

土木水利

The Magazine of The Chinese Institute of Civil and Hydraulic Engineering

June
2019



ISSN 0253-3804



NT\$350



Volume 46, No. 3

社團法人
中國土木水利工程學會 發行
CIVIL AND HYDRAULIC ENGINEERING

專輯

智慧綠建築

土木工程與
災害防治

木鐸集

特輯

莫拉克颱風
災後十年之
重建成果及省思

即將開放報名
敬請期待

921 地震二十週年回顧與省思研討會 詳細議程

日期：9/19、9/20（四、五）

地點：國立臺北科技大學 科技大樓 B1F 國際會議廳（265 人）

主辦單位：中國土木水利工程學會

協辦單位：行政院公共工程委員會、行政院災害防救辦公室、交通部中央氣象局、交通部公路總局、交通部高速公路局、內政部營建署
國家地震工程研究中心、國家災害防救科技中心、國立臺北科技大學、國立臺灣大學、

(依筆畫排序) 中華民國土木技師公會全國聯合會、中華民國全國建築師公會、中華民國結構工程技師公會全國聯合會、
中興工程顧問股份有限公司、台灣世曦工程顧問股份有限公司、林同棧工程顧問股份有限公司、
臺灣建築學會、財團法人台灣建築中心、財團法人臺灣營建研究院

9/19 (四)

		題目	講演人/職稱	單位
8:50-9:10	20min	開幕致詞		
9:10-10:00	50min	專題演講一：20 年後回看 921 重建	黃榮村 講座教授	(主持人：王炤烈理事長)
10:00-10:20	20min	茶敘		
		議題一：地震觀測與應變 (主持人：張國鎮教授)		
10:20-10:50	30min	921地震後氣象局地震測報工作之進展	蕭乃祺 副主任	中央氣象局地震測報中心
10:50-11:20	30min	集集地震後台灣強地動領域之應用	溫國樑 教授	國立中央大學地球科學學系
11:20-11:50	30min	地質災害事件之衝擊與對應	陳宏宇 主任	國家災害防救科技中心
11:50-12:10	20min	綜合討論 (主持人：張國鎮教授)		
12:10-13:30	80min	中餐		
		議題二：勘災與重建 (上半場主持人：陳宏宇主任、下半場：陳國隆副局長)		
13:30-14:00	30min	從勘災重建經驗談-橋梁震害與防災策略	張荻薇 理事長	結構技師全聯會
14:00-14:30	30min	建築勘災及重建	蔡克銓 教授	國立臺灣大學土木工程學系
14:30-15:00	30min	土壤液化災害之回顧與防災思維	陳正興 教授	國立臺灣大學土木工程學系
15:00-15:20	20min	茶敘		
15:20-15:50	30min	從 921 地震談土木技師震損調查	賴建宏 技師	土木技師公會
15:50-16:20	30min	回顧 921 震害 談近年結構工程技術的發展	藍朝卿 理事長	新北市結構技師公會
16:20-16:50	30min	921 地震後之橋梁耐震補強	黃炳勳 資深協理	台灣世曦工程顧問公司
16:50-17:10	20min	綜合討論 (上下半場主持人 共同主持)		

9/20 (五)

		題目	講演人/職稱	單位
9:00-9:50	50min	專題演講二：921及莫拉克災後之永續工程重建	陳振川 教授	(主持人：洪如江教授)
9:50-10:10	20min	茶敘		
		議題三：技術、規範變革與法律 (主持人：蔡克銓教授)		
10:10-10:40	30min	建築物耐震設計規範及解說更新重點	蔡益超 教授	國立臺灣大學土木工程學系
10:40-11:10	30 min	921 地震後國內耐震技術之研發與應用	張國鎮 教授	國立臺灣大學土木工程學系
11:10-11:40	30min	災難事故與救援之法律議題	王正嘉 教授	國立中正大學法律學系
11:40-12:10	30min	921 築巢專案執行機制與成果	呂良正 院長	臺灣營建研究院
12:10-13:30	80min	中餐		
		議題四：建物災害與補強 (上半場主持人：呂良正院長、下半場：鄭宜平理事長)		
13:30-14:00	30min	大規模地震後復原重建之對策	林傑 處長	行政院公共工程委員會
14:00-14:30	30min	建築耐震補強政策作為	高文婷 組長	營建署建築管理組
14:30-15:00	30min	從建築物使用管理的角度探討其對RC建築結構耐震能力之影響	陳澤修 主任委員	中華民國全國建築師公會
15:00-15:20	20min	茶敘		
15:20-15:50	30min	校舍耐震之演進	鍾立來 副主任	國家地震工程研究中心
15:50-16:20	30min	安全的守護 - 全面啟動耐震特別監督	李明濤 經理	臺灣建築中心
16:20-16:50	30min	危險老舊建築物耐震能力判定、處理之發展與建議	宋裕祺 院長	國立臺北科技大學
16:50-17:10	20min	綜合討論 (上下半場主持人 共同主持)		

土木水利

社團法人中國土木工程學會會刊



南投縣東埔日月雙橋及毀損明隧道

土木水利半月集

先進工程

- 混凝土工程
- 鋼結構
- 運輸工程
- 鋪面工程
- 資訊工程
- 工程管理
- 非破壞檢測
- 先進工程

永續發展

- 永續發展
- 國土發展
- 水資源工程
- 大地工程
- 海洋工程
- 環境工程
- 景觀工程
- 綠營建工程
- 能源工程
- 天然災害防治工程
- 工程美化
- 營建材料再生利用

國際兩岸

- 國際活動及亞洲土木工程聯盟
- 兩岸活動
- 亞太工程師

教育學習

- 工程教育
- 終身學習
- 土木史
- 工程教育認證
- 大學教育
- 技專院校
- 學生活動

學會活動

- 學會選舉
- 學術活動
- 土水法規
- 介紹新會員
- 專業服務
- 學會評獎
- 學會財務
- 年會籌備
- 會務發展
- 會士審查
- 公共關係 [工程倫理]

出版活動

- 中國土木工程學刊
- 土木水利雙月刊

分會

- 土水學會
- 土水南部分會
- 土水中部分會
- 土水東部分會

發行人：王炤烈

出版人：社團法人中國土木工程學會

主任委員：劉格非 (國立臺灣大學土木學系教授、編輯出版委員會主任委員兼總編輯)

定價：每本新台幣350元、每年六期共新台幣1,800元 (航郵另計)

繳費：郵政劃撥00030678號 社團法人中國土木工程學會

會址：10055台北市中正區仁愛路二段一號四樓

電話：(02) 2392-6325 傳真：(02) 2396-4260

網址：<http://www.ciche.org.tw>

電子郵件信箱：service@ciche.org.tw

美編印刷：中禾實業股份有限公司

地址：22161新北市汐止區中興路98號4樓之1

電話：(02) 2221-3160

社團法人中國土木工程學會第二十三屆理監事 (依姓氏筆劃排序)

理事長：王炤烈

常務理事：陳仲賢 楊偉甫 歐來成 歐善惠

理事：朱旭 余信遠 吳瑞賢 宋裕祺 沈景鵬 林呈 林其璋

胡宣德 胡湘麟 高宗正 張荻薇 許泰文 陳彥伯 黃炎龍

廖學瑞 劉沈榮 劉恒昌 謝啟萬

常務監事：呂良正

監事：李元唐 李建中 周功台 陳清泉 楊永斌 薛春明

中國土木工程學會任務

1. 研究土木水利工程學術。
2. 提倡土木水利最新技術。
3. 促進土木水利工程建設。
4. 提供土木水利技術服務。
5. 出版土木水利工程書刊。
6. 培育土木水利技術人才。

土木水利雙月刊已列為技師執業執照換發辦法之國內外專業期刊，土木工程、水利工程、結構工程、大地工程、測量、環境工程、都市計畫、水土保持、應用地質及交通工程科技師適用。

中國土木工程學會和您一起成長！

中華郵政北台字第518號 執照登記為雜誌 行政院新聞局出版事業登記証 局版臺誌字第0248號

特輯 莫拉克颱風災後十年之重建成果及省思

- 📖 莫拉克颱風災後十年之重建成果及省思（一）— 序文及防災永續基礎建設 陳振川 4
Reconstruction after Typhoon Morakot : Achievements and Reflection on Its 10th Anniversary (I)
– Prologue & Infrastructure Built for Disaster Prevention and Sustainability
- 📖 莫拉克颱風災後十年之重建成果及省思（二）— 彩虹永續家園建設 陳振川 14
Reconstruction after Typhoon Morakot : Achievements and Reflection on Its 10th Anniversary (II)
– Building a Colorful Sustainable Community
- 📖 莫拉克颱風災後十年之重建成果及省思（三）— 政府民間協力新經濟 陳振川 31
Reconstruction after Typhoon Morakot : Achievements and Reflection on Its 10th Anniversary (III)
– Collaboration between the Public and Private Sectors to Rebuild the Economy
- 📖 莫拉克颱風災後十年之重建成果及省思（四）— 強化未來抗災韌性之重建 陳振川 39
Reconstruction after Typhoon Morakot : Achievements and Reflection on Its 10th Anniversary (IV)
– Reconstruction for Building Resilience to Future Disasters
- 📖 莫拉克颱風災後十年之重建成果及省思（五）— 十年巡禮 重建回顧 倪惠妹／李延禧／黃義傑 46
Reconstruction after Typhoon Morakot : Achievements and Reflection on Its 10th Anniversary (V)
– Revisit the Disaster Areas after Ten Years Reconstruction

倪惠妹／李延禧／黃義傑 46



本輯集：土木與文明

- 📖 土木工程與災害防治 洪如江 53

「智慧綠建築」專輯 (客座主編：賴啟銘特聘教授／編輯助理：江逸章)

- 📖 專輯序言：台灣智慧綠建築趨勢 賴啟銘／江逸章 72
- 📖 從智慧綠建築邁向永續智慧社區 劉俊伸 74
- 📖 高雄智慧韌性調適設計與物聯網科技整合 吳明昌／曾品杰／陳振誠 79
- 📖 智慧建築評估制度、申請流程及常見問題 謝秉諺 84
- 📖 智慧綠建築與建築本質的探索 羅偉倫 90
- 📖 智慧綠建築專業顧問團隊於工程中之定位 張碧玉／黃聖凱 95
- 📖 營造產業面對智慧綠建築之挑戰與經驗分享 張景星 99
- 📖 經濟部傳統產業創新加值中心智慧綠建築分享 林芸甄 101

學會資訊看板

- 📖 108.4.17 金門大橋工程研討會@交通部集思會議中心 103
- 📖 108.4.25 108年橋梁工程研討會@中興工程公司 103

廣告特搜

- 台灣電力股份有限公司 — 連結海洋 看見不一樣的湛藍風景 封底
- 中國土木水利工程學會 — 921地震二十週年回顧與省思研討會 詳細議程 封面裡
- 台灣世曦工程顧問股份有限公司 — 分毫不差 才足教人驚豔 封底裡
- 中興工程顧問股份有限公司 — 正派經營・品質保證・追求卓越・創新突破 104



特輯

莫拉克颱風災後十年之重建成果及省思（一）

序言及防災永續基礎建設

Reconstruction after Typhoon Morakot : Achievements and Reflection on Its 10th Anniversary (I) – Prologue & Infrastructure Built for Disaster Prevention and Sustainability

陳振川 Jenn-Chuan Chern / 台灣大學土木系特聘教授、前行政院莫拉克颱風災後重建推動委員會執行長、唐獎教育基金會執行長

CEO of the former Morakot Post-Disaster Reconstruction Council under the Executive Yuan, Distinguished Professor of Civil Engineering in National Taiwan University, and CEO of the Tang Prize Foundation

十年前的父親節，莫拉克颱風侵襲台灣，破紀錄的多天連續豪雨造成台灣中南部世紀的災情，影響40%總人口，造成國土環境、建築物及橋梁道路等基礎設施之嚴重損害。災後，政府結合民間力量積極救災及重建，並成立行政院莫拉克颱風災後重建推動委員會統籌五年重建工作，五年期間結合民間NGO及企業力量，秉持「以人為本，以生活為核心，尊重多元文化及居民參與」的原則，並以安全、尊重、效率、創新的特色進行重建。本特輯系列文章包括基礎建設、家園重建、產業重建及防災永續等四篇，探析重建推動過程與成果，以做為災後十週年之省思及經驗傳承。

面對強降雨帶來土砂、漂流木、洪水所致複合式災害，及所致災後長期環境不穩定是重建之挑戰。行政院重建會結合各部會依據國土保育為先之區域重建綱要計畫，以河川流域為體，進行「山路河橋」之綜合規劃設計及執行，納入防災及永續之考量。十年來，災後基礎建設之復建突破困難而順利完成，通過歷年多次颱風豪雨嚴峻考驗，強化了重建區抗災之韌性，也利於民眾生活及產業發展。所採用基礎建設推動模式，特別是在丘陵高山及其河域地區重建方法，結合原住民文化及民間參與模式，展現重建成果與價值，值得參考。

August 8th 2009 was the day that witnessed how Typhoon Morakot battered Taiwan, bringing record-breaking rainfall that lasted for days, wreaking havoc to central and southern Taiwan, affecting 40% of the total population, and causing serious damage to the land environment, buildings and basic infrastructure such as bridges and roads. After the disaster struck, the Government set up the Morakot Post-Disaster Reconstruction Council (MPDRC), the administrative center in charge of the five-year reconstruction work. During the reconstruction period, public and private sectors have worked together under the principle of being “human-centered, with life at the core, and respectful of cultural diversity and resident participation” while also ensuring that reconstruction efforts were safe, respectful, efficient and innovative. On the 10th anniversary of this disaster, this series of articles reflect on the infrastructure reconstruction, the community reconstruction, the industry reconstruction, as well as the effort put into disaster prevention and sustainable development. This article examines the whole experience and evaluates the achievements, in the hope that what have been learned from undertaking this reconstruction mission will be passed on to future generations as valuable lessons.

In the face of complex disasters caused by heavy rainfalls, including tremendous amounts of sediment and driftwood, severe flooding and long-term environmental instability, the MPDRC devised and implemented a comprehensive regional reconstruction plan based on the principle of concurrent “mountain, road, river, and bridge restoration,” focusing on river basins, giving priority to land conservation, and taking into consideration the importance of disaster prevention and environmental sustainability. Over the past ten years, the reconstruction of the infrastructure has been successfully completed and has withstood the serious tests posed by several typhoons and storms. Moreover, the infrastructure has become more resilient to disasters, which in turn has benefited those who live in the reconstructed areas and has facilitated the development of local industries and villager’s living. The model for infrastructure reconstruction, especially the one applied to the reconstruction of areas on hills, in mountains and around rivers, and the emphasis on the preservation of indigenous culture and the participation of local residents, makes this reconstruction work so valuable, thus making them worthy sources of references.

前言

莫拉克颱風於民國 98 年 8 月 8 日侵襲台灣，受災區域位在台灣中、南及東部，幾乎涵蓋半個台灣面積，平原區以淹水為主，而在丘陵及山區則深受土石崩塌、河道擴大、河川土石積高、橋梁毀損、路基崩塌、邊坡滑動、堰塞湖、八大孤島、山區攔沙壩淤滿、水庫淤積等造成國土環境之鉅大變化。風雨交加中，是救災，也是後續重建的極大挑戰。莫拉克颱風為台灣中、南部山區帶來破歷史紀錄的雨量，阿里山地區 72 小時累積雨量達 3,059.5 mm，為台灣歷年最高雨量，其 24 及 48 小時累積雨量 1,623.5 及 2,361 mm，也逼近世界降雨極端值之 1,825 及 2,467 mm（圖 1）。農委會^[1]指出莫拉克颱風是「高強度，長延時」之降雨，這台灣雨量紀錄上罕見之情況，隨超長降雨延時，導致多重性複合型災害及深層崩塌（圖 2）。依據

經濟部水利署第七河川局位於高屏溪九曲測站測得尖峰流量 29,100 cms（立方公尺/秒），推估是台灣 200 年來第一大流量，造成台灣中、南、東部地區河川流域近 50 年來最大颱風洪災情。而新增崩塌面積達近 4 萬公頃（是 921 大地震面積的 3.5 倍），土沙生產量有 12 億 m³（相當於 650 座台北 101 大樓體積），而約有 4 億土沙流入河川，其餘散置斜坡土沙將隨著時間，在未來颱風豪雨地震侵襲下再往下移動。這也將形成長期對河川流域中、下游之城鄉居住安全，及各項基礎建設重建及維護之挑戰。

所幸，政府在災後 12 日，即經劉兆玄前院長指示經建會提出「國土保育為上位的區域規劃方案，做為災區重建的指導原則」，以利重建據以展開。8 月 15 日設置之行政院莫拉克颱風災後重建推動委員會（簡稱重建會），於災後之 9

月 6 日通過「以國土保育為先之區域重建綱要計畫」，並於 12 月 30 日前分別通過基礎設施重建計畫、家園重建計畫及產業重建計畫，據以規劃執行（圖 3）。綱要計畫強調「依據效率重建與有效預防的目標，重建工作應確實掌握落實國土保安及復育理念、加強氣候變遷之調適策略、掌握災害風險管理原則、建立流域及跨流域整體規劃與重建制度、強調合作夥伴關係、以及妥善運用各方資源等基本理念。」這些提示，由重建會依其「負責重建事項之協調、審核、決策、推動及監督。」之職責下，陸續整合納入重建過程落實推動，充分發揮成效^[2]。

本文將利用 921 大地震重建經驗為啟始，藉由其災害差異特性及重建做法，介紹莫拉克颱風災後之基礎建設重建決策、過程及十年來發展與成果，供未來面對大規模災害處理之參考。

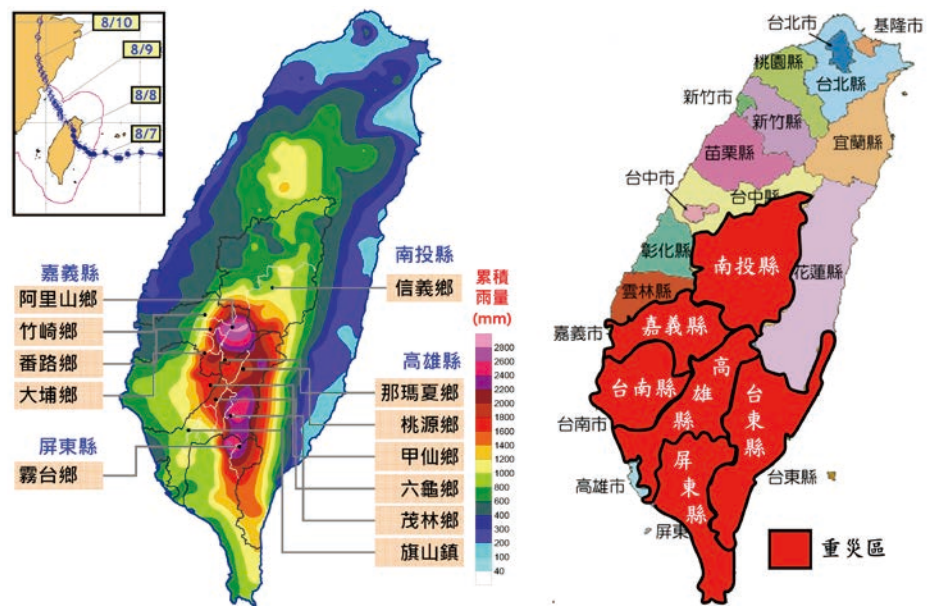


圖 1 莫拉克颱風累積降雨量及重災區（中央氣象局及重建會）



圖 2 莫拉克颱風後泥砂生產量推估（農委會水保局）

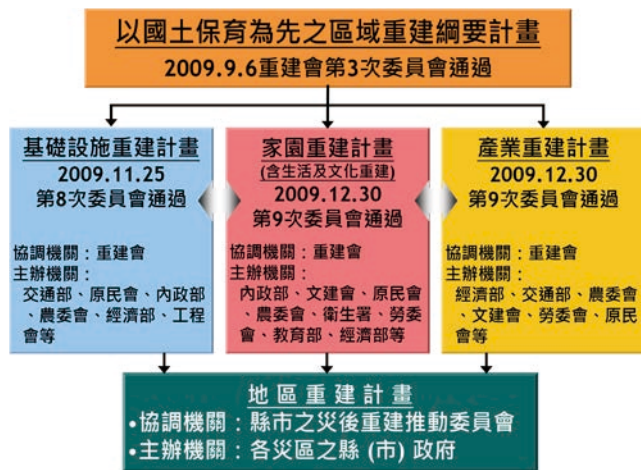


圖 3 重建計畫架構圖^[1]

災後基礎重建規劃及執行

921 大地震與莫拉克颱風重建差異性

921 大地震發生於中部地區都市及郊區為主，主要受損在房屋住宅，佔總損失金額 3,622 億之 43%，公共設施損害在因地層錯動及震動造成道路橋梁（橋梁損害 27 座）等交通設施、堰壩堤防水利設施，以及電力設備、維生管線等損害，僅佔 20%。

莫拉克颱風在長期暴雨洪流沖襲中、南、東部土地下，其所帶來大地崩毀災況，使山區公共設施毀損殆盡，其損失佔總損失金額之 76%（橋梁重建達 126 座）。以公共建設直接損失比較，莫拉克颱風為 1,527 億，921 大地震為 737 億，莫拉克損失達二倍餘（圖 4）。以嘉義縣阿里山鄉在莫拉克颱風災損為例，最大降雨量 3,059.5 mm 即落在此地，其鄉內 25 座橋梁遭沖毀 23 座，可見破壞威力強大。持續豪雨、暴洪、土石崩落及淹水，造成交通阻斷及孤島等複合災情，災區面積廣大，造成 53 億元淹水災情，致救災及重建之困難度遠較 921 大地震為艱鉅。再者，重建區各災損後之公

項目	單位:台幣億元	
	921大地震 (1999.9.21)	莫拉克颱風 (2009.8.8)
直接損失		
一般房屋、住宅	1,554.6	43.4
家戶淹水	無	53.1
產業	360.1	273.5
公共設施	736.9	1,526.8
小計	2,651.6	1,896.8
間接(營收)損失	971.2	101.5
合計 (佔當年GDP規模比率)	3,622.8 (3.75%)	1,998.3 (1.6%)

圖 4 莫拉克颱風及 921 大地震災損估計表^[1]

共設施本來就是脆弱及功能不足。再加上災後仍在汛期，每年颱風豪雨多次，莫拉克災後重建工作必須與時間賽跑，及早完成災民安置及設施搶修，避免二次災害，是重建最大挑戰。

重建策略及原則

緊急搶修重建優先清理恢復災區環境 避免二次災害

林邊、佳冬地區、甲仙與旗山地區、屏東縣荖濃溪沖毀舊寮堤段之舊寮村、台南縣曾文水庫下游等地區是首要救災重建標的。颱風導致林邊溪四處潰堤，所致林邊佳冬土水淹埋案，行政院重建會首先以專案管理整合方式推動，於林邊設置前進辦公室成立專案小組（顏久榮前處長為召集人），邀集國防部（國軍）、經濟部（水利署）、環保署、衛生署等部會、地方政府及民意代表進駐，在 H1N1 威脅下，智慧決策突破困難，召開 18 次會議，不分日夜戮力辦理搶修與復建工程，緊急疏通林邊溪淤砂、疏通下水道幹線與街道側溝、污水管線，修復街道及公共設施，降低該地區二次災害風險，並在不撤村遷離家園的嚴峻條件下，迅速恢復居民往日生活環境秩序，創造以 50 天完成被土水淹埋之林邊（圖 5）、佳冬之災後重建之奇蹟^[1]。同年 10 月 5 日再次遭遇隨之而來的芭瑪颱風挑戰，沒有再造成其他損失。



圖 5 土水淹埋林邊鄉 50 天奇蹟清淤復建^[2]

以流域綜合治理

重建會邀集林務局、水保局、水利署、公路局、地方政府等機關，協調「山、路、橋、河」共同治理之災後重建工程，包括高屏溪、太麻里溪、林邊溪、曾文溪、荖濃溪、楠梓仙溪（旗山溪）等，召開超過 200 次重建工程專案管控協調會議，督導落實。前述各中央及地方政府執行機關全力投入，有效執行業務，加速重建^[4]。包括：

災後公共設施及城鄉保護

颱風造成中央管河川堤防遭沖毀及受損 123.82 公里，縣市管河川破堤及受損約 119.46 公里，為避免倖存橋梁、公共建設及河川中、下游城鎮之安全，重建會督導中央水利署及地方政府合作分工，加強河道疏濬及堤防搶修工作。日夜疏濬，暢通河道，4 年內完成 3 億立方公尺河川砂石疏濬，運輸卡車連接總長度可繞地球 11 圈（圖 6）。完成 110 處重大土石流災區復建工程及 948 件復建水利設施。

尊重自然，還地於河

為避免河堤破損重覆性致災，各致災河川災後重建需依據颱風所造成地文、水文、人文環境變遷，向自然學習，重新檢討原治理規劃報告，調整河川治理

線。面對台東縣太麻里溪暴洪導致河道擴大災情，兩側建築物及鐵公路橋梁遭摧毀，重建會成立「太麻里溪堤防農田復建推動專案小組」，召開 26 場會議及勘查，整合堤防、護岸、鐵公路及多座跨河橋梁、邊坡保護施工、災民永久屋安置及流失農地砂石回填復耕等工作。太麻里溪治理堤線退縮，河寬平均增加 100 公尺（圖 7）。在社區房屋連續二度經海棠颱風、莫拉克颱風摧毀後，金峰鄉嘉蘭村居民同意配合辦理，惟仍須由吳敦義行政院長說服原在舊堤線外種植釋迦之抗爭農民，始能完成新河川治理線，規劃施工，重現堅固美麗堤防及仟佰良田景緻（圖 8）。

高雄旗山鎮常年淹水，97 年卡玫基颱風淹水後，隔年再受莫拉克颱風侵襲後更為嚴重（圖 9），災民在民代帶領下群憤包圍劉兆玄院長進駐之旗山南部重建中心之軍營抗議。次日，在勘查及分析後，劉兆玄前院長指示重建會及水利署，考量旗山溪旗山河段 13.4 公頃民地河中島之建築及高莖作物等嚴重阻斷通洪能力，遂指示撥用經費 4 億元突破困難徵收民地，辦理疏濬清除超過 584 萬立方公尺堆積土砂（約 231 座一層樓高的足球場面積），可降低最大水位 2.25 公尺，大幅增加通洪功能（圖 10）。



圖 6 無上限目標之日夜趕工疏濬^[1]



圖 7 太麻里溪暴洪導致河道擴大災情^[1]



圖 8 太麻里溪公共建設及農業之重建^[1]



圖 9 旗山溪旗山河段淹水災損情況（水利署）



圖 10 旗山溪旗山河段民地徵收及疏濬（水利署）

地層嚴重下陷之屏東縣林邊、佳冬鄉，以輸導外水與內水整治雙管齊治，興建海水供應站，推動海水養殖，減少抽取地下水減緩地層下陷，加上漁民養殖戶增高漁池圍牆高度，增加大面積蓄洪功能，致抗洪能力整體提升。

十年來，這些整治地區，歷經十數次颱風豪雨，各地防洪效益良好，重建工程也發揮「疏減之前經常淹水地區水患問題」。順應自然，退縮堤線還地予河，換來嘉蘭村民及子孫可在颱風豪雨期，於夜間安心入眠。

防災設計，永續考量

考量山區土石不穩定，災後河床淤積數十公尺河道寬度大幅增加，從永續防災角度，橋梁採用深基礎、高橋墩（橋面）、長跨距設計，避免阻礙水流，及河道後續之沖蝕及或土砂淤積所造成災害。位於河流攻擊面或邊坡崩塌區之道路，改採橋梁避開。阿里山之台 18 線就重建這國際觀光大道成為高抗災道路，包括避開經年崩塌道路改以長跨之芙谷峩鋼橋跨越（圖 11）。

重建之橋梁橋長平均增加 2.2 倍，山區尤為明顯。霧臺谷川大橋由原來 53 公尺舊橋，重建新橋長 654 公尺，為舊橋長 12.3 倍（圖 12）。災區總計興建 126 座橋梁，使用迄今均能安全發揮功能。圖 13 就是各橋改建前後橋長之比較。



圖 11 抗災長跨橋梁設計^[3]



圖 12 長跨高橋墩霧台谷川大橋

橋梁	長度	災前橋長 (公尺)	重建橋長 (公尺)	增加倍數	所在位置
公園橋		10	180	18.0	高雄市那瑪夏區
桃源一橋		24	295	12.3	高雄市桃源區
霧台谷川橋		53.5	654	12.3	屏東縣霧台鄉
新美橋		23	160	6.9	嘉義縣阿里山鄉
綠茂橋		42	250	5.9	高雄市桃源區
民族橋		30	160	5.3	高雄市那瑪夏區
達卡努娃橋		20	100	5.0	高雄市那瑪夏區

圖 13 山區橋梁災後重建前後橋長差異^[3]

文化內涵帶入工程重建

安全、便利祇是工程的基本要求，本次重建工程多位於原住民地區，重建會大力要求，各項復建公共設施須有社區參與，帶入當地原住民文化，橋梁隧道建設命名也得尊重地區原住民意見。同時也可帶入原住民智慧，增加災民就業機會，也增加他們對於政策的支持及認同。也因在建設中帶入原住民文化圖騰色彩等軟性文化意涵，保留生活特色及文化傳統，使橋梁景觀、文化及傳說故事能夠結合，新風貌也帶動觀光新產業。阿里山森林遊樂區所有重建工程均帶入鄒族圖騰，在美麗自然景觀下，將當地文化內涵首次帶入園區。連園區旁遷移重建之中油公司加油站也帶上鄒族圖騰，使它成為最美麗的加油站（圖 14）。

尊重民意，古蹟保存

旗山溪跨越橋梁，新設計採提高橋身及加大橋墩間距，以避免再發生漂流木卡住，通洪面積大幅縮小致災情況。進行該區洪水整體整治過程，接受旗山當地人文團體建議，在地景橋改建時，保留日據時代施作糖廠火車橋墩。也在洪水整治設計施工過程，同意旗山溪部分河段仍可在安全前提下保留了舊有漿砌卵石堤防。

點石成金，創造多贏

堆淤於河道之砂石，是危及安全的有害物質。經過重建會協調法務部及地方檢調單位，共同建立加速清淤共識，將砂石用於回填新建堤防內之私人農地，免費提供林邊、佳冬漁民用以魚池之改善，使石斑魚養殖能快速恢復。堆積於人民農田，政府無力協助清理，影響民眾農田復耕，這些被認為「有價的國有財產」也同意由災民自行清理。重建會協助公務人員排除可能背負圖利他人之疑慮，使他們能全力投入工作。中央及地方政府分工，優良砂石及交通便利河段，優先供地方政府發包



圖 14 鄒族文化意象之山美大橋

清淤，販賣砂石可供地方政府用予福利措施，增進地方政府協力疏濬作為。這些點石成金之創新作為，促成政府、人民多贏，使重建加速推動^[5,6]。

政府與民間合作協力共寫佳話

災後，政府也積極協調整合各部會^[1,7-10]及民間專業機構，從事災況調查分析，提供重建建議，並協助推動各項建設^[11-13]。民間 NGO 及企業也在橋梁道路重建工程擔負角色，協助政府推動交通建設。長期建橋修路之嘉邑行善團於莫拉克風災後迅速展開重建腳步，全體造橋義工利用假日或空餘時間，出錢出力興建完成的 8 座橋梁，包括：嘉義縣阿里山鄉茶山地區紫荊一號、二號與仁進等三座橋梁，高雄市那瑪夏區、桃源區、六龜區蓮生 1 至 3 號橋、屏東縣霧台鄉富邦大橋等，及協助台灣大哥大出資捐助山美大橋。茶山地區三座橋於民國 89 年 7 月落成，是最早完工橋梁。惟因涉及佔用林班地、稅務及橋梁跨度加大預力橋結構安全及責任問題，公共工程委員會為保障公眾安全，遂規定興建橋梁須向地方政府機關登記，並依法由專業技師設計簽章，也使台灣民間橋梁興建正式納入管理，「善心違建橋」宣告終止。

紅十字總會也運用福建省紅十字會善款捐建嘉義縣福美吊橋，而中鋼公司所於高雄市六龜區捐贈的橋長 465 公尺，跨越荖濃溪湍急河流，採用桁架鋼構橋

型之壯觀的新發大橋也於 100 年 5 月 26 日提前完工，通暢交通，也成為進入寶來之重要景觀地標。

另外，中國大陸善款捐贈的九座橋梁、大陸台商捐建高雄市桃源區萬年橋，分別由重建會委請公路總局和各縣市政府施工完成，民間捐贈及積極投入橋樑興建達 20 座，為莫拉克風災重建過程寫下佳話。

橋梁整合設計經典案例

美觀安全，具文化內涵符合環境之東埔日月雙橋

莫拉克颱風造成原哈比蘭明隧道因上邊坡坍方問題嚴重，下邊坡又處於陳有蘭溪河道轉彎凹岸河流攻擊處面上，坡角因淘空路基崩潰流失百公尺，明隧道已經嚴重損壞，造成這東埔溫泉對外之惟一道路封閉成孤島，使觀光產業受到嚴重影響。

因地質環境不穩定，重建為考慮防災及永續，檢討變更路線，採長單跨不落墩設計，避開河道洪流攻擊坡，採用新闢建日月雙橋，徹底避開敏感區域的路段（圖 15）。東埔日月雙橋採用兩座造型、長度相同的 Nilson 提籃式鋼拱橋，其鋼拱造型和遠方起伏相互輝印，更是遠眺玉山主峰及北北峰絕佳地點。工程總經費約 2 億 9 千萬元，由行政院重建會全額以中國大陸



圖 15 南投縣東埔日月雙橋及毀損明隧道

善款補助南投縣辦理，於 99 年 10 月 2 日開工，100 年 9 月 24 日即快速完工通車。

東埔地區為布農族傳統領域，布農族人務農為主，漢人開發溫泉區，却減少和原住民互動。重建會認為這是啟動原漢合作共同參與重建的好時機，首次促成溫泉發展協會理事長進入拜訪原住民社發展協會理事長，共同參與重建會召集玉山國家公園管理處、公路總局、縣政府等舉行之「重建工程暨產業重建專案小組會議」。

重建會並特別要求導入布農文化於橋梁及旁邊閒置明隧道空間之設計。橋梁設計緣於布農族射日傳說，鋼拱橋出入口景觀處設置太陽、月亮及弓箭意象，一號橋代表「陽」設置太陽意象，橋身彩繪圖騰為男性族人衣物白色為主；二號橋代表「陰」設置月亮意象，橋身彩繪圖騰為女性族人衣物黑色為主。橋拱正面繪製布農特有之祭曆版圖案（圖 16）。

面對應著地質崩塌結構破壞之明隧道，藏著鉅大

莫拉克颱風足跡的歷史紀錄，是現地的災變教材。這座具有文化及故事之美麗景觀橋梁，馬上成為東埔溫泉區的景觀亮點，使東埔溫泉風華再現，帶來絡繹不絕的遊客。橋梁完工迄今，該地交通未因颱風暴雨而阻斷。

對當地布農族人，這座進入東埔的日月雙橋就宣告進入了他們傳統領域，這座具有深層布農文化的橋梁也將和他們及子孫長久共存共榮，也融啟了原漢共生共榮，使溫泉區帶入優美文化。這座橋的特色及品質，使它榮獲公共工程委員會頒發之公共工程品質優等之至高榮譽。

重建區之許多橋梁隧道，均引入本案例之設計理念及文化特色，包括屏東縣霧台谷川大橋、山川琉璃吊橋（圖 17），南投縣栓兒明隧道，嘉義縣阿里山山美大橋、達娜伊谷吊橋、芙谷峩橋，台東縣松楓橋（圖 18）、拉灣橋，高雄市民生橋、索阿紀吊橋等均具有特色。形成世界上難得一見而有文化深度之大規模災後重建橋梁群。



圖 16 布農族文化意象之東埔日月雙橋



圖 17 排灣族文化景觀橋—屏東縣山川琉璃吊橋



圖 18 台東延平鄉布農射日意象松楓橋

重建指標重點里程

為如期如質儘速完成交通建設，對於大型重要橋梁之興建加強管制，並設立重建階段指標，併落成通車活動推促地區產業。包括：

1. 高雄市六龜大橋竣工通車（民國 99 年 11 月 13 日）
2. 高雄市旗山橋竣工典禮（民國 100 年 1 月 15 日）
3. 高雄市新發大橋竣工典禮（民國 100 年 6 月 4 日）
4. 南投縣東埔日月雙橋通車典禮（民國 100 年 9 月 24 日）
5. 雙園大橋竣工典禮（民國 100 年 12 月 24 日）
6. 台東縣利稻橋通車典禮（民國 101 年 7 月 8 日）
7. 屏東縣霧台谷川大橋（102 年 10 月 5 日）
8. 台東縣台 9 線太麻里溪橋（民國 102 年 3 月 14 日）
9. 嘉義縣新山美大橋（民國 102 年 10 月 28 日）
10. 台鐵南太麻里溪橋軌道切換通車（民國 103 年 11 月 12 日）

因受交通阻斷及機具設備材料運輸影響，各地橋梁興建均由山下往山區逐步系統推展，以順利完成重建工作^[2,4]。

災後十年觀察、省思及建議

1. 莫拉克颱風災後，126 座橋梁及主要公共設施依循國土保育及防災永續原則進行重建，歷經十年來多次豪雨颱風侵襲，均能安全發揮功能，對增進區域抗災之韌性有相當成效。
2. 災後基礎建設重建要求地方人士參與，帶入當地文化（特別是原住民文化），使其具有文化多樣性，也增進原漢居民之互動合作，共同發展產業，增進社區凝聚力。原住民文化經由基礎交通建設及 44 處永久屋社區展現，使其更為社會所瞭解及欣賞，促進生態旅遊及觀光，成為莫拉克颱風災後重建最大特色，使族群更融合，台灣更美麗。
3. 災後重建使累積雨量最大，災損最嚴重的阿里山地區經由行政院重建會推動「再造大阿里山風華」整合專案計畫，以最快速度完成基礎建設重建，增強防抗災能力，在國際級天然景觀，帶入鄒族文化內涵，也增進原住民的尊榮及認同，從位於觸口具有鄒族風采之逐鹿社區為進入阿里山鄉之入口意象，使大阿里山地區真正成為「鄒族的阿里山」。
4. 然而，莫拉克颱風所帶來巨大的崩落堆積在山體邊坡及河道仍是持續之挑戰。南橫公路桃源至向

陽路段地質脆弱大崩塌，在災後十年仍在緩慢逐段通車。以地質不穩定變化最大之高雄市桃源區，因流域上游邊坡及河道堆積土石仍多，台 20 線勤河至復興段，荖濃溪河道極不穩定，土石繼續淤高，社區民宅仍遭沖毀，大地環境仍在變遷中，是未來的持續挑戰以及當地因應民眾交通需求而興建中期考量之明霸克露橋，如何妥善維管，減少災損風險及延長使用年限是最大挑戰。對於下游之基礎交通設施，例如：位於荖濃溪上游之新威大橋、撒拉阿塢橋等之河道須長期維護疏濬，確保安全。災區之曾文、南化等各水庫集水區之破壞帶入大量土石而減少庫容，也是要持續進行清淤排沙，以延長使用年限。

面對氣候變遷下極端氣候所帶來規模更大及頻率強度更高的天然災害，莫拉克颱風重創山區，如何尊重自然避開災害的重建？本次災後之重建經驗，可供世界參考。

參考文獻

1. 陳武雄、陳世賢（民 99），莫拉克颱風農業應變處置實錄，行政院農委會，232 頁，民國 99 年 7 月。
2. 陳振川、張恆裕（民 103），莫拉克颱風災後重建五周年成果彙編，行政院莫拉克颱風災後重建推動委員會，248 頁，民國 103 年 8 月。
3. 陳振川、顏久榮、張恆裕（民 102），50 天的奇蹟—莫拉克颱風災後林邊佳冬地區重整家園，行政院莫拉克颱風災後重建推動委員會，208 頁，民國 102 年 7 月。
4. 陳振川、蔡志昌、洪世益（民 102），山路橋河共治—災後基礎重建成果紀實，行政院莫拉克颱風災後重建推動委員會，200 頁，民國 102 年 12 月。
5. 陳振川等（民 102），點石成金—莫拉克颱風災後屏東石斑復養紀實，行政院莫拉克颱風災後重建推動委員會，104 頁，民國 102 年 12 月。
6. 陳振川、張恆裕（民 102），重建流失的拼圖—農地回填，行政院莫拉克颱風災後重建推動委員會，80 頁，民國 102 年 10 月。
7. 陳茂南（總編輯）（民 99），跨出雨後的彩虹—莫拉克風災搶救與復建實錄，交通部公路總局，220 頁，民國 99 年 8 月。
8. 交通部公路總局（民 102），謙卑—莫拉克風災公路重建 3 年紀實，民國 102 年 2 月。
9. 經濟部水利署（民 99），風雨挑戰—莫拉克颱風災滿周年水利重建記事，民國 99 年 7 月。
10. 農委會水保局（民 100），療癒生息，民國 100 年 12 月。
11. 廖慶隆、王仲宇（民 98），2009 莫拉克颱風八八水災橋梁勘災紀實，財團法人中華顧問工程司，485 頁，民國 98 年 11 月。
12. 蔡勳雄、曹壽民、周南山、邱琳濱、侯秉承（民 99），八八水災災害調查成果與復建工程建議，財團法人中興工程顧問社，民國 99 年 8 月。
13. 交通部運研所（民 99），莫拉克颱風造成主要橋梁損壞之現地調查及災因分析，民國 99 年 12 月。



特輯

莫拉克颱風災後十年之重建成果及省思（二）

彩虹永續家園建設

Reconstruction after Typhoon Morakot : Achievements and Reflection on Its 10th Anniversary (II) – Building a Colorful Sustainable Community

陳振川 Jenn-Chuan Chern / 台灣大學土木系 特聘教授、前行政院莫拉克颱風災後重建推動委員會執行長、唐獎教育基金會執行長
CEO of the former Morakot Post-Disaster Reconstruction Council under the Executive Yuan, Distinguished Professor of Civil Engineering in National Taiwan University, and CEO of the Tang Prize Foundation

台灣在過去廿年間，分別經歷 921 大地震及莫拉克颱風巨大災害之侵襲，造成大規模之國土環境、基礎建設及建築物之破壞、民眾生命財產之嚴重損失，在救災過程並引致政治效應。由於大量建築物及社區因災害而崩損或成為危險地區，災民安置成為災後重建重要一環。本文介紹莫拉克颱風災後政府如何結合民間力量推動家園安置工作，並和 921 大地震之安置作法之差異性併做分析探討。莫拉克災後安置，因為豪雨所致土石流、坡地崩塌及淹水等災害特性及其破壞，造成原居住地不安全，致有大量異地重建之需求，而大多數需要安置災民為居住於丘陵或山區之原住民，部分經濟較為弱勢，加上文化、族群及生活型態之特殊性，成為本次家園重建之重要考量。莫拉克家園重建係兼顧永久屋基地及原鄉，在國土保育及安全永續綱要指導、和尊重災民自主意願下，朝「彩虹永續社區」目標發展。推動中，係結合民間 NGO 及企業力量，以直接推動永久屋為主，必要時以組合屋為輔，利用既有之軍營營區、榮譽中心等建築設施做為中期安置，做為安置之主軸。在災後十年，本文就家園安置執行發展之成果及經驗提出討論，並藉由歷年來各項學術統計分析調查來佐證。調查資料顯示重建區災民經過初期之艱困過程，在安置計畫協助下，逐年適應新居住環境，而有高滿意度。莫拉克颱風災後安置模式也順利應用於台灣後續災難之災民安置，此經驗將可提供世界各國參考。

During the past 20 years, Taiwan has been hit by the 1999 Jiji Earthquake and Typhoon Morakot, suffering considerable damage to its land, environment, basic infrastructure and great loss of life and properties, while also facing political ramifications incurred during the disaster relief operation. Due to the destruction of a large number of buildings and communities, many disaster zones became places too dangerous to live. Therefore, how to resettle the victims became an important task. This article will illustrate how the government joined forces with private industries to carry out the resettlement project, and analyze how it is different from the resettlement plans developed after the 1999 Jiji Earthquake. Major disasters caused by the heavy rain Typhoon Morakot brought such as mudslides, landslides and flooding have rendered the victims' original residences uninhabitable. As a result, it was inevitable to rebuild their homes in different locations. Many of the victims are indigenous people, living on hills or in mountains and economically disadvantaged. Moreover, they all have very unique ethnic and cultural backgrounds, as well as a distinct lifestyle. All these factors were taken into careful consideration when we planned the reconstruction of their homeland. The post-Morakot homeland reconstruction project pays equal attention to new permanent house community and their hometown. Following the guidelines for land conservation, safety considerations, and environmental sustainability, and on condition that the victims' voices were duly taken notice of, we carried out the Morakot Home Reconstruction project with the goal of creating a "Colorful Sustainable Community." The government enlisted the help of NGOs and business corporations to aim at providing permanent housing as the direct key target, and

temporary housing as the needed supporting one. Besides, in accordance with the main resettlement policy, military camps, veteran houses and other facilities were used as mid-term shelters. This article will offer a review of the implementation of this resettlement plan and our achievements. The arguments will be supported by data collected from various academic surveys conducted over the years. In general, they indicate that after getting through some difficult times in the beginning and with the support many resettlement efforts offered, the victims have adopted to their new homes year by year, and have showed a high level of satisfaction. The Morakot post-disaster resettlement model has also been successfully applied to relocating victims in several subsequent disasters in Taiwan. Thus, it can serve as a reliable source materials for other countries to consult.

