

利用三維有限差分法及頻譜法模擬與分析 台北盆地的場址放大效應

王櫻儒, 陳浩維

國立中央大學地球物理研究所

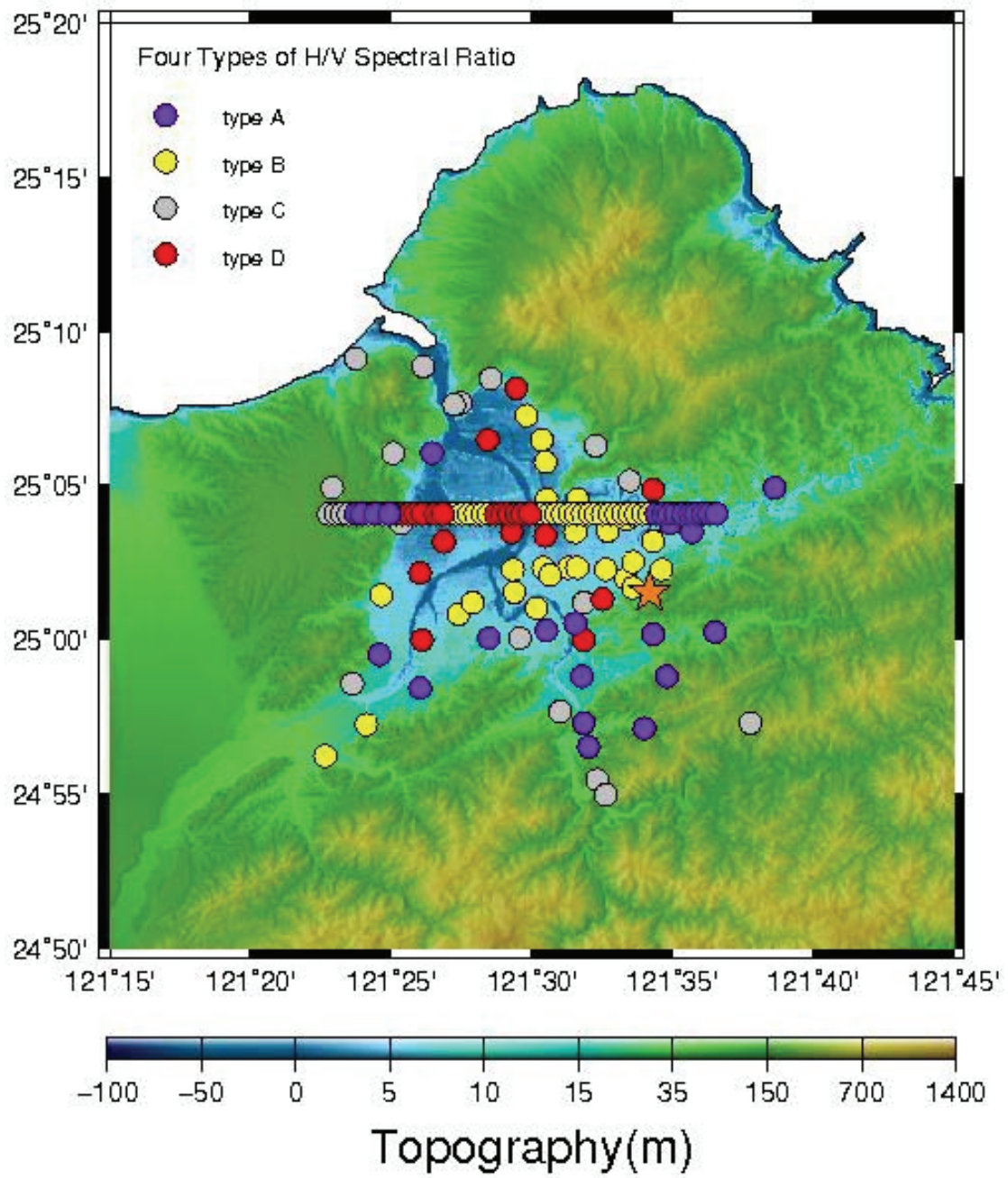
摘要

台北盆地位於北台灣，是膠結度低，含水量高的沉積盆地，由基隆河及大漢溪沖積所形成，最頂部沉積地層為松山層。近幾十年來，當地震波傳至台北盆地時經常造成台灣首善之區莫大的災害。過去的災害性地震如 921 或 331 地震，雖然震央不在盆地附近，但盆地內受不等程度的搖晃與建物破壞影響，有時卻比處在震央附近的地區還要來的大。這是由於地震波傳經盆地內部時，大部分的能量會因盆地地貌、地形與低速區而被侷限在盆地內，其中某些特徵頻率的震波會因產生共振而造成場址放大效應，進而危害建築物。本篇文章利用三維的有限差分法(3D Finite Difference Method)模擬震波到達台北盆地時的傳遞情形，並進一步使用單站頻譜法(Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio)分析盆地及其周邊區域的震波放大效應。

