

94-44-7140

MOTC-IOT-93-H2-EB014

臺北港海岸地形變遷數值監測 模式研究（第二年）



交通部運輸研究所
國立臺灣海洋大學
合作辦理

中華民國九十四年四月

94-44-7140

MOTC-IOT-93-H2-EB014

臺北港海岸地形變遷數值監測 模式研究（第二年）

著 者：廖慶堂、楊文衡、曾建興、張盈彬
李昭平、何良勝

交通部運輸研究所
國立臺灣海洋大學
合作辦理

中華民國九十四年四月

臺北港海岸地形變遷數值監測模式研究（第二年）

交通部運輸研究所

GPN : 1009401032

定價 300 元

國家圖書館出版品預行編目資料

臺北港海岸地形變遷數值監測模式研究(第二年)

/ 廖慶堂等著. -- 初版. -- 臺北市：交通部運輸研究所，民94

面；公分

參考書目：面

ISBN 986-00-0879-5(平裝)

1. 海岸 - 臺灣 - 管理 - 自動化

443.3029

94006375

臺北港海岸地形變遷數值監測模式研究(第二年)

著者：廖慶堂、楊文衡、曾建興、張盈彬、李昭平、何良勝

出版機關：交通部運輸研究所

地址：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)26587176

出版年月：中華民國九十四年四月

印刷者：飛燕印刷有限公司

版(刷)次冊數：初版一刷110冊

本書同時登載於交通部運輸研究所臺灣技術研究中心網站

定價：300元

展售處：

交通部運輸研究所運輸資訊組•電話：(02)23496880

三民書局重南店：臺北市重慶南路一段61號4樓•電話：(02)23617511

三民書局復北店：臺北市復興北路386號4樓•電話：(02)25006600

國家書坊臺視總店：臺北市八德路三段10號B1•電話：(02)25787542

五南文化廣場：臺中市中山路6號•電話：(04)22260330

新進圖書廣場：彰化市中正路二段5號•電話：(04)7252792

青年書局：高雄市青年一路141號3樓•電話：(07)3324910

GPN：1009401032

ISBN：986-00-0879-5(平裝)

交通部運輸研究所合作研究計畫出版品摘要表

出版品名稱：臺北港海岸地形變遷數值監測模式研究(第二年)			
國際標準書號（或叢刊號） ISBN 986-00-0879-5(平裝)	政府出版品統一編號 1009401032	運輸研究所出版品編號 94-44-7140	計畫編號 93-H2-EB014
本所主辦單位：港研中心 主管：邱永芳 計畫主持人：何良勝 研究人員：廖慶堂 聯絡電話：04-26587124 傳真號碼：04-26560661	合作研究單位：國立臺灣海洋大學 計畫主持人：楊文衡 研究人員：曾建興、張盈彬、李昭平 地址：基隆市北寧路2號 聯絡電話：02-24622192-6112		研究期間 自93年3月 至93年12月
關鍵詞：海岸地形變遷、海岸漂砂、臺北港			
摘要： 海岸地形變遷之影響因素錯綜複雜，包含海氣象條件、地質地形條件、海岸開發及結構物闢建等。在海岸線上興建大型結構物必改變近岸水理條件，改變海岸漂砂變化特性，造成海岸地形變遷。本計畫將藉著探討臺北港當地之流場、波場及漂砂型態等現象，推求海岸地形變化狀況。利用丹麥水利研究所所研發之Mike-21數值模式來計算；藉由數值模擬結果探討興建海岸結構物對近岸流系統影響，並針對在短時間颱風效應下，河川大量輸砂、波浪能量變大及風力增強部分，依現狀模擬真實颱風，取2001年主要波向為北方的納莉颱風，以及1997年主要波向為西方的溫妮颱風做為模擬，探討對台北港附近海域所造成的影響，作為日後參考之用。			
出版日期	頁數	定價	本出版品取得方式
94年4月	340	300	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。
機密等級： ☐限閱 ☐機密 ☐極機密 ☐絕對機密 （解密【限】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			
備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。			

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

TITLE: Numerical Modeling of the Monitoring of Coastal Geomorphology Around Taipei Harbor (second year)			
ISBN(OR ISSN) ISBN 986-00-0879-5 (pbk.)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1009401032	IOT SERIAL NUMBER 94-44-7140	PROJECT NUMBER 93-H2-EB014
DIVISION: Harbor & Marine Technology Center DIVISION DIRECTOR: Chiu, Yung-Fang ADMINISTRATION STAFF: Liaw, Ching-Tarn PHONE: (04)26587124 FAX: (04)26560661			PROJECT PERIOD FROM March 2004 TO December 2004
RESEARCH AGENCY: National Taiwan Ocean University PRINCIPAL INVESTIGATOR: Yang, Wen-Hen PROJECT STAFF: Tseng, Chien-Hsing, Chang, ying-bin, Li, Zhao-ping ADDRESS: 2, Pei Ning Road, Keelung, Taiwan, 20224 (R.O.C) PHONE: (02) 24622192 ext 6112			
KEY WORDS: Costal landform evolution ; Sand transport ; Taipei Harbor			
ABSTRACT: The project is about to discuss the ocean current, wave current and sand transportation at Taipei Harbor. The influenced factors of the evolution on the coastal landform which will change the near shore hydraulic conditions and natural coastline are very complex. Weather conditions, sea conditions, landform conditions or coastal structures may change the characteristics of coastal sand drift and remove the coastal landform. We can ascertain both coastal variation and erosion situation through this project. In this case, we use the Danish Hydraulic Institute (DHI) model Mike-21 to evaluate the effects of the wind, wave, current and the tide on coastline varying. The system of near shore current and sediment transportation will be compared with simulation of true typhoon situation before/after the breakwater construction to obtain a better understanding of the influence on the coast. We choose Typhoon Nali in 2001 making a main turn toward North and Typhoon Winnie in 1997 toward West as our simulation samples to realize the effects of typhoon on sea area near Taipei Harbor.			
DATE OF PUBLICATION April 2005	NUMBER OF PAGES 340	PRICE 300	CLASSIFICATION ☐ SECRET ☐ CONFIDENTIAL ☒ UNCLASSIFIED
The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.			

目 錄

中文摘要	I
英文摘要	
目 錄	
表目錄	
圖目錄	
第一章 導論	1-1
1.1 前言	1-1
1.2 工作內容及方法	1-1
1.2.1 作業項目及內容	1-1
1.2.2 作業方法	1-1
第二章 淡水河口南岸自然環境條件	2-1
2.1 風力	2-1
2.1.1 綜合風速、風向分析結果	2-1
2.2 波浪	2-3
2.2.1 波浪統計分析	2-3
2.3 海流	2-5
2.3.1 海流統計分析	2-5
2.3.2 綜合以上 85~91 年海流分析結果	2-6
2.4 潮汐	2-6
2.5 淡水河口南岸地形變遷概況	2-7
2.5.1 淡水河口北側海岸	2-7
2.5.2 河口以南至北防波堤海岸	2-8
2.5.3 台北港港址海岸	2-9
2.5.4 港口以南至林口電廠海岸	2-9

第三章 台北港海岸地形變遷模式建立	3-1
3.1 近岸波浪模式 (MIKE 21 NSW 模式)	3-1
3.1.1 模式建立	3-5
3.1.2 波浪模擬的邊界及設定	3-5
3.1.3 MIKE 21 模式限制	3-6
3.2 水動力模式 (MIKE 21 HD 模式)	3-6
3.2.1 控制方程式	3-6
3.2.2 數值方法	3-7
3.2.3 模式之建立	3-8
3.2.4 模式之邊界條件	3-13
3.2.5 模式參數之選定	3-15
3.2.6 MIKE 21 模式限制	3-16
3.3 漂砂輸送模式 (MIKE 21 ST 模式)	3-16
3.3.1 MIKE 21 ST 模式	3-16
3.3.2 模式參數之選定	3-17
3.3.3 MIKE 21 模式限制	3-19
第四章 波流及漂砂輸送數值模擬結果	4-1
4.1 波場模擬結果	4-1
4.2 流場模擬結果	4-18
4.3 漂砂輸送模擬結果	4-83
第五章 颱風效應數值模擬	5-1
5.1 納莉颱風	5-1
5.1.1 颱風資料	5-1
5.1.2 台北港外海觀測站資料	5-2
5.1.3 模擬參數	5-2
5.1.4 模擬方式	5-4
5.1.5 納莉颱風時河川輸砂模擬結果	5-5

5.2 溫妮颱風.....	5-83
5.2.1 颱風資料.....	5-84
5.2.2 台北港外海觀測站資料.....	5-84
5.2.3 模擬參數.....	5-86
5.2.4 模擬方式.....	5-86
5.2.5 溫妮颱風時河川輸砂模擬結果.....	5-88
第六章 海岸地形變遷數值計算結果	6-1
6.1 漂砂模式計算結果.....	6-1
6.1.1 沿岸漂砂部分	6-1
6.1.2 波流影響下台北港海域輸砂	6-3
6.1.3 颱風時河川輸砂部分	6-3
6.2 檢討及建議.....	6-4
6.2.1 檢討	6-4
6.2.2 結論與建議	6-4
第七章 結論	7-1
參考文獻	8-1
期中報告審查意見處理情形表	9-1
期末報告審查意見處理情形表	10-1
臺北港海岸地形變遷數值模擬監測模式研究(第二年)簡報	11-1

表 目 錄

表 2.1 台北港測站 85~91 年七年間風速、風向.....	2-2
表 2.2 台北港測站 85~91 年七年間最大風速、風向.....	2-2
表 2.3 台北港測站 85~91 年七年間示性波高與週期.....	2-3
表 2.4 台北港測站 85~91 年七年間波向.....	2-4
表 2.5 台北港測站 85~91 年七年間最大波高、相對週期.....	2-4
表 2.6 台北港測站 85~91 年流速、流向 (水深-5M 處).....	2-5
表 2.7 台北港測站 85~91 年最大流速、流向方面(水深-5M 處).....	2-6
表 2.8 淡水河油車口之潮位觀測資料推算潮位基準.....	2-6
表 2.9 台北港測站 85~91 年七年間潮位測站逐月潮差統計.....	2-7
表 3.1 近岸風波模式風波條件設定表.....	3-5
表 3.2 水理模式邊界條件之調和分析常數.....	3-14
表 3.3 水理模式相關參數設定值.....	3-16
表 3.4 參數設定.....	3-19
表 3.5 夏季各點底質樣品中值粒徑表 (單位：MM).....	3-19
表 3.6 冬季各點底質樣品中值粒徑表 (單位：MM).....	3-20
表 5.1 2001/09/16~17 納莉颱風模擬參數.....	5-3
表 5.2 M3 納莉颱風模擬海域漂砂最大最小侵淤量.....	5-6
表 5.3 M3 納莉颱風模擬海域 2 天漂砂總累積量.....	5-6
表 5.4 1997/08/18 溫妮颱風模擬參數.....	5-86
表 5.5 M3 溫妮颱風模擬海域漂砂最大最小侵淤量.....	5-89
表 5.6 M3 溫妮颱風模擬海域 1 天內漂砂總累積量.....	5-89

圖 目 錄

圖 2.1 基隆河流域圖	2-1
圖 2.2 淡水河流域位置圖	2-1
圖 3.1 台北商港附近水域水深地形圖（現況） M1	3-9
圖 3.2 台北商港附近水域水深地形圖（第二期工程完工） M1	3-9
圖 3.3 台北商港附近水域水深地形圖	3-10
圖 3.4 台北商港附近水域水深地形圖（現況） M2	3-10
圖 3.5 台北商港附近水域水深地形圖（第二期工程完工） M2	3-11
圖 3.6 台北商港附近水域水深地形圖	3-11
圖 3.7 台北商港附近水域水深地形圖（現況） M3	3-12
圖 3.8 台北商港附近水域水深地形圖（第二期工程完工） M3	3-12
圖 3.9 台北商港附近水域水深地形圖	3-13
圖 3.10 6 月、11 月潮汐模擬與實測比較圖	3-14
圖 3.11 台北港分期發展計畫圖	3-22
圖 4.1 台北商港附近海域波高分佈圖（第一期工程，冬季）	4-2
圖 4.2 台北商港附近海域波高分佈圖（第二期工程，冬季）	4-2
圖 4.3 台北商港附近海域波高分佈圖（第三期工程，冬季）	4-3
圖 4.4 台北商港附近海域波高分佈圖（第一期工程，夏季）	4-3
圖 4.5 台北商港附近海域波高分佈圖（第二期工程，夏季）	4-4
圖 4.6 台北商港附近海域波高分佈圖（第三期工程，夏季）	4-4
圖 4.7 台北商港附近海域波場向量分佈圖（第一期工程，冬季）	4-5
圖 4.8 台北商港附近海域波場向量分佈圖（第二期工程，冬季）	4-5
圖 4.9 台北商港附近海域波場向量分佈圖（第三期工程，冬季）	4-6
圖 4.10 台北商港附近海域波場向量分佈圖（第一期工程，夏季）	

.....	4-6
圖 4.11 台北商港附近海域波場向量分佈圖（第二期工程，夏季）	4-7
圖 4.12 台北商港附近海域波場向量分佈圖（第三期工程，夏季）	4-7
圖 4.13 台北商港附近海域輻射應力 SXX 分佈圖（第一期工程，冬季）	4-8
圖 4.14 台北商港附近海域輻射應力 SYX 分佈圖（第一期工程，冬季）	4-8
圖 4.15 台北商港附近海域輻射應力 SXX 分佈圖（第二期工程，冬季）	4-9
圖 4.16 台北商港附近海域輻射應力 SYX 分佈圖（第二期工程，冬季）	4-9
圖 4.17 台北商港附近海域輻射應力 SXX 分佈圖（第三期工程，冬季）	4-10
圖 4.18 台北商港附近海域輻射應力 SYX 分佈圖（第三期工程，冬季）	4-10
圖 4.19 台北商港附近海域輻射應力 SXX 分佈圖（第一期工程，夏季）	4-11
圖 4.20 台北商港附近海域輻射應力 SYX 分佈圖（第一期工程，夏季）	4-11
圖 4.21 台北商港附近海域輻射應力 SXX 分佈圖（第二期工程，夏季）	4-12
圖 4.22 台北商港附近海域輻射應力 SYX 分佈圖（第二期工程，夏季）	4-12
圖 4.23 台北商港附近海域輻射應力 SXX 分佈圖（第三期工程，夏季）	4-13
圖 4.24 台北商港附近海域輻射應力 SYX 分佈圖（第三期工程，夏季）	4-13
圖 4.25 各期工程 X-方向剖面點(0,238) 點(159,238)波高變化 ...	4-14
圖 4.26 各期工程 X-方向剖面點(0,238) 點(159,238)平均波浪方	

向變化.....	4-14
圖 4.27 各期工程 X-方向剖面點(0,33) 點(134,33)波高變化	4-15
圖 4.28 各期工程 X-方向剖面點(0,33) 點(134,33)平均波浪方向 變化.....	4-15
圖 4.29 各期工程 X-方向剖面點(0,238) 點(159,238)波高變化 (夏季)	4-16
圖 4.30 各期工程 X-方向剖面點(0,238)~點(159,238)平均波浪方 向變化 (夏季)	4-16
圖 4.31 各期工程 X-方向剖面點(0,33) 點(134,33)波高變化 (夏 季)	4-17
圖 4.32 各期工程 X-方向剖面點(0,33) 點(134,33)平均波浪方向 變化 (夏季)	4-17
圖 4.33 麟山鼻與竹圍地區之潮位比較圖	4-19
圖 4.34 M1 2003/11/25 01:00 冬季流場模擬結果 (現況)	4-20
圖 4.35 M1 2003/11/25 04:00 冬季流場模擬結果 (現況)	4-20
圖 4.36 M1 2003/11/25 07:00 冬季流場模擬結果 (現況)	4-21
圖 4.37 M1 2003/11/25 13:00 冬季流場模擬結果 (現況)	4-21
圖 4.38 M1 2003/11/25 16:00 冬季流場模擬結果 (現況)	4-22
圖 4.39 M1 2003/11/25 01:00 冬季流場模擬結果 (第二期工程完 工)	4-22
圖 4.40 M1 2003/11/25 04:00 冬季流場模擬結果 (第二期工程完 工)	4-23
圖 4.41 M1 2003/11/25 07:00 冬季流場模擬結果 (第二期工程完 工)	4-23
圖 4.42 M1 2003/11/25 13:00 冬季流場模擬結果 (第二期工程完 工)	4-24
圖 4.43 M1 2003/11/25 16:00 冬季流場模擬結果 (第二期工程完 工)	4-24
圖 4.44 M1 2003/11/25 01:00 冬季流場模擬結果	4-25
圖 4.45 M1 2003/11/25 04:00 冬季流場模擬結果	4-25

圖 4.46 M1 2003/11/25 07:00 冬季流場模擬結果	4-26
圖 4.47 M1 2003/11/25 13:00 冬季流場模擬結果	4-26
圖 4.48 M1 2003/11/25 16:00 冬季流場模擬結果	4-27
圖 4.49 M1 2003/06/14 11:00 夏季流場模擬結果 (現況)	4-27
圖 4.50 M1 2003/06/14 15:00 夏季流場模擬結果 (現況)	4-28
圖 4.51 M1 2003/06/14 19:00 夏季流場模擬結果 (現況)	4-28
圖 4.52 M1 2003/06/14 23:00 夏季流場模擬結果 (現況)	4-29
圖 4.53 M1 2003/06/15 3:00 夏季流場模擬結果 (現況)	4-29
圖 4.54 M1 2003/06/15 7:00 夏季流場模擬結果 (現況)	4-30
圖 4.55 M1 2003/06/14 11:00 夏季流場模擬結果 (第二期工程完工)	4-30
圖 4.56 M1 2003/06/14 15:00 夏季流場模擬結果 (第二期工程完工)	4-31
圖 4.57 M1 2003/06/14 19:00 夏季流場模擬結果 (第二期工程完工)	4-31
圖 4.58 M1 2003/06/14 23:00 夏季流場模擬結果 (第二期工程完工)	4-32
圖 4.59 M1 2003/06/14 03:00 夏季流場模擬結果 (第二期工程完工)	4-32
圖 4.60 M1 2003/06/14 07:00 夏季流場模擬結果 (第二期工程完工)	4-33
圖 4.61 M1 2003/06/14 11:00 夏季流場模擬結果	4-33
圖 4.62 M1 2003/06/14 15:00 夏季流場模擬結果	4-34
圖 4.63 M1 2003/06/14 19:00 夏季流場模擬結果	4-34
圖 4.64 M1 2003/06/14 23:00 夏季流場模擬結果	4-35
圖 4.65 M1 2003/11/25 03:00 夏季流場模擬結果	4-35
圖 4.66 M1 2003/11/25 07:00 夏季流場模擬結果	4-36
圖 4.67 淡水測站與 M1 模擬結果點 (73,106) 潮位之比較	4-36
圖 4.68 各期工程興建後於點(73,106)之流場潮位比較圖 M1	4-37

圖 4.69 各期工程興建後於點(73,106)之流場流速比較圖 M1	4-37
圖 4.70 各期工程興建後於點(73,106)之流場流向比較圖 M1	4-38
圖 4.71 各期工程興建後於點(66,39)之流場潮位比較圖 M1.....	4-38
圖 4.72 各期工程興建後於點(66,39)之流場流速比較圖 M1.....	4-39
圖 4.73 各期工程興建後於點(66,39)之流場流向比較圖 M1.....	4-39
圖 4.74 M2 2003/11/24 21:00 冬季流場模擬結果 (現況)	4-40
圖 4.75 M2 2003/11/25 00:00 冬季流場模擬結果 (現況)	4-40
圖 4.76 M2 2003/11/25 03:00 冬季流場模擬結果 (現況)	4-41
圖 4.77 M2 2003/11/25 06:00 冬季流場模擬結果 (現況)	4-41
圖 4.78 M2 2003/11/25 09:00 冬季流場模擬結果 (現況)	4-42
圖 4.79 M2 2003/11/25 12:00 冬季流場模擬結果 (現況)	4-42
圖 4.80 M2 2003/11/24 21:00 冬季流場模擬結果 (第二期工程完 工)	4-43
圖 4.81 M2 2003/11/25 00:00 冬季流場模擬結果 (第二期工程完 工)	4-43
圖 4.82 M2 2003/11/25 03:00 冬季流場模擬結果 (第二期工程完 工)	4-44
圖 4.83 M2 2003/11/25 06:00 冬季流場模擬結果 (第二期工程完 工)	4-44
圖 4.84 M2 2003/11/25 09:00 冬季流場模擬結果 (第二期工程完 工)	4-45
圖 4.85 M2 2003/11/25 12:00 冬季流場模擬結果 (第二期工程完 工)	4-45
圖 4.86 M2 2003/11/24 21:00 冬季流場模擬結果	4-46
圖 4.87 M2 2003/11/25 00:00 冬季流場模擬結果	4-46
圖 4.88 M2 2003/11/25 03:00 冬季流場模擬結果	4-47
圖 4.89 M2 2003/11/25 06:00 冬季流場模擬結果	4-47
圖 4.90 M2 2003/11/25 09:00 冬季流場模擬結果	4-48
圖 4.91 M2 2003/11/25 12:00 冬季流場模擬結果	4-48

圖 4.92 M2 2003/06/14 11:00 夏季流場模擬結果 (現況)	4-49
圖 4.93 M2 2003/06/14 15:00 夏季流場模擬結果 (現況)	4-49
圖 4.94 M2 2003/06/14 19:00 夏季流場模擬結果 (現況)	4-50
圖 4.95 M2 2003/06/14 23:00 夏季流場模擬結果 (現況)	4-50
圖 4.96 M2 2003/06/15 03:00 夏季流場模擬結果 (現況)	4-51
圖 4.97 M2 2003/06/12 07:00 夏季流場模擬結果 (現況)	4-51
圖 4.98 M2 2003/06/14 11:00 夏季流場模擬結果 (第二期工程完工)	4-52
圖 4.99 M2 2003/06/14 15:00 夏季流場模擬結果 (第二期工程完工)	4-52
圖 4.100 M2 2003/06/14 19:00 夏季流場模擬結果 (第二期工程完工)	4-53
圖 4.101 M2 2003/06/14 23:00 夏季流場模擬結果 (第二期工程完工)	4-53
圖 4.102 M2 2003/06/14 03:00 夏季流場模擬結果 (第二期工程完工)	4-54
圖 4.103 M2 2003/06/14 07:00 夏季流場模擬結果 (第二期工程完工)	4-54
圖 4.104 M2 2003/06/14 11:00 夏季流場模擬結果	4-55
圖 4.105 M2 2003/06/14 15:00 夏季流場模擬結果	4-55
圖 4.106 M2 2003/06/14 19:00 夏季流場模擬結果	4-56
圖 4.107 M2 2003/06/14 23:00 夏季流場模擬結果	4-56
圖 4.108 M2 2003/11/25 03:00 夏季流場模擬結果	4-57
圖 4.109 M2 2003/11/25 07:00 夏季流場模擬結果	4-57
圖 4.110 各期工程興建後於 M2 點(87,171)之流場潮位比較圖	4-58
圖 4.111 各期興建後(87,171)之流場流速比較圖	4-58
圖 4.112 各期工程興建後於 M2 點(87,171)之流場流向比較圖	4-59
圖 4.113 各期工程興建後於 M2 點(85,53)之流場潮位比較圖	4-59
圖 4.114 各期工程興建後於 M2 點(85,53)之流場流速比較圖	4-60

圖 4.115 各期工程興建後於 M2 點(85,53)之流場流向比較圖.....	4-60
圖 4.116 M3 2003/11/24 21:00 冬季流場模擬結果（現況）	4-61
圖 4.117 M3 2003/11/25 00:00 冬季流場模擬結果（現況）	4-61
圖 4.118 M3 2003/11/25 03:00 冬季流場模擬結果（現況）	4-62
圖 4.119 M3 2003/11/25 06:00 冬季流場模擬結果（現況）	4-62
圖 4.120 M3 2003/11/25 09:00 冬季流場模擬結果（現況）	4-63
圖 4.121 M3 2003/11/25 12:00 冬季流場模擬結果（現況）	4-63
圖 4.122 M3 2003/11/24 21:00 冬季流場模擬結果（第二期工程完工）	4-64
圖 4.123 M3 2003/11/25 00:00 冬季流場模擬結果（第二期工程完工）	4-64
圖 4.124 M3 2003/11/25 03:00 冬季流場模擬結果（第二期工程完工）	4-65
圖 4.125 M3 2003/11/25 06:00 冬季流場模擬結果（第二期工程完工）	4-65
圖 4.126 M3 2003/11/25 09:00 冬季流場模擬結果（第二期工程完工）	4-66
圖 4.127 M3 2003/11/25 12:00 冬季流場模擬結果（第二期工程完工）	4-66
圖 4.128 M3 2003/11/24 21:00 冬季流場模擬結果	4-67
圖 4.129 M3 2003/11/25 00:00 冬季流場模擬結果	4-67
圖 4.130 M3 2003/11/25 03:00 冬季流場模擬結果	4-68
圖 4.131 M3 2003/11/25 06:00 冬季流場模擬結果	4-68
圖 4.132 M3 2003/11/25 09:00 冬季流場模擬結果	4-69
圖 4.133 M3 2003/11/25 12:00 冬季流場模擬結果	4-69
圖 4.134 M3 2003/06/14 10:00 夏季流場模擬結果（現況）	4-70
圖 4.135 M3 2003/06/14 14:00 夏季流場模擬結果（現況）	4-70
圖 4.136 M3 2003/06/14 18:00 夏季流場模擬結果（現況）	4-71
圖 4.137 M3 2003/06/14 22:00 夏季流場模擬結果（現況）	4-71

圖 4.138 M3 2003/06/15 02:00 夏季流場模擬結果（現況）	4-72
圖 4.139 M3 2003/06/12 06:00 夏季流場模擬結果（現況）	4-72
圖 4.140 M3 2003/06/14 10:00 夏季流場模擬結果（第二期工程完工）	4-73
圖 4.141 M3 2003/06/14 14:00 夏季流場模擬結果（第二期工程完工）	4-73
圖 4.142 M3 2003/06/14 18:00 夏季流場模擬結果（第二期工程完工）	4-74
圖 4.143 M3 2003/06/14 22:00 夏季流場模擬結果（第二期工程完工）	4-74
圖 4.144 M3 2003/06/14 02:00 夏季流場模擬結果（第二期工程完工）	4-75
圖 4.145 M3 2003/06/14 06:00 夏季流場模擬結果（第二期工程完工）	4-75
圖 4.146 M3 2003/06/14 10:00 夏季流場模擬結果	4-76
圖 4.147 M3 2003/06/14 14:00 夏季流場模擬結果	4-76
圖 4.148 M3 2003/06/14 18:00 夏季流場模擬結果	4-77
圖 4.149 M3 2003/06/14 22:00 夏季流場模擬結果	4-77
圖 4.150 M3 2003/11/25 02:00 夏季流場模擬結果	4-78
圖 4.151 M3 2003/11/25 06:00 夏季流場模擬結果	4-78
圖 4.152 各期工程興建後於 M3 點(115,67)之流場潮位比較圖	4-79
圖 4.153 各期工程興建後於 M3 點(115,67)之流場流速比較圖	4-79
圖 4.154 各期工程興建後於 M3 點(115,67)之流場流向比較圖	4-80
圖 4.155 各期工程興建後於 M3 點(115,38)之流場潮位比較圖	4-80
圖 4.156 各期工程興建後於 M3 點(115,38)之流場流速比較圖	4-81
圖 4.157 各期工程興建後於 M3 點(115,38)之流場流向比較圖	4-81
圖 4.158 各期工程興建後於 M3 點(96,264)之流場潮位比較圖	4-82
圖 4.159 各期工程興建後於 M3 點(96,264)之流場流速比較圖	4-82
圖 4.160 各期工程興建後於 M3 點(96,264)之流場流向比較圖	4-83

圖 4.161	台北港第一期工程漂砂傳輸向量圖 (冬季)	4-84
圖 4.162	台北港第二期工程漂砂傳輸向量圖 (冬季)	4-84
圖 4.163	台北港第三期工程漂砂傳輸向量圖 (冬季)	4-85
圖 4.164	台北港第一期工程漂砂傳輸向量圖 (夏季)	4-85
圖 4.165	台北港第二期工程漂砂傳輸向量圖 (夏季)	4-86
圖 4.166	台北港第三期工程漂砂傳輸向量圖 (夏季)	4-86
圖 4.167	台北港第一期工程漂砂傳輸累積圖 (冬季)	4-87
圖 4.168	台北港第二期工程漂砂傳輸累積圖 (冬季)	4-87
圖 4.169	台北港第三期工程漂砂傳輸累積圖 (冬季)	4-88
圖 4.170	台北港第一期工程漂砂傳輸累積圖 (夏季)	4-88
圖 4.171	台北港第二期工程漂砂傳輸累積圖 (夏季)	4-89
圖 4.172	台北港第三期工程漂砂傳輸累積圖 (夏季)	4-89
圖 4.173	台北港第一期工程附近水域淨沖淤形態分佈圖 (冬季)	4-90
圖 4.174	台北港第二期工程附近水域淨沖淤形態分佈圖 (冬季)	4-90
圖 4.175	台北港第三期工程附近水域淨沖淤形態分佈圖 (冬季)	4-91
圖 4.176	台北港第一期工程附近水域淨沖淤形態分佈圖 (夏季)	4-91
圖 4.177	台北港第二期工程附近水域淨沖淤形態分佈圖 (夏季)	4-92
圖 4.178	台北港第三期工程附近水域淨沖淤形態分佈圖 (夏季)	4-92
圖 4.179	各期工程於點(0,238)~(159,238) 之斷面 DZ/DT 分佈圖 (冬季)	4-93
圖 4.180	各期工程於點(0,33)~(134,33) 之斷面 DZ/DT 分佈圖 (冬季)	4-93
圖 4.181	各期工程於點(0,238)~(159,238) 之斷面 DZ/DT 分佈圖 (夏季)	4-94

圖 4.182 各期工程於點(0,33)~(134,33) 之斷面 DZ/DT 分佈圖(夏季)	4-94
圖 5.1 2001/9/6~9/21 納莉颱風路徑圖	5-2
圖 5.2 2001/09/16 納莉颱風上午位置圖	5-3
圖 5.3 2001/09/16 納莉颱風晚上位置圖	5-4
圖 5.4 2001/09/16 00:00~20:00 全台灣累積雨量圖	5-5
圖 5.5 M3 納莉颱風台北港附近海域波高分佈圖(現況)	5-7
圖 5.6 M3 納莉颱風台北港附近海域波場向量分佈圖(現況)	5-8
圖 5.7 M3 納莉颱風台北港附近海域輻射應力 SXX 分佈圖(現況)	5-9
圖 5.8 M3 納莉颱風台北港附近海域輻射應力 SYX 分佈圖(現況)	5-10
圖 5.9 M3 納莉颱風 P(72,206)水位與台北港測站實測比較圖(現況)	5-11
圖 5.10 M3 2001/09/16 00:00 納莉颱風流場模擬結果(現況)	5-12
圖 5.11 M3 2001/09/16 04:00 納莉颱風流場模擬結果(現況)	5-13
圖 5.12 M3 2001/09/16 08:00 納莉颱風流場模擬結果(現況)	5-14
圖 5.13 M3 2001/09/16 12:00 納莉颱風流場模擬結果(現況)	5-15
圖 5.14 M3 2001/09/16 16:00 納莉颱風流場模擬結果(現況)	5-16
圖 5.15 M3 2001/09/16 20:00 納莉颱風流場模擬結果(現況)	5-17
圖 5.16 M3 2001/09/17 00:00 納莉颱風流場模擬結果(現況)	5-18
圖 5.17 M3 2001/09/17 04:00 納莉颱風流場模擬結果(現況)	5-19
圖 5.18 M3 2001/09/17 08:00 納莉颱風流場模擬結果(現況)	5-20
圖 5.19 M3 2001/09/17 12:00 納莉颱風流場模擬結果(現況)	5-21
圖 5.20 M3 2001/09/17 16:00 納莉颱風流場模擬結果(現況)	5-22
圖 5.21 M3 2001/09/17 20:00 納莉颱風流場模擬結果(現況)	5-23
圖 5.22 M3 2001/09/18 00:00 納莉颱風流場模擬結果(現況)	5-24
圖 5.23 M3 納莉颱風台北港附近海域流向與測站比較圖(現況)	5-25

圖 5.24 M3 納莉颱風漂砂傳輸向量示意圖(現況).....	5-26
圖 5.25 M3 納莉颱風 X 方向漂砂傳輸累積圖(現況).....	5-27
圖 5.26 M3 納莉颱風 Y 方向漂砂傳輸累積圖(現況).....	5-28
圖 5.27 M3 納莉颱風漂砂傳輸累積圖(現況).....	5-29
圖 5.28 M3 納莉颱風 DZ/DT 漂砂傳輸累積圖(現況).....	5-30
圖 5.29 M3 納莉颱風台北港附近海域波高分佈圖(第二期工程完工).....	5-31
圖 5.30 M3 納莉颱風台北港附近海域波場向量分佈圖(第二期工程完工).....	5-32
圖 5.31 M3 納莉颱風台北港附近海域輻射應力 SXX 分佈圖(第二期工程完工)	5-33
圖 5.32 M3 納莉颱風台北港附近海域輻射應力 SY Y 分佈圖(第二期工程完工)	5-34
圖 5.33 M3 納莉颱風 P(72,206)水位與台北港測站實測比較圖(第二期工程完工).....	5-35
圖 5.34 M3 2001/09/16 04:00 納莉颱風流場模擬結果(第二期工程完工).....	5-36
圖 5.35 M3 2001/09/16 08:00 納莉颱風流場模擬結果(第二期工程完工).....	5-37
圖 5.36 M3 2001/09/16 12:00 納莉颱風流場模擬結果(第二期工程完工).....	5-38
圖 5.37 M3 2001/09/16 16:00 納莉颱風流場模擬結果(第二期工程完工).....	5-39
圖 5.38 M3 2001/09/16 20:00 納莉颱風流場模擬結果(第二期工程完工).....	5-40
圖 5.39 M3 2001/09/17 00:00 納莉颱風流場模擬結果(第二期工程完工).....	5-41
圖 5.40 M3 2001/09/17 04:00 納莉颱風流場模擬結果(第二期工程完工).....	5-42
圖 5.41 M3 2001/09/17 08:00 納莉颱風流場模擬結果(第二期工	

程完工).....	5-43
圖 5.42 M3 2001/09/17 12:00 納莉颱風流場模擬結果(第二期工程完工).....	5-44
圖 5.43 M3 2001/09/17 16:00 納莉颱風流場模擬結果(第二期工程完工).....	5-45
圖 5.44 M3 2001/09/17 20:00 納莉颱風流場模擬結果(第二期工程完工).....	5-46
圖 5.45 M3 2001/09/18 00:00 納莉颱風流場模擬結果(第二期工程完工).....	5-47
圖 5.46 M3 納莉颱風台北港附近海域流向與測站比較圖(第二期工程完工)	5-48
圖 5.47 M3 納莉颱風漂砂傳輸向量示意圖(第二期工程完工).....	5-49
圖 5.48 M3 納莉颱風 X 方向漂砂傳輸累積圖(第二期工程完工)..	5-50
圖 5.49 M3 納莉颱風 Y 方向漂砂傳輸累積圖(第二期工程完工)..	5-51
圖 5.50 M3 納莉颱風漂砂傳輸累積圖(第二期工程完工).....	5-52
圖 5.51 M3 納莉颱風 DZ/DT 漂砂傳輸累積圖(第二期工程完工).	5-53
圖 5.52 M3 納莉颱風台北港附近海域波高分佈圖(第三期工程完工).....	5-54
圖 5.53 M3 納莉颱風台北港附近海域波場向量分佈圖(第三期工程完工).....	5-55
圖 5.54 M3 納莉颱風台北港附近海域輻射應力 SXX 分佈圖(第三期工程完工).....	5-56
圖 5.55 M3 納莉颱風台北港附近海域輻射應力 SYX 分佈圖	5-57
圖 5.56 M3 納莉颱風 P(72,206)水位與台北港測站實測比較圖	5-58
圖 5.57 M3 2001/09/16 00:00 納莉颱風流場模擬結果.....	5-59
圖 5.58 M3 2001/09/16 04:00 納莉颱風流場模擬結果.....	5-60
圖 5.59 M3 2001/09/16 08:00 納莉颱風流場模擬結果.....	5-61
圖 5.60 M3 2001/09/16 12:00 納莉颱風流場模擬結果.....	5-62
圖 5.61 M3 2001/09/16 16:00 納莉颱風流場模擬結果.....	5-63

圖 5.62 M3 2001/09/16 20:00 納莉颱風流場模擬結果	5-64
圖 5.63 M3 2001/09/17 00:00 納莉颱風流場模擬結果	5-65
圖 5.64 M3 2001/09/17 04:00 納莉颱風流場模擬結果	5-66
圖 5.65 M3 2001/09/17 08:00 納莉颱風流場模擬結果	5-67
圖 5.66 M3 2001/09/17 12:00 納莉颱風流場模擬結果	5-68
圖 5.67 M3 2001/09/17 16:00 納莉颱風流場模擬結果	5-69
圖 5.68 M3 2001/09/17 20:00 納莉颱風流場模擬結果	5-70
圖 5.69 M3 2001/09/18 00:00 納莉颱風流場模擬結果	5-71
圖 5.70 M3 納莉颱風台北港附近海域流向與測站比較圖	5-72
圖 5.71 M3 納莉颱風漂砂傳輸向量示意圖(第三期工程完工).....	5-73
圖 5.72 M3 納莉颱風 X 方向漂砂傳輸累積圖(第三期工程完工)..	5-74
圖 5.73 M3 納莉颱風 Y 方向漂砂傳輸累積圖(第三期工程完工)..	5-75
圖 5.74 M3 納莉颱風漂砂傳輸累積圖(第三期工程完工).....	5-76
圖 5.75 M3 納莉颱風 DZ/DT 漂砂傳輸累積圖(第三期工程完工).	5-77
圖 5.76 納莉颱風淡水河口漂砂傳輸累積圖(現況)	5-78
圖 5.77 納莉颱風淡水河口漂砂傳輸累積圖(第二期工程完工).....	5-79
圖 5.78 納莉颱風淡水河口漂砂傳輸累積圖(第三期工程完工).....	5-80
圖 5.79 納莉颱風台北港航道口漂砂傳輸累積圖(現況)	5-81
圖 5.80 納莉颱風台北港航道口漂砂傳輸累積圖(第二期工程完工).....	5-82
圖 5.81 納莉颱風台北港航道口漂砂傳輸累積圖(第三期工程完工).....	5-83
圖 5.82 1997/8/15~8/19 溫妮颱風路徑圖	5-84
圖 5.83 1997/08/18 15:00 溫妮颱風位置圖.....	5-85
圖 5.84 1997/08/18 21:00 溫妮颱風位置圖.....	5-85
圖 5.85 1997/08/17~ 1997/08/18 全台灣累積雨量圖	5-87
圖 5.86 1997/08/18 全台灣累積雨量圖.....	5-87
圖 5.87 M3 溫妮颱風台北港附近海域波高分佈圖(現況).....	5-90

圖 5.88 M3 溫妮颱風台北港附近海域波場向量分佈圖(現況).....	5-91
圖 5.89 M3 溫妮颱風台北港附近海域輻射應力 SXY 分佈圖(現況)	5-92
圖 5.90 M3 1997/08/18 08:00 溫妮颱風流場模擬結果(現況)	5-93
圖 5.91 M3 1997/08/18 13:30 溫妮颱風流場模擬結果(現況)	5-94
圖 5.92 M3 1997/08/18 19:00 溫妮颱風流場模擬結果(現況)	5-95
圖 5.93 溫妮颱風漂砂傳輸向量示意圖(現況)	5-96
圖 5.94 M3 溫妮颱風 X 方向漂砂傳輸累積圖(現況).....	5-97
圖 5.95 M3 溫妮颱風 Y 方向漂砂傳輸累積圖(現況).....	5-98
圖 5.96 M3 溫妮颱風漂砂傳輸累積圖(現況).....	5-99
圖 5.97 M3 溫妮颱風 DZ/DT 漂砂傳輸累積圖 (現況).....	5-100
圖 5.98 M3 溫妮颱風台北港附近海域波高分佈圖(第二期工程完 工).....	5-101
圖 5.99 M3 溫妮颱風台北港附近海域波場向量分佈圖	5-102
圖 5.100 M3 溫妮颱風台北港附近海域輻射應力 SXY 分佈圖 ...	5-103
圖 5.101 M3 1997/08/18 08:00 溫妮颱風流場模擬結果.....	5-104
圖 5.102 M3 1997/08/18 13:30 溫妮颱風流場模擬結果.....	5-105
圖 5.103 M3 1997/08/18 19:00 溫妮颱風流場模擬結果.....	5-106
圖 5.104 溫妮颱風漂砂傳輸向量示意圖(第二期工程完工)	5-107
圖 5.105 M3 溫妮颱風 X 方向漂砂傳輸累積圖(第二期工程完工)5-	108
圖 5.106 M3 溫妮颱風 Y 方向漂砂傳輸累積圖(第二期工程完工)5-	109
圖 5.107 M3 溫妮颱風漂砂傳輸累積圖(第二期工程完工).....	5-110
圖 5.108 M3 溫妮颱風 DZ/DT 漂砂傳輸累積圖 (第二期工程完工)	5-111
圖 5.109 M3 溫妮颱風台北港附近海域波高分佈圖(第三期工程 完工).....	5-112
圖 5.110 M3 溫妮颱風台北港附近海域波場向量分佈圖	5-113
圖 5.111 妮颱風台北港附近海域輻射應力 SXY 分佈圖	5-114

圖 5.112 M3 1997/08/18 08:00 溫妮颱風流場模擬結果	5-115
圖 5.113 1997/08/18 13:30 溫妮颱風流場模擬結果.....	5-116
圖 5.114 1997/08/18 19:00 溫妮颱風流場模擬結果.....	5-117
圖 5.115 妮颱風漂砂傳輸向量示意圖(第三期工程完工)	5-118
圖 5.116 M3 溫妮颱風 X 方向漂砂傳輸累積圖(第三期工程完工)	5-119
圖 5.117 M3 溫妮颱風 Y 方向漂砂傳輸累積圖(第三期工程完工)	5-120
圖 5.118 妮颱風漂砂傳輸累積圖(第三期工程完工)	5-121
圖 5.119 M3 溫妮颱風 DZ/DT 漂砂傳輸累積圖(第三期工程完工)	5-122
圖 5.120 妮颱風淡水河口、台北港航道口漂砂累積比較圖	5-123
圖 5.121 妮颱風淡水河口漂砂傳輸累積圖(現況)	5-124
圖 5.122 妮颱風淡水河口漂砂傳輸累積圖(第二期工程完工)	5-125
圖 5.123 溫妮颱風淡水河口漂砂傳輸累積圖(第三期工程完工) .	5-126
圖 5.124 溫妮颱風台北港航道口漂砂傳輸累積圖(現況)	5-127
圖 5.125 溫妮颱風台北港航道口漂砂傳輸累積圖(第二期工程完 工).....	5-128
圖 5.126 溫妮颱風台北港航道口漂砂傳輸累積圖(第三期工程完 工).....	5-129

第一章 導 論

1.1 前言

台北港港址位於淡水河出海口南岸之八里地區，由於八里、林口間海岸係屬砂岸地質，加上一規模如此大之人工港口座落其間，必然改變原來的波浪場與海流流場、破壞原先海岸漂砂運行之機制，將會造成附近海岸局部地形顯著變遷；加上淡水河為北部地區最重要且流域最大之河川，輸砂量相當可觀，海岸漂砂加上河川輸砂雙重作用，長短期的季節性海象或氣象變化，更增添此問題之複雜性。

1.2 工作內容及方法

本工作主要目的在於檢討台北港離岸物流倉儲區填築完成後，對河口海岸地形侵淤現象、港口航道之淤積、以及台灣北部公共工程剩餘土填海區之相互影響等，模擬數十年後台北港附近海域地形的變化，並提出相關建議。

1.2.1 作業項目及內容

計算台北港二期、三期工程開發完成(含離岸物流倉儲區及台北公共工程剩餘土填海區)之波場、流場、及漂砂模式。

1.2.2 作業方法

海岸地形變遷數值模擬，應用之數值計算程式為丹麥水力研究所發展的 MIKE 21 及 LITPACK 數值模式，其運用計算之模組如下：近岸波浪模式(MIKE 21 NSW)：計算二維波浪場，解析近岸地區波浪場分佈。水動力模式(MIKE 21 HD)：計算二維流場模擬，解析流場特性。漂砂輸送模式(MIKE 21 ST)：為二維漂砂輸送模擬。

第二章 淡水河口南岸自然環境條件

台北港位於台北縣八里鄉淡水河口南岸，東北隔淡水河與淡水鎮相望，西接林口鄉，南隔觀音山與五股鄉為鄰，西臨臺灣海峽。海上自然環境條件引用基隆港務局，自民國 85 年 7 月至民國 91 年 12 月之實測資料分析結果。台北港實測站位於北緯 $25^{\circ} 10' 44''$ 、東經 $121^{\circ} 22' 41''$ 位置，距離台北港第一期工程完工之北防波堤頭約 1,150m，水深-15m 處之海上觀測樁。



圖 2.1 基隆河流域圖



圖 2.2 淡水河流域位置圖

2.1 風力

本節所示之風速及風向表示 1 小時平均風速及風向。最大風速、風向表示最大的 1 小時平均風速及當時之平均風向。風向定義為由正北為零度開始，順時針為正，表示風之來向。

2.1.1 綜合風速、風向分析結果

由風速、風向資料分析，可得台北港平均風速及風向有以下特性。

1.季風分佈方面

一般而言，台北港除了夏季為西南季風之外，其他時間大多受到東北季風之吹襲。

2.風速、風向聯合分佈方面

表 2.1 台北港測站 85~91 年七年間風速、風向

	主要風速	比例	風向	比例	風速平均值
春季	0 m/s 到 5 m/s	53.7%	NE	48.5%	5.2 m/s
夏季	0 m/s 到 5 m/s	63.3%	SE SW	61.2%	4.6 m/s
秋季	5 m/s 到 10 m/s	43.8%	NE	58.4%	6.6 m/s
冬季	5 m/s 到 10 m/s	42.4%	NE	71.6%	7.5 m/s

資料來源:交通部運輸研究所 台北港海氣地象觀測資料專刊 (風力部分 1996~2002 年)

七年內風速以 0m/s~5m/s 之發生率最高，約佔 46%，其次為 5m/s~10m/s，約佔 37.5%。而風向為 NE 方向之風發生率最高，約佔 48.4%，其次為 SE 方向，約佔 22.7%。

3.最大風速、風向方面

表 2.2 台北港測站 85~91 年七年間最大風速、風向

	最大風速	風向
春季	17.0m/s	WNW
夏季	24.8m/s	SE
秋季	26.3m/s	NE
冬季	17.9m/s	NE

資料來源:交通部運輸研究所 台北港海氣地象觀測資料專刊 (風力部分 1996~2002 年)

七年最大風速為 26.33 m/s，相對風向為 43.26 度。

4.綜合以上 85~91 年風速及風向分析

台北港夏天為西南季風，其他時間主要為東北季風。七年風速發生機率最高的為 0m/s~5 m/s；其次為 5 m/s~10 m/s。風向發生機率最高的為 ENE；其次為 NE。最大風速為 26.33 m/s，相對風向為 43.26 度。

2.2 波浪

波向定義取正北為零度，順時針為正，表示波浪之來向。

2.2.1 波浪統計分析

85 年~91 年七年波高、綜合波浪環境條件資料蒐集、整理、統計分析結果，得知淡水河口南岸波浪有以下特性，數值模擬將參考歷年資料並輸入相關條件，以求得我們所需之結果。

1.台北港 85~91 年七年間示性波高與週期聯合分佈方面

表 2.3 台北港測站 85~91 年七年間示性波高與週期

	主要波高	比例	週期主要分佈	比例
春季	0cm~50cm	46.8%	5sec~7sec	49.8%
夏季	0cm~50cm	66.9%	4sec~6sec	48.1%
秋季	0cm~50cm	34.6%	6sec~8sec	50.2%
冬季	50cm~100cm	24.7%	6sec~8sec	58.3%

資料來源:交通部運輸研究所 台北港海氣地象觀測資料專刊 (波浪部分 1996~2002 年)

七年來示性波高以介於 0cm~100cm 最多，約佔 70.8%，其次為 100~200cm，約佔 21.6%，週期主要分佈於 6sec~8sec，約佔 44.9%，其次為 0sec~6sec，約佔 35.5%。

2.台北港 85~91 年七年間波向方面

表 2.4 台北港測站 85~91 年七年間波向

	主要波向	比例
春季	N 向	63.2%
夏季	NW 向	52.6%
秋季	N 向	62.0%
冬季	N 向	73.3%

資料來源:交通部運輸研究所 台北港海氣地象觀測資料專刊 (波浪部分 1996~2002 年)

七年間波向以來自 N 方向最多，約佔 55.2%。其次為 NW 方向，約佔 31.4%。

3.台北港 85~91 年七年間最大波高、相對週期方面

表 2.5 台北港測站 85~91 年七年間最大波高、相對週期

	最大波高	相對週期
春季	4.16m	9.5sec
夏季	6.49m	11.5sec
秋季	8.75m	10.3sec
冬季	5.03m	9.3sec

資料來源:交通部運輸研究所 台北港海氣地象觀測資料專刊 (波浪部分 1996~2002 年)

七年內最大波高 8.75m、相對週期 10.3sec。當期河川流量 1769 百萬 m³，期間無颱風直接影響本海域。

4.綜合以上 85~91 年波浪分析結果

七年內示性波高以介於 0cm~100cm 最多，約佔 70.8%，其次為 100~200cm，約佔 21.6%，週期主要分佈於 6sec~8sec，約佔 44.9%，其次為 0sec~6sec，約佔 35.5%。波向以來自 N 方向最多，約佔 55.2%。其次為 NW 方向，約佔 31.4%。最大波高 8.75m、相對週期 10.3sec。

2.3 海流

本節所示之流速及流向係表示 1 小時平均流速及流向。最大流速、流向表示 1 小時平均速中之最大值及相對之平均流向。流向由正北為零度開始，順時針為正，表示海流之去向。根據現場實測資料分析，台北港觀測樁所測海流主要為潮流，為往復之運動。

2.3.1 海流統計分析

由流速、流向資料分析，得知淡水河口流速、流向有以下特性。

1.台北港 85~91 年流速、流向聯合分佈方面：(水深-5M 處)

表 2.6 台北港測站 85~91 年流速、流向 (水深-5M 處)

	主要海流流速	比例	主要流向	比例
春季	35.0~40.0cm/s	9.2%	ENE	20.3%
夏季	30.0~35.0cm/s	10.1%	ENE	21.5%
秋季	35.0~40.0cm/s	9.1%	SW	18.8%
冬季	35.0~40.0cm/s	10.9%	WSW	19.6%

資料來源:交通部運輸研究所 台北港海氣地象觀測資料專刊 (海流部分 1996~2002 年)

七年水深-5M 海流流速主要介於 0~40cm/s，約佔 56%；其次為 40~80cm/s，約佔 41%。主要流向為 ENE 及 WSW 方向，合計約佔 46%。其次為 NE 及 SW 方向，合計約佔 26%。

2.最大流速、流向方面：台北港 85~91 年七年水深-5M 處

表 2.7 台北港測站 85~91 年最大流速、流向方面(水深-5M 處)

	最大	流向	平均流速
春季	121.8cm/s	ENE	35.7 cm/s
夏季	116.1cm/s	NE	34.2 cm/s
秋季	125.1cm/s	WSW	39.1cm/s
冬季	96.7cm/s	NE	34.5cm/s

資料來源:交通部運輸研究所 台北港海氣地象觀測資料專刊 (海流部分 1996~2002 年)

七年水深-5M 最大流速為 125.1cm/s，相對流向 WSW。

2.3.2 綜合以上 85~91 年海流分析結果

85~91 年七年水深-5M 海流流速主要介於 0~40cm/s，約佔 56%；其次為 40~80cm/s，約佔 41%。主要流向為 ENE 及 WSW 方向，合計約佔 46%。其次為 NE 及 SW 方向，合計約佔 26%。85~91 年七年水深-5M 最大流速為 119.9cm/s，相對流向 238 度。

2.4 潮汐

統計基隆港務局自民國 58 年至 72 年設於淡水河油車口之潮位觀測資料，及暴潮位推算可得下列各種潮位基準：

表 2.8 淡水河油車口之潮位觀測資料推算潮位基準

台北港築港高程系統		水利局中潮位系統
H.H.W.L	：+3.82m(50 年迴歸期)	2.39m
H.H.W.L	：+3.74m(實測值)	2.31m

M.H.W.L	： +2.48m	1.05m
M.W.L	： +1.46m	0.03m
M.L.W.L	： +0.55m	0.88m
L.L.W.L	： -0.46m	1.89m

表 2.9 台北港測站 85~91 年七年間潮位測站逐月潮差統計

	平均潮差	平均每日最大潮差	最大潮差
台北港	213cm	301 cm	358 cm

資料來源:交通部運輸研究所 台北港海氣地象觀測資料專刊 (海流部分 1996~2002 年)

2.5 淡水河口南岸地形變遷概況

綜合港址鄰近海域曾有住都局及水利局辦理多次平面及斷面水深測量，至民國 82 年基港局為辦理台北港興建計畫，始接手辦理海域地形監測工作。茲比對各單位測圖成果，並分析建港前海岸地形變遷概況如下：

2.5.1 淡水河口北側海岸

1.建港前海岸變遷趨勢

淡水河口北側海岸，建港前海岸變遷趨勢過去數十年來海岸地形十分穩定。海岸受到淡水河口水流及淡水第二漁港防波堤之影響，使得沿岸漂沙不易通過河口水流，而停留於沙崙海水浴場附近海灘。依建港前五年間測量圖比對成果，本區平均每年淤積量約在 17~38 萬 m^3 ，並不致因淡水河河川輸沙量減少而改變淤積之趨勢。

2.建港後海岸變遷趨勢

台北港動工興建前三年期間，本區反常侵蝕現象，平均年侵蝕量約 46.3 萬 m^3 ，並其原因係短期季節因素，或海岸結構物造成地形穩定調整。亦或測量基準發生錯誤等因素所造成，則仍待進一步檢討。惟北防波堤興建後，本段海岸回復淤積趨勢，年平均淤積量約 55.8 萬 m^3 。本港防波堤將河川輸沙及沿岸漂沙限制於河口附近，將加速河口三角洲地形向外海前伸，河口北側淤積現象仍將持續發生。

2.5.2 河口以南至北防波堤海岸

1. 建港前海岸變遷趨勢

本段海岸地形之穩定，主要視河川輸沙量與沿岸漂沙之相對平衡而定。早期河川輸沙豐富，逐漸淤積形成河口三角洲。近數十年來河川輸沙量減少。河口地形受波浪作用逐漸侵蝕。

2. 依水利局測圖比對結果，本區平均年侵蝕量約 101 萬 m^3 ，惟依住都局與基港局測圖比對結果平均年侵蝕量僅約 3.6 萬 m^3 ，此差異恐係其中之一測圖有誤所造成。但基本上，本區在建港前仍應屬侵蝕性海岸。

3. 建港後海岸變遷趨勢

台北港北防波堤興建後，海岸漂沙受防波堤阻隔，沿岸漂沙將淤積於防波堤上游側，使得原為侵蝕海岸轉變為淤積海岸。本區在防波堤興建期間呈現明顯侵蝕現象，平均年侵蝕量約 84.6 萬 m^3 ，其原因恐係北防波堤構築後，東北季風波浪作用於堤體，反射波浪侵蝕海岸灘沙。故基港局、水利局及住都局三單位，於民國 83 年在此區域構築五支 80m 長離岸潛堤及五支 80m 長突堤，以保護八里污水處理廠相鄰海岸免遭侵蝕。前述海岸侵蝕現象為海岸地形因應結構物而調整平衡之短期現象，故在興建完成後逐漸回復淤積現象，平均年淤積量約 116.6 萬 m^3 ，其中在北淤沙區平均年淤積量約 33 萬 m^3 ，預期未來河口淤積現象仍將持續發生，河口三角洲向外前進，北淤沙區逐漸形成河口淺灘溼地。

2.5.3 台北港港址海岸

1.建港前海岸變遷趨勢

民國 75 年以前本段海岸原為侵蝕最為嚴重之海岸，八里海水浴場之灘沙幾乎已侵蝕殆盡。民國 75 年以後，淡水河禁採沙及鄰近海岸突堤之影響，依水利局監測結果，本區略有回淤現象平均年淤積量約 90.5 萬 m^3 ，主要發生在 -5.0m 以內水域。

2.建港後海岸變遷趨勢

台北港工址如僅就地形圖比對，在興建期間海床平均年侵蝕量約 145.3 萬 m^3 ，惟其中在民國 85 年之前，基港局於本區實施浚挖工程，浚挖量合計約 318 萬 m^3 ，經修正歸因自然外力所造成地形改變為年平均侵蝕 39.3 萬 m^3 ，仍屬侵蝕性海岸。惟民國 85 年~90 年間，港址反成為淤積性海域，比對測圖結果年平均淤積量約 155.8 萬 m^3 。由於基港局於民國 88 年前在本區實施浚挖，浚挖量約 410 萬 m^3 ，經修正歸因自然外力所造成地形改變為年平均淤積量約 237.8 萬 m^3 。

2.5.4 港口以南至林口電廠海岸

1.建港前海岸變遷趨勢

依水利局監測結果，本段海岸年平均淤積量約 101.5 萬 m^3 (D, E 區合計)。惟依住都局與港務局測圖比較，為年平均侵蝕 44.6 萬 m^3 。此相反結果恐係計算範圍不同，或測圖誤差所造成。但基本上本海岸侵淤變化量不大之，相對較其他區域穩定

2.建港後海岸變遷趨勢

本海岸在興建期間呈侵蝕現象，但防波堤興建完工後呈淤積。

第三章 台北港海岸地形變遷模式建立

由於影響淡水、八里海岸地形變遷之因素相當複雜，本計畫主要將依台北港建設現況佈置、二期工程配置、離岸物流倉儲區完成、遠期工程及台北公共工程剩餘土填海區完成之佈置，分別依次進行海岸地形變遷數值模擬，應用之數值計算程式為丹麥水力研究所發展的 MIKE 21 數值模式，其運用計算之模組如下：近岸波浪模式(MIKE 21 NSW)：計算二維波浪場，解析近岸地區波浪場分佈。水動力模式(MIKE 21 HD)：計算二維流場模擬，解析流場特性。漂砂輸送模式(MIKE 21 ST)：為二維漂砂輸送模擬。

3.1 近岸波浪模式 (MIKE 21 NSW 模式)

波浪場計算採 DHI 的近岸風浪數值模式 MIKE 21 NSW 來模擬。本模式為一定常性及具方向性的多變數波浪模式，模式中輸入示性波高 H_s 、平均週期 T_m 、平均波 θ_m 向與方向分佈係數(Directional Spreading Factor)以表示入射波浪頻譜分佈。

基本方程式根據波浪頻譜之能譜密度守恒推導而得，以零階(m_0)及一階(m_1)的頻譜動差函數為變數，將其守恒方程式(Holthuisen et al.,1989)表示如下：

$$\begin{aligned} \frac{\partial(C_{gx}m_0)}{\partial x} + \frac{\partial(C_{gy}m_0)}{\partial y} + \frac{\partial(C_{g\theta}m_0)}{\partial \theta} &= T_0 \\ \frac{\partial(C_{gx}m_1)}{\partial x} + \frac{\partial(C_{gy}m_1)}{\partial y} + \frac{\partial(C_{g\theta}m_1)}{\partial \theta} &= T_1 \dots\dots\dots(3.1) \end{aligned}$$

式中： $m_0(x,y,\theta)$ ：零階頻譜動差函數
 $m_1(x,y,\theta)$ ：一階頻譜動差函數

C_{gx}, C_{gy} : 群波波速在 x, y 方向之分量

C_0 : 波向線與群波波向線角度變化率

θ : 波浪進行方向

T_0, T_1 : 能量與外力項

其中第 n 階頻譜動函數之定義如下：

$$m_n = \int A(\omega, \theta) d\omega \dots\dots\dots (3.2)$$

ω : 角頻率

$A(\omega, \theta)$: 各方向頻譜之頻譜密度

由 MIKE 21 NSW 得到的二維陣列組成的基本結果包含

1. 示性波高 H_s
2. 主波週期 T_m
3. 主波方向 θ_m
4. 方向標準偏差 σ

示性波高 H_s 的定義為

$$H_s = 4\sqrt{E_1} \dots\dots\dots (3.3)$$

其中，波的總能量 E_1 為

$$E_1 = \int_0^{2\pi} E(\theta) d\theta \dots\dots\dots (3.4)$$

主波週期 T_m 的定義為

$$T_m = 2\pi / \omega_1 \dots\dots\dots(3.5)$$

其中

$$\omega_1 = \frac{\int_0^{2\pi} \int_0^\infty \omega E(\omega, \theta) d\omega d\theta}{\int_0^{2\pi} \int_0^\infty E(\omega, \theta) d\omega d\theta} \dots\dots\dots(3.6)$$

主波方向 θ_m 和方向標準偏差 σ 的定義為

$$\theta_m = \arctan(b / a) \dots\dots\dots(3.7)$$

$$\sigma = 2(1 - (a^2 + b^2)^{1/2})^{1/2} \dots\dots\dots(3.8)$$

其中

$$b = \frac{1}{E_1} \int_0^{2\pi} \sin(\theta) E(\theta) d\theta \dots\dots\dots(3.9)$$

而主波方向 θ_m 被定義為與 X 軸的夾角逆時針方向為正，亦可由包含 X,Y 方向的向量 $U=(u,v)$ 所構成的二維陣列，去表示從 MIKE 21 NSW 所得到的結果

其中

$$u = H_s \cos(\theta_m) \dots\dots\dots(3.10)$$

$$v = H_s \sin(\theta_m) \dots\dots\dots(3.11)$$

U 的向量圖符號  可以用來表示模式範圍裡的主波方向， MIKE 21 NSW 並提供輻射應力 S_{xx}, S_{xy}, S_{yy}

定義為

$$S_{xx} = \rho \frac{g}{2} (F_u + F_p) \dots\dots\dots(3.12)$$

$$S_{xy} = \rho \frac{g}{2} F_{uv} \dots\dots\dots(3.13)$$

$$S_{yy} = \rho \frac{g}{2} (F_v + F_p) \dots\dots\dots(3.14)$$

其中 F_u, F_{uv}, F_v 和 F_p 為

$$F_u = \int_0^{2\pi} \cos^2(\theta)(1+G)E(\theta)d\theta \dots\dots\dots(3.15)$$

$$F_{uv} = \int_0^{2\pi} \sin(\theta)\cos(\theta)(1+G)E(\theta)d\theta \dots\dots\dots(3.16)$$

$$F_v = \int_0^{2\pi} \sin^2(\theta)(1+G)E(\theta)d\theta \dots\dots\dots(3.17)$$

$$F_p = \int_0^{2\pi} GE(\theta)d\theta \dots\dots\dots(3.18)$$

其中

$$G = \frac{2kd}{\sinh(2kd)} \dots\dots\dots(3.19)$$

3.1.1 模式建立

依據 MIKE 21 NSW 之基本控制方程式可知，計算波浪必須滿足零階與一階動差頻譜之守恒。同時在模式計算時利用有限差分法，配合格網化地形，以求解各網格點的波浪頻譜變數(波高 H_s 、週期 T_m ，波向角 θ_m)。本波浪模式之建立，將依據不同波浪氣候條件(經常性與極端性)進行水域波浪模擬領域外，本工作將依波浪傳遞的主方向，模擬西南季風及東北季風接近時之情況。

3.1.2 波浪模擬的邊界及設定

波浪模擬的邊界條件如下：

- 1.風速和風向係涵蓋整個模式區域。
- 2.在模式中輸入邊界的波浪條件(波高、週期和波向)係沿著模式 Y 軸的邊界。

其中模式之風速和風向、波浪條件 (波高、週期和波向) 將依近年來夏冬二季本水域之調查風速和風向、波浪條件，設定之(如表 3.1)。

表 3.1 近岸風波模式風波條件設定表

風波條件	風		波	
	風速(m/s)	方向	波高(m)	週期(sec)

Case1(冬季)	10	NNE	3.2	8
Case2(夏季)	6	WNW	1.6	6

3.1.3 MIKE 21 模式限制

在波浪模式(NSW)下，波浪是由圖形中 Y 軸方向產生，因此在圖形選擇上需注意陸地與 Y 軸的角度。

3.2 水動力模式 (MIKE 21 HD 模式)

此模式數值計算法是利用有限差分所建立之二維數值模式

3.2.1 控制方程式

本數值模式皆為二維之模式，故在模式中水深垂直方向，將視水體為均質(Homogeneous)，也就是不考慮因水體密度變化所產生之層流效應(Stratified Flow)。此水理模式之控制方程式將由連續方程式(Continuity Equation)及動量方程式(Momentum Equation)所共同組成，輸入空間座標、水深、歷年潮汐資料、風速等實測值，加以計算出流體的流速及水位變化，其控制方程式如下：

1.連續方程式

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial q}{\partial y} = I - e \dots\dots\dots(3.20)$$

2.動量方程式

x 方向：

$$\begin{aligned} \frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{p^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{pq}{h} \right) + gh \frac{\partial \zeta}{\partial x} + \frac{gp\sqrt{p^2 + q^2}}{C^2 h^2} \\ - \frac{1}{\rho_w} \left[\frac{\partial}{\partial x} (h\tau_{xx}) + \frac{\partial}{\partial y} (h\tau_{xy}) \right] - \Omega q - fv v_x + h \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{P_a}{\rho_w} \right) = 0 \end{aligned} \quad \dots(3.21)$$

y 方向：

$$\begin{aligned} \frac{\partial q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{q^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{pq}{h} \right) + gh \frac{\partial \zeta}{\partial y} + \frac{gq\sqrt{p^2 + q^2}}{C^2 h^2} \\ - \frac{1}{\rho_w} \left[\frac{\partial}{\partial y} (h\tau_{yy}) + \frac{\partial}{\partial x} (h\tau_{xy}) \right] - \Omega p - fv v_y + h \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{P_a}{\rho_w} \right) = 0 \end{aligned} \quad (3.22)$$

$\zeta(x, y, t)$	:	水位	(m)
$h(x, y, t)$	:	水深	(m)
$p(x, y, t)$	:	x方向流束密度	(m ³ /s/m)
$q(x, y, t)$	:	y方向流束密度	(m ³ /s/m)
g	:	重力加速度	(m/s ²)
$C(x, y)$	:	Chezy Number	(m ^{1/2} /s)
ρ_w	:	水體密度	(kg/m ³)
Ω	:	科氏力參數，和緯度有關	s ⁻¹
$f(v)$	:	風摩擦係數	
$\tau_{xx}, \tau_{xy}, \tau_{yy}$	:	有效剪應力項	
$P_a(x, y, t)$	:	大氣壓力	(kg/m/s ²)
V, V_x, V_y	:	風速及其 x, y 方向分量	(m/s)
x, y	:	空間座標	(m)
t	:	時間	(sec)
I	:	單位平面源流之大小	(m ³ /s/m ²)
e	:	蒸發損失率	(m/s)

3.2.2 數值方法

此水理模式所使用數值方法，是以有限差分中的 ADI (Alternating Direction Implicit Method) 法，是將控制方程式做時空領域的積分，再利用 Double Sweep (DS) 法來解矩陣，以求每一網格點各方向上的數值解。為方便起見，以下所列之連續方程式及動量方程式皆為 x 方向，y 方向之方程式將予以省略。

1. 穩定條件

水理模式之穩定條件可由 (3.5) 式之判斷，若超過所建議 Courant Number，則可能會使數值發散導致模式不穩定之情形，因此可利用所建議之 Courant Number 值，求得適當之計算時間間距。

$$C_r = \frac{C \cdot \Delta t}{\Delta x} \dots\dots\dots (3.23)$$

$$C = \sqrt{gh} \dots\dots\dots (3.24)$$

Δt : 時間間距 (sec)
 Δx : 網格間距 (m)
 g : 重力加速度 (m^2/s)
 h : 水深 (m)

3.2.3 模式之建立

為求較精確的模擬，本報告將依海域大小分成 M1、M2、M3 三個模式。M1 模式計算區域從北邊的麟山鼻漁港至南方的桃園竹圍，計算區含蓋淡水河口、台北港、林口等附近的水域，其模式水深資料可利用數位板將其水深資料數位化，模式的水深地形如圖 3-1~3-3。M2 模式計算區域從淡水河口至桃園竹圍，如圖 3-4~3-6。M3 模式計算區域從淡水河口至台北縣八里一帶，主要計算台北港附近海域，如圖 3-7~3-9。

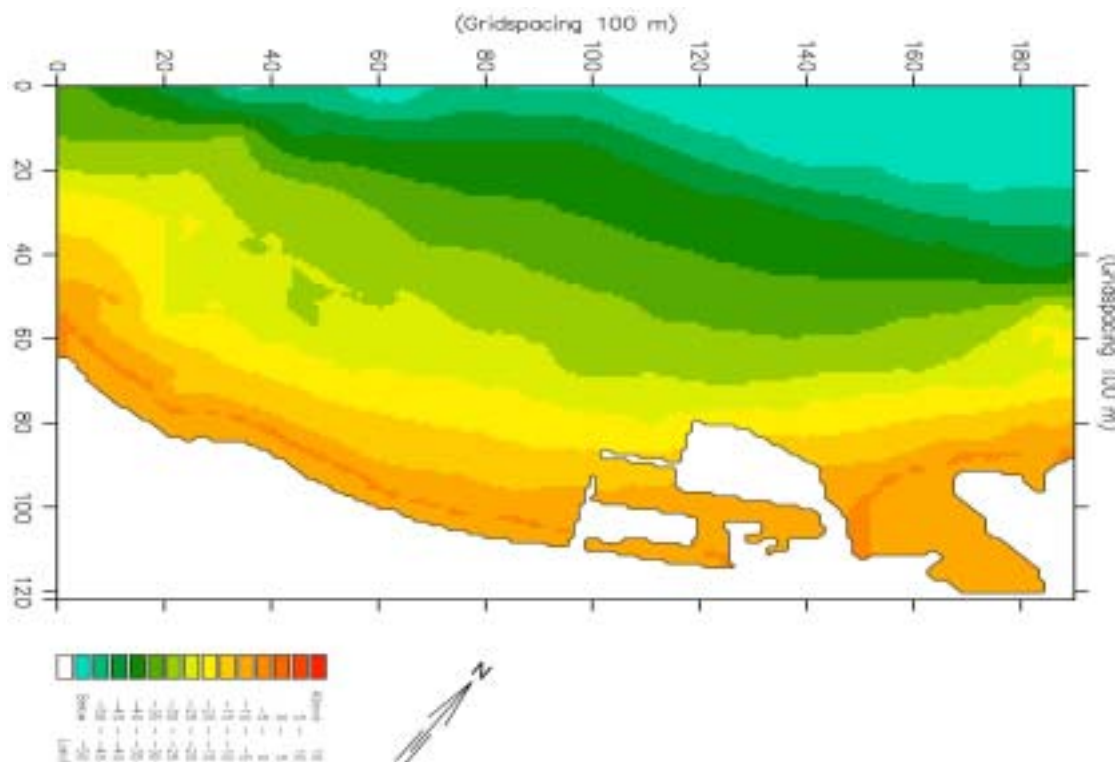


圖 3.5 台北商港附近水域水深地形圖（第二期工程完工）M2

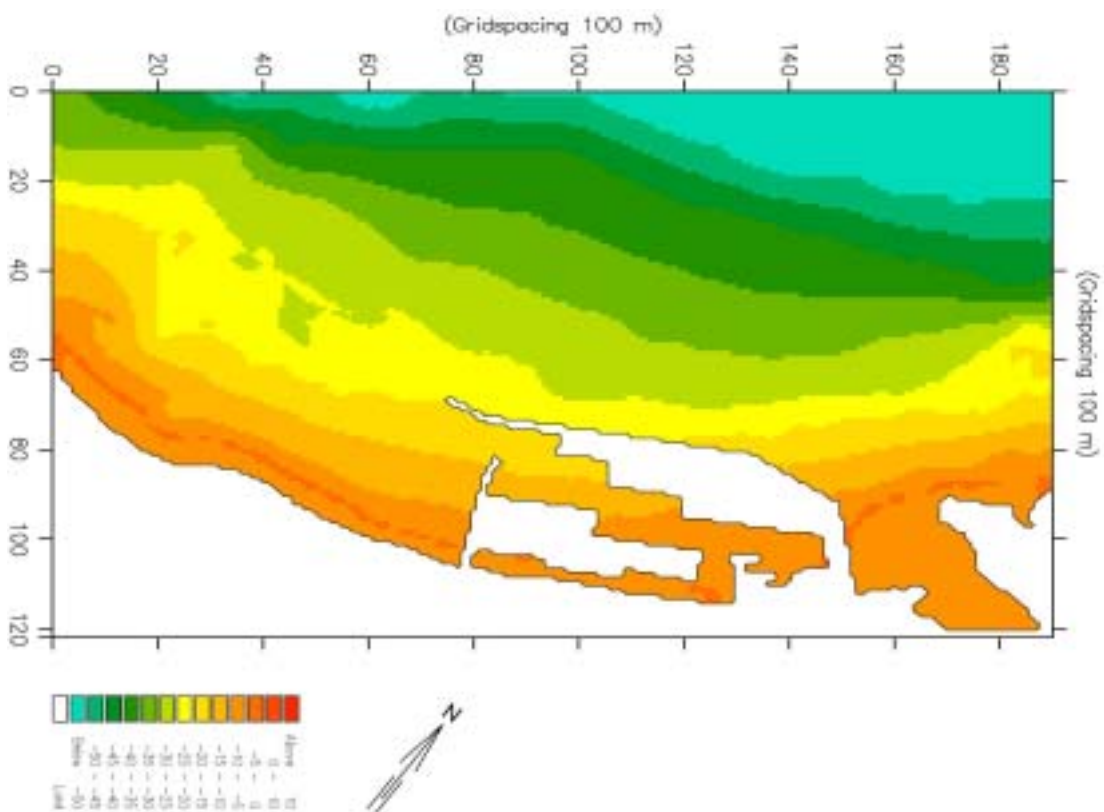


圖 3.6 台北商港附近水域水深地形圖
（第三期工程、倉儲區、遠期工程完工）M2

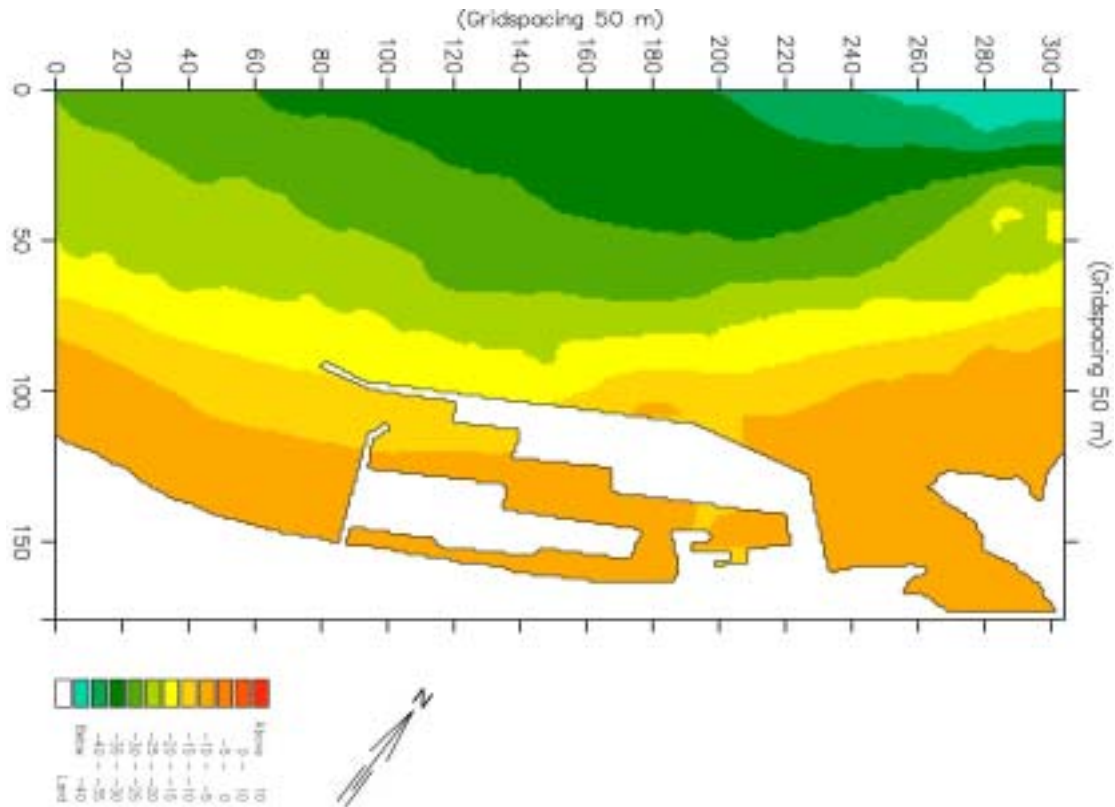


圖 3.9 台北商港附近水域水深地形圖
(第三期工程、倉儲區、遠期工程完工) M3

3.2.4 模式之邊界條件

1. 水理模式之邊界條件一般可分為流量束(Flux)及潮位(Level)變化兩種；本計畫將依實際區域給予不同之設定，在本計畫區中將利用邊界上潮位測站長期資料，將這些記錄利用調和分析(Harmonic Analysis)的方法(DHI，1996)藉由傅利葉級數之轉換可計算出當地潮汐之分潮潮位量及振幅，因此只要再利用級數合成法即可將各分潮之調和常數分潮潮位量與振幅計算，即可求出任一時間之潮位資料；如(3.6)式所示

$$H_1 = H_0 + \sum_{i=1}^n f_i a_i \cos[(u + v) + \bar{w}_i t - k_i] \dots\dots\dots (3.25)$$

2.M1 模式邊界將分別以麟山鼻及竹圍作為本模式北南邊界之控制點，其相關資料將採 麟山鼻實際測站資料加以分析以及“Tide Tables And Tidal Stream Tables Volume 3，1996”內之“Time & Height Differences For Predicting The Tide At Secondary Port”中獲得相關之調和分析常數，計算其潮位求出北、南二邊界之水位，東邊界則取 FLUX 形式。

3.M2 模式邊界則是以 M1 所做出來之結果粹取得來。

4.輻射應力邊界條件已在波浪模式條件(NSW)作計算，再帶入水動力計算範圍作模擬。

表 3.2 水理模式邊界條件之調和分析常數

潮位站名	經度	緯度	M2		S2		K1		O1	
			g°	m	g°	m	g°	m	g°	m
淡水	121°24'	25°11'	313	1.03	351	0.289	244	0.217	208	0.183
竹圍	121°14'	25°07'	316	1.196	355	0.341	248	0.224	211	0.189

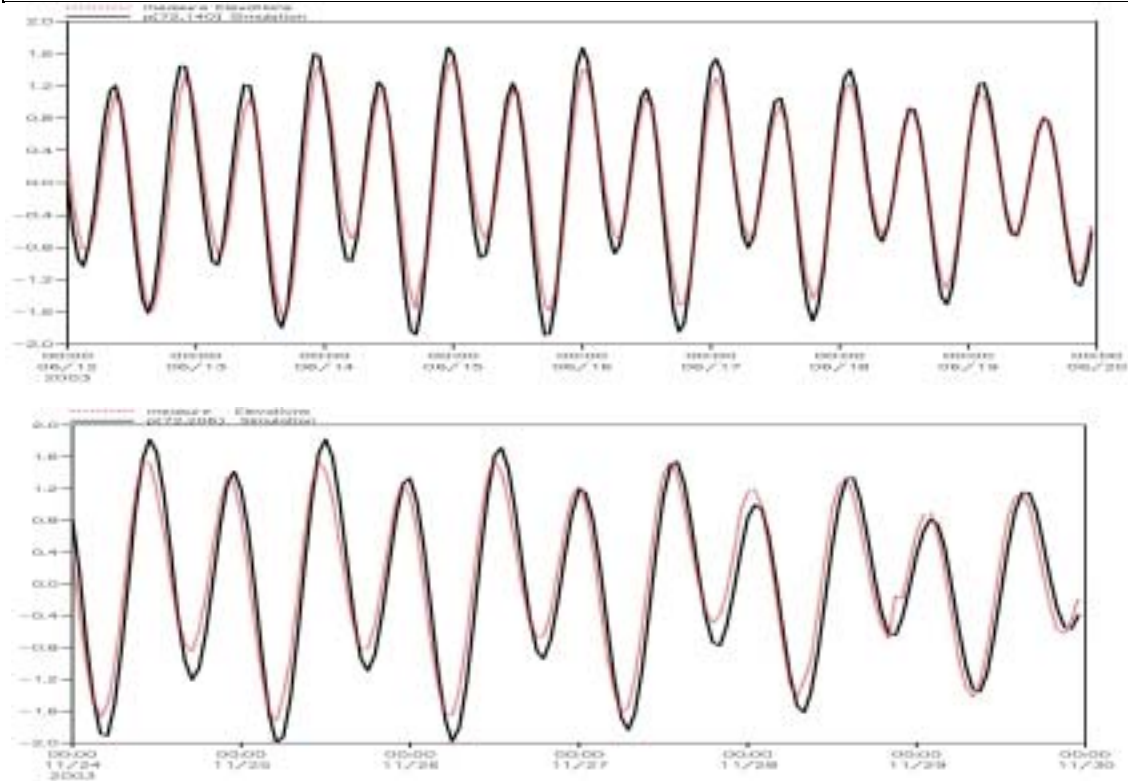


圖 3.10 6 月、11 月潮汐模擬與實測比較圖

3.2.5 模式參數之選定

在水理模式中共有三個參數需要來檢定：底床摩擦係數 (Bed Resistance)、渦流黏滯係數(Eddy Viscosity)及風摩擦係數 (Wind Friction)；以下就是對這三個參數的說明：

1.底床摩擦係數 (Bed Resistance)

由動量方程式(3.3)式、(3.4)式可知，底床摩擦項是受到 Chezy Number 之影響，在水理模式中將以 Manning Number 作為調整底床摩擦力之依據；Chezy Number 與 Manning Number 關係如下：

$$C = Mh^{*1/6} \quad h^* = \frac{1}{2} (h_{j+1} + h_j)_k^n \dots\dots\dots (3.26)$$

C : Chezy Number (m^{1/2}/s)
M : Manning Number(m^{1/3}/s)
h : 水深(m)

2.渦流黏滯係數 (Eddy Viscosity)

此係數主要與動量方程式中有效剪應力項有關；在此將採用 Smagorinski 公式(Smagorinski , 1963)計算之，其方程式如下所示：

$$E = (C_s \cdot \Delta)^2 \left[\left(\frac{\partial U}{\partial x} \right)^2 + \frac{1}{2} \left(\frac{\partial U}{\partial y} + \frac{\partial V}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial V}{\partial y} \right)^2 \right]^{1/2} \dots\dots (3.27)$$

E : 渦流黏滯係數
U,V : x,y方向速度分量 (m/sec)
Δ : 網格間距 (m)
C_s : Smagorinski係數 (0.25 ~ 1.0)

3.風摩擦係數 (Wind Friction)

風力之計算採 Square Law：

$$F_v = f \cdot \frac{\rho_{air}}{\rho_w} \cdot V^2 \dots\dots\dots (3.28)$$

- F_v : 風力
 f : 風摩擦係數
 V : 海平面以上10m處之風速
 ρ_{air} : 空氣密度
 ρ_w : 水體密度

在本計算模式中，將以本地歷年來的平均風速統計情形設定之，主要風向為 NNE 向，風速大多在 10m/s 以下，本模式將以此為風參數設定基準，並採風摩擦係數 $f = 0.001040$ 。

表 3.3 水理模式相關參數設定值

模擬區域	ΔX (m)	ΔY (m)	Δt (sec)	Manning Number	Smagorinsky Factor	風摩擦 係數 f
	150~50	150~50	100	15~30	0.60	0.001040

3.2.6 MIKE 21 模式限制

在水動力模式下(HD)，水流初始設定是由邊界流入，因此時間設定上需往前延伸模擬，模擬結果擷取我們所要的期間即可。

3.3 漂砂輸送模式 (MIKE 21 ST 模式)

3.3.1 MIKE 21 ST 模式

為了計算淡水港附近的漂砂輸送型態，採用 MIKE 21 ST 漂砂輸送模式。某一定點輸砂之多少決定於該點之流速、流向、波高、週期、水深及粒徑特性。由 MIKE 21 HD 模式推算出的流速和流向，MIKE 21

NSW 模式推算出的波高、週期以及底床質的資料，MIKE 21 ST 模式依此結果能夠計算出一給定區域的漂沙輸送能力。這個模式面積必須涵蓋 HD 與 NSW 兩個模式之區域。本計劃以 MIKE 21 ST 模式，計算在港區及河口之漂沙輸送方式，並進而發展成能預估輸砂多寡之預測模式。

漂沙輸送量依據

$$\frac{\partial z}{\partial t} + \frac{1}{1-n} \left(\frac{\partial q_x}{\partial x} + \frac{\partial q_y}{\partial y} \right) = 0 \dots\dots\dots (3.29)$$

$z(x,y,t)$ ：水深或海底底床高程 (m)

$q_x, q_y(x,y,t)$ ：模擬期間之 X,Y 方向平均漂沙傳輸率 ($m^3/s/m$)

n ：底質孔隙率

x, y ：空間座標 (m)

t ：時間 (sec)

$q_x, q_y(x,y,t)$ 計算如下

$$\Phi = \frac{q}{\sqrt{(s-1)gd^3}} \dots\dots\dots (3.30)$$

q ：每單位寬度底床漂砂傳輸

s ：漂砂相對密度

d ：中值粒徑

3.3.2 模式參數之選定

將水動力模式所得流場之流速、流向與近岸風波模式所得之波場

結果，配合計劃區之底質特性，利用漂沙傳輸模式（MIKE 21 ST 模式）計算此地區海域漂沙傳輸現象，本漂沙傳輸之基本漂沙特性與參數設定如下：

1.水溫

以計算底床沉載之沉降速度，夏天水溫設為 30°C，冬天水溫設為 15°C 計算之。

2.底床輸沙顆粒比重

指漂沙密度和水密度之比，此取底床輸沙顆粒比重為 2.65。

3.底質孔隙率 0.4

4.碎波參數：採用 Battjes and Janssen 所提之 γ_1 ， γ_2 做為判斷指標。

5.底質粒徑

輸沙粒徑採用現場中值粒徑平均值 d_{50} 及分級參數 σ_g (表 3-4、表 3-5)。

6.底床承載傳輸係數 B

B 值一般介於 1~5 之間，通常在碎波區外設 B=1，在碎波區內 B 值設為 5。

7.底床摩擦係數

夏天底床摩擦係數設為 30，冬天底床摩擦係數設為 20 計算之。

8.風波條件

夏季：入射波波高 1.6m、週期 6sec 和波向 WNW，

風速 6m/s、風向 WNW。

冬季：入射波波高 3.2m、週期 8sec 和波向 NNE，

風速 10m/s、風向 NNE。

3.3.3 MIKE 21 模式限制

在飄砂輸送模式(ST)下，可以算出 X 方向及 Y 方向漂砂侵蝕或者是累積，X 與 Y 方向疊加之後僅能模擬出泥沙傳輸的趨勢，而無法表示出侵蝕或者淤積的現象。

表 3.4 參數設定

Y 軸與正北夾角 55°	水平面 0°
碎波 r1= 1 r2= 0.8	波浪摩擦係數 KN= 0.0012
Smagorinsky Formula Cs-fac.=0.5	底床摩擦 夏季 30 冬季 25
底質粒徑依實測各斷面帶入	砂密度 2.65
水溫：夏 30°C 冬 15°C	Discrete directions 格點 13, 10°

表 3.5 夏季各點底質樣品中值粒徑表 (單位：mm)

水深 測線	15	10	5	0
15	-	0.17	0.16	0.40
14	0.19	0.20	0.19	0.35
13	0.12	0.19	0.20	0.24

12	0.18	0.18	0.18	0.41
11	0.21	0.18	0.18	0.46
10	0.26	0.22	0.21	0.42
9	0.34	0.19	0.20	0.43
8	0.34	0.19	0.17	0.29
7	0.35	0.20	0.16	0.26
6	0.56	0.18	0.19	0.39
5	0.38	0.17	0.26	0.32
4	0.36	0.21	0.26	0.32
3	0.30	0.25	0.21	0.34
2	0.30	0.37	0.42	0.35
1	0.36	0.22	0.18	0.32

註：取樣日期 80/05/27，80/05/29，80/06/02

資料來源：基隆港務局，「八里、淡水地形變遷防治研究」

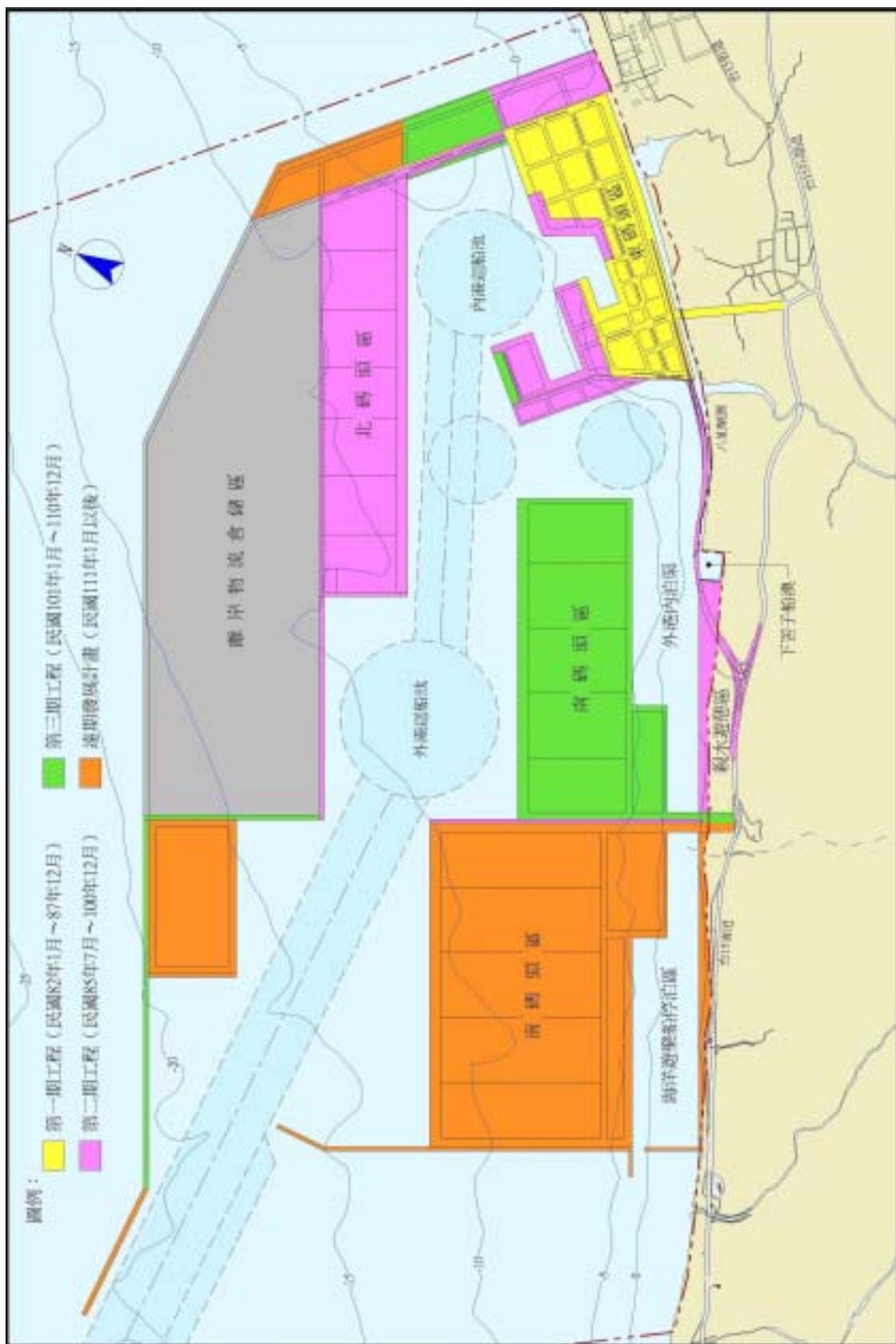
表 3.6 冬季各點底質樣品中值粒徑表 (單位：mm)

水深 測線	15	10	5	0
15	0.19	0.13	0.18	0.30
14	0.28	0.20	0.18	0.33
13	0.19	0.17	0.18	0.33

12	0.19	0.17	0.39	0.33
11	0.16	0.18	0.30	0.34
10	0.10	0.90	0.18	0.34
9	0.30	0.18	0.39	0.31
8	0.36	0.16	0.18	0.36
7	0.36	0.16	0.18	0.39
6	0.43	0.19	0.18	0.46
5	0.35	0.20	0.16	0.30
4	0.35	0.16	0.22	0.31
3	0.30	0.15	0.19	0.25
2	0.23	0.16	0.19	0.32
1	0.32	0.16	0.18	0.30

註：取樣日期 80/10/24，80/10/25

資料來源：基隆港務局，「八里、淡水地形變遷防治研究」



第四章 波流及漂砂輸送數值模擬結果

本計畫模擬台北港海岸地形變遷將藉由南北邊界條件，分別依不同的配置及風波條件，針對淡水河口至林口附近水域進行波流場數值計算，其模擬計算結果將分述如下：

4.1 波場模擬結果

在波場部分依不同的入射波條件，東北風，波高 3.2m、週期 8sec 和波向 N 及波高 1.6m、週期 6sec 和波向 NNE，其各配置之波場計算，結果如圖 4-1~圖 4-24，整體而言，就現況水域，受到水域淺化及水域開發建設的影響，當波浪更接近岸邊時能量損失漸增，其中以淡水河口、台北港區、林口附近水域最明顯，波浪偏折情形主要也集中在這幾個水域，在東北風吹襲時，港區水域靜穩影響較小，不論入射波波高 3.2m 或 1.6m，港區內平均波高都在 1.0m 以下，而在港區第三期、遠期工程建設逐步完成後，港區水域也愈趨穩定。

除了台北港區外，淡水河河口受河口地形淺化及台北港外廓結構的影響，本區水域波浪傳遞能量消耗較大，波高變化亦較為明顯，而在林口附近水域方面，在台灣北部公共工程剩餘填海區尚未完成之前，波浪能量損耗主要集中在林口南側水域附近，當入射波波高為 3.2m 時，此區域平均波高則在 2.0-3.0m 左右，而當填海區完成之後，除了造成台北港更佳的遮蔽效應外，本區能量損失仍將集中於填海區南側水域，填海區附近也僅發生局部小區域能量變化。

