

出國報告（出國類別：考察）

香港道路邊坡安全維護及橋梁全生命 週期監測系統報告

服務機關：交通部公路總局

姓名職稱：局長 吳盟分

正工程司 蘇文崎

派赴國家：香港

出國期間：99 年 12 月 20 日至 23 日

報告日期：100 年 02 月 23 日

目 次

一、 目的	1
二、 過程	3
2.1 行程	3
2.2 研習經過	4
1. 參訪香港土力工程處(GEO)	4
2. 參訪香港邊坡工地.....	8
3. 參訪香港昂船州大橋	9
4. 參訪 ARUP 工程顧問公司.....	11
2.3 相關照片.....	12
三、 考察心得	14
3.1 邊坡安全專責機關	14
3.2 邊坡安全管理系統	14
3.3 道路斜坡手冊	14
3.4 大量經費投入邊坡維修	14
3.5 教育宣導落實	15
3.6 斜坡綠美化	15
3.7 全生命週期工程	15
3.8 環境友善工程	15
四、 建議	16

一、目的

近年來，由於全球氣候環境變遷，導致極端氣候頻頻出現於全世界各地，無論是先進國家如美國、日本、澳洲，或開發中國家如巴西、哥倫比亞、巴基斯坦等，都因百年一見之洪水及土石流等災害造成人類生命重大傷亡及財產損失。面對此氣候劇變，身為地球村成員的台灣，亦難倖免而置身其外，回顧 2009 年 8 月莫拉克颱風所帶來百年難得一見超級豪雨重創台灣中南部地區，原本綠意盎然景色幽雅的迷人山區頓時山河變色，據統計約有 12 億立方米之土石在颱風豪雨侵襲下崩坍，其中約有 4 億立方米隨雨水而下流入溪河內，衍生而成之土石流及堰塞湖對中南部山區民眾生命財產及政府基礎建設造成莫大傷害，高雄縣納瑪夏鄉小林村被崩落土石整個淹埋而滅村，公路總局所轄省道台 18、台 20、台 21 等道路、橋梁損毀嚴重，經統計高達 52 座橋梁損壞，台 20 線有約 8 公里道路及台 21 線有約 10 公里道路全遭沖毀，迄今仍有多處道路橋梁尚未完成復建工作。接著 2010 年 10 月梅姬颱風在宜蘭地區降下每小時高達 181.5 毫米雨量(蘇澳氣象站有史以來最大時雨量，全台各地歷史排名第三)，連續 4 小時每小時降雨量皆超過 100 毫米，並打破平地雨量站單日降雨紀錄，單日累積雨量達 939.5 毫米，除造成蘇澳鎮等地區淹水達一層樓高，鐵公路全部中斷，省道台 9 線蘇花公路由蘇澳至東澳路段部分路基流失外，更嚴重的是有 2 部遊覽車在災害發生當時正行駛於蘇花公路上，不幸慘遭道路上邊坡坍塌土石流推落，掉下深達數百公尺邊坡，造成二十餘名遊客失蹤死亡之重大傷亡不幸事件。

有鑑於極端氣候對人民生命財產及政府基礎維生設施安全產生巨大威脅，政府有責任及義務致力於維護道路橋梁等基礎維生設施之安全，進一步提升安全等級以保障用路人之生命及財產。然環顧台灣現行對於公路橋梁安全維護管理及防災預警制度之作爲，雖因 2009 年莫拉克颱風災害後發展出橋梁流域管理之防災預警制度，由原本觀測橋址水位改爲觀測河川上游集水區雨量警戒資料，可增加時間縱深，提早對下游橋梁發出警訊，提前預警甚至封閉橋梁，以達保障用路人生命及財產之目的，這套制度亦確

實在 2010 年汛期間發揮極大功效，如凡那比颱風時在高屏溪流域之屏東瑪家山區連續 10 小時降下約 1,000 毫米雨量，當時就因觀測到高屏溪上游雨量站降雨資料已達警戒甚至封橋行動值，公路總局第三區養護工程處即時行動封閉該流域數座橋梁，確實達到用路人零傷亡目標，可是颱風降下豪大雨之情形，易地發生在台 9 線蘇花公路蘇澳至東澳之山區路段時，這套制度卻仍造成二十餘遊客死亡之不幸事件，顯見台灣現行公路橋梁安全維護管理或防災預警制度或作為，仍嫌不足而有待提昇與精進之處。