前言

行政院莫拉克颱風災後重建推動委員會（簡稱重建會）於災後之 9 月 6 日通過「以國土保育為先之區域重建綱要計畫」，依據 98 年 12 月 30 日通過之家園重建計畫（含生活及文化重建）規劃及執行。

莫拉克颱風災後，河川淤積沖刷，橋梁堤防道路等基礎設施嚴重損害，161 處聚落被認定為不安全地區，很多部落社區被沖毀或土石崩塌而成為危險社區，致有大量災民遷移安置之必要性。需安置之受災民眾中，75% 屬經濟弱勢之原住民，他們成為極端氣候下之犧牲者。也因為原住民的特殊文化、生活形態及文化保存，尊重部落族群意見及參與，就成為災後重建的特別重點。因此，在莫拉克特別條例第 2 條指出「**災後重建應以人為本，以生活為核心，並應尊重多元文化特色，保障社區參與，兼顧國土保安與環境資源保育。**」及第 20 條指出「**災區重建應尊重該地區人民、社區（部落）組織、文化及生活方式。**」政府經與原住民諮商取得共識，得進行遷居、遷村安置作業。後續並頒布「原住民部落遷村推動原則」，提出遷村地點選定優先順序，即「**離災不離村、離村不離鄉，離鄉最近地方**」安置。並為確保部落遷村之完整性，進而發布「原住民部落集體遷村安置民間興建永久屋方案」，核定 8 部落，計 237 戶集體遷村安置。為達成諮商取得共識之法律要件，政府採「尊重每一遷居住戶之自主意願」，依其決定安排永久屋居住，或允許其留在原鄉。惟其須依災害防治法之規定，於政府在颱風來臨宣布警報時須依法遷至避災設施避災^[1,2]。

本文將利用 921 大地震災後重建經驗比較，介紹莫拉克颱風災後之重建過程及十年來發展與成果，並經由討論及引用各界問卷調查統計資料之分析，提出未來面對大規模災害處理之參考。

災後安置與永續家園重建

災後災民安置依下列程序，包括緊急安置、中期安置及長期安置辦理。

緊急安置及中期安置

颱風與地震差異

921 大地震及莫拉克颱風是台灣百年來最嚴重之天然災害，災後之安置也常被提出比較，曾同時在這兩次大災害之重建會服務之廖振驊指出^[3]：兩災害雖然在災害性質、救災型態、救災困難度、搶救時間、受災地點掌握度、災害持續性等都有很大差異，但都有建築物倒塌，而有災民安置與住宅重建政策推行，可以比較討論。特別是莫拉克颱風災後重建早期階段，謝志誠、林萬億等^[4-6]及鄭淳毅^[7]批評「不同於九二一的重建模式，莫拉克風災後政府跳過組合屋與中繼屋階段而採取一次到位的方式直接進入永久屋的安置階段，並且實施強制遷村的手段。」其撰述顯然未體析兩個大天災之差異性，所分析及引用資訊和政府實際推動重建情況亦有相當差異，值得討論。莫拉克颱風安置係吸取 921 大地震災後安置經驗，並依災區環境及區域，及災害之型態而修正發展的重建政策及推動模式。

首先，921 是地震災害（圖 1），其災損以城市及其建築物為主，大地震後天氣仍便於救災，餘震雖須注意，但如此大規模主震再發生之週期通常為數百年（車籠埔斷層剖面資訊），加上地方政府對敏感地區斷層破裂帶兩側限建問題難予執行，因此，除偏遠原住民山區因土石崩落外，災後建築物均採「原地重建」。莫拉克颱風期間豪雨不斷，土石流及暴洪造成道路橋梁交通中斷，房屋地基地層滑落崩塌或遭土石流淹埋，及暴洪沖走，而這些災害都會因每年颱風暴雨

921 集集大地震 $M_L = 7.3$, Sept. 21, 1999

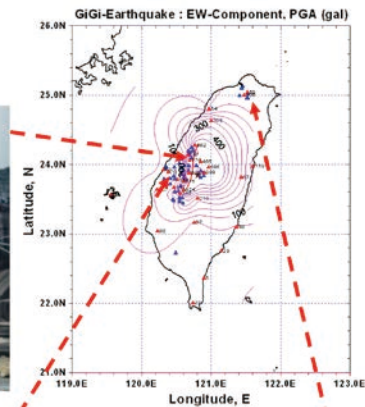


圖 1 921 集集大地震城鎮建築損害大

影響而重複致災。這些地區經過安全評估，屬於危險或安全堪慮地區，自然無法再取得合法建照以進行建築重建，因此「異地重建」是為確保居民世代長久安居，避免災害所採取之必要模式¹¹。

至於「強制遷居、遷村」亦言過其實，因特別條例內已經明示「安置需經諮取得共識」及「以人為本，尊重多元文化」而為。因此，家園重建執行係以「尊重每位原居住者之自主意願」為精神，並搭配尊重部落之「部落集體遷村安置永久屋方案」執行。災民可選擇安置於永久屋社區，或選擇留置在原鄉，政府仍保證提供基本之水電及交通設施，惟選擇居住於危險地區民眾，依據災害防救法須於颱風暴雨預警時，強制撤離至避難設施，以確保人民安全。因此，本次重建過程，並無「強制遷居、遷村」之情事，反而更彰顯本次重建依循特別條例以「安全、有效、迅速推動」及「以人為本，以生活為核心，並應尊重多元文化特色，保障社區參與，兼顧國土保安與環境資源保育」之要求。

災後重建早期的衝突

在重建初期，原住民及社運團體多處杯葛原居地特定區劃定。台灣原住民部落行動聯盟所發起「停止以永久屋取代原鄉重建」、「我不要普羅旺斯，我想要原鄉重建」之訴求，而有多次抗爭請願活動（圖 2）。爾後，在重建團隊努力溝通協調下，逐步和各部落取得共識。在安全為先，和災民所共同建立之共識就是「尊重災民需求，兼重原鄉及永久屋社區重建意願」，實已善盡努力落實於重建執行。圖 3 就是政府尊重災民自由選擇留在原鄉或遷至永久屋社區戶數逐年隨時間之變化。五年過程中，可以看到原為多數災民們選擇留在原鄉者，感受到大自然災害規模及頻率增高，及政府安置計畫逐步落實，而逐年增加自主意願爭取，由原鄉遷移至環境更安全之永久屋社區之情勢。

九二一大地震災後之安置

921 大地震後之災區範圍較小，採密集集中式緊急安置於帳篷、貨櫃及 12 處軍營，收容災民達 32 萬人次，收容約 2 個月。莫拉克颱風災區面積廣大，採



圖 2 莫拉克災後重建初期民眾抗議

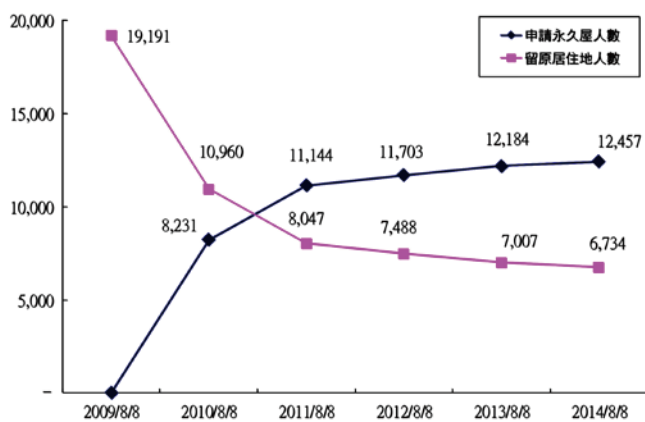


圖 3 留居原鄉及申請永久屋隨時間人數變化

小型分散式，鄰近熟悉安全地點，包括宗教設施、學校、活動中心等 158 處收容所，8,189 位災民，收容約 1 個月。

在中期安置方面，兩次災難，均提供租金補助、國宅優惠措施。921 大地震，行政院 921 重建會於民國 88 年 10 月 1 日以興建組合屋為主要政策，提供災民中繼使用。其興建係由地方政府和慈濟等 16 個 NGO 及大陸工程等 8 個民間企業及機構辦理。合計興建組合屋 112 處，計 5,854 戶（其中政府單位興建 1,840 戶，日本捐贈約 1,003 戶，其餘為民間團體興建約 3,000

戶，原擬提供災民暫住 1 年）。惟截至 95 年 2 月 4 日重建條例廢止時（距離震災已過 6 年 5 個月），還有 759 戶尚未完成拆遷。迄今，南投埔里長青村組合屋仍由暨南大學以計畫保留尚未拆除^[3,8]。

莫拉克颱風災後之安置

莫拉克颱風災後，原擬採用政府出地，慈善團體及企業捐贈組合屋方式。在參酌 921 大地震組合屋及國外安置經驗，劉兆玄前院長和慈濟及高雄縣、屏東縣長經協商後達成共識，於行政院重建會於民國 98 年 8 月 27 日第三次會議決議：災民的中長期安置以永久屋為優先，宣布「興建永久屋為原則，組合屋興建應有所節制」之政策^[1,2]。其考量係加快安置速度及 NGO 有限募款經費之有效應整合應用。在法令考量及 NGO 支持下，做成政府提供建地及辦理公共設施，民間團體興建永久屋之政策。在中央及地方政府分工，中央政府擬定政策、編列預算、制定法律、提供土地、簡化程序、媒合資源、負責基地地方（部分基地內）公共設施興建及協助^[9]。地方政府則負責永久屋資格審定、建管行政及社區管理。合計共投入 157 億元經費，政府 70 億元，NGO 投入 87 億元（圖 4）。



圖 4 政府和民間合力興建永久屋^[2]

本項朝永久屋（長期安置）方向發展之政策，並非如同文獻^[4,6]及部分媒體^[7]所載述跳過中繼屋之作法。重建會之重建也以配套方式，回應災民之需求，在必要地區九處興建 312 戶組合屋。另考量颱風豪雨汛期及 H1N1 疫情之威脅，而在各地營區之硬體空間、管理、服務及資訊流通較完備情況，經重建會林中森副執行長及內政部召開會議，並協調紅十字會、世展會等 NGO 啟動於 8 月底陸續自臨時收容遷至各地軍營及榮家為中繼安置，各縣市合計設置 17 處中期安置中心，其內有政府社福機關及 12 處聯合服務站設置，共同安置 4,430 人。其間，重建會更陸續召開會議改善居住環境、增加經費及私密空間改善、提供臨時就業等使居民暫時獲得安心、安居。

此時，也是負責承辦各地永久屋社區之 NGO 積極協商並推動永久屋興建的階段，政府制定安置的基本原則，包括安置及獲配永久屋資格，坪數大小等，至於房型、室內設計及配備等就由較具有彈性的民間 NGO 透過說明會等協調辦理。每一 NGO 都有他們的組織文化及使命，他們站在和災民互動協助第一線，也各有推動模式，所建造出來的社區也各具風格。邱柏勳等^[10]便提到社區重建工作者在此過程擔任 NGO 及災民溝通橋梁角色。內政部也自 99 年 2 月 1 日起陸續委託介惠、世展會等 NGO 團體，於重建區共設置 27 處生活重建服務中心，提供心理、就業、福利、生活等服務工作^[11]。

隨著永久屋基地陸續完工而遷入，或道路搶通返家，各地之 312 戶組合屋及中期安置中心（圖 5 和圖 6）亦因階段性任務完成而陸續關閉，截至 99 年 12 月 31 日，僅剩屏東縣牡丹鄉高土托兒所一處（並於 101



圖 5 嘉義縣阿里山鄉樂野組合屋^[11]



圖 6 高雄市鳳山鳳雄營區中期安置中心^[11]

年 7 月關閉)。所謂「中繼屋」是由災民安置其中之時間長短及遷入永久住宅時間而定，若是其中繼時間太久，自會影響長期安置之時間。因此，就莫拉克重建安置，災民居住於「組合屋或中期安置中心」階段，就是符合「中繼屋」階段之情況。

組合屋與「中繼屋」之問題

因為組合屋基本設計品質較差，不耐風雨，僅適合短期 1 或 2 年安置使用，且係因依緊急取得之臨時用地興建，並非合法取得建照之合法建築用地。世展會杜明翰前會長曾提出「中繼屋」之建議，所提「中繼屋」係指「品質較好之組合屋」，爾後再循法律途徑由「中繼屋」變成「永久屋」^[3]。作者認為這未必是適當之方式，因為該「中繼屋」興建時未取得合法建照，其週邊環境及基礎設施（特別是排水及環保）較簡易，在申請變成合法住宅（即取得使用執照），有其困難。相對於永久屋是合法依建築管理程序興建之房屋，在安全、設施功能及環境條件，組合屋、中繼屋皆難以達成。事後，必步入為安置災民進行「補照」之爭議，不但增加成本，也造成地方政府建管單位及協建 NGO 本身處理難題。

921 大地震後，運用大量組合屋安置除了有臨時建築物長期居住環境品質不良，長久難以拆除，環境景觀不佳，及和地主爭議等問題，NGO 團體更因為將募集善款使用於興建「要拆除的臨時安置組合屋」，以致無法在對災民最重要之長期安置（購屋或永久屋）上協助，將善款使用於長久可用更具意義之永久性建築物。此外，方便適用的建築用地取得不易，臨時之組合屋及永久屋需要兩套土地，增加覓地困難。另外，組合屋拆除後亦有大量廢棄物產生（即便有部份資源可回收）。也是基於上述經驗，在安置期程，規劃及善用現有營區及榮家內建築物及設施為中期安置中心之同時，莫拉克災後重建決定減少使用組合屋，加速永久屋之興建。

長期安置

九二一地震後都市災民安置

在長期安置方面，921 重建採優惠國宅承購及承租、融資貸款等措施。由財團法人 921 重建基金會及行政院 921 震災災後重建推動委員會執行協助。主要分三個部分^[12,13]：

重建住宅

震損建築計重建者有 162 棟，採都市更新重建。最快取得使用執照為災後 3 年 1 個月，如台中縣東勢鎮名流藝術世家。

集合住宅補強加固築巢專案

針對受損建築損壞被認定為半倒之集合住宅，由作者擔任台灣營建研究院院長期間，於 89 年 7 月提出「協助受損集合住宅擬定修繕補強計畫書方案」（後稱為 921 集合住宅築巢專案補強計畫），在謝志誠執行長大力支持下，經 921 重建基金會董事會同意撥款委託台灣營建研究院執行^[12,14]。在公開透明之程序下，接受集合住宅住戶自主性之提出申請協助，然後由台灣營建院籌組遴選小組為受損集合住宅之修繕補強找到優秀之專業單位，再由這個專業單位擬定修繕補強計畫書，經獨立專業機構審查後，作為後續實質修繕補強之依據。

計畫執行前，建築結構物補強缺乏實務經驗，集合住宅住戶因建物受損，即便是非結構性裂縫，也擔心下次地震來的安危，因此，拆除重建或補強加固成為住戶爭吵不休問題，再者技術服務費率不清楚，致技師或建築師所提出服務費用有時差異上倍，政府未

編列預算，這筆為數龐大的技術服務費更是災民難以承擔，也造成管委會內爭議。作者深切瞭解補強加固牽涉原建築物材料施工及設計，加上補強完工後之後續安全保障，務必要由有實務經驗專業人員經過結構鑑定、初設及複設，加上客觀獨立之專業審查，才能確保工程品質及災民之信心。

評選採用固定金額最有利標評選制度，計畫主持人須「具有標的建築物同層數之建築結構設計業績」，若是結構、土木技師主導，要搭配建築師協助。若有液化或基礎問題要搭配大地技師。計畫主持人須赴建築標的物現場勘查評估，據以提出計畫，再親自面對營建院邀請公正專業人士組成甄選委員會之評選。營建院並委請台大地震工程研究中心、成功大學、中興大學等六個學術機構之相關專業教授組成審查團隊。這是台灣首次建立制度，啟動台灣災損建築物補強加固之執行計畫（圖 7）。補強施工部份，則由政府 921 重建會及 921 震災基金會經費補助，災戶僅負擔極少之費用。本次執行，吸引台灣結構補強專業人士的大力投入。由於技術服務價格合理、程序透明公正，幾乎所有資深技師及大、中型工程顧問公司均踴躍參與，再經由學術界審查互動，大幅提升了台灣對於震損建築物補強設計及施工之能力。

計畫執行嘉惠 121 個集合住宅社區，共補助 95 社區（12,858 戶）完成施工，約 50,000 人受到嘉惠協助。住戶可選擇地震災後之新規範進行補強，921 大地震後迄今 20 年，各補強建築物歷經眾多地震考驗，仍然安全穩固。首棟加固補強建築物為台中縣霧峰鄉清境山莊，於 91 年 8 月完成。補強建築物之效益，包括



圖 7 921 集合住宅補強加固築巢專案

減少一萬多戶災民之短期、中期安置，這是兩倍於興建組合屋之戶數。不拆除重建，估計減少營建廢棄物 110 萬 m³ 之產生，及避免再使用 7 萬公噸鋼筋及 70 萬 m³ 混凝土之新建材，而減少 5.3 萬噸 CO₂ 排放^[14]。

新建社區賣售

因建築用地取得困難，作業時間長，且政府無法建屋免費捐贈災民，所以採開發新社區，政府蓋房出售，如南投茄冬社區，災後 3 年 6 個月完成，另政府計開發 12 處新社區 1,344 戶，興建時間約 3 到 4 年。

九二一大地震後原住民安置

921 災後重建，在山區原住民聚落重建方面，最快為災後 3 年 3 個月，如仁愛鄉互助村中原口聚落。亦有因土石流須遷村安置，計有和平鄉自由村三叉坑社區，完成 7 處 56 戶遷村作業。但是，仍有苗栗泰安鄉的大安、司馬限二個部落，至今還未動工。921 震災政策，原則上政府只做到公共設施完成，其他的蓋房、買房都是災民自行負責，政府也只有補助一小部份再加上民間善款的捐助，剩下餘額要災民自行負擔。這造成弱勢財力不足者須久居組合屋，對於原住民部落災民常因經濟力不佳、債信不良等原因，致無法於合理的期間內完成購屋入住，這是當時政策並未將部落的經濟力納入考量，也未有對原住民族安置做出較細緻、貼近的特別政策。

莫拉克災後長期安置

政府採取政府提供安全建築用地，和慈濟、紅十字總會、世展會、張榮發基金會、法鼓山、基督教長老教會、一貫道等七家 NGO 密切合作興建永久屋基地，由 NGO 負責設計興建房屋，捐贈給經過審查符合資格之災戶永久屋，而災民可長久擁有房屋（修改、重建移轉給子孫，但不可以租售）的模式。內政部營建署先啟動永久屋基地安全評估，合計勘查 145 處，並選出 77 處適宜安置基地供評估興建永久屋。在特別條例中，列有土地徵收取得、基地開發許可及用地變更、建管作業簡化得加速進行永久屋安置作業。行政院重建會進行各永久屋基地建案專案管控，合計召開 634 次協調整合督導會議，使整體計畫有效推動，合計免費撥用取得政府公有地、徵收台糖土地及私人土地，共 167 公頃為興建基地。在公私合力下，共計完成 44 個永久屋社區，安置 3,605 戶災民，災後半年即

完成 601 戶，災後兩年即完成 90% 永久屋（圖 8），特別條例期間 103 年 8 月完成所有永久屋興建。

本安置重建工作達成尊重災民自主意願，沒有一戶遭到強迫遷移之重建成果。重建以「彩虹永續社區」為目標（圖 9），社區中興建學校、教堂、產業等設施，和社區居民共同推動「部落家屋建築文化語彙重現」方案，增添永久屋之文化性及多樣性（圖 10 至圖 12）。其中，有 16 處永久屋社區為「離災不離村」，9 處為「離村不離鄉」，19 處為「離鄉最近地方」。

另外在原鄉實施個別重建—擁有安全建築用地災民可依據「中華民國紅十字會總會八八水災個別重建興建補助辦法」：

1. 重建方式為申請人於原居住評估安全之私人建築用地自力興建，申請由紅十字會補助每坪 4 萬元、最高 112 萬元的房屋重建經費。台灣世界展望會亦比照紅十字總會作法辦理。
2. 總計於高雄市那瑪夏區民權平台上興建 87 間（紅十字會總會）及 9 間（世展會），另在嘉義縣由紅十字會補助 6 間，合計自力造屋 102 間。

縣市別	全部基地		已完成		
	處	興建間數	處	興建間數	達成率
南投縣	4	186	4	186	100%
雲林縣	1	28	1	28	100%
嘉義縣	8	518	8	518	100%
台南市	2	70	2	70	100%
高雄市	7	1,269	7	1,269	100%
屏東縣	14	1,306	14	1,306	100%
台東縣	8	228	8	228	100%
合計	44	3,605	44	3,605	100%

圖 8 莫拉克重建永久屋統計表



圖 9 彩虹永續社區推動計畫^[2]



圖 10 具文化意象之永久屋社區之一^[2]



圖 11 具文化意象之永久屋社區之二^[2]



圖 12 具文化意象之永久屋社區之三^[2]

比較 921 及莫拉克長期安置方式，公私協力合作展現效率及民間溝通協調品質，經過內政部^[11]、屏東科技大學^[15]及國家防災科技中心^[16]之系統性調查分析統計，均顯示災戶對於安置有很高滿意度。921 大地震，NGO 所協助興建組合屋，發揮階段性任務，而於莫拉克颱風所興建永久屋是實質長期存在供災民使用，輔佐政府無法免費提供建屋給災民之問題，充分發揮 NGO 所募款經費之價值。再者，紅十字總會、世展會等 NGO 也將他們所募集善款於永久屋興建用罄，證明本次災後家園重建所採用緊急、中期及長期永久屋安置政策新模式之正確。

校園整修及重建，921 大地震後校園重建，總計受損 1,349 校，校園重建數 293 校，由政府及民間企業與 NGO 合力完成。莫拉克颱風災後重建，總計受損 1,145 校，校園重建數 15 校，也由張榮發、慈濟、紅十字會、TVBS、台達電等基金會，及中油、台塑、明基友達等配合遷村異地重建或原地重建完成（圖 13 和圖 14）^[17]。

為尊重災民宗教信仰，有 40 餘處教堂、廟宇等

宗教設施由政府提供土地，宗教團體或世展會建造完成，是很重要家園重建一環（圖 15）。

莫拉克颱風安置模式的應用

莫拉克颱風災後重建之災戶安置模式，亦陸續應用於下述各颱風災民迅速安置作業，也印證了本安置方法之有效性：

1. 101 年 8 月 2 日蘇拉颱風，花蓮縣和中部落（離災不離村，紅十字總會等援建）。
2. 105 年 9 月 15 日強烈颱風莫蘭蒂，臺東縣延平鄉紅葉部落（50 戶，離災不離村，賑災基金會援建）。
3. 105 年 9 月 15 日強烈颱風莫蘭蒂，臺東縣大武鄉愛國蒲部落（47 戶，離災不離村，慈濟援建）。
4. 104 年 8 月 8 日 中度颱風蘇迪勒，桃園市復興區合流部落（14 戶，離災不離村，慈濟援建）。

心理（靈）重建

為避免受災民眾因災難產生累積的負面心理影響，預防創傷後壓力症候群、精神疾病、自殺、物質



圖 13 具有文化意成及生態之重建小學之一 [17]



圖 14 具有文化意成及生態之重建小學之二 [17]

濫用等問題之發生，政府吸取 921 大地震之經驗，及早啟動各項精神醫療與心理衛生協助，重建會督導整合衛生署（主導）、內政部、教育部、文化部、國科會、原民會，結合 NGO 及宗教團體，運用宗教、文化、藝術治療及社會工作等的社會性復原與治療 [18]。

圖 16 顯示全國近年來自殺死亡人數統計，921 大地震後七年，自殺死亡人數持續上升，而莫拉克颱風災

後則未發生此增加情況，反而有減少之趨勢。這統計資料顯示莫拉克颱風災後症候群較不嚴重。經檢討，除了因為政府及民間團體積極之作為，另外，緊急安置及中期安置在各營區，各項關懷及服務工作較有效能；另外，災民能在 2 年內 90% 永久屋完成而遷入，對災民心理穩定應該也有相當助益。本項成果及經驗，可供世界許多從事氣候變遷下影響災民心理重建之參考。

永久屋基地內規畫有 46 處宗教集會設施



圖 15 永久屋基地教堂等宗教設施興建

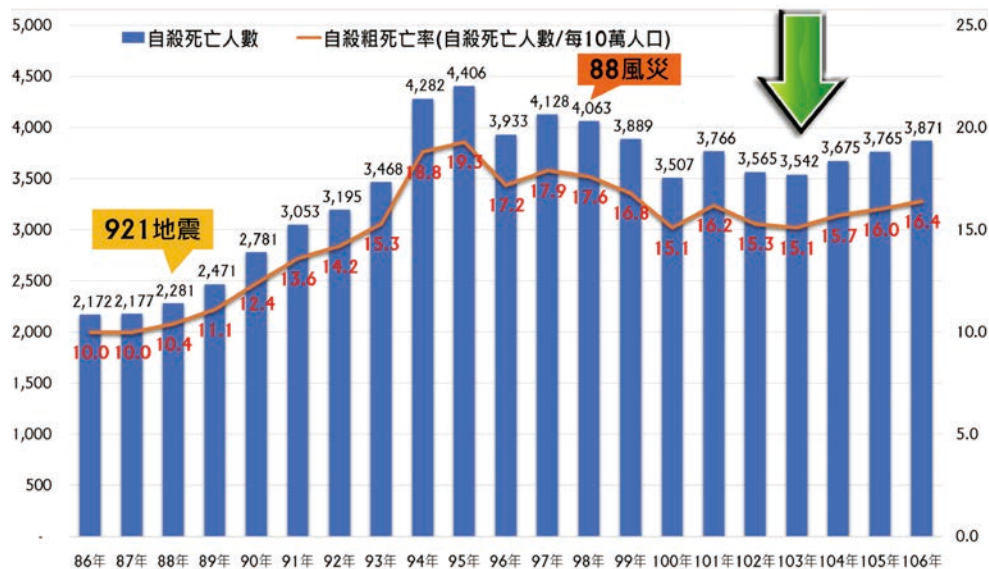


圖 16 台灣於重災害後自殺死亡人數統計

文化重建

借重 921 重建經驗，政府推動社區組織、文化環境營造及文化保存與承傳等工作，並推動各項工作如下^[1]：

1. 內政部訂定「重建住宅（永久屋）社區管理要點」，文建會推動「社區組織重建計畫」及「專業團隊及社區陪伴計畫」，與原住民社區發展協會等建立社區平台，形塑社區共識。
2. 進行文化環境營造：設置小林平埔文化園區及生命紀念公園（圖 17）。推動永久屋建築語彙及文化環境營造，運用原住民傳統族群價值、建築元

素、建設倫理、原生植物及其文化特色進行家屋裝置及修飾，使原鄉風貌展現於永久屋園區，合計補助辦理 1,900 餘戶。原住民社區亦於新社區舉辦豐年祭等傳統文化活動，傳承文化。

3. 文化保存與傳承：包括文化遺址搶救與保存、小林村文化史料保存及音像紀錄計畫，及文化資產災後復建等。

災情最嚴重的小林村倖存居民和子弟們，因村民意願而分別選擇「小愛小林」、「日光小林」和「五里埔小林」三村遷居，但却仰賴自災後每年定期舉行之平埔夜祭、平埔文化，大鼓陣及 100 年 12 月成立小林大滿



新開部落罹難者紀念公園落成

小林村罹難者紀念公園落成

小林村罹難者紀念公園種植181顆台灣原生種山櫻花處

圖 17 罹難者紀念公園興建

舞團，傳承平埔文化，維繫三村情感，及撫慰創傷心情（圖 18）。舞團水準經衛武營、台中歌劇院、台北戲曲中心等認可表演。災後十週年前夕，古謠專輯「回家跳舞」入圍第 30 屆傳藝金曲獎「最佳傳統音樂專輯」。曾

自費去日本慰問 311 大地震災區慰問災民，小林村民的努力是文化及家園重建的最好案例。在重建時多次遷校而後安置於吾納魯滋部落永久屋基地的泰武國小，亦經由排灣族古謠傳唱，曾於民國 101 及 103 年兩次榮獲金曲獎。



圖 18 小林村大滿舞團以文化唱出新未來

災後重建，專家成果調查

以下是三項災後十年來由三份經專業機關利用客觀科學化之方式進行調查成果，可做為用來瞭解重建政策及其執行成效，以供未來檢討改進。

內政部永久屋滿意度調查—高雄市杉林區慈濟大愛園區(2010)^[11]

本園區為最大規模之永久屋基地，也是第一個由政府結合 NGO（慈濟）利用善款認養捐建，此基地第一期共建造 756 間，是最早開工及最快完成（98 年 11 月 15 日動工，99 年 2 月 11 日入住）的基地。因為此基地最早推動，有關辦法規定執行及和災民互動協調極具挑戰，也成為各界焦點。內政部特於災滿周年前委託「全國意向顧問公司」對於災民已經入住永久屋 630 戶進行全面訪查滿意度調查（調查日期 99 年 7 月 25 ~ 27 日）。有效樣本為 530 人。調查議題主要項目如圖 19^[11]。

滿意度調查顯示居民們遷入新家園、展開新生活半年內，對於政府和慈濟安置效率滿意度 81%、整體生活品質 86% 及永久屋整體評價之居住滿意度則高達 90%，給予相當正面肯定。永久屋品質合理（66%），公共設施部分（47%）仍在施建中，生活服務平台（55%）設置不久，32% 不瞭解，這兩項是要持續加強。

莫拉克重建區永久屋新興社區培力滿意度調查

（屏東科技大學張麗珠教授，2014）^[15]

本調查研究案係張麗教授接受衛生福利部委託針對永久屋基地新興社區培力計畫及生活適應情況，並提出檢討改進方針，作為未來災後重建政策制定參考。針對重建區各縣市 12 個永久屋基地，發放 955 份問卷，有效問卷 909 份，調查期間：2014 年 2 月 1 日至 5 月 31 日。本項調查時間是在災後 4 年半時，是於災民遷入各永久屋 2 年至 4 年後。

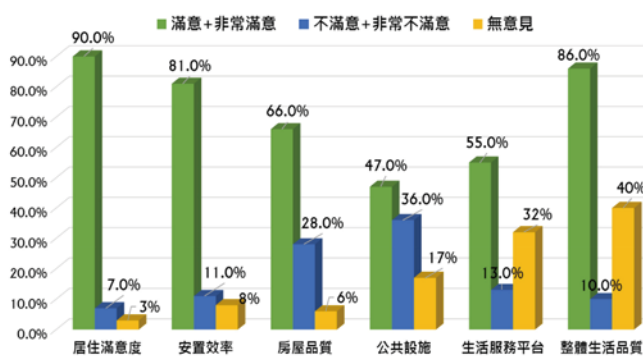


圖 19 杉林大愛園期周年滿意度調查 (2010/7)^[11]

1. 生活適應調查：針對生活環境、家人關係、族群文化、社區協助、生活方式、文化保存等調查。圖 20 顯示受訪者對於各項目之滿意度均達到九成，顯見適應良好，其在調查「適應永久屋的生活環境」，同意者達到 93.1%。回答「喜歡現在的生活方式」調查，同意者佔 90.7%。對照 2011 年謝臥龍等的「莫拉克颱風災民入住永久屋生活適應情形之研究」結果，生活適應良好者佔 49.6%，還在適應中者佔 45.7%，顯示歷經三年期間，生活適應滿意度已經大幅增加。
2. 社區滿意度調查：社區滿意度調查項目包括社區公共設施、公共安全、生活機能、教育環境、就業機會等 20 項，經選擇代表性之項目之滿意度顯示於圖 21，滿意度皆在七成以上，其中鄰里關係與生活品質滿意度高達九成以上，文化活動、教育環境及生活機能在八成以上。公共設施、環境衛生及交通便利約在七成以上。僅就業機會之滿意度約僅五成，其結果和國家災防中心於 2015 年調查顯示安遷戶盼望增加就業機會相符，這也是應該繼續提升改善之處。另外，生活品質 90.4% 滿意度，也和內政部 2010 年 7 月針對杉林大愛園區永久屋居民調查，有 86% 滿意度相呼應，且隨時間酌有提升。

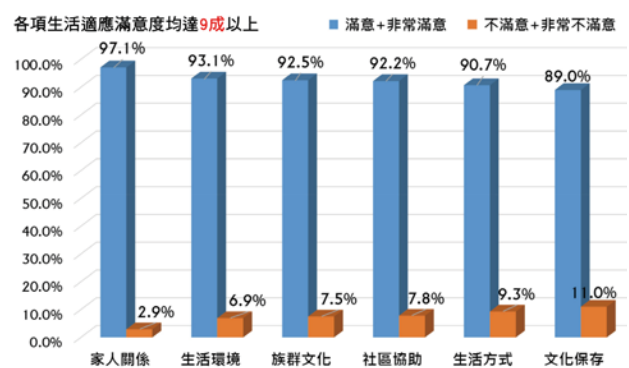


圖 20 屏科大永久屋生活適應滿意度調查 (2014)^[15]

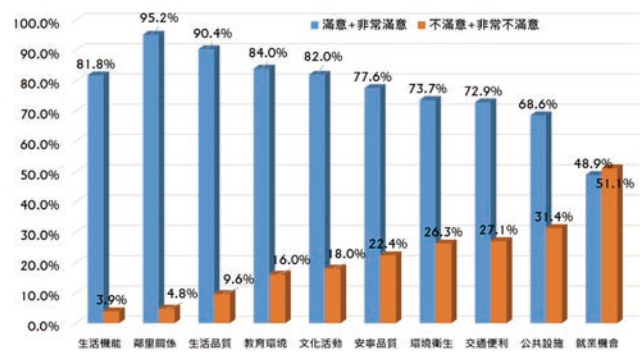


圖 21 屏科大永久屋社區滿意度調查 (2014)^[15]

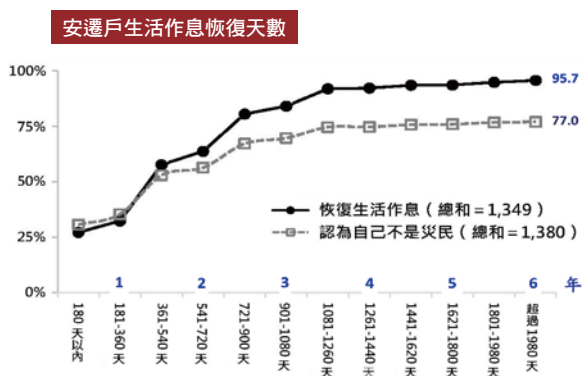
莫拉克颱風社會衝擊與復原調查 (第四期)

(國家災害防救科技中心 NCDR, 2015) [16]

這是最科學化之長期調查研究，以瞭解莫拉克颱風的災害衝擊與受災家戶的復原歷程。針對因颱風而房屋受損達不堪居住的受災民眾，採取和行政院主計總處合作，委託地方政府主計處的基調網人員，至受訪者家中進行面對面訪查。這是繼 2010、2011、2012 三次調查，而進行本期 2015 年第四次調查之結果。合計訪查災區六縣市，共 1,542 戶，有效訪問 1,481 戶。

1. 生活作息恢復時間調查：結果顯示 (圖 22) 安遷戶恢復時間，災後 1 年約有三成，每年快速上升，災後 3 年達 84%，重建條例五年結束達 94% 恢復生活作息，整體恢復速度頗快。安遷戶認為自己不是災民人數，每年亦逐年增加，從災後一年的 35%，增至 3 年的 70%，直到災後 6 年的 77%。在 6 年後反映已經達到穩定之 77%，雖然仍有二成認為是災民，這可能和受災過後的自主認知是災民有關，調查顯示生活快速恢復，可能和永久屋快速施工完成，住戶遷入永久屋社區有正面關連。
2. 環境品質調查：圖 23 顯示，依據交通、社區設施、生活機能及社區認同的反應做為社區環境品質之調查，所依 1 至 4 計分，以 2 分為差，3 分為可，4 分為極佳計分，則結果顯示莫拉克颱風災後一個月，安遷戶的社區環境品質為最差 (近 2 分)，之後社區環境品質隨著重建推展逐步上升，在災後兩年已經達到災前情況，在災後六年社區環境品質分數已經超越 3 分級，而比災前更佳。

調查亦顯示安遷戶住於穩定居住場所，安遷戶不需要協助的比率逐漸上升。災後六年，金錢與就業是安遷戶最需要協助事項，經濟情況仍需持續關注協助。安遷戶居住在永久屋社區，其不滿意



國家災害防救科技中心報告 (鄧傳忠等人, 2017/1)

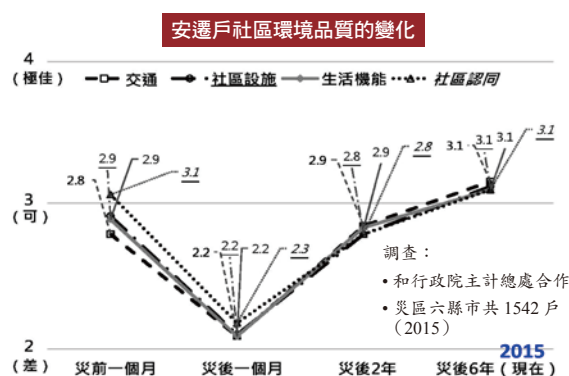
圖 22 國家災防中心莫拉克颱風社會衝擊與復原調查 (2010~2015)

的因素是沒有土地產權 (佔 61.4%)，其次是建築品質、沒有耕地，及就業機會。居住在颱風前原來居住處者，最大困擾是受到持續災害影響 (佔 47.4%)，其次是醫療資源、生活與交通便利性，及就業機會。永久屋使用政府提供免費土地，重建政策即依此為準則。然而，從長遠看及土地活化考慮，內政部及地方政府可考慮是否進行變更，以合理價格將土地售給安遷戶，可增加政府收入，也可滿足安遷戶期盼房屋及土地合一之願望。

整合前述三份獨立調查資料，從其分別於民國 99 年、103 年及 104 年調查結果之橫向時間軸連結，可看到永久屋社區居民災後的生活及適應性，及反映表達之滿意度均逐年快速上升，且達到相當高滿意度。

禮納里部落永久屋基地研究調查

災後安置，從 2011 年謝臥龍教授等 [20] 之研究報告「莫拉克颱風災民入住永久屋生活適應情形之研究」，研究結果指出，災後重建一至二年間，受災居民與社區在生活適應上的狀況仍普遍處於不佳之狀態，原因在於重建初期災後創傷與適應力為兩股相互拉扯的力量，加上剛遷移至新環境諸多的陌生感，導致生理與心理的壓力，產生生活調適問題 [21,22]。譚佳音 [22] 及全國成 [19] 分別於民國 104 年及 107 年完成對禮納里部落在災重建五年生活調適狀況研究，可見隨時間推移，社區與居民逐年恢復能量，適應環境及生活，滿意度頗高。此研究成果，也和前述屏東科大 [15] 及國家災防中心 [16] 對於各地永久屋居民之大規模統計調查分析之成果相符。至於，如何在重建初期，經由妥適防災及安置計畫之預先準備執行，再加上適宜長久安置政策之推展，政府應該從歷次經驗中思考、學習成長，及預先規劃準備。



國家災害防救科技中心報告 (鄧傳忠等人, 2017/1)

圖 23 國家災防中心莫拉克颱風社會衝擊與復原調查 (社區環境品質, 2010~2015)

永久屋及彩虹永續社區及省思

新社區新故鄉

永久屋基地位置選定影響居民滿意度，其依序隨離災不離村、離村不離鄉、離鄉至最近之地點，而由高至低。例如：嘉蘭永久屋、山美永久屋等均有極高滿意度。另離原鄉不遠之禮納里部落、吾拉魯滋部落、新來義部落等之滿意度頗佳。全國成之研究^[19]指出禮納里部落有瑪家、好茶、大社三村遷入，他認為總評是成功的，具有七個實際效益與價值，包括：三

村村更安全、住民生活更便利、福利服務輸送更可近性、住民學童就學更方便、住民家庭成員的相聚時間增加、三村文化可繼續傳承、及把災難部落變成受祝福的部落（就是禮納里）（圖 24）。

