

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

以應力波與多重接收器技術評估沉箱基礎深度之延續研究 研究成果報告(精簡版)

計畫類別：個別型
計畫編號：NSC 99-2221-E-216-010-
執行期間：99年08月01日至100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

計畫參與人員：碩士班研究生-兼任助理人員：劉康猶
碩士班研究生-兼任助理人員：張祐賓
碩士班研究生-兼任助理人員：陳沛宏

公開資訊：本計畫可公開查詢

中華民國 100 年 10 月 31 日

中文摘要：以非破壞檢測法評估基樁之幾何資料或其完整性為一日漸成熟且重要之工程技術。在這一方面，以暫態彈性應力波來檢測評估基樁的長度或深度更是重要之科技應用。然而基礎型式雖多，非破壞檢測技術較成熟的應用對象卻僅是基樁基礎，其他基礎型式(例如沉箱式基礎)之應用研究則相對的少見，主要原因乃在於受測結構系統的複雜度。然而我國許多公共工程建設正面臨接近設計年限之問題，未來評估這些地下結構系統之現況將是相當重要的課題。本計劃即欲研究使用應力波與多重接收器技術來檢測沉箱式基礎之深度的可行性。在整個研究過程中，將同時使用「有限元素數值模擬」與「現地檢測實驗驗證」的方式，對此一問題進行深入的交叉研究，藉此了解各項參數對檢測訊號之影響效應。本研究之重點乃是針對即將興建之花蓮壽豐溪橋沉箱式基礎進行分階段之一系列檢測實驗，藉著比較各階段檢測反應訊號之差異來了解各階段不同結構元件之加入對檢測訊號之影響，並嘗試藉著使用多重接收器來追蹤個方向應力波之傳播情形，從而試圖找出彰顯或分離出沉箱底部反射波訊號之方法。

英文摘要：Evaluating the geometric configuration or integrity of foundations with nondestructive testing (NDT) methods has been becoming a mature and important technique in engineering. In this aspect, using transient elastic waves to test and evaluate the length or depth of a foundation is even more important application of technology. However, even there are many types of foundations, the object that the NDT techniques may be well applied on is quite confined to the pile foundation. The application study to other types of foundations, such as caisson foundations, was relatively rare. The main reason for this may be due to the complexity of the structural systems to be tested. Our country is facing a problem that many infrastructures are reaching their design life time. Therefore evaluating the current status of these structure systems will become an important issue. The objective of this project is to study the feasibility of using elastic waves and multiple receivers to assess the length of caissons. In the course of study, 'numerical simulation of finite elements' and 'verification of in-situ tests' will be used at the same time to carry out in-depth cross studies for this problem. It is hoped that through this study the effects of various kinds of parameters on the testing signals can be understood. This research will be focused on carrying out a series of in-situ testing at different stage on the caisson foundations of Bridge-to-build So-Fong-Brook. By comparing the difference of response signals of tests at different stages, the effect of the participation of each structural component on the testing signals may be studied. It is also hoped that by using multiple receivers to trace the propagation of stress waves in all directions, the method of emitting or isolating the reflections from

the bottom of the caisson foundations may be obtained.

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

以應力波與多重接收器技術評估沉箱基礎深度之延續研究

Continuing Study of Evaluating the Depth of Caisson Foundations with the
Technique of Elastic Waves and Multiple Receivers

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC99-2221-E-216-010

執行期間：99年8月1日至100年7月31

執行機構及系所：中華大學土木工程學系

計畫主持人：廖述濤

共同主持人：

計畫參與人員：劉康猷、張祐賓、陳沛宏

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：除列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年 二年後可公開查詢

中 華 民 國 100 年 10 月 25 日

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

以應力波與多重接收器技術評估沉箱基礎深度之延續研究

Continuing study of Evaluating the Depth of Caisson Foundations with the
Technique of Elastic Waves and Multiple Receivers