香港陸地面積約 1,100 平方公里，約 60% 為山坡地，人口高達 7 百餘萬人，因為地狹人稠多山且海灣分隔主要島嶼等特性，對於道路邊坡及跨海大橋安全監測維護管理制度之建立及發展運用，已累積多年經驗與優點值得參考學習，以作為台灣道路邊坡及橋梁安全監測維護管理之借鏡。

本次赴香港考察主要係受香港工程師學會邀請，由交通部公路總局、大地工程學會、台灣科技大學及設計顧問公司等單位代表 9 人組成考察團隊，除到香港土木工程拓展署 (Civil Engineering and Development Department, CEDD) 土力工程處 (Geotechnical Engineering Office, GEO)、路政署 (Highways Department, HyD) 及 ARUP 工程顧問公司參訪交流外，同時赴現地參觀香港幾處坡地施工維護及昂船州大橋 (Stonecutters Bridge) 監測維護。

二、過程

2.1 行程

本次出國至香港考察，因出國計畫已列入本局 99 年度派員出國預算，並奉 大院核准有案，故計畫於 99 年 12 月 20 日出國，12 月 23 日返國，全程 4 天，其行程內容詳如下列行程表：

行 程 表

日期	星期	起 訖 地 點	行 程 摘 要	住宿地
12/20	一	台北→香港	上午往程 下午參訪香港土力工程處 (GEO)	香港
12/21	二	香港	上午參訪香港邊坡工地 下午參訪香港昂船州大橋	香港
12/22	三	香港	參訪 ARUP 工程顧問公司	香港
12/23	四	香港→台北	上午參訪香港道路路面養護 下午回程	

2.2 研習經過

1、參訪香港土力工程處(GEO)

99年12月20日上午由台灣桃園國際機場搭乘長榮航空班機出發飛抵香港國際機場，改搭乘機場捷運快線至九龍站轉搭接駁穿梭巴士(shuttle bus)至飯店，稍作休息及午餐後，下午由香港工程師學會理事長何毅良先生(Alerbt Ho)接送本團人員至香港土力工程處(GEO)參訪，參訪時由該處副處長陳震暉先生(Mr Terence C F Chan)出面接待，隨後由該處斜坡安全部總土力工程司鐘偉強先生(Mr Philip W K Chung)為我方簡報「香港斜坡安全管理系統」。

香港土力工程處(GEO)主要負責管理山坡發展工程及斜坡設計建造維修，是香港特別行政區政府土木工程拓展署轄下的七個工程處之一，由土力工程處處長掌管，並分為港島科、九龍及新界科、規劃及標準科及防止山泥傾瀉科，各由一名副處長管理。其運作單位為11個分部，各由一名總土力工程師掌管。每個分部一般由四個分組組成，各有一名高級土力工程師、三名或以上的土力工程師及支援的技術和文書人員。

本次參訪及技術研討單位為GEO港島科之「斜坡安全部」，在總土力工程司鐘偉強先生簡報中，雙方對於氣候變遷引致極端氣候嚴重威脅山坡地安全議題討論熱烈，彼此也有共識未來對於邊坡安全需投入更多人力經費維護，簡報結束後台灣方面也邀請香港能到台灣作技術交流，並將香港「斜坡安全管理系統」介紹給台灣工程界。簡報內容摘要如下：

(1) 香港地理環境

香港山多平地少(陸地面積約1,100平方公里，超過60%為天然山坡)，二次大戰後社會發展迅速，人口持續大量增加(至2010年約7百餘萬人，平均人口密度為7,000人/平方公里)，土地需求隨之大增，而依靠大量削坡填窪以開拓土地，城市發展受滑坡危害影響大。目前香港人造斜坡總數約60,000處，其中政府斜坡約40,000處、私人斜坡約20,000處。