政府結合 NGO 及企業，經由部落參與，推動「彩虹永續社區」及建築文化語彙，建置了文化重建、意象圖騰、公共設施、產業重建、心靈重建、校園重建、宗教設施及環境綠美化成果，讓永久屋基地逐漸成為新故鄉（圖 25 和圖 26）^[20]。

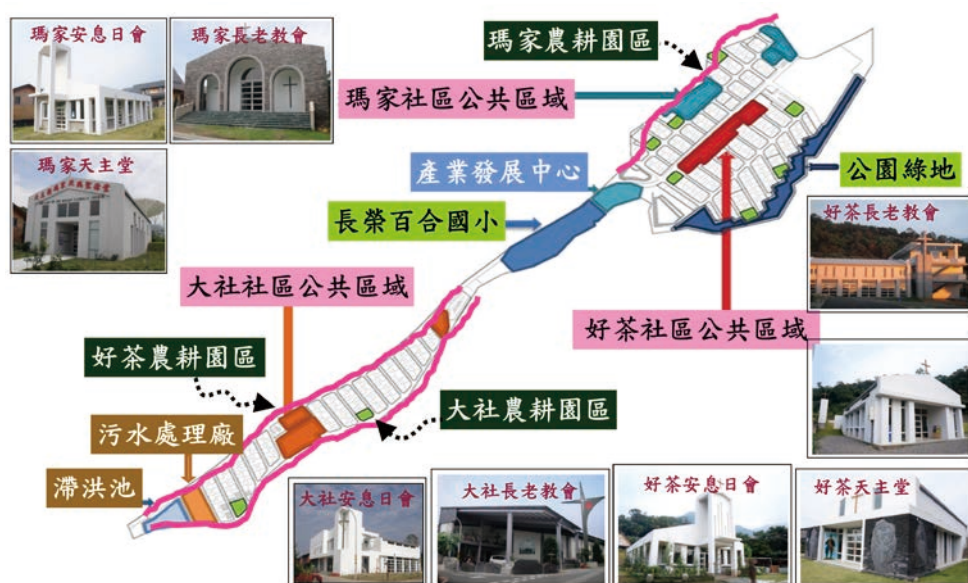


圖 24 屏東縣禮納里部落永續社區規劃與執行^[1]



圖 25 永久屋基地生活及產業中心興建



圖 26 台東縣金峰鄉七月歡度豐年祭

組合屋（中繼屋）和永久屋相輔相成

誠如廖振驊所言^[3]，組合屋（中繼屋）和永久屋絕非對立選項，而是相輔相成的組合。政府應就災況需要、地區特色及資源供應評估，結合民間資源力量，將安置重建做好。本次莫拉克災後安置採用既有營區及榮家建築物為中期安置，減少組合屋之興建，並迅速結合民間 NGO 提供配套服務設施，是很好的中期安置方式。而政府和民間 NGO 分工合作，快速進行永久屋之興建，對災民能夠在最低經濟負擔下，快速達成「安居」及朝「樂業」努力，確是很好的重建模式。

安心立命安全家園

44 個永久屋基地歷經颱風豪雨地震之挑戰，均能安全的發揮永續家園之功能，也成為原鄉親友颶洪來襲，離災時之暫時避難所，強化防災之韌性。

安全離災不可遺忘

勤河部落經評估危險，遷至樂樂段永久屋。勤河部落北側 10 戶，家屋再經 2017 年 0601 豪雨沖毀，映證離災之重要性。地方政府應加強注意，危險地區不宜再進行建築開發。

社區長期發展規劃

地方政府對於各縣市永久屋基地之管理（違建、景觀、環境衛生等）有待加強，後續長期管理方案（包括如何呼應住戶對擁有土地所有權要求之期望），及善用活化政府土地資產考量，應妥善探討研擬政策執行。

勿忘小林村大規模崩塌教訓

小林村災後，中央地調所和農委會水保局及林務局已經運用最新 LiDAR 光達系統，對全台灣可能發生類如舊小林村大規模崩塌致災的地點，做全面掃瞄調查，建立全台大規模崩塌潛勢區資料庫，並經國家災害防救科技中心統計指出台灣還有 84 個聚落和小林村一樣，面臨鄰近地區發生大規模崩塌的威脅^[18]。莫忘小林村災情，應及早針對可能致災之部落社區進行必要之防災或異地安置工作及對重要道路橋梁等公共設施預先防備。

結論—吸取經驗，準備未來

大規模複合型災害通常造成重大災損，如何在重建效率及充裕溝通之間，求取合理效果，以達成災民

的期望，是災後重建很大的挑戰。背負整體重建主責之政府，如何結合產官學界及 NGO 力量及資源，發揮團隊之效能，端賴有能力有經驗之政府來整合推動。和九二一大地震比較，莫拉克災後重建吸取其優點，也有效率的針對受災族群的文化及特質、環境破壞及規模，資源有效運用等做出推動決策及落實執行。

莫拉克颱風災後安置及重建，以推動永久屋為主，必要時輔以組合屋，在 H1N1 威脅下，善用空間環境尚可之軍營及榮家為中繼設施，並利各服務中心團隊進駐，發揮很大功能。重建早期在推動大型之杉林大愛園區時，因屬第一波推動及居民文化多元，政府安置辦法尚在溝通，原住民離原較遠，災民災後心神尚不安定等因素影響，致產生初期之衝突。惟政府及 NGO 也順應情勢，在法規政策上調整，包括整體遷村、尊重災民遷居自主意願、居民參與及文化重建、離災不離村安置作法落實、彩虹永續社區軟硬體發展、宗教設施興建等皆能有效推動，而這些成果也反映在各項災區民意調查分析結果。

展望未來，台灣必會因氣候變遷極端氣候影響而有更大天然災害發生。未來大型複合災變可能發生於任何時間及在任何地區，包括人口稠密的大台北都會區，屆時救災、安置之作法也未必相同。因此，惟有具備防災意識，做好準備，不斷學習及演練，結合企業及 NGO，掌握軟硬體資源，有效推動防災及重建，始可將災害損失衝擊降至最低。



圖 27 排灣族徐春美大頭目贈貴重陶甕給陳振川執行長

參考文獻

1. 陳振川、張恆裕（民 103），創新 協力 重建永續家園，行政院莫拉克颱風災後重建推動委員會，200 頁，民國 103 年 8 月。
2. 陳振川、張恆裕（民 103），莫拉克颱風災後重建五周年成果彙編，行政院莫拉克颱風災後重建推動委員會，248 頁，民國 103 年 8 月。
3. 廖振驊（2019），重建心路—九二一地震與莫拉克颱風災後重建比較，專書，152 頁，2019 年 1 月。
4. 謝志誠、陳竹山、林萬億（民 102），跳過中繼直達永久？探討莫拉克災後永久屋政策的形成，台灣社會研究季刊，第 93 期，第 49-86 頁，民國 102 年 12 月。
5. 傅從喜、林萬億、謝志誠、林珍珍（民 103），莫拉克災後遷村策略對社區凝聚之影響，科技部研究計畫研討會論文。
6. 謝志誠、傅從喜、陳竹山、林萬億（民 101），一條離原鄉愈來愈遠的路？：莫拉克颱風災後異地重建政策的再思考，臺大社工學刊，第 26 期，第 41-86 頁，民國 101 年 12 月。
7. 鄭淳毅（民 101），「重建，雖然是災難，我們學到很多」—中繼屋經驗再思考，莫拉克獨立新聞網，民國 101 年 7 月。
8. 內政部（民 95），921 震災住宅重建進度總結報告，民國 95 年 3 月。
9. 陳振川、洪世益（2012），大規模災害家園重建策略—以莫拉克颱風重建為例，災害防救科技與管理學刊，第一卷第一期，第 63-79 頁，2012 年 3 月。
10. 邱柏勳、李依仁、洪毓芸（民 104），從災後異地重建中社區重建工作者的角色—以莫拉克風災為例，社區發展季刊，第 152 期，第 325-331 頁，民國 104 年 12 月。
11. 陳振川、吳月招（民 101），莫拉克颱風災後救助與安置，行政院莫拉克颱風災後重建推動委員會，176 頁，民國 101 年 3 月。
12. 謝志誠（2001），回家的路—築巢專案系列，財團法人九二一震災重建基金會。
13. 謝志誠（2009），九二一大地震災後「三擇一」安置政策之回顧，國立台灣大學。
14. 張光甫、陳振川、鐘偉舜（2007），「921 大地震『築巢專案』之執行服務成果」，台灣混凝土學會 2007 混凝土工程研討會論文集，論文 61，pp.1-10。
15. 張麗珠（民 103），莫拉克重建區永久屋新興社區培力滿意度調查研究成果報告（衛生福利部委託），國立屏東科技大學，393 頁，民國 103 年 8 月。
16. 鄧傳忠等人（民 106），莫拉克颱風社會衝擊與復原調查（第四期），國家災害防救科技中心，報告國家災防中心 105-T12，民國 106 年 1 月。
17. 陳振川、劉敬宗、許菁濤，在廢墟中站起來—莫拉克災後校園重建，行政院莫拉克颱風災後重建推動委員會，224 頁，民國 102 年 12 月。
18. 陳振川、劉敬宗、黃恆瑩（民 103），莫拉克颱風災後心理（靈）重建挑戰與創新，行政院莫拉克颱風災後重建推動委員會，64 頁，民國 103 年 8 月。
19. 全國成（民 107），屏東縣瑪家鄉禮納里永久屋災後遷村之研究，碩士論文，國立暨南大學公共行政與政策學系，民國 107 年 7 月。
20. 陳振川、劉敬宗（2011），莫拉克颱風災後重建—效率、尊重、創新，建築師雜誌，第 37 卷第 12 期，第 68-75 頁，2011 年 12 月。
21. 謝臥龍、駱慧文、許文耀、陳武宗（2011），莫拉克颱風災民入住永久屋生活適應情形之研究，內政部委託研究報告（編號：A99021），內政部。
22. 譚佳音（民 104），災後重建社區居民生活調適問題之探討—屏東縣禮納里部落經驗，中山大學公共事務管理研究所碩士論文，民國 104 年 2 月。



特輯

莫拉克颱風災後十年之重建成果及省思（三）

政府民間協力新經濟

Reconstruction after Typhoon Morakot : Achievements and Reflection on Its 10th Anniversary (III) – Collaboration between the Public and Private Sectors to Rebuild the Economy

陳振川 Jenn-Chuan Chern / 台灣大學土木系 特聘教授、前行政院莫拉克颱風災後重建推動委員會執行長、唐獎教育基金會執行長

CEO of the former Morakot Post-Disaster Reconstruction Council under the Executive Yuan, Distinguished Professor of Civil Engineering in National Taiwan University, and CEO of the Tang Prize Foundation

莫拉克颱風重創南台灣，造成災區環境、交通運輸及產業嚴重影響，許多受災民眾被迫離開家園，遷入永久屋社區新環境，也面臨生活及就業之挑戰。颱風過後，政府設定國土保育為上之重建原則，避免新產業再造成環境之負擔。政府制定「產業重建計畫」依據地區特性及推動中之六大新興產業主軸，選擇精緻農業、文創產業、深度及生態觀光旅遊、原鄉特色產業等方向，為推動產業及創造就業而發展。政府特別規劃「民間資源參與產業重建執行方案」，引入民間資源及活力，協調促成民間企業大規模參與產業重建事項。在本次企業參與重建過程，可看到新模式之深進，對重建區產業創新、轉型、升級與再造，發揮啟動及帶動之示範成效。政府也突破法令限制，將風災帶來之疏濬砂石、漂流木，提供災民，使石斑魚養殖業、農地填築復耕、文創木材產業等快速發展。另外，於不適法之漁塭推動養水種電發展綠能，提供海水及減少地下水抽取而減緩地層下陷等，對提供災民就業及永續、保育均有助益。原住民產業，包括其傳統農作物、文化產業及生態旅遊等亦因為災後各促進計畫推動，增進民族融合，產生正面效益。

Typhoon Morakot dealt a heavy blow to southern Taiwan, inflicting substantial damage to local environment, transport facilities and industries. Many victims were forced to abandon their homes and move to newly-built communities. One of the consequences of this relocation was that the victims had to find new ways to make a living. In the wake of this disaster, the government stipulated that land conservation be the cardinal principle in the effort to revive local industries so as not to do any harm to the environment again. The “Industry Reconstruction Plan” devised by the government takes into account the features of different regions and is aimed to promote six emerging industries, such as quality agriculture, culture and creative industry, tourist industry, and industries unique to the local areas, with the goal of stimulating local industries and creating more job opportunities. The “Incorporation of Private Sectors into Industry Reconstruction Plan” was drawn up to tap the resources and energy of private industries and to encourage their deeper involvement in the reconstruction work. The cooperation with private businesses has proven to be a thorough endeavor, as it has assisted with the operation of this project in every stage, including the revival, transformation, upgrade and rebuilding of local industries. The government also circumvented the limitations of some regulations in order to provide the victims with driftwood as well as the sand and gravel obtained from dredging rivers, all of which has benefited the breeders of groupers, and facilitated farmland rehabilitation and the development of culture and creative industry. In addition, the government launched a green energy project aiming to use “photovoltaic farming to reserve water.” It provided local fish farmers with sea water as a way to discourage them from pumping groundwater inordinately and thus prevent further land subsidence. It also increased the employment of the victims and contributed to the protection and sustainability of the environment. Moreover, the reconstruction effort helped develop some indigenous industries, such as the growing of traditional agricultural product, culture industry and ecotourism, and contributed to the fostering of racial harmony.

前言

莫拉克颱風於民國 98 年 8 月 8 日侵襲台灣，對南台灣造成，淹水、土石崩塌、河道擴大、河川土石淤高、建築物沖毀、橋梁道路交通中斷毀損、農田淹埋或農地流失、養殖漁業重創等情況。行政院莫拉克颱風災後重建推動委員會（簡稱重建會）邀集相關部會採機會成本概念法估計颱風造成損失，包括直接損失（指房舍、財物、生產設施、道路橋梁等之毀損，屬於資本存量的減少），以及間接損失（指風災造成農業、工業、商業、觀光業等停工、停產或停業，計算至 98 年底止之間接損失），災害損失約 1,998.3 億元，佔民國 98 年國內生產毛額之 1.6%。災區民眾生活為重要依存之產業直接損失達 273.5 億，內含：農林漁牧產業 194 億為最大宗，工業 23.3 億，商業 11.8 億、觀光設施 21.8 億及鄉特色產業 22.6 億，間接損失為 101.5 億^[1]。這些災區居民仰賴之產業是產業重建重點，如何藉政府推動之六大新興產業，經由創新融入發展是目標（圖 1）。而颱風致災時，適逢台灣社會經濟面臨多重挑戰，包括 2008 年起美國金融危機造成全球經濟衰退、失業率高，H1N1 威脅，加上災後災民心理、生理及社會輿論影響，重建工作面臨重大挑戰。莫拉克颱風災後重建依據「以國土保育為先之區域重建綱要計畫」，就基礎設施重建、家園重建（含生活及文化重建）、產業重建三大部門規劃執行重建。政府重建預算總計 1,385.46 億元，包括移緩濟急經費 220.38 億，立法院通過特別預算 1,165.08 億（內含產業重建為 114.5 億佔 9.8%）。加上民間善款 254 億元，合計公私部門總

經費 1,639 億元。重建會於 12 月 30 日通過「產業重建計畫」，據以規劃執行。莫拉克颱風災後重建特別條例原訂三年，後經立法院通過延長二年，用以協助災區發展生活及產業，惟未再額外編列特別預算。重建會依據協調各相關部會之年度相關業務經費及內政部撥交中國大陸指定用於產業重建善款經費 2,047.3 萬元，持續推動 18 項社區產業發展及其他計畫。

災後產業重建規劃及執行

921 大地震災區主要以都市及其郊區，建築物大量損壞。災民主體以漢人為主，職業多元化，經濟條件相對比較好。莫拉克颱風造成丘陵高山地區嚴重破壞，影響原住民部落居住交通運輸極大，需要安置之災民以原住民為主體，一般以農牧業為生，經濟條件為弱勢。再加上，原住民文化、宗教信仰、生活型態（通常是 500 ~ 1,000 人之聚落）之特性，加上與漢人及政府之互信尚不足，故莫拉克颱風災後重建在社會面上之考慮自當與 921 大地震不同。因此，災因、災區、族群、災況及鄰近地區之環境與資源支持均會影響重建政策及計畫之推動，如何能引入民間產業力量協助重建是重點，現分述於下：

引入民間產業重建力量

災後迅速引入民間企業及團體的愛心、專業及活力，協助政府推動產業重建是莫拉克災後重建的特色。於災後之 8 月 31 日，行政院劉兆玄前院長即邀請鴻海集團、台積電、統一集團等近百位企業負責人聚集於行政院開會，呼籲企業界除愛心捐款外，能運用

企業參與能量，貢獻經營智慧及管理技能協助災區產業重建。行政院重建會遂制定「民間資源參與產業重建執行方案」，經由調查規劃及建構機制，於 99 年 1 月 14 日起啟動媒合產業及 NGO 入場協助，因為這些善心團體參與，使重建區產業經濟展現新面貌、活力及生機，也鼓舞了災民向上之力量。合計有台積電、鴻海、中鋼公司、統一企業、中華電信、昇恆昌等 31 家企業及 NGO 之民間力量，出錢出力參加產業重建工作，各企業結合公司 CSR 推動及公司員工福利組織，創造空前的力量（圖 2）^[1-3]。

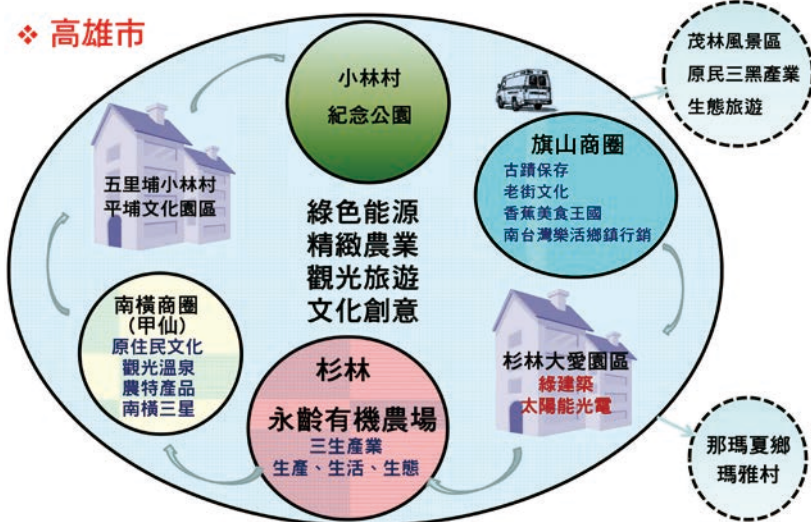


圖 1 結合六大新興產業發展產業重建

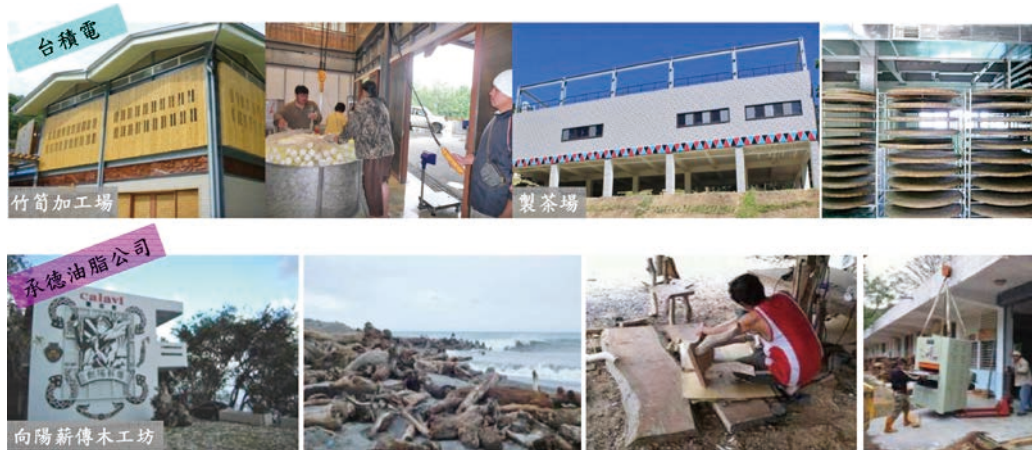


圖 2 31 家民間企業及 NGOs 援建產業，提供重建區居民生計

政府積極推動整合計畫

引進民間企業、NGO 等資源

災後產業重建係以國土保育為先，依據原鄉及新永久屋社區發展及地方需求，引入民間企業、NGO 團體資源。對於農業、觀光、工商、原鄉特色等產業進行重建規劃，並鼓勵產業再造及轉型，朝種苗、種畜禽、蘭花、石斑魚等精緻農業、生態旅遊，及融入當地原住民文化元素的文創新興產業。

重建會依階段推動「產業重建 12 示範點」、原鄉地區之「一鄉一產業」、永久屋基地之卜拉米（工作圈）專案、與最後階段之「耀動計畫」，使社區居民經由參與而逐步成為產業發展之主力（圖 3）。經過五年努力，在政府與民間以創新的整合模式運作下，整合資源及專業人力，達成「災後立即性協調處理」、屏東縣林邊與佳冬鄉之「砂石回填魚塢點石成金」、492 公頃「流失農地回填復耕良田再現」、「結合綠能、觀光、有機、文創等新興產業」、重建區「12 示範點重建在地特色產業」、「再造大阿里山風華」、「民間參與產業重建」、「永久屋社區產業導入」，及「社區自主力量崛起」等計畫，使重建區之觀光旅遊人數回升，產業經濟活力再現（圖 2）^[2]。

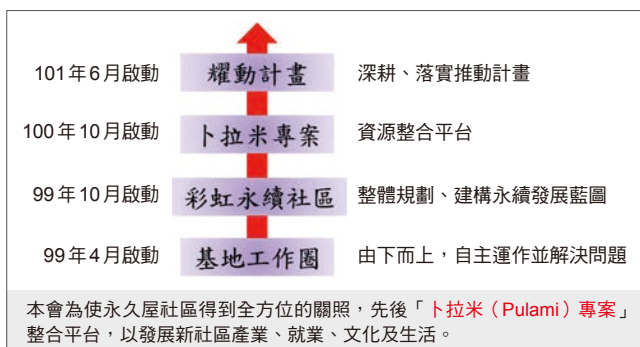


圖 3 永久屋社區卜拉米整合平台

重建會所融入六大新興產業規劃及執行之重建區四縣市，包括高雄市、屏東縣、嘉義縣、台東縣之產業連結及生態旅遊。由圖 1 之高雄市重建區產業發展圖顯示，其係連結旗山商圈、杉林、甲仙南橫商圈、那瑪夏沿台 21（現改為台 28）之產業發展圈，其中杉林大愛園區多元文化、永齡有機農場、日光小林大滿舞團、甲仙商圈、小林五里埔文化園區及紀念公園，乃至延伸至那瑪夏區之生態文化觀光。現在各連結點都已經有相當發展，各項基礎設施及交通便利，經濟生活已漸活絡。

再造大阿里山風華

921 大地震災後重建造成浴火重生的日月潭，莫拉克颱風災後重建推動「再造大阿里山風華」計畫，投入重建經費 11 億元，大幅提高台 18 線公路抗災等級，投入 18.9 億元整修台 21 線連結日月潭風景區，交通命脈通暢，抗災韌性更強；加上進行阿里山國家森林遊樂區設施，帶入鄒族文化元素，鄒族原住民地區之家園及觀光文化產業重建，使國際級觀光景點阿里山風華再現，各地產業及觀光迅速恢復（圖 4）。惟阿里山森林鐵路因受 2015 年杜鵑颱風造成土石崩塌影響，仍致尚無法全線通車，需再努力。

農產品帶出來、遊客帶進去

重建會並且每年定期辦理北、中、南大都會區巡迴「農特產品行銷」共 18 次，將重建區之優良農特產品由災區帶入都會區，產生 5,970 萬元銷售額。農民並得和都市建立銷售管道，經過後續宅配及興起之網購，形成直銷通路。交通部觀光局配合 12 處產業重建示範點規劃辦理「真情巴士」計畫，於民國 100 年

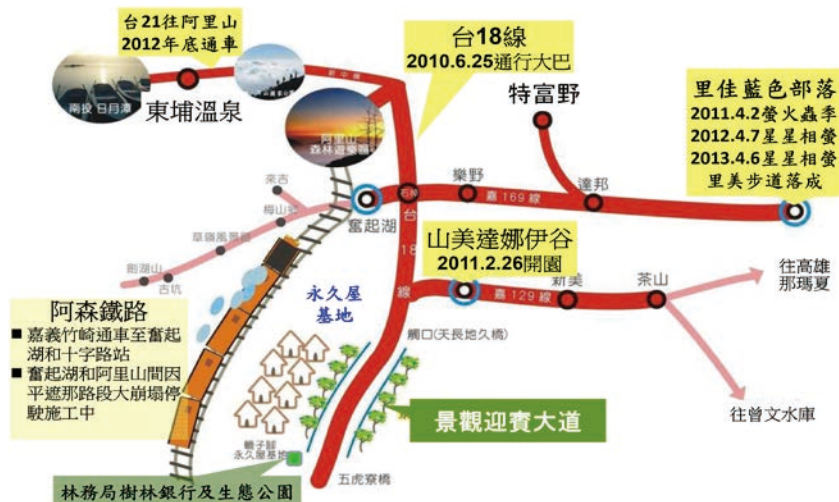


圖 4 阿里山區風華再現

鮎魚的故鄉

山美村達娜伊谷自然生態園區於莫拉克颱風災後，部落長期仰賴生活之園區受災催毀，面目全非（圖 6），部落原本游走在是否放棄經營之決策爭議，經重建會整合主導，及部落努力，在台積電、紅十字會等協助下，召開八次專案會議，奇蹟的在一年半後即重新開園。入園遊客從災前最盛每年曾達 20 萬人，經重建開園，現已經每年達 25 至 30 萬人（圖 7）^[4]。

及 101 年推行，以產業活動為行銷主軸，輔以生態、人文、文化、歷史等面向，關懷重建區，走訪重建成果，推動重建區觀光生機（圖 5）。

原住民產業振興案例

原住民重建區，因為其傳統農產品具有無毒有機特質，包括紅藜（藜麥）、洛神花，及咖啡、茶葉等產品成為健康食品，加上政府協助災民赴大都市展售，及民間企業與 NGO 協助產品升級，搭配原民地區之生態旅遊，及網購直銷新形態，近年來大幅增加原住民收入，增加年輕人返鄉，增進對原住民文化之認同。許多重建區產業恢復較快，例如：旗山美濃、林邊佳冬等地區，或原住民地區之嘉義縣阿里山地區，產業恢復快速，以下是兩件範例：



圖 5 都會區重建區農特產品展



圖 6 八八風災後重創下的達娜伊谷裡



圖 7 重建後的達娜伊谷—再生的鮎魚故鄉

藍色部落

阿里山鄉里佳村是鄒族最深遠部落，仰賴農業及觀光為生計，景觀秀麗，被稱為藍色部落（圖 8）。災後，惟一仰賴交通進出之嘉 169 線中斷，有三個月時間斷電斷水，有四個月村民全無收入。里佳部落更是在這場災難中展現出韌性，藉由台積電協助興建觀光

茶場、筍場及嘉 169 線及里美步道的落成，搭配台北天文館協助建立觀星活動，使其產業升級，加上賞螢火蟲、觀星及溪河翻身閃亮的高身鮎魚，形成空中、地面及溪河中三域閃亮星星特殊景觀，加上網購及宅配直銷商業方式，也快速恢復產業發展^[5]。



圖 8 再生的藍色部落—里佳

災後資源再生創新運用

莫拉克颱風災後帶來 4 億立方公尺土砂進入河道，造成嚴重淤積，也帶來超過百萬噸漂流木。土砂、漂流木除了淤積河道、農田、水庫、港灣等，造成設施功能影響及農田復耕阻礙。且淤積土石不妥善儘速清理，將會因汛期來臨造成中下游城鄉之二次災害。重建會遂積極協調，將這些有害公共安全及環境品質之災後物質，轉化為有效益之建設用材料，及供應產業重建需求。各項創新應用包括：

漁業養殖快速恢復

暴雨淹水造成屏東縣 94% 魚塢全毀或受損。重建會協調突破法令，將疏濬林邊溪河沙，提供屏東縣林邊鄉、佳冬鄉魚塢復建工程及改善魚塢池底環境以恢復養殖所需砂石，計搬運 93.2 萬 m³ 砂石回填魚塢作業，受益魚塢面積 310.67 公頃，節省漁民砂石費用 7.4 億元，是「點石成金」之範例。使石斑魚首家復養戶

能夠於 99 年 6 月 10 日開始出貨供應，並於 102 年底平均產能完成九成之復養成果，全球石斑魚最大輸出國之名得以恢復^[2,6]。

農地回填加速復耕

暴雨造成洪流沖刷潰堤，連帶沖毀堤後民眾賴以為生之農田，為確保居民安全及協助災民恢復生計產業，行政院重建會整合農委會、水利署、國有財產署及地方政府力量，經由築堤、回填疏濬砂土、增設澆灌系統、農業補助等之同步整合服務，以創新作法投入 17.77 億元經費，縮短行政作業及施工時間，完成四縣市 492 公頃農地回填復耕，創造多贏（圖 9）^[7]。

養水種電環境保育

為同步減緩林邊佳冬嚴重超抽地下水造成持續地層下陷問題，除興建海水供應站倡輔海水養殖外，並結合 NGO 及產業將太陽光電綠能融入重建硬體設施及產業轉型重建。考量廢棄及非法魚塢之有效運用，配合「再生能源發展條例」通過，重建會在屏東縣政府提案下，召開三次「研商屏東縣在地層下陷地區及莫拉克風災產業受損農地發展綠色能源產業事宜」會議，推動兼顧國土保育、回復災民生活及發展再生能源之試辦計畫，並促成能源局於 99 年 8 月 20 日函文，同意依「莫拉克風災重建太陽光電應用設置補助作業須知」規定，提供太陽光電應用設備之補助。也促成屏東縣政府推動「養水種電」，於 101 年，養水種電面積達 43 公頃，綠能總裝置容量 24,481KW，年發電量 2,849 萬度。對環境保育及提供災民新就業機會有很大突破（圖 10）^[6]。

堤岸復建與疏濬工程 ↔ 農地回填 492 公頃

復耕地區	面積
南投明德地區	22 公頃
台南善化地區	155 公頃
屏東高樹地區	50 公頃
臺東太麻里溪地區	215 公頃
臺東縣鹿野鄉和平段	20 公頃
台東縣卑南鄉嘉豐段	30 公頃



屏東高樹—火龍果



圖 9 農地回填復耕創造多贏

漂流木供部落社區產業重建

政府為了協助災民進行產業重建，特別將較優質的漂流木當做救濟物資，提供給原住民部落，利用他們精巧手藝及文化藝術本能，製作藝術傢俱及工藝品，結合觀光，建立產業鍊。包括台東縣金峰鄉嘉蘭村木工坊，及由清華網路文教基金會協助將閒置多良國小校舍，整修籌設之「向陽薪傳木工坊」，提供就業機會，也傳承原住民文化。

進化的企業協助災後重建模式

早期企業協助災後重建以直接捐錢給災民或間接捐給政府進行重建。921 大地震災後，企業已經協助蓋



廢棄非法魚塭推動養水種電，減抽地下水，提供就業機會。



經濟部能源局補助，民間廠商投資，100年12月完成太陽光電板設置計43公頃，101年發電量計2,849萬度。

圖 10 重建屏東縣在地產業—養水種電

組合屋及進行中小學校建築之實體捐贈。莫拉克颱風災後重建，除永久屋及小學之實體捐贈，企業又進展到橋梁公共設施（中鋼公司、台灣大哥大、紅十字總會實體捐建橋梁）及生產工廠（台積電捐里佳村之觀光茶廠及筍廠）。發展出新的模式，包括：

台積電模式

派公司營建專業人力入駐，從廠房建築規劃設計及施工開始著手，並捐贈生產工廠內部生產機械設備，引入製茶、筍加工及包裝等技術，提升災民原來農業生產等級，製造更高利潤，全套移轉給社區所成立之農產合作社營運（圖 11）。

鴻海 BOPT 模式

鴻海集團引入專業團隊，規劃設計及興建高雄市杉林永齡有機農場，提供災民工作機會，從有機環境改善及取得有機認證，發展有機農業。建立營運模式，開發銷售通路，朝農場營運有利潤後，移轉供農民（災民）營運（圖 12）。鴻海集團開創了最新之

製筍



筍場



茶場



觀星



圖 11 台積電—阿里山部落產業重建

BOPT 模式（興建、營運、利潤、移轉）運用於災後重建之世界新模式，建立台灣最大規模的有機農場，協助地區新產業發展，培養有機農業人才，引入高科技 IoT 物聯網、永續農智雲及產品多元通路化，提供災民就業及提升技術、管理之機會^[8,9]。在災後共投入 10 億元開發、建設及營運，於民國 104 年達成品牌化銷售建立，產品進入 Costco 與有機連鎖通路。於民國 106 年底達到損益平衡。此計畫，早期作法在提供杉林區災民努力之希望及工作機會，迄今提供技術發展促進有機農業產業升級，帶動南部地區有機農業生產結合休閒之發展模式，培養人才，擴散有機農業技術。

災後十年觀察、省思及建議

1. 產業發展和外在經濟大環境有關，及各地區災前之產業特性有關，災民需要更多轉型或精緻化之協助。災後重建帶來基礎交通建設之便利化，加上文化及農業之創新發展，俗稱「安居樂業」，莫拉克颱



圖 12 鴻海推動 BOPT 有機農業新產業重建模式^[2,9]

風後之永久屋安居快速推展，惟產業發展仍需要更多時間，以莫拉克颱風災害規模，重建特別條例時間建議至少應為五年。產業重建之硬體設施，應秉持協助災民目標運作 20 年，使能有具體成效。

2. 產業重建充分帶入企業的資源、管理及活力，是成功模式。而企業協助災後重建的模式也持續進化，永齡有機農場 BOPT (Built-Operate-Profit-Transfer) 新模式，企業投入發揮帶動有機農業產業，培養人才，提供災區就業機會，後續如何促成 T (即是 Transfer) 產業移轉，使農場能永續經營將是挑戰。
3. 高雄市那瑪夏區、南投縣東埔地區、屏東縣三地門鄉、霧臺鄉、臺東縣嘉蘭村等均因交通建設改善而產業發展良好。各永久屋基地，其位置係屬「離災不離村」則生活恢復迅速，若是在鄉或區內而其與原鄉距離近著，其農作仍可有效進行。至於離原鄉較遠之大型永久屋基地，因為耕地缺乏，災民原多從事農作，轉型需要時間，產業發展較慢，仍須努力。
4. 各項問卷調查統計分析^[10]，永久屋社區居民之生活適應及社區品質皆已經有相當高滿意度，惟在產業發展及就業機會仍然是社區居民較不滿意，亟待提升。災後重建所為災民設置之促進經濟產業設施（包括屏東縣多處民間善款捐建之產業中心等），部分地方政府未能本於照顧災民生活初衷，而開始啟

動委外交給外人經營，實有違背原捐款人照顧災民之意旨，應再予妥善考量。

結論

產業重建是災後重建最重要的一哩路，也是重建成敗之關鍵。從救災安置及基礎建設之復建之啟動，原鄉及各永久屋基地災民定居，才能安心的朝「安居樂業」努力。莫拉克重建採用政府結合民間 NGO 團體，藉重企業之活力與資源協助，激勵社區民眾自力自強，使新型永續產業重建能積極發展。

莫拉克風災之產業重建是屬社區型、地方性、文化面之重建發展，整體而言，多數縣市災後重建區產業發展良好，產業復興快速。但是，以圖 3 之產業連結發展為例，如能將更好的就業及觀光收益帶入沿線之新設永久屋社區之杉林大愛園區、日光小林及五里埔小林社區，是該繼續支持及努力，建議中央及地方政府能夠合作，再強化該等路線之整合發展。另外，有些重建之經濟產業中心等設施，其建築經費來自海內外眾多善心捐款之愛心，地方政府應一本照顧災民生活初衷，接續前階段成果而繼續努力。

參考文獻

1. 陳振川、張恆裕 (民 103)，莫拉克颱風災後重建五周年成果彙編，行政院莫拉克颱風災後重建推動委員會，248 頁，民國 103 年 8 月。
2. 林中森、陳振川 (民 101)，啟動希望心經濟—政府與民間合作推動莫拉克產業重建成果彙編，行政院莫拉克颱風災後重建推動委員會，240 頁，民國 101 年 2 月。
3. Jenn-Chuan Chern and Ching-Tsung Liu (2014), "Morakot Post-Disaster Reconstruction Management Using Public and Private Resources for Disaster Prevention and Relief Efforts," *Journal of the Chinese Institute of Engineers*, Vol. 37, No. 5, pp. 621-634.
4. 陳振川、林良翰 (民 103)，重建奇蹟—莫拉克颱風災後達娜伊谷重建實錄，行政院莫拉克颱風災後重建推動委員會，48 頁。
5. 行政院莫拉克颱風災後重建推動委員會 (民 103)，部落青年回鄉里佳星星相螢同樂，重建新訊，民國 103 年 3 月 29 日。
6. 江宜樺、陳振川 (民 102)，點石成金—莫拉克颱風災後屏東石斑復養紀實，行政院莫拉克颱風災後重建推動委員會，104 頁，民國 102 年 12 月。
7. 陳振川、張恆裕 (民 102)，重建流失的拼圖—農地回填，行政院莫拉克颱風災後重建推動委員會，80 頁，民國 102 年 10 月。
8. Jenn-Chuan Chern, Po-Han Chen and Chin-Chung Cheng (2015), "Introducing the BOPT Model Together with the Private Sector in Post-Typhoon Morakot Reconstruction in Taiwan," 3rd PlanoCosmo & 10th SSMS International Conference, Bandung, Indonesia, Oct. 26-27.
9. 白佩玉 (民 107)，永齡農場經營—突破銷售困境案例分享，民國 107 年 4 月。
10. 張麗珠 (民 103)，莫拉克重建區永久屋新興社區培育滿意度調查研究成果報告 (衛生福利部委託)，國立屏東科技大學，393 頁。



特輯

莫拉克颱風災後十年之重建成果及省思（四）

強化未來抗災韌性之重建

Reconstruction after Typhoon Morakot : Achievements and Reflection on Its 10th Anniversary (IV) – Reconstruction for Building Resilience to Future Disaster

陳振川 Jenn-Chuan Chern / 台灣大學土木系特聘教授、前行政院莫拉克颱風災後重建推動委員會執行長、唐獎教育基金會執行長

CEO of the former Morakot Post-Disaster Reconstruction Council under the Executive Yuan, Distinguished Professor of Civil Engineering in National Taiwan University, and CEO of the Tang Prize Foundation

莫拉克颱風侵襲台灣造成百年之複合型災害，其破紀錄暴雨規模造成南部地區環境破壞、基礎建設及建築物重大損害及人民生命財產損失，也因救災空前困難造成媒體民眾對於政府救災不力之抱怨及內閣之改組。於救災同時，政府成立行政院莫拉克災後重建推動委員會，本於一面加速災民安置，一面和時間賽跑，防災與重建併行，避免二次災害。災後，政府體念政府組織能力及經驗、尚恐無法達成有效之防救災工作，遂進行災害防救法之修訂，同時持續強化軟硬體設備。在推動重建工作兩年後，馬前總統回顧檢討指出「預防不足、救災吃力、安置快速、重建妥速」為結語，並提出「料敵從寬、禦敵從嚴、超前部署、預置兵力、隨時防救」要領，並強調「防災重於救災、離災重於防災」以及做好「中央與地方政府攜手合作」。在過去十年，民間團體力量精進，政府與民間協力構建了防災重建之「社會管理系統」，防災能力大幅提升，以「防災永續為主軸之重建來強化未來抗災韌性」，積極面對未來之颱風豪雨挑戰。在災後重建方面，建議政府應成立統籌之正式組織及體系，加強結合政府相關單位與民間團體之職能，擬備政策定期演練，累積經驗，並能於災後迅速啟動運作。

Typhoon Morakot created a once-in-a-century, compound disaster in Taiwan when the record-breaking rainfall it brought devastated the environment and fundamental infrastructure in southern Taiwan, resulting in great loss of life and properties. As the relief work was incredibly difficult, complaints from the victims and the media also mounted up, criticizing the government for its inefficiency and ineffectiveness, which eventually led to a cabinet reshuffle. While the government was busy offering disaster relief, the Morakot Post-Disaster Reconstruction Council was also established under the Executive Yuan in order to relocate the victims, carry out reconstruction work and prevent any further damage at the same time. Aware of the fact that current government system didn't have the ability and experience to offer proper relief and succeed in the prevention of another huge disaster like this one, the government amended the "Disaster Prevention and Protection Act" and upgraded public facilities and software. In 2010, two years after the disaster, former President Ma Ying-Jeou reflected on the post-disaster process, concluding that "insufficient prevention effort made the disaster relief extremely difficult. Fortunately, the victims were rapidly relocated and the reconstruction was executed with efficiency and circumspection." Moreover, he pointed out that "when it comes to fighting enemies, we must anticipate the worst, and prepare for the worst. We should be ready in advance, with troops prepared in advance for prevention and relief at any time," and emphasized that "disaster prevention is more important than relief, and evacuation of victims is more important than disaster prevention." What's equally noteworthy is "good collaboration between the central and local governments." During the past 10 years, as the abilities of private sectors improved, the government has worked with them to build a preliminary structure of "social management system," enabling Taiwan to be more capable of prevent future disasters. In addition, the government "takes disaster prevention and sustainable development as its main goals in order to make Taiwan more resilient to any upcoming disasters." Pursuing these goals has helped us survive many strong typhoons and heavy rainfalls in subsequent years. With regard to post-disaster reconstruction work, the suggestion will be for the government to set up an official department and system in order to achieve better integration of the skills of both the state and private sectors. Regular drills should also be scheduled in order to gain relevant experience and ensure that the operation of post-disaster relief and reconstruction can be carried out effectively.

