極端氣候下新北市道路災害應變作為之研究

楊至中[1]　林昆虎[2]　朱惕之[3]

[1]新北市政府工務局 技正

[2]新北市政府養護工程處 總工程司

[3] 新北市政府工務局 局長

摘要

去年(2015 年)蘇迪勒及杜鵑風災造成新北市公路及市區道路嚴重受損，為因應極端氣候增加道路受災，新北市政府工務局以一年時間將全市曾發生坍方、塌陷等災害的道路，及發生原因、搶救和復建方法等，透過大數據蒐集如同病歷表逐一登錄，並將建置在「新北市道路災害復建管理系統」中，並從設計到施工做工程履歷建置，透過業主、監造設計及承商三方面在同一平台同步進行每日進度控管、資源調度等功能，發揮最大功效如期如質完工。後續再將結合 Open Data 各式資訊進行跨域整合，找出未來在颱風來襲前即可結合氣象或其他相關資訊，在災害發生前做為預警封路及布建搶救災人力、機具的參考依據。

關鍵詞：道路防災、防災系統、搶災復建

一、前言

臺灣地理位置於全球歐亞板塊及菲律賓海板塊交接帶，地理環境特殊，有山高、水急、流短之特性，每當颱風季節或地震天然災害來臨時，往往無法避免遭受天然災害之影響，加上近年來都市化的密集發展以及極端氣候等因素，使得環境脆弱性愈趨增加，造成近年來災害頻率與規模均有增大之趨勢。[1]除此之外，政府間氣候變遷委員會（Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC）於 2007 年公布氣候變遷第四次評估報告指出，過去 100 年間全球平均溫度上升 0.74℃，並出現快速增溫的現象，海平面高度升高，熱浪、乾旱級豪大雨等極端氣候發生的強度與頻率增加，造成全球各地面對各式災害衝擊也相對提高。[2]臺灣屬高風險災害地區，全球氣候變遷的衝擊影響到臺灣的政府與民眾，是政府急需面對的國土安全問題。

[1] 新北市政府工務局技正（通訊作者，聯絡地址：新北市中和區員山路 471 號 3 樓，電話：02-22253299 轉 335，E-mail: styang12306@gmail.com）。

二、文獻回顧

去年(2015 年)蘇迪勒及杜鵑風災造成新北市公路及市區道路嚴重受損，大多為坡地災害為主因，而臺灣地區有 73.6%以上的土地是屬於山坡地與高山林地為主，坡地因地形地質、植被、水文急開發狀態不同，所造成災害程度、模式亦有所不同。而坡地災害類型發生頻率依序為崩坍、落石、路基坍方、土石流及地滑[3]，如圖 1 所示。

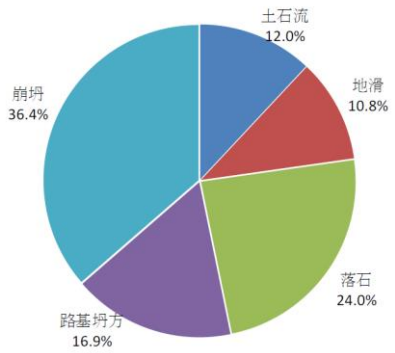

圖 1 坡地災害類型(1997-2008 年統計)[3]

而國家災害防救科技中心根據歷史災害記錄及各鄉鎮土石流潛勢溪流警戒雨量值（莫拉克颱風（2009 年）之前警戒值）等因子，建立臺灣地區山坡地脆弱度分級圖進行坡地災害脆弱區位分析與風險評估，依據風險概念考量降雨分佈以及自然環境與社經條件的脆弱度，綜合上述得出脆弱度指標之坡地災害風險地圖，如圖 2 所示[4]，顏色越深風險越高。

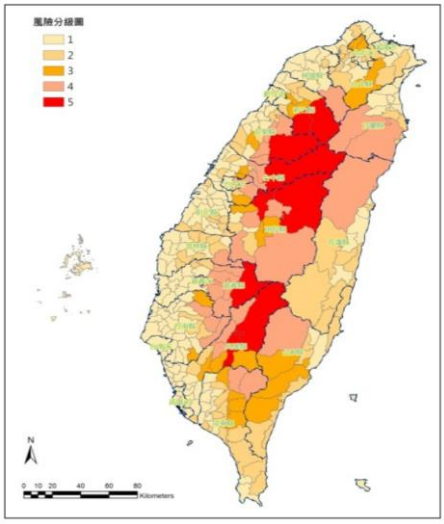

圖 2 坡地災害風險地圖[4]

以圖 2 所示，以新北市轄內坡地災害風險地圖中較高風險地區為烏來及石碇地區，風險達第 3 級，坪林、雙溪、三峽、汐止、中和、鶯歌、樹林、新泰等地區風險達第 2 級，新北市達第 3 級部分一般屬山區為多，這些地區凸顯降雨強度高、地文條件不理想

以及社會脆弱度高之特色，尤其是烏來地區在去年（2015 年）蘇迪勒與杜鵑風災受創最為嚴重。另外，風險達第 2 級區域如三峽、坪林、雙溪等區域，在蘇迪勒與杜鵑風災造成嚴重損害，新店區域風險達第 1 級也造成嚴重損害，顯示在極端強降雨條件下，風險低的地區仍無法倖免。

