

97-28-7315
MOTC-IOT-96-H2EB006

96 年臺北港擴建對港池振盪特性 影響之研究



交通部運輸研究所
中華民國 97 年 3 月

97-28-7315
MOTC-IOT-96-H2EB006

96 年臺北港擴建對港池振盪特性 影響之研究

著者：廖慶堂、李兆芳、郭義一
郭英助、何良勝

交通部運輸研究所
中華民國 97 年 3 月

國家圖書館出版品預行編目資料

臺北港擴建對港池振盪特性影響之研究. 96年 /
廖慶堂等著. -- 初版. -- 臺北市：交通部
運研所，民97. 03

面；公分

參考書目：面

ISBN 978-986-01-3826-9(平裝)

1. 港埠工程 2. 波動 3. 臺灣

443. 21

97006282

96 年臺北港擴建對港池振盪特性影響之研究

著者：廖慶堂、李兆芳、郭義一、郭英助、何良勝

出版機關：交通部運輸研究所

地址：台北市敦化北路 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 97 年 3 月

印刷者：承亞興企業有限公司

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

五南文化廣場：台中市中山路 6 號•電話：(04)22260330

GPN：1009700782

ISBN：978-986-01-3826-9 (平裝)

著作財產權人：中華民國(代表機關：交通部運輸研究所)

本著作保留所有權利，欲利用本著作全部或部份內容者，須徵求交通部運輸研究所書面授權。

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：96 年臺北港擴建對港池振盪特性影響之研究			
國際標準書號（或叢刊號） ISBN 978-986-01-3826-9 (平裝)	政府出版品統一編號 1009700782	運輸研究所出版品編號 97-28-7315	計畫編號 96-H2EB006
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：國立成功大學 計畫主持人：李兆芳 研究人員：郭義一、郭英助 地址：臺南市大學路 1 號 聯絡電話：06-2757575-31140		研究期間 自 96 年 3 月 至 96 年 10 月
關鍵詞：臺北港擴建、港池振盪、數值方法			
摘要： 本研究為延續前一年計畫，針對臺北港遠期擴建方案港池形狀成為狹長型，探討其港池振盪特性，也藉以防範未然。針對臺北港遠期擴建規劃案之港池配置，本文利用邊界元素法模式，以代表性水深配合港池岸壁邊界條件，計算和分析港池振盪特性。報告內容包括：臺北港相關自然條件；臺北港遠期規劃的配置和數位化圖形；邊界元素法數值模式計算之港池振盪結果，和遠期方案港池振盪特性分析；遠期方案和第三期方案港池振盪特性比較。在計算結果上，除以等水深矩形港池的結果驗證所使用港池振盪模式的正確性外，並以長週期波浪進入臺北港遠期規劃配置波浪分佈的情形說明計算合理性。另外，利用臺北港入侵波浪方向分別計算和分析港池振盪特性，計算結果並與第三期規劃方案互相比較。由結果顯示：在波浪的屏蔽效果上，遠期規劃案對 WNW 波向的效果較差，而對 NNE 向效果較佳；在港區的共振特性上，海洋遊樂船停泊區值得進一步作研究探討；在遠期與第三期的比較上，WNW 波向在遠期規劃案的計算可以得到較佳的屏蔽，而在 N 向與 NNE 向的波浪則第三期的屏蔽效果較好。			
出版日期	頁數	定價	本 出 版 品 取 得 方 式
97 年 3 月	206	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： ☐密 ☐機密 ☐極機密 ☐絕對機密 （解密條件：☐ 年 月 日解密，☐公布後解密，☐附件抽存後解密， ☐工作完成或會議終了時解密，☐另行檢討後辦理解密） ☒普通			
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 Calculation of the Harbor Resonance in Taipei Harbor: Fiscal Year 2007			
ISBN (OR ISSN) ISBN978-986-01-3826-9 (pbk)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1009700782	JOT SERIAL NUMBER 97-28-7315	PROJECT NUMBER 96-H2EB006
DIVISION: Harbor & Marine Technology Center DIVISION DIRECTOR: Chiu Yung-Fang PRINCIPAL INVESTIGATOR: He Liang-Sheng PROJECT STAFF: Liaw Ching-Tarn PHONE: (04) 26587124 FAX: (04) 26560661			PROJECT PERIOD FROM March 2007 TO October 2007
RESEARCH AGENCY: National Chung Kung University PRINCIPAL INVESTIGATOR: Lee Jaw-Fang PROJECT STAFF: kuo yi-i, kuo ying-chu ADDRESS: No.1, Ta-Hsueh Road, Tanan, 701 Taiwan, R.O.C PHONE: (06) 2757575-31140			
KEY WORDS: Taipei Harbor extended construction, Harbor resonance, Numerical method			
ABSTRACT: The present project studies resonant characteristics of the ultimate planning of Taipei Harbor following the results of a previous project within last year. The shape of Taipei Harbor will be long and narrow; therefore, possible causes of harbor resonance are worthy of investigation from a prevention point of view. Boundary element modeling is used, together with representative water depth and appropriate boundary conditions, to calculate wave distribution inside the harbor. The contents of this report include meteorological conditions of Taipei Harbor, deployment arrangements of each construction phase and the corresponding digital figures, numerical results and analysis of resonance characteristics, comparisons of resonance results between ultimate and third phase planning. The present research indicates that verification of the typical rectangular harbor reflects accuracy of the numerical model. Wave distributions for long wave cases show reasonable results for Taipei Harbor simulation. Numerical results show that for the ultimate planning case, Taipei Harbor can provide better wave sheltering effects for NNE waves than WNW waves. In comparison with the third phase planning case, the ultimate planning can provide better wave sheltering than the third phase for WNW waves. However, the third phase planning is better for N and NNE wave. Regarding wave resonance results, the recreational berthing area is worth further investigation in the future.			
DATE OF PUBLICATION March 2008	NUMBER OF PAGES 206	PRICE 300	CLASSIFICATION ☐ RESTRICTED ☐ CONFIDENTIAL ☐ SECRET ☐ TOP SECRET ☒ UNCLASSIFIED
The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.			

目 錄

中文摘要表	I
英文摘要表	II
目 錄	III
圖目錄	V
表目錄	XXVII
第一章 前言	1-1
第二章 臺北港自然條件和配置	2-1
2.1 自然條件	2-2
2.1.1 水文	2-2
2.1.2 氣象	2-3
2.1.3 海象	2-6
2.2 臺北港配置	2-9
第三章 港池振盪數值模式	3-1
3.1 港池振盪數值模式	3-1
3.2 港池振盪模式測試計算	3-10
第四章 臺北港港池振盪計算	4-1
第五章 結論與建議	5-1
參考文獻	參-1
附錄	附-1

期中報告審查意見處裡情形表.....	附-2
期末報告審查意見處裡情形表.....	附-6
期末簡報.....	附-11

圖目錄

圖 1 臺北港地理位置圖.....	2-2
圖 2 歷年主波向機率分佈圖.....	2-8
圖 3 臺北港發展各期配置圖.....	2-10
圖 4 臺北港現況配置圖.....	2-11
圖 5 臺北港第二期規劃配置圖.....	2-11
圖 6 臺北港第三期規劃配置圖.....	2-12
圖 7 臺北港遠期規劃配置圖.....	2-12
圖 8 等水深港池振盪數值模擬示意圖.....	3-4
圖 9 矩形等水深港池振盪有限元素格網圖.....	3-11
圖 10 矩形港池底端中間點波高放大因子圖.....	3-11
圖 11 臺北港遠期港池振盪數值模擬圖.....	4-9
圖 12 臺北港遠期港池振盪數值模式之邊界條件圖.....	4-10
圖 13 臺北港遠期港池振盪數值模式之計算網格圖.....	4-11
圖 14 入射波波向 WNW 作用下臺北港遠期港池振盪計算模擬結果.....	4-12
碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0	
圖 15 入射波波向 WNW 作用下臺北港遠期港池振盪計算模擬結果.....	4-13
碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.8 與岸壁 β 之反射係數 0.8	
圖 16 入射波波向 N 作用下臺北港遠期港池振盪計算模擬結果.....	4-14
碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0	
圖 17 入射波波向 N 作用下臺北港遠期港池振盪計算模擬結果.....	4-15
碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.8 與岸壁 β 之反射係數 0.8	
圖 18 入射波波向 NNE 作用下臺北港遠期港池振盪計算模擬結果.....	4-16

碼頭岸壁反射係數 1.0 岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0	
圖 19 入射波波向 NNE 作用下臺北港遠期港池振盪計算模擬結果...	4-17
碼頭岸壁反射係數 1.0 岸壁 α 之反射係數 0.8 與岸壁 β 之反射係數 0.8	
圖 20 臺北港遠期之碼頭計算點示意圖.....	4-18
圖 21 臺北港第三期之碼頭計算點示意圖.....	4-19
圖 22 臺北港 A 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....	4-20
入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反 射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0	
圖 23 臺北港 A 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....	4-20
入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之 反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0	
圖 24 臺北港 A 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....	4-20
入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0	
圖 25 臺北港 A 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....	4-21
入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反 射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9	
圖 26 臺北港 A 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....	4-21
入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之 反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9	
圖 27 臺北港 A 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....	4-21
入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9	
圖 28 臺北港 B 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....	4-22
入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反 射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0	
圖 29 臺北港 B 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....	4-22
入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之 反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0	
圖 30 臺北港 B 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....	4-22

入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 31 臺北港 B 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-23

入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 32 臺北港 B 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-23

入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 33 臺北港 B 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-23

入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 34 臺北港 C 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-24

入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 35 臺北港 C 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-24

入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 36 臺北港 C 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-24

入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 37 臺北港 C 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-25

入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 38 臺北港 C 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-25

入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 39 臺北港 C 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-25

入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 40 臺北港 D1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-26

入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 41 臺北港 D1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-26

入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之
反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 42 臺北港 D1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-26

入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α
之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 43 臺北港 D1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-27

入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反
射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 44 臺北港 D1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-27

入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之
反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 45 臺北港 D1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-27

入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α
之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 46 臺北港 D2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-28

入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反
射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 47 臺北港 D2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-28

入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之
反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 48 臺北港 D2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-28

入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α
之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 49 臺北港 D2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-29

入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反
射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 50 臺北港 D2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-29

入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之
反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 51 臺北港 D2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-29

入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α
之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 52 臺北港 E 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-30

入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 53 臺北港 E 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-30

入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 54 臺北港 E 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-30

入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 55 臺北港 E 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-31

入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 56 臺北港 E 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-31

入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 57 臺北港 E 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-31

入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 58 臺北港 F1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-32

入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 59 臺北港 F1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-32

入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 60 臺北港 F1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-32

入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 61 臺北港 F1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-33

入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 62 臺北港 F1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-33

入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 63 臺北港 F1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-33

入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 64 臺北港 F2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-34

入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 65 臺北港 F2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-34

入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 66 臺北港 F2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-34

入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 67 臺北港 F2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係.....4-35

入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 68 臺北港 F2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-35

入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 69 臺北港 F2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-35

入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 70 臺北港 F3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係.....4-36

入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 71 臺北港 F3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-36

入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 72 臺北港 F3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-36

入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 73 臺北港 F3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-37

入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 74 臺北港 F3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-37

入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之
反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 75 臺北港 F3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-37

入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α
之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 76 臺北港 G 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-38

入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反
射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 77 臺北港 G 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-38

入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之
反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 78 臺北港 G 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-38

入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α
之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 79 臺北港 G 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-39

入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反
射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 80 臺北港 G 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-39

入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之
反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 81 臺北港 G 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-39

入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α
之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 82 臺北港 H1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-40

入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反
射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 83 臺北港 H1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-40

入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之
反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 84 臺北港 H1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-40

入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α
之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 85 臺北港 H1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-41

入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 86 臺北港 H1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-41

入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 87 臺北港 H1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-41

入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 88 臺北港 H2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-42

入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 89 臺北港 H2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-42

入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 90 臺北港 H2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-42

入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 91 臺北港 H2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-43

入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 92 臺北港 H2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-43

入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 93 臺北港 H2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-43

入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 94 臺北港 H3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-44

入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 95 臺北港 H3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-44

入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 96 臺北港 H3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-44

入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 97 臺北港 H3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-45

入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 98 臺北港 H3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-45

入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 99 臺北港 H3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-45

入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 100 臺北港 H4 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-46

入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 101 臺北港 H4 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-46

入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 102 臺北港 H4 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-46

入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 103 臺北港 H4 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-47

入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 104 臺北港 H4 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-47

入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 105 臺北港 H4 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-47

入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 106 臺北港 H5 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-48

入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 107 臺北港 H5 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係.....4-48

入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之
反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 108 臺北港 H5 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-48

入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α
之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 109 臺北港 H5 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-49

入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反
射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 110 臺北港 H5 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-49

入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之
反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 111 臺北港 H5 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-49

入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α
之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 112 臺北港 I1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-50

入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反
射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 113 臺北港 I1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-50

入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之
反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 114 臺北港 I1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-50

入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α
之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 115 臺北港 I1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係.....4-51

入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反
射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 116 臺北港 I1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-51

入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之
反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 117 臺北港 I1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-51

入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α
之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 118 臺北港 I2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-52

入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 119 臺北港 I2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-52

入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 120 臺北港 I2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-52

入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 121 臺北港 I2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-53

入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 122 臺北港 I2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-53

入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 123 臺北港 I2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-53

入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 124 臺北港 I3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-54

入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 125 臺北港 I3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係.....4-54

入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 126 臺北港 I3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-54

入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 127 臺北港 I3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-55

入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 128 臺北港 I3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-55

入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 129 臺北港 I3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-55

入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α
之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 130 臺北港 J1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-56

入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反
射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 131 臺北港 J1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-56

入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之
反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 132 臺北港 J1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-56

入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α
之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 133 臺北港 J1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係.....4-57

入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反
射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 134 臺北港 J1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-57

入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之
反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 135 臺北港 J1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-57

入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α
之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 136 臺北港 J2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-58

入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反
射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 137 臺北港 J2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-58

入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之
反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 138 臺北港 J2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-58

入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α
之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 139 臺北港 J2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-59

入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反
射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 140 臺北港 J2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-59

入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之
反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 141 臺北港 J2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-59

入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α
之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 142 臺北港 J3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-60

入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反
射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 143 臺北港 J3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係.....4-60

入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之
反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 144 臺北港 J3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-60

入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α
之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 145 臺北港 J3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-61

入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反
射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 146 臺北港 J3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-61

入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之
反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 147 臺北港 J3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-61

入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α
之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 148 臺北港 K 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-62

入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反
射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 149 臺北港 K 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-62

入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之
反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 150 臺北港 K 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-62

入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α
之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 151 臺北港 K 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係.....4-63

入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 152 臺北港 K 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-63

入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 153 臺北港 K 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-63

入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 154 臺北港 L1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-64

入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 155 臺北港 L1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-64

入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 156 臺北港 L1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-64

入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 157 臺北港 L1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-65

入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 158 臺北港 L1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-65

入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 159 臺北港 L1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-65

入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 160 臺北港 L2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-66

入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 161 臺北港 L2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-66

入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 162 臺北港 L2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-66

入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 163 臺北港 L2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-67

入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 164 臺北港 L2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-67

入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 165 臺北港 L2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-67

入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 166 臺北港 M1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-68

入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 167 臺北港 M1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係.....4-68

入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 168 臺北港 M1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-68

入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 169 臺北港 M1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-69

入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 170 臺北港 M1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-69

入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 171 臺北港 M1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-69

入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 172 臺北港 M2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-70

入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 173 臺北港 M2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-70

入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之
反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 174 臺北港 M2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-70

入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α
之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 175 臺北港 M2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係.....4-71

入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反
射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 176 臺北港 M2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-71

入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之
反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 177 臺北港 M2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-71

入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α
之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 178 臺北港 M3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-72

入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反
射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 179 臺北港 M3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-72

入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之
反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 180 臺北港 M3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-72

入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α
之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 181 臺北港 M3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-73

入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反
射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 182 臺北港 M3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-73

入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之
反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 183 臺北港 M3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-73

入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α
之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 184 臺北港 M4 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-74

入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 185 臺北港 M4 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係.....4-74

入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 186 臺北港 M4 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-74

入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 187 臺北港 M4 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-75

入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 188 臺北港 M4 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-75

入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 189 臺北港 M4 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-75

入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 190 臺北港 N1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-76

入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 191 臺北港 N1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係.....4-76

入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 192 臺北港 N1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-76

入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 193 臺北港 N1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係.....4-77

入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 194 臺北港 N1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-77

入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 195 臺北港 N1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-77

入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 196 臺北港 N2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-78

入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 197 臺北港 N2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-78

入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 198 臺北港 N2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-78

入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 199 臺北港 N2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖...4-79

入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 200 臺北港 N2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖...4-79

入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 201 臺北港 N2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-79

入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 202 臺北港 N3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-80

入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 203 臺北港 N3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係.....4-80

入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 204 臺北港 N3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖...4-80

入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 205 臺北港 N3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-81

入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 206 臺北港 N3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-81

入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之
反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 207 臺北港 N3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-81

入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α
之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 208 臺北港 N4 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-82

入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反
射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 209 臺北港 N4 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-82

入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之
反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 210 臺北港 N4 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-82

入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α
之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 211 臺北港 N4 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係.....4-83

入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反
射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 212 臺北港 N4 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖...4-83

入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之
反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 213 臺北港 N4 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖.....4-83

入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α
之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

圖 214 臺北港遠期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖.....4-99

入射波波向 N，週期 $T=79\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數 1.0，
岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 215 臺北港遠期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖.....4-99

入射波波向 N，週期 $T=114\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數 1.0，
岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 216 臺北港遠期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖.....4-100

入射波波向 N，週期 $T=152\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數 1.0，
岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0

圖 217 臺北港遠期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖.....4-100

- 入射波波向 N，週期 $T=173\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數 1.0，
岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0
- 圖 218 臺北港遠期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖.....4-101
- 入射波波向 N，週期 $T=181\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數 1.0，
岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0
- 圖 219 臺北港遠期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖.....4-101
- 入射波波向 N，週期 $T=187\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數 1.0，
岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0
- 圖 220 臺北港遠期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖.....4-102
- 入射波波向 N，週期 $T=195\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數 1.0，
岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0
- 圖 221 臺北港遠期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖.....4-102
- 入射波波向 NNE，週期 $T=79\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數
1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0
- 圖 222 臺北港遠期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖.....4-103
- 入射波波向 NNE，週期 $T=114\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數
1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0
- 圖 223 臺北港遠期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖.....4-103
- 入射波波向 NNE，週期 $T=181\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數
1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0
- 圖 224 臺北港遠期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖.....4-104
- 入射波波向 NNE，週期 $T=195\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數
1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0
- 圖 225 臺北港遠期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖.....4-104
- 入射波波向 WNW，週期 $T=79\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數
1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0
- 圖 226 臺北港遠期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖.....4-105
- 入射波波向 WNW，週期 $T=107\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數
1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0
- 圖 227 臺北港遠期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖.....4-105
- 入射波波向 WNW，週期 $T=118\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數
1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0
- 圖 228 臺北港遠期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖.....4-106

- 入射波波向 WNW，週期 $T=126\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0
- 圖 229 臺北港遠期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖.....4-106
- 入射波波向 WNW，週期 $T=131\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0
- 圖 230 臺北港遠期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖.....4-107
- 入射波波向 WNW，週期 $T=181\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0
- 圖 231 臺北港遠期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖.....4-107
- 入射波波向 WNW，週期 $T=187\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0
- 圖 232 臺北港遠期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖.....4-108
- 入射波波向 WNW，週期 $T=195\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0
- 圖 233 臺北港第三期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖.....4-108
- 入射波波向 N，週期 $T=99\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0
- 圖 234 臺北港第三期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖.....4-109
- 入射波波向 N，週期 $T=114\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0
- 圖 235 臺北港第三期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖.....4-109
- 入射波波向 N，週期 $T=143\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0
- 圖 236 臺北港第三期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖.....4-110
- 入射波波向 N，週期 $T=193\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0
- 圖 237 臺北港第三期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖.....4-110
- 入射波波向 N，週期 $T=325\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0
- 圖 238 臺北港第三期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖.....4-111
- 入射波波向 NNE，週期 $T=99\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0
- 圖 239 臺北港第三期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖.....4-111

- 入射波波向 NNE，週期 $T=114\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0
- 圖 240 臺北港第三期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖.....4-112
- 入射波波向 NNE，週期 $T=325\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0
- 圖 241 臺北港第三期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖.....4-112
- 入射波波向 WNW，週期 $T=95\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0
- 圖 242 臺北港第三期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖.....4-113
- 入射波波向 WNW，週期 $T=114\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0
- 圖 243 臺北港第三期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖.....4-113
- 入射波波向 WNW，週期 $T=143\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0
- 圖 244 臺北港第三期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖.....4-114
- 入射波波向 WNW，週期 $T=176\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0
- 圖 245 臺北港第三期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖.....4-114
- 入射波波向 WNW，週期 $T=193\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0
- 圖 246 臺北港第三期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖.....4-115
- 入射波波向 WNW，週期 $T=326\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0
- 圖 247 臺北港第三期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖.....4-115
- 入射波波向 WNW，週期 $T=45\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9
- 圖 248 臺北港第三期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖.....4-116
- 入射波波向 WNW，週期 $T=55\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9
- 圖 249 臺北港第三期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖.....4-116
- 入射波波向 WNW，週期 $T=225\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9

表目錄

表 1 淡水油車河口各項潮位統計值.....	2-6
表 2 臺北港遠期與第三期港池共振數值計算條件表列.....	4-3
表 3 臺北港遠期規劃案之港池共振週期統計表.....	4-84
〔入射波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0，碼頭編號 A~H〕	
表 4 臺北港遠期規劃案之港池共振週期統計表.....	4-86
〔入射波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0，碼頭編號 I~N〕	
表 5 臺北港遠期規劃案之港池共振週期統計表.....	4-88
〔入射波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0，碼頭編號 A~H〕	
表 6 臺北港遠期規劃案之港池共振週期統計表.....	4-89
〔入射波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0，碼頭編號 I~N〕	
表 7 臺北港遠期規劃案之港池共振週期統計表.....	4-90
〔入射波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0，碼頭編號 A~H〕	
表 8 臺北港遠期規劃案之港池共振週期統計表.....	4-92
〔入射波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0，碼頭編號 I~N〕	
表 9 臺北港第三期規劃案之港池共振週期統計表.....	4-94
〔入射波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0，碼頭編號 D~J〕	
表 10 臺北港第三期規劃案之港池共振週期統計表.....	4-95
〔入射波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0，碼頭編號 D~J〕	
表 11 臺北港第三期規劃案之港池共振週期統計表.....	4-96
〔入射波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0，碼頭編號 D~J〕	

第一章 前言

臺灣四面環海，擁有許多大小港口，這些港口具有軍事、民生及經濟等多重用途，是維繫臺灣經濟發展以及國力強弱之一指標。然而不論天然或人工港口，當外海波浪傳遞至港內時，如與港池天然頻率一致或呈現倍數狀態，就會產生振盪現象（resonance phenomenon），導致停泊在港內之船隻搖晃，甚至發生斷纜的現象。

臺北港擴建後港池形狀將會改變成狹長型，是否因此造成所謂的港池振盪為值得探討的主題，也藉以防範未然。由 95 年度的計畫計算臺北港第三期擴建規劃案之港池振盪特性的結果顯示第三期之港灣配置於波向 N 與 NNE 具有良好的屏蔽效應，但是在波向 WNW 則會在港區碼頭於特定週期下發生較明顯的振盪現象，本計畫將進一步針對臺北港遠程擴建規劃案之港池振盪特性，利用邊界元素法數值模式進行計算研究，以代表性的平均水深來計算，模擬出港池振盪的趨勢，藉此與第三期計算結果比較且為日後進一步研究探討的參考依據。本計畫利用臺北港相關自然條件，包括水文、氣象、海象資料，且作為計畫分析的背景資料；並配合臺北港遠期規劃的配置情形，同時利用數位檔案藉以畫出臺北港遠程擴建規劃方案之數值計算所要用的計算圖形，再以港池振盪之邊界元素法數值模式來加以計算模擬。將其

運用在臺北港港池振盪問題上，以波浪資料決定波向、波浪週期以及岸壁反射率之計算條件，並以數值方法計算長週期波浪合理性，找出碼頭的計算位置且計算各位置上共振週期的分佈，並計算共振週期的平面波場，來確定港池振盪可能的週期及波高放大率，最後整理臺北港遠期配置之港池共振週期的結果。

第二章 臺北港自然條件和配置

為強化臺灣全球運籌能力所興建的臺北港第 1 貨櫃儲運中心，已於 93 年 5 月 6 日動土興建。這座首次以 BOT 方式興建的貨櫃儲運中心，完工後將有助紓解業者因北櫃南運所需付出約美金 2 億元的陸運成本壓力，及吸引企業設立高附加價值國際物流中心。臺北港闢建於臺灣北端淡水河入海口西南岸，以觀音山為屏障，濱臨臺灣海峽，東距基隆港 34 哩，南距臺中港 87 哩，西距大陸福州港 134 哩，處於臺北縣八里訊塘村海濱，港區範圍南起瑞樹坑溪出海口之北岸，北至八里污水處理廠之南界，縱深約 1.6 公里，因此臺北港的海運航線相當便捷，發展商港之地理條件十分優越。臺北港地理位置圖如圖 1 所示。臺北港之第一期工程已於民國八十二年度下半年正式開工，並於民國八十六年度完工，第二期工程已在作業動工階段，第三期及遠期計畫亦在籌備中。臺北港為因應未來發展，現有港池擬加以擴建，延長現有防波堤使大型貨輪進泊，增加船公司調派大型貨輪停靠的意願。臺北港過去相關的研究中除了考慮港池穩靜之外，操船安全評估也都有列入考量。



圖 1 臺北港地理位置圖

2.1 自然條件

2.1.1 水文

臺北港範圍為紅水仙溪，該溪發緣起於林口，流經臺北縣，於八里鄉匯入臺灣海峽，其主流長 9.1 公里，流域面積 17.18 平方公里，河床平均坡度約 1/45，再現期 25 年一次之洪峰流量河口處約 300 立方公尺/秒。淡水河系位於臺灣北部，自桃園入海的大漢溪及基隆入海的基隆河改道流進臺北盆地，匯合形成淡水河流域。距今五千年前左右，原本一片汪洋的臺北盆地海水退去，陸地、沼澤、淡水河系自

此成型。流域內主要包括臺北市全部、臺北縣絕大部份和部份基隆市及桃園縣等行政區域，流域人口約為 6,340,000 人，為臺灣地區第二大河流。其發源地位於標高 3,529 公尺之品田山，共有大漢溪、新店溪、景美溪及基隆河等主要支流。大漢溪在江子翠會合新店溪後，成為淡水河本流。本流至關渡和基隆河匯流，下流至淡水鎮油車口附近，注入臺灣海峽。主流長度（包括本流及大漢溪）為 159 公里。流域面積達 2,726 平方公里，佔全臺灣地區的 7.6%，平均坡降約四十五分之一，38 年至 79 年歷年逕流量為 7,043.97 百萬立方公尺，年平均雨量約 3,001.2 公厘。淡水河系流域位於亞熱帶氣候區，冬季盛行東北季風，因受大陸冷氣團影響，降雨甚多；夏季盛行西南季風，燠熱而多陣雨；颱風期間常降豪雨，易導致水災。根據淡水河流域內各雨量站之月雨量分配而言，全流域雨季(每年五至十月)與乾季（每年十一月至翌年四月）之雨量分配型態，僅基隆河與主流有別，基隆河月雨量分配頗為平均，雨季與乾季不甚明顯。

2.1.2 氣象

本計畫範圍位於淡水河口南岸，屬亞熱帶季風型氣候，冬季受東北季風影響，夏、秋兩季則常有颱風來襲。根據中央氣象局淡水測候站民國 31 年起即進行長期觀測及基隆局自民國 85 年起委託本所於臺

北港西北側海域進行海氣象觀測資料，經蒐集相關資料，並統計分析各項氣候參數如下所示：

I. 氣溫：

依據氣象局 1943～2005 年氣象年報，計畫地區年平均氣溫約 22℃。月平均氣溫以七月最高，約 29℃；二月最低，約 15℃。

II. 降雨：

根據氣象局 1943～2005 年資料統計分析，計畫地區年平均降雨量為 2,148 公厘，年總降雨日數為 169 日。平均月降雨量以九月之 225 公厘最高，十二月之 108 公厘最低；最大小時雨量 110 公厘（發生於民國 66 年 9 月 23 日）。

III. 風速風向：

根據臺北港海上觀測樁氣象觀測資料（觀測時間為民國 85 年至民國 95 年止），統計臺北港之風速風向結果可知：

季風：東北季風期間風速以 5m/s - 10m/s 之發生機率最高，約佔 42%；其次為 0 m/s - 5 m/s，約佔 39 %；大於 15 m/s 之風速佔 0.95 %，比例很低。風向以 ENE 方向之發生率最高，約佔 29%；其次為 NE 方向，約佔 20 %。西南季風期間風速以 0m/s - 5m/s 之發生機率最高，

約佔 66%；其次為 5m/s - 10 m/s，約佔 28 %；大於 15 m/s 之風速佔 1.13 %，比例也很小。風向以 S 方向之發生率最高，約佔 12%；其次為 WSW 方向，約佔 10 %。東北季風期間風速最常發生在 5m/s - 10m/s 間，大於西南季風期間最常發生風速 0m/s - 5m/s，而東北季風期間風向主要集中於 ENE 及 NE 方向，合計約佔 49%，西南季風期間風向則較為分散，但以 S 及 WSW 方向發生率較高。

颱風：依據中央氣象局資料，颱風期間風速以 5m/s - 10m/s 之發生機率最高，約佔 36%；其次為 10 m/s - 15 m/s，約佔 28 %；大於 15 m/s 之風速約佔 14 %。風向以 ENE 方向之發生率最高，約佔 14%；其次為 NE 方向，約佔 12 %；再次為 SW 方向，約佔 11 %。颱風期間和東北季風期間之風向主要來自 ENE 及 NE 方向，而西南季風期間之風向主要來自 S 方向。

2.1.3 海象

I. 潮汐：

根據民國 58～95 年淡水河口油車口潮位觀測記錄，各種潮汐水位換算為陸上系統及低潮系統值，如表 1-1 所示：

表 1 淡水油車河口各項潮位統計值

潮位名稱	臺北港築港高程系統	水利局中潮位系統
H.H.W.L.	+3.74m	+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

註：臺北港築港高程系統=中潮位系統+1.43m。

另參考「基隆新港及淡水港調查規劃之淡水港規劃報告」，以該地區長期潮位觀測統計天文潮位調和分析，進行暴潮潮位出現機率分析，推估得 50 年迴歸期暴潮位為+3.82 M。

II. 波浪：

根據臺北港海上觀測樁氣象觀測資料，統計臺北港之波浪特性可知：

季風：東北季風期間示性波高以介於 50 cm～100 cm 最多，約佔 32 %，其次為介於 0 cm～50 cm，約佔 23 %，再次為介於 100 cm～150 cm，約佔 20 %。週期主要分佈於 6sec～8sec，約佔 46%，其次分

佈於 4sec~6sec, 約佔 42%, 再次分佈於 8sec~10sec, 約佔 9%。西南季風期間示性波高以介於 0 cm~50 cm 最多, 約佔 56%, 其次為介於 50 cm~100 cm, 約佔 31%, 再次為介於 100 cm~150 cm, 約佔 9%。週期主要分佈於 4sec~6sec, 約佔 66%, 其次分佈於 6sec~8sec, 約佔 20%。由此可知, 東北季風期間臺北港示性波高最常發生在 50 cm~100 cm 間, 大於西南季風期間最常發生之示性波高 0 cm~50 cm, 而東北季風期間波浪週期主要分佈於 6sec~8sec, 高於西南季風期間週期主要分佈範圍 4sec~6sec。

颱風:民國 87 年 10 月之瑞伯颱風產生臺北港 85 年到 95 年間之最大波高, 其最大波高、相對週期各為 992.1cm、9.2sec; 最大示性波高、相對週期各為 875.4cm、10.3sec。颱風期間示性波高以介於 150 cm~200 cm 最多, 約佔 23%; 其次為 100 cm~150 cm, 約佔 21%; 再次為 50 cm~100 cm, 約佔 16%。週期主要分佈於 6sec~8sec, 約佔 57%; 其次為 8sec~10sec, 約佔 22%; 再次為 4sec~6sec, 約佔 17%。波向仍以來自 N 向最多, 約佔 34%; 其次來自 NNE 向, 約佔 31%; 再其次來自 NNW 向, 約佔 10%。

颱風期間及東北季風期間波浪週期主要分佈於 6sec~8sec。西南季風期間波浪週期主要分佈於 4sec~6sec。颱風期間和東北季風期間

之波向主要來自 N 及 NNE 方向，而西南季風期間之波向主要來自 WNW 方向，歷年之波向資料以 16 方位作統計，可以春、夏、秋冬以及全年的主波向分佈圖表示，如圖 2 所示。

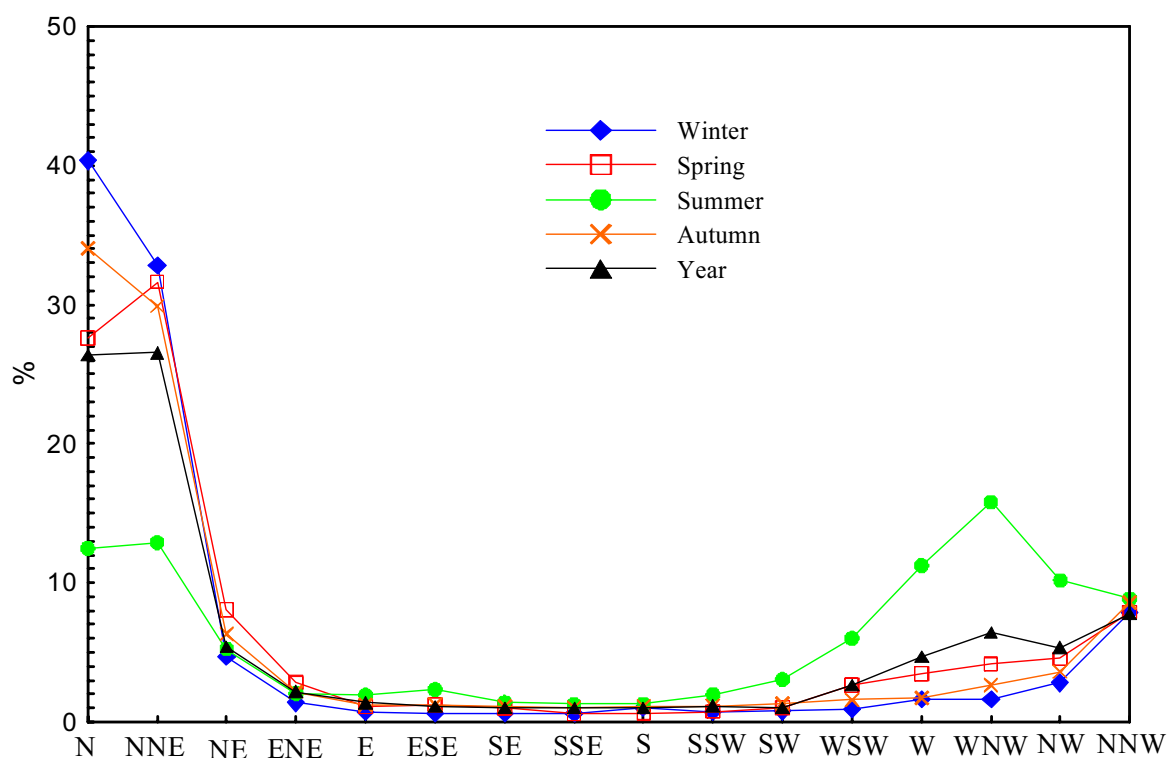


圖 2 歷年主波向機率分佈圖

III. 海流：

根據臺北港海上觀測樁於-5m 水深處所觀測海流資料分析，可知臺北港海域海流以潮流為主，流速多在 0.8m/sec 以下，佔 98%，主要流向為 NE~ENE、SW~WSW 之往復運動。

2.2 臺北港配置

民國 88 年 9 月，交通部核定臺北港港區範圍涵蓋之總面積為 3,102 公頃，港區範圍約為基隆港五倍，港區用地全以填海造地方式取得。

臺北港第一期工程，自八十二年元月開工，為六年國建計畫重要建設，全部工程已於八十七年底完工，計完成南北防波堤、碼頭及新生地等，並自八十六年七月三十一日先期開放營運，至於第二、三期及遠期計畫配置圖如圖 3 所示。港區面積包括陸域面積 1,038 公頃；水域面積 2,064 公頃；總面積 3,102 公頃。航道水深:CD-9 公尺。迴船池水深:CD-9 公尺。97 年 3 月前，航道及迴船池水深，將濬深至 CD-14.5 公尺。

至於臺北港各分期開發計畫如下：

- (一) 第一期工程計畫：民國 82 年開工，87 年 12 月完成。
- (二) 外廓防波堤興建工程計畫：86 年開工，91 年 8 月完成。
- (三) 第二期工程計畫：民國 86 年至 100 年止，分三個五年計畫執行，水域面積 2,833 公頃，陸域面積 269 公頃。

(四) 第三期工程計畫：預定民國 101 年至 110 年止，本計畫完成後共有碼頭 46 座（營運碼頭 35 座，港勤公務碼頭 11 座），水域面積 2,675 公頃，陸域面積 427 公頃。

(五) 遠期發展計畫：民國 111 年以後，將視未來海運發展需求、經營環境、民間投資意願等通盤檢討修訂。

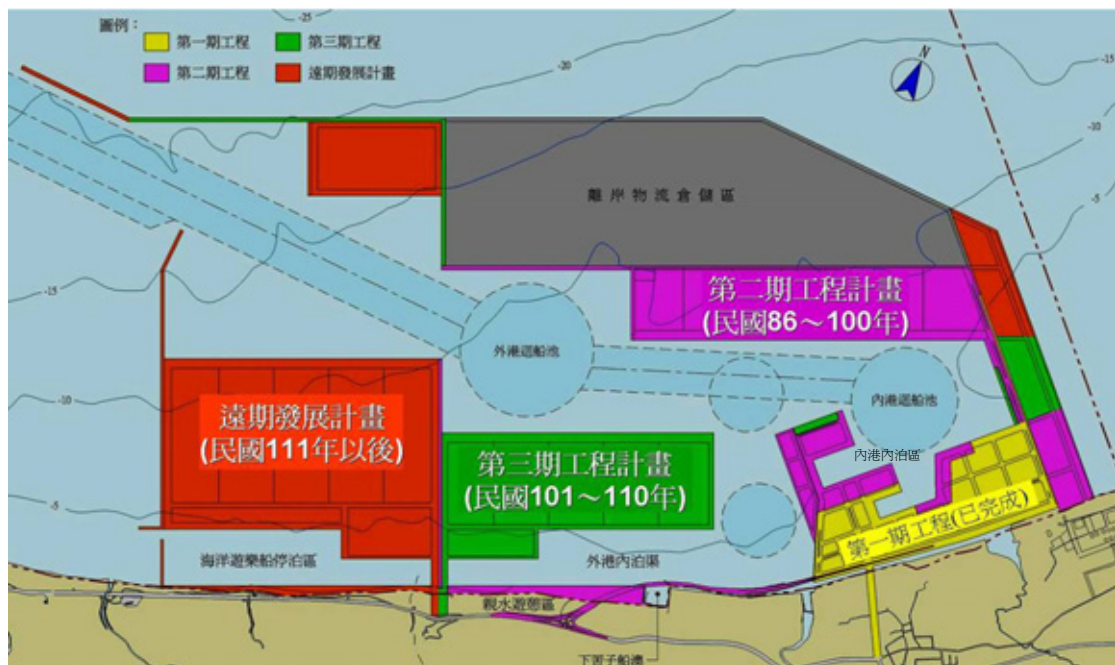


圖 3 臺北港發展各期配置圖

本研究利用臺北港各期配置數位資料，畫出地理位置圖，分別如圖 4~圖 7 所示。圖 4 為臺北港現況配置圖，圖 5 為臺北港第二期規劃配置圖，圖 6 為臺北港第三期規劃配置圖，圖 7 為臺北港遠期規劃

配置圖。利用圖 4~圖 7 的結果，可以提供給港池振盪數值模式藉以圈劃出數值計算所需要的領域範圍。

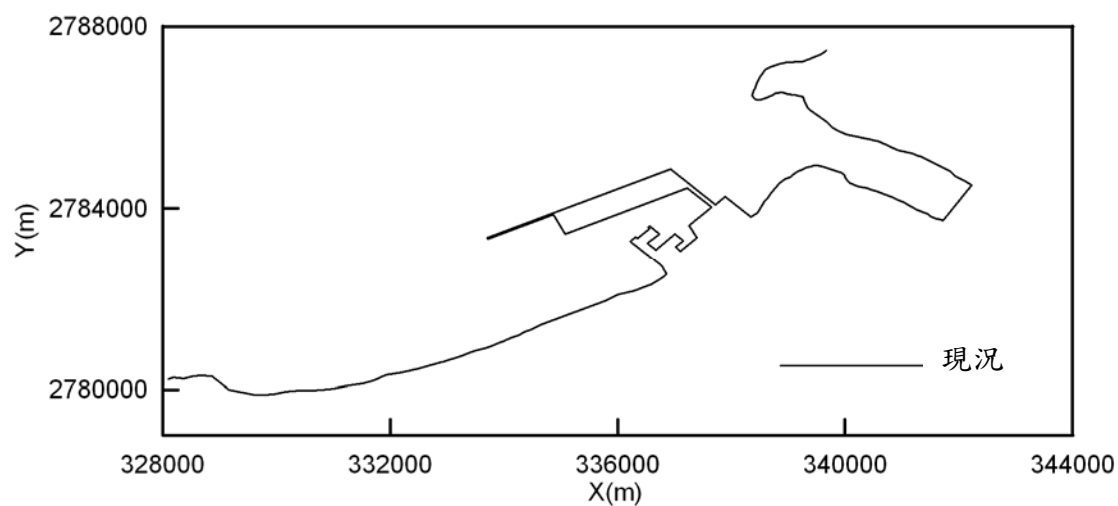


圖 4 臺北港現況配置圖

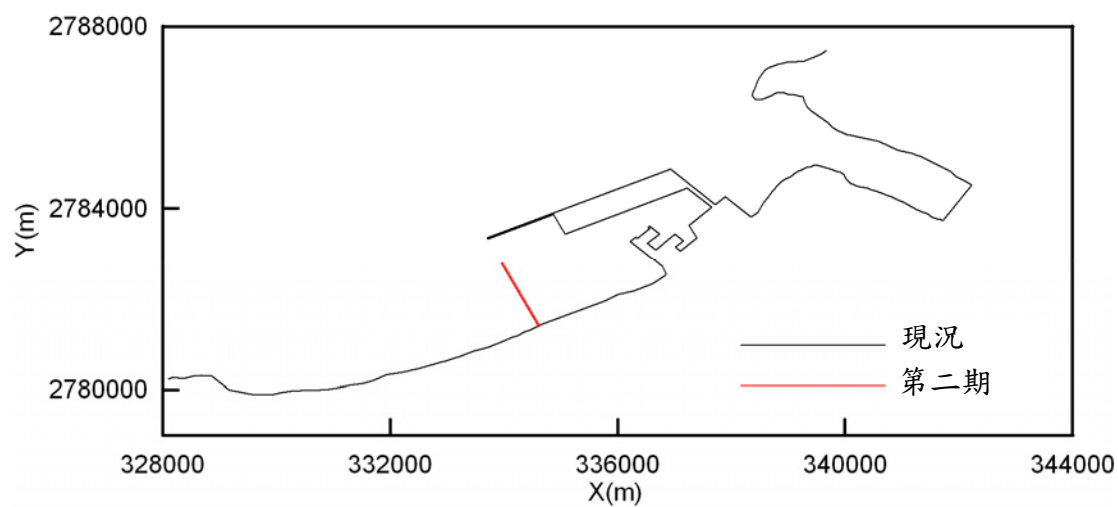


圖 5 臺北港第二期規劃配置圖

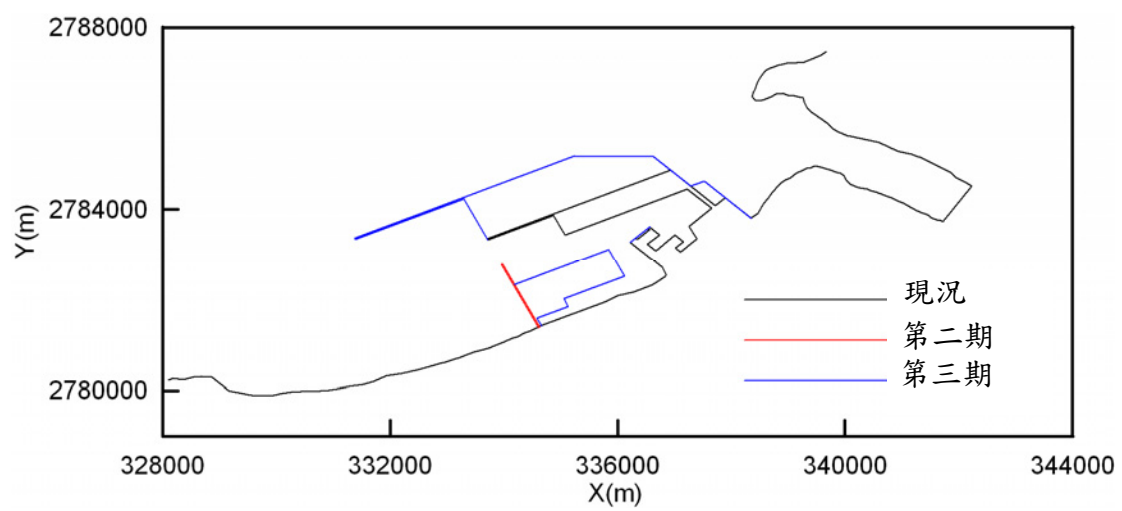


圖 6 臺北港第三期規劃配置圖

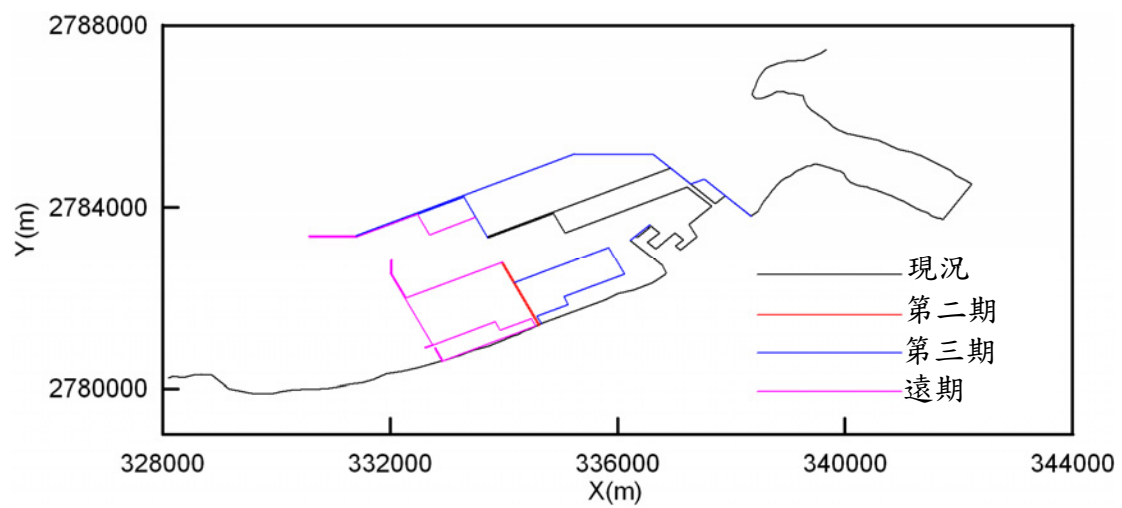


圖 7 臺北港遠期規劃配置圖

第三章 港池振盪數值模式

港池振盪計算主要目的是希望了解入射波浪進入已知港池後，港池內外波浪分佈的情形，同時瞭解港池振盪的共振頻率。波浪在固定幾何形狀港域內之運動，有其一定的振動頻率，如果入射波浪的頻率接近港池的自然頻率，則可能引起所謂的共振問題，引起港域內較大的水位運動。此種較大的水位運動，對於停泊於港域內的船隻以及工作船都有不利的影響。而由於港池一般都是按照當地地形而興建在形狀上都不為規則形狀，因此目前在計算上都利用數值方法如有限元素法或邊界元素法等等數值模式作計算分析。

3.1 港池振盪數值模式

對於港池振盪數值計算一般都由等水深港池的計算入門，這一方面問題最簡化，而數值計算的概念卻都已經涵蓋在內。數值方法計算等水深港池振盪，一般應有使用有限差分法、有限元素法、以及邊界元素法。而就處理任意幾何形狀的港池而言，後兩者有其方法上先天的優點。而就所發展電腦程式的大小而言，第三者更有其輕薄短小的優點。由於本計畫主要為利用邊界元素法做計算，同時考慮港域水深

為等水深，因此，以下敘述邊界元素法數值模式。而有關邊界元素法數值模式的理論架構 Lee (1969, 1971)和 Lee and Raichlen (1972)使用邊界元素法求解港池振盪問題。藉由 Helmholtz 方程式基本解的使用，配合元素的概念作計算求解。由於所使用基本解已經滿足開放邊界的邊界條件，配合邊界元素法的使用，讓整個問題的計算變得相當簡單。本研究以邊界元素法理論基礎並在全反射的邊界條件上改良為部分反射的邊界條件，使計算模擬結果可作為臺北港港池振盪之相關的參考。

在港池振盪問題計算中，常常遇到的問題為港池地形可能不為等水深，或者港外海域不為等水深。在不等水深海域波浪問題數值模式的計算 Berkhoff (1972)提出所謂緩坡方程式(mild slope equation)之有限元素法計算。Chen and Mei (1974) 即利用這個概念，問題領域內不等水深部份利用有限元素法模擬，而港外海域較遠處視為等水深部份利用邊界元素法模擬作計算，這樣的組合稱為 hybrid element method。Chen (1986) and Tsay, Zhu and Liu(1989) 在港池振盪計算中則引入海底摩擦效應、岸壁部份反射以及碎波能量損失的效應等等。陳和蔡(1990)在模式的邊界條件上引入所謂局部之輻射邊界條件希望取代過去使用的無限領域之邊界條件。周和林(1986)，周 等人(1992)

應用邊界元素法計算港池振盪問題，其所使用的方式則已經延伸到三維的問題上，控制方程式為 Laplace 方程式。Chwang, Ou and Su (1990)則引用 Lee (1969)之方法並把透水性邊界的特性加入模式中，探討透水性邊界對於港池振盪的影響以及有效應用降低或減輕港池振盪的問題。蘇、蔡和歐(1991)應用所謂局部型式輻射邊界條件在港池振盪的計算中，並探討其對於計算結果的影響。以上文獻僅僅列出一些，國內使用來計算研究計畫仍有相當多。

本研究所使用邊界元素法模式理論基礎則在以下敘述。所考慮的問題為，平直海岸線上有一任意形狀港池，港池為單一開口向外海，外海也考慮等水深海域。當任意角度入射波進入所考慮問題領域，則希望能模擬港池內外波浪分佈的情形。在求解方法上，問題領域分成第(I)區的外海，以及第(II)區的港池，如圖 8 所示。

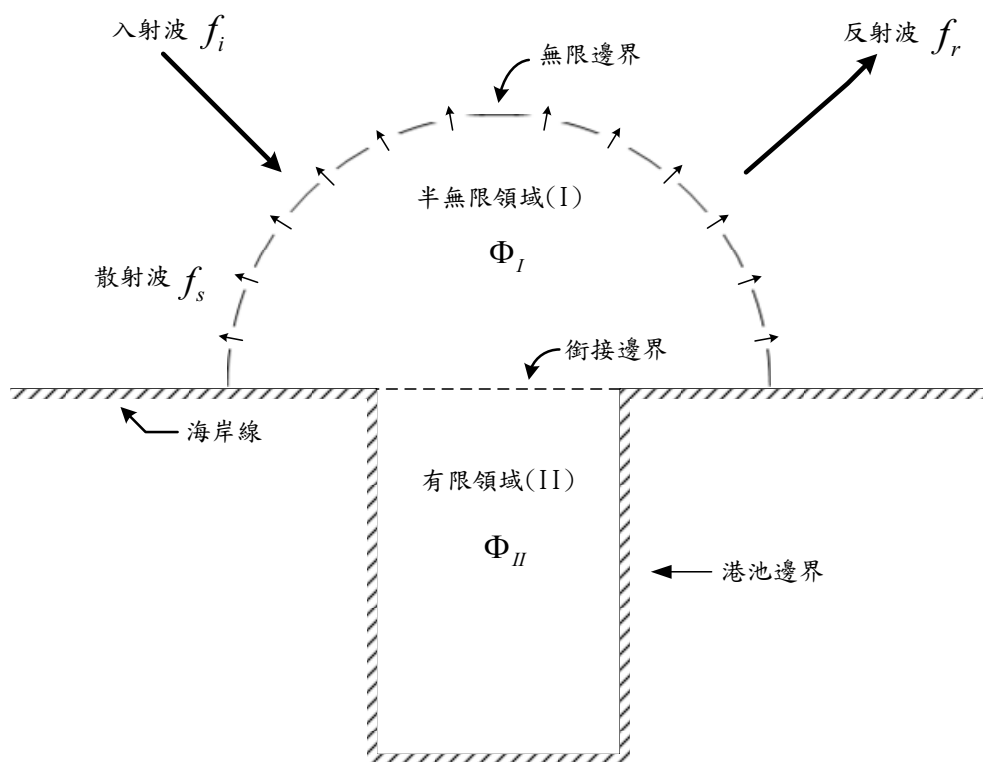


圖 8 等水深港池振盪數值模擬示意圖

問題中的波浪勢函數和水位均表示如下

$$\Phi_I = \frac{1}{-i\omega} \frac{A_i g \cosh K_1(z+h)}{\cosh K_1 h} f(x, y) e^{-i\omega t} \dots\dots\dots(3-1)$$

$$\eta_1 = A_i \cdot f(x, y) \cdot e^{-i\omega t} \dots\dots\dots(3-2)$$

式中 A_i 為入射波浪的振幅， g 為重力常數， ω 為波浪角頻率， K 為波浪周波數，表示式中和平面座標相關的為 $f(x, y)$ ，以下將以此函數描述所要求解的問題。由於所考慮的問題為等水深，因此控制方程式可以表出為 Helmholtz 方程式

$$\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} + k^2 f = 0 \dots\dots\dots(3-3)$$

第(I)區含入射波 f_i ，反射波 f_r ，及受到港口影響產生之散射波 f_s ，而所要求解的為 f_s 。第(II)區內要求的則為港內之波浪 f_2 。所需邊界條件，就第(I)區而言，除港池開口之銜接條件外，在平直海岸上

$$\frac{\partial f_I}{\partial n} = 0 \dots\dots\dots(3-4)$$

代入 $f_I = f_i + f_r + f_s$ ，配合全反射波條件

$$\frac{\partial(f_i + f_r)}{\partial n} = 0 \dots\dots\dots(3-5)$$

則得

$$\frac{\partial f_s}{\partial n} = 0 \dots\dots\dots(3-6)$$

另外，散射波為離開港口往外海輻射出去，需符合所謂的 Sommerfeld 輻射條件。

至於第(II)區則控制方程式，同為 Helmholtz 方程式，邊界條件除港口之銜接條件外，則為港池邊界條件。若港池皆為全反射，則

$$C_r = 0$$

$$\frac{\partial f_2}{\partial n} = -iC_r K f \dots\dots\dots(3-7)$$

而港口之銜接條件為速度連續及壓力連續可寫出為

$$\frac{\partial(f_i + f_r + f_s)}{\partial n} = \frac{\partial f_2}{\partial n} \dots\dots\dots(3-8)$$

$$f_i + f_r + f_s = f_2 \dots\dots\dots(3-9)$$

以上所列出的為最簡單的情形，實用上各種不同的邊界條件皆可加入數值模式中。

利用邊界元素法求解上述的邊界值問題，基本上這是含有兩個區域的問題，可分別針對各個領域分別列出邊界元素方程式，然後再藉由銜接邊界條件把兩個領域的方程式連接起來。由控制方程式導出邊界積分式，配合使用 Helmholtz 方程式之 Weber 基本解，則第(II)區港內邊界值問題之邊界積分方程式可寫為

$$f_2^i = -\frac{i}{2} \int_s \left(f_2 \cdot \frac{\partial H_0^{(1)}}{\partial n} - H_0^{(1)} \cdot \frac{\partial f_2}{\partial n} \right) ds \dots\dots\dots(3-10)$$

式中上標 i 表示 source point， $H_0^{(1)}$ 為零階第一種類之 Hankel 函數其為 Helmholtz 方程式之基本解 (fundamental solution)。使用元素的概念，把邊界分成若干元素，同時上述式子 source point f_2^i 計算在各元素上，則可得矩陣式

$$[H]\{f_2\} = [G]\left\{\frac{\partial f_2}{\partial n}\right\} \dots\dots\dots(3-11)$$

式中 $[H]$ 和 $[G]$ 分別為係數矩陣。值得留意的若引入港池邊界之條件，則

$$\left\{\frac{\partial f_2}{\partial n}\right\}_{N \times 1} = [U_m]_{N \times L} \{C\}_{L \times 1} \dots\dots\dots(3-12)$$

C 表示港口處分成 L 個元素之 $\frac{\partial f_2}{\partial n}$ 值。由此，則

$$\begin{aligned}
\{f_2\} &= [H]^{-1} [G] \left\{ \frac{\partial f_2}{\partial n} \right\} \\
&= [H]^{-1} \cdot [G] \cdot [U_m] \cdot \{C\} \\
&= [M] \cdot \{C\} \dots\dots\dots(3-13)
\end{aligned}$$

就第(I)區而言，所要求解之散射波浪其邊界積分式可表示為

$$f_s^i = -\frac{i}{2} \int_s \left(f_s \cdot \frac{\partial H_0^{(1)}}{\partial n} - H_0^{(1)} \frac{\partial f_s}{\partial n} \right) ds \dots\dots\dots(3-14)$$

此時需注意的，積分邊界除港池開口，平直海岸外，亦會有一無限遠之假想邊界。在無限遠之假想邊界上繞射波 f_s 趨近於零，同時 $H_0^{(1)}$ 亦趨近於零。在平直海岸線上，

$$\frac{\partial f_s}{\partial n} = 0 \dots\dots\dots(3-15)$$

且

$$\frac{\partial H_0^{(1)}}{\partial n} \equiv \frac{\partial H_0^{(1)}}{\partial r} \frac{\partial r}{\partial n} = 0 \dots\dots\dots(3-16)$$

因為 $\bar{r}$ 方向和 $\bar{n}$ 方向互相垂直。又在港口邊界

$$\frac{\partial H_0^{(1)}}{\partial n} = 0 \dots\dots\dots(3-17)$$

因此，上述邊界積分式(3-14)可化簡為只剩港口邊界之積分式

$$f_s^i = \frac{i}{2} \int_{\overline{AB}} H_0^{(1)} \cdot \frac{\partial f_2}{\partial n} ds \dots\dots\dots(3-18)$$

上式中 $\overline{AB}$ 表港口開口。在港池開口

$$\frac{\partial f_s}{\partial n} = -\frac{\partial f_2}{\partial n} \dots\dots\dots(3-19)$$

則式子(3-18)可改寫為

$$f_s^i = -\frac{i}{2} \int_{AB} H_0^{(1)} \cdot \frac{\partial f_2}{\partial n} ds \dots\dots\dots(3-20)$$

引進前述港口邊界所使用元素之概念，上式可寫出矩陣式

$$\{f_s\}_{L \times 1} = [B]_{L \times L} \{C\}_{L \times 1} \dots\dots\dots(3-21)$$

由第(I)區之定義 $f_I = f_i + f_r + f_s$ ，則式子(3-21)可寫成

$$\{f_I\} - \{f_i + f_r\} = [B]_{L \times L} \{C\}_{L \times 1} \dots\dots\dots(3-22)$$

再利用港口處壓力連續之條件， $f_I = f_2$ ，則式子(3-22)可寫出矩陣式

$$[M] \cdot \{C\} = [B] \cdot \{C\} + \{f_i + f_r\} \dots\dots\dots(3-23)$$

由移項整理可得

$$\{C\} = ([M] - [B])^{-1} \{f_i + f_r\} \dots\dots\dots(3-24)$$

由上式入射波 f_i 已知，反射波 f_r 由全反射計算出，另由邊界元素法算出係數矩陣 $[M]$ 和 $[B]$ ，則港口邊界上各元素位置之 $C = \frac{\partial f_2}{\partial n}$ 即可計算。而由此，則港池邊界上的 f_2 值即可算出，另外平直海岸之 f_s 值亦可計算出來。

至此，港池內任意位置之函數值亦可算出

$$f_2 = -\frac{i}{4} \int_s \left(f_2 \cdot \frac{\partial H_0^{(1)}}{\partial n} - H_0^{(1)} \frac{\partial f_2}{\partial n} \right) ds \dots\dots\dots (3-25)$$

而波浪的放大因子 (amplification factor) 可表出為

$$R = \frac{|\eta_2|}{A_i(f_i + f_r)e^{-i\omega t}} = \frac{|A_i f_2 e^{-i\omega t}|}{|A_i(f_i + f_r)e^{-i\omega t}|} = \frac{|f_2|}{|f_i + f_r|} \dots\dots\dots(3-26)$$

式中分母為入射波加上反射波，即以全反射波浪之振幅作為參考值表出港內波浪之變化，因此當放大率 $R > 1.0$ 時，表示散射波大於全反射波，所以產生共振現象。而港內和港外之波浪分佈情形皆可算出。至此，則對於利用邊界元素法計算等水深港池振盪問題的描述也告一段落。

以上為描述使用 Weber 基本解，配合邊界元素法，計算等水深港池振盪問題之主要架構，至於其他相關之計算，如元素之選擇以及元素之積分計算，Hankel 函數之計算等等，可參考 Lee(1969)或其他邊界元素法之參考書籍。

3.2 港池振盪模式測試計算

利用邊界元素法港池振盪數值模式計算相關問題，首先的工作便是進行模式的測試工作，對於港池振盪計算典型的測試計算例子，就是等水深港池，港池長 0.3112m 寬 0.0605m，水深 0.1225m，至於計算比較的位置則在港池底端中間點的位置，如圖 9 中 D 點的位置。圖 9 同時顯示邊界元素法模式計算矩形港池振盪所使用的線性元素格網圖，圖中線性元素之邊長為 0.01m，元素總數為 74 以及節點數為 75。

至於港池振盪計算結果則以矩形港池底端中間點位置的波高放大因子來表示，計算結果的比較包括 Lee(1969)的邊界元素法計算結果和其所做的試驗結果，以及其所引用 Ippen and Goda(1963)的試驗結果，如圖 10 所示，圖 10 中也包括 Tsai and Liu (1969)計算過的有限元素法模式計算結果，由比較結果顯示，本研究的數值方法模式計算結果有很好的的一致性。

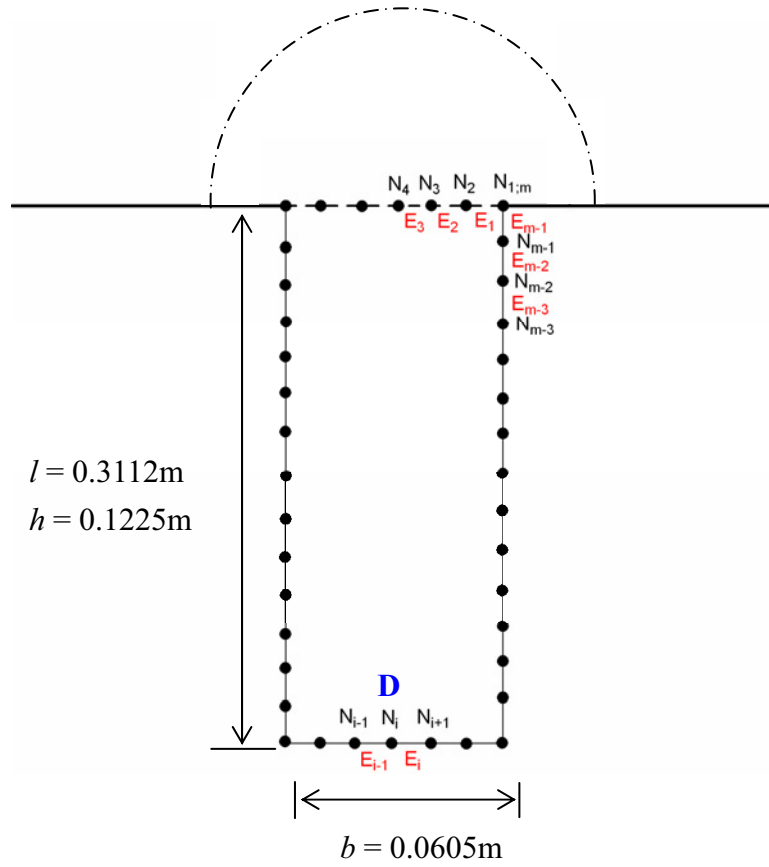


圖 9 矩形等水深港池振盪有限元素格網圖

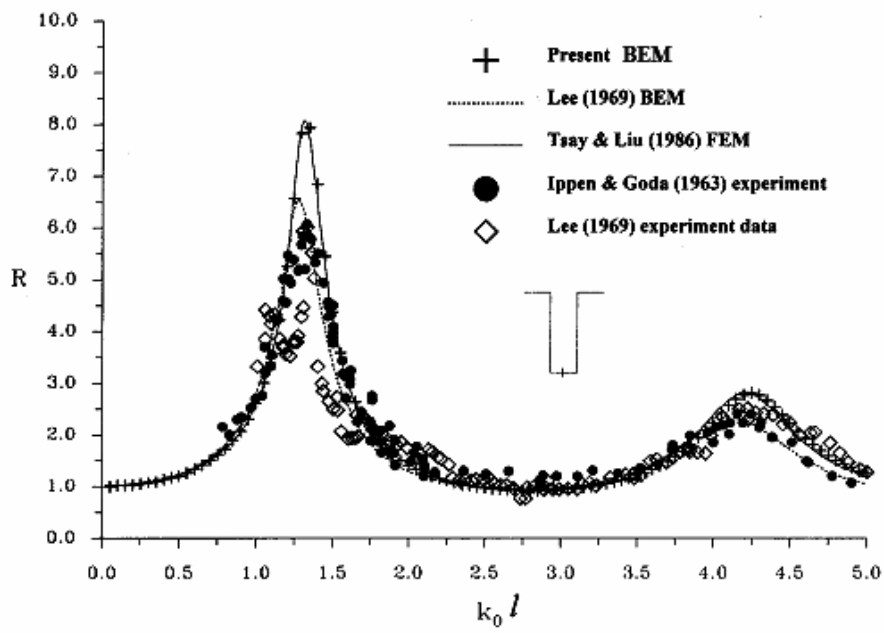


圖 10 矩形港池底端中間點波高放大因子圖

第四章 臺北港港池振盪計算

藉由臺北港各期發展港池配置情形，本研究利用數位資料畫出臺北港遠規劃配置圖，如圖 7 所示。配合港池振盪邊界元素法數值模式的理論計算架構，對於臺北港遠期港池振盪計算所要使用的計算領域圖，如圖 11 所示，圖形中包含一個半圓形港外區域與港區內部區域，此半圓形區域為半無限領域(I)包含半圓形的輻射邊界與全反射的海岸線和銜接邊界，在此區域為入射波、反射波與散射波作用的區域，港區內部區域為有限領域(II)包含部分反射的港區、全反射的港區與銜接邊界。在邊界元素法數值模式中，在入射波已知的條件下透過銜接邊界直接對港區內部進行計算，而港區內部的邊界條件，如圖 12 所示，包含銜接邊界之壓力連續與速度連續邊界條件，和部分反射之邊界條件與全反射之邊界條件。由繪製完成之各邊界條件的二分帶座標，即可開始建立計算所需的網格，在港池振盪之邊界元素數值模式中，本研究以常數元素來計算，元素與結點的編號由銜接邊界開始逆時針依序編號，如圖 13 所示。在本研究中為了驗證計算上波浪場之合理性並配合週期 20sec 波浪之解析度，故採用元素為 20m 的長度建立計算的網格，所以在臺北港遠期的計算上為 2243 個元素，透過模式的計算得

到待求解的未知函數後，則再進行內部點的運算，本研究之港區內部計算格點也以 20m 格距來計算，其中 20m 的格距可以得到 229801 個內部點。關於臺北港遠期港池震盪計算結果合理性之驗證，本研究以入射波 $T=20\text{sec}$ 為測試例，港區水深採用航道的設計水深 $h=10\text{m}$ ，並假設港區碼頭為全反射與四種部分反射的條件，分別為反射係數為 1.0 與 0.8，考慮波浪入射分別從 WNW、N 與 NNW 方向入射，模擬結果如圖 14～圖 19 所示。圖中所示為波浪放大因子 R 之分佈情形，經由放大因子 R 之分佈情形可以瞭解波浪從不同波向入射時對於港內水域之影響以及波高可能放大之區域。由圖 14、圖 16 與圖 18 之港區全反射之測試例之計算可知，入射波 WNW 方向與 N 方向和 NNE 方向於遠期擴建之南端港區均會發生振盪現象，但是隨著港區部分反射的反射率降低其振盪的現象也獲得改善，但是在北端港區碼頭的區域，其全反射測試計算例在 WNW 方向與 N 方向的計算均會發生振盪的現象，但在 NNE 方向則獲得良好的屏蔽。基本上，由本計畫所選取之計算領域，測試港池震盪計算結果除了可以顯示港區碼頭受到防波堤遮蔽之情形外，港區岸線之波浪場的模擬結果則充分表現出包含結構物之散射、反射以及港區岸線所產生的部分反射之效應。

本計畫的計算條件如表 2 所示，首先將臺北港遠期港區劃分為 14 個區域並加以編號分別為 A~N，如圖 20 所示，在 32 個碼頭的計算位置下，分別考慮岸壁全反射 $K=1.0$ 與岸壁部分反射 $K=0.9$ 的條件，計算放大率 R 在週期 $T=4\text{sec}\sim 400\text{sec}$ 的分佈，接著計算臺北港第三期的配置，選取與遠期碼頭計算位置相同座標的第三期碼頭編號(D~J)，考慮岸壁全反射 $K=1.0$ 與岸壁部分反射 $K=0.9$ 的條件，計算放大率 R 在週期 $T=4\text{sec}\sim 400\text{sec}$ 的分佈計算，最後將可能發生共振的週期以統計列表來歸納整裡，並選擇具有代表性的共振週期計算放大率 R 在臺北港遠期配置與臺北港第三期配置之平面分佈圖。

表 2 臺北港遠期與第三期港池共振數值計算條件表列

入射波 波向	水深 h(m)	反射率 Kr	碼頭的計算週期 T(sec)	平面波場的計算週期 T(sec)							
N	10	1.0	4~400		99	114	143		193		325
	10	0.9	4~400								
NNE	10	1.0	4~400		99	114					325
	10	0.9	4~400								
WNW	10	1.0	4~400		99	114	143	176	193		326
	10	0.9	4~400	45		114				225	

計算港池共振在臺北港遠期配置與臺北第三期配置之特性，考慮波浪入射方向為 N、NNE 與 WNW，岸壁反射率為 1.0 與 0.9 兩種條件，在水深 $h=10.0\text{m}$ ，計算入射波週期 $T=4\text{sec}\sim 400\text{sec}$ 對於臺北港港池共振

