

港灣海岸水工模型實驗前言

在這電腦發達、數值模擬分析技術相當成熟的今天，有必要進行耗費人力、物力蠻大、時間蠻長的水工模型實驗嗎，對相關研究人員而言，是難以取捨的問題，其關鍵如下。

流體運動主要影響因素是重力及黏性力，2者均考量的流體稱為黏性流體（牛頓流體），流體運動為考量剪力的回轉運動，控制方程式是 Navier-Stokes 方程式。由於本方程式複雜，直接模擬分析難度高。通常會對欲分析問題，忽略影響因素較小項，例如潮流現象可忽略非線型性，將方程式簡化後，再利用各種數值計算手法進行數值模擬分析。

港灣及海岸水工模型實驗討論對象，幾乎大部分是具有自由水面的水理現象，除在結構物近傍必要考量黏性效應外，通常可忽視黏性效應，將之視為理想流體的非回轉（無渦）運動，控制方程式是 Laplace 方程式。原始的 Laplace 方程式是 3 維，即使電腦發達的今天，直接進行數值分析必要使用大容量電腦花費相當長的計算時間，因此必要設法將之簡化，例如目前廣為使用的緩坡方程式是將 3 維 Laplace 方程式對水深方向作近似解，將之轉換成 2 維後，再利用各種數值計算分析。另一種方法是利用邊界元素法將 3 維 Laplace 方程式降階成 2 維問題。

2011 埃及尼羅河之旅

港池水面盪漾問題，通常可忽略流體黏性，視流體運動為非回轉性，以 Laplace 方程式作為控制方程式加以分析。實際進行數值模擬分析時，對碼頭或防波堤面的反射率、海底摩擦係數等必要另覓方法加以設定，正確與否將會影響數值模擬的真實性，此外數值計算本身因誤差累積亦可能造成結果失真。

水工模型實驗是將實體依比例縮小，流體作用力，理所當然，亦必要隨之縮小，依據相似律，水工模型實驗必要滿足重力及黏性力相似，即滿足 Froude 相似律及 Reynolds 相似律。2者均可滿足的先決條件是動黏性係數必要滿足相似，但是模型實驗時流體通常使用一般真水，即只有在使用原型實體時會被滿足，故水工模型實驗只採用 Froude 相似律。

港池平面遮蔽實驗，在 30 年前因設備簡陋，不考量地形及水深影響，只考量港形影響，同時當年數值模擬手法尚未成熟，且電腦容量小、速度慢，亦只能作等水深考量港形影響的數值模擬，但是當年 2 者的結果驗證卻相當吻合。至今，數值模擬手法提升，可納入地形、水深、反射率、海底摩擦係數等因素，水工模型實驗亦考量港內地形、水深等狀況，依相關報告 2 者間的吻合度，可滿足實際要求，故在經費少、時間緊迫時，可採用數值模擬方法分析。

漂砂引起海岸地形變形問題，在數值模擬分析手法，目前尚無定論，個人雖提出未成熟的基本見解，但只止於空想（屆齡退休）。移動床漂砂實驗，因必要對長達 1、20 公里的海岸進行實驗才有意義，不得已只能採用歪比模型，造成許多困惑，是目前漂砂實驗必要解決的難題。

結構物作用力、安定性等雖有不少計算公式可供參考，對重要設施宜進行大比例水工模型實驗，佐證其正確性。異型消波塊則必要利用斷面實驗覓出消波塊穩定係數。

綜觀上述，採用數值模擬分析手法或水工模型實驗，宜針對討論對象個別決定，無法一概而論。



回港灣海岸水工模型實驗



載滿珠寶的駱駝

2011 埃及尼羅河之旅



載滿貨品的驢子



阿拉丁神燈