蘇迪勒與杜鵑風災造成重創烏來交通，根據福山雨量站資料，關鍵致災原因是雨量太集中，從 8 月 8 日凌晨 3 點到 8 點，短短 6 小時就下了 442 毫米，破歷史新高，如圖 3 所示。國家災害防救科技中心曾分析 20 年來，各地 3 小時累積雨量，排行前 20 名者，有 16 個集中在 2000 年之後，近年這種「短延時強降雨」有增加趨勢。發生蘇迪勒與杜鵑風災前，根據農委會水土保持局公告，烏來只要雨量累積 550 毫米，就有土石流發生潛勢;在蘇迪勒與杜鵑風災後，烏來土石流警戒值有向下修正，信賢及忠治區修正為 350mm、福山區修正為 450mm，受災地區坡地仍為不穩定狀態，再發生土石流機率相對偏高。另外，三峽竹崙路每小時雨量也到達 100 毫米，導致山洪暴發，沖走兩人[5]。這樣降雨模式對於山區道路受創機率大增，對都市型道路常會造成路面排水不及、容量不足而造成積淹水，這種災害特性是反應時間不夠，這對防災工作是極為不利。

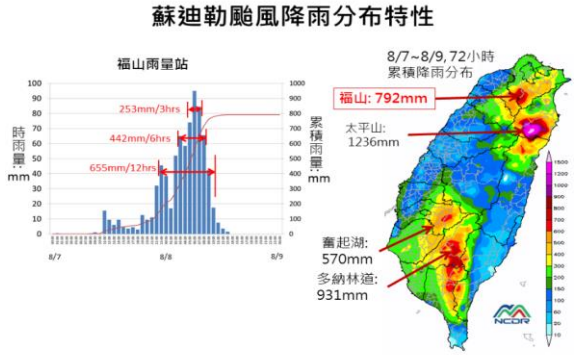

圖 3 蘇迪勒颱風降雨分布特性[5]

圖 4 省道災點分佈圖[2]

山區道路開發是造成坡地災害最主要原因之一，大量挖掘或影響坡腳穩定，及容易有發生崩坍等坡地災害，開發後會來交通的便利及人潮，增加坡地災害曝露量，以圖 4 所示[2]，說明主要山區道路的開發與歷年道路災點之關係。以該圖顯示，新北市省道系統常發生災害區域為北海岸台 2 線沿線、台九甲線及台九線為主，北海岸道路災害主因為落石居多，因海岸邊受風化侵蝕影響所致;台九線及支線以岩屑崩滑型為主，新北市道路發生災害風險以東北向、南向及東南向居高，以防災角度而言是要特別留意之區域。

綜上，以道路防災觀點出發，短延時強降雨已經是目前極端氣候下正在發生的趨勢，由蘇迪勒風災對烏來區降雨數據顯示，短時降下驚人的雨量對於山區道路上下邊坡脆弱面就會造成極大損害，山區道路防災上有縮短應變的時間，而颱風災害可事前參考氣象局或各國預測降雨資料顯得相當重要，套用災害風險較高之路段，災害時進行預警性封路管制，或是採用相當監控設備，以隨時注意道路狀況，減少民眾意外發生。而這波極端氣候的影響已經不是短暫的，而是陷入長期抗戰階段，民眾必須面對的，國土較為脆弱的區域是否適合居住、大規模開發山坡地、發展觀光旅遊等，都必須重新再思考。

然山區道路防災工作更刻不容緩進行，民眾自身安為也應該要有自我防護意識，遠離災害減少曝險機會，政府與民眾共同面對居住安全問題。

三、新北市道路災害應變作為

新北市於颱風豪雨期間，道路經評估有發生災害危險之虞時，依循「新北市政府各區公所颱風、豪雨期間封路標準作業」[6]之標準程序即時封閉道路，保障用路人生命財產安全，並使公路運輸功能所遭受損害減至最低程度。針對颱風、豪雨期間封路標準作業流程可分為：警戒階段、封路階段及開放階段等三階段，如圖 5 所示。