前言

莫拉克颱風於民國 98 年 8 月 8 日帶著累積 3,056.5 毫米趨近於世界紀錄的雨量侵襲台灣，受災範圍涵蓋台灣 11 個中、南部縣市，面積達半個台灣。在持續豪雨中，淹水、土石崩塌、河道擴大、河川土石積高、橋梁道路毀損，造成救災及後續安置、重建的空前困難。和 921 大地震比較，直升機動員救援架次為 2 倍，軍警消動員人次為 2.6 倍，可見莫拉克颱風救災之艱困，前所未見（圖 1）。持續颱風豪雨造成 161 處聚落（含 62 處原住民部落）為不安全地區，699 人死亡，1,766 戶住屋毀損，巨大淹水面積，及 6 大公路系統及 8 處環島鐵路破壞，重創交通運輸（圖 2），加上小林村滅村事件，及多數災民均困頓於丘陵高山上，通訊及電力故障，造成救災困難。莫拉克颱風災情也較民面 48 年發生之八七水災為嚴重。加上，世界經濟不景氣影響，及台灣面臨 H1N1 疫情威脅，災後重建面臨重大挑戰^[1]。

政府於 8 月 5 日開設中央災害應變中心，而面對颱風災害帶來巨大損失及挑戰，劉兆玄院長於 8 月 9

<ul style="list-style-type: none"> ■ 2009.8.8 凌晨，軍隊立即出動 1,250 人救援，第一天救出 1,364 人。當天，空勤總隊直昇機冒險起飛，在太麻里溪口，救出正遭洪災在屋頂求救的災民 24 人 ■ 救災過程，警員 2 人及空勤總隊 3 人，於 2009.8.8 及 8.11 因救災殉職 ■ 2009 年 8 月至 9 月期間，軍隊共動員 56.4 萬人次，出動 5,578 架次直昇機，撤離 13,374 人，為建軍史上最多的一次 	動員	莫拉克颱風	921 地震
	志工	15 萬人次	13 萬人次
	消防	10 萬人次	無資料
	警政	31 萬人次	無資料
	軍方	56 萬人次	30 萬人次
	合計	112 萬人次	43 萬人次
直昇機	5,578 架次	3,069 架次	

圖 1 莫拉克颱風救災是空前的救援行動

人員傷亡及建物毀損	
共計 161 處聚落為不安全地區；其中 62 處為原民部落，99 處為非原民聚落。	
人員傷亡	死亡 699 人、重傷 4 人
住屋毀損	勘定 1,766 戶
淹水戶數	淹水 50cm 以上，140,424 戶
淹水面積	河川流域淹水總面積約 13,304 公頃 排水洪災總淹水面積約 83,220 公頃
交通重創	6 大公路系統、8 處環島鐵路

圖 2 莫拉克颱風災情統計資料

日在屏東縣警局成立「莫拉克颱風南部救災中心」，8 月 10 日在高雄縣警局成立南部前進指揮所分駐所，復於 12 日由內政部等八個部會，由副首長領隊赴六個受災嚴重縣市成立服務小組。馬英九總統於 14 日依據災害防救法，啟動各項救災任務，移緩濟急挹注經費，一面救災，一面重建，於 8 月 15 日設置之「行政院莫拉克颱風災後重建推動委員會」（簡稱重建會）推動災後重建工作，包括制訂重建計畫、制定重建條例及編列重建特別預算。立法院於 8 月 27 日通過「莫拉克颱風災後重建特別條例」。重建會並於 24 日於旗山陸軍第 8 軍團成立「南部災區辦公室」提供災區整合性服務。進入重建階段，劉兆玄院長指示「搶救要快，重建要細」的策略，並於 26 日帶領包括內政部、國防部、交通部、經濟部和教育部等 12 個部會首長和副首長南下，進駐南部災區辦公室 11 天，就近加強推動業務，完成關鍵重建規劃，包括結合民間力量推產業重建，以軍營區及榮家短中期安置，和 NGO 合作以興建永久屋為主（組合屋為輔）之政策推動家園重建。9 月 10 日劉兆玄院長完成階段性任務，吳敦義院長接任，肩負承繼重建重大使命。重建會陳振川副執行長奉派籌設辦公室，率相關部會同仁於 9 月 12 日無縫銜接，長駐高雄市，就近提供服務及推展重建工作^[2]。

相對於 2011 年 3 月 11 日發生東日本大震災後，日本於 6 月 24 日公布施行「東日本大震災復興基本法」。先成立重建總部及重建設計委員會運作^[3]，日本國會於 12 月 9 日才通過復興廳設置法，並於 2012 年 2 月 10 日才正式成立復興廳，我國進行災後重建統籌的步調快很多。重建會面對國土環境及基礎公共設施之嚴重損壞，一方面加速災民安置，一方面和時間賽跑，防災與重建併行，以期避免二次災害^[1,2]。

防救災及重建能力大幅提升

政府組織能力之強化

莫拉克颱風災後，如此百年一次重大天然災害，顯然當時中央及地方政府的軟硬體設備、救災經驗、法令規範，基礎建設抗災能力及防救災事前準備均有所不足。以致，在救災過程雖已經動員全力進行救援，在媒體及民眾批判下，馬前總統滿意度民調降至

最低，行政院內閣也進行改組。檢視 3 年前政府風災應變的過程，馬英九前總統於民國 101 年行政院重建會舉辦之國際研討會致詞（圖 3）特別以「預防不足、救援吃力、安置快速、重建妥速」為總結，深切期勉國人從災難的橫逆中學習經驗，面對天災提早做好因應準備。他也提出「料敵從寬、禦敵從嚴、超前部署、預置兵力、隨時搜救」之要領，並強調「防災重於救災、離災重於防災」及「中央與地方政府攜手合作」等做法之重要性（圖 4）^[4]。

災後十年來，依據莫拉克颱風經驗及前示原則，政府於 2010 年 8 月 4 日修正災害防救法，特設「行政院災害防救辦公室」，並明訂軍隊應主動投入救災，列為其經常性業務，增強整體防救災能力，並強化通訊設備，落實各級政府權責。政府並進行硬體之強化（救災設備、抗災通訊平台、備援電力、避災設施、救災直升機等）及軟體（預警系統、教育訓練等），加上民間團體，包括慈濟、紅十字總會等亦加強災防訓

練及準備，使我國防救災整備應變的水準，於莫拉克颱風災後全面改善及大幅提升。

莫拉克重建區在過去十年，歷經近 20 次颱風豪雨，經採離災之疏散撤離作法得宜（圖 5），幸無重大人員因災傷亡（圖 6）。同樣，因為橋梁道路河川整治得宜，各公共基礎設施堅固安全，均能發揮功能，成為防救災重要一環。而在十年後，分佈各縣市 44 個永久屋基地防災設計之標準高，也成為在地民眾及原住民們最好之離災避災地方。這也提供一個最好示範，即在災害管理循環圖（Disaster Management Cycle），「一個紮實優良的災後重建可以強化未來之防救災能力」^[5]。

民間組織及力量之提升

災後，民間各 NGO 團體及企業，紛紛積極出錢出力投入災後重建工作，在救災、安置、生活、產業及基礎建設各方面和政府合作，紅十字總會成立「八八水災服務聯盟」結合 146 個團體及學者專家，設立工作站服務災民。中山大學發起邀請高屏地區大專校院成立「八八災區重生聯盟」，動員師生參與重建。而間接協力參加重建之團體更是難以計數。

在多天然災害的台灣，歷年來民間在救災重建能力也大幅提升，在莫拉克重建期間就有包括慈濟、紅十字總會、世展會、張榮發、佛光山、法鼓山、基督教長老教會、一貫道等近 20 個 NGO 團體及台積電、鴻海、中鋼、台達電等 31 家企業公司和行政院重建會密切合作進行永久屋安置、學校新建、橋梁建設及產業重建工作（圖 7）。最重要的是他們均已跳脫純粹捐



圖 3 馬前總統於國際會議談救災檢討、重建及未來作為



圖 4 國家災害防救科技中心建立防災易起來推動網站及資訊 (2015)



圖 5 國家災害防救科技中心疏散撤離執行政程序

■ 疏散撤離得宜，莫拉克重建區幸無人員因災傷亡

颱風	強度	日雨量/總雨量	撤離人數	全國傷亡情形
芭瑪颱風 (2009.10.5)	中度	348mm/ 1,528mm	7,863人	1死
萊羅克颱風 (2010.9.1)	輕度	204mm/ 382mm	1,891人	無人傷亡
莫蘭蒂颱風 (2010.9.10)	輕烈	227mm/ 375mm	919人	無人傷亡
凡那比颱風 (2010.9.19)	中度	491mm/ 1,128mm	16,584人	2死111傷
梅姬颱風 (2010.10.22)	中度	1,019mm/ 1,195mm	3,453人	38死96傷 (蘇花公路崩塌)
南瑪都颱風 (2011.8.27)	強烈	589mm/ 1,242mm	11,163人	無人傷亡
泰利颱風 (2012.6.19)	輕度	414mm/ 766mm	9,712人	1死1傷
蘇拉颱風 (2012.8.2)	中度	902mm/ 1,922mm	10,016人	5死16傷
天秤颱風 (2012.8.24)	中度	485mm/ 887.5mm	3,979人	8傷
蘇力颱風 (2013.7.13)	強烈	510mm/ 964mm	8,576人	2死123傷
潭美颱風 (2013.8.21)	輕度	230.5mm/ 738mm	6,230人	10傷
康芮颱風 (2013.8.29)	輕度	539mm/ 1307mm	3,645人	3死
天兔颱風 (2013.9.21)	強烈	567mm/ 780mm	4,554人	12傷

圖 6 莫拉克之後歷年颱風疏散撤離情況及全國傷亡情形



圖 7 重建結合民間力量，救災及重建能力大幅提升

款方式，而是經由企業或 NGO 自身專業力量投入重建，以加速讓災民站起來之新模式。此由政府結合民間 NGO 團體及企業界投入之作為，已經初步建立救災重建之「社會管理系統」^[6]。民國 102 年 9 月高雄市發生氣爆事件，在災區就可看到很多 NGO 投入，而台積電體恤災民所需，即刻動員他的公司專業力量及夥伴進行協助災民最需要之損屋修繕，讓他們儘早回家恢復生活作息就是最貼切及最重要之工作^[7-9]。

強化地方政府能力及和區域國家連結

從本事件及過去協助處理之案件，可發現地方政府災害意識普通不足，預備性之重建組織未建立，沒有演練，更未將已具實力之 NGO 及企業納入夥伴，這是地方政府亟需加速建立之體系。也切記，各級政府對於區域性而規模較小之災害自應於第一時間及早扛起責任，啟用災害預備金，依據現行災害防救法及政府採購法已授權地方首長足以處理絕大部分問題。另重建工作應同步在災害發生後啟動，掌握狀況制定重建計畫，在汛期更應將重建及防災併行，和時間賽跑。

政府經費用於公共基礎建設，政府辦事總以「法－理－情」思維考量公平性，進入政府帳戶之善款亦如同政府經費運用，而民間募集善款則可以「情－理－法」考量，政府有效協調整合始可發揮最大效能。此外，負責重建之地方政府在災後重建工作也要有創新思維及積極做法，能在走過悲情付出代價後，使災區浴火為生。而中央應和地方政府合作之工業整理及產業發展，應從國家社會整體考量，面對困難解決問題，永遠以「災民優先、重建優先」考量，擺脫政治不當之困擾。

氣候變遷造成大規模毀滅性之災害頻率增加，對於海島型國家更具威脅，包括：1998 年喬治颶風（加勒比海諸島國）、2004 年南亞大海嘯（印度洋周邊國家）、2010 年海地大地震等，均造成重大人命傷亡、財產損失之嚴重破壞，其災後重建工作幾乎仰賴國外之協助，重建過程時間冗長。我國政府多僅能捐錢或物資協助，而慈濟、紅十字總會等 NGO 卻已經長期參與及建立赴外從事災後重建的經驗及實力，包括印尼、菲律賓、中國大陸、美國、緬甸、海地等國家，這是我國民間重要資產。台灣如何和鄰近國家地區建立救災及重建之合作夥伴關係，於災後能夠啟動即時相互援助，並經常結合民間力量進行演練交流，將是強化區域抗災韌性之重要工作。

災後十年離災觀察及省思

防災重建可強化抗災韌性

重建之 44 個永久屋基地及抗災能力提升之橋梁等各項基礎建設，災後歷經颱風豪雨地震之挑戰，均能安全發揮使用功能。防救災之交通運輸通暢，永久屋基地也成為原鄉親友離災之暫時避難屋。防災設計可減少災害風險，並可強化抗災韌性。

尊重專業及自然環境力量

金峰鄉嘉蘭部落連續經海棠颱風及莫拉克颱風洗禮，而造成兩次兩批民房沖毀。屏東縣新好茶部落經過聖帕颱風沖毀，幸而先避災遷至隘寮營區避災，而後全部落於莫拉克颱風後遭洪水及土石掩埋，得免發生滅村之憾^[10]。勤河部落於莫拉克颱風災後評估認定為危險，經安置遷至樂樂段永久屋基地。民國 101 年 0610 水災造成附近復興里 9 間民宅遭暴漲溪水沖毀。勤河部落北側 10 戶家屋，再經 106 年 0601 豪雨沖毀，所幸均無人傷亡，再度印證離災之重要性。地方政府仍然應該加強注意，莫拉克颱風經過專業認定為危險地區，則不宜再進行建築開發。

積極要求落實災害防救要領

面對各個颱風，以莫拉克颱風為教訓，依據「防災重於救災，離災重於防災」、「料敵從寬，禦敵從嚴」、「超前部署，預置兵力，隨時防救」執行，並加強防災演練。因此，台灣重建區在災後十年，歷經芭瑪颱風、凡那比颱風、南瑪都颱風...等約 20 次颱風暴雨侵襲，每次撤離千至萬人，軍隊預置兵力，政府加強準備，所以在莫拉克重災區均未發生重大人命傷亡事故。各項公共基礎建設也在尊重自然原則下重建，歷年來均挺過颱風豪雨考驗（圖 6）。國家防災科技中心（NCDR）也建立「防災易起來」推動網站及資訊（2015）（圖 4）及疏散撤離程序（圖 5）等資料，有效落實執行撤離作業。

災後學習成長與落實

小林村災後，中央地調所和農委會水保局及林務局即啟動運用重建經費，利用運用最新 LiDAR 光達系統對全台灣可能發生類如舊小林村大規模崩塌致災的地點做全面掃瞄調查，建立全台大規模崩塌潛勢區資料庫^[11]。國家災害防救科技中心^[12]統計指出，台灣還有 84 個聚落和小林村一樣，面臨鄰近地區發生大規模崩塌的威脅。莫忘小林村災情，應及早針對可能致災之部落社區進行必要之防災或異地安置工作，及對重要道路橋梁等公共設施預先防備。

政府重建組織及體系需重視及建立

依據圖 8 所示災害管理循環關係圖，救災時間短，是救命黃金時間；災民安撫及短期安置時，是媒體焦點，也充滿政治味。災後重建時間長，是受災民眾最關心問題，也對災區人民之生活、產業及環境復原發展極

為重要，但通常媒體及民眾關心較少。重建過程，不論在災區安全評估、災況調查及規劃、和災民溝通協調等重建階段，重建人員冒險奔走於斷橋斷路、土石不穩之山林區，其危險不亞於救災過程。另外，依據亞洲銀行 2013 報告^[12]指出「抗災能力投資可確保一個禦災的未來」、「降低風險，增加回復力，可減少長期對 GDP 造成的損失」。因此，也常為政府忽視的「災後重建」之組織、知識及價值，亟待政府及社會大眾注重提升。

依據現行政府組織體系，防救災法令、組織及運作，有正式政府編制及預算，以軍警消防救災體系為主。加上科技部早期防災科技計畫及行政法人國家防災科技中心長期研究及實務經驗累積，已經有相當水準。然而，災後重建工作，執行面歸屬於工程建設、衛生環保福利、經濟產業相關部會或各地方政府之局處，卻缺乏統籌之組織。這也是，遇到 921 大地震及莫拉克颱風之重大災害，政府還要制定重建條例，並依法設立機關來推動災後重建工作。例如：莫拉克颱風災後重建特別條例第 4 條，即「由行政院設置莫拉克颱風災後重建推動委員會，負責重建事項之協調、審核、決策、推動及監督。」該重建委員會組成係相關部會（局處）之指派代表所組成，任務結束即歸建各原機關。

這也彰顯為何每次有地震颱風災害發生時，中央及地方政府在第一時間常缺乏應對經驗，中央政府及地方政府也有權責不分情況。以災民災後安置各階段之安置而言，各級政府「應妥善預先規劃，擬備政策及執行方案，查點資源結合民間力量，並預先定期演練」，一旦災害突然降臨發生時，即能啟動及掌握一面救災一面重建關鍵時刻，依據災害規模，中央及地方分工合作，制定重建計畫及編列經費，迎接挑戰。

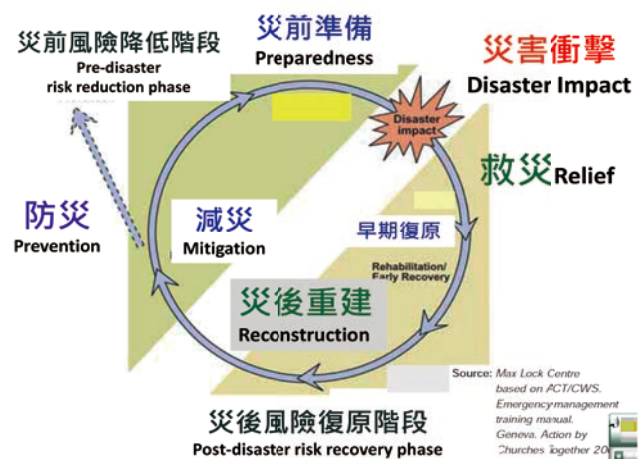


圖 8 災害管理循環圖 Disaster Management Cycle^[3]

建議中央及地方政府仍應設置主掌災後重建之統籌工作之正式組織及體系，連結各個相關重建部會（或局處），以任務編組方式整合相關單位，和民間團體的組織與力量連結，也定期舉辦演練，累積重建經驗，以期在災後第一時間即啟動運作。

重建經驗保留、承傳及國際交流

行政院重建會將莫拉克重建經驗撰寫「莫拉克颱風災後重建作業程序參考手冊」^[14]，並協助於國立科學工藝博物館設置「莫拉克風災重建展示館」^[15]，可為經驗傳承及教育做出貢獻（圖9）。所有莫拉克重建相關政府及民間的檔案，包括法規政策、執行計畫、會議記錄、新聞稿、出版品及影片等，全數由重建會整理為「行政院莫拉克颱風災後重建委員會官網整體檔案」，交給科工館為保存公開資訊（圖10）。這是我國首次（也是世界少有）政府公開提供完整之災後重建資料供公開閱覽及研究。而重建會所有公文檔案80%亦經國發會國家檔案管理局評鑑為重要檔案而長久保存。共計有35個國家專家參訪交流，難得的是莫拉克颱風珍貴的災後重建經驗亦經國際Discovery、國家地理頻道NGC、日本NHK、新加坡媒體局拍製成6部影片，在國際上流傳（圖11）^[1,15]。

結論

1. 莫拉克颱風災後重建經驗及其成果顯示「災後重建不僅是復原，而是政府及民間合力投資，以達到未來更好的抗災韌性」。永久屋基地及各項基礎建設歷經災後十年考驗，成效可供參考。
2. 台灣處於地質活動活躍及颱風頻繁地區，為國際評斷為天然災害高風險之地區。從參與救災及重建的過程，深深體會台灣地質環境之脆弱及挑戰。面對氣候變遷，災害頻率及規模日益增加情況，防救災及重建之準備及組織能力之提升，刻不容緩。建議政府於中央及地方應設置主掌災後重建之統籌工作之正式組織及體系。
3. 從莫拉克颱風災後重建經驗顯示，台灣已初步建立一個社會管理系統模式，有效整合政府、NGO 團體及企業等單位的防救災及重建能力。這個系統有效結合政府及民間能量，其在莫拉克颱風災後重建或2012在花蓮縣秀林鄉蘇拉颱風及台東縣蘭嶼綠島天秤颱風災後重建皆已發揮功能，而普獲肯定。這是一股令世人贊嘆之國人愛心及彙整之強大民間力量，隨時可站在第一線發揮關鍵協助力量，成為台灣最珍貴的價值。惟其仍待政府引導，持續強化，朝建立一個具有防救災及重建能力之跨地區社會管



圖9 國立科學工藝博物館設置「莫拉克風災重建展示館」（高雄科工館）



<http://morakotdatabase.nstm.gov.tw/88flood.www.gov.tw/index.html>

圖 10 行政院莫拉克颱風災後重建委員會官網整體檔案

- 留下完整的文獻、影像紀錄
- 出版53本書籍、發行105期八八重建報
- 拍攝8部重建紀錄片、11部短片
- 超過20萬張照片的影像紀錄
- 讓外界瞭解，重建會做了什麼
- 共發布1,824則新聞稿
- 辦理20場記者會
- 辦理全台59場巡迴影展，超過萬人參加
- NGC, Discovery, NHK等六部國際影片

圖 11 重建會保存珍貴完整文獻及影像紀錄

理系統、增進互相援助機制及能力，以減少巨大複合型災害之損失。為避免毀滅型大規模複合災害侵襲之災損，如何加強鄰近國家或地區之防救災及重建能力，相互支援及深化互助。

參考文獻

1. 陳振川、張恆裕 (民 103)，莫拉克颱風災後重建五周年成果彙編，行政院莫拉克颱風災後重建推動委員會，248 頁，民國 103 年 8 月。
2. 陳振川、洪世益 (2012)，大規模災害家園重建策略—以莫拉克颱風重建為例，災害防救科技與管理學刊，第一卷第一期，第 63-79 頁。
3. Ranghieri, F., Ishiwatari, M. (editors)(2014), Learning from Megadisasters - Lessons from the Great East Japan Earthquake, The World Bank, 219pp, June 2014.
4. Ma, Ying-Joey (opening address)(2012), The 8th International Symposium on Social Management Systems, Society for Social Management Systems, SSMS2012, Kaohsiung, Taiwan, May 3, 2012.
5. Tony Lloyd-Jones (2006), Mind the Gap! Post-Disaster Reconstruction and the Transition from Humanitarian Relief, RICS report by the Max Lock Center at the University of Westminster, 104 pp, June 2006.
6. Jenn-Chuan Chern, Ching-Tsung Liu (2014), "Morakot Post-Disaster Reconstruction Management Using Public and Private Resources for Disaster Prevention and Relief Efforts," Journal of the Chinese Institute of Engineers, Vol. 37, No. 5, pp. 621-634.
7. 紅十字總會 (民 98)，八八水災特輯—感激 承諾 願望，紅十字會會訊 46 期。
8. 何曰生 (總編輯) (民 99)，慈悲心路：莫拉克風災慈濟援建，慈濟基金會，256 頁，民國 99 年 8 月。
9. 張榮發基金會 (民 103)，讓明天更好，莫拉克風災援建紀念專刊，178 頁，民國 103 年 10 月。
10. 陳振宇 (民 106)，【老照片說故事】30 年見證滄海桑田—消失的新好茶村，農傳媒，民國 106 年 08 月 18 日。
11. 經濟部中央地質調查所 (2012)，莫拉克災區潛在大规模崩塌地區分析報告，99 年度國土保育之地質敏感區調查分析計畫成果。
12. 行政法人國家災害防救科技中心 (民 106)，災害潛勢圖資說明，民國 106 年 6 月。
13. ADB (2013), Investing In Resilience: Ensuring a Disaster-Resistant Future, 173 pp, January 2013.
14. 陳振川、張恆裕 (民 102)，莫拉克颱風災後重建作業程序參考手冊，行政院莫拉克颱風災後重建推動委員會，359 頁，民國 102 年 7 月。
15. 行政院莫拉克颱風災後重建委員會官網整體檔案 (民 103)，<http://morakotdatabase.nstm.gov.tw/88flood.www.gov.tw/index.html>

誌謝

天災無情、人間有愛！作者要感謝在災後五年期間所有協力參與重建的長官、政府、民意代表、海內外無數 NGOs、企業、學術團體的指導及合作；感謝很多災民重建組織、自救會、部落、宗教聯盟、媒體等之自立自主、監督與合作；更感謝來自中央各部會平均每年不到 60 名的夥伴，冒著極大生命危險及工作壓力，犧牲小我、不眠不休奔走於土石鬆動交通險頓南台灣之山林，以最大的專業、毅力、同理心及愛心，善用最有限之經費。我們有幸共同在國家有難時，一起為受難的國人盡一份心力。從災後處處的抗爭，轉換成處處的永續重建成果，使身穿重建會背心的政府公務員成為災區民眾最親密的朋友及家人。最難得的是極度忙碌中，同仁們在五年重建結束前繳出他們的畢業報告，包括無數的書籍、報告、影片、新聞稿、重建報、重建 SOP 等，均匯入我國首件政府網站，將重建史錄完整公開，加上協助完成高雄科工館之莫拉克風災重建展示館，成為災後重建經驗傳承之重要資產。極端氣候下，台灣天然及人為災害不斷，這些有經驗之公務人員也一再在各大小災害之重建中，發揮重要角色守護台灣，感謝他們！



特輯

莫拉克颱風災後十年之重建成果及省思 (五)

十年巡禮 重建回顧

Reconstruction after Typhoon Morakot : Achievements and Reflection on Its 10th Anniversary (V) – Revisit the Disaster Areas after Ten Years Reconstruction

倪惠妹／中國土木水利工程學會 秘書長

李延禧／前行政院莫拉克颱風重建推動委員會
行政管理處處長

黃義傑／東臺傳播股份有限公司 製作人、
台灣公共工程檔案微電影 導演

達娜伊谷 莊信義



莊信義
採訪影片

莊信義，鄒族，原山美村村長，和當時擔任社區發展協會之安麗花理事長，帶領重建，活絡經濟。

（節錄部份採訪內容）

8月8號我本來要去台東看我的大女兒，當時都已經準備好要出門，結果雨勢太大，沒法出門。現在回想，要感謝主，還好沒有去，否則可能在路上就出事了。當天晚上我們睡在廚房，做好隨時逃生的準備。第二天出去，不得了了，看到的景象柔腸寸斷，毀壞驚人的程度是我們住在山上這麼久第一次看到。我們在阿里山被隔絕，第三天才被報導困在這裡，也才知道外面的災害範圍這麼大，這麼嚴重，一切都幾乎破壞殆盡。

在災害發生後，每天忙於救災，房屋沒有倒的去幫助房子倒的，婦女們輪流煮東西大家一起吃，在這樣十天半個月裡，根本沒法想太多，也沒有想到政府會來，大家都不知道該怎麼辦。好在政府很快來了，討論幾次後大家希望能優先搶救道路橋梁。這部分搶救得很快，感謝政府。

在公共設施重建時才開始想，受災戶要遷到哪裡？有些人願意搬下山，有些人希望在舊地找一個安



座落在幽靜谷裡的達娜伊谷吊橋

達娜伊谷是社區經營的收費生態園區，鯛魚的故鄉，也是水利生態復建成功的代表。

全的地方，剛好有一小塊地，可以安置31戶，其他人就要遷到別地方去。這段過程，當然也免不了有抱怨，有人說山美村被撕裂。說實在的，這也是沒辦法的事，誰不知道你們不願意，但是政府能做的就是如此。我們共同度過了這段艱苦的歲月。現在還有沒有抱怨？沒有了。我們應該要謝謝，看看全世界，只有台灣有這個愛心與決心，如果沒有這麼多單位關心我們，怎麼可能有這個重建。

謝謝這麼多善心捐款，謝謝政府，才能有茶山的橋，新美橋，還有山美橋，都是要上億的經費，我們可說是因禍得福。

永久屋，要感謝主，我們本來可能一生都不會有的房子，我們真的是被祝福的。永久屋裡有冰箱、洗衣機、床、還給你六萬塊，還有鑰匙，怎麼會有這麼好的事。一棟這樣的房子，恐怕很多原住民奮鬥一生還買不起。這些一點一滴，都是台灣人的愛心，大家的捐獻，回過頭來是滿懷的感謝與感恩，十年了，現在族人們最想說的是：「謝謝！」



大愛園區 林俊雄



林俊雄
採訪影片

林俊雄，綽號黑熊，布農族，南沙魯人，基督徒，在八八風災中，親人14人全數罹難。因為大愛為慈濟所興建，參加慈濟行列，投入重建工作，也是大愛園區的環保義工。

(節錄部份採訪內容)

這個天災是上帝給我們一個非常大的功課要面對，活著的人與死的人，其實活的人留下來更加艱辛，有時候感覺是生不如死。我們逃出來的時候只有疲憊的身體跟低落的心情，因為家人都不在了。坐直升機下山看到陵線都破壞了，心情非常沉重，這個山、這個故鄉，到底還可不可以住啊？也許是神的旨意，也許是您的安排，讓我們活著的人，要去面對一切。下來之後發現，慈濟大愛的關愛陪伴，中央及地方政府的安置，那個過程裡面，感恩啊！

大愛園區要安置不同的族群及宗教，像下棋一樣要各個突破，過程中先遊說各長老、族長同意，

大愛園區是第一個永久屋園區，共1,006戶，分為四區，第一個完成的就是「小愛小林」，其他三區分別是漢族、魯凱族、布農族、卡那卡那富族混居。另外有國小、活動中心等多樣公共設施。在建造杉林大愛永久屋期間，每天都有來自全國各地數千名的志工接力付出，他們來自於各行各業，從事設計、土木、裝潢、水電等，短短的三個月內，合力達成幾近不可能的目標，讓災民能有安身立命之處，見證了人類同體大悲的大愛，故取名為「大愛園區」。

此由慈善團體慈濟來提供完整的重建，重建考量尊重居住人民的傳統、宗教信仰，重建園區的生活機能、依照居民災前的習慣採自由經濟的管理。隨著人口的成長、新災民的加入，或許必須要再有預留多些空間。

再融合原民會、不同宗教等各式團體加入，以誠懇的態度溝通。像南沙魯就還有10%的族人不下山來，其實這樣也很好，可以繼續保留部分部落在那裏。一開始大家都很掙扎，慢慢說服大家才接受。蓋永久屋更是大家合力，以工代賑，一起完成的。我們突破了歷史，現在可以說，在這裡大家能夠互相欣賞，互相包容。

山上的一棵樹要移到平地，需要考慮氣候土壤等，何況人是有思想的，真的是非常大的挑戰。那個時候我聽到慈濟一句話：「人在那裏，文化就到那裏。」這句話讓我打開心結，我的心才漸漸安定下來。感謝主、佛陀、慈濟、政府，在這塊土地付出，讓我們能夠生根。十年了，樹長大了，人也適應了。歡迎大家來大愛村，看看生命的故事。



2019年的楠梓仙溪與那瑪夏

寶山里 林彩娥



林彩娥
採訪影片

寶山里

來自桃源區寶山里的林彩娥（布農族），自民國 88 年就開始研究咖啡，山上海拔 1,500 公尺有日本人遺留下來的野生咖啡園，從採收，一粒粒手工剝皮，用鍋子炒，再用手磨豆，找人試喝，一路摸索。她和先生在山上經營民宿及賣咖啡，生活相當不錯。她描述八八風災從山上撤退一直到在大愛生活的情形：

（節錄部份採訪內容）

提到 98 年令人心酸，一場天災把我們前半生的心血都沖垮。當時我們心裡很慌，下山時坐直升機，只穿著雨鞋，什麼都沒有帶就出來了。先到寶山國小再到山下住高雄天主堂兩個禮拜，然後又被帶到陸軍官校，在那裡住半年多，當時沒有工作只能做八八零工，勉強有點收入。但是人實在太多了，生活的環境不是很好，很多人不適應。等大愛園區蓋好，我們就進住。對我們原來是做生意的人來講，本來有答應我們會有店面的房舍，讓我們可以繼續做生意。但是後來並沒有，我就在巷口擺攤。後來擺到大愛村的希望廣場，農家越集越多，擺攤還要篩選，並要加入協會，也就是觀光協會，生意算是不錯。遊覽車來的時候，我們會跳迎賓舞，走的時候也會送客，觀光客都會買我們每一個不同的農家產品，後來成立管理委員會，叫我們遷

出大愛村，到杉林國中旁邊的商店街去。那邊開始的時候都是空空的，沒有電，還要繳押金、管理費等，在園區外面的旁邊，生意就不是那麼好，因為客人來的時候都是直接到希望廣場，而不是彎去旁邊，現在裡面人已經很少，大家都只是撐著。

想要說的是政府花了這麼多錢做事，應該要先好好規劃。像大愛裡面的文化館，蓋得那麼大，也沒有使用，想要在裡面辦喜事也沒有辦法租，那要那個有什麼用？希望能有重新再規劃的機會。

我們原本做生意的地方【藤枝森林遊樂區】，今年恢復試營運。我們的部落寶山里，是高雄最好的地方，四季涼爽，有農場、製茶廠、咖啡農場，目前還缺一些設備，如公廁，還有水。寶山里是高雄的後花園，可以成為觀光景點，聽聽我們部落的聲音就會知道該怎么做。

小林村 翁瑞琪



八八風災時社區理事長，
與林建忠兩人帶領村民逃離
小林村，其家人多人受難

小林村 林建忠



現任里長
五里埔小林重建代表

小林村 李錦榮



小愛小林社區理事長
從事生薑種植買賣



小林紀念公園



小林公祠



小林公廨



翁瑞琪
林建忠
李錦榮
採訪影片

小林村

小林村，平埔族部落，風災重災區，462 位小林村村民遭土石掩埋。後在五里埔小林建有紀念公園、公祠、平埔族博物館、活動中心、省親會館、公廨（祖靈祭拜所），原村民現分居五里埔小林、日光小林及小愛小林三處。五里埔為尊重災民意願之原地重建，並建立紀念園區一方面警惕世人尊重自然，另一方面讓受苦的民眾的心情有所寄託。

重建之初資訊紛亂、意見分歧，往往造成事倍功半，由公正客觀的資訊中心或者團體來提供完整正確訊息，是非常重要的。

（節錄部份採訪內容）

翁瑞琪理事長

小林村重建當時，部分由紅十字會與重建發展協會的蔡松諭接觸，一開始就是提議回五里埔。在大愛園區裡面也設有小林村，預備有一百多戶。在吳敦義副總統第一次來時，我、林建忠和鄉長一起陳情，希望如果超過五十戶就幫我們建一個村子，也就是現在的五里埔小林村。

林建忠里長

這裡的建設，因為過於趕工，想要盡速有效率的重建，成為一個模範村。在趕工之下，不少設施蓋得不好，水溝不平，無法排水，蚊蟲叢生，還有漏水等，品質不好。

李錦榮理事長

我選擇住慈濟是因為山上都被破壞，政府說要養山，所以不能住了。此外，我年紀大了，以後去醫院比較近。其實我們還有能力耕作，如果有農地，我們就能生活。政府原本口頭承諾要給我們兩分地耕種，後來郭台銘推廣有機農場、網室栽培，聽起來也是很好，但是他們說輔導三到五冬後，就

要撤走，中間盈餘會留給災區。現在十年過去了，沒有耕地給我們，實際上，小林小農在永齡農場的應該不超過十人。

原來設在大愛園區的小林村，那區叫小愛，也因為主事者的紛爭，一直拖到很後期才建。也因為是分期施工，環境就有很大落差，設施不全，無人管理，又是等到吳敦義要視察，才趕工完成的。

事情已經過了。如果未來又發生不幸，希望把小林村的過程拿出來檢討，不該發生的事情不要再重演，這樣我們小林的犧牲就有價值了。

翁瑞琪理事長

我們對於重建條例也是有不滿，紅色警戒區的居民與受災戶一視同仁，並以人口數目分配資源，這樣很不公平。我們受災戶很多親人已經不在了，不可以用人口數來分配。此外，政府有善款，申請要寫計畫書，結果會寫的人都領走補助，我們受災戶不會寫的反而申請不到。永久屋的分配，入住金、搬遷費，都是以人口數分配。全台灣永久屋共三千多戶，真正受災戶大約佔三成，其他都是紅色警戒區或其他。這些愛心捐獻的資源，應該要優先分給災民。把受災戶和其他人分開才對。

吾拉魯茲 華偉傑



華偉傑
採訪影片

華偉傑，排灣族，原住大武鄉，留英博士。
致力推動吾拉魯茲咖啡產業，為產業重建成功代表。

吾拉魯茲部落

吾拉魯茲部落有產業館、活動中心等，在居住環境完善之外，重視部落求生技能發展、產業經濟自主，利用部落優勢，引進國際資訊，與社會接軌。其產業館為有機咖啡館，泰武國小同時遷移至此。

（節錄部份採訪內容）

其實在莫拉克之前，居民就有零星種植咖啡。但莫拉克之後，我們安居了，就要能夠樂業，需要建立產業重建的主軸，經過居民討論之後決定繼續發展咖啡。一個部落在重建時所定的產業主軸發展，到了後期有的會有變化，有的就能持續。我們吾拉魯茲就是很堅定的，一心一意的要發展咖啡產業。首先，我們在政府協助下，包括重建會、勞動部、以及原民會等，投資設備及師資，推展培力就業計畫，就咖啡整個產業鏈，包括生產、製造、銷售，所需要的人才做全面性的培養，因此造就不少年輕人返鄉或是其他部落移居來吾拉魯茲。現在泰武咖啡生產合作社的員工，九成五是原住民青年，八成來自我們大武山，平均年齡35歲。經過這十年努力，我們合作社已擁有五張國際杯測師執照（全球四千多張）、及四張咖啡後製師執照，2017年屏東咖啡烘焙賽冠軍就是由我們合作社出來的，這是非常不容易的事情。我們已經達成階段性任務。下一個階段就是提升人才，用國際的標準，跟國際接軌。

有很多人問我，這麼多人想來做咖啡，會不會有彼此之間競爭的問題。咖啡是全球除了原油以外，第二大產值的標的物，他的量非常大。我們希望讓原住民有更多收益，改善經濟生活。在這個過程當中比較重要的，就是產業定位，及自己地區的定位，以及目標客群。我們吾拉魯茲比較不同的一點，就是說我們是以國際的標準來看我們的部落產業，我們重點放在怎樣定位，怎樣跟消費者溝通。我們的規劃，第一階段把咖啡的生產製造銷售建立起來，第二個階段就是發展其他的物產及文創產業，例如泰武鄉嘉興村的木



吾拉魯茲部落咖啡館

雕。第三個階段，也就是最終，就是旅遊產業，可以是大武山生態旅遊、專業的咖啡旅遊、或是農特產咖啡及文創產業旅遊等。這樣產業的一個完整的投向流程，是我們未來發展的方向，也就是以咖啡為核心來做專業的導覽跟旅遊。

再來講永久屋，吾拉魯茲是入住率最高的部落，我們部落也很特殊的擁有第二期工程，如果大家對生活不滿意，是不會想要擠進來。吾拉魯茲是一種新的部落融合，雖然舊部落是在大武山上，但是我們現在已經在這裡安定了，吾拉魯茲是我們的根，是新的部落核心所在。當然中間歷經過定位問題、傳統文化的傳承、產業發展的討論等等。在10年後的今天回頭去看，我相信吾拉魯茲是一個非常成功的典範。在我們談話的同時，我們的部落青年會也正在吾拉魯茲部落咖啡館的二樓開會中。我們只是身在不同地方，我們的心對傳統文化的保存，會有一個符合現代的做法。我相信對於傳統文化的保存並不會造成衝突，也不會有斷層的問題。



被日本土木學會譽為全世界最美的小學—泰武小學



禮納里 陳再輝

陳再輝
採訪影片

陳再輝，魯凱族，現任霧台鄉鄉民代表會副主席，當年為好茶村遷村領導人，本身為代書，對禮納里的種種，非常瞭解。

禮納里有三部落，好茶部落（霧台鄉）、瑪家部落（瑪家鄉）及大社部落（三地門），還有長榮百合國小、產業館等。重建初期的設定，即有考量原住民族傳統，地點選取經過適當的討論，更有部落居民參與建造，符合各個族群之需要。因為地點位於三地門，屏東重要的原住民觀光景點，加強營造部落的獨特優勢，開發潛在的觀光資源，增加就業機會，開發部落經濟。

（節錄部份採訪內容）

好茶村在 98 年莫拉克來之前，96 年就已經面臨過大水災，淹沒了部落的 1/5，因為多次淹水，我們是已先有遷村計畫。當然，沒有人願意離開家鄉。但是一旦家鄉安全出了問題，在保護自己族人財產跟生命的安全之下，就必須考慮離開那個地方。98 年的 7 月底，我們收到行政院公文，遷村案件已經核備納入專案，遷村終於邁前一大步。沒想到，才沒幾天電視報導有大颱風要來了，我又召開一次部落會議，要求大家一定要全部撤離完畢，不允許再有任何人上電視、上報紙。感謝大家都聽到了，感恩我們的全部撤離，在 8 月 8 日的莫拉克風災，全村人都平安，感謝上帝。雖然我們所有的財產一切，在霎那之間歸於天國，但是人在就有機會在，我們可以重新歸零。在隔年 99 年 12 月 20 日入住到禮納里時，我就宣告三件事：(1) 希望大家卸下心中「災民」兩個字，我們不再是災民了；(2) 我們現在這個家屋，是全國同胞 10 塊、100 塊、1000 塊的錢捐來的，我們要保持感恩的心來看部落以外的每一個人；(3) 不要有自卑感。我們現今居住的環境，若是在台北，每戶都是億元的房價，所以我們都要有居住在億萬富翁等級住戶的信心。當我們去除了災民的心境，並隨時保持感恩的心及對自己堅定的信心，我們一定可以，重建我們美麗家園。

在遷村過程中難免會有一些爭執及問題。我告訴大家，在我的帶領之下，不允許有任何抗議行為。有

人說為什麼不能抗爭，是不是你比較弱？我說不是，我是採取溝通協調的方式，採用說服的方法。現在我們這裡什麼都有，圖書館，會議室，還有兩個籃球場，辦公室有社區發展協會，有衛生所辦公室，可是別的部落一個都沒有。

10 年光陰，轉眼就過去，回首過往，有許多感謝的人、敬佩的人，他們將永遠銘記在我們的心裡。但是，如果再重來，或未來有類似的情況時，我們有些建議，第一點，在土地規劃時，要把景觀的資源帶進來，不要只有房子建築。第二點，要考慮到生活，例如公墓及耕作地的問題，就是目前比較頭痛的。

同時，很高興看到我們的文化回來了。年輕人回來，開始學母語，願意參與部落，了解部落的文化。我們的房子每戶門前，都有繪畫或意象講述自己家族的故事，我們是一個會說故事的部落。



東埔沙里仙 羅金財



羅金財，2009年擔任東埔旅遊促進會理事長，為八八風災重建溝通奔走，是促成東埔復建成功的功臣之一！



羅金財
採訪影片



東埔溫泉是日據時代就非常有名的溫泉。重建時所新建日月雙橋已成為地標景觀，商圈更加熱鬧。公共工程電子報曾報導：「東埔日月雙橋展現了安全堅固、效率、人文、環境景觀、美化與故事，將災後溫泉社區和東埔部落人心連在一起，是工程之極致，也是我們給生硬的工程一個美麗溫暖的生命。」