香港主要的岩石種類為中生代的火山岩及深成岩，風化及侵蝕作用等地質過程，形成了現今香港的地貌，並引致較厚的第四紀表土沉積物囤積在個別地區，其風化土甚至可至 100 米厚。而地面下亦存有較脆弱地質結構，間夾不透水之高嶺土薄層，其上積水常使此弱帶形成滑動層，亦造成 90 年代山泥傾瀉事件多。

(2) 香港山泥傾瀉的歷史

最近 20 年(1989~2008)，年降雨量平均值約 2,300mm，2008 年 6 月 7 日的暴雨極端個案，每小時最高降雨量 145.5mm，24 小時累積雨量 622.5mm，每年平均收到 300 多宗山泥傾瀉報告。

1977 年土力工程處成立以前，很多斜坡工程只靠較為原始的知識與經驗法則建造，因而建造大量不符合現時安全標準的人造斜坡，為香港帶來沈重的斜坡安全問題，除了人造斜坡外，香港還要面對天然山坡山泥傾瀉的風險。

1972 年 6 月 18 日同一天先後發生於九龍秀茂坪及香港半山區寶珊道的山泥傾瀉，分別造成約 6,000 m³ 與 20,000 m³ 坍塌體積、71 人及 67 人死亡；1976 年秀茂坪山再次發生山泥傾瀉事件，又造成坍塌體積約 5,000 m³ 及 18 人死亡；香港政府因此特於 1977 年成立土力工程處(GEO)專門負責管理山坡發展工程及斜坡設計建造維修。

(3) 香港斜坡安全管理系統

土力工程處(GEO)自 1997 年成立以來採用全方位模式，以減低山泥傾瀉的風險，並逐漸發展成一套全面的「斜坡安全管理系統」，透過一系列減低山泥傾瀉風險的策略，致力達到斜坡安全的最高標準，以配合社會的需要。

藉由斜坡資訊管理系統建置，蒐集分析 30 餘年斜坡資

訊，同時蒐集連續雨量數據，包括 86 GEO 雨量計及 24 HKO(香港天文台, Hong Kong Observatory)雨量計，為不同種類的斜坡/擋土牆建立 24 小時雨量及山泥傾瀉的統計關聯。土力工程處及香港天文台共同負責山泥傾瀉警告系統(是否發出或取消山泥傾瀉警報，乃由香港天文台台長與土力工程處處長共同決定之)，提醒市民在大雨及颱風時注意山泥傾瀉的危險。一旦預測到暴雨將可能導致多宗山泥傾瀉，天文台便會發出山泥傾瀉警報。而發出山泥傾瀉警報的準則係基於：受暴雨影響的範圍、雨勢的強弱、受影響斜坡的數目、短期雨量預測等的最新氣象資料等。惟不論是對天氣或山泥傾瀉的預測，都絕非精確的科學。因此，有可能出現在山泥傾瀉警報生效期間，發生山泥傾瀉的數目並不多的情況。同樣，若暴雨是突然而來，當局可能未及發出山泥傾瀉警報，便已發生多宗山泥傾瀉。基此，利用 30 餘年斜坡資訊系統，土力工程處研發出**滑坡指數(Landslide Potential Index, LPI)**，根據暴雨可引發山泥傾瀉的能力來量度暴雨的強度。一場雨的強度一般是以重現期(return period)來描述，然而，重現期不是一個合適反映暴雨可引發山泥傾瀉能力的方法；根據暴雨可引發山泥傾瀉的能力來量度其強度反而是一個較直接的方法。暴雨的滑坡指數並不是一個預測值，它有助於在每場暴雨過後分析其嚴重程度及可引發山泥傾瀉的能力。而每場引致發出山泥傾瀉警報的暴雨，它的滑坡指數會在山泥傾瀉警報取消後一個星期內上載到香港斜坡安全網(<http://hkss.cedd.gov.hk>)。