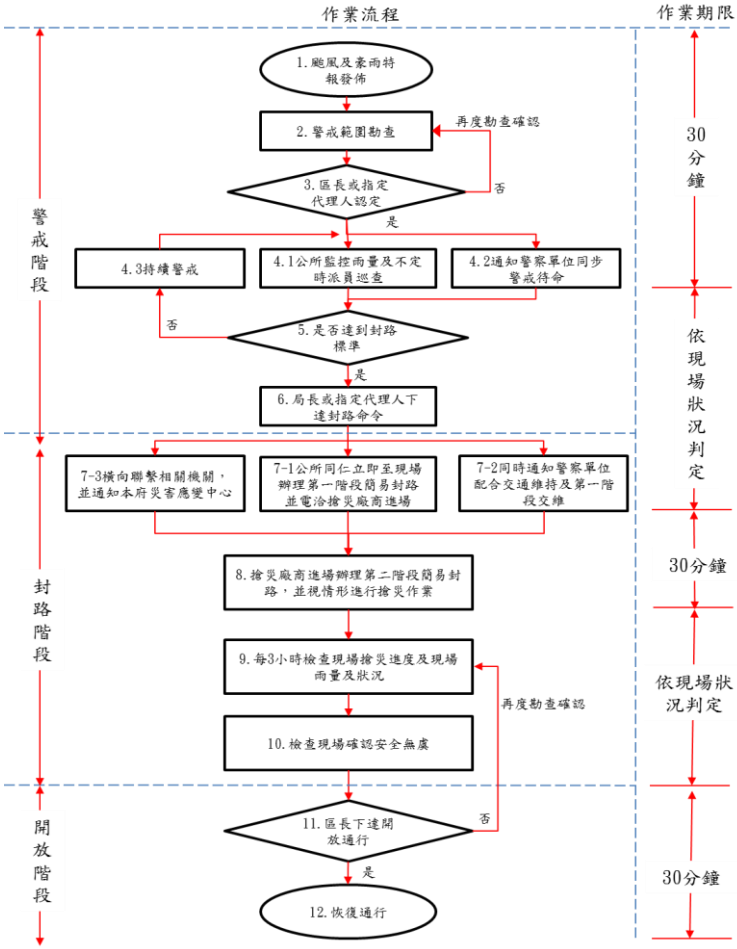

圖 5 新北市政府各區公所颱風、豪雨期間封路標準作業流程圖[6]

3.1　警戒階段

依封路標準作業流程在警戒階段共分為六項步驟，相關作業內容敘明如下：

(一)颱風及豪雨特報發布：

中央氣象局發布陸上颱風警報或豪雨特報時，辦理確認動作(何時發佈及影響範圍)。

(二)針對下列原因列入警戒範圍之路段進行勘查：

1. 根據歷史災害紀錄新北市政府將轄內烏來北 107 線、北 107-1 線及三峽北 114 線，列為重點警戒監控之路段。
2. 接獲用路人、當地居民、警政單位通報或發布為土石流警戒區，經養路單位勘查、認定需要者。
3. 養路單位巡查或網路監看該路段雨量站資料、氣象局雨量站等資料，經認定有需要時。

(三)由區長或指定代理人認定警戒範圍：

公所人員經勘察警戒範圍，並提報專業意見予區長或指定代理人認定警戒範圍。

(四)由各單位針對警戒路段進行警戒：

警戒路段之轄區公所進行雨量監控並不定時派員巡查。

1. 公所人員編組及待命。
   (1)公所立即建立封路任務編組人員，其相關人員待命。
   (2)依封路任務編組表內，警戒及封路管制組 24 小時輪班警戒。
   (3)公所聯絡所屬搶災廠商，及監造設計單位同步進行待命。
2. 監控及巡查。持續監看該路段附近雨量站即時資料及不定時派員巡查，每 2 小時填報表格報陳區長或代理人。
3. 通知警察單位同步警戒待命。公所經警戒範圍勘查後報請區長或代理人認定後，應請警察單位同步待命。
4. 持續警戒。依本作業流程四步驟內容說明持續辦理。

(五)依據下列標準確認是否到達封路標準：

1. 列為重點監控之路段(如烏來北 107 線、三峽北 114 線等)時雨量已達下列情形者：
   (1)附近測站雨量達 40 mm/hr 且 200 mm/24hr
   (2)附近測站雨量達 80 mm/hr
   (3)附近測站雨量達 150 mm/2hr
2. 其他單位通知道路路基附近流水流異常或有異常河床變動時，且現場道路下邊坡已有明顯掏空、沖刷或道路鋪面已產生裂縫時，經養路單位認定有危及道路安全之虞時。
3. 各路段（含重點監控之路段）如有下列情形者，經養路單位認定有危及道路安全之虞時仍需辦理封路：
4. 道路鋪面已有明顯張力裂縫、道路附屬設施（側溝、人行道等）已有明顯變形、破壞或路基有傾斜、下陷等跡象
5. 道路上、下邊坡土（岩）層已有滑動、掏空、湧水，或相關擋土牆、岩錨、土釘等邊坡保護工已有明顯裂縫、位移、滑動、變位等，邊坡具有潛在破壞勢能者。
6. 道路已有零星土石崩落，經養路單位認定仍有持續坍落之虞。

(六)由區長或指定代理人下達封路命令：

公所人員依本作業流程五判斷認定需封路時，應立即陳報區長或其指定代理人，進行整體評估後下達封路。

3.2　封路階段

當接獲封路指示時，公所同仁立即至現場辦理第一階段簡易封路並電洽搶災廠商進場。

(一)公所同仁立即至現場進行第一階段簡易封路：

1. 經區長或指定代理人下達封路命令後，公所同仁立即至現場，於道路兩端同時佈設，警示帶、交通錐、警示燈、蜂鳴器辦理第一階段簡易封路。
2. 公所人員聯絡所屬搶災廠商攜帶必要阻絕措施或所需救災機具，趕赴現場。
3. 公所人員視現場需要聯繫所屬搶災監造、設計單位進場，進行搶災工作評估及專業建議。
4. 同時通知警察單位配合交通維持及第一階段交維。經區長或指定代理人下達封路命令後，應立即通知轄區警察局單位至現場，協助維持交通及封路前已進入該路段人員安全確認。
5. 橫向聯繫如台電公司、自來水公司、各里辦公室、醫療單位及警察單位等相關機關，並通知本府災害應變中心。

