



南投縣建築師公會

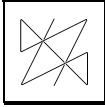
Nantou County Architects Association

南投縣 102 年度公立學校校舍結構耐震能力初步評估報告書
(鹿谷國民中學健康中心、電腦教室)

執行單位：黃沛永建築師事務所

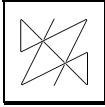
委託單位：南投縣立鹿谷國民中學

中華民國 102 年 11 月至 11 月



目 錄

一、前言及工作範圍·····	1
二、工作團隊及時程規劃·····	2
三、耐震能力初步評估方法·····	3
四、標的物現況分析·····	6
五、結論及建議·····	10
六、初步評估分數分布圖·····	10
七、校舍初步評估之耐震指標分數統整表·····	11
八、附件	
(一)、校舍勘查現況照片	
(二)、校舍一樓結構平面圖	
(三)、校舍耐震能力初步評估表	



第壹章 前言及工作範圍

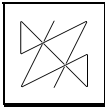
第一節、前言

自歷經民國 88 年九二一大地震、以及中國四川大地震造成約 7,000 校舍倒塌及無數學校師生傷亡以來，各界對於防震及安全的要求已益形殷切；而臺灣位處於地震頻仍的環太平洋地震帶，復由於九二一地震以前政府並未建立較嚴格之建築物防震標準，爰導致部分校舍存在耐震能力不足問題，並成為當前學校師生安全之一大隱憂。

為加速改善現行高中職及國中小校舍耐震能力不足問題，解決地震所造成校舍災損之困境，以期提供師生安全的校園學習環境，並使父母對子女在校安全感到安心，教育部爰於 98 年至 101 年分別推動「加速高中職老舊校舍及相關設備補強整建計畫」及「加速國中小老舊校舍及相關設備補強整建計畫」，並爭取特別預算以加速辦理校舍耐震評估、補強及拆除重建事宜。其執行內容包括辦理國中小校舍耐震評估(含初步評估及詳細評估)、補強設計、補強工程、拆除重建工程、建置校舍耐震資料庫、以及改善暨充實教學環境設備等，另依據教育部「102至105年度國中小校舍耐震能力評估、補強及設施設備改善計畫」，辦理提升校舍耐震能力之程序依序為初步評估→詳細評估→補強設計→補強工程。為期逐步提昇校舍耐震能力，並期有效且系統地執行上述計畫，教育部爰委託財團法人國家實驗研究院國家地震工程研究中心(以下簡稱國震中心)建置校舍耐震能力之資料庫，並據以蒐集全國高中職及國中小校舍之初步評估、詳細評估及補強資料，且依耐震能力之急迫性訂定其優先處理順序，其中將藉由初步評估之排序結果做為後續詳細評估之依據，再藉由詳細評估之排序結果做為後續補強之依據。至訂定本規範以辦理校舍結構耐震能力「補強設計」之目的，則在於將耐震能力不足之校舍，藉由適當之補強工法與合理單價，以期做為有效提昇北棟校舍耐震能力之具體規範，並據以保障師生之生命安全。

