107-015-7A62
MOTC-IOT-106-H1DB002c

海岸公路異常波浪特性及防災應用技術之研究

交 通 部 運 輸 研 究 所
中 華 民 國 107 年 3 月

107-015-7A62
MOTC-IOT-106-H1DB002c

海岸公路異常波浪特性及防災應用技術之研究

著 者：邱永芳、陳冠宇、蘇青和、李俊穎、陳鈞彥

交 通 部 運 輸 研 究 所
中 華 民 國 107 年 3 月

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

海岸公路異常波浪特性及防災應用技術之研究 / 邱永芳等著. -- 初版. -- 臺北市 : 交通部運研所, 民107.03
面 ; 公分
ISBN 978-986-05-5264-5(平裝)

1.公路管理 2.災害應變計畫

557 107001329

海岸公路異常波浪特性及防災應用技術之研究

著　　者：邱永芳、陳冠宇、蘇青和、李俊穎、陳鈞彥
出版機關：交通部運輸研究所
地　　址：10548 臺北市敦化北路240 號
網　　址：www.ihmt.gov.tw (中文版＞中心出版品)
電　　話：(04)26587132
出版年月：中華民國107年3月
印 刷 者：采峰實業有限公司
版(刷)次冊數：初版一刷50冊
本書同時登載於交通部運輸研究所港灣技術研究中心網頁
定 價：200元
展 售 處：
交通部運輸研究所運輸資訊組•電話：(02)23496880
國家書店松江門市：10485 臺北市中山區松江路 209 號 F1•電話：(02)25180207
五南文化廣場：40042 臺中市中山路 6 號•電話(04)22260330

GPN：1010700156　　ISBN：978-986-05-5264-5 (平裝)

106

海岸公路異常波浪特性及防災應用技術之研究

交通部運輸研究所

GPN: 1010700156
定價 200 元

交通部運輸研究所合作研究計畫出版品摘要表

<table>
<tr><td colspan="4">出版品名稱：海岸公路異常波浪特性及防災應用技術之研究</td></tr>
<tr><td>國際標準書號
ISBN：978-986-05-5264-5（平裝）</td><td>政府出版品統一編號
1010700156</td><td>運輸研究所出版品編號
107-015-7A62</td><td>計畫編號
MOTC-IOT-106-H1DB002c</td></tr>
<tr><td>本所主辦單位：港研中心
主管：邱永芳
計畫主持人：邱永芳
研究人員：陳鈞彥
聯絡電話：04-26587132</td><td colspan="2">合作研究單位：國立中山大學
計畫主持人：陳冠宇
研究人員：劉俊志、張義偉
地址：804 高雄市鼓山區蓮海路 70 號
聯絡電話：07-5252000-5353</td><td>研究期間
自 106 年 02 月
至 106 年 12 月</td></tr>
<tr><td colspan="4">關鍵詞：東部海岸公路異常浪預警系統、瘋狗浪、長浪</td></tr>
<tr><td colspan="4">摘要：
本研究配合交通部推動科學技術發展之目標：「推動海岸災害防救科技發展，精進海岸與港灣的災害防救科技研發，強化基礎設施中有關環境資料庫之調查蒐集與建置及應用」。臺灣東部海岸地區與海岸公路可能受到颱風波浪或異常浪等長波侵襲，而造成重大災害，2016 年莫蘭蒂颱風在富岡漁港掀起 10 公尺浪高使富岡燈塔折斷。同年 9 月梅姬颱風浪襲台東南迴公路南興段，2015 年蘇迪勒威力強大，於台 9 線長浪襲擊致使駕駛車輛擋風玻璃破裂。2013 年海燕颱風，雖然遠在菲律賓外海，但卻也在龍洞灣岬海濱產生連續 3 個高約 5~6 公尺的瘋狗浪襲擊，造成 8 死 8 傷的慘劇。颱風來臨造成異常波浪，海岸公路又受長波衝擊，可能對海岸公路通行安全形成威脅，本研究彙整由海象模擬與國內海象觀測站之波浪資料，建置淺水方程組資料庫，評估其對海岸公路通行安全之可能影響，可提供海岸公路通行安全預警資訊。
為有效減少這樣的災害造成之傷亡，本研究將針對 2016 年所發展之異常氣候下跨河橋梁與港區水位溢淹預警系統之建置研究持續精進擴大應用層面，發展建立異常波浪容易致災之區段的長浪溯上數值模式，蒐集颱風期間相關的新聞後，以台 9 線多良段 417K+715 到 419K+862 之間地勢較低的區段，及南興段離海最近的 439K+700 到 441K+240 之區段為目標，彙整海象模擬與國內海象觀測站之波浪資料來建立異常波浪容易致災之區段的長浪溯上數值模式，評估其對海岸公路通行安全之可能影響，可提供海岸公路通行安全預警資訊，以利公路管理單位作為災害預防及災後管理之決策參考。

成果效益與應用情形：
1. 發展臺東海岸公路易致災區段之波浪溯上與溢淹數值模式，整合本所港研中心港灣環境資訊網預報資訊建置「臺東海岸公路浪襲預警系統」。
2. 研究成果提供交通部公路總局第三區養護工程處，做為封路或防災之輔助決策參考。</td></tr>
<tr><td>出版日期</td><td>頁數</td><td>定價</td><td>本 出 版 品 取 得 方 式</td></tr>
<tr><td>107 年 3 月</td><td>235</td><td>200</td><td>凡屬機密性出版品均不對外公開。普通性出版品，公營、公益機關團體及學校可函洽本所免費贈閱；私人及私營機關團體可按定價價購。</td></tr>
<tr><td colspan="4">機密等級：
□密□機密 □極機密 □絕對機密
（解密條件：□ 年 月 日解密，□公布後解密，□附件抽存後解密，
□工作完成或會議終了時解密，□另行檢討後辦理解密）
■普通</td></tr>
<tr><td colspan="4">備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。</td></tr>
</table>

PUBLICATION ABSTRACTS OF RESEARCH PROJECTS
INSTITUTE OF TRANSPORTATION
MINISTRY OF TRANSPORTATION AND COMMUNICATIONS

TITLE: Study for the Feature of Freak Wave of Coastal Highway and Application of Disaster Prevention

ISBN	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER	IOT SERIAL NUMBER	PROJECT NUMBER
978-986-05-5264-5 (pbk)	1010700156	107-015-7A62	MOTC-IOT-106-H1DB002c

DIVISION: Harbor & Marine Technology Center
DIVISION DIRECTOR: Chiu Yung-Fang
PRINCIPAL INVESTIGATOR: Chiu Yung-fang
PROJECT STAFF: Su Ching-Ho, Lee Chung-Ying, Chen Chun-Yen
PHONE: (04) 26587132
FAX: (04) 26564418

PROJECT PERIOD
FROM February 2016
TO December 2016

RESEARCH AGENCY: NATIONAL SUN-YAT-SEN UNIVERSITY
PRINCIPAL INVESTIGATOR: Chen Guan-Yu
PROJECT STAFF: Liu Chung-Chi, Chang Yi-Wei.
ADDRESS: No.70, Lianhai Rd., Gushan District, Kaohsiung 804, Taiwan (R.O.C.)
PHONE: (07) 5252000 ext.5353

KEY WORDS: Freak Wave Early Warning System for East Coastal Highway, Freak Wave, Long Wave.

Abstract

This research is part of the research and development plan for the Ministry of Transportation and Communications, under the item of coastal hazard mitigation technology. As a division under the investigation and setup of the environmental information used in the construction of infrastructure, the purpose of the project is to promote the research and development of technologies for hazards at coast/harbor area.

Coastal highways in the east coast of Taiwan are vulnerable to typhoon waves and freak waves. For example, a severe typhoon Meranti induced long wave that fracture lighthouse in Fugang Fishing Port. At the same period, typhoon Megi induced coastal long wave. In 2015, Soudelor induced coastal long wave that broke a car windshield in Number 9 Highway, and Number 11 Highway was closed because of roadbed loss. In 2013, although typhoon Haiyan was far away, 8 people were injured and 8 people were killed due to the induced coastal freak wave in Longdong Cape. Typhoon-induced swells and freak waves are also hazardous to a coastal highway, In this research, shallow water equations will be used to evaluate the water level in typhoon based on the flow rate provided by WRA and the surge height and swell height provided by IHMT.

For the safety management of coastal highway, In the present study, the tool and methodology applied in the safety management of bridges near river mouths will be extended to coastal highways. The shoaling and inundation due to freak waves will be simulated to identify the vulnerable area under various wave conditions. The results can be used to determine if a specific section of a coastal highway should be closes. Thus, the transportation safety can be guaranteed.

Benefits and Applications:

1. Develop the numerical inundation and wave run-up model of disaster-prone section of coastal highways in Taitung, and integration forecast information from “Harbor Environment Information Website,” develop “Freak Wave Early Warning System of Coastal Highways in Taitung”

2. The system potentially can be used by Third District Maintenance Construction Office, Directorate General of Highways for road closure measures or hazard management.

DATE OF PUBLICATION	NUMBER OF PAGES	PRICE	CLASSIFICATION
Mar 2018	235	200	☐RESTRICTED ☐CONFIDENTIAL ☐SECRET ☐TOP SECRET ■UNCLASSIFIED

目 錄

圖 目 錄

表 目 錄

第一章 緒論

1.1 前言

本研究配合交通部推動科學技術發展之目標：推動海岸災害防救科技發展，精進海岸與港灣的災害防救科技研發，強化基礎設施中有關環境資料庫之調查蒐集與建置及應用。本期計畫工作內容屬交通部運輸研究所「綠色海洋與航安科技發展計畫(1/4)」106 年度海洋科技類綱要計畫之分項計畫。

臺灣東部海岸地區與海岸公路可能受到颱風波浪或異常浪等長波侵襲，而造成重大災害，2017 年泰利颱風於基隆八斗子漁港造成異常波浪將貨車沖落海，2016 年莫蘭蒂颱風在富岡漁港掀起 10 公尺浪高使富岡燈塔折斷。同年 9 月梅姬颱風浪襲台東南迴公路南興段，2015 年蘇迪勒威力強大造成台 11 線花東海岸公路路基流失致使道路阻斷，於台 9 線長浪襲擊致使駕駛車輛擋風玻璃破裂。2013 年海燕颱風，雖然遠在菲律賓外海，但卻也在龍洞灣岬海濱產生連續 3 個高約 5~6 公尺的瘋狗浪襲擊，造成 8 死 8 傷的慘劇。颱風來臨造成異常波浪，海岸公路又受長波衝擊，可能對海岸公路通行安全形成威脅，本研究彙整由海象模擬與國內海象觀測站之波浪資料，建置淺水方程組資料庫，評估其對海岸公路通行安全之可能影響，可提供海岸公路通行安全預警資訊。

為有效減少這樣的災害造成之傷亡，本研究將針對前期發展之異常氣候下跨河橋梁與港區水位溢淹預警系統之建置研究持續精進擴大應用層面，發展建立異常波浪容易致災之區段的長浪溯上數值模式，

評估可能遭受的威脅及通行安全，以瞭解東部海岸公路受颱風波浪及異常波浪影響的區段範圍、發展溯上分析及預警系統，建立異常波浪容易致災之區段的長浪溯上數值模式。蒐集颱風期間相關的新聞及分析後，以台 9 線多良段 417K+715 到 419K+862 之間地勢較低的區段，及南興段離海最近的 439K+700 到 441K+240 之區段為目標，彙整海象模擬與國內海象觀測站之波浪資料來建立異常波浪容易致災之區段的長浪溯上數值模式，評估其對海岸公路通行安全之可能影響，可提供海岸公路通行安全預警資訊，以利公路管理單位作為災害預防及災後管理之決策參考。

1.2 研究範圍與工作內容

本研究目的為瞭解臺東海岸公路受颱風波浪及異常波浪影響的區段範圍、發展溯上分析及預警系統。2016 年跨河橋梁預警系統藉由模擬風浪在不同暴潮位，以及與河川產生波流交互作用的各種條件下，波浪從邊界入射到抵達橋墩時的波高變化。為精進及擴大其應用層面，故本研究以數值模擬為主軸，建立異常波浪容易致災之區段的長浪溯上數值模式，據以評估臺灣東部地區海岸公路可能遭受的威脅及通行安全，供公路單位參考。

1.3 工作項目及預期成就

本研究預期完成的主要工作項目如下:

1. 蒐集異常波浪引致臺東海岸公路災害之案例。

2. 分析臺東海岸公路異常波浪容易致災區段之海岸地形變遷及海水溯上與溢淹特性。

3. 臺東海岸公路鄰近海岸外海異常波浪特性分析。

4. 建立臺東海岸公路異常波浪容易致災區段之波浪溯上與溢淹數值模式。

5. 規劃建置海岸公路通行安全預警之視窗化操作介面。

本研究預期完成成果、效益及其應用如下：

（一）預期成果：

1. 蒐集異常波浪引致臺東海岸公路災害之案例。
2. 分析案例且評估臺東海岸公路因受異常波浪致災區段之海岸地形變遷及可能溢淹威脅。
3. 建立臺東海岸公路易致災區段之異常浪溯上與溢淹之數值模式。
4. 製作臺東海岸公路易致災區段受異常浪侵襲時之溯上範圍。

（二）效益及應用：

1. 建立臺東海岸公路易致災區段因異常浪之通行安全評估的技術及資料庫。
2. 提供未來長浪發生時，臺東海岸公路易致災區段可能遭受的威脅，供公路單位參考。
3. 當長浪發生時，可評估臺東海岸公路易致災區段的影響，並提供公路等相關單位，預先掌握對海岸公路可能發生之風險及因應措施。
4. 建置溯上潛勢圖，供防災應變之用，便於規劃臺灣主要海岸公路之減災措施，並提供本所後續相關研究之依據。

第二章　異常波浪案例蒐集與分析

2.1 異常波浪災害概述與預警之必要性

於海岸地區可能會受到異常波浪之侵襲，因而造成重大的災害。漁民、釣客、戲水的民眾或海巡人員，常被「突發性的異常波浪」所襲擊，這種突發性的異常波浪是沒有任何的前兆，如「瘋狗」般的隨便亂咬人，漁民及釣客就稱這「突發性的異常波浪」為「瘋狗浪」，也屢經大眾傳播媒體的大幅報導後，社會大眾對這種波高顯著大於背景波高之異常特大波浪已有認識，並普遍稱之為「瘋狗浪」。

蔡等(蔡等人，2015)針對異常波浪(Oceanic freak wave)、瘋狗浪(Dangerous Coastal Waves)及急速成長波浪(Rapid growth wave)有不同的定義，國外文獻中，特大的波浪稱為 freak wave(譯作突浪)或 rogue wave;亦稱為極限暴風波浪(extreme storm wave, ESW)或極陡波浪事件(steep wave event, SWE)。在本文統一稱為「異常波浪」，目前對於異常波浪的研究，能實際應用於災害的成果仍很有限。主管機關應採取何種程度之措施以減輕異常波浪災害？道路、風景區或其他可能受災的 設施應該何時封閉或管制？哪些區域應管制一般民眾進入以免危險? 民眾管制區域該以何處為界？凡此種種，主管機關都沒有簡單可行的準則可以依循。

如 2013 年海燕颱風威力強大，雖然遠在菲律賓外海，但卻也在龍洞海濱產生異常波浪，造成八死八傷的慘劇。根據現場勘查與相關地形資料，2013 年異常波浪事件發生的地點與海面有相當距離(約有 50 公尺以上) ，中間有礁臺相隔(圖 2.1)。由於事發地點並非緊鄰海岸，一般民眾可能覺得此距離應足以保障人身安全，但其實不然。此案例也說明

了對海岸遊憩區等權責單位而言，如何進行管制並不容易決定，實務上也缺少明確的規範。

圖 2.1 於 2013 年龍洞海濱異常波浪事件之發生區域，發生地點在紅色箭頭指示的人造階梯。階梯與海面有相當距離(約有 50 公尺以上)，中間有礁臺相隔(董東璟教授提供)。

異常波浪災害的發生，主要是岸邊的人被波浪衝擊失去平衡，從而被捲入海中(如圖 2.2a, 2.2b)；2008 年颶風艾克(Hurricane Ike)在加爾維斯頓(Galveston)海岸公路使行駛的腳踏車受波浪衝擊失去平衡(圖 2.3)；波浪的衝擊力與波高有關，因此以波高做為判斷基準是最直接有效的方法。先前執行的交通部運輸研究所合作研究計畫(如陳等，2013、陳等，2014、陳等，2015) ，不論是異常氣候下跨河橋梁何時封橋，抑或海嘯發生時民眾應往何處疏散避難，都依據數值模擬所得之各地淹水的深度來決定。因此在思考異常波浪防災問題時，自然也想參考過去的經驗，甚至延續過去的方法加以探討。

圖 2.2a 2016 年澳洲雪梨皇家國家公園異常波浪事件(來源 Mail Online)

圖 2.2b 2016 年澳洲雪梨皇家國家公園異常波浪事件岸邊的人被波浪衝擊而失去平衡 (來源 Mail Online)

圖 2.3 2008 年颶風艾克(Hurricane Ike)在加爾維斯頓(Galveston)海岸公路使行駛的腳踏車受波浪衝擊失去平衡

(來源 Jim Edds, http://www.extremestorms.com)

極淺海環境中的波浪傳播，由於受到海床地形與水體之環境影響，是一個極為複雜的問題。學者也指出，礁岩與防波堤的阻擋造成波浪反射與向上沖擊的現象，可使波浪遠高於原有波高，極可能是發生異常波浪意外的重要輔助條件(Su et al., 2002)。因此，單純以外海或近岸的波高判斷異常波浪的危險程度與有安全威脅的區域都很容易誤判。以跨河橋梁或海嘯的例子而言，都需另外對照海岸線附近的數值模擬結果，才能據此決定各地淹水的深度，再決定管制方式或管制區域。

除數值模擬之外，陳等人先前執行的研究計畫中，將各港遭受不同高度海嘯時的溢淹區域模擬結果，與 Google Earth 地理資訊系統之圖資相整合(Chen et al., 2015)。其目的是利用圖層方式在溢淹潛勢圖顯示港區不同之溢淹高程，港務單位可據以製作規劃逃生路徑或進行災害演習等。如果能建立類似的異常波浪危險區域資訊，以類似海嘯溢淹區域結合地理資訊系統之方式展現，則可作為相關單位管制的參考。

2.2 異常波浪災害蒐集與分析

根據中央氣象局氣象資料開放平臺資料庫及蔡等(蔡等人，2016)調查統計，結果顯示從2000年至2016年6月間臺灣地區的海岸異常波浪事件共有301件，合計475人落海，臺灣四周海岸均有發生過異常波浪事件，以東北部及東部發生居多。

近幾年的新聞報導，如2000年12月14日基隆八斗子漁港西防波堤內側平台遭翻越的大浪襲擊落2名釣客入港內，造成2死的悲劇；2013年11月9日於新北市貢寮區的鼻頭龍洞地質公園，樹林社區大學共16學員突遭一陣大浪襲擊，造成8死8傷的重大慘劇；2014年7月8日於新北市野柳風景區內，有5人在地質公園遭到3波6公尺大浪襲擊受傷。

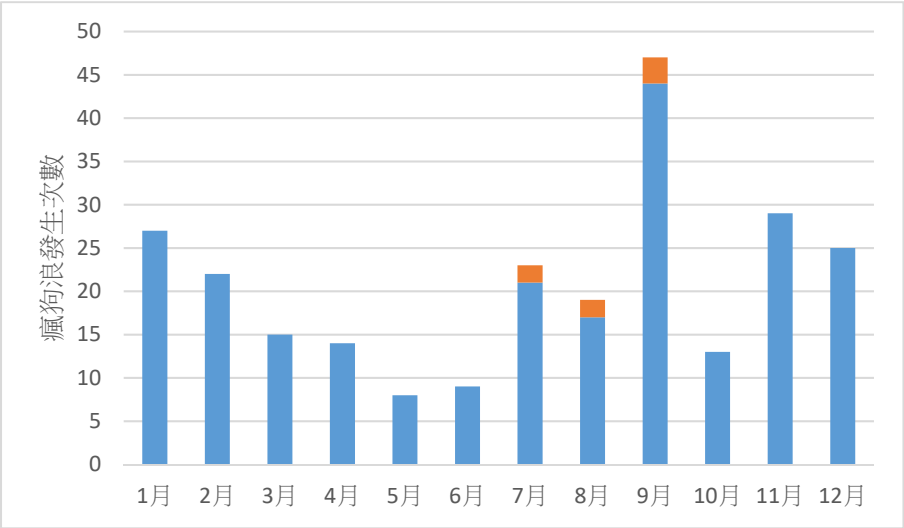


圖2.4 2000-2017年臺灣地區各月份發生異常波浪次數(橘色發生於颱風警報期間案例)

以 2013 年龍洞異常波浪事件為例(圖 2.1)，利用數值模擬的方式探討異常波浪的溯上過程，因此數值模擬的條件也參考當時海燕颱風的波浪條件與龍洞海濱之地形。根據自由時報報導，事故發生時樹林社大一行人正由龍洞灣岬步道尾端行走到鼻頭角海濱步道起點。事故地點附近的龍洞測站資料(圖 2.5)顯示，事故發生之前後幾天波浪方向都是 90 度左右，因此取事故地點的人造階梯向東(即 90 度方向)延伸的直線為準進行模擬，如圖 2.6 中之直線所示。

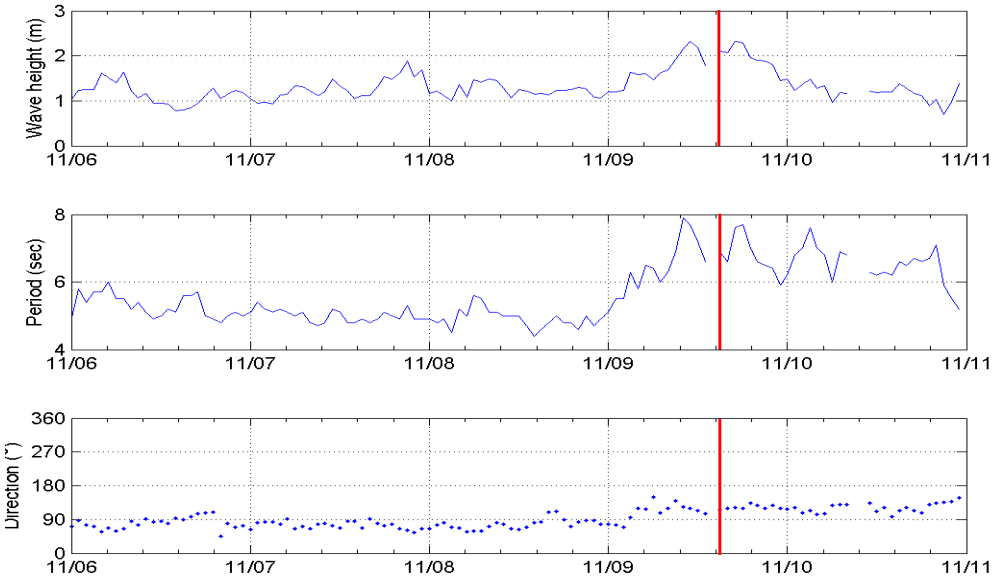


圖 2.5 龍洞異常波浪事件之前後幾天的波浪資料，由上而下分別是波高、週期與波向(董東璟教授提供)。

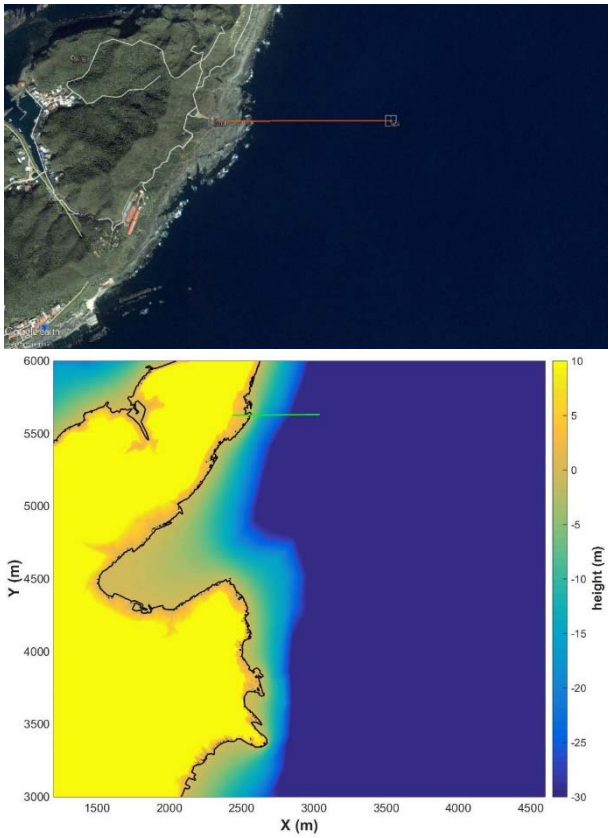


圖 2.6COBRAS 數值模式的模擬區域，從事故地點的階梯向東延伸，如圖中之直線所示。上圖為 Google Earth 上的位置示意，下圖是數值地形上的截取位置。

圖 2.6 中，上圖為鼻頭角地區的 Google Earth 衛星圖，下圖是根據內政部海岸地區 DSM 數值地形與海科中心的海底地形資料庫構成之鼻頭角地區完整的數值地形。由圖 2.6 中的直線位置截取出來的一維數值地形則由北往南看(可視為 180 度旋轉)顯示於圖 2.7。

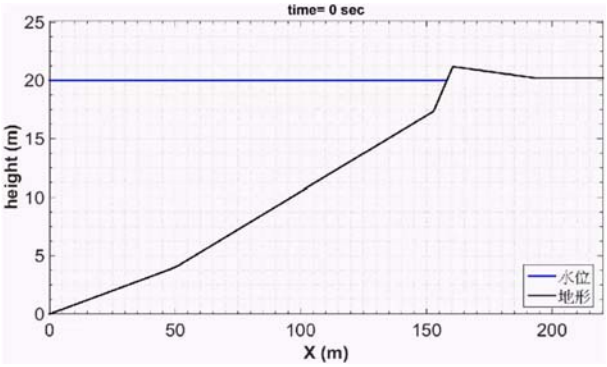


圖 2.7 數值模擬使用的一維數值地形：左側為外海，右側為礁臺，最右側則是事故地點的階梯。

由距離 2013 年異常波浪事件最近的氣象局龍洞測站的資料(圖 2.5)可大致決定實測示性波高約 2 m 與週期約 7 至 8 s，波向則接近由東向西。

本研究先取入射波是一系列週期 8 s、波高 2m 的規則波浪，如圖 2.8 最上圖 (模擬時間 80 s)。為能詳細解析波浪與地形的交互作用，水平解析度網格取 0.4m，垂直網格解析度取 0.2m。由於波高不高，波浪很難越過礁臺，故礁臺上無太多水，如圖 2.9 (模擬時間 80 s)所示。

波高 2m 的規則波浪之後，在外海再製造三個同樣週期為 8 s 的較大波浪，最大波高約有 4m，如圖 2.9 (模擬時間 158 s)所示。此時波高較高，部份波浪可以越過礁臺，故礁臺上有積水。

較大波浪之後，外海又回復一系列週期 8 s、波高 2m 的規則波浪，如圖 2.10 (模擬時間 176 s)所示。前端波高 4m 的大波在礁臺邊緣破碎而向上衝擊。正如先前學者所指出的，礁岩與防波堤的阻擋造成波浪反射與向上沖擊，向上衝擊的高度超過 1m。

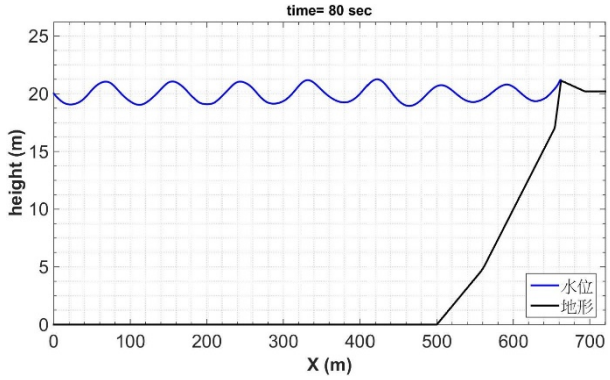


圖 2.8 週期 8 秒波高 2m 的規則入射波(模擬時間 80 s)

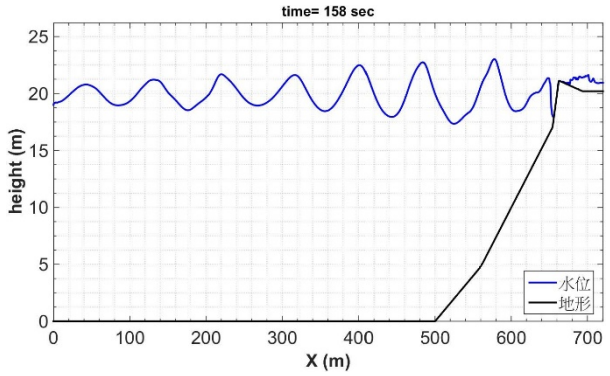


圖 2.9 週期 8 秒波高 2m 的較大波浪(模擬時間 158 s)

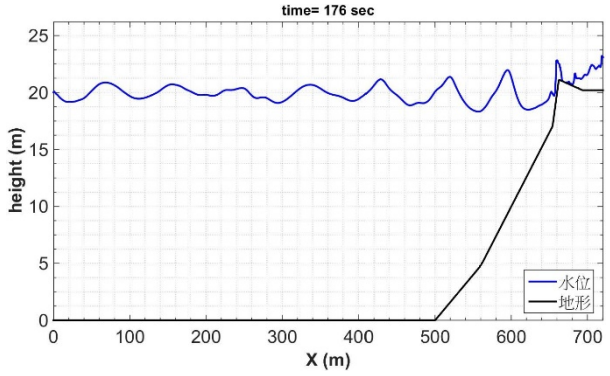


圖 2.10 礁臺邊緣與事故地點的階梯產生的向上衝擊(模擬時間 176 s)

2.3 利用文字探勘蒐集異常波浪引致臺東海岸海岸公路災害之案例

文字探勘是近年來隨著人工智慧和自然語言處理技術發展的一門新興技術文字探勘(Text Mining)主要是針對半結構化(Semi-structured)或非結構化（Unstructured）儲存格式的文件資料進行探勘，從非結構化的文字中，萃取出有用的資訊或知識(Fayyad et al. 1996)。

網路爬蟲是一種「自動化瀏覽網路」的程式，網路爬蟲被廣泛用於網際網路搜尋引擎或資料蒐集網站，用以取得或更新網站的內容。網路爬蟲可以自動收集所有頁面內容，供文字探勘演算法做探勘(分析處理下載的頁面)，然後進一步得到隱含在網頁內容中之資訊(圖 2.11)。

圖 2.11 利用 google site 於特定新聞來源搜尋關鍵字結果

本研究利用文字探勘的技術來自動蒐集異常波浪及海岸公路的新聞資料，在分析文字資料時，我們經常會遇到字詞出現在許多個文件之中，一般而言，這些頻繁出現的字詞，並沒有包含著有用的資訊或是可供分辨上下文語意的資訊，一個有用的技術 *tf-idf* 可以解決這項問題，*tf-idf* 是一種在文字探勘、資訊檢索中常用的加權技術(S&B,

1998)，也是一種統計方法，主要是評估一個字詞(term)對一個文件集或一份文件的重要程度，字詞的重要性隨著它在文件中出現的次數成正比增加，但同時會隨著它在語料庫中出現的頻率成反比下降，在一份給定的文件裡，詞頻(term frequency, *tf*)指的是某一個給定的詞語在該文件中出現的頻率，對於在某一特定文件裡的字詞t_i來說，它的重要性可表示為：

$$tf_{i,j} = \frac{n_{i,j}}{\sum_k n_{k,j}} \tag{2.1}$$

以上式子中$n_{i,j}$是該詞在文件d_j中的出現次數，而分母則是在文件d_j中所有字詞的出現次數之和。

逆向文件頻率(inverse document frequency, *idf*)是一個詞語普遍重要性的度量，逆向文件頻率則可以用以下公式計算出來:

$$idf(t,d) = \log \frac{n_d}{1+df(d,t)} \tag{2.2}$$

n_d為文件的總數，而$df(d,t)$表示包含字詞 t 的文件檔 d 的數量，而對數函數(log)的使用則是確保低頻的文件，不會被賦予一個太大的加權，*tf-idf* 可將特徵向量中常見的字詞的加權給降低，保留重要的字詞，因此，*tf-idf* 可以定義為詞頻與逆向文件頻率的乘積。並透過語意辨識及文章相似度來辨識相同的事件，並將相關的新聞事件標記時間、地點，如圖 2.12。

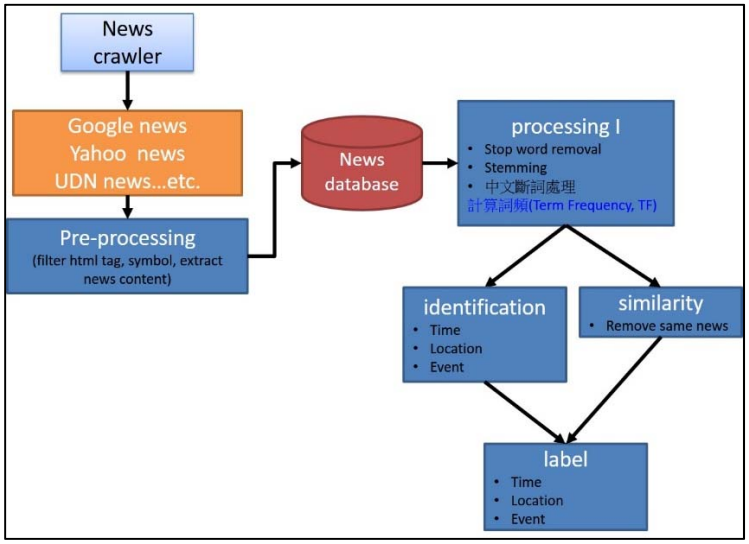


圖 2.12 新聞蒐集及事件辨識流程

因新聞來源眾多，各新聞網頁均有廣告頁面，利用網路爬蟲爬回相關的新聞(圖 2.13a 及圖 2.13b)來自各出版社，而其各出版社的網頁之廣告位置均不同及授權問題，已向聯合線上股份有限公司申請聯合新聞網授權所屬聯合報系之內容資訊，以統一新聞來源及格式。

圖 2.13a 利用 google site 於特定日期搜尋關鍵字結果

1	http://news.ltn.com.tw/news/society/breakingne...	輕艷艾利影響中央應變中心：嚴防離岸流、瘋...	自由時報電子報 - 2016年10月5日
2	http://www.appledaily.com.tw/appledaily/article...	瘋狗浪奪8命	蘋果日報 - 2013年11月9日
3	http://news.ltn.com.tw/life/paper/922600&...	遊客落海身亡阿朗壹古道急封閉	自由時報電子報 - 2015年10月10日
4	http://news.ltn.com.tw/news/society/paper/1061...	船翻39小時他因船體奇蹟生還	自由時報電子報 - 2016年12月11日
5	http://www.chinatimes.com/newspapers/201504...	花東海岸瘋狗浪奪2命	中時電子報 - 2015年4月3日
6	http://www.nownews.com/n/2016/12/04/232729...	小琉球漁民駕膠筏出港捕魚疑遭「瘋狗浪」打...	NOWnews - 2016年12月3日
7	http://news.ltn.com.tw/news/society/paper/9580...	5公尺高瘋狗浪捲釣客1死1傷	自由時報電子報 - 2016年2月14日
8	http://news.ltn.com.tw/news/society/paper/9629...	烏石港衝浪區瘋狗浪捲走中國男大生	自由時報電子報 - 2016年2月28日
9	http://www.setn.com/News.aspx%3FNewsID%3D...	獨 / 美麗殺機！七星潭恐怖奪命當地人都不敢...	三立新聞網 (新聞發布) - 2016年4月7日
10	http://news.ltn.com.tw/news/life/breakingnews/1...	天鵝長浪直撲東海岸成大：時速近百公里	自由時報電子報 - 2015年8月20日
11	http://news.ltn.com.tw/news/society/paper/1066...	釣客沒穿救生衣最重可罰90萬	自由時報電子報 - 2016年12月28日
12	http://www.ettoday.net/news/20160910/773085...	池上車禍砍傷1男1女逃逸「瘋狗浪」落魄鷺山...	ETtoday - 2016年9月10日
13	http://news.ltn.com.tw/news/society/breakingne...	釣客要抓牛港落海出動直升機吊掛救援	自由時報電子報 - 2016年3月24日
14	https://www.walkerland.com.tw/article/view/1242...	【綠島景點】置身秘境的藍洞洞內尋美人蝦，...	WalkerLand窩客島 (新聞發布) (註冊) (網誌) - ...
15	http://news.ebc.net.tw/news.php%3Fnid%3D391...	海馬颱風最快周三發海警5問答告訴你影響程度	東森新聞 (新聞發布) - 2016年10月17日
16	http://www.ettoday.net/news/20140506/354141....	鼻頭角瘋狗浪8死基檢認定「突發天災」無人為...	ETtoday - 2014年5月6日
17	http://www.ettoday.net/news/20160909/772440....	殺人棄屍判無期...惡男假糧酒駕砍人穿短褲躲...	ETtoday - 2016年9月9日
18	http://news.ltn.com.tw/news/life/breakingnews/1...	艾利海警解除花東、南部山區仍須嚴防豪雨	自由時報電子報 - 2016年10月5日
19	http://appweb.cna.com.tw/webm/menu/akey/20...	川普提名新國防部長馬提斯綽號瘋狗	中央通訊社 - 2016年12月1日
20	http://www.appledaily.com.tw/appledaily/article...	宜蘭台東也湧浪釣客1死3失蹤	蘋果日報 - 2013年11月9日
21	http://news.ltn.com.tw/news/society/breakingne...	塞林草嶺秘境再傳苗栗夫妻落水溺斃	自由時報電子報 - 2016年12月5日
22	http://www.appledaily.com.tw/realtimenews/artic...	【實用影片】瘋狗攻擊怎麼辦專家教你這兩招	蘋果日報 - 2016年8月12日
23	https://news.housefun.com.tw/news/article/1722...	成大預測：東部外海將掀浪10樓高	好房News - 2016年7月7日
24	http://www.cna.com.tw/news/firstnews/20161222...	川普提名任貿易顧問納瓦洛主張對陸強硬[影]	中央通訊社 - 2016年12月21日
25	http://news.ltn.com.tw/news/society/breakingne...	自排照關手排車冤死海巡署辯：因個資法未驗照	自由時報電子報 - 2016年3月1日

圖 2.13b 網路爬蟲蒐集新聞結果

因本計畫以臺灣東部海岸地區與海岸公路可能受到颱風波浪或異常浪等長波侵襲為軸，目前以關鍵字「瘋狗浪+公路」、「瘋狗浪+台東」、「瘋狗浪+台 9 線」、「浪襲+台東」、「浪襲+台 9 線」、「颱風+富岡+多良+大武」作為檢索，其中符號「+」為布林檢索，所蒐集到之新聞如表 2.1 及圖 2.14a-2.14e，並以現有蒐集之新聞資料作分析。

表 2.1 新聞蒐集相關浪襲公路事件

日期	地點	事件	新聞來源	颱風
2012/08/23	台東森林公園海濱則有長浪襲岸	勸離好奇的觀浪民眾	公民新聞	天秤颱風
2014/07/23	湧起七、八公尺高長浪，沖擊省道台九公路上，造成南興段、多良段交通暫時中斷	中斷封閉	聯合新聞	麥德姆颱風
2014/10/13	長浪襲堤 富岡自行車道毀30米	封閉	自由時報	黃蜂颱風外圍環流
2015/08/06	台九線往南接近441公里處	浪襲擋風玻璃	蘋果新聞	蘇迪勒颱風
2015/08/21	台9線南迴公路、台11線長濱和富岡	預警性封閉	蘋果新聞	天鵝颱風
2015/09/27	台9線南迴公路易受浪襲攻擊路段	公路總局將派員駐點守視	蘋果新聞	杜鵑颱風
2016/07/08	台9線南迴公路多良至南興	間歇性管制通行	聯合新聞	尼伯特颱風
2016/09/13	台9線南迴公路金崙至香蘭路段、台11線東濱公路，屬易受浪襲攻擊路段	公路總局將派員駐點守視 <浪高10m,富岡燈塔攔腰斷>	蘋果新聞	莫蘭蒂颱風
2016/09/17	台9線蘇花公路蘇澳-崇德路段	預警性封閉	蘋果新聞	馬勒卡颱風
2016/9/25	台東南迴海域推起陣陣長浪，台9線南興段掀起超標4公尺浪濤	封閉台9線439.8公里至441公里南興浪襲路段	自由時報	梅姬颱風
2016/09/27	台9線南迴公路多良至南興	預警性封閉或浪襲路段管制通行	聯合新聞	梅姬颱風

標題	台九線南興段地基掏空原北上車道二線縮減成單線
發布日期	101/10/01
截止日期：	102/03/30
發布單位	大武分局
點閱率：	1729

本轄台九線440公里處南興段，因杰拉華颱風過境海浪過大侵蝕台九線公路致地基掏空，原北上車道二線縮減成單線通車，現由公路單位擺設護欄管制，長度(前後約1百公尺)，請路過之旅客小心駕駛並減速慢行以維行車安全。

相關圖檔：

台九線南興段北上車道縮減照片　　台九線南興段北上車道縮減照片

圖 2.14a 相關浪襲公路新聞資料

台九線大武鄉南興路段28日下午北上外車道封閉

日期：104-09-28　資料來源：公共事務科

臺九線439.5K~441.3K(大武鄉南興路段)因海浪侵襲，浪高已達警戒值5公尺，恐隨時浪花挾帶漂砂及石塊波及路面，大武工務段於本(28)日進行北上外車道封閉管制，倘浪勢持續擴大，不排除於下午18時0分進行臺九線419K~422K(太麻里鄉多良段)
及439K~441K(大武鄉南興段)全線封閉管制。

圖 2.14b 相關浪襲公路新聞資料

南興段浪擊 北上車道封閉

分享　分享　留言　列印　存新聞　A-　A+

2016-09-13 17:15聯合報 記者尤聰光／即時報導　讚 分享 0　傳送　G+1 0

台東縣南迴公路439K+800至441K南興段，因監看浪高值已達預警值3點5公尺，浪花波及北上外側車道，公路總局今天下午4點後外側車道封閉管制，請行經用路人注意並小心駕駛。

圖 2.14c 相關浪襲公路新聞資料

圖 2.14d 相關浪襲公路新聞資料

圖 2.14e 相關浪襲公路新聞資料

以蒐集新聞分析，南迴公路(台 9 線)為多良段(419 公里至 422 公里)至南興段(台 9 線 439.8 公里至 441 公里) ，因離海岸近，較常受颱風海浪影響，常為公路總局公告之浪襲路段，如 2015 年 8 月 7

日中度颱風蘇迪勒期間，一輛轎車行駛台九線往南接近 441 公里處時，突然一個長浪打上岸朝車輛直撲，車輛擋風玻璃應聲碎裂(圖 2.15)，據此向交通部公路總局申請相關道路設計資料。

圖 2.15　2015 年 8 月 7 日中度颱風蘇迪勒期間，於台九線往南接近 441 公里處，長浪襲擊車輛(資料來源：蘋果日報)

2.4 異常波浪特性分析

通常學者對異常波浪的定義是波高大於二倍示性波高，或靜水面至波峰高度大於 1.1 倍示性波高的波浪。若將目標設定為三姊妹波這樣的一系列波群，連續幾個波每個波都超大的機會不大，故數值模擬入射波波高也許可設為等於甚或稍低於二倍示性波高。

至於入射波週期，根據最近的研究，遠域颱風造成的湧浪可能是許多異常波浪事件的可能成因；例如 2013 年龍洞海濱異常波浪事件就很可能與威力強大的海燕颱風息息相關，以本研究所蒐集資料中據表 2.1 對應其颱風路徑圖(圖 2.16-圖 2.24)發現，所發生事件與颱風相關。其原因則可能因為湧浪加入當地的波場後，雖然波浪能量大幅增加，但對示性波高的影響不大；因此波高達到異常波浪標準(如超過二倍示性波高)的可能性大幅提高(Chen, 2016)。既然異常波浪與遠域颱風造成的湧浪有關，因此其模擬使用的週期應該長一些，超過示性週期、甚至接近湧浪週期亦屬適當。

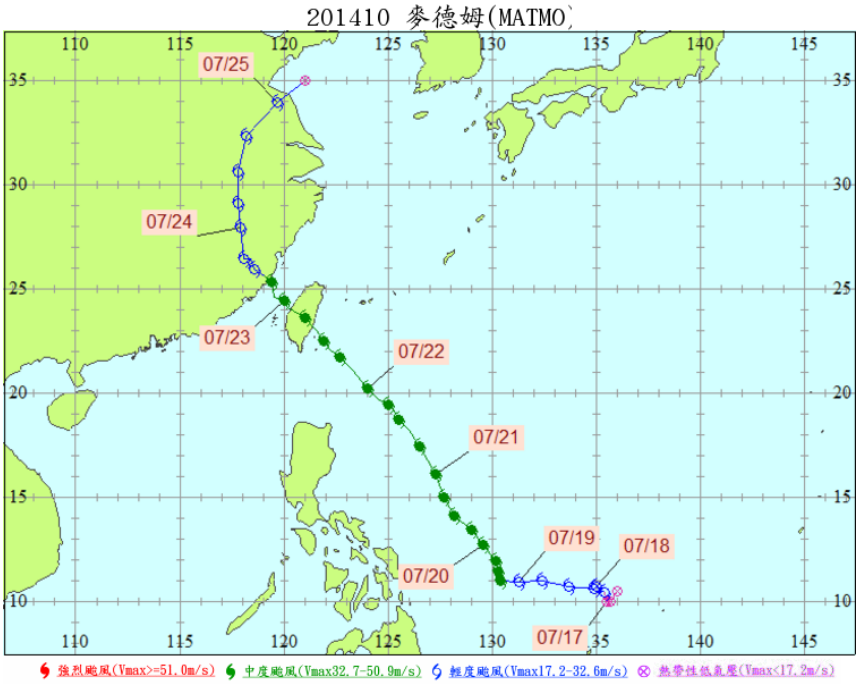


圖 2.16　2014 年麥德姆颱風路徑圖(資料來源:中央氣象局)

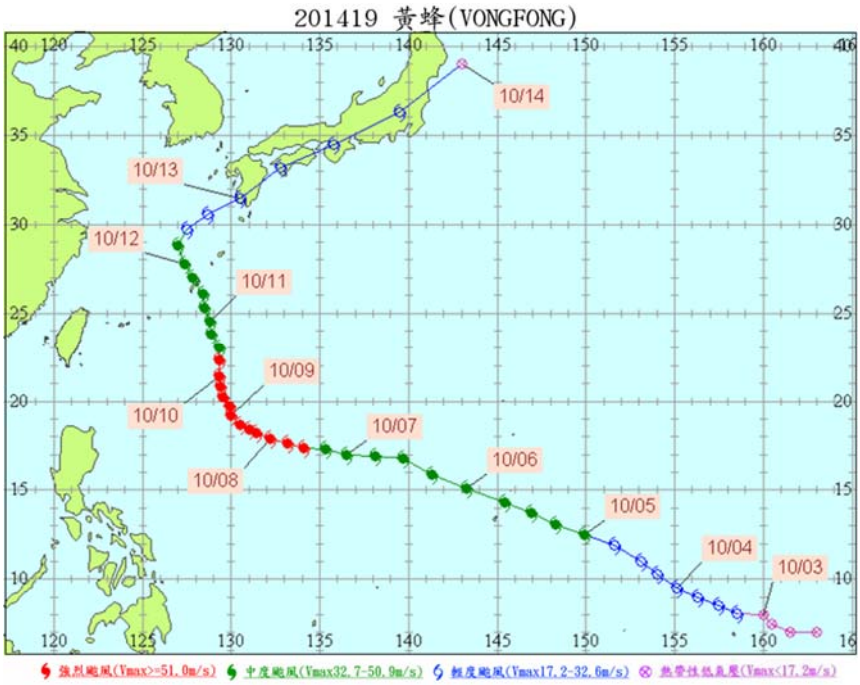


圖 2.17　2014 年黃蜂颱風路徑圖(資料來源:中央氣象局)

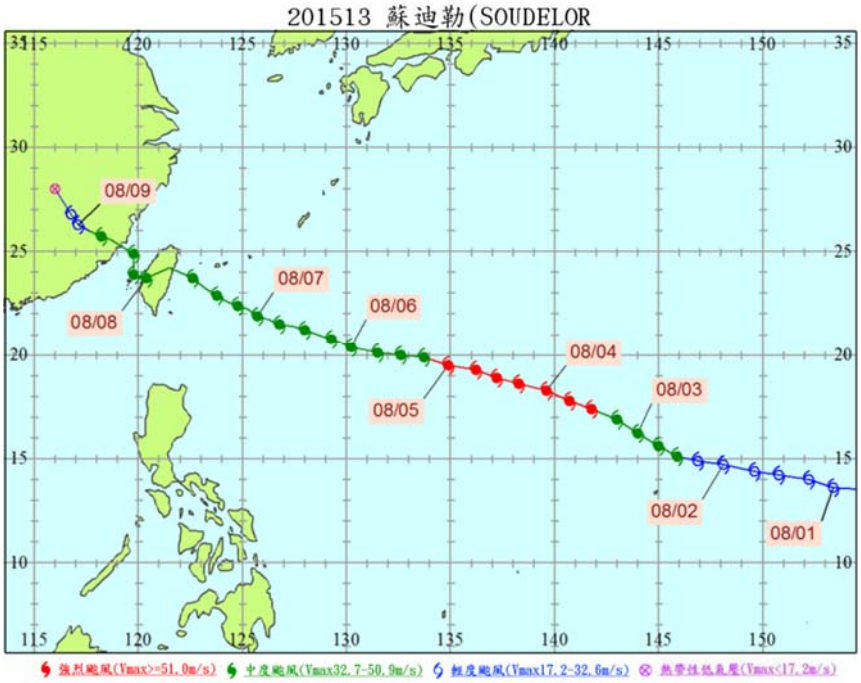


圖 2.18　2015 年蘇迪勒颱風路徑圖(資料來源:中央氣象局)

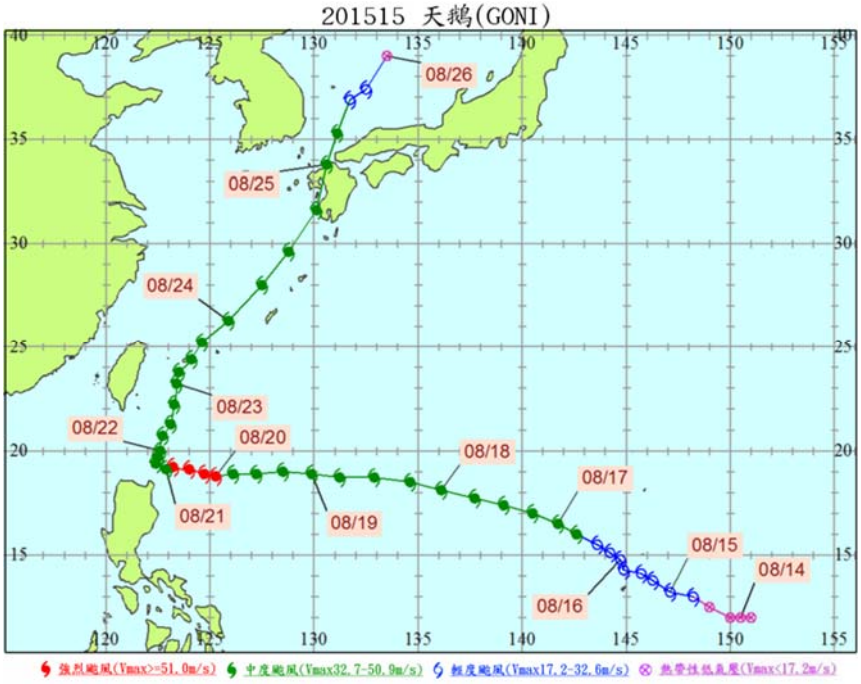


圖 2.19　2015 年天鵝颱風路徑圖(資料來源:中央氣象局)

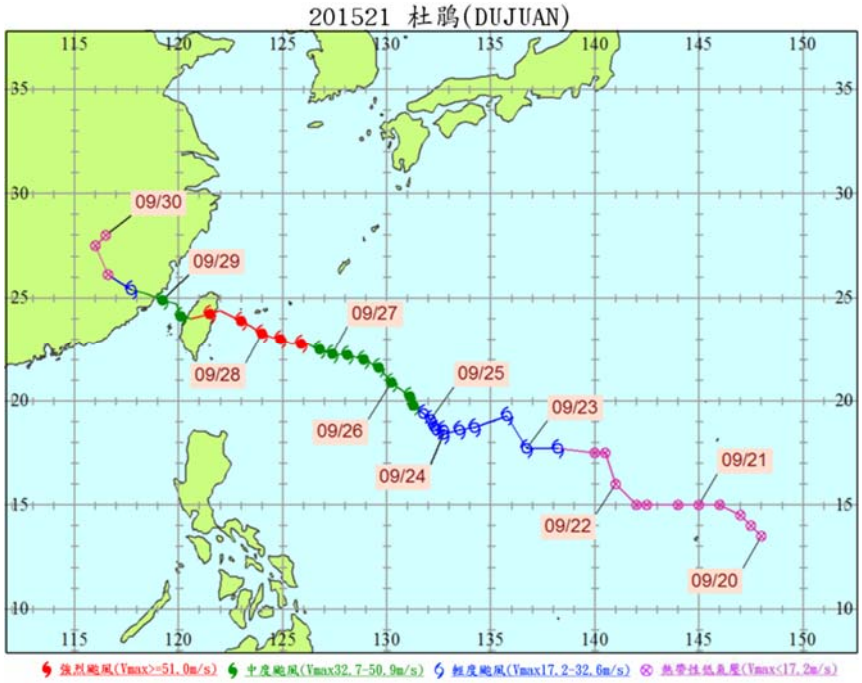


圖 2.20　2015 年杜鵑颱風路徑圖(資料來源:中央氣象局)

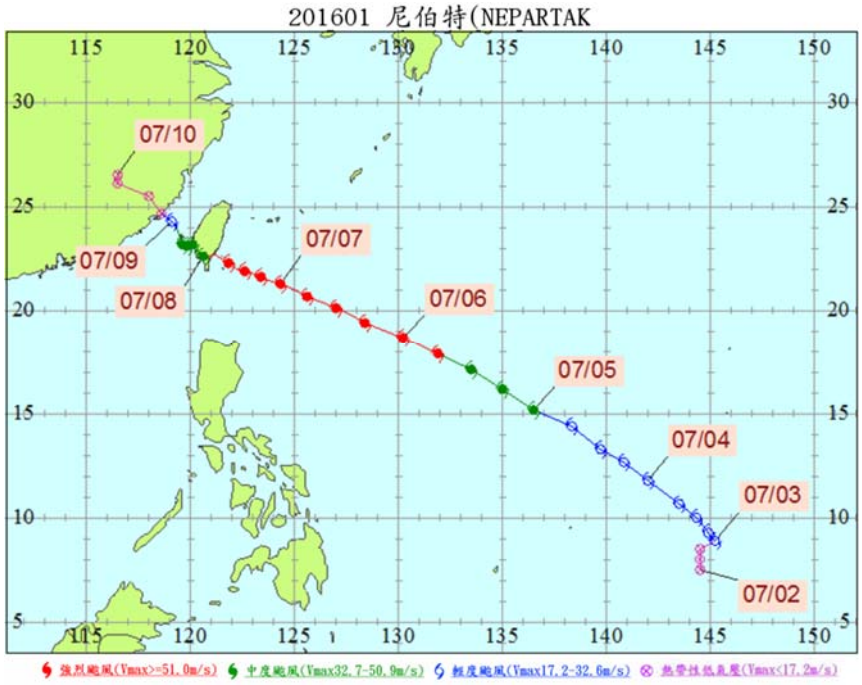


圖 2.21　2016 年尼伯特颱風路徑圖(資料來源:中央氣象局)

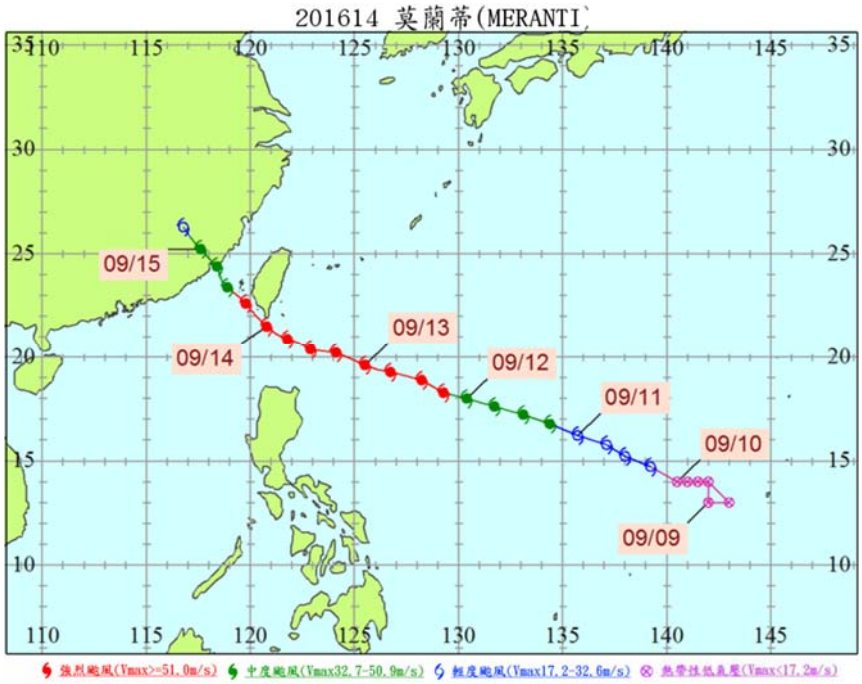


圖 2.22　2016 年莫蘭蒂颱風路徑圖(資料來源:中央氣象局)

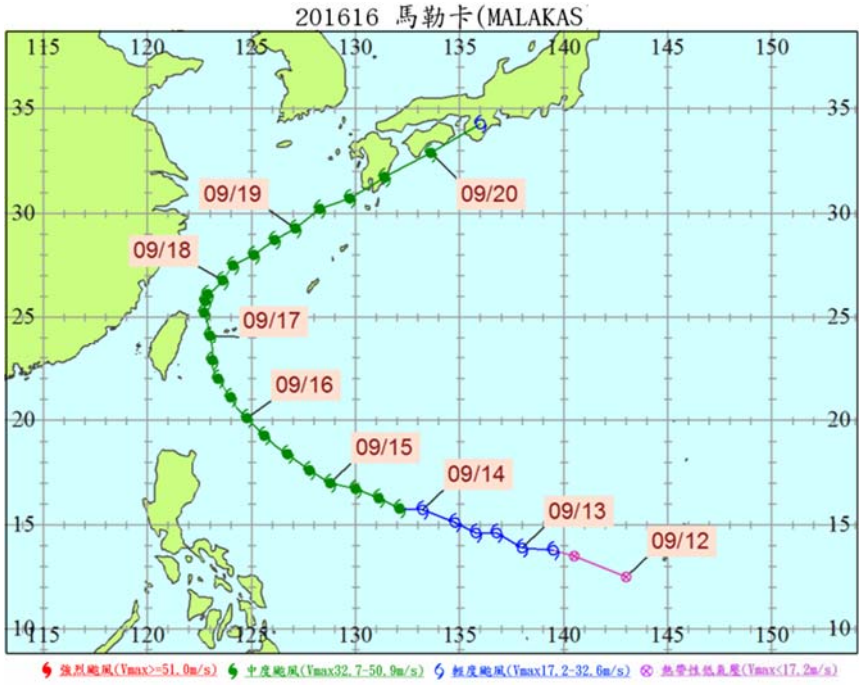


圖 2.23　2016 年馬勒卡颱風路徑圖(資料來源:中央氣象局)

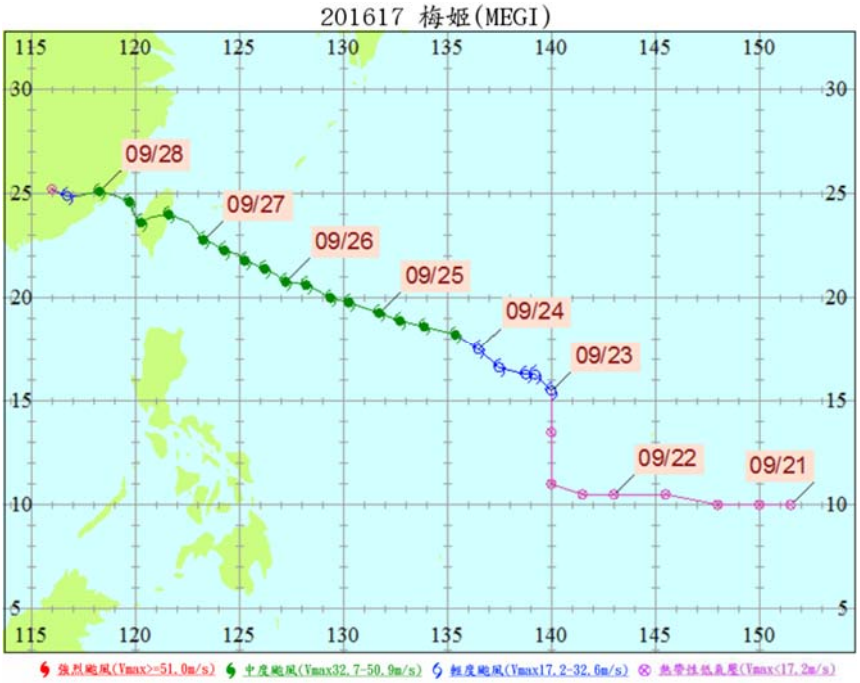


圖 2.24　2016 年梅姬颱風路徑圖(資料來源:中央氣象局)

本研究分析有無湧浪所產生的機制，在沒有湧浪的況下，其波高分佈為窄頻波譜而會遵守雷利分布(Rayleigh probability law)(式 2.3)

$$p(H)=\frac{H}{\sigma^2}\exp\left[-\frac{H^2}{2\sigma^2}\right] \tag{2.3}$$

其中 p 是波高 H 機率密度函數，σ 是靜水面的標準差，根據雷利分布 H_s=2，σ =1.6 H_{ave}，波高最高的機率為兩倍的適性波高 $2H_s$ 或 1/81=0.01234。

但遠方天氣系統致使湧浪效應而構成異常波浪，所以考慮湧浪其波場則會為一個正弦波+窄頻波場(a sine wave +a narrow-banded wave field), 波高分佈會遵守(式 2.4)：

$$p(H)=\frac{H}{\sigma^2}\,\mathrm{I}_0\left(\frac{SH}{\sigma^2}\right)\exp\left[-\frac{H^2+S^2}{2\sigma^2}\right] \tag{2.4}$$

p 是波高 H 機率密度函數，σ 是原本風浪水面的標準差，S 是代表湧浪的正弦波的振幅，I_0:為第一類修正貝索函數，若 S=0 波高的機率密度函數就會恢復成雷利分佈，因為 $\mathrm{I}_0(0)=1$。(Wilbur et. al., 1987)