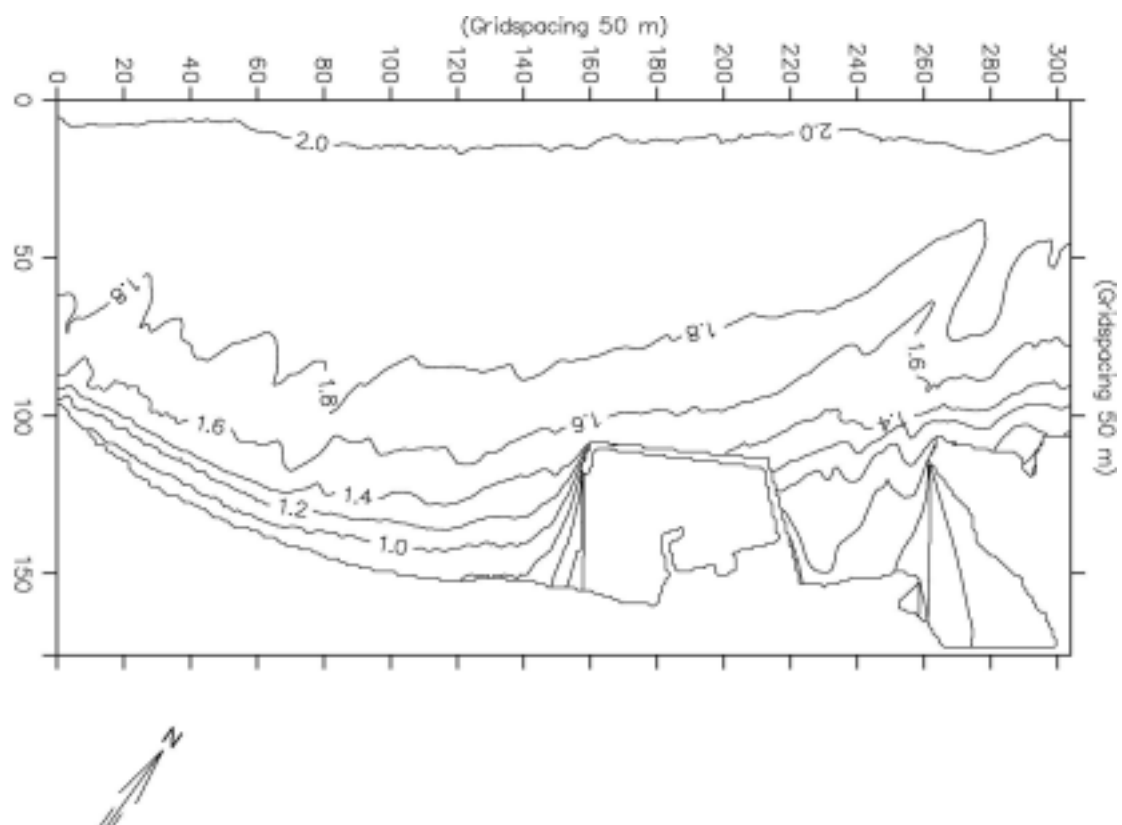


圖 4.1 台北商港附近海域波高分佈圖（第一期工程，冬季）

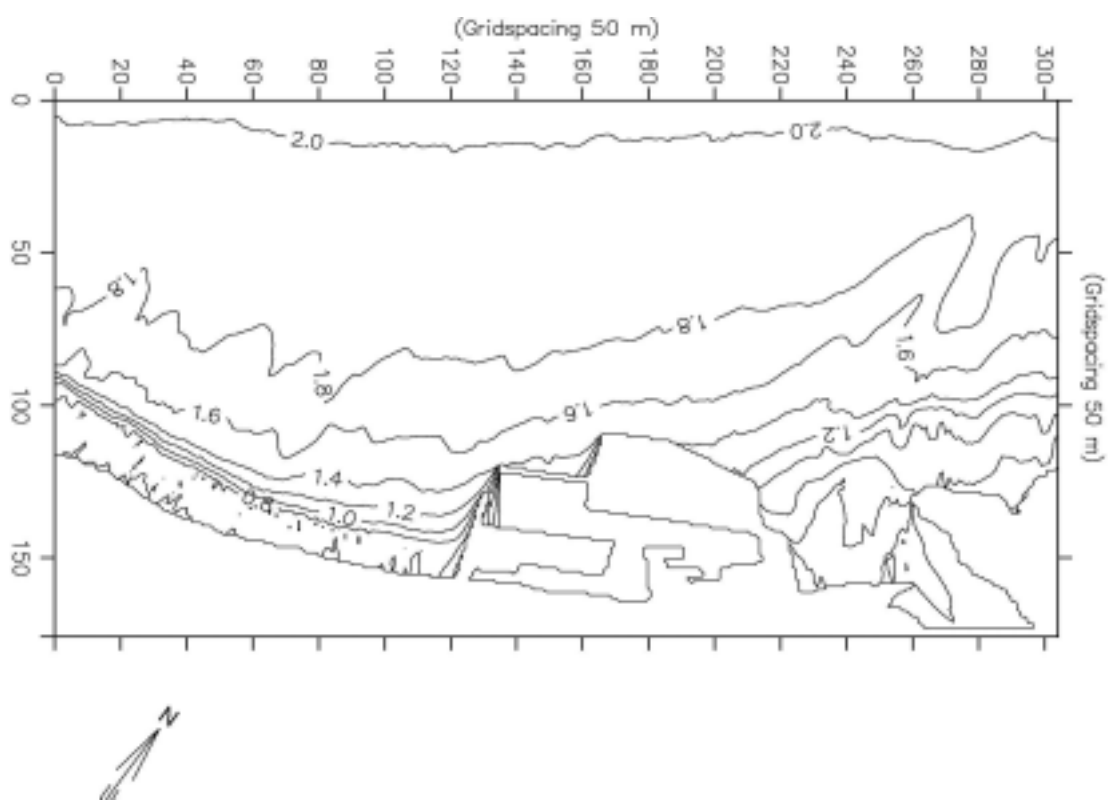


圖 4.2 台北商港附近海域波高分佈圖（第二期工程，冬季）

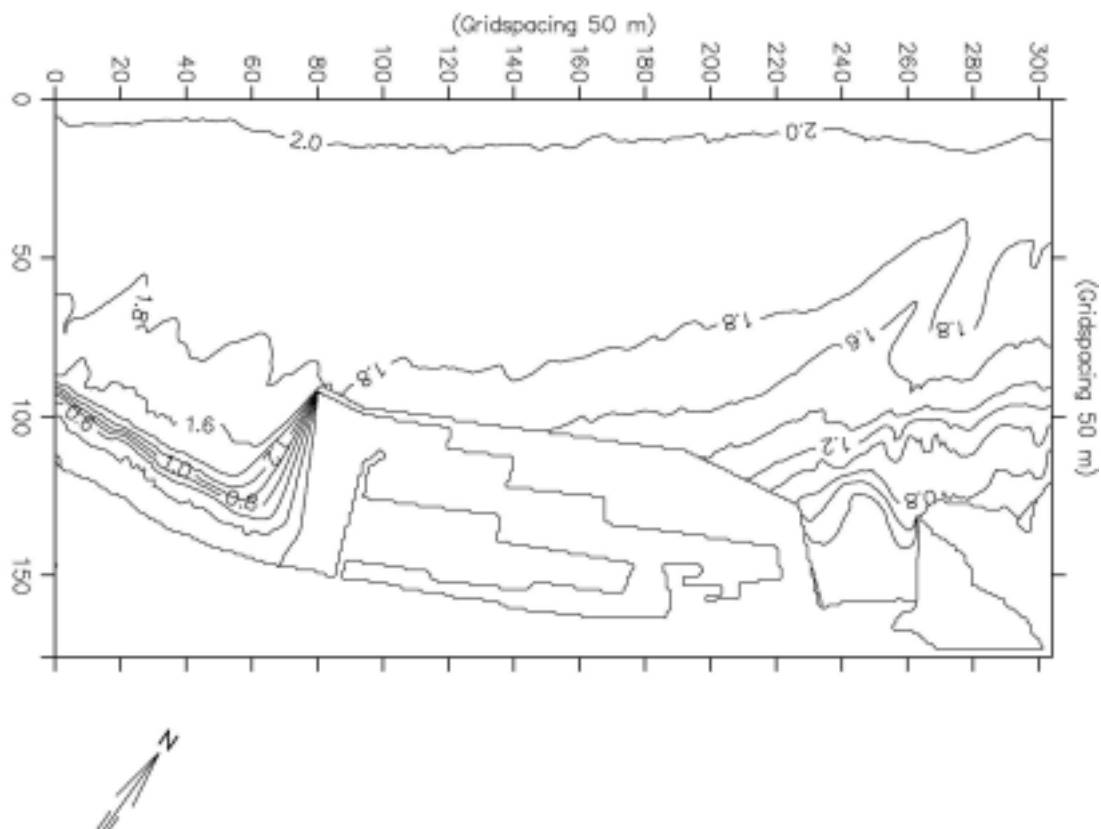


圖 4.3 台北商港附近海域波高分佈圖（第三期工程，冬季）

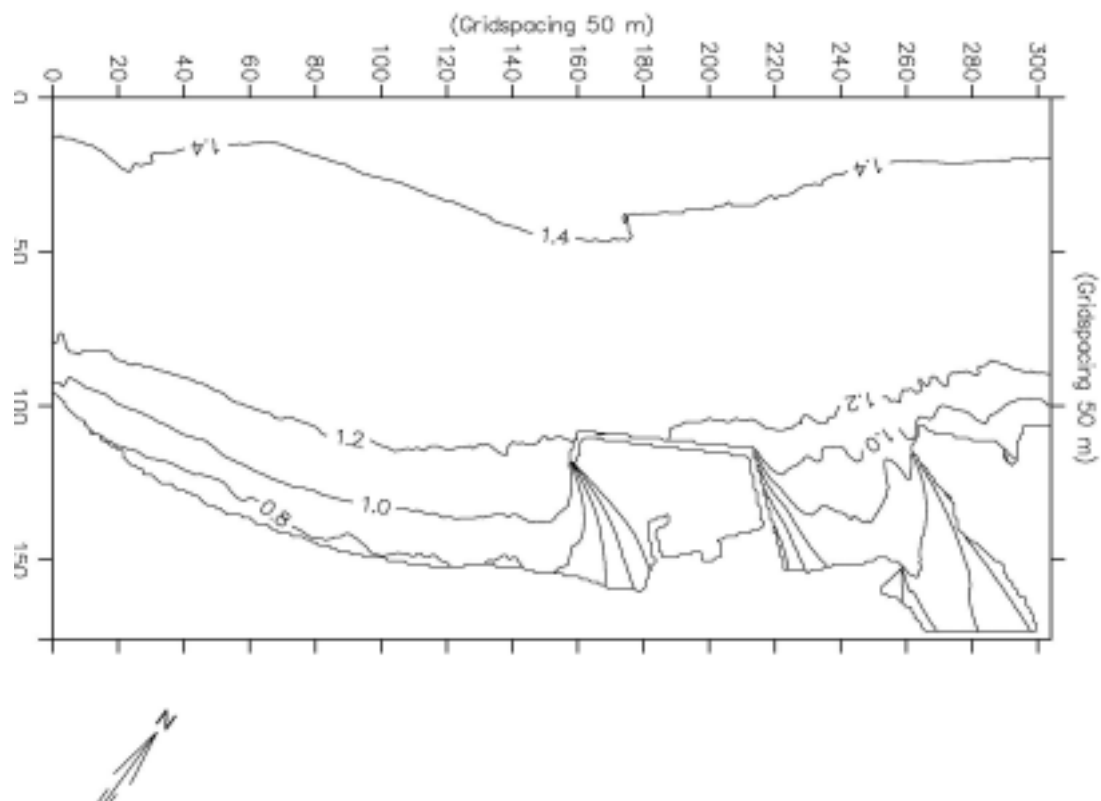


圖 4.4 台北商港附近海域波高分佈圖（第一期工程，夏季）

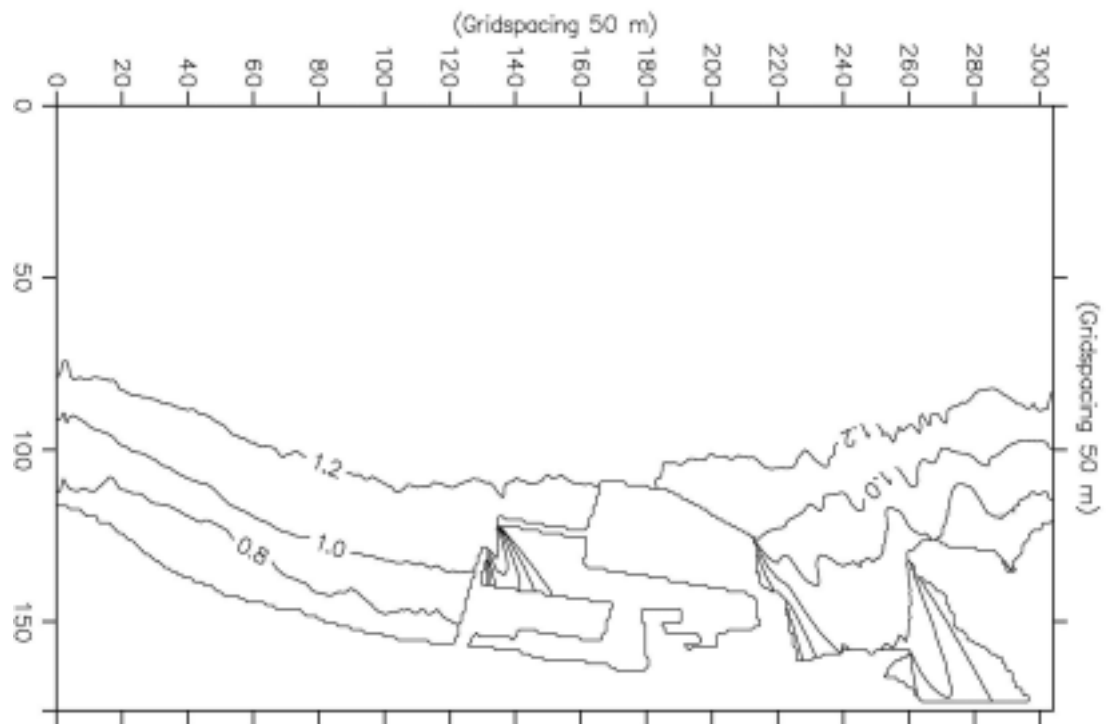


圖 4.5 台北商港附近海域波高分佈圖（第二期工程，夏季）

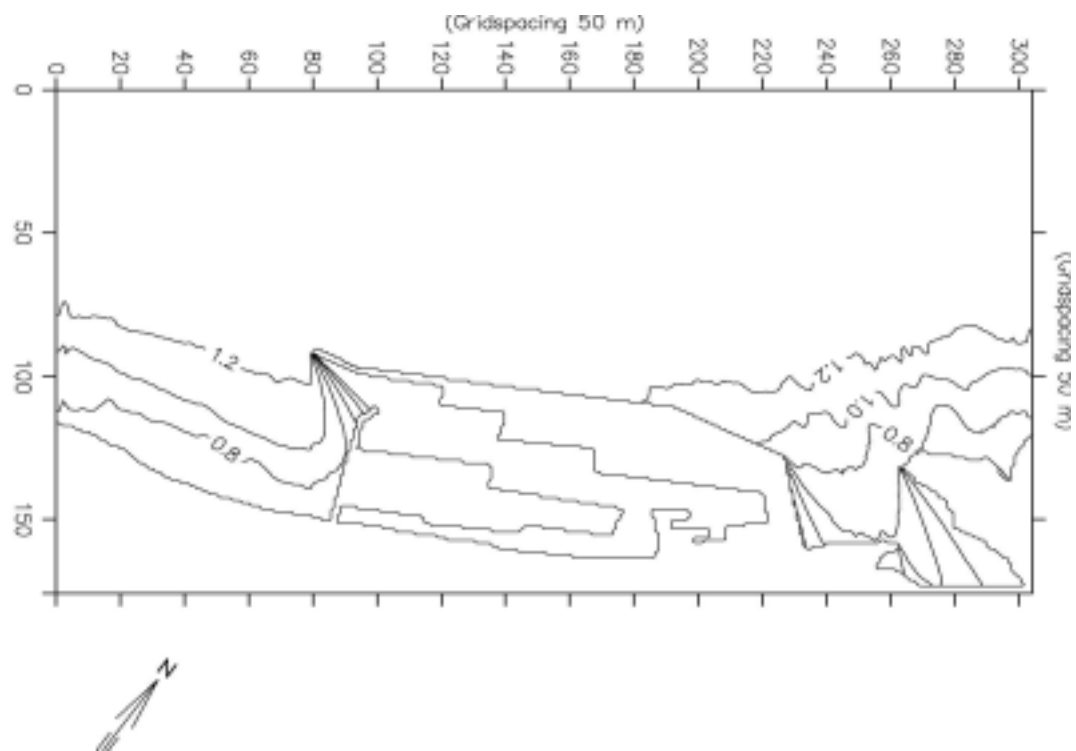


圖 4.6 台北商港附近海域波高分佈圖（第三期工程，夏季）

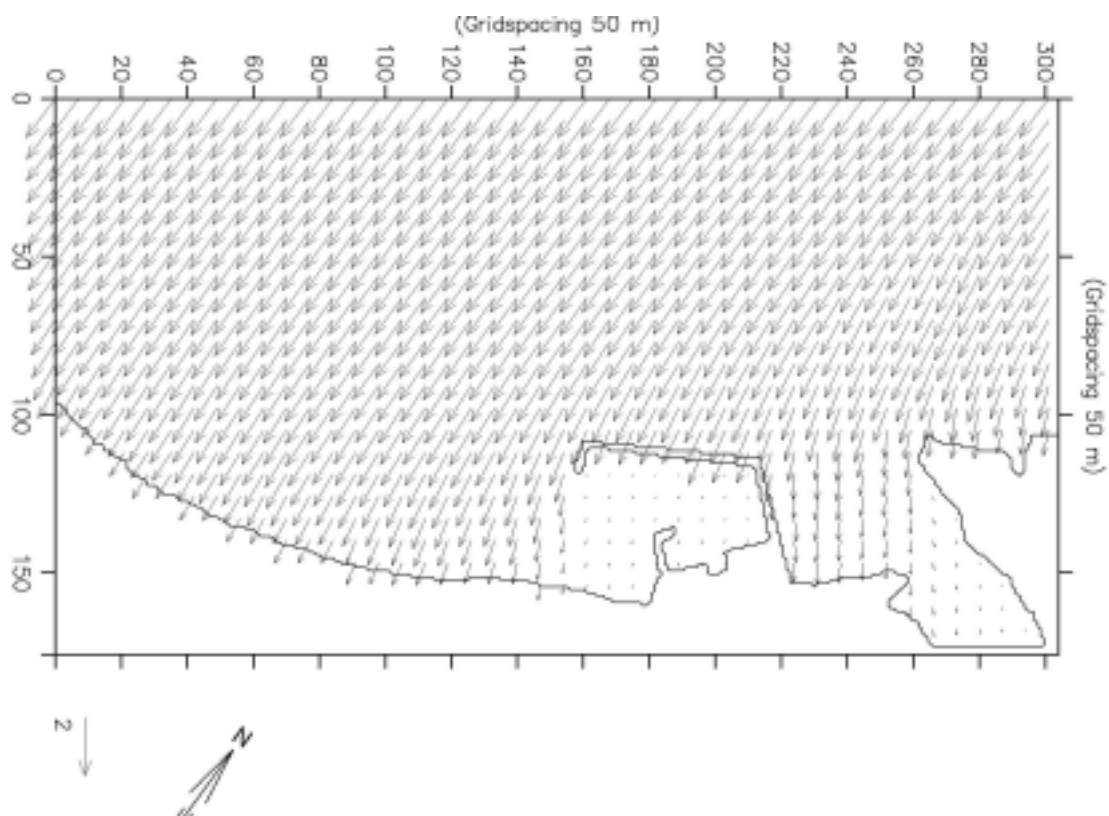


圖 4.7 台北商港附近海域波場向量分佈圖（第一期工程，冬季）

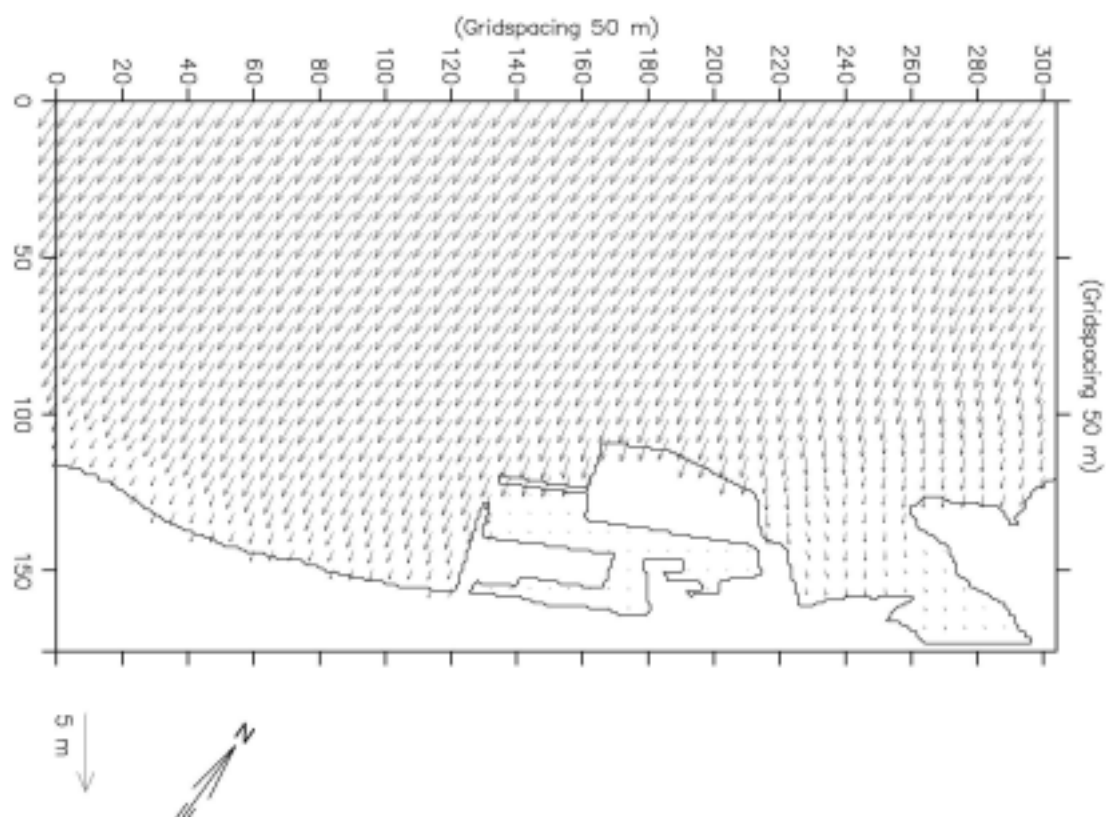


圖 4.8 台北商港附近海域波場向量分佈圖（第二期工程，冬季）

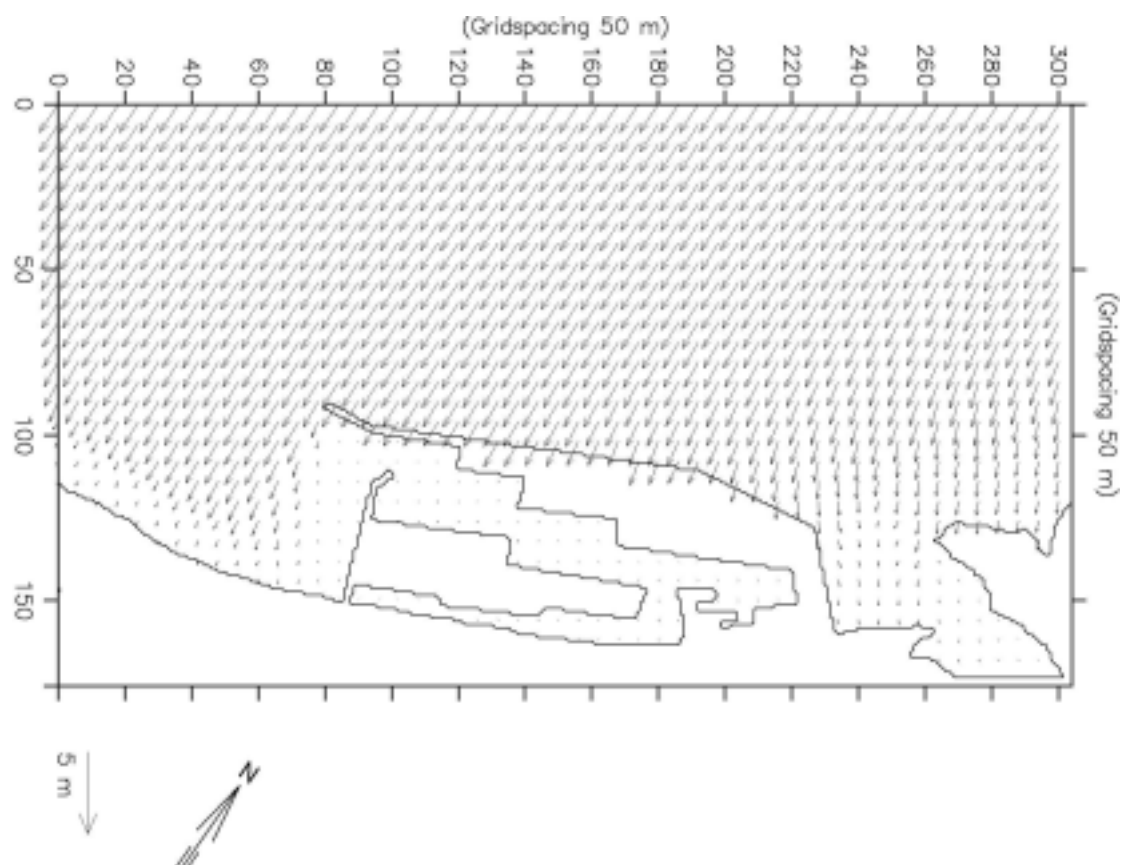


圖 4.9 台北商港附近海域波場向量分佈圖（第三期工程，冬季）

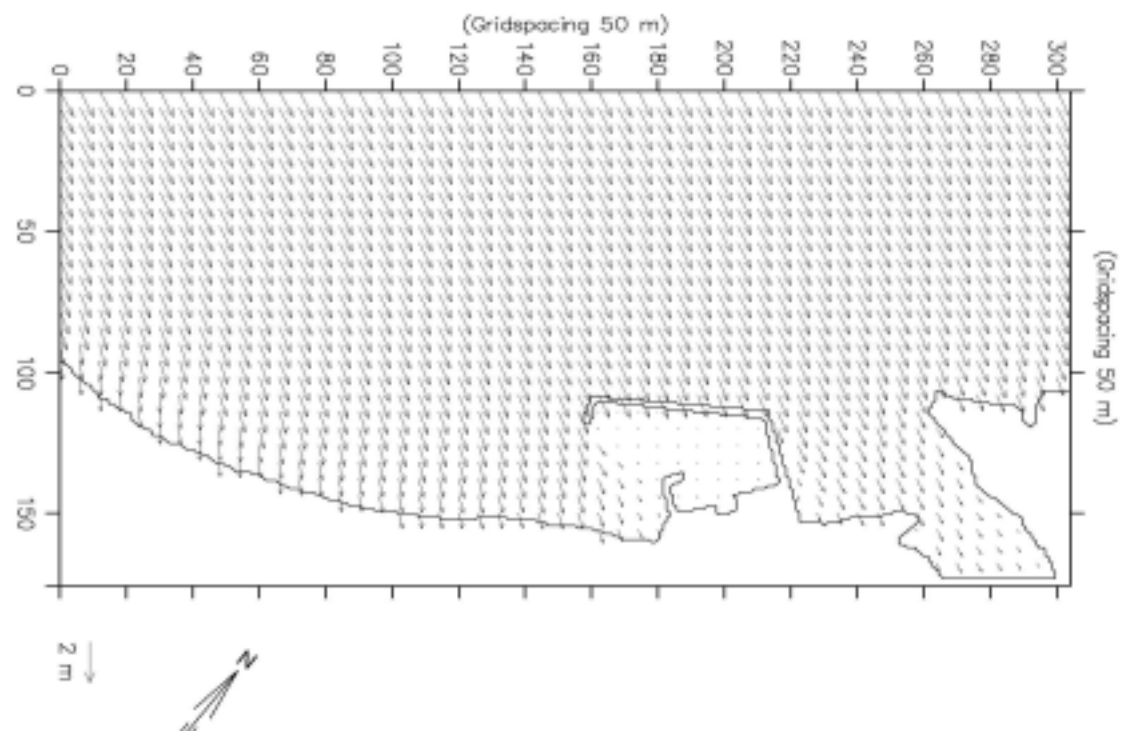


圖 4.10 台北商港附近海域波場向量分佈圖（第一期工程，夏季）

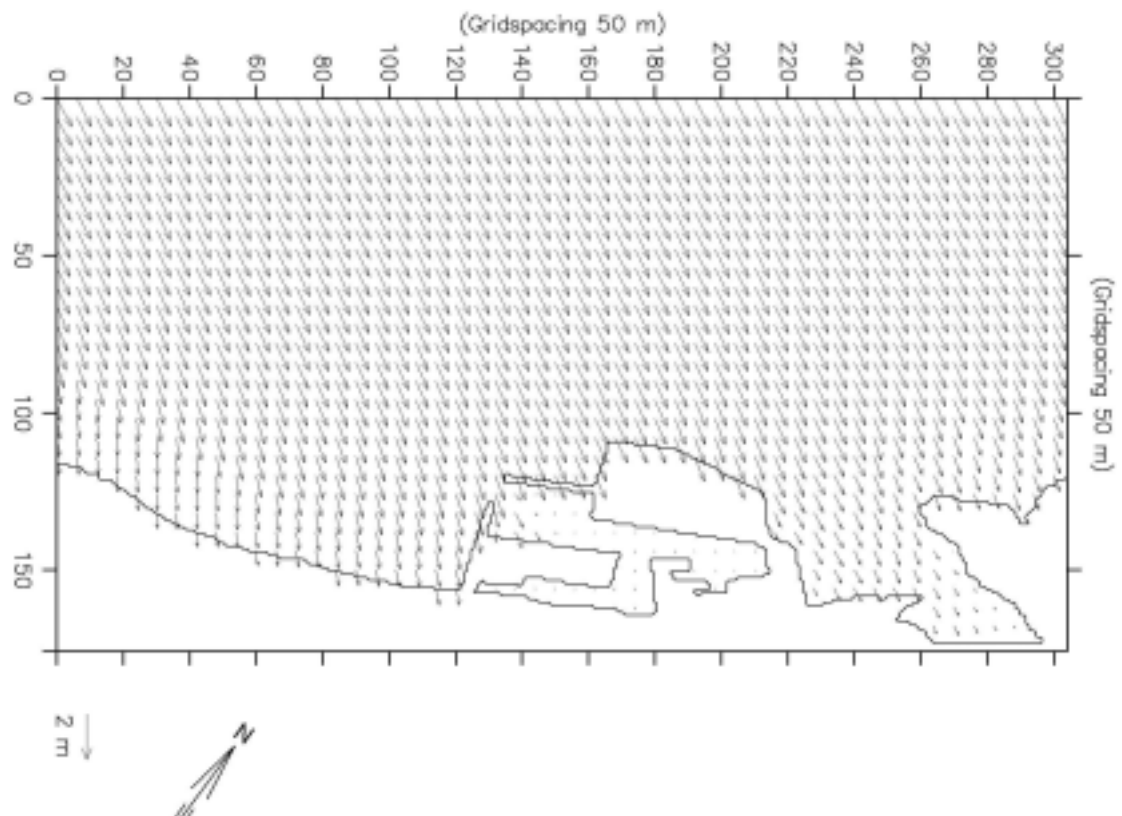


圖 4.11 台北商港附近海域波場向量分佈圖（第二期工程，夏季）

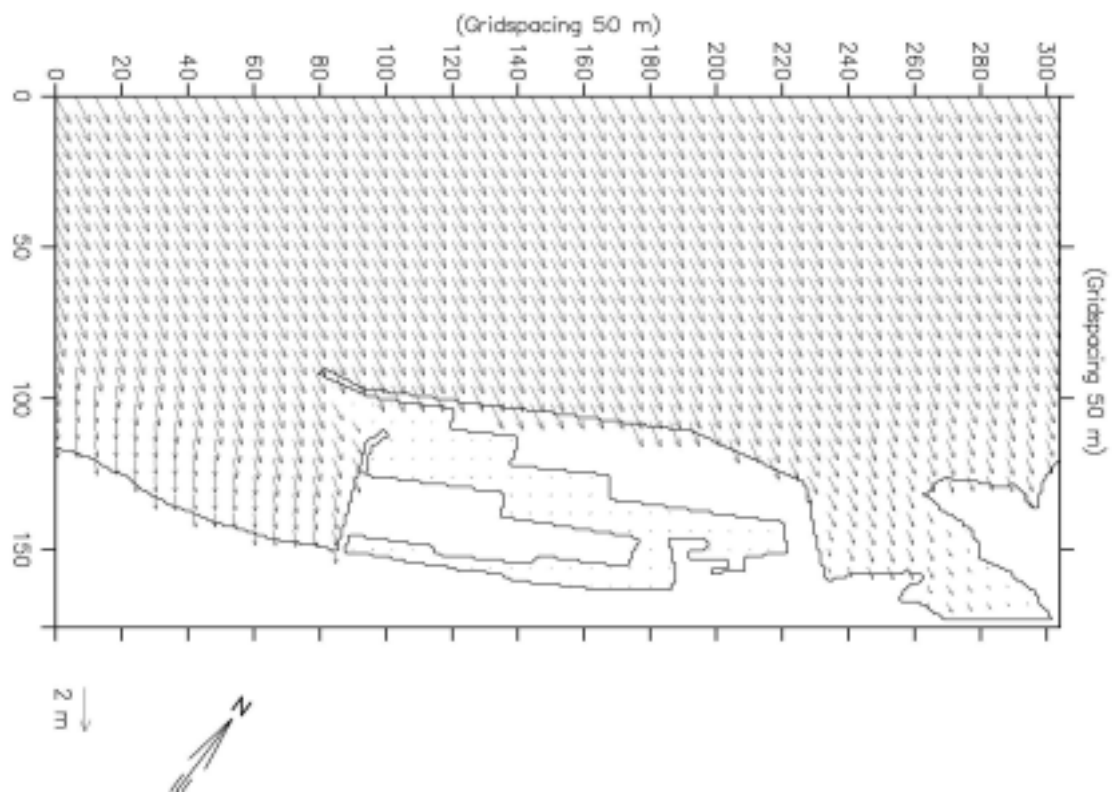


圖 4.12 台北商港附近海域波場向量分佈圖（第三期工程，夏季）

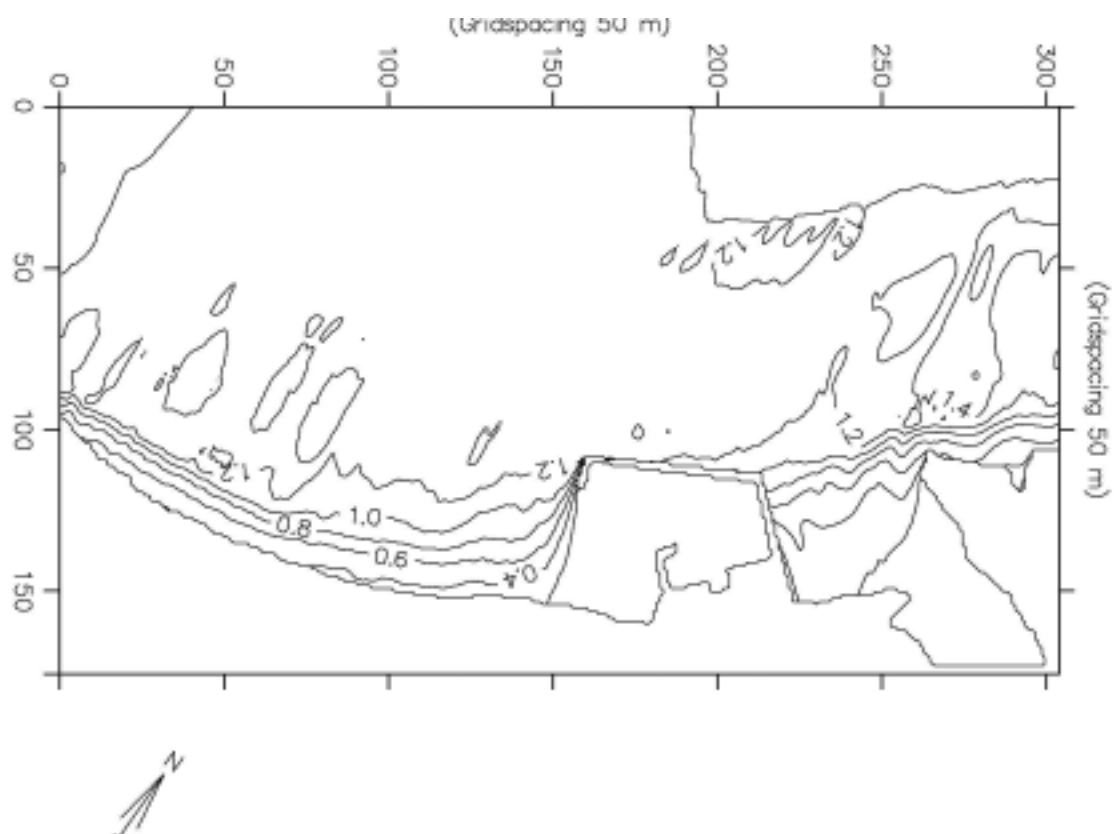


圖 4.13 台北商港附近海域輻射應力 S_{xx} 分佈圖（第一期工程，冬季）

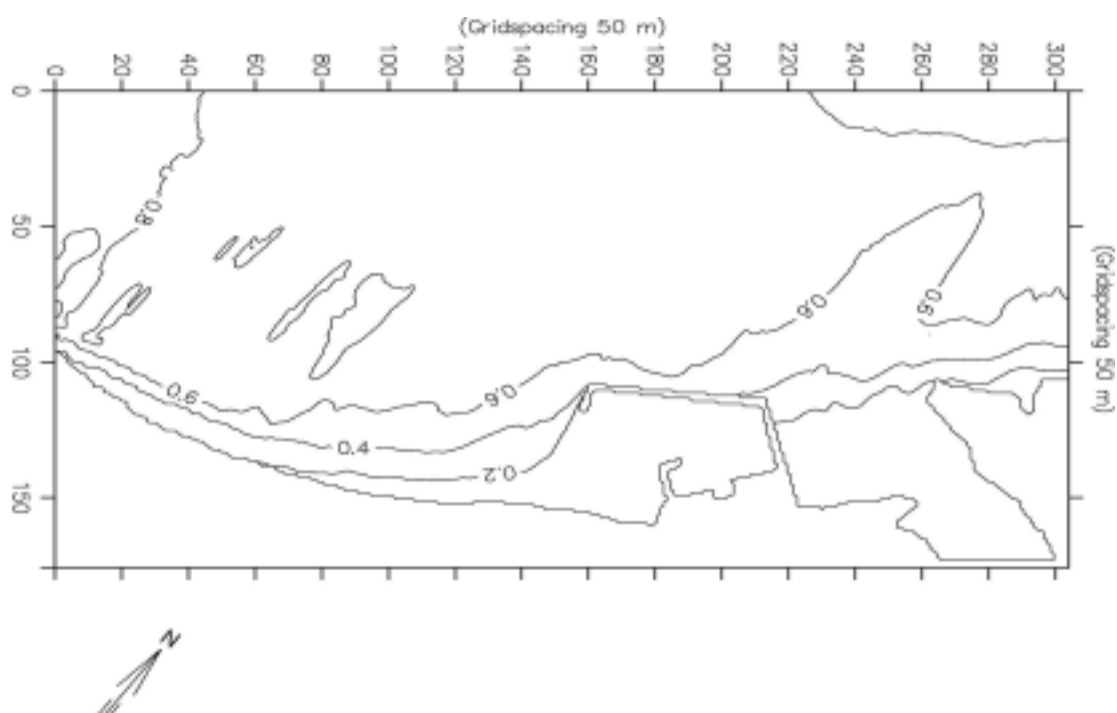


圖 4.14 台北商港附近海域輻射應力 S_{yy} 分佈圖（第一期工程，冬季）

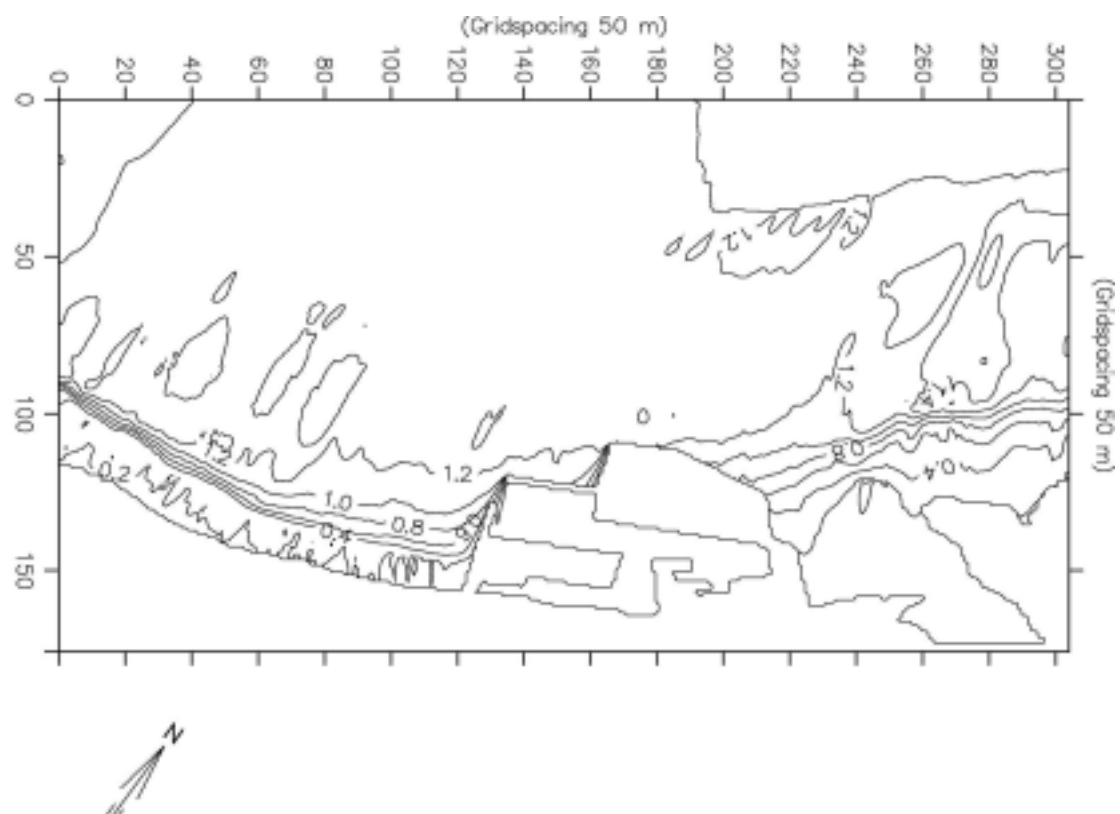


圖 4.15 台北商港附近海域輻射應力 S_{xx} 分佈圖（第二期工程，冬季）

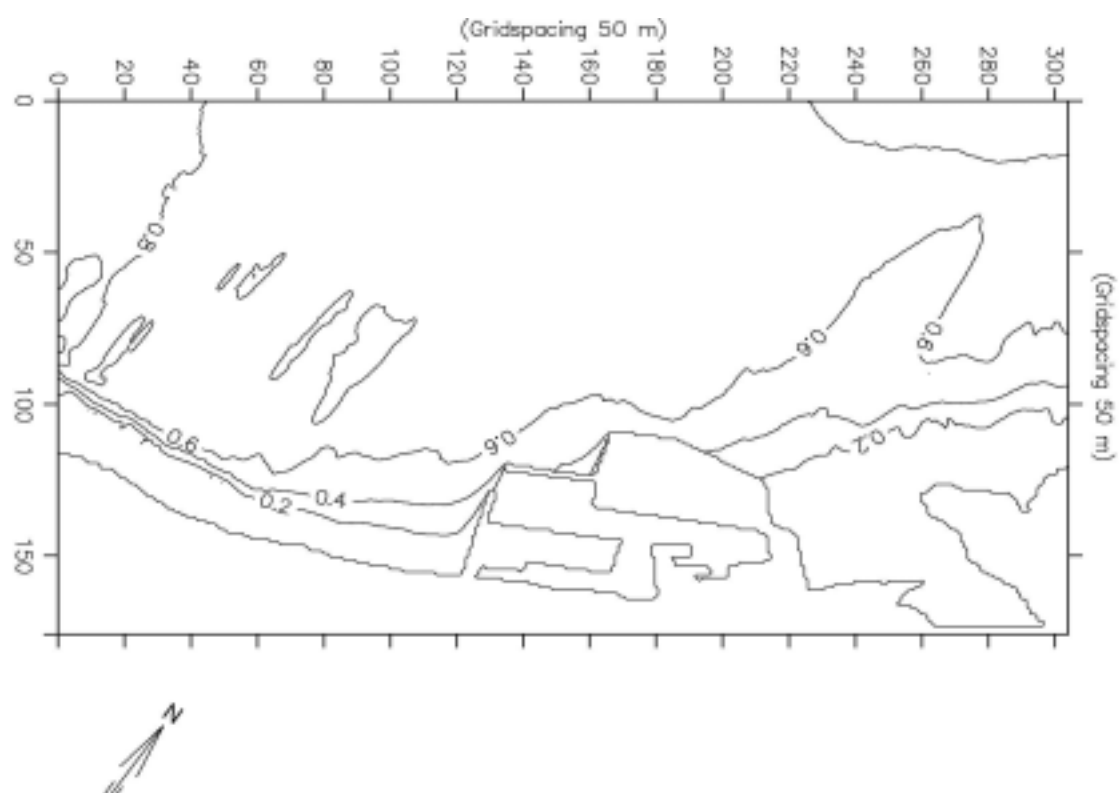


圖 4.16 台北商港附近海域輻射應力 S_{yy} 分佈圖（第二期工程，冬季）

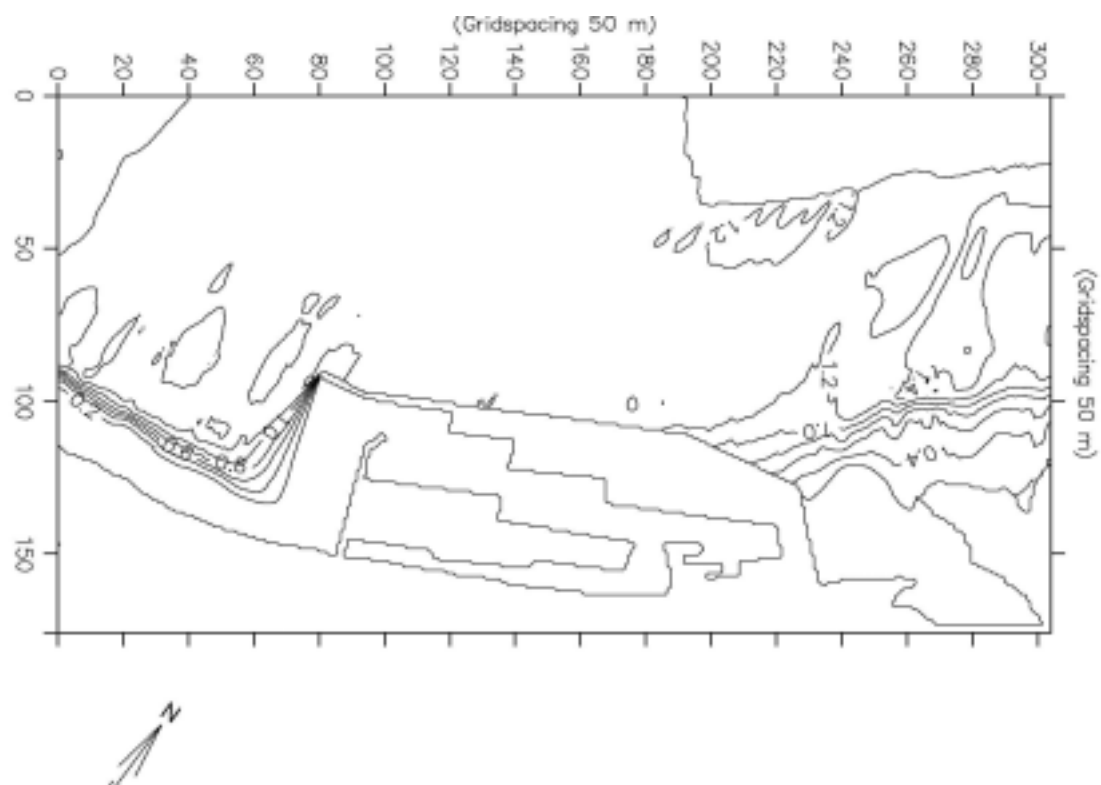


圖 4.17 台北商港附近海域輻射應力 S_{xx} 分佈圖（第三期工程，冬季）

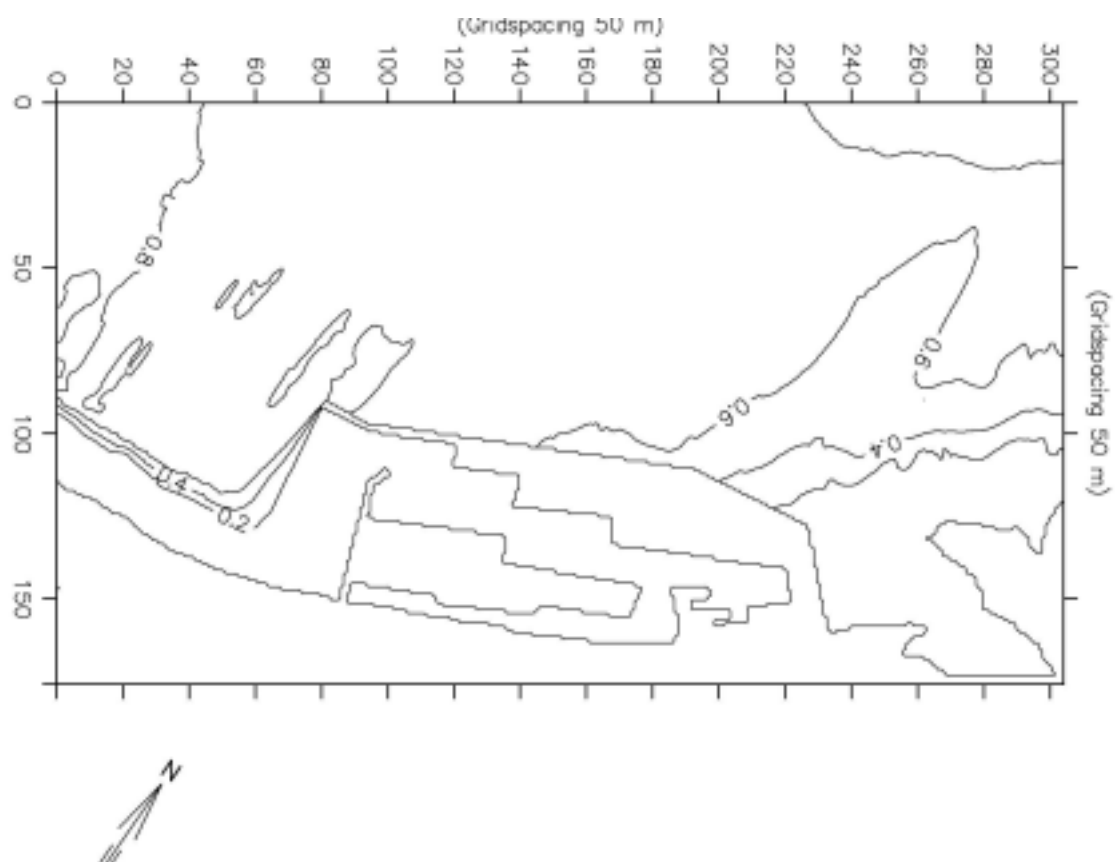


圖 4.18 台北商港附近海域輻射應力 S_{yy} 分佈圖（第三期工程，冬季）

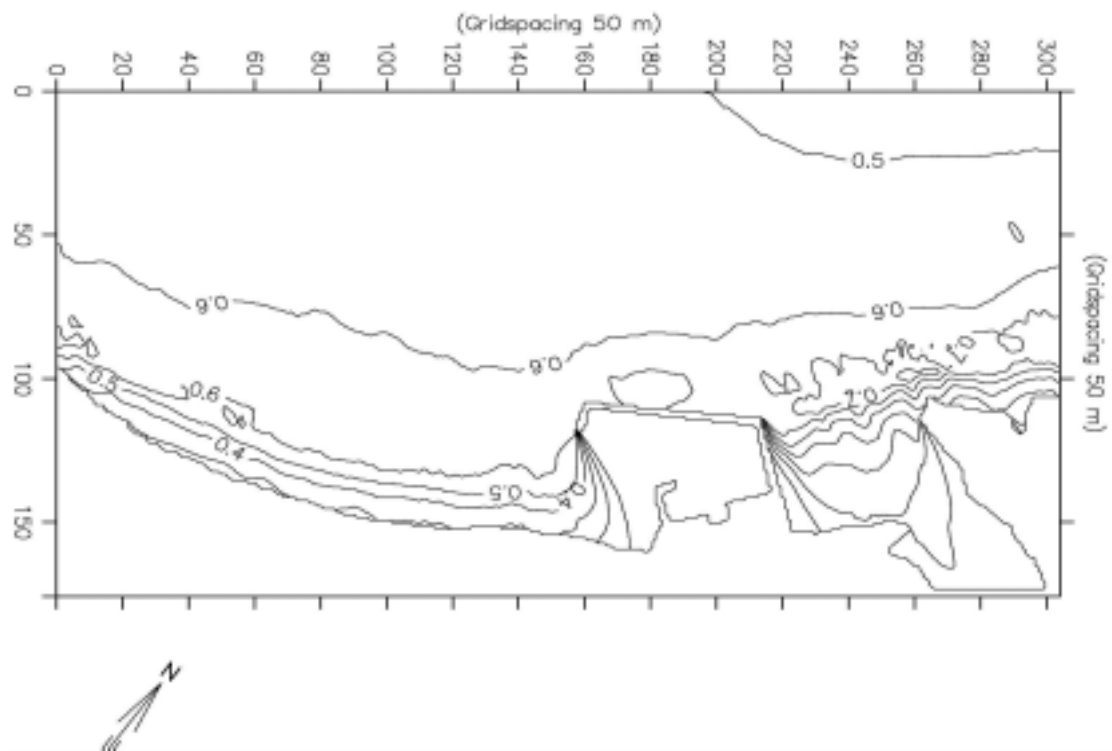


圖 4.19 台北商港附近海域輻射應力 S_{xx} 分佈圖（第一期工程，夏季）

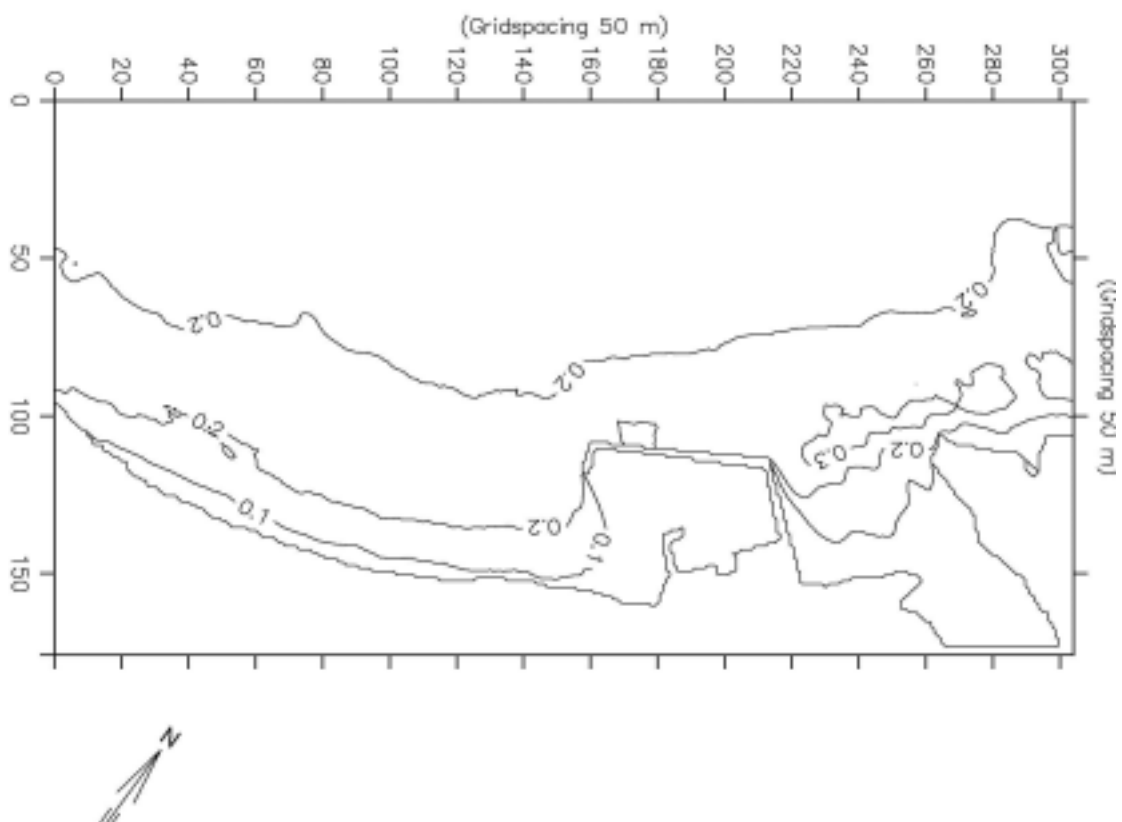


圖 4.20 台北商港附近海域輻射應力 S_{yy} 分佈圖（第一期工程，夏季）

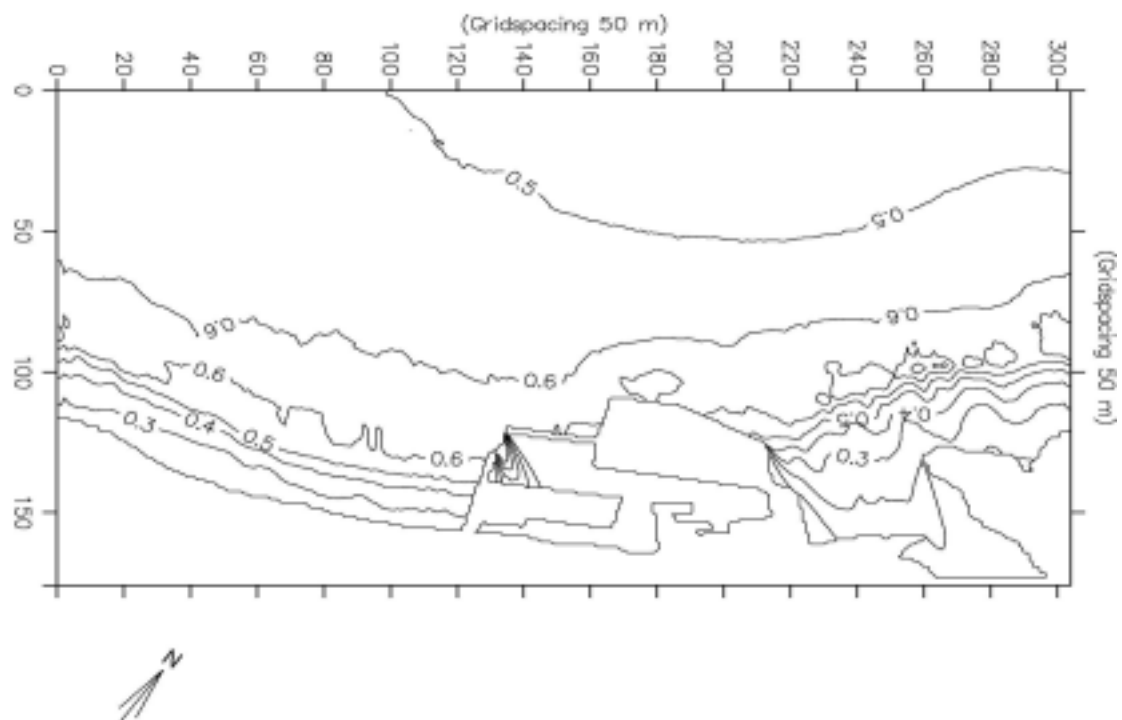


圖 4.21 台北商港附近海域輻射應力 S_{xx} 分佈圖（第二期工程，夏季）

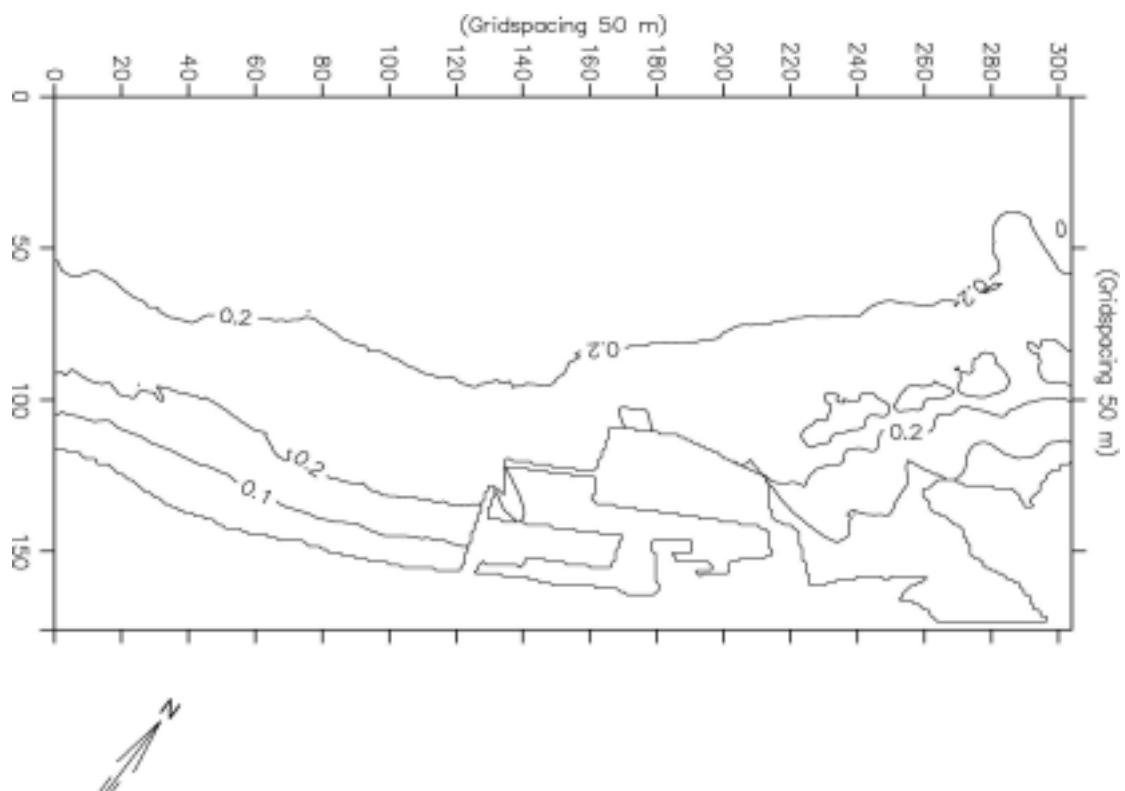


圖 4.22 台北商港附近海域輻射應力 S_{yy} 分佈圖（第二期工程，夏季）

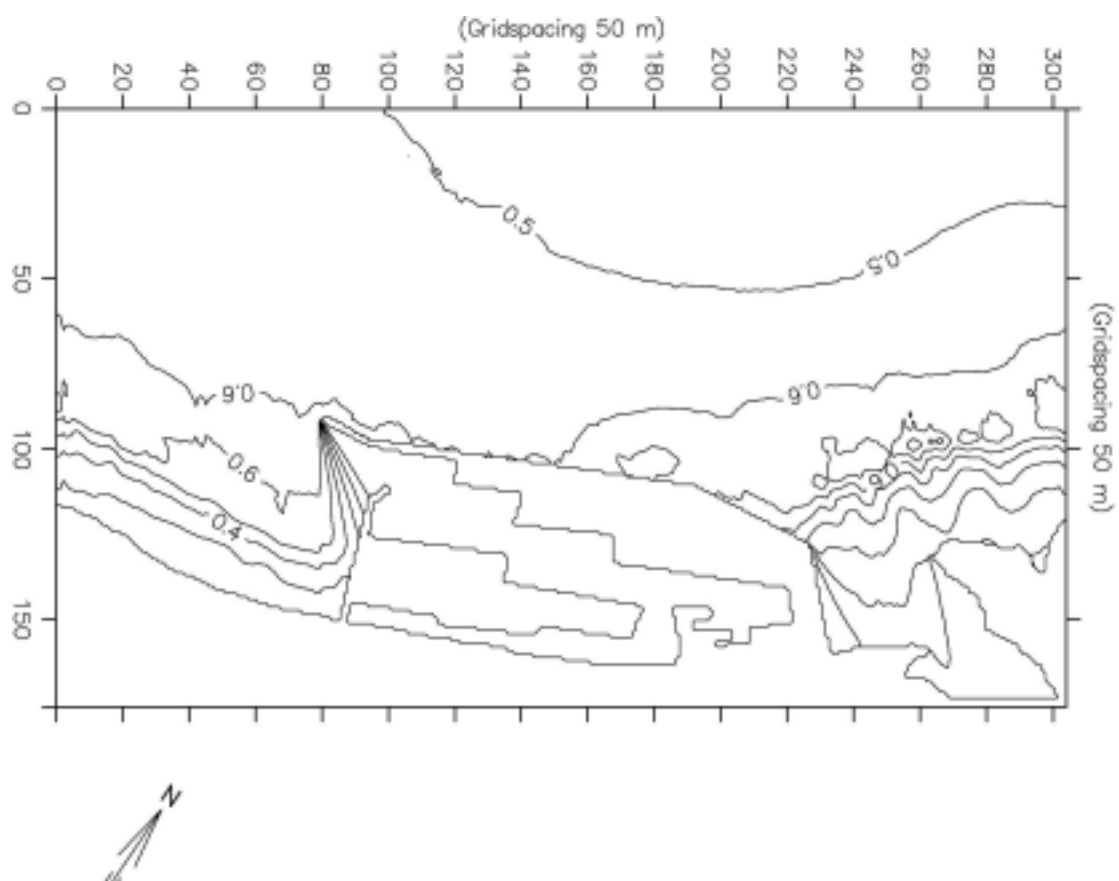


圖 4.23 台北商港附近海域輻射應力 S_{xx} 分佈圖（第三期工程，夏季）

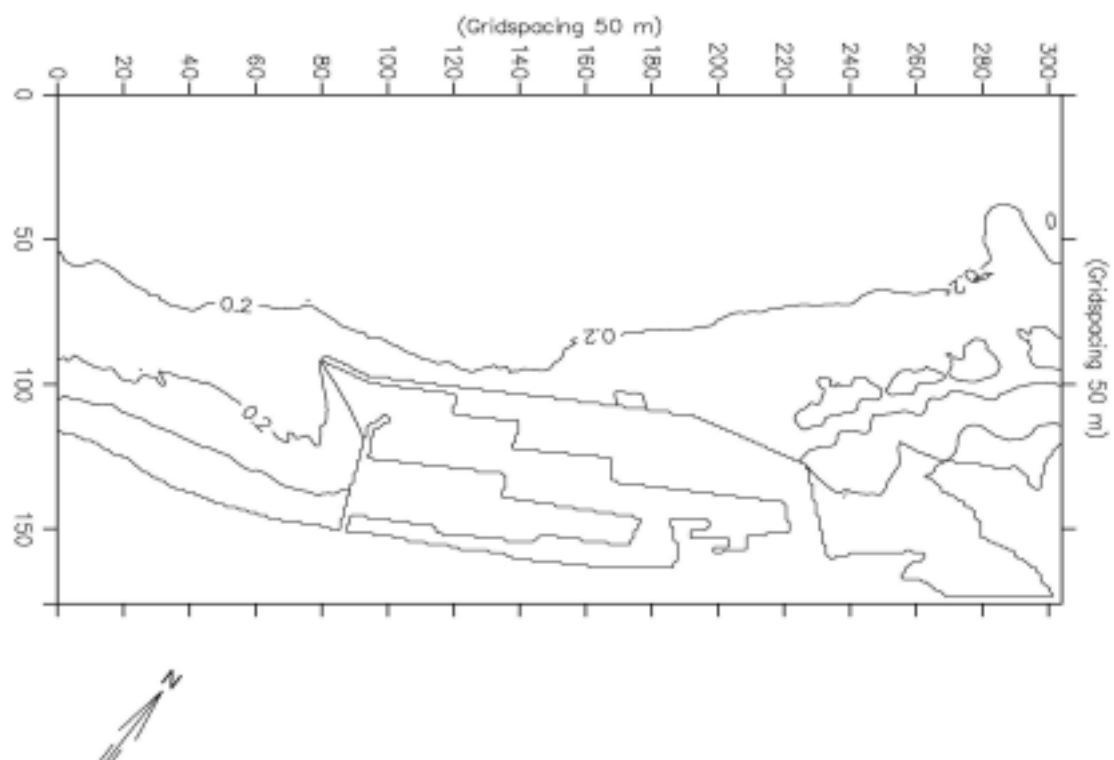


圖 4.24 台北商港附近海域輻射應力 S_{yy} 分佈圖（第三期工程，夏季）

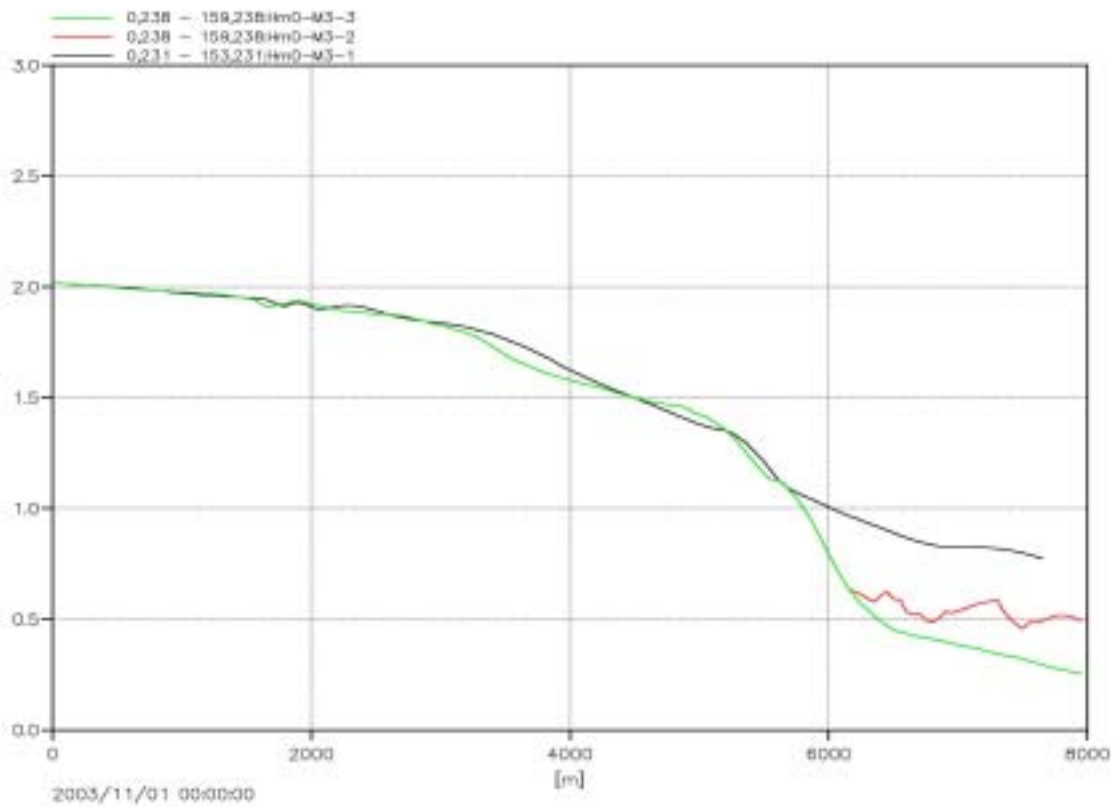


圖 4.25 各期工程 X-方向剖面點(0, 238) 點(159, 238)波高變化

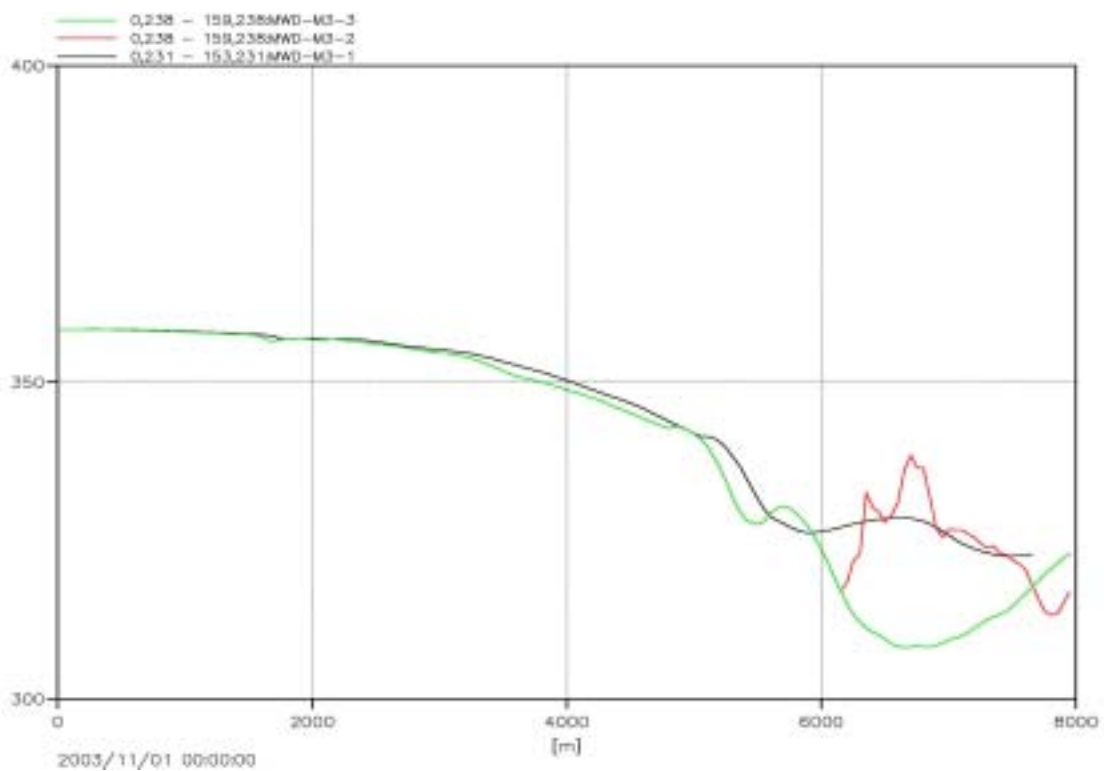


圖 4.26 各期工程 X-方向剖面點(0, 238) 點(159, 238)平均波浪方向變化

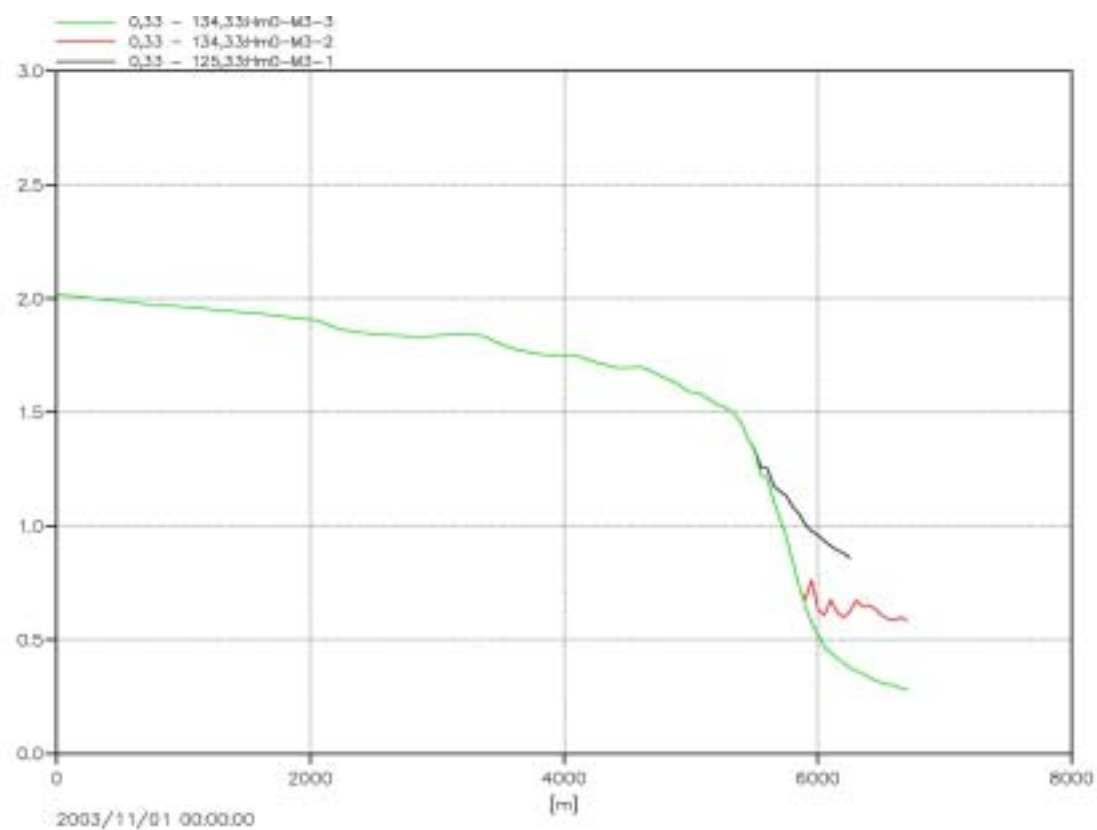


圖 4.27 各期工程 X-方向剖面點(0, 33) 點(134, 33)波高變化

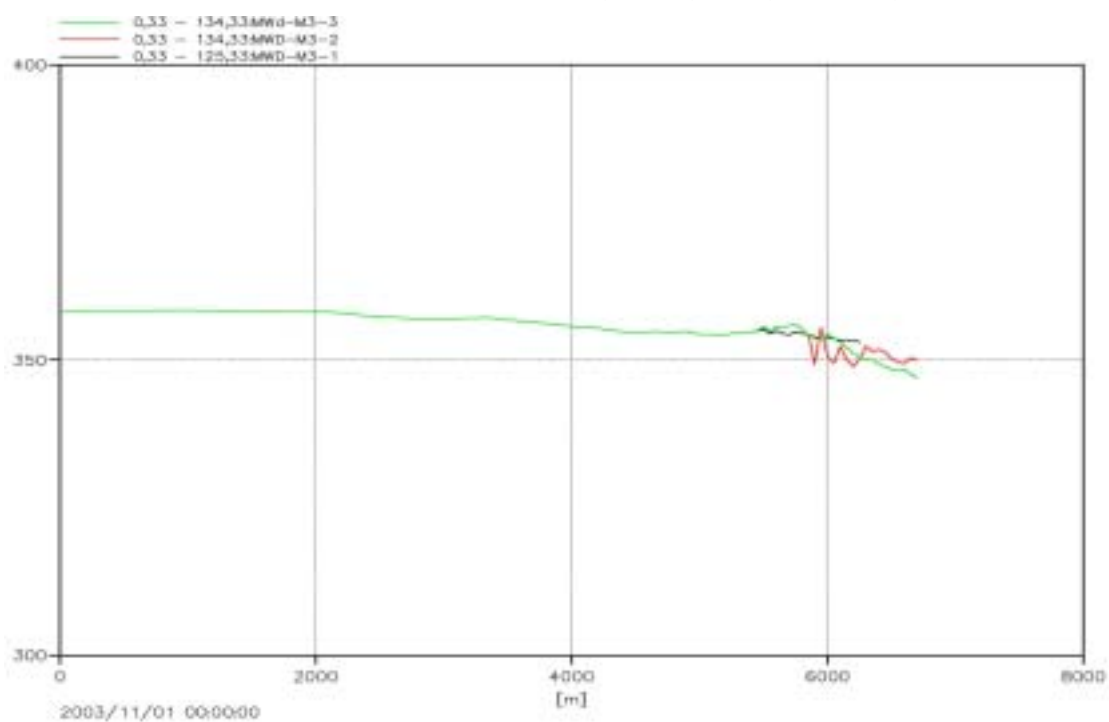


圖 4.28 各期工程 X-方向剖面點(0, 33) 點(134, 33)平均波浪方向變化

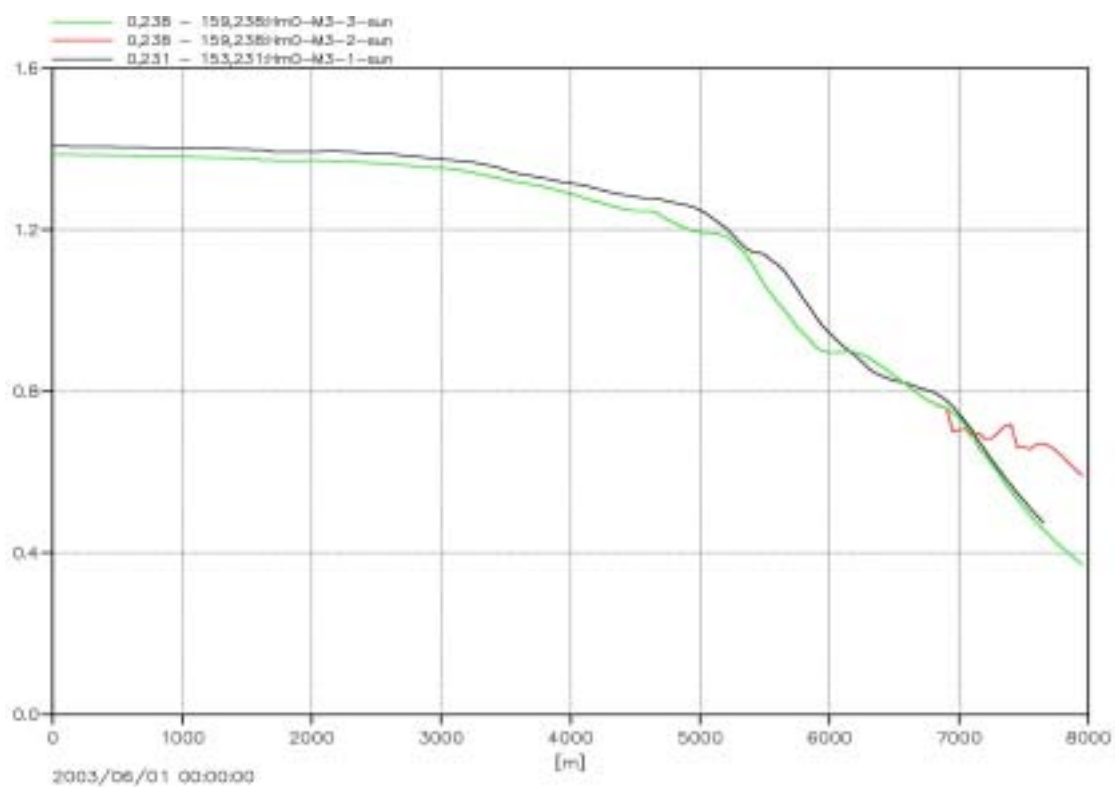


圖 4.29 各期工程 X-方向剖面點(0, 238) 點(159, 238)波高變化 (夏季)

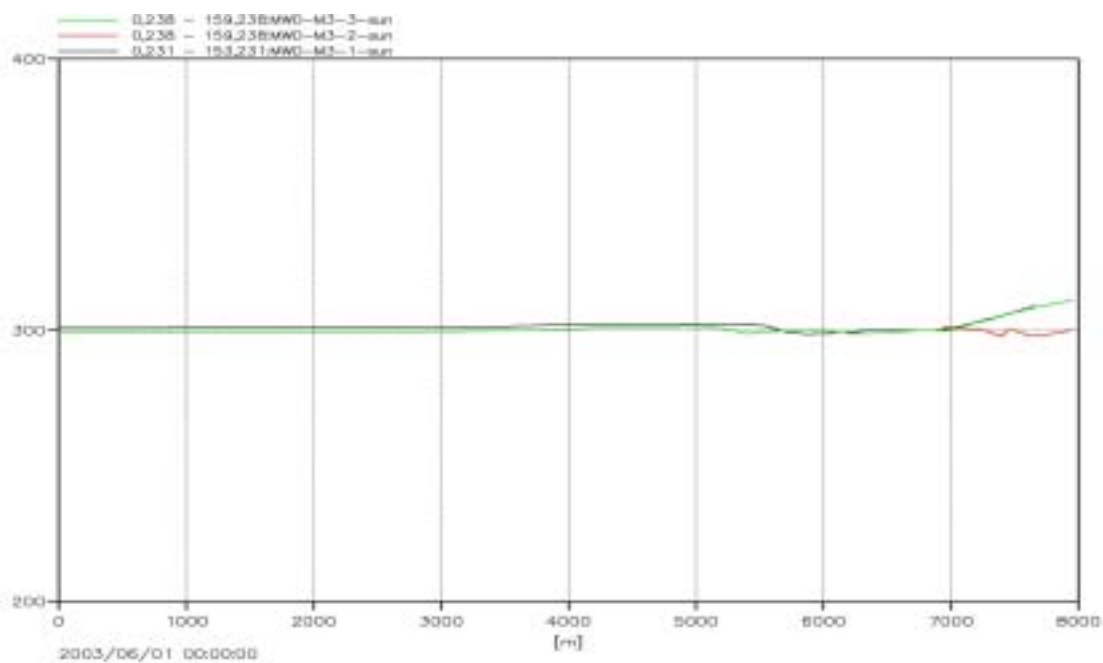


圖 4.30 各期工程 X-方向剖面點(0, 238)點(159, 238)平均波浪方向變化 (夏季)

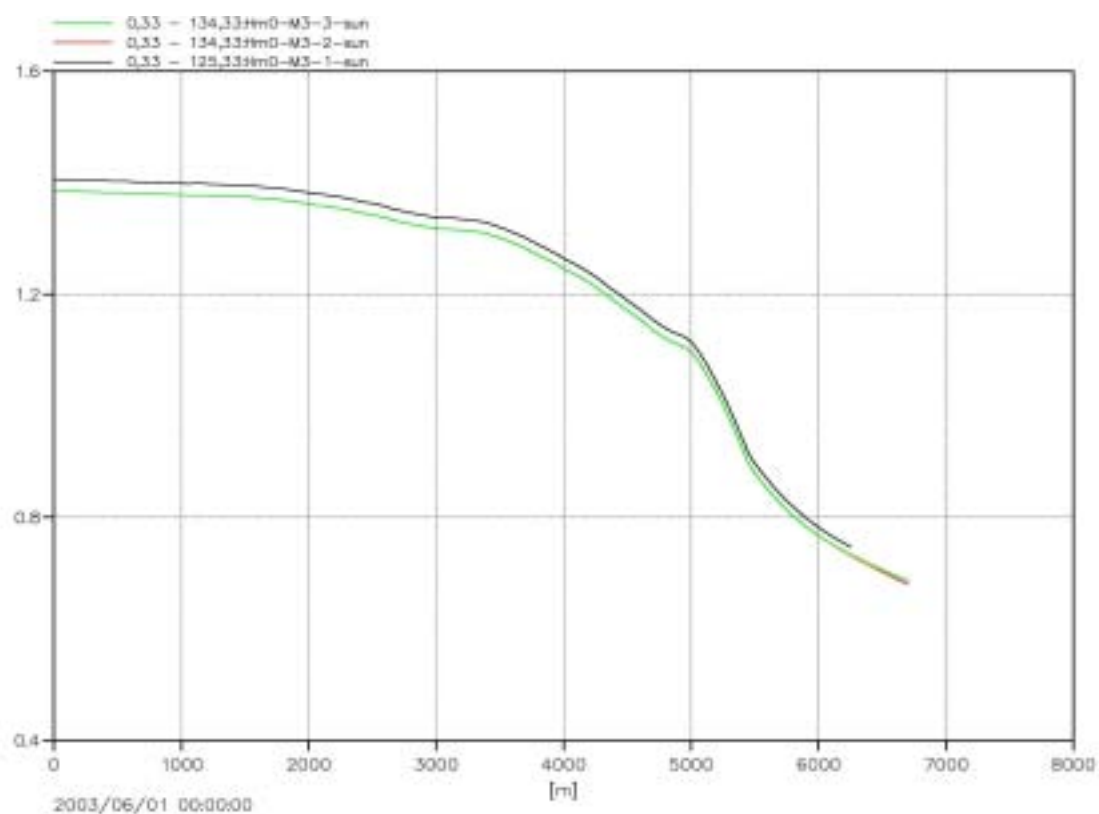


圖 4.31 各期工程 X-方向剖面點(0, 33) 點(134, 33)波高變化 (夏季)

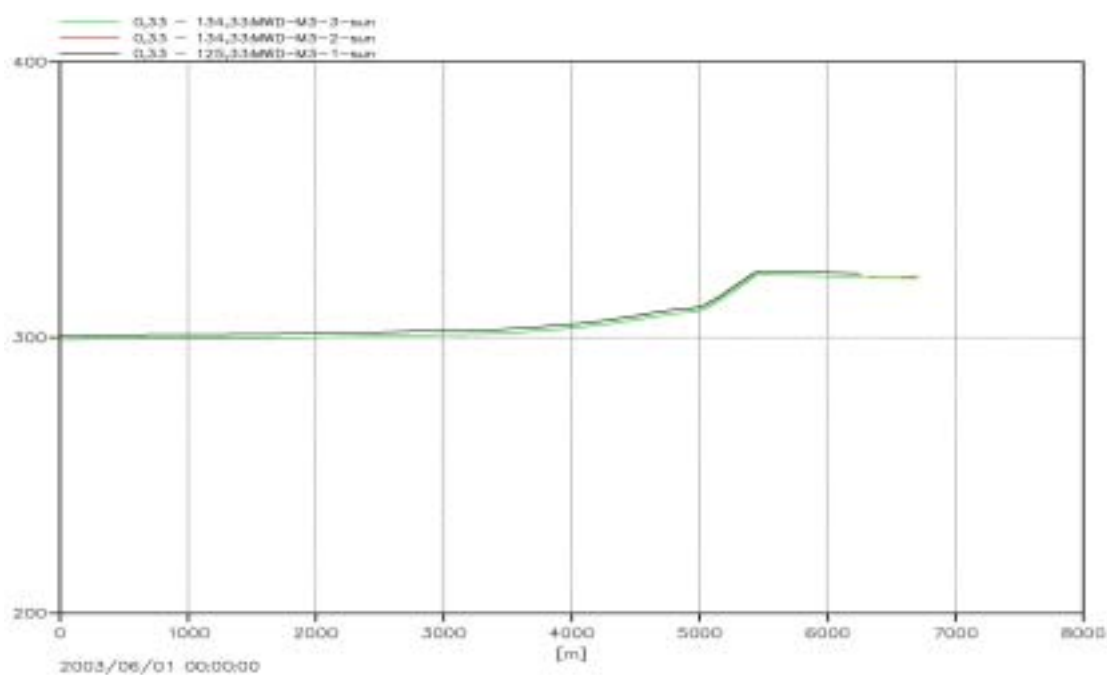


圖 4.32 各期工程 X-方向剖面點(0, 33) 點(134, 33)平均波浪方向變化 (夏季)

4.2 流場模擬結果

就整體水理計算結果如圖 4.34~圖 4.66，本水域流場受潮流的影響，呈 NNE - SW 走向，退潮時將沿岸往北北東流去，漲潮呈西南流向，其平均流速在 0.1-1.5m/s 之間，在-5m 等水深線部分，其平均流速在 0.1-0.3m/s，在-10 m 等水深線部分，其平均流速在 0.2-0.4m/s，在-20m 等水深線部分，其平均流速在 0.2-0.5m/s，主要流向大多為平行海岸線呈 NNE - SW 走向或 NE - SW 走向。

綜觀本海域潮流的變化情形，大潮時，整體流場則呈現流速較快的情形，流場平均流速則退潮時明顯大於漲潮，在潮流轉換方向時，其平均流速也會呈現降低的現象。此外，在淡水河河口附近水域流場則受潮流影響，在漲潮時，海域水流會注入河口，發生河口附近水體逆流的情形，河口附近水域也呈現平均流速降低的情形，而在退潮時，則外海水域流場往東北向流去，淡水河所排入海域之水體一出河口後即呈現隨潮流往東北方向流去。

在台北港區部分，則受到結構物遮蔽效應，則呈現流速較低的現象，平均流速都在 0.15m/s 以下，在港區遠期建設完成時，平均流速甚至都降至 0.05m/s 以下，而在林口南側附近海域，平均流速則在 0.1-0.3m/s 之間，在填海區完成後，本區水域平均流速則稍有降低。

工作計畫中地形檔的格點距離分別是 150m 及 100m，模擬過程中穩定程度較高，模擬的結果也與實測資料吻合，但嘗試縮小地形檔格點距離時，往往在過程中導致當機的情況發生，以及不穩定發散的現象，此一問題已在本年度予以突破，主要是因為淡水河流量大，M3 模擬的範圍較小，地形上的變化較為明顯，淡水河流出來的水無法及時宣洩而造成能量上的堆積。但因為我們的主要目的是要觀測水流動趨勢，因此在模擬上偏重定性的分析，所以在淡水河流量上作控制即可解決此一問題。

依據本水域測站(水深-15m，經度 121°22'41"，緯度 25°10'44")，於 2002/08/01.00:00-2002/08/16.00:00 之定點潮流實測資料，經由與模式數值解比較結果如圖 4-67~4-73；潮位部分，數值解與實測值大致上都相差不多，小潮潮位計算較大潮潮位更為精準，僅漲潮時誤差較大；定點流速部分，其數值解分佈範圍則與實測值大致上相差不多，誤差都在 $\pm 0.1\text{m/s}$ 以內；流向部分，則數值解與實測值僅在潮流轉換時之方向變化稍有誤差，其餘數值解與實測值的潮流方向大致上都呈現較一致的變化。

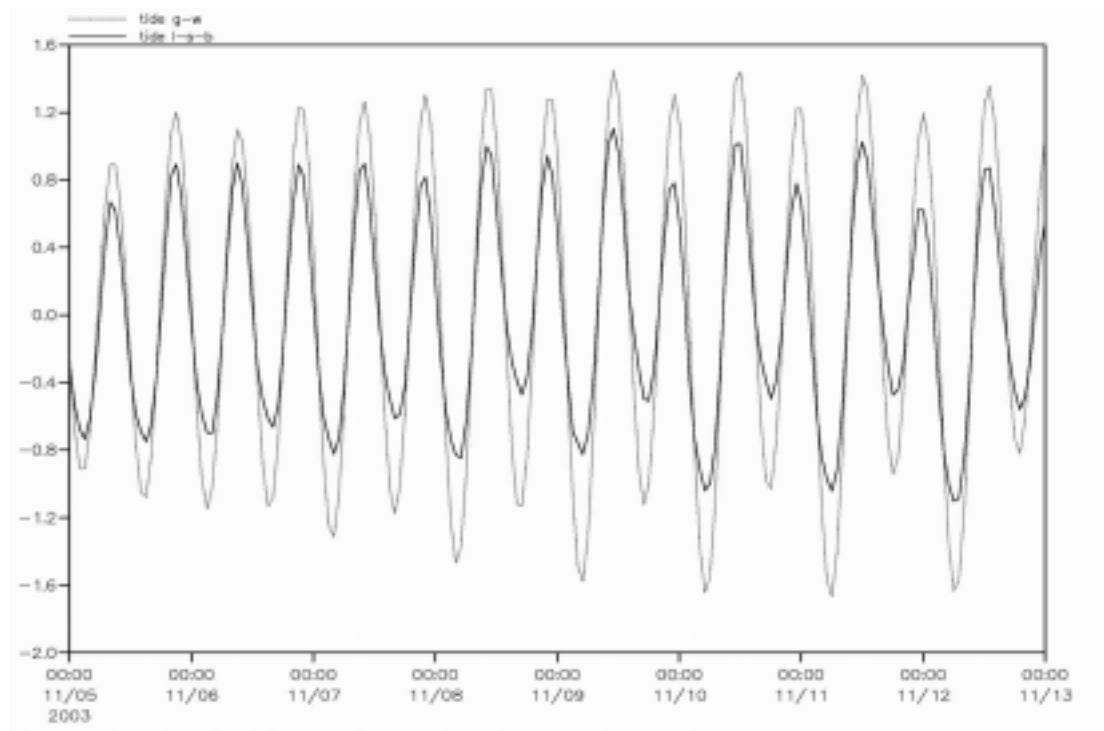


圖 4.33 麟山鼻與竹圍地區之潮位比較圖

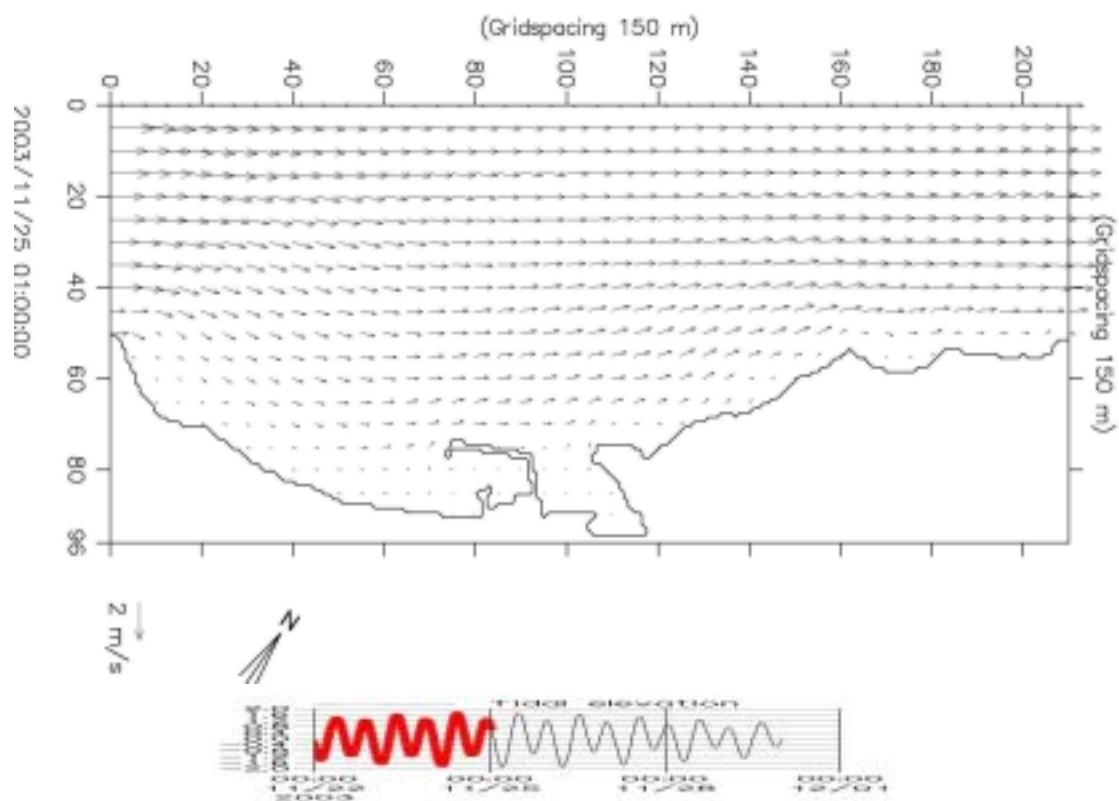


圖 4.34 M1 2003/ 11/ 25 01:00 冬季流場模擬結果（現況）

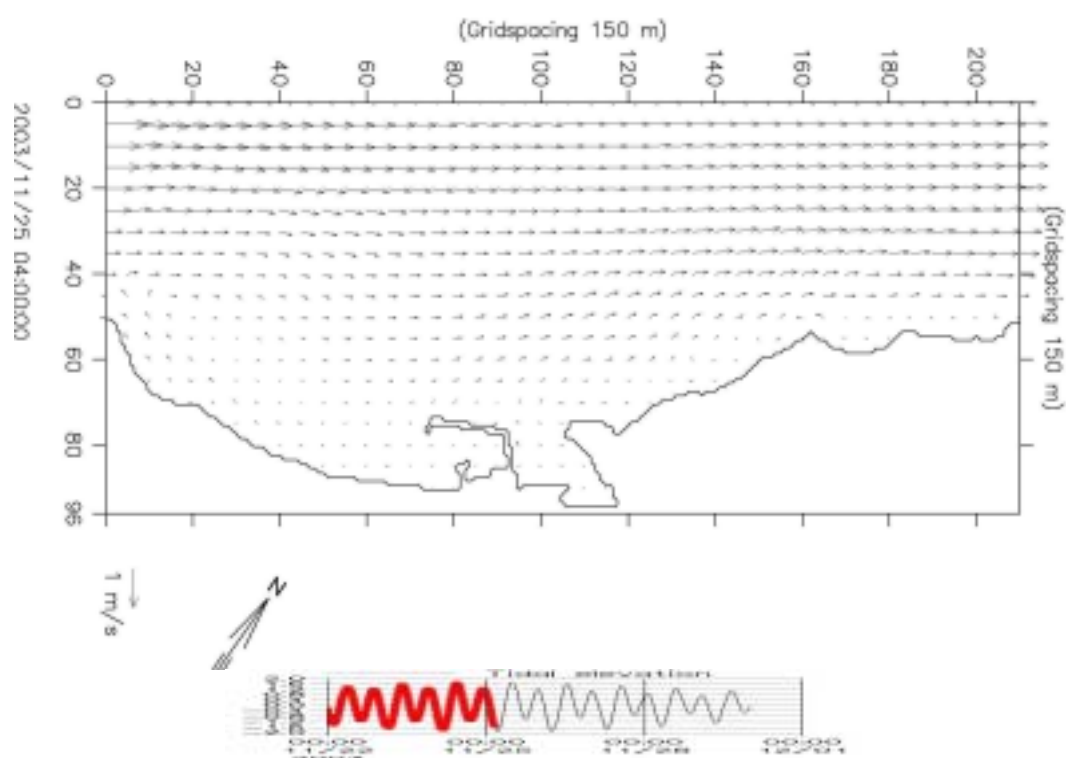


圖 4.35 M1 2003/ 11/ 25 04:00 冬季流場模擬結果（現況）

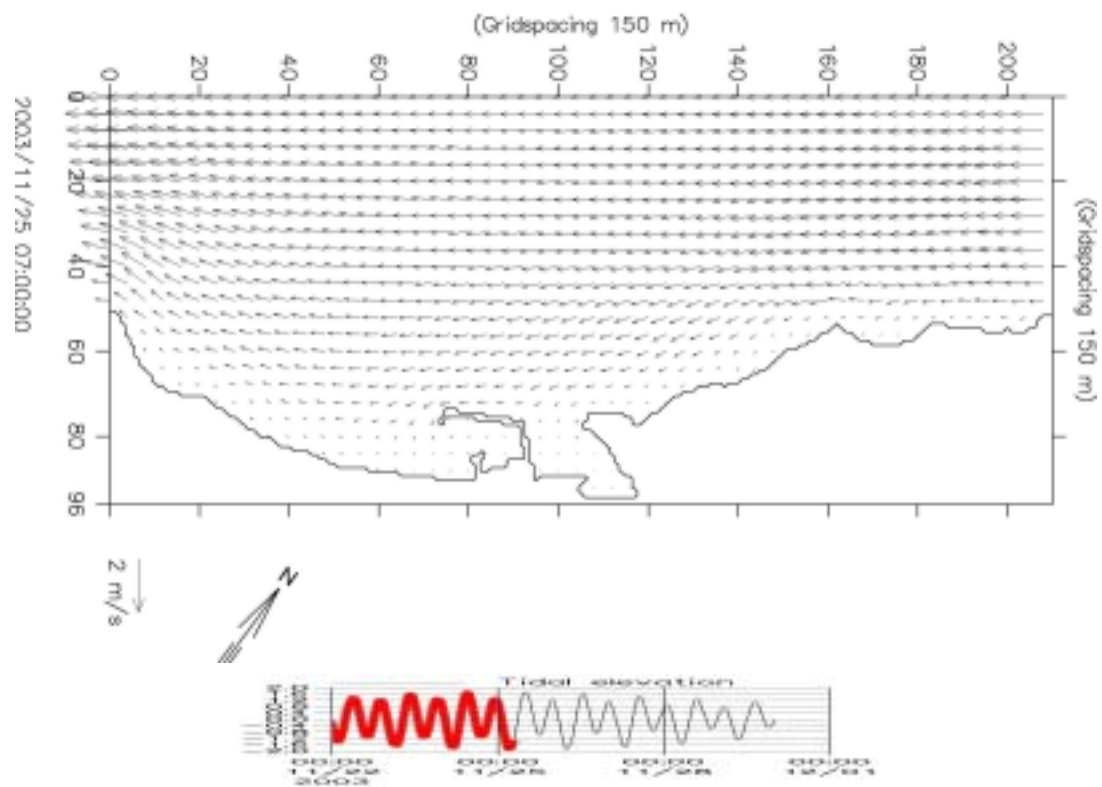


圖 4.36 M1 2003/ 11/ 25 07:00冬季流場模擬結果（現況）

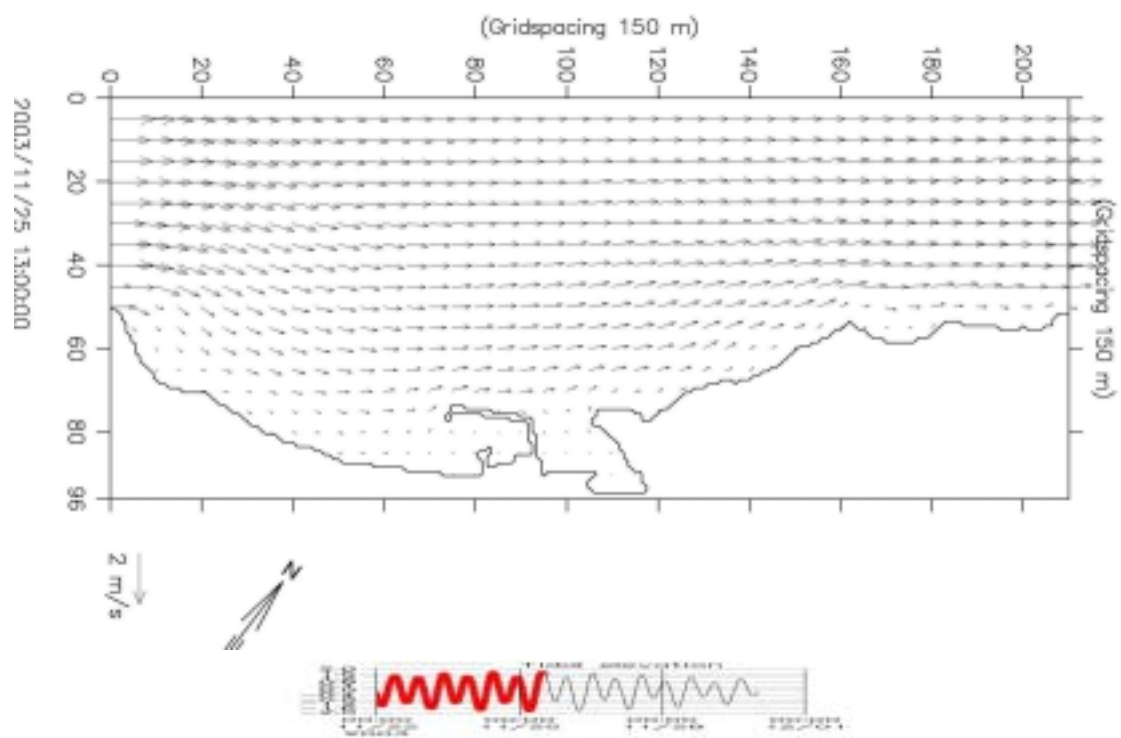


圖 4.37 M1 2003/ 11/ 25 13:00冬季流場模擬結果（現況）

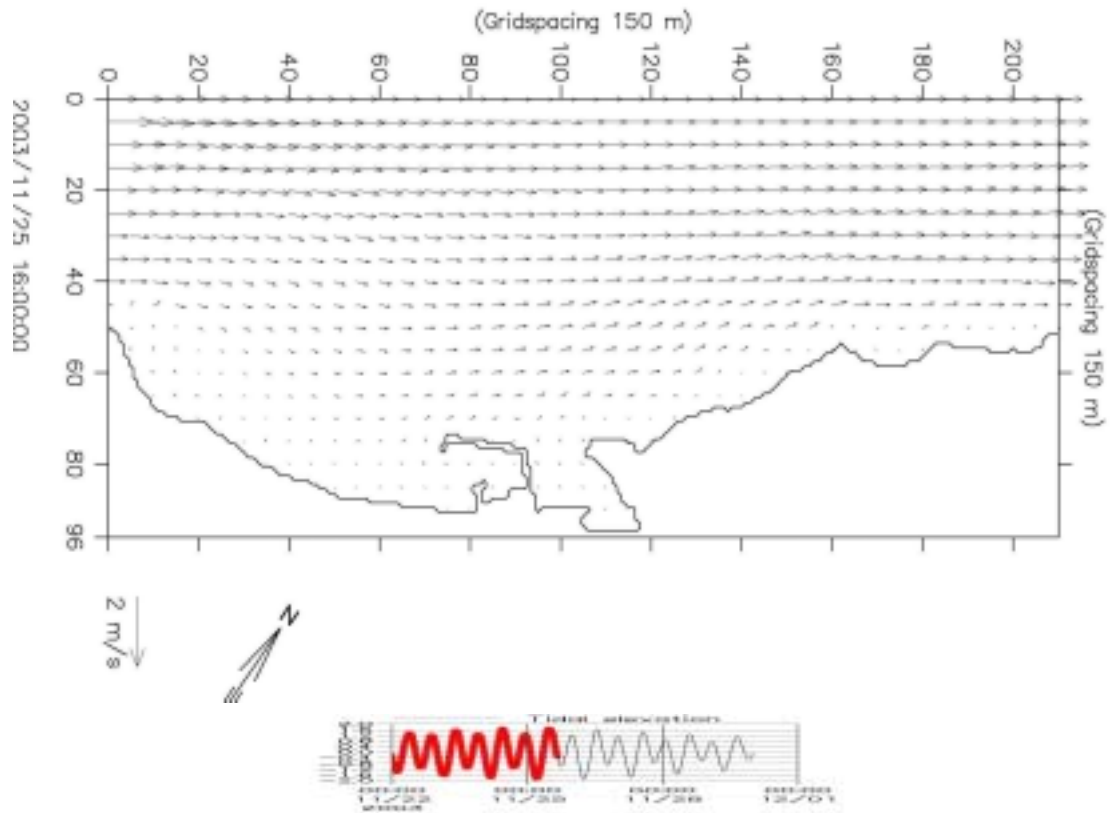


圖 4.38 M1 2003/ 11/ 25 16:00冬季流場模擬結果（現況）

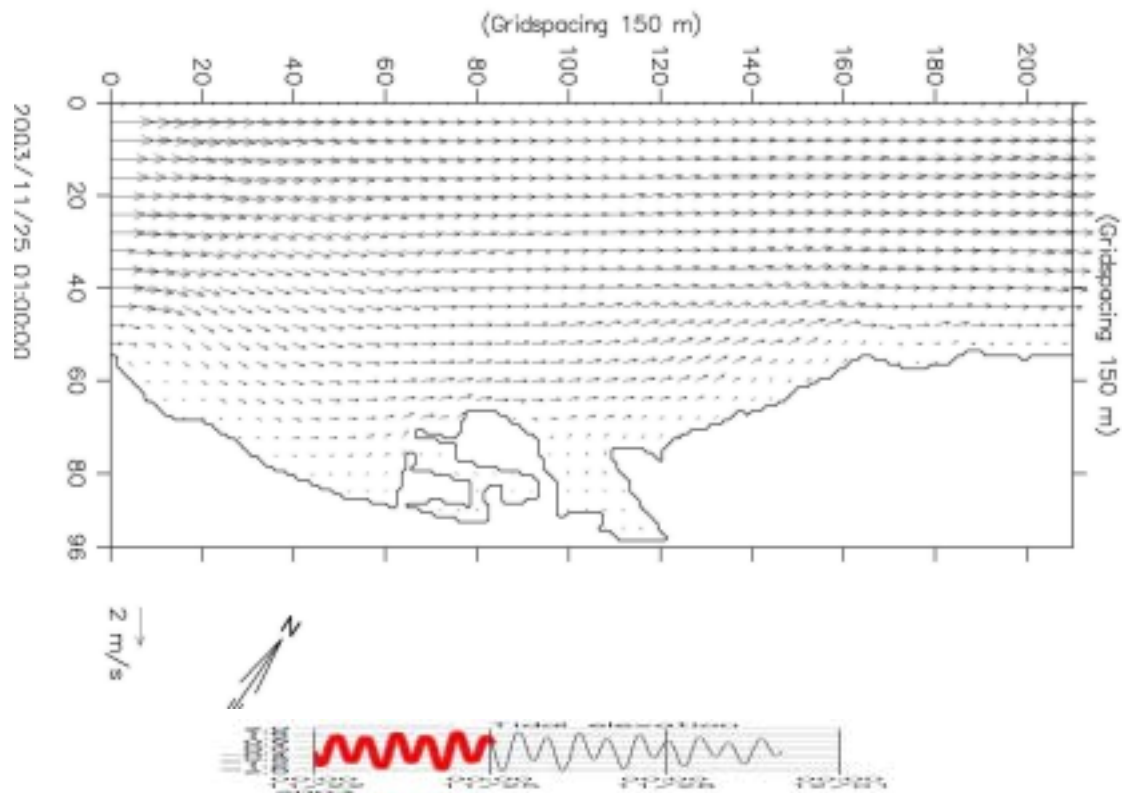


圖 4.39 M1 2003/ 11/ 25 01:00冬季流場模擬結果（第二期工程完工）

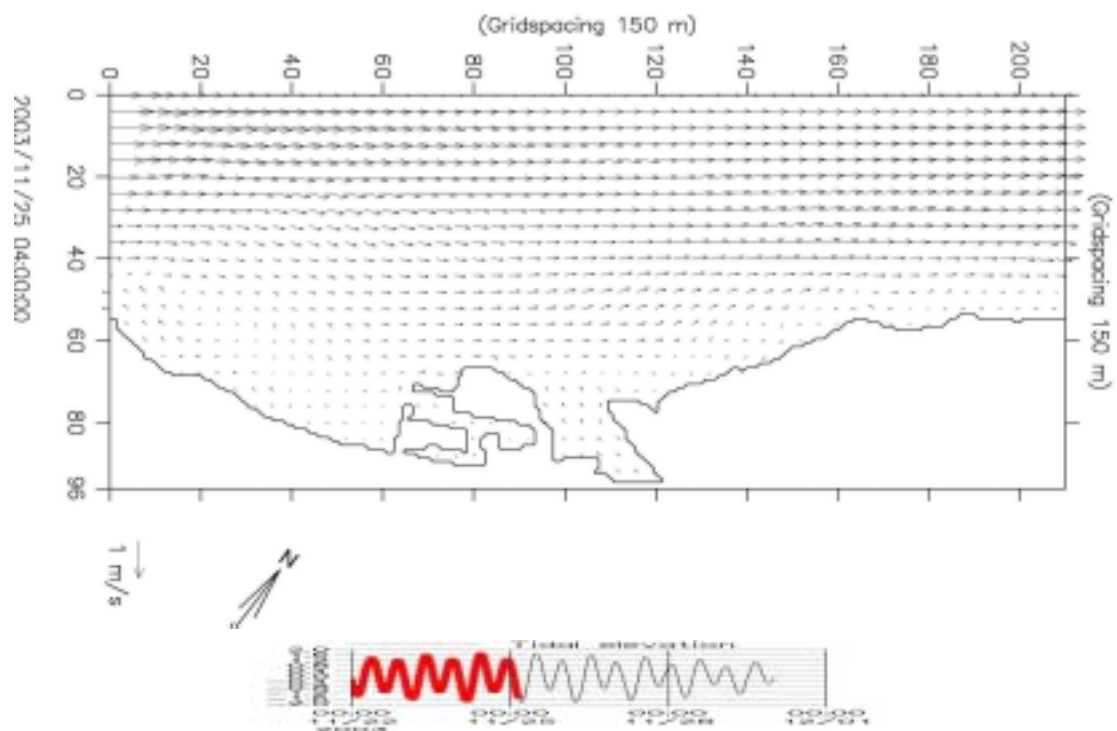


圖 4.40 M1 2003/ 11/ 25 04:00 冬季流場模擬結果（第二期工程完工）

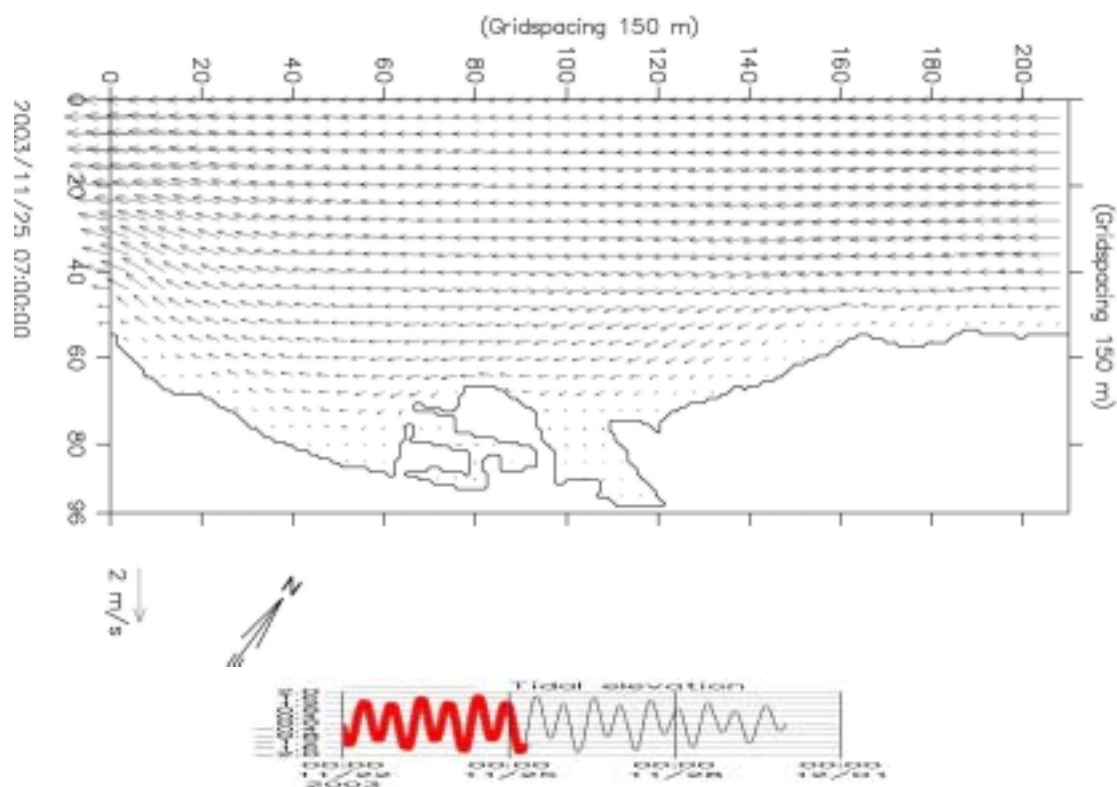


圖 4.41 M1 2003/ 11/ 25 07:00 冬季流場模擬結果（第二期工程完工）

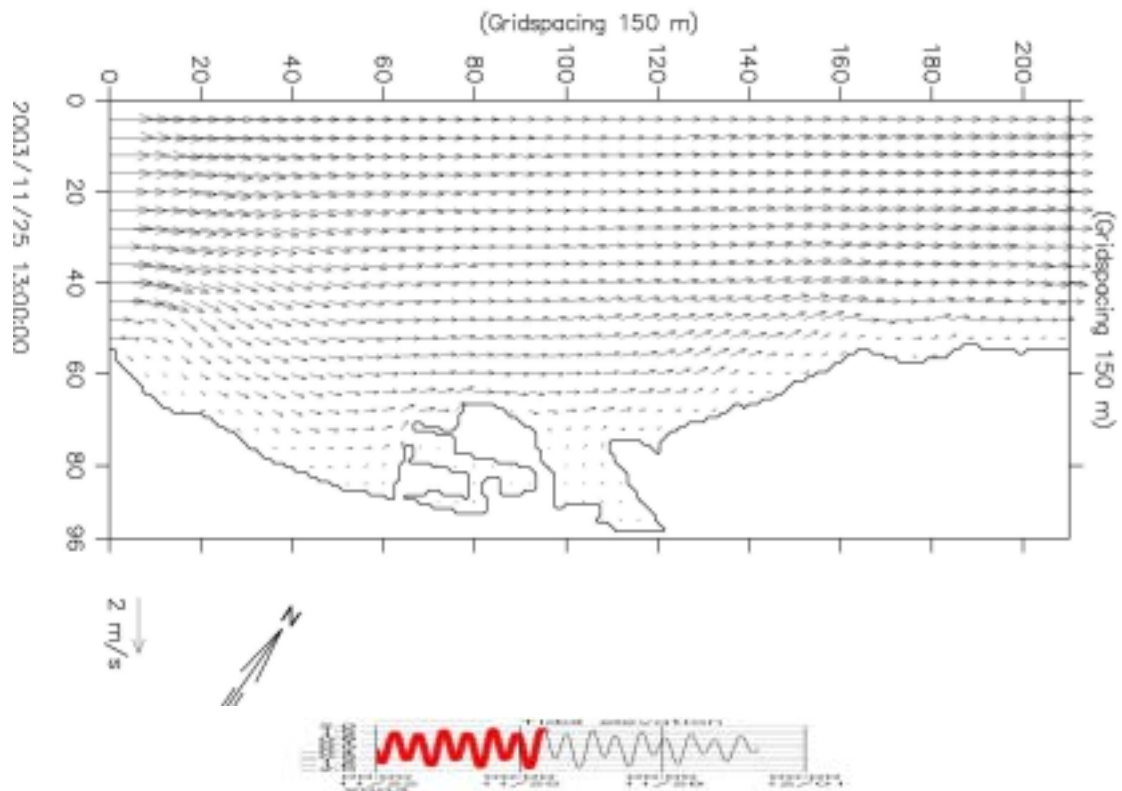


圖 4.42 M1 2003/ 11/ 25 13:00 冬季流場模擬結果（第二期工程完工）

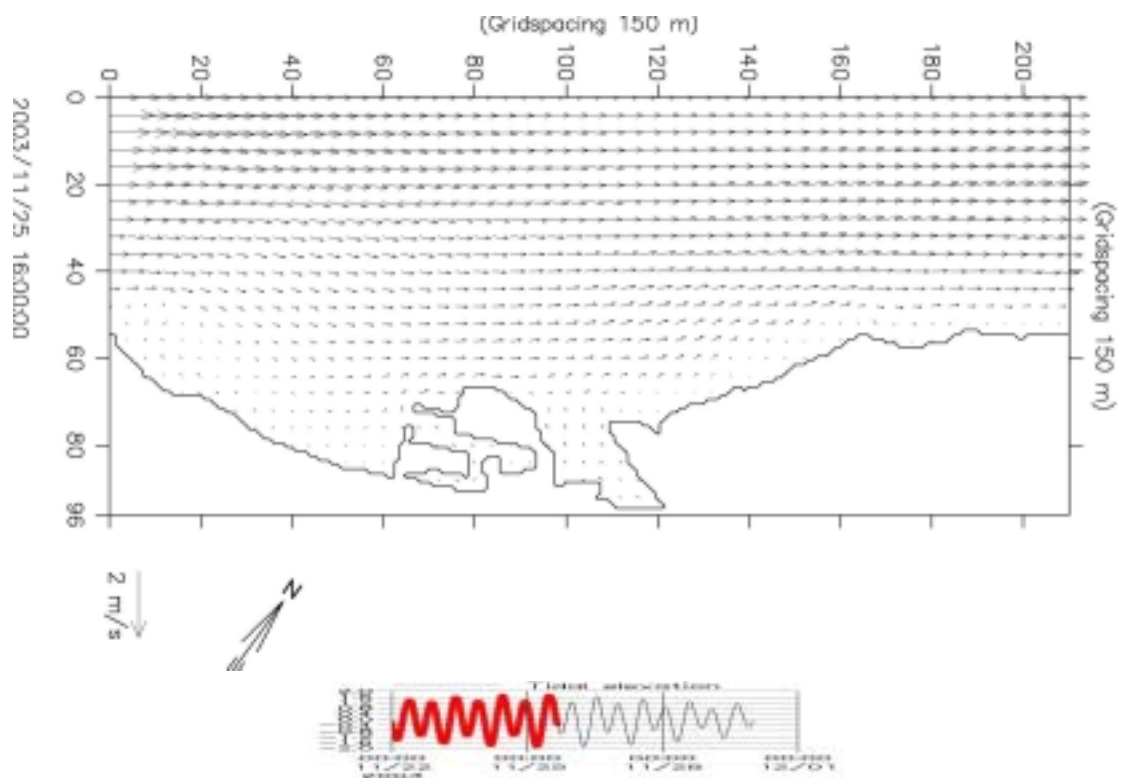


圖 4.43 M1 2003/ 11/ 25 16:00 冬季流場模擬結果（第二期工程完工）

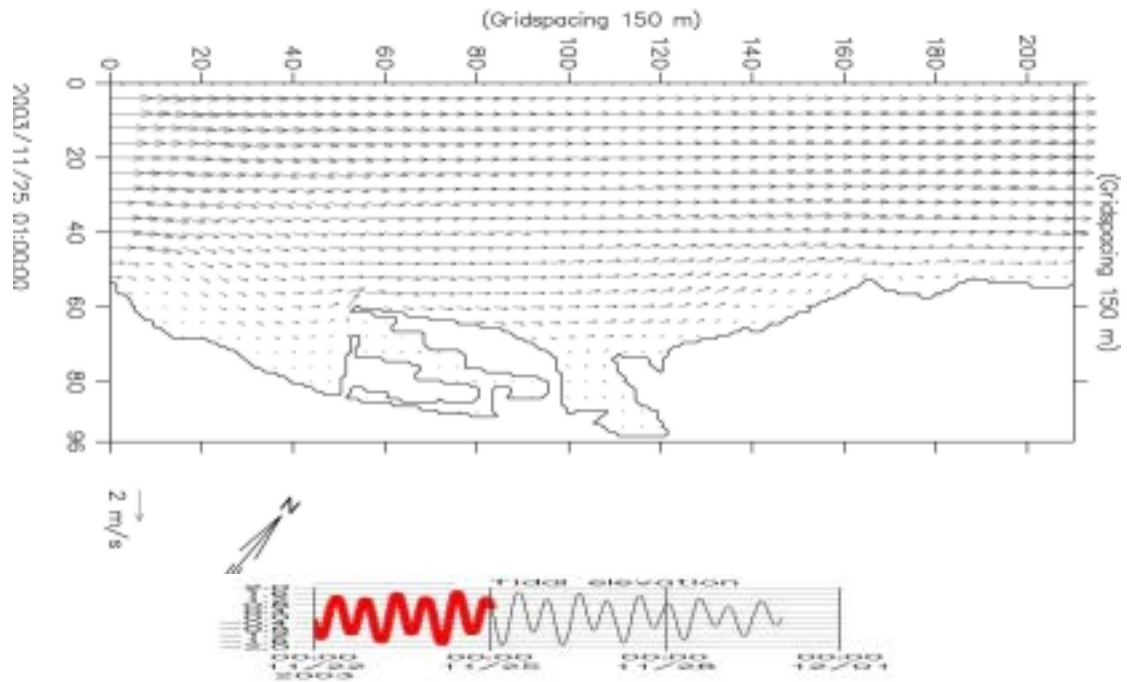


圖 4.44 M1 2003/ 11/ 25 01:00 冬季流場模擬結果
(第三期工程、倉儲區遠期工程完工)

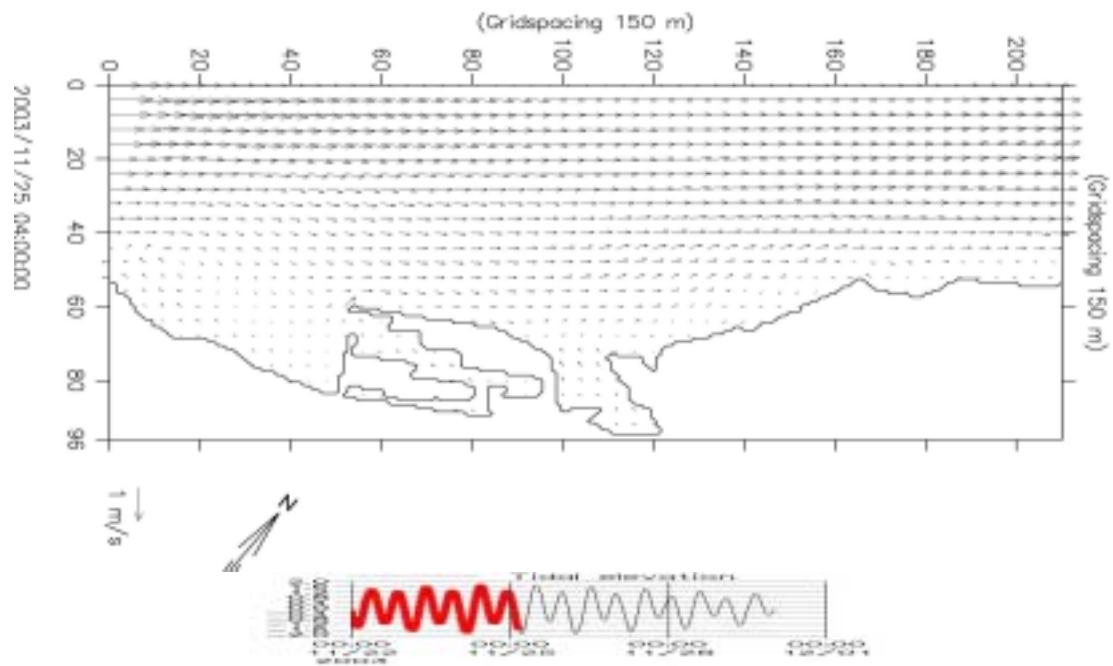


圖 4.45 M1 2003/ 11/ 25 04:00 冬季流場模擬結果
(第三期工程、倉儲區遠期工程完工)

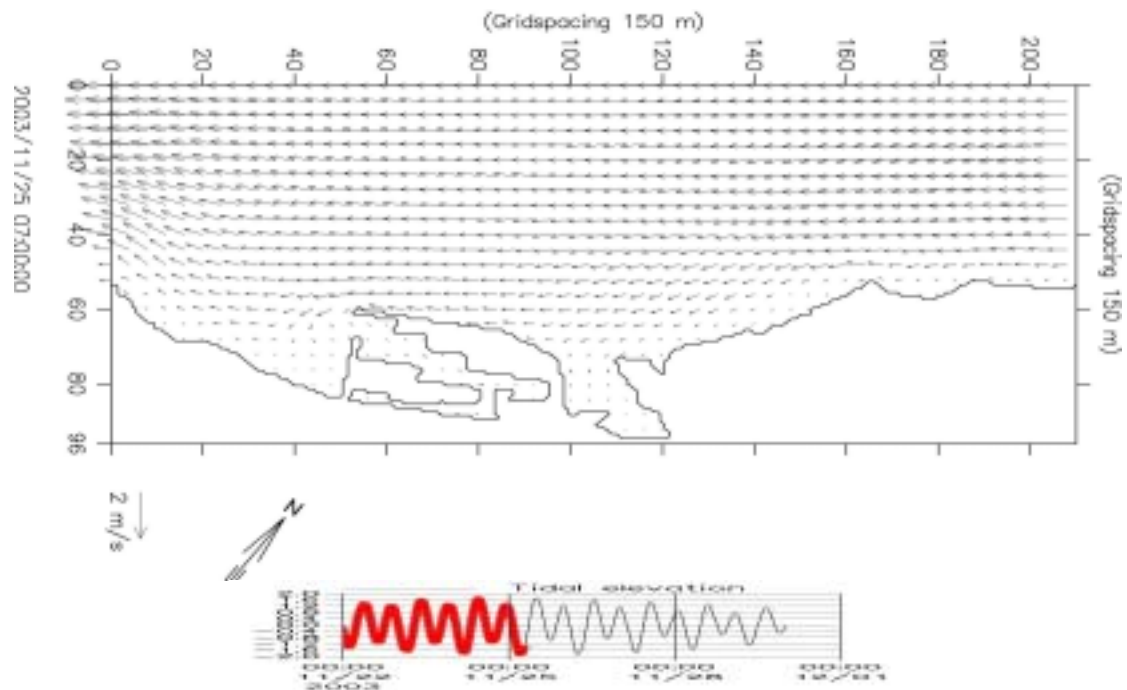


圖 4.46 M1 2003/ 11/ 25 07:00 冬季流場模擬結果
(第三期工程、倉儲區遠期工程完工)

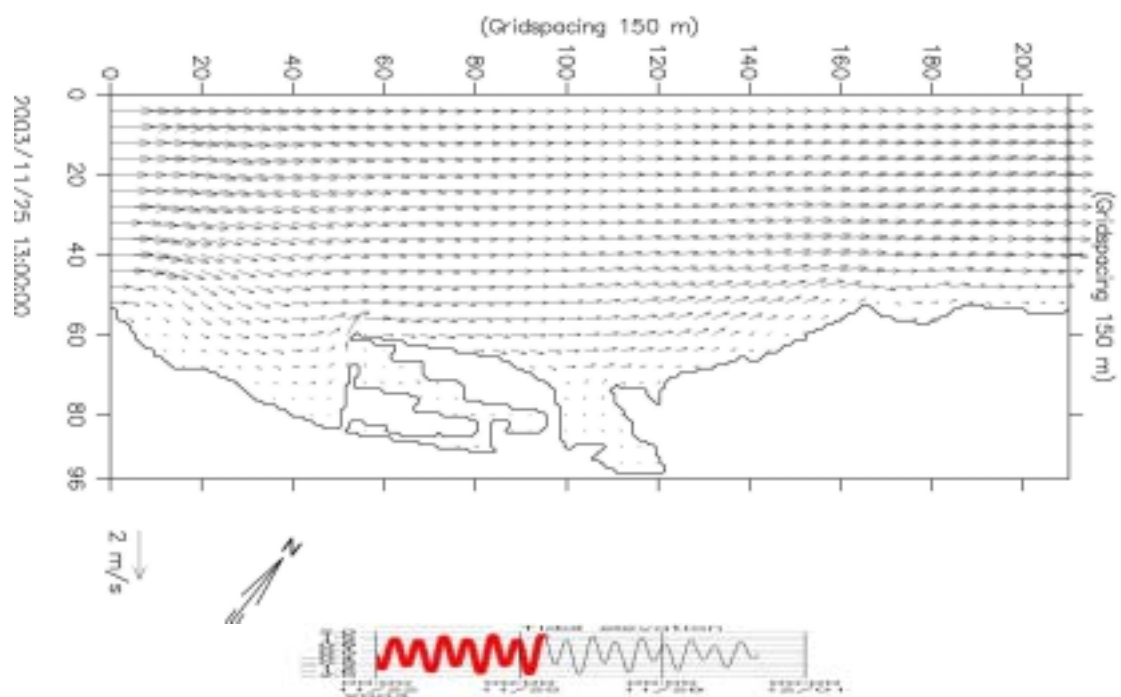


圖 4.47 M1 2003/ 11/ 25 13:00 冬季流場模擬結果
(第三期工程、倉儲區遠期工程完工)

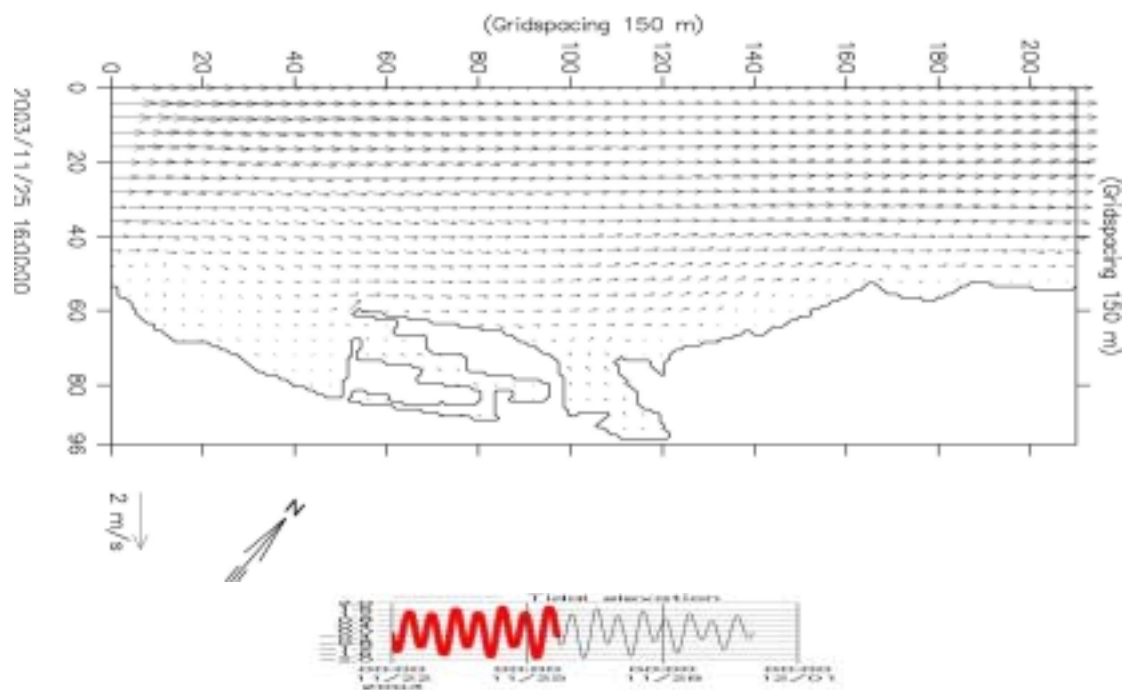


圖 4.48 M1 2003/ 11/ 25 16:00 冬季流場模擬結果
(第三期工程、倉儲區遠期工程完工)

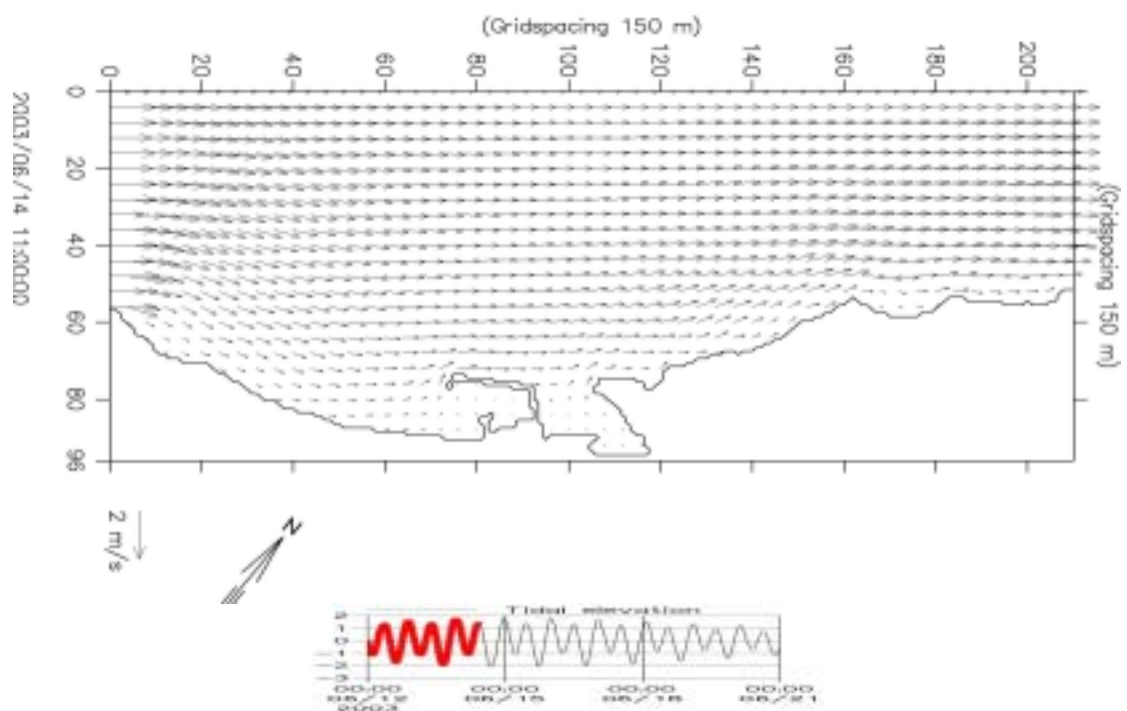


圖 4.49 M1 2003/ 06/ 14 11:00 夏季流場模擬結果 (現況)

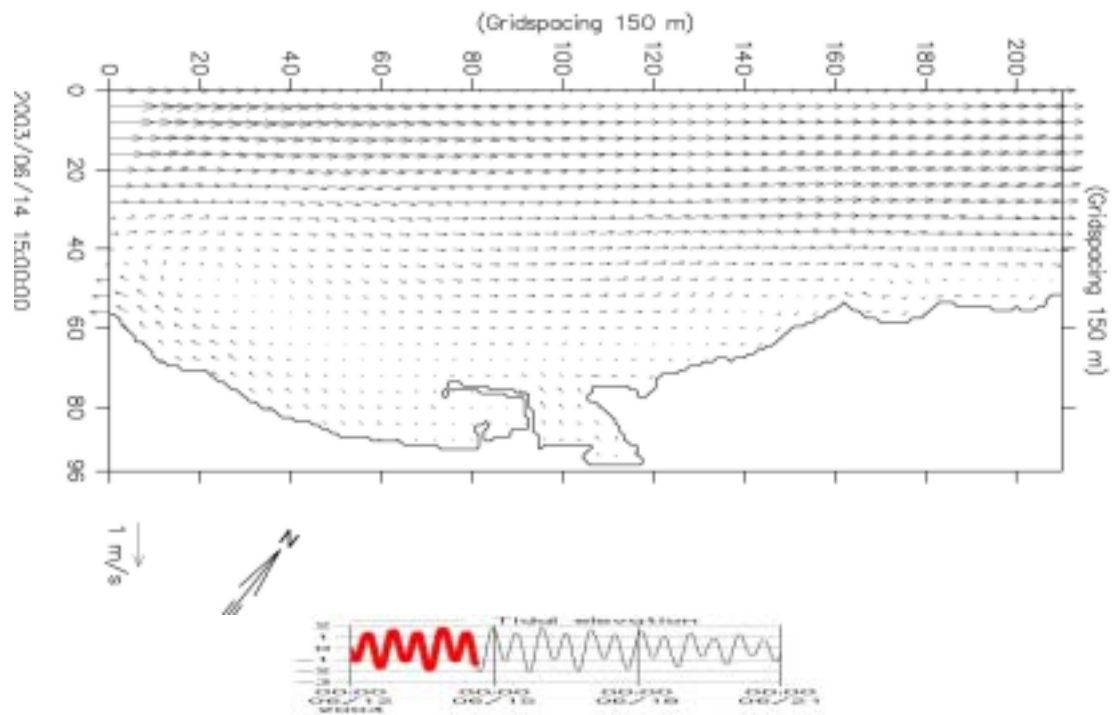


圖 4.50 M1 2003/ 06/ 14 15:00夏季流場模擬結果（現況）

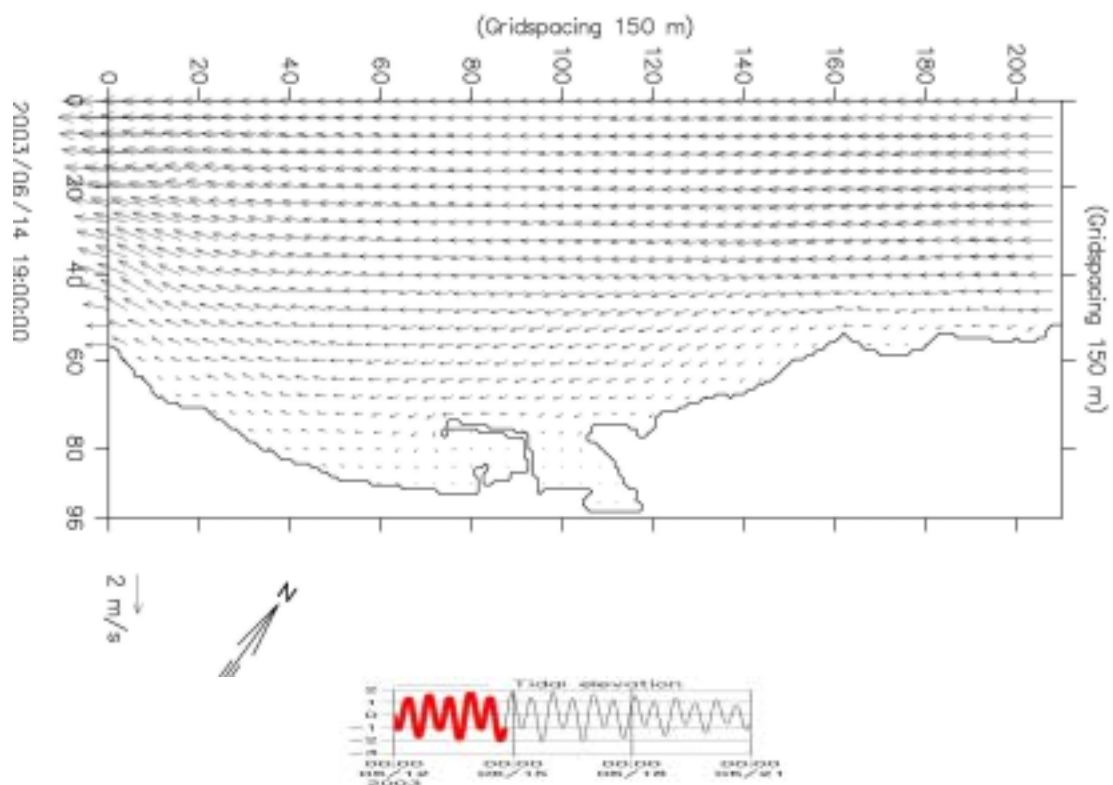


圖 4.51 M1 2003/ 06/ 14 19:00夏季流場模擬結果（現況）

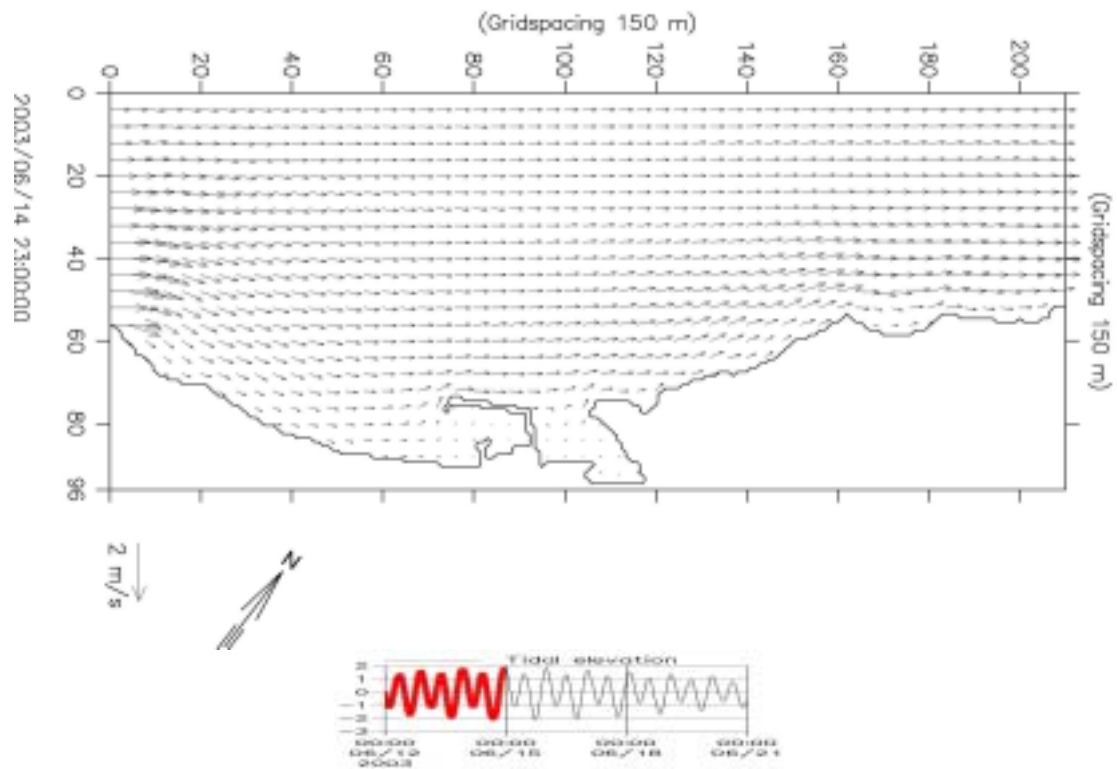


圖 4.52 M1 2003/ 06/ 14 23:00 夏季流場模擬結果（現況）

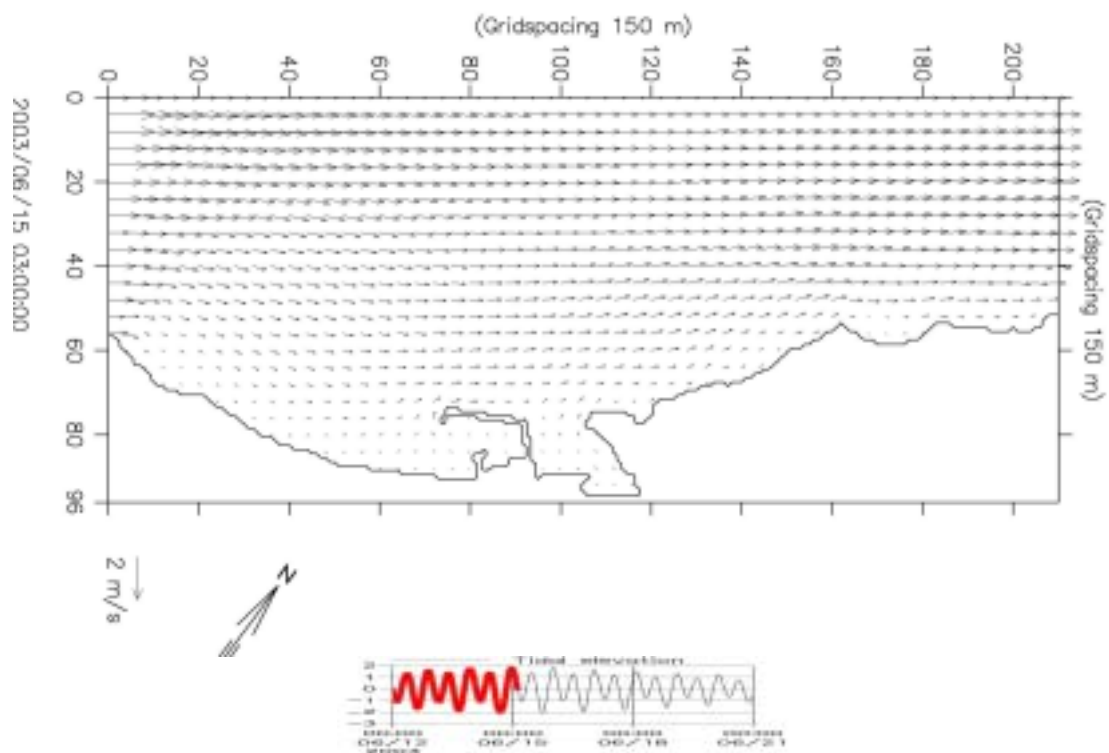


圖 4.53 M1 2003/ 06/ 15 3:00 夏季流場模擬結果（現況）

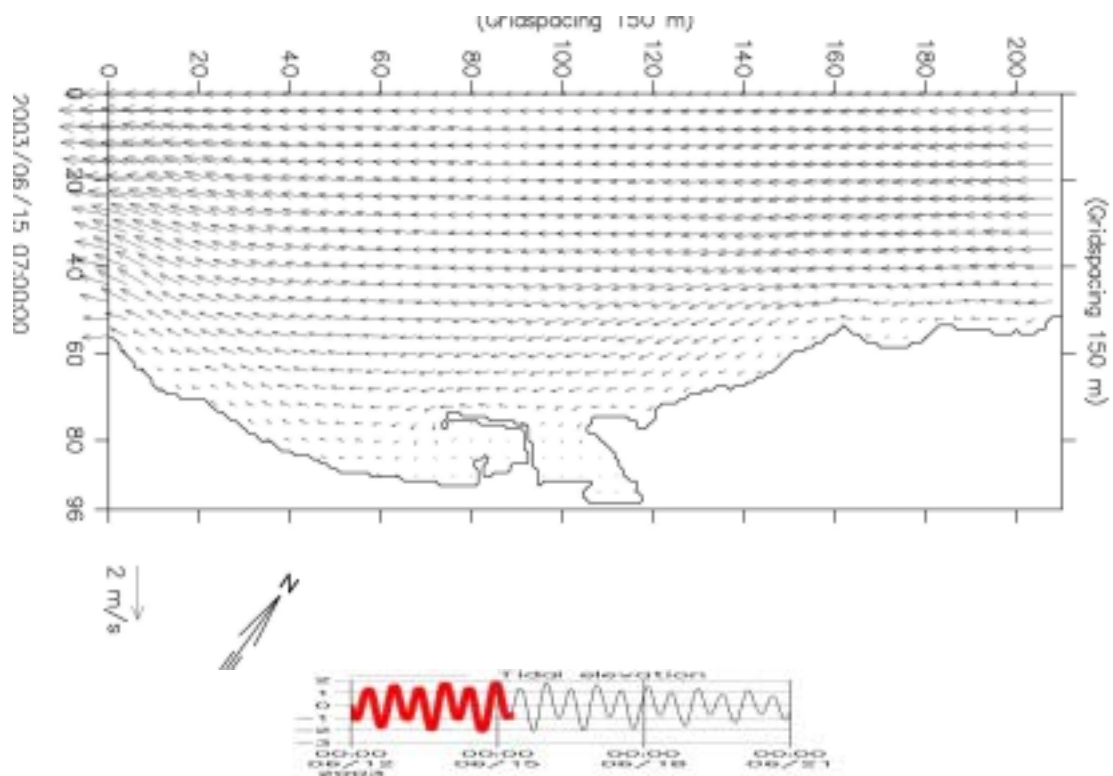


圖 4.54 M1 2003/ 06/ 15 7:00夏季流場模擬結果（現況）

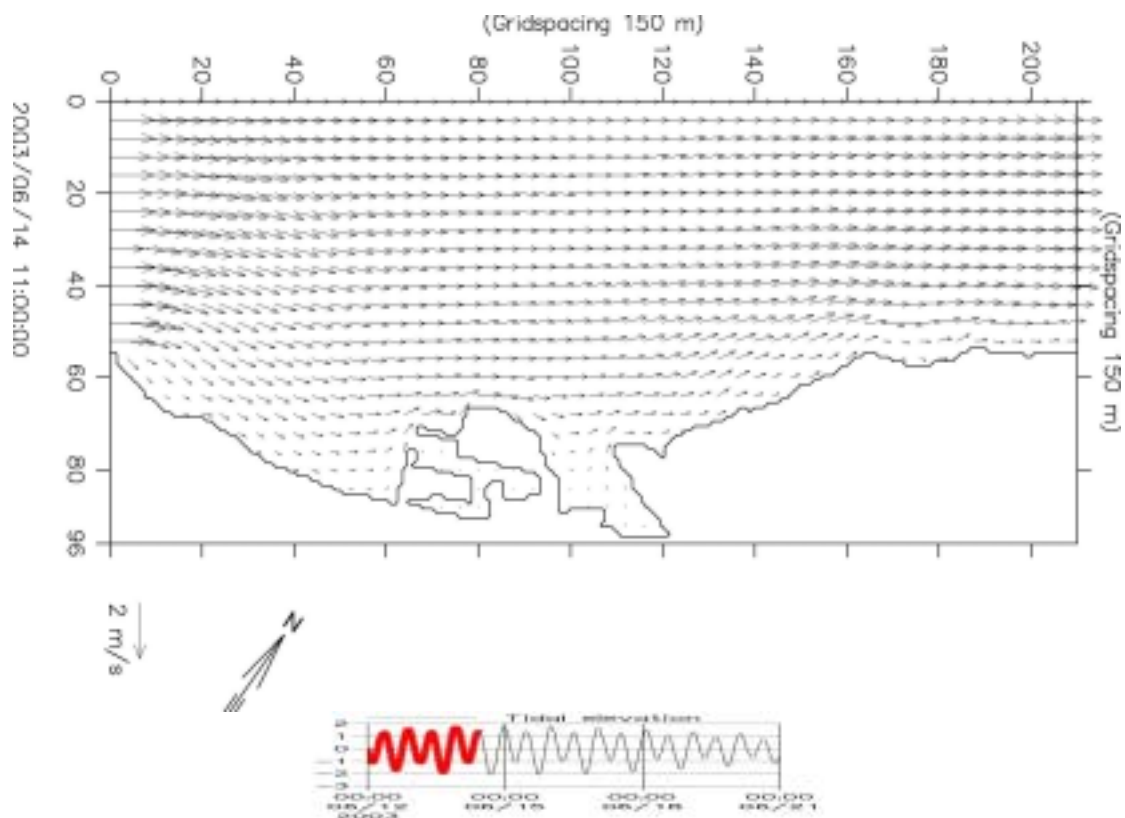


圖 4.55 M1 2003/ 06/ 14 11:00夏季流場模擬結果（第二期工程完工）

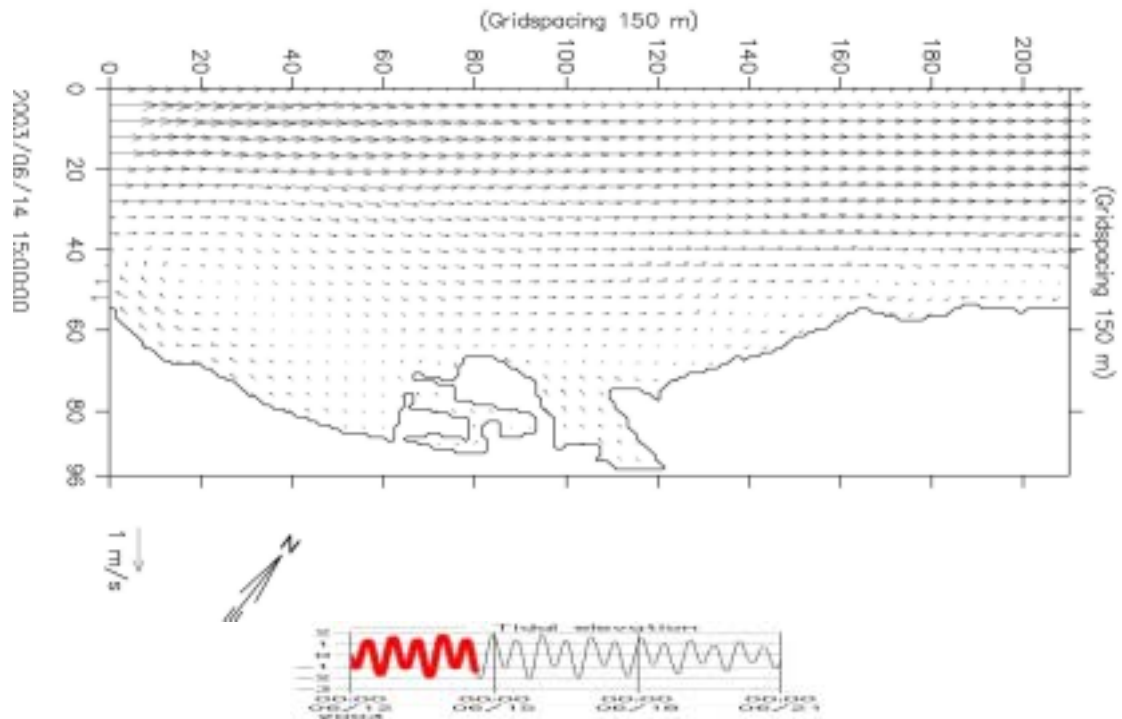


圖 4.56 M1 2003/ 06/ 14 15:00夏季流場模擬結果（第二期工程完工）

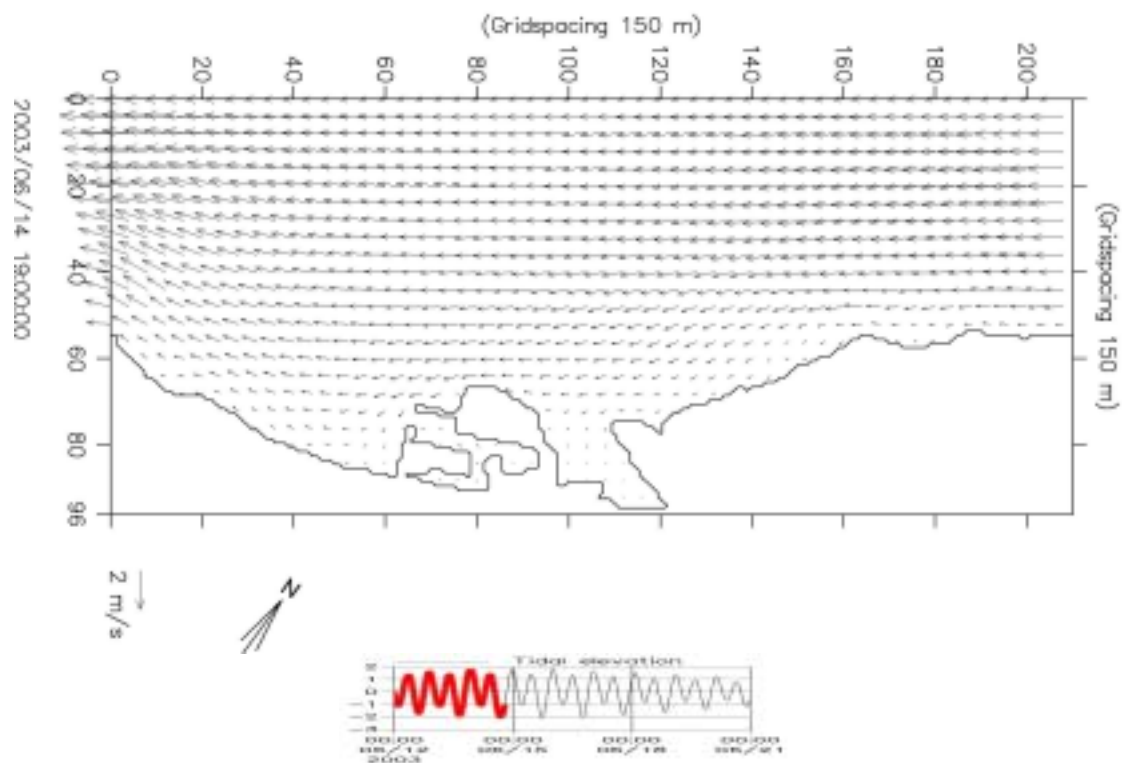


圖 4.57 M1 2003/ 06/ 14 19:00夏季流場模擬結果（第二期工程完工）

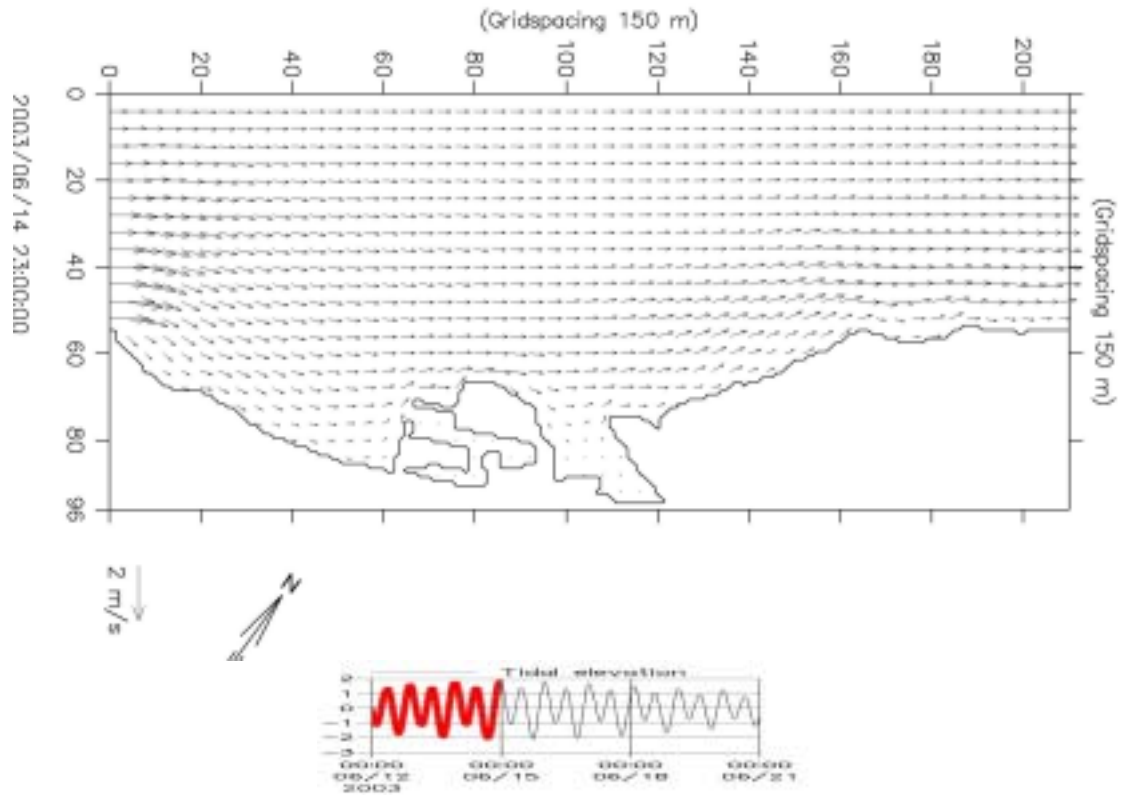


圖 4.58 M1 2003/ 06/ 14 23:00 夏季流場模擬結果（第二期工程完工）

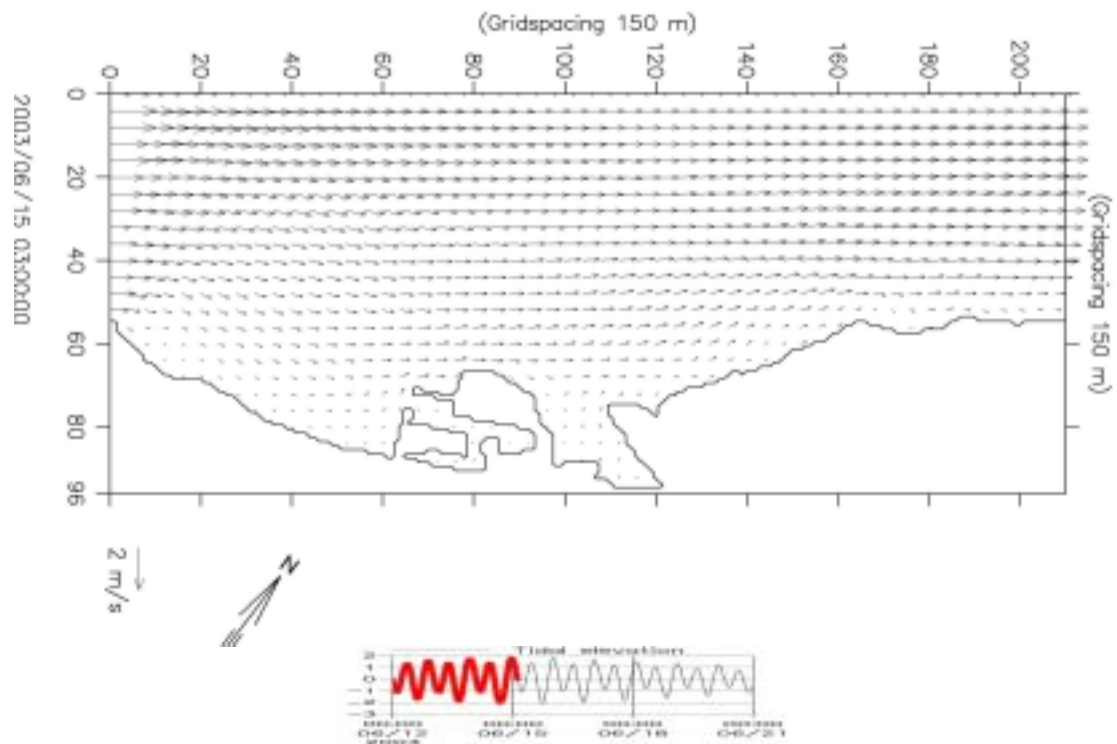


圖 4.59 M1 2003/ 06/ 14 03:00 夏季流場模擬結果（第二期工程完工）

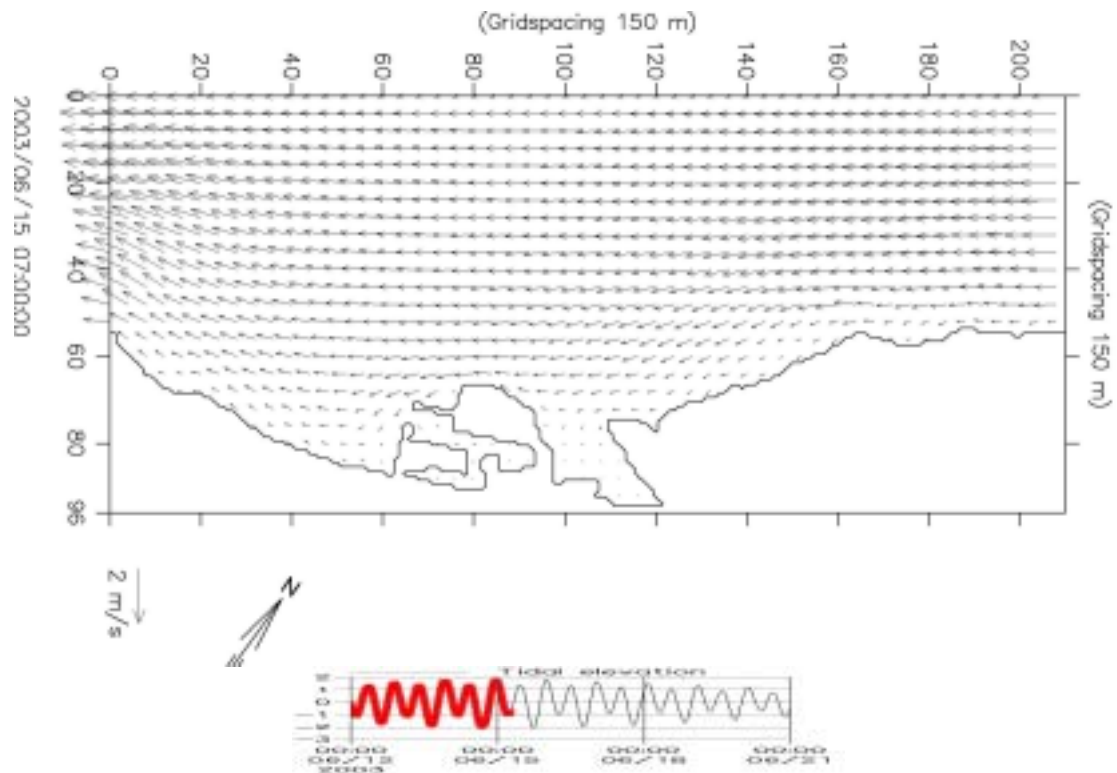


圖 4.60 M1 2003/ 06/ 14 07:00夏季流場模擬結果（第二期工程完工）

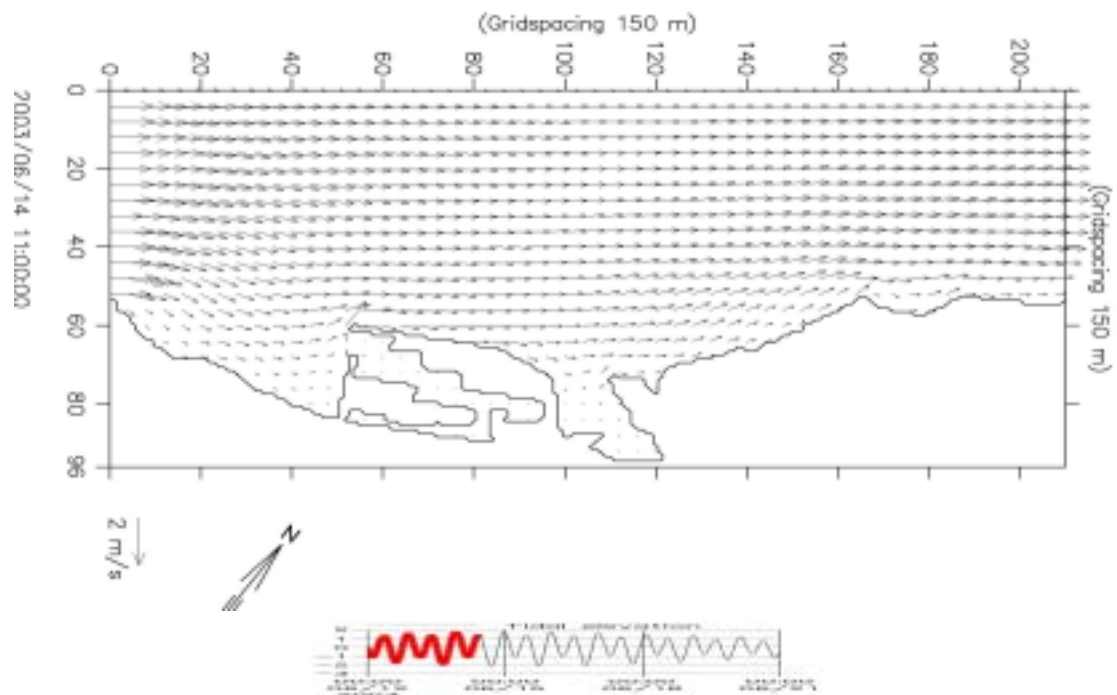


圖 4.61 M1 2003/ 06/ 14 11:00夏季流場模擬結果
（第三期工程、倉儲區、遠期工程完工）

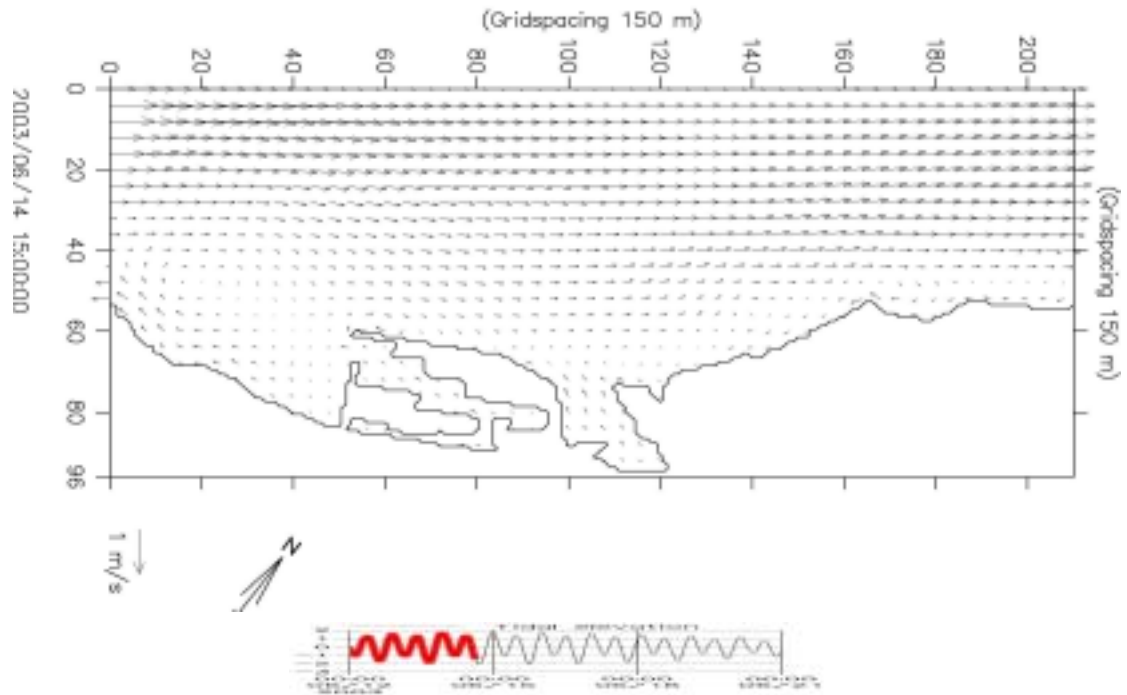


圖 4.62 M1 2003/ 06/ 14 15:00夏季流場模擬結果
(第三期工程、倉儲區、遠期工程完工)

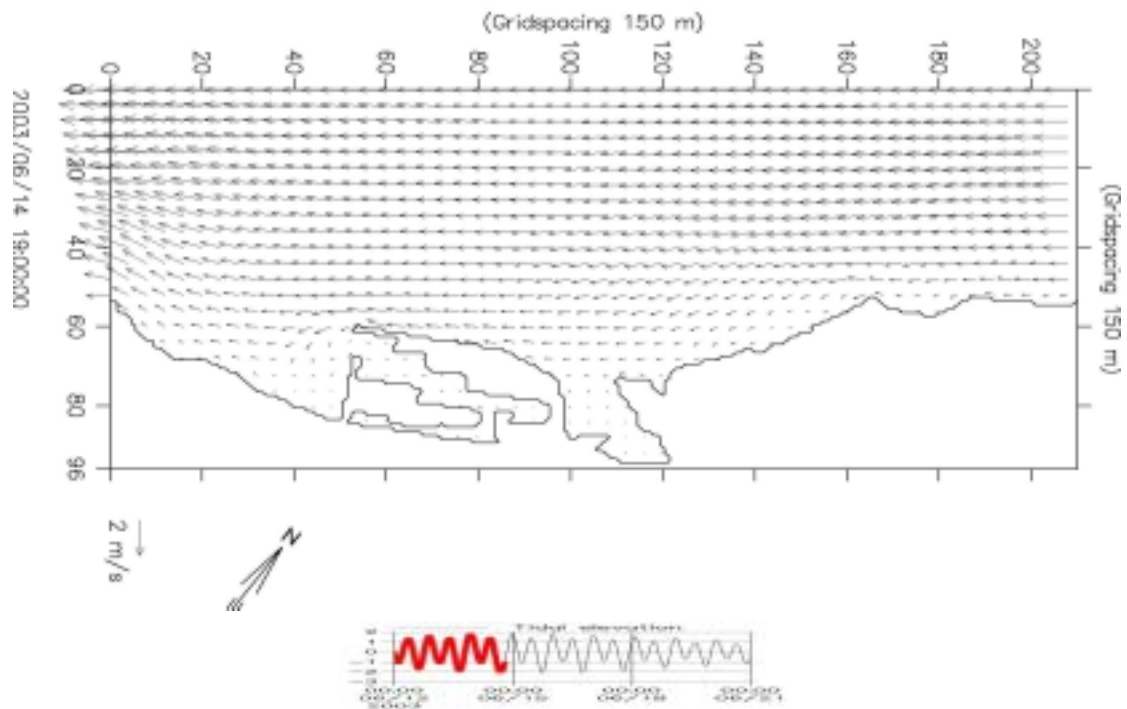


圖 4.63 M1 2003/ 06/ 14 19:00夏季流場模擬結果
(第三期工程、倉儲區、遠期工程完工)

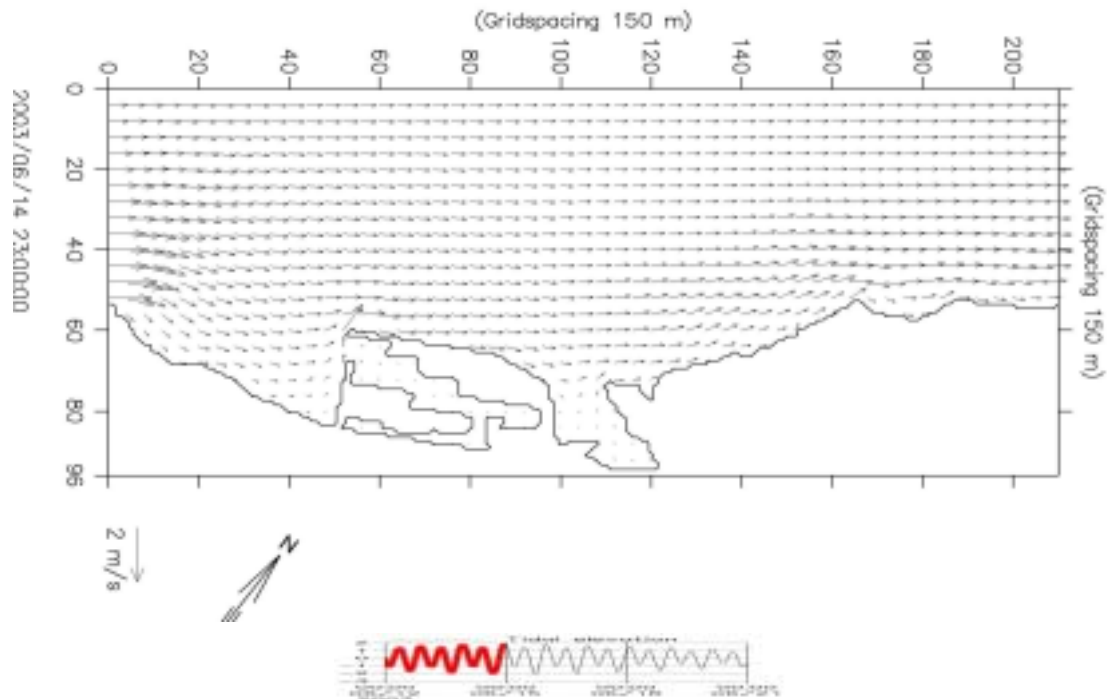


圖 4.64 M1 2003/ 06/ 14 23:00夏季流場模擬結果
(第三期工程、倉儲區、遠期工程完工)

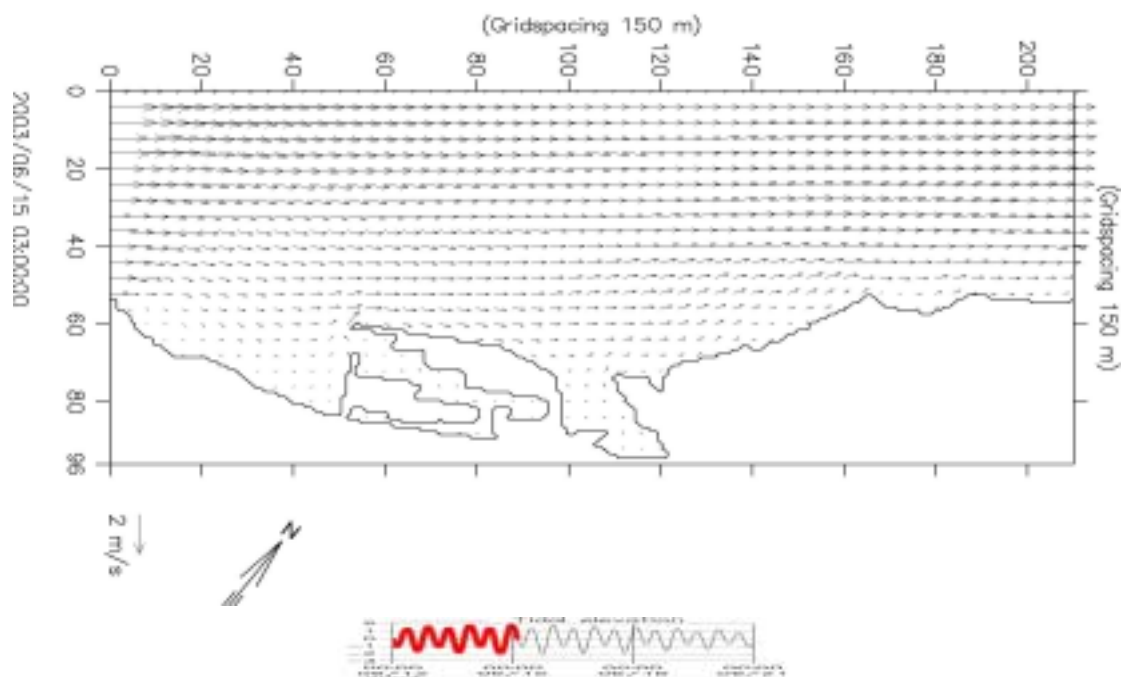


圖 4.65 M1 2003/ 11/ 25 03:00夏季流場模擬結果
(第三期工程、倉儲區、遠期工程完工)

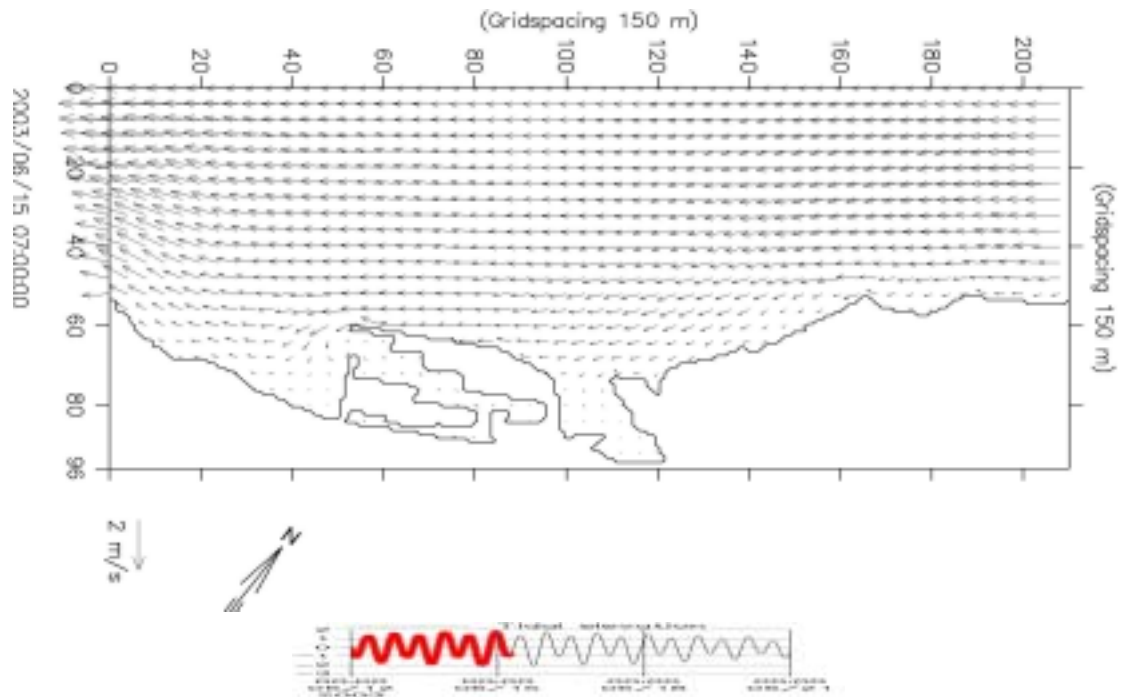


圖 4.66 M1 2003/ 11/ 25 07:00 夏季流場模擬結果
(第三期工程、倉儲區、遠期工程完工)

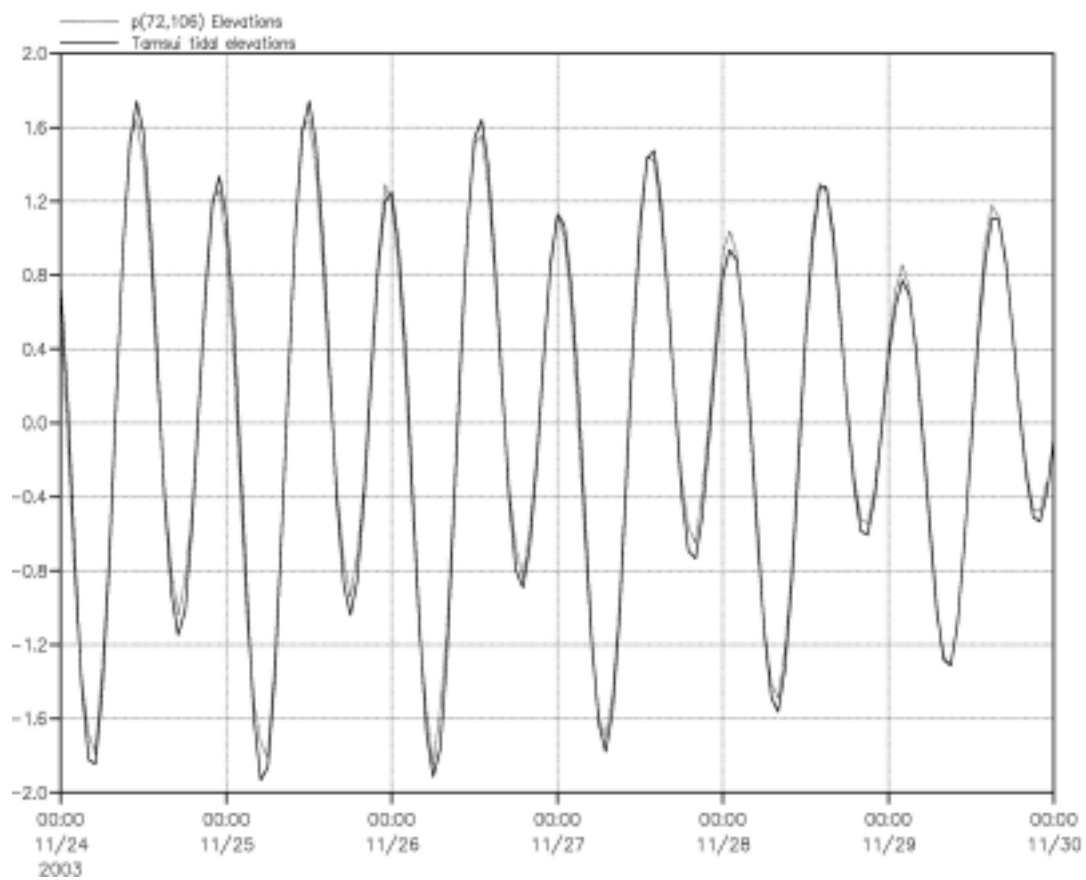


圖 4.67 淡水測站與 M1 模擬結果點 (73, 106) 潮位之比較

註：點(73, 106)位於淡水河出海口北側

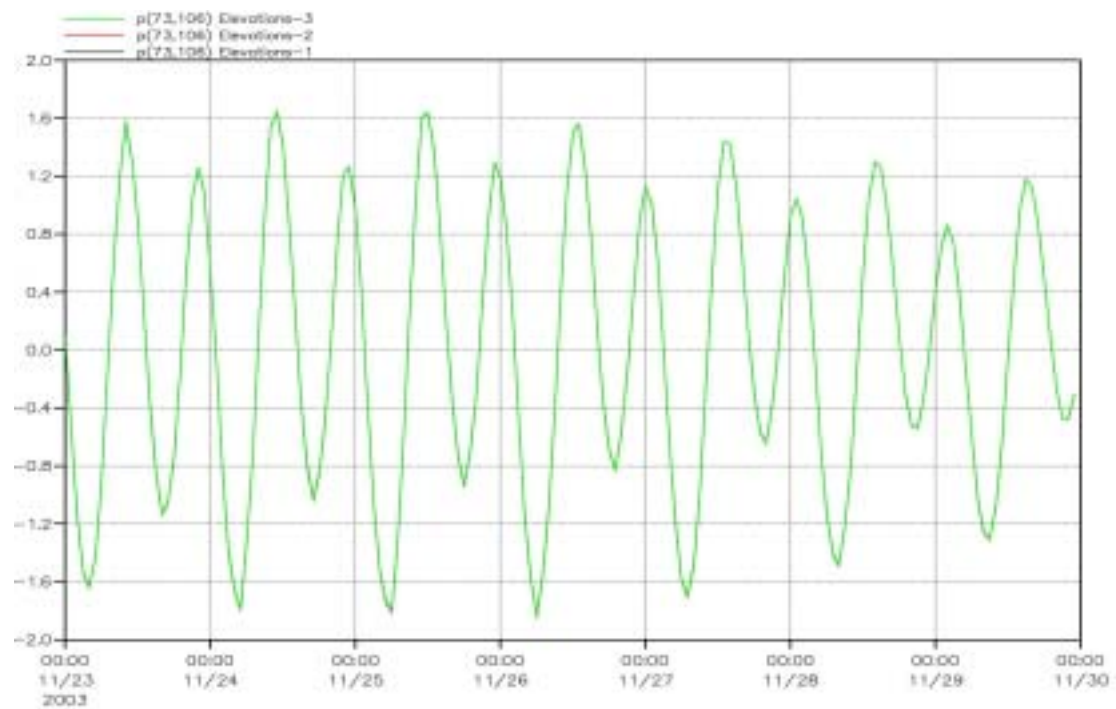


圖 4.68 各期工程興建後於點(73, 106)之流場潮位比較圖 M1

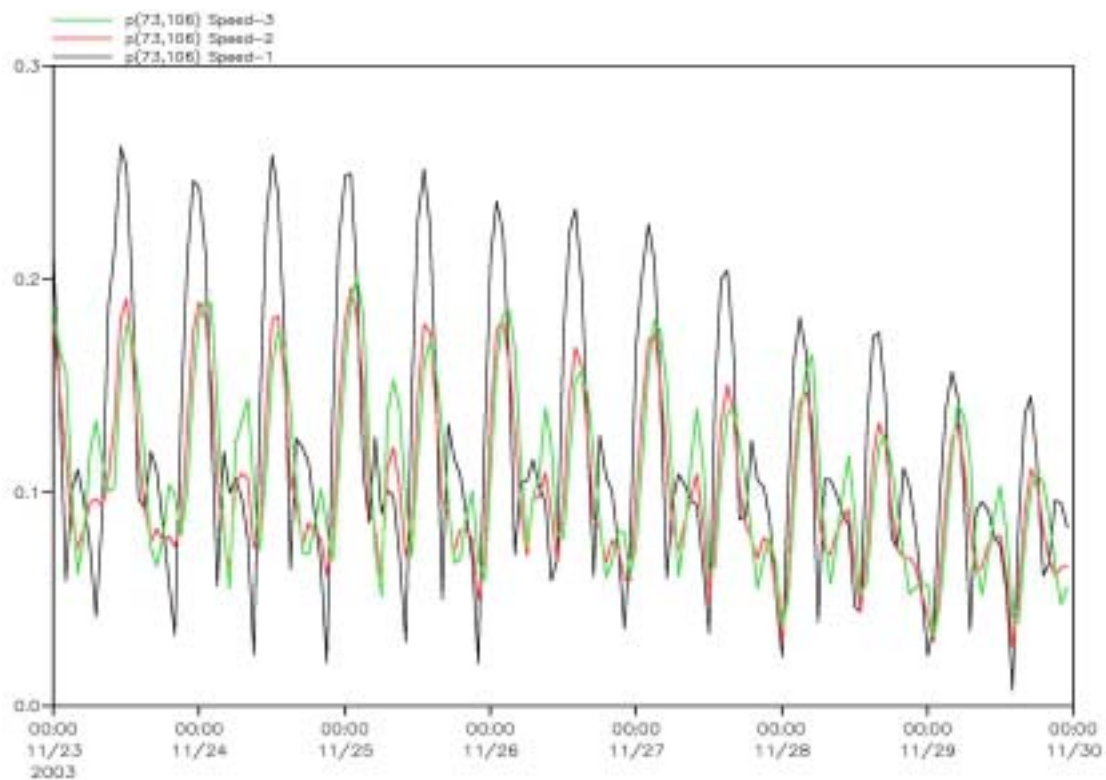


圖 4.69 各期工程興建後於點(73, 106)之流場流速比較圖 M1

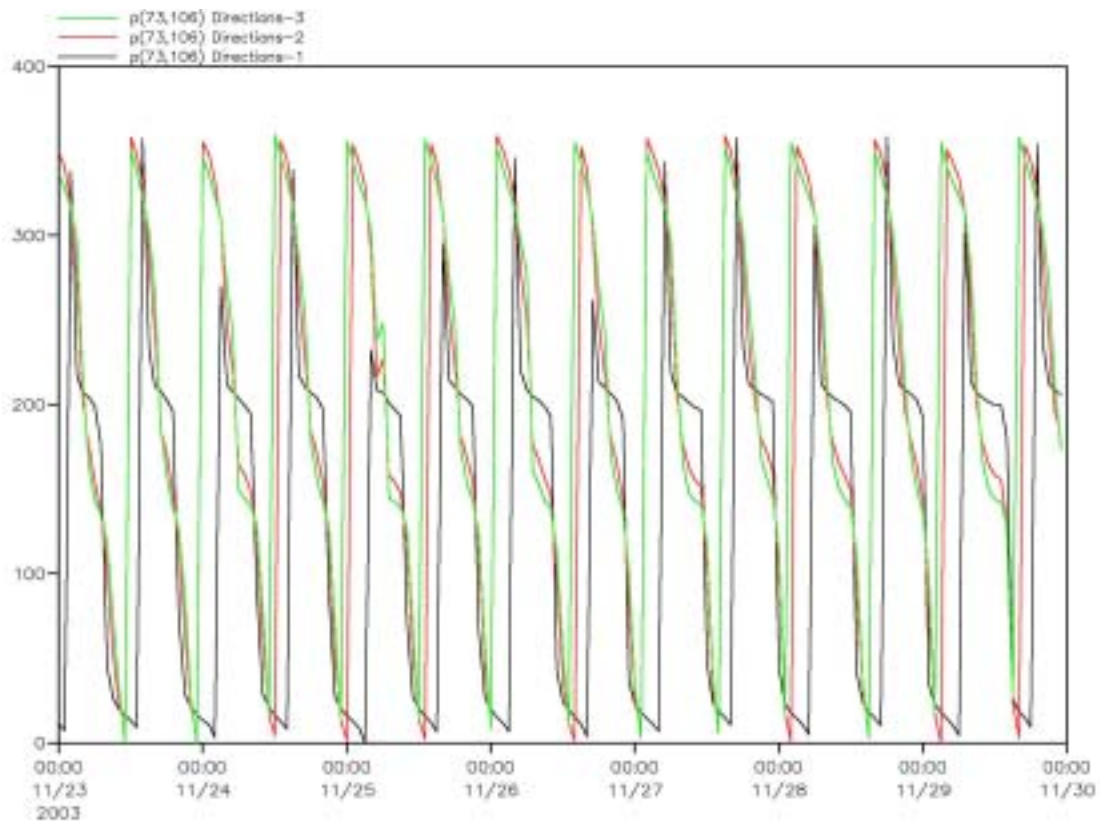


圖 4.70 各期工程興建後於點(73, 106)之流場流向比較圖 M1

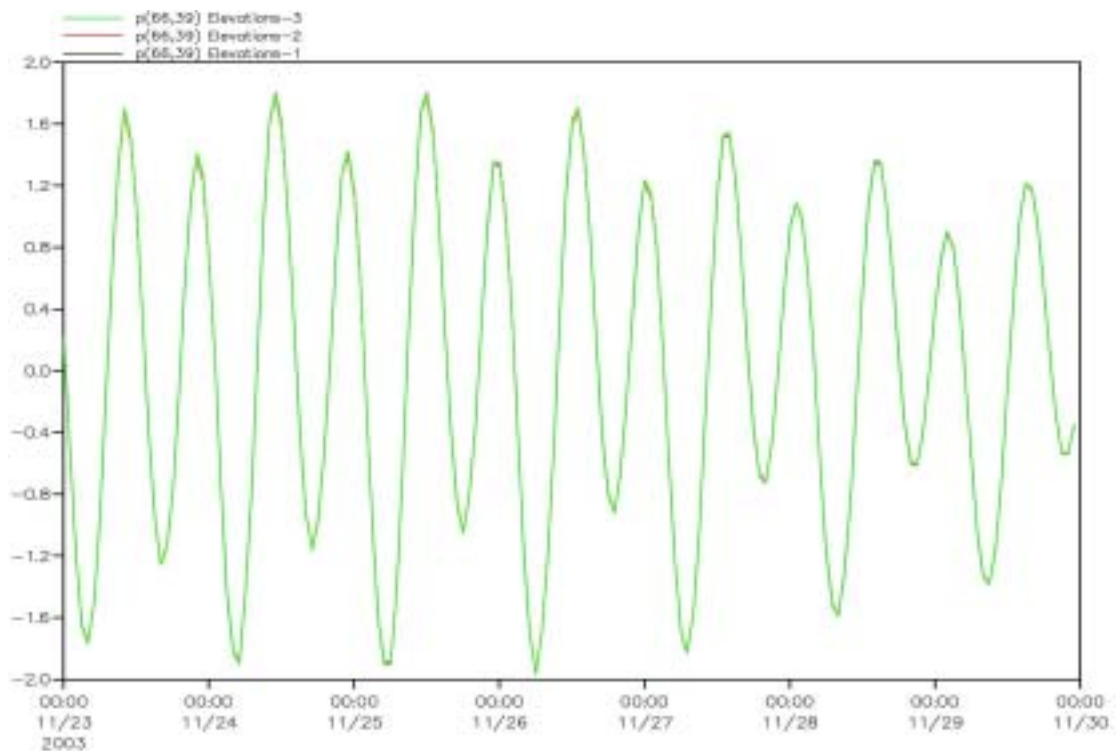


圖 4.71 各期工程興建後於點(66, 39)之流場潮位比較圖 M1

註：點(66, 39)位於台北港南防波堤南方 6 公里處(現況)

