

# 第四篇 公共建設重建

## 摘要

本篇主旨在說明災後公共建設，而公共建設包含了道路橋梁、學校、公有建築以及文化古蹟等四部份。

道路橋梁是重要的公共設施，此次地震造成臺灣許多交通設施嚴重損毀。災後，救難人員及醫療物資進入災區均需依靠道路橋梁之運輸，故道路橋梁重建工程為所有重建工程之首。本篇除敘述道路橋梁等交通設施在地震中受損情形，並探討道路橋梁造成損害之主要原因。另針對受損較嚴重的台中、南投地區道路橋梁的搶修概況做一說明，最後略述目前道路橋梁修復情形。

九二一地震後行政院立即責成行政院公共工程委員會會同各相關部會成立行政院天然災害勘查處理小組，就災害復建工程進行勘查及審議，復建經費報奉行政院核定後要求立即著手辦理復建工作。學校與公有建築之重建在設計方面引入綠建築之概念並兼具地域特色，使在外觀和功能上呈現嶄新的風貌，達到復建之構造物與週遭環境相融合與低環境負荷之永續經營理念。

在九二一大地震中，許多百年歷史的文化古蹟，如霧峰林宅、鹿港龍山寺等嚴重損毀。在受災初期除請學者專家勘查古蹟受損情形外，各縣市政府亦提出清理、搶修或修復計畫，以確定受損古蹟應搶修的範圍及修護程度。九二一大地震對古蹟保存造成全面性的影響，無論是在古蹟保存觀念、行政作業機制流程、政策及預算編列、技術人才資源運用等各方面都造成極大的挑戰。

本篇列舉二級古蹟霧峰林宅、一級古蹟鹿港龍山寺及三級古蹟員林興賢書院等三個受損較為嚴重之文化古蹟，並闡述其復建計畫、受損狀況及復建情形。由於古蹟修復與重建牽涉的層面極廣，而相關工程之工法、材料、廠商和匠師資格、施工設計、發包及檢驗等規範亟待研議和確定，由此可知古蹟維護與修復之困難程度。

「新校園運動」具有「創意」、「合作」、「參與」三個基本特質。在創意上，「新校園運動」提供了重新思考校園機能的機會，在建築師與學校、地方的合作下，普遍打破傳統的校園格局。許多新學校的創意設計，完全顛覆了刻板的學校印象。為加強與地方合作，「新校園運動」充分發揮了臺灣各界合作的精神。重建過程中，政府機關與民間團體、教育部與營建署以及學校與學校間都發揮了合作精神，共同推動重建工作。「新校園運動」提供各方參與學校設計的管道，設計的過程激發了社區人士對校園的新想像，也讓校園重建成為社區人士關心的焦點。另外，校園重建採用專案管理（PCM），並採最有利標來完成新校園的發包工作。本篇亦詳述二十五所具代表性之學校重建成果，如獲得各年度遠東建築獎及原地改建為地震教育園區而遷校之光復國中等學校。

九二一大地震發生後，杉林溪之唯一聯外道路因土壤、巨石崩落而造成交通中斷。位於杉林溪區內的觀光旅遊設施因而閒置荒廢，鄰近的產業更因道路中斷，百姓無法進出作業，生計堪虞。在公路局工程人員與國軍弟兄的日夜趕工下，施工不到六個月便貫通安定彎工程。但在民國 90 年（2001）7 月的桃芝風災中，好不容易打通的路段因豪雨再度坍塌，導致整個路段直至九二一大地震三週年時仍無法發包完工，對當地居民影響甚鉅。後更改部分路線，改採挖隧道方式，於民國 92 年（2003）5 月 7 日隧道貫通，同年 8 月 30 日完成通車。

地震時由中部橫貫公路受到嚴重創傷，造成全面交通阻斷，其中又以台八線谷關—德基段及台八甲線路段（即俗稱青山上、下線）受創最為嚴重。經過公路局全力搶修下，中部橫貫公路全線於民國 89 年（2000）1 月 18 日全部搶通。雖然公路已經搶通，卻礙於種種因素，無法立即開放給民眾使用，僅能設立管制站，供工作及搶修人員、車輛進入。而台八線里程 38k 之馬陵隧道因其位於河曲攻擊坡之地勢上，在九二一地震後，隧道產生嚴重的龜裂，本篇針對其調查成果、設計理念及施工實務等問題加以探討。此外，新中橫公路於民國 55 年（1999）7 月豪雨及同年九二一集集大地震卻造成 138k+500 處路基缺口與 141k+600 邊坡滑動，導致交通阻斷。

本篇另就東豐大橋、名竹大橋、石圍橋、烏溪橋、貓羅溪橋、一江橋、桶頭橋、新溪南橋、炎峰橋以及集鹿大橋等十五座破壞較嚴重的橋梁，針對橋梁概況、災損情形、震害成因、搶通工作及重建過程等進行詳述。

為紀念在九二一震災中死傷的同胞並提醒政府與民眾反省、重視天然災害之預防及救災措施，經過中央與地方政府邀集相關學者專家前往震央地帶勘查後，建議於台中縣霧峰鄉光復國中操場之斷層隆起災區現址規劃改建為「九二一地震教育園區」，以保存地震原址及紀錄地震史實，並提供社會大眾及學校有關地震教育之活教材。於此先針對初步籌劃與選址過程、園區規劃目標以及園區規劃構想、教育活動之分期構想等方面逐一說明，並敘述園區第一期工程建築師遴選過程及設計理念。

九二一大地震造成臺灣各地建築損毀，為使災區各方面之搶救與重建順利進行，公共建設的重建工作為首要之務。在公共建設重建方面，除古蹟歷史建築具特殊性及複雜性而使得進度緩慢外，整體而言，公共建設進度及績效是值得肯定的。大地震雖帶來破壞，但也產生許多新的價值，包括相關制度、法令的建立及觀念的提升，對於災區的重建恰如浴火重生。

## 第一章 前言

九二一地震為車籠埔斷層錯動所引發之內陸淺層地震，破壞力相當大，形成之最大垂直錯動量達十一公尺，最大水平錯動十公尺以上。斷層帶鄰近地區의各種結構物皆遭受到嚴重破壞，除在台中縣市、南投縣外，遠在震央一百五十公里外的台北地區

亦傷亡慘重。本次地震可說是臺灣近百年來所遭遇最慘重之震災，不但人員傷亡慘重，也震損了許多道路橋梁、學校、公有建築及古蹟等。

嚴重損壞橋梁之破壞模式包括斷層錯動造成落橋、橋墩剪力破壞、橋柱與上部結構之接頭損壞、直橋及斜橋因支承座長度不足而落橋、鋼纜線斷裂以及橋台與邊坡液化造成之基礎破壞等。車籠埔斷層經過之橋梁均發生落橋，由北而南分別為石圍橋、長庚橋、埤豐橋、一江橋、烏溪橋、名竹橋、桶頭橋等。由氣象局所公佈的強震資料可看出，車籠埔斷層以東之地震強度較斷層以西為高。在距離車籠埔以東十五公里之範圍內，最大地表加速度值大於中震區之設計地表加速度 230gal，故大部分損壞嚴重之橋梁均位於車籠埔斷層以東。例如石圍橋附近所量測到之最大垂直地表加速度高達 519gal，造成橋墩傾斜及落橋。而將近完工之集鹿大橋位於震央附近，強大之地表振動造成其鋼纜線鬆脫及橋塔和橋面版嚴重損壞；嚴重損壞橋梁除貓羅溪橋及尚未完工的集鹿大橋外，結構系統大多為簡支式（名竹大橋橋面版為連續版），且具防落裝置。

由於車籠埔斷層經過卓蘭、東勢、石岡、豐原、潭子、大坑、太平、大里、霧峰等幾個鄉鎮市，致使各處道路嚴重受損，橋梁斷裂、倒塌、路面隆起龜裂、路基坍塌下陷、擋土牆位移斷裂、交通工程設備毀損。而杉林溪遊樂區亦為南投縣重要觀光景點，是國內熱門的遊樂勝地。在九二一地震發生後，杉林溪唯一聯外道路因山崩造成交通中斷，其中又以安定彎處最為嚴重，使得杉林溪區內的觀光旅遊設施閒置荒廢，鄰近之產業更因道路中斷，民眾無法進出作業，生計堪虞。溪阿公路搶通工程已使該地恢復道路交通，且居民能夠恢復正常生活，回復往日觀光榮景。

此外，中部橫貫公路共有一百八十公里道路受到嚴重創傷，造成全面交通阻斷，其中又以台八線谷關—德基段及台八甲線路段（即俗稱青山上、下線）受創最為嚴重。中部橫貫公路全線雖已於民國 89 年（2000）1 月 18 日全部搶通，<sup>1</sup>卻礙於種種因素無法立即開放給民眾使用，僅能設立管制站，供工作及搶修人員、車輛進入。部分民眾認為應復建中部橫貫公路谷關德基段以恢復梨山地區往日榮景，但另有學者認為，基於安全、生態以及財政的理由，應立即停止盲目搶修中橫公路，而從開發變更為保育目標，雙方論點均有討論的空間。

因車籠埔斷層幾與台三線相重疊，因此沿線之橋梁都受到極嚴重的損害。129 線一江橋座落於台中縣太平與車籠埔間，其插翅般的落橋景觀堪稱一奇。另因斷層帶延伸到雲林縣草嶺地區，149 線桶頭橋竟完全震毀。而不在斷層帶上的橋梁，如 127 線新溪南橋及台十四線炎峰橋，因橋體遭到強烈剪力破壞，連施工中的集鹿大橋亦不例外。根據評估，石圍橋、東豐橋、一江橋及桶頭橋等四座橋梁必須徹底改建，烏溪橋、名竹橋、炎峰橋三座橋梁則須局部拆除重建。而貓羅溪橋、新溪南橋及集鹿橋等三座橋

---

1 交通部公路局第二區工程處，《九二一地震公路搶修及復建專輯》（臺灣省臺中市：交通部公路局第二區工程處，2000），頁 225。

梁則須採用補強方式修復。<sup>2</sup>

受損重要橋梁在修復或重建時面臨諸多難題，諸如位於地震斷層帶者是否應改線或原址重建問題、落橋防止措施及先進支承系統之引進問題等，及其他涉及地震前完工不久的新橋震損原因之深入探討問題。又如施工中交通維持之便道便橋雖屬簡易工程，但遭逢豪雨、洪水時輒沖毀而斷絕交通，其重要性不容忽視，相關問題亦值得討論。

公有建築物在地震中遭受程度不等的破壞，經行政院核定補助復建經費，並要求立即著手辦理復建工程，使行政作業恢復常軌。內政部在地震後修正建築技術規則，提高災區的震區係數，以在設計規範上提高建築物耐震力。在施工方面，則積極加快重建腳步，並加強品質的控管，提昇工程施工品質。除了要求施工品質的提昇，另一方面亦加強設計及引入綠建築<sup>3</sup>之概念，以期於復建後成為兼具地域特色的現代化公有建築，在外觀和功能上呈現嶄新的風貌，並達到復建之建築物與週遭環境共生共榮，低環境負荷之建築永續經營之理念。

地震後政府將公有建築之重建工作列為優先實屬必要，但九二一地震不僅震出公共工程品質問題，更將累積數十年公有建築產權不清（包括建物或用地）及建築物無使用執照等問題暴露出來。另外，部分公共設施復建計畫尚有用地取得、都市計畫變更或土地編定變更等問題亦未解決，公共設施工程需依政府採購法規定程序辦理規劃設計、發包施工等作業時間，再加上全部公共設施復建工程數量高達一萬餘件，使得為搶救災後續工作的政府機關工作量已超過飽和，致使公有建築之重建工作進度延宕。

經國內各界針對營建品質提出各種檢討及建議，檢調單位對受損公共工程品質亦進行調查，要求工程單位提昇工程品質。但施工品質查核的結果，公有建築重建工程的品質似乎較地震前獲得改進的幅度不高，甚至部分工程發生結構安全堪慮需進行補強，其原因包括國內營建制度並不因九二一地震發生質的改變，即工程施工品質管理仍不為一般營建業者重視。工程主辦機關本身不熟悉品管制度或不具備工程專業知識，無法或無從要求監造單位或承包商提升施工品質。此外，相關部會及地方政府本身即不重視品質，有鑑於此，中央相關補助計畫應考量受補助機關注重施工品質之程度，並將執行進度與施工品質同時作為核撥補助款之依據。

地震後校園倒塌、嚴重毀損者眾多，莘莘學子學習生活非常不便，災區百廢待舉。而全省有多間中小學校舍遭到損壞，有的全毀，有的不堪使用。為了使學生恢復正常作息，保障學生受教育的權力，教育單位配合政府的整體規劃，進行一連串之校園

---

2 交通部公路總局第二區養護工程處，《921 集集大地震公路重要橋梁復建設計與施工》（臺灣省臺中市：交通部公路總局第二區養護工程處，2002），頁 5。

3 內政部建築研究所，<http://www.abri.gov.tw>。

重建工作。為輔導災後學生復學，政府興建簡易教室與加快校園重建腳步。同時，為幫助因地震而心理受創的學生，也提供心理復建及輔導就讀他校，並運用國家資源結合民間力量，鼓勵企業及公益團體認養復建各校校舍。因此，各界莫不競相投入重建工作，而校園重建工程亦為其中亟待進行之任務。教育乃百年大計，校園重建改善校園建築結構，透過社會各界熱心參與，除了將教育改革理念與社區結合外，並融入環保及生態需求於設計規劃中，以前瞻性的眼光建構新教育理念的建築。據此，在校舍的設計上，依據全校師生與地方之需求及特色作為重新設計之考量重點，以建造出特色分明的新式校園，給學生一個更開放活潑與具有地方特色的學習空間。

由於古蹟年代久遠以及結構材料不同於一般建築，因此在九二一地震中受損相當嚴重，鮮少有未遭受損壞者，古蹟保存面臨史無前例的挑戰。鑑於古蹟是歷史的見證者，亦是無可取代的文明寶藏，更是思考力與創造力的泉源，因此震災受損古蹟的保存與修復亦為重建工作重要的一環。地震後，以二級古蹟霧峰林宅受損情形最為嚴重，修復經費高達數億元。另外，南投縣內著名的三家書院，包括集集的明新書院、草屯的登瀛書院和南投的藍田書院，均屬三級古蹟。經歷大地震過後，明新書院和登瀛書院的毀損情形並不嚴重，結構體未受到影響；而藍田書院因處於地震帶上，毀損情形較為嚴重。另外，屬於一級古蹟的鹿港龍山寺因年代已久，九二一地震使得該寺山門木柱移位、正殿屋脊斷裂、山牆傾斜、後殿後墻坍塌。由於在九二一地震後又發生了一〇二二大地震，對古蹟的維護更是雪上加霜，重建工作更形困難。此外，彰化縣員林鎮興賢書院於九二一震災後，其正殿全部坍塌，右側廂房部份坍塌，僅存前院之敬聖亭與丹墀前之龍形陞路石雕仍完好。但由於面臨嚴重之產權糾紛及佔住等問題，且發生佔住書院內的居民將具有歷史價值的彩繪橫樑鋸斷之事，使得該書院重建過程困難重重。

九二一集集大地震後社會各界便興起建造地震博物館、紀念館或紀念碑等想法，以紀念在這次災難中死傷的同胞，並提醒政府與民眾反省、重視天然災害之預防及救災措施。經過中央與地方政府邀集相關學者專家前往震央地帶勘查後，將台中縣霧峰鄉光復國中操場之斷層隆起災區現址規劃改建為「地震紀念博物館」，以保存地震原址及紀錄地震史實，並提供社會大眾及學校有關地震教育之教材。繼而，於民國 90 年 (2001) 2 月 13 日更名為「九二一地震教育園區」，以彰顯其紀念及教育意義。

因重建會為九二一震災災後重建之主管機關，為有效提升重建工程施工品質，重建會於 91 年 (2002) 11 月 7 日依據行政院公共工程委員會頒布之「工程施工查核小組組織準則」及「工程施工查核小組作業辦法」，正式成立「工程施工查核小組」，並全力推動查核機制。對查核缺失嚴重之工程，除進行責任追究外，並公諸於媒體，借用輿論力量，對重建工程相關之主辦機關、監造單位及廠商施以雙重壓力，並督促各工程主管機關之工程施工查核小組加強查核，以有效提昇重建工程品質。

## 第二章 整體性重建工程

### 第一節 道路橋梁搶通及復建工程

#### 一、前言

九二一集集大地震造成苗栗縣、台中縣市、南投縣等地區道路及橋梁嚴重災害。受震災區災情嚴重，由於救援人員、補給物資、醫療設施及受傷民眾後送等均須依賴道路橋梁運補，因此，道路橋梁搶通刻不容緩。

由於地震造成近千座橋梁受損，嚴重損壞橋梁之破壞模式包括斷層錯動造成落橋、橋墩剪力破壞、橋柱與上部結構之接頭損壞、直橋及斜橋因支承座長度不足而落橋、鋼纜線斷裂以及橋台與邊坡液化造成之基礎破壞。由於橋梁為國家經濟運輸之命脈，一旦在地震中損毀，將造成救災的困難，救難人員與賑災物資也將因橋梁之中斷而無法運輸。在九二一地震時，車籠埔斷層經過之橋梁均發生落橋，由北而南分別有石圍橋、長庚大橋、埤豐橋、一江橋、烏溪橋、名竹大橋、桶頭橋等。另外，對於道路方面，位於台中地區有台三線、台八線、台八甲線、127 線、129 線、及 136 線等六條路線，以及在南投地區則有台十四、台十四甲、台十六、台十六甲、台十八、台二十一、台二十一甲、投 60、131、136、149、149 甲、149 乙、151、158 甲、投 67、投 69 等十八條路線均嚴重受損。<sup>4</sup>道路橋梁破壞受損造成之不便，在這次大地震中可以深刻的體會到。而這次地震也提供一個寶貴的經驗，那就是如何在最短的時間內作緊急搶修，以及如何在最短的時間內修復重建，使中斷的交通儘速恢復。

在地震發生之後，負責搶修公路的交通部公路局，按照公路災害事故處理程序作業手冊之規定，在三小時內派出勘查受災狀況之勘災人員，迅速回報受災狀況，繼由受災狀況來判定搶修工作，並直接派遣工程隊及雇用當地之工程包商，馬上進行搶修工作。搶修係以達成可供小汽車通行為主要目標，若無法在短期間內達成搶通之目標時，則儘速研擬替代路線。統計資料顯示，全臺灣在此次大地震總計受損的公路路線數為 55 條，橋梁 27 處；其中由公路局負責養護的有四十三條路線（造成交通阻斷的公路則有三十三條；包括六座橋梁），受損地點共有 711 處。因此，在主要災區所包含的南投縣全境及台中縣部份鄉鎮之對外聯絡道路全部中斷。<sup>5</sup>

#### 二、受災情形

有關公路交通阻斷部份，除了橋梁斷落之外，一般性道路多因地層在斷層處隆起，造成公路斷裂。另外，由於在此區域內有許多道路為山區公路，多數皆有邊坡穩定及落石問題，因遭到落石坍方阻斷或路基塌陷流失以致交通中斷的道路亦不在少數。公路局二區工程處轄養的路線涵蓋苗栗、台中、彰化、南投四縣市，其中彰化縣因未

4 國家地震工程研究中心，《九二一震災調查分組報告》，第六章橋梁、道路及交通設施震災，（國家地震工程研究中心，2001），頁 1。

5 同前註。

受九二一地震嚴重影響，道路狀況較為良好；苗栗縣道路除 124 線、126 線及台三線坍方造成短暫性交通中斷外，其餘路況皆可通行。下列說明各地橋梁及鐵路交通受損狀況：

#### (一) 台中縣部份

集集大地震車籠埔斷層由北向南經過卓蘭、東勢、石岡、豐原、潭子、大坑、太平、大里、霧峰等幾個鄉鎮市，導致台三線、台八線、台八甲線、127 線、129 線、及 136 線等道路嚴重受損，橋梁斷裂、倒塌、路面隆起龜裂、路基坍塌下陷、擋土牆位移斷裂、交通工程設備毀損。其中橋梁損毀部份包括：(1) 台三線 163.35 公里處之石圍橋；(2) 台三線 167.89 公里至 168.46 公里之東豐大橋；(3) 台三線 210 公里之烏溪橋；(4) 127 線 15.7 公里之溪南橋；(5) 129 線 25.23 公里之一江橋。道路部份則以中部橫貫公路之台八線及台八甲線受損最為嚴重，坍方數量高達一百五十萬立方公尺。<sup>6</sup>

#### (二) 南投縣部份

全縣路基缺口及坍方路段，共計有台十四、台十四甲、台十六、台十六甲、台十八、台二十一、台二十一甲、投 60、131、136、149、149 甲、149 乙、151、158 甲、投 67、投 69 等十八條路線。橋梁損壞較嚴重者為台三線貓羅溪橋、名竹橋、台十四線炎峰橋、149 線桶頭橋。

#### (三) 鐵路系統方面

鐵路系統以山線一號隧道、大甲溪橋、集集支線、台中港 1-4 號碼頭線及台中、集集車站受損較嚴重，而縱貫線鐵路橋梁之損壞較輕。山線一號隧道、集集線一、二、三號隧道需要檢修，山線大甲溪橋、縱貫縣曾文溪橋、北子店溪橋、濁水溪橋、林子頭溪、八掌溪橋、集集線林尾溪橋等七座須施工加固。

集集線隘寮溪橋、第二濁水溪橋、集集溪橋三座橋梁需要重建，大甲溪橋有較嚴重之橋墩受損情況，但因三義隧道受損及部分軌道挫屈或電車線斷落而必須暫時停駛山線，對南北交通造成重大之影響。鐵路集集支線除路基、護坡、邊坡坍方處理及加固復舊外，亦因嚴重之斷層錯動而嚴重扭曲斷裂，並造成二至三公尺之垂直高差而停駛。<sup>7</sup>

#### (四) 施工中之中部第二高速公路

施工中之中部第二高速公路在九二一地震中由於其部分路段接近車籠埔斷層因此亦遭受不同程度之損壞，其中最嚴重當屬施工機具之倒塌，例如幾乎所有之混凝土拌合廠都受到嚴重之損壞。其他受損情況分別為施工中預力混凝土

---

6 吳鎮鐘·《九二一地震本處轄線災害及修復情形綜合報告》(臺灣省臺中市：交通部公路局第二工程處，2002)。

7 九二一震災災後重建推動委員會·《九二一重建經驗》，第三篇，頁 3。

樑掉落損壞、支承損壞、大樑移位、橋台裂損及基樁受損。<sup>8</sup>

### 三、橋梁震害主因

探究此次九二一地震中橋梁震害的原因，除了斷層帶通過或靠近橋址造成嚴重破壞外，其餘受損橋梁多因地震強度超過橋梁設計之耐震範圍。以下簡述橋梁震害主要因素：

#### (一) 橋址靠近斷層帶

集集大地震主因是台中盆地東緣與臺灣西部山麓帶間之車籠埔斷層再度錯動所引起。本地震震央位於集集附近，震源深度約八公里，而車籠埔斷層為約呈南北走向的逆衝斷層，由草嶺經桶頭向北遇竹山，橫跨名間、南投、中興新村，斜切烏溪橋、霧峰、車籠埔、太平、大坑、豐原到東勢，然後向北延伸至卓蘭、三義附近，斷層總長度達八十公里以上。公路總局轄養台三線卓蘭至竹山段（163 公里至 236 公里）共計七十三公里，方位呈南北走向，與車籠埔斷層甚為接近，且幾乎呈平行，故地震後道路柔腸寸斷，該路段上計有石圍橋、烏溪橋、名竹大橋及 129 線一江橋、149 線桶頭橋。由於橋梁位於斷層帶上，在地震時均發生落橋情況，而靠近斷層帶者則有台三線東豐大橋、貓羅溪橋、台十四線炎峰橋等三座橋梁受到重度損害，橋址位於斷層帶或靠近震央為本次地震造成橋梁損害之原因之一。<sup>9</sup>

#### (二) 地震強度超出橋梁原設計之耐震範圍

臺灣地區橋梁設計對地震因素之考量，由民國 49 年（1960）迄今經歷數次修訂，<sup>10</sup>茲概述如下：

1. 民國 43 年（1954）12 月中國工程師學會台北分會所列出之『袖珍工程手冊』第二版，將臺灣地區分成兩種不同震度區域，並建議分別採用兩種不同地震設計係數作為臺灣地區水平地震係數設計值。臺灣地區除東北部、台北、基隆、宜蘭蘇澳、淡水及南部高雄、屏東、恆春等處水平地震係數定為 0.1 外，其他地區均為 0.15。民國 57 年（1968）6 月 6 日發行「袖珍工程手冊」增訂版，在地震設計相關部份則完全相同，未見任何修訂。
2. 民國 63 年（1974）11 月中國工程師學會四版「袖珍工程手冊」中將臺灣原劃分為 0.15 水平震度係數區域再細分成 0.15 及 0.2 兩種不同水平地震係數，且將花東、南投、嘉義、雲林等地提高為 0.2，即將臺灣地區劃分為 0.1、0.15 及 0.2 三個震區。民國 76 年（1987）1 月 19 日交通部頒布之「公路橋梁設計規範」重新修訂規範，並納入耐震理論之觀念，且將地質因素、動力反應因素

8 同上註。

9 交通部公路局第二區工程處，《九二一地震公路搶修及復建專輯》，頁 6。

10 同上註，頁 6-8。



列入考量，將臺灣分成強、中、弱三個地震分區，其設計水平地震係數依地盤面至橋墩（橋台）支承頂之高度大於或小於十五公尺決定之。

3.民國 84 年（1995）1 月 9 日交通部頒布之「公路橋梁耐震設計規範」引進美日之「韌性設計觀念」<sup>11</sup>，對臺灣地區之震區劃分為一甲區、一乙區、二區、三區等四個地震分區，針對水平地震力係數再予以修訂。

民國 88 年（1999）九二一地震後，行政院國科會國家地震工程研究中心針對九二一地震之特性建議交通部民國 84 年（1995）頒布之「公路橋梁耐震設計規範」中有關一甲區、一乙區、二區、三區等四級修正為地震甲、乙二區，其對應之地表加速度為 0.33g 及 0.23g<sup>12</sup>，且將台北盆地工址正規化水平加速度反應譜係數之最高值由 2.0 提昇至 2.5，其餘相關耐震設計規範，仍參照交通部於民國 84 年（1995）頒布之規範。本次地震受損橋梁之設計時期大致分佈在民國 40 年（1951）至 80 年（1991）代之間，其所遵循耐震規範已如前述，而九二一地震後依新修訂耐震標準，台中、南投二縣均屬地震甲區，其設計地震力係數相同。由此可知，若以民國 76 年（1987）規範設計時，尚需提昇設計水平地震力，且以結構補強方式來提昇其結構韌性。以民國 84 年（1995）規範設計時除了須提昇設計水平地震力外，並須檢核原韌性設計是否滿足實際韌性需求，才可達到九二一地震後交通部修訂之耐震標準。因此，當橋址處發生的震度遠高於橋梁原設計之耐震範圍，亦為此次震害之原因。民國 76 年（1987）至民國 84 年（1995）、民國 84 年（1995）至民國 88 年（1999）九二一地震前、九二一地震後之臺灣地區地震區域劃分圖如見圖 4-1。

由上述修訂的條文與地震資料可知，九二一集集大地震強度遠超過橋梁設計強度，因此造成部份橋梁產生嚴重破壞甚至於落橋。<sup>13</sup>

#### 四、道路橋梁搶通

九二一集集大地震造成中部苗栗、台中、南投等縣市人員傷亡慘重，震損了許多道路橋梁及水利港灣設施，導致醫院、學校、住宅、公寓大樓之建築物損毀及倒塌，更引起大規模的山崩與土壤液化災害。公路總局轄養數座靠近斷層之重大橋梁遭震落、震損，因而交通中斷，地震過後救災為刻不容緩的工作，受震災區需要之救援人員、物質、醫療設施及傷亡民眾安置等均賴道路及橋梁運補，因此，橋梁道路搶通工作十萬火急。

---

11 韌性設計的基本目標乃為防止構材脆性的剪斷破壞，而脆性破壞的型式常受到各種因素相互的影響。

12 g 為重力加速度。

13 交通部公路局第二區工程處，《九二一地震公路搶修及復建專輯》，頁 6-8。

橋梁在救災過程中扮演著重要的角色，集集大地震後臺灣中部的橋梁大部分受損，而由於救災時間緊迫，如何在最快的時間內搶修中斷的交通，考驗著橋梁工程師的智慧。在九二一集集大地震中橋梁受損程度不一，考量橋梁受損程度及救災之急迫性，對於橋梁之搶修有幾種不同的模式。嚴重受損之橋梁，包括橋梁全毀、落橋、橋面嚴重下陷者，若有替代道路之橋梁，採用封閉橋梁之措施，利用封橋期間進行緊急搶修或重建。嚴重受損之橋梁，但無替代道路者，則視地理位置與地形採用不同之緊急便道（例如鋼筋混凝土涵管便道，鋼涵管便道，貨櫃內填砂石堆積成通車便道以及鋼橋便道）。受損程度中等之橋梁（包括預力樑龜裂、橋柱產生裂縫者），則採用鋼構架緊急支撐，以及限重限速之措施。受損程度較輕之橋梁（包括橋面龜裂及橋台輕微受損者），則採用限重限速之措施。

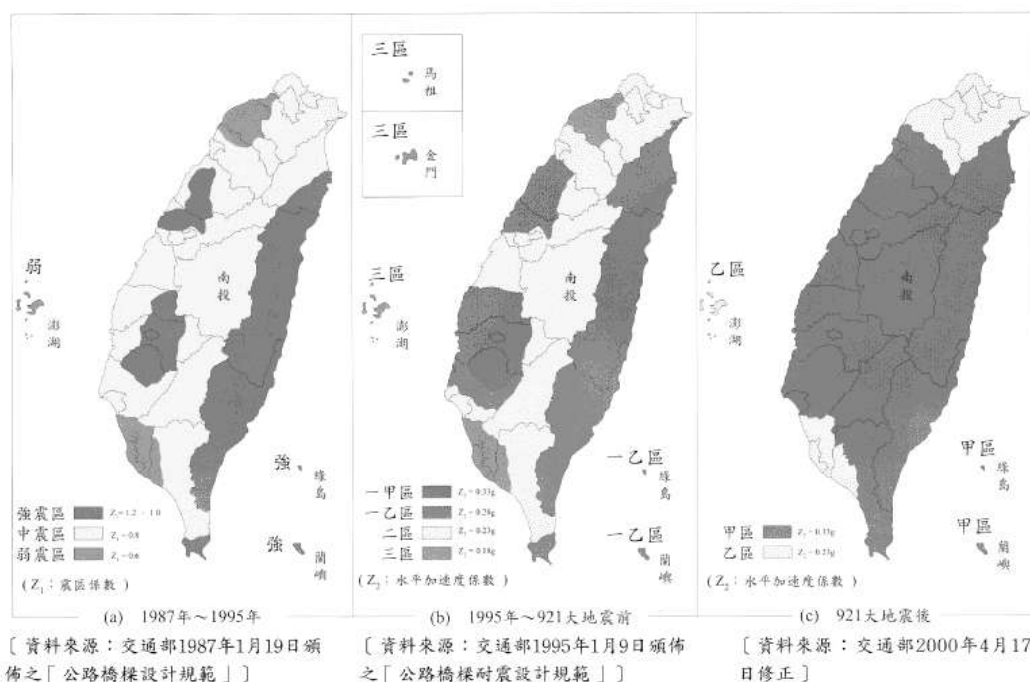


圖 4-1 臺灣地震區域劃分圖

資料來源：交通部公路總局

公路局工作人員發揮高度智慧與膽識，於地震後立即對震損橋梁辦理加固或於橋旁鋪築便道，在震後短期內即恢復通往災區之主要交通，加速災後救援復建之工作。現就部份重要橋梁及道路震損後搶通與復建情形，分別概述如下：

(一) 台中縣搶修及修復情形

在道路部份，台八線東勢<sup>14</sup>至谷關（34.5 公里）及德基（62 公里）至大禹嶺（112 公里）於民國 88 年（1999）9 月 23 日搶修完成，並恢復對外交通。而谷關至德基段（含台八甲線），因坍方及缺口大部份集中於此路段，沿線路基多處流失坍方量高達一百五十萬立方公尺，五立方公尺以上巨石佔 30%需鑽孔開炸，且台八線中因多處隧道坍塌，搶修機械全部無法通過，亦須以爆破及破岩機等方式處理始能推進，進度大受影響。經公路局工務段人員分為四個工作面全力搶修，於民國 89 年（2000）1 月 18 日搶通。然而公路雖已搶通，卻礙於種種困難因素無法立即開放給民眾使用，僅能設立管制站供工作人員車輛進入。民國 89 年（2000）5 月 17 日中部地區再次發生芮式規模五點三餘震，台中縣長廖永來提議中橫封山，讓大自然休養生息。公路局為瞭解各有關單位與地方意見，遂於民國 89 年（2000）5 月 26 日召開「中部橫貫公路修復公聽會」。會中決議先將中橫公路暫停修復，另委託顧問公司進行調查評估，六個月內提出報告。在未開放通車前需維持梨山地區水果及蔬菜等之運輸，擬先行改善華岡—果四區—力行產業道路全長約六十二公里路段作為替代道路。民國 89 年（2000）5 月 31 日交通部葉菊蘭部長正式裁定：谷關到德基段台八線青山上線長期封閉，壩新路口到德基的青山下線（即台八甲線）於颱風季節後修復通車。

在橋梁部份，修復原則以地震一甲區<sup>15</sup>為基準進行耐震設計，上部結構系統儘量採用鋼橋，橋面採用鋼浪板配合混凝土橋面版系統，並避開原有基礎影響及減少阻水，採用較大跨距之橋梁型式減少基礎數量並加設防止落橋裝置。茲簡述如下<sup>16</sup>：

- 1.石圍橋橋面南下二孔，北上一孔塌陷，無法通行予以封閉。民國 88 年（1999）9 月 28 日完成上游側便道供車輛通行。修復原則採預力樑及壁式橋墩沉箱基礎構造，於民國 89 年（2000）12 月 14 日完工。
- 2.東豐大橋橋墩龜裂七座，橋面龜裂長二百八十八公尺，下陷部分計有一百四十三公尺，部份預力樑移位，搶修時以支撐加固，於民國 88 年（1999）10 月 10 日完成。主橋修建分二階段進行，第一階段新建十五公尺寬，於民國 90 年（2001）5 月 30 日完成；第二階段打除原橋十八公尺寬，民國 91 年（2002）4 月 20 日完成。
- 3.烏溪橋橋面二孔落橋，墩柱受震傾斜，因無法通行予以封閉。於民國 88 年（1999）9 月 22 日施作繞道指示標誌改由中投快速公路來往。該橋修復時採部分打除重做與部分橋台保留下部結構，上部結構全部打除重做兩種方式，於

---

14 中部橫貫公路起始處。

15 對應之地表水平加速度為 0.33g

16 吳鎮鐘，《九二一地震本處轄線災害及修復情形綜合報告》。

民國 90 年 ( 2001 ) 3 月 15 日完工。

4. 溪南橋受損情形為橋面與 Y 型橋墩接觸部份龜裂，為顧及行車安全予以封閉改由舊溪南橋通行，其修復採碳纖維複合材料 ( CFRP ) 補強方式辦理，並於民國 88 年 ( 1999 ) 10 月 27 日完成。

5. 一江橋橋面九孔落橋，無法通行。為維持交通，於民國 88 年 ( 1999 ) 9 月 21 日下午 5 時即完成便道，惟因上游坍塌形成水潭恐潰決影響行車安全，即在高灘地再搭設鋼便橋並於民國 88 年 ( 1999 ) 10 月 21 日完成通車，其修復方式係將全部打除重做，並於民國 90 年 ( 2001 ) 5 月 8 日完成。

## ( 二 ) 南投縣搶修及修復情形

路基坍方部份，台十六線地利至合流坪段及台二十一線 138 公里至 147 公里處，因坍方數量龐大清除不易，於民國 88 年 ( 1999 ) 10 月 15 日始搶通。名竹橋、桶頭橋施設便道分別於民國 88 年 ( 1999 ) 10 月 4 日及 10 月 6 日通車，其餘路段均於民國 88 年 ( 2000 ) 9 月 29 日前搶修完成恢復通車。<sup>17</sup>

橋梁部份<sup>18</sup>，貓羅溪橋柱頂與鋼帽樑交接處產生剪力裂縫，於民國 89 年 ( 2000 ) 12 月 6 日以臨時支撐完成加固，開放小型車通行，重車則繞道平林橋。修復方面則以鋼板被覆，於民國 89 年 ( 2000 ) 12 月 30 日完成。

名竹大橋竹山端部份，一百七十五公尺之橋梁震落損毀，為避免台三線交通中斷，車輛往來須繞道集集或二水。為施設便道因須克服濁水溪河床與名竹大橋橋面之落差 ( 高達十一公尺 )，又因南投地區預拌混凝土廠損毀無法供應物料，故採用貨櫃內部充填砂石料做為路堤基礎及擋土牆。此種工法曾於賀伯颱風時採用 ( 台二十一線陳有蘭溪橋 )，對於道路搶修涉及高填方作業，其成效極佳。該便道於民國 88 年 ( 1999 ) 10 月 4 日完成，至於修復則採五跨連續鋼橋設計，於民國 89 年 ( 2000 ) 12 月 5 日完成。

炎峰橋部分橋墩與帽樑錯開最大約四十公分，部分橋面相對位移約六十五公分，伸縮縫多處損壞。災害發生後為減少車輛撞擊及減低車速，封閉兩側車道，僅開放中間二車道，並在上游側加設便道。修復則以基礎連結加固，橋面損毀部份打除重做，以兩側拓寬二公尺為原則，並於民國 90 年 ( 2001 ) 4 月 30 日完成。

桶頭橋因斷層帶通過，橋面版預力樑帽樑均扭斷完全倒塌無法原貌修復，於原橋下游修建便道暫時維持通車，原橋則以鋼樑及連續跨度方式辦理改建，於民國 89 年 ( 2000 ) 年 12 月底完成。

## ( 三 ) 重建件數

---

17 同前註。

18 同前註。

表 4-1 道路橋梁重建件數

預算別	工程件數
88 年下半年及 89 年度追加預算	5,421
90 年度特別預算及基金	2463
合計	7884

資料提供：九二一重建委員會

## 五、橋梁全面安檢及工程耐震設計規範

基於公路橋梁安全性的考量，如何避開斷層帶或是強化橋梁耐震度是橋梁規劃設計的重點工作。由於台灣位處環太平洋地震帶上，斷層密布，且地狹人稠，道路、橋梁的規劃很難全面避開斷層帶。因此，如何增進橋梁的韌性與柔性，採用能吸收地震能量的材料，有效利用和緩減震技術，增設耐衝性的防止橋面掉落措施，重視橋墩基礎、防止土壤液化、地層或土層滑動移位對橋梁基礎的影響，確實掌握橋梁在地震中的動力行為，為提高交通安全的必要措施。<sup>19</sup>

為提升橋梁耐震力，交通部已要求交通工程單位，全面檢查橋梁安全性並改用鋼骨等韌性材料，取代普遍使用的水泥橋。災後中部地區道路橋梁設計特以可承受震度八級之地震一甲區的基準進行工程耐震設計。為有效降低橋梁上部結構的靜載重，減少地震震動時之慣性作用力，橋梁上部結構儘量採用鋼骨及鋼橋面板系統。如中部第二高速公路，九二一地震時，沿線橋墩倒塌一百七十七根，正可藉著此次重建工作改採鋼性橋墩及橋面板設計。橋梁則可採用連續橋梁結構，以彈性固定方式分散地震力。另外，採購國外具橋梁施工實績的隔震支承，以降低地震力的影響。考慮使用韌性設計，可增加橋梁非彈性變形之能力，以吸收地震能量，並採用多重具耐衝擊性之防止落橋裝置。

## 六、困難及解決方式

### (一) 遭遇問題

多項橋梁工程，雖已緊急委辦設計完成，但受限於司法調查作業等影響，導致各橋梁發包重建延遲，且遇上雨季及颱風季節，難以進行橋基作業，重建工作嚴重受到耽擱。<sup>20</sup>

災後道路損壞均屬局部損壞，再因土石鬆動，道路遇雨即坍方，其所造成範圍已逾震災所造成者。震災後許多災害未能及時處理導致連續豪雨時出現更

19 國內「公路橋梁耐震設計規範」劃分為三區四級，依耐震強度規範高低順序，劃分為地震一甲區、地震一乙區、地震二區及地震三區。一甲區可承受的地震震度為八級，一乙區為七級，第二區六級，第三區為五級

20 九二一震災災後重建推動委員會，《九二一重建經驗》，第三篇，頁 4。

嚴重災情，阻礙交通，致原核定災修工程現場，無法前往施工。而新災情又缺乏復建經費致未能迅速展開災修，舊有災害繼續擴大，形成惡性循環。另外，重建工作欠缺整合性跨部會災修復建計畫，農委會水土保持局、交通部公路總局、經濟部水利署、農委會林務局及各縣市政府、鄉鎮市公所，然各自執行其災修復建計畫，導致介面整合問題叢生，使災修工程事倍功半。地方政府與鄉鎮市公所未能充分協調分工及分層負責，復建工程數量龐大，縣政府人力不足，產生延遲發包，品質與控管遭遇問題。<sup>21</sup>

## (二) 解決方式

因司法調查蒐證作業，致橋梁工程發包重建延遲，重建會乃積極協調法務部協助加速司法調查，橋梁工程發包重建順利完成。

對土石鬆動、道路遇雨即坍方的問題，則加強上邊坡及源頭治理，採全面整合整治方式，俾使災情縮小。震災復建計畫採整合方式辦理，農委會水土保持局、交通部公路總局、經濟部水利署、農委會林務局及各縣市政府、鄉鎮市公所人員一同現地實勘，全面解決問題。<sup>22</sup>

## 七、鐵路設施耐震及安全維護<sup>23</sup>

在九二一地震中，台鐵除因三義隧道局部襯砌剝落使得山線停駛十八天外，而集集線橋梁亦因路基隆起致使軌道扭曲，至 89 年 (2000) 3 月方修復通車。於此其間少部份站房、雨棚受損，軌道挫屈、電車線拉斷以及區間性列車停駛，幸而環島鐵路網仍維持暢通，對震災期間人員、物資的運輸，發揮穩定力量。

鐵路係由路線、車站、調車場等的土木、電氣、電力、號誌、通訊等設備及列車車輛等整合成之大系統，任何部份的災損，都會直接或間接影響正常營運及行車安全。因此，如何及早掌握地震狀況以及適時讓列車斷電，並在受損之危險地點前將列車緊急停下，為鐵路運輸在安全維護上必須格外注意之處。

在大地震發生後，台鐵立刻以無線電話通知列車停駛並派員巡查路線及設施。在確認安全無虞後，再通知第一班列車慢速試行通過，後續列車則依試行狀況，逐步提高速度運行。

台鐵計劃建立整體防災體系，以利預先掌握颱風、豪雨、地震等動向，並透過自動化及電腦化設備與號誌、電力及無線電通訊設備之連結，使列車在超過設定值的天然災害發生時能夠緊急停車，將損失減至最小。此系統與中央氣象局的大系統及高鐵的類似系統共享資源，以發揮效果並降低成本。

此外，震災地區的長軌因受地震力擾動，內應力分佈不均，造成冬季容易斷軌，

---

21 同上註。

22 同上註。

23 交通部高速鐵路工程局，交通部鐵路梁耐震設計規範，<http://www.hsr.gov.tw/>。

夏季容易軌道挫屈，影響往後的行車安全。因此，必須選擇適當時機解除應力，以維持其通車時的安全性。

## 八、地工結構物之震害及因應對策

地震對地工結構物之破壞主要因為斷層破裂帶隆起及地震震波的衝擊，造成基礎、邊坡、隧道等結構物剪裂傾斜，或因土壤液化而造成路堤龜裂、噴沙及基礎沉陷，茲將破壞部位補強方式敘述如後：<sup>24</sup>

### (一) 基礎部分

基礎工程的破壞主要是斷層破裂帶錯動隆起而造成其破裂、傾斜或位移。以橋梁基礎為例，若為淺基礎（直接基礎）之破壞傾斜，可視影響程度給予補強或敲除重建。對於深基礎（樁基礎）部分，則須先挖掘檢視樁帽與基樁間破損情況以及樁體破壞、傾斜情形，再給予必要的補強或補樁，甚至改變結構型式（如橋梁改為路堤通過）以減低風險。以南投路段包尾山穿越橋橋台基礎傾斜破壞為例，該橋在開挖檢視後，發現橋台基樁因受斷層推擠位移而剪斷，需將斷樁以上之結構體敲除重建，並視需要再予補強。

### (二) 邊坡部分

邊坡破壞有些是因斷層剪動造成邊坡保護工的損壞，例如，二高南投休息站北側邊坡混凝土格樑的損壞。有些則是因地震震波造成邊坡滑動，如二高南投休息站東側農路邊坡坍塌。另外，九份二山則屬地震引起大規模邊坡順向坡滑動，地工技術並無法克服。邊坡破壞補強方式有：

- 1.對於邊坡地表之裂縫先進行灌漿填補，以防止雨水或地下水滲入產生進一步破壞。
- 2.依所需之坡面進行清除，或修整坍塌土石及有潛在滑動之地層。
- 3.修護既有之保護工並依其破壞模式增加地、岩錨等補強措施。

### (三) 隧道部分

#### 1.中寮隧道

此次九二一地震對公路局主辦的隧道工程影響較為輕微，僅二高後續計畫 C377 標之中寮隧道北口覆版段（0K+748 至 0K+823）沿原設計襯砌伸縮縫（每六公尺一處）發現環向裂縫。由於此位置係旗山斷層帶通過，原設計即已考量斷層可能發生錯動而加強結構設計及設置襯砌伸縮縫，以防止隧道襯砌受斷層錯動影響而發生嚴重破壞。故此次伸縮縫位置受地震影響發生龜裂符合原設計理念，經原規設單位及公路局人員現場會勘後研判安全無虞，並於工地以砂漿修補裂縫後即可達設計標準。

---

24 交通部台灣區國道新建工局結構組，《集集大地震對結構物之震害及因應對策》（交通部台灣區國道新建工局：台北市，1999 年 12 月）

## 2.三義隧道

九二一地震造成西部山線鐵路三義一號隧道混凝土襯砌嚴重坍落，鐵軌亦因而變形扭曲。根據現地觀察結果顯示，三義一號隧道二次襯砌採用無筋混凝土設計施工，於此次地震造成八處主要混凝土坍落及多處混凝土龜裂剝落，其中最大坍落位於里程 161k+300 附近。此處適位於大避車洞（二側各有一大避車洞，避車洞高 4.8 公尺、寬 5.5 公尺）斷面上，頂拱及側壁襯砌混凝土於地震發生時全部坍落。根據現場觀察發現，混凝土坍落位置主要位於斷層通過的路段，經檢視一次支撐並無明顯損壞，襯砌表面亦沒有大規模錯動發生。

本次災害經鐵路局以岩栓、鋼線網、噴凝土及灌漿緊急處理後，已於民國 88 年（1999）10 月 8 日恢復通車。此種混凝土崩塌之規模若發生在高速公路隧道中，其後果勢必十分嚴重。因此，公路局針對通過斷層帶之隧道設計應適當提高一次支撐之強度，並以鋼筋混凝土二次襯砌以提高其安全性。對於凹槽之設置方面，須充分檢討其對隧道穩定性之影響。此外，無筋混凝土受力易發生連續性裂縫，進而引發突發性破壞。而結構設計規範大多為避免突發性破壞的發生，採用配筋增加混凝土之延展性及改變破壞模式，故在人行或車行隧道二次襯砌設計上，須符合混凝土設計規範配筋並增加混凝土襯砌之延展性，以避免突發性破壞。

### （四）土壤液化

九二一地震後中部地區有多處產生土壤液化的現象。土壤液化主要是因飽和之無凝聚性土壤因地震或其他震動激發而產生超額孔隙水壓，致使有效應力降至極小而發生連續性變形狀態。由於發生土壤液化時，土壤將失去抗剪力，因此土壤液化影響的程度需視液化發生地點上結構物的型式而定。發生在住宅區則會造成房屋、地板龜裂甚至房屋倒塌。例如，南投市營南里、軍功里、振興里及平和里等住宅區，因液化造成民宅的損壞；發生在路堤區則會造成路堤龜裂、液化噴砂或路堤沉陷等狀況，如南投路段名間收費站路堤區之液化噴砂現象；發生在擋土牆基礎，則會造成基礎傾斜，致使翼牆破壞傾倒，如二高南投路段包尾山車行箱涵及翼牆下之液化噴砂。路堤之龜裂噴砂孔可以低壓灌漿回填，民宅的龜裂損壞則須視損壞的程度來進行補強、敲除重建或採特殊基礎工法以減低土壤液化所造成的影響，並進行液化評估作為地盤改良之依據，而橋梁基礎因液化而造成損壞或傾斜將依損壞程度進行補強、重建或改變結構物型式。

## 九、橋梁結構物之震害及因應對策<sup>25</sup>

---

25 交通部台灣區國道新建工局結構組，《集集大地震對結構物之震害及因應對策》（交通部台灣區國道新建工局：台北市，1999 年 12 月）



## (一) 公路局施工中橋梁之破壞情況

九二一地震中，公路局施工中之第二高速公路高架橋因距震央較近，造成程度不一之損毀，茲將施工中之公路局橋梁受損狀況概述如下：

### 1. 橋梁及結構物

#### (1) 箱型樑

由於盤式支承損壞或鋼筋混凝土墊破壞，造成上部結構與下部結構有相對位移。雲嘉段縱貫鐵路二號穿越橋上部結構以節塊推進工法施工，並已完成所有節塊製作且推至定位。由於節塊尚未換裝支承，僅以臨時固定設施固定。地震發生時，臨時固定設施破壞並造成整座上部結構橋梁縱向位移 80 公分。

#### (2) PCI 樑

Ⓐ 已吊裝尚未施作隔樑之 PCI 樑受震傾倒斷裂

本次地震部分已吊裝完成但尚未施作隔樑之 PCI 型樑，因橫向力固定不足，地震力造成 PCI 樑傾倒後掉落地面斷裂。

Ⓑ 預鑄場製作完成之 PCI 樑傾倒

部分於預鑄場內已澆注完成之預鑄預力 I 型樑（部分已施預力）因受地震力作用傾倒。

#### (3) 橋墩及橋台

受損情形包括墩柱傾斜、橋台伸縮縫處碰撞或拉開及已綁紮之鋼筋傾倒等。

#### (4) 盤式支承

施工進度已完成上部結構施作之部分橋梁，由於橋梁設計之結構系統考慮由盤式支承傳遞水平力，而地震力超過盤式支承之設計水平荷重，造成盤式支承破壞，其破壞模式可分為支承本體破壞及其下混凝土墊損毀兩類。

#### (5) 擋土牆及箱涵

部分擋土牆發生側滑現象，有數座箱涵於伸縮縫處發生差異沉陷及相對位移與轉角，造成止水帶破壞，而翼牆與箱涵之伸縮縫處亦有程度不等之相對位移。

#### (6) 特殊工法施工設備受損

Ⓐ 支撐先進工法設備：南投路段名間高架橋支承支撐先進鋼樑之滾輪處，因地震造成支撐鋼架與滾輪分離。另清水溪河川橋支承滾輪下方型鋼變形，亦造成支撐鋼架與滾輪分離及震落。

Ⓑ 節塊推進工法施工設備：二高南投路段平林溪河川橋節塊推進預鑄場模板下方之油壓千斤頂受地震震落，造成模板損壞。

Ⓒ 預鑄節塊逐跨工法施工設備：二高南投路段南投高架橋預鑄節塊逐跨施工

鋼樑局部桿件發生挫屈或斷裂，支承支撐鋼架之滾輪及支承預鑄節塊之坦克輪因地震脫落。施工中橋梁之破壞模式及受損數量統計詳表 4-2。

## 2.甫澆置之混凝土受地震力之影響

地震前澆注之混凝土在澆注完成後，混凝土強度尚未達預期前，因地震之震動影響，是否會造成混凝土強度降低及鋼筋與混凝土間握裹力不足等問題，國內學術界並無一致性的看法，但其結果影響已經澆注完成之混凝土是否須打除。表 4-3 顯示第二高速公路地震前七天澆注混凝土之數量。

地震前澆注之混凝土構件是否受地震影響，評估構件是否堪用須考慮下列個別之差異性：

- (1)不同承商製程品管不同，所拌合之混凝土的品質也會有差別，故應先收集下列資料作綜合評估：
  - Ⓐ混凝土澆置紀錄如混凝土之配比、澆注方式、構件之支撐方式等。
  - Ⓑ瞭解混凝土強度之發展過程。
  - Ⓒ考慮以上不同構件之差異性先作初步研判是否堪用，若須進一步研判可再配合施作鑽心取樣或各種非破壞性檢測，以決定混凝土構件是否須敲除。

表 4-2 施工中橋梁之破壞模式及數量統計表

項目名稱	破壞模式	數量
箱型樑 (含鋼箱樑)	移位	26 結構單元
	裂痕	9 跨
	預鑄節塊裂損	110 塊
PCI 型樑	墜落斷裂	108 根
	傾倒碰撞損壞	108 根
	移位	1 處
	橋面版裂痕	3 跨
橋墩	裂痕	6 根
	鋼筋倒塌、傾倒	33 根
	移位、傾斜或隆起	4 根
橋台	裂痕	6 處
	鋼筋倒塌、傾倒	4 處
	移位	2 處
伸縮縫	扭曲變形	1 道
盤式支承	破壞	151 個
橡膠支承	變形損壞	2 個
RC 墊	破壞	181 個
箱涵	翼牆移位裂痕	6 處
擋土牆	移位	1 處

資料提供：交通部台灣區國道新建工局

表 4-3 集集大地震前七天工區澆注混凝土數量統計表

地震發生前之時間	數量 (立方公尺)
0~12 小時	9201 <sup>26</sup>
12~至 24 小時	1809
1~2 天	4374
2~4 天	21576
4~7 天	26790

資料提供：交通部台灣區國道新建工局

(2) 混凝土構件因位置不同，重要性亦不同，如箱型樑、橋墩及基礎等構造物相當重要。

### (二) 其他單位完工橋梁之破壞模式

九二一集集地震，中部五縣市災區內其他單位所完工之橋梁經公路局至現場勘災所見，受損較嚴重之橋梁似均沿著斷層錯動帶或靠近震央處發生。依國家地震工程中心於民國 88 年 (1999) 10 月 27 日公布「橋梁震害初步勘災報告」中指出，經實地勘查檢測省、縣道及區域道路上的九百八十七座橋梁，嚴重受損佔 2.56%，輕微及中度受損佔 17.08%，其中九座橋梁列為嚴重損毀，此九座橋梁破壞模式說明詳表 4-4。

### (三) 鋼構及 PC 橋耐震能力比較

橋梁依其主要構件使用材料可分為鋼橋及混凝土橋，以下就其耐震性及其他特性作一比較。

1. 預力或鋼筋混凝土橋，因本身材料強度較鋼小，因此自重及所受地震力均較鋼橋為大。雖混凝土材料較無韌性，但依規範配置適量鋼筋（如緊密箍筋等）則可發揮不錯之韌性。
2. 鋼橋因鋼材本身具優良之抗壓、抗張能力，又因其具重量輕之特點，特別適用於大跨徑、大曲率之處，施工期間又可採吊裝方式以減少影響橋梁工址之交通。由於鋼橋自重較輕，受地震力較少，相對其斷面亦較小。

而就結構觀點而言，依據規範辦理設計之橋梁，無論鋼橋或混凝土橋，其耐震能力應相同。有關 PC 橋及鋼橋之各項特性比較說明如表 4-5。

表 4-4 橋梁破壞模式

NO	橋名	上構型式	破壞模式
1.	烏溪橋	PCI	車籠埔斷層通過 P1 橋墩處，橋址靠近震央處。兩跨 PCI 樑落橋，多

<sup>26</sup> 數量以混凝土澆注完成後至地震發生之時間少於 12 小時計算。

			處壁式橋墩剪力破壞，鋼筋拉斷混凝土碎裂，部份沉箱基礎損壞。
2.	名竹大橋	PCI	位於車籠埔斷層錯動帶，橋址靠近震央處。七跨 PCI 樑落橋，部份橋面伸縮縫損壞、橋墩受損。
3.	桶頭橋	PCI	位於車籠埔斷層錯動帶。震後全橋損毀、倒塌，墩柱及帽樑扭轉折斷，沉箱受損。
4.	一江橋	RCT	因車籠埔斷層隆起錯動，七跨連續落橋。旁側水管橋嚴重受損，部份舊有橋墩受損，而新建拓寬橋墩上拱、傾斜、旋轉。
5.	長庚大橋	PCI	位於車籠埔斷層錯動帶。兩跨 PCI 樑落橋，部份橋墩受損。
6.	石圍橋	RCT	位於車籠埔斷層錯動帶。兩跨 RCT 樑落橋，部份橋墩傾斜、側移。
7.	埤豐橋	PCI	車籠埔斷層隆起形成瀑布斷裂，河床垂直落差達 6.2 公尺。三跨 PCI 樑落橋，一橋墩傾倒，一橋墩傾斜。
8.	龍門大橋	RC 樑	位於車籠埔斷層錯動帶。西端兩跨 RC 樑落橋，鄰近橋面往南大量位移剪力樁剪斷。
9.	集鹿大橋	預鑄斜撐版 (斜張橋)	橋址緊鄰震央。Pylon 表面混凝土剝落，並出現垂直向及水平向裂縫。斜張鋼纜掉落一股，掉落之鋼纜兩端錨座斷裂，上構 PC 箱型樑與 Pylon 接合處混凝土碎裂。主橋兩側墩柱凹型墩帽頂部混凝土碎裂，帽樑並出現剪力裂縫。靠主橋兩側 PCI 引橋橫向位移，樑頭底部與止震塊碰撞破損，防震拉條拉斷。

資料提供：交通部公路總局

表 4-5 PC 橋及鋼橋之各項特性比較表

橋型項目	PC 橋	鋼橋
經濟性 (造價 <sup>27</sup> )	混凝土材料取得容易，造價較低。(每平方公尺 3 萬元)	(每平方公尺 5 萬元)
設計及施工規範方面	相關設計及施工規範方面因發展較早，故較成熟。	目前國內規範耐震設計相關規定較少，因此較難對耐震構件作統一之細節規定及設計。
材料可靠性	混凝土材料品質受施工影響較大，惟可以品管方式改善。	鋼材材質較穩定。
材料強度及韌性	混凝土之強度及韌性較鋼材低。	鋼結構具有較大之強度 (特別是張力強度) 及韌性特性，下構墩柱採鋼構時其受地震力破壞前將產生大變形及吸收高能量，使用路人於破壞前將有更充份的時間逃生。
材料乾縮及潛變效應	受混凝土乾縮及潛變效應影響較大。	鋼結構無乾縮及潛變效應影響。
防蝕效果	有混凝土保護層，防蝕效果較佳。	若鋼材發生銹蝕，將減少其承受應力面積而可能導致破壞。
受地震影響	PC 樑重量較重，所受之地震力較大，依規範辦理設計之支承及墩柱尺寸需較大。	因上構採鋼樑之重量較 PC 樑為輕，地震來時鋼樑所受之地震力較 PC 樑小，盤式支承尺寸及墩柱尺寸亦較小。
施工性	PC 橋施工多屬逐節施築，為週期性施工，操作易於熟練。	鋼結構橋梁因組成構件甚多，若現場施工品質不佳，其構件接合處往往是潛在的弱面，地震來時若任一接合處破壞均將威脅整體結構之安全。

27 以淡水河北側沿河快速道路為例。

維護成本	較低	較高
------	----	----

資料提供：交通部台灣區國道新建工局

#### (四) 因應對策

九二一地震對公路局工區橋梁受損情況以距震央最近之南投路段災損最為嚴重，台中環線、快官草屯段及雲林嘉義段等次之。在如此大規模地震下，公路局橋梁災損情況尚可接受，惟從橋梁破壞模式中進行檢討，對公路局對後續橋梁設計或施工實行以下因應對策：

1. 公路局路段受損之橋梁雖屬施工中之災害，然檢討當初設計大部分路段係採用民國 76 年 (1987) 交通部頒規範，依該規範公路局受損路段大部分屬於中震區。其地震水平係數<sup>28</sup>介於 0.12 至 0.15 之間，而根據此次九二一地震中央氣象局地震測站測得之東西向水平加速度高達 989gal<sup>29</sup>，顯見原考量設計地震力似有不足，對已完成設計或施工中之橋梁應有重新檢討其耐震能力之必要。
2. 落橋為橋梁破壞中最嚴重之災害，故耐震設計考量上，除了韌性設計外，應加強多道防落橋措施觀念。適當設計並配合足夠之防落長度、防震拉條、止震塊或剪力樁設置，使其能在地震時發揮防止落橋功能，詳見表 4-6。
3. 於適合之橋址多採用隔減震支承以提高橋梁耐震能力。
4. 對於高速公路如此重要之維生通路，其路線以避開斷層帶為原則。若需穿越者宜採路堤方式以便災後修復，若必須以橋梁型式通過時則須考量加設防落橋或隔、減震等設施，使可能承受之災害減至最低。
5. 對於地震前澆注混凝土之強度及混凝土與鋼筋之握裹力是否受地震震動影響，應評估其結構容量是否足夠。
6. PCI 型樑吊裝完成但尚未澆注間隔樑或已完成之上部結構但仍處於活動支承狀態之施工中橋梁，易因地震而倒塌或位移，施工單位應重視施工中結構體之臨時固定措施。

#### 十、整體防範措施及強化課題

台灣地區地震發生頻繁，為期將地震所造成的損害減至最小、最低的程度，對於橋梁道路及通信等重要交通設施，交通部採取下列措施：

28 所謂地震水平係數，是地震地表加速度與重力加速度的比值，水平加速度係數愈高，建築物的耐震力愈高，依耐震係數 0.33 設計的建築物，約可承受六級的地震。

29 1gal 等於 0.001g。

(一) 建立長期、完整的地震資料庫及妥善運用

九二一地震後餘震不斷，而在同年又發生一〇二二的強震，顯見地震危害程度仍相當高且不容忽視。中央氣象局已蒐集大量且相當完整的九二一地震紀錄，除可提供地震工程及相關學界從事地震研究及修訂建築耐震設計規範的重要資訊，並蒐集美國洛杉磯、日本阪神大地震與九二一震災相關資料加以比較，藉以加強防震宣導。而從這次地震中也了解，如果能掌握地震發生後的關鍵時刻，緊急通知各重要維生系統採取緊急應變措施，將可使地震的傷害減至最低程度。因此，交通部擬進一步發展「強震即時警報系統」，爭取震波傳遞到各處的前十秒，通知核能電廠、高鐵、台鐵、捷運系統及銀行網路等重要維生系統作緊急應變。

表 4-6 公路局設計路段國道橋梁耐震設計考量

項目	耐震設計考量
RC 支承墊	研訂支承墊及調坡塊之最大及最小高度，就應力流分佈之力學行為檢討支承墊形狀，對於支承墊配筋量重新檢核。
防震拉條	於所有橋體伸縮縫兩側設置防震拉條。
其它防落裝置	提高公路局橋梁防落長度值（採基本防落長度值之 1.5 倍），考量橋墩與上構接合處多採用剪力鋼箱或其它相同功能設計。
PCI 樑橋	檢討止震塊及隔樑之設計強度，要求承包商於完成吊樑後儘速施作隔樑及止震塊。考量 PCI 樑吊裝後規定施作必要之臨時固定。
抗震構件鋼筋材質規定及鋼筋續接	考量橋梁主要抗震構件鋼筋材質採用 CNS560SD42W（較能承受往復應力）。考量主要抗震構件鋼筋（例橋柱縱向主筋）採用機械式續接。

資料提供：交通部台灣區國道新建工局

(二) 各地區防災維生系統的建立與強化

以國外舊金山、阪神地震經驗而言，都會區地震所造成的災害最為慘重，故如何加強都會區的防災能力與耐震程度，應是未來國內政策上的重點。而在維生系統中，通訊系統亦屬重要的一環，通訊需維持順暢，以使災情通報、救災工作、民眾互報平安及政府各項因應措施宣達能順利進行。在九二一地震中發現若單一通訊網受損，所有通訊即受到影響。因此，交通部推動多路由及有



線、無線共用的通訊網路，以確保未來重大災害發生時通訊不致中斷。

### (三) 交通設施災害搶修與管制體制的檢討改進

災害發生後，災區緊急救援道路及交通管制措施相當重要。以目前政府分工體制，部份道路係屬地方政府管理或其他部會督導權責。本次震災地方政府受災亦相當嚴重，故交通部所管公路系統由交通部修復外，縣市政府所管的地方道路則多由軍方協助搶通。但是，仍有部份山地產業道路或地方所養鄉道尚未修復，已由交通部公路局支援技術進行修復作業。另外，在災害發生後，僅存有限的災區聯外道路，湧入相當多的救援車輛，造成初期救援工作阻礙，各地方政府亦發現此一問題，對部份重要道路實施交通管制。因此，在國內道路主管機關眾多情形下，如何建立一個有效的道路災害搶修分工系統及維持救災緊急道路通暢，確實是值得探討的課題。

### (四) 檢討修訂工程耐震設計規範

震災後，交通部即針對斷層附近的新建鐵公路橋梁做耐震設計檢討，並請國科會國家地震工程研究中心檢討修訂現行鐵公路橋梁耐震設計規範。目前公路局中部地區修復重建之橋梁已先行依照一甲區（強震區）標準進行設計，以提高行車安全。

### (五) 積極加速推動國內橋梁安全各項作業

國內橋梁依權責及管理制度分屬中央各部會及各地方政府管理，交通部非單一主管機關。但基於交通部為交通主管機關，維護通行安全為交通部之職責，故交通部一直將橋梁安全維護工作列為交通部重要施政目標。交通部已與內政部共同組成「中央橋梁技術諮詢委員會」，委員均為國內橋梁設計檢測技術的學者專家。為因應本次震災，將在該委員會指導下，儘速展開國內橋梁耐震、檢測、維修補強等作業。

## 十一、小結

九二一集集大地震後，在道路橋梁搶通及復建工作上，公路局扮演極重要的角色。而公路局人員在地震後不畏艱辛與生命危險，勇敢站上第一線，讓九二一救災工作更加順利，值得我們欽佩與致敬。此次集集地震的發生，造成道路橋梁重大的損壞。形成橋梁毀損的原因很多，除了地震所產生的能量過大之外，就設計觀點而言，由於舊規範未對防止落橋加以規範以及土壤液化加以評估；而施工方面，應加強現場施工人員素質，並落實要求鋼筋的綁紮、搭接長度等均須符合規範規定。工地工程司應落實現場監造的責任，以提昇公共工程品質，減少地震所產生的災害。大地震檢驗了公路工程技術與品質，公路工程技術人員則運用智慧接收大自然的教誨，提昇技術與能力。<sup>30</sup>

---

30 交通部公路總局第二區養護工程處，《921 集集大地震公路重要橋梁復建設計與施工》，頁 234。

九二一地震後至今，震後受損橋梁多已修復或重建完成，回顧九二一地震後整個橋梁搶修及重建之過程，記錄著橋梁工程師與決策者之智慧結晶，成功而快速之搶修經驗，將作為日後的典範。臺灣地處於環太平洋地震帶上，大地震去而復返，隨時有可能再次發生，目前之科技尚無法準確的預測地震何時會來，因此我們仍需時時防範地震的來臨。如何在地震再次發生時將傷害降到最小，考驗著大家的智慧。因此，九二一地震之搶修重建過程為日後作最佳的參考，亦是最寶貴的經驗。

## 第二節 公有建築重建工程

### 一、前言

公有建築物在九二一地震中遭受程度不等的破壞，經行政院核定補助復建經費，並要求立即著手辦理復建工程，使行政作業恢復常軌。內政部在九二一地震後修正建築技術規則，將原劃分之四個震區改為兩個震區，提高災區的震區係數，以在設計規範上提高建築物耐震力。在施工方面，則積極加快重建腳步，並加強品質的控管，提昇工程施工品質。重建的公有建築，除了要求施工品質的提昇，另一方面亦加強設計及引入綠建築之概念，如南投縣政府新建大樓、草屯鎮戶政事務所等，以期於復建後成為兼具地域特色的現代化公有建築，在外觀和功能上呈現嶄新的風貌，並達到復建之建築物與週遭環境共生共榮，低環境負荷之建築永續經營之理念。

### 二、受災情形

#### (一) 調查工作

內政部邀請台灣省建築師公會、台灣區營造業同業公會、中華民國建築投資業同業公會派遣專業人員，成立三十三個調查小組，自民國 88 年 (1999) 10 月 6 日至 10 月 25 日止，於二十一個工作天中，赴災區調查公有建築物損害情形。調查對象包括：<sup>31</sup>

- 1.各級政府機關所屬行政辦公服務之建築物。
- 2.消防、警務及電信執行公務之建築物。
- 3.醫院及其他衛生醫療保健機構。
- 4.發電廠、自來水廠與供電、供水直接有關之廠房及建築物。
- 5.各級學校、幼稚園及托兒所。
- 6.社會福利機構、安養設施及類似建築物。
- 7.其他經行政院災後重建推動委員會認定之公共建築物。

#### (二) 評估標準

公有建築物損害情形依內政部民國 88 年 (1999) 10 月 1 日台 (88) 內營字第 8874792 號函訂定「九二一地震建築物危險分級評估作業規定」<sup>32</sup>分類如下：

- 1.全倒：受災住屋裂痕深重，非經拆除或重建不能居住者。
- 2.危險：補強費用約為重建費用之百分之五十，必須暫停使用者。
- 3.需注意：補強費用約為重建費用之百分之十五者。
- 4.其他：受災機關回報之調查表未依上述規定填寫，該建物尚無安全顧慮，但須持續關查或評估，隨時由主管機關上網更新資料。

31 九二一重建推動委員會，《九二一重建經驗》，第參篇，頁 10。

32 同上註。

### (三) 調查結果

受災機關共計一千八百六十九個單位，全倒五百一十一棟，危險一千五百二十九棟，需注意二千五百六十六棟，其他則有八百一十六棟<sup>33</sup>，詳見表 4-7。

表 4-7 受損公共建築物依所屬機關別統計表<sup>34</sup>

單位	受損情形							
	全倒		危險		需注意		其他	
	棟數	總樓地板面積	棟數	總樓地板面積	棟數	總樓地板面積	棟數	總樓地板面積
中央機關	155	93,779	379	503,161	669	2,417,985	215	614,386
地方政府	337	236,591	1,125	1,442,520	1,816	3,018,755	544	882,590
私有 <sup>35</sup>	19	60,719	25	78,942	81	599,482	57	324,924
合計	511	391,089	1529	2,024,623	2,566	6,036,222	816	1,821,900

資料提供：內政部營建署

公共建築物如以用途別統計結果，詳見表 4-8。其中，以各級學校（含幼稚園及托兒所）受損程度最嚴重（全倒二百六十三棟、危險九百一十三棟、需注意一千四百八十四棟、其他五百二十九棟）。行政辦公室受損程度其次（全倒四十八棟、危險一百一十二棟、需注意二百五十五棟、其他五十九棟）。消防及警務單位受損亦相當嚴重（全倒五十三棟、危險八十六棟、需注意二百零三棟、其他三十八棟）。<sup>36</sup>

公共建築依所在縣市別統計結果詳見表 4-9。其中以南投縣受損最為嚴重（全倒一百六十三棟、危險四百一十五棟、需注意三百二十一棟、其他五十棟）。

### 三、重建經費與進度

#### (一) 重建經費來源

九二一震災災後中央政府補助受災政府機關公有建築復建經費主要來源包

33 九二一重建推動委員會，《九二一重建經驗》，第參篇，頁 10。

34 單位：平方公尺。

35 本統計資料為提供公共使用之相關建築物損壞情形，故包含提供公共使用之私有建築物。

36 九二一重建推動委員會，《九二一重建經驗》，第參篇，頁 11。

括「九二一震災災後公共設施復建計畫」及「九十年度九二一震災災後重建特別預算」。前者係依「行政院天然災害勘查作業要點」規定，由鄉鎮公所或管理機關提出復建經費需求，經由縣市政府或上級主管機關複勘並報請行政院天然災害勘查處理小組勘查及審議後，行政院於民國 89 年（2000）一月十五日核定「九二一震災災後公共設施復建計畫經費審議結果」；後者則是依據「九二一震災重建暫行條例」第六十九條第二項規定：「.....九十年度災區復建所需一千億元，應循特別預算程序辦理.....」，故由行政院九二一震災災後重建推動委員會編列重建特別預算支應災區重建所需經費。

表 4-8 受損公共建築物依用途別統計表<sup>37</sup>

	受損情形							
	全倒		危險		需注意		其他	
	棟數	總樓地板面積	棟數	總樓地板面積	棟數	總樓地板面積	棟數	總樓地板面積
行政辦公室	48	46,667	112	180,481	255	704,009	59	150,940
消防	6	2,658	13	11,958	75	57,928	23	17,715
警務	47	15,552	73	53,008	128	205,422	15	13,803
電信郵政	4	1,758	11	14,380	110	525,796	18	52,441
醫療保健	1	3,974	10	48,405	39	119,902	37	133,231
安養機構	0	0	8	20,372	5	13,089	1	3,194
活動中心	14	4,880	81	478,478	119	42,650	17	10,743
幼稚園 托兒所	15	5,288	21	9,965	31	20,643	2	3,563
小學	140	90,785	531	432,305	961	1,472,002	316	454,425
國中	59	48,572	235	199,600	267	693,508	126	249,278
高中	41	77,344	33	70,495	72	287,726	20	64,792
大專院校	8	34,821	93	212,946	153	1,340,042	65	447,473
電力	4	2,899	10	12,320	14	41,999	2	4,241
加油站	4	2,663	20	20,016	14	48,225	4	10,572
圖書館	3	4,610	8	10,766	14	67,420	4	4,371
自來水	0	0	10	2,836	6	3,654	2	4,222
公有市場	2	2,968	16	35,169	10	23,879	6	31,373
文化設施	1	209	7	21,930	6	25,251	6	7,461
福利設施	2	2,511	3	6,586	9	5,934	10	2,313
體育設施	0	0	6	10,778	7	10,194	0	0
博物館 科學館	0	0	0	0	1	0	1	81,826
資料館 陳列館	0	0	4	12,161	3	2,446	1	1,119
殯葬設施	3	5,090	7	8,625	8	8,281	2	1,624
監舍	21	1,838	33	7,364	7	11,252	13	1,084