計算示性波高 H_s 的分佈

$$p(H)=\frac{H}{\sigma^2}\ \mathrm{I}_0\left(\frac{SH}{\sigma^2}\right)\exp\left[-\frac{H^2+S^2}{2\sigma^2}\right] \tag{2.5}$$

第一步先計算 H_0

$$\int_{H_0}^{\infty}p(H)dH=\int_{H_0}^{\infty}\frac{H}{\sigma^2}\ \mathrm{I}_0\left(\frac{SH}{\sigma^2}\right)\exp\left[-\frac{H^2+S^2}{2\sigma^2}\right]dH=\frac{1}{3} \tag{2.6}$$

假設 S =aσ =1.6σ

$$\begin{aligned}&\int_{H_0}^{\infty}p(H)dH\\&=\int_{H_0}^{\infty}\frac{H}{\sigma^2}\ \mathrm{I}_0\left(\frac{aH}{\sigma}\right)\exp\left[-\frac{H^2}{2\sigma^2}-\frac{a^2}{2}\right]dH\\&=\int_{\frac{H_0}{\sigma}}^{\infty}\frac{H}{\sigma}\ \mathrm{I}_0\left(\frac{aH}{\sigma}\right)\exp\left[-\frac{H^2}{2\sigma^2}-\frac{a^2}{2}\right]d\left(\frac{H}{\sigma}\right)\end{aligned} \tag{2.7}$$

以上積分等於 1/3, H0/σ=2.3032 並更新 Hs(有湧浪)為 2.92σ

$$\sigma\int_{\frac{H_1}{\sigma}}^{\infty}\frac{H}{\sigma}\ \mathrm{I}_0\left(\frac{aH}{\sigma}\right)\exp\left[-\frac{H^2}{2\sigma^2}-\frac{a^2}{2}\right]d\left(\frac{H}{\sigma}\right)=\frac{1}{\mathbf{81}}=0.01234$$

$$H_1=4.04\sigma$$

$$H_{MAX}=\int_{4.04}^{\infty}\left(\frac{H}{\sigma}\right)^2\mathrm{I}_0\left(\frac{aH}{\sigma}\right)\exp\left[-\frac{H^2}{2\sigma^2}-\frac{a^2}{2}\right]d\left(\frac{H}{\sigma}\right)=4.38\sigma \tag{2.8}$$

因此不同湧浪波高可以獲得最大波高，若無颱風的情況下，H_{MAX}=2H_s，而在遠處有颱風存在 H_{MAX} 將改變。

第三章 公路海岸地形變遷及波浪溯上與溢淹特性分析

3.1 臺東海岸公路

本研究目的為瞭解臺東海岸公路受颱風波浪及異常波浪影響的區段範圍、發展溯上分析及預警系統，建立異常波浪容易致災之區段的長浪溯上數值模式，以前述分析結果之易受浪襲之路段，南迴公路(台 9 線)為多良段(419 公里至 422 公里)至南興段(台 9 線 439.8 公里至 441 公里) ，因離海岸近，較常受颱風海浪影響，常為公路總局公告之浪襲路段，由交通部運輸研究所協助逕向交通部公路總局東西向快速公路高南區工程處及交通部公路總局西部濱海公路南區臨時工程處提供公路工程設計資料，圖 3.1 為南迴公路(台 9 線)之區段圖。

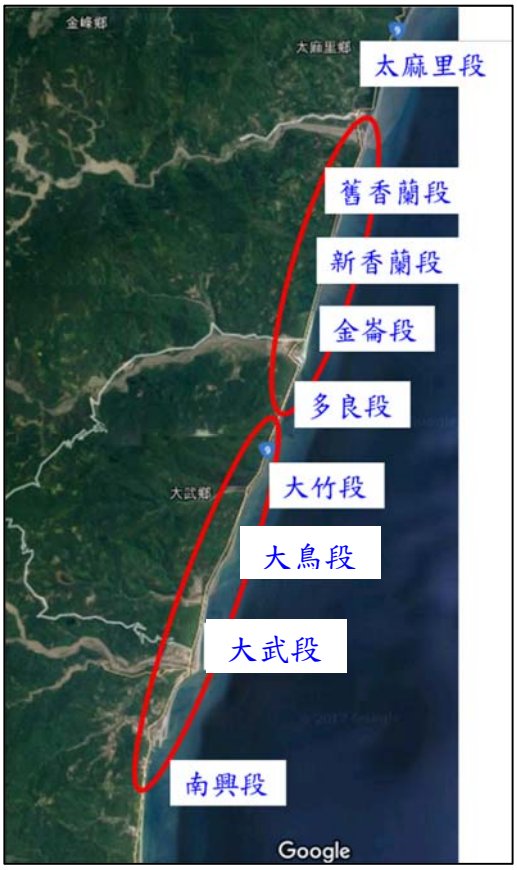


圖 3.1 東部公路(台 9 線)區段圖

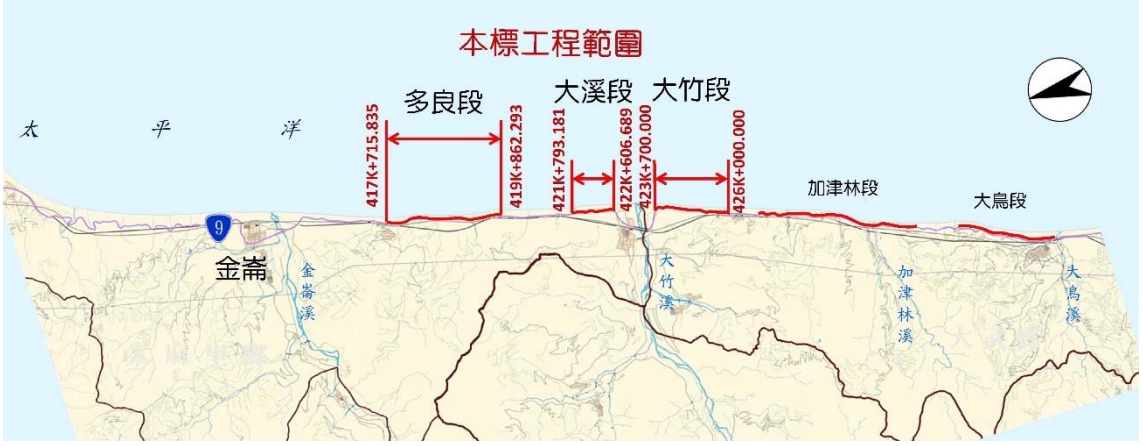


圖 3.2 南迴公路(台 9 線)多良段工程區段圖(交通部公路總局東西向快速公路高南區工程處提供)

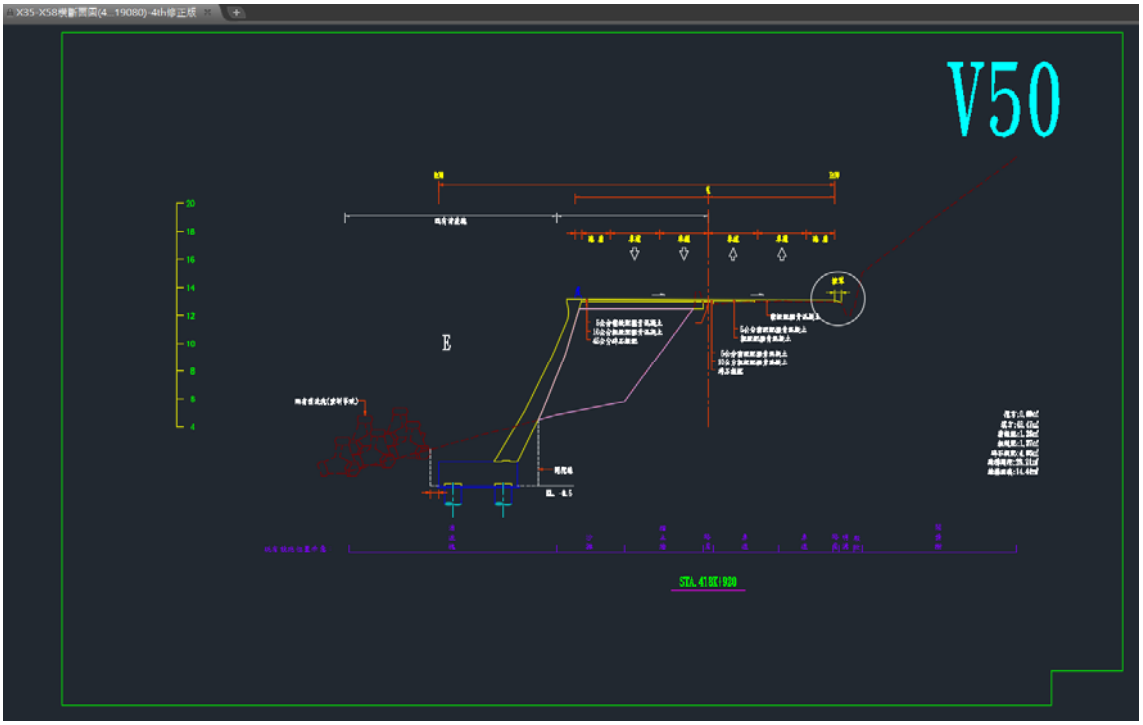


圖 3.3 南迴公路(台 9 線)多良段 418K+920 橫斷面(交通部公路總局東西向快速公路高南區工程處提供)

本研究於 106 年 2 月 16 日臺東海岸公路受海浪威脅大武段現場會勘時水利署第八河川局提出「目前土砂來源匱乏，而河川輸砂量多，建議再與臺東縣政府協調將其運至岸邊作為海岸保護」。交通部公路總局第三區養護工程處亦提出「海岸侵蝕現象持續至今，相較以往，海灘消

失明顯，目前針對局部需要保護之地方作消波塊的佈設以削減波能，而越浪現象仍需深入研究」；並於會勘時由南興村村長口述「於南興村出口及地磅 440K 附近有浪襲」，本研究亦蒐集相關海岸線地形變遷之報告及利用 Google Earth 之衛星影像來進行海岸線地形變遷之分析。

3.2 臺東海岸地形變遷

陳等(陳與郭，2005)以民前 7 年至民國 89 年的臺灣堡圖、海岸基本圖及遙測影像等海岸地形資料分析計算台東海岸線歷年侵淤情形，藉以了解台東海岸近百年來之演變情形。其結果顯示臺東海岸民國 15 年至 99 年間全段之海岸變化雖然侵淤互現，但海岸線平均退量則約在 59.4 公尺至 71.4 公尺左右。

本研究亦利用 Google earth 之衛星影像來進行海岸線地形變遷之分析，本研究假設無潮汐影響下，以歷年的衛星影像來判斷海岸線(圖 3.4)；當波浪到達海邊時，因海水深度減少，故波浪的底部會被海底的摩擦力影響而波速減緩，但是波浪的上部較不受影響，所以高處的波浪速度較快，使的波浪越來越陡，終致破碎，就為碎浪，也可以說碎波，據此來判斷碎浪的地方作為海岸線。

圖 3.4 Google earth 衛星影像

將原始影像由 Google earth 按照衛星拍攝日期依序輸出，利用

Matlab 進行影像分析，將原始影像轉換灰階二值圖(如圖 3.5)並利用邊緣檢測演算法(如圖 3.6)，最後就可以利用邊緣偵測以找出碎波處。圖 3.7a-3.7l 為南興地磅之衛星 2005 年至 2014 之碎波處(紅線)。

圖 3.5 Google earth 衛星影像轉換為灰階二值圖

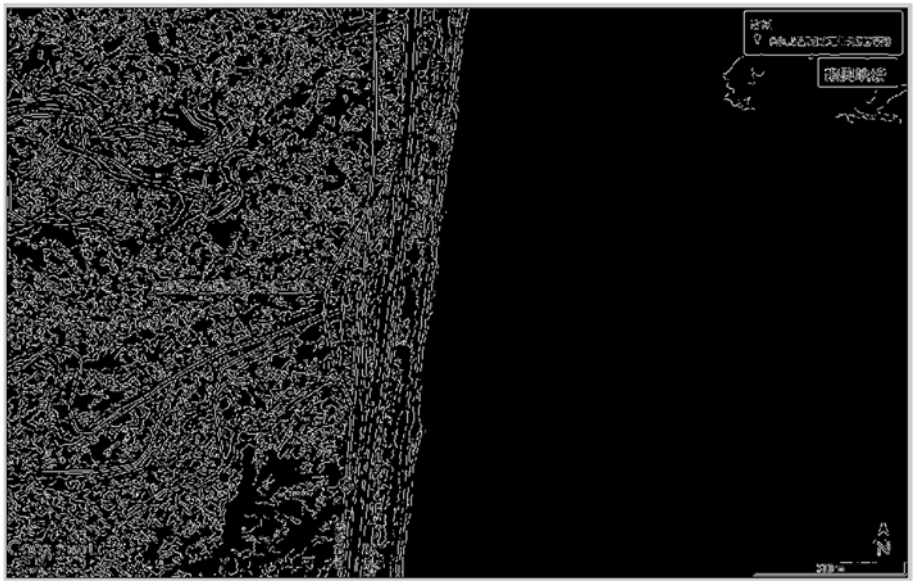


圖 3.6 利用灰階二值圖進行邊緣偵測

圖 3.7a 南興地磅站 2005 年衛星影像邊緣偵測

圖 3.7b 南興地磅站 2010 年衛星影像邊緣偵測

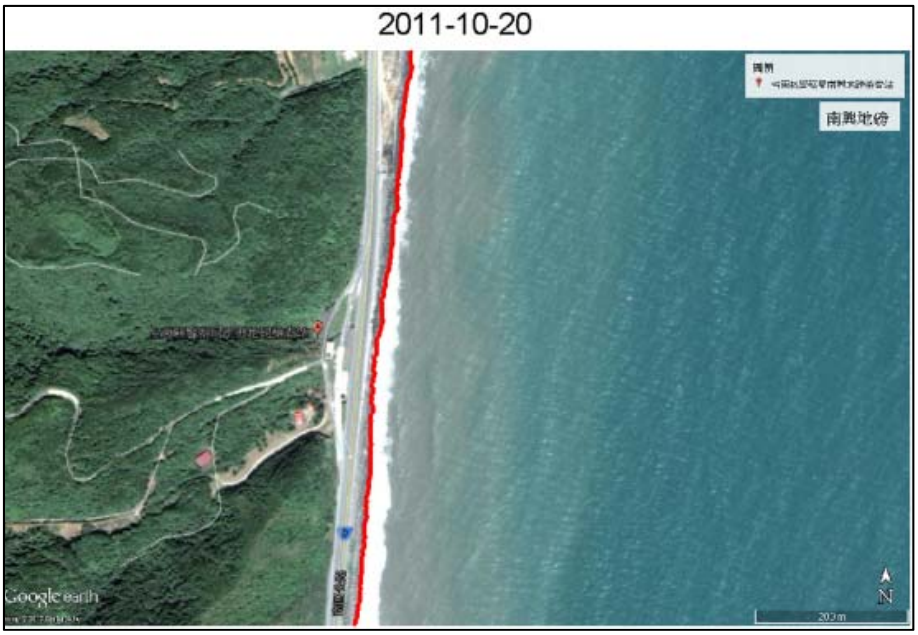


圖 3.7c 南興地磅站 2011 年衛星影像邊緣偵測

圖 3.7d 南興地磅站 2012 年衛星影像邊緣偵測

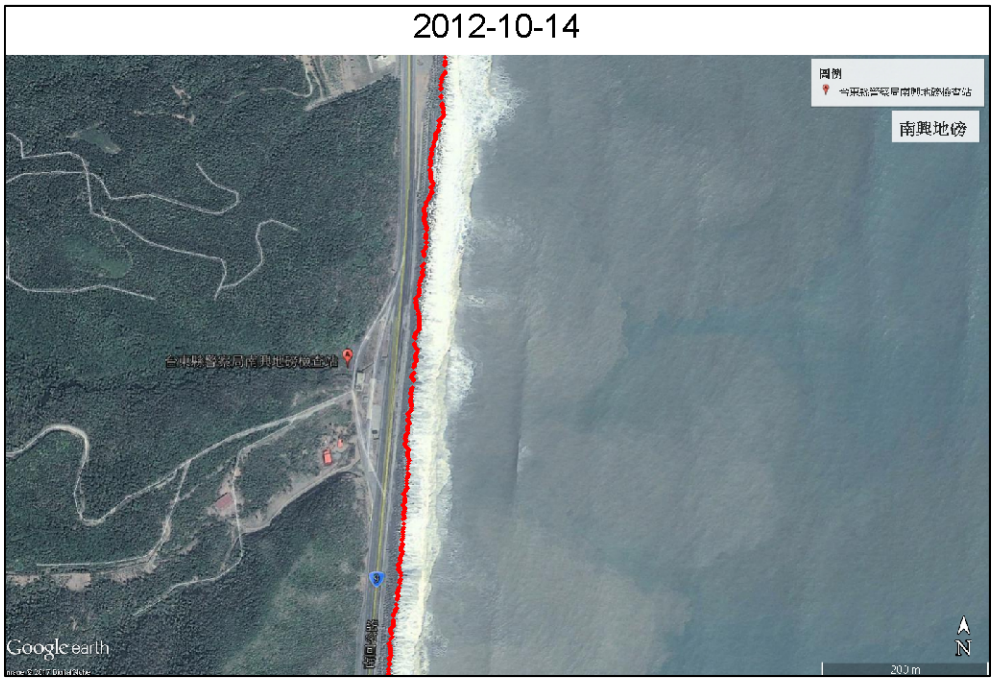


圖 3.7e 南興地磅站 2012 年衛星影像邊緣偵測

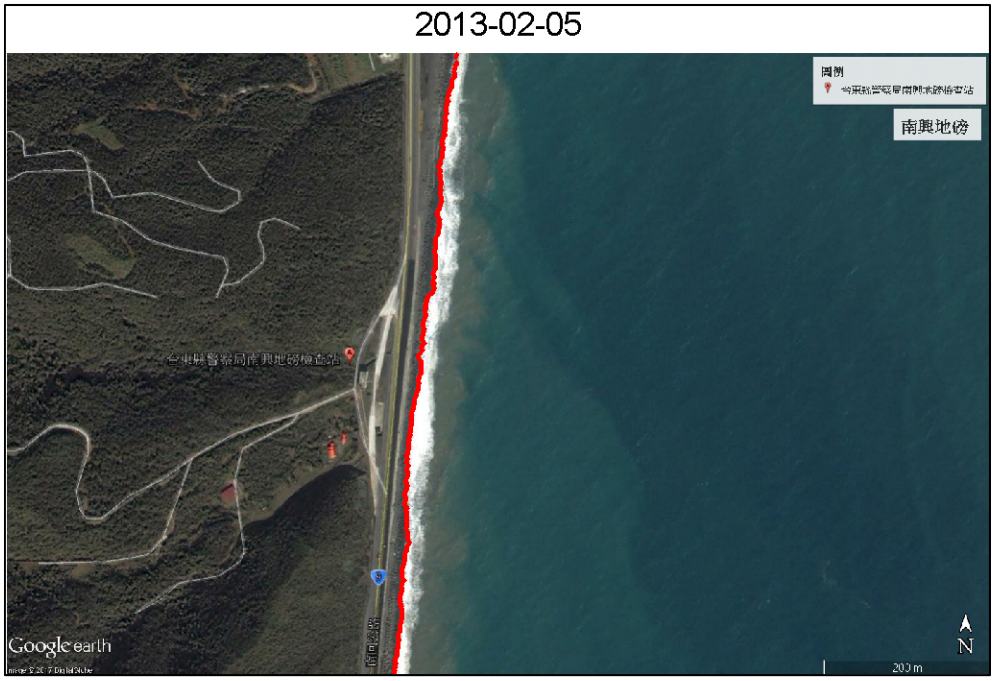


圖 3.7f 南興地磅站 2013 年衛星影像邊緣偵測

圖 3.7g 南興地磅站 2013 年衛星影像邊緣偵測

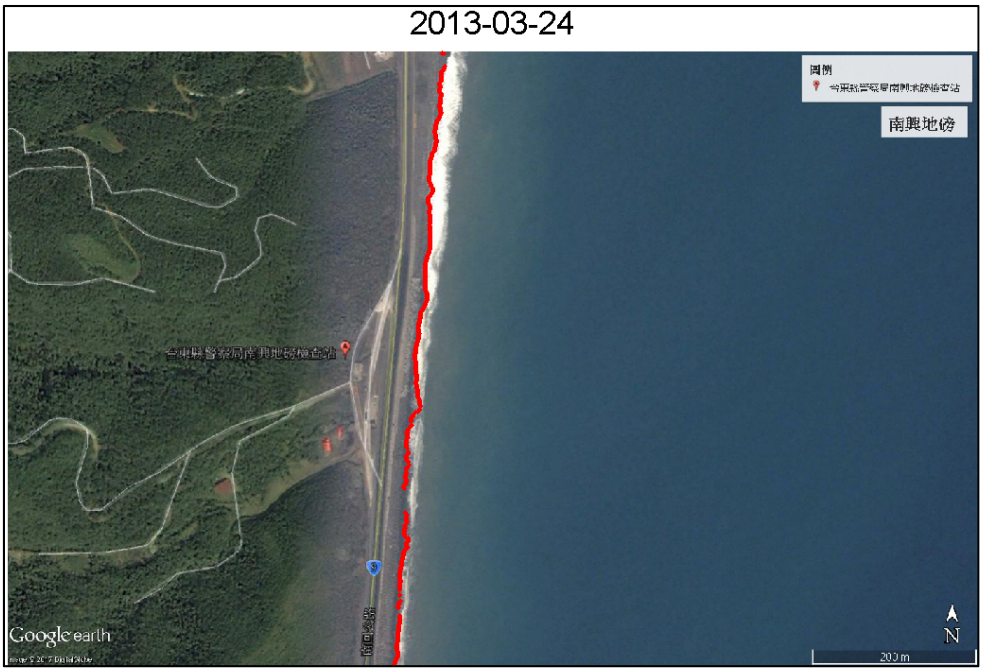


圖 3.7h 南興地磅站 2013 年衛星影像邊緣偵測

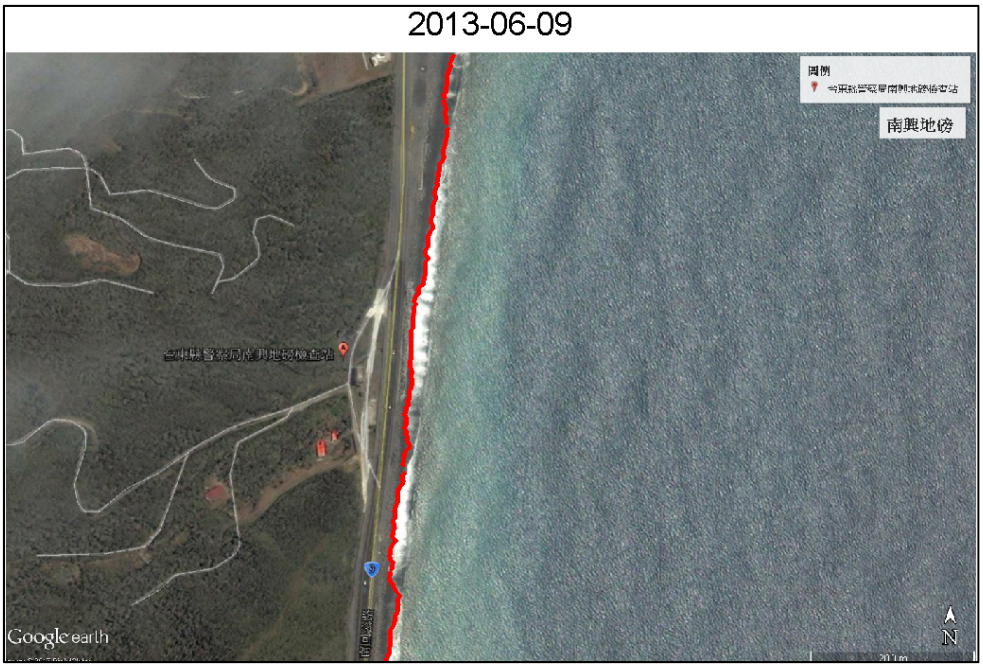


圖 3.7i 南興地磅站 2013 年衛星影像邊緣偵測

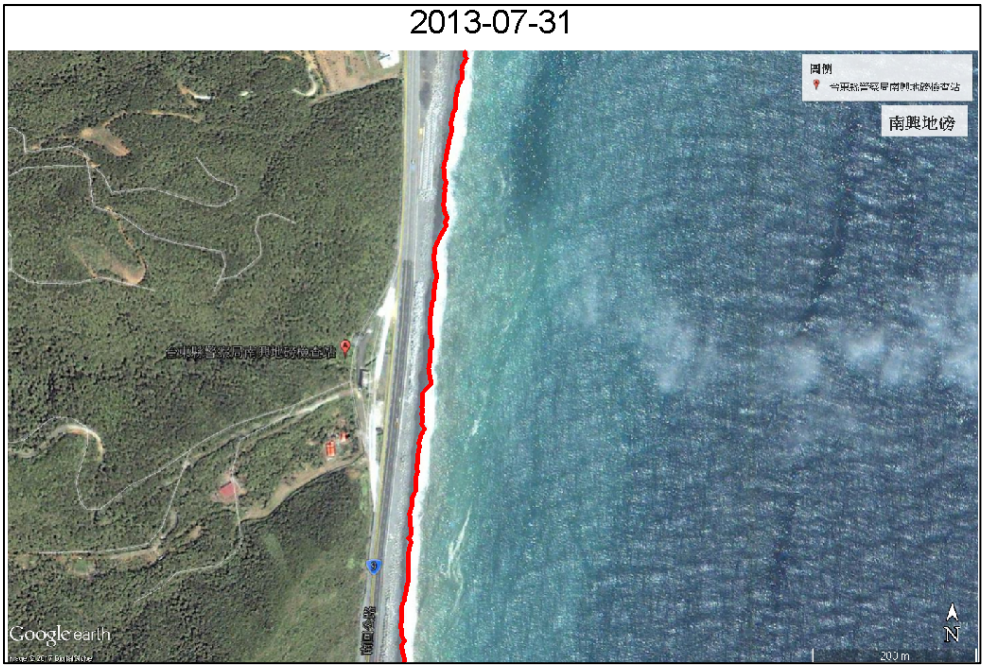


圖 3.7j 南興地磅站 2013 年衛星影像邊緣偵測

圖 3.7k 南興地磅站 2013 年衛星影像邊緣偵測

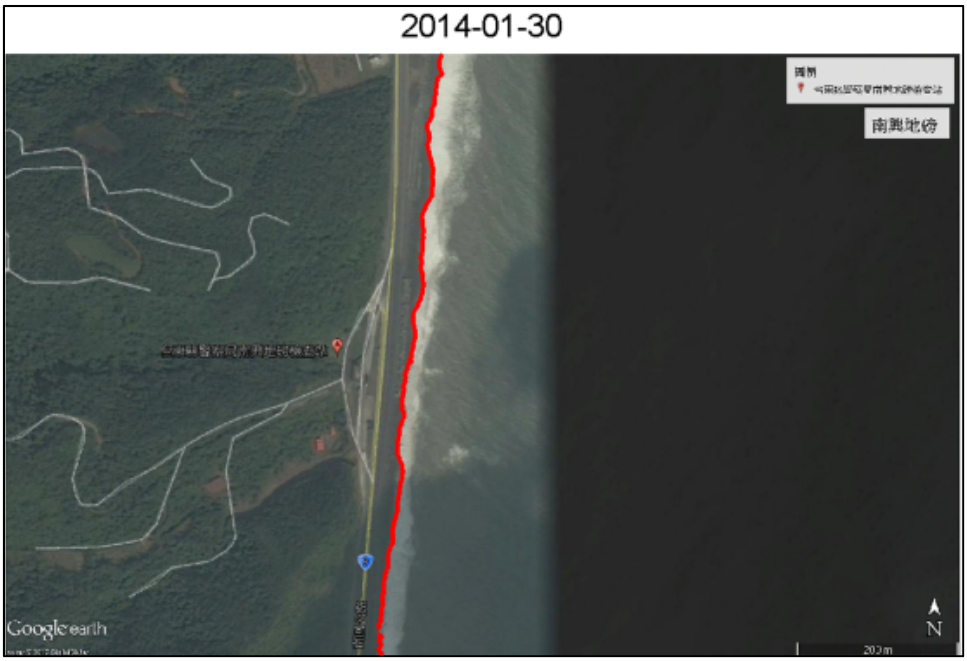


圖 3.7l 南興地磅站 2013 年衛星影像邊緣偵測

圖 3.8 為將各日期之海岸線疊繪於 2005 年之衛星影像圖，並分析其海岸線之變化，利用像素值與比例尺之比例換算回實際距離，以南興地磅選取 4 測線，分別為 L1, L2, L3 及 L4 觀察其地形之變化(如圖 3.9)，以 L1~L4 測線計算海岸線與台 9 線之公路距離(圖 3.10)，從 2005 年至 2014 年 L1 斷面其海岸線退縮了約 70 公尺，L4 斷面退縮了近 87 公尺；其中 Google earth 衛星影像於 2013 年拍攝了 6 張衛星影像分別為 2、3、6、7、10 月，L3 斷面從 2013 年 2 月至 3 月海岸線向外推了 20 公尺，L3 與 L4 斷面又從 2013 年 3 月至 6 月海岸線向內退縮了 20 公尺，L1~L4 斷面於 2013 年 6 月至 7 月間海岸線向外推了近 30 公尺，隨後至 10 月又向內退縮了約 20~28 公尺。

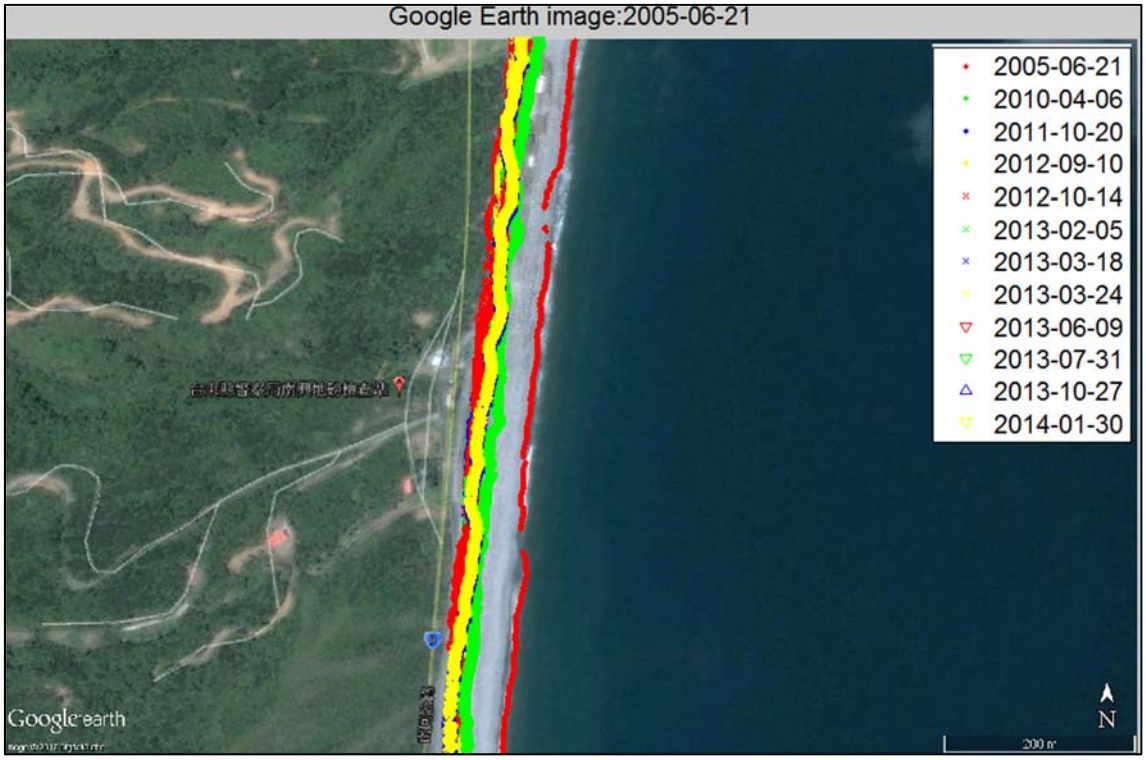


圖 3.8 南興地磅站各年之海岸線疊繪於 2005 衛星影像

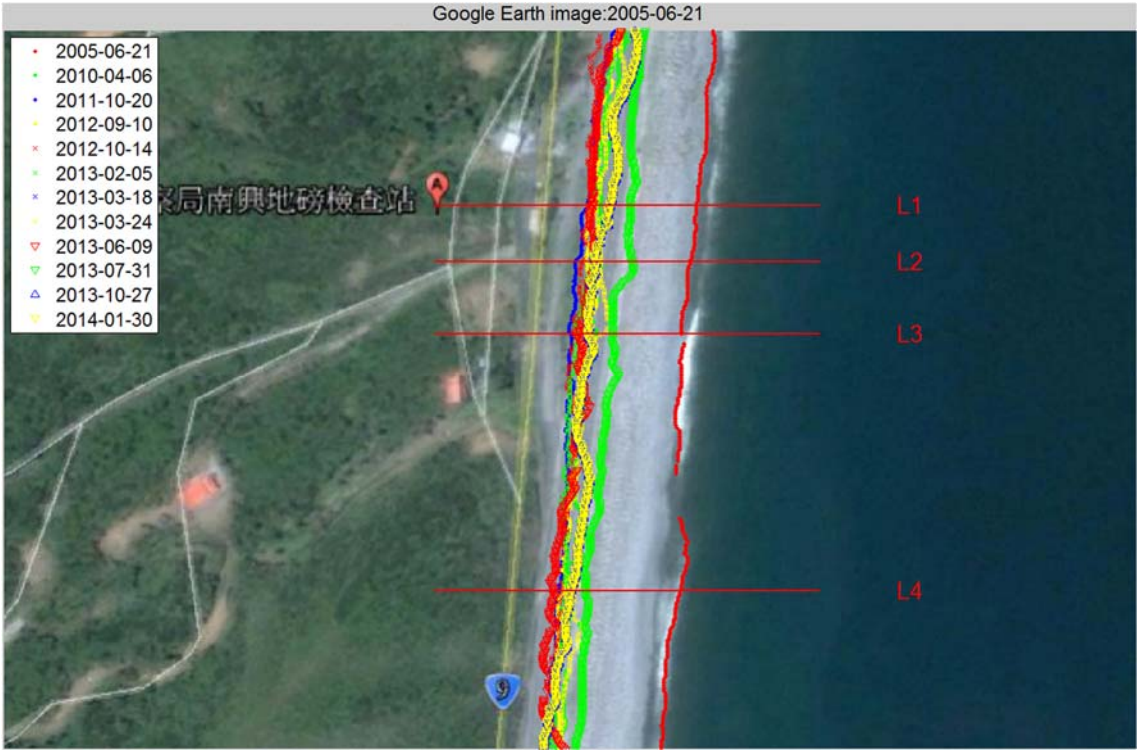


圖 3.9 南興地磅站各年之海岸線疊繪於 2005 衛星影像

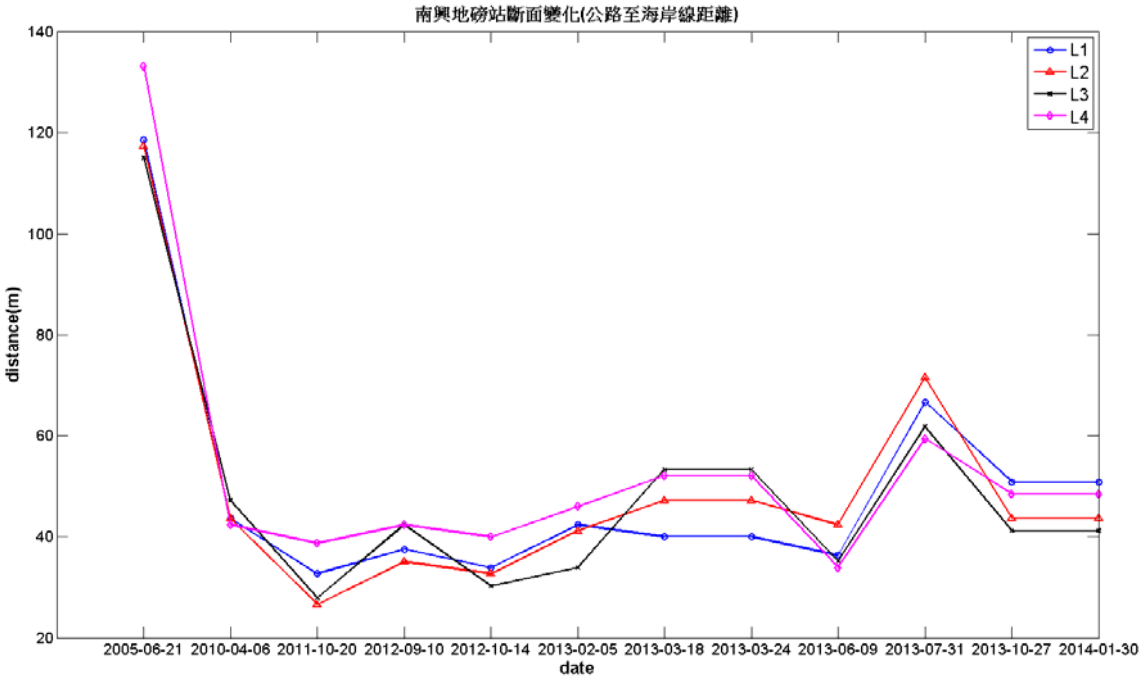


圖 3.9 南興地磅站斷面變化(台 9 線至海岸線距離)

公路總局第三區養護工程處「台 9 線南迴公路拓寬改善後續計畫」將計畫路線安朔－草埔隧道段挖出之土石方用於台東海岸人工養灘，以保護受侵蝕之海岸公路，本研究於 106 年 8 月 9 日至臺東海岸公路受海浪威脅大武段及多良段再次進行現場會勘，並與交通部公路局第三區養護工程處大武工務段取得現場觀測資料，其養灘場址為大武漁港南側(圖 3.10、圖 3.11)其養灘向南延續至南興地磅站，圖 3.12、圖 3.13 為南興地磅站北側(439K+700)養灘現況，除了原本新設之消波塊保護工程並將安朔－草埔隧道段挖出之土石方向海側推進約有 50 公尺。

圖 3.10 大武漁港(陳冠宇教授攝)

圖 3.11 大武漁港南側養灘現況(陳冠宇教授攝)

圖 3.12 南興地磅站北側(439K+700)向南拍攝(陳冠宇教授攝)

圖 3.13 南興地磅站北側養灘處(439K+700)向南拍攝(陳冠宇教授攝)

3.3 波浪溯上與溢淹特性分析

根據 2013 年龍洞異常波浪事件相關報導，異常波浪穿過 50 公尺以上的礁臺後襲擊階梯附近的人群，此情境與前人研究中波峰向兩側延伸甚寬、看似一面水牆(蔡等, 2001)等描述有相通之處，都是接近單一方向的波浪。根據陳(2002)的推論，這種近似於單一方向的波浪，波向線不散開。而某些異常波浪的可能成因，如海流使波浪產生折射造成波能集中、或是不同方向波浪之線性或非線性疊加，都會在波能集中後分散。因此應該可以排除龍洞異常波浪事件是由於這兩種成因所造成。至於深海異常波浪較常見的阻塞作用，由於礁臺的阻擋，海流不可能正對著由外海入射的波浪，因此也無從發生；而阻塞作用產生的瞬間大浪與一般的入射波行為不相同，也無法穿過 50 公尺以上的礁臺後再襲擊人群。根據以上的推論，陳(2002)列出之異常波浪的可能成因中，與一般單一方向的波浪機制不同的幾個成因都可以排除。因此我們假設入

射波是一系列、單一方向的一般波浪。

根據氣象局委託董東璟教授等人的研究中，以波谷深與波峰高的比值(Ratio of Trough height to Crest height, RTC)(圖 3.14)為判斷波峰型異常波浪或波谷型異常波浪的依據，並以 Didenkulova and Anderson(2010)之建議波峰型異常波浪為波峰高度大於波谷高度的 1.5 倍(RTC<0.67) (如圖 3.15a)，波谷型異常波浪為波谷高度大於波峰高度 1.5 倍以上(RTC>1.5) (如圖 3.15b)，對稱型異常波浪則是介於兩者之間，即波谷高度與波峰高度比值介於 0.67 至 1.5 之間 (0.67<RTC<1.5)(如圖 3.15c)，異常波浪絕大多數都是對稱(非成群)表 3.1，單一波浪與地形的交互作用，有太多不確定性與偶然性，故採用規則波進行模擬。

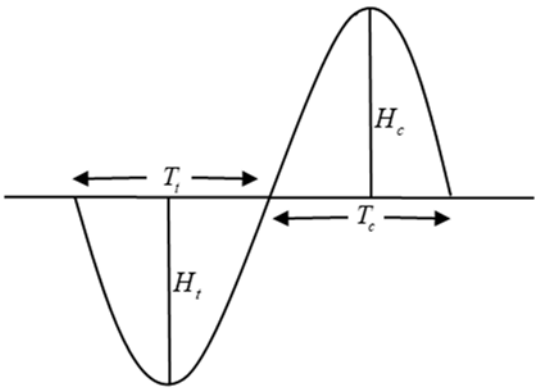


圖 3.14 波谷深與波峰高的比值(Ratio of Trough height to Crest height, RTC)

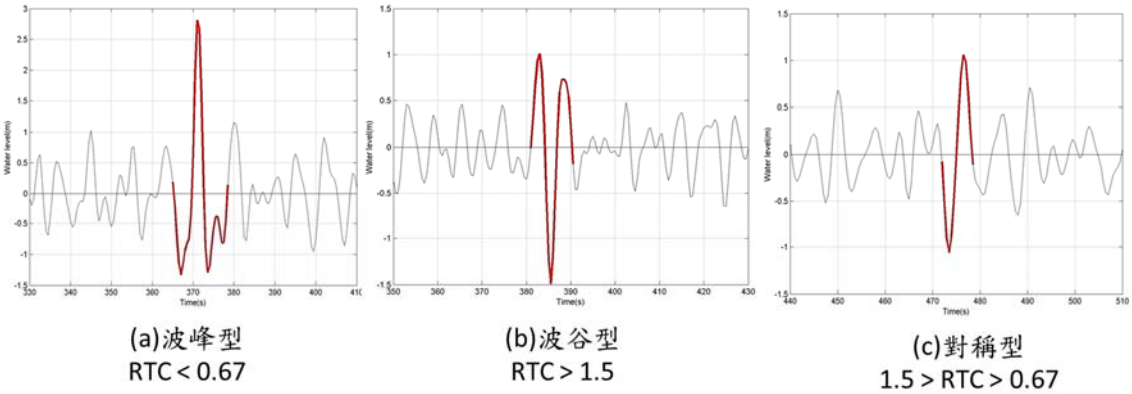


圖 3.15 異常波浪個別波之型態(董東璟教授提供)

表 3.1 異常波浪型態之分類(董東璟教授提供)

	總數目	成群波峰型	成群波谷型	成群對稱型	非成群波峰型	非成群波谷型	非成群對稱型
新竹浮標	377	2 (0.5%)	2 (0.5%)	25 (6.6%)	23 (6.1%)	21 (5.5%)	304 (80.6%)
龍洞浮標	580	2 (0.3%)	5 (0.8%)	43 (7.4%)	24 (4.1%)	21 (3.6%)	485 (83.6%)
花蓮浮標	602	1 (0.1%)	0 (0.0%)	17 (2.9%)	26 (4.3%)	49 (8.1%)	510 (84.3%)
鵝鑾鼻浮標	381	1 (0.2%)	0 (0.0%)	27 (7.0%)	8 (2.0%)	14 (3.6%)	331 (86.8%)
台東外洋浮標	204	0 (0.0%)	0 (0.0%)	12 (5.8%)	14 (6.8%)	9 (4.4%)	169 (82.8%)
東沙浮標	137	0 (0.0%)	0 (0.0%)	8 (5.8%)	8 (5.8%)	2 (1.4%)	119 (86.8%)
七股測站	360	0 (0.0%)	1 (0.2%)	24 (6.6%)	17 (4.7%)	27 (7.5%)	285 (79.1%)

交通部公路局第三區養護工程處大武工務段所取得現場觀測資料「歷年颱風浪襲路段浪高觀測紀錄表」(附錄一)，皆有紀錄歷年颱風浪襲多良段及南興段，當中央氣象局發布颱風警報時，養護單位會進駐守視該路段，並每小時回報浪高級路況，作為封路之判斷依據，在海側道路外側平台設置一浪高尺，圖 3.16 紅圈處為南興段(440K+800)所設置之浪高尺，圖 3.17 可見浪高尺有綠色、黃色、橙色及紅色每一個色號為間距一公尺，其紅色最頂處為與公路齊，表 3.2 為依據養護單位依歷

史災情與災害紀錄所訂定預警值、警戒值、封路值作為封路之判斷依據。

圖 3.16 南興段(440K+800)處浪高尺(陳冠宇教授攝)

圖 3.17 南興段(440K+800)處浪高尺(陳鈞彥研究員攝)

表 3.2 封路之判斷依據參考表

設定浪高值		災害情形	處置作為	中央氣象局臺東浮標測站之觀測浪高值	現場觀測浪高值
預警值	3 公尺	浪花波及路面	進駐守視並每小時回報浪高及路況	3.7 公尺	3-4 公尺
警戒值	5 公尺	浪花挾帶漂砂波及小石塊(φ5cm 以下)波及路面	進行外側車道通行管制	5.6 公尺	4-5 公尺
封路值	7 公尺	浪花挾帶漂砂、大石塊(φ15cm 以上)及漂流物波及路面	進行全線車道通行管制	9 公尺	5-6 公尺

本研究依「歷年颱風浪襲路段浪高觀測紀錄表」繪製出歷年颱風、104 年杜鵑颱風、104 年巨爵颱風、105 年尼伯特颱風、105 年莫蘭蒂颱風、105 年馬勒卡颱風、105 年梅姬颱風、105 年艾利颱風、105 年海馬颱風、106 年尼莎颱風、106 年海棠颱風及 106 年天鴿颱風之浪襲路段浪高及臺東浮標示性波高(如圖 3.18-圖 3.28)，觀測波高為駐守人員依海平面高度所觀測到之波高高度並依照封路之判斷依據參考表進行封路的設定，而對應前述表 2.1 由新聞所蒐集到相關浪襲公路事件中是相符的。

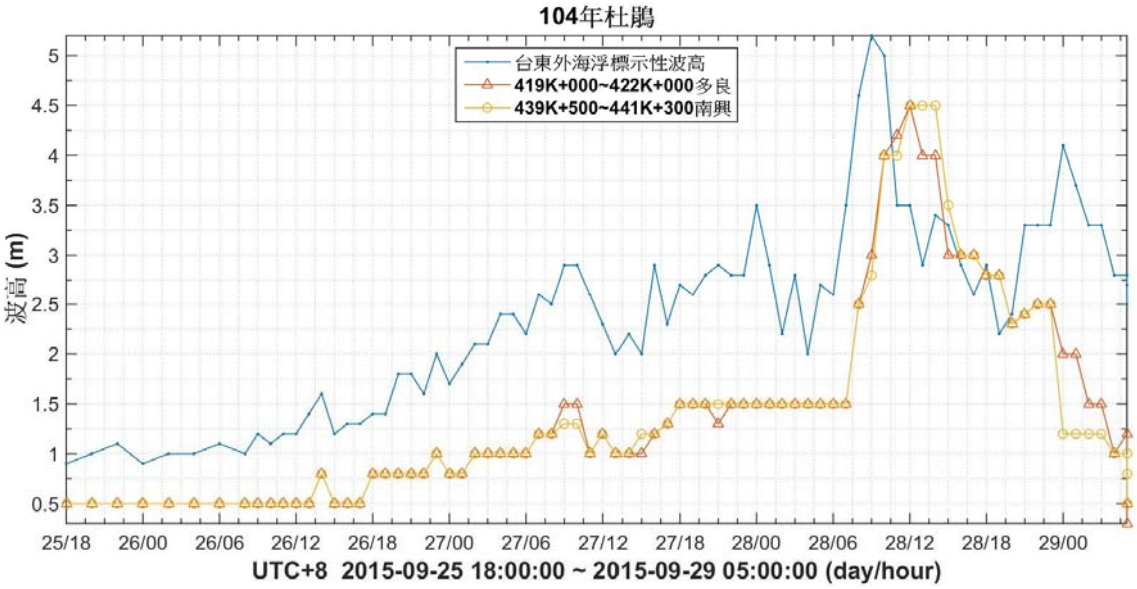


圖 3.18 104 年杜鵑颱風浪襲路段觀測波高及臺東浮標示性波高

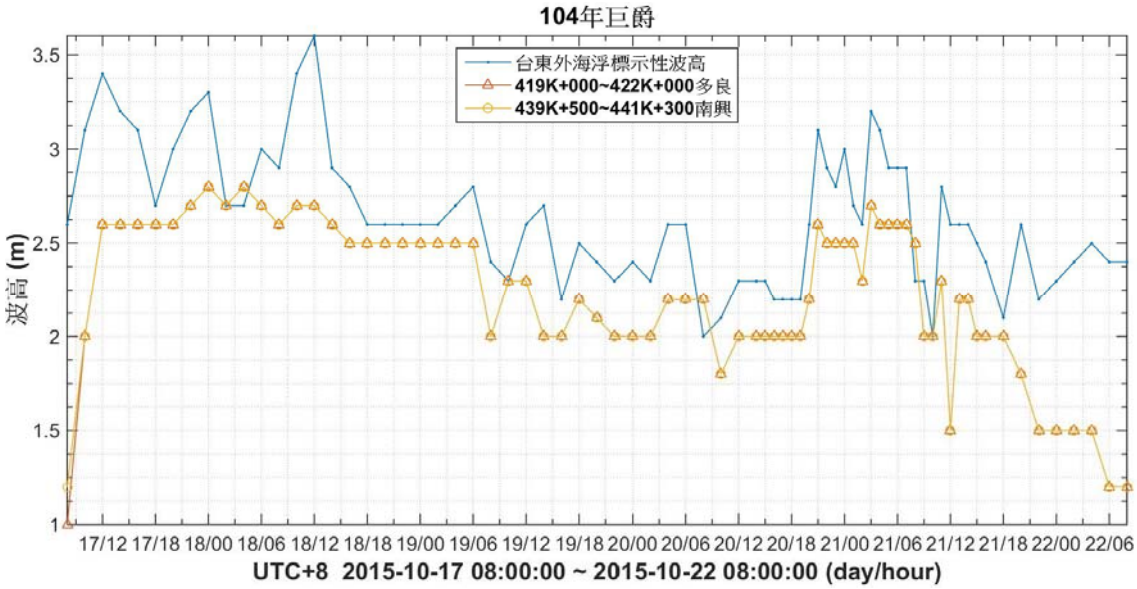


圖 3.19 104 年巨爵颱風浪襲路段觀測波高及臺東浮標示性波高

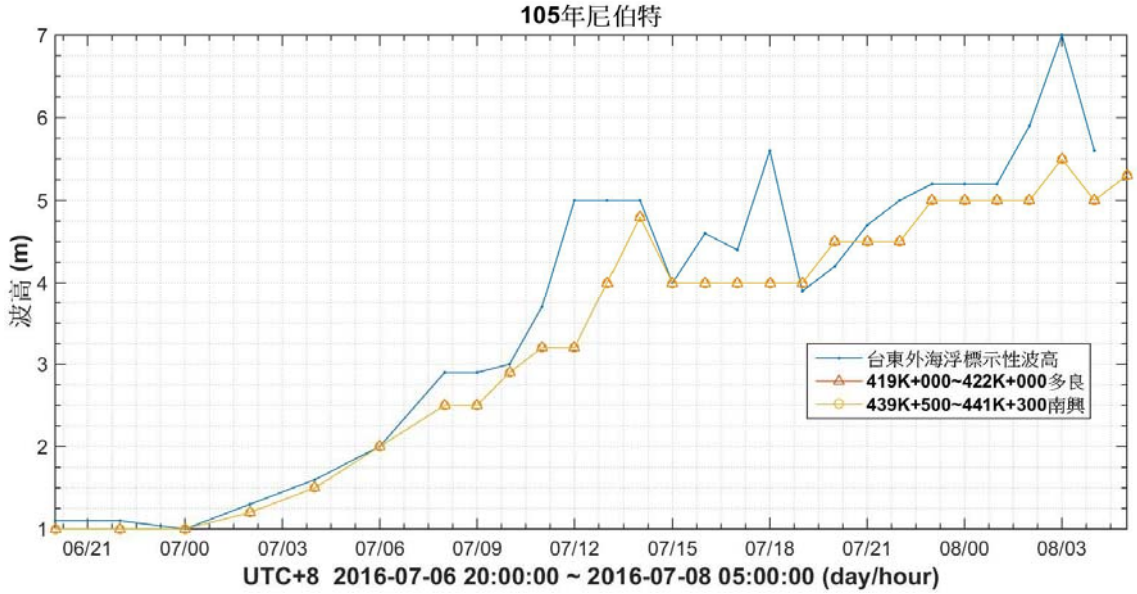


圖 3.20 105 年尼伯特颱風浪襲路段觀測波高及臺東浮標示性波高

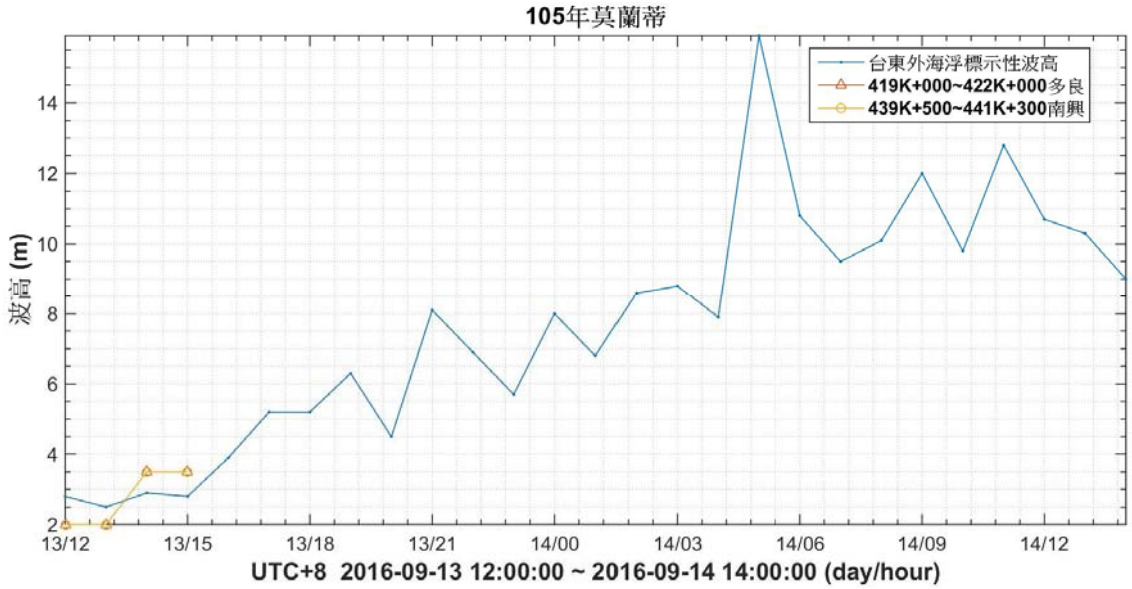


圖 3.21 105 年莫蘭蒂颱風浪襲路段觀測波高及臺東浮標示性波高

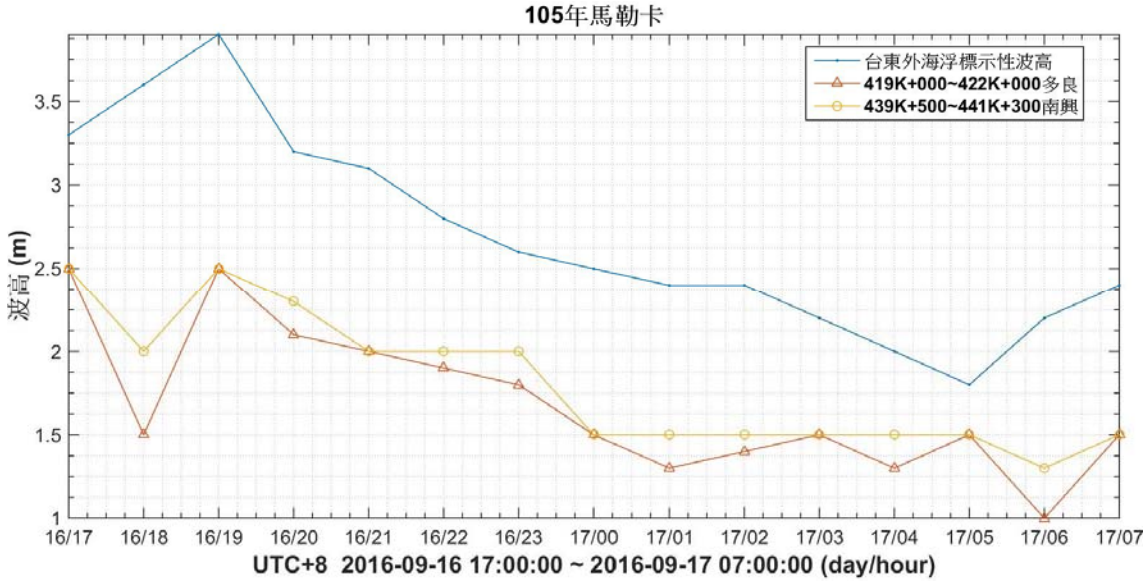


圖 3.22 105 年馬勒卡颱風浪襲路段觀測波高及臺東浮標示性波高

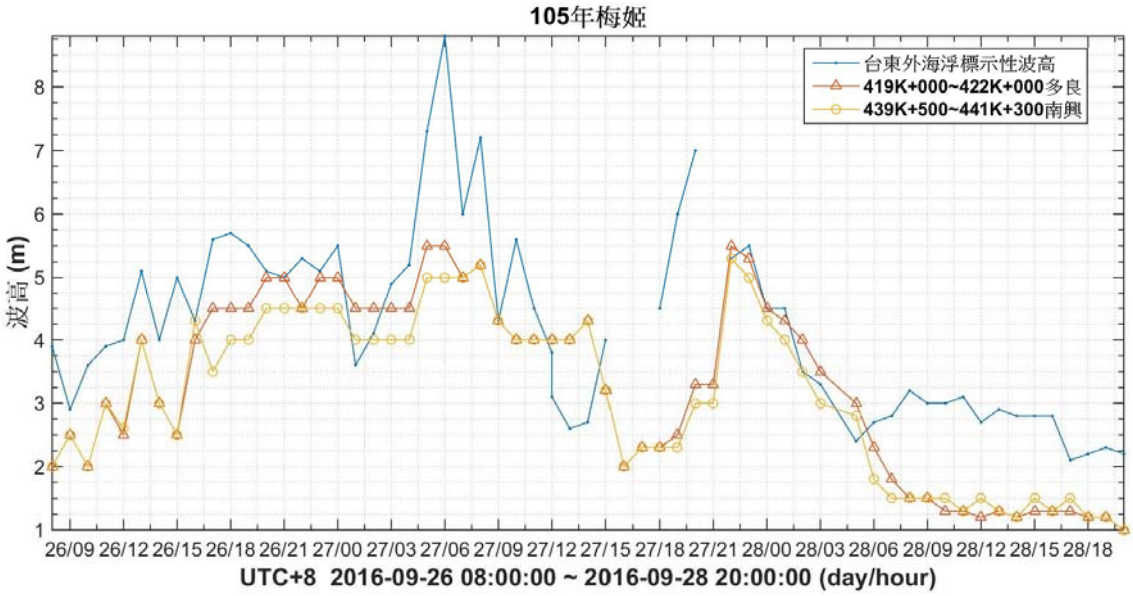


圖 3.23 105 年梅姬颱風浪襲路段觀測波高及臺東浮標示性波高

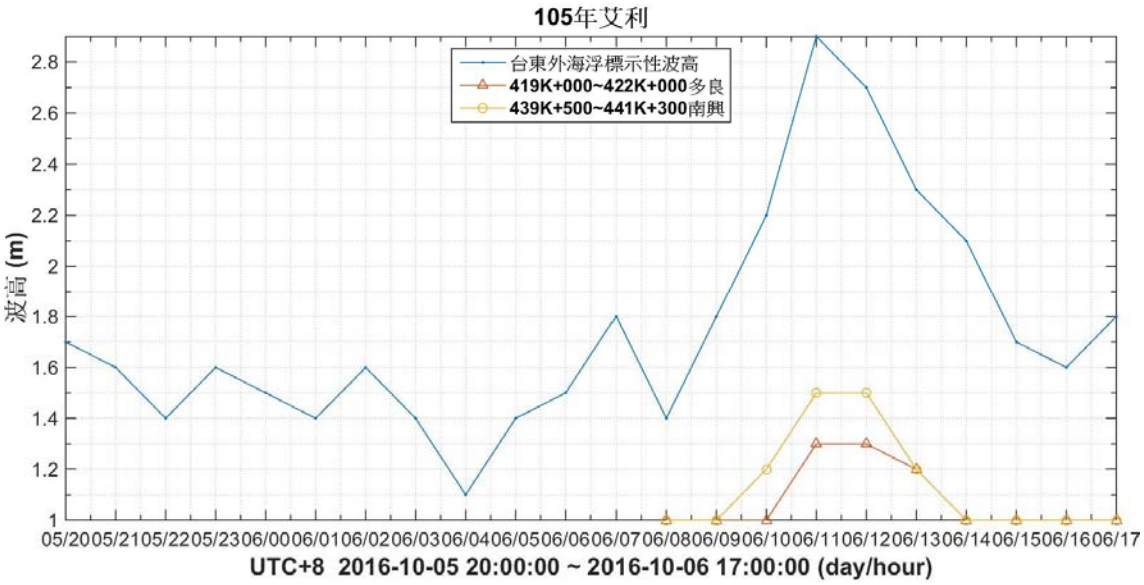


圖 3.24 105 年艾利颱風浪襲路段觀測波高及臺東浮標示性波高

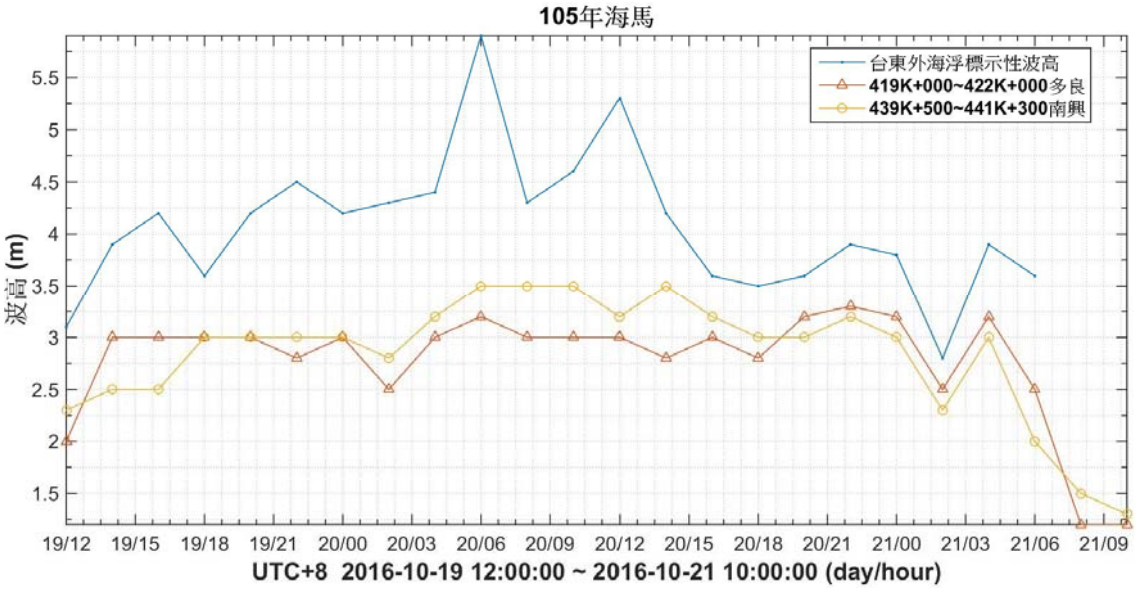


圖 3.25 105 年海馬颱風浪襲路段觀測波高及臺東浮標示性波高

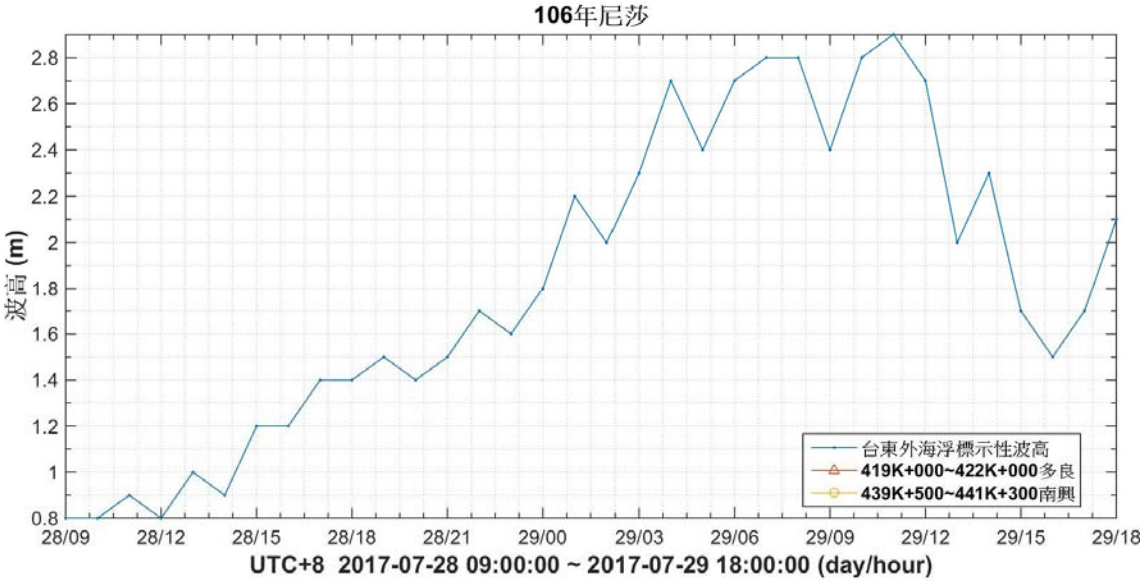


圖 3.26 106 年尼莎颱風浪襲路段觀測波高及臺東浮標示性波高

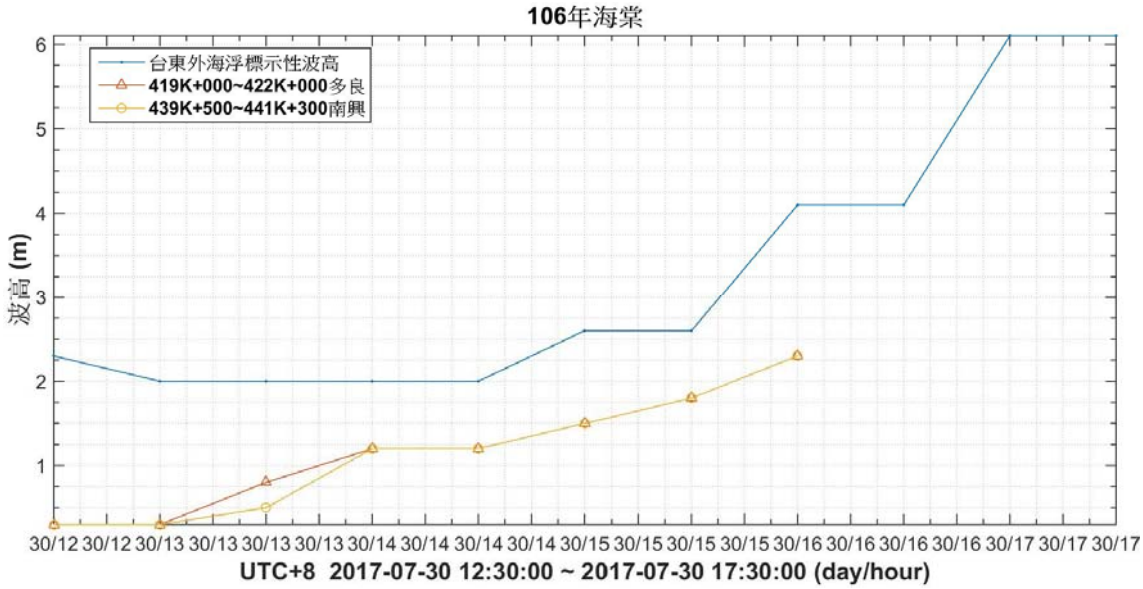


圖 3.27 106 年海棠颱風浪襲路段觀測波高及臺東浮標示性波高

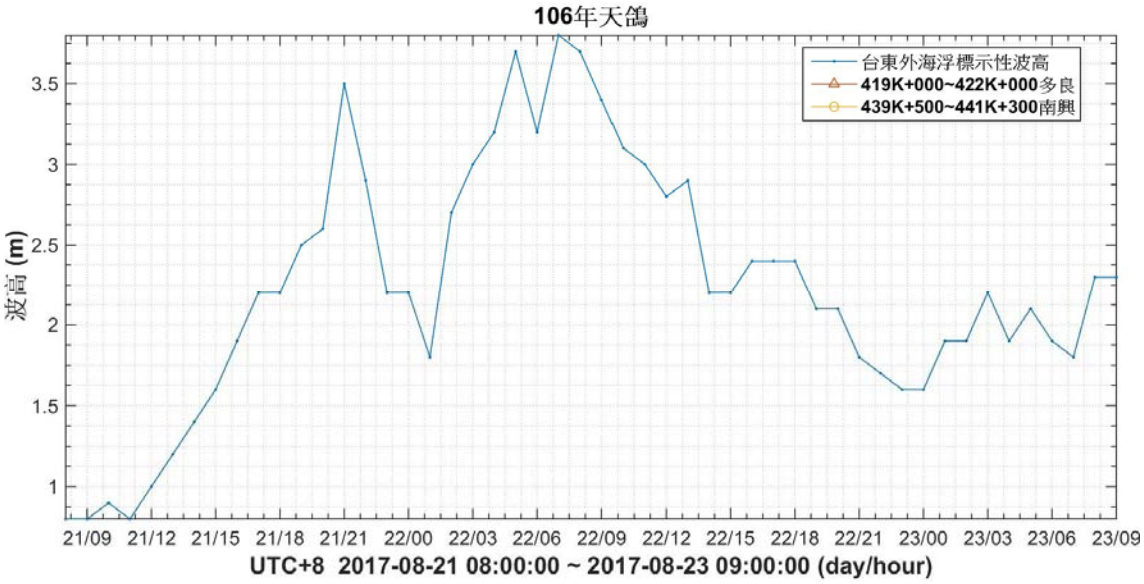


圖 3.28 106 年天鴿颱風浪襲路段觀測波高及臺東浮標示性波高

我們也在現場會勘時於南興段(441K+000)處，於道路靠近海側之擋土牆及護欄有發現有受波浪衝擊致使水泥塊剝落之情形(圖 3.29)，與交通部公路局第三區養護工程處大武工務段所提供之浪襲照片(圖 3.30)相符，可見衝擊力道，除了原本波浪的衝擊力外還有挾帶的漂砂及石塊，對公路安全造成影響，原本所設置之消波塊也因長期沖刷漸