計畫編號：NSC 99-2221-E-216-010

執行期限：99 年 8 月 1 日至 100 年 7 月 31 日

主持人：廖述濤 教授

中華大學土木工程學系

E-mail : shutao@chu.edu.tw

計畫參與人員：劉康猷、張祐賓、陳沛宏

一、中英文摘要

以非破壞檢測法評估基樁之幾何資料或其完整性為一日漸成熟且重要之工程技術。在這一方面，以暫態彈性應力波來檢測評估基樁的長度或深度更是重要之科技應用。然而基礎型式雖多，非破壞檢測技術較成熟的應用對象卻僅是基樁基礎，其他基礎型式(例如沉箱式基礎)之應用研究則相對的少見，主要原因乃在於受測結構系統的複雜度。然而我國許多公共工程建設正面臨接近設計年限之問題，未來評估這些地下結構系統之現況將是相當重要的課題。本計劃即欲研究使用應力波與多重接收器技術來檢測沉箱式基礎之深度的可行性。在整個研究過程中，將同時使用「有限元素數值模擬」與「現地檢測實驗驗證」的方式，對此一問題進行深入的交叉研究，藉此了解各項參數對檢測訊號之影響效應。本研究之重點乃是針對即將興建之花蓮壽豐溪橋沉箱式基礎進行分階段之一系列檢測實驗，藉著比較各階段檢測反應訊號之差異來了解各階段不同結構元件之加入對檢測訊號之影響，並嘗試藉著使用多重接受器來追蹤個方向應力波之

傳播情形，從而試圖找出彰顯或分離出沉箱底部反射波訊號之方法。

關鍵詞：非破壞檢測、沉箱式基礎、彈性應力波、多重接收器

Abstract

Evaluating the geometric configuration or integrity of foundations with nondestructive testing (NDT) methods has been becoming a mature and important technique in engineering. In this aspect, using transient elastic waves to test and evaluate the length or depth of a foundation is even more important application of technology. However, even there are many types of foundations, the object that the NDT techniques may be well applied on is quite confined to the pile foundation. The application study to

other types of foundations, such as caisson foundations, was relatively rare. The main reason for this may be due to the complexity of the structural systems to be tested. Our country is facing a problem that many infrastructures are reaching their design life time. Therefore evaluating the current status of these structure systems will become an important issue. The objective of this project is to study the feasibility of using elastic waves and multiple receivers to assess the length of caissons. In the course of study, “numerical simulation of finite elements” and “verification of in-situ tests” will be used at the same time to carry out in-depth cross studies for this problem. It is hoped that through this study the effects of various kinds of parameters on the testing signals can be understood. This research will be focused on carrying out a series of in-situ testing at different stage on the caisson foundations of Bridge-to-build So-Fong-Brook. By comparing the difference of response signals of tests at different stages, the effect of the participation of each structural component on the testing signals may be

studied. It is also hoped that by using multiple receivers to trace the propagation of stress waves in all directions, the method of emitting or isolating the reflections from the bottom of the caisson foundations may be obtained.

Keyword : Nondestructive Test,
Caisson Foundation, Elastic
Stress Wave, Multiple
Receivers

二、前言

沉箱為橋樑基礎之重要類型之一，許多橋樑都因設計需要上之考量而採用沉箱結構作為其基礎。這些橋樑年代一久遠，常有維修補強之需要。然而此時卻亦發現其設計圖因年代久遠，已不可考。此時利用非破壞檢測方式來檢測評估這些沉箱基礎之深度，就益發顯得重要了。使用音波回音法來評估沉箱基礎之深度尚在起步階段，其原因之一在於結構形式比基樁複雜，其檢測反應受其複雜結構之影響甚巨。本研究計畫將以三維實體有限元素模式，來模擬沉箱式基礎在不同施工階段之敲擊反應結果，以探討各結構元件以及各種檢測與環境參數對於檢測反應結果之影響。在實驗方面，將以正在興建中之花蓮壽豐溪大橋之沉箱式基礎為研究對象，並與有限元素之模擬結果做比較。

三、研究目的

橋樑結構形式大多可分為群樁基礎、沉箱基礎等。本計畫主要探討以音波回音法檢測沉箱式基礎之長度之初步能力與限制。沉箱結構之訊號影響因素來自於其本身複雜的結構型式，箱室、隔板、頂板等