的放大率 R 。在選取臺北港遠期配置的 32 處碼頭，如圖 20 所示，以及臺北港第三期配置的 18 處碼頭，如圖 21 所示，且第三期配置的碼頭計算位置之座標與遠期配置的碼頭計算位置之座標相同，即 D~J 的碼頭編號，計算結果如圖 22~圖 212 所示，圖中所示之曲線代表波浪放大因子 R 與入射波之週期 T 的關係，若放大率 R 大於 1 則表示該週期發生共振。

在岸壁全反射 $K_r=1.0$ 的條件下，入射波波向 N 在臺北港遠期配置的 31 處碼頭發生共振現象，計算週期 $T=4\text{sec}\sim 400\text{sec}$ 的 397 個週期中統計出 43 個發生共振的週期，如表 3 與表 4 所示，在統計的資料中，選擇碼頭 M 與 N 的共振週期 $T=79\text{sec}$ 與 187sec ，而碼頭 A~L 則選擇共振週期 $T=114\text{sec}$ 、 152sec 、 173sec 、 181sec 與 195sec ，計算這 7 個週期的放大率 R 平面分佈圖，如圖 213~圖 219 所示，在週期 $T=79\text{sec}$ 與 187sec 共振發生在海洋遊樂船停泊區，在週期 $T=114\text{sec}$ 與 152sec 共振發生於內港的航道與迴船池，週期 $T=173\text{sec}$ 共振發生於外港內泊渠，而在週期 $T=181$ 與 195sec 共振發生於內港內泊渠，計算結果顯示臺北港遠期發展計畫的港區的共振位置隨週期而變化，且海洋遊樂船停泊區與內港的共振週期不同。

在岸壁全反射 $K_r=1.0$ 的條件下，入射波波向 NNE 在臺北港遠期配置的 21 處碼頭發生共振現象，計算週期 $T=4\text{sec}\sim 400\text{sec}$ 的 397 個週期中統計出 16 個發生共振的週期，如表 5 與表 6 所示，在統計的資料中，選擇碼頭 M 與 N 的共振週期 $T=79\text{sec}$ ，而碼頭 B、F2、H3、H4 與 J1 則選擇共振週期 $T=114\text{sec}$ 、 181sec 與 195sec ，計算這 4 個週期的放大率 R 之平面分佈圖，如圖 220~圖 223 所示，在週期 $T=79\text{sec}$ 共振發生在海洋遊樂船停泊區，在週期 $T=114\text{sec}$ 共振發生於內港的航道與迴船池，而在週期 $T=181$ 與 195sec 共振發生於內港內泊渠，計算結果顯示臺北港遠期發展計畫的港區的共振位置隨週期而變化，且海洋遊樂船停泊區與內港的共振週期不同。

在岸壁全反射 $K_r=1.0$ 的條件下，入射波波向 WNW 在臺北港遠期配置的 32 處碼頭均發生共振現象，計算週期 $T=4\text{sec}\sim 400\text{sec}$ 的 397 個週期中統計出 48 個發生共振的週期，如表 7 與表 8 所示，在統計的資料中，選擇碼頭 M 與 N 的共振週期 $T=79\text{sec}$ 與 187sec ，而碼頭 A~L 則選擇共振週期 $T=107\text{sec}$ 、 118sec 、 126sec 、 131sec 、 181sec 與 195sec ，計算這 8 個週期的放大率 R 之平面分佈圖，如圖 224~圖 231 所示，在週期 $T=79\text{sec}$ 與 187sec 共振發生在海洋遊樂船停泊區，在週期 $T=107\text{sec}$ 共振發生於港內的航道與內外港迴船池及內港內泊渠，在週期 118sec

只有外港內泊渠沒有產生共振，在週期 $T=126\text{sec}$ 共振發生於內港迴船池及內港內泊渠，在週期 $T=131$ 外港迴船池外部產生共振，在共振週期 $T=181\text{sec}$ 與 195sec 共振發生於港區每個區域，計算結果顯示臺北港遠期發展計畫的港區的共振位置隨週期而變化，且海洋遊樂船停泊區的共振週期與內港不同，其中週期 $T=181\text{sec}$ 與 195sec ，在遠期配置下會產生整體港區的共振。

在岸壁全反射 $K_r=1.0$ 的條件下，入射波波向 N 在臺北港第三期配置的 17 處碼頭發生共振現象，計算週期 $T=4\text{sec}\sim 400\text{sec}$ 的 397 個週期中統計出 14 個發生共振的週期，如表 9 所示，在統計的資料中，選擇共振週期 $T=99\text{sec}$ 、 114sec 、 143sec 、 193sec 與 325sec ，計算這 5 個週期的放大率 R 之平面分佈圖，如圖 232~圖 236 所示，在週期 $T=99\text{sec}$ 共振發生於外港內泊渠，在週期 $T=114\text{sec}$ 與 143sec 共振在外港迴船池與內港迴船池之間的區域，在週期 $T=193\text{sec}$ 共振發生於內港內泊渠，在週期 $T=325\text{sec}$ 產生整體港區的共振，計算結果顯示臺北港第三期發展計畫的港區的共振位置隨週期而變化，且內泊渠的共振週期為 $T=99\text{sec}$ 與 193sec 。

在岸壁全反射 $K_r=1.0$ 的條件下，入射波波向 NNE 在臺北港第三期配置的 10 處碼頭發生共振現象，計算週期 $T=4\text{sec}\sim 400\text{sec}$ 的 397 個

週期中統計出 10 個發生共振的週期，如表 10 所示，在統計的資料中，選擇共振週期 $T=99\text{sec}$ 、 114sec 與 325sec ，計算這 3 個週期的放大率 R 之平面分佈圖，如圖 237，圖 238 與圖 239 所示，在週期 $T=99\text{sec}$ 共振發生於外港內泊渠，在週期 $T=114\text{sec}$ 共振在外港迴船池與相鄰的航道，在週期 $T=325\text{sec}$ 產生整體港區的共振，計算結果顯示臺北港第三期發展計畫的港區的共振位置隨週期而變化，且內泊渠的共振週期為 $T=99\text{sec}$ 。

在岸壁全反射 $K_r=1.0$ 的條件下，入射波波向 WNW 在臺北港第三期配置的 18 處碼頭發生共振現象，計算週期 $T=4\text{sec}\sim 400\text{sec}$ 的 397 個週期中統計出 79 個發生共振的週期，如表 11 所示，在統計的資料中，選擇共振週期 $T=95\text{sec}$ 、 114sec 、 143sec 、 176sec 、 193sec 與 326sec ，計算這 6 個週期的放大率 R 之平面分佈圖，如圖 240~圖 245 所示，在週期 $T=95\text{sec}$ 與 143sec 共振發生於內港內泊渠與內外港迴船池之間的區域，在週期 $T=114\text{sec}$ 共振在內外港迴船池之間的航道，在週期 $T=176\text{sec}$ 與 193sec 在內外港內泊渠發生共振，在週期 $T=326\text{sec}$ 產生整體港區的共振，計算結果顯示臺北港第三期發展計畫的港區的共振位置隨週期而變化，且內泊渠的共振週期為 $T=176\text{sec}$ 與 $T=193\text{sec}$ 。

在岸壁部分反射 $K_r=0.9$ 的條件下，臺北港遠期配置在 32 處碼頭且 3 組入射波的波向均不發生共振，而臺北港第三期的配置則在 D1、D2 與 J3 碼頭，在入射波波向 WNW，週期 $T=45\text{sec}$ 、 55sec 、 69sec 與 225sec 的條件下會發生共振的現象，如圖 44、圖 50 與圖 146 所示，本計畫選擇入射波週期 $T=45\text{sec}$ 、 55sec 、 65sec 與 225sec 計算港池共振放大率 R 的平面分佈圖，如圖 246、圖 247 與圖 248 所示，在週期 $T=45\text{sec}$ 與 55sec 的計算結果顯示在外港迴船池會發生共振現象，而週期 $T=225\text{sec}$ 的共振分佈則從外港迴船池延伸到內港迴船池。

將臺北遠期與第三期的計算結果互相比較，在岸壁全反射 $K_r=1.0$ 的條件下，入射波波向 N 的共振週期發生的次數分別為 43 與 14，在入射波波向 NNE 的共振週期發生的次數分別為 21 與 10，入射波波向 WNW 的共振週期發生的次數分別為 48 與 79，因此臺北港遠期計畫在波向 N 與 NNE 比臺北港第三期計畫容易發生共振，但在波向 WNW 則臺北港第三期計畫比臺北港遠期計畫容易發生共振，在岸壁部分反射 $K_r=0.9$ 的條件下，臺北遠期與第三期的計算結果在入射波波向 WNW 的共振週期發生的次數分別為 0 與 4，因此在波向 WNW 則臺北港第三期計畫比臺北港遠期計畫容易發生共振。

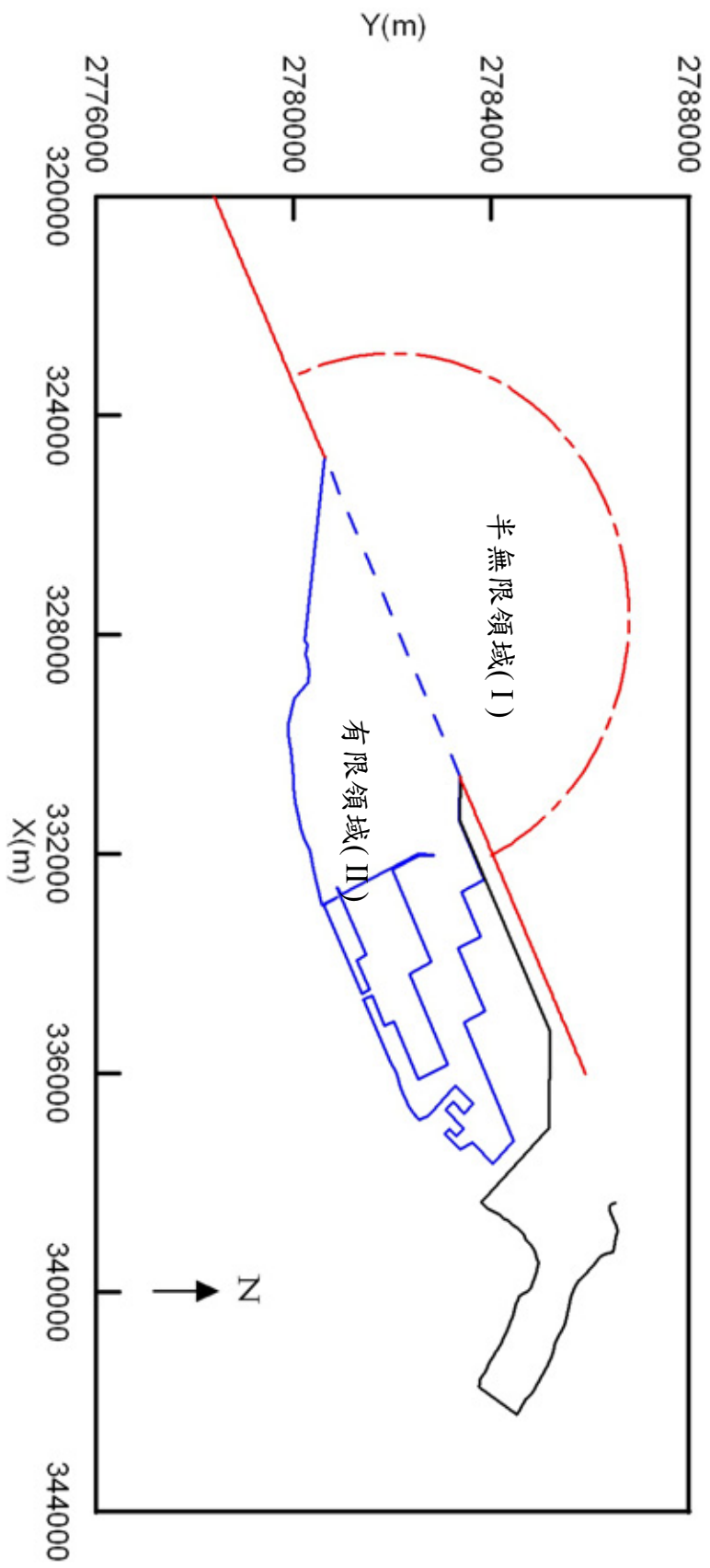


圖 11 臺北港遠期港池振盪數值模擬圖

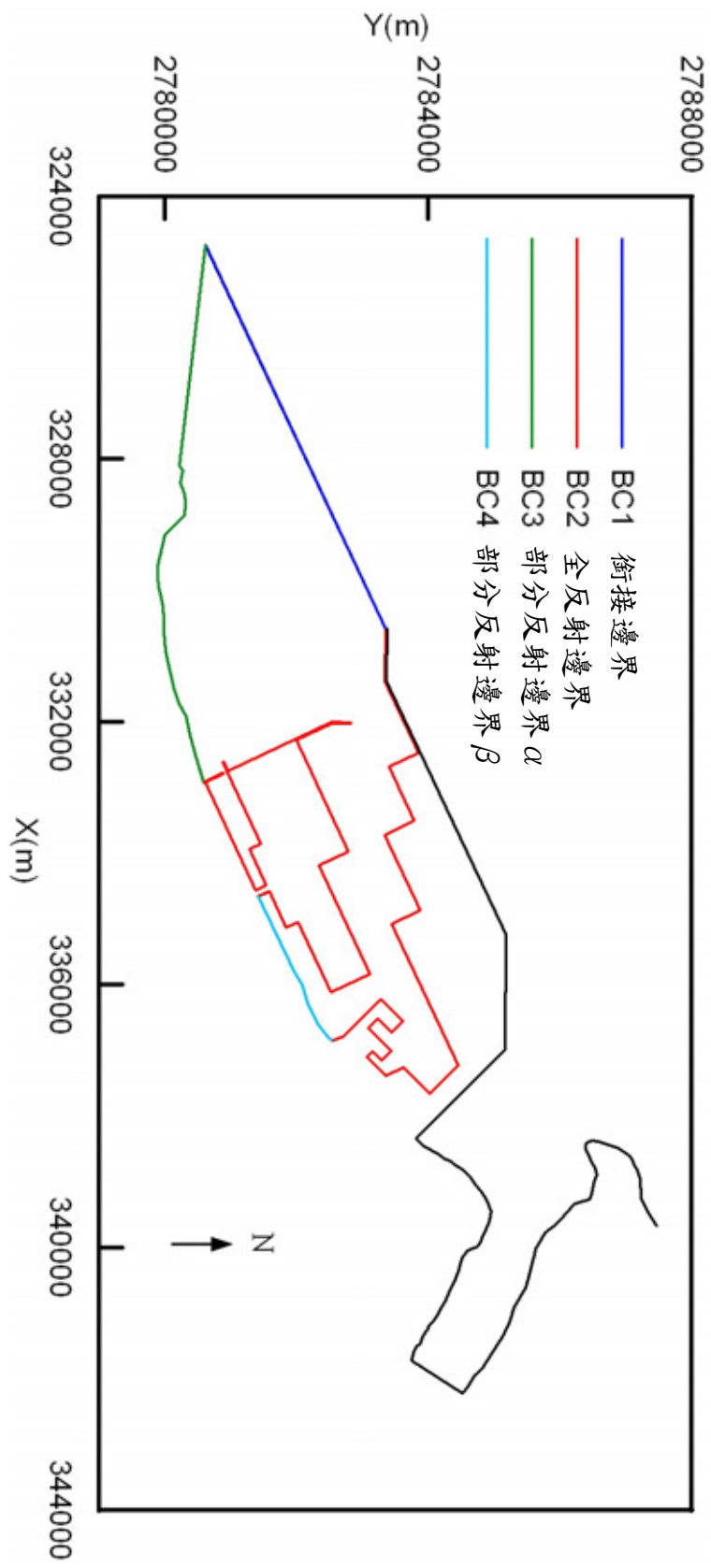


圖 12 臺北港遠期港池振盪數值模式之邊界條件圖

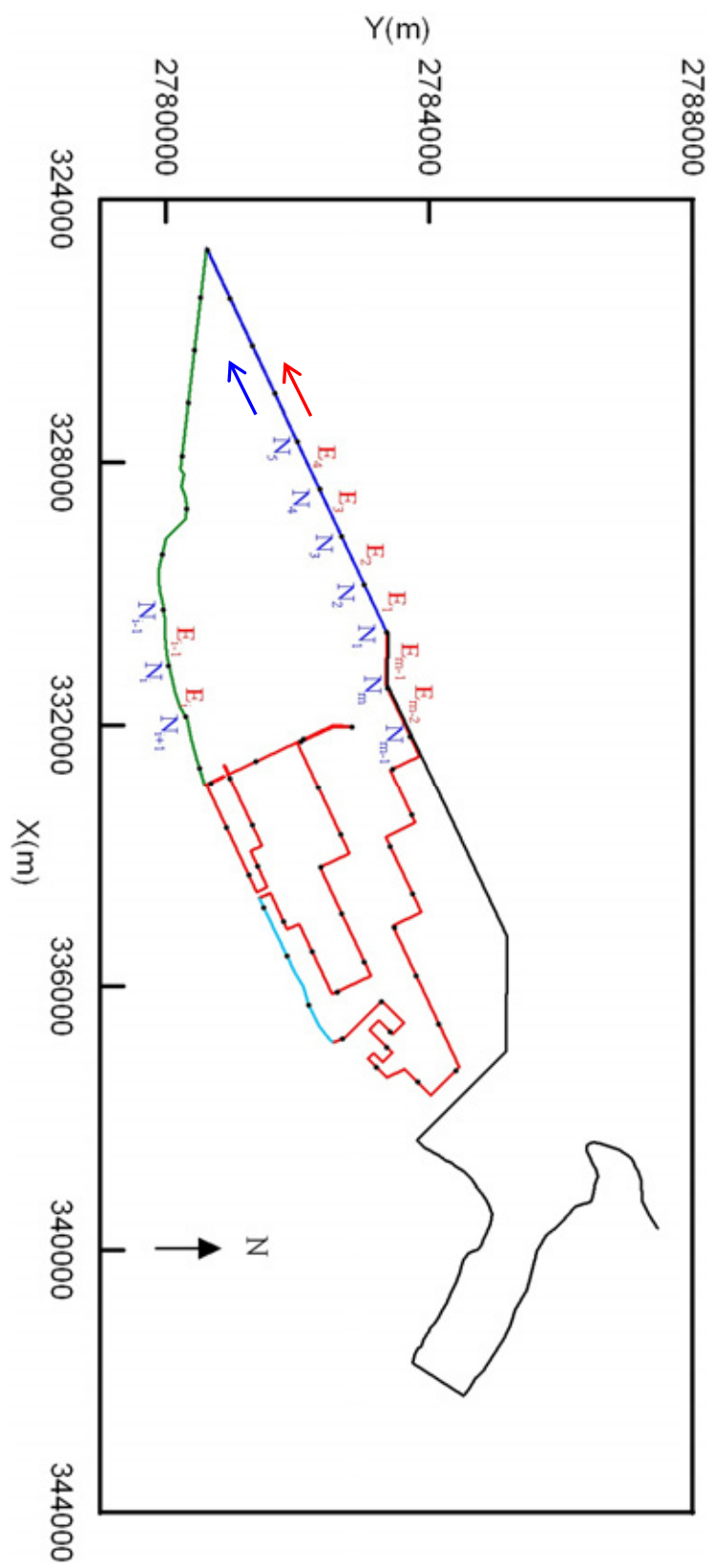


圖 13 臺北港遠期港池振盪數值模式之計算網格圖

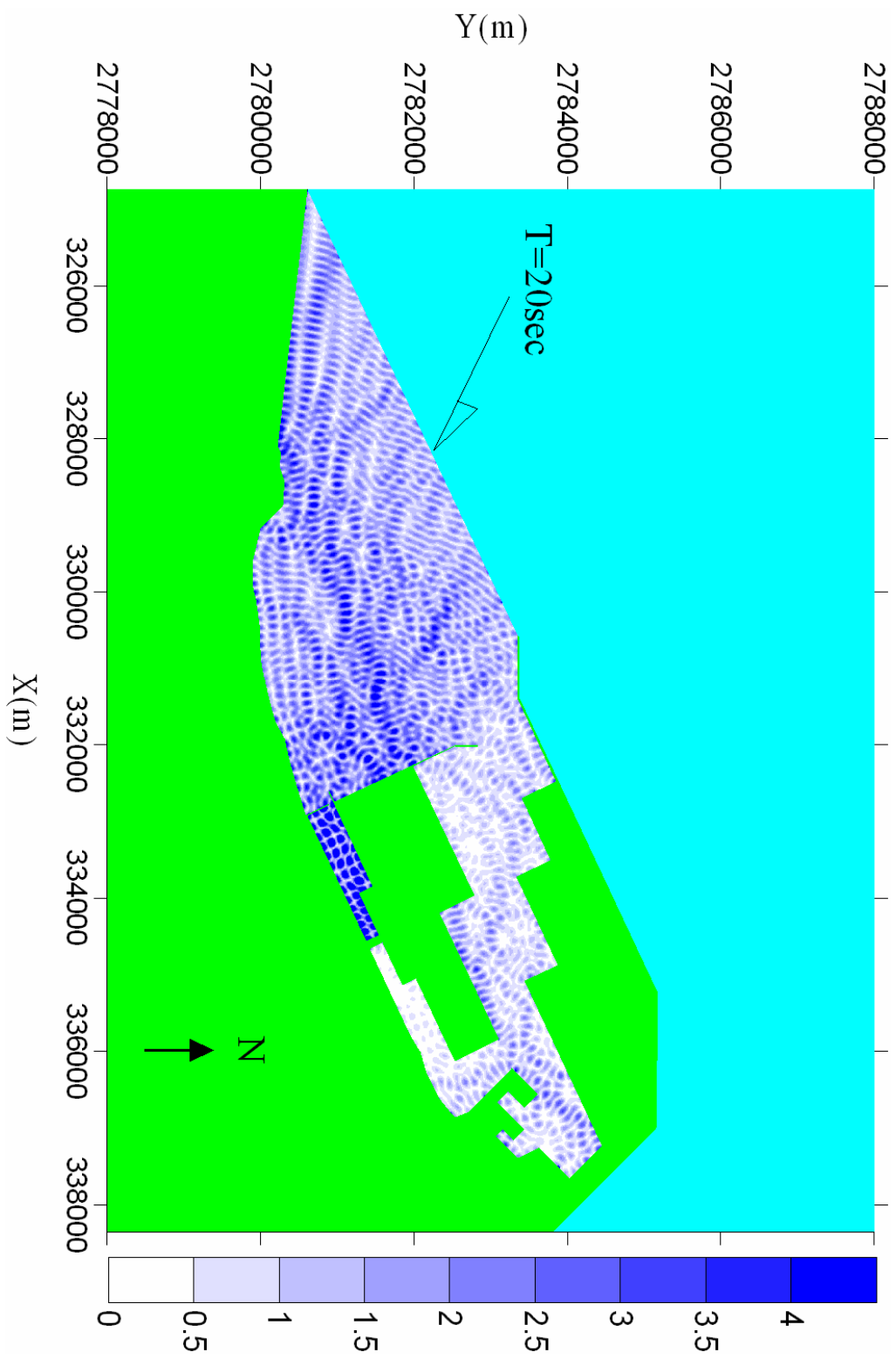


圖 14 入射波波向 WNW 作用下臺北港遠期港池振盪計算模擬結果
 (碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

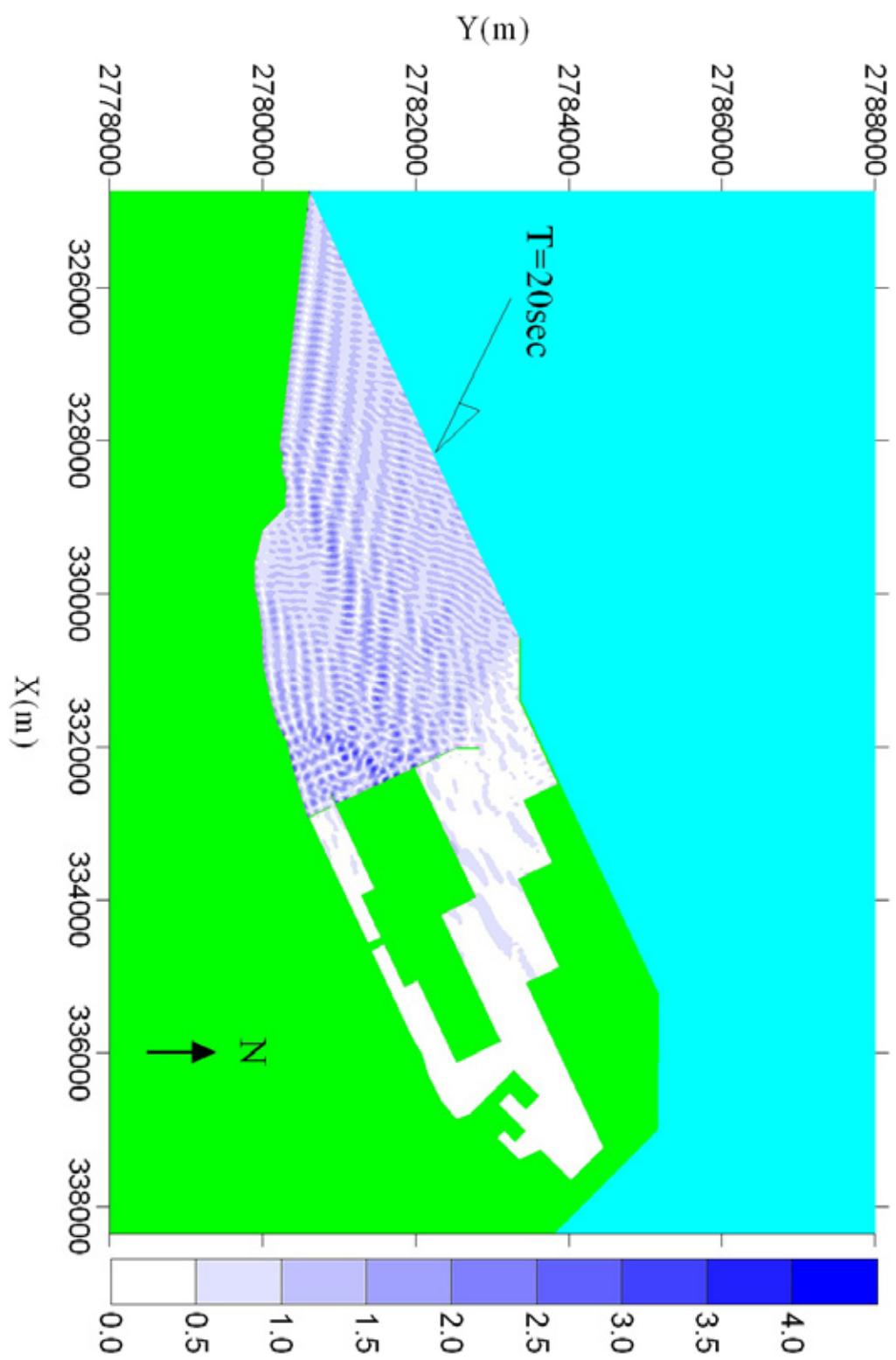


圖 15 入射波波向 WNW 作用下臺北港遠期港池振盪計算模擬結果

(碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.8 與岸壁 β 之反射係數 0.8)

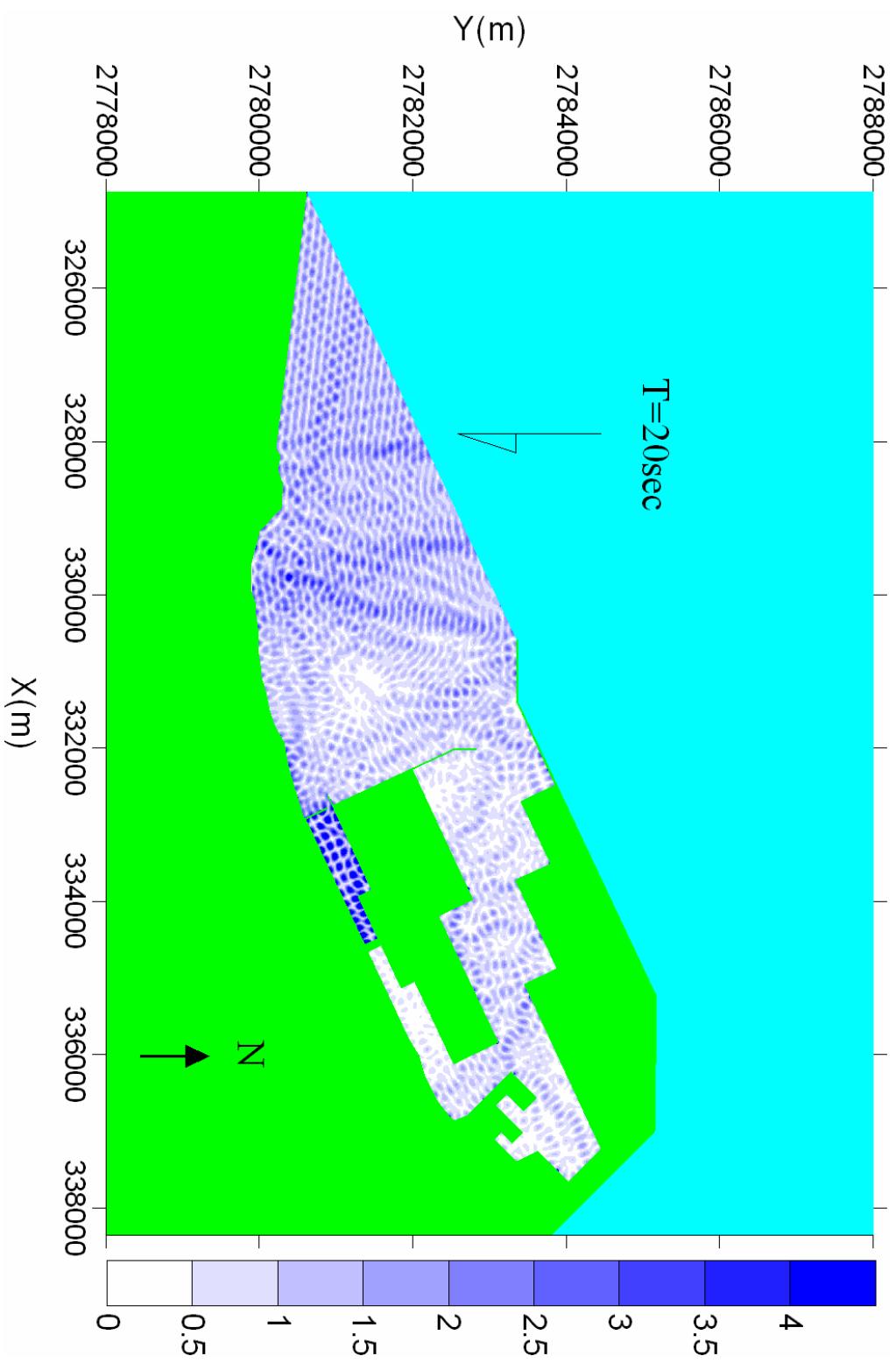


圖 16 入射波波向 N 作用下臺北港遠期港池振盪計算模擬結果

(碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

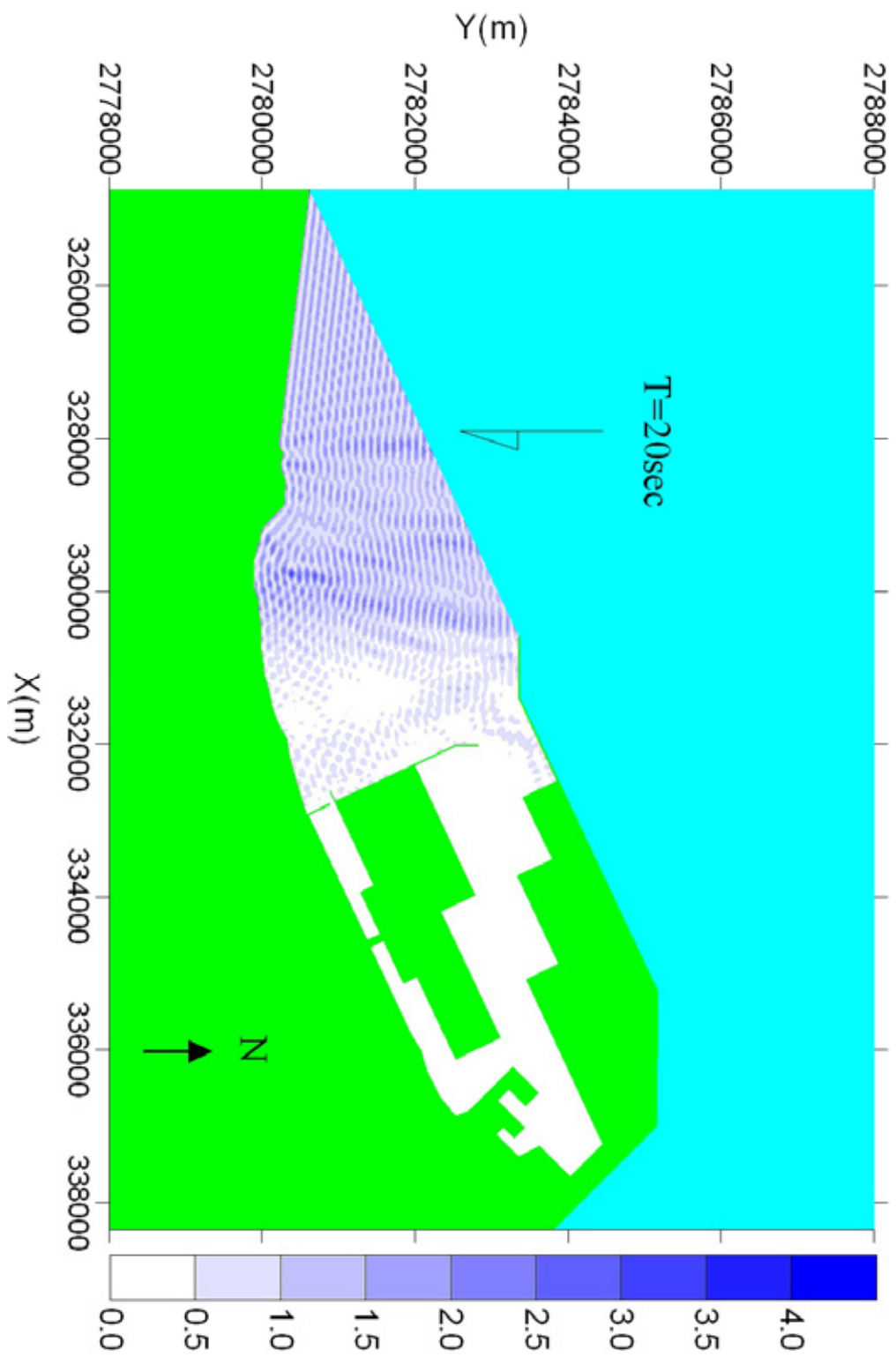


圖 17 入射波波向 N 作用下臺北港遠期港池振盪計算模擬結果

(碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.8 與岸壁 β 之反射係數 0.8)

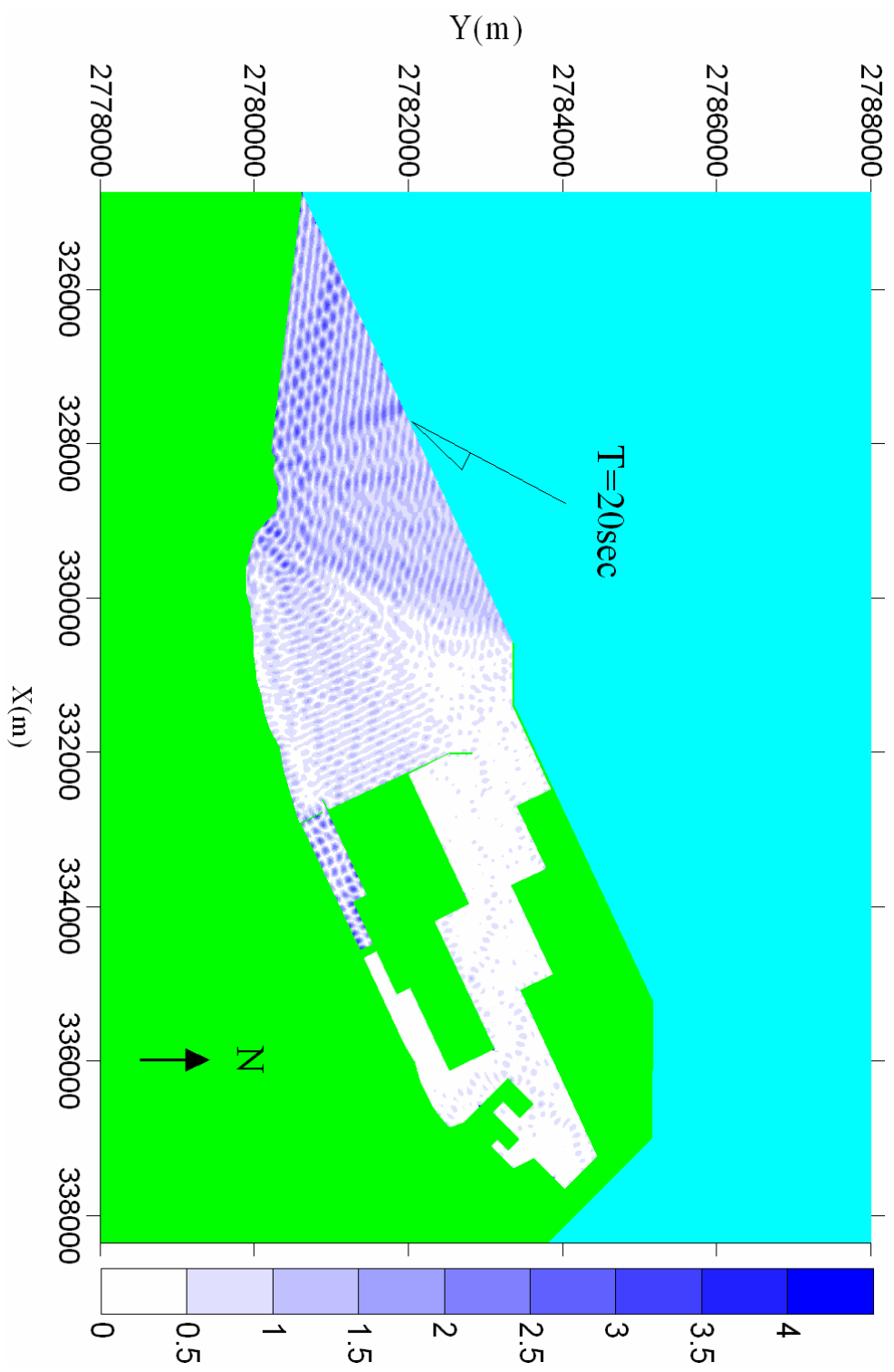


圖 18 入射波波向 NNE 作用下臺北港遠期港池振盪計算模擬結果

(碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

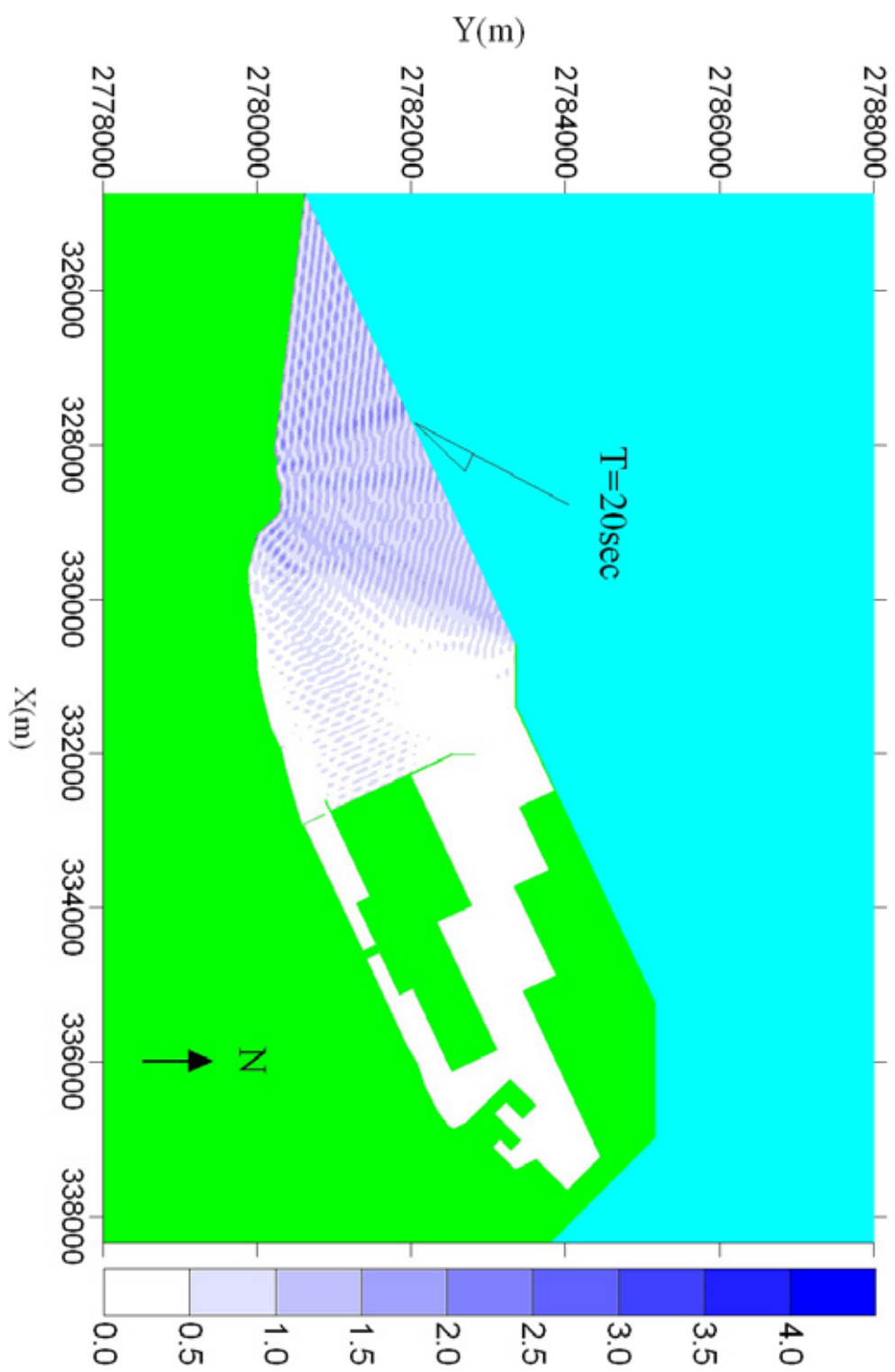


圖 19 入射波波向 NNE 作用下臺北港遠期港池振盪計算模擬結果

(碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.8 與岸壁 β 之反射係數 0.8)