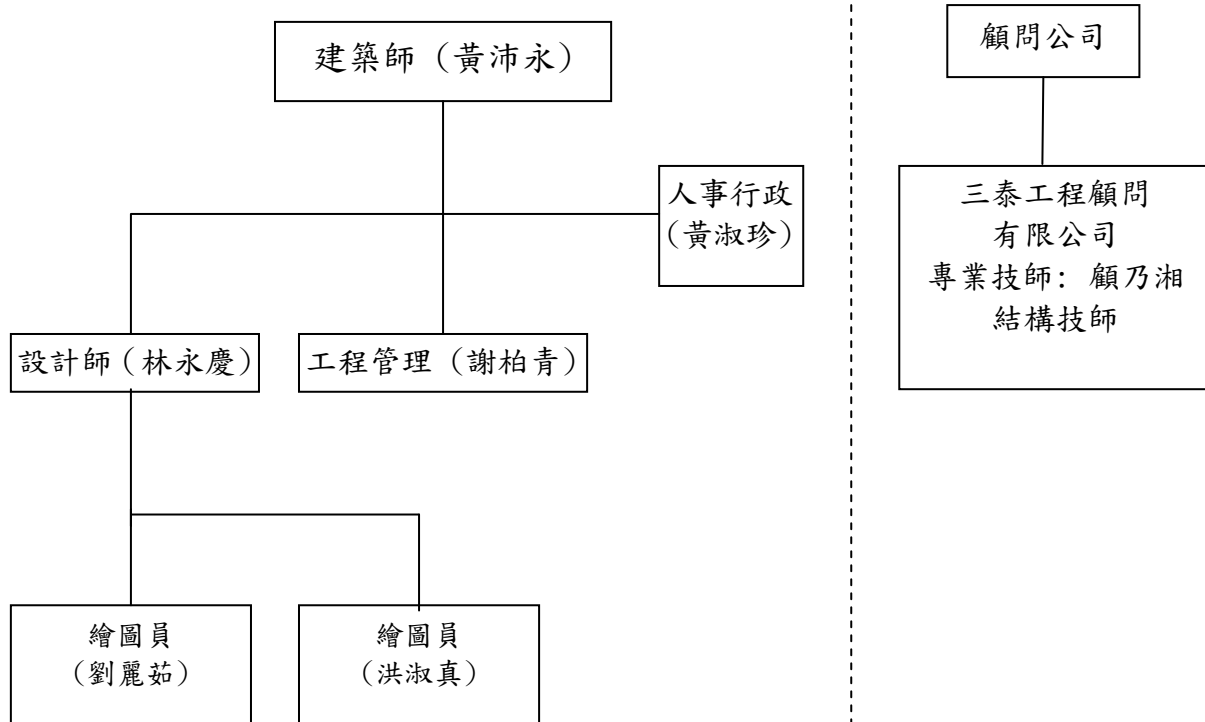
第二節、工作範圍

本案工作範圍，係南投縣立鹿谷國民中學健康中心、電腦教室(敦品樓)耐震能力初步評估，規模為地上二層，鋼筋混凝土造。



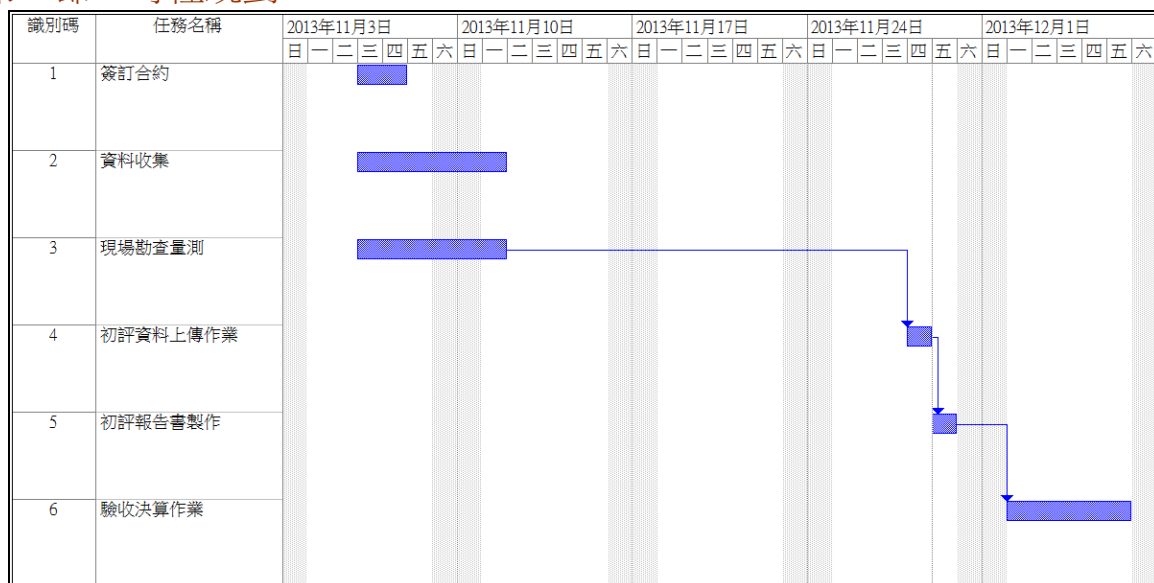
第貳章 工作團隊及時程規劃

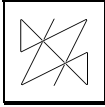
第一節、工作團隊



■ 事務所組織及架構

第二節、時程規劃





第參章 耐震能力初步評估方法

1、基本假設

破壞模式：假設校舍建築之破壞在底層，且校舍建築垂直走廊方向因有多面隔間牆，致使垂直走廊方向之抗震能力增加，故其破壞方向皆為沿走廊方向。校舍建築沿走廊方向之構架多有窗台，考慮窗台及樓板造成梁構材之實際強度及勁度較原設計時增大許多，故假設破壞構材均為柱構材，而梁構材不破壞。