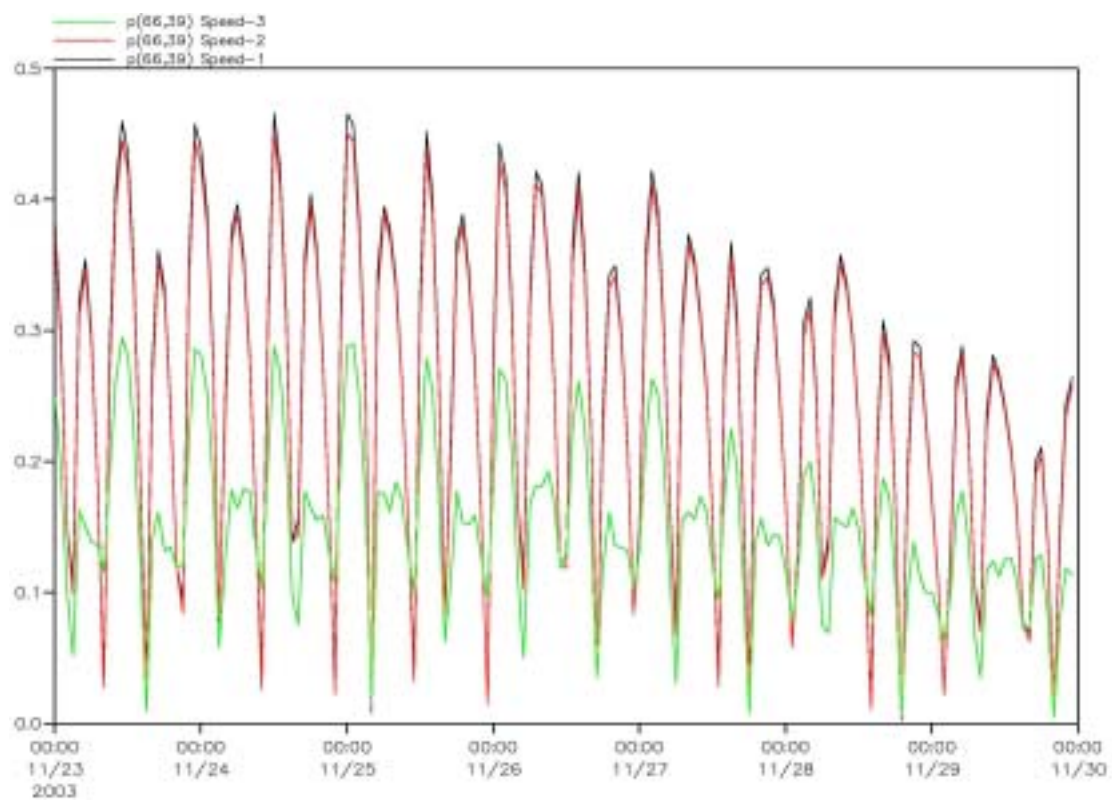


圖 4.72 各期工程興建後於點(66, 39)之流場流速比較圖 M1

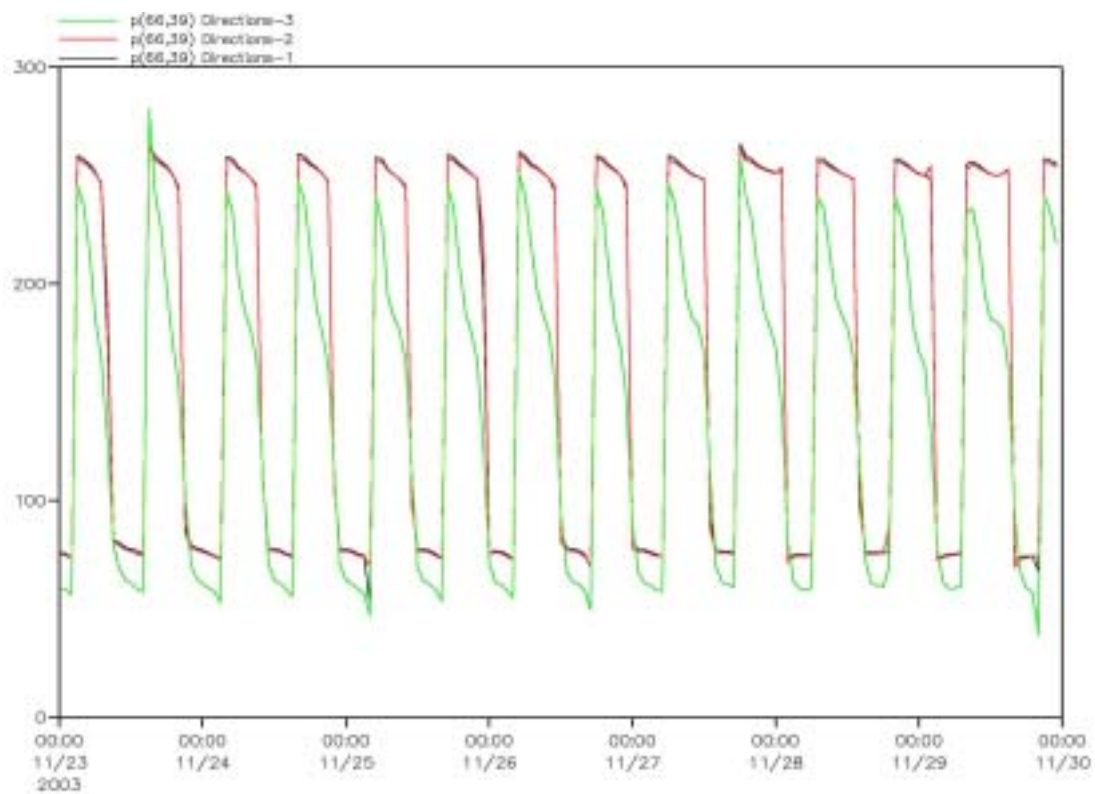


圖 4.73 各期工程興建後於點(66, 39)之流場流向比較圖 M1

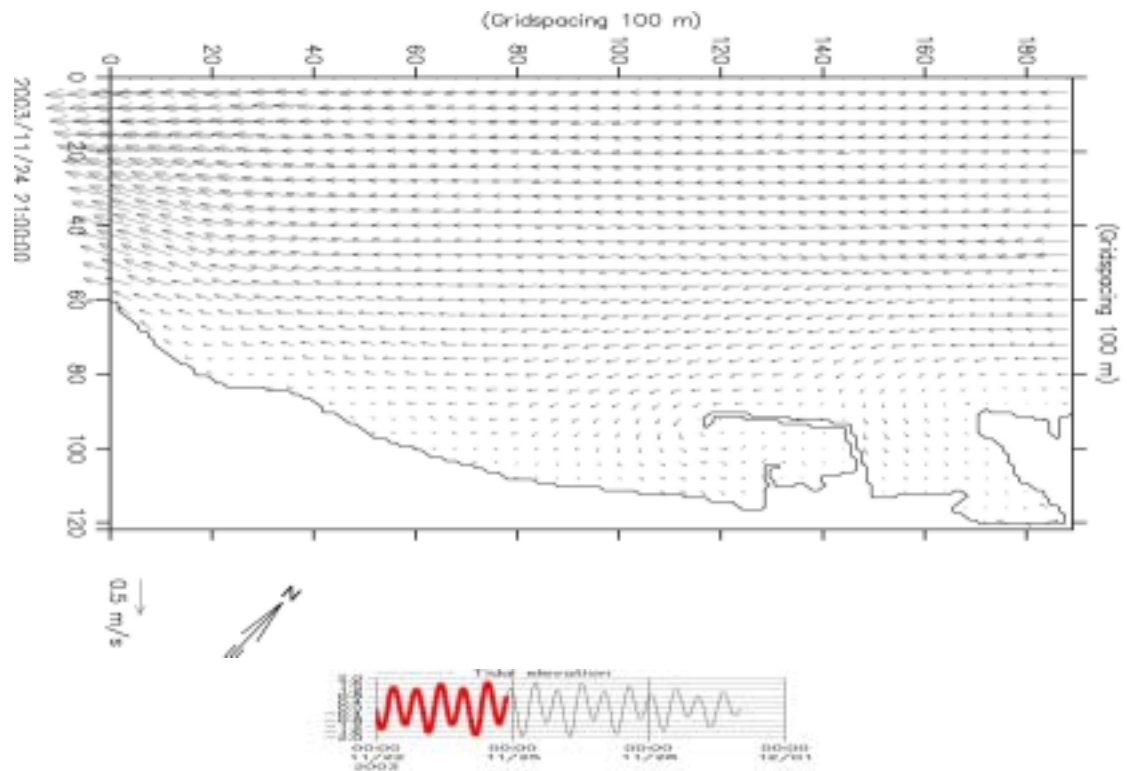


圖 4.74 M2 2003/ 11/ 24 21:00冬季流場模擬結果（現況）

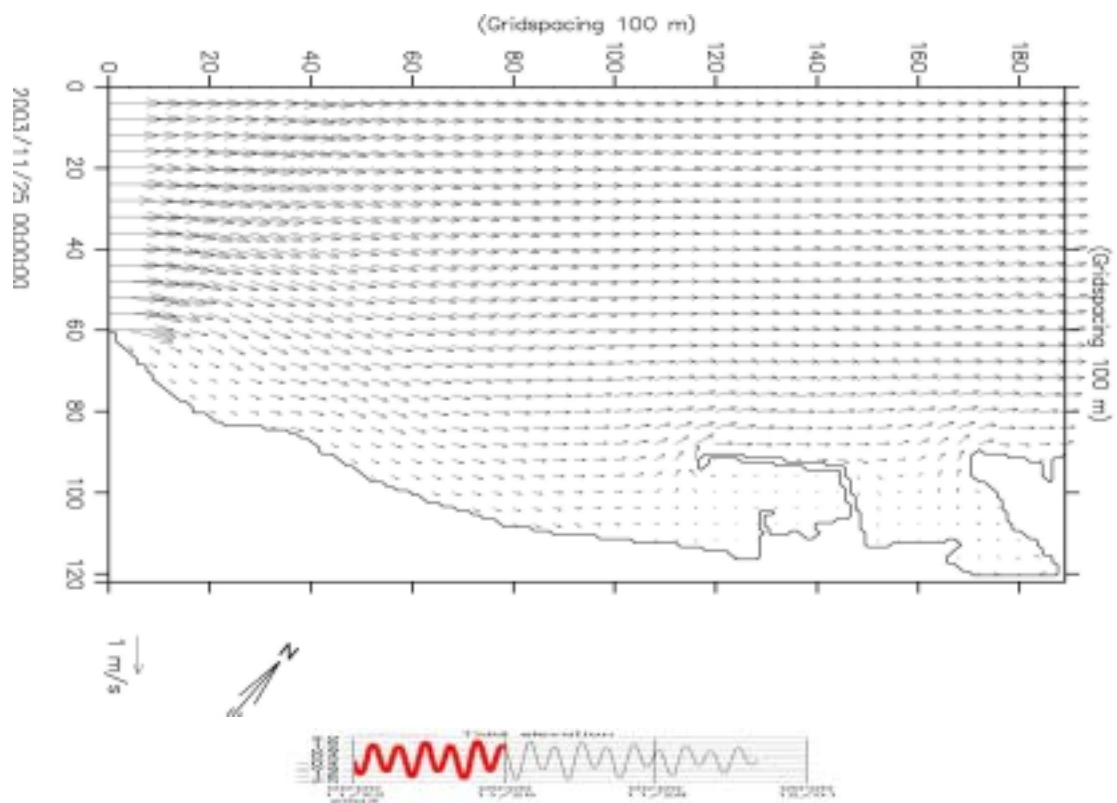


圖 4.75 M2 2003/ 11/ 25 00:00冬季流場模擬結果（現況）

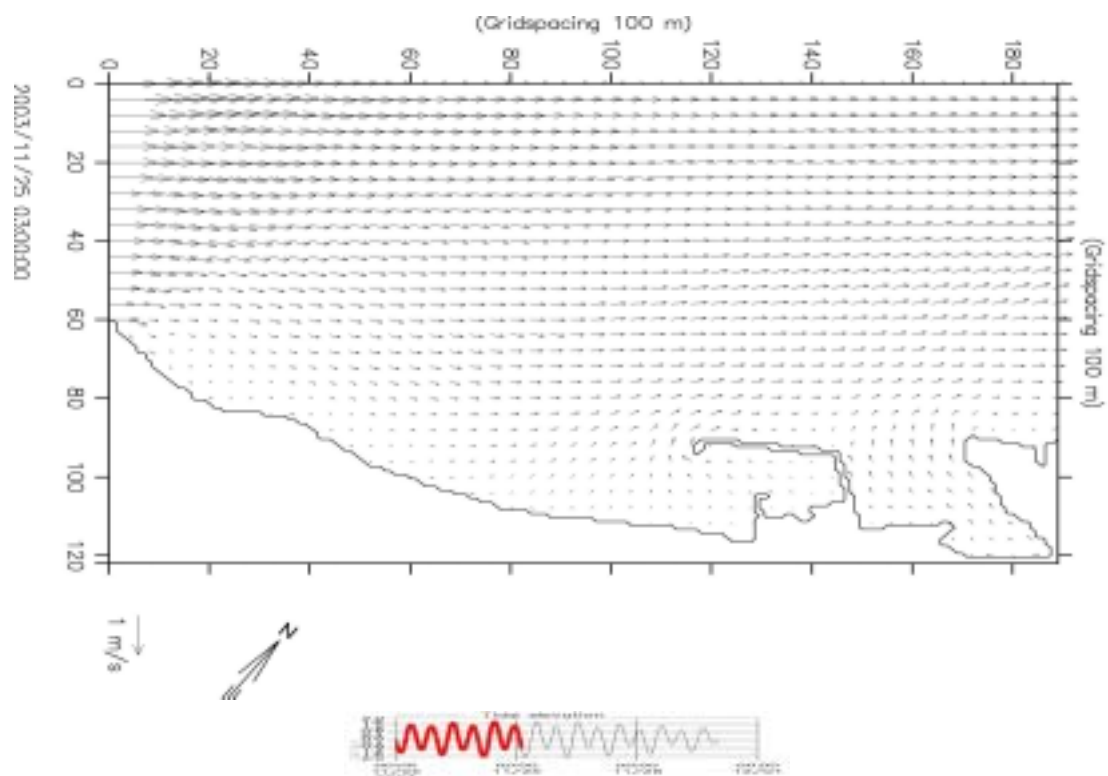


圖 4.76 M2 2003/ 11/ 25 03:00冬季流場模擬結果（現況）

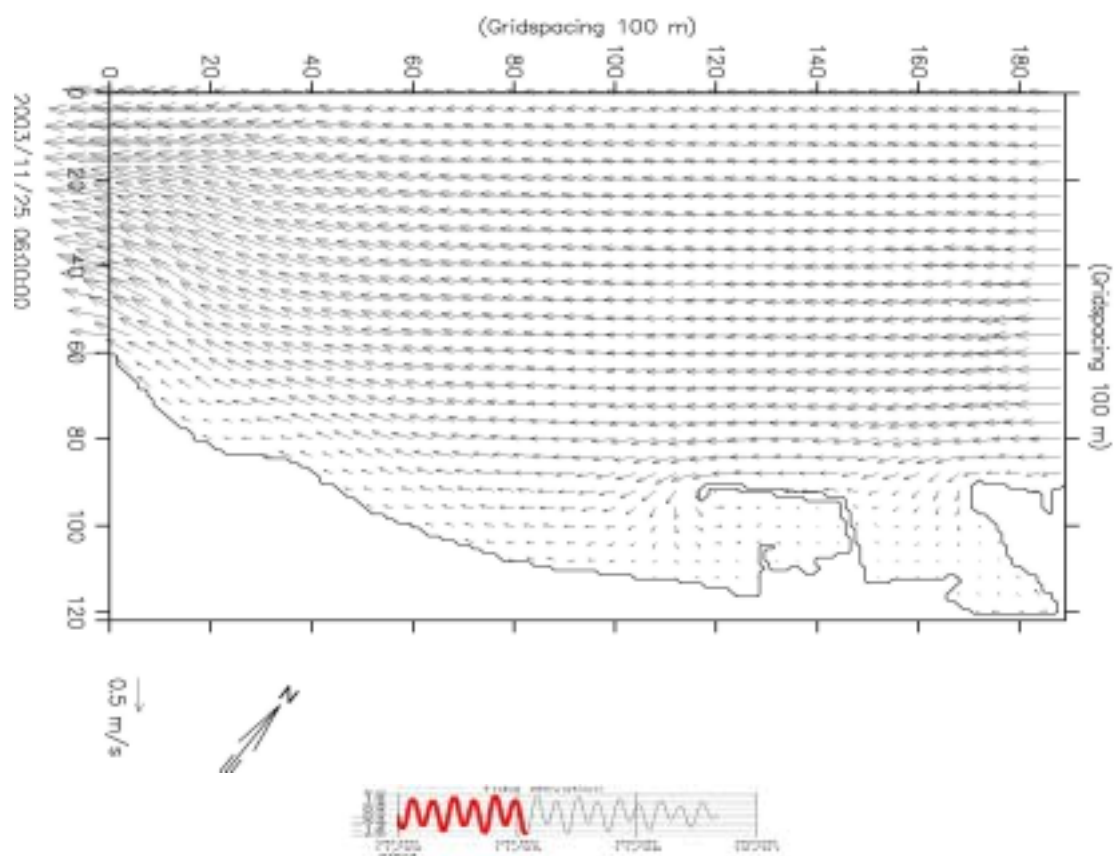


圖 4.77 M2 2003/ 11/ 25 06:00冬季流場模擬結果（現況）

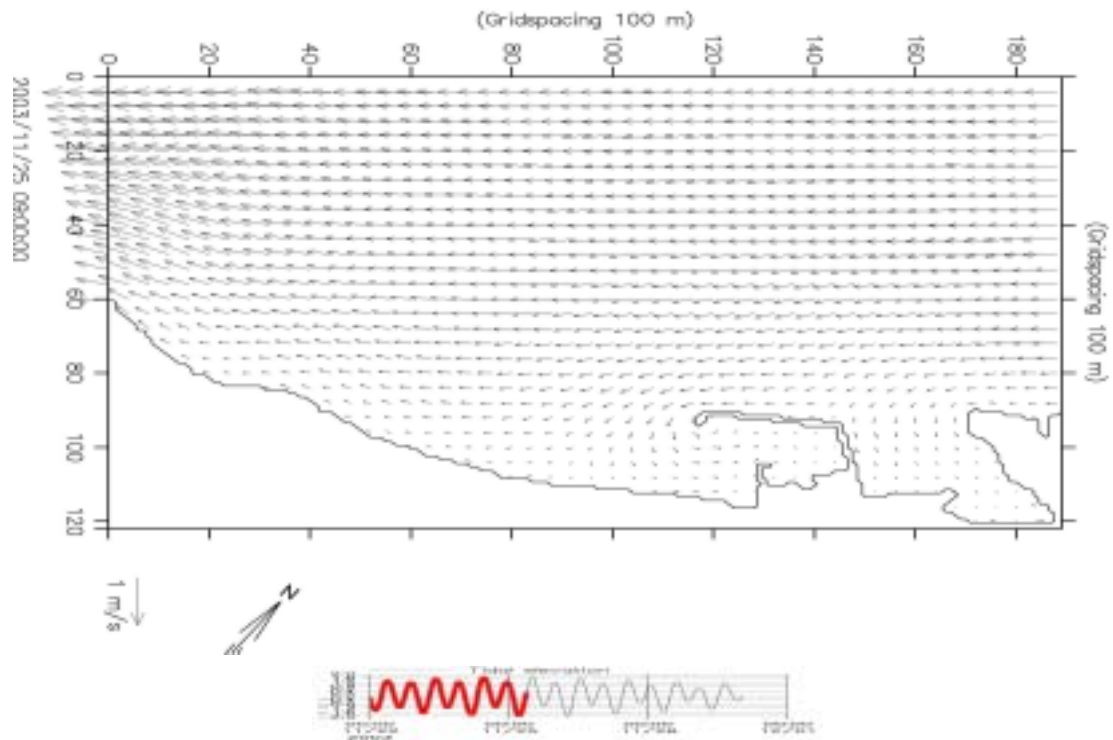


圖 4.78 M2 2003/ 11/ 25 09:00 冬季流場模擬結果（現況）

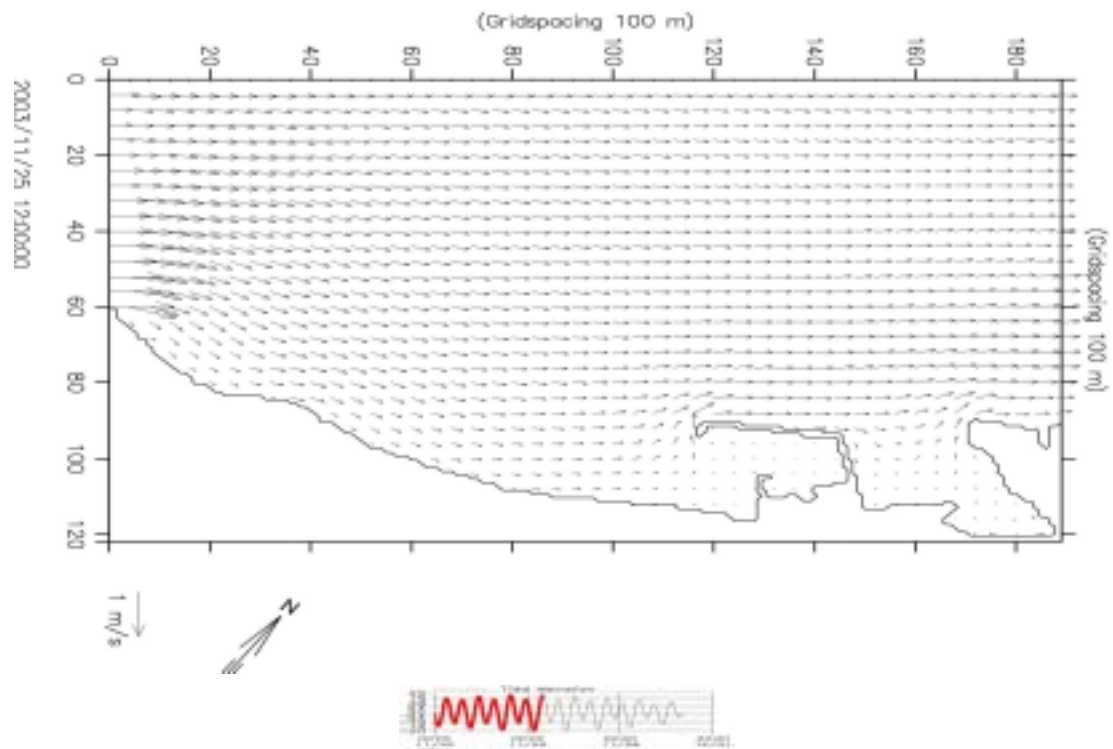


圖 4.79 M2 2003/ 11/ 25 12:00 冬季流場模擬結果（現況）

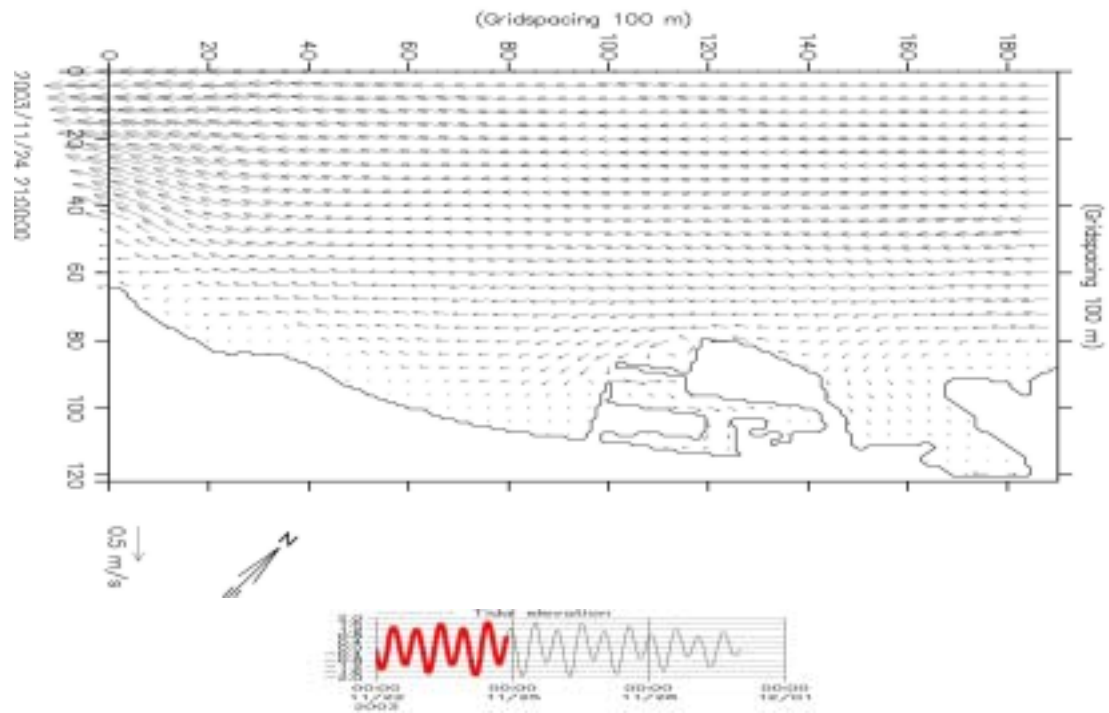


圖 4.80 M2 2003/ 11/ 24 21:00 冬季流場模擬結果（第二期工程完工）

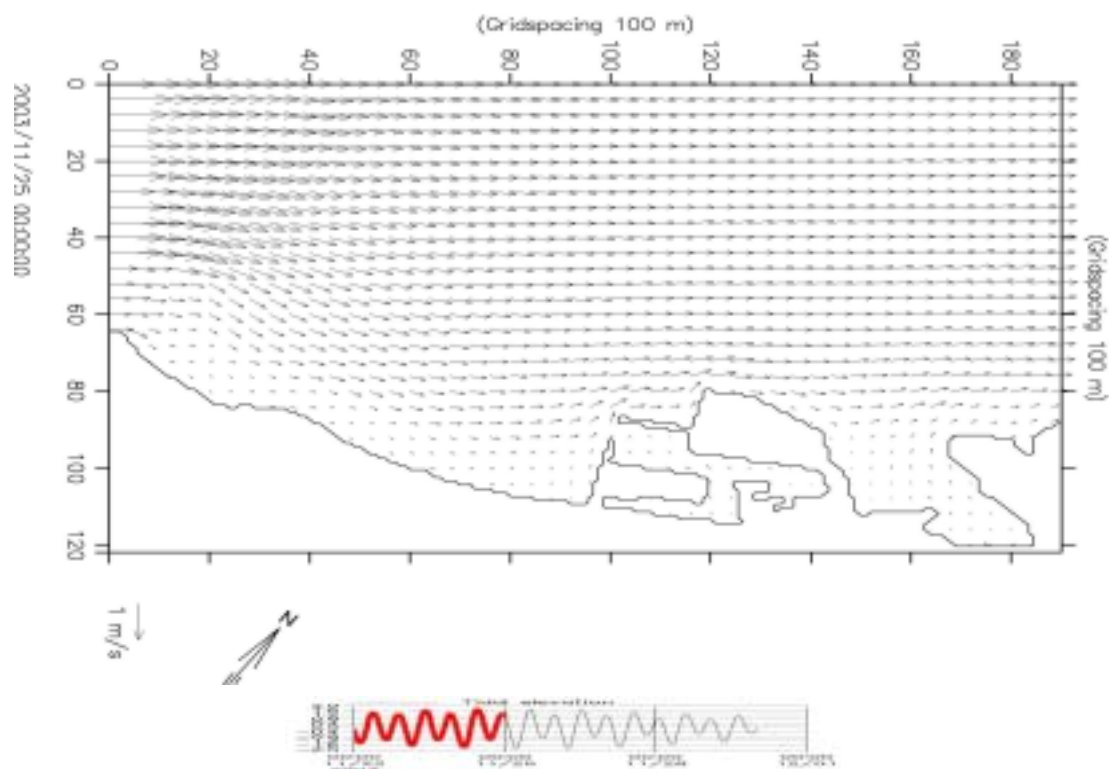


圖 4.81 M2 2003/ 11/ 25 00:00 冬季流場模擬結果（第二期工程完工）

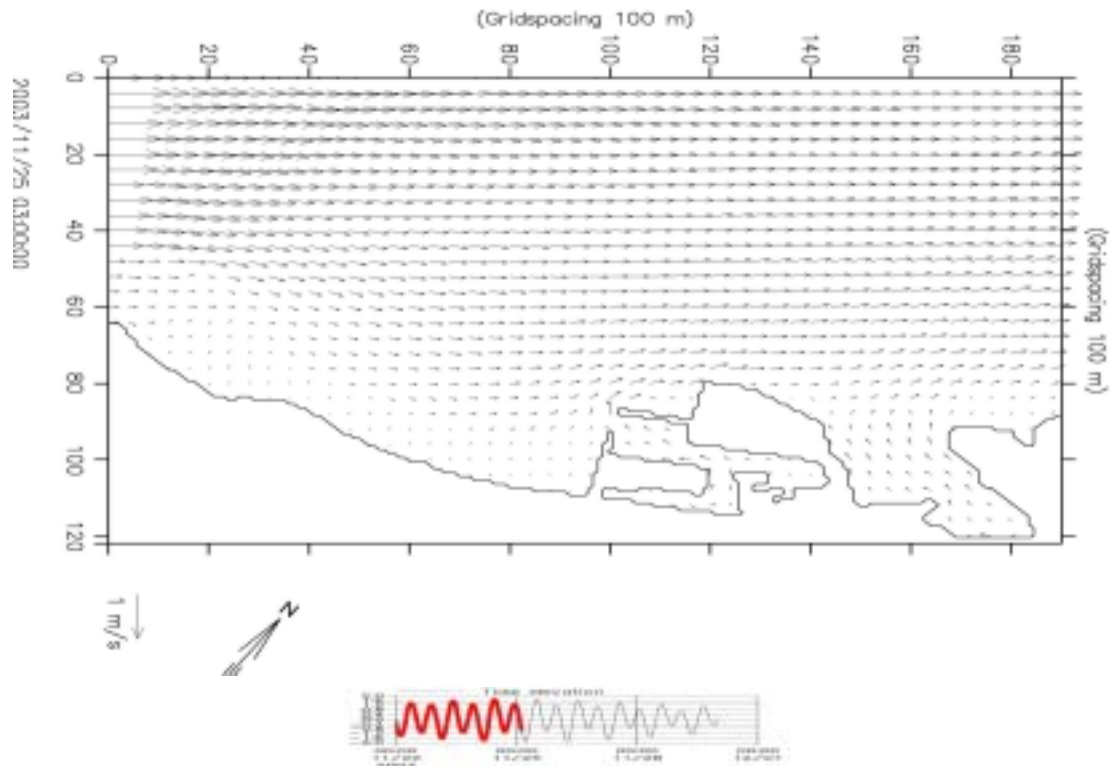


圖 4.82 M2 2003/ 11/ 25 03:00 冬季流場模擬結果（第二期工程完工）

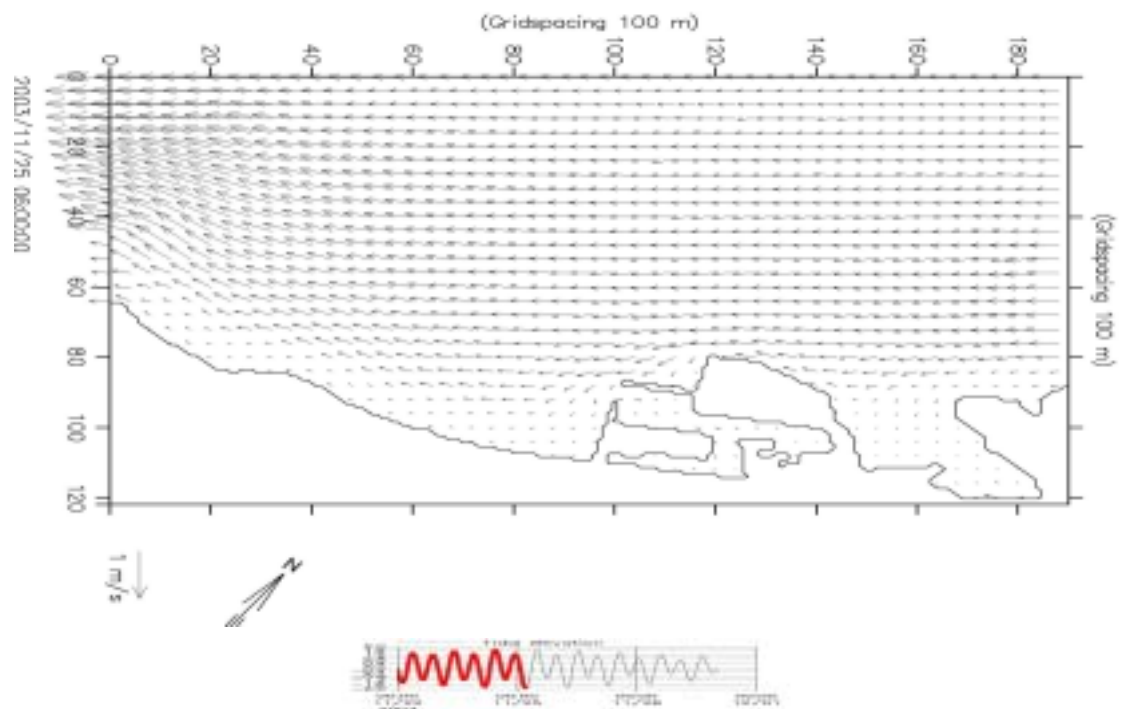


圖 4.83 M2 2003/ 11/ 25 06:00 冬季流場模擬結果（第二期工程完工）

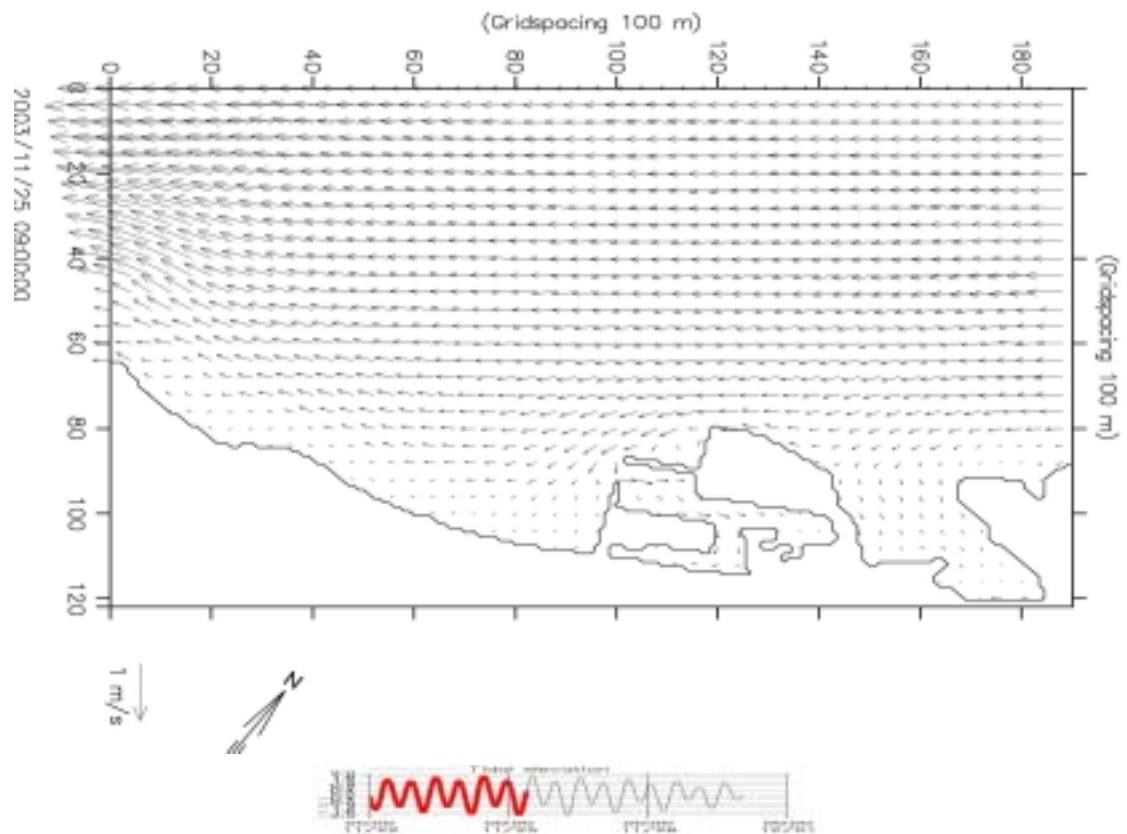


圖 4.84 M2 2003/ 11/ 25 09:00 冬季流場模擬結果（第二期工程完工）

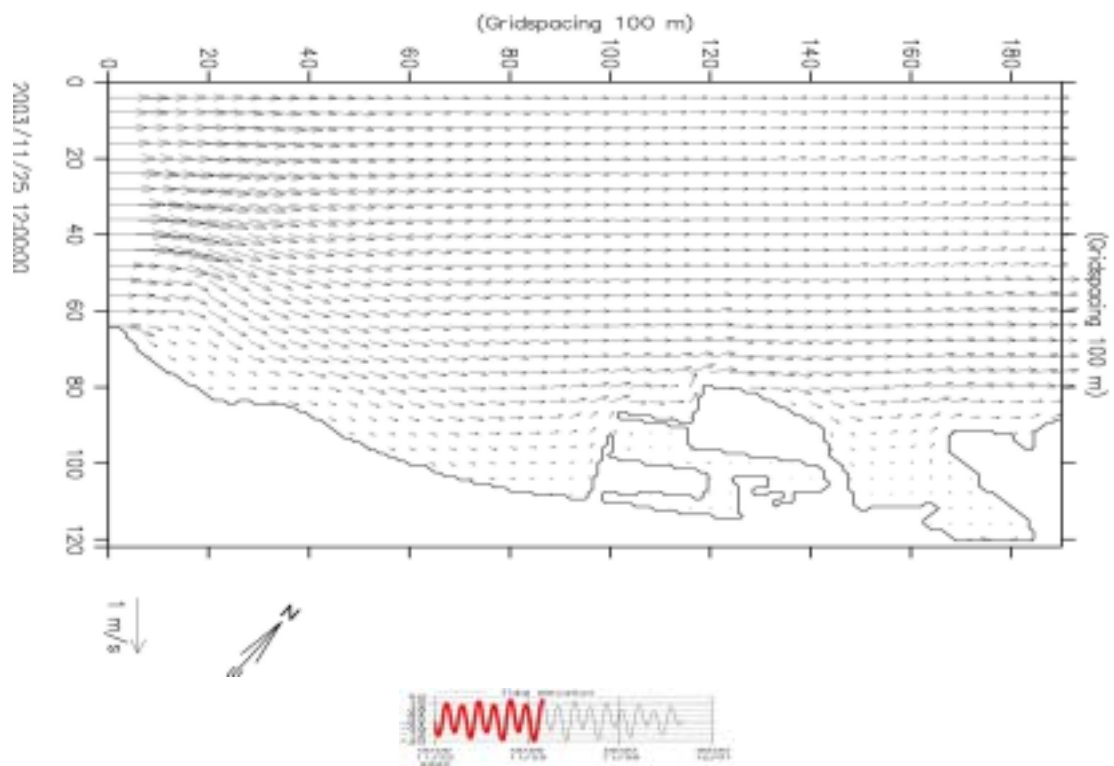


圖 4.85 M2 2003/ 11/ 25 12:00 冬季流場模擬結果（第二期工程完工）

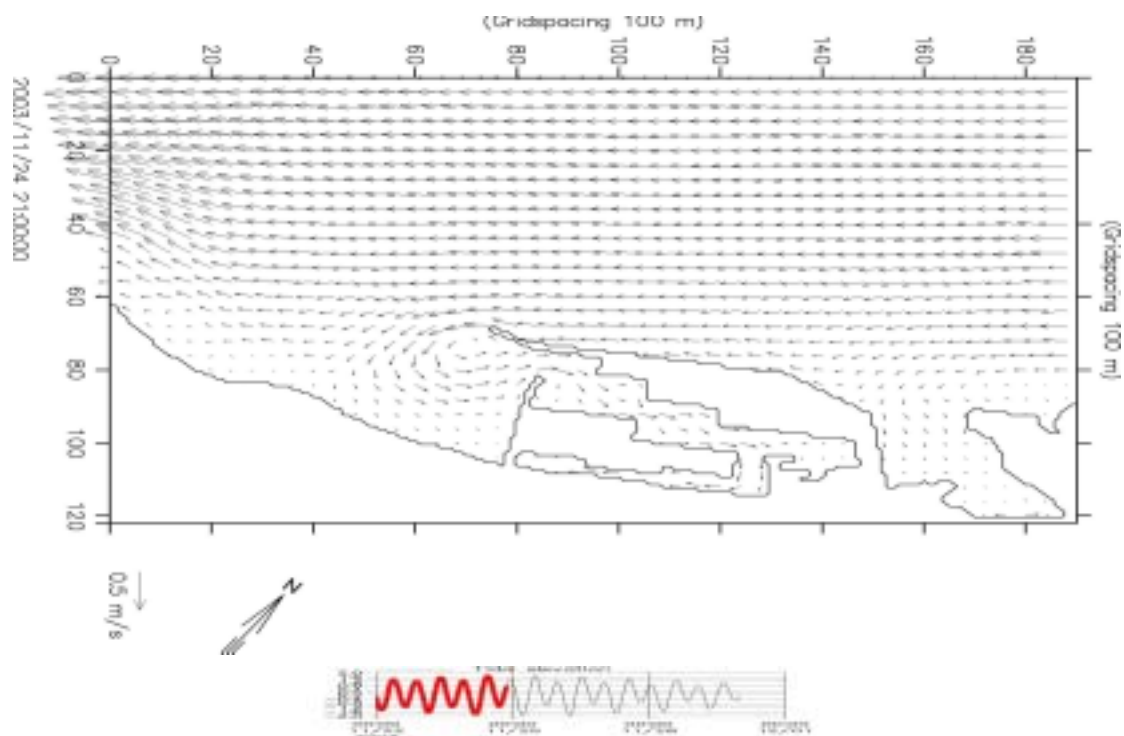


圖 4.86 M2 2003/ 11/ 24 21:00 冬季流場模擬結果
(第三期工程、倉儲區、遠期工程完工)

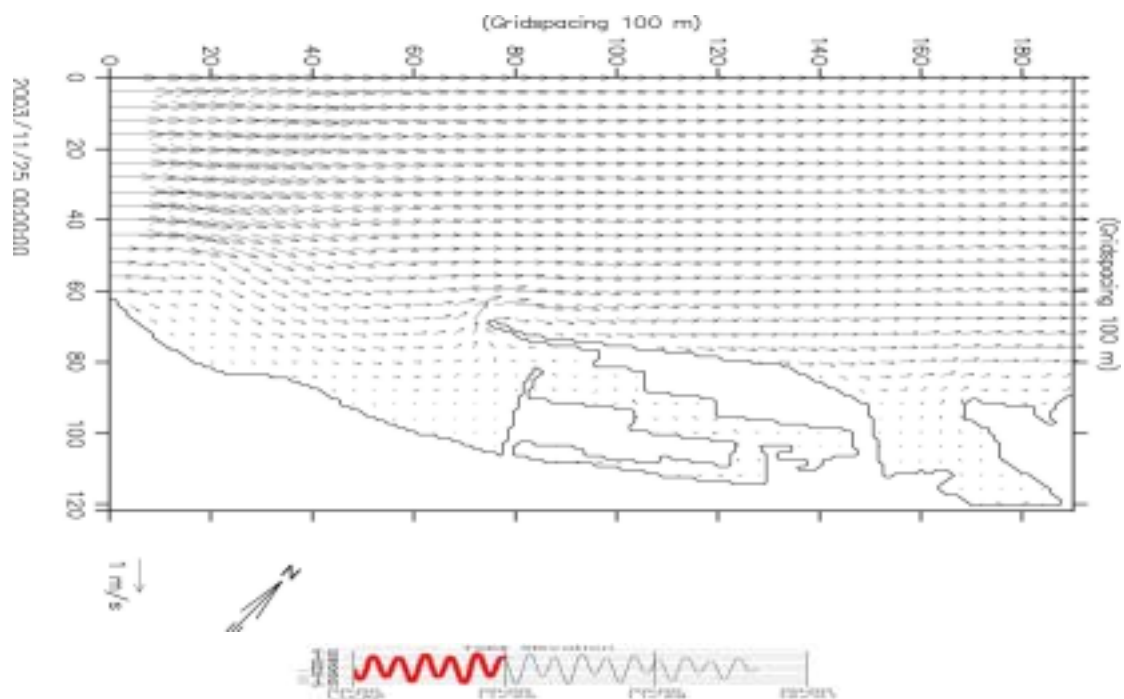


圖 4.87 M2 2003/ 11/ 25 00:00 冬季流場模擬結果
(第三期工程、倉儲區、遠期工程完工)

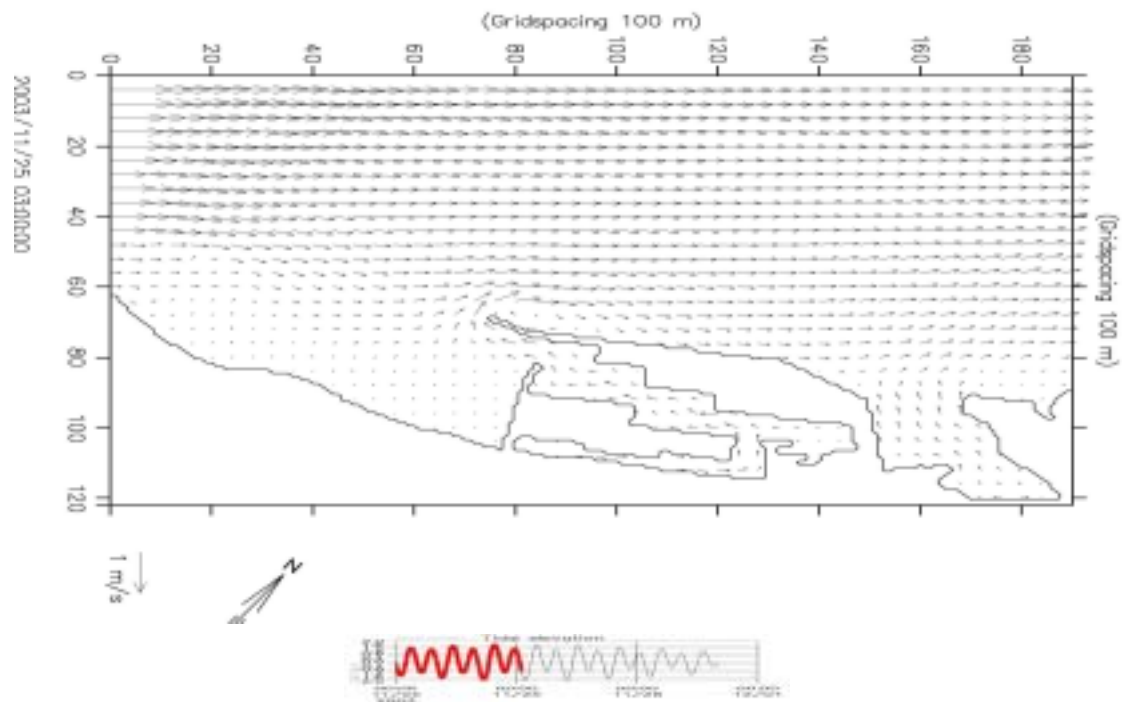


圖 4.88 M2 2003/ 11/ 25 03:00冬季流場模擬結果
(第三期工程、倉儲區、遠期工程完工)

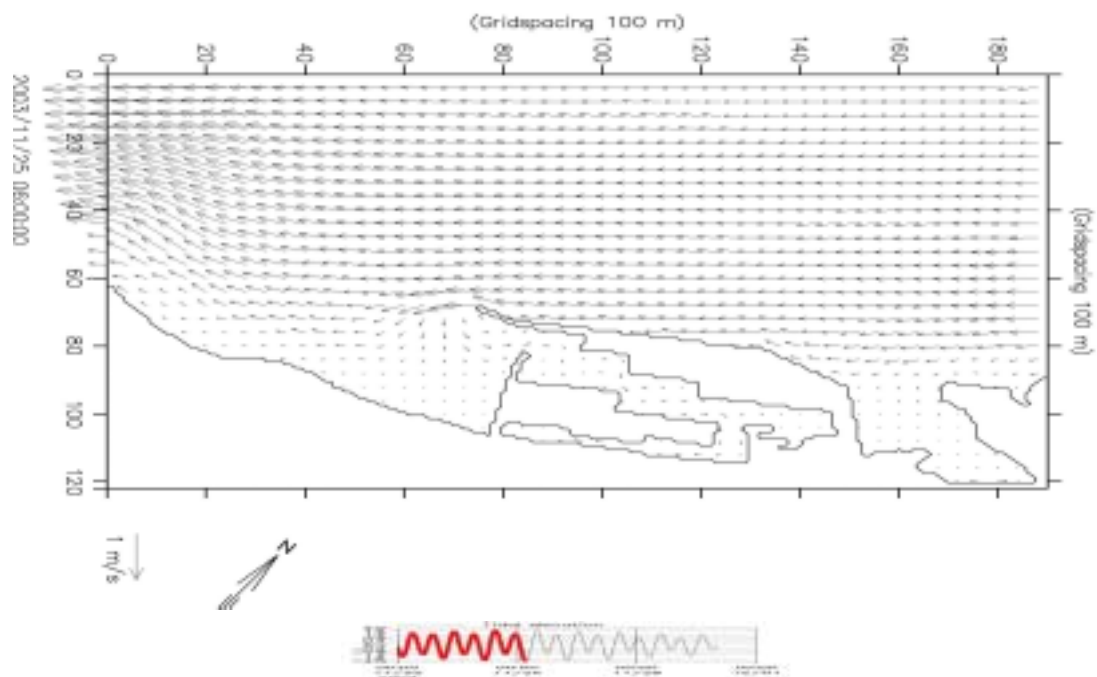


圖 4.89 M2 2003/ 11/ 25 06:00冬季流場模擬結果
(第三期工程、倉儲區、遠期工程完工)

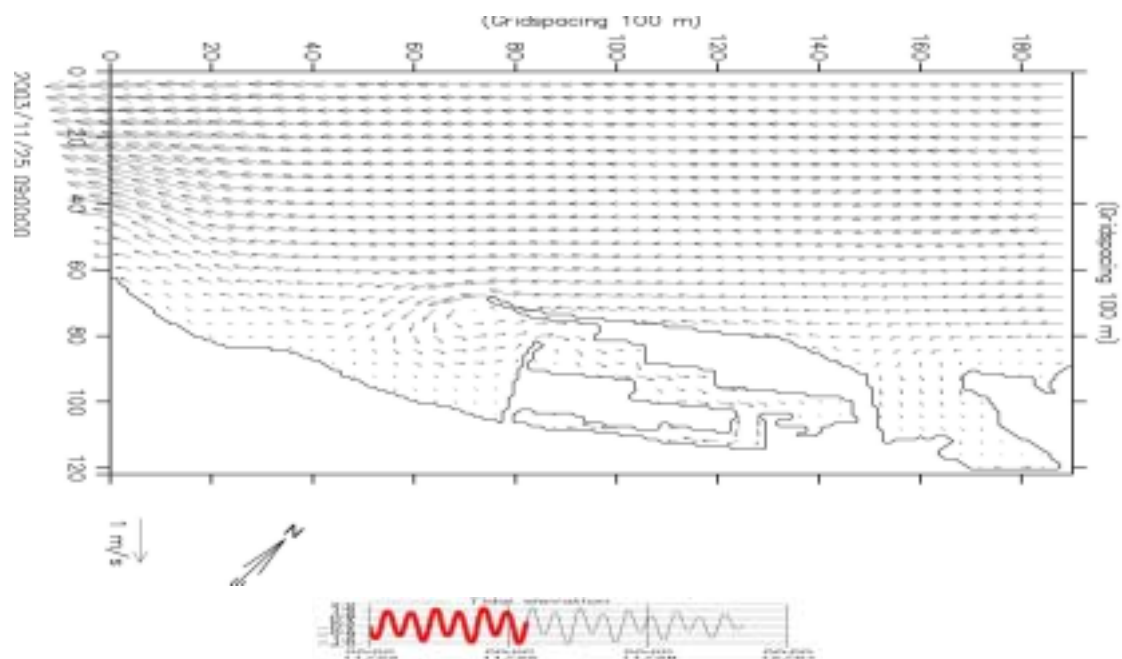


圖 4.90 M2 2003/ 11/ 25 09:00 冬季流場模擬結果
(第三期工程、倉儲區、遠期工程完工)

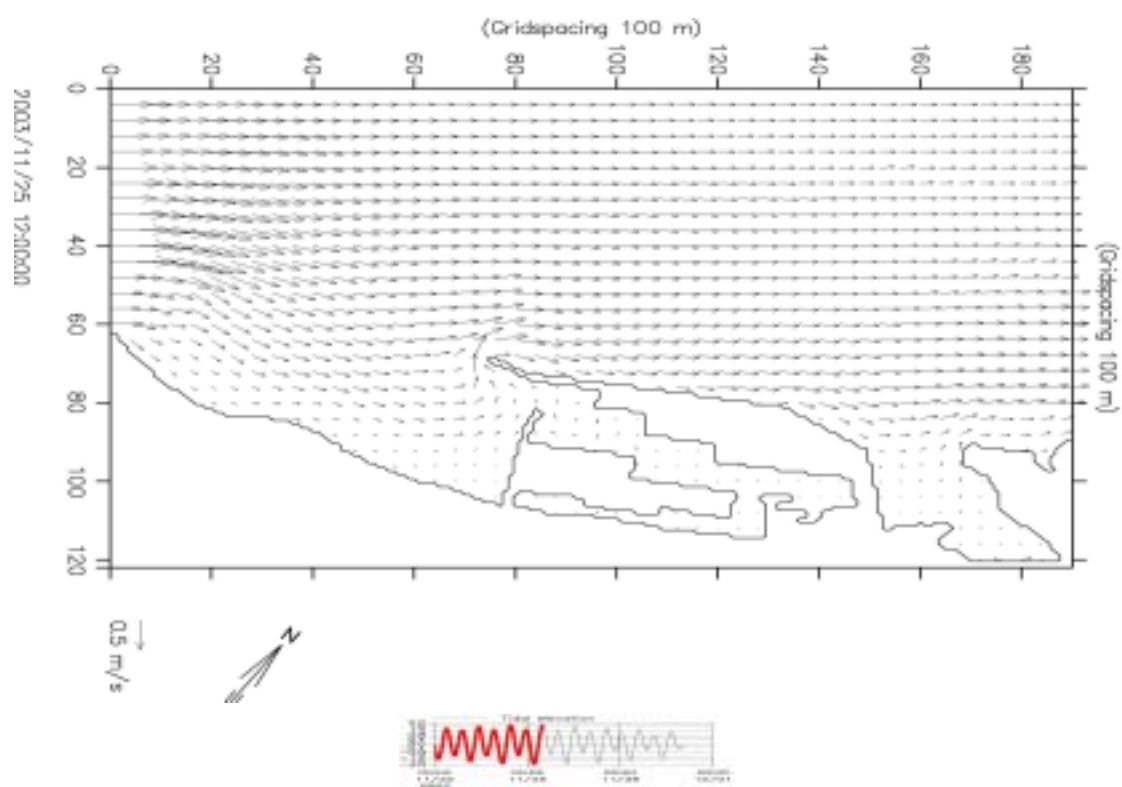


圖 4.91 M2 2003/ 11/ 25 12:00 冬季流場模擬結果
(第三期工程、倉儲區、遠期工程完工)

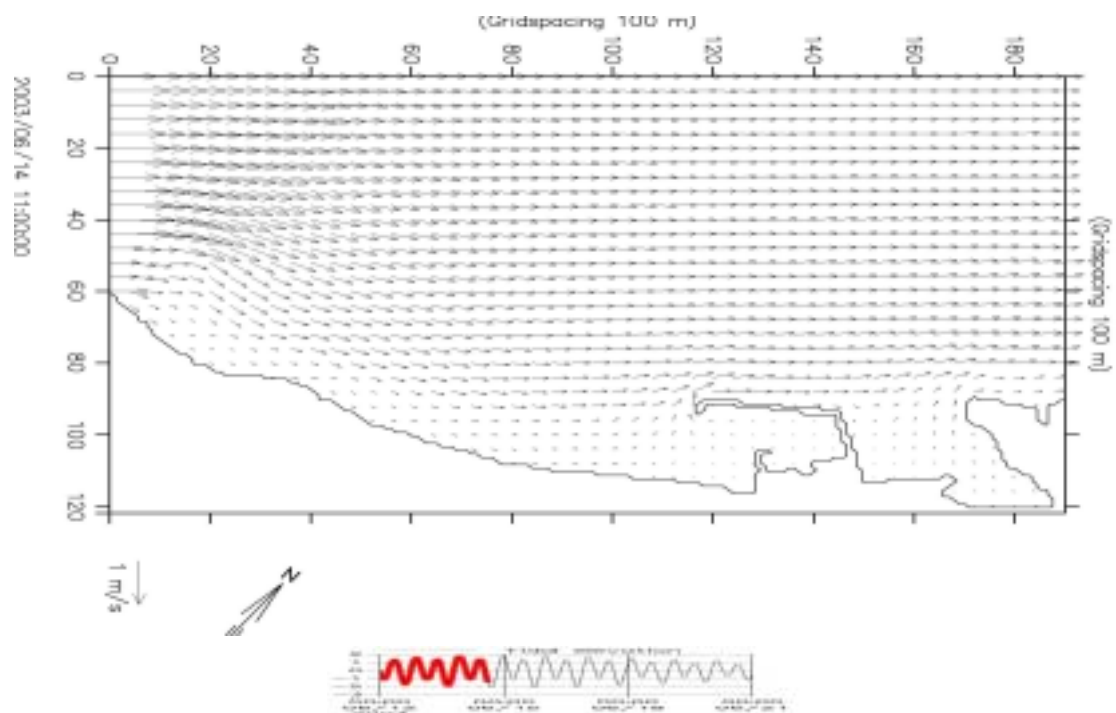


圖 4.92 M2 2003/ 06/ 14 11:00夏季流場模擬結果（現況）

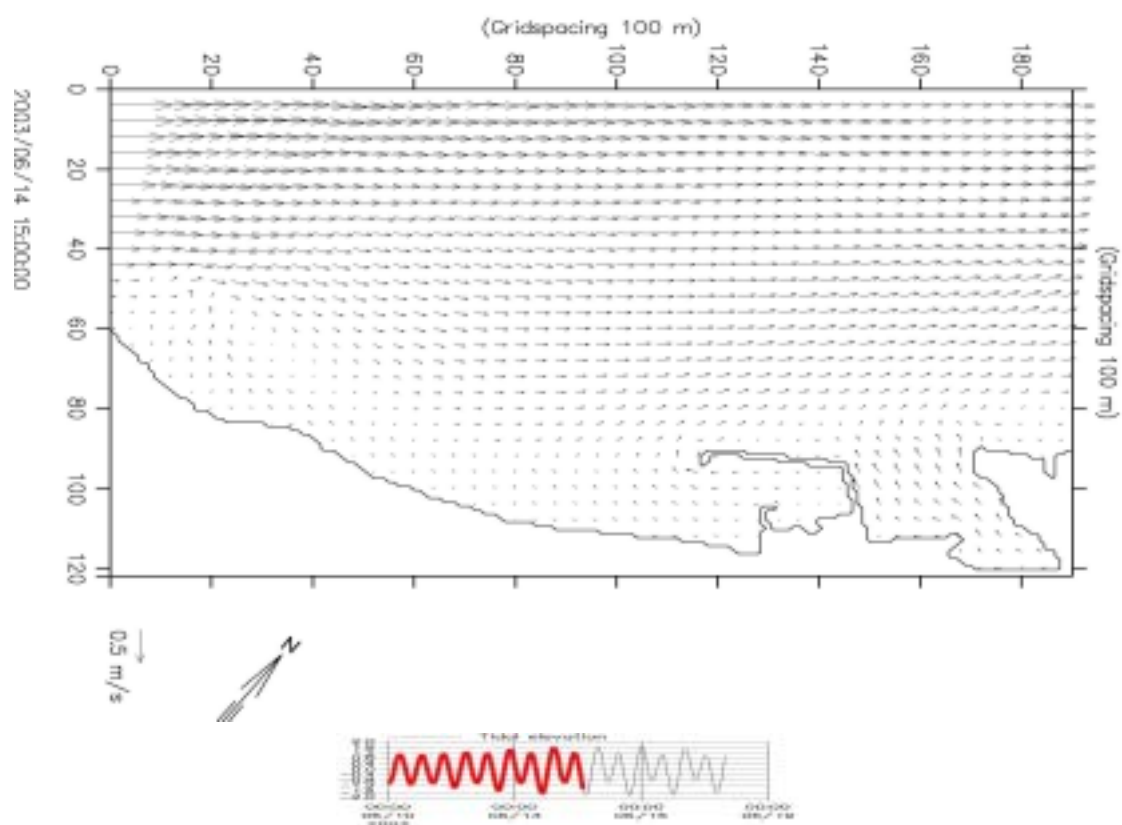


圖 4.93 M2 2003/ 06/ 14 15:00夏季流場模擬結果（現況）

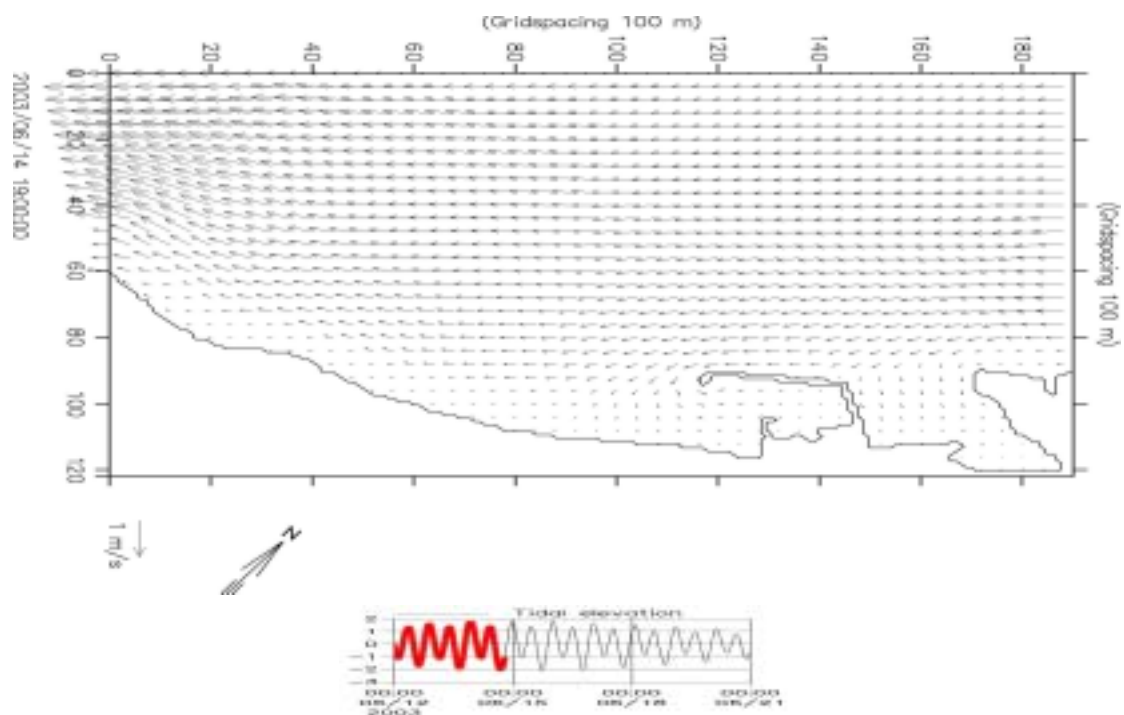


圖 4.94 M2 2003/ 06/ 14 19:00夏季流場模擬結果（現況）

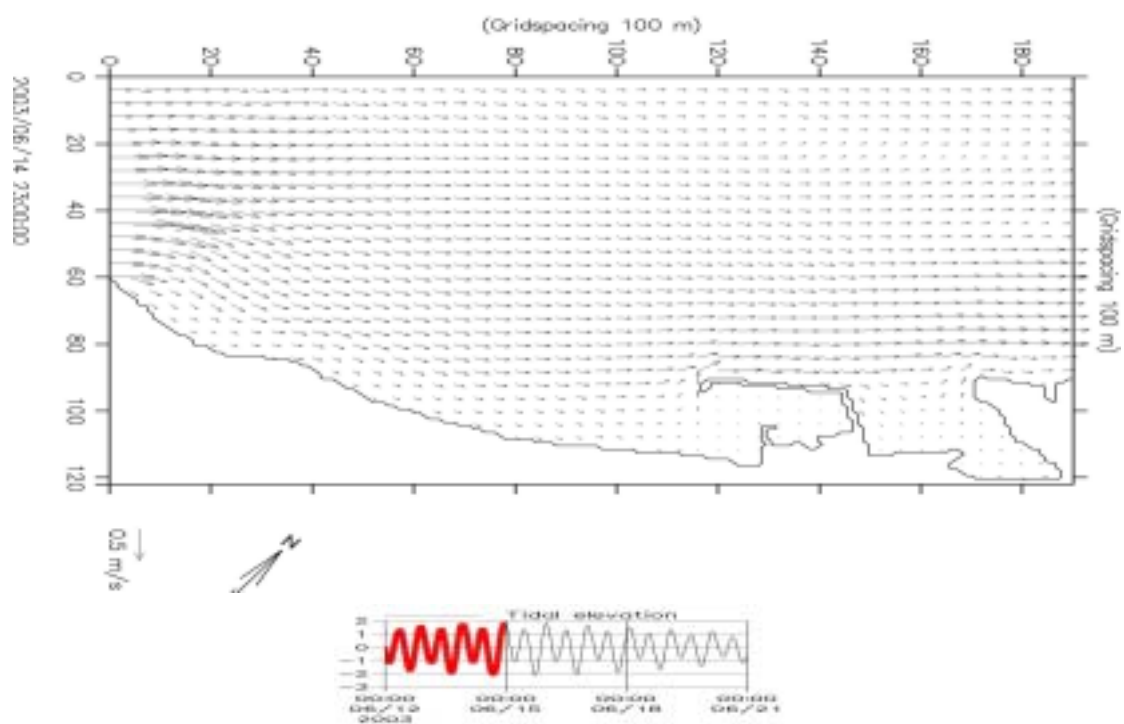


圖 4.95 M2 2003/ 06/ 14 23:00夏季流場模擬結果（現況）

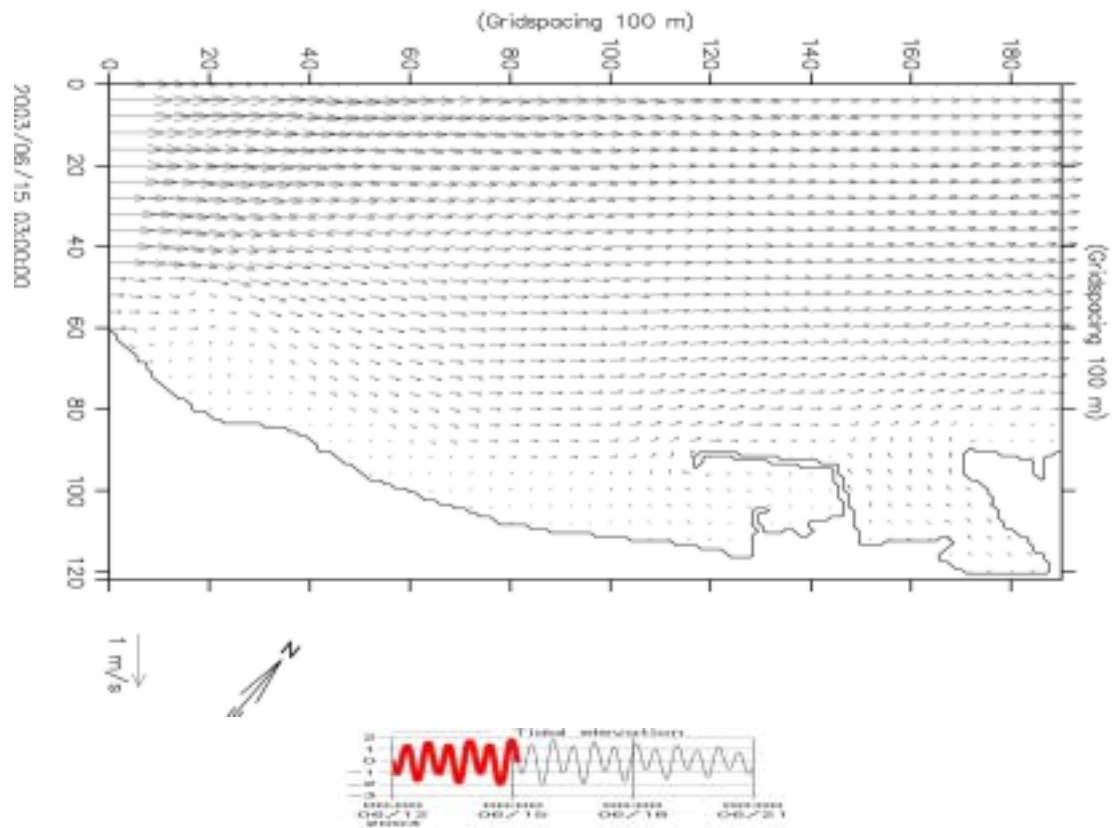


圖 4.96 M2 2003/ 06/ 15 03:00夏季流場模擬結果（現況）

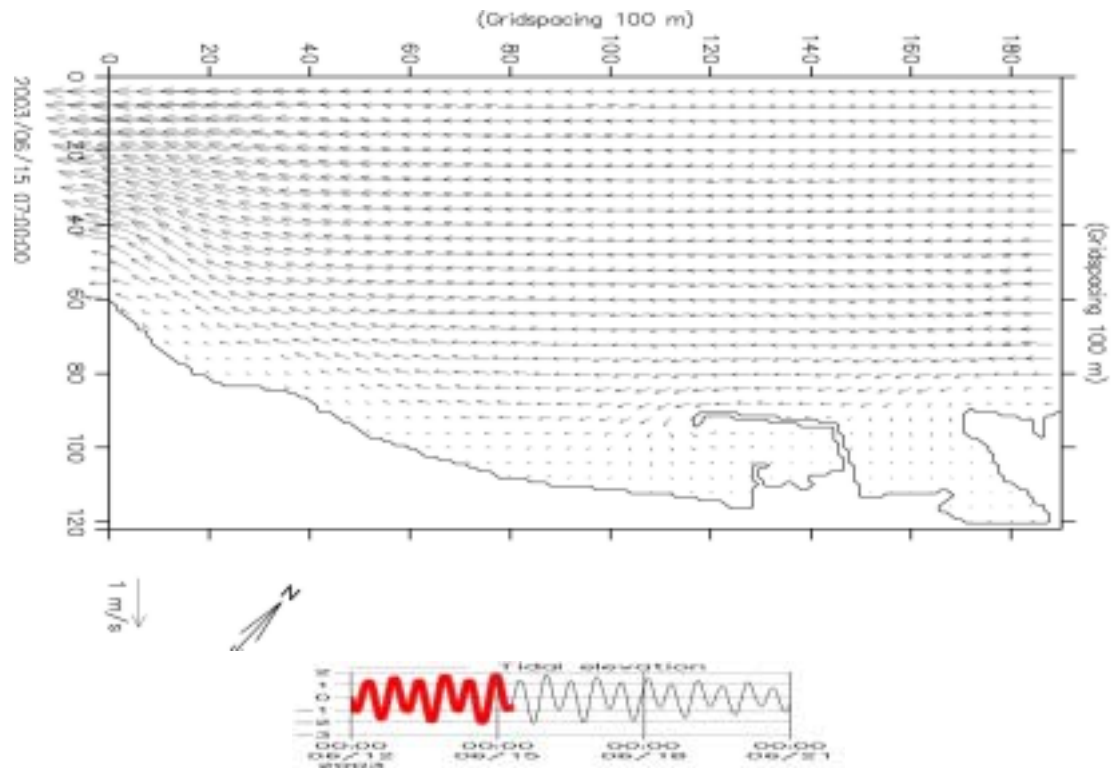


圖 4.97 M2 2003/ 06/ 12 07:00夏季流場模擬結果（現況）

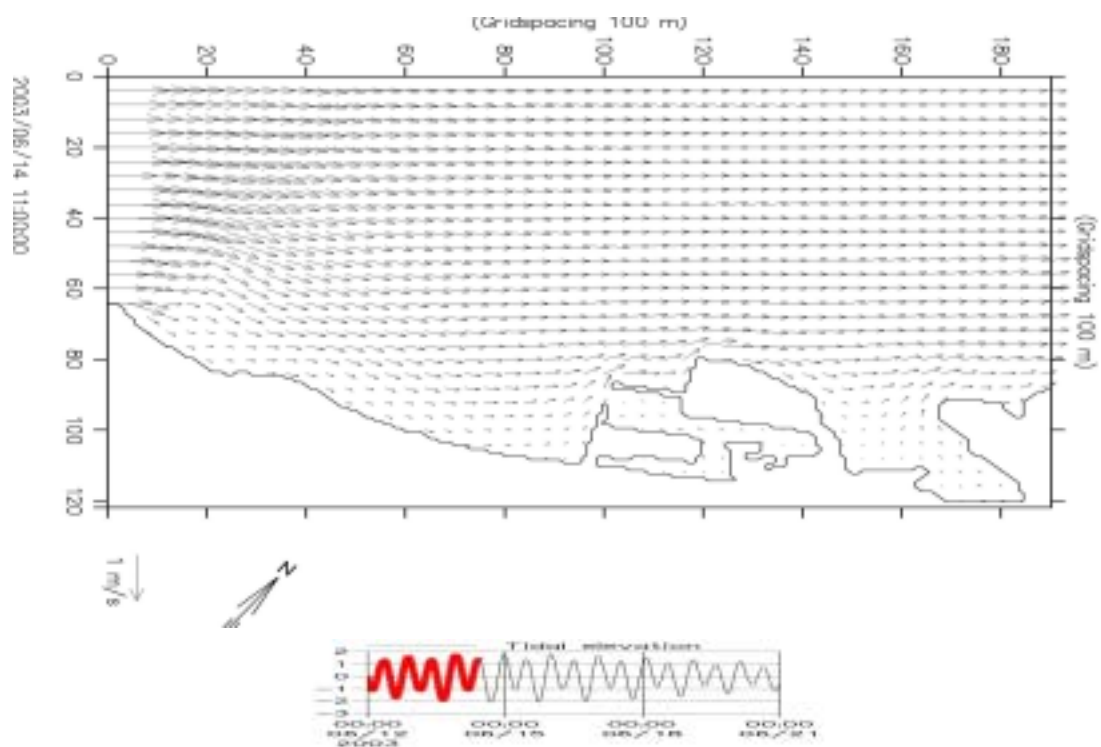


圖 4.98 M2 2003/ 06/ 14 11:00 夏季流場模擬結果（第二期工程完工）

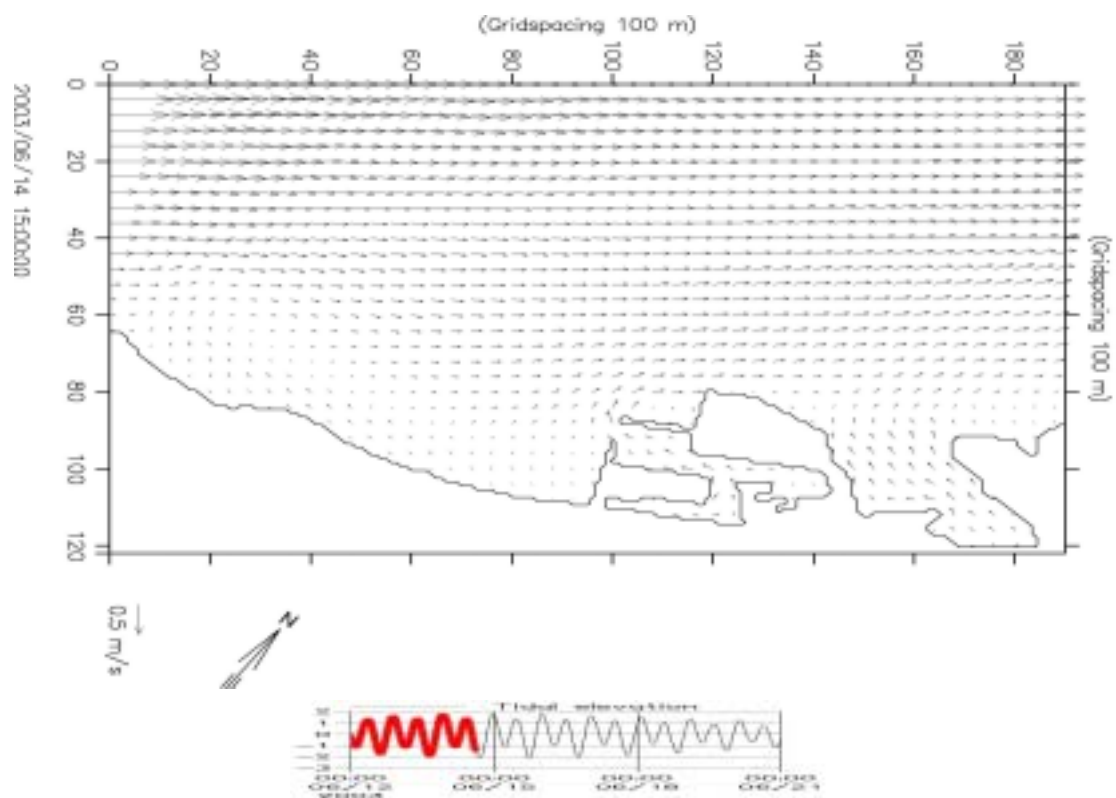


圖 4.99 M2 2003/ 06/ 14 15:00 夏季流場模擬結果（第二期工程完工）

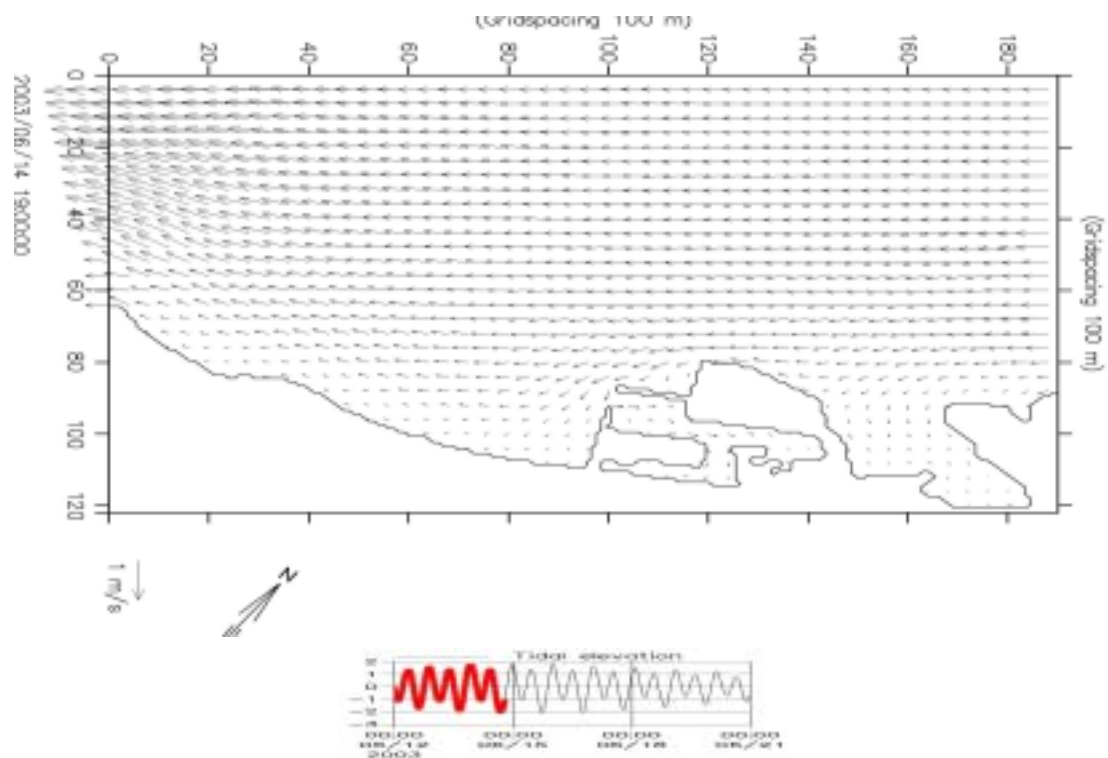


圖 4.100 M2 2003/ 06/ 14 19:00夏季流場模擬結果（第二期工程完工）

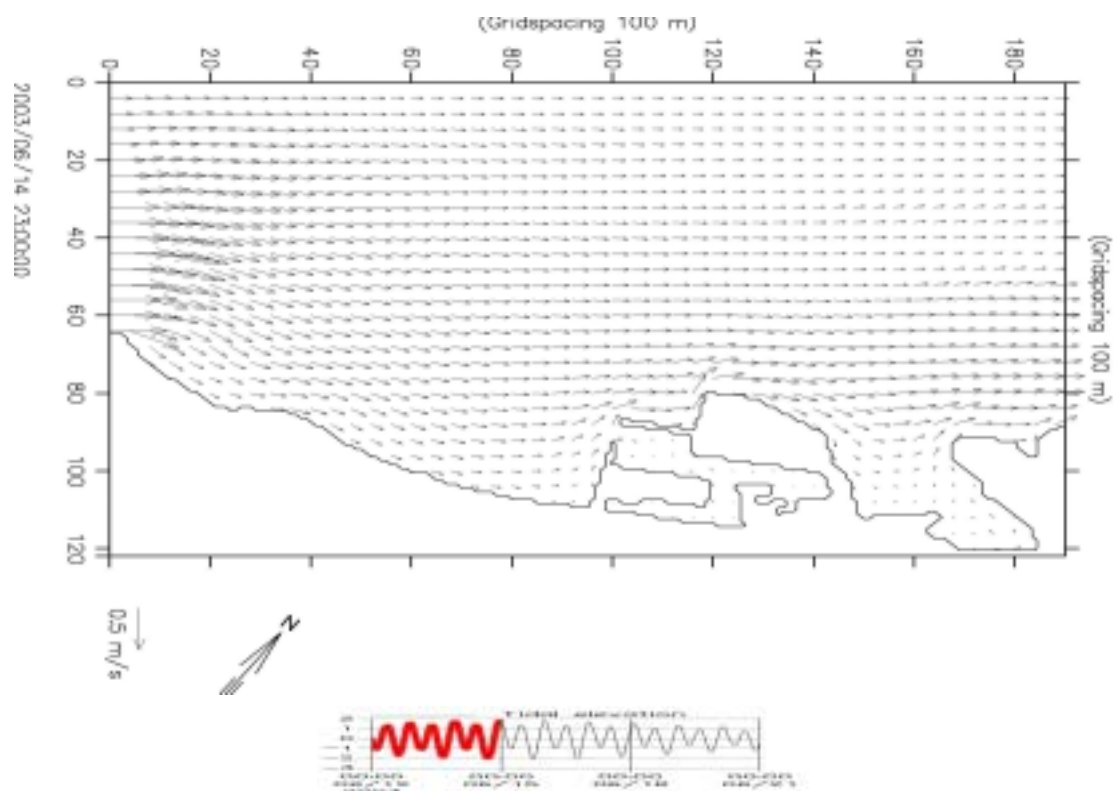


圖 4.101 M2 2003/ 06/ 14 23:00夏季流場模擬結果（第二期工程完工）

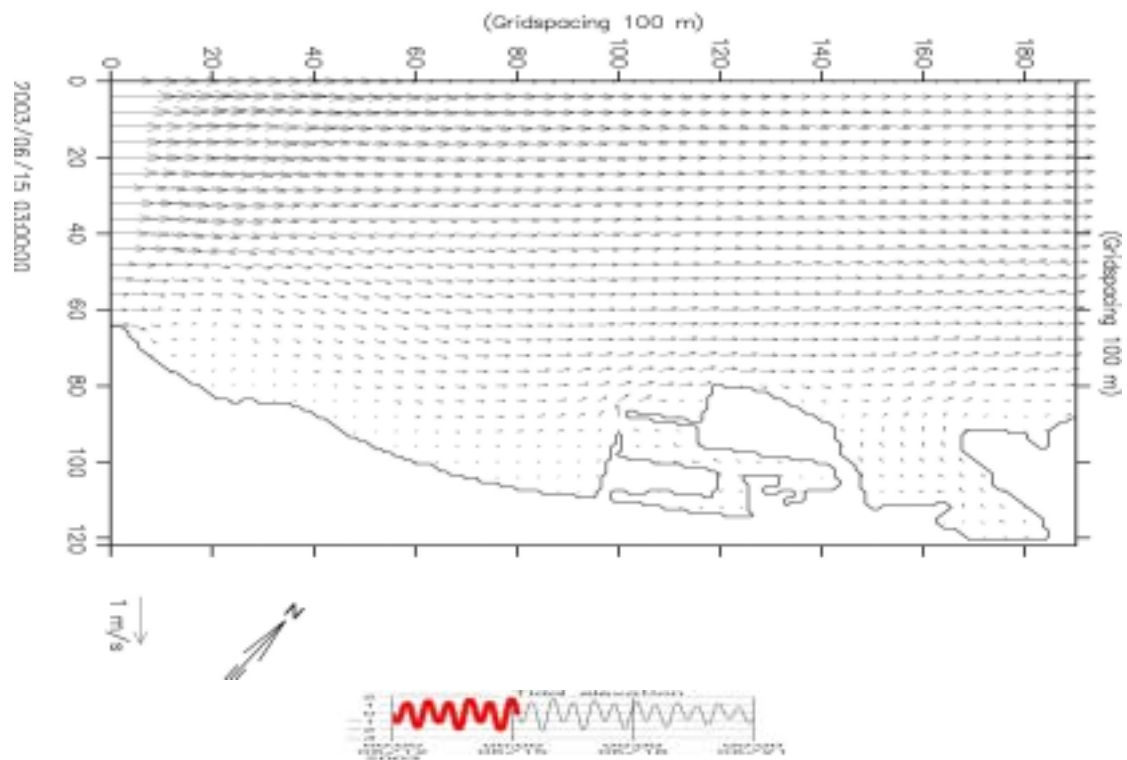


圖 4.102 M2 2003/ 06/ 14 03:00夏季流場模擬結果（第二期工程完工）

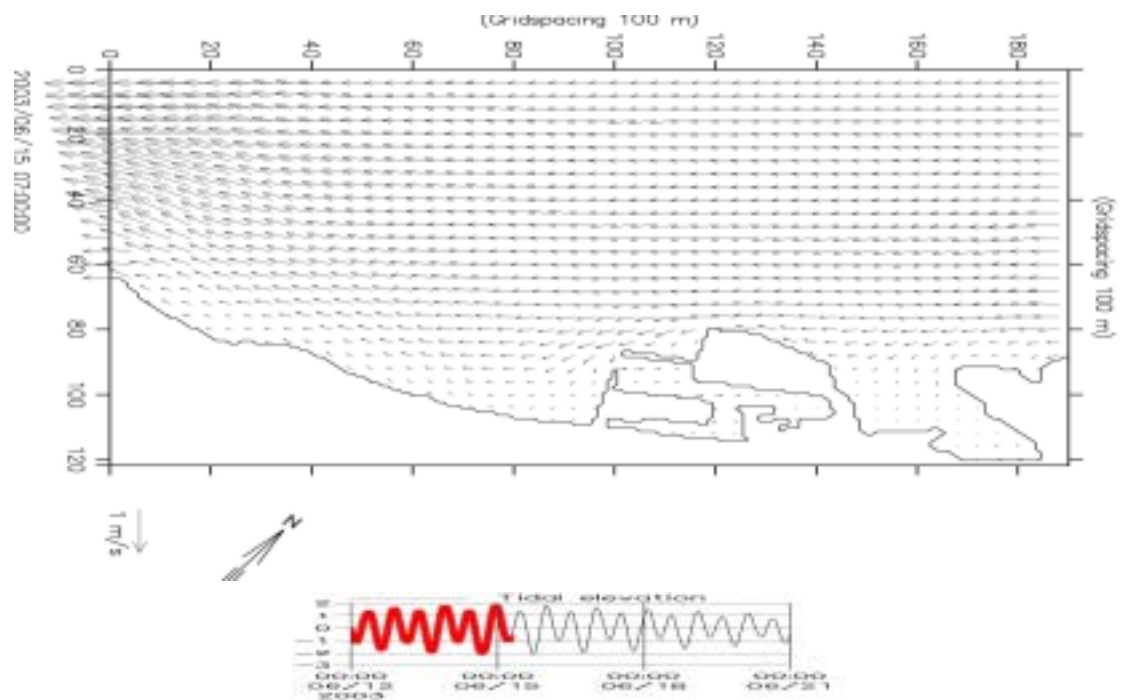


圖 4.103 M2 2003/ 06/ 14 07:00夏季流場模擬結果（第二期工程完工）

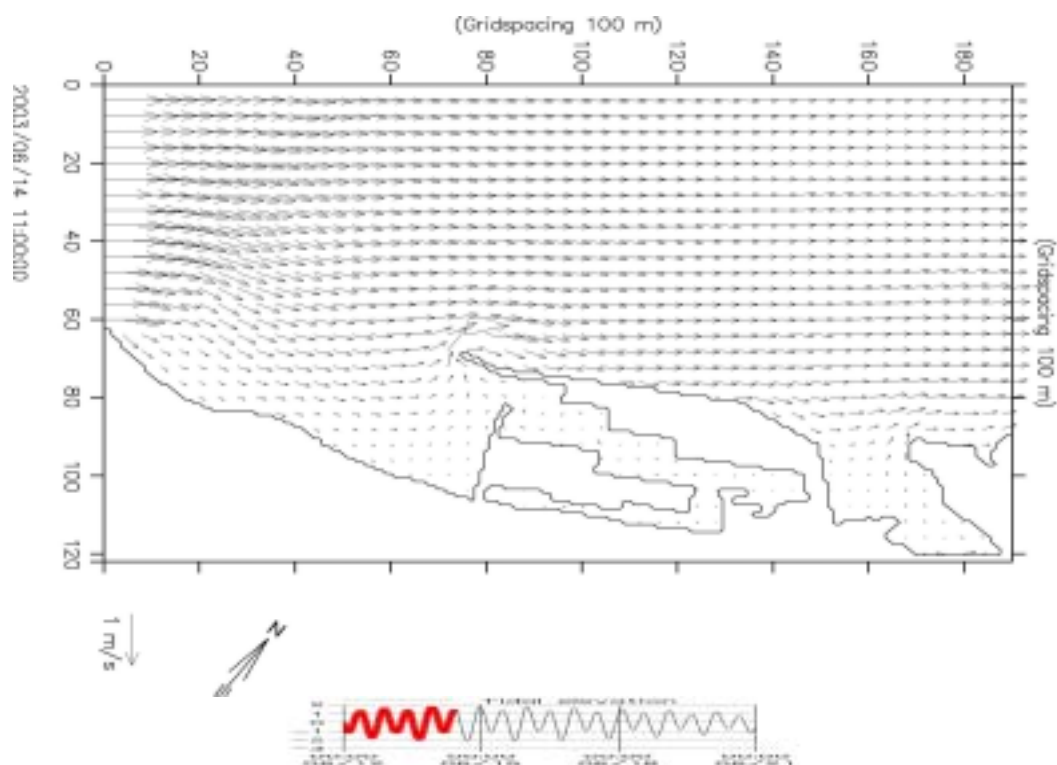


圖 4.104 M2 2003/ 06/ 14 11:00夏季流場模擬結果
(第三期工程、倉儲區、遠期工程完工)

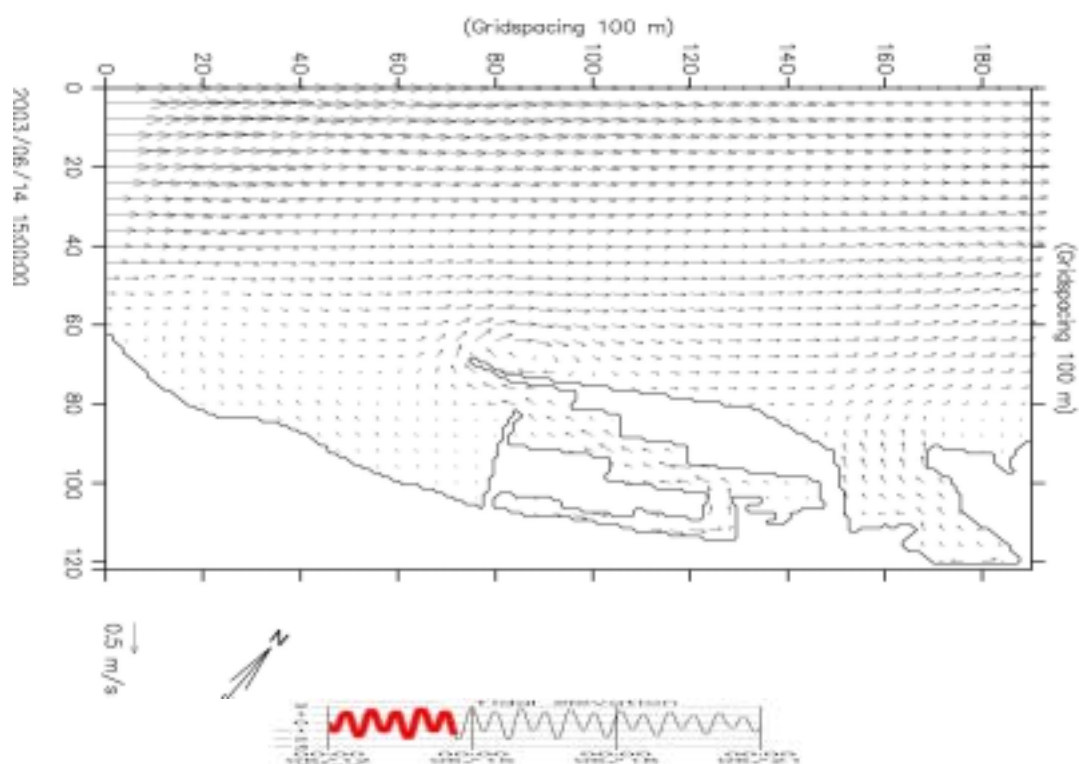


圖 4.105 M2 2003/ 06/ 14 15:00夏季流場模擬結果
(第三期工程、倉儲區遠期工程完工)

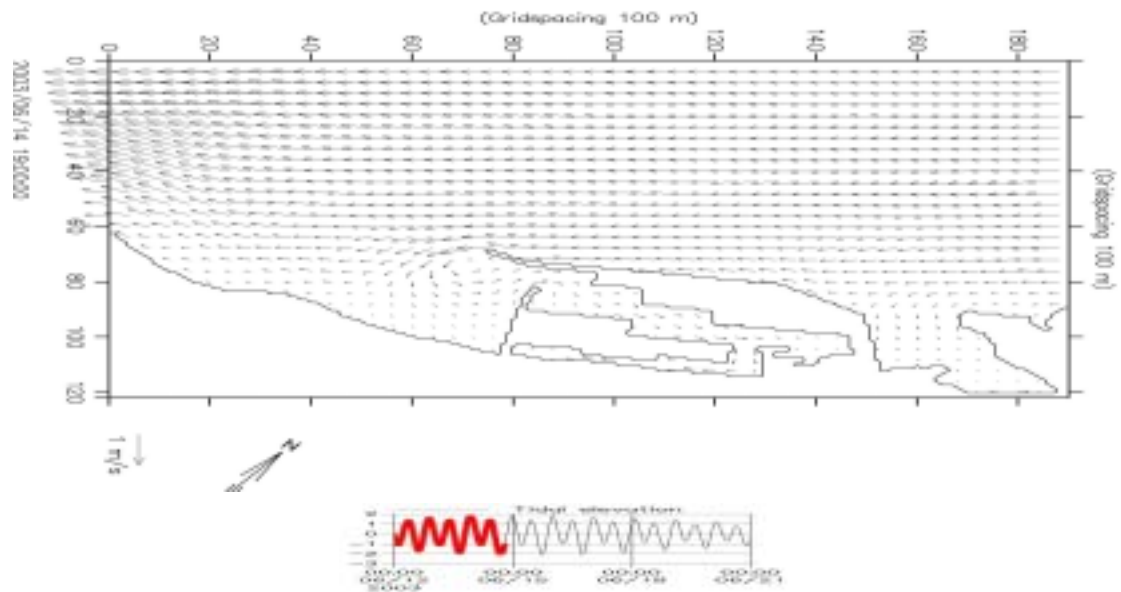


圖 4.106 M2 2003/ 06/ 14 19:00夏季流場模擬結果
(第三期工程、倉儲區、遠期工程完工)

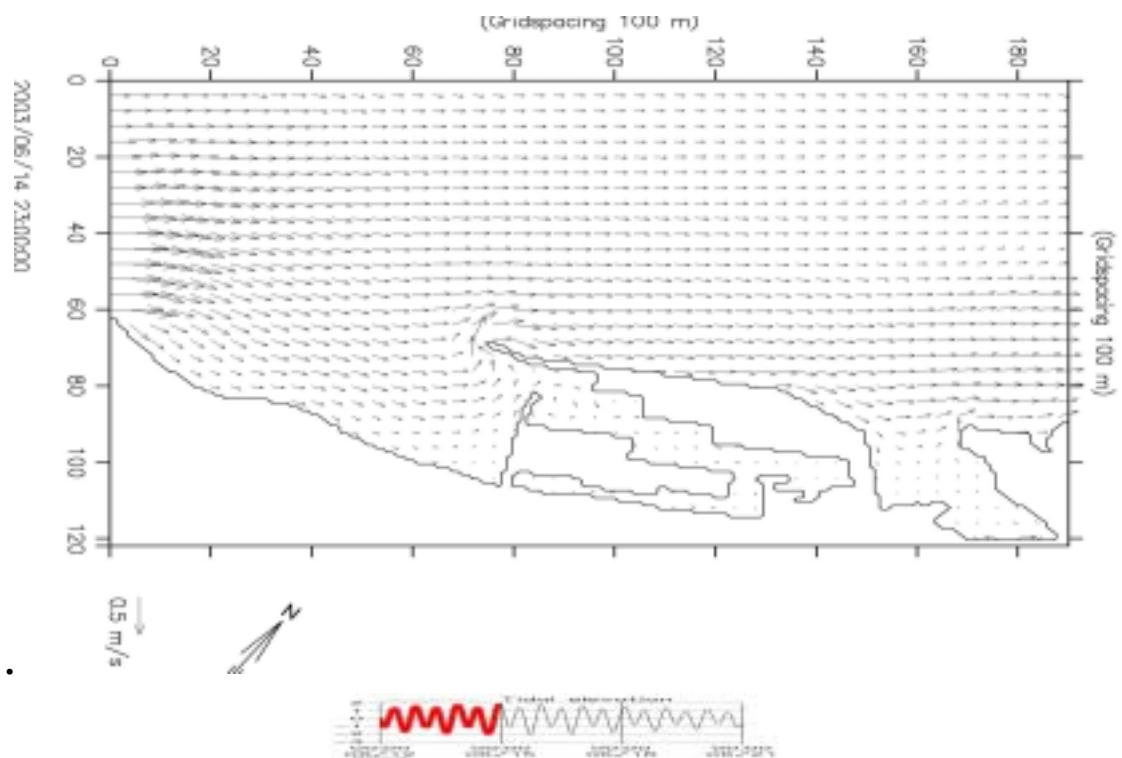


圖 4.107 M2 2003/ 06/ 14 23:00夏季流場模擬結果
(第三期工程、倉儲區、遠期工程完工)

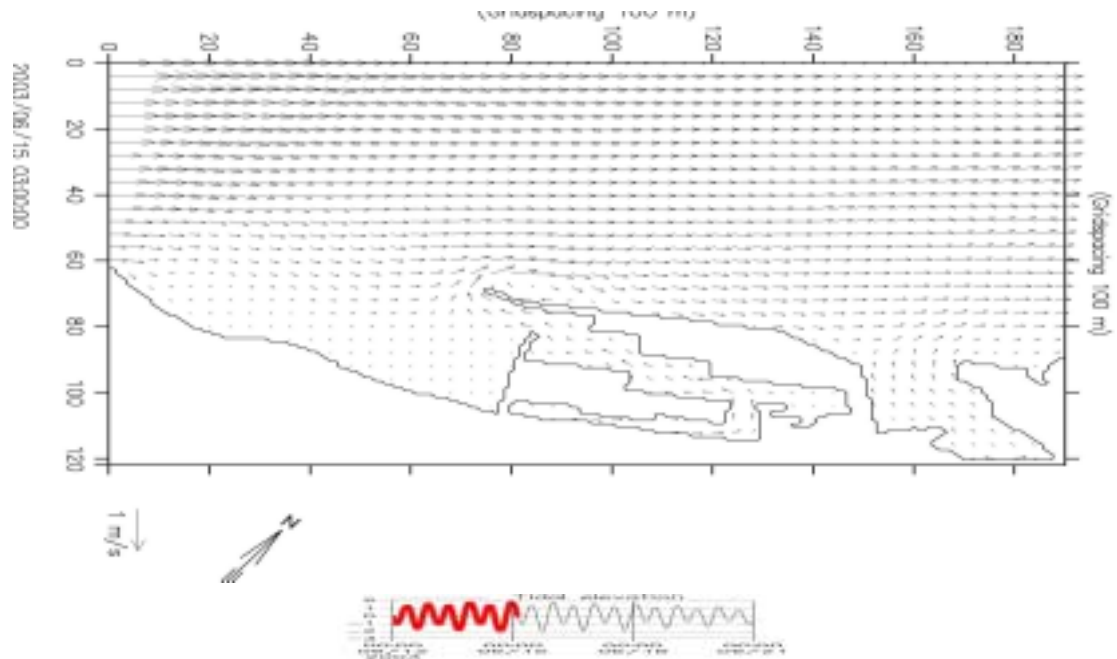


圖 4.108 M2 2003/ 11/ 25 03:00夏季流場模擬結果
(第三期工程、倉儲區、遠期工程完工)

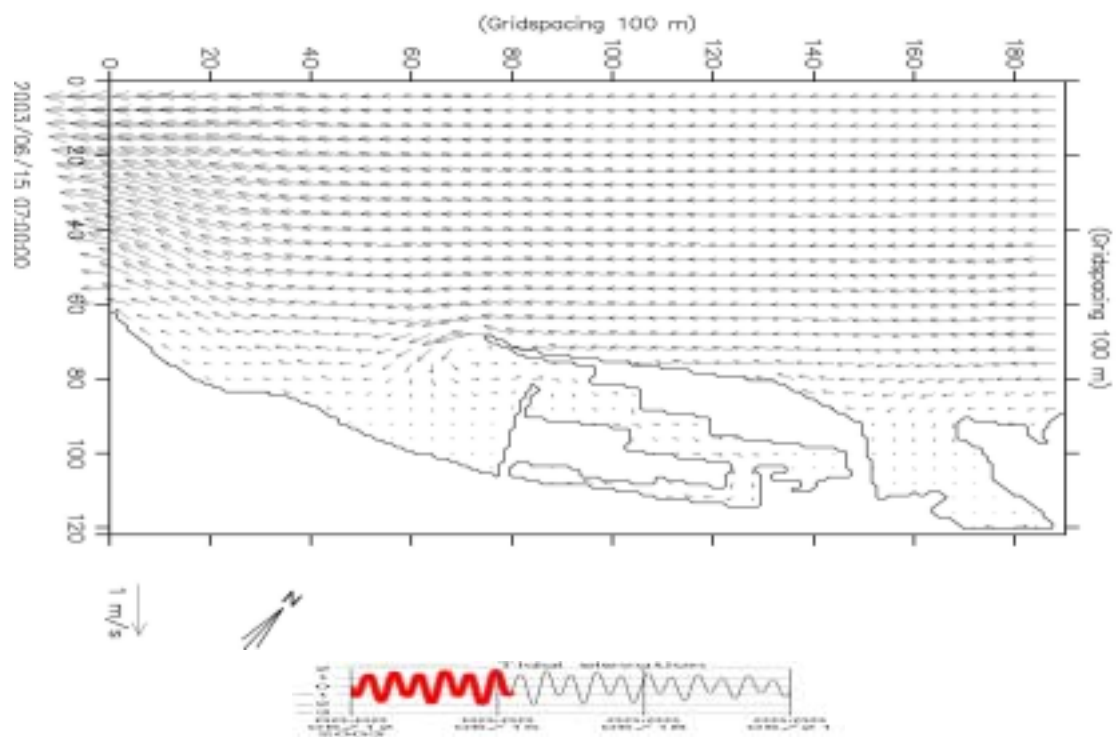


圖 4.109 M2 2003/ 11/ 25 07:00夏季流場模擬結果
(第三期工程、倉儲區、遠期工程完工)

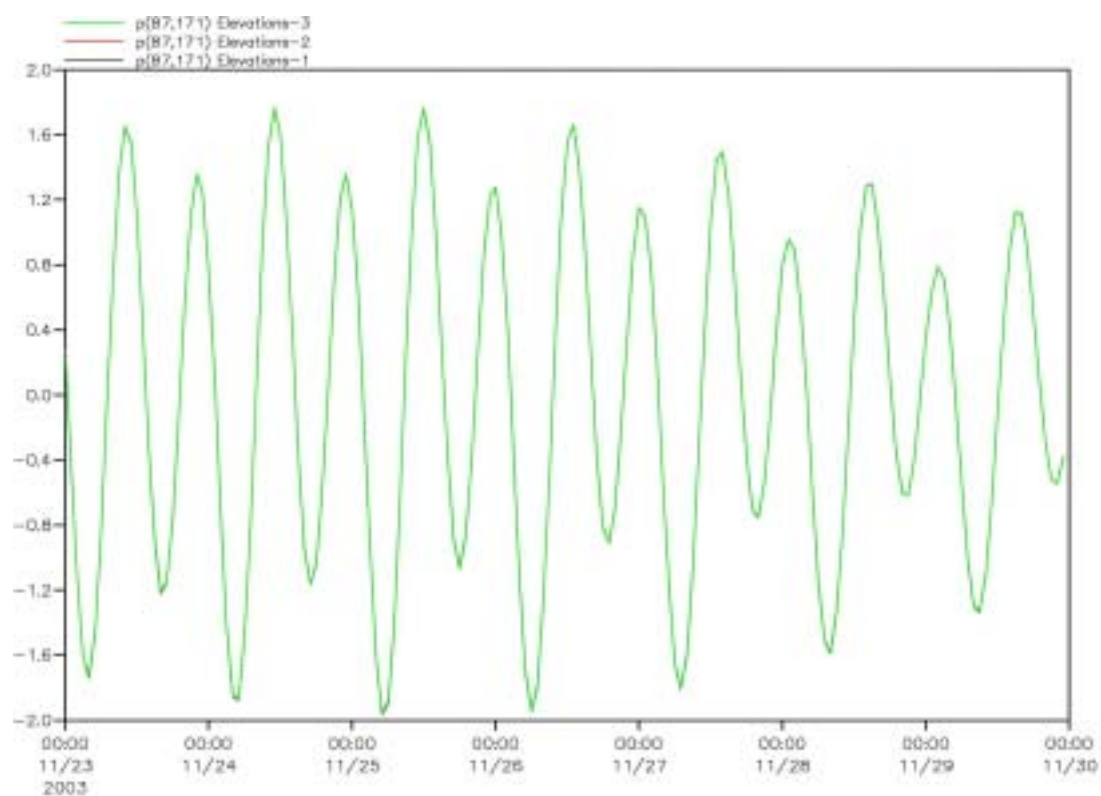


圖 4.110 各期工程興建後於 M2 點(87, 171)之流場潮位比較圖
註: 點(87, 171)位於淡水河出海口北側

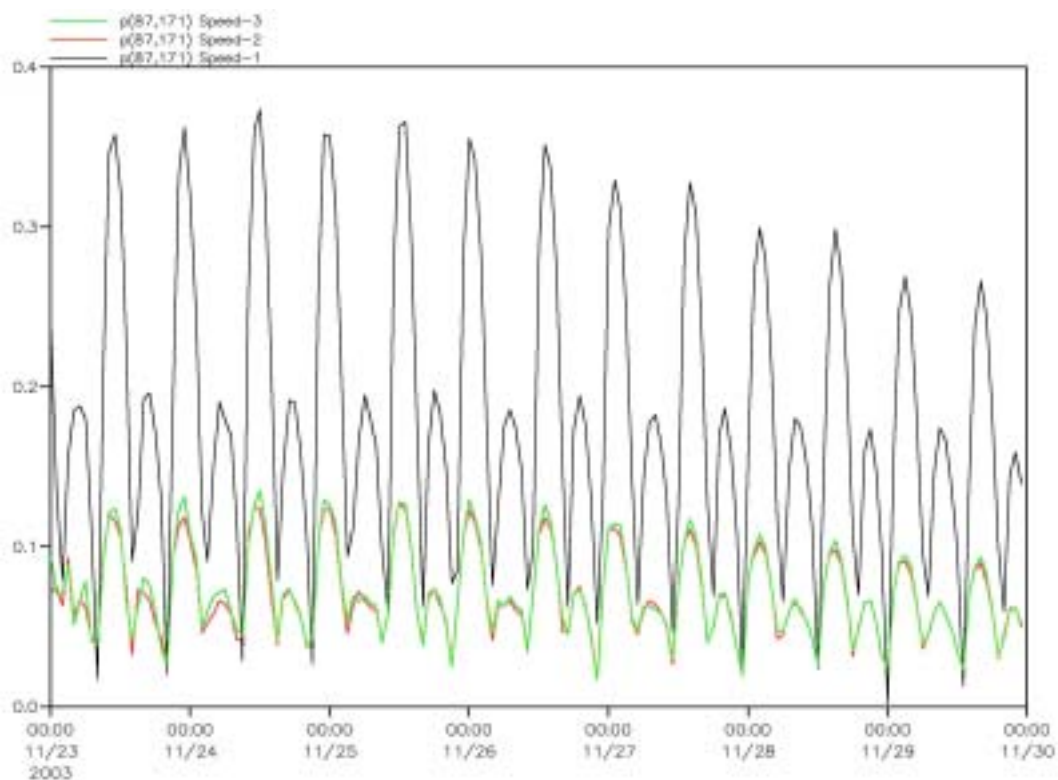


圖 4.111 各期興建後(87, 171)之流場流速比較圖

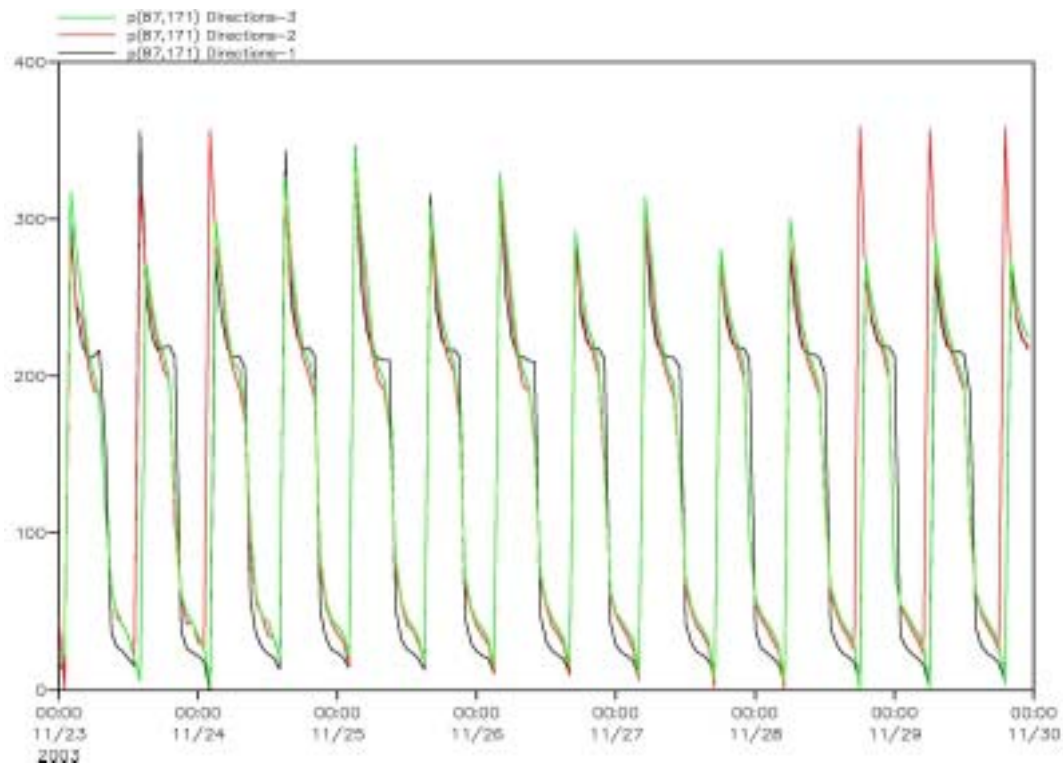


圖 4.112 各期工程興建後於 M2 點(87, 171)之流場流向比較圖

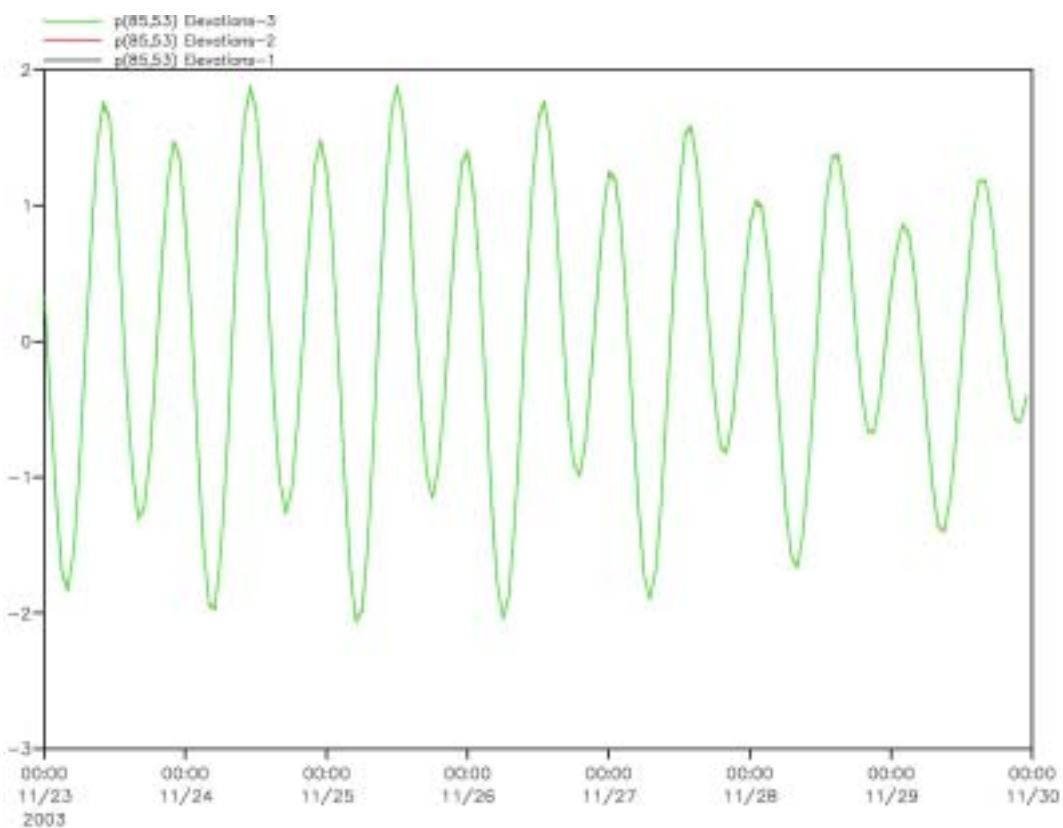


圖 4.113 各期工程興建後於 M2 點(85, 53)之流場潮位比較圖

註：點(85, 53)位於台北港南防波堤南方 6 公里處(現況)

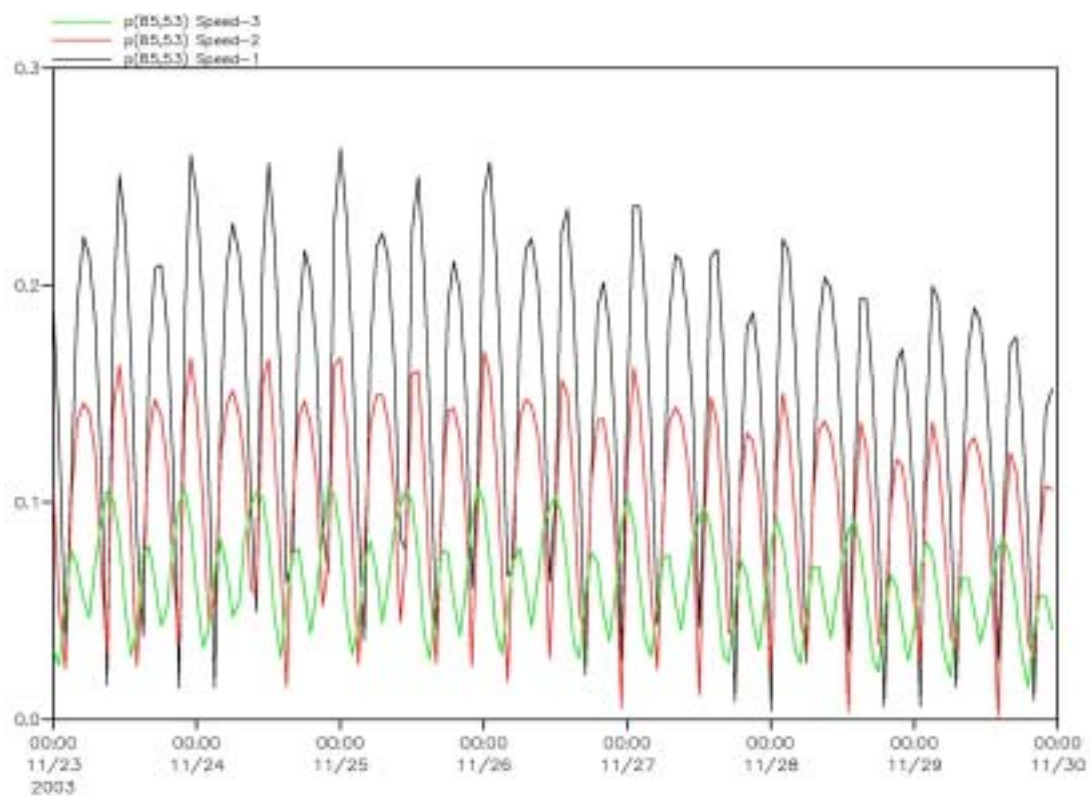


圖 4.114 各期工程興建後於 M2 點(85, 53)之流場流速比較圖

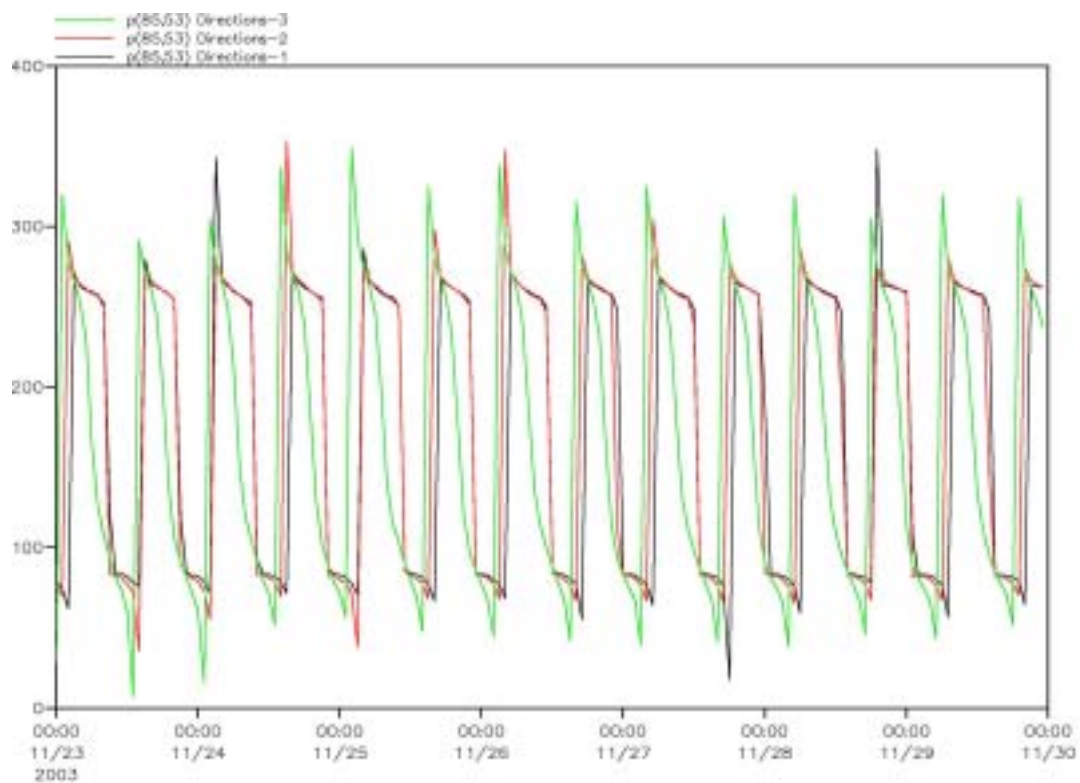


圖 4.115 各期工程興建後於 M2 點(85, 53)之流場流向比較圖

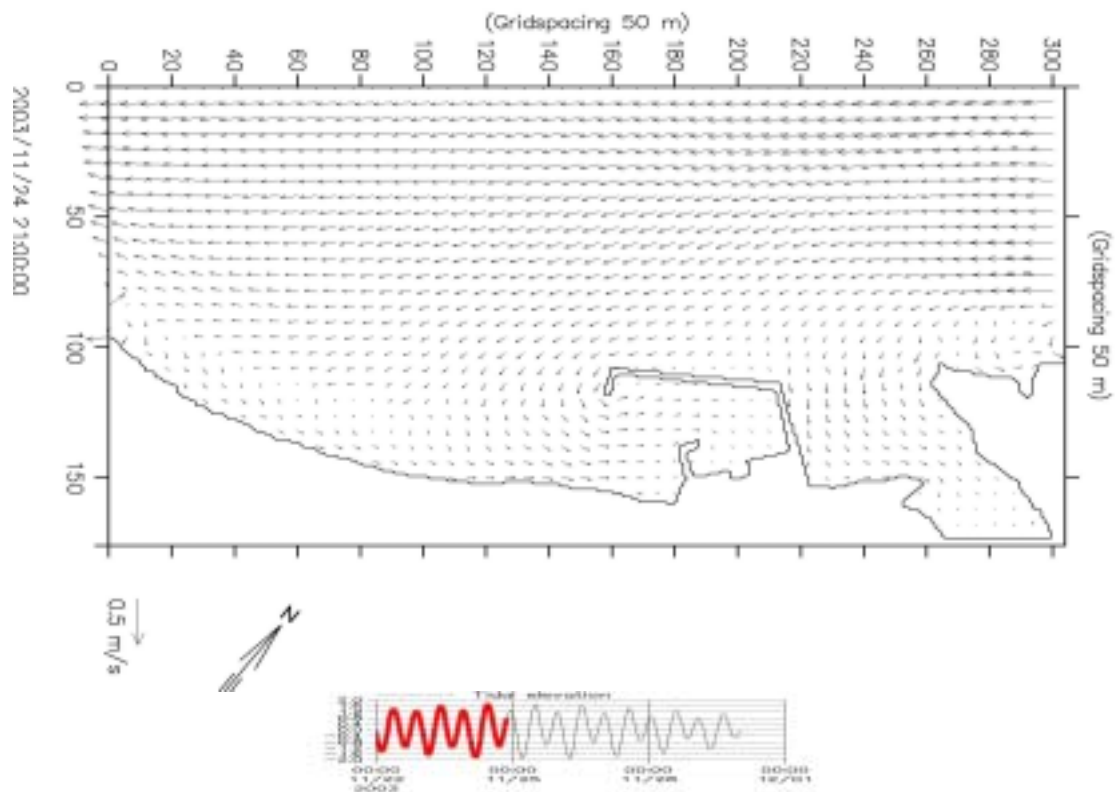


圖 4.116 M3 2003/ 11/ 24 21:00 冬季流場模擬結果（現況）

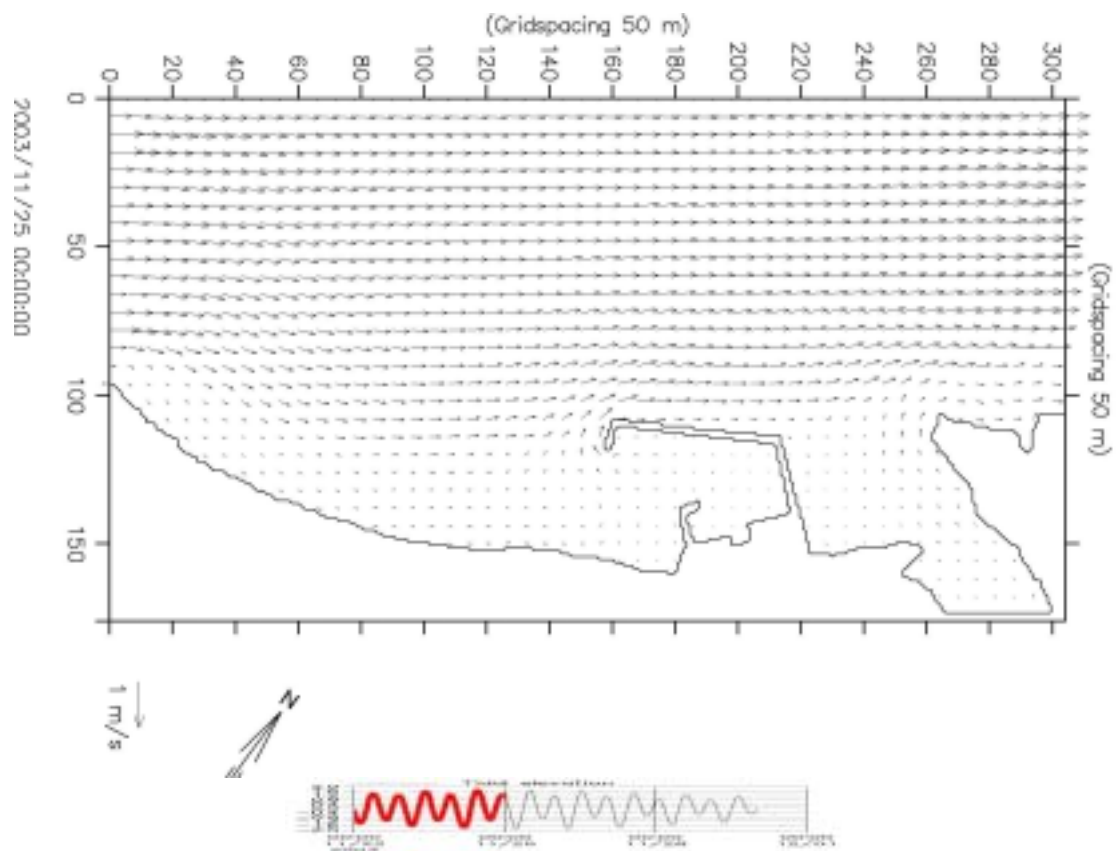


圖 4.117 M3 2003/ 11/ 25 00:00 冬季流場模擬結果（現況）

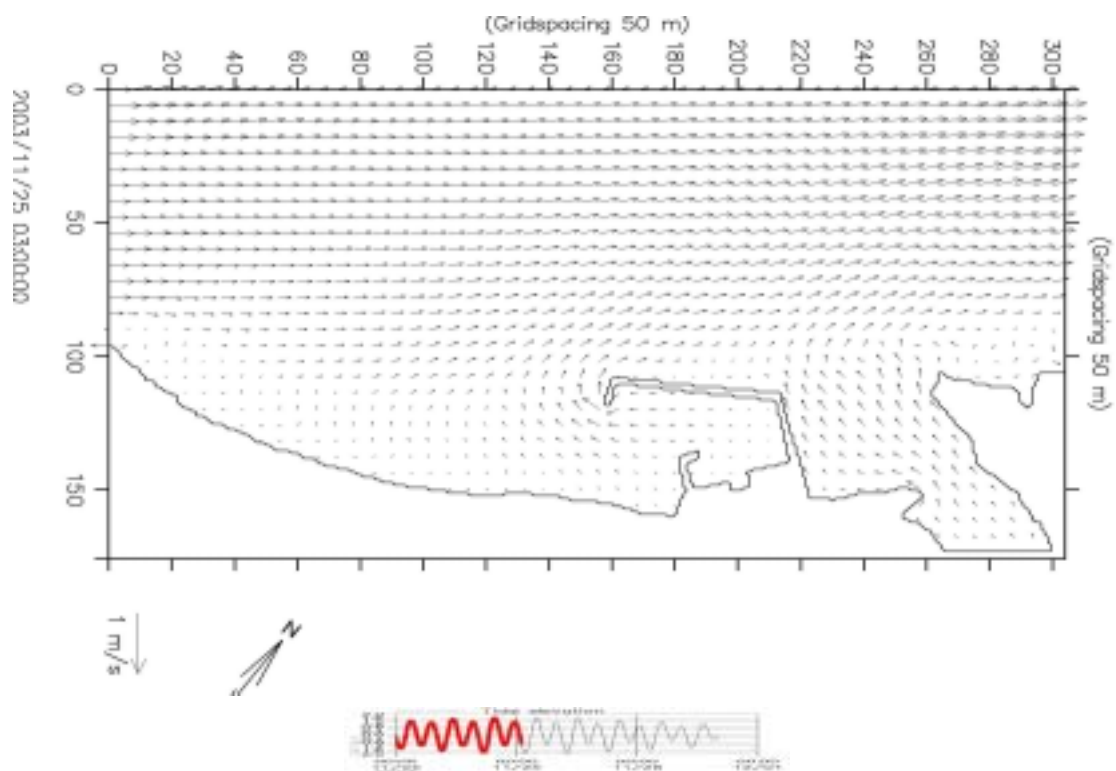


圖 4.118 M3 2003/ 11/ 25 03:00 冬季流場模擬結果（現況）

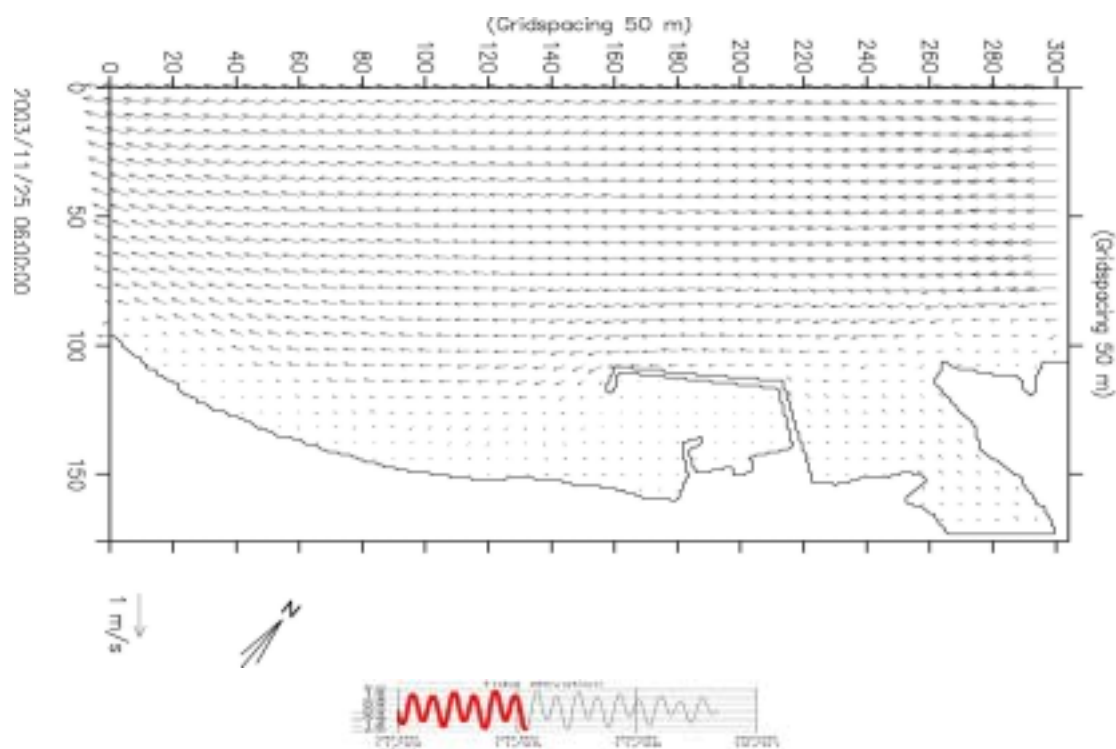


圖 4.119 M3 2003/ 11/ 25 06:00 冬季流場模擬結果（現況）

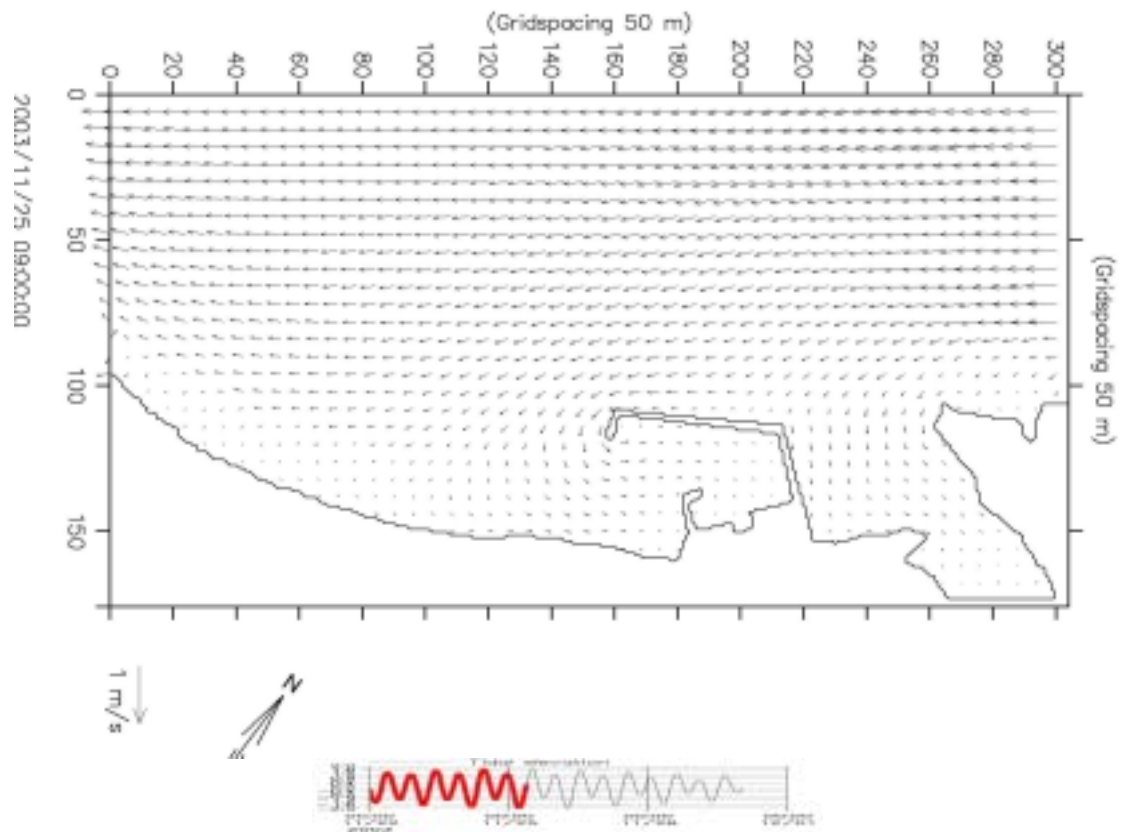


圖 4.120 M3 2003/ 11/ 25 09:00 冬季流場模擬結果（現況）

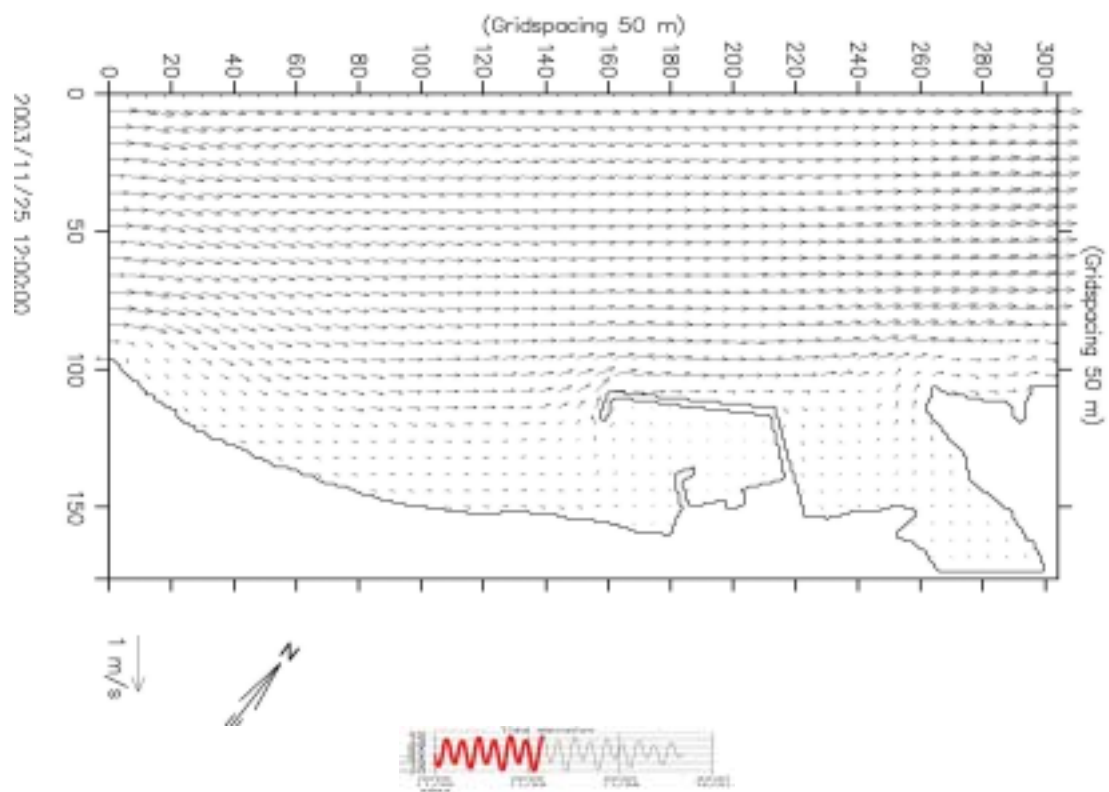


圖 4.121 M3 2003/ 11/ 25 12:00 冬季流場模擬結果（現況）

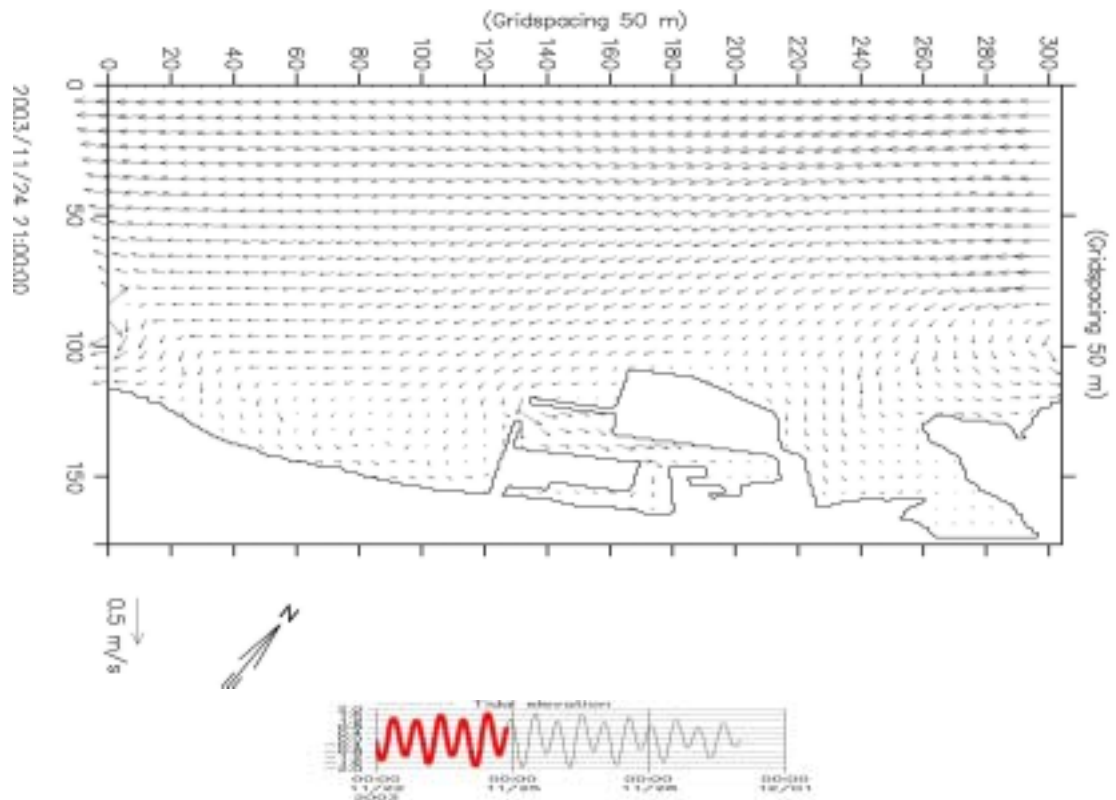


圖 4.122 M3 2003/ 11/ 24 21:00:00 冬季流場模擬結果（第二期工程完工）

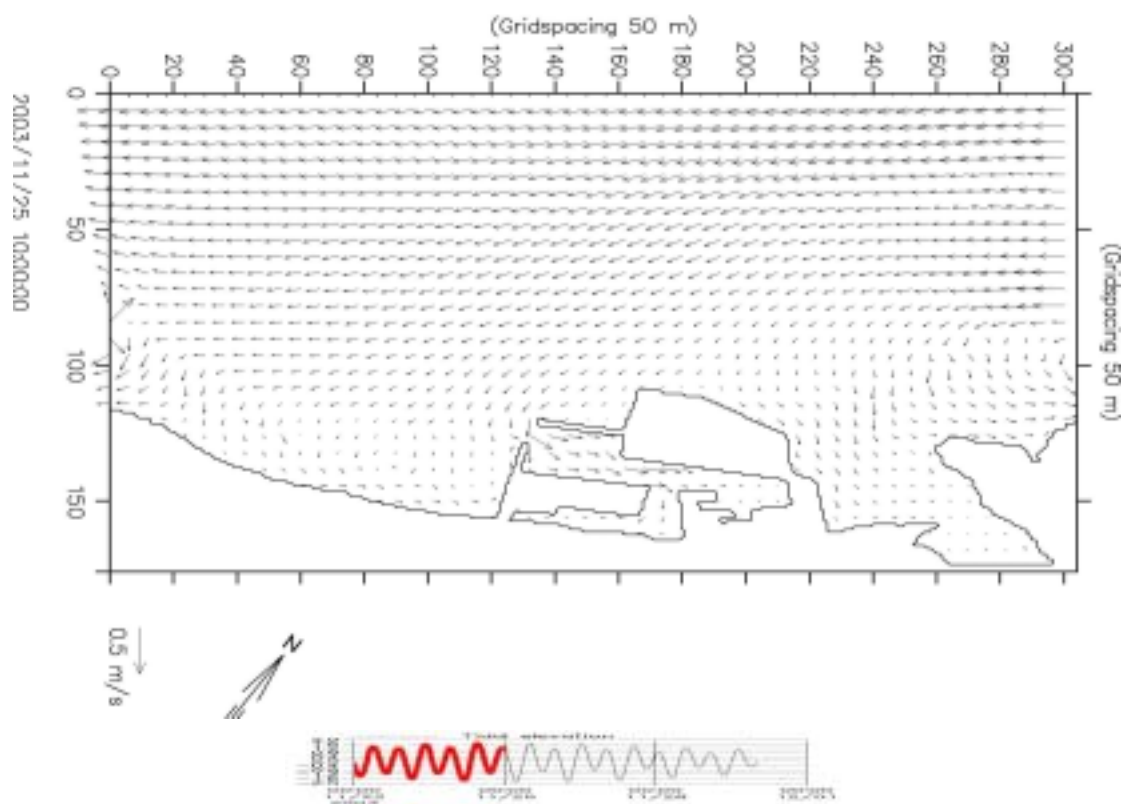


圖 4.123 M3 2003/ 11/ 25 00:00:00 冬季流場模擬結果（第二期工程完工）

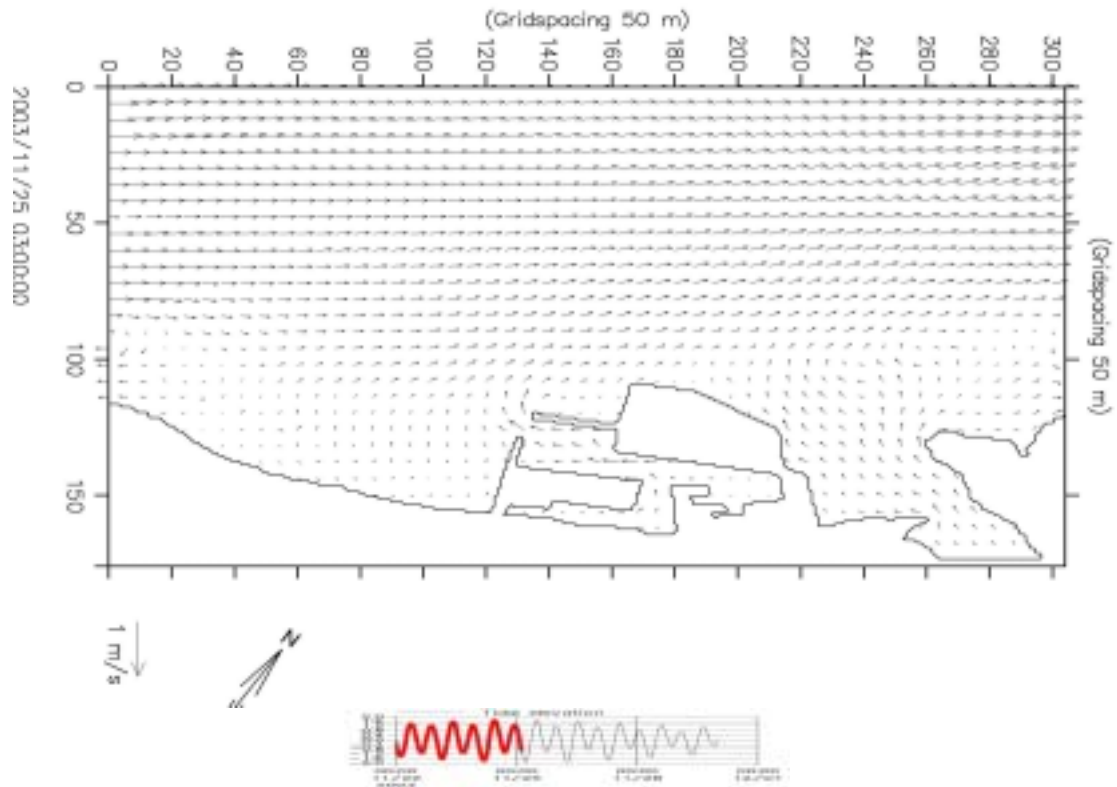


圖 4.124 M3 2003/ 11/ 25 03:00 冬季流場模擬結果（第二期工程完工）

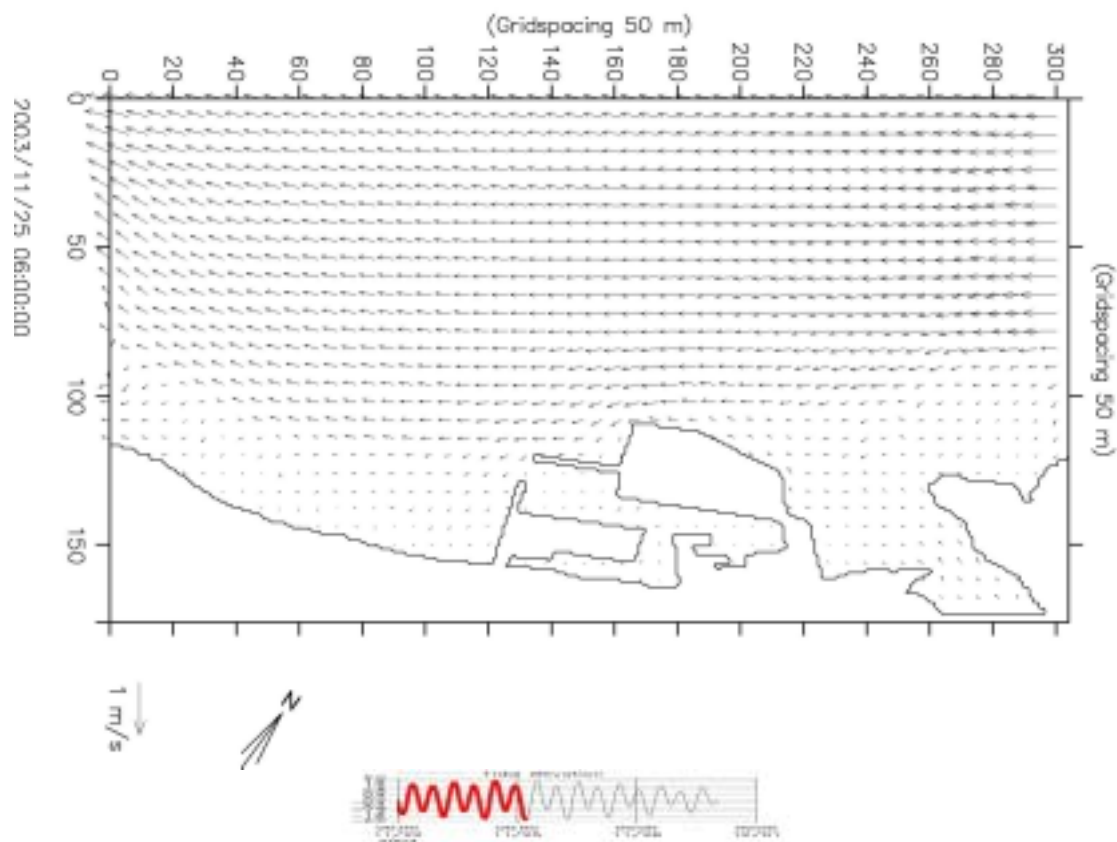


圖 4.125 M3 2003/ 11/ 25 06:00 冬季流場模擬結果（第二期工程完工）

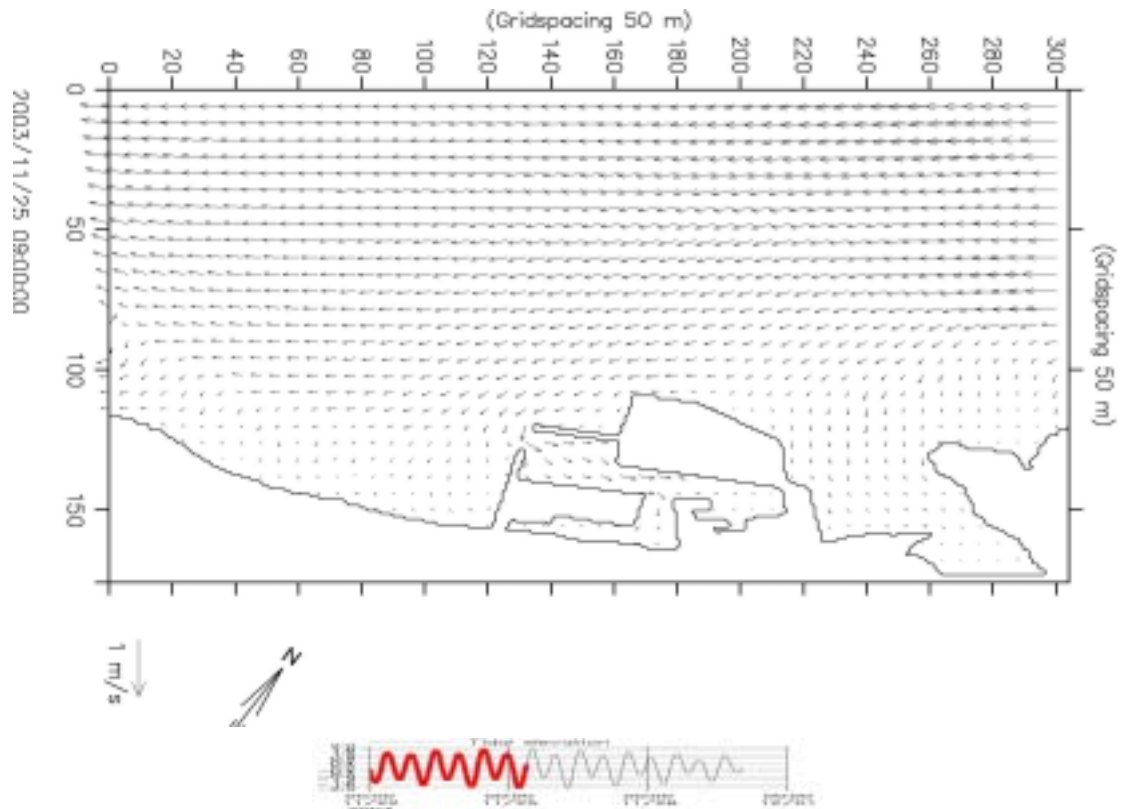


圖 4.126 M3 2003/ 11/ 25 09:00 冬季流場模擬結果（第二期工程完工）

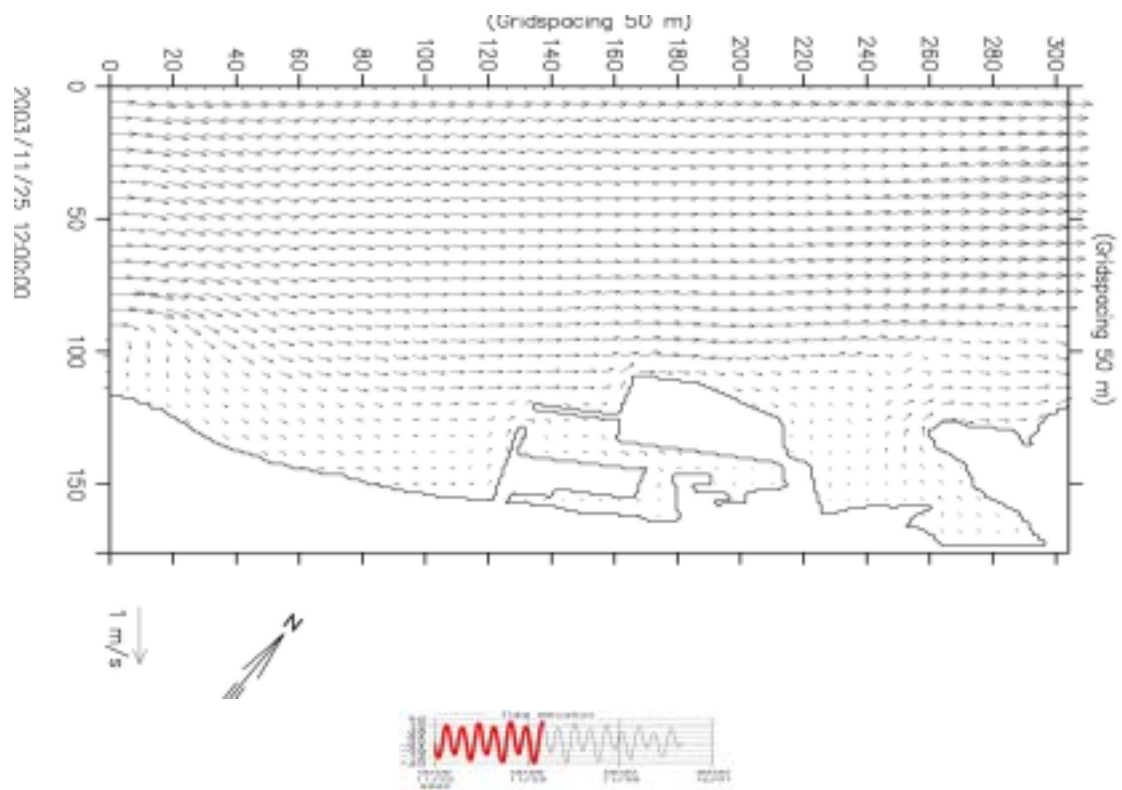


圖 4.127 M3 2003/ 11/ 25 12:00 冬季流場模擬結果（第二期工程完工）

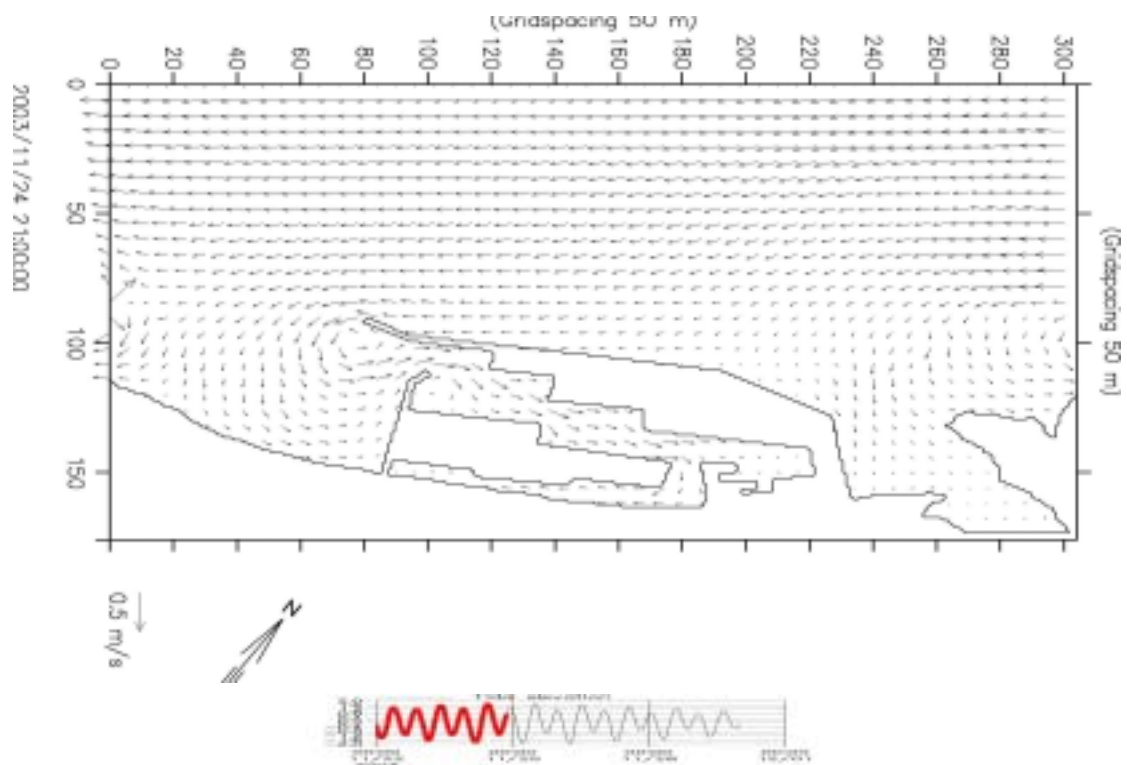


圖 4.128 M3 2003/ 11/ 24 21:00 冬季流場模擬結果
(第三期工程、倉儲區、遠期工程完工)

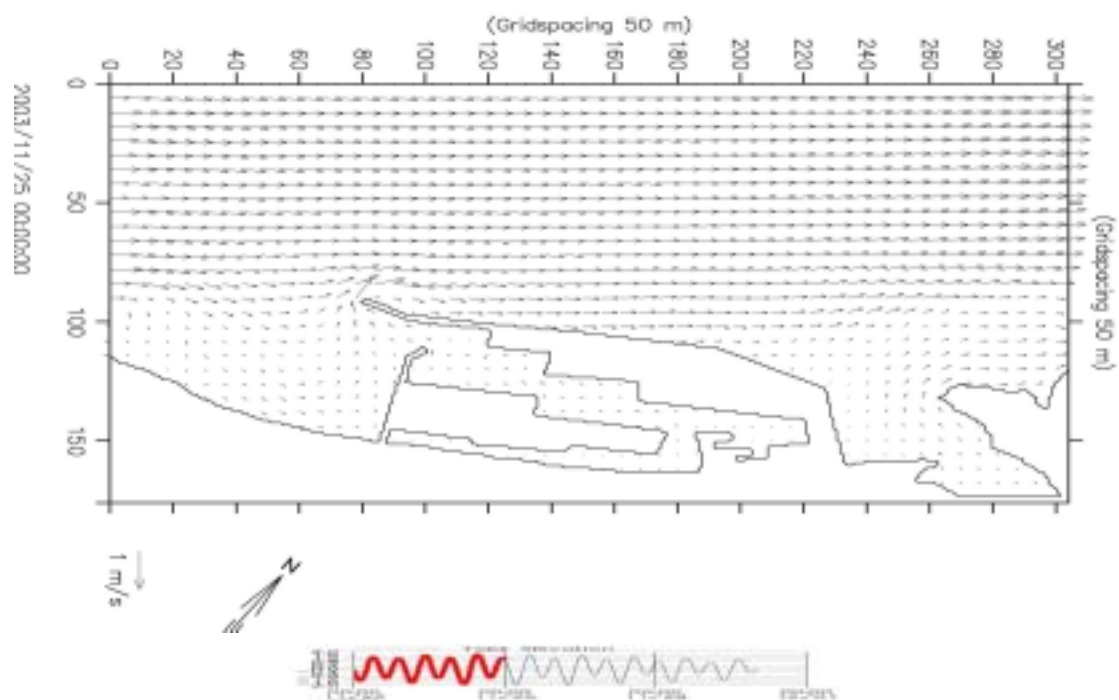


圖 4.129 M3 2003/ 11/ 25 00:00 冬季流場模擬結果
(第三期工程、倉儲區遠期工程完工)

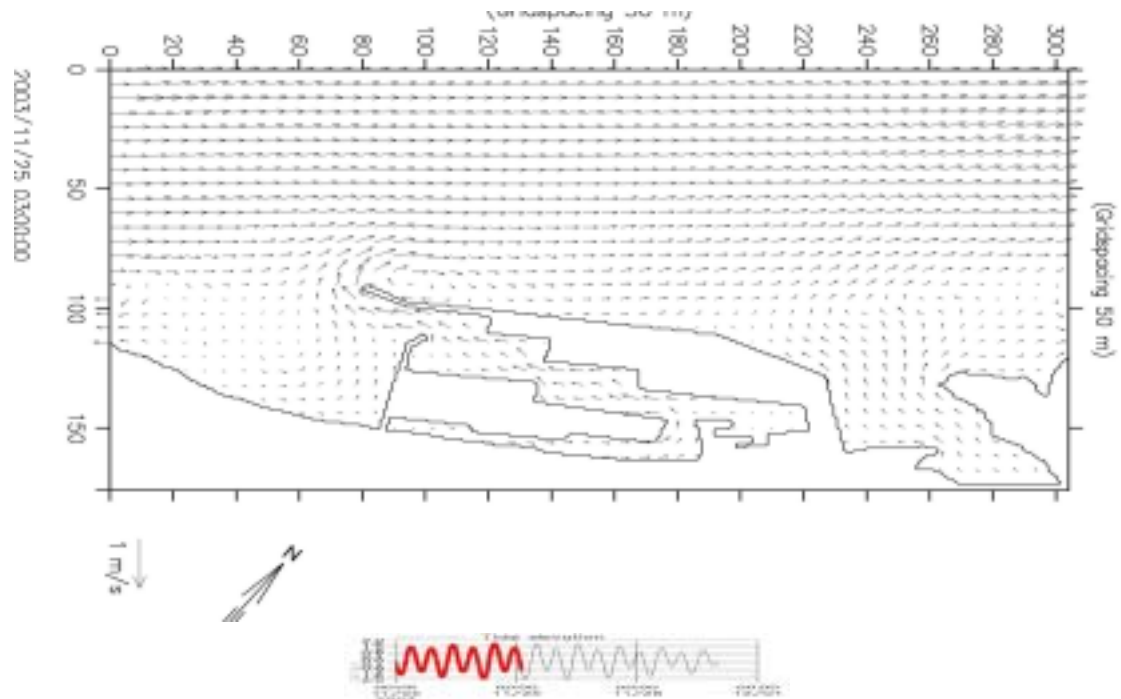


圖 4.130 M3 2003/ 11/ 25 03:00冬季流場模擬結果
(第三期工程、倉儲區、遠期工程完工)

