

港灣報導



季刊 第80期

要 目

- ❖ 淺談港灣建設與歷史建物之保存
- ❖ 2008年貨櫃運輸量展望
- ❖ 智慧代理人於公路防救災決策系統之應用
- ❖ 道路邊坡管理系統之開發與應用

中 華 民 國 97 年 6 月 出 版

港灣報導季刊

第 80 期

交通部運輸研究所

中華民國 97 年 6 月

港 灣 報 導 第 80 期

刊期頻率：季刊

出版機關：交通部運輸研究所

地 址：台北市 105 敦化北路 240 號

網 址：www.iot.gov.tw

電 話：(02)23496789

總 編 輯：黃德治

編輯委員：邱永芳、李豐博、林昭坤、朱金元、何良勝、簡仲璟、
蘇青和、單誠基、馬維倫

出版年月：每年二、六、十月

創刊年月：中華民國七十七年二月一日

定 價：100元

本次出刊：300冊

印 刷 者：承亞興企業有限公司

GPN：2007700020

ISSN：1019-2603

目 錄

一、淺談港灣建設與歷史建物之保存 ——以安平漁港舊港口重建工程為例1

林東廷 能邦科技顧問股份有限公司專案經理

陳昌生 浩海工程顧問股份有限公司副總經理

吳新路 浩海工程顧問股份有限公司計畫經理

二、2008年貨櫃運輸量展望 12

陳炳棠 交通部高雄港務局正工程司

三、智慧代理人於公路防救災決策系統之應用 19

鄭明淵 台灣科技大學生態與防災工程研究中心主任

饒 正 交通部運輸研究所港灣技術研究中心研究員

四、道路邊坡管理系統之開發與應用 27

魏佳韻 國立臺灣科技大學

李維峰 國立臺灣科技大學

廖洪鈞 國立臺灣科技大學

蘇吉立 交通部運輸研究所港灣技術研究中心副研究員

淺談臺灣建設與歷史建物之保存 —以安平漁港舊港口重建工程為例—

林東廷 能邦科技顧問股份有限公司專案經理
陳昌生 浩海工程顧問股份有限公司副總經理
吳新路 浩海工程顧問股份有限公司計畫經理

一、前言

民國68年安平港於鯤鯓湖外海新闢港口，原有北側今稱安平漁港舊港口隨之封閉，此後港內漁船均須繞行彎曲之支航道經由安平商港港口進出，原有舊港口亦在歲月中或淤積或填築為陸地使用，而僅留存兩座導流堤及護岸遺蹟。

為疏緩南部前鎮漁港遠洋漁船之擁擠，行政院農業委員會於民國79年起於安平漁港闢建遠洋港區。為增進漁船航行安全與作業效率、促進商漁分離、改善港內及運河水質，台南市政府乃倡議重新打通舊港口，且積極展開研究評估工作，於82年7月與89年

3月分別完成可行性研究與環境影響評估，並由漁港主管機關行政院農業委員會漁業署（以下簡稱漁業署）於89年12月起展開安平漁港舊港口重建工程。

依據舊港口重建計畫須拆除妨礙未來航道之舊導流堤設施，地方民眾及文史工作者獲悉後，咸認舊導流堤具有歷史意義而提案應予保存，案經台南市古蹟暨歷史建築審查會討論，為免影響舊港口重建計畫，最後決議將導流堤中之南堤指定為市級古蹟予以保存，促成臺灣建設與歷史建物之共存。

二、安平港沿革

明末荷據時期以前，台灣自嘉義至高雄之西南部海岸，大約離開本島2~4公里之外海均有砂洲平行羅列，台南外海由北往南即有加老灣島、北線尾島、一鯤鯓至七鯤鯓等數個外海砂洲，與本島間形成一條隔離水道，受砂洲遮蔽形成穩靜水域，砂洲與砂洲間之潮溝成為船舶進出之航道。北端

之加老灣島與北線尾島間之潮口稱為鹿耳門港，北線尾島與台灣島（一鯤鯓）間之潮口稱為大港或大員港，為台灣最早之海港。北線尾島與台灣島間所包含之內海稱為台江，吃水10、11英吋之船舶可自由進出，荷、日等國內外船舶多經潮口停泊於此，為當時之一天然良港。

由於波浪搬運作用，外海砂洲逐漸發達，至清高宗乾隆時期一鯤鯓至七鯤鯓等，即安平至喜樹、灣裏、二仁溪口之各小砂洲已連成一體，成為綿延十里長之砂洲，但台江內海仍遼闊依舊。清宣宗道光3年（1823）7月大風雨使曾文溪改道注入台江內海，山洪所攜帶大量泥砂淤積於台江內海，大部份內海驟變為陸地浮埔，海道變遷，鹿耳門內形勢大異，而未被淤積台江內海僅存四草、安平間之內海。

台江灣因道光3年大風雨造成山洪暴發，淤沙成陸，海岸地形劇變。此時出現新河流如鹽水溪、鹿耳門溪、曾文溪等及新內湖如四草湖、鯤鯓湖等，台江灣已完全失去自然港灣之功能，而環海砂洲亦與新生地連成一體，台南海岸又產生新港口安平大港及四草湖，合稱台灣港。台灣港口之位置與大員港口相近，約在今鹽水溪口附近，可謂海岸地形變化不定之復現，亦證明台南海岸地形之不穩定，漂砂情況嚴重，港口時有淤塞之虞。

台灣港口向東可通至乾隆年間居民利用鹽水溪集資開鑿之運河（舊運河），使之與台灣府（今台南市）相接。台灣港口因海岸地形變化，時有漂砂淤積，又位於鹽水溪口，洪水常挾帶泥砂而下淤積，致使港口波浪時生，航道位置亦變化不定。清德宗光緒32年（1906）即日本據台後12年，台灣港於暴風雨中一度淤塞，雖經疏浚得通小船，但港口價值從此漸失。於是日人積極勘查新港口，先於日大正11年（民國11年）開闢新運河，建

造新船渠，歷三年完工，復於日昭和6年（民國20年）選定台灣港口南方約2公里處為新港位置，嗣後於昭和10年（民國24年）10月開工，貫通鯤鯓島，連接新運河，開闢新港口，歷時二年半於昭和13年（民國27年）3月完工，從此安平港取代台灣港為台南海岸新港口。

安平港為日人開闢之人工港口，規模不大，低潮水深3公尺，港口寬100公尺，僅容80噸級船隻進出，港口南北兩岸各有一道長160公尺導流堤，雖暫可取代台灣港恢復往年盛勢，但位於港口北端之鹽水溪河砂影響安平港水深甚大，每當雨季洪水氾濫，大量輸砂挾至下游，港口附近形成一片浮陸。至台灣光復前（1945），日人疲於侵略戰爭，無力大修安平港，民國36年鹽水溪改道南侵20餘公尺，港口與運河淤成淺溝，大型船隻無法入港，小型漁舟亦須於漲潮進出。

高雄港務局為改善安平港口，於民國47年擬定堵塞原有導流堤計畫，但施工後發現嚴重冲刷現象而停辦。隨著港口淤淺，安平港由船舶雲集之海港變成小型漁舟出入之淺水道，功能日益衰退。安平港係台南市唯一吞吐港，港市興衰關係台南市繁榮，為免形成廢港，高雄港務局於民國50年展開實地調查工作，陸續辦理各項調查研究及改善計畫。民國60年位於鯤鯓湖東岸之安平工業區進行開發，為配合鯤鯓湖四周未來之發展有廣大腹地，避免拆除安平港口之導流堤，且顧及施工期間不妨礙漁船進出，於民國62年決定在港口南方約2公里之鯤

鯤湖外海另闢新港口，並將安平港開發為漁商並用港。安平港新闢工程於民國63年2月開工，至68年4月完成通航，原有港口（今稱舊港口）因而封閉，僅留兩座導流堤及護岸遺蹟。

台南最早之門戶由大員港、鹿耳門、台灣港至安平港，一直受到台江灣海岸地形變化之影響，港口位置時

生變化。由大員港、台灣港之港口位置約在今鹽水溪口，鹿耳門之港口約在今鹿耳門溪中游附近（約為大員港北方4公里處），安平港舊港口約在大員港南方2公里處，而安平港新港口（今安平港）約在舊港口南方2公里處，均見證台江灣海岸地形變化及安平港開發歷程。

三、安平港舊導流堤

安平港舊導流堤興建於民國27年，築有南、北兩座導流堤，以維持航道連接內外海，港口寬100公尺，堤內再構築甲水路護岸325公尺及乙水路護岸310公尺（林，2002），如圖1所示。

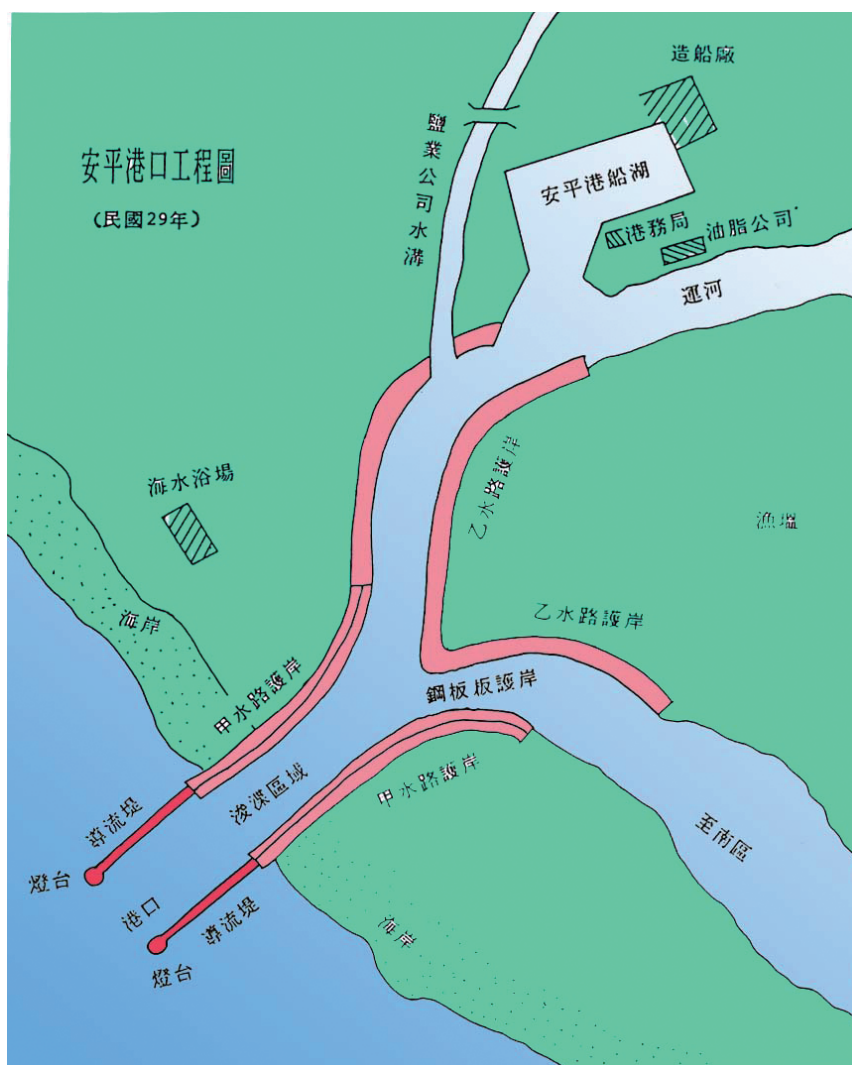
(一)導流堤構造

舊導流堤（如圖2、圖3）長160公尺，堤寬2.4公尺，堤面高程約+1.22m（中潮系統），屬棧橋式構造，以斷面60×80公分、長13.5公尺之方形RC版樁，與導流堤法線方向呈近約45度斜向配置，版樁上打設混凝土堤面65公分。堤面上設有直徑6公分之通氣孔，平均每隔20公尺設有一處楔形（平面）伸縮縫，堤頭為直徑約5.4公尺之圓形標識燈基座，中央突出部高程約+2.39m（中潮系統）。

