

北宜高速公路雪山隧道災害應變及救援標準 作業程序建制

研究單位：臺灣大學

計畫主持人：陳發林

類別：交控

編號：研究報告 132

出版年月：2002年12月

GPN 1009105158

◎摘要

本研究依據火災時消防搶救活動時間之程序，分就進入途徑與事故救援及分工，建構火災搶救之應變方式，並提供各工作執行單位有效掌握隧道火災發生前、火災初期應變能力與持續擴大時應變能力等不同階段之影響因素。

其研究成果針對北宜高速公路雪山隧道建立乙套「災害應變及救援標準作業程序」，供營運管理單位於各類災害(特別是火災)發生時，迅速反應、統一指揮及快速救援，以減少人員傷亡及災害擴大。

關鍵詞：雪山隧道、隧道火災、緊急應變、標準作業程序、消防救援

◎結論與建議

本研究經整理分析國內、外公路隧道相關災例事故及其肇事原因，並針對雪山隧道之空間特性、結構性安全設計與設施及可能發生之災害事故危險性與周邊相關救災資源之調查瞭解；同時針對雪山隧道災害應變及救援作業程序進行規劃，除了確立應變救援之對策與原則，並據以完成應變及救援標準作業程序之建置，並提出隧道火災事故應變演訓計畫及程序。

同時，為了強化隧道管理單位及北宜高速公路路網周邊相關地方單位之災害應變及救援能力，於本研究第五章第 5.4 節提出應變救援物資器材之現況調查資料及第一線參與救援工作單位的救災車輛及裝備建議表。

用路人在雪山隧道一旦發生災變時(後)將扮演極重要的角色，為使國道道路及隧道之使用可達到一定安全水準，用路人對隧道的物理空間與設施(備)的瞭解及基本交通安全與應變常識之有無則關係著整體防救災成效的關鍵因素。故本研究亦完成「北宜高速公路雪山隧道用路人安全宣導手冊」以供參考。

結論

針對未來雪山隧道開放營運後之應變救援作業規劃，本研究試圖提出符合實際需求之運作機制與具體措施，歸納整理如下：

1. 有關縮短通報聯絡時效方面

- (1) 由高公局之交管人員與公警人員於坪林行控中心合併辦公，共同組成聯合作業指揮中心同步作業，共同掌握現場狀況及資訊傳遞與通報作業之執行，以避免往上通報程序之重複並縮短溝通協調之耗費時序，且能擬定妥適之反應決策。
- (2) 鑒於近年來國人使用行動電話之普及性，應加強提供隧道內行動電話使用機能之通訊設施的設置。
- (3) 研擬設立可由通報者位置經由電信局之交換機設定，將電話轉接至行控中心，使用路人易於使用及資源共享。

2. 有關安全設施使用方面

- (1) 隧道內避難方向指示，於外線車道之側壁面，未有告知避難聯絡隧道係位於內線車道側之指示設計，另亦可考量增設至南北兩側洞口距離之指示設計。又鑒於火災所產生之煙霧會阻礙視線，建議可在人行步道地面上增加逃生反光指引標示。
- (2) 導坑為提供人員疏散避難使用之專用逃生通道，且於既定規設之設施項外，目前並無廣播、逃生標示、緊急電話及無線電通訊(消防用)等設備，建議增設。

3. 有關救災指揮權歸屬與移轉方面

本研究認為整件事務過程之：

- (1) 行政指揮監督，主要在於充分掌握整體災變管理需求與作為，同時對各項資源提供協調聯繫之協助，故應由隧道管理單位擔任之。
- (2) 現場指揮權之歸屬，應由於災害發生之初，可立即派員且最先趕抵現場了解掌握災情，並具有足夠之訓練與經驗，而有能力判斷災害型態而整合請求所需資源進行救災者(公警單位)擔任應變初期第一階段之現場指揮，而後隨支援單位及救災資源的後續增加及災情的演變，將現場指揮權逐步移轉予擁有主要救災資源、人力及專業人才之主管單位指揮搶救，以達行政指揮及現場指揮合一，由單一機關統籌整體應變救援機制之運作。

4. 雪山隧道災害應變及救援方面

- (1) 雪山隧道發生火災時之通風運轉模式係採單向順行排煙方式，故對於救援及避難疏導路線之選定，應由事故地點上風處進行疏散或救災。
- (2) 雪山隧道一旦發生災害事故時有關救災路徑之選擇，以隧道主線接近為較佳之方式，而以導坑之使用為輔助路線。又隧道主線之救災路徑應以非事故隧道之順行路徑輔以迴車道或車行聯絡隧道為第一優先、事故隧道之順行路徑為第二、其後再以非事故隧道之逆行路線輔以迴車道或車行聯絡隧道為第三路線。
- (3) 應變救援作業以隧道既設硬體救災設施為主，救災單位裝備為輔。
- (4) 應就雪山隧道兩邊規劃興建之坪林行控中心及頭城工務段、公警隊駐地等既設建築廳舍為救災配置據點。
- (5) 應變救援以國道轄屬之高公局工務單位與公警單位為先，地方相關單位(消