單位面積載重：一般樓層平均單位面積載重為 900 kgf/m^2 ，屋頂平均單位面積載重為 750 kgf/m^2 。

鋼筋及混凝土之材料性質：針對老舊之校舍建築，假設其混凝土抗壓強度 f_c' 為 160 kgf/cm^2 ，鋼筋之抗拉降服強度 f_y 為 2800 kgf/cm^2 。

2、耐震指標 $I S$ 之定義

$$I S = E \times Q$$

其中 E 為基本耐震性能， Q 為調整因子。

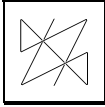
3、校舍基本耐震性能 E 之計算

根據耐震設計規範之地震力計算公式：
$$V = \frac{S_{ad} I}{1.4 \alpha_y F_u} W$$

校舍若具有足夠之耐震能力需要滿足：
$$\frac{(1.4 \alpha_y V) F_u}{S_{ad} I W} \geq 1.0$$

式中之 $1.4 \alpha_y V \cong \tau_{BW4} \sum A_{BW4} + \tau_{BW3} \sum A_{BW3} + \tau_C \sum A_C + \tau_{RCW} \sum A_{RCW}$

其中柱的單位面積極限剪力強度分為三類，計算公式為：



$$\tau_{c(\text{教室柱})} = 1.8 \times NF + 4$$

$$\tau_{c(\text{走廊柱})} = 1.08 \times NF + 2.4$$

$$\tau_{c(\text{隔間牆內柱})} = 2.6 \text{ kgf/cm}^2$$

NF=樓層數

RC 牆單位面積極限剪力強度取 12 kgf/cm^2

三面圍束磚牆單位面積極限剪力 2 kgf/cm^2

四面圍束磚牆單位面積極限剪力 3 kgf/cm^2

一般情況下，柱與牆之極限強度不會同時達到，且同一校舍中，所有構材也不會同時達到其極限強度，所以底層剪力強度必須適度加以修正，故乘以一折減係數 β ， β 取為 0.9 ，可得：

$$\frac{\beta(\tau_{BW4} \sum A_{BW4} + \tau_{BW3} \sum A_{BW3} + \tau_c \sum A_c + \tau_{RCW} \sum A_{RCW}) F_u}{S_{aD} IW} \geq 1.0$$

假設結構之韌性容量為 $a R = 2.2$ ，且假設校舍建築皆為短週期之建築物，則依耐震設計規範中之等能量之觀念，結構系統地震力折減係數

$$F_u = \sqrt{2R_a - 1} \approx 1.844$$

考慮校舍作為一般校舍，用途係數 I 取 1.25 。

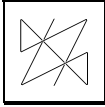
定義校舍基本耐震性能

$$E = \frac{\beta(\tau_{BW4} \sum A_{BW4} + \tau_{BW3} \sum A_{BW3} + \tau_c \sum A_c + \tau_{RCW} \sum A_{RCW})}{\left(\frac{S_{aD} I}{F_u} \right) W} \times 100$$

將上述參數及各構件之極限剪力強度代入上式，可得

柱等效強度

$$\tau_c \sum A_c = (1.8 \times NF + 4) A_{c(\text{教室柱})} + (1.08 \times NF + 2.4) A_{c(\text{走廊柱})} + 2.6 A_{c(\text{隔間牆內柱})}$$



牆等效強度

$$\tau_w \sum A_w = 12A_{RCW} + 2A_{BW3} + 3A_{BW4}$$

校舍總重量可以下式表示

$$W = \frac{(NF-1) \times 900 + 750}{NF} \times Af, \text{ 其中 } Af \text{ 為二樓以上總樓地板面積,}$$

經簡化後可得校舍基本耐震性能

$$E = 0.354 \times NF \times (\tau_c \sum A_c + \tau_w \sum A_w) / ((-1 + 6 \times NF) \times 0.4S_{aD} \times Af)$$