(二)導流堤機能

以安平港舊導流堤長160公尺約延伸至平均潮位線附近，僅能防治灘線附近及海灘上漂砂流入航道，加以導流堤為非不透水構造物，故防治漂砂之效果並不高，幸賴港內及運河之水流冲刷，至民國40年尚能維持不到20公尺寬之流路，但已失港口機能。經疏浚航道後，於民國50年之港口測量顯示北導流堤側尚可維持30公尺寬流路。（成功大學水利及海洋工程學系，1993）

隨著安平港口日益淤淺及功能衰退，高雄港務局遂著手研擬改善計畫，並於民國68年闢建完成新港口後，舊導流堤乃卸下港口及航道機能，成為當地民眾憶往、觀賞夕陽及垂釣之場所。



資料來源：成功大學水利及海洋工程學系，1993。

圖1 民國29年安平港口工程圖

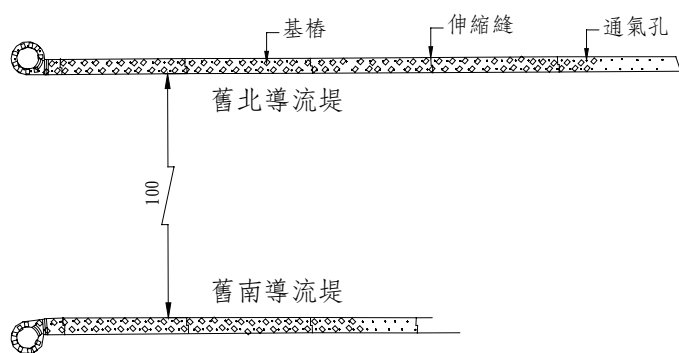


圖2 安平港舊導流堤構造圖



(A)舊導流堤 I



(B)舊導流堤 II



(C)舊導流堤 III



(D)舊南導流堤圓形堤頭



(E)舊南導流堤



(F)舊北導流堤



(G)棧橋式導流堤之方形基樁



(H)楔形伸縮縫與圓形通氣孔

圖3 安平港舊導流堤

四、安平漁港舊港口重建工程

安平漁港係政府於民國66年起陸續開闢，68年安平新港建設完成後，原有舊港口封閉，此後漁船筏均需行駛長達2.5公里彎彎曲曲之支航道，再繞經由安平商港港口進出，不僅使漁民出海漁撈作業時間不易掌握，漁船筏夜間出海挑燈捕魚每每造成安平港口管制之困擾，更因商漁船間之船型、噸級差距甚大，漁、商船隻爭道，險象環生，商船及漁民均有怨言。

為徹底解決安平漁港漁船筏航

行安全、增加作業效率及漁民投資信心，並改善港內與運河水質，台南市政府與漁業署乃辦理「台南市安平漁港舊港口重建計畫」，以打通舊導流堤航道重建舊港口，作為漁船專用港口。該計畫環境影響說明書於89年2月審查通過，並於89年12月起進行舊港口重建工程，其地形變遷如圖4所示。

依據舊港口重建計畫，原舊導流堤將妨礙新規劃之航道護岸，計畫於新防波堤完成後，拆除舊導流堤設施（成大研究發展基金會，2000）。



(A)臺灣地區像片基本圖第一版64年12月攝



(B)臺灣地區像片基本圖第二版71年5月攝



(C)臺灣地區像片基本圖第三版78年9月攝



(D)臺灣地區像片基本圖第四版91年2月攝

圖4 安平漁港舊港口變遷

五、舊導流堤指定為古蹟歷程

鑑於安平漁港舊港口重建工程之需，原安平港導流堤須配合該工程予以拆除，致有當地民眾及文史工作者認為該導流堤具有歷史意義應予保存，並由安平文教基金會林錫田先生提案將其指定為古蹟。案經台南市古蹟暨歷史建築審查會討論，會中市府管理機關建設局評估如果保留舊北導流堤將影響船隻之航行安全，至於舊南導流堤指定為古蹟則無意見，最後決議將舊南導流堤列為市定古蹟予以保存。有關其指定為古蹟之歷程大致如下：

(一)提案

由安平文教基金會林錫田先生提案將舊導流堤之南、北堤指定為古蹟，加以保存。

(二)勘查

台南市古蹟暨歷史建築審查委員於91年11月13日實地勘查包括舊導流堤等九處地點，多數委員認為有列級古蹟之潛力，其中舊導流堤被包圍在新建漁港防波堤內，引起在場審查委員之舊時回憶。安平文教基金會董事林錫田先生建議市府保留舊導流堤，形成南北中三道分流路線，未來加入「安平追想曲」發源地之傳說故事，更可見證安平風華。(91年11月14日

中華日報36版)

(三)審查

舊導流堤列為古蹟乙案，案經91年12月5日市府九十一年度第四次古蹟暨歷史建築審查會第一次審查，管理

機關建設局評估如果保留舊北導流堤將影響船隻之航行安全（如圖5），而對於舊南導流堤指定為古蹟則無意見，最後會議決議將本案擱置，待日後審查會再行討論。

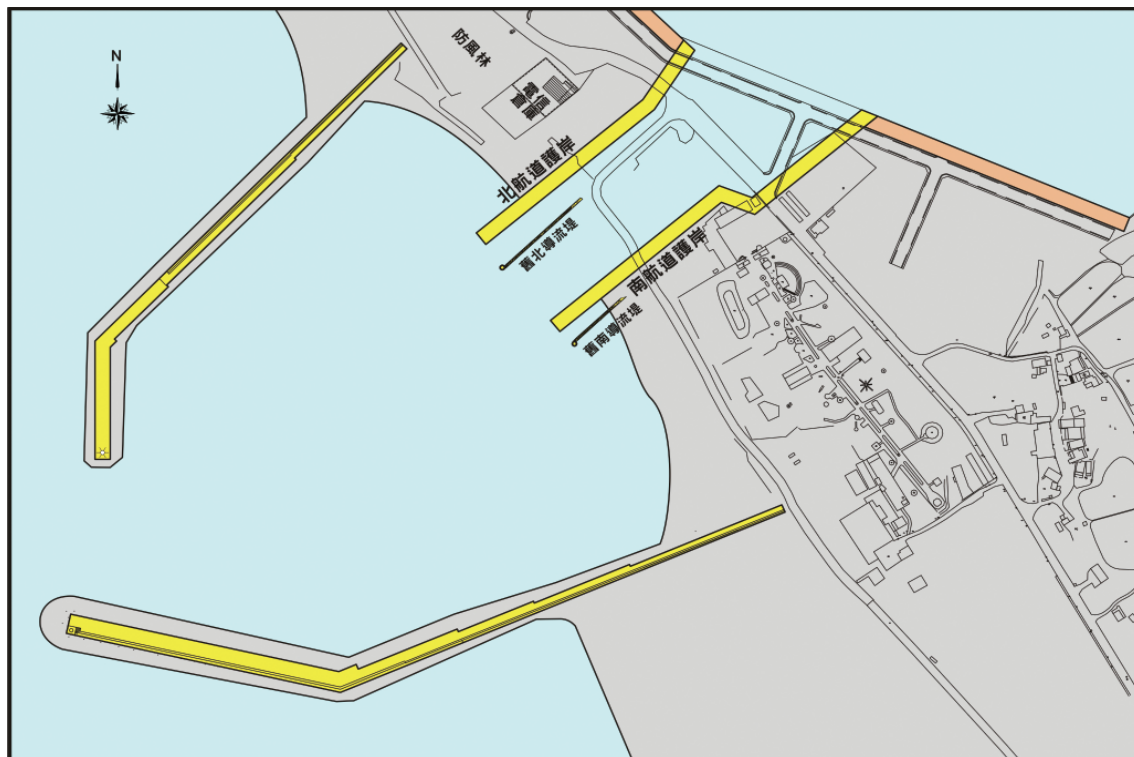


圖5 新建航道護岸與舊導流堤關係位置圖

嗣後於91年12月26日市府九十一年度第五次古蹟暨歷史建築審查會第二次審查，決議將舊南導流堤指定為市定古蹟。其指定理由（文建會文化資產網）如下：

1. 歷史意義：見證安平漁業發展
2. 保存良好：歷經60餘年歲月，導流堤仍相當完好。

(四)公告

舊南導流堤經市府於92年5月13日公告為古蹟如下：

1. 公告日期：92年5月13日
2. 公告文號：南市文維字第09218505290號
3. 公告名稱：原安平港導流堤南堤
4. 古蹟類別：市定古蹟
5. 公告類別：堤閘

六、舊導流堤之拆除與保存

安平漁港舊港口重建工程係於民國89年12月動工興建，共計分四期施工。第四期工程主要為航道護岸之興建，主辦機關漁業署尊重地方人士建議與市府將舊南導流堤列為市定古蹟，設計時僅拆除舊北導流堤，並設置舊南導流堤保護措施，避免南航道護岸施工時損及舊南導流堤設施。同時航道護岸工程採親水性及海岸生態

環境調和之設計，以降低港灣建設與自然環境及舊南導流堤之不和諧。

安平漁港舊港口重建第四期工程於94年1月動工，基於工程需要拆除舊北導流堤，亦將舊南導流堤予以保存與保護，在新建航道護岸與舊南導流堤共存下，繼續見證安平港之歷史演變，如圖6所示。