另外，為減低山泥傾瀉風險持續升高，採行的主要策略，也分別從停止風險上升、提高斜坡安全從而減低風險，以及減低後果從而減低風險等三方面著手：

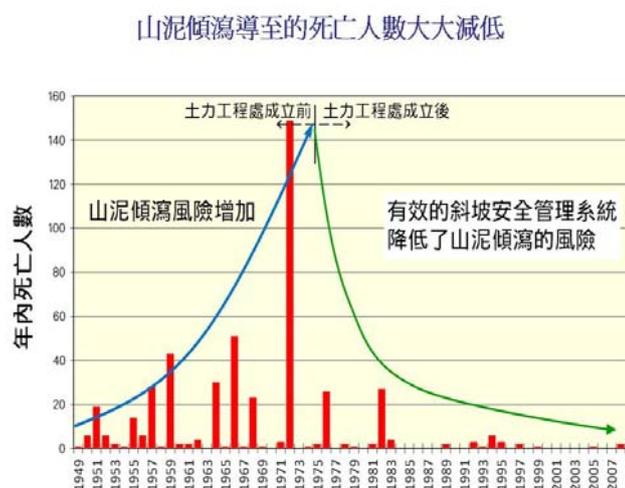
- a. 停止風險上升：儘量減低新建斜坡的山泥傾瀉風險，包括：妥善土地規劃利用，避開重大地質敏感區大型居住或聚集開發行為或轉為其他次要用途開發；依法令規範從嚴審核新建斜坡安全性。
- b. 提高斜坡安全從而減低風險：改善現有斜坡以減低山泥傾瀉風險，提高斜坡安全的標準和技術水準(包括進行岩土工程研究及山泥傾瀉調查、印製專業指引文件，如斜坡岩土工程手冊、道路斜坡手冊等等，並開放公眾人士可至 CEDD 網頁免費下載檔案)，並改善有關的行政和規管架構，推動防止山泥傾瀉計畫，1995~2000 為加速推動期、2000~2010 為計畫延續期，累計 1977~2010 總支出約港元 135 億元，平均每年費用支出約港元 6 億元 (合新台幣約 23 億元)。在 2010 年防止山泥傾瀉計畫結束，後續銜接推行「長遠山泥傾瀉計畫」，每年目標為鞏固 150 個政府人造斜坡、為 100 個私人人造斜坡進行安全篩選研究、為 30 處天然山坡進行研究和必需的風險緩減工程。
- c. 減低後果從而減低風險：包括由政府出資安置國共戰爭時期大批遷移至香港，並落居於斜坡之寮屋聚落，降低再因山泥傾瀉造成之大量人命財產損失。同時，加強對公眾之斜坡安全防災宣傳教育以提昇社區對抗山泥傾

瀉災害能力，其推動方針包括：主動與公眾溝通及教育、發放全面資訊、及早預警、以及有效緊急應變。

(4) 管理系統的成效及未來的挑戰

回顧香港過去三十餘年的斜坡安全工作，山泥傾瀉導致的死亡人數已大幅減低，土力工程處成就非凡，亦深受市民讚賞。2000年的人造斜坡整體山泥傾瀉風險水平已減至低於1977年的50%水平；

2010年底，這風險水平將進一步降低至25%以下，達到合理低水平，並符合國際認可的最佳風險管理水平。



惟人造斜坡亦如人體隨時間而出現老化問題，個別斜坡需要定期檢視、維修或加固工程。而香港人口持續上升，土地利用及城市發展不可避免需漸近山坡；此外，全球暖化問題帶來極端降雨、惡劣天氣情況增多，研究及減緩天然山坡的山泥傾瀉風險成爲必要，亦爲未來的挑戰。而香港目前對天然山坡體採取之策略已由人造斜坡採行之「防止」山泥傾瀉調整爲「防治」山泥傾瀉，並將2009年8月莫拉克風災造成台灣高雄縣甲仙鄉小林村滅村事件納爲學習案例；對天然山坡山泥傾瀉一般以風險緩減措施處理，替代大規模的斜坡鞏固工程爲對策趨勢。

2、參訪香港邊坡工地

99年12月21日上午由香港工程師學會理事長何毅良先生(Alerbt Ho)陪同參訪4處已完工及2處施工中邊坡工地，土力工程處於執行鞏固及維修人造斜坡工程時，亦將綠美化設計納入斜坡工程設計中整體考量，因此在人造斜坡整治時，會設計將現有樹木及其他罕有或珍貴植物保留，另於鄰近社區、住宅密集及人口集中區域，均採綠化或美化方式將人造斜坡及其護坡措施融入周遭環境，避免冷調斜坡或擋土牆造成環境不協調。土力工程處防止山泥傾瀉計畫下，每年在150-200處斜坡上種植70,000棵樹木或植物，每年在斜坡綠化上的費用支出約為港幣4千萬元(合新台幣約15,000萬元)。