皆會影響其內之應力波傳行為，以致於訊號的判斷上更為困難。本研究以分階段分析的方式，以有限元素的方式模擬不同時期之沉箱結構，受到衝擊後所產生的應力波訊號，並作分析比較。本文另一目標即是自行發展現地檢測儀器。本研究以興建中之花蓮壽豐溪橋為研究對象，在幾座正在施工之沉箱基礎上進行現場檢測，並利用有限元素方式模擬沉箱基礎受到應力波衝擊後之反應，以進行參數變化之研究。利用這些比較數據便可推斷出沉箱之結構形式、敲擊接收位置與沉箱在不同施工時期之反應訊號差異，藉此推斷出有效的檢測方式。由於音波回音法檢測沉箱基礎尚在起步階段，因此急需研究資源的投入。橋樑結構形式大多可分為群樁基礎、沉箱基礎等。本文主要探討以音波回音法檢測沉箱式基礎之長度之初步可行性。

四、文獻探討

傳統上使用的基樁非破壞檢測法包括衝擊反應 (Impulse Response, IR) 法[1-3]、平行震測 (Parallel Seismic, PS) 法[4]、超震測(Ultraseismic, US)[5]法與阻抗縱剖分析(Impedance Log, IL)法[6]等。這些方法的檢測原理可參考一些文獻[5]。然而，有關沉箱式基礎之非破壞檢測研究的文獻或報告，則似仍罕見，原因皆可能在於這一類問題的複雜性。由於主持人長期專注的投入在基樁非破壞檢測之領域，因此，有些研究成果確實引起了前導的作用，許多最新有關單樁與含樁帽基樁之非破壞檢測的國際論文〔7-10〕亦直接引述或採用了申請人提出的模式。如今正可使用這些研究工具而擴大研究對象至沉箱式基礎。

五、研究方法

如圖 1 所示，本研究以花蓮壽豐溪橋新建工程中的沉箱式基礎為對象，以有限元素方式模擬其施工時不同齡期與不同敲

擊點產生之訊號差異。

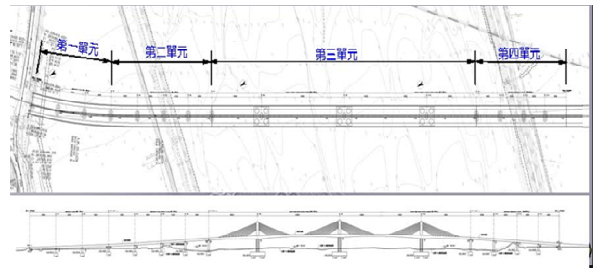


圖 1 花蓮壽豐溪橋新建工程

沉箱基礎型式很多種，主要以橢圓形沉箱與圓形沉箱為主。然而橢圓形沉箱多含箱室，本研究主要以橢圓形沉箱與圓形沉箱為主，而花蓮壽豐溪橋新建工程其基礎有圓形與橢圓形，故本研究以其作為研究對象，深入探討在不同施工時期以及不同敲擊點之情況下，沉箱之反應訊號的差異，並以有限元素法模擬之。圖 2 為花蓮壽豐溪橋橢圓形含箱室沉箱之基礎示意圖。圖 3 為含箱室沉箱橫斷面圖。