(A)舊北導流堤拆除之方形基樁



(B)連接舊南導流堤之護岸遺蹟



(C)舊南導流堤與新建南航道護岸 I



(D)舊南導流堤與新建南航道護岸 II



(E)舊南導流堤與新建航道護岸 I



(F)舊南導流堤與新建航道護岸 II



(G)舊南導流堤與新建航道護岸Ⅲ



(H)新建親水性之北航道護岸

圖6 安平漁港新建航道護岸與舊南導流堤市定古蹟

七、結語

建於日據時期之安平港舊導流堤，原按安平漁港舊港口重建計畫須予以拆除，在地方人士及文史工作者積極爭取下，最後僅拆除舊北導流堤，而保留舊南導流堤且列為市定古蹟，此結果對歷史建物之保存雖非最完美，卻建立港灣建設與歷史建物共存之良好示範。由本案發展歷程，值得未來港灣工程開發參考之處如下：

1. 近年來政府積極推動生態工程，倡導工程建設與自然環境之和諧共生，就港灣工程建設而言須與海岸自然環境相調和，除生態、水質、親水、景觀等考慮因素外，對開發區之歷史建物亦應列入考量。

2. 安平港舊導流堤興建迄民國97年近70年，建物時間並不算長，但在歷史學家與文史工作者之看法，卻具有其歷史意義，促成台南市政府將舊南導流堤列為市定古蹟，亦是古蹟中少數為港灣構造物。
3. 對於既定之安平漁港舊港口重建計畫，在當地民眾及文史工作者提出不同聲音下，主管工程建設之台南市政府建設局與漁業署漁港工程科並未一味堅持反對，反而從善如流重新檢討原開發計畫，終促成港灣建設與歷史建物之共存，可謂生態工程之範例。

謝 誌

本文承蒙台南市政府文化觀光局古蹟維護課之林韋旭課長與林佳蕙小

姐提供寶貴資料，蘇育正先生協助繪圖，特致謝忱。

參考文獻

1. 國立成功大學水利及海洋工程學系暨研究所，「安平漁港舊港口闢建可行性研究報告」，82年7月。
2. 財團法人成大研究發展基金會，「台南市安平漁港舊港口重建計畫環境影響說明書」，89年3月。
3. 范勝雄，「府城叢談：府城文獻研究1」，86年。
4. 林錫田，「安平舊港口的追念與期待」，91年12月。

2008年貨櫃運輸量展望

陳炳棠 交通部高雄港務局正工程司

高雄港於今（2008）年1月時慶賀該港2,007年貨櫃量突破1,000萬TEU（2007年全年1,025萬TEU，年成長率4.80%），但隨即全球各貨櫃港公佈其全年貨櫃運輸量後，排名卻由2007年之第6下滑至第8。其結果並非高港之努力不夠，實因全世界各貨櫃大港之貨櫃量均大有成長（香港、洛杉磯港除外），尤其大陸各有名之貨櫃港突飛猛進之故（全球唯有杜拜港尚可

堪與之相比）。

基隆港於1996年為全球第12大貨櫃港，2001年排名30；此後，即未再列名全球貨櫃大港名單內。而高雄港曾名列第3，依據其成長率推估，2008年貨櫃量仍能繼續增長，惟可能被擠出全球10大貨櫃港。本文僅就相關資料予以統計分析推估，提供國內港航業界作為參考。

一、2007年全球15大貨櫃港運量統計分析：

本（2008）年二月所公佈之2007年全球15大貨櫃港運量統計數，其貨櫃排名如去年（2007）底航運界所估計之結果，並無意外之情事發生。上海港仍以年成長率逾20%之態勢，年增貨櫃量近440萬TEU，超越香港成為全球第二大貨櫃港；而香港貨櫃量僅增加近25萬TEU（成長率1.5%），成長率排名次低；深圳港依然維持2006年14%之成長率，年增量逾260萬TEU，更拉大與排名第五釜山港之距離；杜拜、鹿特丹與高雄港櫃量均突破1,000萬TEU，但杜、鹿二港之成長率皆超越百分之十，遠大於高雄港之4.8%，致使高雄港、漢堡港（成長近110萬TEU）之排名往後掉落；此外，大陸有名之其他貨櫃港，青島、

寧波一舟山、廣州港等亦維持以往成長20或30%之紀錄，幾乎以突飛猛進之勢超越洛杉磯、安特衛普與長堤等港，其櫃量皆已超過900萬TEU，緊追在高、漢二港之後。洛杉磯港為唯一負成長之港，成長率負1.36%；由於安特衛普港成長率大幅成長，兩港之櫃量差距已縮小至20萬TEU以內。資料詳下表1. 2007（2006）年全球15大貨櫃港運量統計分析表。

另從表2. 2008年全球15大貨櫃港成長比例統計分析表（1998-2002五年期）及表3. 2008年全球15大貨櫃港成長比例統計分析表（2003-2007五年期）來看，於表2中寧波與廣州港皆尚未列入全球15大貨櫃港內（廣州港2002年進入15大），在2003~7之五年

間卻以35.48及33.12%之成長率一舉衝至11及12名。高雄港於2000年被釜山港超越落居全球第四、2002年被上海港超越落居第五、2003年被深圳港超越落居第六，主要係成長率遠不如釜山、上海與深圳港，且平均年成長率除1998年外，亦皆明顯落後，2005年更是全球15大貨櫃港中唯一負成長

者；而年度貨櫃量如高雄港有負成長的，包括2001年新加坡港負9%、香港負2%、鹿特丹與長堤港各負3%，以及前述之洛杉磯港負1.36%。此外，1998~2002年5年間之年平均成長率Ra起伏較大，而2003~2007年5年間之Ra漸趨平緩，似乎全球大貨櫃港之成長已轉趨穩定。

表1. 2007（2006）年全球15大貨櫃港運量統計分析表（2007年單年期）

港口別 \ 年別	(2006) 年 單位：TEU	2007年 單位：TEU	2007年成長率 (%)
1新加坡(1)	23,980,000	27,935,140	12.70
2上海港(3)	21,710,000	26,150,000	20.45
3香港(2)	23,539,000	23,881,000	1.50
4深圳港(4)	18,468,900	21,099,100	14.24
5釜山港(5)	12,033,721	13,280,000	10.00
6杜拜港(9)	8,782,549	11,000,000	19.00
7鹿特丹港(7)	9,690,052	10,790,604	12.00
8高雄港(6)	9,774,670	10,250,000	4.80
9漢堡港(8)	8,861,545	9,900,000	11.60
10青島港(11)	7,702,000	9,462,000	22.85
11寧波-舟山港(13)	7,060,000	9,360,000	32.42
12廣州港(15)	6,600,000	9,200,000	39.39
13洛杉磯港(10)	8,469,853	8,355,038	-1.36
14安特衛普(14)	7,018,799	8,175,951	16.00
15長堤港(12)	7,290,000	7,312,465	3.03

註：括號內為2006年名次

表2. 2008年全球15大貨櫃港成長比例統計分析表（1998-2002五年期）

港名 \ 年度	1998	1999	2000	2001	2002	各港年均增率 Rb
新加坡	6.8	5.3	6.9	-9.0	8.0	3.60
上海港	21.7	37.3	33.3	13.0	36.0	28.26
香港	0.6	10.4	9.8	-2.0	8.0	5.36
深圳港	—	52.2	33.8	27.0	50.0	40.75
釜山港	9.9	8.3	17.1	5.0	17.0	11.46
杜拜港	7.7	1.4	7.5	14.0	20.0	10.12
鹿特丹港	10.3	6.5	-0.7	-3.0	7.0	4.02
高雄港	10.1	11.4	6.3	2.0	13.0	8.56
漢堡港	6.3	5.6	13.7	10.0	15.0	10.12
青島港	—	26.9	36.4	25.0	29.0	29.33
寧波舟山	—	—	—	—	—	—
廣州港	—	—	—	—	33.0	33.0
洛杉磯港	14.1	13.3	27.4	6.0	18.0	15.76
安特衛普	10.0	10.7	13.4	3.0	13.0	10.02
長堤港	16.9	7.6	4.4	-3.0	1.0	5.38
平均年成長率 Ra	10.40 1998	15.15 1999	16.10 2000	6.77 2001	19.14 2002	15.37% 13.51%

表3. 2008年全球15大貨櫃港成長比例統計分析表（2003-2007五年期）

港名 \ 年度	2003	2004	2005	2006	2007	各港年均增率 Rb
新加坡	7.0	15.1	8.7	6.9	12.7	10.08
上海港	32.0	21.9	24.2	20.1	20.5	23.74
香港	7.0	6.7	2.3	3.6	1.5	4.22
深圳港	40.0	22.0	18.7	14.0	14.2	21.78
釜山港	10.0	9.3	3.6	1.6	10.0	6.90
杜拜港	23.0	19.9	18.5	17.1	19.0	19.50
鹿特丹港	9.0	13.4	12.0	3.2	12.0	9.92
高雄港	4.0	8.9	-2.5	3.2	4.8	3.68
漢堡港	14.0	12.4	14.9	9.6	11.6	12.50
青島港	24.0	17.7	22.8	22.1	22.9	21.90
寧波舟山	49.0	30.7	29.6	35.7	32.4	35.48
廣州港	27.0	16.7	41.6	40.9	39.4	33.12
洛杉磯港	17.0	3.4	2.2	13.2	-1.4	6.88
安特衛普	14.0	10.2	6.9	8.3	16.0	11.08
長堤港	3.0	19.4	16.1	8.7	3.0	10.04
平均年成長率 Ra	18.67 2003	15.18 2004	14.64 2005	13.88 2006	14.57 2007	15.39% 15.39%

二、2008年全球15大貨櫃港成長比例統計分析

上一節由2007年之全球15大貨櫃港年貨櫃量及每5年為一期（1998~2002及2003~7）作統計分析，本節試從近十年（1998~2007）、最穩定年平均成長率之近四年（2004~7）及各港之最大、最小成長率作分析比較。

香港於1996~2004這九年間，除98年被新加坡港超越外，皆為全球第一貨櫃大港；但2005年起其優勢被上海港取代，年平均成長率僅為2.3、3.6及1.5%，陸續由第二退到第三。新加坡港在1998~2007年平均成長率為7.2%，在2004及2007更有15.1與12.7%之佳機，故自2005年起成為全球首位，惜可能美景不長。上海港在1996年時，貨櫃量193萬TEU，全球排名17，尚在基隆港（12）之後；十多年來，年平均成長率26.0%，2007年貨櫃量2,615萬TEU，極可能從2008年起超過新加坡港。

深圳港從1999~2003年成長率極為驚人，惟2005~7年已轉為平緩；雖十年期年平均成長率高達31.27%，今後當以約10%之比例漸趨穩定增長。釜山港於1996迄今仍列第五（2000~2曾位居第三），年平均成長率9.18%，因政府積極推展之政策乃保有其位。杜拜港1996年列名13，貨櫃量約207萬TEU，拜其舉全國之力推動都市與經貿發展，年平均成長率14.81%，而能突破1,000萬TEU，並上升至第6名。鹿特丹港為歐洲貨櫃運輸之軸心港，其貨櫃量最佳排名