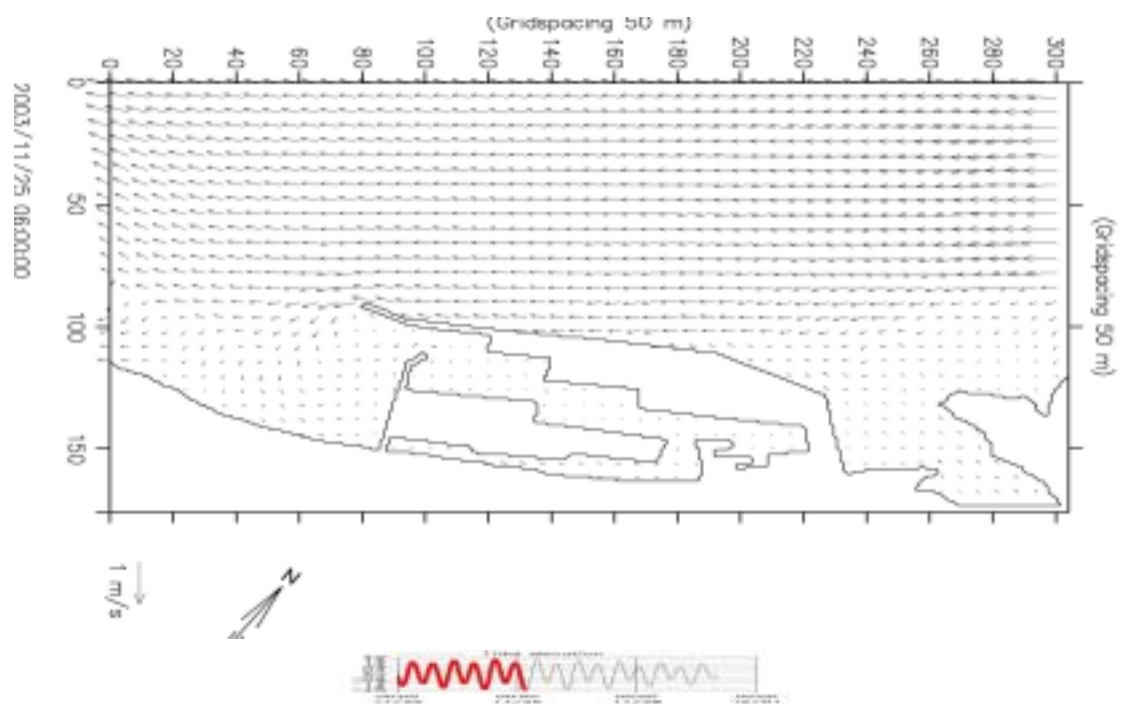


圖 4.131 M3 2003/ 11/ 25 06:00冬季流場模擬結果
(第三期工程、倉儲區、遠期工程完工)

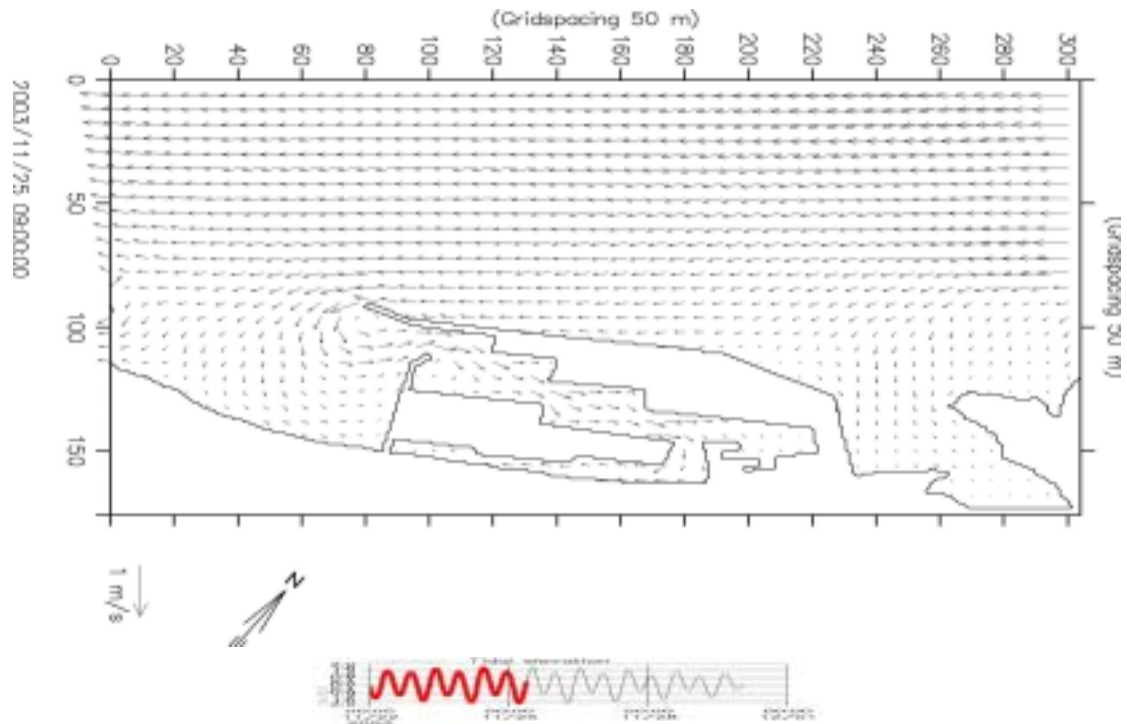


圖 4.132 M3 2003/ 11/ 25 09:00冬季流場模擬結果
(第三期工程、倉儲區、遠期工程完工)

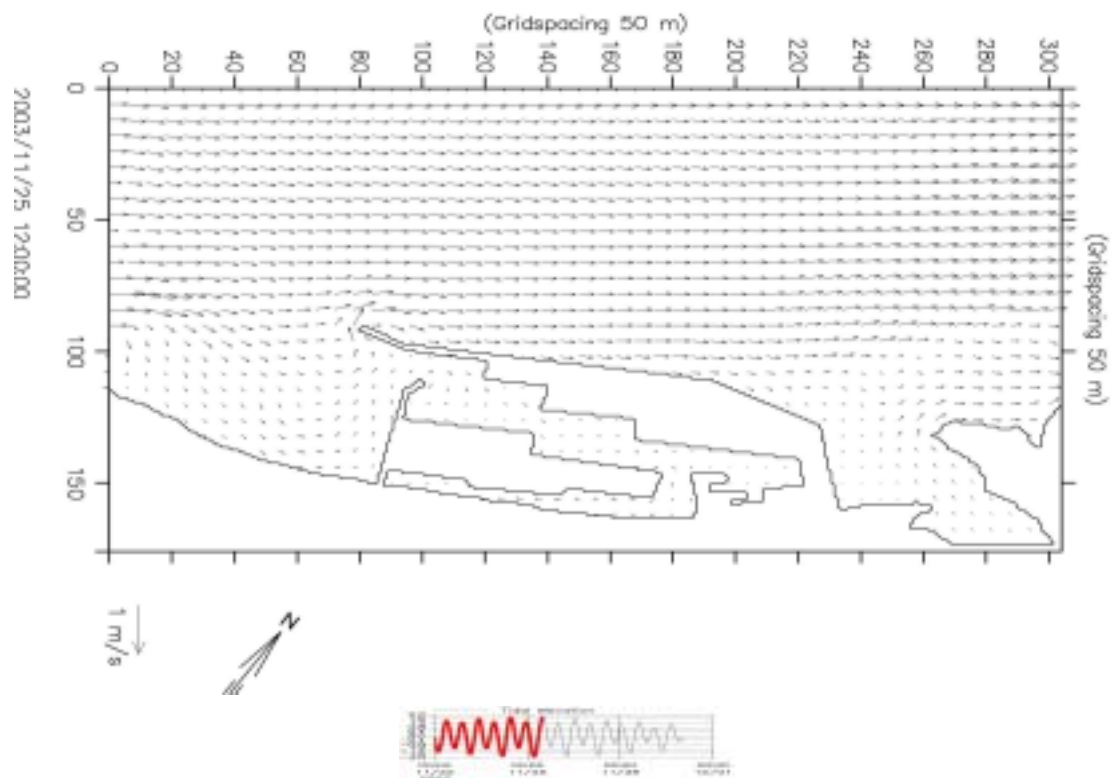


圖 4.133 M3 2003/ 11/ 25 12:00冬季流場模擬結果
(第三期工程、倉儲區、遠期工程完工)

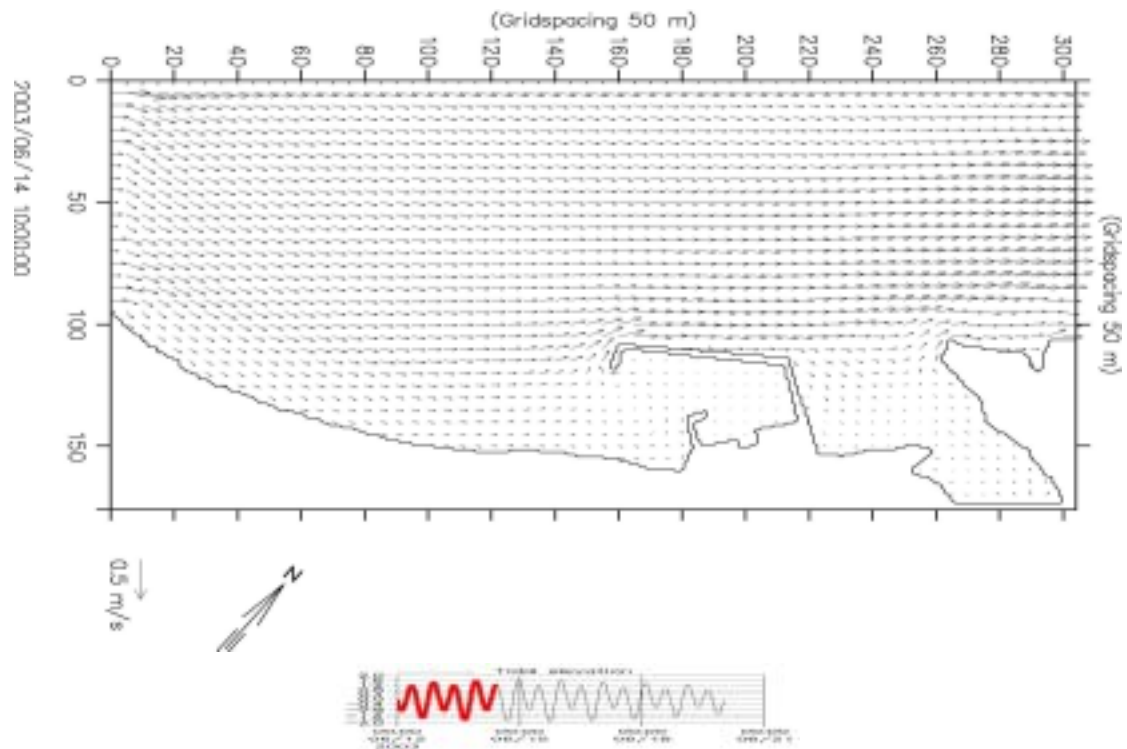


圖 4.134 M3 2003/ 06/ 14 10:00夏季流場模擬結果（現況）

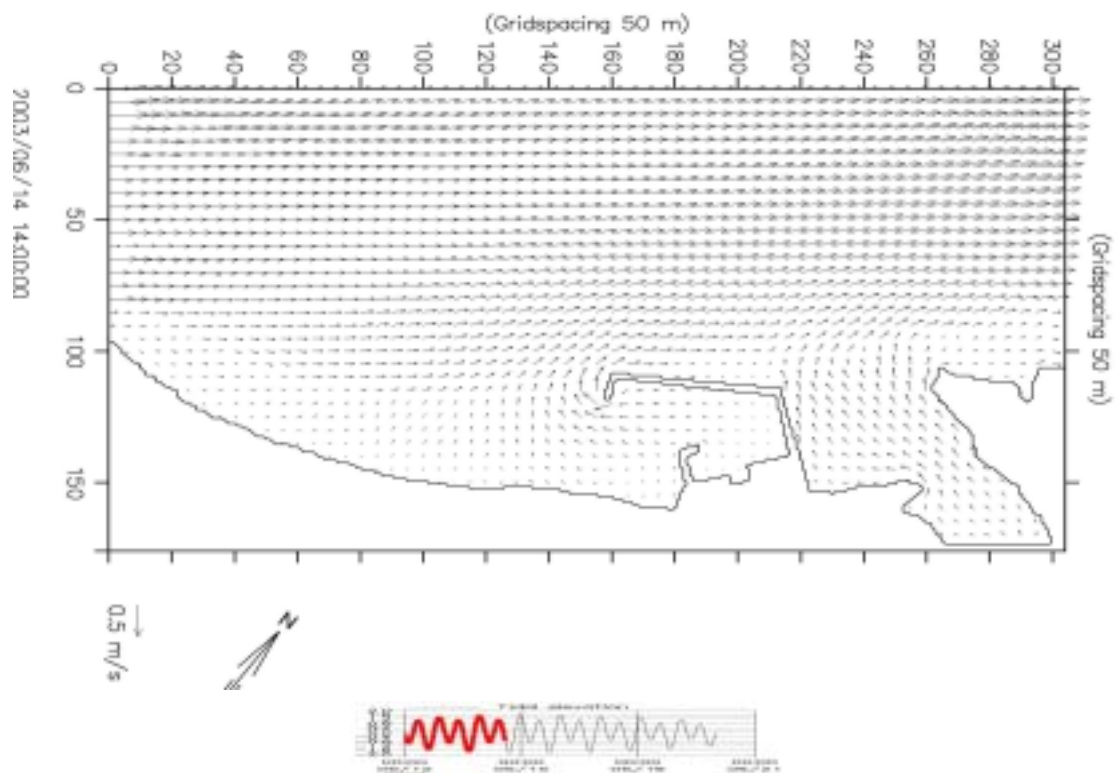


圖 4.135 M3 2003/ 06/ 14 14:00夏季流場模擬結果（現況）

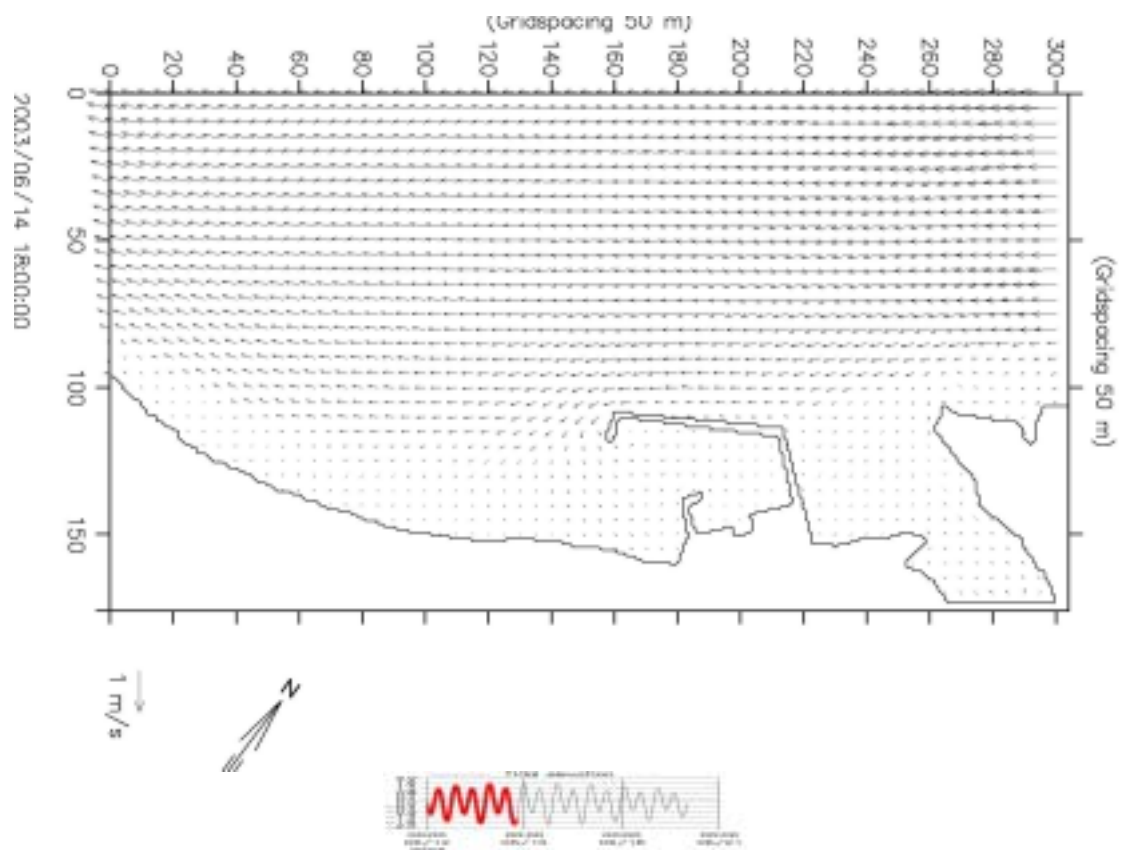


圖 4.136 M3 2003/ 06/ 14 18:00夏季流場模擬結果（現況）

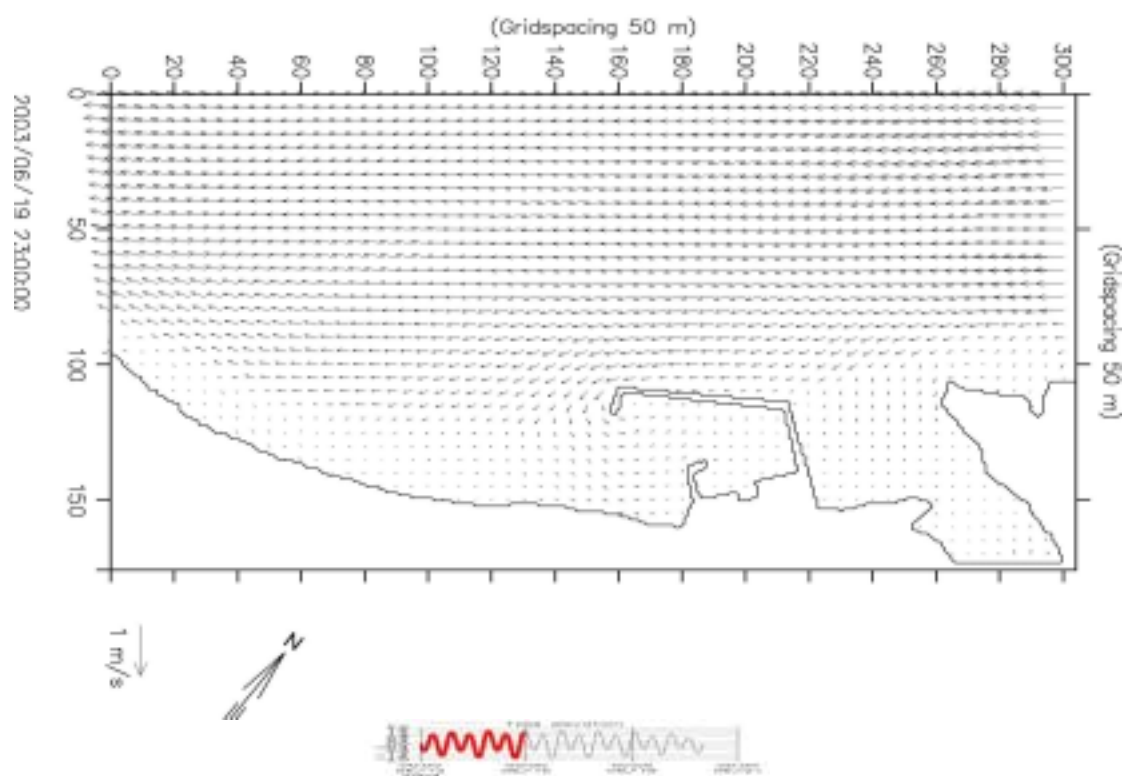


圖 4.137 M3 2003/ 06/ 14 22:00夏季流場模擬結果（現況）

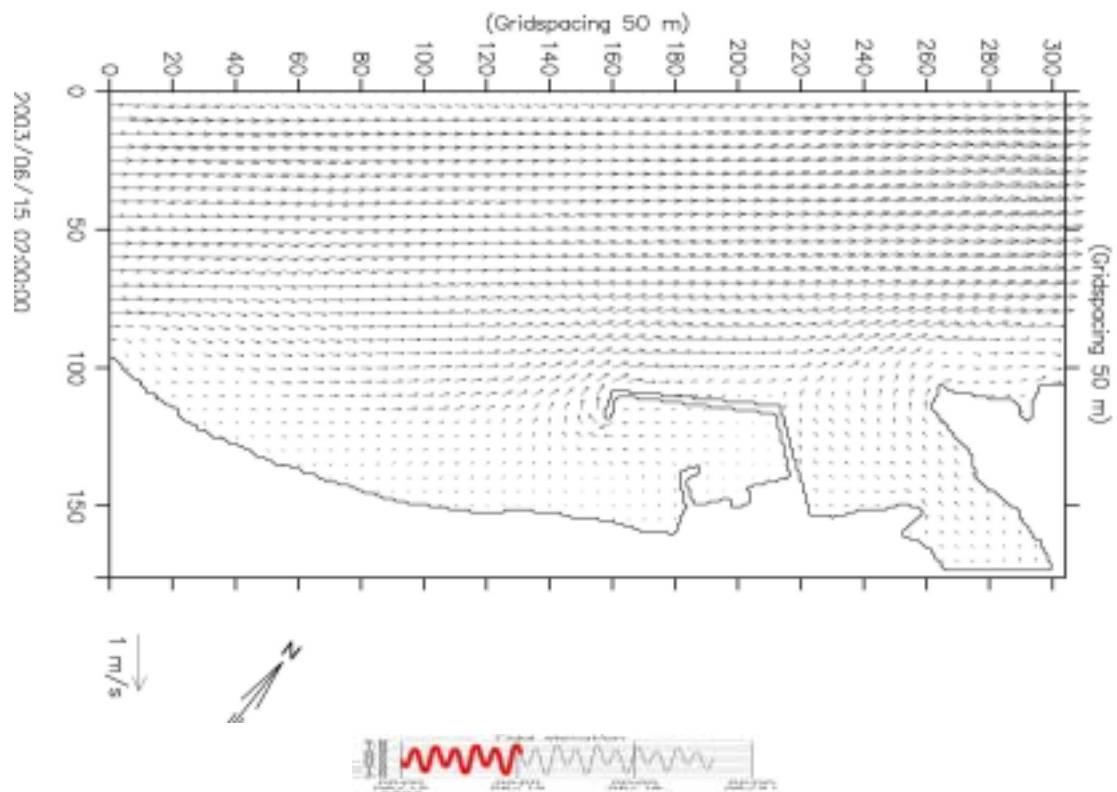


圖 4.138 M3 2003/ 06/ 15 02:00:00夏季流場模擬結果（現況）

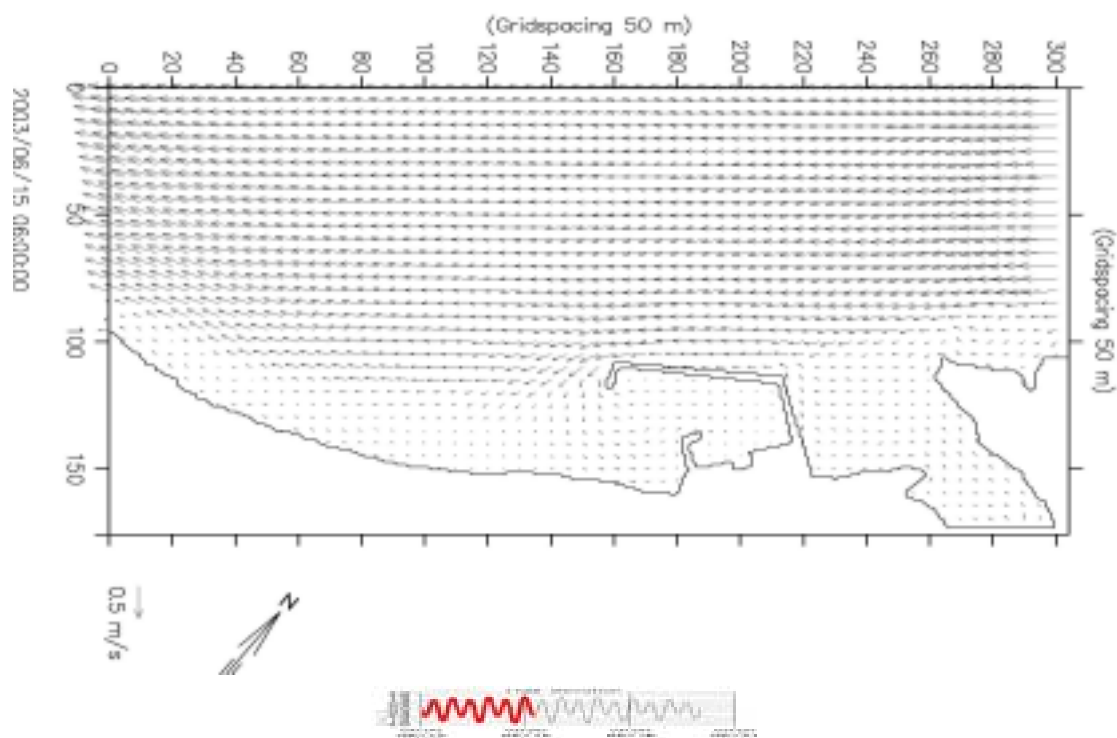


圖 4.139 M3 2003/ 06/ 12 06:00:00夏季流場模擬結果（現況）

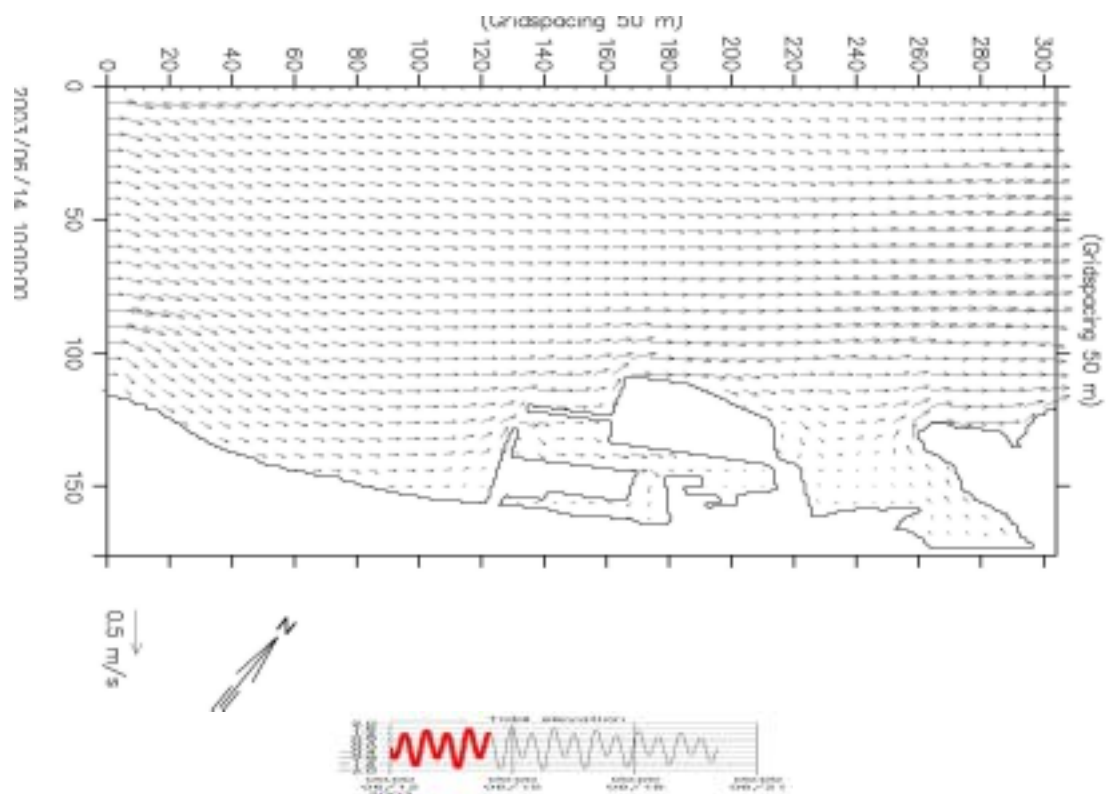


圖 4.140 M3 2003/ 06/ 14 10:00夏季流場模擬結果（第二期工程完工）

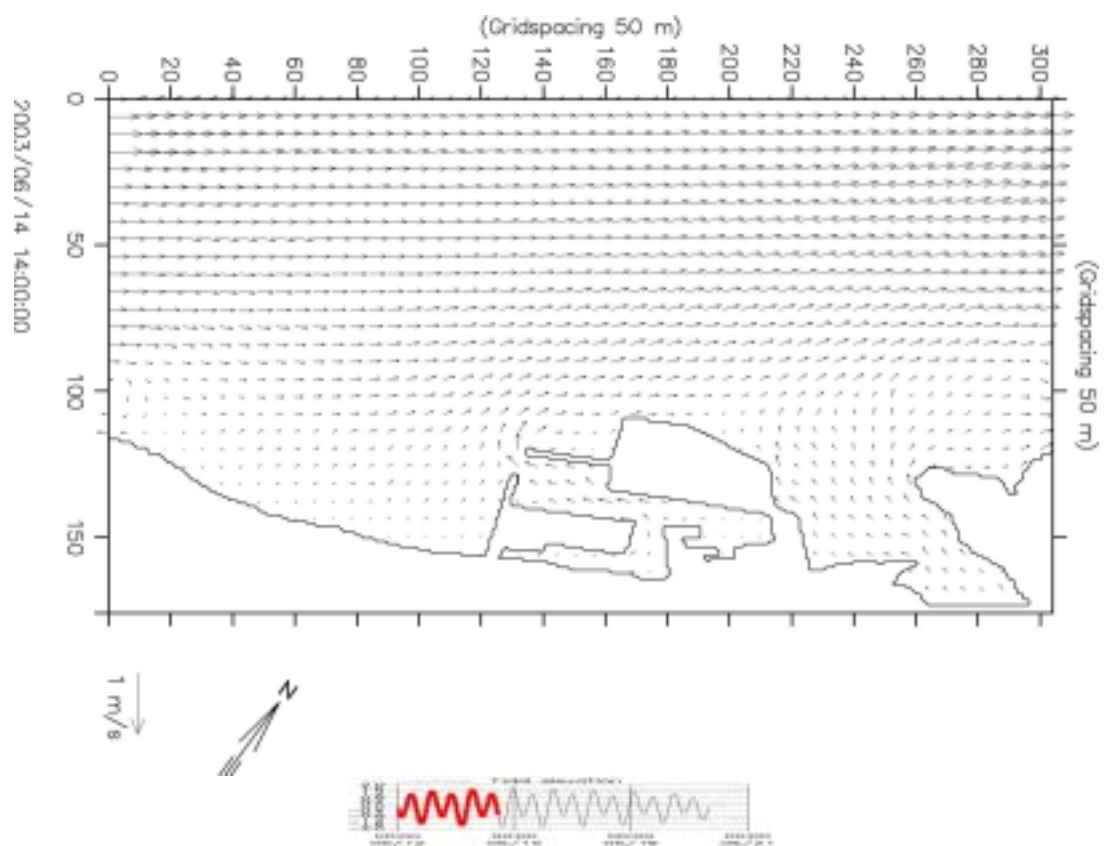


圖 4.141 M3 2003/ 06/ 14 14:00夏季流場模擬結果（第二期工程完工）

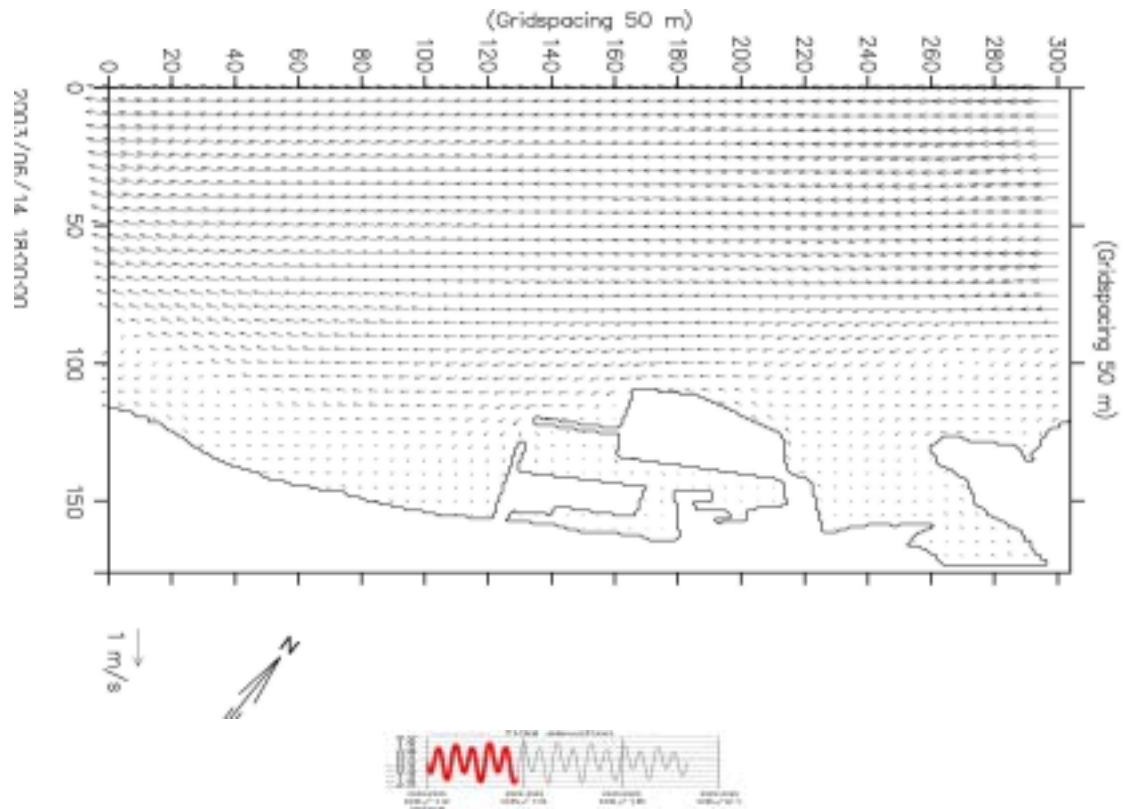


圖 4.142 M3 2003/ 06/ 14 18:00夏季流場模擬結果（第二期工程完工）

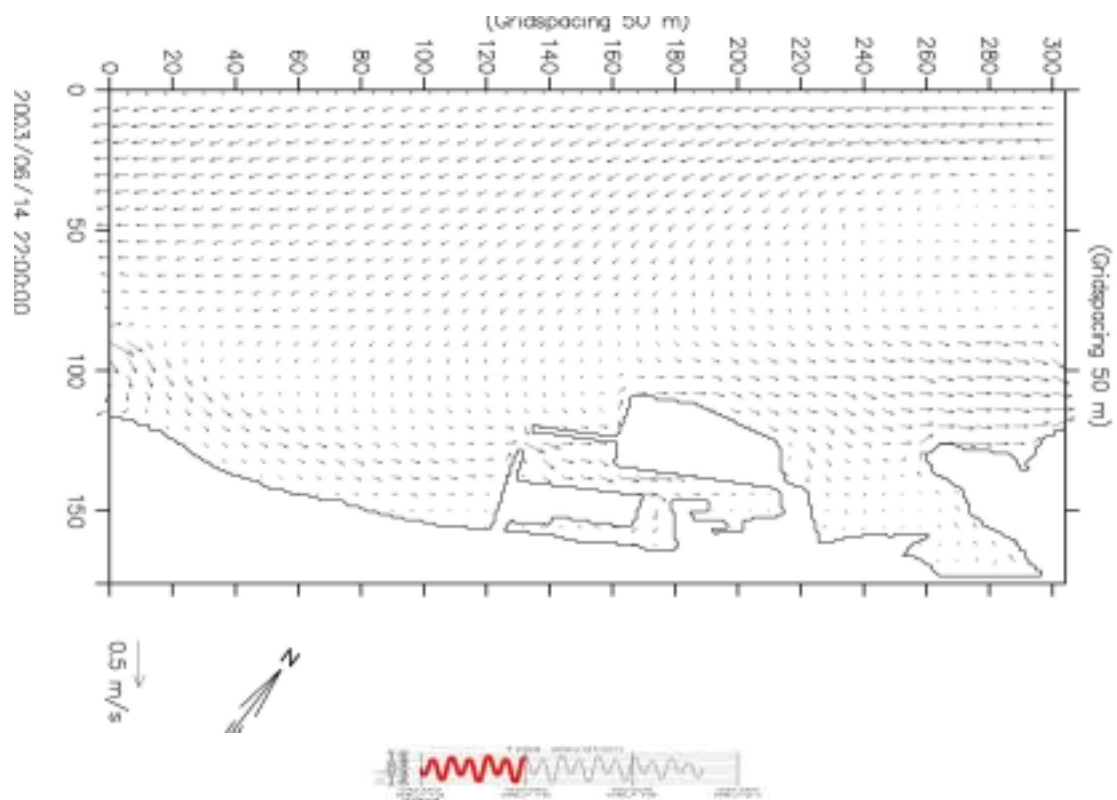


圖 4.143 M3 2003/ 06/ 14 22:00夏季流場模擬結果（第二期工程完工）

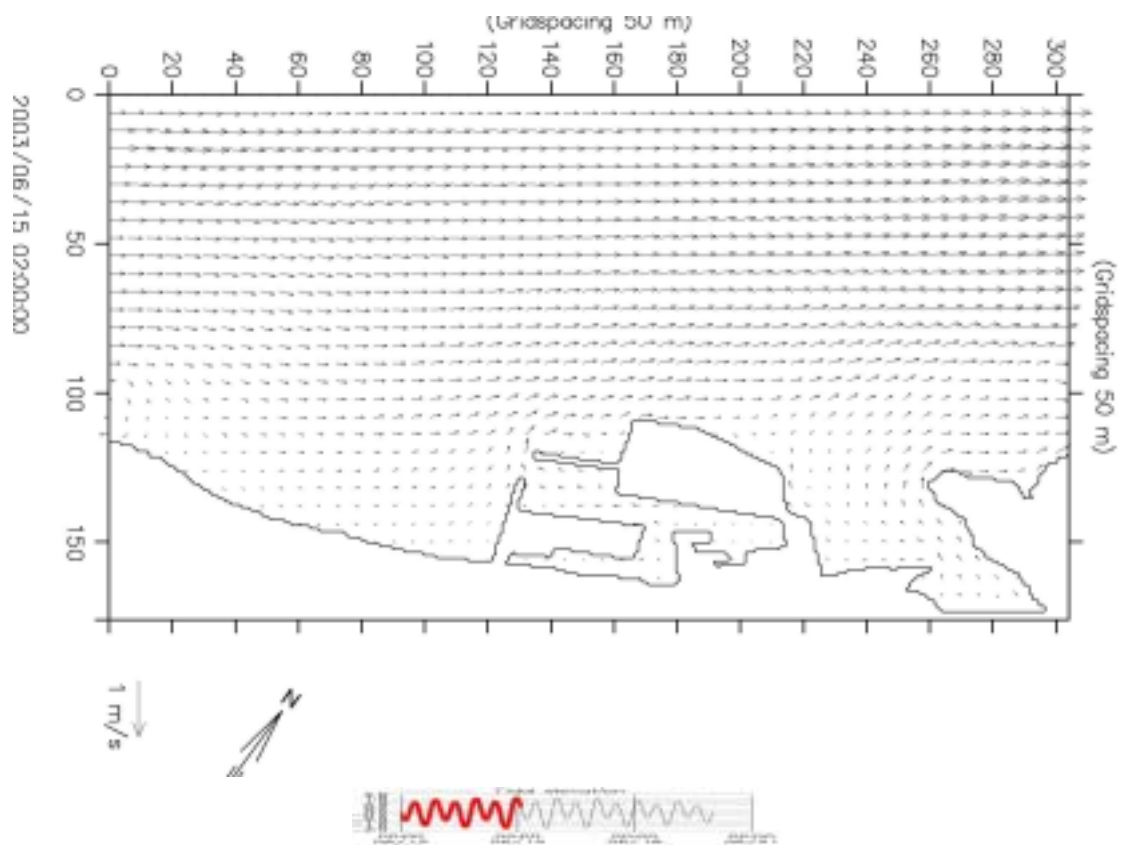


圖 4.144 M3 2003/ 06/ 14 02:00:00夏季流場模擬結果（第二期工程完工）

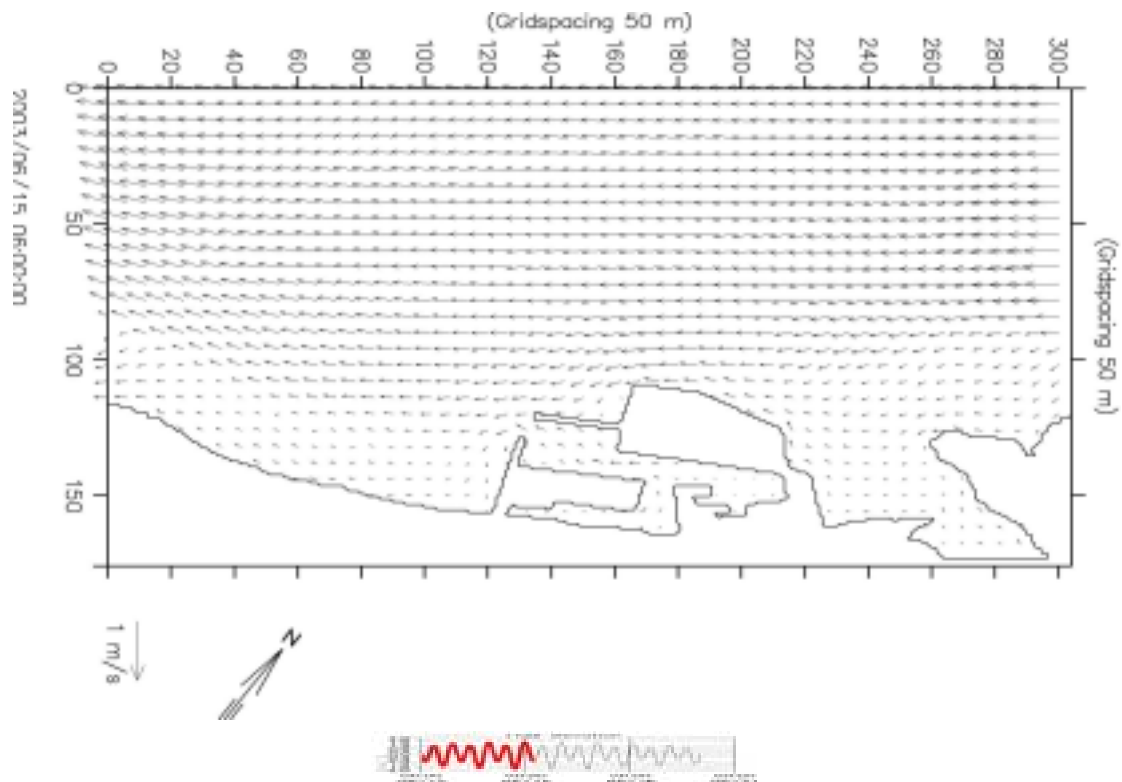


圖 4.145 M3 2003/ 06/ 14 06:00:00夏季流場模擬結果（第二期工程完工）

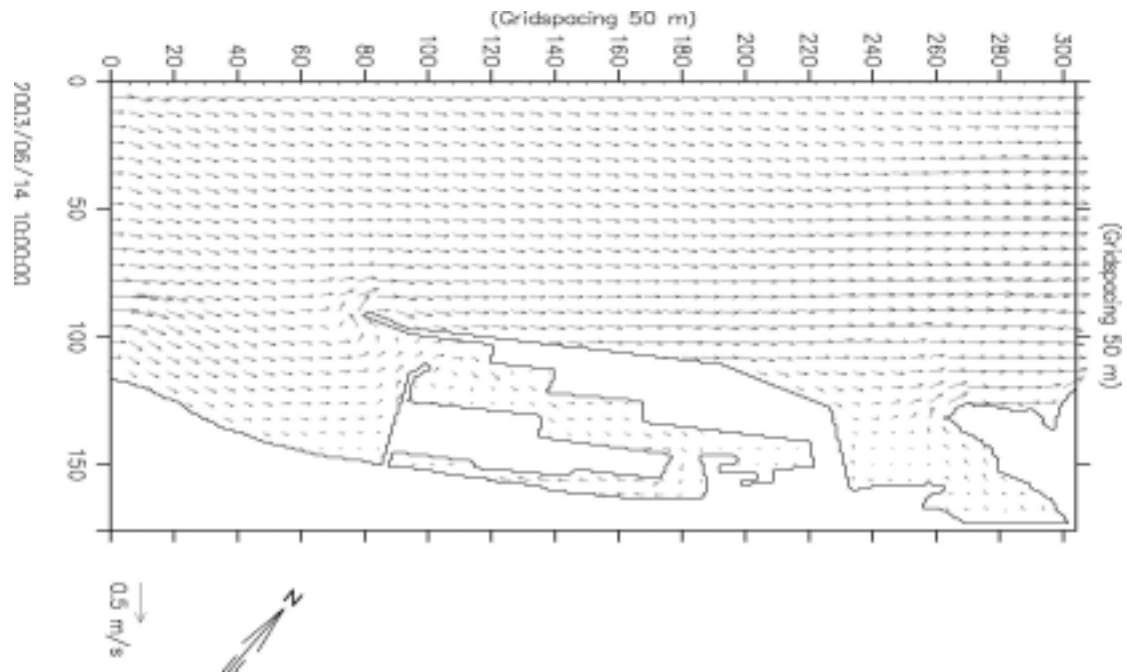


圖 4.146 M3 2003/ 06/ 14 10:00夏季流場模擬結果
(第三期工程、倉儲區、遠期工程完工)

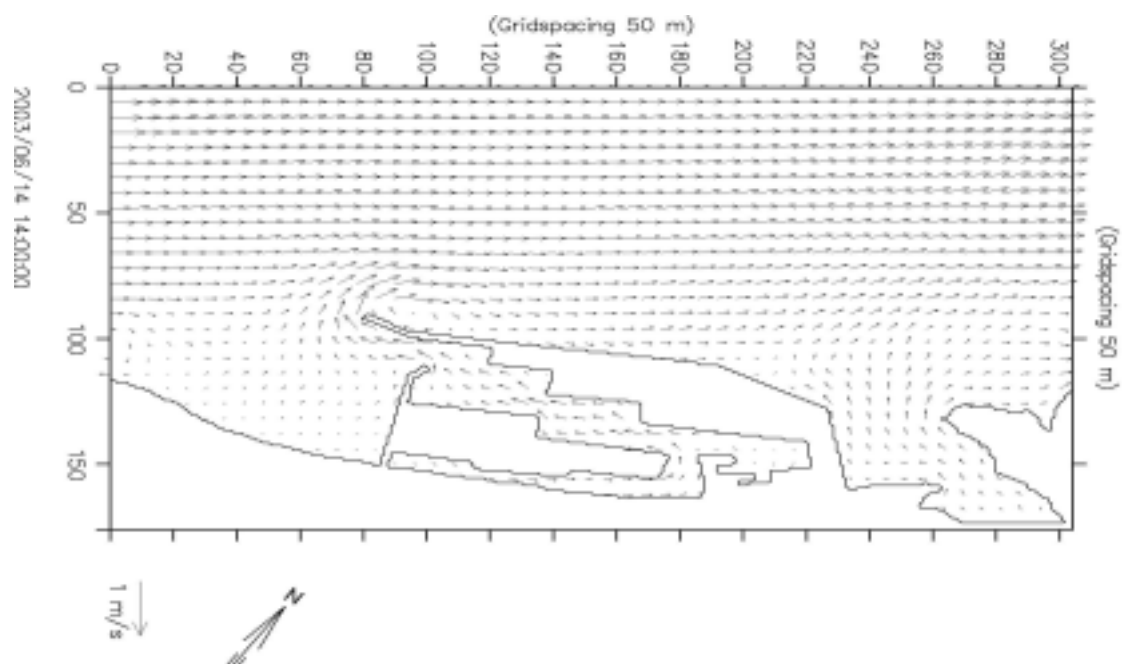


圖 4.147 M3 2003/ 06/ 14 14:00夏季流場模擬結果
(第三期工程、倉儲區遠期工程完工)

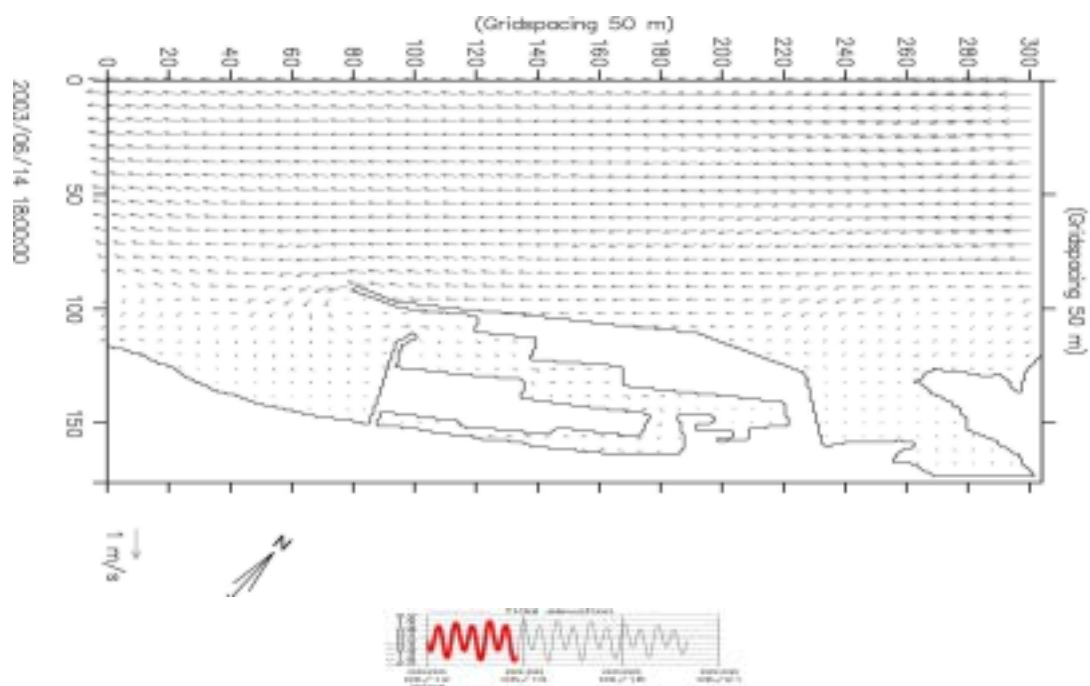


圖 4.148 M3 2003/ 06/ 14 18:00夏季流場模擬結果
(第三期工程、倉儲區、遠期工程完工)

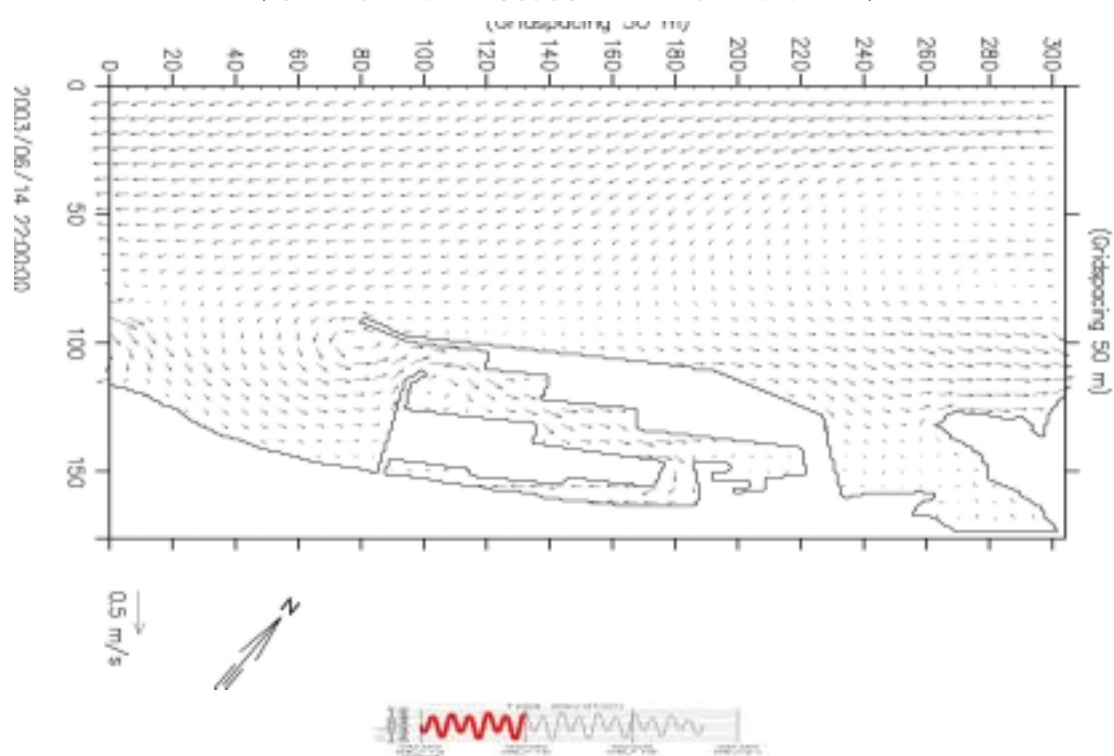


圖 4.149 M3 2003/ 06/ 14 22:00夏季流場模擬結果
(第三期工程、倉儲區、遠期工程完工)

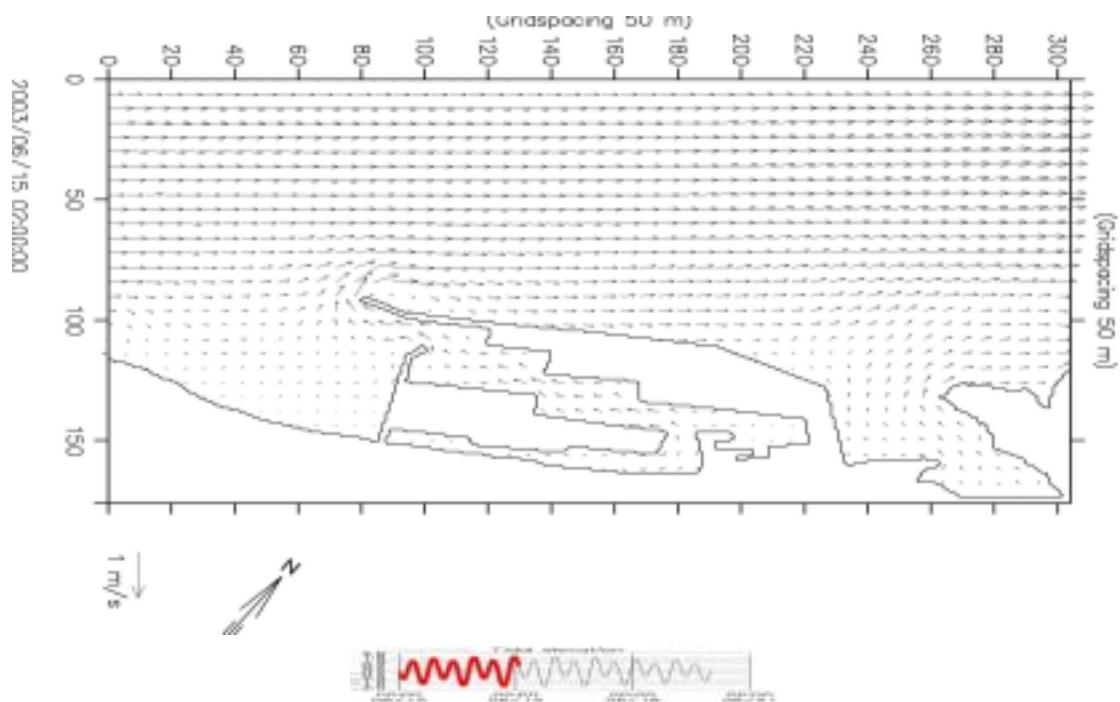


圖 4.150 M3 2003/ 11/ 25 02:00夏季流場模擬結果
(第三期工程、倉儲區、遠期工程完工)

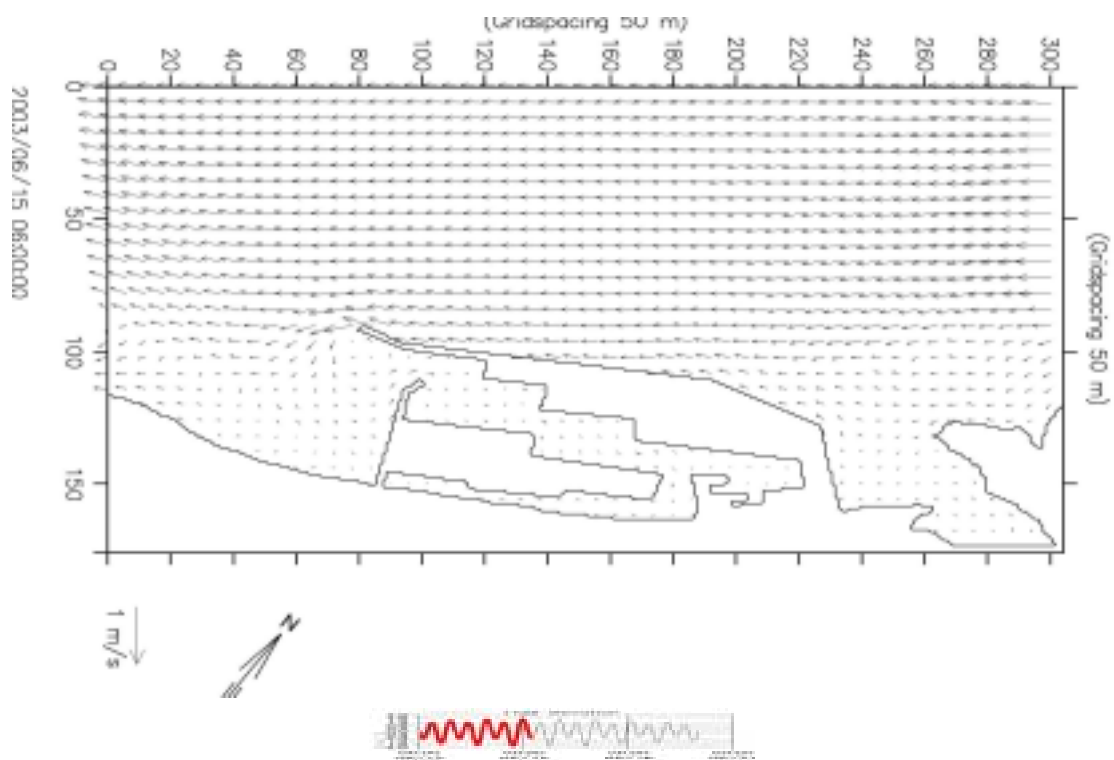


圖 4.151 M3 2003/ 11/ 25 06:00夏季流場模擬結果
(第三期工程、倉儲區、遠期工程完工)

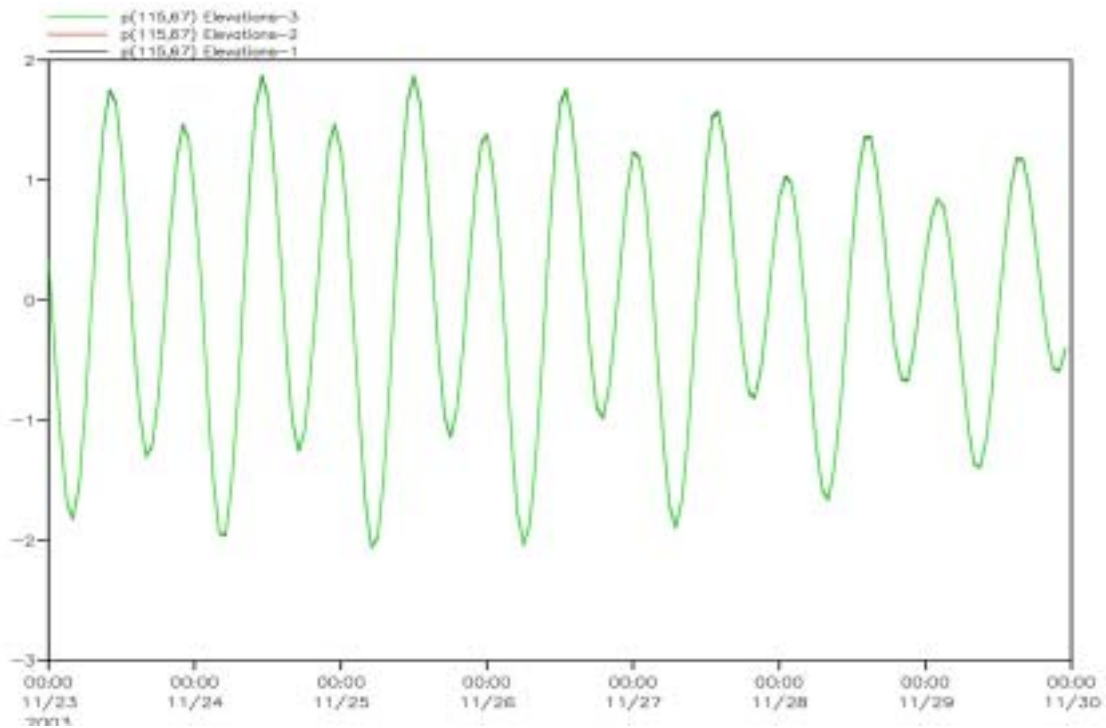


圖 4.152 各期工程興建後於 M3 點(115, 67)之流場潮位比較圖
 註：點(115, 67)位於台北港南防波堤南方 6 公里處(現況)

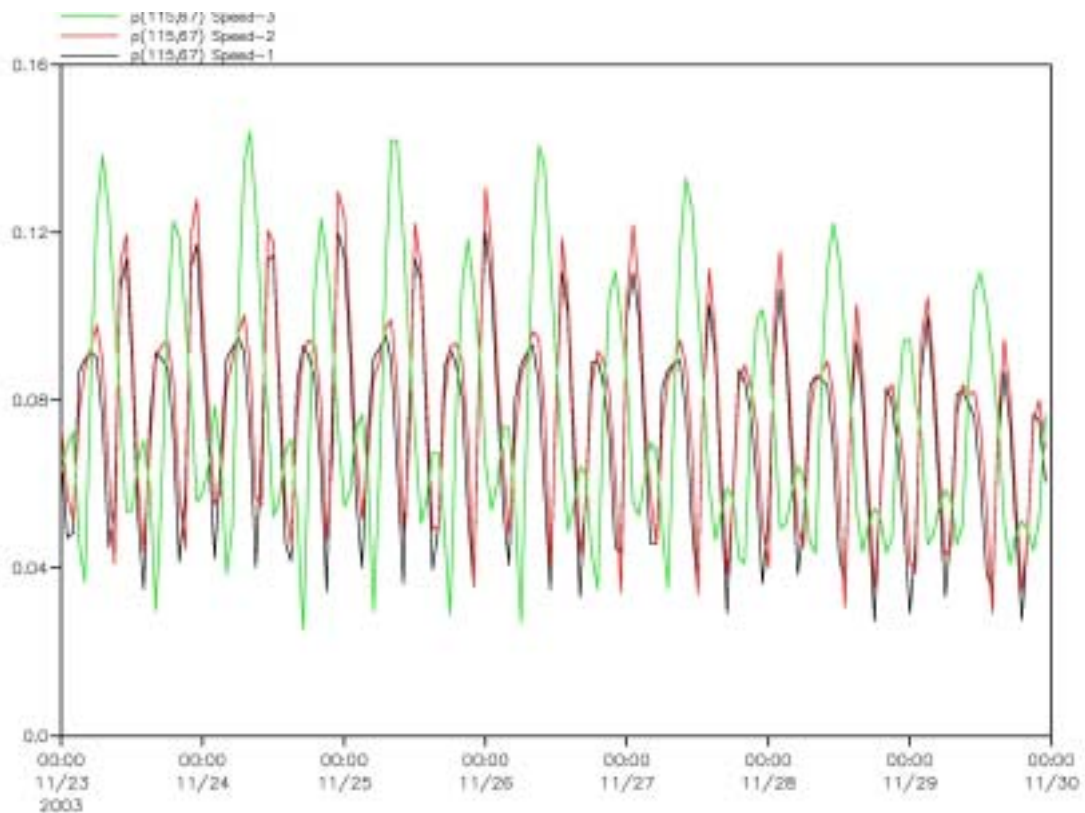


圖 4.153 各期工程興建後於 M3 點(115, 67)之流場流速比較圖

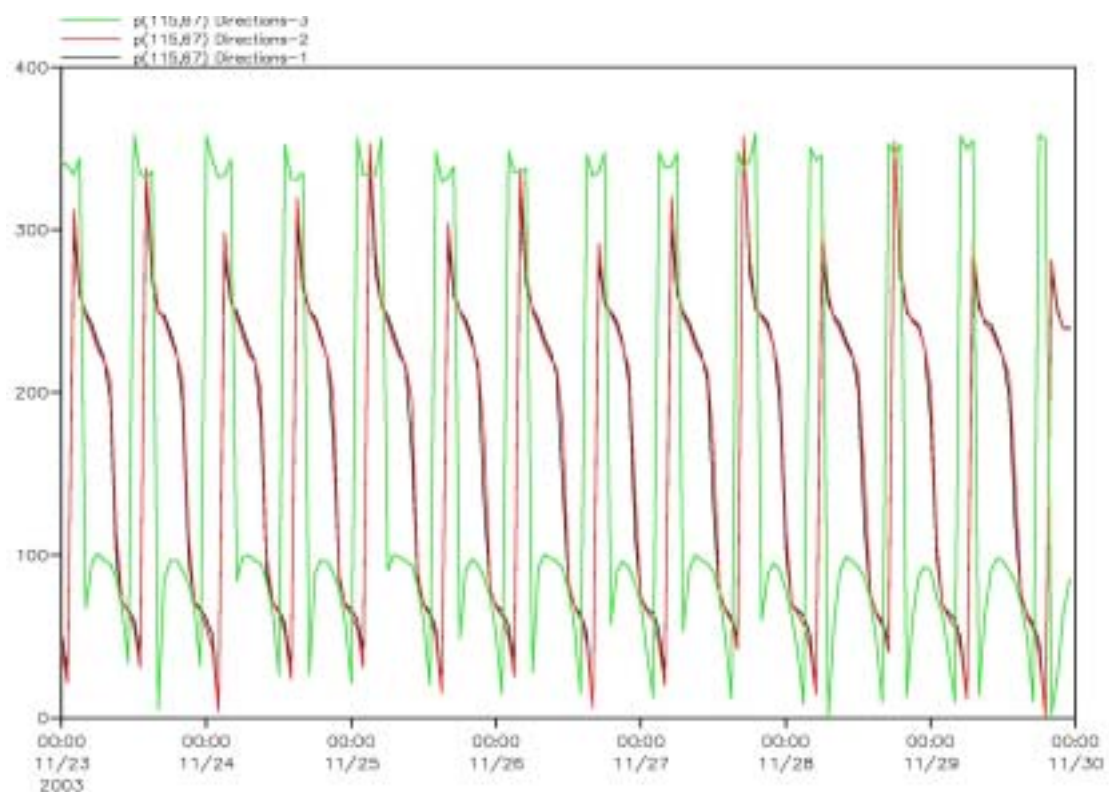


圖 4.154 各期工程興建後於 M3 點(115, 67)之流場流向比較圖

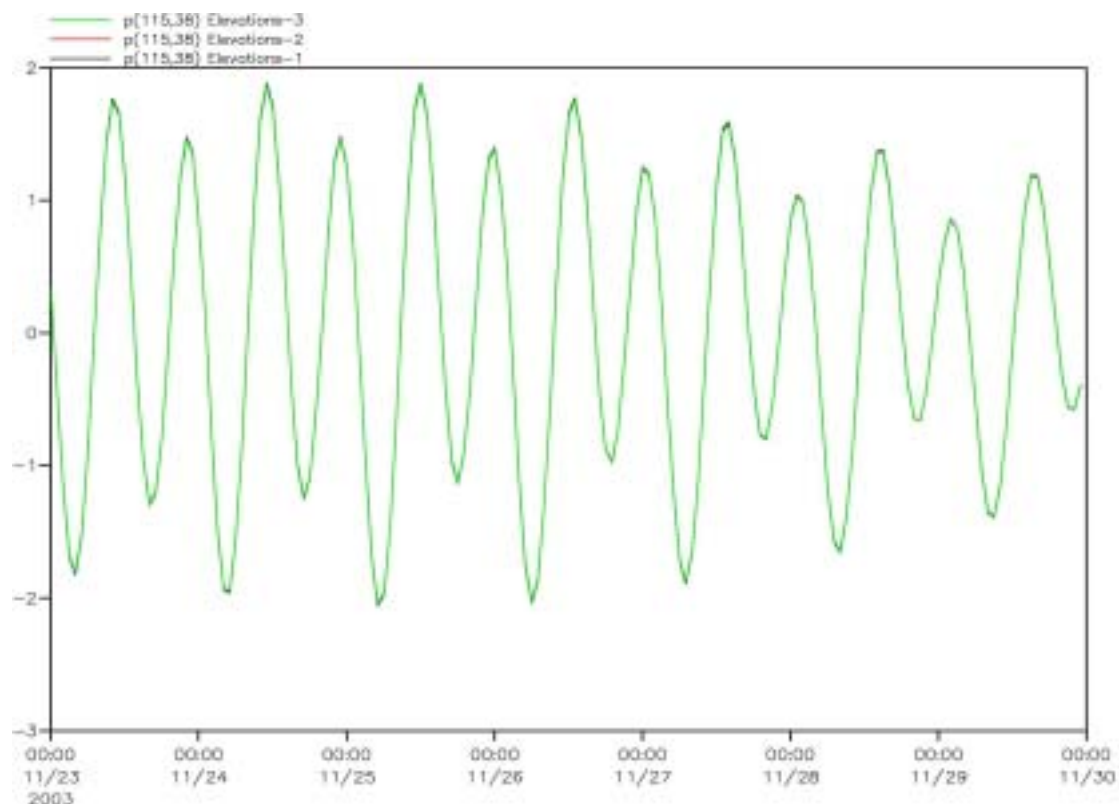


圖 4.155 各期工程興建後於 M3 點(115, 38)之流場潮位比較圖

註：點(115, 38)位於台北港南防波堤南方 7.5 公里處(現況)

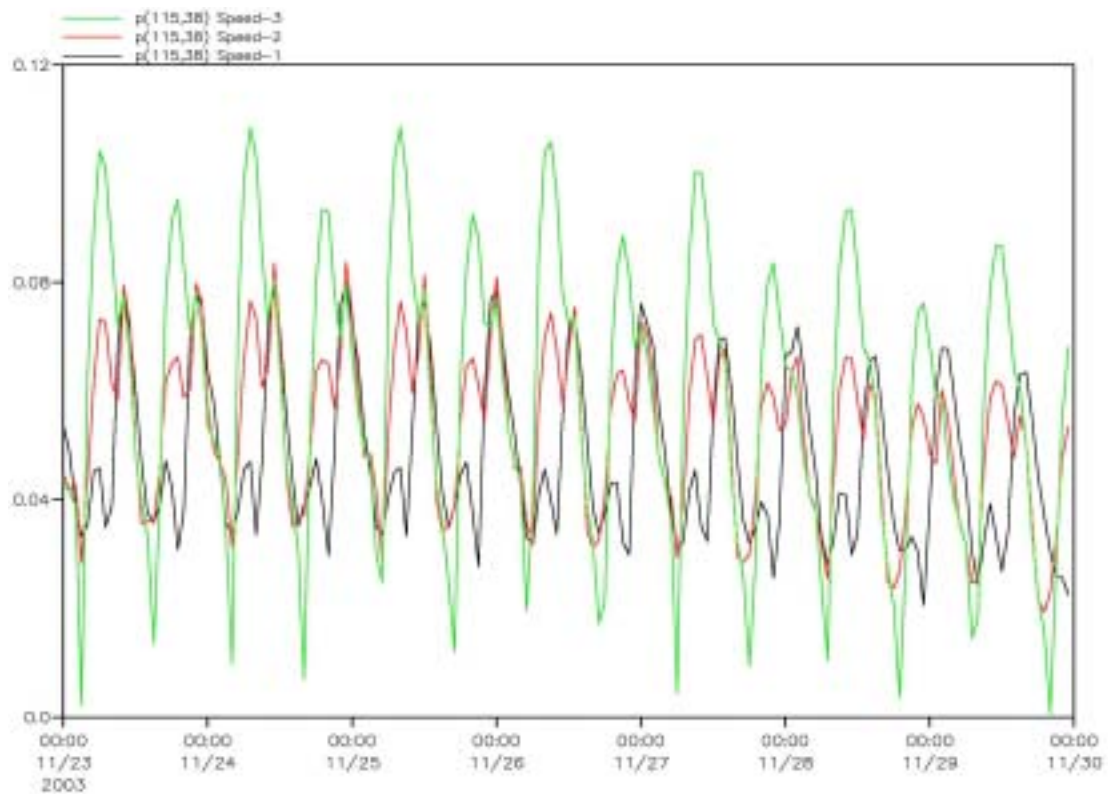


圖 4.156 各期工程興建後於 M3 點(115, 38)之流場流速比較圖

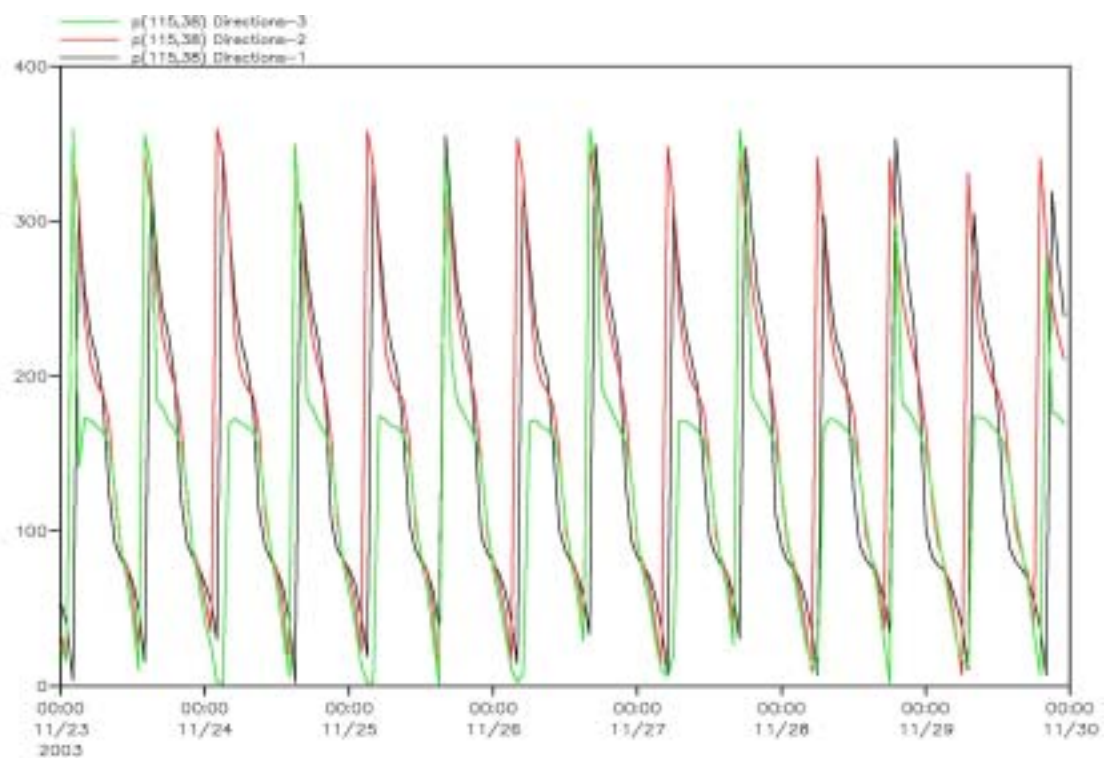


圖 4.157 各期工程興建後於 M3 點(115, 38)之流場流向比較圖

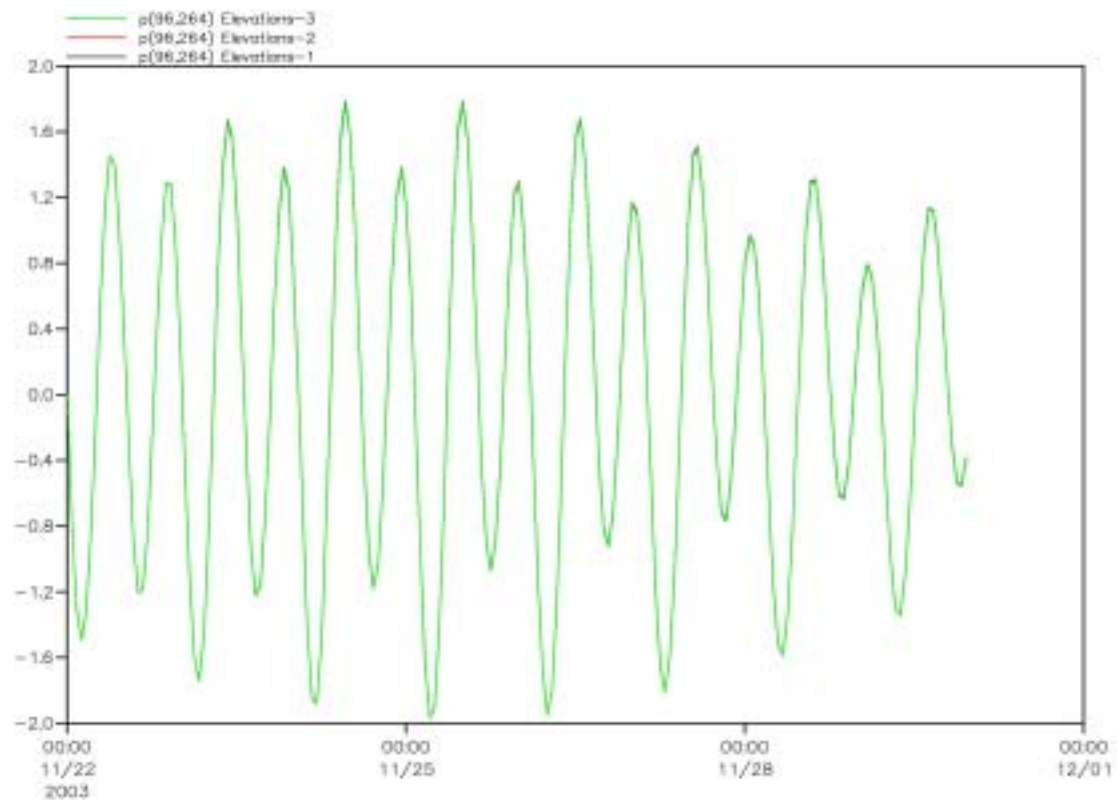


圖 4.158 各期工程興建後於 M3 點(96, 264)之流場潮位比較圖
 註：點(96, 264)位於淡水河出海口北側

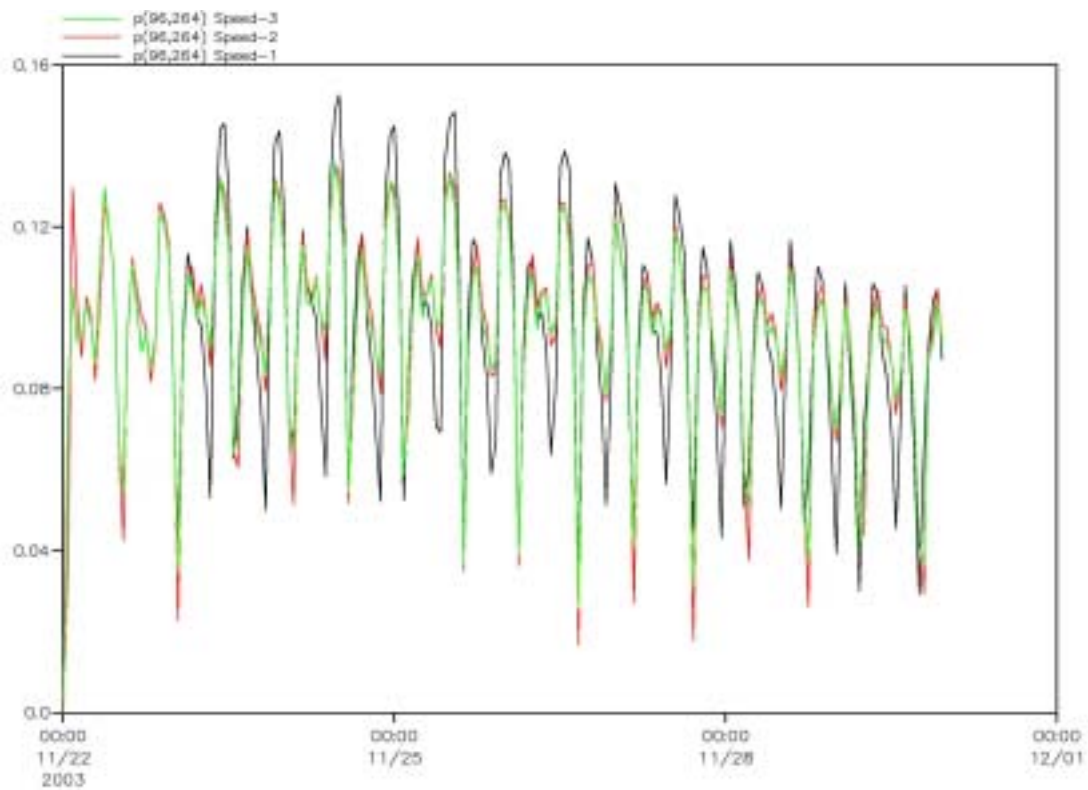


圖 4.159 各期工程興建後於 M3 點(96, 264)之流場流速比較圖

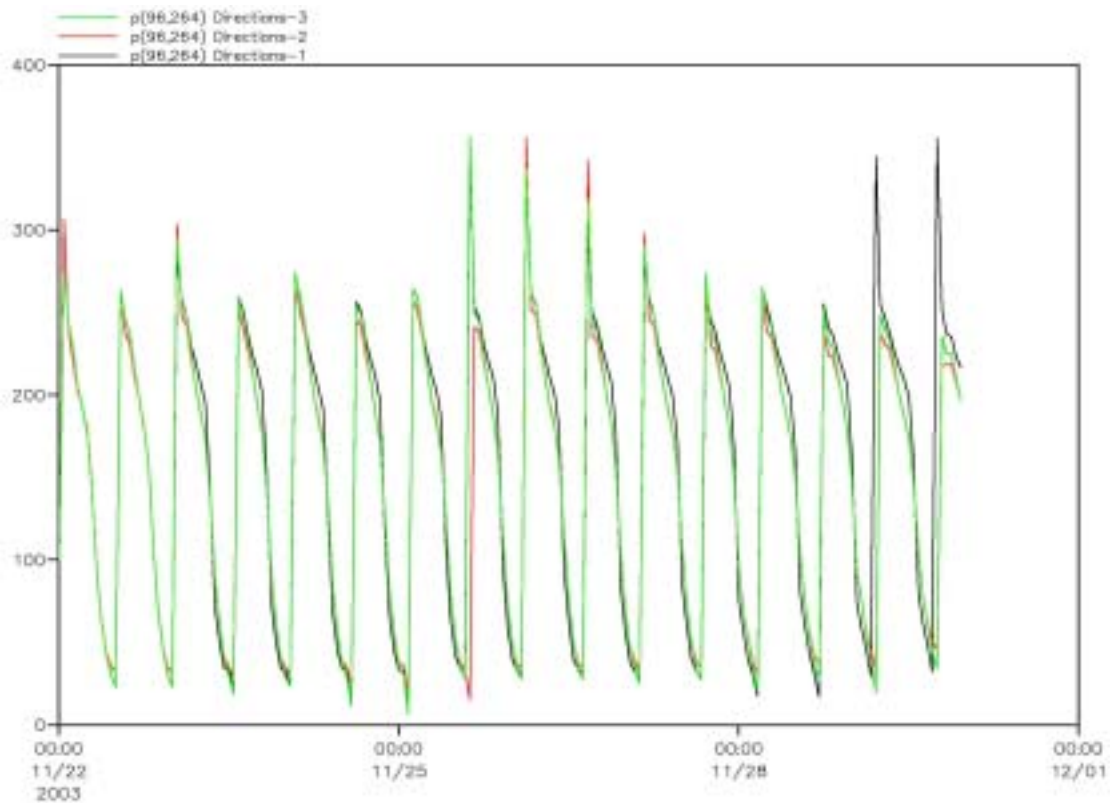


圖 4.160 各期工程興建後於 M3 點(96, 264)之流場流向比較圖

4.3 漂砂輸送模擬結果

模擬結果發現，模擬區域輸砂方向及能力皆隨季節改變，冬季時，漂砂輸送方向是由北往南，夏季時，則由南往北，水域全年淨輸砂優勢明顯冬季大於夏季，全年淨輸砂方向則為北往南。因台北港附近海域之淨輸砂優勢為北往南，所以在結構物或岸線的轉折處都容易發生阻斷漂砂的連續性。

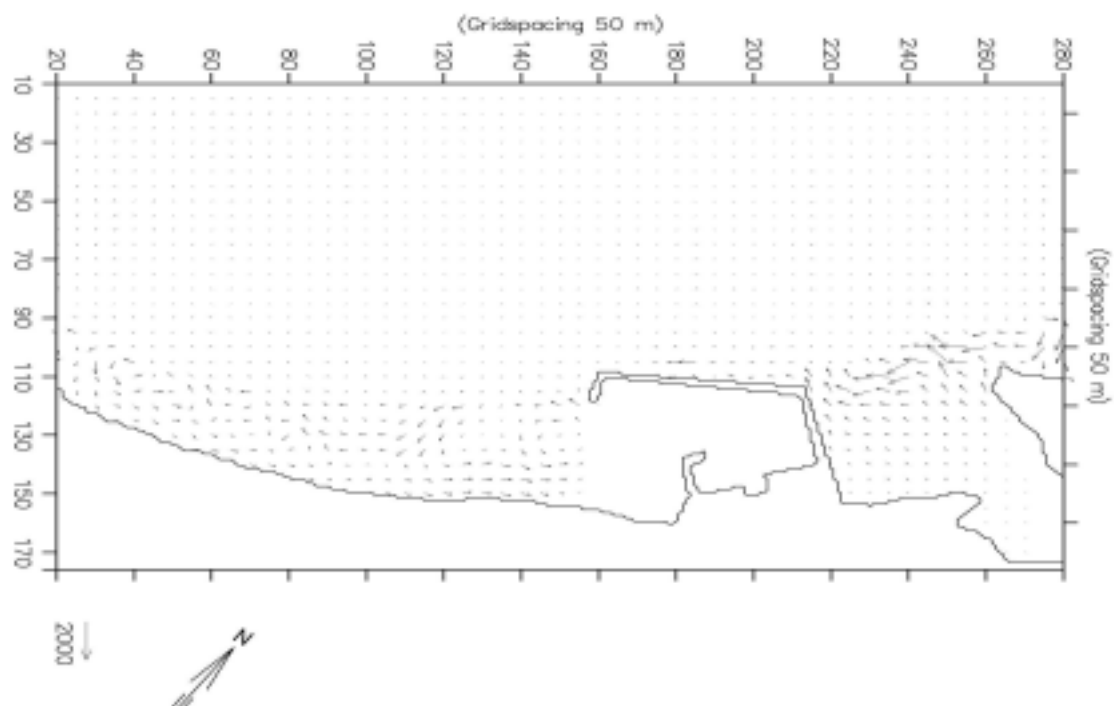


圖 4.161 台北港第一期工程漂砂傳輸向量圖（冬季）

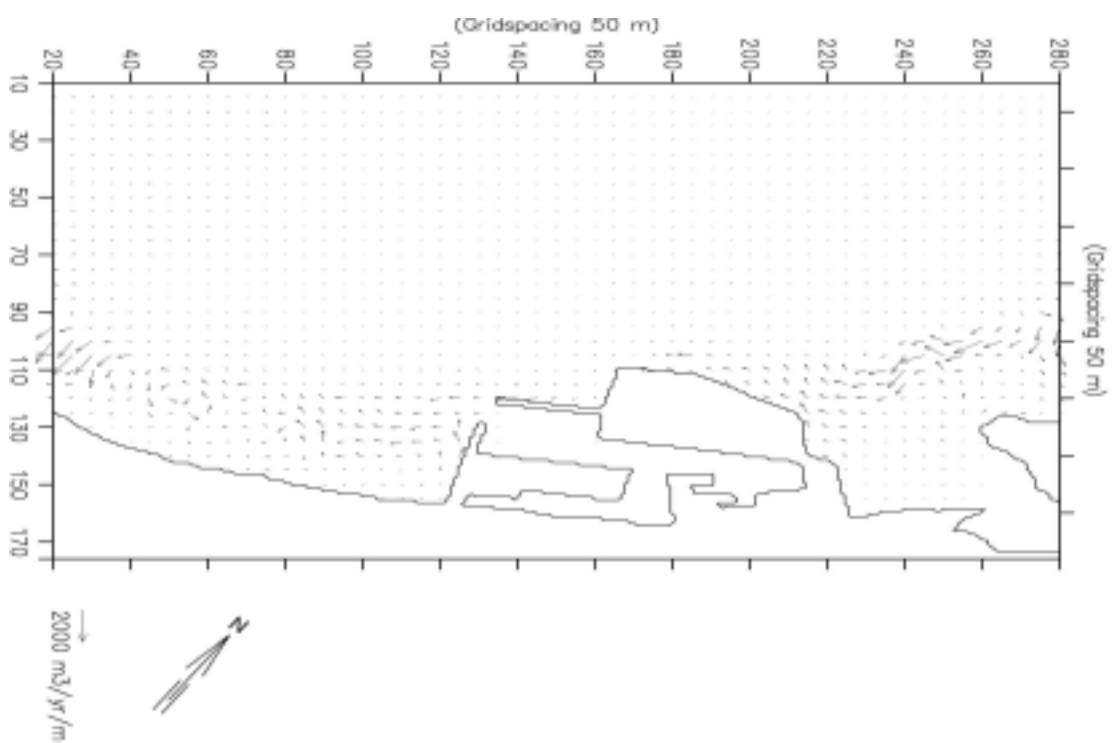


圖 4.162 台北港第二期工程漂砂傳輸向量圖（冬季）

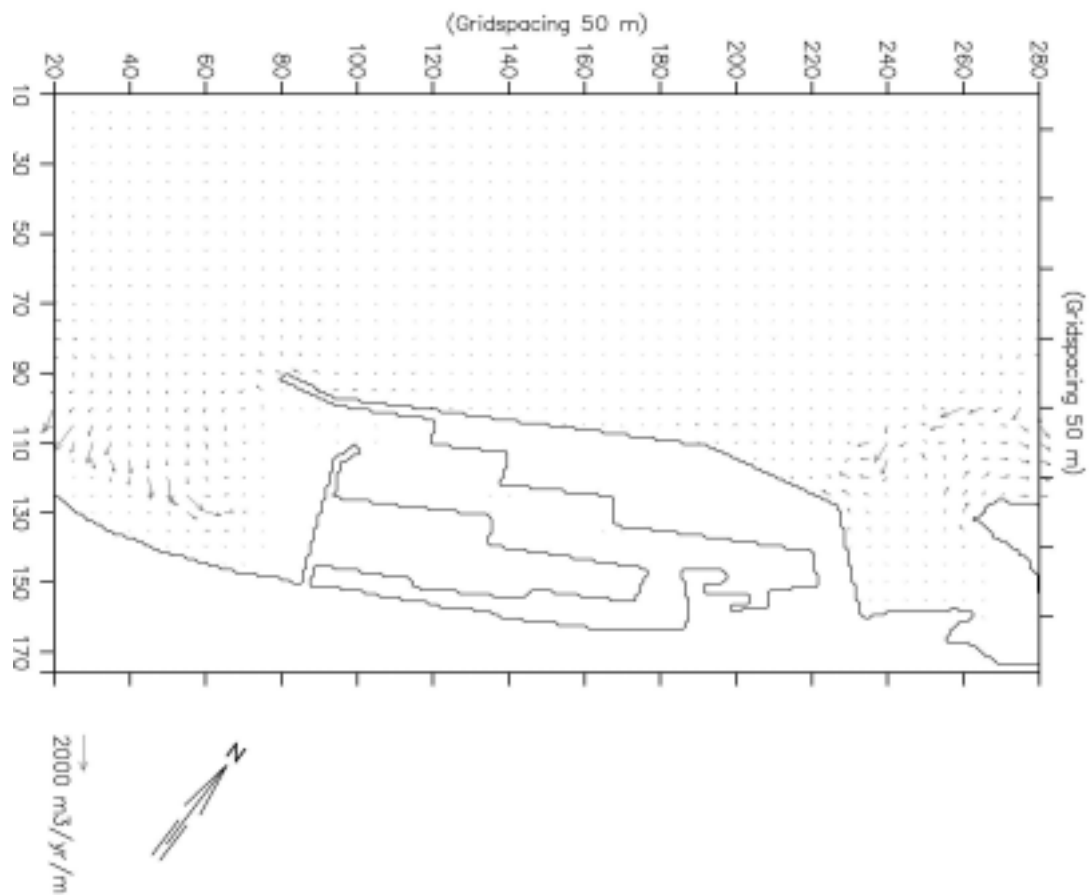


圖 4.163 台北港第三期工程漂砂傳輸向量圖（冬季）

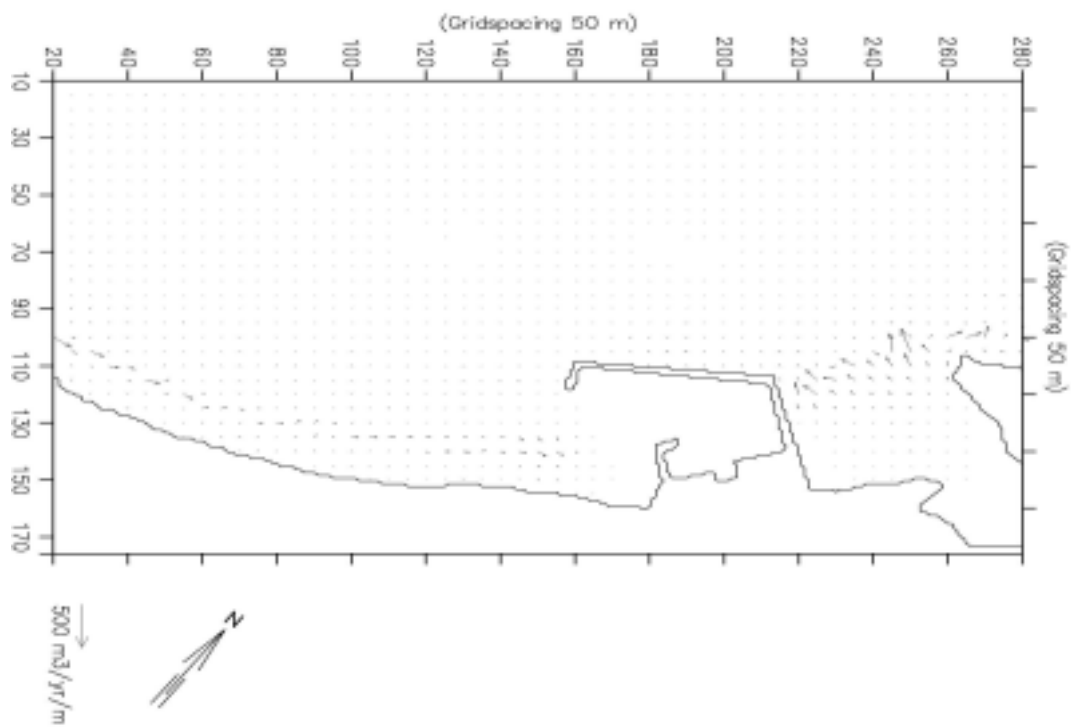


圖 4.164 台北港第一期工程漂砂傳輸向量圖（夏季）

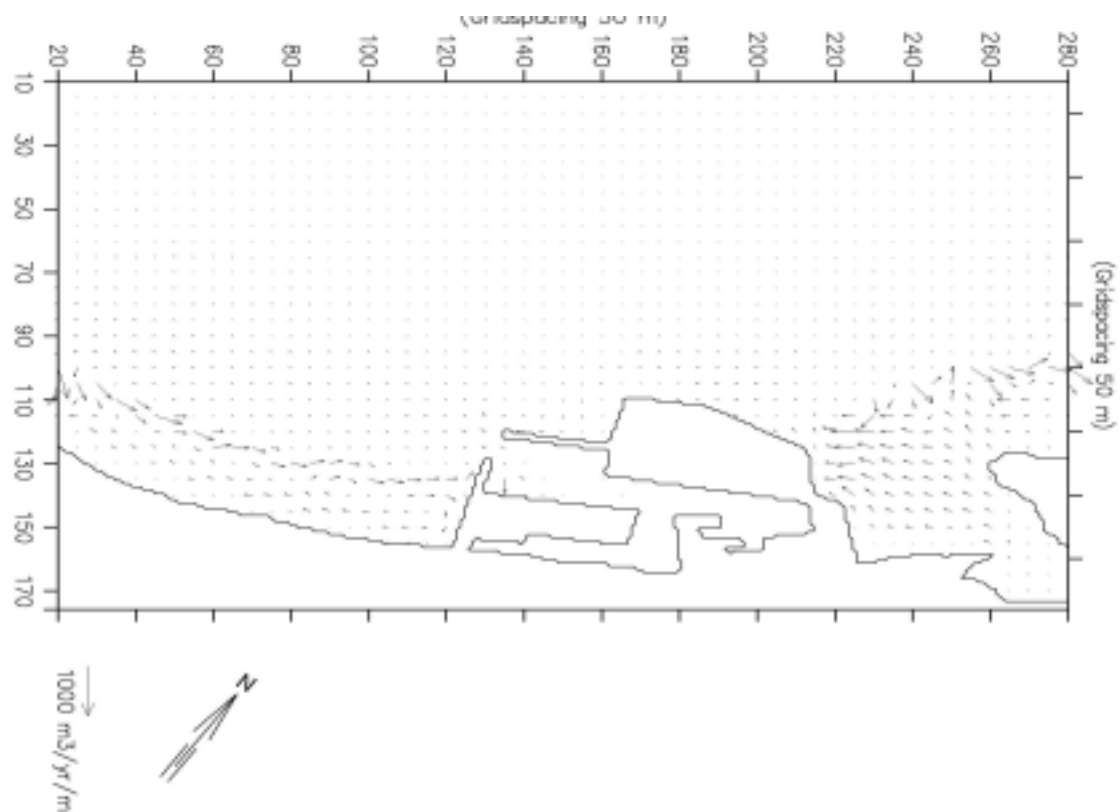


圖 4.165 台北港第二期工程漂砂傳輸向量圖（夏季）

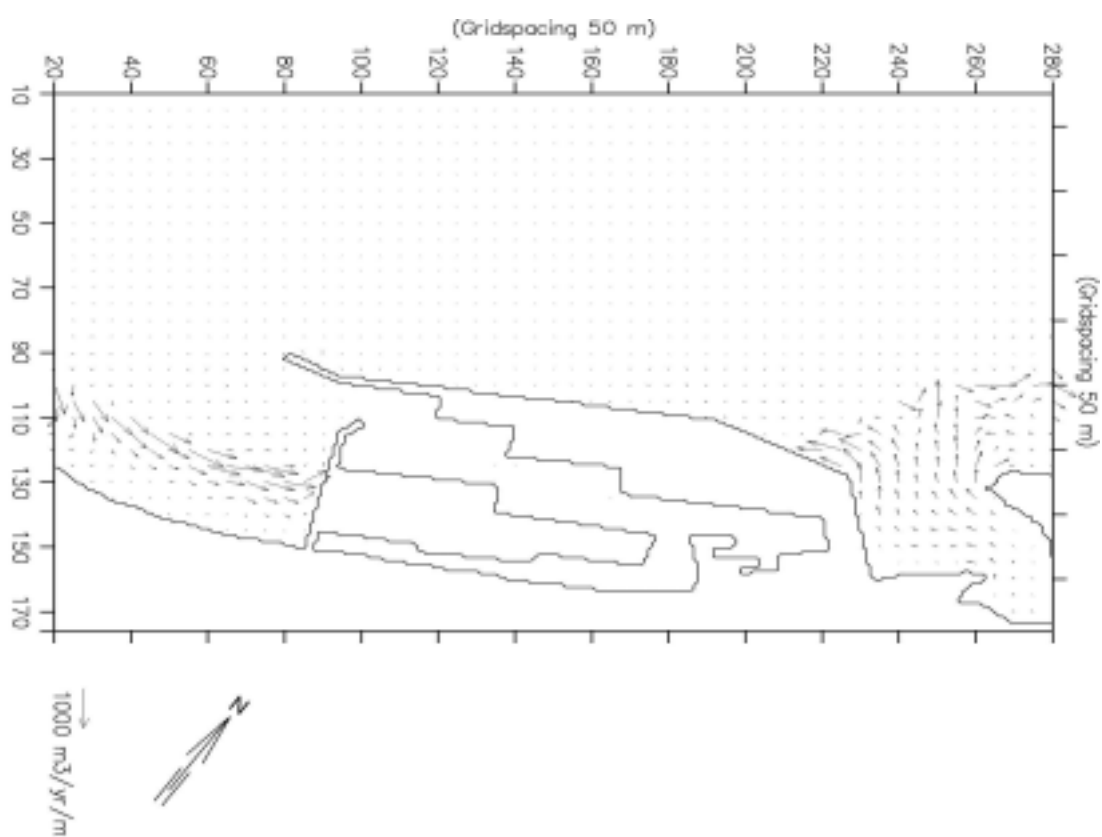


圖 4.166 台北港第三期工程漂砂傳輸向量圖（夏季）

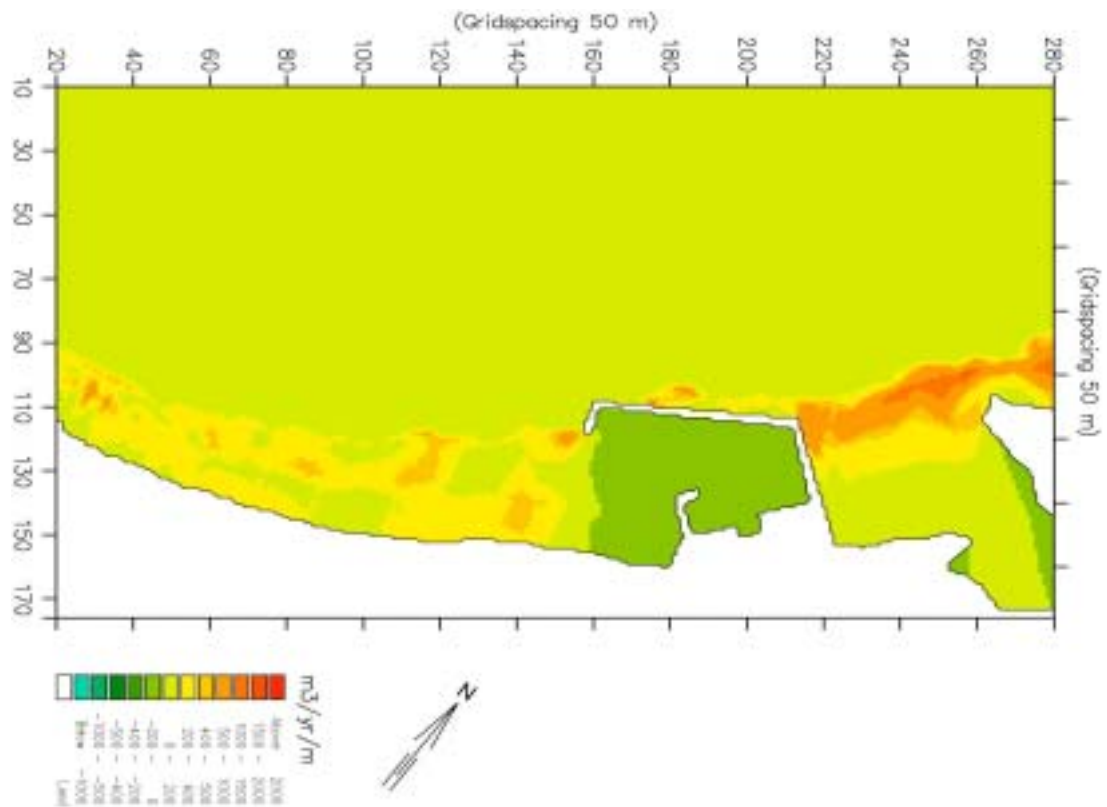


圖 4.167 台北港第一期工程漂砂傳輸累積圖（冬季）

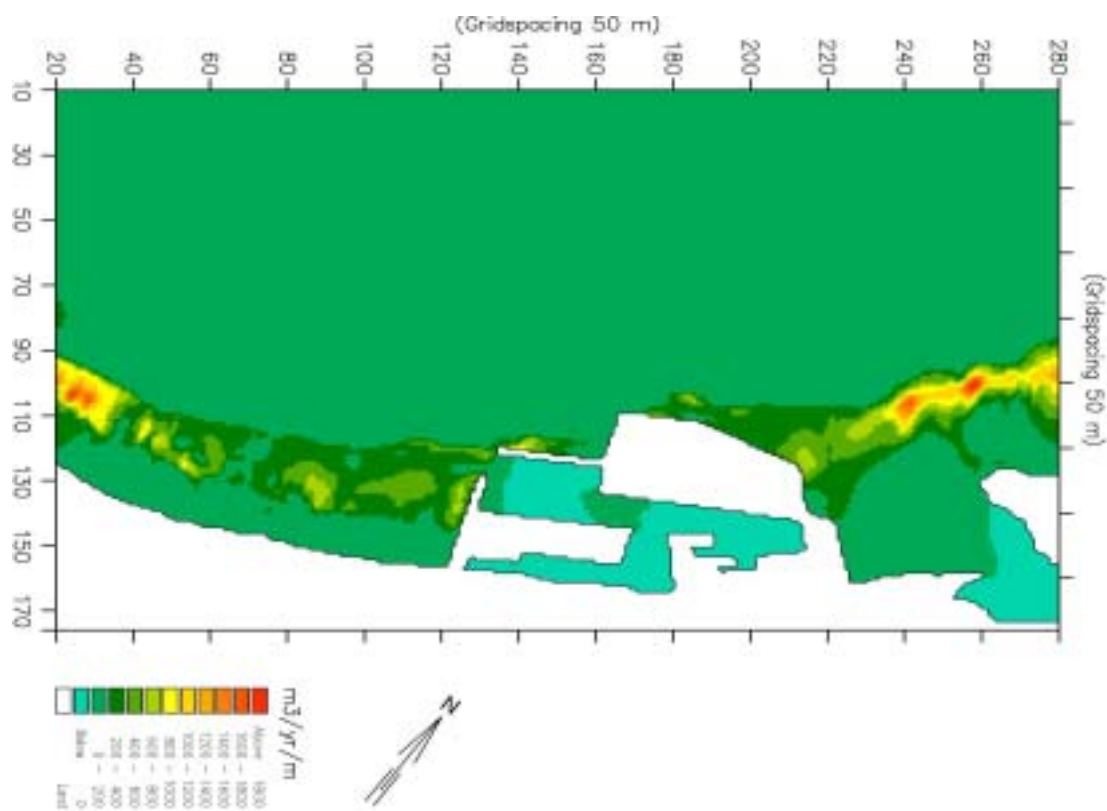


圖 4.168 台北港第二期工程漂砂傳輸累積圖（冬季）

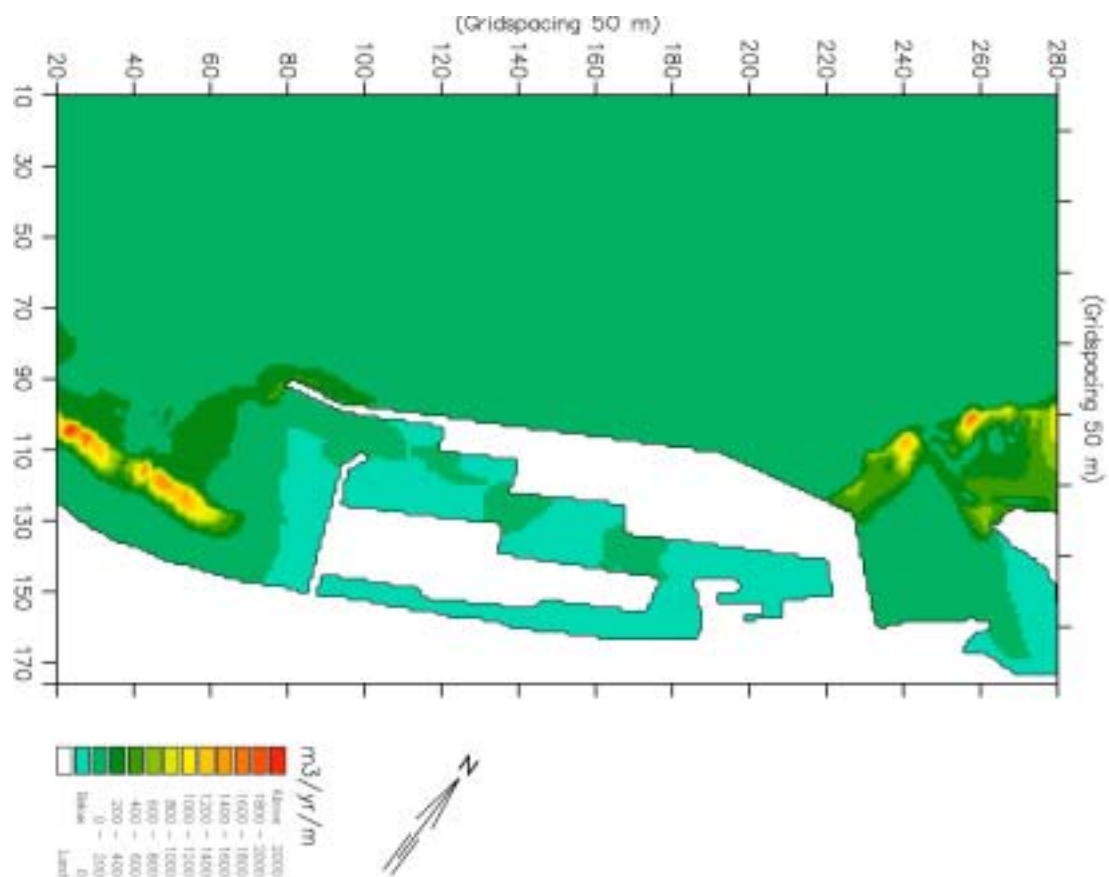


圖 4.169 台北港第三期工程漂砂傳輸累積圖（冬季）

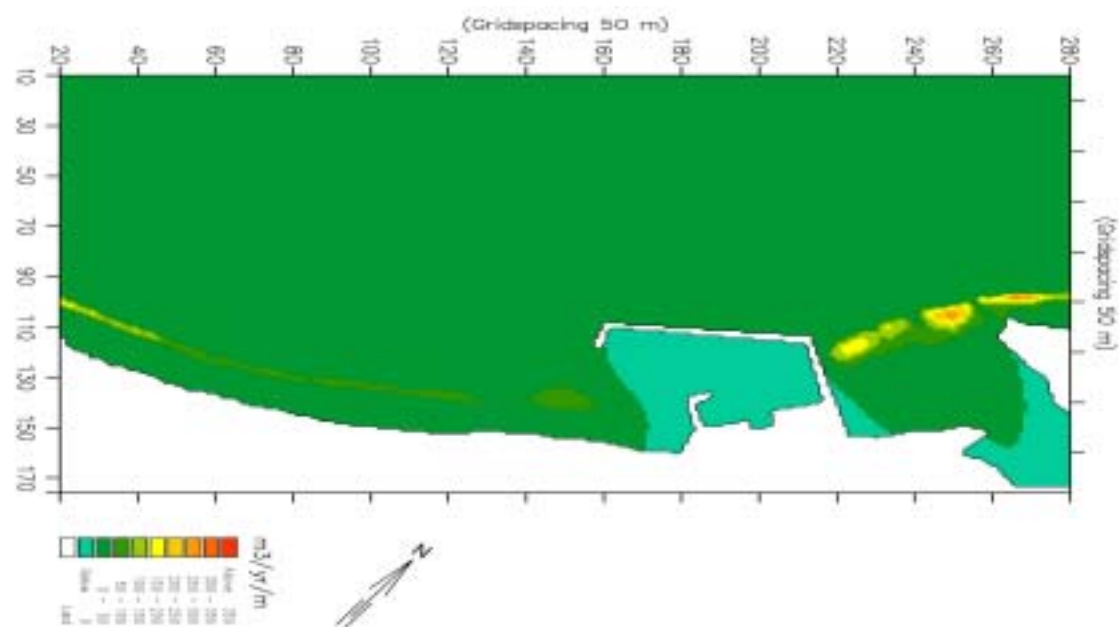


圖 4.170 台北港第一期工程漂砂傳輸累積圖（夏季）

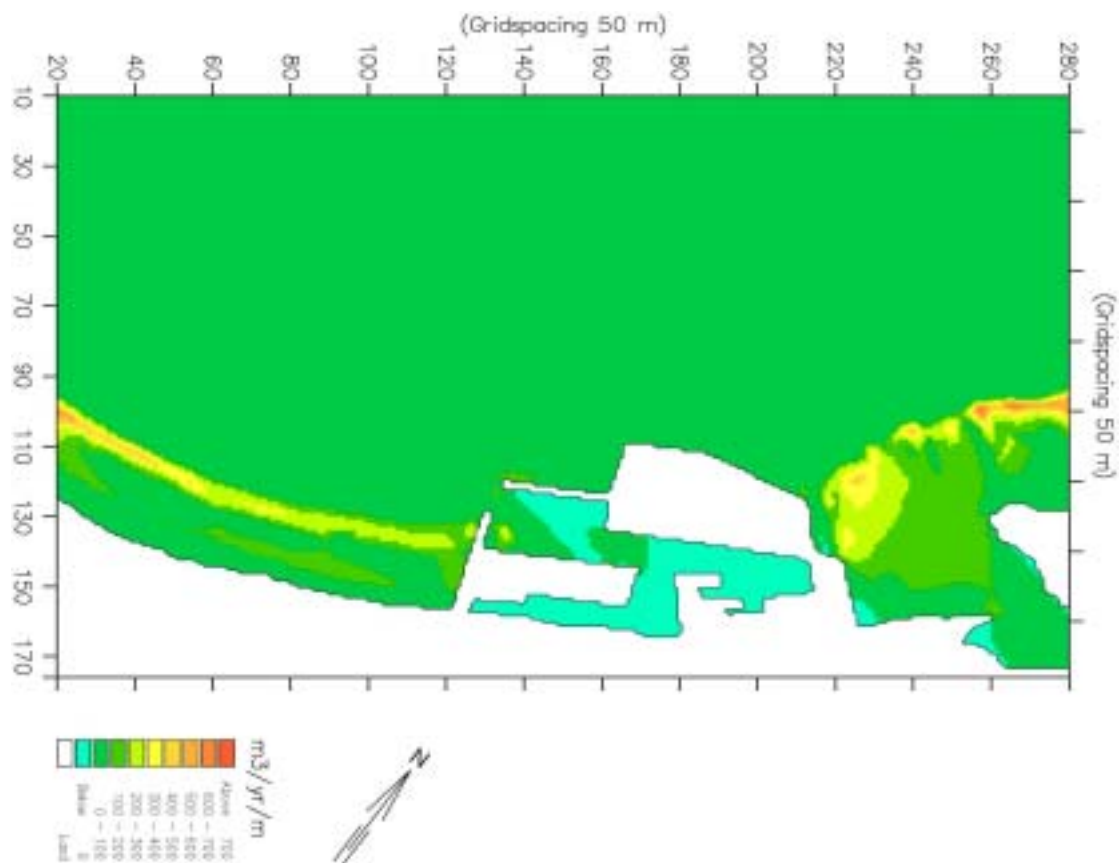


圖 4.171 台北港第二期工程漂砂傳輸累積圖（夏季）

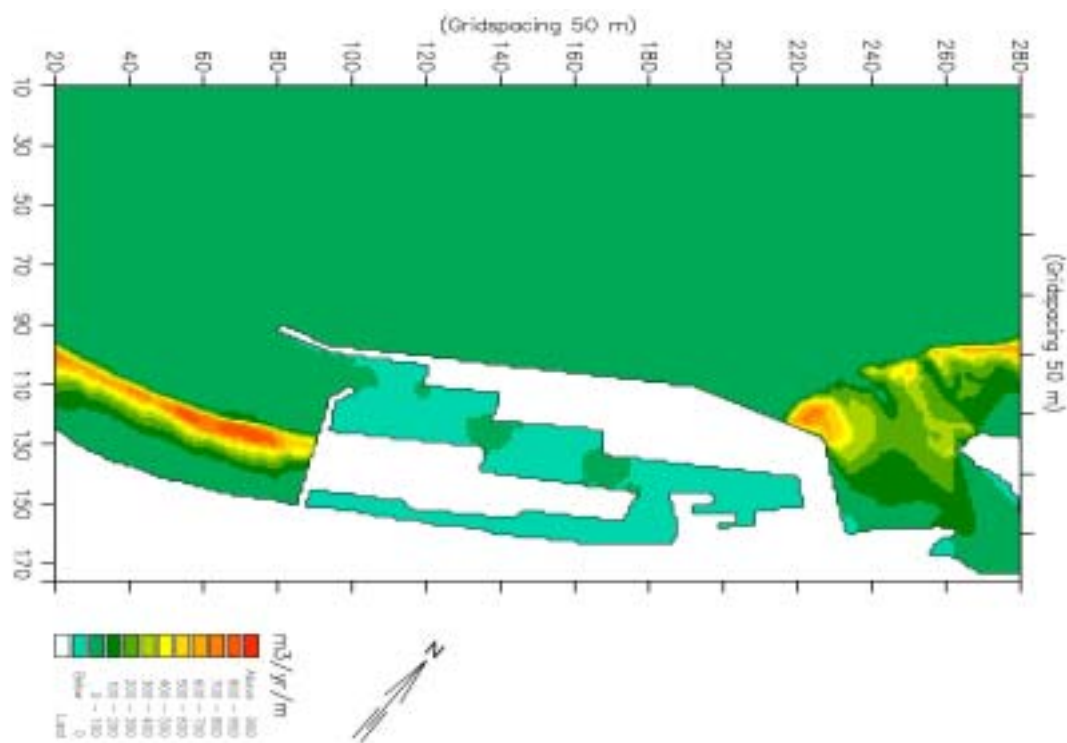


圖 4.172 台北港第三期工程漂砂傳輸累積圖（夏季）

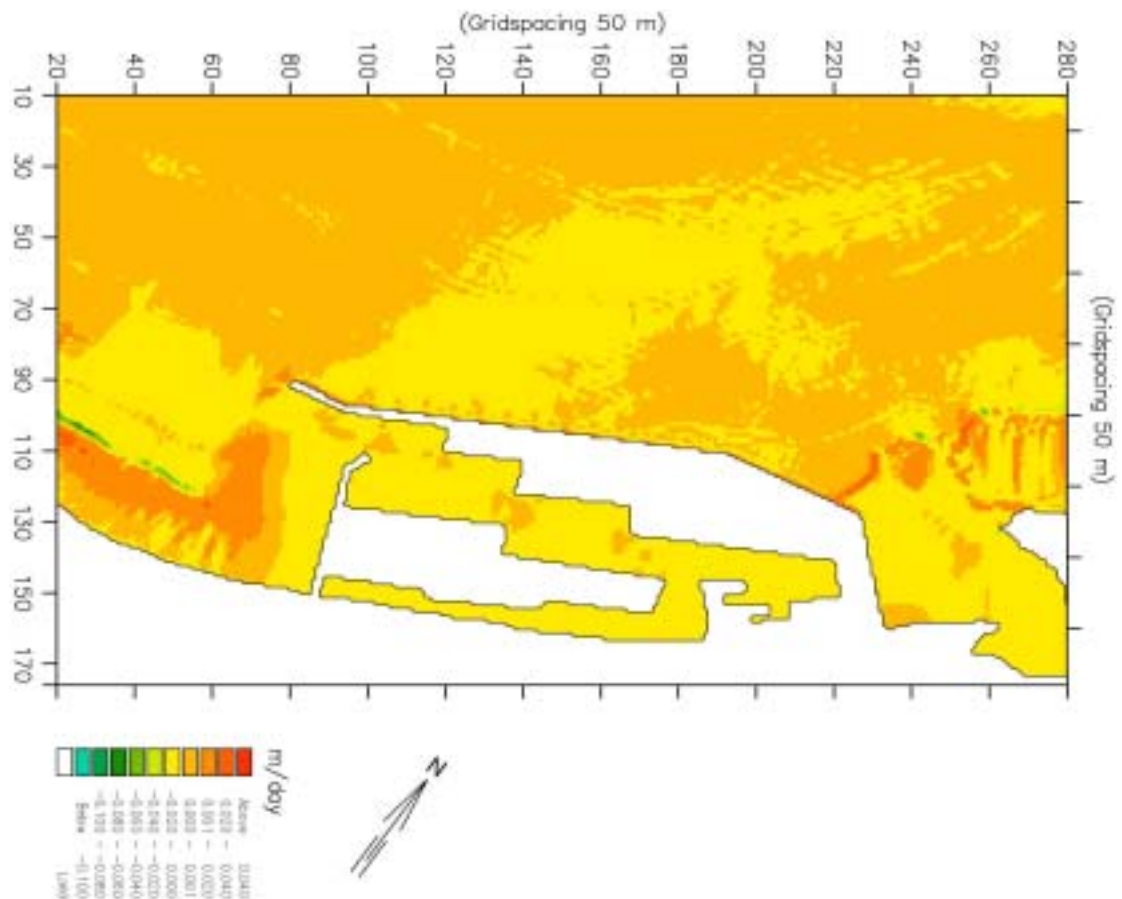


圖 4.175 台北港第三期工程附近水域淨沖淤形態分佈圖（冬季）

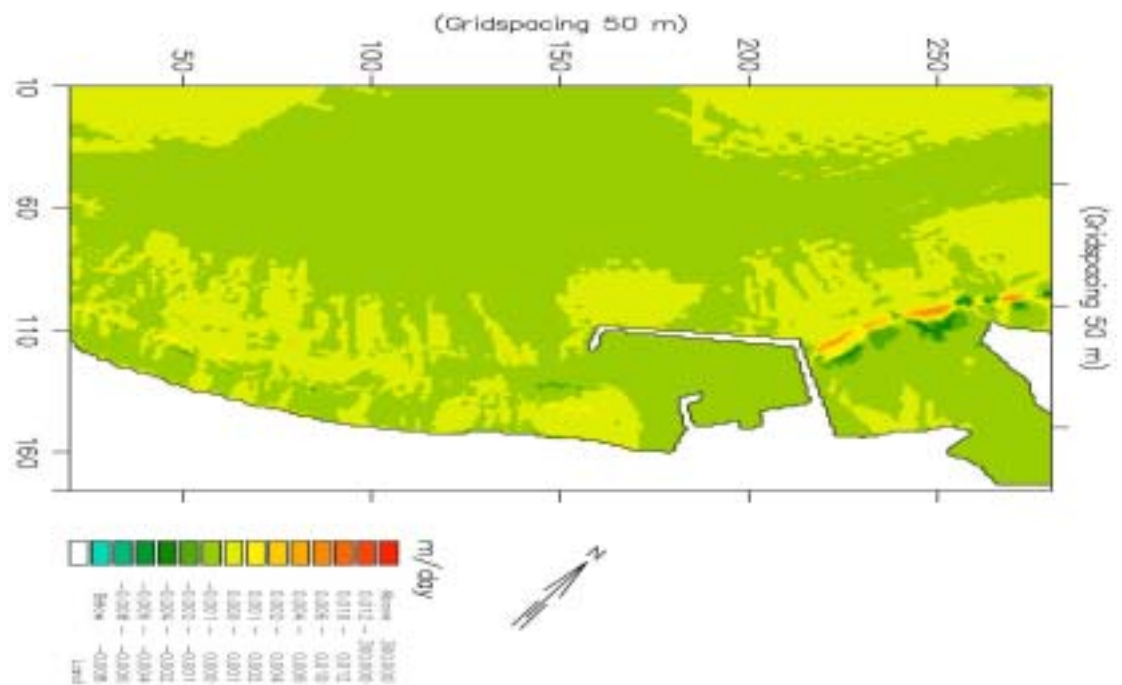


圖 4.176 台北港第一期工程附近水域淨沖淤形態分佈圖（夏季）

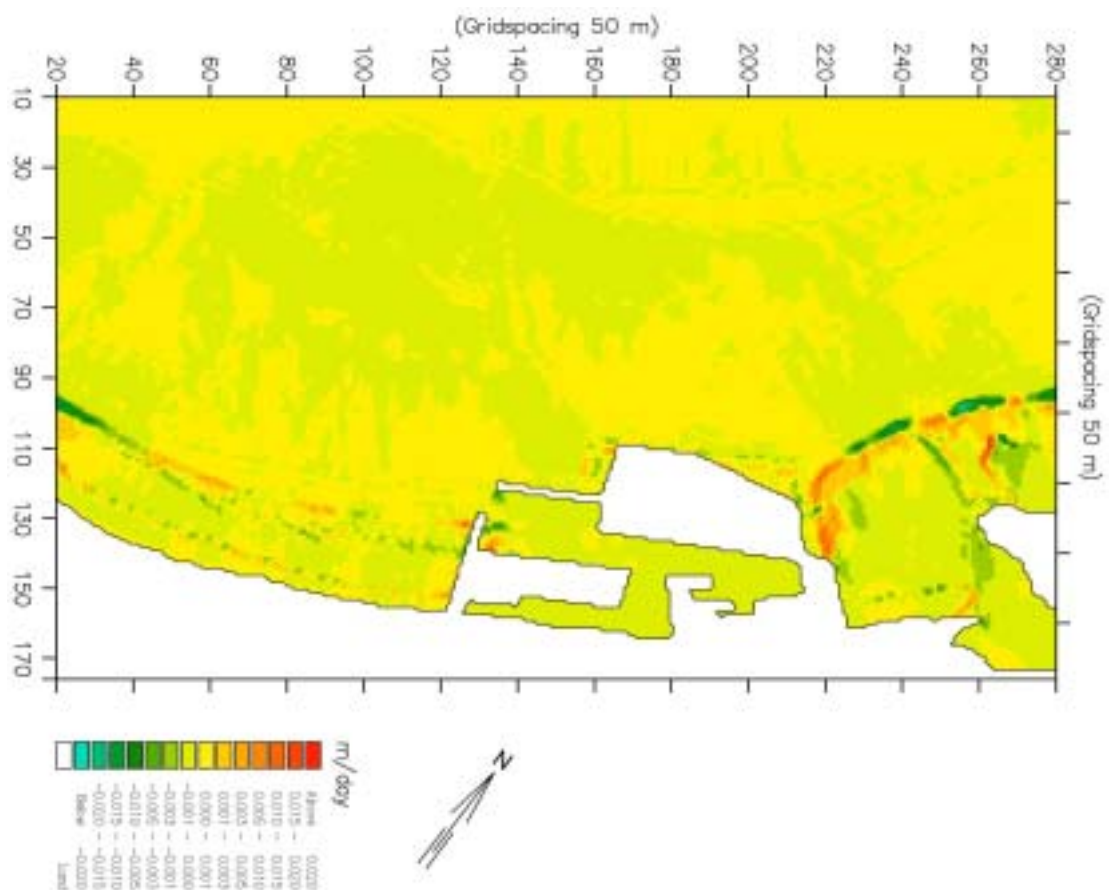


圖 4.177 台北港第二期工程附近水域淨沖淤形態分佈圖（夏季）

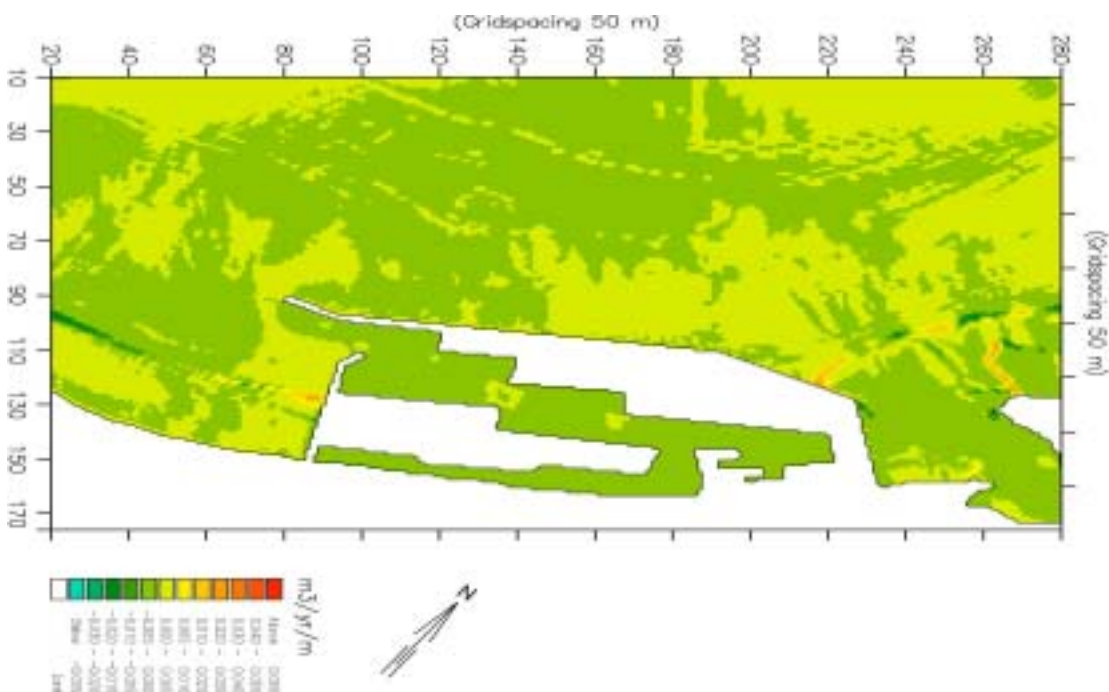


圖 4.178 台北港第三期工程附近水域淨沖淤形態分佈圖（夏季）

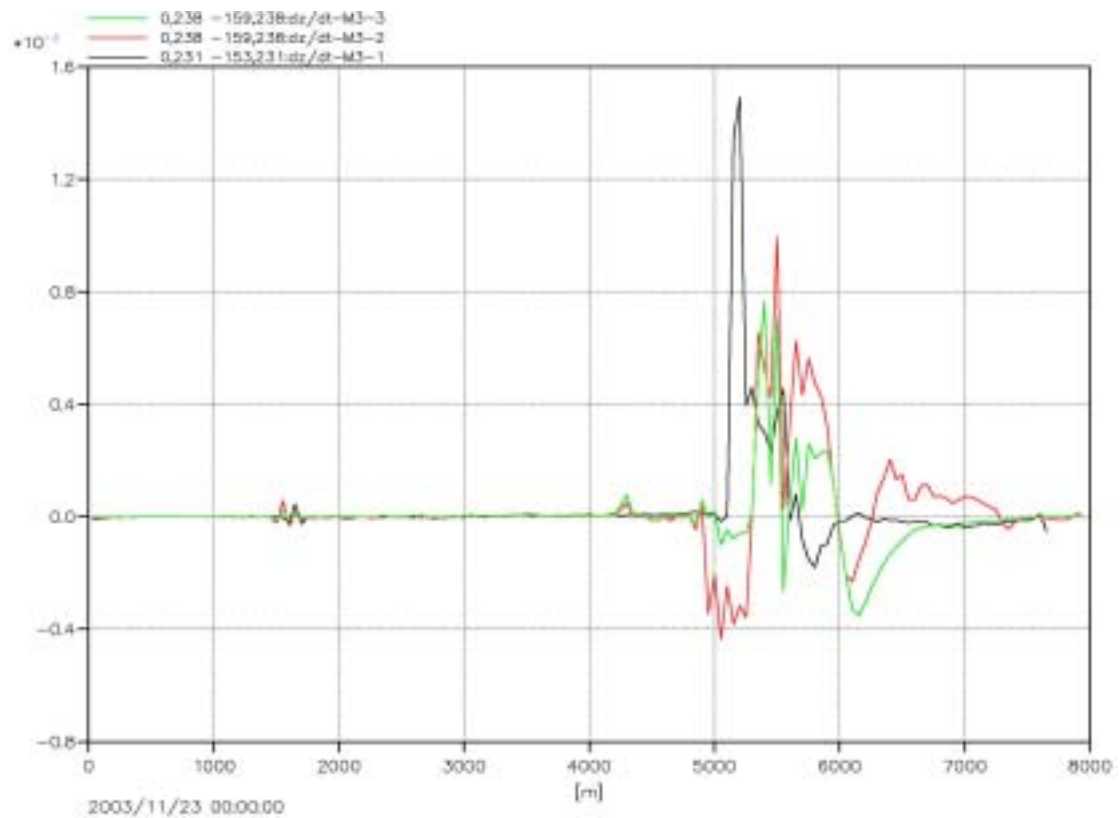


圖 4.179 各期工程於點(0, 238)~(159, 238)之斷面 dz/dt 分佈圖 (冬季)

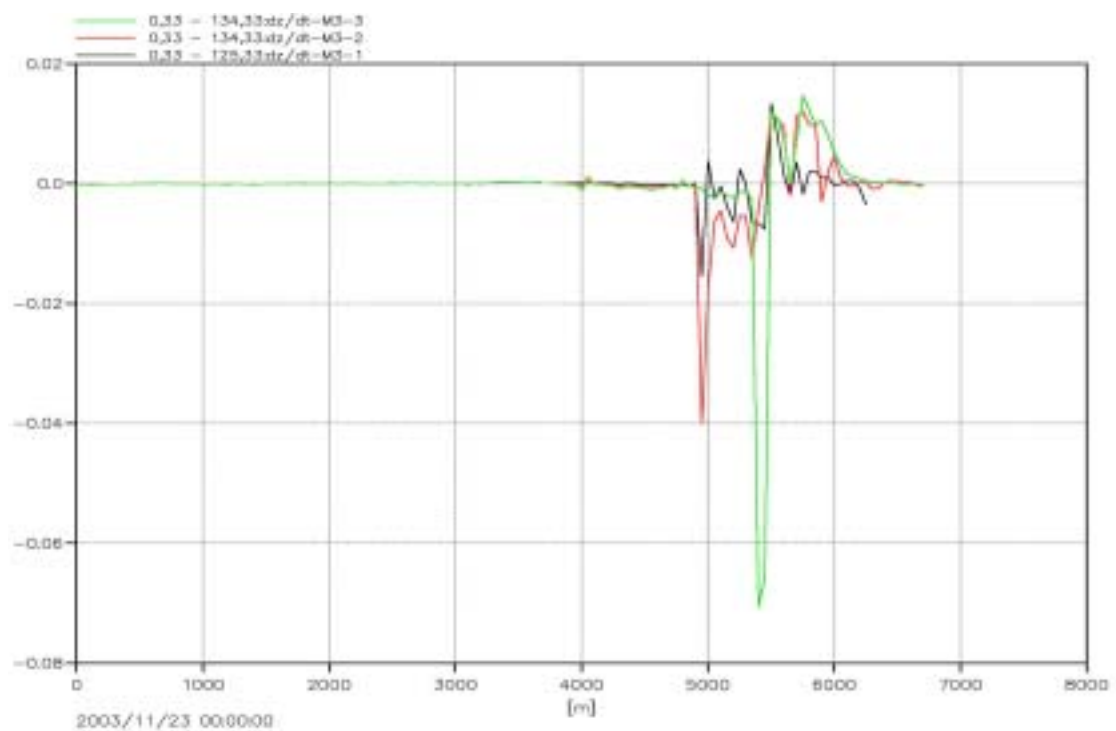


圖 4.180 各期工程於點(0, 33)~(134, 33)之斷面 dz/dt 分佈圖 (冬季)

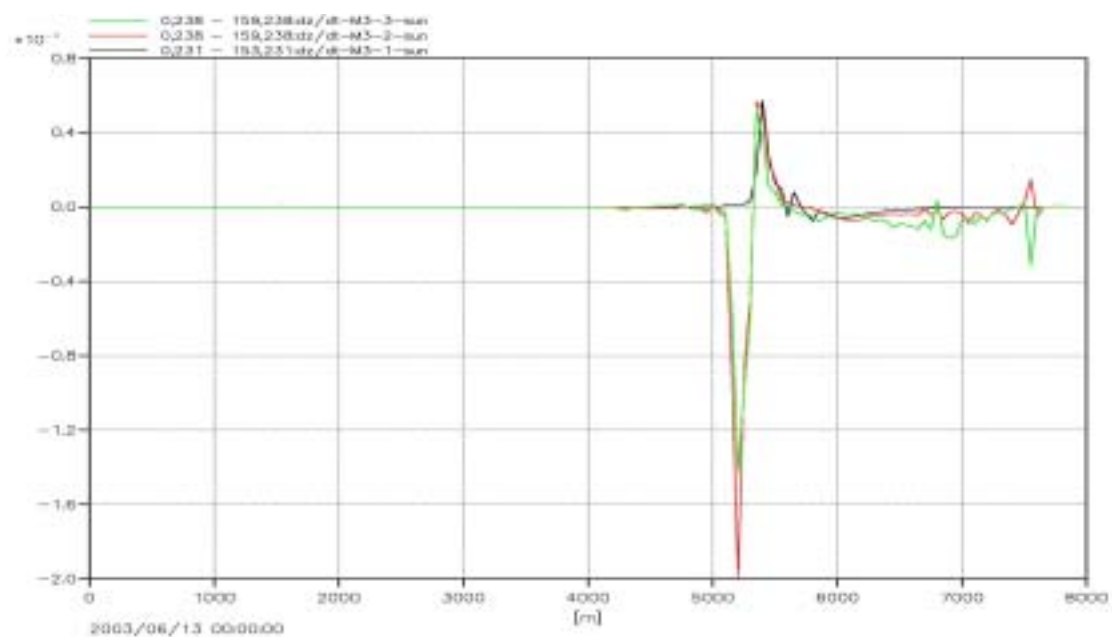


圖 4.181 各期工程於點(0, 238)~(159, 238)之斷面 dz/dt 分佈圖 (夏季)

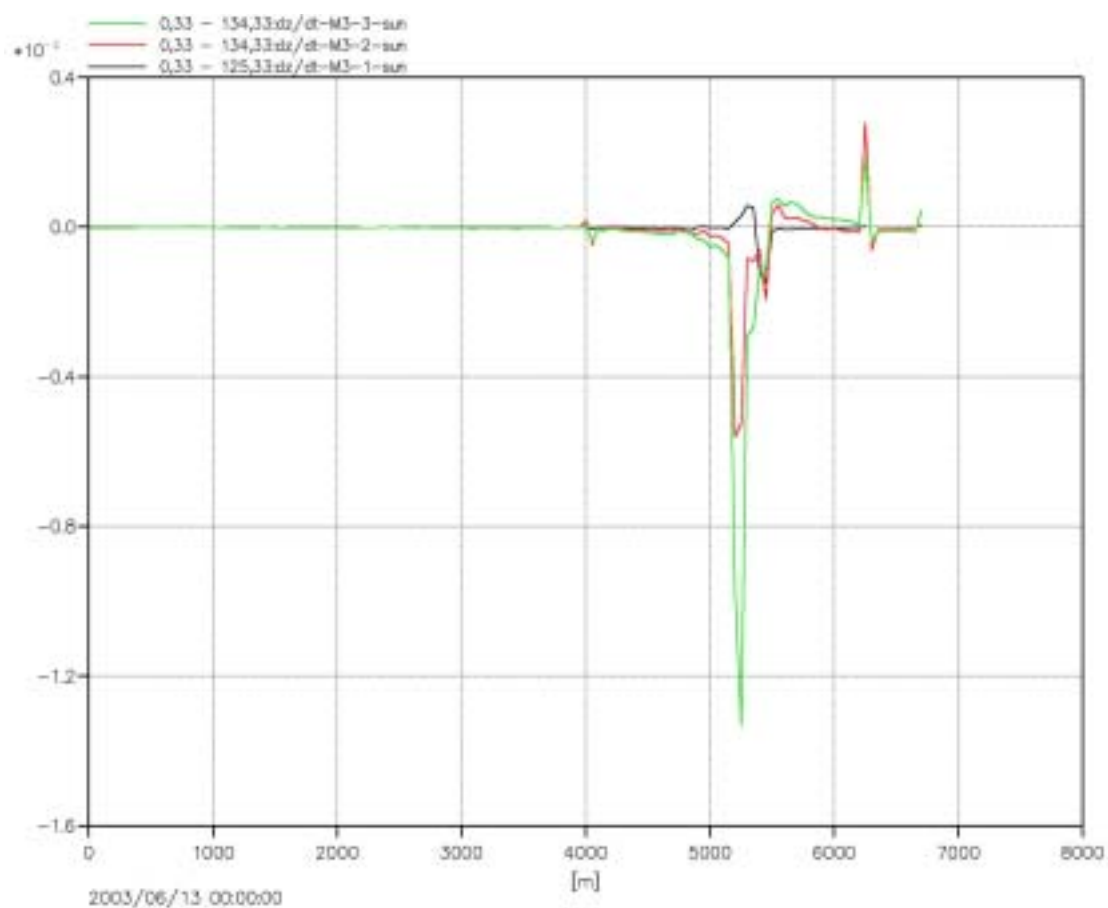


圖 4.182 各期工程於點(0, 33)~(134, 33)之斷面 dz/dt 分佈圖 (夏季)

第五章 颱風效應數值模擬

本工作目標針對在短時間颱風效應下，河川大量輸砂、波浪能量變大及風力增強部分，依現狀模擬真實颱風條件下，台北港的興建對附近海域所造成的影響。報告中我們選取 2001 年主要波向為北方的納莉颱風，以及 1997 年主要波向為西方的溫妮颱風做為模擬，均是波高大且能量強的颱風，行進路徑靠近台北港範圍。

5.1 納莉颱風

5.1.1 颱風資料

2001 年第十六號颱風(國際命名 NARI，中文譯名納莉)，9 月 6 日 11 時於台灣東北方海面形成，最大強度屬於中度颱風，最大風速 40m/s，中央氣象局於 9 月 6 日發布颱風警報，緩慢以東北東方向朝琉球那霸移動，8 日調頭轉向西北西和偏西方向，對台灣北部海面構成威脅。10 日此颱風再次回頭東移至琉球那霸近海打轉兩天，13 日此颱風再次調頭緩慢地直撲台灣，16 日 21 時 40 分左右在台灣東北角，台北縣三貂角和宜蘭縣頭城一帶登陸，經 49 小時後，由台南安平附近進入台灣海峽南部，加速向西移動進入廣東省，減弱為熱帶性低氣壓。(9 月 10 日 9 時至 9 月 13 日 15 時暫時解除海上颱風警報)

由於颱風停留時間過久及其貫穿的特殊路徑所致，台灣地區降下豐沛雨量，造成北台灣嚴重水患，多處地方單日降雨量皆刷新歷史紀錄。台北市捷運及台鐵台北車站淹水，部分山線、海線及花東線中斷；多處地區引發土石流災害；近 165 萬戶停電；逾 175 萬戶停水。共有 94 人死亡，10 人失蹤。全省有 408 所學校遭到重創，損失近 8 億元；工商部分損失超過 40 億元；農林漁牧損失約 42 億元。

因此本次台北港數值模擬將針對納莉颱風做研究，探討納莉颱風

過境時因強力風速所引起的風波流條件，再加上淡水河水量暴增，河水中所夾帶大量泥沙等因素，對台北港附近海域所造成的影響。

5.1.2 台北港外海觀測站資料

颱風期間以交通部運輸研究所台北港海氣地象觀測資料專刊摘錄實測資料，以 2001/09/16 波高 4.55m 為最大，當時週期 7.9s，颱風作用期間波向以北方為最多，風速最大 22.07m/s、風向西南方。

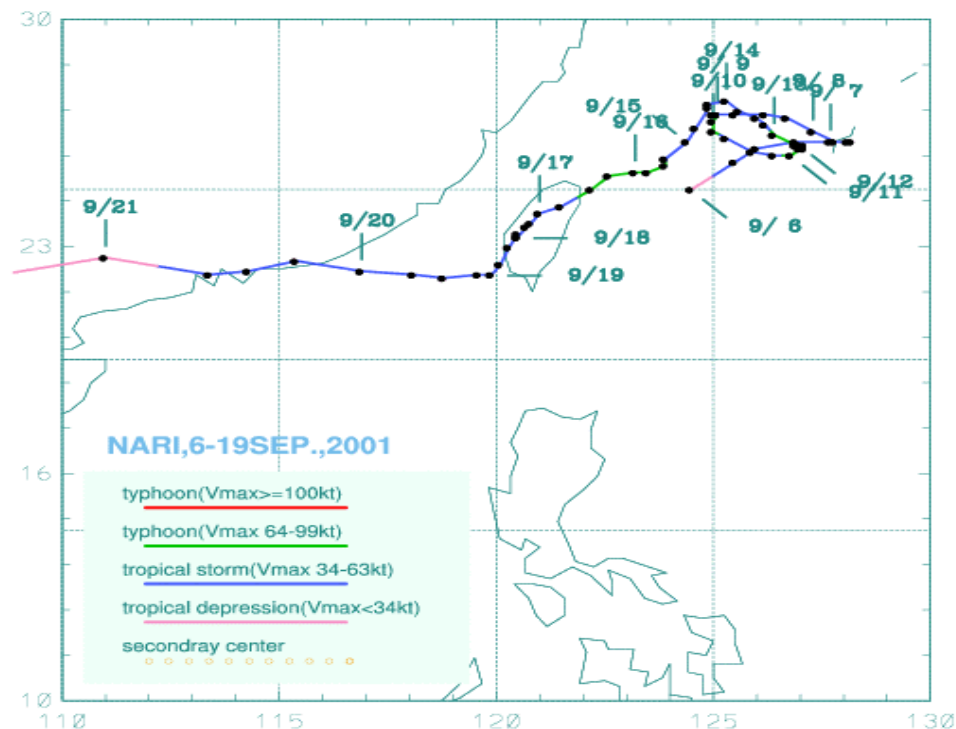


圖 5.1 2001/ 9/ 6~9/ 21 納莉颱風路徑圖

資料來源：中央氣象局資訊服務網站

5.1.3 模擬參數

模擬 2001/09/16~17 納莉颱風對台北港附近海域 2 天內所造成的影響計算之，其數值計算參數可簡單歸納如下：

表 5.1 2001/ 09/ 16~17 納莉颱風模擬參數

入射波高	週期	波向
6.4m	7.9s	N
風速	風阻	風向
22m/s	0.0026	SW
淡水河流量	流速	流向
2500m ³ /s	3m/s	出海口
網格距離	Smagorinsky 係數	Δt
50m	0.6	6s

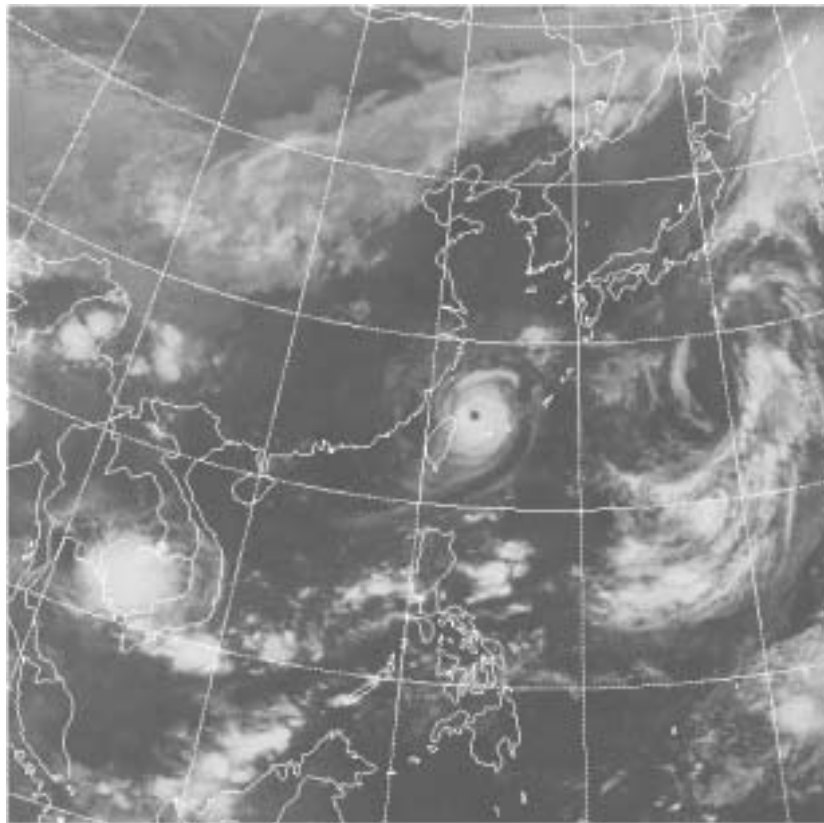


圖 5.2 2001/ 09/ 16 納莉颱風上午位置圖

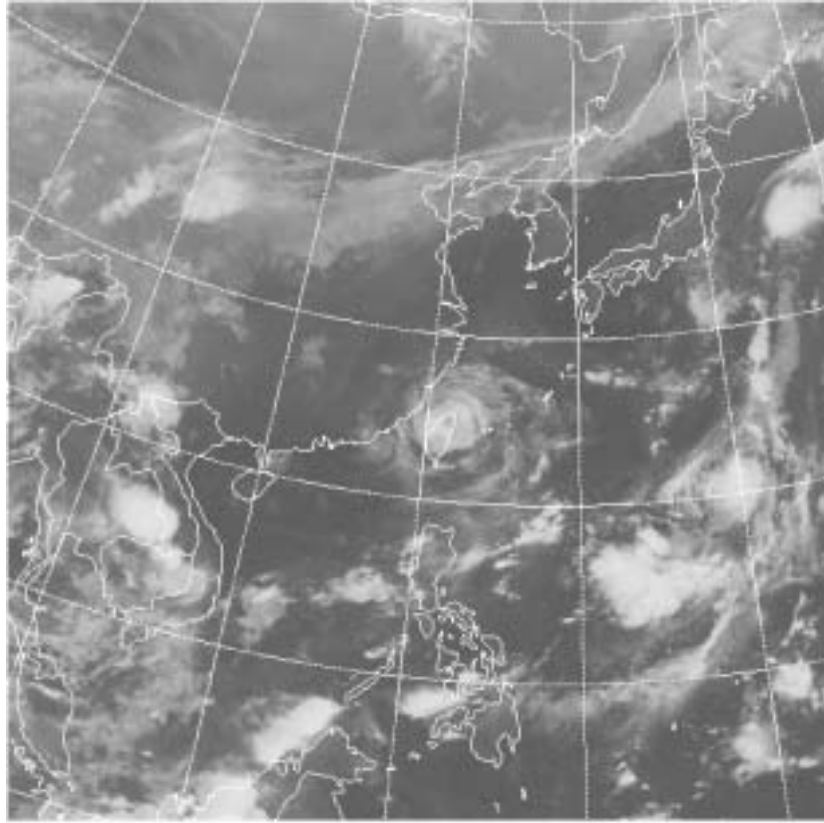


圖 5.3 2001/ 09/ 16 納莉颱風晚上位置圖

資料來源：中央氣象局資訊服務網站

5.1.4 模擬方式

利用網格距離 50 公尺，南北向共 304 個網格點，東西向共 176 個網格點鍵入地形檔。代入波高、週期、風速、風向等算出 MIKE 21 NSW (近岸波浪模式)，計算出波浪碎波時的輻射應力，以及因水深地形的波高變化。再利用 NSW 所算出的輻射應力帶入 MIKE 21 HD (水動力模式)，計算出海水因潮汐、近岸流所產生的流速變化，為了增加颱風條件的穩定度，本次 HD 模擬時間設定從 2001/09/01 到 09/20，時間長達 20 天整。取 HD 結果 9/16~9/17 兩天代入 MIKE 21 ST (漂砂輸送模式)，並加入由 NSW 算出的波高、波向，計算出模式在兩天內於台北港附近海域漂砂輸送的趨勢，得到結果並加以比對。結果如圖 5.5 到 5.81。