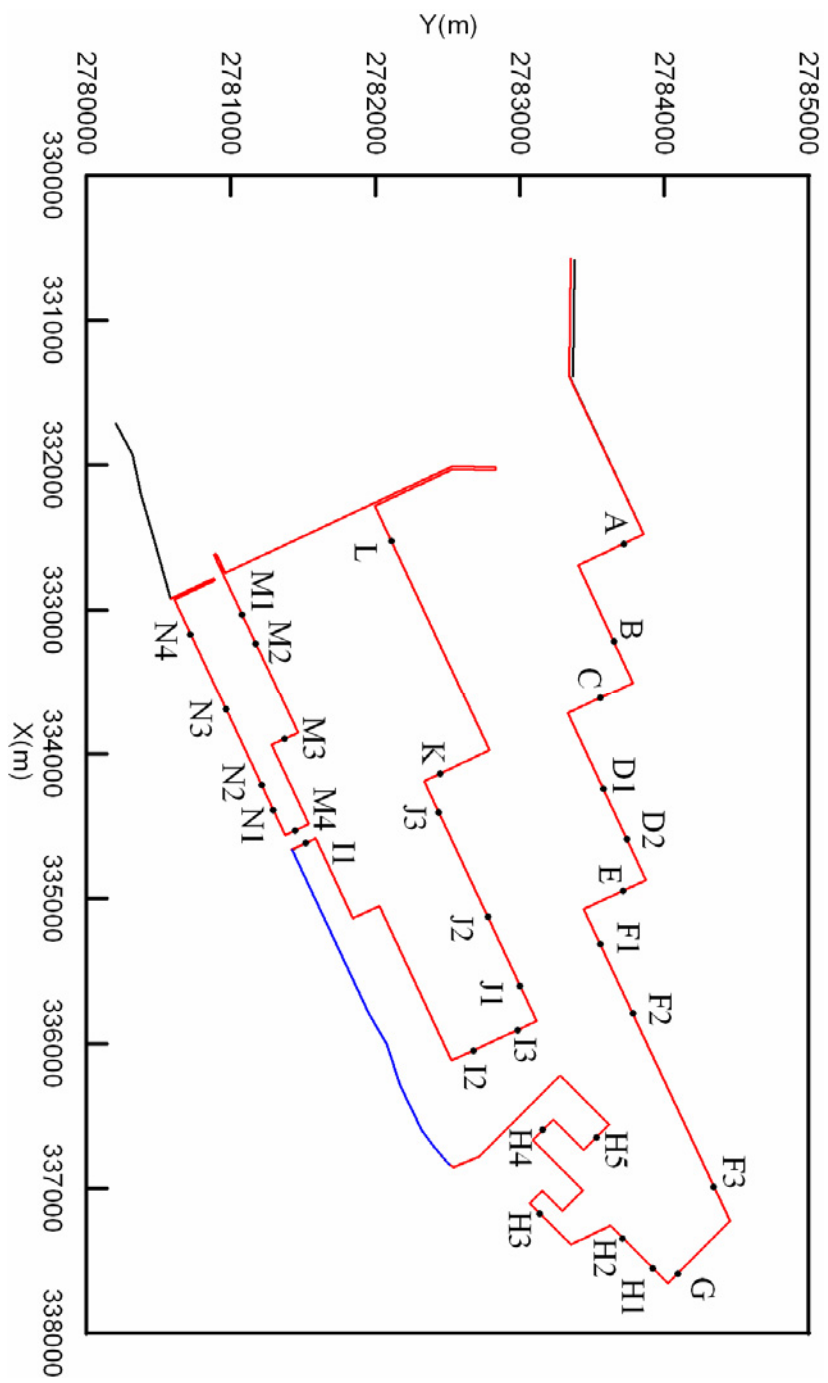


圖 20 臺北港遠期之碼頭計算點示意圖

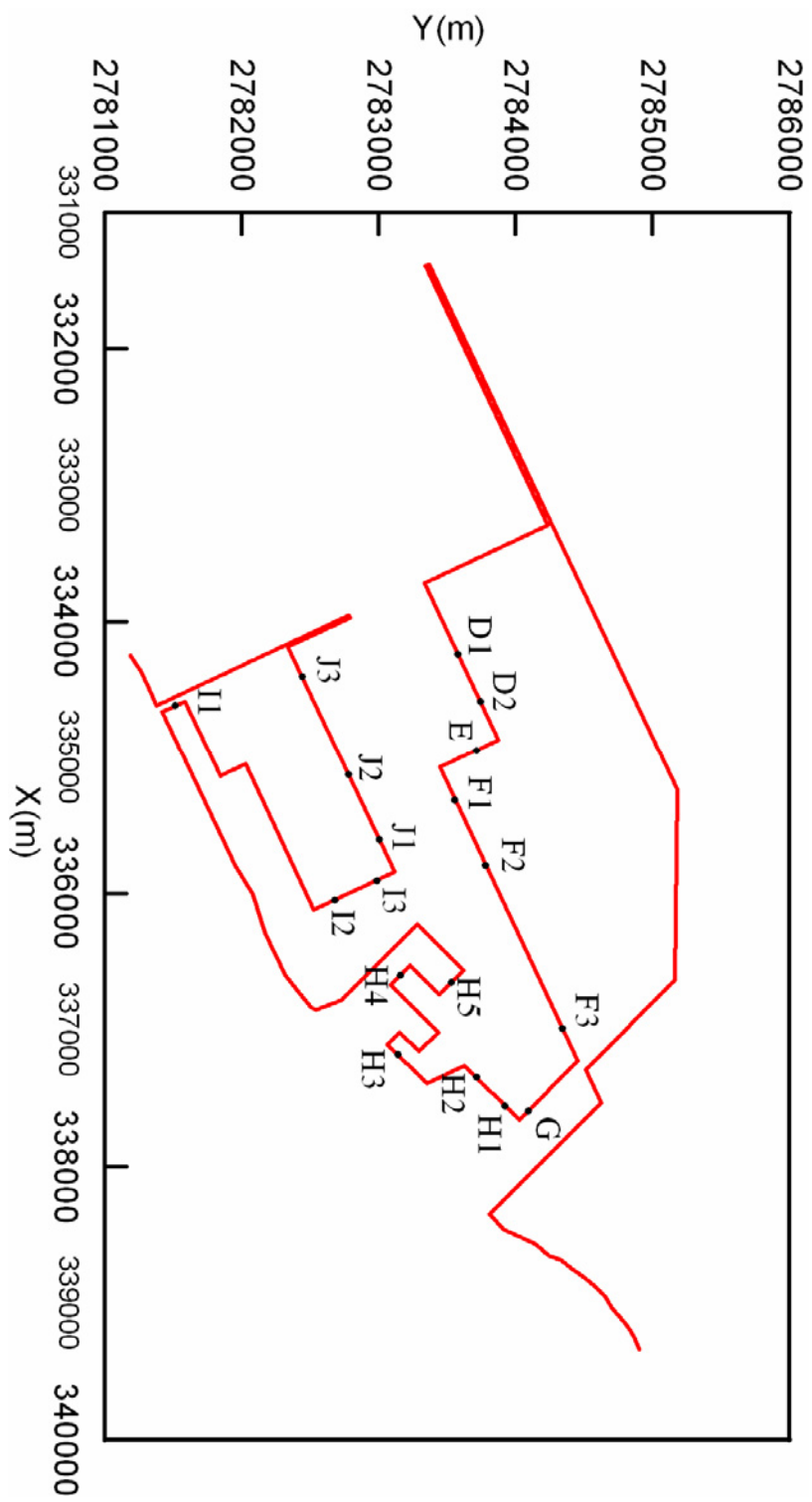


圖 21 臺北港第三期之碼頭計算點示意圖

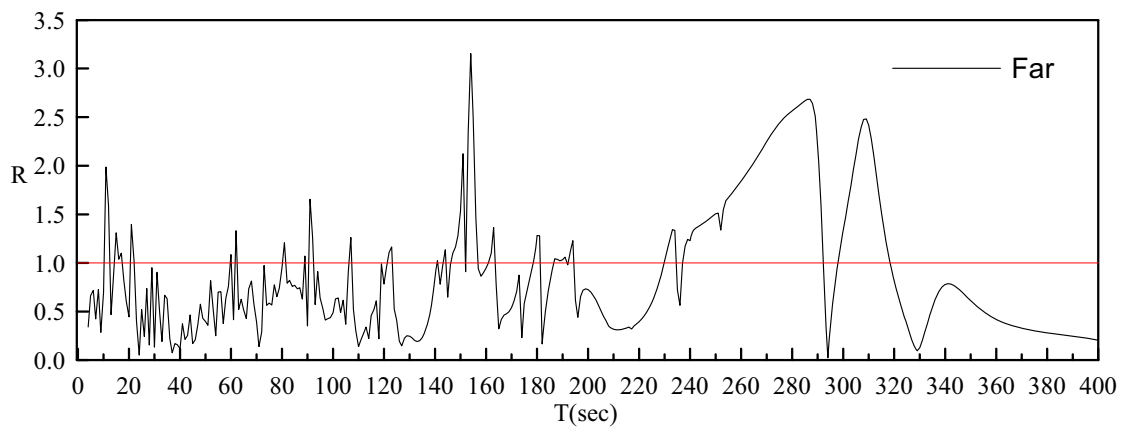


圖 22 臺北港 A 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

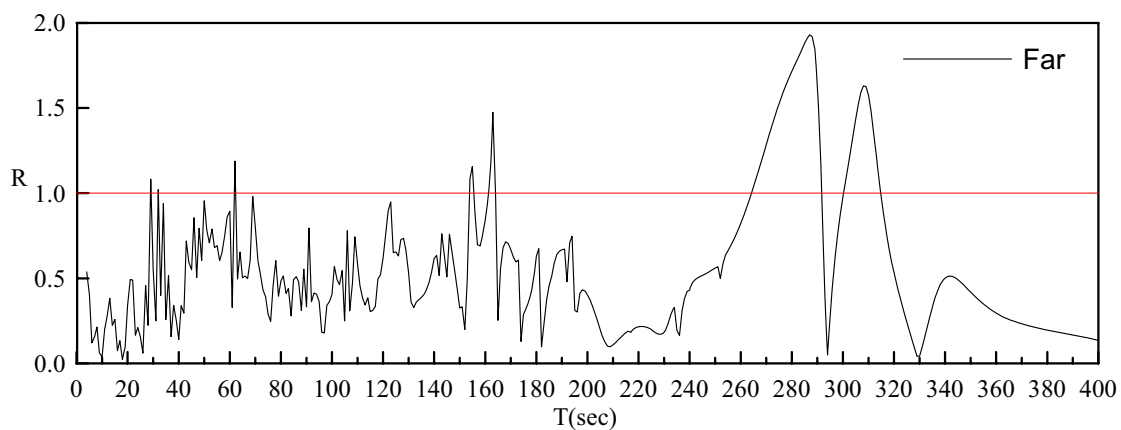


圖 23 臺北港 A 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

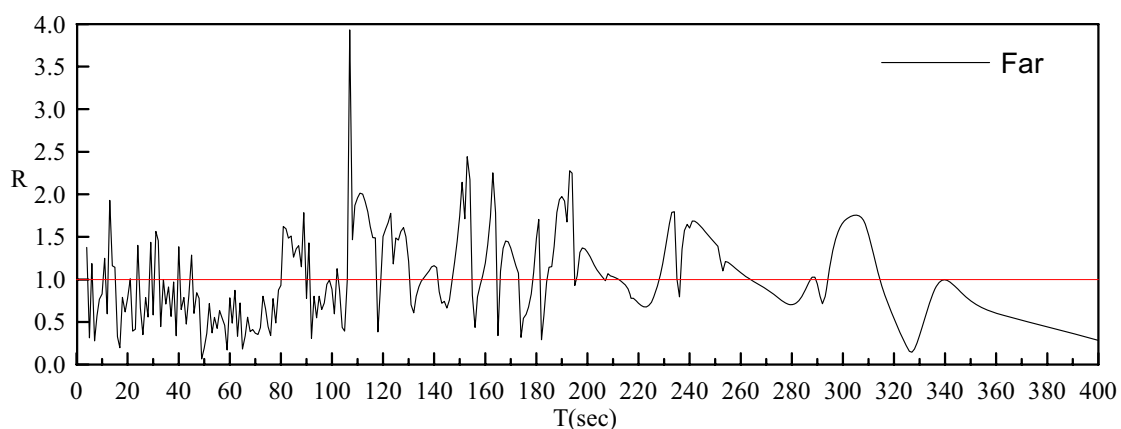


圖 24 臺北港 A 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

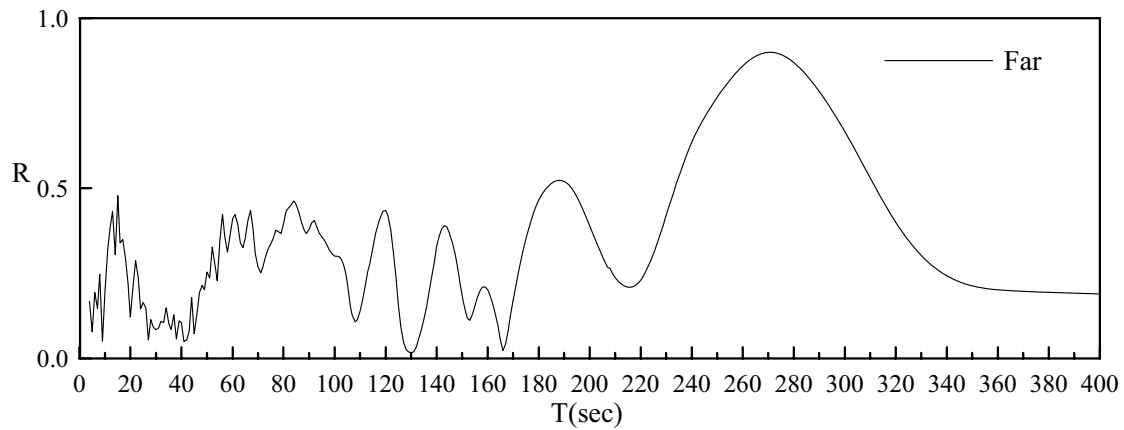


圖 25 臺北港 A 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

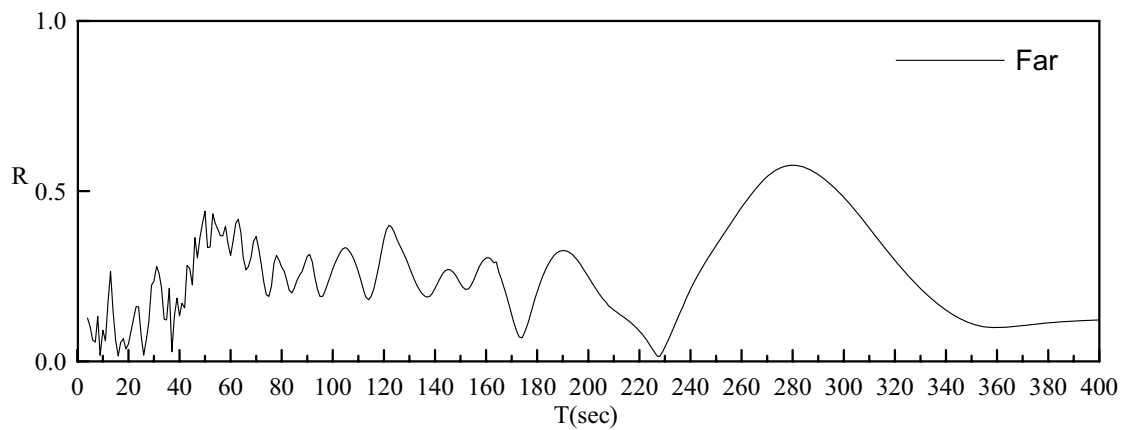


圖 26 臺北港 A 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

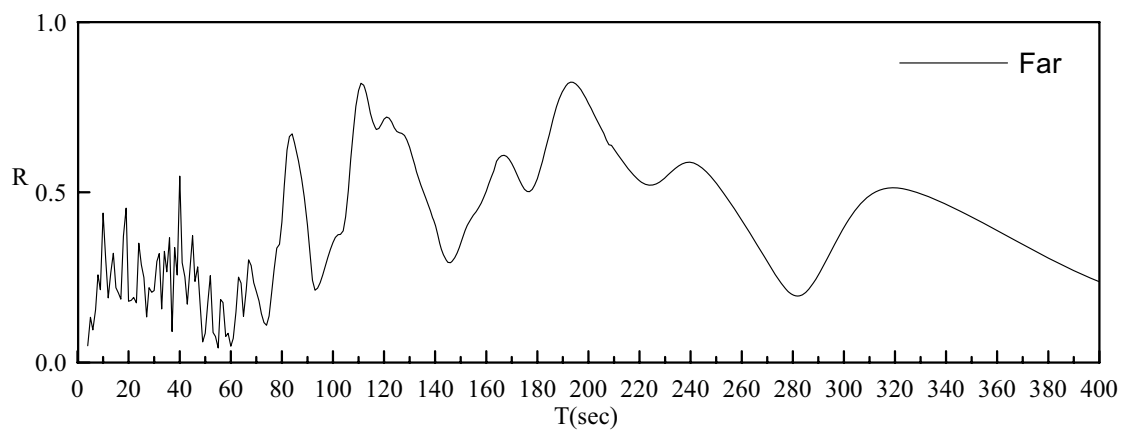


圖 27 臺北港 A 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

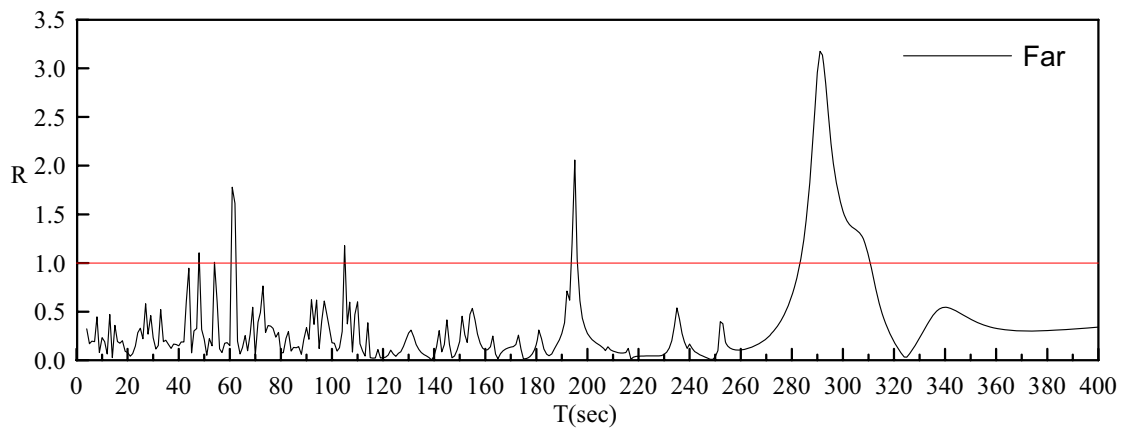


圖 28 臺北港 B 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

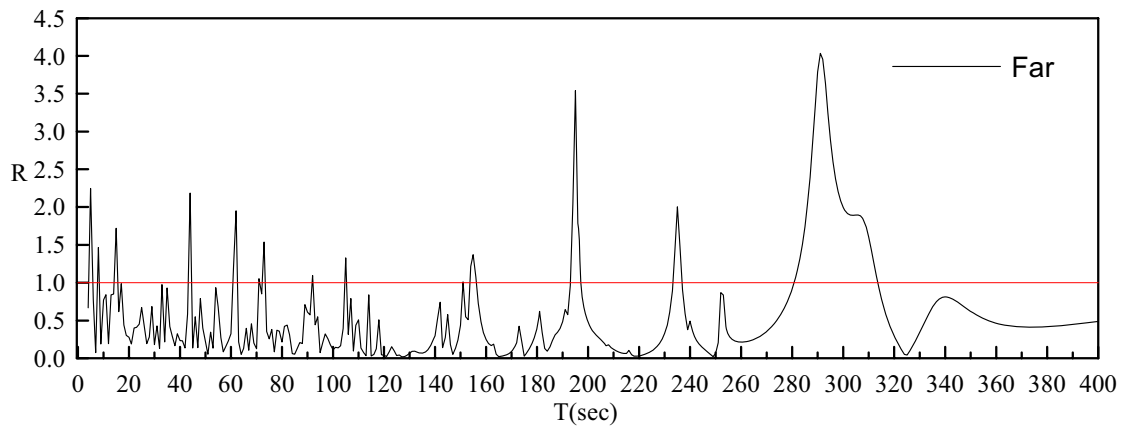


圖 29 臺北港 B 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

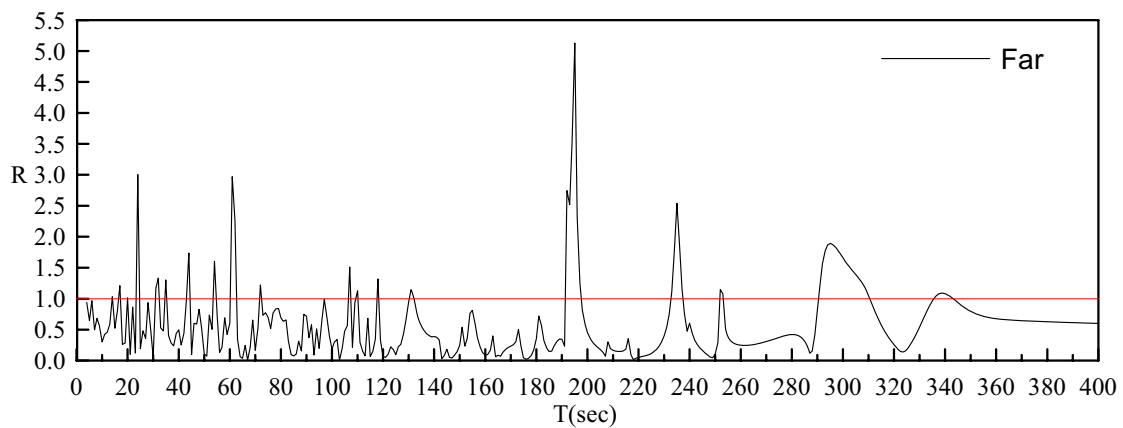


圖 30 臺北港 B 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

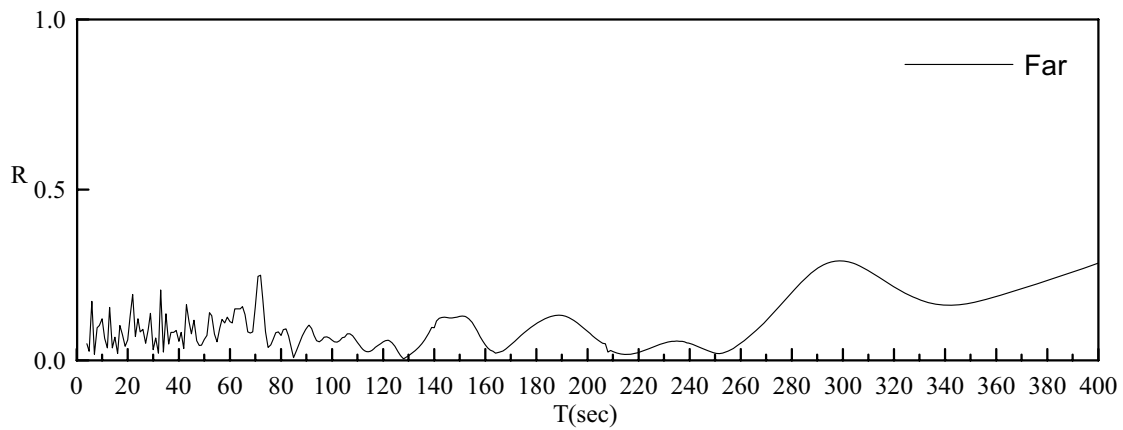


圖 31 臺北港 B 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

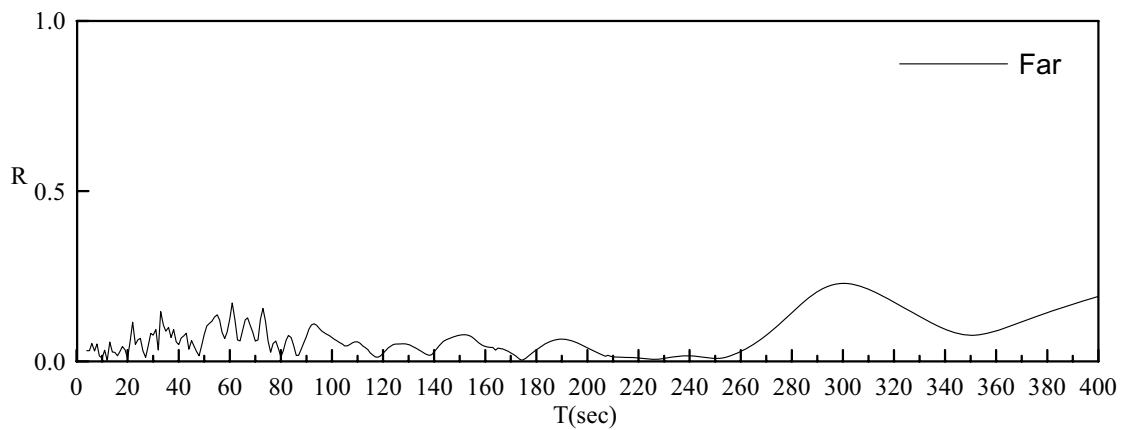


圖 32 臺北港 B 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

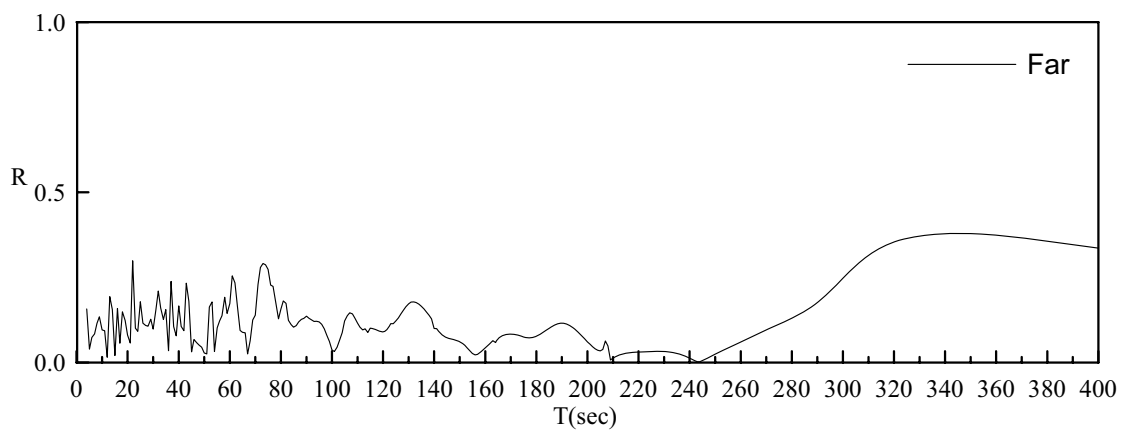


圖 33 臺北港 B 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

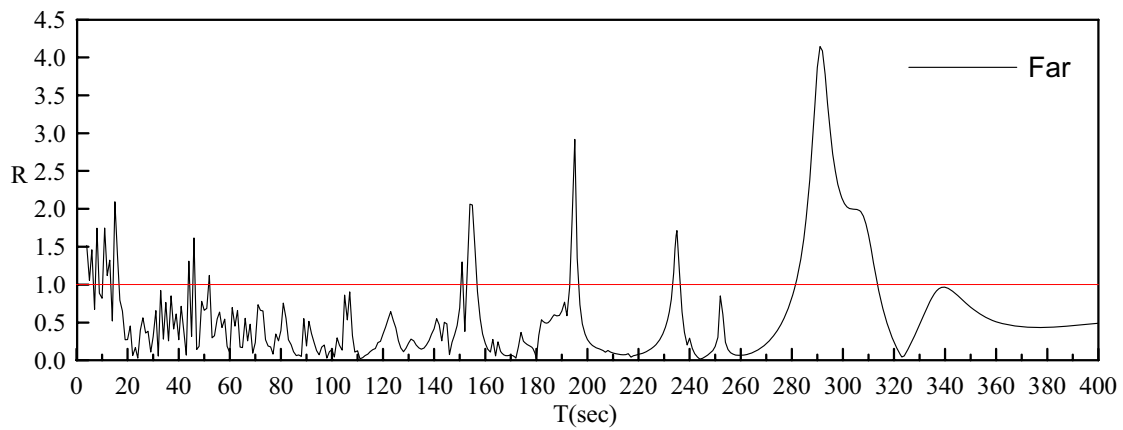


圖 34 臺北港 C 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

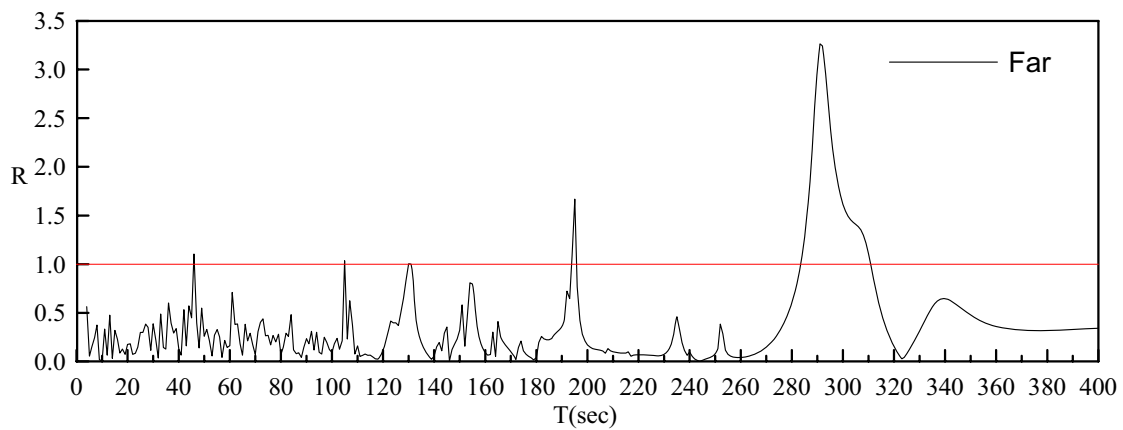


圖 35 臺北港 C 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

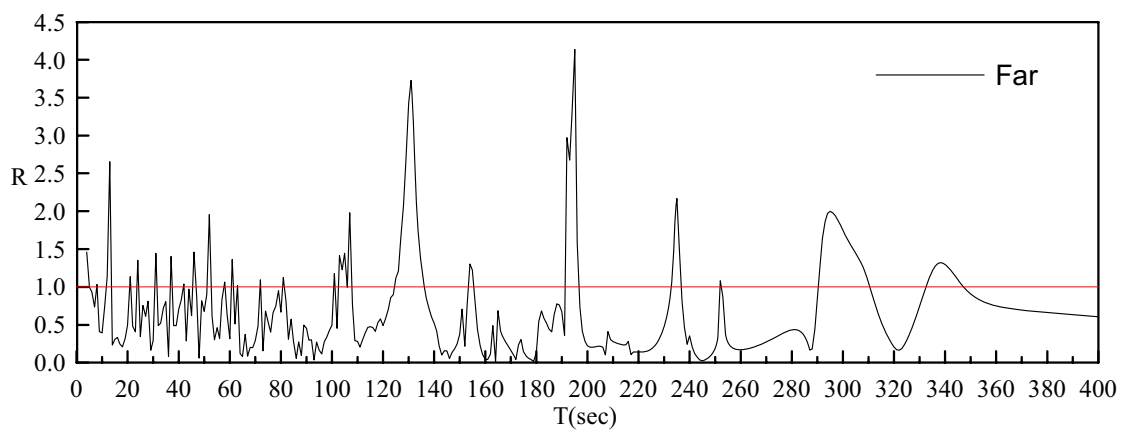


圖 36 臺北港 C 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

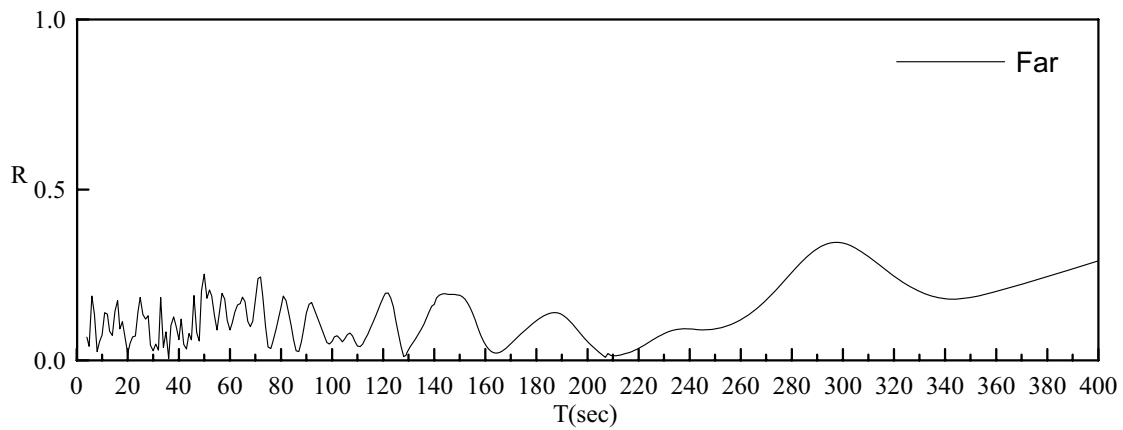


圖 37 臺北港 C 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

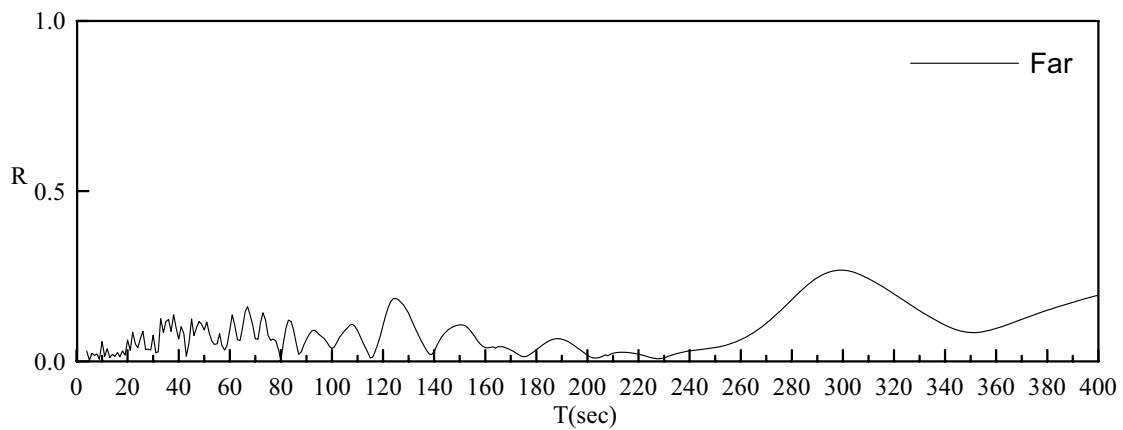


圖 38 臺北港 C 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

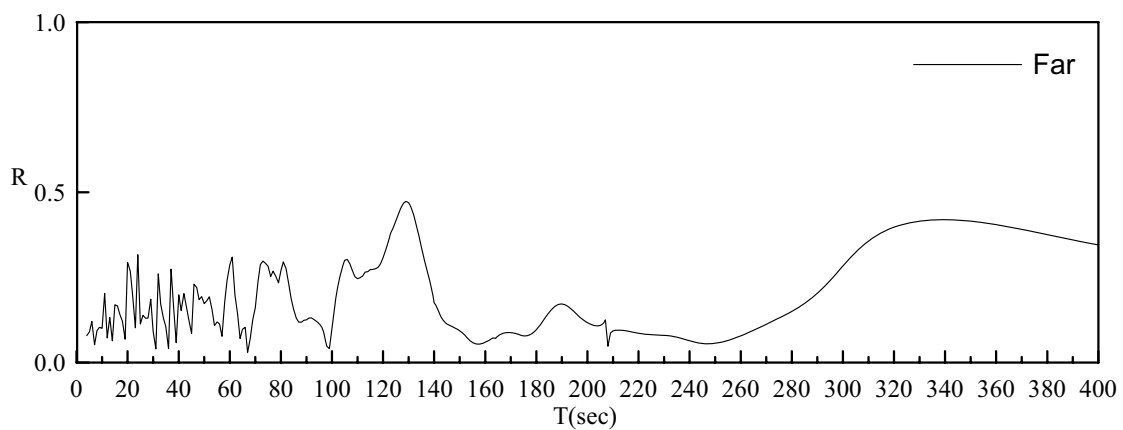


圖 39 臺北港 C 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

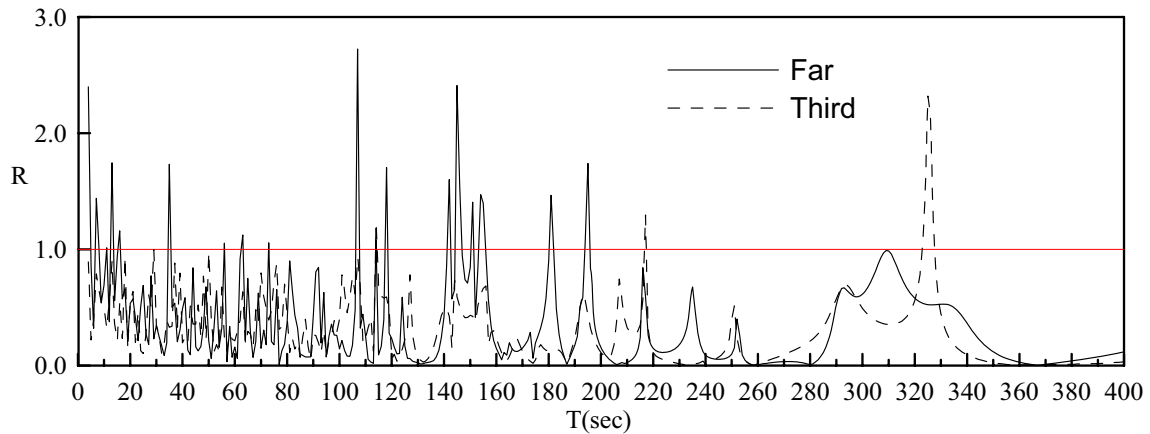


圖 40 臺北港 D1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

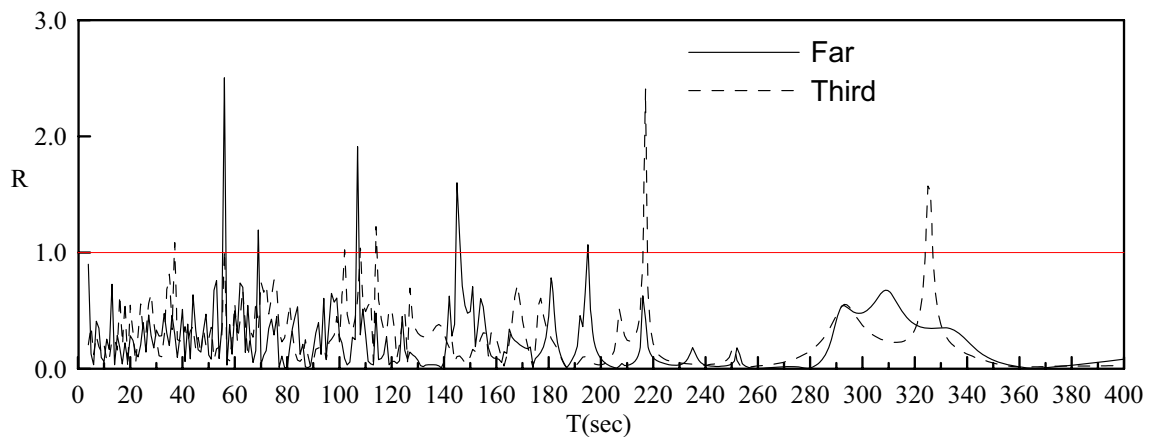


圖 41 臺北港 D1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

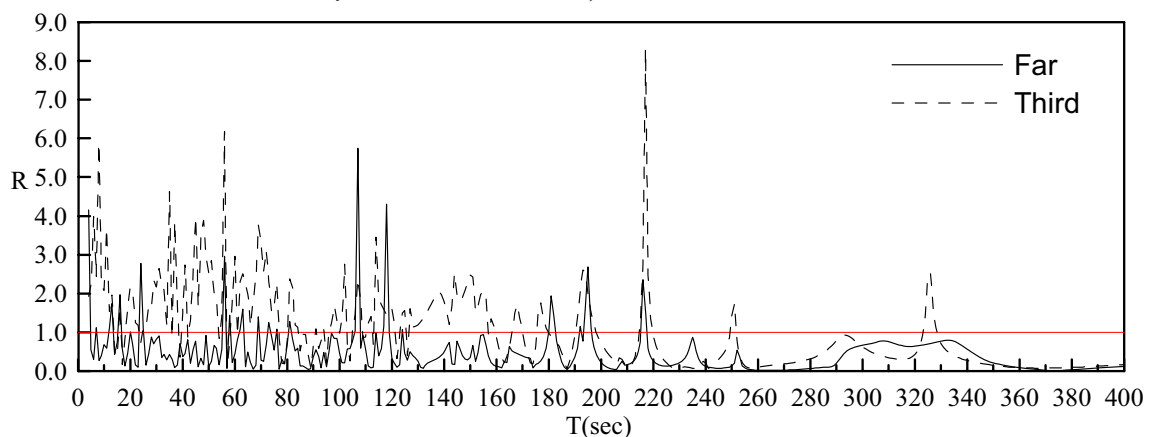


圖 42 臺北港 D1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

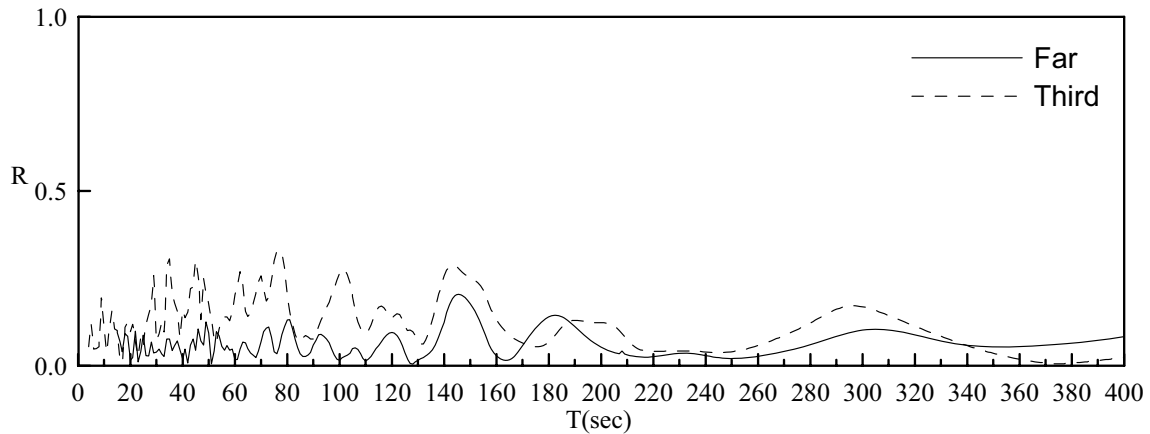


圖 43 臺北港 D1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

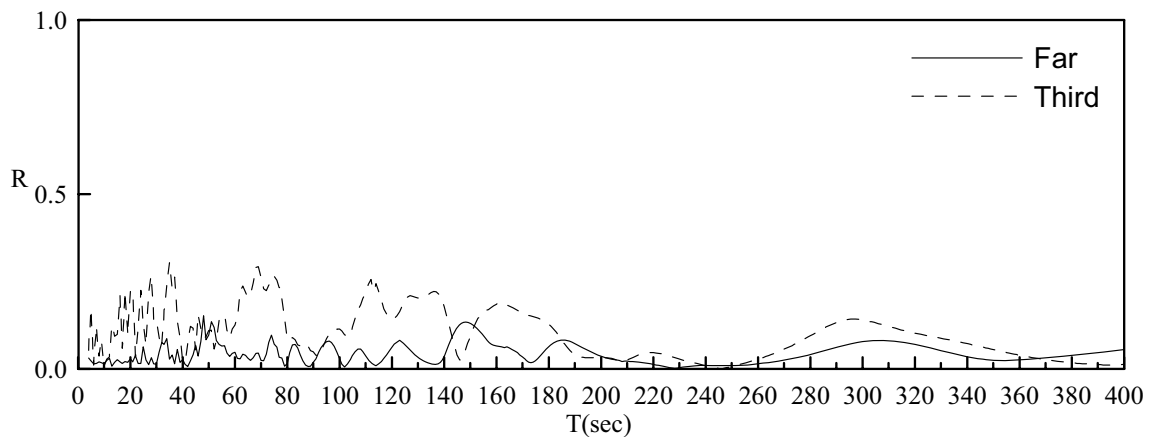


圖 44 臺北港 D1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

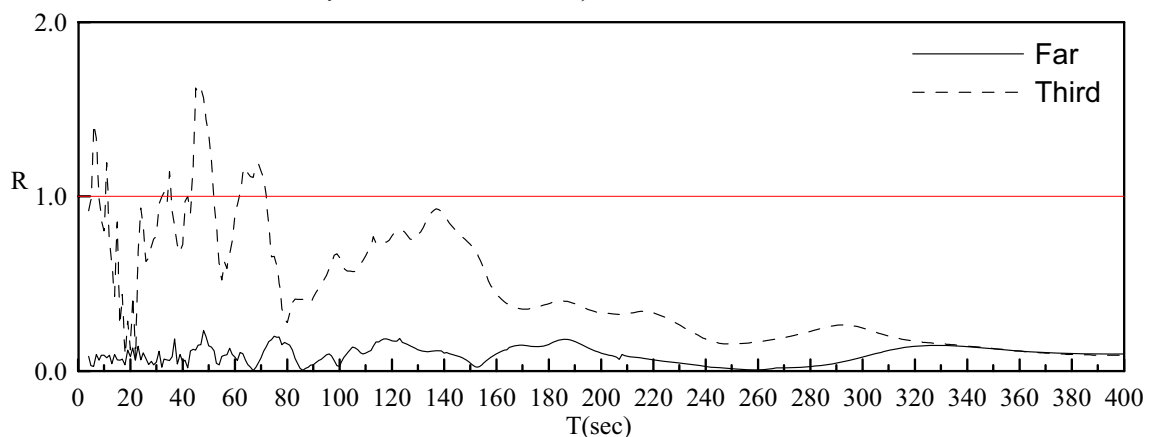


圖 45 臺北港 D1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

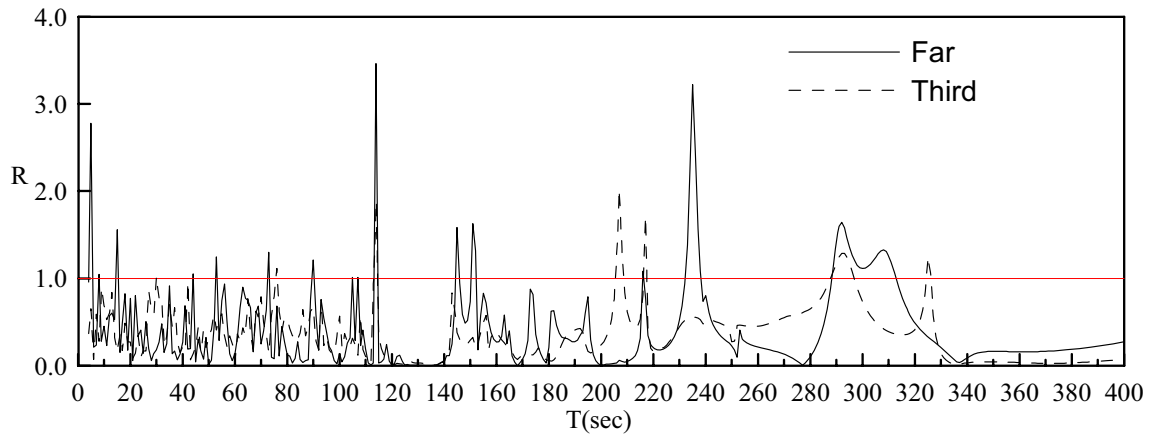


圖 46 臺北港 D2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

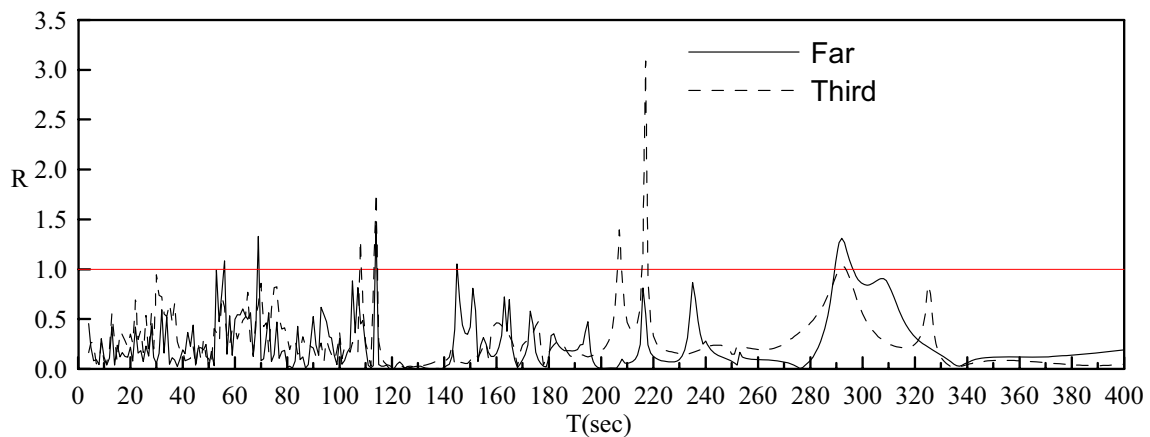


圖 47 臺北港 D2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

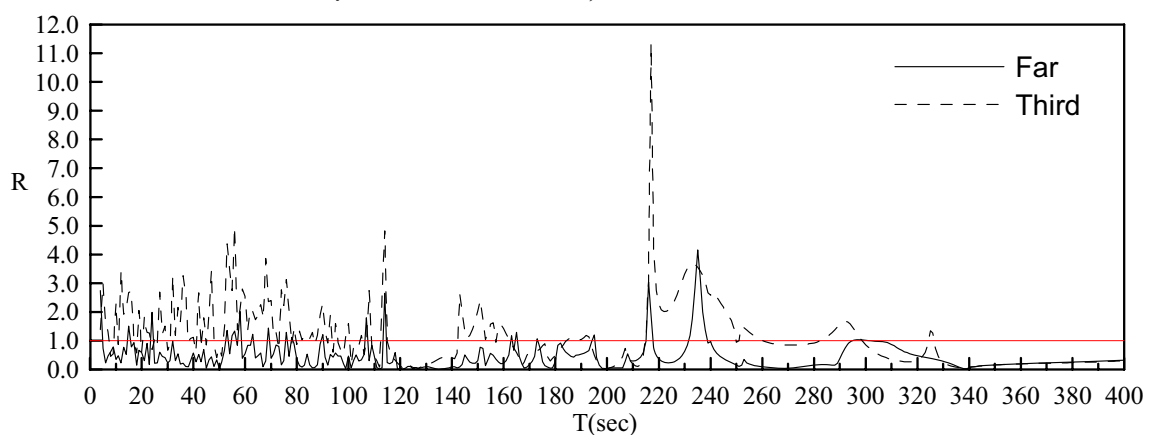


圖 48 臺北港 D2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

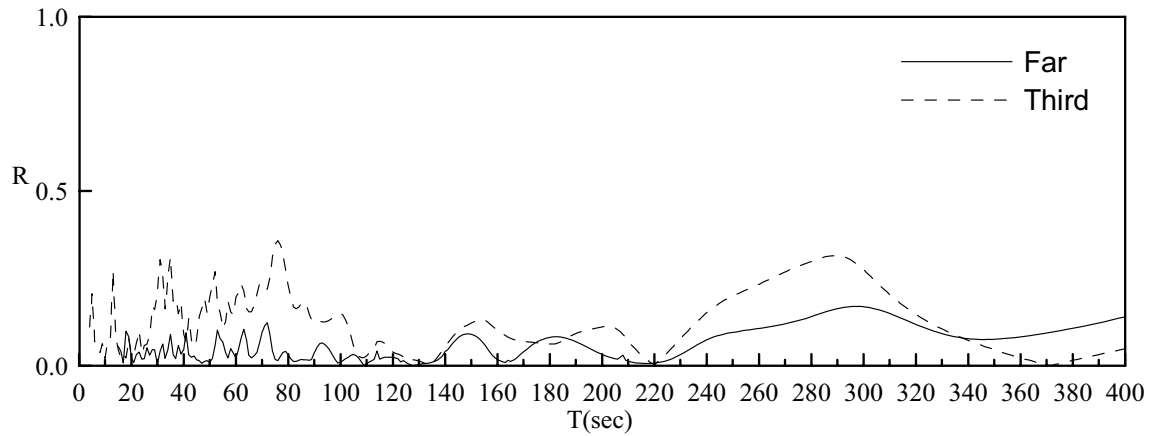


圖 49 臺北港 D2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

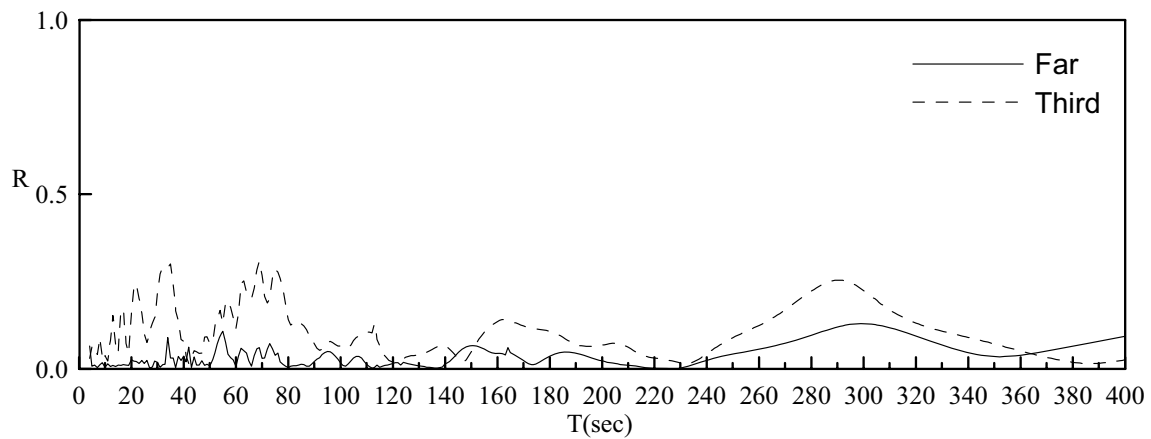


圖 50 臺北港 D2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

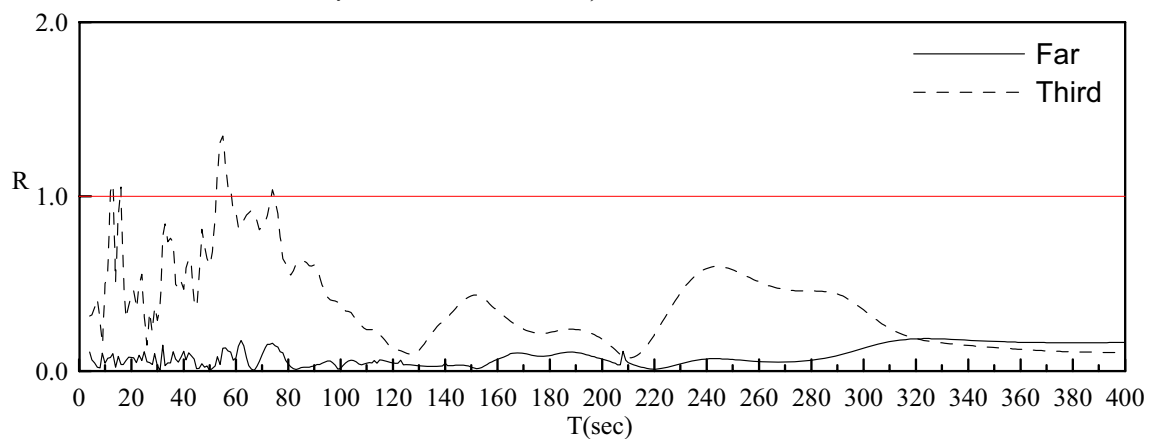


圖 51 臺北港 D2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

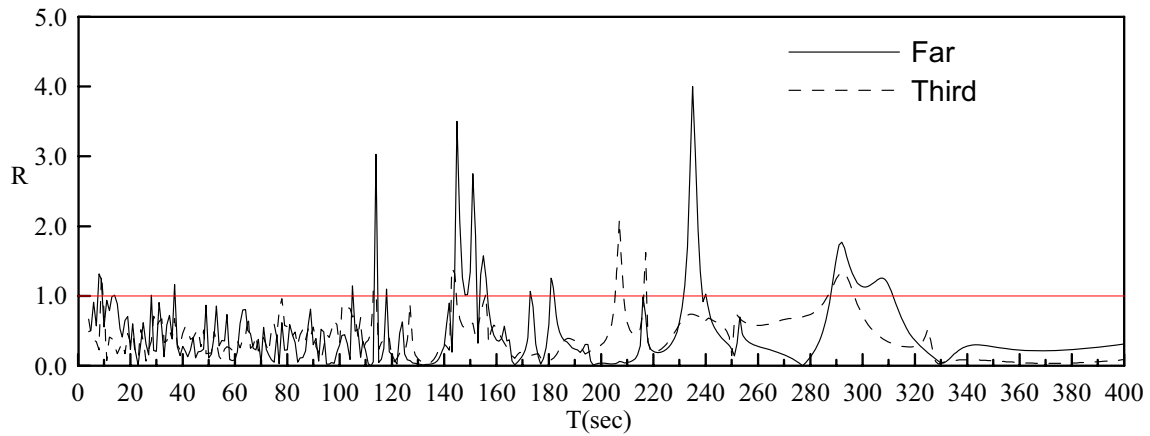


圖 52 臺北港 E 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

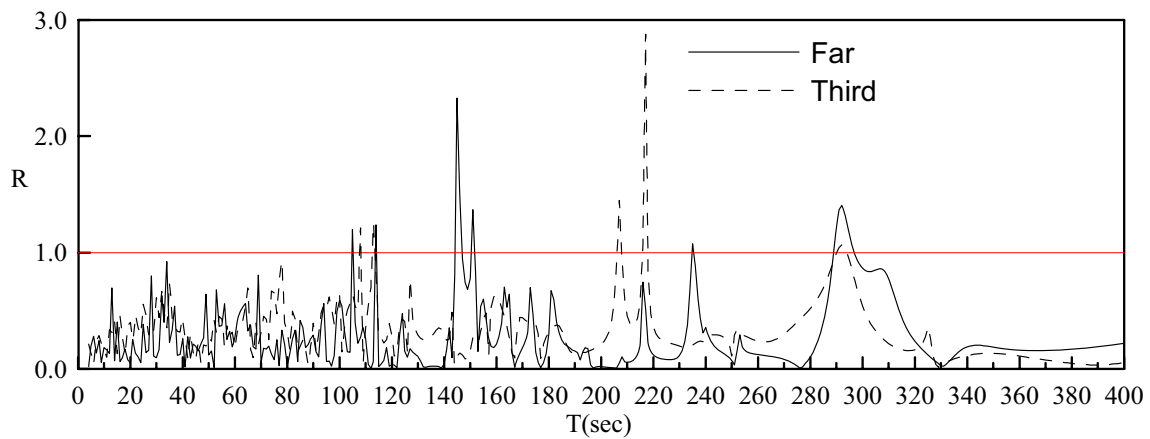


圖 53 臺北港 E 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

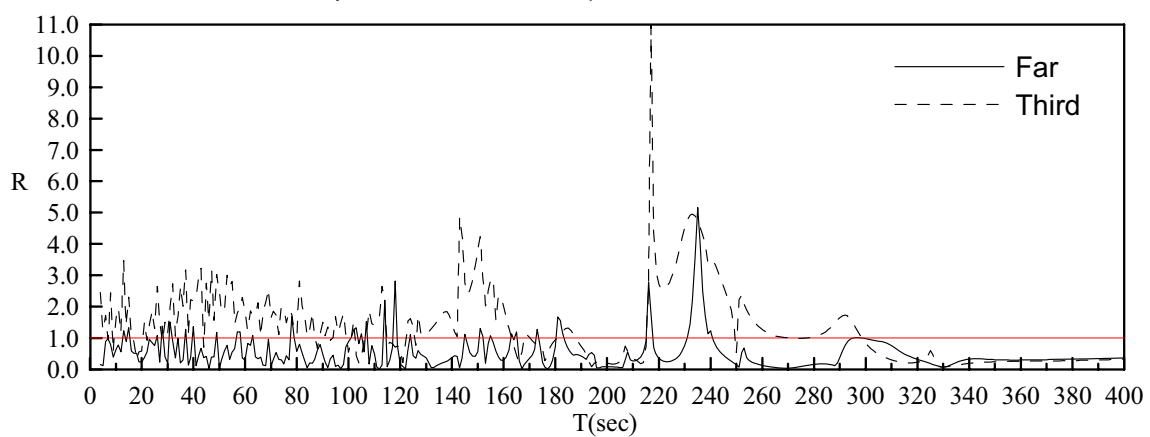


圖 54 臺北港 E 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

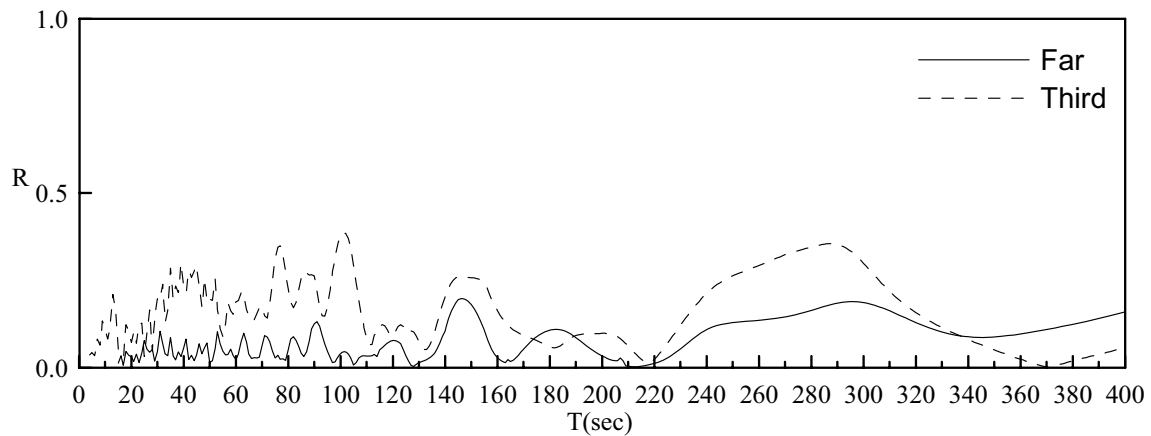


圖 55 臺北港 E 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

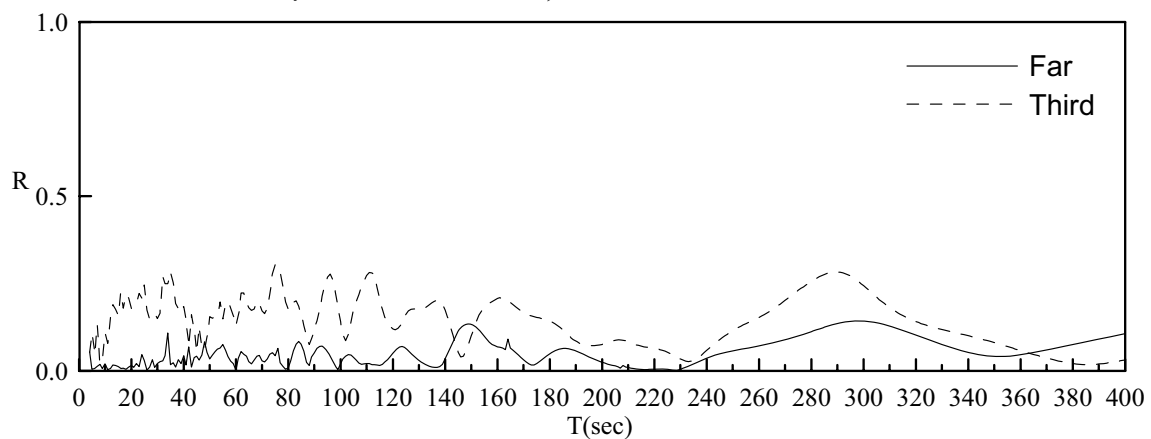


圖 56 臺北港 E 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

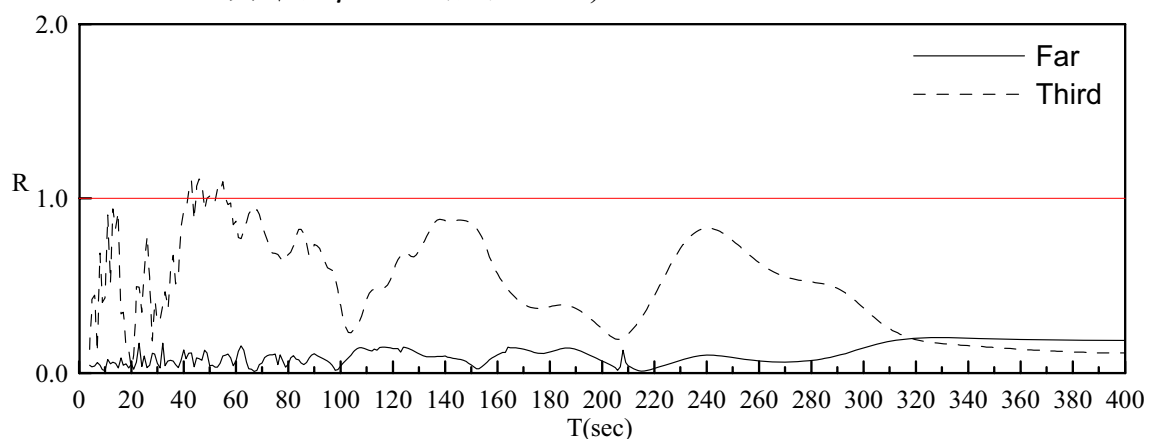


圖 57 臺北港 E 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

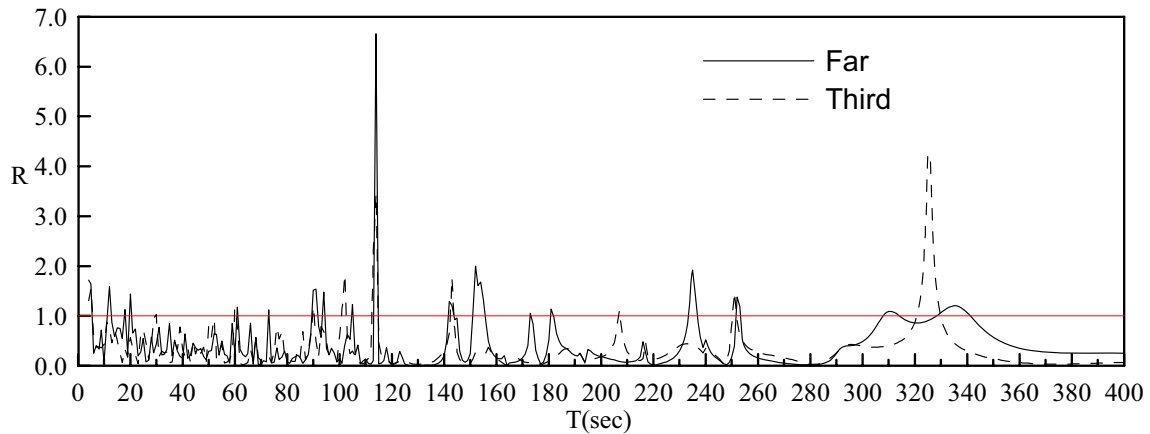


圖 58 臺北港 F1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

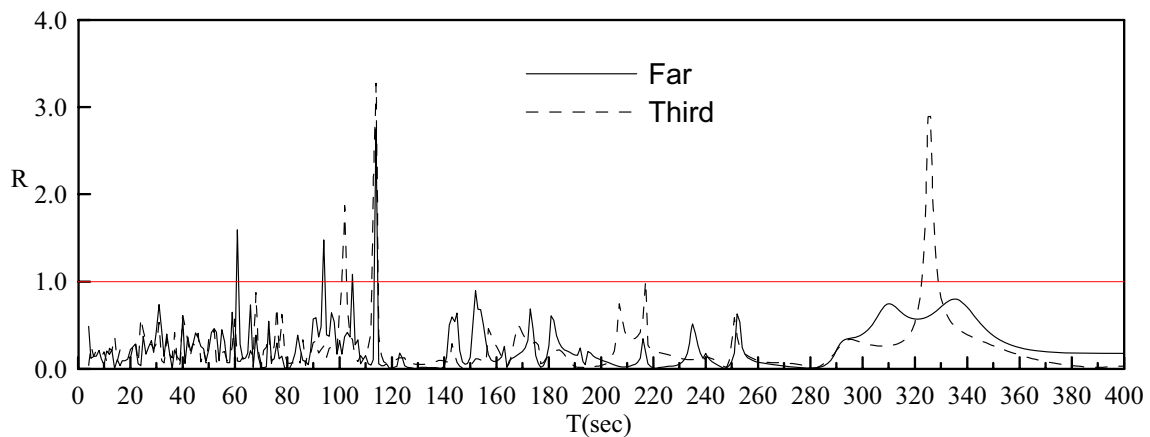


圖 59 臺北港 F1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

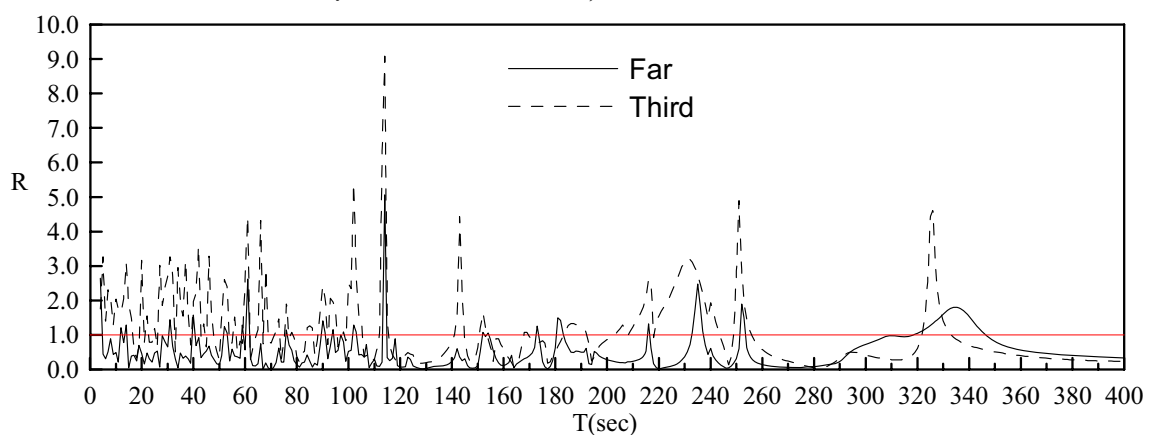


圖 60 臺北港 F1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

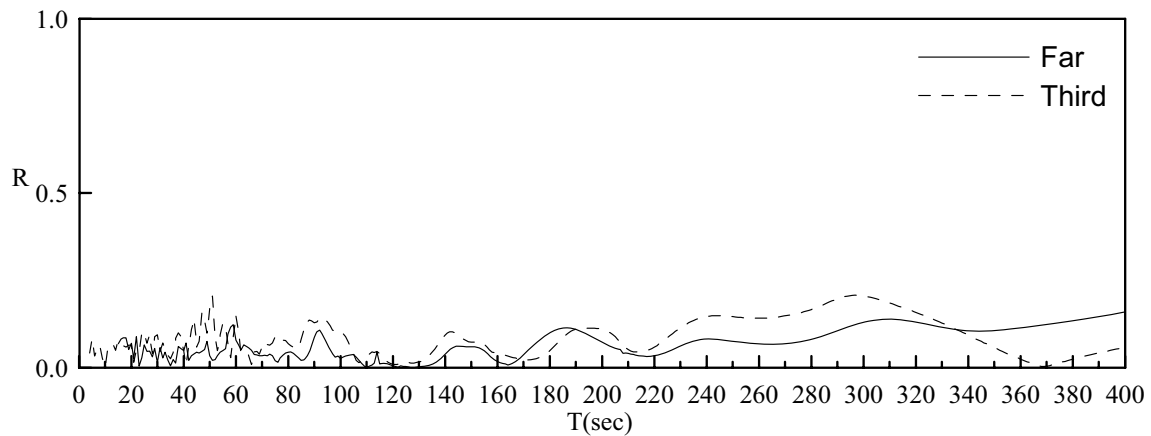


圖 61 臺北港 F1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

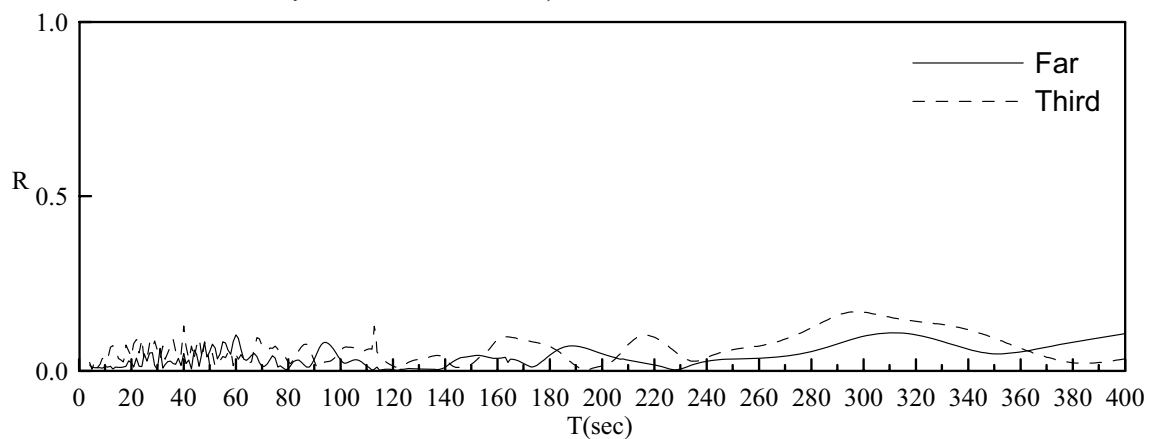


圖 62 臺北港 F1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

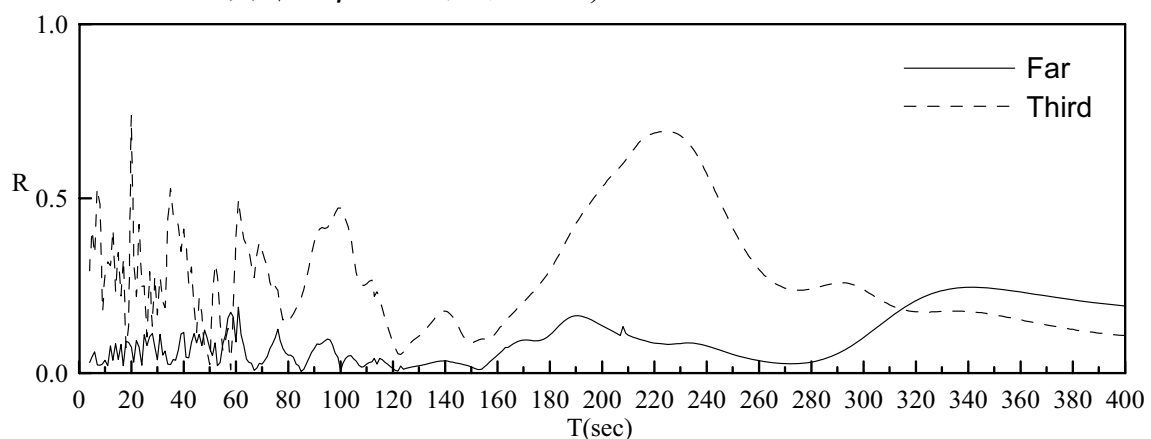


圖 63 臺北港 F1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

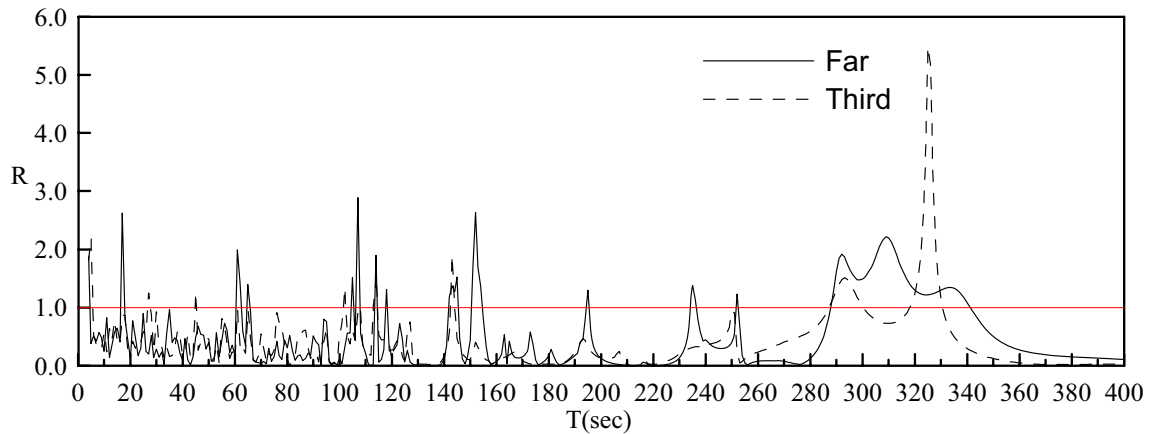


圖 64 臺北港 F2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

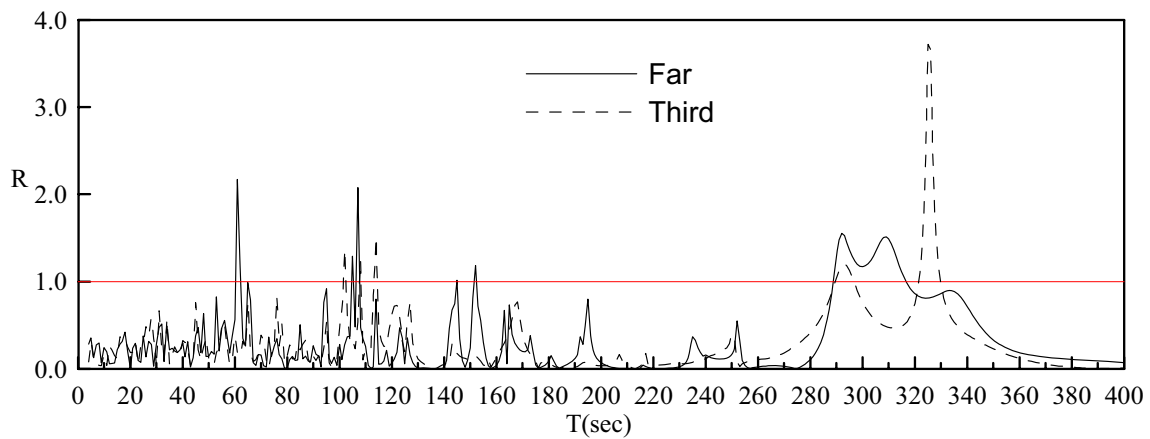


圖 65 臺北港 F2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

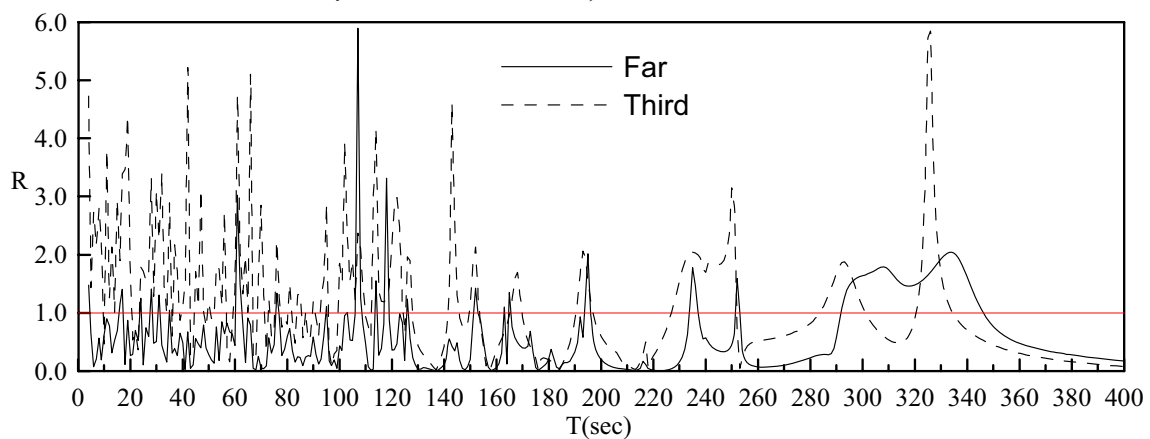


圖 66 臺北港 F2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

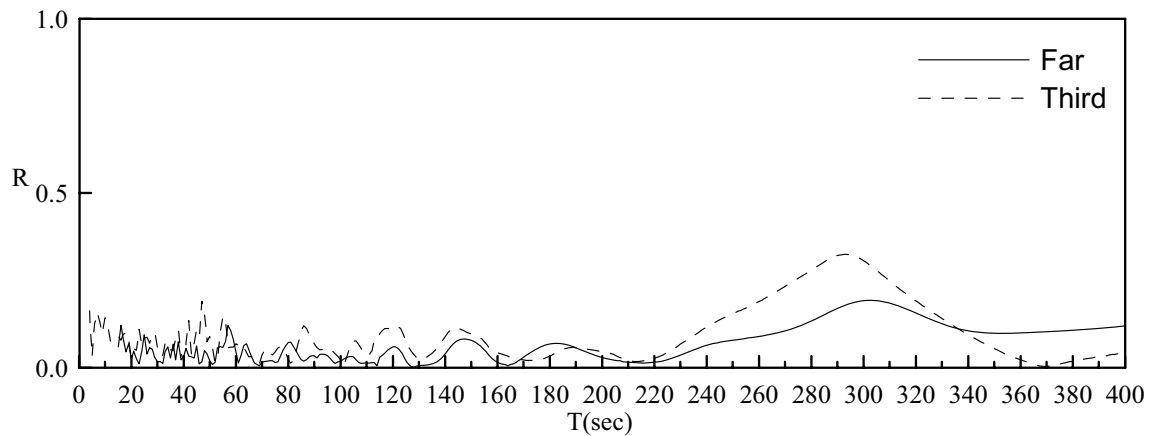


圖 67 臺北港 F2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

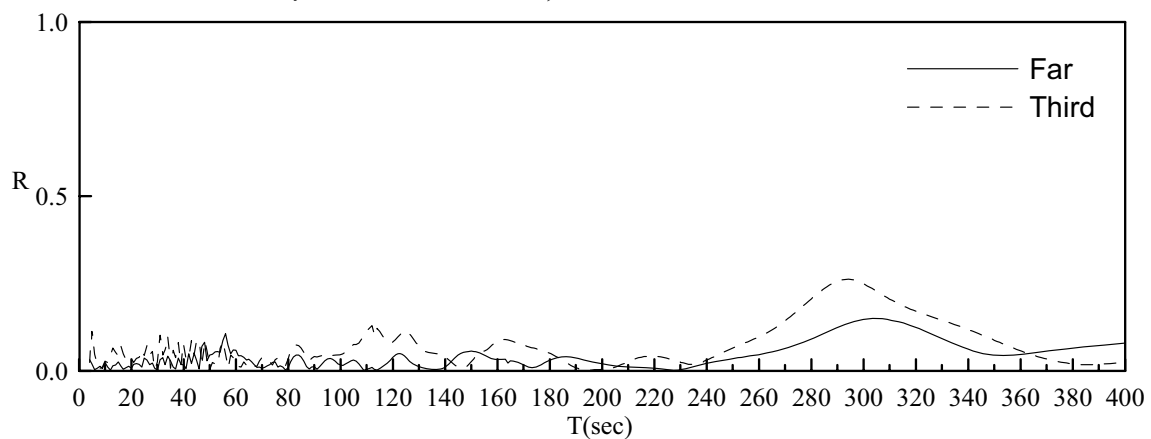


圖 68 臺北港 F2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

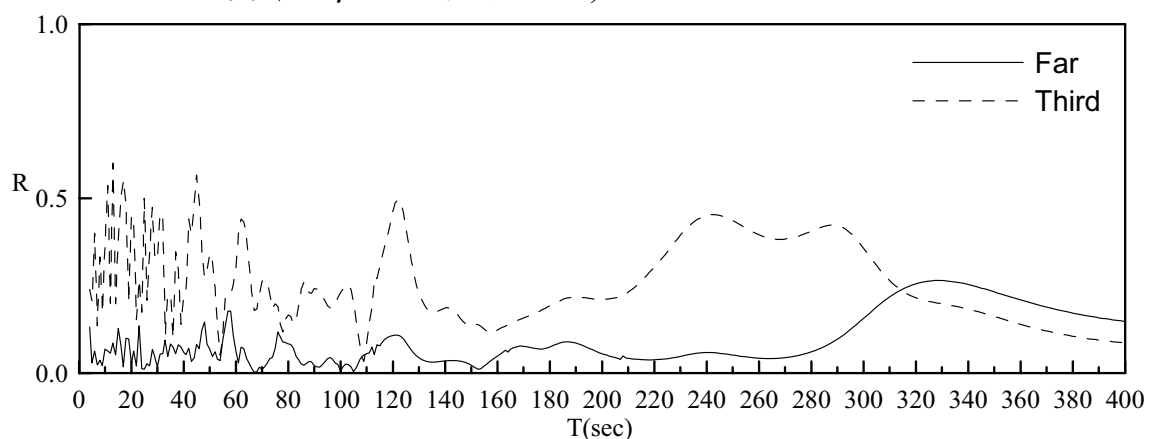


圖 69 臺北港 F2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

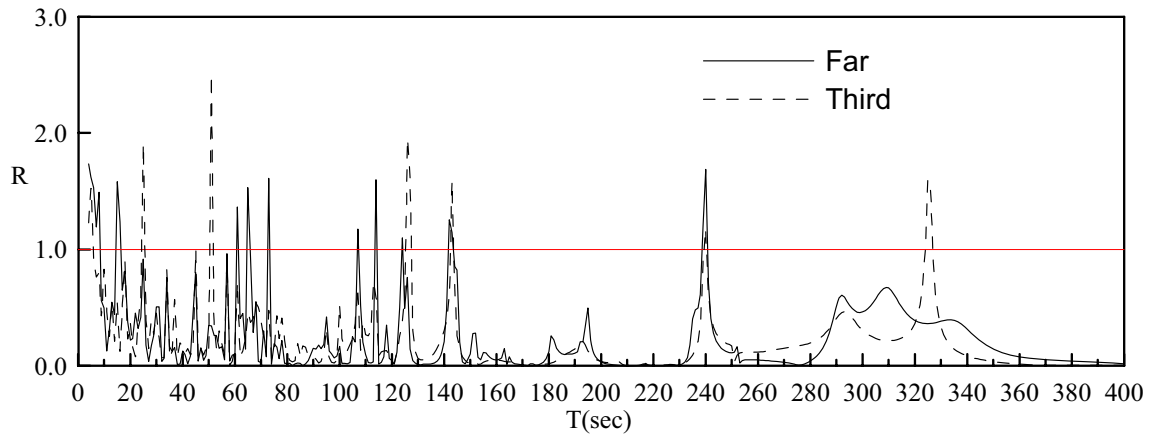


圖 70 臺北港 F3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

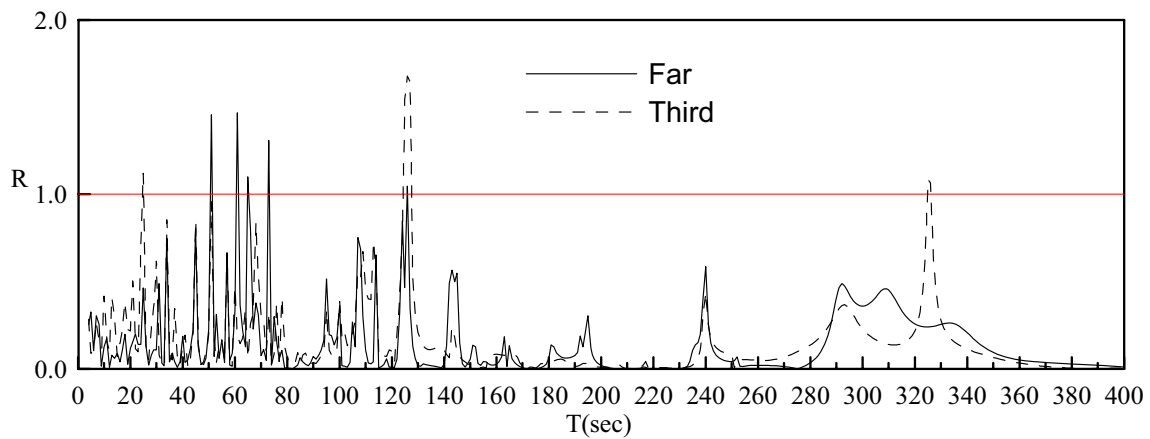


圖 71 臺北港 F3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

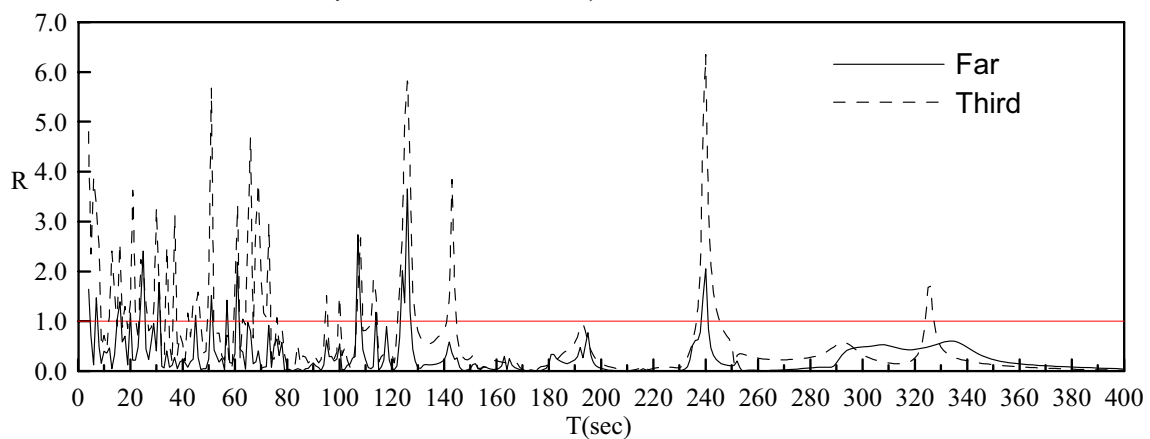


圖 72 臺北港 F3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

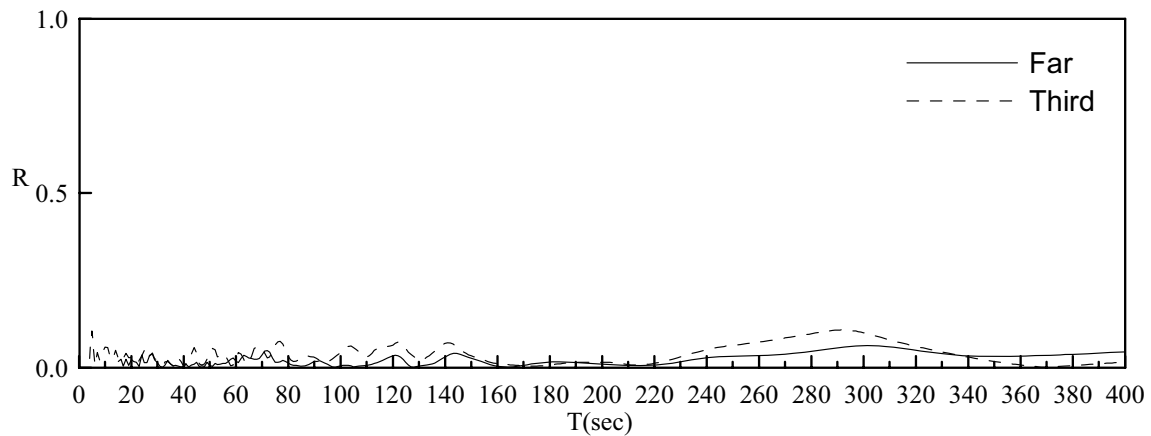


圖 73 臺北港 F3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

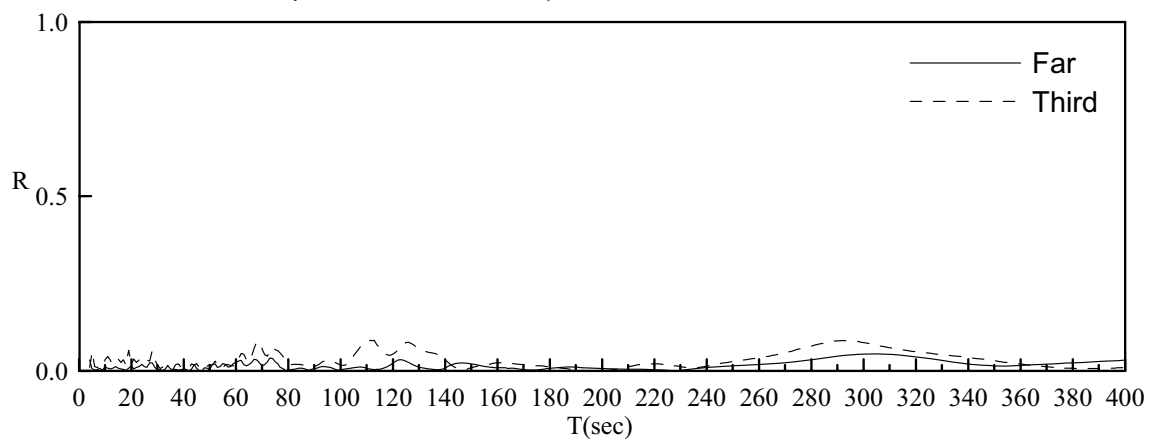


圖 74 臺北港 F3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

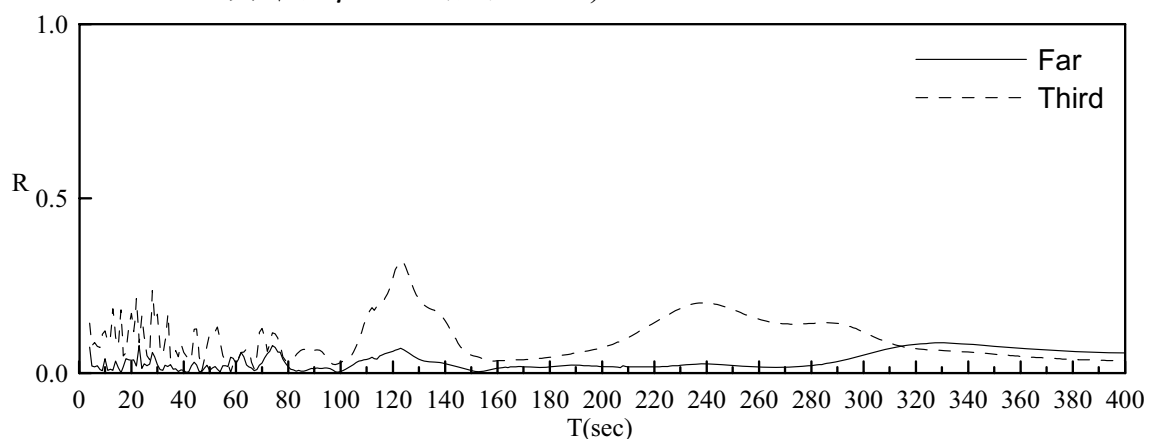


圖 75 臺北港 F3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

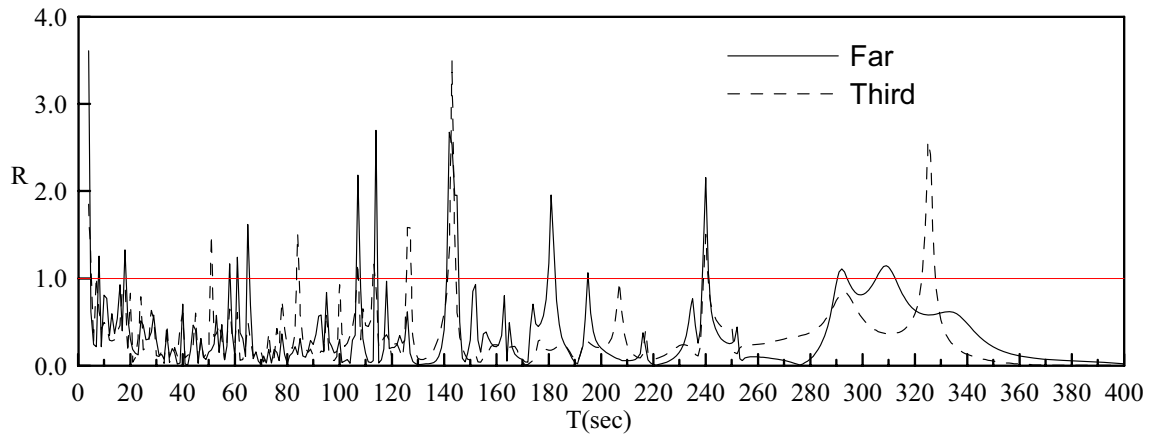


圖 76 臺北港 G 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

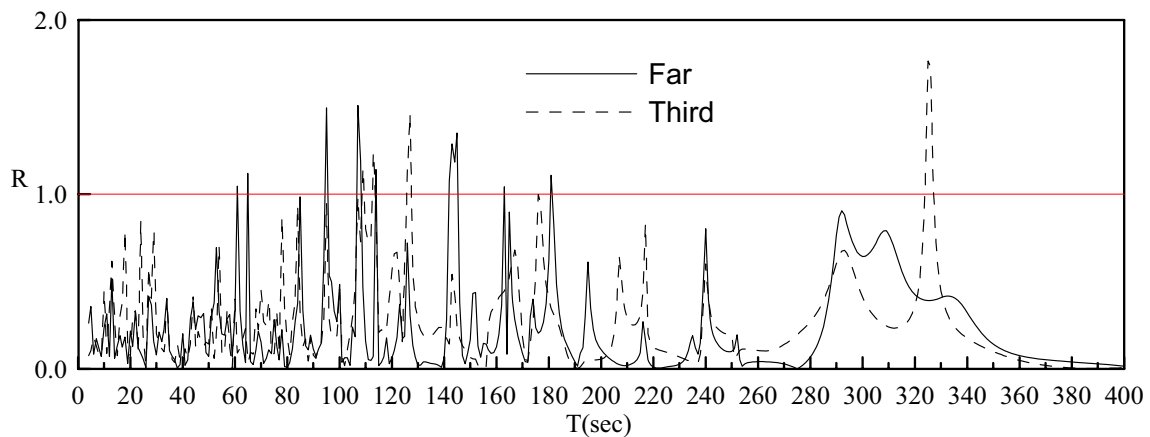


圖 77 臺北港 G 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

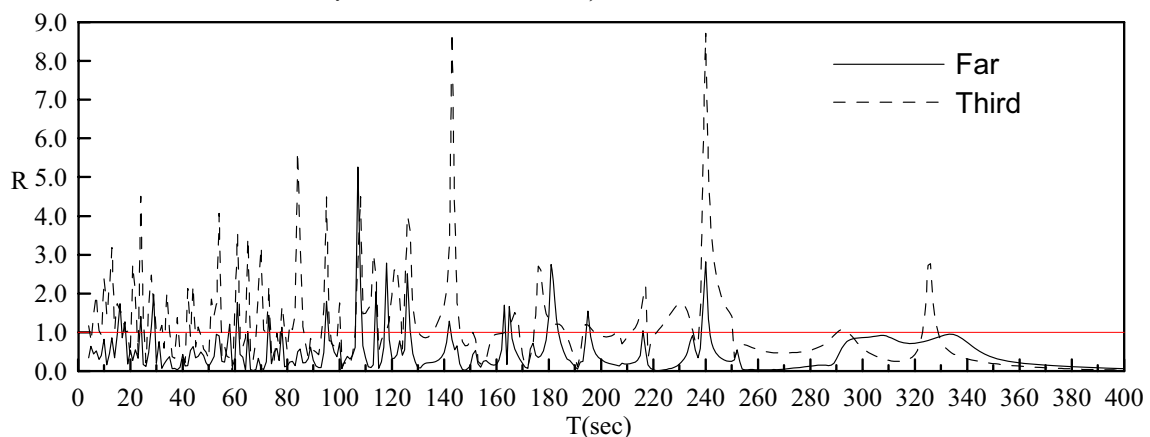


圖 78 臺北港 G 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

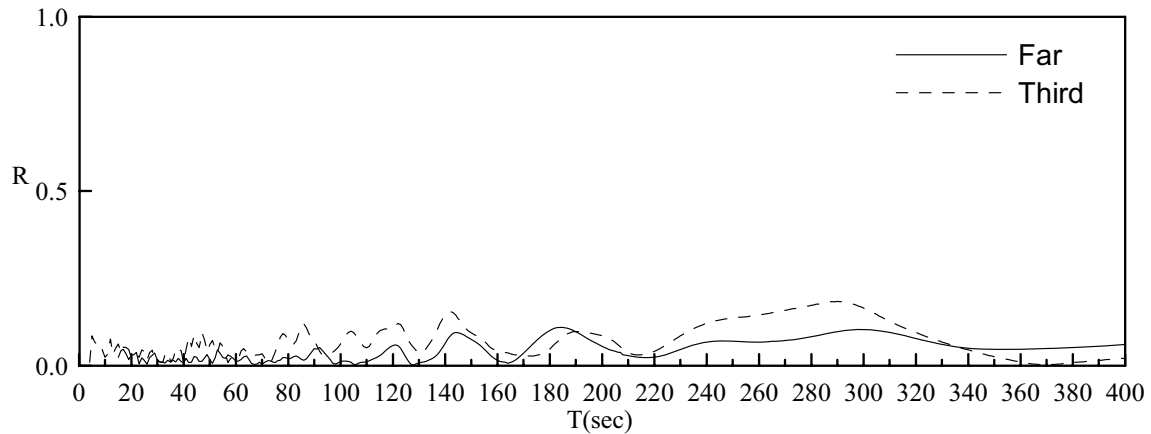


圖 79 臺北港 G 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

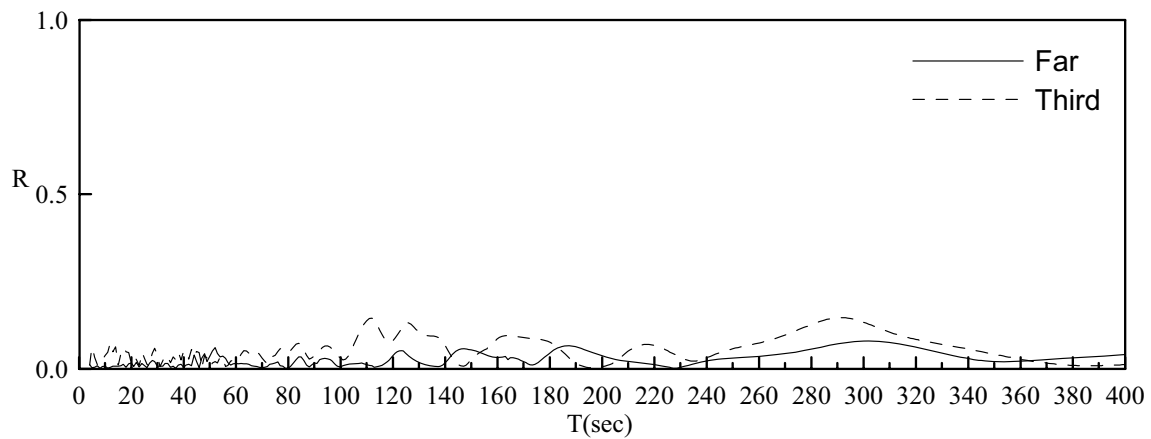


圖 80 臺北港 G 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

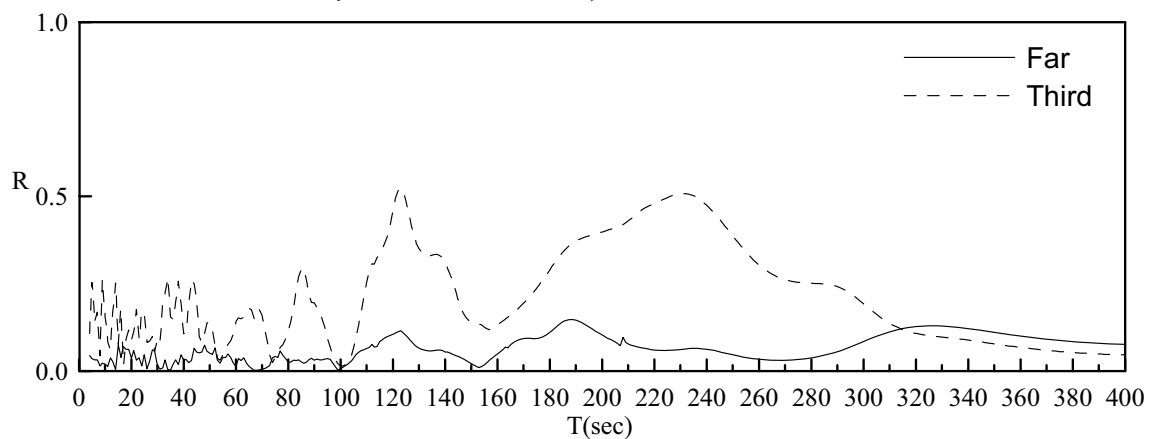


圖 81 臺北港 G 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

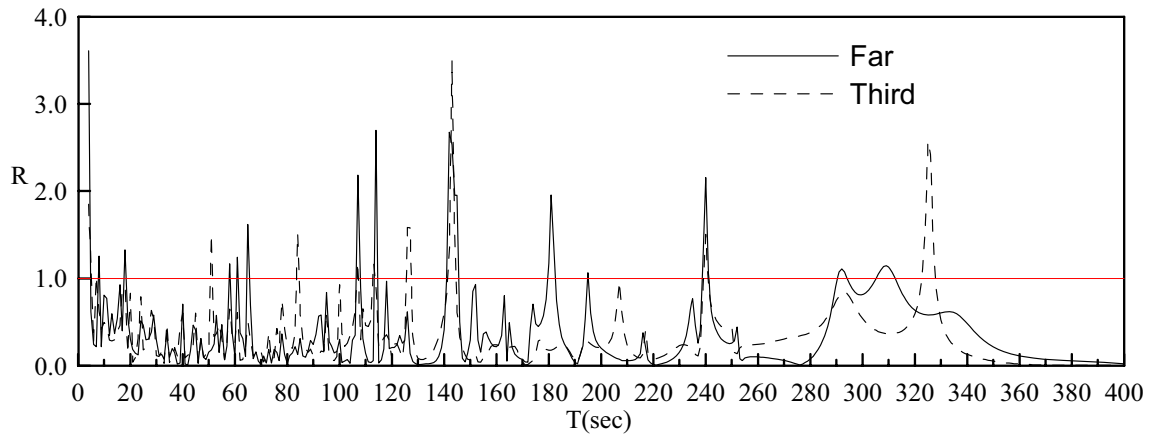


圖 82 臺北港 H1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

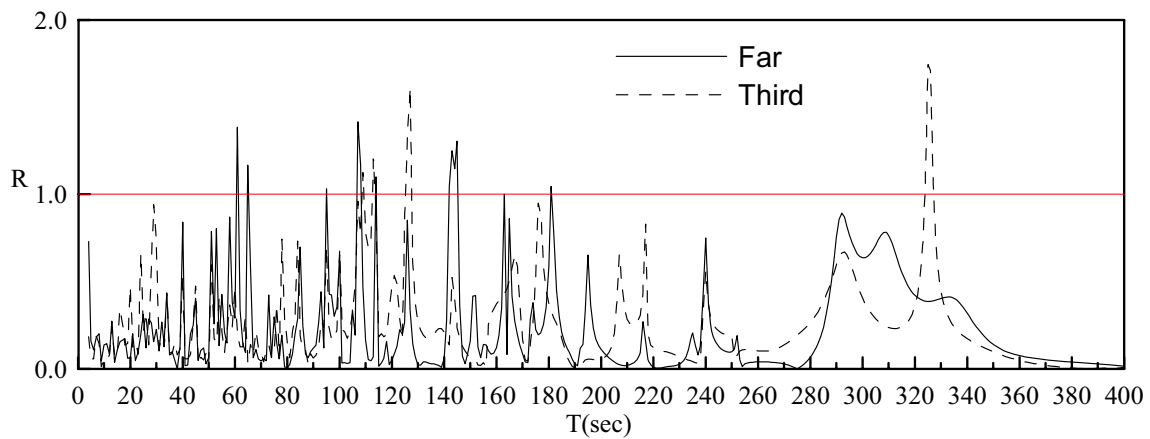


圖 83 臺北港 H1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

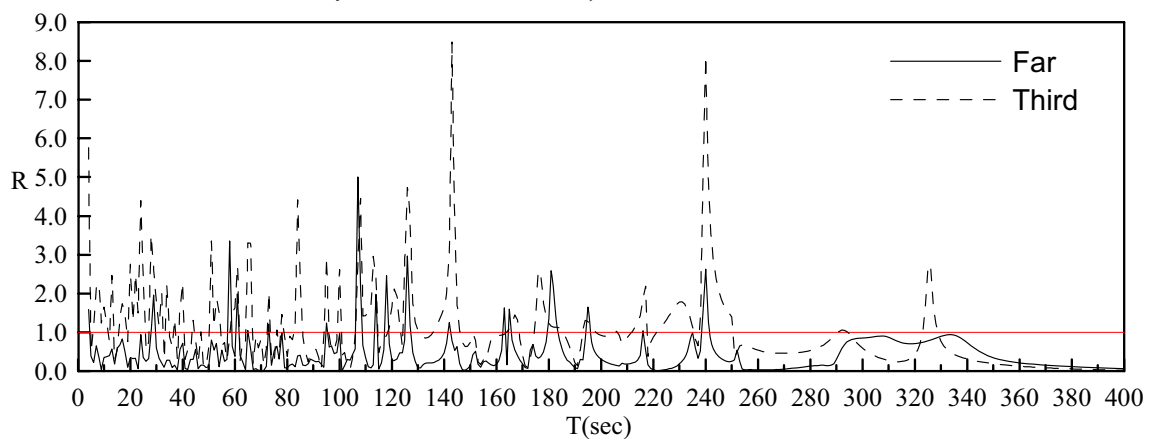


圖 84 臺北港 H1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

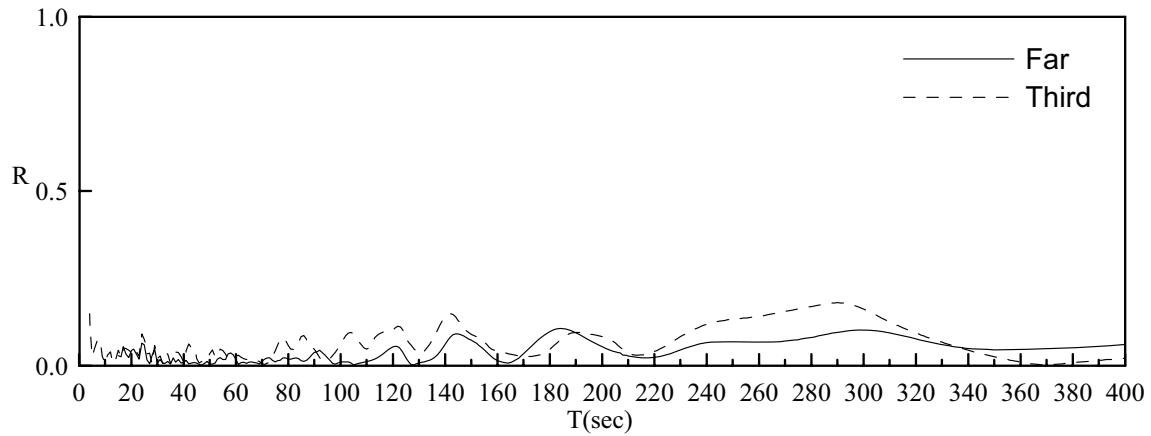


圖 85 臺北港 H1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
 (入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

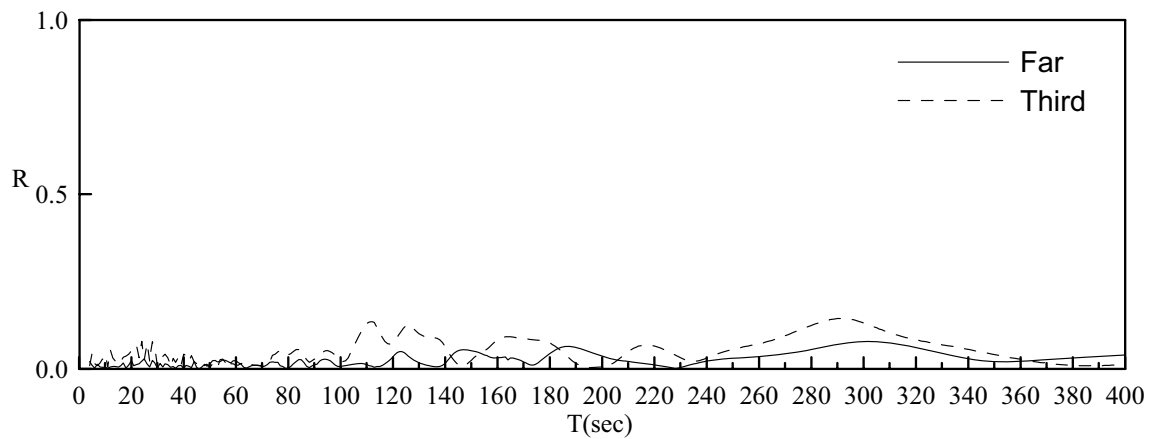


圖 86 臺北港 H1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
 (入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

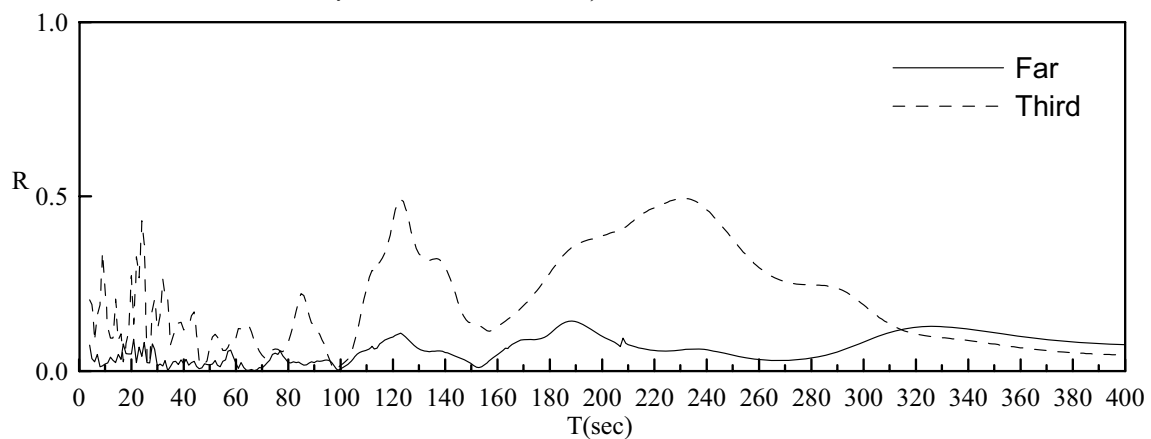


圖 87 臺北港 H1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
 (入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