(二)由搶災廠商進場辦理第二階段簡易封路，並視情形進行搶災作業：

1. 搶災廠商接獲公所通知，應立即趕赴現場，以充水式或 RC 護欄、拒馬、交通錐、警示燈等設施進行第二階段完全阻絕，必要時設置封路告示牌、替代路線告示牌。
2. 現場如有災害（損壞）發生，搶災廠商相關人員、機具進駐現場進行災修。
3. 公所人員現場檢核相關項目，並陳報區長及代理人。

(三)每 3 小時檢查現場搶災進度及現場雨量及狀況：

封路作業完成後，公所人員觀查雨勢變化及現場搶災情況，每 3 小時填報（表四）檢核災修進度，相關道路是否可開放通行。

(四)檢查現場確認安全無虞：

公所人員依流程九檢核後，應須綜合研判雨勢及現場情形，確認安全無虞報請區長或指定代理人。

3.3　開放階段

(一)區長下達開放通行：

區長或指定代理人經公所人員依流程九、十檢核後，確認安全無虞報，經區長或指定代理人審視後下達開放通行。

(二)恢復通行：

針對之前設置的安全警戒設施進行撤除，並通知橫向機關，恢復警戒路段之通行，惟現場持續觀察警戒，特別注意路基沖刷或其他邊坡坍滑情形。

四、災害復建管理系統應用實例

4.1　管理系統簡介

本節將介紹新北市政府災害復建管理系統功能，本系統使用介面如圖 6，透過帳號及密碼登入系統後，主要分為二部分，其一為案件管理模組，內部分為災害案件上傳、災害案件查詢及 Excel 表格上傳三部分；其二為其他管理模組，也就是使用者管理介面，本系統將使用者分為四部分，依序為訪客、一般使用者、單位主管及管理者，其中管理者權限為最大，訪客權限僅止於瀏覽災害復建狀況，並不可以更改，另外一般使用者為各復建單位承辦同仁，管理者為各復建工程單位主管同仁，依不同權限進行分工操作，協同參加紀錄。

圖 6 新北市政府災害復建管理系統使用者介面

案件管理模組第一部分功能為災害案件上傳，除了採用過去以座標方式登入方式，還增加以拖曳方式登入災點位置，讓災害位置之登入增加彈性修正，點入之後為案件查報功能，其登入內容分為案件發生日期、地點、座標、復建工程案名、災損情況及說明、破壞模式與可能致災原因分析與檢討、工程進度與其他項目、復建工程總金額、復建計畫、預計及實際進度、工期等項目，讓復建工程履歷得以完整呈現。接下來案件登入後即可以進行每日列管及更新工作，案件由災害案件查詢子模組查詢與更新，透過區域與復建單位來進行搜尋可得出想要查詢案件，以表列方式呈現，或是改以地圖方式呈現，如圖 7。案件更新功能可選擇「維護」鍵即可做定期更新作業，系統也需要使用者更新災害時之照片、施工中的照片及竣工照片，有完成內容方可解除列管，未完工解列案件在地圖上為紅色標籤所示，已完工解列案件以綠色標籤所示，讓使用一目了然目前施工狀況。

最後是 Excel 表格上傳，主要上監造單位必須進行每日進度更新報表功能，讓案件進度得以控管，不論出工數量、機具使用及材料調度均呈先在報表中，讓業主及監造單位掌握復建進度，並適時調整做出適當決策，讓案件做出最快調整。

