

八八水災與鋼橋

陳純森 高雄市結構技師公會學術主任委員

2009.12.3

前言

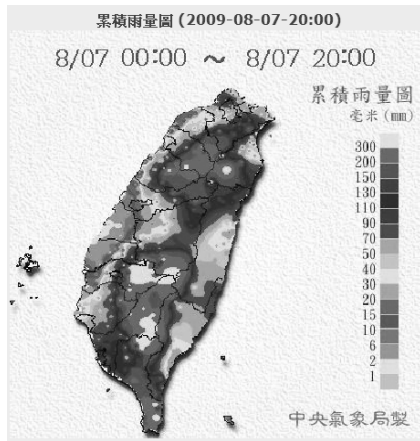
2009年8月7日，莫拉克颱風侵襲台灣本島，造成無數損失。莫拉克颱風在花蓮宜蘭登陸後，在台灣上空盤旋約四、五天後才緩緩從桃園出海離開台灣。氣象局於8月6日早上8:30發布陸上颱風警報，於8月10日早上5:30才發布解除警報。由於停滯徘徊的時間太久，氣象局前後共發布36次之警報。莫拉克颱風屬於中度颱風，中心最大風速為每秒40公尺。因降雨量甚大，而重創南台灣。許多村莊被覆蓋，百姓被活埋，影響層面之大空前絕後。中南部所有七大縣市，包括南投縣、雲林縣、嘉義縣、台南縣、高雄縣、屏東縣與台東縣等，全台共有道路受損246處而交通癱瘓，鐵道與省道橋梁13座斷裂，橋樑54座封閉，到處寸步難行。根據消防署報導，死亡人數673人，失蹤約26人，受傷者34人，房屋全倒472間，半倒者128間。雞鴨豬牛等死亡不計其數，農業損失約164.7億。復根據災後重建推動委員會估計，各級學校共有18所必須易地教學，操場積水之學校有74所，教室淹水者有85所，受土石流影響之學校有21所，交通中斷者有10所，災情十分慘重。

許多人把此次重大災害歸咎於氣象局預報不夠準確，降雨量頻頻向上高修，也責怪水利局等單位執行河整治不利、縣市互相越域引水造成山坡開炸而鬆動，甚至於責怪各地方政府的通報疏散與救災不力，而有甲仙鄉之地方性小鄉長被監察院彈劾。其他相關專業主管單位有不少人員被約詢或調查而人心惶惶，甚或倦勤。本案的中央防災指揮中心束手無策，指揮官頻頻換手，終在社會大眾之輿論壓力下導致閣揆等換人，衍生了敏感的政治問題。

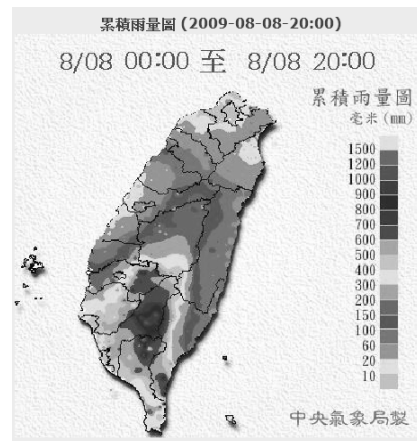
一、豐沛之雨量

綜觀此次之重大災害，主要的原因為巨大土石流所釀成，最嚴重之甲仙鄉小林村整村被活埋，台灣南部全區到處洪水氾濫，損害程度無法形容。

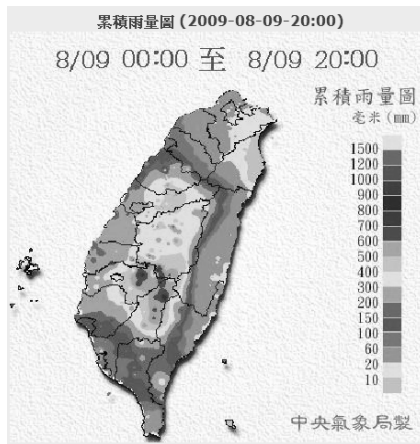
本次莫拉克颱風所下降之雨量，為歷年之冠。根據氣象局之雨量統計圖，在高雄縣與嘉義縣之鄰近山區，從8月7日至8月10日所下之雨量分別至少為300mm、1,500mm、700mm與300mm，合計至少為2,800mm，詳圖一至圖四所示。試想短短的三、四天所下的雨量已經將該地區兩年的雨量都下完了，誰有本事去作適當的驅離與防範？此種超豐沛之降雨量，實已非人力所能夠預測與控制。專家與學者所據以為整治河川的歷年水文資料，根本無法派上用場。古語諺道：「人定勝天」，惟本次的災害老天爺明確地警告台灣人，「人算不如天算」。若真有人於災害後肆意推託怪罪他人，實乃事後諸葛不夠謙卑與厚道。天地間真正的造物者主宰天地萬物的。如果說本次之災害為天災，一點都不過份，因為已經完全超越人類的智慧所能預測與防範了。