（節錄部份採訪內容）

東埔地方的主要道路，98年時叫投60線，現在已改為投95線，最重要的位置就是在三公里、及六公里處，就是明隧道。風災前就常坍方，大型遊覽車通過相當危險。八八風災時更嚴重，整個坍下來，不僅遊客不能來，所有的東埔的居民及農產品物資都沒法出入，相當緊急。有足足一個禮拜，靠直升機運送補給品及人員，海鷗直升機最後好像班機，一天要跑好幾趟。重建處很快發出公文，邀我們在地人一起討論如何重建，大家討論後決定要做這個有代表性的日月雙橋，日月雙橋有個困難處，就是中間的橋墩在原住民的私有地，我就出面和其他熱心老百姓去跟原住民地主溝通討論，所幸獲得原住民地主同意。為了增加原住民元素，陳振川執行長特別撥三百多萬讓我們去設計，如何讓橋更有地方特色，一邊做一個太陽、一邊做一個弓箭，拱

形橋上有布農畫曆，節慶畫於橋墩，當有觀光客參訪時便可告知此故事。我們的善款很多來自對岸，就在橋墩旁做了一隻手上下放，意指兩岸一家親。這些元素在金質獎解說時，委員們皆點頭稱許，這座橋更得到公共工程委員會金質獎的榮譽。重建工程也同時促進國家的進步，以前颱風來襲路就不通，現在不會了，真正造福了地方及人民。

重建後大家都有重生之感，講到十周年使人懷念，好在過去很快的下定決策，利用善款來做這些事情，大家全力配合，九個多月的時間就蓋好這個橋。這中間，漢人與原住民努力溝通，居民團結一致，政府快速因應及考慮在地特色，是成功的關鍵。我看到報紙，陳執行長為重建一年都沒休息，真是不簡單。也是靠像李處長這樣的無名英雄奔波，重建才會有今天的成果，感恩！

花絮

黑熊報喜



黑熊報喜

在採訪開始前，黑熊唱詠一段報喜，他以渾厚的歌聲向祖靈報告我們的到來，歡迎我們。

後記

莫拉克十年特輯的完成感謝陳振川教授撰文，詳盡紀錄重建的過程及艱辛。本篇三位作者利用三天時間，開車跑了1,200公里，大半個莫拉克災區，訪問幾位代表人物，希望了解當年災民的感想，以及他們現在的狀況。令人欣慰的是，重建成果斐然，除了安全有保障，居民也大都安居樂業。

重建之路也是前進之路，台灣是個美麗的寶島，還有很多政府、民間企業、NGO團體以及在地人民可以共同合作的地方，讓我們繼續努力，讓關懷與愛在台灣一直持續下去。🇹🇼



倪惠妹秘書長、黃義傑導演、羅金財理事長及李延禧處長於採訪結束合影留念（自左到右）



土木工程與災害防治

洪如江／國立臺灣大學土木工程學系 名譽教授、中國土木水利工程學會 會士

危險 (Hazards) 與災害 (Disasters)

可能引發災害 (Disasters)，例如人命傷亡、財產損失、環境破壞、等等現象，稱為危險 (Hazards，也曾漢譯為災變)。自然危險 (Natural Hazards)，主要有生物性自然危險、物理性自然危險。人類，雖然也是生物的一類，但在本文，直接以人為災害 (或人禍) 加以討論。

瘟疫、黑死病、霍亂、流行性感冒、愛茲病，等等細菌或病毒，稱為生物性自然危險。

氣候變遷、豪雨、下雪、颱風、龍捲風、乾旱、洪水、地震、坍方、土石流、暴潮、海嘯、火山爆發、隕石、等等自然現象，稱為物理性自然危險。

戰爭，國土過度開發及超限利用，城市黑洞效應，稱為人為災害 (或人禍)。

危險未必產生災害。只要人類不與危險交會或接觸，通常不發生直接災害。但有些人，因無知或明知故犯，進入危險之地 (例如山崩活躍地區、洪水或土石流必經之地、經常發生雪崩之地、等等)，就可能發生災害。日常生活之中，不論室外或室內，存在許多顯性及隱性危險，例如設計不良的十字路口、空氣污染、電線老舊 (引發俗稱的電線走火)，如果知識不夠或疏忽，常發生意外災害。

生物性自然危險與災害

生物性自然危險的細菌或病毒，曾經在中、外、古、今，發生嚴重災害。

現代自來水工程系統出現之前，水媒疾病，尤其是霍亂 (cholera)，1816 ~ 1860 年間，多次分別在孟加拉、印度、中國、俄羅斯、英國、法國、北美洲、裏海地區、等地發生流行或大流行之災，總共死亡一百多萬人。詳細資料可參閱 Wikipedia, the encyclopedia 網頁。

物理性自然危險與災害

洪水災害

基督教聖經舊約及美索不達米亞泥板書 (現存大英博物館，複製品照片見洪如江，民國 106 年 8 月，美索不達米亞古文明的生死關鍵)，皆記載大洪水巨災。

約 4300 年前，華北廣大黃河三角洲的沖積平原，洪水為患。孟子籛文公上「當堯之時，天下猶未平，洪水橫流，泛濫於天下。… 禹疏九河…」。

印度河古文明 (約 2600BC 誕生於今之巴基斯坦)，約 1800BC 梅雨轉向今之印度，沙漠化使原有水域、綠地、城市消失。遺留少數石刻文字，但尚無法解讀。

民國 85 年 7 月 31 日至 8 月 1 日台灣的賀伯颱風豪雨，重創陳有蘭溪流域，73 人遇難，財產損失數百億元；天災固然是原因的一部分，但新中橫公路水里玉山線強行在極為脆弱而不穩定的陳有蘭溪大斷層中開挖，施工中就常發生邊挖邊坍的事件；通車後，由於公權力不彰，平地人湧入陳有蘭溪兩岸山坡地遂行濫墾、濫伐、濫建、濫開產業道路（農路及通行道路），進一步破壞山坡地。

民國 90 年 7 月 29 日至 7 月 30 日台灣的桃芝颱風豪雨，陳有蘭溪的「筆石社區」被土石流沖失；天災只是部分原因；更重要原因是筆石溪口的筆石橋建得太低、太窄、且在河道中樹立橋墩，妨礙土石流的順利通過。

民國 90 年 9 月 13 日夜間至 9 月 17 日的納莉颱風豪雨入侵台北，引發陽明山區的土石流災害，水淹台北捷運系統，引起國人恐慌及國際重視。

民國 98 年 8 月 6 日至 8 月 10 日的莫拉克颱風豪雨災害，因最嚴重災害發生於 8 月 8 日，故通稱八八水災。降雨中心在阿里山區（降雨強度 3,059.5 mm），屏東縣三地門鄉降雨強度 2,910 mm。曾文溪及高屏溪，不但洪水暴漲，多處溪谷坡地發生重大坍方，小林村被沖失，河床被巨石及泥沙大幅淤高。

地震災害

1556 年（明朝嘉靖 35 年），中國陝西地震，83 萬人遇難。歷史學家將 1550 年代之後劃為「近代」，其前為「中古」。

1737 年印度加爾各達地震，30 萬人遇難。

1920 年中國甘肅地震，18 萬人遇難。

1976 年 7 月 28 日中國唐山地震，35 萬人遇難。同年 9 月 9 日毛澤東逝世。同年 10 月四人幫被捕。

1999 年 9 月 21 日台灣地震（地震規模 7.6），主要是由車籠埔斷層（長約 100 公里）的逆衝錯動所引發，震央位於南投縣集集鎮；故稱「集集大地震」，後因集集鎮民抗議，在國內多稱「921 大地震」。遇難者 2478 人（包括失蹤者）。倒塌房屋類別最多者為中小學校舍，主要係因工程外行人爭做工程，粗製濫造所致。多棟高度為 49.5 公尺高樓被震毀，主要係因逃避「建築結構外審」（樓房高度超過 50 公尺者，必須接受獨立的結構工程機構審查）。中部台三線公路沿路橋樑全部被震垮，顯然是與當初台三線公路選線與車籠埔斷層重疊有關。

2001 年 1 月 26 日（03:16GMT）印度西邊臨阿拉伯海之 Gujarat 省發生強烈地震，規模 7.7。20,000 多人遇難，其中，距離震央 20 公里處之 Bhuj 地區（推估震度達 0.55g），18,416 人遇難，距離震央 320 公里處之 Ahmadabad（推估震度達 0.11g），有 750 人遇難。Gujarat 省房屋全倒者 37 萬戶，半倒者 92 萬戶。直接財產損失約 30 億美元。

2004 年 12 月 26 日（07:58:53，當地時間）南亞印尼蘇門答臘西方海域（3.267°N，95.821°E）發生百年內第四大強烈地震及海嘯；至 2005 年 1 月 8 日已知有 15 萬 6 千多人遇難；無家可歸者高達數百萬人。主要災難係因地震所引發的海嘯，其在海域之時速可達 800 公里，在陸地之時速可達 250 公里，浪高 10 公尺以上。進一步資料，參考：

- 邱建國（民國 94 年 2 月）
- 美國地質調查所（<http://www.usgs.gov>）
- 日本氣象廳（<http://www.jma.go.jp>）

南亞地震海嘯事件中，受災各國，久未有大海嘯之經驗，缺乏防災整備、測報與預警之能力，難怪反應不及。海嘯之英文 Tsunami，原為日語之音譯，係因日本發生海嘯的次數最多，經驗也最豐富，其防災整備、測報、預警、與反應，已建立相當成熟的制度與標準作業程序。但在 1993 年北海道西南方地震海嘯事件中，奧尻島西岸與東南岸的第二次海嘯波高達 15 公尺以上（藻內波高達 30.6 公尺），遠較氣象廳的大海嘯警報所預估者高；可見人類對海嘯尚未充分了解。

人為災害（或人禍）

戰爭災害

戰爭，指國與國（或民族與民族）之間的武力衝突，並造成大量人命傷亡者。

古代近東的基督教聖經舊約，中國史書，都曾經記載因戰爭而屠城的災難。

在中國幾千年的歷史之中，多次與邊疆國家（戎、狄、蠻、夷）發生戰爭，發生大量人命傷亡及領土變遷。

西方國家或民族，例如希臘、羅馬、鄂圖曼土耳其帝國（Ottoman Empire, 1299 ~ 1922）、以及大國崛起之後的殖民主義帝國，都曾經發生內戰或對外侵略

戰爭，多次進行屠城及種族滅絕（例如馬雅、阿茲特克、印加）暴行。

第一次世界大戰及第二次世界大戰，都有幾千萬人的死亡。希特勒且令黨軍（黨衛隊，蓋世太保，GESTAPO）屠殺 600 萬猶太人。

國土過度開發及超限利用之災

胡勝正（民國 94 年）**悲歌美麗島**（行政院經濟建設委員會發行，（齊柏林攝影，陳慧屏撰文）一書的序中第一段文字：

台灣經濟快速發展的背後，由於長期對自然資源保護的不足及配合經濟發展需要而造成過度開發，國土資源遭受到難以復原的傷害。

進一步了解，參考：

- 洪如江（民國 106 年 12 月），「土木工程與自然」
- 洪如江（民國 108 年 2 月），「土木工程與環境」
- National Geographic（2016），看見齊柏林
- 齊柏林（民國 102 年）我的心 我的眼 看見台灣
- 鳥目台灣，2013，台灣阿布出品。

以上文、書、及影片，證明在經濟發展的旗號之下，**過度開發**（超限利用、濫墾、濫伐、濫建、濫開道路上山，超抽地下水、排放污水、等等）引發山崩、土石流、地盤下陷、污染、等等災害，台灣自然國土被摧殘到體無完膚。

城市黑洞效應之災

世界人口的 50% 以上，台灣人口的 80% 以上，已經居住在城鎮之中。**人才、財富、物資、基礎建設、車輛、等等**，也向城市集中，形同黑洞效應。

城市，數量及規模無限膨脹，消耗全球能源的 75%，排放全球溫室氣體的 80%（Chan, 2016）。**混凝土叢林**（摩天大樓）替代自然叢林，縮小公共綠地，破壞森林綠色植物的種種功能，導致嚴重的氣候變遷（Climate Change）。而氣候變遷將引發多種災害（Disasters，例如空氣污染、全球暖化、冰域縮小，雨林消滅、森林大火、熱島效應、廢棄物暴增、擠車、等等災因及災害）的威脅、傷害。

台灣，農村青壯年村民多往六都工作，老人與小孩留守日漸衰落的農村。

全台灣空屋多達 80 多萬宅，年青人因為買不起房屋而不敢結婚生子，而有少子化的**社會危機與國安危機**。

交叉比對 Mayor of London, 2012, World Cities Culture Report 的城市公共綠地百分比（%）與 Lelieveld, et al.（2015）發表在 Nature525 期的城市中因空氣污染而死亡人數，列表如下：

城市	公共綠地百分比（%）	因空氣污染而死亡人數
上海	2.6%	14,900 人
孟買	2.5%	10,200 人
東京	3.4%	6,000 人
巴黎	9.4%	3,100 人
紐約	14%	3,200 人
倫敦	38.4%	2,800 人

台北市 2017 的公共綠地，根據 Mayor of London（2019）World Cities Culture Forum，為 3.4%。

Ting-Chun Lai, et al. 2017（台灣大學公衛學院團隊研究論文）顯示：台灣在 2014 年因 PM2.5 而死亡者達 6281 人；其中，新北市 874 人，高雄市 829 人，台北市 619 人。

台灣北部空氣污染來源主要是交通運輸車輛，中南部空氣污染來源主要是工廠（包括石油化學工廠、燃煤火力發電廠、水泥廠），中部空氣污染部分來自境外。

不論是從全球或台灣來看，空氣污染對人命的傷害，遠遠超過自然危險所引發的災害。而空氣污染由人類造成的事實，也經由中國北京的實驗（工廠停工，汽車禁止進城，就見藍天）加以證明。

土木工程在細菌或病毒災害的防治之道

在地廣人稀的古代，人類不難取得潔淨之水，滿足飲用、清潔、製作食品、農耕、畜牧、等等需要；即使水域稍有污染，天然河水，泉水，與地下水，也多有「自淨」的能力，不至於發生問題。但當人口大量增加之後，尤其當大量人口向城市集中之後，城市附近水源的污染，遠超過自然水體的自淨能力，不得不從遠地的潔淨水源取水。以人力挑水或獸力運水，不但成本太高，而且杯水車薪，難以滿足需求，於是有賴土木工程方法，構建自來水系統，解決問題。

早在 6,000 年前的埃及，就已經在尼羅河築壩引水，構建一種「維生系統」(life-preserving system)，支持家庭及公共用水的供應。波斯灣文明古國，在 4000 多年前，也構築渠道引水供應城鎮之用。印度古文明，在西元前 1800 年，就已經在河道磊石為壩而引水供城市之用 (Pannell, 1964)。早在幾千年前的羅馬帝國，其輸水工程，在平地用明渠，逢山開隧道，過河建輸水高架橋，由水源地至一個城市的輸水工程總長度有達數十公里者；留到目前最著名的高架水道橋有法國南部的嘉德水道橋 (Pont du Gard, 19BC~) (參見洪如江，民國 107 年 4 月，「土木工程與文化 (二) 土木工程之美」的圖 14 和圖 15) 與西班牙中部的西歌維雅水道橋 (Segovia aqueduct, 2nd C.AD~)。

1829，英國雀兒喜 (Chelsea) 自來水廠工程師 James Simpson 發明「慢濾法」，原水經水廠「慢濾池」細沙層的過濾之後，所有的污染物質及水媒細菌皆已被攔阻於細沙層之中。John Snow 醫生，根據他對 1830 年代與 1840 年代倫敦蘇荷 (Soho) 地區霍亂的研究，證明霍亂與水污染的關係 (Pannell, 1964)。此後，凡建立現代化自來水工程系統的地區，水媒性的傳染病 (尤其是霍亂) 就告絕跡，先進國家，自來水多可以生飲。可見自來水工程系統對人類文明的貢獻。

大台北地區的水源在翡翠水庫，其 140 公尺高的混凝土拱壩為其關鍵；大高雄地區的主要水源在南化水庫，其 87.5 公尺高的土石壩為其關鍵；兩者都是台灣土木工程師的傑作。

台灣的自來水，在自來水廠的清水池內，皆可以生飲；但輸水管及市區配水管網問題 (例如破裂、接頭鬆動)，用戶多在一樓裝設水池 (目前多改用不銹鋼大水桶)，再將自來水抽送屋頂水塔，然後通至用戶內水龍頭。自來水存在一樓水池與屋頂水塔中，可能受到污染，需煮沸才能飲用。這種落伍的系統，增加成本，而且，幾乎所有公寓屋頂皆有水箱或不銹鋼水桶，形成台灣獨有的醜陋奇觀。

絕大部分的細菌或病毒，在強烈陽光照射之下，不到 10 秒鐘就會死亡。生活環境，在充分陽光與通風的情況下，不易得病。古代中國中原的住宅群，多布建「天井與迴廊」，就是為陽光與通風。在雨天，水滴降落在天井下水池所引起的節奏，極有情調。華人購買房屋，偏好面向南方，為的是陽光。

台灣大學第一學生活動中心 (圖 1)，中央大學綜教館 (圖 2)，都有天井與迴廊；雖然是採用現代科技所建造的工程結構，卻是中式建築。行政院退除役官兵輔導委員會的岡山榮民之家 (圖 3)，外迴廊對外開放，面對開闊的綠地，得到陽光、通風、與綠色植物 (排放新鮮氧氣，吸收二氧化碳) 的健康環境，降低細菌或病毒感染機會。以前西方人在東方建領事館，也多設有迴廊 (圖 4 和圖 5)。



圖 1 台灣大學第一學生活動中心二樓迴廊環繞天井，有利於陽光照射及通風 (洪如江攝)



圖 2 中央大學綜教館各樓層環繞迴廊，有利於陽光照射及通風 (洪如江攝)



圖3 岡山榮民之家，外迴廊對外開放，得到陽光、通風與綠色植物（排放新鮮氧氣，吸收二氧化碳），降低細菌或病毒感染機會（洪如江攝）



圖4 打狗英國領事館外迴廊，有利於陽光照射及通風



圖5 淡水紅毛城領事館外迴廊，有利於陽光照射及通風（洪如江攝）

築城防衛

原始人類，面對烈日、下雨、野獸或野蠻人的攻擊，必須築城防衛。最簡單的棚屋（圖6和圖7）或洞穴（圖8），就是最原始的城。埃及游牧民族貝多因人的小聚落棚屋群，以石塊堆砌很矮的圍牆（圖9），就能夠阻擋大多數野生動物入侵。蒙古人，到現在，還有不少人建造蒙古包為屋（圖10）。

客家人在福建南部與廣東北部建圍樓（土樓）（圖11），其牆壁，皆有對外射擊彈孔，可以對來犯的有組織土匪射箭或開槍。圍樓群的布置，便利互相支援。每一圍樓的內部（圖12），都有水井，並養雞、鴨、豬。



圖6 獸皮及樹支所建的棚屋模型（洪如江攝於墨西哥人類學博物館）



← 圖 7 樹枝所建的棚屋模型 (洪如江攝於墨西哥人類學博物館)



圖 8 人類始祖在山壁挖洞穴為屋 (洪如江攝於約旦玫瑰城, Petra)



圖 9 貝多因人在埃及沙漠中的聚落，以石塊堆砌矮圍牆阻擋動物入侵 (洪如江攝)

圖 10 沙漠邊緣的蒙古包，外蒙古 (洪如江攝)



圖 11 閩南客家圍樓 (土樓) 群全景 (王鑫教授攝)



圖 12 閩南客家圍樓 (土樓) 內景 (王鑫教授攝)

城市出現之後，雖然有警察保護，但是小偷或闖空門的匪徒還是時有所聞。因此，即使是台北市，大部分的住宅房屋，還是建有圍牆及鐵窗（圖 13）以維護住家安全。



圖 13 台灣城市住宅區的鐵窗文化：住宅監獄化（洪如江攝）

房屋建築的安全，首要在了解建地的地質（通常須鑽探、取樣、試驗、研判）、從事基礎及上部結構的設計，並由學養及經驗豐富的學者專家審查（結構外審）。然後由合格的營造廠施工，並由工程技師監造、驗收。

面對戰爭，築城防衛有**戰鬥之城**、**戰術之城**、與**戰略之城**等三個等級。

鐵絲網、沙包堆、散兵坑、壕溝、小碉堡，等等，都可以是步兵野戰時的「**戰鬥之城**」。

城牆（圖 14 北京紫禁城牆）、護城河（圖 15 北京紫禁城護城河）、碉堡（citadel，例如圖 16 羅馬軍建於英格蘭北邊），為**戰術之城**。

中國的萬里長城是最著名的**戰略之城**，有幾千年之久，保護中國北疆免受蒙古入侵。但萬里長城沒能擋住元兵滅宋，也沒能擋住清兵滅明。



圖 14 中國元明清三代的皇居：北京紫禁城城牆（洪如江攝）



圖 15 北京紫禁城護城河（洪如江攝）



圖 16 羅馬人在英國所建的碉堡（洪如江攝）

防洪工程 (Flood Control Engineering)

引言

在地廣人稀的時代，河川的洪水氾濫、山地的坍方及土石流，本為自然現象；各大流域（兩河流域、尼羅河、印度河、黃河）的三角洲，接受洪水氾濫所帶來的肥沃泥土沉積及土石流的堆積，孕育了世界上的四大古文明。

人口大量增加之後，難以接受洪水氾濫，因此需要防洪工程，諸如：

1. 山地（包括丘陵地），以茂盛森林涵蓄水分，成為天然水庫。
2. 山溪出口之地，關滯洪池，蓄水兼攔截流木、泥沙。
3. 河川中游，建水庫，蓄大量（數億立方公尺至數百億立方公尺）之水。
4. 河川下游，可效法大禹的「疏洪」。參見孟子卷五滕文公上：「禹疏九河...而注諸海」將華北洪水排放各海域。
5. 堤防（包括防洪牆）、水庫、分洪（疏洪）道（渠道或隧道）、河道整理、山溪出口的滯洪池、集水區的經營管理、等等。
6. 城鎮之中則需多留透水鋪面，讓地表漫流水滲入地下。

水庫工程防災

水庫，具灌溉、發電、防洪、公共給水、觀光、等等功能。

長江三峽水庫，以其 390 億立方公尺的庫容，在水庫上游發生豪雨而經由「洪水演算」得知有大洪水逼近之前，先將庫水排放 200 億立方公尺，讓水庫發揮蓄水功能，可以防衛百年一遇的洪水。但超過百年一遇的洪水，只能炸掉部分堤防，讓人口密度比較小或比較不重要的地區（例如湖南農業區）淹水，保護湖北重工業中心。長江三峽水庫，在防洪功能之外，還有水力發電（減少燃燒化石能源）、航運、灌溉、觀光、養殖、等等功能。

在主河道建設大型水庫，若無有效的排沙道而淤積大量泥沙，水庫下游河道泥沙供應不足，河床及堤防基礎被來自水庫或豪雨之強烈河水沖刷，會發生橋樑基礎（橋墩）及堤防基礎的破壞之災。甚至於發生海水入侵、海岸線後退、或海水倒灌的災害。

離漕水庫（例如烏山頭水庫，圖 17）、地下水庫（例如澎湖地下水庫）、地下存水空間（例如日本東京防災地下存水空間），可避免主河道水庫淤積泥沙之災。

山區森林涵蓄水份，就是最好的天然水庫。



圖 17 烏山頭水庫水域局部及土壩（洪如江攝）

天然水庫防洪

每一棵大樹能夠在豪雨之時涵蓄約 1.5 噸的水，在乾旱之時緩緩釋放出來。因為，森林就是最大的水庫，一種「天然水庫」。

但森林不可能在短期內製造出來，因此，山區原始森林的保護極為重要。在台灣，所謂保護，最好的辦法就是避免人力的介入。自然演化或從裸露坡地復育出來的森林，最有機會演化出複層植生的雜木林。所謂複層植生，係指喬木、灌木、草、落葉、與腐質土，皆已充分發育成熟的植生體系，其水土保持的能力最為堅強。所謂雜木林，是由物競天擇的競爭而勝出的最佳林木社會。

在台灣，所謂造林，由政府機關造林，多以經濟造林為考量，常造出單一樹種的針葉樹林，難以發展出理想的複層植生，也不健康。至於契約造林，由民間林農造林，常見砍大樹種小樹，甚至於種淺根性經濟作物，或竟然種果樹、茶樹、或蔬菜。

台灣如果需要經濟造林，應該利用廢耕的邊際土地。其中，台糖公司就有許多古蔗園土地。民間廢耕的土地也不少。台灣的山地，絕大部分沒有經濟造林的條件。

分洪（疏洪）工程防災

集中分洪之例

5 千年前大禹治水（可能是在華北），以疏洪為主。現代台灣的員山仔分洪道與二重疏洪道也是疏洪之例。

今基隆河誕生之前，其洪水經由南端源頭向北流入海域。後因其下游平地隆起為丘陵地，洪水轉向西冲刷出由東向西的河道，誕生今天所見的基隆河主河道。

今基隆河多次大洪水氾濫成災，皆因暴雨中心在今基隆河上游南端的山區。

員山仔分洪（疏洪）道工程完工之後，來自基隆河上游南端源頭山區暴雨中心的洪水，直接向北經員山仔分洪（疏洪）道流入海域（圖 18 和圖 19）。上游的洪水不必先流經台北盆地再進入淡水河出海。

員山仔分洪（疏洪）道工程功效很好，基隆河堤防及防洪牆不必加高，讓沿岸居民有比較大的機會去接近自然水域。

二重疏洪道（明渠）：由台北盆地上游開始，開挖一條大渠道，將淡水河部分洪水分流至台北盆地下游。

洪氾區分洪

在大洪水侵襲之時，允許部分土地（稱洪氾區）淹水。但不少洪氾區，先被默許建違章建築，再就地合法，然後要求保護（例如建堤）。

中央研究院，寧願在大洪水侵襲之時局部淹水，也不願意建設高堤防；但已經做好因應措施：地下室及一樓不放置電機設施及文書。



圖 18 員山仔分洪道在基隆河上游的入口（孫荔珍攝）



圖 19 員山仔分洪道出海口（孫荔珍攝）

防潮閘工程防災

許多河川，當集水區持續豪雨而有山洪暴發之時，常巧遇漲潮與海水倒灌河川下游段。而河川下游段兩岸多為人口密集的城市所在之地。

流經倫敦的泰晤士河，曾經發生暴潮而致倫敦淹水；經構建防潮閘（圖 20 和圖 21）加以保護，未再發生淹水之災。

荷蘭鹿特丹，曾經因暴潮而淹水，建防潮閘（圖 22 和圖 23）之後，不再淹水。



圖 20 英國泰晤士河防潮閘 (Thames Barrier) 全景 (洪如江攝)



圖 21 船隻通過泰晤士河防潮閘局部近景 (Thames Barrier) (洪如江攝)



圖 22 荷蘭鹿特丹防潮閘 (洪如江攝)



圖 23 荷蘭鹿特丹防潮閘 (洪如江攝)

堤防工程防災

黃河，自孟津以西的廣大平原，在建造堤防之前，原可容納來自黃土高原的大量泥沙；但自築堤之後，大量泥沙淤積河道之中，河道竟高於兩岸陸地，堤防必須一再加高加大。古中華文明（尤其指夏、商二朝）發源於黃河大三角洲，但黃河的洪水災害幾乎每年都有。自漢朝初年至 1938 年（民國 27 年）的兩千年間，黃河決口多達 1,500 多次，較大改道 26 次。1887 年（清光緒 13 年），黃河決口，200 多萬人遇難。

商亡（1111BC）之後，長久而強盛的朝代，國都多不選在黃河三角洲之中，例如：

- 西周（1111BC ~ 770BC）都於鎬（今之陝西東南角）；歷時約 340 年。
- 漢朝（202BC ~ 8AD）都於長安（西安），歷時約 200 年。
- 唐朝都於長安（618 ~ 907），歷時約 290 年。
- 元、明、清三代（西元 1279 至 1911）都於北京，歷時約 600 年。
- 南宋（1126 ~ 1279）都於臨安（今之杭州），歷時約 150 年，依靠江南的農業、沿廣州、北江、贛江、長江一線對外的貿易，尚能維持偏安之局至被元朝滅亡為止。

現代，因分洪（疏洪）工程、防潮閘工程、水庫蓄水工程、以及洪水演算精確度的提高，在許多城市的河岸建設堤防，防衛 10 年一遇或 20 年一遇的洪水，效果良好。圖 24 示台北市撫遠街堤防的效果。圖 25 示台北市大直防洪牆的效果。



圖 24 撫遠街堤防的防洪效果（李錫堤教授攝）



圖 25 大直防洪牆的防洪效果（李錫堤教授攝）

土木工程保護古藝術品

拱壩保護古蹟藝術品之例：中國甘肅省武威天梯山大佛寺之前建一拱壩，以免上升的湖水淹沒大佛寺（圖 26 至圖 29）。



圖 26 武威天梯山石窟大佛寺外之護寺拱壩（洪如江攝）



圖 27 武威天梯山石窟大佛寺外之護寺拱壩與以與一尊大佛雕像（洪如江攝）



圖 28 武威天梯山石窟大佛寺 (洪如江攝)



圖 29 武威天梯山石窟大佛寺上部 (洪如江攝)

土木工程與地震災害防救

引言

地震，尚難預測，發生之快，受難者不及反應；因此，大地震所引發的災害，其震撼性居各種災害之首。在人類幾千年歷史之中，重大地震災害，常造成改朝換代，或竟造成一個文明的衰亡。希臘及愛琴海的許多古文明神廟與宮殿，因地震而成廢墟；也常因強敵乘地震之災入侵而滅亡，例如邁諾安古文明 (Minoans)。

地震，自然現象之一，不可能阻止其發生，也尚難預測。而且，一旦發生，常常可以用「一發不可收拾」來形容其慘狀。目前，我們所能做的是：疏減 (英文動詞為 *mitigate*，名詞為 *mitigation*) 或減輕地震所能引發的災害。

地震相關災害的防衛，筆者建議下列層次：

- (1) 增進對自然環境 (尤其指地形、地質、板塊運動、活動斷層、地震、等等) 的了解與防災科技的研發。
- (2) 依自然環境特性及防災科技的能力，妥善規劃國土保育與利用。
- (3) 建立工程作業 (operations, 規劃、設計、施工、使用、維護、復育) 的法規與制度。在法規方面，例如土木工程法 (尚缺)、營造法、工程規則、工程規範 (工址調查規範、設計規範、施工規範、維修規範)、等等。在制度方面，例如技師的教育、考試、

進修、考核、等等，各種工程作業的審查。

- (4) 慎選工址或工程路線：避開活斷層；避開地震可能引起落石或坍方之地，例如峭壁、懸崖、或斷層崖；避開地震可能引起土壤液化之地。如確實難以避免，必須從事地盤改良；明辨工址或工程路線的優劣，在安全與經濟之間求得平衡。
- (5) 提昇人造環境的耐震能力：尤其指安全的生活場所 (例如住宅、學校、醫院、車站、等等)，多迴路的維生線 (例如自來水、電力、瓦斯、等等)，堅固耐久的基本工程 (Infrastructures, 許多人譯為基礎建設，例如公路、鐵路、機場、海港、防災工程、等等) 的耐震能力。

上列 (4)，主要屬大地工程的範疇；上列 (5)，主要屬結構工程的範疇。

筆者所認識的一些外國工程專家學者，一致認為：許多國家的地震規模與震度小於台灣者，但地震災害卻遠大於台灣者。究其原因，主要在於那些國家沒有像台灣有很好的工程設計規範。台灣的規範，並非完美，但規規矩矩照規範作業的工程，發生重大災害的機會極低；921 地震 (民國 88 年 9 月 21 日) 之後，規範的增修更為積極。

我國關於建築工程設計的審查制度，立意良善。超高樓 (樓高超過 50 公尺者) 建築必須接受結構外審 (獨立審查)。

大地工程與地震災害預防

選址選線與地震災害預防

從防災的觀點而言，選址或選線正確，就是工程成功的一半。許多工程破壞，常因選址或選線錯誤所致。

台灣 921 地震之時，中部台 3 線上的公路橋墩，無一不垮，只因位於車籠埔斷層；石崗壩也是世界上第一座壩工因斷層（車籠埔斷層）錯動而破壞者。因此，任何工程都必須避開活動斷層。普通低層建築，必須距離活動斷層邊緣（因為斷層都有相當寬度）50 公尺或 100 公尺以上；其他重要工程，尤其是核能電廠工程，應辦理動態力學分析，檢驗是否合乎安全距離的要求。

工程基礎與地震災害預防

堅強穩定的工程基礎，使整個工程在地震中有比較高的存活機會。台灣 921 地震之時，豐原中正公

園內與車籠埔斷層交會的房屋幾乎全被震垮或被震歪斜（例如 A 屋，圖 30 和圖 31），但有一棟樓房（B 屋）因為基礎及上部結構特別堅固而安然無恙（圖 30 至圖 32）。中興新村許多建築嚴重損壞，但一個一體成形的剛強性鋼筋混凝土水塔深座落地中，一條地表錯動約一公尺的斷層與水塔交會時居然繞道而過，水塔安然無恙（圖 33）。剛強性的工程結構物（包括一般建築），尤其是上部結構（地表看得見的部分）與下部結構一體成形者，耐震能力甚佳。深埋地下的工程結構物，例如隧道、地下電廠、地下庫房、等等，受地震的影響很小，但其出口易被震損而需要特別加強。

利用打樁的振動，使鬆砂的地盤變得較為緊密，不但降低土壤液化的可能，而且使工程基礎變得更為堅固。



圖 30 九二一地震時，車籠埔斷層交會的房屋，A 屋嚴重歪斜，B 屋因基礎堅強而安然無恙（洪如江攝於豐原市中正公園）



圖 31 九二一地震時，車籠埔斷層交會的房屋，A 屋嚴重歪斜（洪如江攝於豐原市中正公園）



圖 32 九二一地震時，車籠埔斷層交會的房屋，B 屋因基礎堅強而安然無恙（洪如江攝於豐原市中正公園）



圖 33 台灣九二一地震，車籠埔斷層在中興新村與一剛強水塔交會，繞道而過，水塔安然無恙（洪如江攝）

工程結構與地震災害防治

避免共振

工程結構物的自然頻率須遠離地盤的基本頻率，以免發生共振而破壞。

採用穩定的結構型態

儘量採用對稱與（包括圓形）結構型態。避免奇形怪狀或不規則的結構。

台灣與許多落後國家的中小學教室，走廊與教室之間的窗戶寬敞透光，但支撐（短柱）不足以抵抗地震力，再加粗製濫造，在強烈地震之時，大量倒塌。

餘裕承力構件的結構系統

結構系統的承力構件需有餘裕（redundancy），不致於因為一個構件或一個關節的破壞而使整個結構系統崩潰。

隔震結構系統

在強烈地震帶或活動斷層帶的橋梁、醫院、實驗室大樓、或高科技廠房，為避免其上部結構受到過大的震動，會在下部結構與上部結構之間裝置「隔震墊」，以免地盤震動經過基礎或低樓層上傳。台大土木系研究大樓在二樓裝置「隔震墊」（圖 34），增進大樓安全，也兼具研究與教學功能。

採用韌性材料、韌性構件、韌性接頭、與韌性結構

一般而言，精煉鋼是韌性材料；石塊、磚塊、或混凝土，是脆性材料。但若設計或施工不良，精煉鋼的構件與結構，照樣是脆性的。加勁的混凝土，通常稱為鋼筋混凝土，若設計與施工皆屬良好，也可以成為韌性構件與韌性結構。



圖 34 台大土木系新建研究大樓在二樓裝置隔震墊，隔絕經由基礎及一樓上傳的地盤震動（洪如江攝）

任何工程材料、工程構件、接頭、與工程結構，在極端作用力之下，難保不破壞；若採用脆性者，破壞之餘，完全崩潰，甚至於四分五裂，人在其中或其側，除非奇蹟，難有活命機會。若採用韌性者，即使損傷，並不會崩潰（圖 35）；人在其中或其側，除非已經受到重傷，常能找到保命的空間或逃生的通道。

隧道技工與工程師，當隧道嚴重破壞之後，如果支撐系統（專家稱之為支保工）是鋼結構，只要還剩有可以爬進去的空間，或稍為清理障礙物就有進去的空間，就敢直接進去救人或勘災；如果支撐系統是由石塊、磚塊、或混凝土所構成，必須逐步架設臨時支撐系統，並且挖出崩塌碎塊，得到安全的空間，才敢進入。

日本在阪神大地震之後，其重建之橋梁，多改用鋼梁。台灣 921 地震之後，許多高樓與超高樓的推案，常強調採用「鋼骨結構」或「加勁鋼骨結構」（SRC）。

古文明（例如希臘、愛琴海地區）以圬工（砌石、砌磚或夯土）建造的工程（神廟、宮殿、拱橋、等等），在強烈地震作用下，多已崩塌。



圖 35 在極端的災害作用下，韌性材料所建造的韌性結構會損傷，但不會崩潰（陳生金教授提供）

貧窮國家，即使在 20 與 21 世紀交替之際，還住土磚房屋，不耐地震。

重視結構細節

921 地震以前的台灣，以及許多落後國家，許多鋼筋混凝土建造的房屋，其箍筋量體不足或彎鉤角度不足；地震時，結構柱子的箍筋鬆脫，主筋張開，混凝土爆裂，造成整棟房屋的崩塌。

圖 36 示台大土木系尹衍樑教授專利技術所製作的螺旋箍筋將主筋嚴密圍束保護，克服上述缺失。圖 37 示鋼筋混凝土構件（梁或柱）中堅強的鋼筋組構。



← 圖 36 鋼筋混凝土柱的螺旋箍筋將主筋嚴密圍束，在強烈地震時今固若金湯，尹衍樑教授發明（洪如江攝）



圖 37 鋼筋混凝土構件（柱或梁）中的鋼筋組構（洪如江攝）

土木工程工業化與高科技化

台大土木系教授尹衍樑博士，利用自行研發的幾十項專利技術，將土木工程推向高科技化與工業化；許多梁、柱、等等構件，在嚴密控制下的工廠中，製造及保養，品質齊一。完成的梁、柱、等等構件，運往現場組裝，達到高科技產業所要求的「速度」、「品質」、與極高的「良率」。如此建造的工程，在正常使用之中，安全可期；在極端的地震力作用下，存活機率也高。

強烈地震災害的救援（以台灣 921 地震為例）

民國 88 年 9 月 21 日凌晨 1 點 47 分，台灣發生強烈地震（通稱 921 地震，地震規模 7.6），2,505 人遇難（含失蹤 52 人），11,305 人受傷。房屋全半倒各約五萬戶。中小學校舍受損 1,546 所，全倒 293 所。參考黃榮村（民國 98 年）。圖 38 及圖 39 分別例示台中霧峰光復國中校舍建築倒塌的情況及近照。圖 40 及圖 41 示樓房倒塌之例。

921 地震時，樓房高度 50 公尺以上者（通過結構外審）無一倒塌。倒塌之樓房高度多集中在 49.5 公尺左右，因為逃避結構外審。

民國 88 年 921 地震災後的校舍重建，多能師法不同族群的傳統文化，展現其藝術之美及合乎使用的功能。潭南國小重建之校舍，展現台灣原住民布農族傳統藝術之美。西寶國小重建之校舍，展現太魯閣族



圖 38 台中霧峰光復國中校舍建築於九二一地震時倒塌的情況（洪如江攝）



圖 39 台中霧峰光復國中校舍建築於九二一地震時倒塌的局部（洪如江攝）



圖 40 台灣九二一地震，樓房倒塌之例
(歐陽一先生攝)



圖 41 台灣九二一地震，樓房倒塌近照 (歐陽一先生攝)

傳統藝術之美。至誠國小重建之校舍，展現閩南式三合院佈局的傳統之美。參見洪如江（民國 107 年 4 月）土木工程與文化（二）土木工程之美，土木水利 45 卷 2 期之圖 37 至圖 42。

類似台灣 921 地震發生許多嚴重房屋建築災害之後，必定有許多國家主動派遣城市救難隊協助救人（也兼操練）。以台灣 921 地震為例，當天傍晚，日本及美國的城市救難隊就已經到達台灣，歐洲國家的城市救難隊，第二天開始陸續到達。

值得一提的是：台灣 921 地震發生後 102 秒，中央氣象局地震測報系統就已經公開發佈，提供震央位置（location）、震源深度（depth）、地震規模（magnitude 7.6）、全島各地的震度圖（shaking intensity map），方便救災指揮中心調動救災部隊趕往震度最大的地區搶救，備受各國讚譽。

美國地質調查所（U.S. Geological Survey）地球物理學家（geophysicist）兼國家地震資訊中心（National Earthquake Information Service, NEIC）主任 MR. Waverly Person 在美國眾院（U.S. House of Representatives）科學基礎研究委員會（Subcommittee on Basic Research Committee on Science）陳述（statement）時說明：他的 NEIC 需要 3 小時才做出台灣 102 秒所能夠製作出的測報。因此，築城防衛不只靠硬體工程結構。妥善的工址調查、規劃、設計、施工、監造、驗收、妥善使用、監測，迅速且正確的災情測報、救災、災民安置，都很重要。

避難場所的預備

天災、地變、與人禍，首須預作防救的準備。重大災難發生之時，必有許多災民需要安置。先進國家，常有防災公園，寬廣的空地，水池，與救災物資（包括藥品、礦泉水、口糧、毛毯、帳篷、照明設備、等等）倉庫。每一社區的學校，建於較高的地點，避免洪水或海嘯的侵襲，避免坍方危害之地，結構必須特別安全，即使整個社區建築都已經毀壞，社區學校還必須可以用作災民收容所。

日本北海道奧尻島在強烈地震（1993 年 7 月 12 日， $M = 7.8$ ）之後，緊跟着又受到海嘯侵襲，好幾個社區受災嚴重。其中，青苗社區再因漁船被海嘯推上陸地，衝撞民宅而引發大火災，燒毀 300 多戶，僅 50 戶由消防隊拆除部分房屋為防火巷而得以保存。所幸其「青苗中學校」地勢較高，未受海嘯侵襲，且校舍結構堅強而安然無恙。筆者等前往勘災時，收容災民達 460 多戶（大多安置在其體育館中），並啟用醫療室、廚房、衛浴室、理容室、女士更衣室、郵局、電訊、貸款服務、儲物間、會義室、及各機構之辦公室，由「日赤」（日本紅十字會）主導。參考圖 42 至圖 46、洪如江與陳亮全（2005/02）。



圖 42 日本北海道奧尻島青苗社區受地震、海嘯及火災，幾乎全毀，但其青苗中學校安然無恙（洪如江攝）



圖 43 奧尻島青苗中學校體育館災民臨時住所之一角（洪如江攝）



圖 44 青苗中學校成為青苗社區的最後避難所，日本北海道奧尻島（洪如江攝）



圖 45 青苗中學校保健室成為災民收容所的診療所，日本北海道奧尻島（洪如江攝）



圖 46 青苗中學校保健室成為災民收容所的診療所，日本北海道奧尻島（洪如江攝）

土木工程防災之道，代結論

引言

災害預防重於災害治療，早就已經是眾所周知的公理。

災害預防，所有的人都有責任，土木工程界也有很大的責任，但是政府官吏與政府機器掌握了最大的資源與公權力，責任尤其重大。公權力在國土保育的行使，在先進國家已經不是問題，但在台灣反而是最大的問題，參見本文第 55 頁「國土過度開發及超限利用之災」。