37 單位：平方公尺

其他	88	36,003	184	143,680	252	304,971	66	70,095
合計	511	391,089	1,529	2,024,622	2,566	6,036,223	816	1,821,900

資料提供：內政部營建署

表 4-9 受損公共建築物依縣市別統計表<sup>38</sup>

縣市別	受 損 情 況			
	全倒	危險	需注意	其他
台中市	2	76	192	67
台中縣	69	160	286	82
南投縣	163	415	321	50
彰化縣	2	62	228	122
雲林縣	9	23	43	10
苗栗縣	29	162	185	56
其他直轄市、縣市	63	227	561	157
私有 <sup>39</sup>	19	25	81	57
總計	356	1150	1897	601

資料提供：內政部營建署

## (二) 重建經費補助原則

前述八十九年度核定之復建計畫，其經費勘查與審議係以一千萬元以上工程逐案勘查，一千萬元以下工程辦理抽勘至少百分之十為原則。已抽勘者按審查結果審定，未抽勘者依抽勘經費與審定經費之比例乘以該單位一千萬元以下，符合補助條件之總數以推估未抽勘部分之經費。審議結果報奉行政院民國 89 年 (2000) 1 月 25 日核定，並說明「……係以恢復原有設施功能為原則，並依院頒定『中央政府一般辦公室裝潢費用編列標準』所列面積規定及『八十八年下半年及八十九年度中央政府總預算編製作業手冊』之單價覈實計算。如未訂標準者，則參考市價覈實計列。……」，行政院並於民國 89 年 (2000) 4 月 26 日補充規定「……核定之搶修、復建計畫經費。各機關除為因應○二二一土石流災害需要，並報行政院專案核准外，其餘工程應在本院核定數額範圍內辦理發包，如有超出，其超出部分，由發包機關自行負責。……」。

至於重建特別預算之審議，行政院訂定「九二一震災災後重建特別預算案

38 單位：棟、幢

39 同前註。

審查處理原則」作為編列預算之審查依據，其主要原則為「……應以恢復原有功能即依中央相關工程經費標準核列，如屬房屋建築，應以原面積為原則，不得藉機擴大範圍，另凡可補強或局部翻修者，不得要求拆除或全面翻新……」。重建會於編列特別預算有關公有建築復建經費時，則依據行政院前揭規定及縣市政府反應問題，訂定處理原則如下：

- 1.屬修復者，基於維護公共安全，可增列補強經費。
- 2.屬重建者，其停車空間（含防空避難室）及消防設備需依據現行法令規定執行，因而所增加之經費，可納入重建經費，其餘空間規模，仍按原建築之面積估算。

### (三) 補助原則對重建之影響<sup>40</sup>

#### 1.部分未抽勘工程經費不足

前述一千萬元以下未抽勘之復建工程，係依抽勘經費與審定經費之比例乘以申請補助金額作為核定補助金額，縣市政府雖應為提報不實承擔後果，惟造成浮報者受影響較小，而懲罰按實提報者致獲核定補助經費不足，工程主辦機關為籌措經費而影響重建進度。

#### 2.法定停車空間影響重建面積

補助原則並未考量建築物應依建築技術規則規定設置法定停車空間，而大部分震損公有辦公廳原未設置停車空間。如按原面積重建，則辦公空間將因設置法定停車空間而縮減。而嗣於重建會於編列特別預算時，針對需設置法定停車空間部分另予考量補助。

#### 3.公有建築興建補助之制度化

鄉鎮市公所辦公廳舍拆除重建工程，均係於 89 年度核定補助經費，且係按原建築面積核定補助款為原則。惟辦理重建時幾乎均有擴大重建面積情形，其因而超出之工程費行政院雖規定由發包機關自行負責，但部分公所係向中央部會或台灣省政府另行申請補助，部分公所則於重建期間不斷向九二一重建推動委員會申請特別預算增加補助，造成相關作業之困擾。

### (四) 公有建築重建進度

九二一震災發生後中央及地方各機關及縣市政府即分別就受損公共設施復建需求依「行政院天然災害勘查作業要點」規定程序提報復建經費需求，行政院於民國 89 年（2000）1 月 15 日核定公共設施復建計畫部分之經費，民國 89 年（2000）3 月 21 日核定學校校舍復建計畫部分之經費，共核定一千零六百八十九件復建工程，民國 89 年（2000）完工七百二十三件，工程經費十一億七千萬；民國 90 年（2001）完工三百四十四件，工程經費十五億二千萬元；民國

40 九二一重建推動委員會，《九二一重建經驗》，第參篇，頁 14-15。



91 年 ( 2002 ) 完工一百五十八件,工程經費二十二億六千萬元。<sup>41</sup>如以各年累計執行成果分析如見 4-10 :

如按公有建築復建計畫個案工程經費規模分析如見表 4-11 , 其中三十一件工程經費在五千萬元以上 , 一百一十件工程經費超過一千萬元未達五千萬元 , 一千二百九十五件工程經費低於一千萬元。除部分金額較低之修繕補強工程外 , 大部分工程均需有辦理規劃設計時間。<sup>42</sup>

約半數之公有建築復建工程核定後約一年時間完工者 , 合計經費佔全部經費之 14% , 平均個案工程經費較低 , 大部分屬整修補強工程。至民國 90 年 ( 2001 ) 底完工件數比例已達 83% , 而剩餘 17%未完工工程之經費佔全部經費之 67% , 大部分屬拆除重建工程 , 且經費集中在少數工程 , 例如「南投縣政府及警察局復建工程」即高達十二億餘元。<sup>43</sup>

整體而言 , 公有建築共計 1436 件工程於民國 93 年 ( 2004 ) 5 月全數完成 , 如見表 4-11 。

表 4-10 災後公有建築復建個案工程規模分析表

工程金額	<100 萬元	≥ 100 萬元 , <1,000 萬元	≥ 1,000 萬元 , <5,000 萬元	≥ 5,000 萬元	小計
件數	739	556	110	31	1436

41 九二一重建推動委員會·《九二一重建經驗》·第參篇·頁 15。

42 同上註。

43 九二一重建推動委員會·《九二一重建經驗》·第參篇·頁 17。

表 4-11 各年度公有建築預算表

預算類別	核定預算 ( 千元 )	工程件數	執行進度 ( % )
88 年下半年及 89 年追加預算	8,251,066	1,287	100
90 年度第一期特別預算	614,315	107	100
90 年度第二期特別預算	210,022	42	95.23
合計	9,075,403	1,436	99.86

資料來源：九二一重建委員會

#### 四、綠建築與重建

台灣許多建築是在設計粗糙、建材太差及施工品質不佳，加上人為的因素而導致建築物生病以及快速的老化與衰頹，甚至傾斜與倒塌。在九二一地震倒塌的房子不計其數，這固然是天災，但也有不少是設計及營造的人禍。

九二一後政府及營建界均意識到建築防震安全的重要，此次九二一地震以傳統磚造、RC 造建築倒塌的居多。然而一般以桁架構材搭建之建築，存活的比例卻相對的較高。此外，南投於地震中所震毀的建築廢棄物，僅中寮一地就找了三、四塊土地囤積後以掩埋方式處理。此類無法再次使用或回收的建材，在資源及土地有限之臺灣新建設，實應另思解決之道。在講究永續、環保與生態的前提下，更應揚棄這種由生產到拋棄的建築生命週期。對環境破壞嚴重的過時建材，臺灣並無法提供多餘的土地做為建築廢棄物的掩埋場，永續建材之應用亦為刻不容緩的工作。另外，在建築環境中常見的建築基地，也有許多是因地點選擇不當如在山腳下、河川邊、低窪地，更有的在與水爭地的情況下，遭到了土石流、淹水等，難以彌補的自然界破壞，然此問題多與土地開發、整體規劃有關。

九二一地震後，公有建築損失慘重，災後重建工作千頭萬緒，需要長期的心力投入。由於災區從安置、清理到復建工作需要相當長的時間，內政部建築研究所累積過去多年來對居住環境的研究成果，並推廣綠建築概念及提供諮詢服務，以鼓勵災區復建工作的同時，亦能朝省資源、省能源、低污染發展。而經由「綠建築」活動以促進宣導、教育民眾的功能，達到復建之建築物與環境共生共榮，低環境負荷之建築永續經營之理念。

#### 五、重建個案介紹<sup>44</sup>

##### (一) 南投縣草屯鎮公所

44 九二一全球資訊網，公有建築成果，<http://portal.921erc.gov.tw>。

## 1.重建特色

本建築以建立地方行政機關之新形象及新地標、空間資源共用、設置戶外開放休憩空間，並結合整體環境設計創造民眾優質之休閒場所為目標。整體設計理念以「延續」、「融合」、「開發」、「創新」為核心。重建之鎮公所除必須具有百年建築壽命的結構安全外，亦著重於相關水電、空調設備之實用，有效發揮最高經濟效益原則。新建築外觀莊嚴方正且大方雅致，並具備草屯鎮的樸實氣氛，展現鄉土親切感。利用自然通風採光，並以永續經營之綠建築概念設計。

## 2.重建狀況

南投縣草屯鎮公所位於草屯鎮草溪路與中興路交叉路口旁，屬草屯都市計畫行政專用區土地。基地面積共 5,564 平方公尺，建築物分 A、B 二棟，A 棟建築物總樓地板面積 10,641 平方公尺，B 棟建築總樓地板面積 1,727 平方公尺。A 棟為地下一層、地上五層、總樓層高度為 26 公尺之建築，B 棟為地上四層總樓層高度為 16.2 公尺之建築，並規劃汽車停車位一百輛（A 棟地下一樓八十八輛、室外十二輛）、機車停車位五十六輛（室外）。於民國 91 年（2002）10 月 29 日發包。經重建會評估，於民國 93 年（2004）2 月 25 日完工，重建後的草屯鎮公所如見圖 4-2。



圖 4-2 重建後的草屯鎮公所

拍攝日期：民國 93 年 2 月

提供者：行政院九二一震災災後重建推動委員會

## (二) 南投縣草屯鎮戶政事務所

### 1. 辦公廳舍特色

建築造型採用簡潔、平實且具現代感的立面型式，以塑造親民便民的公有建築意象。一樓民眾洽公大廳採一字型的民眾櫃台，使洽公動線簡潔單純，避免視覺死角。室內牆面、地坪採用穩定色系，傢俱之顏色及材質配合室內建材特性使室內感覺溫馨親切。洽公大廳規劃事務機器操作區，並適當圍蔽使洽公區整潔乾淨。

二樓民眾大廳採挑高設計，配合外牆大型開口，引進室外大量光線塑造健康舒適的辦公環境。二樓規劃內部事務空間使辦公環境單純安靜。建築物西側規劃廁所、梯間、檔案室等附屬空間並減少開窗面積以達省能效果。

### 2. 重建狀況

草屯鎮戶政事務所原位於草屯鎮富功段 798 號，地震後重建於草屯鎮富寮里玉峰街 2 號（草屯中山公園對面），基地面積共 1,517.43 平方公尺，總樓地板面積 898.55 平方公尺，為地上兩層之建築物，採筏式基礎。為方便民眾洽公，提供汽車停車位四部及機車停車位五十部。於民國 89 年（2000）12 月 29 日發包，完工於民國 90 年（2001）10 月 13 日<sup>45</sup>，完工後的草屯鎮戶政事務所如見圖 4-3。



圖 4-3 完工後的草屯鎮戶政事務所

45 數據為九二一重建委員會公共建設處提供。

拍攝日期：民國 90 年 10 月

提供者：行政院九二一震災災後重建推動委員會

### (三) 南投縣鹿谷鄉公所及代表會新建大樓

在九二一地震時被震毀的南投縣鹿谷鄉公所，原址重建後的新建行政大樓已經完工，鹿谷鄉公所已於民國 91 年 (2002) 3 月 15 日起搬遷。

在九二一地震中鹿谷鄉受創慘重，包括鹿谷鄉公所、代表會的辦公大樓都被震毀拆除。重建後，包括鹿谷鄉公所、鄉代表會、鄉戶政事務所將合署辦公，以方便民眾洽公。

鹿谷鄉公所及代表會新建大樓位於南投縣鹿谷鄉中正路 71、73、75 號，基地面積共 2,332.38 平方公尺，總樓地板面積為 6,083.05 平方公尺，為一地下二層、地上五層之建築。於民國 89 年 (2000) 11 月 20 日發包，於民國 91 年 (2002) 5 月 10 日完工，重建後的鹿谷鄉公所如見圖 4-4。



圖 4-4 重建後的鹿谷鄉公所

拍攝日期：民國 91 年 5 月

提供者：行政院九二一震災災後重建推動委員會

### (四) 雲林縣古坑鄉公所

#### 1. 辦公廳特色

古坑鄉公所整體設計理念以「安全」、「樸實」、「健康」為核心。本鄉公所之重建除必須具有百年建築壽命的結構安全外，亦著重於相關水電、空調

設備之實用，有效發揮最高經濟效益原則。新建築外觀莊嚴方正且大方雅致，並具備古坑鄉的樸實氣氛，展現鄉土親切感。

在各樓層規劃原則上，將地面層以上設置辦公空間，地面以下設置停車及機電空間為主。各樓層空間規劃如下：

- (1)地下一樓以停車場及機電設置為主。
- (2)一樓以民眾服務台、各課室業務單位設置為主。
- (3)二樓以鄉長室、政風、主計等高級主管辦公室的設置為主。
- (4)三樓以檔案室、大室會議室等會議及收藏空間為主。

2.規劃特色及特別考量：

- (1)外牆柱尺寸 50 公分×85 公分，柱之兩側牆版保留形成翼牆，以避免短柱效應。
- (2)結構模矩 8 公尺×6 公尺，方正合理，確保結構安全。
- (3)正面入口處兩側採對稱厚版牆設計，以提高建築物耐震性能。
- (4)於側向立面增設花台，開窗部增設部份水平遮陽板，採光通風充足，符合綠建築節約能源之考量。
- (5)服務空間與垂直動線規劃於建築北側，形成一完整服務區，動線便捷，人員疏散快速。
- (6)角地水景美化環境設計建立視覺及景觀上之焦點，建築物退縮並保留騎樓地開放空間，以利塑造更親切的地標意義。

3.重建狀況

重建後之古坑鄉公所位於雲林縣古坑鄉中山路 40 號 ( 東興段 1645、1657 地號 )，基地面積含騎樓 377.1 平方公尺，其它部分有 1,461.89 平方公尺，總樓地板面積共 2,987.98 平方公尺。此一地上三層、地下一層鋼筋混凝土造之建築物，停車位有汽車 22 部 ( 一樓 2 部、地下一樓 20 部 )、機車 20 部 ( 一樓 4 部、地下一樓 13 部 )，於民國 90 年 ( 2001 ) 8 月 28 日發包，於民國 91 年 ( 2002 ) 9 月 28 日完工，完工後的古坑鄉公所如見圖 4-5。



圖 4-5 完工後的古坑鄉公所

拍攝日期：民國 91 年 9 月

提供者：行政院九二一震災災後重建推動委員會

## (五) 嘉義縣梅山鄉公所

### 1. 辦公廳特色

在整體設計方面，由於基地面積狹小，故採停車地下化。並以主、次動線區分鄉公所與代表會。於入口中央設電梯一部，除提供行動不便者使用外，亦提高垂直動線可及性，增加樓層用途之彈性。在樓層用途設計上，地面層安排民眾洽公頻繁部門，如民政課、建設課等；代表會則安排在二樓，主要入口獨立於側面人行動線；三樓安排偏向內部需求，如會議室、資訊中心等，每層面積約 660 平方公尺。地下一層面積約 1,200 平方公尺，除必要設備空間外，並提供室內停車約三十五部。加長入口雨庇以方便民眾洽公，除塑造便民親民形象外，亦不失接待重要貴賓禮節。外觀力求樸實莊重，同時兼顧型隨機能，簡單大方。此外，內、外動線，簡潔明瞭，並強化整體結構系統，強化方式如後：

- (1) 使用對稱剪力牆，搭配中央核心做為本整體結構系統剛心並與質心極為接近。
- (2) 強化樑柱接頭，採韌性結構設計。
- (3) 適當壁量比，加強耐震能力。

(4)採筏式基礎，開挖深度 5.05 公尺，地樑深度 1.8 公尺。

## 2.重建狀況

嘉義縣梅山鄉公所位於梅山中山路 282 號 ( 梅北段 1097、1098 地號 )，基地面積共 1,890 平方公尺，總樓地板面積 3,477 平方公尺。整體建築含地上三層樓高 3.4 公尺，以及地下一層樓高 12.8 公尺，有停車位汽車 35 部，機車約 50 部。原工期為 390 日曆天，於民國 90 年 ( 2001 ) 3 月 4 日開工，期間報准停工十四天，實際完工日期為民國 91 年 ( 2002 ) 4 月 11 日，完工後的梅山鄉公所如見圖 4-6。



圖 4-6 完工後的梅山鄉公所

拍攝日期：民國 91 年 4 月

提供者：行政院九二一震災災後重建推動委員會

## (六) 嘉義縣大林鎮公所

### 1.辦公廳特色

在整體設計概念上，本辦公大樓內部設計均依公所內部各課室之需求及民眾洽公之便利性為規劃導向，其外觀設計採中式、紅牆、白柱搭配斜瓦，給人一種熱情、活潑、朝氣、明亮的一處辦公環境，以擺脫公家單位給予洽公民眾、刻板、嚴肅之印象。建築物格局採取對稱配置，以尋求平面及外觀之平衡和諧，於左右各配置一座樓梯，使逃生避難更為方便，而內部結構系



統並以最新耐震規範加以設計。

在各樓層規劃原則方面，採地面層以上設置辦公空間，地面以下設置停車及機電空間為主。各樓層之空間規劃如下：

- (1)地下一樓規劃為各科室、檔案儲藏室、機械室、及檔案室。
- (2)一樓規劃為農業課、財政課、民政課、兵役課、政風室和服務台。
- (3)二樓規劃為鎮長室、秘書室、建設課、主計室及人事室。
- (4)三樓規劃為禮堂、中型會議室（兼里幹事會報室）、及調解室。

## 2.重建狀況

大林鎮公所位於嘉義縣大林鎮水頭段 638、639、643 號（地號），基地面積共 9,644.47 平方公尺，總樓地板面積共 1,922.33 平方公尺。此一地上三層及屋突、地下一層鋼筋混凝土造之建築，有汽車停車位共 11 部，於民國 90 年（2001）10 月 12 日發包，工期 210 天加上展延 30 天，於民國 91 年（2002）6 月 9 日完工，完工後的大林鎮公所如見圖 4-7。



圖 4-7 完工後的大林鎮公所

拍攝日期：民國 91 年 6 月

提供者：行政院九二一震災災後重建推動委員會

## （七）嘉義縣番路鄉公所

### 1.辦公廳特色

在樓層規劃方面，民眾經常接洽之課室位於一樓，二樓為鄉長室及相關對內的課室，三樓為鄉民代表會辦公處所及議事廳。

在設計理念方面，為表現尊重山城意象，採灰白斜頂設計，並與遠山對街、斜頂民宅呼應。結構體呈 L 型配置以爭取較大通風採光面積。建築設計考量省能要求，因此除因基地形狀及位置、空間配置需配合主要道路外，空間配置儘量以陽台花台、結構外露、遮陽板等方法阻隔直射日曬，以達省能效果。此外，由於地處觸口斷層帶，故加強結構體耐震設計。

## 2.重建狀況

番路鄉公所位於番路鄉下坑村菜公店 101 號 (下坑段 11 地號)，基地面積共 2,101.56 平方公尺，總樓地板面積共 2,274.84 平方公尺，為地下一層，地上四層之建築物，有汽車停車位室內 12 部、室外 19 部，機車停車位室內 10 部、室外二十部。總施工工期 300 日曆天，於民國 89 年 (2000) 12 月 22 日開工，民國 90 年 (2001) 10 月 16 日完工，完工後的番路鄉公所如見圖 4-8。



圖 4-8 完工後的番路鄉公所

拍攝日期：民國 90 年 10 月

提供者：行政院九二一震災災後重建推動委員會

## (八) 台中縣石岡鄉公所

### 1.辦公廳特色

本建築整體設計的考量以簡潔的設計手法，對比出自然環境的豐富，連續延伸的水平線能與低長的量體比例，隱喻並強化石岡帶狀鄉鎮發展的型式特徵與地平線的延伸感。

整體建築為考量鄉公所與代表會之使用用途及量體對應抗震的雙重考量，將建築體分為二棟垂直配置的中低層建築。本建築使用白色為基調，係取其之於色彩學中性色的本質，用以協調週遭環境色相，使新生與原有充分融洽。

## 2.重建狀況

石岡鄉公所位於台中縣石岡鄉萬安段 405、406、410、411、412、413 號，基地面積共 1,834.27 平方公尺，總樓地板面積共 2,708.075 平方公尺，為地上四層、地下一層鋼筋混凝土造之建築，有汽車停車位共 21 輛。於民國 90 年 (2001) 8 月 1 日發包，民國 91 年 (2002) 7 月 30 日完工，完工後的石岡鄉公所如見圖 4-9。



圖 4-9 完工後的石岡鄉公所

拍攝日期：民國 91 年 8 月

提供者：行政院九二一震災災後重建推動委員會

## (九) 南投縣集集大山電視轉播站

### 1.辦公廳特色

集集大山轉播站為全國地方政府管轄最大的電視轉播站，自民國 71 年 (1982) 5 月 8 日正式開播以來，服務範圍涵蓋南投縣十三鄉鎮，攸關四十萬民眾收視功能以及傳播文化的使命，然於九二一震災損毀，損壞情形如見圖 4-10。



圖 4-10 倒塌的集集大山轉播站

拍攝日期：民國 88 年 9 月 23 日

提供者：行政院九二一震災災後重建推動委員會

為維護山區民眾收視無線電視台之權益，南投縣府數度爭取復建經費，終獲行政院新聞局及九二一重建委員會同意編列 90 年度特別預算，並與行政院農委會林務局南投林區管理處之巒大地二林班地瞭望台及駐在房二件重建工程辦理共購。

在規劃設計概念上，針對空間機能除符合轉播及發射之特殊功能外，同時亦能滿足林管處宿舍與瞭望功能。而結構系統採用鋼筋混凝土樑柱系統，而屋頂發射塔則採用鋼結構系統。在造型計劃方面，立面運用水平遮陽板強調水平感與大地融合之穩定感，且立面造型以多層水平板語彙象徵建築物隱含發射器之機能。

## 2. 重建狀況

集集大山電視轉播站位於南投縣集集鎮巒大林區第二林班地，經緯度為東經  $120^{\circ}49'48''$ ，北緯  $120^{\circ}49'48''$ ，海拔 1350 公尺。基地面積共 720 平方公尺，建築面積為 76.89 平方公尺，總樓地板面積共 193.06 平方公尺，為地上四層、高度 28.95 公尺之鋼筋混凝土建築。於民國 91 年（2002）1 月 16 日開工，民國 91 年（2002）12 月 26 日完工啟用，完工後的大山轉播站如見圖 4-11。



圖 4-11 重建後的集集大山轉播站

拍攝日期：民國 91 年 11 月 20 日

提供者：行政院九二一震災災後重建推動委員會

#### (十) 南投縣竹山鎮公所

竹山鎮公所原位於竹山鎮雲林段 1740、1740-3 號，在九二一地震時損毀（如見圖 4-12），重建新址為南投縣竹山鎮雲林里公所路 100 號，基地面積共 1,3637 平方公尺，總樓地板面積共 2,582.4 平方公尺，為地下一層、地上二層之建築，有汽車停車位 28 部。於民國 89 年（2000）11 月 30 日發包，於民國 90 年（2001）10 月 27 日完工，重建後的竹山鎮公所如見圖 4-13。



圖 4-12 倒塌的竹山鎮公所

拍攝日期：民國 88 年 9 月 23 日

提供者：行政院九二一震災災後重建推動委員會



圖 4-13 重建後的竹山鎮公所

拍攝日期：民國 90 年 10 月

提供者：行政院九二一震災災後重建推動委員會

#### (十一) 南投縣政府新建大樓

重建後之南投縣府新建辦公大樓結合環境與風土民情，具備休憩活動、文化與國際觀之建築形式本區建築分兩棟辦理，採用六斜頂造型使縣政中心求為地標性建築，並有慶場配置襯托線建築之特性。

南投縣政府原大樓位於南投市三塊厝段 1-221 地號，重建後之南投縣政府新建大樓位於南投市中興路 660 號。本基地面積共 25,553.79 平方公尺，總樓地板面積共 51,741.52 平方公尺，為地上八層、地下二層之建築，有汽車停車位三百七十部、機車停車位二百一十二部。於民國 89 年 ( 2000 ) 5 月 31 日發包，民國 90 年 ( 2001 ) 11 月 22 日完工，完工後的縣府大樓如見圖 4-14。



圖 4-14 完工後的南投縣政府大樓

拍攝日期：民國 90 年 12 月

提供者：行政院九二一震災災後重建推動委員會

## (十二) 南投縣政府警察局

### 1. 建物特色

本建築以十字型平面架構、雙核心服務核，建築中心主體為一圓形玻璃帷幕。各樓層規劃分別為：

- (1)地下室為停車空間兼防空避難室，另外為考量隱蔽性或噪音影響，地下室設有靶場設備、拘留室、偵訊室等。
- (2)一樓為考量警察機動性之需求及對外相關部門而設置相關課室。
- (3)二樓為主管相關行政單位及主管空間。
- (4)三樓為一般行政單位。
- (5)四樓因考量其安靜、私密及視野，設為住宿相關空間。
- (6)五樓為生活空間及大跨度空間，設有餐廳、廚房、柔道場等。
- (7)六樓為特殊用途空間，設有禮堂、勤務指揮中心、警訊中心、主機房。

在整體設計考量方面，由於本建築空間眾多，為求各空間通風及採光良好而採十字型平面架構。另外，本建築以鋼硬之建築線條為主體，以表達警察維護法紀之決心與力量。而為塑造警局之親民形象與環境的回饋，於室外設有口袋公園、綠蔭人行道、緩衝綠帶等設施。此外，為了紓解警察繁重之壓力而設計多層次之解壓空間，並有室外週邊綠地、籃球場、景觀迴廊、三樓挑高休閒廣場、四樓露台花園設施。

### 2. 重建狀況

南投縣政府警察局原址位於南投市三塊厝段 260-65、260、245-65、245-57、245-5、245-58 等六筆地號，重建後新址於南投市南崗二路 133 號，基地面積共 18,183.07 平方公尺，總樓地板面積共 28,005.4 平方公尺，為地下 2 層、

地上 7 層之建築，有室外停車位汽車 33 部、機車 20 部，地下室停車位汽車 222 部。本工程於民國 91 年（2002）7 月 15 日發包，於民國 93 年（2004）4 月 30 日完工。

### （十三）南投縣警察局仁愛分局

#### 1. 建物特色

重建後之仁愛分局除採光、通風、視野良好及設計簡潔的辦公、執勤及訓練空間，整體建築表現出南投地區人文景觀特色，亦能顯現警察單位應有之威嚴，以塑造城鄉新風貌。此外，具有辦公和執勤、訓練空間方便性及舒適性以及辦公空間資訊化。而空間配置以符合警察單位辦公之效率性、執勤之機動性、訓練之落實等功能為整體考量原則。

#### 2. 重建狀況

南投縣警察局仁愛分局原位於南投縣仁愛鄉霧社段 77-1 號，重建之新址於南投縣仁愛鄉大同村仁和路 87 號，基地面積共 3,136 平方公尺，總樓地板面積 4,553 平方公尺，為地下 1 層、地上 4 層之建築，有汽車停車位 40 部。本工程於民國 90 年（2001）5 月 11 日發包，完工於民國 91 年（2002）8 月 27 日，完工後的南投縣警察局埔里分局如見圖 4-15。





圖 4-15 完工後的南投縣警察局仁愛分局

拍攝日期：民國 91 年 9 月

提供者：行政院九二一震災災後重建推動委員會

#### (十四) 南投縣警察局埔里分局

##### 1. 建物特色

埔里分局重建工程為能塑造具地方及警政單位風格之建築特色，在規劃設計理念上，以表現南投地區人文景觀特色及顯現警察單位應有之威嚴為方向進行設計，期能塑造城鄉新風貌，且兼具辦公及執勤、訓練空間方便性及舒適性。此外，考慮辦公空間資訊化，配置以符合警察單位辦公之效率性、執勤之機動性、訓練之落實等功能為整體考量原則。

##### 2. 重建狀況

南投縣警察局埔里分局位於南投縣埔里鎮中山路二段 235 號，基地面積共 2,915 平方公尺，總樓地板面積共 4,010 平方公尺，為地下 1 層、地上 6 層之建築，並有汽車停車位 46 部。本工程於民國 91 年 (2002) 年 7 月 26 日發包，於民國 92 年 (2003) 7 月 24 日完工，完工後的南投縣警察局埔里分局如見圖 4-16。



圖 4-16 完工後的南投縣警察局埔里分局

拍攝日期：民國 92 年 8 月

提供者：行政院九二一震災災後重建推動委員會

## (十五) 南投縣消防局埔里分隊

### 1. 建物特色

南投縣消防局埔里分隊為消防救災為主之建築物，整體設計上以最為方便迅速之動線安排為考量重點，整棟建築物之量體採取左右對稱之配置以塑造較古典大方之意象。主要入口由一樓正中央進入，救災車庫分設兩側可讓一樓門廳及管控中心更方便管理與調度，一樓主入口門廳挑空以方便與二樓空間之聯繫與調度，並可適度創造門廳之氣派度。

在規劃設計理念上，由於基地附近多為空地且正面朝向珠子山，四周多為翠綠景觀，因此本建築建材之考慮以仿自然材質之石頭漆為主來搭配，再以二至三個層次暖灰色調之抵石子材，據以塑造一個質感大方、易辨識、高效率的機關形象。一樓入口門廳部份採用花崗石，以表現本建築之價值感。

### 2. 重建狀況

重建之南投縣消防局埔里分隊位於南投縣埔里鎮生蕃空段 79-24、26、27 等地號，基地面積共 8,580 平方公尺，總樓地板面積共 3,035 平方公尺。此地上四樓之建築，一樓為消防車庫、值班台，二樓有會客室、器材室，三樓設分隊辦公室、備勤室，四樓大隊為辦公室、備勤室、會議室。有室外汽車停車位 18 部，兩側空間皆可停放汽機車。本工程於民國 91 年 (2002) 10 月 25 日發包，於民國 93 年 (2002) 2 月 13 日完工，完工後的南投縣消防局埔里分隊如見圖 4-17。



圖 4-17 完工後的南投縣消防局埔里分隊

拍攝日期：民國 93 年 2 月

提供者：行政院九二一震災災後重建推動委員會

## (十六) 南投縣國姓鄉公所

### 1. 建物特色

重建後之國姓鄉公所造型儉樸莊嚴，表現出公共建物之特質，並利用斜屋頂造型搭配材質與色彩，以反應地方鄉土特色並增加親切感。於建築前面留設廣場，降低量體壓迫感，並提供都市開放空間讓鄉民活動，以紓解前面道路之狹隘感。

在規劃設計方面，因本建築容納許多部門（鄉公所、戶政事務所、代表會、鄉立圖書館），故在動線設計上儘可能單純化、集中化且靠近廣場區。而開口形式與尺寸配合建物座向，以達採光及省能之目的。另採取較大跨距並配合內部輕隔間設計，以因應未來空間使用之彈性。此外，結構系統採工整對稱設計。

### 2. 重建狀況

國姓鄉公所原位於南投縣國姓鄉中興段 183-1、207、260，而重建新址尚未編門牌，基地面積共 1,954.41 平方公尺，總樓地板面積共 5,952.84 平方公尺

· 為地下一層、地上六層之建築，有汽車停車位室內 49 部、室外 7 部。本工程於民國 91 年（2002）1 月 15 日發包，於民國 93 年（2003）3 月 26 日完工<sup>46</sup>，完工後的國姓鄉公所如見圖 4-18。



圖 4-18 完工後的南投縣國姓鄉公所

拍攝日期：民國 92 年 4 月

提供者：行政院九二一震災災後重建推動委員會

## (十七) 南投縣縣屬埔里行政機關

### 1. 建物特色

在建築配置方面，環境脈絡以空間組織及形式構成，建構本建築與埔里鎮的脈絡連結。以尋找鎮民中心的原型為主題，進而創造埔里鎮的地方風貌。延續基地原有建物之親切尺度，保留基地原有植栽之茂盛綠意。在人車介面設計上，以人為主，人行空間在前，以車為輔，車行空間在後。

在建築設計方面，規劃垂直動線與服務核集中，跨距呼應空間類型，建立由外而內空間序列（廣場→迴廊→門廊→大廳→辦公廳）。以交錯多樣之斜屋頂，表現街屋與聚落風貌之建築類型。此外，利用自然通風採光，並依節能省水之綠建築概念設計。

### 2. 重建狀況

南投縣縣屬埔里行政機關位於南投縣埔里鎮和平段 77 等 8 筆地號，基地

<sup>46</sup> 數據為九二一震災重建委員會公共建設處提供。

面積共 12,200.31 平方公尺，總樓地板面積共 18,616.51 平方公尺，為地下一層、地上五層之建築，有汽車停車位室內 157 部、室外 68 部。於民國 91 年（2002）10 月 24 日發包，預計於民國 93 年（2004）5 月中旬日完工<sup>47</sup>。

## （十八）南投縣立三和游泳池

### 1. 建物特色

本建築保留基地內原有茂盛的植栽以及社區居民喜愛的活動草坪，並提供國際標準的游泳池，為兼顧全民運動休閒，附設兒童池、SPA、按摩池、三溫暖以及社區文教體育活動空間。整體造型以通透寬敞的大通廊為中介，兩邊分設游泳池館和社教空間。游泳館以弧形曲面金屬屋頂，表現流體力學的美感。以人車分道的方式提供地下停車場，滿足本館以及鄰近機關及社區之停車需求。

在規劃設計概念方面，結合周邊縣政中心建物特色，及打造縣內新地標構想，興建一座可供游泳競賽、教學與民眾休閒的運動場館，並構思保留游泳池旁的綠地，以提供親子活動或老人槌球活動等，進而打造休閒新生活運動。

### 2. 工程基本資料：

南投縣立三和游泳池位於南投縣南投市復興路 1 號（南投縣南投市三塊厝段 44-12 等 21 筆地號），基地面積有 10,554 平方公尺，總樓地板面積有 9,353.16 平方公尺，為地下一層、地上三層之建築，有汽車停車位 102 部。本工程於民國 91 年（2002）8 月 30 日發包，於民國 92 年（2003）11 月 21 日完工。

## （十九）財政部國有財產局南投分處

### 1. 建物特色

本建築利用部分陽台空間及設置開放式的茶水休息區，置放舒適的傢俱及配合綠化等視覺改善的手法，使人員能夠停留、交談，促進同仁間之感情，建造像家一樣感覺的辦公室的空間。另以退縮深窗的手法達到水平版遮陽的效果，而為增強遮陽版的造型效果，再於南側設置垂直遮陽版，使立面反映氣候特徵並達到輕快簡明的造型意象。此外，利用簡約實用的元素，以強調建築量體的美感。

在規劃設計方面，本建築以建立清晰的場所意象，並和諧的融入中興新村社區景觀為目標，提供簡潔的空間組織系統，具彈性化、效率化的空間機

---

47 數據為九二一重建委員會公共建設處提供。

能，並保持未來發展的可能性，且順應時代趨勢，提供舒適人性的工作環境，建構「智慧型建築」，創造有家一樣感覺的辦公空間。最後以簡約實用的元素，強調建築量體的美感，並達到綠建築之省能與環保目標。

## 2.重建狀況

財政部國有財產局南投分處位於南投市光大段 296、286-1、369-1 等三筆地號，基地面積共 6,106.12 平方公尺，土地使用分區屬於機關用地（允建建蔽率：50%、允建容積率：250%），緊臨 12 公尺計劃道路（省府路），為地上三層、地下一層之建築。本工程於民國 91 年（2002）8 月 26 日發包，於民國 92 年（2003）6 月 21 日完工，完工後的財政部國有財產局南投分處如見圖 4-19。



圖 4-19 完工後的財政部國有財產局南投分處

拍攝日期：民國 92 年 7 月

提供者：行政院九二一震災災後重建推動委員會

## 六、重建遭遇問題<sup>48</sup>

### （一）易地重建用地取得經費不足

中央復建經費原則僅補助工程經費，用地費用由工程主管機關自籌，部分位於斷層帶限建範圍內之公有建築不得原地重建，需易地重建。例如，草屯鎮公所因用地取得所需費用龐大，籌措經費時間影響復建計畫執行進度。

48 九二一震災災後重建推動委員會，《九二一震災災後重建經驗》，第參篇，頁 13-14。

## (二) 首長更迭，施政不連貫

例如，中寮鄉公所，原鄉長因案停職及病故，造成重建期間頻頻更換代理鄉長，致鄉公所重建位址無法定案而延宕執行進度；又如埔里鎮縣級機關行政中心選址亦因縣長更迭而改變，同樣影響執行進度。

## (三) 用地取得時程過長

因辦理都市計畫變更或非都市土地編定變更時間需六個月以上，國有地申請撥用則約需二個月時間。

## (四) 多次發包流標延誤期程

因營建物價波動造成流標，或流標後工程主辦機關未採取積極措施任由工程繼續流標。

## (五) 特別預算審查程序冗長

特別預算應行注意事項規定之審查程序規定即使編列之復建工程預算完成法定程序，仍要求工程主辦機關提報執行計畫送中央部會及重建會審查，增加審查作業時間長達二個月以上。規劃設計後一千萬元以上工程需再送行政院公共工程委員會、重建會審查，反較平時計畫程序冗長。

## 七、小結

歷經大地震後，民眾期盼儘速復原，政府將公有建築之重建工作列為優先實屬必要，但九二一地震不僅震出公共工程品質問題，更將累積數十年公有建築產權不清（包括建物或用地）及建築物無使用執照等問題暴露出來，非短期可解決。另外，部分公共設施復建計畫尚有用地取得、都市計畫變更或土地編定變更等問題亦未解決，公共設施工程需依政府採購法規定程序辦理規劃設計、發包施工等作業時間，再加上全部公共設施復建工程數量高達一萬餘件，使得為搶救災後續工作的政府機關工作量已超過飽和。以上因素都使「二個月內完成發包」之決策顯得過於倉促，且易使外界誤認各機關執行復建計畫不力，故復建計畫期限之決策仍有檢討的空間。<sup>49</sup>

就觀察公有建築復建工程執行情況，費時最久之實際作業項目概略分為「用地取得」、「建造執照取得」及「招標作業」等三部分。「用地取得」部分包括都市計畫變更（或非都市土地變更編定）、土地撥用、地上物拆遷補償等。「建造執照取得」部分包括建築線指定、消防審查、設計書圖審查等。前述二項作業短者三至六個月，長者超過一年。「招標作業」部分，工程主辦機關未能彈性運用政府採購法有關招標方式，致流標五、六次始完成發包。因此，為提高重建績效，齊頭式規定發包期限並非良策，而應要求檢討或規定前揭相關作業之流程，並建立橫向或縱向的聯合審查機制，以有效縮短作業時間。

在重建過程中發現，重建區鄉鎮公所所屬公有建築常有未取得使用執照、違規使

---

49 九二一重建推動委員會，《九二一重建經驗》，第參篇，頁 17。

用、興建過多同類使用目的建築物、民間社團獨佔使用公有建築物等現象存在，應利用此時檢討回歸建築法令管理，而非以「恢復原功能」為重建原則。當此政府財政不佳時期，更應檢討同一村里同時設置集會所、活動中心、老人會館等建物及專供某民間社團使用之必要性與效益，以提升公有建築使用之合理性及使用率。<sup>50</sup>

由於九二一地震震央在中部地區，大部分受損公共設施管理權屬地方政府，依行政院核定復建計畫時之規定及特別預算執行與會計事務處理應行注意事項，係由中央政府管控執行進度並按進度核撥補助款。因行政院及立法院均要求重建會或中央相關部會負起重建進度責任，致使縣市政府較關心經費撥款進度，有關進度之控管則抱持被動之心態，並未主動積極推動簡化重建所需相關作業流程，甚至發生縣市政府相關局處間，或縣市政府與鄉鎮市公所間之事務，由重建會出面協調之現象。例如，都市計畫變更程序依重建暫行條例規定可三級聯審，一般作業約需六個月。惟有關非都市土地編定變更，大部分重建之規模在十公頃以下，係屬縣市政府審查權責，完成變更程序竟長達八個月至一年時間。因此，類似天然災害復建計畫，屬地方政府執行者，中央政府應將心力投注在相關法規之增修訂、補助制度之建立、經費核撥與執行進度勾稽制度之建立，及相關協調事項，至於執行進度則由地方政府自行控管，培養負責任的態度，直接面對民眾對重建的期盼。<sup>51</sup>

因重建會為九二一震災災後重建之主管機關，為有效提升重建工程施工質，重建會於 91 年 (2002) 11 月 7 日依據行政院公共工程委員會頒布之「工程施工查核小組組織準則」及「工程施工查核小組作業辦法」，正式成立「工程施工查核小組」，並全力推動查核機制。對查核缺失嚴重之工程，除進行責任追究外，並公諸媒體，藉用輿論力量，對重建工程之主辦機關、監造單位及廠商施以雙重壓力，並督促各工程主管機關之工程施工查核小組加強查核，以有效提昇重建工程品質。

九二一震災時大量公共建設受損、傾倒，本應作為緊急避難所的建築亦無法抵抗強震，暴露出公共工程品質不佳之事實。各界要求提昇工程品質有極深的期待。但由重建會自民國 90 年 (2001) 起辦理工程施工品質查核的結果，重建工程的品質發現良莠不齊，固有如台中縣土牛國小榮獲行政院第二屆公共工程金質獎，並有多件工程榮獲遠東建築獎，但亦有部分工程發生結構安全堪慮需進行補強，其原因包括國內營建管理制度不夠健全，即工程施工品質管理仍不為一般營建業者重視。工程主辦機關本身不熟悉品質管理制度或不具備工程專業知識，無法或無從要求監造單位或承包商提升施工品質。未來中央相關補助計畫應考量受補助機關注重施工品質之程度，並將執行進度與施工品質同時作為核撥補助款之依據。<sup>52</sup>

---

50 九二一重建推動委員會，《九二一重建經驗》，第參篇，頁 18。

51 同上註。

52 九二一重建推動委員會，《九二一重建經驗》，第參篇，頁 18。



### 第三節 校園重建工程

#### 一、前言

九二一地震災後校園倒塌、嚴重毀損者眾多，莘莘學子學習生活立遭中斷，災區百廢待舉。因此，各界莫不競相投入重建工作，而校園重建工程亦為其中亟待起步之任務。內政部營建署接受教育部委託辦理校園重建督導業務，慈善團體與民間企業亦投入諸多心血，經各單位配合，排除萬難，各受災校園陸續完工啟用。

教育乃百年大計，在社會大眾期盼下，九二一重建改善校園建築結構，透過臺灣優秀的建築師加入及縣市政府、校方、社區與家長等各界熱心參與，以及互動溝通，除了將教育改革理念與社區結合外，並融入新世紀環保及生態需求於建築設計中，以前瞻性的眼光建構新教育理念的新學校建築，此次九二一校園重建工作，是臺灣教育的新契機。

#### 二、學校校舍的損壞

在九二一地震後，建築結構的破壞除了一般住屋、集合式住宅大樓外，學校建築的損壞也同樣的嚴重，其中包括教室、圖書館、實習場地等設施。依據教育部於九二一地震後所作的統計結果，共有 1,546 所學校受損，其中大專院校有 81 所，高中職有 134 所，國中小有 1,327 所。<sup>53</sup>

這次九二一地震遭受損害的學校非常多，而中部主要斷層活動影響最深的地區包括：苗栗縣、台中縣市、南投縣、彰化縣、雲林縣及嘉義縣市等，就連百餘里外的台北、台南等也多有災情傳出，其影響所及幾乎遍佈全省各地區。從這樣的結果來看，我們發現了一個問題，地震主要的震源來自中部，而其他地區校舍的受損卻也佔了近半數，是不是因為校舍建築過於老舊？還是早期建築技術規則的耐震設計不合適？或者是施工品質沒有嚴格監控？由此次九二一地震，反映出許多公共建築施工設計不良以及管理不當的問題，這些問題都值得社會各界多加省思。

由於校舍的興建主要是為提供學習場地之用，所以在結構空間的應用上以採光與透明化的設計作為優先考量，而且為了方便管理與增加可活動空間，學校建築採用了許多走廊的設計以符合以上的需求。這種形態的結構設計原本是一項美意，然而在此次大地震，此種設計卻造成校舍的嚴重損毀，暴露出這種結構設計已必需重新評估與加強。

#### 三、學校破壞的原因與探討

本次地震後的調查，主要以中部地區為主，從現場實地勘察的結果，學校的損壞以學校基礎位於斷層帶或是在其鄰近區域的破壞最為嚴重，顯示地震發生時板塊巨大能量的釋放與地層錯動的激烈作用，造成建築物結構及基礎嚴重的崩塌及破壞。而除

---

53 九二一重建委員會，《九二一重建經驗》，第參篇，頁 20。

了上述主因外，學校校舍的破壞原因還可歸納出下列幾項：<sup>54</sup>

(一) 因作業流程或制度上缺失導致校舍在地震時受損

全國許多學校由於經費限制、土地不足、或人事行政上的缺失，常常一有經費下來便從原有的校舍向上（或水平方向）擴建，或者緊貼著校舍另建新校舍。而學校人員對於校舍的興建大多缺乏整體性及長遠性的設計規劃，且對於加蓋校舍的結構安全與配置方式也沒有仔細地進行評估。所以在地震作用下，原有建築物頂層加蓋的樓層就會導致其建築物振動週期改變，同時也造成底層的支承柱受壓力增加而引起軟弱地層的破壞，造成地層下陷。另外，緊貼新建的建築物，在地震時會相互擠壓碰撞，或在拓建建物之接連處等弱點的破壞，往往造成學校崩塌而危害師生的生命安全。

(二) 校舍底層支撐結構不足造成整體崩塌或嚴重損壞

從校舍破壞的現場可發現，遭到破壞部份幾乎集中在建築物的底層，也就是大部分校舍底層的支撐柱均有箍筋鬆脫、混凝土碎裂、主筋挫屈等現象發生，但是二樓以上結構受損卻比較輕微。這些現象基本上乃是因為底層支撐構件的水平抗剪強度及抗彎能力不足所致。而未崩塌但有破壞者，其多數的柱端位置因為地震力的作用已產生塑性鉸，形成結構整體的不穩定，因此容易在餘震來臨時產生破壞。

(三) 南北走向活動斷層造成建築崩塌處方位多為東西走向且為校舍長軸向

由於原有校舍建築在短軸向因有教室的間隔牆，因此其剛度或抗剪強度比較足夠。然而長軸向的校舍由於教室空間跨距大，雖也有間隔牆設置但相較於短軸向上明顯的不足，抗震能力的強弱很明顯產生分別。因此，當有平行校舍短軸方向的地震力作用時，校舍短軸向不容易造成結構損壞。反之，在平行校舍長軸方向的地震力作用下，樑柱很容易被剪力破壞或彎矩破壞。此次九二一地震是為南北走向的車籠埔及雙冬斷層活動所致，因此各地的地表加速度，東西方向遠比南北向為高，也因此校舍損壞大部分都發生在長軸向沿著東西向。

(四) 校舍以懸臂式走廊的損壞最為嚴重

由於校舍走廊是為學生活動空間，大都採用懸臂式設計，走廊只有單面靠牆壁有樑柱可以支撐，使得每層樓教室的柱軸力因而增加。尤其是一樓底層更為校舍結構主要支撐處，在柱軸力增加且柱支撐不足情況下，整個樓層可以用來抵抗水平地震力的效果降低，因而在地震作用下，危險性也就相對提高。

(五) 緊鄰興建的校舍於地震力作用產生擠壓碰撞

由於有些新校舍式接鄰著舊校舍建築，如司令台與主體校舍之間、校舍與走廊間之連結處，若無適當間隙，則容易在地震時造成擠壓或碰撞，因而造成

---

54 林呈、孫洪福，《見證 921 集集大地震（下）》，頁 870-872。

結構損壞。

(六) 開窗式之窗台設計，造成短柱效應而產生嚴重破壞

假設樑柱受窗台束制長度變為原來的三分之一時，則柱剪力將提高為原來之 3.375 倍。若在樑柱旁開高窗，則樑柱所受到窗台的束制長度將更長，更容易形成極短柱<sup>55</sup>，其所受剪力也將提高為原來的數倍，地震作用時此效應的影響會更為深遠。這也是在地震校舍的破壞中，此種短柱效應造成建築物剪力破壞極為嚴重的原因，也同時導致整棟校舍傾斜或崩塌損壞的連鎖結果。

(七) 長軸向有牆體的配置或柱子有翼牆設置的校舍損壞程度較純構架者輕微

本次地震勘察中亦有發現不同的校舍雖然同屬災區，卻未必有一樣嚴重的損壞，這是因為部分校舍於長軸向的結構中適度配置牆體，或是樑柱有翼牆設置的差異所致。基本上，學校校舍是屬於低層結構建築，但由於空間上的使用造成長軸向的有效抗剪牆壁量略顯不足，因此若校舍在長軸向有適當的牆壁配置（如樓梯間、廁所其他跨間等）或於樑柱增加翼牆，則可增加長軸向結構的剛度及抗剪強度，可避免地震發生時產生立即性的崩塌或損壞。

(八) 走廊設計在中間的校舍，損壞集中在走廊兩側樑柱

因窗台加高使得走廊兩邊之樑柱形成短柱效應，在地震力平行校舍長軸向作用時，這些短柱必需承擔遠較其他部位樑柱高好幾倍大的剪應力。若設計時未針對這些作特別的考量，破壞就很容易就集中在這些地方。

(九) 禮堂、活動中心、體育館等大型教學活動空間損壞較一般校舍輕微

由於本類型校舍大多依據較新的耐震設計標準所建，因此在抗剪能力上較佳。再加上此型結構於空間配置上較為方正或規則並適度配置牆壁量，因此在結構上比較無長短軸向耐震能力上的差距，所以地震中產生嚴重壞者較少，僅有一般非結構設備如天花板、照明燈、玻璃...等遭受破壞。

(十) 非結構及設備之損壞主要以墜落及傾倒損壞模式

諸如屋頂水塔產生擠壓變形及傾倒滾落、圍牆傾倒或沿牆面產生剪力破壞、照明燈具墜毀、室內傢具設備及視聽設備等均屬於此類破壞。

#### 四、校舍破壞的成因與改善措施

學校的建築形式與一般住宅建築雖然不盡相同，但其在地震時的受損模式及破壞結果仍有許多相同的地方。為了減少類似災害發生時所造成損失及傷害，最佳方法就是詳細瞭解這些建築物會產生這些破壞的原因。藉由這些成因的掌握，再提出必要的修正方式及改善措施，才有辦法提升建築物的品質及整體結構的安全。就此次學校校舍破壞的勘察結果了解，除了校舍建築物基礎未來於興建時必需避開斷層地帶及禁建

---

<sup>55</sup> 樑柱的高度與剪力方向柱子的深度比值在 2 以下。

範圍外，對於設計或施作方式也必須有所改變。<sup>56</sup>

雖然建築技術規則中，早已針對學校建築依不同用途，將各安全係數較一般建築結構物提高 25%，然而從一開始的規劃設計，到後來施工及使用維護上的一些不健全因素，造成許多學校校舍建築物的耐震力未達到應有的耐震要求。此次九二一地震就給予我們相當大的啟示，所以今後在地震頻繁的臺灣地區應重新規劃擬定新校舍建築結構的耐震標準及落實施工品質的監管，並適度加強現有建築結構的穩固與安全，才是提高安全與建立良好學習環境的因應之道。表 4-14 說明九二一地震學校建築物之破壞原因。

## 五、受災學校的校園重建

### (一) 重建歷程

九二一地震後當天，教育部即刻成立教育部九二一震災危機小組，協調中央災害防救中心協助校園搶救。為確認校園受損情形，在 9 月 24 日即請各大學相關科系所進行校舍結構的安全鑑定，並呼籲各級學校與社會人士來協助救災。緊接著開始輔導災區學生至其他縣市學校寄讀，繼而籌畫預算，確定哪些預算可緩辦或可移緩濟急。為了可以在最短時間內復課，政府調查受災縣市的簡易教室及廁所需數，同時呼籲民間認養學校，接著協調工程營建機構搭蓋簡易教室。並於民國 88 年 (1999) 10 月 25 日成立校園重建諮詢工作小組，對於未來五年學校發展規模提報校園重建經費，並遴選專案管理廠商協助學校重建。最後由行政院公共工程委員會將經費審議結果報行政院核定進行校園重建工作。<sup>57</sup>

在民國 89 年 (2000) 5 月 20 日民進黨政府開始接續九二一地震的重建工作，首先重組災區校園重建會報，以建立新式學校為目標，教育部開始規畫推動「新校園運動」。接著，建立中央、地方政府和民間團體參與學校重建的夥伴關係，依所需要的重建經費來分類，以五千萬為基準，未滿五千萬者，乃依照縣市政府或學校的意願來自行辦理，在五千萬或五千萬以上屬於全校重建工程者，則由教育部代為選擇建築師以及專業管理廠商來辦理。<sup>58</sup>

在民國 89 年 (2000) 6 月教育部將整個校園重建工作劃分成 A、B、C、D 四組來進行<sup>59</sup>：A 組由教育部委託內政部營建署來代辦，B 組則由教育部委託亞新顧問公司辦理，C 組則請地方政府自行辦理，D 組由民間慈善團體與企業認養，總計有 293 所學校重建。<sup>60</sup>教育部在重建過程中委託營建署、亞新顧問公司

56 林呈、孫洪福，《見證 921 集集大地震 (下)》，頁 872-874

57 教育部，《教育部九二一災後校園重建報告》(臺北市：教育部，2001)，頁 1-2。

58 教育部，《教育部九二一災後校園重建報告》，頁 2。

59 同上註。

60 同前書，頁 5。

提供專業服務，地方鄉親、建築師和學校共同參與規劃設計，以確實達到「新校園運動」的目標。

為維持學校重建後的品質，教育部決定採用最有利標來進行校園重建工程的發包。各單位為了增進重建後校園的安全性，須特別注意土壤液化、水土保持等的相關問題。為了在發生如九二一地震等重大危難的時候，學校可以提供地方人士一個安全的避難場所，在新校園設計時，應增加防空避難的地方與設備。另外，對於需要遷校的學校，必須儘快解決土地取得以及地上物拆除的問題，且以最快的速度完成校園重建，以確保學生受教的權力不致受損。

在民國 90 年 ( 2001 ) 2 月，教育部為加速與精實校園重建，調整了九二一校園重建專案小組，遵照重建會的會議決議將督導會報改組專案小組，並將各相關機關與單位納入小組成員。在同年 5、6 月時，教育部請公共工程委員會來協助勘察簡易教室的安全性是否合格，以確保學童上課的安全。整個校園重建工程，除內湖國小、東勢高工 ( 93 年完工 ) 外，大部分在民國 90 年 ( 2001 ) 至 92 年 ( 2003 ) 間陸續完工。

表 4-12 九二一地震學校建築物破壞原因及說明

項次	破壞原因	破壞種類	學校校舍建築物改善措施
1	走廊支撐不足	造成校舍前塌	1.增加柱子數量的設計並且提高結構的贅餘度，使其能發揮應有韌性，避免有立即崩塌損壞的產生。 2.適度於走廊方向增加牆壁量，並且讓牆壁在重力方向保持連續，以均勻分散地震傳來之能量，以有效降低結構物的損壞。
2	開窗設計形成短柱效應	地震時導致柱子剪力破壞	1.開窗設計使得連續牆壁量減少，再加上窗框之強度與勁度遠不足於窗台，因此形成短柱效應。柱子愈短彎矩愈小，但剪力愈大，因此若在柱子與窗台間設置隔離縫以保有柱子原有效長度，便可降低此類效應發生。 2.在彎矩破壞的過程中，張力側之混凝土保護層首先出現裂縫，並隨彎矩之遞增而剝落。因此在結構設計中，只要縱向主鋼筋配置得當，主鋼筋會隨彎矩之遞增而降伏，但柱子核心混凝土尚未壓碎，所以整個過程模式乃是漸進式之破壞，是為韌性破壞。
3	支撐柱內埋置管路	影響抗震效果	1.支撐柱內埋置管路會使柱子的有效面積減小，而有效支撐面積的減少不僅會降低建築物耐震能力，並且對於結構的抗震效果會有所影響。因此無論是維生或是電力、排水等管路一律採用明管設計，以保持柱子結構之完整性。 2.提高柱子抗震能力之最佳化設計。
4	箍筋不足或間距過大	樑柱構件產生脆性破壞	1.箍筋間距大易產生剪力破壞、縱向主鋼筋挫屈及核心混凝土壓碎破壞，這些均為脆性破壞。 2.由於混凝土在圍束下方可提高其韌性，且可同時圍束主鋼筋，以降低主鋼筋之有效長度。縱使最外層側的混凝土保護層剝落，亦不容易產生挫屈。 3.只要箍筋配置得當，則可大幅提昇鋼筋混凝土構件之韌性，進而避免脆性破壞。 4.結構耐震設計必需配備緊密箍筋，且箍筋兩端彎鉤角度必需足夠，方可達到圍束之目的。

5	校舍建築棟與棟緊臨	地震時產生擠壓破壞	1.由於校舍常於不同時間增建，在建築物棟與棟之間並未留設適當之隔離縫，因此易於地震時產生碰撞或擠壓而造成建築物受損。所以，在校舍增建之時當應依建築技術規則規劃及考量建築物棟與棟之間距，以防止地震時產生擠壓、推擠或碰撞這些破壞。
---	-----------	-----------	---

資料來源：林呈、孫洪福

## (二) 初期的復建工程

### 1. 了解學校災情與立即的救災作為

在地震初期時，政府組成了災後重建工作小組來了解學校災情，初步預估約有大專院校 81 所、高中職 134 所、國中小 1,327 所、特殊學校四所，共有 1,546 所學校受損，還有師生 331 人受傷以及 344 人死亡，<sup>61</sup>災情相當慘重。

由於有相當多的民眾因地震造成房屋損毀，為能暫時安頓這些無家可歸的民眾，政府立即指示提供校園供災民避難，同時徵集全國學校帳棚、睡袋供給災民及災區學校使用，並請專家協助鑑定校舍，裝設救災專線電話，然後派大學附設醫院醫護人員至災區協助醫護工作，隨時注意災民的健康狀況。

### 2. 幫助師生儘快復課

對於受災師生，政府除慰問外，另核發慰問金，並接洽保險公司給予學生關懷，以及加辦師生地震險。同時宣導校園安全與衛生習慣，使師生得以安心回到學校。為能在短時間內讓學校復課，對於短期無法修復上課之學校，則緊急安排學生寄讀其他學校，給予必要的租用上下學交通車補助款。為免寄讀學生權益受損，訂定了「受災學校復課及學生寄讀他校實施要點」<sup>62</sup>，同時協調學校尋找適合的復課地點，彈性調整課程，學校間的資源也相互支援以補地震後教學軟硬體不足的問題。為了災區學生的健康，亦提升學生必要之午餐及飲水的品質。對於災後復學有困難的學生，政府計畫免費提供教科書，也呼籲各界善心人士暫時收容孤苦無依的學生。

### 3. 興建簡易教室

為解決校舍不足的問題，興建簡易教室 2,950 間，經費十億餘元，於民國 88 年 (1999) 12 月底前完工。此外，再核發防颱加固及隔熱通風經費數千萬元，另再配置每間簡易教室二台冷氣 (約半數由紅十字會認捐，其餘的由政府補助三千七百餘萬元)，所有通風隔熱及冷氣機加裝工程均於民國 89 年 (

61 九二一重建委員會，《九二一重建經驗》，第參篇，頁 20。

62 教育部，《教育組重建計畫》，<http://www.edu.tw/unit/unit01.htm>。

2000) 11 月底完工。

#### 4. 籌措校園復建經費

除了民間認養及認捐約九十餘億元，行政院核予各級學校重建經費共一百三十五億二千零八十七萬元。

#### 5. 規劃校園重建

教育部於民國 88 年 (1999) 10 月 25 日成立了校園重建工作小組，訂定校園重建規劃設計規範，並訂定民間單位認養學校重建實施要點以及認養合約參考範本，鼓勵各界認養學校重建工程，再訂立學校提報復建經費需求提報計畫書格式及經費提報告標準。

#### 6. 選擇專業廠商與校園安全體檢

依政府採購法第三十九條辦理遴選專業營建管理顧問公司協助辦理校園重建工程，雲林縣以南五個縣市一個標案<sup>63</sup>由亞新工程顧問公司得標。

地震後校園安全受到各界重視，教育部擬訂地震後校園建物安全檢查計畫，對於有安全疑慮之校舍編列預算來改善。在國中小部分計畫分三個階段實施，並已於民國 89 年 (2000) 6 月初辦理完畢，之後再編列預算改善。

### (三) 新校園運動時期的重建學校數及分組

在民國 89 年 (2000) 5 月 20 日民進黨政府接手後，教育部對於九二一震災後的校園重建，依其所需經費與困難度計分為四組 (如表 4-15): A 組教育部委託內政部營建署代辦重建部分 (共有 41 所學校); B 組教育部委託亞新顧問公司協助辦理重建部分 (共有 22 所學校); C 組地方政府自行辦理重建部分 (共有 122 所學校)，總計政府辦理震災學校重建校數共有 185 所 (如表 4-16); D 組民間機構認養自辦的重建部分共有 108 所學校 (如表 4-17)。<sup>64</sup>以上重建學校總計 293 所學校 (如表 4-18)。

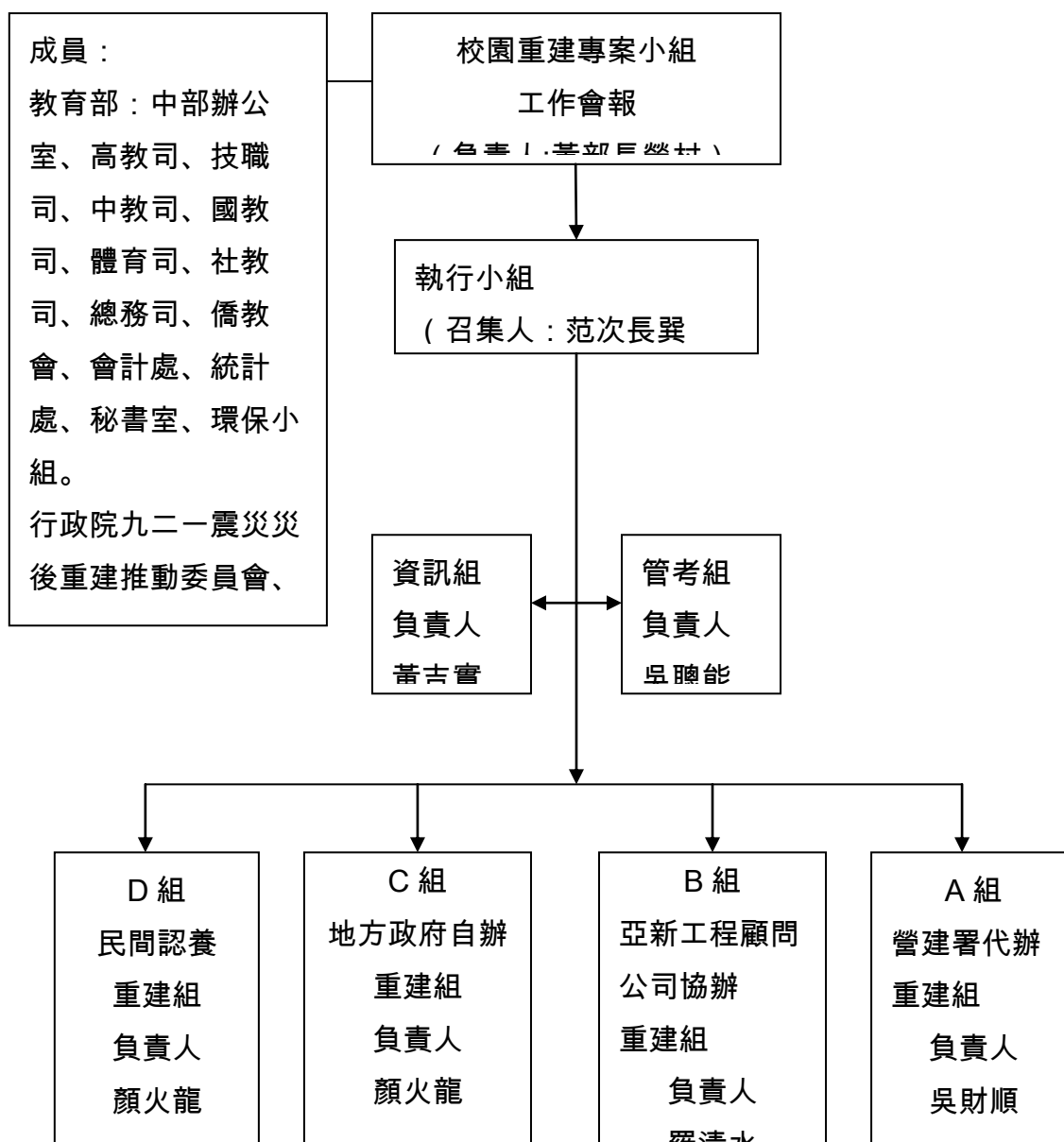
---

63 共二十二所學校。

64 教育部，《教育部九二一災後校園重建報告》(臺北市：教育部，2001)，頁 1-2。



表 4-13 九二一震災校園重建專案小組組織架構表



依據民國 90 年 ( 2001 ) 2 月 13 日行政院九二一災後重建委員會「研商學校重建專案小組作業機制及運作事宜會議」決議，於民國 90 年 ( 2001 ) 2 月 20 日成立。

資料來源：教育部校園重建小組

表 4-14 政府辦理震災學校重建工程進度情形彙整表

縣市別	學校名稱	校數
臺北縣	中正國小	1 校
桃園縣	會稽國小	1 校
苗栗縣	田美國小、雙連國小、景山國小、大南國小、士林國小、大湖國小、僑成國小*、獅潭國中、海口國小*、僑育國小、銅鑼國小、啟文國小、永興國小	13 校
臺中縣	東汴國小、和平國中、自由國小、中坑國小*、黃竹國小*、崑山國小、大林國小*、土牛國小*、博愛國小(谷關分校)、草湖國小*、車籠埔幼兒實校*、大南國小、福民國小*、新社中學*、大道國中*、霧峰國中*、東興國小、坪林國小、光隆國小*	19 校
南投縣	豐丘國小、田豐國小、瑞竹國小、文山國小、和平國小、德化國小、愛國國小、同富國小、雙龍國小、車袁國小、雲林國小、忠信國小、南豐國小、魚池國中、久美國小、羅娜國小、永康國小、頭社國小、春陽國小、秀峰國小、新城國小、明潭國中、力行國小、富功國小*、土城國小*、營盤國小*、桶頭國小、初鄉國小、共和國小、平靜國小、和興國小、麒麟國小、鯉魚國小、光榮國小、清境國小、廣英國小*、鹿谷國中*、隘寮國小、竹山國中、秀林國小、文昌國小、延和國中*、僑建國小、千秋國小、清水國小、光復國小、瑞竹國中*、民和國中*、民和國小*、同富國中、南港國小*、港源國小、草屯國中、水尾國小*、溪南國小、法治國小、鐘靈國小、隆華國小*、互助國小、親愛國小*、仁愛國中*、大鞍國小、史港國小、神木國小、廣興國小、郡坑國小*、北山國中、南光國小*、成城國小*、紅葉國小、中正國小、宏仁國中*、新山國小*、南崗國中、育英國小*、和雅國小、發祥國小、內湖國小	78 校
彰化縣	青山國小、民生國小	2 校
雲林縣	草嶺國小、華山國小◎、水林國中◎、臺興國小◎、石榴國中◎、斗六國中◎、淵明國中◎	7 校
嘉義市	北興國中◎、垂楊國小◎、嘉北國小◎、博愛國小◎、嘉義國中◎	5 校

嘉義縣	三層國小、港乾國小、新塭國小、中正國小、大有國小、竹崎國中 <sup>◎</sup> 、大湖國小、永興國小、美林國小、後塘國小、文光國小、民雄國中、大埔國中、內埔國小(含翠巒分校)、梅山國小、民和國小、太平國小、中埔國小、民雄國小 <sup>◎</sup> 、龍山國小、振寮分校、社口國小、昇平國中、和睦國小 <sup>◎</sup> 、太興國小、秀林國小 <sup>◎</sup> 、來吉國小、中崙國小、豐山國小、梅山國中 <sup>◎</sup>	30 校
臺南縣	南新國中 <sup>◎</sup> 、新化國中 <sup>◎</sup> 、將軍國小	3 校
臺南市	日新國小 <sup>◎</sup> 、新南國小 <sup>◎</sup>	2 校
臺中市	東峰國中、新興國小、五權國中、忠孝國小、軍功國小、臺中國小、成功國小、力行國小、東山國中、大同國小、進德國小、雙十國中、崇倫國中、樂業國小	14 校
高中職	民雄農工 <sup>◎</sup> 、嘉義高中 <sup>◎</sup> 、南投高中*、埔里高中*、中興高中*、竹山高中*、南投高商*、霧峰農工*、草屯商工*、東勢高工	10 校
合計		185 校

標示<sup>◎</sup>者為委託亞新工程顧問股份有限公司專案管理；

標示\*者為委託營建署專案管理；無標示者為縣市政府自辦。

資料提供：九二一重建會

表 4-15 民間認養自(委)辦 108 校重建工程進度表

縣市別	學校名稱 <sup>65</sup>	校數
南投縣	永昌國小、永樂國小、地利國小、人和國小、富山國小、信義國小、新鄉國小、玉峰國小、瑞田國小、信義國中、乾峰國小、草屯國小、長福國小、中寮國小、名間國中、育樂國小、 <b>至誠國小</b> 、 <b>集集國小</b> 、 <b>爽文國中</b> 、 <b>社寮國中</b> 、 <b>社寮國小</b> 、 <b>中寮國中</b> 、新豐國小、瑞峰國中、 <b>平和國小</b> 、魚池國小、平林國小、爽文國小、水里國中、 <b>中興國中</b> 、 <b>集集國中</b> 、 <b>東光國小</b> 、 <b>福龜國小</b> 、廣福國小、北梅國中、漳和國小、萬豐國小、鹿谷國小、北山國小、水里國小、 <b>延平國小</b> 、 <b>旭光國中</b> 、 <b>埔里國小</b> 、 <b>竹山國小</b> 、 <b>埔里國中</b> 、潭南國小、 <b>南投國小</b> 、 <b>僑光國小</b> 、 <b>國姓國中</b> 、 <b>北港國小</b> 、 <b>中原國小</b> 、永興國小、 <b>中州國小</b> 、 <b>大成國中</b> 、 <b>大成國小</b> 、 <b>國姓國小</b> 、 <b>桃源國小</b> 、 <b>南投國中</b> 、 <b>中峰國小</b> 、 <b>炎峰國小</b>	60 校
苗栗縣	內灣國小、景山國小、梅園國小	3 校
雲林縣	臺興國小、九芎國小、永光國小、古坑國小、臺西國小、梅林國小、古坑國中	7 校
嘉義市	北園國小	1 校
嘉義縣	安東國小、新埤國小、成功國小、月眉國小、太保國小、文昌國小、興中國小、南新國小、朴子國小、 <b>民和國中</b> 、 <b>大吉國中</b> 、圓崇國小	12 校
臺中縣	宜欣國小、 <b>新社國小</b> 、坪部分校、峰谷國小、 <b>五福國小</b> 、 <b>中科國小</b> 、 <b>協成國小</b> 、 <b>豐東國中</b> 、 <b>大里國中</b> 、 <b>瑞城國小</b> 、 <b>桐林國小</b> 、 <b>中山國小</b> 、 <b>石岡國小</b> 、 <b>中平國中</b> 、 <b>霧峰國小</b> 、 <b>東勢國小</b> 、 <b>太平國小</b> 、 <b>健民國小</b> 、 <b>塗城國小</b> 、 <b>光復國中</b> 、 <b>東勢國中</b> 、 <b>僑榮國小</b> 、 <b>太平國中</b> 、 <b>光復國小</b> 、 <b>中山幼兒實</b> <b>驗學校</b>	25 校
合計		108 校

資料提供：行政院九二一震災災後重建委員會

65 加框號為慈濟功德會援建學校；加反白為教育部委託代辦。苗栗縣景山國小、雲林縣臺興國小等二校重建工程，因局部由民間認養援建，故重複列計於民間認養援建。

表 4-16 九二一校園重建學校數及分組統計表

九二一校園重建學校數及分組統計表		
辦理組	學校數	百分比
A.教育部委託內政部營建署	41	13.9%
B.教育部委託亞新顧問公司	22	7.5%
C.地方政府自辦 <sup>66</sup>	122	41.6%
D.民間認養	108	36.8%
總計	293	100%

資料來源：教育部校園重建小組

#### (四) 教育部負責重建部分

關於九二一校園重建，對於土地地權清楚、工程問題單純、無特殊障礙原因之受災學校，已經由民間團體優先選擇認養。而針對具有以上困難問題的學校，則必須由教育部出面協助解決，民間團體才願意認養。最後剩下困難度高、有特殊不易解決問題的學校，則由政府負責重建。為確保校園的重劃工作具體且有效落實，教育部提出了幾項原則：1.確保學校成為一個安全、健康、舒適且能永續發展的綠色無障礙校園環境；2.營造一個可供社區人士終生學習及休閒遊憩的景觀地標，新校園的設計需要校方與地方人士的意見；3.為了能順利收集地方意見，進而成立校園規劃重建小組，落實開放地方各界參與學校重建；4.再來為了配合時代的進步，重建後的學校需要一個不同以往的環境，是要一個具有高效能且符合地方機能的新校園環境；5.搭配校園與學區、社區資源的整合與共享，使地方與學校完全的結合。依據前面所要達成的目標來做為校園整體規劃的基礎，推動校園重建工作，最後需要確保校園重建期間，學生還是能夠有一個可靠及安全的學習與生活環境。<sup>67</sup>

