稍顯複雜，或主觀判斷需土木相關經驗豐富者等，且部分之評估方法不符合台灣校舍之現況。基於此，國家地震工程研究中心發展一簡便有效之典型校舍專用耐震能力初步評估法，並將調查評估項目表格化，以作為初步篩選耐震能力不足之國民中小學校舍建築，進行詳細耐震評估與補強之工作。新、舊式評估法比較詳如表八：

表八 新、舊式評估法比較

項目	經濟性	時效性	應用性	適用性	普遍性
舊式評估法	費用高	評估時間長	高	需專門技術人員 如結構或土木技師	目前一般使用
新式評估法	費用低	評估時間短	較低	只需土木相關背景人員經一般訓練即可	實驗階段，尚待驗證

資料來源：作者整理。

為使各營區能夠快速而有效的完成全面性耐震初評是當務之急，而其方法可參考國家地震研究中心目前所發展的初步評估法，此簡化表格具有方便且迅速的判別該營區建物是否可能於設計地震力下倒塌之功能，僅需對各營區先行實施講習，讓此方法普遍為工程人員所知悉，如此針對全國各營區建築物耐震能力將可更經濟快速得到答案，再依據評定結果決定是否需要進行詳細評估的參考。

結 論

一、建築物耐震能力評估及補強工作為地震防災業務整備重要工作之一，而進行耐震能力評估之目的，主要為了解建築物現況之耐震能力，並於災害時能擔任災民收容所及指揮中心；為確保安全無虞，國軍兵舍必須實施初評篩選，因此重新檢討國軍兵舍之耐震能力實為當務之急。本報告針對國軍之兵舍建築，考慮到為了能更快速更廣泛的進行調查及能適用於非專業人員，提出了一簡易調查表，以作為篩選耐震能力不足的校舍之參考依據。

二、一般初步評估法較於國內初步評估法更需要專業人員的評估，然而為使各營區能夠快速而有效的完成全面性耐震初評是當務之急，而其方法可參考國家地震研究中心目前所發展的初步評估法，此簡化表格具有方便且迅速的判別該營區建物是否可能於設計地震力下倒塌之功能，僅需對各營區先行實施講習，讓此方法普遍為工程人員所知悉，如此針對全國各營區建築物耐震能力將可更經濟快速得到答案，再依據評定結果決定是否需要進行詳細評估的參考，以確保國軍官兵生活安全及裝備武器能獲得妥善保存之目的。

作者簡介

王成堃少校，指職軍官 89-10 期、工兵正規班 153 期、國立中興大學水土保持研

究所碩士；曾任排長、保養官、副連長、教官，現任職於陸軍工兵學校軍工組教官。