道法自然

土木工程，從點（獨立結構）、線（例如一條道路）、面（二度空間，例如道路網絡、灌溉渠道網絡）、立體（三度空間，例如發電廠、捷運系統）、到四度空間（隨時間而成長的有生命土木工程），都佔用大範圍的自然空間（包括陸地、水域、空域）。中國幾千年傳統，大興土木之前，必有動土祭典，以資慎重。

老子道德經二十五章「人法地，地法天，天法道，道法自然」這一段文字，最受工程及建築界注意的是道法自然：了解自然、向自然學習、追求與自然和諧。

就土木工程而言，許多工程災情，是由於選址不當或選線不當。因此應該強調「人法地」（人遵循地球或大地的法則）。對板塊運動（Plate Tectonics）、斷

層系統、地形和地質的靜態現象及動態演化，從事調查、研究，應用於工程規劃、設計、施工、使用、復育。參考洪如江（2006）**天、地、人與大地工程**。

土木工程材料的創新

土木工程在目前使用最多的材料是鋼鐵、木材、水泥、塑膠、土、石。鋼鐵與水泥原料開採及煉製，耗費大量能源，傷害自然環境。筆者寄望於下一代的土木工程材料：**奈米材料**。讓我們先看自然界奈米材料給我們的啟示（道法自然）：

- 荷花葉片的表面，是一種奈米材料，其孔隙遠小灰塵顆粒的規模，所以不受灰塵的污染，也不受水分子的附著。這是清水混凝土追求的目標。
- 蝴蝶翅膀，是一種奈米材料，近乎透明，自然豔麗。新世紀工程材料的目標：奈米級纖維玻璃所構築的彩色水晶宮？
- 青蜓翅膀，材料是奈米級；但在結構上，剛柔並濟，使得飛行時的振動處於最有利於青蜓的狀態。對土木工程結構的動力學設計，具啟示作用。

玻璃的原料，矽砂與砂土，是地球表面最豐富的物質，製成奈米級的**玻璃纖維材料**，量輕，強度與韌性可比鋼鐵，工作性應比鋼鐵更好。但目前尚缺乏積極的研究，更談不上大量生產。

護土養木防災

護土防災

美國西北部 Oregon Siskiyou NF Klamath 山脈 1556 至 1976 年現場的觀察與研究指出：自然森林，發生坍方的數量或體積設為 1；砍伐森林，其所引發的坍方數量或體積約為 10；開路上山，其所引發的坍方數量或體積約為 100。參見洪如江（民國 108 年 2 月）「土木工程與環境」。

義大利通奧地利的交通運輸山路，多僅有 1 車道或 1.5 車道；但定距離建設避車道或休息區（提供停車場、自來水、休息用座椅）。至於山區一天行程的遊覽區，只有步道。瑞士，多以纜車、三軌電力登山火車、棧橋及隧道，供山區交通運輸之需。參見洪如江（民國 108 年 2 月）「土木工程與環境」一文。

養木防災

人類首當其衝的危險為**氣候變遷**（Climate Change）。氣候變遷將引發多種災害的威脅、傷害。參見本文第 55 頁「**城市黑洞效應之災**」。

林樹，在暴雨侵襲之時，雨滴的力量，經過樹葉、樹枝及落葉及草地多層次化解，已經衰弱，不至於沖洗表土。縱深很大的森林，甚至於可以擋住土石流的前鋒部隊（巨石群，圖 47），讓水及細土通過，消滅土石流。

每一棵大樹能夠在豪雨之時涵蓄 1.5 噸的水（成為地下水庫的一部分），在乾旱之時釋放出來。樹林不可能在短期內長出來，因此，山區森林的保護極為重要。

綠色植物，具**排放新鮮氧氣、吸收二氧化碳、調節微氣候**、等等功能。

從本文第 55 頁的**城市公共綠地百分比（%）與因空氣污染而死亡人數對照表**可知：城市公共綠地百分比較低者，因空氣污染而死亡人數較多。

四度空間的土木工程

（動、植物可以是土木工程的部份或全部）

借動、植物之助，發展出**有生命、隨時間而增強**（至少，是**長壽**）的土木工程結構物或系統，成為「**四度空間**」的土木工程。

宋代蔡襄（西曆 1012 ~ 1067）在泉州建洛陽橋（西曆 1053 ~ 1059）。當時並無深橋基技術，蔡襄令船夫收集帶殼牡蠣混合花崗石塊，堆積橋墩周圍。牡蠣帶殼隨時間成長，將石塊膠固。進一步閱讀，參考：『**宋史蔡襄傳**』：「種蠣於礎以為固」；『**福建通誌**』：「會蔡襄守郡，



圖 47 土石流被縱深很大的森林擋住了，林木及樹根雖然被土石流剝皮，卻依然屹立不倒（洪如江攝於台大溪頭實驗林）



圖 48 在鐵線腐爛之前，藤類植物接力保護（洪如江攝）



圖 49 彰化海邊的磊石矮牆，以藤類植物網捆綁之，越久越強（洪如江攝）



圖 50 崩塌之路坡以植物修復保護之（台三線公路）（洪如江攝）



圖 51 美國加州桔郡的一條渠道，以植物護岸為主（洪如江攝）

踵而成之，以蟻房散置石基，益膠固焉。」；明『**王慎中記**』記萬安橋：「址石所壘，蟻輒封之。」；茅以昇主編（民國 83 年）『**中國古橋技術史**』（明文書局出版，台北市）。這是借動物之助，膠固橋基的著名案例。

圖 48 示蛇籠在鐵線腐爛之前，藤類植物接力保護。圖 49 示彰化海邊的磊石矮牆，以藤類植物網捆綁之，越久越強。圖 50 示崩塌之路坡以植物修復保護之（台三線公路）。圖 51 示美國加州桔郡的一條渠道，以植物護岸為主。

誌謝


感謝台灣科技大學營建系陳生金教授提供高韌性鋼骨梁柱接頭資料（圖 35）。

感謝台大土木系尹衍樑教授展示專利技術所製作的螺旋箍筋將主筋嚴密圍束的模型，供拍攝照片（圖 36 和圖 37）。

感謝歐陽一先生提供台灣九二一地震，樓房倒塌照片檔（圖 40 和圖 41）。

建議參考文獻

1. 邱建國（民國 94 年 2 月），「南亞大地震與海嘯」，*土木水利雙月刊*，32.1。
2. 美國地質調查所，<http://www.usgs.gov/>。
3. 日本氣象廳，<http://www.jma.go.jp/>。

4. 洪如江（民國 106 年 12 月）「土木工程與自然」，*土木水利雙月刊*，44.6。
5. 洪如江（民國 108 年 2 月）「土木工程與環境」，*土木水利雙月刊*，46.1。
6. *National Geographic*（2016）看見齊柏林。
7. 齊柏林（民國 102 年）*我的心 我的眼 看見台灣*，圓神出版，齊柏林空拍，劉克襄文字。
8. 台灣阿布出品**鳥目台灣**。
9. Mayor of London (2012), *World Cities Culture Report*.
10. Lelieveld, *et al.* (2015), "The contribution of outdoor air pollution sources to premature mortality on a global scale," *Nature* **525**, 367-371.
11. Mayor of London (2019), World Cities Culture Forum.
12. Ting-Chun Lai, *et al.* (2017), Burden of disease attributable to ambient fine particulate matter exposure in Taiwan, *Journal of the Formosan Medical Association*, Vol. 116, Issue 1.
13. 洪如江（民國 107 年 4 月）土木工程與文化（二）土木工程之美，*土木水利雙月刊*，45.2。
14. Pannell, 1964, *An Illustrated History of Civil Engineering: V. Water Supply & Public Health*, Thames and Hudson, London.
15. **孟子卷五滕文公上**
16. 洪如江與陳亮全（2005/02），「1993 年 7 月 12 日之日本北海道西南方地震海嘯事件的回顧與檢討」，*土木水利雙月刊*，32.1。
17. 洪如江（民國 95 年 8 月），*天、地、人與大地工程*，財團法人台灣省大地工程技師公會與財團法人台北市大地工程技師公會發行。
18. **宋史蔡襄傳**。
19. **福建通誌**。
20. **王慎中記**。
21. 茅以昇主編（民國 83 年）『**中國古橋技術史**』（明文書局出版，台北市）。
22. 黃榮村（民國 98 年），**台灣 921 大地震的集體記憶**，印刻出版。
23. Mayor of London (2012), *World Cities Culture Report*.
24. Wikipedia, *The Free Encyclopedia: Cholera*. 



台灣智慧綠建築趨勢

專輯序言

專輯客座主編 賴啟銘／國立成功大學土木工程系 特聘教授

編輯助理 江逸章／國立成功大學能源科技與策略研究中心 助理研究員

大數據、AI、Robot、演算法、Deep Learning、IoT、Sensor …，這些名詞無論熟悉與否，似乎每天都或多或少都會耳聞。現實中，「智慧」早已充斥在你我的生活中；其中，手機就是最顯著的例子。或許我們無法完全瞭解手機中所提供的功能或其所衍伸出的服務技術如何堆疊成形，但這些「智慧」確已影響著我們生活的每一天。

不可諱言，土木建築產業之於新科技的應用，往往落後市場技術 10 年以上的時間，甚至有些抗拒。而根據發展經濟學理論，公共投資有助於整體經濟的成長。由國際發展趨勢，乃至國內公共投資建設皆顯示，透過公共投資的挹注，帶動相關產業投資或消費，同時引導產業的發展，已成為支持國家經濟持續成長的動力。根據世界經濟論壇（World Economic Forum）的「2016～2017 年全球競爭力報告」，台灣在「基礎建設」項目的分數比新加坡、香港、南韓低，因此須針對「基礎建設」擴大政府投資。再，根據國內研究，公共投資對於產業發展是具有正向的影響性，這也驗證 Paul Rosenstein-Rodan 所提出的大力推動理論，政府必須先於產業之發展而予以投資固定資本，促使產業達到提升產值的經濟效益；且經濟性公共資本與社會性公共資本

的比較方面，社會性公共資本對於產業的挹注效果比較大（李怡璇，2004）。

台灣近年公共投資（包含政府投資及公營事業投資）呈負成長，需擴大公共投資以帶動民間投資與創新，因此，政府著手推動「前瞻基礎建設計畫」，積極規劃擴大全面性基礎建設投資，目標在於打造未來 30 年國家發展需要的基礎建設。就經濟成長面，則希望透過凱因斯等經濟學家所論述之「乘數效果（經濟效果、所得效果及就業效果）」帶動的經濟表現，達到 GDP 正成長。依據主計總處估算，4 年投入 4,200 億元實質 GDP 可增加 4,705 億元，名目 GDP 可增加 5,065 億元，實質 GDP 貢獻平均每年增加 0.1 個百分點（行政院主計處，2017）。細看各項國家層級透過公共投資挹注經濟成長之舉措，皆由土木建築先行。以「前瞻基礎建設計畫」為例，包含食安建設、軌道建設、數位建設、因應少子化建設、城鄉建設、人才培育建設、水環境建設及綠能建設等八大建設方向。再由各大建設方向之細部執行內容，不難看出實體建設經費之龐大。

再，囿於全球暖化議題發酵，節能減碳潮流已然形成，全世界評估建築產業為最具減碳潛能的產業之一。我國建築主管部門也順應時代推出不同階段之政策推動

方案，推行「綠建築標章」及「智慧建築標章」，同步以政策性推動、輔導、乃至強制規範，期望藉由智慧建築、綠建築之推行，達成降低總體建築碳排放之目標。其中「智慧建築」於 102 年行政院公共工程委員會以工程技字第 10200069460 號函轉請各中央機關及地方政府參照，規定內容如下：「公有新建建築物之總工程建造經費達新臺幣 2 億元以上，自 102 年 7 月 1 日起，建築工程於申報一樓樓版勘驗時，應同時檢附合格級以上候選智慧建築證書，於工程驗收合格並取得合格級以上智慧建築標章後，始得發給結算驗收證明書。」而再合併 101 年起強制推動之綠建築規範，結合成形台灣之「智慧綠建築」。

「智慧建築 (IB, Intelligent Building)」，係配合建築空間與機能，從人員、環境、設備角度整合，將建築物內之防災、電氣、給排水、空調、通訊及輸送等設備系統與空間使用之運轉、維護管理予以自動化，使建築物功能與品質提昇，以達到建築之安全、健康、節能、便利與舒適等目的。功能上強調建築設備與其他相關智慧型工程技術的結合，包括建築自動化系統與技術、建築使用空間、運轉管理制度，以及如何導入高性能建築控制機能，使空調、照明、防災等設備達到安全、省能及環保效果，且能維持良好之室內環境 (溫琇玲，1999)。Professor Clements-Croome 對於智慧建築，則是賦予更深層的定義，所謂：「Intelligent Building 並非全然是高科技建築，它應該是可以隨著使用者的需求而改變的「智慧型」建築，必須是高度永續性的，必須可以提供居室者互動性空間性能，以提升生活效能的」。

自 1992 年起，內政部建築研究所便開始針對「智慧建築標章」著手推動相關系列研究計劃作為準備，由 1992 年之「全台灣地區智慧型建築之調查研究」起，直至 2010 年共歷十四階段，其中 2003 年完成進行「智慧建築標章」評估指標之研訂、制定「智慧建築標章」解說與評估手冊、設立「智慧建築標章」審查委員會正式接受各界「智慧建築標章」之申請。至此我國智慧建築標章已然成型。後續隨著技術不斷翻新，於 2009 年起著手修訂「新版「智慧建築標章」解說與評估手冊，並分別於 2011、2016 年完成不同階段之改版。

傳統土木建築產業，對綠建築相對熟悉，先不論綠建築標章各指標評估項目之良窳，但指標中的話語皆是應用「工程語彙」進行對話，對於土木建築相關從業人員較容易理解；但「智慧建築」中的技術語言，對於土木建築人來說，就像是另一個世界的火星文一般艱澀拗口，難以溝通。但就現實層面，智慧建築、綠建築已受法令強制推動。亦即，公有建築只要工程規模、造價達一定程度以上，就必須通過綠建築及智慧建築標章之評定。此部分僅為中央之要求，以筆者所在之臺南市為例，臺南市低碳自治條例第二十一條更加規範：「本市公有或經本府公告指定地區之新建建築物於申請建造執照時，應符合下列規定：一、非供公眾使用之建築物須為合格級以上之綠建築，公有及供公眾使用之建築物須為銀級以上之綠建築。但經本府指定之低碳示範社區公有建築物須為鑽石級綠建築。二、設置太陽能熱水系統或綠能發電系統。三、採用雨水貯留回收系統。前項之新建建築物，應於開工前取得綠建築候選證書，並於取得使用執照後一年內取得綠建築標章。」除了取得等級提升外，因地方自治之推動，更擴大適用對象。至此，智慧建築已成為除了潮流趨勢外，產業更需要正視及面對之功課。

本期專文透過分層介紹，不以學術論述為取向，而是以最實際的執行經驗，由不同角色扮演分享第一線智慧綠建築的成果。本期專文分別邀請智慧建築標章主管機關內政部建築研究所、高雄市政府分別代表中央及地方政府分享執行重點及成效；財團法人臺灣建築中心代表專責評定機構，介紹標章評定過程及重點；案例分享則以經濟部傳統產業加值中心為標的，加值中心係目前最新，同時通過鑽石級綠建築標章及鑽石級智慧建築標章評定之案例。分別邀請加值中心之設計單位 (張瑪龍陳玉霖聯合建築師事務所)、專業顧問團隊 (耘根設計顧問有限公司、凱鈦智慧綠建築有限公司)、施工營造單位 (達茂營造股份有限公司) 以及使用管理單位 (財團法人金屬工業研究發展中心)，以不同角度切入看待智慧建築所產生之優、缺點及過程分享，更期望土木建築同業，可藉由前人執行經驗，進一步瞭解智慧綠建築在不同角色上之執行關鍵。🏡



從智慧綠建築邁向永續智慧社區

劉俊伸 / 內政部建築研究所 專案研究員

因應全球氣候變遷及資通訊科技進步，我國發展有助於永續發展、環境共生及應用 ICT 技術提升居住環境品質的智慧綠建築，而智慧綠建築之發展，以綠建築相關研究最早，隨後智慧建築、綠建材等亦逐漸發展，並先後完成標章及相關法令的修正，逐步使得智慧綠建築產業成為國內建築產業最重要的一環。

有鑑於此，行政院於 2010 年開始推動「智慧綠建築推動方案」(2010~2015 年)，主要就是希望能於建築物導入綠建築設計及智慧型科技、材料與產品之應用，建構出符合安全、健康、舒適、便利、節能減碳又環保的智慧綠建築。隨後為延續及擴大智慧綠建築成效，於 2016 年又接續推動「永續智慧城市—智慧綠建築與社區推動方案」(2016~2019 年)，期望延續我國 ICT 產業歷經數十年發展所累積的雄厚經驗與實力外，並可進一步帶動智慧綠建築相關產業的轉型升級，加速傳統建築與資通訊產業之轉型發展，實現智慧與環保之新世代建築願景。

全球及我國面對的挑戰

在自然環境方面

由於氣候變遷持續惡化，全球各地區都面臨各種不同程度的災害衝擊，尤其是與氣候有關的大型天然災害，包括風災、水災及極端氣候，不但發生頻率增加且規模及造成的損害也增加。依據聯合國自 1980 至 2017 年的災害統計顯示，全球大型天然災害發生的案例數從 80 年代每年約 300 多件，已經躍升到近 5 年每年約 700 多件 (圖 1)，幾乎是過去的兩倍；而災害規模及造成的損失也大幅提升 (圖 2)。

有鑑於此，世界各國包括聯合國的環境規劃署 (UNEP)、世界經濟論壇 (WEF) 等國際組織及美國、歐盟、日本等國際組織及國家，皆積極倡導環境保護，發展節能減碳的綠建築，期降低對環境的衝擊，除綠建築規劃設計技術外，將 ICT 應用於節能亦為各國認為極具發展潛力的作法，而利用網路提升各項整合服務也是最能有效滿足使用者各種不同需求最有效的方法，因此推動綠建築與結合 ICT 設備、系統之智慧建築，逐漸成為全球建築發展的重點。

在社會環境方面

在社會發展層面，世界各國多面臨 65 歲以上高齡人口數量及比例持續增加，造成工作人力減少、醫療、照護需求增加等問題，所以如何應用網路、雲端、物聯網及智慧科技設備等，提供高齡者需要的醫療、照護、居家及安全服務等，以降低照護人力，並維持高齡者生活品質，是各國目前積極發展應用的重點。

另由於我國人口密度高居全球第二，7 成以上人口集中都市，由於人口過度集中，造成都市土地高度開發，綠地面積偏低，導致都市熱島效應、夏季酷熱現象，夏季瞬間最高用電量屢創新高。依中央氣象局統計，臺灣年平均溫度近百年來上升 1°C 至 1.39°C，為全球暖化速率之 2 倍。另依國家發展委員會推計 (圖 3)，2025 年我國老年人口超過 20.1%，將邁入超高齡 (Super aged Society) 社會，至 2049 年我國的老年人口比例將超過 3 成以上，不僅會造成社會生產力降低，老人照顧的需求亦將同步大幅增加，我國也正面臨自然環境及社會環境的嚴峻挑戰。我國人口結構越趨惡化，高齡人口比率急遽增加。

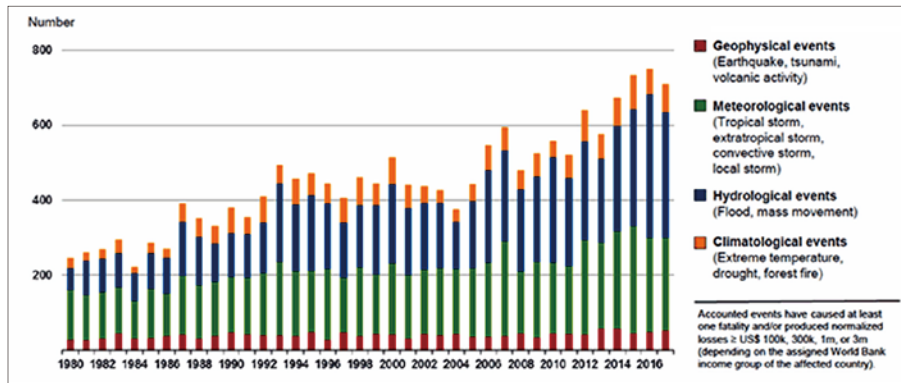


圖 1 全球 1980-2017 大型天然災害發生數統計

資料來源：<https://www.iii.org/graph-archive/96424>

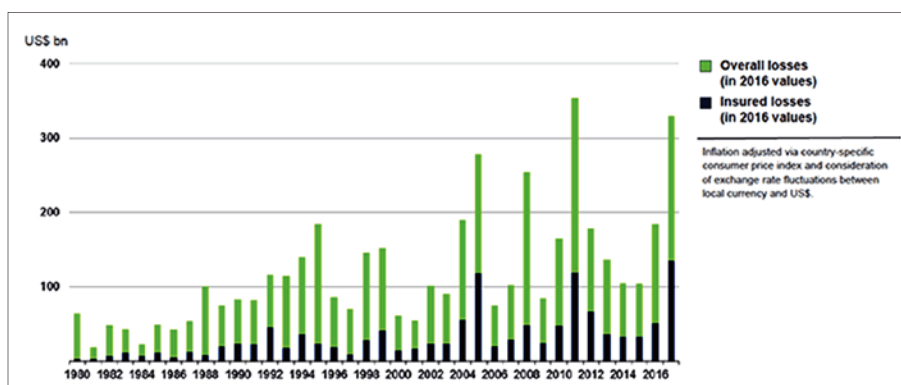


圖 2 全球 1980-2017 大型天然災害發生損失統計

資料來源：<https://www.iii.org/graph-archive/96425>

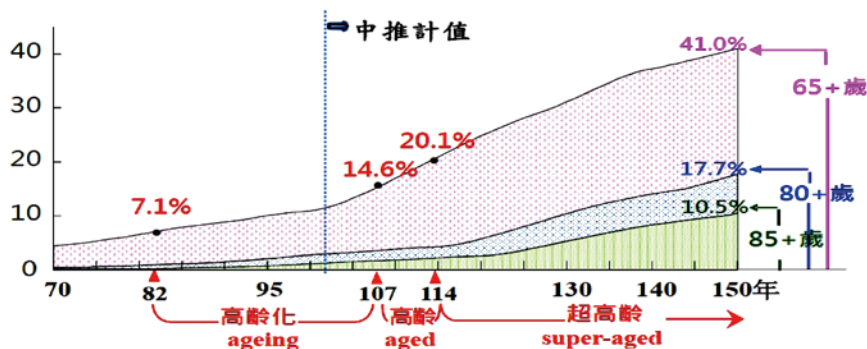


圖 3 我國 65 歲以上人口占總人口比例推估

資料來源：國家發展委員會「中華民國人口推計 103~150 年」

推動智慧綠建築發展

綠建築之發展

為適應全球氣候變遷及高齡少子化所造成自然環境及社會環境變遷之衝擊影響，內政部建築研究所就建築設計規劃等面向提出積極的對應政策。從 1991 年左右，即體認建築開發與使用對生態環境、資源與能源耗用等議題之重要，積極致力於綠建築、綠建材與永續環境技術的研究發展，並在 1999 年底建立綠建築標章評

估制度，為全球第 4 個實施具科學量化的「綠建築評估系統」，也是第 1 個適用於熱帶及亞熱帶的評估系統，並自 2000 年開始推動辦理綠建築標章認可作業。另在 2002 年建立綠建築分類評估體系，包含基本型 (EEWH-BC)、住宿類 (EEWH-RS)、社區類 (EEWH-EC)、舊建築改善類 (EEWH-RN) 及廠房類 (EEWH-GF)，推動以來深獲各界肯定與支持，成效極為顯著，2007 年 7 月 1 日起再增加境外版成為第六類。

綠建築標章制度於 1999 年建立並開始受理申請，採自願鼓勵性質。截至 2018 年 12 月底止，累計核發 7,599 件綠建築標章與候選證書（圖 4），預估每年可省電 18.11 億度，省水 8,592 萬噸（相當於 2.67 座寶二水庫的容量）。若按每度水需耗 1 度電計算（含都市供水、揚水及淨水處理），則兩者合計減少之 CO₂ 排放量約為 102.06 萬噸，其減碳效益約等於 6.85 萬公頃人造林（約等於 2.52 個臺北市面積）所吸收的 CO₂ 量，每年節省之水電費約達 71.99 億元。

智慧建築之發展

另由於我國 ICT 產業在世界具領先之地位，同時又面對能源、高齡人口急遽增加及民眾對對多元服務之需求提高等問題，以智慧建築為基礎，配合數位匯流、雲端運算、智慧生活等發展，以建設「科技化」、「資訊化」、「人性化」又兼顧「永續化」的生活空間與環境，亦成為乃當前重要議題。內政部建築研究所於 1992 年開始進行相關研究，並於 2003 年完成「智慧建築評估系統」，自 2004 年開始推動推動智慧建築標章認可作業，於 2013 年因應世界發展趨勢及科技之演進，並彙整執行智慧建築相關業務的經驗與問題，更新評估系統內容，以使智慧建築之評估得以更加完備，並符合科技之發展趨勢與使用者需求。

智慧建築標章制度於 2004 年建立並開始受理申請，採自願鼓勵性質。截至 2018 年 12 月底止，累計核發 362 件智慧建築標章與候選證書（圖 5）。取得智慧建築標章評定的建築物，具一定之自動感知、分析及回應等功能，可提昇建築物使用階段日常營運管理之資訊交換效率，衍生節約安全防災、能源管理等費用之效果；並因預先設置資訊基礎設備及線路，可減少破壞室內裝修、二次施工所造成之損失等效益。

辦理智慧綠建築推動方案

智慧綠建築影響產業範疇

世界各國均積極發展智慧生活應用相關產業科技，針對能源管理、自動化控制、系統整合、安全監控、居家照護、數位生活等各項需求，進行一連串電子化、資訊化及建築技術的整合創新服務。而推動智慧綠建築發展，正是期望促使建築物本體進行智慧綠建築設計，結合各類先進智慧化產品與服務，進而帶動關聯產業，包括建築部分之創新規劃設計、施工營

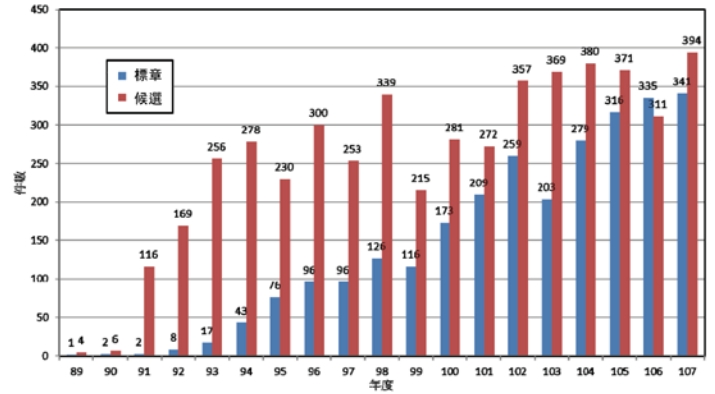


圖 4 綠建築標章與候選證書案件統計圖

(資料來源：內政部建築研究所)

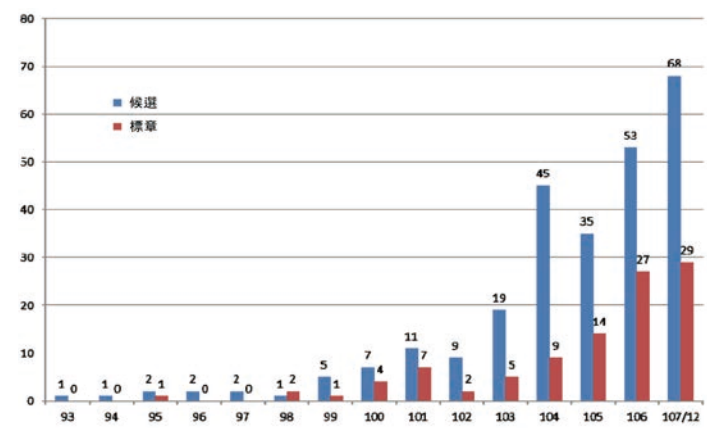


圖 5 智慧建築標章與候選證書案件統計圖

(資料來源：內政部建築研究所)

造、綠建材等及相關智慧化產品與服務之導入，達到綠建築效能升級之目的。整體智慧綠建築關聯產業範疇廣泛（圖 6），可概分為以下 2 種類型：

1. 建築本體相關產業：建築設計、施工營造、綠建材，能源管理設備系統、安全監控設備系統、節能家電設備系統、自動控制設備系統、空調節能設備系統、室內環境品質設備系統、節水設備系統、照明節能設備系統等。
2. 外部服務相關產業：公共服務、資訊通信、物業管理、健康照護、遠距醫療、居家保全、影音娛樂等。

因此，推動智慧綠建築發展所涉及產業相當廣泛，整體產業產值龐大，且除了現有產業的相關產值以外，運用相關智慧科技所衍伸的附加服務商機及產值潛力無限。

智慧綠建築推動成效

由於綠建築主要係以被動的技術手法，追求節能減碳、環境永續發展為主要目標，而智慧建築則希望藉由

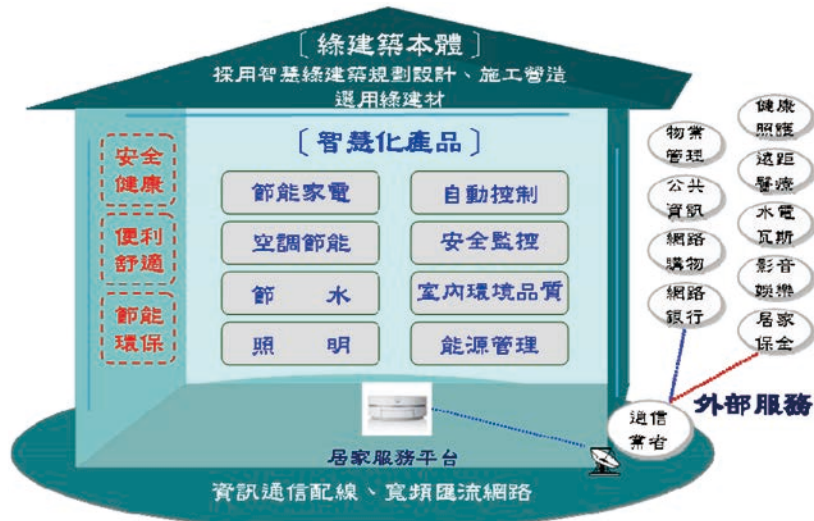


圖 6 智慧綠建築關聯產業範疇示意圖
資料來源：內政部、經濟部「智慧綠建築推動方案」

科技主動感知之設備技術，達到提升生活環境品質並兼顧節能永續的目標，所以行政院於 2000 年核定「智慧綠建築推動方案」（2000～2005 年），期結合綠建築技術與智慧建築科技設備的手法，達到提升居住環境品質、促進節能減碳及帶動產業發展三贏的目標。

而打造「智慧綠建築」，簡單的說就是在建築物規劃設計時，應用綠建築設計與智慧型高科技技術及產品，使其完成後可以提供更安全健康、便利舒適與節能永續的生活環境。經過該方案的實施，已使 ICT 科技逐漸融入建築與生活之中，並進而帶動興建智慧綠建築風氣。經過 6 年相關部會積極推動，「智慧綠建築推動方案」整體執行成效共約促進投資新臺幣 744 億元、帶動產值新臺幣 1 兆 614 億元、減碳達 506 萬噸，及創造 33 萬 7 千個就業機會，對提升我國居住環境品質及帶動相關產業發展具顯著效益。

刻正積極辦理永續智慧城市—智慧綠建築與社區推動方案

智慧城市、物聯網及雲端運算概念興起

近年來，由於氣候變遷持續惡化，全球各地區都面臨各種不同程度的災害衝擊，並且引發嚴重環境生態問題，甚至直接威脅人類的健康與生存，再加上高齡少子化社會發展趨勢，使得城市發展也面臨新的挑戰。因此，世界各先進國家紛紛思考如何運用創新智慧科技技術解決這些課題，於是興起「智慧城市」發展理念。

世界各先進國家如歐盟、美國、日本、韓國等均

積極應用這些日新月異的物聯網與雲端運算等科技於日常生活服務，以居民需求觀點思考城市生活，並從建築本體延伸到社區、城市，透過整合產、官、學、研各界的資源共同合作，打造創新、永續、智慧新城市，進行有效運用及管理城市各項設施，已成為發展全球智慧型都市治理方案的新興模式，同時目前也已經有不少的成功案例。

為因應全球智慧社區與智慧城市全球發展趨勢，政府目前亦積極進行的加速行動寬頻服務及產業發展計畫，將智慧生活應用，推進至構建 4G 智慧寬頻應用城市，促進智慧整合應用發展，因此本方案主要除考量延續智慧綠建築實施成果外，更期進一步推動永續智慧社區實證場域，以建構完善的智慧空間環境，將範圍從建築擴大到社區與城市發展。

永續智慧城市—智慧綠建築與社區推動成效

綜觀各國政府為因應前述發展所面臨之挑戰，紛紛提出智慧建築、綠建築及智慧城市等創新規劃理念與對策議題。為延續並擴大智慧綠建築推動方案相關成果，自 2016 年開始，內政部建築研究所推動新的「永續智慧城市—智慧綠建築與社區推動方案」（2016～2019 年），除延續發展智慧綠建築外，並期望結合當前智慧城市發展趨勢，進一步使得環境持續永續發展，同時提升人民福祉，並為 ICT 產業創造新的出路，朝向智慧生活產業化之目標發展。

目前刻正執行之「永續智慧城市—智慧綠建築與社



圖 7 永續智慧社區實證場域參考運用之智慧化關聯計畫概念圖

資料來源：內政部「永續智慧城市—智慧綠建築與社區推動方案」

區推動方案」(2016 ~ 2019 年)，除了持續推動「智慧綠建築深耕升級」外，為整合相關創新發展機會，推動「永續智慧社區創新實證示範計畫」，藉由不同類型示範場域，以低碳節能為主軸，並考慮實證場域之特性及使用需求，在一個共通平台上，整合智慧能源、水資源、社區管理、社區健康與照護、安全防災、及其他智慧生活等，提供客製化之整合性服務，兼具實驗與示範功能，由「點」逐步擴大成「面」的方式持續推動智慧綠建築之發展。

「永續智慧城市—智慧綠建築與社區推動方案」整體執行成效截至 2018 年 12 月底止，共約促進投資新臺幣 13.25 億元、帶動產值達新臺幣 3,300.52 億元、減碳達 60.66 萬噸，及促進約 30 萬 3 千個就業機會。

結語

內政部建築研究所依據「永續智慧城市—智慧綠建築與社區推動方案」持續推動智慧綠建築與永續智慧社區之發展，期望藉由示範場域的基礎建設、公眾服務系統及公共資訊整合運用與管理等三面向之智慧化和應用整合進一步落實推動發展。並透過新一代的資訊科技技術，例如：人工智慧、物聯網、雲端運算、大數據分析、移動互聯網、智慧型終端等，應用到城市、社區、建築及生活中的各種軟硬體服務，讓民眾藉由使用這些智慧系統，能有更好的工作效率、節約能源及生活品質。

此外，近年來國內外產、官、學、研各界無不思

考如何運用創新智慧科技技術解決城市、社區及建築相關發展及智慧生活相關課題，於是永續智慧城市發展已成為眾所關注的重要議題之一，除了政府積極推動相關政策外，私部門也持續積極投入，從智慧綠建築、智慧家庭聯網、智慧節能節電、大樓自動化系統、企業防災與風險管理等各面向積極投入發展，並研提出從設備、系統到行業的因應解決方案，從單一產品走向多元產品，更拓展至整合型系統及行業客製化方案，顯示國內推動智慧綠建築、社區及城市相關之設計、系統及設備等相關產業不僅商機無限，且產業界已具有高度的整合能力與研發能力，透過公私部門共同攜手，這些相關產業勢必更能蓬勃發展。

期盼未來透過公私部門共同協力除以現行智慧綠建築為發展基礎持續推動外，並藉由持續落實永續智慧社區發展相關政策，進一步建置更安全便利、健康舒適且節能永續的居住環境，逐步由建築擴大到社區、城市等範疇，以落實建設節能永續的智慧新臺灣。

參考文獻

1. 內政部、經濟部，智慧綠建築推動方案，臺北，2010。
2. 內政部，永續智慧城市—智慧綠建築與社區推動方案，臺北，2016。
3. 國家發展委員會，「中華民國人口推計 103 ~ 150 年」，臺北，2014。
4. Number of world natural catastrophes, 1980 ~ 2017. <https://www.iii.org/fact-statistic/facts-statistics-global-catastrophe>
5. World natural catastrophes by overall and insured losses, 1980 ~ 2017. <https://www.iii.org/graph-archive/96425>



高雄 智慧韌性調適設計 與 物聯網科技整合

吳明昌 / 高雄市政府工務局 局長

曾品杰 / 高雄市政府工務局 副處長

陳振誠 / 東方學校財團法人東方設計大學 助理教授兼研發長

台灣高雄市位處「環熱帶圈」，因暖化關係其氣候分區為「亞熱帶氣候」與「熱帶氣候」之分界邊緣，此刻正面臨著「都市熱島與環境暖化」、「高碳排放」、「空氣與環境污染」、「能源與水資源缺乏」、「人口高齡社會」等問題，有鑑於此，高雄市政府積極推動「永續綠建築政策」，在建設宜居生活環境與帶動創新產業發展，積極發展「智慧建築、智慧社區、智慧城市」與「數位物聯網」及「大數據與人工智慧」等新興技術。

高雄市政府在建築管理與宜居城市規劃上，由工務局整合應用，從建築物規劃設計之初，以「減緩」與「調適」兩大方向進行「高雄厝與綠建築」之政策對應，從 2012 年實施「高雄市綠建築自治條例」、2014 年實施首創「高雄市高雄厝設計及鼓勵回饋辦法」，並搭配「建築物設置屋頂綠化及立體綠化」，有效降低都市熱島與調適極端氣候衝擊，更自 2014 年推動「高雄厝智慧生活科技計畫」至 2018 年，在「安全防災」、「綠化綠能」、「水資源管理」、「促進健康關懷」項目上，輔導高雄厝新建建築社區與既有住宅社區，導入「智慧生活科技」與「智慧大數據聯網技術」。透過正推動已建構包括：「智慧防災設施示範場域」（安全）、「智慧社區雲端管理示範場域」（雲端智能）、「智慧防災瓦斯雲社區示範場域」（綠能）、「智慧綠化澆灌社區示範場域」（綠化）、「智慧水錶水保全示範場域」（水資源）及「智慧健康促進與關懷」（長期照顧）等實證場域共 4 大智慧實證社區，驗證「智慧健康全齡福祉建築與物聯網環境設計」成效。

引言與現況說明

台灣高雄市人口達 277 萬人，位處北回歸線以南之亞熱帶氣候區，面積為 2,946 平方公里，地形變化垂直高差可達 3,500 公尺，並擁有港口與灣區的特色條件，不僅具有多樣族群、地貌與在地文化，更有不同的氣候條件（高溫炎熱）、瞬間強降雨、日射量充足等特性。高雄市為高度都市化的城市，人口 80% 以上集中於都市地區生活與工作，鄰近多為重工業區，屬於工業發展都市，建築物數量新建與既有建築物約為 4%（新建建築物）：96%（既有建築物），每年人工地盤設施以 14 萬平方公尺面積量增加，碳排放高雄市二氧化碳年排放量達 9,613 萬噸，相較於世界各主要城

市人均排碳量偏高，造成「都市熱島」、「澇旱交替」與「高碳排放」及「空氣污染」等環境問題，高雄市政府為「減緩」碳排放與「調適」都市化環境，進行「高雄厝與綠建築」之政策對應，從 2012 年實施「高雄市綠建築自治條例」、2014 年實施首創「高雄厝設計及鼓勵回饋辦法」，並搭配「建築物設置屋頂綠化及立體綠化」，有效降低都市熱島與調適極端氣候衝擊。

另一方面，高雄 65 歲以上之高齡人口比例已超過 14%，進入高齡社會，為落實建構高齡友善城市與生態永續宜居城市，因應「長期照顧服務法」積極推動「長照十年計畫 2.0」，並強化建立「社區為基礎」多元照顧體系，實現在地安老、健康生活、全人關懷環



圖 1 因地制宜高雄層智慧全齡韌性設計 (資料來源：高雄市政府工務局，2017)

境，未來更透過「全齡通用設計」及「長期照顧 2.0」等政策工具，以「人本關懷建築」概念，推動全人關懷建築及生活環境實踐，輔導高雄層新建築社區與既有住宅社區，導入「智慧生活科技」與「智慧大數據聯網技術」，建立韌性城市計畫與發展。

都市熱島與高碳排放環境問題嚴重

高雄面臨都市熱島效應問題，2016年07月是有紀錄以來最熱的1個月，經調查研究顯示，高雄夏季日間溫度上升約2.1°C，夜間平均溫度上升約2.3°C，顯示高雄地區夏季已逐步朝向熱帶化現象，而都市熱島問題伴隨「健康」與「耗能」等問題，高溫除影響「高齡老人」影響生理健康外，建築物屋頂與外牆的隔熱不良與蓄熱問題，衝擊室內健康環境，並增加空調耗能及排碳，高雄地區「人均碳排放量」為20.38公噸/人年(2014年)，與全世界平均排放量4.52公噸/人年，高雄平均碳排放為全世界平均值之4.51倍。降雨水資源與綠化不足問題，高雄降雨集中於05月至09月，屬於「滂旱交替」的氣候特性，降雨過度集中於都市地區，造成地表逕流與淹水問題，建築物的大面積人工地盤，綠化面積不足無法有效排水與土壤保水，造成降雨資源無法妥善應用，建築物綠化無有足夠水資源澆灌，維持綠化。

高齡化社會的快速來臨

高雄市人口數為277萬人，人口結構中65歲以上人口佔14.0%，已邁入高齡社會，若以「需照顧族群」(增加兒童、少年及身心障礙者)，其人口佔26.8%，預計2024年高雄邁入20%超高齡社會，此刻正推動長期照顧設施設置，以「里」(891里)為單位大量建置「長期照顧」與「日間照顧」等據點，將既有空間改造成福祉照顧空間，以因應「高齡社會」的問題，另一方面，也建構「公共托嬰中心」來改善幼兒照顧的空間不足問題，高齡與少子化的問題，顯示出「全齡化通用設計環境」的迫切需要。