民國 90 年 ( 2001 ) 2 月起教育部成立專案小組，每週召開專案小組會議，

66 國立東勢高工、國立草屯商工重建工程係全面性重建，工程規模龐大、經費額度高，為重建出高品質校園，依據專案小組會議決議將兩校由原先 C 組（學校自辦）實質上委請內政部營建署（A 組）代辦。

67 教育部，《教育部九二一災後校園重建報告》，頁 5。

推動新校園之重建。自民國 91 年 (2002) 起，由於已完成階段性任務，重建專案小組每兩週召開會議，針對尚未發包之學校及其他後續遭遇問題解決，希望使校園重建工作早日完成。民國 91 年 (2002) 7 月起每月召開一次，民國 92 年 (2003) 1 月起，由於重建完工校數接近目標 99%，故改為視需要召開專案小組會議。<sup>68</sup>

包含教育部委託內政部營建署代辦重建的 41 所學校，以及委請民間亞新工程顧問公司協辦重建的 22 所學校，總計有 63 所學校 (如表 4-19)

表 4-17 九二一校園重建教育部負責部分<sup>69</sup>統計表

九二一校園重建教育部負責部分統計表													
縣市別 組別	台北縣	桃園縣	苗栗縣	台中縣	南投縣	彰化縣	雲林縣	嘉義縣	台南縣	台南市	嘉義市	高中職	小計
A.教育部委託內政部營建署	0	0	2	11	20	0	0	0	0	0	0	8	41
B.教育部委託亞新顧問公司	0	0	0	0	0	0	6	5	2	2	5	2	22
小計	0	0	2	11	20	0	6	5	2	2	5	10	63

資料來源：教育部校園重建小組

#### (五) 地方政府自辦、民間認養部分

地方政府自辦重建學校數計有 122 所 (C 組)，包括台北縣一校，桃園縣 1 校，苗栗縣 11 校，台中縣 8 所學校，南投縣 58 所學校，彰化縣 2 所學校，雲林縣 1 所學校，嘉義縣 25 所學校，台南縣 1 所學校，台中市 14 所學校。<sup>70</sup>

民間認養重建學校部分計有 108 所學校 (D 組)，包括民間團體認捐經費自辦或委由慈濟代建，其中南投縣 60 所學校，苗栗縣 3 所學校，雲林縣 7 所學校

68 教育部，《教育部九二一災後校園重建報告》，頁 6。

69 A、B 組

70 教育部，《教育部九二一災後校園重建報告》，頁 12。

·嘉義市 1 所學校·嘉義縣 12 所學校·台中縣 25 所學校；以上重建學校總計 230 所學校 ( 如表 4-20 )。

表 4-18 地方政府自辦及民間認養重建部分統計表

地方政府自辦及民間認養重建部分統計表													
縣市別 組別	台 北 縣	桃 園 縣	苗 栗 縣	台 中 縣	南 投 縣	彰 化 縣	雲 林 縣	嘉 義 縣	台 南 縣	台 中 市	嘉 義 市	高 中 職	小 計
(C) 地方政 府自辦	1	1	11	8	58	2	1	25	1	14	0	0	122
(D) 民間 認養	0	0	3	25	60	0	7	12	0	0	1	0	108
小 計	1	1	14	33	118	2	8	37	1	14	1	0	230

資料來源：教育部校園重建小組

#### (六) 重建經費與進度

在八十八下半年及八十九年度追加預算部分，總經費共二百一十八億五千六百九十二萬元，計畫件數共 1,806 件。截至民國 95 年 2 月 4 日止，已完成 1,806 件，完成率達 100%。在九十年特別預算部分，總經費共一百一十六億四千九百七十五萬五千元，計畫件數共 629 件。剖析重建預算編列的目的，八十八下半年及八十九年度追加預算乃針對校園重建的硬體建設，而九十年特別預算則是兼顧軟硬體建設 ( 如表 20、21 ) 及八十八下半年及八十九年度追加預算的不足而編列。九十年特別預算主要分為以下六個部分：

1. 災後校園安全補強與復建及充實教學設備計畫；
2. 建立安全、衛生及永續發展之校園；
3. 災後社教機構之復建及籌建計畫；
4. 補助縣市學校防空避難設施及改善活斷層計畫；
5. 災後社教機構之復建及籌建；
6. 補助縣市辦理國中小校園安全與復建及充實教學設備。

重建特別預算涵括的補助原則如下：

- 1.部分學校在申請八十八下半年及八十九年度追加預算後，發現原規劃設計之抗震能力不足或地下防空避難空間不足等原因而需變更設計，原先經費並不足以完成。
- 2.部分學校在申請重建學校主體建設預算後，但缺乏添購教學設備之經費。
- 3.先行補助興建的簡易教室，後因天氣悶熱，簡易教室空調設備需要大量電費，有些學校因費用不足，因此編列在特別預算補助。
- 4.部分重建中建物於桃芝風災中受創，造成原重建預算不足以完成工程。
- 5.補助公、私立學校修復重建貸款利息補貼，以減輕學校財務負擔。
- 6.針對民間認養學校重建不足，補助辦理週邊環境整理及充實教學設備。



表 4-19 學校重建預算與進度表

預算別		經費 (千元)	計畫件數	完成件數	完工率	備註
88 下半	非專案列管部分	4,372,647	1,513	1513	100	
年及 89 年度追 加預算	專案列 管 293 校	民間興建	8,537,154	108	108	100.00
		政府興建	8,947,128	185	185	100
小計		21,856,929	1,806	1806	100	
90 年度特別預算工程類		11,649,755	596	596	100	
90 年度特別預算非工程類			33	33	100.00	
小計		11,649,755	629	629	100	
總計		33,506,684	2,435	2435	100	

資料來源：九二一重建委員會

表 4-20 九十年度第一期重建特別預算表

計畫名稱	分項計畫名稱	法定預算數 (千元)
災後校園安全補強與復建及充實教學設備計畫	國中小校園建物安全補強與復建及充實教學設備計畫	97,464
	校園建築安全檢查實施計畫	30,000
	技專院校校園建物復建及充實教學設備計畫	103,498
	師範學校及市立中等學校校園建物復建及充實教學計畫	165,159
	大學院校校園重、修建計畫	762,209
	大學院校充實教學設備計畫	25,942
	高中、職校校園建物充實教學設備計畫	833,782
	大學院校震災貸款利息補貼	3,683
	高中、職校校園充實教學設備計畫	521,000
	高中、職校補助簡易教室冷氣電費	7,380
	技職院校貸款利息補貼	37,500
	高中職貸款利息補貼	62,110
	重建區校園技藝教育培訓實施計畫 (增辦)	80,000
	臺灣省中等教師研習會修繕補強重新起做工程 (增辦)	76,255.6
	大學院校校園建物重修建增辦計畫	40,000
	國中小防震能力不足校舍改善 (增辦)	116,000
建立安全、衛生及永續發展之校園	建立安全、衛生及永續發展之校園	633,330

資料來源：九二一重建委員會



表 4-21 九十年度第二期重建特別預算表

計畫名稱	分項計畫名稱	法定預算數 (千元)
災後社教機構之 復建及籌建計畫	鳳凰谷烏園災後復建工程	115,890
	地震博物館籌建計畫	10,000.00
補助縣市學校防 空避難設施及改 善活斷層計畫	補助縣市學校耐震改善及活斷層改善 計畫	1,300,000
	補助縣市學校耐震改善及活斷層改善 計畫	331,435
	補助縣市學校冷氣費	37,572
	補助縣市學校充實教學設施	1,500,000
災後校園建物安 全補強與復建及 充實教學設備	大學院校校園建物復建及充實設備	32,287
	師範校院建物復建	158,180
	國中小校園建物安全補強與復建	2,396,915
	高中、職校校園建物安全補強與復建	935,542
	高中、職校充實教學設備	122,574
災後社教機構之 復建及籌建	鳳凰谷烏園災後復建工程	81,250
	九二一地震教育園區籌設計畫	309,525
	九二一地震教育園區行政規劃業務費	2,100
	九二一地震教育園區聯外道路等土地 徵收補償費	31,400
補助縣市辦理國 中小校園安全與 復建及充實教學 設備	補助縣市辦理國中小校園安全補強與 復建	1,246,962

資料來源：九二一重建委員會

## 六、校園重建工作執行問題處理<sup>71</sup>

### (一) 慈濟慈善事業基金會認養學校，突破政府採購法第四條之限制

慈濟慈善事業基金會認養或援建學校復建工程，因部分經費由政府補助慈濟慈善事業基金會合併辦理，且補助經費超過復建工程金額之半數以上，應適用政府採購法第四條之規定：「法人或團體接受機關補助辦理採購，其補助金額占採購金額半數以上，且補助金額在公告金額以上者，適用本法之規定，並應受該機關之監督。」，並應依照政府採購法之規定辦理公開招標，以致產生適法問題而暫時擱置新增認養學校的援建工作。在重建會爭取下，以慈濟慈善事業基金會所認養之全部學校總經費計算，大幅超過行政院核定補助學校重建經費的二分之一的認定標準。經行政院公共工程委員會民國 89 年（2000）9 月 25 日（八九）工程企字第八九〇二六一八一號函覆教育部解釋，有關慈濟慈善事業基金會認養金額與政府出資比率乙節，政府出資金額如屬補助性質，而雙方將所需資金總額併入一筆專款中由慈濟慈善事業基金會統籌運用於指定用途。但雙方不特別言明各自於特定學校所占出資比例，而以該專款中各自資金總額佔該筆專款總額之比率作為支用於各校之統一比率，並據此為帳務處理。而關於政府採購法第四條所定「半數以上」之認定，則依政府資金所占統一比率認定之。依據前述之規定及要求，慈濟慈善事業基金會按比率調整並作帳務處理，惟慈濟慈善事業基金會認為重新調整帳務實務上有困難。之後行政院公共工程委員會於民國 89 年（2000）10 月底邀集重建會及教育部研商決議，仍依政府採購法第四條規定辦理，由教育部以慈濟慈善事業基金會出資金額總數與政府補助之金額總數從寬解釋，毋需按比率重點調整帳務，以解決慈濟慈善事業基金會採取招商比價作法之適法問題。

### (二) 受災學校復建經費免納入地方預算，加速受災復建工程之執行

行政院於民國 89 年（2000）4 月 6 日臺八十九年忠授五字第〇六六五八號函示：「有關公共設施復建計畫所需經費，如屬縣市政府或鄉鎮市公所辦理者，應撥付縣市政府或由縣市政府於收到中央補助款五日內轉撥鄉鎮市公所，各受撥之地方政府應依『重大天然災害搶救復建經費簡化會計手續處理要點』六之（四）規定納入年度預算，……」。惟教育部補助地方國教經費歷年來均要求各縣市政府存入國教補助專戶，專款專用，免納入地方預算，如此可免由地方議會再行審議。如此，一方面既可配合中央政府政策推動及落實國教建設計畫，一方面又可大幅縮短行政流程，以提高行政效率。本次九二一及一〇二二地震受災學校復建經費教育部原依規定請地方政府納入地方預算。惟審視實際執行結果

71 九二一重建委員會，《九二一重建經驗》，第參篇，頁 23-26。

有部分縣市則因府會協調問題致使部分議會拖延預算審查之情形發生，嚴重影響學校復建工程之進度。重建會及教育部為使學校復建工程能順利推動，請行政院核定同意將桃園縣、臺中縣、南投縣、苗栗縣、臺南縣與嘉義市等六縣市中央核撥之學校復建經費免納入地方預算，逕存入民國 89 年國教補助專戶中採用代收代付，採專款專用方式辦理，以提高行政效率。

(三) 成立「地震受災中小學重建校舍進度督導協調會報」

為落實掌控學校完成重建時程，重建會協調教育部在該部中部辦公室成立「地震受災中小學重建校舍進度督導協調會報」，且定期召開會議，並由該辦公室專門委員及駐區督學共十七人採責任區域分工及實地到校督導方式，加強督導與控管學校重建進度。

(四) 學校重建招標作業研採行最有利標方式，加速重建品質及進度

教育部在甄選建築師並完成之嶄新校園規劃設計之後，接續而來的是營造工程發包的作業時程及品質控管問題，除考量發包過程是否能順利進行，並擔心營造廠商低價搶標造成營造品質不良或其他延宕工程等情事發生。因此，重建會於民國 89 年（2000）10 月底在教育部召開檢討學校重建進度各項工作及困難問題之解決事宜會議中提議，建議教育部成立最有利標評選作業小組。其成員包括教育部、行政院公共工程委員會、內政部營建署、重建會、建築師及學者專家代表，並請教育部依委託建築師之合約工作項目研提方案，交付小組研擬最有利標招標文件、評選方式、評選委員會等。但教育部於十月底邀集上述相關單位及人員協商並未獲致共識，而於 11 月初旬召開第二次協商會議時同意由教育部總務司、國教司成立工作小組聘請學者專家及相關機關代表組成最有利標評選委員會。

(五) 建管作業程序採行單一窗口

協調災區縣市政府對學校之建管作業採行單一窗口協調辦理發照等配合措施，以加速校園重建。

(六) 預算書圖免由內政部營建署再行審查

為有效解決校園重建進度落後狀況，重建會除檢討內政部營建署代辦之 41 校及亞新工程顧問公司協辦之 22 校工程落後問題，以排除非必要之介面工作及壓縮部分行政作業時間。為能有效解決發包進度落後問題，委請內政部營建署代辦之 41 校規劃設計部分，回歸由承辦之建築師負完全責任，即預算書圖免由內政部營建署再行審查，由學校逕予審核預算數額。建築師審核建築書圖，內政部營建署專責辦理工程發包，層級分工藉以縮短作業時程，使其符合控管之重建期程。

(七) 解決重建校地地上物拆除問題

內政部營建署及亞新工程顧問公司代辦工程中，因為部分重建學校建築基地之地上物能否如期於發包施工前完成清除作業攸關學校重建進度，經重建會於民國 89 年（2000）10 月底在教育部召開檢討學校重建進度各項工作及困難問題之解決事宜會議中提議，請承辦之建築師仔細檢討，針對個案建築基地之爭議性地上物，於函請內政部營建署派員現地會勘後，採對重建進度最有效之方式辦理。

## 七、復建工程注意事項

### （一）政府重建管理重點

九二一震災災後校園倒塌毀損且須重建者共計達 293 所，全國各界公益團體與民間企業都一同投入救災重建工作，希望可以加速重建腳步，幫助學生復學，在經過各單位的合作與排除困難後，各校都在重建團隊竭盡心力、耕耘奉獻下，陸續完工啟用。

關於學校重建專案管理重點，以營建署代辦教育部災區 41 所學校為例，有下面六項要點<sup>72</sup>：

#### 1. 結構安全

為了使校園建築的地震係數符合最新的規範，震區係數由原來的 0.23 提高 0.5 倍至 0.33。另外，為了增加學校安全，在工程上的地震係數再提高 1.25 倍，而且在各棟與迴廊銜接處，加以伸縮縫隔離，以避免地震時互相碰撞而造成建築物損壞。

#### 2. 施工品質

對於工程嚴格要求箍筋的綁法，採用 135 度彎鉤之閉合箍筋施工，以防止因地震而造成鬆脫以及混凝土碎裂，而且要求鋼筋搭接錯開，並注意搭接長度、埋入深度等。對於鋼筋保層厚度、混凝土澆置前、中、後之養護及品質其管制嚴格要求，主筋則採用可焊性熱軋鋼筋，以確保耐震韌性。

#### 3. 工地安全

要確保施工動線與學生動線之分離，管制卡車進出的道路、速限及噪音，施工用電、瓦斯必須小心管理，並且注重工程人員的工安應變能力。

#### 4. 工期管制

採行專案時間管理，利用要徑法（CPM）密切掌控完成之期限，引入風險管理，事前排除不確定因素。

#### 5. 品質管考（實施三級品管）

第一級：品質管制（自主檢查、施工要領及品管）

第二級：品保執行（業務稽核、督導品保、審核）

---

72 內政部營建署，《校園希望工程重建工程專輯第二輯》（臺北市：內政部營建署，2002），頁 11。

第三級：品保管理（品管評估、工程評鑑）

#### 6.震區民眾之參與：

校園復建工程能夠增加災區居民就業機會，同時也可以促進民間參與新校園運動，增進社區、學校及家長間之交流。

### （二）復建工程之技術與管理<sup>73</sup>

#### 1.施工技術方面

為使建築物達到安全舒適的目標，端賴周延的結構設計與嚴格的施工品質管制。「新校園運動」中諸多學校大多採鋼筋混凝土構造，如何讓鋼筋與混凝土完美結合，須視鋼筋綁紮是否確實、混凝土澆築有否按部就班，然而工地現場影響此兩項作業的因素很多，所以必須逐項檢視，確保其品質的好壞。

營建施工技術包括「施工程序得宜」與「施工方法適當」兩要項，在校園重建中並無高樓結構，亦無需特殊技術。然而，因為校園設施與民眾的生活息息相關，工程中各項基本作業也都應按規範施作，才能達到安全需求。所以將基本工種細膩地塑造出來，才能夠符合建築的要求。因此，從利用重機具作業的基樁鑽掘，到地下室開挖、內撐式擋土牆的澆灌等都需要確實完善地處理，至於建築物的內部裝修考量到使用者觸覺上的感受、外部裝修又影響環境整體與美化，更需精雕細琢，來達成要求。

#### 2.品質檢驗方面

公共工程品質會直接影響到大眾的生命安全，也影響政府形象至為深遠。為改正公共工程施工品質的缺失，改變民眾對公共建設的看法，行政院致力推動「公共工程施工品質管理制度」落實。

由承攬廠商建立其獨立自主品質管制系統，並據以訂定其品質計畫與設立品管專責人員的執行方式，其內容包括品質管理標準、材料及施工檢驗程序、自主檢查表、不合格品之管制、矯正與預防措施、內部品管稽核等。

營建署亦依據制度建立監督查核之品質保證系統，要求監造建築師訂定監造計畫，其內容包括監造範圍、監造組織、品質計畫審查作業程序、施工計畫審查作業程序、材料設備抽驗程序及標準、施工查核程序及標準、品管稽核等。

施工期間，教育部、公共工程委員會及營建署對於施工進度品質進行查核，其內容包括：（1）主體工程品質、（2）品質管理、（3）環境保護、（4）施工安全衛生等項目，使主管機關可以完全掌握工程中各種進度與工程品質。

---

73 內政部營建署，《校園希望工程重建工程專輯第二輯》，頁 15-34。



### 3. 溝通協調方面

教育部委託營建署代辦「新校園運動」的重建工程，先由教育部遴選出建築師後，再由營建署以「最有利標」的決標方式發包。因此，施工期間必須整合校方、建築師與營造廠商之意見，以確保專案的順暢進行。但因為各單位有其立場，在外界環境壓力下，也會有難以得到共識甚至衝突產生，只能依靠營建署以專業的溝通協調來運作，使各成員凝聚共識，發揮相加乘的力量。

專案執行中，在開工前權責區分的釐清方面，除應界定各單位責任範圍與應辦事項，也應清楚地認定各自提前準備並及時辦理與配合的規則。至於施工中如何依照設計書逐步施作，其中所面臨的現況問題、介面處理、工法採行、施工順序、甚至專業小包作業等諸多溝通，都須隨時協調決定，更須召開定期或不定期的施工協調會討論解決，才不致影響工程的進行。

校園重建專案備受社會大眾所關切，各機關團體亦常組團蒞臨參訪，營建署除要求作好工地管理外，也須向來訪賓客作簡報，說明重建辦理情形，讓各界了解施工團隊全心投入努力不懈的歷程，以建立全民對希望工程的信心。

### 4. 營建管理方面

營建工地直接處在天然環境下，除有天候、大地等因素無預期的考驗，還要面對處理不同工種在輪替時之工作介面，其他的潛伏營建災害也可能會隨時發生。為避免或減小這些災害的影響，惟有藉著良好的管理，將影響降到最低程度，並同時得以達到提昇工程品質、縮短工期、降低成本、保障工安、維護環境等目標。

九二一地震的強烈規模固然是建築物受損的主要原因，然而不可諱言的，過去許多工程從業人員抱持馬馬虎虎的隨便態度，在工地作業環節忽略標準程序的管理，乃導致災害更為嚴重。如今，為有效管理，除了對參與人員的調派賦予任務要求外，對事的管理上重在程序化、標準化、文件化、資訊化與環保化來加強其效率。

「新校園運動」參與重建成員有營負責督導協調、設計監造建築師、承攬施工營造廠商、使用者學校等四單位，各都建構起執行人員組織系統，依權責區分，分工合作。至於施工作業，除覆行合約規定、依據施工規範、遵照工務程序來完成之外，更求建立報表資訊、保障施工與校園安全、維護環境衛生等。如此才可以完全達到新校園運動的要求，給予學生、老師們一個快樂學習成長的園地。

## 八、重建檢討

雖然由政府認養興建的學校大部分可以在預定的時間開始上課，但少數民間認養的學校因未考量重要城鎮地區申領建築執照須附地下室等防空避難設施、學校重建校園整體規劃之周邊工程、駁坎、殘障設施、增加耐震結構、庭園綠化、美化景觀工程等設施，雖然後來以九十年度九二一震災災後重建特別預算補足，但仍影響上課使用時程。另外，工程結餘款動支須以個案依程序專案申請核准，造成發包作業時程延宕。因工程結餘款按現行規定應繳回公庫，學校不得逕行動支，須報經行政院核准始可支用。故對於未在原編列重建預算範圍內學校主體工程以外之急需周邊工程，則無法及時運用工程結餘款儘速復建。<sup>74</sup>

部分學校用地必須透過都市計畫變更程序，方能取得建築執照。惟因都市計畫變更程序冗長，且須循一定的法定程序。期間由學校至鄉鎮市公所至縣市政府再至內政部，除行政程序冗長且須經法定公告期間，致使部份學校重建進度延宕。

此次地震受災之縣市政府、學校因經驗不足或疏忽而未及早發現，或作業後發現延伸性問題無法預期，導致部份校園重建進度延緩。例如，臺中縣太平國中在重建會協助取得軍方土地重建後，卻又發現重建基地上有私人土地，亟需辦理徵收。於此同時，太平市公所又正進行太平地區地籍重劃，以致土地登記謄本無法申請，致使重建進度延宕。臺中縣光復國中在重建會協助取得臺灣糖業股份有限公司土地後，於辦理地質鑽探與複丈時發現重建基地面積短少 3,746 平方米 (約 1,133 坪)，之後再進行第二次複丈始確定學校重建基地面積，影響整體規劃進行進度。<sup>75</sup>此外，國立中興高中宿舍用地在重建會促成土地分割與撥用以合乎「管用合一」的原則下，協調取得臺灣省政府同意撥用共識。但地質鑽探結果報告顯示，該基地地下五米內土壤有液化現象，須增加經費進行土質改良及建築物結構系統增強設計，而經考慮後改以筏式基礎設計，亦影響學校重建進度。

## 九、小結

九二一震災校園重建工作是首度結合政府資源與民間力量的良好典範。重建的 293 校中，委託營建署 41 校、亞新工程顧問公司 22 校、地方政府自辦 122 校、民間認養 108 校 (認養之機構計有慈濟慈善事業基金會、紅十字會、台塑企業、長榮集團、遠東關係企業、佛光山文教基金會等 34 個單位)。<sup>76</sup>

校園是莘莘學子學習、生活、成長與學習群體生活的地方，然而九二一地震，讓許多學子頓時失去求知、成長的校園。校園重建工程透過專業建築師、校方、家長及行政機關的參與，使校園不再是傳統學校建築形式，而是就學校發展、學生成長的情況考量，以前瞻性的眼光建構新理念的新學校，將教育改革理念與社區結合，使環保

---

74 九二一重建委員會，《九二一重建經驗》，第參篇，頁 28。

75 同上註。

76 九二一重建委員會，《九二一重建經驗》，第參篇，頁 29。

、生態需求等也融入學校。此不但是教育的新契機，也是一個歷史性的任務與責任。

## 第四節 文化資產復建工程

### 一、前言

由於古蹟年代久遠以及結構材料不同於一般建築，因此在九二一地震中受損相當嚴重，鮮少有未遭受損壞者，古蹟保存面臨史無前例的挑戰。鑑於古蹟是歷史的見證者，亦是無可取代的文明寶藏，更是思考力與創造力的泉源，因此震災受損古蹟的保存與修復亦為重建工作重要的一環。

在本次震災中，多處古蹟嚴重受損。緊急搶修工作應如何進行、考量緊急搶修與一般修復工作在性質及作法上之不同處、如何有效運用經費及人力資源等問題在一時之間發生。而此又與常態性的保存及修復工作大不相同，讓古蹟復建工作及機制運作上產生格格不入的困擾。例如搶救及復建經費的來源、緊急搶修及加固的作法及其與常態古蹟修復經驗及工作的區隔及整合對策等，此類問題需經多方一再的辯證、討論及經驗累積，並經過充份溝通評估才能找到合宜的對策及機制。於此時效緊迫的重建過程中，在堅守保存原則下，建立一個能長久應對災變挑戰的機制方為根本的應變之道。

### 二、受災情形及處置工作

茲將文化資產重建工作分成古蹟以及歷史建築兩大部份，分述如下：

#### (一) 古蹟

根據「九二一文化資產搶救小組」<sup>77</sup>的調查資料，全台計有 91 處古蹟受損，主要集中於中部災區的南投縣、台中縣、彰化縣、台中市等四縣市，雲林縣、嘉義縣、嘉義市等縣市次之。中部七縣市等主要災區古蹟損害率約為 63%，破壞原因是臺灣古蹟多為木構件或磚、土構造，加上建築時間久遠，因此對地震的抵抗強度非常弱，在面臨地震強度超過芮氏規模 6.4 時，其所受之損害則頗為嚴重。

震災後初期內政部立即要求地方政府就受損古蹟樑柱採取支撐、加固等現場保護措施，屋頂破損者搭設雨棚架以避免內部結構腐蝕。內政部於民國 88 年（1999）10 月 3、4 日邀集專家學者前往災區勘查古蹟受損情形，並依據勘查認定需搶修之部分，促請各縣市政府儘速提出清理、搶修或修復計畫。經召開審查會逐案審查，以確定受損古蹟應搶修之範圍及修護程度，依搶救時機、毀損

---

77 本小組為因應九二一集集大地震，以學界中文化資產教學研究人材為主體，所成立的一個緊急性的義工團隊。主要的方針在於結合文化資產菁英的力量，貢獻所長，以客觀、嚴謹、專業的態度為基礎，迅速地完成文化資產災情調查報告、擬定緊急搶救對策、推動維修工作，並將所得資料立即公開供有意者自由取用，以降低此次重大天災對臺灣文化資產所造成的傷害。成員以全國建築、空間設計、室內設計，以及史學、文化相關科系之文化資產教學研究人材為主。於民國八十八年十月二日成立。

程度及處理時程分為緊急搶修、局部修復及全面修復三種處理方式。<sup>78</sup>內政部依各縣市函報震災受損古蹟後，分別於 89 年（2000）1 月及 6 月二次共核列 41 件古蹟緊急支撐加固、搶修，由行政院專款經費 196,778,244 元辦理。

## （二）歷史建築<sup>79</sup>

依據國立文化資產保存中心所提供的資料，因震災受到損壞的歷史建築共有 429 棟，其中傳統民宅有 263 棟，街屋 110 棟，寺廟 28 棟，日治時期洋式民宅 8 棟，集會堂 7 棟，辦公建築 8 棟，車站建築 5 棟。由此可知，傳統民宅與街屋佔所調查歷史建築很高的比例，並且毀損情形也較其他類型嚴重。

在震災後文建會即進行辦理震災地區歷史建築受災調查，首先根據「九二一文化資產搶救小組」受災初勘調查報告以及依據「災後重建計畫工作綱領」重建區歷史建築調查結果，於民國 89 年（2000）4 月與國內大專院校文化資產相關系所組成之「九二一文化資產搶救小組」共組工作團隊，並於民國 89 年（2000）4 月完成複勘，共選出 228 處歷史建築物，提送行政院九二一震災災後重建推動委員會，列為暫緩拆除名單；另訂定「地震災區歷史性建築物緊急加固補助經費申請須知」，並緊急提撥新台幣二千萬元作為地震受損歷史建築加固補助申請之經費，共計補助 90 處。此外，又於民國 89 年（2000）4、5、7、12 月間辦理歷史建築緊急加固實地評鑑，協助所有權人辦理緊急加固工作。<sup>80</sup>

## 三、文化資產主要破壞方式

古蹟及歷史建築因構造和空間類型不同，結構系統容易產生震害的部位也有很大的差異。以下針對傳統寺廟、傳統民宅、街屋、磚造公共建築以及廣間型磚造建築來說明九二一地震的主要震害現象。<sup>81</sup>

### （一）傳統寺廟

寺廟最重要的部份為正殿，台灣地區寺廟之正殿，兩側山牆及背牆多為砌體造，內部再以木構架分成三開間。整個正殿之結構系統對於地震力的抵抗，進深方向遠比面闊方向為高。

進深方向地震力作用時，主要由兩側山牆<sup>82</sup>來抵抗，與山牆平行之疊斗式木構架，因剛度遠比山牆為低，只會分擔少部份地震力。故當進深方向之地震太大時，山牆很容易產生面內剪力破壞；而當面闊方向地震力較大時，除了山牆

78 九二一重建委員會，《九二一重建經驗》，第參篇，頁 37。

79 依據行政院文化建設委員會九十年辦理歷史建築調查作業要點所稱，歷史建築是指未被定為古蹟，但具有歷史、文化價值之古建築物、傳統聚落、古市街及其他歷史文化遺蹟。

80 同上註。

81 張嘉祥、林子傑、葉俊宏，《九二一及一〇二二地震古蹟及歷史建築災損原因及改善對策探討》（臺北市：國家地震工程研究中心，2002），頁 9-31。

82 一般為磚造。

經常因面外力矩而折斷、桁條常因屋頂擺動而滑出山牆之外，木構架之結點和柱腳也比進深方向容易產生變形及脫榫現象。

## (二) 傳統民宅

臺灣地區的合院，正身大多為五至七開間，分隔開間之牆體除了開門外，一般並無其他開口；伸手的構成類似指節狀，進深方向的牆體兼具空間界定與承重之功能。合院正身或伸手在進深以及面闊方向，雖然皆有牆體來抵抗震力，但整體而言，因為進深方向牆壁量較多，開口面積較少，因此對地震的抵抗力較面闊方向要高。綜合以上特性，地震造成傳統民宅的破壞有：

1. 正身兩端部分的山牆容易產生水平裂縫，進而導致崩塌。
2. 前廊柱子柱身外傾，連帶造成屋頂破壞。
3. 伸手的端牆易形成面外分離，甚至崩塌。
4. 簷廊的關刀拱端牆壁在拱端部經常發生破壞，並延伸裂縫。
5. 開口部周邊角隅產生斜向裂縫。

## (三) 歷史街屋

根據國家地震工程研究中心震後勘查，歷史街屋絕大部份是砌體構造，部份則是砌體與木造或鋼筋混凝土構造的混合。歷史街屋一般是由許多單元組成，單元與單元間以隔戶牆相連結。單元絕大部份都是兩層樓，而底層常留設騎樓作為商業空間。若單元進深較長時，後面會有天井、居住及儲藏空間。九二一地震時歷史街屋的破壞情況有：

1. 騎樓柱及騎樓正上方的隔戶牆因為幾何形狀不連續，容易產生損壞。
2. 二樓以上鄰近街道面也經常會在與隔戶牆介面處產生垂直裂縫，嚴重者面外垂直崩塌。
3. 地震平行街道方向時，鄰近街道面牆在開口角隅常產生斜向裂縫，騎樓柱上下端也很容易產生損壞。
4. 最端部單元、鄰接面之突出陽台以及牆面最上端女兒牆也是弱點部位。

## (四) 磚造公共建築

日治時期之官署、公共建築甚至宅第採取二樓或二樓以上磚構造有很大數量。樓層剛度及強度常遠比頂層要佳，因此地震後通常頂層損壞遠比底層要來的嚴重。頂層損壞部位，通常發生在拱圈迴廊之台度<sup>83</sup>或沿著牆體窗台高度。

## (五) 廣間型磚造建築

九二一地震中，很多具歷史性的學校禮堂、社區集會堂以及基督教堂受到災損。此類建築一般只有單層，但由於跨度大、高度高，且空間平面一般呈長方形，大多產生之破壞情形為：

---

83 台度為平台高度之簡稱。

- 1.當地震平行短方向時，側牆容易沿窗台高度產生水平裂縫。
- 2.當地震平行長方向時，短方向山牆容易產生裂縫，甚至折斷，而長向側牆的端部區以及開口部上方角隅易產生斜向裂縫。

一般情形下，長向側牆的損害度遠比後山牆來得嚴重，而牆頂有無圈樑，也直接影響損壞程度。

#### 四、古蹟的修復補強

古蹟的定義與一般建築有所不同，需保存其藝術、文化、歷史等價值，加固補強的方式是屬於特殊性的，故有些要點必須注意。為了要保持古蹟建築原有之風貌，故不宜任意更換其構件，應儘量地去加固及維修，並儘可能採用傳統施工方法，才不會喪失歷史文物價值。在加固補強時應著重於「隱藏」，以不影響建築物外觀為原則。古蹟建材大多屬於磚、木等混合構造，在加固補強時，故應使用相似相近之材料，以保持建築特性。此外，維修與加固之結合古蹟在經過歲月的洗禮後，均有不同程度之損壞，需適當的維修。因此將維修與抗震加固的措施並行，不但可使古蹟得以修復，並且能提高其抗震能力。

##### (一) 古蹟建築砌體構造部位之修復補強

台灣地區之古蹟建築中，寺廟、宗祠、合院宅第等大部分為磚、石、土塊、斗砌與木構架混合構造。而日治時期官署、公共建築、車站等，大部分為磚砌構造。在對地震力的抵抗上，純砌體構造者如磚造、土塊造完全由牆體來負擔。而砌體與木構架混合構造者，由於兩者剛度懸殊，對於作用之地震力，主要仍由牆體來承擔。因此對於台灣地區大部份古蹟建築而言，磚牆乃至土塊牆可以說是古蹟建築耐震安全最核心之部份。而要改善這些古蹟建築之耐震能力，最直接的方法就是修復時針對砌體構造部分做適當的補強措施。

為使古蹟建築之文化、歷史及建築工藝價值不致因修復補強而減損，規劃設計過程應考慮下列事項：<sup>84</sup>

- 1.修復補強前應經過詳細評估及分析
- 2.考慮整個結構系統強度及剛度之均勻性
- 3.材料及施作工法應考慮可逆性
- 4.補強完成後需注意維護

##### (二) 大木構件抗震加固補強措施

古蹟大木構架系統，由椽、檁條、木柱等構件的榫頭卯口組成。現將地震後可能發生主要的破壞行為，其加固補強須注意以下部位：

- 1.木構架於震後產生水平變位及傾斜現象。

---

84 張嘉祥、林子傑、葉俊宏，《九二一及一〇二二地震古蹟及歷史建築災損原因及改善對策探討》，頁75-93。

- 2.構件連接處。
- 3.屋簷挑出處。
- 4.牆體部分。
- 5.小木構件、裝飾物部分。
- 6.基礎部分。

### (三) 古蹟防震保存原則

整體而言，主要建築物防震措施即是加強構架與磚牆之間的連接、磚與磚的聯繫、柱與柱礎間的接合以及柱樑間的榫接。除此之外，建築物的維護措施也是影響損壞的一大因素。維護好的建築物較不易因地震而造成損壞。有鑑於此，古蹟的防震保存原則如下：

- 1.古蹟的構材應該被維護，應盡最大的力量去保留，不應以加強防震措施而取代。
- 2.對於新的防震修復系統，無論是隱藏或顯露，都得尊重原先古蹟的特色。
- 3.防震加固補強措施要使用「可逆性材料」。
- 4.定期的維護措施可確保古蹟建築構材維持在好的情況，而不會有腐爛、生鏽、衰壞及潮濕的問題，以下分述幾種維護的方法：
  - ①檢視屋頂、屋簷水槽及屋基的潮濕問題。
  - ②檢視木構材是否有白蟻及其他昆蟲蛀蝕。
  - ③檢視磚牆與砂漿的接合有無損壞現象。
  - ④地震後的緊急應變計劃及措施的訂定。

### 五、復建權責及參與

在古蹟重建工作上，內政部、文建會及重建會是三個關係直接的中央部會，而地方縣市政府則是負責執行的地方主管機關。內政部是文化資產保存法第五條中所明列的古蹟保存中央主管機關，在災後重建過程中，自然也負責古蹟復建政策的推動及執行督導工作。重建會是因應九二一震災災後重建工作推動而成立的部會，負責統籌所有災後重建政策的推動及執行督導工作。文建會在古蹟保存工作上的權責，依文化資產保存法第七條的界定，則是從事文化資產保存之策劃與共同事項之處理。就古蹟的復建而言，是由內政部負責推動相關工作，由民政司來綜理相關業務，後因文化資產保存法修正古蹟業務由文建會主管，乃於自 94 年 11 月 1 日開始移至文建會辦理。至於非屬古蹟但已登錄之歷史建築的保存，則是文建會積極推動保存工作的對象。地方政府亦積極投入保存工作，且有可觀的績效。<sup>85</sup>

就較廣泛的參與層面而言，關心古蹟復建的中央機關包括總統府、行政院、監察

---

85 內政部民政司，《古蹟再生九二一震災古蹟復建月報》(臺北市：內政部民政司，2002~2003)，2002年4月，頁3-6。



院等，或關心政策及預算編制及績效的研考會、主管人事資源的人事行政局、負責工程績效的公共工程委員會等單位。高層的關心，讓古蹟保存得到較多的關照，也反映社會大眾的關心，對文化資產的保存及未來極具正面意義。

在業務執行及督導關係方面，目前已有多數地方政府將古蹟保存維修工作由文化單位來承擔，而仍由民政單位承擔者僅佔少數，如此狀況產生了二方面的問題：一是指揮督導體系面臨了切割的斷層，民政單位及文化單位需在古蹟保存中得到較佳的相容性，亦有賴文建會的協助。其次，則是技術及經驗承傳的問題。

古蹟保存在行政業務及維修技術上有其獨到的專業性，文化單位要能承緊及累積足夠的經驗及能力，仍有待跨越障礙。而權責、經驗能力及角色定位應能融為一體。例如，文化單位與工程執行單位的權責並不相當，配合度亦堪慮，有待整合為適宜的機制。

## 六、預算編列及執行績效

在財政資源有限的情境下，政府仍堅持編列足夠的預算來執行古蹟重建工作，正顯示對保存政策的重視。但在緊急狀態中的特別作法不免有些許矛盾不合理處，一是地方政府因日常維修經費的不足，常將一般常態維修經費編入搶救經費中，二則是部分經費預算編列在特定權責單位中，卻由其他單位來執行。

正因財政困難，致使重建經費有限，以霧峰林宅及鹿港龍山寺二個指標性個案為例，全部完成將耗費數億的經費。因此，政府迫切需要民間力量及資金的支援，以及文化界的主動協助。例如，鹿港龍山寺修復第一期工程，能得到與當地淵源頗深的寶成企業相助，也立下了良好的典範。霧峰林宅的復建則有待熱心人士與林家子弟能共襄盛舉，促成林家宅園圓滿的復建。

就權責的歸屬及劃分而言，由中央編列預算，再透過補助的形式委由地方來執行，如此不免存在權責上的落差。面對災變的挑戰，艱鉅的任務未必是地方政府執行人員所能承擔。如此一來，居於輔導角色的中央機關勢必須主動承擔一切，積極主動了解困難並協助排除障礙。在此落差中，不免有編列預算未必能執行，或雖有執行的任務，卻未必得到預算編列支持的情形發生。

修復計畫的內容與經費的編列息息相關，在一般建築工程開發中，變更設計雖非常態，亦依其屬性而存在彈性空間。而就古蹟修復而言，除非先經周詳完備的損害調查，設計才能完備而無需變更。在震災古蹟修復中，因隱蔽部分及考證的新發現等因素，通常未能掌握所有破壞狀態，而可能在進行修復過程中發現其他嚴重損害狀況，此時非經變更設計及追加預算不能徹底修復。而古蹟復建若未能徹底整修，則後患無窮，日後再次的修復除將耗費更多的資源。因此，部分古蹟修復工程須變更設計及增加經費以完成修復工作。

九二一災後重建暫行條例中明列龐大金額的重建預算，致使地方政府將常態預算

歸入重建項目中，巨額的預算要在一定的時效內執行，在績效及品質管理上必會產生問題。就古蹟保存及復建而言，內政部民政司堅持一定的原則及嚴格的研究考證及審查機制，亦提擬了三年的執行計畫。不過在時效上面臨一年內完成的期許，就古蹟的復建而言，致使古蹟保存工作產生相當的困境。<sup>86</sup>

針對民政司史蹟維護科人力不足的困難，在民政司中部辦公室成立了九二一震災復建工作小組來承擔相關工作。在分工上，既有的史蹟維護科除執行既有常態之古蹟保存工作外，另增加鹿港龍山寺及霧峰林宅的復建工作小組。九二一震災復建工作小組除了上述二處古蹟外，承擔了大部分的古蹟復建工作。

## 七、重建所遭遇困難

古蹟修復是一項傳統精細工藝，施作過程由傳統匠師以傳統工藝技術進行，一磚一瓦都經過歷史考證並且具有傳統意涵，過程嚴謹且細密，是一項任重而道遠的艱難工程。除了政府的積極投入以及所有權人的配合外，尚需要社會共同資源投入，才能使古蹟保存工作發揮一定的效能。九二一地震對古蹟保存造成全面性的影響，無論是在古蹟保存觀念、行政作業機制流程、政策及預算編列、技術人才資源運用等各方面都造成極大的挑戰，其遭遇困難問題如下：<sup>87</sup>

### (一) 特殊性工程

古蹟修復屬特殊性工程，文化資產保存法第三十條之一即明文規定：「古蹟之修復由政府機關辦理時，其修復工程應視為特殊採購。其採購程序由中央主管機關訂定之，不受政府採購法限制。」其修復過程需保存原有形貌、文化風貌，著重細密嚴謹之研究調查、考證；其程序為緊急加固支撐、震後文物清理、調查研究<sup>88</sup>、決定修復策略、進行規劃設計、設計書圖審查、發包、變更設計。在進行過程中，需要專家學者、所有權人以及政府部門等參與，且修復工程內容涉大小木工、剪黏、彩繪、石作，較一般工程複雜。在發包施工時，內部建物常因損壞情形與原設計有不同，如隱密處桁條、構件須經拆卸後始能估列，而需辦理變更設計、重新審查，導致整體修復時程冗長、難以掌控，相較於一般工程以現代工法施作，較可掌握進度，有很大不同。

### (二) 文化資產保存法相關子法至震災時尚未訂頒

依民國 89 年 (2000) 2 月 29 日修訂之文化資產保存法第二十七條之一、二十八條、三十條之一、之二規定，中央主管機關應訂定下列相關子法，以推動古蹟、歷史建築之保存維護。

#### 1. 歷史建築登錄及輔助辦法。

86 同前註。

87 九二一重建委員會，《九二一重建經驗》，第參篇，頁 20。

88 包括歷史、材料工法、工匠流派等考證。

- 2.古蹟委託管理維護辦法。
- 3.古蹟修復工程採購程序。
- 4.重大災害古蹟應變處理辦法。
- 5.重大災害歷史建築應變處理辦法。

依文化資產保存法第二十七條之一規定，中央主管機關需訂定「古蹟修復工程採購程序」後，政府辦理古蹟修復時，始有該採購程序辦法之沿用，才不受政府採購法的限制。內政部於 89 年（2000）4 月 12 日召開研商文化資產保存法修正條文公布後，古蹟修復工程應如何加強推動之檢討會議時作成結論，即在內政部尚未訂定採購程序前，古蹟修復工程仍應依照政府採購法規定辦理。

為儘速推動古蹟復建工作、及實現文化資產保存法對古蹟修復工程採特殊性採購之精神，九二一重建委員會除了促請內政部、文建會儘速訂定上開辦法，並於九二一震災暫行條例規定亦應訂定下列子法，以補不足並配合推動：

- 6.災區歷史建築修復工程採購辦法。
- 7.災區歷史建築補助獎勵辦法。
- 8.災區公有歷史建築管理維護辦法。
- 9.九二一及一〇二二地震災區私有歷史建築復建專案貸款實施要點。

### (三) 修復技術與人才資源不足

古蹟修復工程採購辦法對承攬古蹟修復計畫、規劃設計、監造等主持人之未完成服務費有金額設限，此相對限制了該等主持人承包古蹟修復量，因此九二一地震造成數十處古蹟受損，要同一時段進行修復工作，對於原本臺灣數目極少之傳統建築優良匠師、建築師來講，有捉襟見肘之情形，致使部份古蹟進行修復時，難覓修復實績佳之匠師、建築師。

### (四) 地方政府文化業務適逢移轉

古蹟業務在地方縣市政府增設文化局前，原屬於民政局辦理。九二一震災前後適逢縣市政府民政局與文化局業務交接之際，形成空窗期。另縣市政府原民政局承辦古蹟業務之人員未一併移撥至文化局，且古蹟業務繁雜，一般公務員除非個人興趣外，多不願承辦此項業務。因此，古蹟與歷史建築業務移撥後文化局後，在承辦此業務方面的人力、業務嫻熟度、經驗等各方面均有不足，以上種種原因，間接地影響古蹟及歷史建築復建工作的推展。

### (五) 行政及文化單位在工作整合上的困擾

按文化資產保存法，內政部是古蹟保存最高行政機關，而過去有關古蹟保存的行政工作也都一直由民政單位來負責。但近年來也一直存在著古蹟保存行政工作可由文化單位來負責的說法，致使大部份地方政府將相關工作移轉給文化單位，造成行政系統溝通及經驗承傳上的障礙。古蹟保存的行政工作原則相

當繁重，尤其是九二一震災後的古蹟復建工作。在地方業務轉換的過程中，許多民政單位原具豐富經驗的承辦人員常無意願隨業務移轉到文化單位。

經驗生疏的文化單位有待學習及觀摩，而震災的衝擊，更加深了經驗承傳的斷層。在不能不面對挑戰的情境下，只能勉強自工作中學習，較難掌握原則、進度及品質。

## 八、各縣市災後復建

### (一) 臺中縣市部分

九二一地震發生後，九二一文化資產搶救小組迅速成立並進入災區進行文化資產調查工作，在臺中縣市的調查統計如見表 4-24。經初步調查，臺中市有五座古蹟毀損，分別為西屯張廖家廟、張家祖廟、文昌廟、樂成宮以及臺中市火車站（臺中市古蹟受損概況形如見表 4-25）。

在臺中縣古蹟方面，921 集集大地震中，台中縣的古蹟除霧峰林宅被夷為平地之外，其他如潭子的摘星山莊、大肚鄉璜溪書院及太平市的吳旂鑾墓園都受到一定程度的傷害。另外，歷史建築以石岡與東勢毀損較多，分別為 28 與 11 案。臺中縣受損之古蹟概況詳見表 4-26。

由於臺中地區文化資產毀損眾多，以下針對破壞較嚴重典型個案之修復情況作一概述（霧峰林宅與臺中火車站重建工作則於本篇第三章中再予詳述）。臺中縣市文化資產重建工作茲概述如後：

#### 1. 臺中市樂成宮

樂成宮於民國 74 年（1985）由內政部公告為國家第三級古蹟。九二一地震造成樂成宮重大的損壞，其正殿、三川殿上之剪黏損傷嚴重，正殿的柱、樑結構有位移現象。

震災後內政部撥款二百一十一萬元進行緊急支撐工程，以避免災情進一步擴大。古蹟本體修復工程於民國 92 年（2003）1 月 16 日發包，工期 280 個日曆天，於 93 年 3 月 8 日完工。

表 4-22 九二一地震臺中縣市文化資產毀損狀況表

縣市	市鄉鎮	古蹟		歷史性建築	合計
		有損壞	傾倒	有損壞	
臺中市		5	0	2	7
臺中縣	豐原市	0	0	7	7
	太平市	0	1	0	1
	大里市	0	0	0	0
	大雅	0	0	0	0
	石岡	0	0	28	28
	外埔	0	0	0	0
	后里	0	0	0	0
	神岡	1	0	6	7
	清水	0	0	0	0
	沙鹿	0	0	0	0
	梧棲	0	0	0	0
	龍井	0	0	0	0
	大肚	1	0	0	1
	東勢	0	0	11	11
	大安	0	0	0	0
	大甲	2	0	0	2
	烏日	0	0	0	0
	新社	0	0	1	1
	潭子	1	0	3	4
霧峰	0	1	0	1	
臺中縣市總計		10	2	58	70

資料提供：九二一文化資產搶救小組，本文整理

表 4-23 臺中市受損古蹟調查表

性質	名稱	鑑定等級 <sup>89</sup>	損壞現況 <sup>90</sup>
三級古蹟	西屯張廖家廟	小害	垂脊掉落嚴重。
三級古蹟	張家祖廟	中害	1.大堂左右過水，與堂接點嚴重損害，過水樑已斷。大堂左山牆傾斜、斷裂，大堂內桁牆接點多處爆裂、脫榫。 2.堂與左右廊之脊有多處斷落，牆體裂開，右廊外牆大片剝落。 3.左圍屋牆體外傾約 5 公分。
三級古蹟	文昌廟	小害	三川門無立即危險但嚴重受損 ( 三川門右牆裂三段必須立即修理 )。三川門左右門有立即危險。
三級古蹟	樂成宮	小害	三川門屋脊掉落；嚴重。
二級古蹟	臺中市火車站	小害	塔屋磚牆斷裂，大廳粉刷層剝落。內部拱有微裂。西翼拱頂裂縫。

資料提供：九二一文化資產搶救小組，本文整理

89 整體損壞情況分級 ( 已鑑定等級 ) : ( 1 ) 整體而言已大量倒塌 ; ( 2 ) 整體而言已嚴重受損，有立即危險 ; ( 3 ) 整體而言已有受損，局部有立即危險 ; ( 4 ) 整體而言已有受損，未有立即危險，但損壞範圍頗大 ; ( 5 ) 整體而言已有受損，未有立即危險，但破壞範圍小 ; ( 6 ) 幾無受損。

另大害為上述等級 ( 1 ) 之情形，中害為等級 ( 2 ) 至 ( 3 )，小害為等級 ( 4 ) 至 ( 5 )。

90 損壞程度 : ( 1 ) 全毀 ( 主結構體崩塌 ) ; ( 2 ) 半毀 ( 主結構體崩塌 ) ; ( 3 ) 非結構體之破壞 ; ( 4 ) 主結構體傾斜 ; ( 5 ) 輕微。

表 4-24 臺中縣受損古蹟調查表

性質	名稱	鑑定等級 <sup>91</sup>	損壞現況 <sup>92</sup>
三級古蹟	吳鸞旂墓園	倒塌	因地震造成墓園上方的土石崩落，使其仿拱圈形式之附壁列柱及十個墓碑全遭壓毀，但兩側之石燈及石椅仍完好，僅出現龜裂情形。
三級古蹟	社口林宅	(5) 小害	輕微。外圍牆崩塌。正身次要結構明顯脫榫。山門粉刷層明顯脫落。
縣定古蹟	筱雲山莊	(3) 中害	(3) 1.正身第一、二落及門樓均有損害，最多是桁壞接點，但並沒有立即性危險。 2.左護龍第一、二進多處斷裂，局部傾倒，有立即危險。 3.右護龍之過水斷裂。
縣定古蹟	摘星山莊	(2) 中害	(2)、屋面受損嚴重。左護龍:(4)。右護龍:(1)。門樓:(3)。正身、正廳:(4)。
二級古蹟	霧峰林宅	倒塌	景薰樓：1.門樓之屋頂結構完好。2.第一進正身及拜亭屋面損毀，但主要樑柱結構完整，沒有倒塌。3.左護龍正立面山牆全倒，導致前半段屋面嚴重塌陷，後半段之主要結構及屋面尚稱完整，僅部分壁面龜裂、崩塌。4.右護龍由一進通往二進之山門倒塌。5.穿心廊、左右迴廊及第二進正身、拜亭全毀。僅剩部分壁面牆面及牆基。後樓：全毀。 蓉鏡齋：1.門樓全毀。2.第一進正身及左護

91 鑑定等級依營建署評估之分級：1. 危險->紅->拆除；2. 須注意->黃->再評估->補強（拆除）；3. 安全->綠。

整體損壞情況分級（已鑑定等級）：(1) 整體而言已大量倒塌；(2) 整體而言已嚴重受損，有立即危險；(3) 整體而言已有受損，局部有立即危險；(4) 整體而言已有受損，未有立即危險，但損壞範圍頗大；(5) 整體而言已有受損，未有立即危險，但破壞範圍小；(6) 幾無受損。

另大害為上述等級(1)之情形，中害為等級(2)至(3)，小害為等級(4)至(5)。

92 損壞程度：(1) 全毀（主結構體崩塌）；(2) 半毀（主結構體崩塌）；(3) 非結構體之破壞；(4) 主結構體傾斜；(5) 輕微。

			<p>龍全毀。3.前庭之泮池（百龜池）護欄及圍牆全毀。4.右護龍之主結構尚稱完整，僅部分壁體龜裂、崩塌。</p> <p>新厝：全毀。</p> <p>頤圃：1.前埕之左右護龍全毀。2.正身及右護龍之主結構傾斜、變形。而屋頂結構尚稱完好。3.正身之拜亭及左護龍全毀。</p>
二級古蹟	林家下厝		<p>草厝：全毀。</p> <p>宮保第：1.第一進正身十一開間全毀。2.第二進左護龍的過廊全毀，其正身之主結構及屋頂尚稱完好。3.第二進右護龍全毀。4.第二進正身除明間之左右木屏壁採匯集構架尚稱完好外，其餘屋頂及壁面全毀。5.第三進正身及拜亭因曾做臨時支撐，所以土角磚壁嚴重崩塌，但整體架構嚴重傾斜並沒有崩塌。6.第三進左、右護龍全毀。7.第五進正身及右護龍全毀，左護龍半毀。</p> <p>大花廳：全毀。</p> <p>二房厝：1.第三進正身及左右護龍之牆面除部分龜裂、傾斜外，其屋頂及主要結構尚稱完好。2.過水廊（第四進）完好。3.第五進正身及左護龍全毀。4.第五進右護龍後半段嚴重損毀，其餘尚稱完好。</p>
三級古蹟	大甲文昌祠	小害	大殿次間大壁前簷爆裂、明次間有一束仔裂開。
三級古蹟	林氏貞孝坊	小害	次間左右雙枋、櫃腳、及欄杆石料有裂痕。
三級古蹟	磺溪書院	小害	<p>1.山門：臺基有些微鼓起，內柱有一至二根移位，檁架些微下沉。</p> <p>2.左護龍柱子有一根爆裂，牆體微裂。</p> <p>3.最嚴重處：拜亭與大殿交接處損害相當重。</p> <p>4.大殿後部牆體微裂。</p>

資料提供：九二一文化資產搶救小組，本文整理



## 2.臺中市西屯張廖家廟

西屯張廖家廟『承祐堂』位於台中市西屯區西平里西安街 205 巷 1 號，奉祀張廖第六世祖『張廖天與』，基地面積約有二千九百二十五公畝，建築面積約為一千四百八十八公畝，於清光緒 12 年（1886）籌建，清光緒 13 年（1887）起建，日治時期大正 5 年（1916）完工。本古蹟格局類似客家建築，主體建築以傳統三堂二過水加一圍屋之客家常見環形土樓，而其斗拱形式之多樣為它處少見，有方形、八角、碗形、菱形、花瓶形等，仍保持傳統家廟，即俗稱『紅廟、黑祖厝』之最大特色，由正殿、過水及圍屋外牆粉飾成黑色可窺見。

張廖家廟因年久失修，屋頂、樑柱及內外牆嚴重損壞，臺中市政府在民國 77 年（1988）3 月分三期進行修護工程，至民國 83 年（1994）8 月修復完成，總工程費二千六百萬元。九二一地震時部分建築結構受損，臺中市政府在民國 89 年（2000）發包進行修繕，於民國 90 年（2001）竣工，完工後的張廖家廟見圖 4-20。



圖 4-20 重建後的張廖家廟  
拍攝日期：民國 91 年 2 月  
提供者：內政部古蹟復建小組

### 3.臺中市張家祖廟

張家祖廟為清同治 9 年（1870）來臺張姓墾民奉祀入閩開基祖張文通公之宗祠，現址乃日治時期明治 37 年（1904）遷建，翌年竣工。張家祖廟屬雙進雙護龍格局，反應地主、家廟與佃戶之空間組群與建築關係。

九二一地震造成張家祖廟大堂左右過水，與堂接點嚴重損害，過水梁斷裂。大堂左山牆傾斜、斷裂，大堂內桁牆接點多處爆裂、脫榫。堂與左右廊之脊有多處斷落，牆體裂開，右廊外牆大片剝落。另外，左圍屋牆體外傾約 5 公分。本修復工程於民國 91 年（2002）7 月 30 日發包，同年 11 月 30 日修復完工。

### 4.台中火車站

臺中火車站建於民國 6 年（1917），位於臺灣西部縱貫鐵路的中點，是臺中市都市發展中的重要里程碑與重要地標性建築之一，同時為內政部明定之國家二級古蹟。然因遭逢九二一地震及餘震，造成建築物結構體及部分裝修材受損。為確保乘客與職員安全，臺中火車站工務單位於震後先行利用鋼構架和浪型鋼板平台，將建築物下部之大廳、走道、候車空間等供大眾使用之場地，與明顯受損的上部結構體作初步隔離與支撐，以繼續維持其基本使用機能。

為維護臺中火車站重要歷史古蹟建築與中部地區重要交通樞紐地位，九二一震後臺中市政府便積極規劃臺中火車站總體修復補強計畫。本計畫經專家學者及建築師的討論後，首先針對火車站古蹟主體（包含民國 6 年興建之大廳、售票處前後木造走廊及左側民國 37 年興建之旅客候車室）進行總體結構安全鑑定與補強設計，確認震後受損建物的結構安全性，並在結構安全無虞之情況下進行古蹟修復計畫。<sup>93</sup>

臺中火車站之主體結構初步修復補強規劃方案，經臺中市政府及內政部民政司等相關單位召集學者專家多次審查會議後決定施行修復方案，經臺中市政府辦理公開招標及實際工程施作，已於 92 年（2003）6 月中完工，修復中的台中火車站如見圖 4-21。另外，建築體修復工程亦於 94 年（2005）10 月 25 日完工。



圖 4-21 復建中的台中火車站

拍攝日期：民國 92 年 2 月

提供者：九二一震災古蹟復建工作小組

#### 5. 臺中縣社口林宅

社口林宅大夫第位於神岡鄉社口村中山路，建於清光緒 3 年（1878），係為一座四合院多護龍式之宅邸，並經內政部指定為第三級古蹟。

大夫第於九二一地震後，圍牆部分傾倒及漏水現象已緊急搶修完成，臺中縣政府另於 91 年（2002）11 月 26 日完成泮月池排水及內外圍牆整修，重顯古蹟原貌，重建後的社口林宅如見圖 4-22。

93 內政部民政司，《九二一震災古蹟復建月報 2003.11 第十九號》，頁 12。

## 6.臺中縣吳鸞旂墓園

吳鸞旂墓園亦稱吳家花園<sup>94</sup>，為光緒年間督造府城之董工總理富商吳鸞旂之墓塚，由其嗣子吳東壁於日治時期大正 11 年（1922）興建，為兼具歐式及南國氣息風格之墓園。

因九二一地震造成墓園主體之墓塚正立面體崩落，在完成局部清理後，以砂袋方式緊急保護墓牆雕刻紋飾。本修復工程於民國 91 年（2002）6 月 25 日發包施工，民國 92 年（2003）6 月 30 日修復完成，吳鸞旂墓園修復與重建照片分見圖 4-23、圖 4-24。



圖 4-22 重建後的社口林宅一進全貌

拍攝日期：民國 92 年 2 月 14 日

提供者：臺中縣文化局

---

94 早期墓園原本位於花園內，除墓園外，花園現已改建他用。



圖 4-23 施工中的吳鸞旂墓園  
拍攝日期：民國 92 年 2 月  
提供者：內政部古蹟復建小組



圖 4-24 重建後的吳鸞旂墓園  
拍攝日期：民國 92 年 7 月  
提供者：臺中縣文化局

## (二) 彰化縣部分

彰化縣之文化資產在九二一震災中也受到嚴重的重創，災後第二天彰化縣政府即會同專家學者、建築師到彰化縣所有古蹟逐處勘查損壞情形。雖然有一段期間因業務由民政局移撥文化局，又相關人員補充未及而造成工程停頓外，彰化縣政府一直為保存本其文化資產而努力。截至民國 92 年（2003）12 月 31 日止，該縣受創的古蹟中已完成修復的有彰化孔子廟、定光佛廟、南瑤宮、元清觀、虎山巖、鹿港三山國王廟等。<sup>95</sup>

九二一地震後，由於彰化縣處於震央不遠而造成古蹟嚴重受創。在所有資源優先投入救災之際，縣府即會同專業建築師勘查彰化縣所有古蹟受損情形（詳表 4-25），並指導公所、廟方完成緊急支撐工作。其支撐情形往後亦經專家學者複勘認為可行，使得一〇二二地震彰化縣所有古蹟不致遭受進一步損害。彰化縣政府於災後對各處古蹟亦提出總修復經費概估為新台幣四億多元，內政部亦籌編經費以利修復之進行。

九二一震災中彰化縣文化古蹟受創最嚴重的有興賢書院與鹿港龍山寺，謹就此二處古蹟概述如後：

### 1. 興賢書院

員林興賢書院係屬該縣第三級古蹟，創建於清道光 3 年（1823）。此次震災正殿及過廊全部倒塌。古蹟倒塌後由樹德科技大學（樹德技術學院）老師辦理重要文物搶救，正式開始文物之清理第一階段。第二階段由中原大學建築研究所，從毀壞的現場，清理出許多構件並予以紀錄和初步的保存，並將構件做妥善之清理、測繪、防蟲、整理建檔、放置與保存。同時，在清理的過程中，中原大學並設計安排眾多課程與活動，獲取居民對保存古蹟工作的認同與參與，以促進鄉土的認同與書院空間後續之再利用。第三階段復建工程，於民國 91 年（2002）12 月底完成發包，於民國 95 年（2006）1 月 4 日完工。

### 2. 鹿港龍山寺

鹿港龍山寺的損害引起了中央及地方的高度重視，也讓全國文史團體、古蹟愛好者及彰化縣民紛紛探詢龍山寺損壞情形與修復進度。此時亦引起地方企業團體之重視，進而出資辦理修復工作。民間團體的加入，讓地方人士殷切期盼，能突破政府機關執行古蹟修復受法令箝制的現狀，也能對於目前政府機關發包制度有所激勵，並有效提供鹿港地區傳統匠師發揮的空間，以展現民間企業的效率。

## (三) 南投縣

---

95 內政部民政司，《古蹟再生九二一震災古蹟復建月報》，2003 年 5 月，頁 1-6。

南投縣在先天條件不足的體質下，於九二一震災後古蹟保存面臨嚴苛的考驗。九二一地震之後南投縣轄內文化資產面臨重大傷害，災後調查結果如表 4-28 所示。

以下針對受損較嚴重南投縣文化資產受損情形以及重建工作概述如後：

#### 1.明新書院

本書院曾於民國 78 年 (1989) 修復完竣。另於民國 84 年 (1995) 修復大門及倒塌的圍牆，再於民國 88 年 (1999) 木構建物蟲蛀腐朽等項進行局部修復。然當工程施工中，因九二一震災而停工。古蹟本體正殿、齋舍及過水廊及圍牆遭受嚴重損壞，經內政部補助震災損壞搶修經費五百萬元，併入本工程辦理變更設計，於民國 89 年 (2000) 8 月修復完竣。

#### 2.藍田書院

本書院先前於民國 87 年 (1998) 修復完竣。在九二一震災中造成本體山門、正殿及左、右廂房局部倒塌嚴重損壞，經內政部補助震災搶修經費一千八百萬元進行修復，民國 92 年 (2003) 5 月修復完竣，修復後的藍田書院如見圖 4-25。



圖 4-25 修復後的藍田書院

提供者：九二一震災古蹟復建工作小組

表 4-25 彰化縣古蹟受損表

彰化市			
性質	名稱	鑑定等級 <sup>96</sup>	損壞現況
一級古蹟	彰化孔子廟	小害	牆面龜裂，柱側移。
二級古蹟	聖王廟	安全	安全但仍需補強
三級古蹟	西門福德祠	安全	安全
三級古蹟	節孝祠	安全	注意
三級古蹟	關帝廟	小害	後殿後牆牆面龜裂。
三級古蹟	慶安宮	整修中	修復施工中，有遭受破壞。
三級古蹟	定光佛寺（汀州會館）	小害	燕尾斷裂掉落。
三級古蹟	南瑤宮	小害	觀音殿柱側移。
三級古蹟	元清觀	小害	三川門牆傾斜，正殿中脊裂隙。
三級古蹟	開化寺	中害	安全。
歷史建築	忠烈祠（原武德殿）		混凝土梁柱裂隙。
歷史建築	彰化市中山堂		屋面局部塌陷，牆面龜裂。
鹿港鎮			
性質	名稱	鑑定等級	損壞現況
一級古蹟	龍山寺	中害	山門扭力破壞，戲臺屋面下層，正殿牆傾斜，後殿及廊牆面龜裂。
三級	三山國王廟	小害	牆面龜裂。

96 同註 91。



古蹟			
三級古蹟	天后宮	未受損	安全。
三級古蹟	興安宮	未受損	安全。
三級古蹟	鹿港文武廟	小害	山門構架側移。
三級古蹟	地藏王廟	修護中	修復施工中，安全。
歷史建築	鹿港老人會		柱梁開裂，牆面龜裂。
歷史建築	中山路街屋		多數牌樓面傾斜。
歷史建築	鹿港文武廟 -朱子祠		山門牆面傾斜，後牆龜裂。
歷史建築	鹿港文武廟 -文開書院		山門牆面傾斜。
歷史建築	鹿港中山寺		牌樓面傾斜，牆面龜裂。
歷史建築	意樓		第一進牆面傾斜，意樓安全。
歷史建築	丁進士樓		130 號店屋過半倒塌，牆面龜裂。
歷史建築	十宜樓		牆面龜裂。
歷史建築	元昌行		牆面龜裂，梁開裂。
歷史建築	泉郊會館		牌樓面傾斜，牆面龜裂。
其他鄉鎮			
性質	名稱	鑑定等級	損壞現況
二級古蹟	道東書院	小害	牆面龜裂，柱側移。
二級	益源大厝 (	修護中	修復施工中，有破壞。

古蹟	馬興陳宅)		
三級古蹟	二林仁和宮	小害	後殿及過水廊因木構建年久失修腐朽崩落。
三級古蹟	虎山巖	小害	牆面龜裂。
三級古蹟	芬園寶藏寺	小害	正殿牆面龜裂。
三級古蹟	興賢書院	倒塌	正殿倒塌過半。
歷史建築	社頭火車站之候車亭、倉庫		震災倒塌。
歷史建築	社頭同仁社運輸股份有限公司		牆面龜裂。
歷史建築	員林長春診所 / 辛耳鼻喉科 / 合作茶庫 / 3C		牌樓面傾斜，牆面龜裂。
歷史建築	田中台鐵管理局貨運服務站		屋脊斷裂，屋面塌陷。
歷史建築	二水火車站		貨物辦公室牆面龜裂。
歷史建築	原溪湖警察派出所所長官舍		牆面龜裂。

資料提供：九二一文化資產搶救小組。

表 4-26 南投縣文化資產受損表

南投市			
性質	名稱	鑑定等級 <sup>97</sup>	損壞現況 <sup>98</sup>
三級古蹟	藍田書院	大害	屋脊牆面破壞嚴重

97 同註 91。

98 同註 92。

歷史 建築	彰南路王宅	紅	兩側房崩塌，正身屋頂崩落，磚柱崩塌。屋頂：屋瓦掉落、楹仔脫開。牆：出辰牆體嚴重剪力破壞、兩側土角牆倒塌。
歷史 建築		紅	二樓塌陷
歷史 建築	南投縣史館 (南投武德 殿)	黃	屋瓦掉落，室內剪力牆開裂、木欄杆損壞
歷史 建築	南投環境保 護局	黃	屋頂破損彎曲、二樓牆剪力破壞
歷史 建築	簡俊德代書	紅	柱牆剪力破壞、二樓側牆崩塌
歷史 建築	王姓宗祠		正身牆頹圯，次間牆面變形倒塌，室內表面材質脫落
歷史 建築	集會堂(會 議室)	紅	屋瓦部份掉落，大致安全
歷史 建築	南投市農會	紅	牆面龜裂，二樓屋架露出
歷史 建築	南投縣稅捐 稽徵處、南 投派出所(原市公所)		與增建部相接處柱牆位移
歷史 建築	龍泉托兒所	紅	入口上方山尖掉落，一側牆塌
歷史 建築	山西刀削牛 肉麵	紅	二樓屋頂與女兒牆崩塌
歷史 建築	南投街張宅		屋瓦調落嚴重，斗式屋架無損
歷史 建築	樟普寮張宅		除護龍端部山牆傾斜屋脊崩落外，其餘結構體損傷輕微。屋頂：護龍規帶破裂、合瓦掉落。牆：出辰牆體剪力破壞
歷史 建築	草尾嶺張宅		結構體損傷輕微，整體狀況良好。屋頂：封檐板鬆脫，部分瓦片鬆脫，檐口斗拱鬆脫。牆：背部磚牆剪力破壞輕微。

歷史 建築	內轆曾宅	紅	嚴重損壞。檐柱：柱頭剪力破壞，柱頭劈裂。木樑：因壁面崩裂樑身抽離。屋頂：楹仔脫落、天花板掉落，瓦片部分崩落。牆：土角牆剪力破壞，壁面崩裂。
歷史 建築	小半山許宅	黃	結構體損壞輕微，僅屋頂較嚴重。屋頂：正廳屋瓦掉落、屋脊斷裂。牆：磚牆剪力破壞、背後部分牆面龜裂。
歷史 建築	光復堂 (吳宅)		牆面剪力破壞嚴重，屋瓦掉落，屋脊變形
歷史 建築	德馨祠		拜亭屋架傾斜正身屋瓦嚴重掉落木構架大致完好 四點金柱裂開
歷史 建築	選青堂張宅	紅	正身屋頂破損，廂房牆傾斜
歷史 建築	蕭宅	紅	地坪隆起，正身尚完好，土角崩塌
歷史 建築	聊生齋	紅	地坪隆起，柱剪力破壞，二樓側牆崩塌
歷史 建築	琯溪宗祠	紅	僅存門廳部份，其餘全倒
埔里鎮			
性質	名稱	已鑑定等級	損壞現況
歷史 建築	埔里鎮自來 水場	事務所、機 房：黃	事務所:牆面倒塌、傾斜；機房:牆壁灰泥局部脫落
歷史 建築	埔里酒廠行 政大樓	黃	地坪、牆面有裂痕、天花灰泥脫落
歷史 建築	烏牛欄黃宅	黃	主體結構傾斜、門樓倒塌土角造部份均龜裂或倒塌
歷史 建築	茄苳腳李宅 (毓蘭堂)	紅	
歷史 建築	南昌街施宅 (懷善堂)		半毀；正身、護龍屋瓦掉落
歷史 建築	牛眠山潘宅	紅	

歷史建築	牛眠山林宅	紅	右護龍倒塌、左護龍承重牆嚴重龜裂、傾斜
歷史建築	Coffee house	紅	柱基龜裂、二樓屋頂部份塌陷、開口處呈剪力破壞
歷史建築	進來齒科	紅	後方加蓋部份塌陷
歷史建築	福隆土產行	紅	非結構之破壞
歷史建築	珍吉鐘錶行/ 無/保和醫院(中醫)	紅	二樓牆面損毀
歷史建築	新明星傢俱精品店	紅	全毀、立面部份龜裂、內部全部坍塌
歷史建築	益源藥房	紅	半毀、梁柱接合處暴裂、立面開口部出現大裂痕
歷史建築	千千服飾行	紅	女兒牆龜裂
歷史建築	歐美服飾行		女兒牆龜裂、牆面上和陽台接合處有 45 度裂痕
歷史建築	能高旅社	紅	二樓外牆開口部上緣呈剪力破壞、二樓立面 2/3 掉落
歷史建築	三洋電化製品	紅	二樓外牆開口部上緣呈剪力破壞
歷史建築	南盛街街屋	紅	一樓磚牆部份坍塌
歷史建築	回春堂藥房	紅	全毀
名間鄉			
性質	名稱	已鑑定等級	損壞現況
歷史建築	東田董宅	正身：紅。 左護龍：黃	圍牆倒塌（已扶正補強）。正身編竹夾泥牆灰面部分掉落，屋面部分破損（以帆布蓋住），耳房糠壁裂痕難判。左護龍簷廊樑柱交接處裂開。