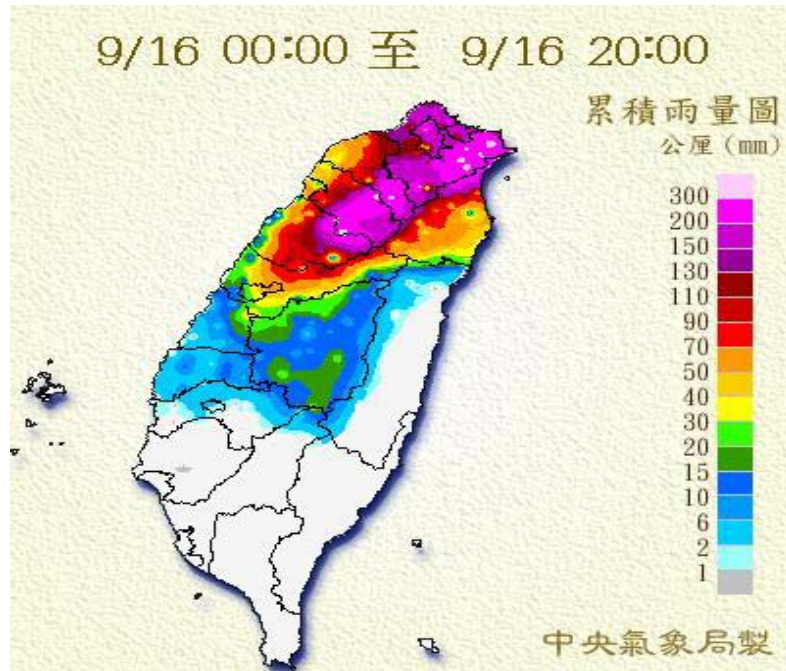


圖 5.4 2001/ 09/ 16 00:00~20:00 台灣累積雨量圖

資料來源:中央氣象局資訊服務網站

5.1.5 納莉颱風時河川輸砂模擬結果

本次颱風條件引用 2001 年 9 月初納莉颱風過境實測條件，在淡水河遭遇颱風洪水的情況下，河川夾帶大量的泥砂傳輸，模式模擬在短時間內，強風、河川高流量、高濃度的泥砂傳輸擴散現象，水域泥砂傳輸擴散結果如圖 5.24~圖 5.28，由結果發現泥沙在淡水河口北側附近水域沉降，愈北情況愈明顯。台北港北防波堤看似淡水河河道的延伸，但在轉角連接西防波堤附近，因角度突堤關係，強力的淡水河泥砂量造成此一區域的堆積。西防波堤南端因堤頭效應造成一期工程完工後港口出口處有明顯淤積。而往南至竹圍海岸則呈現些微侵蝕現象，如圖 5.27。

二期工程完工後，淡水河河口堆積現象往北移動，而北防波堤接西防波堤泥沙堆積現象，沿著西防波堤向南延伸，而台北港西防波堤堤頭效應仍然造成港口出處的泥砂淤積，港區內因工程進行中，航道較窄處也有淤積現象，往竹圍海岸侵蝕的現象依舊存在，如圖 5.50。

三期工程完工後，淡水河出海口淤砂情況往北移動，原本在河口淤積的泥砂往更外海移動，淡水河北海岸外海淤積情況依舊，但沿岸轉為侵蝕。西防波堤外往南到台北港航道出口呈侵淤相半，往南靠近沿岸則為淤積，對航道出口不致造成影響。台北港內航道侵淤現象模擬結果不明顯，如圖 5.74。

表 5.2 M3 納莉颱風模擬海域漂砂最大最小侵淤量

	X 方向 (m ³ /yr/m)	Y 方向 (m ³ /yr/m)	dz/dt (m/day)
現 況	-7120	-7617	-0.3422
	+3221	+3504	+0.2086
第二期工程	-4817	-6597	-0.3259
	+4918	+1497	+0.2484
第三期工程	-4244	-7736	-0.5587
	+5705	+2240	+0.2740

註: +值為淤積，-值為侵蝕

表 5.3 M3 納莉颱風模擬海域 2 天漂砂總累積量

	M3 海域漂砂累積
現 況	8927(m ³ /yr/m)
第二期工程	8072(m ³ /yr/m)
第三期工程	9584(m ³ /yr/m)

在納莉颱風條件下，分別就各期工程進度對淡水河出海口、台北港航道出口作比較，在 M3 圖上個別取出如圖 5.76~圖 5.81。由圖例結果探討工程進行後，淡水河口淤砂量明顯減少，而淤積泥砂海域有往外海移動的現象。台北港航道出口淤砂海域也有顯著減少，第三期工

程完工後西防波堤的延伸，淤砂量方面由圖例中看出，約為一二期工程時的一半，而泥砂延著海岸往南移動。

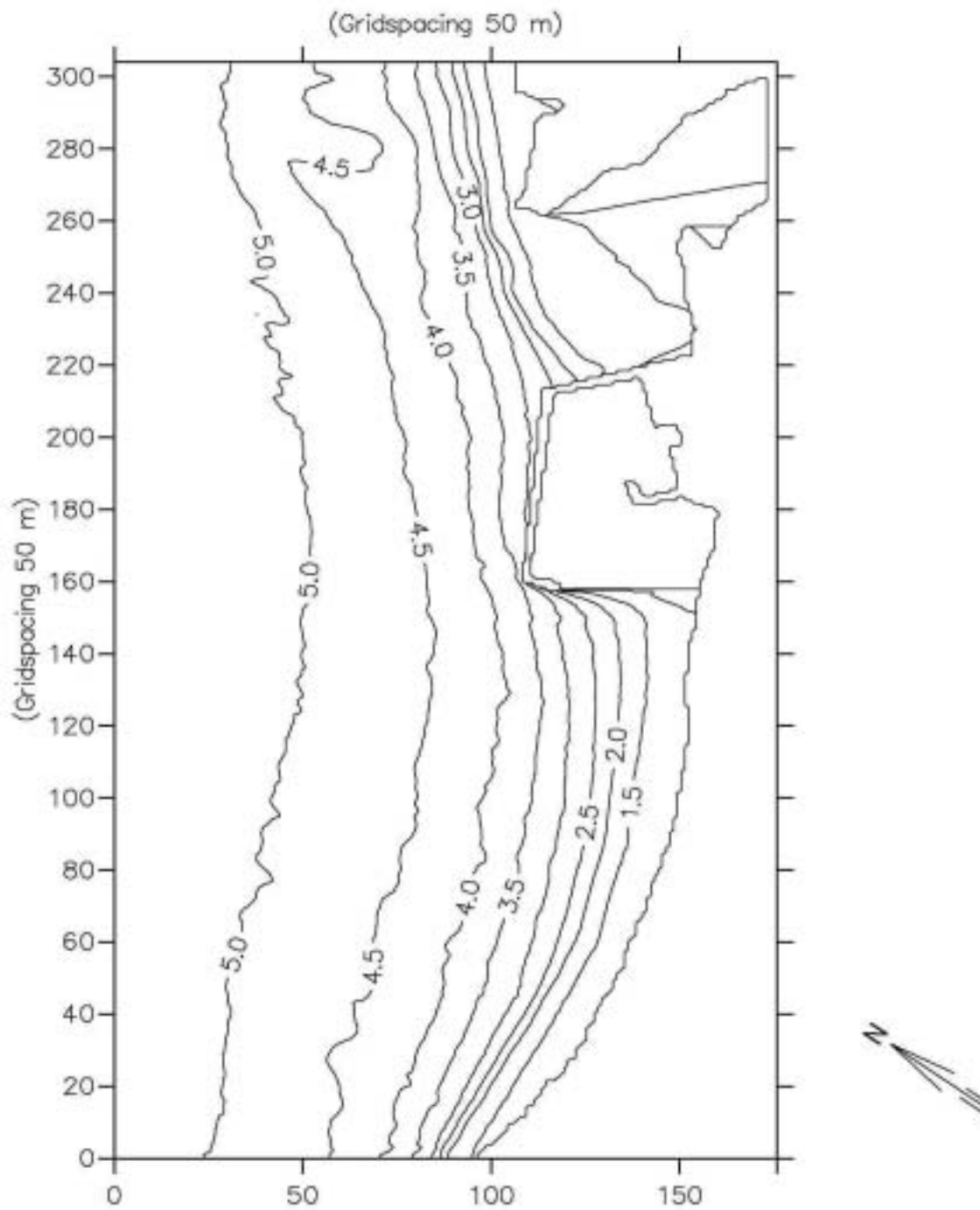


圖 5.5 M3 納莉颱風台北港附近海域波高分佈圖(現況)

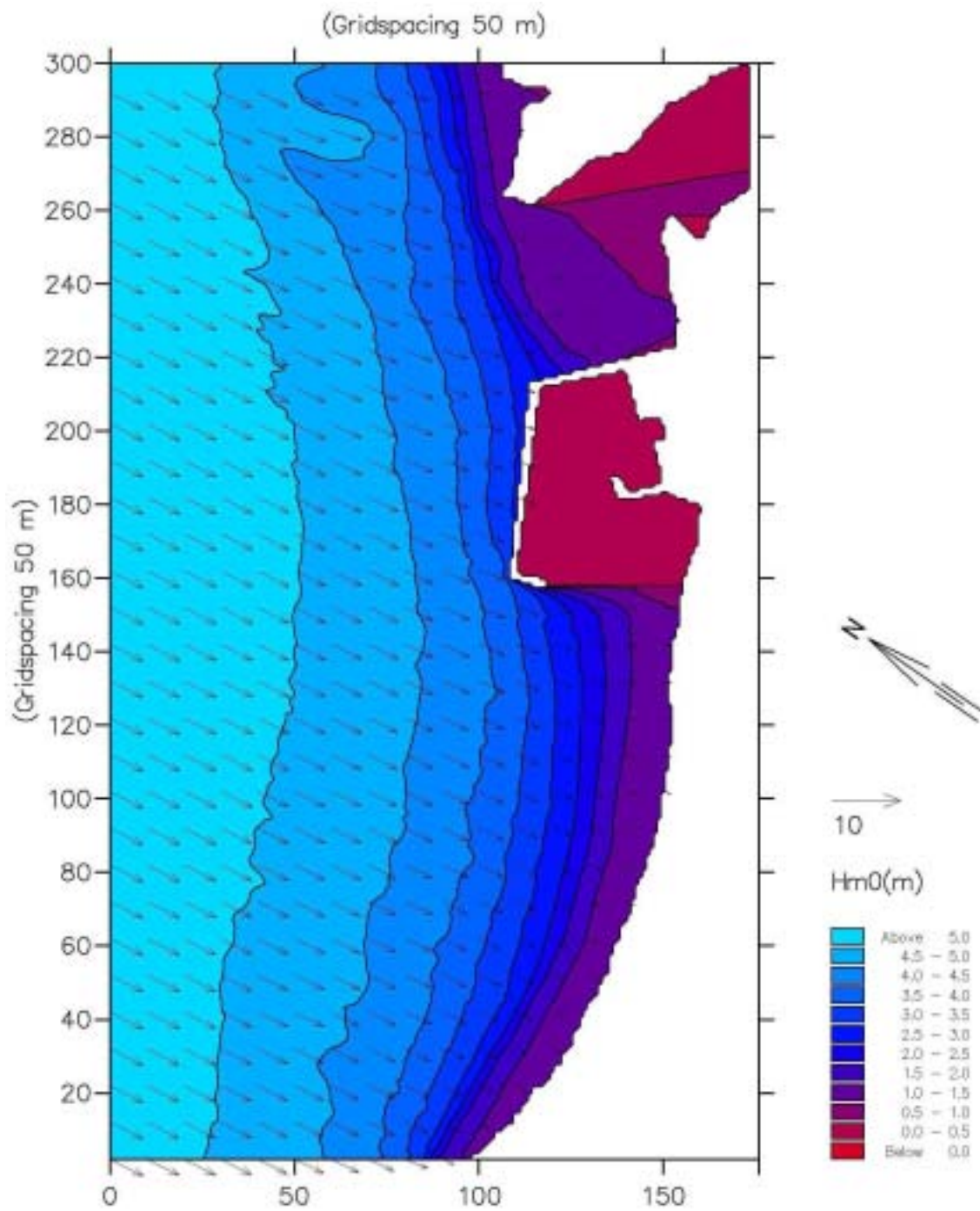


圖 5.6 M3 納莉颱風台北港附近海域波場向量分佈圖(現況)

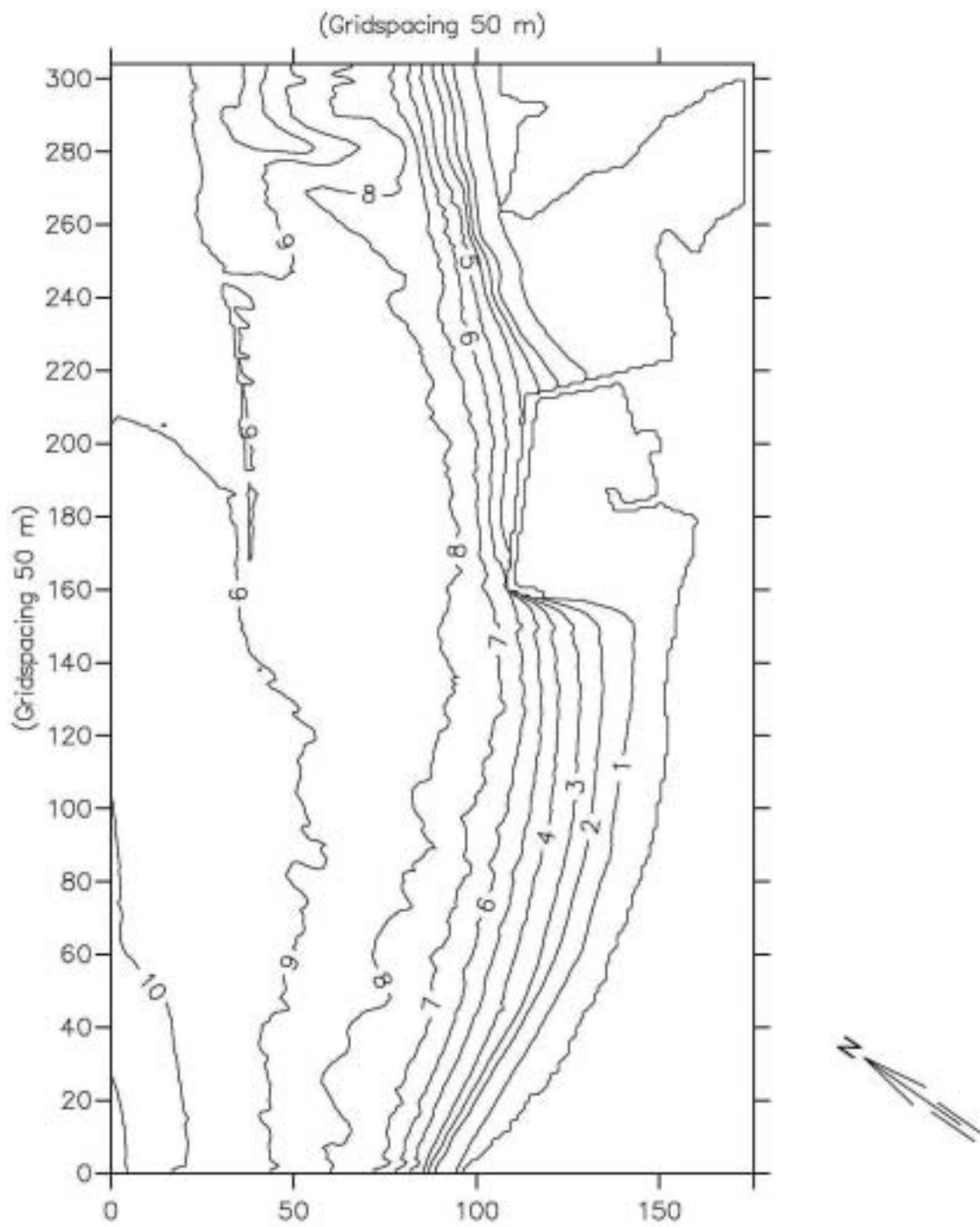


圖 5.7 M3 納莉颱風台北港附近海域輻射應力 S_{xx} 分佈圖(現況)

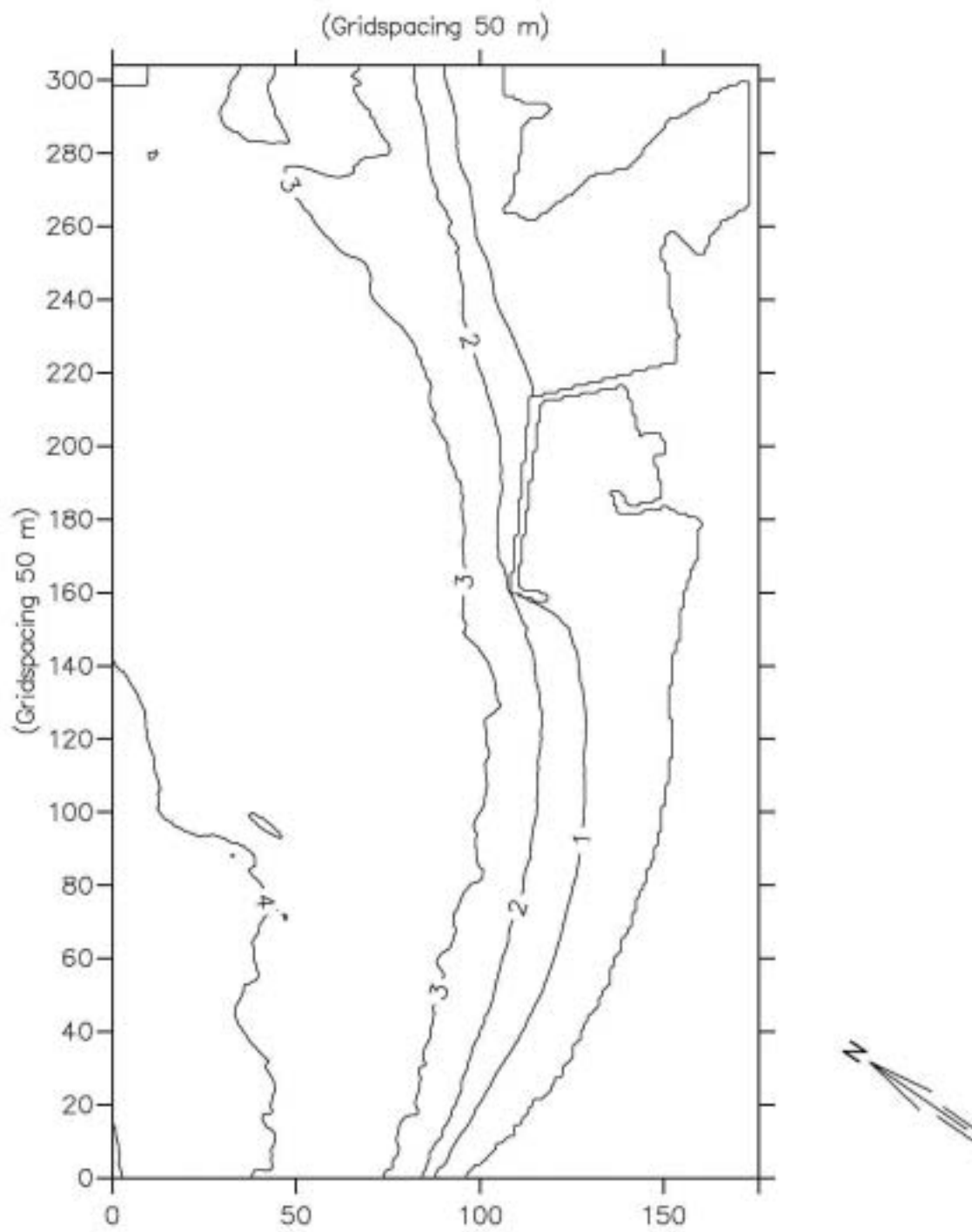


圖 5.8 M3 納莉颱風台北港附近海域輻射應力 S_{yy} 分佈圖(現況)

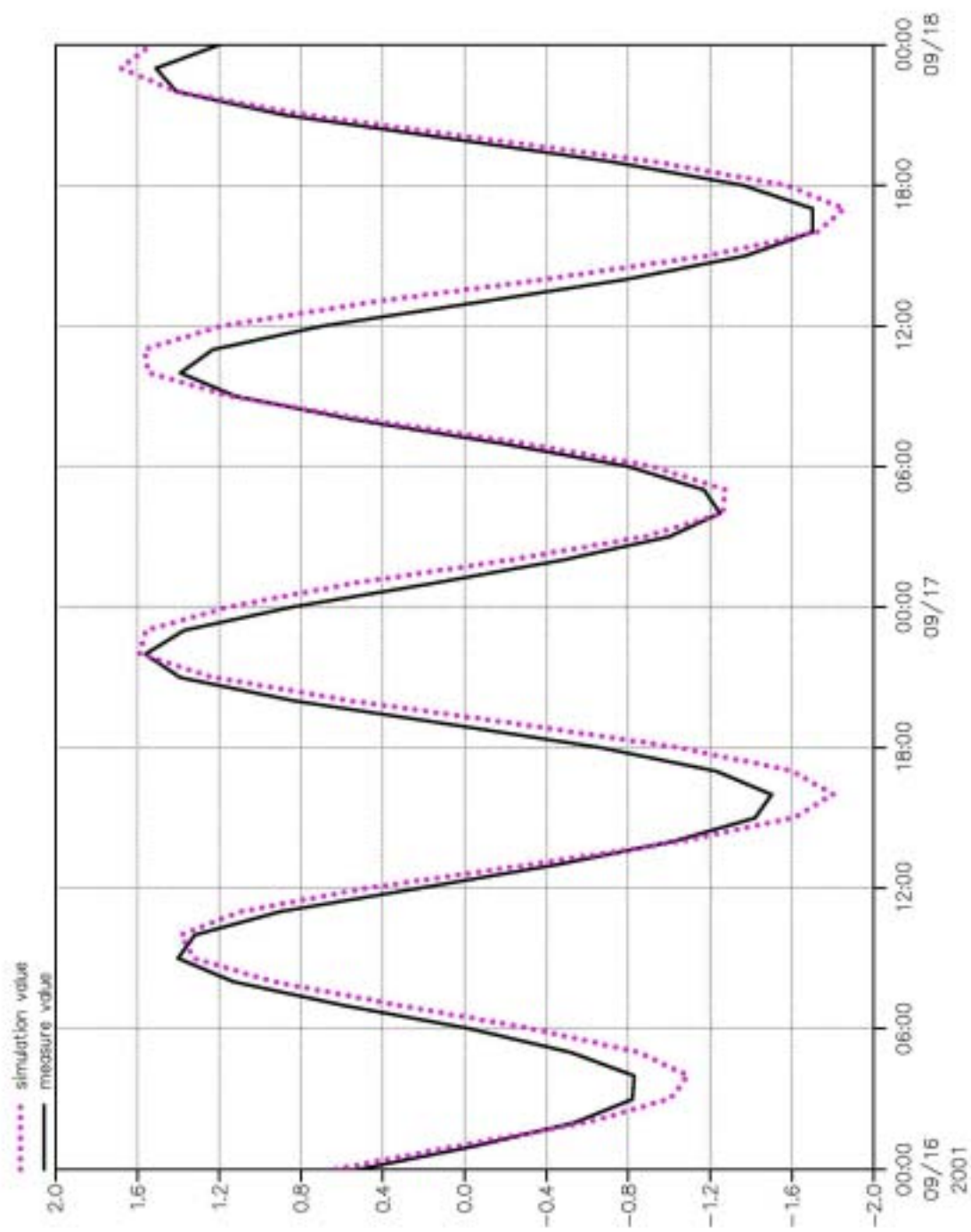


圖 5.9 M3 納莉颱風 P(72, 206)水位與台北港測站實測比較圖(現況)

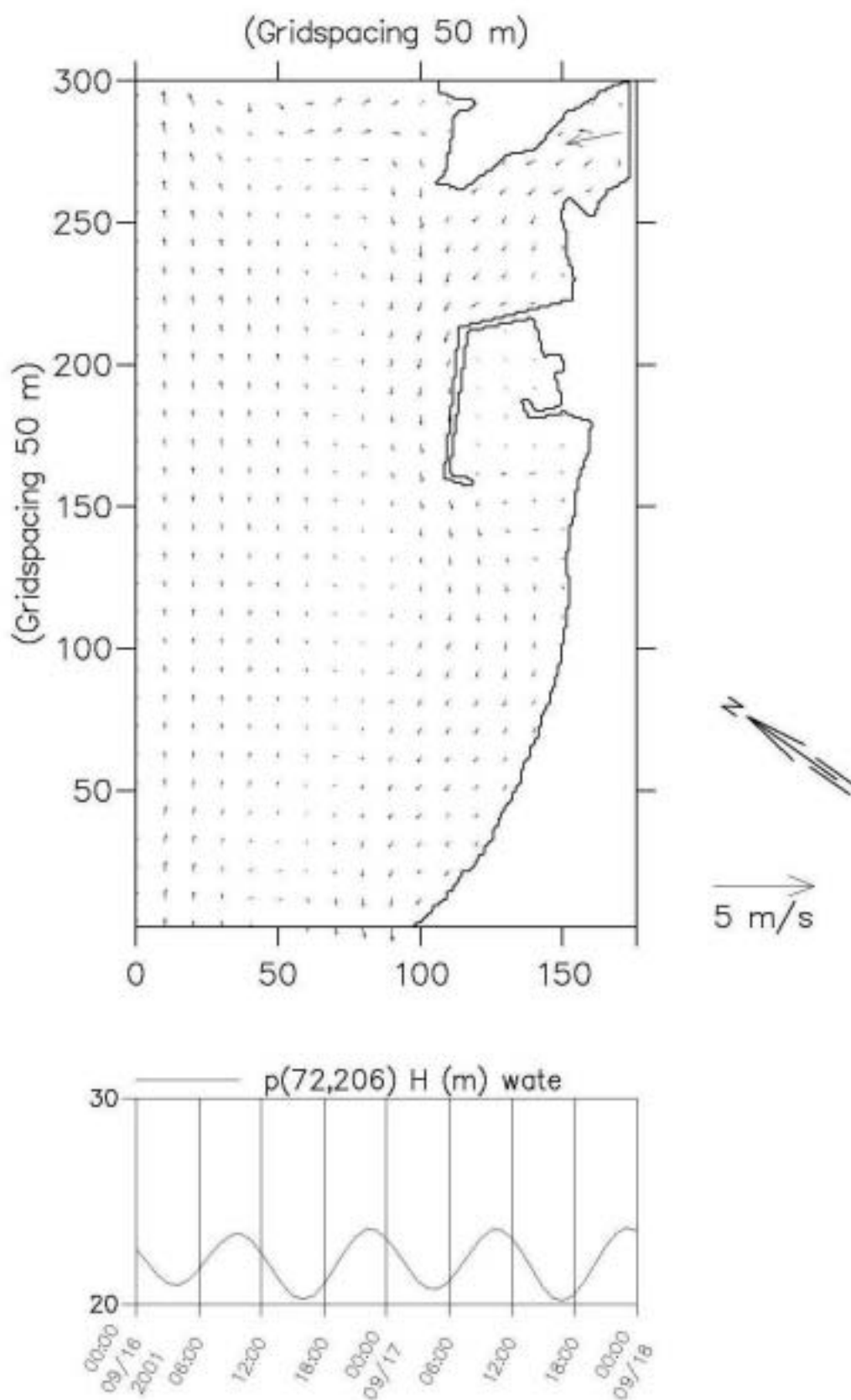


圖 5.10 M3 2001/ 09/ 16 00:00 納莉颱風流場模擬結果(現況)

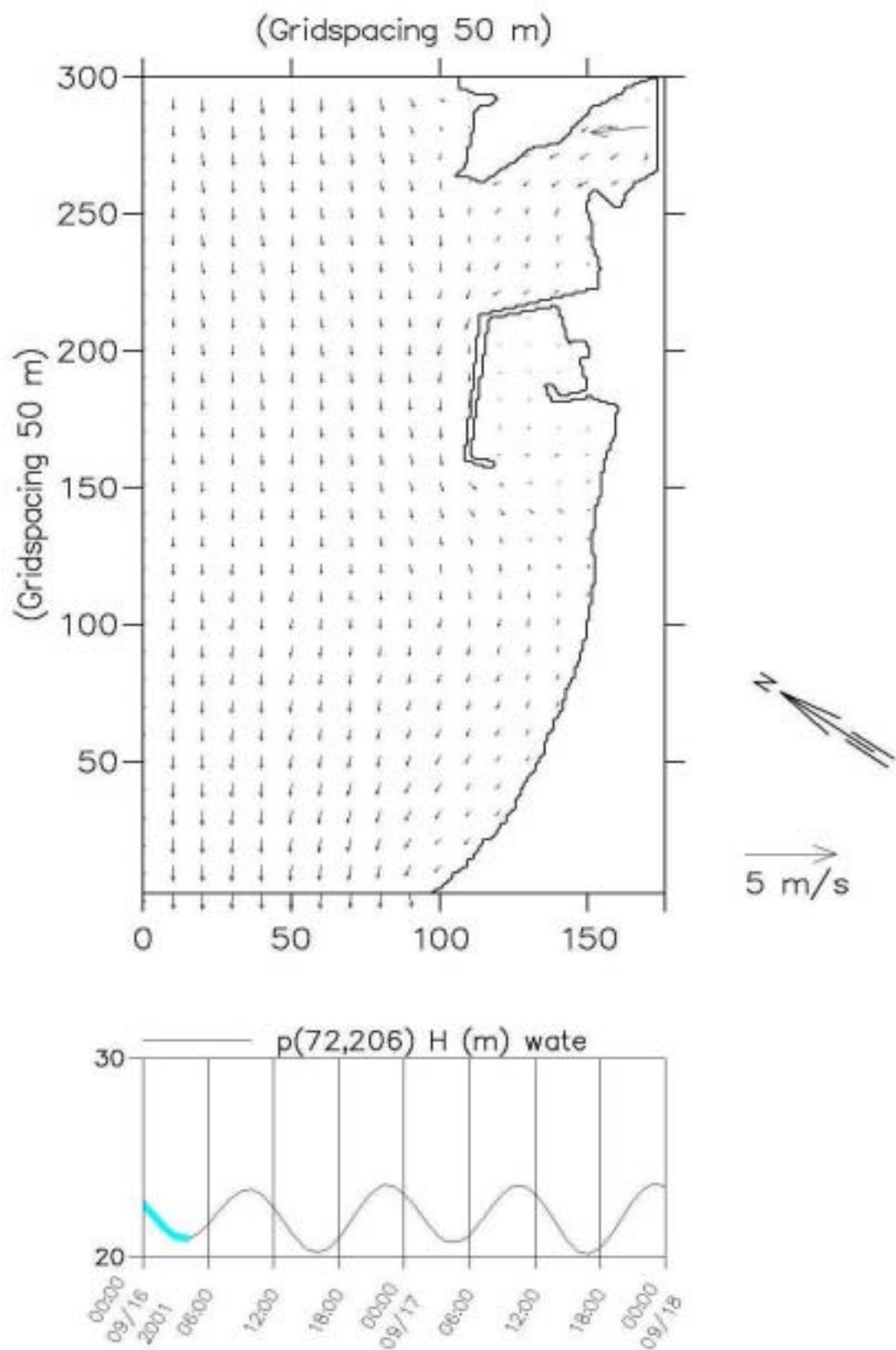


圖 5.11 M3 2001/ 09/ 16 04:00 納莉颱風流場模擬結果(現況)

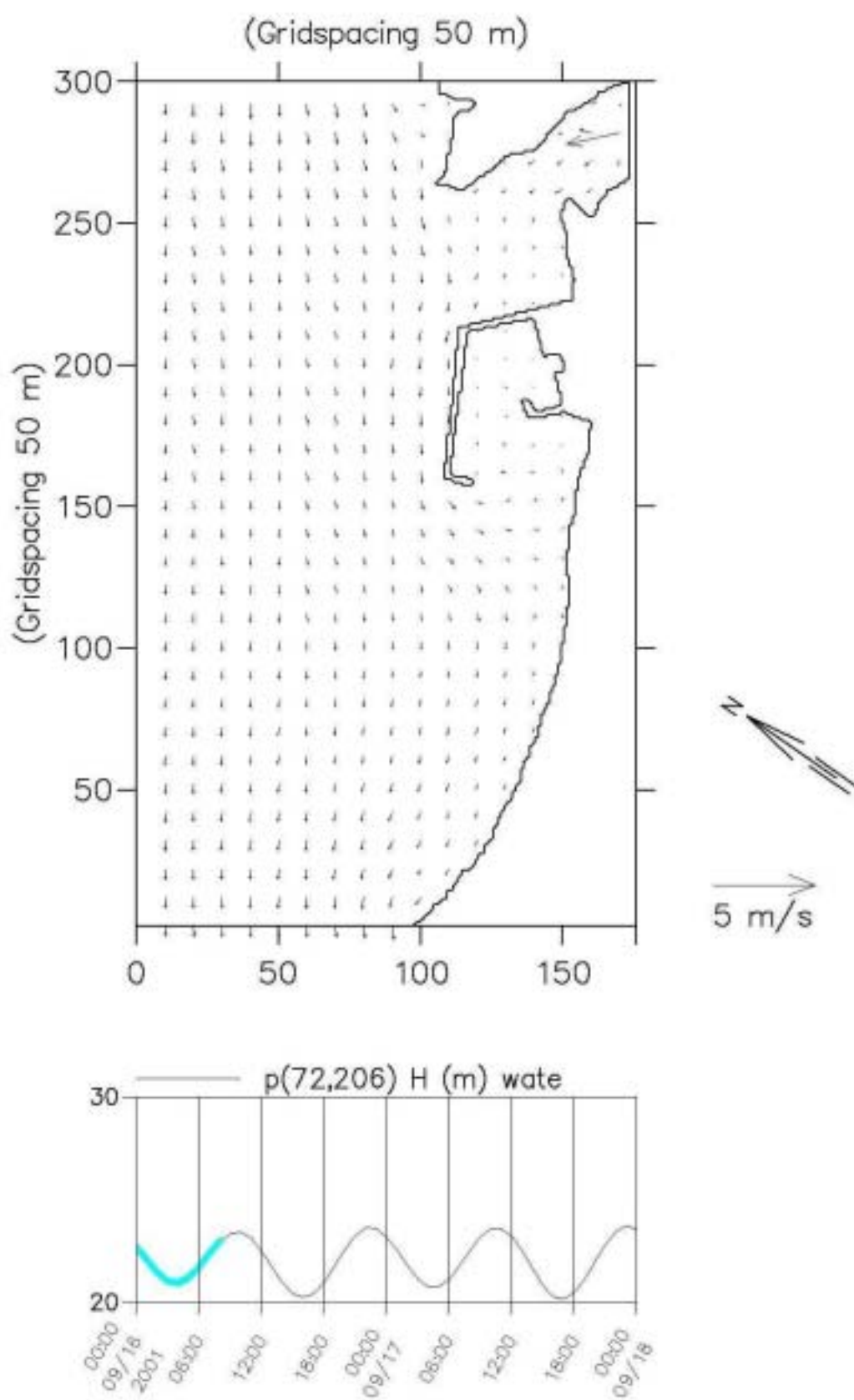


圖 5.12 M3 2001/ 09/ 16 08:00 納莉颱風流場模擬結果(現況)

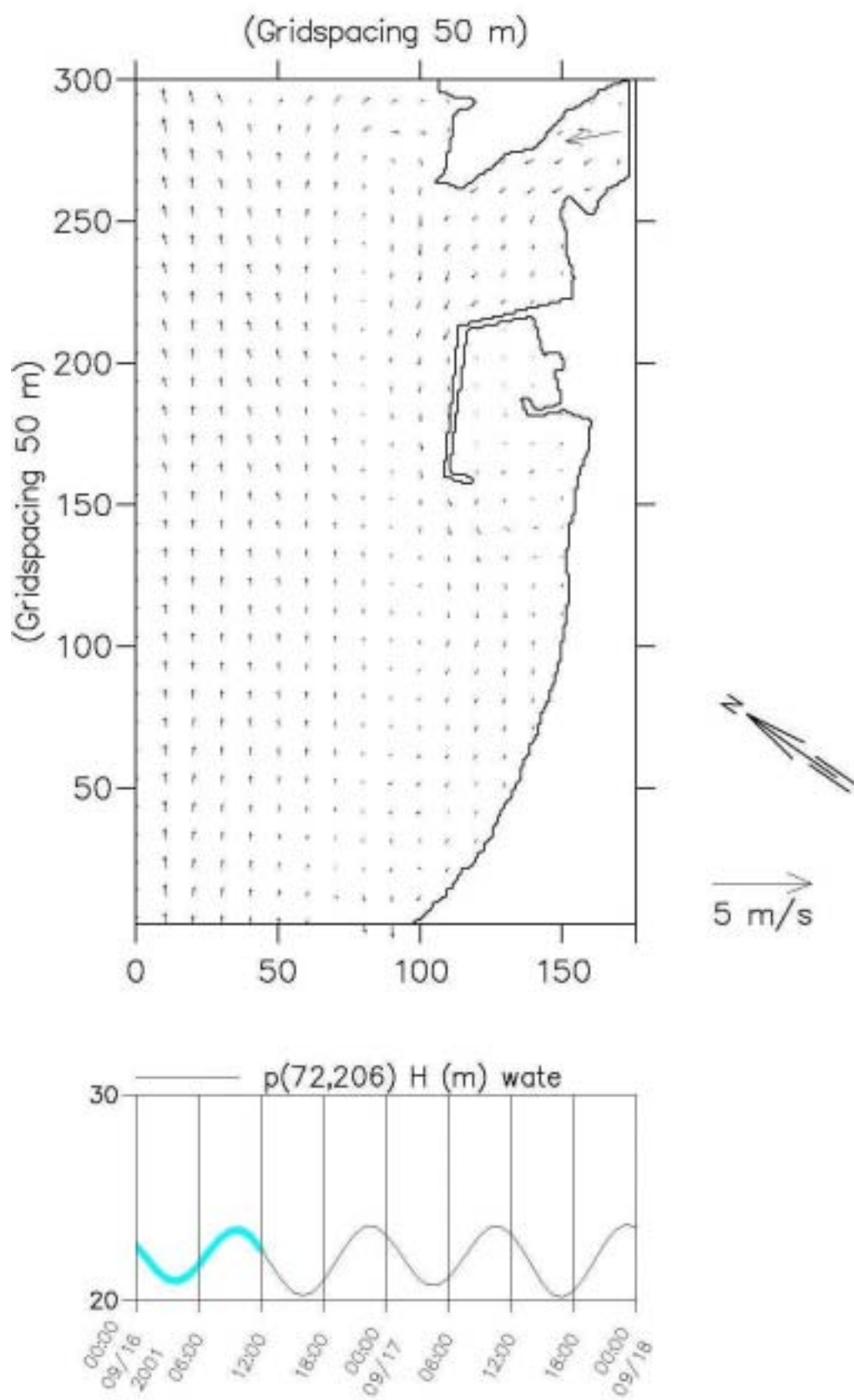


圖 5.13 M3 2001/ 09/ 16 12:00 納莉颱風流場模擬結果(現況)

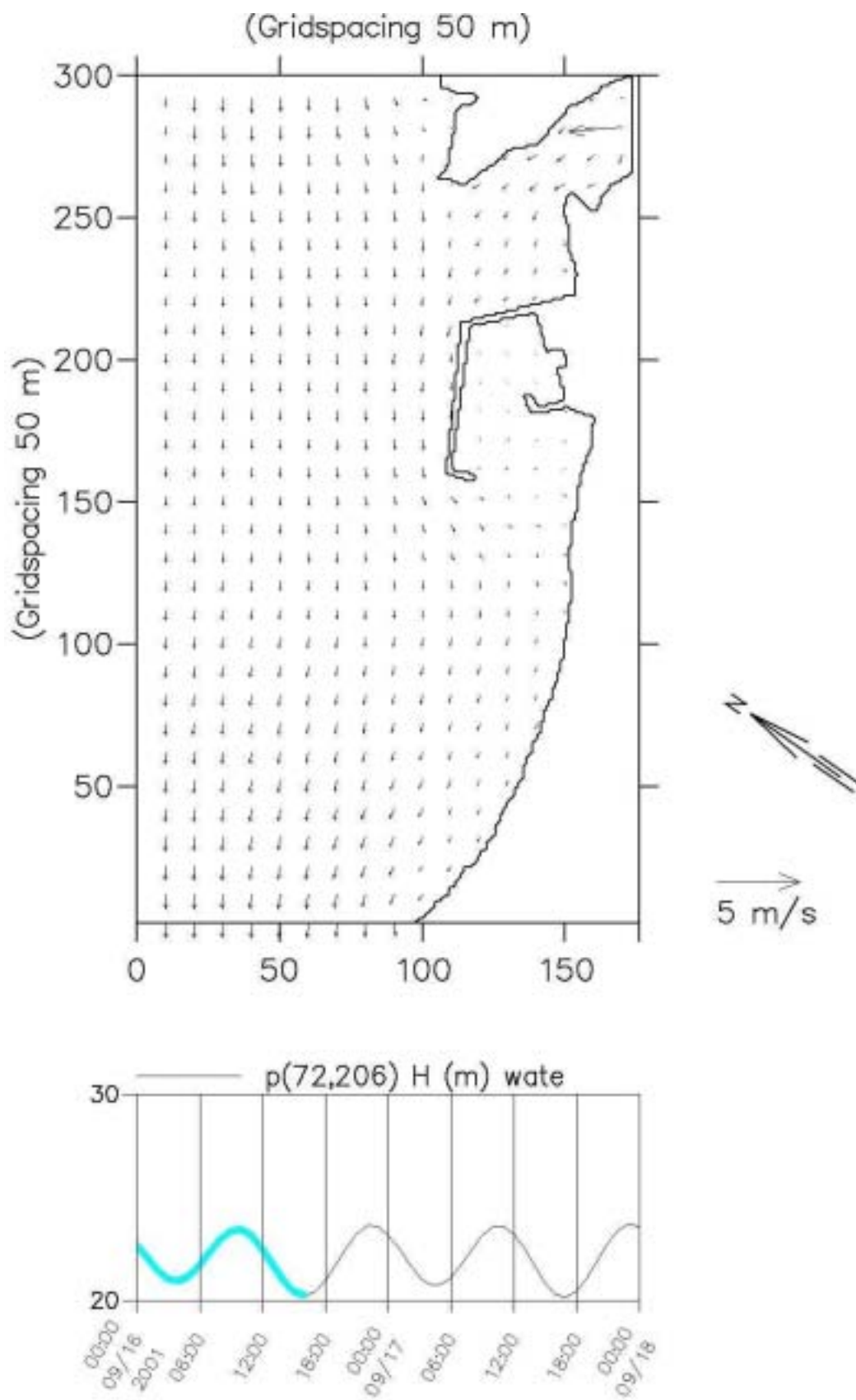


圖 5.14 M3 2001/ 09/ 16 16:00 內莉颱風流場模擬結果(現況)

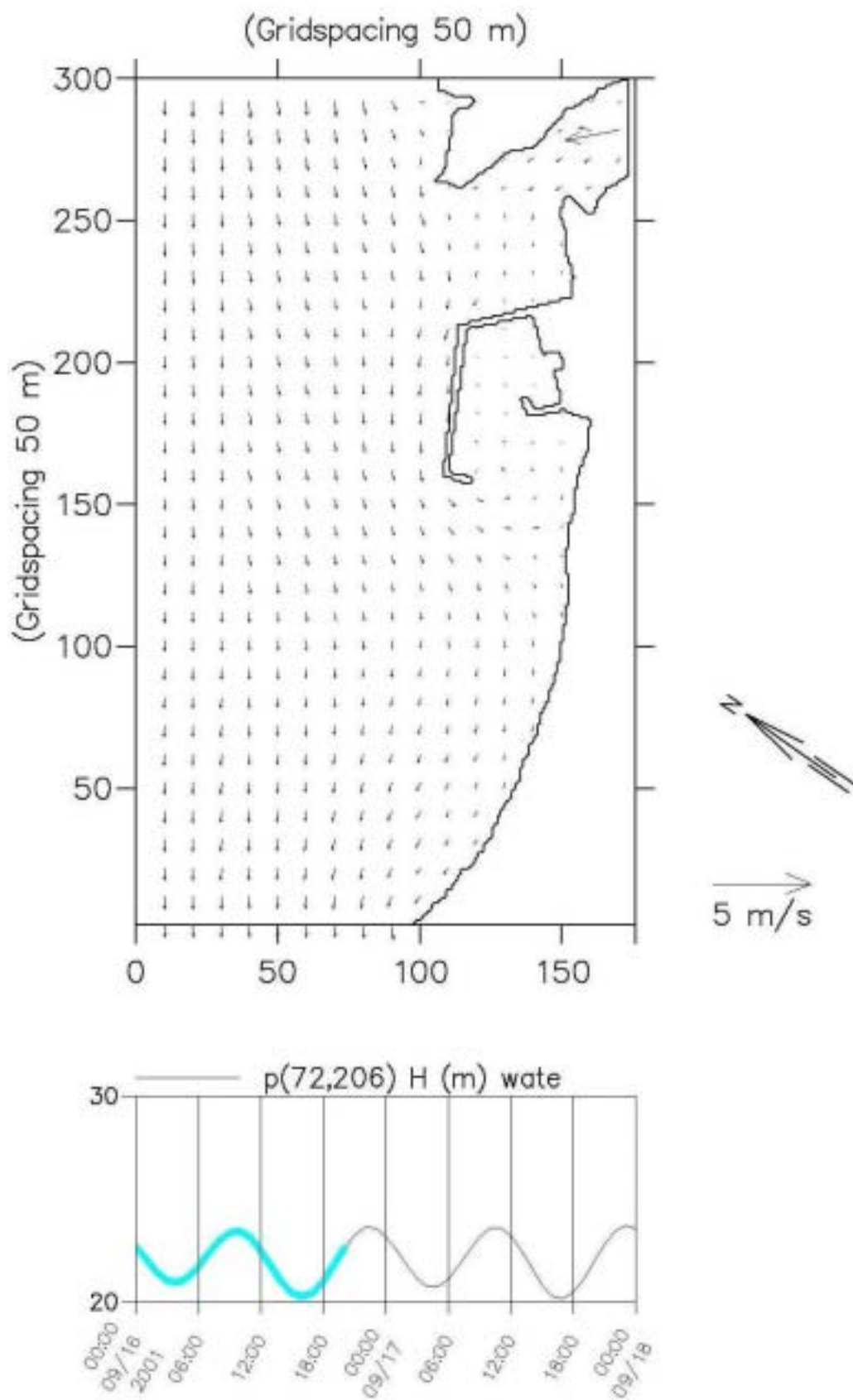


圖 5.15 M3 2001/ 09/ 16 20:00 納莉颱風流場模擬結果(現況)

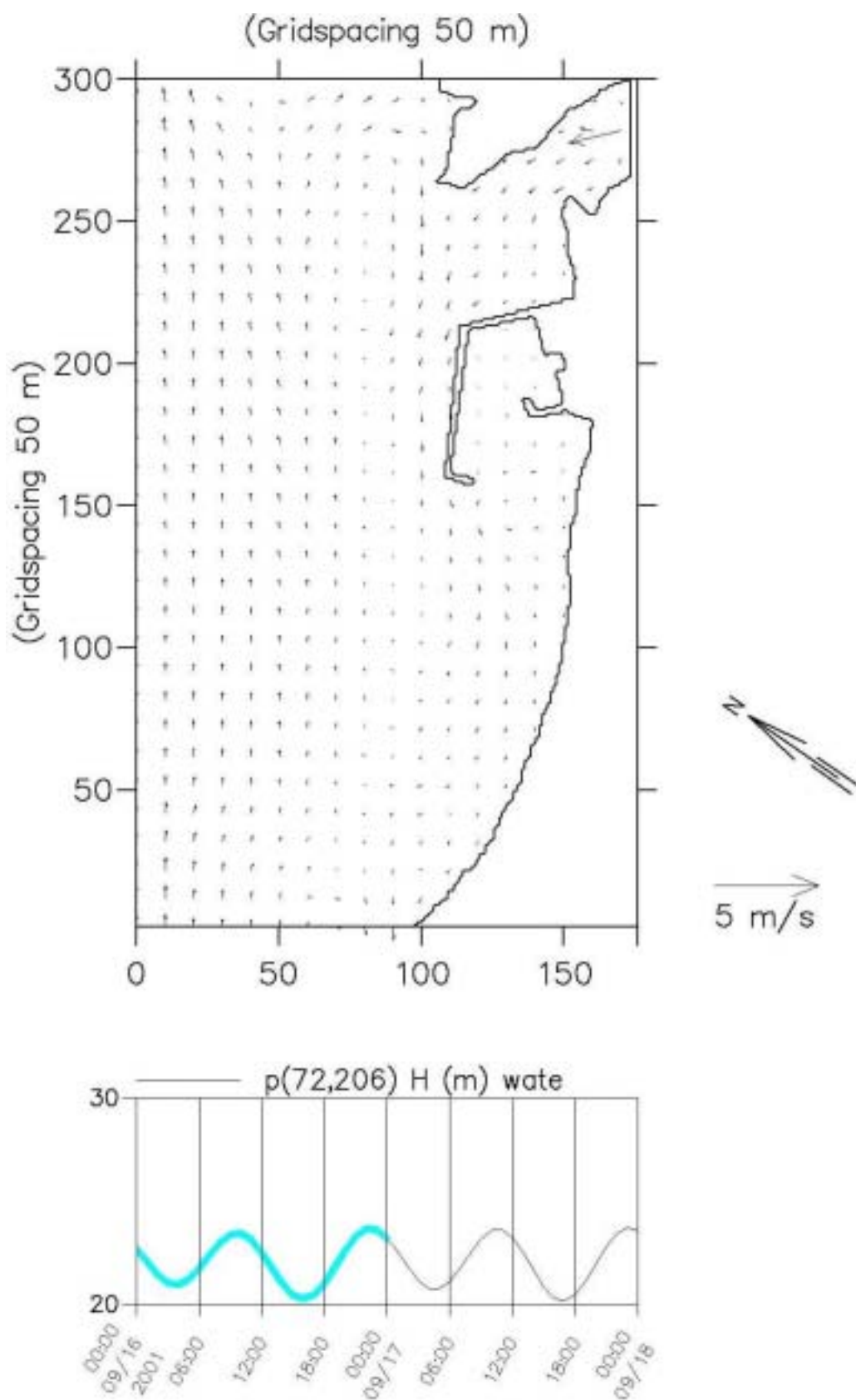


圖 5.16 M3 2001/ 09/ 17 00:00:00 納莉颱風流場模擬結果(現況)

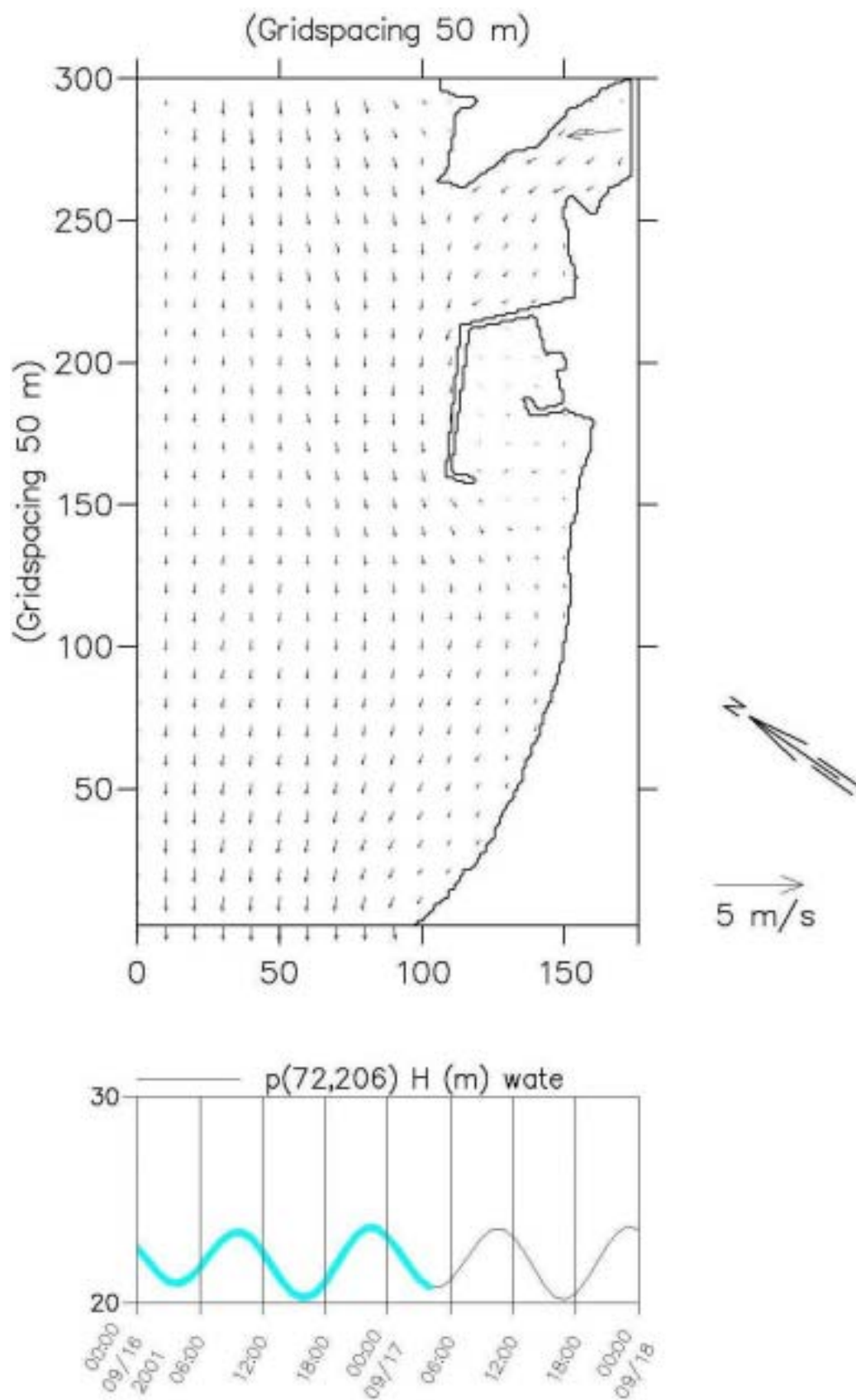


圖 5.17 M3 2001/ 09/ 17 04:00 納莉颱風流場模擬結果(現況)

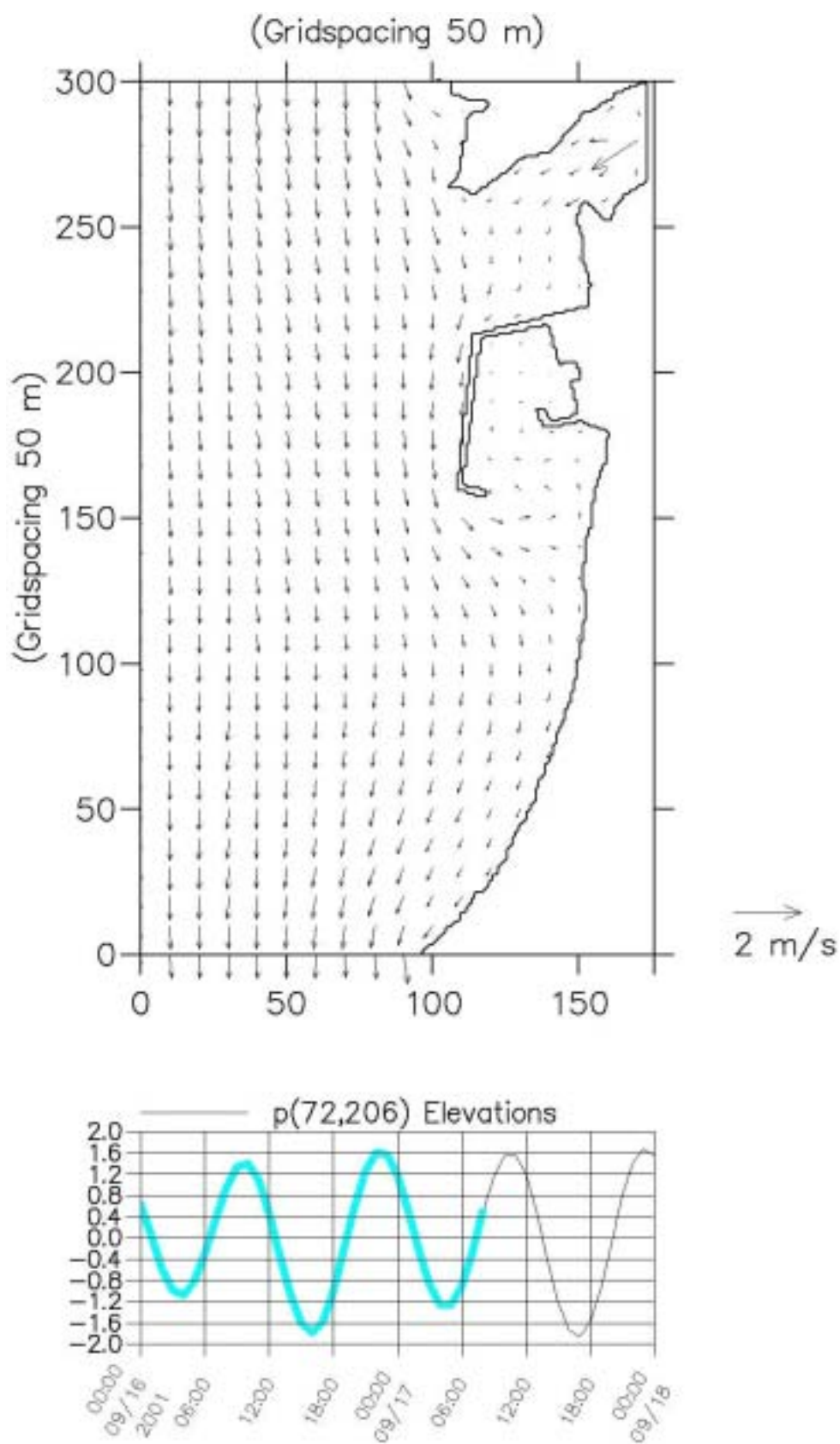


圖 5.18 M3 2001/ 09/ 17 08:00 納莉颱風流場模擬結果(現況)

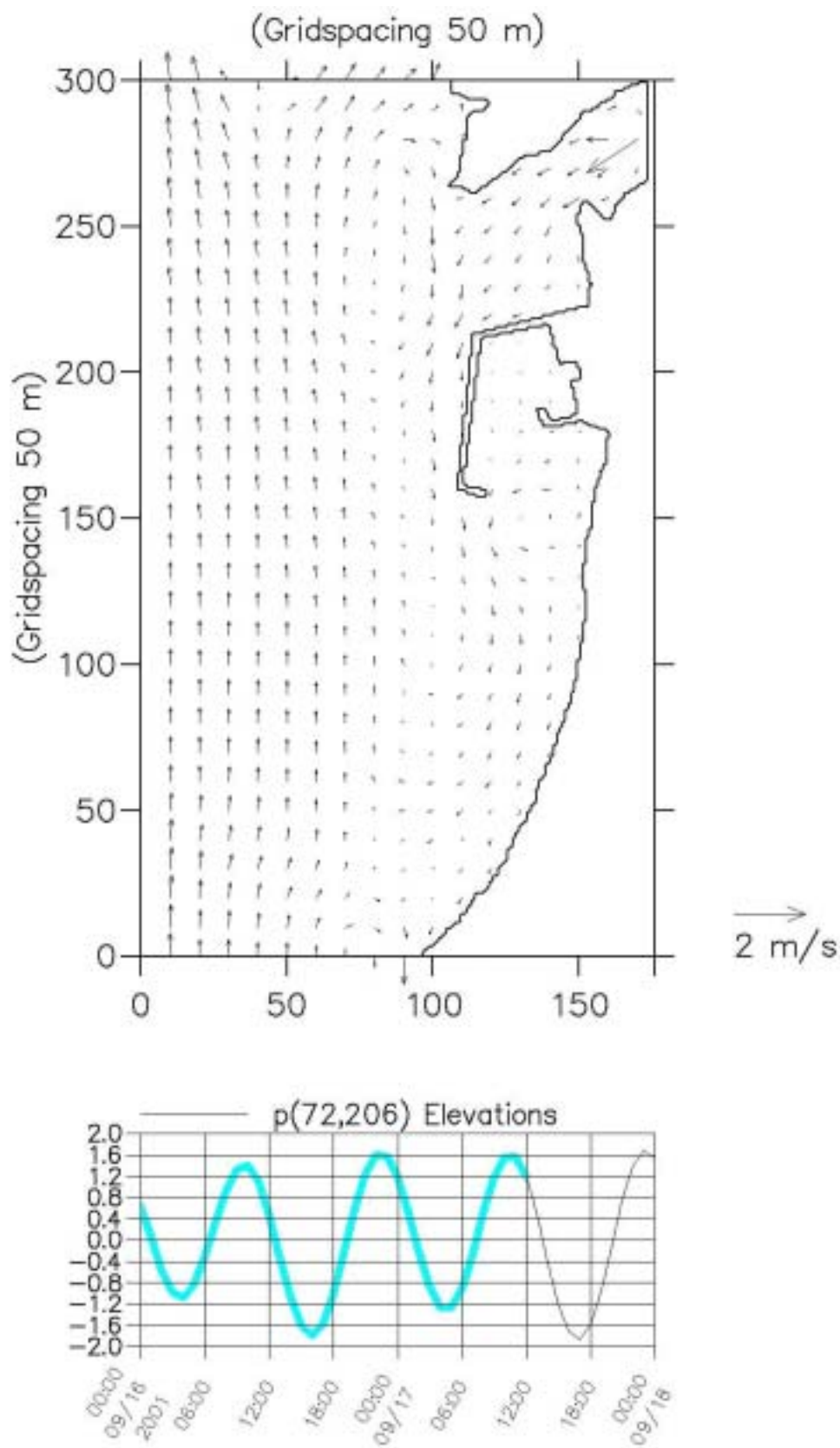


圖 5.19 M3 2001/ 09/ 17 12:00 納莉颱風流場模擬結果(現況)

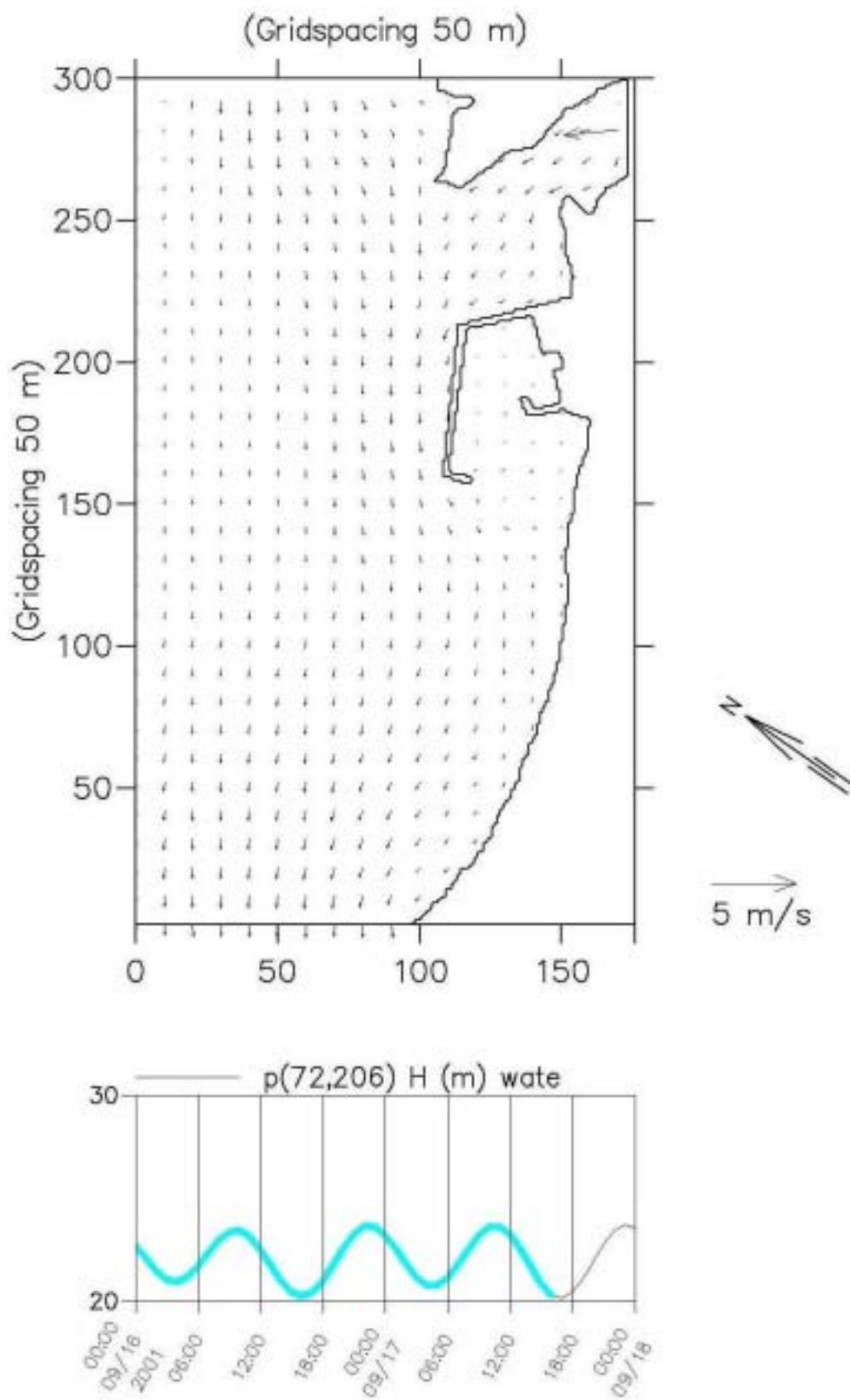


圖 5.20 M3 2001/ 09/ 17 16:00 納莉颱風流場模擬結果(現況)

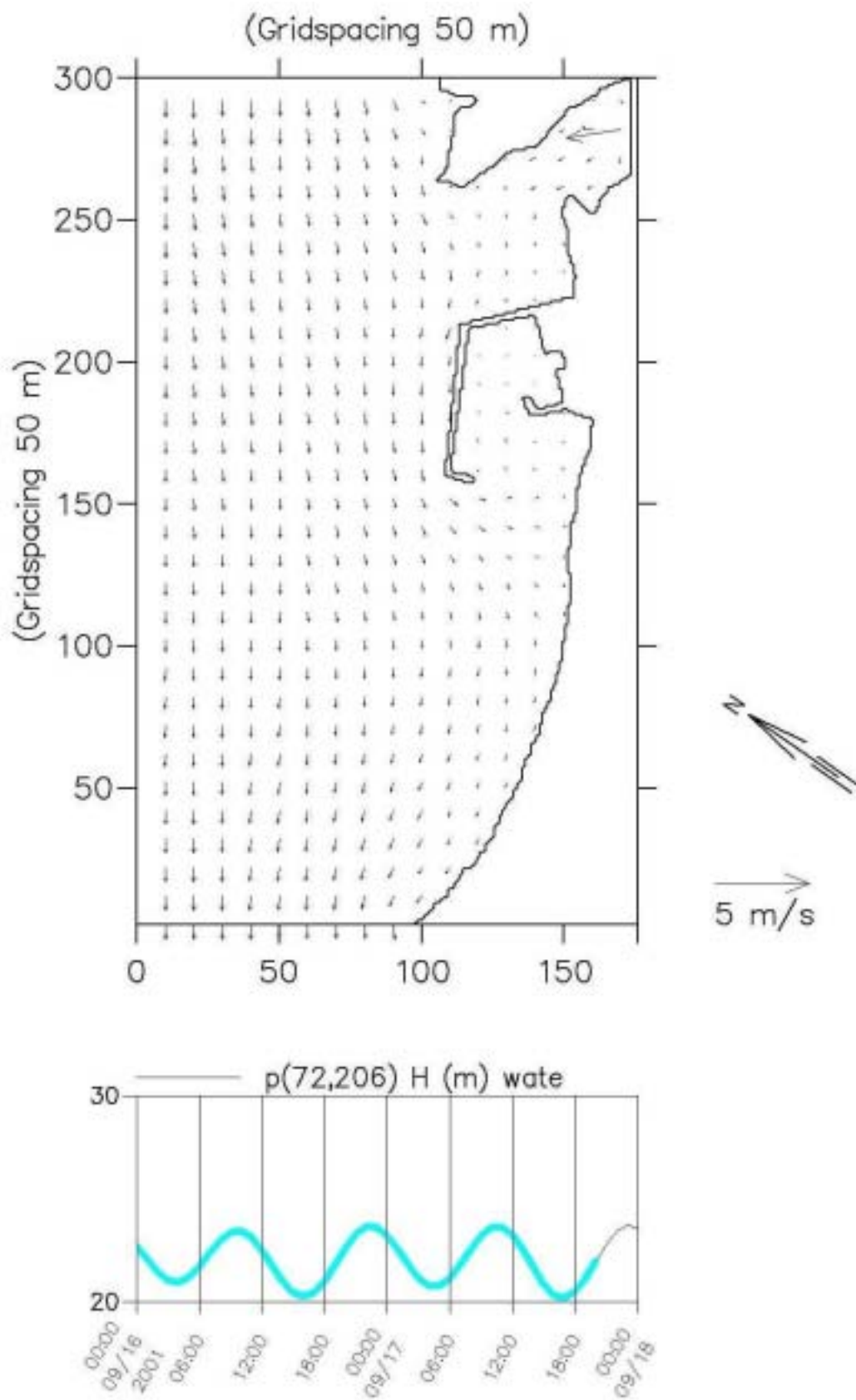


圖 5.21 M3 2001/ 09/ 17 20:00 納莉颱風流場模擬結果(現況)

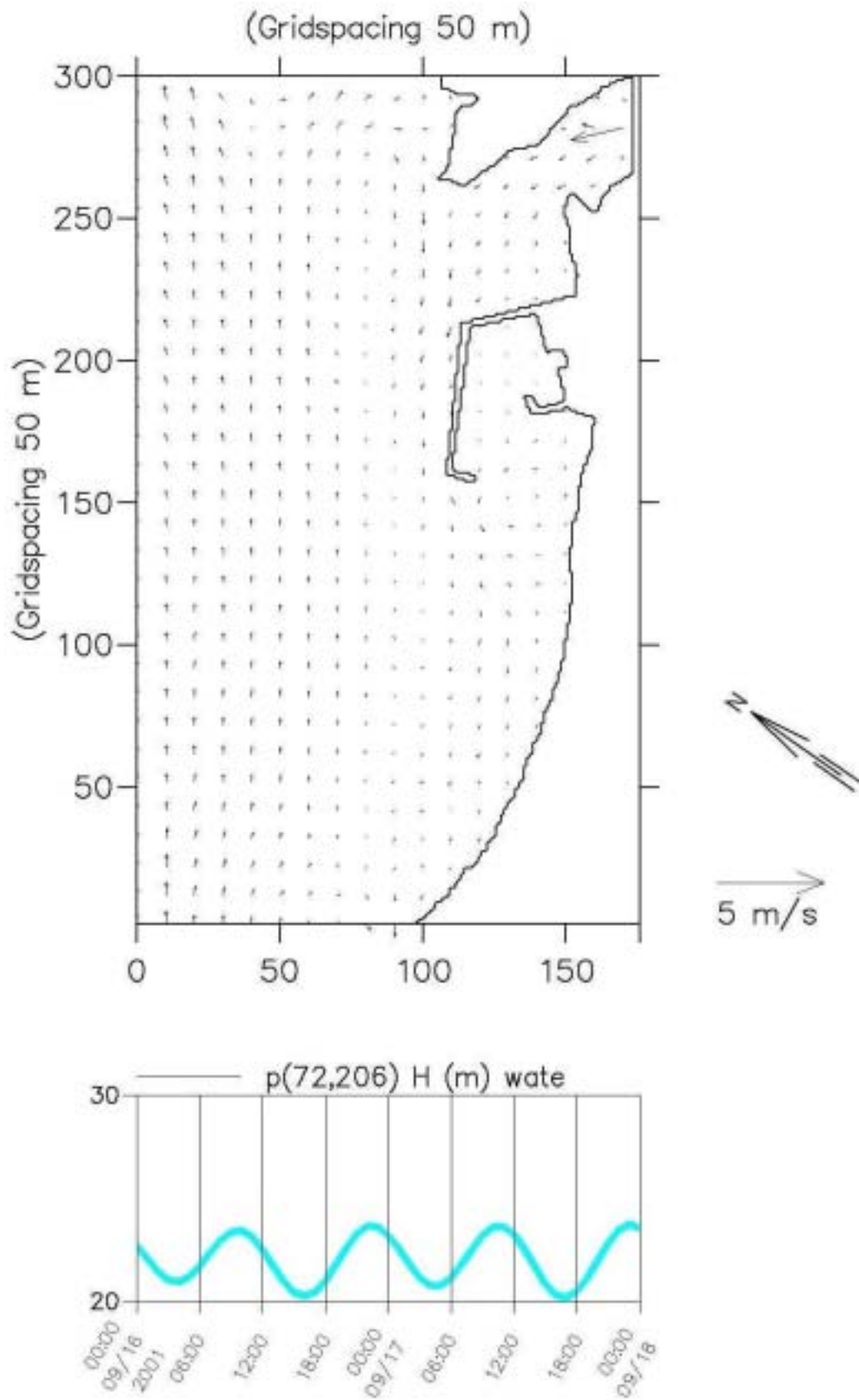


圖 5.22 M3 2001/ 09/ 18 00:00 納莉颱風流場模擬結果(現況)

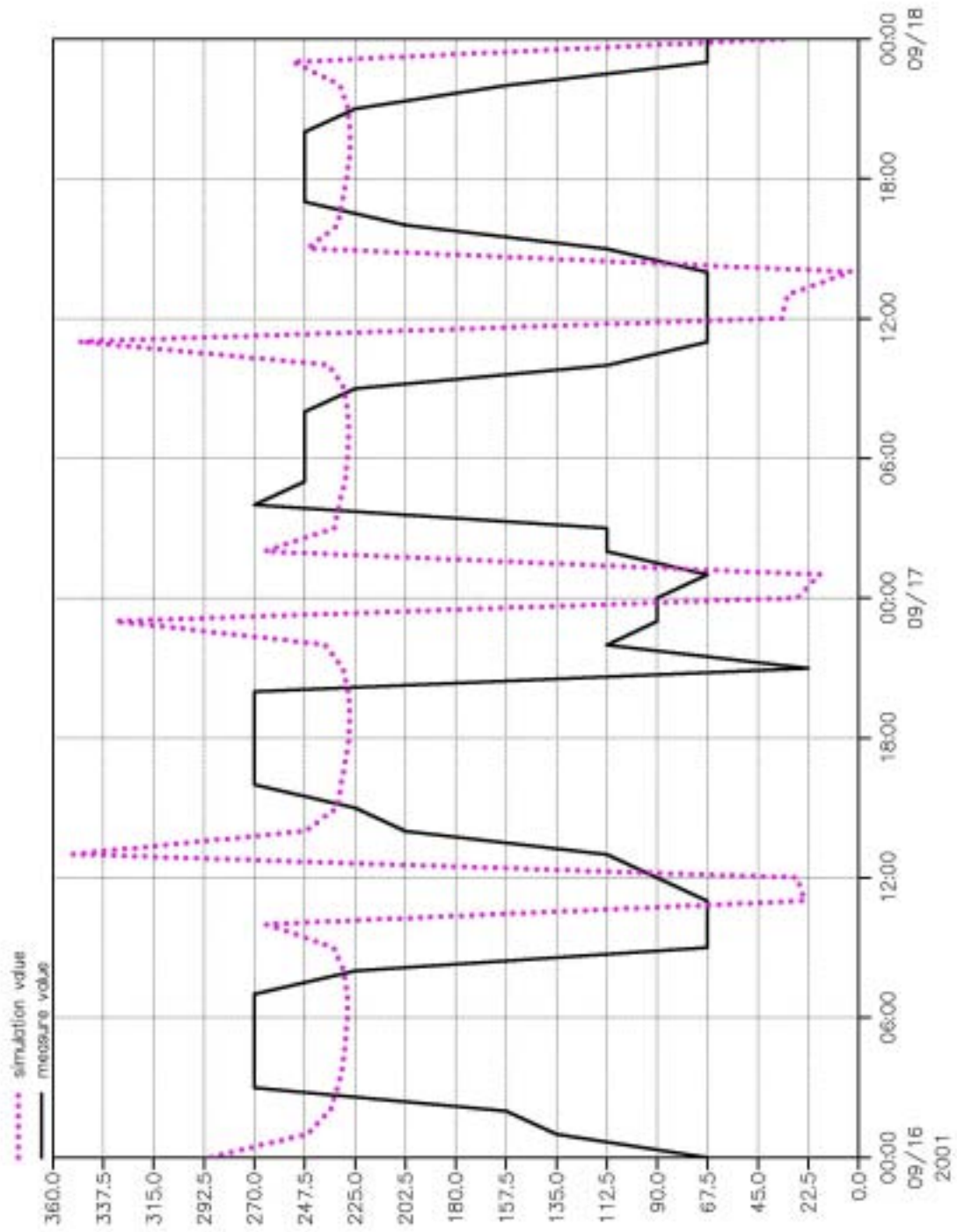


圖 5.23 M3 納莉颱風台北港附近海域流向與測站比較圖(現況)

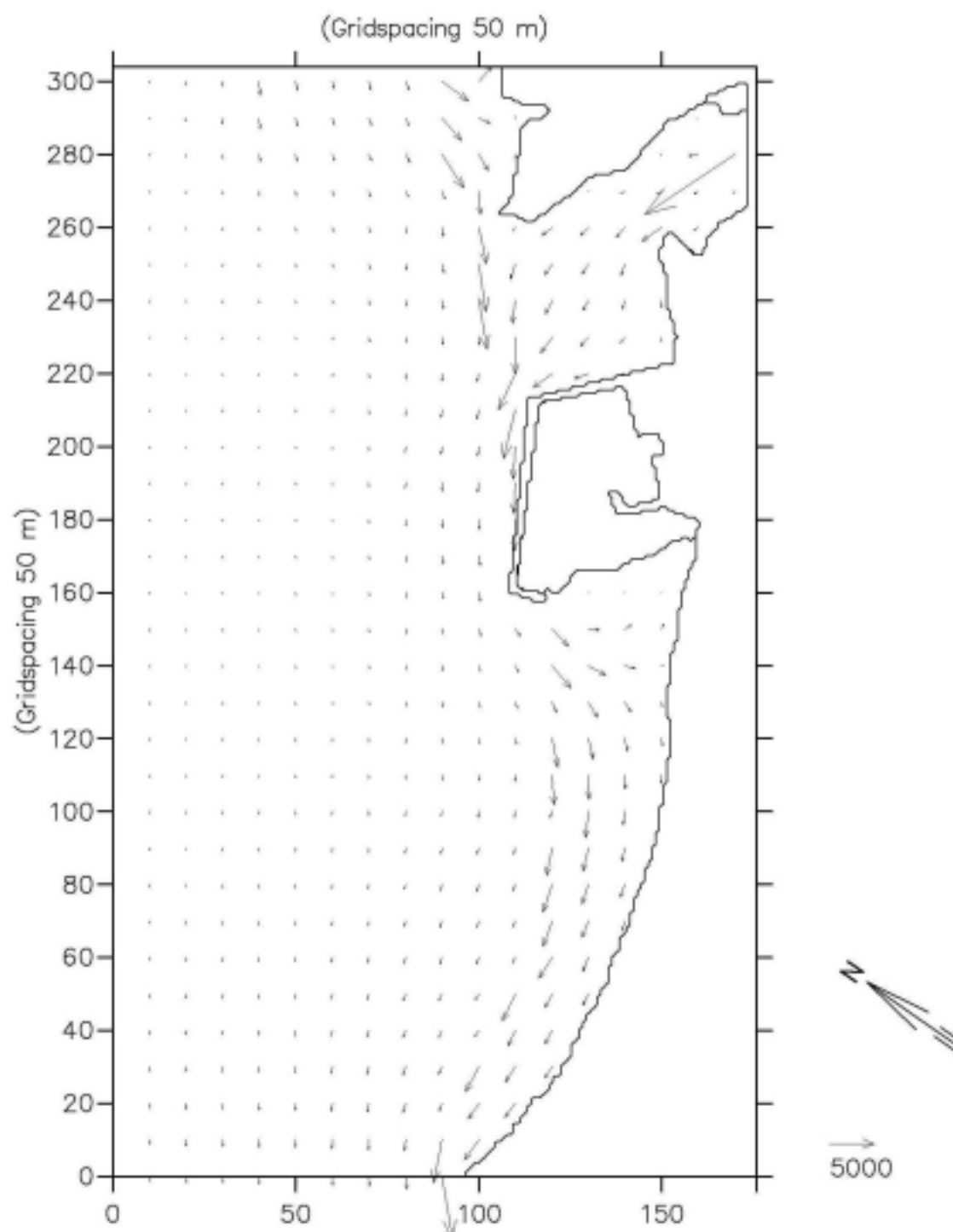


圖 5.24 M3 納莉颱風漂砂傳輸向量示意圖(現況)

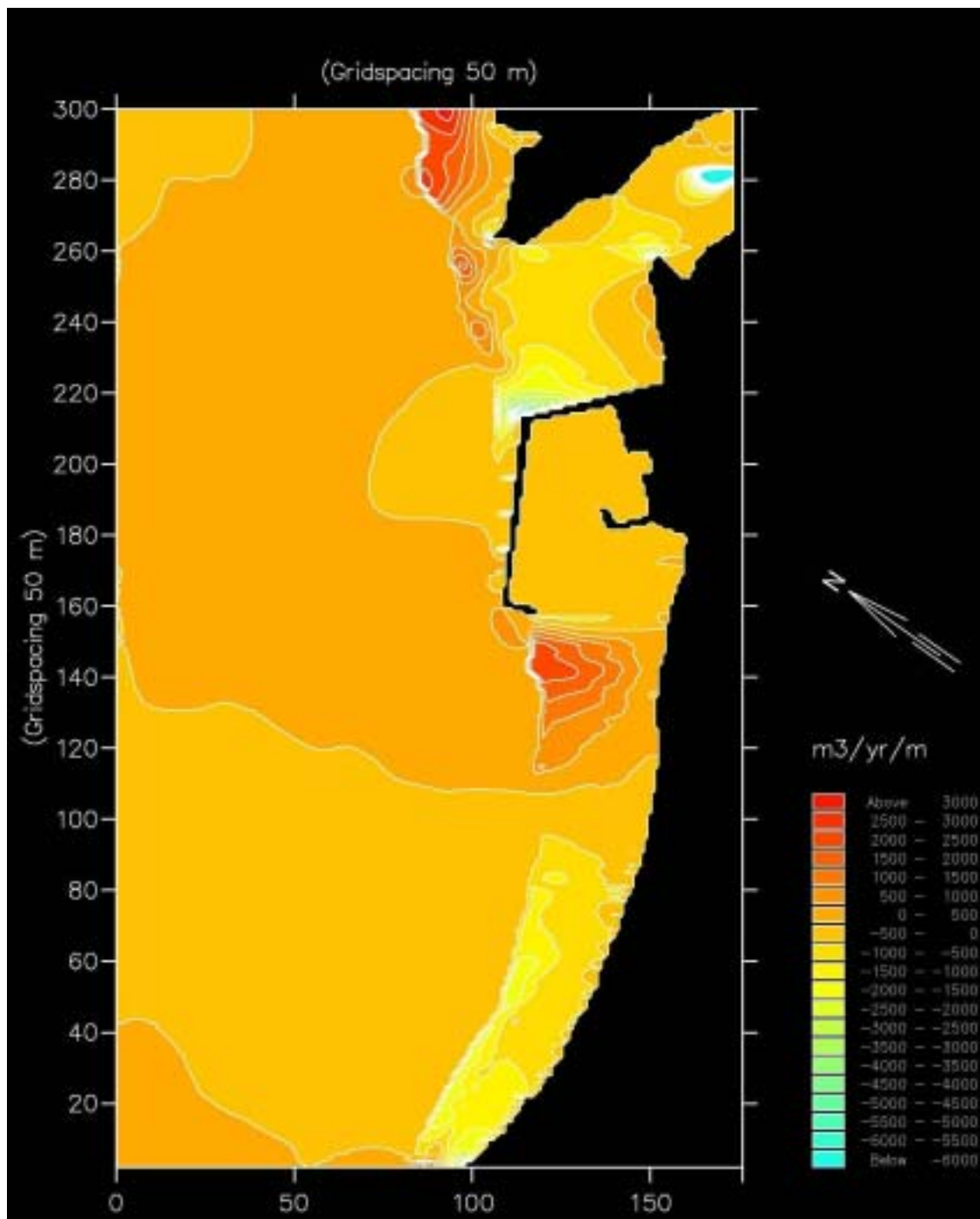


圖 5.25 M3 納莉颱風 X 方向漂砂傳輸累積圖(現況)

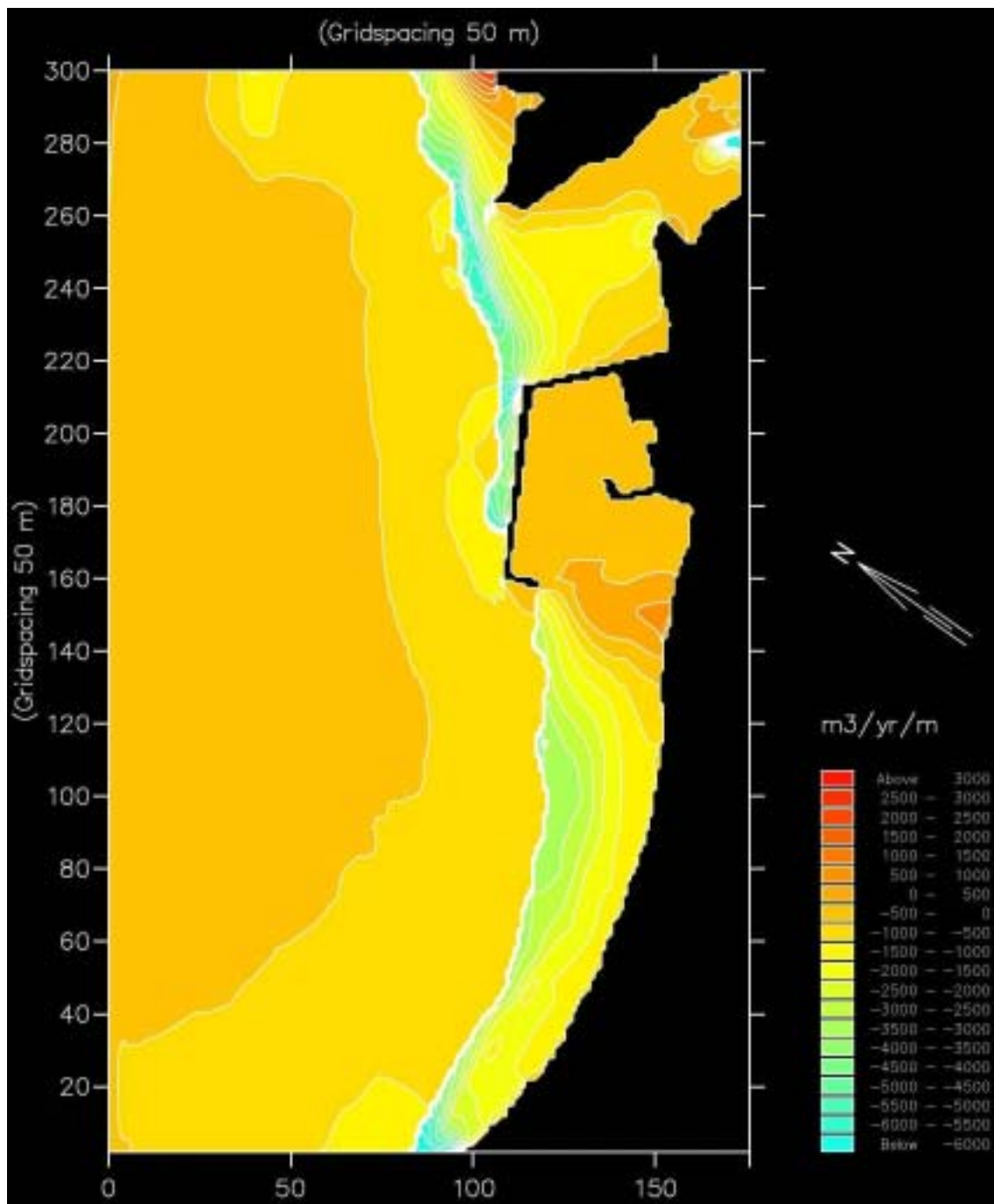


圖 5.26 M3 納莉颱風 Y 方向漂砂傳輸累積圖(現況)

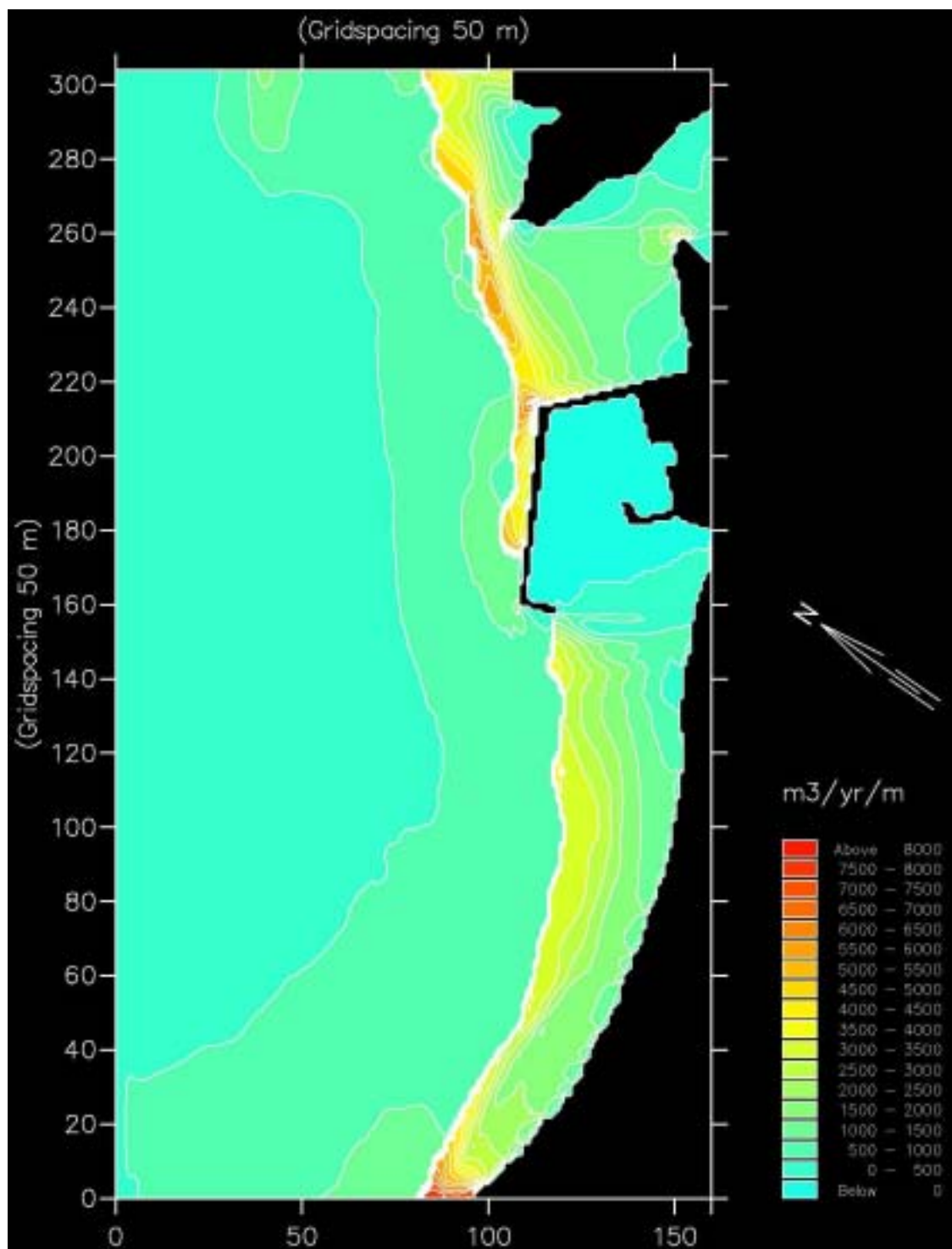


圖 5.27 M3 納莉颱風漂砂傳輸累積圖(現況)

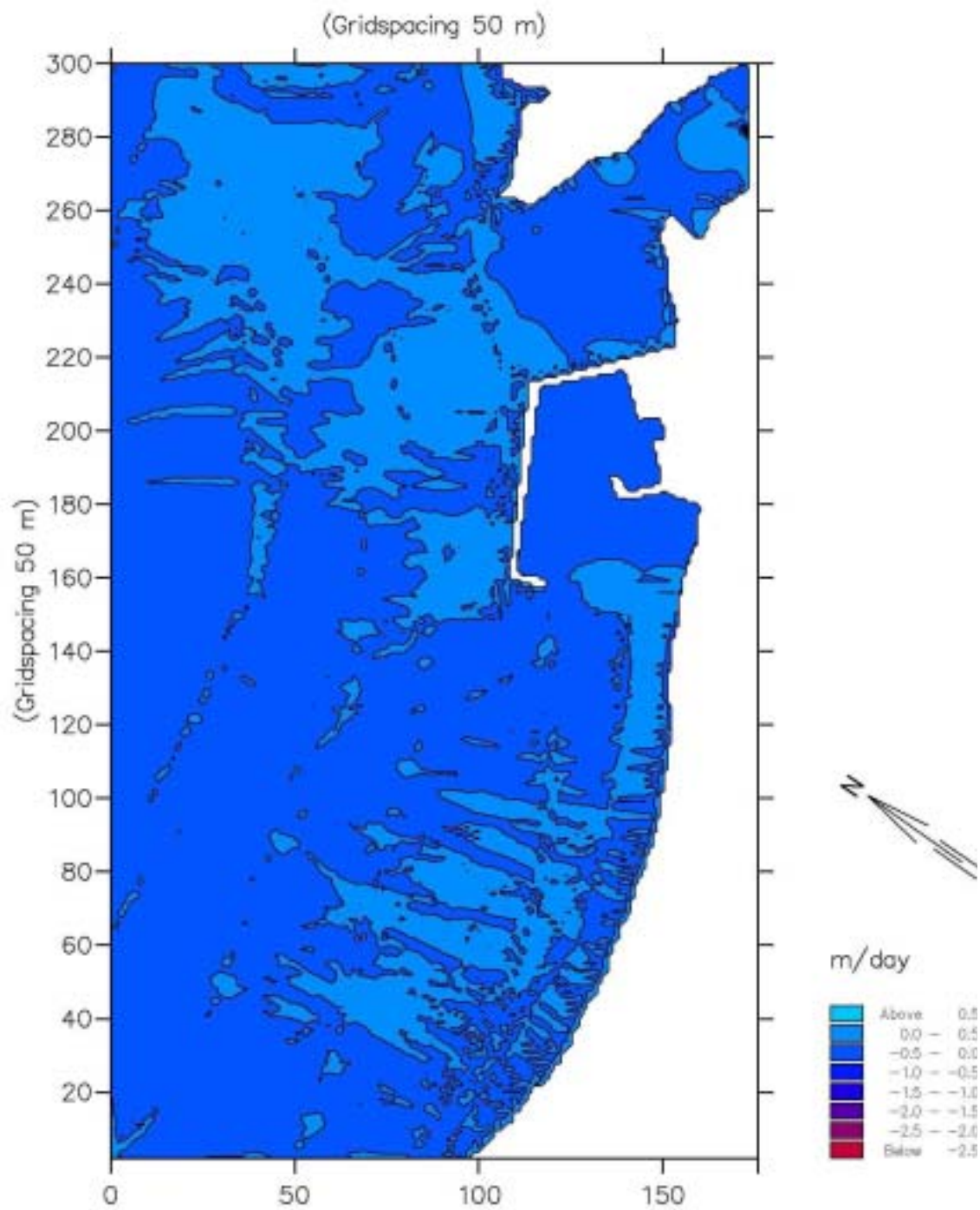


圖 5.28 M3 納莉颱風 $\frac{dz}{dt}$ 漂砂傳輸累積圖(現況)

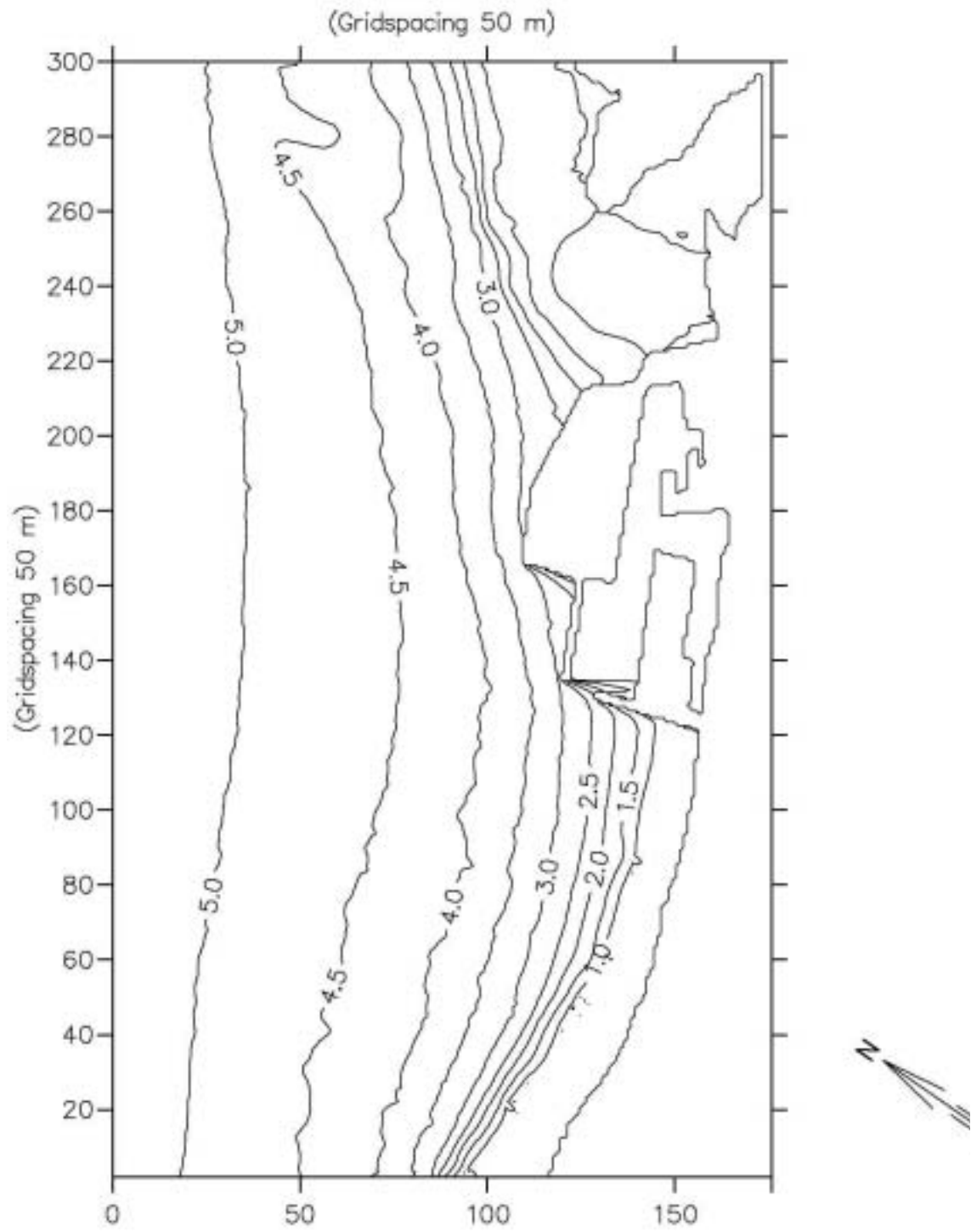


圖 5.29 M3 納莉颱風台北港附近海域波高分佈圖(第二期工程完工)

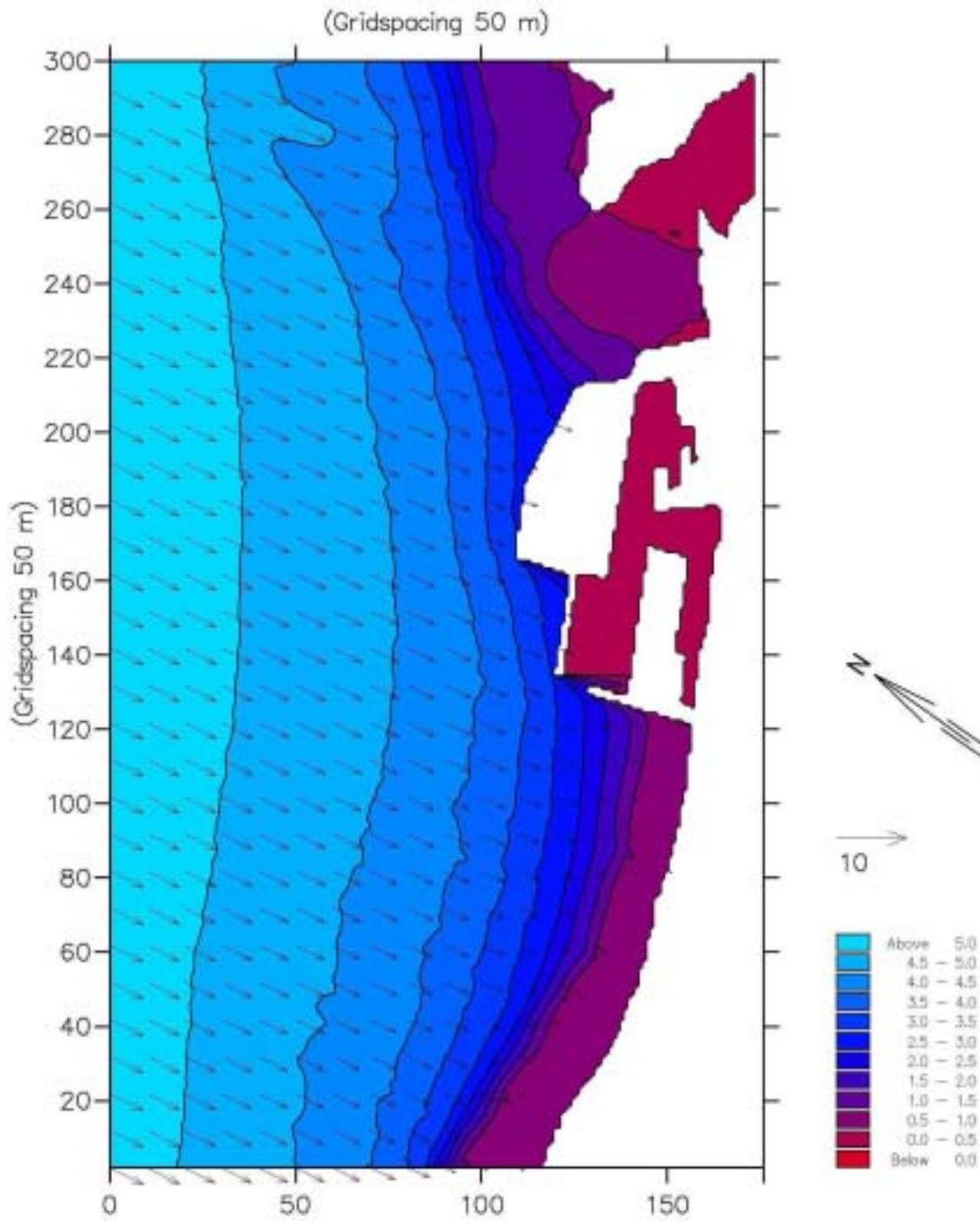


圖 5.30 M3 納莉颱風台北港附近海域波場向量分佈圖(第二期工程完工)

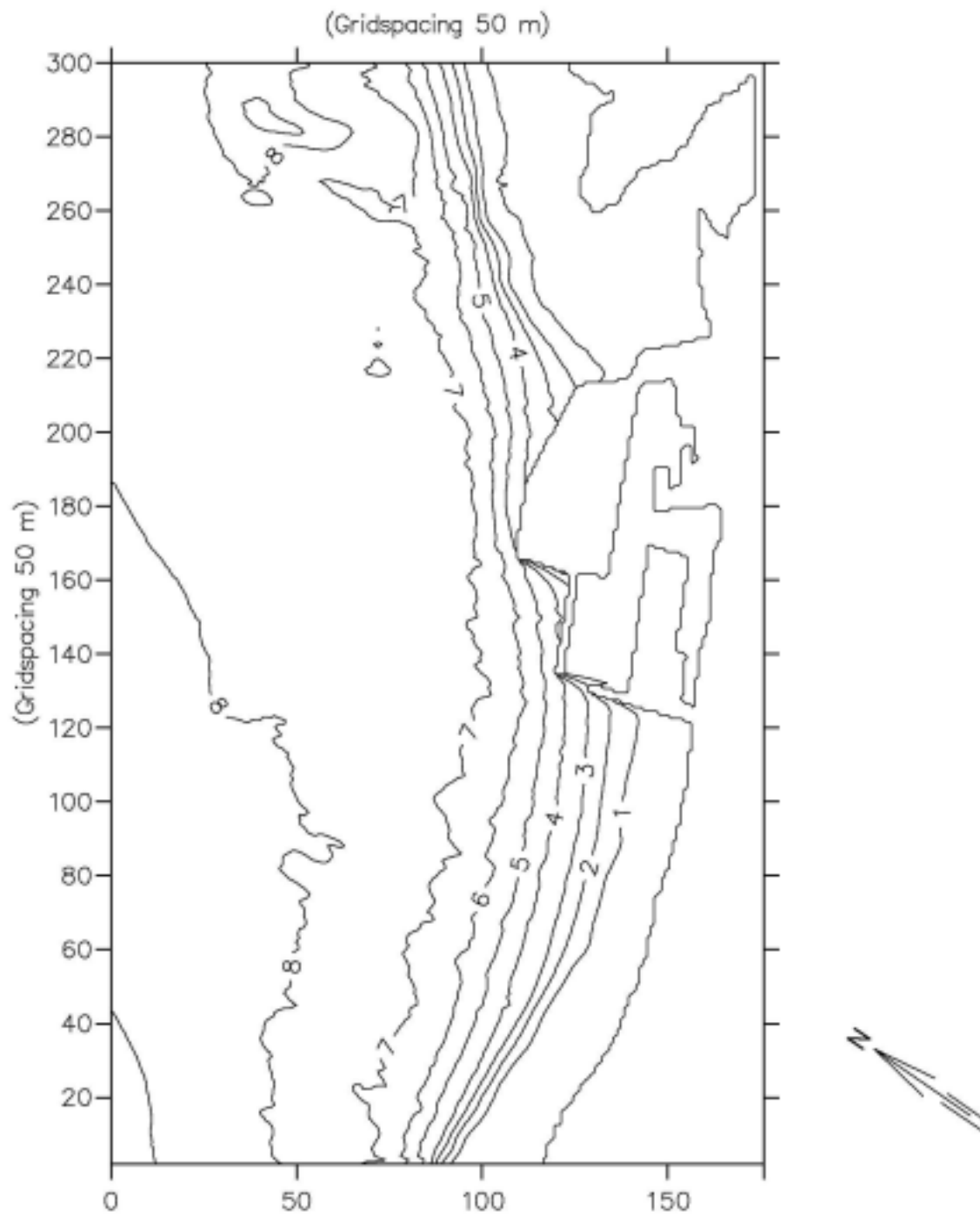


圖 5.31 M3 納莉颱風台北港附近海域輻射應力 S_{xx} 分佈圖(第二期工程完工)

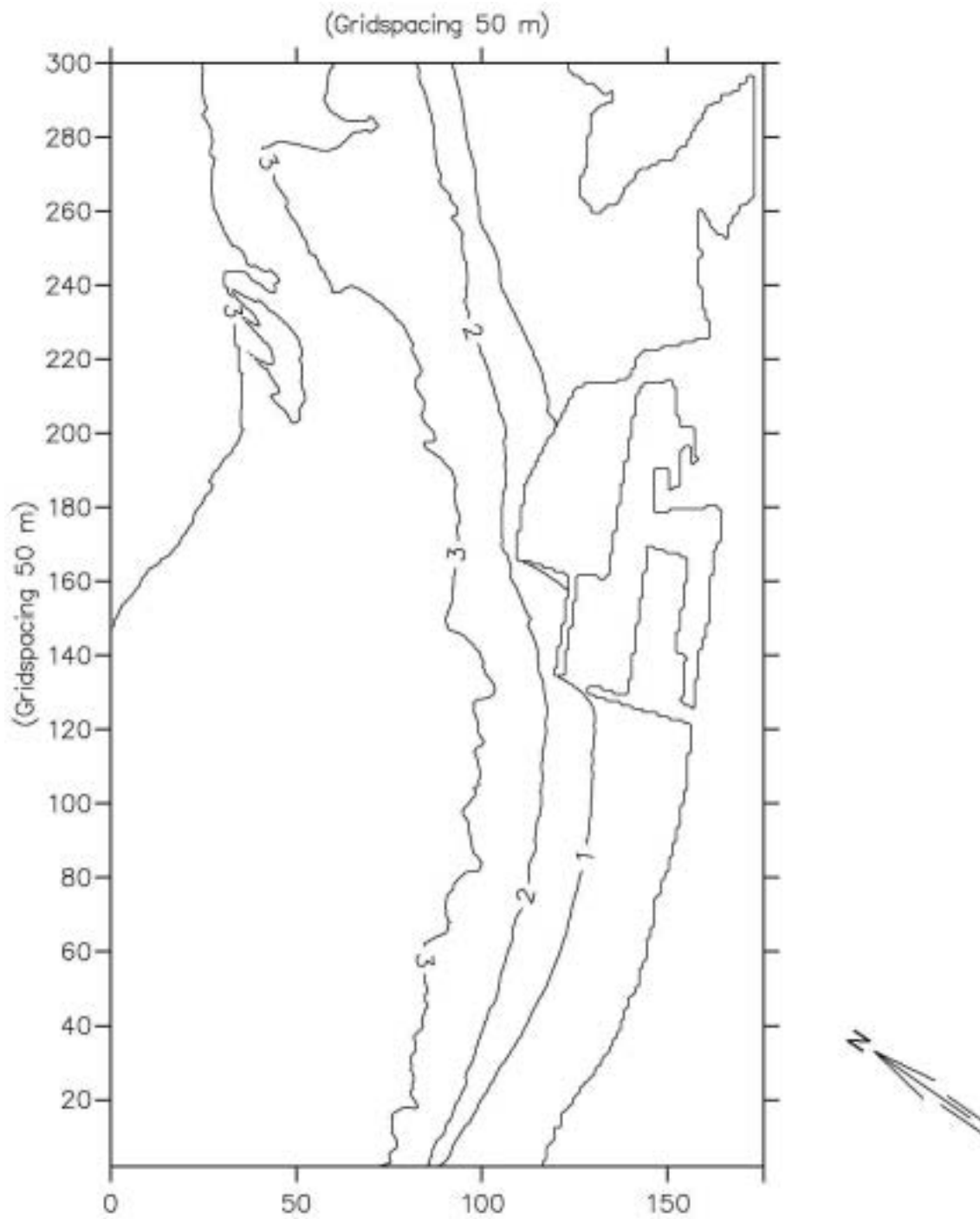


圖 5.32 M3 納莉颱風台北港附近海域輻射應力 S_{yy} 分佈圖(第二期工程完工)

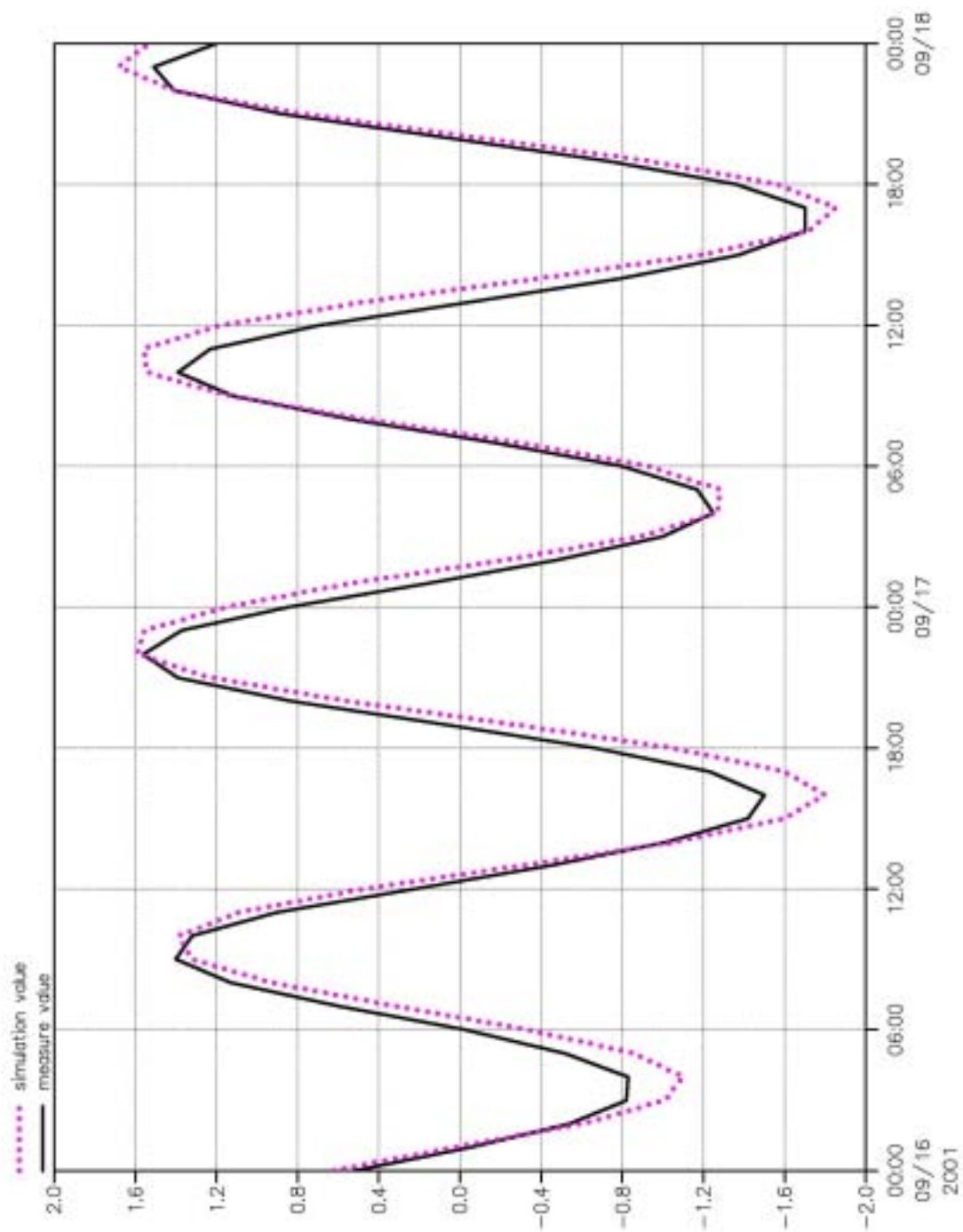


圖 5.33 M3 納莉颱風 P(72, 206)水位與台北港測站實測比較圖(第二期工程完工)

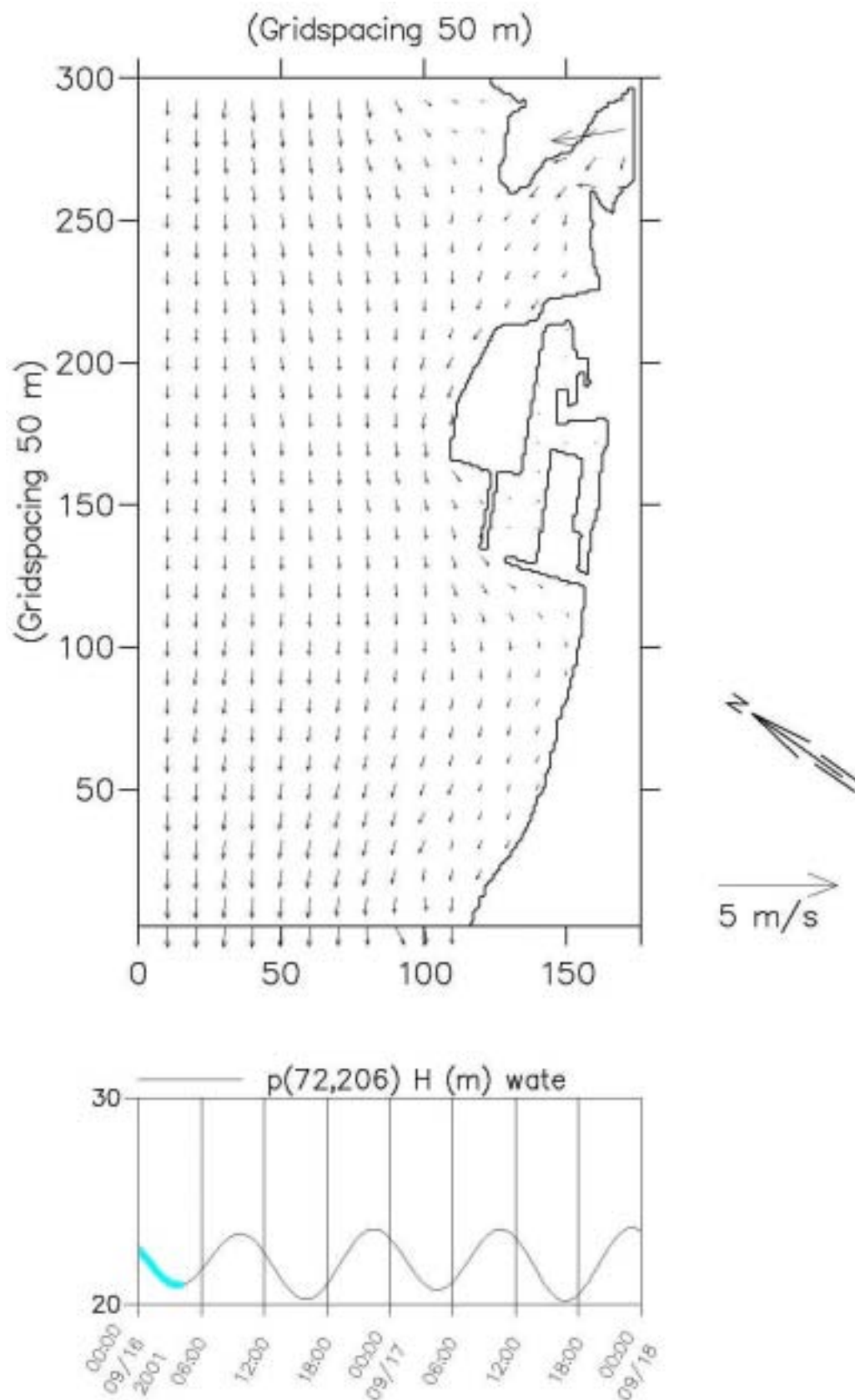


圖 5.34 M3 2001/ 09/ 16 04:00 納莉颱風流場模擬結果(第二期工程完工)

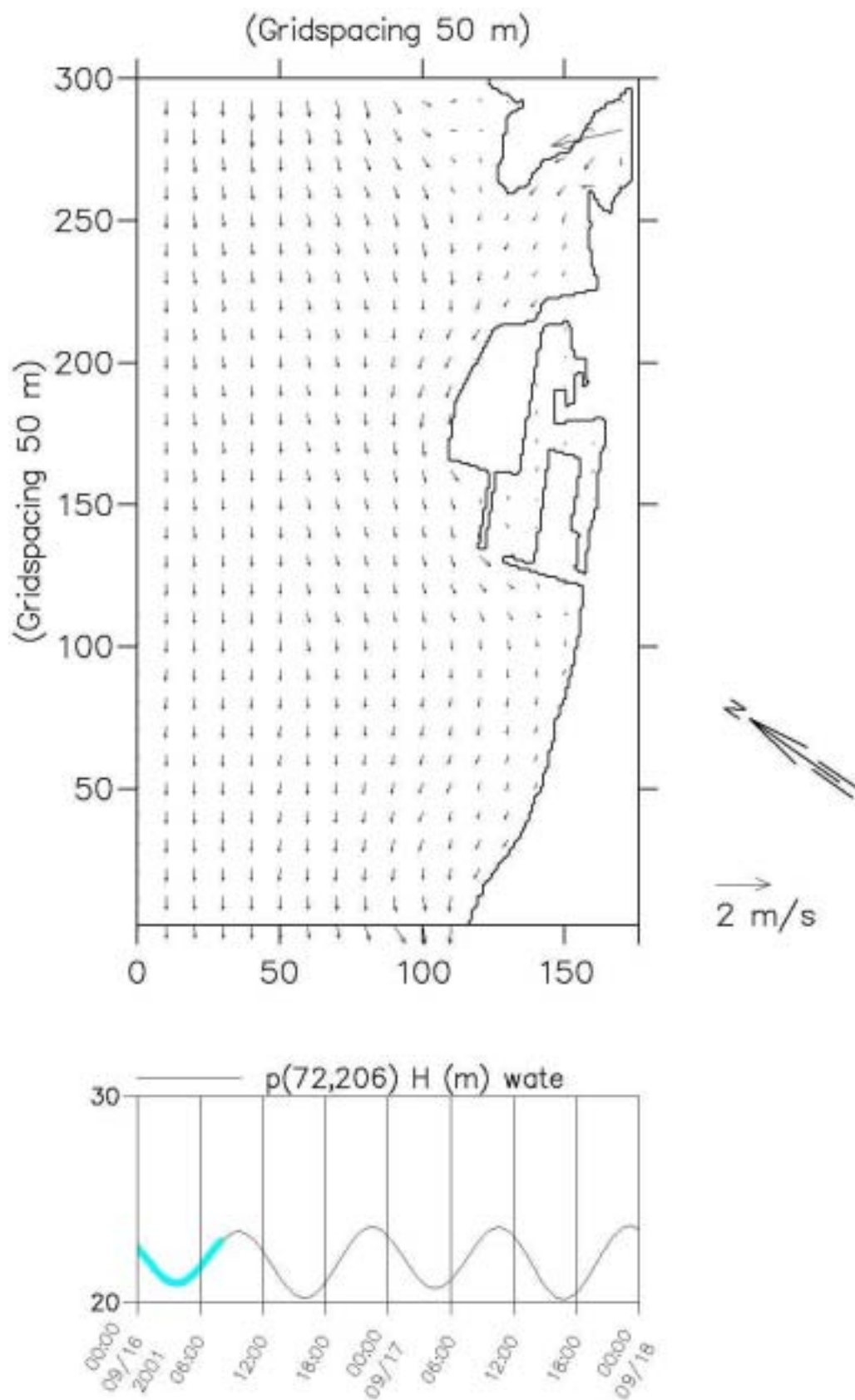


圖 5.35 M3 2001/ 09/ 16 08:00 納莉颱風流場模擬結果(第二期工程完工)

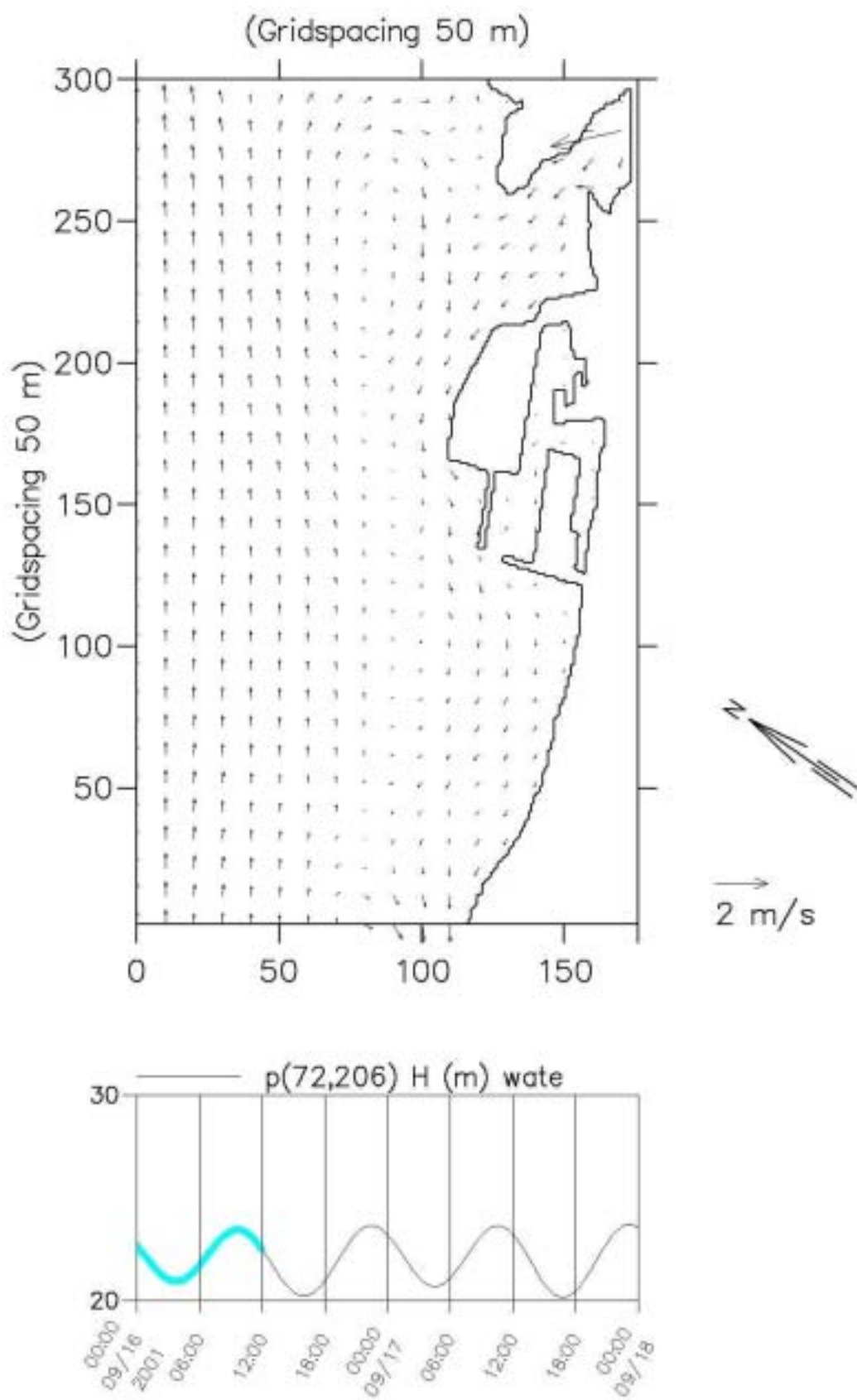


圖 5.36 M3 2001/ 09/ 16 12:00 納莉颱風流場模擬結果(第二期工程完工)

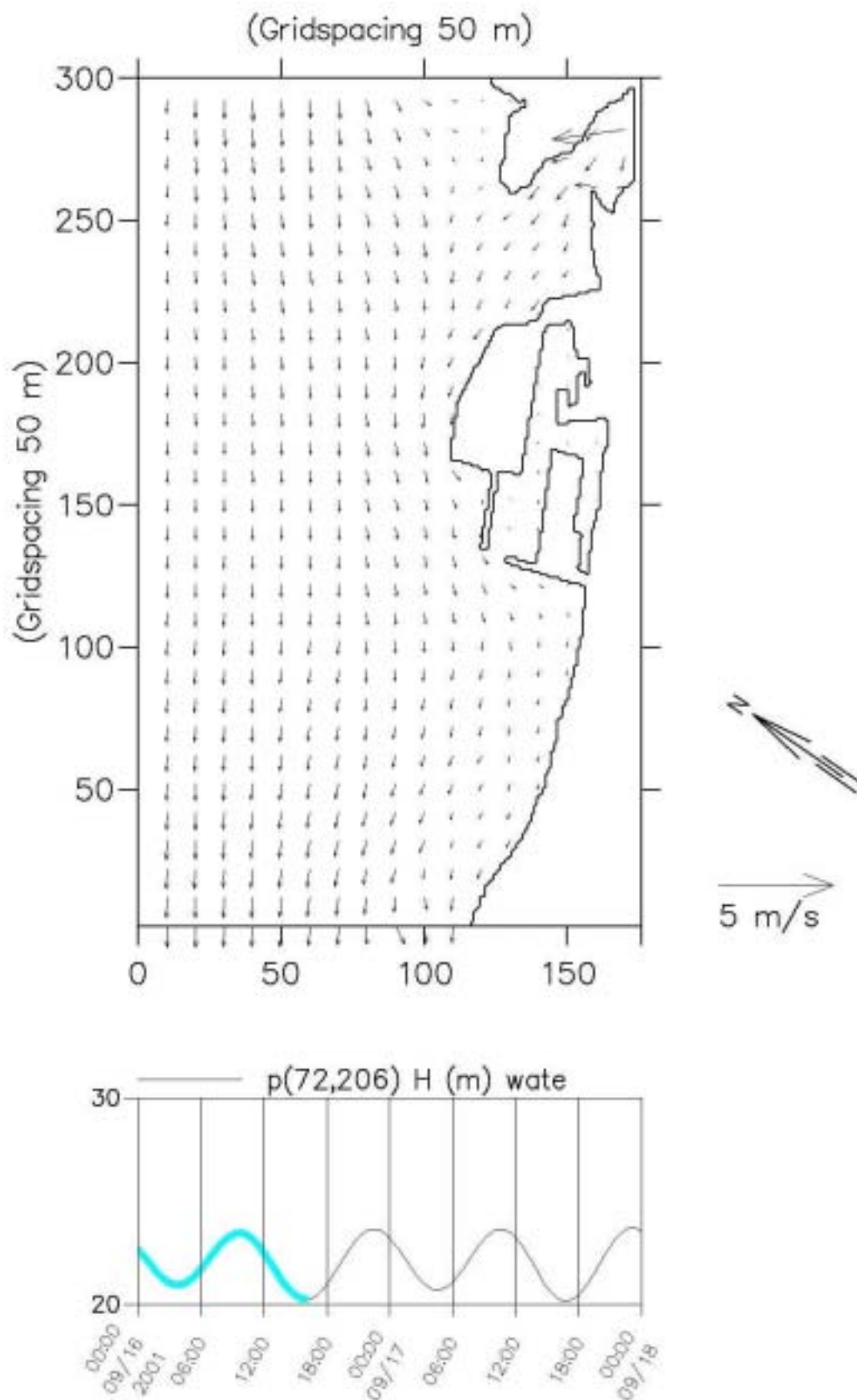


圖 5.37 M3 2001/ 09/ 16 16:00 納莉颱風流場模擬結果(第二期工程完工)

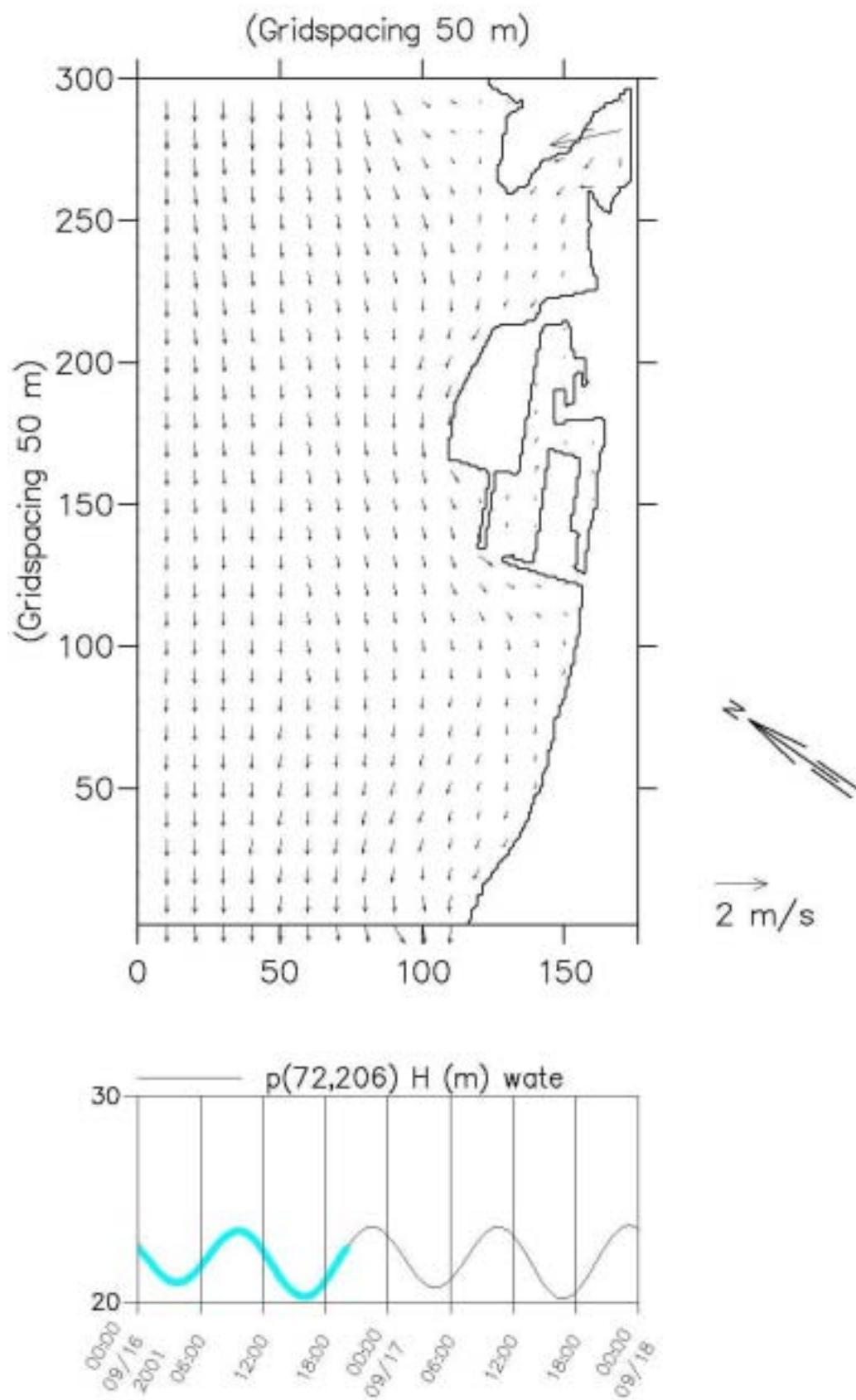


圖 5.38 M3 2001/ 09/ 16 20:00 納莉颱風流場模擬結果(第二期工程完工)

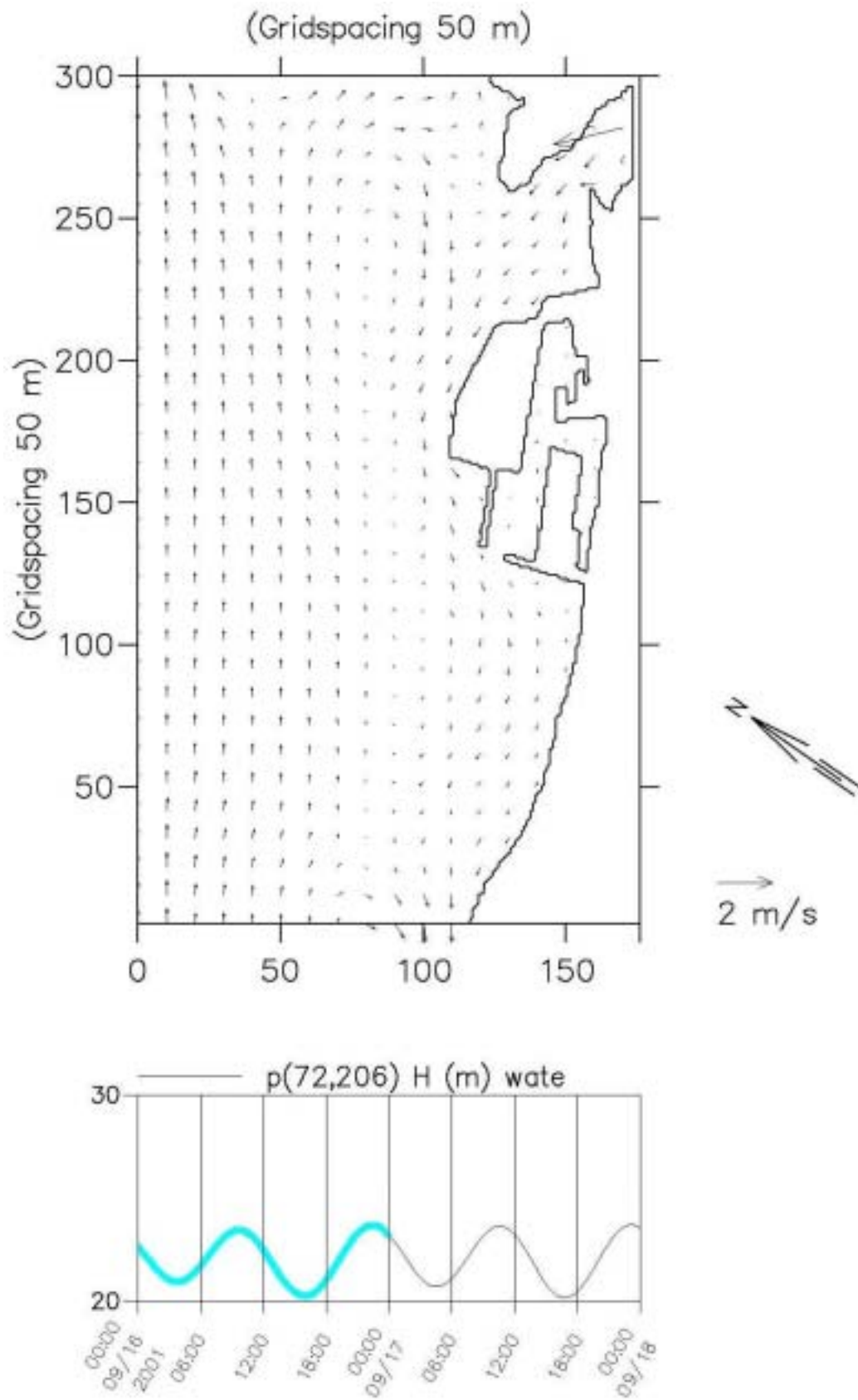


圖 5.39 M3 2001/ 09/ 17 00:00 納莉颱風流場模擬結果(第二期工程完工)

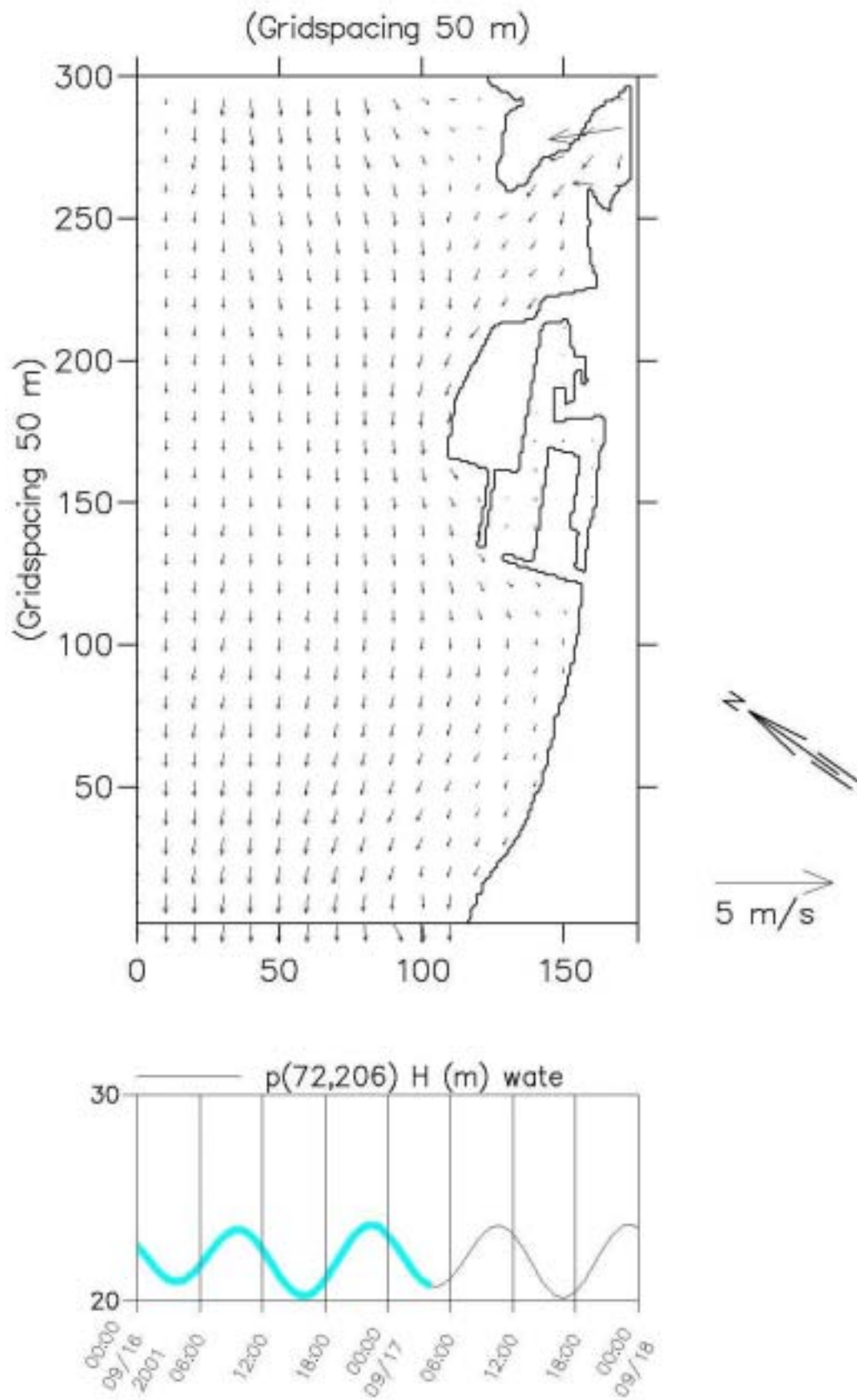


圖 5.40 M3 2001/ 09/ 17 04:00 納莉颱風流場模擬結果(第二期工程完工)

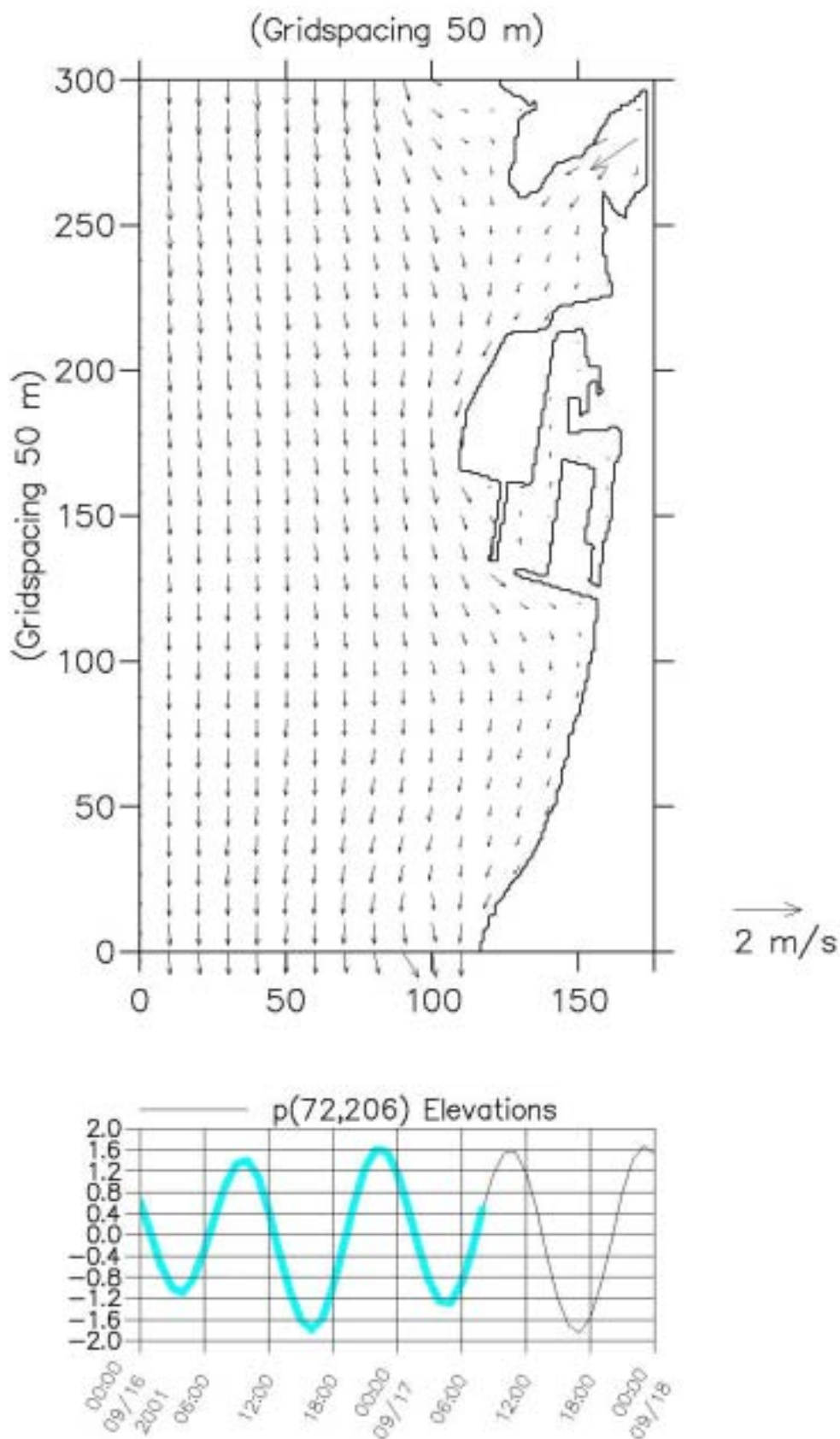


圖 5.41 M3 2001/ 09/ 17 08:00 納莉颱風流場模擬結果(第二期工程完工)

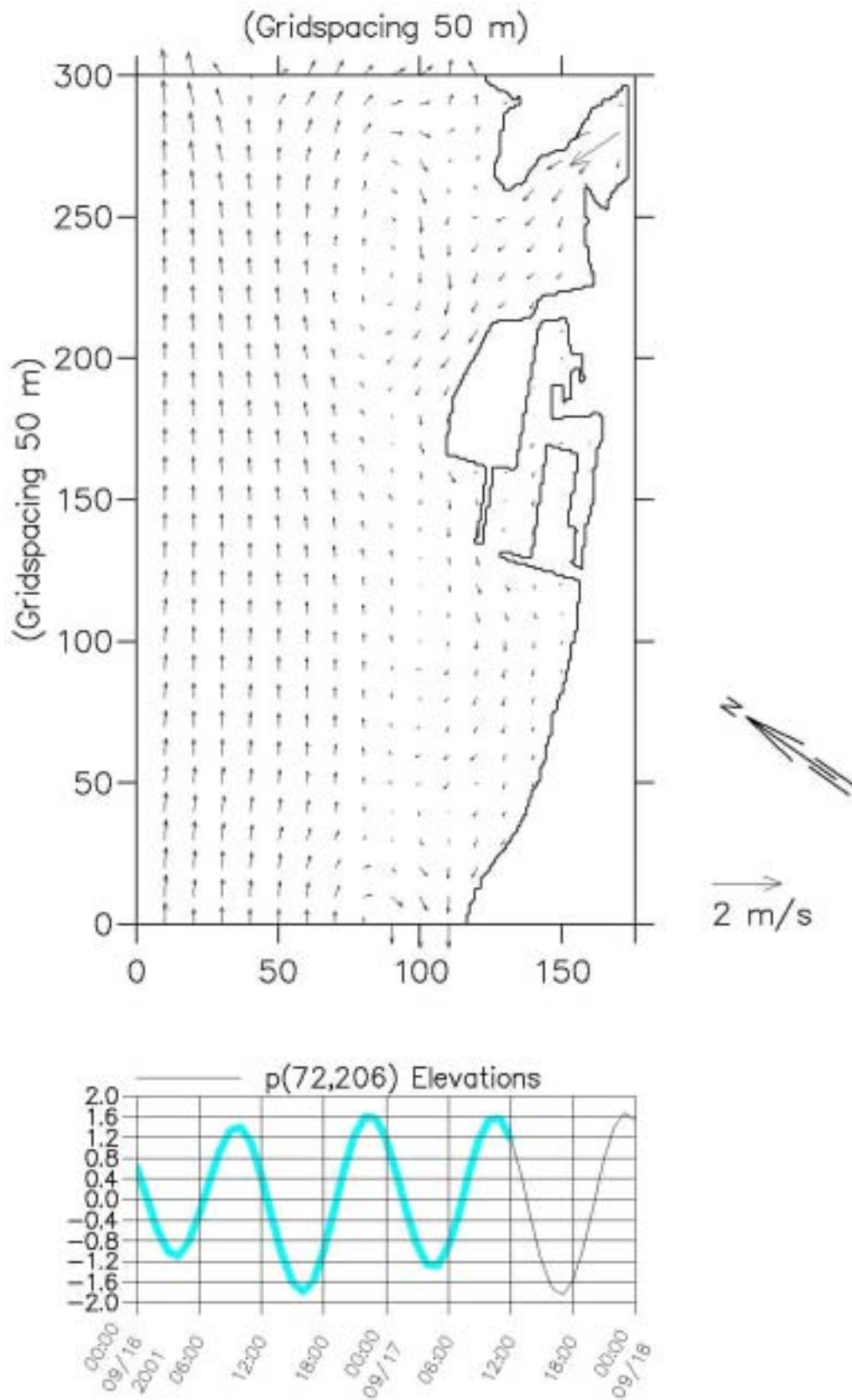


圖 5.42 M3 2001/ 09/ 17 12:00 納莉颱風流場模擬結果(第二期工程完工)

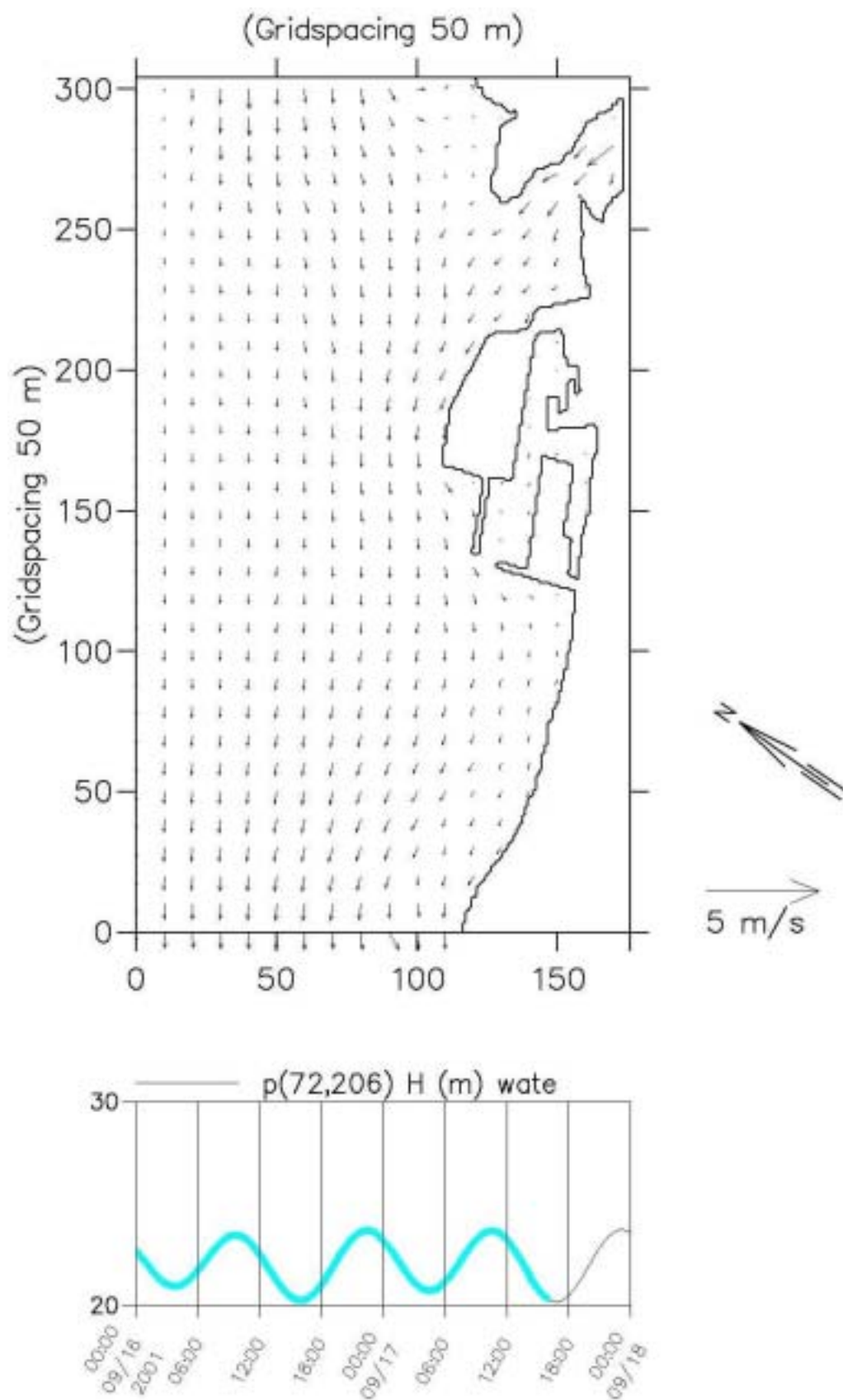


圖 5.43 M3 2001/ 09/ 17 16:00 納莉颱風流場模擬結果(第二期工程完工)