於1996~98年時為全球第四，1999年被釜山港超越，且於2000及01年呈負成長0.7與3.0%，2002年後下滑至7~8名；近四年除2006年外，每年成長率都超過百分之十以上，10年平均成長值近7%。

高雄港為國內第一大港，擔負台灣進出口貨物海運運輸之重責大任，1999年以前之貨櫃運輸量僅次於香、新兩港，惟跨越千禧年後全球列名一路下滑，陸續被釜山、上海、深圳等港超越；去（2007）年雖然櫃量突破1,000萬TEU，由於成長量遠不如杜拜與鹿特丹港（兩港亦於去年櫃量同時突破1,000萬TEU），不得不屈居第8。漢堡港與鹿特丹港同為歐洲之貨櫃大港，1996年以前曾名列第6之佳景；1999年排名第9之後，不管其他貨櫃大港之排名一再變動，迄今仍然不動如山，主要係因櫃量成長率平均高達11%以上。

青島港之竄起於1999年，當年貨櫃量154萬TEU、名列28；幾年間，以高於25%之平均成長率升至前10，致釜山港面臨極大之競爭危機，近兩年不斷修正其港埠規劃及經營策略。寧波-舟山港與廣州港更為後起之秀，2002年以前，兩港還默默無名，2006年已分列13及15，一年後排名升為11與12，年均成長率高達33%以上；2008恐與青島港同時超過高雄、漢堡兩港，一舉進入前10。

至於洛杉磯、安衛特普與長堤港列名13~15，年均成長率7~11%，過去

曾有名列6~9之榮譽（長堤原都勝過洛、安兩港），往後仍需繼續努力，否則其位很容易被新生之港所取代。

從下表4. 2008年全球15大貨櫃港成長比例統計分析表（1998-2007十年期）與表5. 1998-2007年全球15大貨櫃港成長率統計表（十年期）中，可以歸納出幾個重點：

1. 平均年成長率 R_a ，代表該年全球貨櫃量之成長比率（取2008年全球前15名為樣本），如表4所述，1998年為10.40%，2007年為14.57%，10年間增加近4.1%。
2. 1998~2007年十年間之平均年成長率 R_a 值，從表4可看出自6.77~19.14%，其平均值為14.45%；假設其中值為 $14.5 \pm 1.5\%$ ，則 $R_a > 16\%$ 屬較高（如2002、2003年）， $13\% < R_a$ 屬偏低（如1998、2001年）。（有一特殊巧合，2007年之 R_a 值竟與2004~2007間4年之 R_a 值幾乎相等同為14.57%）
3. 再看各港之平均年增率 R_b ，從表

1可看出新加坡港之 R_b 為7.20%，其10年間高於此值者有2002、2004~5及2007等年，其中2001年竟然負成長9%，凸顯異常現象（於該年負成長之港口另有香港、鹿特丹、長堤等港）。

4. 此外，自平均年增率 R_b 可看出，各港成長最快者為寧波—舟山港（35.48%）、廣州港（33.06%）、深圳港（31.27%）、上海港（26%）及青島港（25.62%）；較低者為香港（4.79%）、高雄港（6.12%）、鹿特丹港（6.97%）、新加坡港（7.20%）與長堤港（7.71%）；惟如從近五年（2003~7）檢視，高雄港之平均成長率僅為3.68%，尚低於香港之4.22%。
5. 高雄港平均年增率 R_b 為6.12%，於2003~7之5年間除04年8.9%有超出外，其餘4年皆低於其平均年增率，甚至05年負成長2.5%（唯一該年度15大貨櫃港負成長者）。

表4. 2008年全球15大貨櫃港成長比例統計分析表（1998-2007十年期）

年度 港名	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	港均 增率
新加坡	6.8	5.3	6.9	-9.0	8.0	7.0	15.1	8.7	6.9	12.7	7.20
上海港	21.7	37.3	33.3	13.0	36.0	32.0	21.9	24.2	20.1	20.5	26.00
香港	0.6	10.4	9.8	-2.0	8.0	7.0	6.7	2.3	3.6	1.5	4.79
深圳港	—	52.2	33.8	27.0	50.0	40.0	22.0	18.7	14.0	14.2	31.27
釜山港	9.9	8.3	17.1	5.0	17.0	10.0	9.3	3.6	1.6	10.0	9.18
杜拜港	7.7	1.4	7.5	14.0	20.0	23.0	19.9	18.5	17.1	19.0	14.81
鹿特丹港	10.3	6.5	-0.7	-3.0	7.0	9.0	13.4	12.0	3.2	12.0	6.97
高雄港	10.1	11.4	6.3	2.0	13.0	4.0	8.9	-2.5	3.2	4.8	6.12
漢堡港	6.3	5.6	13.7	10.0	15.0	14.0	12.4	14.9	9.6	11.6	11.31
青島港	—	26.9	36.4	25.0	29.0	24.0	17.7	22.8	22.1	22.9	25.62
寧波舟山	—	—	—	—	—	49.0	30.7	29.6	35.7	32.4	35.48
廣州港	—	—	—	—	33.0	27.0	16.7	41.6	40.9	39.4	33.06
洛杉磯港	14.1	13.3	27.4	6.0	18.0	17.0	3.4	2.2	13.2	-1.4	11.32
安特衛普	10.0	10.7	13.4	3.0	13.0	14.0	10.2	6.9	8.3	16.0	10.55
長堤港	16.9	7.6	4.4	-3.0	1.0	3.0	19.4	16.1	8.7	3.0	7.71
平均年 成長率Ra	10.40 1998	15.15 1999	16.10 2000	6.77 2001	19.14 2002	18.67 2003	15.18 2004	14.64 2005	13.88 2006	14.57 2007	16.1 14.5

表5. 1998-2007年全球15大貨櫃港成長率統計表（十年期）

類別 港名	1998~2002 年均長率	2003~2007 年均長率	1998~2007 年均長率	年最大 成長率	年最小 成長率	備註
新加坡	3.60	10.08	7.20	15.1	-9.0	請參考
上海港	28.26	23.74	26.0	37.3	13.0	表1~3.
香港	5.36	4.22	4.79	10.4	-2.0	
深圳港	40.75	21.78	31.27	52.2	14.0	
釜山港	11.46	6.90	9.80	17.1	1.6	
杜拜港	10.12	19.50	14.81	23.0	1.4	
鹿特丹港	4.02	9.92	6.97	13.4	-3.0	
高雄港	8.56	3.68	6.12	13.0	-2.5	
漢堡港	10.12	12.50	11.31	15.0	5.6	
青島港	29.33	21.90	25.62	36.4	17.7	
寧波舟山	—	35.48	35.48	49.0	29.6	
廣州港	33.00	33.12	33.06	41.6	16.7	
洛杉磯港	15.76	6.88	11.32	27.4	-1.4	
安特衛普	10.02	11.08	10.55	16.0	3.0	
長堤港	5.38	10.04	7.71	19.4	-3.0	
平均年率	13.51	15.39	14.45	—	—	

最後，以表6. 2008年全球15大貨櫃港成長比例統計分析表（2004~7四年期）作探討，發現兩個特殊現象：

1. 2007年之平均年成長率Ra與2004~2007間4年之平均年成長率

幾乎相等，同為14.57%。

2. 推定2008年如沒有巨大之災變，全球15大貨櫃港之平均年成長率為 $14.5 \pm 1.5\%$ ($X \pm 10\%$) 似可以成立。

表6. 2008年全球15大貨櫃港成長比例統計分析表（2004-2007四年期）

港名 \ 年度	2004	2005	2006	2007	各港平均年增率Rb	備註
新加坡	15.1	8.7	6.9	12.7	10.85	2001負9%
上海港	21.9	24.2	20.1	20.5	21.68	年增率>20
香港	6.7	2.3	3.6	1.5	3.53	年增率最小
深圳港	22.0	18.7	14.0	14.2	17.23	
釜山港	9.3	3.6	1.6	10.0	6.13	
杜拜港	19.9	18.5	17.1	19.0	18.63	年增率18±1
鹿特丹港	13.4	12.0	3.2	12.0	10.15	2001負成長
高雄港	8.9	-2.5	3.2	4.8	3.60	2005負成長
漢堡港	12.4	14.9	9.6	11.6	12.13	年增率穩定
青島港	17.7	22.8	22.1	22.9	21.38	
寧波舟山	30.7	29.6	35.7	32.4	32.10	年增率>30
廣州港	16.7	41.6	40.9	39.4	34.65	年增率最高
洛杉磯港	3.4	2.2	13.2	-1.4	4.35	2007負成長
安特衛普	10.2	6.9	8.3	16.0	10.35	
長堤港	19.4	16.1	8.7	3.0	11.80	2001負成長
平均年成長率 Ra	15.18% 2004	14.64% 2005	13.88% 2006	14.57% 2007	14.57% 14.57%	Ra=Rb 顯示計算正確

三、結語

綜合前述，本文針對2008年全球15大貨櫃港之年度貨櫃量做下列之推估：

1. 全球15大貨櫃港之平均年成長率為 $14.5 \pm 1.5\%$ ；
2. 上海港將繼續以近20%之年成長率擴展，將可能超越新加坡港成為全球第1大貨櫃港；
3. 青島、寧波-舟山、廣州、漢堡港年貨櫃量皆將超越1,000萬TEU，青島、寧波—舟山、廣州等港全

球排名將繼續往前邁進；

4. 高雄港貨櫃量持續微幅成長，但可能排名將落於10名外。

由於各大貨櫃港所屬國家之經貿體或機制（如區域貿易協定RTA、自由貿易區FTA、關稅同盟CU、經濟同盟EU、共同市場CM等）之不同，以及進口、外銷、轉口、經貿政策、政治理念與政府作為等之差異，所作推估仍有多項難測之變數；且本文結論非學術定論，僅供參考。

智慧代理人於公路防救災決策系統之應用

鄭明淵 台灣科技大學生態與防災工程研究中心主任

饒 正 交通部運輸研究所臺灣技術研究中心研究員

摘 要

臺灣天然災害頻繁，易造成交通受阻及生命財產損失，且臺灣防災系資訊格式不一，造成災害資訊難以交換利用。故本文中導入智慧代理人（Intelligent Agent）技術，應用於資料交換上。以此為核心建構資料交換

平台並進行各種災害資訊之交換，達到減少資料重覆建置、增加災害資訊之使用率達到資源共享之目標。透過資料交換平台，可有效整合各公路防救災系統於同一架構中，並減少系統維護人力之需求。