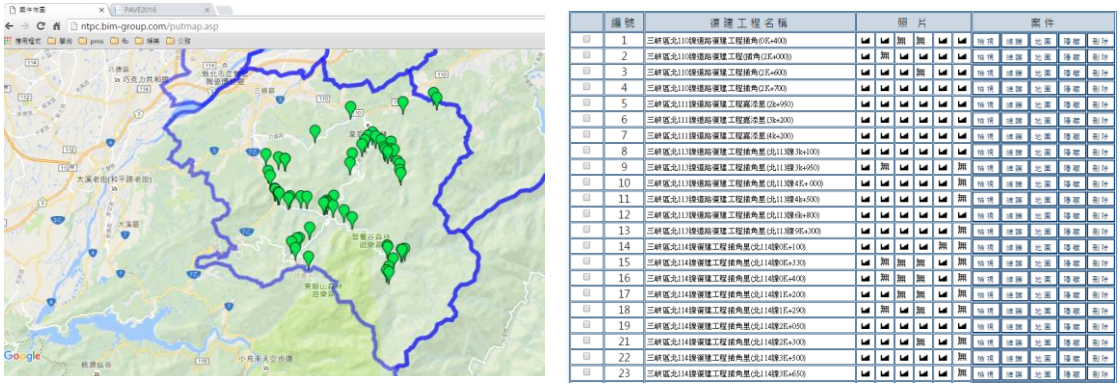

圖 7 系統案件查尋模組使用者介面

4.2 管理系統實際操作

由於去年蘇迪勒及杜鵑風災造成新北市公路及市區道路嚴重受損，搶災及復建的時效影響民眾甚鉅，以工務局復建工程為例，共需執行 103 處災害復建工程，採用 104 年災害救災及復建工程開口契約進行復建，然而有部分開口契約廠商無法負荷，協調以跨區支援方式辦理復建，以三峽地區為例，災點數就高達 60 處，就分為二的復建開口契約進行施工，以分擔工作量及時效管理，也縮短災害勘災時間加快設計時程，施工時能量也得以提升。勘災後的資料登入管理系統進行管理，後續案件可提供養護單位承辦同仁、技師進行使用，若在同區域附近路段後續有發生災害時均可作為設計依據及參考，所以施工工項、復建計畫及圖說可以導入系統中作為後續使用。搶災後之照片及作為也一併同步紀錄，也是有相同作用。

操作上主要是監造單位為填報單位，當然在填報時必須同步與業主與承商確認後得出需填報資料，有問題也及時提出進行討論及修正，其中工程進度與相關資源調度是在復建工程中很重要的一環，當系統紀錄需要復建工程災點，很清楚在圖上表達時按路線承商安排施工進度及工班調度，每日回報施工能量表報均有呈現目前施工狀況，但是工程施工時有天候因素、復建規模影響、出工能量、材料出貨、成本考量等因素，導致施工速率下降不按先期所規劃目標完工，這時業主及監造單位就必須積極主動協助解決進度下滑問題，透過系統圖資檢視未完工案件如圖 8，檢視工區單點進度、各工班施工位置、施工能量等，進行復建工程資源調配，讓落後或是未進場施工工程不致於閒置太久，持續積極施工。在管理系統下施工決策讓三方有所依循，減少介面問題。

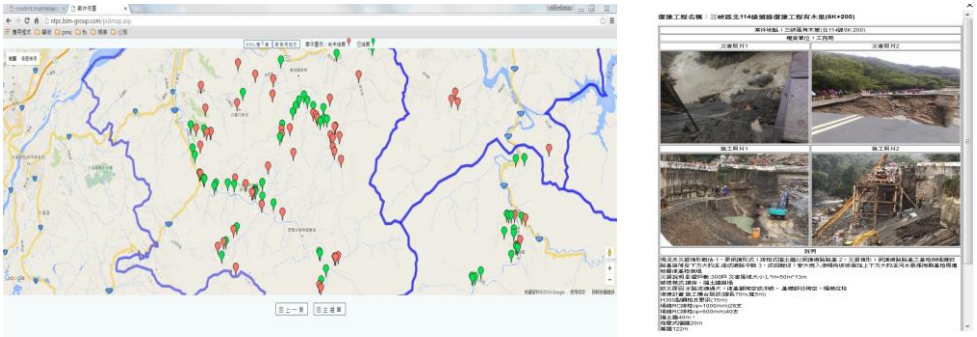

圖 8 系統整合資源與平台溝通介面

透過復建管理系統紀錄災害復建過程施工履歷的留存，可以讓機關內部人員作為後續災害設計參考，並可以讓機關內部新進人員提供訓練與查閱，讓復建工程作業可以進行知識傳承，也就是做為機關內部知識管理的重要工具。另外，當系統資訊依年度累積復建資訊，將可以比對發生有紀錄災害位置與復建工程資料及照片紀錄於系統內，比對當初所設計與日後災害損害情況，可減少爾後設計錯誤及預防的空間。

歷經去年蘇迪勒與杜鵑風災過後，新北市政府工務局累積相當搶救災及復建工程經驗，誰也不希望災害發生，但是極端氣候下道路災害損害機率增大是不爭的事實，除了做好充足準備外，復建工作做好協調與整合工作，這樣讓道路可以快速恢復原有服務水準。

五、防災資訊支援決策應用探討

以新北市災害復建管理系統為資料收集工具，再將各式圖資作跨域整合，作為新北市政府工務局進行災害管理的重要工具。道路防救災是有節奏的，交通部公路總局防災中心執行秘書陳進發在「防救災之節奏」提出[7]，防災節奏分為災前、災中及災後三部曲，如下圖 9 所示。

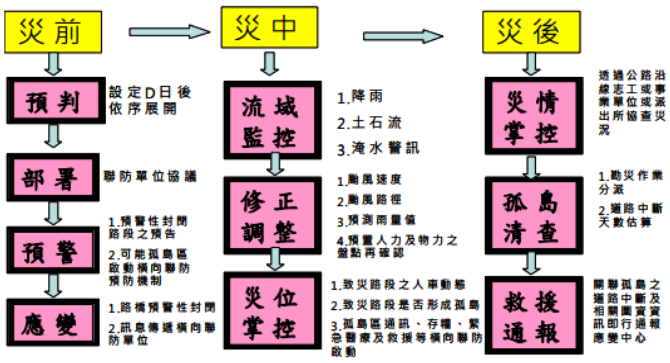

圖 9　交通部公路總局防救災之節奏[7]