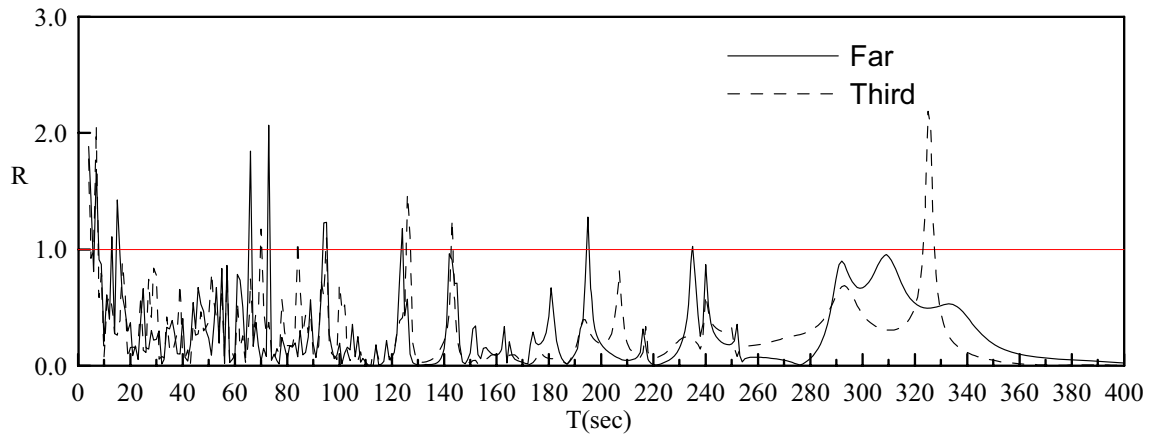


圖 88 臺北港 H2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

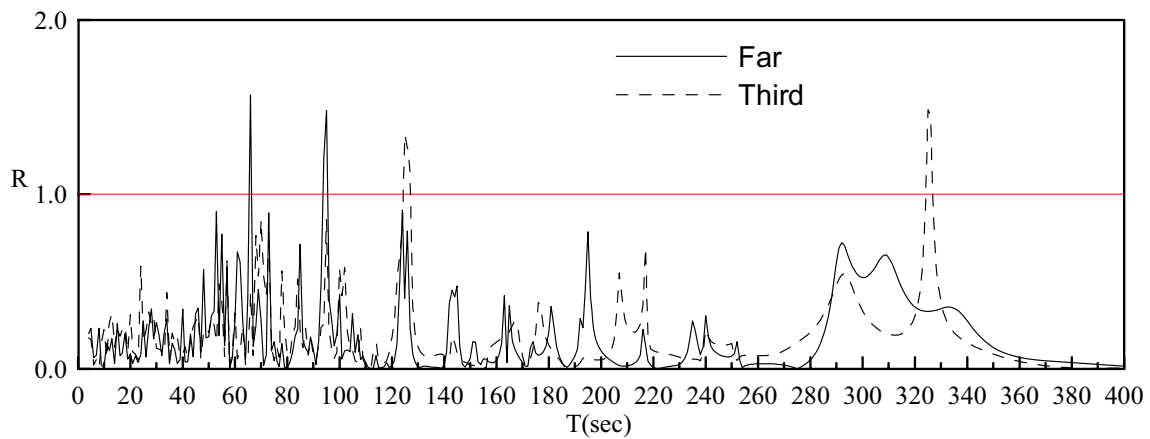


圖 89 臺北港 H2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

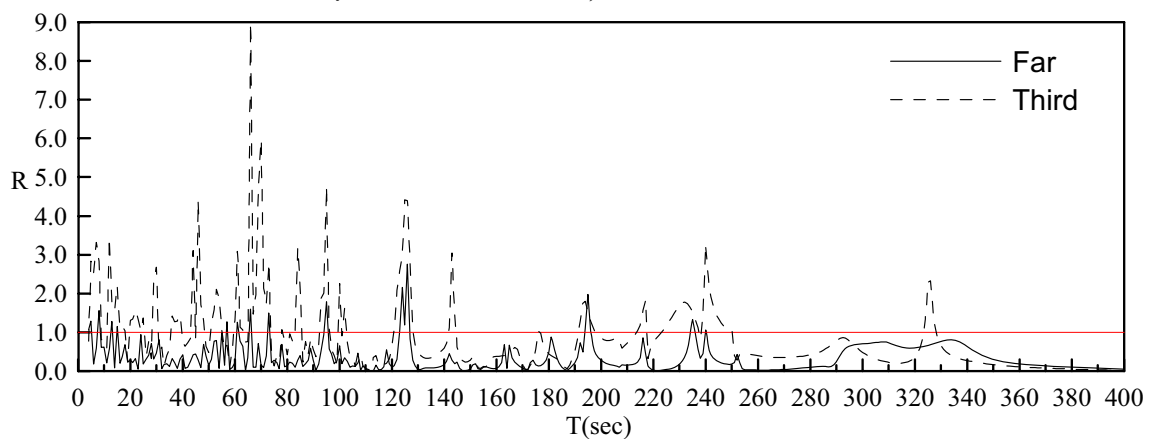


圖 90 臺北港 H2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

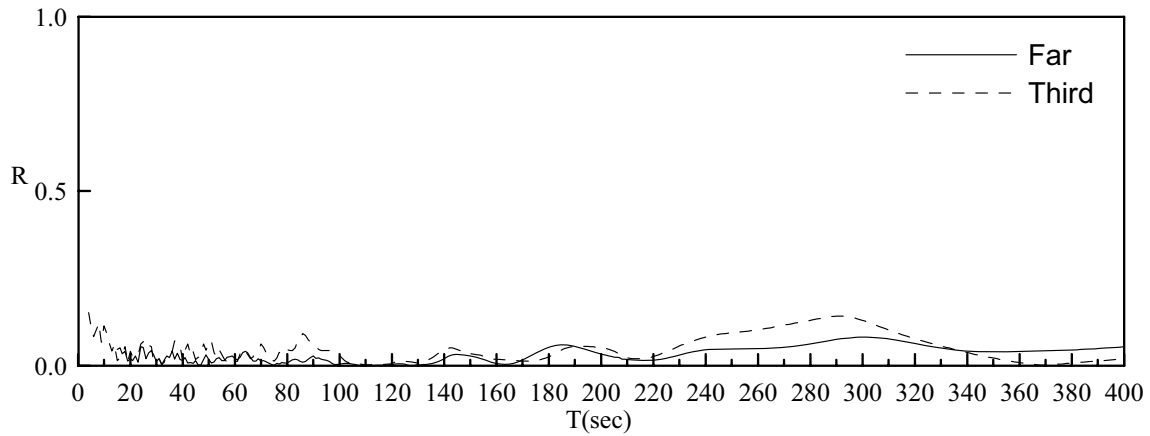


圖 91 臺北港 H2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

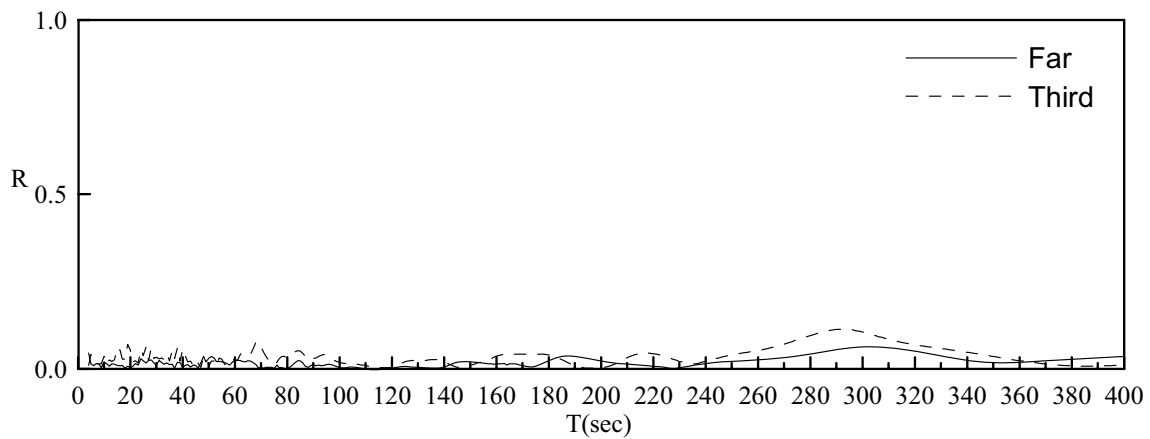


圖 92 臺北港 H2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

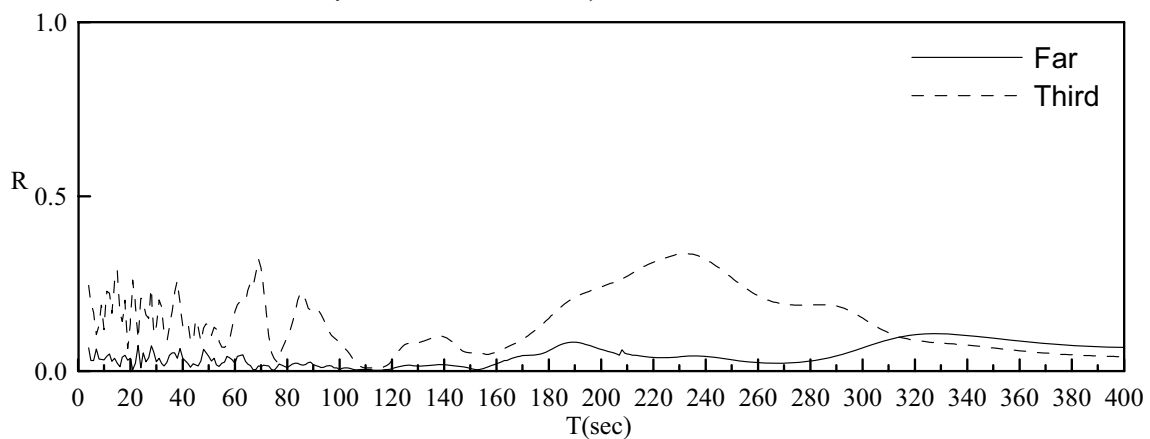


圖 93 臺北港 H2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

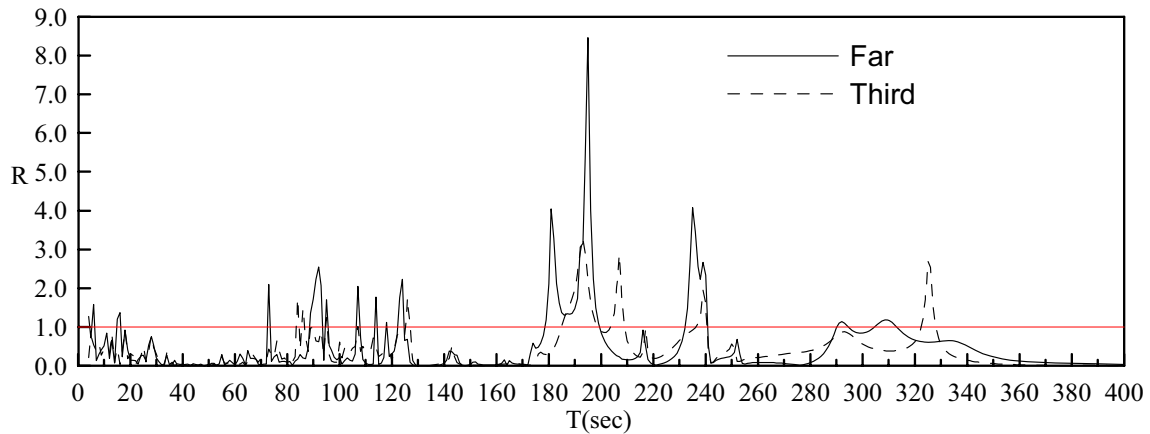


圖 94 臺北港 H3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

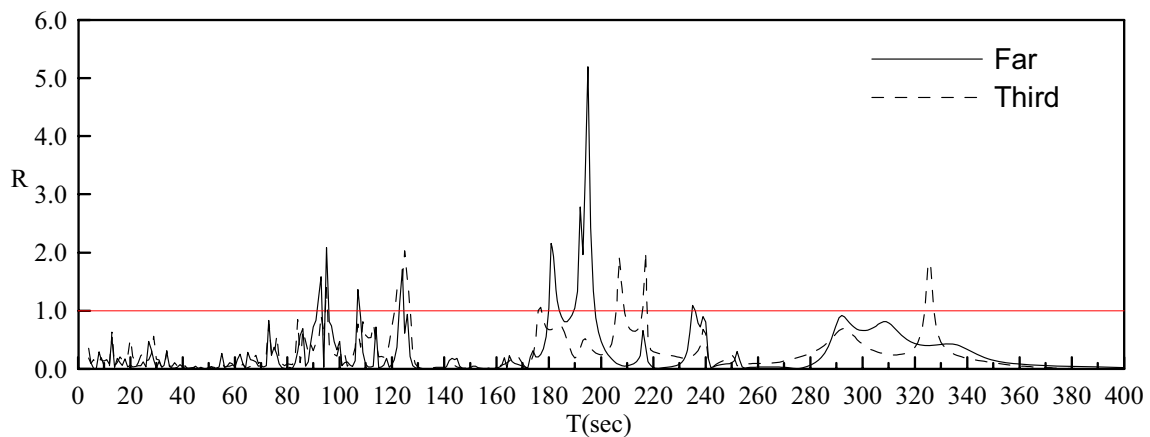


圖 95 臺北港 H3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

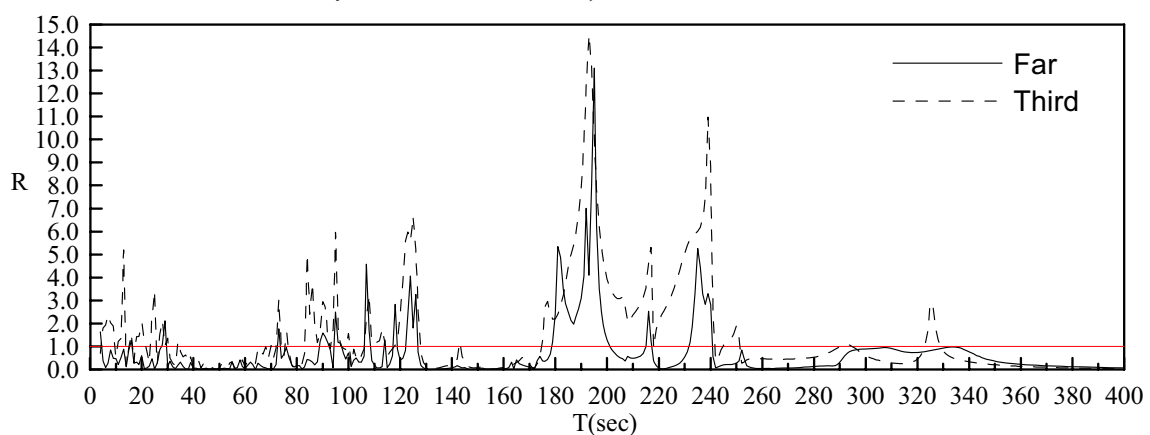


圖 96 臺北港 H3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

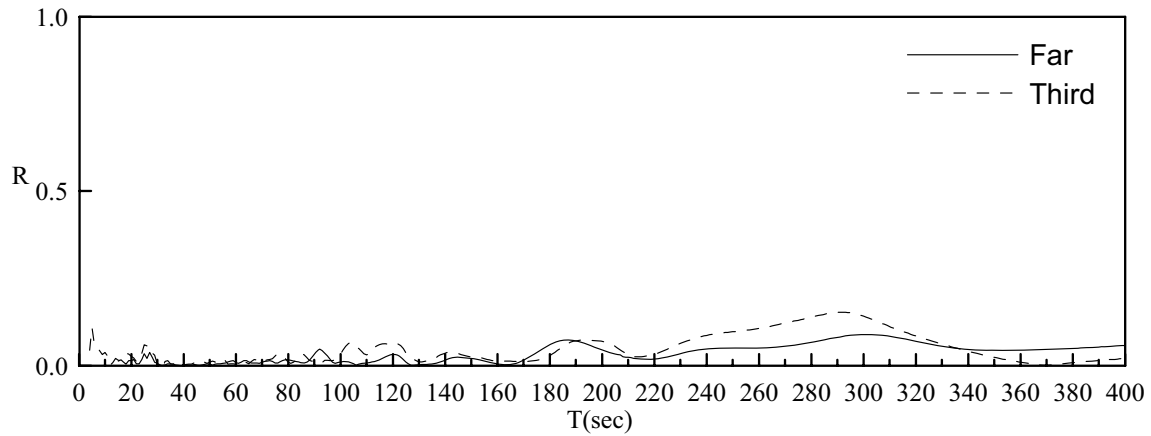


圖 97 臺北港 H3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

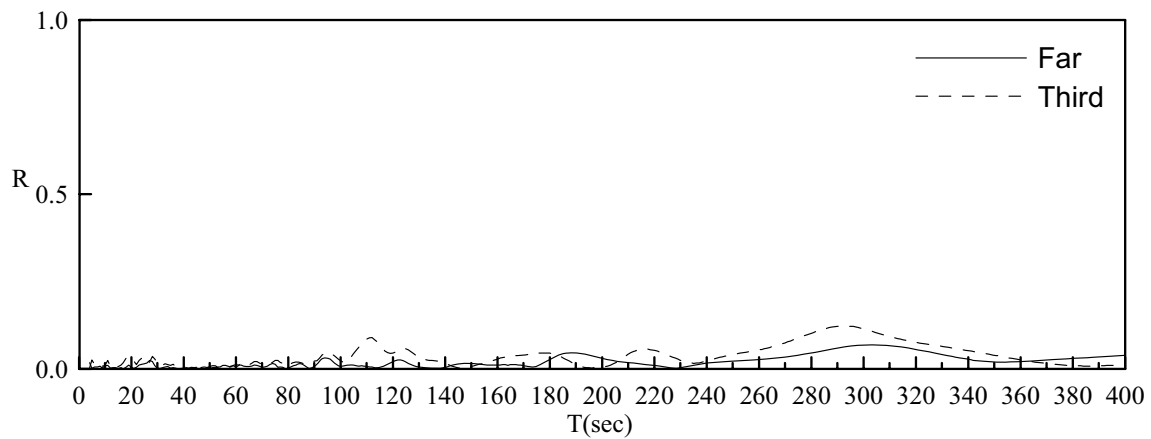


圖 98 臺北港 H3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

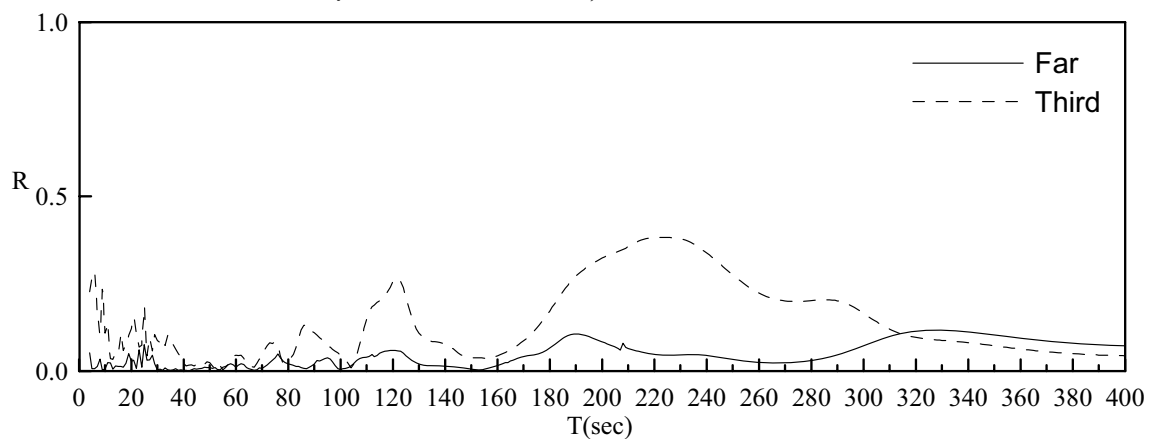


圖 99 臺北港 H3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

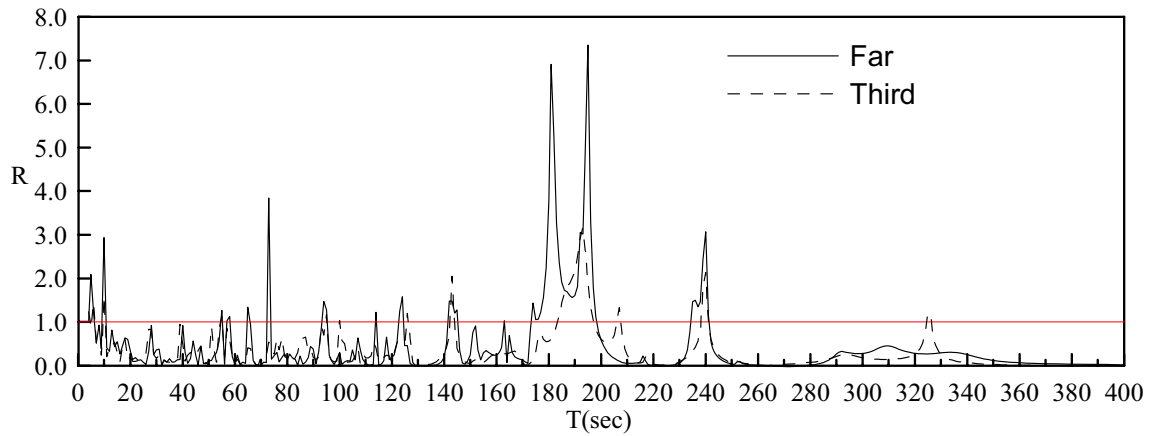


圖 100 臺北港 H4 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

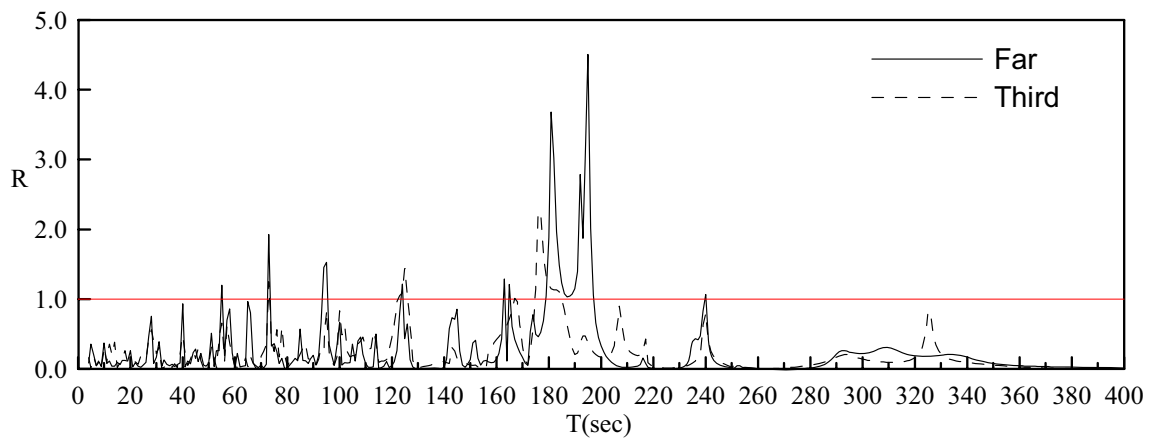


圖 101 臺北港 H4 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

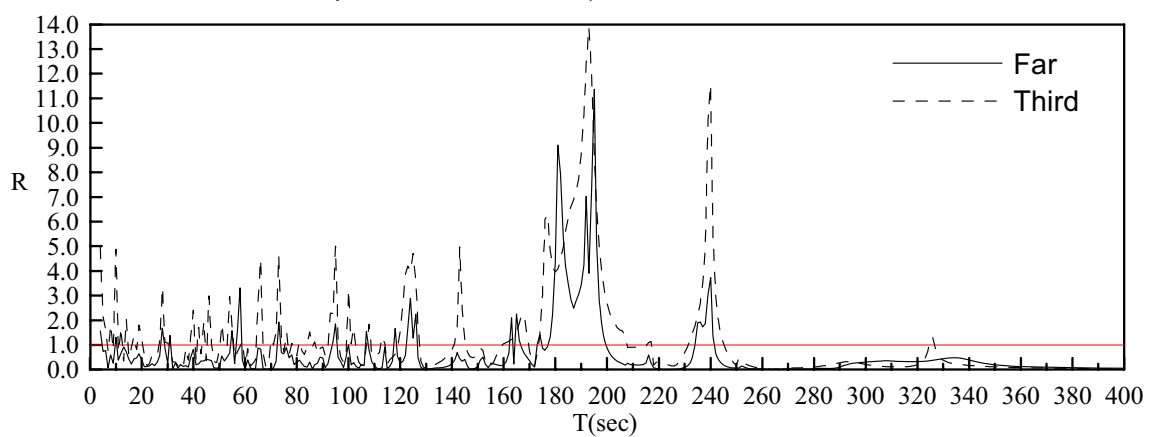


圖 102 臺北港 H4 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

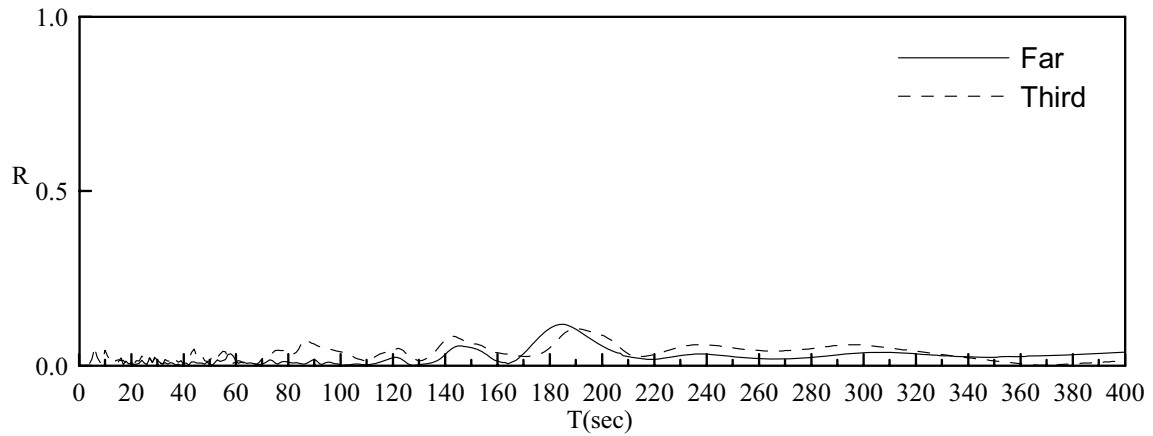


圖 103 臺北港 H4 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

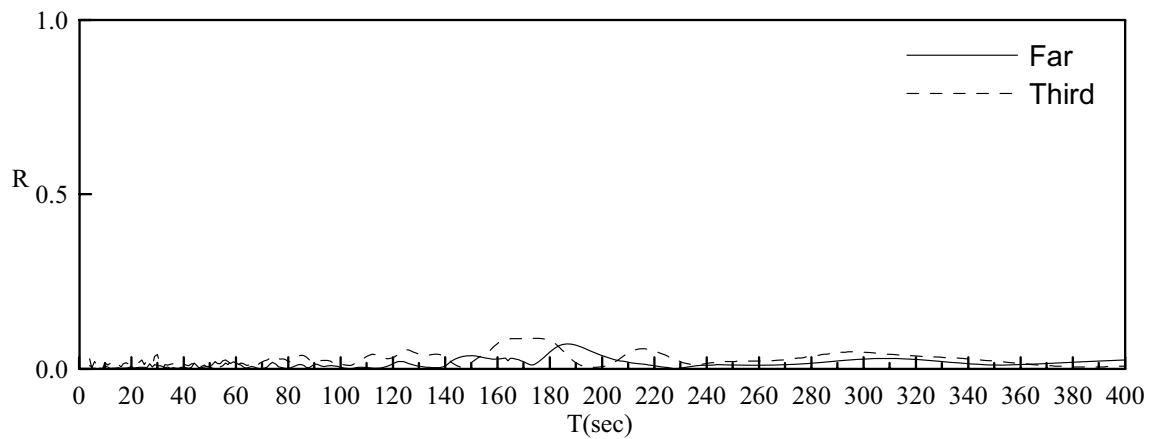


圖 104 臺北港 H4 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

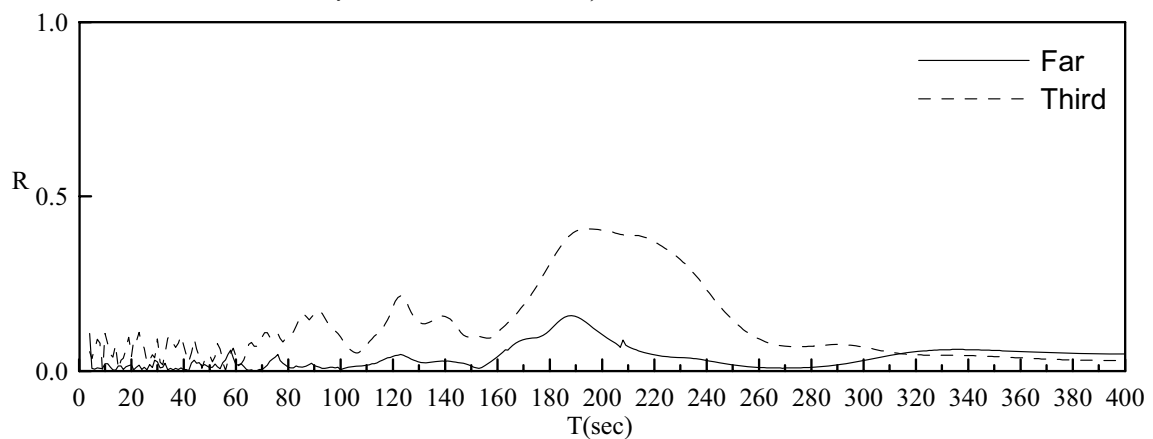


圖 105 臺北港 H4 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

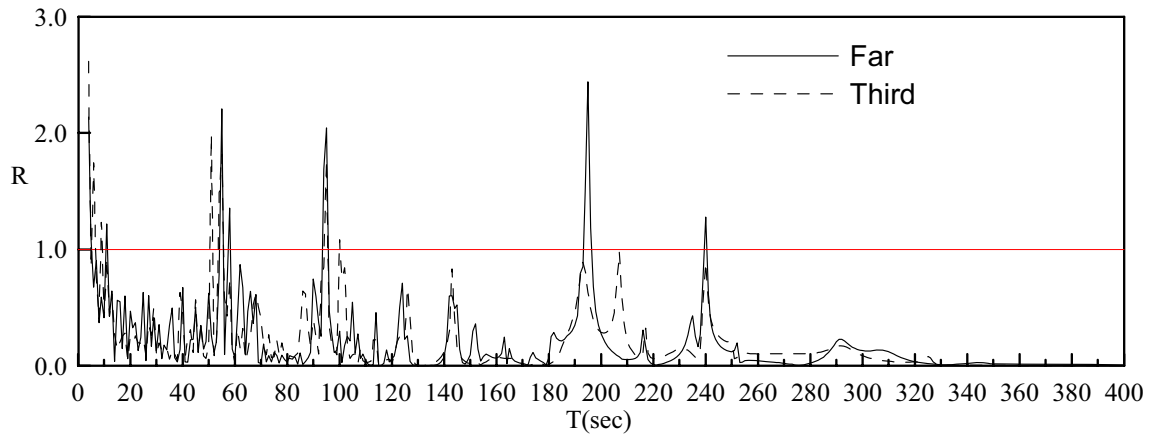


圖 106 臺北港 H5 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

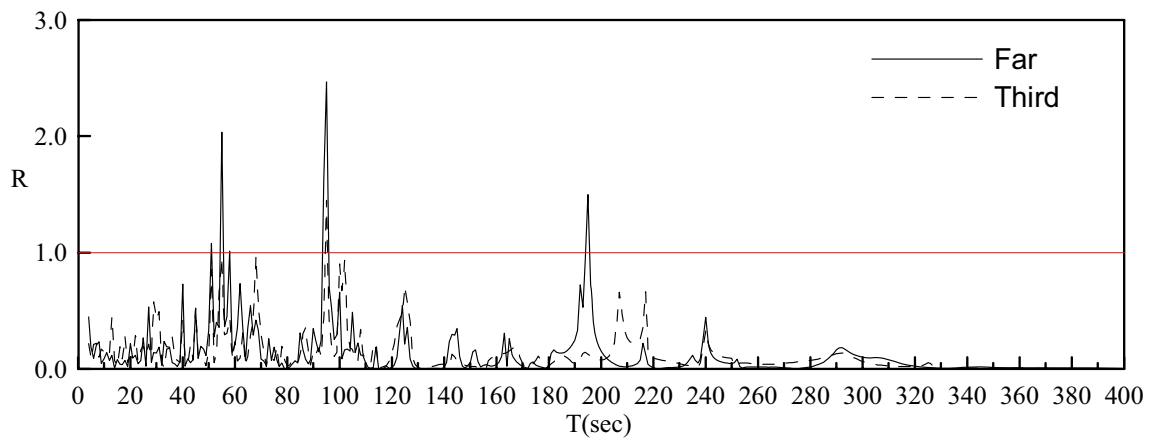


圖 107 臺北港 H5 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

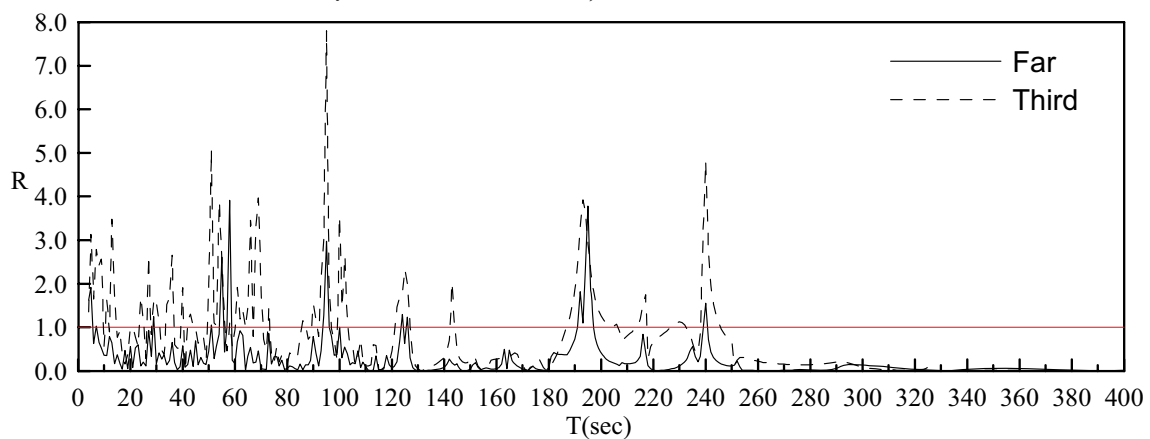


圖 108 臺北港 H5 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

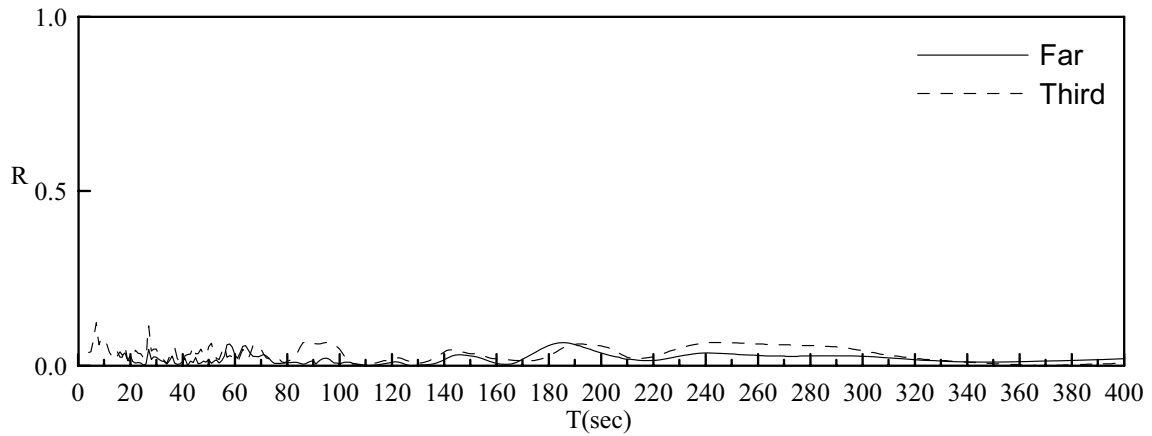


圖 109 臺北港 H5 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

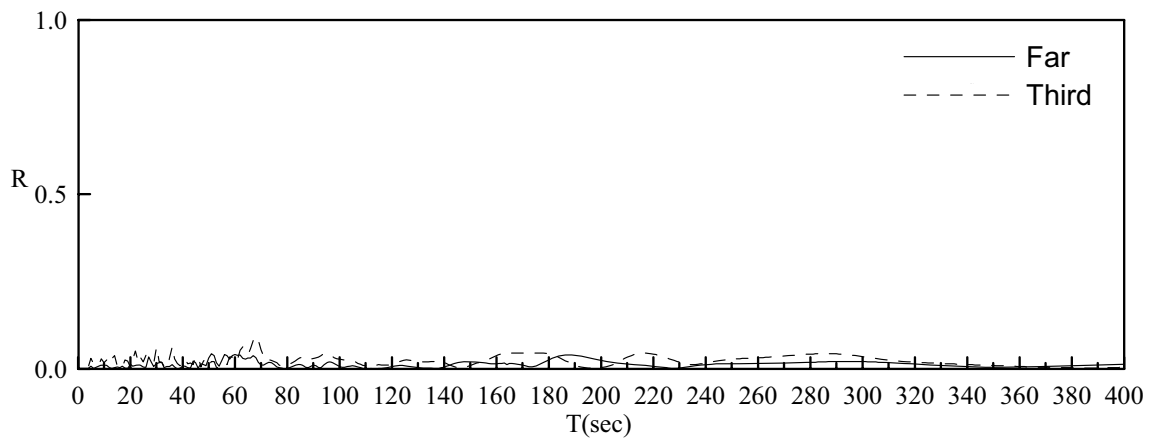


圖 110 臺北港 H5 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

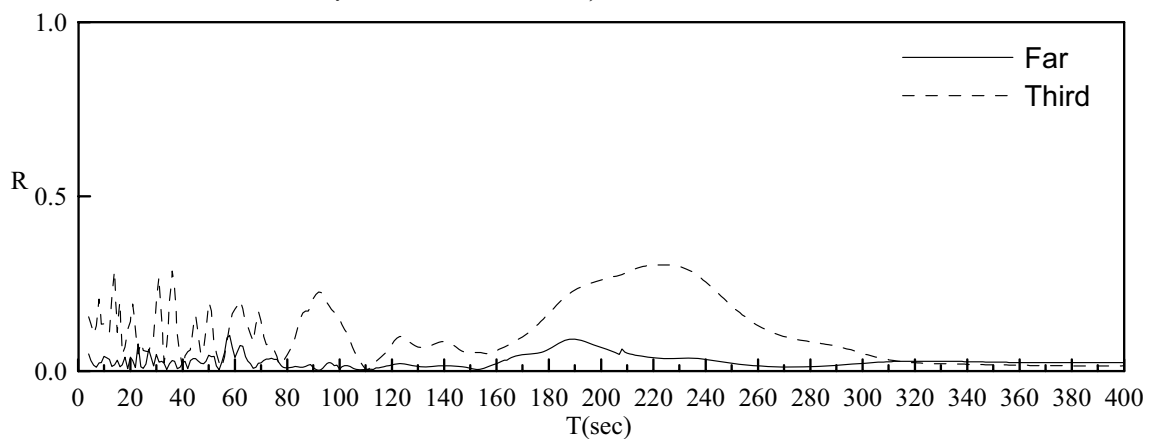


圖 111 臺北港 H5 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

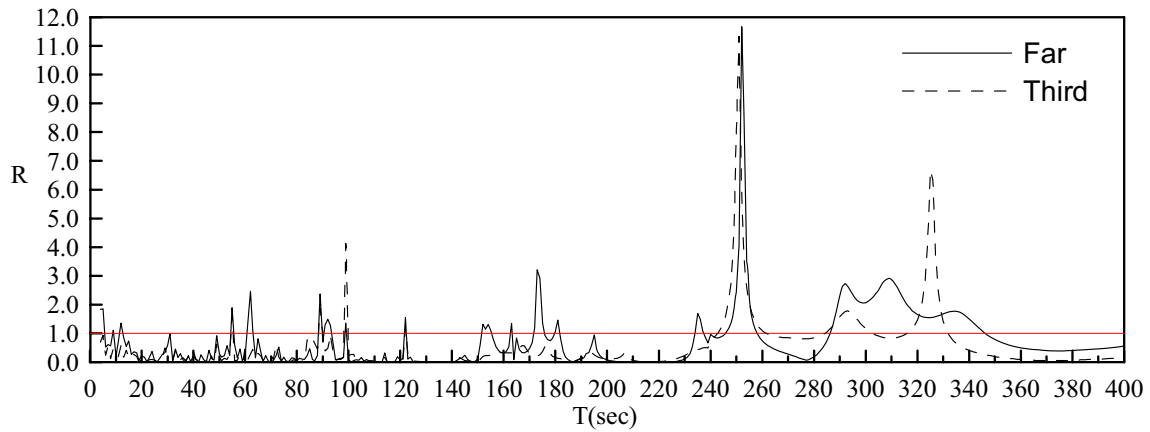


圖 112 臺北港 I1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

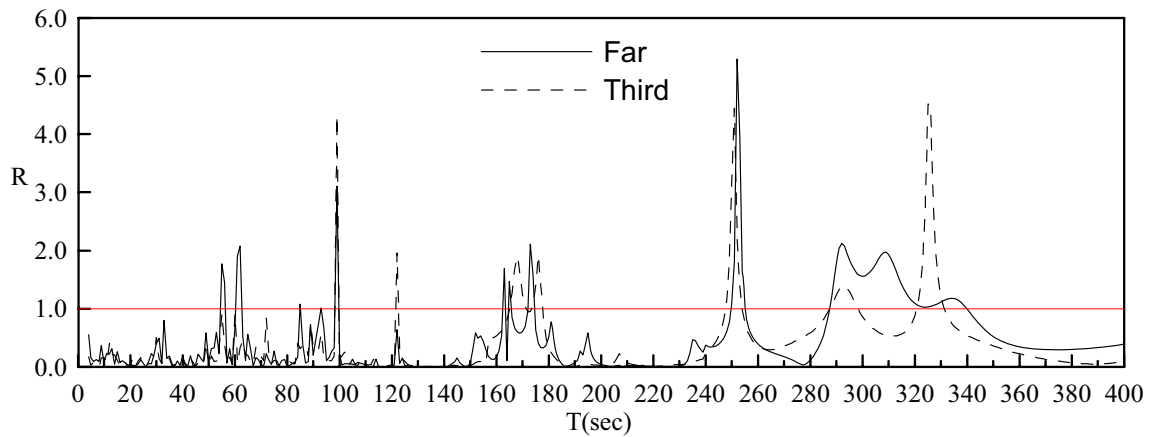


圖 113 臺北港 I1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

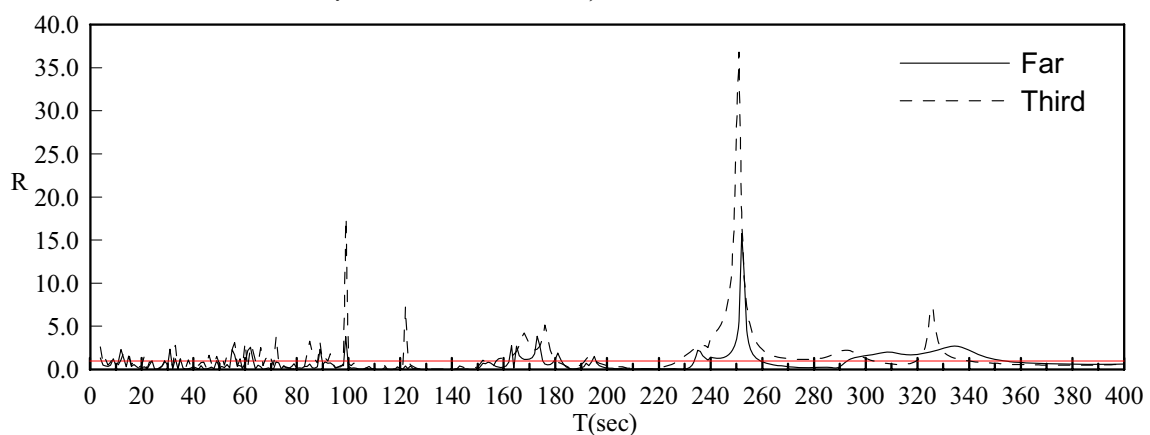


圖 114 臺北港 I1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

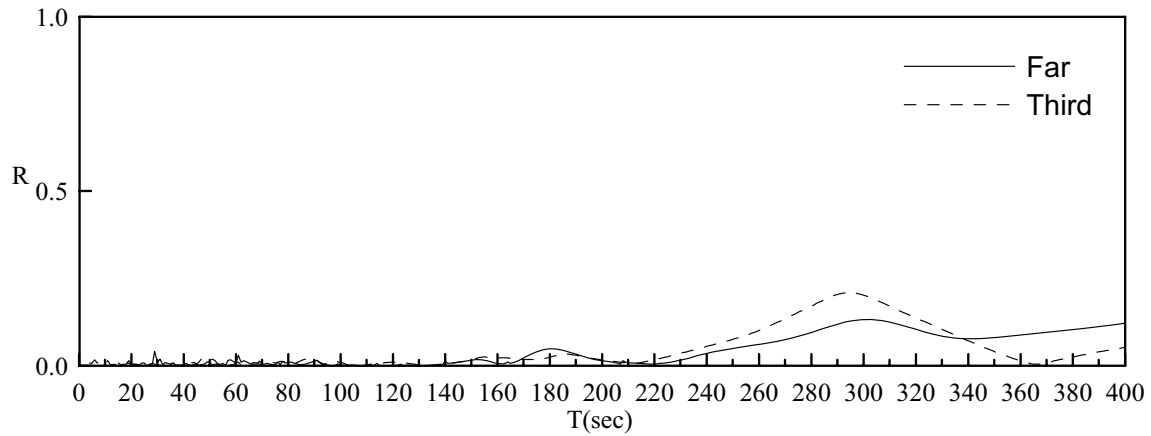


圖 115 臺北港 I1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

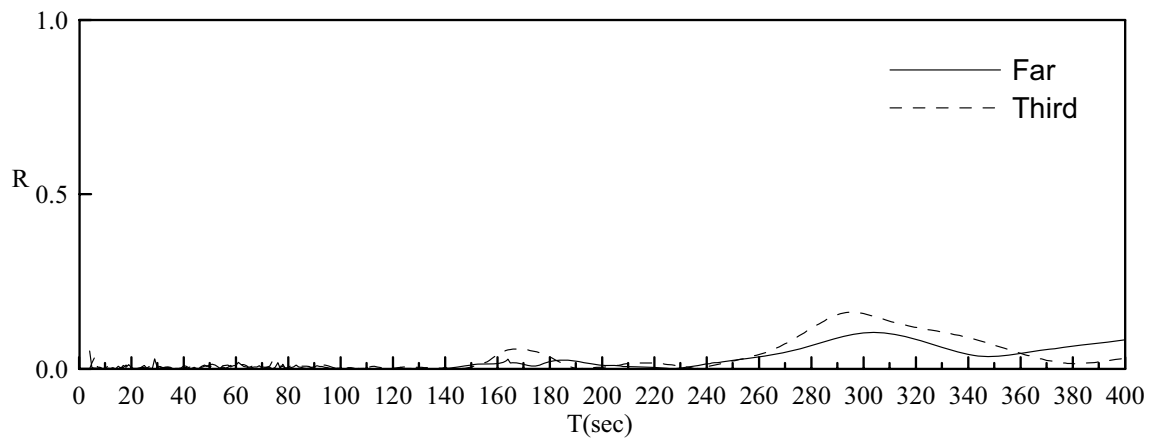


圖 116 臺北港 I1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

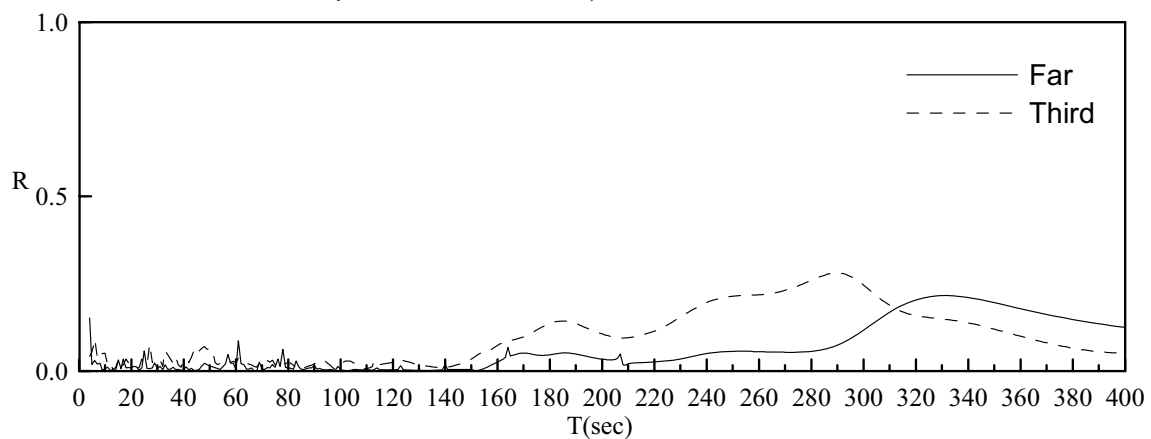


圖 117 臺北港 I1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

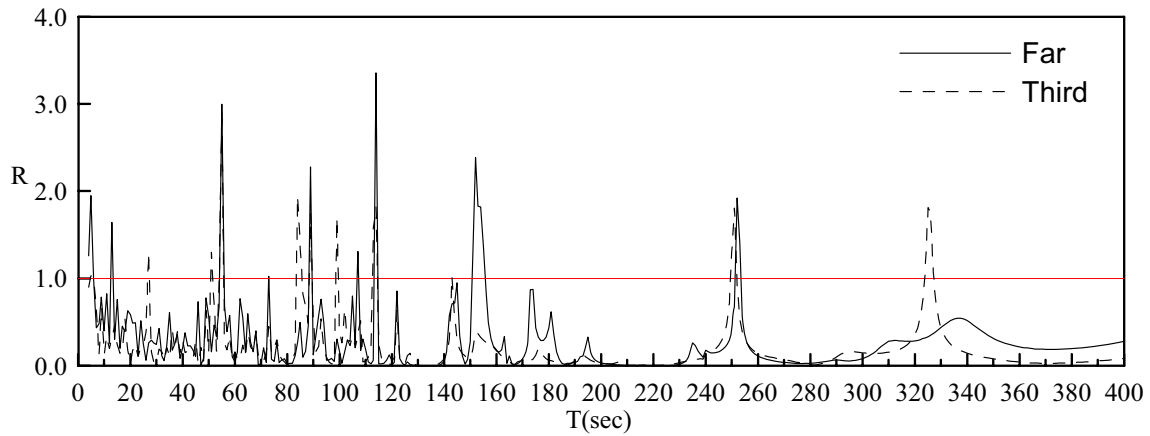


圖 118 臺北港 I2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

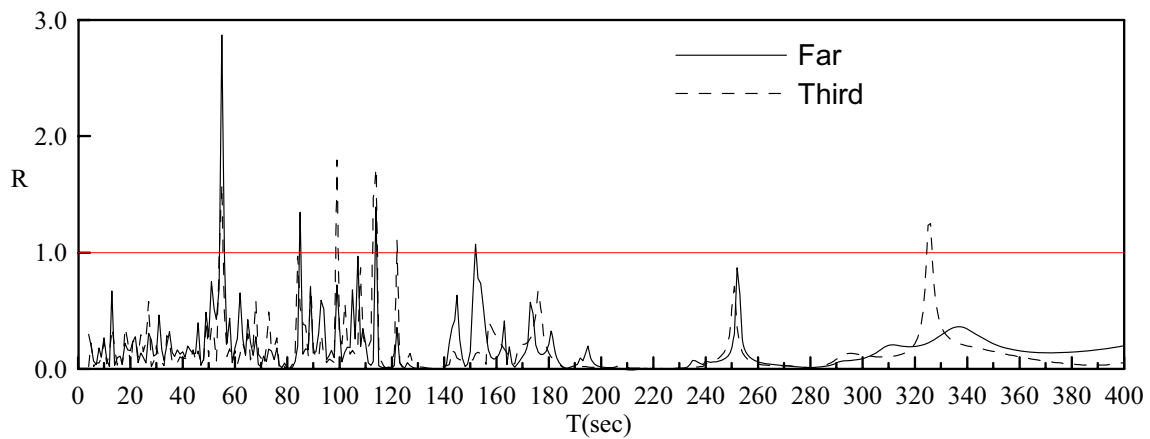


圖 119 臺北港 I2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

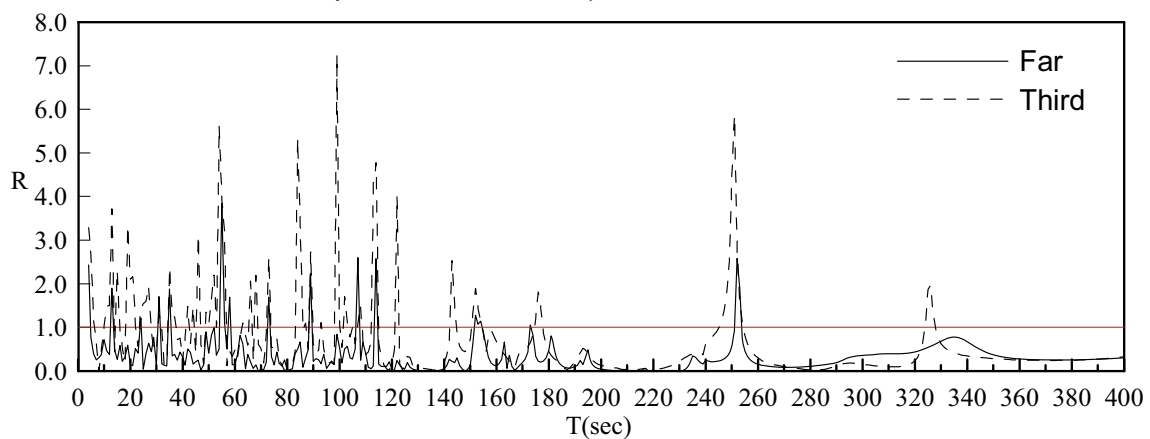


圖 120 臺北港 I2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

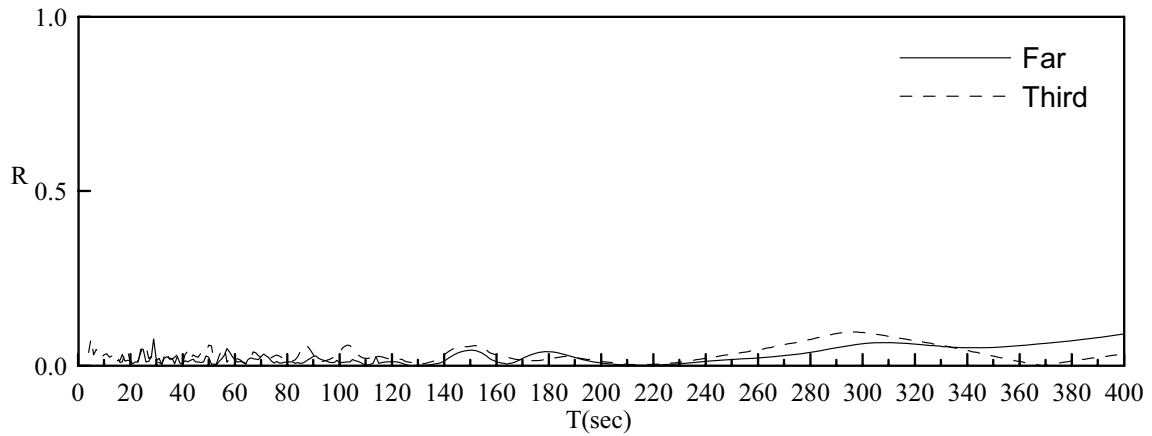


圖 121 臺北港 I2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

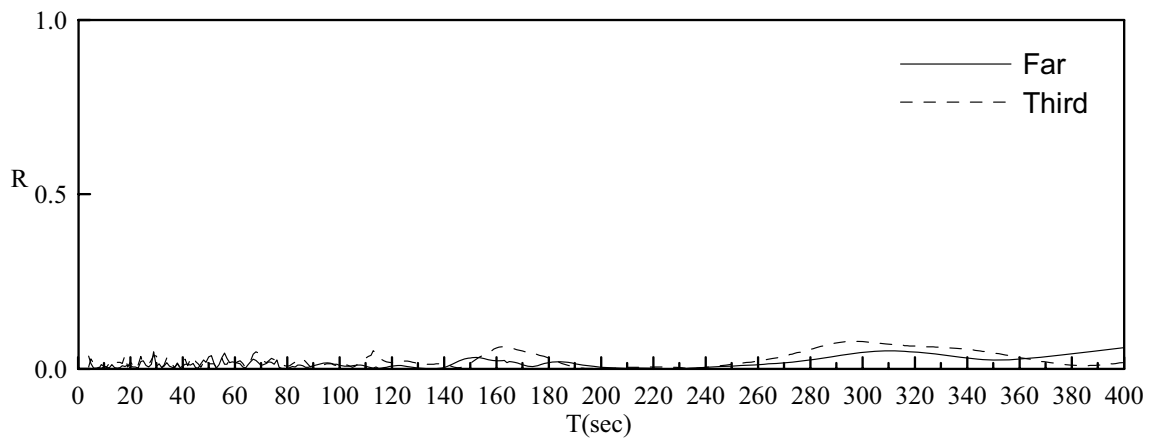


圖 122 臺北港 I2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

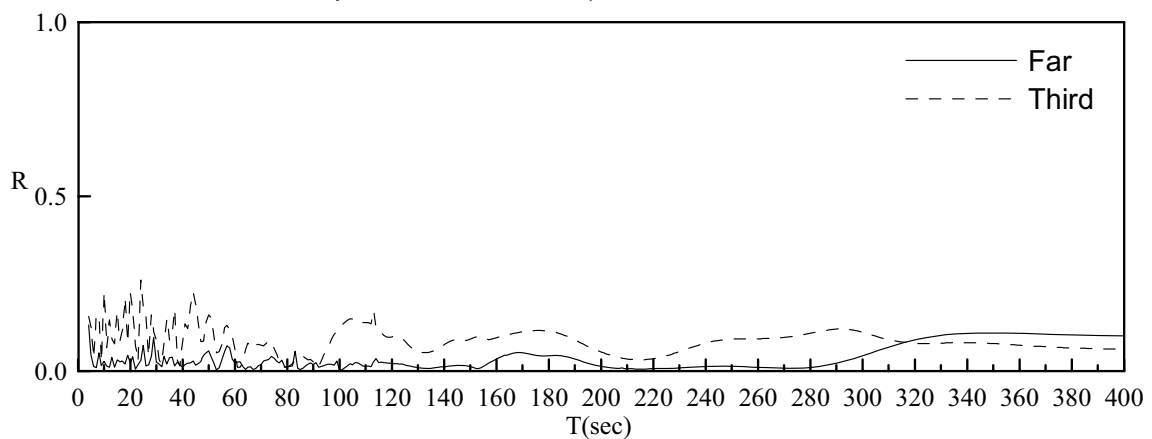


圖 123 臺北港 I2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

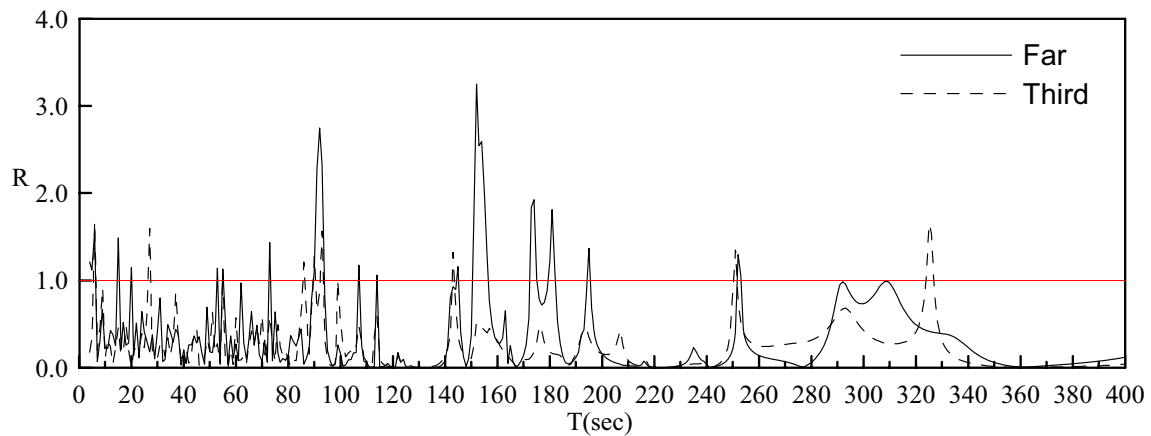


圖 124 臺北港 I3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

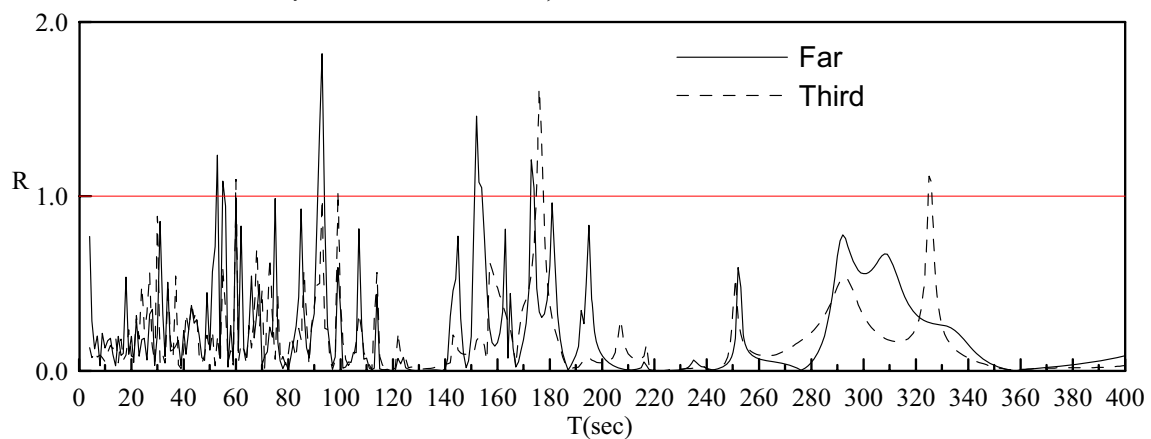


圖 125 臺北港 I3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

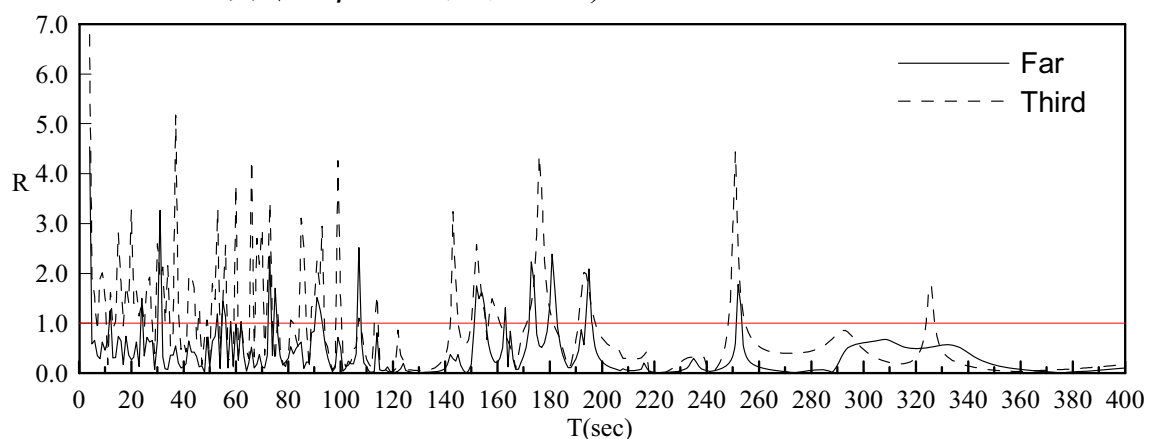


圖 126 臺北港 I3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

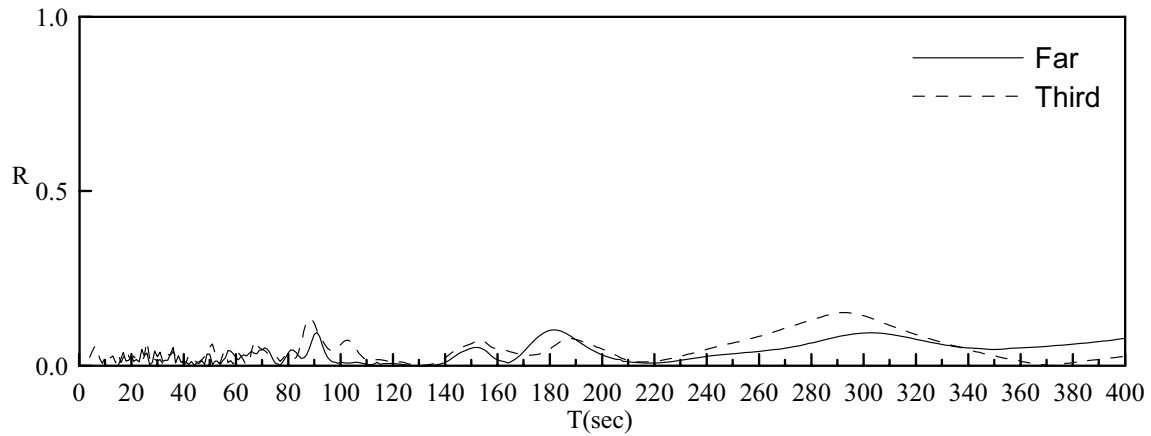


圖 127 臺北港 I3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

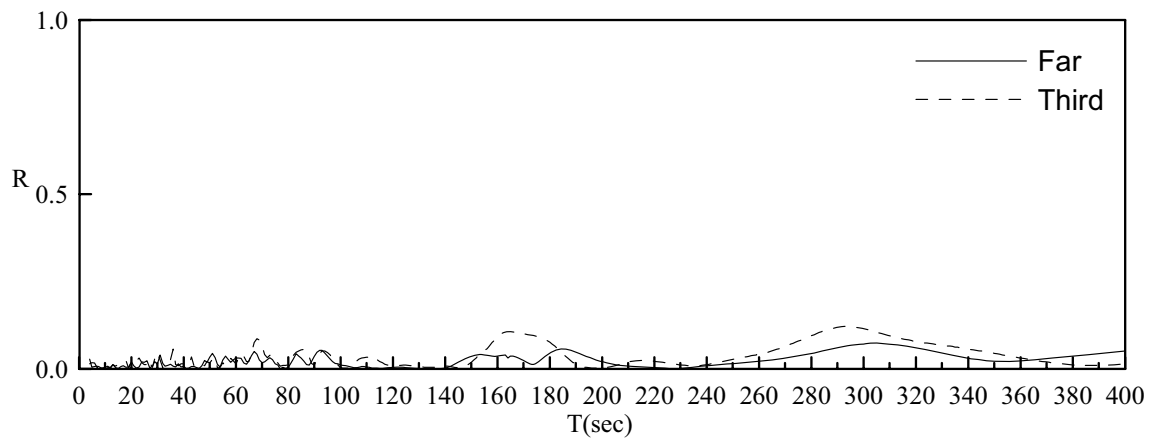


圖 128 臺北港 I3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

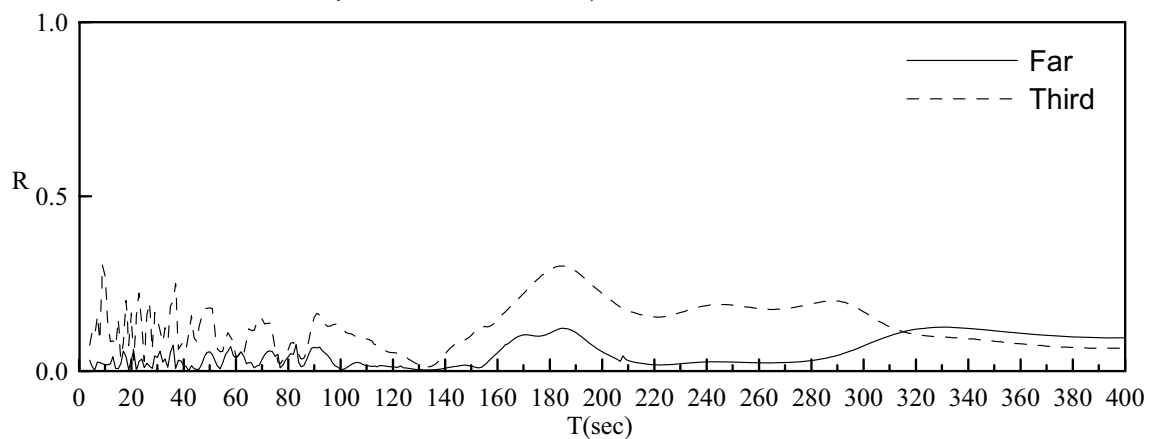


圖 129 臺北港 I3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

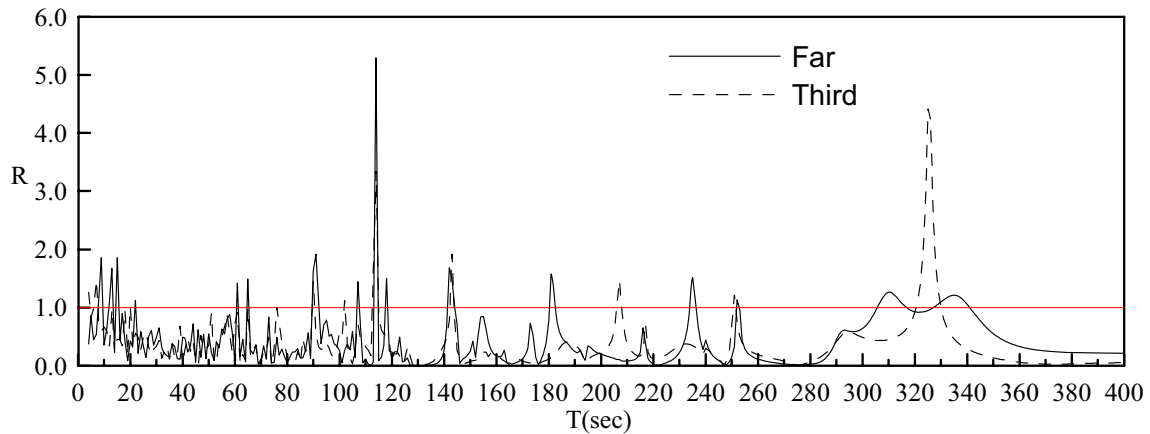


圖 130 臺北港 J1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

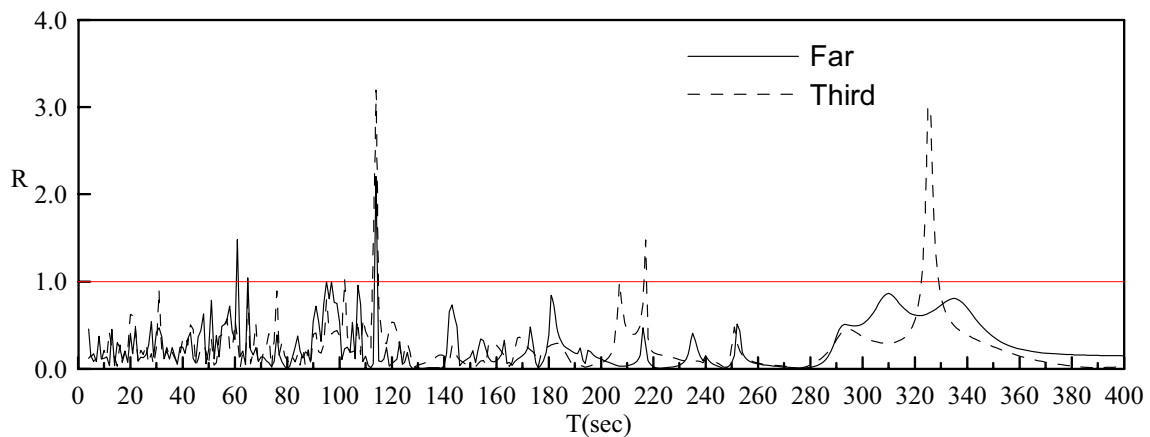


圖 131 臺北港 J1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

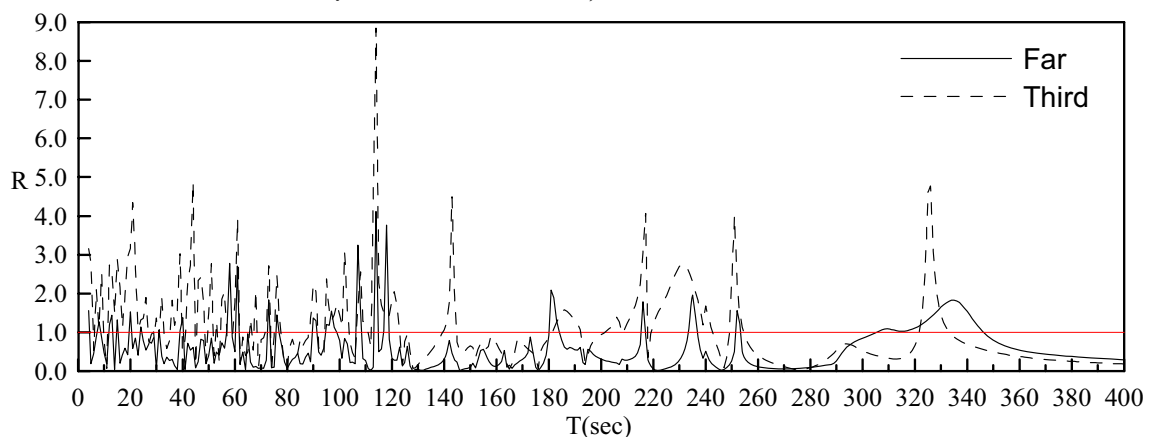


圖 132 臺北港 J1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

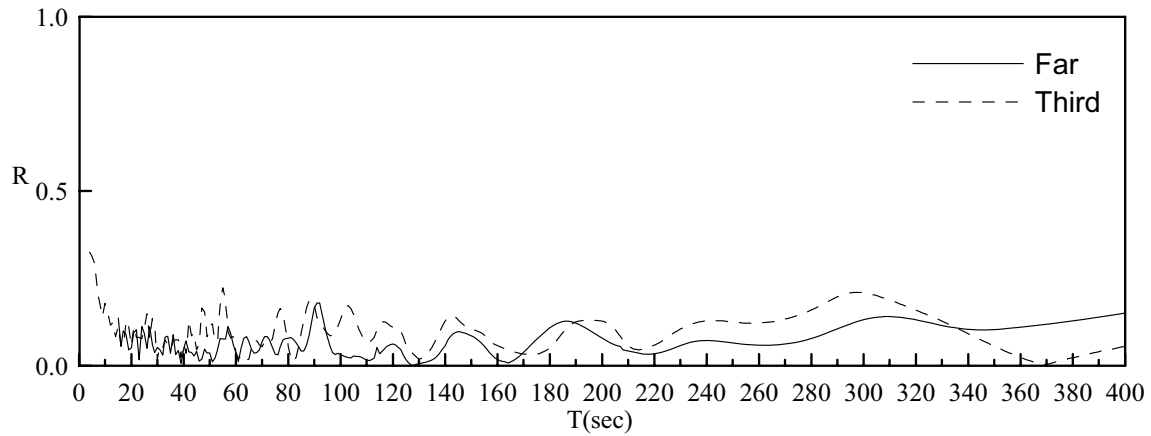


圖 133 臺北港 J1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
 (入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

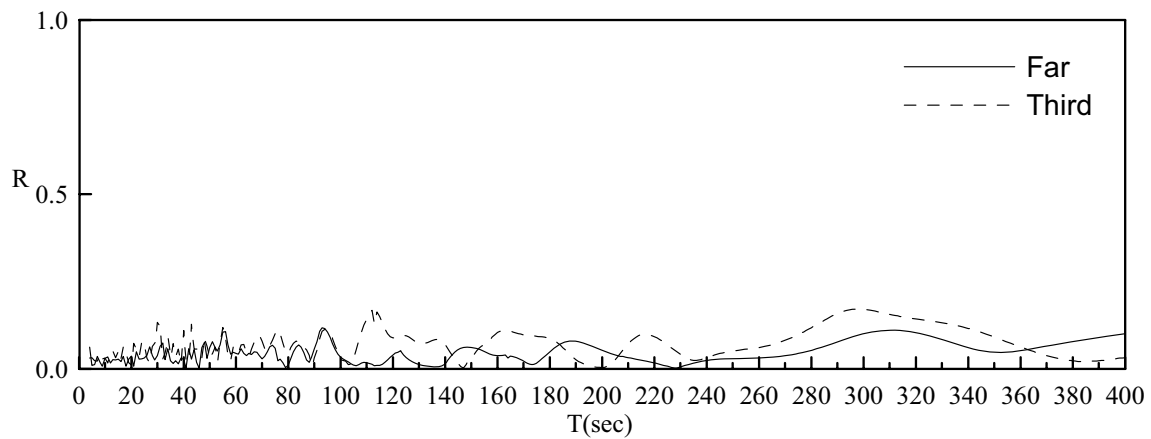


圖 134 臺北港 J1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
 (入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

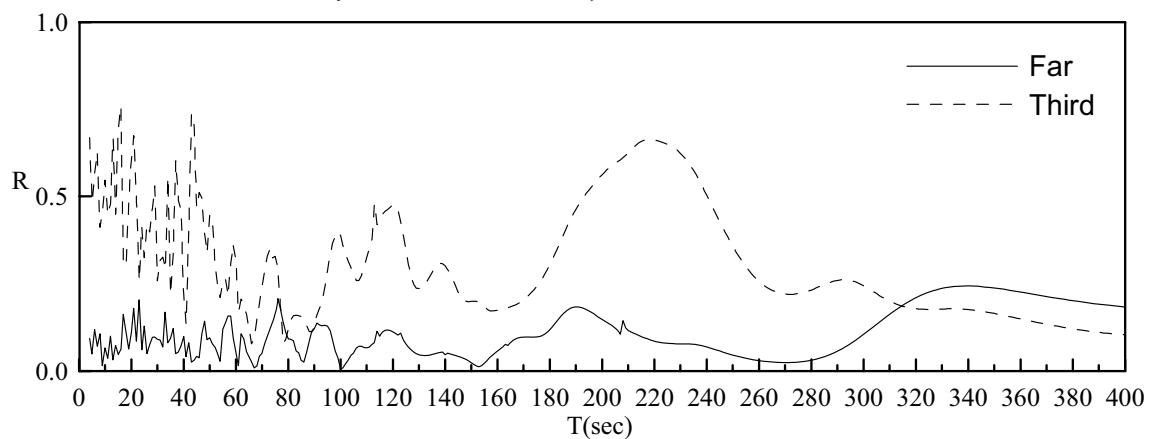


圖 135 臺北港 J1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
 (入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

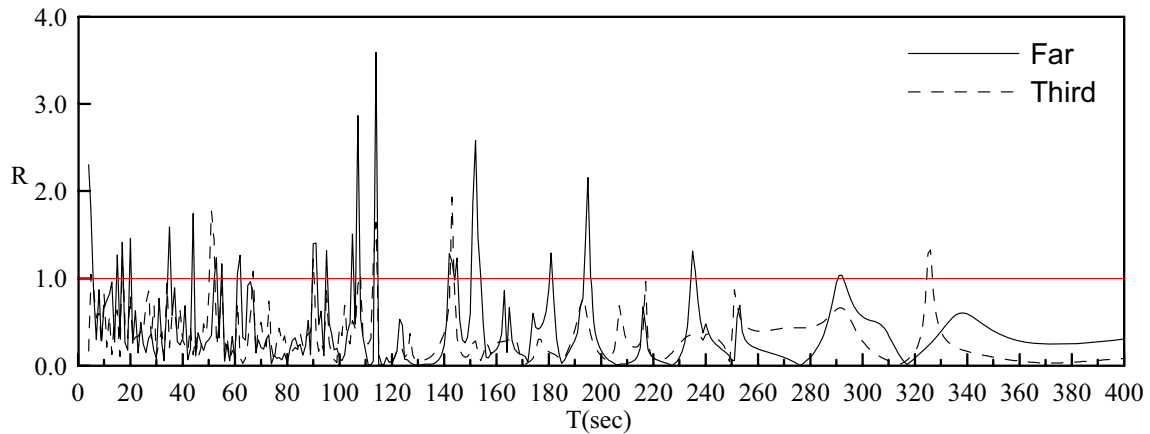


圖 136 臺北港 J2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

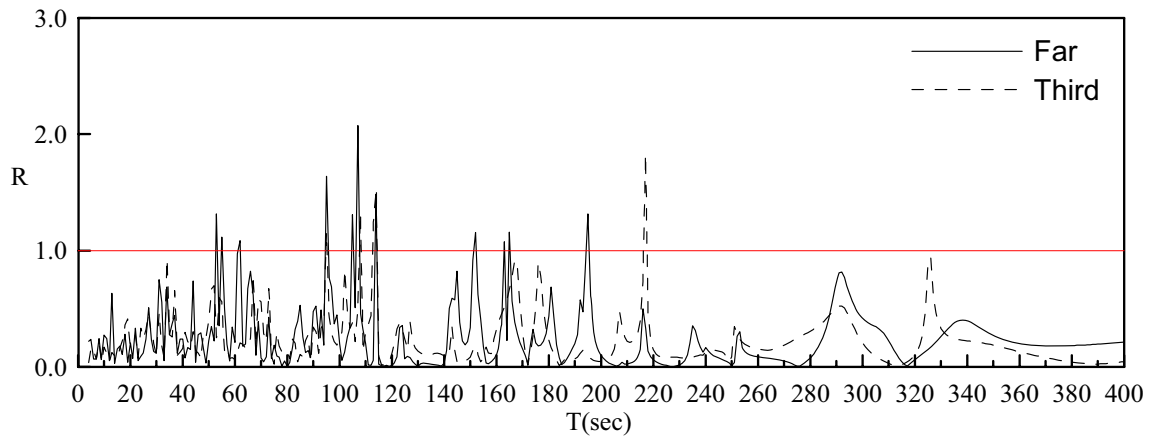


圖 137 臺北港 J2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

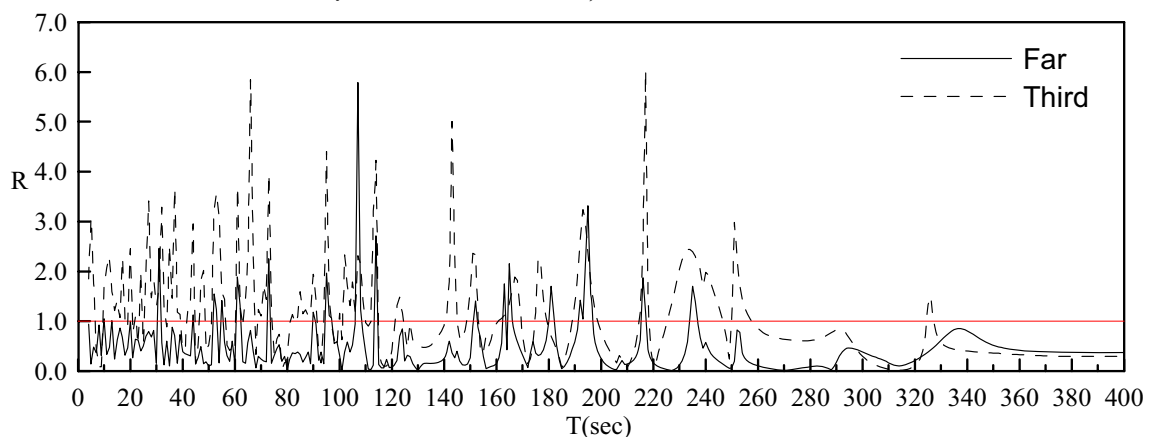


圖 138 臺北港 J2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

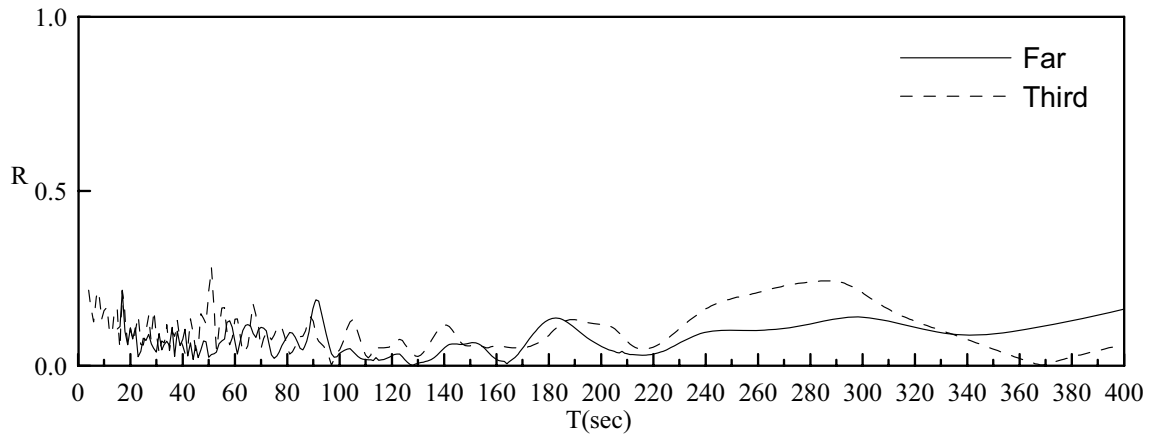


圖 139 臺北港 J2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
 (入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

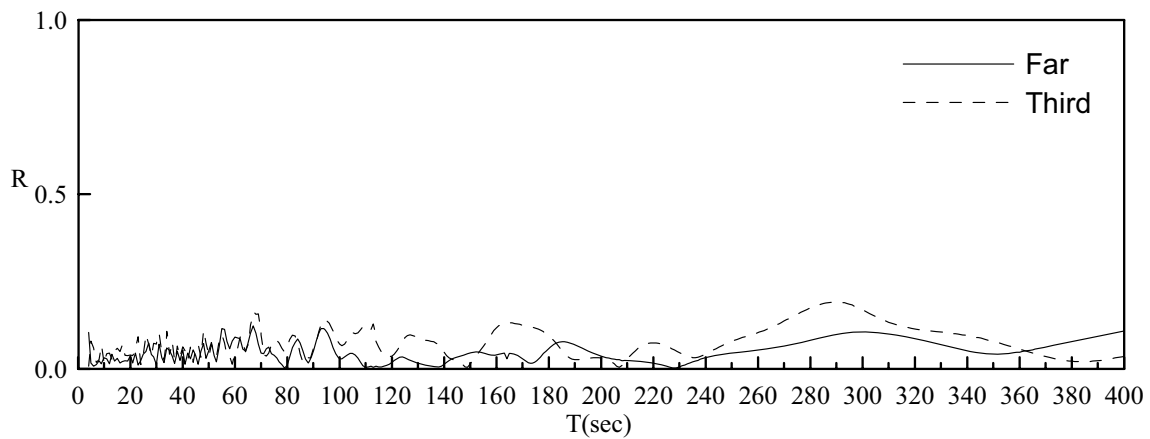


圖 140 臺北港 J2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
 (入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

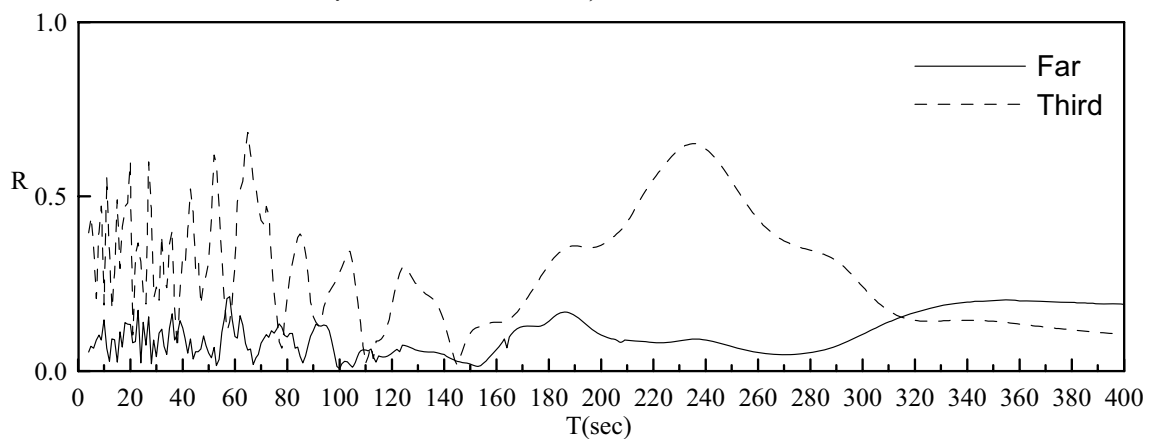


圖 141 臺北港 J2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
 (入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

