

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

以樁長增量逼近法檢測含樁帽基樁長度之實驗驗證

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC92-2211-E-216-007-

執行期間：92年08月01日至93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

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 93 年 11 月 1 日

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

以樁長增量逼近法檢測含樁帽基樁長度之實驗驗證

Experimental Verification of Determining Length of Capped Piles
Using Incremental Approach for Pile Length Method

計畫編號：NSC 92-2211-E-216-007

執行期限：92年8月1日至93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：蔡政霖、鄭明遠

中華大學碩士生

一、中英文摘要

本研究計畫進行了多次的現地非破壞檢測實驗以深入研究「樁長增量逼近法」能否獲得含樁帽基樁之長度資料，藉此驗證申請人新近提出的這個方法在實務上的可行性。在此同時，本計畫亦使用了自行發展的二維平面應力有限元素模式以及ANSYS商用軟體提供的三維模式來模擬基樁受到非破壞檢測之動力反應，藉著比較研究以累積出經驗來精準地模擬基樁的低應變動力反應行為，期望藉此研究可將「樁長增量逼近法」朝實際應用之方向邁進一步。

關鍵詞：非破壞檢測、基樁完整性檢測、樁帽、樁長增量逼近法

Abstract

Multiple in-situ nondestructive tests were carried out in this project so that in-depth study on the capability of the

Incremental Approach for Pile Length method in determining the length of piles with caps has been conducted. In the meantime, a two-dimensional plane stress finite element model developed by the author, as well as a three-dimensional solid element model from commercial package ANSYS, will be used to simulate the dynamic response of piles subjected to nondestructive testing (NDT) loads. It is hoped that throughout a series of comparative studies on these models a more precise way to simulate the dynamic behavior of piles subjected to loads of small strains can be reached. As a result to be expected, the application of the Incremental Approach for Pile Length method toward real practice can be enhanced a lot.

Keywords: Nondestructive Test, Integrity Testing of Pile, Pile Cap, Incremental

Approach for Pile Length Method

二、計畫緣由與目的

地震災害後對於基樁檢測的大量需求大部分在於現存結構系統。這類基樁皆含樁帽或基礎版，而其檢測結果常是相當的複雜且與無樁帽單樁完全不同。以 921 集集大地震為例，許多重要的橋樑工程受到嚴重的損壞。而欲立即決定這些橋樑系統該補強或打掉重建並不容易，尤其是面對地面以下無法進行目視檢查的基礎部份時。以中二高的南投休息站跨越橋為例，當時只能對全區兩百多根基樁進行抽樣鑽芯檢驗。而由於此種檢驗方式費時費錢，因此，只進行了 28 孔，即抽鑽率只有 8.4 %。儘管如此，由鑽芯的資料中赫然發現，在深約 13 公尺以後竟變成了土壤，亦即原來長度 25 公尺的基樁，約在 13 公尺處斷裂，且錯動了很大的位移量，因此而得以判斷該地點之基樁受到嚴重的損壞。由上案例可知，假如經濟快速的 NDT 技術能很有把握地獲得含樁帽之單樁的實際長度，上面斷樁的情況就可快速而輕易地被診斷出。因此，NDT 就可以全面取代上述的鑽芯工作，亦可避免鑽芯檢測因取樣而可能造成的遺漏疏失或以偏概全的錯誤。由此可見，獲得含樁帽基樁的實際長度，已是工程界對非破壞檢測技術的最重要要求之一。然而，NDT 對此簡單卻重要的要求卻常苦於力有未逮，原因可能僅只是多了樁帽的干擾。在這樣的背景之下，使申請人開始投入於研究含樁帽基樁之非破壞檢測工作上[1]。

為了解決這個問題，申請人曾在過去的二年間投入於研究含樁帽基樁之樁長的決定問題上。在此二年思索如何解決此類問題之研究過程中，申請人認為最重要的研究成果之一，即是提出了「樁長增量逼近法」(Incremental Approach for Pile Length

method, IAPL 法)。此方法的主要理念在於利用有限元素模式來模擬現地含樁帽但任意長度之基樁的檢測反應，當此反應與現地受測基樁系統之反應相減時，即可隔離並分辨出受測樁長之資料了。然而，理論上本方法的可行性相當大，實際應用上能否成功卻仰賴在以下二個重大的關鍵點：(1)精準的有限元素模擬以及(2)大量的現地實測比對。本計畫即想要深入研究補足這兩大缺口，希望能將此方法推向正式應用舞台。申請人相信此方法在理論上已驗證可行之情況下，若再能尋找出更好的有限元素模擬模式、並補足實驗驗證的部分，則將能正式而完整地將此方法介紹至學術界與工程界。

