

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

## 含樁帽基樁受非破壞檢測下在側面軸向上之反應的研究

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC93-2211-E-216-006-

執行期間：93年08月01日至94年07月31日

執行單位：中華大學土木工程學系

計畫主持人：廖述濤

共同主持人：童建樺

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫涉及專利或其他智慧財產權，1年後可公開查詢

中 華 民 國 94 年 10 月 28 日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫  成果報告  
 期中進度報告

含樁帽基樁受非破壞檢測下在側面軸向上之反應的研究

Study of Axial Response on Lateral Surface of Capped Pile  
Subjected to Nondestructive Tests

計畫類別： 個別型計畫  整合型計畫

計畫編號：NSC93-2211-E-216-006

執行期間：93年8月1日至94年7月31日

計畫主持人：廖述濤

共同主持人：

計畫參與人員：林朝慶、周芄逸

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告  完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

- 赴國外出差或研習心得報告一份
- 赴大陸地區出差或研習心得報告一份
- 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份
- 國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、  
列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

執行單位：中華大學

中 華 民 國 94 年 10 月 28 日

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

含樁帽基樁受非破壞檢測下在側面軸向上之反應的研究

Study of Axial Response on Lateral Surface of Capped Pile  
Subjected to Nondestructive Tests

計畫編號：NSC 93-2211-E-216-006

執行期限：93年8月1日至94年7月31日

主持人：廖述濤 副教授

中華大學土木工程學系

E-mail : shutao@chu.edu.tw

計畫參與人員：林朝慶、周芄逸

中華大學碩士生

## 一、中英文摘要

在地震襲擊過後，判定現有橋樑或結構下之基樁是否斷裂是很重要之工程課題。在這一方面，非破壞檢測之技術扮演了非常重要的角色。然而，欲將非破壞檢測技術應用於檢測現有橋樑基礎下之基樁並不容易，主要的原因可能在於樁帽部分之反應干擾。本研究即從數值模擬上來研究「從樁帽頂面敲擊、從樁頂側面接收」與「從樁頂側面敲擊、從樁頂側面接收」對於測定基樁長度之可行性。在數值模擬方面，本研究使用了有限元素「平面應力」模式與商用有限元素軟體 ANSYS 之「三維實體模式」來對上述問題進行廣泛的參數變化研究，並將針對施力的方式提出一些特殊的考量構想。最終目的，希望研究出在衝擊力施加於樁帽頂面或樁頂側面的情況下，能藉著分析樁帽頂面或樁頂側面接收的反應訊號而檢測出基樁的長度等資料。

關鍵詞：非破壞檢測、含樁帽基樁、軸向反應、有限元素模式

## Abstract

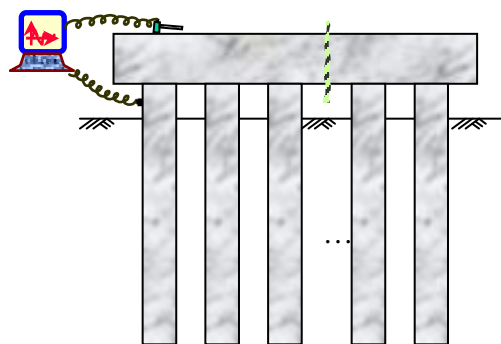
After the attack of earthquakes, it is a very important engineering task to detect if the piles under the bridges or structures break or not. In this aspect, the technology of non-destruction testing plays a very important role on this uneasy application. The main possible factor may be the interference in the response of piles caused by pile cap. This project used numerical simulation to study the feasibilities of measuring the length of piles in two ways, (1) impacting the structure on the top surface of the pile cap and obtaining the response on the lateral surface around pile head and (2) impacting the structure on the lateral surface around pile head and also obtaining the response around the location of force application. In the aspect of numerical simulation, two finite element models were used for the parametric studies. They are 2D

plane stress and 3D solid element models, in which the later was carried out with the commercial finite element package ANSYS. Also some special considerations on the way of force application will be discussed. Eventually, it is hoped that by analyzing the response at the top surface of the pile cap or at the lateral surface around pile head, the related data such as the length of the piles would be detected.