歷史 建築	番仔寮陳宅 <sup>99</sup>	正身、左護 龍：紅	圍牆倒塌。正身斗砌牆嚴重破裂毀損，左次間牆體傾倒壁柱折斷，右次間壁體破裂突出，斗拱鬆動，門臼移位，左屋頂下陷。正身後方屋舍土墘牆體破裂倒塌，屋頂沉陷。左第一護龍大房土墘外牆龜裂，窗戶移位，隔間編竹夾泥牆灰壁剝落。左第二護龍、及右第二護龍大房全毀。
歷史 建築	坑仔口陳宅 (和興宮) <sup>100</sup>	紅	地板輕微隆起，有裂縫(地基、簷廊、室內)。正身(磚造)屋架樑身略從牆體抽出，正脊右側斷裂，公廳裂縫沿窗角45度或階梯狀龜裂，隔間牆磚拱龜裂，耳房裂縫沿門角45度龜裂至牆角，兩側簷廊員光門磚拱龜裂，正身後牆裂縫沿窗角45度龜裂。左護龍拱廊之柱拱接頭斷裂移位，內壁牆角龜裂。
歷史 建築	田仔陳宅	紅	正身土墘牆各時期粉壁嚴重剝落，窗上土墘掉落，窗戶變形，公廳右土墘牆嚴重破裂，部分屋架懸空，其餘牆體亦龜裂剝落，斗拱鬆動
歷史 建築	田仔陳宅		屋面破損(已用帆布蓋起)，左護龍尾端磚牆裂縫於硬挑至屋頂之間，牆角磚造部分與粉光間分開，內牆轉角有裂縫
歷史 建築	部下仔陳宅		無損，僅正身少許裂痕沿窗角45度至屋頂
歷史 建築	井仔頭陳宅 (西水祠)		正身公廳屋面破損(以鐵皮蓋住)，右次間正脊與脊頭間出現裂痕，左護龍簷廊唯一磚柱斷裂錯開
歷史 建築	井仔頭陳宅 (西水祠)		左側第二護龍尾間土墘厝全毀 部分護龍外壁粉刷掉落(牆體為土墘)，屋頂輕微陷落
歷史 建築	新厝仔陳宅	紅	公廳正脊斷裂，後牆龜裂，灰壁掉落 正身與左護龍交接處龜裂

99 先人曾有官位，正身精美。

100 全村祭祀用，主祀玄天上帝。

歷史 建築	萬丹張宅	紅	圍牆部分倒塌。正身公廳兩側裙堵與門框分離，編竹夾泥牆及灰面掉落，簷廊柱體移位，正脊全部斷裂翻落。 左右護龍及左耳房屋瓦掉落（屋面已清除），編竹夾泥牆部分灰面掉落。正身右護龍相接處磚牆錯開，右護龍隔間磚牆上段斷裂，前傾約 10 度。左護龍簷廊磚拱卷雙向破裂，歸帶砌磚掉落。右側第二護龍土塼及磚造部分全毀。
竹山鎮			
性質	名稱	已鑑定等級	損壞現況
三級 古蹟	社寮敬聖亭	倒塌	倒塌
歷史 建築	集山路一段 街屋	黃	屋架輕微塌陷、紅瓦剝落、漏水、牆龜裂。
歷史 建築	張創公廳（ 貢元宅）		正廳牆柱間約 1 公分位移
歷史 建築	社寮莊氏 家廟	(1)	屋頂:正身:部份屋瓦脫落，屋脊斷裂成多段。左右護龍:部份屋瓦脫落。門 樓:全毀。 屋身:正身:木構架及牆面大致完好。左護龍:整體構架傾斜，竹編泥牆牆面嚴重剝落，門柱嚴重傾斜。右護龍:牆面之竹編泥牆部份剝落。
歷史 建築	社寮陳氏 家廟		屋頂:第一進正身:屋脊破損，左稍間屋頂全蹋陷。第一進左護龍: 屋脊斷裂。第二進正身:左右盡間之屋瓦全蹋陷。第二進護龍: 右護龍部份屋瓦脫落，左護龍之屋瓦大致完好。 屋身:第一進正身:屋架大致完好，只有部份簷柱位移，部份柱與柱礎脫開，正身整體牆面傾斜。第一進左護龍:牆身整體傾斜，且竹編泥牆牆面部份剝落。第一進右護龍:竹編泥牆牆面部份剝落。第二進正身:牆面部份剝落，右盡間之牆身破損，左盡間之牆身全毀。第二進左右護龍: 牆面大致完好。 門 樓:全蹋陷。穀 倉:竹編泥牆牆身部份剝落。

歷史 建築	紫南宮	(2)	(3)拜亭全倒
歷史 建築	後埔仔陳氏 古厝	(2)	正身：外磚牆龜裂、傾倒，屋脊塌陷、屋瓦剝落 ；右廂：編竹泥牆龜裂
歷史 建築	後埔仔陳氏 古厝		屋頂塌陷，泥牆剝落，出挑座斗脫落。
歷史 建築	劉氏宗祠	紅	屋頂:正身屋瓦全毀。軒亭屋瓦嚴重脫落與蹋陷； 屋身:正身梁柱木構架全毀，牆身全毀； 軒亭部份之木梁構架傾斜，柱傾斜。
歷史 建築	北勢仔陳宅		右廂房牆身及脊頭輕微龜裂龜裂、右護龍土坵磚 傾倒。
歷史 建築	林家古厝 ( 敦本堂 )		第一進門屋：屋頂塌陷，牆面崩塌。正廳：牆面 崩塌，柱身傾斜。右廂房：後牆崩塌，柱身傾斜 。左相房：屋頂塌陷，柱身傾斜，牆面崩塌。
歷史 建築	陳氏宗祠		同豬頭鬃陳宅 ( 尊得堂 )
歷史 建築	東大電腦 割字		柱頭柱身斷裂、內牆龜裂
歷史 建築	國際照相館		柱身龜裂傾倒。
歷史 建築	壽春茶莊		屋架及二樓全部塌落。
歷史 建築	莉麗服飾店		屋頂後方屋瓦損毀，左側泥牆掉落，左側騎樓柱 損毀。
歷史 建築	臺中菸葉廠 竹山輔導區		屋身:梁柱構架完好，牆身部份牆身裂開，內部木 材斜撐部份斷裂。
歷史 建築	雲林農田水 利會竹山工 作站		圍牆傾倒。
歷史 建築	豬頭鬃陳宅 ( 尊德堂 )	(2)	左廂台度磚傾倒、左廂牆龜裂柱傾斜、正身左側 全毀、左護龍後半部全毀、左護龍前半部牆倒柱 傾斜。
歷史 建築	鹿山楊宅	(3)	(4)



歷史 建築	庶煌診所		屋頂：A、B、C、D 棟:屋頂破損。屋身：A 棟:騎樓空間尚無，木構架大致完好,只有室內門框邊有脫榫。B 棟:磚牆及木牆大致完好，室內部份竹編泥牆與木柱鄰接處有裂縫，且部份剝落。
歷史 建築	第一戲院		左方部分屋頂塌陷，屋瓦滑落，臨街牆面嚴重裂損。
歷史 建築	下橫街街屋	紅	屋瓦:部份嚴重脫落。屋身:二層木構架大致完好，牆身部份脫落。
歷史 建築	下坪里林宅 (問禮堂)		正廳：屋樑斷落，屋脊斷裂，屋瓦掉落，土塊牆裂縫。廂房：左相房屋頂塌陷，屋簷出挑扭曲。圍牆倒塌。
歷史 建築	竹山鎮 衛生所		左右側圍牆倒塌。
歷史 建築	竹山神社		文化瓦脫落，椽條損壞，雨淋板損壞，泥牆崩落，後棟屋脊折損。
歷史 建築	慈惠堂	(3)	(5)
歷史 建築	福興廟	(5)	(6)
歷史 建築	興天宮		鐘鼓樓全倒
草屯鎮			
性質	名稱	已鑑定等級	損壞現況
三級 古蹟	月眉厝 龍德廟	小害	正殿龍柱柱珠微動，其餘柱珠有些許裂紋，封簷板斷裂，筭牽樑輕微崩裂；金爐橫向龜裂。
三級 古蹟	登瀛書院	小害	正殿兩側檐柱之木柱與石柱之間位移，且住珠亦位移；其兩側山牆皆有龜裂，部分則崩落，厚檐牆之挑檐木構件傾斜。
三級 古蹟	草屯燉倫堂	大害	正殿兩側山牆與背牆嚴重崩落，與過水廊交接處嚴重剝離；山川殿入口之圓形窗旁之牆壁呈 45 度角崩裂，表面粉刷層剝離。
歷史 建築	芬草路洪宅 (敷榮堂)	紅	半毀、正身屋頂塌陷
歷史	祝豐堂	紅	正脊損壞

建築			
歷史 建築	芬草路蔡宅		屋頂屋瓦掉落，室內剪力破壞嚴重，地板隆起
歷史 建築	明仕堂		壁體屋頂損傷輕微。屋頂：屋瓦掉落、楹仔脫開。 。牆：護龍土角牆體剪力破壞。
歷史 建築	壹峰堂	紅	半毀、正身塌陷
歷史 建築	雞隄厝		屋身破壞嚴重
歷史 建築	敦和路李宅 (振德堂)	紅	牆剪力破壞，穿瓦衫掉落
歷史 建築	稻香路洪宅 (敦德堂)		半毀、正身屋瓦破損、右護龍大部份坍塌、左護龍局部坍塌
歷史 建築	稻香路洪宅		屋瓦掉落，嚴重地板隆起
歷史 建築	中和路李宅 (仁安堂)		全部倒塌
歷史 建築	中和路莊宅 (崇德堂)		正身壁體屋頂損傷輕微，土角造右二護龍已拆除。 。屋頂：屋瓦掉落、楹仔脫開。牆：護龍土角牆體剪力破壞。
歷史 建築	立人路林宅 (萬里堂)	紅	建築物塌陷過半。除護龍端部山牆傾斜外，主結構牆損壞不嚴重，但屋瓦及屋脊崩落嚴重。屋頂：西施脊破裂、楹仔脫開、瓦片掉落。牆：護龍外壁磚牆剪力破壞。
歷史 建築	立人路林宅	紅	牆體嚴重龜裂，屋脊屋瓦崩落。屋頂：屋瓦掉落、楹仔脫開、天花板掉落。牆：出厝土角牆體嚴重剪力破壞。
歷史 建築	立人路林宅 (裕隆堂)	黃	壁體龜裂，屋頂崩落。屋頂：屋瓦掉落、楹仔脫開、天花板掉落。牆：出厝土角牆體嚴重剪力破壞。
歷史 建築	泰豐茶行	紅	半毀、一樓樑有裂痕、二樓前部份樑柱分離達 3 公分、後面屋頂塌陷
歷史 建築	蕭家麵館	紅	半毀、二樓後方樓板塌陷

歷史 建築	台北組 魷魚羹	紅	二樓柱牆有 0.5 公分裂縫
魚池鄉			
性質	名稱	已鑑定等級	損壞現況
歷史 建築	木屐蘭洪宅 ( 燉源堂 )	黃	輕微損壞
歷史 建築	東光村洪宅	紅	嚴重、三合院護龍塌損。
歷史 建築	木屐蘭洪宅	紅	半毀
歷史 建築	木屐蘭蔡宅	黃	輕微
歷史 建築	木屐蘭蘇宅	黃	護龍損毀
歷史 建築	紅茶試驗所 工廠	黃	輕微受損
歷史 建築	紅茶試驗所 化學實驗室	黃	輕微受損、壁體剝落
歷史 建築	魚池派出所	紅	嚴重
歷史 建築	台灣基督教 長老教會	紅	輕微
歷史 建築	日月潭文武 廟	紅	嚴重
鹿谷鄉			
性質	名稱	已鑑定等級	損壞現況
三級 古蹟	林鳳池 舉人墓	(5)；小害	(6)；墓體完好，僅左後方石欄杆部分傾倒；舊宅前之旗杆台崩裂。
歷史 建築	林鳳池故居	(5)	(5)
歷史 建築	詹成章古宅 (1)	(3)	(5)
歷史	詹成章古宅	(1)	(1)

建築	(2)		
集集鎮			
性質	名稱	已鑑定等級	損壞概況 <sup>101</sup>
三級古蹟	明新書院	紅；中害	3~7、11、正殿垂脊掉落，左廂土角牆破壞
歷史建築	蔡樓	紅（危樓）	1~12；基本架構尚存
歷史建築	集集火車站	紅	1~12
歷史建築	舊有樟腦出張所	綠	5、6、11
歷史建築	民宅		6、8~11
歷史建築	集集鎮農會	紅	2~6、11 西向磚造承重牆已經與主結構分離。
歷史建築	鄭宅	紅	
歷史建築	陳崙山宅	紅	1、6、7；左右廂倒塌、屋身尚好完整，結構主架構完整
歷史建築	林仔尾陳嵩山宅（永福堂）		兩廂倒塌
歷史建築	廣盛宮		1~14
歷史建築	陳慶仁宅	綠	基本架構沒有損壞
歷史	集集街鄭宅	紅	2、3、5、8、10、11 牆壁龜裂、主結構完整、門

101 調查項目：

- 1.建築物倒塌過半；
- 2.建築物塌陷未過半或上部結構與基礎錯開；
- 3.建築物承重牆或木結構明顯傾斜；
- 4.建築物主要柱樑明顯脫榫，承重牆嚴重龜裂；
- 5.附壁構架與山牆產生間隙
- 6.建築物次要結構(門框、斗拱、牆堵等) 明顯脫榫；
- 7.屋脊明顯斷裂或與承重牆脫開；
- 8.屋面塌陷；
- 9.簷柱側移、傾斜、挫取或榫頭開裂；
- 10.門窗構材掉落或明顯扭曲；
- 11.天花、藻井掉落或明顯鬆脫；
- 12.照明、電氣、消防等設備是否受損；
- 13.鄰近建築物傾斜且影響本建築物安全；
- 14.嚴重地表裂開，土層或邊坡滑動、液化或管湧；
- 15.其他。

建築			框鬆脫、南北向屋頂破損，天花板塌陷
歷史 建築	目仔窠		1~8
歷史 建築	武昌宮(玄天 上帝)苗址	紅	2、4、5、9、11；承重牆脫落、柱子左右承重牆 龜裂

資料提供：九二一文化資產搶救小組。

### 3.登瀛書院

登瀛書院又名文昌祠，祀奉文昌帝君、孔夫子、朱衣星君、魁斗星君，經內政部於民國 74 年（1985）11 月 27 日核定公告為臺閩地區第三級古蹟。本書院歷經一百五十多年，其間已從事多次修繕或復建。原在民國 77 年（1988）完成其修繕工作，但在九二一集集大地震時，書院嚴重傾斜及塌陷，經內政部災後統計判定為「有立即性危險」並補助經費四千五百萬元，隨後即進行搶修工程。

地震後造成牆體及木柱的嚴重傾斜，亦因建物牆體為土塊磚結構，更增加修護上之困難。本次修護之重點主要放在牆體之傾斜校正、剪力裂縫之補強，以及加強結構之抗震功能。

民國 89 年（2000）由南投縣政府委託建築師事務所進行震災搶修工程之規劃設計。為了能確實掌握強震造成之錯列及水平變位的情形，在利用精密儀器進行位移及傾斜之測量後，方進行完整之修復及補強。而在補強的重點上，主要著眼於牆體側轉角處之強固以及易造成土塊磚牆挫裂之分裂點（如門窗開口處）之應力補強。而在外簷廊之錯移及牆體裂縫修補上，須達到延續此種傳統建築中特有牆體結構之生命力。

民國 90 年（2001）由南投縣政府完成緊急搶修工程發包作業，於民國 91 年（2002）11 月 8 日修復完工，修復後的登瀛書院如見圖 4-26。<sup>102</sup>

102 同上註。



圖 4-26 修復後的登瀛書院

拍攝日期：民國 92 年 12 月 28 日

拍攝者：黎益肇、陳荻閱

#### 4. 林鳳池舉人墓

本古蹟於民國 77 年 (1988) 修復完竣。九二一地震中，舉人墓周邊石柱欄杆於震災中局部受損，經內政部補助經費十萬元辦理舉人墓欄杆及舉人宅旗竿座搶修，委請鹿谷鄉公所修復完竣。

#### 5. 月眉厝龍德廟

本廟宇曾在民國 84 年 (1995) 修復完竣。民國 88 年 (1999) 9 月 21 日震災中，正拜殿間兩坡交接處，局部簷口尺磚及擋水封簷板掉落，經內政部補助經費六萬元，委請草屯鎮公所修復完竣。

#### 6. 竹山敬聖亭

地震造成敬聖亭於震災中倒塌損壞，經內政部補助調查研究規劃及修復經費一千八百萬元，於民國 90 年 (1999) 9 月修復完竣，如見圖 4-27。



圖 4-27 竹山敬聖亭

提供者：九二一震災古蹟復建工作小組

#### 7.草屯燉倫堂

草屯燉倫堂為國家第三級古蹟，位於南投縣草屯鎮茄荖里一三鄰芬草路三三五號，創建於清道光十年（1830）。

本古蹟於民國 83 年（1994）委託中國工商專校調查研究規劃，於 86 年發包修復，九二一震災時造成前殿及左、右過廊等嚴重損壞，由內政部補助震災搶修經費四百四十萬元併入本工程辦理變更設計，於民國 90 年（2001）6 月修復完竣，修復後的燉倫堂如見圖 4-28。

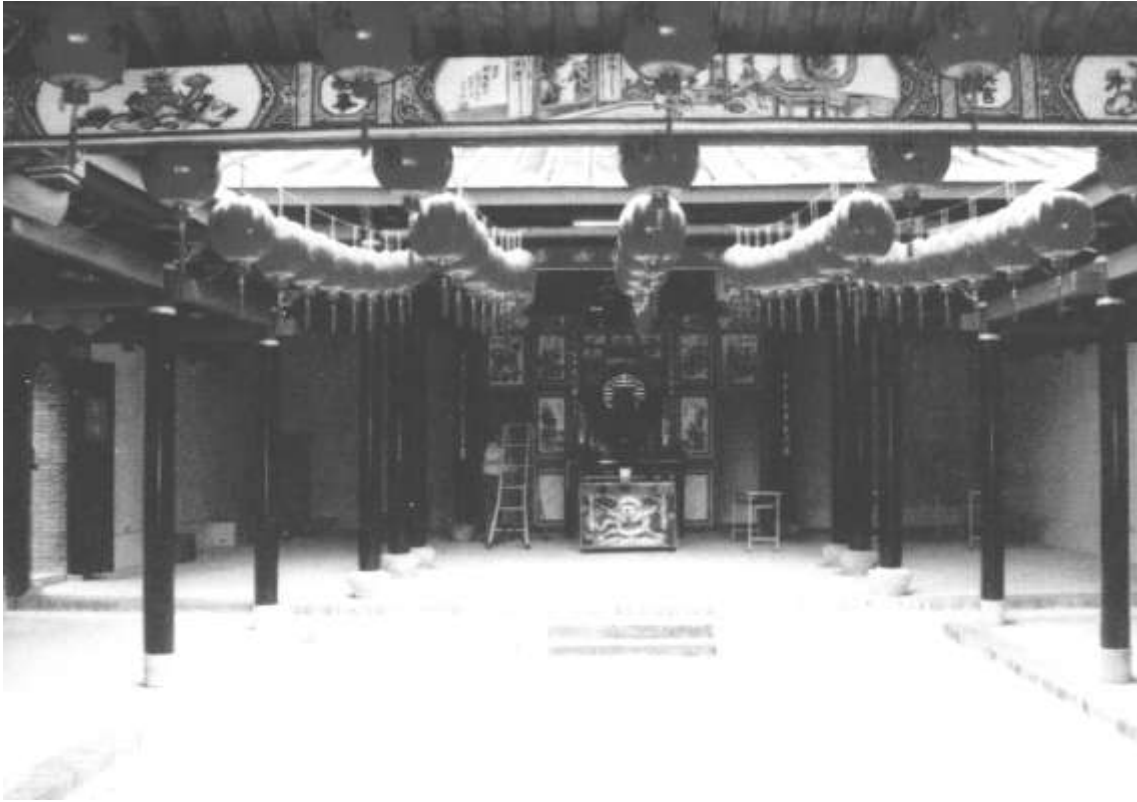


圖 4-28 修復後的草屯燉倫堂  
拍攝日期：民國 91 年 4 月  
提供者：九二一震災古蹟復建小組

## 九、災後古蹟重建的未來展望<sup>103</sup>

### (一) 為擴展文化保存空間的「解除古蹟指定」

震災讓古蹟全面受損，嚴重者甚至幾乎消失，如霧峰林家宅園中的部份建築。如何應對這種情況？如何搶救？是否重建？是否解除古蹟指定？諸多問題頗受大家關注，卻無一致的觀點及對策，甚至潛存許多根本觀念的衝突。要解決此一衝突，惟有透過充分及多方面的溝通，才能整合社會多數可接受的方案。以霧峰林宅的修復為例，即整合了內政部、文建會、重建會、台中縣政府、霧峰鄉公所、學者專家及頂厝、下厝及其菜園的所有權人代表，成立霧峰林宅復建委員會，定期整合會商相關問題，尋求共識及對策。

霧峰林宅部份古蹟指定的解除，僅是保存範圍務實的檢討，並不影響霧峰林宅的整體價值。在導入活化再生的概念，積極投入其整體宅園的再利用規劃，並引進文化產業作有效的經營管理後，無論就文化保存、教育推廣或觀光產業的振興而言，將使空間更豐富多元，也可創造更大的文化資產價值。

### (二) 重大災害古蹟應變處理辦法

依過去推動古蹟保存所累積的經驗，政府部門已對古蹟保存常態性工作有

<sup>103</sup> 內政部民政司，《古蹟再生九二一震災古蹟復建月報》，2002年4月，頁3-6。



較成熟的模式。然九二一地震如此的巨變，卻令各單位手足無措，亦突顯常態機制的不足。就古蹟保存而言，急就章且無頭緒的搶救工作卻可能造成古蹟及文物的二度傷害。為因應緊急事故的發生，內政部民政司亦研擬「重大災害古蹟應變處理辦法」，使得各種突發狀況之應變有明確的決策原則及處理方式。

### (三) 古蹟修復技術與人才培育

震災讓硬體設施全面受損，在百廢待舉的處境下，政府即依採購辦法公開邀集規劃設計單位及工程團隊來參與。而部份過去未曾參與古蹟維修工作的專業團隊，或缺乏經驗的承包者根本無法順利通過學者專家層層審查的考驗，也因缺乏災後古蹟重經驗而一改再改的規劃設計，往往會延誤復建工作的推動。針對此一情形，政府相關單位一方面在網路上建立「古蹟修復工程勞務主持人名冊」，建立合格規劃設計研究人員及專業工作者名單。在另一方面，為突破古蹟修復工程發包的困境，內政部民政司亦研擬了「古蹟修復工程採購辦法」，避免爾後再發生類似的困境。針對經驗不足的已承包廠商，則積極透過學者專家的介入、指導及輔助，儘早改善疏失以步上正軌。

為充實相關專業人材及行政人員的認知及能力，除了舉辦相關的研討會外，民政司委託大專院校舉辦古蹟修復工程工地主任培訓班等課程。其目的的一則為提昇改善人材資源的困境，二則是藉此為古蹟保存工作紮根。

### (四) 古蹟修復與民眾參與

從民國 73 年 (1984)「文化資產保存法」公佈實施以來，大多數的古蹟均由政府出資修復資，並主導一切修復工程的運作。但隨著社會變遷與政府體質的改變，民間自主的力量逐漸展現，在部分古蹟修復上民間亦出資出力，例如鹿港龍山寺與嘉義縣新港奉天宮二處。未來「民眾參與」勢必在古蹟修復的過程中居於一重要之角色。

## 十、小結

古蹟是由傳統工匠以傳統工藝技術的方式進行施作，工作過程嚴謹細密，且一磚一瓦皆經過歷史考證，具有傳統文化意涵。為使古蹟保存工作發揮效能，除了政府積極投入及業主的配合外，亦須社會大眾共同投入。雖然經過九二一集集大地震及一〇二二嘉義大地震帶來的巨大損害，對於古蹟保存也造成全面性的影響，但經過行政機關與業主的協調合作，以及社會大眾對古蹟保存與維護的高度重視，已逐一克服困難，在復建的過程中也累積一定的經驗。而文化資產重建的目標應就該地之歷史建築分布，結合當地的觀光資源，串聯古蹟景點，增加都市景深，以拓展觀光導覽的廣度與深度，帶動當地之文化產業。

大地震表露出諸多問題及鴻溝，亦突顯既有機制的盲點。唯有面對挑戰，建立永

續可行機制，才能真正化危機為轉機，讓古蹟保存工作得以紮根。

### 第三章 指標性重建工程

#### 第一節 新校園運動與重建

##### 一、前言

九二一地震後全省有多間中小學校舍遭到損壞，有的全毀，有的不堪使用。為了使學生恢復正常作息，保障學生受教育的權力，教育單位配合政府的整體規劃，展開「應變的教育」。為輔導災後學生復學，政府興建簡易教室與加快校園重建腳步。同時，為幫助因地震而心理受創的學生，也提供心理復建及輔導就讀他校，並運用國家資源結合民間力量，鼓勵企業及公益團體認養復建各校校舍。在校舍的設計上，以全校師生與地方需求與特色作為考量重點來重新設計，以建造出特色分明的新式校園，給學生一個更開放活潑與具有地方特色的學習空間。

##### 二、新校園運動的基本特質

「新校園運動」的基本特質可以歸納為三點：「創意」、「合作」、「參與」。在創意上，「新校園運動」提供了重新思考校園機能的機會。在建築師、學校以及地方的合作下，普遍打破傳統的校園格局，不再以行政大樓作為學校為中心，用綠籬取代了高高

的圍牆，也不硬性要求制式的操場，對於校園配置更具彈性與多樣化。新設計的教室單元提供活潑的教學場所，班群概念創造出獨特的群體關係。甚至，許多新的學校造型，可以說完完全全地顛覆刻板的學校印象。

為加強與地方合作，「新校園運動」可說充分發揮了臺灣各界的合作精神。第一波的民間團體認養，打下了合作運動的基礎。接著，專業團體（如人本教育基金會和都市改革組織）的合作更具體地催生出「新校園運動」。運動過程中，教育部與民間團體、教育部與營建署，以及學校與學校間也都發揮合作精神，共同推動重建工作。更值得一提的是，建築師為此組成「新校園運動合作社」，也開創了大規模合作的先例。

「新校園運動」也提供大家參與學校設計的管道。雖然設計時間不長，但建築師們儘可能地創造校方、家長乃至社區人士參與討論的機會，因此累積了各種類型的參與經驗，也蘊育了許多生動感人的故事。參與式的設計過程激發了對校園的新想像，也讓校園重建成為社區眾人關心的焦點。

### 三、新校園運動的三大突破

#### （一）採用專案營建管理制度

新校園重建採用專案營建管理制度，可以有效地減少學校重建的錯誤決策。因校園重建的行政人員不具建築規劃、設計及營繕工程等專業背景，所以行政人員開會所作成的決議，通常僅是分擔責任，而無法洞察事實真相，以作出正確判斷，而專業營建管理顧問制度之採用正可解決此問題。

#### （二）遴選優良建築師

重建單位為了 39 個需要大幅重建的學校甄選建築師，總共甄選出 25 位建築師投入災區重建。

#### （三）採最有利標方式發包

以往公共工程大都採最低標決標，其缺點是廠商為了競標，經常壓低標價以求順利得標，履約結果往往造成進度延宕工程品質低落滋生爭議。為改正此一現象，新校園運動便採用最有利標來決標，「最有利標」就是在公開招標的原則下，訂出明確的評選項目，選出優勝廠商。

歷經多方之努力，原來受損受創的中小學浴火重生，逐一展現全新的、不同以往的校園環境，使得中小學學生有機會接受均等卓越的國民教育品質，這就是教育部所謂的「新校園運動」。

### 四、新校園運動所樹立的新典範<sup>104</sup>

九二一震災後校園重建可分為兩個階段，第一階段是初期的災後重建，工作著重在救急，是迅速凝聚善心能量的具體結果。第二階段是在教育部主導下的新校園運動，重新思考校園的設計，用新的方法遴選優良建築師並採最有利標方式發包及委託專

---

104 自由時報，民國九十三年二月十六日，第 11 頁專輯。

案管理來進行重建。

### (一) 校園建築的新階段

綜觀整個九二一校園重建的工作，可看出其中所強調的四個主要價值觀念：

- 1.新校園運動亦為教改的一部份，將新的教育想法融入教育空間。
- 2.新的校園建築也是社區整體營造的一部份，將地方特色融入教育空間。
- 3.在校園重建的過程中，學生、教師、校長及社區民眾的想法也被納入其中，故新校園重建的過程亦是一個體現民主參與的過程。
- 4.強調對公共工程品質的重視。

基於以上概念，新校園運動在校園建築的本身從幾個具革命性的方向來著手進行。採用最有利標方式發包來確保建築品質，以打破傳統校園建築思維。傳統的校園招標，多以低價為最優先考量，以達節省經費之目的。然而，這樣的作法，常使建築品質無法保障。在新校園運動的建設過程中，提出委託專案管理的專業做法，以落實提昇校園建築品質的根本要求。在九二一校園重建工程中，台灣的校園建築正式跨入另一個新階段。

### (二) 未來建築風貌的新典範

校園重建自進行至完成段期間就是一個學習與教育的歷程，進而將整個校園重建的想法與具體經驗推廣給全國各級學校。幾年來，歷經數十次的討論，教育部於民國 92 年 (2003) 將重建工作的想法及概念集結成冊，以呈現其規劃策略。

自民國 90 年 (2001) 初開始，教育部成立校園重建專案小組專職九二一校園重建的會議工作，於民國 92 年 (2003) 年底結束，包括各縣市、公共工程委員會、九二一重建委員會、代辦的營建署及專案管理廠商等，與重建的學校一同走過興建學校新建築的歷程。

在此期間內，計有 1,546 所需進行復建的學校，其中 293 所需完全重建。在極短的時間內，有眾多的學校需重建，因此呈現了極為豐富多元的學校風貌，嶄新規劃的校園建築融合了地方特色、地景、綠建築的設計概念，並在與社區接觸及使用使用者溝通後，進而思考如何蓋一個新校園，如此已打破過去一再延續日據時代以來的方格子結構及波浪式建築的制式校園風格。

在新校園運動中，使用者除能思考自己所需的學校型態，同時也為使用者找出符合時代精神的建物需求。整個新校園運動，是一個教育的過程、經驗的累積，為往後學校建築立下一個可依循的典範。

### (三) 人與環境結合的堅固校園建築

慈濟的九二一校園重建工作「希望工程」，以「大地湧出的藝術品」定義其

所建構的學校建築。其中大量運用圓弧線條，將週遭環境元素納入建築的構思設計中，並強調建築與人的和諧。例如，由慈濟出資重建的南投縣集集國小將最代表集集地方特色的火車軌枕木，裝置在校園中，突顯地方人文淵源。南投縣旭光國中的茶道教室，陽光透過木格窗柵照入室內，與木質空間的樸實質感搭配出和諧溫暖的感覺，讓學生能在茶道教室中得以靜心養性。慈濟所建構的新校舍，展現出教育空間不是禁錮的空間，而具有含融的感覺。新校舍不僅是求建築的美感，更應融入「人參與其中」的概念。

證嚴法師曾提到，慈濟所蓋的學校建築，是要能夠千年不倒的。此說法在強調一個校園結構的最根本要求 - 堅固牢靠的校園建築，以提供學生們一個安心無憂的學習環境。

#### (四) 實現建築專業的理想

重建之初，諸如慈濟的民間力量於民國 89 年 (2000) 間約已完成近百所學校工程的發包。然而在政府方面，正值新舊政府工作交替過渡期，官方的重建機制遲遲未有動作，使得重建工作遠遠落後民間的動員力量。當教育部開始正式進入九二一校園重建後，即使面對進度落後的情況，依然堅持其重建政策，如遴選專業建築師、最有利標的方式發包、推動新校園運動等。在發起並推動新校園運動的教育部、重建會與建築師本身的理想堅持下，新的校園建築思考與模式慢慢在這期間逐漸累積成形。

#### (五) 良好公共工程品質經驗的延展

從工程管理的角度來看九二一校園重建成果。總體而言，其品質具有相當的水準，故可以此學校建築之優良經驗擴展至所有的公共工程上。以重建初期的規畫概念來作重建工作的執行依據，其中不但有效結合產官學的力量，更將社區民眾的力量與共識融入其中。此外，最有利標為新校園運動的最重要關鍵，不但使工程進行更為快速有效，並讓優秀建築師有繼續服務的機會。

若以建築界的立場來看校園規劃，初期民間團體的救急投入，是一種愛心及理想的迅速呈現，而後的新校園規劃如能夠秉持一貫的態度，對台灣的校園景觀特色則具有長足的幫助。

針對這批新校園運動下之建築，原創建築師辦理多次座談會，與老師及學生進行溝通，讓使用者也能實際參與建築概念的構成。日後若有後續工程的需要，則可交予當地之建築師進行。但在規劃施工前，須先與初始建築師溝通，以維繫原建築的設計精神與風格。

### 五、重建校園典型範例

經教育部組跨部會專案小組依照 (1) 全校建物整體重建者優先；(2) 依毀損建築物佔學校整體校舍之比例衡量；(3) 考量學校之行政資源及能力；(4) 學校重建經費

使用九二一重建經費預算者等四項原則考量<sup>105</sup>，並實地勘察篩檢，決定高中職以下之 293 所學校列為重建管考校數，並報行政院核定。表 4-29 顯示 25 間指標性校園重建工程之施工工期、施工經費以及指標性特色。表 4-30、表 4-31 與表 4-32 分別列出不同年度之「遠東建築獎 - 九二一校園重建特別獎」得獎學校與設計單位。茲分述如後：

---

105 九二一震災學校重建成果展 ( 2003 ) · <http://portal.921erc.gov.tw/banner-html/school-achieve/text031.html>。

表 4-27 指標性校園重建一覽表

	學校名稱	施工工期	工程總經費	備註
臺 中 縣	大里高級中學	89 年 9 月 20 日至 90 年 6 月 26 日	83,700,000 元	
	光復國民中小學	國中部： 88 年 10 月至 91 年 4 月 國小部： 91 年 2 月至 91 年 9 月	304,500,000 元	本校遷地重建， 原校地成立地震 教育園區。
	光隆國民小學	90 年 5 月 8 日至 91 年 4 月 18 日	199,940,000 元	91 年「遠東建築 獎 - 九二一校園 重建特別獎」佳 作獎。
	土牛國民小學	90 年 3 月 26 日至 90 年 9 月 21 日	69,150,000 元	89 年「遠東建築 獎 - 九二一校園 重建特別獎」最 佳教育理念實踐 特別獎。 第二屆公共工程 金質獎。
	大林國民小學	90 年 3 月 16 日至 90 年 9 月 5 日	39,000,000 元	90 年「遠東建築 獎 - 九二一校園 重建特別獎」入 圍獎。
	中科國民小學	89 年 6 月 5 日至 90 年 6 月 15 日	49,000,000 元	89 年「遠東建築 獎 - 九二一校園 重建特別獎」最 佳參與式設計特 別獎與 91 年「遠 東建築獎 - 九二 一校園重建特別 獎」入圍獎。

	中坑國民小學	90年2月1日至 90年7月28日	39,000,000 元	90年「遠東建築獎 - 九二一校園重建特別獎」佳作獎。
	中山幼兒實驗學校	91年2月18日至 91年11月17日	58,000,000 元	首創幼兒實驗學校。
南投縣	民和國民中學	90年3月至 90年10月	7,650,000 元	89年「遠東建築獎 - 九二一校園重建特別獎」佳作獎。
	宏仁國民中學	90年3月25日至 91年1月19日	125,000,000 元	91年「遠東建築獎 - 九二一校園重建特別獎」入圍獎。
	爽文國民中學	89年6月5日至 91年1月29日	72,000,000 元	89年「遠東建築獎 - 九二一校園重建特別獎」第二名。
	民和國民小學	90年3月至 90年10月	83,410,000 元	89年「遠東建築獎 - 九二一校園重建特別獎」佳作獎。
	水里國民小學	89年9月至 91年2月	137,840,000 元	唯一間由國營事業(中國石油)認養重建之學校。
	育英國民小學	第一期工程： 90年4月21日至 91年11月15日 第二期工程： 91年10月19日至 92年3月17日	114,620,000 元	89年「遠東建築獎 - 九二一校園重建特別獎」第一名。



水尾國民小學	90年4月3日至 90年10月25日	45,130,000 元	91年「遠東建築獎 - 九二一校園重建特別獎」佳作獎。
南光國民小學	90年3月至 91年1月	235,700,000 元	91年「遠東建築獎 - 九二一校園重建特別獎」入圍獎。
中峰國民小學	90年7月7日至 91年4月1日	慈濟基金會 捐助	89年「遠東建築獎 - 九二一校園重建特別獎」最佳文化、環境與社區特別獎。
富功國民小學	90年2月1日至 90年7月30日	60,540,000 元	90年「遠東建築獎 - 九二一校園重建特別獎」入圍獎。
廣英國民小學	90年2月至 90年8月	35,000,000 元	90年「遠東建築獎 - 九二一校園重建特別獎」入圍獎。
和興國民小學	90年2月23日至 90年8月25日	39,120,000 元	縣府指定之木構造田園示範小學。 90年「遠東建築獎 - 九二一校園重建特別獎」入圍獎。
至誠國民小學	89年6月5日至 90年3月24日	29,140,000 元	90年「遠東建築獎 - 九二一校園重建特別獎」佳作獎。

	內湖國民小學	92年7月4日至 93年5月11日	第一期： 75,000,000元 第二期： 18,700,000元	南投縣最後一所 完成重建的學校
	廣興國民小學	90年3月至 90年12月	35,000,000元	89年「遠東建築 獎 - 九二一校園 重建特別獎」佳 作獎。
	潭南國民小學	90年7月11日至 90年10月15日	4,870,000元	89年「遠東建築 獎 - 九二一校園 重建特別獎」第 三名。
	親愛國民小學	90年4月至 90年10月	47,000,000元	91年「遠東建築 獎 - 九二一校園 重建特別獎」入 圍獎。

資料提供：九二一重建委員會

表 4-28 89 年「遠東建築獎 - 九二一校園重建特別獎」

獎項	得獎者名單	作品
第一名	李綠枝建築師事務所 甘銘源建築師事務所	南投縣埔里鎮育英國小
第二名	姚仁喜建築師事務所	南投縣中寮鄉爽文國中
第三名	姜樂靜建築師事務所	南投縣信義鄉潭南國小
佳作獎	林洲民建築師 / 仲觀聯合建築師事務所	南投縣水里鄉民和國小 南投縣水里鄉民和國中
	Forest Ship 森環總合計劃集團	南投縣鹿谷鄉廣興國小
最佳教育理念 實踐特別獎	株式會社象設計集團	台中縣石岡鄉土牛國小
最佳文化、環境 與社區特別獎	邱文傑建築師事務所 金瑞涵建築師事務所	南投縣埔里鎮中鋒國小
最佳參與式設計 特別獎	株式會社象設計集團	台中縣東勢鎮中科國小
特別貢獻獎	團體 / 所屬團體	被推薦人 / 團體之代表人
	浩然基金會	殷琪董事長
	延和國中教師會	謝偉敏理事長
	佛教慈濟慈善事業基金會	證嚴上人
	新故鄉文教基金會	王元山先生
	人本教育基金會	李其然先生

資料提供：九二一重建委員會

表 4-29 90 年「遠東建築獎 - 九二一校園重建特別獎」

獎項	得獎者姓名	作品
傑出獎	姜樂靜	南投縣信義鄉潭南國小
佳作獎	王維仁 陳勤忠 顏麗蓉	台中縣和平鄉中坑國小
	黃建興	南投縣中寮鄉至誠國小
入圍獎	莊學能	台中縣新社鄉大林國小
	黃志瑞	南投縣草屯鎮富功國小
	徐岩奇 黃永健	南投縣中寮鄉廣英國小
	林傳諒	南投縣中寮鄉和興國小
特別貢獻獎	浩然基金會	
	南投縣信義鄉潭南國小	
	財團法人中國廣播公司愛心園基金會	
	中國電視公司	
	聯合報系	
	英業達股份有限公司	
	台中縣和平鄉中坑國小	
	佛教慈濟慈善事業基金會	
	南投縣中寮鄉至誠國小	
	中華民國紅十字會總會	
	台中縣新社鄉大林國小	
	南投縣草屯鎮富功國小	
	南投縣中寮鄉廣英國小	
南投縣中寮鄉和興國小		

資料提供：九二一重建委員會

表 4-30 91 年「遠東建築獎 - 九二一校園重建特別獎」

獎項	得獎者姓名	作品
傑出獎	仲觀聯合建築師事務所	南投縣水里鄉民和國小
佳作獎	日本株式會社象設計集團	南投縣埔里鎮水尾國小
	王維仁建築設計研究室 楊瑞禎建築師事務所	台中縣太平市光隆國小
入圍獎	李俊仁王立甫建築師事務所	南投縣埔里鎮南光國小
	境向聯合建築師事務所	南投縣南投市南投高中
	黃建興建築師事務所	南投縣埔里鎮宏仁國中
	日本株式會社象設計集團	台中縣東勢鎮中科國小
	王維仁建築設計研究室 楊瑞禎建築師事務所	台中縣和平鄉福民國小
	姜樂靜建築師事務所	南投縣仁愛鄉親愛國小

資料提供：九二一重建委員會

#### (一) 臺中縣立大里高級中學

臺中縣立大里高級中學（原為大里國民中學）位於臺中縣大里市國中路，共有班級 38 班，學生 1,261 人。在九二一地震後，忠孝樓底層樑柱有 80% 斷裂，毀損教室 27 間、樓梯 2 座、川堂 1 間、廁所 6 間。此外，信義樓和家政教室一樓部分樑柱龜裂，中正堂天花板損壞，圍牆倒塌約 800 公尺。

大里高中的重建工程由慈濟功德會認養辦理，建築由黃建興建築師事務所負責，土木建築由益輝營造有限公司進行，機電部分由尚奕水電消防工程有限公司辦理，景觀則慈濟慈誠隊負責。設計期間自民國 89 年（2000）10 月至民國 90 年（2001）3 月，施工期間自民國 89 年（2000）9 月 20 日至民國 90 年（2001）6 月 26 日，總經費約八千三百七十萬元。

在慈濟「用心」與「完美」的精神下，建築設計打破校園原有校舍配置，重新將校園作整體規劃。考慮日照、季風、噪音等因素，採人車分道動線分明，規劃設計出一般教室區、行政區、特別教室等區。新建築融合了方、圓兩種造型，塑造出優美的學習環境並達到綠色學校、綠化、保水、節能污水處理等標準，以及防震、人性化的要求。教室的設計也兼顧師生的需求，每間教室都設有洗手台、教師準備室、雙走廊，並具有無障礙空間設施。<sup>106</sup>

慈濟的「希望工程」，匯聚眾人的「大愛為樑」、建築專業人士的「智慧為

106 九二一災後學校重建成果展（2003），[http://portal.921erc.gov.tw/banner-html/school-achieve/school\\_html/台中縣/02大里高中.htm](http://portal.921erc.gov.tw/banner-html/school-achieve/school_html/台中縣/02大里高中.htm)

牆」的精神中展開，工程中除了有專業廠商負責主體工程與水電之工作，尚有慈濟慈誠隊師兄及校園師生共同營造學校綠美化與景觀工程。重建工程中，慈濟人也展開「安心計畫」以撫平師生受驚的心靈。<sup>107</sup>

校園佔地 6.3 公頃，重建過程考慮到該校既有之綠地景觀，在自然與生態兼顧下，建築物採弧形線條與圓形建築，使校園添增柔和性，並保持校園動、靜態及中性活動空間與周圍環境的妥適性。為維持原有「綠色公園」之風格，重建過程中儘量保護校園中的老樹，以維持校園原有之風貌。

重建後的校園依功能分成三大學習區：大愛樓是一般教室，維持原有方整建築；感恩樓是新建的行政區，以柔美的弧形建築圍繞著校園半邊；而動態區則以老樹黑板樹大道（大福路）區隔出運動場、球場與中正堂。為配合整體規劃與綠色學校目標，圖書館旁則保留了社區民眾與師生休憩的維也納森林，並將老樹檸檬桉樹保留與美化形成「檸檬桉校道」。

該校整體建築物採用鋼構建造，加上中國風味的雲田瓦造型屋頂、耐久自然的洗石子外牆建材、屋頂防水處理與鋪石以及圓形建築，以突顯地方風土特性。大樓礎石與休憩造景區刻有勵志碑與靜思語，融入柔性與感性的叮嚀，加上運動與休憩的石桌椅，還有在下課休息可以聊天的石椅與學習角，創造遊戲與學習的校園。

校園設計以多層次的建築，呈現多元化的空間規劃，搭配簡單的線條與弧形結構建置每間教室外的洗手台。屋頂太子樓的設計，兼具採光與通風機能。圓柱造型優雅的電梯間，與方正大愛樓形成學校教學中心意涵，樓梯採光搭配具有藝術感，以營造出多樣的學習空間。

校舍以柔美的弧形建築圍繞著校園半邊，寬闊的迴廊聯結行政與教學中心。校舍牆壁採用鏤空設計，以增添穿透美感。為增加校園的連續性，設計上採用動靜分明的校園規劃。樓梯扶手使用鏤花設計，為其帶來獨特的藝術效果。為增加校園空間利用，設計階梯式的視聽教室，更為校園中的建築增添精美與細緻的氣息。校園中美化的消防蓄水池，以及考慮人性化與便利殘障者的設施，均注重自然與生態的結合。為滿足師生健康生活之機能，校園中建置緊急處理的設施及明管設計雨水處理。教室設計亦兼顧師生的需求，於每間教室設置洗手台、教師準備室以及雙走廊，並有無障礙空間設施，重建後的大里高中如見圖 4-29。

---

107 九二一賑災重建計畫



圖 4-29 重建後的台中縣大里高中

拍攝時間：民國 90 年 7 月

提供者：行政院九二一震災災後重建推動委員會

## (二) 臺中縣光復國民中小學

光復國民中學遷校後，新校地另規劃國小部，重建完成後更名為光復國民中小學。新校園共有 75 間雙走廊設計教室，鄰近有臺中管理學院成立，形成一個充滿書香氣息的文教區。本區之教育資源相當充沛豐富，可帶動良好的學風，教學區和動態區均分區明確，相互不影響干擾，校園採人車分道系統，並設置停車彎，方便家長於上下課接送學生。<sup>108</sup>

光復國民中小學的重建由民間單位 TVBS 關懷台灣文教基金會與教育部一同辦理，重建團體為 TVBS 校園重建團隊，建築由沈祖海聯合建築師事務所負責規畫，土木工程由三普建築營造股份有限公司進行，機電部分由乾良機電公司負責。施工日期分別為國中部自民國 88 年（1999）10 月至民國 91 年四月，國小部自民國 91 年 2 月至同年 9 月，總經費約為三億四百五十二萬元。

該校校舍採用適當的自然通風與採光，校舍與操場等運動設施主要採南北座向配置，避免東西日照。教室以開放空間軸線串連，多元功能的開放空間，設置半室內教學環境，提供學生集會交流、作品展覽等多用途使用場所。多跨距的結構系統可提供安全的教室空間，校舍構造主要以鋼骨（SRC）構造為主，以增強抗震能力。

在校園中並設置無障礙的學習空間：1.進出道路設二分之一殘障專用坡道、

---

108 九二一震災學校重建成果展（2003），[http://portal.921erc.gov.tw/banner-html/school-achieve/school\\_html/台中縣/15光復國中小.htm](http://portal.921erc.gov.tw/banner-html/school-achieve/school_html/台中縣/15光復國中小.htm)

2.殘障專用廁所、洗手台以及公共電話。莊嚴宏偉的建築造型係配合當地獨特的色彩，而本校靠近霧峰林宅傳統聚落區域，故在建築系部造型語彙或色彩規劃上均考慮融入，形成一個深具地方色彩的校園景觀。重建後的光復國民中小學見圖 4-30、圖 4-31。



圖 4-30 重建後的台中縣光復國民中小學國中部大門

拍攝日期：民國 92 年 12 月 28 日

拍攝者：黎益肇、陳荻閱





圖 4-31 重建後的台中縣光復國民中小學

拍攝日期：民國 92 年 12 月 28 日

拍攝者：黎益肇、陳荻閱

### (三) 臺中縣太平市光隆國民小學

光隆國小位於臺中縣太平市光興路 487 巷 5 號，現有班級四十四班。九二一地震後，學校多處受損，需進行修復工程。

光隆國小的重建為營建署專案管理，建築由楊瑞禎建築師事務所負責，專案設計群有王維仁建築設計研究室、弘業電機技師事務所與張富昌結構技師事務所，土木、機電、景觀皆由麗明營造股份有限公司負責。設計時間自民國 89 年 (2000) 8 月 28 日至同年 11 月 15 日，施工時間自民國 90 年 (2001) 5 月 8 日至民國 91 年 (2002) 4 月 18 日，總經費約二億元。本校重建工程獲得民國 91 年 (2002)「遠東建築獎 - 九二一校園重建特別獎」佳作獎。

光隆國小位於臺中縣太平市高密度的住宅與商業街區背面，重建後的校園以小尺度的四合院組合成聚落形式的紋理，架構出教室 - 走廊 - 合院 - 廣場的空間層次，其中並考量了基地整體地理環境條件，將綠建築的設計理念融入重建工程之中。此外，以學校為社區文化中心之理念，將社區居民頻繁使用的部分配置在容易利用的位置，以增進社區家長與學校之文化交流，並提供民眾終身學習的場所。

一般大型國小的設計多半是四至六層樓的長條排列式或圍合式建築體，以兩端的樓梯間作為主要垂直動線。光隆國小則突破這種傳統配置形式，將傳統集中式的大空地分散成每個班級各自擁有的戶外空間與穿廊，以不超過兩層樓高的教室交錯安排，使每一間教室外都有一個合院和一棵大樹。一樓的教室外

是庭院與樹木的樹幹，二樓則有平台花園與樹木的葉梢。學校的三個主要的教室區與院落如網絡般的穿插連結，在教室區之間形成三個大小不同的廣場與水院。學童由教室到中庭再到廣場的空間關係，有如聚落中由住宅到合院中庭再到廣場的景況。教室的網絡更向操場延伸成司令台，以打破傳統操場與教室間的疏離關係。教室群的北面入口區為四層的行政大樓，南側則連接到操場底端的專科教室合院，建築主要的外牆材料為清水磚，地坪為磨石子、洗石子、石英磚與植草磚。

在學校的配置上，教室群配置於基地東側，以低、中、高年級的班群為單元形成學習院落。利用行政空間與專科教室自然包覆教學組織，於教學群組中創合式活動空間。建築物皆為南北座向，利用南北向由主入口至基地南側末端的軸廊，串聯條狀教學建物群組，並於建物東側以廊相互連接，使室內空間藉由廊的中介與戶外空間活動結合。建物的實體穿插堆疊進操場空間的虛體，創造空間的趣味與穿透，並利用基地的高差以創造自然邊坡，將視野向操場集中進而延伸至大臺中地區，營造空間的層次感。以入口地標的設計創造頭汴溪台地天線的變化，並透過人車分道與綠籬將前庭廣場、圖書館與球場營造成一個結合社區的舒適和安全空間。

在教室的設計上，將教室活動區隔為走廊、教學區、後陽台、討論區等可使學習過程更包羅萬象。走廊有表演舞台、隨機的立面語彙，讓學童的活潑本質與表演慾充分發揮。而後陽台則另外提供了戶外生態教室的功能，使得學用合一。教室皆設計有電腦連結網路，達到資訊融入教學的目的。此外，每個學生都有一個置物櫃的設計，可減輕學生書包的重量，也使其學會整理個人檔案與養成歸位的好習慣。而學習角落的設計，可以提供學生閱讀與討論的空間。重建後的光隆國小如見圖 4-32。



圖 4-32 重建後的光隆國小

拍攝日期：民國 91 年 4 月 20 日

提供者：行政院九二一震災災後重建推動委員會

#### (四) 臺中縣石岡鄉土牛國民小學

土牛國小位於臺中縣石岡鄉土牛村豐勢路 308 號，學校共有 18 班，幼稚園一班。在九二一地震時教室有 36 間、廁所 5 間受損。土牛國小重建初期的規劃，對於校園位置、地形、氣候、水系和生態先做調查分析，接著進行一連串的外埠訪查參觀，再作充分的討論規劃。

本校的重建工程由營建署辦理，校園的設計由大藏建築師事務所、株式會社象設計集團負責，工程承包商為益進營造有限公司，機電廠商為住福水電工程有限公司。設計時間自民國 88 年（1999）10 月至民國 89 年（2000）八月，施工期間則自民國 90 年（2001）3 月 26 日至民國 90 年（2001）9 月 21 日，工程經費約六千九百一十五萬元。本重建工程獲得行政院第二屆公共工程金質獎優等為唯一獲獎之重建工程，另榮獲民國 89 年（2000）「遠東建築獎 - 九二一校園重建特別獎」最佳教育理念實踐特別獎。

土牛國小的重建規劃，以生活化、教育化和社區化為重點。在生活化方面，以校園成為每一個人都可以學習的場所為目標，針對不同屬性的學習者提供適當的學習空間，並使空間家庭化與能彈性使用，讓整個校園都是遊戲與學習的空間。教育化方面，則充分發揮環境特性，注重校園的生態平衡，積極運用校園地理、人文等環境資產，成為教學的資源。在社區化上，學校對社區開放

，提昇社區生活品質，並成為地區民眾的生活場所和進修管道。同時讓社區成為學校經營的後盾，使社區與學校結合。

土牛國小的學習的場所是依年齡層身心發展而設計的教室空間。低年級教室以獨立性的教室單元為主。中年級教室以兩班為一群組，除基本教室單元面積之外，另增加兩班互通的共同學習帶。高年級教室則以四班為一群組，除了共同學習帶外，另有一半戶外之共同學習區。在生活的環境上，柔化半外部空間及外部空間使之有如室內環境般的親密感。充滿水與綠的環境，水路環繞校園，處處充滿綠意。此外，搭配社區環境，與社區的民眾、風土及氣候充分融合。雙層屋頂為斷熱省能及通風良好的空間，以土丘、綠籬等素材取代圍牆，使學校公園化，形成社區庭園。

土牛國小各室內空間於牆面、天花板採吸音材質，以避免造成回音的干擾。除電腦教室設有空調系統外，其餘以自然通風或風扇為主。採光以自然採光為主，照明系統則可調節照度。廁所、浴室及廚房等給水空間，採用易清洗、防滑鋪面，並設地面落水頭。在走廊、雨天活動場、陽台及梯間等連接各主要建築設施及室內室外的空間，設置展示區、休憩空間，同時亦有教學功能。校園、運動場、遊戲場及戶外生態教室等戶外活動空間上，注重田徑、球類教學，提供各式球類、溜冰、田徑空間。多植喬木增加綠化面積，建立生態觀察步道，提供遊戲、休憩、自習、交流、觀察等功能。重建後的土牛國小見圖 4-33。



圖 4-33 重建後的土牛國小  
拍攝日期：民國 90 年 10 月 3 日

(五) 臺中縣新社鄉大林國民小學

大林國小位於臺中縣新社鄉福興村美林 38 號，現有班級 6 班。九二一地震後，倒塌拆除之教室 11 間、廁所 3 間、樓梯 3 座、地下室 1 間、禮堂 1 間、校長室 1 間、辦公室 1 間、司令台 1 座、遊戲器材及教學設備若干等。

大林國小重建由營建署辦理，建築設計由莊學能建築師事務所負責，土木建築廠商為季宏營造有限公司，機電廠商為明群中機技師事務所。設計時間自民國 89 年（2000）8 月至民國 90 年（2001）3 月，施工期自民國 90 年（2001）年 3 月 16 日至同年 9 月 5 日，工程經費由紅十字會認養出資約三千九百萬元。本工程於民國 90 年（2001）獲得「遠東建築獎 - 九二一校園重建特別獎」入圍獎。

大林國小以山水農家為其學習環境，其設計充分融入麻竹坑的自然地形風貌及人文特色，以山水農家斜屋頂、琉璃瓦為鳥瞰的標誌，大甲溪畔、吊橋流水，山林間的樹木花果均與校園建築協調呼應。公共電視重建專輯亦針對大林國小作詳盡介紹，並獲得各界熱烈迴響。穀倉的概念導入了山水農家的班群教室，跳脫傳統的束縛，開啟了教育空間的新頁。聯絡廊道成為閣樓、屋頂以及教室間的主要動線，學生上學因而變得有趣且充滿探索的遐思。生態池、戶外表演空間、各項專科教室等應有盡有，但最主要乃在於棟距間的搭配與實用性的創新。學校建築在美觀及新穎的巧思而外，同時也兼顧安全性。大林國小是經過嚴格地質鑽探後定案的二棟二樓建築和三棟一樓建築再加上閣樓及聯絡走道的建築，如遇地震，學校將成為有保障的避難疏散空間。

本校在造型、建材等融入地方風土特性，保留原有建物與植物綠化，並設置具趣味性、學習機能的學校設施與學習步道，成為一個遊戲與學習的校園。在平台、階梯、角落等地方營造空間的多樣性，注重迴廊、通廊、階梯、步道、中介空間等場地的連續性。不同建材之搭配呈現材料的素樸感，建築的細部空間配置、立面處理、端景設計力求精美與細緻，符合綠建築要求，也滿足健康生活機能。重建後的大林國小見圖 4-34。



圖 4-34 重建後的大林國小

拍攝日期：民國 90 年 9 月 5 日

提供者：行政院九二一震災災後重建推動委員會

#### (六) 臺中縣東勢鎮中科國民小學

中科國小位於臺中縣東勢鎮中料里東崎街 91 號，學校有 6 班。九二一地震有教室 15 間、廁所 2 間、禮堂 1 間、樓梯 1 座受損。

中科國小重建由民間認養辦理，株式會社象設計集團負責設計，土木建築廠商為力信營造有限公司，景觀廠商為力信營造有限公司。設計期間自民國 89 年 (2000) 12 月至民國 90 年 (2001) 4 月，施工期間自民國 89 年 (2000) 6 月 5 日至民國 90 年 (2001) 6 月 15 日，工程總經費約為四千九百萬元。本工程於民國 89 年 (2000) 獲得「遠東建築獎 - 九二一校園重建特別獎」最佳參與式設計特別獎與民國 91 年 (2002)「遠東建築獎 - 九二一校園重建特別獎」入圍獎。

中科國小委託冬山河清水公園規劃團隊「象設計集團」設計，規劃過程綿密，佛光會全程參與支援，臺中縣政府輔導。在結合社區、家長、老師的智慧與需求下，校舍外觀採傳統樣式客家風格，清水磚柱、寬敞拱廊、磨石地板配以簡單烏瓦，樸拙大方。建築採大量木作、竹作，代表東勢地區的本土建材。工程採傳統原味工法，雖然施作過程繁複，但整座校園建築揉合教育與美感，將建築美學發揮淋漓盡致，清爽典雅、風格別具。中科國小新校舍特重安全設計，每柱十六根粗實的八分筋嚴密箍綁，全部四千磅的混凝土有助耐震能力的提升。除了象集團全程監造，校方全程督工，更組織社區督工隊監督，確保安

全無虞的工程品質。此外，校園不設圍牆，讓「中崙河」與校園景觀融合，開放的美麗校園廊道座椅，便於社區民眾散步休閒，學校的視聽教室也成為社區的教育中心。

校園的空間採開放式、半開放式、不同教學區的空间層次配置，配合原有地形、景觀，結合社區成為一開放庭園。教室為配合新的教學理念，採取「班群」精神，三間教室自成一學習體，相同年級教室之間配置共同學習區，擺上充足的寬頻網路電腦、圖書、共用教具及工作檯，讓主題學習、大單元學習或協同教學得以進行。教學空間之規劃彈性多元，配合九年一貫新課程綱要精神，方便老師變化運用。突破傳統校舍的格局，校園公園化、教室家庭化，全校沒有兩班教室格局相同。四周牆面原木裝修，屋頂採用桂竹鋪飾、綴以古典電扇。屋頂有的二落水、有的單落水、有的則是四落水，簡單而富變化，讓每一年級學生都能體會不同的空間趣味。低年級教室外面有原木遊戲角，中年級教室外面配置聊天嬉耍的小木屋，高年級窗外則是沉思休憩的木條椅。低年級教室特別設計了挑高板床的閱讀區，也可以供作小朋友午睡、玩耍。重建後的中科國小如見圖 4-35。



圖 4-35 重建後的中科國小

拍攝日期：民國 90 年 6 月 18 日

提供者：行政院九二一震災災後重建推動委員會

#### (七) 臺中縣和平鄉中坑國民小學

中坑國小位於臺中縣和平鄉中坑村中坑巷 41 號，有一年級至六年級各一班。九二一震災時，教室 8 間、樓梯 1 座、司令台 1 座均損毀。學校教學、行政空間全毀，校務無法正常營運，經鑑定應拆除重建。

中坑國小重建由營建署辦理，中區工程處和平督導工務所督導，楊瑞禎建築師事務所負責設計，永祥營造股份有限公司負責施工。設計時間自民國 89 年（2000）8 月至民國 89 年（2000）12 月，施工時間自民國 90 年（2001）2 月 1 日至同年 7 月 28 日，施工總經費約為三千九百萬元。本工程曾得民國 90 年（2001）「遠東建築獎 - 九二一校園重建特別獎」佳作獎。

重建後的中坑國小注重安全、健康舒適的無障礙環境，落實高效能且符合機能的教學環境，並針對於地方社區，營造出一個可供社區終身學習及景觀地標之核心設施，並建立校園與學區、社區資源之整合與共享模式。對於永續發展的綠建築理念，學校則融合山林景觀以求整體的搭配。

由於校園建物和自然環境融為一體，藉由外在環境的薰陶，可達到學生人格養成的目的。校園戶外空間擁有地景之美，座椅、步道、水池等形成活動點式活動帶，並以主要的戶外空間作為校園的主要精神與象徵，次要的戶外空間或邊緣則經營成適切而小尺度的角落空間。重視走廊、川堂等半戶外的空間，不只是在台灣氣候下的必要條件，更提昇學生的學習生活。教室以「家」的觀念為學生設計，讓學習與生活相互結合。教室空間的活用，使得多元化的教學方式能在教室內發揮效果。重建後的中坑國小如見圖 4-36。



圖 4-36 重建後的中坑國小  
拍攝日期：民國 90 年 7 月 30 日



#### (八) 臺中縣東勢鎮中山幼兒實驗學校

中山幼兒實驗學校位於臺中縣東勢鎮東新里東蘭路 1-1 號，原有班級九班及學生 261 人。中山幼兒實驗學重建校地原為中山國小，因九二一地震中山國小全倒，另遷國小預定地重建，縣府於此校地新設立此校。

中山幼兒實驗學校為首創的幼兒實驗學校，一切校園建築規劃配置都能適合四至八歲之學童而設計，給學童一個安全、舒適、快樂學習的空間是中山幼校規劃的最大願景。

中山幼校的興建工程由慈濟功德會認養辦理，建築由陳英邦建築師事務所設計，土木工程由工商工程股份有限公司負責，機電由尚洋水電工程股份有限公司負責，景觀則慈濟北區慈誠隊來負責。設計時間自民國 89 年 (2000) 9 月至民國 90 年 (2001) 12 月，施工時間自民國 91 年 (2002) 2 月 18 日至同年 11 月 17 日，總經費約五千四百萬元。

在校園規劃原則上，由於科技進步，資訊發達，學校設備必然要現代化。教室內有現代化視聽設備，電視、電腦等，以符合現代化的需求。研究先進國家幼小合一之發展特色，緊跟國際發展趨勢，以順應國際潮流，規劃設計出國內首區一指之幼兒實驗學校。在造型上，能在活潑典雅中又具鄉土特色，結合地區鄉土文化特色，以「人本精神」來規劃軟硬體設施，力求達到安全性、舒適性、方便性、流暢性、實用性為標準。<sup>109</sup> 建材也採用較軟性且貼切之材料，如木質地板色調要求溫暖柔性又不失活潑，使學生有家的感覺。此外，亦校園公園化，讓學生體驗上課是一種享受，發揮最大之情境教學功能。另外在無障礙環境方面，設有斜坡道、扶梯、電梯、殘障廁所等。

新建的幼校首重安全性，校園規劃設計以安全為第一為考量。為求美觀，校園建築之造型、庭園景觀設計、色調之搭配乃至於小配件都仔細考究，力求美觀、典雅與協調。校園設施均強調實用性，對於軟硬體設施都審慎考量，多方考究與討論，一切以堅固實用為依歸。另外，考慮經濟性，以最省經費完成學校的興建。保持校園完整性的設計，用零建築的概念，使學校建物有一體成型的感覺。

中山幼校校園配置亦考量其方位，校地雖為南北狹長形，但大多教室考量為坐北朝南之建築，校門朝西面東蘭路而立，而東西日曬之困難由建築技

---

109 九二一災後學校重建成果展 (2003)，[http://portal.921erc.gov.tw/banner-html/school-achieve/school\\_html/台中縣/06 中山幼校.htm](http://portal.921erc.gov.tw/banner-html/school-achieve/school_html/台中縣/06 中山幼校.htm)

巧克服。學童的讀書區與遊戲區分開，以避免干擾。全校建築物連成一線，雨天時可不必撐傘。校門的設計結合鄉土文化特色，使具有獨創性、特殊性、美觀性以及堅固實用性。戶外前庭寬敞開闊，並鋪上連鎖磚，色調及圖案力求搭配，使其能於寬敞中求變化。戶外表演台為全校集合朝會之司令台，以圓弧形表演台設計，搭配階梯燈、舞台燈，提供夜間活動場所。室外遊戲場的設置，寬敞安全美觀，遊戲器材配置動線得宜，鋪厚質軟墊及人工草皮以求安全美觀，設環繞攀爬滑梯、體能訓練架、鞦韆、翹翹板。室外沙池區採用白色細沙，池內注意排水且造型流線，裝置水龍頭與汲水器，旁設有木質區、水池，可供家長休閒觀賞。前庭及中庭景觀使用天然石材，堅固且自然。花木栽植景觀設計深具特色，花木栽植濃淡有序，並有充分之綠地。圍牆設計採用半開放式欄杆，加上有特色的設計，使其別具風味。

校舍建築採合而有別、別而不分的交錯設計，讓幼童有個快樂的學習空間。於教室內鋪設木質地板，有櫥櫃、學習角，並重視安全防護措施。每間教室均有廁所、衛浴設備、資源回收桶、鞋櫃、掃除用具櫃、圖書角、電視、電腦及銀幕等。圖書室採圓形及坐臥兩用設計，室內儲書櫃為隱藏凹入式，並採用電腦書目管理，以發揮最大的圖書室功能。活動中心設於頂樓，有二間教室大，樓面空間挑高，專為小型演奏廳之設備標準而設置。活動中心具有多功能之特性，設有舞台、視聽設備、布幕燈光音響、隔音窗簾，對內可供畢業典禮、遊藝會、室內遊戲體能運動等使用，對外可舉辦研習會、演唱會等。另有自然教室、美勞教室、室內遊戲室、音樂韻律室等專科教室，給予學童優良的學習環境。此外，廁所一切設備均考量四至八歲幼小兒童之身高體能及好動特性而設計，馬桶採用幼兒規格，於教室設有現代化之充水設施，且重視學生數使用比例。因幼兒活潑好動，為考量安全性，樑柱都以圓弧形狀設計。走廊空間寬廣通行順暢，階梯設計符合幼兒規格。完工後的中山幼校如見圖 4-37。



圖 4-37 臺中縣東勢鎮中山幼兒實驗學校

拍攝日期：民國 91 年 11 月

提供者：行政院九二一震災災後重建推動委員會

#### (九) 南投縣水里鄉民和國民中學

民和國中位於南投縣水里鄉民和村忠信巷 116 號，共有 6 班。九二一地震後，除學生宿舍、老師宿舍、工藝教室、廚房外，其餘之教室、辦公室均因受損嚴重而拆除。

民和國中的重建由營建署負責辦理，建築師為林洲民建築師，專案設計群有林洲民、陳春發、謝志鴻、劉月華、吳銘峻、塗文郁、王汎盟、陳信斌、林宜佩、林柄宏結構技師事務所、環球電機技師事務所、仲觀設計顧問有限公司等，土木工程由永青營造有限公司負責，機電工程由永麒工程企業有限公司負責。設計時間自民國 89 年（2000）8 月至民國 90 年（2001）1 月，施工時間自民國 90 年（2001）3 月至同年 10 月。本工程於民國 89 年（2000）獲得「遠東建築獎 - 九二一校園重建特別獎」佳作獎。

民和國中之重建後結合社區文化、農村景觀而展現特殊藝術空間。校舍之中性造型適合各族群觀點，有促進族群融合功能。校園除方便教學外，並開放社區使用，充分展現社區文化中心理念。

在校園配置上，為能於不拆除舊有建物下進行重建，配置分區依次為戶外活動區、教室大樓、圖書館、行政宿舍大樓及舊有建物區域。進入校地內為戶外活動區域，除提供學生運動外，也成為當地居民聚會場所；教室大樓及圖書館位於基地偏北區帶，使其性質可串成一完整教學區。教室設計上，教室大樓的長軸雖為直線形，但在中間處各作 1.8 公尺的轉折，每至轉折處即形成一教室群之間的小型開放空間。南北兩側中庭則作為半

戶外的景觀及戶外集合場之用。重建後的民和國民中學如見圖 4-38。



圖 4-38 重建後的民和國民中學

拍攝日期：民國 90 年 11 月

提供者：行政院九二一震災災後重建推動委員會

#### (十) 南投縣埔里鎮宏仁國民中學

宏仁國中位於南投縣埔里鎮東門里公園路 20 號，學校共有 23 班。九二一地震後，倒塌拆除教室 54 間、廁所 14 間、樓梯 6 間、地下室 1 間、川堂 2 間。

本校重建由營建署負責，黃建興建築師事務所負責建築設計，專案設計群有營建署、新故鄉文教基金會、人本文教基金會等機構，土木、機電及景觀則由新亞開發建設營造有限公司負責。設計時間自民國 89 年 (2000) 1 月 6 日至同年 11 月 30 日，施工時間自民國 90 年 (2001) 3 月 25 日至民國 91 年 (2002) 1 月 19 日，總經費約一億二千五百萬元。本工程於民國 91 年 (2002) 獲得「遠東建築獎 - 九二一校園重建特別獎」入圍獎。

宏仁國中於民國 88 年 (1999) 12 月 10 日召開校園重建規劃設計第一次籌備會議，由學校的重建小組與黃建興建築師及新故鄉文教基金會共同研討，經十五次修正後，引用「班群空間」概念架構出結合空間的設計，以傳達對教育改革的理念及理想的開放之教育理念。重建後的宏仁國中建築物主體不超過三層，採斜屋頂的教室建築，在建築物內庭景觀部分，有如親水公園柔性造景的流水小橋，教室前柚木座椅及花台，提供學生休憩、談心、自我學習的空間。全部校舍空間採南北為主格局，東西作為輔，避開陽光東西曬問題，規畫上兼重安全考量和開放理念。以綠建築設計為

出發觀點，在口字型的校舍與操場中有一林蔭大道區隔，區隔建築和阻隔噪音，並配合全面監視系統，以保障學生在校之安全。

對於校園配置上，重視空間連續性，串連起教室、開放空間及行政中心，使學校活動變的流暢而多樣化，形成顯著的空間連續網路，動線分明。在各樓層規劃學習角，並依開放式、半開放式、不同教學區的空間層次配置，落實學校空間以學生學習為重的考量理念。學習院落則以一、二、三年級的班群為單元，形成學習院落與全校性的中心院落。配合原有地形、景觀、塑造入口的階梯林蔭大道，構成結合社區的開放庭園教室上，每間教室設置學習角，提供學生學習交流的場所。教室單元採開放式的學習空間，配合多樣化的教學趨勢。每間教室採雙面走廊。注重教師教學便利，空間的有效利用及整體結構的安全。重建後的宏仁國中如見圖 4-39。



圖 4-39 重建後的宏仁國民中學

拍攝日期：民國 91 年 1 月 25 日

提供者：行政院九二一震災災後重建推動委員會

#### (十一) 南投縣中寮鄉爽文國民中學

爽文國中位於南投縣中寮鄉爽文村竹坪巷 40 號，共有 7 班。九二一地震後，校園全毀，所有教室 25 間、禮堂 1 間、廚房 1 間、活動教室 1 間、宿舍 2 間等皆全毀。

爽文國中的重建由慈濟功德會認養辦理，建築與專案設計由大元聯合建築師事務所負責，土木建築廠商為新亞建設營造有限公司，機電廠商則為茂晉企

業股份有限公司。設計時間自民國 89 年 ( 2000 ) 2 月 11 日至同年 6 月 4 日，施工時間自民國 89 年 ( 2000 ) 6 月 5 日至 91 年 ( 2001 ) 1 月 29 日，工程經費約七千二百萬元。本工程於民國 89 年 ( 2000 ) 獲得「遠東建築獎 - 九二一校園重建特別獎」第二名。

重建後的爽文國中在美觀調和方面，於建築景觀上力求和諧。綠化為爽文國中的特色之一，並再加強美化、增強色彩配置取得調和。校園與週圍環境取得互補，以結合為整體。對於學生的潛在教育方面，為塑造藝術環境，配合校舍規劃加強藝術景觀之設計布置。校園中另有開放教育空間，作為戶外隨機教學之用，以學生為主體，考量的人性化設施。在教學統合上，儘量在學生生活、學習與環境設施上做一結合。學校的安全實用設計，以學生使用之安全為優先。其他各項空間的配置務求均衡，以合乎學生的需求。各項教學空間之配置選擇適當的位置，教學設施則考量學生的適用性及前瞻性。

在校園配置上，爽文國中除考慮主要空間功能性之外，另採彈性的設計適應教學型態的改變，而開放的校園的空間可減少管理空間的盲點。此外，適應小班小校之設計，務期較少的維護需求。在教室設計上，教室單元採開放式的學習空間，以配合多樣化的教學趨勢。重建後的爽文國中如見圖 4-40。



圖 4-40 重建後的爽文國民中學

拍攝日期：民國 91 年 1 月 30 日

提供者：行政院九二一震災災後重建推動委員會

#### (十二) 南投縣水里鄉民和國民小學

民和國小位於南投縣水里鄉民和村忠信巷 14 號，學校共有 6 班。九二一地

震後，因嚴重受損而拆除普通教室 14 間、廁所 2 間、樓梯 2 座、川堂 2 座、廚房 1 間、宿舍 2 棟。

民國國小的重建由營建署負責辦理，建築設計由林洲民、仲觀設計顧問有限公司與陳淑芬建築師事務所團體負責，專案設計群則有林洲民、陳春發、謝志鴻、劉月華、吳銘峻、塗文郁、王汎盟、陳信斌、林宜佩、黃聖傑、闕吟夙、邱美婷、呂惠瑛、洪如昔、朱弘、林柄宏結構技師事務所、環球電機技師事務所及仲觀設計顧問有限公司。土木建築與景觀由永青營造工程股份有限公司進行，機電部分則由永麒工程企業有限公司負責。設計時間自民國 89 年（2000）8 月至民國 90 年（2001）1 月，施工時間自民國 90 年（2001）3 月至同年 10 月，總經費為約八千三百四十一萬元。本工程於民國 89 年（2000）獲得「遠東建築獎 - 九二一校園重建特別獎」佳作獎。

