

# POM 應用於計算港灣之海水交換率

研究生：黃玟豪

指導教授：郭一羽 博士

國立交通大學土木工程研究所

## 摘要

本研究以普林斯頓大學所提供的 POM (Princeton Ocean Model) 水理計算模式，進行計算新竹漁港港池內之流場流速。POM 是三維有限差分數值模式，但本文採用其簡化的二維模式功能進行流場流速計算。模擬區域僅以新竹漁港硬體結構物為主，僅區分成陸地與海水淹沒區域，不考慮海水面下水深變化，皆設定為相同深度。POM 的邊界水位檔以新竹漁港 2006 年七月的最高、最低潮位的潮差為邊界條件。將 POM 計算得到的流場流速及海水位面高程，透過海水交換率的計算方式，計算新竹漁港的海水交換率。可得新竹漁港最內區的港池，在計算時間為一個潮汐週期循環下，海水交換率為 9.58%。

# **An Application of the POM Model to calculating the exchange ratio of sea water through the entrance of a Harbor**

**Author : Wen-Hao Huang**

**Advisor : Dr. Yi-Yu Kuo**

**Institute of Civil Engineering National Chiao Tung University**

## **ABSTRACT**

In this study we use the POM (Princeton Ocean Model) model to calculate the tidal flow at the basin of Hsin-chu Harbour. Although POM is a three-dimensional model, we only use two-dimensional model in used to calculate the exchange ratio of the flow in the Hsin-chu Harbour.

Water levels at the boundaries of POM are set on both cases of the highest tide level and difference between the highest tide level and the lowest recorded in July, 2006.

The results of the flowing speed and the seawater potential surface elevation which obtained by the POM, in conjunction with the seawater exchange rate formula gives us the Hsinchu Harbour's seawater exchange rate. Based on the newly defined exchange rate of sea water the competed result shows 9.58% in one tidal period.

## 謝 誌

這段碩士學業路途上承蒙恩師 郭一羽 教授指導。郭老師以嚴謹的態度進行研究，讓學生在往後的人生路途受益良多，也讓學生在思維上有著重大的改變，也很感謝郭老師在畢業餐敘上給學生在人生態度上的建議，學生必定謹記在心。在此深深感謝張憲國教授，張老師不僅給予學生在學業上的指導，也不時提點學生的思考與發現問題的能力，在口試時也不吝給予學生指教，學生銘感五內。也要深深感謝成功大學水利及海洋工程學系廖建明博士的指導，廖博士給予我論文中莫大的提攜、與助益，讓我受益匪淺。論文口試時，感謝各位口試委員給予非常寶貴的意見。也感謝在大學時期，承蒙詹明勇老師的照顧，也給予我學術上、觀念上、人生上的啟蒙，讓我下定決心要讀碩士班，才能夠順利考上碩士班，繼續求學。

畢業證書是老老實實過完碩士生涯的最佳證明，所有碩士生回憶都在這張紙上隱藏著。碩士求學階段分為二個時期：一個是 118A 時期；另一個是 401 時期。在 118A 時期，承蒙眾多學長的愛戴與提攜，讓我見識匪淺。特別是嘉慈（感謝妳給我的回憶）、小蘇（我已經不知道欠你多少了）、明穎學長（你教我太多東西讓我觀念改變不少）、陳文哥（在多的感謝也說不完你對我的幫助）、小慧學姐、生哥、小晉晉（忘不了你的食量與體力）、全哥（忘不了你的幽默）、小宇姐、

輝哥、浚璋、文鴻、彬哥、小貓、吳王、小朱、君儀…等，你們的言教、身教開了我的眼界，特別是虧我以及與你們相處的時候，這些歲月都深深放在我記憶的深處。還有眾多 118A 的學弟們這麼愛虧我，我都一一記下了，特別是城市獵人（海軍陸戰隊的英勇戰士）、國術社社長（螳螂拳高手）、阿牛（旅遊達人）、水餃姐、為善、韋圻（電腦程式高手）、瀚聖、海哥…等。在 401 時期，一堆都是課業上，籃球場上的戰友們，大家一起讀書，一起在籃球場上打球的時光，豐富了我的碩士班生活。阿光，你不要打球時，這麼愛架我柺子，跟你搶球都在拿我的生命開玩笑；明揚，你的三分線、籃板總是偷偷來；彥德，每當你投進一球的時候，請記得我是你學長；振傑，我畢業了你就沒有『圓滾滾』可以摸了；佳裕，當你站在籃下，請記得後面有人；岡毅，你真是左手怪傑；明璋，感謝你在各種『程式』上，大力的提供；伯賢，你的『司馬懿』讓我開了眼界；杜老爺，很多事都很感念你說；力豪，沒有我的日子，你找誰言歡；徐維，米勒展結束後我會將那兩條 PC100 的記憶體放上去展覽，還有、小嘉、信昱、俊儒、小黑，很高興有你們一起在這個研究室，讓我的回憶增添不少頁面，日後每當我回想起碩士求學生活時，你們絕對都是最不可或缺的要角。還有營管組吳老瓜，從大學同班到碩士班都在同一間學校的系所讀書的同學，怎有可能忘記你。當然啦，還有大學同門師妹張雅婷，