沒落海中，因此研究中模式模擬不考慮消波塊以作為最差狀況之考量。

圖 3.29 南興段(440K+900)水泥護欄受波浪衝擊剝落情形，左圖為向北拍攝，右圖為向南拍攝

圖 3.30 南興段(441K+000)浪襲公路情形

一般而言，異常波浪即令一開始未碎，最終溯上造成死傷的過程也可能碎波。在強烈的混合攪動下，流體不可避免會呈紊流狀態。因此欲以數值模擬異常波浪，必須考慮相關的紊流特徵。

眾所周知，紊流問題是著名科學家海森堡(W. Heisenberg)打算見到上帝時要問祂的兩大疑問之一，其困難可以想見。就理論來說，至今還沒有一個較為成熟的紊流理論，許多基本問題還不能用紊流理論來圓滿地解釋，只能運用半經驗公式來解決。這些半經驗公式就包括著名的普朗特(L. Prantle)混合長度理論與馮卡門(T. von. Karman)常數 $k \approx 0.4$ 對紊流問題求解的計算強度很高，按其網格大小可分為雷諾平均納維爾－史托克斯(Reynolds Averaged Navier Stokes, RANS)方程式、大渦模擬(Large Eddy Simulation, LES)和直接數值模擬(Direct Numerical Simulation, DNS)三大類。

直接數值模擬（DNS）掌握了所有尺度的紊流運動，所以不需要對

最小的尺度建立另外的模式。此法非常耗費計算資源，即使用最現代的電腦都可能無法完全處理所有尺度的紊流；故即令電腦性能在接下來的數十年間持續發展，一般研究者可能仍難以完全實行模擬。因此，對於最小尺度紊流運動以次網格模式來代替還是有必要的；此乃大渦流模擬（LES）所以應運而生的理由。

LES 數值模擬中，小的渦流被濾掉並用次網格尺度模式來代表，而大的、具有更多能量的渦流則可加以模擬。該方法比 DNS 解所需要的網格粗得多，但是通常比 RANS 模式需要更細化的網格。由於紊流運動結構的複雜性以及電腦運算速度的限制，大渦模擬(LES)和直接數值模擬(DNS)還很少用於一般工程上紊流流場的計算。再者，大部分我們有興趣的平均流動都屬於雷諾平均納維爾－史托克斯方程式(RANS)能夠模擬的尺度範圍。因此，一般工程問題中紊流流場的計算多通過求解 RANS 方程式來進行數值模擬。

RANS 方程式是雷諾(O. Reynolds)於 1894 年推導求得，也是模擬紊流最古老的方法。此法將流體運動的各物理量表達為一個平均值和一個擾動值的和，代入原始的納維爾－史托克斯(Navier-Stokes, N-S)方程式後再取平均，從而得到關於平均物理量的控制方程式，即所謂雷諾平均納維爾－史托克斯(Reynolds Averaged Navier Stokes, RANS)方程式。此平均值為統計意義上的平均，或稱總體(ensemble)平均。RANS 方程式在動量方程式中會出現新的與擾動速度的二階相關之應力項，稱為雷諾應力。這個二階張量是新的未知量，其控制方程式於第四章 COBRAS 模式介紹將詳細介紹。

因為雷諾應力的存在，RANS 方程式不封閉，即方程式中的雷諾應

力還有耗散速率無法單純由 RANS 方程式進行求解；必須引入其他的方程式，使整個方程組中方程式個數與未知量個數相等才能求解，此過程一般即是以一紊流模式來封閉方程組。

最常見的紊流模式是$k-\varepsilon$模式，此為最簡單的完整紊流模式，包含兩個方程式，並要另外解兩個變數k與ε：其中k是紊流動能，ε是動能耗散率。由於$k-\varepsilon$ 模式具有很好的收斂速率和相對較低的記憶體要求，因此在許多工程應用中都頗受歡迎。自從 Launder 和 Spalding 於 1974 年提出此法之後，$k-\varepsilon$模式就變成紊流流場計算的主要工具；其適用範圍廣、耗費計算資源相對經濟，且有合理的精度，因此在實際問題的模擬有十分廣泛的應用。$k-\varepsilon$模式也屬於從實驗現象中歸納出來的半經驗公式。

本文須求解 RANS 方程式，並須結合一紊流模式(如$k-\varepsilon$模式)來封閉方程組，故經仔細評估後，決定使用 COBRAS (COrnell BReaking wave And Structure)流體模式。

第四章 異常波浪容易致災區段之波浪溯上與溢淹數值模式建立

臺灣東部海岸地區與海岸公路可能受到颱風波浪或異常浪等長波侵襲，而造成重大災害。在 2015 年蘇迪勒颱風於台 9 線長浪襲擊致使駕駛車輛擋風玻璃破裂。2016 年莫蘭蒂颱風於台 9 線的南興和多良段部分同樣發生長浪的浪花沖擊到馬路的狀況。本文挑選台 9 線多良段 417K+715 到 419K+862 之間地勢較低的區段為目標，建立異常波浪容易致災之區段的長浪溯上數值模式，透過模擬可了解在何種波浪條件之下可能遭受的威脅，可提供公路單位作為道路通行安全的評估和道路暫時封閉的參考。

4.1 COBRAS 模式介紹

本文使用的 COBRAS (COrnell BReaking wave And Structure)流體模式以美國 Los Alamos 國家實驗室發展的二維不可壓縮流體的數值模式「RIPPLE」(Kothe 等人，1991)為基礎，經過 Lin 和 Liu 修改後的版本。模式為 2 維垂直方向(2DV)的水動力模式，可用來計算波浪與結構物的交互作用 (Lin and Liu，1998)，以及波浪與孔隙介質的交互作用 (Liu 等人，1999)。模式的程式碼以 FORTRAN 撰寫而成。

本模式主要求解 Raynolds Averaged Navier Stokes (RANS)方程式，並結合非線性 k-ε 紊流模式來求得紊流動能 k 及紊流消散率 ε。模式特徵包括以流體體積法(Volume of Fluid，VOF)來描述流體在自由表面的變化。另外可按研究的需求在不同區域設定可變的網格解析。根據模式的輸出結果可得知模擬過程中的壓力、渦度、紊流黏滯力、動能、紊

流消散、流速、自由表面的構成、質量守恆或和水漫(overtopping)的體積。

以二維不可壓縮且黏性流動之牛頓流體假設條件下，其 RANS 控制方程式如前章 3.1：

連續方程式：

$$\frac{\partial<u_i>}{\partial x_i}=0 \tag{4.1}$$

動量方程式：

$$\frac{\partial<u_i>}{\partial t}+<u_j>\frac{\partial<u_i>}{\partial x_j}=-\frac{1}{\boldsymbol{\rho}}\frac{\partial<p>}{\partial x_i}+g_i+\frac{1}{\boldsymbol{\rho}}\frac{\partial<\boldsymbol{\tau}_{ij}>}{\partial x_j} \tag{4.2}$$

其中 i 和 j =1 或 2 ，分別代表水平方向和垂直方向。u_i 代表第 i 個方向分量的流速。$\boldsymbol{\rho}$ 和 p 各為密度和壓力。g_i表示第 i 個方向分量的重力加速度。$\boldsymbol{\tau}_{ij}$為黏滯應力。<> 符號代表時間平均。另外：

$$<\boldsymbol{\tau}_{ij}>=2\boldsymbol{\mu}S_{ij}+\boldsymbol{\rho}<u_i'u_j'> \tag{4.3}$$

$$S_{ij}=\frac{1}{2}\left(\frac{\partial<u_i>}{\partial x_j}+\frac{\partial<u_j>}{\partial x_i}\right) \tag{4.4}$$

其中$\boldsymbol{\mu}=\boldsymbol{\nu\rho}$為動力黏滯係數，而$\boldsymbol{\nu}$為動能黏滯係數，$S_{ij}$為剪應變率張量，$u_i'$ 和 u_j' 各代表流速在 i 和 j方向分量的瞬時擾動量，$<u_i'u_j'>$為雷諾應力(Reynolds stress)。

另外 k-ε 紊流閉合模式的控制方程如下：

$$\frac{\partial k}{\partial t}+<u_j>\frac{\partial k}{\partial x_j}=\frac{\partial}{\partial x_j}\left[\left(\frac{\boldsymbol{\nu}_t}{\boldsymbol{\sigma}_k}+\boldsymbol{\nu}\right)\frac{\partial k}{\partial x_j}\right]-<u_i'u_j'>\frac{\partial<u_i'>}{\partial x_j}-\boldsymbol{\varepsilon} \tag{4.5}$$

$$\frac{\partial\boldsymbol{\varepsilon}}{\partial t}+<u_j>\frac{\partial\boldsymbol{\varepsilon}}{\partial x_j}=\frac{\partial}{\partial x_j}\left[\left(\frac{\boldsymbol{\nu_t}}{\boldsymbol{\sigma_\varepsilon}}+\boldsymbol{\nu}\right)\frac{\partial\boldsymbol{\varepsilon}}{\partial x_j}\right]+2C_{1\boldsymbol{\varepsilon}}\frac{\boldsymbol{\varepsilon}}{k}\boldsymbol{\nu_t}S_{ij}\frac{\partial<u_i>}{\partial x_j}-C_{2\boldsymbol{\varepsilon}}\frac{\boldsymbol{\varepsilon}^2}{k} \tag{4.6}$$

其中

$k=\frac{1}{2}<u_i'u_j'>$ 為紊流動能 (turbulence kinetic energy)

$\boldsymbol{\varepsilon}=\boldsymbol{\nu}<\left(\frac{\partial u_i'}{\partial x_k}\right)^2>$ 為紊流消散率 (turbulence dissipation rate)

$\boldsymbol{\nu}_t=C_d\frac{k^2}{\boldsymbol{\varepsilon}}$ 為渦流黏度 (eddy viscosity)

$$C_d=\frac{2}{3}\left(\frac{1}{7.4+\mathrm{S_{max}}}\right) \tag{4.7}$$

$$\mathrm{S_{max}}=\frac{\boldsymbol{\varepsilon}}{k}max\left(\left|\frac{\partial<u_i>}{\partial x_i}\right|\right) \tag{4.8}$$

另外根據 Rodi (1980)的建議值，在此將$\boldsymbol{\sigma}_k$、$\boldsymbol{\sigma}_{\boldsymbol{\varepsilon}}$、$C_{1\boldsymbol{\varepsilon}}$、$C_{2\boldsymbol{\varepsilon}}$四個經驗參數設定為 1.0、1.3、1.44 以及 1.92。

紊流模式根據渦流黏度的特性提供以下兩種型式來表示雷諾應力。

1.當渦流黏度為線性且具等向性：

$$<u_i'u_j'>=-2\boldsymbol{\nu}_tS_{ij}+\frac{2}{3}k\delta_{ij} \tag{4.9}$$

2.當渦流黏度為非等向性：

$$<u_i'u_j'>=\frac{2}{3}k\boldsymbol{\delta}_{ij}-C_d\frac{k^2}{\boldsymbol{\varepsilon}}\left(\frac{\partial<u_i>}{\partial x_j}+\frac{\partial<u_j>}{\partial x_i}\right)-\frac{k^3}{\boldsymbol{\varepsilon}^2}\left[C_1\left(\frac{\partial<u_i>}{\partial x_l}\frac{\partial<u_l>}{\partial x_j}+\frac{\partial<u_j>}{\partial x_l}\frac{\partial<u_l>}{\partial x_i}-\frac{\partial<u_l>}{\partial x_k}\frac{\partial<u_k>}{\partial x_l}\boldsymbol{\delta}_{ij}\right)+C_2\left(\frac{\partial<u_i>}{\partial x_k}\frac{\partial<u_j>}{\partial x_k}-\frac{1}{3}\frac{\partial<u_l>}{\partial x_k}\frac{\partial<u_l>}{\partial x_k}\boldsymbol{\delta}_{ij}\right)+C_3\left(\frac{\partial<u_k>}{\partial x_i}\frac{\partial<u_k>}{\partial x_j}-\frac{1}{3}\frac{\partial<u_l>}{\partial x_k}\frac{\partial<u_l>}{\partial x_k}\boldsymbol{\delta}_{ij}\right)\right] \tag{4.10}$$

其中

$\boldsymbol{\delta}_{ij}$ 為 Kronecker delta 函數

$$C_1 = \frac{1}{185.2 + \mathrm{D}_{\max}^2}$$

$$C_2 = \frac{1}{58.5 + \mathrm{D}_{\max}^2}$$

$$C_3 = \frac{1}{370.4 + \mathrm{D}_{\max}^2}$$

$$\mathrm{D}_{max} = \frac{k}{\boldsymbol{\varepsilon}} \max\left(\left|\frac{\partial < u_i >}{\partial x_j}\right|\right)$$

當 $C_1 = C_2 = C_3 = 0.0$ 時，可由非等向性簡化成等向性的形式。由於渦流黏滯性在線性及等向性的條件下，當流場出現較複雜的紊流時，可能無法正確表現非等向性渦流的物理特性，所以本研究使用非等向性的渦流黏度。

4.2 數值地形

模式在多良段所使用的海域地形為海洋學門資料庫網格解析度 0.12 分之水深資料，如圖 4.1。陸域地形資料是由內政部地政司所提供之 5m 解析度 DEM(Digital Elevation Model)數值地形資料，其中平面座標採用內政部 1997 台灣大地基準(TWD97)，而高程座標則採用內政部 2001 台灣高程基準(TWVD2001)，其台九線多良段附近的地形如圖 4.2 所示。由於海、陸域的解析度不同，在此將海域地形資料的由經緯度座標轉 TWD97 座標後，再以內插方式生成與陸域地形相同解析度之數值地形。最後得到多良段附近的解析度 5m 海陸域整合地形如圖 4.3。

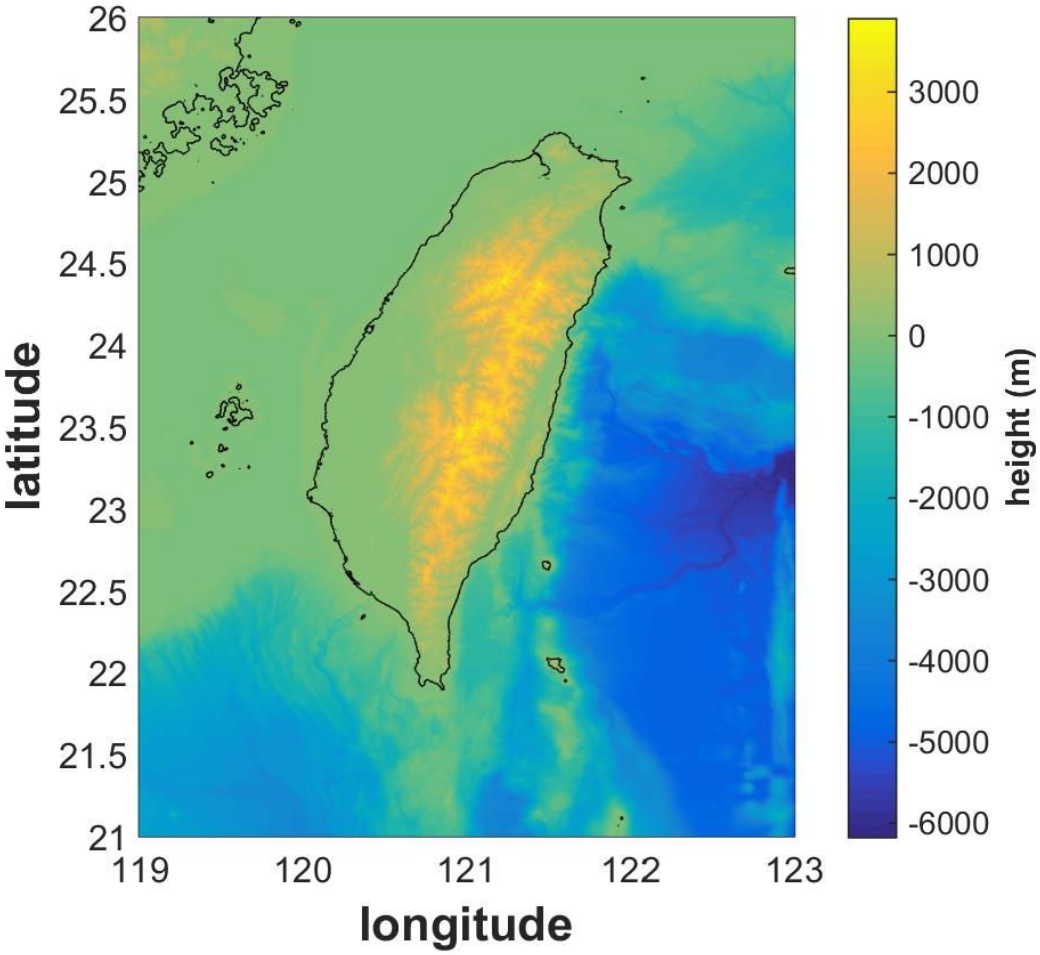


圖 4.1 海洋學門資料庫解析度 0.12 分之水深資料

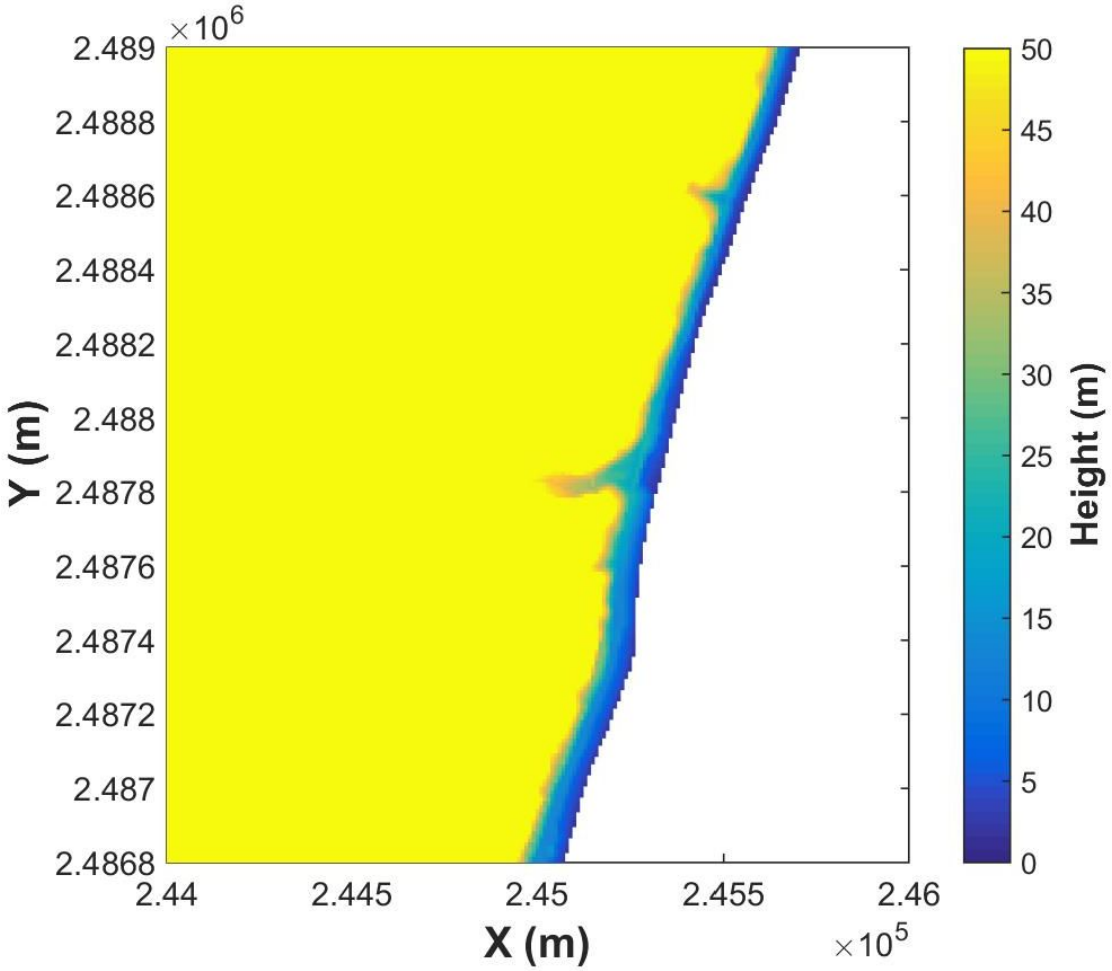


圖 4.2 台九線多良段附近 5m 解析度的內政部 DEM 數值地形

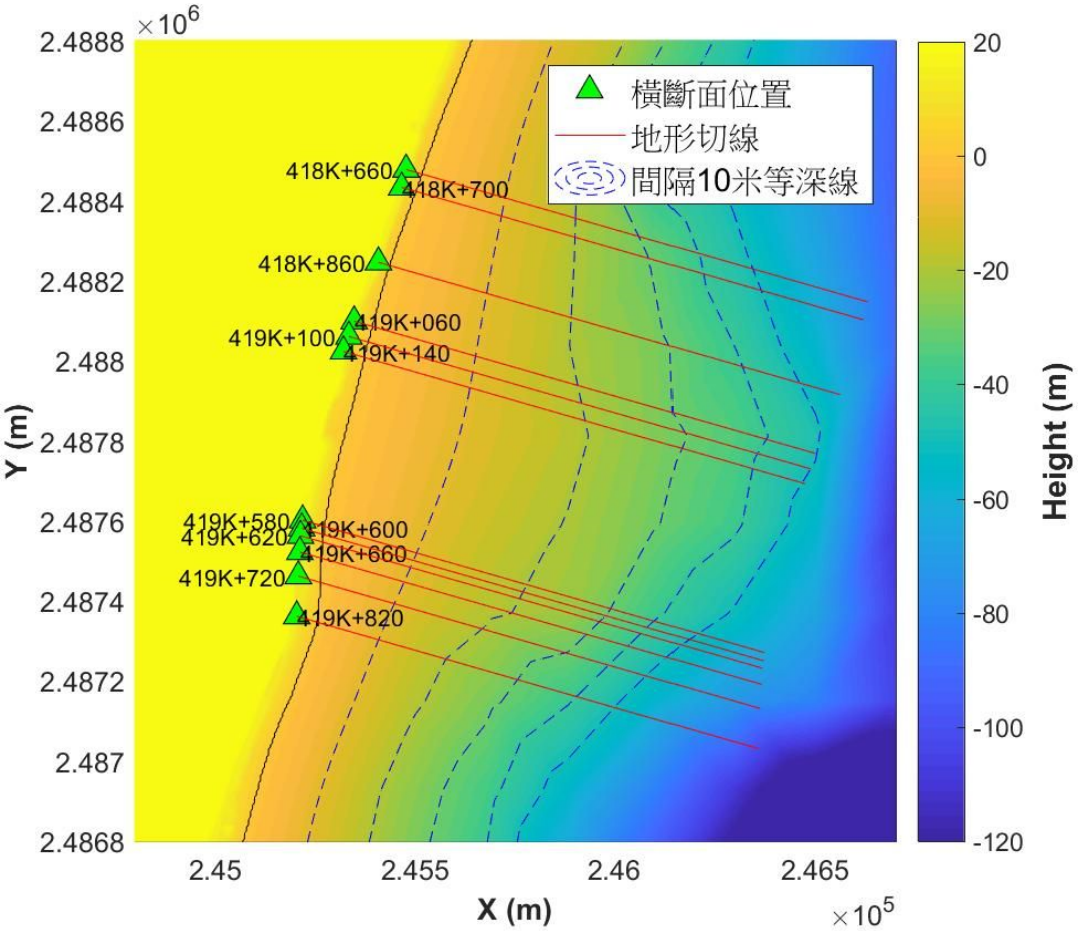


圖 4.3 台 9 線多良段附近之海陸域整合數值地形

本文根據公路局所提供的多良段(417K+715 至 419K+862)道路橫斷面圖資來繪製每個位置的道路平台近海側的大致高程，如圖 4.4。並從中選取的 418K+660 到 419K+140 以及 419K+580 到 419K+820 兩個高程較低的區間作為模擬目標。再從兩區間各挑選 6 個站進行波浪侵襲道路平台的模擬。選取的 12 站如圖 4.3 所標示的橫斷面位置(TWD97 座標)，以及圖 4.5 的 Google earth 標示(經緯度座標)。12 個站各取一離岸方向的切線，如圖 4.3 所示的紅色線。各站紅色切線的地形剖面參照圖 4.6。

在此僅取水深介於 0 到 32 公尺的區域作為模式使用的海域地形，並從深度 32 公尺的位置往離岸方向延伸 8 個波浪週期所能傳播的水平

距離作為入射波區。以 418K+660 站及波浪週期 10 秒為例，由於模式的波浪由左邊界入射，故先將地形左右翻轉後取深度 0 到 32 公尺的部分(x 座標約-600 到 0 m 區間)，再延伸一段入射波區(x 座標約-2000 到 -600 m 區間)，如圖 4.7。而陸域的道路平台地形則擷取自圖 4.8 的紅色虛線。多良段的道路寬度包含雙向的路肩和雙車道總共 18m，靠陸側的道路邊緣即為模式的右邊界。為了考慮比較嚴重的浪襲情況，所有模擬的地形從水深 5m 開始往陸地方向直到道路平台旁的擋土牆為止，將該區域地形皆調整為水深 5m 的平底海域。經過調整的 418K+660 站地形如圖 4.9 所示。

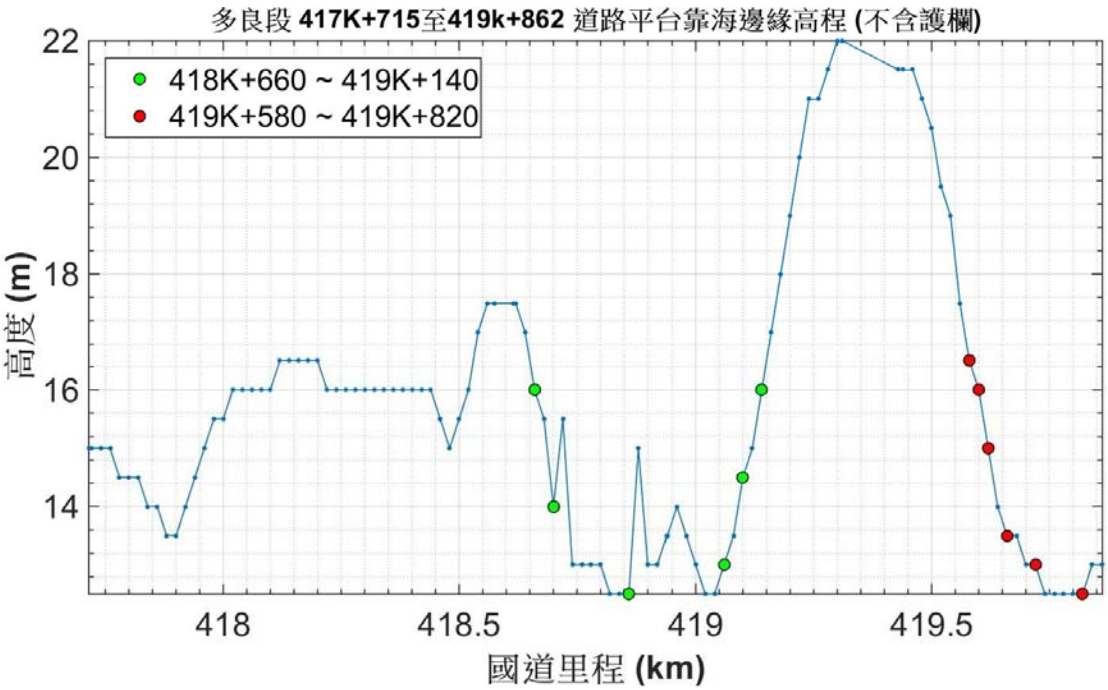


圖 4.4 多良段在 417K+715 到 419K+862 區間，靠海側的道路平台邊緣高程。

圖 4.5　Google earth 的 12 站位置。

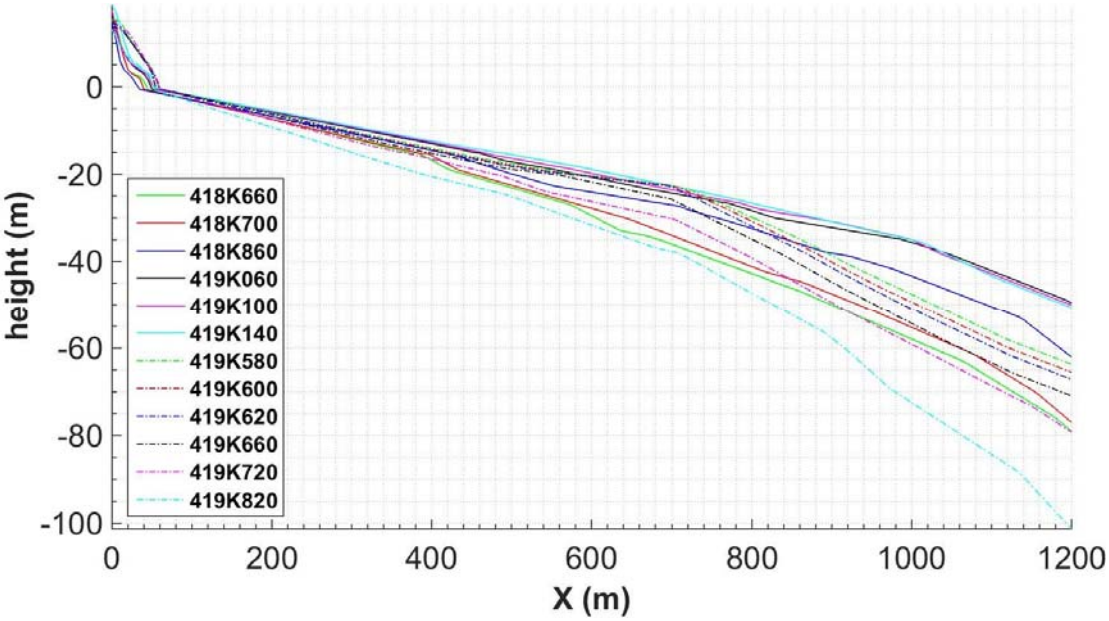


圖 4.6 12 個站的切線地形。

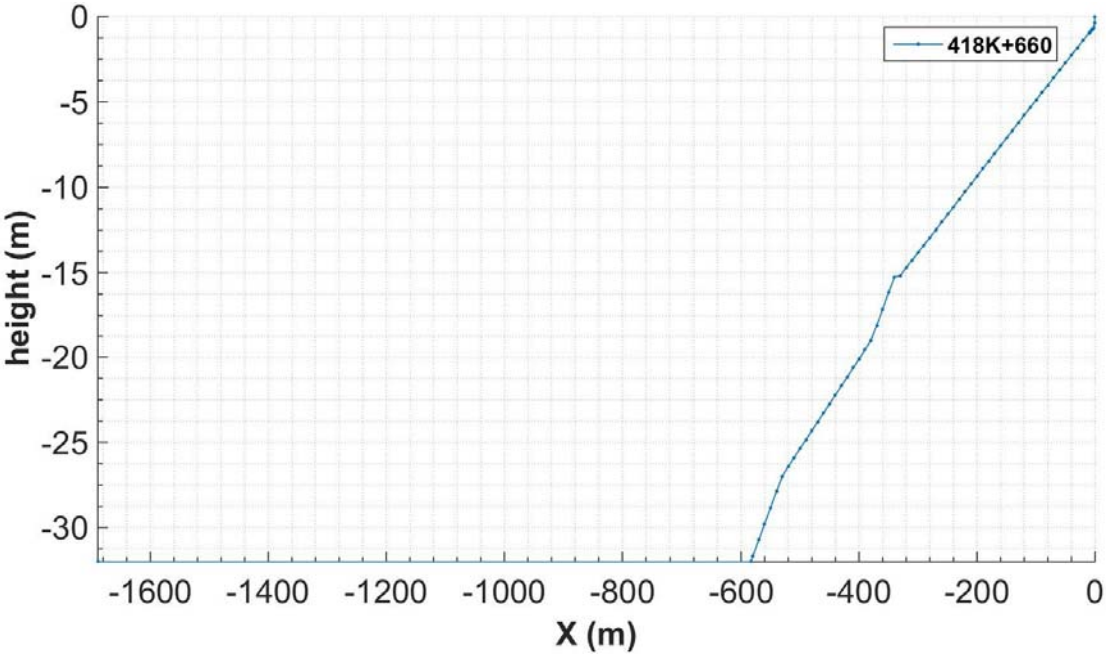


圖 4.7 418K+600 站的海域模式地形

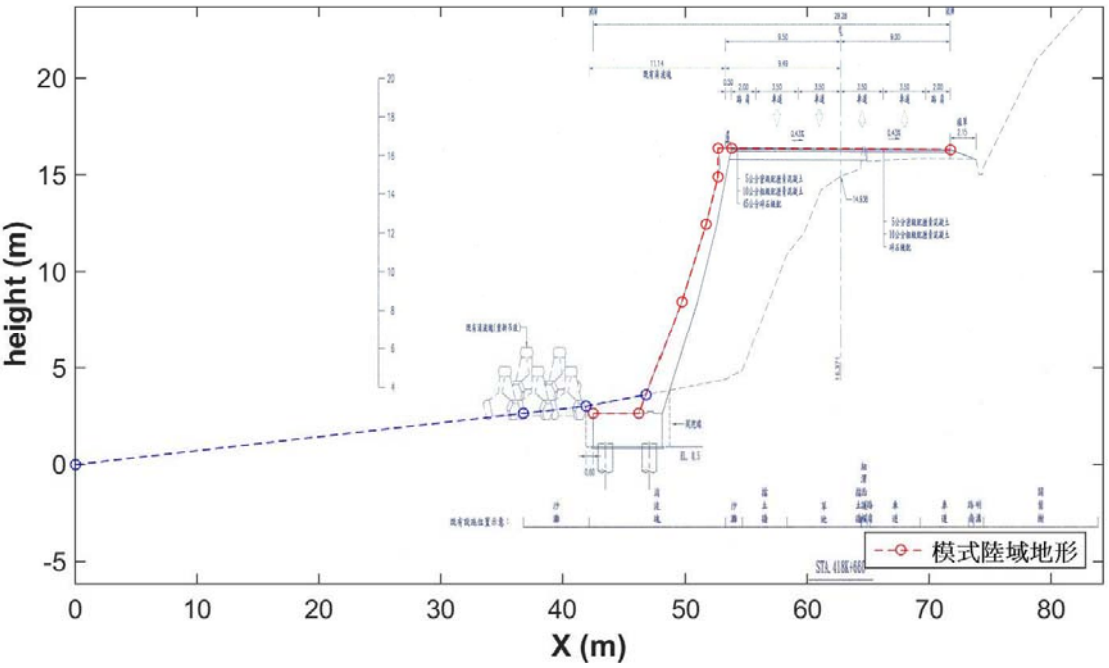


圖 4.8 418K+600 站橫斷面圖(紅色虛線模式內插使用的陸域地形)

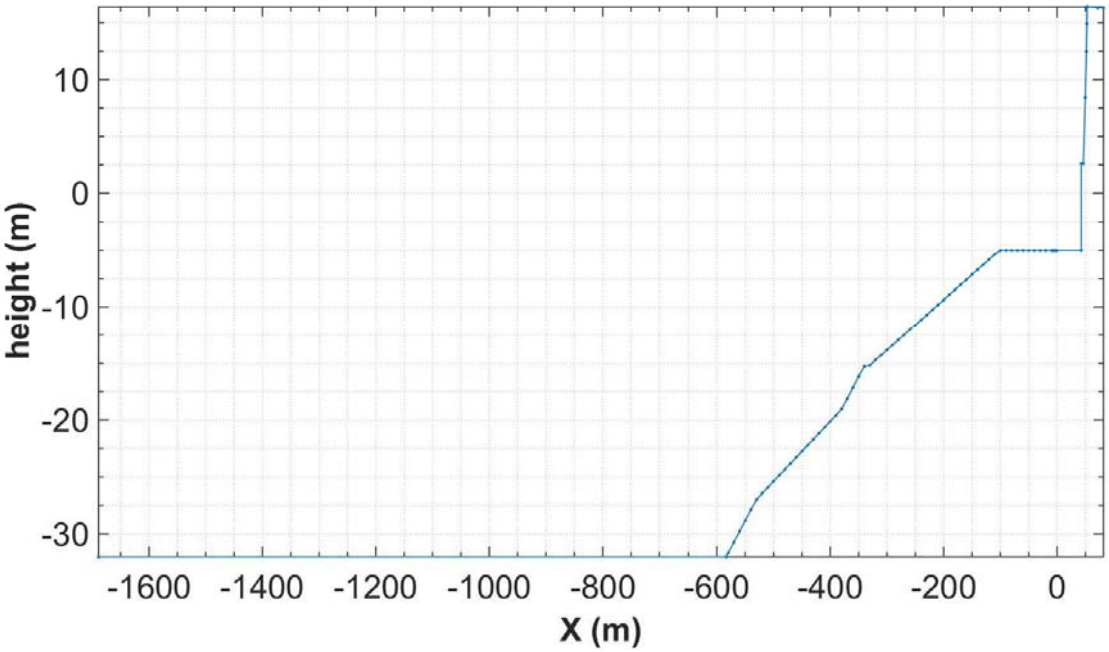


圖 4.9 418K+600 站提供模式內插使用的地形。

南興段的模式地形部分同樣參考公路局所提供的南興段道路橫斷面圖資。從中取出 439K+700、440K、440K+260、440K+500、440K+740、441K、441K+240 等 7 站來建立道路橫斷面的陸域地形，其位置如圖 4.10 的 Google earth 三角標示。南興段的海域地形則參照水利署台東海岸（尚武段）監測調查計畫（1/2）於 2008 年台東海岸南興段附近海域量測資料所繪製的等深圖(圖 4.11)。從等深圖中標示了 7 站的向岸方向地形切線，如圖 4.12。

各站的切線地形剖面如圖 4.13 所示。同樣取水深介於 0 到 32 公尺的區域作為模式使用的海域地形，並從深度 32 公尺的位置往離岸方向延伸 6 個波浪週期所能傳播的水平距離作為模式入射波區。以 440K+000 站且波浪週期 10 秒為例，由於模式的波浪由左邊界入射，故先將地形左右翻轉後取出深度 0 到 32 公尺的部分(x 座標約-2600 到 0 m 區間)，再延伸一段入射波區(x 座標約-3600 到-2600 m 區間)，如圖 4.14。而陸域的道路平台地形則擷取自圖 4.15 的橫斷面圖(參照紅色虛

線)。南興段的道路寬度包含雙向的路肩和雙車道總共 16m，靠陸側的道路邊緣即為模式的右邊界。考慮到較嚴重的浪襲情況，所有模擬的地形從水深 5m 開始往陸地方向直到道路平台旁的擋土牆為止，將該區域的地形調整為水深 5m 的平底海域。440K+000 站的地形經調整後如圖 4.16 所示。

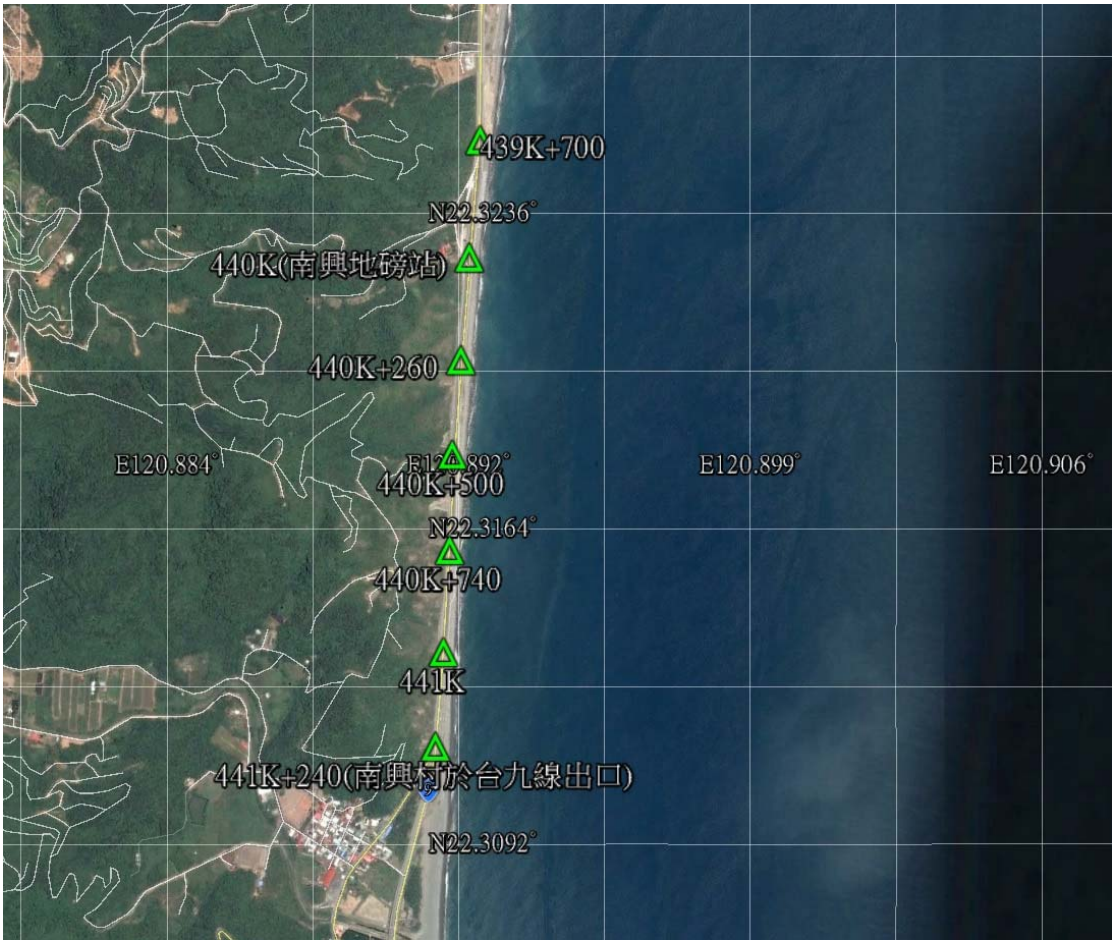


圖 4.10　Google earth 南興段 7 站位置(綠三角)。

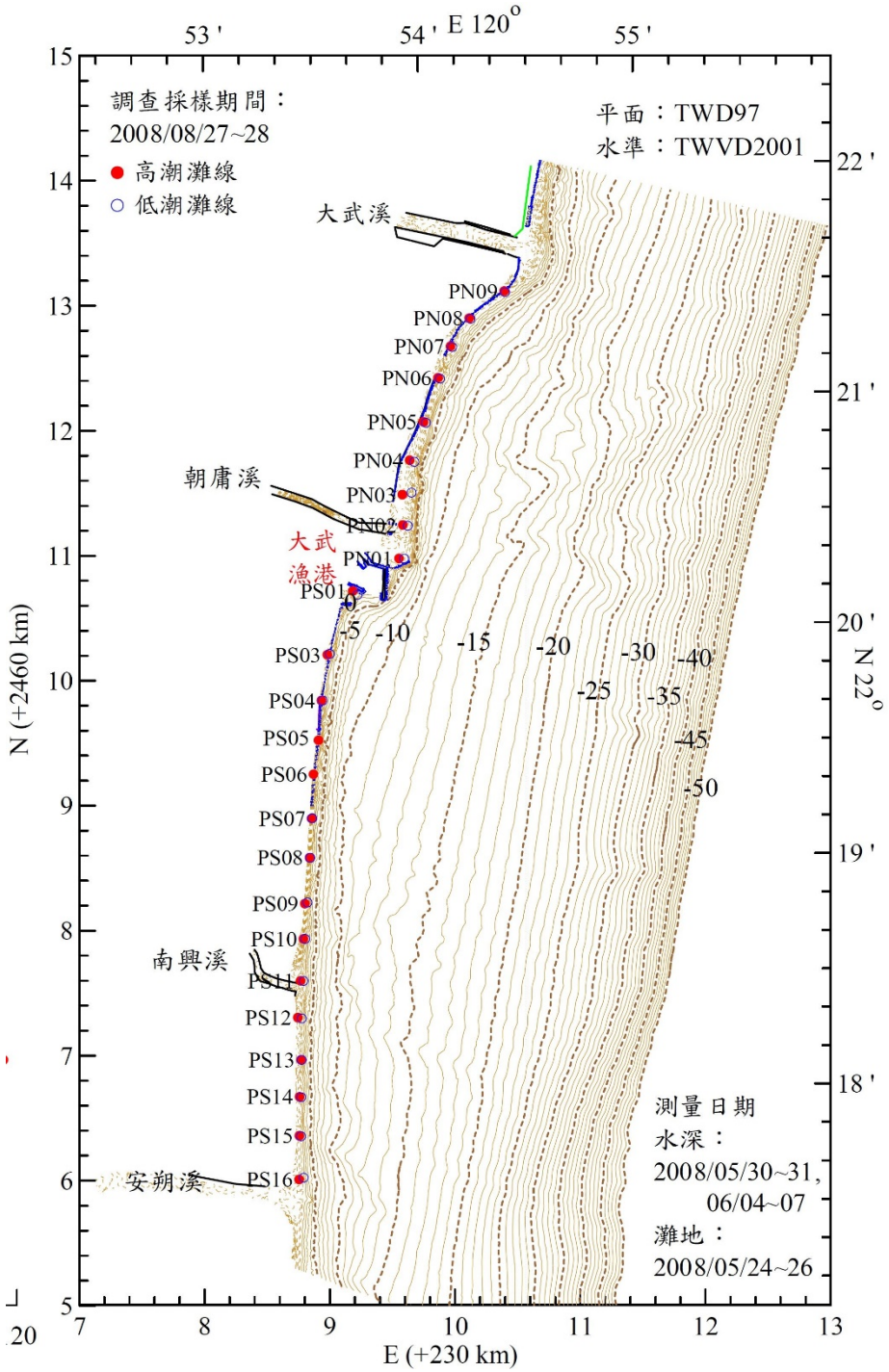


圖 4.11 水利署台東海岸（尚武段）監測調查計畫的等深圖。

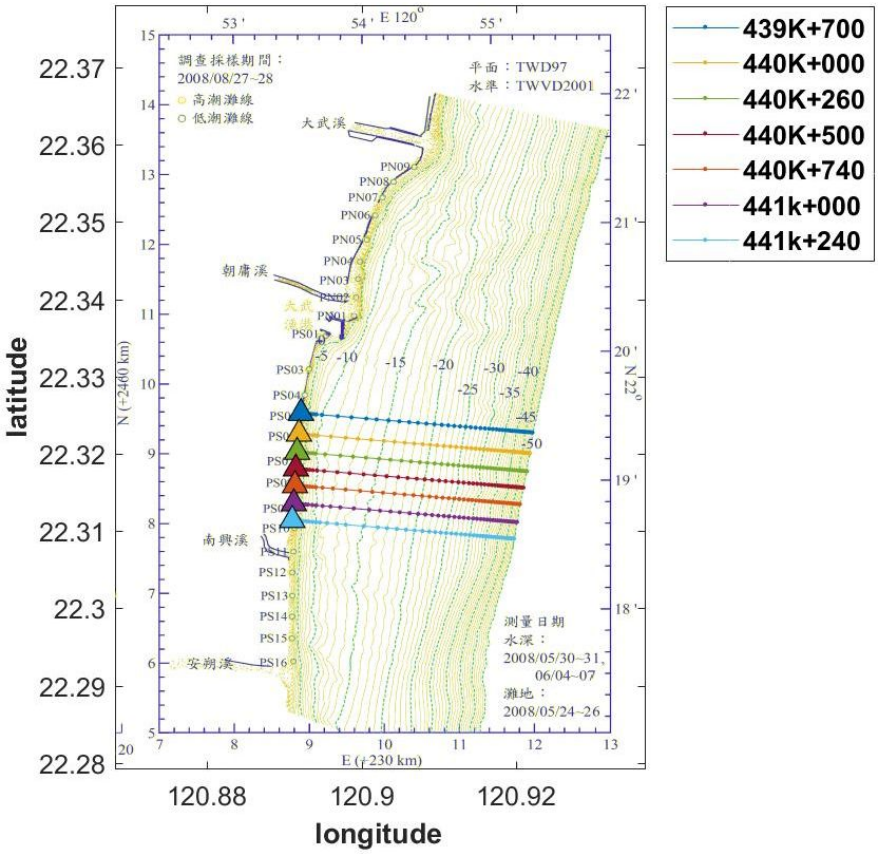


圖 4.12 南興段 7 站所取的向岸方向近岸地形切線

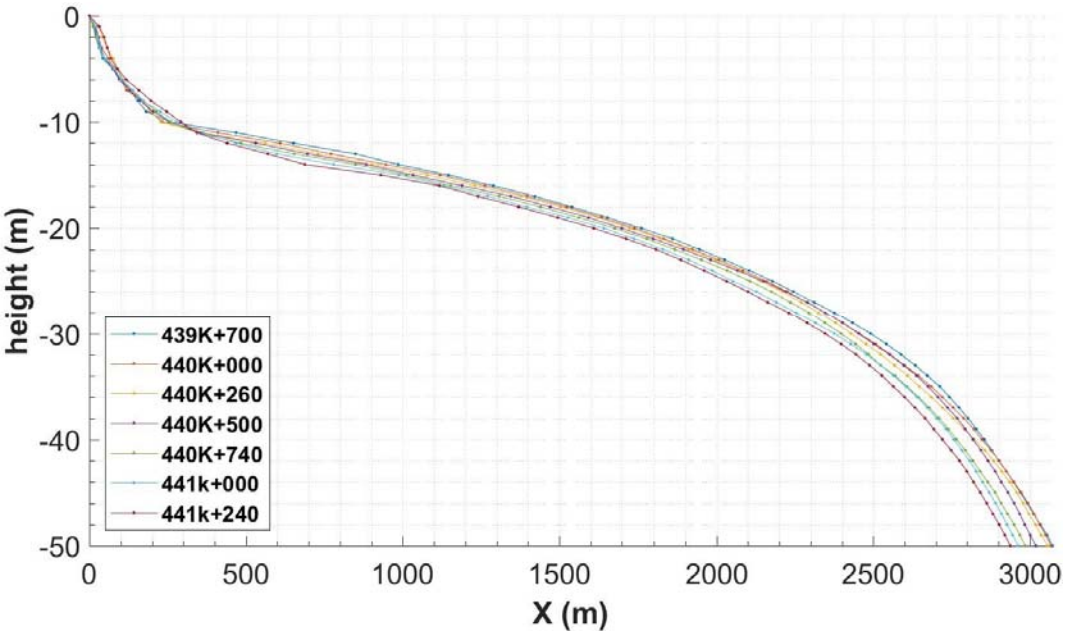


圖 4.13 南興段 7 站向岸方向的近岸地形

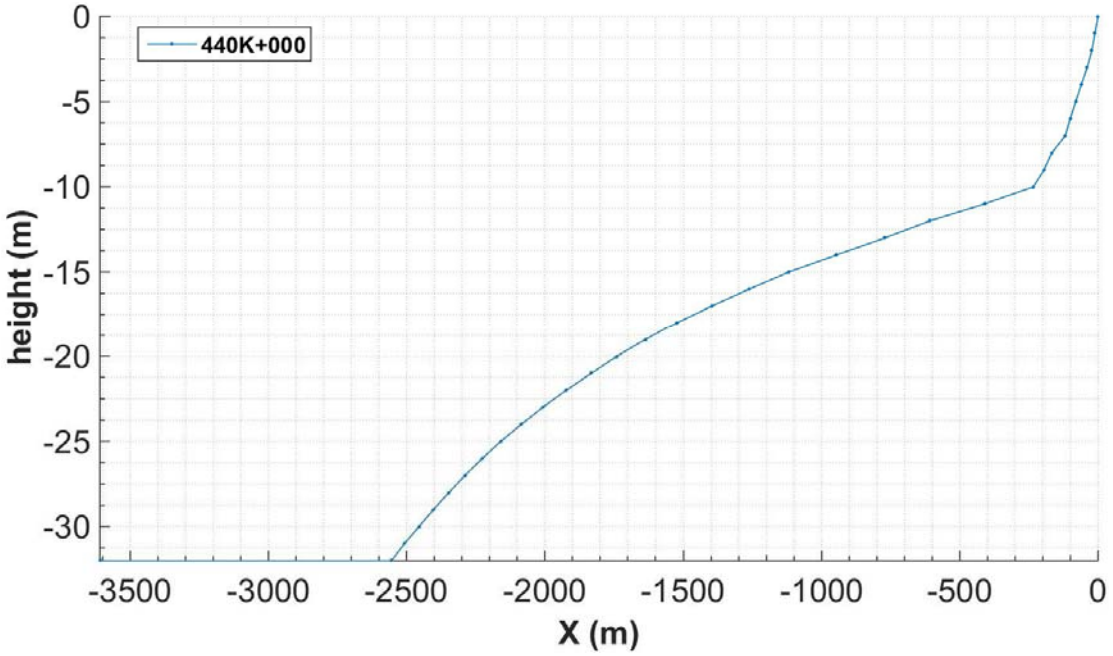


圖 4.14 南興段 440K+000 站的海域地形

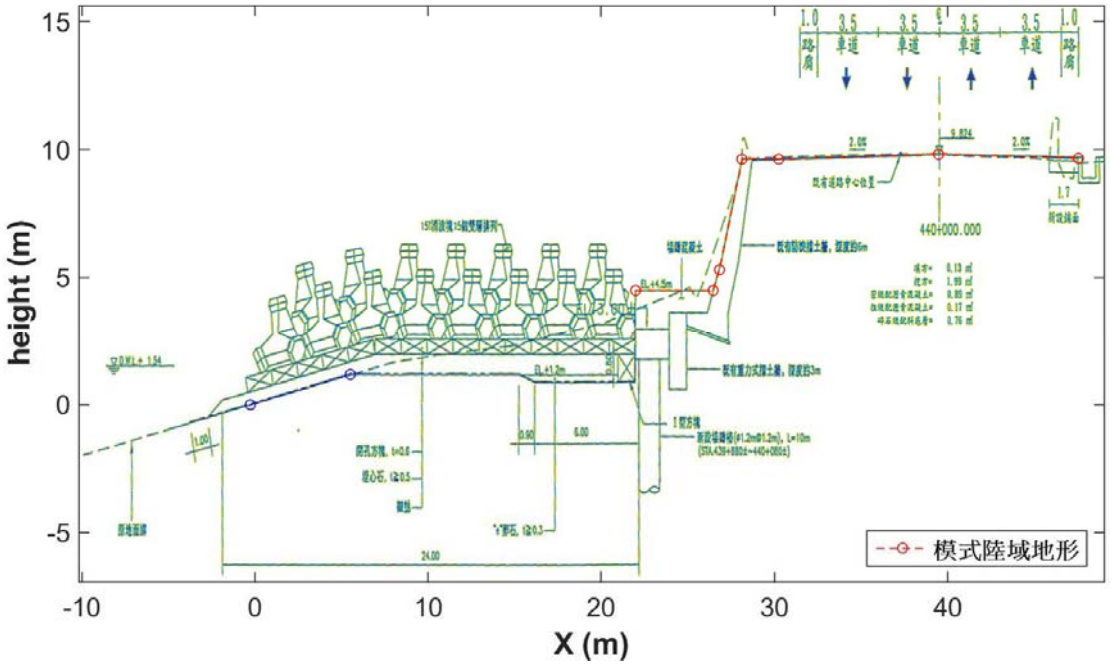


圖 4.15 南興段 440K+000 站橫斷面圖(取紅色虛線提供模式內插陸域地形)