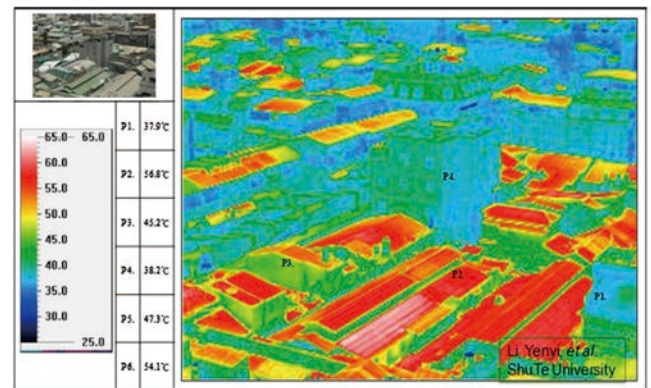


圖 2 都市建築物屋頂加蓋發熱與基地綠化不足問題 (資料來源：高雄市政府工務局，2012)

高雄韌性城市設計 — 建構智慧物聯網調適行動策略

基礎建構與韌性調適：智慧 ICT 基礎設施與建築物綠化韌性調適策略

智慧寬頻與光纖佈網

高雄邁向智慧城市，在智慧基礎設施已建構 3,175 公里寬頻固網佈建，佈纜長度全台灣第一，另外透過法令，將「FTTH 光纖到府、FTTB 光纖到建物」列為「必要設置項目」，一定規模以上之建築物裝設光纖通訊，讓智慧 ICT 資訊成為高雄市基礎建設。

建築物屋頂與立體綠化

高雄市政府工務局率先全國訂定綠建築自治條例中，針對「建築物屋頂與立面陽台」進行「綠化及光電化」的創新改革手法，讓建築物屋頂翻轉有效減緩「高雄都市熱島效應」。以「屋頂綠化」與「3 m 深景觀陽台」打造生態綠化城市、海綿城市與都市垂直森林，高雄市目前建築物屋頂綠化面積已達約 25 萬平方公尺（相當於 39 座標準足球場綠化面積），一年可減少約 5,000 公噸二氧化碳排放量，大面積的綠化植栽可以減緩都市熱島、雨水保水降溫與增進都市生態多樣化，以綠化行動來打造宜居生活環境。



圖 3 智慧寬頻固網佈建基礎建構
(資料來源：高雄市政府工務局，2017)



圖 4 建築物屋頂與立體綠化
(資料來源：高雄市政府工務局，2018)

智慧物聯網行動策略：導入智慧綠化澆灌與降溫節水行動策略

為調適「都市熱島」與「澇旱交替」問題，高雄市打造「生態綠化城市」與「海綿城市」，透過「屋頂綠化」與「立體陽台綠化」方式建構「建築物綠化韌性調適策略」，面對大面積的綠化植栽，需要大量「水資源」與「澆灌維護」植物的生長，如何以「物聯網」導入「智慧綠化澆灌系統」至「建築物綠化」為重要行動策略。透過「智慧澆灌物聯網」與「大數據雲平台」方式，連結「氣象資料」進行綠化澆灌與控制，達成降溫、節水、植物生長等目標。實際案例以一棟「高雄厝社區（112 住戶單元）」之建築物屋頂綠化，導入「智慧綠化澆灌系統」，每棟建築物每年可節省約 72 噸水資源，亟具節水效益。

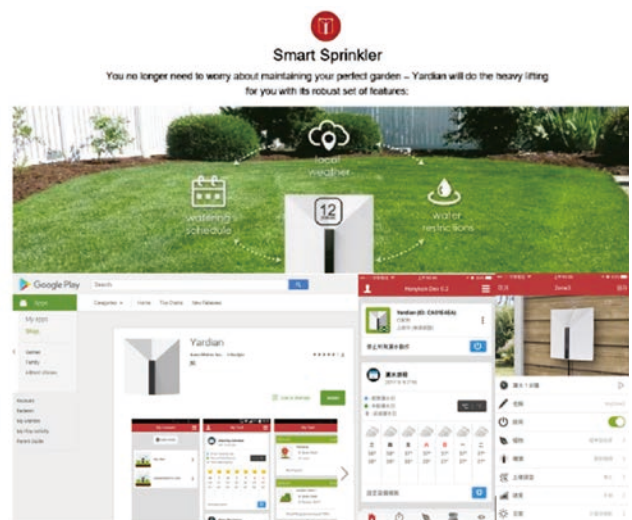


圖 5 導入智慧綠化澆灌與降溫節水行動策略
(資料來源：高雄市政府工務局、福懋建設公司、翼詠科技公司，2017)

智慧物聯網行動策略： 導入智慧防災瓦斯雲安全行動策略

自 2014 年高雄氣爆事件發生後，高雄市政府積極防範與對應，透過「導入智慧防災瓦斯雲安全行動策略」，防止「瓦斯氣爆」災害發生，並可以智慧物聯網與數位瓦斯表整合，監控瓦斯用量與安全，裝設「智慧防災瓦斯雲系統」，於建築物 RF 屋頂、一樓及中繼層裝設通訊主機，藉由微電腦瓦斯表偵測，可以監控與自動遮斷瓦斯，系統並具備「即時資通訊傳輸」，作為「安全監控」之重要設施，住戶每戶節省瓦斯用量約達 4%，節省 1.8 立方公尺瓦斯氣體量，亦可取代人工抄表之人力成本。



圖 6 導入智慧瓦斯雲通訊系統落實智慧防災社區

(資料來源：高雄市政府工務局、福懋建設公司、欣高瓦斯公司、中華電信公司，2017)

智慧物聯網行動策略： 導入智慧水表與水保全監測行動策略

高雄面對「缺水」、「高齡人口」與「獨居老人」居住等複合型問題，與社會局共同合作，針對安置獨居老人居住之「支持型住宅」輔以「智慧物聯網科技-智慧水表與水保全系統」，藉由「每日生活用水量」來監測「獨居老人之生活安全」，以「每日用水量、用水頻率、異常警示、用水監控、節水管理等」，監測獨居老人是否有生活異常，並紀錄生活用水作息，作為異常警示通報照顧人員，未來可有效以 AIoT 方式整合雲端大數據，預防與管理獨居老人生活用水。

智慧物聯網行動策略： 全齡福祉設計與導入智慧健康關懷科技行動策略

高雄面對高齡社會，為落實建構高齡友善城市與通用無礙設計，市政府廣設「長期照顧據點」，以「全齡福祉設計與導入智慧健康關懷科技」導入「社區照顧日托據點」，包括全齡 (Age Free) 通用設計與智慧健康關懷科技，並建構「全齡福祉設計教育中心」培育人才。

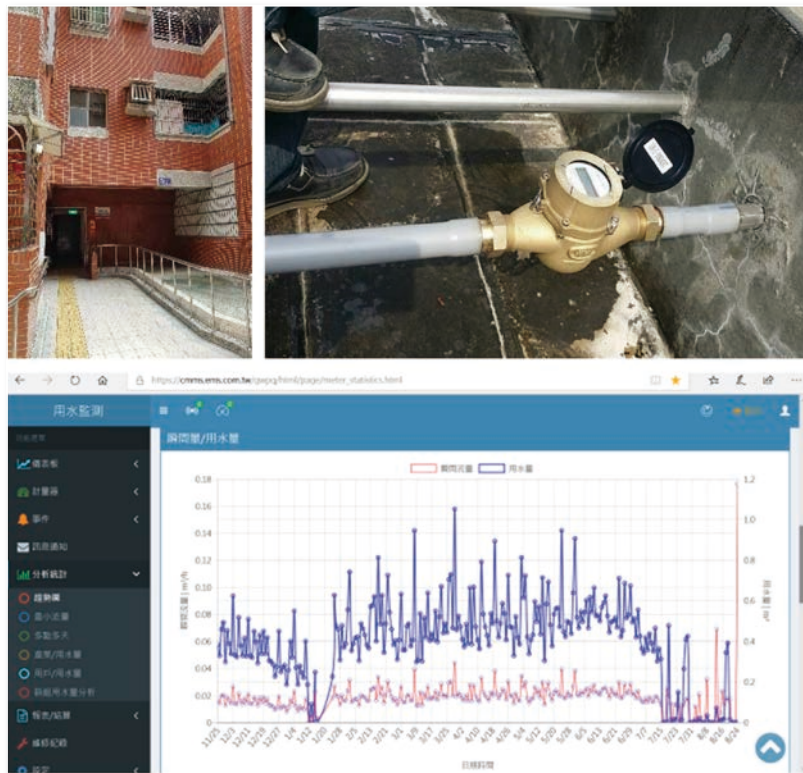


圖 7 支持型住宅導入智慧水表與水保全監測行動策略 (資料來源：高雄市政府工務局、弓銓企業有限公司，2017)



圖 8 全齡福祉設計與導入智慧健康關懷科技
 (資料來源：高雄市政府工務局、福樂多醫療事業有限公司，2017)

結語

高雄未來面對氣候變遷下之減緩與調適，必須學習導入智慧科技強化建築對應之靈活性，配合市政具體推動與執行，尤其是關懷全齡族群生活場域（特別是銀髮長期照顧與幼兒托育場域），作為優先推動「智慧建築與社區」之執行策略，在民眾智慧安全有感與誘導智慧科技產業發展，持續推動智慧生活與建築及社區整合。

智慧科技導入創新應用，解決都市面臨問題

高雄市政府積極推動「永續綠建築政策」，在建設宜居生活環境與帶動創新產業發展，積極發展「智慧建築、智慧社區、智慧城市」與「數位物聯網」及「大數據與人工智慧」等新興技術，導入後創新解決「都市熱島與環境暖化」、「高碳排放」、「空氣與環境污染」、「能源與水資源缺乏」、「人口高齡社會」等問題與需求。

全齡福祉關懷與韌性設計行動策略

高雄市面對快速人口高齡化的問題與少子化托育問題，以產官學研合作方式建立「全齡福祉關懷示範據點」，以此作為跨領域合作環境設計原型，並進一步作為實驗驗證場域，透過「全齡福祉設計教育中心」培育跨界多元專業人才，共同推動「全齡福祉關懷與韌性設計行動策略」。

物聯網與大數據的城市治理分享平台

藉由「智慧科技、物聯網、大數據雲端資料庫」等開放資訊，進一步分享予市政府各部門水平連結使用，以「科學數據」之參考，未來搭配 AI 人工智慧，協助城市治理並建構數據資料分享平台，作為政策擬定與推動參考。



中國土木水利工程學會
 CIVIL AND HYDRAULIC ENGINEERING

一個凝聚產官學土木專業知識的團體

一個土木人務必加入的專業學術團體

一個國際土木組織最認同的代表團體

一個最具歷史且正轉型蛻變中的團體

電話：(02) 2392-6325

傳真：(02) 2396-4260

e-mail: service@ciche.org.tw

歡迎加入學會



<http://www.ciche.org.tw>
 下載入會申請表



智慧建築 評估制度、申請流程 及常見問題

謝秉諤 / 財團法人台灣建築中心 組長

資通信科技 (ICT) 發展已改變了人們的生活方式，加上地球持續的暖化、人口高齡少子化等問題，建築物的功能不再只是提供遮風避雨的居住或活動空間而已，而是具有感知能力的智慧建築來取而代之，將建築與 ICT 技術的融合應用，讓建築物可以主動感知、分析應用，透過設備監控與系統整合的連結，連動設備的最佳化運轉提供有效率的服務，來滿足使用者對於安全健康、舒適便利與節能減碳的使用需求。

智慧建築評估制度

內政部建築研究所為推動國內智慧建築的發展，於 2003 年訂定智慧建築標章制度，提出資訊通信、安全防災、設備節能、健康舒適、綜合佈線、系統整合及設施管理等七大指標作為評估依據，且以鼓勵的性質提供業界自由申請，並以通過四項指標即可取得候選智慧建築證書或智慧建築標章。

因應科技發展趨勢順應生活需求，於 2011 年完成修訂各項評估基準，推出「智慧建築解說與評估手冊 2011 年版」，增加「貼心便利指標」成為八大評估指

標，並將設備節能指標更名為節能管理指標，再將基準區分為基本性、必要性以及鼓勵性，同時與綠建築評估制度同步實施分級認證機制，依智慧化程度分為合格級、銅級、銀級、黃金級以及鑽石級等五種級別。

行政院於 2010 年 12 月核定實施「智慧綠建築推動方案」，其中依公有智慧綠建築實施方針與實施日期之要求，自 102 年 7 月 1 日起公有新建建築物之總工程建造經費達新臺幣 2 億元以上，且建築使用類組符合「公有建築物申請智慧建築標章適用範圍表」規定者，應取得合格級以上候選智慧建築證書與智慧建築

鼓勵	鼓勵	鼓勵	鼓勵	鼓勵	鼓勵	鼓勵	鼓勵
必要	必要	必要	必要	必要	必要	鼓勵	必要
基本	基本	基本	基本	基本	基本		基本
綜合佈線	資訊通信	系統整合	設施管理	安全防災	健康舒適	便利貼心	節能管理
基礎設施指標群				功能選項指標群			

(各項申請指標之基本性基準必須全部通過)

- 1.合格級：四項基礎設施指標 + 一項功能選項指標，均需達一般智慧化 (69~60分)
- 2.銅 級：四項基礎設施指標 + 一項功能選項指標，均需達優質智慧化 (79~70分)
- 3.銀 級：四項基礎設施指標 + 二項功能選項指標，均需達優質智慧化 (79~70分)
- 4.黃金級：四項基礎設施指標 + 三項功能選項指標，均需達卓越智慧化 (100~80分)
- 5.鑽石級：四項基礎設施指標 + 四項功能選項指標，均需達卓越智慧化 (100~80分)

各項指標分級為：□一般智慧化 □優質智慧化 □卓越智慧化

圖 1 智慧建築 2011 年版通過原則

(資料來源：智慧建築解說與評估手冊 2011 年版)

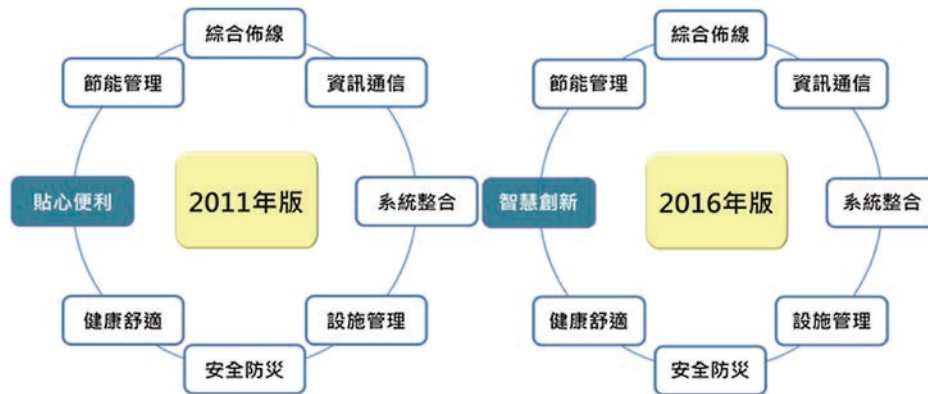


圖 2 智慧建築評估手冊 2016 年版與 2011 年版指標差異

(資料來源：財團法人台灣建築中心，106 年 6 月 22 日智慧建築標章推廣課程簡報)

標章。遂內政部建築研究所為使評估制度更易操作，評估內容更明確且客觀，於 2016 年完成「智慧建築評估手冊 2016 年版」，評估內容仍為八大指標，惟原貼心便利指標併入健康舒適指標，另增加智慧創新指標，分別為綜合佈線、資訊通信、系統整合、設施管理、安全防災、節能管理、健康舒適及智慧創新；評估方式則變更為總分制，各指標中之基本規定為通過之門檻，符合即可取得合格級，銅級以上則依各指標鼓勵項目之合計得分來判定等級。

表 1 智慧建築等級判定表

等級	合格級	銅級	銀級	黃金級	鑽石級
得分	符合各指標所有基本規定之要求	50 分以上 未達 90 分	90 分以上 未達 120 分	120 分以上 未達 140 分	140 分以上

(資料來源：參考智慧建築評估手冊 2016 年版)

評定作業時程

「智慧建築標章申請認可評定及使用作業要點」係為申請人申請評定重要的依循，包含申請人的資格條件、申請時需檢附之文件及申請評定的辦理時間規定等。

上述作業要點定義的「候選智慧建築證書」指已取得建造執照尚未完工之新建建築物，或施工中之特種建築物，經內政部認可符合智慧建築評估指標系統所核發之證書，「智慧建築標章」指已取得使用執照之建築物，經主管建築機關認定為合法房屋或已完工之特種建築物，經本部認可符合智慧建築評估指標系統所核發之標章，又因「智慧建築標章」屬已竣工之建築物，須辦理現勘查核作業，以確認評定申請書圖與現況一致，故評定作業時程較候選智慧建築證書長，而評定期間申請人補正及展延期間不計入評定作業時間。

財團法人台灣建築中心（以下簡稱台灣建築中心）為目前唯一受指定之評定專業機構，受理案件之評定辦理作業係遵上開作業要點規定執行。在作業時程上，受理候選智慧建築證書申請案於 22 日內評定完成，受理智慧建築標章申請案於 50 日內評定完成（申請流程如圖 3、圖 4）。另作業要點另規定申請人之申請案件補正期限，因此申請案件於掛件後，評定作業期間應補正時，須於 30 日內完成，未能於補正期限內完成補正，得檢具文件向台灣建築中心申請展延一次（30 日為限），逾期仍未完成補正，該案件應予以退件，故申請人務必留意案件補正期限，避免發生退件情形。

為管控各申請案件的評定時程，台灣建築中心建置「智慧建築標章評定流程管理系統」，當申請案件完成掛件，申請人即可登入管理系統，查詢申請案件評定進度。

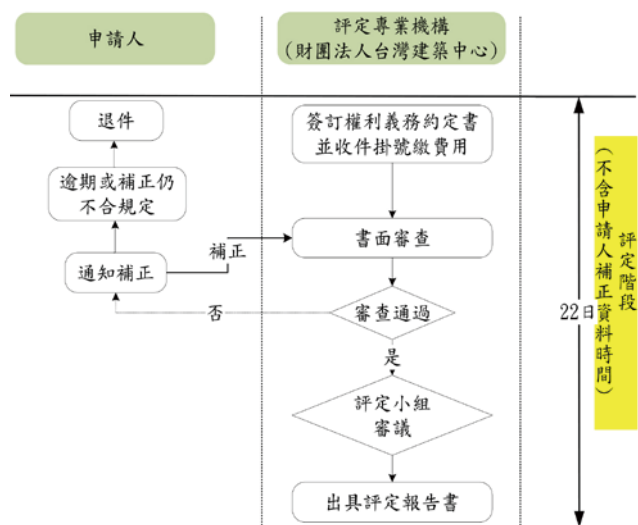


圖 3 候選智慧建築證書申請流程

(資料來源：財團法人台灣建築中心)

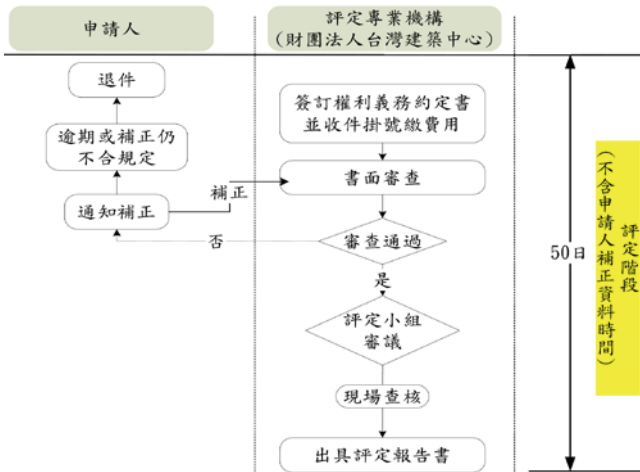


圖 4 智慧建築標章申請流程
(資料來源：財團法人台灣建築中心)

申請評定作業程序

評定作業流程大致可區分為「諮詢階段」及「評定階段」。諮詢階段係為服務申請人於申辦評定需準備文件眾多，常有文件或圖說缺漏之情形，為此，台灣建築中心協助申請人檢核評定申請書圖文件是否齊備，而此階段未納入評定作業時程規範。

評定階段則包含「書面評定」、「評定會議」及「現場查核」等作業程序，因申請標章評定案件應確認檢附書圖與現況一致，故須辦理現場查核，而候選證書案件屬規劃施工階段，故免除現場查核作業，各評定流程如下說明。

文件諮詢

申請人可至台灣建築中心智慧建築標章網頁 (<http://ib.tabc.org.tw/>) 下載評定申請表單，並依範本內容完成諮詢文件一份逕向台灣建築中心進行文件諮詢，由承辦人員協助檢核文件齊備與否，經諮詢備齊文件後則通知申請人可辦理繳費掛件，反之則通知申請人逕行補正。

另外，若申請人對製作智慧建築送評文件、申辦流程等仍有疑慮時，皆能透過台灣建築中心所提供之電話、電子郵件及現場專責人員等多重管道的免費諮詢服務，解決申請人申辦智慧建築的相關問題。

繳費掛件

申請人提送完整申辦所需文件（包含各式切結書、評定報告授權書及權利義務約定書等），經確認文件無誤後將會提供「評定收費通知單」，完成繳費後台灣建築中心將會開立發票並函文通知申請人完成掛件。

書面評定

此階段係將評定申請書圖文件送交台灣建築中心評定小組成員進行評定作業，彙整評定意見後以函文通知申請人補正，申請人應於補正期限內完成，經評定小組成員評定通過，始能提送智慧建築評定會議。前述補正期限係依「智慧建築標章申請認可評定及使用作業要點」規定辦理，申請人於通知函到後 30 日內補正完成，如未能於 30 日內補正完成，得由申請人（執照起造人）於補正期限內檢具說明文件向台灣建築中心申請展延，展延以一次為限，最長不得超過 30 日。

評定會議

完成書面評定後，召集該案評定小組成員進行評定會議，經評定會議評定通過後，候選證書案出具評定書，標章案則安排現場查核。

另外，申請候選證書評定案件，若尚未取得建造執照，仍可依作業要點向台灣建築中心申請評定，但依規定應於台灣建築中心評定通過通知函到三個月內，檢送建造執照至台灣建築中心，並核對無誤後，始能出具評定書。

申請標章評定案件，已完工但尚未取得使用執照，仍可依作業要點向台灣建築中心申請評定，但仍依規定應於評定通過通知函到三個月內，檢送使用執照至台灣建築中心，並核對無誤後，始能出具評定書。

倘若前述建造執照或使用執照，未能於三個月內檢送至台灣建築中心，該申請案件會依規定予以退件。

現場查核

現場查核時間以正式函文通知申請人，申請人及設計人須派員配合進行現場查核，確認評定申請書圖與現況一致，並於查核結束後即說明查核結果。

出具評定書

完成前述評定程序之通過案件，台灣建築中心將出具 2 份評定書，並函文寄予申請人。

申請候選證書或標章申請續用之簡化程序

台灣建築中心為促進已取得智慧建築標章建築物，持續延續智慧建築標章有效期限，簡化申請程序以簡政便民，提昇作業效率。針對已取得候選智慧建築證書之建築物，再次申請候選智慧建築證書續用，經申請人檢附之申請文件（含建造執照、評定申請

書、相關切結書及原認可通過之圖說文件)與原通過候選智慧建築證書評定書內容完全無變更,並經台灣建築中心確認後,完成繳費(費用為一般評定費用的30%),正式受理案件掛號,並即安排評定會議,評定通過後出具評定書。而已取得智慧建築標章之建築物,再次申請智慧建築標章續用,經申請人檢附申請文件(含使用執照、評定申請書、相關切結書及原認可通過之圖說文件),與原通過智慧建築標章評定書內容完全無變更,經台灣建築中心確認後,並完成繳費(僅收取現場查核費用),正式受理案件掛號,並即安排現場查核,經現場查核通過後,出具評定書。

申請認可

申請人檢具認可申請書及申請日前六個月內核發之評定書及繳納規費,向內政部申請候選智慧建築證書或智慧建築標章認可,經認可通過者發給證書。

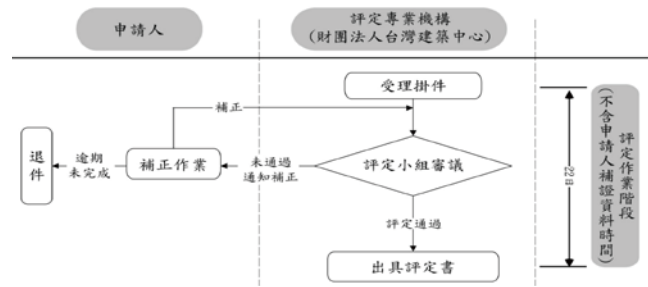


圖 5 候選智慧建築證書申請續用評定作業流程
(資料來源:財團法人台灣建築中心)

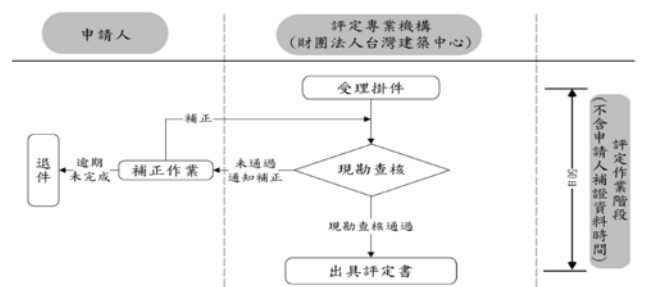


圖 6 智慧建築標章申請續用評定作業流程
(資料來源:財團法人台灣建築中心)

表 2 公有建築物申請智慧建築標章適用範圍表

類別	組別	使用項目舉例
A類	公共集會類	A-1 集會表演 • 戲(劇)院、電影院、演藝場、歌廳、觀覽場等類似場所。 • 觀眾席面積在二百平方公尺以上之下列場所:體育館(場)及設施、音樂廳、文康中心、社教館、集會堂(場)、社區(村里)活動中心等類似場所。
		A-2 運輸場所 • 車站(公路、鐵路、大眾捷運)。 • 候船室、水運客站。 • 航空站、飛機場大廈。
B類	商業類	B-2 商場百貨 • 百貨公司(百貨商場)商場、市場(超級市場、零售市場、攤販集中場)、展覽場(館)、量販店、批發場所(倉儲批發、一般批發、農產品批發)等類似場所。 B-4 旅館 • 觀光旅館(飯店)、國際觀光旅館(飯店)等之客房部。 • 旅社、旅館、賓館等類似場所。
	D類	休閒、文教類
F類	衛生、福利、更生類	F-1 醫療照護 • 設有十床病床以上之下列場所:醫院、療養院等類似場所。 • 樓地板面積在五百平方公尺以上之下列場所:護理之家機構(一般護理之家、精神護理之家)、產後護理機構、屬於老人福利機構之長期照顧機構(長期照顧型)、長期照顧機構(失智照顧型)等類似場所。
G類	辦公、服務類	G-1 金融證券 含營業廳之下列場所:金融機構、證券交易場所、金融保險機構、合作社、銀行、證券公司(證券經紀業、期貨經紀業)、票券金融機構、電信局(公司)郵局、自來水及電力公司之營業場所。 G-2 辦公場所 • 不含營業廳之下列場所:金融機構、證券交易場所、金融保險機構、合作社、銀行、證券公司(證券經紀業、期貨經紀業)、票券金融機構、電信局(公司)郵局、自來水及電力公司。 • 政府機關(公務機關)、辦公室(廳)、員工文康室、旅遊及運輸業之辦公室、投資顧問業辦公室、未兼營提供電影攝影場(攝影棚)之動畫影片製作場所、有線電視及廣播電台除攝影棚外之其他用途場所、少年服務機構綜合之服務場所等類似場所。
	H類	住宿類

(資料來源:行政院 105 年 3 月 15 日院臺建字第 1050010894 號函核定修正「永續智慧城市—智慧綠建築與社區推動方案」)

相關規定及注意事項

行政院公共工程委員會 102 年 3 月 12 日函頒「公有智慧綠建築實施方針及實施日期」及行政院 105 年 3 月 15 日核定修正「永續智慧城市 - 智慧綠建築與社區推動方案」，明訂公有新建建築物之總工程建造經費達新臺幣 2 億元以上，且建築使用類組屬於「公有建築物申請智慧建築標章適用範圍表」之規定者，該建築工程於申報一樓樓版勘驗時，須檢附合格級以上候選智慧建築證書，另於工程驗收合格並須取得合格級以上智慧建築標章，始得發給結算驗收證明書。但若驗收合格而未能取得智慧建築標章者，經機關確認不可歸責於廠商，仍可經主管機關同意後發給結算驗收證明，但是仍應於驗收完成後一年內取得智慧建築標章；其他若屬為涉及國家機密之建築物得免依前述規定辦理。

自行政院頒佈「永續智慧城市—智慧綠建築與社區推動方案」，地方政府也積極響應中央政策，分別訂定各地方智慧建築相關法規，配合強制規定或相關獎勵措施，進行智慧建築政策之推動。而近年為加速危險及老舊建築物的重建，內政部於 106 年 8 月 1 日所發布之「都市危險及老舊建築物建築容積獎勵辦法」第八條已納入取得候選等級智慧建築證書之容積獎勵額度。各地方政府亦積極響應政策，陸續制訂相關法

令，如臺北市危險及老舊建築物加速重建辦法、新北市政府受理都市危險及老舊建築物加速重建條例之重建計畫申請作業注意事項、高雄市政府都市發展局受理都市危險及老舊建築物加速重建計畫作業要點...等，其他與智慧建築相關法令，大致綜整如表 3。

申請評定常見問題

建築物使用類別認定

依智慧建築評估手冊建築物使用類別主要可區分住宿類、辦公服務類、休閒文教類、衛生福利更生類、公共集會類、商業類及其他類等，申請人可依建築執照所登載類別進行所屬基準指標評估，建築物用途包括一種以上之建築物用途類別時，應依各類別所屬基準進行指標評估，再依各類別占樓地板面積比例加權計算該指標得分，惟若單項類別之總樓地板面積在一千平方公尺以下且占總樓地板面積 5% 以下時，得併入面積最大之類別進行評估，無須另外評估。

特種建築物、軍事建築物證明文件之認定

對於特種建築物免辦執照案件，應檢附行政院核定特種建築物函文；若為軍事建築免辦建築執照案件，應檢附興建地點之國防部（令）核定免用建築執照公文影本及地方政府許可函文影本。

表 3 智慧建築相關法令彙整

中央	行政院	永續智慧城市—智慧綠建築與社區推動方案(管制公有建築物推動智慧綠建築設計)
	營建署	都市更新建築容積獎勵辦法(第七條)
		都市計畫法臺灣省施行細則(第三十四條之二)
臺北市	臺北市 政府	臺北市公共住宅智慧社區建置規範手冊
		臺北市都市更新單元規劃設計獎勵容積評定標準(第四條)
新北市	新北市 政府城鄉發展局	都市更新建築容積獎勵核算基準(第五條)
		新北市社會住宅都市設計審議原則(第8點)
桃園市	桃園市政府環境保護局	桃園市發展低碳綠色城市自治條例(第20條)
	桃園市政府	府都建照字第1050232728號函:依桃園市發展低碳綠色城市自治條例(第20條),市有建築物總工程造價達1億元以上者需再申請智慧建築標章。
		桃園市政府建築管理處
新竹縣	新竹縣政府	新竹縣都市更新建築容積獎勵核算基準(第4點)
臺中市	臺中市政府環境保護局	臺中市發展低碳城市自治條例(第三十八條)
	臺中市政府都市發展局	臺中市不含新市政中心都市設計審議規範(第24點)
		臺中市新市政中心專用區都市設計審議規範(第18點)
臺中市	臺中市水湳機場原址整體開發區都市設計審議規範(第23點)	
臺南市	臺南市政府都市發展局	臺南市政府辦理都市更新建築容積獎勵評定基準

(資料來源：財團法人台灣建築中心整理)

評定收費標準

依台灣建築中心之智慧建築標章評定機構評定收費標準，評定收費分一般評定費、標章現場查核費等項目。一般評定費依建築總樓地板面積方式計收，標章另收現場查核費。申請案件除上述評定費及現場查核費外並無其它相關衍生之費用，亦無依申請等級之差異計收評定費之方式。

已取得評定書，未向內政部辦理認可

依作業要點規定，申請智慧建築標章或候選智慧建築證書者，應檢具認可申請書及申請日前六個月內核發之評定書，向內政部提出申請認可，經認可通過者發給證書。申請人取得評定書若未於規定期限內辦理證書申請認可，需向評定機構申請重新評定。

申請評定相關文件資料

申請評定相關文件資料格式範例可於台灣建築中心智慧建築標章網站下載 (<http://ib.tabc.org.tw/>)，申請人常見文件資料準備問題如下：

文件資料準備問題

送審文件資料應依評估手冊及作業要點規定檢附相關文件內容，建築物相關資料表內容若涉及建築物變更設計應詳加對應建築執照及面積計算表檢核填寫，另有關基地範圍合理劃分問題，若申請案件基地範圍內有申請建築物以外之建物即屬於合理劃分，並區分新建及累計之建築面積與總樓地板面積。

評估表對應書圖文件問題

申請案件應依建築物使用類別所屬基準進行指標評估，於各指標評估表內填寫送審資料對應頁次及對應書圖內容，有關評估內容佐證圖說避免對應頁次範圍過大及含跨不同項目之圖說，建議系統圖說文件依類別及項目分別對應並標示確切之佐證對應頁次。

佐證文件未符評估基準問題

申請案件應依評估手冊之指標項目與評估內容進行佐證文件之對應，申請人應詳加確認評估內容所規定之項目據以提出佐證文件，申請候選證書階段書圖文件之準備，主要以規劃說明書、相關系統圖說及規範為主，申請標章階段另應輔以相關施作完成之照片及系統畫面等。

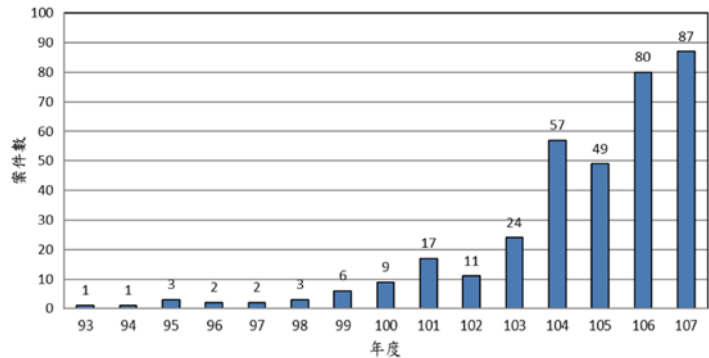


圖 7 智慧建築標章及候選智慧建築證書通過認可歷年總件數
(資料來源：財團法人台灣建築中心整理)

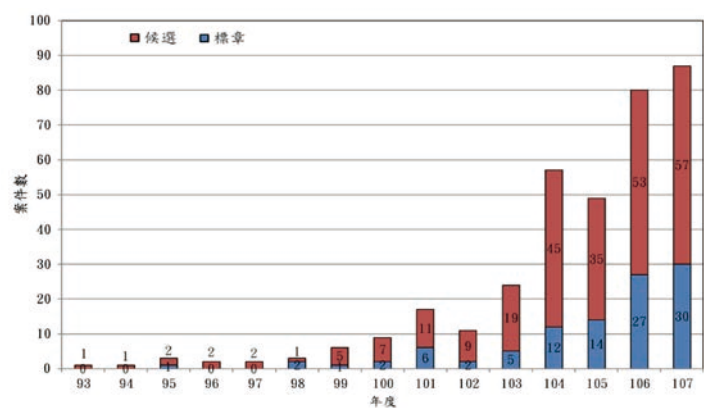


圖 8 智慧建築標章及候選智慧建築證書通過認可件數
(資料來源：財團法人台灣建築中心整理)

總結

智慧建築評估制度之推動與綠建築標章相似，惟於 102 年依內政部「公有智慧綠建築實施方針及實施日期」的實施後，對總工程建造經費達新臺幣 2 億元以上之公有建築納為要求，因此經內政部認可通過之案件始有明顯增加，經統計自 93 至 107 年 11 月底認可通過共計 352 件（含 93 至 100 年間尚未實施分級評估件數），而其中智慧建築標章計有 102 件及候選智慧建築證書計有 250 件，又公有建築 241 件、民間建築 111 件；另自 101 年推動分級評估起至 107 年 11 月底，共計合格級 181 件、銅級 46 件、銀級 41 件、黃金級 9 件、鑽石級 25 件。

智慧建築評估制度的推動，是從上推行、從下接軌的配合，讓政策從制定到落實、促使應用技術自研發到可行、滿足使用者的需求自想像到實現，藉由智慧建築的主動感知能力，實現安全健康、便利舒適、節能永續的目標。



智慧綠建築與建築本質的探索

羅偉倫 / 張瑪龍陳玉霖聯合建築師事務所 專案經理

18世紀建築史家兼神父安東尼·洛吉耶 (Marc-Antoine Laugier) 用了一個「原始棚屋」的寓言來傳述他對建築的理論。寓言的插圖 (圖 1) 裡有個女人 (這女人代表了建築) 向插圖裡的孩子指向原始棚屋說這就是建築的本質, 只需要用自然的材料搭出柱 (column)、檐部 (entablature) 和山牆 (pediment) 就可以了。而今天的建築已不只是原始棚屋所詮釋的建築語彙之淨鍊, 而是需進一步導入多層面向及功能的結合來詮釋人與建築的關係。經濟部傳統產業創新加值中心的研發大樓 (圖 2) 正是一棟嘗試重新詮釋人與環境關係的建築, 而在這過程中結合智慧綠建築的構思來達到此目標。



圖 1 原始棚屋寓言
(來源 www.thoughtco.com)



圖 2 經濟部傳統產業創新加值中心研發大樓東南向立面
(鉉琮工作室攝)

經濟部傳統產業創新加值中心園區位置 (圖 3) 處高雄楠梓的邊陲地帶, 工業區不連續的都市紋理缺乏衡量人與都市關係所需的密度, 因周邊臨近交流道及匯集的車流量, 也沒有讓人在這環境中便利水平移動的機制。所以我們欲創造一棟具有密度的建築, 而其密度是由「空」的內部所構成, 輔以貫穿整棟建築的

洄游動線, 使人可以得到不同密度的空間經驗, 將外部所缺乏的都市經驗內化到建築中 (圖 4 至圖 6)。而傳統產業創新加值中心的設立目標是建立一處示範場域, 以具有勞動性的「試作試模」及虛擬數位化的「智慧製造」為主軸, 提升傳統產業產品的附加價值。經濟部傳統產業創新加值中心全區 (圖 7) 除研發大樓以

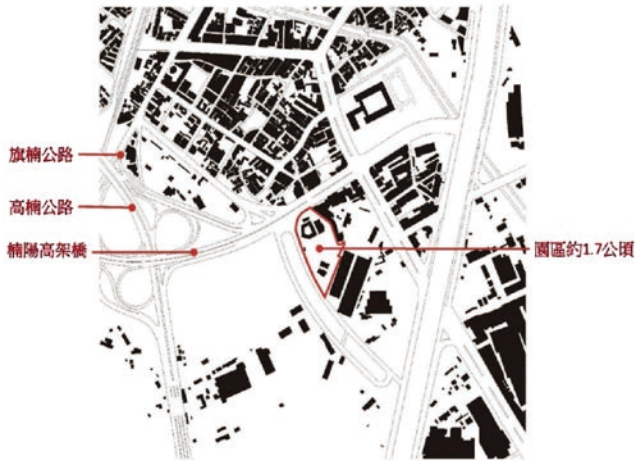


圖 3 基地位置圖



圖 5 二樓迴廊 (鉉琿工作室攝)



圖 4 一樓入口 (鉉琿工作室攝)



圖 6 二樓至四樓開放木階梯 (鉉琿工作室攝)



圖 7 全區鳥瞰照 (鉉琿工作室攝)

研究室、辦公室及討論發表空間為主體之外，亦包括三棟智慧型工廠以及預留之未來開發基地，因此智慧綠建築標章的運用進一步加持了這示範場域園區的建置，將對周遭自然環境的影響減到最低，透過綠建築和智慧建築的手法在研發大樓裡同時呈現高科技（high tech）與低科技（low tech）相輔相成的概念，讓此建築對安全、工作效率、舒適及維護管理等都能達到最理想的成效。

舉例說明，在再生能源部份我們將太陽能光電系統設置於屋頂薄層綠化區域（圖 8）。研究顯示當周圍環境溫度保持在攝氏 24 度左右，能讓太陽能光電板達到最高發電效率，而當周圍環境溫度高於攝氏 25 度時，每增加 1 度就會減少 0.5% 發電效率。高科技的太陽能光電板架設在低科技的屋頂草坪的基墩上，就能透過草皮降溫並允許自然風在太陽能光電板底部流動散熱，而產生協同效應來降低光電板周圍環境溫度及保持光電板發電最高效率。

另外在光資源部份，我們也運用 high tech 與 low tech 的協同效應來達到自然光最佳處理效果。讓充足的自然光進入室內除了有助節能外，更能讓使用者透過陽光運走的變化而感受到戶外自然環境。有充分的研究資料顯示自然光充足的室內環境可提升人的工作效率。然而陽光除了自然光之外也會將輻射熱帶入室內，使得空調系統需更耗能以保持室內溫度及舒適感，所以如何引進最大量的自然光及最少量的輻射熱是建築師要解決的課題。我們的低科技光處理是在二樓以上的窗戶外側建置維修走道，並在走道外圍配合

建築語彙而設計達三、四層樓高的不規則形烤漆鋁複合板遮陽板，有間距性的包圍研發大樓。這外層遮陽板除了將部份輻射熱直接擋住外，也透過維修走道的白色戶外金屬包板天花、硬化地坪及遮陽板內側來過濾及反射未被擋的光線及輻射熱（圖 9）。而相對應之高科技光處理則是運用外窗的 Low-e 玻璃進一步阻擋住遠紅外線熱輻射的穿透，如此可減輕空調負荷。室內於靠近外窗的半明架天花則裝置可偵測光線強弱之照度計，於自然光線充足時將靠近外側的燈具自動關閉，但當感應室內照度不足時則將依內建設定值連續調整控制而自動補光（圖 10）。

在安全防災部份，位於入口大廳旁的展覽空間有 2 米 7 高的落地窗玻璃營造開放透明的安全空間（圖 11），而搭配這樣 low tech 的手法則是在位於展覽空間的次入口外側安裝 high tech 影視對講機，及具有反脅