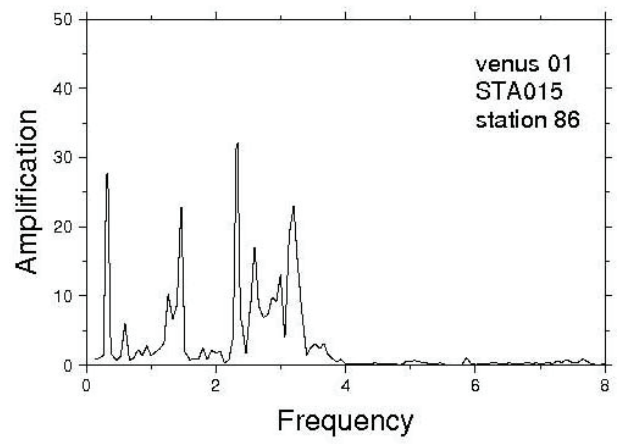
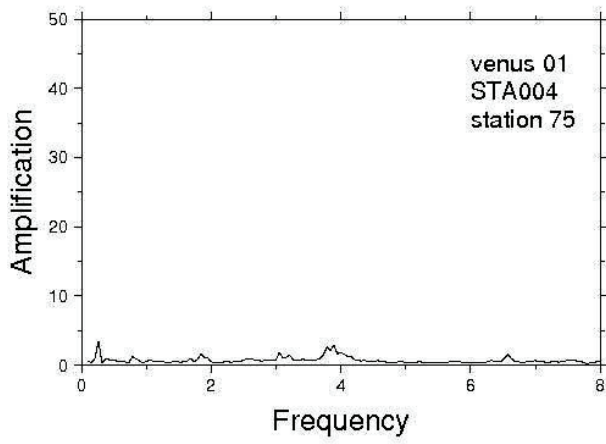
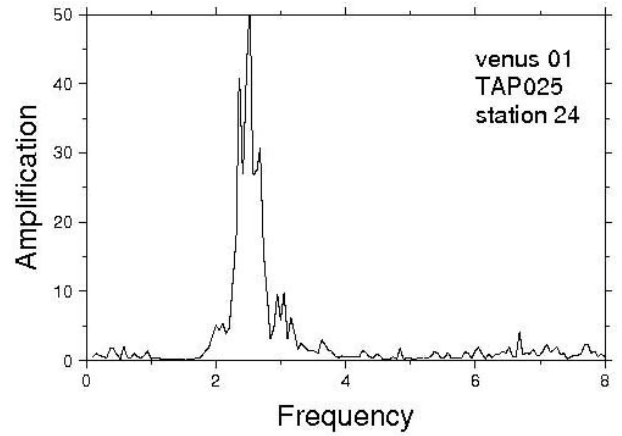
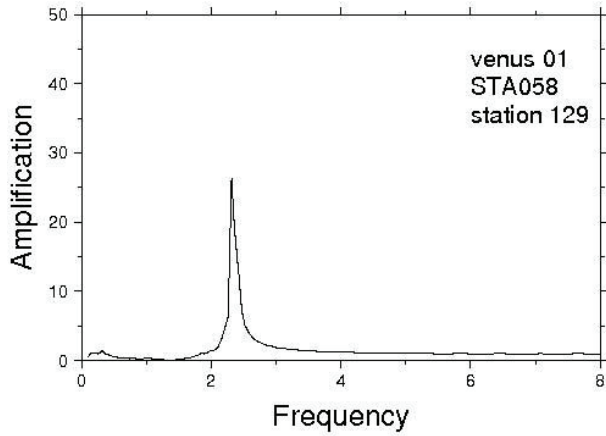
有限差分法的基本原理，是將波傳微分方程中的微分運算子直接以差分替代，並套入格點化的模型當中，建立一組有限參數的聯立方程式，進而求得各個格點的速度隨時間的變化值。各個地震站(格點)的時間歷程(地震紀錄)與時空能量分布(瞬時快照)可依序求得。單站頻譜法，最先由 Nakamura (1989)提出，後再經多人修改，其基本原理即把測站的垂直方向震波頻譜除以水平方向頻譜，以便求得研究區內各測站的震波放大倍率與共振頻率。

以 2004 年 10 月 23 日發生於台北 101 大樓附近的四獸山地震為例：由模擬結果可看出，近震源區的測站，其震波放大的頻率與震源特性有直接的關係。當使用點震源的首要支配頻率為 2Hz、且為近震源時，計算出來的測站的主要放大頻率範圍亦在 2Hz 附近；隨著測站位置漸遠，主要放大頻率範圍即變得較無規律。另外，盆地的形貌亦控制了震波的放大頻率範圍。在盆地東南方基盤較淺之處，計算所得的主要共振頻率較為清晰可分辨：共振頻寬帶較窄，測站的主頻與震源的相似；但盆地西北方即基盤較深之區域，共振頻率變得雜亂而難以分辨出主頻範圍。盆地外圍的相對地形高區，因受限於三維速度與構造的解析度，模擬的結果沒有明顯的頻率放大現象。表面波與 S 波的波形紀錄明顯的受三維盆地速度構造的影響，而有相當強烈的時空型貌變化。

由震波模擬與頻譜法分析結果可知，盆地邊緣(即沉積層與基盤介面)，淺部三維速度的微區分、更精準的盆地三維型貌及松山層與基盤間地層層序跟速度分佈的進一步訂定和勘探，仍屬未來相關研究的必要目標。



圖一. 以三維波場模擬為基礎，訂定出四種型態之頻譜特性空間分布圖。



圖二. 三維模擬所得的 H/V 單站頻譜值比分析可歸納出四種頻譜分布：

- 左上：Type A，主要頻率為一個明顯峰值。
- 右上：Type B，主要頻譜在一個頻寬帶中。
- 左下：Type C，頻譜平坦不明顯。
- 右下：Type D，主要頻譜複雜不易分辨。