本校重建工程於地基採用筏式基礎，建築主體為鋼構與混凝土建築物。普通教室的外牆為現場澆灌混凝土牆，門窗為鋁窗、檜木實木門。屋頂則為鋼承板外覆防水隔熱水泥砂漿、鋼構及實木隔柵。專科教室的外牆為鋼構與非洲實木，門窗為鋁窗、檜木實木門。屋頂為銀灰色金屬浪板、絕緣層、矽酸鈣板及勁扣板。行政及宿舍大樓的外牆為刷石子、木隔柵，門窗為柚木實木門及鋁窗。屋頂為鋼筋混凝土屋頂板，外覆隔熱層處理及覆土綠化。

本校區依地形作不同的配置，六座普通教室位於校區的最高處，在普通教室外形成一獨立的戶外開放空間，使得師生上下課的活動空及型式可作無限可能的延伸。專科教室、運動空間及田園教學區自高點到低點，依序配置於從校園入口緩緩向上進入普通教室群的路途中。宿舍區安排在具隱密性的北側，行政區則置於一緩緩上昇的草坡之下。每間教室內分成兩處教學區，分開的衛浴設備及教具儲備空間，使得六座普通教室在假期內可作為山區民宿使用。

對於普通教室的規畫，全校共六班，每班各使用一獨棟的建築內含各一尖頂及平頂的上課空間，老師可依上課內容之不同將空間作不同的運用。各棟普通教室各有一獨立之置物與衛浴空間。每兩棟普通教室外有一遊戲廣場，六個普通教室前的三個遊戲廣場自成一個完整的教學與遊戲空間。專科教室的長軸面向南北，有利於自然光的品質。雙斜挑高屋頂有助於自然通風，並在宿舍及行政大樓行政大樓的弧形屋頂上披覆植草，師生可漫步於與草坡上，自校門入口緩緩步行至普通教室群。宿舍與行政大樓中以一木紋清水模板牆相隔，牆上的開口提供採光及界定宿舍的隱私性。在戶外開放空間方面，一所七十個學生的小學不需要一個田徑場，而改以一條五十公尺的跑道，一個籃球場、遊戲場以及菜圃來取代。有別於傳統鋼筋混凝土之構造方式，以隔熱及節省能源為建築構造方式的主軸。雙層絕緣之斜屋頂、朝西南向之補風器、置於東西向的遮

陽棚、植草坡為屋頂的行政區是針對校園發展而設計的建築構造方式。重建後的民和國小如見圖 4-41。



圖 4-41 重建後的民和國民小學

拍攝日期：民國 90 年 10 月

提供者：行政院九二一震災災後重建推動委員會

### (十三) 南投縣水里國民小學

在九二一集集大地震發生後，對中部地區學校造成強烈之破壞，致使學童無法完整且安全的在校園中安心學習。因此，基於對社會之關懷，中油公司認養重建擁有 64 年歷史的水里國小，並成為國內唯一認養國小重建的國營事業單位。

水里國小共有 62 間教室，校園面積約五千五百五十坪，在九二一地震中嚴重受損。中油公司以自有之專業技術，負責辦理校園的地質鑽探及工程發包等工作，並由莊耀山建築師進行規劃設計。其中，教學校舍設計為地下一層及地上三層，採用高規格之鋼骨鋼筋混凝土 (SRC) 韌性立體鋼構架設計，可承受七級地震<sup>110</sup>。重建工程經四次招標，終於在民國 89 年 (2000) 8 月 17 日由淳哲營造公司以新台幣一億三千四百五十六萬元得標，並於民國 89 年 (2000) 9 月 20 日舉行動土典禮，隔日隨即開工。民國 90 年 (2001) 8 月 23 日主體校舍大樓興建完成並取得使用執照，達成教育部九二一震災於新學期遷駐新校舍的重建目標。至於校園跑道、球場及景觀等工程則於民國 91 年 (2002) 1 月 7 日完工並取得本重建工程全部

110 實際設計達 0.41g。



之使用執照，完工總經費共約一億三千七百八十四萬元。

該校重建之校舍建築係採用活潑親和的積木造型，並區劃為一般教室、專用教室、視聽教室、生態教室、電腦教室等不同單元，並有圖書館及停車位規劃。<sup>111</sup>同時，每班均預先配置電腦網路、電話機、教育視訊線路、電力插座與廣播系統等傲視國內教育界的前瞻設計，可提供靈活之教學應用，提升教學效果。另外，為節約能源與落實環保，校園規劃水回收系統，將雨水回收利用，並大量運用水里蛇窯陶藝造景，加強夜間燈光設計，以達到「校園公園化，校區社區化」的目標。重建後的南投水里國小如見圖 4-42、圖 4-43。



圖 4-42 重建後的南投縣水里國民小學活動中心

拍攝日期：民國 92 年 12 月 28 日

拍攝者：黎益肇、陳荻閱

---

111 中國石油公司網站 (2002) · <http://www.cpc.com.tw/news/921/school.htm>。



圖 4-43 重建後的南投縣水里國民小學

拍攝日期：民國 92 年 12 月 28 日

拍攝者：黎益肇、陳荻閱

#### (十四) 南投縣埔里鎮育英國民小學

育英國小位於南投縣埔里鎮育英街 20 號，共有 27 班（含幼稚班 3 班），地震時學校多處受損，影響學童上課的安全，經重建整修已恢復正常。

育英國小的重建工作由營建署負責辦理，建築設計由大藏建築師事務所負責，專案設計為甘銘源、李綠枝，土木建築由啟阜建設有限公司負責。設計期間自民國 88 年（1999）12 月至民國 90 年（2001）2 月，施工期間分兩期，第一期工程自民國 90 年（2001）4 月 21 日至民國 91 年（2002）11 月 15 日，第二期工程自民國 91 年（2002）10 月 19 日至民國 92 年（2003）3 月 17 日，工程總經費約一億一千四百六十二萬元。本工程於民國 89 年（2000）獲得「遠東建築獎 - 九二一校園重建特別獎」第一名。

重建後的育英國小在學習環境上採多角空間設計，啟發創意思考及多元學習資源規畫。<sup>112</sup>生活環境採用親土性設計，校園即公園。為加強社區與學校的交流，學校加強社區共享用途，圖書室、活動中心開放，形成社區文化中心。綠建築的理念在育英國小重建中亦是相當重要的一環，建材儘量以原地生產為主，採用漆採環保無污染用漆。水資源則使用循環系統設計，以減少浪費。

本校依半開放式、不同教學區（低、中、高年級）來配置空間層次，學習院落則以低、中、高年級的班群為單元形成學習院落與全校性的中心院落。低年級教室採兩班一棟共同門戶設計，有共同的活動空間及獨立的學習區。中年

---

112 九二一災後學校重建成果展（2003）。

[http://portal.921erc.gov.tw/banner-html/school-achieve/school\\_html/南投縣/10 育英國小.htm](http://portal.921erc.gov.tw/banner-html/school-achieve/school_html/南投縣/10 育英國小.htm)。

級教室設門廳，提供學生換鞋及會面交流的場所。高年級設遮陽遮雨廣場，提供不受天候限制的活動空間。

#### (十五) 南投縣埔里鎮水尾國民小學

水尾國小學校位於南投縣埔里鎮一新里永豐路 92 號，學校共有 7 班 ( 含附設幼稚園 1 班 )。九二一地震後，位於鎮郊的水尾國小校舍建築物以及各項設備亦造成重大損失，教學大樓因一樓樑柱牆面均出現 0.3 厘米以上之裂縫，且鋼筋混凝土有剝落現象。教室樑柱、牆壁嚴重龜裂，門窗擠壓變形，室內陳設東倒西歪，圍牆倒塌、駁崁崩落。本校於此次震災中損毀 15 棟教室，圍牆倒塌一百七十四公尺，駁崁下陷及崩塌約八十五公尺。此外，校內承接台電電力供應的高壓電力配電箱墜落地面，而師生賴以飲用之水源 - 深水井及儲水塔亦在此次震災中受重創，導致學校斷水斷電有兩星期之久。地震後，依據建築師公會鑑定報告中建議水尾國小教學大廈校舍須整棟拆除以策安全。

水尾國小校園重建由營建署辦理，日本株式會社象設計集團陳永興建築師團隊負責規劃設計，這種以跨國性的技術合作模式為經驗，以師生社區人士互動式參與為主，進而達到塑造理想教學環境及美麗新校園風貌亦為一項特色。土木建築廠商為益進營造有限公司，機電廠商為大業水電工程公司、宏昇水電工程行，景觀廠商為麥瑞園藝公司。設計期間自民國 88 年 ( 1999 ) 11 月 23 日至民國 90 年 ( 2001 ) 12 月 28 日，施工期間自民國 91 年 ( 2002 ) 4 月 3 日至同年 10 月 25 日止。工程總經費約為四千五百一十三萬元。本工程於民國 91 年 ( 2002 ) 獲得「遠東建築獎 - 九二一校園重建特別獎」入圍獎。

水尾國小的學習場所以發展個人人格特質與獨立思考能力為主，以取代集體、均質的教學模式，並提供多樣的學習空間與機制，強調自學、自習的學習環境，提高學習空間的連續性與互動性。在生活的場所方面，重視學習的生活品質，以使用者的舒適性為考量。針對學生、老師的使用需求，發展個別的生活環境，並考量學生的人體工學與使用習性，提供多樣的趣味性生活空間。對於社區的場所方面，以發展終生學習的使用機制為目標，提供社區住民學習交流的據點。此外，考量社區對公共設施的使用需求與人口結構，重新設定學校與社區的互動機制，同時尊重生態環境，有效運用自然條件，導入環境共生的觀念。

本校新建校舍採 U 型的設計，是一座二層樓混凝土結構的建築。北棟教室是主要的行政及教學中心。東棟教室是自然資源教學中心，設有植苗教學區和屋頂農場。西棟教室是學生及社區活動中心，其屋頂採立體綠化設計模式建造為屋頂花園。配合原有地形、景觀，塑造入口的緩坡大道構成結合社區的開放

庭園。校園上庭遍植假儉草皮<sup>113</sup>和台灣原生種的蜜源植物<sup>114</sup>，其間分布四棟原木構造的戶外教室，中心規劃一座 10 米見方大小的親水池，東棟教室的頂樓則提供學生眺望及觀星之平台。利用校園 2 米的高低差，創造出戶外教室、表演台、溜滑梯、造形階梯、砂坑等不同形式之自然材質為主的外部空間。教室的設計上，按學生的年齡差異，將各年級教室設計區分成幼兒園和低年段、中年段以及高年段等三個班群。教室內部儘量採用吸音材質及柔軟、溫暖的材質，如杉木牆、木製門窗框、木質地板等。每個班群設涼亭，提供學生換鞋的場所。教室走廊邊也設計成半戶外的階梯式教學空間，結合上庭四棟原木構造的戶外教室，更是會面交流的場所。學習活動可由室內延伸至戶外，目的在使校園空間有延續性。

在設計數量與空間面積規劃上係參考「地震受災國民中小學建築規劃設計規範」標準而設定，使室內空間面積與建築結構分別達到精簡與安全之目標。另外，設計上亦保存自然環境的校園景觀，營造出「半戶外空間」和「戶外空間」的自然風貌，以減少現有植栽的破壞。學童可以透過親水、堆沙、玩石、訪花、賞鳥、觀蟲、臨風來親近大自然與自然對話，並運用感官來體驗大自然，與大自然融合與共存。校園學習步道具有休閒、教學、學習、人際互動、鄉土與自然探索等功能。開放空間的教室，使得兒童能透過資訊化的個別學習、豐富的教學資源中心、多樣化的教學方式來探索與發展外在世界及知識。資訊設備包括電腦、校園網路、多媒體校園電影院、圖書館查詢等，使水尾國小亦同時具備科技與網路。重建的校園具有生活、遊戲、運動、停車、表演欣賞、鄉土教育、教學研究、教師休息與準備、行政等多樣化空間，而且提供資訊角、表演角、遊戲角、個別學習角、主題角、圖書角、展示角、塗鴉角、師生訪談坊等多樣化的學習角。田園即教學場所的理念，使校內自然環境與資源，提供孩子實作與體驗的機會。新校園多採用原生種之植栽、多層次植栽、立體綠化<sup>115</sup>。在學校社區化的目標下，配合自然環境與聚落型態，導入人文與地方景觀的元素，讓校園與社區環境呈現緊密的新關係。重建後的水尾國小如見圖 4-44。

---

113 假儉草為種植容易、生長快速、莖葉茂盛能密貼地面形成緊密草皮的草類，不但用在庭園草坪，運動場、高爾夫球場、滑草場等，亦為緩坡地果園理想的覆蓋作物。

114 能吸引蝴蝶採蜜的植物。

115 廣設植栽棚架、增加屋頂之綠化，以降低建築物之熱負荷並增進校園美觀。



圖 4-44 重建後的水尾國民小學

拍攝日期：民國 91 年 10 月 25 日

提供者：行政院九二一震災災後重建推動委員會

#### (十六) 南投縣埔里鎮南光國民小學

南光國小位於南投縣埔里鎮中正路 251 號，學校共有 53 班（含 5 班幼稚班、1 班啟幼班及 1 班資源班）。九二一地震後，除餐廳之外其餘教室及建築均嚴重損毀，其中包括教室 97 間，廁所 12 間、辦公室 2 間、會議室 1 間、圖書室 2 間、電腦教室 2 間、視聽教室 2 間。

本校重建工程由營建署辦理，李俊仁、王立甫建築師事務所負責建築設計，TVBS 關懷台灣基金會、人本教育基金會、新故鄉文教基金會、專業者都市改革組織負責專案設計。土木建築廠商為新亞建設開發營造股份有限公司，機電廠商為健盟水電工程股份有限公司，景觀廠商為聯鋒興業有限公司。設計時間自民國 88 年（1999）11 月至民國 90 年（2001）2 月，施工時間自民國 90 年（2001）3 月至民國 91 年（2002）1 月，工程經費約二億三千五百七十萬元。本工程於民國 91 年（2002）獲得「遠東建築獎 - 九二一校園重建特別獎」入圍獎。

南光國小原有北面入口，前面道路交通繁忙且基地前高後低，而教室會東西曬。因此，改以南側入口面向為主要學區，而校舍方位改採南北向。另外，充分利用學校地形，規劃出師生認為理想之學習配置點。在校園空間的配置上，強調使用者為主之觀念，因此於重建過程中全力配合全校教師提出之需求來設計規劃，以開放、無圍牆的校園空間與社區結合為一體。除所見建築之外，其餘空地均植栽或種草皮以美化綠化校園。

本校配置以手掌為概念，呈放射狀；整體佈局以廣場為掌心，活動中心與

各教室棟、行政棟為手指的掌狀構圖，各棟之間呈現有機奇趣的轉折配置。教室設計上，教室內有學習角、洗手台及花台、學生置物櫃、學習佈告欄等。教室外有寬面走廊及陽台，每六間教室有一間教師休息室與教學準備室。修復後的南光國小如見圖 4-45。



圖 4-45 重建後的南光國民小學

拍攝日期：民國 91 年 10 月 25 日

提供者：行政院九二一震災災後重建推動委員會

#### (十七) 南投縣埔里鎮中峰國民小學

中峰國小位於南投縣埔里鎮中山路一段二二八號，共有 12 班。九二一地震，造成中峰國小前棟、後棟教室、活動中心等校舍嚴重龜裂、下陷、鋼筋裸露，計拆除普通教室與專科教室 31 間、廁所 4 間、樓梯 2 座、活動中心 1 間、宿舍 1 間、車棚 4 座等。教育部緊急於民國 88 年 (1999) 10 月 4 日進行簡易教室開工，搭建簡易教室、簡易廁所，以暫時提供師生教學的場所。

中峰國小的重建工作由慈濟功德會認養辦理，建築設計由金瑞涵建築師事務所及大涵建築事務所負責，專案設計由邱文傑、金瑞涵、何保忠、吳明全、馮文志負責，弘運工程顧問有限公司負責結構設計，機電設計則由隸鼎電機技師事務所負責。土木工程由利晉工程股份有限公司執行，機電工程由老松水電工程有限公司進行，景觀部分則由慈濟基金會台北分會汐止共修處負責。設計時間自民國 89 年 (2000) 1 月至民國 90 年 (2001) 8 月，施工期間自民國 90 年 (2001) 7 月 7 日至民國 91 年 (2002) 4 月 1 日。本工程於民國 89 年 (2000)

獲得「遠東建築獎 - 九二一校園重建特別獎」最佳文化、環境與社區特別獎。

中峰國小在規劃上以校園特色為軸，將社區之生態、文史資源融入校園配置中，使生態有效融合教學空間，將生態與教育結合。另外，加強學校和社區之互動，以滿足師生、家長與社區之需求。並融合當地農村景觀特色，設計鐵灰色斜屋頂、戶外教學區與田園生態教學區。硬體以建設具安全性、耐用性與實用性、人性化、生態化美觀的校園環境為主，軟體以科技化、寬頻網路、多樣化、人文化及滿足教學設備需求。學校具有人文、生態、科技等特色，以培育活潑快樂、知足感恩、謙恭有禮之學生。

中峰國小的重建強化傳統學校「廊」的觀念，以一條貫穿入口、活動中心、教學中庭後庭區的「生活之廊」，提供學生在教學外的另一個生活性空間。「廊」可以是接駁站，可以是入口，同時也是活動中心的前廊，可以貫穿教學區直至學校邊緣，動線順暢，且具線條美感。校園分兩大區塊，前庭草地與跑道和活動中心相連，為動的空間。中庭草地為教室區環繞，大片草地為教室環廊所環繞，為較靜的空間。後側草地植入自然生態區，以活化戶外教學之功能。而由灌溉渠道引入活水注入生態池，貫穿教學中庭，賦予中庭空間另一維度的活動，呼應生活之廊之造型特色。

校園前庭為動態活動區，大門右側為學生上下學家長接送區與停車場，中庭為行政區與教學區，後方為生態園區與遊戲區。珍惜老樹生態保育，保留原有大樹並於四周廣植台灣欒樹。另配合社區特色，種植昆蟲之食草植物<sup>116</sup>與蜜源植物，生態池栽植大安水蓑衣、筊白筍、莎草、水蠟燭、野薑花、蓮花等水生植物，並邀請集集特有生物中心指導營造生物棲息空間與多孔隙環境。

教室座北朝南配置雙面走廊，教室空間開放充足可靈活運用調整，教室後方設置物櫃、掃具夾。教室區至上放學接送區為一連貫之動線，即使雨天師生亦無須備雨具可由此動線安全方便至接送區。重建後的中峰國小如見圖 4-46。

---

116 每一種蝴蝶的幼蟲，都只吃特定的植物，其稱為「食草植物」。



圖 4-46 重建後的中峰國民小學

拍攝日期：民國 91 年 4 月 3 日

提供者：行政院九二一震災災後重建推動委員會

#### (十八) 南投縣草屯鎮富功國民小學

富功國小位於南投縣草屯鎮中正路 567 號，學校共有 20 班。九二一地震震毀其南棟 16 間、北棟 14 間教室及 6 間廁所。民國 88 年 (1999) 10 月 16 日教育部動工興建簡易教室 6 間，11 月 6 日完工，學生搬入上課 (全校併成 12 班上課)。國軍於同年 11 月 17 日開始拆除地震震毀教室，因而停課三天，11 月 24 日拆除完畢。教育部續補助 8 間簡易教室，於民國 89 年 (2000) 7 月 20 日完工，89 學年度起恢復全校 19 班上課。

富功國小的重建由營建署負責辦理，建築設計為黃志瑞建築師事務所，土木工程為寶祥營造有限公司，機電廠商則為茂晉企業股份有限公司。設計期間自民國八十九年 (2000) 8 月 26 日至同年 12 月 13 日，施工期間則自民國 90 年 (2001) 2 月 1 日至同年 7 月 30 日，工程總經費共約六千零五十四萬元。本工程於民國 90 年 (2001) 獲得「遠東建築獎 - 九二一校園重建特別獎」入圍獎。

重建後的富功國小，為使校園成為每一個人都可以學習的場所，規劃整個校園都是遊戲與學習的空間。為加強學校與社區的結合，學校與社區參與校園營造過程為重要之學習經驗，以增加學校與社區的互動。因此，在開放空間中規劃不同功能的庭院，使得整座校園均是學習的場所，亦為社區民眾活動的公園。在景觀上與地方特色風土的融合，導入周邊地景元素，且從室內、半戶外到庭院均注重場所的連續性。建立公園化、森林化的學校，以培養學童與社區



民眾迎向自然、喜愛自然的態度。

在校舍配置方面，採動靜態分離原則，將屬動態之運動廣場及活動中心的部分，配置於中潭公路旁，靜態空間則遠離噪音源。西南側設置直線跑道，並與綠地結合成運動廣場。設計中心廣場，提供主要聚會場所，並由此延伸到各學年的學習院落。步道區提供校區內主要動線，貫穿往來於教學區與開放區之間，並與廣場形成學生生活的主要活動帶。校園之停車空間設置在地下室，以減少硬質鋪面。

在教室的設計上，將高、中、低年級分開設置，低年級採小空間的教室單元設計以符合其身心發展，中、高年級以開放教室設計可符合將來分組教學等使用。在補助的校舍地板面積下調整教室單元，並設計開放式連貫的空間。以三到四班為一班群，採三加一方式配置多目的教室，可供未來增班或多目的教學使用。重建後的富功國小如見圖 4-47。



圖 4-47 重建後的富功國民小學

拍攝日期：民國 90 年 8 月

提供者：行政院九二一震災災後重建推動委員會

#### (十九) 南投縣中寮鄉廣英國民小學

廣英國小位於南投縣中寮鄉廣興村永平路 53-1 號，共有 6 班。九二一震災教室 18 間、廁所 2 間、樓梯 3 座受損。其重建工作由營建署負責辦理，由黃永健建築師事務所設計，土木工程部分由季宏營造有限公司負責，機電工程由全力水電消防工程負責。本重建工作設計時間自民國 89 年（2000）8 月至同年 12 月，施工期間自民國 89 年（2000）2 月至同年 8 月，工程總經費約三千五百萬

元。本工程於民國 90 年 ( 2001 ) 獲得「遠東建築獎 - 九二一校園重建特別獎」入圍獎。

重建後的廣英國小主要結構系統為鋼筋混凝土與剪力牆適當分配之結構設計。為降低自重，故採鋼架屋頂與質隔間牆。校舍主要裝修為白水泥粉光與水泥漆，並減少使用磁磚。鋼構應用於屋架與樓梯扶手，選用實木裝修重點部位，並使用木絲水泥板環保回收料，作主要內外牆。在規劃方面，建立了彈性、多元化及重視室內外教學環境。在生活環境上則注重「學校是家庭的延伸」的精神，使校園成為有趣的地方。對於安全的設計方面，以坡道作為連結，塑造無障礙與安全的環境。在社區共享方面，建立與當地社會結合的社區學校。其特色為以有機建築理論，結合人文與自然環境，實踐了兒童行為所需多元與層次之角落學習空間。另外，反應自然物理環境因素，以達舒適之室內外空間。配合原有地形塑造有趣味的空間，利用季風形成教室內之自然通風。

校園主要分為入口公共藝術區、行政辦公區、圖書館校史室區及主體教室區，分別配置在護坡的兩側，以坡崁共構。天橋及樓梯銜接的手法交織於其中，共同圍塑的空間為具有不同層次的護坡及多元層次的教室戶外及半戶外的學習區。在教室的設計上，主體教學空間，結合趣味角落空間與老師角，並增加多層次富啟發式的教室型態。例如，每棟設門廳，提供學生換鞋及會面交流的場所；教室單元採開放式的學習空間，配合多樣化的教學趨勢...等。重建後的廣英國小如見圖 4-48。



圖 4-48 重建後的廣英國民小學

拍攝日期：民國 89 年 8 月

(二十) 南投縣中寮鄉和興國民小學

和興國小位於南投縣中寮鄉和興村永樂路 154 號，學校共有 6 班。九二一地震時，本校地理位置因緊鄰九份二山災損嚴重，原有 8 間教室全倒，僅存廚房 1 棟、保健室 1 間。

和興國小的重建由南投縣政府自行負責辦理，建築由林傳諒建築師事務所設計，專案設計群為東海建築團隊，土木建築廠商為連春營造有限公司，景觀廠商則為國倫、建裕營造有限公司。設計時間自民國 89 年 (2000) 4 月 1 日至同年 9 月 30 日，施工時間自民國 90 年 (2001) 2 月 23 日至同年 8 月 25 日，工程經費約三千九百一十二萬元。本工程於民國 90 年 (2001) 獲得「遠東建築獎 - 九二一校園重建特別獎」入圍獎。

和興國小為縣府指定之木構造田園示範小學，經建築師設計為全國第一座純木構造校舍，期能以具人文氣息的空間涵養更有質感的下一代。校舍採連棟結合規劃，走道為多功能廣體空間，入內需脫鞋，以營造家的感覺。和興國小結合自然景觀，重視環保與生態，使校園的功能無限延伸。本校因採純木構建築，建築師為求謹慎，特將結構圖寄至美、日木構先進國家，請國外專業技師審核。

和興國小的主體建築為歐式木屋建築純木構造，多採天然建材以配合本地自然景觀，地基採聯合式基礎，以開挖土方回填方式形成緩坡以減緩校地落差。建築樑柱桁架皆為實木建材，大樑部份以強化膠合樑施作，接處皆以度鋅鐵件及不繡鋼螺釘固定。為考量安全及結構強度，電梯間特採鋼筋混凝土結構。內部地板為實木山毛櫸，外牆及接地材為加拿大進口經原廠防腐處理之南方松。屋頂為可碓瓦，內牆為防火強化鎂礦板。校門及庭園區所貼為義大利進口天然石材，庭園種植百慕達草，以配合本地自然景觀。原餐廳為災後民間團體捐建之鋼構鐵皮屋，廚房為震後僅存鋼筋混凝土建築，藉此重建機會重新加以木質美化，並與主體建築接合，以求便利整體使用及美觀。在教室方面，採雙走廊耐震設計，每間教室設有學習角。每間教室均配有遙控電動升降白板，以配合多樣化的教學需求。為配合 e 世代網路教學，教室內均有電腦及多媒體設備。重建後的和興國小如見圖 4-49。



圖 4-49 重建後的和興國民小學

拍攝日期：民國 90 年 8 月 25 日

提供者：行政院九二一震災災後重建推動委員會

#### (二十一) 南投縣中寮鄉至誠國民小學

至誠國小位於南投縣中寮鄉義和村永平路 489 之 1 號，學校共有 6 班。九二一地震震毀了教室 6 間、廁所 3 間、樓梯 1 座、川堂 1 間、廚房 1 間、雨棚 2 座、遮雨棚 1 座、司令台 1 座、校門 1 座、綜合練習牆 1 座、球場 1 座、圍牆 2 座及操場 1 座全被震毀，駁崁地層下陷，圍牆倒塌，操場和車棚也因緊鄰坪林溪而被撕裂成龜殼，各項設備亦全毀，僅留下一棟兩層樓的廚房。

至誠國小重建工程由慈濟功德會認養辦理，建築設計由黃建興建築師事務所負責，土木建築廠商為新亞建設開發有限公司，機電廠商為茂晉企業股份有限公司。設計期間自民國 88 年 (1999) 12 月 10 日至民國 89 年 (2000) 6 月 5 日止，施工期間自民國 89 年 (2000) 6 月 5 日至民國 90 年 3 月 24 日，工程總經費約二千九百一十四萬元。本工程於民國 90 年 (2001) 獲得「遠東建築獎 - 九二一校園重建特別獎」佳作獎。

重建後的至誠國小展現出尊重自然、維持鄉土及本地之人文景觀，為學童提供知性、感性、人文、環保等符合廿一世紀新潮流趨勢的校園環境。為營造出人文化的校園，透過整體的校園規劃，在有限的空間下處處展現出人文精神的學習環境及深遠的教化涵義，以符合教育與人性的需求，為師生、為家長、為社區民眾提供一個人文的、學習的、快樂的、休閒的園地。至誠國小先天環境山明水秀，溪水潺潺。為結合鄉土資源，故在校園設置生態教材園，計劃培

育蜻蜓、蝴蝶、螢火蟲...等昆蟲。進入校園後，一草一木、一磚一瓦均應具有教育意義，所以一切的設備、設施、教學均將環保的理念融入，並極力推動環保工作。

校園的空間架構採開放式的空間層次配置，並以全校性的中心院落為學習院落。另配合原有地形、景觀、塑造入口的緩坡大道構成結合社區的開放庭園。以三合院式的校舍為主體，襯著滿幅綠意，別具現代與古樸的風味，而且更有向心、焦點、聚合的感覺。透過巧妙的設計規畫，青翠秀麗的山林均成了學校的後院。因至誠國小位在約五公尺高的台地上，校地面積還不到半公頃，由斜坡小徑進入校門後，空間上顯得侷促，所以特別在校門口做了一個挑高兩層的拱形門廊作為川堂迎接師生，使師生一進入校門不致產生視覺壓迫。川堂左側是 L 型的二層樓建築體，作為一般教室、專科教室和教職員辦公室的行政中心。川堂右側則是一間多功能視聽教室，不但可作為音樂教室，還具備作為會議室、表演廳等多方位功能。從川堂進去後，視覺豁然開朗，偌大的草坪，彷彿向著遠方山林恣意延伸。由川堂對角線望過去，在左側教室的盡頭，有一座圓形的半戶外空間，可作為戶外教學、眺望及戶外劇場使用。草坪四周，種了八棵台灣欒樹。台灣欒樹夏天繁茂、紅花盛開，入秋時分便繽紛落葉，有明顯的四季變化，同時八棵樹正好代表慈濟的「八大腳印」<sup>117</sup>。

在教室設計上，每班設門廳，以提供學生換鞋及會面交流的場所。教室單元採開放式的學習空間，以配合多樣化的教學趨勢。教室內部約有十五坪大的空間，至多可容納二十五位學童。重建後的至誠國小如見圖 4-50。

---

117 八大腳印：慈善、醫療、教育、文化、國際賑災、骨髓捐贈、社區志工、環保。



圖 4-50 重建後的至誠國民小學

拍攝日期：民國 90 年 3 月 25 日

提供者：行政院九二一震災災後重建推動委員會

#### (二十二) 南投縣鹿谷鄉內湖國小

南投縣內湖國小位於鹿谷鄉內湖村鳳凰山麓，舊校門緊鄰延溪公路。全校共有 6 個班級，學生人數 101 人。地震造成教室一棟六間毀損，拆除後原址獲得民間企業捐贈 2 間半組合屋，另補強教室 8 間及午餐廚房。為求重建校園整體規劃，教育部補助內湖國小重建經費四千四百八十六萬元，另外又追加校園週邊工程一千五百五十萬元，合計六千零三十六萬元。<sup>118</sup>由於校園位於斷層帶必須遷校重建，不過，重建工程因為校地取得困難延宕多時，使該校成為南投縣 136 所災校中最後完成重建的一所。

有關遷校用地評估，教育部於民國 90 年（2001）召開研商南投縣內湖國小遷校預定基地初步安全評估會議，會中決議石公坪與有水坑兩個基地同時進行初步安全評估。同時為求評估及審查工作公正、客觀，教育部於同年 4 月 16 日組織「南投縣內湖國小遷校校地評選委員會」，針對「南投縣內湖國小遷校開發計畫可行性規劃」報告，共進行五次委員會討論，暫時選定石公坪作為內湖國小遷校基地，指示同時進行環境影響評估、水土保持與都市計畫相關開發等作業。<sup>119</sup>

118 《九二一震災重建經驗》，第三篇，頁 26。

119 《九二一震災重建經驗》，第三篇，頁 27。

南投縣內湖國小原校址只有 0.4042 公頃的土地，而其中 0.1891 公頃分屬三大家族之民有地，0.1045 公頃是屬於臺灣大學實驗林地，另外還有一筆 0.048 公頃屬於祠地，學校校地僅有 0.0626 公頃（佔 15.5%）。九二一地震之後校園重建面臨校地狹小且大部分屬於民有土地，無法順利取得土地使用同意書，以致建照執照遲遲無法取得，校園原址重建困難重重。又因校園緊鄰民宅，當地村民婚喪喜慶或飲酒作樂，常常影響教師教學及干擾學生正常作息。另外，校門口緊鄰延溪公路，高達六公尺的落差對於師生、家長出入具有潛在的危險性。

南投縣內湖國小師生、家長歷經三年遷校重建尋找校地，期間進行多次全村連署活動與全校家長意願調查，多數人認同學校遷建。為了內湖國小有安全的校地，南投縣政府除請國立臺灣大學協助提供遷校土地，而臺灣大學亦參與內湖國小遷校用地評選。從最初校地評選九人小組、有水坑基地初步安全評估與地質鑽探報告之檢討、到石公坪及有水坑基地「遷校開發計畫可行性規劃」之審查，臺灣大學也都提供了珍貴意見，提供內湖國小未來遷校之參考。

南投縣內湖國小對於石公坪基地之取得，依據行政院國有財產局及教育部指示，從土地之測量、假分割、撥用、安全評估、有水坑基地撤銷撥用與石公坪基地局部變更撥用、環境評估、水土保持與都市計畫變更等開發作業，終於獲准撥用石公坪基地，並委由工程顧問公司進行基地相關開發作業。民國 91 年（2002）8 月 12 日「環境影響評估」以「有條件通過」<sup>120</sup>，「水土保持」審查在民國 91 年（2002）9 月 10 日完成定稿，「都市計畫變更」部分由南投縣政府辦理，並於民國 91 年（2002）10 月底完成相關開發作業。

南投縣內湖國小在「遷校開發計畫可行性規劃」評估階段（民國 90 年 6 月至 11 月）期間發生桃芝風災，工程顧問公司請求教育部准予展延規劃期限，俾以客觀立場評估桃芝風災前後對建築基地的影響。在重建會、教育部、經濟部地質所、水資局、農委會、臺灣大學、南投縣政府及多位國內專家學者的審核，並歷經五次委員會充分討論，於民國 90 年（2001）12 月 3 日在教育部召開「南投縣內湖國小遷校開發計畫可行性規劃」確定以石公坪作為內湖國小遷校基地，接續進行環境評評、水土保持與都市計畫相關開發作業。

內湖國小的遷校選在台大林管處提供的石公坪仔實驗林班地，自民國 92 年（2003）7 月 4 日動土，配合溪頭完整的生態保育景觀，朝向成為國內第一所森林小學的目標規劃設計。新校園的規劃以不破壞林相及生態環境為原則，採木造構造物有 11 幢、鋼筋混凝土 2 幢，另外還包括地區文教中心、生態教學區域等。為符合地方觀光需求，除了普通及專科教室，還設計了生態觀察室、生態樹屋以及可以容納二十人的住宿空間，未來學校還可以舉辦「生態教學營」。

---

120 《九二一震災重建經驗》，第三篇，頁 27。

內湖國小新校園四周有台灣杉林環繞，毗鄰剛整治完成的石公坪野溪生態教育園區，校園內同時開闢有一條環校森林步道、師生宿舍、廚房、餐廳、室外運動場、室內體育場、軟體設備、校園綠美化及生態保育規劃等，於 93 年 5 月 11 日完工，該校不但是九二一校園重建的指標，也將為鹿谷、溪頭觀光旅遊線增加一處戶外生態教學景點。

### (二十三) 南投縣鹿谷鄉廣興國民小學

廣興國小位於南投縣鹿谷鄉廣興村興產路 97 號，學校共 7 班及附設幼稚園 1 班。九二一地震校舍毀損 23 間 ( 含司令台、川堂、廁所 )。

廣興國小的重建工程由南投縣政府自行負責辦理，建築設計為森環總合計劃集團與王泰貴建築師事務所，專案設計方面由佐藤孝秋、山川尚、五十嵐信夫、鳥弘舉等日本專家負責，工程則由太一營造有限公司負責進行。設計期間自民國 89 年 ( 2000 ) 3 月至同年 10 月，施工期間自民國 90 年 ( 2001 ) 3 月至同年 12 月，重建總經費約三千五百萬元。本工程於民國 89 年 ( 2000 ) 獲得「遠東建築獎 - 九二一校園重建特別獎」佳作獎。

廣興國小在規劃方面，旨在創設能夠發掘學童未來性向的場所。其次，為使學校成為地區核心，將學校開放供地方使用，以便地方居民能輕鬆愉快的聚集交流，從事各種活動，並附設因應活動用的設施機能。此外，建立學校成為地方的災害避難據點設施亦為重點之一，故在食住方面必須俱備舒適的長期避難設施。

在校舍配置方面，採用老街型校舍配置，其特色為並列配置低層教室棟，教室入口相對，以創造台灣「老街」式的空間構成。所有普通教室皆設於一樓，所以可連續且一貫性的利用室內、半室外、及戶外空間，且因建築層低，故較耐震。對於建築斷面空間，於並列的教室棟間設寬約六公尺的「交流通道空間」，作為戶外活動空間。天氣佳時在室外餐飲，以創造具有生活感的空間。開口部基本上皆與地面高程相接，不但通風、採光好，學童還可自由的往來室內和半戶外、戶外空間的。在戶外空間方面，於運動場觀眾席側設置兼具戶外教室機能的校園廣場空間。正門沿線道路側配置低年級用輕運動兼遊戲廣場。

普通教室以二間教室為一單位，計四單位、八間教室構成。教室入口前的迴廊空間、通行空間作為室外型多目標活動空間，邊緣側作為半室外型製作活動空間。校內另設有特別教室棟二層，與教室棟分開配置，並以迴廊連接。重建後的廣興國小如見圖 4-51。





圖 4-51 重建後的廣興國民小學

拍攝日期：民國 90 年 12 月

提供者：行政院九二一震災災後重建推動委員會

#### (二十四) 南投縣信義鄉潭南國民小學

潭南國小位於南投縣信義鄉潭南村和平巷 49 號，共有 6 班。九二一地震造成教室龜裂，而九二一餘震使樑柱鋼筋外露彎曲，整個大樓傾斜，經縣府鑑定為危險建築。本校共拆除教室 10 間(含專科教室)、廁所 2 間、廚房 1 間、運動場 1 座。

潭南國小的重建由民間認養辦理，其建築設計與景觀由姜樂靜建築師事務所負責，專案設計則由財團法人浩然基金會負責，土木工程由欣祥營造有限公司進行，機電類由金鼎電機工程顧問公司負責。設計時間自民國 88 年 (1999) 12 月至民國 89 年 (2000) 6 月，施工時間自民國 90 年 (2001) 7 月 11 日至同年 10 月 15 日，工程總經費為四百八十七萬元。本工程於民國 89 年 (2000) 獲得「遠東建築獎 - 九二一校園重建特別獎」第三名。

潭南國小的規劃乃學校與社區重建整體規劃，以達學校社區化之目的，其特色為開放教育理念的實現，即為開放的學習空間。此外，另一項就是布農族的特色，如小米倉(圖書室)、眺望台(鐘樓)、烤肉聚會區(迎賓台)、枕木步道...等。在校園配置方面，以運動跑道環繞學校建築。在教室設計上，設置寬敞學習角，每間教室均有閣樓供同學午休及城鄉交流住宿用。修復後的潭南國小如見圖 4-52。



圖 4-52 重建後的潭南國民小學

拍攝日期：民國 90 年 10 月 15 日

提供者：行政院九二一震災災後重建推動委員會

#### (二十五) 南投縣仁愛鄉親愛國民小學

親愛國小位於南投縣仁愛鄉親愛村高平路 3 號，學校共有 6 班。九二一地震後，教師宿舍完好未受損，師生餐廳與風雨集會所需修繕，學生上課用的教室及各專科教室 14 間、廁所 2 棟（女廁 7 間、男廁 2 間）被準提工程顧問公司判定為危險校舍必須拆除重建。

親愛國小重建由營建署負責辦理，建築與專案設計為姜樂靜建築師事務所，土木建築廠商為欣祥營造有限公司，機電廠商為研伸工程顧問有限公司，景觀廠商為長潤工程顧問有限公司。設計時間自民國 89 年（2000）8 月至民國 90 年（2001）4 月，施工時間自民國 90 年（2001）4 月至同年 10 月，工程總經費由紅十字會認養三千五百萬元，教育部補助一千二百萬元，共四千七百萬元。本工程於民國 91 年（2002）獲得「遠東建築獎九二一校園重建特別獎」入圍獎。

因學校位於原住民部落，所以沿用串丸子小學<sup>121</sup>的構想，屬於小班小校的山村型泰雅小學。六間教室以雙併方式兩兩相聚，錯落在主要台地上，有各自的衛浴。教室內鋪木地板，走廊可整個拉開做協同教學，假日則可將桌椅收入走廊內，成為六間大通舖提供城鄉交流的住宿空間。將學校左側挖開後置入 L 型教學行政區，與原有活動中心與球場作更好的互

---

121 萬豐國小設計案。

動，並可提供社區使用。二樓為教師辦公室及圖書館可與教室區結合，三樓前方為校長室兼會議室，後方則為音樂兼視聽教室的階梯教室。教室後方地勢較高採斜坡明挖設計，保持教室四面採光通風，斜坡上散佈黑石板疊起的階梯和枕木鋪成的步道，讓學生有自己栽種植物的區域。

將原本駁崁及笨重的司令台重新設計成泰雅紋飾的花台及輕巧現代感的弧形雨庇舞台，且吊橋與周遭環境呼應，而望樓則是傳統泰雅部落重要的元素。石板屋頂經過村民開會決定，以表達與部落記憶的緊密連結。豐富的天際成為重要的旅遊景點。學童的生態水池構想，引入山泉及周邊田野的動植物等做為教學用。另設計一開放烤肉迎賓區，為部落長老口述歷史或技藝傳承的空間。此外，強化排水系統，大量使用透水材及植生方式鋪地以有效保持校區水土，維持山區自然景觀。

在校園配置上，各年級教室共 6 間，行政教學大樓一樓為陶藝教室、部落文化教室、自然生態教室，二樓為老師辦公室、電腦教室與圖書室，三樓為校長室與音樂視聽教室。重建後的親愛國小如見圖 4-53。



圖 4-53 重建後的親愛國民小學

拍攝日期：民國 90 年 10 月

提供者：行政院九二一震災災後重建推動委員會

## 六、小結

新校園運動，它不是運動，但卻詳細記錄了一段僅屬於這塊土地的校園重建過程

；新校園運動，它不是一股設計風潮，但規劃的結果卻展現了不同以往的校園風貌。施行專案營建管理制度（PCM）制度、建築師的使命感、再加上最有利標的採行，都是特定時空下的產物，這些校園重建之過程及結果有其特殊性，而這批特殊的產物，與新政府的開放態度有絕大的關係，這是經驗中更值得珍惜的其實是一環一環的集體合作。這個處理模式更要擴及於臺灣其他縣市，創造出更多優質的公共建築。

## 第二節 集集火車站復建工程

### 一、歷史緣由

日治時期大正 8 年 (1919) 日本政府為興建日月潭發電廠運送材料起見，乃興建由二水通往水里鄉車埕之縱貫鐵路集集支線，於日治時期大正 11 年 (1922) 1 月 15 日通車。在集集支線未建以前，集集對外交通主要靠輕便車及挑夫運輸，運輸量少且轉運不便。而集集支線鐵路興建後，對於集集鎮之對外交通大為改善，同時亦帶動沿線鄉村之興起及經濟繁榮。集集站因位於集集線鐵路之中心點，日治時期屬臺中州新高郡，於集集設有郡役所，管轄今集集、水里、信義、魚池諸鄉鎮，為地方行政中心，水里、魚池、信義等地之居民有要事均須至集集來辦理。尤其在民國 29 年 (1930) 集集香蕉最興盛之時期，當時集集、社寮、秀峰、乃至中寮等地所產之香蕉均運至集集貨場，再經由集集線鐵路運往基隆或高雄外銷日本、韓國等地，使得集集站成為附近地區之交通門戶及農產品集散中心，商旅往來極為頻繁。根據統計，民國 24 年 (1935) 集集線之載客量為八萬五千多人，運貨量為二萬七千噸，可見集集站之重要性。然集集車站創建之初，以木板構築，格局侷促而簡陋，已漸不敷業務之需要。日本政府乃於民國 22 年 (1933) 將原車站拆除加以改建，採純檜木建材，外型極為典雅拙樸，距今已六十餘年歷史，其建材仍保持相當良好。

民國七十五年 (1986) 以後，臺灣鐵路局以集集支線嚴重虧損為由，有意停駛並拆除集集線火車，幸賴地方人士極力反對而免遭拆除之命運。然鐵路局為節省開支起見，自民國七十九年 (1990) 起將集集站改為無人管理之車站，但卻因此而導致環境髒亂，設施頻遭破壞，形成破敗之景象。幸自民國 83 年 (1994) 起，集集鎮致力於發展觀光事業，除捐資雇工整理環境外，並將車站加以綠化美化。民國 83 年 (1994) 更於車站旁闢建停車場，並向國防部爭取報廢戰車兩部，陳列於火車站前供民眾參觀，使得集集火車站逐漸恢復生機。<sup>122</sup>

### 二、損壞情形

九二一集集大地震及其餘震使集集線受創嚴重，沿線有的路基塌陷，有的路段隆起，9 處山崩落石、6 處軌道挫曲、3 座橋梁斷損、3 個隧道頂拱裂縫損壞。集集車站整棟木造建築位移六十公分，向左傾斜四十五度，樑柱、門窗破裂，經勘驗後認定無法修復，被列為危險建築。<sup>123</sup>

集集火車站主要的破壞因素為「屋頂荷重過多」、「建材劣化」和「耐震補強構件不足」等三項。屋瓦是屋頂主要重量，過重的屋瓦在主要水平震動下，使牆柱無法吸收水平力而傾斜變形。依據現場破壞情形判斷，大多是接合點的鬆脫，而不是構件折損，因此主要的破壞源在於節點防震補強不足，而部份重要構件未加裝耐震補強構件

122 集集鎮社區文化調查，[http://www.nthcc.gov.tw/Eote/gigi/g229\\_1.htm](http://www.nthcc.gov.tw/Eote/gigi/g229_1.htm)。

123 九二一民報試刊三號，<http://921.sinica.edu.tw/921paper/test3/8-1.html>。

。 柱子傾倒的破壞主要集中在兩個部位，第一個部位是柱子與柱基鬆脫或扭曲，扭曲部份屬正常破壞；而柱子與柱基鬆脫，主因是由於木柱缺乏保養而使得材質劣化。由於柱頂「方丈」斜撐部位未加裝耐震的鋼構件，使得破壞時鈍角面斜撐鬆脫，造成樑柱連接脫離。銳角面斜撐無法以破壞來吸收地震力，同時也未達到補強中間牆主體結構變形的功能。

破壞現場顯示，牆體呈斜方形破壞，其情形如見圖 4-54。由經驗判斷，主要破壞應來自斜撐與牆內柱的接合處受白蟻蛀蝕而使材質劣化，或者是未加牆柱內斜撐構件

。 從屋頂屋瓦鬆脫及微量下陷的破壞情形來看，屋頂桁架應只有「防止變形的細木構件」折損以及一組木桁架部份構件破壞，但是平面矩形大體上仍維持良好，水平斜撐的「火打」構件，應已發揮耐震效果。<sup>124</sup>



圖 4-54 地震後的集集火車站

拍攝時間：民國 88 年 10 月

拍攝者：莊金堂

### 三、復建時程

九二一地震發生後，整個集集車站發生傾倒。原本臺灣鐵路管理局基於公共安全因素希望快速拆除，然集集火車站不僅是一處歷史空間，對集集鎮復建工作更具精神上的引導意涵，可藉此凝聚鎮民的向心力，有助於災後的心靈復建工作。有鑑於此，

---

124 盧建銘，集集火車站重建注意事項，<http://kbteq.ascc.net/archive/tra/p58.html>。

長期關注文化資產保存的樂山文教基金會得知集集火車站因震災而損毀嚴重，旋即進行多方協調，徵集資深傳統建築修復匠師，並委請學術單位趕赴集集火車站現場，探勘震災受損狀況並協調緊急處理之前置作業。在取得集集鎮與臺灣鐵路局的同意後，於學術單位的指導、監督下，迅速進行火車站的緊急搶救工作。

經過企業認養，集集火車站在九二一周年前夕開始復建，其復建情形如圖 4-55，復建工程已經在民國 90 年（2001）8 月完工重現在國人面前，而且比地震前更像民國 10 年（1921）初建時之日式建築的模樣，灰色屋頂、淡黃色主體，呈現出集集火車站最原始的風貌。<sup>125</sup>

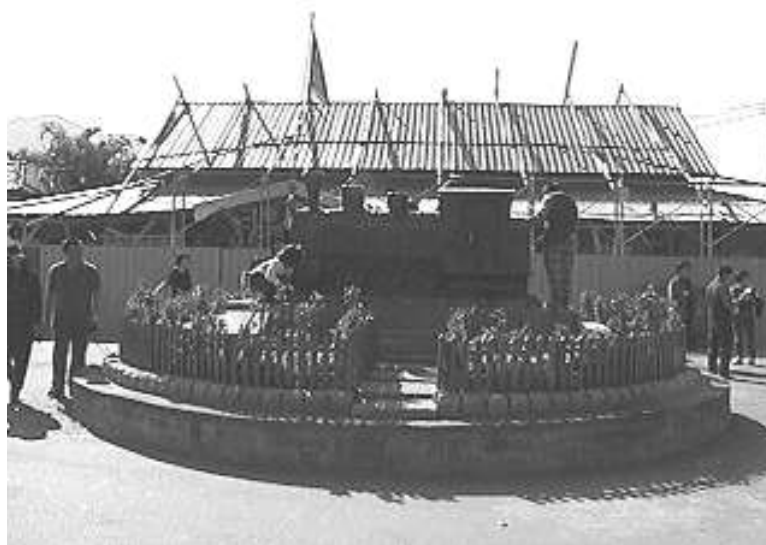


圖 4-55 修復中的集集火車站

拍攝日期：民國 90 年 3 月

拍攝者：郭長成

#### 四、復建事項

緊急搶救之後，應即鑑定勘察地震破壞情況，並找出損壞原因，模擬完整破壞過程。

##### （一）修護前注意事項

集集火車站經強震破壞後整個建築結構體已經傾斜，但未傾倒於地面。因此，已發揮減少震害的主要目的。地震主要傷害考慮三種破壞損傷，第一是避免崩塌壓傷人員和損壞設備，第二是避免建築構件鬆脫飛擊傷人，第三是避免水電設備損傷造成火災或水淹損壞。整體而言，建築體中的連結及固定木結構支撐的鋼構件，已達到防止傾倒之作用。

為了維持設備、機械及人員的安全，同時也為了保持破壞的現象，作為日後鑑定修補之用，故採用緊急搶修之初步步驟如下：<sup>126</sup>

125 九二一民報試刊三號，<http://921.sinica.edu.tw/921paper/test3/8-1.html>。

126 盧建銘，集集火車站重建注意事項，<http://kbteq.ascc.net/archive/tra/p58.html>。

- 1.先進行緊急支撐，特別是破壞方向的反向支撐，以防止建築體繼續破壞。
- 2.截斷水電設備，並檢查水電管線及開關是否完好，避免建築、設備或文件受到第二次傷害。
- 3.先將部份重要文件及可搬運裝備搬至安全之處，其餘設備及文件，先以塑膠布或其它有效方法進行臨時內部防水披覆。
- 4.將屋瓦拆卸並分編號，待堆放至安全處後，再進行建築結構體的臨時防水披覆，且拆卸屋瓦時應記錄過程。
- 5.以照片記錄現場破壞情況。
- 6.管制現場基地，進行基地圍籬，以防止現場破壞。
- 7.每一次大型餘震後，均重新檢查破壞、補強支撐和拍照記錄，以監控現場。

## (二) 破壞過程模擬<sup>127</sup>

地震破壞的過程須仔細模擬，此有助於日後仔細測量破壞現場以及破壞部位，並可沿著破壞過程，逐步檢討各個構件的耐震模式以及材料強度需求，甚至可以以模型進行破壞實驗。以下乃針對破壞現場進行測量鑑定後，提出破壞過程之模擬。

地震初期地面的水平移動，造成過重的屋架和地面產生較大的剪力，使得部份鋼件鏽蝕或材料劣化的牆間柱及外廊支柱與土台分離而懸空，同時牆間柱的接合點鬆動，因此整體結構失去承載屋頂的作用。

屋頂構架旋轉傾斜，進而破壞主要牆體接合點。接合點破壞後，牆體整體呈斜方形，但未鬆脫，因此仍能支撐牆體。外廊支柱受到斜向力推擠，鈍角面方仗斜撐因拉力作用，接合釘鬆脫，並有部份構件落至地面，銳角面方仗斜撐因壓力擠壓而於接合處破壞而脫落。外廊之樑也因屋頂旋轉傾斜，造成與縱樑間接合之鋼構件扭曲。

屋瓦於搶救過程中卸除，重量減輕後，牆體傾斜變形程度已減少。部份原因可能為原有構件材料仍可承受變形，部份原因為緊急支撐推回部份變形。

## (三) 修護注意事項<sup>128</sup>

### 1.採用解體修復

此類建築在未傾斜前，可以構件抽換的方式修復。但依破壞情形已造成大多數桿件端點及節點材料損壞，因此應採取「解體修復」的方式整修。若有部份損壞過重的部位，應採用「仿作」方式進行。「仿作」的施工方法應以「實物角體放樣」的方式進行，其步驟如下：

- (1)解體編號：以墨線依原構架形狀於地面三合板上放樣，並製成樣板。

---

127 同上註。

128 同上註。



(2) 依樣板製作構件：構件應進行防蟲防腐處理，並依據原有的木料材質及紋路進行木料採購。但須注意原有構件是否有施工錯誤或取料錯誤的情況，如原有構件有錯，應記錄並加以修正。

原有金屬構件均已經超過彈性限度，故應全部更換。並且，拆卸時所有的金屬構件應記錄部份、數量、損壞情形，記錄拆卸順序與規劃組合次序。解體修護過程的組合過程與原建築組合順序並不相同，應重新規劃，並詳加記錄。

重新檢討防震補強，加入防剪力構件和預力設計，特別是屋架及方丈部份的防震補強，儘可能沿用日治時期所發展出來的防震構件，但是在材質上應用較佳的材料。

## 2. 主要構材材料

主結構為檜木，窗戶及門框及木構件設備亦為檜木。修護時應依原構架材料製作，但鋼構件另需補充。屋瓦如仍維持原先較重之黑瓦，則結構系統應重新檢討。若改為日式輕質水泥瓦，則只須添加部份鋼構件。

## 3. 牆面構造應重新檢查

竹筋泥牆應採取日式工法，避免加固破壞原有的防震結構系統。竹筋泥牆雖非常見的工法，但是仍可以找到熟練此項工法的工匠，而防白蟻部份以新工法重作。此外，提出詳細的「破壞鑑定報告」，「工程記錄」的工作設備更新納入修護工程中進行。

## 五、小結

九二一地震後，集集火車站成為臺灣首先進行搶救行動及復建規劃的震災歷史建築。然集集火車站的修復不應只是一棟歷史建築物的復原而已，事實上集集火車站位於集集鎮市中心地區，未來更涉及整個集集鎮歷史風貌重建都市設計計劃，可作為歷史文化核心的中心。而集集鐵道線也頗具潛力，可定位為文化休憩的旅遊路線。集集鎮未來的發展可成為震災區的歷史小鎮觀光景點。更重要的是，集集火車站是鎮民對原有故鄉形貌的重要象徵，也是災區民眾心靈復建的精神標竿。

### 第三節 溪阿公路安定彎打通工程

#### 一、前言

溪阿公路沿線農民植有廣大茶園及孟宗竹林，為南投縣重要經濟作物園區。區內杉林溪遊樂區亦為南投縣重要觀光景點，每年暑假是國內熱門的避暑勝地。九二一地震發生後，杉林溪唯一聯外道路因土壤及巨石崩落造成交通中斷，其中又以安定彎處最為嚴重。影響所及，位於杉林溪區內的觀光旅遊設施閒置荒廢，並有數十部受困的遊覽車及小客車動彈不得。鄰近之產業更因道路中斷，民眾無法進出作業，生計堪虞。南投縣政府有鑑於此，特向中央政府爭取搶修經費辦理發包，希望能早日恢復道路交通，使得週遭居民能夠恢復正常生活，回復往日觀光榮景。

#### 二、溪阿公路打通與隧道新建工程

##### (一) 工程概述

##### 1. 地理位置及交通

本工程位於南投縣溪頭風景特定區二-1 號道路安定彎路段，為杉林溪森林遊樂區員工及附近住戶主要進出道路。

##### 2. 地形與地質

本區域北、東、南三面皆為高山所圍繞，呈一長形而開口向西的谷地地形，北端鄰接嶺頭山（高 2025 公尺）山脈為界，南邊則以鹿屈山（高 2195 公尺）及獅子頭（高 2012 公尺）山嶺為界。大體而言，本區呈北、東、南三面高而中央谷地與西邊低，且受地層岩性的控制呈上坡陡峭而下坡較緩。陡坡段的岩層經常裸露，此地層屬於桂竹林層的關刀山砂岩，而緩坡段則被來自上坡段的崩積物及風化土壤所覆蓋。由於受地形的影響，本區之水系多往盆地中央匯集於加走寮溪上游，再由南往北而注入濁水溪中。在地質構造上由於附近鳳凰山腳斷層及大茅埔—雙冬斷層之影響，造成本路段岩體具多道東西向陡峭之剪裂帶及東西向及南北向的垂直節理面，隧道施工時較有不利之影響。

##### 3. 工程困難

溪阿公路搶通工程主要受限於下列因素：

##### (1) 地形因素

溪阿公路安定彎段（15k + 300 ~ 15k + 700）於九二一地震後路基流失殆盡，形成約二百八十公尺長無路基的峭壁岩石區及約一百二十公尺長的大落石坍方區（亦無路基），造成交通中斷，需以爆破岩壁開挖路基方式搶通。又因地勢陡峭，機具工作面嚴重受限，且隨時需注意突如其來的落石，增加工程之艱鉅及危險性。

## (2) 天候因素

杉林溪地區原以濃霧聞名，一般天氣時，近午時分即濃霧瀰漫。在施工安全考量下，每日約僅有清晨至中午時分可以施工，工程進度因此大受影響。又於八十九年（2000）底發生碧利颱風及象神颱風而新增許多落石坍方，工程進度延遲許多。

## 4. 施工情況

在隧道工程方面，本工程主體係採長約 620 公尺隧道通過主坍滑路段，隧道斷面及配置為雙向單車道，車道寬 3.25 公尺，兩側路間寬 0.25 公尺，兩側人行步道各寬 1 公尺。北口假隧道 18 公尺，南口假隧道 5 公尺。隧道內配有照明但不設通風，道路等級採五級路設計之 AC 路面。

道路工程方面，隧道北口前（里程 14.3 公里）約一公里進行上下邊坡崩塌整治。道路復建工程約一公里（含隧道南口約 50 公尺），復建道路以兩車道為原則。

本隧道採用南、北洞口雙向開挖方式施工。南洞口施工初期運用直昇機載運設備，並建立運輸用索道輔助施工。北洞口於民國 92 年（2003）1 月 5 日進洞開挖，南洞口於 92 年（2003）1 月 15 日進洞開挖。挖通中的安定隧道如見圖 4-56。



圖 4-56 進行打通中的溪阿公路安定隧道

拍攝日期：民國 92 年 3 月

提供者：行政院九二一震災災後重建推動委員會

## 5. 路工段與隧道段之配合

隧道完工啟用時，路工段上邊坡之危石同時清除完成，路面維持平整暢

通，四處坍方點維持單線順暢通車，全線有交通維持計畫配合，直到路工段工程完成為止。

#### 6.工程進度

溪阿公路安定隧道復建工程，新建雙向單車道共六百四十三公尺，北洞口假隧道十八公尺、南洞口假隧道五公尺，內壁四點六公尺、路寬一〇點八公尺，施工方式採南北口雙向施工。如以傳統方式施工，工期將長達二年。經重建會與國工局研商後決定採限制性招標及統包方式辦理，由北宜高速公路雪山隧道承包商中遴選，於 91 年 ( 2002 ) 11 月 20 日完成招標作業，由承包商以二億零六百八十萬元得標，並於 91 年 ( 2002 ) 11 月 22 日舉行開工典禮、92 年 ( 2003 ) 1 月 4 日正式進洞開炸。由於採三班制廿四小時趕工，於 92 年 ( 2003 ) 5 月 7 日舉行貫通典禮 ( 如見圖 4-57 )。並於同年 8 月 30 日完工通車。



圖 4-57 溪阿公路安定隧道通車典禮

拍攝日期：民國 92 年 8 月 30 日

提供者：行政院九二一震災災後重建推動委員會

#### 三、重建執行情形

地震後溪阿公路全線多處坍方及安定彎 15k + 300 至 700 公尺路段路基毀損無法通行。當時正值全國進入緊急狀態，國軍於接獲南投縣鹿谷鄉申請，自 88 年 ( 1999 ) 10 月 1 日起，立即支援配合執行道路爆破作業，迄 89 年 ( 2000 ) 5 月 9 日因承包商工人發生意外，搶通工作暫告停止。重建會多次接獲民眾陳情協助搶通溪阿公路，以解民困。在重建會於實地瞭解後，即促請南投縣政府儘速發包辦理搶通，並請國軍配合承包商鑽孔及土石清除支援爆破作業，而該爆破搶通之階段性工作於民國 90 年 ( 2001 ) 4 月 22 日完成。為加速搶通時程，15k + 80 至 15k + 700 大崩塌區路段，經重建

會邀請專家學者實地勘後一致認為採鋼軌樁施築便道為最安全及最快之工法，並於 90 年（2001）4 月 29 日完成鋼軌樁施築便道工程，溪阿公路全線完成通車。

然而，民國 90 年（2001）7 月 30 日桃芝颱風重創中臺灣，溪阿公路再度嚴重受損，其中安定彎路段更因此再度流失百餘米長。溪阿公路安定彎復建工程係屬桃芝納莉復建工程範疇，南投縣政府因專業性及人力為考量，請重建會協調交通部代辦，並於重建會第十五次委員會中提案要求交通部協助代辦安定彎復建工程，會中決議由重建會協調交通部進行代辦事宜。重建會於 91 年（2002）6 月 5 日邀集相關單位研商代辦事宜，而基於安定彎復建工程確有急迫性及復建工法技術上具高難度，因此交通部國道新建工程局同意代辦事宜。

重建會積極協調且多次請交通部國道新建工程局趕辦委託規劃設計以確定安定彎復建工程採隧道方案辦理，並於 91 年（2002）10 月 7 日邀集交通部、公共工程委員會、主計處等單位實地現勘決議，依國工局所提三種復建方案中，以限制性招標為最快速之方案。復建經費二億八千萬，由重建會相關預算調整支應，經重建會報請行政院同意動支九二一震災重建第二期特別預算預備金支應。

溪阿公路安定隧道復建工程涉及工程用地取得、工程棄渣及棄土場設置、水土保持計畫及環評申請、爆材庫設置等問題，而相關單位有林務局、水保局、國有財產局、南投縣政府、礦務局等單位。經重建會採目標管理及走動式管理方式，逐一邀請相關單位現地解決，如期於 91 年（2002）11 月 20 日前完成相關核准之前置作業。此外，並協調臺灣大學同意溪頭阿里山公路開發公司讓出向台大農學院實驗林管處租用溪頭營林區第二、六林班地作為溪頭杉林溪段專用道路用地，而其承租權則改由南投縣政府接管養護。

自從九二一地震以來，南投縣政府就積極進行溪阿公路的復建工程，由於安定彎段的災損特別嚴重，在國軍協助修復後，隨即又遭桃芝颱風破壞，災情更加擴大。經過相關單位不斷的討論後，認為要避免經常修復，以採用隧道施工是最佳的方式，並決定由交通部國道新建工程局主辦這項復建工程。

在 91 年（2002）10 月 27 日郭執行長實際勘查現地時，國工局在簡報中分析指出，如採傳統作業方式，需於 93 年（2004）10 月才能完工；而如採最有利標以統包方式施工，則可提前於 93 年（2004）春節前完工；另若採限制性招標，直接挑選優良包商，以統包方式施工，工程則可望再提前至 92 年（2003）10 月前，甚至趕在「九二一」四週年時完工。

重建會郭執行長為顧及所有縣民的方便，以縮短時程為最高原則，所以決定以限制性招標且直接挑選優良包商以統包方式施工，國工局於 91 年（2002）11 月 20 日順利完成發包，由在雪山隧道工程中有甚佳表現的介興營造有限公司承攬，該隧道工程長度為六百四十三公尺。

安定隧道於民國 91 年 ( 2002 ) 11 月 22 日開工，民國 92 年 ( 2003 ) 1 月 4 日郭瑤琪執行長主持爆破典禮，在同年 5 月 7 日由陳水扁總統主持貫通典禮。六百四十三公尺的安定隧道在短短不到六個月的時間內打通，這都是工程人員日夜趕工下的成果；藉由他們的努力，安定隧道於民國 92 年 ( 2003 ) 8 月 30 日完工，比原預定工期提早了一個多月，陳水扁總統再次蒞臨並主持通車典禮，安定隧道正式通車，再現鹿谷鄉、竹山鎮往日的風光、繁榮之景，帶動整個旅遊線的觀光人潮。

表 4-31 表溪阿公路安定彎大事紀

日期	事項
88.9.21	九二一地震，特定區二 - 1 號道路嚴重受損，安定彎路段原有路基震垮。
88.10.1	南投縣政府進行道路搶通，並商請國軍協助爆破安定彎段峭壁。
89.5.9	因發生事故，一人死亡，爆破工程停頓。
89.8.22	重建會商請國軍繼續協助爆破，十軍團指派連絡官柯啟輝少校進駐重建會。
90.5.8	陳水扁總統主持溪阿公路搶通工程儀式。
90.7.30	桃芝颱風，安定彎段路基流失。
90.10	重建會邀請聯合大地工程顧問公司研議安定彎路段整治方式，建議採取隧道方式執行辦理。
91.2.26	南投縣政府基於「整體專業性及涉有經費尚不足」，函請重建會，轉請交通部執行辦理。
91.6.5	重建會基於專業考量，加開會議，商請國道新建工程局接手，代辦工程。惟該局因全力投入中二高趕工，並未立即動工。
91.10.27	重建會為求一勞永逸，確定採取隧道方式施工，並採取限制性招標及統包方式辦理。
91.11.22	隧道工程動工，南北口同時進行。
92.1.4	郭執行長主持溪阿公路安定隧道爆破儀式。
92.5.7	陳水扁總統主持安定隧道貫通典禮。
92.8.30	陳水扁總統主持通車典禮，較預定完工日期提早 56 天。

資料來源：九二一重建委員會

## 第四節 中橫谷關德基段

### 一、前言

九二一地震導致由公路局管轄的中部橫貫公路共有 180 公里道路受到嚴重創傷，造成全面交通阻斷，其中又以台八線谷關—德基段及台八甲線路段（即俗稱青山上、下線）受創最為嚴重。經過公路局全力投入搶修下，中部橫貫公路全線於民國 89 年（2000）1 月 18 日全部搶通。雖然公路已經搶通，卻礙於種種因素，無法立即開放給民眾使用，僅能設立管制站，供工作及搶修人員、車輛進入。但長久之計，仍應復建中部橫貫公路谷關—德基段，期能早日於安全無虞之情況下恢復中部橫貫公路之通行。

### 二、中部橫貫公路概況

中部橫貫公路曾是「人定勝天」的典範，它壯麗的青山綠水更是臺灣的驕傲。但一場地震無情摧殘，青山綠水變了色，坍塌的險路，讓民眾視為畏途，而臺中縣政府的谷關至德基段「封山」之議，令民眾在享受東西往來便利與充滿美麗回憶之餘，不得不正視它功能消失與潛藏的危機。

中部橫貫公路起自臺中縣東勢鎮，經過谷關、達見、越過中央山脈之合歡崖口到達花蓮縣太魯閣，並與東部幹線公路相接。本路段沿途青山高聳，綠水彎延，擁有優美的林相景觀，以及豐富的天然資源。由於所經地區多為斷崖峭壁，且因地質不良，經常發生坍方。建造初期由於預估交通量並不大，為了節省經費及縮短工期，路線標準僅按照單車道碎石路設計。通車後因交通量日漸增加，迄今大部分路段已為雙車道，並全面鋪設瀝青地面，橋梁及隧道亦部分拓寬。

位在中部橫貫公路的谷關—德基段為落石潛在危險度較高路段，路段高程介於海拔 1000 公尺至 1500 公尺間，沿線公路邊坡坡度大多在七度以上。露出之地層屬第三紀亞變質岩，岩性由西而東主要為：谷關—壩新路口為 10 至 15 公尺厚之砂岩；壩新路口至 52.5 公里處路段為高度風化板岩夾厚砂岩塊；52.5 公里處至德基路段為具有數十公尺以上之厚砂岩（屬達見砂岩層），其主要特性以節理發達著稱。又因大甲溪河谷解壓影響，致使坡面岩塊節理開裂形成岩契，搖搖欲墜。沿線地質構造有多處斷層（背斜軸及向斜軸均有），而近德基端之達見砂岩層，其主要成分包含中至細粗石英質砂岩；頁岩則間斷出現，層理並不明顯。依據「砂頁岩順向坡力學性質與穩定性」之研究結果指出，本路段之地層層面走向為北偏東三十三度，傾角為六十六度向東南。

政府在民國 49 年（1960）5 月中部橫貫公路完成後，即設置工務段，其本意主要為負責養路，兼辦小規模之改善工程以及轄內縣鄉道路的技術協助與行政督導。由於中部橫貫公路在建造之初限於經費因素，其工程標準較低，因此每年均需繼續改善及清除坍方。其養路沿革，由原本之自辦養護工程，演替至今每年每公里花費養路經費約三十二萬元，其中全線經常性養護工程約佔 50%，全線零星養護工程約佔 35%，交

通維護工程則佔 15%。<sup>129</sup>

九二一集集大地震後，中部橫貫公路沿線邊坡崩塌高達 150 公尺以上的路段就有數十處，谷關至德基段的塌陷範圍達 80%，路基缺口 130 處以上。再加入隨之而至的梅雨和颱風暴雨，使得沿線土石流多達二十幾處，一次的沖刷量就可使河床加高達 12 公尺，不但堵住了谷關電廠的取水口，使得河川沿線堤防的防洪功效大減，水庫、河堰壽命縮短，更使得大臺中地區百萬居民的水源水質，蒙受了重大的損失。自然生態保育聯盟中的多位學者為中橫地區的重定位建立了新的目標和具體的政策。在定位上，中橫地區將回歸國土規劃「中央山脈保育軸」的本質，真正成為中部水源、水質、水庫保護區，並且將山林重新歸還給野生動植物，以達到保護生物多樣性及建立自然基因庫的使命。

### 三、中部橫貫公路谷關—德基段之搶修紀要

受到九二一集集大地震影響，交通部公路局轄養中部橫貫公路道路受創相當嚴重，於地震發生後公路局即派員進行分組勘災，並於次日即刻調派人員機具進行搶修工作，以及在災害路段設置安全設施。由於中部橫貫公路受災情況慘重，經公路局派員初步勘災結果以及依照空照圖研判，全線共有三座橋梁受到損壞，而道路因嚴重坍方而全部中斷，其中台八線谷關—德基段及台八甲線壩新路口—德基段最為嚴重。以下分別敘述災害損壞情形：<sup>130</sup>

#### (一) 道路部份

由於本路段所經地區多為斷崖峭壁，且因地質不良，在雨季或輕微地震時，經常發生坍方情況。因此在九二一地震後，由於震度強大，致使本路段沿線邊坡產生嚴重坍方，整體坍方範圍達道路里程 80% 以上，崩坍高度也有數百公尺之高，其中坍塌土方總數量高達一百五十萬立方公尺。沿線路基全部流失而須改線者共計有 26 處；路基受創而形成缺口造成寬度不足者有 134 處；另邊坡崩坍面積高達一百七十六萬平方公尺以上，AC 路面災損須重新翻修調整者共達廿三萬平方公尺。<sup>131</sup>

#### (二) 隧道部份

中部橫貫公路全線有多處大小隧道，其中位於谷關德基段就有 27 座。單就隧道結構而言，本路段的隧道結構耐震效果尚稱良好，其中僅有 7 座隧道因為地質破碎而導致坍塌或半毀者。除此之外，多為受到地層錯位擠壓變形而形成

129 《九二一地震公路搶修及復建專輯》(2000)，頁 239。

130 同上註。

131 台八線谷關(35K)—德基(62K)及台八甲線長 17 公里，合計全長 43.9 公里



裂縫。由於隧道坍塌封閉道路，使得搶修工作更加困難，其中又以鋼筋混凝土造的隧道最為複雜，因其鋼筋盤雜，清理不易，以致修復進度緩慢。在全線搶通後，公路局立即派員目視勘查各隧道受損情形，並派遣機具逐一修復，如見圖 4-58。

### (三) 橋梁部份

中部橫貫公路全線共有五十八座橋梁，位於谷關德基段間共有 38 座。地震後除了公益橋（台八線）及大勇橋（台八甲線）破壞較嚴重外，其餘橋梁並無重大損壞。公路局除積極派員搶修受損橋梁，開闢便道、便橋及清除坍方外，更為確保大家行車安全，組成災後橋梁檢查小組，針對全線橋梁進行全面性檢查。



圖 4-58 台八線 34k+650 隧道前巨石坍方清除中

拍攝時間：民國 88 年 12 月

提供者：交通部公路總局

### 四、搶修情形

台八線谷關—德基段及台八甲線壩新路口—德基段受九二一大震影響，災情慘重如見圖 4-59。於民國 88 年（1999）9 月 22 日起公路局即調派機械搶修，直至民國 89 年（2000）1 月 18 日始全線搶通，歷時約四個月，搶通期間困難重重，搶修情形如見圖 4-60。由於連續性坍方達道路里程 80% 以上，且五立方以上之巨石約佔 30%，需鑽孔開炸進而影響搶修時效。本路段之隧道共 27 座，其進出口端皆遭土石覆蓋，搶修清除不易。另由於地震造成上邊坡數百公尺高邊坡土石鬆動，且因餘震不斷及下雨影響，經常再度造成坍方及落石現象，危及搶修人員安全，影響搶修進度。此外，已搶通路