防局、警察局、環保局、工務或建設局等)支援在後。

- (6) 對於未來雪山隧道災害事故之處理，應加強位於雪山隧道兩端口之高公局工務單位及公警單位現有之救災車輛、器材等裝備之種類與數量。
- (7) 應全面性禁止危險物品行經雪山隧道。
- (8) 緊急應變全程中應確保救災聯絡管道之通暢。
- (9) 國道管理單位應確實管制後續車輛進入之禁止。
- (10) 為提高救援之效率及爭取初期應變之時效，可考慮配合空中消防隊及空中警察隊之立體救災能力而妥適規設直昇機停降點。
- (11) 有鑑於國外隧道重大火災事故之超長救災時間之事實，應妥善規劃建立後勤補給機制。

5. 雪山隧道災害應變及救援演訓情節的基本假設

- (1) 以最具危害性及救援急迫性之火災為災害搶救對象。
- (2) 本研究對於災害事故嚴重等級之界定為：

輕微事故：僅引起隧道內部車流干擾，不需封閉任何車道，由用路人及國道管理單位依日常服勤權責即可自行處置之輕微事故。

一般事故：僅需封閉部分車道，其災情由國道管理單位配屬或特約單位(交控中心、工務段、公警單位、拖救業者及特約責任醫院)依既有之應變相關作業規定即可應變處理完畢之一般事故。

重大事故：造成單孔隧道交通阻斷封閉，須以調撥車道方式維持通車，並請求地方相關單位(如地方消防、警察、環保及軍方等單位)出動支援救災。

危險事故：必須立即封閉整座隧道(雙孔)採取緊急動員救援，甚至須請求中央(中央災害應變中心)介入救災指揮之危險事故。

- (3) 「遠親不如近鄰」、「遠水救不了近火」，且鑑於現階段增設專責救災單位之困難性，故本推演係以國道高速公路配屬之單位(高公局交控中心、工務段及公警單位)為災害初期應變主力單位，而地方消防單位則為支援協助單位。
- (4) 由於雪山隧道僅能實施單向通風及排煙，無法進行逆轉操作，救災人員在救災路徑選擇上應以由災害現場之上風處接近為優先，以防止受到濃煙、高溫之波及而影響視線及自身安全。同時有關救災路線規劃原則係以非事故側隧道之順行路徑並輔以迴車道或車行聯絡隧道為第一優先、而事故側隧道之順行路徑為第二、其後再以非事故側隧道之逆行路線輔以迴車道或車行聯絡隧道為第三路線，最後才考量利用導坑及緊急通達隧道接近事故點。
- (5) 假設事故地點係位於南下線上。

6. 北宜高速公路雪山隧道災害緊急應變計畫程序書建構

根據各交通法規、規範與行政命令，各有關機關組織與職掌，及雪山隧道所在地之人文地理與氣象等資料，並針對雪山隧道可能發生之事故(火災)，完成一

套九冊之「北宜高速公路雪山隧道災害緊急應變計畫程序書」。其應變作業程序書內容包括有：各類緊急事故應變措施、通知、運用機制、訓練、演習、復原、資料處理、警報、設施儀器維護、器材貯存補充、文件管制、記錄保存等，俾利各任務編組之作業人員得以遵循。

建議

受天然地形及交通狀況之影響，國內經濟發展長年來均集中於西部平原地區，以致東部地區仍保有許多尚待開發之處，為政府近年積極發展之重點，而致力於東西部聯絡運輸交通之興建。配合環島高速公路網的形成及提高環島交通的運量，諸如北宜高速公路、國道東部公路，中橫快速公路、高速鐵路及東部鐵路改善等大型公共建設之興建¹，可預期未來連貫臺灣東西部之陸上交通建設，勢將因貫穿中央分隔山脈之需，而出現多座長隧道工程結構。²