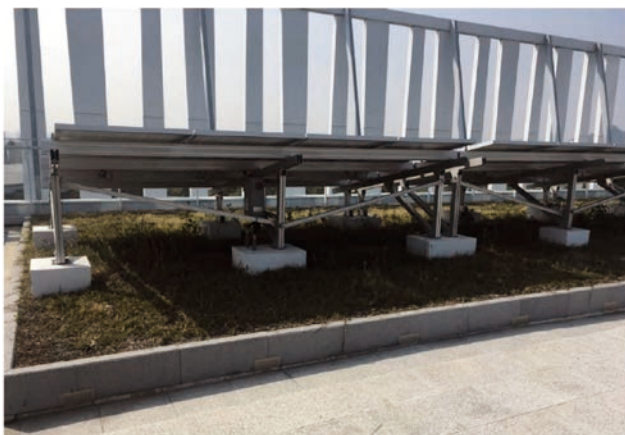


圖 8 太陽能光電板與屋頂薄層綠化重疊產生協同效應
（羅偉倫攝）

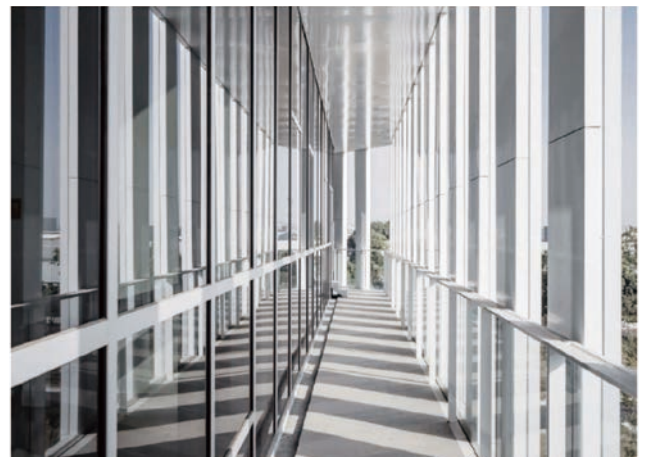


圖 9 外層鋁複合板調節過濾自然光降低輻射熱
（鉉琬工作室攝）



圖 10 室內天花建置照度計連動燈具
（羅偉倫攝）



圖 11 一樓展覽空間 (鉉琄工作室攝)

迫功能的門禁管制來提供給使用人員在一般營運以外的時間進出研發大樓。相同的，在整個傳統產業創新加值中心園區的主要出入口 (圖 12)，以代表性的多重顏色及顯著的幾何圖形鋁複合板將管制進出的警衛保全室突顯出來，而搭配這樣 low tech 的手法則是在出入口裝置 eTAG 讀取器來自動化一般工作人員的進出。另外在入口柵欄機安裝的 QRcode 讀取器則與網路預約式參訪系統相連，輔助來賓進出。警衛保全室也是中央監控室，設有閉路監視系統，連接設於園區及建築內外各重要區域之攝影機。監視器系統可於矩陣式主控畫面中點選任一攝影機代碼 (或攝影機鏡頭警報發生時)，自動彈出電子地圖及該鏡頭影像的視窗 (顯示於主控畫面顯示器)，讓操作者可清楚且完整的掌握監視攝影機的相對位置與週遭狀況，並可迅速由電子地圖點選鄰近監視攝影機交叉監視，系統亦可提供多畫面分割及跳台功能。

我們賦予研發大樓的建築形式是鳥巢般的建築類型，周邊一整圈是傳統的研究室，環繞著向心的中央



圖 12 傳統產業創新加值中心出入口 (鉉琄工作室攝)

挑空從外觀來看，雖然研發大樓是向內而封閉，卻也不時的對外敞開 (圖 13)。四層樓的建築被分為兩個層次：下面兩層研究室圍繞著中央封閉式的「深色天井」(圖 14)。上面兩層辦公室則環繞開放的「陽光中庭」(圖 15)。中央封閉式的「深色天井」是不採光的多功能大型會議廳，可作為會議、展示、發表產品使用。「陽光中庭」其中置入大型階梯、高科技會議室、以及不同高度的平台，提供不同的交流使用體驗。「陽光中庭」的天窗頂蓋往北偏西方向上揚側面採光，讓充足的自然光進來，但減少直曬的幅射熱 (圖 16)。藉由外部立面及外圍辦公室的冷白色調與內部集體空間



圖 13 研發大樓外觀 (鉉琄工作室攝)

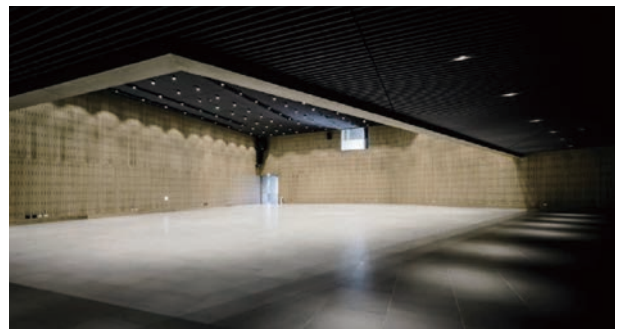


圖 14 多功能大型會議廳 (鉉琄工作室攝)

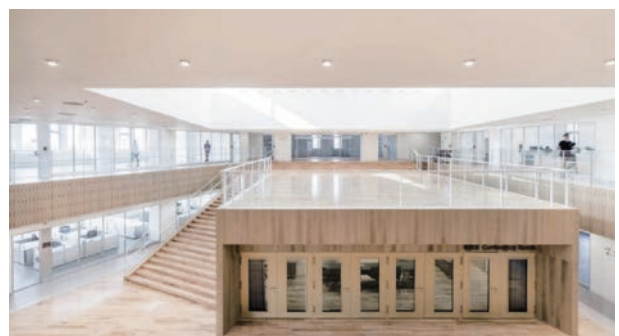


圖 15 陽光室內中庭 (鉉琄工作室攝)



圖 16 陽光中庭側面天窗 (鉉琄工作室攝)




圖 17 採光策略、色調及材料選擇 (鉉琄工作室攝)

的溫暖實木板的對比，凸顯數位時代研究機構中集體性、策展式彈性使用的重要地位 (圖 17)。以上的採光策略、色調及材料的選擇都是低科技的設計手法來塑造豐富的空間經驗與舒適怡人的環境，但我們更進一步結合高科技的空氣品質偵測及空調系統來運用數據來維護並改善空間的健康品質。

在研發大樓所建置的空氣品質偵測系統，可偵測室內溫度、濕度、及氣壓等相關資訊，並 CO₂ 偵測連動空調系統。為確保建築內各空間之 CO/CO₂，PM_{2.5} 濃度可合乎標準，維持良好空氣品質，於公共空間與各樓層研究辦公空間裝置 CO/CO₂ 偵測裝置，連接至中央監控系統，並整合排換氣設備，主動偵測、判斷

導入新鮮外氣。二氧化碳傳訊器並與熱交換器系統連動，以室內二氧化碳濃度控制全熱交換器啟停，達到節約能源及維持良好之室內空氣品質。因應多功能大型會議廳是多用途展示空間，也於會議廳中裝設 TVOC 及 HCHO 感測裝置。

「原始棚屋」的寓言表達了一個對建築本質的期許，洛吉耶用這寓言批判當時歐洲巴洛克建築潮流的浮華並不代表建築的全部。今日的建築師對建築的本質可以有更多元化的探索，而經濟部傳統產業創新增值中心的研發大樓驗證了現代高科技的設備系統可以融入簡鍊而熟慮的建築語彙並產生協同效應，進一步賦予建築更豐富的本質，讓人與環境共榮。 



智慧綠建築 專業顧問團隊

於工程中之定位

張碧玉 / 耘根設計顧問有限公司 總經理

黃聖凱 / 凱鈦智慧綠建築有限公司 總經理

應該有人會說，智慧綠建築顧問？不就是個「拿標章的」。是嗎？在台灣，是的，但，這個答案並不完整。依稀記得還在求學階段時，某大教授曾經笑笑地講過一句較戲謔的話：我們國家推動智慧建築、綠建築標章制度，並沒有真正扶植到建築產業，反倒是創造了許多代辦行業。不可否認，事實確實如此，但再深究其來由，是產業的現實環境與制度使然，因此，這個答案也並非完整。

建築，「是經由材料透過技術勞動，有意圖的加工所建構完成的一種實體，是為提供人類生活場所，具有居注意識的構造物」（曾俊達，2001）。由此定義可發現，建築是門「實證」的應用科學，在工程未竟完成前，都無法證明其存在的價值，直至竣工。此論點，也呼應再完美的設計也需要工程的實踐，才足證明其存在的意義。而智慧綠建築，引用前內政部建築研究所所長 何明錦教授接受採訪時之說法：「為什麼要稱作『智慧綠建築』，而不直接稱作『智慧建築』呢，因為綠建築推動得早，且一直推動得很好，因此行政院希望在綠建築的發展基礎上，把資通訊科技的東西加值進來，也因為這樣，能源被視為這些智慧科技發揮運用的重點，除了一般智慧生活的安全、健康、舒適、便利，更重視環境永續經營。由於過去已有「綠建築標章」和「智慧建築標章」此二標章，為了不造成混亂，政府採用了兩標章併行認證的方式，期望循序促成智慧綠建築的發展，並進一步帶動資通訊、建築、建材產業的同步轉型與升級。」

然就工程面而言，不可諱言的是，由於工程界面之複雜，包含有設計端之概念、工程面之整合、使用端之需求…，加上工程面可分成土建工程、機電動力

工程、弱電系統工程、空調工程、照明工程… 諸如此類，其中弱電系統工程又可再細分成資訊弱電、通信弱電、消防弱電、監視弱電… 等等，使得成熟之資訊科技（Information Technology, IT）應用至建築中存在許多與工程界面整合協調之問題，進而導致 IT 在建築產業的應用往往落後市場至少 10 年以上的時間。若據此回顧「建築師」應扮演之角色，再加上智慧建築、綠建築乃至於智慧綠建築的標章規範、技術規則等要求，還須包含法規檢討、成本估算等等。事實上，再資深的建築師也將力有未逮，難以獨立負擔此一龐雜艱鉅之任務。

如果回顧建築師的養成教育，國內各大建築系所安排之課程，在「綠」的部分確實著墨甚深，從敷地計畫、構造、直到環控（環境控制），都可以發現「綠」概念的蹤跡；再直到建築師的執業環境，在法規面有建築技術規則設計施工篇之第 17 章—綠建築專章，都可以發現「綠」已然成為國內建築設計之必要條件。但就「智慧」部分，確實未置入課程系統中；從另一方面，「智慧」所常用之語彙，如通訊協定（Protocol）、RS-485、Modbus、BACnet 等，與建築土木領域慣用之語彙大相逕庭，當然讓人覺得難以駕馭。

但，就市場面來看，當各產業朝向 IT 化已是無法阻擋之趨勢，我們的生活與智慧型手機形影不離的那一刻起，建築土木也必須逐步跟 IT、ICT 產業靠攏。在某些情形下，IT、ICT 早已成為建築產業的「標配」，如，家用網路即為一例。另一個可切入討論的觀點，就是「有感」。相較於綠建築，智慧建築較易讓使用者「有感」，無論是就便利性、舒適性、安全性乃至於節能，較易取得終端使用者之共鳴。綠建築照顧的是「基盤」；智慧建築則著重在使用端。若嘗試用建築生命週期來解釋，綠建築照顧到的是規劃設計 - 施工、以及拆除階段；智慧建築則是強調在使用管理維護階段的性能（如圖 1 所示）。

綠建築在規劃設計上，真正 100% 需仰賴建築師的專業，將綠建築的觀念及構想融入建築設計當中，再配合業主端之需求提議、造價成本、法規面檢討、施工規劃 … 等綜合考量，方能達成目標。而在智慧建築規劃上，同前所述，在建築師相對不熟悉的情況下，便需要有一專業團隊，協助建築師進行規劃，再交由專業分包技師，如機電、空調技師協助進行細部設計。

智慧綠建築專業顧問與弱電產品商、系統商有何不同？簡單地說就是對「建築」的認識。

智慧綠建築顧問，多具有建築背景，在規劃設計階段，可協助建築師、設計師以相同的「語彙」與系統商、產品商進行溝通，扮演翻譯官的角色，將智慧化產品、系統緊密結合到建築師的設計當中，發揮產品應有功能，並因地制宜的配置到實體空間中。舉例

來說，晝光利用是目前較新穎的節省室內照明能耗方式，運用照度 sensor 感應進入室內的自然光源，並依此自動調控室內燈具照度，在維持工作面照度在 550 Lux 以上之情形下，節省照明能耗。自 sensor 端至系統再連結至燈光控制，係由弱電廠商提供技術協助，但，應配置在建築內部何處、與鄰棟建築、立面開口部之關係、太陽春夏秋冬之角度，則需具建築專業的判斷（如圖 2 所示）。

宏觀的說，智慧綠建築顧問所扮演的是「協助建築設計進行智慧情境（Scenario）規劃」的角色。瞭解何種技術配置在適宜的位置，提供使用者最佳的服務；同時，在建置經費有限的條件下，協助提供建築師、業主做最適宜的調配及建議選用適宜的技術或產品，確保「智慧」最終的服務品質達到預期目標。

以「經濟部傳統產業加值中心」一案來談，本案一開始即以取得「雙鑽石」為目標。因此在目標明確、建置經費、工程時間有限等條件下，同時考量配合建築師設計規劃、業主管理、使用需求；其中更包含金屬中心既有 / 新建系統之相容界接、跨單位不同使用需求條件（如辦公、Feb 不同安全性需求）… 等等情境，綜合判斷後，提出最佳建議方案，同時確保雙鑽石標章取得。不可否認，當以「標章等級」一事作為最終目標時，即會立刻陷入「實用性」之價值判斷。因此，常會有人問，鑽石級真的好用嗎？此類問題的答案很因人而異，或許，對管理者覺得好用的智慧，對使用者不見得適合；反之，使用者所歡迎的智慧，在管理上卻是致命

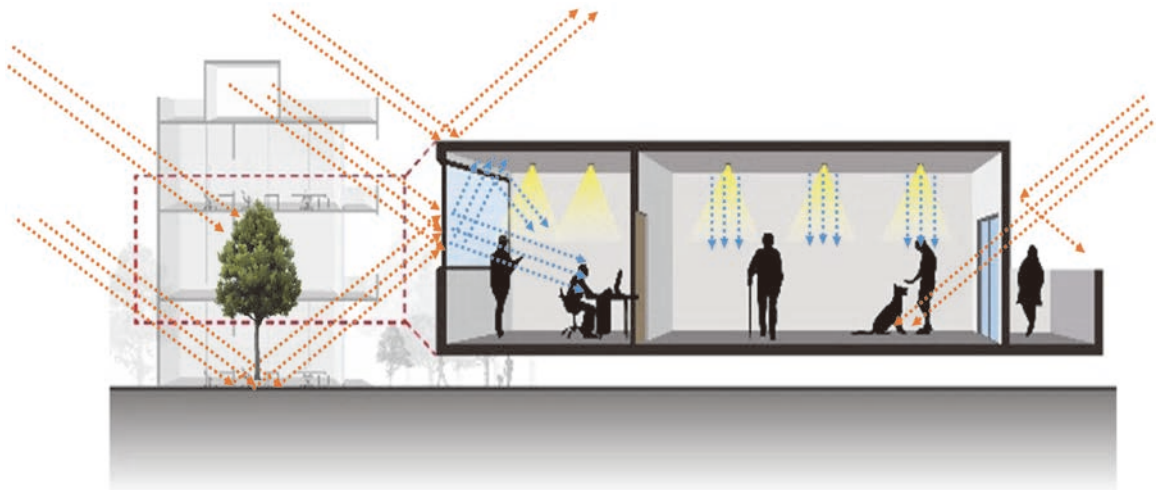


圖 1 智慧化維持建築性能
（資料來源：江哲銘教授演講稿）

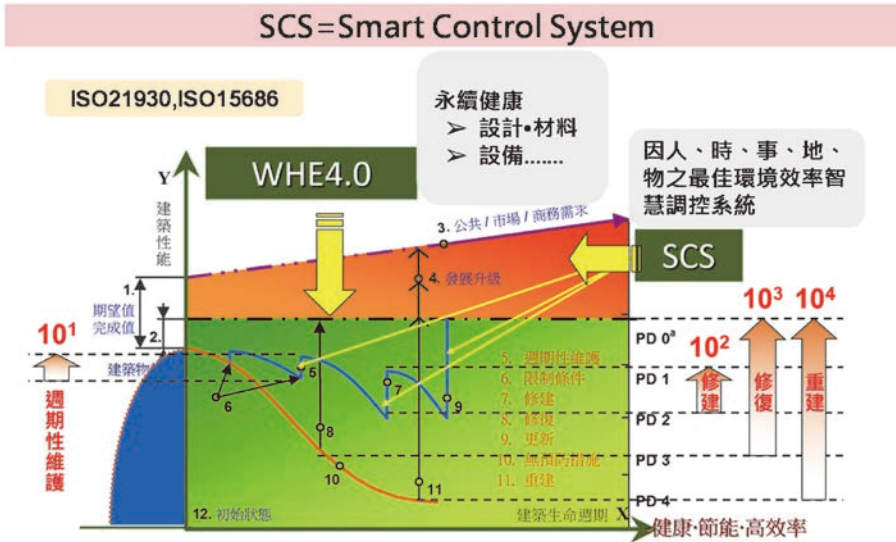


圖 2 自然光路徑示意圖

傷。此時，顧問角色將相對重要，如何給出適切的建議，在目標、實用、有感、經費、時間等諸多限制條件下找出交集點，即為專業顧問的價值，一如「慎選建築師」，是左右建築物成敗最關鍵的因子。

在建築規劃設計階段，顧問角色是輔佐建築師，在「綠」的基礎上進行「智慧」的規劃，做出適切方案的建議及選擇。而在工程上，更能提供最終「智慧」成果的品質確認。以加值中心為例，可以很輕易的發現，若欲以目前傳統式的「工程規範」來作為承商是否達標之評斷依據，立刻會出現：怎會差這麼多的問號，但卻又找不出任何一點「違約」之處。工程界面之嫌隙就此而生，更遑論後續業主、設計監造、承商間需要面對的爭議及問題。此問題點，究其成因，可歸結於「情境」二字。智慧化很大一部分是需要情境（Scenario）式表達搭配功能式驗收，功能式驗收容易，但情境是非常抽象的詞彙，存在於無限大的想像空間中，如何明確的化成實體文字作為規範標準並據以驗收實屬不易。也因此，公共工程中的智慧建築最常遇見的狀況是執行單位（業主）的想像與產品的成像天南地北。

另一層面，智慧建築具象的表現是「系統」。強調系統間的整合，簡單的說，就是不同的系統間要能夠溝通，當然，若用標章等級來區隔，越高等級的智慧，溝通的能力應該越強（如圖 3 所示）。

最常見的做法是當消防系統作動，門禁系統會全部釋放，空調系統關閉，電梯系統停滯，公播及廣播

系統應同時顯示逃生動線及語音提示。如此跨系統間連動的作為，代表的就是智慧程度高低及其性能，就工程面而言，這部分相對容易描述。然就「系統」面，還有另一部份容易在工程面被忽略，就是使用者介面（User interface, UI）。UI 的整合能力也顯示承商的功力，其中，還包含了終端畫面所呈現的設計美感。世界上一線大廠如 Honeywell、Siemens 等，莫不耗費鉅資進行開發；當然，國內也有不少著墨甚深的專業供應商，如知名的 Advantec（研華科技）、Delta（台達電）等品牌，相關產品也非常成熟，穩定性也高。回歸工程現實上，大品牌產品穩定性高，功能強大，技術支援無虞，唯一缺點就是建置成本提高，此部份嘗試設計師卻步的原因。如何將固定之工程造價，做最有效的分配，依實際需求選擇最佳之系統，是選擇大品牌穩定性高；或是客製化小規模系統節省成本，則須仰賴專業顧問建議。

更深一層智慧的功能，是如何應用智慧化（數位化）後，所產生之資料、數據，協助調整建物營運。或許有人會立即反映出 Big Data、Deep learning、AI 等時下正夯的詞彙。但以過往經驗來看，智慧綠建築要達到如此高科技的境界，仍需一段時日的努力，建築從自動化走向智慧化，也花了將近 20 年的時間，慢慢才讓市場能夠接受，當然，未來以更高科技、高智慧、甚至人工智慧的導入，將是不可避免的趨勢。但，還需一段時日及工程界一步一腳印踏實的努力，才能夠真正站穩「智慧」。目前，「經濟部傳統產業加

經濟部傳統產業創新加值中心興建二期大樓、廠房工程
智慧建築園區公共設施管理系統架構圖

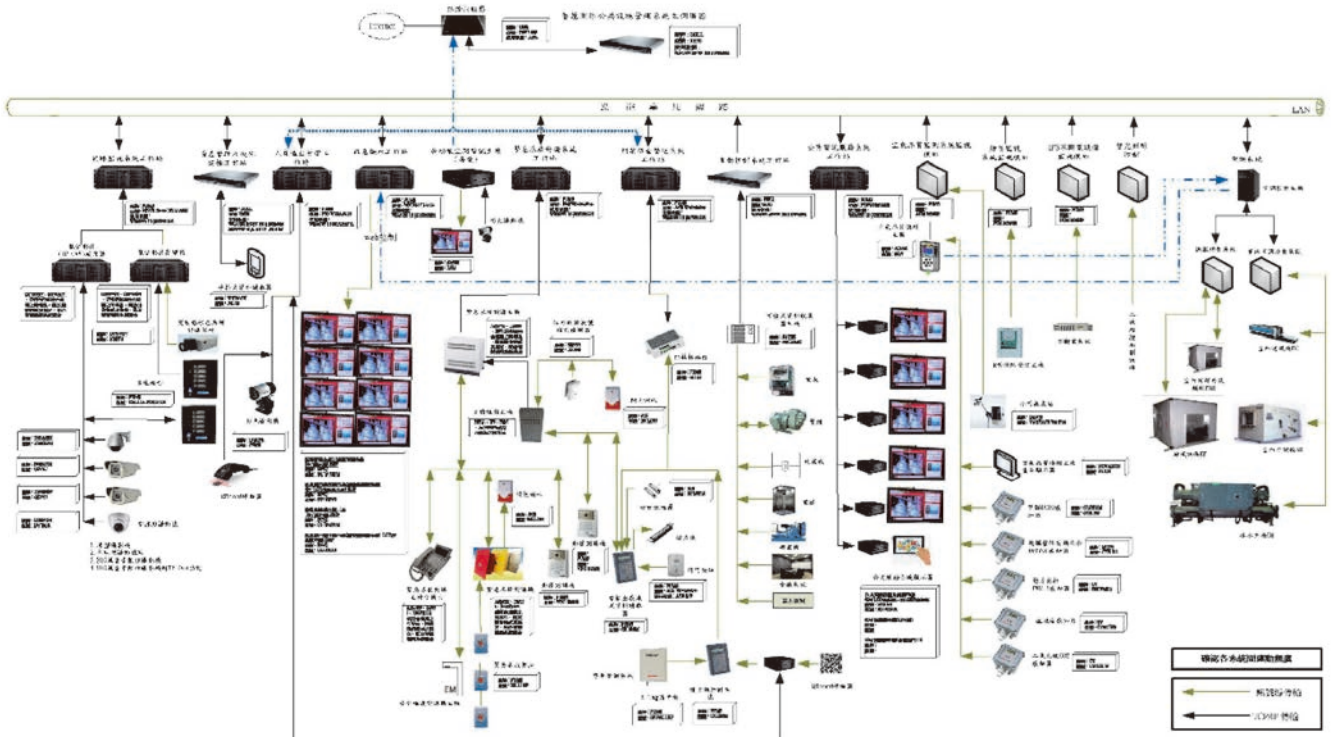


圖 3 經濟部傳統產業加值中心中央監控系統架構圖

值中心」也正在積極努力中，嘗試以目前一年多之營運數據，分析檢討各項設施設備功能，以期發揮真正智慧之功效。此部份，也是顧問團隊所能積極提供協助之專業部份。

綜上所述，智慧綠建築專業顧問團隊，應可清楚回

應，當年某大教授的誤解，不單純只是消極扮演「拿標章」的角色，而是能夠更積極專業地提供建築生命週期中之各階段服務。也相信，集結了金屬中心、建築師、專業技師、施工營造單位、及專業顧問團隊共同努力下之結晶，可樹立出「智慧綠建築」之標竿。



土木水利 雙月刊

向您約稿

本刊出版有關土木水利工程之報導及論文，以知識性、報導性、及聯誼性為主要取向，為一綜合性刊物，內容分工程論著、技術報導、工程講座、特介、工程新知報導及其他各類報導性文章及專欄，歡迎賜稿，來稿請 email: service@ciche.org.tw 或寄 10055 台北市中正區仁愛路二段 1 號 4 樓，中國土木水利工程學會編輯出版委員會會刊編輯小組收，刊登後將贈送每位作者一本雜誌，不再另致稿酬；歡迎以英文撰寫之國內外工程報導之文章，相關注意事項如後：

- 工程新知及技術報導，行文宜簡潔。
- 技術研究為工程實務之研究心得，工程講座為對某一問題廣泛而深入之論述與探討。工程報導為新知介紹及國內外工程之報導。
- 本刊並歡迎對已刊登文章之討論及來函。
- 工程論著及技術研究類文章，由本刊委請專家 1~2 人審查，來文請寄電子檔案，照片解析度需 300dpi 以上。
- 文章應力求精簡，並附圖表照片，所有圖表及照片務求清晰，且應附簡短說明，並均請註明製圖者及攝影者，請勿任意由網站下載圖片，以釐清版權問題。



營造產業 面對智慧綠建築 之挑戰與經驗分享

張景星 / 達茂營造股份有限公司 副總經理

營造產業素來有「火車頭工業」之稱號，是支持國家經濟發展相當重要驅動力之一。根據麥肯錫 2017 年的報告統計，每年全球約有十兆美元花費在營造產業相關事業群，約占全球 GDP 的 13%，且僱用全球約 7% 的勞動力人口。美國經濟分析局亦指出，營造業發展可有效促進其他各行各業經濟活動發展，營造業 GDP 每增加 1 美元預計可帶來額外 0.86 美元相關經濟活動，被歸類為具有最大外溢效果 (Spillover Effect) 之行業。澳洲統計局也指出，營造業每增加 1 美元的 GDP，可產生 2.86 美元經濟效益 (林柏君 / 中華經濟研究院第三研究所，2017)。

現今，營造產業本身的進步，多仰賴主事者或經理人，在技術與經驗累積數十年之後，透過資訊化管理而產生經營層面之變革，但在尋求懂得營建技術又熟悉資訊管理的人才上，似乎是各大營建公司共同面對的難題。近年來，台灣營建產業正面臨資訊化的衝擊與挑戰，如 BIM (Building Information Modeling) — 通譯為建築資訊模型。BIM 技術是一種應用於工程設計建造管理的資料化工具，通過參數模型整合各種專案的相關資訊，在專案策劃、運行和維護的全生命週期過程中進行共用和傳遞，使工程技術人員對各種建築資訊作出正確理解和高效應對，為設計團隊以及包括建築營運單位在內的各方建設主體提供協同工作的基礎，在提高生產效率、節約成本和縮短工期方面發揮重要作用 (<https://sites.google.com/site/bimzixunpingtai/home/he-weibim>)，相信，對於土木建築同業來說，這名詞其實並不陌生。但不可否認，營造產業對於新「技術」接受能力並不高，尤其當「技術」必須橫跨不同層級之應用時，如 BIM 來說，需要由設計 - 施工 - 使用管理一同使用，方能發揮最大效益，國內或許已

有許多大型營造公司已導入 BIM，但市場上距離全面普及仍需一段不算短的時間。

同樣的道理，在面對智慧綠建築，對於營造產業也將是一項挑戰。過往，建築工程中所需面對的就是傳統五大管線 (水、電力、電信、瓦斯、衛工)，但在智慧綠建築中，除前面的條件依舊，在「綠」的部分多著重在建築師的設計，包含工法、材料的選擇；但「智慧」的部分則更需著墨於電信、資訊等，相對於營造公司過往經驗，實屬陌生區塊。過往營造公司工作重點在於計算價格、工期、品質掌控、契約管理... 等。但，在「智慧建築」區塊，營造公司與分包廠商的協約如何進行管控及規範，更顯得至關重要。

本公司過往有過「蓋綠建築」的經驗，同前段描述，綠建築的部分多著重在建築師的設計，包含工法、材料的選擇。其成敗關鍵相對於營造公司，工作執行上駕輕就熟，掌握度高。在傳統合約、圖說、規範上都容易描述清楚，協力廠商也容易依循。而「蓋智慧建築」，本公司過往並未真正執行過此類工作，在第一步與協力廠商街的契約管理，即是第一項挑戰。




以「經濟部傳統產業加值中心」案來看，於本公司承攬後，分包階段即與協力廠商針對合約、計價、驗收等內容耗費許多時間進行協商。以「計價」為例，弱電設備多為進口商品，尤其當原合約要求設備端需採「國際大廠品牌」時，則此時匯率波動會立刻反應在總體成本上。以本案之期程來說，建築師估算總體造價時，美元匯率價格約為 30.1，而到當年（104 年）年底時，台幣兌換美金之匯率已貶至 32.4，此時總體貶值已達 7%，對總體成本影響甚鉅。

第二項挑戰，即為智慧建築的「實質內容」，營造公司肩負工程成敗之重責大任，是整案的最後一哩路。以本案而言，在竣工後旋即交付使用單位，因此，滿足第一線的使用單位對於「智慧實質內容」的想像，似乎也無形的轉嫁到營造單位肩上。針對「智慧實質內容」嘗試濃縮一下重點，包含了功能、畫面、美觀等。具象、可計量的東西容易規範，惟系統畫面、美觀等較為抽象的部分，實在難以用文字敘明並予以規範。當然，這將成為驗收時最大的爭議點。本案就合約層面來看，各項工作均有依合約條件完成，並無違背之虞。但在滿足業主想像的智慧，此等較為抽象的目標，早已跳脫出合約所必須完成的框架，就必須仰賴營造公司的「誠意」才能夠達成。當然，就本案來看，本公司以練兵、經驗培養、挑戰等角度，使命必達完成各項交付之工作，無論是在條件內或合約外，才足達成「智慧綠雙鑽」之目標。

其中，以營造單位的立場，我想特別點出，慎選合作之弱電廠商，是讓「智慧」成功的不二法門。智慧建築就市場面來談，絕對未來趨勢。但以目前專業

廠商百家爭鳴的情況下，如何選擇負責任，良心的協力廠商，不致受到專業的「脅持」，得讓工程順利推行，這點，其實不難，就是做足打聽、探聽的功夫。「智慧」日新月異，其所適合的產品就如同手機一般，推陳出新的速度讓人目不暇給。更何況，就工程面每個案件屬性、需求、地理位置、條件皆異，過往成功的經驗絕非下次成功的保證，其實無需過度以過往經歷作為評斷抉擇之條件。更進一步來說，工程界的圈圈其實並不大，多下點功夫微詢，絕對可以有效降低工程失敗的可能性。另外一點，聘用真正具備專業的顧問，發揮所長。畢竟，智慧的目標若只是要完成合約，在合約中全身而退、取得標章，其實不難達標。但，若想要降低工程界面上之隔閡，以最有效率的方式讓工程順利推行，同時兼顧業主真正需求，則建議委請專責顧問協助，將可得事半功倍之效。

壓力即是前進的動力。同仁在面對「經濟部傳統產業加值中心」之各項工作推行時，包含時間、價格、需求等各項足以影響成本之挑戰，以營造單位之角度，確實充滿壓力。也確實，一項艱鉅任務的達成，需仰賴的是各單位的通力合作。綜合前述，「智慧綠建築」達成，需要建築師專業的設計、機電弱電設計的專業支援、有經驗的專責顧問充分溝通協調與建議，以及業主端之決策與充分授權等，才能讓本案在有限經費與時間等多重壓力的條件下，仍可取得「智慧建築」及「綠建築」鑽石級標章、國家建築金質獎及全國首獎、高雄市「城市工程品質金質獎」、高雄市「城市工程品質綠建築金優獎」，以及我國 107 年第一屆優良智慧建築貢獻獎之肯定，實屬不易。 



經濟部 傳統產業創新加值中心

智慧綠建築 分享

林芸甄 / 財團法人金屬工業研究發展中心 專案經理

經濟部為落實南部傳統產業的升級與轉型，及協助業者技術創新與附加價值提升，於高雄市楠梓區成立「經濟部傳統產業創新加值中心」，並於 103 年 10 月破土動工，108 年 3 月揭牌開幕。啟用後交由金屬工業研究發展中心負責營運、管理，以協助傳統產業鏈結運用產學研能量，加速產業技術創新、產品加值。

經濟部傳統產業創新加值中心（傳產加值中心）占地 1.74 公頃，園區規劃有傳產創新大樓、積層製造中心、金屬智慧製造中心及試作中心等大樓，規劃期間即融入智慧及綠建築之雙鑽石級設計概念，將「地球環境的保全」、「周邊環境的親和」、及「健康快適的居住環境」概念融入建築本體，實現基地保水、綠化、廢棄物減量、日常節能、CO₂ 減量、汙水垃圾改善、室內環境、水資源指標等綠建築評估項目。以人性化管理為出發點，應用台灣資通訊科技產業優勢，整合建築與資通訊技術，實現綜合佈線、資訊通信、系統整合、設施管理、安全防災、節能管理、健康舒適等智慧建築評估項目。

內政部建研所自民國 88 年起推行綠建築標章制度，針對亞熱帶地區台灣氣候國情調整，提出國內建築對生態、節能、減廢、健康之需求，所訂定之科學量化評估系統。於民國 92 年亦完成智慧建築評估系統，期待以建築與資通訊技術的整合，提升建築服務性能，使管理者能更容易的進行管理，提供使用者安全、節能、健康、舒適、智慧的建築環境。

然而智慧綠建築的概念？可能有一般民眾會有質疑，綠建築講求節能減碳，而智慧設備卻是耗能的，智慧綠建築感覺將省下的又還回去了？！其實回顧建

研所推行智慧綠建築的動機，即可清楚的回應這個疑問，我國推動綠建築政策與智慧化居住空間行之有年，然而建築性能在綠建築標章取得之後達到最高點，之後隨著時間下降，管理者對於建築體與環境之管理維護不盡周全，使得建築性能下降的幅度加劇。智慧綠建築的推行，隨著智慧化 ICT 系統及設備管理於進入建築物中，使建築物具備主動感知、記錄之智慧化管理功能，讓綠建築建築性能甚至進一步的提升，附加提供使用者與管理者更進一步之服務。

傳產加值中心於規畫設計階段，結合建築師、營造商的經驗與金屬中心營運管理者角色之需求，不斷的討論，以新型態的思考，尋求各種可能性，以智慧建築之手法配合綠建築基礎，回應使用者與管理者對建築、空間之需求及想像，提供融入人性，化於無形的服務。

傳產加值中心設置有各項智慧系統，包含太陽能光電系統、情境模式會議室、反脅迫裝置、緊急求救系統、智能接待報到系統、智能導覽數位生活平台、智慧儲物系統、晝光感知燈控系統、E-tag、QR-code 停車門禁系統、生物感測系統、地震感測系統、空氣品質監控系統... 等，與建築自然融合，更增加建築服務滿意度與管理的準確性。



圖 1 經濟部傳統產業創新加值中心

傳產加值中心建築外殼除了屋頂隔熱能力的提升，避免使用水平天窗避免 ENVLOAD 值遽增，採用長條型垂直開窗及水平遮陽，避免大量的直射日照。然而室內明亮溫暖的規劃，卻又能使戶外光線自然的灑入室內，提供光照動線，使大部分的公共區域都有足夠的自然採光，無須開啟照明，搭配智慧建築二線式區域照明控制與室內照度偵測裝置，使得辦公空間亦可達到所需之照度標準。綠建築的設計減少了空調照明耗電，智慧化設備的設置，讓建築節能與舒適提升一個層次，若再加上智慧建築標章對於設備維護、修繕、負責人員、保養、預算之設施管理，則將更加全面與完整。

其中如智慧停車管理系統，結合了會議預約系統、訪客系統與派車系統，訪客或貴賓經由系統申請，提前獲得內含傳產加值中心之地圖、會議訊息、QR-code 之郵件或簡訊，車輛要進入園區時，可經由 e-Tag 或 QR-Code 等多重途徑，同時完成停車門禁管理與開會報到驗證。QR-Code 亦可於報到櫃台直接登錄，報到名單不外露，確保個資不外流，系統亦可針對貴賓或特別人物註記提醒事項，此系統簡化了使用者與管理者的服務流程，提升了服務滿意度。

由以上智慧化服務項目來分析，傳產加值中心於智慧建築標章中之綜合佈線與資訊通信花了很多功夫，將建築電氣、弱電、給排水、消防、自動化線路

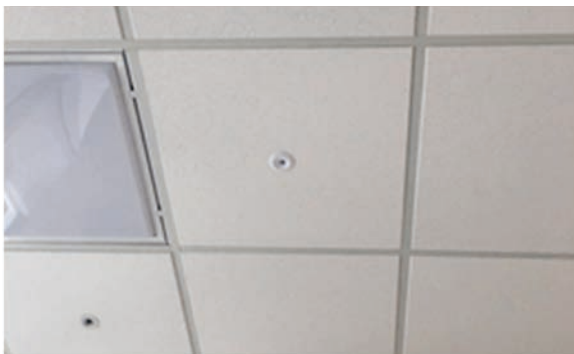


圖 2 室內照度偵測裝置

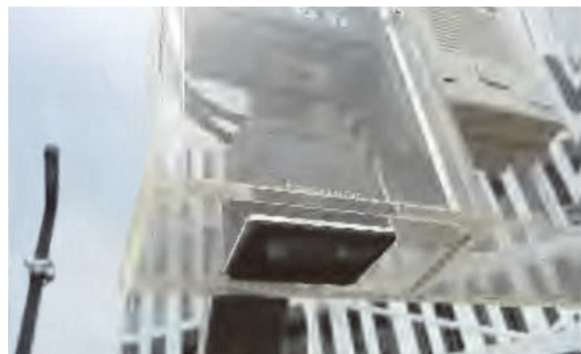


圖 3 車道 QR-code scan 主機

進行整合，為傳產加值中心建構了紮實的基礎，欲提供之服務，設備上只增加一些簡單之 ICT 感應器，再與原本就需設置之幾個管理系統，進行系統整合，即可將相關服務甚至後續之營運管理緊密的結合，減少系統與系統間人為的操作，合理的減少相對應的管理人力與工作。如此的架構，意味著完工後，若尚有增設系統的需求，因傳產加值中心之基礎已經完備，增設之系統僅需花最少的經費設置末端設備，無須重新破壞建築體進行佈線，即可進行系統整合，提供服務，這對於營運管理單位來說是巨大的優勢。

此外傳產加值中心設施管理部分，亦是相同之概念，以營運單位金屬中心之財產資產管理與設備管理規定為架構，整合傳產加值中心中央監控系統設備運轉資料、設施設備管理、設施人員管理、維護清潔保養系統、績效評估管理與文件管理等，設置了「智慧園區公共設施管理系統」，大量減少維護紙本文件管理之人力物力支出，直接整合各項管理資訊，使管理人力能減少時間於製作文件，能增加更多時間於資料分析之判斷管理工作之安排。

傳產加值中心完工後因完善的智慧綠建築規劃、設計、施工、營運，先後取得智慧建築及綠建築雙鑽

石級標章，獲得國家建築金質獎全國首獎、高雄市城市工程金質獎、高雄市城市工程品質綠建築金優獎、內政部優良智慧建築貢獻獎等多項獎項，獲得各界肯定。憑藉的並非為了綠建築標章而綠，為了智慧建築標章而智慧。而是以環保、節能、人性化管理為目標，所打造出各項對應管理者，使用者之建築智慧化服務，使傳產加值中心不但扮演傳統產業創新加值重要平台，更充分代表未來節能減碳的典範。

參考文獻

1. 內政部建築研究所 (2013), 智慧建築是什麼, 智慧綠建築資訊網。
2. 內政部建築研究所 (2012), 智慧化居住空間參考教材, 智慧綠建築資訊網。
3. 經濟部傳統產業創新加值中心 (2018), 經濟部傳統產業創新加值中心服務平台專網。
4. 溫琇玲、蒲冠志等 (2006), 智慧化居住空間建築設計與設備技術之建立 — 智慧化居住空間水電瓦斯數位讀錶系統建置推動作業規劃研擬, 內政部建築研究所。
5. 財團法人台灣建築中心 (2007), 智慧化居住空間產業創新整合與系統建構計畫, 內政部建築研究所。
6. 內政部建築研究所 (2016), 智慧建築評估手冊。
7. 內政部建築研究所 (2012), 智慧建築標章申請認可評定及使用作業要點。
8. 何錦明 (2007), 建構 21 世紀我國智慧化居住空間之發展策略, 內政部建研所。

108.4.17 金門大橋工程研討會 @ 交通部集思

金門大橋是國內首見之長跨距海上橋梁工程，接續工程自 105 年 12 月 28 日開工迄今，施工團隊面臨千變萬化海象及堅硬的地質挑戰，突破層層難關已陸續展現成果，交通部高速公路局及金門縣政府主辦本研討會，與國人分享成果同時讓國人瞭解工程的艱鉅。



林佳龍部長

本研討會由土水學會協辦，共 200 人參與。



108.4.25 108 年橋梁工程研討會 @ 中興工程

演講內容包含 淡江大橋工程、大型橋梁阻尼器之應用、港珠澳大橋... 等，特邀香港及上海貴賓前來演講。開放報名後在短短的一天內就一位難求，反應非常熱烈。此次研討會共 95 人參與。





涓滴匯流出浩瀚成就

水利資源開發與管理 SINOTECH

潤澤大地與豐沛生命，水是萬物不可與離的自然要素。中興工程顧問公司是水資源的專家，從涓滴細水到澎湃奔流，從崇山峻嶺至地下水源，始終以專業掌握每一滴匯聚生命的關鍵，為成就人類更好的生活而努力。

分毫不差

才足以教人驚豔

搏得滿堂喝采的每一場演出，廣為客戶信賴的每一回肯定，
台灣世曦連番榮耀背後的，永遠都只是「專業」的累積，
以及「用心」的執著。



Creativity · Excellence · Conservation · Integrity

CECI



台灣世曦
工程顧問股份有限公司

台北市11491內湖區陽光街323號
Tel:(02) 8797 3567 Fax:(02) 8797 3568
<http://www.ceci.com.tw> E-mail:pr@ceci.com.tw

連結海洋



看見不一樣的湛藍風景

每年中秋前夕，台電動員全台數千人淨灘，
撿拾起海灘上的垃圾，看待海洋的眼光就會不一樣。

走過25年淨灘歲月，
台電14個發電廠單位認養了海灘。
現在做的影響未來，
保護海洋環境需要每個人齊心投入維繫。



台灣電力公司
TAIWAN POWER COMPANY

人與自然的共生之道，台電與你一起追求。

廣告