段亦因上述情形，需隨時派遣機械、人員清除維護，否則會影響機具調度及物資補給。而因大地震影響造成台八線及台八甲線多處隧道坍塌，搶修機械無法通過，須先以爆破、破岩機或其他方式處理後始可推進。另因本路段路基因坍方影響多處地基流失，搶修機械受阻無法推進，需向內側邊坡挖掘便道，而因地質堅硬須配合開炸方式挖掘且坍方落石不斷，增加搶修困難度。



圖 4-59 台八線 43k+200 至 44k+200

拍攝時間：民國 88 年 10 月

提供者：交通部公路總局



圖 4-60 台八線 44k+200 至 500 坍方清除

拍攝時間：民國 88 年 10 月 31 日

提供者：交通部公路總局

由於台八線谷關 - 德基段及台八甲線沿線邊坡屬變質岩及板岩，地質構造本就破碎，又受到九二一地震及餘震不斷影響，使得沿線邊坡岩塊發生鬆動情況，許多地方產生搖搖欲墜之危岩。又因邊坡崩坍高度高達 150 公尺以上者有數十處以上，嚴重影響行車安全。除此之外，尚有許多困難因素需要克服，才能維持行車安全開放通車。以下分別敘述困難因素：<sup>132</sup>

(一) 無法於短期內完成邊坡整治

台八線由谷關至德基約有 24 公里屬於極危險路段，而台八甲線亦有約 14 公里之邊坡佈滿危岩，隨時有坍落的可能性。而坍落高度甚高者，其工程技術性具有相當困難程度，且利用水土保持方法整治，其時間亦非短期內能完成。

(二) 二次災害交通阻斷並危及行車安全

由於全線搶通屬於暫時性工程，沿線隨時都會因為下雨或餘震影響而再度造成二次災害，如果勉強開放通車除了嚴重危及民眾行車安全，亦增加施工人員在施工時之危險。

(三) 路基流失施設便道尚待整修

因為沿線有多處發生路基流失，受限於地形因素及搶通日程，沿線必須在內側邊坡開挖施工便道。而便道寬度僅 4 至 5 公尺，必須再進行擴挖改善或施作擋土牆等設施以取得足夠路面寬度，始能開放通車。

(四) 路基缺口未全面搶修完成

本路段因地震災害影響，造成沿線路基大小缺口約達 100 處以上，除依順序進行修復外，尚餘多處缺口待逐步進行搶修。因路基缺口造成路基寬度嚴重不足，未全部完成修復前仍不宜開放適行。

(五) 損壞之護欄等安全設施急待修復

本路段沿線 95% 以上之護欄及交通安全設施已被落石砸落損壞，急待全面修復，如立即開放通車將無法保障用路人安全。

(六) 損壞之路面未全面整修完成

本工程因全面性坍方影響及路基缺口（流失）多處，其路面幾已全面損壞，須待相關路基及保護工程完成後始能加封修復，在未整修完成前仍不宜開放行車。

(七) 台電公司鐵塔基礎崩坍、急待配合處

位於台八線 58.39 公里至 58.46 公里路段，其路基全部流失。因上邊坡台電公司高壓鐵塔基礎亦已產生崩坍，此路段受限地形因素，須採內側開挖道路。

---

132 《九二一地震公路搶修及復建專輯》(2000)，頁 253。

但唯恐施工過程造成台電鐵塔倒塌，進而影響修復工程，因此僅在上方設置臨時便道供搶修機具通行，此路段目前車輛仍無法通行。

#### 五、開放通車前之工程準備

由於九二一地震造成之損壞相當嚴重，基於搶通後無法立即開放通車之困難因素，公路局正積極辦理各項治標工程，期望能在颱風豪雨季節前施工完成。治標工程包括危險路段刷坡工程、崩坍路段護及防落石網施設工程、橋梁及明隧道損壞搶修工程、路基缺口（流失）搶修工程、護欄及交通安全設施整修工程、及路基路面整修工程。

由於本路段受到震災影響而受創嚴重，本路段沿線邊坡嚴重崩坍範圍達道路里程80%以上，崩坍高度亦達數百公尺，邊坡整治保護不易，而沿線大小隧道亦坍塌多處，非短期內可修復完成。基於行車安全前提下，公路局乃成立專案小組邀集專家學者赴現場履勘，評估及研議此路段最佳修復原則。

#### 六、未開放通車前之替代道路方案

自從九二一地震將中部橫貫公路震斷之後，多年來一直無法通行。各方為自然復育、交通及地方經濟、居民生計等問題辯論許久。中部橫貫公路一片柔腸寸斷，有些路段嚴重坍塌，有些路段路基流失，有些路段則完全滅跡。雖經工程單位多次搶修，又陸續毀於後續地震及豪雨。因為路況太差，道路僅供工程車、工務車及警車、消防車通行。即便如此，一向依賴這條路進出的谷關、梨山居民，依然強烈主張開放。因此，公路局谷關工務段依據民國89年（2000）1月10日中橫谷關—德基段開放通車協調會會議結論，接受中央政府之指示，在民國89年（2000）10月12日成立踏勘評估小組，前往現地測勘，希望能在中部橫貫公路尚未開放通車前，先行改善梨山—華崗、華崗—果四區—力行產業道路及力行產業道路（起始至42公里路段），作為民眾使用之替代道路。

公路局在民國89年（2000）1月14日於現場與地方代表、村長會勘同時，地方要求除上述產業道路之修建外，另應改善果五區道路，使其縱坡較為平緩，行車較為安全，並請求一併改善力行產業道路全線至台八線交接口（佳陽）。

公路局經過數次測勘，除將整數樁里程標定於現地外，亦針對計畫路線作現況調查。其中在梨山—華崗段之瀝青路面均已鋪設完成，但局部路面破損尚待修復，而因其路段包含有福壽山農場及天池等觀光景點，因此交通安全設施尚可。另外華崗—果四區—力行產業道路段以石子路面居多，間中有路面，平均路寬約4公尺，縱坡坡度約在8%以上，其中回頭彎共有13處，路邊僅有簡易排水溝，且交通安全設施嚴重不足。且本路段路寬不足部份予以拓寬至5.0公尺（其現有路寬僅約2.8公尺）。另於華崗—果五區—力行產業道路段以石子路面居多，偶有混凝土路面，平均路寬約4.0公尺，縱坡均約在8%以上15%以下，其道路路寬僅3.1公尺幾乎難以會車，路邊僅有簡易之排水

土溝。此外，力行產業道路進入果五區之回頭彎曲率過小，常導致事故發生。而在力行產業道路部份，從霧社（台十四甲 4 公里處）至通往果四區產業道路之岔路口為止，路面已完成鋪設瀝青，但仍有局部破損路面急待修復，沿線有數處缺口需作駁坎。道路旁並無排水設施，下雨時排水容易漫溢路面，使道路泥濘不勘難以通行，且路寬僅有 2.8 到 3.5 公尺，將致使會車不易。此外，自 49.5 公里（縣界）至 56.4 公里處為剛性路面，路面破損且有多處下沉。本路段最急需改善之工程為割草工程及交通安全設施工程（如反光鏡，導標等）。

由於上述路段尚屬產業道路，現況差異相當大，公路局建議以下列三條路段之一進行修復，分別為：（1）梨山—華崗—果四區—力行產業道路—霧社；（2）梨山—華崗—果五區—力行產業道路—霧社；（3）梨山—佳陽—力行產業道路—霧社，上述三條路段評估比較如表 4-32 所示。

表 4-32 替代道路方案評估比較表

方案	路線全長 (公里)	改善經費 (元)	工期	比較分析	建議 順序
一	59.1	89,388,606	二個月	本案路寬較窄，縱坡陡且回頭彎多，車輛會車困難，上坡起步不易。	2
二	61.9	82,955,060	二個月	本案縱坡較緩，回頭彎處路寬足夠車輛會車，且路線經過之蔬果園較少。	1
三	78.7	112,129,800	四個月	因本案有七公里長之路段有待改善拓寬，在工期時程上可能無法因應緊急替代道路	3

資料提供：交通部公路總局

#### 七、中部橫貫公路谷關德基段復建對策

自從九二一地震後，中部橫貫公路由於道路無法立即通車，封山三年來，中橫公路沿線不論梨山果農或觀光業，都受到嚴重影響。地震之前，到梨山的觀光客約有一百多萬人次。由於地震後道路交通不便，只剩下幾十萬人次。要到梨山，只有經由宜蘭或南投進入，對於農產品運輸或觀光產業具有相當大影響。同受衝擊的還有臺中縣的山城東勢，原先東勢全靠遊客到中橫遊玩時順道歇息。由於中橫公路不通，東勢不論旅館業或餐飲業也都受到波及。

依公路局的計畫，中部橫貫公路的修復分三個階段。第一階段是青山下線之搶通，但並未鋪設路面。依施工計畫，第二階段是沿原線之復建，但爭議也最大。第三階

段則是較受各界認同的改以隧道、橋梁貫穿中央山脈，修建中橫快速道路，估計規劃約需二至三年，施工期則要五至六年。

公路局先行提出復建的兩大原則及四個方案。133兩個原則分別為：(一)原路修復、(二)局部改線，進行隧道開挖工程。依照上述原則，合計有四個修復方案，以下分別敘述各方案：<sup>134</sup>

#### (一)以原路修復為原則

##### A 案：維持青山上、下線單向通行方案

由於在台八線段，沿線上邊坡台電公司的高壓電塔發生傾斜及多處損壞，而且電塔基腳急需保護穩定，須改善的路段長約 14 公里，平均高度約 80 公尺，以維護高壓電塔及公路行車安全。台八甲線壩新路口 - 德基段，全長計 16.866 公里，沿線有台電公司谷關壩、青山壩、青山發電場及連絡道路等設施，沿線邊坡因地震影響幾已全面鬆動，基於行車安全及台電相關設施之維護等，沿線邊坡亦需全面保護，長度約需 10 公里，平均高度約 80 公尺。

##### B 案：將青山下線拓寬為雙車道

青山上線為緩衝台階方案，亦即青山下線雙向通行，上線廢除。

#### (二)以局部改線、施作隧道為原則

本原則分為甲、乙兩方案，分別為：

甲案：台八線谷關 - 青山上線 - 德基段復建方案。

乙案：台八線谷關 - 青山下線 - 德基段復建方案。

由於以上方案仍有許多爭議，多數學者認為，基於安全、生態以及財政的理由，應立即停止盲目搶修中橫公路，而從開發變更為保育目標，是政府在面對中部橫貫公路必須有的另類思考。

#### 八、小結

中部橫貫公路自民國 90 年 (2001) 4 月起執行坍方清除工作後，已完成第一階段搶通作為施工便道之任務，民國 93 年 (2004) 6 月內將再搶修成地區性道路<sup>135</sup>，有限制的開放車輛通行。後經游前院長 93 年 8 月 9 日指示：「基於經濟效益評估、生態維護、國土復育及安全考量，中橫公路谷關至德基段暫緩修復，待地質狀況穩定後，再予評估規劃」。

多數學者專家指出，中橫公路的時代任務已經過去。早年為了開發山林、生產高級水果、安置榮民以及打通東西交通的任務已面臨改變或調整，開發山林需被保護森林水源的觀念取代、物美價廉的進口水果已使土產同種水果喪失競爭力、榮民的安置

---

133 同上書，頁 242。

134 《九二一地震公路搶修及復建專輯》(2000)，頁 268。

135 只供當地民眾使用之道路。

問題已隨著歷史的步伐變遷、而發達的空運與鐵路亦使中橫卸下聯繫東西交通的使命。因此，最重要的是恢復以中央山脈為完整生態系的自然保育軸，使其不僅成為維護生物多樣性的核心，更為臺灣東西兩側城市重要的水源水質涵養區。而對於現地的原住民族，更是一個重新尋回其空間與土地的機會。

## 第五節 台八線 38k 隧道損壞與修復

### 一、前言

臺中縣境中橫公路路段雖未位於九二一地震震央，但強烈地震對本區仍產生了極大之損害，其中台八線 38k 鄰近隧道群於此次地震亦受損嚴重，並造成隧道襯砌龜裂與掉落。隧道因結構受損嚴重而導致交通中斷，嚴重影響該地之運輸功能，故應採取必要之緊急措施，以避免因後續頻繁而強烈的餘震或其他之地震造成隧道的穩定情況更形惡化。

中橫公路沿線隧道乃於早期技術不成熟及物資不足之條件下開鑿而成，歷經時代環境的變遷，在沿線公路隧道營運近四十年後，終因地形、地貌的陡變及後續人為過度開發影響而有所損壞。本節旨在介紹台八線里程 38k 之馬陵隧道，因其位於河曲攻擊坡之地勢上，在河谷解壓、偏壓地形等地形不利條件以及鄰近隧道群相鄰過近之影響下，曾於民國 85 年 (1996) 受強烈地震後，隧道產生嚴重的龜裂。以下針對馬陵隧道之調查成果、設計理念及施工實務等問題加以說明。

### 二、隧道基本資料及環境狀況

#### (一)地形、地質及水系

本區域之地形分區為雪山山脈，其地形屬於幼年期河谷地形，河川快速下切，造成河谷兩岸山勢陡峻，平均坡度大約在 45 至 60 度之間。本區域之水系主要為大甲溪，其溪流短促，河床陡急，形成一河曲攻擊坡。隧道沿線之地層為始新世至漸新世之白冷層，露出之岩層以厚層白色或淺灰色粗至中粒石英岩為主，夾有少數頁岩及炭質頁岩。節理在本區域相當發達，且節理面多有銹染現象，部份可發現擦痕。節理位態稍嫌紊亂，其原因與當地崖坡的崩移活動有關。地層的走向約為北偏東 10 度左右，向東南傾斜約 40 度，屬於逆向坡。<sup>136</sup>

#### (二)隧道現況

本區自橫貫公路開闢迄今，已進行多次改善工程，目前本路段已有三座現有隧道及一座計畫興建隧道。

現有之下行隧道為橫貫公路開闢時所建之隧道，緊臨邊坡開鑿，其斷面較小，僅能容一般貨車通行，較新型之雙層遊覽巴士無法進入，限制了其服務功能。本隧道長度約 76 公尺，其使用期限已超過四十年。

廢棄隧道位於現有的下行隧道之右側，其開挖斷面較大，研判應為改善左側隧道而

---

136 《九二一地震公路搶修及復建專輯》(2000)，頁 192。

興建，後因不明原因而廢棄。

現有上行隧道為本路段主要通行之單線隧道，長度約 360 公尺，營運至今約三十五年。

計畫興建之隧道在利用現有的下行隧道擴挖約 40 公尺後，再新建長約 120 公尺之隧道。東洞口進洞後由於地質破碎發生崩坍抽心之情形，目前處於停工之狀態。馬陵一號隧道情形如見 4-61、馬陵二號隧道坍塌之情形如見 4-62、馬陵三號隧道情形如見 4-63。



圖 4-61 馬陵一號隧道

拍攝日期：民國 88 年 10 月

提供者：交通部公路總局





圖 4-62 震災後馬陵二號隧道坍塌之情形

拍攝日期：民國 88 年 10 月 3 日

提供者：行政院九二一震災災後重建推動委員會



圖 4-63 馬陵三號隧道坍方情形

拍攝日期：民國 88 年 10 月

提供者：交通部公路總局

### (三) 隧道檢測調查結果及研判

修復工程於隧道調查前已據初步之勘查進行了緊急防護工程，詳細之調查係依據

隧道受損之情形分別對上、下行隧道進行環境調查、坑內調查及襯砌材料劣化調查等項目。其中利用透地雷達 ( GPR ) 進行襯砌厚度及背面空調查，由透地雷達對隧道全線襯砌及其背後之情況有一初步瞭解後，再選取適當位置進行鑽心取樣及中性化檢驗，以作進一步之驗證。對於全線之調查作業，如水質 PH 值檢驗、鋼筋腐蝕探測、抗壓試驗及施密特鎚等試驗，並於施作完成後綜合其成果及分析進行研判及歸納，得知隧道發生異常現象之因素可分為外力變化因素、襯砌劣化因素、漏水及其他因素等四大類。<sup>137</sup>根據前述隧道安全檢測調查結果，針對外力變化、襯砌劣化以及漏水等三大因素之詳細評估與分析，找出馬陵隧道產生異常現象之原因。<sup>138</sup>其中，被評定為主要影響因素者包括地盤鬆弛應力、鄰近施工影響 ( 若計畫隧道繼續施工 )、有害水、常年累月作用等。而列為次要因素者則包括偏壓、地震、襯砌背面空隙、襯砌厚度不足、襯砌混凝土分次澆置之契合處施工不良、施工縫接縫不良、防水施工不良等。其餘之成因則對本隧道之異常狀態影響輕微或無影響。

#### ( 四 ) 隧道安全等級分類

隧道之安全性要求視隧道之功能、設計標準與位置而不同。公路隧道除了重視結構安全性之外，隧道之通風、照明、消防 ( 尤其是長隧道 ) 對隧道是否能維持預期之服務水準有重大影響，而小量滲水影響並不大。因此，不同之道路型式與道路等級對安全性之要求各有不同，故在訂定安全等級時須分別加以考量。隧道等級分類主要是以隧道之安全性及是否能維護隧道原功能做為分類依據，並針對異狀之進展狀況及特徵來決定。依據交通部「老舊交通隧道之安全檢測、維修與補強技術研訂 ( I )」之隧道安全評估等級將本案詳細檢測結果，依處理措施之緊急次序分為甲、乙、丙、丁四級，其中以甲級最為安全，接下來安全性遞減，至丁級時安全性最差。

### 三、設計原則及方法

#### ( 一 ) 設計原則

依據隧道之調查、安全檢測及異狀原因推估後，為即時排除隧道之異狀，除選擇適當的維修補強工法外，並檢討實施之規模與範圍、施工性、經濟性及施工時期等。因此，選擇維修與補強工法之主要考量因素為正確掌握隧道異狀原因，如此才能對症下藥，進而恢復隧道功能。由於隧道係地下結構物，作用於襯砌之外力及襯砌狀態難以充分明確掌握，一般均依異狀之特徵或簡單之檢測結果，據以推估異狀原因。由於交通隧道之維修與補強施工上常有時間性限制，往往須在短時間內完成以維護交通順暢，故本改善措施係採用機動性高且施工簡便快速之施工法為維修與補強技術考慮重點。惟施工法之選擇必須依據安全檢測及隧道異狀原因推估結果 ( 如鬆動土壓、材質劣化、滲漏、背面空洞、襯砌厚度不足等 )，並對隧道之重要性及異狀作綜合性安全評

---

137 《九二一地震公路搶修及復建專輯》( 2000 )，頁 193。

138 同上註。

估，研判隧道體有無結構穩定之問題後，方能選擇有效解決隧道病因、恢復營運功能及延長使用年限之最佳施工方式。<sup>139</sup>

## (二) 隧道整體改善方案

本改善工程在完成緊急防護設計、現場檢測調查及隧道修復及安全可行性評估等工作後綜合各階段成果，納入本區所有隧道擬定三種整體改善方案進行評估，其考慮主要針對計畫區之整體交通改善進行評估、隧道修復期間之交通維持與長久穩定性之考量。<sup>140</sup>

### 1. 整治方案說明<sup>141</sup>

#### (1) 第一方案

採下行隧道局部擴挖及上行隧道擴挖為雙車道。為考量上行隧道擴挖為雙車道，在施工期間之交通維持方面，先行局部擴挖下行隧道以供單線通車。

#### (2) 第二方案

採下行隧道明挖及上行隧道擴挖為雙車道。在上行隧道擴挖為雙車道施工期間，先行將緊臨溪側之下行隧道明挖成為路工段。

#### (3) 第三方案

上行隧道襯砌修復之同時另規劃繞過馬陵一號、二號隧道之新線隧道，新線隧道長度約 1000 公尺。

### 2. 方案比較及建議

本改善工程由緊急防護處理、現場檢測調查至隧道安全可行性評估，依據工作成果提出隧道整體改善評估比較，其說明如後：<sup>142</sup>

(1) 第一方案方面，於現有之下行隧道局部擴挖為單線雙向通行之替代路線後，進行上行隧道之擴挖施工（雙向雙線）。本方案工期預計一年半，造價八千九百萬元，施工可行性並無問題。惟擴挖施工之安全為必須特別注意之重點，擴挖時以「先撐後拆」為原則。

(2) 第二方案方面，於下行隧道位置明挖邊坡成單線雙向通行之替代路線後，進行上行隧道之擴挖施工（同方案一）。本方案工期預計二年，造價約需一億五千七百萬元。惟明挖邊坡可能影響既有之下行隧道結構，導致隧道破壞邊坡坍塌，故必須明挖施工前加固隧道，以減低開挖之不良影響。

(3) 第三方案方面，對上行隧道進行隧道襯砌之修復作業之同時，規劃設計繞行馬陵一、二號隧道、新線隧道。本方案工期預計三年，造價約需四億二千九

139 《九二一地震公路搶修及復建專輯》(2000)，頁 194。

140 同上註。

141 《九二一地震公路搶修及復建專輯》(2000)，頁 194。

142 同上註。

百萬元，可避免斷層及邊坡坍塌等不利因素之影響，惟造價較高於其他方案。

- (4)就改善工程之整體考慮，包括環境、工期、造價、維修檢測等因素，故採用第一方案。亦即局部擴挖下行隧道後，再封閉上行隧道進行雙車道擴挖之作業，以改善本區之交通服務品質。
- (5)本工程後基於時程及公路局年度預算之考量，上述方案作為長期改善之方案。中期改善將採隧道結構體補強及外部岩盤改良等方式進行設計，並採用自動監測系統以記錄後續隧道之變形狀況，以作為長期改善方案之決定依據及參考。

### 3.設計方法

依據交通部「老舊交通隧道之安全檢測、維修與補強技術研訂(II)」建議，針對外力變化、襯砌材質劣化與漏水及其他因素三項提出之對策工法，選擇適合本工程特性，並考慮前節所述之經濟、規模及工期等條件，分別加以設計。以下就本工程隧道內之修復改善設計步驟逐一概述：<sup>143</sup>

#### (1)檢測及安全評估結果整合

首先應將各項之檢測結果及隧道之安全評估等加以整合，以作為各項因應對策之綜合研判。

#### (2)改善對策之選擇

依據前述「老舊交通隧道之安全檢測、維修與補強技術研訂(II)」所列之對策工法考慮其使用目的、效能、安全性與施工性等因素，選擇最適之工法再加以詳細之考量，並將其合併於前述之整合圖形上。由於隧道內之損壞甚少因單一因素所引致，故其改善對策可能有所重疊。為求經濟效益，於全線改善對策初步佈設完成後，就隧道各斷面再作一通盤考量，刪除或調整選擇之改善對策。

#### (3)改善對策之細部考量

即使於改善對策選定後，本對策仍受材料、機具、施工方法順序等因素而有所影響。例如，在本工程中對於結構物裂縫考慮其受力行為、灌漿控制之難易及效果與滲水控制等原因，係採具有剛性及止水效果之聚亞-環氧樹脂聚合物，作為結構性裂縫補強之用。不考慮滲漏行為時則僅採剛性之環氧樹脂。對於上述措施同時應再考慮灌漿效果尚須配合鑽孔配置、深度及灌漿壓力等因素，方為完成改善措施之設計。其餘側壁雙排導水施工、頂拱襯砌補強與修復改建施工亦均如上述之方式詳細考量後加以修正而成。即使經過詳細之調查及預測分析，隧道實際之受力行為亦十分難以準確估算，上述各項對策在結構計算

---

143 《九二一地震公路搶修及復建專輯》(2000)，頁195。

上不確定因素甚多，故欲完成改善對策之設計，除藉助部分的數值或理論分析外，仍應以經驗判斷為主要之設計考量。

由於隧道修復採用之改善對策通常不只一種，可能多達十多種，就本工程而言，即採用十二種改善工法。因此，就其改善之目的、功能及施工時可能產生相互之影響程度須決定其施作順序。本工程採用之首要原則為由外而內施作，意即先施作隧道周圍岩盤之改善項目，其次再處理隧道結構與周圍岩體介面改善項目，最後才施作隧道結構體之改善工作。

#### 實務檢討

本隧道的修復雖在施工前均已有明確標示各區段部位應採之改善措施，但由於隧道裂縫及背後空洞等異常原因，仍有可能因外力之持續作用下使得隧道尚在持續變形中或其他因素之影響，各種改善措施於設計至施工仍可能有極大之變異性存在。<sup>144</sup>

#### 四、小結

本隧道早期在技術未成熟及工作環境惡劣的條件修築而成，歷經 30 至 40 年之營運及後續地形、地物的改變或開發，現有該時期營運之隧道要有必要作一全面之調查，以判斷其營運功能是否正常，實為公路營運管理上一重要之課題。

隧道損壞的原因甚為複雜，若欲恢復原隧道之營運功能，除需於調查階段適度增加調查之精確度，尚需於施工時給予現場人員更大之彈性及時間。調查、維修改善及長期監測為老舊隧道維持期營運功能之重要環節，而本隧道已完成調查工作，現正進行損壞改善，後續之自動監測亦將於改善完成後接續進行。

---

144 《九二一地震公路搶修及復建專輯》(2000)，頁 195-196。

## 第六節 台二一線 138k 與 141k 修復

### 一、前言

新中橫公路全線於民國 80 年 (1991) 通車，本路線位於玉山山脈與阿里山山脈之間，由南投縣水里鄉 (台二一線 83k) 至塔塔加鞍部 (台二一線 151K 亦即台十八線 95K 銜接處) 往阿里山，全長 68 公里。大部分路段係沿山壁開鑿，其中 141k+600、138k+500、127k+600 形成上線、中線、下線「之」字型態勢，通車以來歷經無數次颱風與地震之洗禮<sup>145</sup>，均未造成重大損害，但於民國 88 年 (1999) 7 月豪雨及同年九二一集集大地震卻造成 138k+500 處路基缺口與 141k+600 邊坡滑動，導致交通阻斷，圖 4-64 為新中橫公路坍方情形。



圖 4-64 新中橫龍神橋段坍方

拍攝日期：民國 88 年 9 月 25 日

提供者：交通部公路總局

### 二、地質現況

本路段位於神木村東方，塔塔加鞍部北方，公路沿東埔山關建，路線所經地層為沉積岩區之南莊層及和社層，屬第三世紀中新世末變質沉積岩，並以深灰色頁岩或砂頁岩石層為主。岩層破碎且節理發達，路段大部份為順向坡。

### 三、災害狀況及搶修

民國 88 年 (1999) 7 月之豪雨使得 138k+500 上邊坡 (亦為 141k+600 下邊坡) 土石坍塌擋土護坡損壞，其下邊坡擋土牆亦損壞，使得路基下陷形成路基缺口，造成交通阻斷。當時，公路局暫以預拌混凝土拍漿方式舖於路面，避免雨水及地下水滲入路基擴大災情，並維持通車。而 141k+600 處路基下陷適為 138k+500 上邊坡之坍滑，乃

<sup>145</sup> 尤以民國八十五年賀伯颱風單日降雨量達 2000 公釐為最大。

採取回填再加封路面瀝青混凝土以維持交通。九二一集集大地震後，138k+500 處上邊坡再度崩落大量土石，留下破碎岩面變成危石，幸而路面並未損壞。同時，141k+600 下邊坡擋土牆基腳裸露且路面下陷，故再加封瀝青混凝土，以維持交通順暢。<sup>146</sup>

#### 四、地滑災害原因及探討

本路段路線行經受斷層強烈擾動之南莊岩層，邊坡地質破碎，地表覆蓋土層大部份為嘉義至玉山工程處公路闢建時之棄土。該棄土場位於 141k+600 下邊坡，當初僅以鐵絲網蛇籠保護，惟經年累月風吹日曬雨淋造成鐵絲網腐蝕斷裂，無法承受巨大土壓力，遇雨則土石沿山溝淤積至 138k+500 處。加上 141k+500 處之涵管亦匯集上邊坡及其上方 141k+600 處之雨水集中至一點，災害便從此不斷。民國八十八年（1999）七月豪雨災害時 138k+500 上邊坡土石（即棄土場部分）遭沖刷，曾施做擋土牆護坡並設鋼軌樁及廢輪胎以為防護，但因上方棄土場之土石已鬆動，仍無法抵擋豪雨的衝擊。該處災害之成因均屬靜態水壓上升而使有效應力降低，伴隨著剪力遞減，致使側向壓力及土重增加。另外，又因地下水流產生滲流壓力，均大幅降低有效應力及剪力強度，因此造成 138k+500 上邊坡滑動、路基流失及下邊坡擋土牆沖毀。同年九二一集集大地震，造成上線下滑的驅動力增加，再次形成大量土石崩落、擋土牆基礎裸露，且餘震不斷使得災害持續擴大。

#### 五、復建對策及工法之選定

由於本路段並無替代道路，針對此次災害復建對策，擬有幾項方案，以不影響交通之維持為第一要件，且復建必須迅速，表 4-37 敘述復建方案及優缺點之比較。

---

146 《九二一地震公路搶修及復建專輯》(2000)，頁 326。

表 4-33 138k+500 處復建對策及優缺點比較

方案	復建內容	優點	缺點
一	新建明隧道跨越 長約 100m	一勞永逸	經費龐大
二	築鋼橋跨越長約 80m	可成為造型優美鋼構橋， 增添新中橫公路景觀美點。	鋼橋材料需訂作，耗費 時日影響修復時機。 下部結構施工時會影響 交通維持。
三	施做混凝土擋土 牆並施做預力地 錨	容易維持交通且符合經濟 效益。	混凝土擋土牆基礎仍有 繼續淘刷之虞，須再加 強山溝整治。

資料來源：交通部公路總局

本工程經評估後本復建採用方案三之復建方式辦理。另 141k+600 處路基下陷於原擋土牆下邊坡，依現有坡度亦施做混凝土擋土牆並施拉預力地錨，而基礎部分以自鑽式灌漿微型樁加強，排除鋼軌樁無法打入堅硬岩層之困擾。

### (一) 復建工法

#### (1) 路基岩錨擋土牆部份

於 138k+500 處路基上邊坡施做擋土牆護坡牆面，並採用 5cm×5cm 壓條施做 45cm×45cm 方格造型牆面。下邊坡處施做混凝土擋土牆並施拉預力地錨<sup>147</sup>，其可深入滑動層、錨碇於較佳之岩層、穩定路基及增加上半部崩積土層之滑動抗力。

141k+600 處係於原擋土牆下邊坡施做混凝土擋土牆並施拉預力地錨<sup>148</sup>，並依現有坡面開挖基礎後施做自鑽式灌漿微型樁以深入滑動層。

#### (2) 自鑽式灌漿微型樁工法

自鑽式灌漿微型樁本身即為鑽桿，鑽設前鑽桿裝上鑽頭，利用鑽機將鑽桿依設計長度分段接續貫入後，直接由錨桿內注入水泥漿，使錨桿完全錨碇於地層中。灌漿採水泥漿時其水灰比在 0.4 至 0.55 之間，錨桿之鑽孔長度應達規定長度，孔內所有浮土、岩屑應利用鑽機之水力或空壓清理乾淨。灌漿時灌漿材料從錨桿底部開始朝下灌注，待水泥漿灌滿孔流出後，始完成灌漿程序，直接

147 深度平均 12 公尺，間距 2.75 公尺，設計拉力 60 公噸。

148 同上註。



與擋土牆基礎鋼筋搭接後一體成型。

### (3)預力地錨工法

地錨施工中，其鑽孔方法、孔壁清除、鋼鍵安裝、灌漿及各項工作之施工時間均會影響到地錨之錨碇力，而應特別注意。地錨於其使用期間必須定期檢查，以維護正常功能。地錨及使用地錨之結構如其周圍有發現異狀時，即應就量測結果進行檢討。必要時，可以再施拉力釋放及增加地錨數量等方式處理。地錨錨頭部份應加以妥善保護，不得使其受損。

## (二) 排水工程

### 1.路面排水工程

對於山溝及坡面逕流，乃配合水土保持工程在坡頂及坡面設置截水溝，並在道路靠山壁側設置排水溝及穿越道路之橫向鍍鋅格柵板蓋板排水溝，以利淤積土石之清除，避免影響排水功能。

### 2.坡面排水功能

於災區外緣構築「截洩溝」配合「消能池」設施將坡面水截流不至滲入破裂之地層中，經消能後導入道路邊溝放流。坡面分段構築「橫向截洩溝」攔截坡面逕流，減少植生初期之沖刷及滲入土層，匯流後導入「縱向截洩溝」配合「消能池」設施，導入道路邊溝放流。

### 3.水土保持部份

本路段地質岩性鬆軟，且覆蓋新生土石大量流失，水土保持防災計畫應配合整體治山防洪措施始為治本之道，而暫時僅能就受災坡面配合道路復建之迫切性與初步之災害防止。整坡工程由於坡面坍塌後造成土石鬆動，故必須先削除危石、清除殘土石屑，以利掛網及植生等後續之水土保持作業以及施工期間人員之安全。上邊坡型框植生護坡工程由於岩裂發達，浮屑不穩，坡面粗糙度大，表層植被並無法克服，故採以土木結構與「型框植生護坡工法」。本工法於台二一線 107k+200 上邊坡、109k+500 上邊坡、132k+500 上邊坡、134k+200 上邊坡等地施做，經九二一地震後大均未損壞，有不錯的成效。

## 六、復建經費

本路段由於先受民國 88 年 ( 1999 ) 7 月份豪雨肆虐繼受同年九二一集集大地震災害衝擊，且餘震造成災情擴大，經核算結果計需修復經費六仟餘萬元 ( 詳表 4-38 )。<sup>149</sup>

149 《九二一地震公路搶修及復建專輯》( 2000 )，頁 330。

表 4-34 復建經費表

88 年 7 月豪雨災害 138k+500 路基流失便道搶修部份				
工程項目	單位	單價	數量	總(仟元)價
機械挖土石方	m <sup>3</sup>	108	3291	355
舖壓 40cm 厚碎石級配料	m <sup>3</sup>	450	216	97
280kg/cm <sup>2</sup> 預拌混凝土	m <sup>3</sup>	1820	155	282
零星工程	式		1	247
合計				981
141k+600 下邊坡部份				
工程項目	單位	單價	數量	總(仟元)價
51mm $\phi$ 自鑽式灌漿微型樁	支	11550	42	485
混凝土擋土牆	m <sup>2</sup>	4500	833	3749
預力地錨	m	3646	902	3289
型框植生護坡	m <sup>2</sup>	1001	6998	7005
截洩溝	m	621	492	306
紐澤西護欄	m	1500	154	231
零星工程	式		1	1848
合計				33493
138k+500 上邊坡部份				
工程項目	單位	單價	數量	總(仟元)價
人工整坡	m <sup>3</sup>	160	1405	225
型框植生	m <sup>2</sup>	1012	12372	12520
截洩溝	m	560	1314	736
零星工程	式		1	3637
合計				17118
138k+500 路基部份				
工程項目	單位	單價	數量	總(仟元)價
路基上方擋土牆	m <sup>2</sup>	2000	250	500
路基下方擋土牆	m <sup>2</sup>	4500	650	2925
預力地錨	m	3464	734	2676
紐澤西護欄	m	1500	190	285
舖設密級配瀝青混凝土	t	1100	237	261

便道設施及維持費	式		1	137
零星工程	式			2495
合計				9279
總計				60871

資料提供：交通部公路總局

## 七、小結

邊坡地滑的整治，事前的地質及水文調查分析固然不可缺少，但是在諸多整治工法的選用上，仍應因地制宜。

本次復建工程之上邊坡型框植生護坡，在賀伯颱風及九二一集集大地震災害前引進使用於新中橫公路邊坡災害修復之案例，經歷此兩次巨大天然災害都未受損，可見其適用於本路段之地質。另下邊坡岩錨擋土牆在台二一線 107k 及 109k 賀伯風災復建時採用，經九二一集集大地震災害之擾動下亦都未受損，故本路段災害處理遂結合兩者應用於此次滑動之大面積之坍塌整治。

## 第七節 指標性橋梁重建工程

### 一、前言

九二一地震對中部災區的公路而言，由於車籠埔斷層幾與台三線相重疊，因此該線上的石圍橋、東勢橋、烏溪橋、貓羅溪橋、名竹橋都受到極嚴重的損害。129 線一江橋座落於臺中縣太平與車籠埔間，其插翅般的落橋景觀堪稱一奇。斷層帶延伸到雲林縣草嶺地區，149 線桶頭橋完全震毀。即使不在斷層帶上的橋梁，如 127 線新溪南橋及台十四線炎峰橋，墩柱、帽樑均遭強烈剪力破壞，施工中的集鹿大橋亦不例外，上述橋梁之基本資料與受損情形如見 4-65，橋梁與斷層位置關係圖如見 4-39。石圍橋、東勢橋、一江橋及桶頭橋等四座橋梁必須徹底改建，烏溪橋、名竹橋、炎峰橋三座橋梁則局部拆除重建。而貓羅溪橋、新溪南橋及集鹿橋等三座橋梁則採用補強方式修復。其修復時間、經費與執行單位詳見 4-40。

橋梁是道路的溝通者，一旦阻斷，會造成溪流兩岸的隔絕，輕則民眾無法通行，重則耗費社會成本，甚至造成局部地區的經濟蕭條，因此橋梁重建之腳步刻不容緩。本節旨在針對東勢大橋、名竹大橋、石圍橋、烏溪橋、貓羅溪橋、一江橋、桶頭橋、新溪南橋、炎峰橋以及集鹿大橋等十五座破壞較嚴重之橋梁，說明其受災、搶通及重建歷程。上述橋梁復建自石圍橋於民國 89 年 ( 2000 ) 2 月 21 日起陸續開工，至民國 91 年 ( 2002 ) 9 月 20 日集鹿大橋完工，一座座嶄新的耐震橋梁呈現在國人眼前，值得民眾回顧與前瞻。

受損重要橋梁在修復或重建時，面臨諸多難題。諸如位於地震斷層帶者受否應改線或原址重建問題，落橋防止措施及先進支承系統之引進問題等。其他尚有涉及地震前完工不久的新橋，其震損原因之深入探討問題；又如施工中交通維持之便道便橋雖屬簡易工程，但遭逢豪雨、洪水時輒沖毀而斷絕交通，其重要性不容忽視，相關問題亦值得討論。

表 4-35 指標性橋梁基本資料與受損表

名稱	位置	基本資料	災損形式
石圍橋	台三線 163K+210 至 163K+285，位於卓蘭與東勢交界，跨越沙蓮溪。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.總長 75 公尺曲線橋，曲線半徑 170 公尺，橋寬 24 公尺。</li> <li>2.北上線(上游側)、南下線(下游側)橋梁分離，為 3@25 公尺簡支預力混凝土樑，每孔 5 支樑。</li> <li>3.單柱式橋墩、沉箱基礎構造。</li> <li>4.民國 83 年 9 月竣工。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.東勢端南下線第二、三橋面落橋，北上線第三孔落橋。</li> <li>2.南端往東勢引道左側擋土牆側移、路面龜裂。</li> </ol>
東勢大橋 (原東豐大橋)	台三線 169K+250 至 169K+823，位於東勢與豐原交界，跨越大甲溪。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.總長 573 公尺直線橋，橋寬 30 公尺，為 22 孔 26M±之預力混凝土樑橋。</li> <li>2.由三部份組合而成，中間部份於民國 51 年竣工，為二孔連續 PC 樑構造。上部結構含 4 根預力混凝土樑，橋面寬度 9.1 公尺，下部結構為壁式橋墩，採直接基礎。</li> <li>3.兩側拓寬部份於民國 77 年竣工，此部份係自中間舊橋往兩側拓寬成全寬 30 公尺之橋面，兩側上部結構各含 4 根(上游側)或 5 根(</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.部分大樑位移且自支撐座掉落，造成橋面變形、新舊橋面產生 10 至 20 公分落差。</li> <li>2.部分上部結構之橋面及大樑向上游側位移約 30 至 50 公分。</li> <li>3.橋墩軀體混凝土剝離鋼筋外露。</li> <li>4.支撐座附近樑端混凝土破裂剝離。</li> <li>5.樑底懸空、樑身折斷。</li> <li>6.原有基礎採用獨立基腳，因河水湍急，有沖刷之虞。</li> </ol>

		下游側)預力混凝土樑，下部結構為單柱式橋墩採直接基礎。	
烏溪橋	台三線 210K+371，位於霧峰與草屯交界，跨越烏溪。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.全長 624.5 公尺，路寬 26 公尺，霧峰端路線平直，草屯端緊鄰橋台則為一曲線佈設。</li> <li>2.原設計橋梁為北上、南下分離之二座橋梁，北上線橋寬 12.5 公尺，約於民國 62 年興建完成；南下線橋寬 12.5 公尺於民國 71 年興建完成。</li> <li>3.橋梁上部結構型式為預力混凝土樑，橋梁跨徑配置主要為 34.84 公尺。</li> <li>4.下部結構為混凝土長圓形橋墩，南下線橋基為直徑 6mφ 深 13 至 16m 之沉箱基礎。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.北上線第一、二孔橋面落橋、預力樑斷裂。</li> <li>2.南下線橋面傾斜。</li> <li>3.南下線 P1 至 P5 橋墩柱嚴重剪力裂損、混凝土破碎、鋼筋拉斷。</li> </ol>
貓羅溪橋	台三線 217K+870 至 218K+790，位於台三線，介於草屯鎮與南投市之間，跨越貓羅溪。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.上部結構每孔含 4 根鋼 I 型樑，鋼帽樑與上部結構採剛接方式。</li> <li>2.下部結構為混凝土單柱式橋墩，鋼帽樑置於混凝土橋墩之上，利用錨碇鋼</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.混凝土橋墩頂部損壞，外懸鋼帽樑及橋面因而向外傾斜。</li> <li>2.混凝土橋墩頂部混凝土剝落並產生 45°斜向裂縫。</li> </ol>

		構及剪力釘錨碇於 混凝土橋墩之中。	
名竹大橋	台三線 234K+607 至 235K+307，位在 名間與竹山交界， 跨越濁水溪。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.總長 700 公尺，橋寬 19 公尺。</li> <li>2.上游側為北上線、下游側為南下線，上部結構為預力混凝土樑，計 28 跨，每跨 25 公尺，每孔各 4 支樑。</li> <li>3.下部結構為上下行分離懸臂式橋墩，圓形墩柱、沉箱基礎構造。另在下游側每跨徑之間遺留舊沉箱基礎。</li> <li>4.民國 79 年竣工。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.北上線第 22、25、27 孔橋面落橋，南下線第 22、23、24、25、27、28 孔橋面落橋。</li> <li>2.鄰近區域有地裂情形。</li> <li>3.橋墩 P22 至 P27 均產生斷裂、壓毀或嚴重傾斜。</li> </ol>
延平橋	台三線 240k+031 上 ，位於南投縣竹山 鎮境內。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.全長 78 公尺，共 6 跨，路寬 18.3 公尺，線形為直線橋，於民國七十五年（1986）五月興建完工。</li> <li>2.橋梁上部結構型式為預力混凝土樑，跨位配置為 13 公尺。下部結構為混凝土壁式橋墩，橋墩高 5 公尺。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.南下方向之橋面破裂（縱向裂縫寬達 24 公分），且傾斜下陷，墩柱與橋台傾斜，連接橋梁路面嚴重破損。</li> <li>2.第二墩橋柱因墩柱一邊沈陷造成壁式墩柱於中間處出現明顯的垂直裂縫，而橋台亦出現傾斜破壞之情形。</li> </ol>
炎峰橋	台十四線 26k+937	1.本橋全長 455 公尺	1.第二跨（由東向西算

	<p>之南投縣境內。</p>	<p>、寬 16 公尺，為四線混合車道，橋梁跨數共 13 跨，跨徑為 35 公尺，橋墩高度為 11 公尺。</p> <p>2.橋梁之上部結構為 I 型預力樑，下部結構為重力式橋台，橋台為直接基礎，墩柱為雙柱形成之剛架橋柱，並採用沉箱基礎。</p> <p>3.於民國七十三年 ( 1984 ) 三月竣工。</p>	<p>起) 產生明顯之錯位，其中與第一跨連接之伸縮縫產生 14 公分之位移，上下高程差 4 公分，縱向位移達 2 公分。</p> <p>2.於橋體第三與第四跨連接處產生近 50 公分之水平位移。</p> <p>3.橋柱與帽樑發生錯動，相接處發現混凝土剝落鋼筋露出之現象。</p> <p>預力樑之支承遭受位移破壞。</p>
<p>集鹿大橋</p>	<p>北起南投縣集集鎮與台十六線 9.5 公里處交會，南至鹿谷鄉瑞田村銜接 131 線，跨越濁水溪並與水里鄉玉峰大橋遙遙相望。</p>	<p>1.跨濁水溪主橋為二跨連續斜張橋，跨徑為 120 公尺+120 公尺，橋塔採混凝土構造，塔高 58 公尺。</p> <p>2.上部結構採預力混凝土構造，與主塔採剛接方式。</p> <p>3.橋面寬度 24 公尺，鋼索錨碇於橋面中央，採左右二排配設，全橋共計使用 68 根鋼索。</p> <p>4.二側引橋上部結構採用 PC 樑與中空版樑等二種結構型</p>	<p>1.橋塔軀體混凝土開裂，橋塔底部混凝土剝落。</p> <p>2.鋼索斷裂。</p> <p>3.橋塔與橋面剛接處混凝土開裂。</p> <p>4.斜張橋與鄰跨引橋銜接處橋墩混凝土破損，盤式支承及其混凝土墊塊錯位壓潰。</p> <p>5.引橋橋面產生側向位移錯動。</p>



		式。 5.本橋當時尚未完工。	
長庚大橋	中 44-1 縣道(石城街)·位於東勢鎮與石岡鄉交界處·跨越大甲溪。	1.總長約 400 公尺·橋寬 13 公尺·為 12 孔之預力混凝土橋梁。 2.上部結構每孔含 5 支 I 型樑。 3.下部結構為單柱式橋墩·採沈箱基礎。 4.本橋於民國 76 年 7 月竣工。	1.石岡端二孔橋面落橋。 2.上部結構互相推擠·PC 樑推擠相鄰孔產生落橋 3.石崗側橋梁入口處隆起約 50 公分。
埤豐橋	位於豐原市·東勢鎮與石岡鄉交界處·跨越大甲於石岡水壩下游約 1 公里處。為縣道(中 44 線后東路)及省道(台三線)之重要連接橋梁。	1.總長約 390 公尺·橋寬 13 公尺·為 13 孔 3 跨度 30 公尺之預力混凝土橋梁。 2.上部結構每孔含 4 支 I 型樑。 3.下部結構為單柱式橋墩。 4.於民國 80 年元月竣工。	1.靠近豐原埤頭端之三孔橋面落橋。 2.橋梁上游側斷層錯動·造成大甲溪上游側之石岡水壩損壞·並在橋位偏上游側產生落差·形成小型瀑布。 3.橋面產生順時針扭轉·橋墩自根部毀壞崩塌。 4.河岸傾斜·橋墩基礎底部土壤有噴砂現象。
一江橋	中 129 縣道·位於台中縣太平市·跨	1.原有橋：總長約 276 公尺·橋寬 9	1.舊橋部份於台中端第一至九孔橋面落橋。

	越頭汴坑溪	公尺，為雙 T 型斷面混凝土樑，壁式橋墩。 2.施工中新橋：於現有橋上下游兩側向外拓寬，目前橋台及橋墩正施工中，上部結構預力混凝土樑正於橋旁預鑄場施工中。	2.無落橋之各橋面構造有嚴重位移，致伸縮縫損壞、橋梁錯開情形。
新溪南橋	中 127 縣道，位於台中縣烏日鄉，連通霧峰與烏日之河川跨越橋。	1.全長 500m，路寬 19m，番子園端路線平直，五光(北端)緊鄰橋台為曲線佈設。 2.為典型之箱型橋梁，於民國 85 年興建完成。 3.橋梁上部結構型式為箱型樑，橋梁跨徑配置主要為 55 公尺。 4.下部結構主要為三柱剛架橋柱，直線部份為典型之方形單柱橋墩。	1.橋梁之護欄及伸縮縫有明顯壓碎。 2.橋梁有偏心載重產生之扭曲裂縫。 3.墩柱之頂端有壓碎，剪切裂縫。 4.基礎部份有受損及沉陷。 5.附近發現有土壤液化情形。
鯉魚大橋	投 53 線北端，位於竹山鎮、跨越清水溪，為竹山鎮清水溪西側鯉魚等社區與 149 線銜接之要道。	1.總長 546 公尺直線橋，為 14 孔之預力混凝土橋梁，橋寬 5 公尺，其中有一孔為 7 公尺以供會車之用。	1.普遍每孔上部結構有一端之鋼支承座傾倒，使該孔橋面在該端支承處滑落，造成兩鄰近跨間於橋墩處有 10 餘公分落差。

		2.於民國 77 年 12 月竣工，下部結構為單柱橋墩。	2.橋台後之填土段下陷，使橋面與填土引道間有高低差。
龍門大橋	投 53 線南端，位於竹山鎮，跨越清水溪，為竹山鎮清水溪西側木瓜潭等地區與 149 線銜接之要道。	1.總長 480 公尺直線橋，為 12 孔 40M 之預力混凝土橋梁，每孔兩支預力樑，橋寬 5 公尺，其中有一孔為 7 公尺以供會車之用。 2.於民國 71 年 12 月竣工，下部結構為單柱橋墩、沉箱基礎。	西側端之第二、三孔上部結構落橋、預力樑折斷。
桶頭橋	149 線 13K+633，位在南投縣，為竹山通往桶頭、草嶺之重要交通孔道。	總長 160 公尺，橋寬 9 公尺，為 4@40 公尺簡支預力混凝土樑橋，每孔 3 支 I 樑，單柱式之懸臂橋墩與沈箱基礎構。	1.P1 至 P3 橋墩柱嚴重壓潰與帽樑剪斷。 2.竹山端橋台 A1 位移、引道路面嚴重沈陷。 3.P1 至 P3 橋柱嚴重壓潰、混凝土破碎損壞、鋼筋拉斷、帽樑斷落。

資料提供：公路局二區工程處



圖 4-65 指標性橋梁與斷層之相關位置

提供者：中華工程顧問公司

表 4-36 指標性橋梁修復時間、經費與執行單位表

橋梁名稱	工程時間	所需經費 ( 元 )	執行單位
石圍橋	89 年 2 月 21 日至 89 年 12 月 14 日	71,000,000	公路局二區工程處
東勢大橋	89 年 6 月 30 日至 91 年 2 月 4 日	425,000,000	公路局二區工程處
烏溪橋	89 年 4 月 26 日至 90 年 3 月 15 日	317,000,000	西部濱海公路中區 工程處
貓羅溪橋	89 年 10 月 1 日至 90 年 1 月 1 日	13,000,000	公路局二區工程處
名竹大橋	89 年 3 月 30 日至 89 年 12 月 5 日	120,900,000	公路局二區工程處
延平橋	89 年 4 月 15 日至 89 年 9 月 11 日	16,000,000	公路局二區工程處
炎峰橋	89 年 6 月 3 日至 90 年 4 月 30 日	133,500,000	公路局二區工程處
集鹿大橋	85 年 5 月開始建 造施工，91 年 10 月 21 日開放限小 型車通行，未完全 修復。	原工程經費： 865,560,000 修復經費： 100,000,000	公路局二區工程處
長庚大橋	90 年 4 月至 92 年 7 月 29 日	200,000,000	台中縣政府
埤豐橋	89 年 3 月 1 日至 89 年 12 月 31 日	66,000,000	台中縣政府
一江橋	89 年 10 月 31 日 至 90 年 5 月 8 日	95,260,000	公路局二區工程處
新溪南橋	88 年 10 月 4 日至 88 年 10 月 27 日	9,240,000	公路局二區工程處
鯉魚大橋 龍門大橋	88 年 12 月 7 至 89 年 5 月 10 日	合計 200,000,000	國道新建工程局
桶頭橋	89 年 4 月 2 日至 89 年 12 月 27 日	103,500,000	公路局五區工程處

資料提供：公路局二區工程處



## 二、石圍橋

石圍橋位於臺中與苗栗交界處，本橋係位於東勢鎮跨越沙蓮溪上，為東勢往卓蘭台三線省道必經之重要橋梁，九二一地震時橋齡約僅五年。結構型態為混凝土簡支多跨橋，橋形略為彎曲。其北上與南下車道各為獨立之橋梁，各橋橋墩為單柱式，各橋梁每跨橫向由 5 支混凝土樑所組成，並有橫隔板加以連接，而九二一集集大地震造成該橋完全毀損。

### (一) 橋梁概況

本橋為總長 75 公尺之曲線橋，曲線半徑 170 公尺，橋寬 24 公尺。北上線（上游側）、南下線（下游側）橋梁分離，為 3 孔之 25 公尺簡支預力混凝土樑，每孔 5 支樑，單柱式橋墩及沉箱基礎構造，於民國 83 年（1994）9 月竣工。<sup>150</sup>

### (二) 橋梁損害情形

該橋於東勢端南下線第二、三橋面落橋，北上線第三孔落橋。東勢端橋台受土壤擠壓嚴重傾斜，其兩側堤岸道路擋土牆崩塌，而南端往東勢引道左側擋土牆側移及路面龜裂。南下線 P2 橋墩破壞並向卓蘭端傾斜，北上線 P2 橋墩破壞並向上游側傾斜。北上線 P1 橋墩有明顯剪力裂縫。<sup>151</sup>地震後的石圍橋如見 4-66。



圖 4-66 地震後的石圍橋

拍攝日期：民國 88 年 9 月 24 日

提供者：國家地震工程研究中心

### (三) 便道搶通工程

台三線石圍橋跨越大甲溪支流沙連溪，於九二一集集大地震造成該橋南端二跨橋面墜落，使苗栗縣卓蘭與臺中縣東勢間交通中斷。為儘快恢復該地區之交通，公路總局於該橋上游側河床施設土堤便道，埋設 15 道直徑 1.5 公尺之水泥涵管共計 139 支（每道 8 至 11 支），4 道直徑 1.2 公尺之水泥涵管共計 39 支（

150 國家地震中心工程研究中心，《九二一地震震災調查總結報告》，頁 37。

151 同上註。

每道 8 至 11 支 )，於民國 88 年 ( 1999 ) 9 月 28 日完工通車，並恢復台三線交通。便道使用期間歷經民國 89 年 ( 2000 ) 雨季汛期，因上游連日豪雨山洪暴發，先後造成民國 89 年 ( 2000 ) 4 月 29 日凌晨及民國 89 年 ( 2000 ) 6 月 17 日凌晨兩次沙連溪洪水暴漲，夾帶大量上游垃圾與漂流浮木堵塞便道涵管入水口，頓時涵管失去排洪功能，溪水暴漲溢頂淹沒便道路面。土堤便道水泥混凝土護坡面亦遭漂流浮木撞擊破損產生裂縫，洪水大量滲入土堤內部產生管湧淘空路基底層，土堤路面下陷約 40 公分，造成交通中斷，經緊急搶修後才恢復交通。<sup>152</sup>

#### ( 四 ) 損壞原因探討

石圍橋之破壞極乃由於邊坡滑動所造成，石圍橋東勢端有斷層通過，且其附近之東西向水平加速度高達 502gal<sup>153</sup>，垂直加速度高達 520gal，因此造成落橋及邊坡滑動。此一邊坡滑動造成南側橋台向北傾斜，以及橋南端之擋土牆傾倒。此外，在橋之北端有重柏油擠裂之現象，造成石圍橋南側西邊之第一跨及第二跨以及南側東邊第一跨落橋，橋北側東邊之第一橋柱亦有朝東之撓剪力破壞。<sup>154</sup>

#### ( 五 ) 主橋重建情形

依據公路總局重建準則，石圍橋採全部打除重建。新建橋梁為 2 跨連續曲線鋼鈹樑結構，跨度分別為 47.5 公尺與 49.5 公尺，每孔 10 支鋼鈹樑，間距 2.4 公尺，樑深不等距 ( 2.5 公尺至 2.8 公尺 )，總長 97 公尺，橋寬 24 公尺，防撞鋼鈹柱橋墩 1 座，懸臂式橋台 2 座，全長均為半徑 170 公尺之曲線路段。為避開原有墩位、橋台及考量水利防洪等因素，僅於河道中央附近立一橋墩，原有兩端引道並予退縮，以加大跨徑方式配置，河中橋墩並以順水流方向，與橋面法線方向成夾角配置。由於橋梁中心線曲率半徑為 170 公尺，故曲樑效應非常顯著，橋體需較強與較密之側向支撐，以降低變形量。因此，橫樑採用 I 形樑，以提供足夠之側向支撐。下部結構為三柱框架式圓形橋墩，橋柱直徑 2.6 公尺，除於帽樑底及基礎頂各留設 5 公分空隙外，全高以 10 公釐厚之鍍鋅防撞鋼鈹完全包覆。基樁直徑 1.5 公尺，採全管場鑄施工。橋台每座 6 支基樁，橋墩為門架式，共有 18 支基樁，配合使用高阻尼橡膠隔減震支承 ( HDR ) 及防落橋裝置，重建中的石圍橋如見 4-67。本工程重建總經費為七千一百萬，於民國 89 年 ( 2000 ) 2 月 21 日開工，完工於民國 89 年 ( 2000 ) 12 月 14 日，<sup>155</sup>完工後的石圍橋如見 4-68。

152 《九二一集集大地震公路重要橋梁復建設計與施工》( 2002 )，頁 163-164。

153 1gal 等於 0.001g，g 為重力加速度。

154 國家地震中心工程研究中心，《九二一地震震災調查總結報告》，頁 38。

155 九二一重建會全球資訊網，<http://portal.921erc.gov.tw/default.asp>





圖 4-67 重建中的石圍橋

拍攝日期：民國 89 年 3 月

提供者：國家地震工程研究中心



圖 4-68 重建後的石圍橋

拍攝日期：民國 89 年 12 月

提供者：國家地震工程研究中心

### 三、長庚大橋

本橋跨越大甲溪，位於石岡水壩上游約一公里處，為連絡東勢下灣與石岡之孔道，屬臺中 44-1 縣道（石城路）之雙向四車道之公路橋梁。地震時斷層線於該橋南側附

近經過，距離約 0.24 公里，強烈的地震造成長庚大橋南側緊鄰橋台之兩跨橋面落橋，且橋面落橋時彼此拉扯推擠，造成橋台東勢端引道及附近橋孔隆起約 50 公分，其餘部分橋面亦受到不等程度之擠壓破裂。震災初期由軍方海軍陸戰隊於落橋處，緊急搶修臨時通車便道，以維持當地交通。

#### (一) 橋梁概要

長庚大橋在中 44-1 縣道上，座落於東勢鎮與石岡鄉交界處，跨越大甲溪。總長約 400 公尺，橋寬 13 公尺，為 12 孔之預力混凝土橋梁，上部結構每孔含 5 支 I 型樑，下部結構為單柱式橋墩，採沈箱基礎。<sup>156</sup>

#### (二) 橋梁損害情況

在九二一地震後，本橋靠近石岡端二孔橋面發生落橋，造成當時無法通行。主要損壞為石岡端二孔橋面落橋，其因上部結構互相推擠，PC 樑推擠相鄰孔產生落橋，而石岡側橋梁入口處隆起約 50 公分，如見 4-69。<sup>157</sup>

#### (三) 災後交通情況

於石岡端之落橋部份，由軍方海軍陸戰隊緊急搶修臨時通車便道，於民國 88 年 (1999) 10 月初開放通行。

#### (四) 初步損壞原因探討

由於斷層經過長庚大橋西北側，因此造成第一橋柱向南傾斜及第一、二跨落橋。本橋之損壞主要受近斷層之地表錯動及過大之地震力所造成<sup>158</sup>。

本橋損害屬於典型落橋現象，於現場可明顯見到帽樑上止震塊等防落裝置由於地震力過大以擠壓破碎。由此例可知，簡支橋易生落橋災情，故在防落橋裝置上應該更加注意。

---

156 國家地震中心工程研究中心，《九二一地震震災調查總結報告》，頁 48。

157 同上註。

158 石岡端之地表加速度 502gal，南北向 362gal，垂直向 520gal。



圖 4-69 地震受損的長庚橋

拍攝日期：民國 88 年 9 月

提供者：國家地震工程研究中心

除落橋造成橋台、第二、三跨上部結構受損，以及第一橋柱傾倒外，其餘結構未見明顯外傷。本橋之修復工作除第一橋墩及第一到第三跨大樑與橋面重建之外，另改善支承結構，如擴大支承寬度及增加防落橋措施。<sup>159</sup>

#### (五) 修復概況

東勢鎮石城地區之長庚橋嚴重受損交通中斷，經過行政院公共工程委員會及重建委員會補助經費重建，經費共約二億餘元，縣府工務局長翁文德表示，當初該橋因牽涉司法單位的蒐證，所以重建工程雖然在發包在民國 89 年（2000）2 月底完成，但長庚舊橋遲至民國 90 年（2001）3 月才遭解除限制拆除，90 年（2001）4 月才正式動工興建。而在民國 89 年該橋發包後，同年 8 月經濟部水利處第三河川局重新檢討百年洪水位防洪計畫高程，限制縣府不得以舊橋高程重建，所以進行變更設計程序，重新將橋面高度提高三公尺。本復建工程係將原橋打除重新施作新橋，施作總長度為 400.4 公尺、寬度為 13 公尺，採混凝土預力樑及沉箱基礎方式施作。

興建完成之長庚橋可繼續供應石岡鄉與東勢鎮石城地區居民往來，使行駛台三線往豐原、石岡地區車輛更加便利，並紓解東勢往石岡方向之交通流量，相當具有運輸效益。本橋於民國 92 年（2003）7 月 18 日完工，並於 92 年（2003）7 月 29 日通車。

#### 四、埤豐橋

埤豐橋位於石岡水壩下游約一公里處跨越大甲溪，介於東勢埤頭山與豐原埤

159 國家地震中心工程研究中心，《九二一地震震災調查總結報告》，第六章，頁 49。

頭之間，為東勢鎮埤頭里居民通往石岡鄉、豐原市之主要橋梁，亦為縣道（中 44 線后東路）及省道（台三線）之重要連接橋梁。埤豐橋南端第一跨恰好位於九二一集集大地震車籠埔斷層上，由於逆斷層作用造成隆起高差達 7.8 公尺，使得上游側河床產生落差，儼然形成一小型瀑布，蔚為奇景，同時亦使得南端三個跨度上部結構落橋，損壞極為嚴重，至於其餘 10 跨，經檢視並無明顯損傷。

### （一）橋梁概要

埤豐橋位於豐原市、東勢鎮與石岡鄉交界處，跨越大甲溪於石岡水壩下游約一公里處。該橋為總長約 390 公尺，橋寬 13 公尺，為 13 孔 3 跨度 30 公尺之預力混凝土橋梁，上部結構每孔含 4 支 I 型梁，下部結構為單柱式橋墩，於民國 80 年（1991）元月竣工。<sup>160</sup>

### （二）橋梁損害情形

由於九二一地震時車籠埔斷層通過本橋豐原埤頭端處，造成三孔橋面發生落橋而無法通行。橋梁上游側斷層錯動，造成大甲溪上游側之石岡水壩損壞，並在橋位偏上游側產生落差，形成小型瀑布。另外，橋面產生順時針扭轉，使得橋墩自根部毀壞崩塌，其損毀情形如見圖 4-70。<sup>161</sup>

### （三）初步損壞原因探討

埤豐橋之主要破壞為在石岡鄉端的前三跨落橋。由於斷層恰通過該橋石岡端的第一跨，使得該端橋台與第一根橋柱明顯的被舉起，而第二根橋柱則是連同沈箱基礎被舉出水面，造成第二根橋柱整根沿著車行方向平躺於河面上，上方則是掉落的第三跨橋面。由現地觀察發現，第一根橋柱與倒塌的第二根橋柱並無其他剪力或撓曲裂縫，可得知該橋在地震當時是先產生橋柱上移與倒塌，而造成落橋破壞。此外，斷層帶經過使得河床產生了約 2、3 公尺的水面落差，造成了一個類似小瀑布的奇觀。<sup>162</sup>

---

160 國家地震中心工程研究中心，《九二一地震震災調查總結報告》，第六章，頁 54。

161 同上註。

162 國家地震中心工程研究中心，《九二一地震震災調查總結報告》，第六章，頁 55。



圖 4-70 震後損毀的埤豐橋

拍攝日期：民國 88 年 9 月 28 日

提供者：國家地震工程研究中心

#### (四) 修復情形

經九二一地震之後，石岡水壩、長庚橋及石圍橋均嚴重受損，鄰近交通幾乎完全中斷。因此，將埤豐橋採部分重建以解決卓蘭東勢等鄉鎮通往石岡鄉及豐原市之交通問題，除可避免重建工程引起之交通危險及嚴重塞車之現象，亦可解決居民通行之問題。本修復工程由臺中縣政府負責，包括新建橋台一處（豐原端），橋墩五座，預力大樑 15 支，修復南側橋台引道 83 公尺，重建懸臂式擋土牆 113 公尺，修復總橋長 180 公尺，工程總經費約為六千六百萬元，於民國 89 年（2000）3 月 1 日開工，民國 89 年（2000）12 月 31 日完工，重建後的埤豐橋如見圖 4-71。<sup>163</sup>

163 《九二一集集大地震橋梁災後重建及補強資料之彙整與研究》（2002），頁 22。

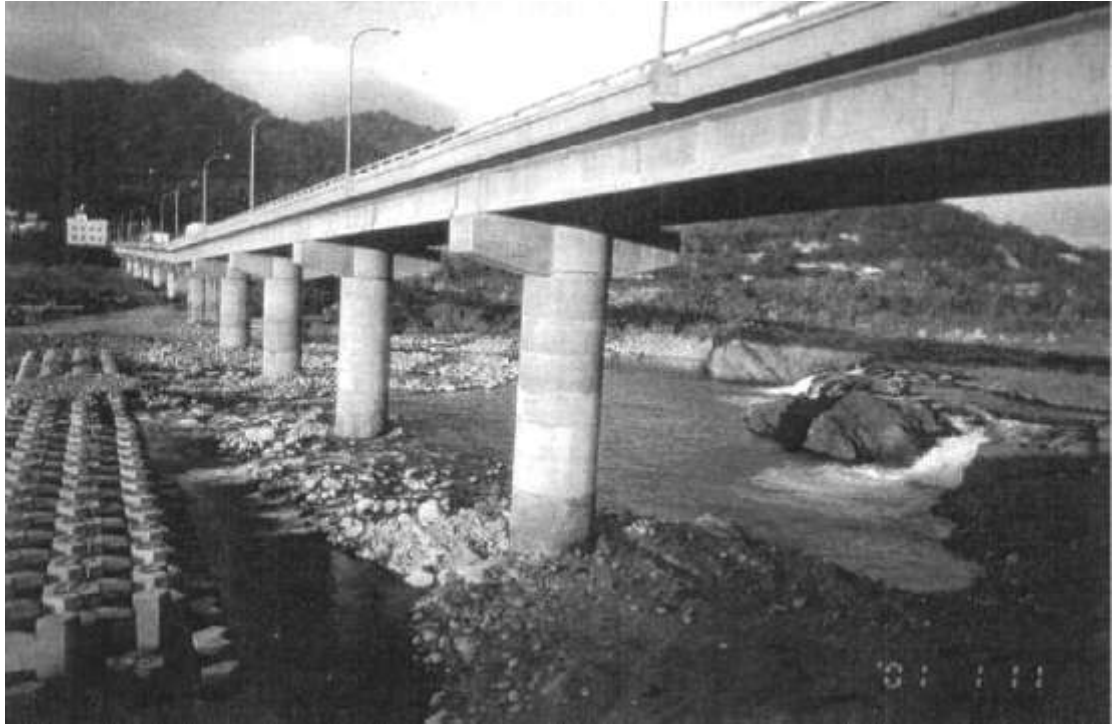


圖 4-71 重建後的埤豐橋

拍攝日期：民國 90 年 1 月 11 日

提供者：國家地震工程研究中心

## 五、東勢大橋

九二一集集大地震發生時，大地於瞬間隆起、位移，導致橫跨於大甲溪中游聯絡豐原與東勢之重要橋梁東勢大橋<sup>164</sup>嚴重受創，交通因而中斷，救災工作受阻。東勢大橋位於台三線，為聯絡豐原、石岡往來卓蘭、東勢、谷關之重要公路，亦為本次大地震後東勢、谷關災區主要的聯外道路。地震後東勢災情非常嚴重，但聯外橋梁岌岌可危，該地區醫療物資及救援工作端賴此橋梁運補，搶修工作刻不容緩。

### (一) 橋梁概要

本橋為總長 571 公尺之直線橋，橋寬 30 公尺，由 22 孔預力混凝土樑建構而成，分為二次擴建完成。原中間部份上部結構為 2 孔連續預力混凝土樑構造，跨距 52 公尺。上部結構使用 4 根預力混凝土樑結構，橋面寬度 9.1 公尺。下部結構為重力式橋墩，採用直接擴大基礎，於民國 51 年（1962）竣工。在兩側拓寬部份，上部結構為單孔預力混凝土樑構造，跨距分別為 26 公尺及 25 公尺。左側（下游側）為 5 根預力混凝土樑結構，右側（上游側）為 4 根預力混凝土樑結構，下部結構為單柱式混凝土橋墩，採用直接擴大基礎，於民國 77 年（1988）完工。<sup>165</sup>

### (二) 地震損害情形

---

164 原東豐大橋。

165 《九二一地震公路搶修及復建專輯》（2000），頁 51。

在地震發生後，整座橋梁上部結構均向上游側偏移，所有預力樑支承均移位，大部份預力混凝土樑自支承座滑脫。另外，上游側之外側樑均部份懸空，側向支承長度不足，原中間舊橋部份外樑已嚴重側移，並撞及上游側帽樑。所有支承構造普遍損害，中間舊橋各鋼支承傾倒，且錨碇螺栓折斷。上游與下游側各橡膠支承墊破裂及損壞，並滑出支承座。部份大樑因受地震影響，支承處之側移量過大，致使樑身折斷，且預力樑內之有效預力可能減少或消失。部份隔樑遭強震而破裂及損壞，而部份預力樑端支承處之混凝土破裂且剝落。

由於橋面往上游側走位，導致各部橋面版外端懸空，造成橋面變形與分離，使得新舊橋面產生 10 到 52 公分落差。原中間舊橋橋墩與上游與下游側之橋墩有震撞情形，形成帽樑混凝土龜裂、剝落。有多處橋柱與橋台因受地震水平震力影響，產生挫屈、軀體混凝土剝離、鋼筋外露及傾斜，而部份橋柱有明顯環繞狀裂縫與斜裂痕。<sup>166</sup>

### (三) 損壞原因探討

東勢大橋並非位於車籠埔主斷層上，而是緊臨主斷層之南側，因此其損壞純粹為強烈地震力所引致。多位專家學者至現地勘查，均指出該橋及鄰近地區之東西向水平及垂直地表加速度均超過 500gal<sup>167</sup>。由勘查現地可發現，橋之上部結構在橋墩上均有向上游側（東側）明顯位移之現象，又因支承構造損壞（如見圖 4-72），大樑移位下陷，橋面亦隨著裂開。

本次地震造成東勢大橋在南北向之振動亦相當明顯，除了造成橋面版移位外，橋柱亦出現南北向的撓剪、挫屈破壞。

該橋歷經兩次施工，結構型式均不一致，拓寬時亦不對稱。因此，在地震發生時無法發揮對稱效應及力量傳遞支撐之一致性，進而造成嚴重損壞。在設計時，對地震力評估太低亦為破壞主要原因。

東勢大橋部份預力樑受地震影響，在端側支承處有破裂及彎曲情況，且部份大樑亦有折斷情形（如見圖 4-73），恐已喪失部份預力，難以恢復，有可能進一步產生落橋之危險。下部結構因採直接擴大基礎，穩定性較差，在此大地震後，部份橋墩已產生傾斜現象，又因先後期施工之下部結構間有相互碰撞之情形，橋墩傾斜狀況不易改正。<sup>168</sup>

166 《九二一地震公路搶修及復建專輯》(2000)，頁 51。

167 1gal 等於 0.001g，g 為重力加速度。

168 《九二一地震公路搶修及復建專輯》(2000)，頁 52。



圖 4-72 東勢大橋橋墩受損之情形

拍攝日期：民國 88 年 9 月 29 日

提供者：國家地震工程研究中心

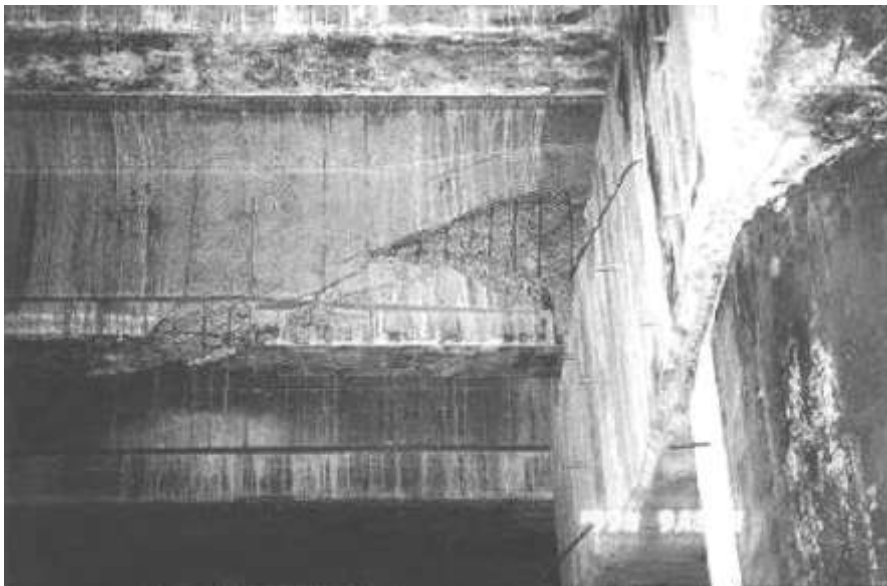


圖 4-73 東勢大橋大樑受損之情形

拍攝日期：民國 88 年 9 月 29 日

提供者：國家地震工程研究中心

#### (四) 搶修情形

災害發生後立即設置交通安全設施，將部份車道予以封閉限制通行，車輛行走較安全區域。此外，道路之通行採取限重與限速措施，以限制重型車輛通行，並對於橋盤損壞處作臨時性補強加固，持續維持交通。在預力樑支承座破裂與移位方面，加墊鋼板以恢復支撐。橋墩和帽樑有損壞、破裂、挫屈者，則