讓我在這還有同間大學的學妹存在。到此，還是沒有忘記兩位大學時期的摯友，就是曾小儒、慧鵬，謝謝你們在我最無助的時刻來到了新竹，我的生活也因為你們豐富不少。也將這本論文獻給 YEN YU - CHANG，因為妳給了我求學最後階段的鼓勵。

最後要深深感謝我的老爸、老媽與姐姐們，一直給我最強而有力的支持與照顧，讓我沒有任何後顧之憂，可以完成我的學業。也將這本論文獻給我的家人，因為有你們的贊助。

碩士生涯即將結束，馬上就要邁入人生下一個旅程，回首碩士班生活與諸多回憶，有著太多事都足以令我回憶一生。不論是和大家一起熬夜寫作業，或是我失落時大家給予我加油、打氣的時刻，都是我人生中的彌足珍貴回憶。



# 目錄

中文摘要	I
英文摘要	II
謝誌	III
目錄	VI
圖目錄	IX
表目錄	XI
第一章、緒論	1
1-1 研究目的	1
1-2 文獻回顧	2
1-3 文章簡介	4
第二章、POM 模式介紹	5
2-1 POM 概述	5
2-2 POM 控制方程式	6
2-3 POM 時間穩定條件	8
2-3-1 外部模式時間間隔	8
2-3-2 內部模式時間間隔	8
2-3-2-1 CFL 限制	9
2-3-2-2 水平擴散對時間間隔之限制	9

2-3-2-3 科氏力參數對時間間隔之限制·····	9
2-4 POM 計算需求·····	10
2-4-1 地形資料·····	10
2-4-2 邊界水位設定·····	10
2-5 研究流程·····	11
第三章、海水交換率·····	12
3-1 Parker & Norris 的研究·····	12
3-2 今里哲久、淡路敏之與國司秀明的研究·····	14
3-3 ARAI & TSUJI 的研究·····	16
3-4 海水交換率在新竹漁港的適用性·····	17
第四章、新竹漁港海水交換率的計算結果·····	19
4-1 新竹漁港現況·····	19
4-2 新竹漁港探討目的·····	20
4-3 計算新竹漁港的假設條件·····	21
4-3-1 新竹漁港地形轉換·····	22
4-3-2 新竹漁港邊界水位變化設定·····	23
4-4 新竹漁港海水交換率的推估方法·····	25
4-5 計算結果與討論·····	27
第五章、結論與建議·····	36

參考文獻.....37



## 圖目錄

圖 1 臺灣東、西海岸潮差示意圖	2
圖 2 $\sigma$ 座標系統	7
圖 3 Golden Gate 地理位置	13
圖 4 $V(T)$ 與 $V_1(T_1)$ 的定義	15
圖 5 每個格網當中被標記水粒子的起始分布	15
圖 6 圖示被標記粒子計算位置	15
圖 7 Siago Bay 地理位置	16
圖 8 新竹漁港最內港區九測站位置示意圖	18
圖 9 新竹漁港最內區九個位置時間與水位高程關係圖	18
圖 10 新竹漁港平面圖	20
圖 11 新竹漁港立體地形圖	21
圖 12 台灣附近海域海流圖(紅色框包含新竹附近海域的範圍)	22
圖 13 台灣海峽附近等深線分布	22
圖 14 旋轉 $33^\circ$ 之後的台灣海峽附近等深線分布	23
圖 15 新竹漁港 2006 年各月份潮位統計圖	25
圖 16 港池內斷面水位高程隨漲、退潮變化示意圖	26
圖 17 新竹漁港分區的標示圖	28
圖 18 斷面 I 每整點時刻瞬時流量與水位關係圖	30

圖 19 断面 II 每整點時刻瞬時流量與水位關係圖……………31  
圖 20 断面 III 每整點時刻瞬時流量與水位關係圖……………31  
圖 21 断面 III、II、I 每整點時刻瞬時流量大小比較圖……………33  
圖 22 各断面每整點時刻瞬時流量與 20 倍海水水位面高程比較圖…33



## 表目錄

表一 新竹漁港潮位統計資料 (單位：公尺) .....	24
表二 各區的面積與體積大小 .....	28
表三 各斷面在各整點時刻的瞬時流量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) .....	30
表四 各斷面在兩相鄰整點時刻的通過斷面的體積 ( $\text{m}^3/\text{hr}$ ) .....	34
表五 各斷面的海水交換率 .....	35