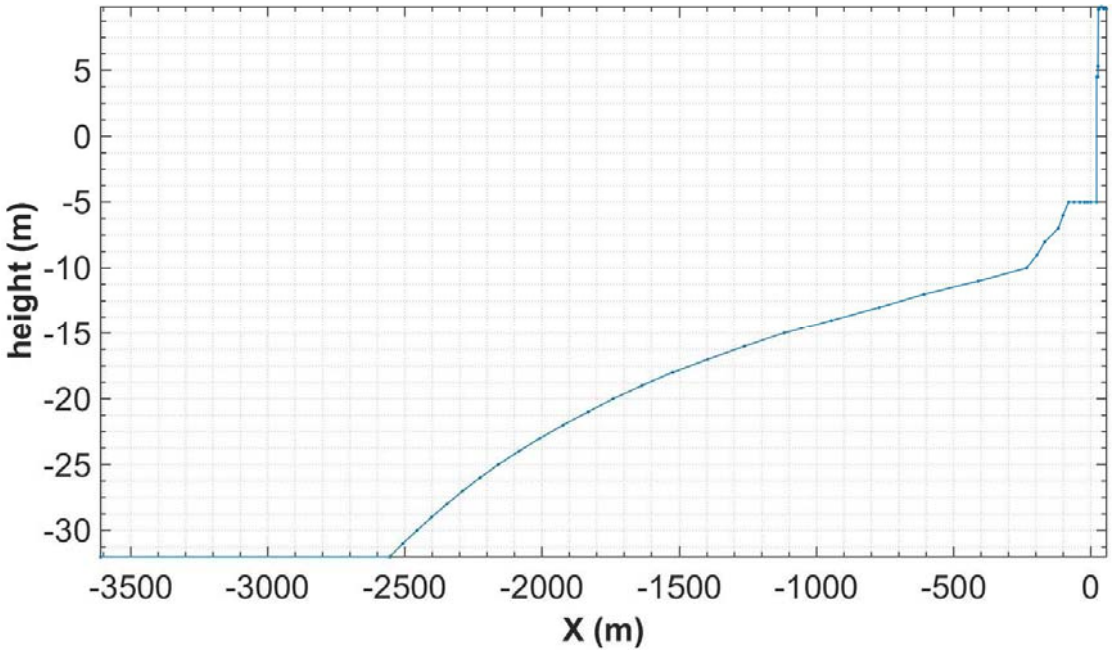


圖 4.16 南興段 440K+000 站提供模式內插使用的地形。

4.3 模式設定

模式區域水平 X 向和垂直 Y 向的範圍因每個站的地形差異而有所不同。網格解析度在 X 方向為 1m，而 Y 方向解析度除了入射波高為 5m 和 6m 時，解析度各為 0.3m、0.4m 之外，其他情況皆為 0.5m。模式的時間解析為調整式的時間步長，隨流速變化而不同。邊界條件的設定在頂部、海底以及右邊界(陸側)為牆，而左邊界(海側)使用連續的正弦波入射。模擬時間從第 1 個入射波進入模式區域開始，直到有 16 個入射波抵達道路平台旁的擋土牆之後結束。

圖 4.17 為氣象局發布的 2016 年尼伯特、莫蘭蒂、馬勒卡以及梅姬颱風歷史路徑，並從水利署位於臺東外海浮標(東經 121.14 度、北緯 22.722 度) 的逐時觀測資料中取出這 4 個颱風警報期間的示性波高和尖峰週期值如圖 4.18，台東浮標離南興和多良段的位置最近，所以沒有選擇較遠的花蓮港波浪統計資料作為上下限值的制定參考，由於接近百分之九十的示性波高都小於 6 公尺，再考慮異常波浪的定義一般

為兩倍示性波高以上。故在此將多良段模擬的入射波高上限訂在 12 公尺。而當入射波高達 9 公尺時，足以讓地勢較低的南興段在大部分的海況下發生平台溢淹，故以 9 公尺為上限。入射波高的下限值則是考慮當大部分的情況下不會發生平台溢淹為主。所以本文選擇 8、9、10、11 和 12m 等 5 種波高作為多良段的入射波高，而南興段則使用選擇 5、6、7、8 和 9m 等 5 種入射波高。波浪的入射週期皆使用 10 到 16 秒等 7 種週期，再搭配在-1.5 到 2m 範圍且間隔 0.5m 的初始水位作為潮位，對多良段 12 個站和南興段 7 個站進行浪襲道路的模擬，使用的情境條件如圖 4.19 和圖 4.20。所有模擬的初始條件為流速 0 且無擾動單一水位的水平面。

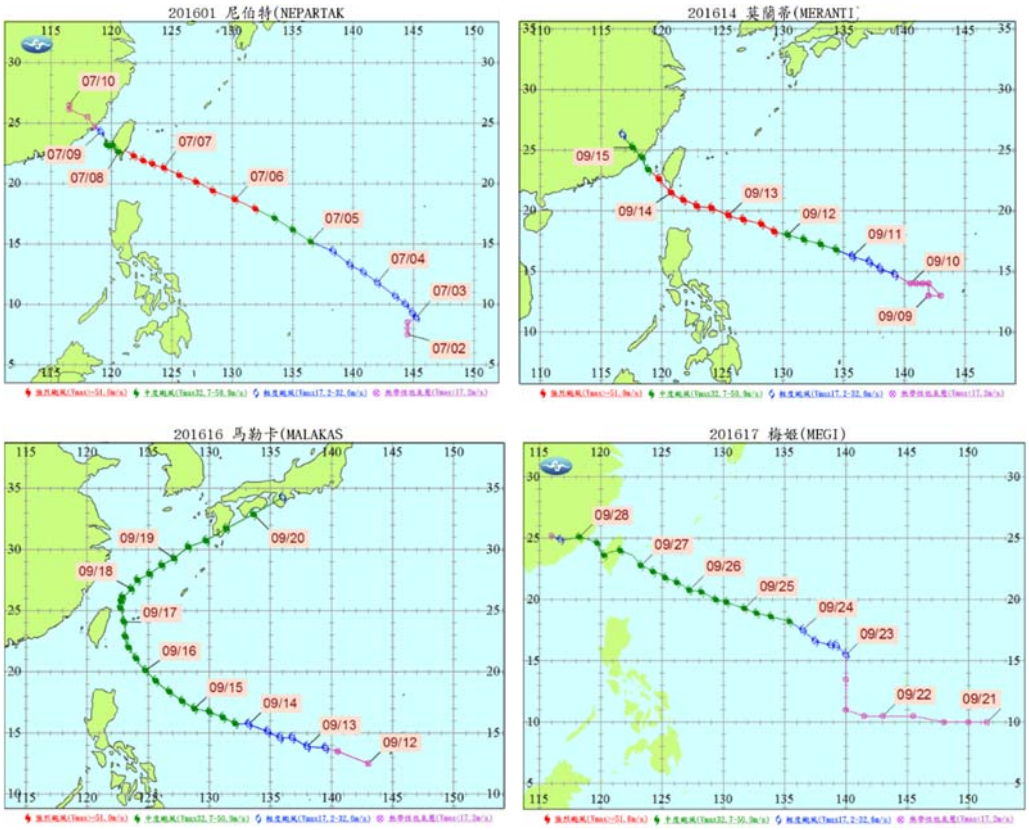


圖 4.17 2016 年尼伯特(左上)、莫蘭蒂(右上)、馬勒卡(左下)以及梅姬(右下)的移動路徑(中央氣象局颱風資料庫：http://rdc28.cwb.gov.tw/TDB/ntdb/pageControl/ty_warning?list=2016)

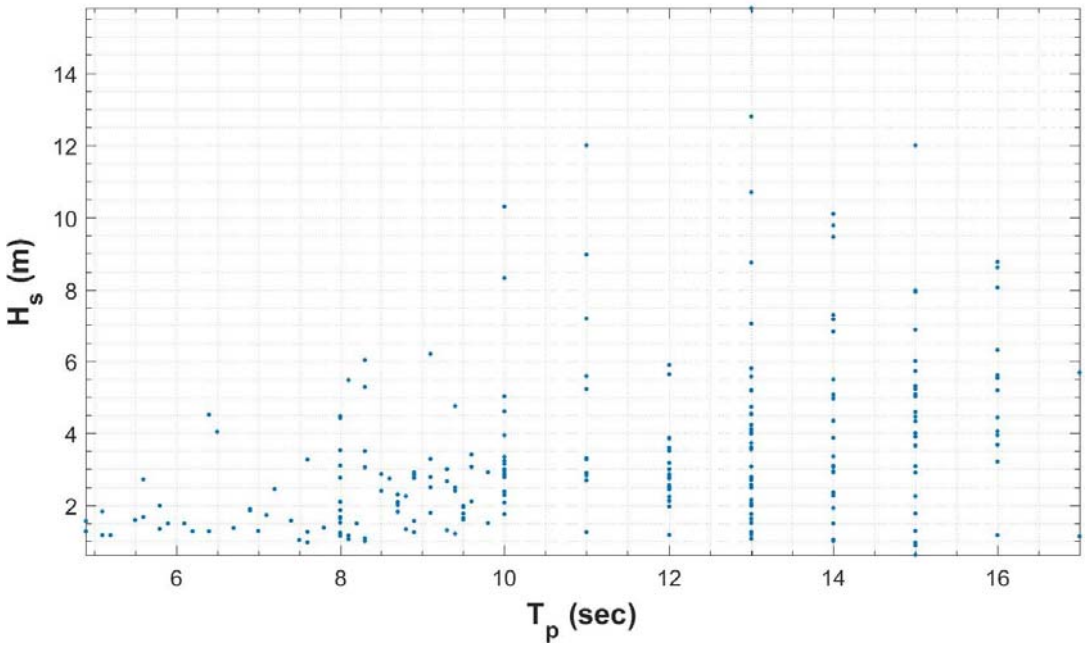


圖 4.18　2016 年尼伯特、莫蘭蒂、馬勒卡和梅姬颱風警報期間水利署台東外海浮標每小時的示性波高(H_s)對尖峰週期(T_p)

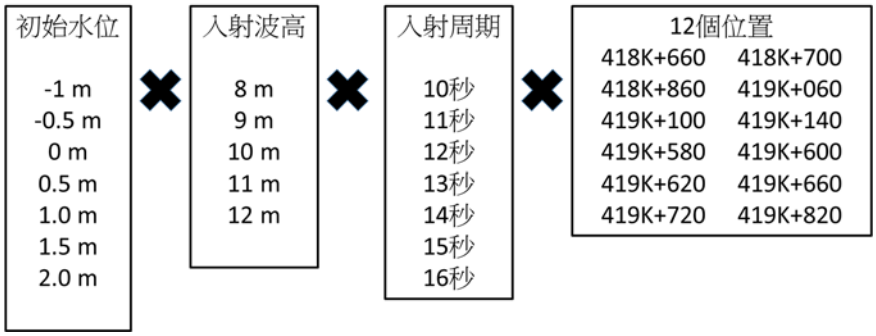


圖 4.19 多良段模式所使用的情境模擬條件

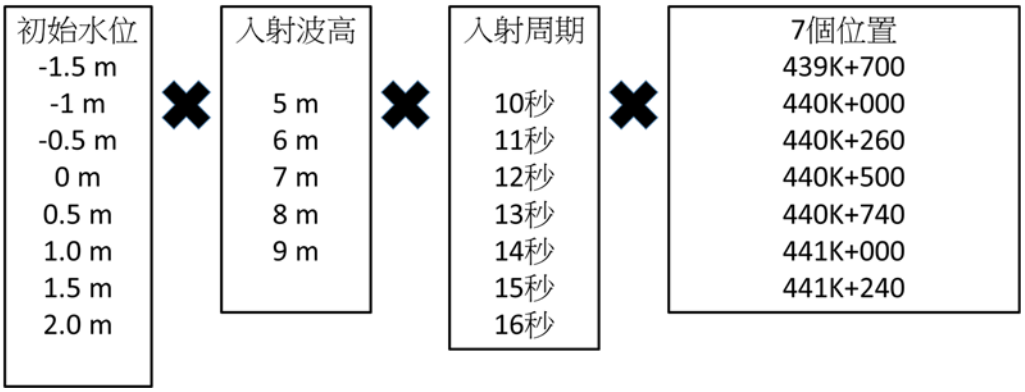


圖 4.20 南興段模式所使用的情境模擬條件

4.4 模擬流程

每個站的模擬流程先考慮情境條件最嚴重的情況。即先以最大的入射波高、週期和初始水位進行模擬。如果在此條件下發生道路平台溢淹，則以調降左邊界的入射波高、週期或初始水位後重啟新的模擬。重複同樣的方式降低情境條件直到平台不發生溢淹或達到情境條件的下限值為止，參照圖 4.21 的流程。最後分析所有模擬情境的模擬期間 VOF 空間分布最大值來探討發生道路溢淹的海況條件。

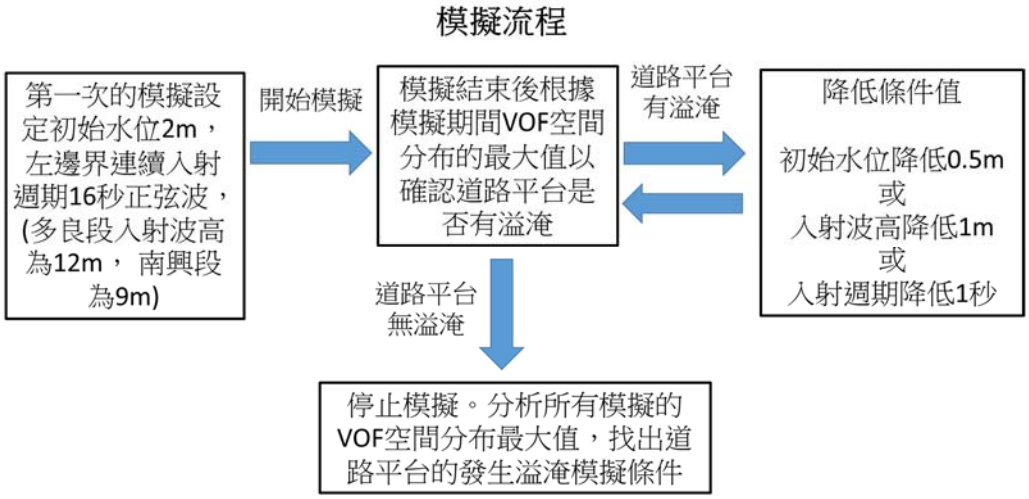


圖 4.21 各站的模擬流程圖

多良段以 419K+820 站為例，首先模擬左邊界入射波高 12m，週期 16 秒且初始水位 2m 的情境。其模擬時間第 50、100、200、300 和 400 秒的 VOF 空間分布如圖 4.22。模擬期間曾出現數次海浪造成平台的溢淹，如圖 4.23 在第 195 到 199 秒發生的越波事件。由於本次事件越波的浪花體積較小，所以模式將過小的 VOF 視為 0，使浪花在到達平台的地面前消失，故溢淹現象並不明顯。而在第 360 秒到 364 秒期間的越波事件如圖 4.24 可知平台的 x=40 到 45m 處出現溢淹(第 364 秒)。當模擬結束之後，輸出模擬期間 VOF 空間分布最大值來判斷溢淹與否，如圖 4.25。由該圖可知平台區域 X 座標 37 到 63 m 皆有溢淹的狀況，從橫斷面圖(圖 4.26)可知 37 到 45m 之間為非道路區域，45 到 63m 為寬 18m 的道路區域。

只要平台區域發生溢淹，不管是否為道路，皆將低海況條件進行新的模擬。因此後續進行的三個模擬分別降低週期 1 秒、波高 1m 以及初始水位 0.5m，其新的模擬條件如下：

1. 波高 12m，週期 15 秒，初始水位 2m
2. 波高 11m，週期 16 秒，初始水位 2m
3. 波高 12m，週期 16 秒，初始水位 1.5m

以此類推，持續模擬直到平台不發生溢淹或已達情境條件(圖 4.19)的下限值為止。

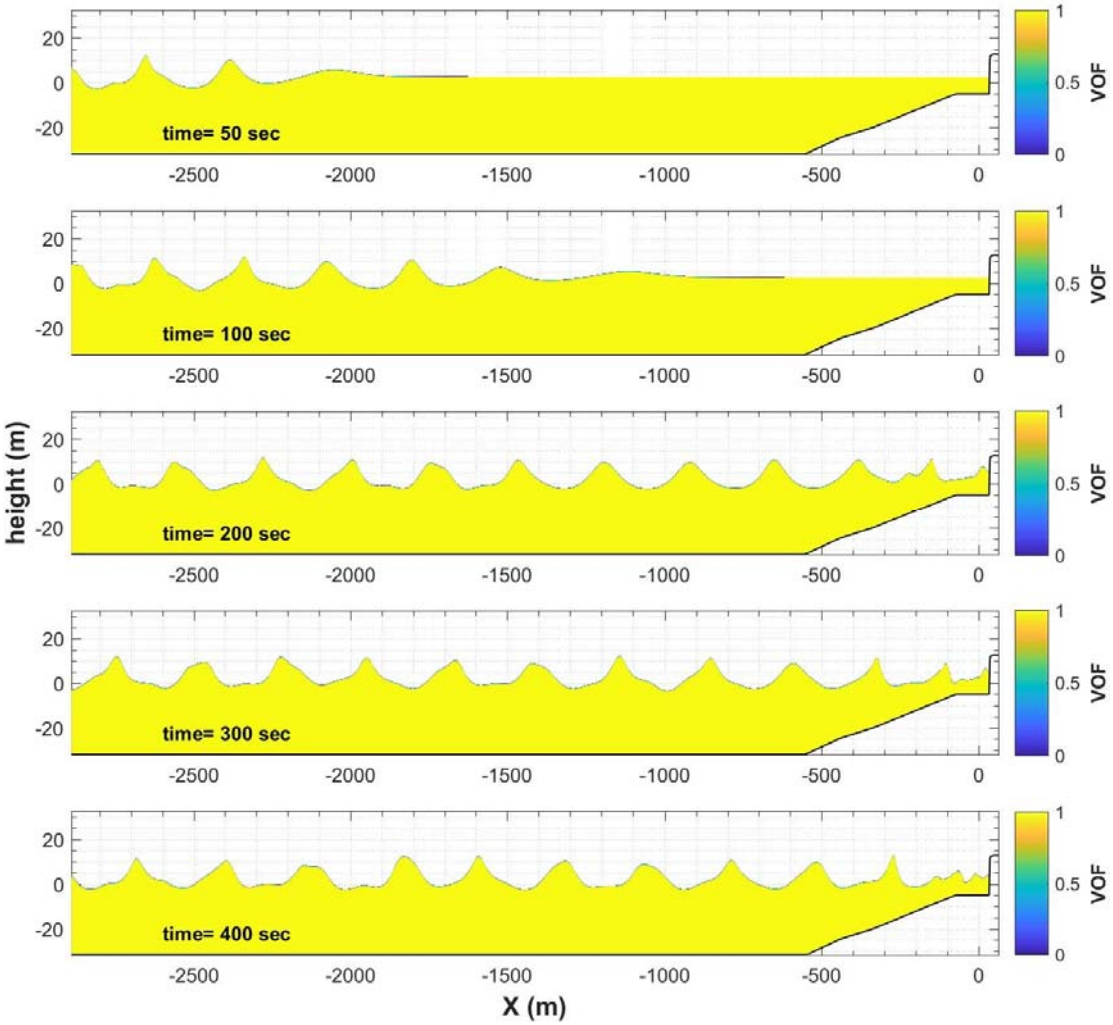


圖 4.22 419K+820 站模擬左邊界波高 12m、週期 16 秒的連續正弦波入射且初始水位為 2m 的 VOF 空間分布。

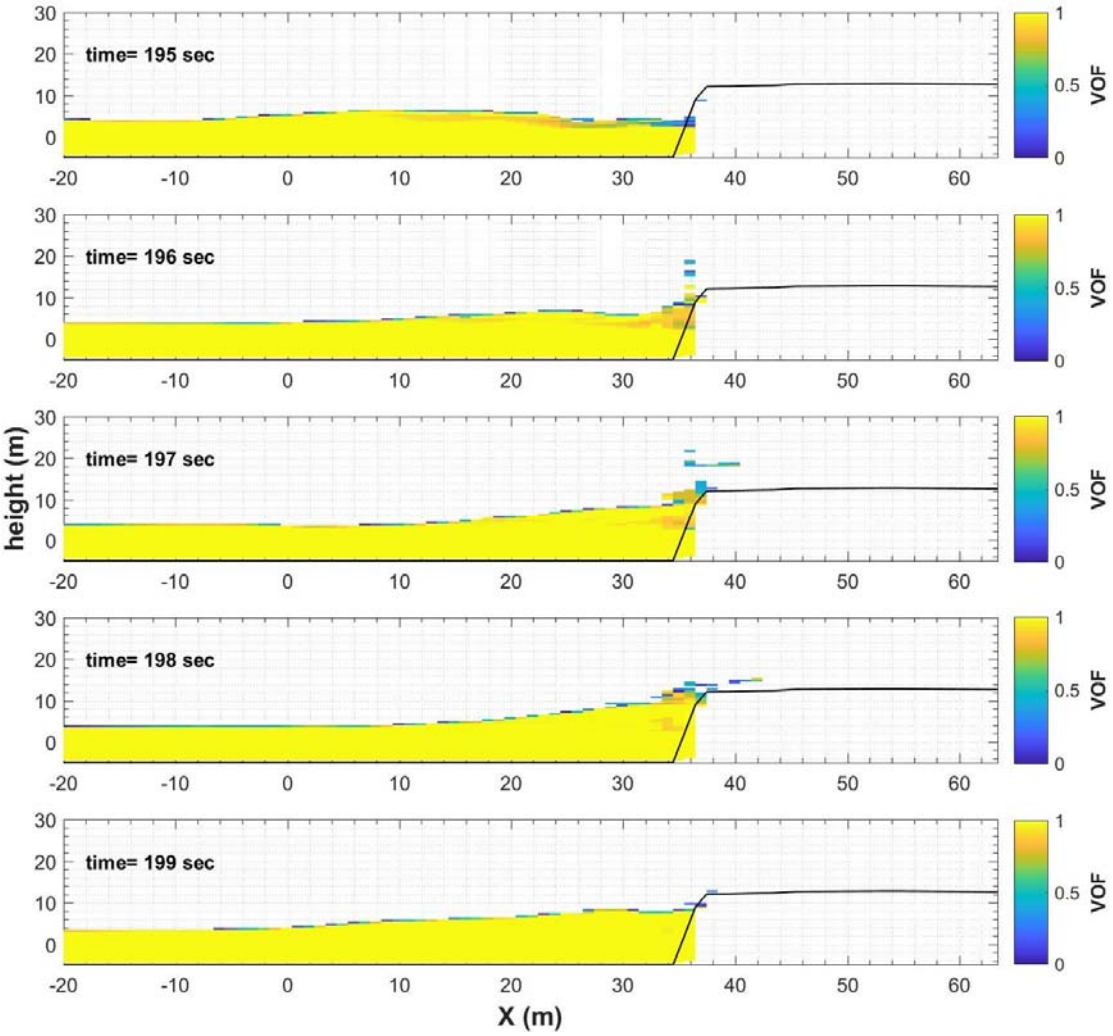


圖 4.23 419K+820 站於模擬期間第 195 到 199 秒發生越波事件。

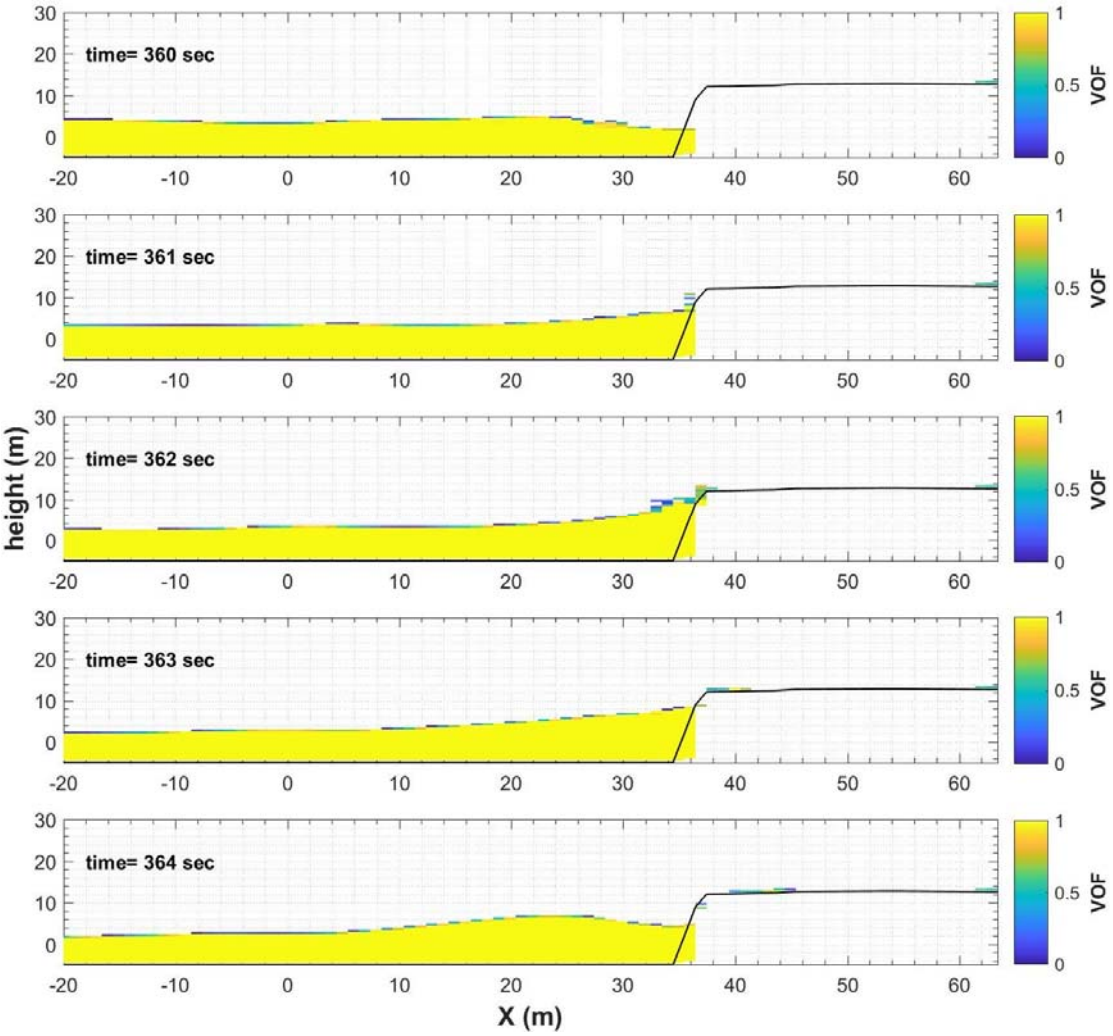


圖 4.24 419K+820 站於模擬期間第 360 到 364 秒發生的越波事件。

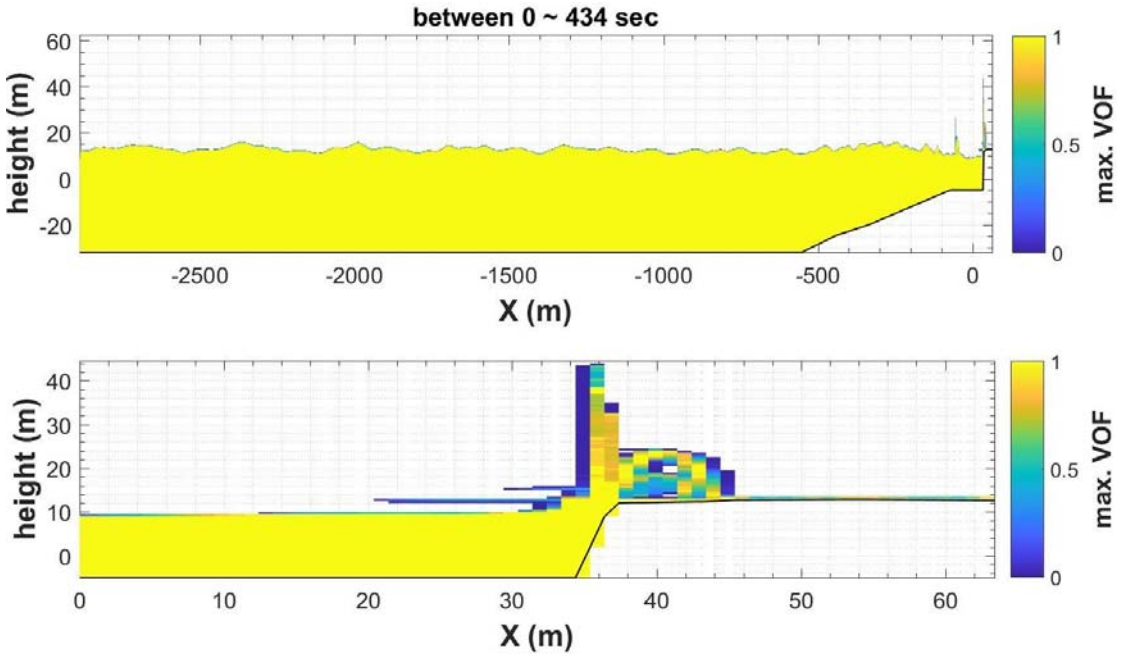


圖 4.25　419K+820 站的模擬期間 VOF 空間分布最大值。(情境條件為波高 12m、週期 16 秒連續入射正弦波且初始水位為 2m)

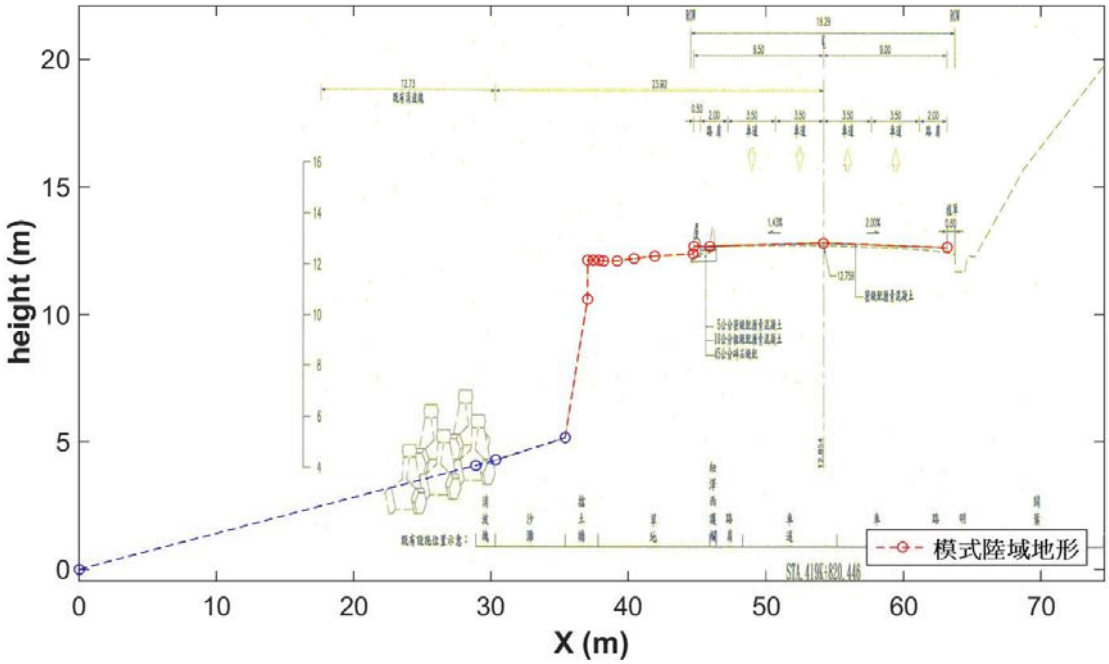


圖4.26 419K+820站橫斷面圖(取紅色虛線提供模式的地形內插)

南興段同樣先模擬最嚴重的條件，即初始水位 2m 的情況下，左邊界使用波高 9m、週期 16 秒的連續正弦波入射。以 440K+000 站為例，其模擬時間第 100、200、300、400 和 500 秒的 VOF 空間分布如圖 27。模擬期間發生數次海浪造成平台溢淹的情況，如圖 4.28 在第 339 到 343 秒發生的越波事件，讓原本已經溢淹的平台區域(X=28 到 46)情況加劇。最後由模擬結束所輸出模擬期間 VOF 空間分布來判斷溢淹情形，由圖 4.29 可知整個平台區域皆有溢淹的狀況(X 座標 28 到 47 m)。

同樣因平台區域發生溢淹，所以降低海況條件進行新的模擬。後續所進行的三個模擬分別降低週期 1 秒、波高 1m 以及初始水位 0.5m，其新的模擬條件如下：

1. 波高 9m，週期 15 秒，初始水位 2m
2. 波高 8m，週期 16 秒，初始水位 2m
3. 波高 9m，週期 16 秒，初始水位 1.5m

以此類推，持續模擬直到平台不發生溢淹或已達情境條件(圖 4.20)的下限值為止。

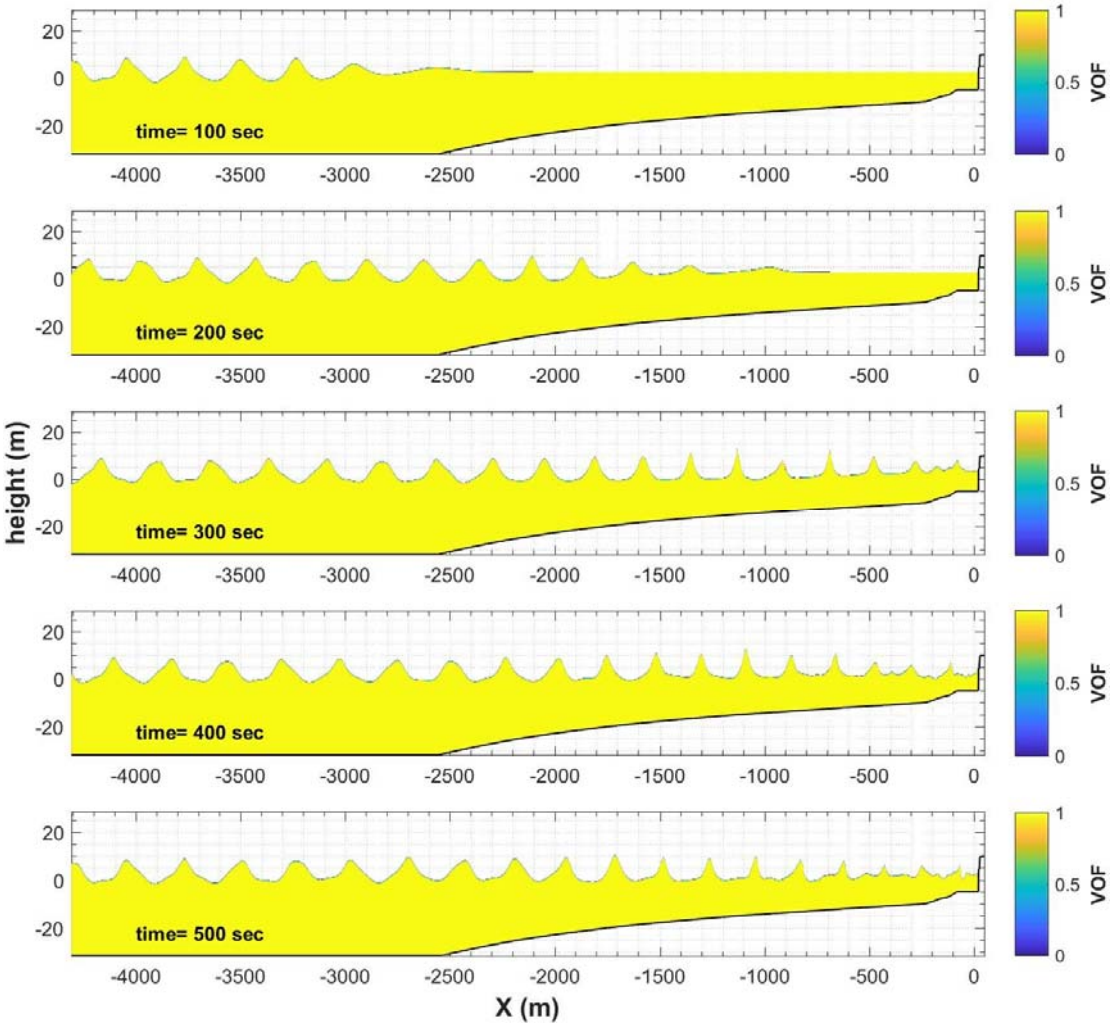


圖 4.27 440K+000 站模擬左邊界波高 9m、週期 16 秒的連續正弦波入射且初始水位為 2m 的 VOF 空間分布。

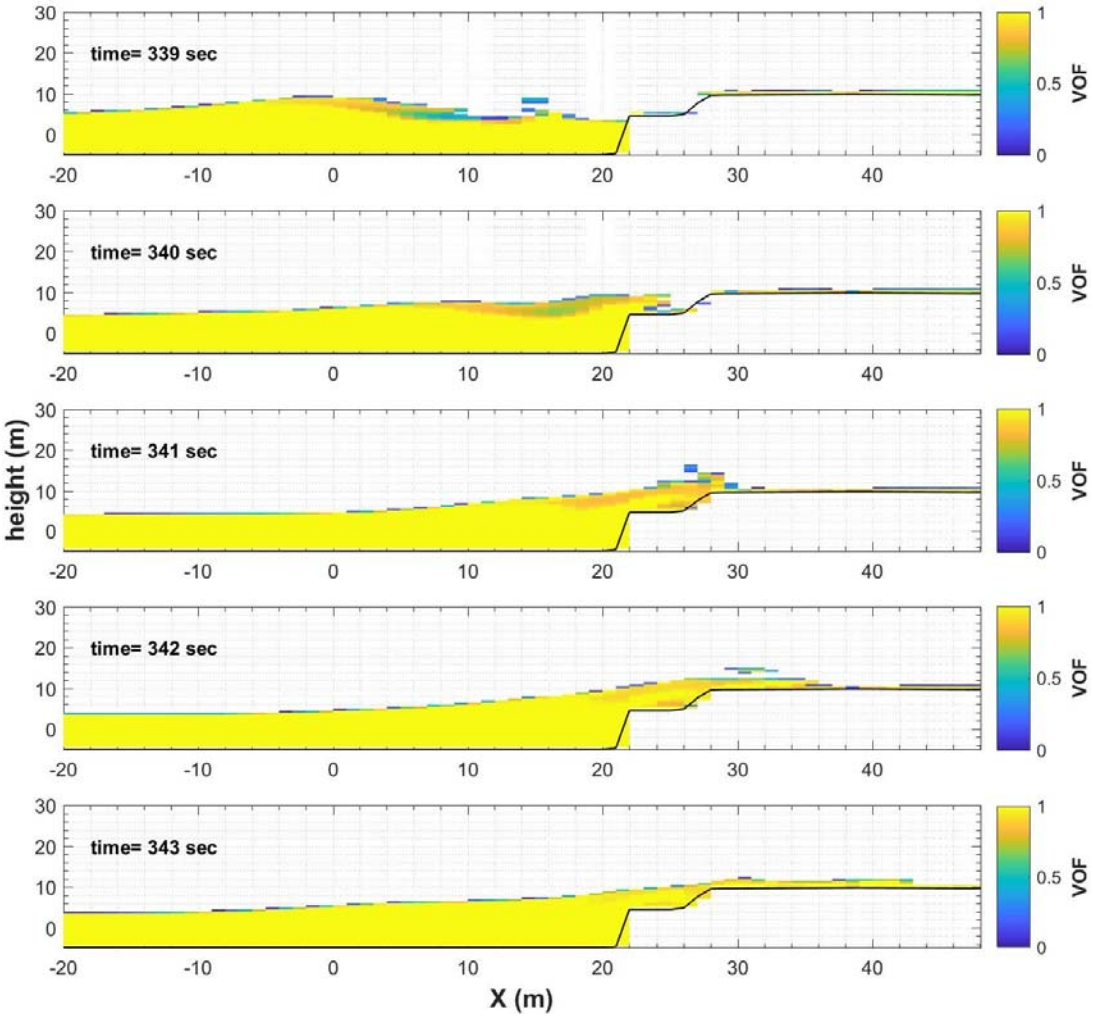


圖 4.28 440K+000 站於模擬期間第 339 到 343 秒發生的越波事件。

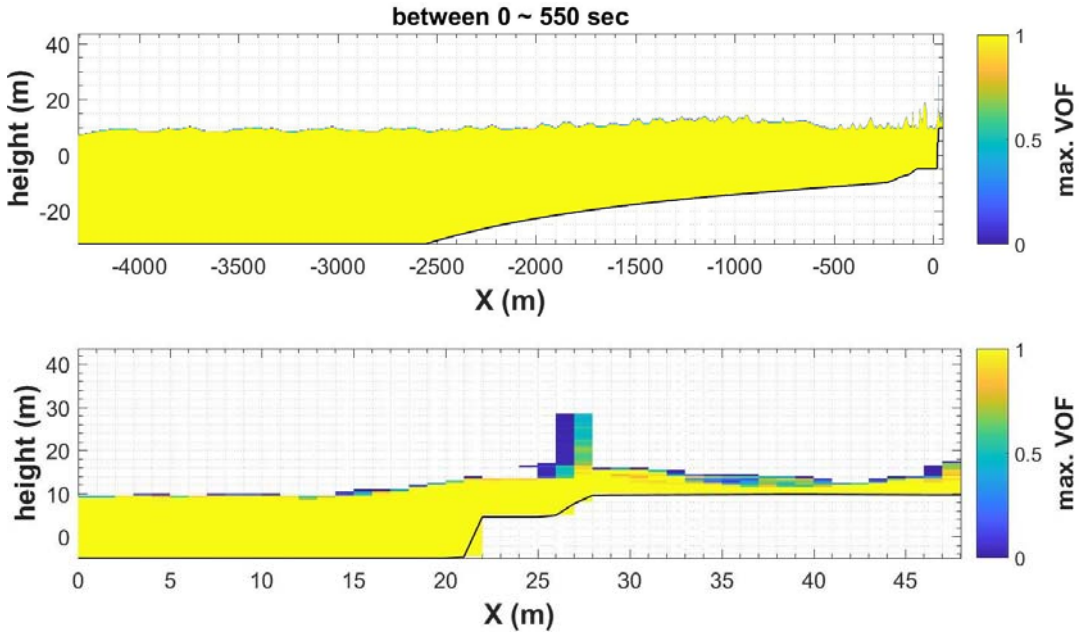


圖 4.29　440K+000 站的模擬期間 VOF 空間分布最大值。(情境條件為波高 9m、週期 16 秒連續入射正弦波且初始水位為 2m)

4.5 模擬結果

多良段因為有 12 個站不同的邊界入射波高、波浪週期以及初始水位條件，所以共進行 640 個浪襲道路平台的情境模擬。本文在後續的應用上，皆將情境的初始水位條件直接視為情境潮位條件。所有情境的平台溢淹距離如表 4.1 到 4.3，且溢淹距離的起點定義為靠海側的平台邊緣。結果顯示大部分的情境條件中，當入射波高越高，入射週期越大且初始水位值越高則越容易產生溢淹。就地形條件而言，大致上平台的高程越低越容易產生溢淹，但也有例外。例如 419K+620 站與 419K+660 站的平台高程各為 14.85m、13.41m，當潮位 2m、入射波高 10m 且週期為 15 秒的條件下，高程較高的 419K+620 站反而溢淹距離較長，其原因可能在原本的地形上，419K+620 站道路平台的離岸距離比

419K+660 短約 20m 的關係。

為瞭解 418K+660 到 419K+140 以及 419K+580 到 419K+820 兩個區間的道路溢淹情形，在此僅取模式的道路位置，即 X 座標在離右邊界的路寬 18m 範圍內的平台溢淹情形如表 4.4 到 4.6，其溢淹距離的起點為靠海側的道路邊緣。640 個情境中有 141 個情境發生道路溢淹，其中溢淹範圍達整個路寬的情境約佔 76%(107 個)，主要是海浪溯上後的水體持續往道路內側流動所致。另外由波浪在接近平台區域所造成的最大溯上水位如表 4.7 到 4.9，由表可知在整體上最大溯上水位與入射波高、週期和潮位沒有明確的相關性，同波高不同週期的最大溯上水位不一定因為週期長就會有較大的最大溯上水位。

圖 4.30 為 141 個道路溢淹的情境在 12 個站的分布。由分布可知道路溢淹的情境在 2 個以下的站包括 418K+660、419K+100、419K+140、419K+580、419K+600 等 5 個站，亦即相對於其他 7 個站，這 5 個站較不易受浪襲影響，而這些站的平台高程也是相對高於其他 7 個站。溢淹情境最多的站在 419K+820，共有 59 個情境。其次為 418K+860，共有 24 個情境。溢淹情境較多的原因可能為 419K+820 與 418K+860 兩站的平台高程居 12 個站之中最低(約 12.3m 與 12.6m)。

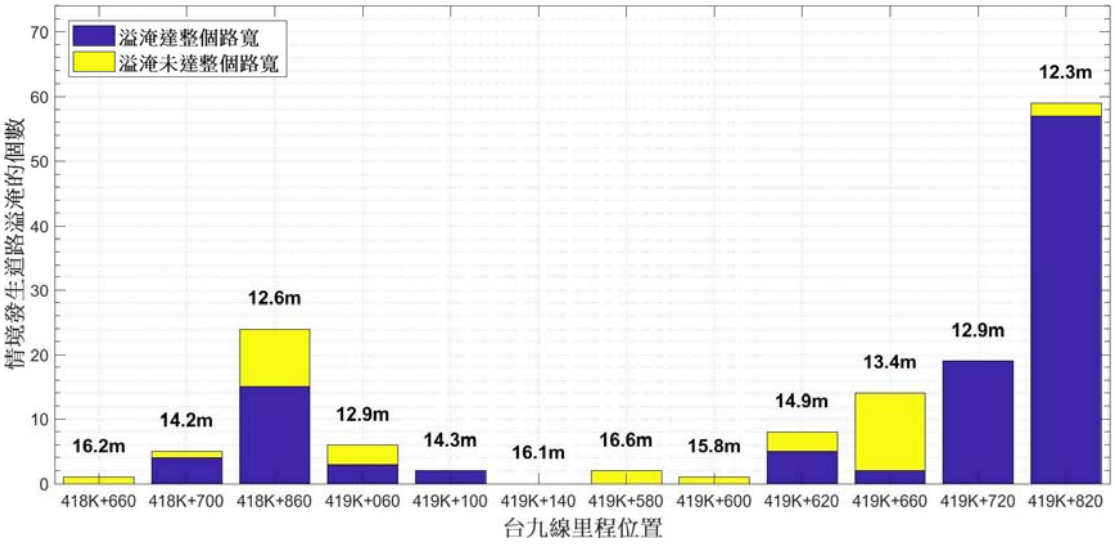


圖 4.30 多良段 12 站的發生道路溢淹的情境數量(長條圖上方標示的數字為各站的平台高程)。

表 4.1 多良段入射波高 8、9 公尺情境模擬的道路平台溢淹距離(起點為海側的平台邊緣，道路平台寬 26m)

省道里程 平台高程	潮位	波高 8m							波高 9m						
		週期10秒	週期11秒	週期12秒	週期13秒	週期14秒	週期15秒	週期16秒	週期10秒	週期11秒	週期12秒	週期13秒	週期14秒	週期15秒	週期16秒
418K+660	2m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
418K+700	1.5m						0	0						0	0
	2m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
418K+860	1.5m			0	0	0	1	0			0	0	0	0	0
	2m	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	4	4	19	19
419K+060	2m	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2	0
419K+100	2m	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
419K+140	2m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
419K+580	2m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
419K+600	2m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
419K+620	1.5m							1							1
	2m	0	0	0	0	3	3	9	0	0	1	3	1	10	4
419K+660	1.5m				0	0	1	0				0	0	1	0
	2m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1
419K+720	1.5m		0	0	0	0	1	0		0	0	0	1	1	2
	2m	0	0	0	0	0	20	20	0	0	1	1	1	20	20
419K+820	0.5m					0	0	0					1	0	0
	1m				0	2	1	1				0	1	1	8
	1.5m		0	2	26	26	26	26		0	0	26	26	26	26
	2m	0	0	8	26	26	26	26	0	1	9	26	26	26	26

附註：斜線表示無模擬該情境。

表 4.2 多良段入射波高 10、11 公尺情境模擬的平台溢淹距離(起點為海側的平台邊緣，道路平台寬 26m)

省道里程 平台高程	潮位	波高 10m							波高 11m						
		週期10秒	週期11秒	週期12秒	週期13秒	週期14秒	週期15秒	週期16秒	週期10秒	週期11秒	週期12秒	週期13秒	週期14秒	週期15秒	週期16秒
418K+660	1.5m												0		
	2m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
418K+700	1.5m					1	0	0				0	0	0	0
	2m	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	1	19	0	0
418K+860	0.5m														1
	1m														4
	1.5m			0	0	1	0	0			0	1	0	0	19
	2m	0	0	0	4	19	19	19	0	0	0	4	19	0	19
419K+060	1.5m					0	0	0					0	0	1
	2m	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0
419K+100	2m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
419K+140	2m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
419K+580	2m	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
419K+600	2m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
419K+620	1.5m						8	2	0	0	1	3	3	2	3
	2m	0	0	0	3	8	26	8	0	0	1	1	26	26	2
419K+660	1.5m				0	1	0	0			0	0	0	0	0
	2m	0	0	0	0	1	2	1	0	1	0	0	18	0	0
419K+720	1m					0	0	0					0	0	0
	1.5m		0	0	0	20	1	1		0	1	1	20	0	20
	2m	0	0	0	0	20	20	20	0	0	0	1	20	20	20
419K+820	0.5m				0	1	0	2				0	1	0	1
	1m			0	8	26	26	26			0	8	26	26	26
	1.5m		0	1	26	26	26	26		0	26	26	26	26	26
	2m	0	0	26	26	26	26	26	1	0	26	26	26	26	26

附註：斜線表示無模擬該情境。

表 4.3 多良段入射波高 12 公尺情境模擬的平台溢淹距離(起點為海側的平台邊緣，道路平台寬 26m) *附註：斜線表示無模擬該情境。

省道里程平台高程	潮位	波高 12m						
		週期 10 秒	週期 11 秒	週期 12 秒	週期 13 秒	週期 14 秒	週期 15 秒	週期 16 秒
418K+660	2m	0	0	0	1	0	0	0
418K+700	1.5m					0	0	1
	2m	0	0	0	1	19	19	19
418K+860	0m							0
	0.5m						1	19
	1m						2	19
	1.5m			0	0	0	3	19
	2m	0	0	19	19	19	4	19
419K+060	0.5m						1	0
	1m						2	19
	1.5m					0	1	19
	2m	0	0	1	1	3	1	19
419K+100	0.5m							0
	1m							1
	1.5m							19
	2m	0	0	0	1	0	0	19
419K+140	2m	0	0	0	0	0	0	0
419K+580	2m	0	0	0	0	1	0	0
419K+600	1.5m					0		
	2m	0	0	0	0	2	0	0
419K+620	1.5m	0	0	2	8	3	1	8
	2m	3	0	1	23	26	26	8
419K+660	1m				0			
	1.5m			0	2	0	0	0
	2m	0	0	0	16	18	0	1
419K+720	1m				0	0	1	1
	1.5m		0	1	2	20	20	20
	2m	0	0	0	1	20	20	20
419K+820	-1m							0
	-0.5m							9
	0m						1	26
	0.5m				0	0	8	26
	1m			1	26	26	26	26
	1.5m		0	26	26	26	26	26
	2m	0	1	26	26	26	26	26

表 4.4 多良段入射波高 8、9 公尺情境模擬的道路溢淹距離(起點為海側的道路邊緣，道路平台寬 26m)

省道里程 平台高程	潮位	波高 8m							波高 9m						
		週期 10 秒	週期 11 秒	週期 12 秒	週期 13 秒	週期 14 秒	週期 15 秒	週期 16 秒	週期 10 秒	週期 11 秒	週期 12 秒	週期 13 秒	週期 14 秒	週期 15 秒	週期 16 秒
418K+660	2m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
418K+700	1.5m						0	0						0	0
	2m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
418K+860	1.5m			0	0	0	0	0			0	0	0	0	0
	2m	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	3	18	18
419K+060	2m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
419K+100	2m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
419K+140	2m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
419K+580	2m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
419K+600	2m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
419K+620	1.5m							0							0
	2m	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0
419K+660	1.5m				0	0	1	0				0	0	1	0
	2m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1
419K+720	1.5m		0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0
	2m	0	0	0	0	0	18	18	0	0	0	0	0	18	18
419K+820	0.5m					0	0	0					0	0	0
	1m				0	0	0	0				0	0	0	0
	1.5m		0	0	18	18	18	18		0	0	18	18	18	18
	2m	0	0	0	18	18	18	18	0	0	1	18	18	18	18

附註：斜線表示無模擬該情境。

表 4.5 多良段入射波高 10、11 公尺情境模擬的道路溢淹距離(起點為海側的道路邊緣，道路平台寬 26m)

省道里程 平台高程 平台高程	潮位	波高 10m							波高 11m						
		週期10秒	週期11秒	週期12秒	週期13秒	週期14秒	週期15秒	週期16秒	週期10秒	週期11秒	週期12秒	週期13秒	週期14秒	週期15秒	週期16秒
418K+660	1.5m												0		
16.2m	2m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
418K+700	1.5m					0	0	0				0	0	0	0
14.2m	2m	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	18	0	0
418K+860	0.5m														0
12.6m	1m														3
	1.5m			0	0	0	0	0			0	0	0	0	18
	2m	0	0	0	3	18	18	18	0	0	0	3	18	0	18
419K+060	1.5m					0	0	0					0	0	0
12.9m	2m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
419K+100 14.3m	2m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
419K+140 16.1m	2m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
419K+580	2m	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
419K+600	2m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
419K+620	1.5m						0	0	0	0	0	0	0	0	0
14.9m	2m	0	0	0	0	0	18	0	0	0	0	0	18	18	0
419K+660	1.5m				0	1	0	0			0	0	0	0	0
13.4m	2m	0	0	0	0	1	2	1	0	1	0	0	18	0	0
419K+720	1m					0	0	0					0	0	0
12.9m	1.5m		0	0	0	18	0	0		0	0	0	18	0	18
	2m	0	0	0	0	18	18	18	0	0	0	0	18	18	18
419K+820	0.5m				0	0	0	0				0	0	0	0
12.3m	1m			0	0	18	18	18			0	0	18	18	18
	1.5m		0	0	18	18	18	18		0	18	18	18	18	18
	2m	0	0	18	18	18	18	18	0	0	18	18	18	18	18

附註：斜線表示無模擬該情境。

表 4.6 多良段入射波高 12 公尺情境模擬的道路溢淹距離(起點為海側的道路邊緣，道路平台寬 26m)

省道里程 平台高程 平台高程	潮位	波高 12m						
		週期 10 秒	週期 11 秒	週期 12 秒	週期 13 秒	週期 14 秒	週期 15 秒	週期 16 秒
418K+660 16.2m	2m	0	0	0	0	0	0	0
418K+700 14.2m	1.5m					0	0	0
	2m	0	0	0	0	18	18	18
418K+860 12.6m	0m							0
	0.5m						0	18
	1m						1	18
	1.5m			0	0	0	2	18
	2m	0	0	18	18	18	3	18
419K+060 12.9m	0.5m						0	0
	1m						1	18
	1.5m					0	0	18
	2m	0	0	0	0	2	0	18
419K+100 14.3m	0.5m							0
	1m							0
	1.5m							18
	2m	0	0	0	0	0	0	18
	1.5m		0	18	18	18	18	18
	2m	0	0	18	18	18	18	18

附註：斜線表示無模擬該情境。

表 4.6(續) 多良段入射波高 12 公尺情境模擬的道路溢淹距離(起點為海側的道路邊緣，道路平台寬 26m)

省道里程 平台高程 平台高程	潮位	波高 12m						
		週期 10 秒	週期 11 秒	週期 12 秒	週期 13 秒	週期 14 秒	週期 15 秒	週期 16 秒
	2m	0	0	0	0	0	0	18
419K+140 16.1m	2m	0	0	0	0	0	0	0
419K+580 16.6m	2m	0	0	0	0	1	0	0
419K+600 15.8m	1.5m					0		
	2m	0	0	0	0	2	0	0
419K+620 14.9m	1.5m	0	0	0	0	0	0	0
	2m	0	0	0	15	18	18	0
419K+660 13.4m	1m				0			
	1.5m			0	2	0	0	0
	2m	0	0	0	16	18	0	1
419K+720 12.9m	1m				0	0	0	0
	1.5m		0	0	0	18	18	18
	2m	0	0	0	0	18	18	18
419K+820 12.3m	-1m							0
	-0.5m							1
	0m						0	18
	0.5m				0	0	0	18
	1m			0	18	18	18	18
	1.5m		0	18	18	18	18	18
	2m	0	0	18	18	18	18	18

附註：斜線表示無模擬該情境。

表 4.7 多良段入射波高 8、9 公尺情境模擬的接近平台的最大溯上水位

省道里程 平台高程 平台高程	潮位	波高 8m							波高 9m						
		週期 10 秒	週期 11 秒	週期 12 秒	週期 13 秒	週期 14 秒	週期 15 秒	週期 16 秒	週期 10 秒	週期 11 秒	週期 12 秒	週期 13 秒	週期 14 秒	週期 15 秒	週期 16 秒
418K+660 16.2m	2m	8.2	8.7	10.1	11.0	12.2	13.5	15.1	8.6	8.9	9.1	10.9	12.3	15.3	11.1
418K+700 14.2m	1.5m						14.3	11.3						10.4	12.7
	2m	8.8	9.9	11.9	12.6	12.7	13.3	14.3	9.2	9.5	10.5	11.9	13.3	14.3	14.0
418K+860 12.6m	1.5m			11.0	10.0	10.4	12.3	10.0			10.4	11.3	12.0	11.8	11.3
	2m	8.0	9.3	10.3	11.3	11.0	12.3	12.4	9.0	9.5	10.9	12.5	12.5	13.1	12.9
419K+060 12.9m	2m	8.7	8.7	9.9	10.1	10.8	11.6	13.1	8.4	11.0	10.6	10.2	13.2	13.0	10.7
419K+100 14.3m	2m	9.3	8.9	9.8	11.2	11.1	12.0	14.2	9.1	10.2	12.8	11.8	12.4	14.2	12.0
419K+140 16.1m	2m	9.0	8.6	9.6	9.9	9.7	11.6	13.5	8.5	9.1	11.1	11.6	12.8	14.6	10.6
419K+580 16.6m	2m	0.0	0.0	0.0	0.0	12.3	12.8	16.7	0.0	0.0	0.0	11.8	12.2	14.6	13.9
419K+600 15.8m	2m	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.4	15.1	0.0	0.0	11.4	12.3	11.5	15.1	12.8
419K+620 14.9m	1.5m							11.8							11.8
	2m	9.3	10.2	11.1	11.6	11.8	11.8	12.4	9.8	11.1	12.0	11.8	11.8	12.6	11.8
419K+660 13.4m	1.5m				8.7	10.0	13.3	9.4				9.3	12.7	13.3	9.5
	2m	8.5	9.0	11.3	11.1	12.4	12.7	12.7	9.1	10.0	10.7	10.4	13.1	13.3	13.3
419K+720 12.9m	1.5m		9.4	11.1	12.4	12.3	13.1	12.5		9.4	10.3	11.2	13.3	12.9	12.9
	2m	8.8	10.3	11.4	11.9	11.9	13.5	13.5	9.3	11.0	12.8	12.9	13.2	13.8	13.4
419K+820 12.3m	0.5m					10.4	10.3	10.9					12.1	10.4	10.0
	1m				11.8	12.1	12.4	12.1				11.9	12.1	12.1	12.4
	1.5m		11.4	12.1	12.9	12.4	13.1	12.7		11.4	10.9	12.4	12.6	12.6	12.6
	2m	10.4	11.7	12.4	12.6	12.6	12.8	14.0	9.9	12.1	12.6	13.0	12.8	14.4	12.8

附註：斜線表示無模擬該情境。

表 4.8 多良段入射波高 10、11 公尺情境模擬的接近平台的最大溯上水位

省道里程 平台高程 平台高程	潮位	波高 10m							波高 11m						
		週期 10 秒	週期 11 秒	週期 12 秒	週期 13 秒	週期 14 秒	週期 15 秒	週期 16 秒	週期 10 秒	週期 11 秒	週期 12 秒	週期 13 秒	週期 14 秒	週期 15 秒	週期 16 秒
418K+660	1.5m												9.1		
16.2m	2m	8.0	9.4	10.8	13.8	15.2	11.6	10.9	8.4	10.6	12.1	14.4	16.4	10.8	11.6
418K+700	1.5m					14.3	9.9	11.4				11.7	11.3	10.9	12.4
14.2m	2m	10.1	10.8	11.0	12.7	14.4	14.4	11.4	9.0	11.4	12.2	14.4	14.8	12.3	12.7
418K+860	0.5m														12.3
12.6m	1m														12.6
	1.5m			10.1	12.2	12.3	11.5	11.0			10.8	12.3	9.4	11.8	12.8
	2m	8.5	11.4	10.0	12.4	13.0	12.8	12.8	9.5	10.1	11.3	12.4	13.1	11.2	12.8
419K+060	1.5m					10.3	10.1	11.3					10.7	11.4	12.7
12.9m	2m	9.0	9.2	10.4	12.7	12.7	11.3	10.9	9.4	10.5	11.4	13.2	12.8	11.8	11.4
419K+100 14.3m	2m	10.2	10.7	10.2	13.7	12.9	12.1	12.4	9.8	9.7	11.1	12.6	14.2	13.1	13.8
419K+140 16.1m	2m	8.8	8.3	10.1	12.4	14.2	11.1	10.6	9.2	9.0	11.0	14.6	14.7	10.7	12.7
419K+580 16.6m	2m	0.0	0.0	0.0	13.4	14.2	16.7	0.0	0.0	0.0	0.0	11.9	15.2	14.2	11.7
419K+600 15.8m	2m	0.0	0.0	0.0	12.3	13.5	15.7	15.2	0.0	0.0	0.0	11.7	15.2	13.1	12.0
419K+620	1.5m						12.5	12.0	8.5	9.6	11.8	11.8	11.8	12.0	11.8
14.9m	2m	9.8	9.7	10.9	11.8	12.6	12.4	12.5	11.3	10.3	11.9	12.3	12.8	12.5	12.0
419K+660	1.5m				12.0	13.3	9.7	12.7			10.7	12.7	10.5	11.2	12.7
13.4m	2m	9.9	9.2	10.8	13.2	13.3	13.3	13.3	9.3	13.3	12.3	12.8	14.0	11.1	12.2
419K+720	1m					12.4	11.4	11.7					10.4	12.4	12.2
12.9m	1.5m		9.7	11.1	11.3	13.5	13.3	12.9		10.5	12.7	12.9	13.4	12.0	13.3
	2m	9.4	9.7	10.8	12.2	13.3	13.6	13.5	9.4	10.2	11.0	13.0	13.5	13.4	13.3
419K+820	0.5m				10.4	12.1	10.9	12.1				9.8	12.1	10.4	12.1
12.3m	1m			11.2	12.4	12.6	12.8	12.6			11.4	12.3	12.6	12.6	12.7
	1.5m		10.9	12.1	12.8	12.6	12.5	12.6		11.4	12.6	12.6	12.5	12.6	12.6
	2m	10.3	11.5	12.5	12.6	12.6	12.8	12.6	12.1	11.4	12.6	12.6	15.6	12.6	12.6