4、調整因子Q 之調查項目

平面及立面對稱性q1

軟弱層顯著性q2

裂縫銹蝕滲水等程度q3

變形程度q4

平面耐震性q5

短柱嚴重性q6

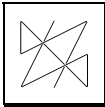
整體調整因子Q為上述六項調整因子之乘積，代表耐震能力的折減或增加：

$$Q = q_1 \times q_2 \times q_3 \times q_4 \times q_5 \times q_6$$

5、耐震能力指標IS 之研判

高於100 分者尚無耐震疑慮，相當於475 年回歸週期之地震發生時，應不至於發生嚴重結構上之破壞，於地震發生後僅需進行簡單之修復即可繼續使用。80 分及100 分者有疑慮，表示校舍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，仍有耐震性能不足的疑慮，其耐震能力之提升(詳細評估等)列為次優先對象。低於80 分者確有耐震疑慮，若有相當於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確認(詳細評估等)，以避免地震發生時造成嚴重傷亡。



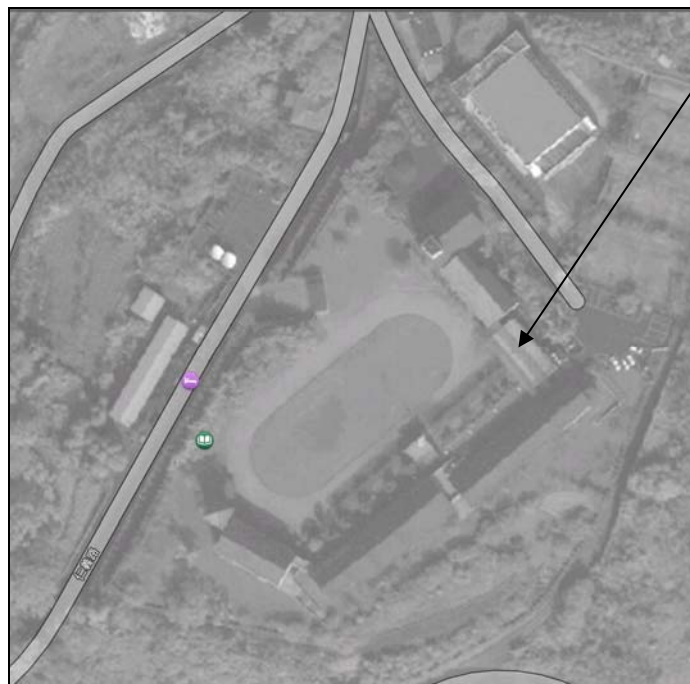
第肆章 標的物現況分析

第一節、標的物概述

4.1.1、學校位址：南投縣鹿谷鄉彰雅村仁義路 94 之 1 號

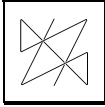


■ 學校位置圖



健康中心、
電腦教室

■ 校舍位置圖



4.1.2、校舍名稱、面積、用途及建造時間

本案標的物於民國 83 年竣工，校舍為地上二層，總建築物高度為 8.65M。

1 校舍名稱：健康中心、電腦教室(敦品樓)

2 總樓層數、面積及用途：地上二層

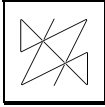
樓 層	面 積	現況用途
一 樓	130.74 m ²	跑道、器材室
二 樓	221.29 m ²	健康中心、教室
總計	352.03 m ²	