一、緒論

由於台灣自然環境特殊，地震、颱風及土石流等災害發生頻繁，災害常常造成各項交通設施及要道中斷，使得災區交通受阻、人員傷亡。因此綜整所有災害資訊並整合各災害資訊系統，在災害來臨時，提供公路設施管理人員進行緊急應變決策實屬刻不容緩。目前國內公路設施主管機關，對於所轄設施如橋梁、坡地、道路或隧道之管理及防災作為皆朝向電腦化之目標，且成效顯著，如『台灣地區橋梁管理系統』（2000）及『道路邊坡維護管理系統』（2006）等。然目前各機關及各設施已發展採用之資訊系統多無法相互聯繫，且多為獨立開發，資料庫間整合實屬不易，倘若以人工方式進行系統間資料整合，將無

法因應災時緊急應變之需，且所需人力十分龐大。而各系統獨立運作的結果，造成各系統在使用維護管理上，發生資料重覆建置無法分享共用之問題，使得在防災作為無法有效掌握整體災情及規劃救災資源；因此，系統整合需求因應而生。本文利用智慧代理人為核心建置之資料交換平台，整合各防災系統資訊，可達成下列目標：(1)不同單位間可互相分享資料，避免資料重覆建置所造成之資源浪費及資料不一致性；(2)資料庫及功能模組的擴充功能模式，有效整合各類交通設施，強化防災能力；(3)公路設施之管理防災能力，可從單一設施的點範圍提昇至整體綜觀之線甚至面的範圍，落實及追蹤各項防救災作為。

二、智慧代理人

代理人技術已被應用在各種不同的領域，例如計畫排程、資訊檢索等，藉由此項技術的運用可以減少工作量以及資訊量（Information Overload），使用者可以指派代理人完成特定的任務或是與代理人相互合作，完成共同的目標。

目前臺灣交通管理系統皆為獨立發展，各系統之間無統一之資料格式造成資料交流困難，故期望用智慧代理人做為媒介，讓各系統能夠在統一格式進行資料之交換。

智慧代理人主要特徵分別為。(1)自發性：代理人程式被指派工作後，便不需人力介入其工作流程，便有獨立完成工作之能力；(2)社會性：各代理人之間能夠透過特定方式相互溝通、協調工作。並且具有與自然人互動之能力；(3)感知性：代理人會採取目標導向方式進行工作，並能夠感應外在環境變化對其目標之影響；(4)反應性：代理人能夠在環境改變之後做出適當反應；(5)移動性：代理人能夠攜帶所需資訊在不同電腦之間遷徙，並且能夠在不同電腦間作業；(6)脈絡連續：代理人被賦予工作後，便能夠掌握自身之程序或執行序以便完成整體任務；(7)適應性：代理人能透過判斷行為的結果進行學習，因此會隨著時間及環境的變化調整自己的狀態。

過去交通工程防災預警系統（2006）採用智慧代理人針對網頁資料擷取而設計之資料交換架構，所具備功能介紹如下：

1. 智慧代理人能夠接受使用者的指派搜尋目標。
2. 代理人能夠在目標網站中分析出所需要的內容為何。
3. 代理人能夠判斷網站內容是否已存在資料庫中。
4. 代理人能夠將新資料依照資料庫欄位自動下載更新及儲存資料。
5. 代理人經指派後，不需人工之介入便能定期執行任務。

為了達成以上五項智慧代理人的功能，開發四種智慧代理人，分述如下：

1. 資料擷取代理人
能夠在使用者指定的目標網站中，擷取網站的內容。
2. 資料過濾代理人
能夠將資料擷取代理人所擷取之內容自動分析過濾，僅留下所需的資料內容。
3. 資料比對代理人
能夠比對擷取的資料與資料庫中現有的資料是否相同。
4. 資料更新儲存代理人
能夠將新的資料依照資料庫欄位之設計儲存或更新資料庫中之資料。

智慧代理人網頁資料交換模式其執行步驟如下：

(1) Step1：前往指定網頁

當智慧代理人系統啟動後，會自動找到指定的網頁，如果需要使用者帳號/密碼登入，智慧代理人系統會自動輸入（使用者

需在系統中設定)。

(2) Step2：擷取資料 (資料擷取代理人)

找到目標網頁後資料擷取代理人便開始擷取網頁的原始碼。

(3) Step3：過濾資料 (資料過濾代理人)

所謂資料過濾，顧名思義就是要將資料中需要的部分留下，不需要的部分捨棄。資料過濾代理人的工作就是將資料擷取代理人所擷取的網頁原始碼過濾，留下使用者所需要的資料，所以可以將資料過濾代理人視為一種解析器。

(4) Step4：比對資料 (資料比對代理人)

資料比對代理人之工作，是將資料過濾代理人過濾出的資料與原系統中的資料做比較(資料的更新日期或編號)，判斷是否需要更新或儲存。

(5) Step5：資料更新/儲存 (資料更新儲存代理人)

在經過資料比對代理人比對資料後，若需要更新，則會將資料交由資料更新儲存代理人。資料庫更新儲存代理人將會依照資料庫之欄位更新或儲存資料。

三、建構資料交換平台

3.1 現有系統之缺點

目前國內公路設施主管機關，對於所轄設施如橋梁、坡地、道路或隧道之管理及防災作為皆朝向電腦化之目標，且成效顯著。然目前各機關

及各設施已發展採用之資訊系統多無法相互聯繫，且多為獨立開發，資料庫間整合實屬不易，倘若以人工方式進行系統間資料整合，將無法因應災時緊急應變之需，且所需人力十分龐大。而各系統獨立運作的結果，造成各系統在使用維護管理上，發生資料重覆建置無法分享共用之問題，使得在防災作為無法有效掌握整體災情及規劃救災資源。

3.2 資料交換平台

為達到各系統間資料交換之目的，本文以智慧代理人為基礎，建立一資料交換平台，資料交換平台之建立，可減少資料重覆建置，增加資訊之使用率，達到資源共享之目標。在此架構下各系統將共享災情資訊，並可整合各項資源。建構資料交換平台之流程可分為四步驟，分別為：(1)制訂邊坡防災資料交換格式，(2)建構多代理人模式，(3)提供Web Service及(4)建構資料交換平台，以下將以邊坡維護管理系統為交換對象進行介紹。

3.2.1 制定邊坡防災資料交換格式

此一步驟主要為擬定交通工程各類資訊之資料交換標準格式，以XML方式表現，提供不同系統間，進行資料之交換。XML為一九八六年國際標準組織公佈的一個名為「標準通用標示語言」(Standard Generalized Markup Language, SGML)的精簡版/子集合。XML文件和訊息的主要特色在於它是以結構及資訊內容為導向的語言。利用此種方法將資訊內容、結構和格式等不相同的文件要素予以區分。

目前國內具備或應用XML-based標準的產業尚少，其它產業與體系則尚處在萌芽階段，本文將建立邊坡相關XML資料傳遞標準範例，以協助相關單位運用多代理人模式（Multi-Agent）進行線上協同作業。

為了提供後續流程中代理人所需之XML Schema資料庫，此階段將制定邊坡相關資訊之XML標準，以邊坡基本資料表為例，運用XML Schema方式說明，其中底層根元素為邊坡基本資料，其子元素包含填表日期、道路名稱、起點里程、迄點里程、紀錄長度、起點里程GIS座標、迄點里程GIS座標、資料種類、道路基本碼、更新人員及更新日期等項目。

3.2.2 建構多代理人模式

國內現有交通相關系統皆為獨立運作且資料互不相連，許多資料皆重複建置且格式不一，造成資源共享不易。為避免在系統整合時重複建置系統之問題，此階段將建構一多代理人模式。代理人技術已被應用在各種不同的領域，例如計畫排程、資訊檢索等，藉由此項技術的運用可以減少工作量以及資訊量，使用者可以指派代理人完成特定的任務或是與代理人相互合作，完成共同的目標。本文藉由智慧代理人間可相互溝通之特性，建立一多代理人之環境，協助完成整合交通工程相關資訊管理系統。所建置之六個智慧代理人分別是資料擷取代理人、資料過濾代理人、資料比對代理人、資料更新儲存代理人、Web Service代理人及標籤註記代理人。前四項沿用交通工程防災預警系統之智

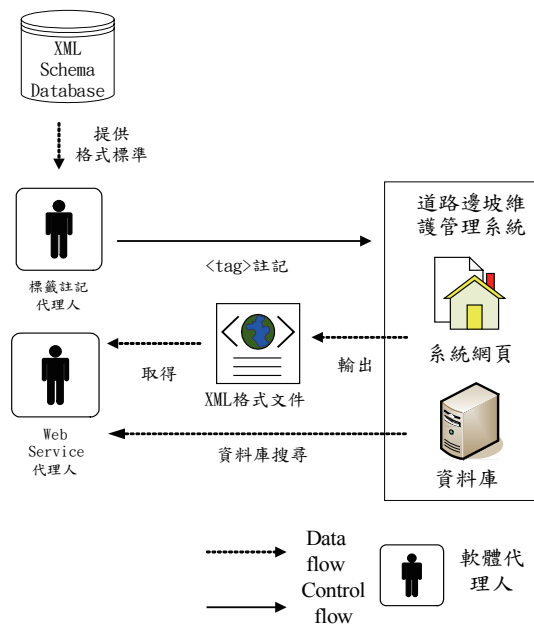
慧代理人，後兩項為新開發之智慧代理人。功能簡述如下：

1. 標籤註記代理人主要功能是替原本無XML標準註記之系統網頁加入標籤，藉由標籤註記代理人由XML Schema資料庫中尋找合適之標籤加註於舊有系統產出文件中，本系統第一年以道路邊坡維護管理系統為測試案例進行此代理人測試。
2. Web Service代理人則可將已加註標籤之網頁內容發佈為Web Service，在註冊服務器中登錄此模組功能服務，之後就可提供資料擷取代理人擷取其網頁內容。智慧代理人將是各公路相關系統對外之窗口，各代理人之間會以前一階段中所確立之XML資料格式交換各資訊。此架構由多智慧代理人構成一群組，代理人將自動溝通，運用Web Service取得所需之資料或提供資料。

3.2.3 提供Web Service

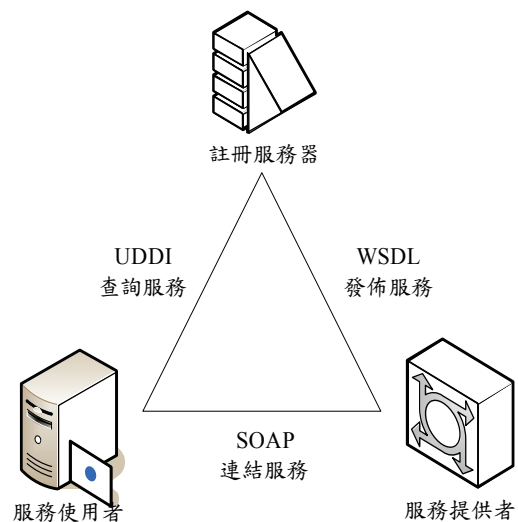
舊有系統網頁通常是以HTML標準撰寫，標籤註記方式較為自由，輸出表單以使用者可簡單閱讀為目的。但在此架構下，輸出網頁無法讓一些自動化軟體（如智慧代理人）所判讀，因此為了讓道路邊坡維護管理系統提供XML格式文件，此階段（如圖一）藉由標籤註記代理人先行對舊有系統網頁進行註記，再進行註記動作前須針對該領域知識建置XML Schema資料庫，標籤註記理人可輔助使用者由資料庫選取合適標籤對資料欄位進行註解，以<tag></tag>方式在