以 H 型鋼加固。預力樑破損、扭曲、剝裂者，亦以 H 型鋼加固。

該橋之搶修在接獲中央政府指示後，即刻發包施工，並要求承包商加派人員日夜趕工。在公路局工務段及工程處全力配合下，終於在民國 88 年 ( 1999 ) 10 月 10 日完工，施工總工時為 18 天。

#### (五) 受災度之評估

東勢大橋震後受損程度如依阪神震害復舊辦法之耐震診斷分級方式加以評估 ( 國家地震中心對本文地震橋梁損壞亦採同樣評估方式 )，評估表如表 4-41 所示。綜合 4-41 評估之結果，本橋之整體受災度屬 A 級，依據阪神震害復舊辦法，本橋是屬於拆除重建之橋梁。

表 4-37 耐震診斷分級評估表

檢查結構分類	分類整體判定	說明
基礎	B	河道沖蝕、部份基腳外露，有倒塌之虞。
橋墩橋台	A	部份橋墩混凝土剝裂、鋼筋挫屈，部份橋梁傾斜。
上部結構	A	大樑全數移位、部份樑身剪斷、止震塊全部破裂，有落橋之虞。
支承	A	支承嚴重損壞，支承座大量破損。

資料提供：交通部公路總局

#### (六) 重建成果

東勢大橋在九二一地震後成為危橋，經過一年多的改建，從「東豐大橋」更名為「東勢大橋」，成為東勢鎮災後完工最大的重建工程，也讓東勢人正式揮別地震的陰霾。該橋於原址打除重建，為了維持交通，因此採取半半施工。新橋橋長 564.6 公尺，寬 30 公尺，橋墩 11 座，橋台 2 座。第一階段（上游側）先行拆除 9.8 公尺寬舊橋面，興建 15 公尺寬新橋梁維持雙向通車，第二階段（下游側）拆除其餘 15 公尺寬舊橋面，再興建 15 公尺寬新橋。本橋之重建工程於民國 89 年（2000）6 月 30 日開工，民國 91 年（2002）2 月 4 日完工，總經費四億二千五百萬元，修復中的東勢大橋如見 4-74。<sup>169</sup>

東勢大橋是進入臺中縣東勢鎮必經的大橋，也是臺中人選擇台三線替代道路北上苗栗必經過一座大橋。這座九二一受創嚴重的大橋，曾經阻斷東勢鎮對外的聯繫，經過一年多的舊地重建，成為東勢鎮的重要地標。

東勢大橋重建之後，從鋼筋混凝土改為鋼樑結構，防震係數達 0.33，可抗七級地震。大橋也多出了二米的人行道，人行道欄杆和花隔磚的造型，成為東勢人欣賞大甲溪日出和日落風情的新步道，完工後的東勢大橋如見 4-75。

169 九二一重建會全球資訊網，<http://portal.921erc.gov.tw/default.asp>。



圖 4-74 東勢大橋修復之情形  
拍攝日期：民國 90 年 5 月  
提供者：國家地震工程研究中心



圖 4-75 修復後的東勢大橋  
拍攝日期：民國 91 年 3 月  
提供者：國家地震工程研究中心

## 六、一江橋

129 線一江橋位於臺中縣太平市境內，起點由太平市東平路起（即 129 線 25k+76），止於 129 線與 136 線交界處（即 129 線 25k+385），全長 217 公尺，寬 8 公尺。該橋橫跨頭汴坑溪，為臺中市往太平市、大里市必經之交通要道，由於近年來交通量大增逐漸不敷使用，故交通部公路局於民國 87 年（1998）7 月辦理原橋兩側拓寬為 20 公尺，以紓解該地區之交通。但拓寬改建期間遭逢九二一集集大地震，將已完成之橋梁結構全部震移變位偏離原設計約 4 公尺，原舊橋同時位移隆起而損毀。本橋震毀後地方民意曾提請保留震後原狀設置為地震博物館之議，使得新橋設計規劃延至民國 89 年（2000）8 月始定案重建。經公路局撥出經費一億二千三百萬元，將損毀橋梁全部打除重新變更設計，並加強結構耐震能力。於民國 89 年 10 月 31 日重新復工，經多次趕工與協調後，終於在民國 90 年（2001）4 月 30 日完工，使得臺中市大坑及太平、大里地區交通路網恢復通暢，活絡當地觀光及商業發展。

### （一）橋梁概況

中 129 縣道一江橋位於臺中縣太平市，連接東平路與新城路跨越頭汴坑溪。原橋總長 276 公尺，橋寬 9 公尺，為雙 T 型斷面混凝土樑構造，壁式橋墩。施工中新橋於原橋上下游兩側向外拓寬，九二一地震發生時，橋台及橋墩正進行施工中，而上部結構預力混凝土樑正於橋旁預鑄場施工中。<sup>170</sup>

### （二）橋梁震害情形

本橋恰位於車籠埔斷層上，車籠埔斷層屬第二類活動斷層，即過去十萬年間曾發生錯動的斷層，分佈範圍包括臺中市、臺中縣、南投縣。依據相關單位檢測結果，距本橋 5 公里處之大坑山區受車籠埔斷層影響向西北方向移動約 8 公尺。舊橋部份於臺中端第一至九孔橋面落橋，當時已無法通行，須予封閉。橋墩向內城端傾斜，部份橋墩向臺中端傾斜，且部份橋墩折斷向臺中端傾倒，臺中端第九孔橋面版嚴重位移。此外，無落橋之各橋面構造有嚴重位移，致使伸縮縫損壞及橋梁錯開情形，其損毀情形如見圖 4-76。

---

170 國家地震中心工程研究中心，《九二一地震震災調查總結報告》，頁 89。



圖 4-76 震後損毀的一江橋

拍攝日期：民國 88 年 9 月 24 日

提供者：國家地震工程研究中心

### (三) 震後交通情況

地震過後，本橋產生落橋以致交通中斷無法通行，惟因本橋施工中新橋設有施工便道，利用施工便道維持車輛通行。

### (四) 損壞原因

一江橋之損壞乃因車籠埔斷層直接通過所造成。在橋梁西北側斷層通過之橋台，第一、二、三橋墩隆起整體結構完全損毀。斷層位於溪堤旁，因而隆起部份向河溝坍方推擠使得基礎向河溝移動，造成西北跨共有 9 跨完全落橋，及基礎共 11 座傾斜側移。

### (五) 便道搶修

九二一地震發生後，由於橋梁落橋無法通車，因此利用施工中之新橋之施工便道以維持通車，後因經濟部水利處第三河川局通報河道上游堰塞湖可能潰堤，因此，另再緊急施築一座鋼便橋，待鋼便橋施工完成後車輛改走鋼便橋。鋼橋便道適用於中長距離且中等深度之河谷，其優點為佔據空間小，利於河道排水，但是造價昂貴，河谷太寬或者深度太深時必須考慮其經濟性。

一江橋考量其地理位置與地形，因而採用鋼橋便道之措施。就地理位置而言，該橋為重要之交通要道且無替代道路。且地震時斷層線經過該橋，造成一江橋往臺中之一端落橋，橋梁已無法通行。就地形而言，一江橋為中等長度之橋梁，且一江橋跨越之頭汴坑溪河道不深，因此利用鋼便橋製作施工便道。鋼便橋經費為一仟六百八十萬元，全長 90 公尺，寬 7 公尺，引道長 135 公尺，寬

9 公尺，於民國 88 年 ( 1999 ) 10 月 14 日開工。同年 10 月 21 日完工並開放通車。<sup>171</sup>

#### (六) 重建情況

便橋搶修之同時亦積極進行橋梁復建規劃，為確切掌握重新設計資料，實行以下工作：<sup>172</sup>

- 1.由於九二一地震使地層錯動，原有地形地貌有相當大的起伏變化。為掌握該地區地震後的地形變化及爭取時效，先行以衛星定位儀器測量本區座標，了解地層位移情況，再進行地形測量，期能充份掌握最新地形以作為後續橋址規劃依據。
- 2.於橋墩及橋台位置進行鑽探，計 7 孔，其中一孔深 80 公尺，其餘各孔深 30 公尺。鑽探過程中配合土壤取樣工作，以便進行土壤和岩石物理性質及強度試驗。
- 3.佈設二條震波反射測線，調查斷層破碎帶位置、走向等資料。
- 4.以試坑開挖方式，並配合應用地質技師描繪、記錄、土層類別、岩盤弱面情形或斷層等破碎帶之屬性等資料。
- 5.依岩盤露頭、地質弱面分佈及地形、水系之地表調查地質情形。
- 6.對結構物進行結構分析及握裹力檢測。

針對已完成第一次施工之橋台及橋墩，為因應九二一地震臺中與南投地區修正為地震一甲區，原本設計之下部結構設計已無法符合耐震設計規範要求，須重新規劃設計。地震前五天場鑄預力箱型樑灌注之混凝土與鋼筋間之握裹力可能遭受之破壞與損失，在進行預力樑混凝土強度及混凝土與鋼筋間握裹力之檢測評估分別實施混凝土鑽心試驗測試混凝土強度、小孔徑鑽心彎裂試驗及敲擊回音試驗以檢測裹握力。經以上嚴密的調查、規劃及檢測，於民國 89 年 ( 2000 ) 8 月完成重建設計工作。

重建之主橋結構為 7 跨預力箱型樑橋，總長 217 公尺，寬 20 公尺。引道部份長 169 公尺，北端寬 20 公尺，南端寬 15 公尺。橋墩部份為三柱門架式橋墩六座，每座橋墩基礎 21 支，為長 13.6 公尺及直徑 120 公分之全套管基樁。橋台共計二座，每座橋台基礎 12 支，為長 16.6 公尺及直徑 120 公分之全套管基樁。預力樑為 56 支長 31 公尺之預力箱型樑。

本工程重建經費共九千五百二十六萬元 ( 總工程費一億二千三百四十五萬元 )，重建開工日期於民國 89 年 ( 2000 ) 10 月 31 日，於民國 90 年 ( 2001 ) 4 月 30 日全部完成竣工，並於民國 90 年 ( 2001 ) 5 月 8

171 《九二一集集大地震公路重要橋梁復建設計與施工》( 2002 )，頁 26。

172 交通部公路總局第二區養護工程處全球資訊網，<http://www.thbtwo.gov.tw/web/index.html>。

日舉行通車典禮後正式全面開放通車，修復完成的一江橋如見圖 4-77

。 173



圖 4-77 修復完成的一江橋

拍攝日期：民國 88 年 9 月 24 日

提供者：國家地震工程研究中心

## 七、新溪南橋

本橋位於臺中縣之五光與番子園的聯絡道路，跨越大里溪，聯結烏日鄉與霧峰鄉，交通地位頗為重要。該橋為彰化公路局養護之雙向四車道，兩側各有一慢車道公路。九二一地震五光端（北端）墩柱嚴重損壞，橋面版有扭曲行為，致使產生扭曲裂縫。本橋上游側約 600 公尺處有舊溪南橋，以及約 3.6 公里處有中投公路替代通往霧峰。

為能在最短期間內修復恢復通車，依公路局「九二一集集大地震橋梁協助檢查小組」於民國 88 年（1999）9 月 27 日會議結論，於部份橋墩前後施作臨時支撐架，再以碳纖維複合材料（CFRP）包覆補強方式並於受損之盤式支承周圍置放支承墊。因本工法每個施工環節均需由經過訓練合格之專業施工人員，非一般營造廠商所能勝任。因此，依據採購法第 22 條，公路局核准同意委由「工業技術研究院工業材料研究所」承包辦理修復。

### （一）橋梁概況

本橋位於臺中縣烏日鄉中 127 縣道上，連通霧峰與烏日之河川跨越橋。本橋全長 500 公尺，路寬 19 公尺，番子園端路線平直，五光（北端）緊鄰橋台為曲線佈設。此橋梁為典型之箱型橋梁，於民國 85 年（1996）興建完成。橋梁上

部結構型式為箱型樑，橋梁跨徑配置主要為 55 公尺。下部結構主要為三柱剛架橋柱，直線部份為典型之方形單柱橋墩。橋墩基礎於堤防內採用沉箱基礎，其餘則為直接基礎。<sup>174</sup>

## (二) 橋梁震害情形

九二一地震造成於五光端北線第二、三孔橋墩之端部有嚴重壓碎、短柱、剪力裂縫、橋梁扭曲裂縫之情形（如見圖 4-78），且附近有土壤液化之砂湧行為。橋梁之護欄及伸縮縫有明顯壓碎。橋梁有偏心載重產生之扭曲裂縫，基礎部份有受損及沉陷。<sup>175</sup>



圖 4-78 地震後新溪南橋橋梁裂縫之情形

拍攝日期：民國 88 年 9 月 23 日

提供者：國家地震工程研究中心

## (三) 損壞原因

新溪南橋之損壞原因乃由於偏心產生扭曲，使得橋梁有扭曲裂縫及柱端之壓碎、剪力裂縫。橋北側下游之第二墩柱頂端之兩側部份有壓碎現象，第三跨有明顯之扭曲裂縫。橋面版亦有劇烈擺動之跡象，造成護欄、伸縮縫受損嚴重，基礎部份震動產生之裂縫，在北側有下陷情形，而附近土壤有明顯之砂湧液化現象。<sup>176</sup>

## (四) 震後交通情況

九二一地震中橋梁受損嚴重，致使交通暫時禁止通行，交通聯繫則暫以本

174 交通部公路總局第二區養護工程處全球資訊網，<http://www.thbtwo.gov.tw/web/index.html>。

175 國家地震中心工程研究中心，《九二一地震震災調查總結報告》，頁 99。

176 國家地震中心工程研究中心，《九二一地震震災調查總結報告》，第六章，頁 98。



橋上游側約 600 公尺之舊溪南橋作為替代道路。<sup>177</sup>

#### (五) 修復過程

本座橋梁經公路局「九二一集集大地震橋梁協助檢查小組」於民國 88 年 (1999) 9 月 27 日召開會議，會中決議新溪南橋之修復以 P2、P3 橋墩前後施作臨時支撐架再以碳纖維包覆補強，並於受損之盤式支承周圍放置橡膠支承墊。

碳纖維複合材料 (CFRP) 有很強的抗拉能力，對於橋柱的剪力補強有很好的功效，且因為材料質量輕所以施工方便快捷，相當適合震災受損橋梁之緊急修復。九二一集集大地震中新溪南橋因為橋柱發生剪力破壞，對地震受損之 P2、P3 橋墩前後施作臨時支撐架再以碳纖維 (CFRP) 包覆補強，並於受損之盤式支承周圍改置橡膠支承墊。本修復工程總經費為九百二十四萬，於民國 88 年 (1999) 10 月 4 日開工，於民國 88 年 (1999) 10 月 27 日完工，修復後的新溪南橋如見圖 4-79。<sup>178</sup>



圖 4-79 修復後的新溪南橋

拍攝日期：民國 88 年 11 月 1 日

提供者：國家地震工程研究中心

#### 八、烏溪橋

烏溪橋位於台三線臺中縣與南投縣交界處，係連接霧峰及草屯之幹道，跨越烏溪。該橋為公路局養護之雙向四快車道、兩側各一慢車道公路。台三線烏溪橋因位於地震帶且斷層由橋下穿過。九二一地震後北上第一、二孔橋面版發生塌落，部分橋墩損

177 國家地震中心工程研究中心，《九二一地震震災調查總結報告》，第六章，頁 99。

178 交通部公路總局第二區養護工程處全球資訊網，<http://www.thbtwo.gov.tw/web/index.html>。

壞，造成臺中縣霧峰鄉往南投縣草屯鎮的台三線交通中斷。該區域的交通暫時繞道下游 1.6 公里處之台六十三線（中投公路）行駛，影響整體交通運輸功能及附近商家營業，各界要求儘速恢復原台三線交通甚烈。

#### （一）橋梁概況

本橋位於台三線 210.4 公里，橫跨烏溪於霧峰與草屯交界處。橋軸方向約呈南北走向，跨數為 18 跨，總長 624 公尺，寬 26 公尺，霧峰端路線平直，草屯端緊鄰橋台則為曲線設計。橋梁為北上線與南下線獨立平行之橋梁，北上線橋寬 12.5 公尺，於民國 62 年（1973）興建完成，南下線橋寬 12.5 公尺，於民國 71 年（1982）竣工。橋梁上部結構型式為預力混凝土樑，橋梁跨徑配置主要為 34.84 公尺。下部結構為混凝土長圓形橋墩，南下線橋基為直徑 6 公尺、深 13 至 16 公尺之沉箱基礎。<sup>179</sup>

#### （二）震後臨時交通情況

本橋為台三線連絡霧峰及草屯的重要南北要道，在本次地震中受損嚴重，導致交通中斷，並立即封閉禁止通行。交通維持則以本橋下游側約 1.6 公里的中投公路維繫。<sup>180</sup>

#### （三）橋梁損害情形

烏溪橋於霧峰端北上線第一、二孔橋面落橋，南下線第一至四孔橋面下陷傾斜，霧峰端引道於近橋台處隆起。北上線第一、二孔橋面落橋，預力樑斷裂。南下線橋面傾斜，另有一小型旅行車由南往北經過第二孔時，因橋面落橋而滑落至橋下。南下線部份橋墩柱嚴重剪力裂損、混凝土破碎及鋼筋斷裂，其損壞情形如圖 4-80 所示。

---

179 國家地震中心工程研究中心，《九二一地震震災調查總結報告》，第六章，頁 114。

180 國家地震中心工程研究中心，《九二一地震震災調查總結報告》，第六章，頁 115。



圖 4-80 地震後烏溪橋落橋之情形

拍攝日期：民國 88 年 9 月 23 日

提供者：國家地震工程研究中心

#### (四) 損壞原因

烏溪橋之損毀為車籠埔斷層直接通過所造成，在橋北側東邊第三跨處，斷層形成 1.5 公尺之垂直錯動。橋面版由南向北滑落，造成北側東邊第一跨和第二跨之落橋。橋面版亦有向西側劇烈移動之跡象，於現場勘查可見，橋北側東邊第三橋墩上之橋面版向西滑動。而橋北側東邊第三橋墩上之支承樑端部有折斷之現象，其原因為支承樑向西滑動時，其端部撞擊止震塊所引致。橋北側西邊第三橋墩遭斷層直接穿過，故在其柱底有朝西剪斷之破壞。橋北側西邊第一橋墩和第二橋墩均遭朝西之剪力破壞。由橋面北側向南觀察可知，橋面版除了由南向北下陷外，其亦有由東向西下陷之情況。<sup>181</sup>

#### (五) 橋梁修復情形

考量其地理位置與地形，因而採用封閉橋梁之措施，替代道路為下游 1.6 公里處之台六十三線中投公路。就地理位置而言，烏溪橋連接霧峰與草屯，其下游 1.6 公里處有中投公路，且中投公路在跨越烏溪之兩側，皆有匝道可以上下，行車可由烏溪橋旁之河堤道路，往下游走約 1.6 公里，經由匝道上中投公路。由於居民之通車習慣，草屯往臺中以及霧峰往南投之車輛多已習慣走中投公路，但霧峰與草屯兩端之居民需繞道走中投公路。就地形而言，烏溪橋是一座長距

181 國家地震中心工程研究中心，《九二一地震震災調查總結報告》，第六章，頁 115。

離的大型橋梁，由於距離太長，若施築便道耗費時間太久，且成本太高。因此，當時採用封閉橋梁之緊急應變措施。

依據公路總局重建準則，烏溪橋應採用上部結構全部拆除重建，下部結構局部重建。重建後橋寬 26 公尺，長 634.58 公尺。<sup>182</sup>

烏溪橋下部結構之局部重建，在橋墩部分係拆除部份舊有橋墩，並保留舊有混凝土單柱式橋墩共十四處，並原地檢查修復。新建橋墩為防撞鋼板加強柱，其採用混凝土框架式共十九處，每座採全套管基樁 18 支，共 144 支，樁長 25 公尺，直徑 1.5 公尺。在橋台部分，新建霧峰端橋台一處，保留草屯端舊有橋台一處，配合橋面高程及防落長度加寬等因素，橋身及背牆局部敲除復建。基礎部分，新建基礎共八座，保留舊有沉箱基礎共十四處。上部結構全部重建，採用多跨連續 I 型鋼樑及鋼浪板系統，使用高阻尼橡膠隔減震支承 (HDR) 及防落橋裝置，烏溪橋重建情形如見圖 4-81。本工程於民國 89 年 (2000) 4 月 26 日開工，於民國 90 年 (2001) 3 月 15 日完工，重建工程總經費為三億一千七百萬，完工後的烏溪橋如見圖 4-82。

---

182 九二一重建會全球資訊網，<http://portal.921erc.gov.tw/default.asp>。



圖 4-81 復建中的烏溪橋  
拍攝日期：民國 89 年 8 月  
提供者：國家地震工程研究中心



圖 4-82 完工後的烏溪橋  
拍攝日期：民國 92 年 12 月 28 日  
提供者：黎益肇、陳荻閱

## 九、延平橋

延平橋位於台三線之南投線竹山鎮境內，跨越東埔蚋溪。該橋為公路局養護之雙向二快車道，兩側各一慢車道公路。本次地震南下車道因橋基下陷、傾斜而導致橋面開裂，損壞嚴重，橋址附近二側道路及附近加油站、民房等皆受嚴重損壞。地震之初，本橋交通管制南下車道，並只允許 15 公噸以下之車輛通行。

### (一) 橋梁概要

延平橋在台三線 240k+031 上，位於南投縣竹山鎮境內。本橋全長 78 公尺，共 6 跨，路寬 18.3 公尺，線形為直線橋，於民國 75 年 (1986) 5 月興建完工。橋梁上部結構型式為預力混凝土梁，跨位配置為 13 公尺。下部結構為混凝土壁式橋墩，橋墩高 5 公尺。<sup>183</sup>

### (二) 橋梁損害情形

地震使本橋於南下方向之橋面破裂 (縱向裂縫寬達 24cm)，且傾斜下陷，墩柱與橋台傾斜，連接橋梁路面嚴重破損。第二墩橋柱因墩柱一邊沈陷造成壁式墩柱於中間處出現明顯的垂直裂縫，而橋台亦出現傾斜破壞之情形，如見圖 4-83。<sup>184</sup>

### (三) 震後交通情形

本橋地處台三線之重要南北要道，為出入竹山鎮之重要幹道。雖橋梁損壞嚴重，但僅封閉南下線車道，並限制 15 公噸以上之車輛通行。

### (四) 損壞原因探討

因車籠埔斷層經過本橋附近，造成南下線方向之路基沈陷，而引致壁式橋墩垂直之裂縫與橋台之損壞，進而造成路面之開裂破損。此外，地震時斷層線穿越延平橋西南端，造成路面破裂及橋台受損。<sup>185</sup>

183 國家地震中心工程研究中心，《九二一地震震災調查總結報告》，第六章，頁 158。

184 國家地震中心工程研究中心，《九二一地震震災調查總結報告》，第六章，頁 158-159。

185 國家地震中心工程研究中心，《九二一地震震災調查總結報告》，第六章，頁 159。



圖 4-83 地震損壞的延平橋橋台  
拍攝日期：民國 88 年 9 月 28 日  
提供者：國家地震工程研究中心

#### (五) 重建狀況

延平橋橋墩於地震時開裂部份，以鋼筋混凝土加箍補強，如見圖 4-84。橋面開裂部分，施作縱向伸縮縫修補，而第六孔下游側橋面及橋台打除重作。竹山端引道陷落部分，重新調整縱坡改善並配合使用高阻尼隔減震支承以防止落橋。重建總經費為一千六百萬元，於民國 89 年（2000）4 月 15 日開工，同年 9 月 11 日完工，如見 4-85。<sup>186</sup>

186 《九二一集集大地震橋梁災後重建及補強資料之彙整與研究》(2002)，頁 17。



圖 4-84 修復中的延平橋

拍攝日期：民國 89 年 8 月 10 日

提供者：國家地震工程研究中心



圖 4-85 完工後的延平橋

拍攝日期：民國 89 年 9 月 12 日

提供者：國家地震工程研究中心



## 十、炎峰橋

炎峰橋位於台十四線 26k+937 之南投縣境內，為雙向共四線道公路橋，介於車籠埔與雙冬斷層之間。炎峰橋跨越烏溪，為草屯進入埔里、日月潭之重要橋梁。

本橋之重建工作受限於經費，並未全部拆除重建，而是採取加寬橋面、加固橋墩的方式分段修復。故施工期間僅能維持二線車道通車，塞車情形十分嚴重。炎峰橋有四段橋面受損嚴重，經評估須整座拆除重新架設。因此，於復建計畫設計二線車道的跨溪便橋，並利用烏溪枯水期加速趕工，便橋於民國 90 年（2001）1 月 20 日完工通車，承擔起炎峰橋四段橋面拆除重建期間的跨溪交通。炎峰橋於民國 90 年（2000）5 月 1 日通車，使中潭公路恢復大地震前的正常與暢流的交通。

### （一）橋梁概況

本橋全長 455 公尺、寬 16 公尺，為四線混合車道，橋梁跨數共 13 跨，跨徑為 35 公尺，橋墩高度為 11 公尺。橋梁之上部結構為 I 型預力樑，下部結構為重力式橋台，橋台為直接基礎，墩柱為雙柱形成之剛架橋柱，並採用沉箱基礎，於民國 73 年（1984）3 月竣工。<sup>187</sup>

### （二）橋梁損害情況

於九二一地震發生後，橋面板產生明顯之錯位，在橋柱與帽樑相接處亦發現混凝土剝落鋼筋露出之現象（如見圖 4-86）。以下分別說明損壞情況：<sup>188</sup>

1. 第二跨（由東向西算起）產生明顯之錯位，其中與第一跨連接之伸縮縫產生 14 公分之位移，上下高程差 4 公分，縱向位移達 2 公分。
2. 於橋體第三與第四跨連接處產生近 50 公分之水平位移。
3. 橋柱與帽樑發生錯動，相接處發現混凝土剝落鋼筋露出之現象。
4. 預力樑之支承遭受位移破壞。



187 國家地震中心工程研究中心，《九二一地震震災調查總結報告》，第六章，頁 123。

188 同上註。

圖 4-86 地震後炎峰橋的受損情形

拍攝日期：民國 88 年 10 月 3 日

提供者：國家地震工程研究中心

### (三) 損壞原因探討

本橋位於車籠埔斷層與雙東斷層之間，鄰近測站之最大地表加速度超過本橋之設計值。因此，強大地震力作用實為本橋損壞之主要原因。

### (四) 橋梁修復情況

在九二一地震後，公路局立即派員進行調查。除保留內側車道之通行，以維救災資源之運輸外，由西向東方向之伸縮縫處因有高程差，公路局先以鋪設瀝青混凝土補平的方式為暫時搶救措施。

九二一集集大地震中，炎峰橋因為其震害受損模式較特殊，因此採用較特殊之修復方法。炎峰橋修復工程在下部結構方面，由於地震造成橋梁之帽樑與橋柱間錯動 50 多公分，柱頭鋼筋剪斷，雖經檢查後橋梁仍可承受相當之載重。但為安全保守起見，修復設計新增設帽樑將原有帽樑包住，並於新帽樑兩側各增設一橋柱，利用新帽樑將橋梁荷重傳遞至新橋柱，荷重由新橋柱承擔，且保守假設舊有橋柱已無任何作用。此外，為避免力量傳入舊橋柱，因此將舊有橋柱柱頂與帽樑交接處之主筋切斷。在上部結構方面，將炎峰橋之第 4、5、6 及 12 跨上部結構打除，伸縮縫更新，設置止震塊，部份橋面破堤施工，重建後橋長 455 公尺，橋寬 17 公尺，修復中的炎峰橋如見圖 4-87。本工程重建總經費約一億三千三百五十萬元，於民國 89 年（2000）6 月 3 日開工，至 90 年（2001）4 月 30 日完工，修復後的炎峰橋如見圖 4-88<sup>189</sup>。



圖 4-87 修復中的炎峰橋

拍攝日期：民國 89 年 10 月 23 日

189 《九二一集集大地震橋梁災後重建及補強資料之彙整與研究》(2002)·頁 18。

提供者：國家地震工程研究中心



圖 4-88 修復後的炎峰橋

拍攝日期：民國 90 年 4 月 29 日

提供者：國家地震工程研究中心

## 十一、貓羅溪橋

貓羅溪橋為台三線跨越貓羅溪之橋梁，位於南投縣南投市與草屯鎮間，為公路局養護之橋梁。本橋於九二一地震發生後，其混凝土橋墩頂部產生斜向裂縫，橋面向外側傾斜，加上活載重持續作用，使得橋墩裂縫及橋面傾斜更為加劇。由於本橋與鄰房距離十分接近，橋面傾斜對附近居民造成恐懼不安，為防止惡化情形持續擴大，公路局二區工程處已於地震後，在外懸鋼帽樑下方施作臨時支撐構架，並禁止車輛通行高架橋上。而後公路局為了加快整修進度，決定全面封閉進行施工，往返車輛須繞道行駛，由橋下改走平林橋、台三甲線南崗橋及台十四線軍功橋。重建工程於 89 年 ( 2000 ) 12 月 31 日完工。

### (一) 橋梁概述

貓羅溪橋位於台三線 217.9 公里至 218.8 公里處，主線全長 920 公尺，位處南投市與草屯鎮交界並鄰近南崗工業區，為南投縣南來北往交通量最大的橋梁。本橋採立體交叉方式跨越台十四乙線 ( 即草屯鎮碧興路，中二高南投交流道聯絡道 ) 並設置上下匝道橋於主橋兩側，跨越貓羅溪後再採高架橋連接南崗工業區入口。

跨越貓羅溪的主橋，橋梁底部必須保持在最高洪水位以上。由於中二高南投交流道聯絡道至堤防的爬坡長度有限，因而橋面不可過高。橋下又有台十四乙及台十四丁平面道路系統，加以垂直向為保持淨空，帽樑深度亦受限制，所以採用帽樑與上部結構共構之結構型式。另外，為增加結構的靜不定度以提升耐震能力，並減少支承墊的數目以降低維修機會，在各固定式橋墩採用剛接方法連接上下部結構。

由於橋梁長度過長又有匝道上下、橋寬變化等因素，貓羅溪橋橋梁工程分為六個單元橋分別設計，部份橋面跨越於貓羅溪南投端堤防前，即依交通部運輸研究所規劃方案以甚小交角轉入台十四丁都市計畫道路路段 ( 計劃寬度為三十公尺 )，故貓羅溪橋須與都市計畫道路及堤防防汛道路共構。兼顧都市計畫路段橋下房屋密集，橋下兩側平面道路須能各維持十公尺寬度，橋墩僅能佈設在都計道路中央十公尺範圍內等問題而有偏心單柱的橋墩配置及設計。<sup>190</sup>

### (二) 震災受損情形及緊急措施

民國 88 年 ( 1999 ) 9 月 21 日集集大地震發生後，本橋位於南投市台十四丁高架橋段之五座單柱懸臂式橋墩墩柱頭產生中度龜裂情形 ( 如見 4-89 )。因地震發生後南投地區僅有本橋可供車輛順利通行，為免影響救災工作進行，經評估後仍開放通車。惟在橋墩已受損而橋面救災車輛堵塞嚴重以及餘震不斷情形下，五座橋墩受損持續惡化。於民國 88 年 ( 1999 ) 9 月 23 日下午，公路局震災橋

190 《九二一地震公路搶修及復建專輯》( 2000 )，頁 126。

梁查小組現場勘查後發現貓羅溪橋經餘震不斷影響，五座橋墩柱頭裂縫已擴大，鋼帽樑變位危及交通安全，故必須封閉大橋。此時貓羅溪橋鄰近道路及橋梁經工務段連日之搶修已逐漸恢復通行，於是在通知南投縣震災指揮中心後，立即封閉貓羅溪橋。原車流則引導改由下游約二百公尺處已搶修完成之舊台三丙線平林橋通行。



圖 4-89 貓羅溪橋橋墩受損情形

拍攝日期：民國 88 年 10 月 3 日

提供者：國家地震工程研究中心

### (三) 損壞原因

本橋為維持橋下道路順利通行，其兩方向橋梁之橋墩均靠道路中間配置，致使上部結構呈偏心狀態，且本段橋梁為曲線橋，在地震水平垂直分量的作用下，柱頂承受極大之彎矩作用，因而造成混凝土橋墩頂部產生嚴重裂縫。<sup>191</sup>

### (四) 搶修經過

貓羅溪橋封閉後工務段即再依震災橋梁檢查小組之建議，緊急協調廠商調運重型鋼製支撐架於民國 88 年 (1999) 9 月 23 日深夜進入，在各損傷墩柱鋼帽樑懸臂端下方施以支撐，以防止損害繼續擴大，並於 88 年 (1999) 9 月 25 日完成。公路局新工處繼於 9 月 28 日召集第二區工程處、原設計工程顧問工務員 (原南投工務段工務員) 及顧問公司等在现场研商搶修方式，並作出以下決議：<sup>192</sup>

1. 採取混凝土基礎、重型鋼製支撐架配合油壓千斤頂方式全面支撐損傷墩柱。由顧問公司緊急辦理結構計算並繪製搶修設計圖，交付南投工務段進行重建工作。

191 《九二一集集大地震公路重要橋梁復建設計與施工》(2002)，頁 10。

192 《九二一地震公路搶修及復建專輯》(2000)，頁 126。

2.臨時支撐架之設計必須能夠全面取代原墩柱功能，油壓千斤頂承載噸數應詳細核算，俾於辦理修復工程時將已產生變位之橋面頂回原位，並考慮於臨時支撐架與墩柱間預留施工空間。

3.9月25日完成之帽樑緊急支撐架螺紋鋼管可調式基座承載力明顯不足，橋墩臨時支撐未完成前，應再以鋼樑加強基座強度以提升安全性。

4.橋墩臨時支撐架組搶修工程完工後應考慮恢復小型車輛之通行，以舒解舊台三丙線平林橋之車流。由於餘震不斷，為避免可調式基座安全性不足而產生二次災害，於會後即由承商再運調各式小型號鋼樑與鋼板覆工版等填塞於基座及支點下方予以補強，於民國88年(1999)10月3日完成。

其後，南投工務段每日監測帽樑變位並持續裂縫檢查。於民國88年(1999)10月18日，貓溪橋橋墩臨時支撐搶修工程設計圖及結構計算書由公路局新工處審核完成後，隨即於10月20日交付施工。因鋼構支撐架須能取代原墩柱支承力，故設計之加勁板及焊道數量甚多不易趕工。為能及早完成本工程，乃決定採用高強度混凝土灌鑄支撐架基礎，以期儘早承受載重，並將技術工依照專長分為基礎、鋼構組裝、焊接等三組分頭進行施工。而受損橋墩均位於高架橋下，且設有寬度約10公尺之停車場，故大批鋼構組裝材料進場、堆積備料、施工均有足夠空間不影響交通。臨時支撐架於民國88年(1999)11月25日完成基礎及鋼構組裝工作，並裝妥三百噸級油壓千斤頂。工程至此，使貓羅溪橋受損橋墩之安全防護已更加強，鋼構補強及加勁板焊接陸續施工，於各引道入口設置限寬、限速、限重等標誌及設施，並於民國88年(1999)11月26日全面開放小型車輛通行，大型載重車輛則仍繼續改道下游平林橋通行。

#### (五) 修復情形

由於鋼板有極佳的抗拉性質與韌性，用於橋柱補強修復可提高橋柱之強度及韌性。九二一地震時，貓羅溪橋橋柱嚴重受損，修復工程採用鋼板包覆。因貓羅溪橋結構型式特殊，帽樑及大樑均為鋼結構，橋面為8孔連續(長度共420公尺)，且受損墩柱受限於都市計劃，必須採用偏心設計，鋼帽樑兩側不等長。為確保修復後之橋梁安全，公路總局除了請原設計顧問公司重新核算原結構計算，確定符合民國76年(1987)版之橋梁耐震規範外，另針對修復設計邀請國內專家學者參加研討，共辦理三次設計審查會，於民國89年(2000)6月9日決定以鋼板包覆補強方式辦理修復。本工程修復總經費為一千三百萬，於民國89年(2000)10月1日開工，並於民國90年(2001)1月1日竣工。

#### 十二、集鹿大橋

集鹿大橋北起南投縣集集鎮與台十六線9.5公里處交會，南至鹿谷鄉瑞田村銜接131線，跨越濁水溪並與水里鄉玉峰大橋遙遙相望。該橋位於集集攔河堰集水區內，為

政府興建攔河堰回饋地方的重大新建橋梁工程，也是南投風景區路網的重要環節。九二一地震使得位處地震震央附近的集鹿大橋遭受莫大的損壞。由於該橋中間二孔主橋採單塔柱預力混凝土連續斜張橋設計，結構較為特殊。而該橋受到大地震破壞更屬首例，其修復工程倍受矚目。

### (一) 橋梁概況

集鹿大橋跨越濁水溪，位於集集攔河堰上游（集集鎮與鹿谷鄉之交界處），為一新闢道路橋梁，銜接集集與鹿谷瑞田。由於集鹿大橋工址與主震震央相當接近，由橋墩剛接部位、支承及其混凝土墊塊嚴重損壞情形來看，本橋所受之垂直向地震力較其他震害橋梁嚴重。

集鹿大橋為二跨連續斜張橋，跨徑為共 240 公尺，橋塔採混凝土構造，塔高 58 公尺。上部結構採預力混凝土構造，與主塔採剛接方式。橋面寬度 24 公尺，鋼索錨碇於橋面中央，採左右二排配設，全橋共計使用 68 根鋼索。二側引橋上部結構採用預力混凝土樑與中空版樑等二種結構型式。

193

### (二) 施工落後之原因

斜張橋較傳統橋梁有更高的耐震能力，但九二一地震發生時，集鹿大橋因施工落後尚未完成而造成毀損。集鹿大橋於民國 85 年（1996）5 月開工，原預計 87 年（1998）10 月完工，但至民國 88 年（1999）9 月 20 日進度才達 85.5%。經查明原因後，規納出下面二點：

1. 集鹿大橋分計集集端北引道都市計劃道路長 575 公尺，橋梁工程 967 公尺及鹿谷端南引道新闢道路 1,978 公尺。有關用地徵收依公路法規定由地方政府負責取得，南北引道分別於民國 87 年（1998）三月及民國 88 年（1999）5 月始奉准撥用，惟距開工日期 85 年 5 月業已延誤甚久。
2. 橋梁工程 A1 橋台槽化島喇叭口變更都市計劃農業區為道路用地於民國 84 年（1995）6 月 16 日協調會中即由集集鎮公所承諾配合設計圖辦理都市計畫變更，因都市計畫變更未辦妥前無法取得用地，致影響集集端 43.5 公尺中空版橋及 A1 橋台施工，並造成 240 公尺斜張橋施工便道構築困難，致無法全面施工。該都市計畫樁位，地方政府於民國 88 年（1999）8 月 12 日公告期滿生效，並於同年 11 月 26 日完成用地取得，但九二一地震卻先發生。

工程施工需依據法令先行辦理用地取得，用地取得依公路法由地方政府負責辦理，地方政府依土地法徵收土地，其徵收方式需經分割、查估、公告等作業，其徵收時程實非施工單位可掌控。陳總統於民國 89 年（2000）九二一週年前夕巡視集鹿大橋，不滿修復工程經年而無進度，指責公路局未責成承商於

民國 87 年 ( 1998 ) 10 月 16 日依工程期限完工通車，將責任推給地震。對此工程人員承受莫大的冤屈，卻仍不得不繼續奮鬥，期盼早日完工通車。

### ( 三 ) 橋梁損害情況

集鹿大橋的橋梁部份除北端三孔中空版橋施工外，其餘主要結構皆已施工完竣。由於地震震央距集鹿大橋橋址不到三公里，其水平地表加速度遠超過原設計值，致橋梁結構體受損 ( 如見圖 4-90 )。以下說明受損情形：

#### 1. 斜張橋部分

- (1) P12 主塔底部混凝土保護層破裂。
- (2) 箱型樑底版混凝土碎裂。
- (3) 部分橋墩帽樑混凝土剝落，盤式支承剪力破壞受損，且橋墩傾斜 7/1000。
- (4) 橋面靠近主塔處混凝土破裂。
- (5) 上構箱樑於 P11 橋墩處相對位移 30 公分，P13 橋墩處相對位移 50 公分。
- (6) 編號 14L 吊索掉落。
- (7) 編號 15L 吊索端錨砂漿開裂，端錨脫落。
- (8) 吊索索帽及阻尼多處鬆脫。
- (9) 吊索 29L 及 31R 端錨鋼套管脫離。

#### 2. 預力混凝土橋部分

- (1) P10 至 P11 跨預力大樑含橋面版，自混凝土墊上脫落達 1 公尺。
- (2) 橋墩 P3 至 P11 及 P13 至 P21 基腳處裂縫。
- (3) 預力大樑含橋面版皆產生 10 公分至 70 公分不等之位移，且橡膠支承墊、混凝土墊及止震塊皆發現損壞。
- (4) 橋面版鉸接版破壞。
- (5) 預力大樑樑端多處受損，橋面版少部份產生裂縫。
- (6) 防震拉條斷裂。

#### 3. 中空版橋

主要損害位於 A2、P23、P22、P21 四橋墩間三跨連續中空版橋，其橋墩柱裂縫。

#### 4. 本橋當時尚有未施工部份如下：

- (1) A1、P1、P2、P3 四橋墩間三跨連續中空版橋。
- (2) 橋面伸縮縫。
- (3) 橋面護欄。
- (4) 四塊預鑄斜撐版及上面橋面版。
- (5) 人行道。
- (6) 瀝青混凝土鋪設。



(7) 照明設備。

在九二一地震後，各方專家學者均一致認定，主塔上游側四塊預鑄斜撐版未吊裝及其上部橋面版未完成，是震損的重大關鍵因素之一。由於集鹿大橋係於施工中震損，未吊裝之預鑄斜撐版為塔式起重機所在位置，如地震發生時刻稍晚數日，則受損情形應不致如此嚴重。



圖 4-90 地震受損的集鹿大橋

拍攝日期：民國 88 年 9 月 23 日

提供者：國家地震工程研究中心

(四) 損壞原因

由於本橋位於震央附近，當地震發生時，除橋塔底部一段懸臂橋面與一些附屬設施外，整座橋梁已幾乎完工。從震後現場勘察發現，連接橋面與橋塔的鋼纜繩有一條斷落。橋塔底部在平行車行方向的一面，產生嚴重的混凝土剝落

與水平向裂縫。此外，從混凝土剝落區域產生一沿著橋塔頂端延伸的縱向裂縫。由於在橋塔底部有一尚未吊裝橋面，使橋塔所在之橋面在地震力作用下與相鄰跨橋面產生應力傳遞不連續，導致該處橋面嚴重受損。再者，導致橋塔在靠近未吊裝橋面版之側面產生較嚴重的破壞，甚至發生縱向劈裂的情形。由本橋之損壞亦顯示出近斷層地震對長跨結構有重大之影響，值得加以進一步探討。

#### (五) 修復概況

由於九二一集集大地震時，集鹿大橋尚未施工完成，地震前橋塔旁（上游側）之橋面有一缺口尚未安裝。因此，地震時此缺口造成橋梁受力不平均，產生應力集中之現象。另外，橋塔核心鋼筋太密造成混凝土保護層與核心鋼筋間產生一弱面，使得橋塔上游側混凝土保護層嚴重損壞剝落。修復中的集鹿大橋如見圖 4-91，以下敘述其修復方式：

##### 1. 斜張橋及主塔部分

以重型支撐架支撐其自重，以利修補箱樑與主塔處混凝土破碎處及主塔保護承剝離部分。

##### 2. 混凝土破裂處及主塔保護層剝離部份

先行敲除浮鬆混凝土，並修整打毛後，以高壓水槍清理。繼而辦理鋼筋防蝕處理，最後以材料修補。

集鹿大橋於民國 85 年（1986）5 月開工預計 87 年（1998）10 月完工，結果並未依原定期程完工，導致於九二一地震中受到嚴重損壞。該工程經費原為新台幣八億六千五百五十六萬元，加上地震後增加的修復工程經費約一億元，將近十億造價的工程，又因其為斜張橋結構，有關鋼索固定零件，全世界僅有一家公司獨有此生產材料，因此在招標過程中受到時程的延宕。民國 91 年（2002）10 月 21 日起，僅開放自用車及類似車輛通行，重型車尚不能通行，集鹿大橋 93 年（2004）9 月 27 日完工通車。集鹿大橋見圖 4-92。<sup>194</sup>

---

194 《九二一集集大地震橋梁災後重建及補強資料之彙整與研究》（2002），頁 18-19。



圖 4-91 修復中的集鹿大橋

拍攝日期：民國 89 年 5 月 17 日

提供者：國家地震工程研究中心



圖 4-92 集鹿大橋現況

拍攝日期：民國 92 年 12 月 28 日

拍攝者：黎益肇、陳荻閎

### 十三、名竹大橋

九二一地震引發車籠埔逆衝斷層錯動，撕裂地表，由北北東到南南西，全長超過 80 公里，斷層剛好從台三線 235 公里處名竹大橋竹山端（235 公里至 235.2 公里）間經過，造成該橋竹山端斷落 175 公尺。南投縣最重要且唯一之南北向交通幹道台三線因而中斷。公路局第二區工程處立即督促南投工務段修築便道，中央政府指示務必於 10 月 6 日前完工通車，工程於民國 88 年（1999）10 月 4 日晚間六時完工恢復交通。便道完成後，縮短往來名間竹山間須繞道一五二線及台十六甲線之路程 12 公里，節省旅程 30 分鐘，並可加速南投地區震災救災及復建工作時程。

名竹大橋因有斷層帶經過，而橋梁修復又無法另闢新路線，僅能於原址進行改建之情況下，為確保新建橋梁安全，本橋修復設計以交通部民國 84 年（1995）1 月頒布「公路橋梁耐震設計規範」之地震一甲區為基準進行耐震設計，並增加綜合性之耐震對策。

#### （一）橋梁概況

名竹大橋為台三線重要橋梁，橫跨濁水溪，連絡名間鄉與竹山鎮，位於台三線 234.6 公里至 235.3 公里名間與竹山交界處，為公路局二區工程處養護之雙向四線快車道公路橋梁。本橋全長 700 公尺，寬 19 公尺，上游側為北上線，下游側為南下線。上部結構為預力混凝土樑，共計 28 跨，每跨 25 公尺，每孔各 4 支樑。下部結構為上下行分離懸臂式橋墩，其構造為圓形墩柱及沉箱基礎。另於下游側每跨徑之間遺留舊沉箱基礎，於民國 79 年（1990）竣工。

#### （二）橋梁損害情形

名竹大橋於九二一集集大地震中發生斷橋，致使台三線交通中斷。南投工務段於民國 88 年（1999）9 月 21 日清晨 5 時即開始勘災，結果發現名竹大橋竹山端部分橋墩及橋台因車籠埔斷層於其間經過，地表錯動隆起而發生落橋損毀，部份橋面因大樑脫離帽樑支承座而落橋，受擠壓側大樑端及橋面版則凸出越過帽樑。地震使竹山端地盤錯動，隆起約 3 公尺，造成名竹大橋於竹山端北上線第 23、25、27 孔橋面落橋，南下線第 22、23、24、25、27、28 孔橋面落橋。此外，鄰近區域有地裂情形，部份橋墩產生斷裂、壓毀或嚴重傾斜。南下線第 27 孔有一砂石車隨上部結構掉落，第 22 與 23 橋孔間有一摩托車亦隨上部結構掉落，其損壞情形如見圖 4-93。<sup>195</sup>

195 《九二一地震公路搶修及復建計畫》（2000），頁 147。



圖 4-93 震後損毀的名竹大橋

拍攝日期：民國 88 年 9 月 23 日

提供者：國家地震工程研究中心

### (三) 便道搶修過程

民國 88 年 (1999) 9 月 21 日下午 2 時 30 分，南投工務段首先進行交通中斷安全維護設施及導引車輛繞道指示標誌之工作，道路部份則立即派員進行搶修。另外，南投工務段即刻製作名間至竹山間交通繞道 152 線及台十六甲線之示意圖，傳送給各新聞媒體以告知民眾，並著手規劃搶修事宜。

民國 88 年 (1999) 9 月 23 日晚間 8 時公路局第二區工程處召開搶修作業檢討會，會中決定名竹大橋以施築便道方式予以搶通，預定工期 10 天。南投工務段於民國 88 年 (1999) 9 月 24 日上午著手勘查便道工址，另定於原橋上游側設置緊急便道長 350 公尺，寬 9 公尺。9 月 24 日晚間，緊急處理小組核示儘量利用當地工程材料、節省工程經費及縮短工期等三原則辦理。政府於民國 88 年 (1999) 頒布「緊急命令」協助救搶修。本橋便道搶修依照該命令即可於河川公地先行施設，不受水利法之限制，並可就近挖取工程所需河床砂石料作為回填路基材料使用，可以縮短便道搶修施工時程與節省經費。

在設置便道及搶修時之考慮有：1.地震已使南投地區預拌混凝土工廠嚴重受損，再上加無電力供應，因此各個預拌混凝土工廠無法供應搶修必備之工程材料混凝土；2.便道將於原橋墩上游側上橋，必須克服高程差 11 公尺之問題；3.必須預防便道於使用期間汛期洪水沖擊之危害問題。經研議以採用貨櫃內部充填砂石料，做為便道路堤擋土設施使銜接橋面為最可行之方案。<sup>196</sup>

確定便道構築拖工方式之後，即於 88 年 (1999) 9 月 25 日開始調查市場可

196 《九二一地震公路搶修及復建計畫》(2000)，頁 148。

利用舊型貨櫃數量 ( 甚多貨櫃已被搶訂改裝成貨櫃屋 )，並編列工程預算。於 26 日下午完成發包作業，27 日進場施工。

本便道工程於規劃階段國軍表示願意協助公路局便道土石方搶修事宜，公路局南投工務段認為便道工程將發包以貨櫃方式搶修施工，為了爭取時間，便道土石方部份同意國軍部隊協助工作。其餘如銜接大橋橋面以貨櫃疊砌，跨水利渠道以涵管埋設及其他交通安全設施等專業技術，仍由公路局自行辦理。國軍部隊即於 88 年 ( 1999 ) 9 月 25 日調派 2 部中型挖土機，及 4 部運土車，協助將前水利處渠道工程堆積之土石方加以整平及開挖運載砂石料。至民國 88 年 ( 1999 ) 9 月 28 日，路基基礎大部份已建構完成，工作面逐漸縮小，國軍部隊支援協助部份亦接近結束。由於工地過多的施工車輛反而影響搶修作業，因此國軍部隊表示本便道工程專業技術部份，軍方部隊確無法克服須由公路局自行辦理，部隊於民國 88 年 ( 1999 ) 9 月 29 日調離。

本土堤便橋跨越竹山鎮社寮區域排水大圳，埋設直徑 1.5 公尺水泥涵管八道，共計 72 支 ( 每道 9 支 )。並於民國 88 年 ( 1999 ) 10 月 4 日完工通車，恢復台三線交通。便道使用期間歷經 89 年 ( 2000 ) 雨季汛期，於民國 89 年 ( 2000 ) 6 月 20 日凌晨，因上游集水區連日豪雨區域排水激增，洪水暴漲夾帶上游社區大量垃圾堵塞便道涵管入水口，導致涵管失去排洪功能，洪水暴漲並淹沒便道路面。洪水亦大量滲入土堤內部產生管湧掏空路基底層，使土堤路面下陷約 40 公分，交通中斷。經過公路局派人員搶修清除圳內垃圾，並增加涵管 5 道以利排洪，歷經 48 小時緊急搶修，才再度恢復台三線交通。另外，該貨櫃基礎於汛期內遭梅雨洪流淘空底部砂石料，管理單位緊急以混凝土澆置穩定貨櫃基礎，並以型鋼支撐已傾斜變形之貨櫃，另加鋪防水帆布避免洪波再度衝擊貨櫃土堤基礎，經上述緊急措施處置，方穩定該便道之基礎。

#### ( 四 ) 主橋修復過程

本橋之修復工作於民國 88 年 ( 1999 ) 9 月 23 日以專案委由中華顧問工程公司設計，中華顧問於 24 日派工程人員赴現地做工址調查紀錄，並以衛星定位 ( GPS ) 進行檢測，車籠埔斷層於該橋中間通過，產生逆衝斷層。橋面及地表錯動，竹山端地表隆起，較原橋面高出 3.236 公尺，部分引道有 3.5 公尺之平面錯動。

名竹大橋係於民國 78 年 ( 1989 ) 拓寬改建為 28 孔，每孔跨距 25 公尺，全長 700 公尺，屬預力混凝土橋梁結構。此次復建工程，下部結構必須避開河床內既存之舊橋梁沈箱基礎。該橋竹山端雖有斷層經過，本應另選址重建。但由於道路兩側社區發展已定型，無法避開斷層帶另選新線，僅能原址復建。因此，本橋永久性修復方式，除了須按照地震一甲區耐震規範設計外，亦需對橋梁

經過斷層帶予以特殊考量。

為避開河床內原舊橋沈箱基礎及斷層帶，修復新橋必須採較大跨徑，減少橋墩基礎方式辦理設計。另為配合竹山端堤防線及部分舊橋台前，已設有中區水資源局之集集引水計劃（供六輕使用）雙孔箱涵渠道，故決定竹山端新橋台再後退 75 公尺。而有些橋墩墩柱雖未傾倒，但已產生明顯裂縫，為安全計須予打除。經研議結果，新橋跨徑 37.5 公尺一孔，50 公尺三孔及 45 公尺一孔，合計五跨連續橋梁，全長 232.5 公尺。

依據公路總局重建修復準則，新橋根據民國 84 年（1995）1 月公佈之「公路橋梁耐震設計規範」進行設計，在地震一甲區（對應之地表水平加速度為 0.33g）為減少地震時之慣性力，該橋上部結構採用鋼橋。橋面採用鋼浪板配合混凝土橋柱系統，橋梁修復後長 232.5 公尺，寬 18 公尺。於原橋址辦理修復，部分尚完整，部分則打除重建。上部結構採五跨連續 I 型合成鋼樑結構，框架式橋墩四座，懸臂式橋台一座，原有橋墩柱補強，帽樑加寬，並使用高阻尼橡膠隔減震支承（HDR）及防落橋裝置。本工程於民國 89 年（2000）3 月 30 日開工，並於民國 89 年（2000）12 月 5 日完工，重建工程總經費為一億二仟零九十萬，修復後的名竹大橋如見圖 4-94。<sup>197</sup>



圖 4-94 完成修復的名竹大橋

拍攝日期：民國 92 年 12 月 28 日

拍攝者：黎益肇、陳荻閱

#### 十四、鯉魚大橋

197 九二一重建會全球資訊網，<http://portal.921erc.gov.tw/default.asp>。

本橋位於竹山鎮、跨越清水溪，連接鯉魚尾與福田社區。九二一地震造成支承滑落，使得橋面有十餘公分之落差。

#### (一) 橋梁概要

鯉魚大橋在投 53 線北端，位於竹山鎮跨越清水溪處，為竹山鎮清水溪西側鯉魚等社區與台一四九線銜接之要道，該橋總長 546 公尺、寬 5 公尺，為 14 孔之預力混凝土橋梁，其中一孔 7 公尺以供會車用，下部結構為單柱橋墩，於民國 77 年 ( 1988 ) 12 月竣工。<sup>198</sup>

#### (二) 橋梁震害情形

九二一震災時，本橋每孔橋面中有一支承滑落，使橋墩處之兩跨橋面間有十餘公分之落差。於每孔上部結構均有一端之鋼支承座傾倒，使該孔橋面在該端支承處滑落，造成兩鄰近跨間於橋墩處有 10 餘公分落差，橋台後之填土段下陷，使橋面與填土引道間有高低差 ( 如見圖 4-95 )。<sup>199</sup>

#### (三) 緊急修復情形

地震過後本橋橋面產生落差而無法通車，經工務單位緊急填補落差，於震災之初僅維持車輛慢速通行。

#### (四) 初步損壞原因探討

地震時斷層線距離鯉魚大橋約 3.49 公里，而在巨大的地震搖晃下，造成鯉魚大橋受力不平均導致支承鬆脫滑動。

#### (五) 修復情形

鯉魚大橋於地震損毀後，採就地拆除改建之規劃設計。新橋建於舊橋所在位址，依其平面線形亦採直線設計，如見圖 4-96。而在橋面高程方面，則以兩舊橋之橋台頂高程為參考高程，並依兩端路面銜接需求及樑底排水防洪等考量因素，個別決定實際之設計高程。鯉魚大橋之設計原則如下：<sup>200</sup>

---

198 國家地震中心工程研究中心，《九二一地震震災調查總結報告》，第六章，頁 163。

199 同上註。

200 《九二一集集大地震橋梁災後重建及補強資料之彙整與研究》( 2002 )，頁 25-26。





圖 4-95 鯉魚大橋橋面落差情形  
拍攝日期：民國 88 年 10 月 5 日  
提供者：國家地震工程研究中心



圖 4-96 修復中的鯉魚大橋  
拍攝日期：民國 89 年 2 月  
提供者：國家地震工程研究中心

#### 1. 線形設計

在平面線形部分，新橋中心線為兩舊橋台背牆前緣中點之連線，惟在東側新舊橋台間則利用既有設計為圓曲線，其曲率半徑為 10 公尺。在立面線形

方面，高程以舊之橋台高程為準。

## 2. 結構設計

在跨徑配置方面，由於新橋配置於舊橋址，故新設橋墩、橋台位置必須和舊橋、橋台錯離，且錯離間隔不小於 10 公尺，以免新舊基礎重疊而無法施工。而西側堤防之防汛道路亦不能設置橋墩橋台，因此該工程橋台之跨徑配置為三個結構單元，全長 575 公尺。

在下部結構方面，橋墩採長圓形等斷面實心單柱型式，可兼具形體簡單、水流阻抗小、施工簡單快速及景觀良好之優點。墩柱於上游側之半圓弧面設置有 9.6 公尺高、9 公厘厚之鋼板包覆，可免於水流沖刷及水中漂流物撞擊而造成墩柱之損壞。橋址處之河床地盤均為級配良好之卵礫石層，為考量河道沖刷狀況及施工時效，故採用 150 公分全套管場鑄樁基礎。而鯉魚大橋所有橋墩基礎頂部高程配合跨河構造物佈置暫行規則，訂於現有河床最低點下約 1 公尺，以避免日後河道變更時基礎板裸露在外。橋台結構採樁排架短牆式，有利於快速施工及減少開挖土方。

上部結構方面，本工程採寬 8.6 公尺、高 2.5 公尺之單室直腹板預力混凝土箱型樑。因考量景觀，原附掛於舊橋外部之電力、電信自來水等各類管線，均擴充需求而改掛於箱樑內部。如此需將隔樑人孔尺寸放大為 1.5 公尺寬、1.5 公尺高，以利各類管線由人孔兩側附掛通過，並留設足夠寬度之維修通路。另支承系統若採用盤式支承製作會造成供貨時程較長，因此支承系統採用人造橡膠支承墊。此外，該災修工程改建橋梁之防震設施系採用抵抗極限水平地震力之剪力鋼箱及具有防止落橋功能之防震拉條，而剪力鋼箱主要承擔水平地震力之傳遞，並限制荷重支承之容許移動範圍。防震拉條則將兩分離單元之橋體拉繫，使其不致因地震而跌落橋座，以提供防止落橋功能。

鯉魚大橋為國道新建工程局負責重建，於 88 年 (1999) 12 月 7 日動工，並於民國 89 年 (2000) 5 月 10 日完工通車，如見圖 4-97。



圖 4-97 修復完成的鯉魚大橋

拍攝日期：民國 89 年 5 月

提供者：國家地震工程研究中心

#### 十五、龍門大橋

本橋位於竹山鎮，跨越清水溪，為木瓜潭與投 149 線之銜接要道。九二一地震造成西側端產生落橋，使得車輛無法通行。

##### (一) 橋梁概要

龍門大橋在投 53 線南端上，位於竹山鎮，跨越清水溪，為竹山鎮清水溪西側木瓜潭等地區與台一四九線銜接之要道。本橋為總長 480 公尺，寬 5 公尺，12 孔 40 公尺之預力混凝土橋梁。每孔兩支預力樑，其中有一孔為 7 公尺供會車使用，下部結構為單柱橋墩、沉箱基礎，於民國 71 年（1982）12 月竣工。<sup>201</sup>

##### (二) 橋梁震害情形

於西側端之第二、三孔橋面落橋無法通行，予以封閉，如見 4-98。

---

201 國家地震中心工程研究中心，《九二一地震震災調查總結報告》，第六章，頁 169。



圖 4-98 受損的龍門大橋

拍攝日期：88 年 9 月 25 日

提供者：國家地震工程研究中心

### (三) 損壞原因探討

龍門大橋主要受損情況為兩跨落橋，而相鄰跨間有橫向相對位移。由現場勘察發現，除了上述損壞外，並無其他橋柱或橋台的損傷情況。由於該橋上部結構為兩根預力 I 型樑組成，而在跨與跨之間並無防止落橋裝置，故應為橫向地震力過大造成樑端橫向移動造成落橋。<sup>202</sup>

### (四) 修復情形

龍門大橋於地震損毀後，採就地拆除改建之規劃設計，其重建情形如圖 4-99。



202 國家地震中心工程研究中心，《九二一地震震災調查總結報告》，第六章，頁 169-170。

## 圖 4-99 重建中的龍門大橋

拍攝日期：民國 89 年 2 月

提供者：國家地震工程研究中心

新橋建於舊橋所在位址，依其平面線形亦採直線設計。至於橋面高程方面，則以舊橋之橋台頂高程為參考高程，並依兩端路面銜接需求及樑底排水防洪等考量因素，據以個別決定實際之設計高程。龍門大橋之設計原則如下：<sup>203</sup>

### 1.線形設計

在平面線形部分，為考量避開現有便道及私地，新橋中心線為兩舊橋台背牆前緣中點各偏移 1.1 公尺之連線，西側橋台向北，東側橋台向南。而立面線形部分，高程在考慮樑底不碰觸西側堤頂的情況下，以舊橋原有高程加高 1 公尺為準。

### 2.結構設計

在跨徑配置上，由於新橋配置於舊橋址，故新設橋墩、橋台位置必須和舊橋、橋台錯離，且錯離間隔不小於 10 公尺，以免新舊基礎重疊而無法施工。而西側堤防之防汛道路亦不能設置橋墩橋台，因此該工程橋台之跨徑配置為三個結構單元，全長 500 公尺。

在下部結構方面，橋墩採長圓形等斷面實心單柱型式，可兼具形體簡單、水流阻抗小、施工簡單快速及景觀良好之優點。墩柱於上游側之半圓弧面設置有 9.6 公尺高、9 公厘厚之鋼板包覆，可免於水流沖刷及水中漂流物撞擊而造成墩柱之損壞。橋址處之河床地盤均為級配良好之卵礫石層，為考量河道沖刷狀況及施工時效故採用 150 公分全套管場鑄樁基礎。而龍門大橋所有橋墩基礎頂部高程配合跨河構造物佈置暫行規則，訂於現有河床最低點下約 1 公尺，以避免日後河道變更時基礎板裸露在外。橋台結構係採用樁排架短牆式，有利於快速施工及減少開挖土方。

上部結構方面，採寬 8.6 公尺、高 2.5 公尺之單室直腹板預力混凝土箱型樑。因考量景觀，原附掛於舊橋外部之電力、電信自來水等各類管線，均擴充需求而改掛於箱樑內部。如此一來，需將隔樑人孔尺寸放大為 1.5 公尺寬、1.5 公尺高，以利各類管線由人孔兩側附掛通過，並留設足夠寬度之維修通路。另支承系統若採用盤式支承製作會造成供貨時程較長，因此支承系統採用人造橡膠支承墊。此外，該災修工程改建橋梁之防震設施係採用抵抗極限水平地震力之剪力鋼箱及具有防止落橋功能之防震拉條，而剪力鋼箱主要承擔水平地震力之傳遞，並限制荷重支承之容許移動範圍。防震拉條則將兩分離

203 《九二一集集大地震橋梁災後重建及補強資料之彙整與研究》(2002)，頁 24-25。

單元之橋體拉繫，使其不致因地震而跌落橋座，以提供防止落橋之功能。

龍門大橋為國道新建工程局負責重建，而本橋與鯉魚大橋同時辦理發包施工，二橋重建工程總經費共約二億元，於 88 年（1999）12 月 7 日開工，於民國 89 年（2000）5 月 10 日舉行通車典禮，完工後的龍門大橋如見圖 4-100。



圖 4-100 完工後的龍門大橋

拍攝日期：89 年 5 月 11 日

提供者：國家地震工程研究中心

## 十六、桶頭橋

從南投縣竹山通往雲林縣草嶺的投 149 線桶頭橋，位於竹山鎮跨越清水溪，為雙向兩車道公路橋。在九二一地震中，橋梁斷落，橋墩柱嚴重壓潰，混凝土破碎損壞，鋼筋拉斷，無法通行。本橋於民國 89 年（2000）12 月 26 日完成重建，對雲林縣草嶺地區的觀光業將有相當大的助益外，另可使竹山與雲林縣古坑地區連絡在一起，並帶動彼此的交流與繁榮。

### （一）橋梁概況

本橋位在 149 線 13.6 公里處，為南投竹山通往桶頭、草嶺之重要交通孔道，為雙向兩車道公路橋。該橋總長 160 公尺，橋寬 9 公尺，為 4 支 40 公尺簡支預力混凝土樑橋，每孔 3 支 I 型樑，單柱式之懸臂橋墩與沈箱基礎構造。204

### （二）橋梁損害情形

本橋於地震後破壞十分嚴重，上部結構四孔橋面全部落橋，下部結構包括二側橋台嚴重毀損，部份橋墩柱嚴重壓潰與帽樑剪斷。竹山端橋台位移，且引道路面嚴重沈陷。橋柱嚴重壓潰、混凝土破碎損壞、鋼筋拉斷以及帽樑斷落，本橋損壞情形如見圖 4-101。

### (三) 損壞原因

在九二一強大地震力侵襲<sup>205</sup>與斷層線經過的雙重作用下，造成本橋完全崩塌破壞。損壞包括因地層錯動引起北端橋台後方路面嚴重沈陷、橋台嚴重破裂損壞及橋柱於柱頂與帽樑交接處發生剪力破壞等情形。由於圓形沈箱基礎絕大部份外露在河床面上，使得橋柱剪力跨徑減少，故造成三根橋柱的剪力破壞<sup>206</sup>。



圖 4-101 地震後的桶頭橋

拍攝日期：民國 88 年 9 月 24 日

提供者：國家地震工程研究中心

### (四) 緊急便道之搭建

本橋梁為竹山通往桶頭與草嶺間之重要交通孔道，公路局搶修工作中首先完成 8 公尺寬雙向之緊急搶救便道，而該便道採土堤與涵管之方式。鋼涵管土石便道之優缺點與混凝土涵管土石便道相同，由於排水不易，因此適用於短距離且水量較小之河谷。地震造成南投縣桶頭橋落橋，考量其地理位置與地形，因而採用混凝土涵管施築便道之措施。就地理位置而言，桶頭橋為南投地區縣

205 最大地表水平加速度東西向約為 625gal，南北向約 750gal，垂直向約 360gal。

206 靠近北端橋台的第一根橋柱帽樑向上游方向破壞傾倒，其餘兩根橋柱帽樑則是向下游方向破壞傾倒。

道 149 線之重要橋梁，鄰近無替代道路，且桶頭橋受損嚴重，已無法使用。就地形而言，桶頭橋長度不長，利用混凝土涵管施築便道，方便迅速。

桶頭橋位於交通要道，災區殷切期盼該便道通車，由於桶頭橋上游為草嶺地區，該地區因為地震使得清水溪遭大規模走山土石掩埋，形成堰塞湖（草嶺潭）。由於潭水水位逐日上升，隨時有潰堤之危險。考慮因地震而落橋之舊橋會阻礙河道排水，因此搶修工作包括河道內之舊橋拆除、運棄以及便道施工緊急進行。便道採用直徑 150 公分之鋼筋混凝土涵管緊急製作。由於緊急便道位於山區清水溪河道內，而桶頭橋修復工程因逢雨季，山區午後經常豪雨，該鋼筋混凝土涵管便道於民國 89 年（2000）6 月 20 日被暴漲的山洪水沖毀 40 公尺長，造成交通阻斷，公路總局立即通知承包商封閉兩端交通。經重新設計，於沖毀河道內採用大口徑 350 公分之鋼管，以利洪水排洩。每支鋼管長 9.6 公尺，並於鋼管與鋼管間打設鋼軌樁，再於鋼管上澆置 30 公分後之混凝土板，第二次便道於民國 89 年（2000）7 月 6 日通車，見圖 4-102。<sup>207</sup>



圖 4-102 桶頭橋便道

拍攝日期：民國 89 年 12 月 16 日

提供者：國家地震工程研究中心

#### (五) 橋梁重建工作

依據公路總局重建修復準則，桶頭橋復建方式為利用原橋橋址銜接原有道路，並調整橋孔減少阻水。重建橋梁長 220 公尺，寬 12 公尺，共 5 跨（分別為 30 公尺、40 公尺、70 公尺、45 公尺、35 公尺）。上部結構採用鋼結構及鋼浪板系統以縮短工期。在下部結構方面，於現有橋台下游側後方各 10 公尺處，新建

207 《九二一集集大地震公路重要橋梁復建設計與施工》（2002），頁 164。



南北兩座橋台，混凝土橋墩及直徑 150 公分全套管基樁之基礎，並避開現有基礎位置。此外，採用門架式橋墩與隔減震高阻尼橡膠隔減震支承 (HDR)，並加設防止落橋裝置。本重建工程總經費為一億三百五十萬，於民國 89 年 4 月 2 日開工，並於民國 89 年 (2000) 12 月 27 日完工，<sup>208</sup>完工後的桶頭橋如見圖 4-103。



圖 4-103 完工後之桶頭橋

拍攝日期：民國 90 年 1 月 11 日

提供者：國家地震工程研究中心

## 十七、小結

打通重建區聯外的交通網絡，是九二一重建的首要工程。為強化公共工程的安全性，重建後的橋梁，不論是施工品質和耐震標準均加強了不少。重建區中的主要橋梁工程均已完工，藉由這些公路與橋梁的修復，將全面恢復重建區聯外的幹道路網，也開啟了地方發展的新契機。

而橋梁耐震設計規範為影響橋梁耐震能力的主要因素之一，其內容常因地震工程研究的日益豐碩，地震觀測紀錄的日趨完整，耐震設計理論與技術的日益成熟以及震害經驗的累積等而逐步修訂。國內現有橋梁之耐震設計由於設計年代之先後有別，其所依據之設計規範因而有所差異，致使其耐震能力亦不盡相同，因此如何評估現有橋梁之耐震能力，進而補強使其達到橋梁新設計之標準，實為當前急應努力的方向。我國公路橋梁耐震設計規範於民國八十四年 (1995) 頒布，而在集集地震發生後損壞的橋梁大部分是在民國八十四年 (1995) 以前完工通車的，因此既有橋梁是否能達到新規範的耐震能力，實應加以評估。而為提升橋梁耐震能力，公路局提出以下因應對策：(一) 既有橋梁耐震能力評估；(二) 增加進橋梁之柔性與韌性；(三) 採用吸能減震支術；(四) 增設耐衝擊性之防落橋措

208 交通部公路總局第二區養護工程處全球資訊網，<http://www.thbtwo.gov.tw/web/index.html>。

施；(五)重視土壤液化對橋梁基礎之影響；(六)垂直地震力的影響；(七)地震資料之收集；(八)近斷層之疑慮；(九)防撞鋼板之防震使用。

橋梁的重建工作，可說是九二一工程中效率極高的一環。如烏溪橋，由於公路局人員積極努力的趕工下，其重建工作在短短不到一年便完成，對週遭鄉鎮的災後重建與產業振興影響甚鉅。因烏溪橋的提早完工通車，使得承包商獲得兩百萬元的獎金，此一獎勵方式對未來公共工程的施工效率亦有正面的幫助。

## 第八節 指標性古蹟復建工作

### 一、前言

九二一地震後，內政部民政司官員與學者專家於民國 88 年（1999）10 月 5 日勘查九二一地震後古蹟毀損情形。其中，二級古蹟霧峰林宅受損情形最為嚴重，幾乎全部毀損。霧峰林宅處於地震帶，修復經費高，內政部原評估是否解除古蹟認定，但在民間及學者的反對聲浪下而作罷。民政司協調軍方，予以管制，避免外人入侵致使古蹟遭到二次破壞，並由林家在當地興建鐵皮屋，暫時保存遺留的文物。

地震亦造成鹿港龍山寺山門木柱移位、正殿屋脊斷裂、山牆傾斜、後殿後墻坍塌。地震發生後，政府為進行緊急搶修龍山寺，並於民國 89 年（2000）2 月開始著手進行檢測、設計、審查及修正等作業。在經過多次與地方文史工作者的說明，地方人士提出應全面修護龍山寺而非緊急搶修，隨後由建築師依「鹿港龍山寺九二一震後災損暨修護執行計畫」提出全面修護計畫。

興賢書院因年久失修，在九二一地震中幾乎全毀。由於員林居民十分關心興賢書院未來的修復重建，因此重建會與彰化縣政府委託中原大學清理保存興賢文物。

但在九二一地震後又發生了一〇二二大地震，對古蹟的維護更是雪上加霜，復建工作更形困難。以下針對霧峰林宅、鹿港龍山寺以及興賢書院等歷史古蹟之復建過程完整描述。希望藉由這個過程，讓民眾了解古蹟維護的不易，並建立一套完善的維護修復機制，使祖先的智慧與心血得以完整留存於後世。