3 校舍構造系統及建築型態：鋼筋混凝土造，屬典型校舍，單邊走廊，廊外無柱。

4 本案標的物因地形高低差，一樓面積部分為基礎，因此一樓面積，小於二樓面積。

第二節、地盤資料及調查

4.2.2、地盤種類：依本校鄰近之地質鑽探及土壤試驗之結果，依耐震設計規範規定計算研判應屬第一類地盤，本案取保守計畫，分析時擬採用『第二類地盤』。



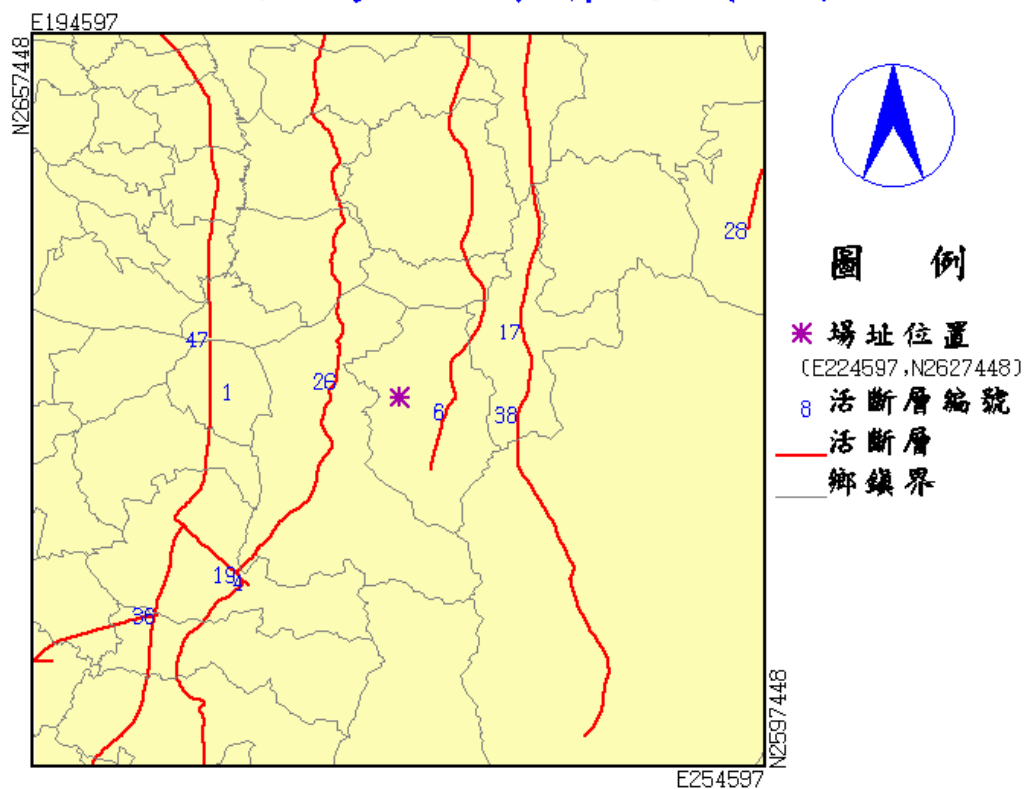
第三節、近斷層帶名稱及距離調查

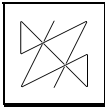
本校校區位處南投縣鹿谷鄉，依據國立中央大學應用地質研究所工程地質與防災科技研究室所提供之台灣活斷層查詢系統所示，距離車籠埔斷層 5.308 Km、距離大尖山與觸口斷層 19.725 Km。因此以近車籠埔斷層調整因子 $N_A=1.07$ 、 $N_V=1.22$

距離場址 30 Km 圖幅範圍內活斷層一覽表

編號	斷層名稱	距離Km	編號	斷層名稱	距離Km	編號	斷層名稱	距離Km
1	九芎坑斷層	15.484	4	大尖山-觸口斷層	19.725	6	大茅埔-雙冬斷層	3.937
17	水裡坑斷層	11.406	19	古坑斷層	19.678	26	車籠埔斷層	5.308
28	武界斷層	31.663	36	梅山斷層	26.729	38	陳有蘭溪斷層	9.807
47	彰化斷層	16.289						

台灣活斷層分布圖





第四節、一般工址設計水平加速度反應譜係數(S_{aD})計算

本建築物座落於南投縣鹿谷鄉，距離車籠埔斷層 5.308 Km、距離大尖山與觸口斷層 19.725 Km。因此以近車籠埔斷層調整因子 $N_A=1.07$ 、 $N_V=1.22$ ，其地盤種類為第二類地盤，依 100 年 7 月建築物耐震設計規範規定其行政劃分及地盤種類查得：

震區短周期設計水平譜加速度係數	S_S^D	0.8
震區一秒週期水平譜加速度係數	S_1^D	0.45
反應譜等加速度段之近斷層調整因子	N_A	1.07
	N_V	1.22
工址短周期設計水平譜加速度係數	S_{DS}	0.856
工址一秒週期水平譜加速度係數	S_{D1}	0.549
反應譜等加速度段之工址放大係數	F_a	1.0
	F_V	1.1
結構基本震動週期($H=8.65M$)	T	0.353

$$S_{DS} = F_a * N_A * S_S^D = 0.856,$$

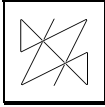
故標的物設計地震等效地表加速度 $A_T=0.4S_{DS}=0.3424g$

$$S_{D1} = F_V * N_V * S_1^D = 0.549$$

$$T_{0D} = S_{D1} / S_{DS} = 0.641$$

$$0.2T_{0D} = 0.128 < T = 0.353 \leq T_{0D} = 0.641 \quad S_{aD} = S_{DS} = 0.856$$