根據上圖所示，本研究針對防救災節奏提出建議與調整，新北市可在災前預判及部署、災中的預警及應變、災後的搶通及復建工作，可做為新北市政府工務局防救災步驟參考，以下本研究提出防災步驟「災前、災中、災後」因應作為，可做為日後新北市在道路防災做決策支援之參考。

5.1　災前預判及部署作為

在災前必須收集相關圖資進行分析整合，包括天氣資訊、地質資訊、道路基本圖資、過去歷史災點、衛星影像、橫向聯繫等，以做為防救災資訊決策基礎工具。相關天氣資訊可參考單位有氣象局、水利署、水保局、天氣氣象公司、世界各國資訊(如日本 JAXA、MTSAT、美國 NOAA、NASA、CIMSS 等單位)、交通部公路總局 Safe Taiwan 平台等資訊，這些已經是公開資訊、本研究建議利用 Google Earth 進行資訊串流，即可得到即時天氣圖資訊息，各養護單位不用再進行系統開發與建置即可使用，如圖 10 所示。

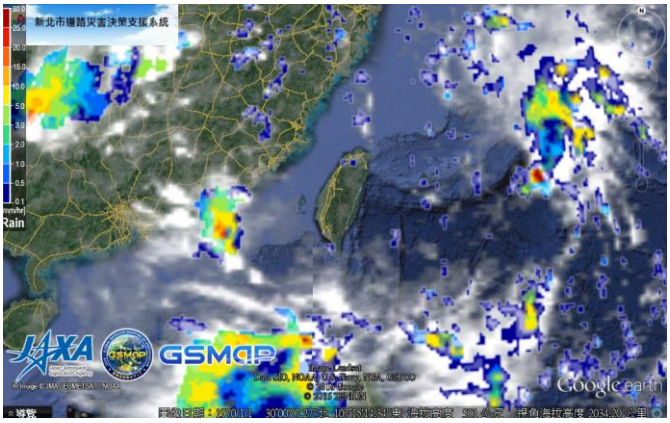

圖 10 各種天氣圖資套疊使用

利用述上資訊可以預判風災及水情資訊，讓新北市政府工務局可以提早知道雨量大小，並執行天氣監控作業，對於預判風雨較為強勢地區進行機具與人力部署，以今年度來說，由於新北市烏來區及三峽區是蘇迪勒及杜鵑風災受創最為嚴重的區域，如今年有颱風進來之時就會預先部署機具在北 107 線 8.5 k 及北 107-1 線 3k 的位置上，增加部署能量、強化機具動員、結合國軍應變，讓防災能量提升。

遇到颱風類型的災害，是有時間進行相關標準作業流程的檢視，檢視機具能量、清點裝備數量、檢視相關道路排水機能、道路附屬設備功能正常運作，不過地震災害及無預警災害是沒辦法事先準備妥適等待災害來臨。

5.2　災中預警及應變作為

依據「新北市政府封路標準作業程序」[6]，當列為重點監控之路段烏來北 107 線及三峽區北 114 線封路雨量達附近測站雨量達 40 mm/hr 且 200 mm/24hr、附近測站雨量達 80 mm/hr、附近測站雨量達 150 mm/2hr 之情況，符合上述列狀況之一者執行封路作業。所以目前這二條路線是有關規定封路標準，其他路段按指揮官視狀況需要封路處理。所以災中監控雨量以作為封路依據，並通知當地區公所進行封路作業，參考氣象圖資預警約何時進行封路管制，雨量達到行動值時進行封路，強化預警功能。

另外，台灣地區常發生地震與強降雨，針對地震達一定級數時，可能又要面對強降雨發生時，本研究建議採用圖資套疊方式找出較有可能致災區域與路段，當發生地後氣象局提供地震圖資，以圖 11(左)所示，氣象預報另提供定量降雨預報時，將二者套疊後可發現地震級數高的區域與定量降雨預報越深的區域重疊時，如圖 11(右)，表示該區域可能發生落石或地滑等災害，假設在套疊易致災路段或較為敏感區域地質圖資，亦可找出最有可能發生災害路段，可在較為安全區域部署機具，如有災害可快速增加應變能力，預先警示用路人及早避開，減少意外發生。

對於國內氣象局或國外預測氣候單位，提供預警之資料，可做為在地防救災單位做為參考依據[8]。災中透過氣象圖資監控雨量及風災情況，及早做好準備，讓意外事故發生降低，後續再持續強化通報用路人工具，讓用路人避免前往或提早改道，減少意外發生。