附註：斜線表示無模擬該情境。

表 4.9 多良段入射波高 12 公尺情境模擬的接近平台的最大溯上水位

省道里程 平台高程	潮位	波高 12m						
		週期 10 秒	週期 11 秒	週期 12 秒	週期 13 秒	週期 14 秒	週期 15 秒	週期 16 秒
418K+660 16.2m	2m	8.5	11.2	13.1	16.4	11.3	11.7	13.1
418K+700 14.2m	1.5m					11.2	12.6	14.4
	2m	10.6	11.9	12.9	14.3	14.8	14.8	14.8
418K+860 12.6m	0m							11.3
	0.5m						12.3	13.1
	1m						12.4	13.3
	1.5m			11.9	11.0	11.9	12.4	13.1
	2m	9.5	10.5	12.7	12.8	13.0	12.5	12.8
419K+060 12.9m	0.5m						13.0	11.8
	1m						13.0	13.3
	1.5m					12.1	12.9	13.5
	2m	11.7	10.6	12.8	13.2	13.0	13.0	13.5
419K+100 14.3m	0.5m							12.5
	1m							14.4
	1.5m							14.9
	2m	10.2	10.1	12.6	14.2	11.7	14.0	14.6

附註：斜線表示無模擬該情境。

表 4.9(續) 多良段入射波高 12 公尺情境模擬的接近平台的最大溯上水位

省道里程 平台高程	潮位	波高 12m						
		週期 10 秒	週期 11 秒	週期 12 秒	週期 13 秒	週期 14 秒	週期 15 秒	週期 16 秒
419K+140 16.1m	2m	9.5	10.5	13.1	14.6	11.3	13.1	14.8
419K+580 16.6m	2m	0.0	0.0	11.7	13.9	16.7	12.6	13.9
419K+600 15.8m	1.5m					12.1		
	2m	0.0	0.0	11.2	13.7	15.8	15.7	14.0
419K+620 14.9m	1.5m	9.7	11.6	12.0	12.6	11.8	12.1	12.8
	2m	11.8	10.8	12.4	12.6	12.7	12.0	12.6
419K+660 13.4m	1m				9.7			
	1.5m			11.7	13.4	11.2	13.1	12.9
	2m	10.9	10.1	10.8	13.8	14.3	12.3	13.3
419K+720 12.9m	1m				12.5	10.4	12.8	13.3
	1.5m		10.8	13.2	13.0	13.5	13.5	13.4
	2m	9.4	11.5	11.9	13.3	15.2	13.5	13.5
419K+820 12.3m	-1m							10.9
	-0.5m							12.6
	0m						12.1	13.0
	0.5m				11.4	10.3	12.3	12.6
	1m			12.1	12.5	12.6	12.5	12.7
	1.5m		10.4	12.5	14.1	12.4	12.5	12.6
	2m	10.4	12.1	13.4	12.9	12.8	12.6	12.6

附註：斜線表示無模擬該情境。

南興段有因應 7 個站的不同入射波高、波浪週期以及初始水位條件，所以共進行 781 個浪襲道路平台的情境模擬。在此同樣將初始水位條件視為潮位條件。全部情境的平台溢淹距離如表 4.10 到 4.12。大致趨勢與多良段相同，當入射波高越高，入射週期越大且初始水位值越高則越容易產生溢淹。

為瞭解 439K+700 到 441K+240 區間的道路溢淹情形，在此僅取模式的道路位置，即 X 座標在離右邊界的路寬 16m 範圍內的平台溢淹情形如表 4.13 到 4.15，其溢淹距離的起點為靠海側的道路邊緣。781 個情境中有 534 個情境發生道路溢淹，其中溢淹範圍達整個路寬的情境約佔 85%(453 個)。另外由波浪在接近平台區域所造成的最大溯上水位如表 4.16 到 4.18。與多良段相同，整體上最大溯上水位與入射波高、週期和潮位皆無明確的相關性。

圖 4.31 為 534 個道路溢淹的情境在 7 個站的分布圖。大致上件數由 439K+700 站往 441K+240 站方向減少，可能與各站的平台高程有直接關係。441K+240 站除了平台高程最高之外，其原本地形的平台離岸距離為四十幾公尺，而其他 6 站為二十幾公尺。高程高與離岸距離遠使 441K+240 站有僅 20 個情境發生溢淹。

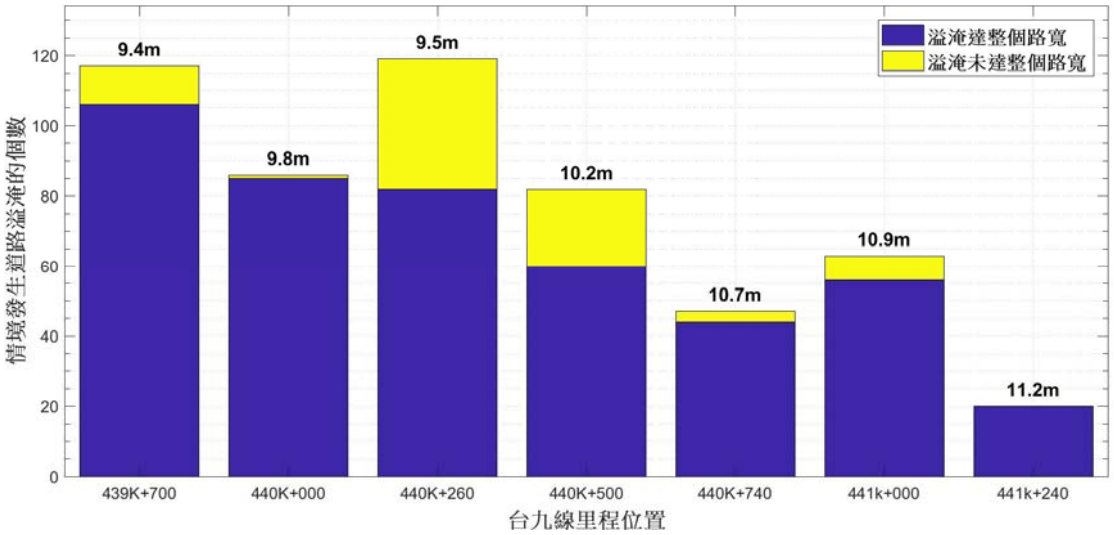


圖 4.31 南興段 7 站的發生道路溢淹的情境數量(長條圖上方標示為各站的平台高程)。

表 4.10 南興段入射波高 5、6 公尺情境模擬的平台溢淹距離(起點為海側的平台邊緣，道路平台寬 20m)

省道里程 平台高程	潮位	波高 5m							波高 6m						
		週期 10 秒	週期 11 秒	週期 12 秒	週期 13 秒	週期 14 秒	週期 15 秒	週期 16 秒	週期 10 秒	週期 11 秒	週期 12 秒	週期 13 秒	週期 14 秒	週期 15 秒	週期 16 秒
439K+700 9.4m	0m							0						0	1
	0.5m							3				0	1	2	3
	1m			0	1	1	1	14			1	17	17	17	17
	1.5m			13	12	12	14	14	0	1	17	17	17	17	17
	2m	0	1	11	12	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
440K+000 9.8m	0.5m												0	1	0
	1m						0	2			0	1	20	20	20
	1.5m				1	1	11	20		0	20	20	20	20	20
	2m	0	0	2	20	20	20	20	0	20	20	20	20	20	20
440K+260 9.5m	0m												1	0	1
	0.5m							0					2	17	1
	1m				1	1	0	3			1	0	17	17	17
	1.5m			1	2	17	17	17	0	1	2	17	17	17	17
	2m	0	1	17	17	17	17	17	3	17	17	17	17	17	17
440K+500 10.2m	0m												0	0	
	0.5m							0					3	4	0
	1m						0	18			1	0	18	5	18
	1.5m						18	18		1	4	6	18	18	18
	2m	0	0	1	1	1	18	18	0	6	18	18	18	18	18
440K+740 10.7m	1m							1							1
	1.5m						0	4			0	1	1	1	18
	2m	0	1	1	1	0	17	17	0	0	18	18	18	18	18
441K+000 10.9m	0.5m							0							
	1m							7						1	0
	1.5m					0	1	8						3	17
	2m	0	0	0	0	12	14	17	0	0	1	1	1	17	17
441K+240 10.9m	1.5m														0
	2m	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	18

附註：斜線表示無模擬該情境。

表 11 南興段入射波高 7、8 公尺情境模擬的平台溢淹距離(起點為海側的平台邊緣，道路平台寬 20m)

省道里程 平台高程	潮位	波高 7m							波高 8m						
		週期 10 秒	週期 11 秒	週期 12 秒	週期 13 秒	週期 14 秒	週期 15 秒	週期 16 秒	週期 10 秒	週期 11 秒	週期 12 秒	週期 13 秒	週期 14 秒	週期 15 秒	週期 16 秒
439K+700 9.4m	-1m														1
	-0.5m						0	1						1	17
	0m				0	1	17	17		0	1	1	0	17	17
	0.5m			1	17	17	17	17	0	1	17	17	17	17	17
	1m	0	1	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
	1.5m	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
	2m	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
440K+000 9.8m	0m						0	0			0	0	1	0	1
	0.5m			0	0	1	20	20			20	20	20	20	20
	1m		0	20	20	20	20	20			20	20	20	20	20
	1.5m		2	20	20	20	20	20	1	1	20	20	20	20	20
	2m	1	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

附註：斜線表示無模擬該情境。

表 4.11(續) 南興段入射波高 7、8 公尺情境模擬的平台溢淹距離(起點為海側的平台邊緣，道路平台寬 20m)

省道里程 平台高程	潮位	波高 7m							波高 8m						
		週期 10 秒	週期 11 秒	週期 12 秒	週期 13 秒	週期 14 秒	週期 15 秒	週期 16 秒	週期 10 秒	週期 11 秒	週期 12 秒	週期 13 秒	週期 14 秒	週期 15 秒	週期 16 秒
440K+260 9.5m	-1m							0						0	0
	-0.5m							2					0	1	14
	0m			0	0	1	1	7		0	0	1	4	12	17
	0.5m			6	6	6	17	12	0	5	6	12	17	17	17
	1m	0	0	8	7	15	17	12	6	6	6	17	17	17	17
	1.5m	6	6	17	17	17	17	17	6	12	17	17	17	17	17
	2m	7	17	17	17	17	17	17	15	17	17	17	17	17	17
440K+500 10.2m	-0.5m														1
	0m												0	1	13
	0.5m					0	1	1					6	8	18
	1m		0	1	1	18	18	18		2	1	1	18	18	18
	1.5m		7	12	18	18	18	18	1	12	18	18	18	18	18
	2m	1	6	18	18	18	18	18	12	18	18	18	18	18	18
440K+740 10.7m	0.5m														1
	1m				2	0	1	0			1	0	1	1	18
	1.5m				18	18	18	18		0	18	18	18	18	18
	2m	0	1	1	18	18	18	18	0	18	18	18	18	18	18
441K+000 10.9m	-0.5m														0
	0m														17
	0.5m					2	0	0				1	1	0	17
	1m			2	0	17	17	17		0	1	17	17	17	17
	1.5m			17	17	17	17	17		17	17	17	17	17	17
	2m	0	0	17	17	17	17	17	0	17	17	17	17	17	17
441K+240 11.2m	1m						0	1					1	1	1
	1.5m						18	2				1	2	18	18
	2m	1	1	1	1	1	18	18	0	1	1	18	18	18	18

附註：斜線表示無模擬該情境。

表 4.12 南興段入射波高 9 公尺情境模擬的平台溢淹距離(起點為海側的平台邊緣，道路平台寬 20m)

省道里程 平台高程	潮位	波高 9m						
		週期 10 秒	週期 11 秒	週期 12 秒	週期 13 秒	週期 14 秒	週期 15 秒	週期 16 秒
439K+700 9.4m	-1.5m							1
	-1m						1	17
	-0.5m				1	1	17	17
	0m			1	17	17	17	17
	0.5m	0	0	17	17	17	17	17
	1m	17	17	17	17	17	17	17
	1.5m	17	17	17	17	17	17	17
	2m	17	17	17	17	17	17	17
440K+000 9.8m	-1m							1
	-0.5m							20
	0m			0	1	1	1	20
	0.5m			20	20	20	20	20
	1m	0	2	20	20	20	20	20
	1.5m	20	20	20	20	20	20	20
	2m	20	20	20	20	20	20	20
440K+260 9.5m	-1m					0	1	1
	-0.5m				1	8	6	17
	0m		2	1	12	17	17	17
	0.5m	0	6	2	16	17	17	17
	1m	17	17	17	17	17	17	17
	1.5m	17	17	17	17	17	17	17
	2m	17	17	17	17	17	17	17

附註：斜線表示無模擬該情境。

表 4.12(續) 南興段入射波高 9 公尺情境模擬的平台溢淹距離(起點為海側的平台邊緣，道路平台寬 20m)

省道里程 平台高程	潮位	波高 9m						
		週期 10 秒	週期 11 秒	週期 12 秒	週期 13 秒	週期 14 秒	週期 15 秒	週期 16 秒
440K+500 10.2m	-0.5m							1
	0m			1	1	2	2	18
	0.5m		1	7	7	18	18	18
	1m	1	7	7	18	18	18	18
	1.5m	3	15	18	18	18	18	18
	2m	7	9	18	18	18	18	18
440K+740 10.7m	-0.5m							1
	0m							18
	0.5m			1	1	1	2	18
	1m			18	18	18	18	18
	1.5m		0	18	18	18	18	18
	2m	1	18	18	18	18	18	18
441K+000 10.9m	-0.5m						1	1
	0m					0	17	17
	0.5m				0	17	17	17
	1m			1	17	17	17	17
	1.5m	0	0	17	17	17	17	17
	2m	17	17	17	17	17	17	17
441K+240 11.2m	0m							1
	0.5m					0	1	18
	1m					18	18	18
	1.5m					18	18	18
	2m	1	1	1	1	18	18	18

附註：斜線表示無模擬該情境。

表 4.13 南興段入射波高 5、6 公尺情境模擬的道路溢淹距離(起點為海側的道路邊緣，道路平台寬 20m)

省道里程 平台高程	潮位	波高 5m							波高 6m						
		週期 10 秒	週期 11 秒	週期 12 秒	週期 13 秒	週期 14 秒	週期 15 秒	週期 16 秒	週期 10 秒	週期 11 秒	週期 12 秒	週期 13 秒	週期 14 秒	週期 15 秒	週期 16 秒
439K+700 9.4m	0m							0						0	0
	0.5m							2				0	0	1	2
	1m			0	0	0	0	13			0	16	16	16	16
	1.5m			12	11	11	13	13	0	0	16	16	16	16	16
	2m	0	0	10	11	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
440K+000 9.8m	0.5m												0	0	0
	1m						0	0			0	0	16	16	16
	1.5m				0	0	7	16		0	16	16	16	16	16
	2m	0	0	0	16	16	16	16	0	16	16	16	16	16	16
440K+260 9.5m	0m												0	0	0
	0.5m							0					1	16	0
	1m				0	0	0	2			0	0	16	16	16
	1.5m			0	1	16	16	16	0	0	1	16	16	16	16
	2m	0	0	16	16	16	16	16	2	16	16	16	16	16	16
440K+500 10.2m	0m												0	0	
	0.5m							0					1	2	0
	1m						0	16			0	0	16	3	16
	1.5m						16	16		0	2	4	16	16	16
	2m	0	0	0	0	0	16	16	0	4	16	16	16	16	16
440K+740 10.7m	1m							0							0
	1.5m						0	2			0	0	0	0	16
	2m	0	0	0	0	0	15	15	0	0	16	16	16	16	16
441K+000 10.9m	0.5m							0							
	1m							6						0	0
	1.5m					0	0	7						2	16
	2m	0	0	0	0	11	13	16	0	0	0	0	0	16	16
441K+240 11.2m	1.5m														0
	2m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16

附註：斜線表示無模擬該情境。

表 4.14 南興段入射波高 7、8 公尺情境模擬的道路溢淹距離(起點為海側的道路邊緣，道路平台寬 20m)

省道里程 平台高程	潮位	波高 7m							波高 8m						
		週期10秒	週期11秒	週期12秒	週期13秒	週期14秒	週期15秒	週期16秒	週期10秒	週期11秒	週期12秒	週期13秒	週期14秒	週期15秒	週期16秒
439K+700 9.4m	-1m														0
	-0.5m						0	0						0	16
	0m				0	0	16	16		0	0	0	0	16	16
	0.5m			0	16	16	16	16	0	0	16	16	16	16	16
	1m	0	0	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
	1.5m	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
	2m	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
440K+000 9.8m	0m						0	0			0	0	0	0	0
	0.5m			0	0	0	16	16			16	16	16	16	16
	1m		0	16	16	16	16	16			16	16	16	16	16
	1.5m		0	16	16	16	16	16	0	0	16	16	16	16	16
	2m	0	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
440K+260 9.5m	-1m							0						0	0
	-0.5m							1					0	0	13
	0m			0	0	0	0	6		0	0	0	3	11	16
	0.5m			5	5	5	16	11	0	4	5	11	16	16	16
	1m	0	0	7	6	14	16	11	5	5	5	16	16	16	16
	1.5m	5	5	16	16	16	16	16	5	11	16	16	16	16	16
	2m	6	16	16	16	16	16	16	14	16	16	16	16	16	16
440K+500 10.2m	-0.5m														0
	0m												0	0	11
	0.5m					0	0	0					4	6	16
	1m		0	0	0	16	16	16		0	0	0	16	16	16
	1.5m		5	10	16	16	16	16	0	10	16	16	16	16	16
	2m	0	4	16	16	16	16	16	10	16	16	16	16	16	16

附註：斜線表示無模擬該情境。

表 4.14(續) 南興段入射波高 7、8 公尺情境模擬的道路溢淹距離(起點為海側的道路邊緣，道路平台寬 20m)

省道里程 平台高程	潮位	波高 7m							波高 8m						
		週期 10 秒	週期 11 秒	週期 12 秒	週期 13 秒	週期 14 秒	週期 15 秒	週期 16 秒	週期 10 秒	週期 11 秒	週期 12 秒	週期 13 秒	週期 14 秒	週期 15 秒	週期 16 秒
440K+740 10.7m	0.5m														0
	1m				0	0	0	0			0	0	0	0	16
	1.5m				16	16	16	16		0	16	16	16	16	16
	2m	0	0	0	16	16	16	16	0	16	16	16	16	16	16
441K+000 10.9m	-0.5m														0
	0m														16
	0.5m					1	0	0				0	0	0	16
	1m			1	0	16	16	16		0	0	16	16	16	16
	1.5m			16	16	16	16	16		16	16	16	16	16	16
	2m	0	0	16	16	16	16	16	0	16	16	16	16	16	16
441K+240 11.2m	1m						0	0					0	0	0
	1.5m						16	0				0	0	16	16
	2m	0	0	0	0	0	16	16	0	0	0	16	16	16	16

附註：斜線表示無模擬該情境。

表 4.15 南興段入射波高 9 公尺情境模擬的道路溢淹距離(起點為海側的道路邊緣，道路平台寬 20m)

省道里程 平台高程	潮位	波高 9m						
		週期 10 秒	週期 11 秒	週期 12 秒	週期 13 秒	週期 14 秒	週期 15 秒	週期 16 秒
439K+700 9.4m	-1.5m							0
	-1m						0	16
	-0.5m				0	0	16	16
	0m			0	16	16	16	16
	0.5m	0	0	16	16	16	16	16
	1m	16	16	16	16	16	16	16
	1.5m	16	16	16	16	16	16	16
	2m	16	16	16	16	16	16	16
440K+000 9.8m	-1m							0
	-0.5m							16
	0m			0	0	0	0	16
	0.5m			16	16	16	16	16
	1m	0	0	16	16	16	16	16
	1.5m	16	16	16	16	16	16	16
	2m	16	16	16	16	16	16	16
440K+260 9.5m	-1m					0	0	0
	-0.5m				0	7	5	16
	0m		1	0	11	16	16	16
	0.5m	0	5	1	15	16	16	16
	1m	16	16	16	16	16	16	16
	1.5m	16	16	16	16	16	16	16
	2m	16	16	16	16	16	16	16

附註：斜線表示無模擬該情境。

表 4.15(續) 南興段入射波高 9 公尺情境模擬的道路溢淹距離(起點為海側的道路邊緣，道路平台寬 20m)

省道里程 平台高程	潮位	波高 9m						
		週期 10 秒	週期 11 秒	週期 12 秒	週期 13 秒	週期 14 秒	週期 15 秒	週期 16 秒
440K+500 10.2m	-0.5m							0
	0m			0	0	0	0	16
	0.5m		0	5	5	16	16	16
	1m	0	5	5	16	16	16	16
	1.5m	1	13	16	16	16	16	16
	2m	5	7	16	16	16	16	16
440K+740 10.7m	-0.5m							0
	0m							16
	0.5m			0	0	0	0	16
	1m			16	16	16	16	16
	1.5m		0	16	16	16	16	16
	2m	0	16	16	16	16	16	16
441K+000 10.9m	-0.5m						0	0
	0m					0	16	16
	0.5m				0	16	16	16
	1m			0	16	16	16	16
	1.5m	0	0	16	16	16	16	16
	2m	16	16	16	16	16	16	16
441K+240 11.2m	0m							0
	0.5m					0	0	16
	1m					16	16	16
	1.5m					16	16	16
	2m	0	0	0	0	16	16	16

附註：斜線表示無模擬該情境。

表 4.16 南興段入射波高 5、6 公尺情境模擬的接近平台的最大溯上水位

省道里程 平台高程	潮位	波高 5m							波高 6m						
		週期 10 秒	週期 11 秒	週期 12 秒	週期 13 秒	週期 14 秒	週期 15 秒	週期 16 秒	週期 10 秒	週期 11 秒	週期 12 秒	週期 13 秒	週期 14 秒	週期 15 秒	週期 16 秒
439K+700 9.4m	0m							6.9						7.5	8.9
	0.5m							9.2				7.9	9.0	9.2	9.2
	1m			7.9	9.3	9.2	9.1	9.6			9.3	9.4	9.6	9.6	9.6
	1.5m			9.4	9.5	9.5	9.5	9.6	8.1	9.1	9.3	9.7	9.6	9.5	9.8
	2m	7.6	9.2	9.4	9.6	9.4	9.7	10.5	9.6	9.6	9.6	9.6	9.7	9.6	9.9
440K+000 9.8m	0.5m												8.6	9.6	8.9
	1m						8.2	9.6			9.4	9.6	9.8	9.8	10.0
	1.5m				9.5	9.5	10.0	10.0		8.1	9.9	10.0	9.9	9.8	10.1
	2m	7.7	9.2	9.6	10.0	9.9	10.0	10.1	8.4	9.9	10.1	9.9	10.0	10.3	10.3
440K+260 9.5m	0m												9.3	8.4	9.3
	0.5m							8.2					9.3	9.4	9.3
	1m				9.3	9.3	9.0	9.4			9.3	9.3	9.8	9.6	9.7
	1.5m			9.3	9.3	9.6	9.5	9.7	8.0	9.3	9.3	9.7	9.9	9.7	10.5
	2m	8.2	9.3	9.6	9.7	9.7	9.9	9.9	9.3	9.4	10.1	9.9	10.1	10.1	10.9
440K+500 10.2m	0m												9.6	8.5	
	0.5m							9.8					10.2	10.3	9.0
	1m						8.9	10.6			10.1	9.8	10.9	10.5	10.9
	1.5m						10.7	10.6		10.1	10.6	10.7	10.9	10.7	12.0
	2m	8.2	9.3	10.5	10.5	10.5	10.9	10.8	8.6	10.7	10.8	10.6	10.8	12.3	11.0
440K+740 10.7m	1m							10.4							11.0
	1.5m						9.2	10.5			9.5	10.7	10.4	10.5	10.8
	2m	8.9	10.4	10.4	10.4	10.2	10.8	10.6	9.2	9.6	10.8	11.2	10.9	11.0	11.2
441K+000 10.9m	0.5m							7.6							
	1m							10.8						10.9	10.3
	1.5m					9.6	10.7	10.9						10.8	11.3
	2m	9.0	8.4	9.4	10.3	11.0	11.1	11.4	9.2	10.4	11.0	10.9	11.0	11.6	11.3
441K+240 11.2m	1.5m														9.3
	2m	8.1	8.4	9.2	9.1	9.2	10.9	10.9	8.2	9.2	9.4	10.9	10.9	10.9	11.3

附註：斜線表示無模擬該情境。

表 4.17 南興段入射波高 7、8 公尺情境模擬的接近平台的最大溯上水位

省道里程 平台高程	潮位	波高 7m							波高 8m						
		週期 10 秒	週期 11 秒	週期 12 秒	週期 13 秒	週期 14 秒	週期 15 秒	週期 16 秒	週期 10 秒	週期 11 秒	週期 12 秒	週期 13 秒	週期 14 秒	週期 15 秒	週期 16 秒
439K+700 9.4m	-1m														9.1
	-0.5m						9.0	9.1						9.1	9.4
	0m				8.2	9.1	9.6	9.3		7.3	9.1	9.1	7.9	9.6	10.0
	0.5m			9.1	9.5	9.2	9.7	9.7	7.6	9.1	9.3	9.7	9.7	9.6	9.9
	1m	7.3	9.1	9.8	9.7	9.2	10.0	10.1	9.3	9.4	9.6	9.7	10.2	10.0	11.7
	1.5m	9.6	9.7	10.0	9.9	10.0	10.2	10.6	10.0	11.1	10.0	10.0	10.2	10.5	10.2
	2m	9.7	10.0	10.2	10.0	13.6	12.1	10.0	9.7	9.7	9.7	10.0	10.7	11.0	11.1
440K+000 9.8m	0m						8.1	8.9			7.6	8.6	9.6	9.5	9.6
	0.5m			8.3	8.9	9.6	9.7	9.7			10.1	10.0	10.0	10.1	10.3
	1m		7.4	10.1	10.0	9.8	10.1	10.1			10.5	10.0	10.2	10.6	10.5
	1.5m		9.6	10.1	10.1	10.1	10.3	10.6	9.6	9.6	10.1	10.3	10.4	10.2	10.6
	2m	9.6	9.9	10.4	10.1	10.3	10.5	10.5	9.8	10.2	10.4	10.4	10.5	11.0	12.0
440K+260 9.5m	-1m							8.4						8.0	8.1
	-0.5m							9.3					8.9	9.3	10.3
	0m			8.9	8.9	9.3	9.3	9.7		7.9	8.4	9.3	9.3	9.8	10.0
	0.5m			9.5	9.6	9.4	9.9	9.8	7.4	9.3	9.3	10.2	10.2	9.9	9.9
	1m	8.1	9.0	9.7	9.6	9.8	10.3	9.8	9.5	9.5	9.6	9.8	10.2	11.2	10.4
	1.5m	9.4	9.5	9.8	10.3	10.3	10.2	12.7	9.6	9.8	10.7	10.0	10.3	10.3	11.3
	2m	9.8	9.9	10.1	10.3	11.7	10.8	12.1	9.8	10.3	10.8	11.9	10.8	11.8	12.3
440K+500 10.2m	-0.5m														10.1
	0m												9.7	10.1	10.8
	0.5m					9.8	10.2	10.2					10.2	10.6	10.6
	1m		9.5	10.1	10.1	11.7	11.0	11.0		10.3	10.2	10.2	10.8	11.8	11.3
	1.5m		10.4	10.5	11.1	11.1	10.9	11.3	10.1	10.5	10.6	11.1	11.1	11.8	11.6
	2m	10.2	10.3	11.1	11.3	11.1	11.3	11.6	10.5	10.6	11.1	12.0	12.3	12.8	13.0

附註：斜線表示無模擬該情境。

表 4.17(續) 南興段入射波高 7、8 公尺情境模擬的接近平台的最大溯上水位

省道里程 平台高程	潮位	波高 7m							波高 8m						
		週期 10 秒	週期 11 秒	週期 12 秒	週期 13 秒	週期 14 秒	週期 15 秒	週期 16 秒	週期 10 秒	週期 11 秒	週期 12 秒	週期 13 秒	週期 14 秒	週期 15 秒	週期 16 秒
440K+740 10.7m	0.5m														10.8
	1m				10.5	9.8	10.9	10.2			10.3	9.4	10.7	10.8	10.8
	1.5m				10.7	10.9	11.2	11.5		9.0	11.0	11.0	11.0	11.3	11.3
	2m	9.7	10.3	10.5	10.8	11.0	10.6	11.4	7.6	10.8	11.0	11.4	11.0	11.8	12.9
441K+000 10.9m	-0.5m														9.1
	0m														11.3
	0.5m					10.7	10.0	10.3				10.6	10.6	9.9	11.1
	1m			10.7	10.6	10.9	11.5	11.4		10.4	10.6	11.1	10.9	11.3	11.6
	1.5m			10.8	11.4	12.1	11.1	12.1		11.0	11.5	10.7	12.5	11.8	11.8
	2m	9.7	9.7	11.6	11.5	11.5	12.2	12.1	9.5	10.8	11.3	11.8	12.7	12.6	12.3
441K+240 11.2m	1m						10.4	10.8					10.7	11.0	11.3
	1.5m						11.4	11.0				10.8	11.0	11.5	11.5
	2m	10.8	10.8	11.2	11.4	11.3	11.7	12.1	9.6	11.1	11.6	11.5	11.5	11.5	11.5

附註：斜線表示無模擬該情境。

表 4.18 南興段入射波高 9 公尺情境模擬的接近平台的最大溯上水位

省道里程 平台高程	潮位	波高 9m						
		週期 10 秒	週期 11 秒	週期 12 秒	週期 13 秒	週期 14 秒	週期 15 秒	週期 16 秒
439K+700 9.4m	-1.5m							9.1
	-1m						9.1	9.5
	-0.5m				9.1	9.1	9.4	9.3
	0m			9.1	9.5	9.3	9.3	10.1
	0.5m	8.3	8.7	9.6	9.6	9.6	9.9	10.2
	1m	9.4	9.9	9.9	9.7	10.0	10.9	10.1
	1.5m	10.1	9.7	10.1	9.8	10.5	10.7	13.0
	2m	9.8	10.1	10.5	10.0	10.7	11.6	13.2
440K+000 9.8m	-1m							9.6
	-0.5m							9.8
	0m			8.0	9.6	9.6	9.6	10.1
	0.5m			9.9	10.1	10.2	10.2	10.3
	1m	9.4	9.6	10.1	10.0	10.1	10.4	10.5
	1.5m	10.0	10.1	10.2	10.5	10.2	11.6	11.1
	2m	10.1	10.2	10.5	10.4	11.8	11.6	11.1
440K+260 9.5m	-1m					9.0	9.3	9.3
	-0.5m				9.3	9.7	9.4	10.2
	0m		9.4	9.3	9.8	10.0	10.3	10.2
	0.5m	8.2	9.5	9.3	9.8	10.2	10.3	11.3
	1m	9.8	9.8	9.9	10.8	10.6	10.0	11.3
	1.5m	9.8	9.8	10.2	10.8	10.7	11.7	12.3
	2m	9.8	10.3	11.5	12.5	11.5	12.8	11.3

附註：斜線表示無模擬該情境。

表 4.18(續) 南興段入射波高 9 公尺情境模擬的接近平台的最大溯上水位

省道里程 平台高程	潮位	波高 9m						
		週期 10 秒	週期 11 秒	週期 12 秒	週期 13 秒	週期 14 秒	週期 15 秒	週期 16 秒
440K+500 10.2m	-0.5m							10.1
	0m			10.1	10.1	10.1	10.3	11.0
	0.5m		10.2	10.3	10.3	10.8	10.5	11.8
	1m	10.1	10.5	10.4	11.1	11.1	11.6	12.8
	1.5m	10.2	10.7	10.8	11.2	11.4	12.4	13.3
	2m	10.5	10.6	11.3	11.3	12.6	11.8	13.6
440K+740 10.7m	-0.5m							10.7
	0m							11.0
	0.5m			10.4	10.6	10.4	10.5	11.0
	1m			11.0	11.0	10.8	11.0	11.5
	1.5m		10.1	11.0	11.0	11.0	11.5	12.2
	2m	10.3	11.3	11.0	11.8	12.0	13.0	12.5
441K+000 10.9m	-0.5m						10.6	10.6
	0m					9.8	10.8	11.2
	0.5m				10.5	11.8	10.8	11.8
	1m			10.6	11.2	11.3	11.3	11.6
	1.5m	10.1	10.3	12.3	11.3	11.6	12.6	12.6
	2m	11.1	11.3	12.2	13.6	13.4	13.6	13.1
441K+240 11.2m	0m							11.0
	0.5m					8.9	11.2	11.5
	1m					11.7	11.4	11.5
	1.5m					11.5	11.5	11.5
	2m	10.7	11.3	11.0	10.8	11.6	11.5	11.5

附註：斜線表示無模擬該情境。

圖 4.32 到圖 4.35 各為 2016 年尼伯特、馬勒卡、梅姬和海馬颱風期間公路局所提供南興段 440K+000 附近的岸邊觀測浪高，並與情境條件近似的接近平台的溯上水位作比較。情境對應的方式根據水利署臺東外海浮標資料的 2 倍示性波高、尖峰週期以及大武漁港的觀測潮位，由表 4.16 到 4.18 分別對應到情境條件類似的入射波高、入射週期和潮位，取得接近平台的溯上水位。圖 4.32 到 4.35 的溯上水位值僅限定在可對應的情境條件範圍內且有模擬該情境的情況下。由圖可知絕大部分的情境溯上水位都超過觀測浪高，最大超過約 3.5m。由於模擬地形將原本水深 5m 處開始往陸地方向直到道路平台旁的擋土牆為止的區域範圍皆調整為水深 5m，亦即移除溯上又加深近岸地形可能為情境溯上水位皆大於觀測浪高的主因。

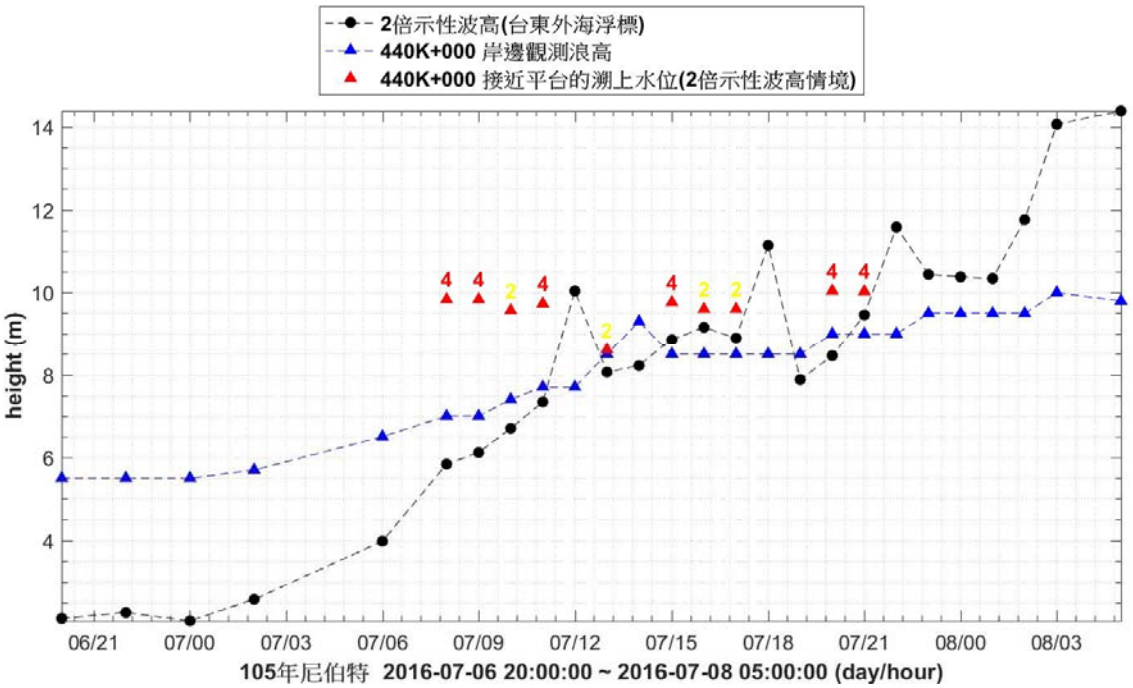


圖 4.32 2016 年尼伯特颱風期間在南興段 440K+000 的岸邊觀測浪高和接近平台的情境溯上水位。

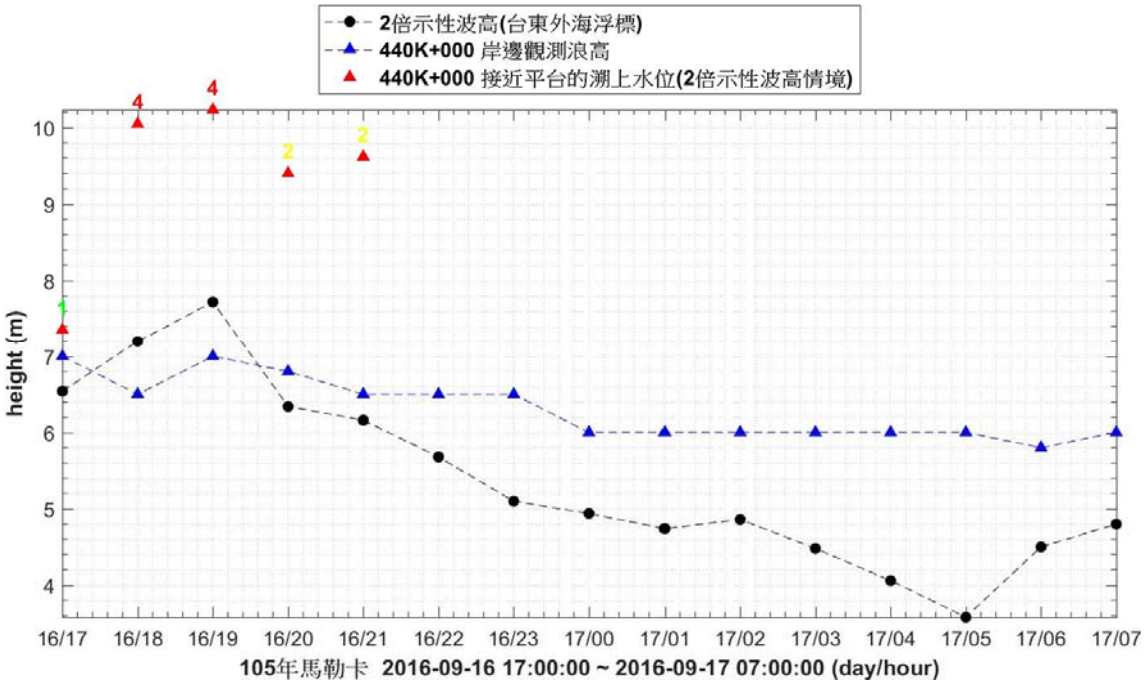


圖 4.33 2016 年馬勒卡颱風期間在南興段 440K+000 的岸邊觀測浪高和接近平台的情境溯上水位。

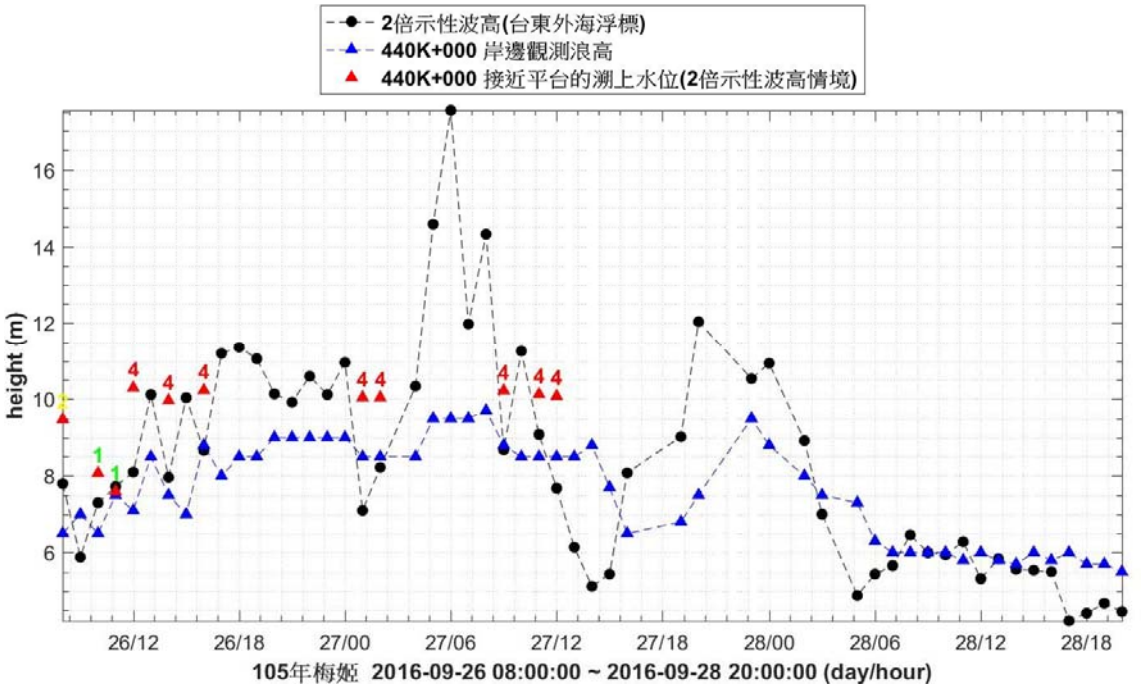


圖 4.34 2016 年梅姬颱風期間在南興段 440K+000 的岸邊觀測浪高和接近道路平台的情境溯上水位。

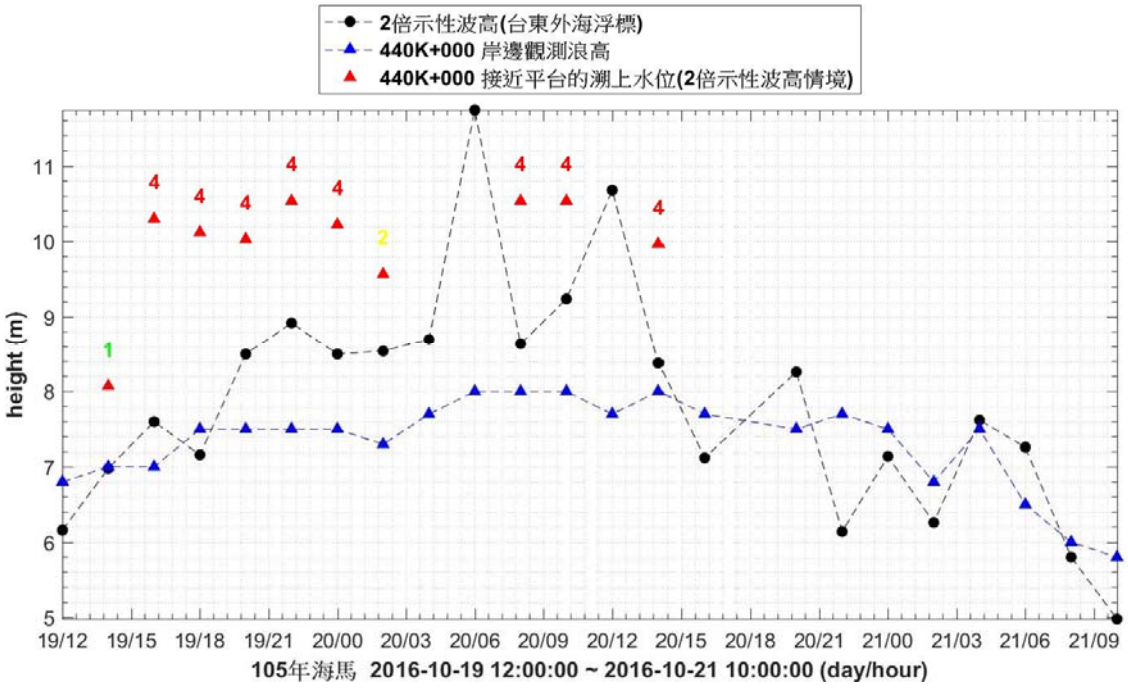


圖 4.35 2016 年海馬颱風期間在南興段 440K+000 的岸邊觀測浪高和接近道路平台的情境溯上水位。

4.6 海岸公路海浪警戒預報

根據多良段與南興段的情境模擬結果，本文制定浪襲海岸公路警戒等級的燈號顏色所表示的意義，除了提供相關防災單位作為警戒發布的參考，也便於防災人員的使用與民眾的宣導認知。燈號顏色的定義如下：

灰色：缺少示性波高、尖峰週期或潮位等外海觀測值

綠色：接近平台的溯上水位低於平台高程-1m

黃色：接近平台的溯上水位高於平台高程-1m

橙色：部分路面出現溢淹

紅色：整個路面出現溢淹

以圖 4.36 為例，紅色虛線以右為道路區域，從上到下所對應的燈號依

序為綠色、黃色、橙色和紅色。在此將灰、綠、黃、橙以及紅色各以數字 0、1、2、3 和 4 來表示，而多良段和南興段的所有情境對應的燈號皆列於表 4.19 到表 4.24。

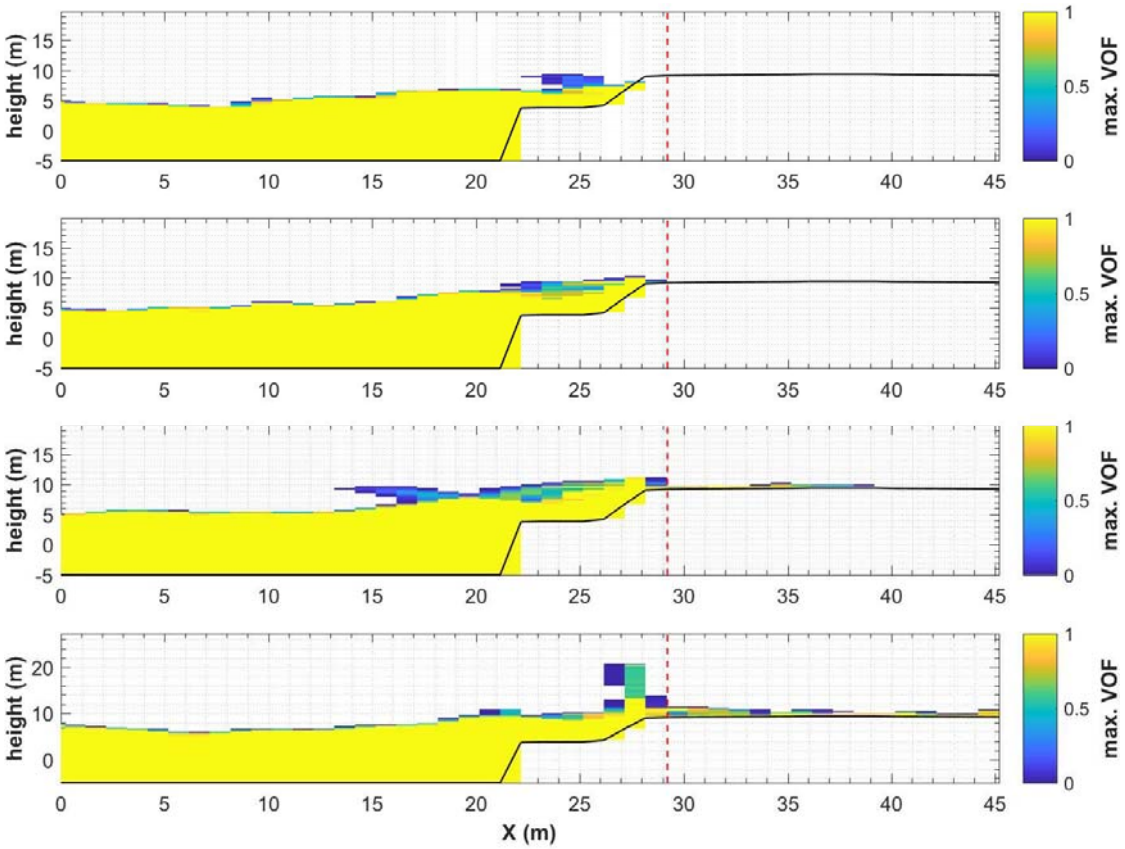


圖 4.36 439K+700 站的模擬期間 VOF 空間分布最大值，潮位條件皆為 2m、入射波高皆為 5m，由上至下的情境週期各為 10 秒、11 秒、12 秒和 14 秒。(紅色虛線右側為道路區域)

目前港研中心已提供 SWAN(Simulating WAves Nearshore)模式和 COHERENS(COupled Hydrodynamical Ecological model for REgioNal Shelf seas)模式在多良段和南興段外海約 30m 水深處的示性波高、尖峰週期和潮位預報值。預報值可對應情境的結果產生多良段 12 站與南興段 7 站的海岸公路海浪警戒預報檔。圖 4.37 為南興段的預報檔內容。

第1-4欄	第5-7欄			第8-10欄			第11-31欄							第32欄
2017 10 13 01	2.778	7.221	0.337	6.0	10.0	0.5	1	0.00	0		1	0.00	0	1
2017 10 13 02	3.050	7.403	0.135	6.0	10.0	0.0	1	0.00	0		1	0.00	0	1
2017 10 13 03	2.904	7.131	-0.092	6.0	10.0	0.0	1	0.00	0		1	0.00	0	1
2017 10 13 04	3.029	6.987	-0.304	6.0	10.0	-0.5	1	0.00	0		1	0.00	0	1
2017 10 13 05	3.006	7.542	-0.462	6.0	10.0	-0.5	1	0.00	0		1	0.00	0	1
2017 10 13 06	2.957	7.426	-0.544	6.0	10.0	-0.5	1	0.00	0		1	0.00	0	1
2017 10 13 07	3.084	7.501	-0.539	6.0	10.0	-0.5	1	0.00	0	…	1	0.00	0	1
2017 10 13 08	3.460	8.293	-0.452	7.0	10.0	-0.5	1	0.00	0		1	0.00	0	1
2017 10 13 09	2.817	7.555	-0.312	6.0	10.0	-0.5	1	0.00	0		1	0.00	0	1
2017 10 13 10	2.684	7.152	-0.150	5.0	10.0	0.0	1	0.00	0		1	0.00	0	1
2017 10 13 11	2.924	7.447	-0.003	6.0	10.0	0.0	1	0.00	0		1	0.00	0	1
2017 10 13 12	2.966	7.134	0.103	6.0	10.0	0.0	1	0.00	0		1	0.00	0	1

圖 4.37 南興段海浪警戒預報檔。

圖 4.37 各欄位的意義如下：

第 1 到 4 欄：年、月、日、時

第 5 到 7 欄：依序為預報的示性波高(m)、尖峰週期(sec)和潮位(m)

第 8 欄：由第 5 欄示性波高所對應的情境波高(m)

第 9 欄：由第 6 欄尖峰週期所對應的情境週期(sec)

第 10 欄：由第 7 欄潮位所對應的情境潮位(m)

第 11 到 31 欄：第 11 到 13 欄各為里程編號 439K+700 的燈號、接近平台的溯上水位(m)以及道路靠海側起算的溢淹距離(m)。與第 11 到 13 欄意義相同，剩下的欄位依序分別屬於里程編號 440K+000、440K+260、440K+500、440K+740、441K+000、441K+240。

32 欄：7 個里程編號中出現的最大燈號值

其中第 8 到 10 欄對應情境條件的方式，首先將異常波浪的波高視為示性波高的 2 倍，並對應到最接近的情境入射波高。而尖峰週期(的)和潮位亦對應到最接近的情境週期和潮位。因為情境模擬的波高、週期和潮位的條件範圍有限(圖 4.19 及圖 4.20)，所以當 2 倍示性波高或尖峰週期超出情境入射波高或週期的上限時，則對應到情境入射波高或週期上限值。同理如果低於情境下限時，則對應到下限值。

以圖 4.37 的第 1 行為例。當示性波高為 2.778 公尺、 尖峰週期為 7.221 秒、潮位 0.337 公尺時，異常波浪的波高視為示性波高的 2 倍，而 5.556 公尺所對應最接近的情境入射波高為 6 公尺(圖 4.37 第 8 欄)。因為尖峰週期 7.221 秒低於情境週期的 10 秒下限，則對應的情境週期為 10 秒(圖 4.37 第 9 欄)。0.337 公尺的潮位則對應最接近的情境潮位 0.5m(圖 4.37 第 10 欄)。由表 4.22 可知波高 6 公尺、週期 10 秒且潮位 0.5 公尺雖然在情境條件範圍內，但該情境未被模擬，亦即代表海況條件較不嚴重，其造成溢淹可能性極低。故各站的燈號值皆為 1(綠色)，而接近平台溯上高度和溢淹距離給予 0 值。

臺東海岸公路通行安全預警之視窗以網頁形式作為顯示，如圖 4.38 及圖 4.39 所示，分別為多良及南興，由下至上分別為潮位、波高及各路段的顏色燈號，其中潮位有觀測值及模擬值，波高有臺東浮標的觀測值與模擬值，顏色燈號可以選擇各里程編號作為預報輸出。其原養護單位係已派人駐守現場觀測波浪及路況作為封路之標準判斷，因此臺東海岸公路通行安全預警可以作為封路決策之依據。

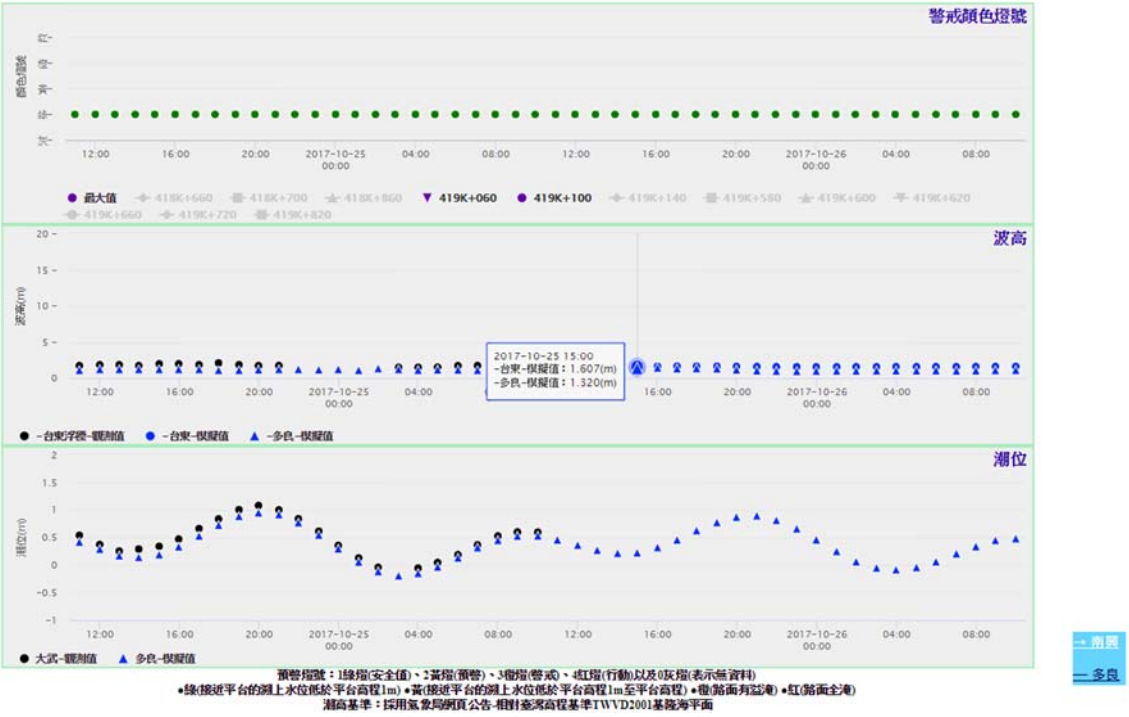


圖 4.38 臺東海岸公路通行安全預警系統多良段

(http://isohe.ihmt.gov.tw/station/display/Taitung-1.aspx)

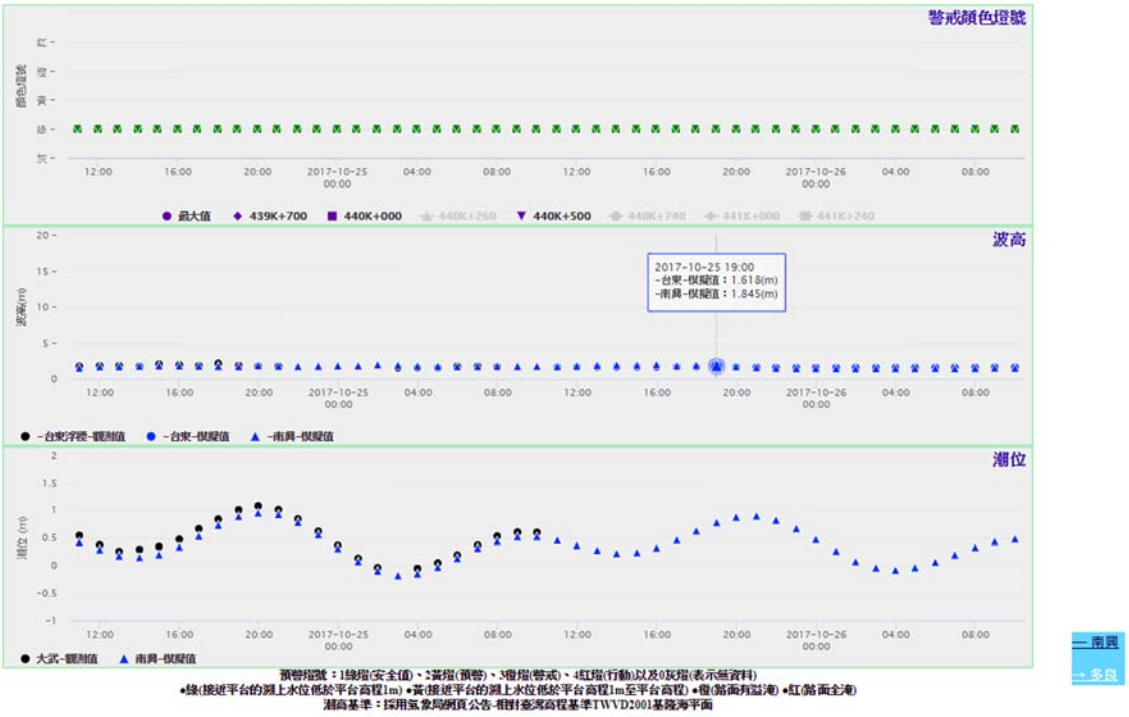


圖 4.39 臺東海岸公路通行安全預警系統南興段

(http://isohe.ihmt.gov.tw/station/display/Taitung-2.aspx)

表 4.19 多良段入射波高 8、9 公尺情境模擬的燈號

省道里程 平台高程	潮位	波高 8m							波高 9m						
		週期 10 秒	週期 11 秒	週期 12 秒	週期 13 秒	週期 14 秒	週期 15 秒	週期 16 秒	週期 10 秒	週期 11 秒	週期 12 秒	週期 13 秒	週期 14 秒	週期 15 秒	週期 16 秒
418K+660	2m	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
418K+700	1.5m						2	1						1	1
	2m	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	2
418K+860	1.5m			1	1	1	2	1			1	2	2	2	1
	2m	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	3	3	4	4
419K+060	2m	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	2	1
419K+100	2m	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1
419K+140	2m	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
419K+580	2m	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1
419K+600	2m	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1
419K+620	1.5m							2							2
	2m	1	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2
419K+660	1.5m				1	1	2	1				1	2	2	1
	2m	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2
419K+720	1.5m		1	1	2	2	2	2		1	1	1	2	2	2
	2m	1	1	1	2	2	4	4	1	1	2	2	2	4	4
419K+820	0.5m					1	1	1					2	1	1
	1m				2	2	2	2				2	2	2	2
	1.5m		2	2	4	4	4	4		2	1	4	4	4	4
	2m	1	2	2	4	4	4	4	1	2	2	4	4	4	4

斜線：無情境模擬　1：綠色　2：黃色　3：橙色　4：紅色

表 4.20 多良段入射波高 10、11 公尺情境模擬的燈號

省道里程 平台高程	潮位	波高 10m							波高 11m						
		週期 10 秒	週期 11 秒	週期 12 秒	週期 13 秒	週期 14 秒	週期 15 秒	週期 16 秒	週期 10 秒	週期 11 秒	週期 12 秒	週期 13 秒	週期 14 秒	週期 15 秒	週期 16 秒
418K+660	1.5m												1		
	2m	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1
418K+700	1.5m					2	1	1				1	1	1	1
	2m	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	2	4	1	1
418K+860	0.5m														2
	1m														3
	1.5m			1	2	2	2	1			1	2	1	2	4
	2m	1	2	1	3	4	4	4	1	1	2	3	4	1	4
419K+060	1.5m					1	1	1					1	1	2
	2m	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	2	2	2	1
419K+100	2m	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2
419K+140	2m	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
419K+580	2m	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
419K+600	2m	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	2	1	1
419K+620	1.5m						2	2	1	1	2	2	2	2	2
	2m	1	1	2	2	2	4	2	2	1	2	2	4	4	2
419K+660	1.5m				1	2	1	2			1	2	1	1	2
	2m	1	1	1	2	2	2	2	1	2	1	2	4	1	1
419K+720	1m					2	1	1					1	2	2
	1.5m		1	1	1	4	2	2		1	2	2	4	2	4
	2m	1	1	1	2	4	4	4	1	1	1	2	4	4	4
419K+820	0.5m				1	2	1	2				1	2	1	2
	1m			2	2	4	4	4			2	2	4	4	4
	1.5m		1	2	4	4	4	4		2	4	4	4	4	4
	2m	1	2	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4