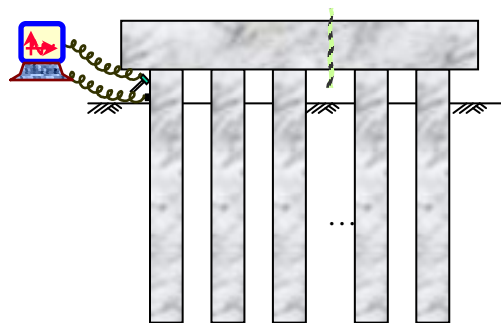
**Keywords:** Nondestructive Test, Capped Piles, Axial Response, Finite Element Model  
二、計畫緣由與目的

利用非破壞檢測技術來評估新建單樁之完整性以及營造品質已是被許多國家採用的成熟技術[1]。然而，欲將此類技術應用於現有橋樑基礎下之基樁則仍困難重重。主要的原因在於檢測的複雜度因各種不同的結構元件的參與而大幅提高，例如重要的影響因素包括樁帽與基礎板效應、群樁效應與墩柱等上部結構效應等[2]。

近來的研究成果顯示，此類問題主要的困難度來自於傳統的非破壞檢測方法常是在樁帽頂面敲擊，且在樁帽頂面接收，因此，大部分由樁底反射的訊號容易淹沒在樁帽內的反應訊號所致。因此，如何避開樁帽部份的反應訊號實是一重要的課題。本計畫即欲研究將接收器由樁帽頂面移至樁頂露出地面部份之側面的效應，如圖一所示。此即為本研究所謂的「上敲側收」檢測方式，希望結果能較佳於傳統的「上敲上收」的檢測方式。另外，本研究亦將更進一步研究「側敲側收」的效果，如圖二所示。以更深入了解這類問題的特性，從而解決含樁帽基樁之長度測定問題。



圖一 樁帽頂面敲擊、樁頂側面接收之檢測模式示意圖。



圖二 樁頂側面敲擊、側面接收之檢測模式示意圖。

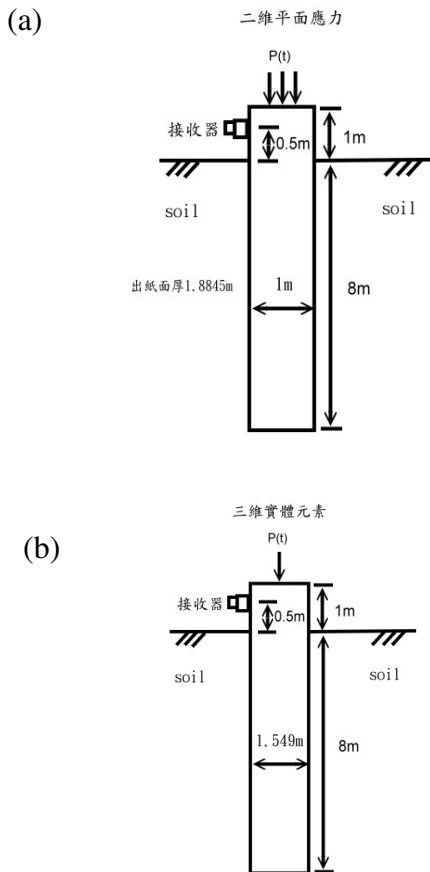
為了能對這類問題進行大量之參數變化研究，本研究使用了自行發展的「二維平面應力(2D Plane Stress)有限元素模式」來模擬含樁帽基樁系統的動力反應[3]。然而此模式終究是簡化模式，無法確定其逼近現場真實結構之程度。為此，本文亦同時使用了商用的有限元素分析軟體 ANSYS 中之三維實體元素(3D Solid Element)來模擬含樁帽基樁之動力反應。本研究以下即先從無樁帽單樁出發，以「3D ANSYS」與「2D 平面應力」模式來分別研究「上敲側收」的反應，經由比較其結果來確定 2D 平面應力模式之合理性。再以「3D ANSYS」模式來研究無樁帽單樁對「上敲上收」與「上敲側收」的反應結果，以研究側面接收的有效性。接著，更進一步，研究「含樁帽」單樁的反應，以「2D 平面應力」模式來研究「上敲上收」與「上