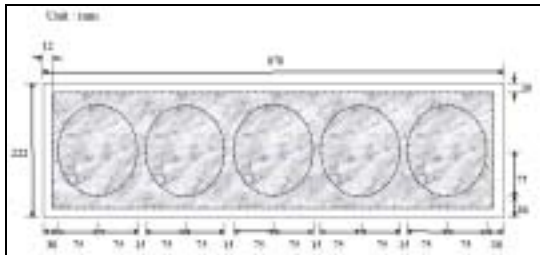
三、結果與討論

如圖一、圖二與圖三所示即分別為頭前溪橋某橋墩之基礎系統的上視圖、前視圖與側視圖。圖四所示即為現地進行衝擊反應之檢測情形。本研究計畫即利用此現地檢測所得之複雜結果，再使用商用之有限元素分析軟體 ANSYS 來模擬相似於此基礎上部卻具各種不同樁長的基礎系統的反應，以便能實現「樁長增量逼近法」之理念，將實驗所得結果與多個數值模擬結果相減，以便從「剩餘曲線」之變化中找出基樁之長度。圖五與圖六所示，即為 ANSYS 所建構出之頭前溪大橋含樁帽群樁基礎之有限元素網格側視圖與前視圖。圖七與圖八所示即為現地在樁帽頂面進行衝擊反應檢測之位移與速度反應。從兩個反應曲線中，依稀可標示出樁底反射波的波抵時刻約為 18.7ms，對應之單趟長度為 35.5m。而原基礎之樁帽厚度加樁長值為 33.6m，因此，檢測值與設計值之差異百分比為 5.7%。為一相當佳之檢測結果。然而，由曲線標示反射波之清晰與容易度並不

高。因此，希望「樁長增量逼近法」能提供更好的協助。圖九所示即為 ANSYS 數值模擬所得之速度反應與現地檢測結果之比較圖。而圖十即為由數值模擬結果扣除現地檢測結果後之三種不同剩餘曲線。由曲線中要研判出樁底的反射波之困難度仍相當高。然而仍可得出初步結論是此方法是可行的。惟需在數值模擬式如何更精確地逼近現地真實情況中投入更多之研究心力。