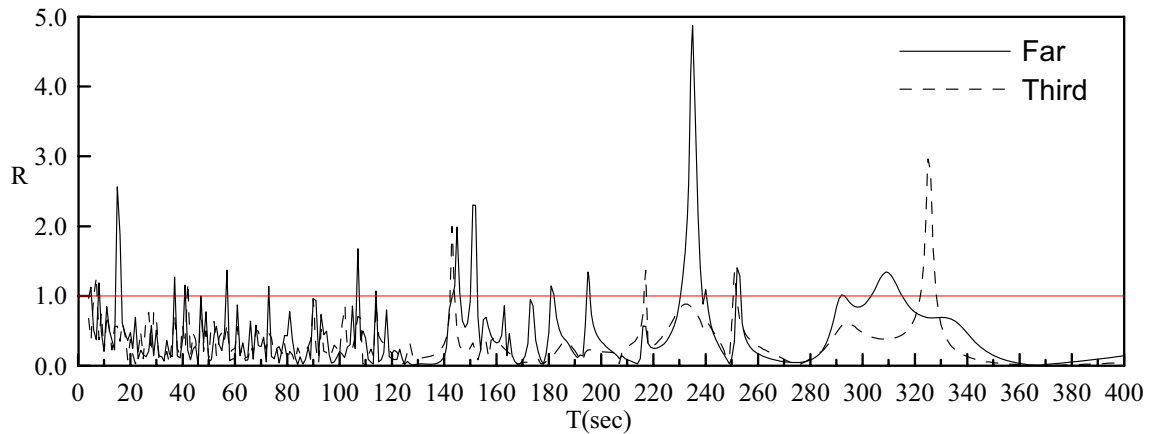


圖 142 臺北港 J3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

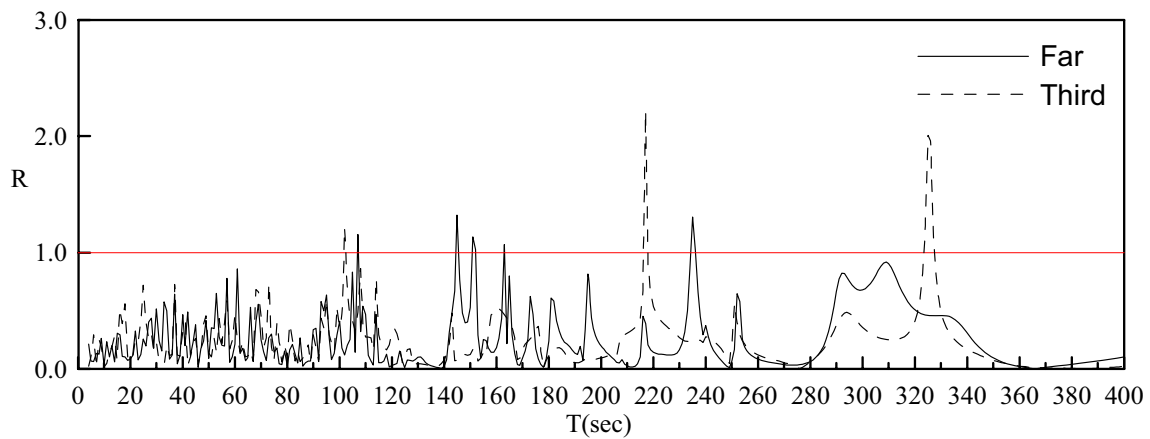


圖 143 臺北港 J3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

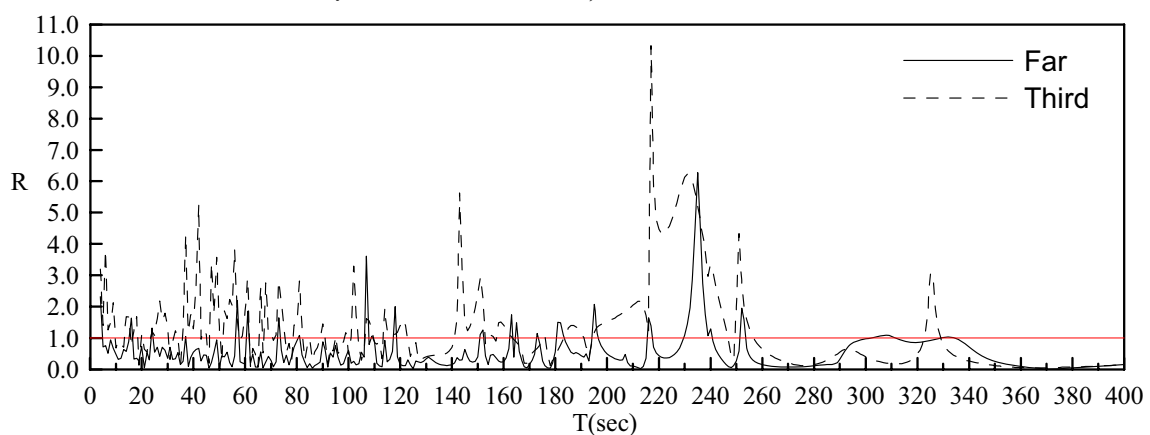


圖 144 臺北港 J3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

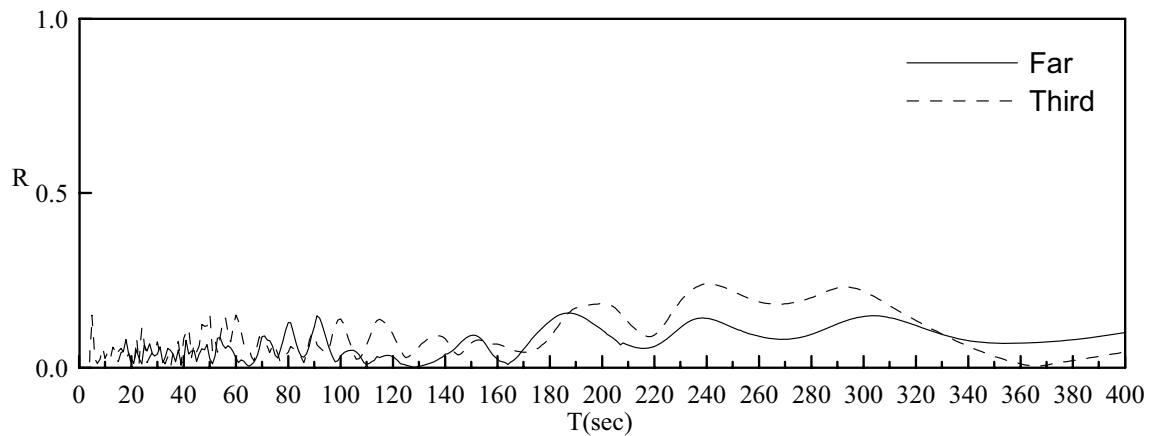


圖 145 臺北港 J3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

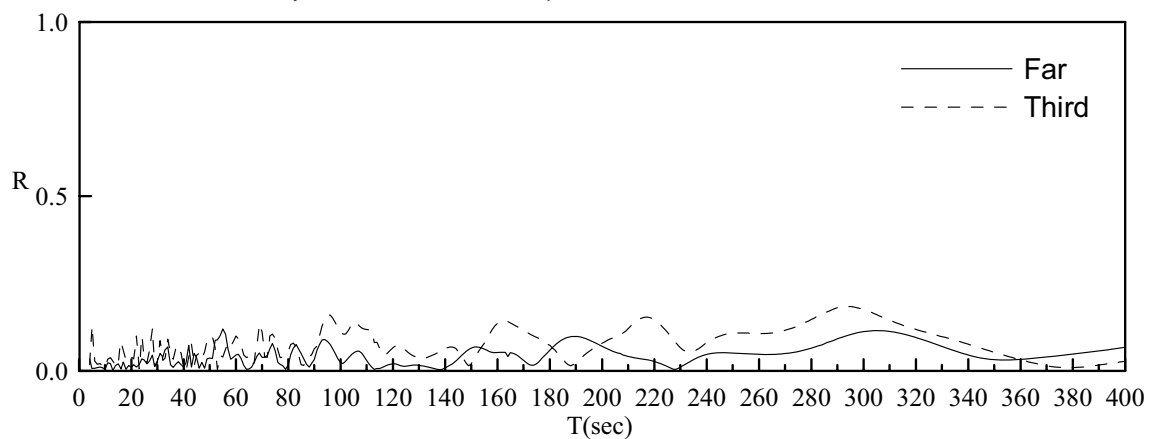


圖 146 臺北港 J3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

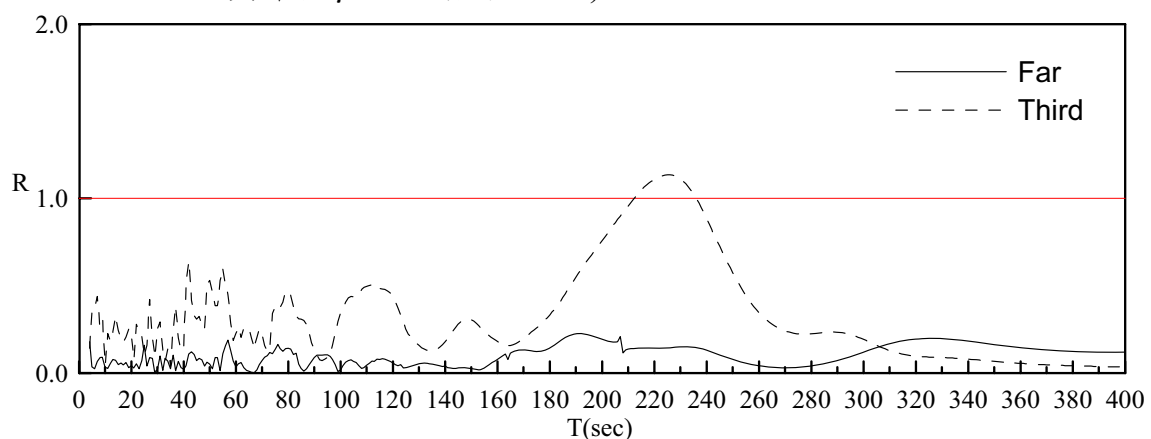


圖 147 臺北港 J3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

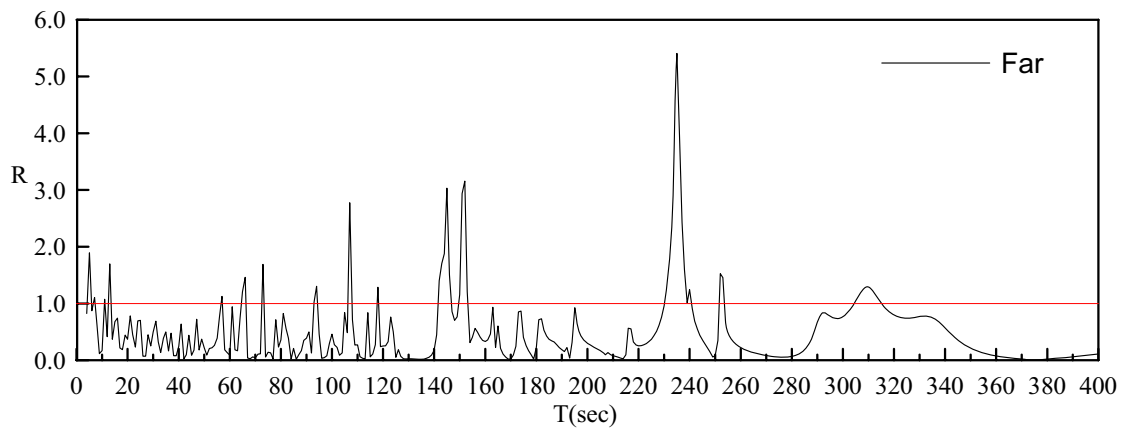


圖 148 臺北港 K 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

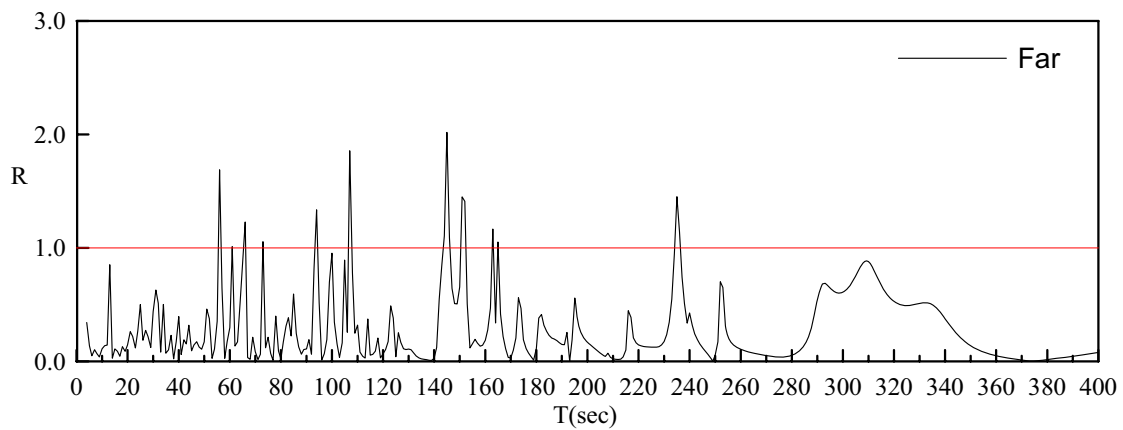


圖 149 臺北港 K 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

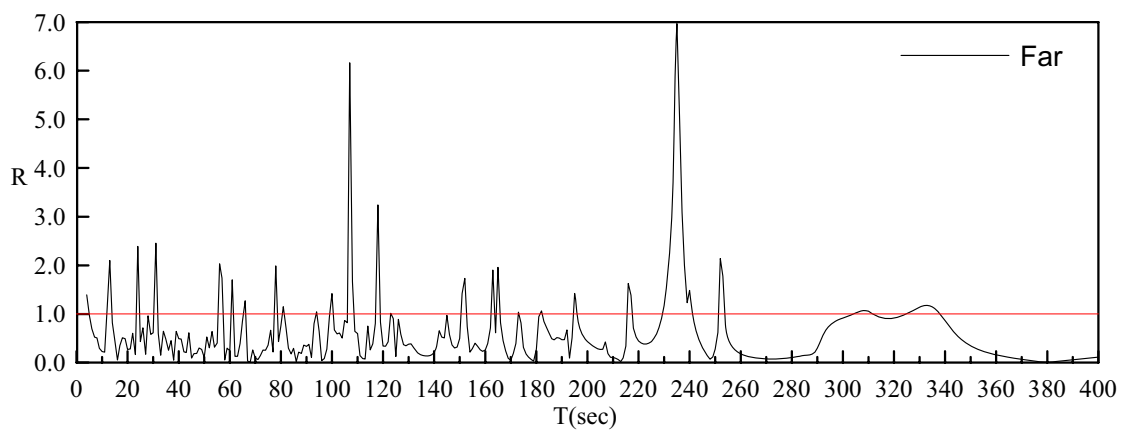


圖 150 臺北港 K 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

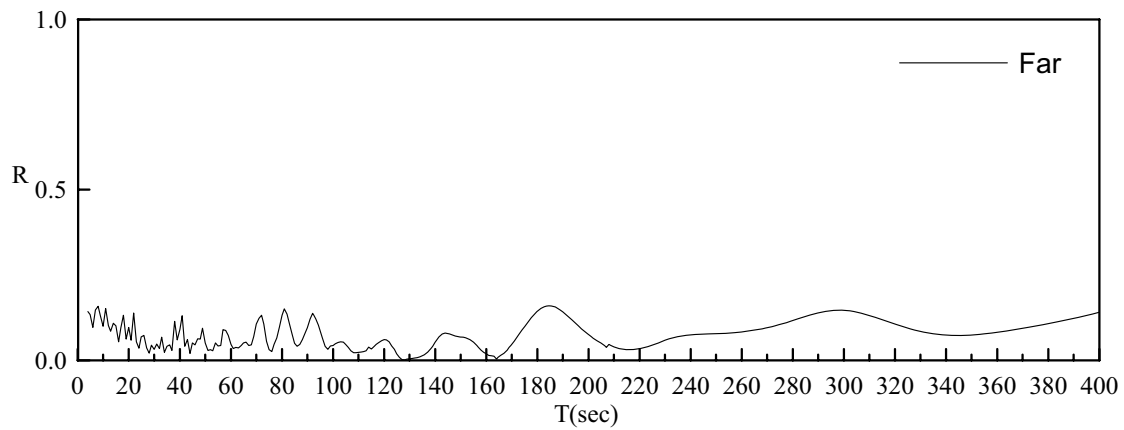


圖 151 臺北港 K 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

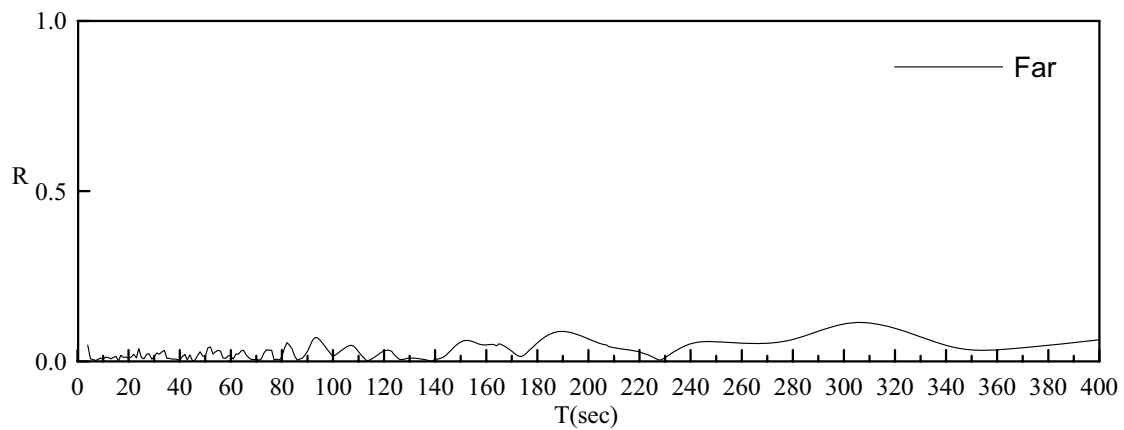


圖 152 臺北港 K 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

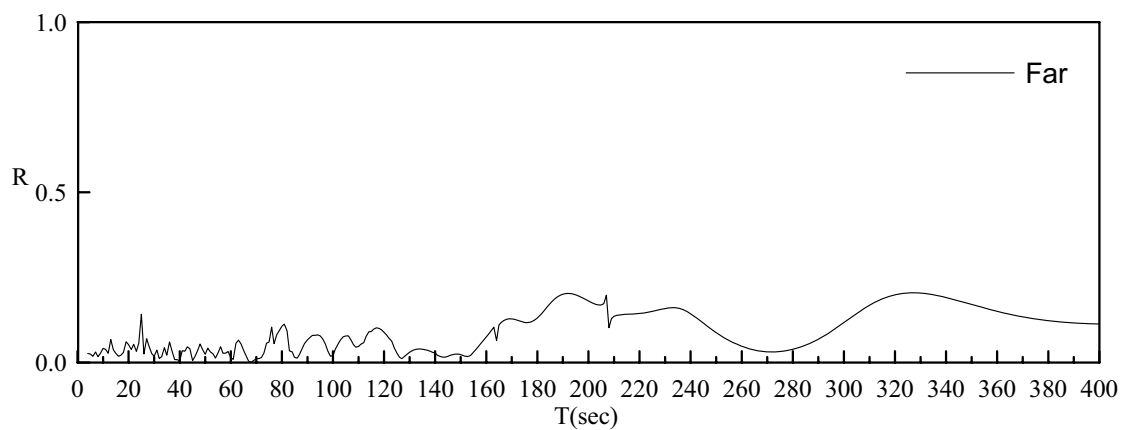


圖 153 臺北港 K 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

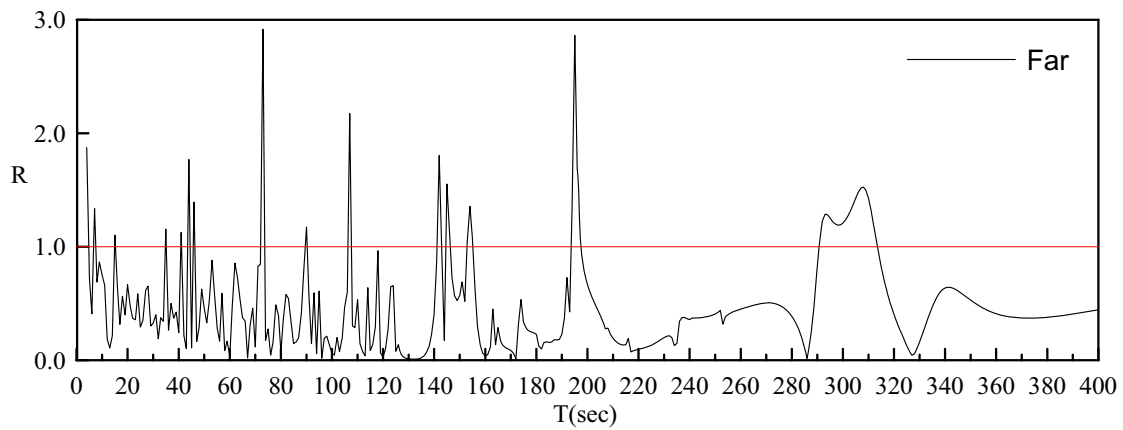


圖 154 臺北港 L1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

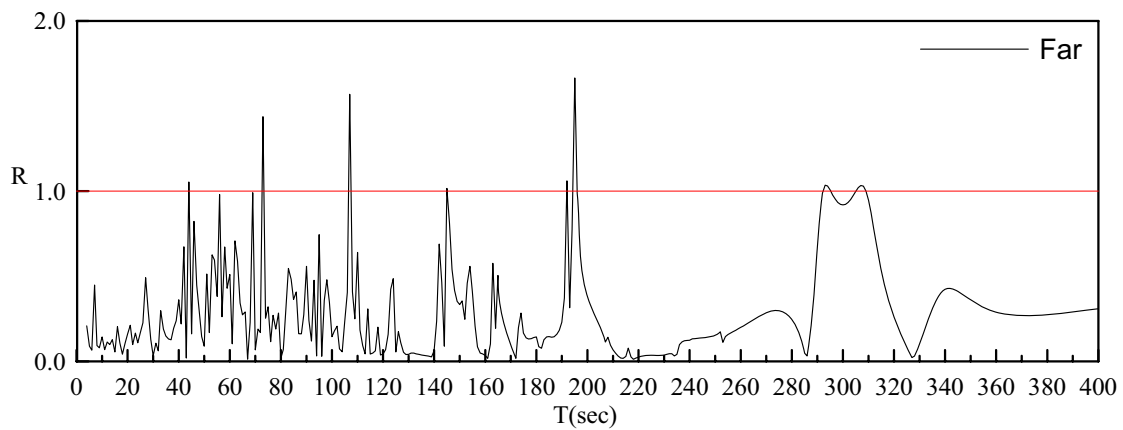


圖 155 臺北港 L1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

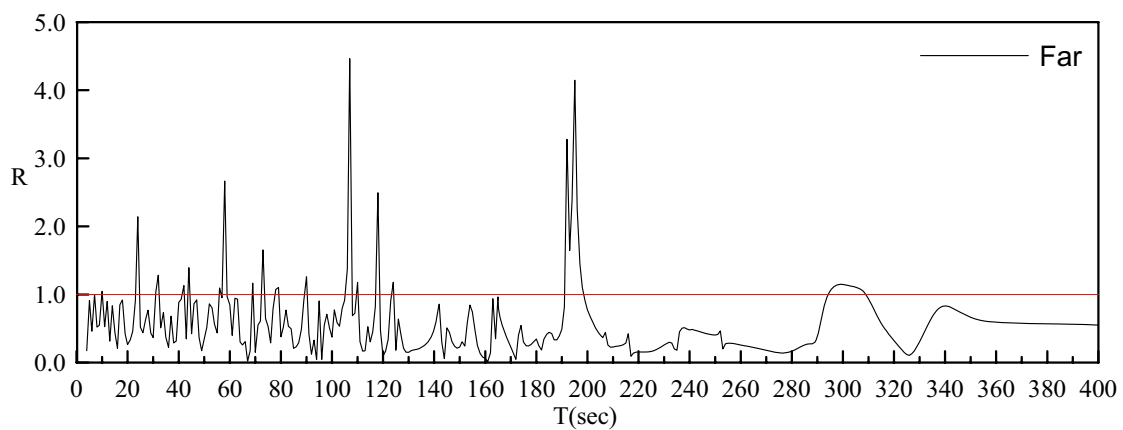


圖 156 臺北港 L1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

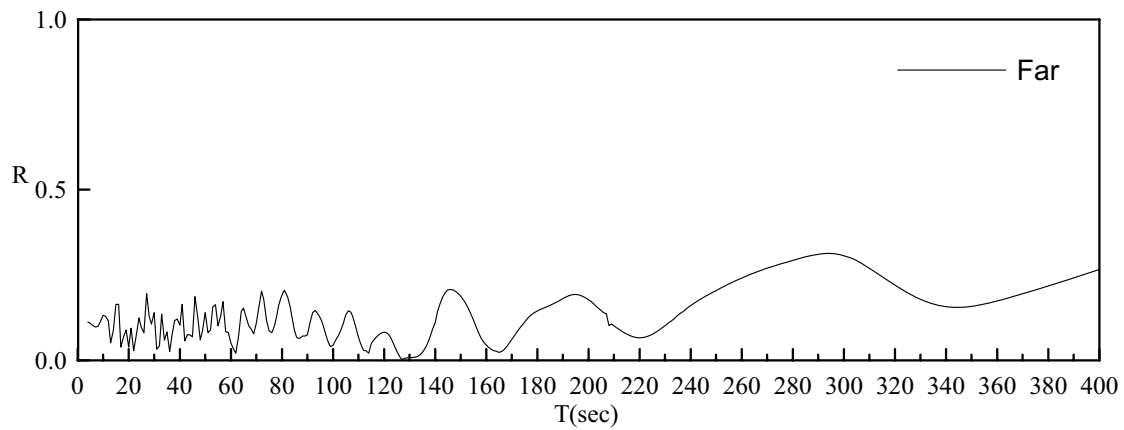


圖 157 臺北港 L1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

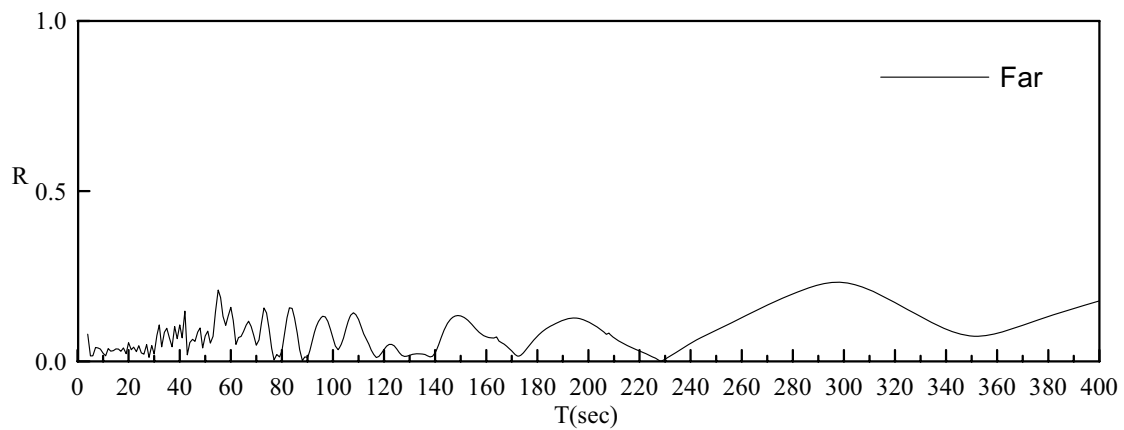


圖 158 臺北港 L1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

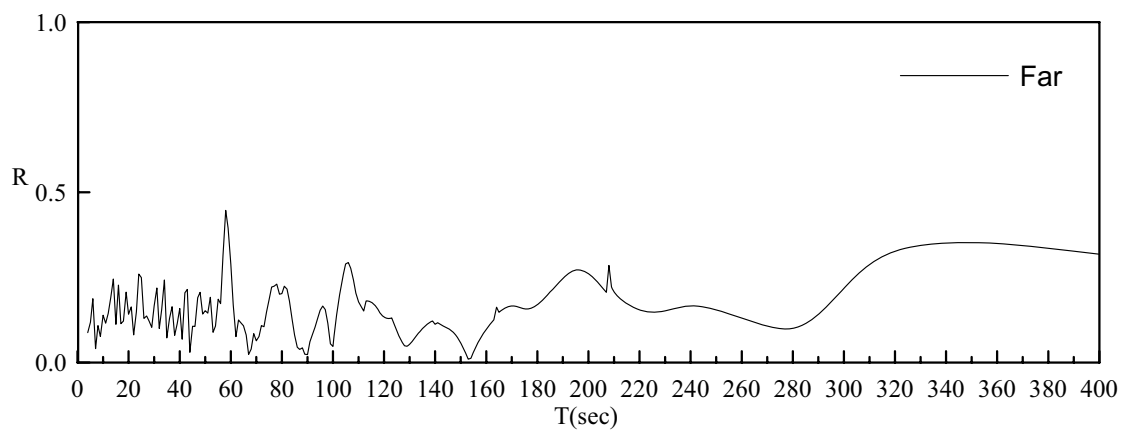


圖 159 臺北港 L1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

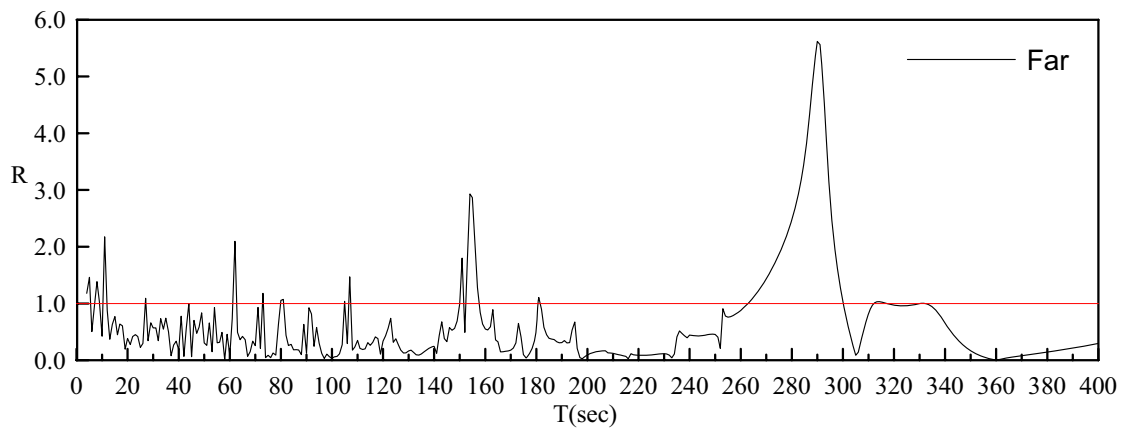


圖 160 臺北港 L2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

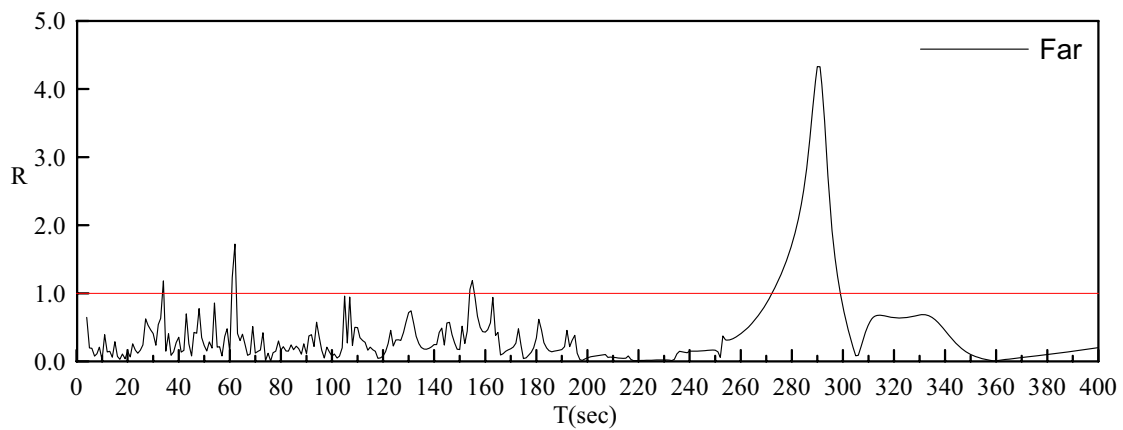


圖 161 臺北港 L2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

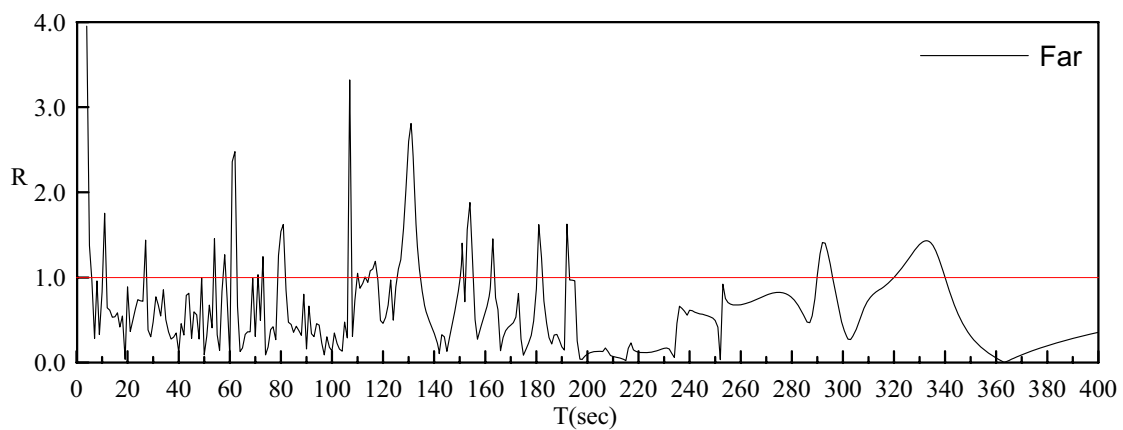


圖 162 臺北港 L2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

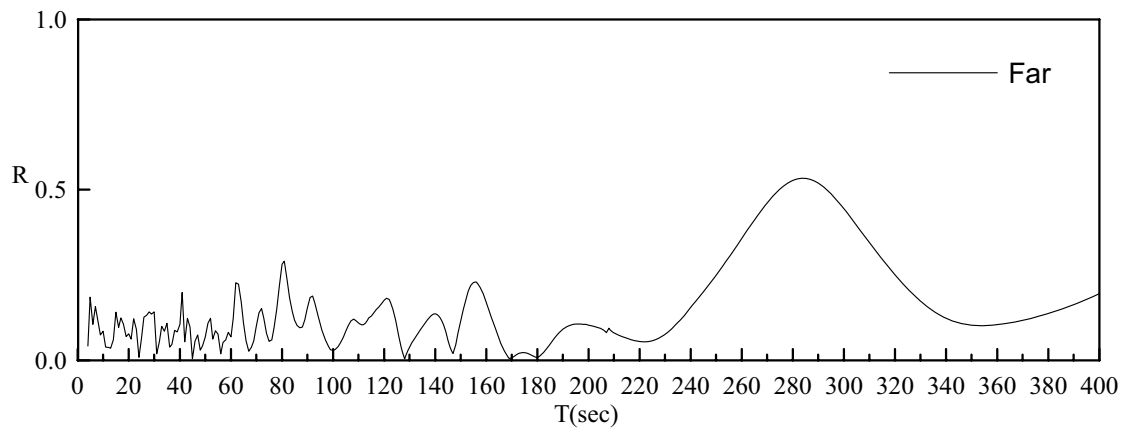


圖 163 臺北港 L2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

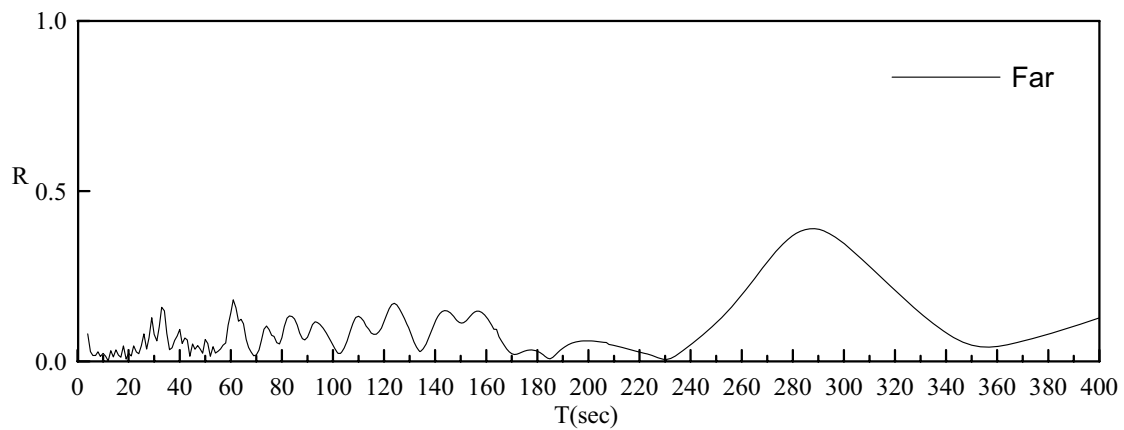


圖 164 臺北港 L2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

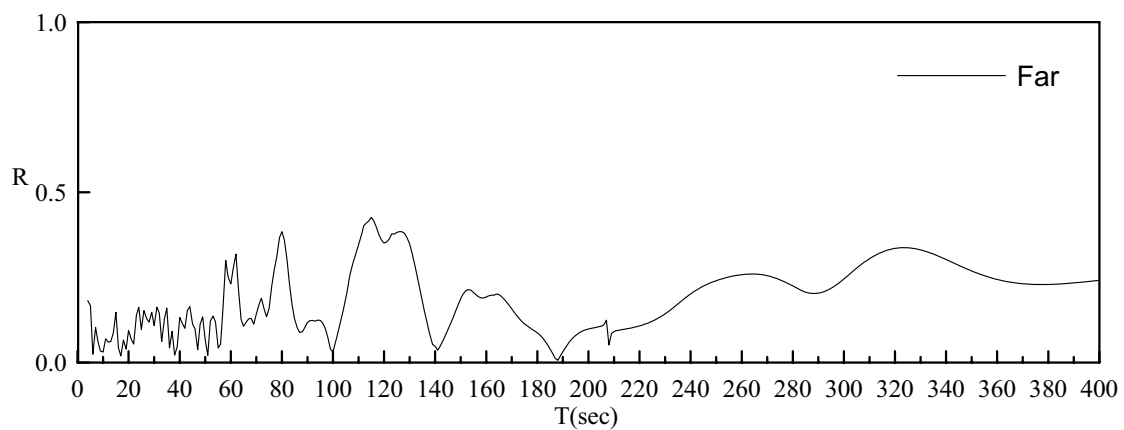


圖 165 臺北港 L2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

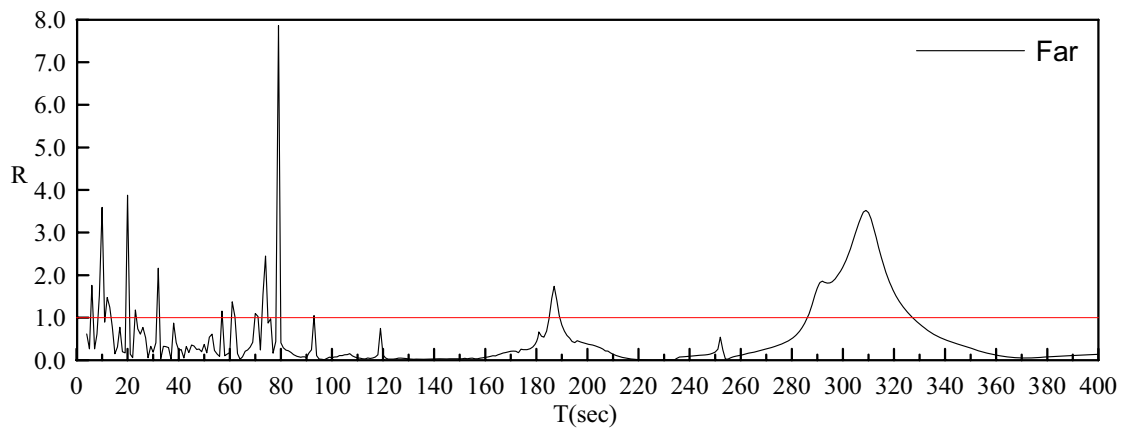


圖 166 臺北港 M1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

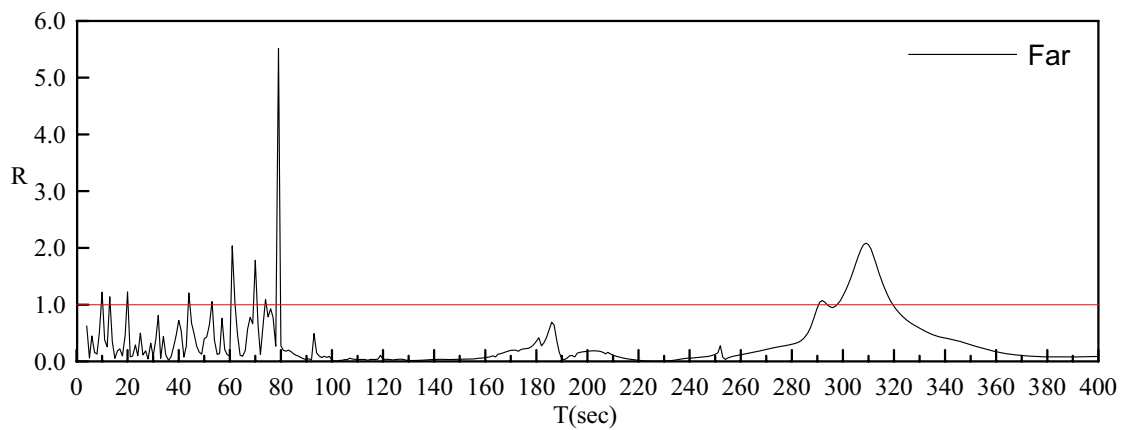


圖 167 臺北港 M1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

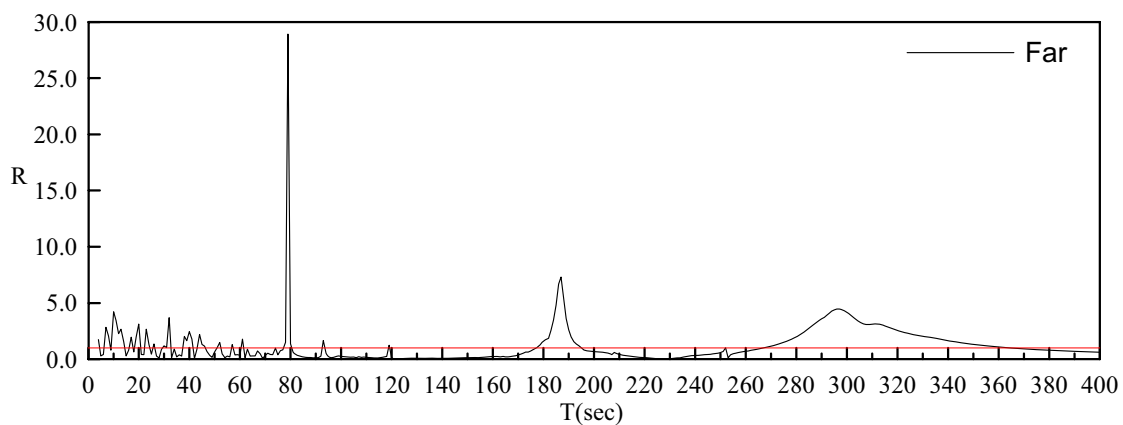


圖 168 臺北港 M1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

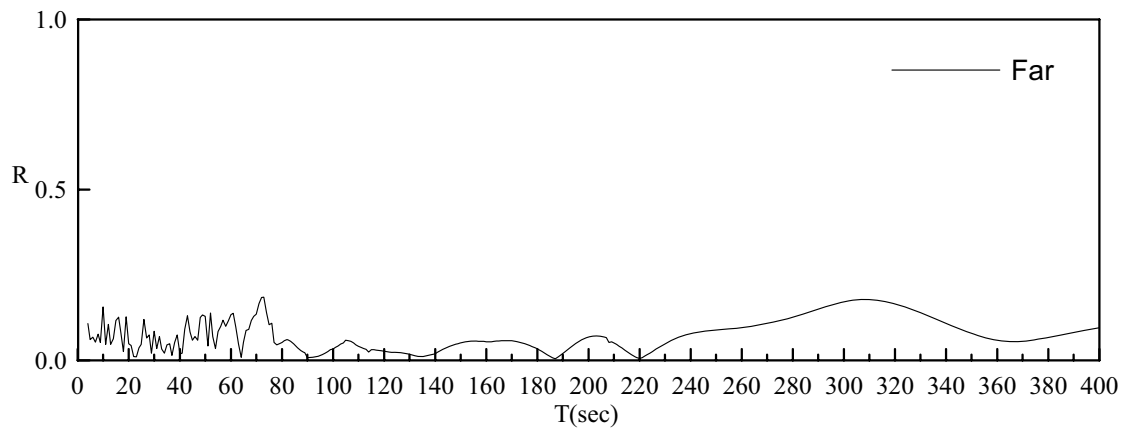


圖 169 臺北港 M1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

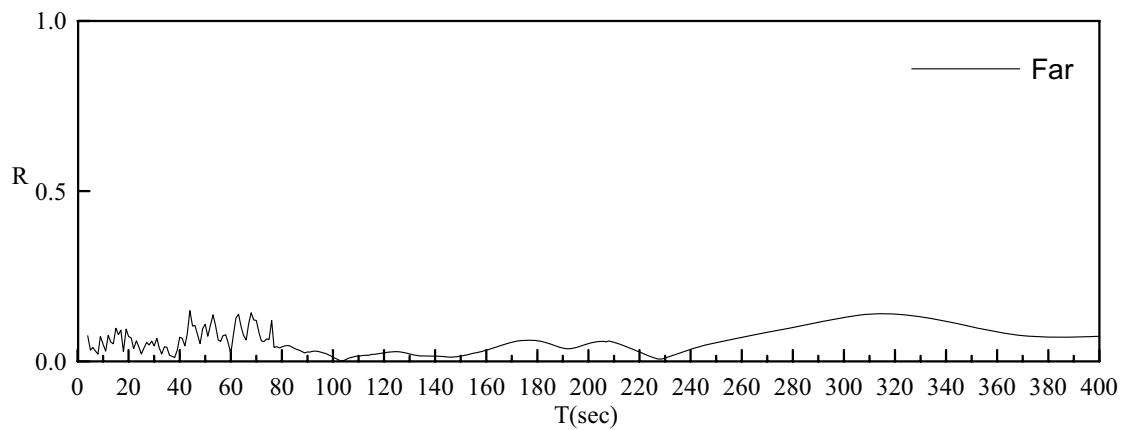


圖 170 臺北港 M1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

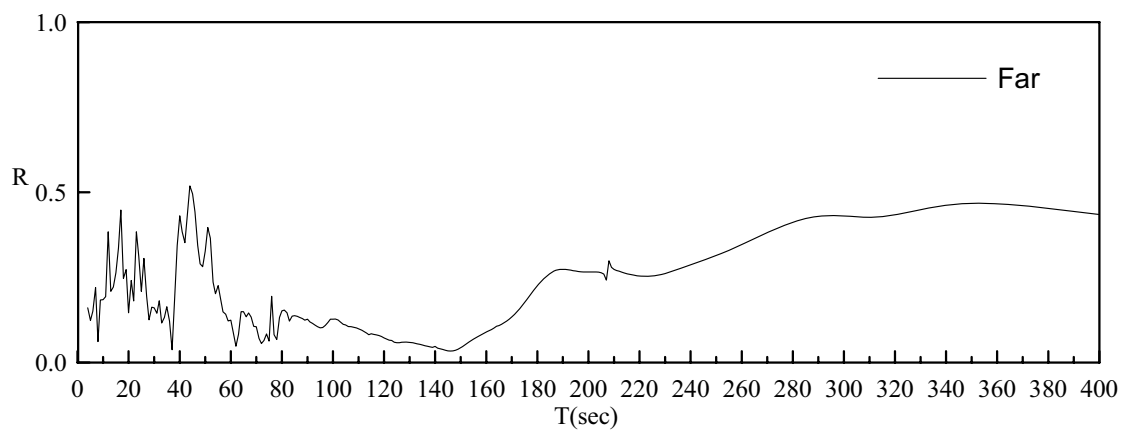


圖 171 臺北港 M1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

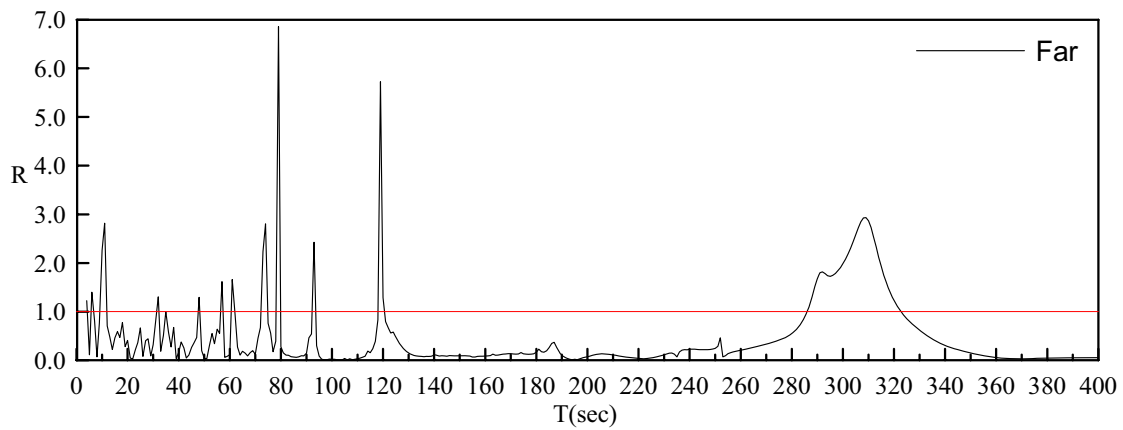


圖 172 臺北港 M2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

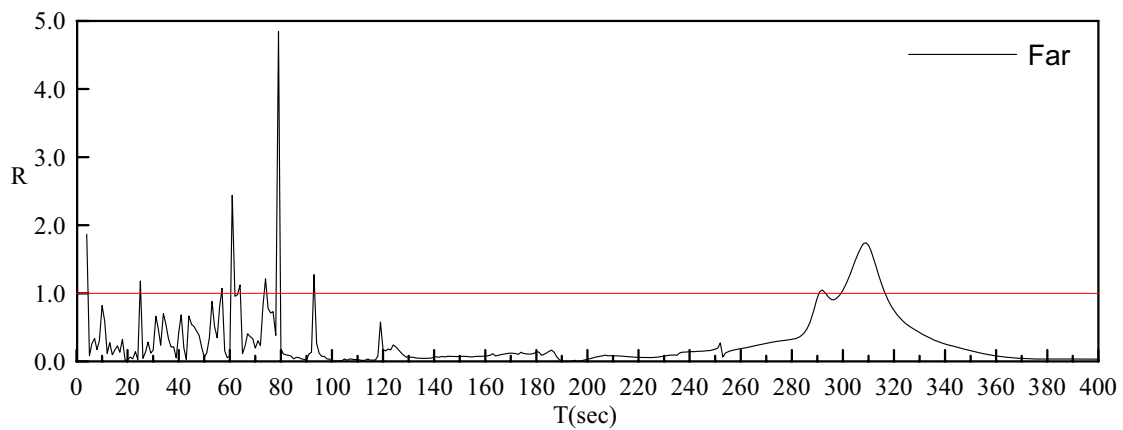


圖 173 臺北港 M2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

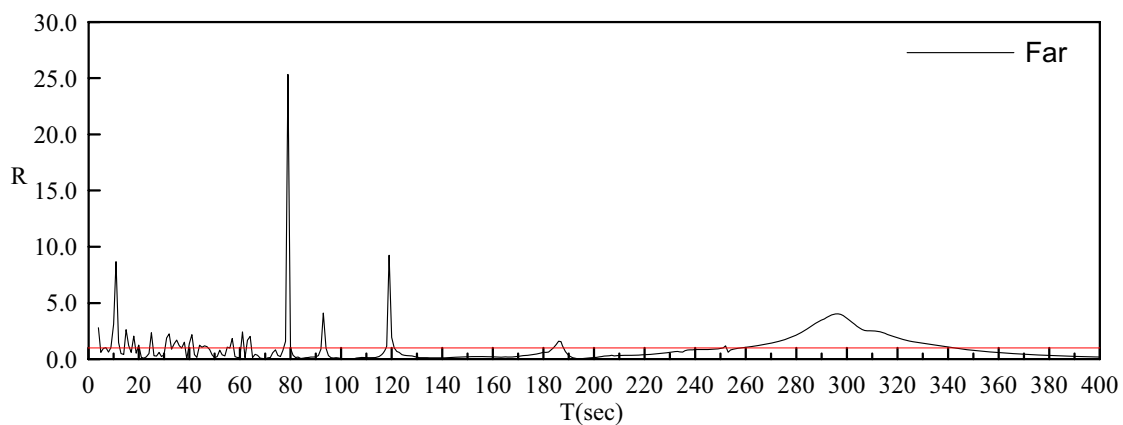


圖 174 臺北港 M2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

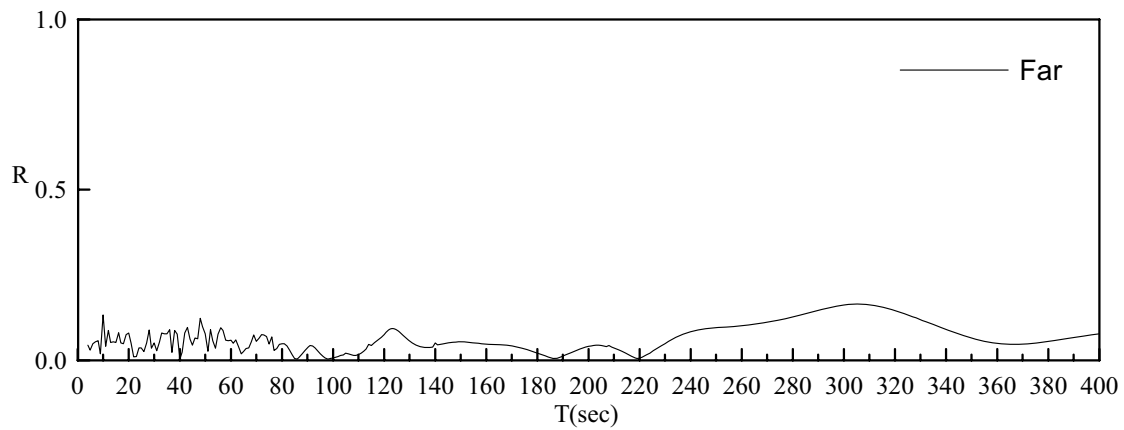


圖 175 臺北港 M2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

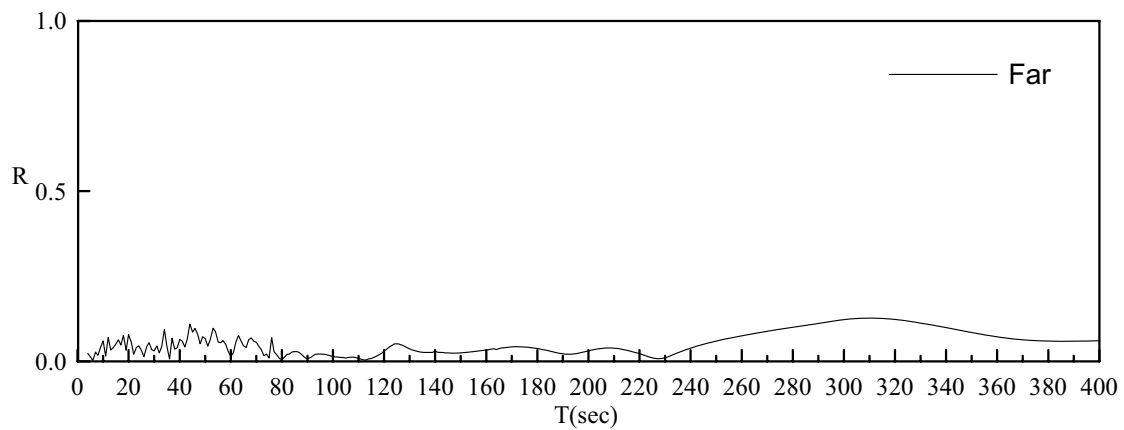


圖 176 臺北港 M2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

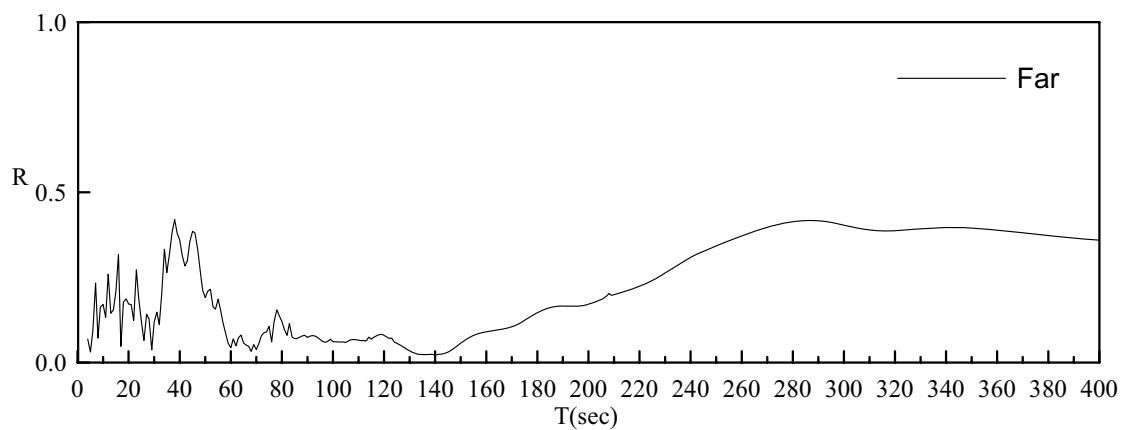


圖 177 臺北港 M2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

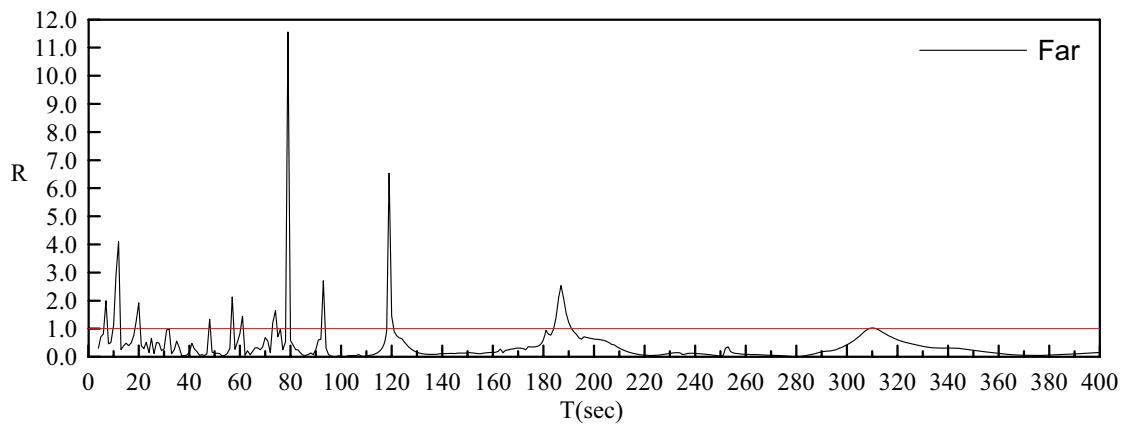


圖 178 臺北港 M3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

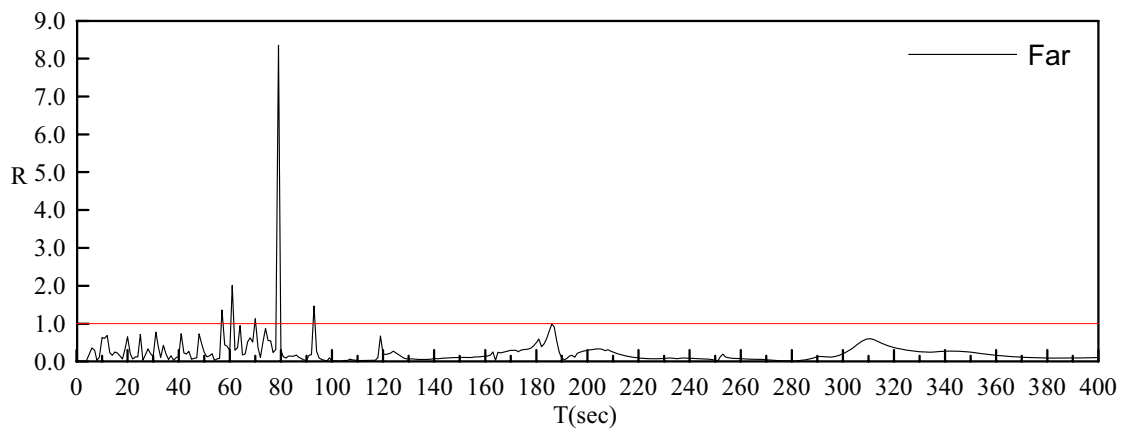


圖 179 臺北港 M3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

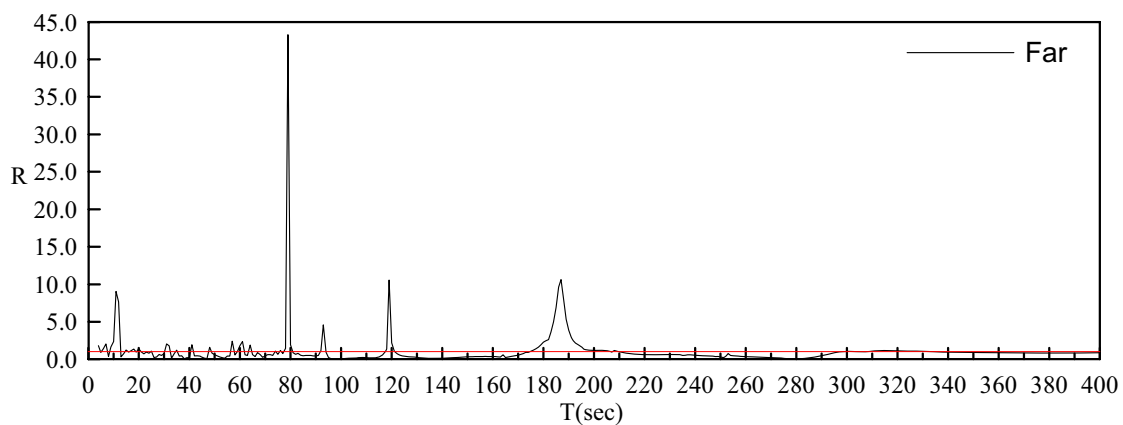


圖 180 臺北港 M3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

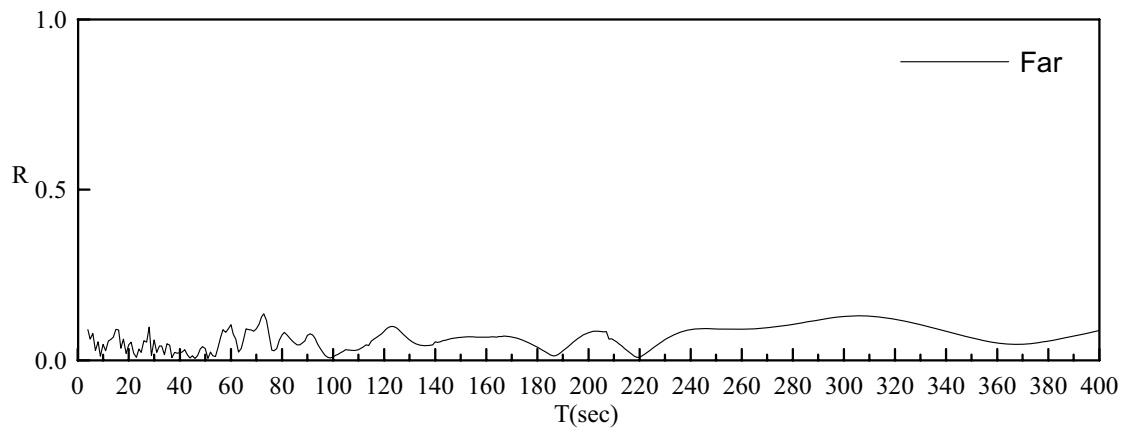


圖 181 臺北港 M3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

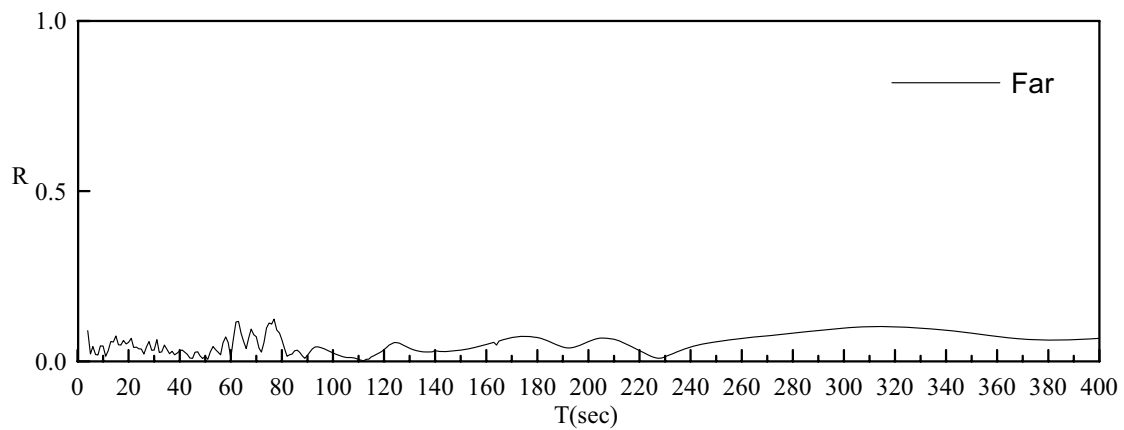


圖 182 臺北港 M3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

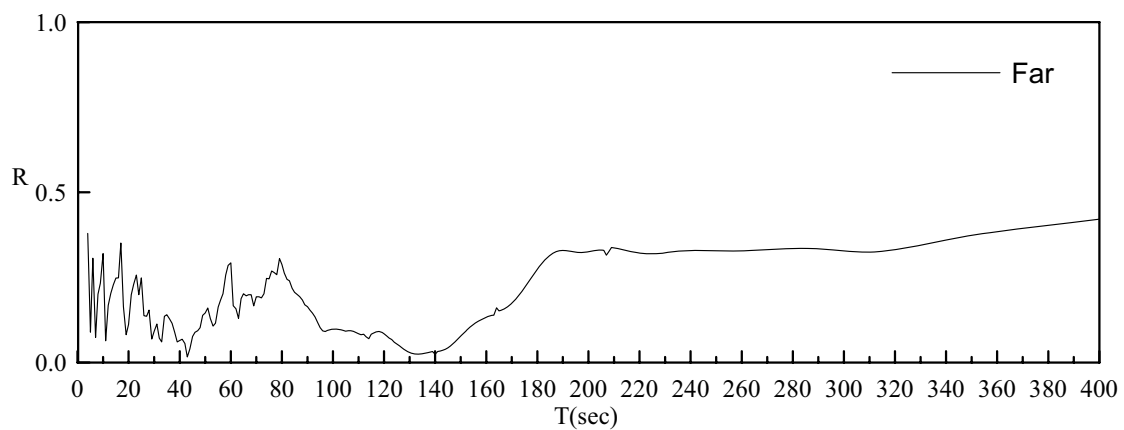


圖 183 臺北港 M3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

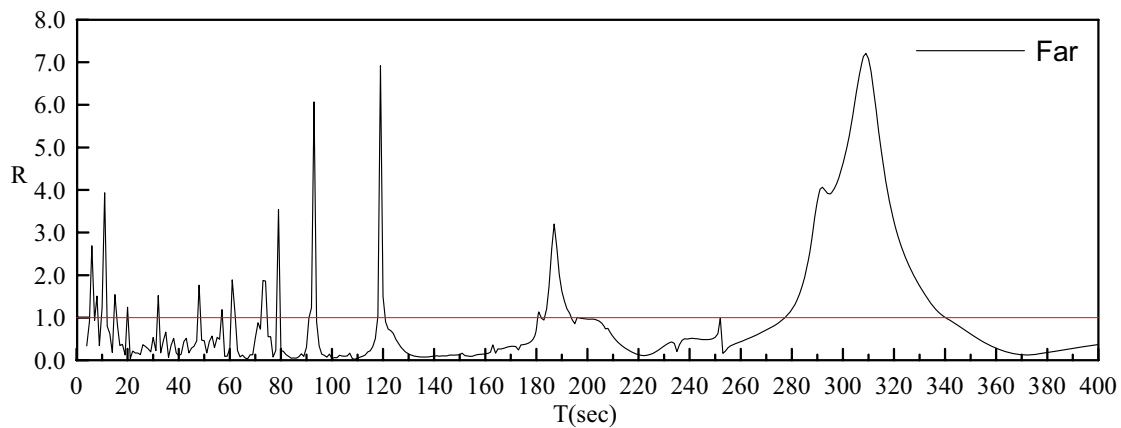


圖 184 臺北港 M4 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

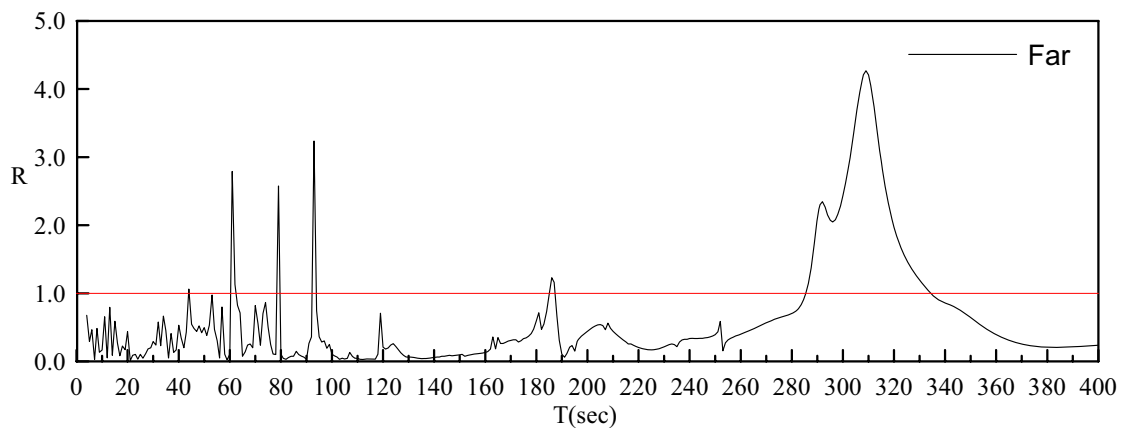


圖 185 臺北港 M4 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

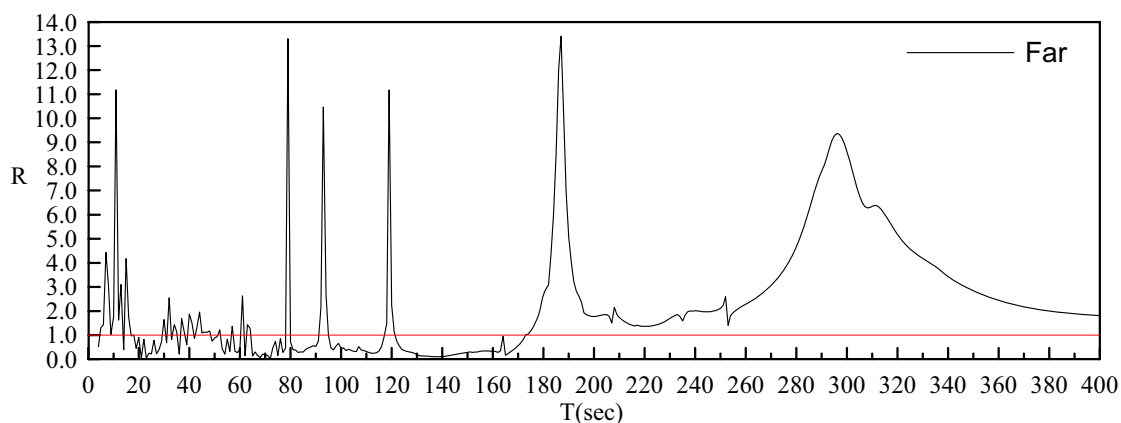


圖 186 臺北港 M4 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

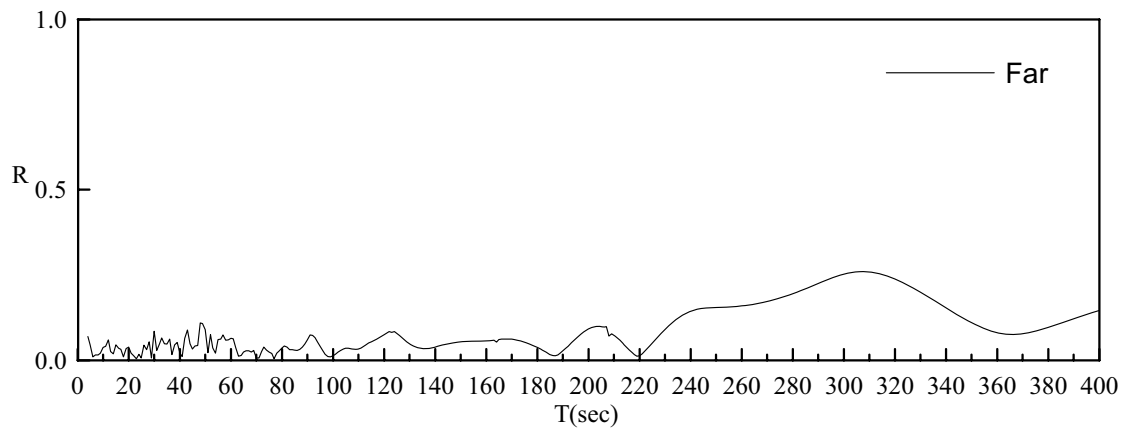


圖 187 臺北港 M4 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

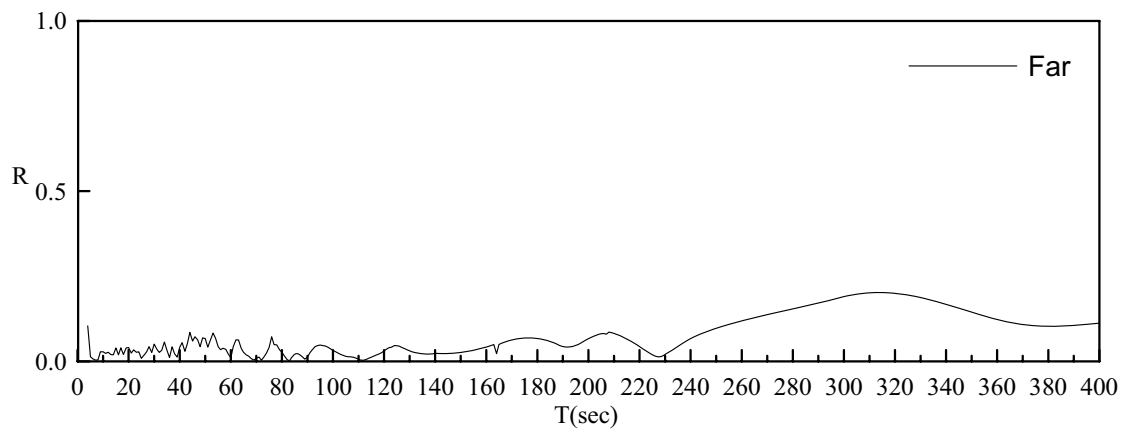


圖 188 臺北港 M4 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

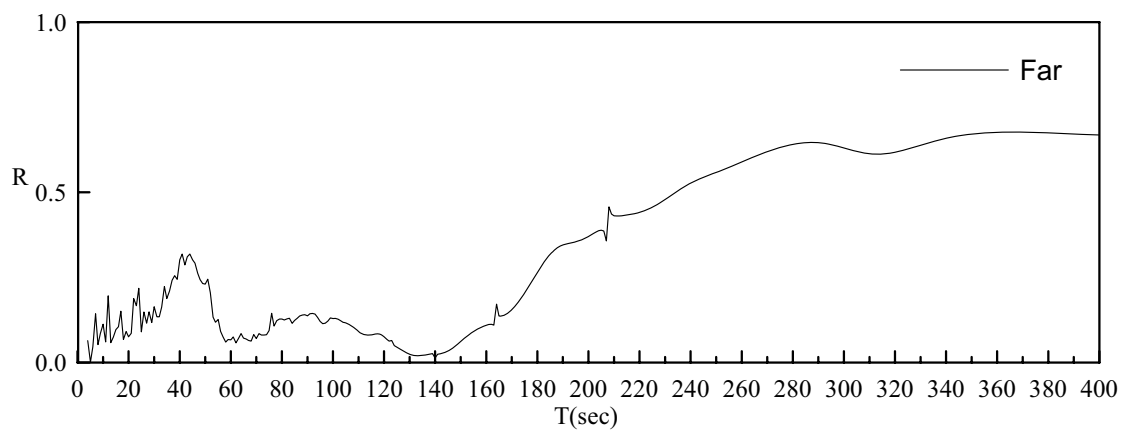


圖 189 臺北港 M4 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

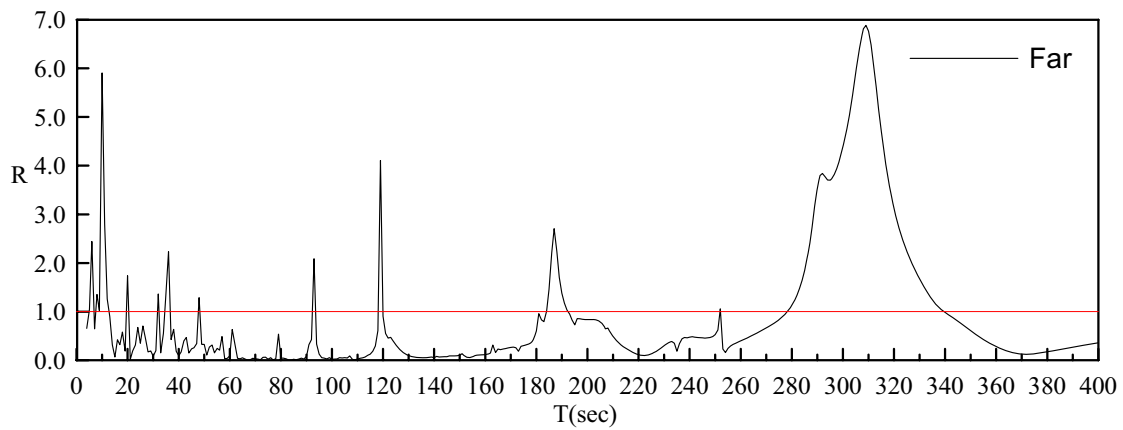


圖 190 臺北港 N1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

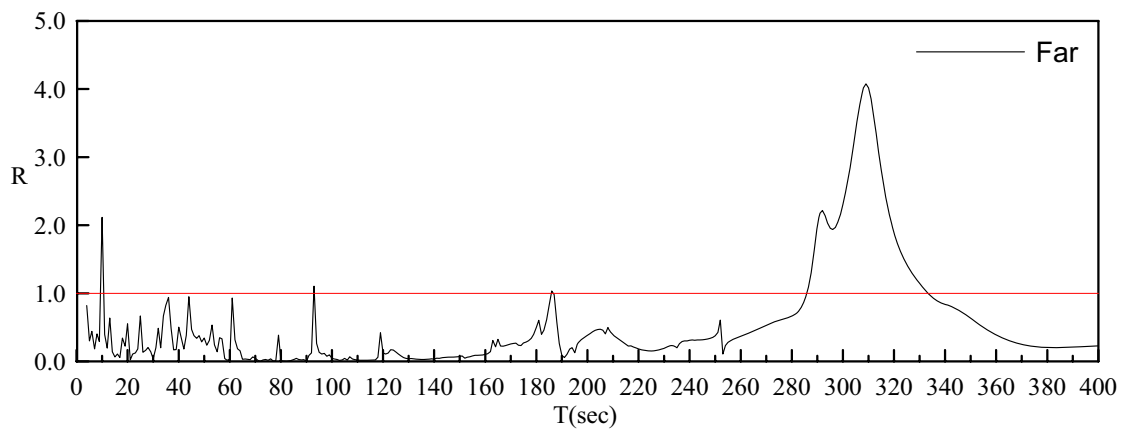


圖 191 臺北港 N1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

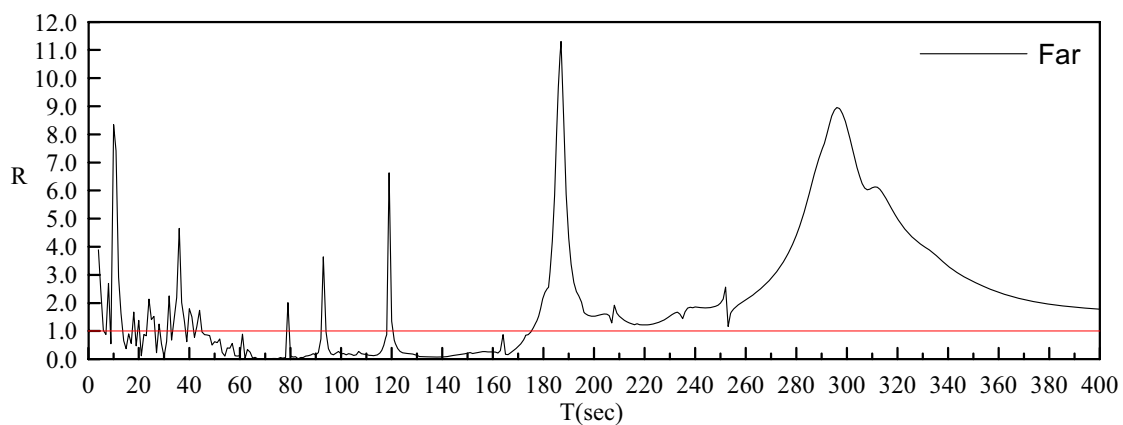


圖 192 臺北港 N1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

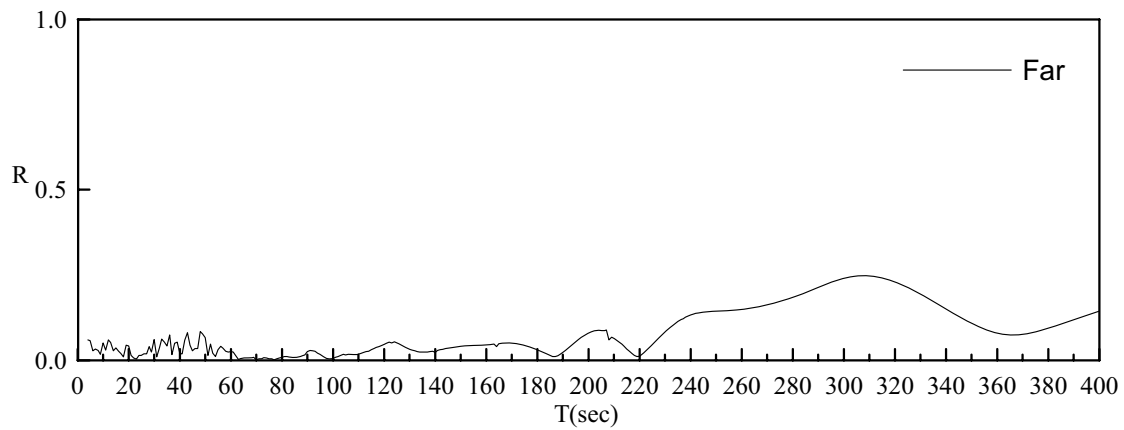


圖 193 臺北港 N1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

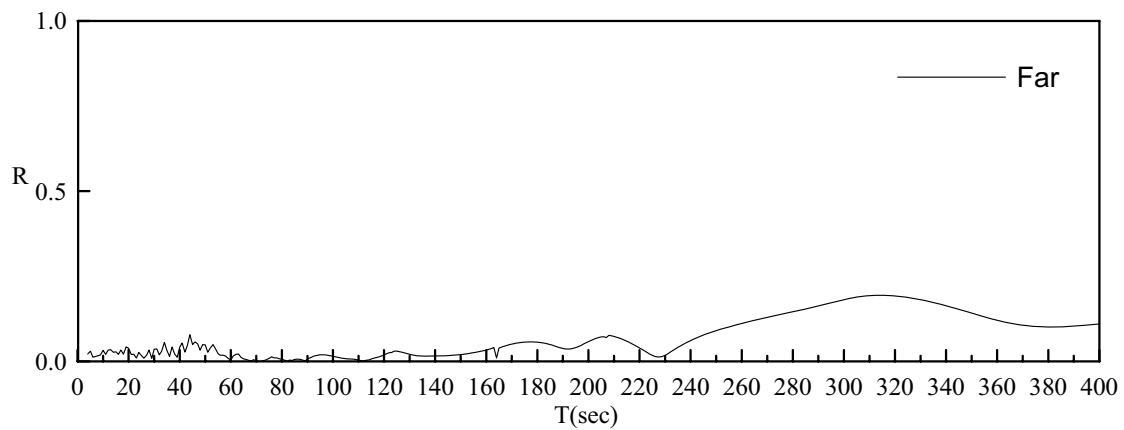


圖 194 臺北港 N1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

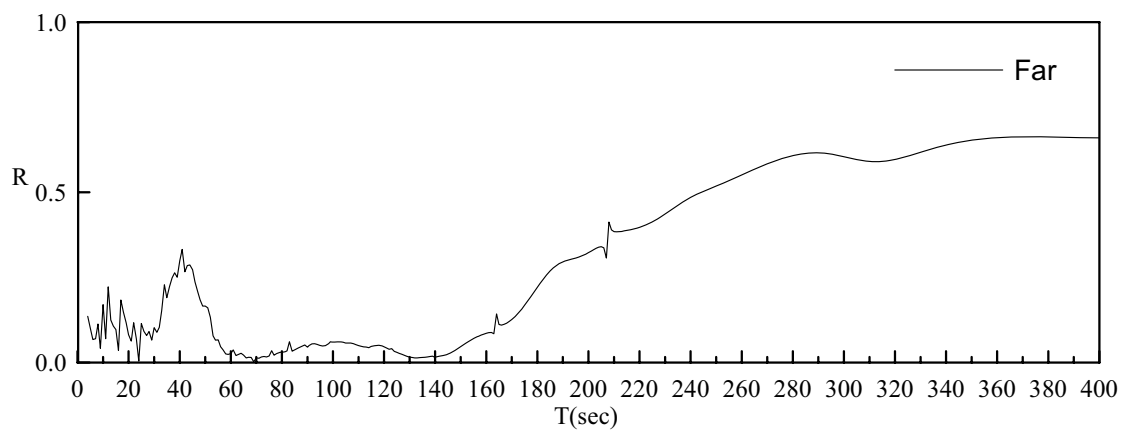


圖 195 臺北港 N1 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

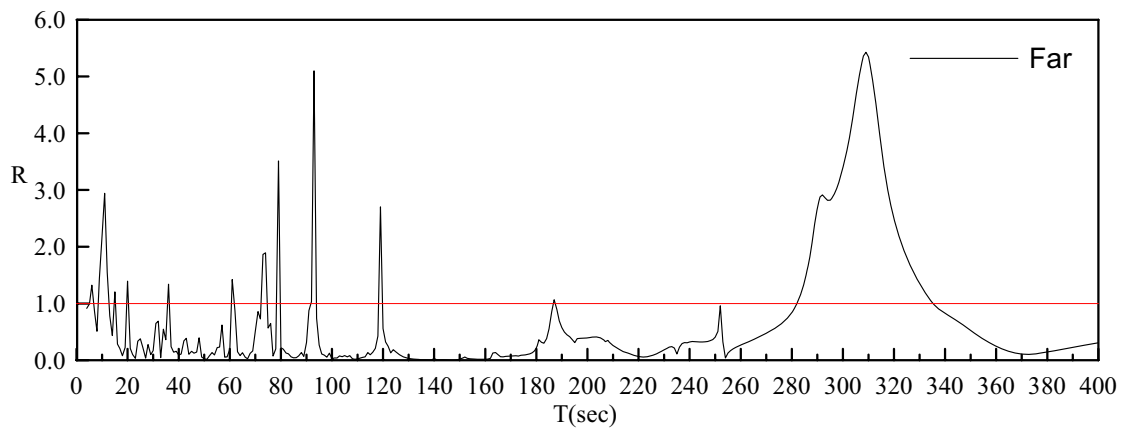


圖 196 臺北港 N2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

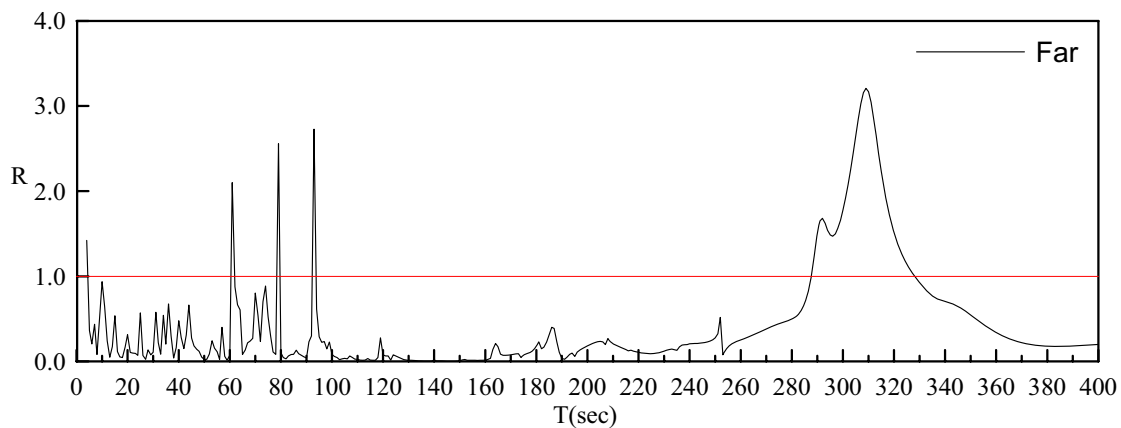


圖 197 臺北港 N2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

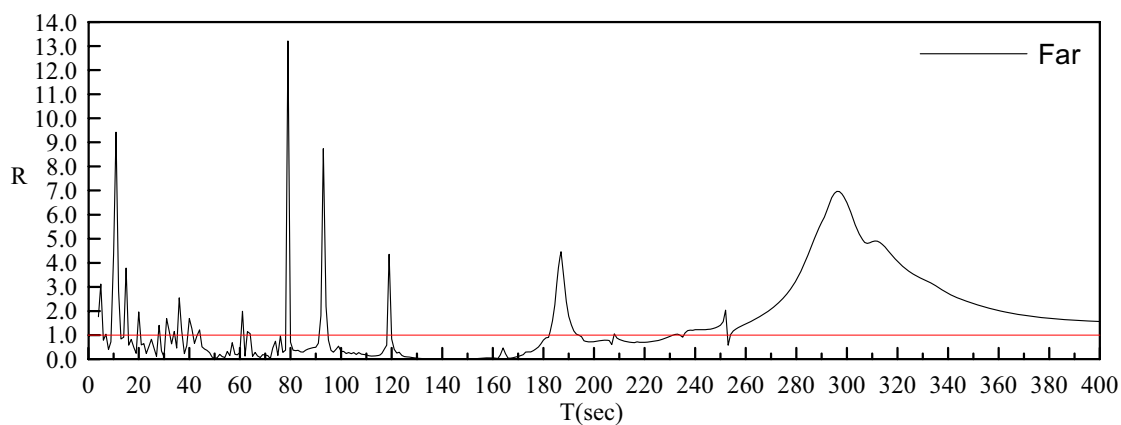


圖 198 臺北港 N2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

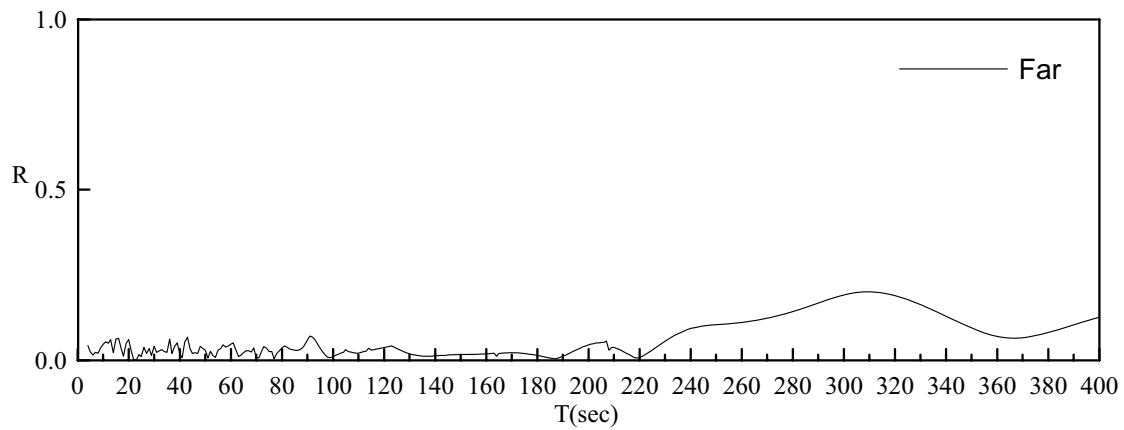


圖 199 臺北港 N2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

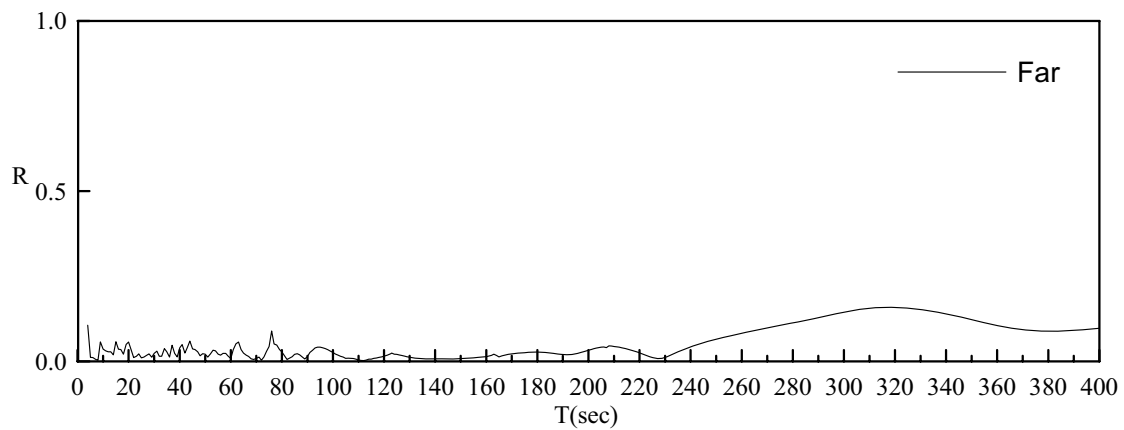


圖 200 臺北港 N2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

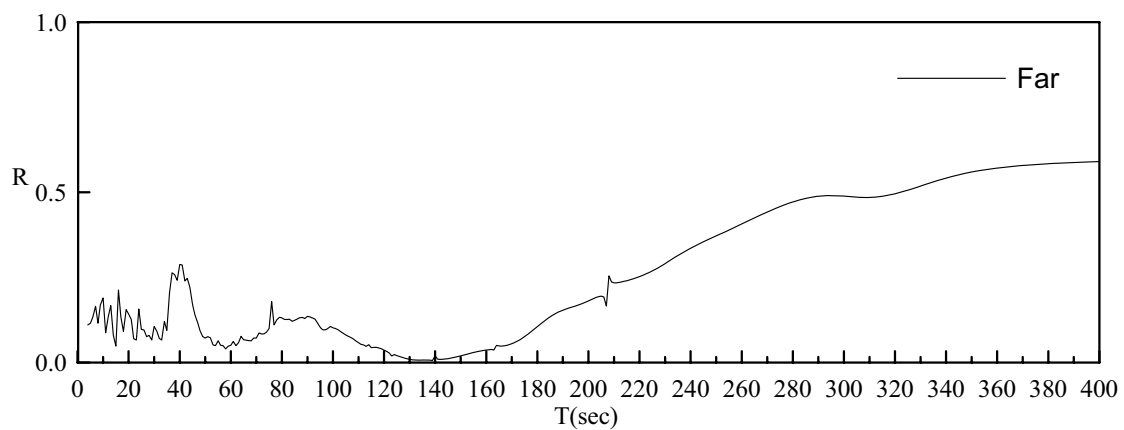


圖 201 臺北港 N2 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

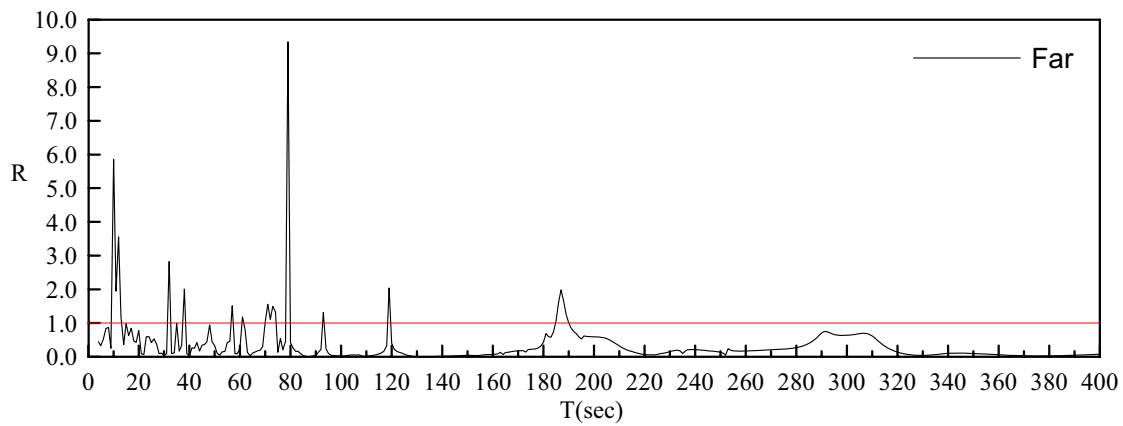


圖 202 臺北港 N3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

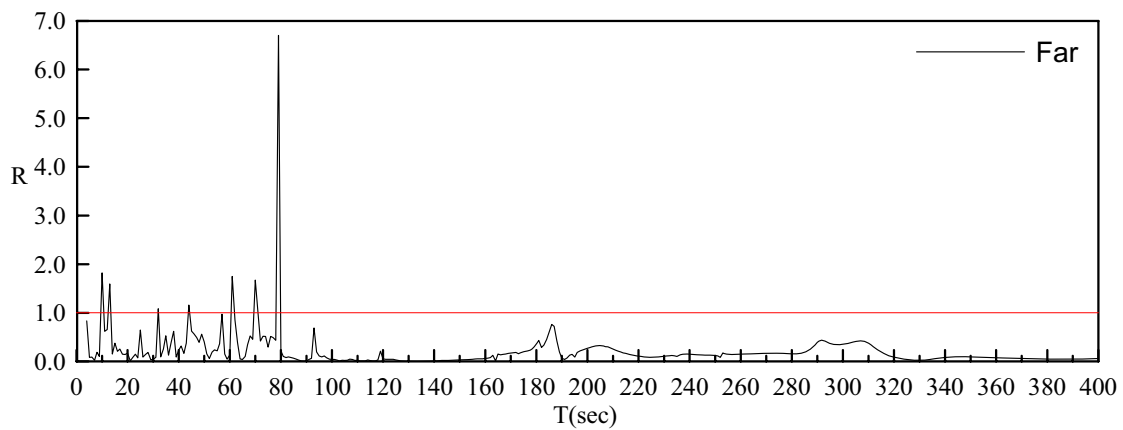


圖 203 臺北港 N3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

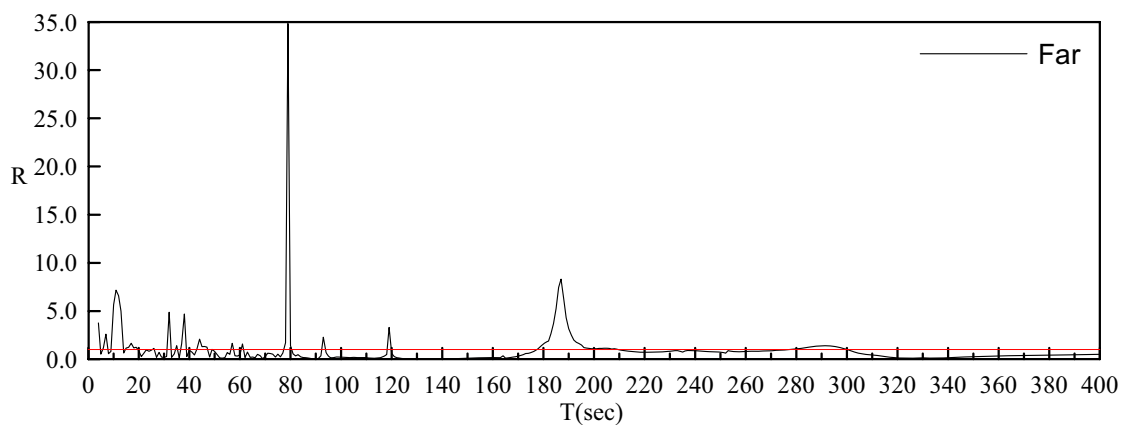


圖 204 臺北港 N3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

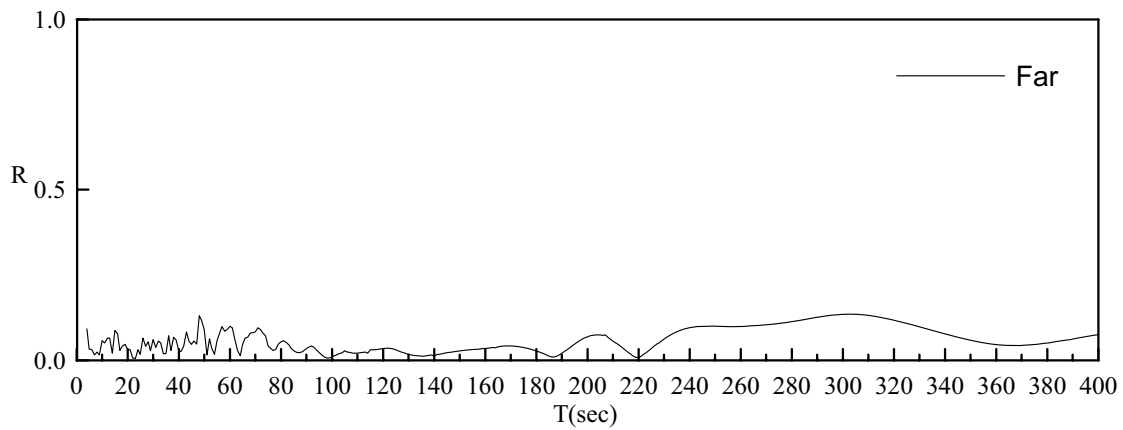


圖 205 臺北港 N3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

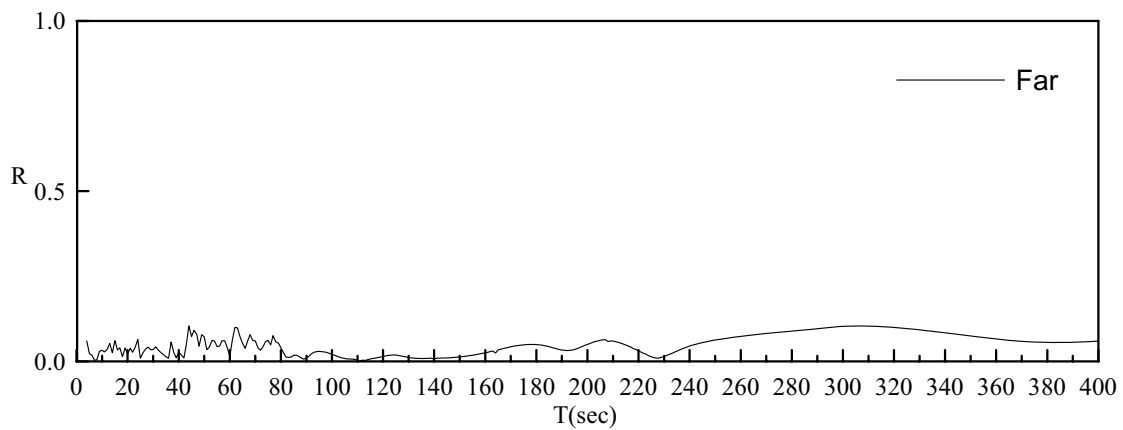


圖 206 臺北港 N3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

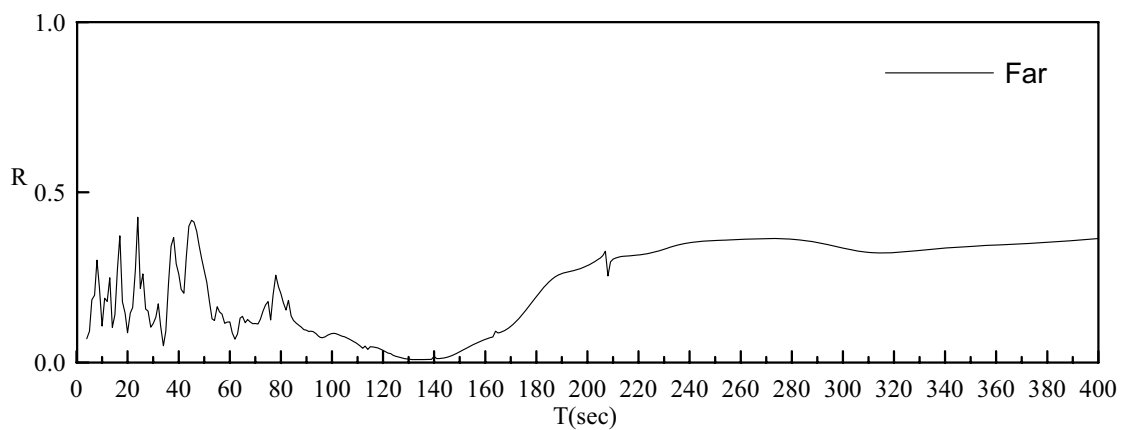


圖 207 臺北港 N3 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

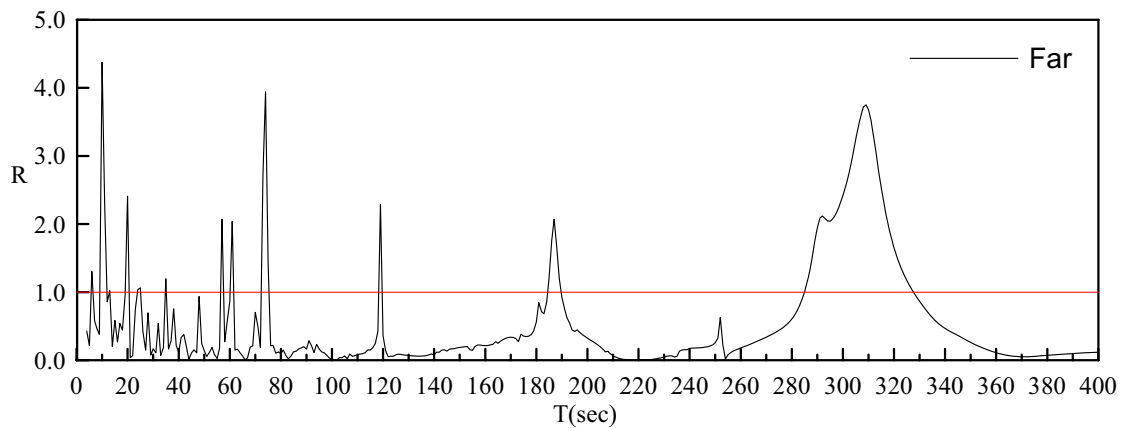


圖 208 臺北港 N4 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

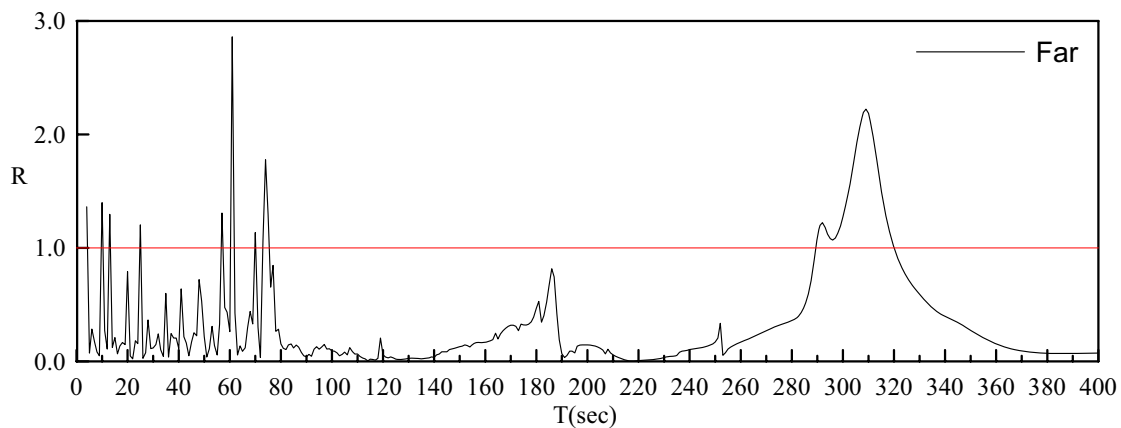


圖 209 臺北港 N4 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

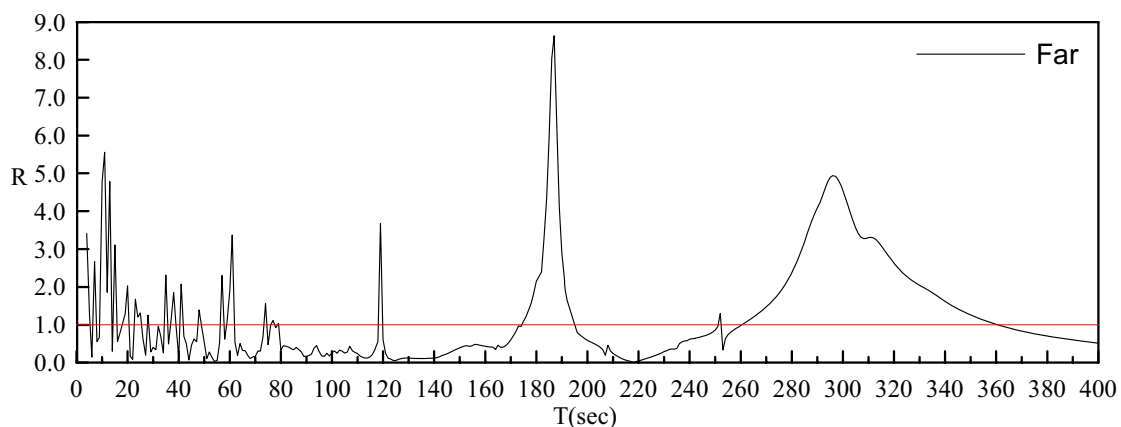


圖 210 臺北港 N4 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

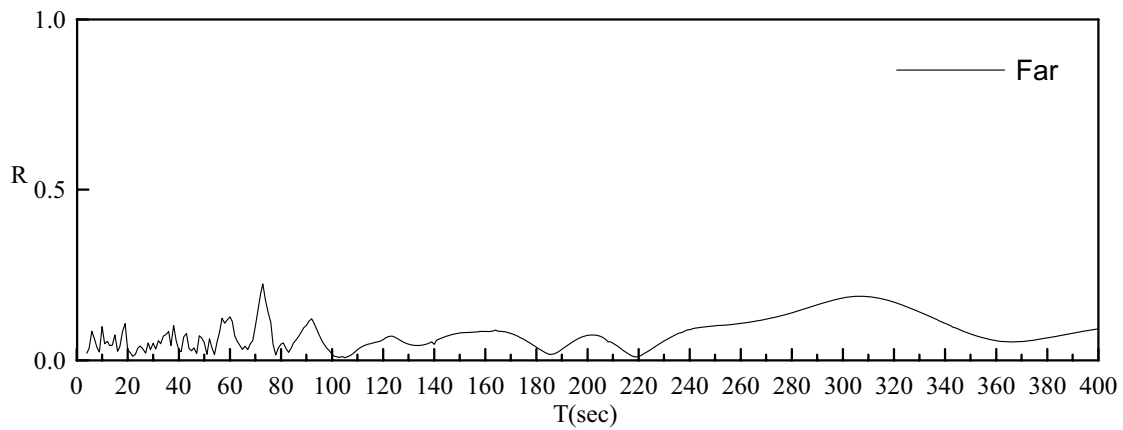


圖 211 臺北港 N4 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

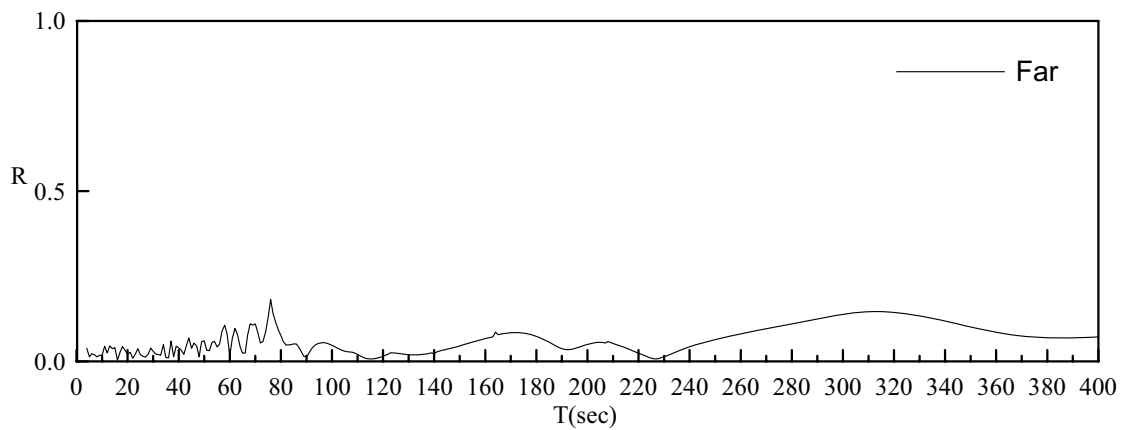


圖 212 臺北港 N4 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

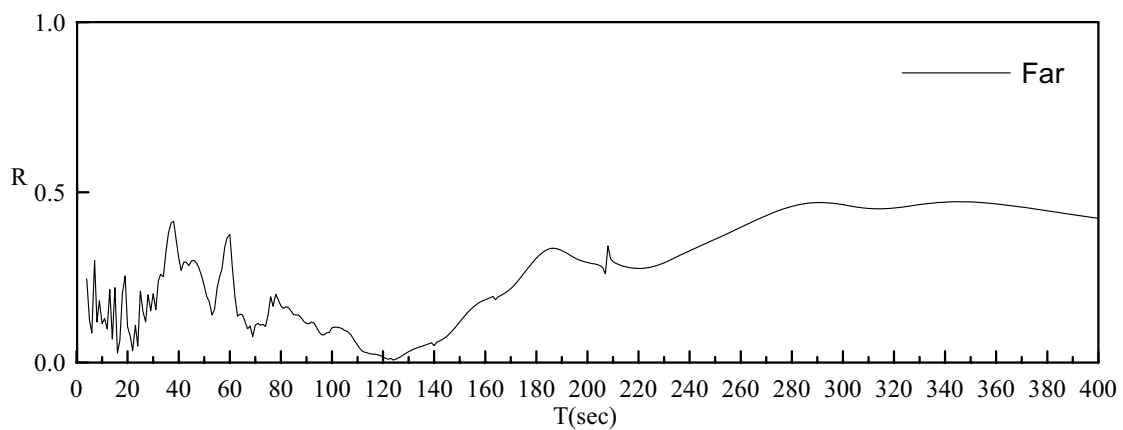


圖 213 臺北港 N4 碼頭之波高放大因子 R 與入射波週期關係圖
(入射波波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