斜線：無情境模擬　1：綠色　2：黃色　3：橙色　4：紅色

表 4.21 多良段入射波高 12 公尺情境模擬的燈號

省道里程 平台高程	潮位	波高 12m						
		週期 10 秒	週期 11 秒	週期 12 秒	週期 13 秒	週期 14 秒	週期 15 秒	週期 16 秒
418K+660	2m	1	1	1	2	1	1	1
418K+700	1.5m					1	1	2
	2m	1	1	1	2	4	4	4
418K+860	0m							2
	0.5m						2	4
	1m						2	4
	1.5m			2	1	2	2	4
	2m	1	1	4	4	4	3	4
419K+060	0.5m						2	2
	1m						2	4
	1.5m					2	2	4
	2m	1	1	2	2	2	2	4
419K+100	0.5m							1
	1m							2
	1.5m							4
	2m	1	1	1	2	1	2	4
419K+140	2m	1	1	1	1	1	1	1
419K+580	2m	1	1	1	1	2	1	1
419K+600	1.5m					1		
	2m	1	1	1	1	2	2	1
419K+620	1.5m	1	2	2	2	2	2	2
	2m	2	2	2	3	4	4	2

斜線：無情境模擬　1：綠色　2：黃色　3：橙色　4：紅色

表 4.21(續) 多良段入射波高 12 公尺情境模擬的燈號

省道里程 平台高程	潮位	波高 12m						
		週期 10 秒	週期 11 秒	週期 12 秒	週期 13 秒	週期 14 秒	週期 15 秒	週期 16 秒
419K+660	1m				1			
	1.5m			1	2	1	2	2
	2m	1	1	1	3	4	1	2
419K+720	1m				2	1	2	2
	1.5m		1	2	2	4	4	4
	2m	1	1	2	2	4	4	4
419K+820	-1m							1
	-0.5m							2
	0m						2	4
	0.5m				2	1	2	4
	1m			2	4	4	4	4
	1.5m		1	4	4	4	4	4
	2m	1	2	4	4	4	4	4

斜線：無情境模擬　1：綠色　2：黃色　3：橙色　4：紅色

表 4.22 南興段入射波高 5、6 公尺情境模擬的燈號

省道里程 平台高程	潮位	波高 5m							波高 6m						
		週期 10 秒	週期 11 秒	週期 12 秒	週期 13 秒	週期 14 秒	週期 15 秒	週期 16 秒	週期 10 秒	週期 11 秒	週期 12 秒	週期 13 秒	週期 14 秒	週期 15 秒	週期 16 秒
439K+700	0m							1						1	2
	0.5m							2				1	2	2	2
	1m			1	2	2	2	3			2	4	4	4	4
	1.5m			3	3	3	3	3	2	2	4	4	4	4	4
	2m	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
440K+000	0.5m												1	2	2
	1m						1	2			2	2	4	4	4
	1.5m				2	2	3	4		1	4	4	4	4	4
	2m	1	2	2	4	4	4	4	1	4	4	4	4	4	4
440K+260	0m												2	2	2
	0.5m							1					2	4	2
	1m				2	2	2	2			2	2	4	4	4
	1.5m			2	2	4	4	4	1	2	2	4	4	4	4
	2m	1	2	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	4
440K+500	0m												2	1	
	0.5m							2					2	2	1
	1m						1	4			2	2	4	3	4
	1.5m						4	4		2	2	3	4	4	4
	2m	1	2	2	2	2	4	4	1	3	4	4	4	4	4
440K+740	1m							2							2
	1.5m						1	2			2	2	2	2	4
	2m	1	2	2	2	2	3	3	1	2	4	4	4	4	4
441K+000	0.5m							1							
	1m							3						2	2
	1.5m					1	2	3						2	4
	2m	1	1	1	2	3	3	4	1	2	2	2	2	4	4
441K+240	1.5m														1
	2m	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	2	2	2	4

斜線：無情境模擬　1：綠色　2：黃色　3：橙色　4：紅色

表 4.23 南興段入射波高 7、8 公尺情境模擬的燈號

省道里程 平台高程	潮位	波高 7m							波高 8m						
		週期 10 秒	週期 11 秒	週期 12 秒	週期 13 秒	週期 14 秒	週期 15 秒	週期 16 秒	週期 10 秒	週期 11 秒	週期 12 秒	週期 13 秒	週期 14 秒	週期 15 秒	週期 16 秒
439K+700	-1m														2
	-0.5m						2	2						2	4
	0m				2	2	4	4		1	2	2	1	4	4
	0.5m			2	4	4	4	4	1	2	4	4	4	4	4
	1m	1	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	1.5m	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	2m	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
440K+000	0m						1	2			1	2	2	2	2
	0.5m			1	2	2	4	4			4	4	4	4	4
	1m		1	4	4	4	4	4			4	4	4	4	4
	1.5m		2	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4
	2m	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
440K+260	-1m							2						1	1
	-0.5m							2					2	2	3
	0m			2	2	2	2	3		1	2	2	3	3	4
	0.5m			3	3	3	4	3	1	3	3	3	4	4	4
	1m	1	2	3	3	3	4	3	3	3	3	4	4	4	4
	1.5m	3	3	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4
	2m	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4

斜線：無情境模擬　1：綠色　2：黃色　3：橙色　4：紅色

表 4.23(續) 南興段入射波高 7、8 公尺情境模擬的燈號

省道里程 平台高程	潮位	波高 7m							波高 8m						
		週期 10 秒	週期 11 秒	週期 12 秒	週期 13 秒	週期 14 秒	週期 15 秒	週期 16 秒	週期 10 秒	週期 11 秒	週期 12 秒	週期 13 秒	週期 14 秒	週期 15 秒	週期 16 秒
440K+500	-0.5m														2
	0m												2	2	3
	0.5m					2	2	2					3	3	4
	1m		2	2	2	4	4	4		2	2	2	4	4	4
	1.5m		3	3	4	4	4	4	2	3	4	4	4	4	4
	2m	2	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4
440K+740	0.5m														2
	1m				2	2	2	2			2	2	2	2	4
	1.5m				4	4	4	4		1	4	4	4	4	4
	2m	2	2	2	4	4	4	4	1	4	4	4	4	4	4
441K+000	-0.5m														1
	0m														4
	0.5m					2	2	2				2	2	2	4
	1m			2	2	4	4	4		2	2	4	4	4	4
	1.5m			4	4	4	4	4		4	4	4	4	4	4
	2m	2	2	4	4	4	4	4	1	4	4	4	4	4	4
441K+240	1m						2	2					2	2	2
	1.5m						4	2				2	2	4	4
	2m	2	2	2	2	2	4	4	1	2	2	4	4	4	4

斜線：無情境模擬　1：綠色　2：黃色　3：橙色　4：紅色

表 4.24 南興段入射波高 9 公尺情境模擬的燈號

省道里程 平台高程	潮位	波高 9m						
		週期 10 秒	週期 11 秒	週期 12 秒	週期 13 秒	週期 14 秒	週期 15 秒	週期 16 秒
439K+700	-1.5m							2
	-1m						2	4
	-0.5m				2	2	4	4
	0m			2	4	4	4	4
	0.5m	2	2	4	4	4	4	4
	1m	4	4	4	4	4	4	4
	1.5m	4	4	4	4	4	4	4
	2m	4	4	4	4	4	4	4
440K+000	-1m							2
	-0.5m							4
	0m			1	2	2	2	4
	0.5m			4	4	4	4	4
	1m	2	2	4	4	4	4	4
	1.5m	4	4	4	4	4	4	4
	2m	4	4	4	4	4	4	4
440K+260	-1m					2	2	2
	-0.5m				2	3	3	4
	0m		2	2	3	4	4	4
	0.5m	1	3	2	3	4	4	4
	1m	4	4	4	4	4	4	4
	1.5m	4	4	4	4	4	4	4
	2m	4	4	4	4	4	4	4

斜線：無情境模擬　1：綠色　2：黃色　3：橙色　4：紅色

表 4.24 南興段入射波高 9 公尺情境模擬的燈號

省道里程 平台高程	潮位	波高 9m						
		週期 10 秒	週期 11 秒	週期 12 秒	週期 13 秒	週期 14 秒	週期 15 秒	週期 16 秒
440K+500	-0.5m							2
	0m			2	2	2	2	4
	0.5m		2	3	3	4	4	4
	1m	2	3	3	4	4	4	4
	1.5m	2	3	4	4	4	4	4
	2m	3	3	4	4	4	4	4
440K+740	-0.5m							2
	0m							4
	0.5m			2	2	2	2	4
	1m			4	4	4	4	4
	1.5m		2	4	4	4	4	4
	2m	2	4	4	4	4	4	4
441K+000	-0.5m						2	2
	0m					2	4	4
	0.5m				2	4	4	4
	1m			2	4	4	4	4
	1.5m	2	2	4	4	4	4	4
	2m	4	4	4	4	4	4	4
441K+240	0m							2
	0.5m					1	2	4
	1m					4	4	4
	1.5m					4	4	4
	2m	2	2	2	2	4	4	4

斜線：無情境模擬　1：綠色　2：黃色　3：橙色　4：紅色

第五章　結論與建議

本研究以數值模擬技術為主軸，蒐集了易致災之區段，並分析了異常波浪的特性，且以台 9 線多良段 417K+715 到 419K+862 之間選取的 418K+660 到 419K+140 以及 419K+580 到 419K+820 兩個高程較低的區間作為模擬目標，南興段以 439K+700、440K、440K+260、440K+500、440K+740、441K、441K+240 等 7 站，建立異常波浪容易致災之區段的長浪溯上數值模式，透過模擬可了解在何種波浪條件之下可能遭受的威脅，以以網頁形式作為顯示臺東海岸公路通行安全預警之視窗，可提供公路單位作為道路通行安全的評估和道路暫時封閉的參考。

5.1 結論與成果

(1) 本研究呈現異常波浪溯上的數值模擬結果，顯示數值模式 COBRAS 可以相當程度描述 2013 年海燕颱風鼻頭角異常波浪事件，而數值地形最右(西)側的階梯造成波浪向上衝擊應該是異常波浪模擬最重要的要件；也分析有無湧浪所產生的機制，不同湧浪波高可以獲得最大波高，若無颱風的情況下，HMAX=2Hs，而在遠處有颱風存在 HMAX 將改變。

(2) 本研究結合了文字探勘的技術蒐集異常波浪及海岸公路的新聞資料，以關鍵字「異常波浪+公路」、「異常波浪+台東」、「異常波浪+台 9 線」、「浪襲+台東」、「浪襲+台 9 線」、「颱風+富岡+多良+大武」作為檢索並分析找出易致災之路段，其結果為南迴公路(台 9 線)為

多良段(419 公里至 422 公里)至南興段(台 9 線 439.8 公里至 441 公里)，因離海岸近，較常受颱風海浪影響，常為公路總局公告之浪襲路段。

(3) 本研究總共進行多良段 640 個及南興段 781 個之浪襲道路平台的情境模擬，結果顯示入射波高越高，入射週期越大，初始水位值越高的情境下越容易產生溢淹。亦大致顯示平台高程越低越容易產生溢淹。多良段 640 個情境中有 141 個情境發生道路溢淹，其中溢淹範圍達整個路寬的情境約佔 76%(107 個)，南興段 781 個情境中有 534 個情境發生道路溢淹，其中溢淹範圍達整個路寬的情境約佔 85%(453 個)，主要是海浪溯上後的水體持續往道路內側流動所致。整體上最大溯上水位與入射波高、週期和潮位皆無明確的相關性。

(4) 其根據表 4.1 到表 4.18 或本研究整合本所港研中心「港灣環境資訊網」之波浪、潮位等海象預報資訊建置之「臺東海岸公路浪襲預警系統」，可提供交通部公路總局第三區養護工程處及相關工務段作為道路通行安全的評估和道路暫時封閉的輔助決策參考。

5.2 建議

(1) 建立異常波浪容易致災之公路的波浪溯上與溢淹數值模式。以公路局道路橫斷面的高程為基礎，再與海科中心的海底地形資料庫內插後，可構建適當的數值地形。為保險起見，可選取平均最高高潮位作

為水位基準。

(2) 臺東海岸公路通行安全預警之視窗，可提供交通部公路總局及相關單位作為道路通行安全的評估和道路暫時封閉的參考，建議交通部公路總局第三區養護工程處可以使用本系統及配合實際觀測數值作比對並回饋，以利後續精進系統。

參考文獻

1. 中國時報網站，鼻頭角瘋狗浪噬人 樹林社大 8 死 8 傷。http://www.chinatimes.com/newspapers/ 20131110000627-260102
2. 自由時報網站，瘋狗浪奪命 東北角 8 死 8 傷。http://news.ltn.com.tw/news/focus/paper/729213
3. 蘋果日報網站，瘋狗浪 奪 8 命。http://www.appledaily.com.tw/appledaily/article/headline/20131110/35426913/
4. 聯合線上公司聯合資料庫。http://udndata.com/library/
5. 陳冠宇、劉俊志、張義偉、李俊穎(2016)，瘋狗浪溯上的數值模擬與海岸公路或遊憩區之應用，海洋及水下技術季刊，第 26 卷第 4 期，第 38-47 頁。
6. 蔡政翰、蔡仁智、董東璟（2016) 危險的海岸波浪—瘋狗浪，科學月刊，第 564 期。
7. 陳冠宇、邱永芳、蘇青和、單誠基、李俊穎(2015)，應用地理資訊系統建置臺灣主要商港溢淹災害潛勢圖之研究（1/2），交通部運輸研究所合作研究計畫成果報告。
8. 董東璟、蔡政翰、蔡仁智、陳盈智、陳琬婷 (2015)災害性瞬變海象之研究(4/4) 交通部中央氣象局海象測報中心期末報告。
9. 陳冠宇、邱永芳、蘇青和、單誠基、李俊穎(2014)，海嘯對港區及跨河橋樑之影響風險評估研究(2/2)，交通部運輸研究所合作研究計畫成果報告。
10. 陳冠宇、邱永芳、蘇青和、單誠基、李俊穎(2013)，海嘯對港區及跨河橋樑之影響風險評估研究(1/2)，交通部運輸研究所合作研究計畫成果報告。

11. 劉俊志(2006) 近岸突浪的分析探討，海洋物理研究所，國立中山大學，碩士論文。

12. 陳文俊、郭金棟（2005）台東海岸線變遷，第 27 屆海洋工程研討會集文集，第 903-909 頁。

13. 陳冠宇（2002）瘋狗浪的可能機制，海洋工程學刊，第 2 卷，第 1 期，第 93-106 頁。

14. 蔡政翰、林盈成、曾相茂（2001) 群波與瘋狗浪，海洋工程學刊，第 1 卷，第 1 期，第 71～82 頁。

15. Chen, Guan-Yu (2016), Remote Weather Systems and Associated Swell Effect on the Formation of Freak Waves, in preparation.

16. Chen, Guan-Yu, Liu, Chin-Chu, and Yao, Cheng-Chung (2015) A Forecast System for Offshore Water Surface Elevation With Inundation Map Integrated for Tsunami Early Warning, IEEE Journal of Oceanic Engineering, 40(1), 37-47, doi: 10.1109/JOE. 2013.2295948.

17. COBRAS user's manual version 1.01(2002).

18. Fayyad, U., Piatetsky-Shapiro, G., & Smyth, P. (1996). From data mining to knowledge discovery in databases. AI magazine, 17(3), 37–54.

19. Kharif, C., Pelinovsky, E., and Slunyaev A. (2009) Rogue Waves in the Ocean, Springer.

20. Kothe D. B., Mjolsness, R. C. and Torrey, M. D. (1991), RIPPLE: A Computer Program for Incompressible Flows with Free Surfaces, DOI: 10.13140/RG. 2.1.1397.5200, Report number: LA-12007-MS, Los Alamos National Laboratory.

21. Launder, B.E. and Spalding, D.B. (1974). "The numerical computation of turbulent flows". Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering. 3 (2): 269–289. doi:10.1016/0045 -7825(74)90029-2.

22. Liang, N. K. (2007) The freak wave mystery - a new hypothesis for its occurrence, Journal of Marine Science and Technology, Vol. 15, No. 3, pp. 241-246

23. Liang, N. K. (2012) The Freak Wave Potential of Typhoon Swell, Journal of Marine Science and Technology ； 20 (4) ， P467 - 471 DOI：10.6119/JMST-012-0328-1

24. Lin P. and P.L.-F. Liu (1998). A numerical study of breaking waves in the surf zone. Journal of Fluid Mechanics 359, 239-264.

25. Liu, P.L.-F., P. Lin, K.A. Chang and T. Sakakiyama (1999). Numerical modeling of wave interaction with porous structures. J. Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering, ASCE 125 (6), 322-330.

26. Magnusson, A. K., Donelan, M. A., and Drennan, W. M.(1999) On Estimating Extremes in an Evolving Wave Field, Coastal Eng., Vol.36, pp.147–163.

27. Pelinovsky, E. and Kharif, C. (2008) Extreme Ocean Waves, Springer.

28. Rodi, W.,(1980). Turbulence Model and Their Application in Hydraulics:a State of the Art Review. International Association for Hydraulic Research, Delft, The Netherlands. 9021270021

29. Salton, G. and Buckley, C. 1988 Term-weighting approaches in automatic text retrieval. Information Processing & Management 24 (5): 513–523.

30. Sand, S.E., Hansen, N.E.O., Klinting, P., Gudmestad, O.T., and Sterndor, M.J. (1990) Freak Wave Kinematics in: Water Wave

Kinematics, NATO ASI Series E, 178, Kluwer Academic, pp. 535−550. 1990.

31. Su, M.Y., Tsai, C.H., Lin, Y.C. and Tseng, H.M. (2002) Nonlinear dynamical mechanisms connecting ocean giant waves and wave groups, 21th International Conference on Offshore Mechanics and Arctic Engineering, ASME.

32. Tsai, C.H., Su, M.Y. and Huang, S.J. (2004) Observation and conditions for occurrence of dangerous coastal waves, Ocean Engineering, 31, 745-760.

33. Wilbur B. Davenport, Jr., William L. Roo. (1987) An introduction to the theory of random signals and noise, New York : IEEE Press

附錄一

歷年颱風浪高觀測紀錄表

104年度大武工務段浪襲路段浪高值觀測紀錄表(強烈颱風-杜鵑)

日期	時間	浪襲路段	現場觀測浪高值(公尺)	臺東浮標測站觀測浪高值(公尺)	參考設定值	現場情形	處置作為
9/25	1800	419K+000~422K+000多良	0.5	0.9	未達設定值	正常	持續每小時監看
		439K+500~441K+300南興	0.5	0.9	未達設定值	正常	
9/25	2000	419K+000~422K+000多良	0.5	1	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	0.5	1	未達設定值	正常	
9/25	2200	419K+000~422K+000多良	0.5	1.1	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	0.5	1.1	未達設定值	正常	
9/25	0000	419K+000~422K+000多良	0.5	0.9	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	0.5	0.9	未達設定值	正常	
9/26	0200	419K+000~422K+000多良	0.5	1	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	0.5	1	未達設定值	正常	
9/26	0400	419K+000~422K+000多良	0.5	1	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	0.5	1	未達設定值	正常	
9/26	0600	419K+000~422K+000多良	0.5	1.1	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	0.5	1.1	未達設定值	正常	
9/26	0800	419K+000~422K+000多良	0.5	1	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	0.5	1	未達設定值	正常	
9/26	0900	419K+000~422K+000多良	0.5	1.2	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	0.5	1.2	未達設定值	正常	
9/26	1000	419K+000~422K+000多良	0.5	1.1	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	0.5	1.1	未達設定值	正常	
9/26	1100	419K+000~422K+000多良	0.5	1.2	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	0.5	1.2	未達設定值	正常	
9/26	1200	419K+000~422K+000多良	0.5	1.2	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	0.5	1.2	未達設定值	正常	
9/26	1300	419K+000~422K+000多良	0.5	1.4	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	0.5	1.4	未達設定值	正常	

紀錄：　　承辦人：　　單位主管：

104年度大武工務段浪襲路段浪高值觀測紀錄表(強烈颱風-杜鵑)

日期	時間	浪襲路段	現場觀測浪高值(公尺)	臺東浮標測站觀測浪高值(公尺)	參考設定值	現場情形	處置作為
9/26	1400	419K+000~422K+000多良	0.8	1.6	未達設定值	正常	持續每小時監看
		439K+500~441K+300南興	0.8	1.6	未達設定值	正常	
9/26	1500	419K+000~422K+000多良	0.5	1.2	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	0.5	1.2	未達設定值	正常	
9/26	1600	419K+000~422K+000多良	0.5	1.3	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	0.5	1.3	未達設定值	正常	
9/26	1700	419K+000~422K+000多良	0.5	1.3	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	0.5	1.3	未達設定值	正常	
9/26	1800	419K+000~422K+000多良	0.8	1.4	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	0.8	1.4	未達設定值	正常	
9/26	1900	419K+000~422K+000多良	0.8	1.4	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	0.8	1.4	未達設定值	正常	
9/26	2000	419K+000~422K+000多良	0.8	1.8	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	0.8	1.8	未達設定值	正常	
9/26	2100	419K+000~422K+000多良	0.8	1.8	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	0.8	1.8	未達設定值	正常	
9/26	2200	419K+000~422K+000多良	0.8	1.6	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	0.8	1.6	未達設定值	正常	
9/26	2300	419K+000~422K+000多良	1	2	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1	2	未達設定值	正常	
9/26	0000	419K+000~422K+000多良	0.8	1.7	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	0.8	1.7	未達設定值	正常	
9/27	0100	419K+000~422K+000多良	0.8	1.9	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	0.8	1.9	未達設定值	正常	
9/27	0200	419K+000~422K+000多良	1	2.1	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1	2.1	未達設定值	正常	

紀錄：　　承辦人：　　單位主管：

104年度大武工務段浪襲路段浪高值觀測紀錄表(強烈颱風-杜鵑)

日期	時間	浪襲路段	現場觀測浪高值(公尺)	臺東浮標測站觀測浪高值(公尺)	參考設定值	現場情形	處置作為
9/27	0300	419K+000~422K+000多良	1	2.1	未達設定值	正常	持續每小時監看
		439K+500~441K+300南興	1	2.1	未達設定值	正常	
9/27	0400	419K+000~422K+000多良	1	2.4	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1	2.4	未達設定值	正常	
9/27	0500	419K+000~422K+000多良	1	2.4	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1	2.4	未達設定值	正常	
9/27	0600	419K+000~422K+000多良	1	2.2	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1	2.2	未達設定值	正常	
9/27	0700	419K+000~422K+000多良	1.2	2.6	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1.2	2.6	未達設定值	正常	
9/27	0800	419K+000~422K+000多良	1.2	2.5	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1.2	2.5	未達設定值	正常	
9/27	0900	419K+000~422K+000多良	1.5	2.9	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1.3	2.9	未達設定值	正常	
9/27	1000	419K+000~422K+000多良	1.5	2.9	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1.3	2.9	未達設定值	正常	
9/27	1100	419K+000~422K+000多良	1	2.6	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1	2.6	未達設定值	正常	
9/27	1200	419K+000~422K+000多良	1.2	2.3	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1.2	2.3	未達設定值	正常	
9/27	1300	419K+000~422K+000多良	1	2	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1	2	未達設定值	正常	
9/27	1400	419K+000~422K+000多良	1	2.2	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1	2.2	未達設定值	正常	
9/27	1500	419K+000~422K+000多良	1	2	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1.2	2	未達設定值	正常	

紀錄：　　承辦人：　　單位主管：

104年度大武工務段浪襲路段浪高值觀測紀錄表(強烈颱風-杜鵑)

日期	時間	浪襲路段	現場觀測浪高值(公尺)	臺東浮標測站觀測浪高值(公尺)	參考設定值	現場情形	處置作為
9/27	1600	419K+000~422K+000多良	1.2	2.9	未達設定值	正常	持續每小時監看
		439K+500~441K+300南興	1.2	2.9	未達設定值	正常	
9/27	1700	419K+000~422K+000多良	1.3	2.3	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1.3	2.3	未達設定值	正常	
9/27	1800	419K+000~422K+000多良	1.5	2.7	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1.5	2.7	未達設定值	正常	
9/27	1900	419K+000~422K+000多良	1.5	2.6	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1.5	2.6	未達設定值	正常	
9/27	2000	419K+000~422K+000多良	1.5	2.8	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1.5	2.8	未達設定值	正常	
9/27	2100	419K+000~422K+000多良	1.3	2.9	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1.5	2.9	未達設定值	正常	
9/27	2200	419K+000~422K+000多良	1.5	2.8	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1.5	2.8	未達設定值	正常	
9/27	2300	419K+000~422K+000多良	1.5	2.8	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1.5	2.8	達預警值3m	正常	
9/27	0000	419K+000~422K+000多良	1.5	3.5	達預警值3m	正常	
		439K+500~441K+300南興	1.5	3.5	未達設定值	正常	
9/28	0100	419K+000~422K+000多良	1.5	2.9	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1.5	2.9	未達設定值	正常	
9/28	0200	419K+000~422K+000多良	1.5	2.2	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1.5	2.2	未達設定值	正常	
9/28	0300	419K+000~422K+000多良	1.5	2.8	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1.5	2.8	未達設定值	正常	
9/28	0400	419K+000~422K+000多良	1.5	2	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1.5	2	未達設定值	正常	

紀錄：　　承辦人：　　單位主管：

104年度大武工務段浪襲路段浪高值觀測紀錄表(強烈颱風-杜鵑)

日期	時間	浪襲路段	現場觀測浪高值(公尺)	臺東浮標測站觀測浪高值(公尺)	參考設定值	現場情形	處置作為
9/28	0500	419K+000~422K+000多良	1.5	2.7	未達設定值	正常	持續每小時監看
		439K+500~441K+300南興	1.5	2.7	未達設定值	正常	
9/28	0600	419K+000~422K+000多良	1.5	2.6	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1.5	2.6	達預警值3m	正常	
9/28	0700	419K+000~422K+000多良	1.5	3.5	達預警值3m	正常	
		439K+500~441K+300南興	1.5	3.5	達預警值3m	浪花波及路面	
9/28	0800	419K+000~422K+000多良	2.5	4.6	達預警值3m	浪花波及路面	
		439K+500~441K+300南興	2.5	4.6	達警戒值5m	浪花波及路面	
9/28	0900	419K+000~422K+000多良	3	5.2	達警戒值5m	浪花波及路面	
		439K+500~441K+300南興	2.8	5.2	達警戒值5m	浪花波及路面	
9/28	1000	419K+000~422K+001多良	4	5	達警戒值5m	浪花波及路面	持續每小時監看
		439K+500~441K+301南興	4	5	達預警值3m	浪花波及路面	
9/28	1100	419K+000~422K+001多良	4.2	3.5	達預警值3m	浪花波及路面	
		439K+500~441K+301南興	4	3.5	達預警值3m	浪花波及路面	
9/28	1200	419K+000~422K+001多良	4.5	3.5	達預警值3m	浪花波及路面	
		439K+500~441K+301南興	4.5	3.5	未達設定值	浪花波及路面	
9/28	1300	419K+000~422K+001多良	4	2.9	未達設定值	浪花波及路面	
		439K+500~441K+301南興	4.5	2.9	達預警值3m	浪花波及路面	
9/28	1400	419K+000~422K+001多良	4	3.4	達預警值3m	浪花波及路面	
		439K+500~441K+301南興	4.5	3.4	達預警值3m	浪花波及路面	
9/28	1500	419K+000~422K+002多良	3	3.3	達預警值3m	浪花波及路面	持續每小時監看
		439K+500~441K+302南興	3.5	3.3	未達設定值	正常	
9/28	1600	419K+000~422K+002多良	3	2.9	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+302南興	3	2.9	未達設定值	正常	
9/28	1700	419K+000~422K+002多良	3	2.6	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+302南興	3	2.6	未達設定值	正常	

紀錄：　　承辦人：　　單位主管：

104年度大武工務段浪襲路段浪高值觀測紀錄表(強烈颱風-杜鵑)

日期	時間	浪襲路段	現場觀測浪高值(公尺)	臺東浮標測站觀測浪高值(公尺)	參考設定值	現場情形	處置作為
9/28	1800	419K+000~422K+002多良	2.8	2.9	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+302南興	2.8	2.9	未達設定值	正常	
9/28	1900	419K+000~422K+002多良	2.8	2.2	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+302南興	2.8	2.2	未達設定值	正常	
9/28	2000	419K+000~422K+002多良	2.3	2.4	未達設定值	正常	持續每小時監看
		439K+500~441K+302南興	2.3	2.4	達預警值3m	正常	
9/28	2100	419K+000~422K+002多良	2.4	3.3	達預警值3m	正常	
		439K+500~441K+302南興	2.4	3.3	達預警值3m	正常	
9/28	2200	419K+000~422K+002多良	2.5	3.3	達預警值3m	正常	
		439K+500~441K+302南興	2.5	3.3	達預警值3m	正常	
9/28	2300	419K+000~422K+002多良	2.5	3.3	達預警值3m	正常	
		439K+500~441K+302南興	2.5	3.3	達預警值3m	正常	
9/28	0000	419K+000~422K+002多良	2	4.1	達預警值3m	正常	
		439K+500~441K+302南興	1.2	4.1	達預警值3m	正常	
9/29	0100	419K+000~422K+003多良	2	3.7	達預警值3m	正常	持續每小時監看
		439K+500~441K+303南興	1.2	3.7	達預警值3m	正常	
9/29	0200	419K+000~422K+003多良	1.5	3.3	達預警值3m	正常	
		439K+500~441K+303南興	1.2	3.3	達預警值3m	正常	
9/29	0300	419K+000~422K+003多良	1.5	3.3	達預警值3m	正常	
		439K+500~441K+303南興	1.2	3.3	未達設定值	正常	
9/29	0400	419K+000~422K+003多良	1	2.8	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+303南興	1	2.8	未達設定值	正常	
9/29	0500	419K+000~422K+003多良	1.2	2.8	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+303南興	1	2.8	未達設定值	正常	
9/29	0500	419K+000~422K+003多良	0.5	2.7	未達設定值	正常	持續每小時監看
		439K+500~441K+303南興	0.8	2.7	未達設定值	正常	

紀錄：　　承辦人：　　單位主管：

104年度大武工務段浪襲路段浪高值觀測紀錄表(強烈颱風-杜鵑)

日期	時間	浪襲路段	現場觀測浪高值(公尺)	臺東浮標測站觀測浪高值(公尺)	參考設定值	現場情形	處置作為
9/29	0500	419K+000~422K+003多良	0.3	2.5	未達設定值	正常	持續每小時監看
		439K+500~441K+303南興	0.5	2.5	未達設定值	正常	

紀錄：　　承辦人：　　單位主管：

104年度大武工務段浪襲路段浪高值觀測紀錄表(中度颱風-巨爵)

日期	時間	浪襲路段	現場觀測浪高值(公尺)	臺東浮標測站觀測浪高值(公尺)	參考設定值	現場情形	處置作為
10/17	0800	419K+000~422K+000多良	1	2.6	未達設定值	正常	持續每小時監看
		439K+500~441K+300南興	1.2	2.6	未達設定值	正常	
10/17	1000	419K+000~422K+000多良	2	3.1	達預警值3m	正常	
		439K+500~441K+300南興	2	3.1	達預警值3m	正常	
10/17	1200	419K+000~422K+000多良	2.6	3.4	達預警值3m	正常	
		439K+500~441K+300南興	2.6	3.4	達預警值3m	正常	
10/17	1400	419K+000~422K+000多良	2.6	3.2	達預警值3m	正常	
		439K+500~441K+300南興	2.6	3.2	達預警值3m	正常	
10/17	1600	419K+000~422K+000多良	2.6	3.1	達預警值3m	正常	
		439K+500~441K+300南興	2.6	3.1	達預警值3m	正常	
10/17	1800	419K+000~422K+000多良	2.6	2.7	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	2.6	2.7	未達設定值	正常	
10/17	2000	419K+000~422K+000多良	2.6	3	達預警值3m	正常	
		439K+500~441K+300南興	2.6	3	達預警值3m	正常	
10/17	2200	419K+000~422K+000多良	2.7	3.2	達預警值3m	正常	
		439K+500~441K+300南興	2.7	3.2	達預警值3m	正常	
10/17	0000	419K+000~422K+000多良	2.8	3.3	達預警值3m	正常	
		439K+500~441K+300南興	2.8	3.3	達預警值3m	正常	
10/18	0200	419K+000~422K+000多良	2.7	2.7	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	2.7	2.7	未達設定值	正常	
10/18	0400	419K+000~422K+000多良	2.8	2.7	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	2.8	2.7	未達設定值	正常	
10/18	0600	419K+000~422K+000多良	2.7	3	達預警值3m	正常	
		439K+500~441K+300南興	2.7	3	達預警值3m	正常	
10/18	0800	419K+000~422K+000多良	2.6	2.9	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	2.6	2.9	未達設定值	正常	

紀錄：　　承辦人：　　單位主管：

104年度大武工務段浪襲路段浪高值觀測紀錄表(中度颱風-巨爵)

日期	時間	浪襲路段	現場觀測浪高值(公尺)	臺東浮標測站觀測浪高值(公尺)	參考設定值	現場情形	處置作為
10/18	1000	419K+000~422K+000多良	2.7	3.4	達預警值3m	正常	持續每小時監看
		439K+500~441K+300南興	2.7	3.4	達預警值3m	正常	
10/18	1200	419K+000~422K+000多良	2.7	3.6	達預警值3m	正常	
		439K+500~441K+300南興	2.7	3.6	達預警值3m	正常	
10/18	1400	419K+000~422K+000多良	2.6	2.9	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	2.6	2.9	未達設定值	正常	
10/18	1600	419K+000~422K+000多良	2.5	2.8	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	2.5	2.8	未達設定值	正常	
10/18	1800	419K+000~422K+000多良	2.5	2.6	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	2.5	2.6	未達設定值	正常	
10/18	2000	419K+000~422K+000多良	2.5	2.6	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	2.5	2.6	未達設定值	正常	
10/18	2200	419K+000~422K+000多良	2.5	2.6	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	2.5	2.6	未達設定值	正常	
10/18	0000	419K+000~422K+000多良	2.5	2.6	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	2.5	2.6	未達設定值	正常	
10/19	0200	419K+000~422K+000多良	2.5	2.6	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	2.5	2.7	未達設定值	正常	
10/19	0400	419K+000~422K+000多良	2.5	2.7	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	2.5	2.7	未達設定值	正常	
10/19	0600	419K+000~422K+000多良	2.5	2.8	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	2.5	2.8	未達設定值	正常	
10/19	0800	419K+000~422K+000多良	2	2.4	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	2	2.4	未達設定值	正常	
10/19	1000	419K+000~422K+000多良	2.3	2.3	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	2.3	2.3	未達設定值	正常	

紀錄：　　承辦人：　　單位主管：

104年度大武工務段浪襲路段浪高值觀測紀錄表(中度颱風-巨爵)

日期	時間	浪襲路段	現場觀測浪高值(公尺)	臺東浮標測站觀測浪高值(公尺)	參考設定值	現場情形	處置作為
10/19	1200	419K+000~422K+000多良	2.3	2.6	未達設定值	正常	持續每小時監看
		439K+500~441K+300南興	2.3	2.6	未達設定值	正常	
10/19	1400	419K+000~422K+000多良	2	2.7	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	2	2.7	未達設定值	正常	
10/19	1600	419K+000~422K+000多良	2	2.2	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	2	2.2	未達設定值	正常	
10/19	1800	419K+000~422K+000多良	2.2	2.5	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	2.2	2.5	未達設定值	正常	
10/19	2000	419K+000~422K+000多良	2.1	2.4	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	2.1	2.4	未達設定值	正常	
10/19	2200	419K+000~422K+000多良	2	2.3	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	2	2.3	未達設定值	正常	
10/19	0000	419K+000~422K+000多良	2	2.4	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	2	2.4	未達設定值	正常	
10/20	0200	419K+000~422K+000多良	2	2.3	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	2	2.3	未達設定值	正常	
10/20	0400	419K+000~422K+000多良	2.2	2.6	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	2.2	2.6	未達設定值	正常	
10/20	0600	419K+000~422K+000多良	2.2	2.6	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	2.2	2.6	未達設定值	正常	
10/20	0800	419K+000~422K+000多良	2.2	2	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	2.2	2	未達設定值	正常	
10/20	1000	419K+000~422K+000多良	1.8	2.1	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1.8	2.1	未達設定值	正常	
10/20	1200	419K+000~422K+000多良	2	2.3	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	2	2.3	未達設定值	正常	

紀錄：　　承辦人：　　單位主管：

104年度大武工務段浪襲路段浪高值觀測紀錄表(中度颱風-巨爵)

日期	時間	浪襲路段	現場觀測浪高值(公尺)	臺東浮標測站觀測浪高值(公尺)	參考設定值	現場情形	處置作為
10/20	1400	419K+000~422K+000多良	2	2.3	未達設定值	正常	持續每小時監看
		439K+500~441K+300南興	2	2.3	未達設定值	正常	
10/20	1500	419K+000~422K+000多良	2	2.3	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	2	2.3	未達設定值	正常	
10/20	1600	419K+000~422K+000多良	2	2.2	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	2	2.2	未達設定值	正常	
10/20	1700	419K+000~422K+000多良	2	2.2	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	2	2.2	未達設定值	正常	
10/20	1800	419K+000~422K+000多良	2	2.2	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	2	2.2	未達設定值	正常	
10/20	1900	419K+000~422K+000多良	2	2.2	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	2	2.2	未達設定值	正常	
10/20	2000	419K+000~422K+000多良	2.2	2.6	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	2.2	2.6	未達設定值	正常	
10/20	2100	419K+000~422K+000多良	2.6	3.1	達預警值3m	正常	
		439K+500~441K+300南興	2.6	3.1	達預警值3m	正常	
10/20	2200	419K+000~422K+000多良	2.5	2.9	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	2.5	2.9	未達設定值	正常	
10/20	2300	419K+000~422K+000多良	2.5	2.8	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	2.5	2.8	未達設定值	正常	
10/20	0000	419K+000~422K+000多良	2.5	3	達預警值3m	正常	
		439K+500~441K+300南興	2.5	3	達預警值3m	正常	
10/21	0100	419K+000~422K+000多良	2.5	2.7	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	2.5	2.7	未達設定值	正常	
10/21	0200	419K+000~422K+000多良	2.3	2.6	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	2.3	2.6	未達設定值	正常	

紀錄：　　承辦人：　　單位主管：

104年度大武工務段浪襲路段浪高值觀測紀錄表(中度颱風-巨爵)

日期	時間	浪襲路段	現場觀測浪高值(公尺)	臺東浮標測站觀測浪高值(公尺)	參考設定值	現場情形	處置作為
10/21	0300	419K+000~422K+000多良	2.7	3.2	達預警值3m	正常	持續每小時監看
		439K+500~441K+300南興	2.7	3.2	達預警值3m	正常	
10/21	0400	419K+000~422K+000多良	2.6	3.1	達預警值3m	正常	
		439K+500~441K+300南興	2.6	3.1	達預警值3m	正常	
10/21	0500	419K+000~422K+000多良	2.6	2.9	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	2.6	2.9	未達設定值	正常	
10/21	0600	419K+000~422K+000多良	2.6	2.9	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	2.6	2.9	未達設定值	正常	
10/21	0700	419K+000~422K+000多良	2.6	2.9	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	2.6	2.9	未達設定值	正常	
10/21	0800	419K+000~422K+000多良	2.5	2.3	未達設定值	正常	持續每小時監看
		439K+500~441K+300南興	2.5	2.3	未達設定值	正常	
10/21	0900	419K+000~422K+000多良	2	2.3	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	2	2.3	未達設定值	正常	
10/21	1000	419K+000~422K+000多良	2	2	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	2	2	未達設定值	正常	
10/21	1100	419K+000~422K+000多良	2.3	2.8	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	2.3	2.8	未達設定值	正常	
10/21	1200	419K+000~422K+000多良	1.5	2.6	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1.5	2.6	未達設定值	正常	
10/21	1300	419K+000~422K+000多良	2.2	2.6	未達設定值	正常	持續每小時監看
		439K+500~441K+300南興	2.2	2.6	未達設定值	正常	
10/21	1400	419K+000~422K+000多良	2.2	2.6	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	2.2	2.6	未達設定值	正常	
10/21	1500	419K+000~422K+000多良	2	2.5	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	2	2.5	未達設定值	正常	

紀錄：　　承辦人：　　單位主管：

104年度大武工務段浪襲路段浪高值觀測紀錄表(中度颱風-巨爵)

日期	時間	浪襲路段	現場觀測浪高值(公尺)	臺東浮標測站觀測浪高值(公尺)	參考設定值	現場情形	處置作為
10/21	1600	419K+000~422K+000多良	2	2.4	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	2	2.4	未達設定值	正常	
10/21	1800	419K+000~422K+000多良	2	2.1	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	2	2.1	未達設定值	正常	
10/21	2000	419K+000~422K+000多良	1.8	2.6	未達設定值	正常	持續每小時監看
		439K+500~441K+300南興	1.8	2.6	未達設定值	正常	
10/21	2200	419K+000~422K+000多良	1.5	2.2	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1.5	2.2	未達設定值	正常	
10/22	0000	419K+000~422K+000多良	1.5	2.3	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1.5	2.3	未達設定值	正常	
10/22	0200	419K+000~422K+000多良	1.5	2.4	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1.5	2.4	未達設定值	正常	
10/22	0400	419K+000~422K+000多良	1.5	2.5	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1.5	2.5	未達設定值	正常	
10/22	0600	419K+000~422K+000多良	1.2	2.4	未達設定值	正常	持續每小時監看
		439K+500~441K+300南興	1.2	2.4	未達設定值	正常	
10/22	0800	419K+000~422K+000多良	1.2	2.4	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1.2	2.4	未達設定值	正常	

紀錄：　　承辦人：　　單位主管：

105年度大武工務段浪襲路段浪高值觀測紀錄表(強烈颱風-尼伯特)

日期	時間	浪襲路段	現場觀測浪高值(公尺)	臺東浮標測站觀測浪高值(公尺)	參考設定值	現場情形	處置作為
7/6	2000	419K+000~422K+000多良	1	1.1	未達設定值	正常	持續每小時監看
		439K+500~441K+300南興	1	1.1	未達設定值	正常	
7/6	2200	419K+000~422K+000多良	1	1.1	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1	1.1	未達設定值	正常	
7/6	0000	419K+000~422K+000多良	1	1	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1	1	未達設定值	正常	
7/7	0200	419K+000~422K+000多良	1.2	1.3	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1.2	1.3	未達設定值	正常	
7/7	0400	419K+000~422K+000多良	1.5	1.6	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1.5	1.6	未達設定值	正常	
7/7	0600	419K+000~422K+000多良	2	2	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	2	2	未達設定值	正常	
7/7	0800	419K+000~422K+000多良	2.5	2.9	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	2.5	2.9	未達設定值	正常	
7/7	0900	419K+000~422K+000多良	2.5	2.9	已達設定值	浪花波及路面	
		439K+500~441K+300南興	2.5	2.9	已達設定值	浪花波及路面	
7/7	1000	419K+000~422K+000多良	2.9	3	已達設定值	浪花波及路面	
		439K+500~441K+300南興	2.9	3	已達設定值	浪花波及路面	
7/7	1100	419K+000~422K+000多良	3.2	3.7	已達設定值	浪花波及路面	
		439K+500~441K+300南興	3.2	3.7	已達設定值	浪花波及路面	
7/7	1200	419K+000~422K+000多良	3.2	5	已達設定值	浪花波及路面	
		439K+500~441K+300南興	3.2	5	已達設定值	浪花波及路面	
7/7	1300	419K+000~422K+000多良	4	5	已達設定值	浪花波及路面	
		439K+500~441K+300南興	4	5	已達設定值	浪花波及路面	
7/7	1400	419K+000~422K+000多良	4.8	5	已達設定值	浪花波及路面	
		439K+500~441K+300南興	4.8	5	已達設定值	浪花波及路面	

紀錄：　　承辦人：　　單位主管：

105年度大武工務段浪襲路段浪高值觀測紀錄表(強烈颱風-尼伯特)

日期	時間	浪襲路段	現場觀測浪高值(公尺)	臺東浮標測站觀測浪高值(公尺)	參考設定值	現場情形	處置作為
7/7	1500	419K+000~422K+000多良	4	4	已達設定值	浪花波及路面	持續每小時監看
		439K+500~441K+300南興	4	4.4	已達設定值	浪花波及路面	
7/7	1600	419K+000~422K+000多良	4	4.6	已達設定值	浪花波及路面	
		439K+500~441K+300南興	4	4.6	已達設定值	浪花波及路面	
7/7	1700	419K+000~422K+000多良	4	4.4	已達設定值	浪花波及路面	
		439K+500~441K+300南興	4	4.4	已達設定值	浪花波及路面	
7/7	1800	419K+000~422K+000多良	4	5.6	已達設定值	浪花波及路面	
		439K+500~441K+300南興	4	5.6	已達設定值	浪花波及路面	
7/7	1900	419K+000~422K+000多良	4	3.9	已達設定值	浪花波及路面	
		439K+500~441K+300南興	4	3.9	已達設定值	浪花波及路面	
7/7	2000	419K+000~422K+000多良	4.5	4.2	已達設定值	浪花波及路面	
		439K+500~441K+300南興	4.5	4.2	已達設定值	浪花波及路面	
7/7	2100	419K+000~422K+000多良	4.5	4.7	已達設定值	浪花波及路面	
		439K+500~441K+300南興	4.5	4.7	已達設定值	浪花波及路面	
7/7	2200	419K+000~422K+000多良	4.5	5	已達設定值	浪花波及路面	
		439K+500~441K+300南興	4.5	5	已達設定值	浪花波及路面	
7/7	2300	419K+000~422K+000多良	5	5.2	已達設定值	浪花波及路面	
		439K+500~441K+300南興	5	5.2	已達設定值	浪花波及路面	
7/7	0000	419K+000~422K+000多良	5	5.2	已達設定值	浪花波及路面	
		439K+500~441K+300南興	5	5.2	已達設定值	浪花波及路面	
7/8	0100	419K+000~422K+000多良	5	5.2	已達設定值	浪花波及路面	
		439K+500~441K+300南興	5	5.2	已達設定值	浪花波及路面	
7/8	0200	419K+000~422K+000多良	5	5.9	已達設定值	浪花波及路面	
		439K+500~441K+300南興	5	5.9	已達設定值	浪花波及路面	
7/8	0300	419K+000~422K+000多良	5.5	7	已達封路值	浪花波及路面	
		439K+500~441K+300南興	5.5	7	已達封路值	浪花波及路面	

紀錄：　　承辦人：　　單位主管：

105年度大武工務段浪襲路段浪高值觀測紀錄表(強烈颱風-尼伯特)

日期	時間	浪襲路段	現場觀測浪高值(公尺)	臺東浮標測站觀測浪高值(公尺)	參考設定值	現場情形	處置作為
7/8	0400	419K+000~422K+000多良	5	5.6	已達設定值	浪花波及路面	持續每小時監看
		439K+500~441K+300南興	5	5.6	已達設定值	浪花波及路面	
7/8	0500	419K+000~422K+000多良	**5.3**	-	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	**5.3**	-	未達設定值	正常	

紀錄：　　承辦人：　　單位主管：

105年度大武工務段浪襲路段浪高值觀測紀錄表(強烈颱風-莫蘭蒂)

日期	時間	浪襲路段	現場觀測浪高值(公尺)	臺東浮標測站觀測浪高值(公尺)	參考設定值	現場情形	處置作為
9/13	1200	419K+000~422K+000多良	2	2.8	未達設定值	正常	持續每小時監看
		439K+500~441K+300南興	2	2.8	未達設定值	正常	
9/13	1300	419K+000~422K+000多良	2	2.5	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	2	2.5	未達設定值	正常	
9/13	1400	419K+000~422K+000多良	3.5	2.9	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	3.5	2.9	未達設定值	正常	
9/13	1500	419K+000~422K+000多良	3.5	2.8	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	3.5	2.8	未達設定值	正常	
9/13	1600	419K+000~422K+000多良		3.9	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		3.9	未達設定值	正常	
9/13	1700	419K+000~422K+000多良		5.2	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		5.2	未達設定值	正常	
9/13	1800	419K+000~422K+000多良		5.2	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		5.2	未達設定值	正常	
9/13	1900	419K+000~422K+000多良		6.3	已達設定值	浪花坡及路面	
		439K+500~441K+300南興		6.3	已達設定值	浪花坡及路面	
9/13	2000	419K+000~422K+000多良		4.5	已達設定值	浪花坡及路面	
		439K+500~441K+300南興		4.5	已達設定值	浪花坡及路面	
9/13	2100	419K+000~422K+000多良		8.1	已達設定值	浪花坡及路面	
		439K+500~441K+300南興		8.1	已達設定值	浪花坡及路面	
9/13	2200	419K+000~422K+000多良		6.9	已達設定值	浪花坡及路面	
		439K+500~441K+300南興		6.9	已達設定值	浪花坡及路面	
9/13	2300	419K+000~422K+000多良		5.7	已達設定值	浪花坡及路面	
		439K+500~441K+300南興		5.7	已達設定值	浪花坡及路面	
9/13	0000	419K+000~422K+000多良		8	已達設定值	浪花坡及路面	
		439K+500~441K+300南興		8	已達設定值	浪花坡及路面	

紀錄：　　承辦人：　　單位主管：

105年度大武工務段浪襲路段浪高值觀測紀錄表(強烈颱風-莫蘭蒂)

日期	時間	浪襲路段	現場觀測浪高值(公尺)	臺東浮標測站觀測浪高值(公尺)	參考設定值	現場情形	處置作為
9/14	0100	419K+000~422K+000多良		6.8	已達設定值	浪花坡及路面	持續每小時監看
		439K+500~441K+300南興		6.8	已達設定值	浪花坡及路面	
9/14	0200	419K+000~422K+000多良		8.6	已達設定值	浪花坡及路面	
		439K+500~441K+300南興		8.6	已達設定值	浪花坡及路面	
9/14	0300	419K+000~422K+000多良		8.8	已達設定值	浪花坡及路面	
		439K+500~441K+300南興		8.8	已達設定值	浪花坡及路面	
9/14	0400	419K+000~422K+000多良		7.9	已達設定值	浪花坡及路面	
		439K+500~441K+300南興		7.9	已達設定值	浪花坡及路面	
9/14	0500	419K+000~422K+000多良		15.9	已達設定值	浪花坡及路面	
		439K+500~441K+300南興		15.9	已達設定值	浪花坡及路面	
9/14	0600	419K+000~422K+000多良		10.8	已達設定值	浪花坡及路面	
		439K+500~441K+300南興		10.8	已達設定值	浪花坡及路面	
9/14	0700	419K+000~422K+000多良		9.5	已達設定值	浪花坡及路面	
		439K+500~441K+300南興		9.5	已達設定值	浪花坡及路面	
9/14	0800	419K+000~422K+000多良		10.1	已達設定值	浪花坡及路面	
		439K+500~441K+300南興		10.1	已達設定值	浪花坡及路面	
9/14	0900	419K+000~422K+000多良		12	已達設定值	浪花坡及路面	
		439K+500~441K+300南興		12	已達設定值	浪花坡及路面	
9/14	1000	419K+000~422K+000多良		9.8	已達設定值	浪花坡及路面	
		439K+500~441K+300南興		9.8	已達設定值	浪花坡及路面	
9/14	1100	419K+000~422K+000多良		12.8	已達設定值	浪花坡及路面	
		439K+500~441K+300南興		12.8	已達設定值	浪花坡及路面	
9/14	1200	419K+000~422K+000多良		10.7	已達設定值	浪花坡及路面	
		439K+500~441K+300南興		10.7	已達設定值	浪花坡及路面	
9/14	1300	419K+000~422K+000多良		10.3	已達封路值	浪花坡及路面	
		439K+500~441K+300南興		103	已達封路值	浪花坡及路面	

紀錄：　　承辦人：　　單位主管：

105年度大武工務段浪襲路段浪高值觀測紀錄表(強烈颱風-莫蘭蒂)

日期	時間	浪襲路段	現場觀測浪高值(公尺)	臺東浮標測站觀測浪高值(公尺)	參考設定值	現場情形	處置作為
9/14	1400	419K+000~422K+000多良		9	已達設定值	浪花坡及路面	持續每小時監看
		439K+500~441K+300南興		9	已達設定值	浪花坡及路面	
9/14	1500	419K+000~422K+000多良		-	已達設定值	浪花坡及路面	
		439K+500~441K+300南興		-	已達設定值	浪花坡及路面	
9/14	1600	419K+000~422K+000多良		5.6	已達設定值	浪花坡及路面	
		439K+500~441K+300南興		5.6	已達設定值	浪花坡及路面	
9/14	1700	419K+000~422K+000多良		4.8	已達設定值	浪花坡及路面	
		439K+500~441K+300南興		4.8	已達設定值	浪花坡及路面	
9/14	1800	419K+000~422K+000多良		4.6	已達設定值	浪花坡及路面	
		439K+500~441K+300南興		4.6	已達設定值	浪花坡及路面	
9/14	1900	419K+000~422K+000多良		3.6	已達設定值	浪花坡及路面	
		439K+500~441K+300南興		3.6	已達設定值	浪花坡及路面	
9/14	2000	419K+000~422K+000多良		3.3	已達設定值	浪花坡及路面	
		439K+500~441K+300南興		3.3	已達設定值	浪花坡及路面	
9/14	2100	419K+000~422K+000多良		3	未達封路值	浪花坡及路面	
		439K+500~441K+300南興		3	未達封路值	浪花坡及路面	
9/14	2200	419K+000~422K+000多良		3.4	未達封路值	浪花坡及路面	
		439K+500~441K+300南興		3.4	未達封路值	浪花坡及路面	
9/14	2300	419K+000~422K+000多良		3.3	已達設定值	浪花坡及路面	
		439K+500~441K+300南興		3.3	已達設定值	浪花坡及路面	
9/14	0000	419K+000~422K+000多良		3.3	已達設定值	浪花坡及路面	
		439K+500~441K+300南興		3.3	已達設定值	浪花坡及路面	
9/15	0100	419K+000~422K+000多良		2.8	已達設定值	浪花坡及路面	
		439K+500~441K+300南興		2.8	已達設定值	浪花坡及路面	
9/15	0200	419K+000~422K+000多良		2.9	已達設定值	浪花坡及路面	
		439K+500~441K+300南興		2.9	已達設定值	浪花坡及路面	

紀錄：　　承辦人：　　單位主管：

105年度大武工務段浪襲路段浪高值觀測紀錄表(強烈颱風-莫蘭蒂)

日期	時間	浪襲路段	現場觀測浪高值(公尺)	臺東浮標測站觀測浪高值(公尺)	參考設定值	現場情形	處置作為
9/15	0300	419K+000~422K+000多良		3	已達設定值	浪花坡及路面	持續每小時監看
		439K+500~441K+300南興		3	已達設定值	浪花坡及路面	

紀錄：　　承辦人：　　單位主管：

105年度大武工務段浪襲路段浪高值觀測紀錄表(中度颱風-馬勒卡)

日期	時間	浪襲路段	現場觀測浪高值(公尺)	臺東浮標測站觀測浪高值(公尺)	參考設定值	現場情形	處置作為
9/16	1700	419K+000~422K+000多良	2.5	3.3	未達設定值	正常	持續每小時監看
		439K+500~441K+300南興	2.5	3.3	未達設定值	正常	
9/16	1800	419K+000~422K+000多良	1.5	3.6	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	2	3.6	未達設定值	正常	
9/16	1900	419K+000~422K+000多良	2.5	3.9	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	2.5	3.9	未達設定值	正常	
9/16	2000	419K+000~422K+000多良	2.1	3.2	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	2.3	3.2	未達設定值	正常	
9/16	2100	419K+000~422K+000多良	2	3.1	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	2	3.1	未達設定值	正常	
9/16	2200	419K+000~422K+000多良	1.9	2.8	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	2	2.8	未達設定值	正常	
9/16	2300	419K+000~422K+000多良	1.8	2.6	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	2	2.6	未達設定值	正常	
9/16	0000	419K+000~422K+000多良	1.5	2.5	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1.5	2.5	未達設定值	正常	
9/17	0100	419K+000~422K+000多良	1.3	2.4	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1.5	2.4	未達設定值	正常	
9/17	0200	419K+000~422K+000多良	1.4	2.4	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1.5	2.4	未達設定值	正常	
9/17	0300	419K+000~422K+000多良	1.5	2.2	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1.5	2.2	未達設定值	正常	
9/17	0400	419K+000~422K+000多良	1.3	2	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1.5	2	未達設定值	正常	
9/17	0500	419K+000~422K+000多良	1.5	1.8	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1.5	1.8	未達設定值	正常	

紀錄：　　承辦人：　　單位主管：

105年度大武工務段浪襲路段浪高值觀測紀錄表(中度颱風-馬勒卡)

日期	時間	浪襲路段	現場觀測浪高值(公尺)	臺東浮標測站觀測浪高值(公尺)	參考設定值	現場情形	處置作為
9/17	0600	419K+000~422K+000多良	1	2.2	未達設定值	正常	持續每小時監看
		439K+500~441K+300南興	1.3	2.2	未達設定值	正常	
9/17	0700	419K+000~422K+000多良	1.5	2.4	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1.5	2.4	未達設定值	正常	

紀錄：　　承辦人：　　單位主管：

105年度大武工務段浪襲路段浪高值觀測紀錄表(強烈颱風-梅姬)

日期	時間	浪襲路段	現場觀測浪高值(公尺)	臺東浮標測站觀測浪高值(公尺)	參考設定值	現場情形	處置作為
9/26	0800	419K+000~422K+000多良	2	3.9	已達設定值	正常	持續每小時監看
		439K+500~441K+300南興	2	3.9	已達設定值	正常	
9/26	0900	419K+000~422K+000多良	2.5	2.9	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	2.5	2.9	未達設定值	正常	
9/26	1000	419K+000~422K+000多良	2	3.6	已達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	2	3.6	已達設定值	浪花坡及路面	
9/26	1100	419K+000~422K+000多良	3	3.9	已達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	3	3.9	已達設定值	正常	
9/26	1200	419K+000~422K+000多良	2.5	4	已達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	2.6	4	已達設定值	正常	
9/26	1300	419K+000~422K+000多良	4	5.1	已達設定值	浪花坡及路面	
		439K+500~441K+300南興	4	5.1	已達設定值	正常	
9/26	1400	419K+000~422K+000多良	3	4	已達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	3	4	已達設定值	正常	
9/26	1500	419K+000~422K+000多良	2.5	5	已達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	2.5	5	已達設定值	正常	
9/26	1600	419K+000~422K+000多良	4	4.3	已達設定值	浪花坡及路面	
		439K+500~441K+300南興	4.3	4.3	已達設定值	正常	
9/26	1700	419K+000~422K+000多良	4.5	5.6	已達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	3.5	5.6	已達設定值	正常	
9/26	1800	419K+000~422K+000多良	4.5	5.7	已達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	4	5.7	已達設定值	正常	
9/26	1900	419K+000~422K+000多良	4.5	5.5	已達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	4	5.5	已達設定值	正常	
9/26	2000	419K+000~422K+000多良	5	5.1	已達設定值	浪花坡及路面	
		439K+500~441K+300南興	4.5	5.1	已達設定值	浪花坡及路面	

紀錄：　　承辦人：　　單位主管：

105年度大武工務段浪襲路段浪高值觀測紀錄表(強烈颱風-梅姬)

日期	時間	浪襲路段	現場觀測浪高值(公尺)	臺東浮標測站觀測浪高值(公尺)	參考設定值	現場情形	處置作為
9/26	2100	419K+000~422K+000多良	5	5	已達設定值	浪花坡及路面	持續每小時監看
		439K+500~441K+300南興	4.5	5	已達設定值	浪花坡及路面	
9/26	2200	419K+000~422K+000多良	4.5	5.3	已達設定值	浪花坡及路面	
		439K+500~441K+300南興	4.5	5.3	已達設定值	浪花坡及路面	
9/26	2300	419K+000~422K+000多良	5	5.1	已達設定值	浪花坡及路面	
		439K+500~441K+300南興	4.5	5.1	已達設定值	浪花坡及路面	
9/26	0000	419K+000~422K+000多良	5	5.5	已達設定值	浪花坡及路面	
		439K+500~441K+300南興	4.5	5.5	已達設定值	浪花坡及路面	
9/27	0100	419K+000~422K+000多良	4.5	3.6	已達設定值	浪花坡及路面	
		439K+500~441K+300南興	4	3.6	已達設定值	浪花坡及路面	
9/27	0200	419K+000~422K+000多良	4.5	4.1	已達設定值	浪花坡及路面	
		439K+500~441K+300南興	4	4.1	已達設定值	浪花坡及路面	
9/27	0300	419K+000~422K+000多良	4.5	4.9	已達設定值	浪花坡及路面	
		439K+500~441K+300南興	4	4.9	已達設定值	浪花坡及路面	
9/27	0400	419K+000~422K+000多良	4.5	5.2	已達設定值	浪花坡及路面	
		439K+500~441K+300南興	4	5.2	已達設定值	浪花坡及路面	
9/27	0500	419K+000~422K+000多良	5.5	7.3	已達設定值	浪花坡及路面	
		439K+500~441K+300南興	5	7.3	已達設定值	浪花坡及路面	
9/27	0600	419K+000~422K+000多良	5.5	8.8	已達設定值	浪花坡及路面	
		439K+500~441K+300南興	5	8.8	已達設定值	浪花坡及路面	
9/27	0700	419K+000~422K+000多良	5	6	已達設定值	浪花坡及路面	
		439K+500~441K+300南興	5	6	已達設定值	浪花坡及路面	
9/27	0800	419K+000~422K+000多良	5.2	7.2	已達設定值	浪花坡及路面	
		439K+500~441K+300南興	5.2	7.2	已達設定值	浪花坡及路面	
9/27	0900	419K+000~422K+000多良	4.3	4.3	已達封路值	浪花坡及路面	
		439K+500~441K+300南興	4.3	4.3	已達封路值	浪花坡及路面	

紀錄：　　承辦人：　　單位主管：

105年度大武工務段浪襲路段浪高值觀測紀錄表(強烈颱風-梅姬)

日期	時間	浪襲路段	現場觀測浪高值(公尺)	臺東浮標測站觀測浪高值(公尺)	參考設定值	現場情形	處置作為
9/27	1000	419K+000~422K+000多良	4	5.6	已達設定值	浪花坡及路面	持續每小時監看
		439K+500~441K+300南興	4	5.6	已達設定值	浪花坡及路面	
9/27	1100	419K+000~422K+000多良	4	4.5	已達設定值	浪花坡及路面	
		439K+500~441K+300南興	4	4.5	已達設定值	浪花坡及路面	
9/27	1200	419K+000~422K+000多良	4	3.8	已達封路值	浪花坡及路面	
		439K+500~441K+300南興	4	3.8	已達封路值	浪花坡及路面	
9/27	1200	419K+000~422K+000多良	4	3.1	已達設定值	浪花坡及路面	
		439K+500~441K+300南興	4	3.1	已達設定值	浪花坡及路面	
9/27	1300	419K+000~422K+000多良	4	2.6	已達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	4	2.6	已達設定值	正常	
9/27	1400	419K+000~422K+000多良	4.3	2.7	已達封路值	正常	
		439K+500~441K+300南興	4.3	2.7	已達封路值	正常	
9/27	1500	419K+000~422K+000多良	3.2	4	已達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	3.2	4	已達設定值	正常	
9/27	1600	419K+000~422K+000多良	2		未達封路值	正常	
		439K+500~441K+300南興	2		未達封路值	正常	
9/27	1700	419K+000~422K+000多良	2.3		未達封路值	正常	
		439K+500~441K+300南興	2.3		未達封路值	正常	
9/27	1800	419K+000~422K+000多良	2.3	4.5	已達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	2.3	4.5	已達設定值	正常	
9/27	1900	419K+000~422K+000多良	2.5	6	已達設定值	浪花坡及路面	
		439K+500~441K+300南興	2.3	6	已達設定值	浪花坡及路面	
9/27	2000	419K+000~422K+000多良	3.3	7	已達設定值	浪花坡及路面	
		439K+500~441K+300南興	3	7	已達設定值	浪花坡及路面	
9/27	2100	419K+000~422K+000多良	3.3		已達設定值	浪花坡及路面	
		439K+500~441K+300南興	3		已達設定值	浪花坡及路面	