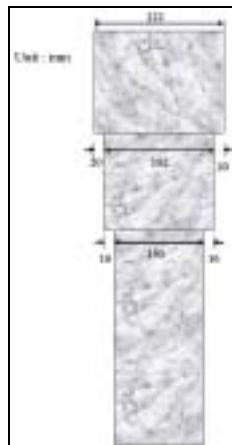
圖四 群樁基樁進行現地衝擊檢測之情形。



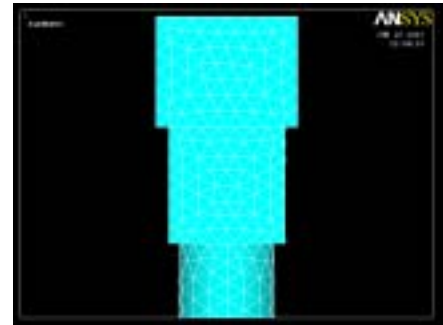
圖一 頭前溪橋之群樁基礎的上視圖。



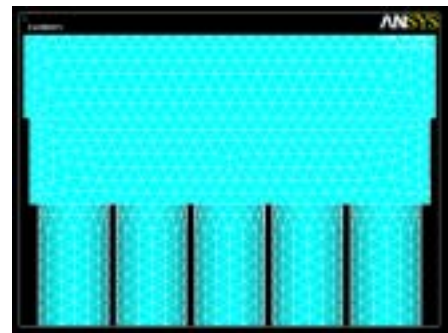
圖二 頭前溪橋之群樁基礎的前視圖。



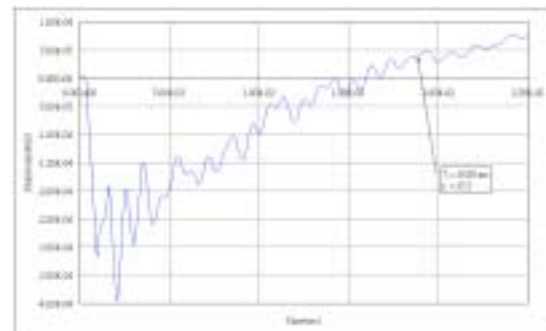
圖三 頭前溪橋之群樁基礎的側視圖。



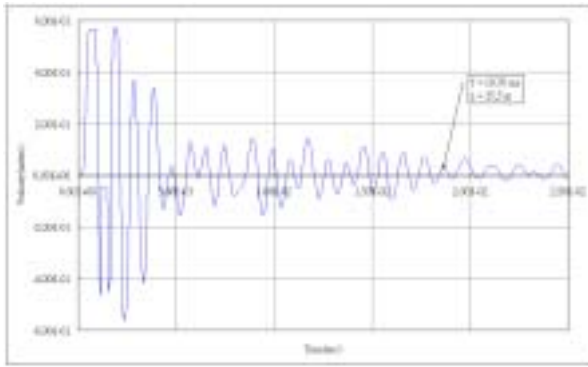
圖五 以 ANSYS 實體元素模擬頭前溪大橋含樁帽群樁基礎之有限元素網格側視圖。



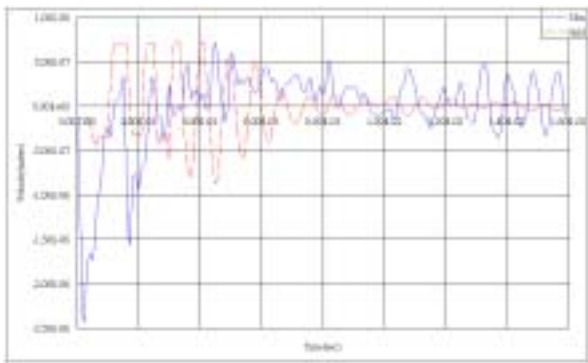
圖六 以 ANSYS 實體元素模擬頭前溪大橋含樁帽群樁基礎之有限元素網格前視圖。



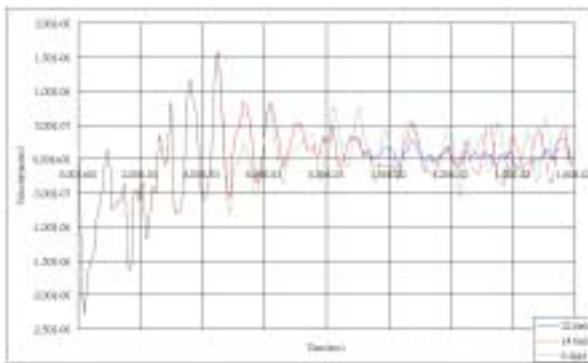
圖七含樁帽群樁進行衝擊反應之位移歷時曲線。



圖八 群樁基礎進行衝擊反應檢測之速度歷時曲線。



圖九 以 ANSYS 模擬與現地檢測所得之速度比較圖。



圖十 不同樁長之含圓形樁帽單樁扣除現地資料的速度反應曲線。

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計畫主持人提出之「樁長增量逼近法」

的可行性，並佐以頭前溪大橋之檢測應用實驗，讓此方法向著應用之路更加邁進。本計畫並協助了兩位碩士班研究生完成了兩篇論文[2,3]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，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, pp. 96-108. [NSC89-2211-E-216-018]
2. 蔡政霖，廖述濤，童建樺，2004,“含樁帽基樁受衝擊力作用下在樁側面上之軸向反應的研究，” 第十二屆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朝陽科技大學聯合主辦, 4月30日至5月1日, pp. 222~228. [NSC92-2211-E-216-007]
3. 鄭明遠，廖述濤，童建樺，2004,“合成聚焦法在單樁與含樁帽基樁之非破壞檢測上的應用，” 第十二屆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朝陽科技大學聯合主辦, 4月30日至5月1日, pp. 206~212. [NSC92-2211-E-216-007]