欄位左右處進行標記，使得網頁可以XML Schema格式進行資料輸出。



圖一 道路邊坡維護管理系統代理人運作模式圖

Web Service代理人再根據需求由網頁或是資料庫中擷取資料建置對外之Web Service功能，各項資訊與服務透過Web Service之方式開放給予其他Agent連結。Web Service為近年來所推動之技術標準。其特色為採用XML（eXtensible Markup Language）技術傳遞結構性資料，且因為Web Service包含一些開放標準技術，所以讓服務互通更為方便，這些技術主要為：(1) SOAP：為通訊之協定、(2)WSDL：描述所提供之Web Service的介面標準及(3)UDDI：將服務提供者的資料註冊供人查詢。三者之關係如圖二所示。



圖二 Web Service架構圖

經由此架構，各服務使用者（相關公路系統），將可經由資料交換平台，找到可以交換之資料格式與來源位置，在設定智慧代理人之初始值後（資料之輸出、輸入及服務），即可連結各系統，整合各項資訊。

並藉由Web Service代理人之協助建立各模組功能之Web Service功能。由此架構達到自動化資料交換，並可將功能模組整合。如圖三，步驟說明如下：

(1) Step1：標籤註記

標籤註記理人產生標籤對原有資料欄位進行註記。

(2) Step2：更新最新災害資訊

資料更新儲存代理人將以資料交換表之項目在資料交換平台索取最新災害資訊，並更新道路邊坡維護管理資料庫。

(3) Step3：取得XML格式文件

Web Service代理人以網頁擷取與資料庫搜尋方式取得符合XML Schema格式標準之文件。

敘述如下。

4.1 最新災害資訊

最新災害資訊將經由智慧代理人整合存放於公路防救災決策支援系統資料庫中，各道路工程系統可依需求欄位資料，進行分享與整合，避免資料重複建置之問題，資料來源包括中央氣象局、水土保持局、水利署、台灣橋梁管理系統與現場所架設之監測儀器等。

4.2 現有公路管理系統

目前所整合之系統包括橋梁工程防災預警系統與道路邊坡維護管理系統。

4.3 資料交換平台

資料交換平台由六個軟體代理人所組成。各代理人於此系統中之角色功能分述如下：

資料擷取代理人：擷取現有網站所發布之災害資訊包括中央氣象局發佈地震訊息；水利署發布河川水位與雨量；水保局發布土石流警戒區；TBMS中之橋梁老化腐蝕之訊息。

資料過濾代理人：將資料擷取代理人所擷取之內容自動分析過濾，僅留下所需的資料內容，以地震訊息為例，取得包含發生時間、地點等資訊。

資料比對代理人：將根據資料過濾代理人所得之資訊時間進行資料比對，若資料為最新值或更新值，將啟動資料更新儲存代理人。

資料更新儲存代理人：接收資料比對代理人所送來資料對資料庫進行更新或儲存。

標籤註記代理人：主要功能是替道路邊坡維護管理系統原本無XML標準註記之系統網頁加入標籤，藉由標籤註記代理人由XML Schema資料庫中尋找合適之標籤加註於舊有系統產出文件中。

Web Service代理人：則可將已加註標籤之網頁內容發佈為Web Service，在註冊服務器中登錄此模組功能服務，之後就可提供資料擷取代理人擷取其網頁內容。

4.4 決策分析模式

此模式將根據智慧代理人所擷取之資訊，進行再加值之運用。地震資訊可用於橋梁破壞潛勢分析，由國家地震工程研究中心所開發的台灣地震損失評估系統（TELES）進行地震災害潛勢分析，所產生的結果做為橋梁補強及緊急調查的優先順序的依據。亦可運用過去歷史橋梁破壞圖例、標準判定圖及橋梁目視檢測表做為分析之基礎，用於檢測橋梁破壞程度及提出對應之應變措施。

4.5 使用介面

使用介面將各分析模式與資料庫檢索功能以網頁方式呈現。

4.6 通報機制

通報機制由公路設施管理人員資料庫與簡訊通報功能所組成。此機制在決策分析模式判斷道路工程可能發生災情或是有急迫危險時將自動發送簡訊之管理人員手機中，管理單位可調派人員機具第一時間趕至現場進行處置，減少災情之擴大。

五、結論

本文採用智慧代理人為核心，建置災害資訊交換平台，可自動擷取及彙整各系統之災害資訊各系統之災害資訊，進而建立公路防救災決策支援系統。

並運用智慧代理人不間斷之資料擷取與監視之特性。輔以自動通報機制有效提升設施管理及災害應變之整體縱觀能力，讓決策者能夠即時掌握災害資訊，擬定最佳防救災之策略。

六、參考文獻

1. 李豐博、饒正、鄭明淵等，「交通工程防災預警系統建立之研究2/2」，交通部運輸研究所，2007。
2. 姚乃嘉、蔣偉寧，「台灣區橋梁管理系統之建立」，交通部運輸研究所，2000。
3. 吳育偉、鄭明淵，「智慧代理人在橋梁災害資訊交換平台之應用」，第十屆營建管理學術交流論文研討會，2007。
4. 廖洪鈞等，「坡地災害緊急搶修與復建整合技術研究（2/2）」，交通部運輸研究所，2006。
5. 「災害防救法」，行政院內政部，2000。
6. P. Maes, "Agents that Reduce Work and Information Overload," in Communications of the ACM, Vol. 37, No.7, pp.31-40, 1994.
7. Y. Shoham, "Agent Oriented Programming," Artificial Intelligence, Vol. 60, No. 1, pp. 51-92, 1993.
8. O. Etzioni, and D.S. Weld, "Intelligent Agents on the Internet: Fact, Fiction, and Forecast," IEEE Expert, Vol. 10, No. 4, pp.44-49, 1995.
9. M. Wooldridge and N.R. Jennings, "Intelligent Agents: Theory and Practice," The Knowledge Engineering Review, Vol. 10, No. 2, pp. 115-152, 1995.
10. P. Maes, "Artificial life meets entertainment:life like autonomous agents" , in communications of the ACM , Vol. 38, No.11, pp.108-114, 1995.
11. Chopra, V., et. al., "Professional XML Web Services", Wrox Press, 2001.

系統目前整合台灣地區橋樑管理系統、橋梁工程防災預警系統及道路邊坡維護管理系統等資訊，已成功達到資源共享，減少系統維護人力之需求。

該成果可提供國內公路設施主管機關，對於所轄設施如橋梁、坡地、道路或隧道之管理及防災作為後續整合之研究。

道路邊坡管理系統之開發與應用

魏佳韻 國立臺灣科技大學

李維峰 國立臺灣科技大學

廖洪鈞 國立臺灣科技大學

蘇吉立 交通部運輸研究所臺灣技術研究中心副研究員

一、前言

臺灣地區地質結構複雜，且由於颱風豪雨造成沖刷與侵蝕等現象，帶來土層滑動、土石流、落石等不同型式的坡地災害（詳圖1）。然而以往對於坡地與土石災害的防治均侷限於單一災害事件、單一防治工程的執行，對於邊坡所在區域之自然條件資料、歷年防治工程的成效與災損資料，以及平時監測與巡檢養護資料卻甚少予以累積。近來，歐、美，甚至香港皆已開始強調坡地維護管理的重要性，尤其於治理範圍龐大的山區道路邊坡，然上述資料的建置與應用將有助於相關災害的防治。亦即，坡地維護管理資料的記錄分析，除了可以提供對區域自然條件與人為設施的了解以及對致災因子的掌握，亦可以作為災前準備、災中控制，與災後修建決策

的輔助系統。

作者針對上述需求，開發建置一套臺灣山區道路專屬之道路邊坡管理系統（Slope Management System, SMS）。此套資料庫系統主要是以資訊管理系統與地理資訊系統為資料處理與展示平台，其主要架構包含了：自然環境、工程維護、定期巡檢與歷次災損等四大資料庫系統。資料庫系統中除將各項資料內容進行編碼分類作業外，系統內累積建置資料所進行之量化、加權、統計分析結果，亦可透過地理資訊系統強大之空間展示功能予以視覺化。本文以下內容則將針對道路邊坡管理系統之架構，並以示範案例之操作進行詳細之介紹，說明系統應用於邊坡災害防治與維護工程之成效。

二、道路邊坡管理系統開發架構

針對邊坡穩定與整治維護需求進行分析，首先需蒐集自然環境與整治工程之現地環境，以及災害頻率與災害規模等歷次災害資料，除此之

外，基層人員平日進行之巡檢作業之相關調查亦應納入分析之考量。有鑑於此，作者依據此需求開發建置本道路邊坡管理系統，以有效地提高山區

道路邊坡整治需求之分析。道路邊坡管理系統除可以提供一般資料填報作業外，亦針對現地資料彙整之需求，開發了圖說影像與參考圖資等夾檔功能，以確實保存相關資料。除此之外，針對建置之相關資料，系統運用本身之格式化功能將各點位資料予以自動分類、編碼，除有系統地將各項資料數位化外，更方便後續進行各種數據之量化加權與交叉分析。系統開發架構規劃詳見圖2所示，其架構主要包含之自然環境、工程維護、定期巡檢與歷次災損等四大資料庫系統，分述如下。

2.1 自然環境資料庫

自然環境資料庫除記錄地形、坡度、坡形、地質、水文及工程現地狀況等現地環境等相關資料外，亦包含了坡面挖填方情形、風化程度、坡趾開挖、邊坡維護、坡頂荷重及崩塌破壞型態等工址現地狀況資料。針對上述彙整記錄之邊坡相關自然環境資料，可利用系統本身之GPS定位座標將點位標示、套疊於相關位置圖層上，除透過點位於圖層上之分布情形，進行整治率、風險率及災損情形等相關數據資料統計分析外，此整治標示點位更為其邊坡管理系統與地理資訊系統之連結管道，透過連結管道進入邊坡管理系統進行相關邊坡資料之搜尋、檢索與評估分析。

2.2 工程維護資料庫

工程維護資料庫中，依據工程種類（如：新建工程、災變緊急搶修與修復工程、經常性維護工程、永久性維護工程及道路拓建維護工程等）建

置工程名稱、維護時程、經費、土地利用、整治維護工法與成效、相關施工照片、設計圖說等相關維護工程之細部資料。其中，整治維護工法又根據工法所處理區域與達成目的進行分類編碼工作，除可檢討各項工法之實際成效外，更可提供後續進行防治工法經濟效益及優缺點之決策參考。