一般工址或近斷層區域之工址設計水平譜加速度係數 S_{aD}				
軟短週期	短週期	中週期	長週期	
$T \leq 0.2T_0^D$	$0.2T_0^D < T \leq T_0^D$	$T_0^D < T \leq 2.5T_0^D$	$2.5T_0^D < T$	
$S_{aD} = S_{DS}(0.4 + 3T/T_0^D)$	$S_{aD} = S_{DS}$	$S_{aD} = S_{D1}/T$	$S_{aD} = 0.4S_{DS}$	

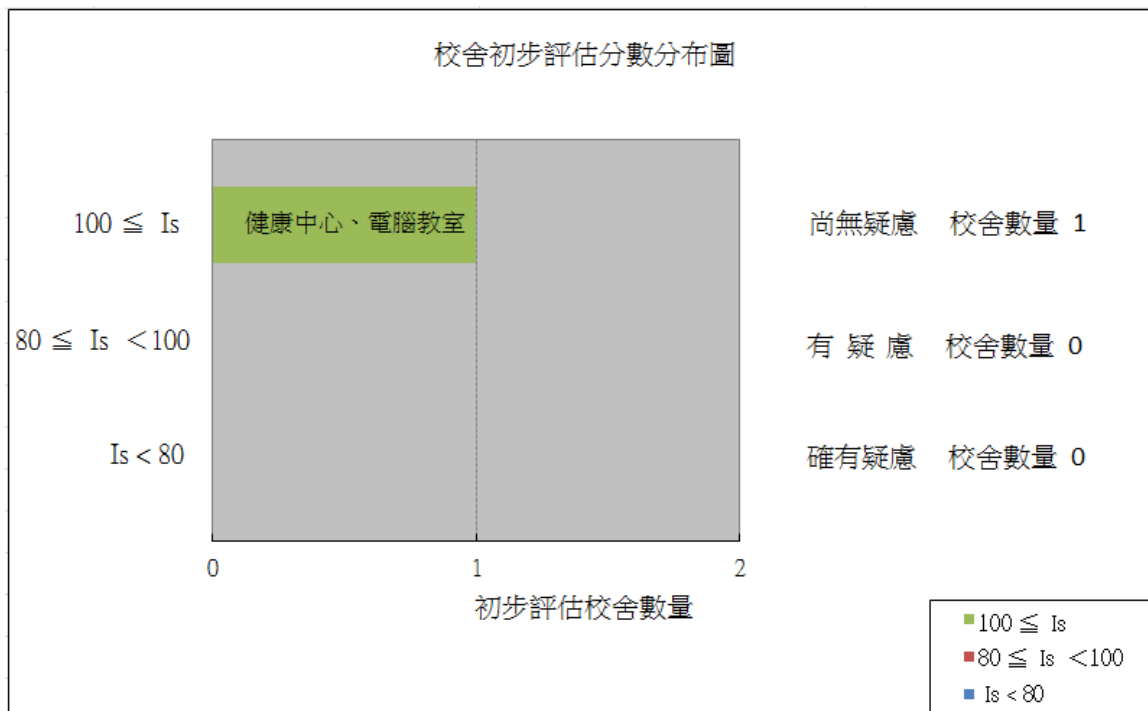


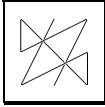
第伍章 結論及建議

本案標的物經耐震初步評估後，健康中心、電腦教室之 $I_s = 104.202$ ，經初步評估之結果為尚無耐震疑慮，相當於 475 年回歸週期之地震發生時，應不至於發生嚴重結構上之破壞，於地震發生後僅需進行簡單之修復即可繼續使用。

本案標的物一樓器材室窗角等有多處裂縫情形，另外有部分滲漏水現象，應予以修復，避免影響使用。

第陸章 初步評估分數分布圖





第柒章 校舍初步評估之耐震指標分數統整表

項次	內容
行政區	南投縣鹿谷鄉
學校名稱	南投縣立鹿谷國民中學
校舍名稱	健康中心、電腦教室
校舍型態	典型校舍
構造種類	鋼筋混凝土造
樓層規模	地上二層
總樓地板面積	352.03 m ²
興建年代	1994 興建
耐震指標 I _s 值	104.202
評估結果	尚無疑慮
評估人	黃沛永建築師

第捌章 附件

- (一)、校舍勘查現況照片
- (二)、校舍一樓結構平面圖
- (三)、校舍耐震能力初步評估表