3、參訪香港昂船洲大橋(Stonecutters bridge)

99年12月21日下午參訪昂船洲大橋位南灣之橋梁監控中心(Nam Wan Administration Building)、交控中心聽取簡報及技術討論，並至昂船洲大橋青衣端塔柱及鋼箱梁內部參觀。

(1) 昂船洲大橋基本資料：

2009年12月20日通車的『昂船洲大橋(Stonecutters Bridge)』是香港一座雙塔斜拉橋，並成為香港8號幹線的一部分。原計畫中建成時為世界上跨度最長(1,018米)的斜拉橋(但目前已被蘇通長江公路大橋超越)，而其橋塔是全球首次採用「不銹鋼 + 混凝土」的混合式結構，大橋主跨長1,018米，含引道全長為1,596米。

昂船洲大橋於2004年4月奠基，2005年開始動工興建，原定工程費用為27.6億港元，但實際耗資37億港元。這座橋原預計於2008年6月落成通車，但路政署宣稱因為地基打樁深度比初時估計深40米，再加上建造期間材料價格不斷上升，結果大橋至2009年4月7日合龍，並於2009年12月20日早上7時開始通車，橋梁跨越藍巴

勒海峽，將昂船洲和青衣島東南角的 9 號貨櫃碼頭連接起來，從而緩和目前青葵公路壅擠情況。對香港的港口物流業發展非常重要，也是香港新的建築地標之一，當船隻通過汲水門大橋時可在北方看到整座橋。昂船洲大橋離海面高度有 73.5 米，而橋塔高度則為 298 米，兩者都比青馬大橋為高，橋面為雙向各三車道中央分隔快速公路。

(2) 昂船洲大橋橋梁監控中心參訪

昂船洲大橋位於南灣之橋梁監控中心，係由香港路政署負責，委託專業技術顧問公司團隊營運，該署於 1986 年 6 月 1 日正式成立，其前身為工程拓展署的路政處。該署負責有關公用道路系統的策劃、設計、興建及維修工作。該署也負責規劃及協助鐵路網的實施。路政署在 2008 至 2009 年財政年度共動用港元 48.78 億元公共開支，其中有港元 8.85 億元是用於道路及路燈維修工程，港元 39.93 億元則用於各項主要道路興建工程。而 2009~2010 年度的財政預算約為 154.69 億元。路政署約有 469 名專業人員及 1,606 名其他職系的人員。該署設有總辦事處、市區及新界兩個路政區、主要工程管理處、港珠澳大橋香港工程管理處及鐵路拓展處。

經香港工程師學會理事長何毅良(Albert Ho)先生協助聯繫安排，本次台灣參訪團成員得以進入路政署管轄之昂船洲大橋位南灣之橋梁監控中心參觀。除觀摩香港橋隧結構巡檢維護及健康監測工作項目外，亦對其管理系統功能、架構與營運方式有初步瞭解。目前對巡檢維護方法，已由傳統的定期檢查、特別檢查（如：八號風球，風速達

65KPH 或地震六級以上特別情況)，以及辦理結構安全及整體穩定評估之[防止維護、修復維護]模式，調整為除防止維護、修復維護模式外，於其中加入[預測維護、狀況評估維護]二模式，藉由訂定維護優先次序及範圍，加入**全生命週期**之「監測維護系統」，配合巡檢優先次序及範圍，使預防於先，避免事故發生後再行處置之風險管控處理方式。其搭配之必要監測項目、監測布設、監測狀態(結構設計的承載功能及設計承載極限狀態)、預警策略均為橋隧結構全生命週期健康監測工作之重點。