2.3 定期巡查資料庫

為確保道路各項設施之完善、行車駕駛舒暢安全，以及維持道路基本功能，公路養護單位必須定期進行道路巡查工作，並透過填具巡查報告表，以便隨時瞭解道路狀況，然若遇有重大特殊情況，則應即時進行緊急處置，以確保行車安全。有鑑於基層工程人有此項需求，定期巡查資料庫之建置，除開發「道路邊坡擋土結構物功能檢查」界面，提供擋土、護坡、排水等維護工程之巡查細項外，並提供現況照片載入功能，於系統中利用圈選之方式標註結構物之裂縫、滲水、崩落或毀壞等狀況（詳圖3），以提供後續維修、修復與定期巡查作業之參考與追蹤作業。

2.4 歷次災損資料庫

透過自然環境資料庫及工程維護資料庫的建置，已將整治邊坡現地自然及人為因子之道路相關資料建置完成，但由於臺灣山區公路建設常因遭逢天然災害導致崩塌，嚴重影響交通，故將歷年對交通運輸有所影響之災害資料彙整於災損資料庫中，以提供管理階層於防救災路線選擇時之參考依據。災損資料之建置目前規劃分為地震及颱風豪雨兩大類，並依據災

害發生時間、地點、災況及災損情形等進行描述、記錄，透過上述相關災損資料之完整填報，則可提供進行相關路段歷次災損情形與經費使用狀況之統計分析，並作為後續防救災路線選擇之參考。

2.5 系統圖資搜尋功能展示

系統圖資搜尋功能，主要可分為邊坡路段產生與重繪、圖面查詢邊坡資料，以及災損金額統計顯示三大項，其各項功能介紹敘述如下：

2.5.1 邊坡路段產生與重繪

邊坡路段產生與重繪此項功能主要是透過時間排序之方式，將各時間點之整治工程資料展示於地理資訊系統上。以圖4為例，假定擬查詢民國九十四年九月二十三日至十二月八日間進行之整治工程，在資料日期區間下輸入相關期程，透過系統提供之路段產生與重繪功能，其搜尋之結果即

以路段之方式顯示圖面上。

2.5.2 圖面查詢邊坡資料

透過前述功能，系統可以依據時間排序方式，在圖資上展示出符合條件之工程路段，針對篩選出來路段之細部資料查詢，則可透過「圖面查詢邊坡資料」此項功能，進行更細部之審閱作業。

2.5.3 災損金額統計顯示

至於「災損金額統計顯示」之功能，主要是系統結合統計分析與空間化展示二大功能所開發之查詢工具，利用此項功能，可將歷年災害來襲造成道路損壞所花費之搶救經費進行統計，並利用圖資方式予以展示。除此之外，圖面上亦可將統計分析結果以紅、黃、綠三種色塊進行展示，明確地顯示各地因災害而投入之造成之實際搶救資源（詳圖5）。

三、防治工法決策機制評估模式

本文提擬之防治工法決策機制評估模式，主要是考量現地環境狀況對防治工法本身之需求性所提擬的，故防治工法決策機制評估模式除考量工法本身之需求性外，仍將道路邊坡之環境基本條件納入考量，故將此機制分為環境基本條件與防治工法考量兩大指標。本文主要採以評分法進行評估，每個評分項目採用3ⁿ作為級距，依等級分為3、9、27、81四個等級，採用3的冪次方作為級距的好處在於可凸顯其影響程度，評分越高，代表其

工法需求性越高。透過評分方法，計算出調查區域內各調查點位之穩定與排水工法需求值，最後透過工法需求值之統計分析與座落區間，給予不同等及之處理對策建議。

其中，環境基本條件指標考量之影響因子包括：地質條件、年平均崩塌次數、年平均崩塌規模、上下邊坡土地利用情形、主要坡向與坡度七項。將調查區域內各調查點位相關此七項因子之點位資料彙整後，再依據統計方法進行分析，找出較為明顯之

落差處作為分界點，再將統計之結果分為四個等級（詳見表1）。

至於防治工法考量指標方面，本文主要針對邊坡穩定與排水工法兩大類進行防治工法行需求性評估。評估模式中，將穩定工法與排水工法分開評估之主要目的，則在於區分各防治工法之整治需求，以利使用之工程人員釐清防治之先後順序。相關因子選定方面，主要依據系統建置之欄位資料，選定十項作為防治工法影響致災

因子，將此影響因子依其屬性予以分為穩定與排水兩類。其中，穩定工法之影響因子，包括：穩定工法整治現況、挖填方情形、坡面風化程度、坡趾開挖與坡頂荷重等五項，再依據統計分析方法，彙整調查區域內相關數據資料，進行五項影響因子之分級。另外，排水工法之影響因子則包含：排水工法設置與否、邊坡植被情形、坡趾排水狀況、坡面地下水滲流情形與豪大雨時之排水狀況等五項。

四、示範案例

本研究以省道台18線阿里山公路，進行山區道路邊坡崩塌防治工法需求潛勢分析驗證作業。依據前述之七項環境條件、五項穩定工法，以及五項排水工法考量因子等十七個評分項目，透過評分、計算過程，求得穩定與排水工法整治需求值。以省道台18線31.6K為案例，其環境條件得237分、穩定工法得105分、排水工法得75分，故其穩定工法需求值為342分、排水工法需求值為312分，由需求值之大小可知，樁號31.6K對穩定工法的需求大於排水工法。

彙整道路邊坡管理系統建置完成之省道台18線山區道路119個資料點位進行評分，將評分結果繪製統計柱狀圖（圖6所示），並針對統計圖之分佈予以座落區間之分級，以及相對之處理對策建議。以穩定工法為例，防治工法需求值小於150分者，其評分等級為Ⅰ，此等級之現地邊坡穩定狀況

良好，故建議僅需定期進行巡檢工作即可；評分結果介於150~350分者，則屬等級Ⅱ，由於現地邊坡已稍有不穩定之徵兆，建議可進行一般性之修復、補強工作；至於評分結果大於350分者，由於邊坡已處於不穩定狀態，原有整治工法可能已喪失功效，建議需進行緊急搶修工作，以避免造成大規模之崩塌災害。

綜合上述之台18線山區道路防治工法需求性之評估結果，最後評估結果繪製成穩定與排水工法需求潛勢圖（如圖7）。由工法需求潛勢圖可知，潛勢評分愈高（紅色區塊），代表路段需配合整治之需求愈高，換言之，潛勢評分愈低（綠色區塊），代表路段需配合整治之需求愈低。舉例說明，若一路段在兩張潛勢圖上的分佈皆為紅色（圓圈之路段），則表示此路段在穩定與排水工法需求方面屬於等級Ⅲ，此邊坡已處於不穩定狀態，

原有之穩定與排水整治工法可能皆已喪失功效，建議需進行緊急搶修工

作。

五、結論

為了彙整現場龐雜的道路邊坡工程與災損資料，作者針對了資料點之空間分布特性與資料內容的複雜性，開發建置了一套專屬道路邊坡使用之道路邊坡管理系統，然此套系統之建置係屬整合型分散式之資料庫系統，可在規劃之系統架構下進行整合利用，不僅提供資料儲存、搜尋、展示、分析、查詢等各項功能及有效提升作業效率，更可確實應用在防治工法決策機制上。

再者，本系統透過邊坡管理系統

與地理資訊系統之結合，可將自然資料如坡度、地質、水系、崩塌地與地表調查成果以GIS程式展示，使資料庫的展示具空間，不再是單一點位的展示，而是涵蓋邊坡點、線、面的空間展示。此一特色可使邊坡各類災害潛勢、工法需求與空間關係的分析更具效率。

最後，期許道路邊坡管理系統之建置將有助於道路邊坡有效之管理與維護之參考，並可提供運用至後續邊坡整治設計與防救災專家系統。

參考文獻

1. Office of Science and Technology Advisors (2003), Development and Applications of Roadway Slope Mitigation in Taiwan Area, Taiwan (in Chinese).
2. Turner, A.K. and Schuster, R.L. (1996) Landslide Investigation and Mitigation, Transportation Research Board National Research Council Special Report 247, National Academy Press, Washington D. C
3. 李維峰等（2004），「山區道路邊坡崩塌防治工程最佳化研究(二)」，交通部科技顧問室委託。
4. 廖洪鈞（2006），「坡地災害緊急搶修與復建整合技術研究（2/2）」，交通部運輸研究所委託。