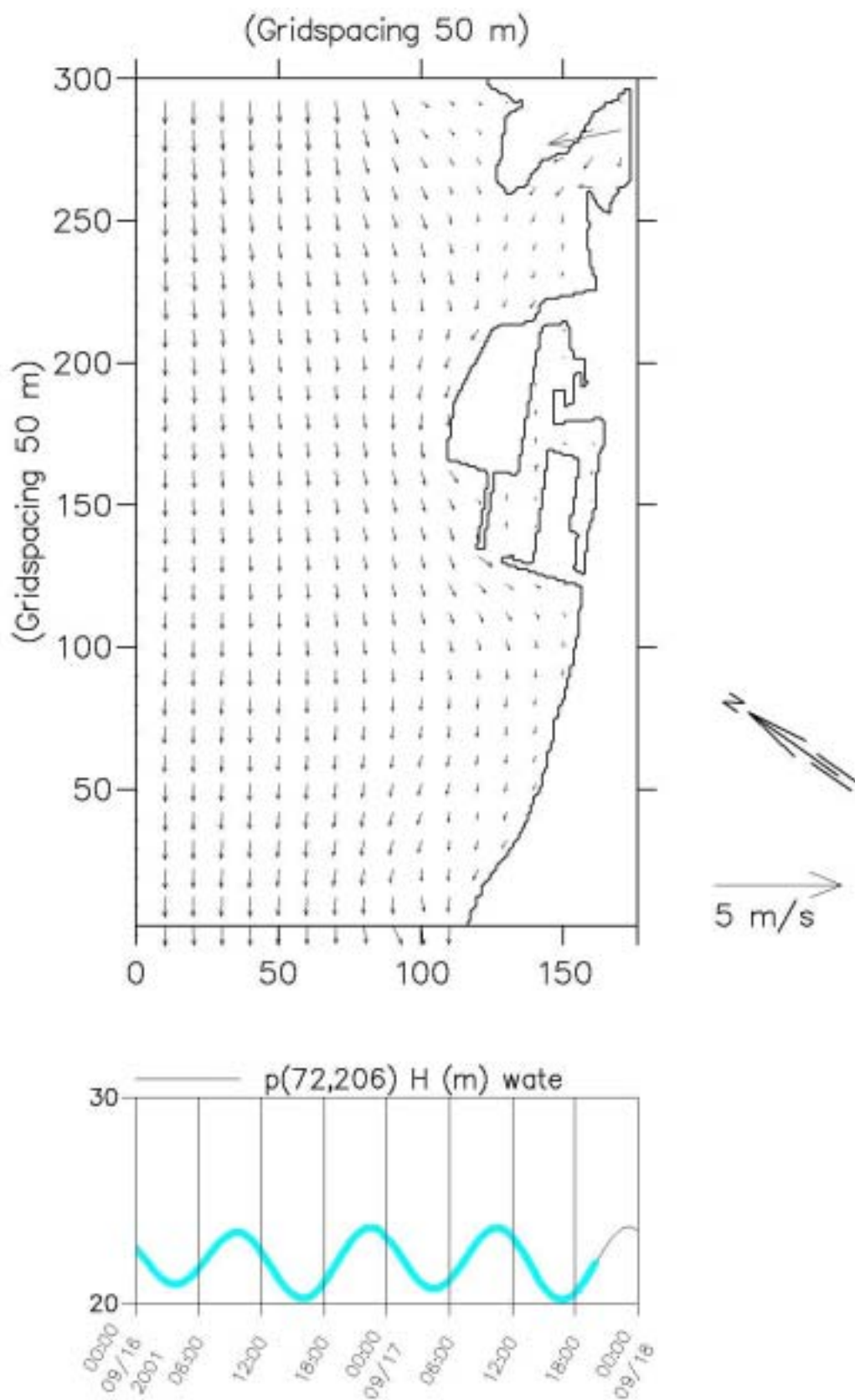


圖 5.44 M3 2001/ 09/ 17 20:00 納莉颱風流場模擬結果(第二期工程完工)

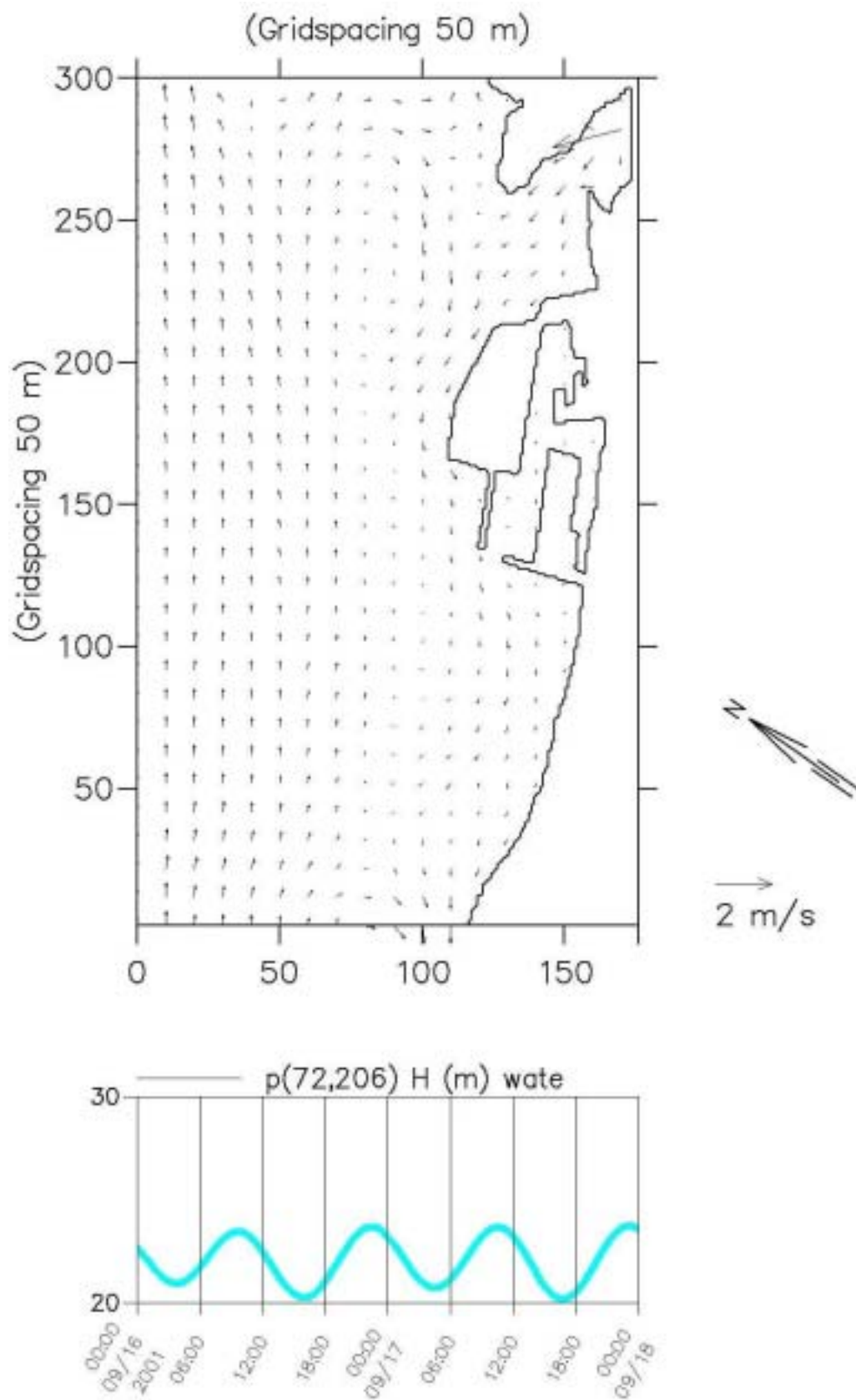


圖 5.45 M3 2001/ 09/ 18 00:00 納莉颱風流場模擬結果(第二期工程完工)

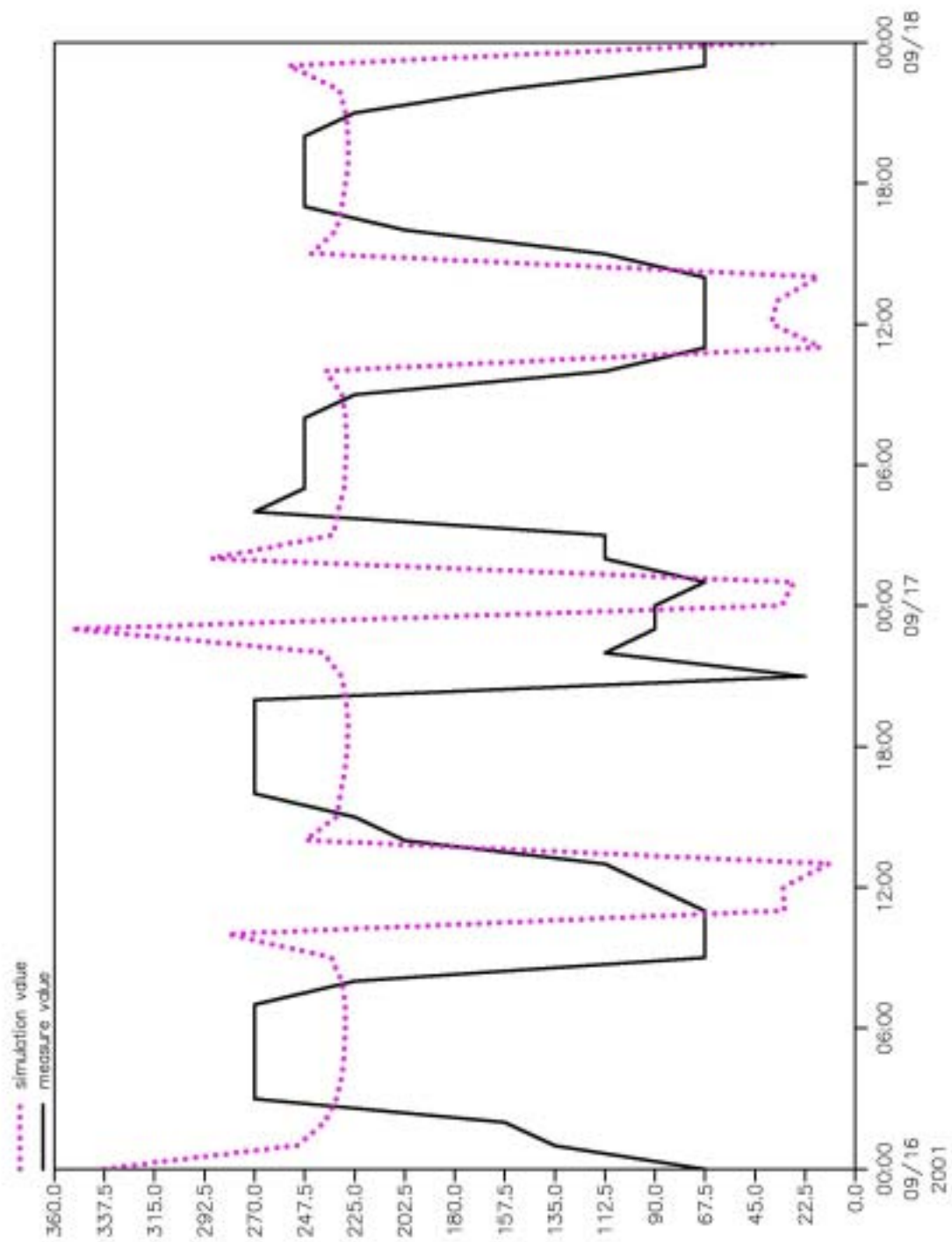


圖 5.46 M3 納莉颱風台北港附近海域流向與測站比較圖(第二期工程完工)

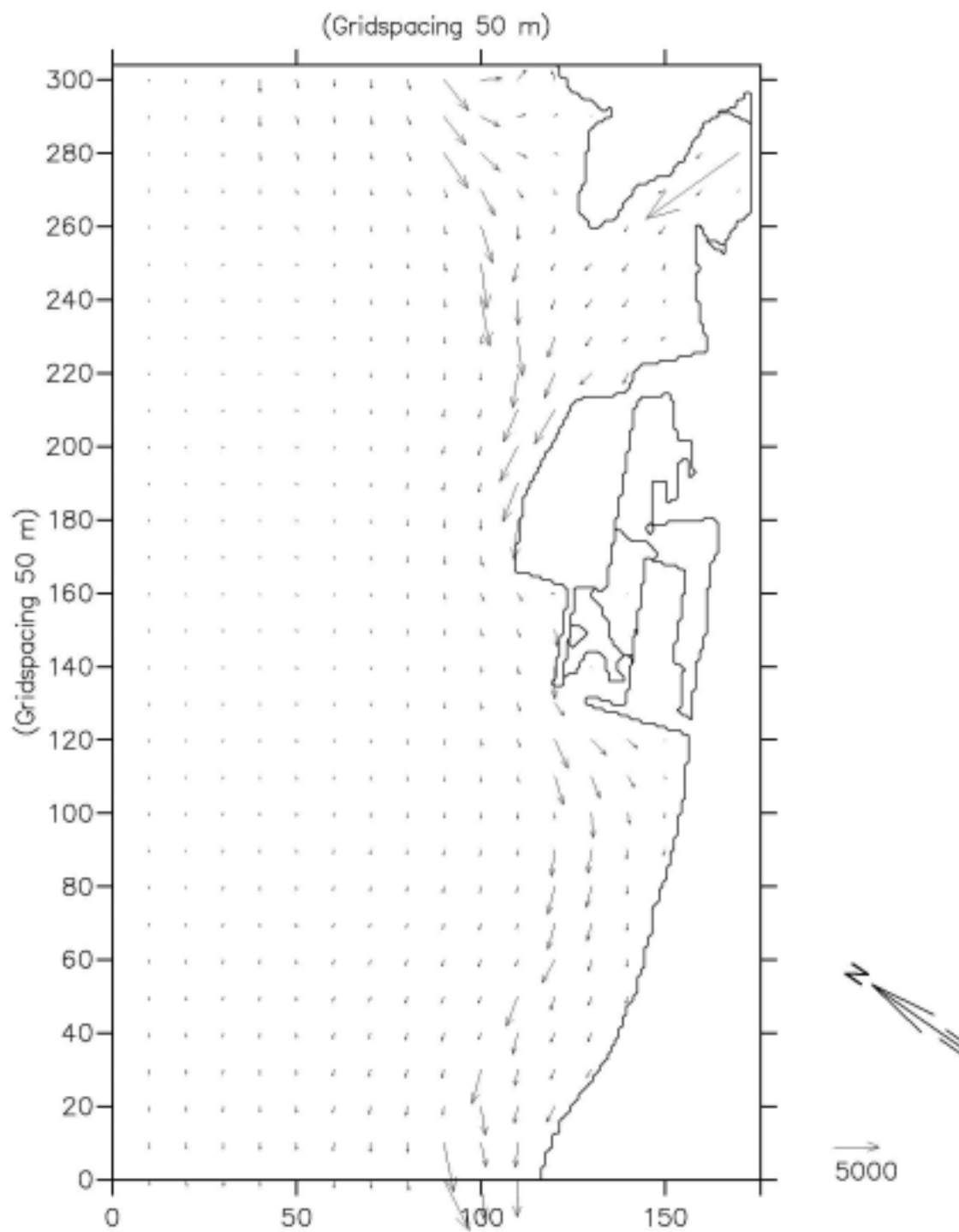


圖 5.47 M3 納莉颱風漂砂傳輸向量示意圖(第二期工程完工)

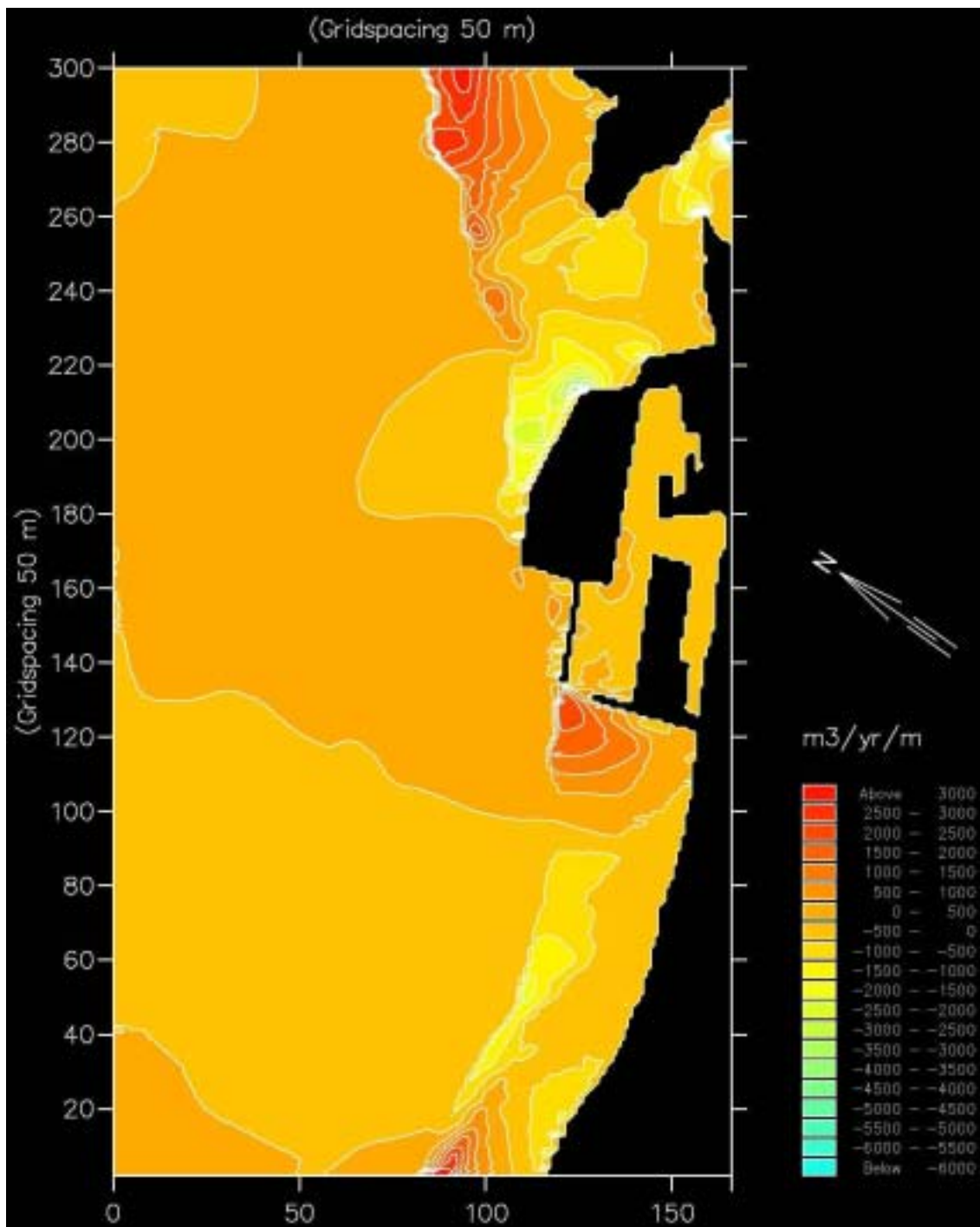


圖 5.48 M3 納莉颱風 X 方向漂砂傳輸累積圖(第二期工程完工)

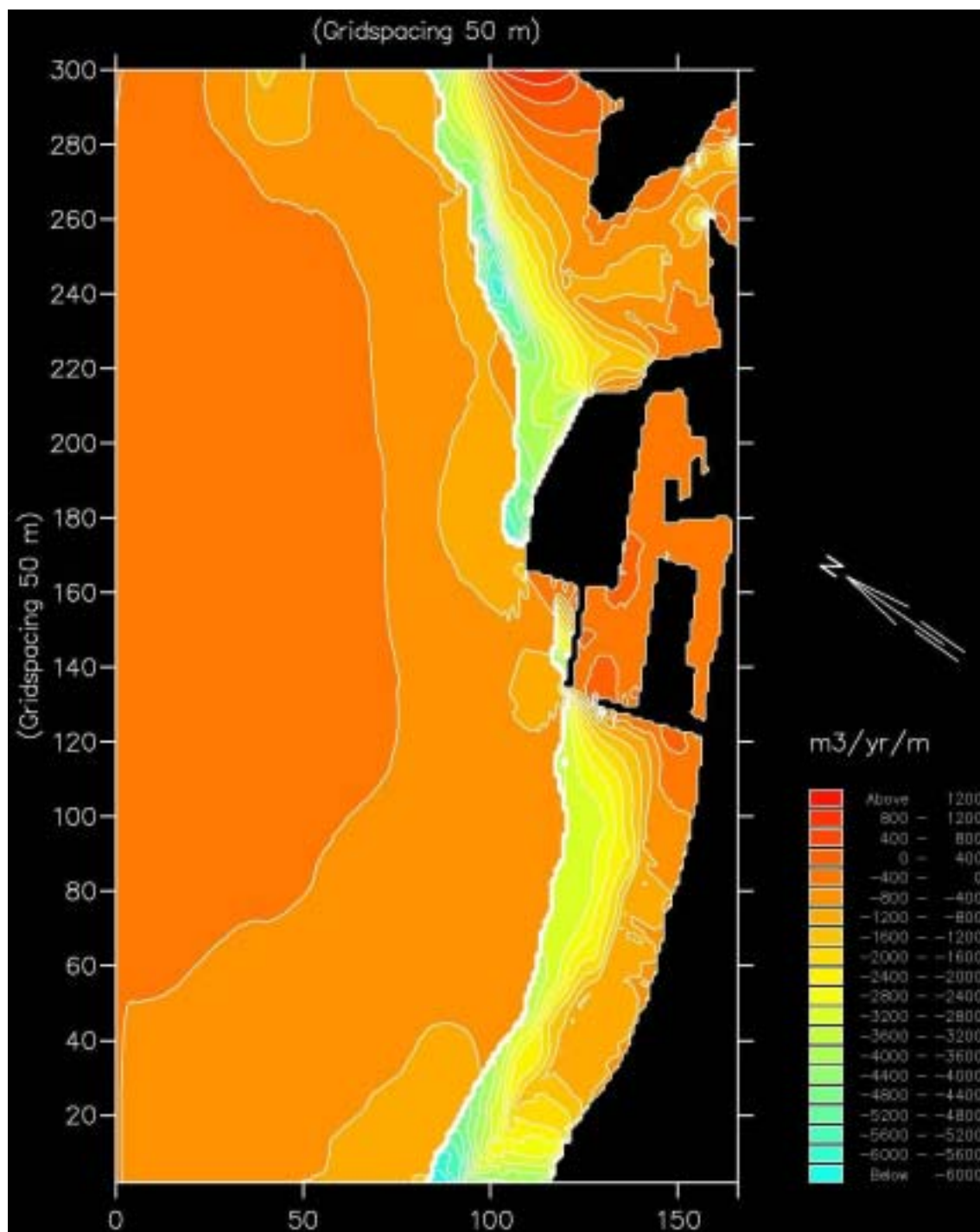


圖 5.49 M3 納莉颱風 Y 方向漂砂傳輸累積圖(第二期工程完工)

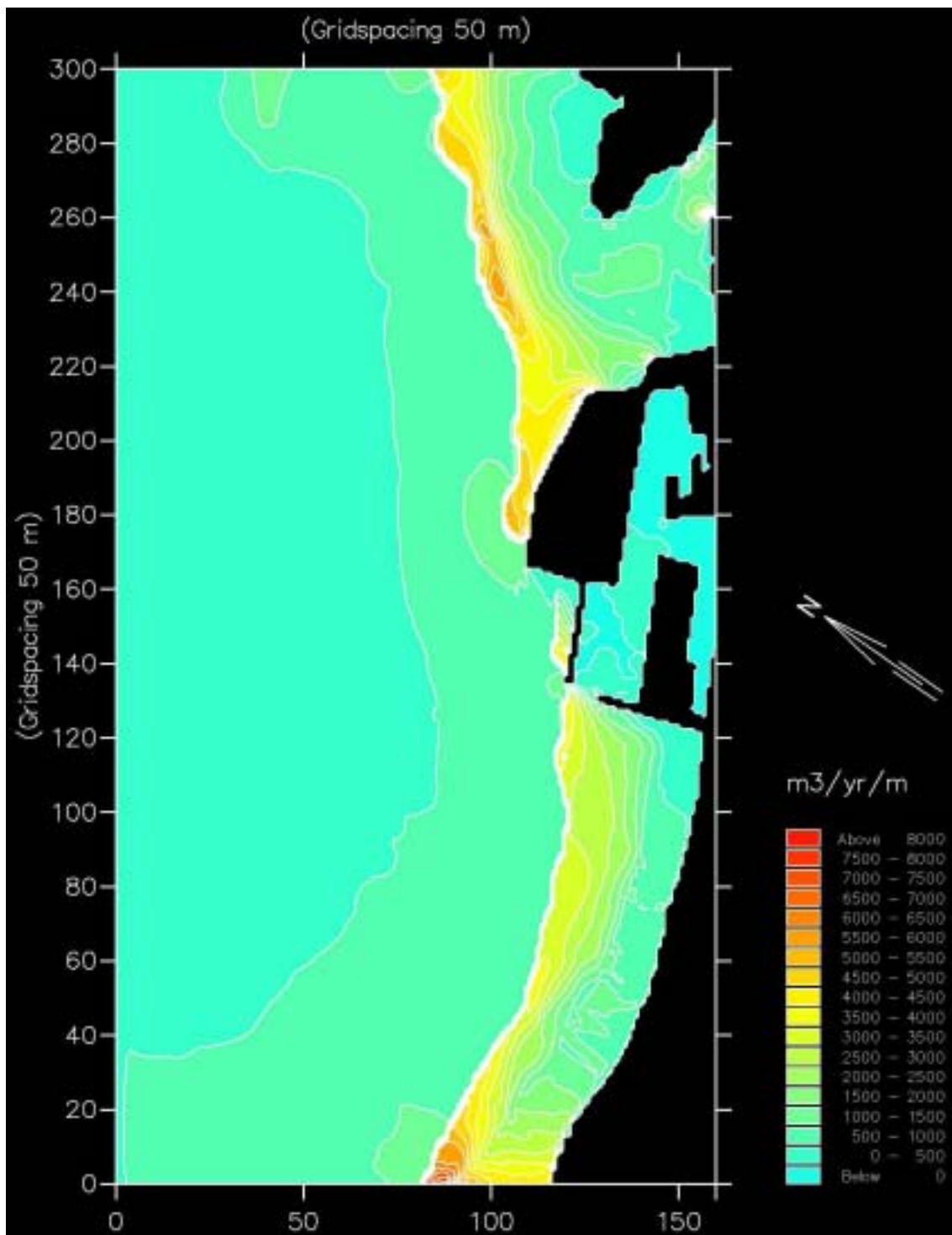


圖 5.50 M3 納莉颱風漂砂傳輸累積圖(第二期工程完工)

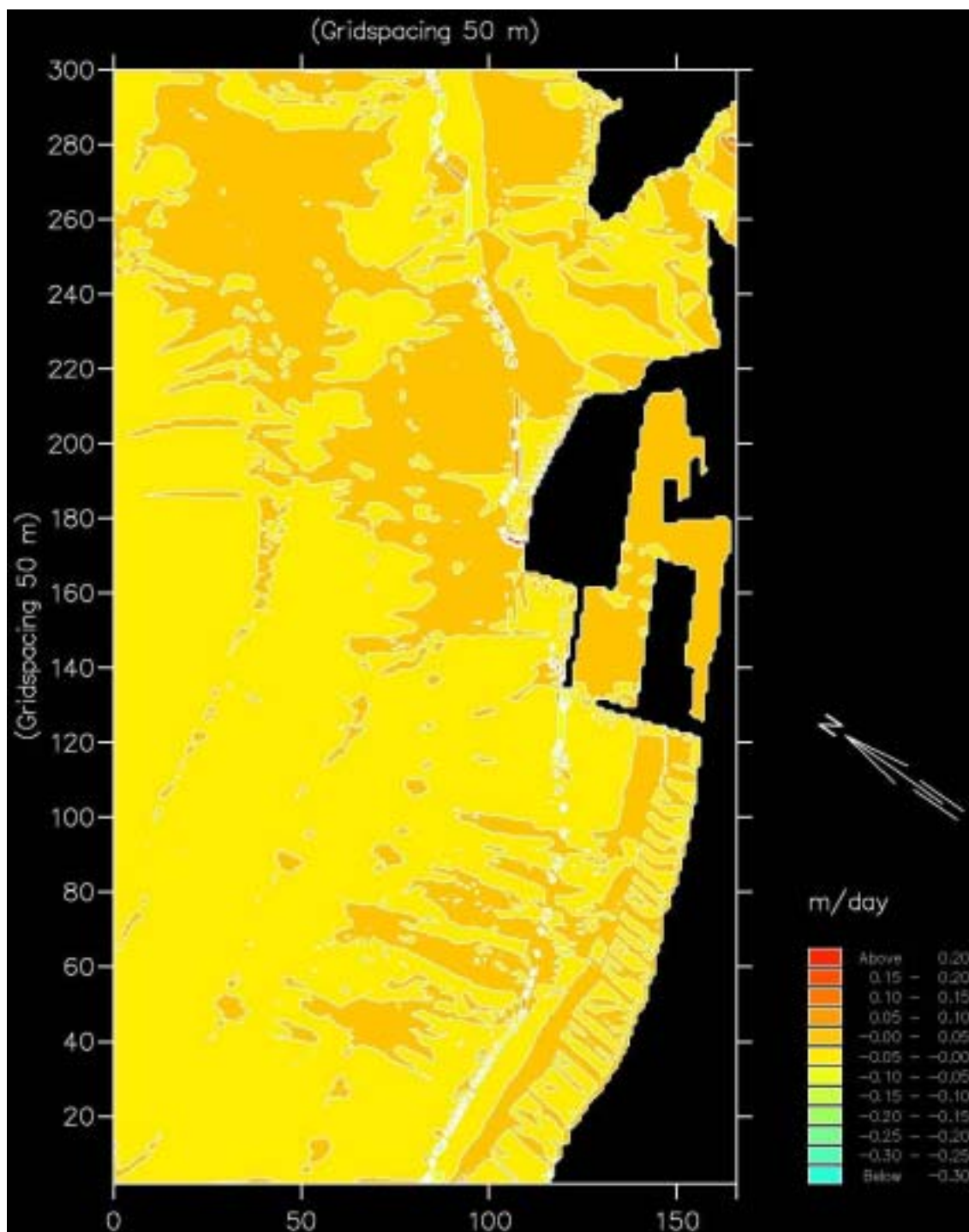


圖 5.51 M3 納莉颱風 $\frac{dz}{dt}$ 漂砂傳輸累積圖(第二期工程完工)

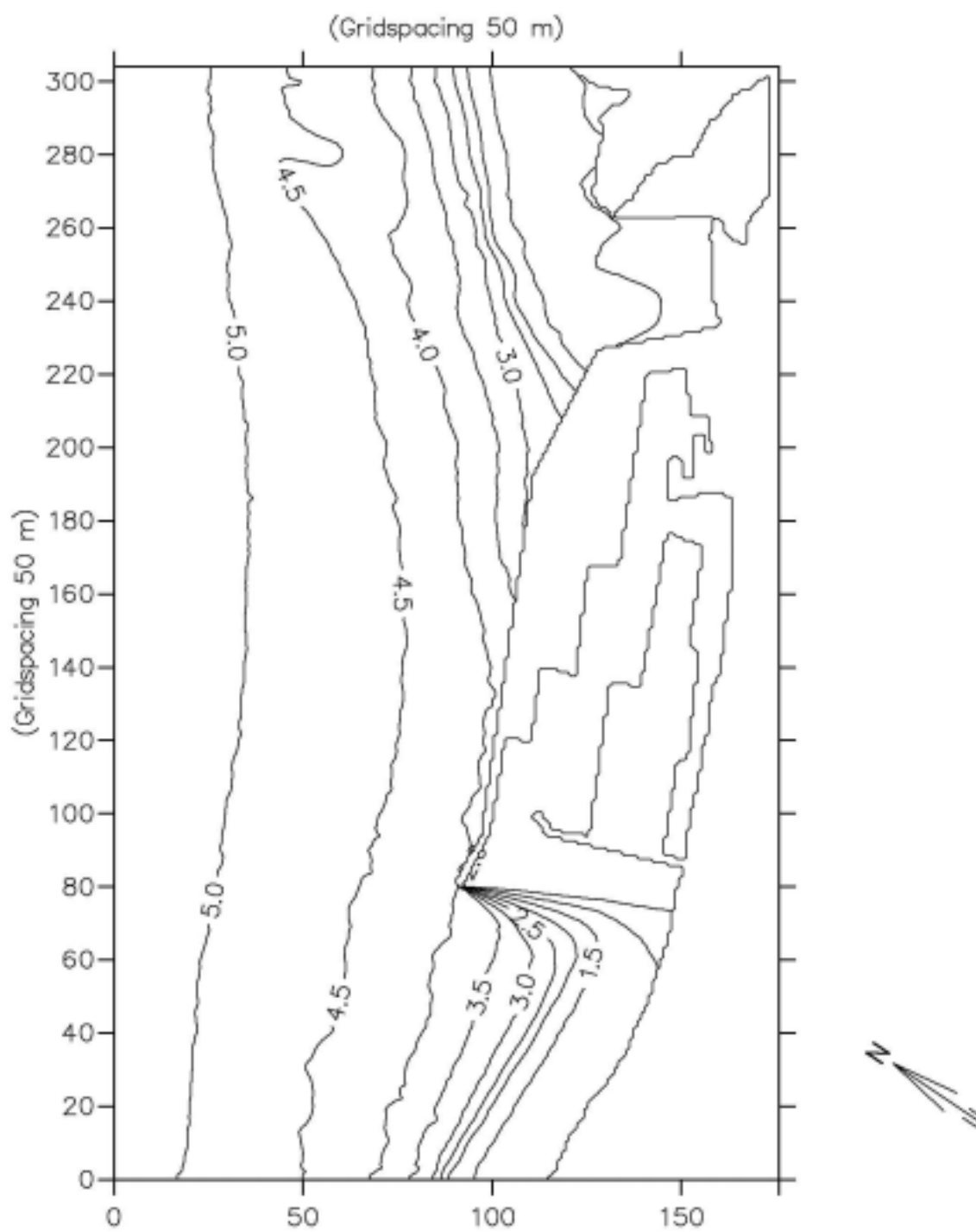


圖 5.52 M3 納莉颱風台北港附近海域波高分佈圖(第三期工程完工)

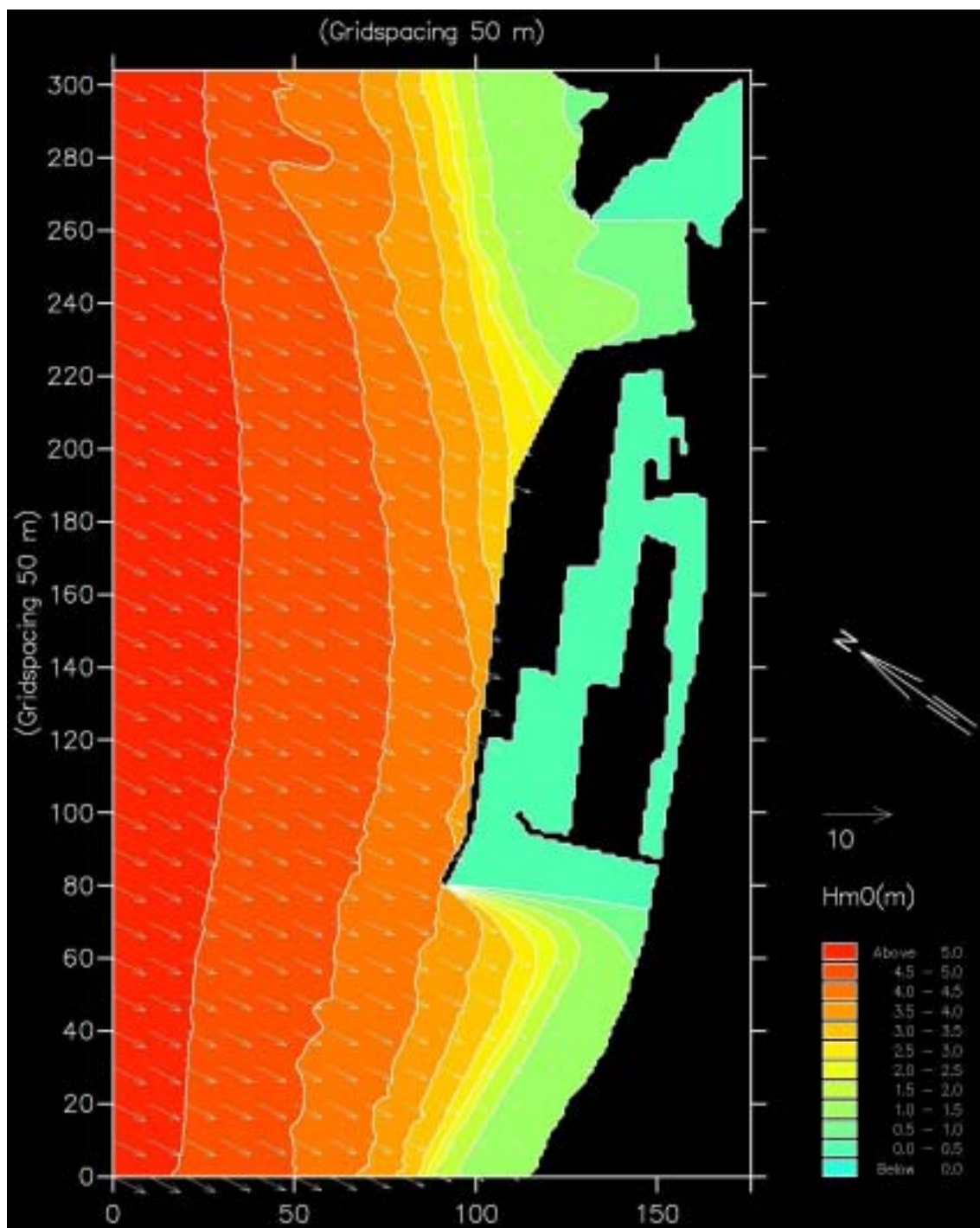


圖 5.53 M3 納莉颱風台北港附近海域波場向量分佈圖(第三期工程完工)

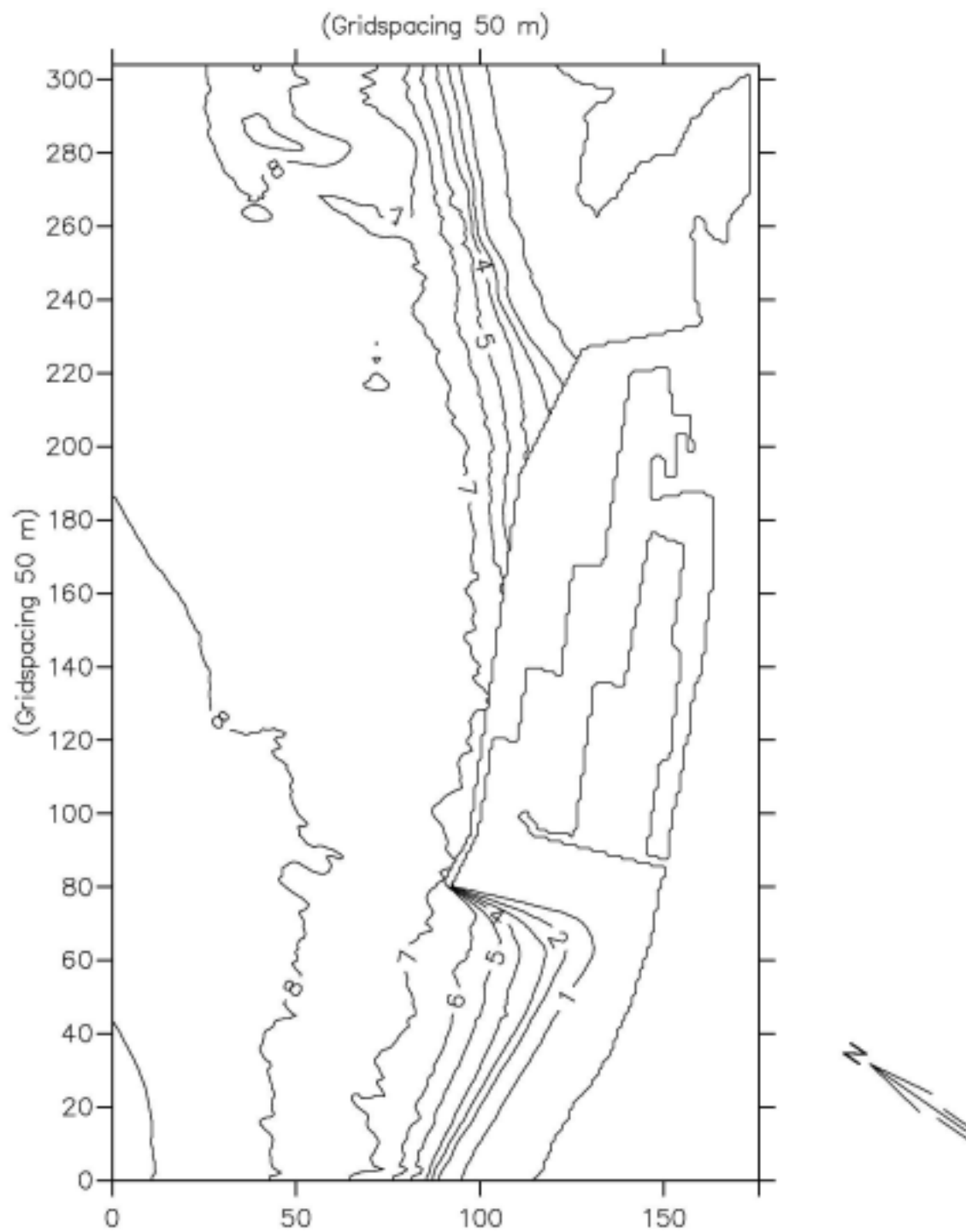


圖 5.54 M3 納莉颱風台北港附近海域輻射應力 S_{xx} 分佈圖(第三期工程完工)

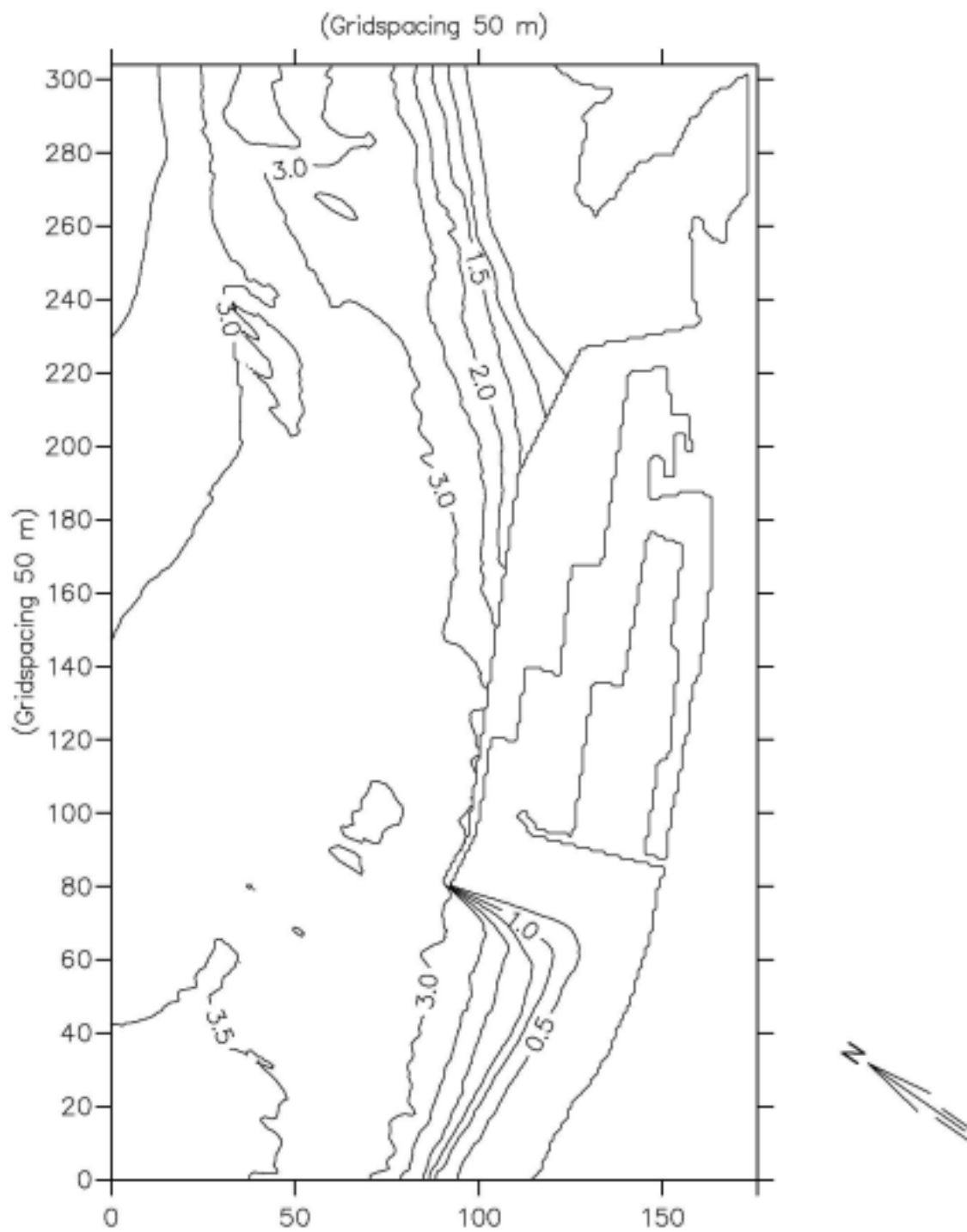


圖 5.55 M3 納莉颱風台北港附近海域輻射應力 S_{yy} 分佈圖
(第三期工程完工)

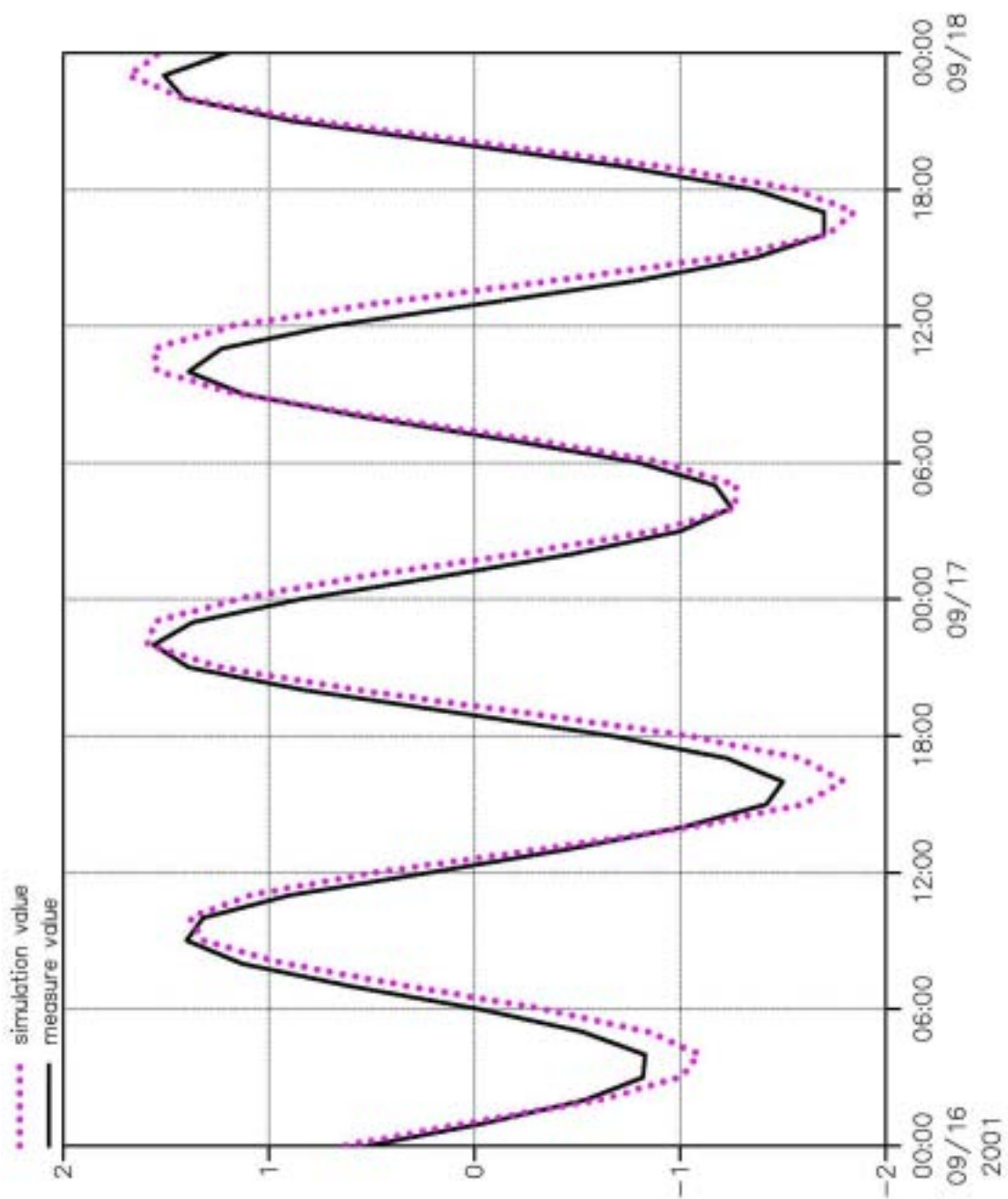


圖 5.56 M3 納莉颱風 P(72, 206)水位與台北港測站實測比較圖
(第三期工程完工)

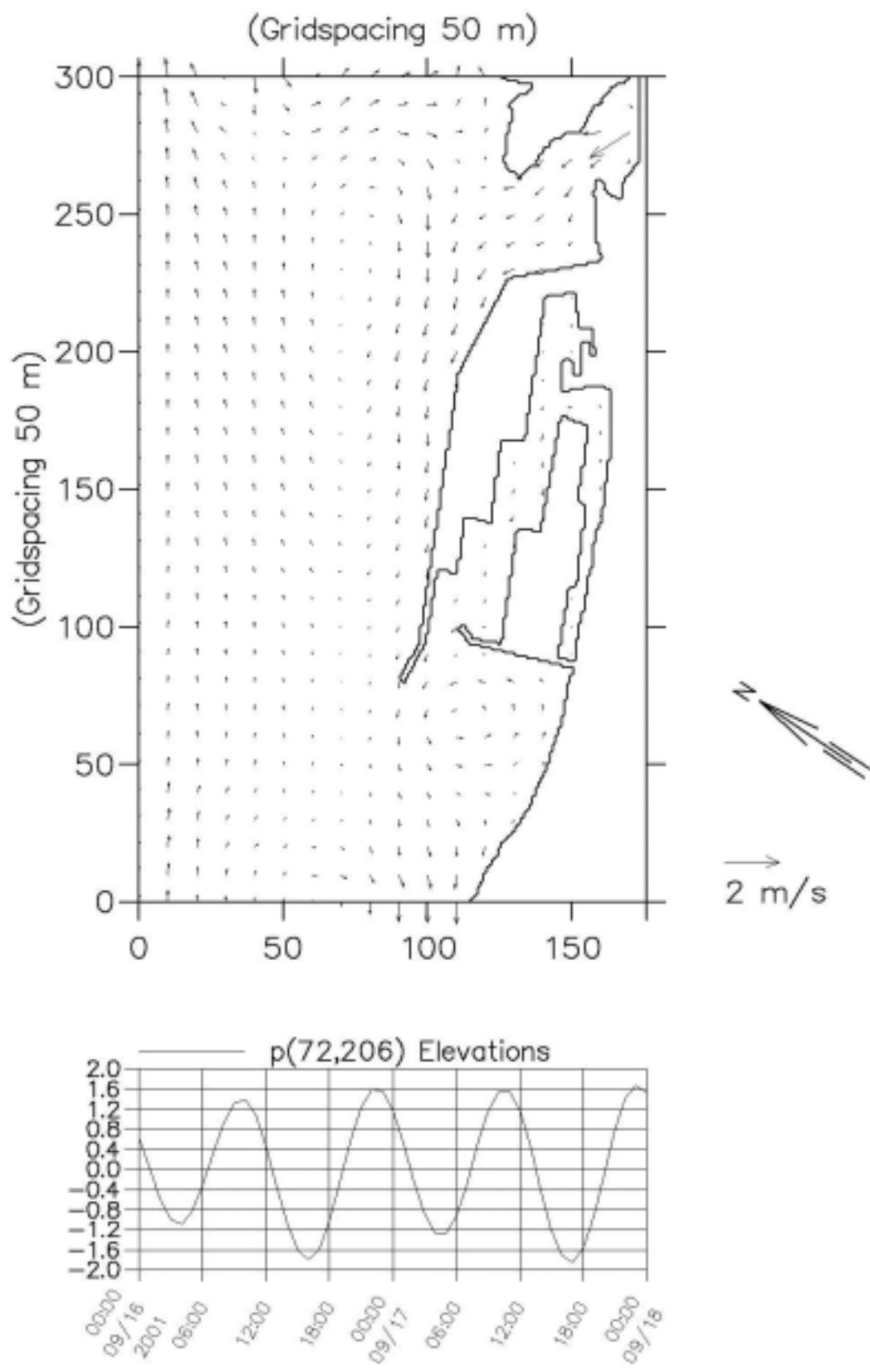


圖 5.57 M3 2001/ 09/ 16 00:00 納莉颱風流場模擬結果
(第三期工程完工)

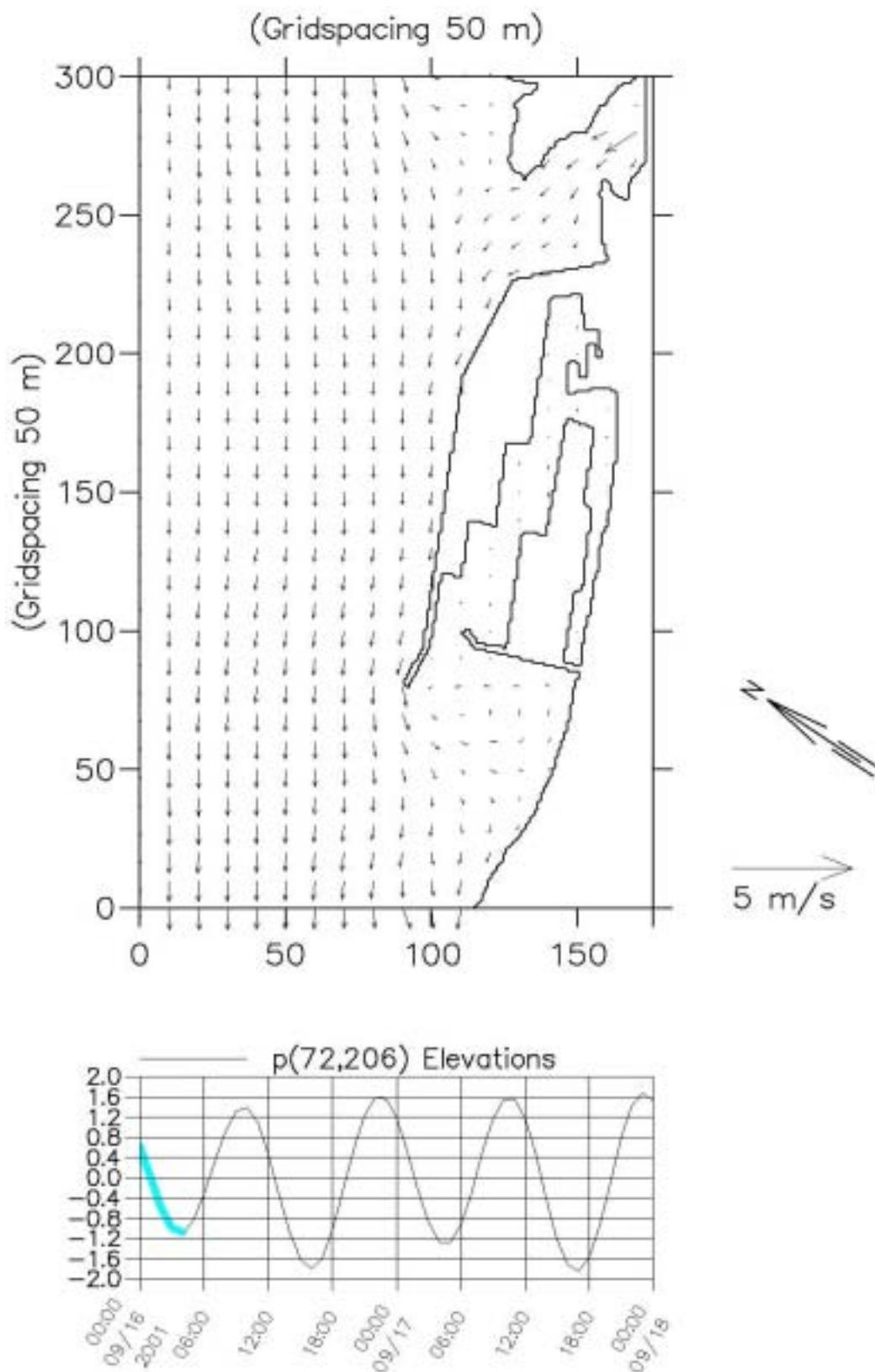


圖 5.58 M3 2001/ 09/ 16 04:00 納莉颱風流場模擬結果
(第三期工程完工)

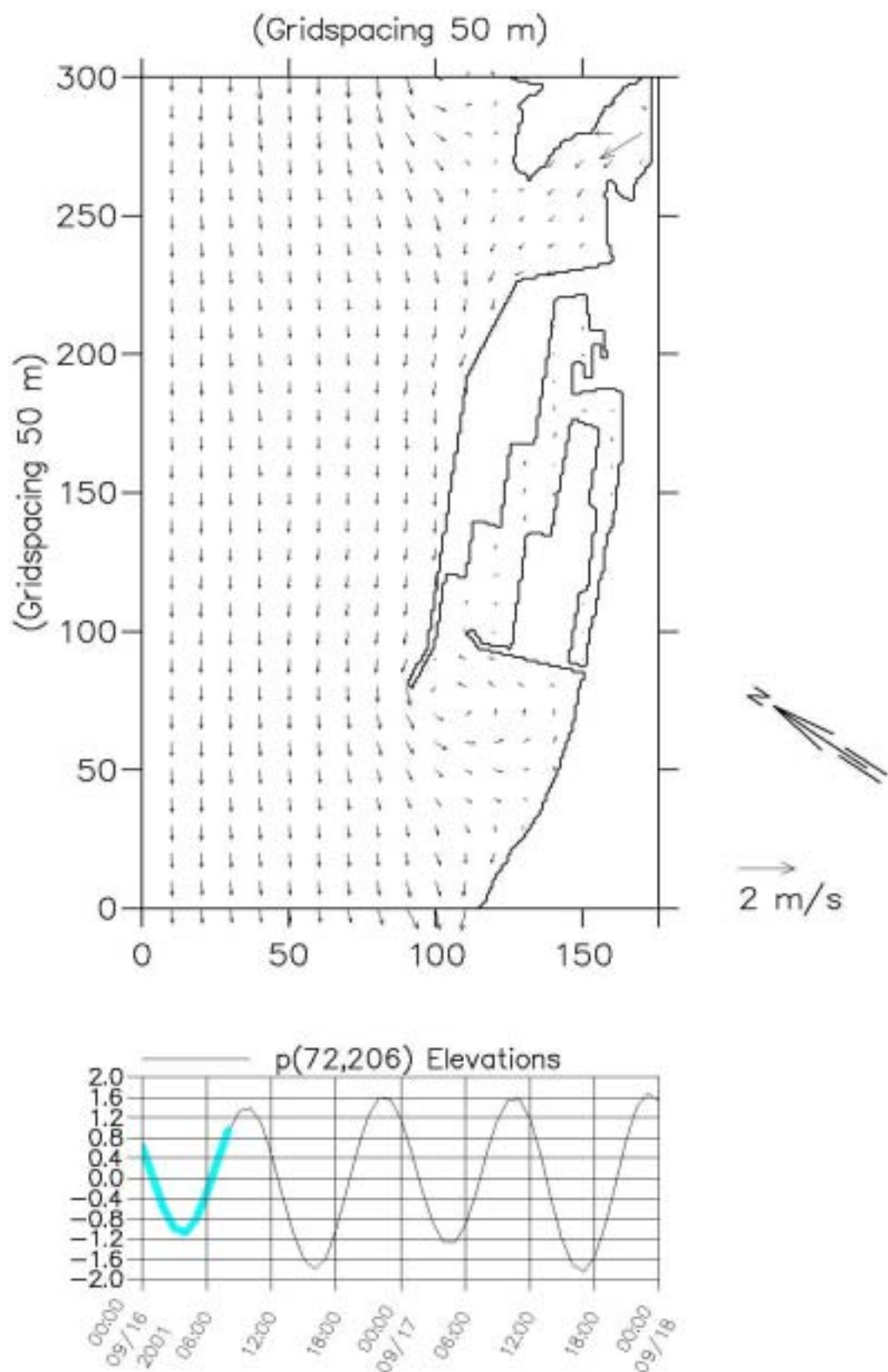


圖 5.59 M3 2001/ 09/ 16 08:00 納莉颱風流場模擬結果
(第三期工程完工)

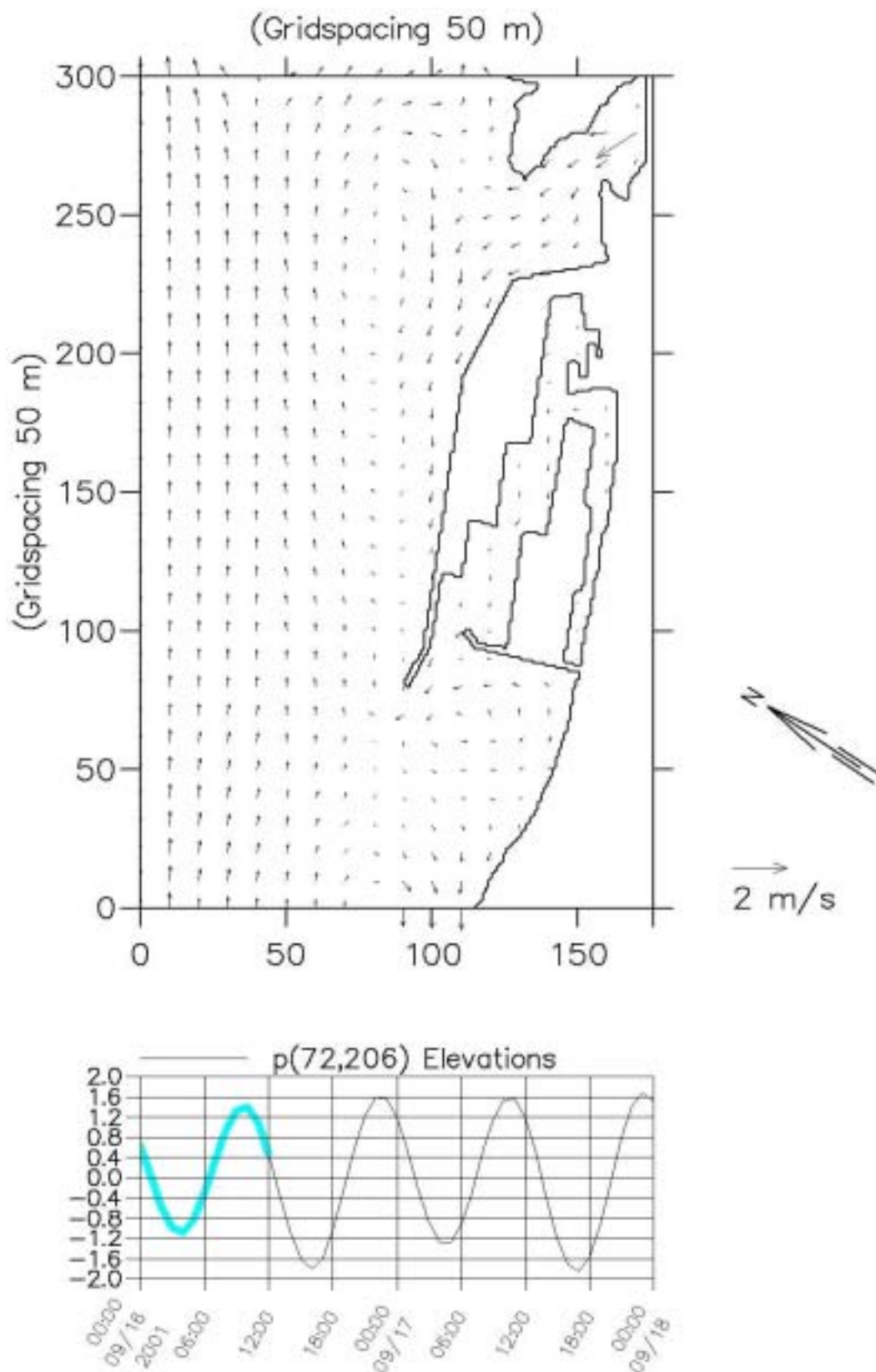


圖 5.60 M3 2001/ 09/ 16 12:00 納莉颱風流場模擬結果
(第三期工程完工)

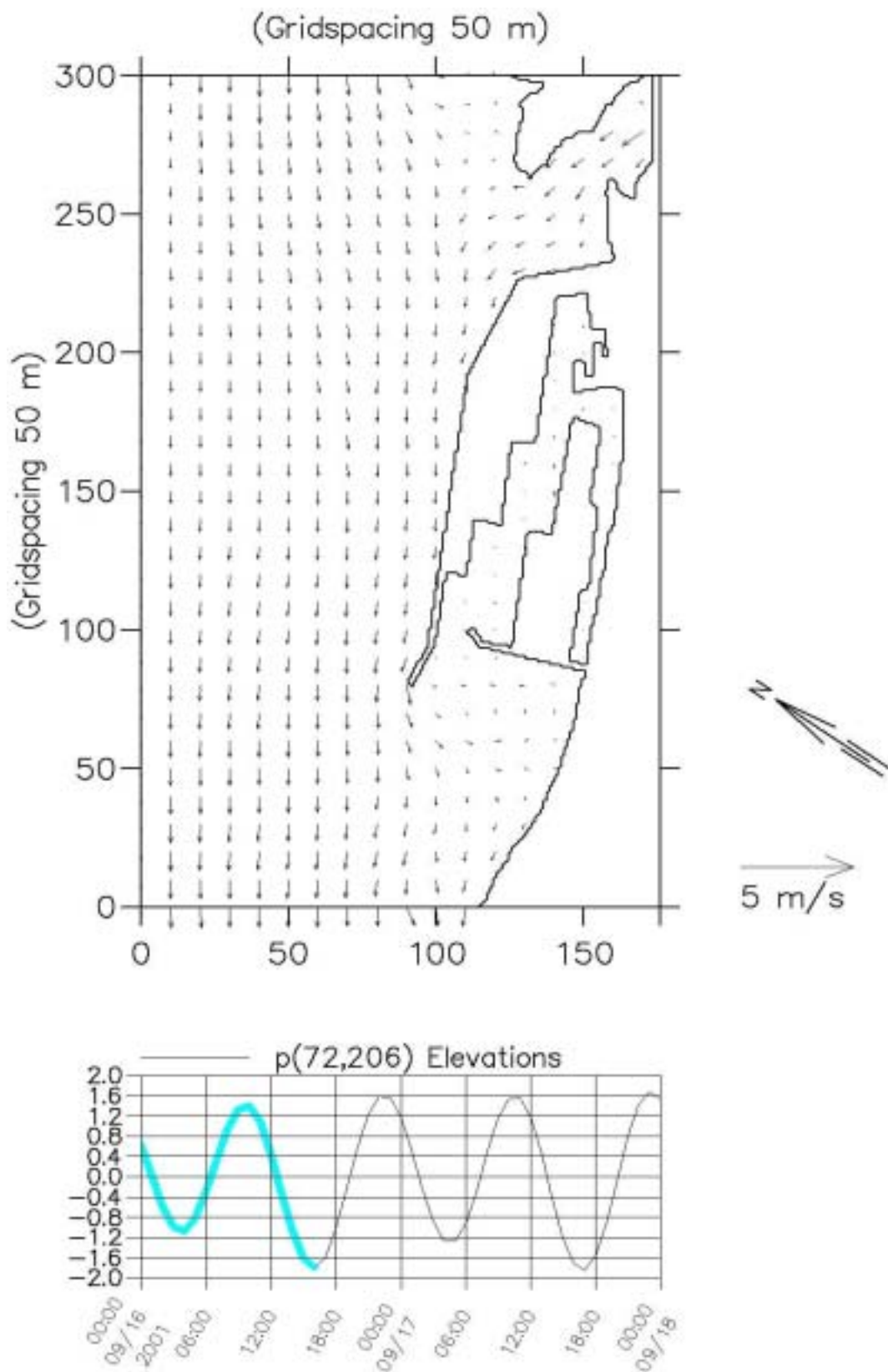


圖 5.61 M3 2001/ 09/ 16 16:00 納莉颱風流場模擬結果
(第三期工程完工)

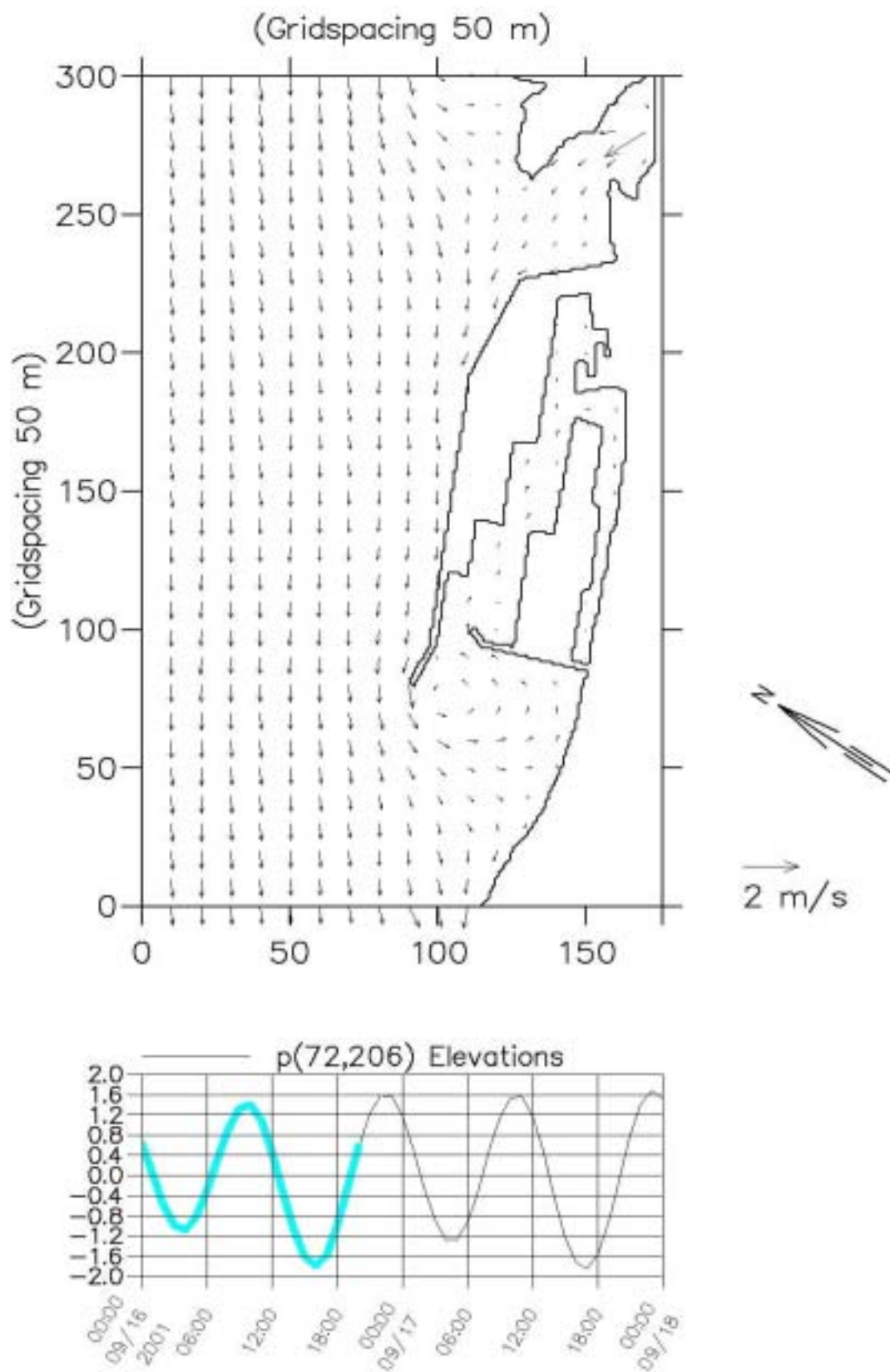


圖 5.62 M3 2001/ 09/ 16 20:00 納莉颱風流場模擬結果
(第三期工程完工)

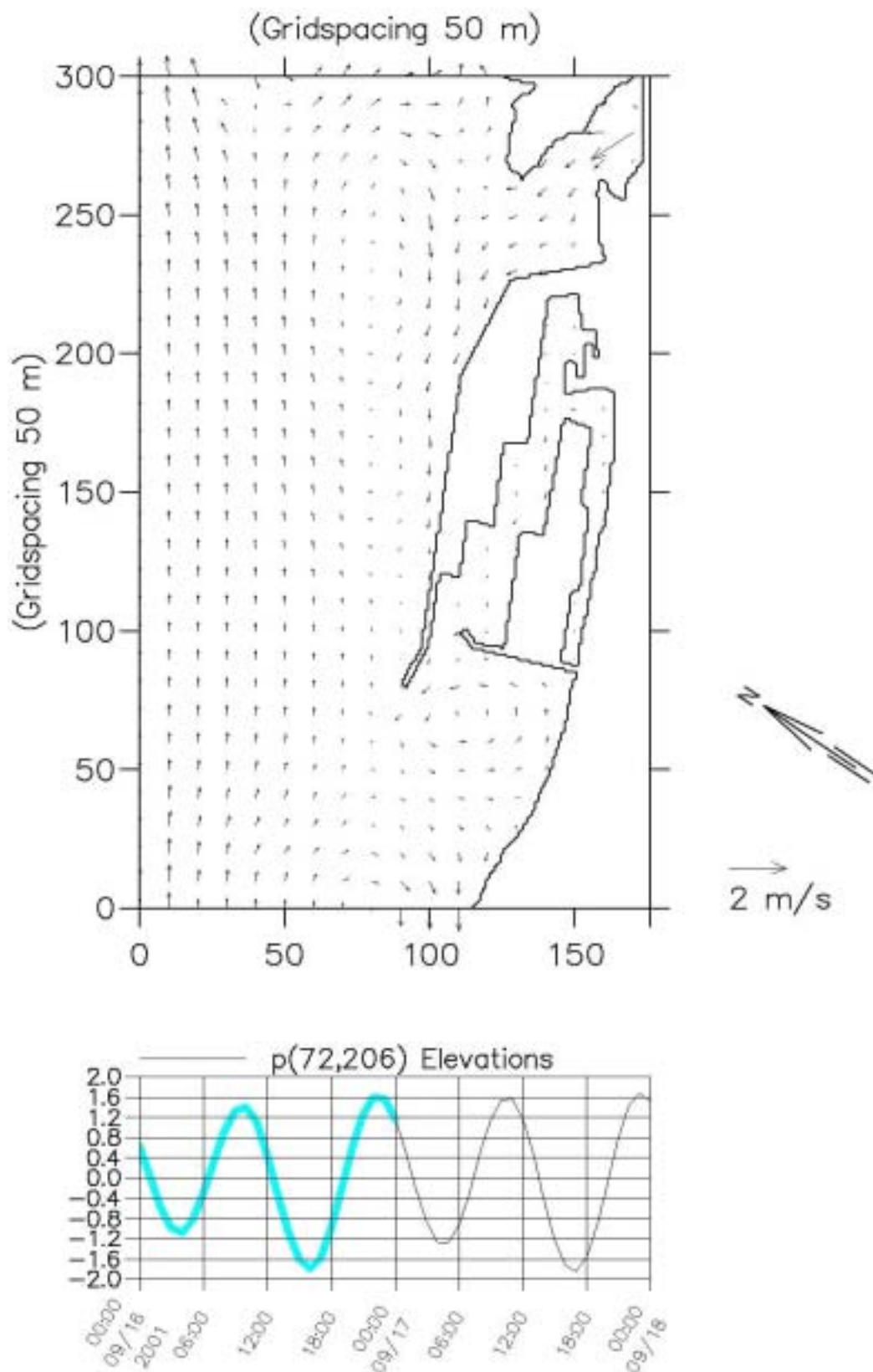


圖 5.63 M3 2001/ 09/ 17 00:00 納莉颱風流場模擬結果
(第三期工程完工)

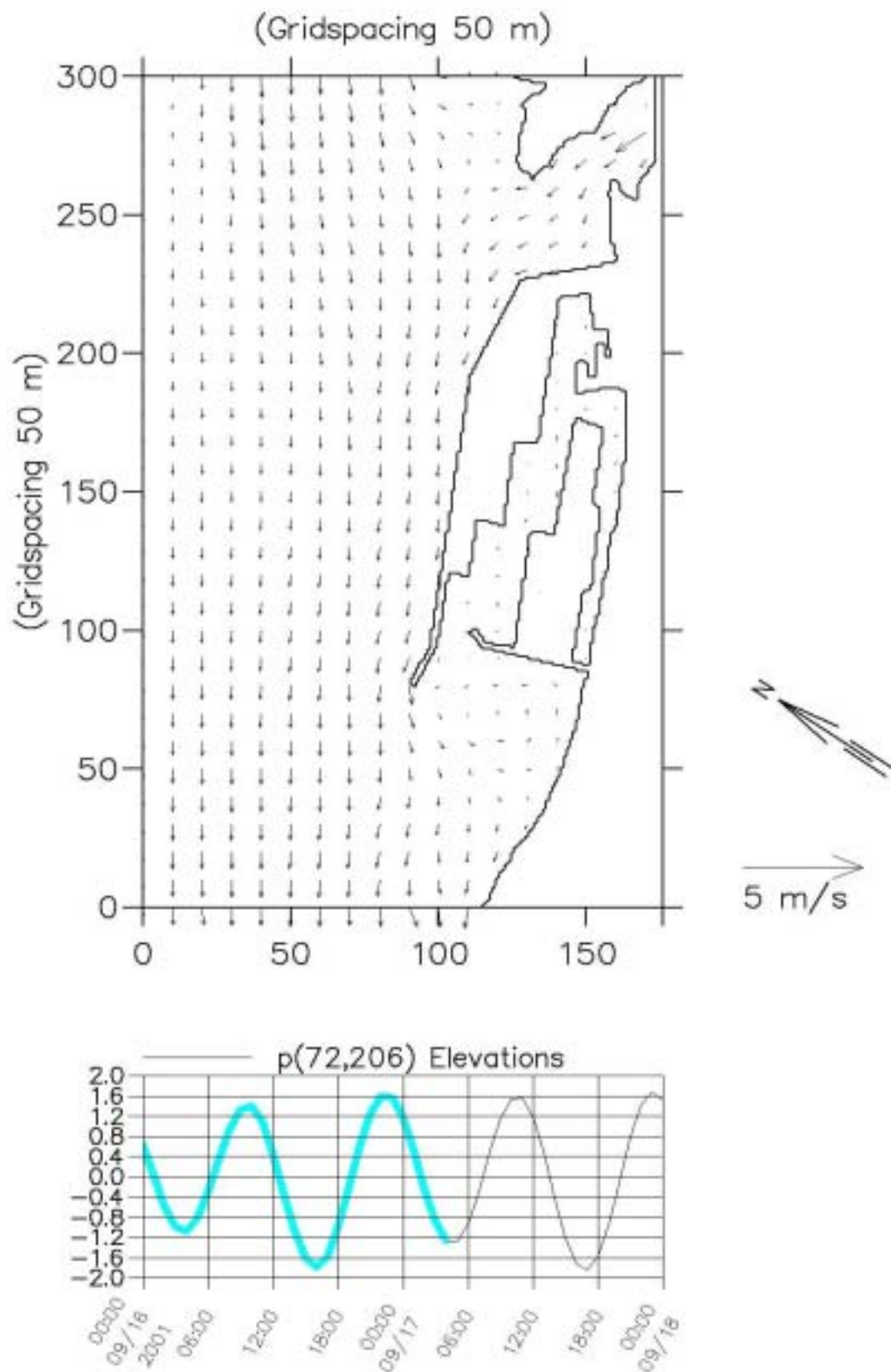


圖 5.64 M3 2001/ 09/ 17 04:00 納莉颱風流場模擬結果
(第三期工程完工)

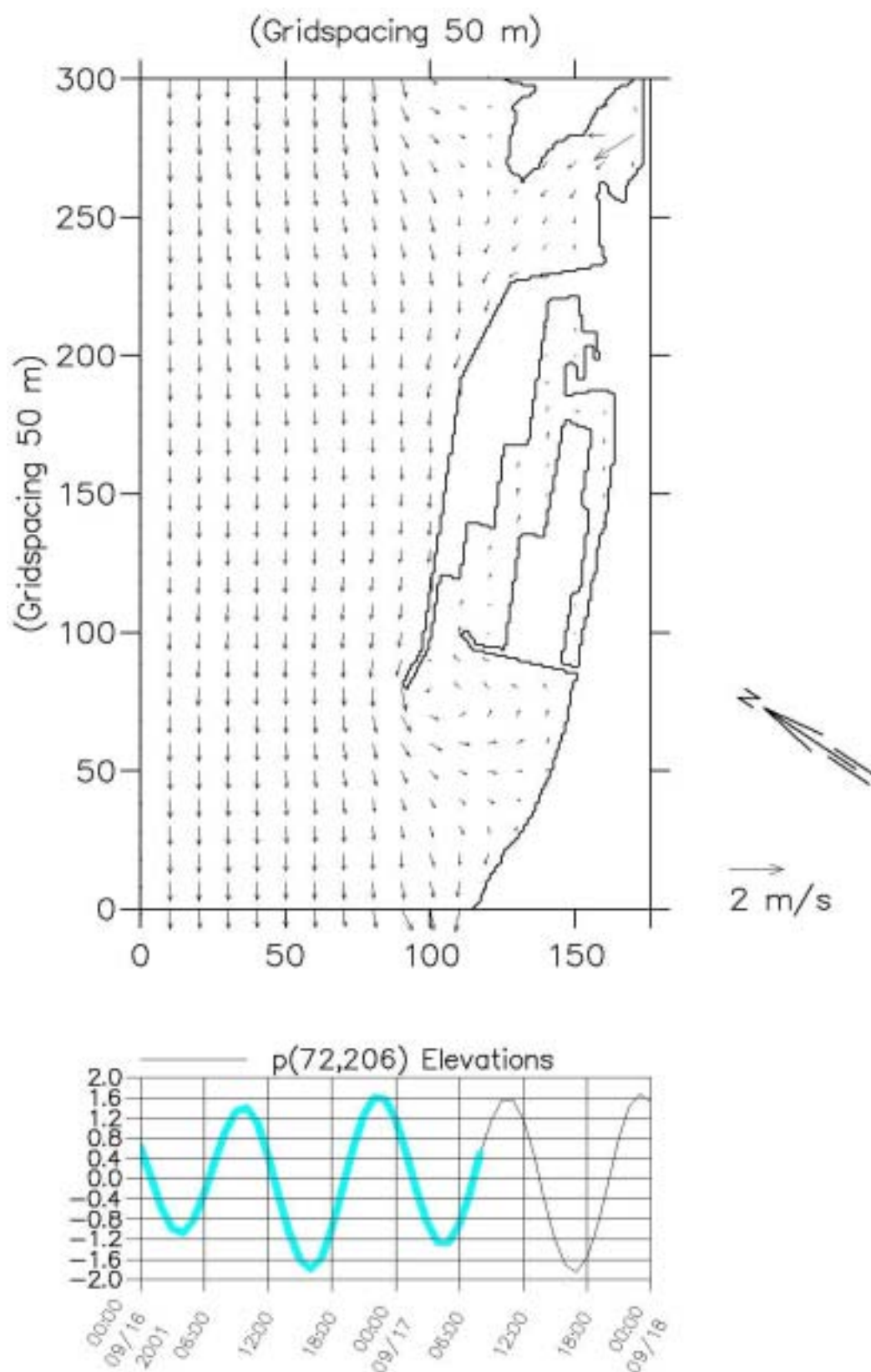


圖 5.65 M3 2001/ 09/ 17 08:00 納莉颱風流場模擬結果
(第三期工程完工)

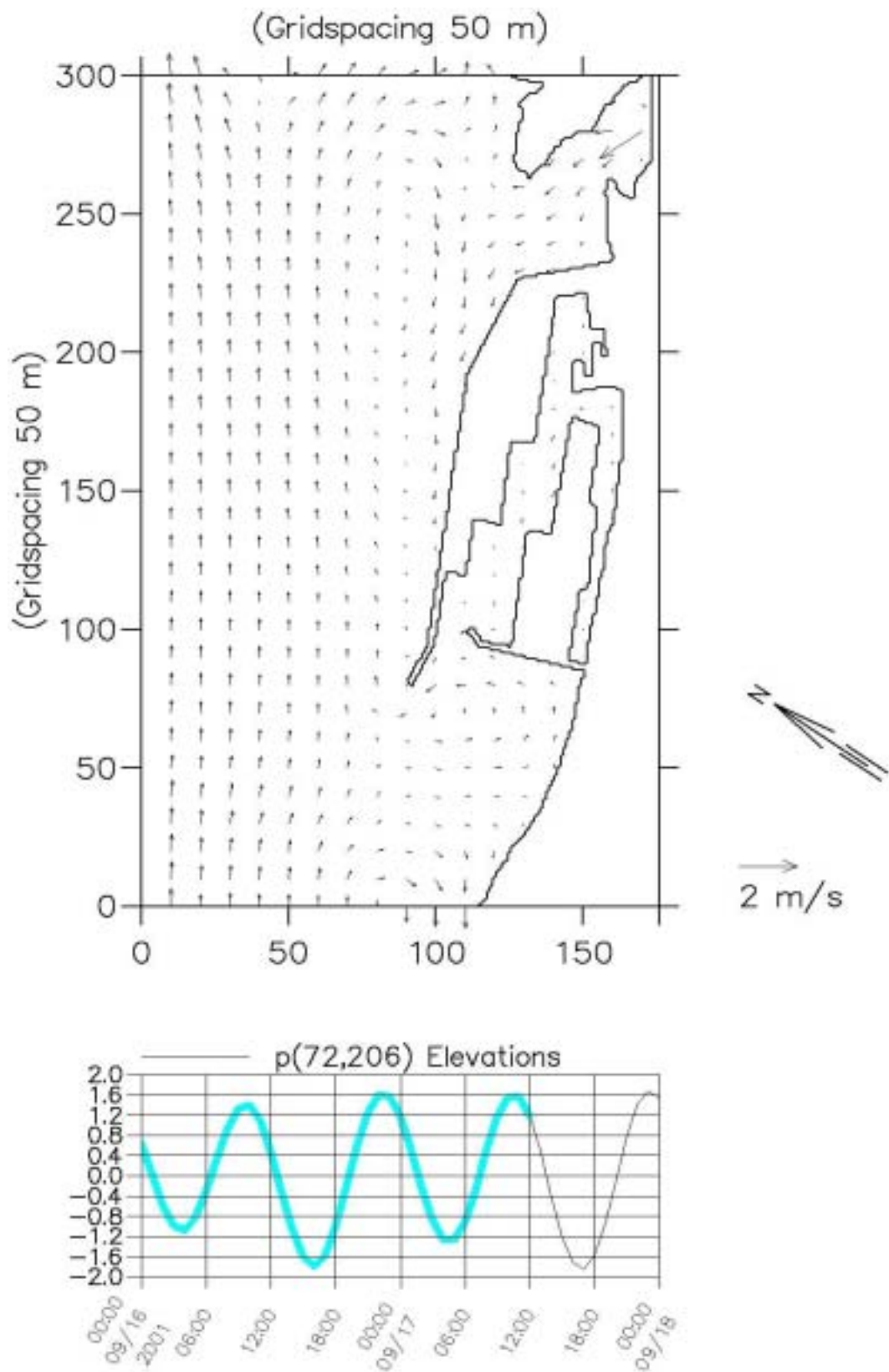


圖 5.66 M3 2001/ 09/ 17 12:00 納莉颱風流場模擬結果
(第三期工程完工)

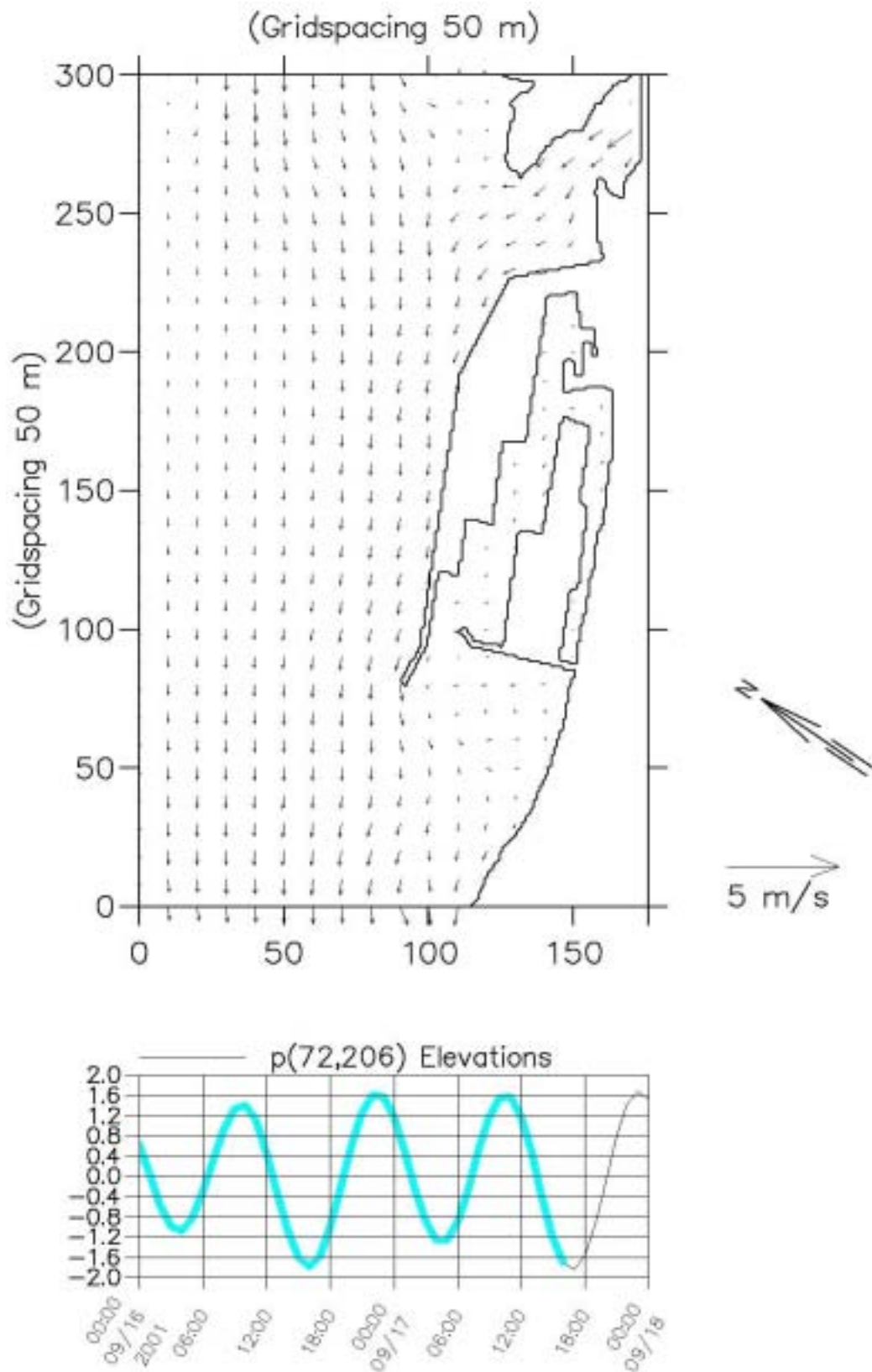


圖 5.67 M3 2001/ 09/ 17 16:00 納莉颱風流場模擬結果
(第三期工程完工)

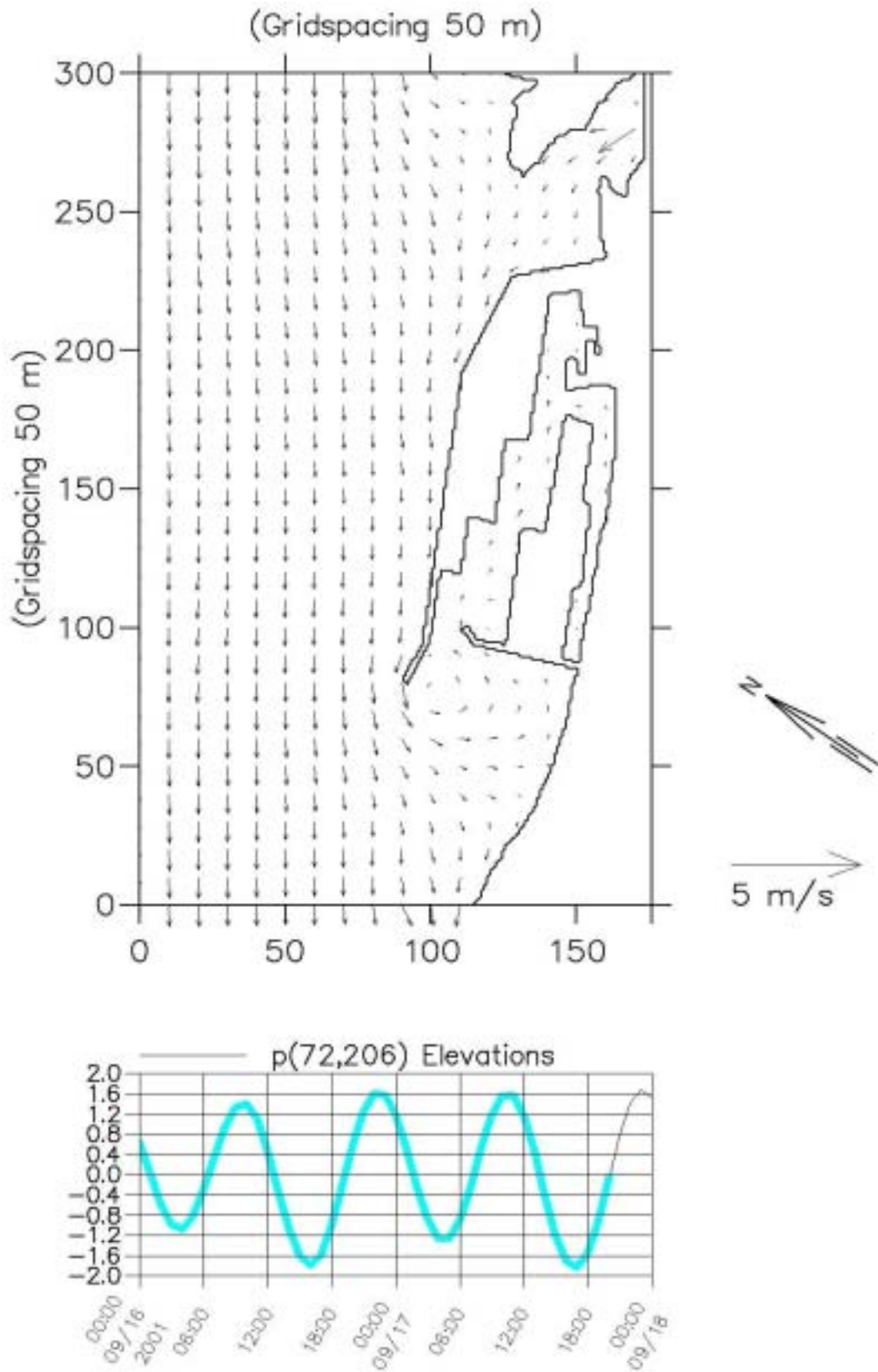


圖 5.68 M3 2001/ 09/ 17 20:00 納莉颱風流場模擬結果
(第三期工程完工)

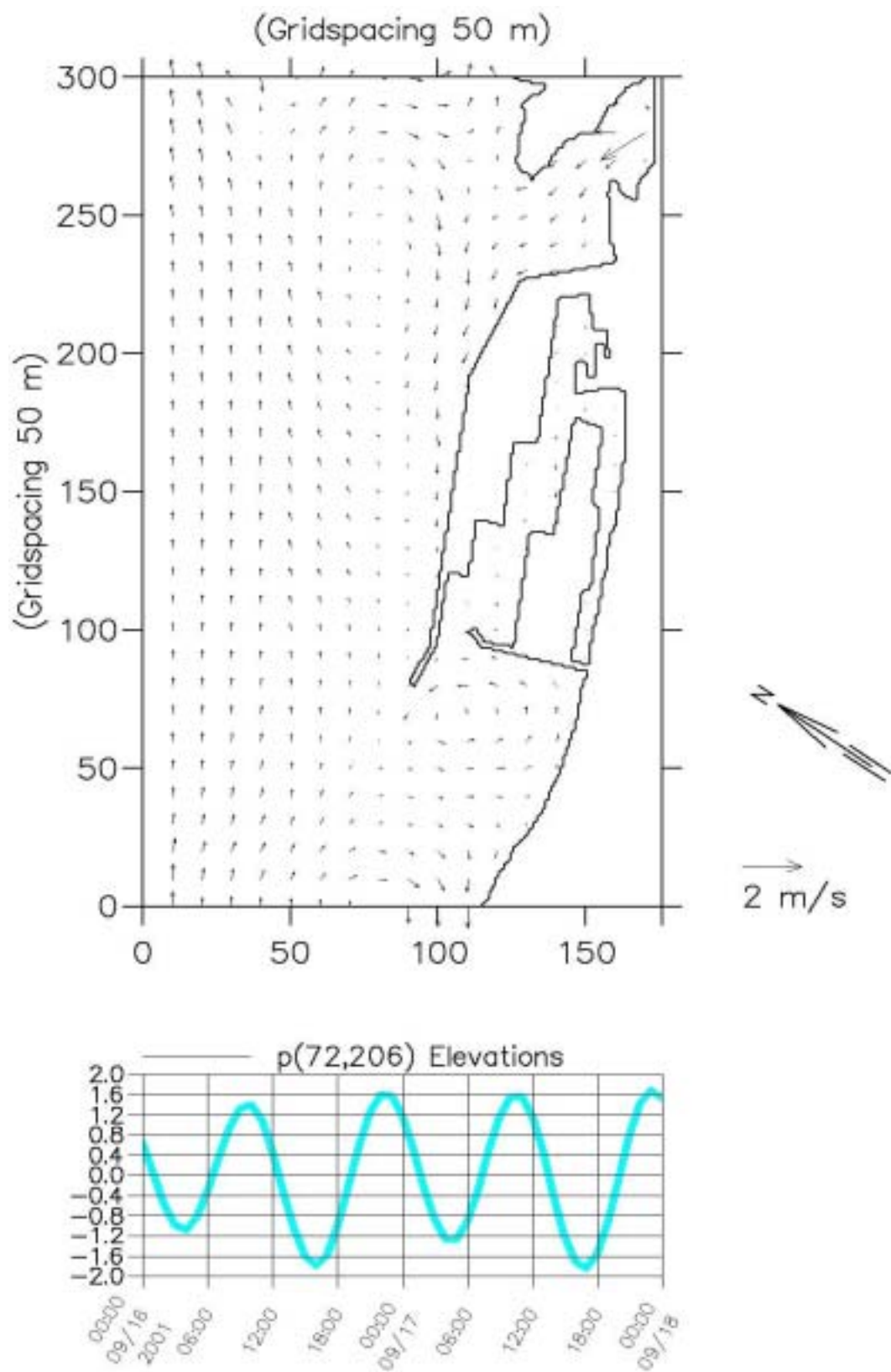


圖 5.69 M3 2001/ 09/ 18 00:00:00 納莉颱風流場模擬結果
(第三期工程完工)

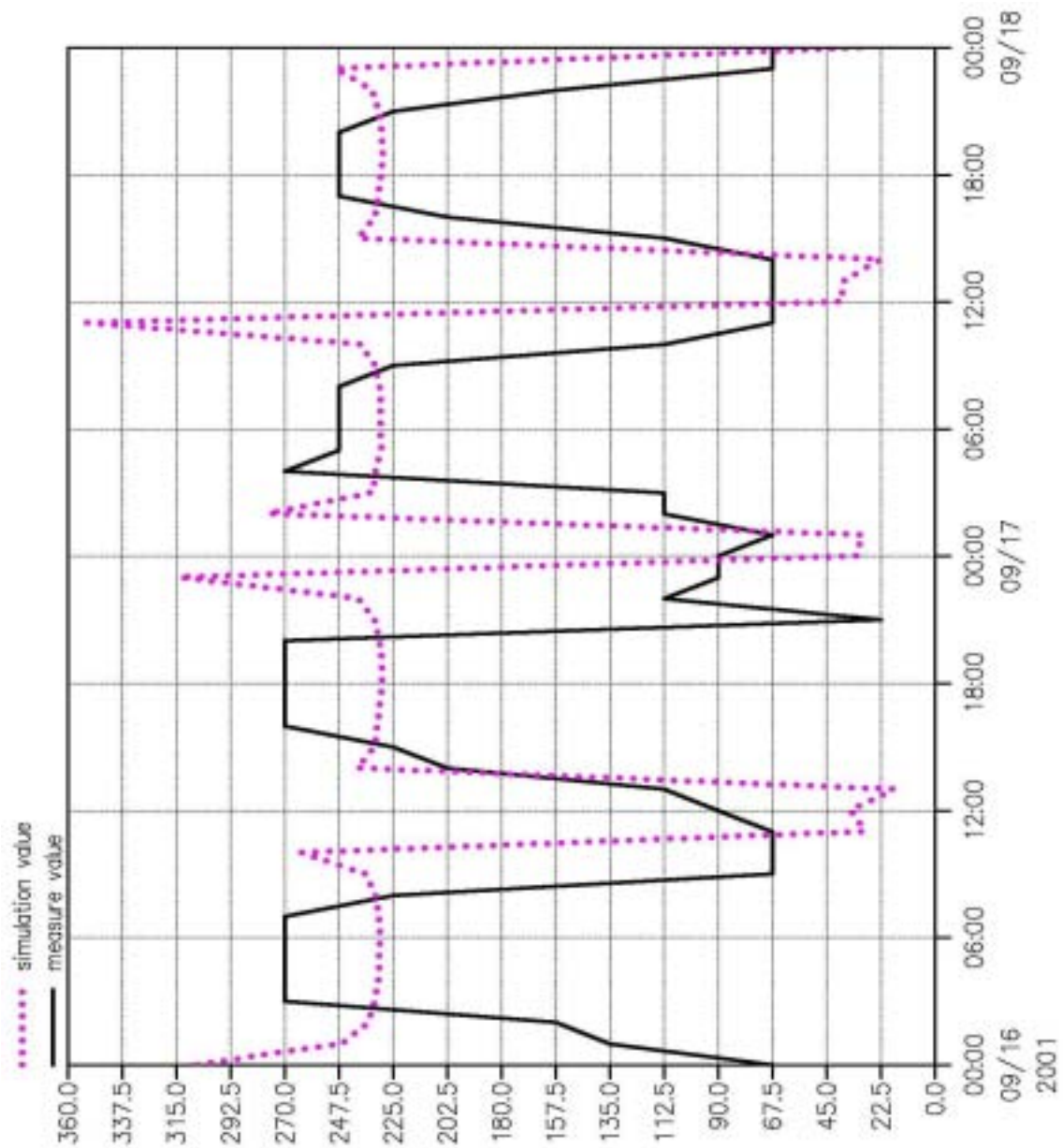


圖 5.70 M3 納莉颱風台北港附近海域流向與測站比較圖
(第三期工程完工)

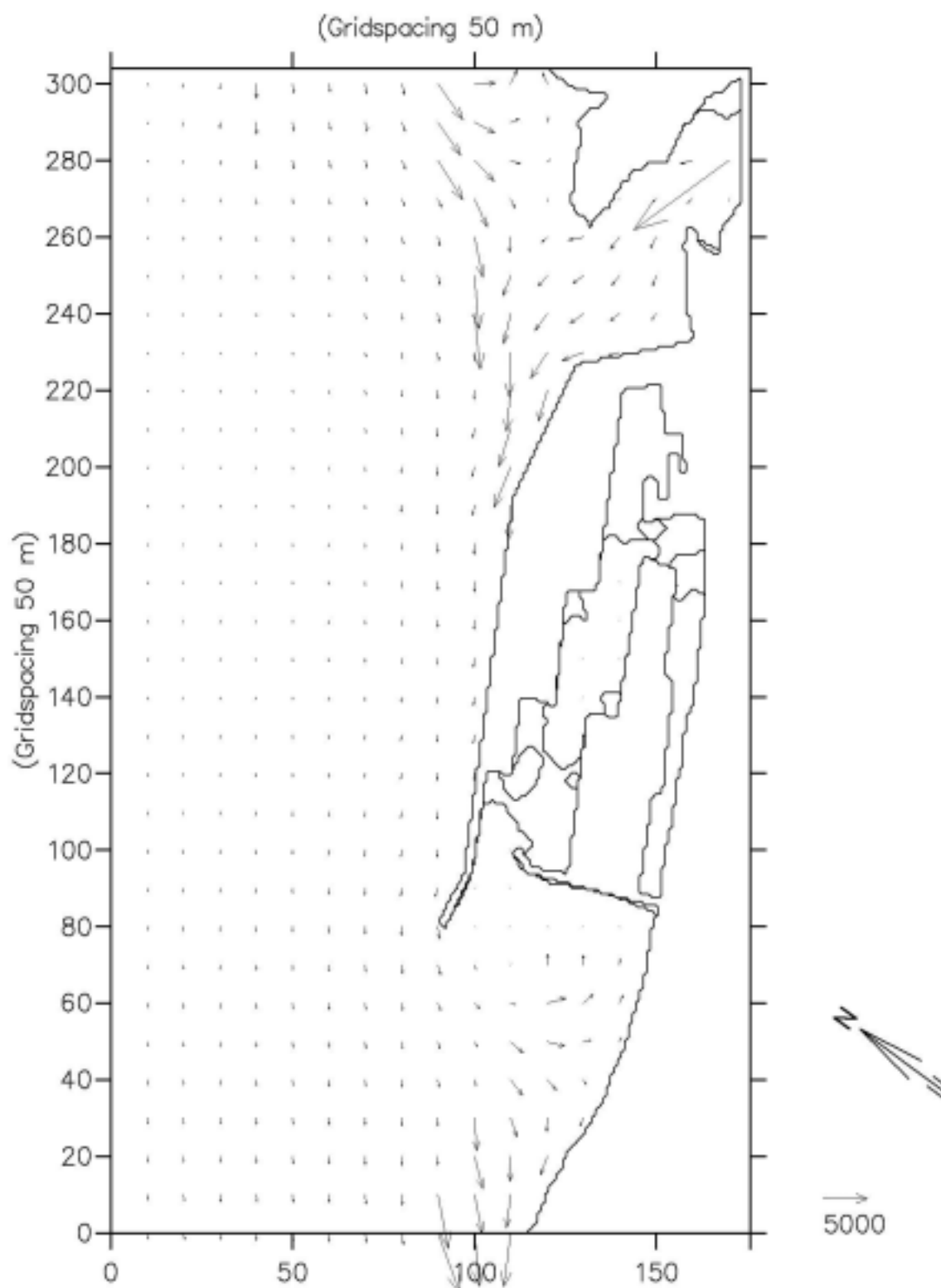


圖 5.71 M3 納莉颱風漂砂傳輸向量示意圖(第三期工程完工)

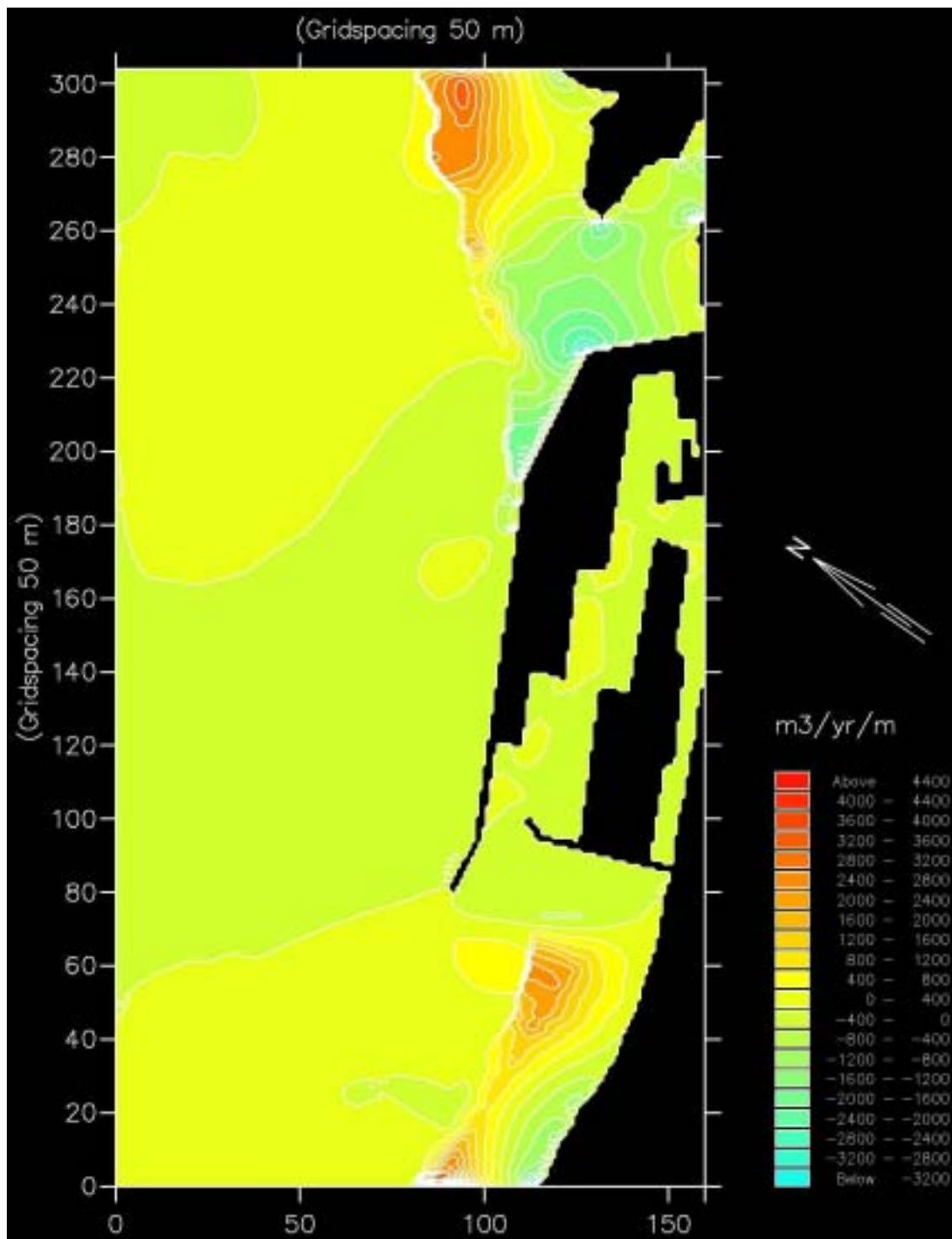


圖 5.72 M3 納莉颱風 X 方向漂砂傳輸累積圖(第三期工程完工)

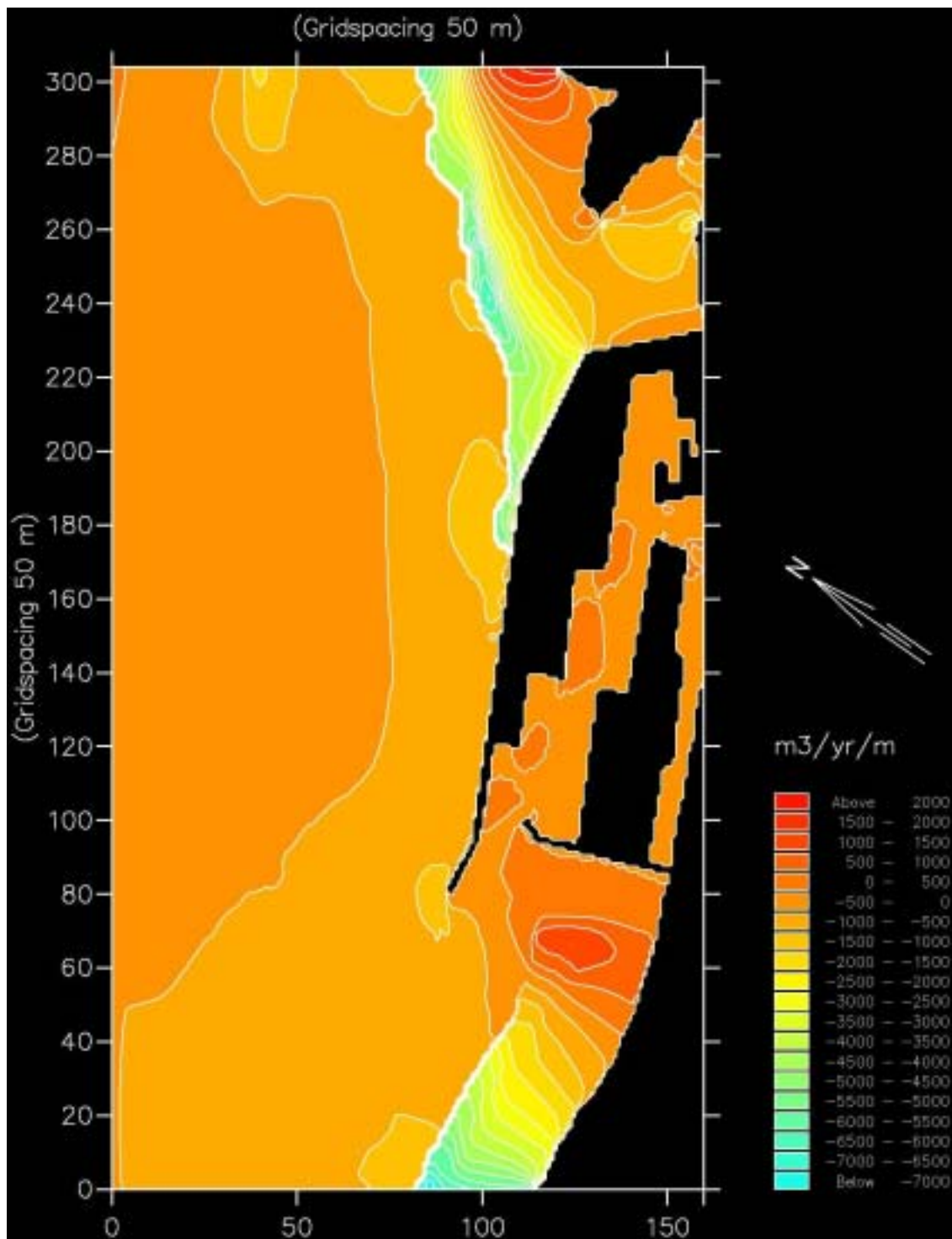


圖 5.73 M3 納莉颱風 Y 方向漂砂傳輸累積圖(第三期工程完工)

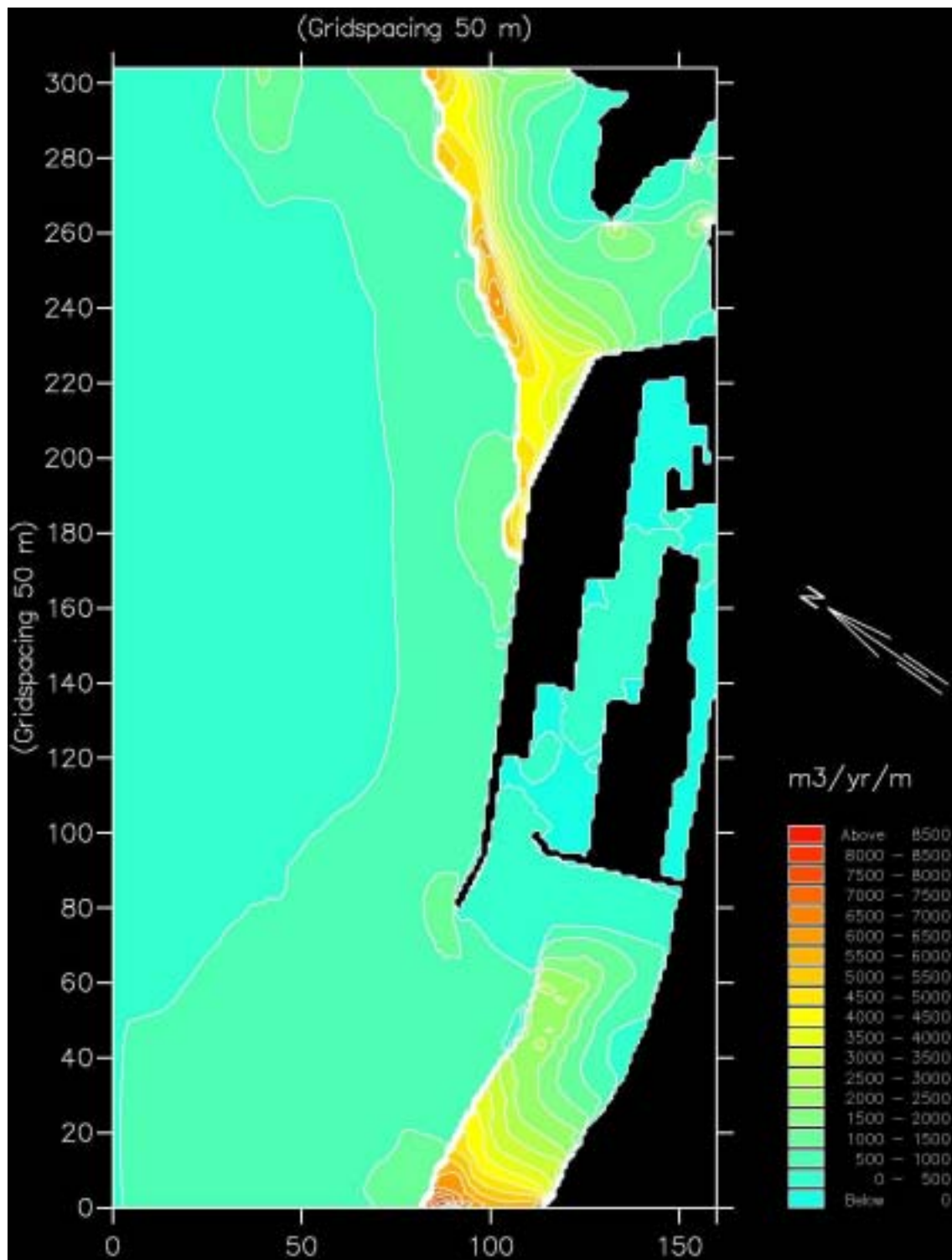


圖 5.74 M3 納莉颱風漂砂傳輸累積圖(第三期工程完工)

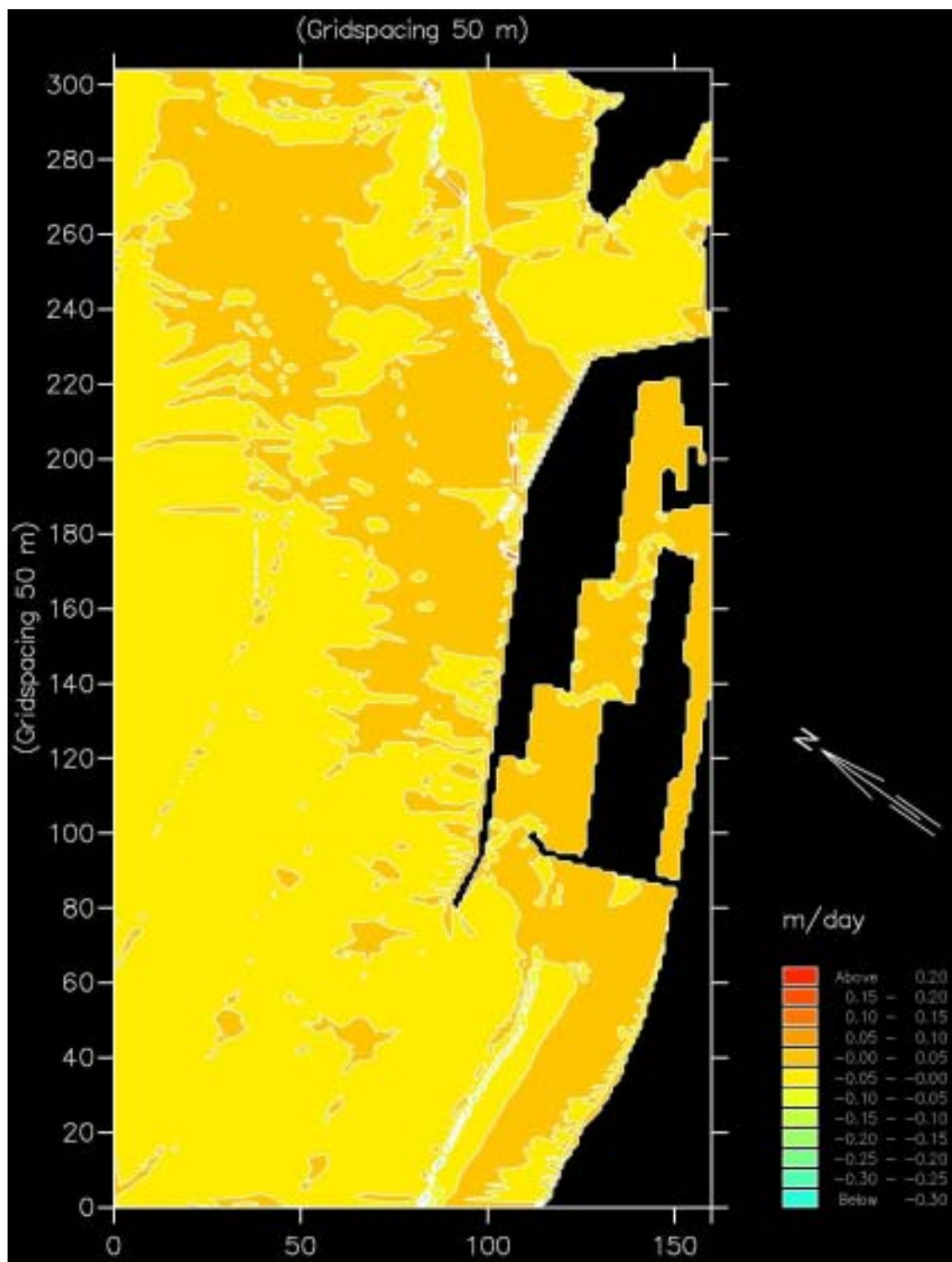


圖 5.75 M3 納莉颱風 $\frac{dz}{dt}$ 漂砂傳輸累積圖(第三期工程完工)

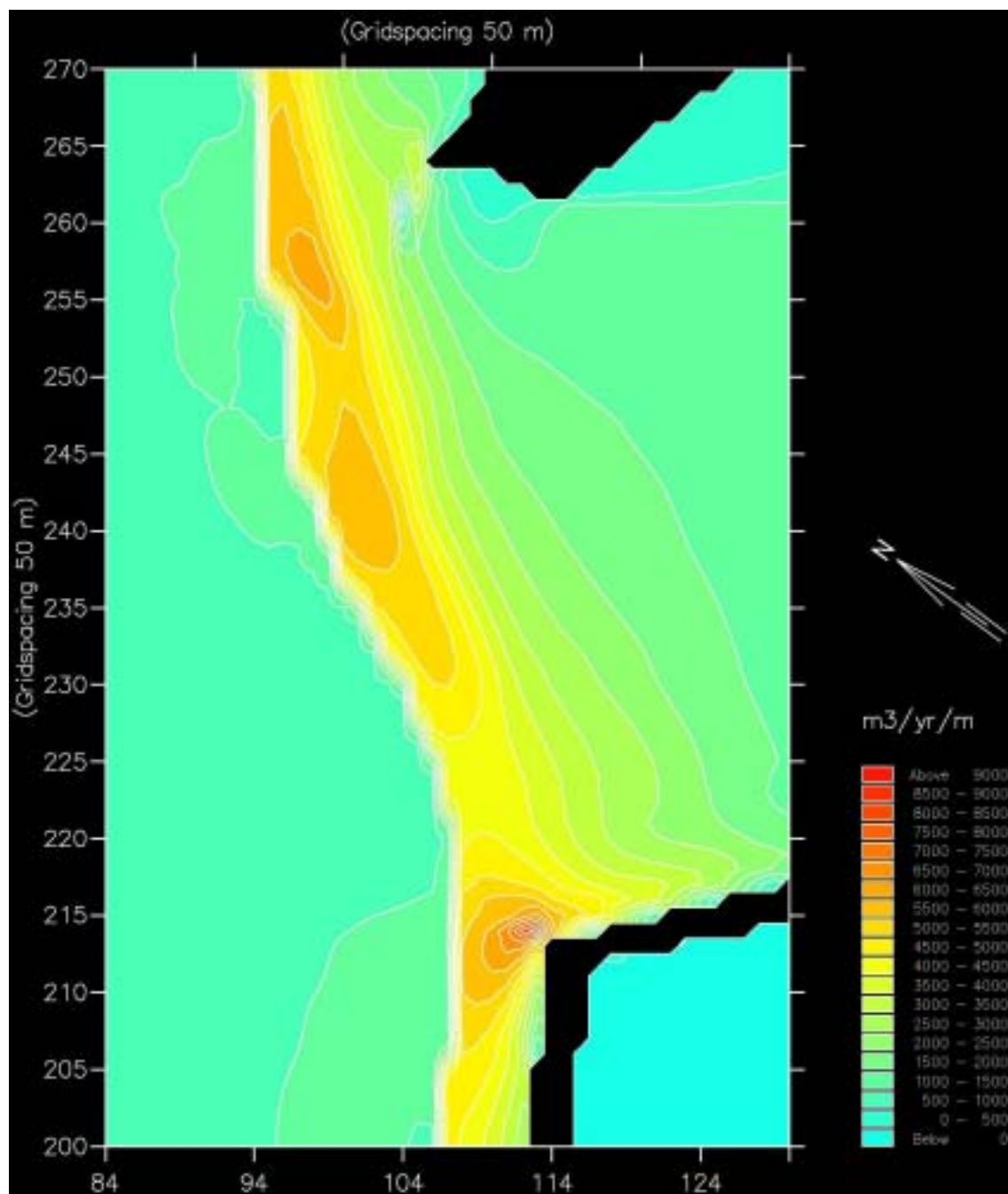


圖 5.76 納莉颱風淡水河口漂砂傳輸累積圖(現況)

註:淡水河出海口←

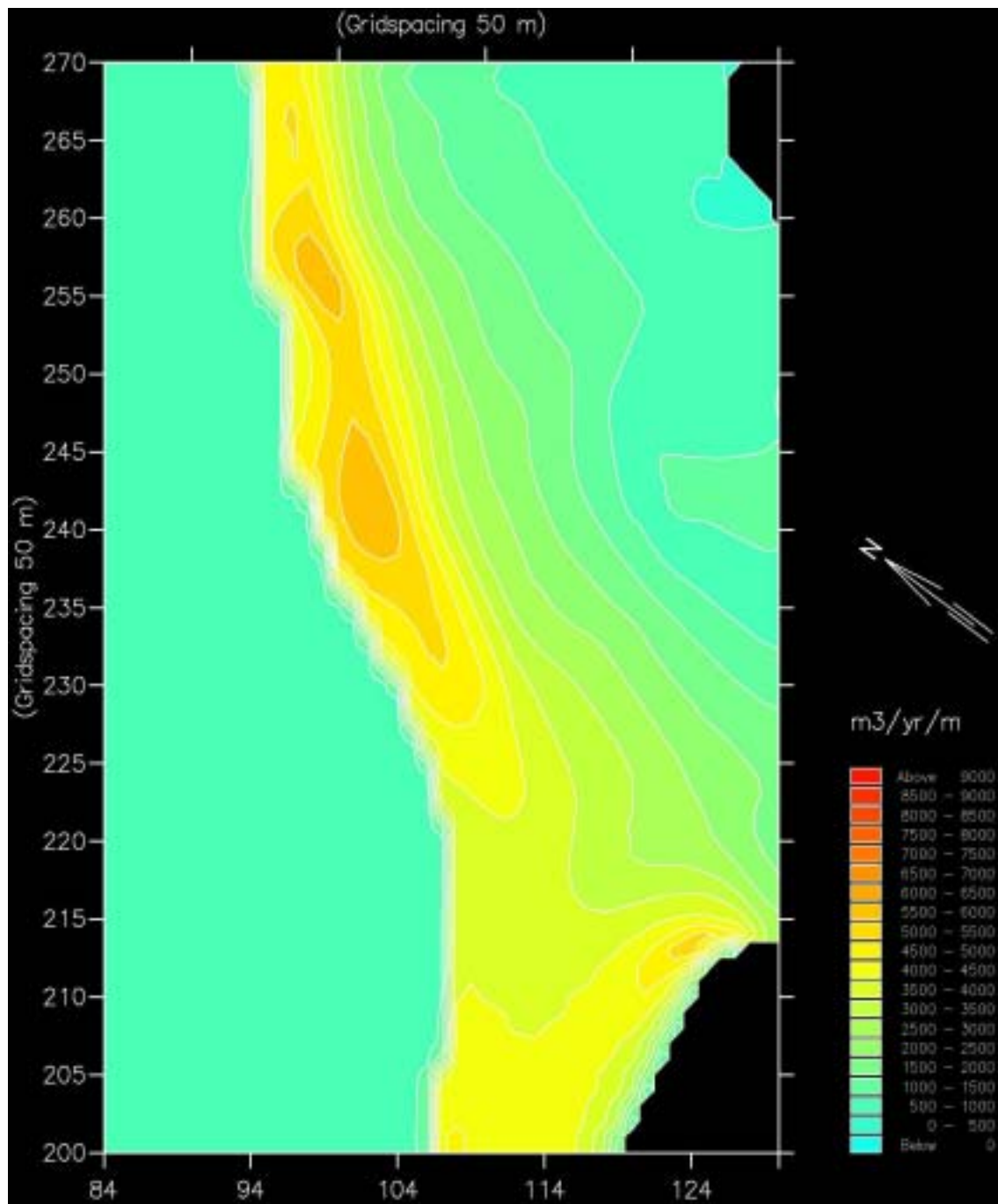


圖 5.77 納莉颱風淡水河口漂砂傳輸累積圖(第二期工程完工)

註:淡水河出海口←

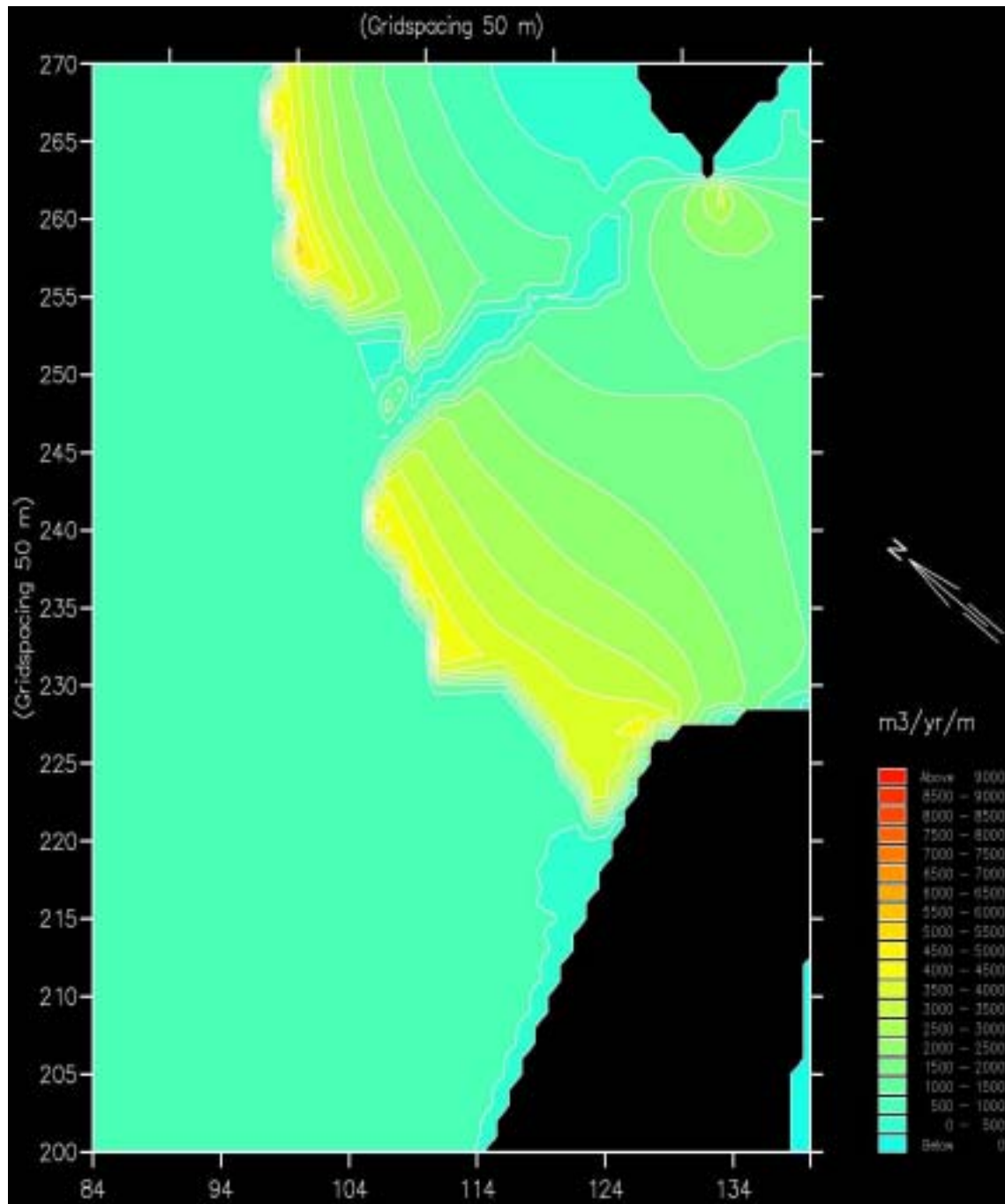


圖 5.78 納莉颱風淡水河口漂砂傳輸累積圖(第三期工程完工)

註:淡水河出海口←

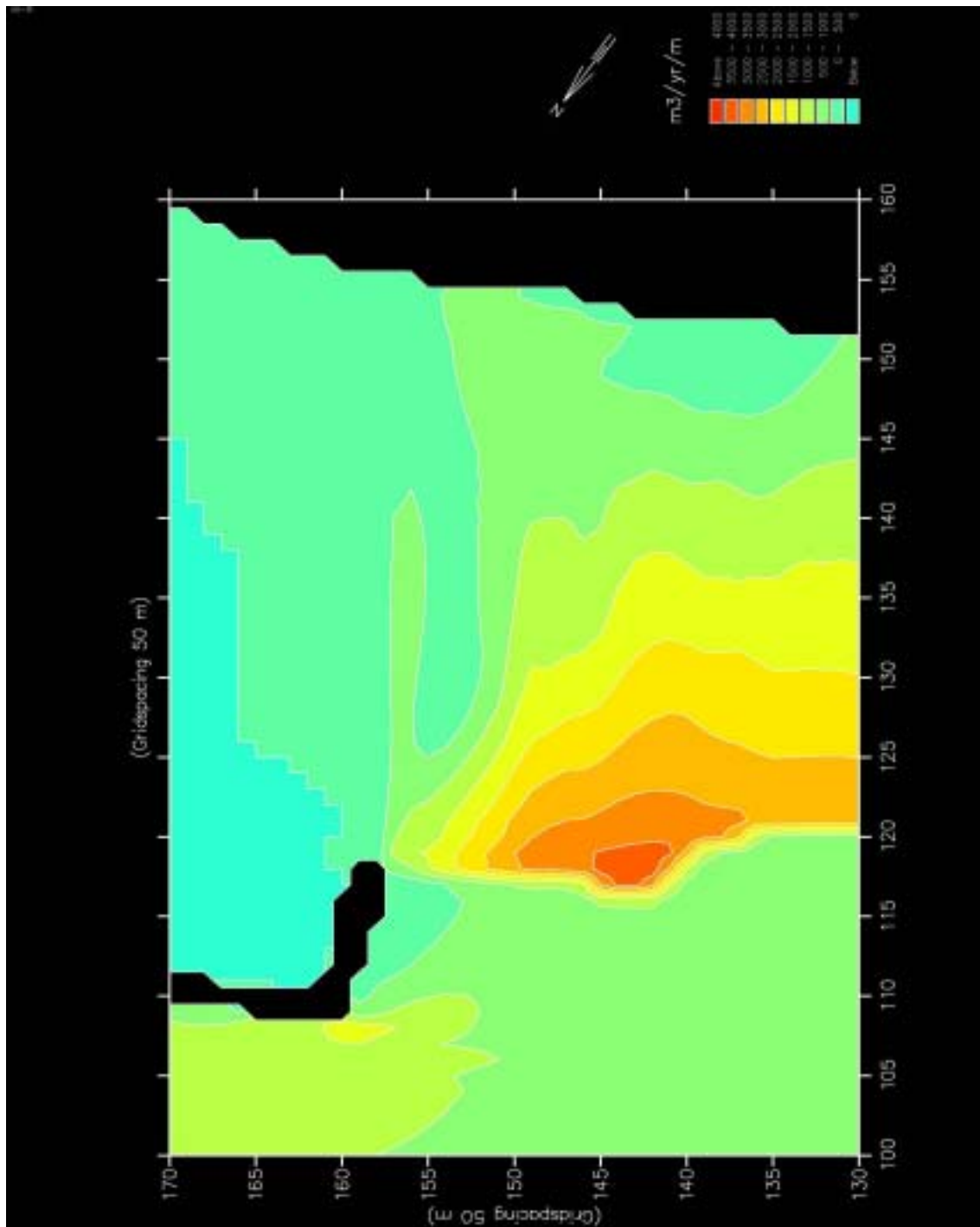


圖 5.79 納莉颱風台北港航道口漂砂傳輸累積圖(現況)

註: 航道出口→

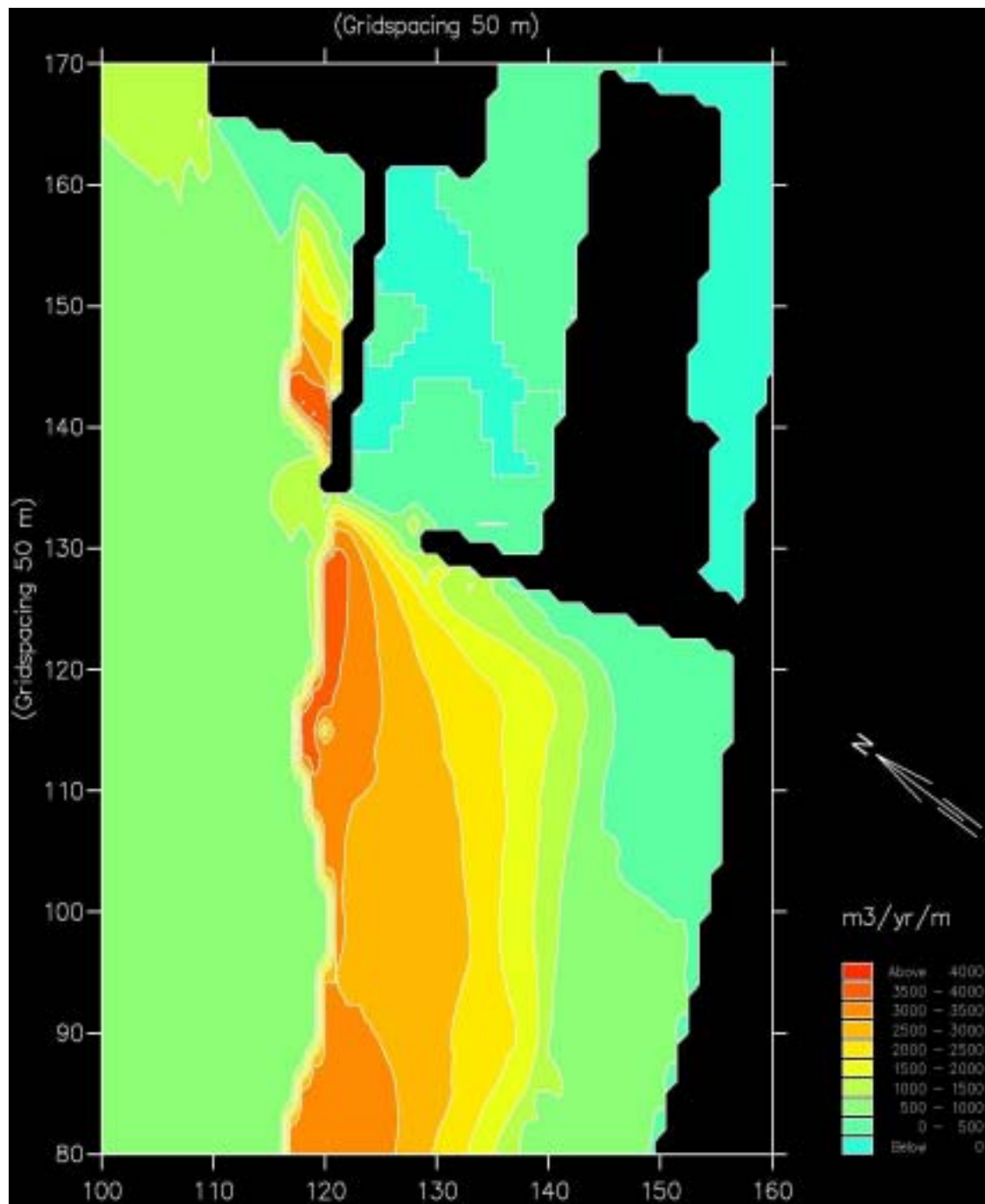


圖 5.80 納莉颱風台北港航道口漂砂傳輸累積圖(第二期工程完工)

註: 航道出口向下

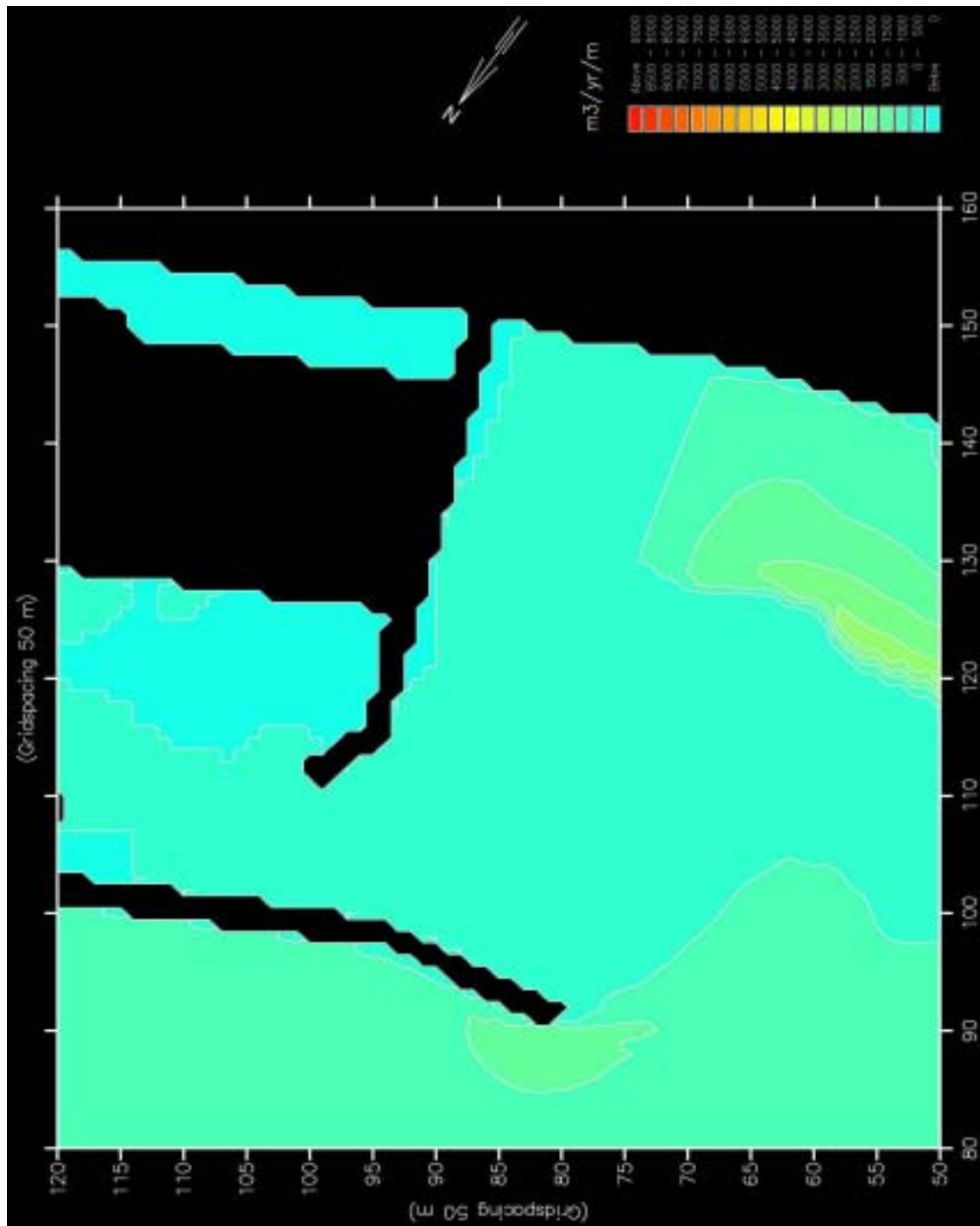


圖 5.81 納莉颱風台北港航道口漂砂傳輸累積圖(第三期工程完工)

註: 航道出口→

5.2 溫妮颱風

5.2.1 颱風資料

1997 年第十四號颱風(國際命名 WINNIE，中文譯名溫妮)，生成地點於琉球那霸東南方海面，溫妮颱風形成之後，由於日本附近的太平洋高氣壓強盛，一路朝西北西直撲台灣，最大強度屬於中度颱風，最大風速 43m/s，中央氣象局於 1997 年 8 月 16 日 14 時 35 分發佈海上警報，陸上為 8 月 17 日 5 時 20 分發佈颱風警報，形成後大致以西北西方向前進，暴風圈於 18 日晨進入台灣東北部及北部陸地，8 月 18 日 22 分左右在浙江省溫州灣附近登陸。溫妮颱風挾帶強風豪雨過境台灣北部及東北部，光是五堵，12 小時之內雨量就超過 150mm，再加上適逢大潮，使得基隆河流域，包括基隆港以及社子島都變成水鄉澤國。北部及中部山區豪雨不斷，台北天母、內湖、汐止地區嚴重積水及山崩，汐止林肯大郡房屋倒塌，造成重大傷亡。有 44 人死亡，1 人失蹤，84 人輕重傷，房屋全倒 121 間，半倒 2 間。

5.2.2 台北港外海觀測站資料

溫妮颱風期間以交通部運輸研究所台北港海氣地象觀測資料專刊摘錄實測資料，以 1997/08/18 波高 6.5m 為最大，當時週期 11.5s，颱風作用期間波向以西方為最多，風速最大 24.07m/s、風向西南方。

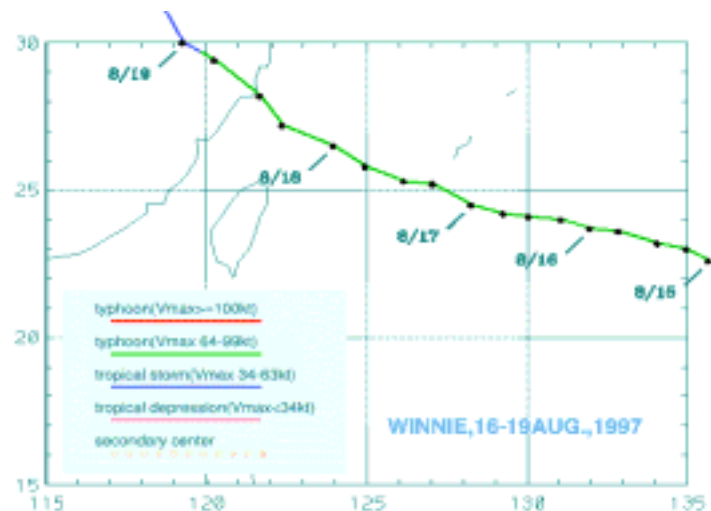


圖 5.82 1997/ 8/ 15~8/ 19 溫妮颱風路徑圖

資料來源：中央氣象局資訊服務網站

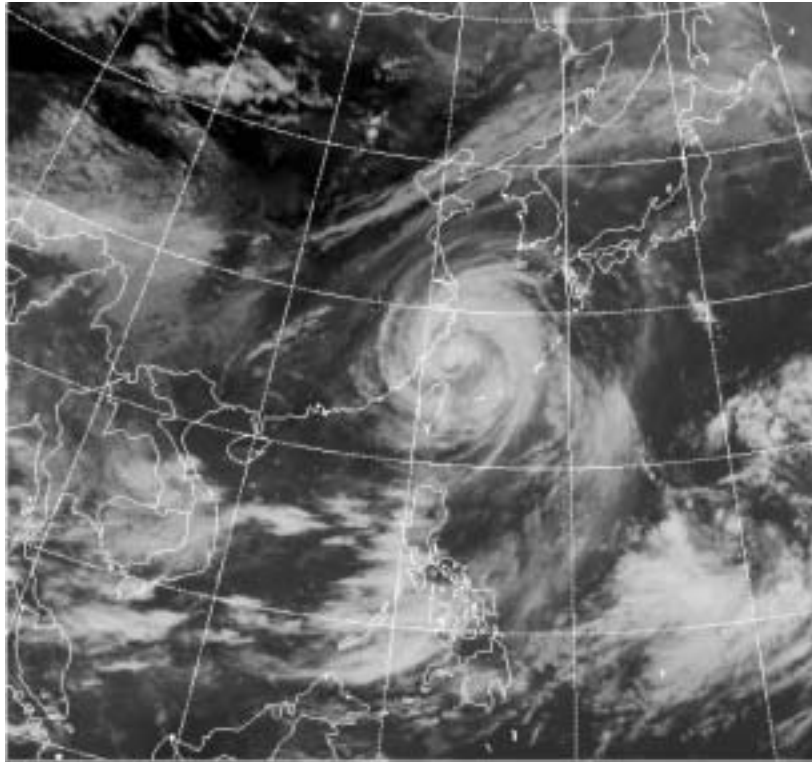


圖 5.83 1997/ 08/ 18 15:00 溫妮颱風位置圖

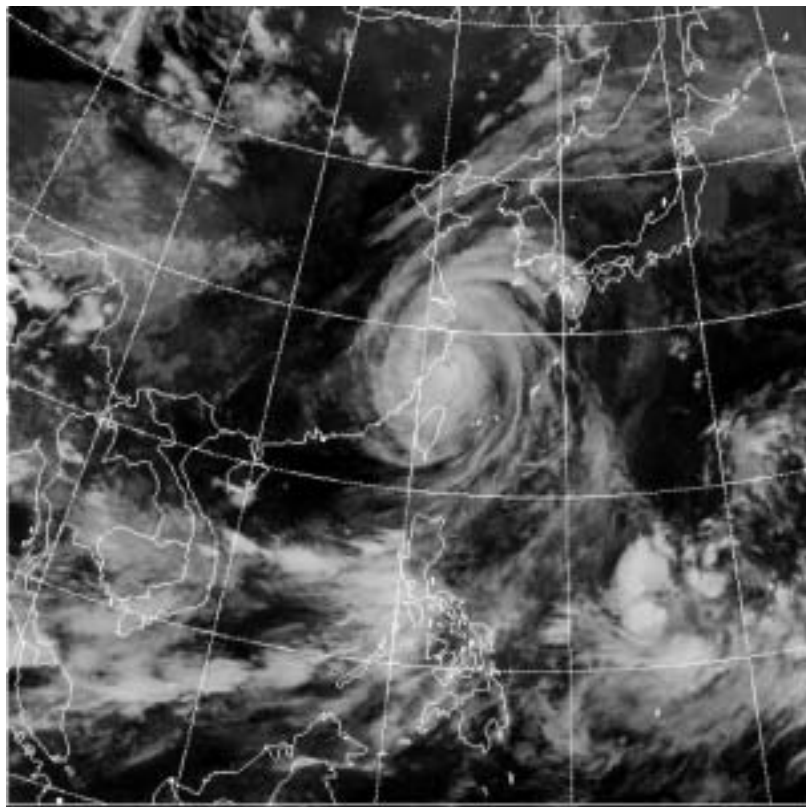


圖 5.84 1997/ 08/ 18 21:00 溫妮颱風位置圖

資料來源：中央氣象局資訊服務網站

5.2.3 模擬參數

模擬 1997/08/18 溫妮颱風對台北港附近海域 1 天內所造成的影響計算之，其數值計算參數可簡單歸納如下：

表 5.4 1997/ 08/ 18 溫妮颱風模擬參數

入射波高	週期	波向
8.0m	11.5s	W
風速	風阻	風向
24m/s	0.0026	W
淡水河流量	流速	流向
2000m ³ /s	3m/s	出海口
網格距離	Smagorinsky 係數	Δt
50m	0.6	6s