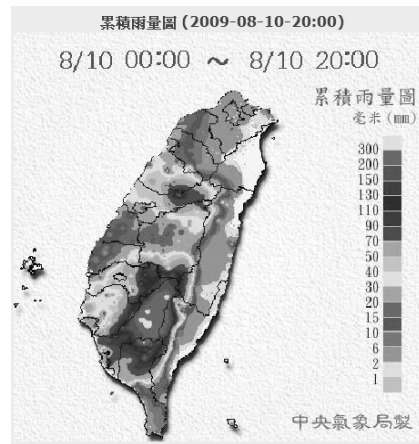
圖一 8 月 7 日之雨量



圖二 8 月 8 日之雨量



圖三 8 月 9 日之雨量

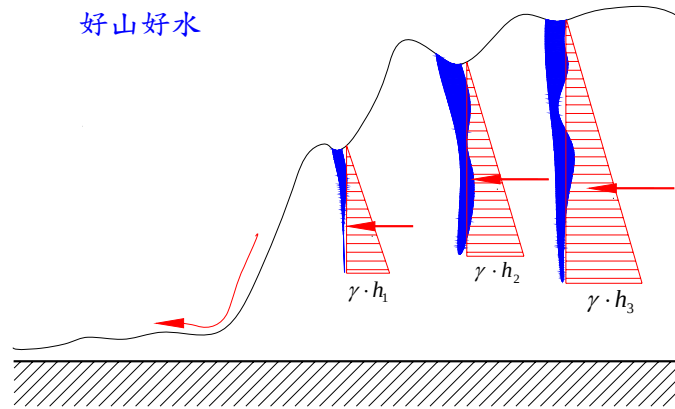


圖四 8 月 10 日之雨量

二、災害之主因

報載死亡最慘重之甲仙鄉小林村被活埋之土方厚度達 15m 高，幾乎是五層樓高度。如此巨大之土石方，已非一般學術研究討論的土石流，而是整座山被搬家了，像是「排山倒海」。當豪雨不停地下，除了一般的地表逕流外，921 地震所震鬆的山坡地，自然順勢帶下一般的土石流，但最嚴重的應是颱風滯留期間所滲入山中的水柱，由於下雨的時間長，水量又多，自然累積相當高的水柱，而造成不可抵擋的側向水壓，土山形成一座天然的擋水牆，卻又擋不住，因為滲透水夾著大量泥沙，其比重遠比水的單位重還大，只好崩潰，一波又一波的潰山，如圖五所示，有如快速地切割西瓜，其流量當然相當可怕，誠如古人所言「山崩」地裂。

好山好水



圖五 滲水所造成之側向水壓

根據媒體報導，甲仙鄉長被彈劾數日後，御史大人似乎也發現彈劾的理由並不充分，因為本次災害並非一般的土石流，也非常人所能夠控制，重大的天災歸咎於人禍實屬不當，所以另行向被彈劾人致意，並勉其向公懲會積極申訴，爭取平反。令人拭目以待。

三、災害之清理與復建

颱風過後，中南部之交通幾近癱瘓，到處是走投無橋，公路與鐵路之橋梁均有受損，如圖六至圖八所示，表一為媒體所統計之斷橋狀況。山區因路與橋均受創，災民之搶救十分困難，在缺乏緊急命令的救災條件下，交通單位勉強安置了臨時性的涵管，作為便道，狀況岌岌可危，如圖九與圖十所示。被大水淹沒之地區無不充斥雜木與爛泥，其數量之多均以億方估計。



圖六 六龜斷橋之一

莫拉克風災斷橋狀況			
橋梁	橋齡	位置	替代道路
壽山橋	28	南投縣水里鄉(台21線)	施做便道
新安橋			
新旗尾橋	17	高雄縣旗山鎮(台3線)	施做便道
雙園大橋	28	高雄縣林園鄉(台17線)	萬大橋
民族橋	18	高雄縣那瑪夏鄉(台21線)	施做便道
大津橋	20	高雄縣六龜鄉(台27線)	高美大橋或新威大橋
六龜大橋	17	高雄縣六龜鄉(台27甲線)	新威大橋
旗尾橋	37	高雄縣旗山鎮(台28線)	施做便道
一號橋	39	屏東縣霧台鄉(台24線)	施做便橋或便道
林邊溪橋	超過70	台鐵屏東線	搶通需5-6月
太麻里三號橋	18	台鐵南迴線	搶通需2-3月
太麻里四號橋			
鹿野溪橋	27	台鐵花東線	搶通需3個月