圖1 臺灣山區道路邊坡崩塌災害

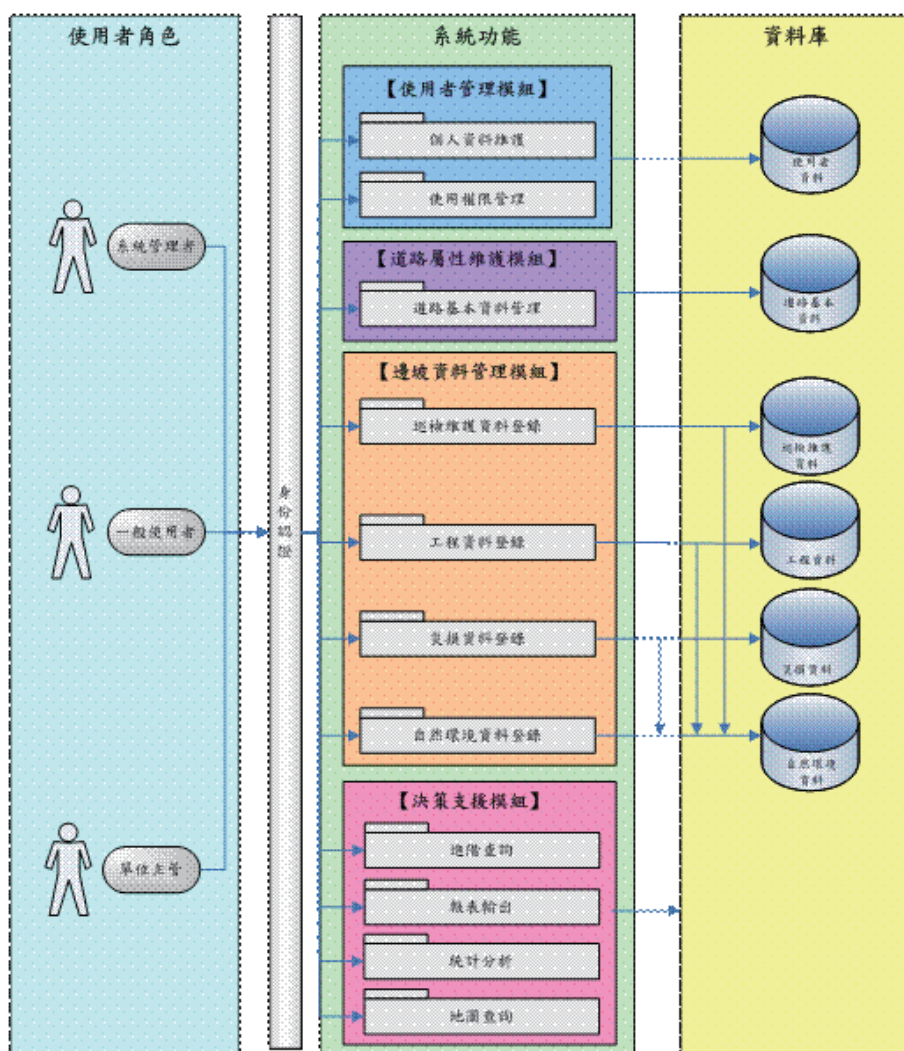


圖2 道路邊坡管理系統開發規劃架構



圖3 定期巡查資料庫界面

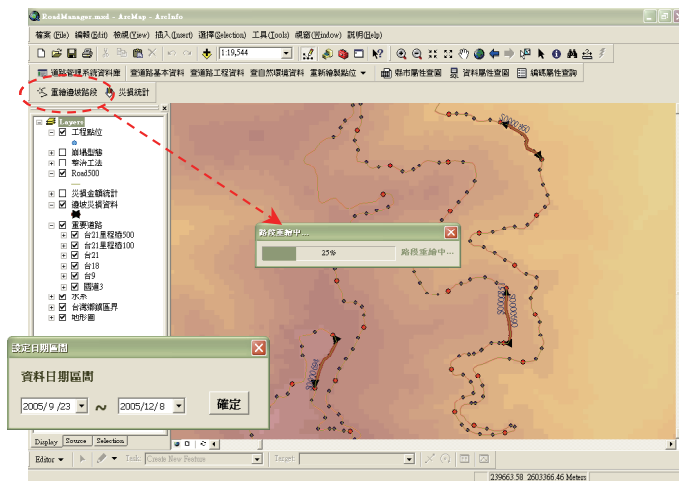


圖4 邊坡路段產生與重繪功能查詢界面

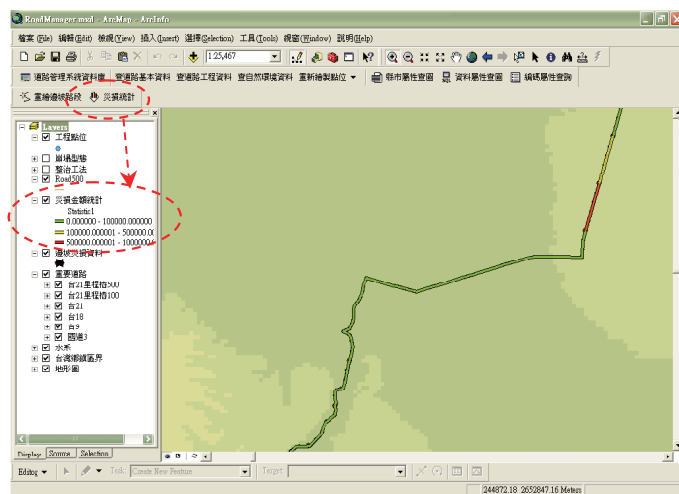


圖5 災損經費累積統計分佈圖

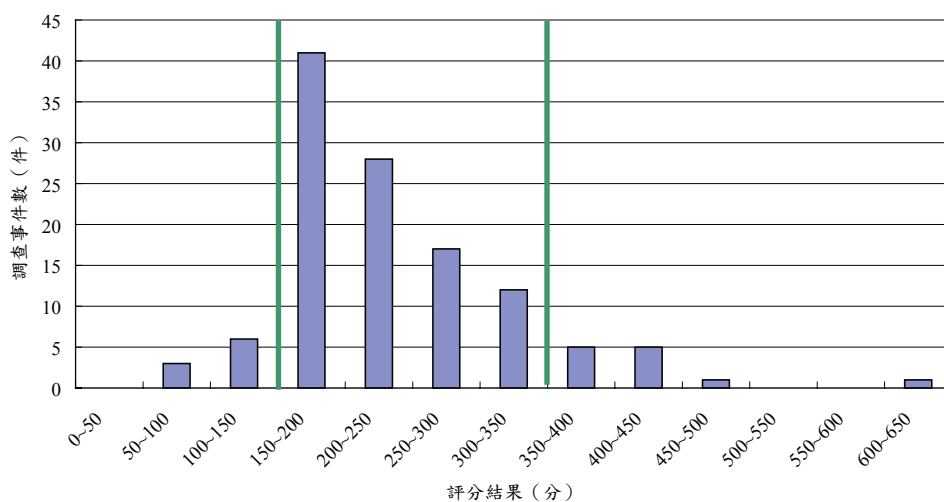
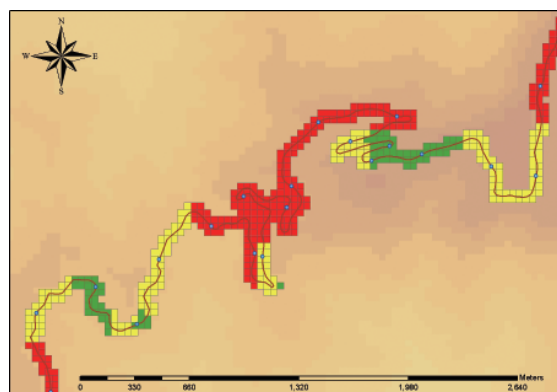
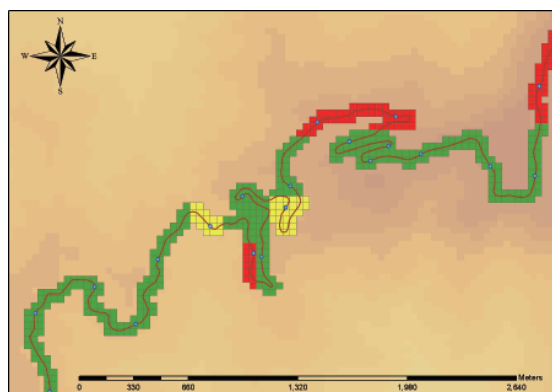


圖6 台18線排水工法整治需求統計圖



(a)穩定工法



(b)排水工法

圖7 台18線防治工法需求潛勢圖

表1 道路邊坡防治工法需求評分表

影響因子	分數	3分	9分	27分	81分
I.環境基本條件考量因子					
地質條件		節理不連續 良好方位	節理不連續 任意方位	節理不連續 不利方位	連續性節理 不利方位
年平均崩塌次數N (次)		$N < 0.25$	$0.25 \leq N < 0.75$	$0.75 \leq N < 1.25$	$N \geq 1.25$
年平均崩塌規模A (m^3)		$A < 100$	$100 \leq A < 500$	$500 \leq A < 2,000$	$A \geq 2,000$
土地利用(上邊坡)		未開發	林班地	農田或果園	建築物
土地利用(下邊坡)		未開發	林班地	農田或果園	建築物
主要坡向		西南、南	東、西	東南、西北	東北、北
坡度D(°)		$D < 25$	$25 \leq D < 30$	$30 \leq D < 45$	$D \geq 45$
項 目 數					
小 計					
II.穩定工法考量因子					
穩定工法整治現況		功能尚可	局部損壞	功能喪失	無穩定整治工法
挖填方情形		無 ($H < 1m$)	輕微 ($1m \leq H < 3m$)	中等 ($3m \leq H < 6m$)	嚴重 ($H \geq 6m$)
坡面風化程度		無 (新鮮岩石)	輕微 (輕度風化岩石)	中等 (中度風化岩石)	大量 (高度風化岩石或完全風化之殘留土)
坡趾開挖		無	少量 ($H < 1m$)	中等 ($1m \leq H < 3m$)	大量 ($H \geq 3m$)
坡頂荷重		無	道路	住宅區	大量填土
項 目 數					
小 計					
III.排水工法考量因子					
排水工法設置與否		設置三種以上 之排水工法	有，二種	有，一種	無設置排水工法
邊坡植被情形		坡面植被良好	坡面有輕微 沖刷情形	坡面無植被保護	坡面沖刷嚴重 有明顯沖蝕溝
坡趾排水狀況		良好	好	普通	差
坡面地下水滲流情形		坡面無地下水滲流	降雨時坡面有少量 地下水滲流	降雨時坡面有大量 地下水滲流	平時有地下水滲出
豪大雨時之排水狀況		狀況良好 降雨可透過排水 工法確實排除	降雨時偶有排水 斷面滿管之現象	降雨時有部分水量 溢流至路面	降雨時有大量水量 溢流至路面
項 目 數					
小 計					
工法需求得分	I + II (穩定工法)			I + III (排水工法)	

港 灣 報 導 徵 稿 簡 訊

1. 本刊為提供國內港灣工程界同仁交換工作經驗與心得之園地，歡迎工程、學術界之同仁提供港灣工程相關之工程動態、實務、工程新聞、技術新知、地工技術、工程材料、營運規劃及其他有關之工程簡介或推動中之計畫等的報告、論著或譯述。
2. 投稿者應保證所投稿件無侵害他人著作權情事，如有違反，願就侵害他人著作權情勢負損害賠償責任，並對中華民國（代表機關：交通部運輸研究所）因此肇致之損害負賠償責任。
3. 來稿經本刊接受刊登後，作者應附具著作授權同意書，同意非專屬授權予本刊做下述利用：
 - (1)以紙本或是數位方式出版。
 - (2)進行數位化典藏、重製、透過網路公開傳輸、授權用戶下載、列印、瀏覽等資料庫銷售或提供服務之行為。
 - (3)再授權國家圖書館或其他資料庫業者將本論文納入資料庫中提供服務。
 - (4)為符合各資料庫之系統需求，並得進行格式之變更。
4. 作者應保證稿件為其所自行創作，有權為前項授權，且授權著作未侵害任何第三人之智慧財產權。
5. 稿件每篇以八頁（含圖）（4000~5000字）以內為原則，稿酬從優；請附磁片或E-mail，並請加註身分證字號及戶籍地址（含鄰、里）。
6. 本刊每年刊行三期，分別於二月、六月、十月出版。如蒙惠稿請於每期出版前三十日寄交本刊。
7. 聯絡電話：(04)2658-7139 馬維倫
傳真電話：(04)2656-4415
E-mail：elisa@mail.ihmt.gov.tw
8. 歡迎賜稿，來稿請寄：
台中縣435梧棲鎮中橫十路2號
交通部運輸研究所港灣技術研究中心「港灣報導編輯委員會」 收

ISSN 1019-2603



9 771019 260006

GPN 2007700020

定價 100 元