表 3 臺北港遠期規劃案之港池共振週期統計表(入射波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0，碼頭編號 A~H)

T (sec)	臺北港遠期之港池共振計算碼頭編號														
	A	B	C	D1	D2	E	F1	F2	F3	G	H1	H2	H3	H4	H5
4				○							○				○
5					○					○				○	
10														○	
11															
12															
15			○												
17								○							
20															
32															
36															
55															○
57															
63															
73												○	○	○	
74															
79															
92													○		
93															
95															○
103													○		
107				○				○		○	○				
111															
114					○	○	○			○	○				
119															
124													○		
142										○	○				
145				○		○									
150															
151						○									
152							○	○							
154	○		○												

173															
181										○	○		○	○	
187															
192															
195		○	○										○	○	○
235						○							○		
240										○	○			○	
252															
286	○														
290															
291		○	○												
309	○							○							

* 粗體字的標示為港池共振計算平面波場之週期。

表 4 臺北港遠期規劃案之港池共振週期統計表(入射波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0，碼頭編號 I ~N)

T (sec)	臺北港遠期之港池共振計算碼頭編號																
	I1	I2	I3	J1	J2	J3	K	L1	L2	M1	M2	M3	M4	N1	N2	N3	N4
4																	
5														○			
10										○				○		○	○
11											○		○		○		
12												○					
15						○											
17																	
20										○							○
32										○						○	
36														○			
55		○															
57																	○
63																	○
73								○									
74										○	○						○
79										○	○	○	○		○	○	
92			○														
93											○	○	○	○	○		
95																	
103																	
107					○		○	○									
111					○												
114		○		○													
119											○	○	○	○	○		○
124																	
142																	
145							○										
150						○											
151																	
152			○		○		○										

154									○								
173	○																
181																	
187										○		○	○	○			○
192								○									
195																	
235						○	○										
240																	
252	○																
286																	
290									○								
291																	
309										○	○		○	○	○		○

* 粗體字的標示為港池共振計算平面波場之週期。

表 5 臺北港遠期規劃案之港池共振週期統計表(入射波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0，碼頭編號 A~H)

T (sec)	臺北港遠期之港池共振計算碼頭編號														
	A	B	C	D1	D2	E	F1	F2	F3	G	H1	H2	H3	H4	H5
10															
55															○
56				○											
61								○							
79															
93															
95													○		○
107								○							
114							○								
145						○									
181													○	○	
195		○											○	○	
252															
290															
291		○	○												
309															

* 粗體字的標示為港池共振計算平面波場之週期。

表 6 臺北港遠期規劃案之港池共振週期統計表(入射波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0，碼頭編號 I~N)

T	臺北港遠期之港池共振計算碼頭編號																
(sec)	I1	I2	I3	J1	J2	J3	K	L1	L2	M1	M2	M3	M4	N1	N2	N3	N4
10														○			
55		○															
56																	
61										○	○		○		○		○
79										○	○	○	○		○	○	
93													○		○		
95																	
107																	
114				○													
145																	
181																	
195																	
252	○																
290									○								
291																	
309										○			○	○	○		○

* 粗體字的標示為港池共振計算平面波場之週期。

表 7 臺北港遠期規劃案之港池共振週期統計表(入射波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0，碼頭編號 A~H)

T (sec)	臺北港遠期之港池共振計算碼頭編號														
	A	B	C	D1	D2	E	F1	F2	F3	G	H1	H2	H3	H4	H5
4				○	○		○								
10															
11															
12															
13			○												
15															
23															
24		○		○											
25									○						
29													○		
31															
32															
35															
36															
38															
55															
56				○											
57															
58											○			○	○
61		○					○	○	○						
62															
79															
93															
95													○		○
107	○			○				○	○	○	○		○		
108															
111						○									
114					○		○			○					
115						○									
118				○				○		○	○		○		

119															
124													○		
126									○	○	○	○		○	
131			○												
153	○														
163														○	
181										○	○		○	○	
187															
189															
192															
193	○														
195		○	○	○				○					○	○	○
216				○	○	○									
235		○	○		○	○	○						○		
240									○	○	○			○	
252															
296															
334								○							

* 粗體字的標示為港池共振計算平面波場之週期。

表 8 臺北港遠期規劃案之港池共振週期統計表(入射波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0，碼頭編號 I~N)

T (sec)	臺北港遠期之港池共振計算碼頭編號																
	I1	I2	I3	J1	J2	J3	K	L1	L2	M1	M2	M3	M4	N1	N2	N3	N4
4			○						○					○	○	○	○
10										○					○	○	
11											○		○	○			○
12												○					
13																	
15													○				
23								○		○							
24																	
25																	
29																	
31			○														
32										○						○	
35																	○
36														○	○		
38																○	
55		○															
56																	
57																	○
58								○									
61													○				○
62									○								
79										○	○	○	○		○	○	
93											○	○	○	○	○	○	
95																	
107					○		○	○	○								
108						○											
111																	
114				○	○												
115																	
118				○			○	○									

119											○	○	○	○	○	○	○
124																	
126																	
131									○								
153																	
163																	
181																	
187										○		○	○	○	○	○	○
189																	
192					○												
193																	
195									○								
216																	
235						○	○										
240																	
252	○																
296										○	○		○	○	○		○
334																	

* 粗體字的標示為港池共振計算平面波場之週期。

表 9 臺北港第三期規劃案之港池共振週期統計表(入射波向 N，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 反射係數 1.0 與岸壁 β 反射係數 1.0，碼頭編號 D~J)

T (sec)	臺北港第三期期之港池共振計算碼頭編號																	
	D1	D2	E	F1	F2	F3	G	H1	H2	H3	H4	H5	I1	I2	I3	J1	J2	J3
4												○						
7									○									
51						○												
55														○				
99													○					
114				○												○		
143							○	○										○
193										○	○							
203		○																
207			○							○								
240											○							
251													○					
322	○																	
325				○	○		○	○	○	○			○			○		○

* 粗體字的標示為港池共振計算平面波場之週期。

表 10 臺北港第三期規劃案之港池共振週期統計表(入射波向 NNE，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 反射係數 1.0 與岸壁 β 反射係數 1.0，碼頭編號 D~J)

T (sec)	臺北港第三期期之港池共振計算碼頭編號																	
	D1	D2	E	F1	F2	F3	G	H1	H2	H3	H4	H5	I1	I2	I3	J1	J2	J3
99													○					
113				○														
114																○		
125										○								
176											○							
214	○	○																
217			○															○
251													○					
325					○								○			○		○
326				○														

* 粗體字的標示為港池共振計算平面波場之週期。

表 11 臺北港第三期規劃案之港池共振週期統計表(入射波向 WNW，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 反射係數 1.0 與岸壁 β 反射係數 1.0，碼頭編號 D~J)

T (sec)	臺北港第三期期之港池共振計算碼頭編號																	
	D1	D2	E	F1	F2	F3	G	H1	H2	H3	H4	H5	I1	I2	I3	J1	J2	J3
4					○	○		○			○		○	○	○	○		
5		○		○								○					○	
6																		○
7									○	○								
8	○																	
10											○							
12		○							○									
13			○		○		○			○		○		○				
19					○									○				
20				○											○			
21						○										○		
24							○	○										
25										○								
27												○						
28											○							
29									○									
31				○		○												
32																	○	
33													○					
35	○													○				
36		○										○						
37						○									○		○	
40								○										
42				○	○													○
43			○															
44																○		
45	○																	
46									○		○			○				
47		○																
49																		○

51						○		○				○					
53														○			
54							○				○						
56	○	○											○				
60														○			
61				○			○									○	
65							○	○									
66					○	○			○		○			○		○	
68		○															
69	○		○									○					
70							○										
72													○				
73										○	○			○	○		○
76		○															
81			○														
84							○	○	○	○				○			
85													○				
90		○															
93															○		
95							○	○	○	○	○	○					○
99													○	○	○		
100								○			○						
102				○													○
107	○				○												
108						○	○			○							
113			○				○								○		
114	○	○		○										○			○
122													○	○			
125									○	○	○	○					
126						○	○	○									
127																	
143		○	○	○	○	○	○	○	○		○	○		○	○	○	○
144	○																
152														○			
168													○				

176							○	○					○		○			
177											○							
193					○					○	○	○			○		○	
194	○																	
217	○	○	○					○								○	○	○
231				○												○		○
233		○	○															
234																	○	
239										○								
240						○	○	○	○		○	○						
250					○													
251				○										○	○	○	○	○
293													○					
326	○			○	○		○	○	○	○			○			○		○