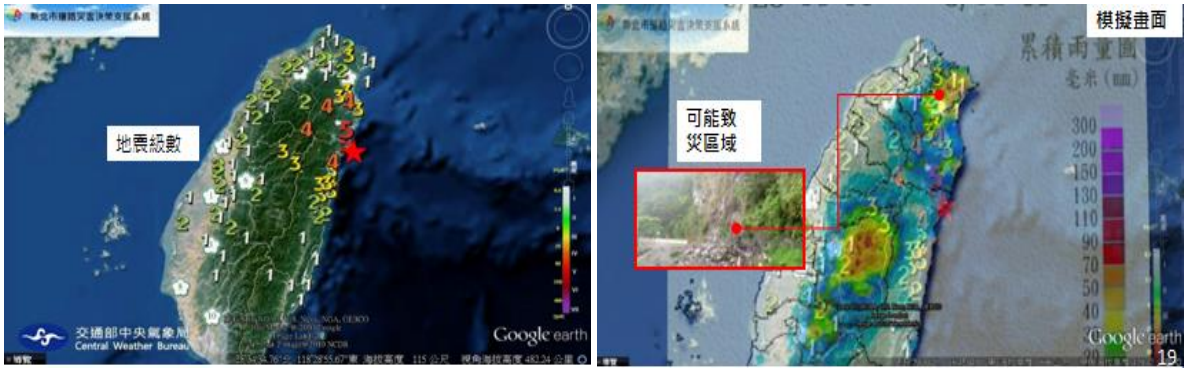

圖 11 地震級數與定量降雨圖資結合找出可能致災區域

5.3 災後搶通與復建作為

災後因強降雨造成道路上下邊坡損害，這時道路養護機關必須進行搶通及復建工作，而山區道路破壞模式分為主要四大項[9]，(一)沖蝕（刷）型：漫地流路基流失、地表沖蝕、向源侵蝕、凹岸沖刷、(二）滑動型：淺層滑動、深層滑動、順向滑動、(三）土石流、(四）墜落型：落石，以去年蘇迪勒及杜鵑風災為例，上述破壞模式在新北市道路均有發生，在烏來區北 107 線及北 107-1 線更需復建點數為 19 件，均屬較大規模道路災害，最為名景點烏來台車也造成路基掏空，鐵道懸空的情況，如圖 12(左)，本件也在第一時間建構人行棧橋供民眾通行；另三峽區北 114 線 6.2k 也發生道路側下邊坡基樁被大豹溪沖蝕倒塌，道路下邊坡掏空，如圖 12(右)，新北市政府工務局在 10 天內搭設鋼便橋搶通完成。也就是成為孤島地區必須在災後盡速恢復通行，孤島地區已有受損道路亦即須進行修復，所以第一時間必須完成搶通工作，以利物資與病患後送的工作可持續進行。

圖 12 烏來區北 107 線 1.15 及三峽區北 114 線 6.2k 道路受損情況

對道路主管機關而言，面對未來災害的挑戰，必須要新的應變作為，找出較易致災道路，讓道路主管機關可以及早進行預防與管制，去年蘇迪勒與杜鵑風災造成新北市管轄公路系統及市區道路共計 237 處需復建災點，透過災害復建管理系統將災點 kml 檔以 QGIS 轉出為 qgs 檔之後如圖 13(左)，受災行政區共計 13 區域，主要偏向山區型城鎮為主;再以 QGIS 功能表列選擇「影像」、「熱區圖」，統計半徑為 1000 公尺所得出重疊範圍有顏色層次圖，其中災害發生頻率

越高其顏色越深之災害熱區圖，如圖 13(右)， 可以得出各區受損較為嚴重的路段。

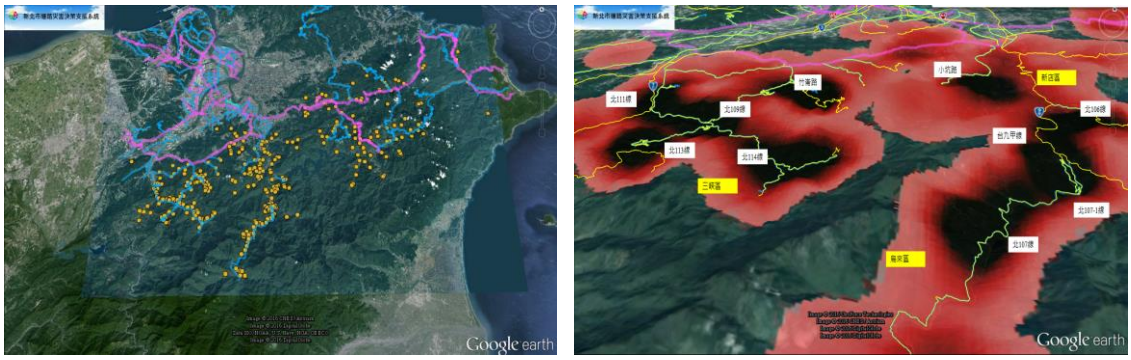

圖 13 以 QGIS 分析災害熱區圖

然而，要預判坡地災害發生位置與時間在技術相當困難，必須有相當預算經費、人力、物力及充裕時間來進行調查，針對自然邊坡及人工邊坡進行列管觀察，所以在預判工作顯得困難重重，然本研究藉由圖資套疊方式相將高危險易發生災害坡地進行調查，將地質災害潛示圖套疊於災害熱區圖，將岩屑崩滑高潛勢區與熱區顏色較深找出，表示這些路段上發生自然邊坡坡地災害相較比其他路段來得高，是值得道路管理機關加強檢視路段，如圖 14 所示，黃色虛線所框的路段是相較易致災路段，找出路段後針對黃色虛線所框路段進行調查及追蹤，請專業人員進行研判，發現有立即危害時可進行快速補強工作，以達事先預防工作。