(3) 昂船洲大橋青衣端塔柱及鋼箱梁內部參觀

在昂船洲大橋橋梁監控中心參訪後，隨即在路政署人員陪同下，前往昂船洲大橋(StoneCutters bridge)青衣端塔柱底內部參觀維修人行梯道，並進入橋梁鋼箱梁內參觀整體維管設施，如橋梁監測感應計、維修步道、燈光照明設施、鋼梁元件編號及自動除溼設備等。

4. 參訪香港 ARUP 工程顧問公司

99年12月22日(週三)全天則前往位於九龍塘的 Arup 奧雅納工程顧問公司香港總部參訪，除安排 Arup 香港公司業務介紹外，亦安排有關斜坡維護及資訊管理系統、GIS 應用、隧道工程、自然斜坡災害及地滑監測研究等議題討論；另外，如同全球各地對環境友善對策推動，香港亦對包括生態公路系統、節能減碳公路系統等之發展進行研究與執行。隨後亦安排對公司內部環境參觀說明。

2.3 相關照片



照片 1：參訪香港土力工程處(GEO)



照片 2：參訪香港邊坡工地(1)



照片 3：參訪香港邊坡工地(2)



照片 4：參訪香港邊坡工地(3)

照片 5：參訪香港昂船州大橋(1)

照片 6：參訪香港昂船州大橋(2)



照片 7：參訪香港昂船州大橋(3)

照片 8：參訪香港昂船州大橋(4)

照片 9：參訪香港 ARUP 公司(1)

照片 10：參訪香港 ARUP 公司(2)

三、考察心得

3.1 邊坡安全專責機關

因 1972 及 1976 年發生山泥傾瀉造成許多民眾死亡重大事件，香港政府因此特於 1977 年成立土力工程處(GEO)專門負責管理山坡發展工程及斜坡設計建造維修，事權得以統一。在台灣目前於台北市政府已成立類似機關「大地工程處」負責全市山坡地安全維護管理，惟中央政府及其餘地方政府則尚未有此專責機關，導致山坡地管理單位多頭馬車，事權不統一，常因權責問題而影響坡地安全治理及防救災業務推動，現有山坡地管理機關在中央政府就有林務局、水保局、水利署、營建署及公路總局等單位依不同區域及土地用途分別管轄。

3.2 邊坡安全管理系統

香港歷經 30 餘年逐步建置龐大斜坡或擋土牆基本資訊，每處斜坡或擋土牆皆予編號造冊列管，同時將香港以 1.2km*1.2km 方格劃分為 681 格數，每一方格內斜坡或擋土牆資料可由系統查詢基本資料，再透蒐集分析該斜坡資訊，並整合連續雨量及氣象數據，為不同種類的斜坡或擋土牆建立 24 小時雨量及山泥傾瀉的統計關聯。

3.3 道路斜坡手冊

香港由土力工程處(GEO)、路政署、香港工程師學會、英國公路及運輸學會（香港分會）及香港汽車會共同參與編訂道路斜坡手冊，為涉及道路斜坡的工程及維修項目建議策劃、勘察、設計及施工的良好作業標準，為道路業主設立道路斜坡管理系統及山泥傾瀉緊急應變計畫提供指引。目前台灣由交通部頒定公路養護手冊作為公路養護執行依據，自莫拉克風災後，亦開始就公路邊坡部分作專章修訂。

3.4 大量經費投入邊坡維修管理

香港列管人造斜坡約 60,000 處，其中政府斜坡約 40,000 處、私人斜坡約 20,000 處，經制訂出一套持續的計畫，有系統地揀選及研究所有政府

斜坡，然後對不合標準的斜坡進行維修及鞏固工程。至於私人斜坡方面，政府積極地鼓勵業主定期維修斜坡，及對不合標準的斜坡進行改善工程。防止山泥傾瀉計畫，平均每年費用支出約港元 6 億元(合新台幣約 23 億元)用作維修政府斜坡。

3.5 教育宣導落實

加強對公眾之斜坡安全防災宣傳教育以提昇社區對抗山泥傾瀉災害能力，其推動方針包括：主動與公眾溝通及教育、發放全面資訊、及早預警、以及有效緊急應變。

3.6 斜坡綠美化

近幾年香港人造斜坡除強調安全外，會特別強化綠美化工作，工地將現有樹木及其他罕有或珍貴植物保留，而鄰近社區、住宅密集及人口集中區域時，均採綠化或美化方式將人造斜坡及其護坡措施融入周遭環境，避免冷調斜坡或擋土牆造成環境不協調。每年在 150-200 處斜坡上種植 70,000 棵樹木或植物，每年在斜坡綠美化上的費用支出約為港元 4 千萬元 (合新台幣約 15,000 萬元)。