* 粗體字的標示為港池共振計算平面波場之週期。

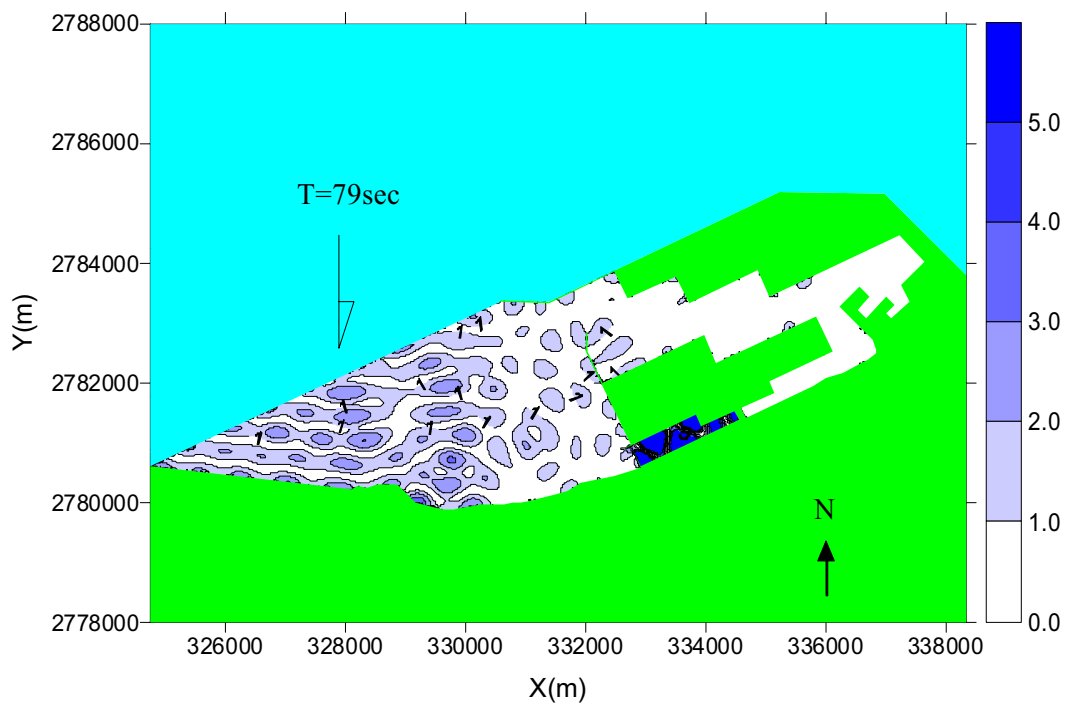


圖 214 臺北港遠期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖

(入射波波向 N，週期 $T=79\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

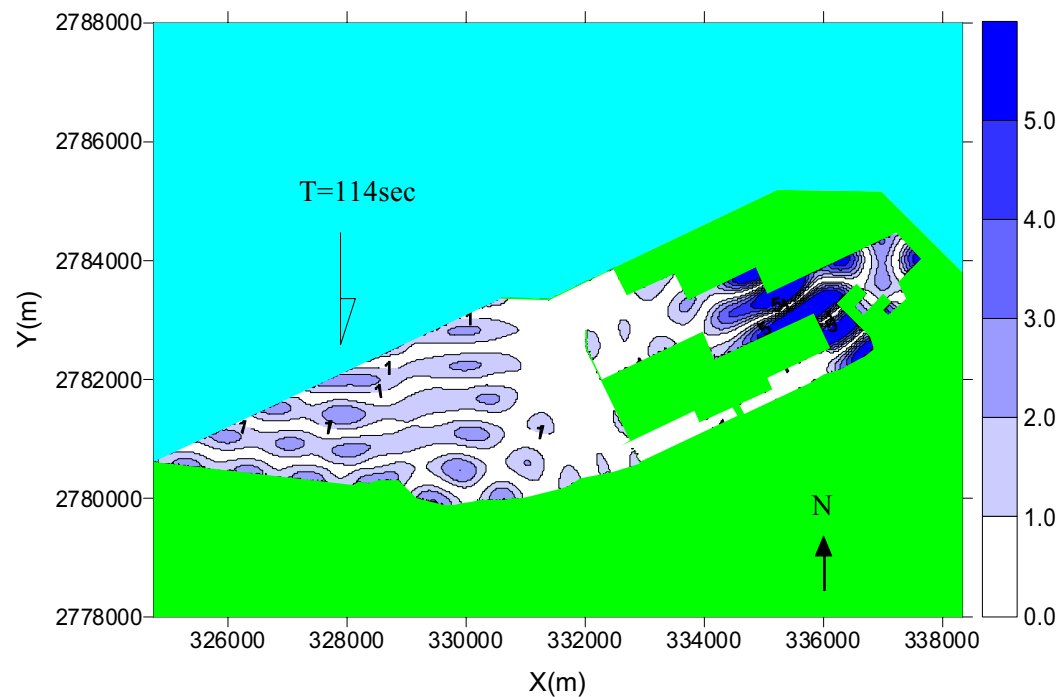


圖 215 臺北港遠期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖

(入射波波向 N，週期 $T=114\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

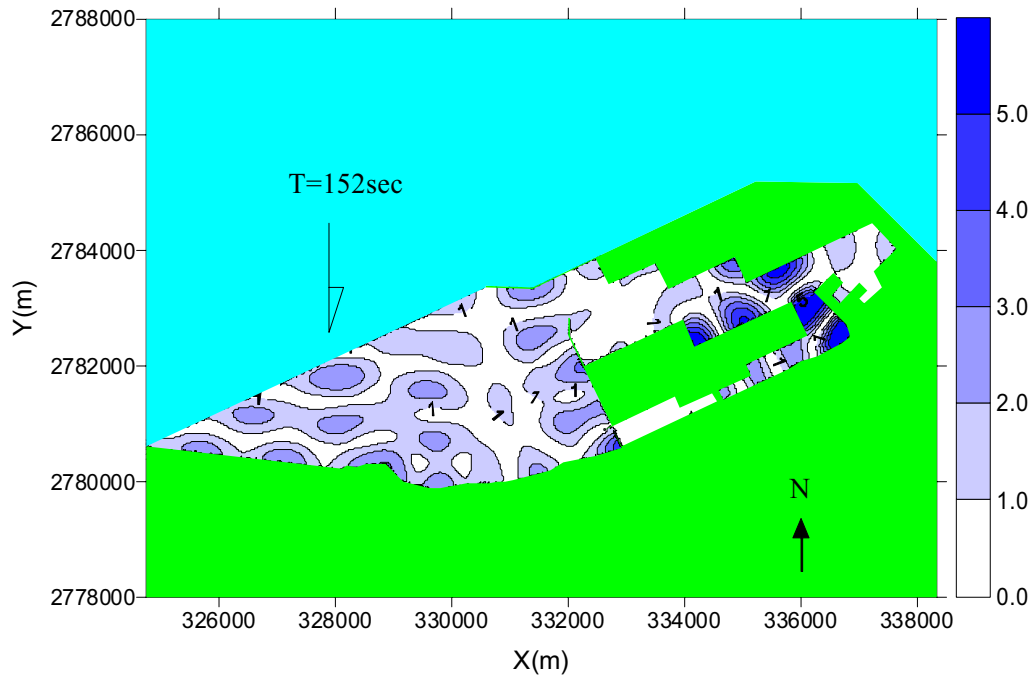


圖 216 臺北港遠期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖

(入射波波向 N ，週期 $T=152\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

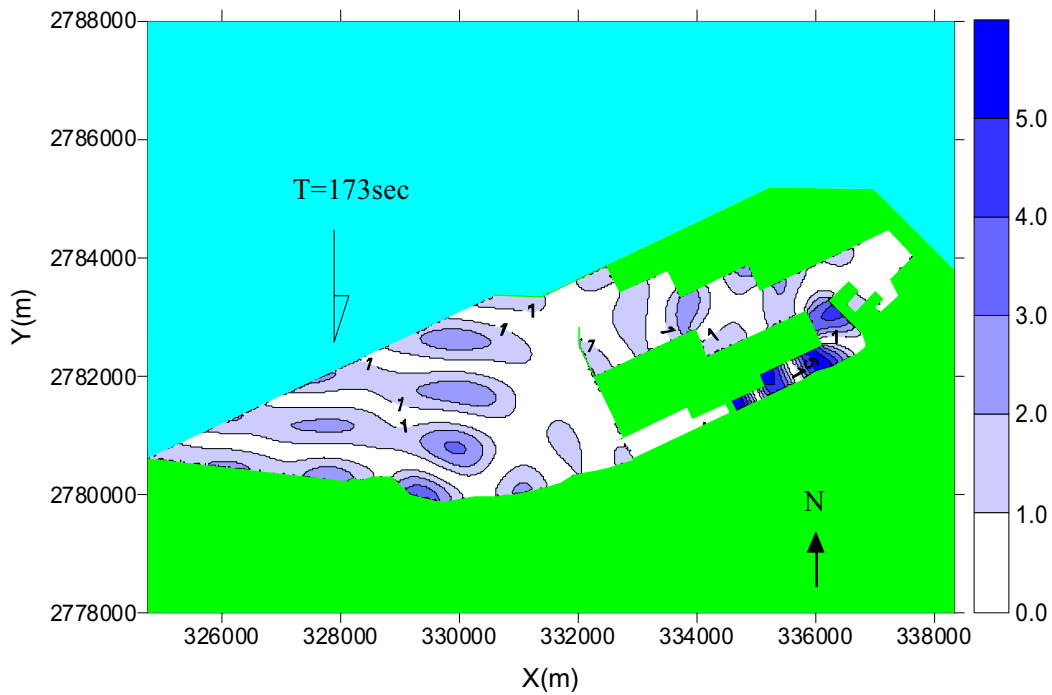


圖 217 臺北港遠期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖

(入射波波向 N ，週期 $T=173\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

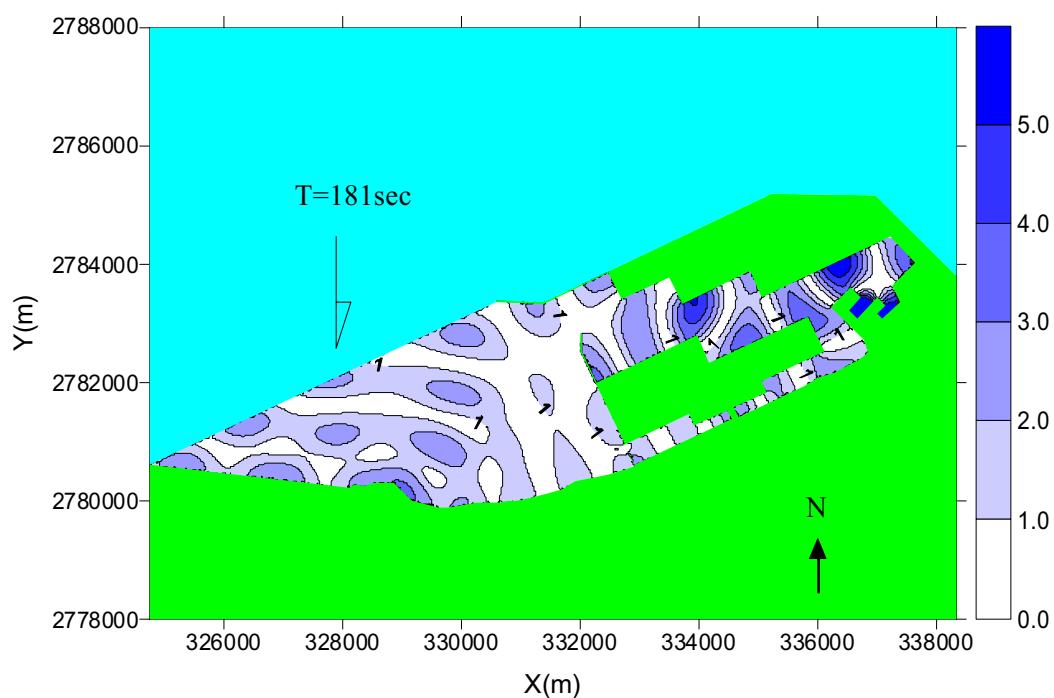


圖 218 臺北港遠期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖

(入射波波向 N，週期 $T=181\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

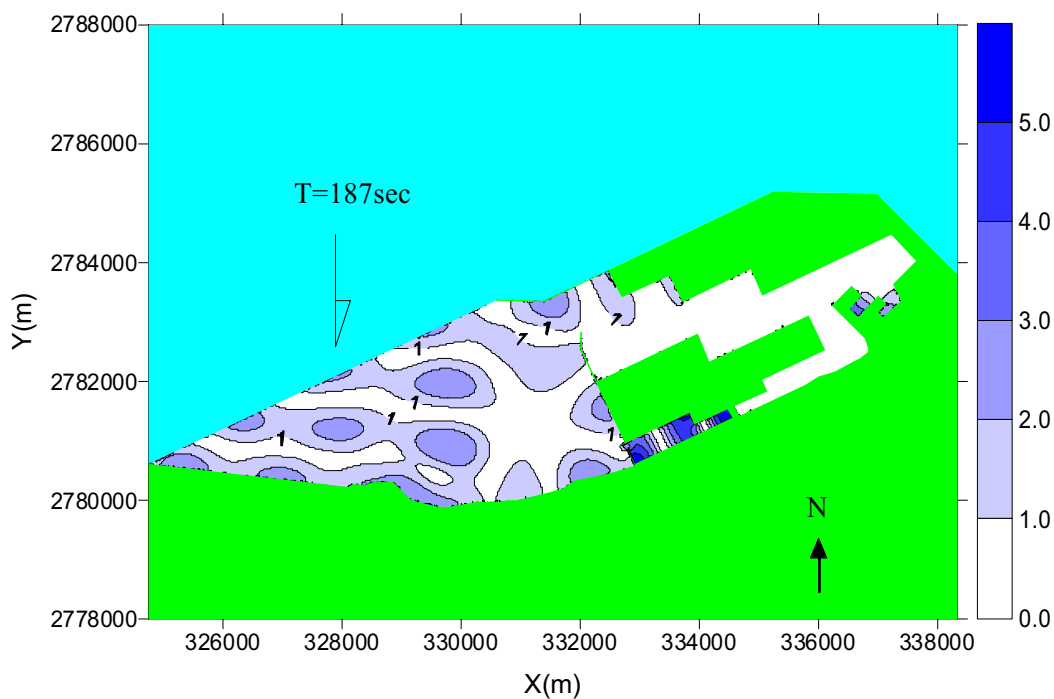


圖 219 臺北港遠期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖

(入射波波向 N，週期 $T=187\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

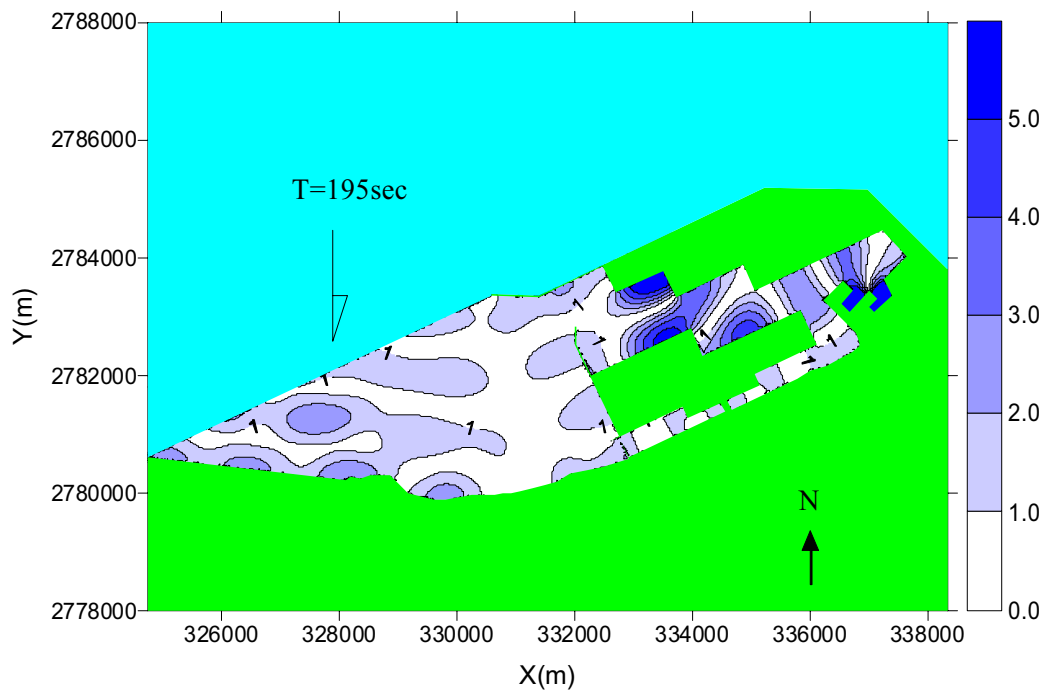


圖 220 臺北港遠期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖

(入射波波向 N，週期 $T=195\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

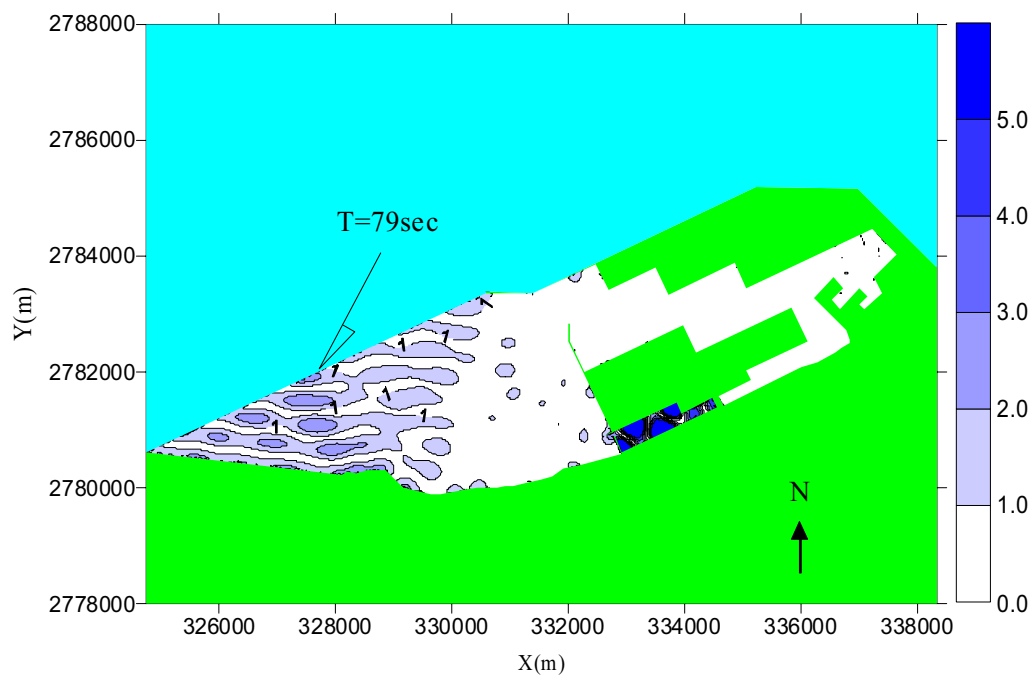


圖 221 臺北港遠期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖

(入射波波向 NNE，週期 $T=79\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

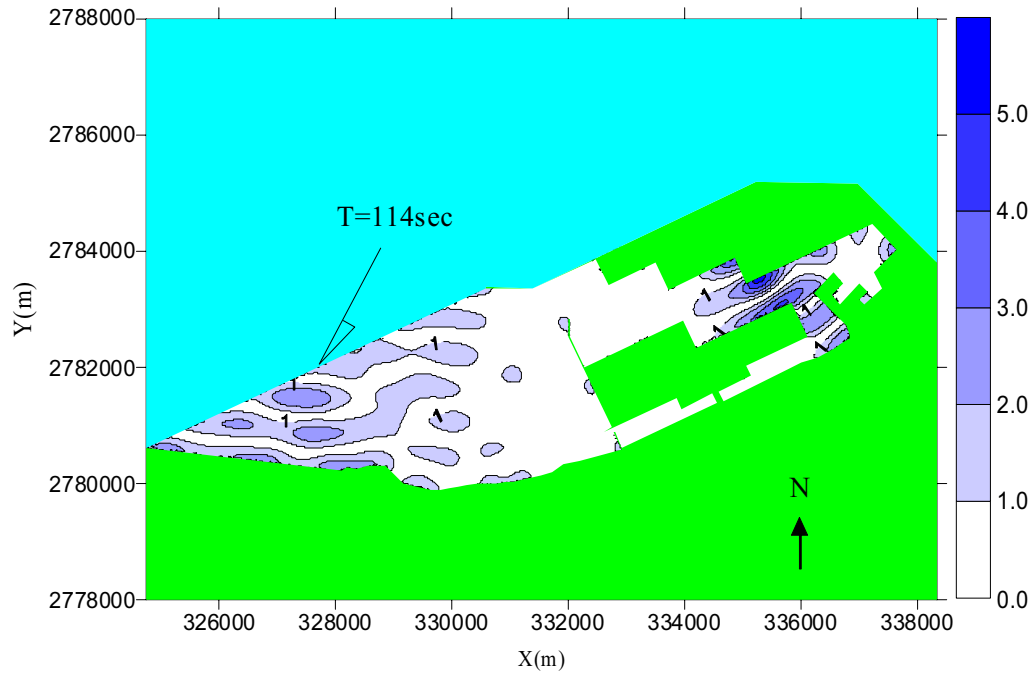


圖 222 臺北港遠期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖

(入射波波向 NNE，週期 $T=114\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

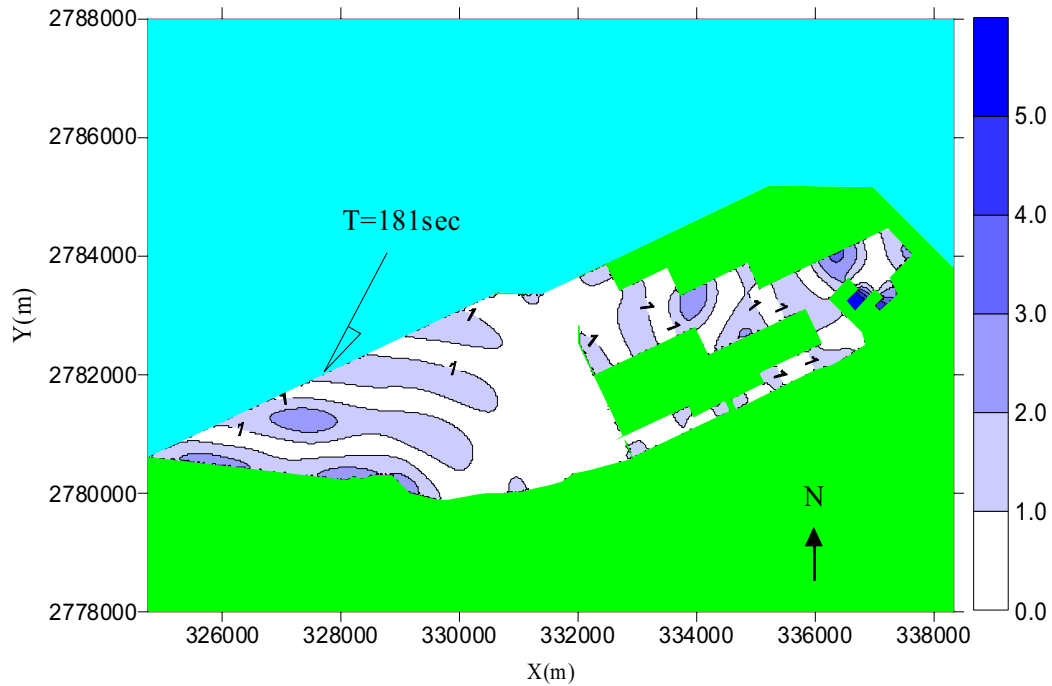


圖 223 臺北港遠期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖

(入射波波向 NNE，週期 $T=181\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

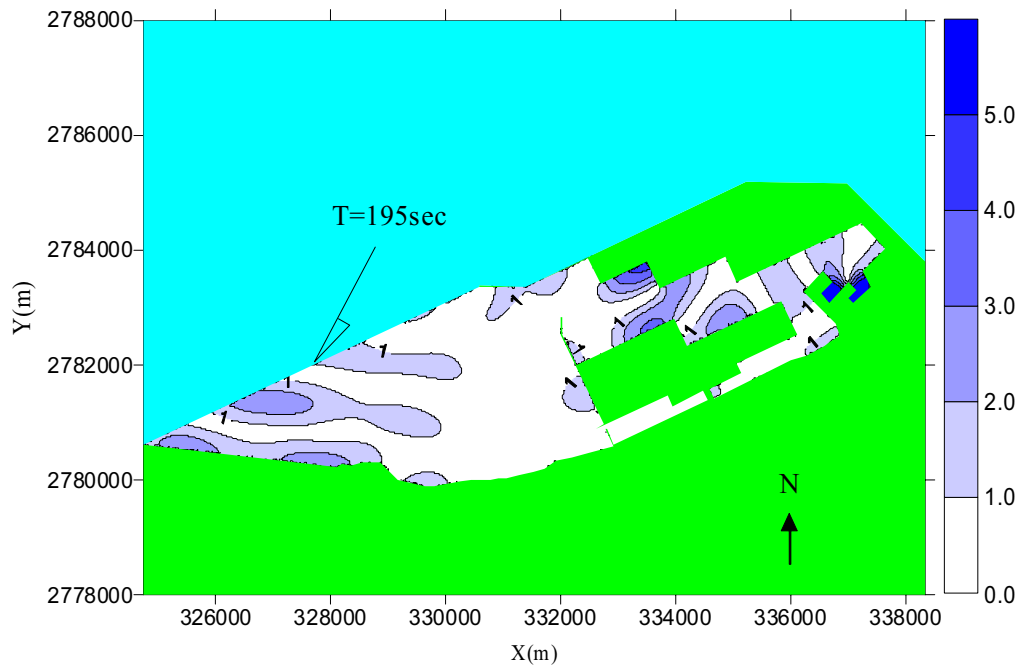


圖 224 臺北港遠期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖

(入射波波向 NNE，週期 $T=195\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

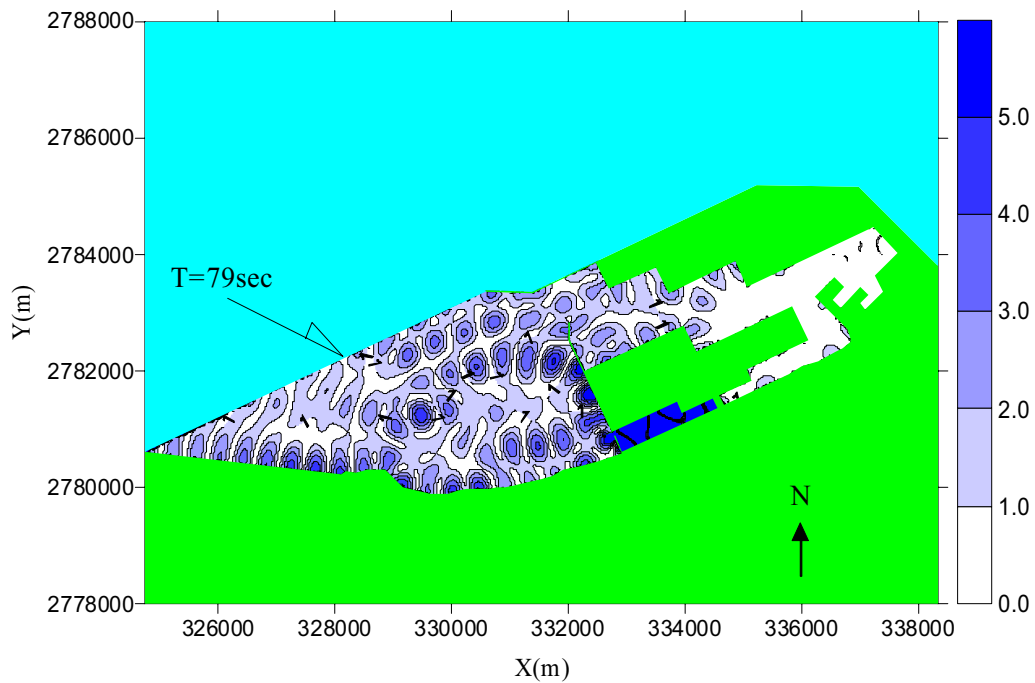


圖 225 臺北港遠期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖

(入射波波向 WNW，週期 $T=79\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

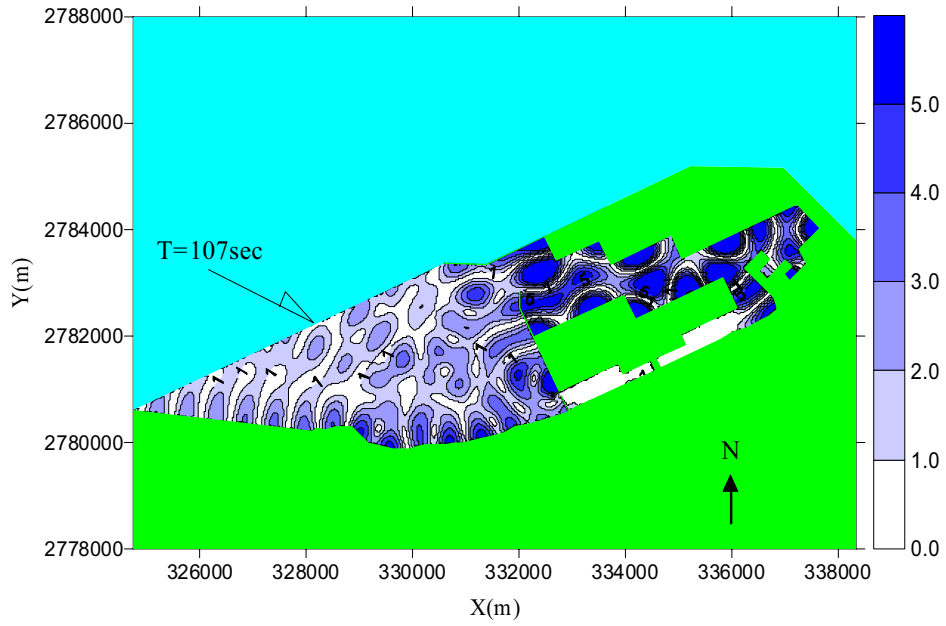


圖 226 臺北港遠期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖

(入射波波向 WNW，週期 $T=107\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

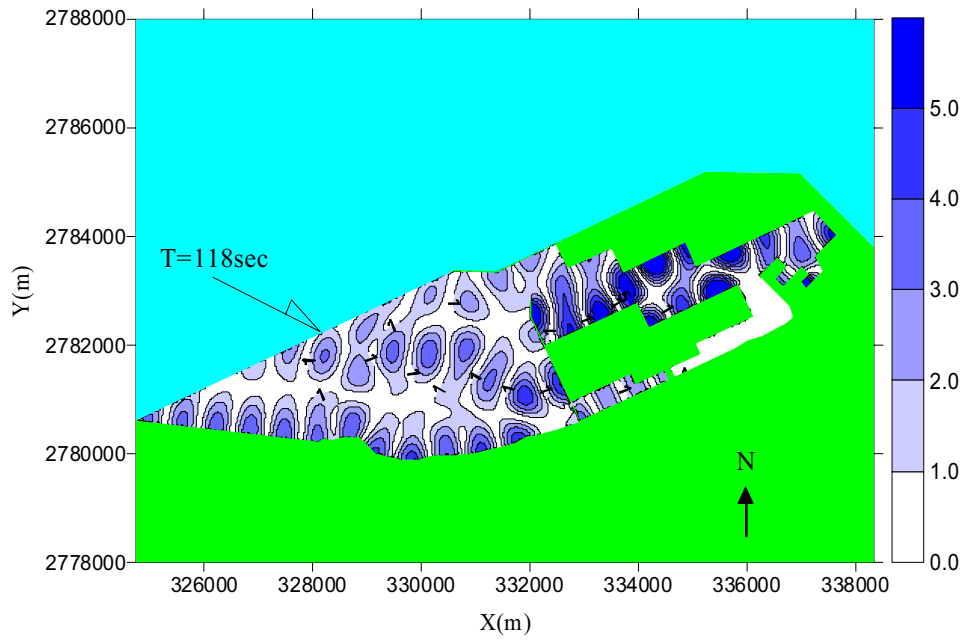


圖 227 臺北港遠期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖

(入射波波向 WNW，週期 $T=118\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

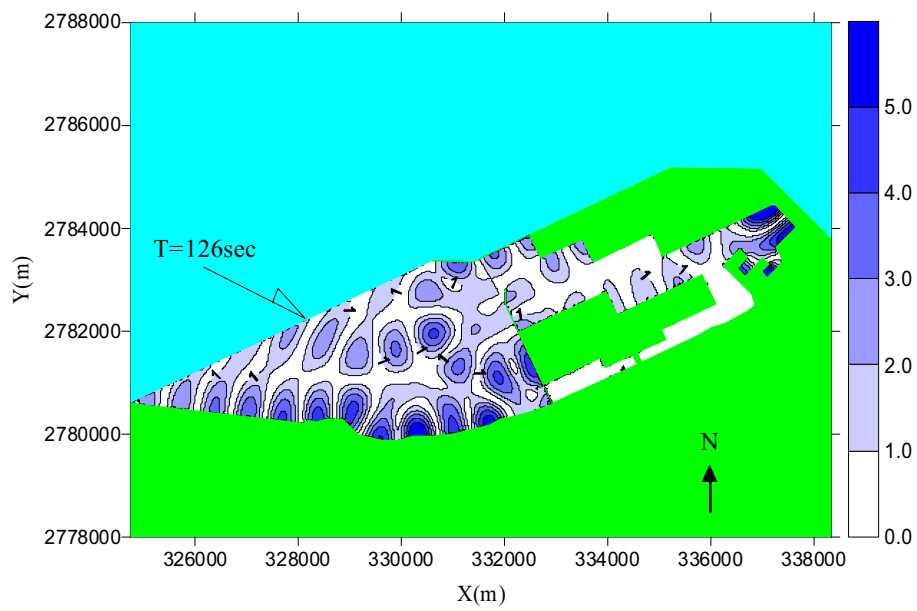


圖 228 臺北港遠期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖

(入射波波向 WNW，週期 $T=126\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

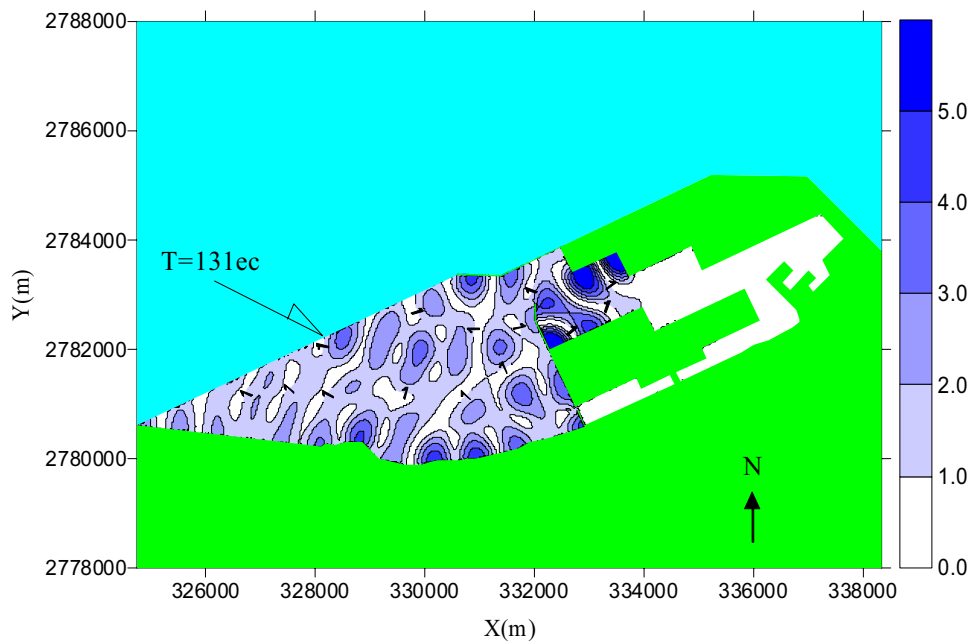


圖 229 臺北港遠期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖

(入射波波向 WNW，週期 $T=131\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

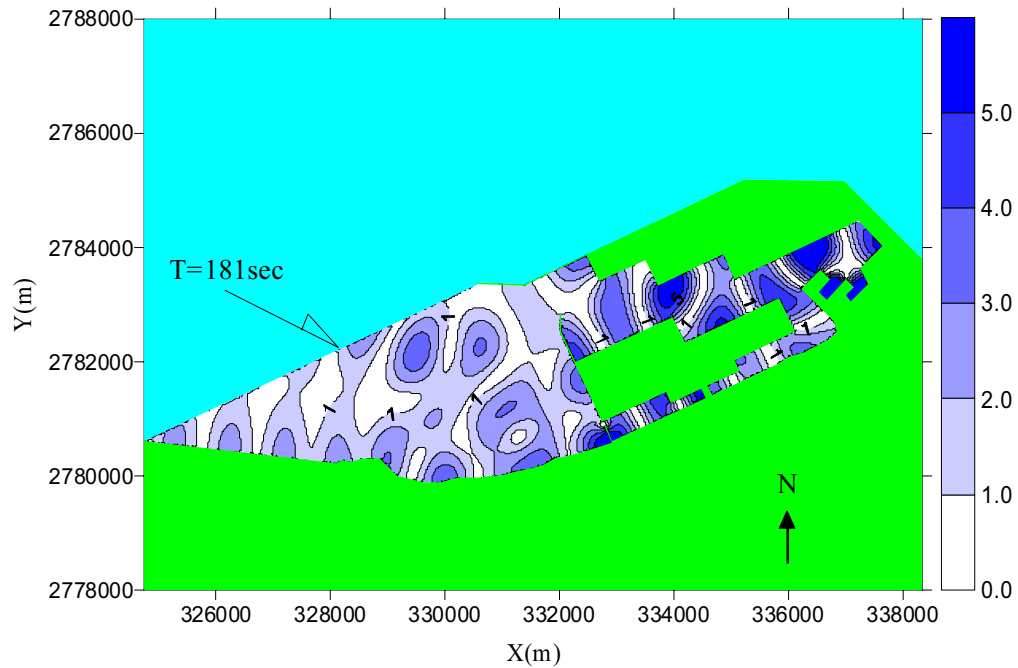


圖 230 臺北港遠期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖

(入射波波向 WNW，週期 $T=181\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

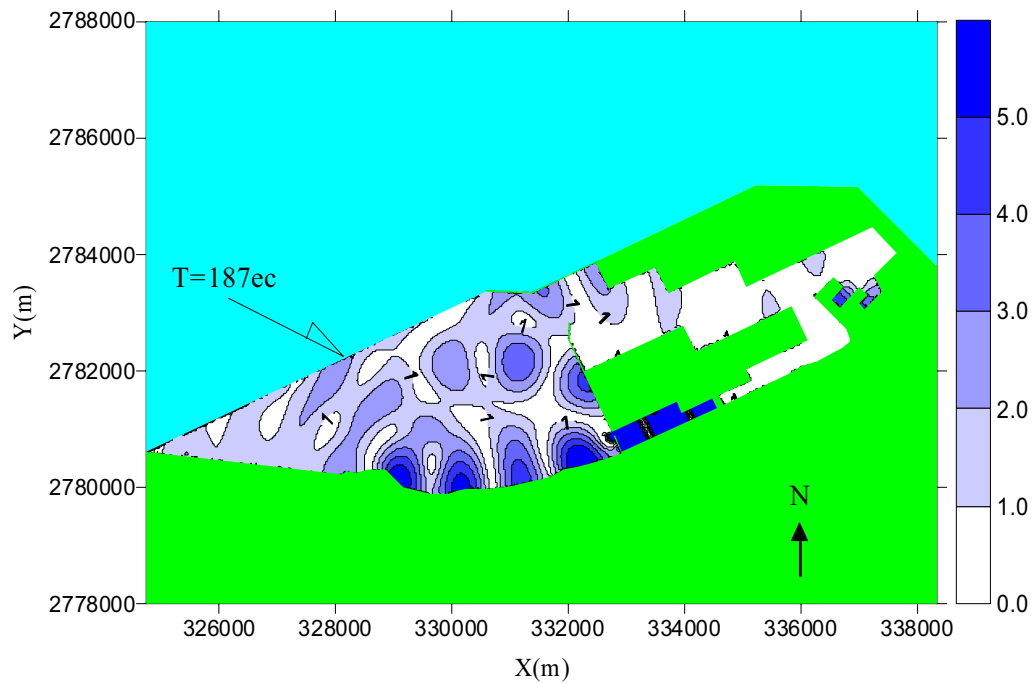


圖 231 臺北港遠期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖

(入射波波向 WNW，週期 $T=187\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

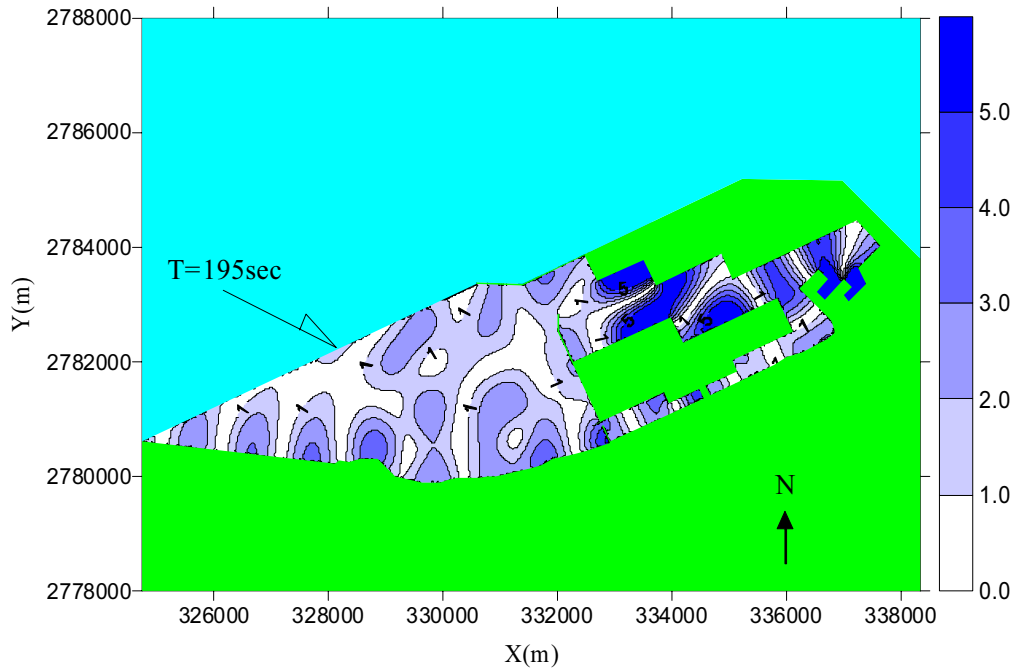


圖 232 臺北港遠期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖

(入射波波向 WNW，週期 $T=195\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

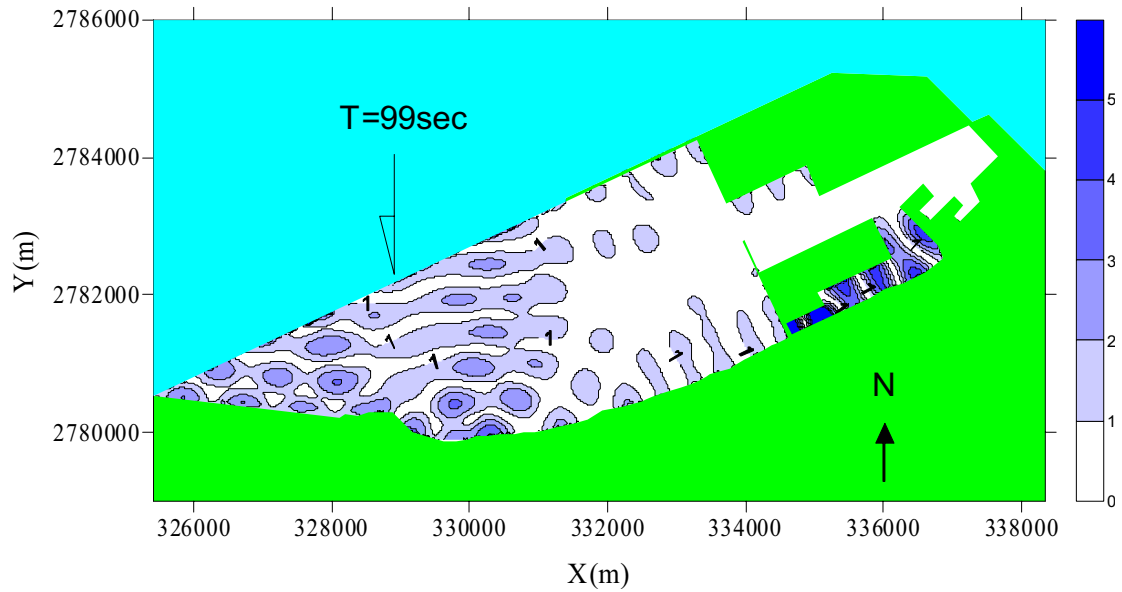


圖 233 臺北港第三期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖

(入射波波向 N，週期 $T=99\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

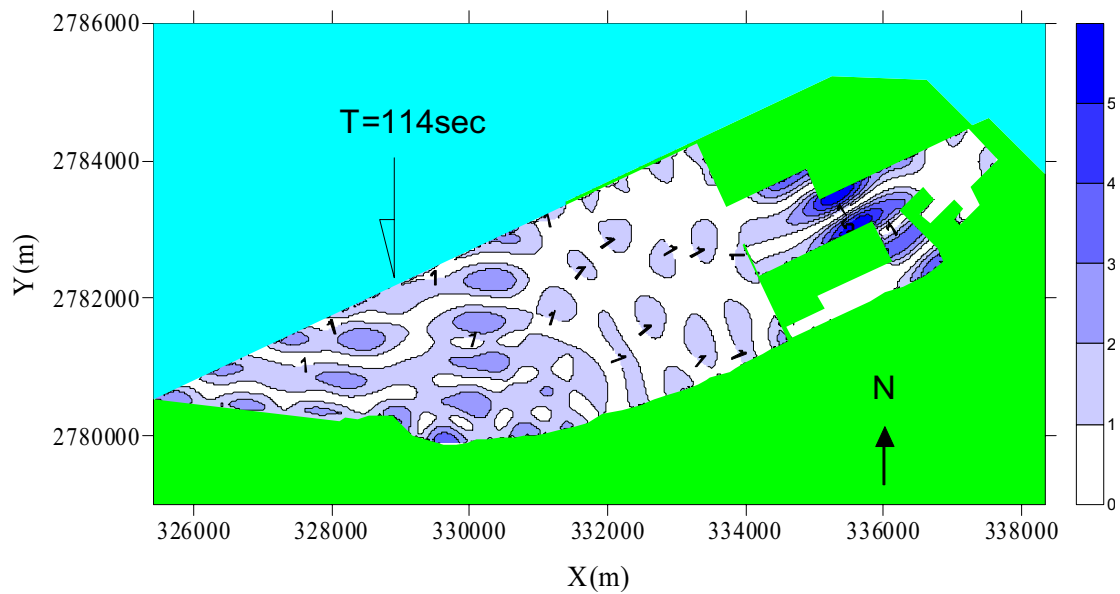


圖 234 臺北港第三期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖

(入射波波向 N，週期 $T=114\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

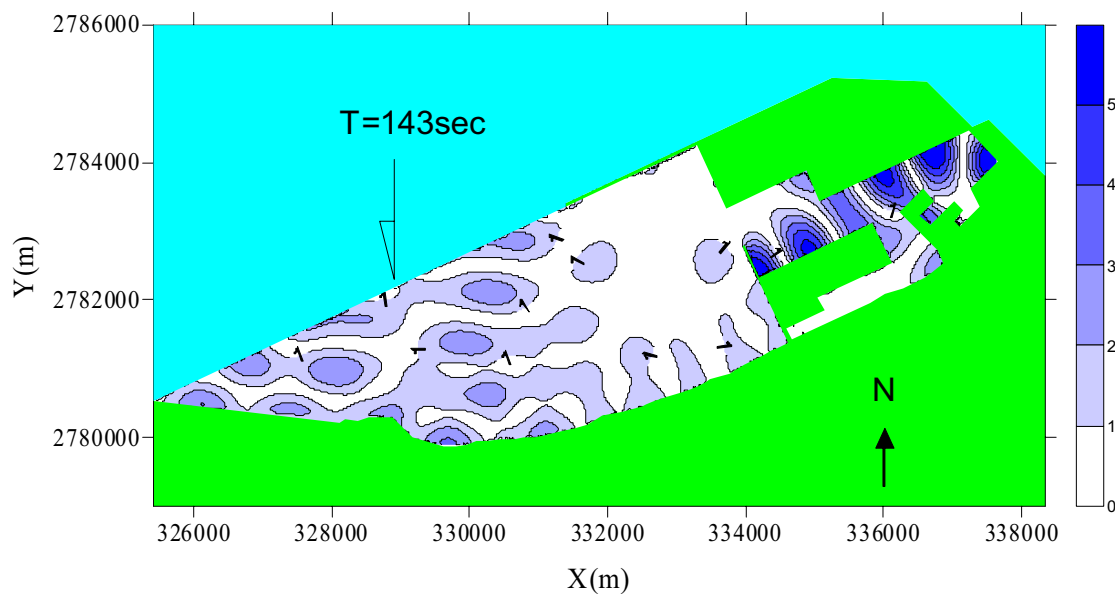


圖 235 臺北港第三期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖

(入射波波向 N，週期 $T=143\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

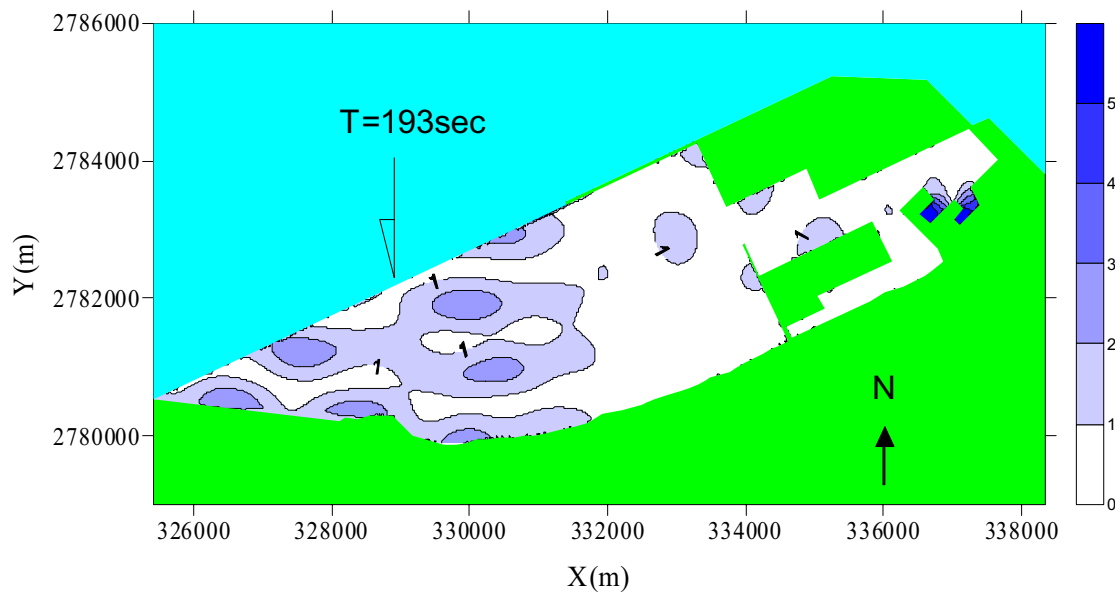


圖 236 臺北港第三期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖

(入射波波向 N，週期 $T=193\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

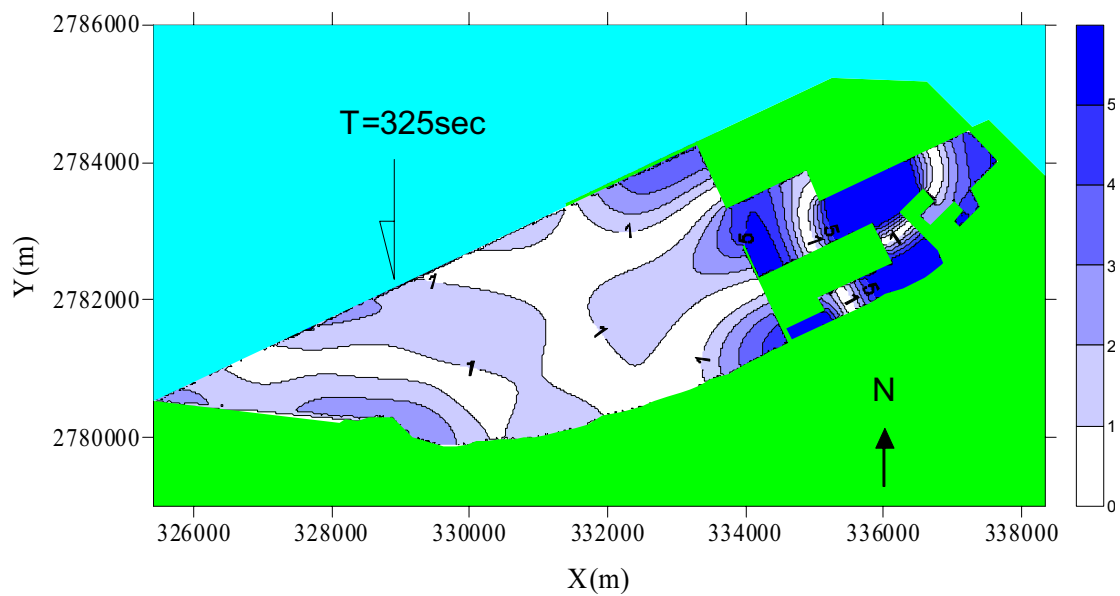


圖 237 臺北港第三期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖

(入射波波向 N，週期 $T=325\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

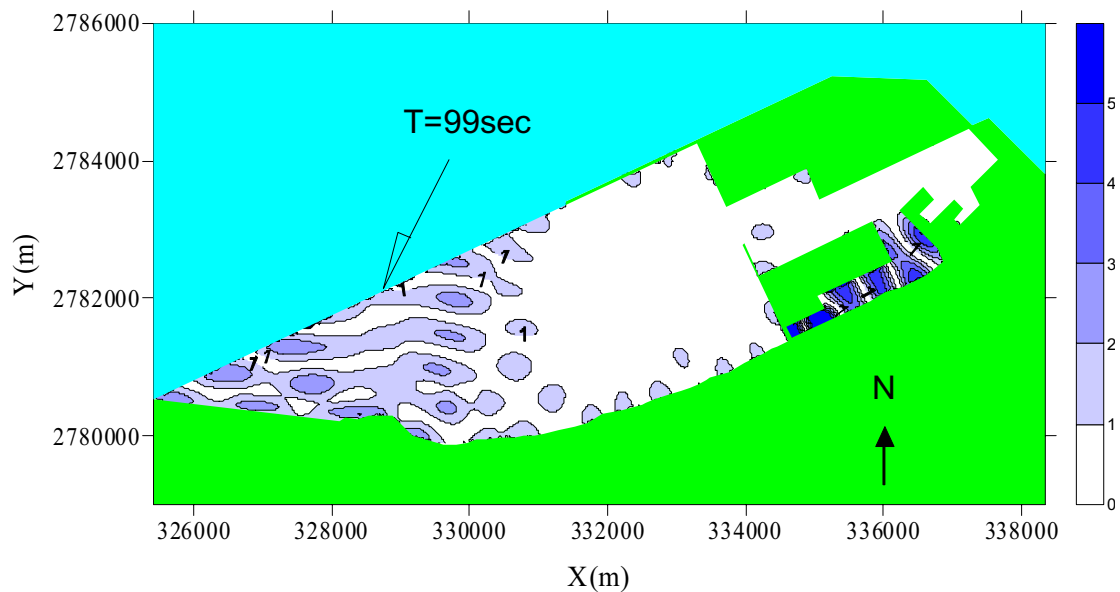


圖 238 臺北港第三期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖

(入射波波向 NNE，週期 $T=99\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

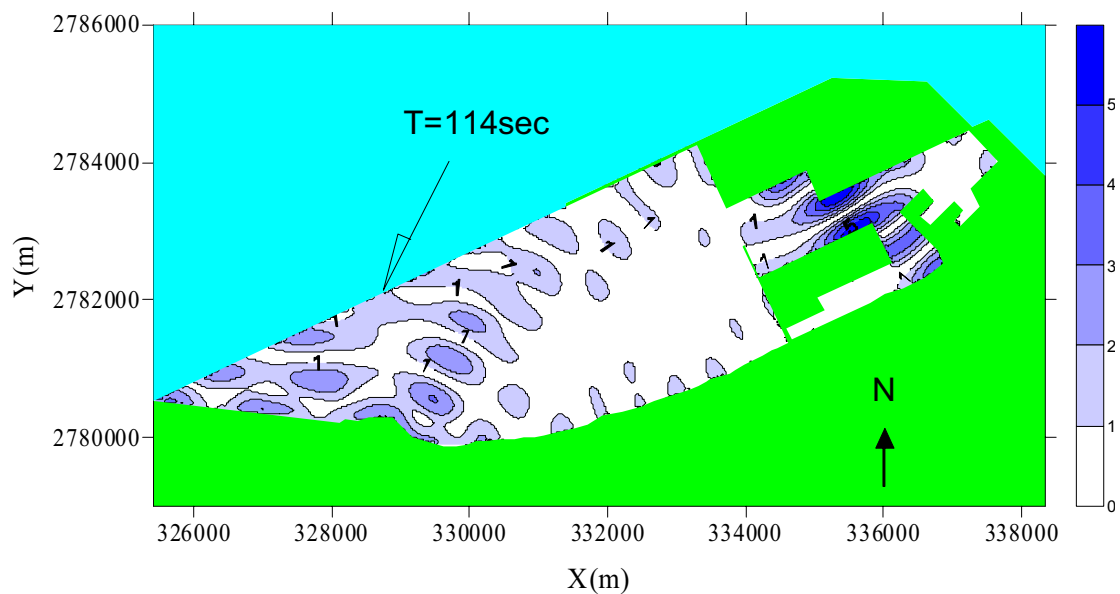


圖 239 臺北港第三期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖

(入射波波向 NNE，週期 $T=114\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

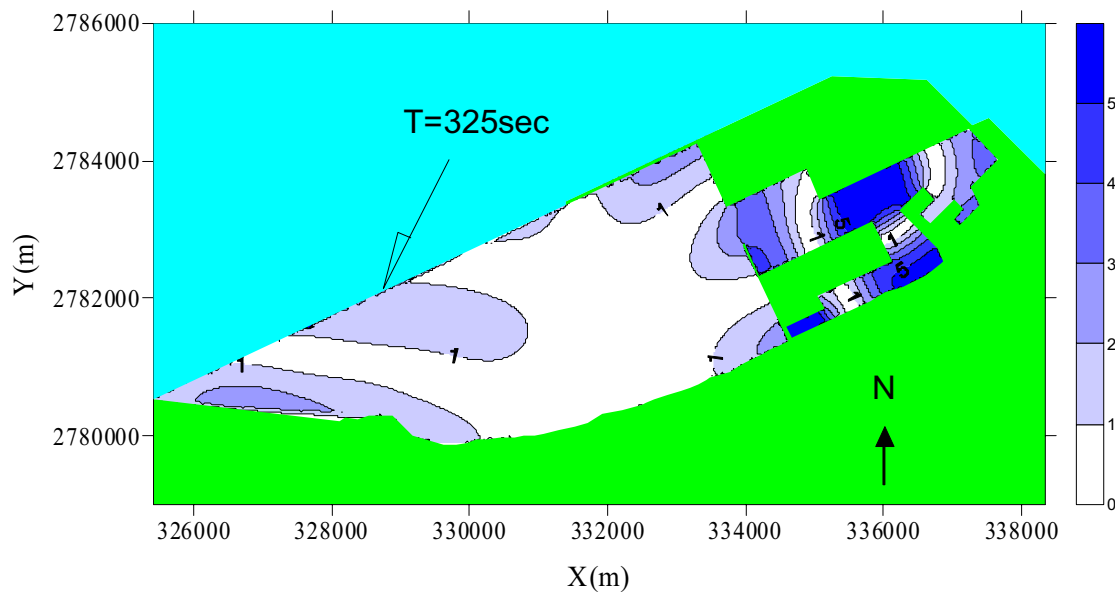


圖 240 臺北港第三期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖

(入射波波向 NNE，週期 $T=325\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

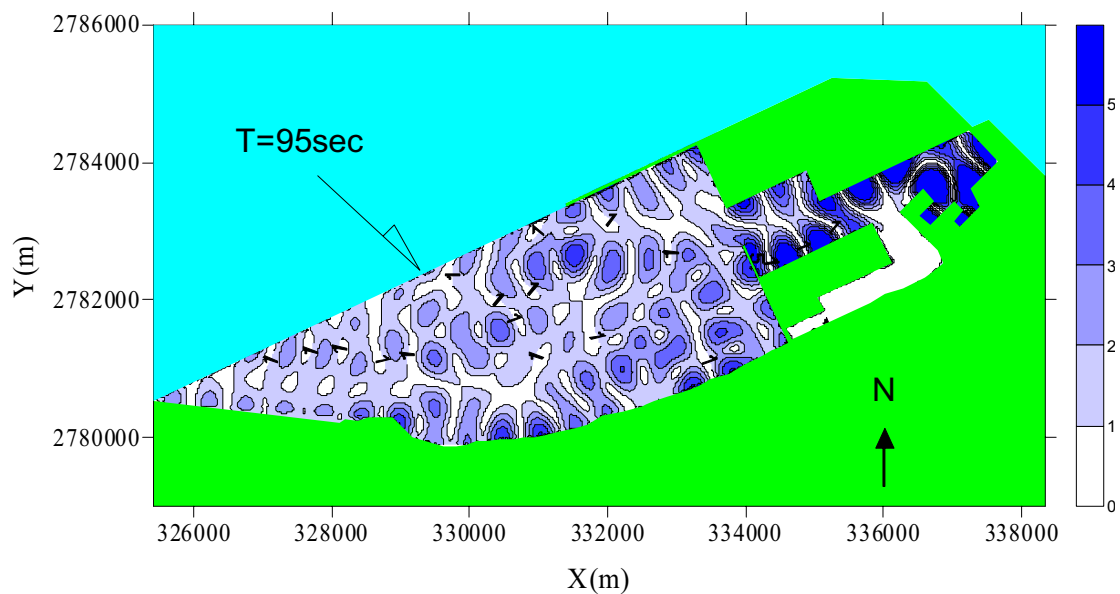


圖 241 臺北港第三期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖

(入射波波向 WNW，週期 $T=95\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

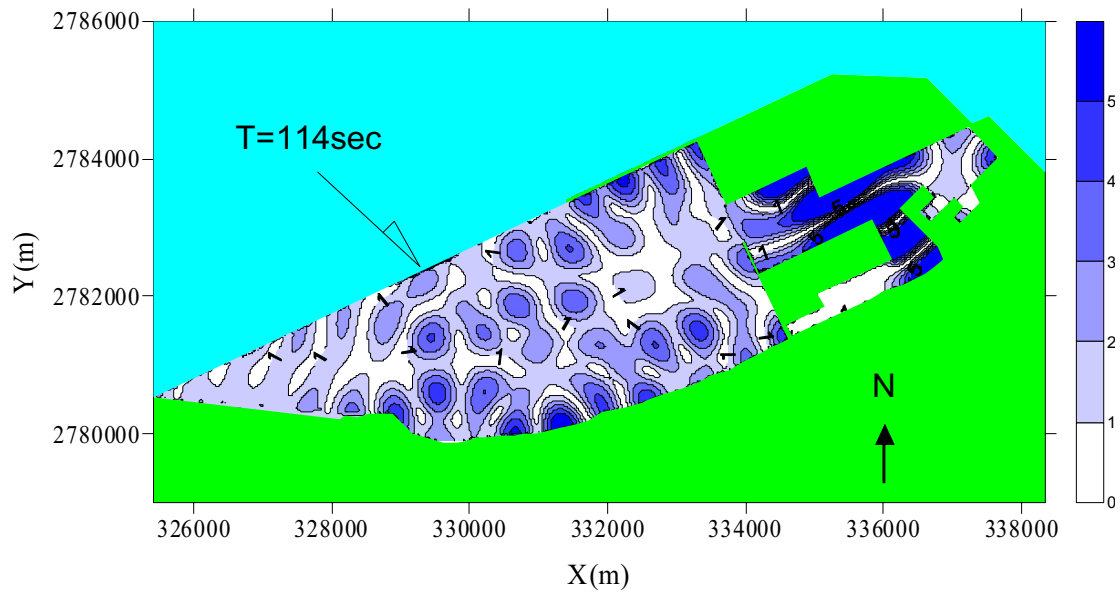


圖 242 臺北港第三期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖

(入射波波向 WNW，週期 $T=114\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

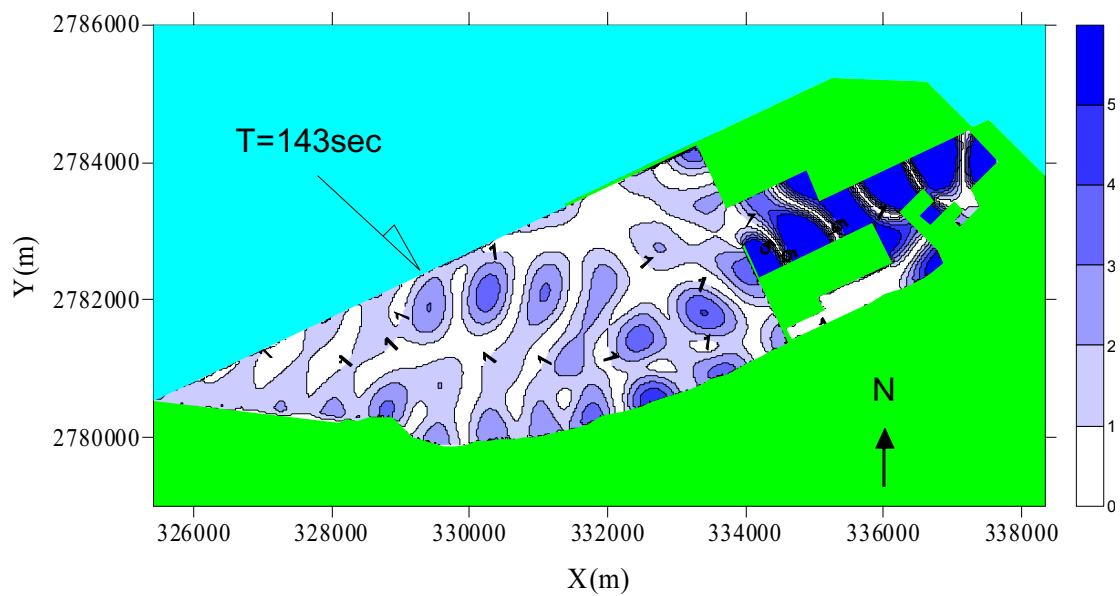


圖 243 臺北港第三期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖

(入射波波向 WNW，週期 $T=143\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

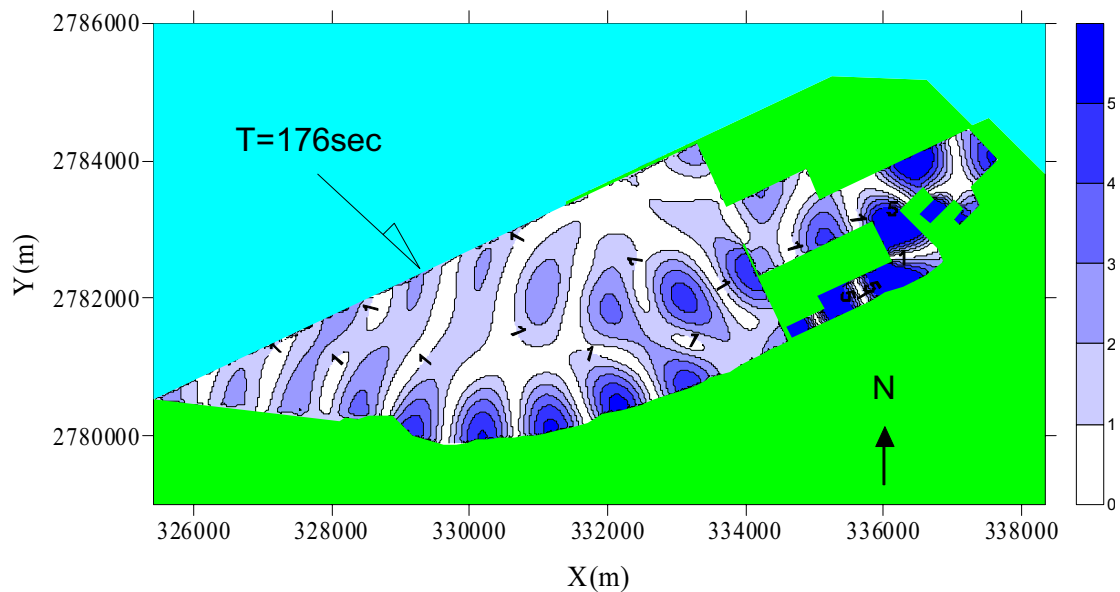


圖 244 臺北港第三期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖

(入射波波向 WNW，週期 $T=176\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

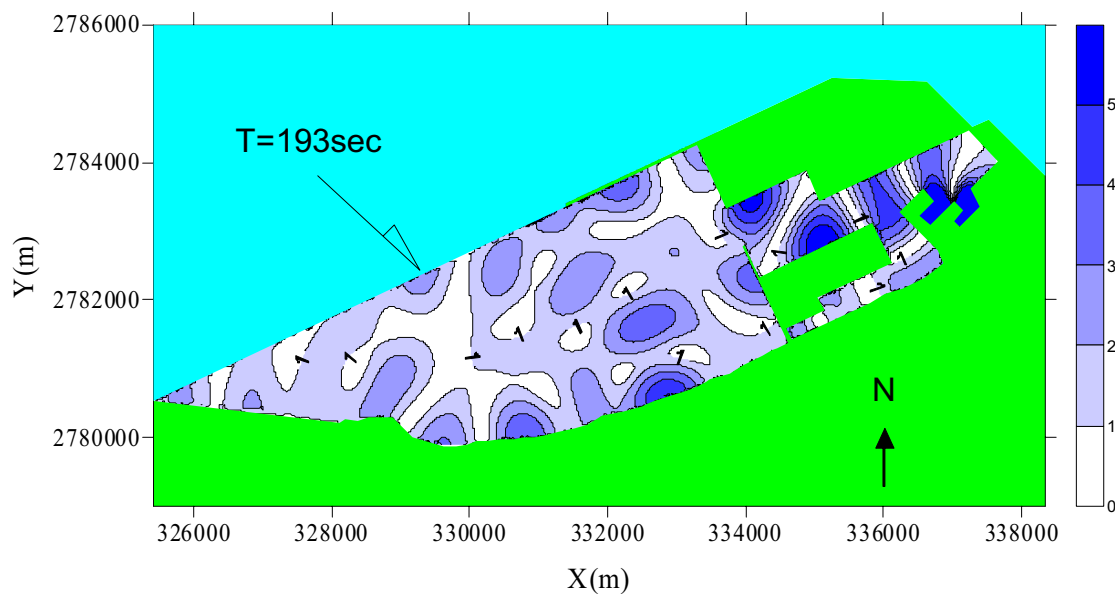


圖 245 臺北港第三期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖

(入射波波向 WNW，週期 $T=193\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

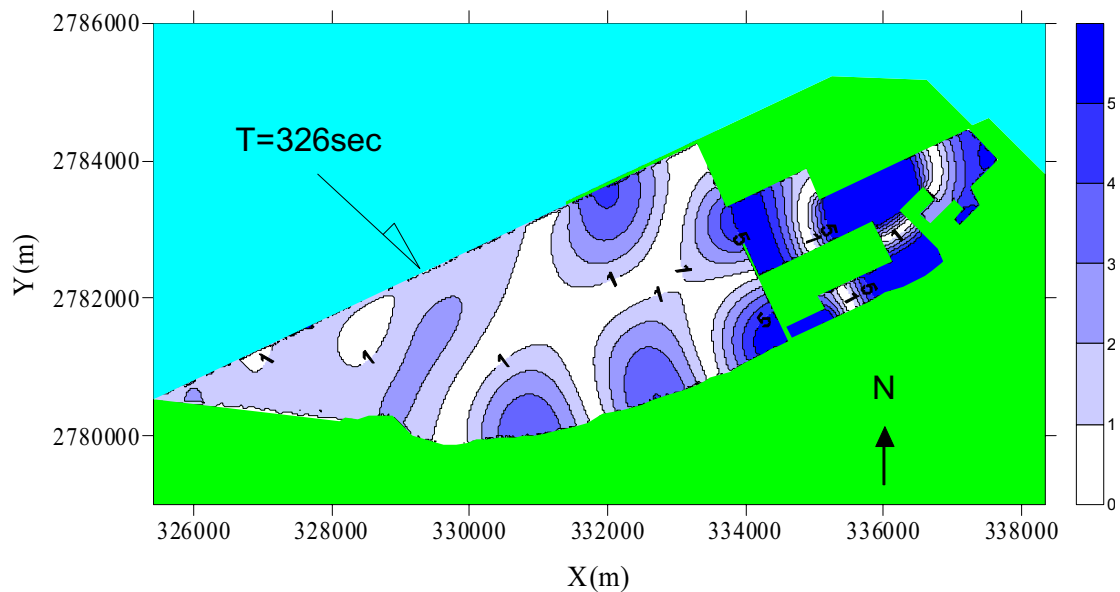


圖 246 臺北港第三期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖

(入射波波向 WNW，週期 $T=326\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 1.0 與岸壁 β 之反射係數 1.0)

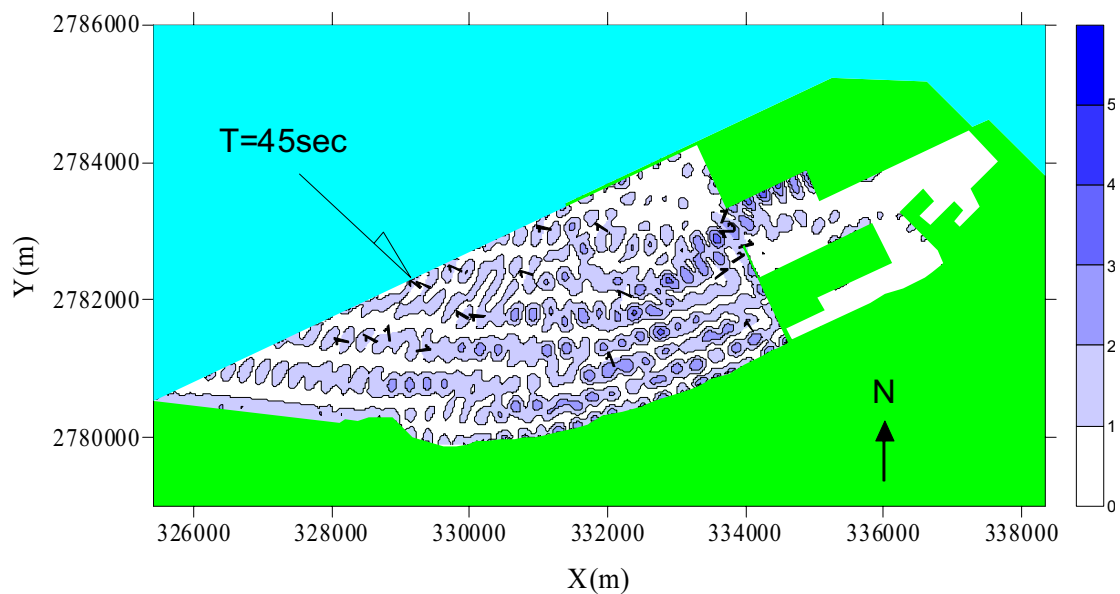


圖 247 臺北港第三期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖

(入射波波向 WNW，週期 $T=45\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

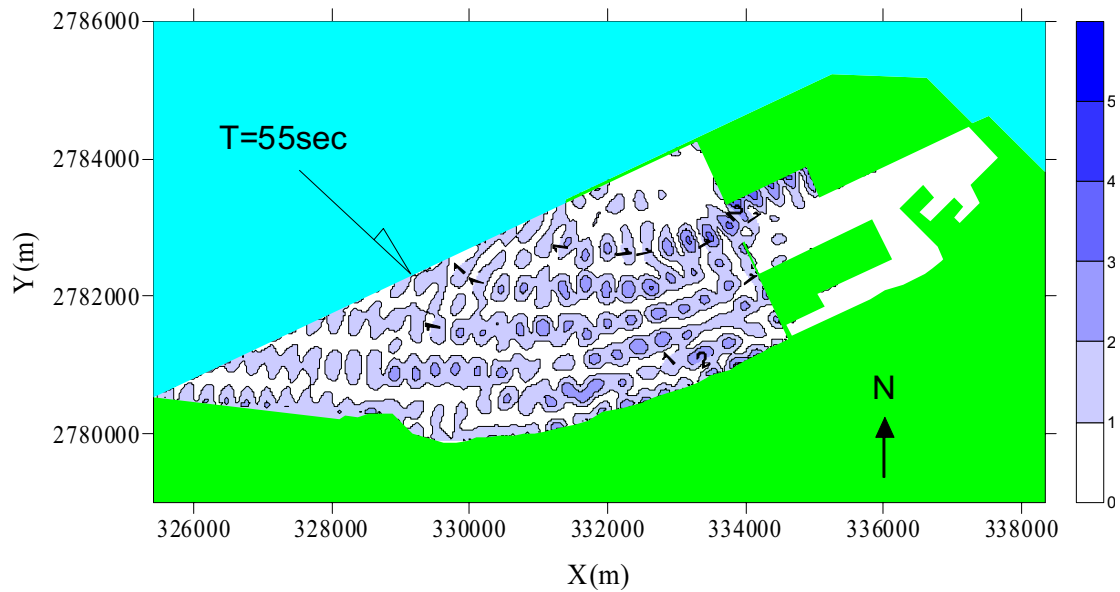


圖 248 臺北港第三期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖

(入射波波向 WNW，週期 $T=55\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

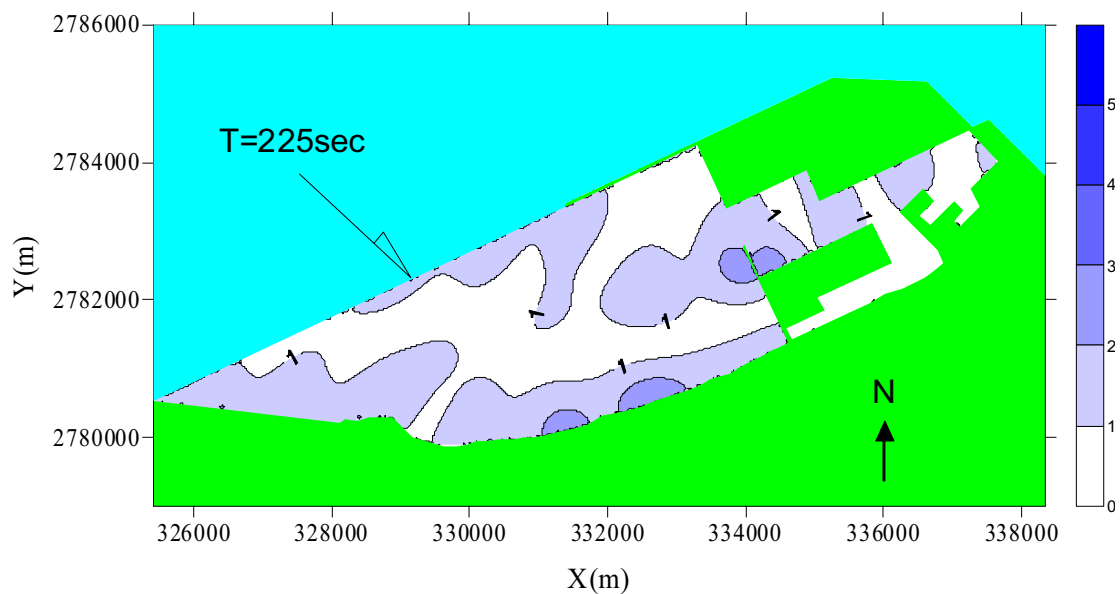


圖 249 臺北港第三期之港池振盪放大率 R 平面分佈圖

(入射波波向 WNW，週期 $T=225\text{sec}$ ，碼頭岸壁反射係數 1.0，岸壁 α 之反射係數 0.9 與岸壁 β 之反射係數 0.9)

第五章 結論與建議

臺北港擴建後港池形狀將會改變成狹長型，是否因此造成所謂的港池振盪為值得探討的主題，也藉以防範未然。本計畫為針對臺北港遠期擴建規劃案之港池振盪特性，利用邊界元素法數值模式進行計算研究，用代表性的水深與特定週期來計算，測試港池振盪的特性，藉此作為報告探討的參考依據。報告內容包括，整理臺北港相關自然條件，包括水文、氣象、海象資料，作為計畫分析的背景資料；臺北港各期規劃的配置情形，同時利用數位檔案藉以畫出臺北港遠期擴建規劃方案之數值計算所要用的圖形，再以港池振盪之邊界元素法數值模式來加以計算模擬。根據本計畫之分析研究成果，可以得到以下幾點結論：

1. 模式的驗證上，由矩形等水深之港池的結果說明本研究港池振盪數值模式的正確性。
2. 對於臺北港遠期規劃案進行計算的測試，考慮長週期($T=20\text{sec}$)之三個方向入射波(WNW、N 與 NNE)、代表性水深($\text{depth}=10\text{m}$)與 2 種岸壁反射的條件($K_r=1.0$ 與 0.9)作為計算測試例，由計算結果顯示，在 NNE 方向因為堤防的屏蔽效應，所以在港區碼頭並沒有共振的情

況，但是在 WNW 方向與 N 方向入射的波浪，因波浪在港區岸線上的反射造成港區碼頭的共振。本測試在 2 種反射率對於港區碼頭的共振影響，從結果顯示隨反射率的降低港區共振的現象也會減小。

3. 在岸壁全反射 $K_r=1.0$ 的條件下，考慮週期 $T=4\text{sec}\sim 400\text{sec}$ ，以及臺北港遠期配置的 32 個位置來計算，在入射波波向 N 的計算結果有 31 處發生共振，計算 397 個週期中有 43 個週期會發生共振。在入射波波向 NNE 的計算結果有 21 處發生共振，計算 397 個週期中有 16 個週期發生共振。入射波波向 WNW 的計算結果有 32 處發生共振，計算 397 個週期有 48 個週期發生共振。
4. 由放大率 R 的港區平面分佈圖的結果顯示臺北港遠期發展計畫的港區的共振位置隨週期而變化。考慮 N、NNE 與 WNW 波向的計算結果，在週期 $T=79\text{sec}$ 與 187sec 的放大率 R 的平面分佈圖顯示共振只發生在海洋遊樂船停泊區，在週期 $T=181\text{sec}$ 與 195sec 的放大率 R 的平面分佈圖顯示共振發生於內港內泊渠。
5. 在岸壁全反射 $K_r=1.0$ 的條件下，考慮週期 $T=4\text{sec}\sim 400\text{sec}$ ，以及臺北港第三期配置的 18 個位置來計算，在入射波波向 N 的計算結果有 17 處發生共振，計算 397 個週期中有 14 個週期會發生共振。在

入射波波向 NNE 的計算結果有 10 處發生共振，計算 397 個週期中有 10 個週期發生共振。入射波波向 WNW 的計算結果有 18 處發生共振，計算 397 個週期有 79 個週期發生共振。

6. 由放大率 R 的港區平面分佈圖的結果顯示臺北港第三期發展計畫的港區的共振位置隨週期而變化。考慮 N 與 NNE 波向的計算結果，在週期 $T=99\text{sec}$ 的放大率 R 的平面分佈圖顯示共振發生在外港外泊渠，在週期 $T=193\text{sec}$ 的放大率 R 的平面分佈圖顯示共振發生在內港外泊渠，考慮 WNW 波向的計算結果，在週期 $T=95\text{sec}$ 的放大率 R 的平面分佈圖顯示共振發生於內港內泊渠，在週期 $T=176\text{sec}$ 與 193sec 的放大率 R 的平面分佈圖顯示共振發生於全部的港區。
7. 在岸壁部分反射 $K_r=0.9$ 的條件下，臺北港遠期配置不發生共振，而臺北港第三期的配置則在入射波波向 WNW，週期 $T=45\text{sec}$ 、 55sec 、 69sec 與 225sec 的條件下會發生共振的現象，透過放大率 R 的港區平面分佈圖的結果顯示共振發生於外港迴船池。
8. 將臺北遠期與第三期的計算結果互相比較，臺北港遠期計畫在波向 N 與 NNE 比臺北港第三期計畫容易發生共振，但在波向 WNW 則臺北港第三期計畫比臺北港遠期計畫容易發生共振。

本研究歸納整理上述的結論並建議在未來研究內容朝以下幾點研究方向來探討：

1. 增加實際港池的邊界條件計算本年度具有共振之結果，討論其共振特性之改變。
2. 考慮臺北港實測資料之分析，探討波浪條件分佈之情形，確認共振波浪存在的數據。
3. 建議探討港池蕩漾之現象，可以將臺中港作為研究對象，並探討改善對策。

參考文獻

1. 周宗仁、林炤圭，應用邊界元素法解析任意地形及水深之港池水面波動問題，第八屆海洋工程研討會論文集，第 111-129 頁，1986.
2. 陳柏旭、蔡丁貴，局部輻射邊界條件在水波數值模式上的應用，中華民國第十二屆海洋工程研討會論文集，第 1-18 頁，1990.
3. 蘇青和、蔡丁貴、歐善惠，數值方法及輻射邊界在港池共振應用之探討，中華民國第十三屆海洋工程研討會論文集，第 23-37 頁，1991.
4. 周宗仁、韓文育、朱忠一，消波式碼頭對港內水面振動之影響，第六屆水利工程研討會論文集，第 668-679 頁，1992.
5. Berkhoff, J.C.W., Computation of Combined Refraction Diffraction, Proc. 13th Coastal Engineering Conference, 1972.
6. Chen, H.S., Effects of Bottom Friction and Boundary Absorption on Water Wave Scattering, Applied Ocean Research, Vol.8, pp.99-104, 1986.
7. Chen, H.S. and Mei, C.C., Oscillations and Waves Forces in an Offshore Harbor, Ralph M. Parsons Laboratory, Report No.190, MIT, 1974.
8. Chwang, A.T., Ou, S.H. and Su, C.H., Wave Oscillations inside Porous Wall Harbors, Proc. the 5th Conference on Hydraulic Engineering, Taiwan, ROC, pp.853-868, 1990.
9. Lee, J.J., Wave-Induced Oscillations in Harbors of Arbitrary Shape, Report KH-R-20, W.M. Kerk Laboratory of Hydraulics and Water Resources, California, Institute of Technology, Berkeley, California, 1969.
10. Lee, J.J., Wave-Induced Oscillations in Harbors of Arbitrary Geometry,

J.F.M., Vol.45, pp.375-394, 1971.

11. Lee, J.J. and Raichlen, F., Oscillations in Harbors with Connected Basins, J. Waterways, Ports, Coastal and Ocean Engineering Division, ASCE, Vol.98, No.Ww3, pp.311-332, 1972
12. Tsay, T.K., Zhu, W. and Liu, P.L-F., A Finite Element Model for Wave Refraction, Diffraction, Reflection and Dissipation, Applied Ocean Research, Vol.11, No.1, pp.33-38, 1989.

附 錄

期中報告審查意見處理情形表

期末報告審查意見處理情形表

期末簡報