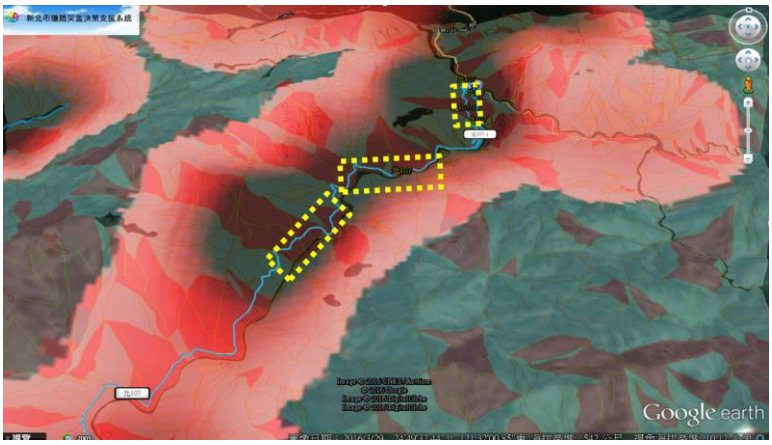

圖 14 以套疊方式找出易致災路段

坡地災害預測是相對困難，以這樣方式可以藉由環境及歷史資料在眾多路段找出相較危險路段，對防災工作是可以提早因應與面對，預判可能致災區域路段，事前佈署機具人力增加應變時間與空間，預先警示用路人及早避開災害之發生，未來道路主管機關必須加速去面對的部分。在易致災路段或是較敏感路段應該建立自動化監測及 CCTV 應用、建立部分路段 CMS 資訊可變標誌、提供 LBS 適地性災害簡訊緊急廣播系統功能、建立道路災害管理系統並加值應用等等，建立自動化監測及 CCTV 應用，建議仍部設在仍有疑慮之路段，並以 CCTV 應用作前後路段監控，有狀況透過監視系統進行比對查閱，進行管制與封路作業，減少外車進入;在易致災路段附近路段建立 CMS 資訊可變標誌，提早告知用路人前方路段狀況，做改道及遠離災區，另以 LBS 適地性災害簡訊緊急廣播系統通知用路人，減少意外傷亡發生。人們面對極端氣候下，強化道路災

害應變與作為，讓民眾通行安全得以保障，是目前政府部門首要工作。

六、結論

去年新北市招受蘇迪勒及杜鵑風災影響，道路上下邊坡損害嚴重，今年(2016)6 月 6 日已將大部分道路修復完成，僅剩烏來北 107 線 8.5k 上下邊坡損害進行中期防災能力提升復建工程，將在年底完成。在面對極端氣候下本研究對於目前政府部門提供一個災害應變的新做法，以收集災害點位、建立災害熱區圖、套疊地質災害潛示圖等，期盼找出較為敏感道路進行巡查檢視，發現問題盡早預防處理，減少意外發生。另外也透過地震即時圖資與定量降雨圖資套疊，找區域內易發生災害路段，提前部署機具人力，如有災害可快速增進應變能力，讓防災工作更為有效率。敏感路段採用自動化監測及 CCTV 應用、建立部分路段 CMS 資訊可變標誌、提供 LBS 適地性災害簡訊緊急廣播系統功能等，以增加敏感路段監控能力，有災害提早告知用路人避免前往。未來也建議道路管理單位進行各年度災害資料收集，透過大數據分析相關災害熱區，讓數據分析更為貼近現況。

地方政府面對極端氣候下道路維護是更具挑戰，地方政府之 EOC(Emergency Operation Center)防災體系於災害發生時應發揮通報(Report)、聯繫(Communication)、動員(Mobilization)、調度(Dispatch)、協調(Coordination)及整合(Integration)等功能，以便執行、指揮、督導相關救災措施，本研究建議 EOC 仍必須提供相對充分資訊給道路主管機關，以做出最有利之決策判斷。雖然新科技有無限可能，但必須結合專業人士的經驗與決策判斷，政府部門通力合作讓災害復元更為快速。最後，加強民眾防災應變教育訓練，容易成為孤島需要提早撤離疏散，改變思維，在災害發生前讓民眾遠離災害，方為上策。

參考文獻

[1] 內政部統計處，臺灣地區歷年天然災害損失統計。

[2] 中央研究院環境變遷研究中心，臺灣氣候變遷科學報告，2011。

[3] 張志新、李卓倫，臺灣地區重大天然災害-坡地篇，國研科技，2006。

[4] 國家災害防救科技中心，莫拉克颱風勘災成果綜整分析摘要報告，2009。

[5] 上下游 News&Market 新聞市集，「2000 年起台灣「短延時降雨」頻率增 極端氣候致災主因」，2015。

[6] 新北市政府，新北市政府各區公所颱風、豪雨期間封路標準作業程序，2012。

[7] 陳進發，「防救災之節奏」，臺灣公路工程 ，2-17 頁，第 37 卷第 12 期，2011。

[8] 楊至中，建置山區道路資訊整合應用系統之研究以烏來區為例，國立中央大學土木工程學系，碩士論文，2012。

[9] 周彥士，山區道路破壞模式與復建工法研究-以桃園縣鄉道為例，國立中央大學碩士論文，2007。