故對於未來國內長公路隧道之興建，除上節中針對雪山隧道所提出之研究結論外，本研究另提出下列幾點建議 供長公路隧道規設單位之參考：

1. 長公路隧道之設計應以雙孔各單向車道為佳，如空間、經費許可情況下仍應保留路肩之設計。
2. 長公路隧道應設置一獨立於主線隧道專供疏散避難使用之逃生通道，而其設計原則應採與主線隧道間有以完善規劃之避難安全區間相連結，且符合能往兩方向避難、路徑採直、短且簡單明瞭之設計。
3. 歐洲幾條長隧道(如聖哥達、白朗峰隧道)在洞口處均設有常駐之消防隊，以掌握隧道災害應變之時效性。鑒於長公路隧道之救災，事故初期的迅速處置，對於事故的搶救與災情擴大的防止，具有絕對之影響性，故未來對於長達十公里以上等特長隧道，仍應朝於隧道端設置專責救災單位方向為考量。
4. 考慮水霧或撒水設備等初期滅火設備設置之可行性，以消防工程手段來處理隧道災害的初期滅火。
5. 同救災單位間之聯繫，通訊的整合最重要。隧道應有多重之通訊設計，如大哥大、有線及無線通訊系統等，以強化通訊功能之確保。除應有一個整合頻道俾利各救災單位間訊息之相互傳達外，並應設有可供單位內部體系通訊聯絡之功能。
6. 直昇機對於國道封閉性之特殊道路設計，有縮短救援人力、物資補給及傷患就醫運送與現場狀況掌控等立即明顯功效，故對於直昇機起降點之規設，亦應事先予以妥適選設。
7. 為強化國道高速公路管理單位在災害初期第一梯次趕抵事故現場之應變人員在處理事故時，可以得心應手，本研究計畫強烈建議應在未來開始營運時對工務、公警、地方消防單位配備相關的應勤裝備(詳第 5.4 節內容)。

¹ 張文城，「國內隧道之施工現況」，地工技術，第 58 期，1996。

² 同前註。

雪山隧道相關救災單位配置之車輛、裝備及器材增添建議表

配置單位	應配置的車輛、裝備、器材	配置地點
共同配置	各式滅火器、無線電、照明器材、空氣呼吸器、擴音器、發電機、空氣壓縮機、	下述地點
高公局工務單位	泡沫或乾粉化學車、衝擊式滅火槍、破壞器材組、消防衣帽鞋、重型機車	坪林行控中心、頭城工務段
公警單位	拖吊車、重型機車、衝擊式滅火槍、破壞器材組	公警局第九隊及其所屬分、小隊
地方消防單位	水箱(庫)車、救助器材車(配置油壓破壞器材、空氣瓶、照明燈具)、排煙車、救護車、泡沫化學車、照明車、空壓車、化學車、水源車	台北縣消防局坪林消防隊、宜蘭縣消防局頭城、礁溪消防隊

8. 應該大量製發推廣雪山隧道用路人安全宣導手冊，俾使用路人在使用本隧道時可以完全掌握相關安全資訊。
9. 關於連絡隧道之防火門扇開啟方式，有鑒於人行聯絡隧道係提供用路人自力避難逃生使用，故其開啟方式應能由用路人於緊急狀況時自行開啟，且為避免濃煙擴散，應具有自動回覆關閉功能。至於車行聯絡隧道防火門之啟閉，若直接由用路人開啟使用，可能造成二次災害之發生，建議在大扇防火門上(或牆上)另開闢可供用路人使用之小扇逃生門，使車行聯絡隧道亦可供用路人逃生，另於災況許可且交通獲得指揮管制之情況下，以自動或手動方式開啟供車輛疏散使用，以避免發生危險。

文末，另特別提出歐洲公路隧道(單孔)與雪山隧道(雙孔)之設計，因其所在位置及結構之不同，而存有其差異性，對於國內未來長公路隧道之相關研究，本研究建議可再作深入之研究探討。同時，本研究團隊亦呼籲事故預防意外事件發生重於事後之搶救觀念的重要性，特別是在隧道內行車，管理單位如何運用現有設施，以自動執法方式，對隧道內違規駕駛行為(如變換車道、超速等)加強取締，以及加強用路人的安全駕駛宣導與守法觀念，才是根本之道。

最後，針對整體研究發現，研究團隊謹就未來雪山隧道災害事故之預防、應變及救援機制，研提建議各有關機關(單位)所應後續規劃辦理之事項及主、協辦單位如下表所示，以供參考。

項目	辦理單位 辦理事項	國道	國道	國道	地方政府
		新建工程局	高速公路局	公路警察局	
1	合併辦公，組成聯合作業指揮中心及其運作機制之協調建立		◎	○	
2	成立專責救災單位		◎	○	
3	雪山隧道相關設施、廳舍之改善及配置	◎	○	○	
4	應變救援計畫書之擬訂		◎	○	○
5	相關防救災器材與裝備之採購		○	○	○
6	製訂標準作業程序書		○	○	○
7	擬訂演訓計畫及進行模擬演練		◎	○	○
8	隧道行車安全及事故處置、逃生等相關常識與法令宣導		◎	○	○
備註	◎：主辦單位 ○：辦理單位				