5.2.4 模擬方式

利用網格距離 50 公尺，南北向共 304 個網格點，東西向共 176 個網格點鍵入地形檔。代入波高、週期、風速、風向等算出 MIKE 21 NSW (近岸波浪模式)，計算出波浪碎波時的輻射應力，以及因水深地形的波高變化。再利用 NSW 所算出的輻射應力帶入 MIKE 21 HD (水動力模式)，計算出海水因潮汐、近岸流所產生的流速變化，為了增加颱風條件的穩定度，本次 HD 模擬時間設定從 1997/08/10 到 08/20，時間長達 10 天整。取 HD 結果 1997/8/18 一整天代入 MIKE 21 ST (漂砂輸送模式)，並加入由 NSW 算出的波高、波向，計算出模式在一天內於台北港附近海域漂砂輸送的趨勢，得到結果並加以比對。結果如圖 5.87 到圖 5.126。

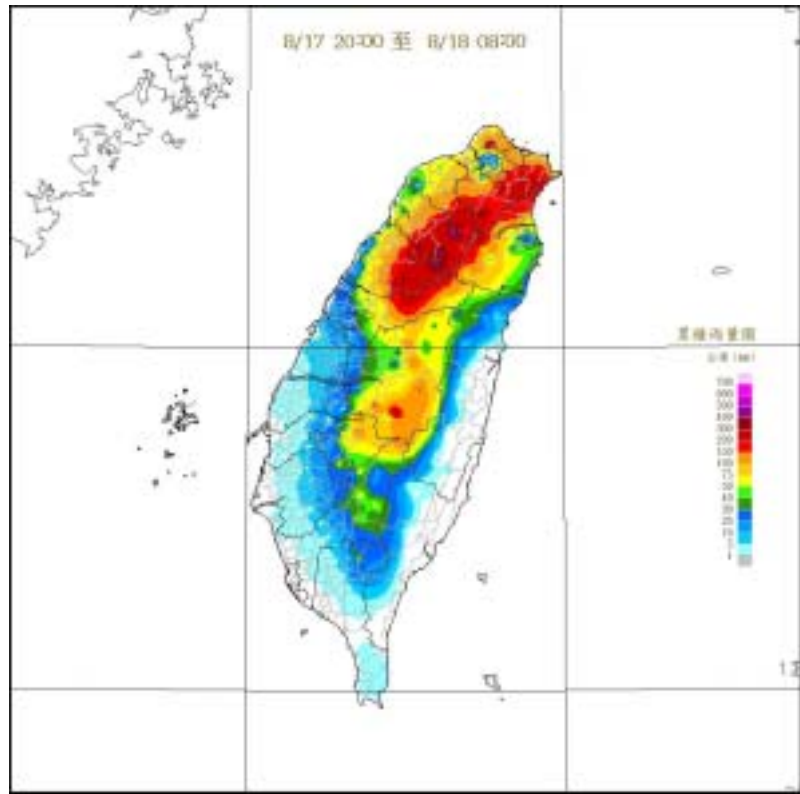


圖 5.85 1997/ 08/ 17~ 1997/ 08/ 18 台灣累積雨量圖

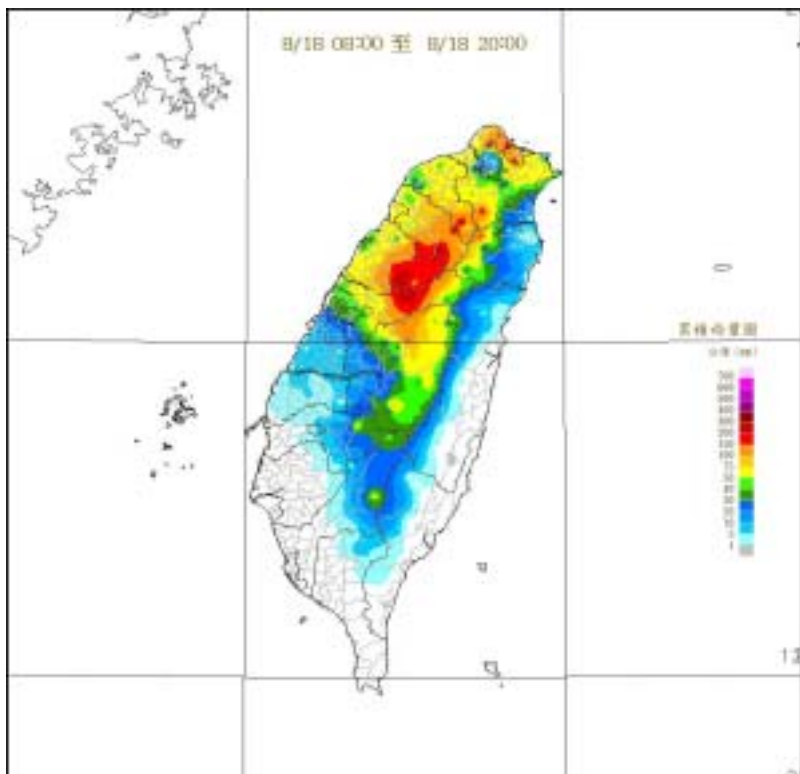


圖 5.86 1997/ 08/ 18 台灣累積雨量圖

資料提供:中央氣象局資訊服務網站

5.2.5 溫妮颱風時河川輸砂模擬結果

溫妮颱風條件引用 1997 年 8 月 18 日颱風過境實測資料，台北港面臨波浪由西方而來，直擊台北港港口開口方向，模式模擬在短時間內，強風、河川高流量、高濃度的泥砂傳輸擴散現象，其水域泥砂傳輸擴散結果如圖 5.93~圖 5.97。由結果發現因為受波浪沿岸流的影響，使得泥沙在淡水河河口北側沿岸水域傳輸量相當大，比起納莉颱風所引起的漂砂有往更北輸送的趨勢，愈北情況愈明顯。淡水河北側河道接近出海口附近也受沿岸流影響，淡水河沖刷下來的泥砂在河道北側傳輸量大，而漂至淡水河河口的泥沙也受波浪影響無法順利排入大海，在出海口附近沉積。

台北港北防波堤外側有明顯受淡水河沖刷而侵蝕，而在轉角連接西防波堤附近，因突堤關係，大量的淡水河泥砂造成此一區域的堆積。西防波堤南端因堤頭效應以及沿岸流影響，造成一期工程完工後港口出口處有明顯侵蝕，往岸邊則轉為淤積。而往南至竹圍海岸輸砂情況也受沿岸流影響，輸砂有北送的情況發生，但輸砂量大致以更南方的竹圍較為明顯，如圖 5.96。

二期工程完工後，淡水河出海口北側河道輸砂情況有明顯的改善，泥沙往北側外海輸送，淡水河河口堆積現象也往北移動，而北防波堤接西防波堤泥沙侵蝕現象，沿著西防波堤向南延伸。更值得注意的是由模擬結果發現，台北港西防波堤堤頭效應造成港口出處的泥砂淤積，而受沿岸流的影響，漂砂會帶進港池裡面，造成港池內的泥砂淤積。航道較窄處也有淤積現象，而往竹圍海岸受沿岸流影響，漂砂有北移現象，但輸砂量大致仍以更南方的竹圍較為明顯，如圖 5.107。

三期工程完工後，淡水河出海口淤砂情況往北移動，原本在河口淤積的泥砂往更外海輸送，淡水河北海岸外海淤積情況依舊。西防波堤外往南到台北港航道出口呈侵淤相半。往南靠近沿岸則因台北港南防波堤受沿岸流交互作用產生回流，原本北送的泥砂在沿岸轉為由北往南輸送，泥沙對航道出口不致造成影響，如圖 5.118。

表 5.5 M3 溫妮颱風模擬海域漂砂最大最小侵淤量

	X 方向 (m ³ /yr/m)	Y 方向 (m ³ /yr/m)	dz/dt (m/day)
現 況	-137525	-44798	-8.1214
	+42167	+48431	+2.6915
第二期工程	-138730	-54997	-9.1477
	+44463	+46911	+2.8003
第三期工程	-165146	-53793	-9.7445
	+29330	+32702	+3.0359

註: +值為淤積, -值為侵蝕

表 5.6 M3 溫妮颱風模擬海域 1 天內漂砂總累積量

	M3 海域漂砂累積
現 況	61360(m ³ /yr/m)
第二期工程	60500(m ³ /yr/m)
第三期工程	44700(m ³ /yr/m)

在溫妮颱風條件下，分別就各期工程進度對淡水河出海口、台北港航道出口作比較，在 M3 圖上個別取出如圖 5.120~圖 5.126。由圖例結果探討工程進行後，淡水河口淤砂量明顯減少，而淤積泥砂海域有往外海及往北移動的現象。台北港航道出口第三期工程後淤砂海域也有顯著減少，第三期工程完工後西防波堤的延伸，淤砂量方面由圖例中看出，約為一二期工程時的一半，而泥砂則沿著海岸往南移動。

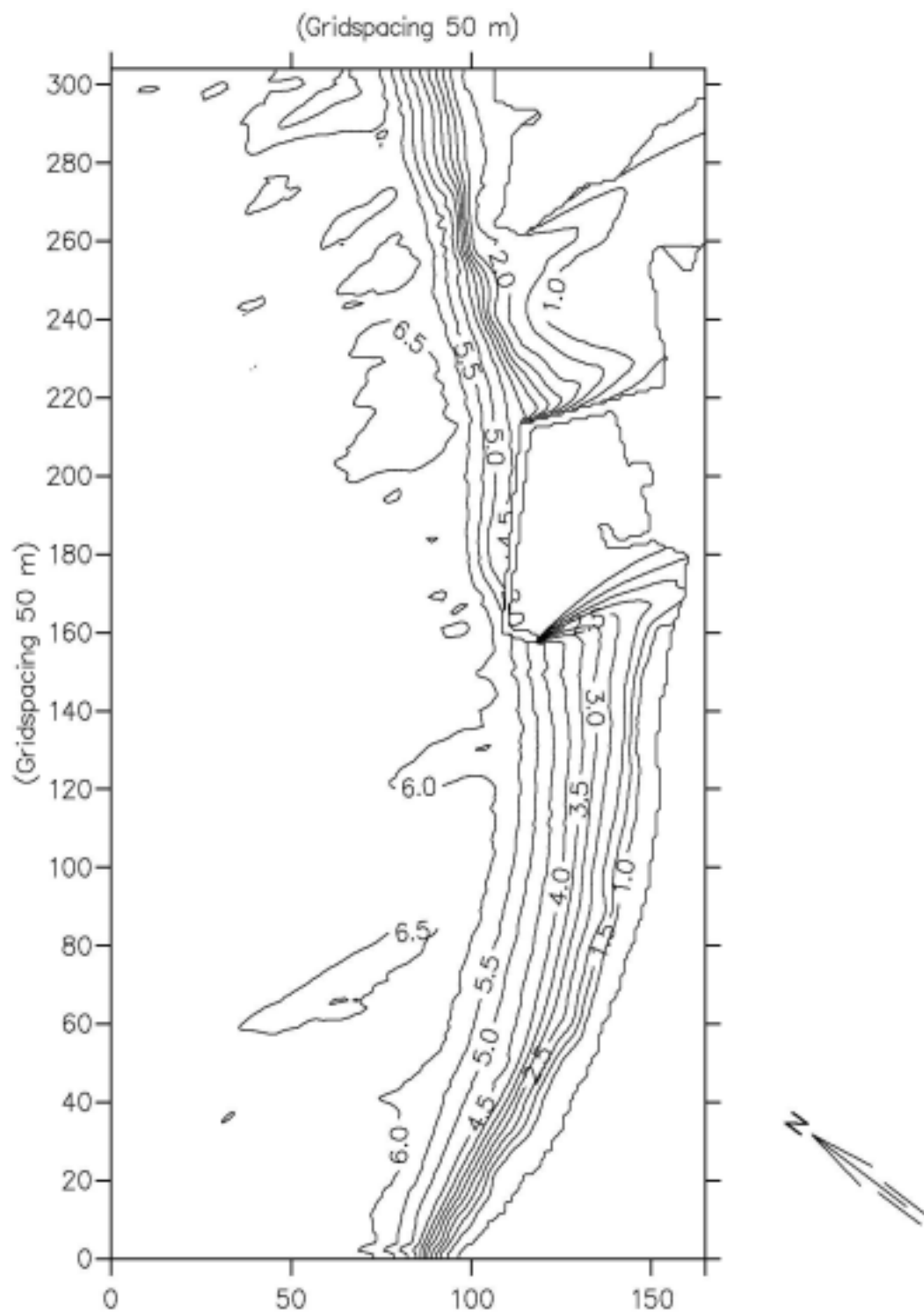


圖 5.87 M3 溫妮颱風台北港附近海域波高分佈圖(現況)

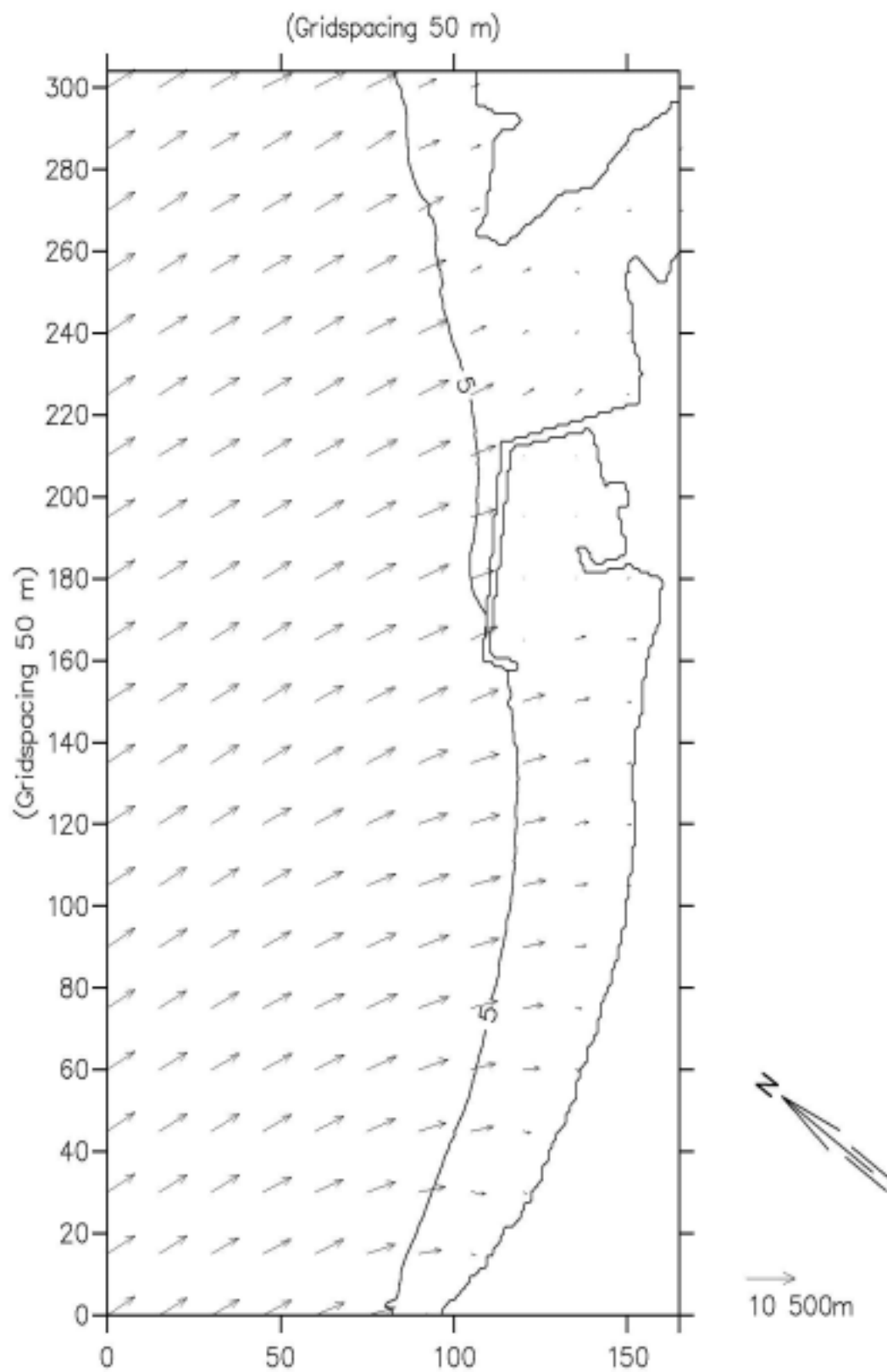


圖 5.88 M3 溫妮颱風台北港附近海域波場向量分佈圖(現況)

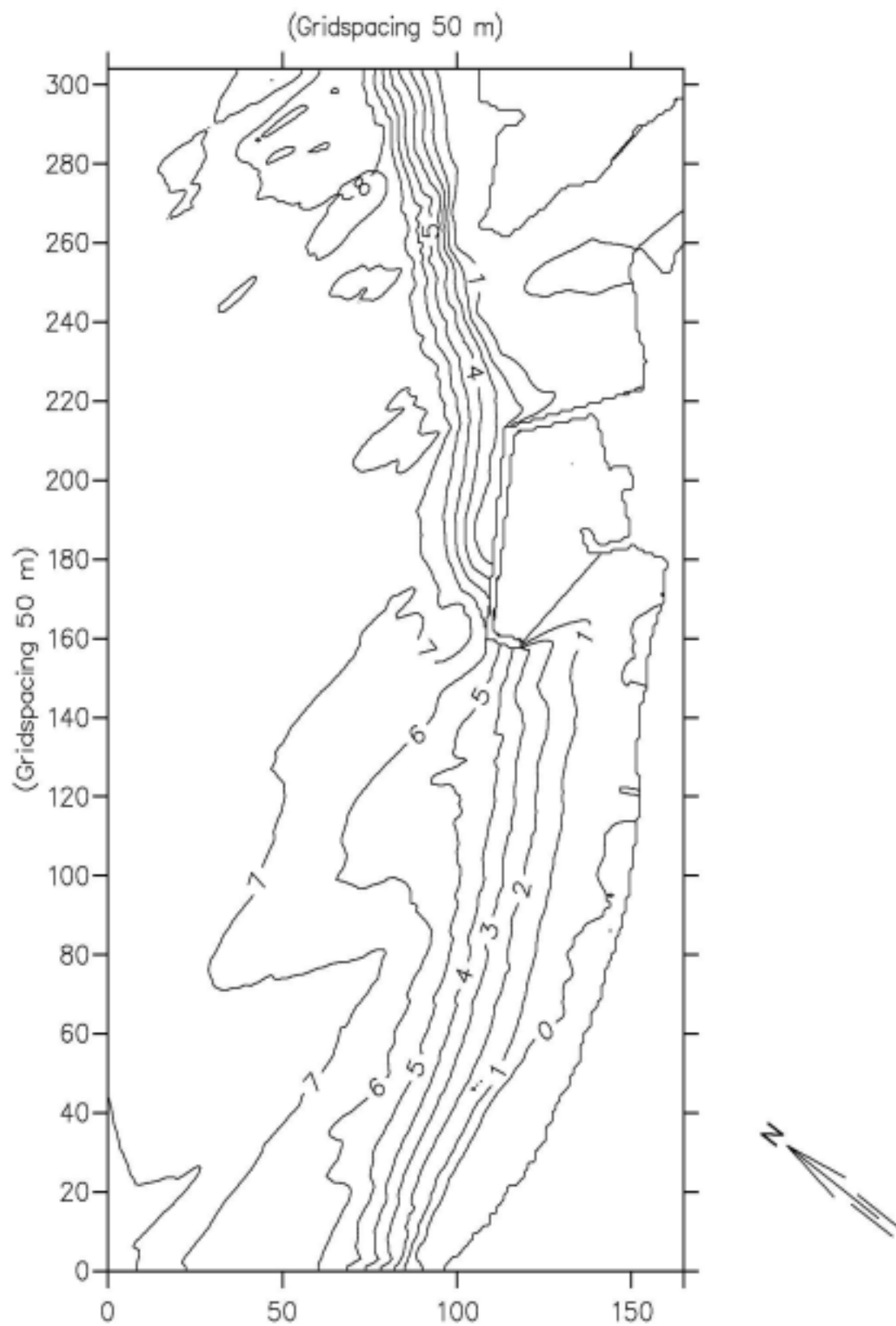


圖 5.89 M3 溫妮颱風台北港附近海域輻射應力 S_{xy} 分佈圖(現況)

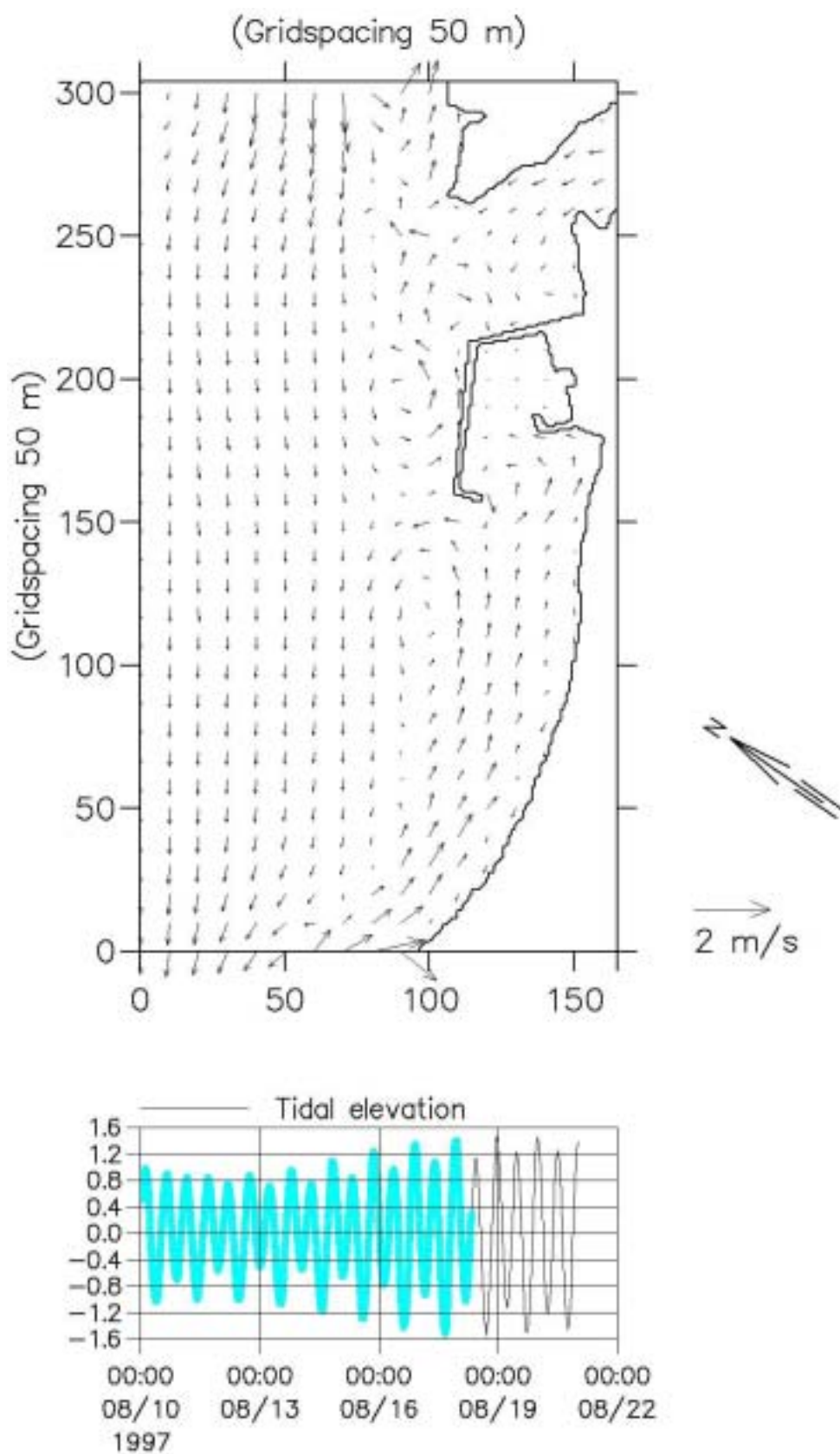


圖 5.90 M3 1997/ 08/ 18 08:00 溫妮颱風流場模擬結果(現況)

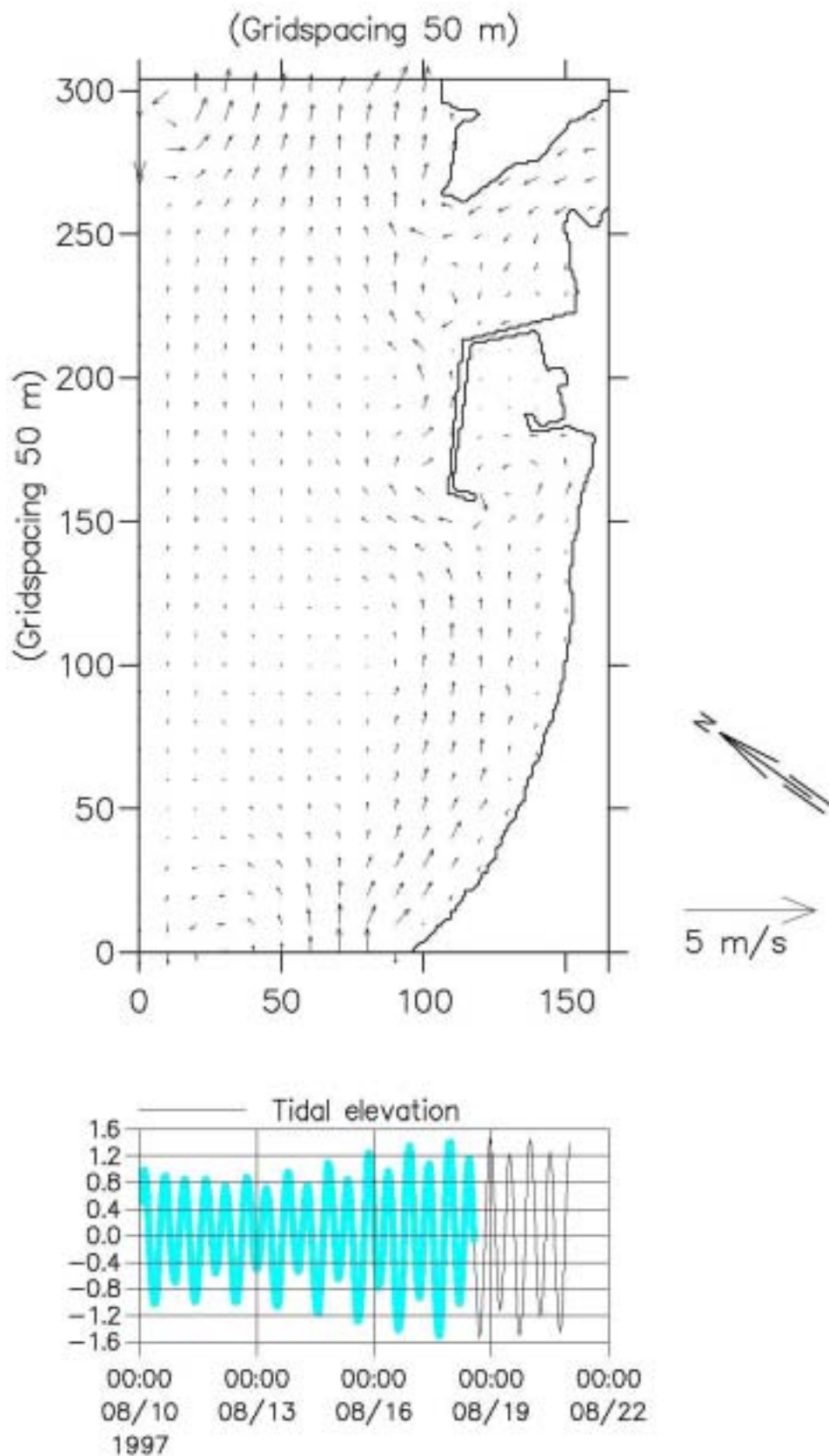


圖 5.91 M3 1997/ 08/ 18 13:30 溫妮颱風流場模擬結果(現況)

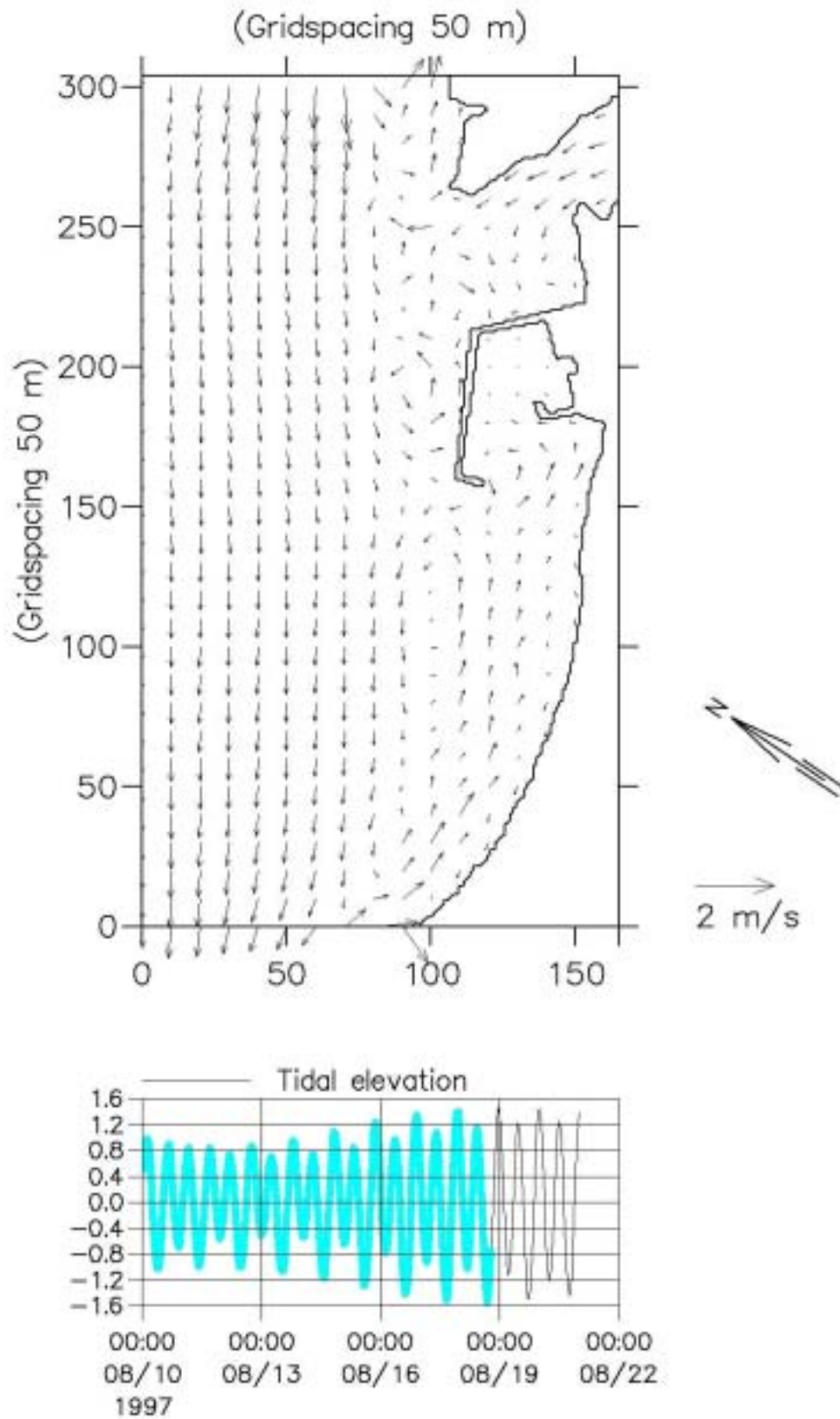


圖 5.92 M3 1997/ 08/ 18 19:00 溫妮颱風流場模擬結果(現況)

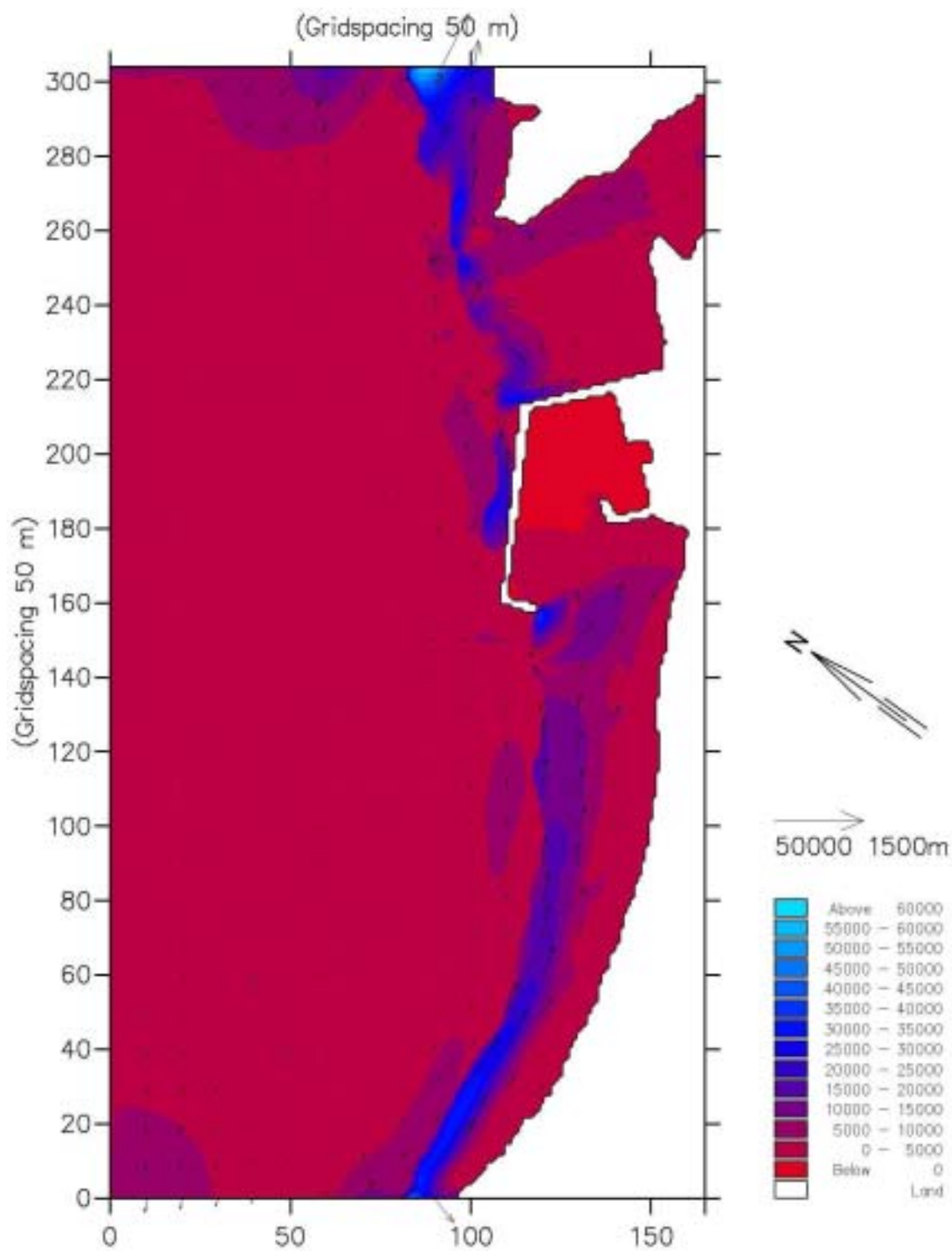


圖 5.93 溫妮颱風漂砂傳輸向量示意圖(現況)

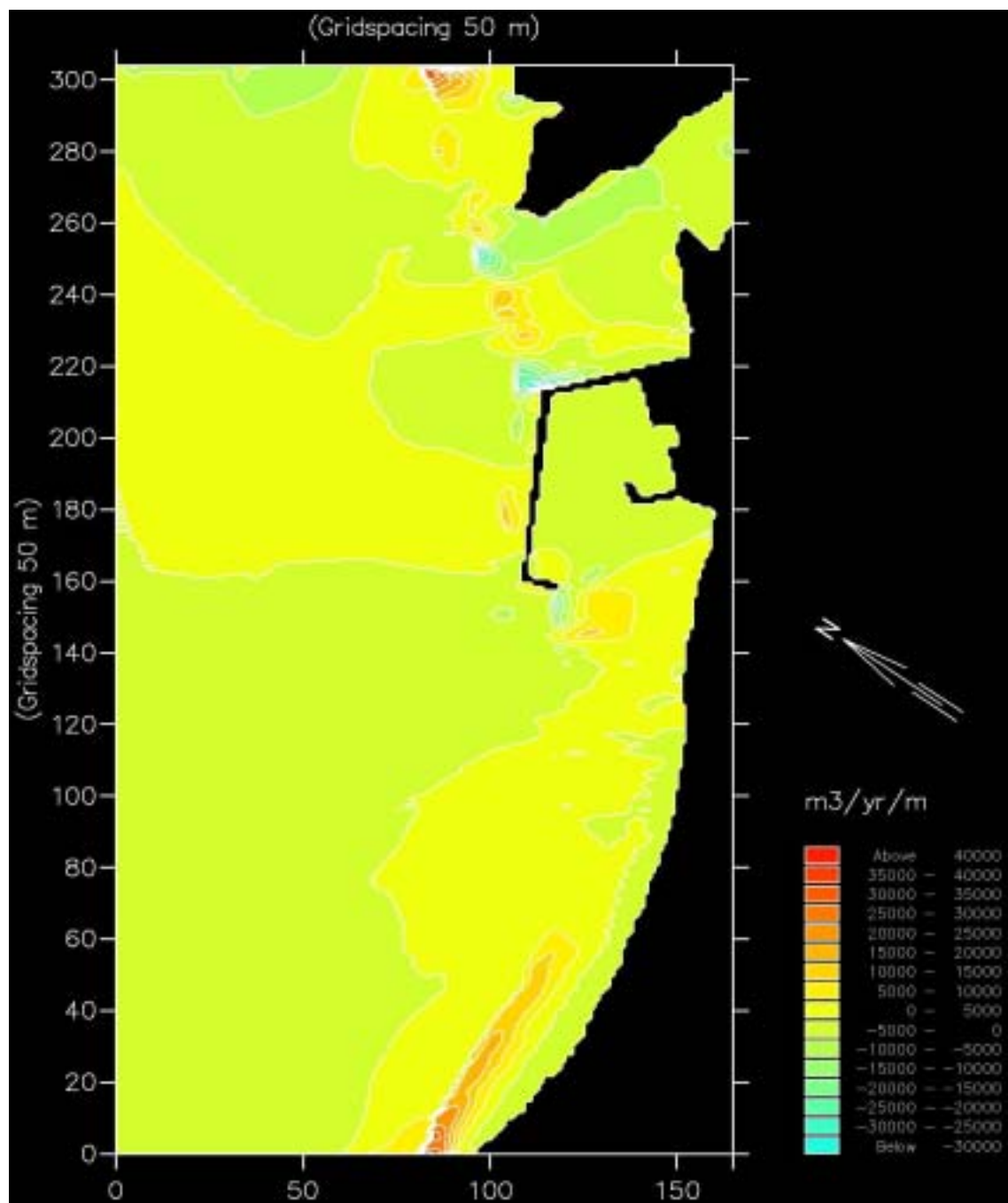


圖 5.94 M3 溫妮颱風 X 方向漂砂傳輸累積圖(現況)

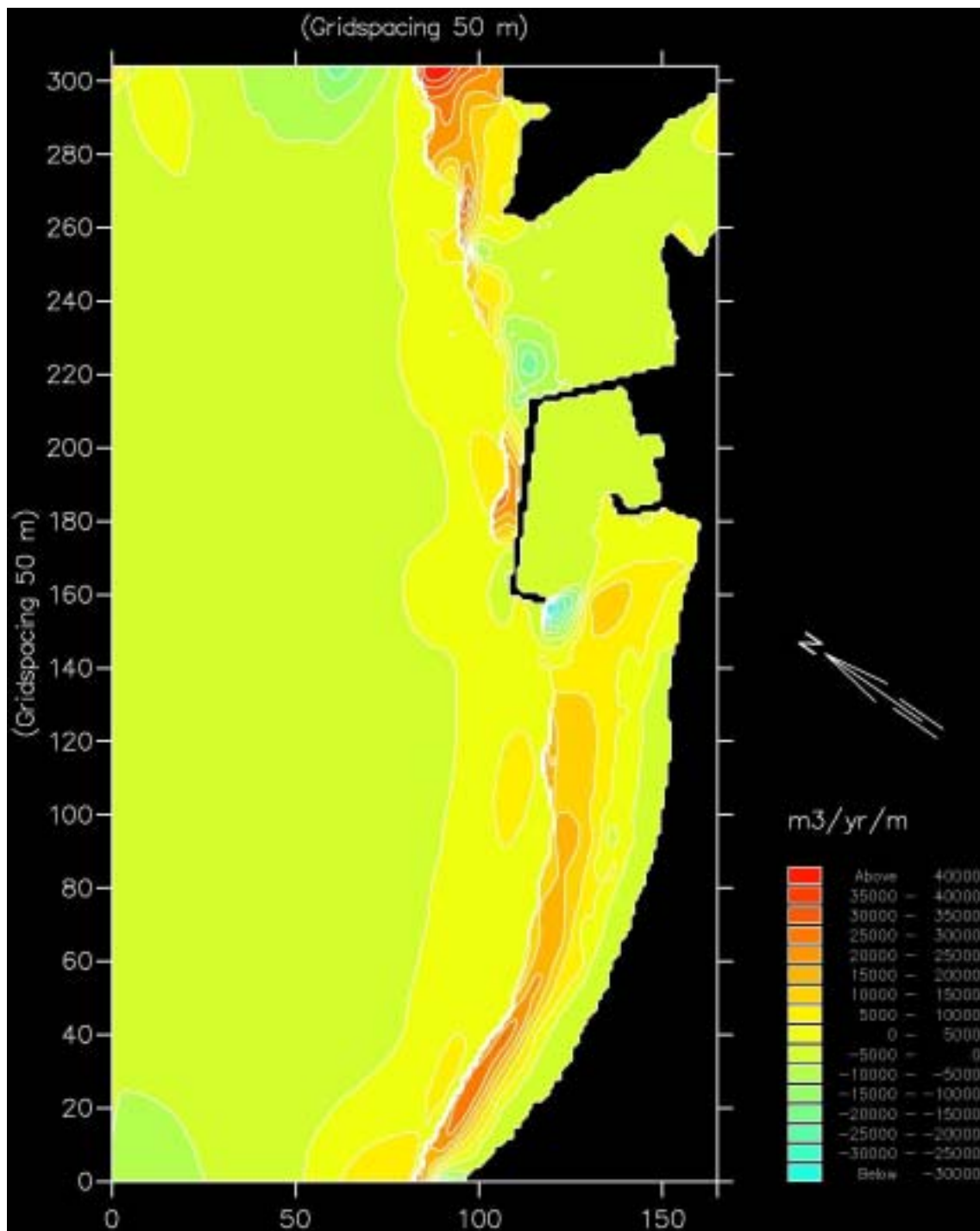


圖 5.95 M3 溫妮颱風 Y 方向漂砂傳輸累積圖(現況)

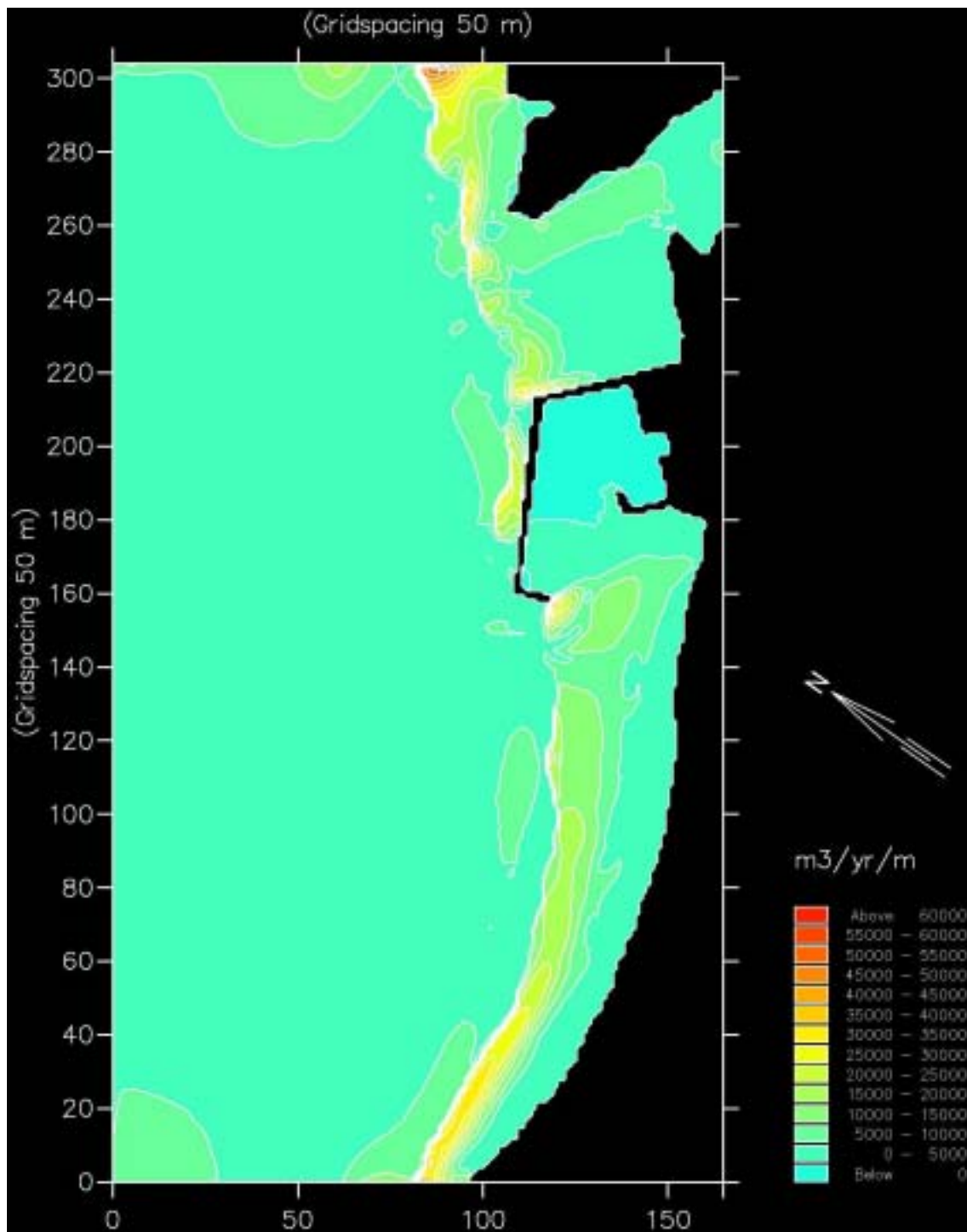


圖 5.96 M3 溫妮颱風漂砂傳輸累積圖(現況)

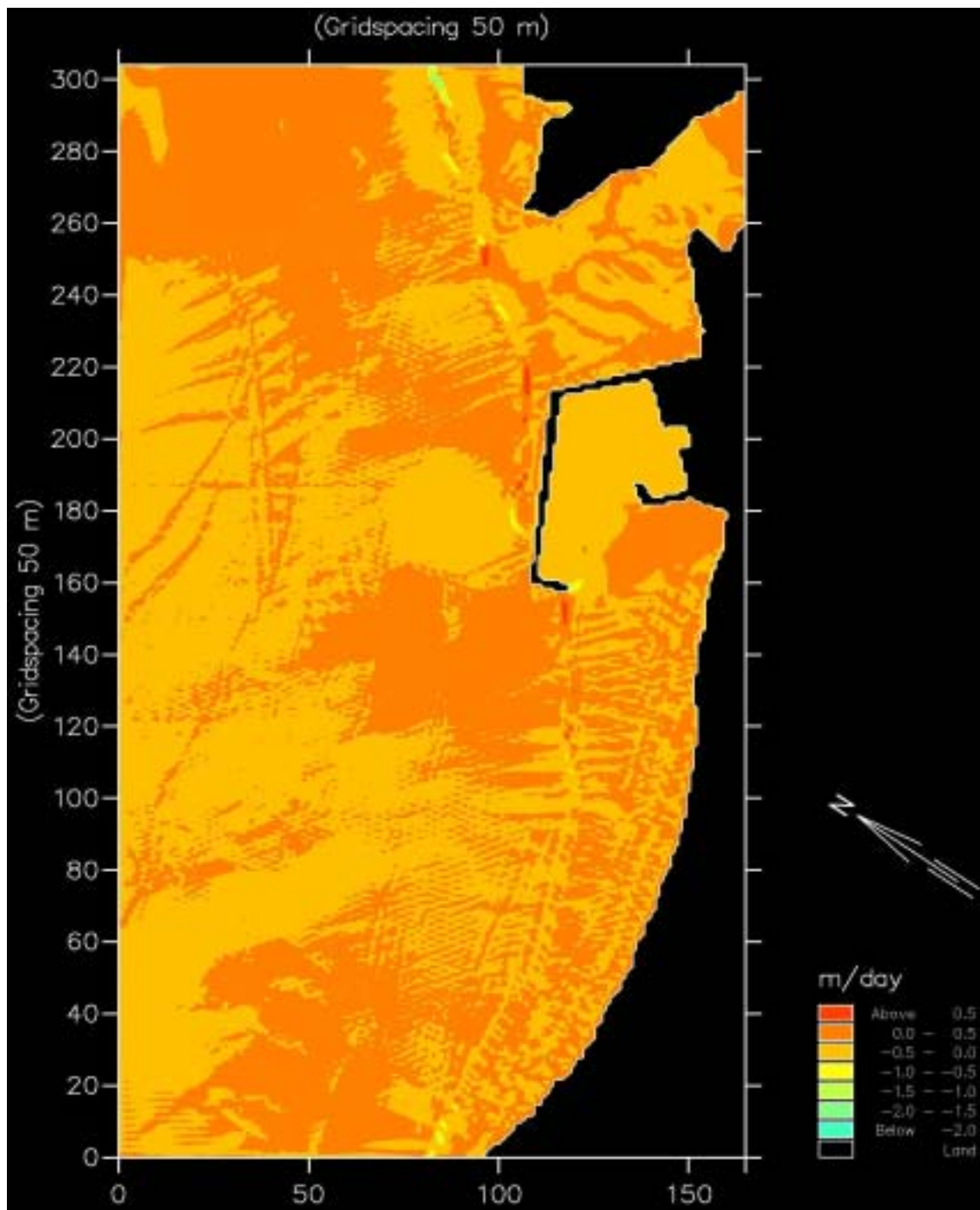


圖 5.97 M3 溫妮颱風 $\frac{dz}{dt}$ 漂砂傳輸累積圖 (現況)

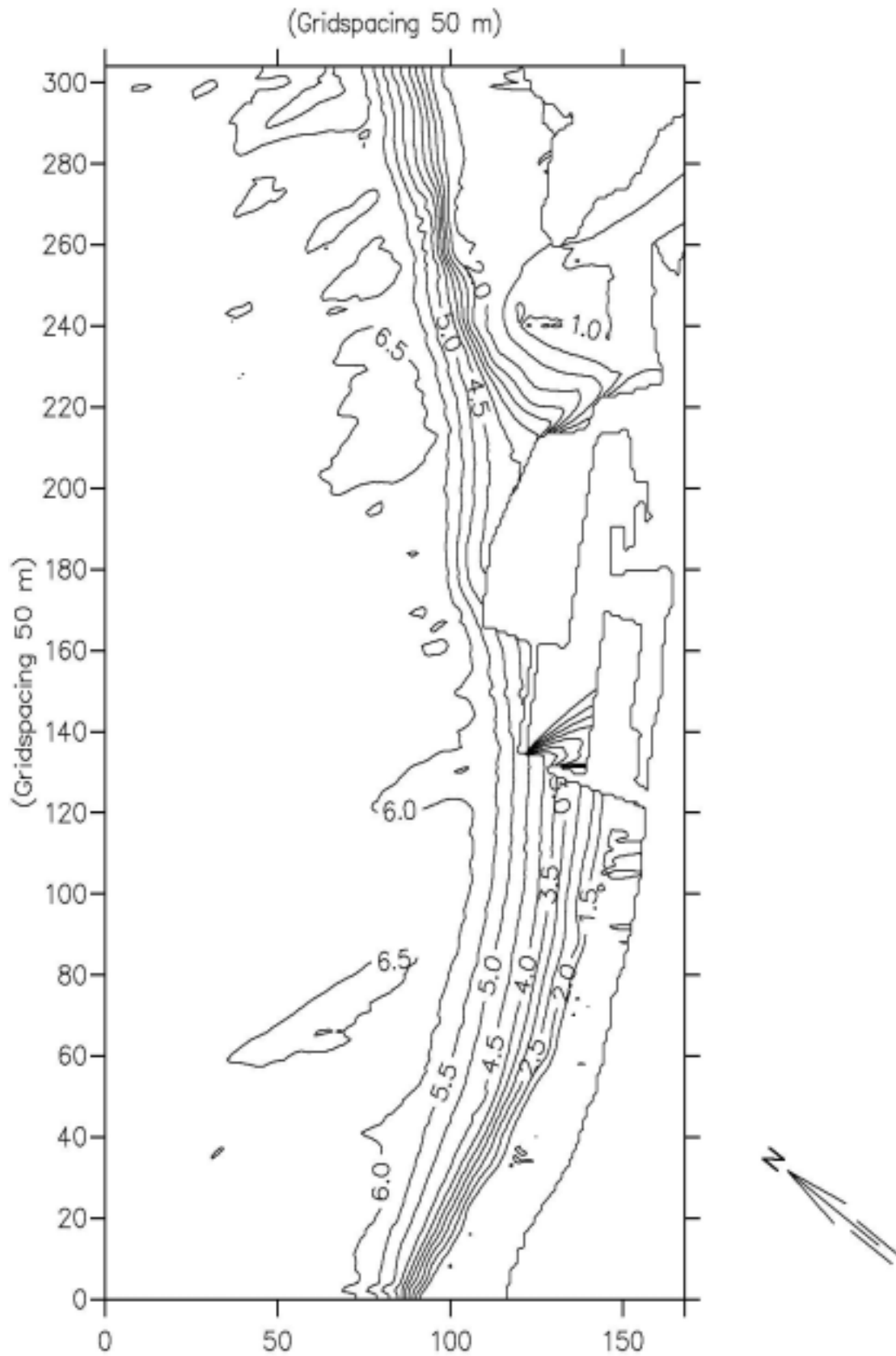


圖 5.98 M3 溫妮颱風台北港附近海域波高分佈圖(第二期工程完工)

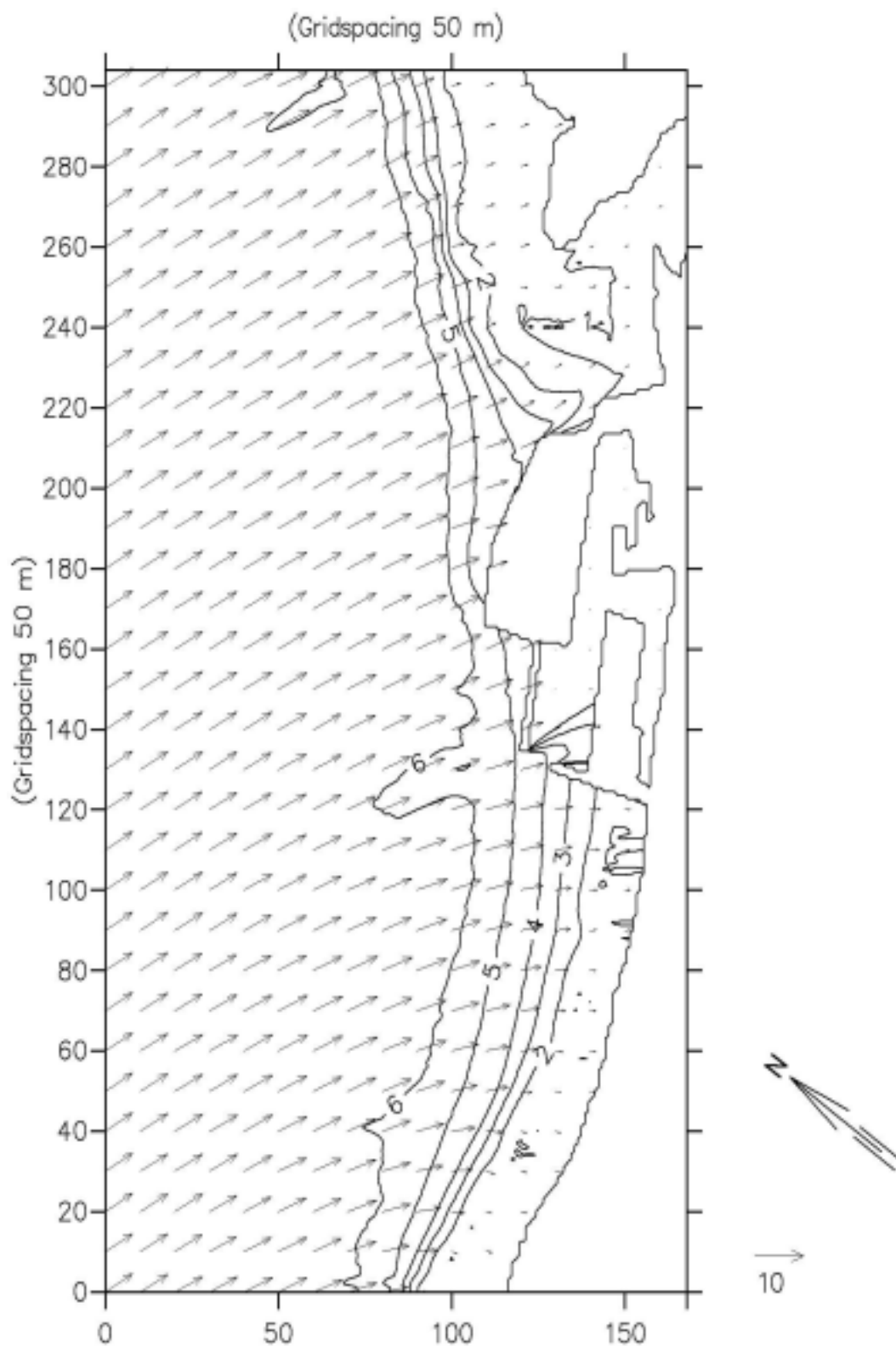


圖 5.99 M3 溫妮颱風台北港附近海域波場向量分佈圖
(第二期工程完工)

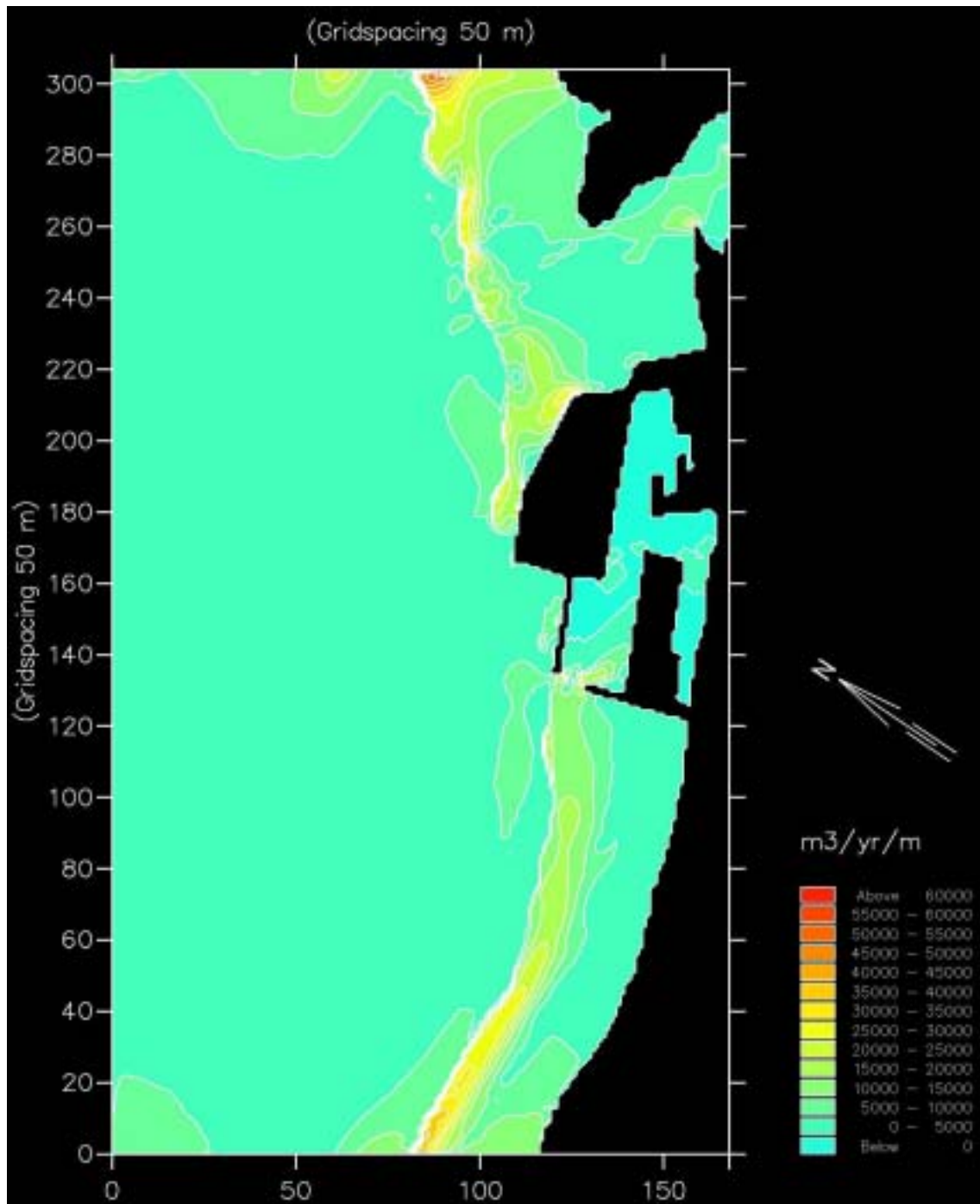


圖 5.100 M3 溫妮颱風台北港附近海域輻射應力 S_{xy} 分佈圖
(第二期工程完工)

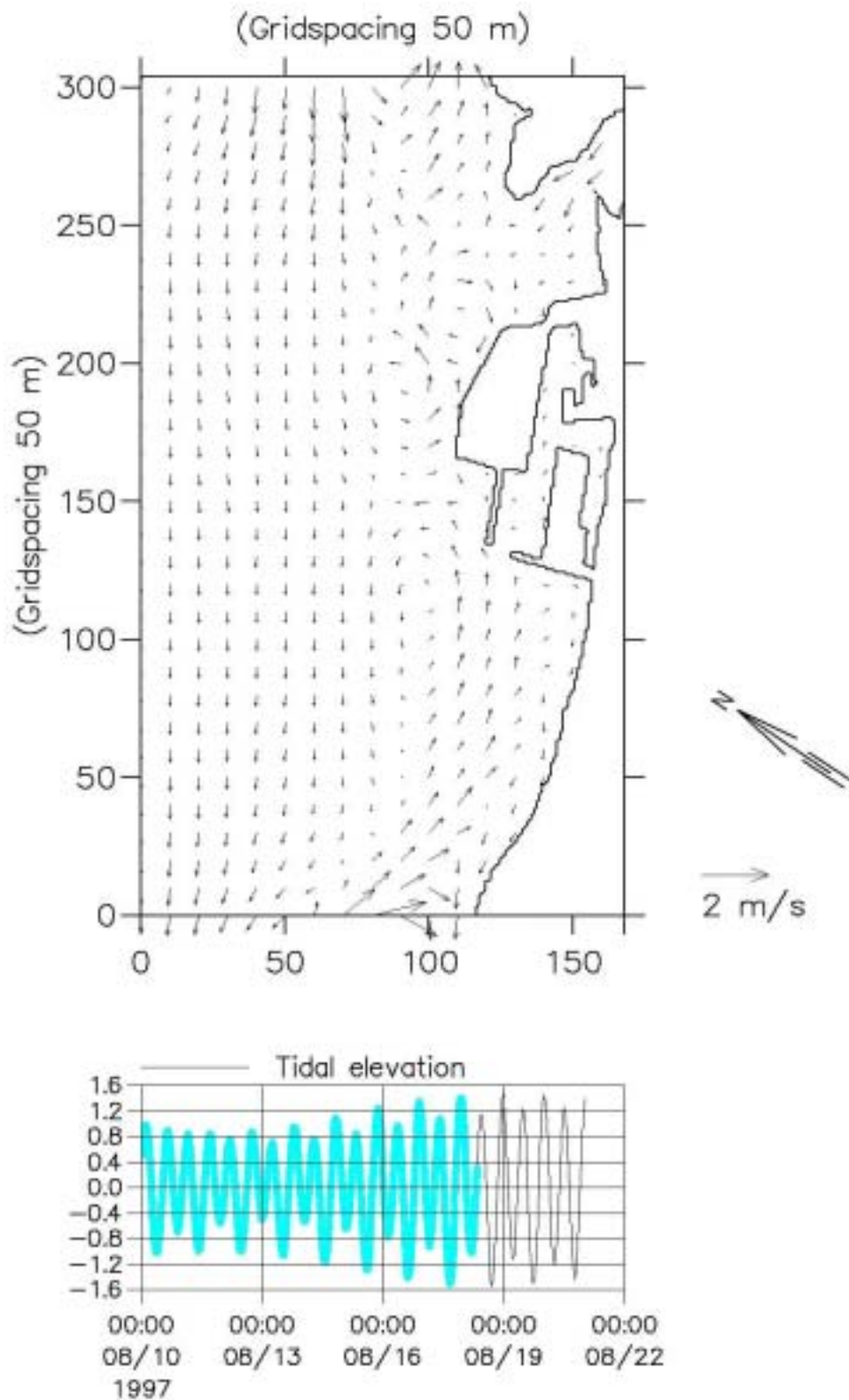


圖 5.101 M3 1997/ 08/ 18 08:00 溫妮颱風流場模擬結果
(第二期工程完工)

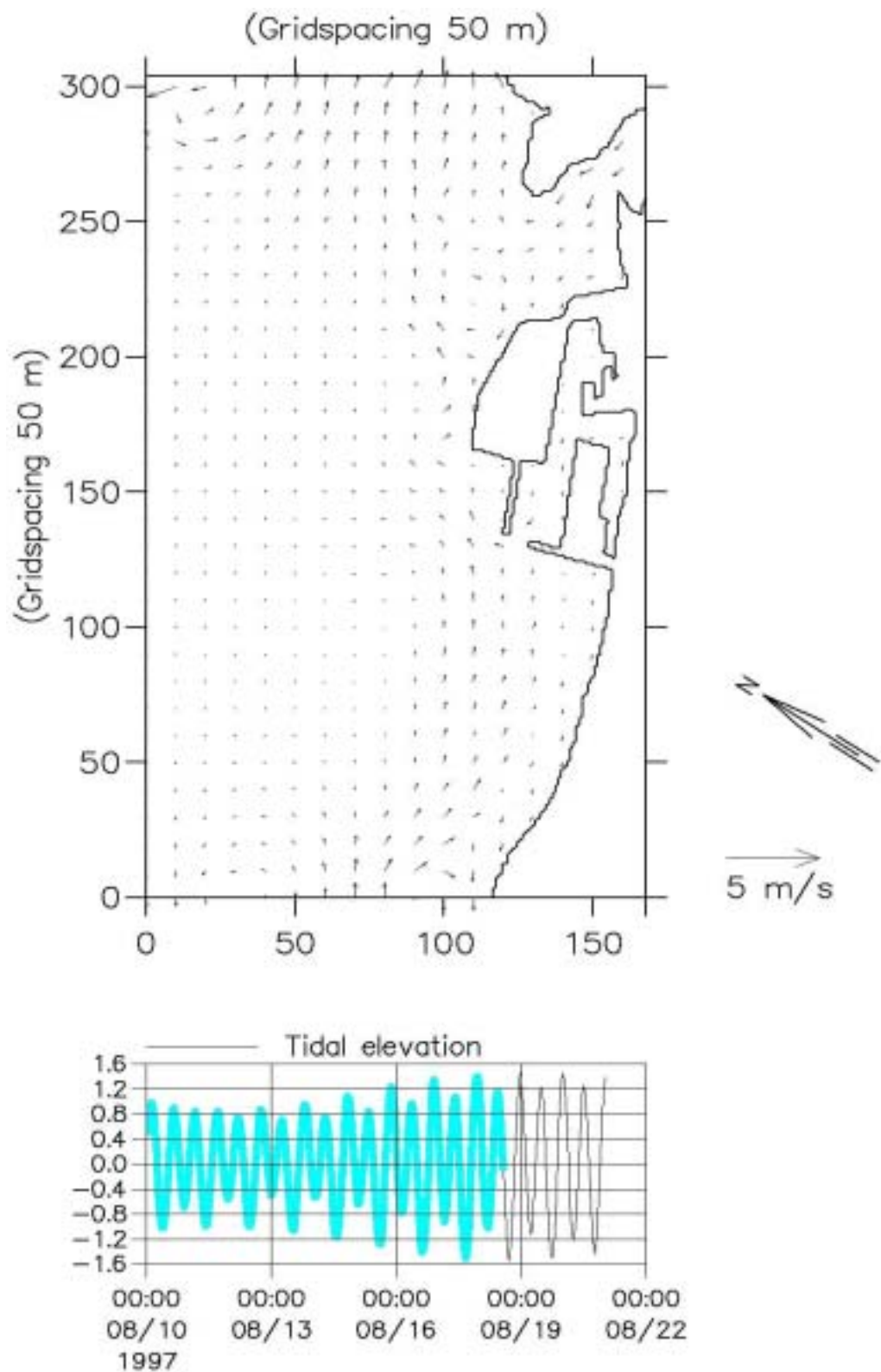


圖 5.102 M3 1997/ 08/ 18 13:30 溫妮颱風流場模擬結果
(第二期工程完工)

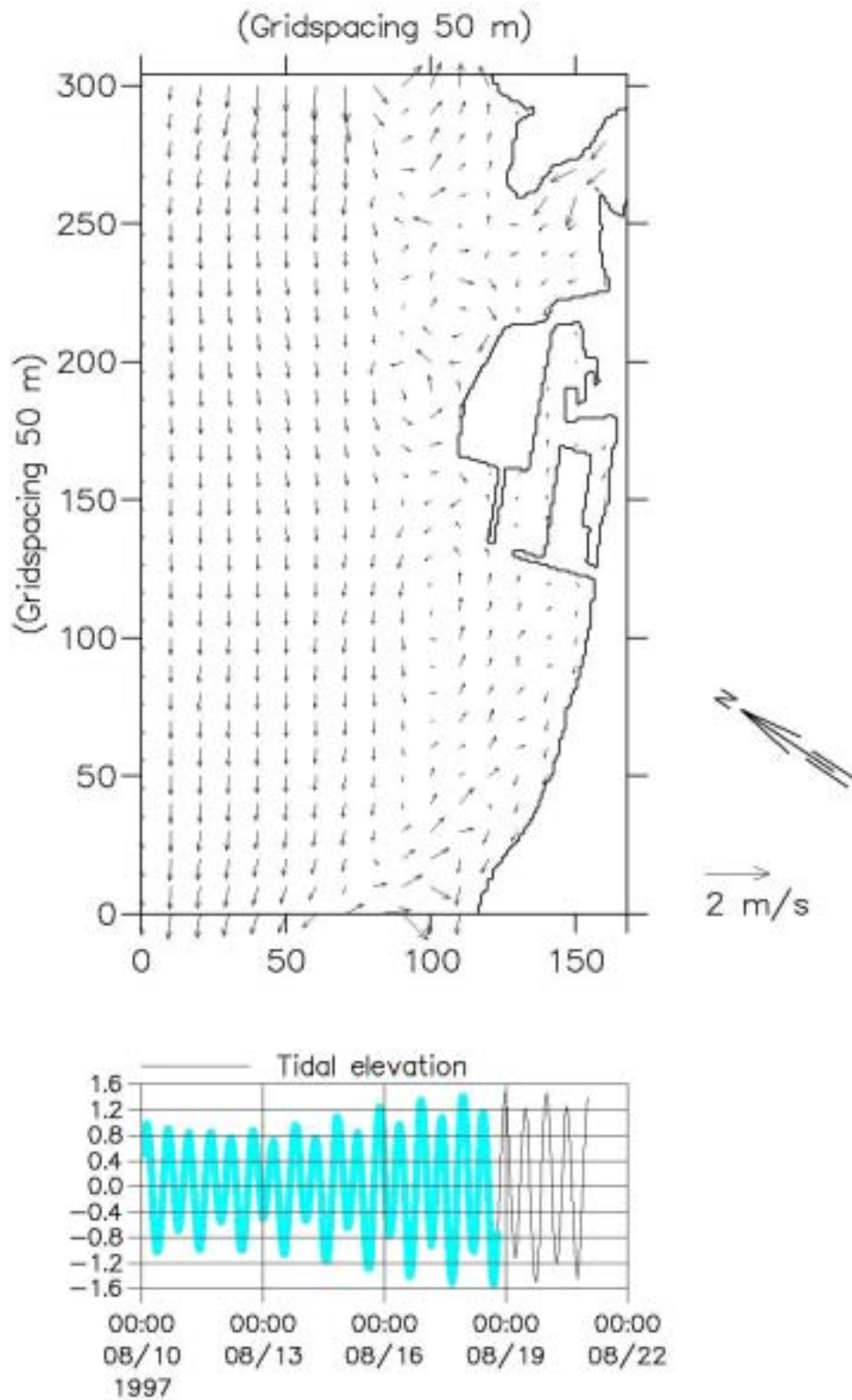


圖 5.103 M3 1997/ 08/ 18 19:00 溫妮颱風流場模擬結果
(第二期工程完工)

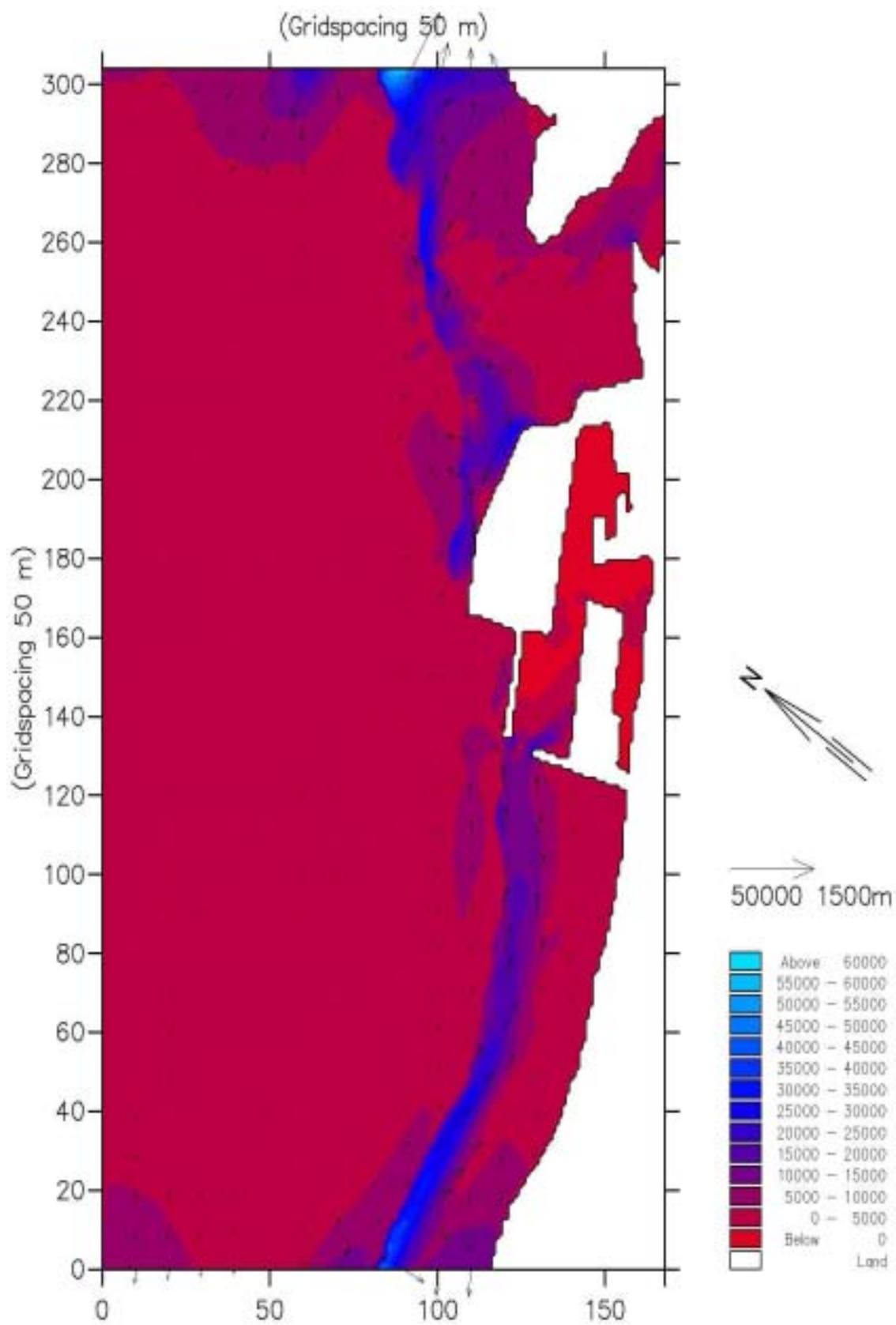


圖 5.104 溫妮颱風漂砂傳輸向量示意圖(第二期工程完工)

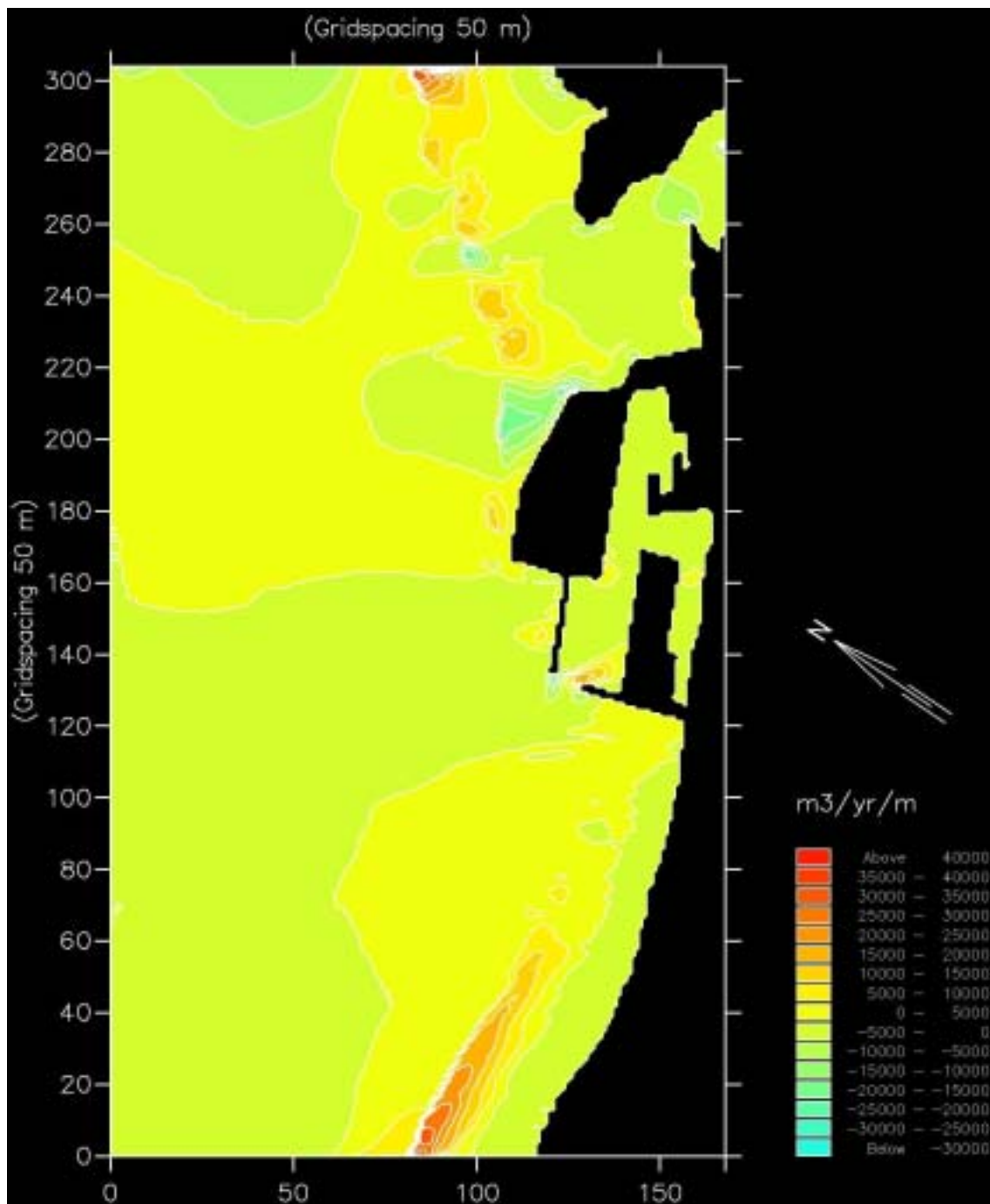


圖 5.105 M3 溫妮颱風 X 方向漂砂傳輸累積圖(第二期工程完工)

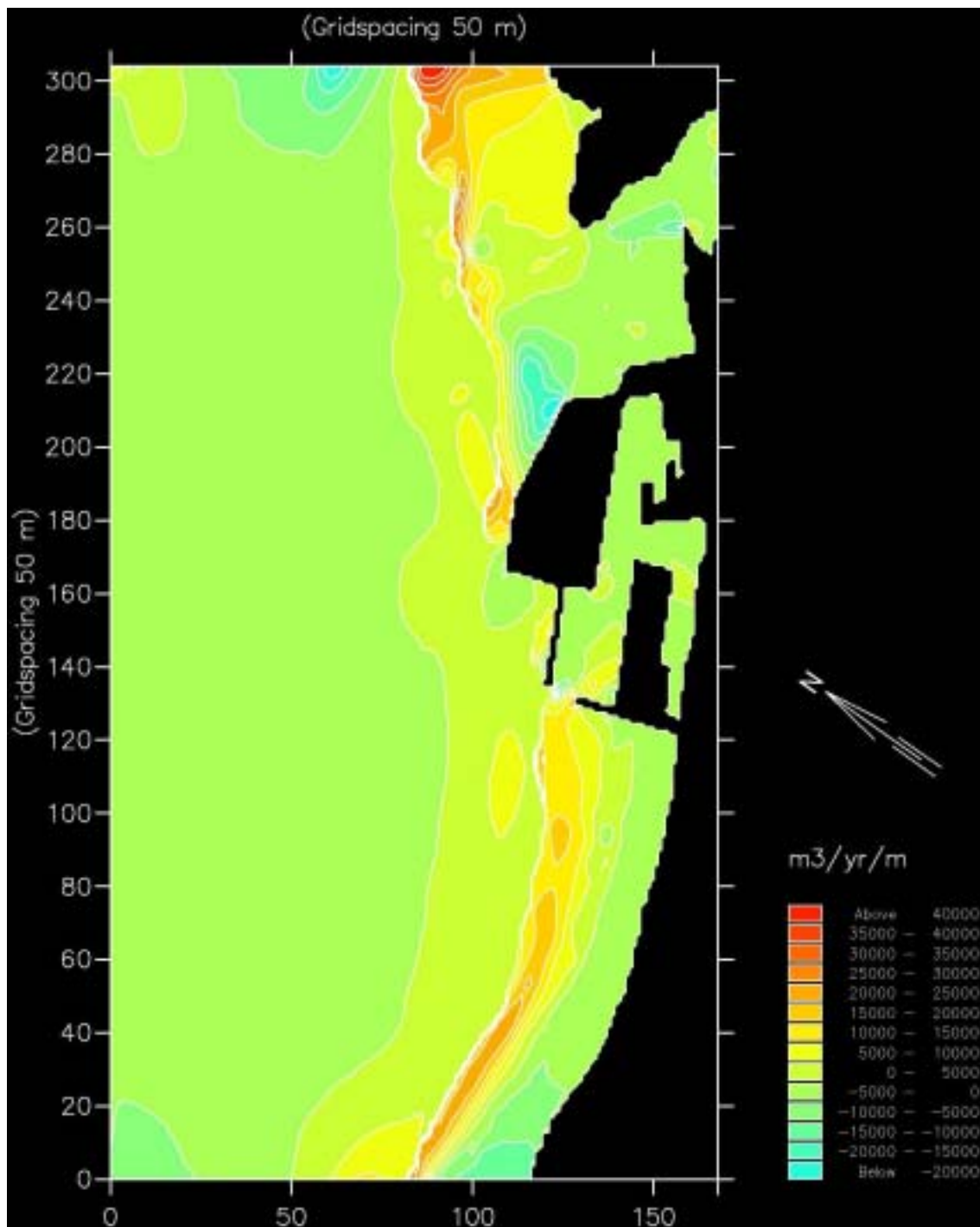


圖 5.106 M3 溫妮颱風 Y 方向漂砂傳輸累積圖(第二期工程完工)

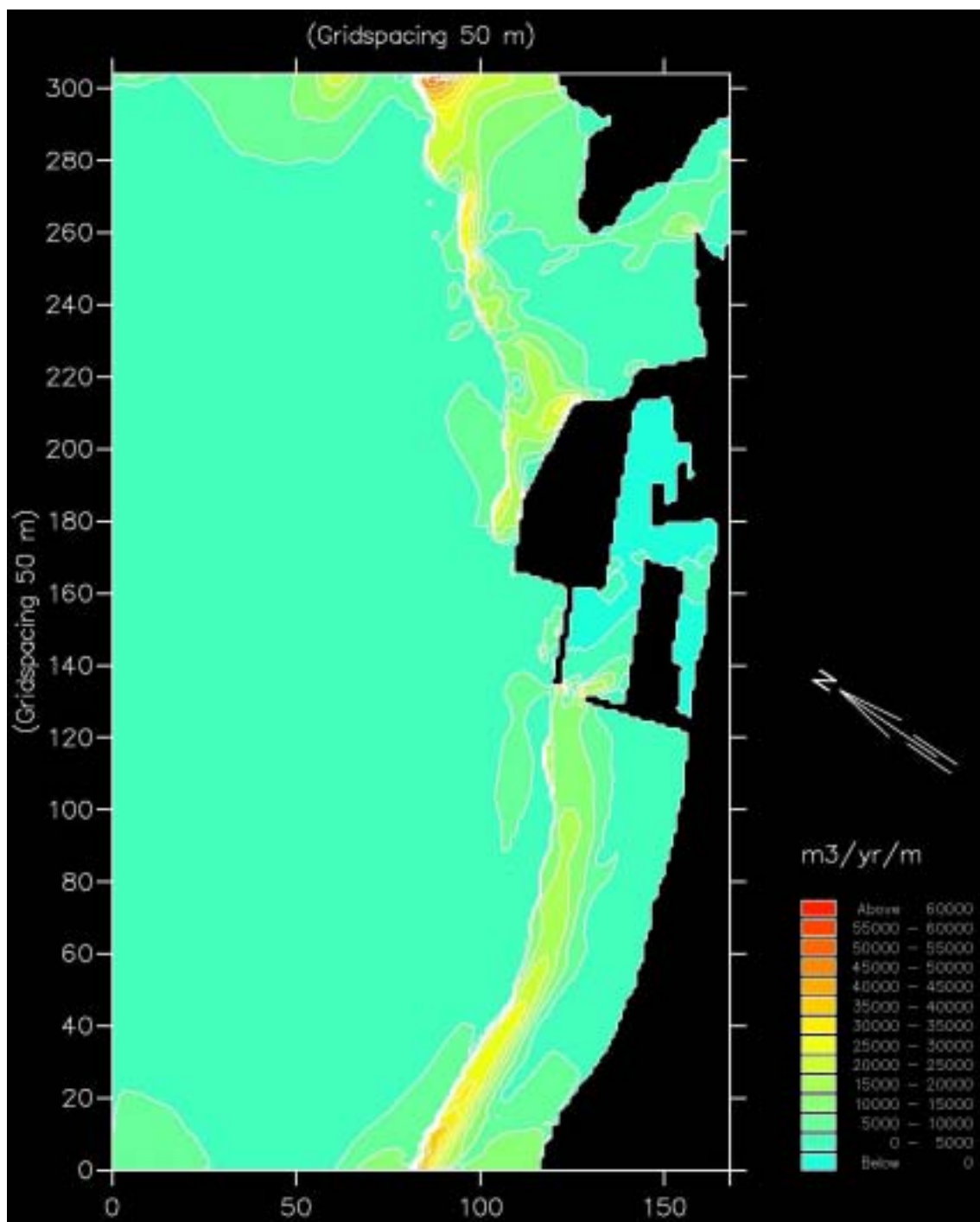


圖 5.107 M3 溫妮颱風漂砂傳輸累積圖(第二期工程完工)

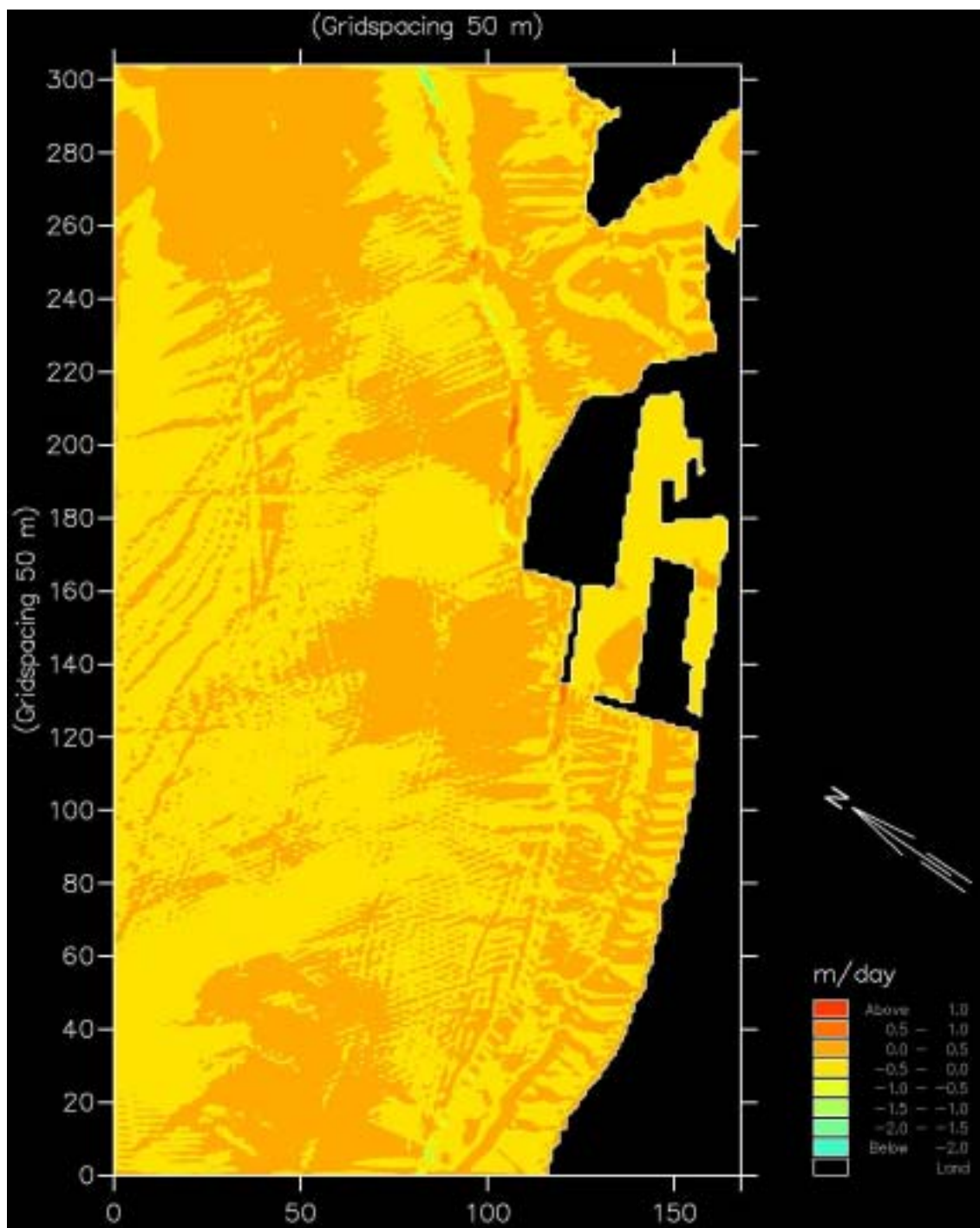


圖 5.108 M3 溫妮颱風 dz/dt 漂砂傳輸累積圖 (第二期工程完工)

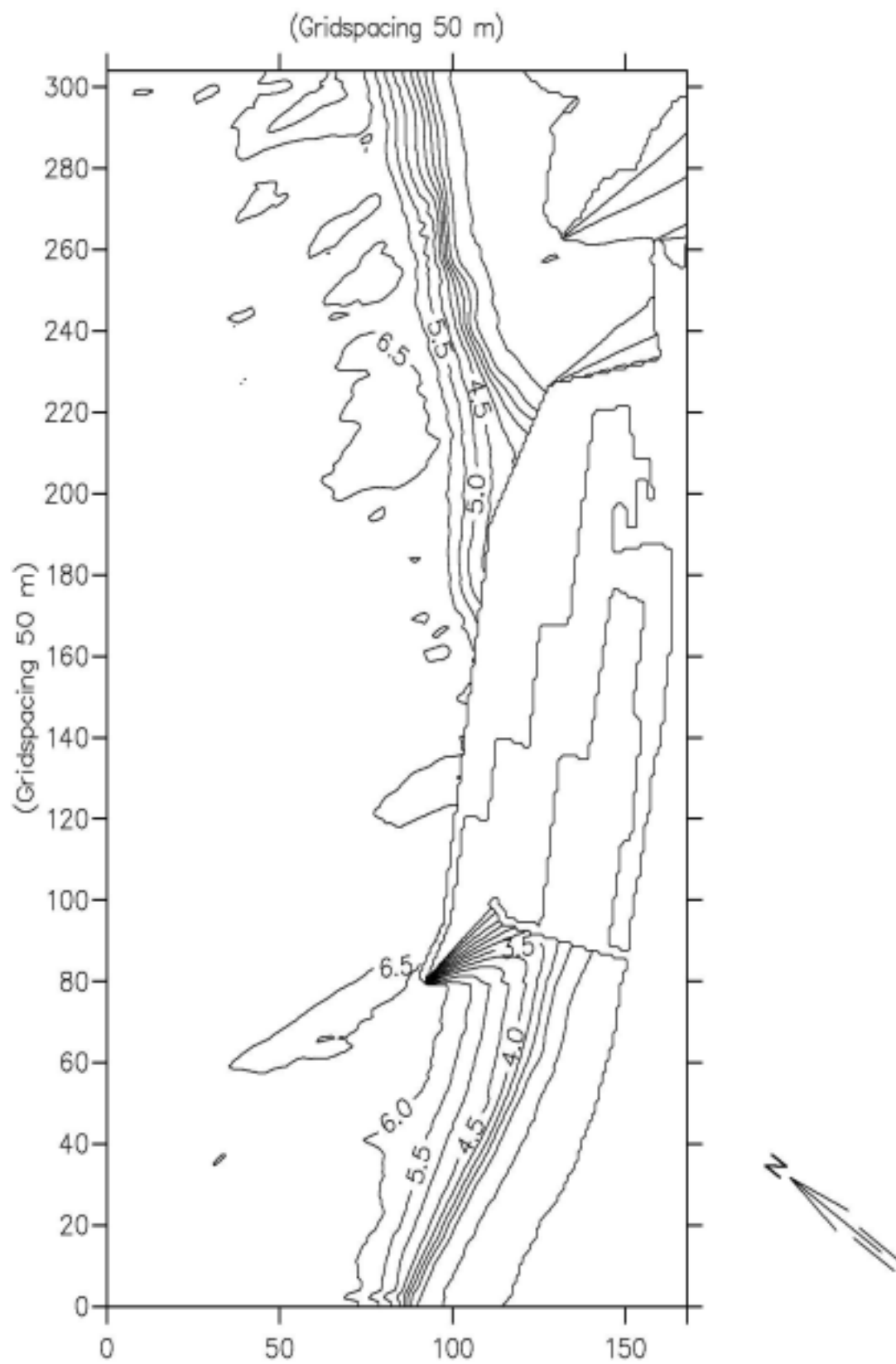


圖 5.109 M3 溫妮颱風台北港附近海域波高分佈圖(第三期工程完工)

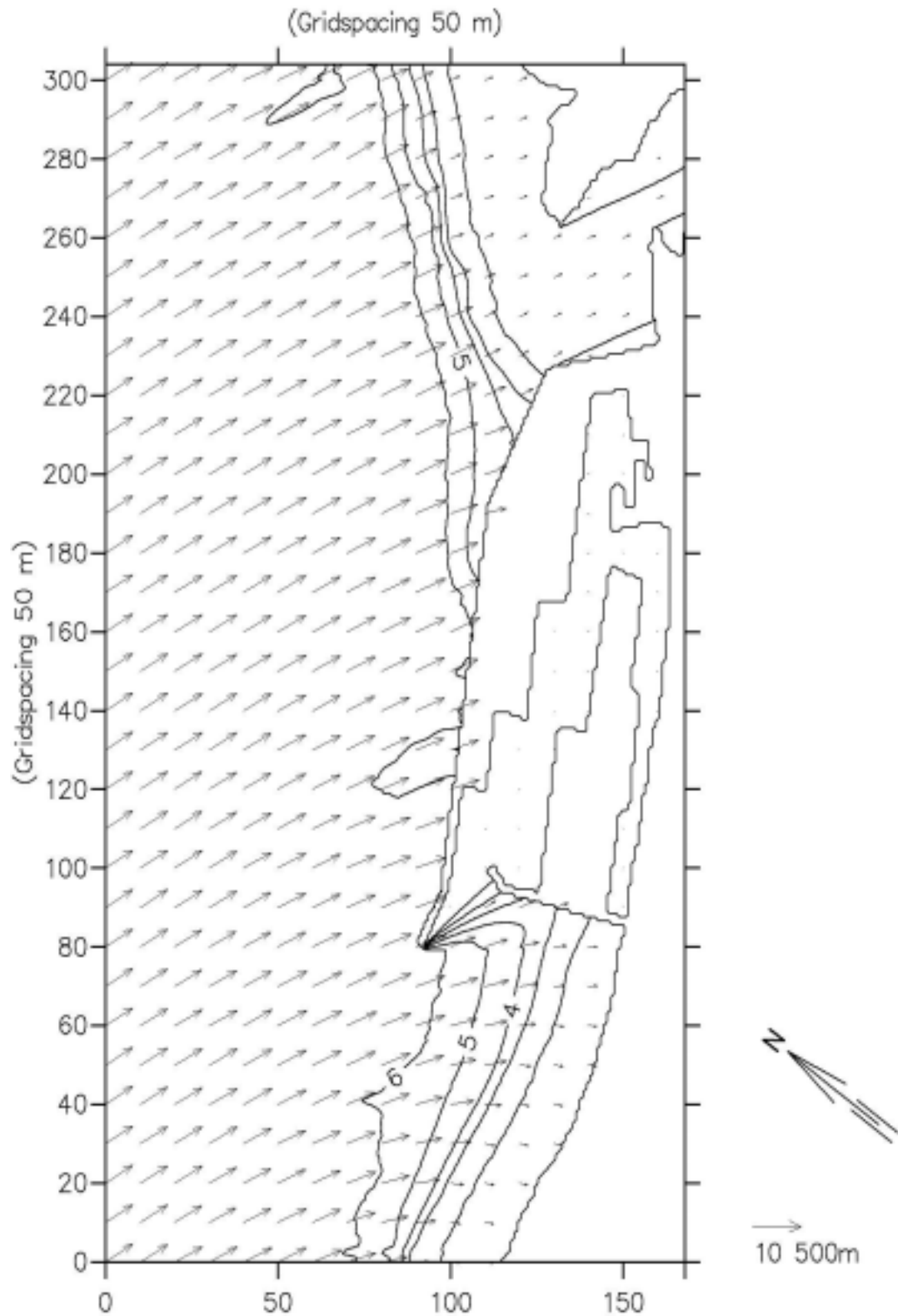


圖 5.110 M3 溫妮颱風台北港附近海域波場向量分佈圖
(第三期工程完工)

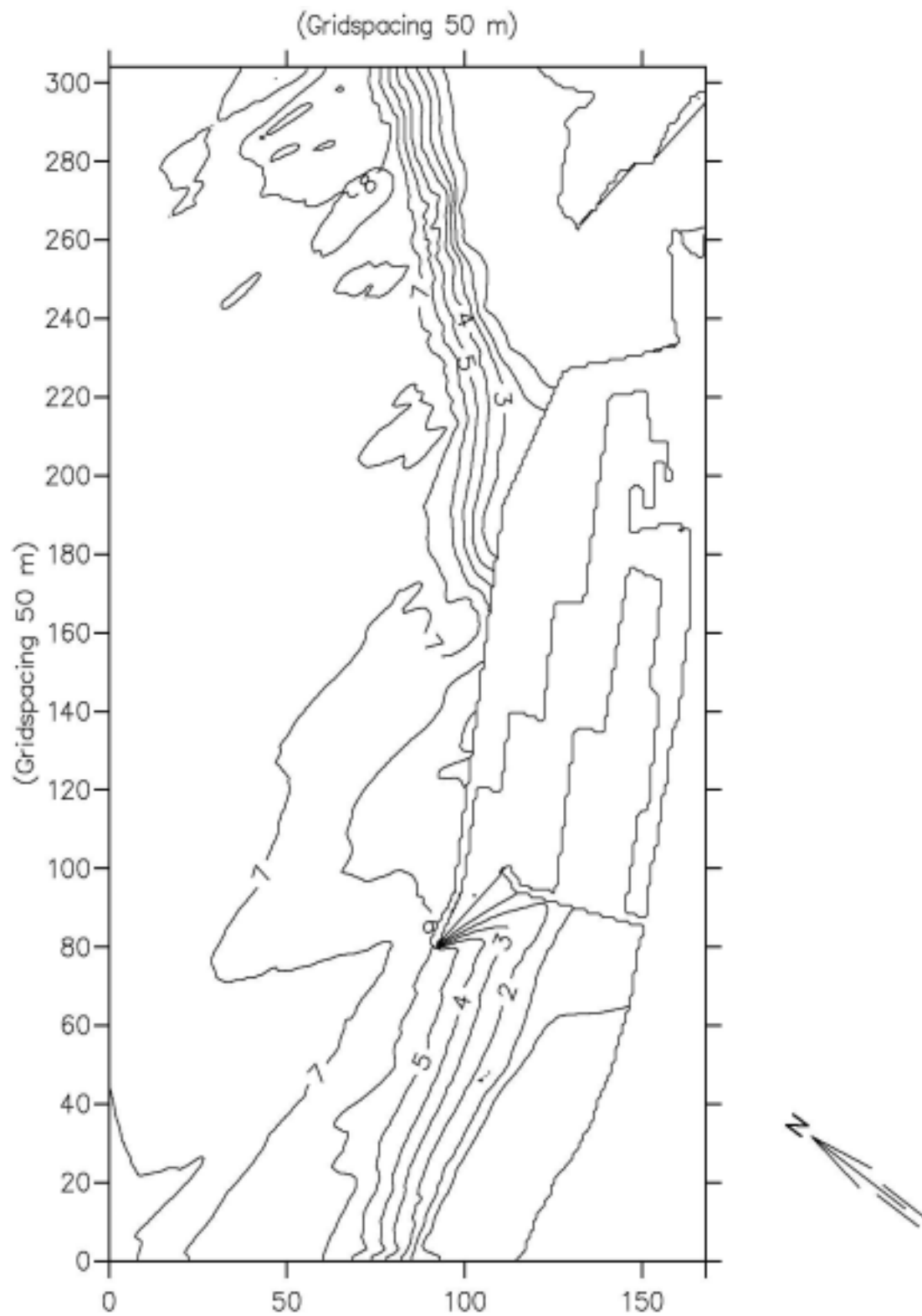


圖 5.111 妮颱風台北港附近海域輻射應力 S_{xy} 分佈圖
(第三期工程完工)

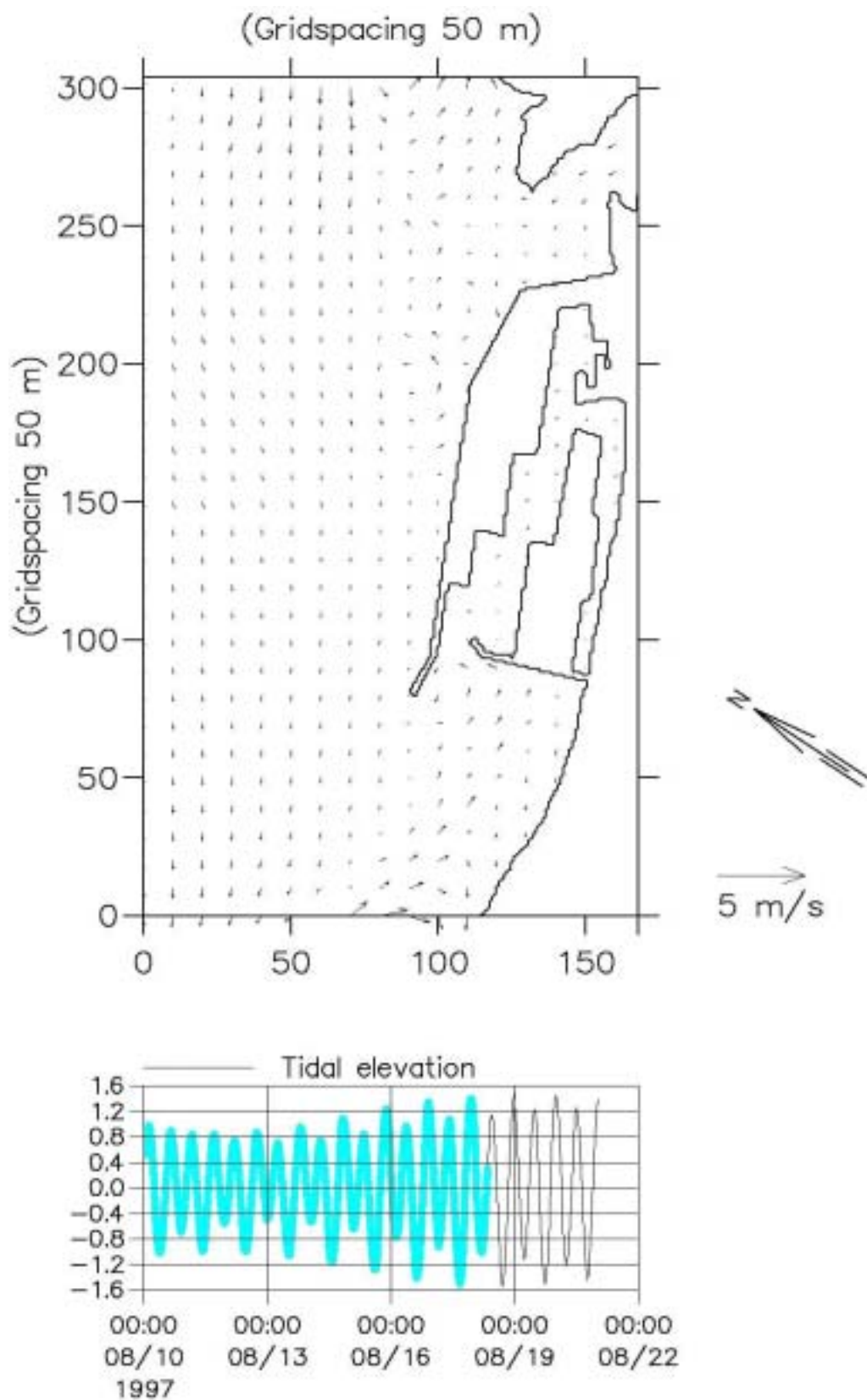


圖 5.112 M3 1997/ 08/ 18 08:00 溫妮颱風流場模擬結果

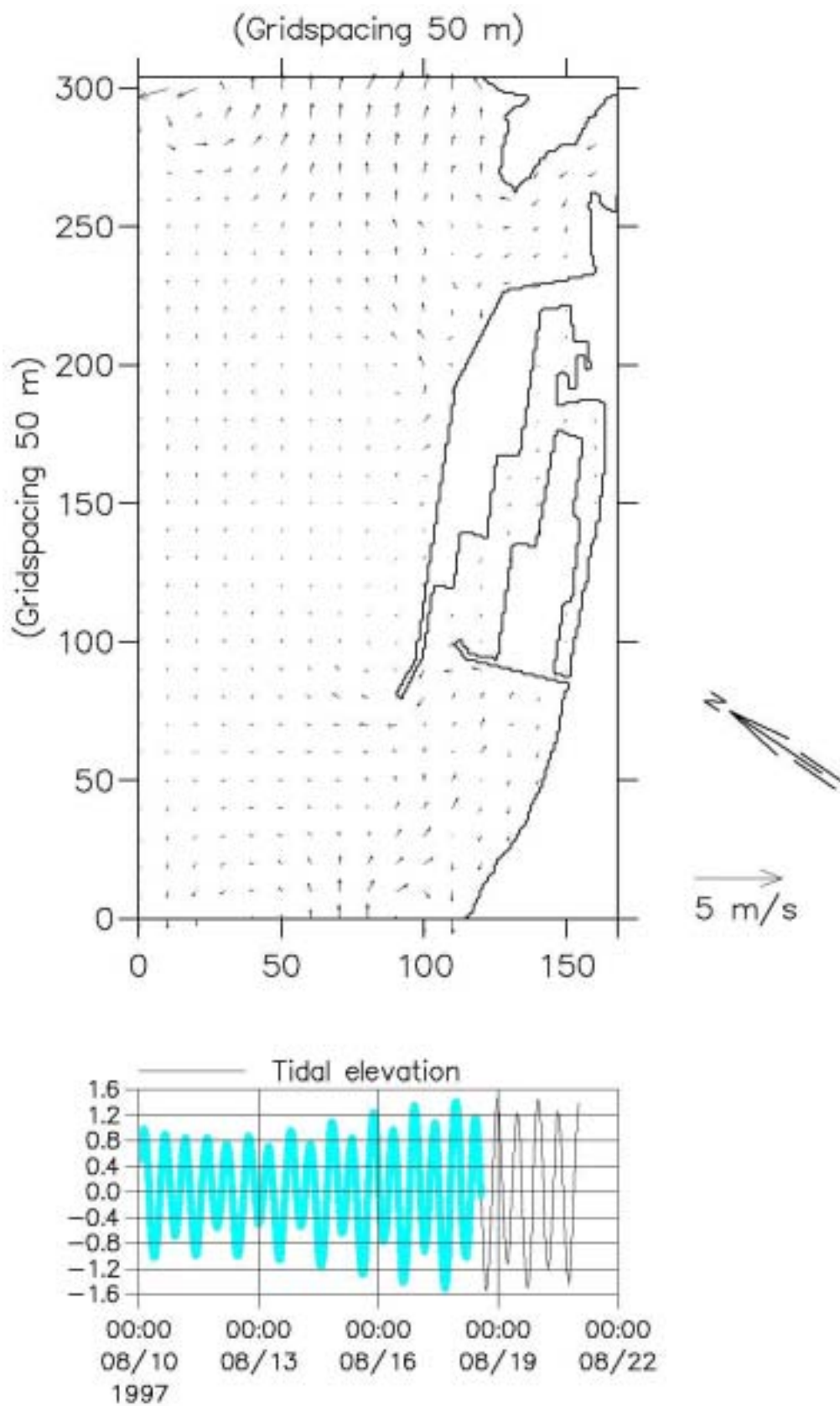


圖 5.113 1997/ 08/ 18 13:30 溫妮颱風流場模擬結果

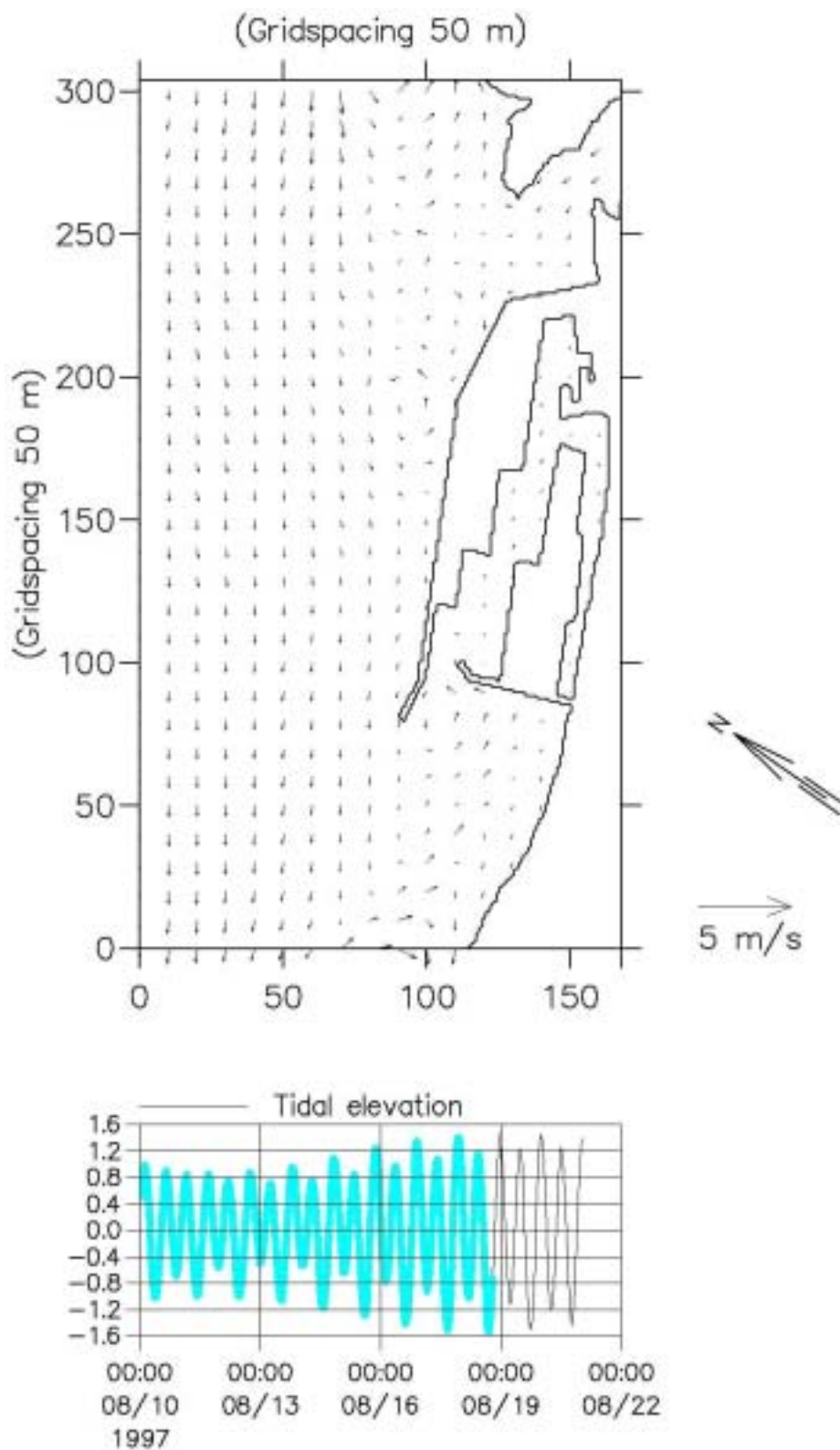


圖 5.114 1997/ 08/ 18 19:00溫妮颱風流場模擬結果
(第三期工程完工)

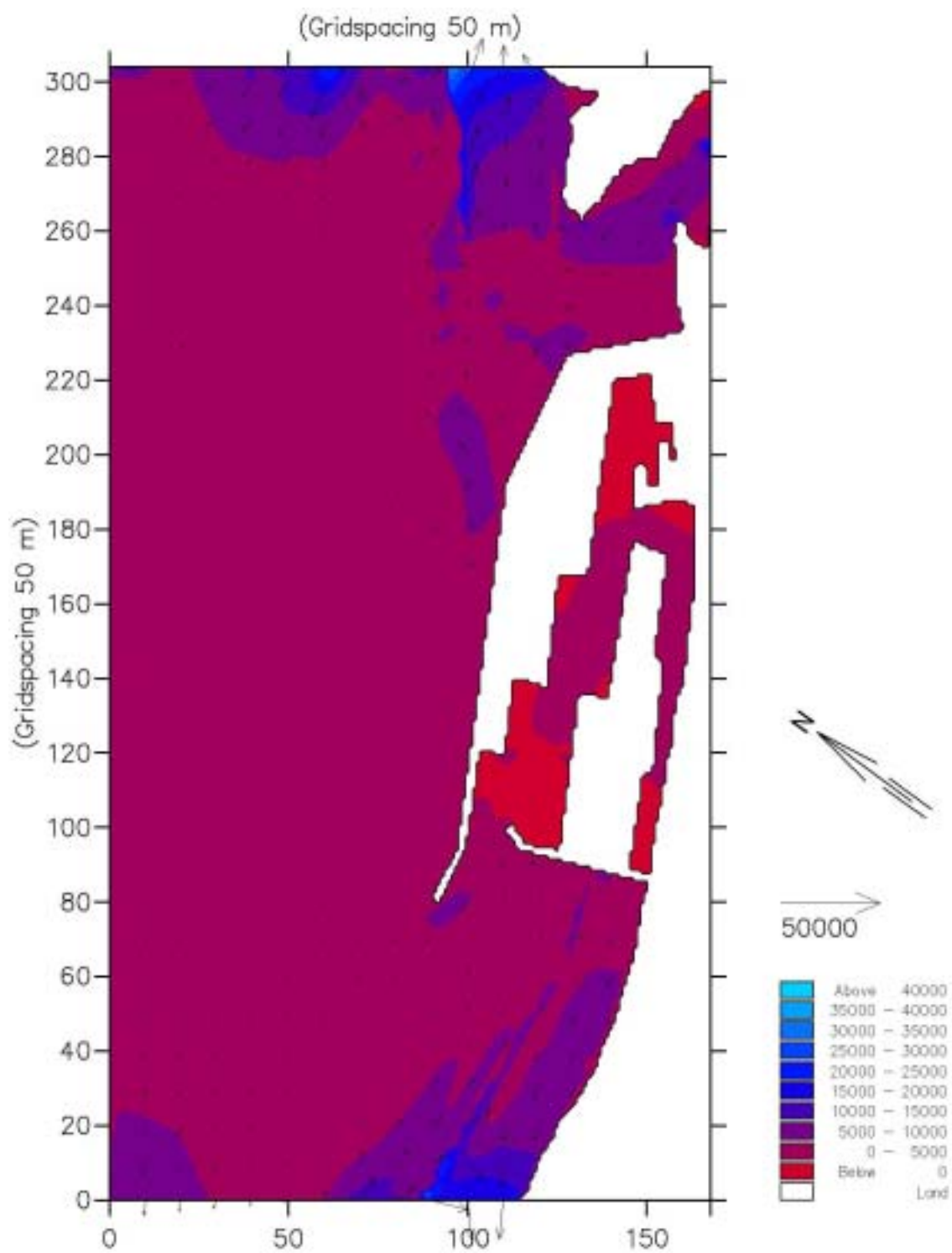


圖 5.115 妮颱風漂砂傳輸向量示意圖(第三期工程完工)

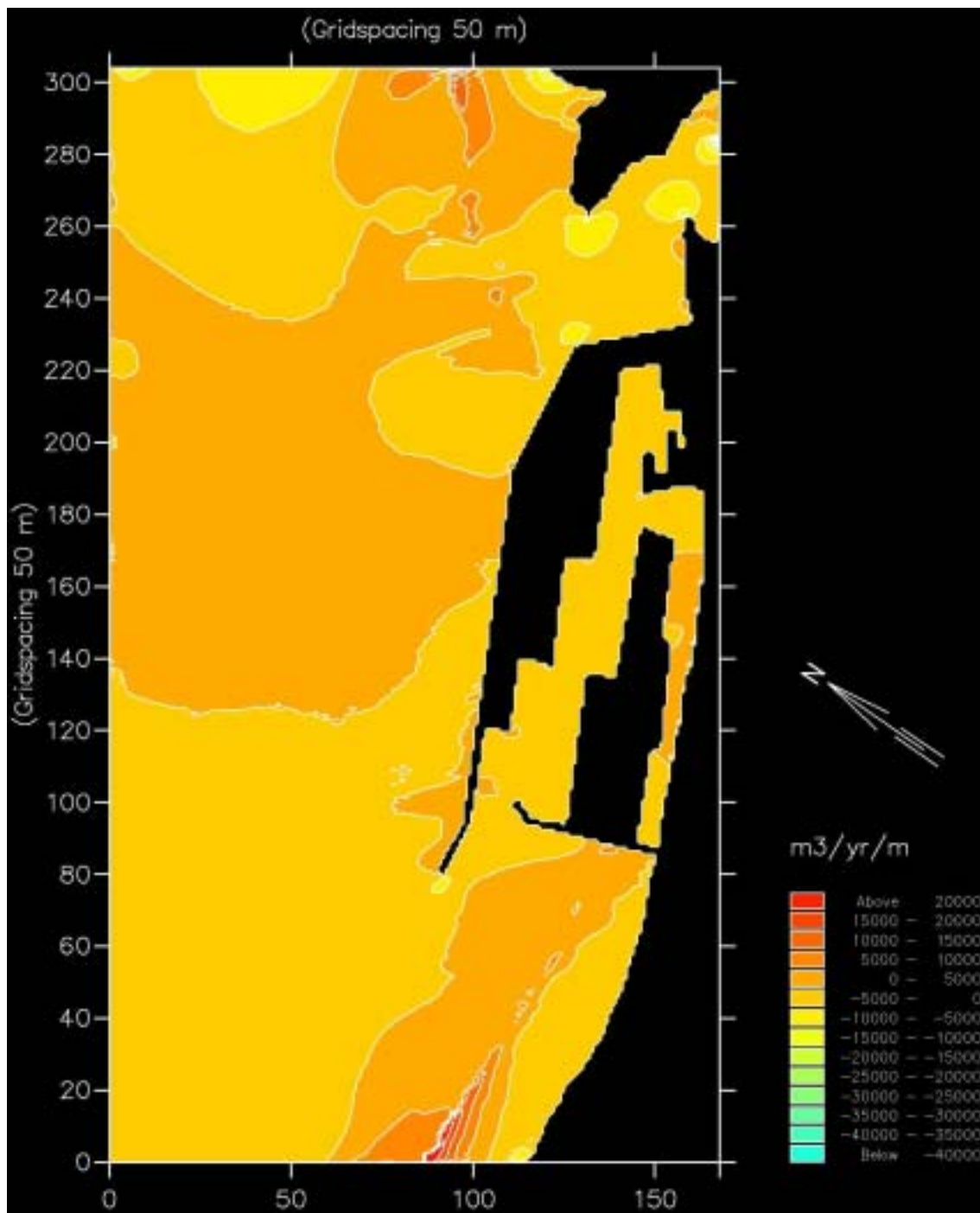


圖 5.116 M3 溫妮颱風 X 方向漂砂傳輸累積圖(第三期工程完工)

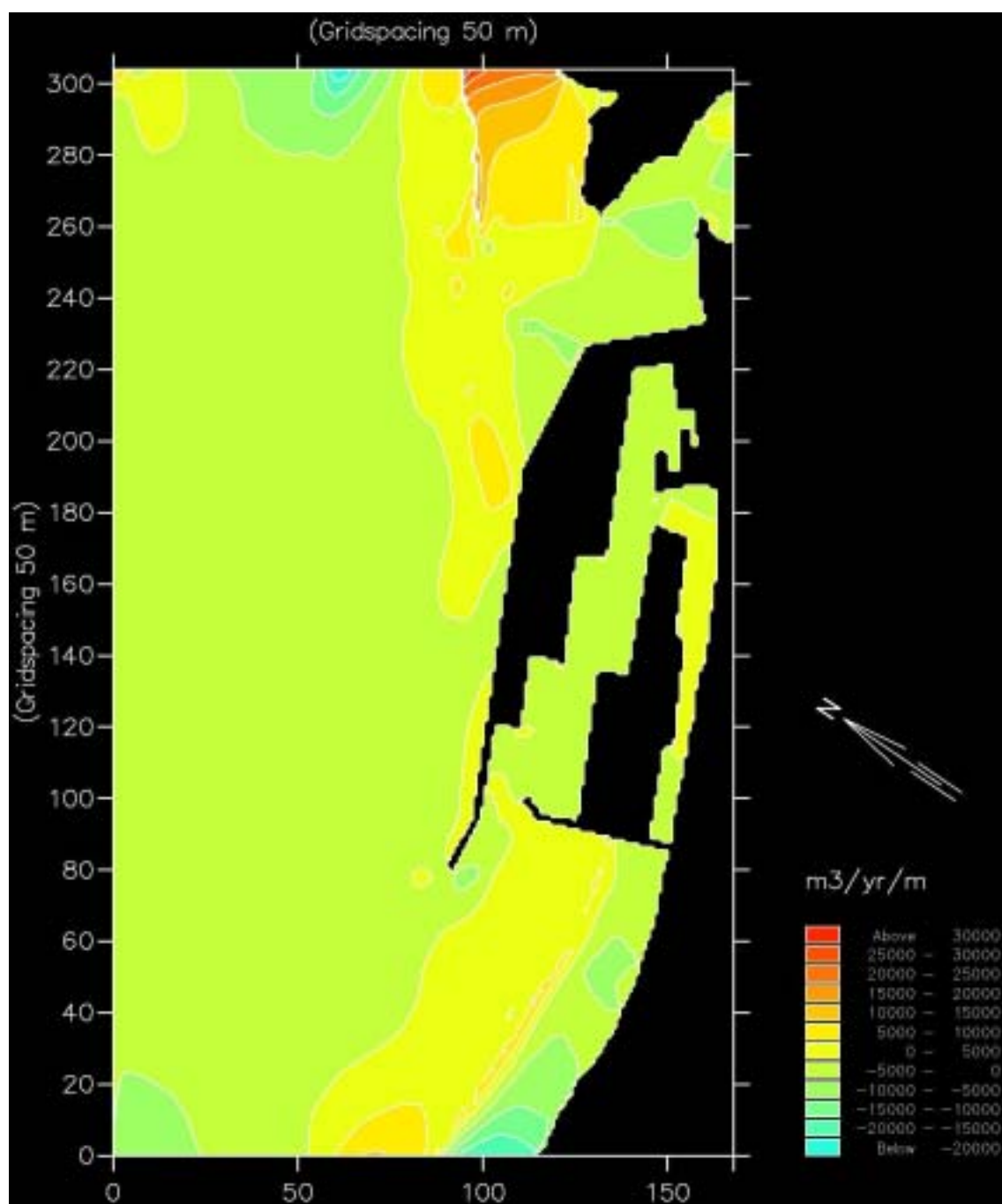


圖 5.117 M3 溫妮颱風 Y 方向漂砂傳輸累積圖(第三期工程完工)

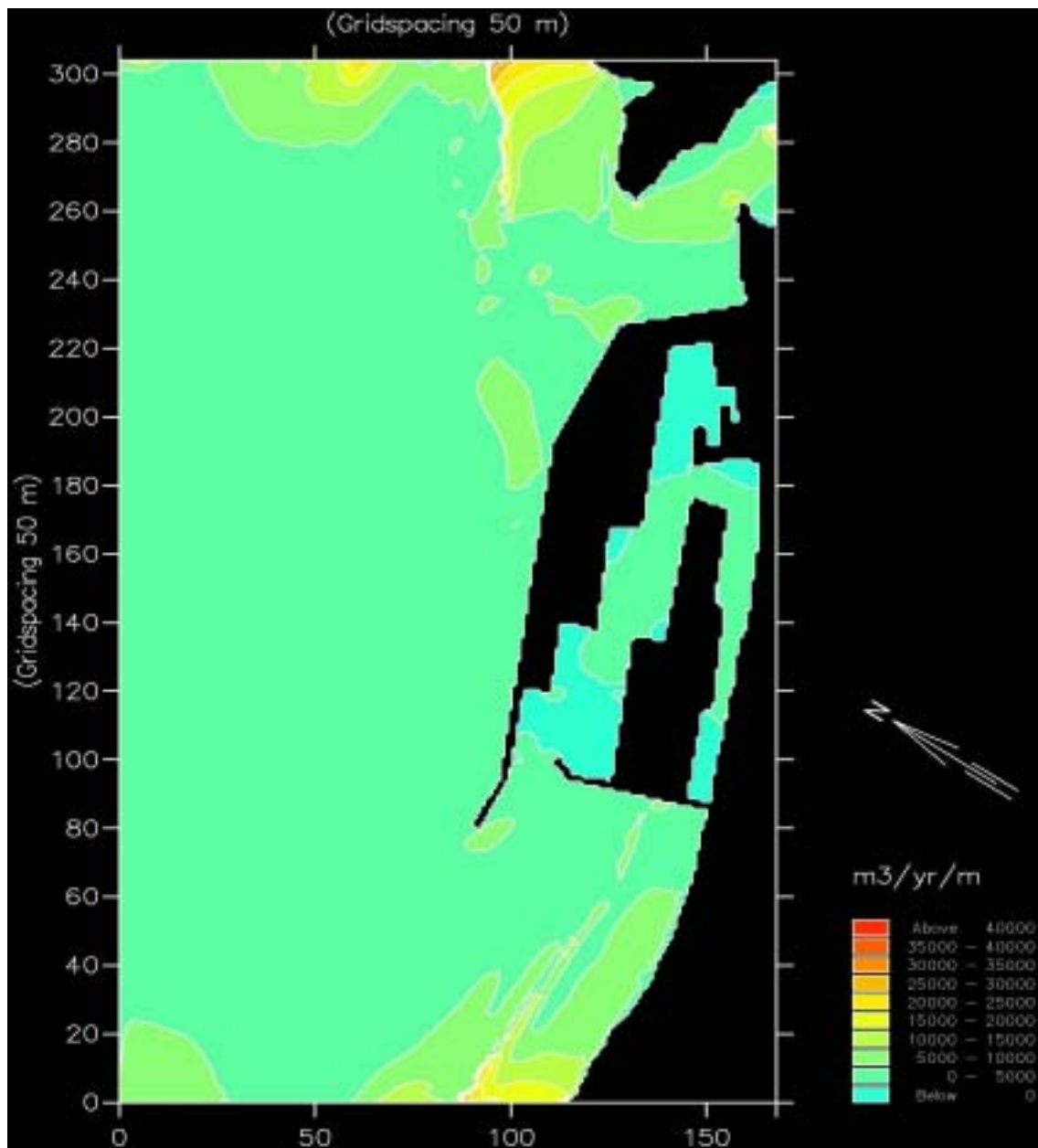


圖 5.118 妮颱風漂砂傳輸累積圖(第三期工程完工)

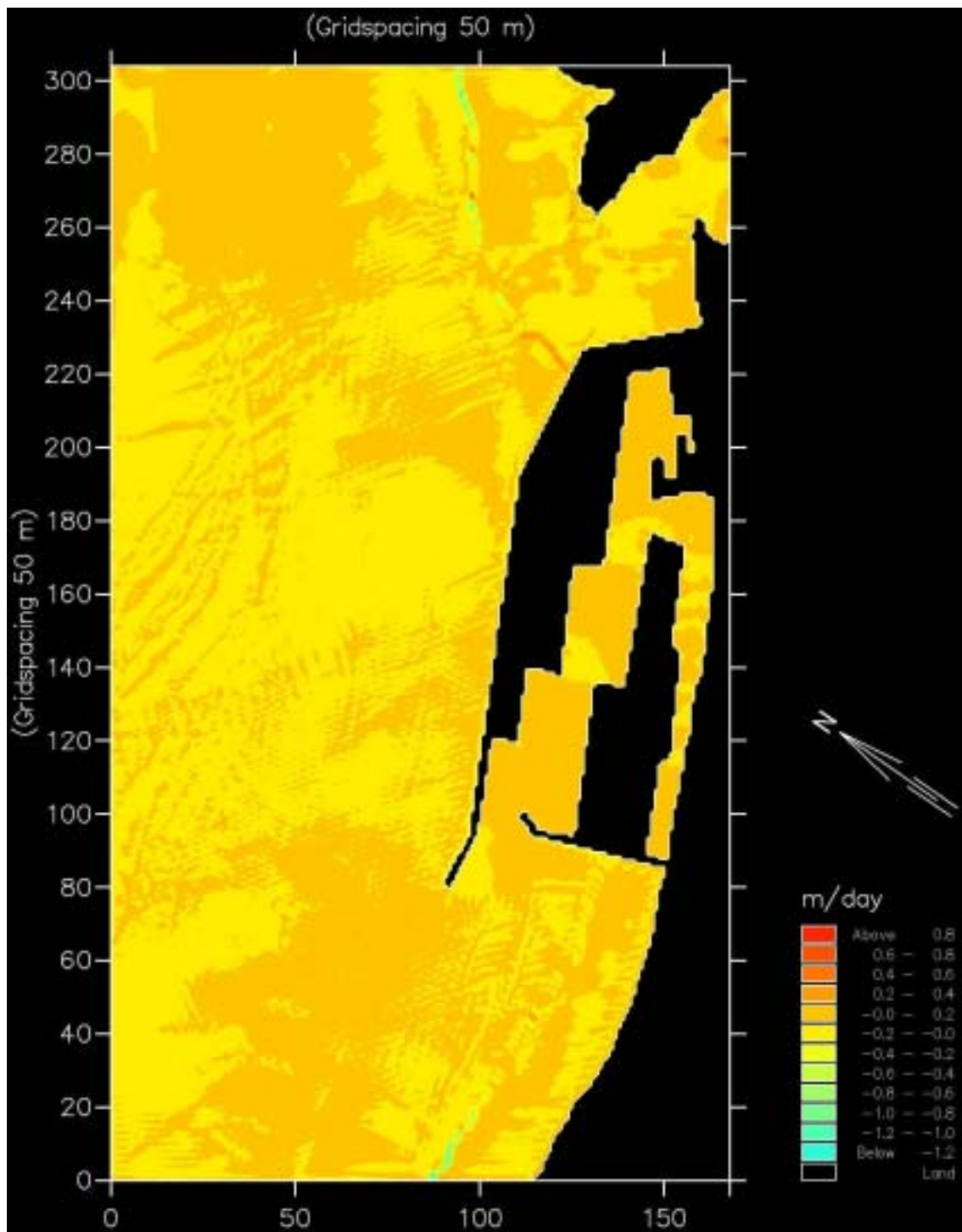


圖 5.119 M3 溫妮颱風 $\frac{dz}{dt}$ 漂砂傳輸累積圖(第三期工程完工)

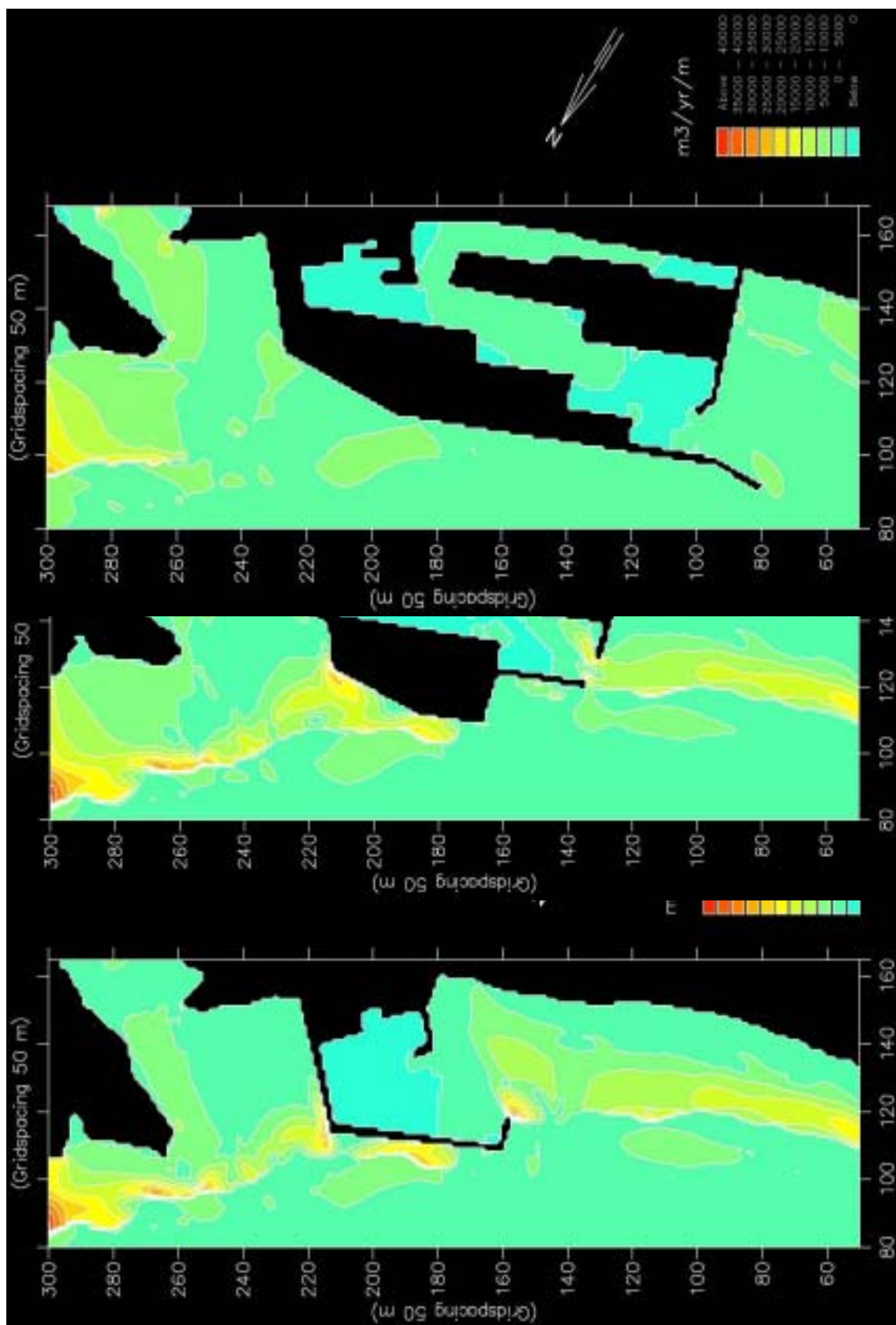


圖 5.120 妮颱風淡水河口、台北港航道口漂砂累積比較圖

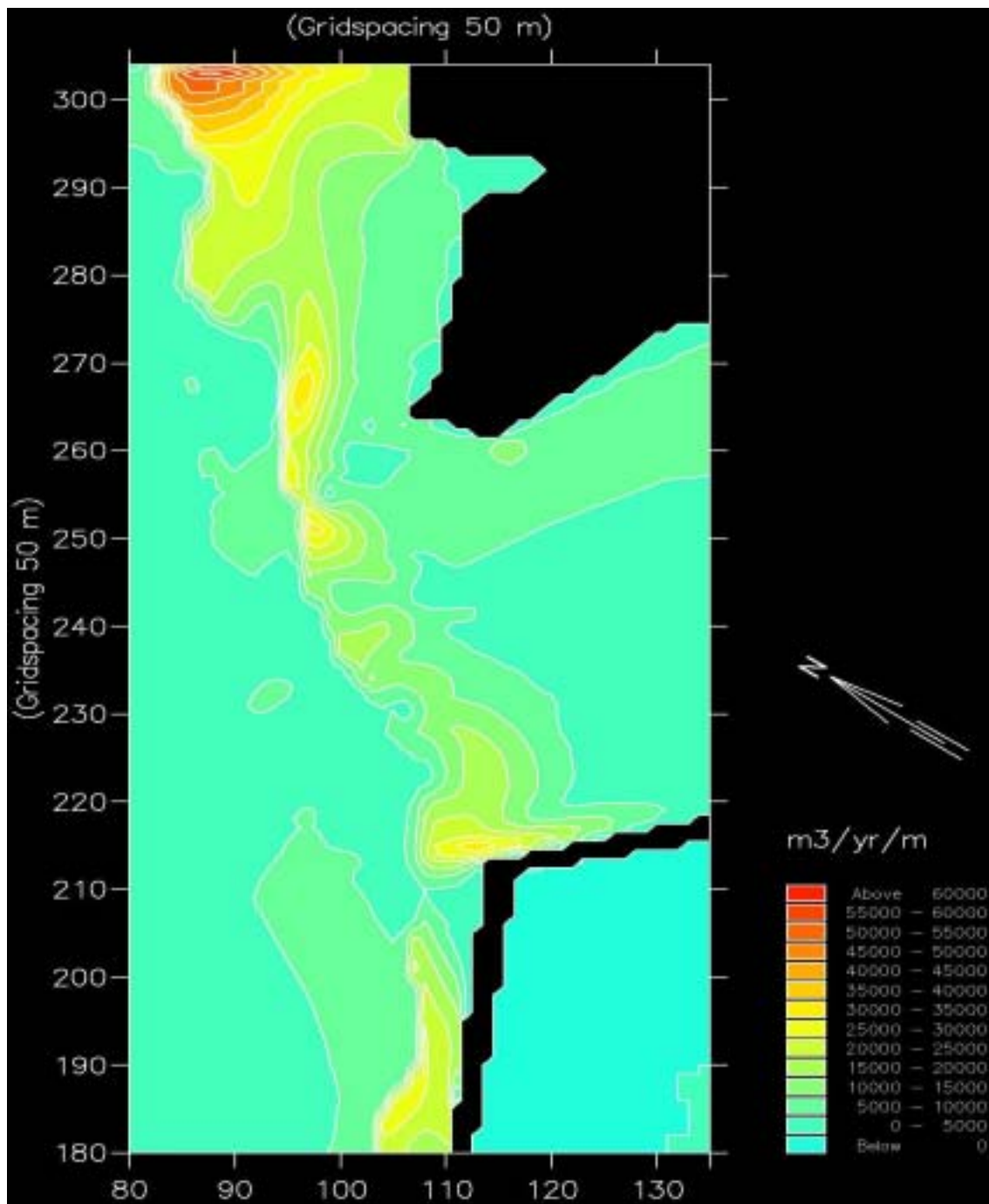


圖 5.121 妮颱風淡水河口漂砂傳輸累積圖(現況)

註:淡水河出海口下

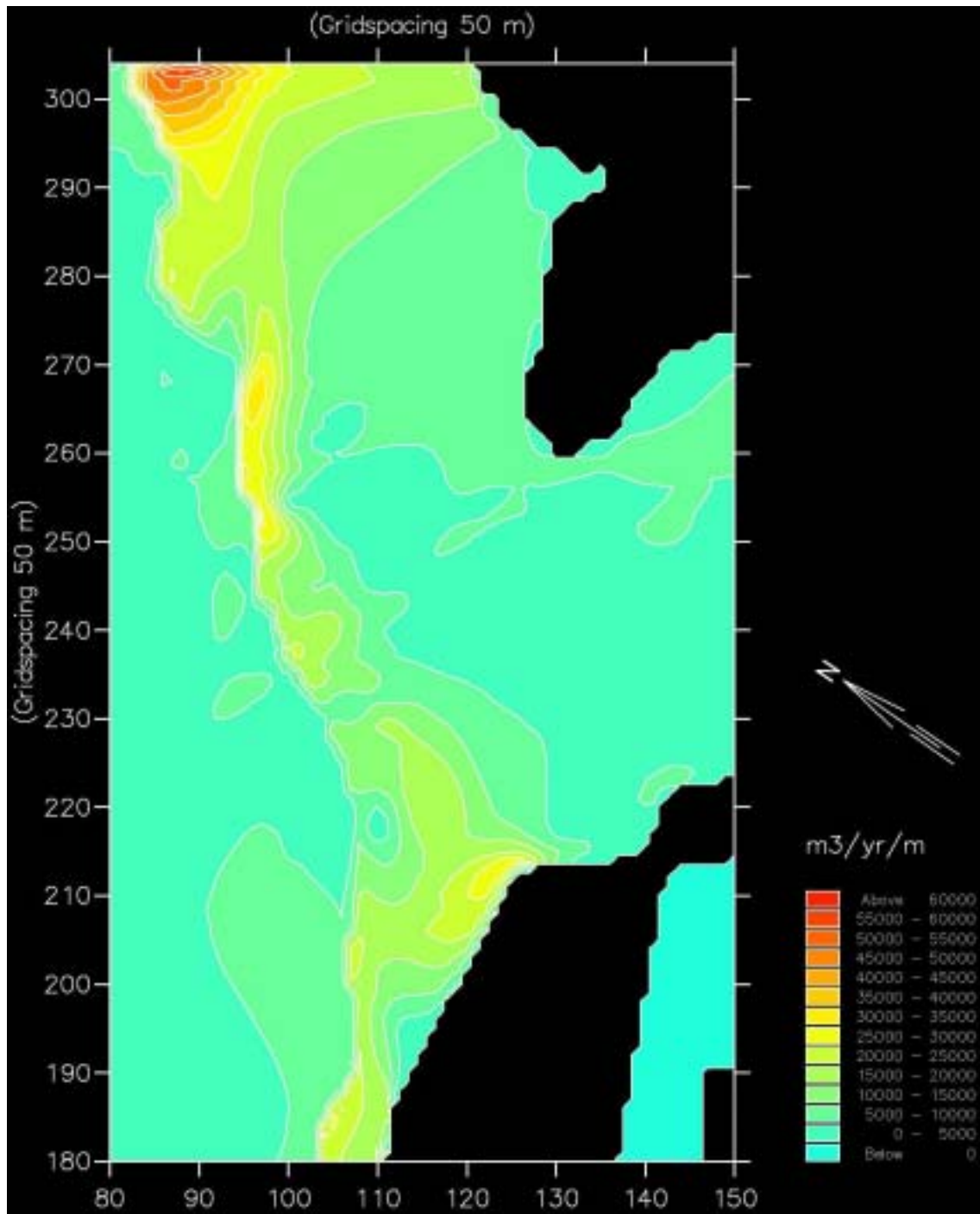


圖 5.122 妮颱風淡水河口漂砂傳輸累積圖(第二期工程完工)

註:淡水河出海口下

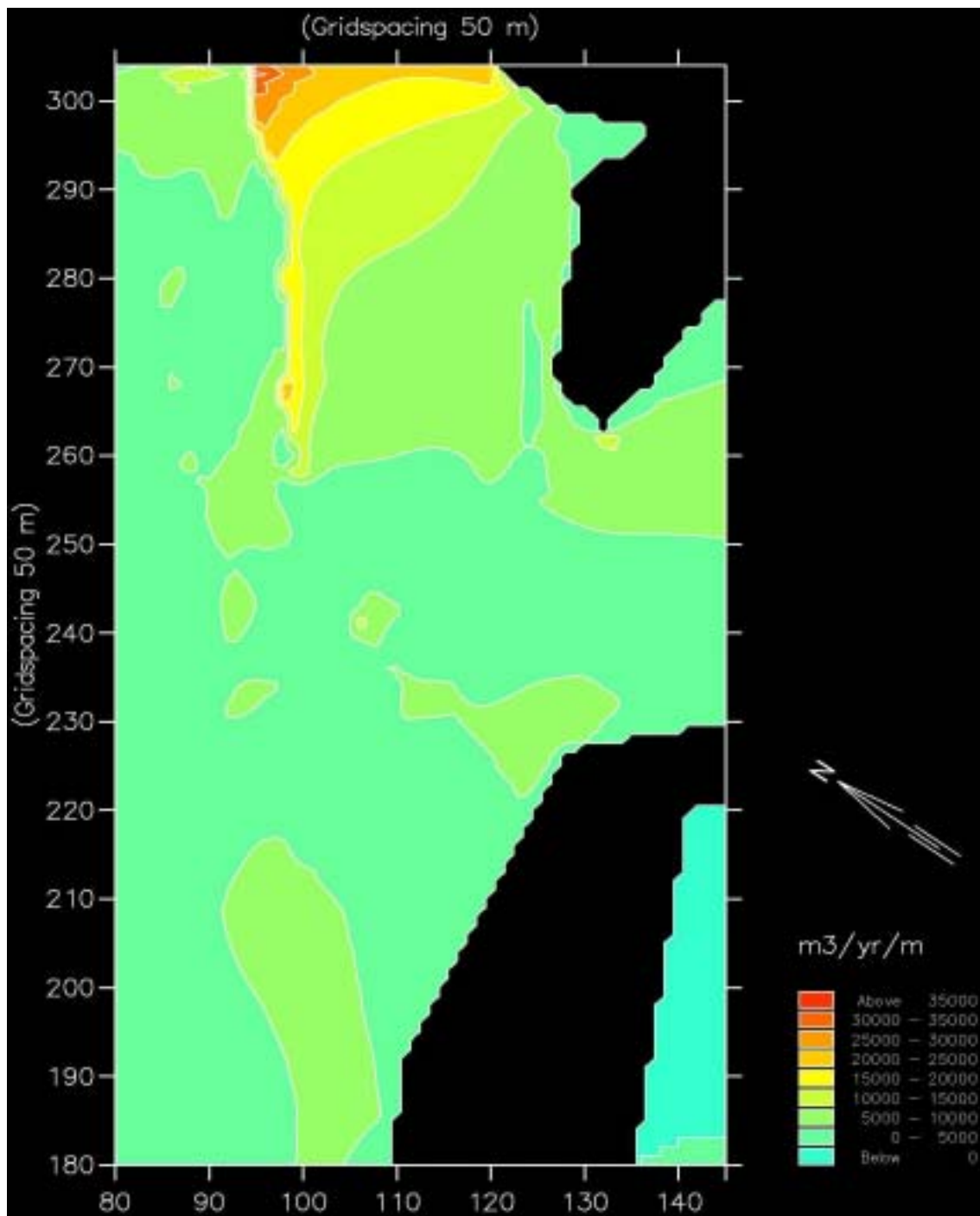


圖 5.123 溫妮颱風淡水河口漂砂傳輸累積圖(第三期工程完工)

註:淡水河出海口下

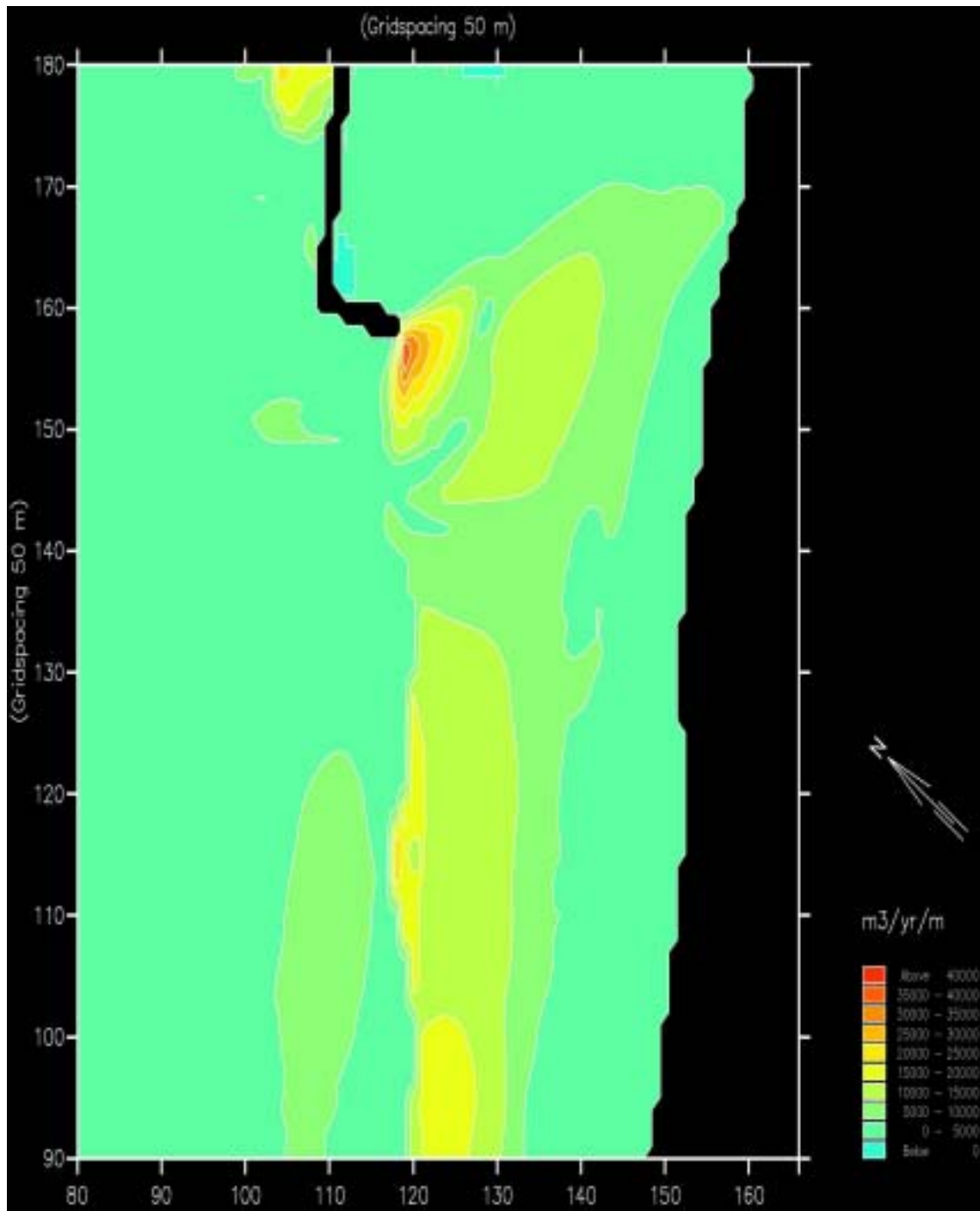


圖 5.124 溫妮颱風台北港航道口漂砂傳輸累積圖(現況)