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：96 年臺北港擴建對港池振盪特性影響之研究

執行單位：國立成功大學

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
黃清和委員		
一、計算遠期計畫之港池形狀自然週期。	已經和世曦顧問公司聯繫過港池自然週期的計算仍然利用放大因子分佈圖來判斷。	符合規定
二、整體選擇 T=20 sec 之依據為何？	利用長週期作計算目的為顯示計算結果的合理性。在期末報告中將作各種週期的計算。	符合規定
三、有限元素法計算範圍為何包括港外區域？	計算範圍的擬定為依據所使用港池振盪理論架構。	符合規定
楊文衡委員		
一、繪製等放大係數圖。	期末報告中將選擇代表性的	符合規定
二、最大放大係數位置標示。	的圖形標出等值線和最大值位置。	符合規定
三、海洋遊樂船區建設可行性，對以後停船、操船之可行性。	將在期末報告中，特別提出本項建議。	符合規定
四、與實際量測數據比對。	將在期末報告中，特別提出本項建議。	符合規定

劉景毅委員		
一、本計畫海象資料之蒐集分析有包括波浪項目，但大都為週期較短波浪成份之統計分析成果，其對本計畫港池振盪特性研究之參考價值有限。因臺北港觀測樁已測得多年波浪資料，其中有些是颱風波浪，如果能針對臺北港觀測樁實測颱風波浪與西南浪進行較長週期波浪成份之分析，當有助於研判港池振盪是否會成為臺北港擴建後之問題的參考依據。	這部份的工作將在期末報告中建議未來研究的內容。	符合規定
二、期末報告時是否會計算遠期規劃配置之港池自然頻率，再與第三期規劃配置之成果進行比較分析。	將在期末報告中作共振特性比較。	符合規定
三、page 11 之海上觀測樁的水深應為-15m。臺北港目前之水深若為-9m，模式計算時使用之水深為何選用-10m，兩者之模擬結果是否有明顯差異？圖 14~圖 28 之圖例需說明，並定義波浪放大因子(R)。	本計畫所使用模式為等水深模式，模式中使用代表性水深-10m。放大因子在文中將清楚定義。	符合規定
四、圖 14、圖 19 與圖 24 所示為將部份反射邊界	模式計算將採用依照邊界不同使用不同反射率。	符合規定

α 之反射率設為 1 的模擬成果，其顯示在此條件下波浪放大因子明顯增大，然因此段邊界為港區外之自然海岸，反射率設為 1 將使港池振盪效應被高估。		
五、為何部份反射邊界 α 之反射率為 1 時，海洋遊樂船停泊區有較大的 R 值，當部份反射邊界 α 之反射率為 0.8 以下時，海洋遊樂船停泊區之 R 值即明顯降低。	按照過去研究反射率減少一點點即對共振結果影響很大。	符合規定
何良勝委員		
一、報告內容中有關“台”修正為“臺”，另 2.1.1 節部份有作適當修減。	遵照辦理。	符合規定
二、港內計算結果，建議增列表格方式比較說明。	遵照辦理。	符合規定
三、建議期末報告中，就颱風侵襲機率等條件，以“風險評估”觀念，提供臺北港港內可能產生之振盪情況。	遵照辦理。	符合規定
林柏青委員		
一、摘要第二頁首行空格可拿掉。	謝謝指正，遵照辦理。	符合規定

二、26 頁第二行第 3 第 4 字間少一個期字。	謝謝指正，遵照辦理。	符合規定
三、本文以 20 秒週期入射波作測試，港池內振盪能量是否一定來自同週期波浪，其他週期入射波能量是否會因港池形狀引發不同週期的振盪，仍待釐清。	期末報告中將包括各種入射波浪週期。	符合規定
四、根據本文計算結果，港區左下角的海洋遊樂船停泊區在颱風來襲時不但不能停船還可作為觀浪區，因為有時波浪放大因子會達到 4 倍，如果屬實應該提供港務局參考是否變更設計。	在期末報告中將列出此項建議作為後續研究的方向。	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：96 年臺北港擴建對港池振盪特性影響之研究

執行單位：國立成功大學

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
黃清和委員		
一、建議增列期中報告委員 審查意見及辦理情形表。	謝謝建議，將按港研中心格式製作。	符合規定
二、圖 4~圖 7 中，圖示 (legend)無法清楚辨識現 況、二期、三期或遠期配 置。	最後報告將以彩色輸出，可 以辨識清楚。	符合規定
三、圖 8 與圖 11，數值模 擬示意圖有明顯差異，計 算結果有否可能產生誤 差？	圖 8 為示意圖，應用在台北 港配置，完全以理論架構為 依據。	符合規定
四、理論上，吾人定義當入 射波浪週期與港池形狀 自然週期成倍數關係 時，港池即會產生共振， 惟報告 p21 文中定義“若 放大率 R 大於 1 即表示該 週期發生共振”，是否妥 當？	本研究以放大率 R 大於 1 表示可能之共振結果合乎 理論依據。	符合規定
五、數值計算結果顯示，當 岸壁 α 與 β 之反射係數 為 0.9 時，放大因子 R 除 了在第三期配置 D、碼頭 區，當 WNW 向波浪入射 時，其值甚少大於 1 者； 在實際上該兩區岸壁其 反射係數均小於 1，是否	港池共振結果對反射率之 降低相當敏感，因此，以實 際反射率代入計算即反應 實際之結果。	符合規定

意謂臺北港港池遠期配置將不會發生共振現象？ 六、本研究係用代表性水深 $h=10m$ 以及特定週期 $T=20sec$，測試港池振盪的特性，建議未來改採實測地形進行測試比較分析，且數值計算結果亦建議改採等值(高)係數值表之。	實際地形之計算，將建議在未來研究內容中。計算結果之呈現則以容易判讀之方式表出。	符合規定
劉景毅委員		
一、圖三說明請增加內港內泊區之說明，page29 第二行之 kh 為何？Page1 第 4 行英文少一字母。 二、模式配合 20 秒週期波浪使用 20m 網格，也因此應用於較小週期入射波的結果將較不準確，在 page144 結論 7 中，WNW 向 6 秒週期波浪會發生共振，其是否為真，請再確認？ 三、計畫執行成果顯示有許多週期的波浪均會造成港內不同位置發生振盪情況。此可當做臺北港不同期程方案的自然共振頻率。但是臺北港到底會不會發生振盪現象，仍取決於是否有共振頻率的波浪會進入港內，導致振盪的發生，而此取決於臺	遵照辦理更正。 本研究中網格之建立以足以表現計算精度為考量。 感謝委員建議，將納入未來研究工作項目。	符合規定 符合規定 符合規定

北港海域是否有這些週期的能量，以及這些波浪傳至港池前是否會被damping掉，而目前之模擬假使等水深，且自然海灘的反射率亦使用較高的反射係數，因此，讓模擬結果呈現許多週期均發生明顯共振現象。因此建議未來再以實際水深做為輸入條件，並考慮較實際的反射率進一步模擬，以確認振盪現象是否會發生，再提供改善方案給業主參考。		
張國明委員		
一、邊界元素法數值模式中有一些基本假設條件，建議在結論中詳細條例，以瞭解所得到之計算結果，係在所設定的條件之下，有利於提高參考使用的正確性。 二、報告中選擇 $kr=1.0$ 及 $kr=0.9$ 作為反射條件，唯結論之反射條件中之 $kr=0.2$ 是否有誤？但以 $kr=1.0$ 及 $kr=0.9$ 試算，和實際情形應有落差，所得港池振盪結果是否容易造成誤解。 三、結論 7，有 $T=6\text{sec}$ 條件下產生共振，其正確性如何？是否可認為臺北	謝謝指正，將在期末報告中加入內容。 謝謝指正，將確實更正。 將在期末報告中敘述清楚。	符合規定 符合規定 符合規定

港是一個不安全的港池。		
吳啟東委員		
一、研究單位採反射率 1 或 0.9，針對各種入射波向、各種週期全面篩選是否可能產生共振，是嚴謹保守的作法，惟應針對結果，進一步分析探討。如當反射率降低時，是否共振仍存在，又若仍存在共振的週期實際發生率如何？最後再作結論與建議較妥適。	謝謝指教，建議內容將納入未來後續研究內容中。	符合規定
二、花蓮、蘇澳面對太平洋長週期波發生率高(包括颱風、海嘯)，臺中港位處臺灣海峽中點，長浪少，臺北港位處臺灣西北端，長週期波實際發生率若何？是否太平洋長週期波經繞射後，仍能進港產生共振？	共振產生與否，仍以計算結果作依據，但適當的邊界條件將敘述清楚。	符合規定
三、本研究題目為“港池振盪特性影響之研究”，宜請釐清除共振研究外，是否包括盪漾？	這兩種現象不同，但盪漾問題亦值得研究。	符合規定
何良勝委員		
一、中英文摘要請依港研中心規定補充。	將按港研中心規定處理。	符合規定
二、依報告內容，相關可能造成港區振盪之影響因子，包括波向、週期之入	建議內容將納入未來後續研究內容。	符合規定

射波浪條件與反射率假設等，因此，其影響因子與實際可能發生與存在之情況，頗值詳細探討研究。		
三、對同一配置及同一波向條件而言，其不同週期發生共振情況時，其週期是否有倍率關係？	共振週期之關係以計算結果作依據。	符合規定
四、相關定義及引入條件可再探討，如定義放大因子 R 大於 1，即為共振等情況。	將在期末報告中敘述清楚。	符合規定
林柏青委員		
一、封面及目錄請依規定格式製作。	謝謝指正，報告依規定格式編輯。	符合規定
二、1 頁 resonance phenomenon 請更正。	謝謝指正。	符合規定
三、港區外西邊為一開放海域，理論上不會有共振現象，但在模式演算結果都會出現共振能量，是否是 BC1 銜接邊界造成，對港池內共振計算可能影響不大但為求模式結果合理化，請儘量改善。	計算結果為完全以理論架構作依據，將在期末報告中說明。	符合規定
四、將來計畫如有延續建議增加現場觀測作模式驗證。	將列入未來研究內容中。	符合規定

期 末 簡 報

96年臺北港擴建對港池振盪特性 影響之研究

報告人: 李兆芳

96年11月15日

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：96年臺北港擴建對港池振盪特性影響之研究

執行單位：國立成功大學

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
黃清和委員		
一、計算週期計畫之港池形狀自然週期。	已經和世曦顧問公司聯繫過港池自然週期的計算仍然利用放大因子分佈圖來判斷。	
二、整體選擇 $T=20 \text{ sec}$ 之依據為何？	利用長週期作計算目的為顯示計算結果的合理性。在期末報告中將作各種週期的計算。	
三、有限元素法計算範圍為何包括港外區域？	計算範圍的擬定為依據所使用港池振盪理論架構。	

楊文衡委員		
一、繪製等放大係數圖。 二、最大放大係數位置標示。	期末報告中將選擇代表性的圖形標出等值線和最大值位置。	
三、海洋遊樂船區建設可行性，對以後停船、操船之可行性。	將在期末報告中，特別提出本項建議。	
四、與實際量測數據比對。	將在期末報告中，特別提出本項建議。	

劉景毅委員		
一、本計畫海象資料之蒐集分析有包括波浪項目，但大都為週期較短波浪成份之統計分析成果，其對本計畫港池振盪特性研究之參考價值有限。因臺北港觀測塔已測得多年波浪資料，其中有些是颱風波浪，如果能針對臺北港觀測塔實測颱風波浪與西南浪進行較長週期波浪成份之分析，當有助於研判港池振盪是否會成為臺北港擴建後之問題的參考依據。	這部份的工作將在期末報告中建議未來研究的內容。	

二、期末報告時是否會計算遠期規劃配置之港池自然頻率，再與第三期規劃配置之成果進行比較分析。 三、page 11 之海上觀測塔的水深應為-15m。臺北港目前之水深若為-9m，模擬計算時使用之水深為何選用-10m，兩者之模擬結果是否有明顯差異？圖 14~圖 28 之圖例需說明，並定義波浪放大因子(R)。	將在期末報告中作共振特性比較。 本計畫所使用模式為等水深模式，模式中使用代表性水深-10m。放大因子在文中將清楚定義。	
--	---	--

四、圖 14、圖 19 與圖 24 所示為將部份反射邊界 α 之反射率設為 1 的模擬成果，其顯示在此條件下波浪放大因子明顯增大，然因此段邊界為港區外之自然海岸，反射率設為 1 將使港池振盪效應被高估。 五、為何部份反射邊界 α 之反射率為 1 時，海洋遊樂船停泊區有較大的 R 值，當部份反射邊界 α 之反射率為 0.8 以下時，海洋遊樂船停泊區之 R 值即明顯降低。	模式計算將採用依照邊界不同使用不同反射率。 按照過去研究反射率減少一點點即對共振結果影響很大。	
---	---	--

何良勝委員		
一、報告內容中有關“台”修正為“壘”，另 2.1.1 節部份有作適當修減。	遵照辦理。	
二、港內計算結果，建議增列表格方式比較說明。	遵照辦理。	
三、建議期末報告中，就颱風侵襲機率等條件，以“風險評估”概念，提供臺北港港內可能產生之振盪情況。	遵照辦理。	

林柏青委員		
一、摘要第二頁首行空格可拿掉。	謝謝指正，遵照辦理。	
二、26 頁第二行第 3 第 4 字間少一個期字。	謝謝指正，遵照辦理。	
三、本文以 20 秒週期入射波作測試，港池內振盪能量是否一定來自同週期波浪，其他週期入射波能量是否會因港池形狀引發不同週期的振盪，仍待釐清。	期末報告中將包括各種入射波浪週期。	
四、根據本文計算結果，港區左下角的海洋遊樂船停泊區在颱風來襲時不但不能停船還可作為觀浪區，因為有時波浪放大因子會達到 4 倍，如果屬實應該提供港務局參考是否變更設計。	在期末報告中將列出此項建議作為後續研究的方向。	

報告內容綱要

1. 臺北港自然條件
2. 臺北港遠期方案配置(含各期方案說明)
3. 港池振盪數值模式(含理論架構和驗證)
4. 臺北港遠期方案港池振盪計算結果(含與第三期比較)
5. 結論與建議

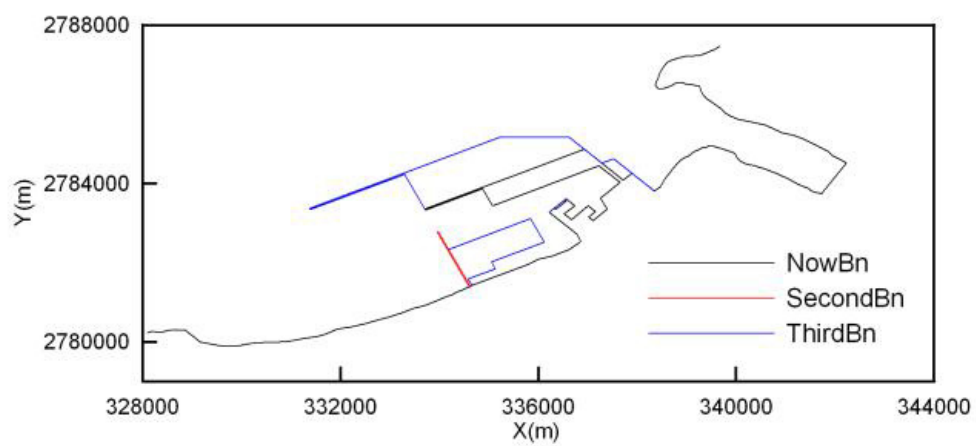
1. 臺北港自然條件



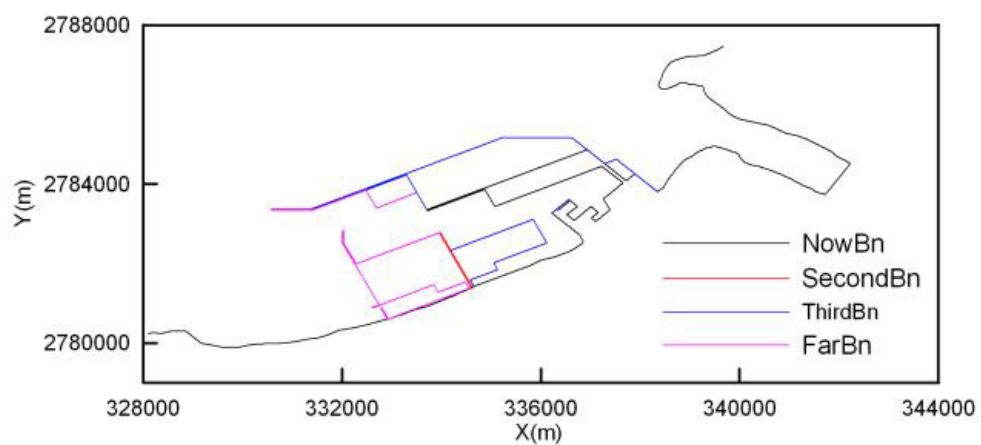
- 東北季風期間風向主要集中於ENE及NE方向，合計約佔49%，西南季風期間風向則較為分散，但以S及WSW方向發生率較高。
- 颱風期間和東北季風期間之風向主要來自ENE及NE方向，而西南季風期間之風向主要來自S方向。
- 東北季風期間臺北港示性波高最常發生在50 cm~100 cm間，大於西南季風期間最常發生之示性波高0 cm~50 cm，而東北季風期間波浪週期主要分佈於6sec~8sec，高於西南季風期間週期主要分佈範圍4sec~6sec。
- 颱風期間及東北季風期間波浪週期主要分佈於6sec~8sec。西南季風期間波浪週期主要分佈於4sec~6sec。颱風期間示性波高以介於150 cm~200 cm最多，約佔23 %



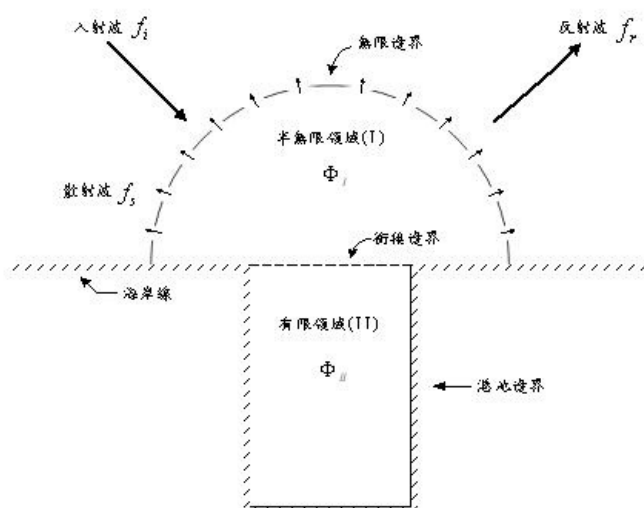
臺北港第三期配置圖



臺北港遠期配置圖

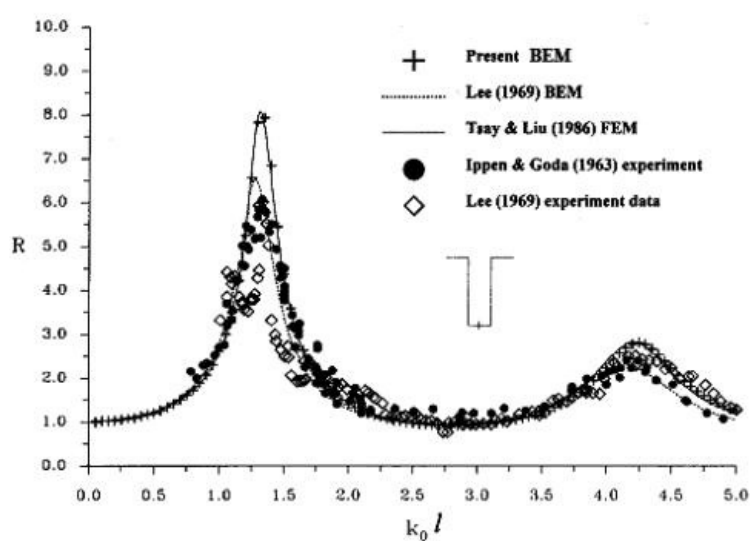


3. 港池振盪數值模式(含理論架構和驗證)



波浪的放大因子
(amplification factor)

$$R = \frac{|\eta_2|}{A_1(f_i + f_r)e^{-i\alpha x}} = \frac{|A_1 f_2 e^{-i\alpha x}|}{|A_1(f_i + f_r)e^{-i\alpha x}|} = \frac{|f_2|}{|f_i + f_r|}$$



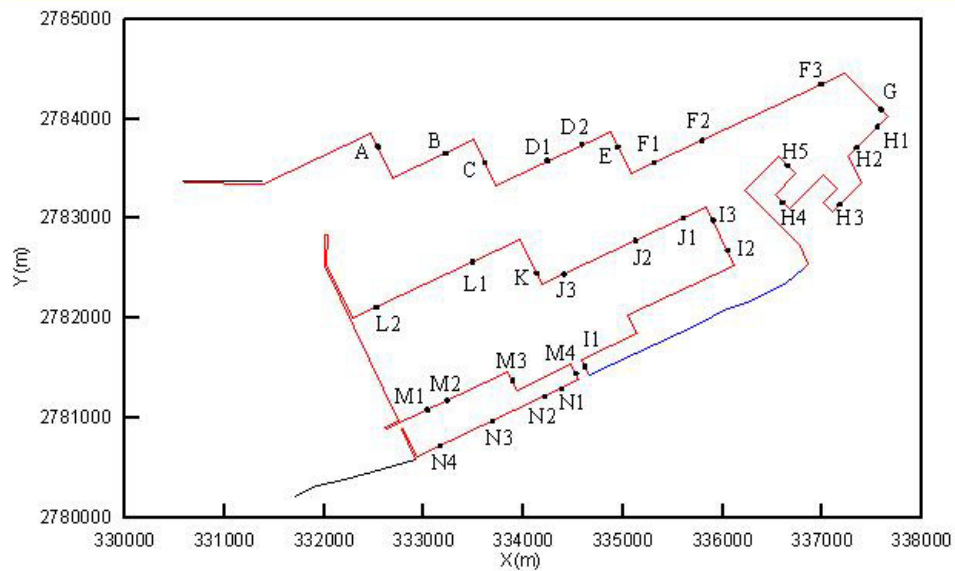
4. 臺北港遠期方案港池振盪計算結果 (含與第三期比較)

表2 臺北港遠期與第三期港池共振數值計算條件表列

入射 波 波向	水深 h(m)	反射率 Kr	碼頭的計算週期 T(sec)	平面波場的計算週期 T(sec)							
N	10	1.0	4~400		99	114	143		193		325
	10	0.9	4~400								
NNE	10	1.0	4~400		99	114					325
	10	0.9	4~400								
WNW	10	1.0	4~400		99	114	143	176	193		326
	10	0.9	4~400	45		114				225	

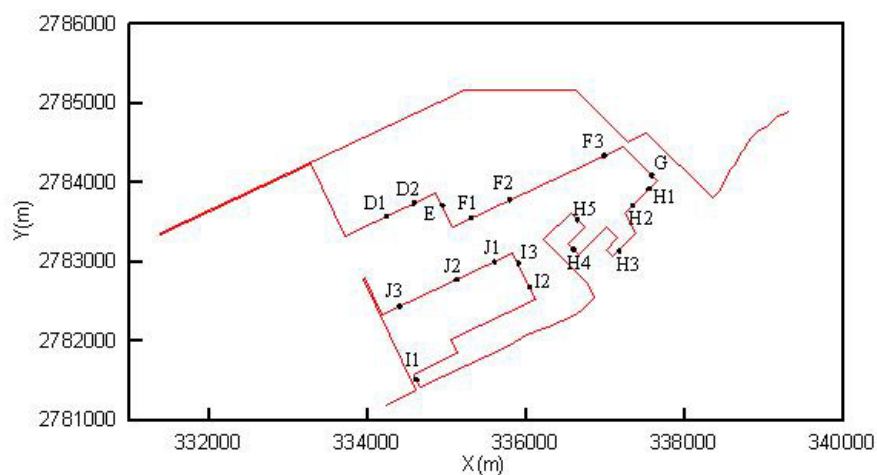
- 臺北港遠期港區劃分為14個區域，32個碼頭。
- 編號為A~N，如圖20所示。
- 考慮岸壁全反射 $K=1.0$ 與岸壁部分反射 $K=0.9$ 的條件。
- 計算放大率 R 在週期 $T=4\text{sec}\sim 400\text{sec}$ 的分佈。

圖20 臺北港遠期之碼頭計算點示意圖



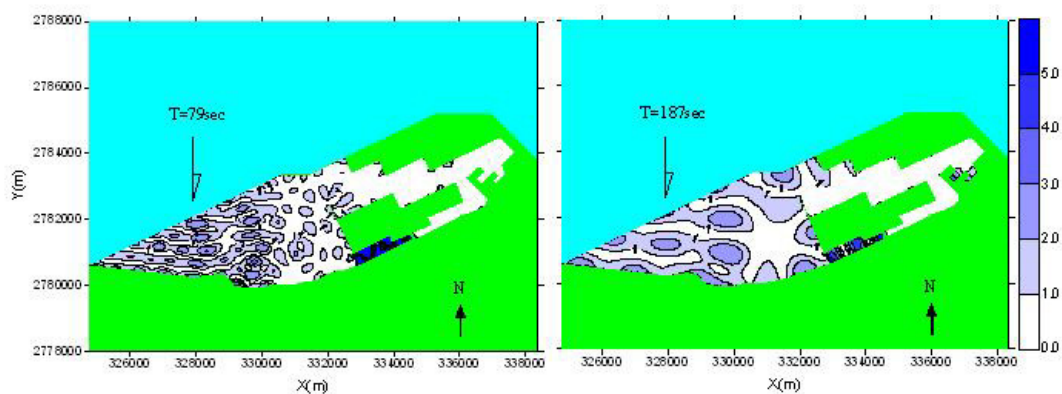
- 臺北港第三期分為7個區域，18個碼頭。
- 編號(D~J)，如圖21所示。
- 岸壁全反射 $K=1.0$ 與岸壁部分反射 $K=0.9$ 的條件。
- 計算放大率 R 在週期 $T=4\text{sec}\sim 400\text{sec}$ 的分佈計算。

圖21 臺北港第三期之碼頭計算點示意圖

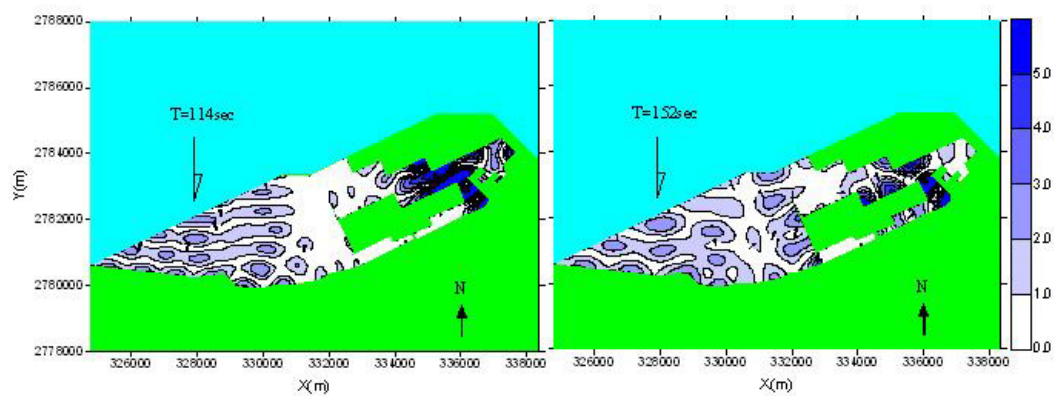


臺北港遠期 (岸壁全反射 $K_r=1.0$ ，入射波波向N)

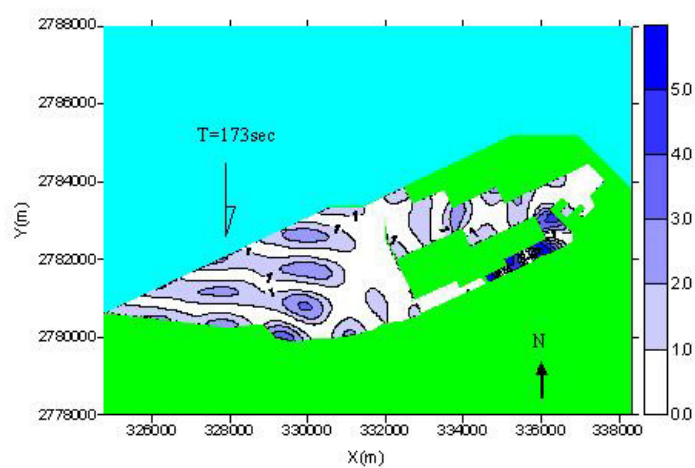
- 32處碼頭有31處發生共振現象，在397個計算週期中有43個週期發生共振，如表3與表4所示，並選擇7個週期計算放大率 R 平面分佈圖。
- 週期 $T=79\text{sec}$ 與 187sec 共振發生在海洋遊樂船停泊區。



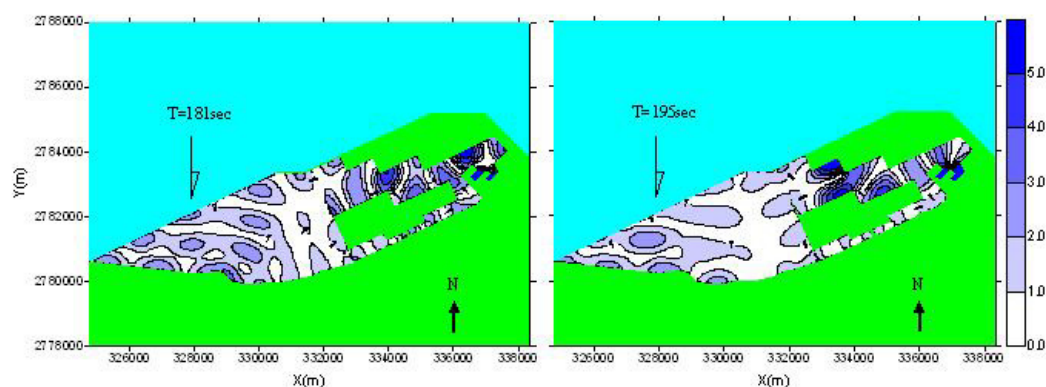
□ 週期 $T=114\text{sec}$ 與 152sec 共振發生於內港的航道與迴船池。



□ 週期 $T=173\text{sec}$ 共振發生於外港內泊渠。



□ 週期 $T=181$ 與 195sec 共振發生於內港內泊渠。



臺北港遠期 (岸壁全反射 $K_r=1.0$ ，入射波波向NNE)

- 32處碼頭有21處發生共振現象，在397個計算週期中有16個週期發生共振，如表5與表6所示。
- 由統計的資料中，選擇碼頭M與N的共振週期 $T=79\text{sec}$ ，而碼頭B、F2、H3、H4與J1則選擇共振週期 $T=114\text{sec}$ 、 181sec 與 195sec ，計算這4個週期的放大率 R 之平面分佈圖。
- 週期 $T=79\text{sec}$ 共振發生在海洋遊樂船停泊區。
- 週期 $T=114\text{sec}$ 共振發生於內港的航道與迴船池。
- 週期 $T=181$ 與 195sec 共振發生於內港內泊渠。

臺北港遠期 (岸壁全反射 $K_r=1.0$ ，入射波波向WNW)

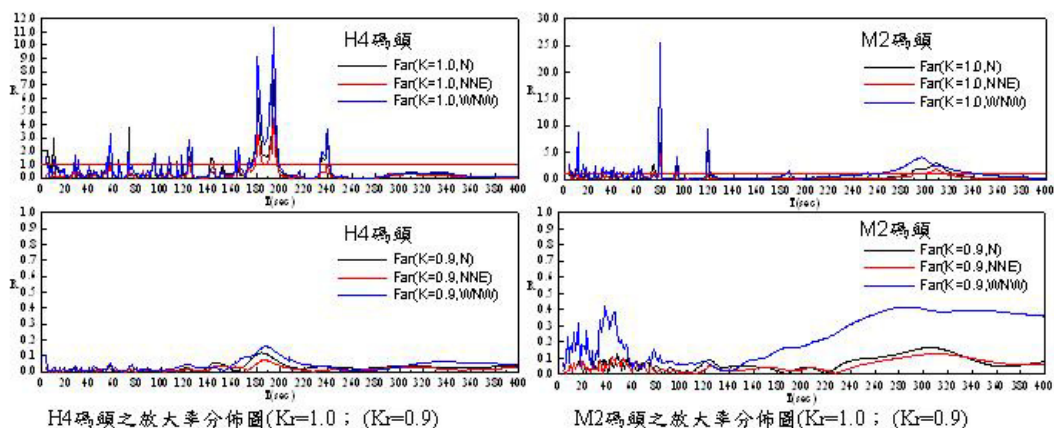
- 32處碼頭均發生共振現象，397個週期中有48個發生共振，如表7與表8所示。
- 由統計的資料中，選擇碼頭M與N的共振週期 $T=79\text{sec}$ 與 187sec ，而碼頭A~L則選擇共振週期 $T=107\text{sec}$ 、 118sec 、 126sec 、 131sec 、 181sec 與 195sec ，計算這8個週期的放大率 R 之平面分佈圖。
- 週期 $T=79\text{sec}$ 與 187sec 共振發生在海洋遊樂船停泊區。
- 週期 $T=107\text{sec}$ 共振發生於港內的航道與內外港迴船池及內港內泊渠。
- 週期 $T=118\text{sec}$ 只有外港內泊渠沒有產生共振。
- 週期 $T=126\text{sec}$ 共振發生於內港迴船池及內港內泊渠。
- 週期 $T=131\text{sec}$ 外港迴船池外部產生共振。
- 週期 $T=181\text{sec}$ 與 195sec 共振發生於港區每個區域。

臺北港遠期

(岸壁全反射 $K_r=0.9$ ，入射波波向N、NNE與WNW)

- 32處碼頭均沒發生共振現象。
- 397個週期均沒發生共振。

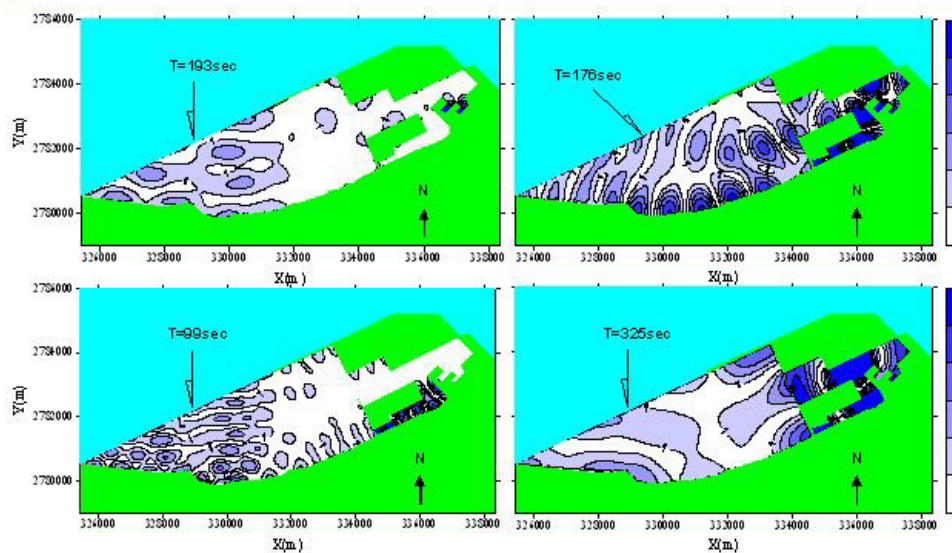
Ex：



臺北港第三期

(岸壁全反射 $K_r=1.0$ ，入射波波向N、NNE與WNW)

- 18處碼頭有17處發生共振現象(N)
 - 18處碼頭有10處發生共振現象(NNE)
 - 18處碼頭有18處發生共振現象(WNW)
 - 397個計算週期中有14個週期發生共振(N)
 - 397個計算週期中有10個週期發生共振(NNE)
 - 397個計算週期中有79個週期發生共振(WNW)
-
- 週期 $T=99\text{sec}$ 共振發生於外港內泊渠 (N)
 - 週期 $T=193\text{sec}$ 共振發生於內港內泊渠 (N)
 - 週期 $T=176\text{sec}$ 與 193sec 在內外港內泊渠發生共振 (WNW)
 - 週期 $T=325\text{sec}$ 產生整體港區的共振 (N；NNE)
 - 週期 $T=326\text{sec}$ 產生整體港區的共振 (WNW)

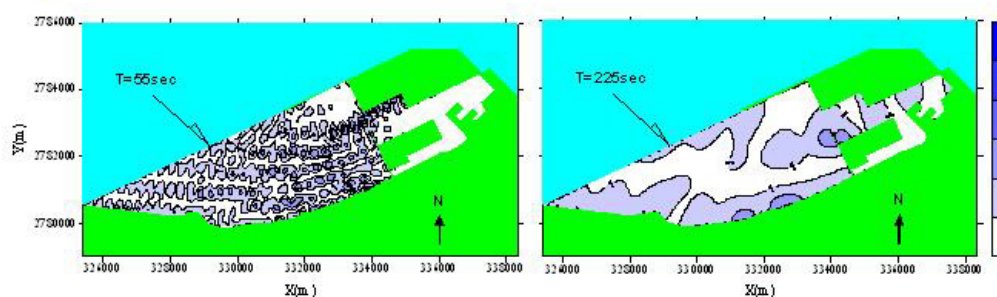


臺北港第三期

(岸壁全反射 $K_r=0.9$ ，入射波波向N、NNE與WNW)

- 18處碼頭與397個計算週期沒有發生共振現象(N；NNE)
- 18處碼頭有3處發生共振現象(WNW)
- 397個計算週期中有5個週期發生共振(WNW)

- T=55sec的共振分佈於外港迴船池(WNW)
- T=225sec的共振分佈於內外港迴船池(WNW)



臺北港第三期與遠期之比較(岸壁全反射之條件 $K_r=1.0$)

- 臺北港遠期計畫在波向N與NNE比臺北港第三期計畫容易發生共振。
- 臺北港第三期計畫在波向WNW比臺北港遠期計畫容易發生共振。

	週期			碼頭數		
	N	NNE	WNW	N	NNE	WNW
遠期 $K_r=1.0$	43/397	16/397	48/397	31/32	21/32	32/32
第三期 $K_r=1.0$	14/397	10/397	79/397	17/18	10/18	18/18

臺北港第三期與遠期之比較(岸壁部分反射之條件 $K_r=0.9$)

- 臺北港第三期計畫在波向WNW比臺北港遠期計畫容易發生共振。

	週期			碼頭數		
	N	NNE	WNW	N	NNE	WNW
遠期 $K_r = 0.9$	0/397	0/397	0/397	0/32	0/32	0/32
第三期 $K_r = 0.9$	0/397	0/397	5/397	0/18	0/18	3/18

5. 結論與建議

- 計畫內容：本計畫為針對臺北港遠期擴建規劃案之港池振盪特性，利用邊界元素法數值模式進行計算研究，以代表性的水深與特定週期來計算，測試港池振盪的特性。研究方法包括，臺北港相關自然條件，以及臺北港各期規劃的配置情形，同時以數位檔案畫出臺北港遠期擴建規劃方案的圖形，再以港池振盪之邊界元素法數值模式來計算模擬，以波浪資料決定波向、波浪週期以及岸壁反射率之計算條件，並以數值方法計算長週期波浪合理性，找出碼頭的計算位置且計算各位置上共振週期的分佈，並計算共振週期的平面波場，來確定港池振盪可能的週期及波高放大率，最後整理臺北港遠期配置之港池共振週期的結果。

- **模式驗證：**模式驗證上，由矩形等水深之港池的結果說明本研究港池振盪模式的正確性，並以週期 $T=20\text{sec}$ 測試台北港遠期規劃案對於港池振盪的影響，計算結果顯示良好。
- **計算結果：**遠期規劃案對NNE向的屏蔽效果較佳，而對WNW波向的屏蔽效果較差。在台北港遠期與第三期的比較上，WNW波向在遠期規劃案的計算可以得到較佳的屏蔽，而在N向與NNE向的波浪則第三期的屏蔽效果較好。在港區的共振特性上，海洋遊樂船停泊區與其他區域不同。

報告結束
謝謝！