資料來源：公路總局、台鐵局 自由時報 98.08.10 製表：記者曾鴻儒

表一 斷橋狀況（自由時報）



圖七 六龜斷橋之二



圖八 林邊鐵路斷橋



圖九 甲仙臨時便道



圖十 六龜臨時便道

搶救期間，阿兵哥們不辭勞累地協助災民清理家園，各縣市政府不分藍綠分別動員機具車輛，認養救災之鄉里，場面甚為感人。如圖十一與圖十二所示。



圖十一 動員軍人救災



圖十二 台北縣政府協助佳苓鄉之車隊

四、碩果僅存之鋼橋

本次水災之橋梁受損以高雄縣最為嚴重，山區之橋梁除了前往六龜孤兒院之東溪橋與新威橋外，其餘之混凝土橋幾乎全斷。此二座橋梁採用鋼結構施工，東溪橋為單跨之拱形鋼橋，係中鋼集團回饋高雄縣所捐贈之工程，難不成是公益事業獲得上天的肯定。新威橋於河床部分則為二跨之連續鋼拱橋，狀似當地蝴蝶谷盛產之花蝴蝶，地標意識十分明確也發揮了鋼橋之功用。(圖十三與圖十四)



圖十三 東溪鋼橋



圖十四 新威鋼橋

五、橋梁毀損原因

本次災害所造成的斷橋事件，主要因為土石流嚴重沖刷橋墩與基礎，分別造成橋墩被衝跨與基礎被掏空，終究鋼橋斷落。一般之鋼筋混凝土或預力混凝土橋梁之跨距約 25~40 公尺，即每隔 25~40 公尺就設置一個橋墩。對於河床較寬之溪流，其橋墩數量相當可觀，被沖跨的機會也就相對提高。如果採用鋼橋重建則可以減少被衝毀的機會，因為鋼橋之橋墩比混凝土橋更長。依照國內之實蹟，H 型斷面之鋼橋，其跨距可達 70 公尺；採用箱型斷面之鋼橋時，其跨距長達 110 公尺；採用鋼拱橋時，則跨距可達 230 公尺。目前國內跨距最長之鋼橋為高屏斜張大橋，其跨距長達 330 公尺。如果採用吊索鋼橋 (Suspension Bridge)，依外國之經驗，其跨距尚可高達 800 公尺以上。圖十五為高屏斜張大橋。謹將各種材料興建之橋梁跨距彙整如表二所示：

型式	傳統混凝土	I 型鋼梁	箱型鋼梁	鋼拱橋	斜張橋
工法	1. 支撐工法 2. 推進工法	1. 懸臂工法 2. 推進工法	懸臂工法	支撐工法	懸臂工法
跨距	25~40m	25~70m	50~110m	90~230m	330~800m
特色	造價技術門檻低 橋墩多	適合中型跨距	適合中型跨距	適合大跨距 橋墩少	適合較大跨距 橋墩少



圖十五 高屏斜張大橋

六、橋梁重建之對策

採用鋼橋興建的橋梁，除了可以擴大跨距、減少橋墩數量外，還有以下特點：

1. 鋼橋之梁身淺，不易受到漂流原木之撞擊，降低災害。
2. 河川上游可儘量採用單跨橋梁，避免沖刷。
3. 鋼橋之加工製造可與現場之基礎施工同步進行，縮短工期。
4. 鋼結構之材料質地均勻可靠，施工品質穩定。
5. 廢鋼料之回收容易，可以當作煉鋼廠之原料，重複使用，符合綠建築理念。
6. 耐候鋼的產品耐久性長久，且近代之防蝕技術進步，使用年限延長。

由於本次水災曾造成台東知本金帥飯店之倒塌，該飯店雖面臨河岸尚有 100 公尺之距離，但由於位處洪水之行水區，經大弧度之洪水沖刷，仍不敵巨大之水流力量，終至倒塌。因此，建議日後興建位於行水區之橋梁，其橋台應儘量內縮，並確實作好週遭之保護工。

七、現有鋼橋特殊事蹟

(一) 后豐大橋：

后里至豐原之后豐大橋於 2008 年發生斷橋事件，並有意外傷亡與人員失蹤，經採用鋼橋重建後，於一年期間趕辦完成並已通車，效率之快遠非混凝土橋所可比擬。圖十六與圖十七分別為吊裝與完工之情形。



圖十六 重建之後豐鋼橋吊裝（榮重鋼構）



圖十七 完工後之後豐橋（榮重鋼構）

（2）台北水管橋：

大台北市居民所飲用之水源，許多來自翡翠水庫，水庫的儲水都經由水管橋跨越新店溪下游送至台北市區。該橋梁並非供人車行駛，而是輸送水源，採用三拱鋼橋興建，橋景十分狀觀。（圖十八）



圖十八 鋼拱水管橋

（3）洲美大橋：

台北市火車站後站之承德路至淡水，有個跨越淡水河並且沿著河岸興建之洲美大橋，因為工程十分浩大，分別由榮工處、春原營造與皇昌營造等，三家重量級之公司共同興建，全部採用箱型斷面之鋼梁，特別適合跨河之大跨距橋梁。（圖十九）



圖十九 洲美大橋

(4) 其他鋼橋：

其他為了符合地域景觀，國內也出現了數個奇特的拱形鋼橋，如淡水河之觀渡橋、台中屋日快速道路鋼拱橋與山谷中常見之 π 形橋等，都可為了當地的地形地物，予以妥善搭配藝術造型，成為良好景色。台灣未來的期待是一個值得炫耀的長跨吊索橋。