紀錄：　　承辦人：　　單位主管：

105年度大武工務段浪襲路段浪高值觀測紀錄表(強烈颱風-梅姬)

日期	時間	浪襲路段	現場觀測浪高值(公尺)	臺東浮標測站觀測浪高值(公尺)	參考設定值	現場情形	處置作為
9/27	2200	419K+000~422K+000多良	5.5	5.3	已達設定值	浪花坡及路面	持續每小時監看
		439K+500~441K+300南興	5.3	5.3	已達設定值	浪花坡及路面	
9/27	2300	419K+000~422K+000多良	5.3	5.5	已達設定值	浪花坡及路面	
		439K+500~441K+300南興	5	5.5	已達設定值	浪花坡及路面	
9/27	0000	419K+000~422K+000多良	4.5	4.5	已達設定值	浪花坡及路面	
		439K+500~441K+300南興	4.3	4.5	已達設定值	浪花坡及路面	
9/28	0100	419K+000~422K+000多良	4.3	4.5	已達設定值	浪花坡及路面	
		439K+500~441K+300南興	4	4.5	已達設定值	浪花坡及路面	
9/28	0200	419K+000~422K+000多良	4	3.5	已達設定值	浪花坡及路面	
		439K+500~441K+300南興	3.5	3.5	已達設定值	浪花坡及路面	
9/28	0300	419K+000~422K+000多良	3.5	3.3	已達設定值	浪花坡及路面	
		439K+500~441K+300南興	3	3.3	已達設定值	浪花坡及路面	
9/28	0500	419K+000~422K+000多良	3	2.4	未達封路值	正常	
		439K+500~441K+300南興	2.8	2.4	未達封路值	正常	
9/28	0600	419K+000~422K+000多良	2.3	2.7	未達封路值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1.8	2.7	未達封路值	正常	
9/28	0700	419K+000~422K+000多良	1.8	2.8	未達封路值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1.5	2.8	未達封路值	正常	
9/28	0800	419K+000~422K+000多良	1.5	3.2	未達封路值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1.5	3.2	未達封路值	正常	
9/28	0900	419K+000~422K+000多良	1.5	3	未達封路值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1.5	3	未達封路值	正常	
9/28	1000	419K+000~422K+000多良	1.3	3	未達封路值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1.5	3	未達封路值	正常	
9/28	1100	419K+000~422K+000多良	1.3	3.1	未達封路值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1.3	3.1	未達封路值	正常	

紀錄：　　承辦人：　　單位主管：

105年度大武工務段浪襲路段浪高值觀測紀錄表(強烈颱風-梅姬)

日期	時間	浪襲路段	現場觀測浪高值(公尺)	臺東浮標測站觀測浪高值(公尺)	參考設定值	現場情形	處置作為
9/28	1200	419K+000~422K+000多良	1.2	2.7	未達封路值	正常	持續每小時監看
		439K+500~441K+300南興	1.5	2.7	未達封路值	正常	
9/28	1300	419K+000~422K+000多良	1.3	2.9	未達封路值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1.3	2.9	未達封路值	正常	
9/28	1400	419K+000~422K+000多良	1.2	2.8	未達封路值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1.2	2.8	未達封路值	正常	
9/28	1500	419K+000~422K+000多良	1.3	2.8	未達封路值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1.5	2.8	未達封路值	正常	
9/28	1600	419K+000~422K+000多良	1.3	2.8	未達封路值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1.3	2.8	未達封路值	正常	
9/28	1700	419K+000~422K+000多良	1.3	2.1	未達封路值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1.5	2.1	未達封路值	正常	
9/28	1800	419K+000~422K+000多良	1.2	2.2	未達封路值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1.2	2.2	未達封路值	正常	
9/28	1900	419K+000~422K+000多良	1.2	2.3	未達封路值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1.2	2.3	未達封路值	正常	
9/28	2000	419K+000~422K+000多良	1	2.2	未達封路值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1	2.2	未達封路值	正常	

紀錄：　　承辦人：　　單位主管：

105年度大武工務段浪襲路段浪高值觀測紀錄表(輕度颱風-艾利)

日期	時間	浪襲路段	現場觀測浪高值(公尺)	臺東浮標測站觀測浪高值(公尺)	參考設定值	現場情形	處置作為
10/05	2000	419K+000~422K+000多良		1.7	未達設定值	正常	持續每小時監看
		439K+500~441K+300南興		1.7	未達設定值	正常	
10/05	2100	419K+000~422K+000多良		1.6	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		1.6	未達設定值	正常	
10/05	2200	419K+000~422K+000多良		1.4	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		1.4	未達設定值	正常	
10/05	2300	419K+000~422K+000多良		1.6	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		1.6	未達設定值	正常	
10/05	000	419K+000~422K+000多良		1.5	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		1.5	未達設定值	正常	
10/06	0100	419K+000~422K+000多良		1.4	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		1.4	未達設定值	正常	
10/06	0200	419K+000~422K+000多良		1.6	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		1.6	未達設定值	正常	
10/06	0300	419K+000~422K+000多良		1.4	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		1.4	未達設定值	正常	
10/06	0400	419K+000~422K+000多良		1.1	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		1.1	未達設定值	正常	
10/06	0500	419K+000~422K+000多良		1.4	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		1.4	未達設定值	正常	
10/06	0600	419K+000~422K+000多良		1.5	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		1.5	未達設定值	正常	
10/06	0700	419K+000~422K+000多良		1.8	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		1.8	未達設定值	正常	
10/06	0800	419K+000~422K+000多良	1	1.4	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1	1.4	未達設定值	正常	

紀錄：　　承辦人：　　單位主管：

105年度大武工務段浪襲路段浪高值觀測紀錄表(輕度颱風-艾利)

日期	時間	浪襲路段	現場觀測浪高值(公尺)	臺東浮標測站觀測浪高值(公尺)	參考設定值	現場情形	處置作為
10/06	0900	419K+000~422K+000多良	1	1.8	未達設定值	正常	持續每小時監看
		439K+500~441K+300南興	1	1.8	未達設定值	正常	
10/06	1000	419K+000~422K+000多良	1	2.2	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1.2	2.2	未達設定值	正常	
10/06	1100	419K+000~422K+000多良	1.3	2.9	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1.5	2.9	未達設定值	正常	
10/06	1200	419K+000~422K+000多良	1.3	2.7	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1.5	2.7	未達設定值	正常	
10/06	1300	419K+000~422K+000多良	1.2	2.3	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1.2	2.3	未達設定值	正常	
10/06	1400	419K+000~422K+000多良	1	2.1	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1	2.1	未達設定值	正常	
10/06	1500	419K+000~422K+000多良	1	1.7	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1	1.7	未達設定值	正常	
10/06	1600	419K+000~422K+000多良	1	1.6	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1	1.6	未達設定值	正常	
10/06	1700	419K+000~422K+000多良	1	1.8	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1	1.8	未達設定值	正常	

紀錄：　　承辦人：　　單位主管：

105年度大武工務段浪襲路段浪高值觀測紀錄表(強烈颱風-海馬)

日期	時間	浪襲路段	現場觀測浪高值(公尺)	臺東浮標測站觀測浪高值(公尺)	參考設定值	現場情形	處置作為
10/19	1200	419K+000~422K+000多良	2.0	3.1	未達設定值	正常	持續每2小時監看
		439K+500~441K+300南興	2.3	3.1	未達設定值	正常	
10/19	1400	419K+000~422K+000多良	3.0	3.9	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	2.5	3.9	未達設定值	正常	
10/19	1600	419K+000~422K+000多良	3.0	4.2	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	2.5	4.2	未達設定值	正常	
10/19	1800	419K+000~422K+000多良	3.0	3.6	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	3.0	3.6	未達設定值	正常	
10/19	2000	419K+000~422K+000多良	3.0	4.2	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	3.0	4.2	未達設定值	正常	
10/19	2200	419K+000~422K+000多良	2.8	4.5	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	3.0	4.5	未達設定值	正常	
10/20	0000	419K+000~422K+000多良	3.0	4.2	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	3.0	4.2	未達設定值	正常	
10/20	0200	419K+000~422K+000多良	2.5	4.3	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	2.8	4.3	未達設定值	正常	
10/20	0400	419K+000~422K+000多良	3	4.4	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	3.2	4.4	未達設定值	正常	
10/20	0600	419K+000~422K+000多良	3.2	5.9	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	3.5	5.9	已達設定值	正常	
10/20	0800	419K+000~422K+000多良	3.0	4.3	已達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	3.5	4.3	已達設定值	正常	
10/20	1000	419K+000~422K+000多良	3.0	4.6	已達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	3.5	4.6	已達設定值	浪花坡及路面	
10/20	1200	419K+000~422K+000多良	3	5.3	已達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	3.2	5.3	已達設定值	正常	

紀錄：　　承辦人：　　單位主管：

105年度大武工務段浪襲路段浪高值觀測紀錄表(強烈颱風-海馬)

日期	時間	浪襲路段	現場觀測浪高值(公尺)	臺東浮標測站觀測浪高值(公尺)	參考設定值	現場情形	處置作為
10/20	1400	419K+000~422K+000多良	2.8	4.2	已達設定值	正常	持續每2小時監看
		439K+500~441K+300南興	3.5	4.2	已達設定值	正常	
10/20	1600	419K+000~422K+000多良	3	3.6	已達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	3.2	3.6	已達設定值	正常	
10/20	1800	419K+000~422K+000多良	2.8	3.5	已達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	3.0	3.5	已達設定值	正常	
10/20	2000	419K+000~422K+000多良	3.2	3.6	已達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	3.0	3.6	已達設定值	正常	
10/20	2200	419K+000~422K+000多良	3.3	3.9	已達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	3.2	3.9	已達設定值	正常	
10/21	0000	419K+000~422K+000多良	3.2	3.8	已達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	3.0	3.8	已達設定值	正常	
10/21	0200	419K+000~422K+000多良	2.5	2.8	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	2.3	2.8	未達設定值	正常	
10/21	0400	419K+000~422K+000多良	3.2	3.9	已達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	3.0	3.9	已達設定值	正常	
10/21	0600	419K+000~422K+000多良	2.5	3.6	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	2.0	3.6	未達設定值	正常	
10/21	0800	419K+000~422K+000多良	1.2	-	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1.5	-	未達設定值	正常	
10/21	1000	419K+000~422K+000多良	1.2	-	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1.3	-	未達設定值	正常	

紀錄：　　承辦人：　　單位主管：

106年度大武工務段浪襲路段浪高值觀測紀錄表(中度颱風-尼莎)

日期	時間	浪襲路段	現場觀測浪高值(公尺)	臺東浮標測站觀測浪高值(公尺)	參考設定值	現場情形	處置作為
7/28	0900	419K+000~422K+000多良		0.8	未達設定值	正常	持續每小時監看
		439K+500~441K+300南興		0.8	未達設定值	正常	
7/28	1000	419K+000~422K+000多良		0.8	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		0.8	未達設定值	正常	
7/28	1100	419K+000~422K+000多良		0.9	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		0.9	未達設定值	正常	
7/28	1200	419K+000~422K+000多良		0.8	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		0.8	未達設定值	正常	
7/28	1300	419K+000~422K+000多良		1.0	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		1.0	未達設定值	正常	
7/28	1400	419K+000~422K+000多良		0.9	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		0.9	未達設定值	正常	
7/28	1500	419K+000~422K+000多良		1.2	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		1.2	未達設定值	正常	
7/28	1600	419K+000~422K+000多良		1.2	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		1.2	未達設定值	正常	
7/28	1700	419K+000~422K+000多良		1.4	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		1.4	未達設定值	正常	
7/28	1800	419K+000~422K+000多良		1.4	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		1.4	未達設定值	正常	
7/28	1900	419K+000~422K+000多良		1.5	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		1.5	未達設定值	正常	
7/28	2000	419K+000~422K+000多良		1.4	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		1.4	未達設定值	正常	
7/28	2100	419K+000~422K+000多良		1.5	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		1.5	未達設定值	正常	

紀錄：　　承辦人：　　單位主管：

106年度大武工務段浪襲路段浪高值觀測紀錄表(中度颱風-尼莎)

日期	時間	浪襲路段	現場觀測浪高值(公尺)	臺東浮標測站觀測浪高值(公尺)	參考設定值	現場情形	處置作為
7/28	2200	419K+000~422K+000多良		1.7	未達設定值	正常	持續每小時監看
		439K+500~441K+300南興		1.7	未達設定值	正常	
7/28	2300	419K+000~422K+000多良		1.6	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		1.6	未達設定值	正常	
7/29	0000	419K+000~422K+000多良		1.8	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		1.8	未達設定值	正常	
7/29	0100	419K+000~422K+000多良		2.2	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		2.2	未達設定值	正常	
7/29	0200	419K+000~422K+000多良		2.0	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		2.0	未達設定值	正常	
7/29	0300	419K+000~422K+000多良		2.3	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		2.3	未達設定值	正常	
7/29	0400	419K+000~422K+000多良		2.7	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		2.7	未達設定值	正常	
7/29	0500	419K+000~422K+000多良		2.4	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		2.4	未達設定值	正常	
7/29	0600	419K+000~422K+000多良		2.7	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		2.7	未達設定值	正常	
7/29	0700	419K+000~422K+000多良		2.8	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		2.8	未達設定值	正常	
7/29	0800	419K+000~422K+000多良		2.8	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		2.8	未達設定值	正常	
7/29	0900	419K+000~422K+000多良		2.4	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		2.4	未達設定值	正常	
7/29	1000	419K+000~422K+000多良		2.8	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		2.8	未達設定值	正常	

紀錄：　　承辦人：　　單位主管：

106年度大武工務段浪襲路段浪高值觀測紀錄表(中度颱風-尼莎)

日期	時間	浪襲路段	現場觀測浪高值(公尺)	臺東浮標測站觀測浪高值(公尺)	參考設定值	現場情形	處置作為
7/29	1100	419K+000~422K+000多良		2.9	未達設定值	正常	持續每小時監看
		439K+500~441K+300南興		2.9	未達設定值	正常	
7/29	1200	419K+000~422K+000多良		2.7	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		2.7	未達設定值	正常	
7/29	1300	419K+000~422K+000多良		2.0	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		2.0	未達設定值	正常	
7/29	1400	419K+000~422K+000多良		2.3	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		2.3	未達設定值	正常	
7/29	1500	419K+000~422K+000多良		1.7	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		1.7	未達設定值	正常	
7/29	1600	419K+000~422K+000多良		1.5	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		1.5	未達設定值	正常	
7/29	1700	419K+000~422K+000多良		1.7	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		1.7	未達設定值	正常	
7/29	1800	419K+000~422K+000多良		2.1	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		2.1	未達設定值	正常	
7/29	1900	419K+000~422K+000多良		-	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		-	未達設定值	正常	
7/29	2000	419K+000~422K+000多良		2.7	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		2.7	未達設定值	正常	
7/29	2100	419K+000~422K+000多良		-	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		-	未達設定值	正常	
7/29	2200	419K+000~422K+000多良		2.6	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		2.6	未達設定值	正常	
7/29	2300	419K+000~422K+000多良		2.3	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		2.3	未達設定值	正常	

紀錄：　　承辦人：　　單位主管：

106年度大武工務段浪襲路段浪高值觀測紀錄表(中度颱風-尼莎)

日期	時間	浪襲路段	現場觀測浪高值(公尺)	臺東浮標測站觀測浪高值(公尺)	參考設定值	現場情形	處置作為
7/30	0000	419K+000~422K+000多良		2.2	未達設定值	正常	持續每小時監看
		439K+500~441K+300南興		2.2	未達設定值	正常	
7/30	0100	419K+000~422K+000多良		2.2	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		2.2	未達設定值	正常	
7/30	0200	419K+000~422K+000多良		2.1	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		2.1	未達設定值	正常	
7/30	0300	419K+000~422K+000多良		-	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		-	未達設定值	正常	
7/30	0400	419K+000~422K+000多良		1.7	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		1.7	未達設定值	正常	
7/30	0500	419K+000~422K+000多良		1.7	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		1.7	未達設定值	正常	
7/30	0600	419K+000~422K+000多良		1.2	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		1.2	未達設定值	正常	
7/30	0700	419K+000~422K+000多良		1.2	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		1.2	未達設定值	正常	
7/30	0800	419K+000~422K+000多良		1.6	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		1.6	未達設定值	正常	
7/30	0900	419K+000~422K+000多良		2.1	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		2.1	未達設定值	正常	
7/30	1000	419K+000~422K+000多良		2.0	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		2.0	未達設定值	正常	
7/30	1100	419K+000~422K+000多良		2.2	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		2.2	未達設定值	正常	
7/30	1200	419K+000~422K+000多良		2.3	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		2.3	未達設定值	正常	

紀錄：　　承辦人：　　單位主管：

106年度大武工務段浪襲路段浪高值觀測紀錄表(中度颱風-尼莎)

日期	時間	浪襲路段	現場觀測浪高值(公尺)	臺東浮標測站觀測浪高值(公尺)	參考設定值	現場情形	處置作為
7/30	1300	419K+000~422K+000多良		2.0	未達設定值	正常	持續每小時監看
		439K+500~441K+300南興		2.0	未達設定值	正常	
7/30	1400	419K+000~422K+000多良		2.0	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		2.0	未達設定值	正常	

紀錄：　　承辦人：　　單位主管：

106年度大武工務段浪襲路段浪高值觀測紀錄表(中度颱風-海棠)

日期	時間	浪襲路段	現場觀測浪高值(公尺)	臺東浮標測站觀測浪高值(公尺)	參考設定值	現場情形	處置作為
7/30	1230	419K+000~422K+000多良	0.3	2.3	未達設定值	正常	持續每小時監看
		439K+500~441K+300南興	0.3	2.3	未達設定值	正常	
7/30	1300	419K+000~422K+000多良	0.3	2.0	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	0.3	2.0	未達設定值	正常	
7/30	1330	419K+000~422K+000多良	0.8	2.0	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	0.5	2.0	未達設定值	正常	
7/30	1400	419K+000~422K+000多良	1.2	2.0	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1.2	2.0	未達設定值	正常	
7/30	1430	419K+000~422K+000多良	1.2	2.0	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1.2	2.0	未達設定值	正常	
7/30	1500	419K+000~422K+000多良	1.5	2.6	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1.5	2.6	未達設定值	正常	
7/30	1530	419K+000~422K+000多良	1.8	2.6	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	1.8	2.6	未達設定值	正常	
7/30	1600	419K+000~422K+000多良	2.3	4.1	已達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興	2.3	4.1	已達設定值	正常	
7/30	1630	419K+000~422K+000多良		4.1	已達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		4.1	已達設定值	正常	
7/30	1700	419K+000~422K+000多良		6.1	已達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		6.1	已達設定值	正常	
7/30	1730	419K+000~422K+000多良		6.1	已達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		6.1	已達設定值	正常	
7/30	1800	419K+000~422K+000多良		-	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		-	未達設定值	正常	
7/30	1830	419K+000~422K+000多良		-	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		-	未達設定值	正常	

紀錄：　　承辦人：　　單位主管：

106年度大武工務段浪襲路段浪高值觀測紀錄表(中度颱風-海棠)

日期	時間	浪襲路段	現場觀測浪高值(公尺)	臺東浮標測站觀測浪高值(公尺)	參考設定值	現場情形	處置作為
7/30	1900	419K+000~422K+000多良		6.8	已達設定值	正常	持續每小時監看
		439K+500~441K+300南興		6.8	已達設定值	正常	
7/30	1930	419K+000~422K+000多良		6.8	已達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		6.8	已達設定值	正常	
7/30	2000	419K+000~422K+000多良		5.6	已達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		5.6	已達設定值	正常	
7/30	2030	419K+000~422K+000多良		7.3	已達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		7.3	已達設定值	正常	
7/30	2100	419K+000~422K+000多良		5.7	已達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		5.7	已達設定值	正常	
7/30	2130	419K+000~422K+000多良		3.3	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		3.3	未達設定值	正常	
7/30	2200	419K+000~422K+000多良		-	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		-	未達設定值	正常	
7/30	2230	419K+000~422K+000多良		2.8	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		2.8	未達設定值	正常	
7/30	2300	419K+000~422K+000多良		3.1	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		3.1	未達設定值	正常	
7/30	2330	419K+000~422K+000多良		3.3	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		3.3	未達設定值	正常	
7/31	0000	419K+000~422K+000多良		3.4	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		3.4	未達設定值	正常	
7/31	0030	419K+000~422K+000多良		3.4	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		3.4	未達設定值	正常	
7/31	0100	419K+000~422K+000多良		2.8	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		2.8	未達設定值	正常	

紀錄：　　承辦人：　　單位主管：

106年度大武工務段浪襲路段浪高值觀測紀錄表(中度颱風-海棠)

日期	時間	浪襲路段	現場觀測浪高值(公尺)	臺東浮標測站觀測浪高值(公尺)	參考設定值	現場情形	處置作為
7/31	0130	419K+000~422K+000多良		2.8	未達設定值	正常	持續每小時監看
		439K+500~441K+300南興		2.8	未達設定值	正常	
7/31	0200	419K+000~422K+000多良		3.1	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		3.1	未達設定值	正常	
7/31	0230	419K+000~422K+000多良		3.1	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		3.1	未達設定值	正常	
7/31	0300	419K+000~422K+000多良		3.4	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		3.4	未達設定值	正常	
7/31	0330	419K+000~422K+000多良		3.4	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		3.4	未達設定值	正常	
7/31	0400	419K+000~422K+000多良		2.8	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		2.8	未達設定值	正常	
7/31	0430	419K+000~422K+000多良		2.8	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		2.8	未達設定值	正常	
7/31	0500	419K+000~422K+000多良		2.3	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		2.3	未達設定值	正常	
7/31	0530	419K+000~422K+000多良		2.3	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		2.3	未達設定值	正常	
7/31	0600	419K+000~422K+000多良		2.4	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		2.4	未達設定值	正常	
7/31	0630	419K+000~422K+000多良		2.4	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		2.4	未達設定值	正常	
7/31	0700	419K+000~422K+000多良		1.8	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		1.8	未達設定值	正常	
7/31	0730	419K+000~422K+000多良		1.8	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		1.8	未達設定值	正常	

紀錄：　　承辦人：　　單位主管：

106年度大武工務段浪襲路段浪高值觀測紀錄表(中度颱風-海棠)

日期	時間	浪襲路段	現場觀測浪高值(公尺)	臺東浮標測站觀測浪高值(公尺)	參考設定值	現場情形	處置作為
7/31	0800	419K+000~422K+000多良		2.0	未達設定值	正常	持續每小時監看
		439K+500~441K+300南興		2.0	未達設定值	正常	
7/31	0830	419K+000~422K+000多良		2.0	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		2.0	未達設定值	正常	
7/31	0900	419K+000~422K+000多良		2.2	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		2.2	未達設定值	正常	
7/31	0930	419K+000~422K+000多良		2.2	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		2.2	未達設定值	正常	
7/31	1000	419K+000~422K+000多良		2.0	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		2.0	未達設定值	正常	
7/31	1030	419K+000~422K+000多良		2.0	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		2.0	未達設定值	正常	
7/31	1100	419K+000~422K+000多良		2.3	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		2.3	未達設定值	正常	
7/31	1130	419K+000~422K+000多良		2.3	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		2.3	未達設定值	正常	
7/31	1200	419K+000~422K+000多良		2.2	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		2.2	未達設定值	正常	
7/31	1230	419K+000~422K+000多良		2.2	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		2.2	未達設定值	正常	
7/31	1300	419K+000~422K+000多良		2.2	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		2.2	未達設定值	正常	
7/31	1330	419K+000~422K+000多良		2.2	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		2.2	未達設定值	正常	
7/31	1400	419K+000~422K+000多良		2.2	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		2.2	未達設定值	正常	

紀錄：　　承辦人：　　單位主管：

106年度大武工務段浪襲路段浪高值觀測紀錄表(中度颱風-海棠)

日期	時間	浪襲路段	現場觀測浪高值(公尺)	臺東浮標測站觀測浪高值(公尺)	參考設定值	現場情形	處置作為
7/31	1430	419K+000~422K+000多良		2.2	未達設定值	正常	持續每小時監看
		439K+500~441K+300南興		2.2	未達設定值	正常	
7/31	1500	419K+000~422K+000多良		2.2	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		2.2	未達設定值	正常	
7/31	1530	419K+000~422K+000多良		2.2	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		2.2	未達設定值	正常	
7/31	1600	419K+000~422K+000多良		1.9	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		1.9	未達設定值	正常	
7/31	1630	419K+000~422K+000多良		1.9	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		1.9	未達設定值	正常	

紀錄：　　承辦人：　　單位主管：

106年度大武工務段浪襲路段浪高值觀測紀錄表(中度颱風-海棠)

日期	時間	浪襲路段	現場觀測浪高值(公尺)	臺東浮標測站觀測浪高值(公尺)	參考設定值	現場情形	處置作為
8/21	0800	419K+000~422K+000多良		0.8	未達設定值	正常	持續每1小時監看
		439K+500~441K+300南興		0.8	未達設定值	正常	
8/21	0900	419K+000~422K+000多良		0.8	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		0.8	未達設定值	正常	
8/21	1000	419K+000~422K+000多良		0.9	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		0.9	未達設定值	正常	
8/21	1100	419K+000~422K+000多良		0.8	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		0.8	未達設定值	正常	
8/21	1200	419K+000~422K+000多良		1.0	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		1.0	未達設定值	正常	
8/21	1300	419K+000~422K+000多良		1.2	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		1.2	未達設定值	正常	
8/21	1400	419K+000~422K+000多良		1.4	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		1.4	未達設定值	正常	
8/21	1500	419K+000~422K+000多良		1.6	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		1.6	未達設定值	正常	
8/21	1600	419K+000~422K+000多良		1.9	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		1.9	未達設定值	正常	
8/21	1700	419K+000~422K+000多良		2.2	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		2.2	未達設定值	正常	
8/21	1800	419K+000~422K+000多良		2.2	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		2.2	未達設定值	正常	
8/21	1900	419K+000~422K+000多良		2.5	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		2.5	未達設定值	正常	
8/21	2000	419K+000~422K+000多良		2.6	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		2.6	未達設定值	正常	

紀錄：　　承辦人：　　單位主管：

106年度大武工務段浪襲路段浪高值觀測紀錄表(中度颱風-海棠)

日期	時間	浪襲路段	現場觀測浪高值(公尺)	臺東浮標測站觀測浪高值(公尺)	參考設定值	現場情形	處置作為
8/21	2100	419K+000~422K+000多良		3.5	未達設定值	正常	持續每1小時監看
		439K+500~441K+300南興		3.5	未達設定值	正常	
8/21	2200	419K+000~422K+000多良		2.9	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		2.9	未達設定值	正常	
8/21	2300	419K+000~422K+000多良		2.2	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		2.2	未達設定值	正常	
8/22	0000	419K+000~422K+000多良		2.2	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		2.2	未達設定值	正常	
8/22	0100	419K+000~422K+000多良		1.8	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		1.8	未達設定值	正常	
8/22	0200	419K+000~422K+000多良		2.7	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		2.7	未達設定值	正常	
8/22	0300	419K+000~422K+000多良		3	已達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		3	已達設定值	正常	
8/22	0400	419K+000~422K+000多良		3.2	已達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		3.2	已達設定值	正常	
8/22	0500	419K+000~422K+000多良		3.7	已達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		3.7	已達設定值	正常	
8/22	0600	419K+000~422K+000多良		3.2	已達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		3.2	已達設定值	正常	
8/22	0700	419K+000~422K+000多良		3.8	已達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		3.8	已達設定值	正常	
8/22	0800	419K+000~422K+000多良		3.7	已達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		3.7	已達設定值	正常	
8/22	0900	419K+000~422K+000多良		3.4	已達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		3.4	已達設定值	正常	

紀錄：　　承辦人：　　單位主管：

106年度大武工務段浪襲路段浪高值觀測紀錄表(中度颱風-海棠)

日期	時間	浪襲路段	現場觀測浪高值(公尺)	臺東浮標測站觀測浪高值(公尺)	參考設定值	現場情形	處置作為
8/22	1000	419K+000~422K+000多良		3.1	已達設定值	正常	持續每1小時監看
		439K+500~441K+300南興		3.1	已達設定值	正常	
8/22	1100	419K+000~422K+000多良		3.0	已達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		3.0	已達設定值	正常	
8/22	1200	419K+000~422K+000多良		2.8	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		2.8	未達設定值	正常	
8/22	1300	419K+000~422K+000多良		2.9	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		2.9	未達設定值	正常	
8/22	1400	419K+000~422K+000多良		2.2	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		2.2	未達設定值	正常	
8/22	1500	419K+000~422K+000多良		2.2	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		2.2	未達設定值	正常	
8/22	1600	419K+000~422K+000多良		2.4	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		2.4	未達設定值	正常	
8/22	1700	419K+000~422K+000多良		2.4	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		2.4	未達設定值	正常	
8/22	1800	419K+000~422K+000多良		2.4	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		2.4	未達設定值	正常	
8/22	1900	419K+000~422K+000多良		2.1	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		2.1	未達設定值	正常	
8/22	2000	419K+000~422K+000多良		2.1	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		2.1	未達設定值	正常	
8/22	2100	419K+000~422K+000多良		1.8	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		1.8	未達設定值	正常	
8/22	2200	419K+000~422K+000多良		1.7	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		1.7	未達設定值	正常	

紀錄：　　承辦人：　　單位主管：

106年度大武工務段浪襲路段浪高值觀測紀錄表(中度颱風-海棠)

日期	時間	浪襲路段	現場觀測浪高值(公尺)	臺東浮標測站觀測浪高值(公尺)	參考設定值	現場情形	處置作為
8/22	2300	419K+000~422K+000多良		1.6	未達設定值	正常	持續每1小時監看
		439K+500~441K+300南興		1.6	未達設定值	正常	
8/23	0000	419K+000~422K+000多良		1.6	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		1.6	未達設定值	正常	
8/23	0100	419K+000~422K+000多良		1.9	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		1.9	未達設定值	正常	
8/23	0200	419K+000~422K+000多良		1.9	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		1.9	未達設定值	正常	
8/23	0300	419K+000~422K+000多良		2.2	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		2.2	未達設定值	正常	
8/23	0400	419K+000~422K+000多良		1.9	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		1.9	未達設定值	正常	
8/23	0500	419K+000~422K+000多良		2.1	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		2.1	未達設定值	正常	
8/23	0600	419K+000~422K+000多良		1.9	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		1.9	未達設定值	正常	
8/23	0700	419K+000~422K+000多良		1.8	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		1.8	未達設定值	正常	
8/23	0800	419K+000~422K+000多良		2.3	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		2.3	未達設定值	正常	
8/23	0900	419K+000~422K+000多良		2.3	未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興		2.3	未達設定值	正常	
8/23	1000	419K+000~422K+000多良			未達設定值	正常	
		439K+500~441K+300南興			未達設定值	正常	

紀錄：　　承辦人：　　單位主管：

附錄二

期中報告審查意見處理情形表

附錄二　■期中□期末報告審查意見處理情形表

計畫名稱：海岸公路異常波浪特性及防災應用技術之研究

執行單位：中山大學

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
一. 林銘崇 委員 1.東部海岸公路受颱風波浪及異常波浪災害特性及其型態，建議多加整理分析，並說明與數值模式之連結。	**意見答覆** 感謝委員指教及建議，異常波浪請見報 p3-13 頁說明。	**意見答覆** 同意
2.圖 4.3 模擬流程之左邊界及設定值說明不足，建議將該圖與以一般化表示。	感謝委員指教及建議，模擬的地形從水深 5m 開始往陸地方向直到道路的擋土牆旁，會將左邊界改為海側，請見報告 p4-6 頁說明。	同意
二、張憲國 委員 1.內文部分的專有名詞中請依學術常用的專有名詞撰寫，如海水溯上、碎波偵測等需更改。	**意見答覆** 感謝委員指教及建議，遵照辦理，已修改，請見報告 p3-1。	**意見答覆** 同意
2.利用 GOOGLE 地圖來偵測碎波位置，當為海岸線，並分析其變遷特性。因為碎波位置與外海波浪及地形條件有關，此分析結果的正確性需要再思考方法的嚴謹性。	感謝委員指教及建議，運研所僅依此計畫作為該地區地形的初步基本認識，故以 GOOGLE 地圖來進行資料蒐集，已與公路總局高南工程處協調取得自強公司所量測之資料，將移交給運研所。	同意
3.波浪的數模計算的精度，	感謝委員指教及建議，遵照	同意

與入射條件與地形極為有關。在報告中雖然提及 2013 年的海燕颱風造成龍洞海濱瘋狗浪，但未附內容。在無模式驗證來說明此模式計算的可信度。	辦理。	
4.第四章的數值模擬中，需要說明如何決定模擬條件，以接近現況條件。模擬結果如何與現況比較?	感謝委員指教及建議，遵照辦理，已與第三區養護工程處大武工務段取得現場觀測紀錄表，請見報告 p3-17 頁及報告 p4-16 頁。	同意
5.本研究結果未來要製作視窗化的操作系統，此系統的如何轉移至使用者或教育訓練的方式，在報告應敘述。	感謝委員指教及建議，遵照辦理，臺東海岸公路通行安全預警之視窗以網頁形式作為顯示，請見報告 p4-46 頁。	
三、蔡清標 委員	**意見答覆**	**意見答覆**
1.本研究利用文字探勘蒐集台東海岸公路災害案例予以肯定。如能進一步彙整運研所港研中心實測該颱風之波浪相關資料，將更具意義，亦可為模擬條件之參考。	感謝委員肯定及建議，已取得第三區養護工程處大武工務段取得現場觀測紀錄表及中央氣象局颱風路徑做一比較及說明，請見報告 p2-15 頁及報告 p3-20 頁。	同意
2. 圖 3.8 係以 Google Earth 衛星影像套疊分析海岸線變化，其精度是否足夠？建議亦應檢核其潮位基準是否一致。	感謝委員指教及建議，運研所僅依此計畫作為該地區地形的初步基本認識，故以 GOOGLE 地圖來進行資料蒐集，已與公路總局高南工程處協調取得自強公司所量測之資料，將移交給運研	同意

	所。	
3.方程式(3.1)~(3.4)與 4.1 節模式介紹重覆，請併 4.1 節說明即可。	感謝委員指教及建議，遵照辦理。	同意
4.圖 4.3 建議加繪等深線，以利判斷海岸法線方向(文中用地形切線是否妥當？)	感謝委員指教及建議，遵照辦理，已加繪等深線，請見報告p4.11頁，其地形切線主要是以正向入波做為模擬條件。	同意
5.不同海況模擬條件，建議以實測統計資料為基礎，說明所設定的模擬條件具適當性，且為異常的颱風波浪。	感謝委員指教及建議，不同海況模擬條件，係以氣象局發布的2016年尼伯特、莫蘭蒂、馬勒卡以及梅姬颱風歷史路徑，並從水利署位於臺東外海浮標(東經121.14度、北緯22.722度) 的逐時觀測資料中取出這4個颱風警報期間的示性波高和尖峰週期值分析所得，請見報告p4-16頁。	同意
6.計算網格設定，應有所說明，而碎波位置影響溯升，因此應有碎波位置及波高模擬結果之說明。	感謝委員指教及建議，請見報告p4-16頁說明。	同意
7.所應用之 COBRAS 模是具備模擬具有消波塊之功能，圖 4.18 中之消波塊是否有考慮於模擬？又如何考慮其孔隙率？	感謝委員指教及建議，在現勘時有發現原本所設置之消波塊也因長期沖刷漸沒落海中，因此研究中模式模擬不考慮消波塊以作為最差狀況之考量。請見	同意

	報告p3-25、p4-10說明。	
8.平台之溯上即溢淹，建議有取較高解析度之局部放大圖，以利判讀。	感謝委員指教及建議，輸出模擬期間VOF空間分布最大值來判斷溢淹與否，最後係以燈號來顯示，請見報告p4-20頁。	同意
9.本研究所模擬實際係考慮颱風波浪，非為瘋狗浪，建議應予釐清。	感謝委員指教及建議，請見報告p2-20頁說明。	同意
10. 圖 4.14~4.18 所示 t=50~600 秒，應只是顯示 COBRAS 模擬之收斂過程，而非實際波形，建議探討分析收斂後穩定的波形空間分部較具意義。	感謝委員指教及建議，請見報告p4-20頁說明。	同意
四、岳景雲 委員	**意見答覆**	**意見答覆**
1.簡報比期中報告更詳細豐富，多了太麻里香蘭段說明，及異常波浪特性分析，值得肯定。	感謝委員肯定及建議，已於報告加入異常波浪特性分析，請見報告 p2-20 頁。	同意
2.建議中文摘要修改，將 2016 颱風列入，第一章前言亦修改，英文摘要錯誤資料亦請修正。	感謝委員指教及建議，遵照辦理。	同意
3.有實測資料配合理論計算應可作出定性或定量分析以增加可信度。	感謝委員指教及建議，請見報告 p4-17 頁。	同意
4.多良段(419k~422k)描述較多，南興段(439k~441k)描述較少，而此段是否與海底地形折射有關，波浪	感謝委員指教及建議，已於期中後取得公路設計圖與地形，已將模擬整理成果，請見報告 p4-25 頁。	同意

能量集中？		
5.表 4.1~表 4.3 之關聯性請加強說明。	感謝委員指教及建議，請見報告 p4-28 頁。	同意
6.如何即時提供資料給相關單位做後續評估預警時間。	感謝委員指教，目前港研中心已提供 SWAN 模式和 COHERENS 模式在多良段和南興段外海約 30m 水深處的示性波高、尖峰週期和潮位預報值，請見報告 p4-62 頁	同意
7.防災應用技術初步構想為何？工程上施作哪些？	感謝委員指教，其原養護單位係已派人駐守現場觀測波浪及路況作為封路之標準判斷，其人員安全是最大考量因此臺東海岸公路通行安全預警，係以考量。	同意
五、蔡立宏 委員	**意見答覆**	**意見答覆**
1.利用衛星影像進行地形變遷因拍照時間不同，潮位和波浪條件是否加入考量。	感謝委員指教及建議，運研所僅依此計畫作為該地區地形的初步基本認識，故以 GOOGLE 地圖來進行資料蒐集，已與公路總局高南工程處協調取得自強公司所量測之資料，將移交給運研所。	同意
2.所分析的斷面水深地形均不同，每一斷面模擬計算的 domain 是否均相同。	感謝委員指教及建議，遵照辦理，已加繪等深線，請見報告 p4.11 頁，其地形切線主要是以正向入波做為模擬條件。	同意

3.目前已針對較有危險路段做溢淹分析，未來進行公路預警上，預警條件預計如何設計規劃？	感謝委員指教，其原養護單位係已派人駐守現場觀測波浪及路況作為封路之標準判斷，其人員安全是最大考量因此臺東海岸公路通行安全預警，係以此考量。	同意
4.COBRAS 模式中是否加入消波設施消波考量(孔隙率)？		
六、蘇青和 委員	**意見答覆**	**意見答覆**
1.期中報告之衛星影像資料僅蒐集至 2013 年，建議蒐集較新之資料以進行海岸線變化之分析。	感謝委員指教及建議，以 GOOGLE 地圖來進行資料蒐集，其 GOOGLE 之衛星影像最新為 2013 年，已與公路總局高南工程處協調取得自強公司所量測之資料，將移交給運研所。	同意
2.衛星資料展示之海岸影像與當時之潮汐漲退及波浪大小海況相關，建議針對影像之當時海況作一簡略說明。	感謝委員指教及建議，運研所僅依此計畫作為該地區地形的初步基本認識，故以 GOOGLE 地圖來進行資料蒐集，已與公路總局高南工程處協調取得自強公司所量測之資料，將移交給運研所。	同意
3.建置海岸公路通行安全預警之視窗操作介面，為本計畫防災應用技術建置之重要工作，請加強考量其實用性，輸入及輸出之	感謝委員指教及建議，遵照辦理，臺東海岸公路通行安全預警之視窗以網頁形式作為顯示，並依養護單位實用性以燈號作為顯示資訊，	同意

相關資訊內容，也請妥善規畫建置。	請見報告 p4-46 頁。	
4.通行安全預警系統外海之海象邊界輸入條件，建議與外海即時觀測資料及預報資料做整合，以達到防災應用之目的。	感謝委員指教與建議，目前港研中心已提供 SWAN 模式和 COHERENS 模式在多良段和南興段外海約 30m 水深處的示性波高、尖峰週期和潮位預報值，請見報告 p4-62 頁	同意
5.東部海岸波浪溯上與溢淹模式，在易致災區段之驗證檢核，可考慮引用颱風期間公路單位設置之攝影資料作比對檢核。	感謝委員指教與建議，已與第三養護工程處取得現場觀測資料及浪襲影像，請見報告 p3-27 頁。	同意
6.簡報成果遠較期中報告豐碩，期末報告建議納入更新。	感謝委員指教與建議，遵照辦理。	同意
七、李俊穎 委員	**意見答覆**	**意見答覆**
1.報告 4.3 節內建議可再透過本所、水利署台東浮標即大武潮位站等海象資料之基本分析加強說明模擬條件範圍說明？	感謝委員指教及建議，不同海況模擬條件，係以氣象局發布的 2016 年尼伯特、莫蘭蒂、馬勒卡以及梅姬颱風歷史路徑，並從水利署位於臺東外海浮標(東經 121.14 度、北緯 22.722 度) 的逐時觀測資料中取出這 4 個颱風警報期間的示性波高和尖峰週期值分析所得，請見報告 p4-16 頁。	同意

2.請說明為何在表 4.1 部分條件無模擬情境。	感謝委員指教及建議，係以情境條件直到平台不發生溢淹或達到情境條件的下限值為止，故無模擬情境，代表該條件下不會溢淹，請見報告 p4-19 頁。	同意
3.建議產生適當災害迴歸分析曲線，做為防災作業操作。	感謝委員指教及建議，其研究防災作業依養護單位所建立之封路參考值作為依據，請見報告 p3-17 頁。	同意
4.本年度主要目標之一為發展浪襲預警，建議能在 9 月份進行系統整合測試及移轉作業。	感謝委員指教及建議，遵照辦理。	同意
5.同路段如多良、南興段建議可分段預警作業。	感謝委員指教及建議，遵照辦理。	同意
八、國家災害防救科技中心 (陳偉柏博士)	**意見答覆**	**意見答覆**
1.P2-7 中圖 2.7~2.9 是否是以 P4-1 頁所介紹的 COBRAS 模式模擬之結果？	感謝委員指教，是，先以 2013 年龍洞瘋狗浪事件為例作為模式測試。	同意
2.P4-10 第 8 行提到，搭配-2、0、3m 等 3 種初始水深，但於 P4-12 頁，圖 4.12 顯示為-2、0、2m 等 3 種初始水深，是否為打字錯誤？	感謝委員指教，已改正。	同意

3.P4-13 第 7 行提到初始水位為 12m、12m、10m，是否打字錯誤？		
4.P4-17 中，提到「根據表 4.2~4.5……即可考慮封閉 419k+740~419k+820 之間高程相近的區段…」然而在 P4-8 中圖 4.6 模擬的 12 個站中，僅有 419k+720，並無 419k+740。	感謝委員指教，已改正。	同意
5.請問進行一個模擬案例分析需花費多少電腦運算時間？亦即，颱風來襲時即時預警是否可行。	感謝委員指教與建議，其即時預警需要有大量的計算資源，因此本研究係以先計算好幾個情境在進行內插，作為不同條件之輸入條件。	同意
6.P4-17 中提到「…當附近潮位為 2m，而示性波高超過 8m，尖峰週期超過 12 秒時，則可考慮封閉 419k+740 到 419k+820 之間高成相近的區段」。在颱風應變期間，要如何使用本研究所產製之表 4.2~4.5？亦即距離道路多遠處之海況超過上述條件時，可預警性封閉該段道路？	感謝委員指教與建議，請見報告 p4-61 說明。	同意
九、交通部公路總局東西向快速公路高南區工程處(許玉琴課長)	**意見答覆**	**意見答覆**

1.後續所提出之預警資訊，建議可增加預計可提出預警資訊之時間，及預測最大浪高等相關資訊，以利公路管理機關可即時作為災害預防之決策參考。	感謝委員指教及建議，遵照辦理，臺東海岸公路通行安全預警之視窗以網頁形式作為顯示，請見報告 p4-46 頁。	同意
2.本處提供利用空載光達(Lidar)、地面光達及航空攝影所做 2014~2015 年台 9 線台動線香蘭~屏東縣枋寮段 DSM、DEM 及航空攝影正射影像供參考。	感謝委員提供，對本研究地形有極大貢獻。	同意
十、交通部公路總局第三區養護工程處(周建勳)	**意見答覆**	**意見答覆**
1. 本計畫對本處於風災時公路預警性封路決策幫助甚大，有關表 4.5「不同海況建議封閉區段」之驗證部分及本處轄管台 9 線林海之其他路段是否在本計畫期末報告中執行確認。	感謝委員指教及建議，遵照辦理，臺東海岸公路通行安全預警之視窗以網頁形式作為顯示，請見報告 p4-46 頁。	同意
2.圖 4.4 中國道里程，請修正為省道里程。	感謝委員指教，已改進。	同意
3.未來是否可模擬影響一個、兩個、或三個車道以上之條件(或機率呈現)以利公路養護單位防災預警應用。	感謝委員指教及建議，遵照辦理，臺東海岸公路通行安全預警之視窗以網頁形式作為顯示，請見報告 p4-46 頁。	同意

附錄三

期末報告審查意見處理情形表

附錄三　□期中■期末報告審查意見處理情形表

計畫名稱：海岸公路異常波浪特性及防災應用技術之研究

執行單位：中山大學

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
一. 林銘崇 委員	**意見答覆**	**意見答覆**
1.初步建置海岸公路海浪預報，具實用參考價值。	感謝委員肯定。	同意
2.侵襲路段波高觀測值與台東浮標示性波高之變化趨勢不太一致，應是合理結果，該觀測值應可考慮與數值模擬計算值比較。	感謝委員指教及建議，現場觀測值紀錄與數值模擬計算值比較，請見報告 p4-61 頁。	同意
3.異常波浪具高度非線性，以變形雷利分佈表示，係屬假設或理論依據？	感謝委員指教及建議，異常波浪具高度非線性，所以以 $H_{MAX}=2H_s$，變形雷利係考慮有颱風系統存在。請見報告 P2-21 頁。	同意
4.數值模式如何處理(依何種條件)波浪溯上後之溢淹，溯上後之水位及水體流動速度是否可以計算求得？	感謝委員指教及建議，波浪溯上流動流速是可以計算，但本計畫僅考慮若有波浪溯上且波及道路及為溢淹。	同意
5.計畫成果值得繼續精進研究。	感謝委員肯定。	同意
二、李兆芳 委員	**意見答覆**	**意見答覆**
1.本計畫應用數值模式探討異常波浪並做防災應用，計畫成果相當明確	感謝委員肯定。	同意

2.計畫為研究異常波浪，但文中提及瘋狗浪名稱，建議引用文獻時把原文也表示出來，避免混淆。	感謝委員指教及建議，遵照辦理，請見報告 P2-1 頁。	同意
3.使用 COBRAS 模式，在說明上建議加入口頭報告之說明，如水面之描述能力，k-ε之作用、及應用在計畫範圍之適用情形。	感謝委員指教及建議，遵照辦理，請見報告 P3-29 頁。	同意
4.P3-13 上方向海側佈放養灘說明海岸公路地形仍有很大的變異空間，建議往對於波浪作用影響作說明。	感謝委員指教及建議，遵照辦理，請見報告 P3-13 頁	同意
5. 波浪溯上，文字之寫法，及參考文獻格式要調整。	感謝委員指教及建議，遵照辦理。	
三、蔡清標 委員	**意見答覆**	**意見答覆**
1.本研究利以 COBRAS 數值模式評估異常波浪引致海岸公路的波浪溯上。研究亦結合文字探勘技術蒐集台東海岸公路災害案例，研究成果與以肯定	感謝委員肯定。	同意
2.模擬條件主要以 2016 颱風波浪決定波高及週期上下限。建議可在引述港研中心針對相鄰測站(如花蓮港)統計不同迴歸期的颱風波浪，包括暴潮水位，說明所訂的上下限值	感謝委員指教及建議，遵照辦理，由於台東浮標離南興和多良段的位置最近，所以沒有選擇較遠的花蓮港波浪統計資料作為上下限值的制定參考，請見報告 P3-13 頁	同意

屬合理範圍。		
3.VOF 空間分佈圖之解析度可加強，以利閱讀。	感謝委員指教及建議，網格解析度在X方向為1m，Y方向解析度為0.5m，最後結果以表及燈號顯示，以利決策人員直接判讀，請見報告P4-16頁。	同意
四、岳景雲 委員	**意見答覆**	**意見答覆**
1.為了增加報告充實性及完整性，建議前言增加 106 年颱風資料，P2-5 頁延長至 2017 年。	感謝委員指教及建議，遵照辦理，請見報告 P1-1 頁及報告 P2-5 頁。	同意
2.新增了 P3-16、P3-17 頁董教授資料請列入參考文獻中。	感謝委員指教及建議，遵照辦理，請見報告參-1 頁。	同意
3. P4-21 圖 4.22 和 P4-22 圖 4-23 的座標軸原點是否一致？	感謝委員指教，座標軸原點為同一點，係將道路平台放大檢視。	同意
4.表格中有關道路易淹距離中增加一欄路寬；最大溯上水為中增加一欄平台高程	感謝委員指教及建議，遵照辦理，請見報告P4-44至P4-58。	同意
5. P4-29、P4-42 頁最大溯上水位與 H.T.潮位皆無明確相關性？請說明？	感謝委員指教及建議，由表 4.7 到表 4.9 可見，同波高不同週期的最大溯上水位不一定因為週期長就會有較大的最大溯上水位，請見報告 P4.29 頁。	同意
6. 結論在加強並補充說明。	感謝委員指教及建議，遵照辦理，請見報告 P5-1 頁	同意

7. 104~106 年紀錄表建議加入附錄內。	感謝委員指教及建議，遵照辦理。	同意
五、蘇青和委員 1.本計畫建置之台東海岸公路通行安全預警系統，除核心推算模式外，整合外海即時觀測資料、本所港研中心東南海域數值預報資訊等，已達到防災應用之目的。	**意見答覆** 感謝委員肯定。	**意見答覆** 同意
2.預警系統以綠色、黃色、橙色及紅色等四種顏色代表不同浪襲狀況，與南興段設置波高尺之綠色、黃色、橙色及紅色等四種顏色是否有相關性？	感謝委員指教及建議，預警系統以綠色、黃色、橙色及紅色等四種顏色代表不同浪襲狀況，是與南興段設置波高尺之綠色、黃色、橙色及紅色等四種顏色所對應，以養護單位實際封路情況所訂定。	同意
3.建置海岸公路通行安全預警之視窗操作介面，為本計畫防災應用技術建置之重要工作，考量系統能迅速計算浪襲狀況，建議預先建置完整之資料庫系統。	感謝委員指教及建議，系統已建置資料庫系統方式，故系統才能迅速計算浪襲狀況。	同意
六、李俊穎 委員 1.建議加強說明利用 2016、2017 年颱風期間封路與本計畫預警機制燈號比對。	**意見答覆** 感謝委員指教及建議，現場觀測值紀錄與數值模擬計算值比較，請見報告 p4-61 頁。	**意見答覆** 同意

2.依附件紀錄表內，106 年度海棠颱風期間觀測浮標已達 6m,但現場情形是正常，是否可以模擬比對。	感謝委員指教及建議，養護單位說該颱風，雖然觀測浮標已達 6m，但現場實際情況是無波浪溯上，故現場情形都是正常。	同意
3.部份文字如圖 P4-63 波浪「周」期應為「週」，附件紀錄表內尼伯特颱風應為 105 年而非 104 年，附件內浪花「坡」及路面應為「波」，8 月 21 日後為表名中度颱風「海棠」應為天鴿，請確認修改	感謝委員指教及建議，已修正，請見報告附錄一	同意
七、國家災害防救科技中心陳偉柏博士 1.請問 COBRAS 模式運算一個事件的時間需耗時多久？模式效率是否可以用於實際颱洪應變？	**意見答覆** 感謝委員指教，系統已建置資料庫系統，故系統可迅速計算浪襲狀況，將外海預報資料作為條件輸入後，系統五秒內會對應情境的結果產生多良段 12 站與南興段 7 站的海岸公路海浪警戒預報檔，請見報告 P4-62 頁。	**意見答覆** 同意
2.第 4-61 頁，第 4.6 節中所提及之『海岸公路海浪警戒預報』，制訂五種預警燈號。請問，預警成果是以 SWAN 與 COHERENS 預報結果為輸入檔，再對照 4.1-4.15 的結果嗎？	感謝委員指教與指教，是的，預警成果是以 SWAN 與 COHERENS 預報結果為輸入檔，對應情境的結果產生多良段 12 站與南興段 7 站的海岸公路海浪警戒預報檔。	同意

3.承上題，若非對照 4.1-4.15 的結果，是否以 SWAN 與 COHERENS 預報結果為輸入檔，即時做 COBRAS 的運算？	感謝委員指教與指教，因為本研究所建置之台東海岸公路通行安全預警系統，除核心推算模式外，整合外海即時觀測資料、本所港研中心東南海域數值預報資訊等，在中心有設定可以切換為實測資料作為輸入條件。	同意
4. 第 4-65 頁，圖 4.39 缺少週期預報圖形。然而，第 4-65 頁至第 4-74 頁中，表 4.19-4.24 中，要產生預警燈號，需要潮位、波高與週期三個變數。網頁圖形是否有需要補上週期時序圖？請問進行一個模擬案例分析需花費多少電腦運算時間？亦即，颱風來襲時即時預警是否可行。	感謝委員指教與指教，因為本研究所建置之台東海岸公路通行安全預警系統，除核心推算模式外，整合外海即時觀測資料、貴所港研中心東南海域數值預報資訊等，其相關資訊亦可在貴所港研中心東南海域數值預報資訊取得，本研究介面供養護單位作為封路決策之依據。	同意
八、交通部公路總局東西向快速公路高南區工程處	**意見答覆**	**意見答覆**
1.本處後續將依據本計畫溯上與溢淹分析結果回饋多良段設計成果。	感謝高南區工程處肯定。	同意
2.本處備有本案研究範圍之 LIDAR 測量、衛星雲圖及航拍圖等多種圖層資料，若有需要可在洽本處索取。	感謝高南區工程處提供寶貴資料。	同意

3.公路通行安全預警視窗網頁請問是目前研究結果展示使用？抑或為日後例行維護可供外界參考使用？	感謝高南區工程處指教，公路通行安全預警視窗網頁已經可以使用，供養護單位作為封路決策之依據。	
4.圖 3.1 東部公路(台 9 線)區段圖，其中「大武段」與「大鳥段」位置顛倒。	感謝高南區工程處指教與建議，已修正。	同意
九、交通部公路總局第三區養護工程處 1.海岸地形每年縮減變化是否影響參數設定？	**意見答覆** 感謝第三區養護工程處指教與建議，系統地形設置以公路局提供之道路設計圖，並移除消波塊以考慮最差情況。	**意見答覆** 同意
2.本處後續 1~2 年使用系統得知之數值再配合限地實際觀測數值來比對。	感謝第三區養護工程處配合及使用回饋。	同意
十、交通部公路總局西部濱海公路南區臨時工程處 1.西濱南工程處 C2 隧道標工程，目前正持續處理台 9 線 439K+750 附近海案之養灘工作，有關情境模擬的波浪浪高會受地形影響，建議研究團隊應每年是海岸地形修正已符實際。	**意見答覆** 感謝西部濱海公路南區臨時工程處指教與建議，系統地形設置以公路局提供之道路設計圖，並移除消波塊以考慮最差情況。	**意見答覆** 同意

附錄四

期末審查簡報

附錄四 期末審查簡報

MOTC-IOT-106-H1DB002c

海岸公路異常波浪特性及防災應用技術之研究

Characteristics and Hazard Mitigation of Freak Waves for Coastal Highways

計畫主持人：陳冠宇
參與人員:劉俊志、張義偉

■計畫背景分析

海岸地區可能受到異常浪侵襲，因此造成重大災害。在屢經大眾傳播媒體的大幅報導後，社會大眾對這種波高顯著大於背景波高之異常特大波浪已有認識，並普遍稱之為「瘋狗浪」。

然而，目前對於瘋狗浪的研究，能應用在實際災害的成果還很有限。主管機關應採取何種程度之措施以減輕瘋狗浪災害？道路、風景區或其他可能受災的 設施應該何時封閉或管制？哪些區域應管制一般民眾進入以免危險? 民眾管制區域該以何處為界？凡此種種，主管機關都沒有簡單可行的準則可以依循。

對瘋狗浪的溯上過程進行數值模擬以探討其研究方法與結果應用在海岸風景區或海岸公路的方式。提出一套利用數值模擬的方式，提供海岸公路的管理當局在海象存在瘋狗浪的風險時，決定海岸公路之管制方式或管制區域的方法或程序。

■研究範圍與對象

本研究屬配合交通部推動科學技術發展之目標：推動海岸災害防救科技發展，精進海岸與港灣的災害防救科技研發，強化基礎設施中有關環境資料庫之調查蒐集與建置及應用

主要目的為瞭解東部海岸公路受颱風波浪及異常波浪影響的區段範圍、發展溯上分析及預警系統，建立異常波浪容易致災之區段的長浪溯上數值模式，據以評估臺灣東部地區海岸公路可能遭受的威脅及通行安全，供公路單位參考。

■研究內容與工作項目

本年度之工作內容為：

1. **蒐集異常波浪引致臺東海岸海岸公路災害之案例。**
2. **分析臺東海岸公路異常波浪容易致災區段之海岸地形變遷及海水溯上與溢淹特性。**
3. **臺東海岸公路鄰近海岸外海異常波浪特性分析。**
4. **建立臺東海岸公路異常波浪容易致災區段之波浪溯上與溢淹數值模式。**
5. **規劃建置海岸公路通行安全預警之視窗化操作介面。**

■ 異常波浪災害-通行安全

- 本研究針對前期發展之異常氣候下跨河橋梁與港區水位溢淹預警系統之建置研究持續精進擴大應用層面，發展建立異常波浪容易致災之區段的瘋狗浪溯上數值模式，評估可能遭受的威脅及通行安全，供運輸單位參考。

挪威大西洋海濱公路(64號公路)

■ 異常波浪災害-通行安全

2016-09-13強烈颱風莫蘭蒂

- 墾丁南灣路段，海浪將救護車打到逆向車道，車子右前小燈破損

■ 異常波浪災害-通行安全

巨浪來襲 連人帶車打落海

【蘋果日報】2014年10月13日，基市1名40歲王姓釣客，下午騎機車前往海洋大學前方防波堤，抵達前端綠燈塔處，因空無一人，王男待不到30秒時間，隨即轉身想離去，但看到一波大浪 越過約2樓高防波堤面時，王男便停了下來，心裡計算幾秒後，起身往外騎去，詎料才幾步路，又來了一陣10米高巨浪，連車帶人衝落內側消波塊間，王男回想說，當時心想糟了！隨即放掉把手，「真幸運，還好掉在水裡！」，否則撞到消波塊就不堪想像，王男隨即自行爬上消波塊待援。。

■ 異常波浪災害封路案例

2013-09-22天兔颱風侵襲台東，南迴公路南興段受災嚴重，因離海岸近，有被大浪打到公路上的沙石

- 南迴公路香蘭段等著通車的車輛越來越多，大排長龍
- 蘭嶼迎風面的東清村大浪打上五十公尺遠的環島公路上，路旁停放拼板舟的簡易船屋也被強風吹毀

■ 異常波浪災害浪襲案例

2015-08-07中度颱風蘇迪勒

- 行駛台九線往南接近441公里處時，突然一個長浪打上岸朝車輛直撲，車輛擋風玻璃應聲碎裂

■ 異常波浪災害資料蒐集

蒐集東部相關海岸公路或遊憩區災害

■ 異常波浪災害資料蒐集

以臺灣東部海岸地區與海岸公路可能受到颱風波浪或異常浪等長波侵襲為軸，目前以關鍵字「瘋狗浪+公路」、「瘋狗浪+台東」、「瘋狗浪+台9線」、「浪襲+台東」、「浪襲+台9線」、「颱風+富岡+多良+大武」作為檢索，其事件整理如表

日期	地點	事件	新聞來源	颱風
2012/08/23	台東森林公園海濱則有長浪襲岸	勸離好奇的觀浪民眾	公民新聞	天秤颱風
2014/07/23	湧起七、八公尺高長浪，沖擊省道台九公路上，造成南興段、多良段交通暫時中斷	中斷封閉	聯合新聞	麥德姆颱風
2014/10/13	長浪襲堤 富岡自行車道毀30米	封閉	自由時報	黃蜂颱風外圍環流
2015/08/06	台九線往南接近441公里處	浪襲擋風玻璃	蘋果新聞	蘇迪勒颱風
2015/08/21	台9線南迴公路、台11線長濱和富岡	預警性封閉	蘋果新聞	天鵝颱風
2015/09/27	台9線南迴公路易受浪襲攻擊路段	公路總局將派員駐點守視	蘋果新聞	杜鵑颱風
2016/07/08	台9線南迴公路多良至南興	間歇性管制通行	聯合新聞	尼伯特颱風
2016/09/13	台9線南迴公路金崙至香蘭路段、台11線東濱公路，屬易受浪襲攻擊路段	公路總局將派員駐點守視<浪高10m,富岡燈塔欄腰斷>	蘋果新聞	莫蘭蒂颱風
2016/09/17	台9線蘇花公路蘇澳-崇德路段	預警性封閉	蘋果新聞	馬勒卡颱風
2016/9/25	台東南迴海域推起陣陣長浪，台9線南興段掀起超標4公尺浪濤	封閉台9線439.8公里至441公里南興浪襲路段	自由時報	梅姬颱風
2016/09/27	台9線南迴公路多良至南興	預警性封閉或浪襲路段管制通行	聯合新聞	梅姬颱風