敲側收」效果之不同。最後，再以此模式，對含樁帽單樁之「上敲側收」進行參數變化的研究。以了解利用側面反應訊號來測定基樁長度之可行性及其限制。

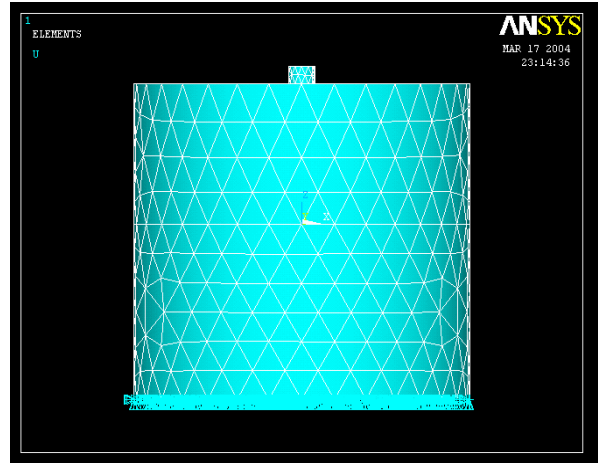
### 三、結果與討論

#### 3.1 單樁之「3D ANSYS」與「2D 平面應力」之結果比較

為了驗證 2D 平面應力簡化模式之正確性，首先考慮圖三所示之二根單樁。由圖上可知 ANSYS 三維實體模式所模擬者為直徑是 1.55m 之圓柱型單樁。而二維平面應力所模擬者為面寬 1m，出紙面厚度 1.8845m 之單樁。二者具有相同之截面積。圖四所示即為 3D ANSYS 模式之基樁土壤系統之網格示意圖。

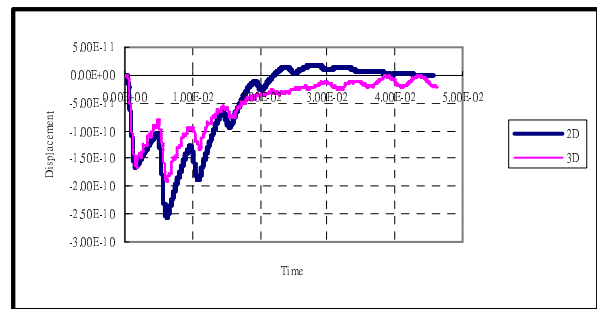


圖三 單樁之(a)二維平面應力與(b)三維 ANSYS 實體圓柱形模式



圖四 單樁系統之三維 ANSYS 網格示意圖

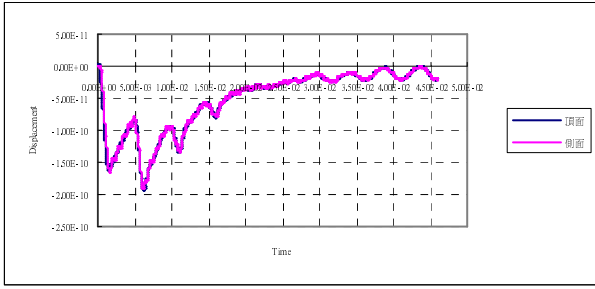
此二基樁系統在受到半個正弦波衝擊力作用後，其在樁頂側面距離樁頂 0.5m 之軸向(垂直向)位移反應訊號顯示於圖五中。比較其結果，可看出二維平面應力簡化模式的結果已相當合理。



圖五 二維平面應力與三維實體元素模擬單樁側面上之軸向位移反應

#### 3.2 單樁受「上敲上收」與「上敲側收」之 3D ANSYS 結果比較

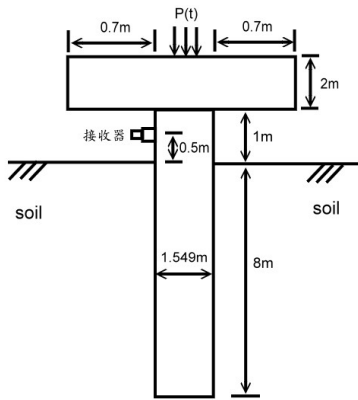
考慮如圖三所示之三維圓柱型單樁，圖六所示為樁頂側面所接收之軸向位移反應。為了比較其與傳統檢測結果之差異，圖六所示即為「樁頂上面接收」與「樁頂側面接收」之位移反應結果比較圖。由圖上可看出其差異非常的小。對於無樁帽單樁而言，此結果乃在預期之中。然而，若加上樁帽，其結果是否有重大之不同，即是本研究所關注者。