### 二、霧峰林宅復建工程

九二一地震使得霧峰林家建築群幾乎夷為平地。曾經和板橋林家花園同為全台最壯麗的家族，如今殘垣瓦礫堆積成山。在坍塌的殘瓦堆中，不僅覆蓋著雕工精湛的文物，也掩埋了霧峰林家兩百多年來歷經的滄桑。

霧峰林家是清代臺灣中部最大的士紳家族，而其宅第規模及建築特性上，均屬無雙，為全台第一的紳官宅第，佔有重要地位。霧峰林宅規模相當龐大，一般分為：（一）下厝<sup>209</sup>、（二）頂厝<sup>210</sup>、（三）萊園等三大部分。宅第共佔地達三公頃，為臺灣中部地區規模最大的古厝，建築富麗堂皇，其下厝「宮保第」為臺灣唯一之清代官邸，內政部於 74 年（1985）公告指定為二級古蹟。

#### （一）損壞情形

九二一發生後的第二天，隨著台大城鄉所工作人員的進駐，緊急展開現場的搶救工作，其損壞情形如見圖 4-104。

有關霧峰林宅頂厝、下厝、萊園各建築群之損壞情形分別調查如下：

209 包括二八間、二房厝、大花廳、宮保第、草厝。

210 包括頤園、蓉鏡齋、新厝、景薰樓組群。

## 1.頂厝<sup>211</sup>

在景薰樓前、中落部份，門樓之屋頂及結構完好。第一進正身及拜亭屋面損毀，但主要樑柱結構完整。而左護龍正立面山牆全倒、前半段屋面嚴重塌陷，後半段之主要結構及屋面尚完整。右護龍壁面龜裂、剝落，但主要結構及屋面尚稱完整；右護龍由一進通往二進之山門倒塌。穿心廊、左右迴廊及第二進正身、拜亭全毀，僅剩部份壁面及牆基。景薰樓後樓部分則完全毀損倒塌。



圖 4-104 震災後的霧峰林宅

拍攝日期：民國 88 年 9 月 25 日

提供者：九二一震災古蹟復建工作小組

蓉鏡齋部分在九二一地震後，門樓全毀，而第一進正身左稍間全毀，其餘尚完好。左護龍全毀。前庭之泮池（百龜池）之護欄及圍牆全毀。右護龍之主結構完整，僅部份壁體龜裂崩塌。但由於錯過搶救時機及「一〇二二嘉義地震」造成破壞，使得除右護龍外，其餘已全毀。新厝部分全毀，僅剩牆基及幾片磚牆。

在頤園部分，前埕之左、右護龍全毀。正身及右護龍結構傾斜變形，屋頂結構完好。正身之拜亭及左護龍全毀。

頂厝各部分毀損情況如表 4-38 所示：

表 4-38 頂厝各部分毀損情況

頂厝損壞狀況：
---------

211 內政部民政司·《九二一震災古蹟復建月報 2002.5 第二號》，頁 4。

頂厝各部分名稱	損毀率
景薰樓組前、中落	60%
景薰樓後樓	100%
蓉鏡齋	80%
新厝	100%
頤圃	70%

資料提供：內政部古蹟復建小組

## 2. 下厝

在宮保第部分，第一進正身十一開間全毀。第二進左護龍過廊全毀，正身之主結構尚稱完好。第二進右護龍全毀。第二進正身除明間之左、右木屏壁彩繪及構架尚稱完好外，其餘屋頂及壁面全毀。第三進正身及拜亭因曾作緊急臨時支撐，所以土塼磚壁嚴重崩塌，整體架構嚴重傾斜，但並沒有倒塌。第三進左、右護龍全毀。第五進正身及右護龍全毀，左護龍則半毀。在大花廳部分則建物全毀。

在二房厝部分，第三進正身及左右護龍之牆面除部份出現龜裂、傾斜外，其屋頂及主要結構尚稱完好。過水廊（第四進）完好。第五進正身及左護龍全毀。第五進右護龍後半段嚴重損毀，其餘完好。

下厝各部分毀損情況如表 4-39 所示：

表 4-39 下厝各部分毀損情況

下厝損壞狀況：	
下厝各部分名稱	損毀率
草厝	100%
宮保第	90%
大花廳	100%
二房厝	65%
二十八間	100%

資料提供：內政部古蹟復建小組

## 3. 萊園（現址於明台高中內）

五桂樓、飛觴醉月亭、夕佳亭、林氏墓園全毀。英園園門及大棉橋嚴重龜裂傾斜，但沒有全塌。石頭公、鐵駁紀念碑、櫟社二十年題名均完好。而飛觴醉月亭已由明台高中自行出資於民國 90 年（2001）5 月修建完成。

## （二）九二一震災霧峰林宅清理（整理）及文物搶救保存工作

九二一地震的發生，不但使霧峰林宅建築群包括頂厝、下厝、萊園均遭到嚴重的毀壞，更造成生命的傷害與財產的損失。因此臺中縣文化局提出了「九二一震災霧峰林宅清理（整理）及文物搶救保存工作」計畫，乃基於如何在短時間內進行搶救埋沒於瓦礫堆中的重要文物資料，並加以妥善的現場清理、紀錄及文物登錄造冊工作，並進一步藉由清理與紀錄的成果提出震災評估報告及修復建議等，以作為日後復建霧峰林宅之重要基礎，其重修之情形如圖 4-105、圖 4-106。



圖 4-105 景薰樓緊急支撐加固情形

拍攝日期：民國 92 年 12 月 28 日

拍攝者：黎益肇、陳荻閱



圖 4-106 景薰樓中落清理後保護鋼棚架現況

拍攝日期：民國 92 年 12 月 28 日

拍攝者：黎益肇、陳荻閱

霧峰林宅宅園範圍相當廣，由北而南自景薰樓組群、蓉鏡齋、新厝、頤圃、草厝、宮保第、大花廳、二房厝、廿八間等共 8 組建築組群及萊園所組成，為跨越民生路與萊園路的連結。建築組群的面寬達 280 餘公尺，深度平均約 120 餘公尺，為臺灣少見之完整大規模建築組群。此次「九二一震災霧峰林宅清理

(整理)及文物搶救保存工作」的執行，因霧峰林宅古蹟範圍相當廣，尤其以頂厝部份產權皆屬私人所有，以及關係到古蹟所有人的保存意願等因素，因此將清理與紀錄範圍分成下列三大部份：<sup>212</sup>

- 1.頂厝之景薰樓組群前、中落部份
- 2.下厝之宮保第與二房厝
- 3.下厝之大花廳

「九二一震災霧峰林宅清理(整理)及文物搶救保存工作」的計畫內容及工作項目概分為以下三點進行，其說明如下：<sup>213</sup>

#### 1. 清理現場記錄

以各進之正身、左右護龍的各自範圍作成分區的第一現場的記錄，若無法分辨則以三公尺見方範圍作成分區的現場記錄，依每分區號將相關料件的坍塌位置、狀況描述，作圖面記錄及攝影記錄。而對於斷垣殘壁記錄的方式，等到現場文物清理完畢後，馬上進行清除現場瓦礫。瓦礫清除工作完成後，立即對現場之斷垣殘壁與原測繪圖比對作紀錄、攝影，供日後復原位置之參考。

#### 2. 文物登錄造冊

一般木構建區分為「堪用材」、「回收材」與「參考材」三類。堪用材視編碼後作登錄存檔及攝影記錄，收藏入庫，以備日後修復之需。回收材則視編碼後作登錄存檔及攝影記錄，依位置分區收藏作為修復時可再利用之原料。

木雕刻及有上彩繪的非結構材區分「完整材」、「可修補材」、「回收材」與「參考材」四類。完整材需標示號碼後作登錄存檔及攝影記錄，收藏入庫，以備日後修復之需。可修補材則以可用修補作成復原者，處理手法同完整材。參考材雖已不具修復價值，但仍可依其剩餘的部件，編碼及攝影記錄後作登錄存檔，以供相關榫接、作工細部手法之參考。

針對磚、瓦、土及泥塑、剪黏、陶瓷、石材等材料，將不同尺寸完整之磚、瓦、土塊標示號碼後作登錄存檔及攝影記錄並採樣收藏入庫，以作為復原建築原貌重要參考資料。而匾聯、文書、家具、器等文物，不論完整或斷片殘塊均需蒐集，並於編碼及攝影記錄後作登錄存檔。

#### 3. 震災評估與記錄研究

##### (1)紀錄研究工作

測繪、紀錄建築物毀損狀況及紀錄材料破壞狀況，並針對傳統結構材料進

---

212 內政部民政司，《九二一震災古蹟復建月報 2002.5 第二號》，頁 5。

213 同上註。



行材料試驗，透過詳細的研究分析建立研究調查的基本資料。

## (2) 震災評估

九二一震災造成霧峰林家宅園的嚴重破壞，此次清理、紀錄及研究計畫除了完成文物搶救及保存工作的紀錄外，更藉由分析材料及現場的毀損狀況，再經由諮詢顧問團及工程督導小組的定期討論，彙整後作成震災評估報告，並提出具體修復建議日後供霧峰林家宅園修復之重要基礎。

## (三) 霧峰林宅修復所遭遇困難

第二級古蹟霧峰林宅在文化資產保存上有其重要意義，促古蹟復建所面臨的困難及待解決問題茲簡述如下：<sup>214</sup>

1. 學者專家對古蹟保存和認定，在理論、工法、材料、保存科學等方面意見分歧，並欠缺具體有效和可行的建議方案及方法，古蹟復建與否常陷於兩極化的意見之爭。
2. 由於地方政府缺乏專業人員，再加上霧峰林宅建築群落複雜，產權不同，所有權人保存意願及方向各有不同，亟待化解歧見，建立共識。
3. 霧峰林宅建築組群位處地震斷層帶，有關之地質結構、斷層帶後續檢測及觀察與鑽探研究、防治策略等涉及地質結構學、地震學、土壤力學等專業學術領域與實務探討。
4. 古蹟修復與重建的工法、材料、廠商和匠師資格、施工設計、發包及檢驗，以及專業結構技師、土木技師等之參與鑑定和認證事宜和參與層面、環境影響評估、都市計畫檢討等之規範亟待研議和確定。
5. 古蹟修復與復建期間的防水、防火、防盜、防震等防災事宜，以及材料處理、工地安全、週邊進出道路與替代道路之規劃、當地居民的溝通協調等等均需及早因應和規劃。
6. 古蹟修復與復建完成後的管理維護、營運及所有權的討論與確立，及相關法令之研擬與法制化。
7. 研議古蹟復原與復建完成後的等級評定程序，及在文化資產保存的觀念作法上的重新界定，攸關未來國內文化資產保存上作能否順利推展。

## (四) 修復過程之突發狀況<sup>215</sup>

霧峰林宅在復建過程中，頂厝的「頤圃」於民國 91 年 (2002) 7 月 30 日晚間突然發生火警。火勢雖然迅速被撲滅，但經過九二一地震摧殘後，又遭火神吞噬，本古蹟受到二次嚴重損害。

古蹟受損部份為右護龍，其屋瓦、門窗及桁架被大火燒得炭化相當嚴重。臺中

214 內政部民政司，《九二一震災古蹟復建月報 2002.5 第二號》，頁 7。

215 內政部民政司，《九二一震災古蹟復建月報 2002.8 第五號》，頁 2-5。

縣文化局於民國 91 年 (2002) 7 月 31 日依據「重大災害古蹟應變處理辦法」及「臺中縣古蹟及歷史建築重大災害應變處理小組設置要點」，在霧峰林宅下厝之阿罩霧文化基金會工作室，邀集相關處理小組委員針對頤園火災現場和古蹟毀損情形召開勘查會議，並進行必要之緊急應變及防護措施。

臺中縣文化局於災後專案向內政部申請補助經費，以利霧峰林宅之安全維護，並採取緊急防護措施。搶救暫時搭設帆布予以遮蔽風雨，其他鋼棚及修復，需待內政部核定後才可進行。

#### (五) 修復過程

古蹟霧峰林宅於九二一地震後近二年之時間，相關單位仍未決定是否復建，對於社會、林宅後代實難交待，行政院九二一震災災後重建推動委員會認為須儘速作一明確決定，爰於 90 年 10 月 3 日邀請內政部相關單位、林宅後代表等召開「台中縣二級古蹟霧峰林宅九二一震災災後復建問題協調會議」，並作成復建及組成專案小組推動之決議。

嗣內政部依上開會議結論，邀請文建會、台中縣政府、營建署、地政司、林宅頂厝、下厝、萊園所有權人代表、重建會參加及歷史、建築、結構專家學者擔任專業諮詢，由內政部簡次長太郎擔任召集人，於 91 年 2 月組成「霧峰林宅復建委員會」，自此建立該古蹟復建工作推動、協調之專案小組。

霧峰林宅分成 5 個群落進行復建，分別為 1.景薰樓前中落 2.頤園 3.宮保第 4.大花廳 5.二房厝等，並於 93 年 10 月起陸續發包施工。後來因文化資產保存法修訂古蹟業務由內政部改至文建會主管，乃於 94 年 11 月 1 日由文建會繼續推動辦理中，預估全部完成時間約為 97 年 5 月。

#### (六) 小結

霧峰林家古蹟聚落群最大的價值，不在於個別的建築體，而是在於連結各個區域所呈現出來的歷史發展過程的空間關係。而保存霧峰林家最可貴的精神，不在保留建築物，而是在保留歷史。雖然修復期間一波三折，但復建維護工作決不能停擺。霧峰林宅的維護與家族發展過程的保存，絕不單單是林家後代子孫的問題，而是所有珍惜臺灣歷史的國民共同的責任。因此，霧峰林家復建問題的解決，應結合政府的政策、林家子孫的意願與專家學者的專業等各方面的力量，合力來促成。

### 三、鹿港龍山寺復建工程

#### (一) 前言

鹿港龍山寺為臺灣之經典寺廟建築，規模宏大，且比例優美。屬於泉州建築之代表作，為政府一級古蹟。龍山寺實為臺灣現存廟建築中第一佳構，無論就平面格局、形式及細部裝飾而言，皆為上乘之選，故有「臺灣紫禁城」之稱

。本寺不僅為彰化鹿港地區民間信仰參拜之主要廟宇之一，其建築藝術價值，更是全臺灣的文化資產之一。

民國 88 年 (1999) 9 月 21 日中部地區大地震以及民國 88 年 (1999) 10 月 22 日嘉義大地震，因地震規模強大之故，鹿港龍山寺自山門起至后殿止，全區多處受到極為嚴重的損壞。震災初期管理單位鑒於遊客安全顧慮，除了以木柱、帆布、砂袋等臨時措施支撐或覆蓋外，並嚴禁遊客進入。但九二一震災發生過後一年，仍未見進行修復作業。而龍山寺的損害引起中央與地方的高度重視，陳水扁總統除親臨關切，並指示辦理修復工作。此外，全國文史團體、古蹟愛好者及彰化縣民對龍山寺損壞之情形與修復進度亦表現出高度之關心。內政部為減輕政府財源負擔，並鼓勵企業人士積極參與贊助文化建設，前內政部長張博雅親邀鹿港成功企業家寶成集團蔡其瑞總裁於民國 89 年 (2000) 10 月 7 日共赴鹿港龍山寺，視察災後受損情形及協商修復事宜，並獲該公司同意出資修復震災受損部分，並由內政部於民國 90 年 (2001) 2 月 2 日成立輔導該公司成立「修復工程委員會」。

## (二) 鹿港龍山寺修復工作計畫

鹿港龍山寺受損情況包括山門木柱移位、屋頂傾斜、戲臺與拜殿木柱位移、正殿屋脊與燕尾斷裂、山牆龜裂傾斜，後殿牆壁坍塌。彰化縣政府為迅速採取搶救措施，依據文資法第三十條之二規定，在三十日內提報搶修計畫，並於災後六個月提出復建計畫送中央備查。繼於民國 89 年 (2000) 1 月間依規定將設計監造評選計畫上網招標。得標廠商在多次會勘現場認為，鹿港龍山寺整體建築在景觀及安全上均極需作完整及徹底之再修護，以早日恢復其原有功能及面貌，達到古蹟延年益壽再創生命新高之重要目的。

鹿港龍山寺修護工程設計依據，遵循文化資產保存法及其施行細則<sup>216</sup>之相

- 
- 216 1.文化資產保存法第三十條：古蹟應保存原有形貌及文化風貌，不得變更，如應故損毀應依照原有形貌及文化風貌修復，以延續其古蹟生命，並得依其性質，報經內政部許可後，採取不同之保存、維護或管制方式。
- 2.文化資產保存法施行細則第四十五條：古蹟之修護，其管理機關、團體或個人應將修護計畫連同設計圖說及預定日期，報經該古蹟主管機關許可後使得為之。古蹟主管機關收到古蹟修護計畫後，應邀集有關機關及學者專家研商，並以於三十日內決定為原則。
- 3.文化資產保存法施行細則第四十六條：古蹟修護，應依下列原則為保存原有之色彩、形貌；採用原用或相之材料；使用傳統之技術及方法；非有必要不得解體重建。
- 4.文化資產保存法施行細則第四十七條：古蹟工程應遴聘具有傳統或專業技術人員為之。
- 5.文化資產保存法施行細則第四十八條：重大古蹟修護工程，古蹟主管機關應委託專家學者作成工作報告書，存供日後文獻之用。
- 6.文化資產保存法施行細則第四十九條：公有古蹟及由政府修護之私有古蹟，其修護工程得視為特殊工程。

關法令規定執行。

### (三) 修護目標

鹿港龍山寺之再修護，主要因為九二一及一〇二二兩次大地震所造成之破壞，其次為木、磚、石、石灰、漆作等主要構材或裝飾材，已受到生物性或物理性之破壞。次要原因為部分構材已嚴重腐朽或已風化剝離現象，亟需再作修護。修護作業擬定以下目標：<sup>217</sup>

強化、復原、保存等方式為主要修護準則。

對於磚、石構造材料之風化、斷裂修護，引進國外先進工法及技術採現場直接修護工法為原則，儘量避免拆除新料重作所造成之落差，以提高整體修護品質。

對於木作材料蟻生物性破壞防治方法，全面作詳細檢測及處理，以增加木作使用年限，減少日後抽換新作比率，降低管理維修費用。

利用此次再修護之時機，充分融入地方人士及管理使用單位之意見及需求，作為古蹟再利用之設計依據，並結合當地觀光特色資源，務必使龍山寺全區有效整體運用，充分發揮古蹟應有功能，以更彰顯其古蹟文化價值。

### (四) 修護方式及內容

#### 1. 地坪部分

尚完整堪使用者，再作施工修護時，應以適當方式予以保護之，以免遭受施工時不慎或不當之破壞。已嚴重破裂者，考據原有材料規格、形式予以訂做仿製，並更換之。

#### 2. 牆身部分

已嚴重受到擠壓變形破壞者，予以小心拆卸重砌。其材料儘量利用原有材料為主，補充材料為次，材料補充亦應考據原有材料規格與形式予以訂做仿製。未破壞部分但表面已嚴重風化及剝落現象者，應引進國外先進補強修護技術，以儘量避免大面積拆卸引起之不當修護。結構分析評估方面，必要時予以適當之防震補強措施，以加強其耐震性能。

#### 3. 木構造部分

木構架輕微變形者，採不解體方式扶正定位方式予恢復原位，並做整體構架校正檢視，榫接部位呈鬆動者重新以木楔填塞。構架已嚴重變形者，先將屋面瓦作、苫背、椽條等構造予以卸載後，退開關鍵榫楔部分，將木構架再作校正、定位，並詳細檢視各部構件，回復原有正確位置。

---

另龍山寺管理委員會及地方人士在不抵觸文化資產保存法及施行細則原則下，所提之需求建議，均為此修復計畫之重要參考，並為本次修護工程之重要依據。

217 內政部民政司，《九二一震災古蹟復建月報 2002.4 第 1 號》，頁 14。

木構架各單元構件，利用此次再修護時機，詳細檢視，除作成詳細書面紀錄外，並做徹底性之檢修，嚴重腐朽不用者，以新料仿原規格、形式仿製抽換。整體木構造全面作徹底性之生物性破壞防治處理。

#### 4.屋頂部分

全面性作徹底之拆卸翻修，尤其以屋脊及規帶下方為處理重點，俾使新作防水層延伸覆蓋於其下方，以杜絕屋脊、規帶下方滲漏現象。屋脊、規帶、馬背粉刷、泥塑、剪黏等部分考據原有形貌，依原規格、形式仿製新作，以儘量回復其舊貌為原則。苫背、屋作部分全面拆卸重新鋪設，破損者依原規格、形式仿製新作，於鋪設時仔細規劃。補充新料，儘量使用於兩側或背面較不明顯之處，並注意其整體色調之和諧處理。

#### 5.裝飾部分

漆作部分利用數位相機對各空間、各構材表面現存之漆作詳細調查，記錄、分析其工法、題材、匠師流派出處，建立完整資料檔案，以供後續修護依據。依據調查、記錄、分析結果，於整體構造修護完成後，做適當之修護。溫塑部分考據原有形貌，以儘量回復其原貌為原則。

#### 6.火警、電氣、照明部分

配合建築主體修護，並充分考量管理使用單位之需求，全面檢討，重新佈設。考慮夜間景照明設計，以襯托龍山寺於夜間開放時呈現之整體美感，彰顯其古蹟文化資產價值。

#### 7.其他部分

在不牴觸相關法條之原則下，融入地方人士及管理使用單位於古蹟再利用上之實際需求，增設必要之軟體陳設修護意見，期望使整體再修護之工作更趨完美。

### (五) 復建工程進度

鹿港龍山寺修復工程作業已完成地質鑽探工程、主構件測量工程、臨時水電工程、避雷針工程、假設工程、山門五門戲台木構件損壞調查、保全系統設置及破壞調查、保護、拆瓦、構件檢視工程，並於民國 91 年 ( 2002 ) 2 月 6 日完成正殿、拜殿、後殿、八卦門廊修復工程發包作業，預定 96 年底前完工，其修復情形如見圖 4-107、圖 4-108。



圖 4-107 彰化鹿港龍山寺之支撐加固情形

拍攝日期：民國 91 年 11 月

提供者：九二一震災古蹟復建工作小組



圖 4-108 彰化鹿港龍山寺屋頂掀開情形

拍攝日期：民國 91 年 11 月

提供者：九二一震災古蹟復建小組

#### (六) 民間企業參與維修古蹟的優點<sup>218</sup>

手續程序簡化，除設計書圖（含變更設計）送審程序外，可免去不必要之行政作業時間，諸如申購、採購、僱工等事務性可迅速決定。

218 內政部民政司·《九二一震災古蹟復建月報 2003.7 第 1 五號》·頁 5-6。

招標發包不受政府採購法之限制，可分項發包，為使工程順利及品質要求，在每一單項招標發包時，均可邀請投標廠商提出施工計劃說明，讓廠商了解修復工程委員會的要求，甚至採「實作實算」計價，也讓廠商了解工款的請領方式。發包決標可彈性運作，不完全以價格最低為決標依據，有時以「技術標」、「資格標」評比為主，甚至採施工計劃評審決定<sup>219</sup>。送審的變更設計書圖在查尚核准前為爭取時效，也可先行零包。<sup>220</sup>

施工監造除了政府指定的設計監造<sup>221</sup>，營造廠商現場監工之外，委員會聘請有古蹟維修經驗之工地主任參與監督，共同要求施工品質。

執行透明化，安排定期舉行說明會並開放參觀，讓民眾了解施工現況，排除不必要之疑慮。

預算的追加由企業投入，負責階段性之全額經費，遇必要性之經費增加，可迅速解決。古蹟修復，往往在變更設計時，增加不少預算，如由政府發包，追加預算的經費要涉及到財政、主計單位的權責，必須經由多次會勘、審查、研議，常為此又得耽擱很久。寶成集團參與此次修復工程，總裁蔡其瑞昆仲表示，只要為修好龍山寺前提下，經費的增加他們也願意負擔，這對以往公部門修復古蹟所遭遇的經費困擾，幾乎是不存在。<sup>222</sup>

機動性審查小組的配合，既然不必考慮經費預算追加，則只要在審查委員視為必要修正情況下，可迅速規劃施工，不致於停滯不前。

驗收及核撥經費，在分項驗收下，經由監造、監工單位驗收後，充分授權，依規定迅速核撥支付工程款，如此一方面可減輕營造商成本，另一方面也可降低工程費，執行以來甚獲施工廠商好評。

有全記錄的施作執行，在文資法實施細則第四十八條：「重大古蹟修護工程，古蹟主管機關應委託專家學者作成工作報告書，存供日後文獻之用」，公部門依規定要求設計監造單位做記錄之外，寶成國際集團也要求龍山寺修復委員會在必要落架前，應詳細製作測繪記錄（由教授主持，研究生、師傅、工地主任現場參與）。這份珍貴的全紀錄除了有利於修護及回組時的依據似可做為未來再次整修的參考史料。

## （七）小結

鹿港龍山寺修復工程是國內首件官民合作的古蹟修復模式，其優點除了減少政府經費支出外，以企業精神執行修復工作，可以作為政府機關參考。此外

---

219 聘學者專家參與評審。

220 D 標工程採甲標、乙標發包，採實作實算方式。

221 符宏仁建築師事務所。

222 諸如鋼棚架避雷針的裝設、地質鑽探、主構件測量、測繪記錄、現場駐衛警、保全監視系統及設計變更等經費的增加

· 未採用公開招標，避免廠商以低價競標，導致降低工程品質。最重要的是，本案例樹立成功企業家回饋地方的典範。



## 四、員林興賢書院復建工程

### (一) 前言

員林地區拓墾開始於清康熙中葉，於雍正初期形成村莊，至乾隆 16 年（1751）前後，發展成一街鎮，稱為「員林仔街」。移民鎮平、惠來、饒平縣客籍為主流。嘉慶年間，因墾務有成，有感於有倡導文風之需，乃集資興建興賢書院，為臺灣少見之客籍書院。其建築頗具特色，柱樑高大，結構魁偉，氣派十足。又因位處公園之內，與市塵隔絕，環境幽雅，為昔彰化地區客籍子弟之教育重地。

本書院於嘉慶 12 年（1807）由當地恩貢生所捐建，昔稱「文昌祠」。後由邱海於文祠內設私塾「興賢書院」授徒，開啟員林文風。邱先生過世文教暫歇，直到光緒 7 年（1881）因書院年久失修，由當地士紳再募金改建，之後又歷經數次增修，而民國 42 年（1953）書院學田遭徵收頓失財源，書院因此逐漸衰敗。在此其間，政府本欲整建，無奈地方意見不一頻頻拖延，以致在九二一地震中，幾乎全部倒塌毀損嚴重。<sup>223</sup>

### (二) 書院概況

興賢書院位於員林鎮中正里三民街一號，主祀神明為梓潼文昌帝司，配祀神明為關聖帝君、孚佑帝君、魁斗星君以及朱衣帝君。地震發生前，書院格局為坐北朝南之兩進式。第一進為正堂內部高敞，主祀文昌帝君，除為祭祀空間外，兼具講堂功能，前有丹墀一座，講堂兩側耳房接連護室。第二進後堂為山長居住之所。惜字爐，造型玲瓏有緻，為古人敬惜字紙的具體表現，凡有文字的廢紙不可任意丟棄，必須在此爐中焚化燒毀。而龍陛石雕，造型古樸、圖案簡潔，刻工精美，亦是書院中重要的文物。<sup>224</sup>

### (三) 毀損情形

本書院於九二一震災後，其正殿全部坍塌，右側廂房部份坍塌，僅存前院之敬聖亭與丹墀前之龍形陛路石雕仍完好，其損毀情形如圖 4-109 所示。<sup>225</sup>

223 資料來源：<http://www.hlps.chc.edu.tw/changhua/other/xingxi.htm>

224 同上註。

225 同上註。



圖 4-109 震災後的興賢書院

拍攝日期：民國 92 年 1 月

拍攝者：李弈興

#### (四) 復建狀況

在九二一地震中幾乎全毀的員林鎮三級古蹟興賢書院，於民國 89 年（2000）3 月，由員林鎮公所委託學術單位著手清理現場。接著，由彰化縣政府委託辦理「彰化縣員林興賢書院清理之文物整修（理）維護保存修復」計畫，尋找適當之存放地點，處理木構件之防腐防蟲，並整編及保存相關文物。

興賢書院災後清理保存工作計畫分成兩個階段進行，第一階段是古蹟清運與社區動員準備，第二階段為復建興賢書院歷史環境區。茲分述如下：<sup>226</sup>

##### 1. 古蹟清運與社區動員準備

此階段之工作重點在於將書院倒塌現場視為文化遺跡，安排一系列的古蹟、考古、建築及社區營造等相關課程，並與國立自然科學博物館合作，以專業考古之方式進行興賢書院現場清理。並動員當地居民與學生，共同參與清運構件、測繪紀錄及建檔工作。

##### 2. 復建興賢書院歷史環境區工作

為喚醒興賢書院在員林地區發展與民眾生活之共同歷史記憶，讓民眾可由參與興賢書院之修復過程，以達到復建整體歷史區環境之目的，主要活動包括：（1）社區參與工作坊、（2）專家學者特別講座、（3）靜態展示。

另內政部補助七千萬元復建，但因部分佔用戶問題而使工程延宕。第一階段清理保存計畫已於 90 年（2001）6 月 10 日完成，並舉辦一場「許興賢書

226 內政部民政司，《九二一震災古蹟復建月報 2003.1 第十號》，頁 13-45。

院一個未來」的活動。復建工程於 91 年 ( 2002 ) 12 月 30 日發包，於 95 年 1 月 4 日完工。

#### (五) 小結

震災後的興賢書院，面臨嚴重之產權糾紛及佔住等問題，以致復建工作阻礙重重。甚至發生原先佔住書院廂房內的居民，為興建鐵皮屋，而將具有歷史價值的彩繪橫樑鋸斷之事，使得重新整建工作刻不容緩。

興賢書院代表著員林的文風歷史紀錄，更是員林人的驕傲記憶。興賢書院之復建，喚回一個屬於大家的記憶圖像，亦提供員林一個文化落實的據點，且其再生帶給員林一個新的、多元的藝文活動空間。

#### 五、總結

古蹟的修護除了保存傳統之文化與發揚特殊構造，其具有歷史傳承的意義常勝於其實質存在的價值，而傳統新工法的引進，對於部分個案是為使保存更具效力，更能達到文化資產保存之目的，而在類似特殊案例中，此種補強亦為不得不行之抉擇。故在本次修護上，多處嘗試以新式構件補強於隱蔽處，成效益彰，但對目前古蹟修護之方法中，不得一概而論，亦希望對顧日後古蹟修護上能將此觀念更深入之思考與運用。然而在保存觀念中，日常維護管理系統的建立更是重要的一門課題，在整體大環境不斷的成長中，亦希望所有的古蹟，能透過完善的日常管理，而走過更長久的歲月。

## 第九節 九二一地震教育園區工程

### 一、前言

九二一集集大地震在臺灣南投、臺中縣一帶發生芮氏規模 7.3 的強烈地震，造成 2,455 人死亡、一萬多人受傷，財物損失估計約新臺幣三千億元，為臺灣百年來最大的地震災難。因此，社會各界便興起建造地震博物館、紀念館或紀念碑等想法，以紀念在這次災難中死傷的同胞，並提醒政府與民眾反省、重視天然災害之預防及救災措施。

經過中央與地方政府邀集相關學者專家前往震央地帶勘查後，建議於臺中縣霧峰鄉光復國中操場之斷層隆起災區現址規劃改建為「地震紀念博物館」，以保存地震原址及紀錄地震史實，並提供社會大眾及學校有關地震教育之活教材。之後，經由教育部於民國 90 (2001) 年 2 月 13 日召開跨部會協調會議，訂名為「九二一地震教育園區」，以彰顯其紀念及教育意義。

其間，中央研究院李遠哲院長，於民國 88 年 (1999) 10 月、11 月間多次於前往災區關切災情時亦曾公開表達應保存地震遺跡，以作為保存九二一全民共同記憶、紀念臺灣經歷之災難經驗的主張。此一公開呼籲獲得 TVBS 關懷臺灣文教基金會的響應，經該基金會主動與李院長聯繫，並向教育部提出協助地震館興建之意願。後雙方同意由 TVBS 關懷臺灣文教基金會之社會捐款中捐出一億五千元，作為日後地震教育館設置之經費，並共同參與地震博物館之規劃籌設工作。此舉實同時在實質與象徵層次，邀集民間與政府共同參與地震博物館此一全民共同記憶的紀錄過程，建立政府與民間合作的良好示範。

### 二、初步籌畫與選址過程

此次地震除人員及財物之損失外，其造成地殼變動、建築物毀損、斷層、山崩、土壤液化及其山崩地滑衍生之土石流等等，均屬多樣性與廣域性的地質災害，致使臺灣中部自大安溪河谷至濁水溪河谷間山麓帶，留下許多值得紀錄大地變動的地景。而為了強化地震紀念的意涵，凸顯其保存地景變動的歷程，重建會於民國 88 年 (1999) 11 月 16 日的第 35 次工作會報中決議：「九二一震災後反映設置震災教育館、博物館及紀念碑等建議，原則上以光復國中、九份二山及集集為優先考量；請教育部組成專案小組，邀請內政部、文建會及國科會訂定評估準則。」

227

教育部於同年 12 月 1 日召開跨部會協調會議，研議評估標準及進行實地勘查事宜，會中決議請臺中縣市政府、南投縣政府就各該縣市建議設置地點先行協調，整合選擇可行地點，並參考評估標準項目。

在教育部所研擬之紀念園區選址評估基準中，主要包含自然環境與社會條件兩方

---

227 九二一地震教育園區，<http://portal.921erc.gov.tw/html/park/park01.shtm>。

(一) 環境及天然條件方面

地震後建物現狀特性具有防震教育價值、建館的安全度、基地面積及其腹地面積、基地景觀之豐富性及氣候等因素。

(二) 社會條件方面包括

交通的便利性、地方及社區的配合意願、與地震科學研究機構之配合程度、附近觀光休憩的配合條件、地方經費之配合、土地取得之難易度及社區人口等因素。其中又以地貌及建物之防震教育價值與建館之安全度兩項因素最為重要。

依據教育部所定的評估基準，各相關部會與地方政府共同提列出建議設置地震博物館或紀念園區的地點包括下列十個地點：

1. 國姓鄉九份二山。
2. 軍功里貓羅溪堤防。
3. 草屯商工。
4. 國姓鄉福龜仙佛寺。
5. 鹿谷鄉鳳凰谷鳥園。
6. 集集鎮武昌宮。
7. 觀光鐵道濁水段。
8. 臺中縣霧峰鄉光復國中小、綜合運動公園及附近地區。
9. 臺灣省諮議會。
10. 臺中市東山國中。

上述十個地點，經教育部聘請專家學者及機關代表組成專案小組，於民國89年(2000)1月13日、14日及2月10日進行實地勘察評估後，初步選出臺中縣霧峰鄉光復國中小校區、南投縣國姓鄉九份二山、臺中市東山國中等三處為較可能設置地震教育園區之地點。

但是專案小組委員考量博物館之設置位址除了以具備附近地貌與建物變化特色為優先考量重點外，尚須針對交通規劃、社區居民意願、用地取得等諸多需配合事項予以深入評析。為求周延審慎、避免爭議困擾，暫緩決議公布確切之設置地點，並延請學者專家分別就上述三個較為可行地點之待解決困難研提改善規劃方案後，再提報行政院重建會。

由於三處設置條件各有優劣與限制，為求審慎周延，教育部除了一方面委由台大建築與城鄉研究所，就第一優先的「臺中縣霧峰鄉光復國中小」校址進行設置地震博物館之可行性評估，且同時亦與社區居民展開溝通的工作，將社

區需求納入規劃中，作為專案小組研議決定建館之參考。由於光復國中基地現況之主要特色，在於操場斷層隆起與毀壞校舍現況之怵目驚心，故學者專家建議以「原址保存」做為地震教育園區之建設重點。

再以國外現有之斷層現址保存案例來看，目前國外保存斷層帶及壕溝的位址共有三處：<sup>229</sup>

#### 1.日本北淡路島「野島斷層保存館」

該館於民國 87 年 (1998) (即民國 84 年 (1995) 年阪神地震發生後 3 年) 完成，位於淡路島西北之野島斷層通過之農地上。建築物將長達 140 公尺的斷層保存在室內，且在斷層的一端挖有一個深約 3 公尺的壕溝，使參觀者得以一窺地質內部現況。

#### 2.日本岐阜縣「濃尾地震根尾谷斷層」地下觀察館

此館興建於濃尾地震斷層帶上方 (地震發生於民國前 20 年 (1891))，係以建築物保護開挖的壕溝。室內壕溝深約 10 公尺，底部面積約 25 平方公尺，頂部面積約 225 平方公尺。

#### 3.中國大陸唐山原第十中學校園

斷層通過原唐山第十中學校園之地表，且地下的水泥管也被錯動。這些斷層現象均以棚架保護，不致遭風雨破壞。但美中不足之處是它們並非完全位於室內，難以長久保存，即使搭有頂篷，但側面不擋風雨，難免不受風化。而且，頂篷也是民國 81 年 (1992) 以後才搭建 (距民國 65 年 (1976) 地震發生已經超過 16 年)，之前的日曬雨淋已對地表斷層造成相當程度之破壞。

考察霧峰鄉光復國中基地之現況 (如見圖 4-110)，特別是校區一側地面抬升一至二公尺，把原本平坦的操場一分為二，並使校舍傾斜倒塌、河堤斷裂、河床隆起，操場內與河堤兩斷層的走向有八十度的相交，並有將近三公尺的斷層錯動。比照於上述國外地震斷層現址保存的案例，尚能適當地加以規劃，應具有國際級原址保存博物館之優勢條件。此外，基於災區重建、民生飲用水之供應、道路橋梁之搶通、土地徵收、地質穩定性與保存持久性等考量因素，最後經教育部會同相關單位選定為籌建九二一地震教育園區基地，以現地保存光復國中隆起操場之遺址。透過學者專家之規劃及社區居民的主動參與，以將大自然災害的地理景觀，轉換為社會記憶的人文地景。

---

229 九二一地震教育園區，<http://portal.921erc.gov.tw/html/park/park01.shtm>。



圖 4-110 震災後台中縣光復國民中學舊址之操場

拍攝日期：民國 88 年 9 月

提供者：行政院九二一震災災後重建推動委員會

### 三、園區規劃目標

原址的靈魂，在於它的原生性和真實性，其特點在於它的不可再生性，而任何其他類型的博物館都不可能像原址博物館具有相同的價值。地震係一自然現象，除了是科學研究的對象外，九二一地震是臺灣百年來地震史上最慘痛的事件，就如同美國舊金山、日本關東、阪神和中國唐山等地震，均為本世紀人類災難史上的重要事件，因此，進行地震災難的原址保存，除了具有存真記錄與科學研究的意義外，更有紀念、緬懷的歷史意義。

因此，本園區藉由光復國中運動場車籠埔斷層、毀壞教室等九二一地震遺址和相關文物的蒐藏、保存與研究，並透過自然科學、人文社會、與歷史記錄三個面向研發展示和教育活動，希望觀眾在踏進教育園區時，能從認識地震的自然現象開始，進而瞭解到它與人類社會的關係。最後則從具體切身的事件著手，讓觀眾能記取教訓並體會同胞的傷痛，而以之做為追念九二一罹難者的永久性紀念場所。

審視九二一地震教育園區之規劃目標主要包括：<sup>230</sup>

#### (一) 全國地球科學及地震知識社會教育的普及化

1. 藉由收集、整理、分類與展示，以有系統地介紹地球科學與地震形成的原因，充實民眾地震知識。
2. 經由教育與推廣活動，促進民眾認識地震對社會、經濟、文化的影響。
3. 提供學校辦理校外地震教育的機會，促進學校重視地震教育。
4. 提供社區民眾地震教育專業研習的機會。

#### (二) 紀念地震罹難同胞，保存共同記憶

---

230 九二一地震教育園區，<http://portal.921erc.gov.tw/html/park/park01.shtm>

- 1.蒐集地震的文物、圖像、影音等，在肅穆氣氛的展示環境中，表達對地震死難者的悼念。
- 2.整理地震的自然與人文檔案，透過有系統的呈現，促進民眾對社區人文與自然的關懷意識。

### (三) 喚起國人注重防震救災的意識

- 1.整理地震對人員死傷、財物損害等資料，喚起國人注重防震的意識。
- 2.提供地震模擬情境，加強演練地震緊急避難及救災應變措施。

### (四) 提升我國地震研究的水準

- 1.適當選擇保存地震後之原貌，提供地震田野研究的素材。
- 2.與有關大學及研究機構建立合作交流關係，協助培育地震研究人才。
- 3.結合地球科學、人類學、歷史學、建築學等專家學者，從事地震科際整合之研究。

## 四、園區規劃構想

本園區係立基於生態博物館的精神，以保存原址為核心所提出的規劃方案，且涵括了展示設計、蒐藏研究、經營管理、建築景觀與教育活動等子計畫。

### (一) 以生態博物館的概念進行整體規劃<sup>231</sup>

起源於法國的生態博物館運動，其主要理念是將地域本身自然及文化資源視為博物館主體，而以地域內居民參與其中所形成的博物館。以此概念檢視地震教育園區所在地霧峰鄉可以發現，以霧峰鄉為主體所提出之『阿罩霧文化園區』觀光重建計畫中尚包含了二級古蹟霧峰林家、臺灣省諮議會公共空間、萬佛寺佛雕公園、萊園詩詞文化園區、萊園—臺灣省諮議會森林步道以及台影文化城等重要觀光景點。因此，將霧峰鄉整體視為一個「生態博物館」，並以此概念全盤性地思考全鄉之自然與文化資產的保存、維護、展示教育與觀光功能，以期能將其自然與文化資產統合完整地呈現在現代的環境中。

因此在規劃構想中，將以九二一地震教育園區為霧峰鄉生態博物館的核心館，利用各種交通運輸動線來連結地域周邊的觀光景點，藉以形成一個生態博物館網路，並透過中央和地方政府及社區居民的共同參與，創造文化的經濟效益與社區未來的新面貌。

### (二) 展示設計計畫之原則<sup>232</sup>

- 1.忠實紀錄原則
- 2.確實調查收集地震之實物、圖像、影音等紀錄，作有系統的展示。
- 3.多元互動方式原則

---

231 九二一地震教育園區，<http://portal.921erc.gov.tw/html/park/park01.shtm>。

232 九二一地震教育園區，<http://portal.921erc.gov.tw/html/park/park01.shtm>。



- 4.展示方式須注重視覺焦點、多元媒體及互動的展示取向，以增進觀眾地震知識。
- 5.潛在教育原則
- 6.展示環境之設計宜注意肅穆氣氛，以紀念地震之罹難者，進而喚起觀眾記取地震的教訓。
- 7.現地展示原則
- 8.除室內展示外，更須重視戶外現地展示，以作為地震教育之鮮活教材。
- 9.主題展示原則
- 10.展示架構明確化，其展示意念及主題至少包括：(1) 地球科學的基本觀念；(2) 地震形成的因素及臺灣地震帶的分佈；(3) 集集大地震實錄；(4) 生命與鄉土關懷；(5) 地震預防措施；(6) 地震緊急避難、應變及救災措施。

### (三) 蒐藏研究計畫之原則

首先為分散式蒐藏原則，依照展示主題內容及目標，進行展示性蒐藏、研究性蒐藏、教育性蒐藏及維護性蒐藏。其次為協助學術研究原則，地震之研究以大學及研究機構為主，九二一地震教育園區以協助者之角色為原則。

### (四) 經營管理計畫之原則<sup>233</sup>

- 1.政府與民間共同參與原則
- 2.在政府支持下，爭取社會資源是博物館永續經營的要件，為期經營管理的主動、活潑、彈性、多樣化，本館之經營管理，宜以政府與民間共同參與為原則。
- 3.社區參與原則
- 4.博物館與社區文化有直接關聯，為符社區需求，其經營管理可結合社區組織共同參與。
- 5.發展義工組織原則
- 6.為使本館成為全民認同的博物館，並降低營運成本，成立「博物館之友」之類的義工組織，有利於博物館的永續發展。

## 五、以光復國中為核心的原址保存方案

承接上述規劃的原則，以生態博物館概念為核心，規劃以原址保存光復國中操場斷層隆起與毀壞的校舍為主要方案，規劃小組在進行到一定程度之際，除了舉辦期中簡報向社區居民、政府部門與學者專家進行說明及廣泛吸納各方建議之外，亦同步定期地向高度關切此案進度的行政院重建會進行簡報，期借重行政院重建會在中部重建區的整合協調機制，以有效且全面性地推動九二一地震教育園區的執行進度。

原規劃將籌建工程分三期進行，惟考量毀壞教室保存及園區整體修繕需要，調整

---

233 九二一地震教育園區，<http://portal.921erc.gov.tw/html/park/park01.shtm>。

建設內容及期程，其各分期之主要內容如下：<sup>234</sup>

- (一) 第一期工程的重心在於斷層現址的保存、興建便於參觀毀壞教室之現址的相關設施以及博物館園區的基礎服務性設施。因此，第一期的主要工程項目包含了解說導覽中心、車籠埔斷層展示館、毀損校舍觀察廊、局部戶外庭園步道與地震影像館（禮堂）等五項主體工程。至於經費部分，則由 TVBS 關懷臺灣文教基金會認養興建並主導推動，經費一億七千萬元，不足經費由行政院九二一震災災後重建推動委員會及教育部共同籌措預算支應完成。此外，土地徵收及都市計畫變更等行政措施，則由教育部及臺中縣政府等相關單位協助完成。此外，第一期的工程之地震影像館（如見圖 4-111）於民國 91 年（2002）9 月 21 日開放參觀。



圖 4-111 地震教育園區 - 地震影像館

拍攝日期：民國 92 年 12 月 28 日

拍攝者：黎益肇、陳荻閱

- (二) 第二期工程主要內容乃是為補足第一期工程的周邊部分。因此，本期工程項目包含毀壞教室保存及園區整體景觀與公共設施工程等。
- (三) 地震教育園區基本建設完成並開放營運後，依其經營成效及加強地球科學和防震教育推廣之設施需求，擬定評估及規劃報告，報請教育部核定後，作為繼續建設之依據。後續建設工程初步擬定方向重點為特展室、地震體驗劇場、視訊多媒體會議（演講）廳、研習教室、行政辦公室與典藏庫等。使用基地為毀壞之游泳池、籃球場與綜合運動場司令台，並以保存原綜合運動場司令台共構為規劃設計原則。

---

234 九二一地震教育園區，<http://portal.921erc.gov.tw/html/park/park01.shtm>。

## 六、教育活動之分期構想

地震教育園區提供之教育活動應以地震素材為軸心，發展提供為地震科學終身學習資源，並鼓勵社區參與學習，使社區成為學習型組織，加入園區導覽解說義工之人力資源。教育活動之規劃並結合學校及相關團體及機構，以合作模式辦理，以使資源能發揮最大效益。

## 七、與社區居民的溝通歷程及社區發展構想

雖然教育部是在仔細考量與評估後，始選定以光復國中現址作為地震教育園區之預定地。但為了要與當地居民充分溝通，尊重地方意見，解除居民疑慮，以取得社區與教育園區共同發展的雙贏，教育部經歷了與當地光復新村居民從對立、互不信任到相互合作的不同階段。

### (一) 社區環境與居民結構

光復國中、國小所緊鄰的光復新村，為一個約有百餘戶的住宅社區，是臺灣省政府早期所建設的員工宿舍之一。社區內住宅形式多為連棟式或獨棟式的一、二層樓建築，每戶均有庭院，綠樹成蔭，環境安靜優雅。緊鄰學校的霧峰鄉運動公園則是由光復國中負責管理，為光復新村居民平時散步、運動的場所。社區居民大都為省政府退休人員及少數的現職員工，社區居住品質優良。

### (二) 社區居民於震後初期之意見

雖教育部選定光復國中為地震博物館的第一優先預定地，在尚未與社區居民溝通前，並未正式公布地震博物館選址的結果。惟經由媒體報導，以及觀光局為發展災區觀光業，輔導旅遊業將霧峰鄉光復國中納入建議參觀景點，大量觀光客湧入社區，嚴重影響社區安寧、生活環境品質，干擾光復國小學生上課，帶來髒亂與噪音污染等等嚴重環境衝擊，致使社區居民對於地震博物館之設置產生強烈反彈。

民國 89 年 (2000) 4 月 2 日，光復新村社區居民舉行「地震教育館居民座談會」，<sup>235</sup>提出了 52 位居民代表全數反對將地震教育館設置於光復國中的意見，並且投書於報章媒體，表達社區良好生活品質在欠缺周詳規劃之觀光客持續湧入下所遭受的破壞。

### (三) 與社區的意見溝通

社區居民對於生活環境品質下降的反彈，不僅是地震博物館難以推動的阻力。事實上，未能取得社區居民充分參與的博物館，也將難以真正推動、落實期蘊含的社會教育與紀念功能。教育部在協同中央各相關部會、臺中縣政府等，經過一段時間的努力溝通協調，包括解決聯外道路問題、持續溝通理性對話，邀集居民前往日本參訪後，始漸有轉機地逐步化解社區居民的疑慮。

---

235 地震教育館為當時臨時之名稱，現正名為九二一地震教育園區

另外，在園區規劃設計完成時，將辦理社區說明會讓社區居民充分了解設計內容及建設期程，共同關懷及期待一座博物館的誕生。民國 91 年（2002）6 月中旬將配合九二一地震三週年紀念系列活動，舉辦「社區參與」活動，將園區第一期之建築、展示及聯外道路、停車場、橋梁等設計內容及期程介紹給鄰近社區居民了解。

#### （四）園區與國際交流

為了能夠更為周詳而全面性地規劃地震教育園區之推動，教育部除了嘗試與社區居民充分溝通，並且也積極地與國外相關團體進行國際交流，以期能夠以更具國際觀的前瞻性視野，提昇國內相關館所設施興建的水準。

##### 1. 日本友館捐贈

「北淡町震災紀念公園」是日本阪神大地震後設立的原址地震博物館，教育部九二一地震教育園區規劃小組透過實地考察和書信聯絡，多次與該館連絡並建立良好合作關係，在規劃過程中並獲得該館以其自身籌辦經驗、鼎力相助。

教育部與社區居民曾於民國 89 年 9 月往訪北淡町震災紀念館，而該館友好訪問團一行包括北淡町町長、震災紀念公園館長及日本結構建築師等六人亦於民國 90 年（2001）5 月 8 日至 11 日來台訪問，並捐款日幣五十萬元和斷層保存維護用藥劑一批給本園區。本園區接待人員除帶領其赴光復國中現場實地瞭解園區地震破壞毀損景象外，並徵詢其建館經驗和建議，進行實質的建館事項交流。

同年 6 月 11 日，訪問團由北淡町町長小久保正雄率同拜會教育部，同時也向媒體界介紹日本地震博物館，並舉行捐款和捐贈藥劑給園區儀式，同時將本園區和日本友館友好合作的消息，發布給國內博物館界和各媒體。此為日本與我國文化交流的啟鑰，並有助於本園區籌建工作的宣傳行銷。

##### 2. 德國建築師來訪

德國慕尼黑市 Wolfram Wöhr 建築師事務所曾負責民國 90 年（2001）初在該國舉辦之漢諾瓦國際博覽會中「能量館」（Energy Hall）的建築與展示設計製作工作。其中一項主題展示「Light Cylinder」（光柱展示），係採朝地下鳥瞰的展示方式，配合立體鏡象幻覺的虛擬影像手法呈現。由於設計手法前所未見、極富創意，展演效果精彩突出，獲得業界和觀眾一致好評。規劃中的地震影像館，擬引進類似展示手法，以立體呈現九二一地震和地殼變動景象，此將成為地震教育園區中最为吸引觀眾的展示。規劃小組已多次與該公司聯繫，初步瞭解展示造價和合作的可能性，並邀請該公司相關人員來台。除帶領他們至光復國中現場實地探勘瞭解設計製作細節，確認委託合作事宜，

也在民國 89 年 (2000) 6 月 22 日於德國文化中心，就「二〇〇〇年世界博覽會德國主題館」發表專題演講。會中邀請全國各公私立博物館、各縣市文化局、文化中心、相關文教非營利事業組織與相關學校系所師生參與，將本園區和德國合作發展新穎博物館展示的消息，披露給國內博物館界及文化界。

園區第一期展示設計公司與德國設計公司簽約製作「來自地底的訊息」節目，於民國 91 年 (2002) 9 月 21 日地震影像館開幕時首映，將新奇精采的展示及內容呈現給國人。

#### 八、園區第一期工程建築師遴選過程及設計理念

由於地震教育園區第一期工程的經費來源係由財團法人臺北市 TVBS 關懷臺灣文教基金會認養，故第一期建築師的徵選工作亦交由該基金會主導。過程中先由該會訂定「建築師邀請競圖徵選須知」，再由競圖活動的召集人，共同推薦六家國內知名的優秀建築師團隊參加競逐。為增加競圖團隊對本園區建築的使命感，本園區規劃團隊先於光復國中對各事務所進行簡報，並實地會勘。競標團隊一致認為，以當地斷層上下錯動高達二米五及校舍嚴重傾倒的程度，若能兼顧安全妥善加以維護保存，定能創造世界級的地震遺址博物館景觀。

民國 90 年 (2001) 4 月 13 日，教育部與 TVBS 關懷臺灣文教基金會共同召開記者會，向外界說明建築師徵選過程及介紹六家建築師團隊，希望能就本案尋找出臺灣建築界的最佳團隊，為臺灣打造出世界級的地震教育園區。

建築師的評選在經過一番審慎的作業後，於民國 90 年 (2001) 5 月 2 日順利完成評選。接著，建築師簽約儀式於民國 90 年 (2001) 5 月 14 日在教育部舉行，可說是園區的籌建工作從構想規劃階段邁入實質建設的一個的關鍵點。

得標建築團隊提出「質變後的建築再生」理念為主軸，依據此設計理念，基於原址保存和社會大眾對地震展示功能的需求最為迫切，因此第一期工程以斷層遺址現址保存館和地震影像館為建設重點。

為凸顯斷層帶經過所造成的地景與校舍毀壞的事實，建築設計上企圖整合斷層展示館與毀損校舍，合而為一，期更一致性表達斷層線上地層變動所造成的影響。用建築的針，隱藏於大地的線，將此地震裂縫縫合。如斷層與既有跑道結合成為斷層展示館，斷層與圍牆連結形成博物館區入口藝廊，再如以錯動的斷層線界定觀察面，企圖將不同的使用場域，還原到最原始的斷層核心質變後的邏輯，順勢推展。這些創意必須融合於安全考量之前提下，而觀察廊實際上與車籠埔斷層展示館連成一體，以一氣呵成之勢將全區串聯，行走於觀察廊中，時有影像、聲音、文字說明與館外景致相互輝映。此外，斷層展示館內空間其實是一核心質變過程，企圖以斷層斜坡為觀察重點，利用視覺角度求取相對高層，並依斷層落差值求取安全退縮距離，進行質變過程，而此變化原則隨斷層線走，再依地形地貌調整，自然形成一管狀空間，容極大於極小

之中，企圖形塑異質空間，賦予另一向度的空間體驗，追本溯源引入主題性的想像範疇。

本園區建築應可成為一重要的地標，與九二一震災及車籠埔斷層共同成為關懷臺灣的重要記憶。九二一地震教育園區興建歷程如表 4-33 所示。

## 九、施工進度

### (一) 教育園區影像展示館開館

在九二一地震中，由於霧峰鄉光復國中位處於斷層帶上，光復國中校舍嚴重傾倒、操場隆起，受創極為慘重，已成為當地觀光景點。為保留國人對九二一的記憶，教育部規劃在光復國中舊址，籌設地震教育園區，園區分為三期施工。由於光復國中禮堂受損輕微，TVBS 關懷臺灣基金會認養在光復國中禮堂興建地震影像館。

九二一地震教育園區影像館的正式啟用，展示畫面中將九二一災變發生後到處斷垣殘壁、救難人員救災、各界雪中送炭、重建施工以及復建重生後等情景，透過科技之運用，再次真實的呈現在民眾的眼前。於民國 91 年 (2002) 9 月 21 日，由教育部規劃的「九二一地震教育園區影像館」正式啟用及第二期工程動土。

### (二) 聯外道路

由於考量九二一地震教育園區工程陸續完工後帶來之大量參觀人潮及車潮，教育部運用重建預算委託臺中縣政府規劃辦理「九二一地震教育園區聯外道路、停車場、橋梁等工程」。該項工程範圍位於臺中縣霧峰鄉光復國中原址 (九二一地震教育園區基地) 附近之乾溪南岸地區，工程經費為七千六百餘萬元，於民國 92 年 (2003) 12 月 31 日開工，施工期間主橋樑發生崩塌事故，乃於 95 年 5 月 29 日另行發包，預計民國 95 年 (2006) 11 月完工。

## 十、小結

民國 88 年 (1999) 9 月 21 日凌晨的大地震，震碎了十萬四千多戶的家園，也震醒了國人的防災意識，震驚了國際社會。九二一地震教育園的籌建，是這場地殼質變後的建築再生工程，其重要性不僅對臺灣意義非凡，更應於國際脈絡中思考其定位與價值，視其為地球村共同資源的人文財產，成為國際社會研究地殼變動、自然教育以及人文歷史的實體教材，同時營造一個臺灣居民的共同記憶的地點，凝結為全臺灣見證車籠埔斷層的最佳歷史原點。

## 第十節 重建工程品質

### 一、建立工程品質查核機制

重建會對於重建工程品質及進度非常重視民國 89 年 9 月 16 日訂定「行政院九二

一「震災災後重建推動委員會工程督導小組設置要點」，民國 90 年 6 月 15 日訂定「行政院九二一震災災後重建推動委員會查核小組設置及作業要點」，據以進行工程查核；嗣為更加有效提升重建工程施工品質，重建會依據行政院公共工程委員會 91 年 8 月 21 日發佈「工程施工查核小組組織準則」及「工程施工查核小組作業辦法」，於 91 年 11 月 7 日成立「工程施工查核小組」，全力推動品質查核機制，除要求各主管機關落實查核外，重建會亦主動出擊，對於查核結果品質全面提昇質缺失嚴重之工程，除追究責任外，並公諸於媒體用以鞭策重建工程主辦機關、監造單位及廠商，俾更加重視重建工程品質。

重建會鑑於重建工程數量龐大，為全面提昇重建工程品質，惟因人力不足另於民國 92 年 7 月委託臺灣省土木技師公會比照工程施工查核小組方式，對重建區之工程進行協助查核，以提昇工重建工程施工品質。

## 二、重建工程品質查核成果

### (一) 重建會查核部分

工程查核分二階段，第一階段依 90 年 6 月 15 日訂定「行政院九二一震災災後重建推動委員會查核小組設置及作業要點」，計查核 95 件。本階段查核僅就工程施工缺失進行記錄，並要求各工程改善，惟未對缺失情形作評分量化查核結果。

第二階段為工程施工查核小組自 91 年 11 月成立至民國 93 年 12 月底，運作時間 2 年 2 月共查核 389 件。查核成績平均為 73.6 分，其中 80 分以上者有 57 件，佔全部查核案件百分之 14.7%；70 分至 80 分者有 254 件，佔全部查核案件百分之 65.3%；低於 70 分不及格者計有 78 件，佔全部查核案件 20%。

依主辦機關別統計；低於 70 分者，縣市政府及所屬機關：南投縣 22 件，臺中縣 8 件，彰化縣 7 件，嘉義縣 3 件，苗栗縣 3 件，嘉義市 1 件，雲林縣 1 件，台中市 1 件，共計 46 件。部會所屬機關部分：農委會水保局 5 件，農委會林務局 6 件，經濟部水利署 6 件，教育部中部辦公室 4 件，教育部高教師 4 件，內政部民政司 2 件，教育部技職司 1 件，交通部公路總局 1 件，內政部營建署 1 件，原民會衛生福利處 1 件，共計 31 件。

依主管機關別分類統計，低於 70 分者，縣市政府部分：南投縣政府 9 件，台中縣政府 3 件，苗栗縣政府 3 件，共計 15 五件。中央機關部分：內政部 17 件，經濟部 14 件，農委會 12 件，教育部 12 件，文建會 5 件，原民會 1 件，交通部 1 件共計 62 件。

### (二) 臺灣省土木技師公會協助查核部分

在重建工程施工高峰期委託臺灣省土木技師公會協助查核結果如圖 4-117，截至 92 年 12 月底計查核 186 件工程，平均為 76.3 分，其中 80 分以上者有 42 件

· 佔全部案件 22.6%；70 分至 80 分者有 128 件，佔全部查案件 68.8%；未滿 70 分者有 16 件，佔全部查核案件 8.6%。

#### 依區域統計

1. 彰雲嘉地區：計 53 件，平均分數為 76.8 分，低於 70 分有 3 件，佔該區件數 5.7%。
2. 苗栗台中地區：計 68 件，平均分數為 76.1 分，低於 70 分有 3 件，佔該區件數 8.8%。
3. 南投地區：計 68 件，平均分數為 76 分，低於 70 分有 3 件，佔該區件數 10.8%。

### 三、分析

#### 各工程之查核缺失統計：

#### (一) 共通缺失：

##### 1、管理面：

##### (1) 主辦機關方面：

- 督導機制不健全，對重要檢查點，未進行查驗，現場督導未留紀錄。
- 對缺失改善未有效追蹤。
- 未確實要求監造單位落實監造。
- 對隱蔽部分未要求監造單位製作完成查核紀錄。

##### (2) 監造單位方面：

- 監造單位之監造計畫，未依契約規範及工程特性製作，且未落實執行監造。
- 對承商之品質計畫書及施工計畫書，未確實審核。
- 對各項試驗報告及證明文件未落實查證。
- 未切實監造，隱蔽部分缺乏完整查核紀錄。
- 監工日報表填寫不確實

##### (3) 在承攬廠商方面：

- 品質計畫書未符合工程需求，錯誤引用其他工程標準。
- 自主檢查表不合實際需要，無法發揮自主檢查效果。
- 未落實施工自主檢查，自主檢查流於形式，完全違背自主檢查之基本精神。
- 缺乏矯正與預防措施，導至缺失一再重覆發生。
- 無不合格品之管制措施。
- 工地安衛管理不良。

##### 2. 施工面：



- 現場放樣不良。
- 鋼筋綁紮不確實，保護層不足。
- 混凝土施工澆置不佳，搗實不實、冷接縫與蜂窩過多及施工縫留設不當，施作處理不佳。
- 模板老舊或未經整理，組裝未預留開口及設清潔口。
- 擋土牆排水孔未設計濾水層、填土未分層壓實，背填材料未依規定施做。
- 擋土牆及紐澤西護欄伸縮縫施作不當。
- 路基回填未作工地壓密度檢驗。
- 地下室外牆防水施作不良。
- 屋頂女兒牆未設置泛水，防水層無法收頭。
- 工地雜亂，垃圾及雜物未清理。
- 工地安全防護及現場警告標誌不足。
- 材料檢驗未能依工程特性適時採樣試驗以確保工程施造品質。

(二) 工程缺失統計，廠商品管、監造單位品管、主辦機關品管及工地管理等之缺失比例合計達 48%，工地勞工安全衛生、材料檢驗、混凝土施工、模板施工及鋼筋綁紮等其它缺失比例合計為 42%。

#### 四、檢討

綜上，重建會工程施工查核小組強力推動查核機制，並大量查核工程品質，在各工程單位積極配合下，整體而言，施工品質均能維持在中等以上，惟其中屬古蹟、歷史建築工程及景觀綠美化工程，多屬非工程專責單位承辦，工程管理能力較不足，且古蹟、歷史建築性質特殊，品質較不易掌握，重建會則優先列為查核重點，以彰顯對於古蹟、歷史建築品質之重視。

94 年 2 月 4 日重建條例屆滿 ( 嗣延至 95 年 2 月 4 日 )，重建工程已大部分完成，未完工程回歸各部會繼續列管，各項查核業務亦配合回歸行政院公共工程委員會及各主管機關查核辦理。工程缺失完成改善案件已達 349 件，僅剩 36 件尚未完成改善，由各主管機關繼續追蹤。重建會工程施工查核小組執行成效頗獲好評，確已對重建工程品質之提昇發揮積極之導正作用。

#### 五、建議

茲就品質查核結果，針對管理面、施工面、獎懲辦法等提出下列建議：

##### (一)、管理面

1. 檢討契約內品管之規定，將「公共工程施工品質管理作業要點」相關規定納入
2. 監造計畫暨品質計畫之製作，可參照工程會編訂之綱要檢討訂定，並落實執行
3. 增加對廠商督導頻率，要求落實自主品管
4. 主管機關訂定缺失改善追蹤機制，定期追蹤缺失改善情形

5.對於缺失發生頻率高之施工項目，主管機關應要求工程主辦單位提具矯正措施，以避免缺失反覆出現。

6.主管機關應要求工程主辦機關切實督導監造單位辦理事項：

(1) 查證廠商相關書面作業落實執行狀況。

(2) 材料取樣、抽驗（包括廠驗、現場取樣）檢試驗及對檢、試驗數據整理分析、管制。

(3) 對現場施工工法、施工管控、施工過程與施工結果作持續性監督與查證。

(4) 不合格品應予列管切實改善，並予追蹤管制。

(5) 對廠商內部品質稽核結果及自主品管落實度，做進一步之稽核與評估檢討。

## (二)、施工面

1.工程主辦機關召開施工前說明會，宣示品管規定及檢驗標準。

2.監造單位要求製作樣品及工法示範。

3.監造單位明確訂定材料及施工查驗停留點，落實查核。

4.廠商加強勞工安全教育訓練，宣導安全第一觀念。

## (三)、檢討疏失責任

主辦機關對品質缺失情節重大者，依「工程施工查核小組作業辦法」第十條規定，對於工程主辦機關、監造單位（建築師、顧問公司）及承商（技師、品管人員）等相關人員之行政、契約及法律責任，應予檢討追究，藉以警惕。

廠商對缺失遲未改善者，亦應依同法第十條規定處理，予以處置。

## (四)、辦理獎懲

1.各重建區之縣（市）政府查核小組應加強運作，以全面落實三級品管制度，並將查核結果予以排行上網公告周知。

2.重建工程缺失嚴重者，重建會除要求工程主辦機關依工程施工查核小組作業辦法，追究工程主辦機關、監造單位（建築師、顧問公司）及承商（技師、品管人員）等相關人員之行政、契約及法律責任外，有鑒於獎賞分明原則，對查核成績優良之工程請各主管機關對工程相關承辦人員依行政院公共工程委員會 92 年（2003）10 月 23 日工程會管字第 09200375880 號函辦理獎勵。

3.對逾期末函覆及遲未能補齊缺失改善資料之工程，除邀請至重建會報告，並公佈於重建會網站外，對於工程品質有嚴重缺失者，要求打除重做，以強化查核效果，確實掌握重建工程之品質。

## 六、結語

九二一震災災後重建工程，在各機關努力配合及學者專家之指導協助，重建工程品質，總體而言，已有明顯的進步，惟國內對於短期間興建大量公共工程，如何有效

掌控設計施工品質，並無相關經驗及管理機制，重建初期主管機關未能充份掌控工程施工品質，部分主辦機關因經驗及人力不足，使得重建工程之良窳品質幾乎取決於廠商。為有效改善重建工程施工品質，重建會於 91 年 11 月成立工程施工查核小組，對重建工程進行系統化施工品質查核，以發揮督導功能，執行成效良好，惟推動時間稍嫌過晚，應引以為戒，可作為爾後改進之參考，期以掌握先機，全程有效管控工程品質。

## 第四章 結語

九二一大地震造成臺灣各地公共設施損毀，為使災區各方面之搶救與重建順利進行，公共建設的重建工作為首要之務。在公共建設重建方面，除古蹟歷史建築具特殊性及複雜性而使得進度緩慢外，整體而言，各項重建工程進度及績效是值得肯定的。大地震雖帶來破壞，但也產生許多新的價值，包括相關制度、法令的建立及觀念的提升。以下兩節說明有關公共建設重建的新價值。

### 一、工程設施耐震度提升

九二一地震發生後，工程品質普遍受到重視，工程耐震度大為提升。這是這次地震帶來的新價值。許多建築採用鋼骨結構 (SRC)，加強防震設計規範，由 0.22g 增加到 0.33g；學校則採 0.41g，防震能力幾乎與核電廠防震標準相同。

### 二、公共建設安檢

地震後部分未倒塌的公共設施並不代表其安全無虞，行政院於民國 91 年 (2002) 4 月 1 日在「中央災害防救會報」責成內政部儘速協助各技術公會指派專業人員協助地方政府對學校、機關、展演場、市場等公共建築展開安全鑑定以確保人員安全，且將舊有建築列為重點調查對象。交通部於三三一大地震後，緊急發函各交通部單位全面檢測全國八千多座橋梁及道路的安全結構。

公有建築之安檢應經常辦理，而辦理民間建築部分則有困難之處，只有宣導民眾注意建築物結構安全，切勿隨意改建及增建，以免發生危險。

### 三、全民監工機制

九二一重建推動委員會建置全民監工網站，希望在全民監督機制下，協助政府監督廠商切實依約執行以確保公共工程品質。

### 四、工程品質查核

九二一地震公共設施重建初期由於國內對於短期間興建大量工程，該如何有效掌控設計施工品質，並無相關經驗及管理機制。有鑑於此，為有效改善重建工程施工品質，重建會於民國 91 年 (2002) 11 月正式成立工程施工查核小組，透過制度面之建立全面推動三級品管制度，對於重建工程進行系統化施工品質查核，以發揮正面督導效應，期確保公共工程品質。

### 五、環境保育觀念增長

九二一集集大地震過後，桃芝颱風來襲，在震後的土地造成巨大的傷害，更加深國人對環境保育的觀念。

中橫公路在九二一地震之後，谷關德基段封閉兩年，到民國 90 年 (2001) 7 月 4 日才打通便道，只供公務車輛通行。對於是否將中橫公路復建成觀光道路，相關單位和專家意見並不一致，而當時共同的想法是谷關到德基路段不是短期內可以處理的，必須審慎考量。其中生態保育學者認為至少要修養五年，過早復建會傷害大地，危及

永續發展的目標。

中橫谷關德基路段二期工程於民國 92 年 ( 2003 ) 2 月 21 日動工，公路局認為經過三年道路邊坡已趨穩定，預定民國 93 年 ( 2004 ) 6 月開放居民小型車通行。重建區許多工程亦考慮到環境保育因素，由中橫公路復建工作的慎重程度，可以了解環境保育工作確已有重大的進展。<sup>236</sup>

## 六、生態工法

生態工法的觀念逐漸於台灣生根，重建會於重建區內大力提倡，同時也呈現一些成果。例如，埔里獅子頭、九芎林社區原列為土石流危險區並規劃遷村，經過分期、分區治理，效果良好，乃取消遷村規劃。

生態工法的作法是以源頭裂縫填補、崩塌地源頭截水、危木截短、打樁編柵、坡面植生綠化及砌石穩定坡腳等處理工程。這項工法另具有照顧當地的失業勞工、培養永續環境觀念的附加價值。民國 90 年 ( 2001 ) 納莉颱風過境，全臺崩塌地為五萬公頃，在經過源頭處理與自然植生覆蓋，民國 91 年 ( 2002 ) 底已減少一萬公頃。

生態工法早期做法是掛網植生，以使裸露地點土石不再崩落，但大規模採用生態工法尚有爭議。根據重建會委託屏東科技大學調查，地形坡度大於 45 度時，打樁編柵工法失敗率將隨坡度加大而增加，比率高達五成。因此生態工法不應侷限於單一工法，宜採用多元複合式處理工法。

在九二一大地震後，許多道路邊坡及崩塌地整治工作及安全治標的鋼筋水泥與自然治本的生態工法同時進行。這兩種工法之優劣端視其如何運用。例如連接豐原和新社的中 88 道路，在九二一地震後嚴重坍塌，經過三年的重建，其中有兩座鋼筋水泥的明隧道和七處不破壞自然的生態工法，成為明顯的對照，也準備接受未來自然的考驗。<sup>237</sup>

## 七、廢土再生利用

九二一集集大地震產生大量的廢棄物<sup>238</sup>，後續重建工程地基開挖約產生三百萬立方公尺。突然而來的大量廢棄物，依據緊急命令第五條規定，其不受相關法令及環保法令之限制，故能順利處理災區建築廢棄物。

設立的土資場有 113 處中，處理方法亦大不相同。有的就地掩埋，然後植草美化成為遊憩場所 ( 大部分採用此法 ) ; 有的採用土石再利用方式處理，將有機物作分類篩選後繼以碎石機碎解後，作為各種工程回填料 ( 如南投市軍功寮土資場 ) ; 也有因為靠近集水區或水源地而全部移除者，此可以仁愛鄉力行產業路土資場為代表。

## 八、綠建築

236 吳崑茂，《台灣月刊》，民國九十二年九月號，頁 19。

237 吳崑茂，《台灣月刊》，民國九十二年九月號，頁 20。

238 約一千萬立方公尺。

我國於民國 84 年 ( 1995 ) 將建築節能設計納入「建築技術規則」中，民國 85 年 ( 1996 ) 行政院成立「永續發展委員會」，民國 86 年 ( 1997 ) 全面擴大節能設計之適用範圍。綠建築 ( Green Building ) 是指符合二十一世紀永續思維，兼顧生態、節能及環保的建築物。內政部建築研究所「綠建築標章」評鑑共分為 7 大項，分別為基地綠化指標、基地保水指標、水資源指標、日常節能指標、二氧化碳減量指標、廢棄物減量指標、污水及垃圾改善指標。每一大項指標下需評鑑相關細部項目，合於標準便可獲得該指標，7 項指標全通過，便可獲得 7 顆星最高榮譽。

從民國 92 年 ( 2003 ) 起綠建築已成為潮流，而自民國 92 年起，中央政府或受其補助經費達二分之一以上，且工程造价在五千萬元以上公有新建築物，必須先取得候選「綠建築」證書，才能申請建照。因此，未來「綠建築」將普遍存在於公有建築之中。重建區公共建設中符合綠建築精神者，首推學校重建工程。另外，重建區所有社造點亦大力推動美化、綠化環境，為「綠建築」的理想催生。<sup>239</sup>

---

239 吳崑茂·《台灣月刊》，民國九十二年九月號，頁 20。