■ 異常波浪災害資料蒐集

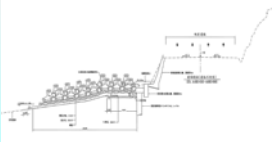
以蒐集新聞分析歸納，南迴公路(台9線)為多良段(419公里至422公里)至南興段(台9線439.8公里至441公里)，因離海岸近，較常受颱風海浪影響，常為公路總局公告之浪襲路段。於106年2月16日臺東海岸公路受海浪威脅大武段現場會勘時，由南興村村長口述「於南興村出口及地磅440公里附近常有浪襲」

■ 異常波浪災害資料蒐集

據此向交通部公路總局東西向快速公路高南區工程處及西部濱海公路南區臨時工程處申請相關道路設計資料

南迴公路(台9線)多良段工程區段圖(交通部公路總局東西向快速公路高南區工程處提供)

南迴公路(台9線)多良段418K+920 橫斷面(交通部公路總局東西向快速公路高南區工程處提供)

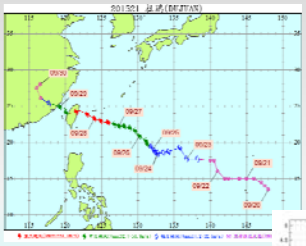


南迴公路(台9線)南興段440K+800橫斷面
(交通部公路總局西部濱海公路南區臨時工程處提供)

(感謝高南工程處及西濱南工程處)

■ 異常波浪災害資料蒐集

2015/09/27	台9線南迴公路易受浪襲攻擊路段	公路總局將派員駐點守視	蘋果新聞	杜鵑颱風



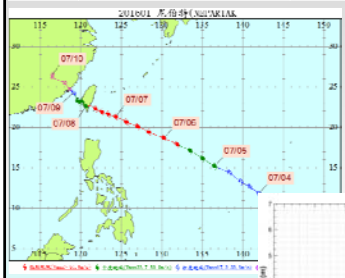
此浪高觀測紀錄由交通部公路局第三區養護工程處大武工務段所提供，紀錄歷年颱風浪襲多良段及南興段，當中央氣象局發布颱風警報時，養護單位會進駐守視該路段，並每小時回報浪高及路況，在海側道路外側平台設置一浪高尺，作為封路之判斷依據

颱風浪襲路段浪高觀測紀錄

第三區養護工程處大武工務段提供資料所繪

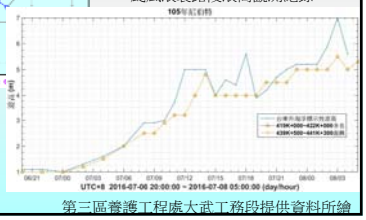
■ 異常波浪災害資料蒐集

2016/07/08	台9線南迴公路多良至南興	間歇性管制通行	聯合新聞	尼伯特颱風



此浪高觀測紀錄由交通部公路局第三區養護工程處大武工務段所提供，紀錄歷年颱風浪襲多良段及南興段，當中央氣象局發布颱風警報時，養護單位會進駐守視該路段，並每小時回報浪高及路況，在海側道路外側平台設置一浪高尺，作為封路之判斷依據

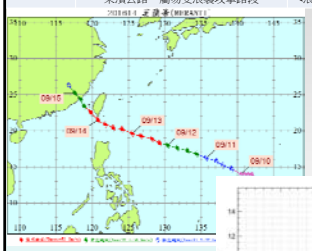
颱風浪襲路段浪高觀測紀錄



第三區養護工程處大武工務段提供資料所繪

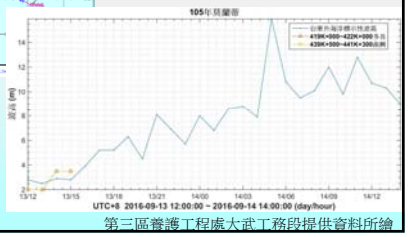
■ 異常波浪災害資料蒐集

2016/09/13	台9線南迴公路金崙至香蘭路段、台11線東濱公路，屬易受浪襲攻擊路段	公路總局將派員駐點守視<浪高10m,富岡燈塔攔腰斷>	蘋果新聞	莫蘭蒂颱風



此浪高觀測紀錄由交通部公路局第三區養護工程處大武工務段所提供，紀錄歷年颱風浪襲多良段及南興段，當中央氣象局發布颱風警報時，養護單位會進駐守視該路段，並每小時回報浪高及路況，在海側道路外側平台設置一浪高尺，作為封路之判斷依據

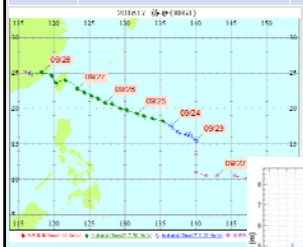
颱風浪襲路段浪高觀測紀錄



第三區養護工程處大武工務段提供資料所繪

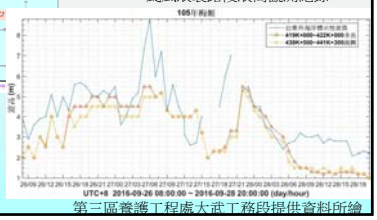
■ 異常波浪災害資料蒐集

2016/9/25	台東南迴海域推起陣陣長浪，台9線南興段掀起超標4公尺浪濤	封閉台9線439.8公里至441公里南興浪襲路段	自由時報	梅姬颱風
2016/09/27	台9線南迴公路多良至南興	預警性封閉或浪襲路段管制通行	聯合新聞	梅姬颱風



此浪高觀測紀錄由交通部公路局第三區養護工程處大武工務段所提供，紀錄歷年颱風浪襲多良段及南興段，當中央氣象局發布颱風警報時，養護單位會進駐守視該路段，並每小時回報浪高及路況，在海側道路外側平台設置一浪高尺，作為封路之判斷依據

颱風浪襲路段浪高觀測紀錄



第三區養護工程處大武工務段提供資料所繪

■ 異常波浪特性分析

通常學者對瘋狗浪的定義是波高大於二倍示性波高，或靜水面至波峰高度大於1.1 倍示性波高的波浪。

在沒有湧浪的其況下，其波高分佈為窄頻波譜而會遵守雷利分布(Rayleigh probability law)

$$p(H) = \frac{H}{\sigma^2} \exp\left[-\frac{H^2}{2\sigma^2}\right]$$

- p 是波高H機率密度函數
- σ 是靜水面的標準差
- 根據雷利分布 H_s=2 σ=1.6 H_{ave}
  - 波高最高的機率為兩倍的適性波高 2H_s 或 1/81=0.01234

■ 異常波浪特性分析

但遠方天氣系統致使湧浪效應而構成瘋狗浪，所以考慮湧浪其波場則會為一個正弦波+窄頻波場(a sine wave +a narrow-banded wave field), 波高分佈會遵守

$$p(H)=\frac{H}{\sigma^2}\,\mathrm{I}_0\left(\frac{SH}{\sigma^2}\right)\exp\left[-\frac{H^2+S^2}{2\sigma^2}\right]$$

- p 是波高H機率密度函數
- σ 是原本風浪水面的標準差
- S是代表湧浪的正弦波的振幅
- I_0:為第一類修正貝索函數
- 若S=0波高的機率密度函數就會恢復成雷利分佈，因為$I_0(0)$=1

(Wilbur B. Davenport, Jr., William L. Roo, 1987, An introduction to the theory of random signals and noise, New York : IEEE Press)

■ 異常波浪特性分析

計算示性波高H_s的分佈

$$p(H)=\frac{H}{\sigma^2}\,\mathrm{I}_0\left(\frac{SH}{\sigma^2}\right)\exp\left[-\frac{H^2+S^2}{2\sigma^2}\right]$$

第一步先計算H_0

$$\int_{H_0}^{\infty}p(H)dH=\int_{H_0}^{\infty}\frac{H}{\sigma^2}\,\mathrm{I}_0\left(\frac{SH}{\sigma^2}\right)\exp\left[-\frac{H^2+S^2}{2\sigma^2}\right]dH=\frac{1}{3}$$

假設 $S=a\sigma\ =1.6\sigma$

$$\int_{H_0}^{\infty}p(H)dH$$
$$=\int_{H_0}^{\infty}\frac{H}{\sigma^2}\,\mathrm{I}_0\left(\frac{aH}{\sigma}\right)\exp\left[-\frac{H^2}{2\sigma^2}-\frac{a^2}{2}\right]dH$$
$$=\int_{\frac{H_0}{\sigma}}^{\infty}\frac{H}{\sigma}\,\mathrm{I}_0\left(\frac{aH}{\sigma}\right)\exp\left[-\frac{H^2}{2\sigma^2}-\frac{a^2}{2}\right]d\left(\frac{H}{\sigma}\right)$$

以上積分等於1/3, H_0/σ=2.3032並更新H_s(有湧浪)為2.92 σ

$$\sigma\int_{\frac{H_0}{\sigma}}^{\infty}\frac{H}{\sigma}\,\mathrm{I}_0\left(\frac{aH}{\sigma}\right)\exp\left[-\frac{H^2}{2\sigma^2}-\frac{a^2}{2}\right]d\left(\frac{H}{\sigma}\right)=\frac{1}{81}=0.01234$$

$$H_1=4.04\sigma$$

$$H_{MAX}=\int_{4.04}^{\infty}\left(\frac{H}{\sigma}\right)^2\mathrm{I}_0\left(\frac{aH}{\sigma}\right)\exp\left[-\frac{H^2}{2\sigma^2}-\frac{a^2}{2}\right]d\left(\frac{H}{\sigma}\right)=4.38\sigma$$

■ 異常波浪特性分析

不同湧浪波高可以獲得最大波高

- H_s with swells of wave height $S=1.2\sigma$

$$H_0=1.98\sigma$$

$$H_{1/3}=3\sigma\int_{1.98}^{\infty}\left(\frac{H}{\sigma}\right)^2\mathrm{I}_0\left(\frac{aH}{\sigma}\right)\exp\left[-\frac{H^2}{2\sigma^2}-\frac{a^2}{2}\right]d\left(\frac{H}{\sigma}\right)$$

$=2.59\sigma$, *Higher than the original significant wave height* 2σ

- H_s with swells of wave height $S=\sigma$

$$H_0=1.838\sigma$$

$$H_{1/3}=3\sigma\int_{1.838}^{\infty}\left(\frac{H}{\sigma}\right)^2\mathrm{I}_0\left(\frac{aH}{\sigma}\right)\exp\left[-\frac{H^2}{2\sigma^2}-\frac{a^2}{2}\right]d\left(\frac{H}{\sigma}\right)$$

$=2.43\sigma$

Higher than the original significant wave height 2σ

- 若無颱風，$H_{MAX}=2H_s$
- 若在遠處有颱風存在H_{MAX}將改變
- 可先計算H_1,再計算H_{MAX}

◆ 故以此計算H_{MAX}再對應模式之入射波高，即可得知相應之溢淹範圍

■ 臺東海岸地形變遷

陳與郭(2005)以民前7年至民國89年的資料，包括臺灣堡圖、海岸基本圖及遙測影像等海岸地形資料分析計算台東海岸線歷年侵淤情形，藉以了解台東海岸近百年來之演變情形。其結果顯示臺東海岸民國15年至99年間全段之海岸變化雖然侵淤互現，但海岸線平均退量則約在59.4公尺至71.4公尺左右。

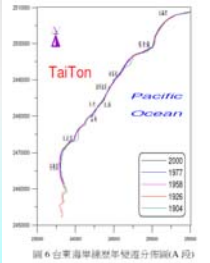


圖 6 台東海岸線歷年變遷分佈圖(A 段)

(資料來源:陳與郭，2005，第27屆海洋工程研討會海洋工程)

■ 臺東海岸地形變遷

2011年經濟部水利署針對東部海岸(自北太麻里橋至松子澗台九線409k 處、香蘭段係指太麻里溪出海口以南至松子澗台九線409k 範圍)，調查了海象、地形及河川輸沙並利用航空攝影測量+LiDAR空載光達(空載雷射掃描)方式執行，以探討海岸地形變遷機制

- 太麻里海岸南、北兩段之地形侵淤變化多淤積於外海水深約-10~-200公尺處，而在近岸處(5~-10 公尺)則多呈現侵蝕趨勢
- 近10 年間(2001~2011 年)岸線變化趨勢最大在太麻里溪出海口處，歷年河口岸線隨出海口位置移動，改變河口輸沙方向而變化，除河口區以外，近年來香蘭段海岸線並無顯著增減趨勢，大致維持穩定
- 太麻里溪河口輸沙多沉積於溪流入海口，而河口南北兩岸段之地形侵淤變化則受地形與近岸流作用，近岸5~-10 公尺處多為侵蝕，於-10~-200公尺則多淤積

2012，經濟部水利署第八河川局，台東海岸(太麻里段)環境營造改善計畫(2/2)

■ 臺東海岸地形變遷

本研究亦利用Google earth之衛星影像來進行海岸線地形變遷之分析，假設無潮汐影響下，以歷年的衛星影像來判斷海岸線

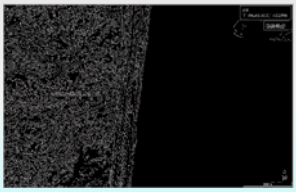
- 當波浪到達海邊時，因海水深度減少，故波浪的底部會被海底的摩擦力影響而波速減緩，但是波浪的上部較不受影響，所以高處的波浪速度較快，使的波浪越來越陡，終致破碎，就為碎浪，也可以說碎波，據此來判斷碎浪的地方作為海岸線。

Google earth衛星影像

■ 臺東海岸地形變遷

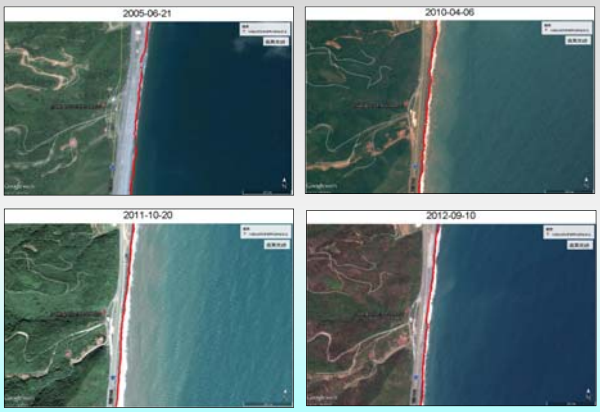
將原始影像由Google earth按照衛星拍攝日期依序輸出，利用Matlab進行影像分析，將原始影像轉換灰階二值圖，並利用邊緣檢測演算法，最後就可以利用邊緣偵測以找出碎波處。

Google earth衛星影像轉換為灰階二值圖

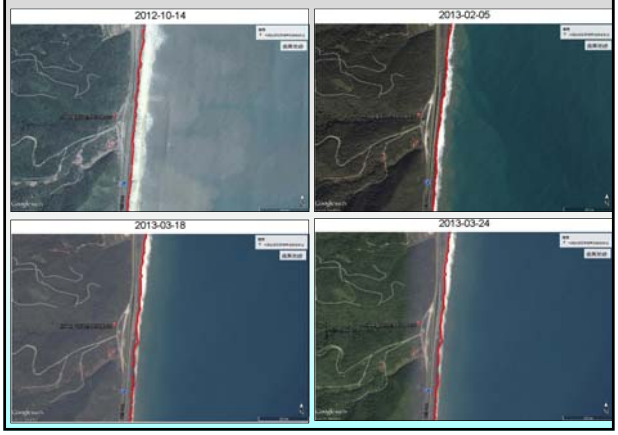


利用灰階二值圖進行邊緣偵測

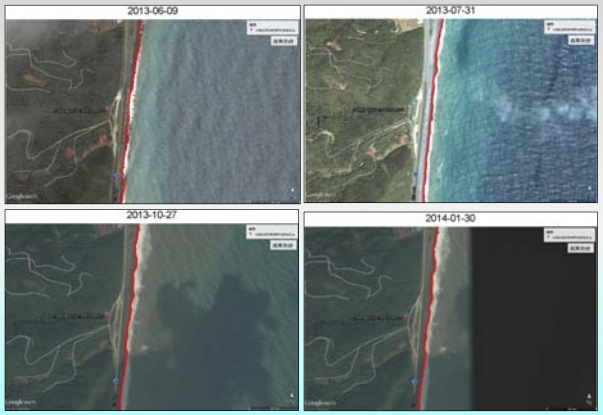
■ 臺東海岸地形變遷



■ 臺東海岸地形變遷

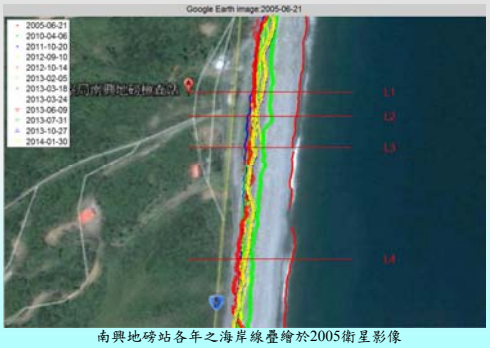


■ 臺東海岸地形變遷



■ 臺東海岸地形變遷

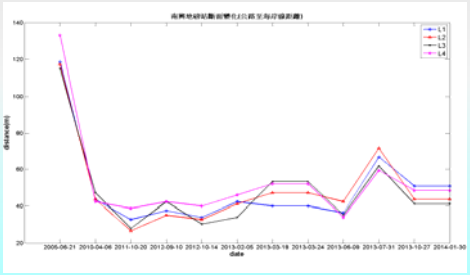
將各日期之海岸線疊繪於2005年之衛星影像圖，並分析其海岸線之變化，利用像素值與比例尺之比例換算回實際距離，以南興地磅選取4測線，分別為L1, L2, L3及L4觀察其地形之變化



南興地磅站各年之海岸線疊繪於2005衛星影像

■ 臺東海岸地形變遷

以L1~L4測線計算海岸線與台9線之公路距離，從2005年至2014年L1斷面其海岸線退縮了約70公尺，L4斷面退縮了近87公尺；其中Google earth 衛星影像於2013年拍攝了6張衛星影像分別為2、3、6、7、10月，L3斷面從2013年2月至3月海岸線向外推了20公尺，L3與L4斷面又從2013年3月至6月海岸線向內退縮了20公尺，L1~L4斷面於2013年6月至7月間海岸線向外推了近30公尺，隨後至10月又向內退縮了約20~28公尺。



■ 臺東海岸地形變遷

公路總局第三區養護工程處「台 9 線南迴公路拓寬改善後續計畫」將計畫路線安朔－草埔隧道段挖出之土石方用於台東海岸人工養灘，以保護受侵蝕之海岸公路，本研究於106 年8 月9 日至臺東海岸公路受海浪威脅大武段及多良段再次進行現場會勘

大武漁港(本研究團隊攝)

大武漁港南側養灘現況(本研究團隊攝)

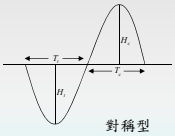
南興地磅站北側(439K+700)向南拍攝

■ 波浪湖上與溢淹特性分析

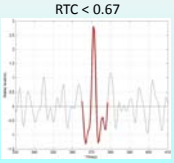
- 所謂異常波浪，學界唯一認同的定義就是大於兩倍示性波高的波，其它特性則無共識。
- 根據氣象局委託董東璟教授等人的研究，異常波浪 絕大多數都是對稱(非成群)
- 單一波浪 與地形的交互作用，有太多不確定性與偶然性，故採用規則波進行模擬

異常波浪個別波之型態(董東璟教授提供)

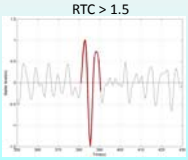
$$RTC(\text{Ratio of Trough height to Crest height}) = \frac{H_t}{H_c}$$



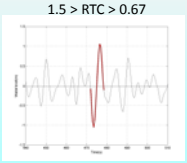
波峰型 RTC < 0.67



波谷型 RTC > 1.5



對稱型 1.5 > RTC > 0.67



■ 波浪湖上與溢淹特性分析

異常波浪個別波之型態(董東璟教授提供)

	總數目	成群 波峰型	成群 波谷型	成群 對稱型	非成群 波峰型	非成群 波谷型	非成群 對稱型
新竹浮標	377	2 (0.5%)	2 (0.5%)	25 (6.6%)	23 (6.1%)	21 (5.5%)	304 (80.6%)
龍洞浮標	580	2 (0.3%)	5 (0.8%)	43 (7.4%)	24 (4.1%)	21 (3.6%)	485 (83.6%)
花蓮浮標	602	1 (0.1%)	0 (0.0%)	17 (2.9%)	26 (4.3%)	49 (8.1%)	510 (84.3%)
鵝鑾鼻浮標	381	1 (0.2%)	0 (0.0%)	27 (7.0%)	8 (2.0%)	14 (3.6%)	331 (86.8%)
台東外洋浮標	204	0 (0.0%)	0 (0.0%)	12 (5.8%)	14 (6.8%)	9 (4.4%)	169 (82.8%)
東沙浮標	137	0 (0.0%)	0 (0.0%)	8 (5.8%)	8 (5.8%)	2 (1.4%)	119 (86.8%)
七股測站	360	0 (0.0%)	1 (0.2%)	24 (6.6%)	17 (4.7%)	27 (7.5%)	285 (79.1%)

■ 波浪湖上與溢淹特性分析

交通部公路局第三區養護工程處大武工務段所取得現場觀測資料「歷年颱風浪襲路段浪高觀測紀錄表」，皆有紀錄歷年颱風浪襲多良段及南興段，當中央氣象局發布颱風警報時，養護單位會進駐守視該路段，在海側道路外側平台設置一浪高尺，以人員觀測浪高，並每小時回報浪高及路況，作為封路之判斷依據，浪高尺紅色部分為與道路平台切齊。

南興段(440K+800)處浪高尺(本研究團隊攝)

南興段(440K+800)處浪高尺(本研究團隊攝)

■ 波浪湖上與溢淹特性分析

依據養護單位依歷史災情與災害紀錄所訂定預警值、警戒值、封路值作為封路之判斷依據。(觀測浪高與模擬的基準不一樣)

設定浪高值		災害情形	處置作為	中央氣象局臺東浮標測站之觀測浪高值	現場觀測浪高值
預警值	3公尺	浪花波及路面	進駐守視並每小時回報浪高及路況	3.7公尺	3-4公尺
警戒值	5公尺	浪花挾帶漂砂波及小石塊(φ5cm以下)波及路面	進行外側車道通行管制	5.6公尺	4-5公尺
封路值	7公尺	浪花挾帶漂砂、大石塊(φ15cm以上)及漂流物波及路面	進行全線車道通行管制	9公尺	5-6公尺

交通部公路局第三區養護工程處大武工務段提供

■ 波浪湖上與溢淹特性分析

南興段(441K+000)浪襲公路情形

除了原本波浪的衝擊力外還有挾帶的漂砂及石塊，對公路安全造成影響，因原本所設置之消波塊底下的砂石被海流沖刷，導致消波塊沉降，因此研究中模式模擬不考慮消波塊以作為最差狀況之考量。

■ 波浪溯上與溢淹特性分析

在現場會勘時於南興段(441K+000)處，於道路靠近海側之擋土牆及護欄有發現有受波浪衝擊致使水泥塊剝落之情形，可見挾帶的漂砂及石塊的波浪衝擊力。

南興段(440K+900)水泥護欄受波浪衝擊剝落情形
左圖為向北拍攝，右圖為向南拍攝

■ 波浪溯上與溢淹特性分析

異常波浪即令一開始未碎，最終溯上造成死傷的過程也可能碎波。在強烈的混合攪動下，流體不可避免會呈紊流狀態，因此欲以數值模擬異常波浪，必須考慮相關的紊流特徵。

■模式採用

- ◆ k-ε模式是最常見也最簡單且完整的紊流模式，
- ◆ 解兩個變數k與ε:其中k是紊流動能，ε是動能耗散率。
  - ◆ k-ε模式具有很好的收斂速率和相對較低的記憶體要求，
  - ◆ 許多工程應用中都頗受歡迎，適用範圍廣、耗費計算資源相對經濟，且有合理的精度，因此在實際問題的模擬有十分廣泛的應用
- ◆ 本計畫須求解RANS方程式，並須結合一紊流模式(如k-ε模式)來封閉方程組，故經仔細評估後，決定使用COBRAS (COrnell BReaking wave And Structure)流體模式。

■COBRAS模式介紹

本計畫使用COBRAS (COrnell BReaking wave And Structure)流體模式以美國Los Alamos 國家實驗室發展的二維不可壓縮流體的數值模式「RIPPLE」(Kothe 等人，1991)為基礎，經過Lin 和Liu加以修改後的版本，為一2維垂直方向(2DV)的水動力模式，可用來計算波浪與結構物的交互作用 (Lin and Liu，1998)，以及波浪與孔隙介質的交互作用(Liu 等人，1999)。

- ◆ COBRAS(Cornell Breaking Wave and Structures) 模式為2維垂直方向(2DV)的水動力模式，主要求解雷諾平均Navier Stokes (RANS) 方程式和一個非線性的k-ε模組。本模式以NASA的RIPPLE模式為基礎，經康乃爾大學對程式碼進行特定調整來處理碎波和孔隙流的問題。

連續方程式：

$$\frac{\partial < u_i >}{\partial x_i} = 0$$

動量方程式：

$$\frac{\partial < u_i >}{\partial t} + < u_j > \frac{\partial < u_i >}{\partial x_j} = -\frac{1}{\boldsymbol{\rho}}\frac{\partial < p >}{\partial x_i} + g_i + \frac{1}{\boldsymbol{\rho}}\frac{\partial < \boldsymbol{\tau}_{ij} >}{\partial x_j}$$

■COBRAS模式介紹

k-ε 紊流閉合模式的控制方程如下：

$$\frac{\partial k}{\partial t} + < u_j > \frac{\partial k}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j}\left[\left(\frac{\boldsymbol{\nu_t}}{\boldsymbol{\sigma_k}} + \boldsymbol{\nu}\right)\frac{\partial k}{\partial x_j}\right] - < u_i' u_j' > \frac{\partial < u_i' >}{\partial x_j} - \boldsymbol{\varepsilon}$$

$$\frac{\partial \varepsilon}{\partial t} + < u_j > \frac{\partial \varepsilon}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j}\left[\left(\frac{\boldsymbol{\nu_t}}{\boldsymbol{\sigma_\varepsilon}} + \boldsymbol{\nu}\right)\frac{\partial \varepsilon}{\partial x_j}\right] + 2C_{1\varepsilon}\frac{\varepsilon}{k}\boldsymbol{\nu_t} S_{ij}\frac{\partial < u_i >}{\partial x_j} - C_{2\varepsilon}\frac{\varepsilon^2}{k}$$

其中

$k = \frac{1}{2} < u_i' u_j' >$ 為紊流動能 (turbulence kinetic energy)

$\boldsymbol{\varepsilon} = \boldsymbol{\nu} < \left(\frac{\partial u_i'}{\partial x_k}\right)^2 >$ 為紊流消散率 (turbulence dissipation rate)

$\boldsymbol{\nu_t} = C_d \frac{k^2}{\boldsymbol{\varepsilon}}$ 為渦流黏度 (eddy viscosity)

另外根據Rodi (1980)的建議值，將$\boldsymbol{\sigma_k}$、$\boldsymbol{\sigma_\varepsilon}$、$C_{1\varepsilon}$、$C_{2\varepsilon}$四個經驗參數設定為1.0、1.3、1.44以及1.92。

■COBRAS模式介紹-模式特徵

- 以FORTRAN撰寫
- 使用VOF(Volume of Fluid)法來追蹤自由表面
- 提供的連續錐形方程組來定義模式區域內的任意障礙物和孔隙物。
- 內建汙染濃度擴散模式
- 由模式輸出資料可知壓力、渦度、紊流黏滯力、動能、紊流消散、水平和垂直流速、自由表面的構成、質量守恆以及水漫(overtopping)的體積。
- 可設置障礙物和孔隙物質
  由下列圓錐函數設定物質的範圍，孔隙物質另須設定滲透性和孔隙率

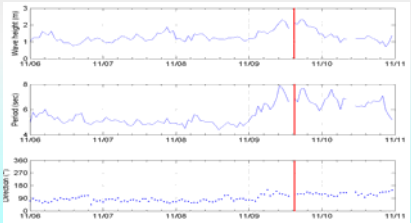
■模擬測試-2013年龍洞瘋狗浪

- 2013年海燕颱風威力強大，在龍洞海濱產生瘋狗浪，造成八死八傷的慘劇。
- 根據現場勘查與相關地形資料，2014年瘋狗浪事件發生的地點與海面有相當距離(約有50公尺以上)，中間有礁臺相隔。

(董東璟教授提供)

■模擬測試-2013年龍洞瘋狗浪

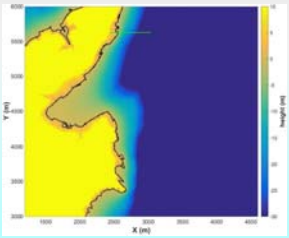
龍洞瘋狗浪事件之前後幾天的波浪資料，由上而下分別是波高、週期與波向，事故地點附近的龍洞測站資料顯示，事故發生之前後幾天波浪方向都是90度左右



(董東璟教授提供)

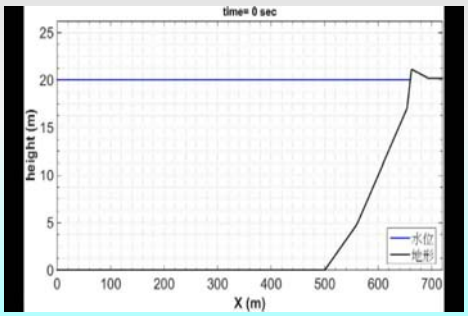
■模擬測試-2013年龍洞瘋狗浪

鼻頭角地區的Google Earth衛星圖與根據內政部海岸地區DSM數值地形與海科中心的海底地形資料庫構成之鼻頭角地區完整的數值地形
圖中之直線是數值地形上的截取位置



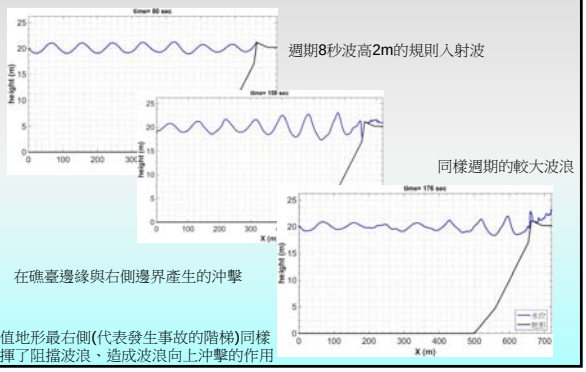
■模擬測試-2013年龍洞瘋狗浪

數值模擬使用的一維數值地形：左側為外海，右側為礁臺，最右側則是事故地點的階梯



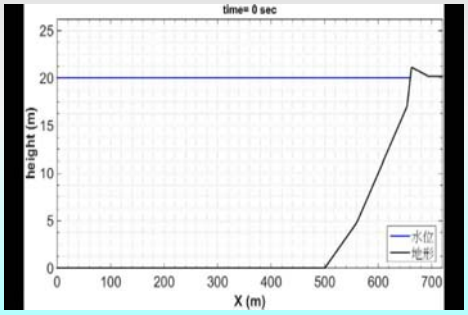
■模擬測試-2013年龍洞瘋狗浪

實測示性波高約2 m與週期約7至8 s，波向則接近由東向西



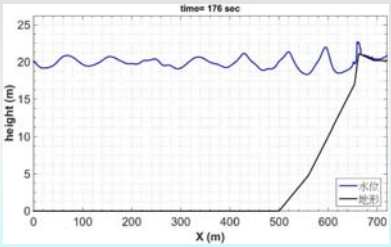
■模擬測試-2013年龍洞瘋狗浪

數值模擬使用的一維數值地形：左側為外海，右側為礁臺，最右側則是事故地點的階梯



■模擬測試-2013年龍洞瘋狗浪

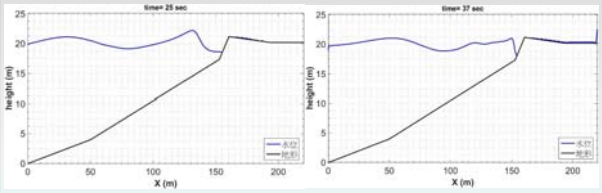
右側事故地點的階梯改為開放邊界後的模擬結果



改為開放邊界後的模擬結果就不再有沖擊，自然也就不能重現階梯附近波高特別大(即所謂瘋狗浪)的過程

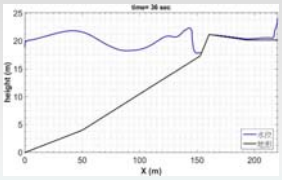
■模擬測試-2013年龍洞瘋狗浪

週期10秒波高3m的入射波與波在最右側向上沖擊近2 m



■模擬測試-2013年龍洞瘋狗浪

將入射波波高進一步增加到4m，入射波週期同樣為10 s，模擬結果最右側的階梯造成波浪向上沖擊近3m。可見瘋狗浪的溯上並不是線性過程



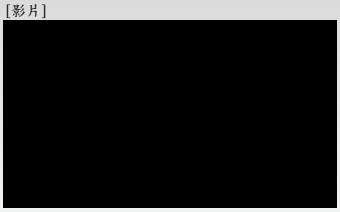
數值地形最右側(代表發生事故的階梯)同樣發揮了阻擋波浪、造成波浪向上沖擊的作用，此情況如右圖於2016 年澳洲雪梨皇家國家公園瘋狗浪事件

• 瘋狗浪與波浪向上沖擊的作用關係密切

[影片]

2016年10月21日海馬颱風小金門掀5樓高巨浪(來源:三立新聞網)

[影片]



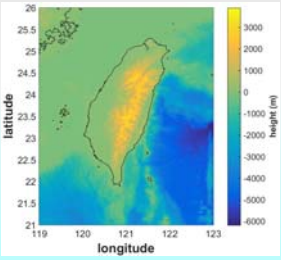
2016 年澳洲雪梨皇家國家公園瘋狗浪事件(來源Mail Online

據此，以瘋狗浪的溯上過程進行數值模擬並將其研究方法應用於臺東海岸公路，建立異常波浪容易致災之區段的數值模式

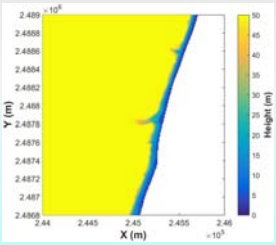
■異常波浪容易致災區段之波浪溯上與溢淹數值模式建立

➢ 數值地形

模式在多良段所使用的海域地形為海洋學門資料庫網格解析度0.12 分之水深資料，如圖4.1。陸域地形資料是由內政部地政司所提供之5m 解析度DEM(Digital Elevation Model)數值地形資料



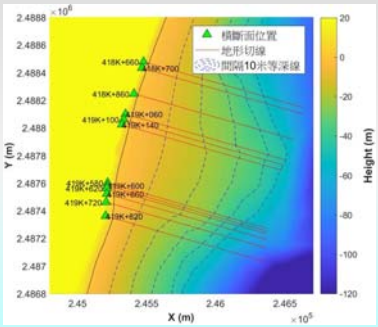
海洋學門資料庫解析度**0.12** 分之水深資料



台九線多良段附近5m 解析度的內政部DEM 數值地形

■異常波浪容易致災區段之波浪溯上與溢淹數值模式建立

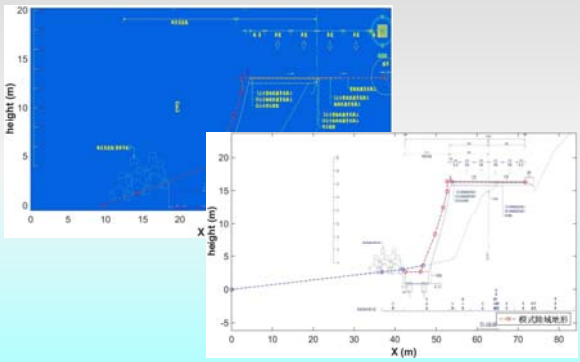
➢ 數值地形



台9 線多良段附近之海陸域整合數值地形

■異常波浪容易致災區段之波浪溯上與溢淹數值模式建立

➢ 數值地形-並結合高南工程處及西濱南工程處所提供之道路設計圖建立模式陸域地形

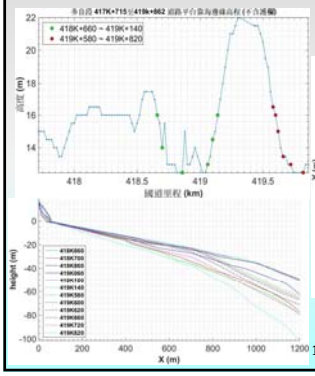


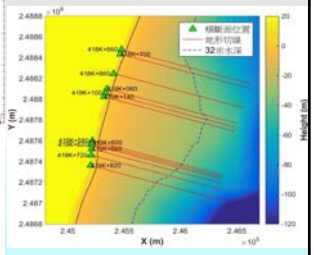
■異常波浪容易致災區段之波浪湖上與溢淹數值模式建立

➢ 數值地形-並結合高南工程處及西濱南工程處所提供之道路設計圖建立模式陸域地形

■異常波浪容易致災區段之波浪湖上與溢淹數值模式建立

挑選台9線多良段417K+715到419K+862之間地勢較低的區段為目標，建立異常波浪容易致災之區段的長浪湖上數值模式，共12個斷面

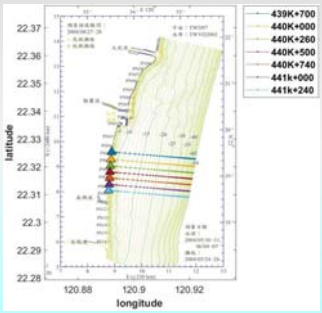




12個斷面的切線地形

■異常波浪容易致災區段之波浪湖上與溢淹數值模式建立

南興段的模式地形部分同樣參考公路局所提供的南興段道路橫斷面圖資。從中取出439K+700、440K、440K+260、440K+500、440K+740、441K、441K+240 等7站來建立道路橫斷面的陸域地形

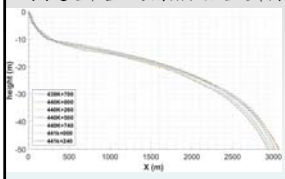


Google Earth南興段7站位置(綠三角)

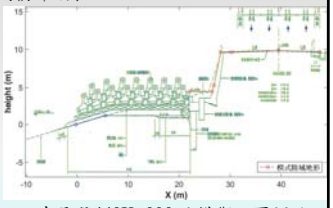
由水利署台東海岸（尚武段）監測調查計畫的等深圖取南興段7 站所取的向岸方向近岸地形切線

■異常波浪容易致災區段之波浪湖上與溢淹數值模式建立

同樣取水深介於0到32公尺的區域作為模式使用的海域地形，並從深度32公尺的位置往離岸方向延伸6 個波浪周期所能傳播的水平距離作為模式入射波區，陸域的道路平台地形則擷取公路設計圖的橫斷面圖



南興段7 站向岸方向的近岸地形



南興段440K+000 站橫斷面圖(取紅色虛線提供模式內插陸域地

模式區域水平X 向和垂直Y 向的範圍因每個站的地形差異而有所不同。網格解析度在X 方向為1m，而Y 方向解析度除了入射波高為5m 和6m 時，解析度各為0.3m、0.4m 之外，其他情況皆為0.5m。

■異常波浪容易致災區段之波浪湖上與溢淹數值模式建立

➢ 模式設定

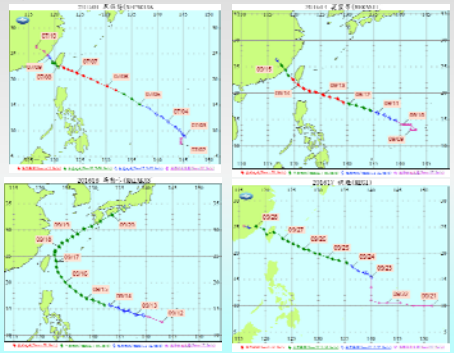
在2016年尼伯特、莫蘭蒂、馬勒卡以及梅姬颱風通過期間，水利署位於臺東外海的浮標(東經121.14度、北緯22.722度)所觀測的示性波高和尖峰周期

年份	編號	中文名稱	英文名稱	侵臺路徑分類	警報期間	近臺強度	近臺 最低氣壓(hPa)	近臺 最大風速(m/s)	近臺 7級風暴風半徑(km)	近臺 10級風暴風半徑(km)	警報發布報數
2016	201619	艾利	AERE	---	2016-10-05 11:30 2016-10-06 14:30	輕度	998	18	120	---	10
2016	201617	梅姬	MEGI	3	2016-09-25 23:30 2016-09-28 17:30	中度	940	45	250	100	23
2016	201616	馬勒卡	MALAKAS	---	2016-09-15 23:30 2016-09-18 08:30	中度	940	45	180	60	20
2016	201614	莫蘭蒂	MERANTI	7	2016-09-12 23:30 2016-09-15 11:30	強烈	900	60	220	80	21
2016	201601	尼伯特	NEPARTAK	4	2016-07-06 14:30 2016-07-09 14:30	強烈	905	58	200	80	25

CWB颱風資料庫http://rdc28.cwb.gov.tw/TDB/ntdb/pageControl/ty_warning?list=2016

■異常波浪容易致災區段之波浪湖上與溢淹數值模式建立

➢ 模式設定

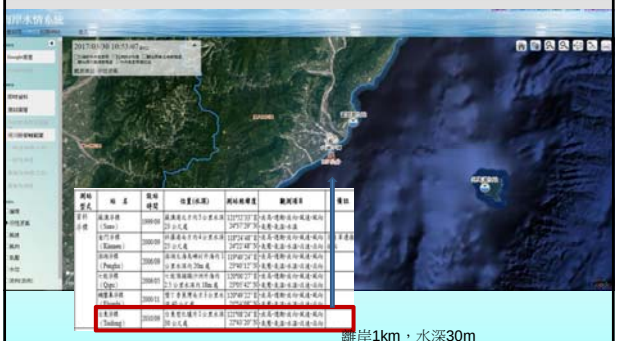


CWB颱風資料 http://rdc28.cwb.gov.tw/TDB/ntdb/pageControl/ty_warning?list=2016

■異常波浪容易致災區段之波浪湖上與溢淹數值模式建立

➢ 模式設定

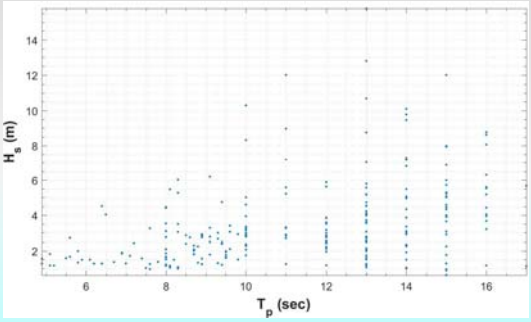
水利署位於臺東外海的浮標(東經121.14度、北緯22.722度)浮標測站



離岸1km，水深30m
網址:http://140.116.133.165/comcdata

■異常波浪容易致災區段之波浪湖上與溢淹數值模式建立

➢ 模式設定



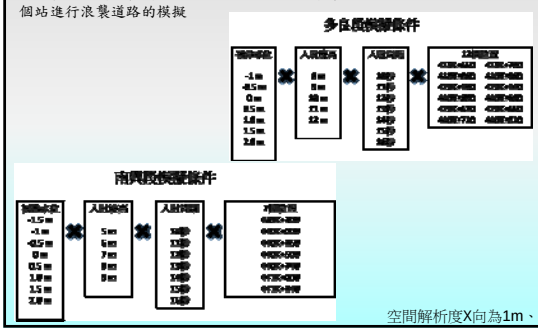
水利署臺東外海浮標於2016年颱風期間觀測的示性波高(Hs)和尖峰周期(Tp)

■異常波浪容易致災區段之波浪湖上與溢淹數值模式建立

COBRAS 模擬條件

選擇8、9、10、11和12m等5種波高作為多良段的入射波高，而南興段則使用選擇5、6、7、8 和9m等5種入射波高。波浪的入射週期皆使用10到16秒等7種週期

搭配在-1.5到2m範圍且間隔0.5m的初始水位作為潮位，對多良段12 個站和南興段7個站進行浪襲道路的模擬



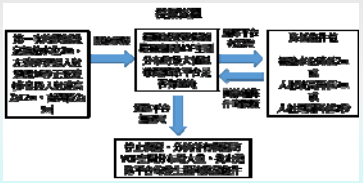
空間解析度X向為1m、Z向為0.5m

■異常波浪容易致災區段之波浪湖上與溢淹數值模式建立

COBRAS 模擬條件

選擇8、9、10、11和12m等5種波高作為多良段的入射波高，而南興段則使用選擇5、6、7、8 和9m等5種入射波高。波浪的入射週期皆使用10到16秒等7種週期

搭配在-1.5到2m範圍且間隔0.5m的初始水位作為潮位，對多良段12 個站和南興段7個站進行浪襲道路的模擬

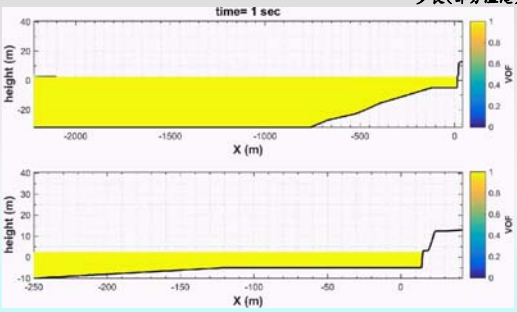


潮位為當地平均潮位

■異常波浪容易致災區段之波浪湖上與溢淹數值模式建立

➢ 模擬過程

多良(部分溢淹)

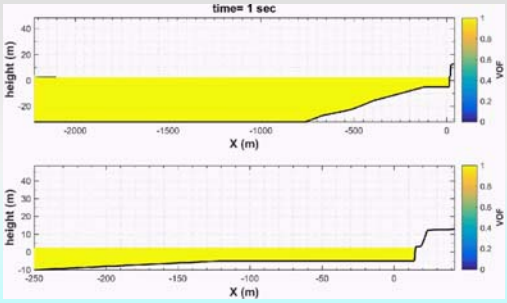


418K+860站的模擬(模擬條件：波高10m、週期16秒連續入射正弦波且初始水位為2m)

■異常波浪容易致災區段之波浪湖上與溢淹數值模式建立

➢ 模擬過程

多良(全部溢淹)

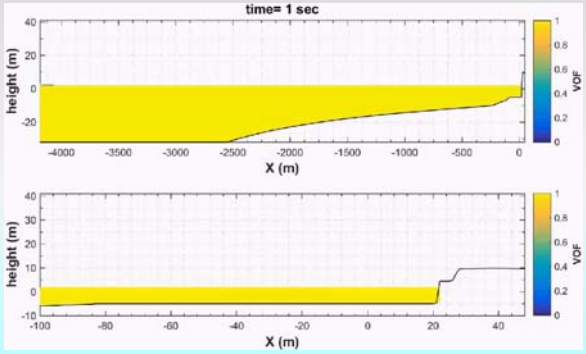


418K+860站的模擬
(模擬條件：波高12m、週期16秒連續入射正弦波且初始水位為2m)

■異常波浪容易致災區段之波浪溯上與溢淹數值模式建立

➢ 模擬過程

南興(全部溢淹)

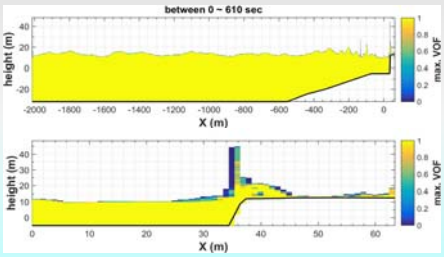


440K+000　潮位1.5m 入射波高8m　入射週期15s

■異常波浪容易致災區段之波浪溯上與溢淹數值模式建立

➢ 模擬結果

多良段因為有12 個站不同的邊界入射波高、波浪周期以及初始水位條件，所以共進行640個浪襲道路平台的情境模擬，640個情境中有141個情境發生道路溢淹，其中溢淹範圍達整個路寬的情境約佔76%(107 個)，主要是海浪溯上後的水體持續往道路內側流動所致

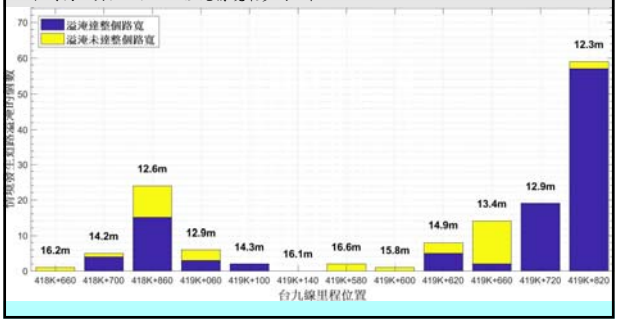


419K+820站的模擬期間VOF空間分布最大值。(模擬條件：波高12m、週期16秒連續入射正弦波且初始水位為2m)

■異常波浪容易致災區段之波浪溯上與溢淹數值模式建立

➢ 模擬結果

在多良段有141個道路溢淹的情境在12 個站的分布。由分布可知道路溢淹的情境在2個以下的站包括418K+660、419K+100、419K+140、419K+580、419K+600 等5 個站，亦即相對於其他7 個站，這5 個站較不易受浪襲影響，而這些站的道路平台高程也是相對高於其他7 個站。溢淹情境最多的站在419K+820

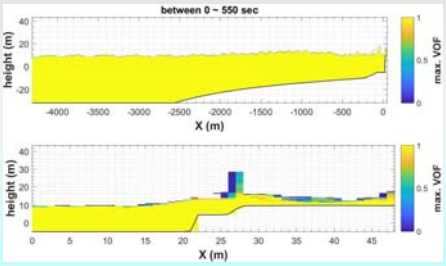


■異常波浪容易致災區段之波浪溯上與溢淹數值模式建立

➢ 模擬結果

南興段有因應7個站的不同入射波高、波浪周期以及初始水位條件，所以共進行781個浪襲道路平台的情境模擬，781個情境中有534 個情境發生道路溢淹，其中溢淹範圍達整個路寬的情境約佔85%(453 個)

南興

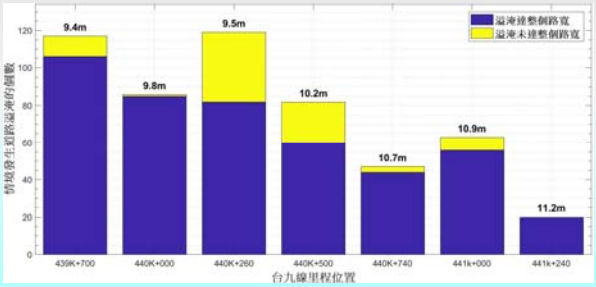


南興段440K+000站的模擬期間VOF空間分布最大值。

■異常波浪容易致災區段之波浪溯上與溢淹數值模式建立

➢ 模擬結果

在南興段大致上溢淹件數由439K+700 站往441K+240 站方向減少，可能與各站的道路平台高程有直接關係。441K+240站除了平台高程最高之外，其原本地形的道路平台離岸距離為四十幾公尺，而其他6站為二十幾公尺。高程高與離岸距離遠使441K+240 站有僅20 個情境發生溢淹

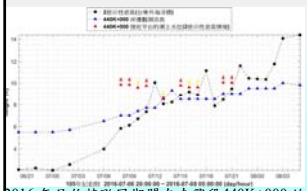


■異常波浪容易致災區段之波浪溯上與溢淹數值模式建立

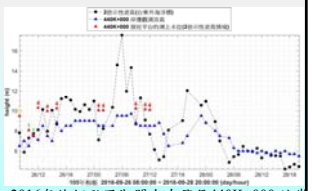
➢ 模擬結果

與2016年尼伯特及梅姬期間公路局所提供南興段440K+000附近的岸邊觀測浪高，並與情境條件近似的接近道路平台的溯上水位作比較。情境對應的方式根據水利署臺東外海浮標資料的2倍示性波高、尖峰週期以及大武漁港的觀測潮位。

大部分的情境溯上水位都超過觀測浪高。



2016 年尼伯特颱風期間在南興段440K+000 的岸邊觀測浪高和接近道路平台的情境溯上水位



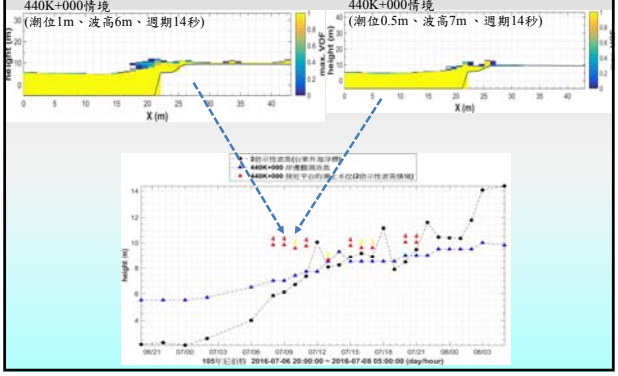
2016年梅姬颱風期間在南興段440K+000 的岸邊觀測浪高和接近道路平台的情境溯上水位

■異常波浪容易致災區段之波浪溯上與溢淹數值模式建立

➢ 模擬結果

尼伯特颱風2016年7月7日9點 紅燈
440K+000情境
(潮位1m、波高6m、週期14秒)

尼伯特颱風2016年7月7日10點 黃燈
440K+000情境
(潮位0.5m、波高7m、週期14秒)

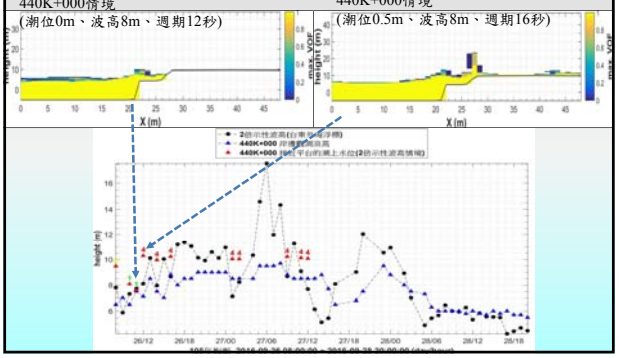


■異常波浪容易致災區段之波浪溯上與溢淹數值模式建立

➢ 模擬結果

梅姬颱風2016年9月26日11點 綠燈
440K+000情境
(潮位0m、波高8m、週期12秒)

梅姬颱風2016年9月26日12點 紅燈
440K+000情境
(潮位0.5m、波高8m、週期16秒)



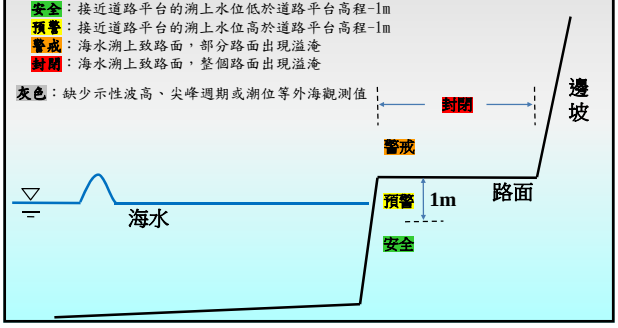
■異常波浪容易致災區段之波浪溯上與溢淹數值模式建立

➢ 海岸公路海浪警戒預報

根據多良段與南興段的情境模擬結果，本文制定浪襲海岸公路警戒等級的燈號顏色所表示的意義，除了提供相關防災單位作為警戒發布的參考，也便於防災人員的使用與民眾的宣導認知。燈號顏色的定義如下

安全：接近道路平台的溯上水位低於道路平台高程-1m
預警：接近道路平台的溯上水位高於道路平台高程-1m
警戒：海水溯上致路面，部分路面出現溢淹
封閉：海水溯上致路面，整個路面出現溢淹

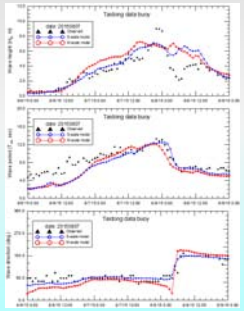
灰色：缺少示性波高、尖峰週期或潮位等外海觀測值



■異常波浪容易致災區段之波浪溯上與溢淹數值模式建立

➢ 海岸公路海浪警戒預報

目前港研中心已提供SWAN(Simulating WAves Nearshore)模式和COHERENS (COupled Hydrodynamical Ecological model for REgioNalShelf seas)模式在多良段和南興段外海約30m 水深處的示性波高、尖峰週期和潮位預報值



選取2015年8月7日TaiCOMS作業化風場WA02及WA03之模擬結果與水利署台東資料浮標外海波浪觀測資料進行比較，颱風登陸前波高變化趨勢與觀測資料相當一致，針對颱風登陸期間模式最大波高預測值有明顯偏小現象(誤差約2m)，颱風登陸後，模式波高預測值則呈現偏大現象，直致颱風遠離後模式波高預測值與觀測值再度漸趨一致。在波浪週期方面，模式模擬值於8月7日後與觀測值漸趨一致

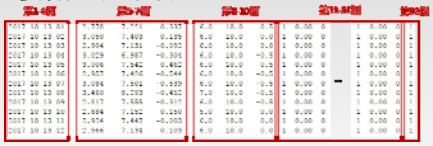
劉正琪博士提供

台東資料浮標觀測結果與模式模擬結果之比較

■異常波浪容易致災區段之波浪溯上與溢淹數值模式建立

➢ 海岸公路海浪警戒預報

上述預報值可對應情境的結果產生多良段12 站與南興段7 站的海岸公路海浪警戒預報檔給港研中心



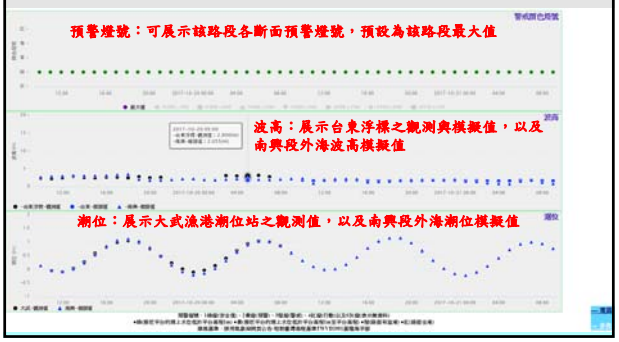
第1 到4 欄：年、月、日、時
第5 到7 欄：依序為預報的示性波高(m)、尖峰週期(sec)和潮位(m)
第8 欄：由第5 欄示性波高所對應的情境波高(m)
第9 欄：由第6 欄尖峰周期所對應的情境週期(sec)
第10 欄：由第7 欄潮位所對應的情境潮位(m)
第11 到31 欄：第11 到13 欄各為里程編號439K+700 的燈號、接近道路平台的溯上水位(m)以及道路靠海側起算的溢淹距離(m)。與第11 到13 欄意義相同，剩下的欄位依序分別屬於里程編號440K+000、440K+260、440K+500、440K+740、441K+000、441K+240。
32 欄：7 個里程編號中出現的最大燈號值

■異常波浪容易致災區段之波浪溯上與溢淹數值模式建立

➢ 海岸公路海浪警戒預報

臺東海岸公路通行安全預警之視窗以網頁形式作為顯示

http://isohe.ihmt.gov.tw/station/display/Taitung-2.aspx

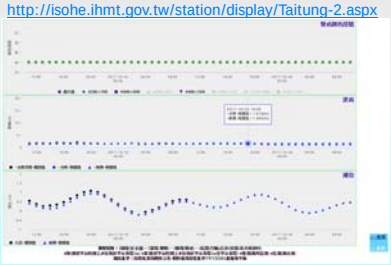


■異常波浪容易致災區段之波浪湖上與溢淹數值模式建立

➢ 海岸公路海浪警戒預報

由下至上分別為潮位、波高及各路段的顏色燈號，其中潮位有觀測值及模擬值，波高有臺東浮標的觀測值與模擬值，顏色燈號可以選擇各里程編號作為預報輸出。其原養護單位係已派人駐守現場觀測波浪及路況作為封路之標準判斷，因此臺東海岸公路通行安全預警可以作為封路決策之依據

http://isohe.ihmt.gov.tw/station/display/Taitung-1.aspx
http://isohe.ihmt.gov.tw/station/display/Taitung-2.aspx

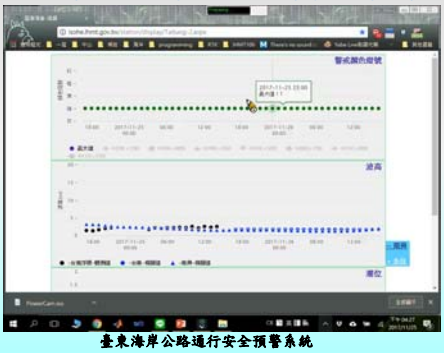


臺東海岸公路通行安全預警系統南興段

■異常波浪容易致災區段之波浪湖上與溢淹數值模式建立

➢ 海岸公路海浪警戒預報

http://isohe.ihmt.gov.tw/station/display/Taitung-1.aspx
http://isohe.ihmt.gov.tw/station/display/Taitung-2.aspx



臺東海岸公路通行安全預警系統

■結論與建議

本研究以數值模擬技術為主軸，蒐集了易致災之區段，並分析了異常波浪的特性

- 以台9 線多良段417K+715到419K+862之間選取的418K+660到419K+140以及419K+580到419K+820兩個高程較低的區間作為模擬目標，
- 南興段以439K+700、440K、440K+260、440K+500、440K+740、441K、441K+240等7 站
- 建立異常波浪容易致災之區段的長浪湖上數值模式，透過模擬可了解在何種波浪條件之下可能遭受的威脅，以以網頁形式作為顯示臺東海岸公路通行安全預警之視窗，可提供公路單位作為道路通行安全的評估和道路暫時封閉的參考。

■結論與建議

➢ **結論與成果**

1. 呈現瘋狗浪湖上的數值模擬結果，顯示數值模式COBRAS可以相當程度描述2013 年海燕颱風鼻頭角瘋狗浪事件，而數值地形最右(西)側的階梯造成波浪向上衝擊應該是瘋狗浪模擬最重要的要件；也分析有無湧浪所產生的機制，不同湧浪波高可以獲得最大波高，若無颱風的情況下，$H_{MAX}=2H_s$，而在遠處有颱風存在H_{MAX}將改變。
2. 蒐集異常波浪及海岸公路的新聞資料以關鍵字「瘋狗浪+公路」、「瘋狗浪+台東」、「瘋狗浪+台9 線」、「浪襲+台東」、「浪襲+台9線」、「颱風+富岡+多良+大武」作為檢索並分析找出易致災之路段，其結果為南迴公路(台9線)為多良段(419公里至422公里)至南興段(台9線439.8公里至441公里)，因離海岸近，較常受颱風海浪影響，常為公路總局公告之浪襲路段

■結論與建議

➢ **結論與成果**

3. 共進行多良段640個及南興段781 個之浪襲道路平台的情境模擬，結果顯示入射波高越高，入射週期越大，初始水位值越高的情境下越容易產生溢淹。亦大致顯示平台高程越低越容易產生溢淹。多良段640個情境中有141個情境發生道路溢淹，其中溢淹範圍達整個路寬的情境約佔76%(107個)，南興段781個情境中有534個情境發生道路溢淹，其中溢淹範圍達整個路寬的情境約佔85%(453個);建立臺東海岸公路通行安全預警之視窗，可提供交通部公路總局及相關單位作為道路通行安全的評估和道路暫時封閉的參考

謝謝聆聽　　歡迎提問