圖六 三維 ANSYS 實體模式模擬單樁頂面與側面上之軸向位移反應比較

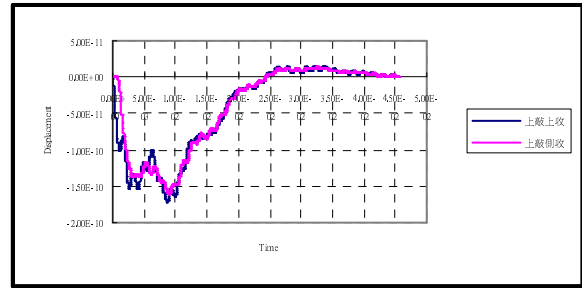
### 3.3 含樁帽單樁之「上敲上收」與「上敲側收」之平面應力結果比較

上述之單樁加上 2m 厚之樁帽後，即如圖七所示之含樁帽單樁。



圖七 含樁帽單樁之基本幾何組態。

此時，在樁帽頂面正中心施以敲擊力，則在樁帽頂面距敲擊力 0.4m 處所接收之軸向位移反應顯示於圖八中。為了比較起見，在樁頂側面高於地面 0.5m 處之軸向位移反應亦同時繪於圖八中。比較此兩曲線之差異性可知，首達波的到達皆能精確地反映在曲線上。然而，樁底反射波的到達卻再也難以辨識，此結果是不論接收器置於樁帽頂面或基樁側面的。換言之，「上敲側收」的效果相較於傳統的「上敲上收」結果，並不具有重大的優勢。比較含樁帽的圖八結果與不含樁帽的圖六結果可發現，樁帽一存在，則樁底反射波的辨識工作便顯得困難重重了。這是本研究之重要結論。



圖八 以平面應力模擬含樁帽單樁之「上敲上收」與「上敲側收」之結果比較圖。

### 四、計畫成果自評：

感謝國科會一直支持此一應用寬廣之研究主題，使得基樁非破壞檢測技術的研究漸漸豐富成熟，並將成果拓展至現存結構系統之應用，使得實際檢測之應用愈來愈寬廣且成熟。本年度計劃更深入地研究了「從樁頂敲擊、從樁側接收」與「從樁側敲擊、從樁側接收」來檢驗出基樁長度的可行性。本計畫並協助了兩位碩士班研究生完成了兩篇論文[4,5]這些結果亦正在累積整理以便不久能發表在國際期刊上，其成果可謂豐碩。

### 五、參考文獻

1. 廖述濤, 余志鵬, 賴俊仁, 余文裕, 2001, “基樁檢測理論分析與實例探討,” 第二屆 (2001) 公共工程非破壞檢測技術研討會論文集, 中華民國非破壞檢測協會與中國土木工程學會聯合主辦, 5月31日至6月1日, pp. 307~337. [NSC89-2211-E-216-018]
2. 廖述濤, 余志鵬, 2000, “震災後以非破壞檢測法評估基樁完整性之省思,” 土木技術, 12月號, 第34期, 96-108頁。 [NSC89-2211-E-216-018]

3. 余文裕，2001，“在樁帽與群樁效應下檢測基樁長度之理論與實驗研究”，中華大學土木系碩士論文。
4. 林朝慶，2004，“合成聚焦影像掃描於混凝土結構缺陷檢測之三維數值模擬與實驗研究”，中華大學土木系碩士論文。
5. 周芑逸，2004，“無樁帽與含樁帽群樁之三維實體數值模擬與現地非破壞檢結果之比較研究”，中華大學土木系碩士論文。