3.7 全生命週期工程

昂船洲大橋(StoneCutters bridge)規劃設計之初即完整考量後續維管需求，除於橋體內設計埋置必要監測設備供營運階段安全監測使用，另於南灣地區建置 1 處橋梁安全監測中心，可全天候全自動監控，同時考量人員維修檢查所需，建置塔柱內維修人行梯道、鋼箱梁外部橋梁維修檢查車，及橋梁鋼箱型梁整體維管設施，如橋梁監測感應計、維修步道、燈光照明設施、鋼梁元件編號及自動除溼設備等。

3.8 環境友善工程

香港對於環境友善工程推動亦相當重視，除投入在 LED 號誌、照明研究設置外，對於工程**碳足跡**之減量思考，在工程規劃設計初始即進行評估，將各種可行方案、施工工法及材料作完整**碳足跡**演算比較，再決定採行對碳量產生最低之方案工法或材料。也善用現代 GIS 工具作事前精算研判，除尋求最有效快速施工方式及機具材料外，也讓施工對周遭環境所帶

來影響及衝擊降至最低。

四、建議

謹將本次考察心得，綜合整理建議如下：

- 1、政府應思考成立**專責山坡維護管理機關**，以整合行政資源，避免多頭馬車互相推責，多數時間淪為釐清權責而空轉，除造成行政效率低落，亦可能延遲防災工作，釀成更大災害。
- 2、及早建立**邊坡安全管理系統**，並將公路邊坡基本資料逐年建置，同時整合雨量、氣象及災害資料，建立邊坡安全分級及預警應變資料，如香港運用滑坡指數訂定，根據暴雨可引發邊坡災害的能力來量度暴雨的強度，妥善作好風險管控，並於每次暴雨過後重分析其嚴重程度及可引發邊坡災害的能力，資料則於事件過後一週內公佈供民眾查閱，建立透明公開資訊管道，讓民眾對於政府專業能力更加信任且有信心。
- 3、透過媒體宣傳短片、文宣分發、中小學校教育、社區諮詢服務等作為，強化邊坡安全防災預警應變之**公眾教育及宣導**，教導一般民眾正確的邊坡安全知識，於大雨及邊坡安全預警時採取適當的個人保護措施，如盡量留在家中或安全的地方，避免在山區或已易致災道路行駛等，達到人人防災、避災、減災目標，而非僅靠政府機關力量。事實上對天氣或邊坡安全警告預測，都絕非精確的科學，因此，有可能出現在邊坡安全警告預測期間，發生邊坡災害的數目並不多的情況；同樣，若暴雨是突然而來，政府主管單位可能未及發出邊坡安全警告預測，便已發生多起邊坡災害。
- 4、工程興建應引進**全生命週期**概念，從規劃設計施工管養整體考量，於工程規劃設計之初，即將後續管養所需設備妥為設計建置，一次到位，避免工程新建完成後，因缺乏管養設備造成養護營運發生困難。
- 5、邊坡改善及維修管理應有長期規劃，訂定風險水平降低目標值，有計畫性地爭取經費逐步改善，目前公路總局每年省道養護經費共約 60 億元，實際運用於提升或改善邊坡安全所佔經費比例甚低，策略上由停止風險上昇，進一步因邊坡改善而減低風險，最終因減低後果而減低

風險，最終能達到符合國際認可的最佳風險管理水平。

- 6、無論新建或維修養護工程，自工程設計初始就應將環境生態友善工程融入，充份考量使用節能減碳設備、工法及材料，透過**碳足跡**詳細計算，決定最少碳量產生及對環境生態友善之方案，且在考量安全之下，對於工程綠美化及環境生態也應儘量強化、保留及維持，讓工程不只是生冷單調結構體，更能融入周遭環境，多一份親切、美感及人文氣息。