註:淡水河出海口下

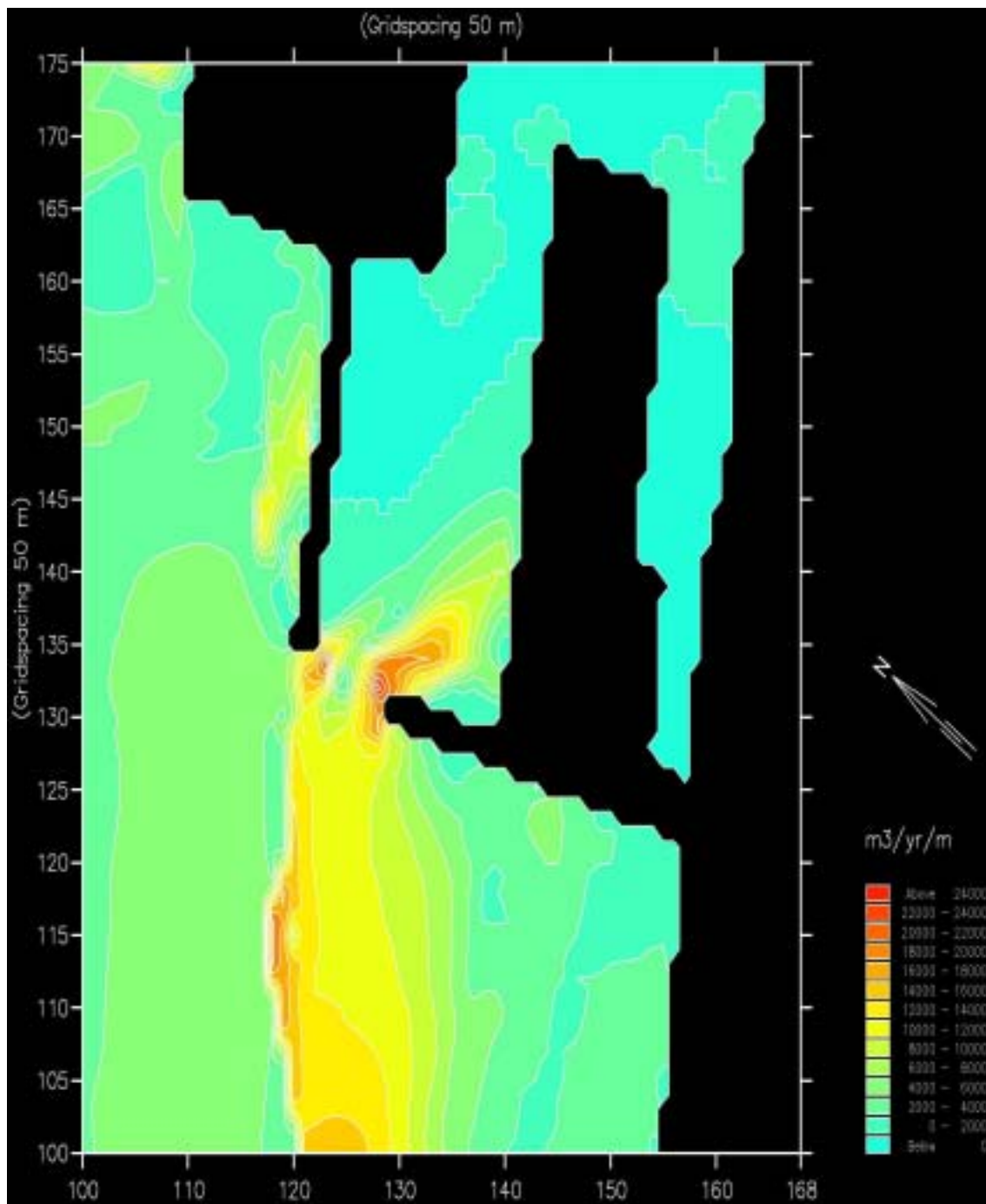


圖 5.125 溫妮颱風台北港航道口漂砂傳輸累積圖(第二期工程完工)

註:淡水河出海口下

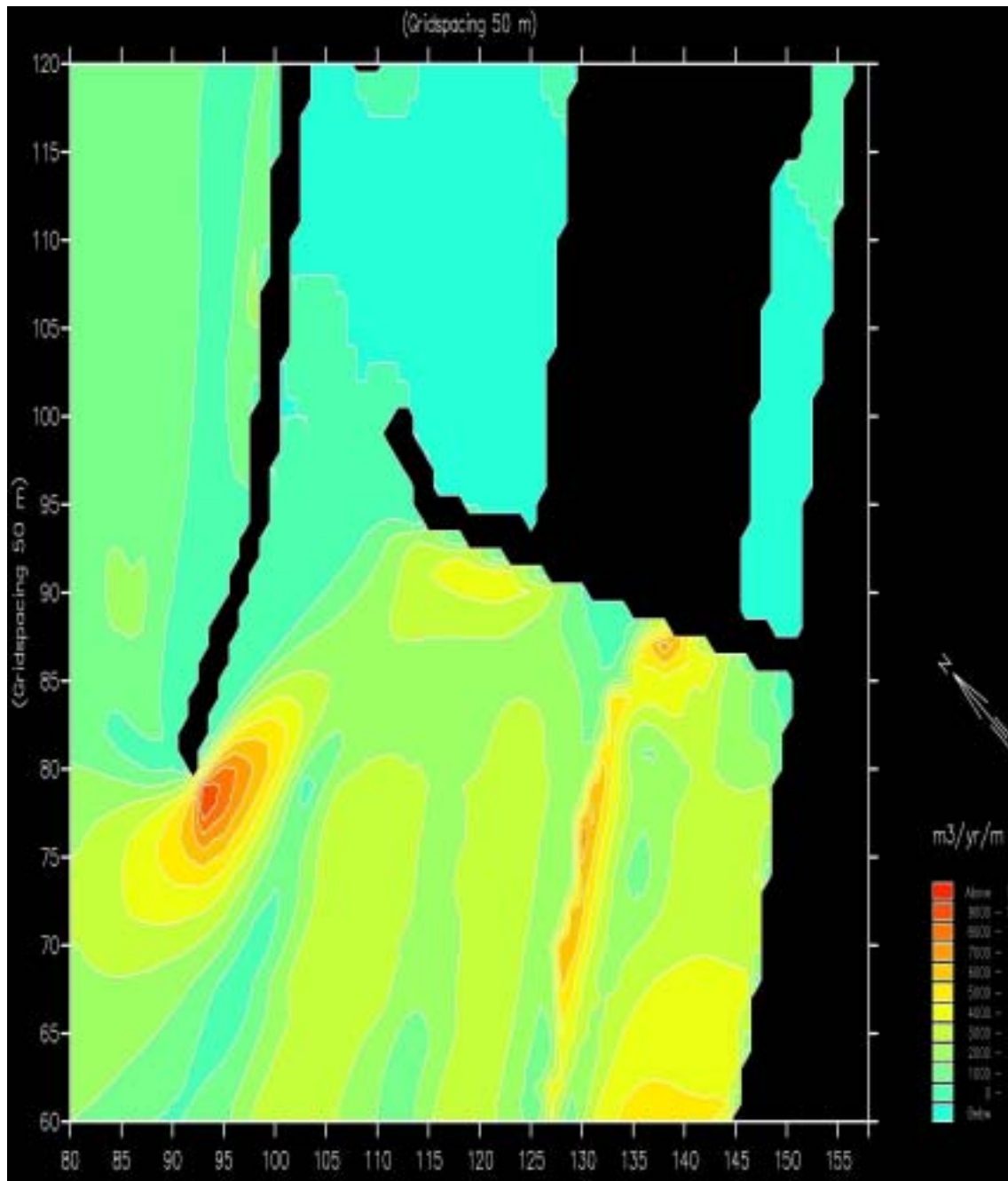


圖 5.126 溫妮颱風台北港航道口漂砂傳輸累積圖(第三期工程完工)
註:淡水河出海口下

第六章 海岸地形變遷數值計算結果

本計劃區域海岸地形受到波浪潮汐及淡水河交互作用所形成之近岸流系統，海岸漂砂，河川輸砂等多重因素之影響，加上各影響因素之時間尺度之不同，因此也增加本水域地形變遷之複雜性，本數值模式將主要影響較大之因子加入運算，考量風力、波浪、潮流、及與淡水河交互作用所構成之近岸流流場分佈，計算本計劃水域漂砂推動之能力及海岸地形侵淤之趨勢。

6.1 漂砂模式計算結果

6.1.1 沿岸漂砂部分

本報告對於在長時間尺度下海岸漂砂部分，模式之數值模擬分成夏、冬季兩季（夏季：入射波波高 1.6m、週期 6sec 和波向 WNW。冬季：入射波波高 3.2m、週期 8sec 和波向 NNE），依水域不同的開發情形運算海域漂砂傳輸能力。

模擬結果發現，模擬區域輸砂方向及能力皆隨季節改變，冬季時，漂砂輸送方向是由北往南，夏季時，則由南往北，水域全年淨輸砂優勢明顯冬季大於夏季，全年淨輸砂方向則為北往南。因台北港附近海域之淨輸砂優勢為北往南，所以在結構物或岸線的轉折處都容易發生阻斷漂砂的連續性。模擬結果將以台北港及南北兩側討論之。

1. 港口北側海岸地形

港口北側海岸地形中，淡水河北側海岸於冬季，輸砂由北往南輸送，淡水及沙崙來之輸砂，因淡水河河口水流及淡水第二漁港防波堤之影響，使得沿岸之漂砂不易通過淡水河，而停留在河口外，且將河川之輸砂及沿岸之漂砂限制於此處，形成堤頭產生淤積的現象，受各期之

配置影響改變不大。夏季雖然輸砂方向由南往北，結構物依舊阻隔輸砂之連續性，因此此處受淡水河輸砂較為嚴重。總體而言，在淡水河北側仍屬為淤砂區。而河口至北防波堤海岸，此區域之砂源來自淡水河加上冬季時輸砂由北往南移動，所以當第一期工程完興建後北防波堤阻擋了往南輸送之漂砂，使得輸砂沿著防波堤沉積，在北防波堤至河口外海處淤積最為明顯，而第二期及第三期工程亦有相同之現象，且第二、三期工程興建後之淤砂量在此處更顯為嚴重，因此河口附近三角洲砂洲將向外前進，北淤砂區逐漸形成河口淺灘。

2. 台北港港址海岸

依數值計算成果，在各期工程港內水域海流平靜，整區除了若干岸線轉折處有侵蝕區域存在外，本區大部分仍呈輕微淤積的狀態，而在港區持續往南開發建設，加上林口填海造地區的完成，其地形淤積的水域則有往南增加的趨勢；而港區內受到遮蔽效應的影響，淨輸沙率極小，港內淤積趨勢並不明顯。

3. 南側海岸地形

港口南側海岸地形，依海岸工程經驗，在平直沙灘海岸構築突堤後，受突堤效應影響，將造成上游淤積，下游側侵蝕現象，而此經驗僅能反應近岸灘線之變化趨勢。但就深水區而言，因防波堤可能改變海流之流況，並於下游側形成流速緩慢之渦流，原本海水所攜帶之懸浮細粒或泥沙，也易在靜穩水域沉積。就現況而言，冬季輸砂方向由北往南時，台北港外廓防波堤改變近岸流場，港口南側海域形成波浪、海流靜穩之遮蔽區，部分細粒懸浮漂砂，將隨海流繞過防波堤沈積於此水域，因此結果可能造成航道口有淤砂的可能性，亦有部分的砂礫隨之沉積於台北港南岸至林口電廠附近海域（水深-10-20m 附近）。至於第二期工程因興建離岸物流倉儲區，使得本應產生渦流的現象歸於平穩，再加上興建第二貨櫃儲貨中心，杜絕了可能因渦流進入港區之漂砂量減少。第三期工程堤頭部分向外海延伸 800m，使形成渦流後沉積之漂砂、不至於大量的延伸至港區內。夏季之輸砂方

向大多由南往北傳輸，所以在第一期工程中會造成港內之淤積，且在港區至林口電廠附近離岸 -10m 水深處（碎波帶）產生淤積。第二期工程完工後也因第二貨櫃儲貨中心之興建，造成本應往北行進之漂砂被阻隔於港區外，而部分漂砂受遮蔽效應影響後沿著岸邊往南移動。第三期興建後所產生之效應與第二期工程興建後類似。但也因此部分漂砂會受遮蔽效應結果沿著結構物進入到港區內甚至停留在航道口，造成航運之不便。

6.1.2 波流影響下台北港海域輸砂

僅考慮波流作用下淡水河口出海口附近之漂砂能力，隨著各期工程興建並沒有太大的改變，因此台北港興建後對於該區域所要注意的是應是淡水河每年輸砂的能力。在林口附近海域則會隨著工程之進行而增加輸砂能力，到了第三期工程結束後輸砂會往更南之方向進行，而在林口海域水深-5m 處造成更嚴重之淤積。至於夏季之輸砂由南往北送，在淡水河口不致隨著工程進行而有增加之趨勢，反而在林口水域有增加的趨勢，但就全年之漂砂傳輸優勢來說，主要影響輸砂時節的冬夏兩季，模擬結果冬季之輸砂能力遠大於夏季，優勢上來說漂砂是由北往南輸送。

6.1.3 颱風時河川輸砂部分

颱風條件引用 2001 年 9 月初納莉颱風以及 1997 年 8 月 18 日納莉颱風過境實測條件，在淡水河遭遇颱風洪水的情況下，河川夾帶大量的泥砂傳輸，模式模擬在短時間內，強風、河川高流量、高濃度的泥砂傳輸擴散現象，由結果發現泥沙受柯氏力影響在淡水河口北側附近水域沉降，愈北情況愈明顯，台北港港池內是否淤積要看颱風路徑所引發的波浪條件，由結果看出西北或北方來的波浪不影響，但西方或西南方來的波浪就會對台北港港口造成淤積。

6.2 檢討及建議

6.2.1 檢討

台北港相鄰海岸地形變遷主要受到波浪、潮汐、及淡水河交互作用所形成近岸流系統，以及海岸漂沙、河川輸沙等多重因素之影響。由於各種影響因素時間尺度不一，故於數值模式中僅能選擇其中部份影響較鮮著之因子列入計算。因此數值模式仍有以下幾點檢討建議。

1.淡水河河川輸砂對海岸地形影響

本報告所引用數值模式中，已計入漲退潮時，淡水河感潮河段對近岸流場之影響。但颱風暴雨所產生洪水，往往在 1~2 日內發生，並攜帶大量河川輸砂補充海岸，而其所夾帶的洪水量、輸砂量、風、波、流條件等都是必要計算條件，而本報告針對此部分僅就其定性的部分計算討論，另外，河川輸砂影響長期海岸地形變遷較大的屬颱風的部分，原屬短期效應，而在此時間內，水域泥砂顆粒較粗的底床，則快速沉積於河口，較細粒懸浮質則易受長時間的潮流影響，漂移或沉積，而本報告輸砂模式受限於時間尺度，僅先討論其短期效應，並無法在數值模式中呈現細粒懸浮質這部分，將來仍有待實地觀測比對，以確認其影響程度。

2.海岸侵淤影響因子權重比例尚待長期驗證

本報告所引用數值模式計算所得各期工程配置之淨輸沙型態計算淨漂砂輸送潛能，是經數學向量相加而成，而由於台灣北部地區各季波浪特性、氣候條件及底床底質特性差異甚大，所選用特性波浪計算之地形侵淤變化必須與實際地形變化作在一次確認，因此不論在模式的時間縮尺比例、或是在各季節的風波條件、或是颱風等，都可待將來依實地觀測資料加以比對校正，以確認其各模式權重比例。

6.2.2 結論與建議

- 1.台北港海岸地形變遷數值模式，模擬區域輸砂方向及能力皆隨季節改變，冬季時，漂砂輸送方向是由北往南，夏季時，則由南往北，水域全年淨輸砂優勢明顯冬季大於夏季，全年淨輸砂方向則由北往南。總體而言，在淡水河北側屬於淤砂區。受淡水河出海口影響，北防波堤至河口外海處淤積情況明顯。港區內受到遮蔽的作用，淨輸沙率極小，港內淤積趨勢並不顯著。台北港港口南側海域形成波浪、海流靜穩之遮蔽區，部分細粒懸浮漂砂，將隨海流繞過防波堤沈積於此水域，因此結果可能造成航道口有淤砂的可能性，亦有部分的砂礫隨之沉積於台北港南岸至林口電廠附近海域。
- 2.淡水河每年流入海洋之輸砂量隨颱風、暴雨發生之頻率強度有所改變，河口之砂源與淤砂量都與本區海岸地形變遷有極大的關係，颱風效應所帶來的大量泥沙，由模擬發現泥沙均被帶往淡水河河口北側附近，並在沿岸淤積，愈北情況愈明顯。可惜目前皆欠缺實地調查及研究資料，未來可建議相關研究單位可進行整合研究，了解評估淡水河入海之輸砂量，而長期持續的地形變遷監測及海象資料庫之建立也是必須的，以期能更完整研究淡水河及海域開發對本地海岸地形變遷之衝擊影響。在淡水河北側應定期做海岸變遷觀測，大部分泥砂都往北輸送，檢測是否有沙洲出現的狀況。
- 3.在本計劃中，各階段的海域開發皆應考慮對海域環境所產生之影響，在施工前、施工中及完工後，都必須先行規劃及採取相對應的保護防範措施，以減輕對海域生態環境所產生之破壞。

第七章 結論

本計畫模擬計算台北港附近海岸開發之水域漂砂傳輸及分佈情形，並藉由模式發展以研判該區的沖淤變化趨勢，運用既有之地形調查成果，完成年度季風性及颱風模式模擬架構。依現地水域開發情形完成本水域地形變遷之數值計算，完成一合理之漂砂監測模式。在既有之海岸地形變遷監測模式之建構下，依其數值運算結果，配合現有海域資料，分別探究其可能影響海岸地形變化之自然及人為等因素，如：輸砂變化、颱風、及海岸結構物之建構等，分別加以模擬計算，以提供來年本海域相關開發規劃之重要參考依據。

台北港海岸地形變遷數值模式，模擬區域輸砂方向及能力皆隨季節改變，冬季時，漂砂輸送方向是由北往南，夏季時，則由南往北，水域全年淨輸砂優勢明顯冬季大於夏季，全年淨輸砂方向則由北往南。總體而言，在淡水河北側屬於淤砂區。受淡水河出海口影響，北防波堤至河口外海處淤積情況明顯。港區內受到遮蔽的作用，淨輸沙率極小，港內淤積趨勢並不顯著。台北港港口南側海域形成波浪、海流靜穩之遮蔽區，部分細粒懸浮漂砂，將隨海流繞過防波堤沈積於此水域，因此結果可能造成航道口有淤砂的可能性，亦有部分的砂礫隨之沉積於台北港南岸至林口電廠附近海域。

淡水河每年流入海洋之輸砂量隨颱風、暴雨發生之頻率強度有所改變，河口之砂源與淤砂量都與本區海岸地形變遷有極大的關係，颱風效應所帶來的大量泥沙，由模擬發現泥沙均被帶往淡水河河口北側附近，並在沿岸淤積，愈北情況愈明顯。建議在淡水河北側應定期做海岸變遷觀測，大部分泥砂都往北輸送，檢測是否有沙洲出現的狀況。

颱風條件引用 2001 年 9 月初納莉颱風以及 1997 年 8 月 18 日納莉颱風過境實測條件，在淡水河遭遇颱風洪水的情況下，河川夾帶大量的泥砂傳輸，模式模擬在短時間內，強風、河川高流量、高濃度的泥砂傳輸擴散現象，由結果發現泥沙受柯氏力影響在淡水河口北側附近水域沉降，愈北情況愈明顯，台北港港池內是否淤積要看颱風路徑

所引發的波浪條件，由結果看出西北或北方來的波浪不影響，但西方或西南方來的波浪就會對台北港港口造成淤積。

參考文獻

- 1.交通部運輸研究所 台北港海氣地象觀測資料專刊(1996~2002 年)。
- 2.交通部中央氣象局 潮汐觀測資料年報(2002)。
- 3.中央氣象局資料網站 颱風資料庫。
- 4.中華民國海軍水道圖 第三區海岸資料。
- 5.Danish Hydraulic Institute MIKE 21 手冊。

交通部運輸研究所合作研究計畫

■期中□期末報告審查意見處理情形表

計畫名稱：台北港海岸地形變遷數值監測模式研究(第二年)

執行單位：國立台灣海洋大學

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
梁乃匡教授		
本期中報告內容頗充實，有參考價值。對颱風影響，本報告針對納利颱風模擬，但輸入資料僅採中央氣象局所報單一資料，建議用港研中心觀測樁的實測資料，如果實測資料不足，則以模式推算補足時間序列資料。另，淡水河在颱風期間輸砂量也是重要因子，應小心選擇。	1. 模擬結果將會與港研中心的實測資料作比對。	符合規定。
郭金棟教授		
1. 連續方程式有誤，且在河口有砂源輸入(3.1)等號右側非為零。 2. 如何由(3.2)式，算出相關海象物理量，由何式算出 S_{xx} ，沿岸流速等公式，過程應交代。 3. 計算結果除潮流以外均無驗證，即逕行模擬，焉知計算對否？ 4. 模擬參數 (p.26) 中， $H=6.4m$ ， $T=7sec$ ，其 $H_0/L_0=0.083$ 不合理，取	1. 大部分區塊內計算的連續方程式右側為零，僅再邊界上不為零，方程式將在期末報告作修正。 2. 方程式將在期末作完整報告。 3. 將與實測資料作比對。 4. 將重新設定颱風路徑。	符合規定。 符合規定。 符合規定。 符合規定。

納莉颱風路徑在本處甚少出現，應選經台灣北部西北向較多出現者模擬為宜。 5. 流場模擬與實測者相差不小，波高模擬在港口北堤端成直線變化不合理(港內無波)另圖 4-166 等波浪變化亦看不出淺化波高增高再碎波達最高後再減衰之過程。 6. 計算所得之輸砂量能與實測相近似否？	5. 於期末報告說明與討論。 6. 因無漂砂實測資料與以比對，僅對模擬結果作定性分析。	符合規定。 符合規定。
高家俊教授		
1. 颱風對地形變遷常造成急驟變化，請討論颱風期間與平常天候條件下，對台北港實際地形變遷影響之比例。 2. 請考慮加強海域環境變遷之現場觀測，以驗證模式之準確度。 3. 近年來環保觀念愈趨受到重視，可考慮在下一階段將工程對生態環境的影響列入探討的課題。 4. 可考慮將數值模式計算結果以動畫方式表現，可增進大眾對海洋環境之認識與瞭解。 5. 本計劃預測各期工程完成後對海岸地形變遷之影響，後續宜針對地形變遷造成負面影響探討	1. 期末報告將對季風與颱風進行比對。 2. 遵照辦理。 3. 於期末報告探討。 4. 遵照辦理。 5. 於期末報告探討。	符合規定。 符合規定。 符合規定。 符合規定。 符合規定。

因應之道，以減少人為措施對自然環境之負面衝擊。		
蕭俊賢科長		
1. 建請將漂砂傳輸累積圖，量的標示于各圖示能取一致，較方便比較(p122~p125 $\text{m}^3/\text{yr}/\text{m}$)。	1. 遵照辦理。	符合規定。
2. 基于上述建議之理由，水域淨沖淤形態分佈圖，亦能作相同之佈設(p125~p127 m/day)。	2. 遵照辦理。	符合規定。
邱永芳主任		
1. 計算結果與實測值間應校核，對未來變遷特性應進一步說明。	1. 將與實測資料作比對。	符合規定。
2. 淡水河加入之沙源和水流對整個計算領域影響如何？及模式如何計算應說明。	2. 於期末報告說明。	符合規定。
何良勝科長		
1. 有關報告內須修正部份，請於期末報告中改正。 a. p-8，2.6.1 節之抬頭排列。 b. p-13，3.1.3 節內第4行，圖 3.1~3.3 無圖示。 c. p-31，表 6-1 內之 J 方向、K 方向可否	1. 將進行修正。	符合規定。

修正為 x 方向，y 方向。 d. p-34，圖號不對。 e. 圖 4-11～圖 4-43 內之潮汐大小應一致或者座標須標示清楚。 f. 圖 4-45～圖 4-50 內之圖說所標示點位應予交待對照。 g. 圖 5-10～圖 5-22 內淡水河口之箭矢長度太大。 h. 圖 5-27、5-50 及 5-74 圖坐標不太一致。 i. 圖 5-24、5-47 及 5-71 內，淡水河口之箭矢及 5000 之單位應標示。 2. p-23，網格點縮小問題，應予期末報告詳述。 3. p-26，颱風之波浪條件及河川流量資料如何計算取得？ 4. 建議期末報告中，應就漂沙計算以現場監測結果作為檢核依據。	2. 格點縮小問題將加入期末報告。 3. 由中央氣象局與港研中心取得資料，計算方式將在期末作說明。 4. 遵照辦理。	符合規定。 符合規定。
蘇青和博士		
1. 第三章模式建立部份，建議 3.1 節與 3.2 節對調，eq(3.1)增加河口源(source)項，eq(3.2)增加波浪幅射應力項，eq(3.7)增加剪應力與 E	1. 遵照辦理。	

之關係式，eq(3.9)與幅射應力之關係式，eq(3.10)與流速、流向之關係式。 2. 第四章波流模擬結果建議增加流場、波場與現場觀測結果之比較及驗證。此章、節建議分為二個章節，一部份為波浪結果(夏季、冬季、颱風季)，另一章為海流結果(夏季、冬季、颱風季及沿岸流、潮流等)，增加冬季與夏季之波流場差異、特性說明，不同季節之沿岸流與潮流成份大小比較等重點。 3. 圖 4-170，圖 5-24 等 (qx,qy)向量缺物理單位量，圖 4-171，圖 4-172 m³/yr/m 中之 yr(年)單位有誤!請查驗，圖 4-181 及圖 4-182 中 yr 及 day 單位是否正確。 4. 建議增加摘要及結論等章節，p5 第 2.2.2 節“85-89 年”有誤，P 6 第 2.3 節“(海流部份 1996～2002)”有誤。P209 附錄第 3 點有誤。	2. 將對流場、波場與實測進行比對。 3. 將進行補充修正。 4. 將進行補充修正。	符合規定。 符合規定。 符合規定。
--	---	--

交通部運輸研究所合作研究計畫
□期中■期末報告審查意見處理情形表

計畫名稱：台北港海岸地形變遷數值監測模式研究(第二年)

執行單位：國立台灣海洋大學

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
梁乃匡教授		
為何淡水河口北側有淤積，是否因淡水河河流流量（非潮汐造成之退潮流速）因科氏力使其偏北流所致。	因颱風造成波向及海流增強關係，潮水在台灣海峽堆積且受科氏力使其偏北流動。退潮時則正常往北方流。	符合規定。
郭金棟教授		
1. 建議修正補充事項： a. P23.eq.3.10 如何算出 q ，請補充。 b. P29.圖 4-1 測點位置以及各圖流場表示位置如 P(87,171)....，另以圖表示；各波、流場、輸砂計算之條件，如波高、週期、波向等標示於各圖說明中。 c. 各模擬圖之 grid space 有用 100 或 50，最好一致。流速圖縱軸無單位。	1. a.遵照辦理。 b.遵照辦理。 c. 模式計算上為配合模擬範圍大小，模擬時間及所求目的不同，因此格點設定上不同。	符合規定。
2. 為何 M2 點(85,53)各期流場差異會如此大？圖 4-129、圖 4-130 最南側部份 H 小於等於 1.0m 為何有差異，從圖 4-37 視之 (73,106) 流場受建港	2. M2 點靠近工程興建區，因此各期流場上影響頗大。圖 4-130 為二期工程完成後，對南邊海岸有保護作用，因此波高不同。建港不同時	符合規定。

影響頗大，對淡水河輸砂。圖 4-162 最南側漂沙傳輸量隨建程增強；圖 4-166 夏季南、北兩端漂沙傳輸量均增加，應說明原因。 3. 北堤堤趾處堆積是否模擬得出？此處隨近颱風期漂沙反低。	期輸砂量均不同，隨進度進行台北港港區範圍向南擴增，因此泥沙也往更南方輸送。北側受台北港北防波堤向外擴建影響，造成往南的泥砂受阻而有往北移動的趨勢。 3. 如圖 5-76，颱風期間淡水河泥沙大多往北輸送。	符合規定。
高家俊教授		
1. 期末報告已基本達到年度預期目標。 2. 請比較大、中、小三個計算領域(網格大小分別為 150m、100m 和 50m)所得之結果，探討其異同。 3. 請探討颱風選取之代表性。 4. 建議先決定一個模型颱風，再用該模型颱風計算對海岸變化之影響。	1. 謝謝委員肯定。 2. 僅能在定性上作分析，因為模式限定上位置點隨格點不同，難以取出做點對點的比較，可對區域上作分析。 3. 選取原因為資料齊全，波高能量大破壞力強，風速大，行徑路線經過台北港。 4. 此建議將納入明年度模式設定上作參考。	符合規定。 符合規定。 符合規定。 符合規定。
蕭俊賢科長		
1. 期末報告已基本達到年度預期目標。 2. 請比較大、中、小三個計算領域(網格大小分別為 150m、100m 和 50m)所得之結果，探討其異同。	1. 謝謝委員肯定。 2. 在計算結果有所分析，模擬定性上分析，因為模式限定上位置點隨格點不同，難以取出做點對點的比較，可對區域上作分析。	符合規定。 符合規定。

邱永芳主任		
1. 請整理飄沙移動趨勢，預測結果。淤積量之變動特性，以利作為說帖。 2. 模擬結果應與實測資料作比對分析。 3. 局部地形變遷量應有比較說明。 4. 一次颱風的影響力有多大，應建立評估方式及改變率比較說明。	1. 遵照辦理。 2. 遵照辦理。 3. 本年度 mike 21 模式還無法作地形改變的明確比較，僅對海象海域作定性上模擬趨勢分析，明年度 LITPACK 始能作出明確的量化。 4. 颱風範圍.能量大小均影響破壞的程度，將對颱風作區分。	符合規定。 符合規定。 符合規定。 符合規定。
何良勝科長		
1. 第一章內容請適度修正。 2. 下列請補充說明或修正： a. 圖 2-1 可考慮不用。 b. 圖 2-3 可移至第三章。 c. (3.1)式之 C_{gx} , C_{gy} 說明修正。 d. 表 5-1 及表 5-4 之資料，請與實測資料校核。 e. 圖 5-27、圖 5-50、圖 5-74 之範圍應有一致性。 f. 圖表目錄應增加頁碼。 3. 有關圖 4-35~圖 4-41、圖 4-78~圖 4-83、圖 4-120~圖 4-128 等圖內位置點應於文內說明。	1. 遵照辦理。 2. 遵照辦理。 3. 遵照辦理。	符合規定。 符合規定。 符合規定。

力等兩項說明。		
c. 3.3 節漂砂輸送模式，方程式(3.5) 漏列流速與漂砂傳輸之關係式。參數水溫、碎波參數.....等與方程式(3.5) 如何相關?請補充。	c. 遵照辦理。	
4. 第四章名稱與內容不符，建議改為”波流及漂砂輸送數值模擬結果”：	4. 遵照辦理。	符合規定。
a. 4.1 節改為”波場模擬結果”，圖 4-129~圖 4-160 移至此節。		
b. 4.2 節改為”流場模擬結果”，圖 4-1~圖 4-128 移至此節，文中僅說明潮流之特性，請補充風驅流、波浪效應產生之沿岸流在冬季及夏季比較。(數值檢核部份納入此節)		
c. 4.3 節改為”漂砂輸送模擬結果”，圖 4-161~圖 4-182 移至此節。並請補充在潮汐、東北季風(冬季)及西南季風(夏季)、冬季波浪及夏季波浪等不同效應產生之漂砂輸送模擬結果。		
5. 第五章探討颱風效應，引用2001年納莉颱風及1997年溫妮颱風分析波流及漂砂輸送結果，頗為深入。	5. 謝謝委員肯定。	符合規定。
6. 第七章名稱建議改為”	6. 遵照辦理。	符合規定。

結論與建議”，並納入第六章之部份重要建議內容。(本章應說明下一年度擬研究之方向或目標)。		
7. 附錄第 254 頁 MIKE21 模式限制所列三點說明，建議融入第三章模式建立各章節後刪除。	7. 遵照辦理。	符合規定。
8. 第 251 頁 6.1.2 節最後一行”... 全年之輸砂優勢 ...”之結論，在僅引用代表性甚短之夏季及冬季分析結果，稍嫌主觀，建議下年度進行較長期之特性分析。	8. 遵照辦理。	符合規定。

台北港海岸地形變遷 數值模擬監測模式研究 (第二年) 期末報告

計畫編號：MOTC-IOT-93-H2EB014

研究單位：國立海洋大學

計畫主持：楊文衡 博士

目錄

- 前言
- 研究方法
- 模式理論介紹
- 模式設定
- 季風數值模擬結果
- 颱風數值模擬結果
- 結論與後續發展

前言

- 台北港位於淡水河出海口南岸至八里地區，由於鄰近海域屬於砂岸地質，加上一個大規模的人工港口座落其間，必定改變原來的波浪場及海流流場，將會阻斷漂砂傳輸之連續性以及方向的改變
- 淡水河為北部地區最重要且流域最大的河川，輸砂量相當可觀，海岸漂砂及河川輸砂雙重作用下，更增加海岸變遷的複雜性

前言

- 今年計畫針對第一年資料作修正，並進行模擬颱風條件下台北港海域的地形變遷
- 颱風對台北港附近海域的影響評估，雖然颱風作用時間短，但其所帶來強烈的破壞力，不容忽略

研究方法

- 利用丹麥水利研究所所研發之Mike-21數值模式
 - 近岸波浪模式(NSW) - 計算海域波浪特性
 - 水理模式(HD) - 計算海域流場特性
 - 漂砂傳輸模式(ST) - 計算海域漂砂現象

模式理論介紹 – 近岸波浪模式

● 控制方程式

$$\begin{aligned} \frac{\partial(C_{ex}m_0)}{\partial x} + \frac{\partial(C_{ey}m_0)}{\partial y} + \frac{\partial(C_{e\theta}m_0)}{\partial \theta} &= T_0 \\ \frac{\partial(C_{ex}m_1)}{\partial x} + \frac{\partial(C_{ey}m_1)}{\partial y} + \frac{\partial(C_{e\theta}m_1)}{\partial \theta} &= T_1 \end{aligned}$$

$m_0(x, y, \theta)$: 零階動差能譜
 $m_1(x, y, \theta)$: 一階動差能譜
 C_{ex}, C_{ey} : 群波波速度在方向之分量
 $C_{e\theta}$: θ 方向之波浪傳遞速度
 θ : 波浪傳遞方向
 T_0, T_1 : Source項

各階動差能譜之定義如下

$$m_n(\theta) = \int_0^\infty \omega^n A(\omega, \theta) d\omega$$

$m_n(\theta)$: 第 n 階動差能譜
 ω : 絕對頻率
 $A(\omega, \theta)$: 代表波浪方向能譜密度

模式理論介紹 – 近岸波浪模式

● 模式參數之介紹

● 底床摩擦參數

- 底床摩擦所引起的能量消散

$$\frac{dE}{dt} = \frac{-1}{6\pi} \frac{C_{\mu}}{g} \left[\frac{\omega H}{\sinh(kd)} \right]^3$$

E : 波浪能量

ω : 頻率

H : 波高

k : 周波數

d : 水深

C_{μ} : 波浪摩擦因子

● 碎波參數

- 在模式中可輸入 r_1 及 r_2 計算得出因碎波引起的能量消散

$$H_m = r_1 k^{-1} \tanh(r_2 kd / r_1)$$

r_1 : 波形尖銳度之參數

r_2 : 極限水深之參數

模式理論介紹 – 水理模式

● 控制方程式

● 連續方程式

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial q}{\partial y} = I - e$$

● 動量方程式

$$\begin{aligned} \frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{p^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{pq}{h} \right) + gh \frac{\partial \zeta}{\partial x} + \frac{gp \sqrt{p^2 + q^2}}{C^2 h^2} \\ - \frac{1}{\rho_w} \left[\frac{\partial}{\partial x} (h \tau_{xx}) + \frac{\partial}{\partial y} (h \tau_{xy}) \right] - \Omega q - fVV_x + h \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{p_s}{\rho_w} \right) = 0 \end{aligned}$$



模式理論介紹 – 水理模式

● 模式參數之選定

● 底床摩擦係數

- 給定Chezy Number ($m^{1/2}/S$)
- 給定Manning Number ($m^{1/3}/S$)
- 一般給予Manning Number，其值介於20~40 ($m^{1/3}/S$)之間，而Chezy Number一般在30~50 ($m^{1/2}/S$)間

$$C = Mh^{1/6}$$

● 渦流黏滯係數

- 此係數主要探討由渦流所造成之能量消散影響，在此將採用Smagorinsky公式，其值一般介於0.25~1.0

模式理論介紹 – 漂砂傳輸模式

● 控制方程式

$$\frac{\partial Z}{\partial t} + \frac{1}{1-n} \left(\frac{\partial q_x}{\partial x} + \frac{\partial q_y}{\partial y} \right) = 0$$

$Z(x,y,t)$: 水深或海底底床高程(m)

$q_x, q_y(x,y,t)$: 模擬期間之X, Y方向平均漂砂傳輸率($m^3/s/m$)

n : 底質孔隙率

x, y : 空間座標

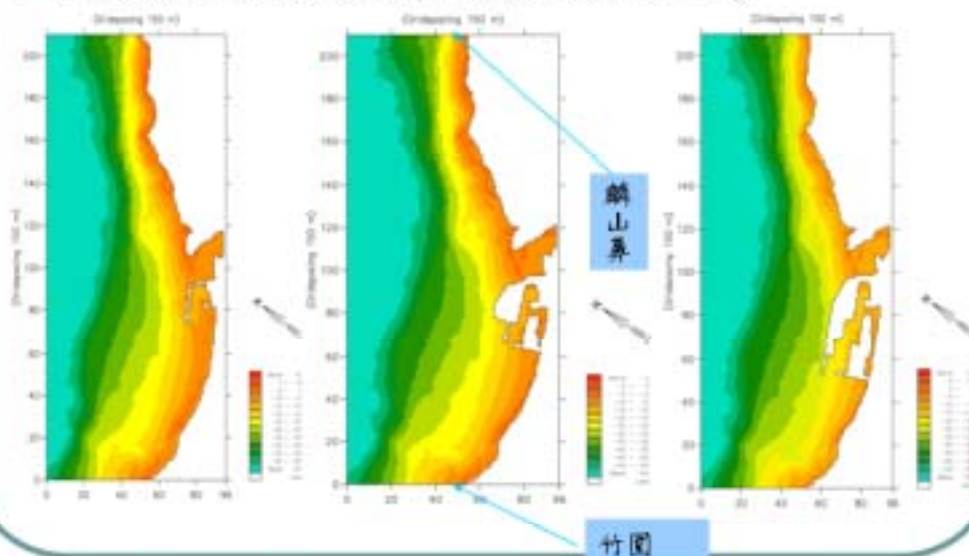
t : 時間

模式設定

- 本研究主要探討冬、夏兩季以及颱風等在不同海氣象條件之下對台北港附近地形變遷與漂砂輸送之研究
- 模擬時間為東北季風11月1日至11月30日及西南季風6月1日至6月30日，颱風條件選取2001年9月納利颱風及1997年8月溫妮颱風
- 分別針對台北港現況、第二期工程及第三期工程、倉儲區、遠期工程完工三個配置進行模擬
- 模擬區域分為M1、M2、M3三個大小不同之範圍

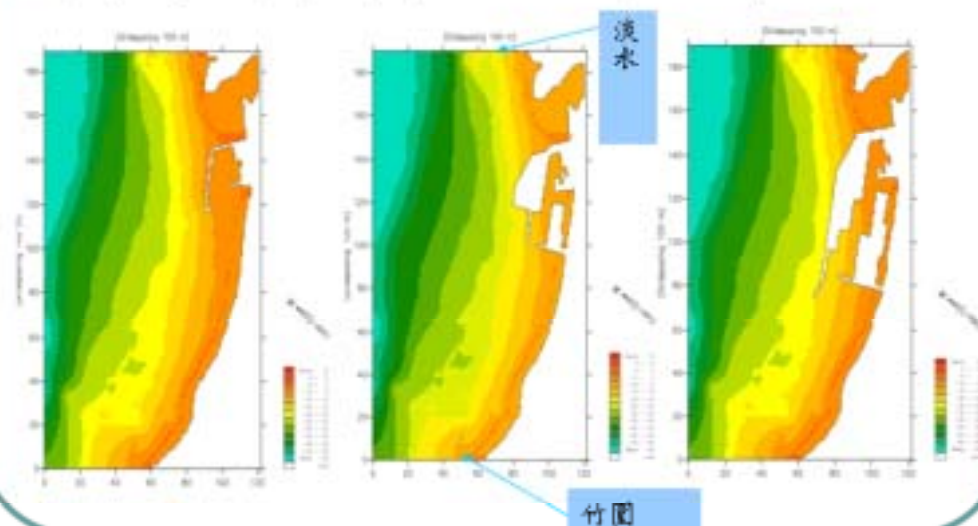
模式設定

- 各期配置之水深地形 (M1-網格間距150m)



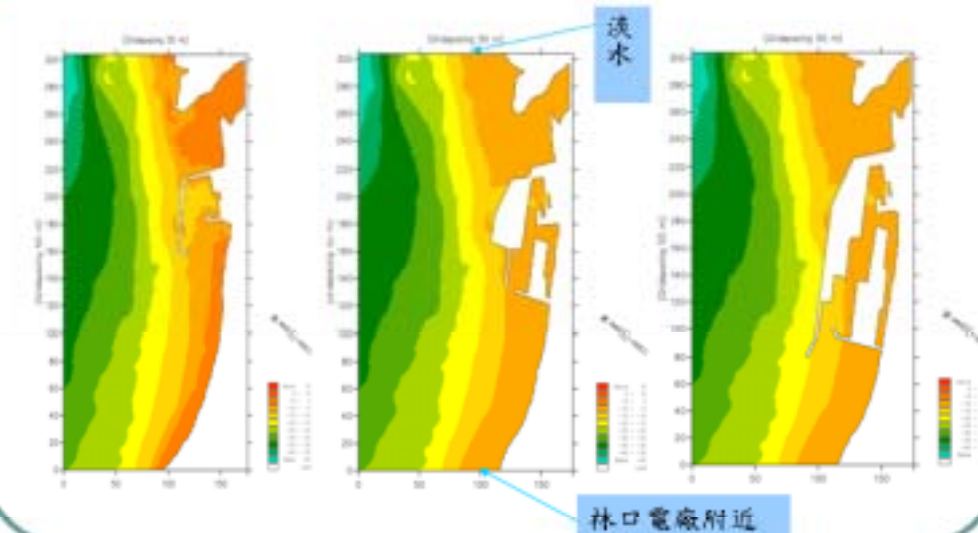
模式設定

- 各期配置之水深地形 (M2 - 網格間距100m)



模式設定

- 各期配置之水深地形 (M3 - 網格間距50m)



季風數值模擬結果 - 近岸波浪模式

● 邊界條件

可分為外海及側向邊界條件

1. 外海波浪條件

此邊界位於模式之西邊界，即位於 $x=0$ 之處，其設定如右表

2. 側向波浪條件

此邊界於模式之南、北，即位於 $y=0$ 與 $y=y_{\max}$

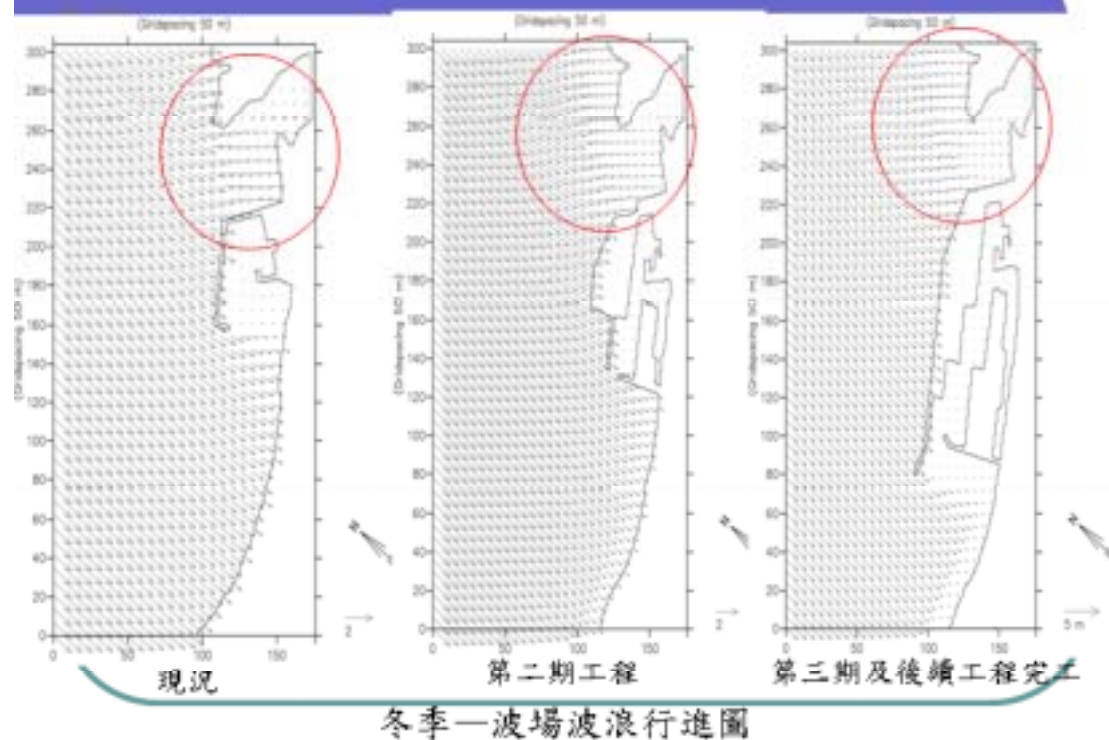
	冬季	夏季
示性波高	3.2m	1.6m
平均波浪週期	8sec	6sec
平均波浪方向	NNE	WNW
方向分散指標	5	5
最大方向標準差	60°	60°

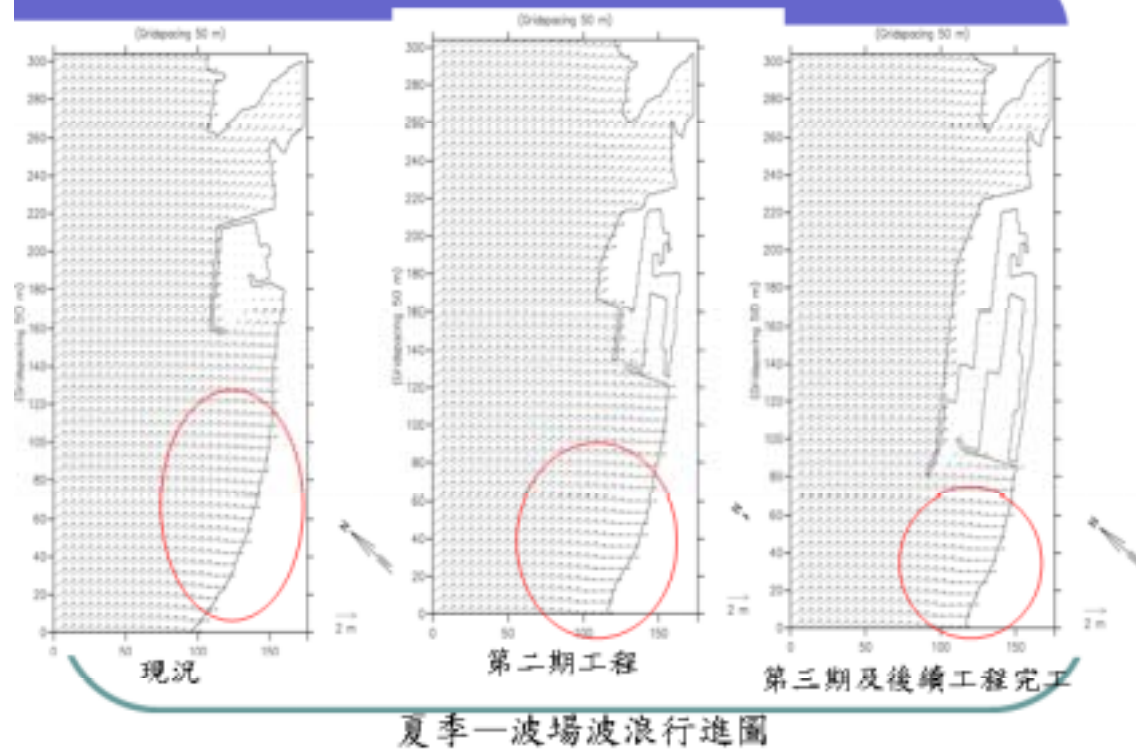
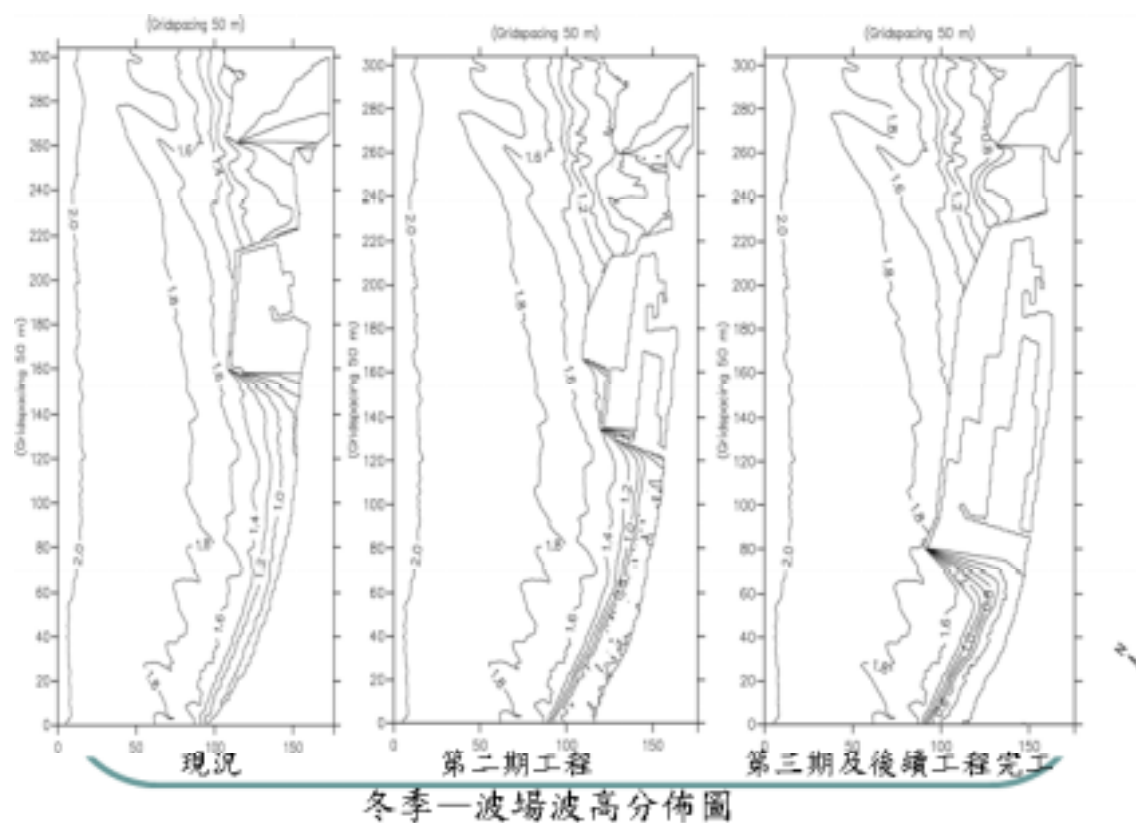
Y軸與正北夾角 55°	水平面 0°
碎波 $r_1=1$ $r_2=0.8$	波浪摩擦係數 $K_N=0.0012$
Smagorinsky Formula Cs-fac.=0.5	底床摩擦 夏季30 冬季25
底質粒徑依實測各斷面帶入	砂密度2.65
水溫: 夏 30°C 冬 15°C	Discrete directions 格點13, 10°

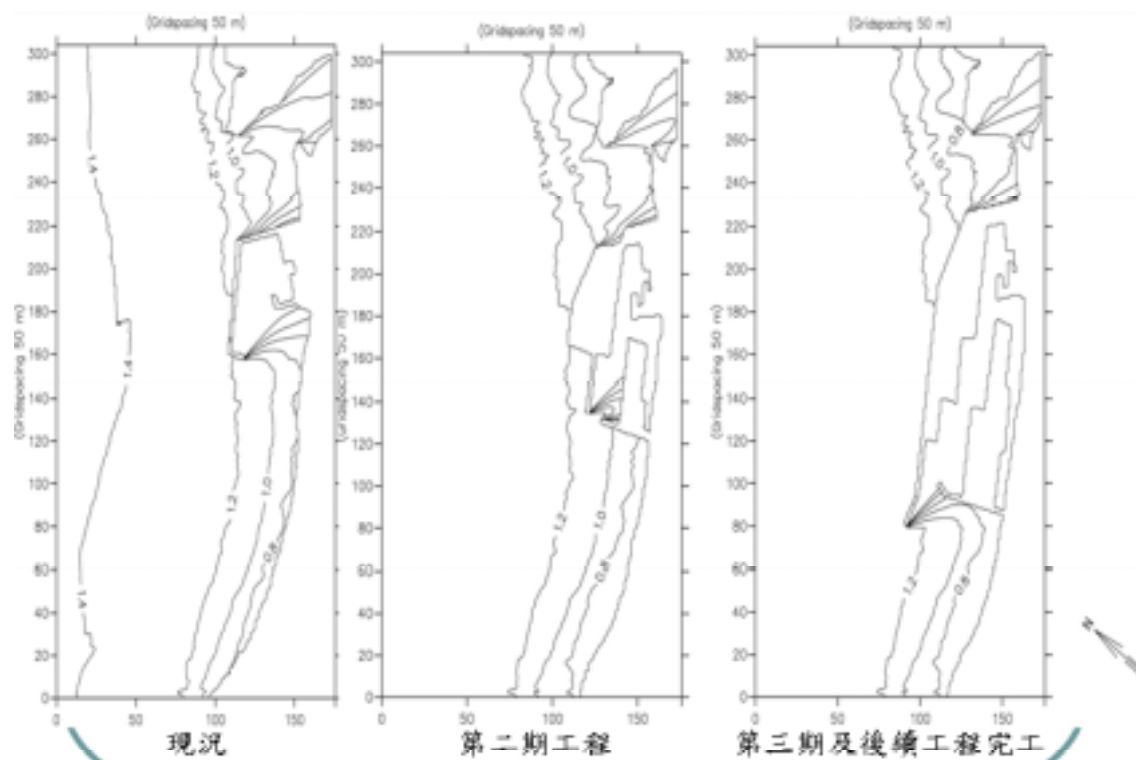
季風數值模擬結果 - 近岸波浪模式

● 模擬結果

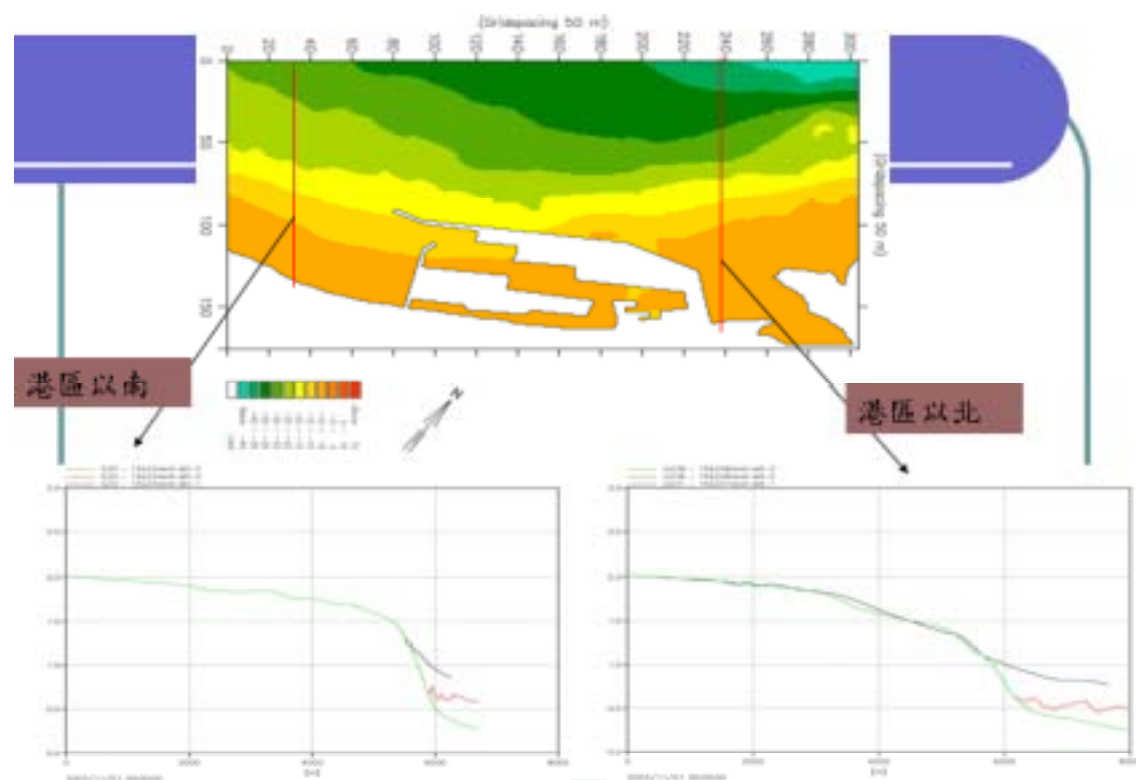
- 外海波浪前進至沿岸時，將因淺化作用而產生折射改變行進方向，到達近岸時幾乎都與海岸線垂直
- 在淡水河口、台北港區、林口附近水域有明顯的波浪偏折
- 冬季 - 波高分佈、波浪行進方向
- 夏季 - 波高分佈、波浪行進方向
- 粹取淡水河南側及林口附近水域兩點觀察其海域波高變化情形



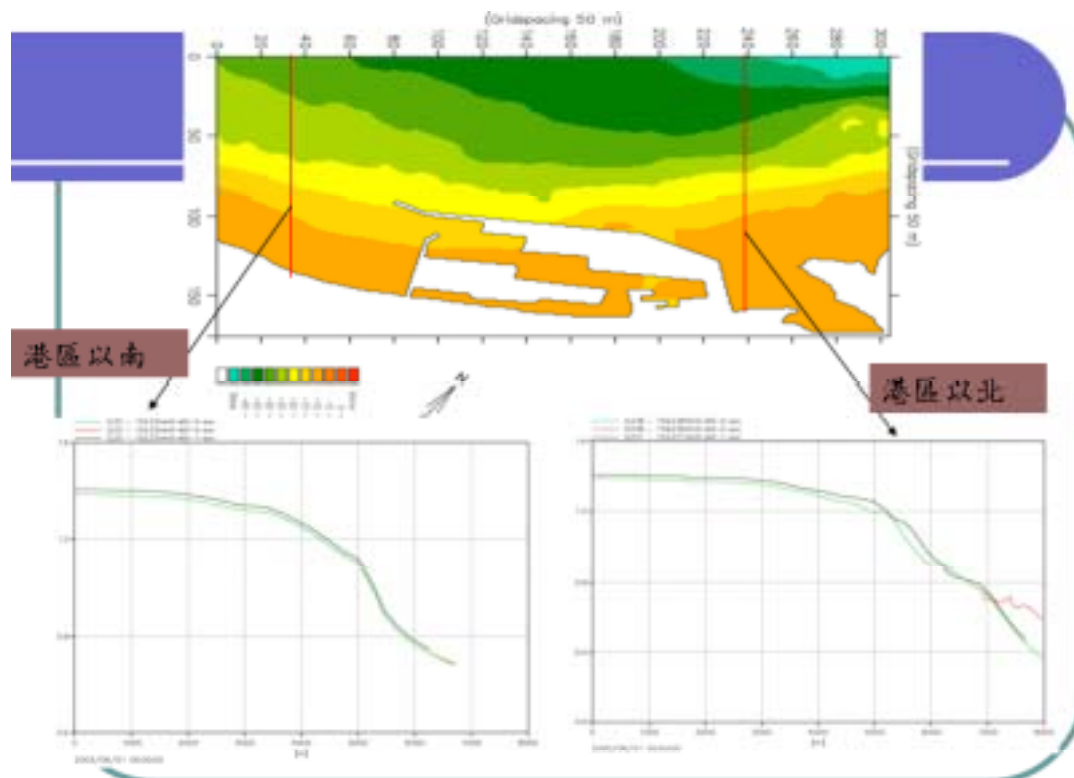




夏季—波場波高分佈圖



冬季—波場各斷面波高分佈圖

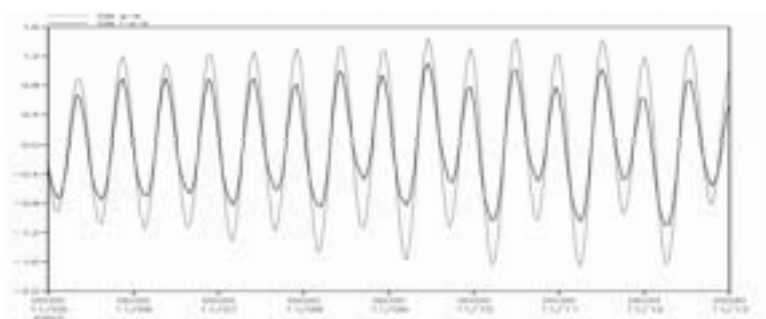


季風數值模擬結果 - 水理模式

- 邊界設定

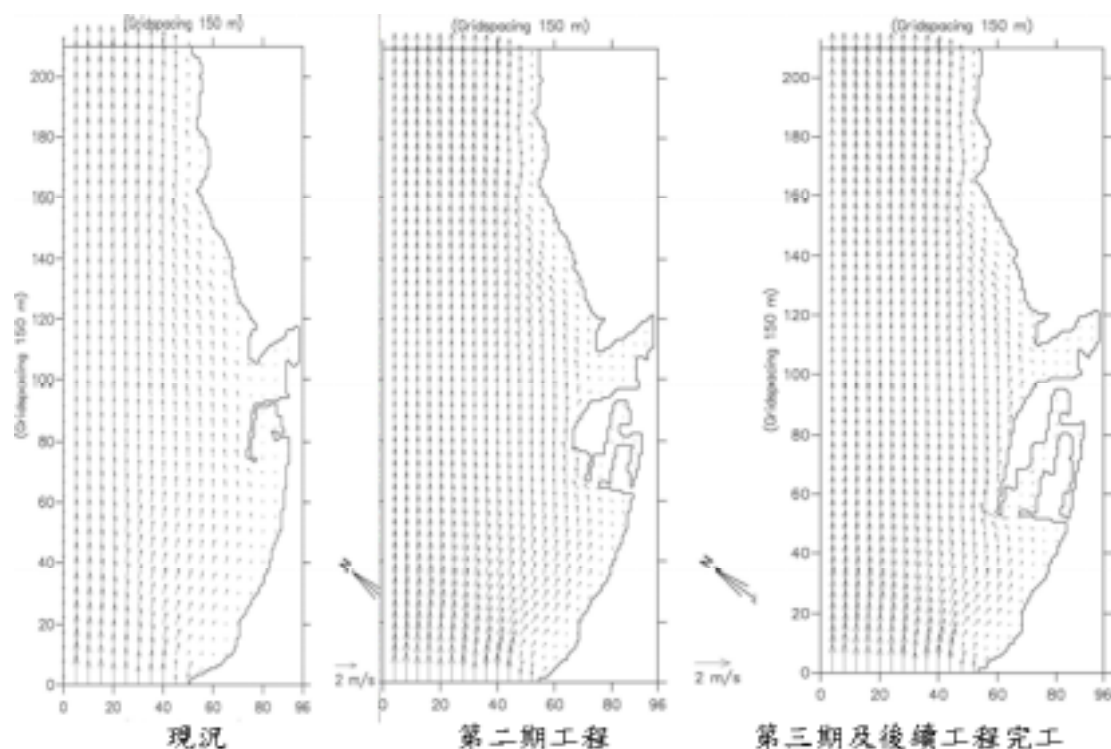
M1模式中北起麟山鼻使用資料為實測潮位，南邊界為竹圍使用調和分析常數，利用合成法求得潮位資料

- M2及M3之邊界由M1之模擬結果粹取而得

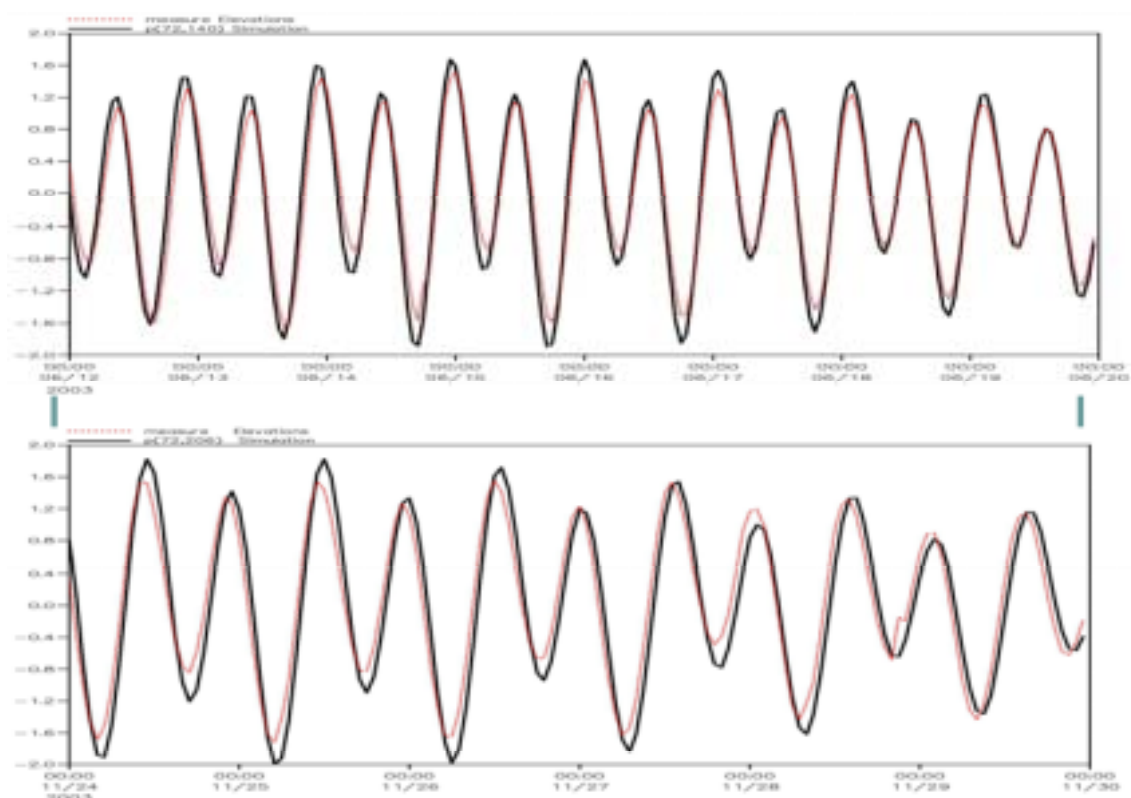
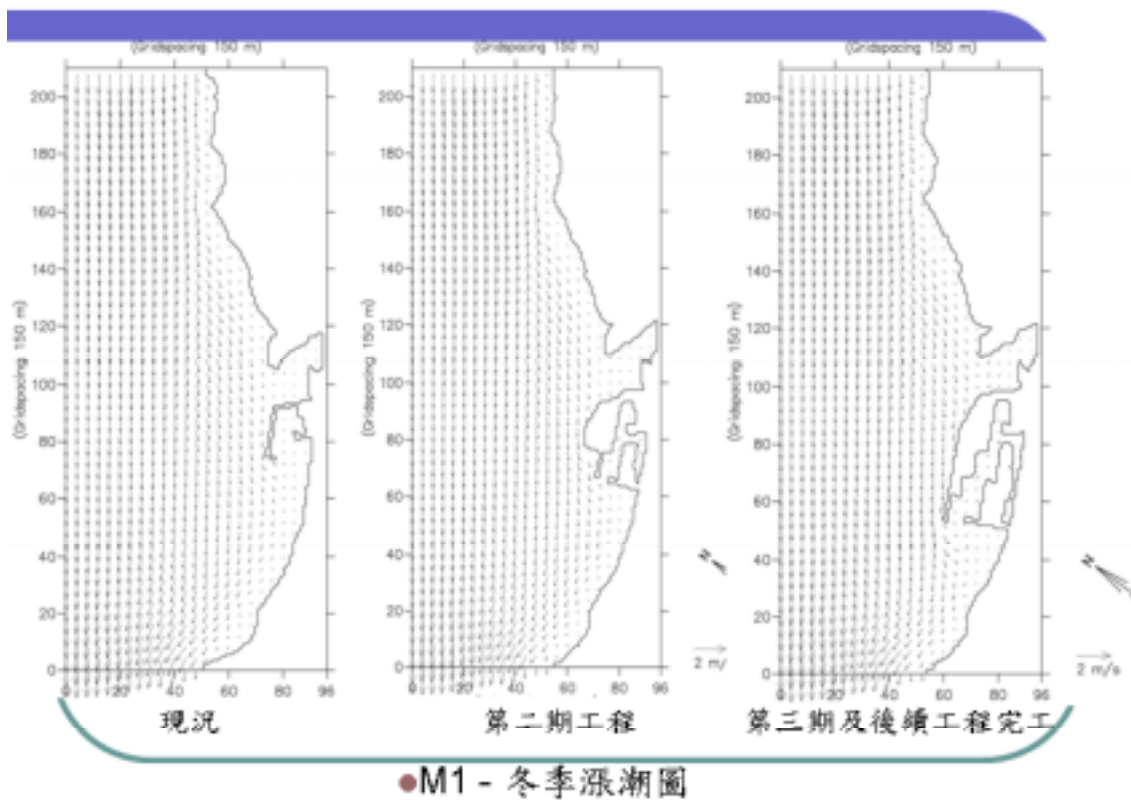


季風數值模擬結果 - 水理模式

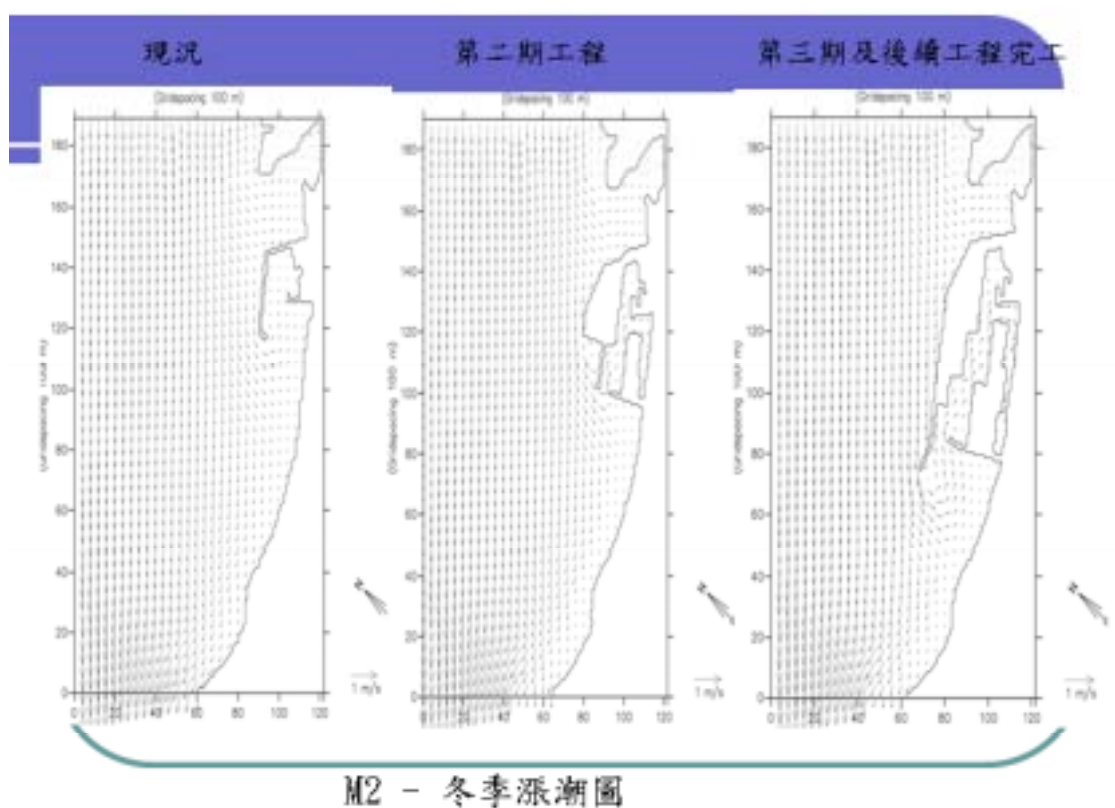
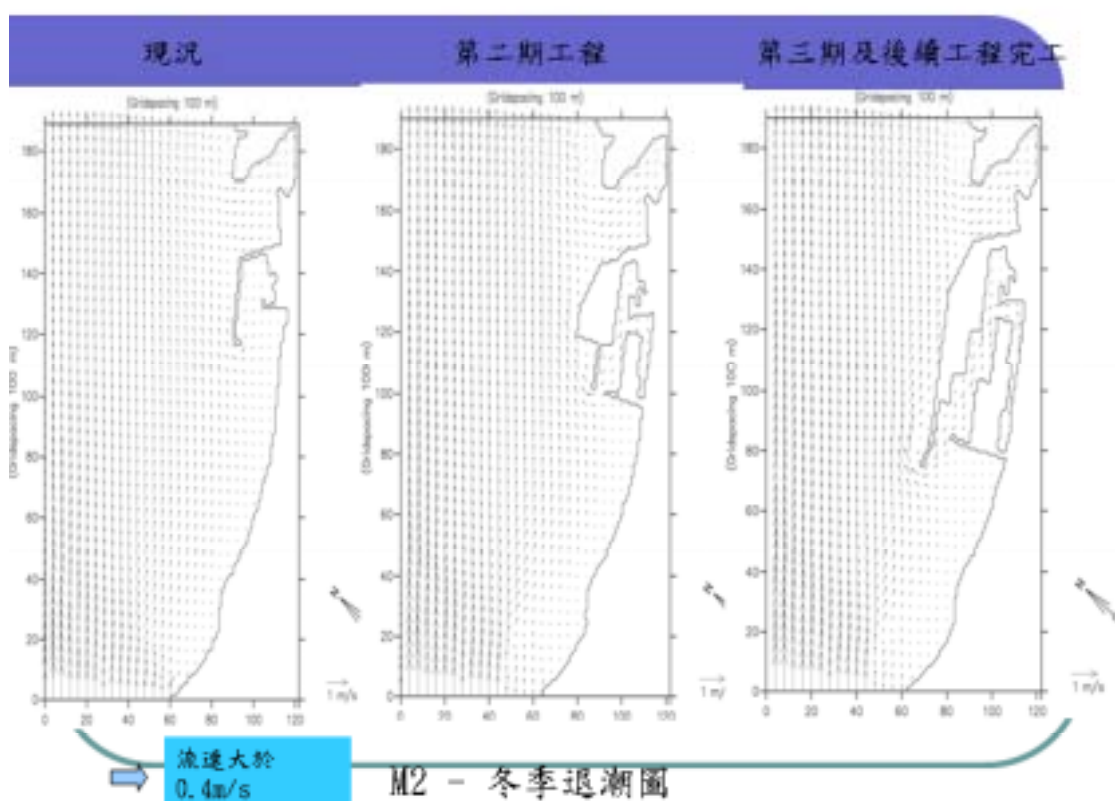
- 不論在冬季或夏季，退潮時由沿岸往東北流去，漲潮呈西南流向
- 外海流速均大於水深較淺地區之流速
- M1各期配置
 - 退潮圖、漲潮圖
 - 為了證明邊界設定之正確性，取淡水實測之潮位變化與模擬結果相比較
- M2各期配置
 - 退潮圖、漲潮圖
- M3各期配置
 - 退潮圖、漲潮圖、動畫
 - 為了觀察台北港興建後對整個海域漂砂傳輸影響為何，因此取出可能影響漂砂之位置點，觀察該點之變化為何

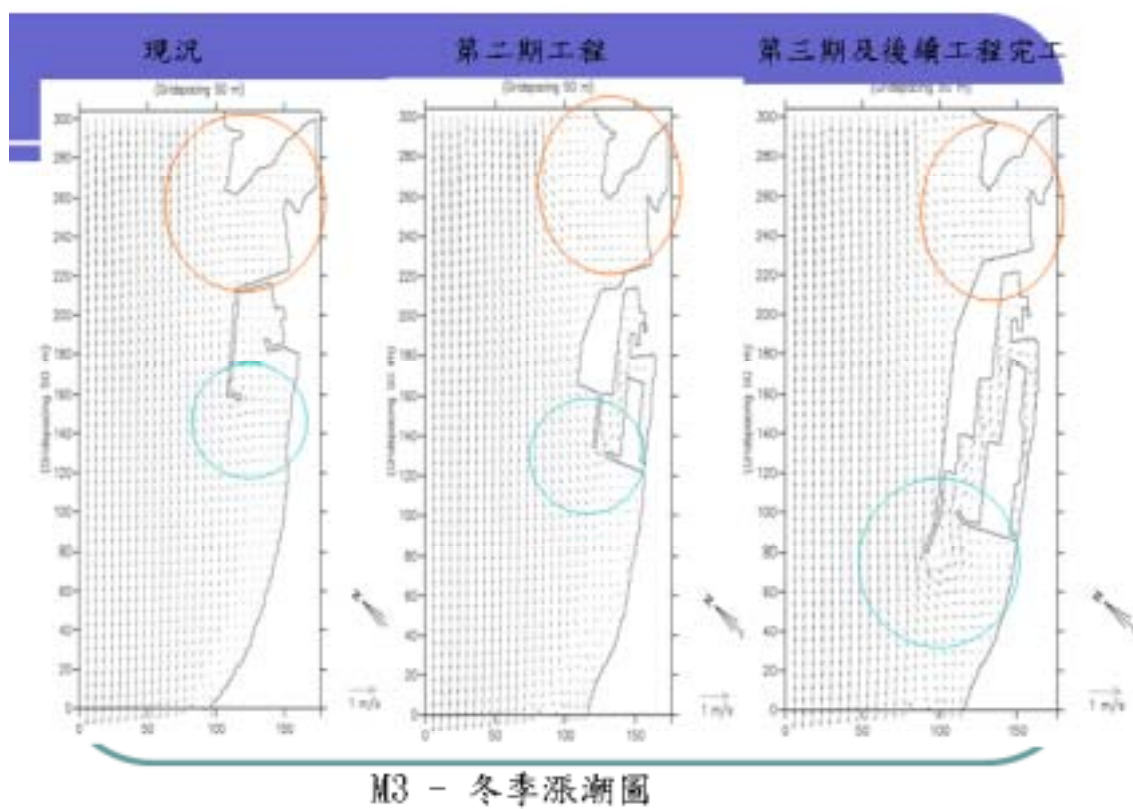
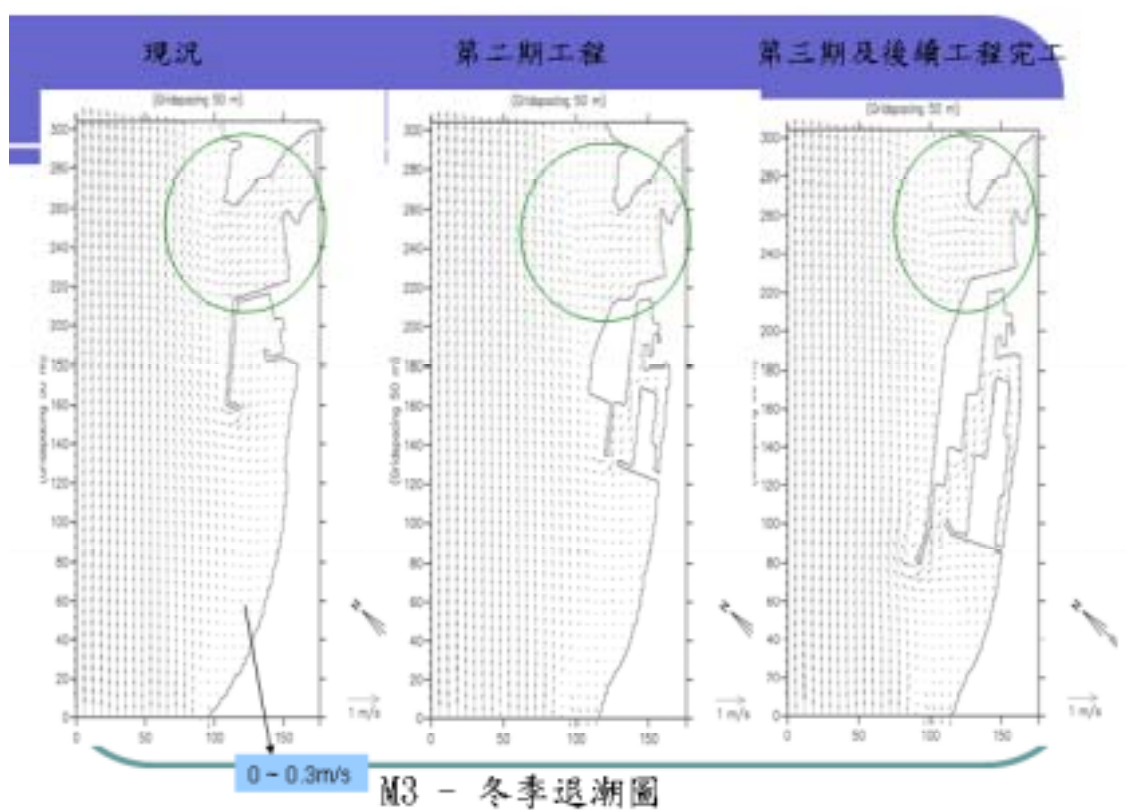


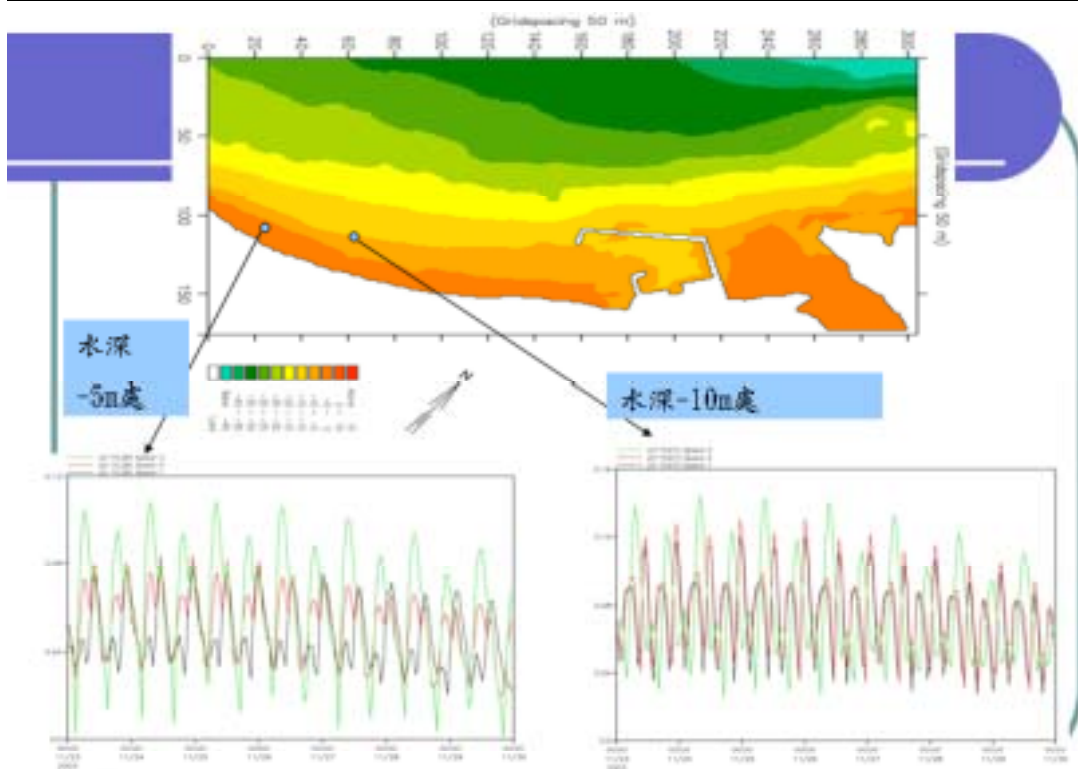
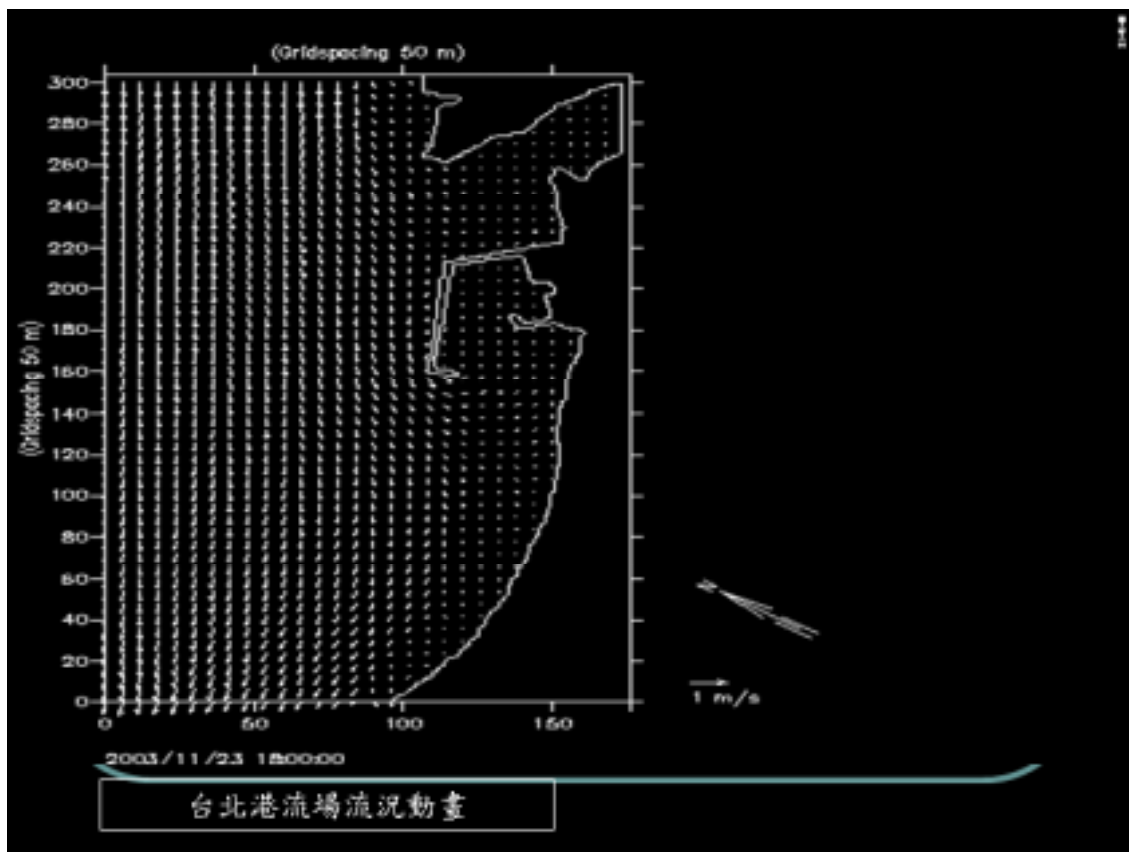
M1 - 冬季退潮圖



6月、11月潮汐模擬與實測比較圖







季風數值模擬結果 - 漂砂傳輸模式

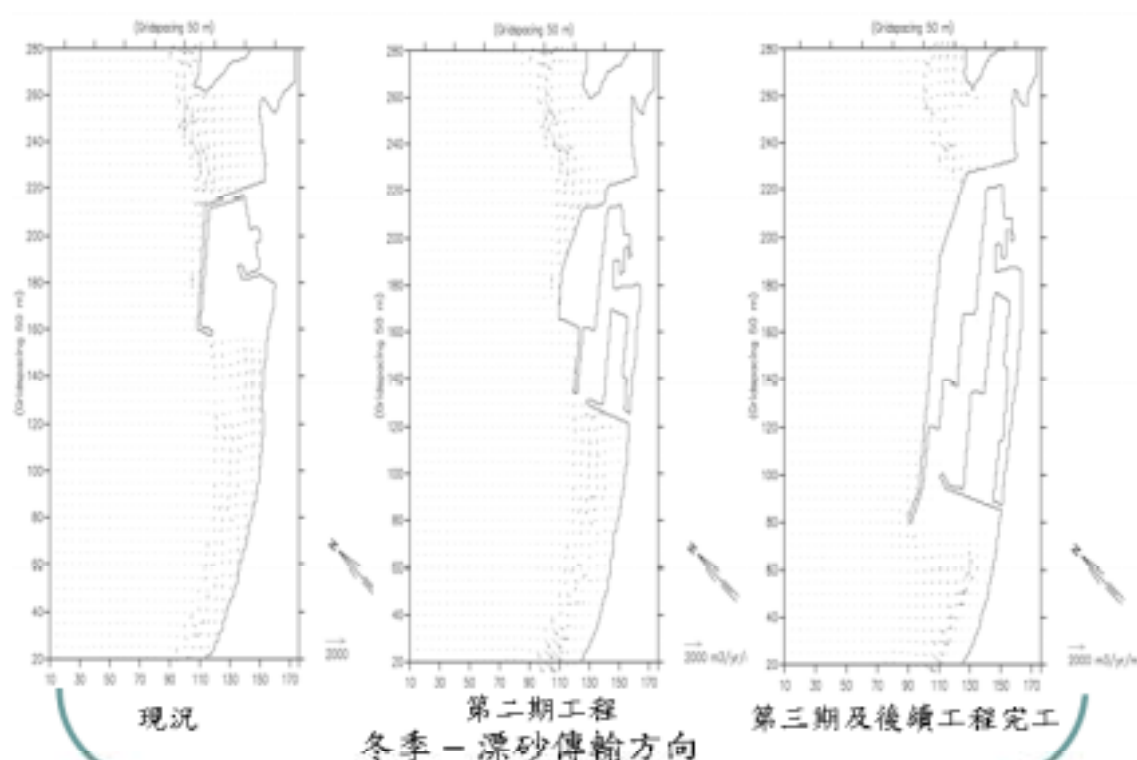
● 模擬結果

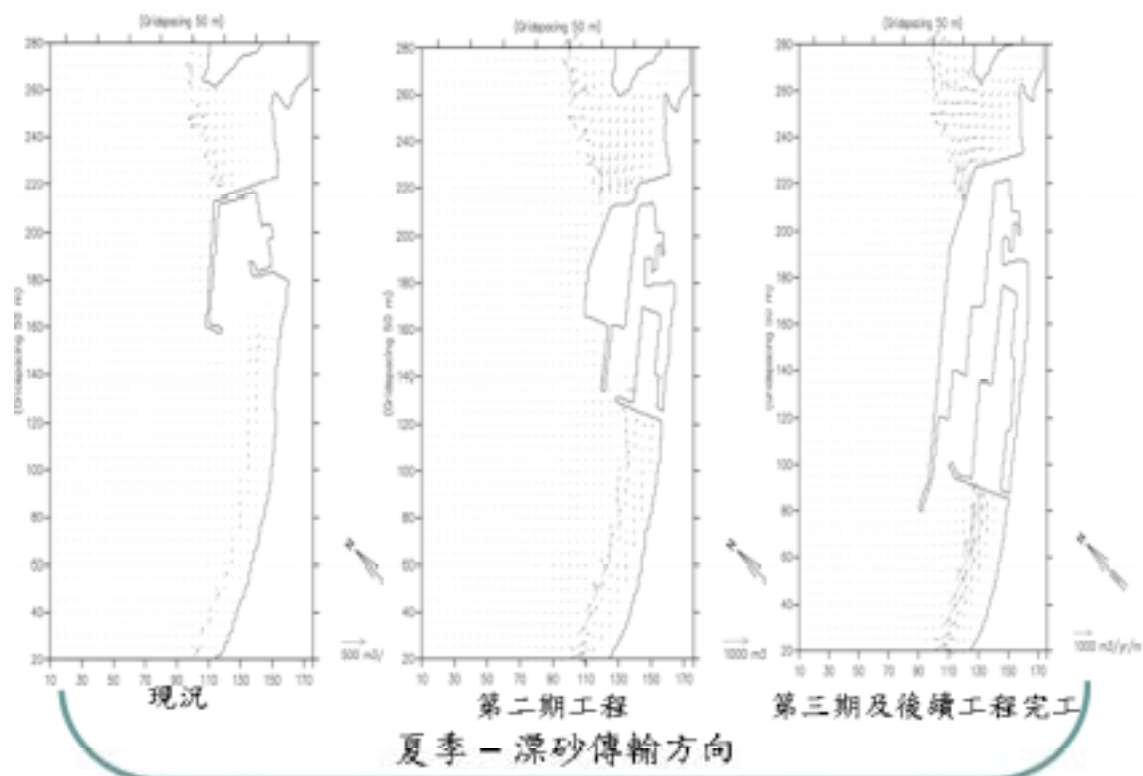
● 海域輸砂方向及能力皆會隨著季節改變

- 冬季 - 漂砂輸送方向由北往南
- 夏季 - 漂砂輸送方向由南往北

● 因突出之結構物易阻斷漂砂傳輸之連續性，所以分為港區北側及港區南側加以討論

- 北側 - 淡水河口、北防波堤至淡水河口
- 南側 - 突堤效應造成下游處侵蝕，上游側堆積；航道口在各期均有淤砂之趨勢；各期之興建在南側表現的較為明顯





季風數值模擬結果－漂砂傳輸模式

● 各期工程興建後海域之漂砂傳輸能力比較(冬季)

位 置 \ 配 置	現況	第二期工程	第三期工程 及其後續工程
淡水河口出海口	0~2000 $\text{m}^3/\text{yr}/\text{m}$	0~1900 $\text{m}^3/\text{yr}/\text{m}$	0~1800 $\text{m}^3/\text{yr}/\text{m}$
林口附近海岸	0~800 $\text{m}^3/\text{yr}/\text{m}$	0~1500 $\text{m}^3/\text{yr}/\text{m}$	0~2000 $\text{m}^3/\text{yr}/\text{m}$

● 各期工程興建後海域之漂砂傳輸能力比較(夏季)

位 置 \ 配 置	現況	第二期工程	第三期工程 及其後續工程
淡水河口出海口	0~300 $\text{m}^3/\text{yr}/\text{m}$	0~400 $\text{m}^3/\text{yr}/\text{m}$	0~400 $\text{m}^3/\text{yr}/\text{m}$
林口附近海岸	0~150 $\text{m}^3/\text{yr}/\text{m}$	0~200 $\text{m}^3/\text{yr}/\text{m}$	0~700 $\text{m}^3/\text{yr}/\text{m}$

颱風效應數值模擬

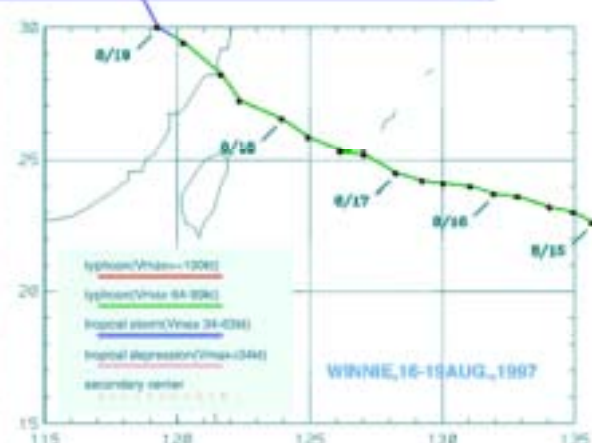
- 針對在短時間颱風效應下，河川大量輸砂、波浪能量變大及風力增強部分，依現狀條件下模擬真實颱風，評估台北港的興建對附近海域所造成的影響
- 選取2001年9月納莉颱風2天，及1997年8月溫妮颱風1天，進行漂砂模擬

颱風效應數值模擬

- 選取原因：
 1. 測站有效颱風資料波高最高，能量最大
 2. 測站有效颱風資料齊全，風速較大，
 3. 行進路徑靠近台北港海域
- 納莉颱風→屬中度颱風，測站波高4.55m，最大風速22.07m/s
- 溫妮颱風→屬中度颱風，測站波高6.49m，最大風速24.14m/s



2001/9/6-9/21納莉颱風路徑圖



1997/8/15-8/19溫妮颱風路徑圖

資料來源：中央氣象局資訊服務網站

模擬方式

- 利用網格距離50公尺，南北向共304個網格點，東西向共176個網格點鍵入地形檔
- 代入波高、週期、風速、風向等算出MIKE 21 NSW，計算出波浪碎波時的輻射應力
- 再利用NSW所算出的輻射應力帶入MIKE 21 HD，計算出海水因潮汐、近岸流所產生的流速變化
- 取HD 有效颱風影響天數代入MIKE 21 ST，並加入由NSW算出的波高、波向，計算出模式在時間於台北港附近海域漂砂輸送的趨勢

颱風模擬參數

- 模擬納莉颱風及溫妮颱風對台北港附近海域所造成的影響計算之，其數值計算參數可簡單歸納如右：

(納莉/溫妮)

入射波高(m)	週期(s)	波向
6.4/8.0	7.9/11.5	N/W
風速m/s	風阻	風向
22/24	0.0026	SW/W
淡水河流量 (m ³ /s)	流速 (m/s)	流向
2500/2000	3/2	出海口
網格距離	Smagorinsky 係數	Δt
50m	0.6	6s

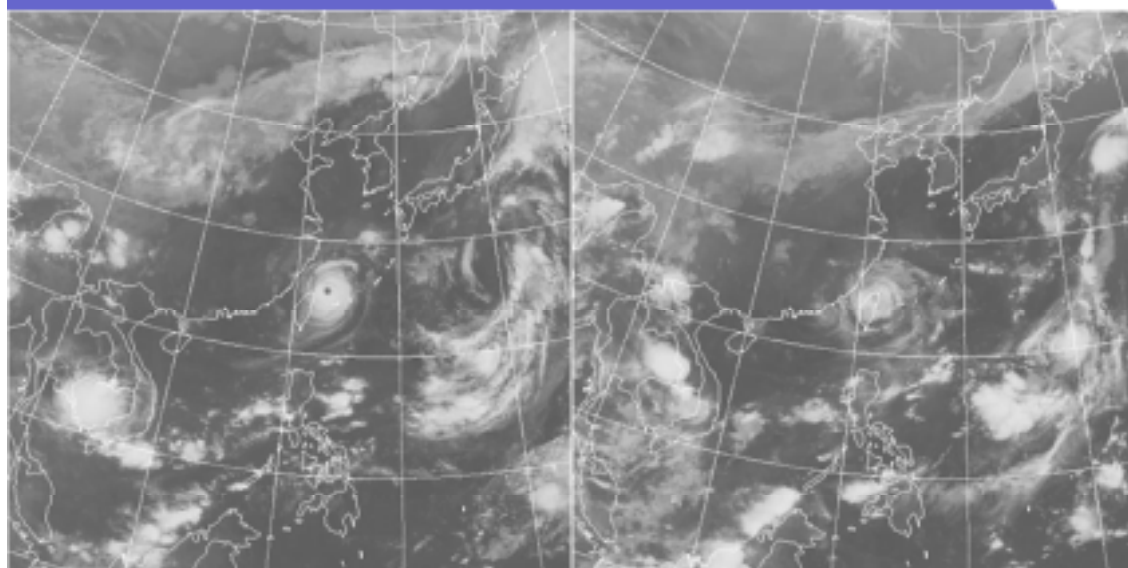
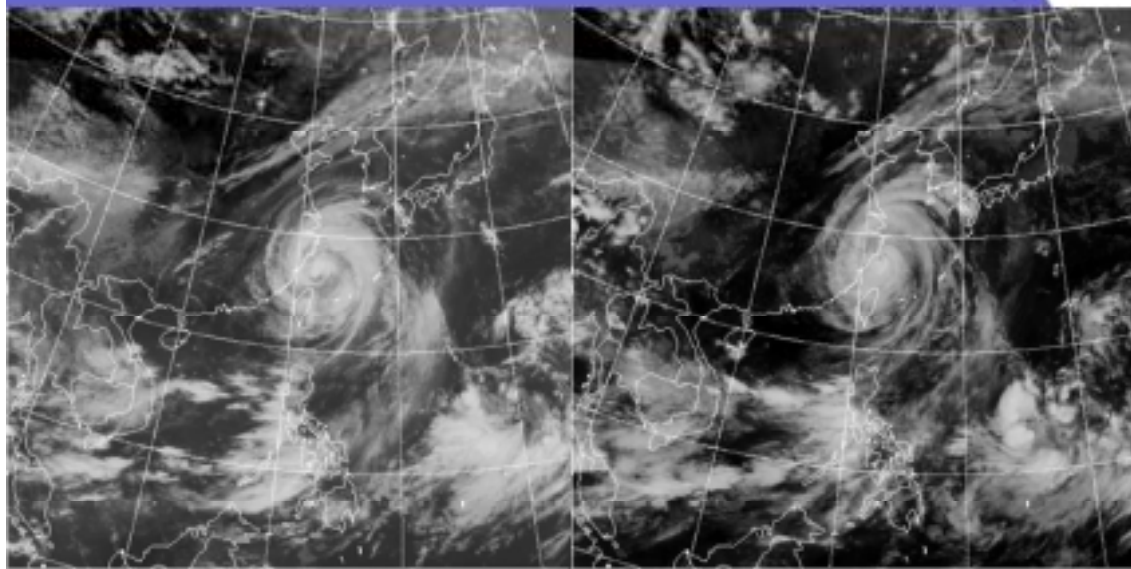


圖5-2 2001/09/16 納莉颱風上午位置圖

圖5-3 2001/09/16 納莉颱風晚上位置圖

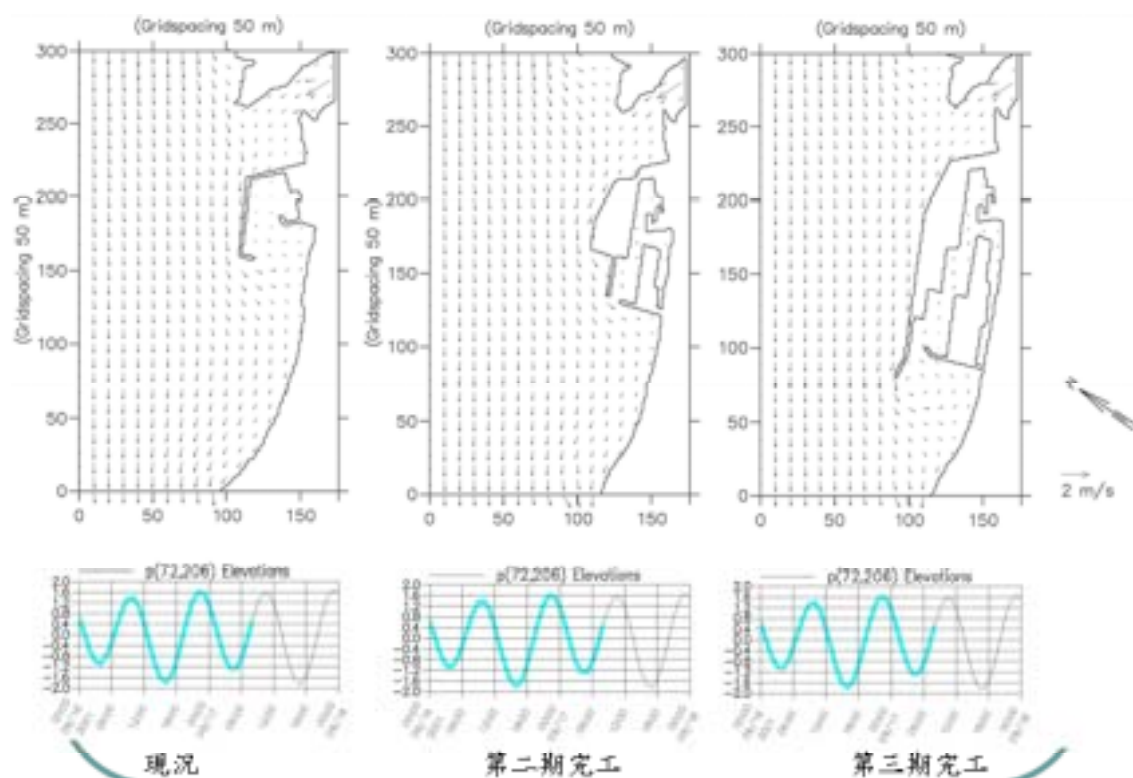
資料來源：中央氣象局資訊服務網站



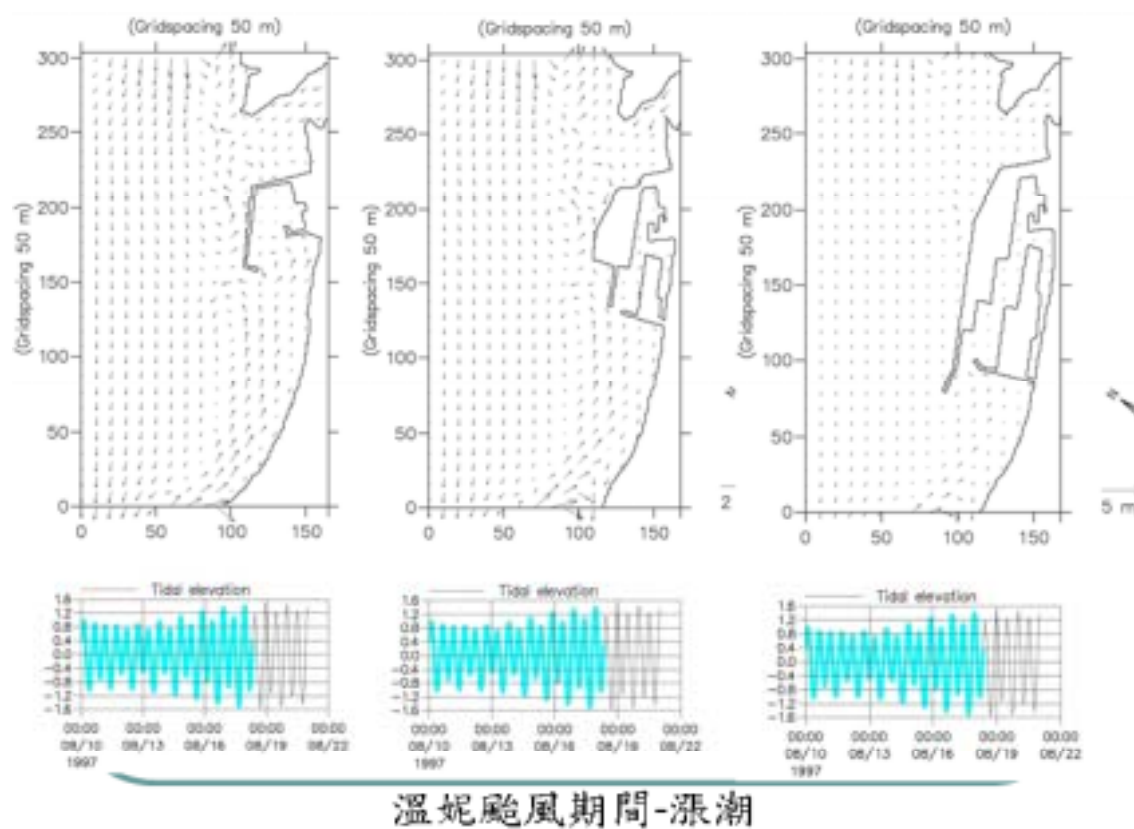
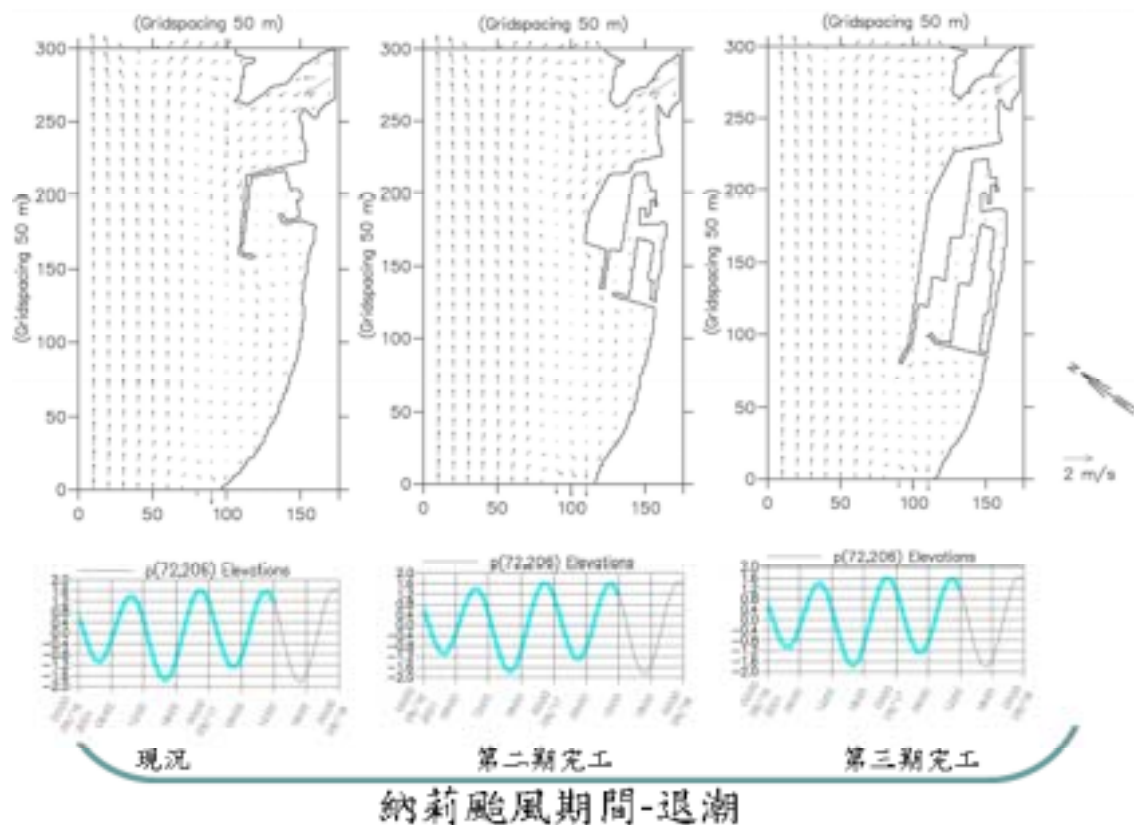
1997/08/18 15:00 溫妮颱風位置圖

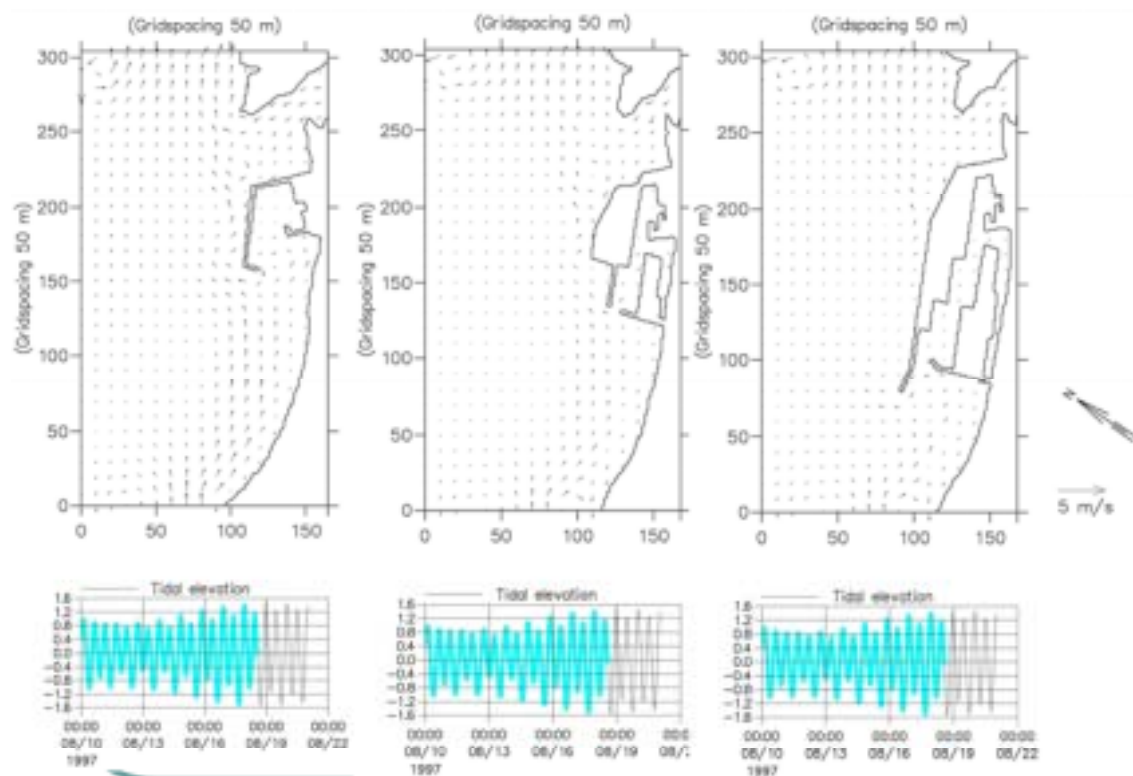
1997/08/18 21:00 溫妮颱風位置圖

資料來源：中央氣象局資訊服務網站

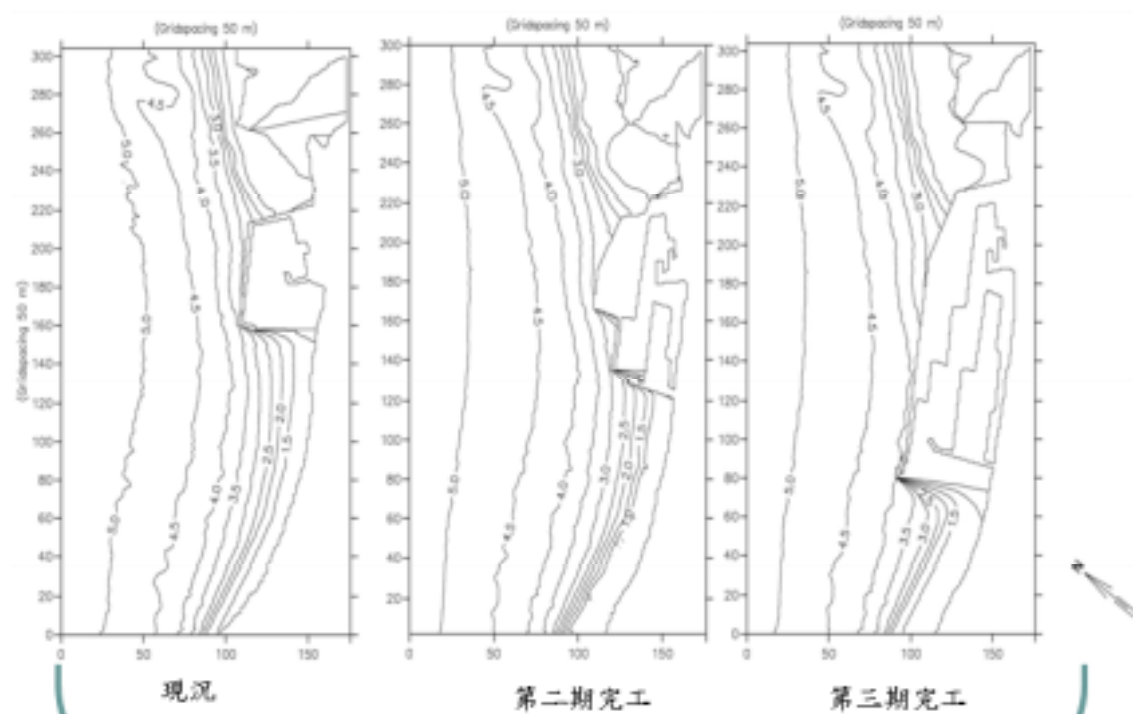


納莉颱風期間-漲潮

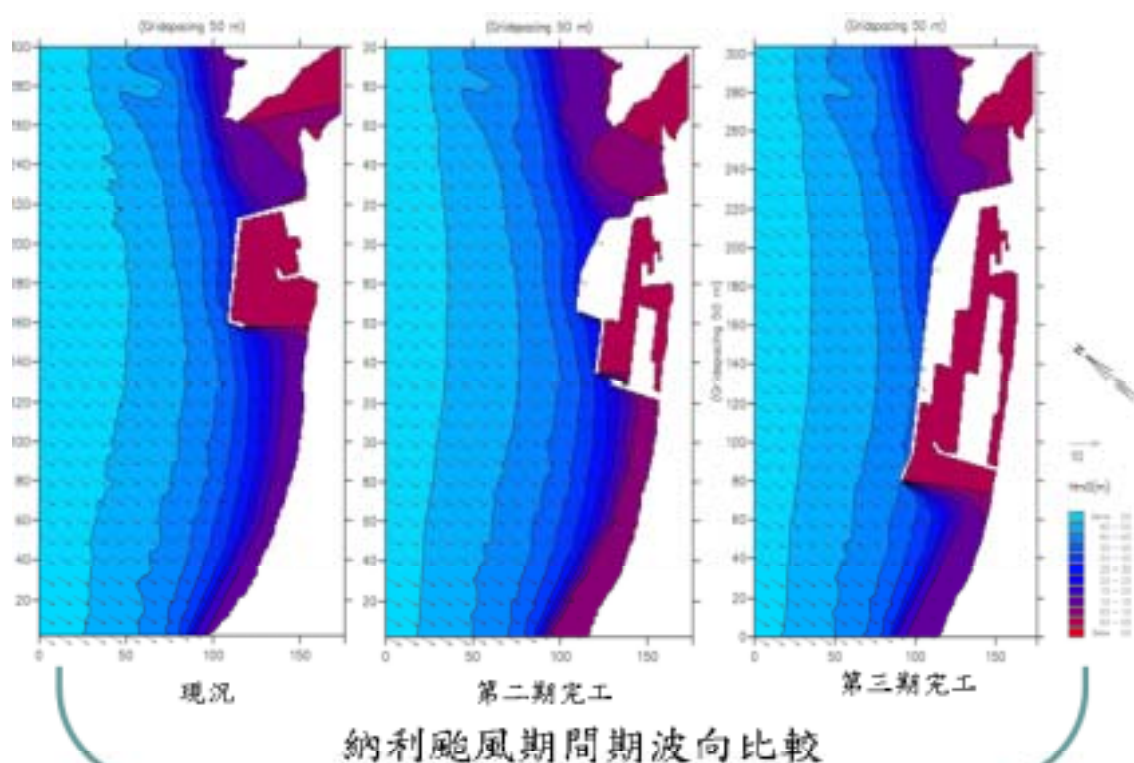
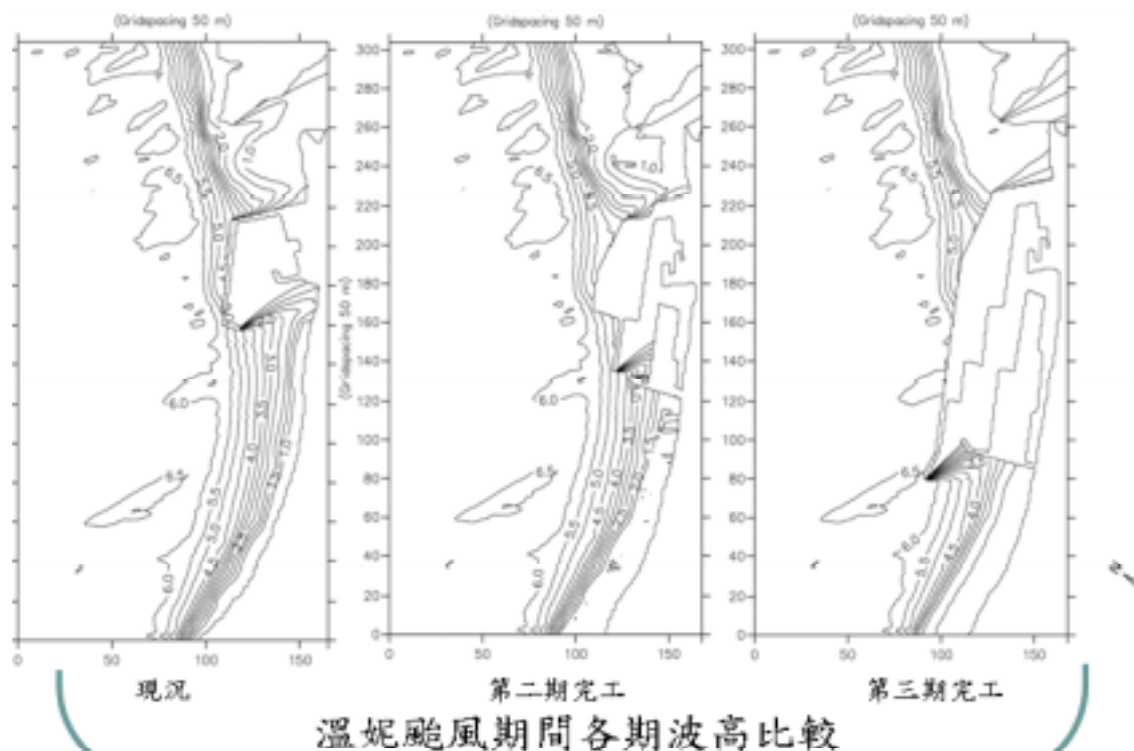


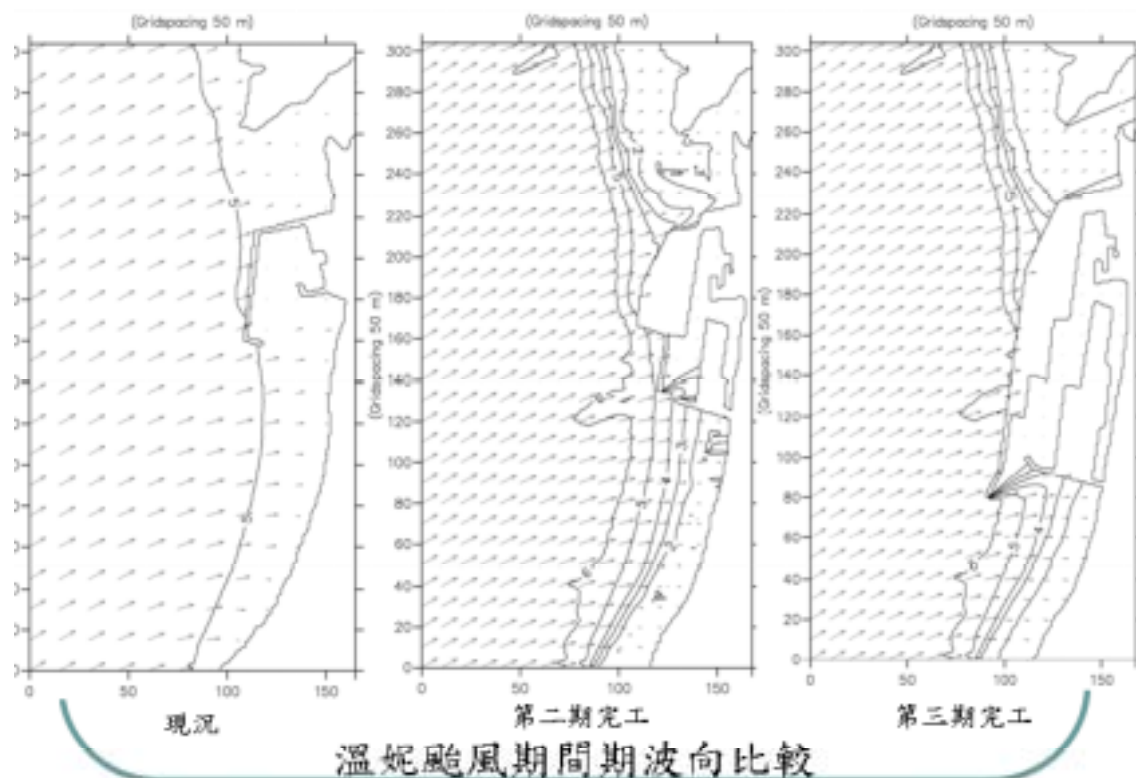


溫妮颱風期間-退潮



納利颱風期間各期波高比較



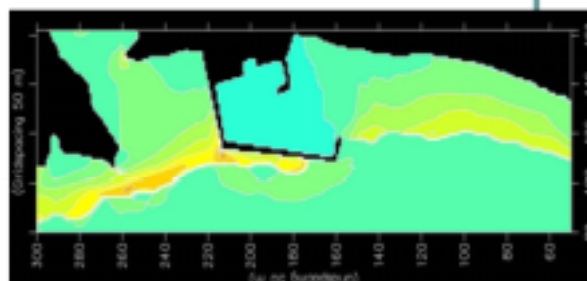


颱風數值模擬結果(1/5) – 漂砂

- 颱風條件引用2001年納莉颱風及1997年溫妮颱風過境台北港測站實測條件，淡水河夾帶大量的泥砂傳輸，由結果均發現泥砂在淡水河口北側附近水域沉降，愈北情況愈明顯
- 模擬結果發現溫妮因為受波浪沿岸流的影響，使得泥沙在淡水河河口北側沿岸傳輸量相當大，比起納莉颱風所引起的漂砂有往更北輸送的趨勢，愈北情況愈明顯

颱風數值模擬結果(2/5) – 漂砂

- 淡水河北側河道接近出海口附近也受沿岸流影響，淡水河冲刷下來的泥砂在河道北側傳輸量大，而漂至淡水河河口的泥沙也受波浪影響無法順利排入大海，在出海口附近沉積



納莉颱風漂砂比較圖

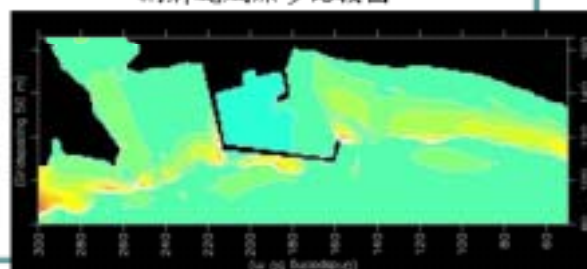


圖5-120溫妮颱風漂砂比較圖

颱風數值模擬結果(3/5) – 漂砂

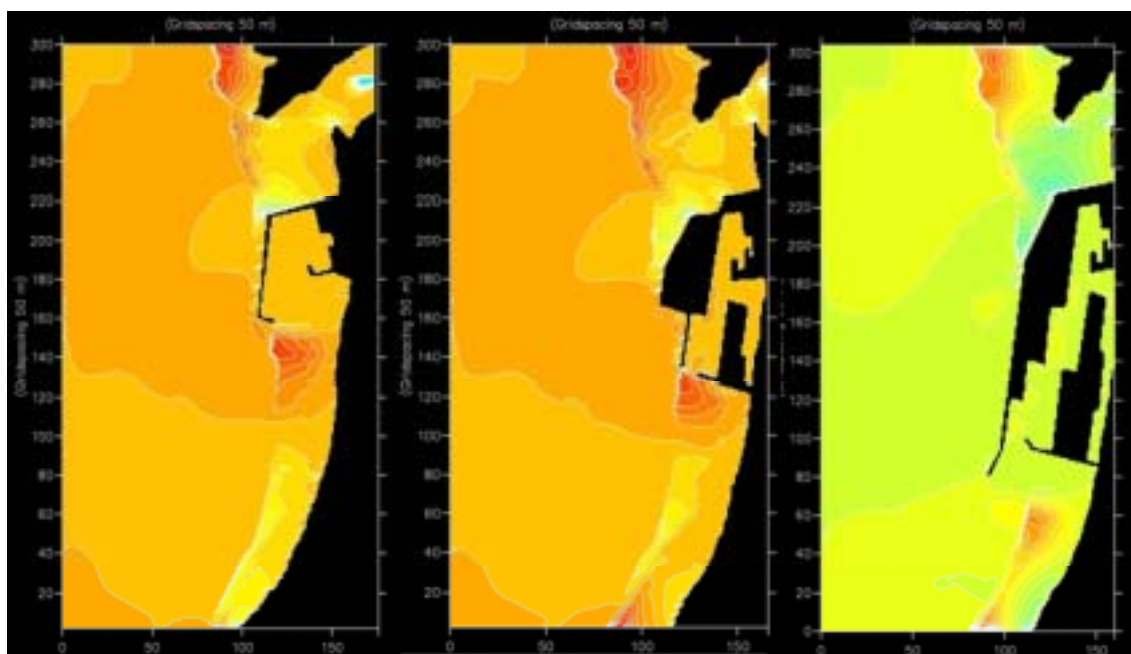
- 二期工程完工後，淡水河河口堆積現象往北移動，而北防波堤接西防波堤泥砂侵蝕現象，沿著西防波堤向南延伸
- 台北港西防波堤堤頭效應仍然造成港口出處的泥砂淤積，港區內因工程進行中，航道較窄處也有淤積現象，尤其在溫妮颱風波向正對港口，淤積情況明顯，而往竹圍近海岸侵蝕的現象依舊存在

颱風數值模擬結果(4/5) – 漂砂

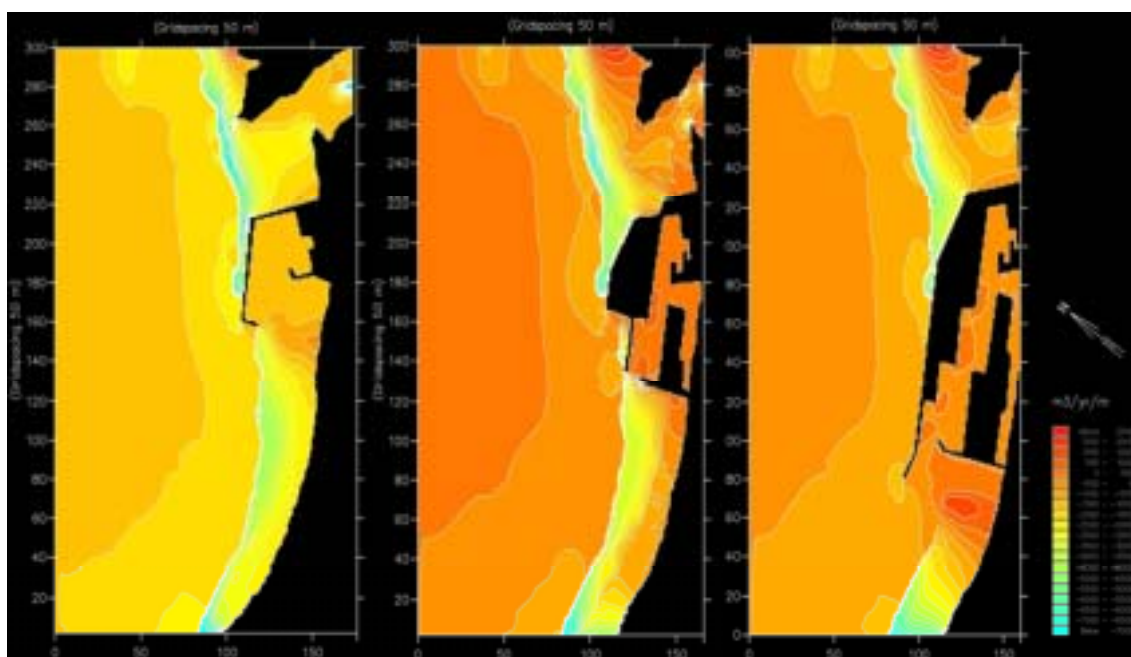
- 台北港北防波堤看似淡水河河道的延伸，但在轉角連接西防波堤附近，因角度突堤關係，淡水河造成此一區域的大量侵蝕
- 西防波堤南端因堤頭效應造成一期工程完工後港口出口處有明顯淤積。而往南至竹圍近海岸則呈現侵蝕現象

颱風數值模擬結果(5/5) – 漂砂

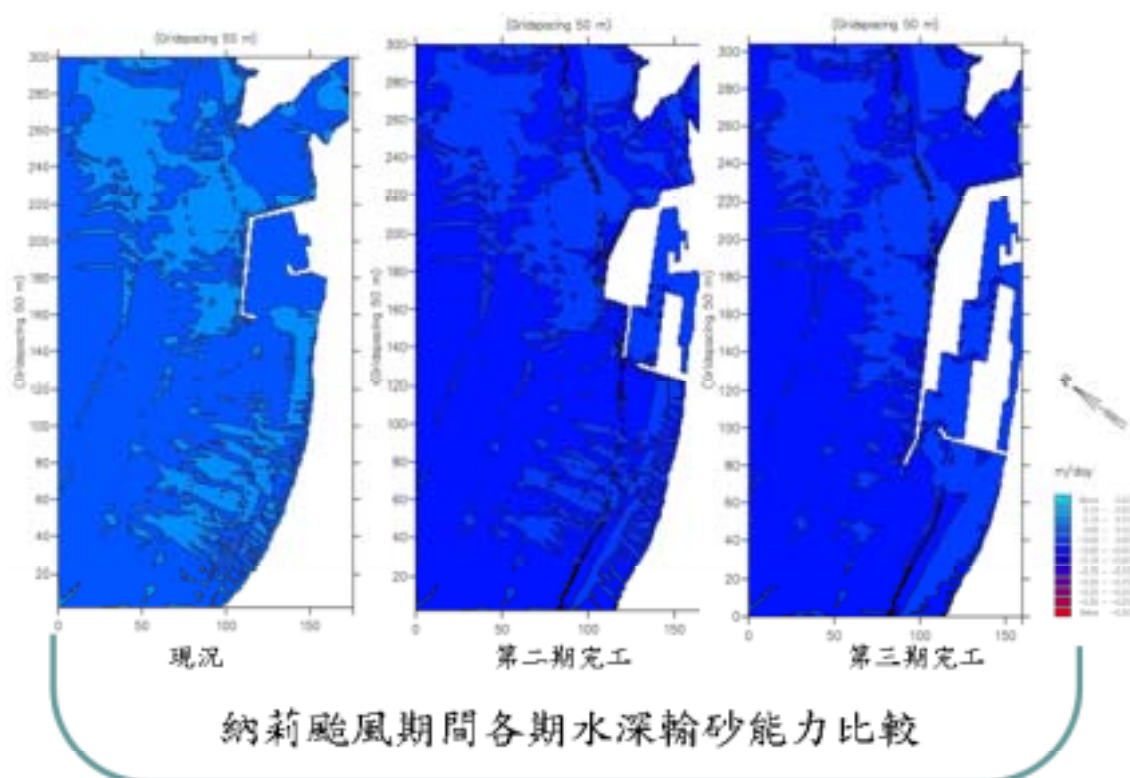
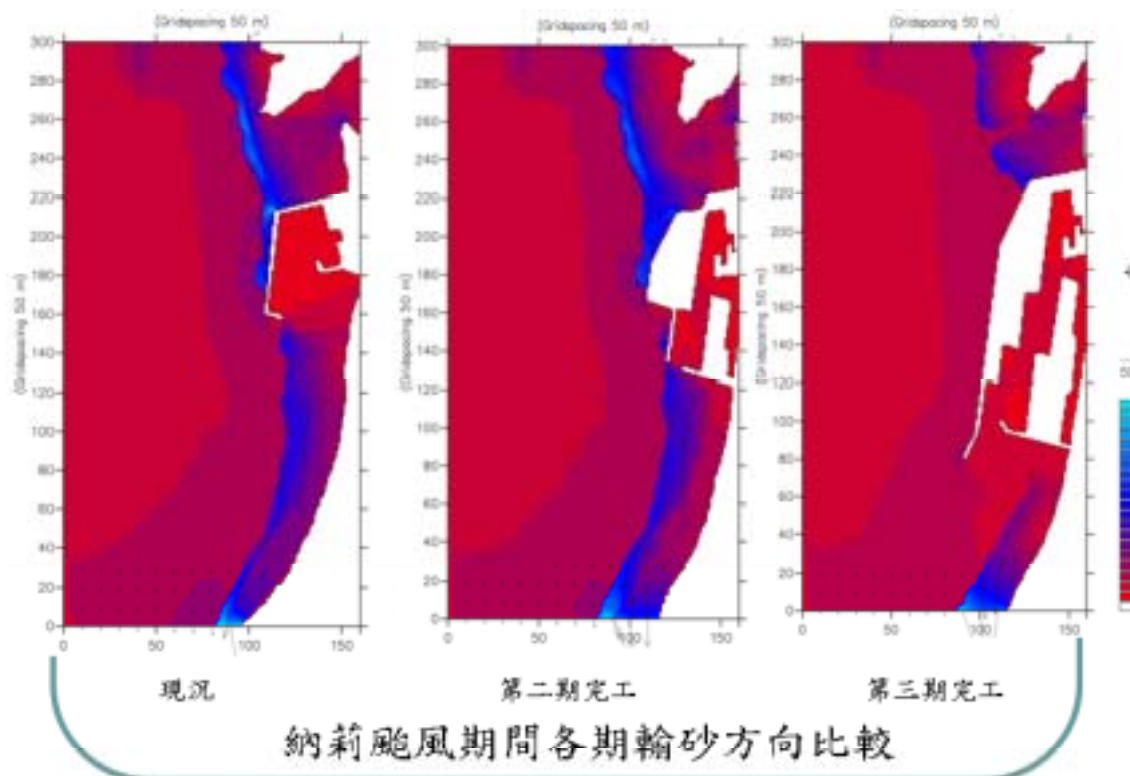
- 三期工程完工後，淡水河出海口淤砂情況往北移動，原本在河口淤積的泥砂往更外海移動，淡水河北海岸外海淤積情況依舊，但沿岸轉為侵蝕。西防波堤外往南到台北港航道出口呈侵淤相半，往南靠近沿岸則為淤積，對航道出口不致造成影響

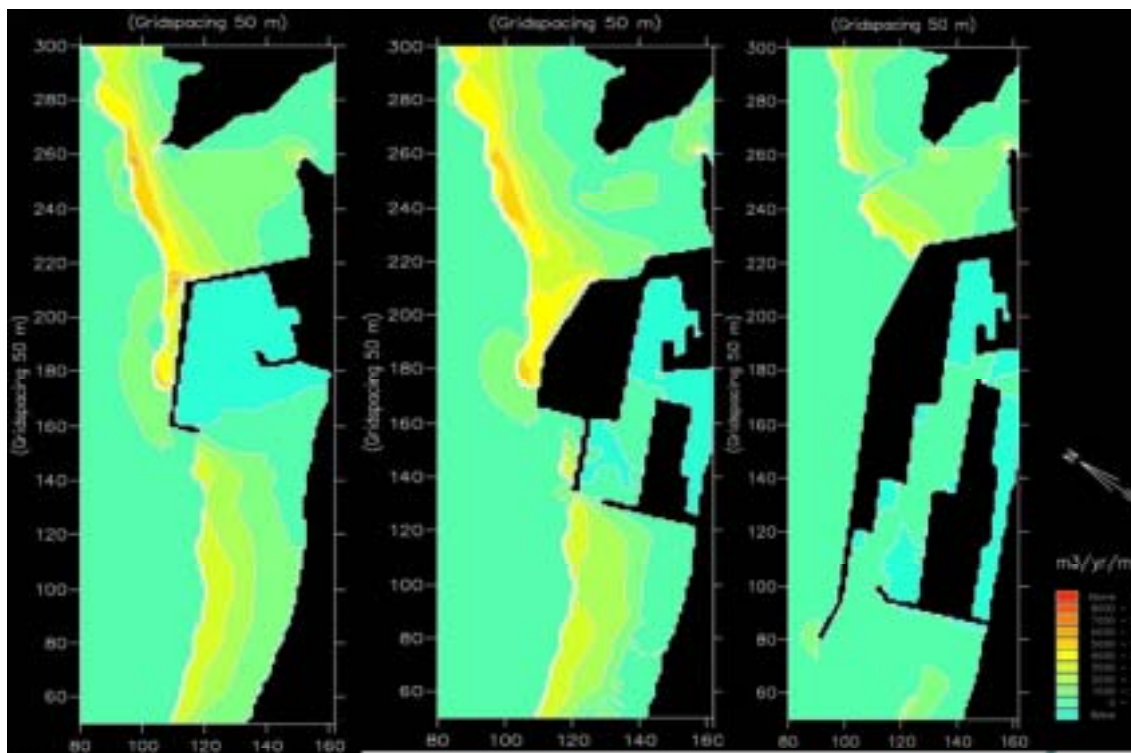


現況 第二期完工 第三期完工
納莉颱風期間台北港海域各期 X 方向輸砂能力比較

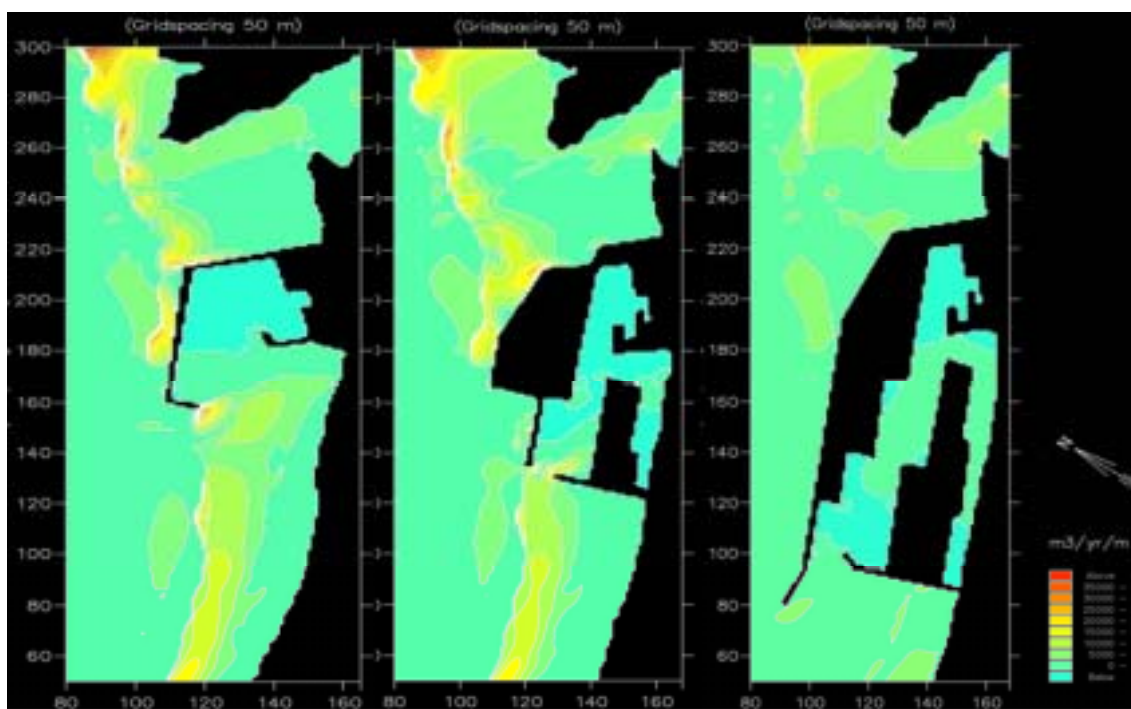


現況 第二期完工 第三期完工
納莉颱風期間台北港海域各期 Y 方向輸砂能力比較

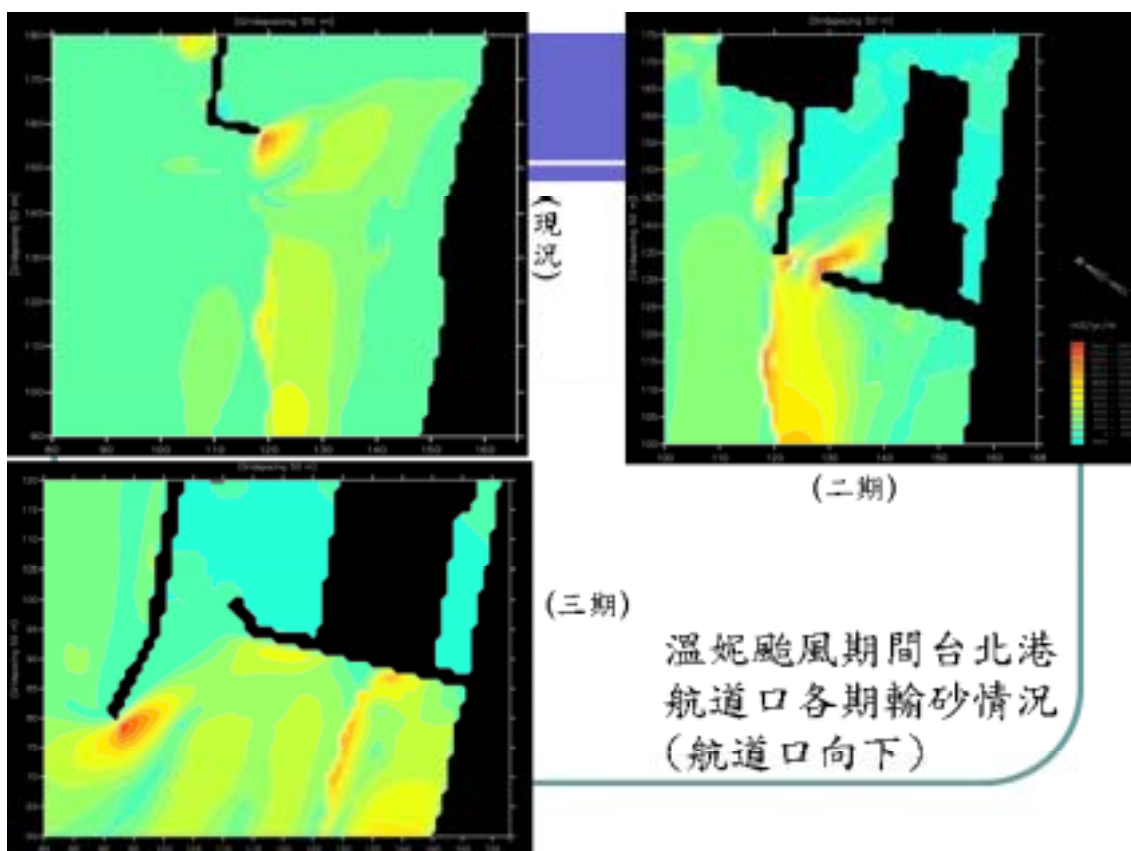
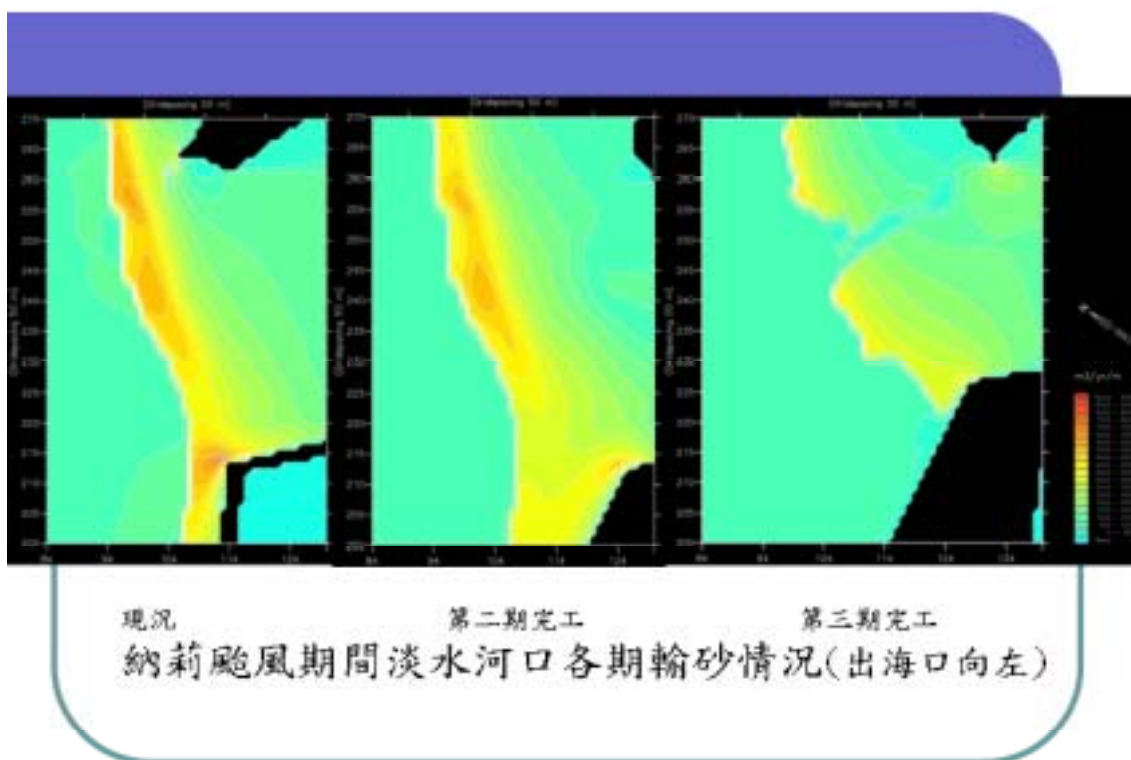


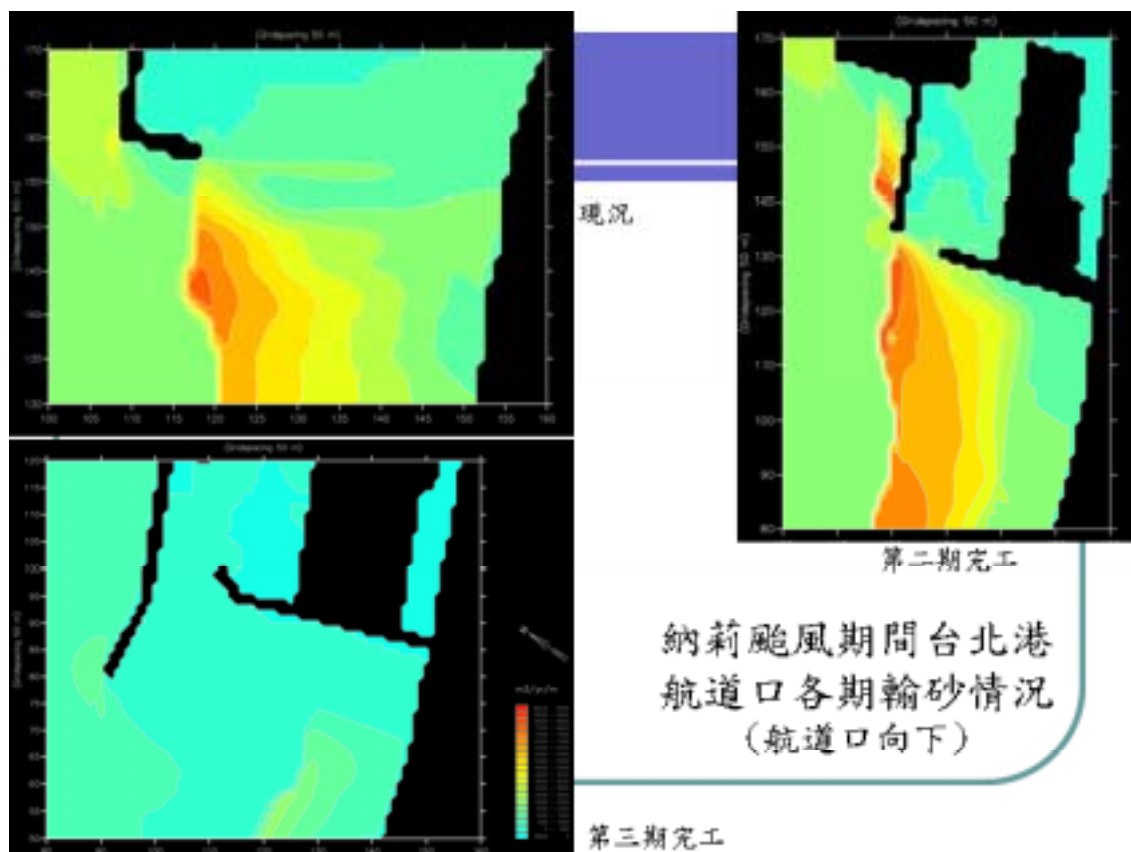


納莉颱風淡水河口、台北港航道口漂砂比較圖



溫妮颱風淡水河口、台北港航道口漂砂累積比較圖





結論

● 結論

- 於北防波堤以北，受淡水河輸砂及傳輸優勢影響，所以在此區域之現象為淤積，尤其注意淡水河口外海處可能會產生沙洲之情形，屬於堆積海岸
- 在港區內，因受結構物遮蔽，所以並無過大之波高及週期，無明顯之侵淤情形。
- 台北港以南至林口電廠附近，因堤頭之遮蔽效應產生迴流造成南灣頭附近淤積，而其餘之漂砂則往更南前進在台北港以南至林口電廠附近海域流速較為緩和處沉積，而岸邊水深 0m~-10m處，則產生侵淤互現之情形

結論

● 後續發展

- 各階段的海域開發皆應考慮對海域環境所產生之影響，在施工前、施工中及完工後，都必須先行規劃及採取相對應的保護防範措施，以減輕對附近海域及生態環境之破壞
- 在淡水河北側應定期做海岸變遷觀測，大部分泥砂都往北輸送，檢測是否有沙洲出現的狀況

報告完畢

謝謝指導