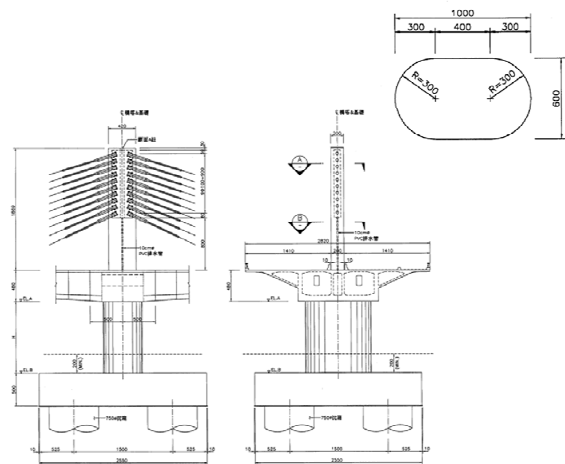


圖 2 花蓮壽豐溪橋沉箱基礎立面圖與側視圖

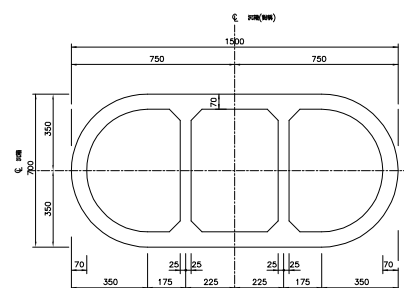


圖 3 花蓮壽豐溪橋沉箱基礎橫剖面圖

圖 4 為含箱室沉箱簡化過後之示意圖。其中藍色、紅色與綠色之點為模擬時暫態應力波所衝擊與接受器之位置。圖 5 為有限元素四面體元素模擬沉箱結構之網格圖。

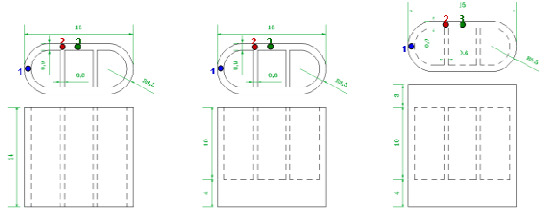


圖 4 不同施工齡期之橢圓形沉箱示意圖

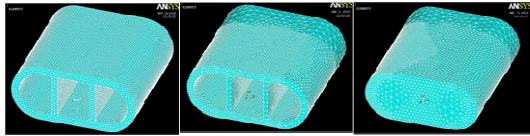


圖 5 沉箱結構不同施工時期之有限元素網格圖

六、結果與討論

圖 6 所示即為在沉箱表面擺設多重接收器之佈置規畫圖。而檢測敲擊點則位於沉箱頂面之最左緣處。圖 7 所示即為在各接收器之速度反應曲線。比較圖中曲線可看出表面波傳播之進展情形。另外，亦可清楚看出表面波對沉箱底部之反射波的干擾情形。

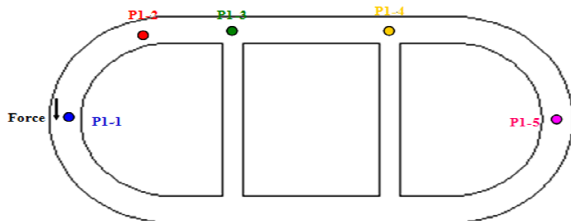


圖 6 壽豐橋沈箱基礎在不同位置擺設多重接收器之規畫圖

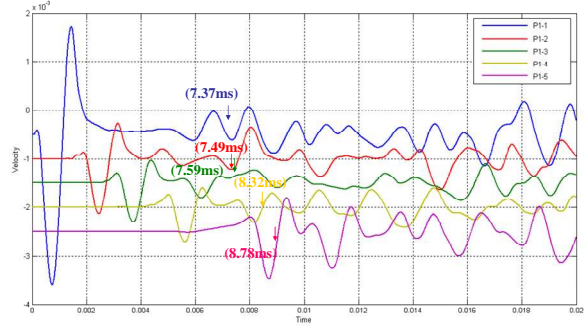


圖 7 壽豐橋沉箱基礎在不同位置下之速度反應比較圖

圖 8 與圖 9 所示即為在花蓮壽豐溪新建橋樑現場檢測圓形沉箱與橢圓形沉箱基礎之照片。如圖 4 所示，由於不同敲擊與接收位置將會影響檢測訊號之判讀難易程度，因此必須找出最有利於判讀訊號之敲擊位置。



圖 8 花蓮壽豐溪橋現地長圓形複合式沉箱之照片



圖 9 花蓮壽豐溪橋現地檢測長圓形複合式沉箱之照片

若在此沉箱之頂面如圖 4 所示之三個不同位置進行敲擊反應檢測，則在 1 號位置所得之速度反應將如圖 10 之藍線所示。同理，在 2 號與 3 號位置所得之速度反應曲線亦顯示於圖中之紅線與綠線部分。

由應力波縱波波速為 3800m/s 可反算出理論上之沉箱底部反射波應在 7.37ms 時抵達接收器，若將此時刻標示在圖上，可看出 1 號位置之檢測試驗其反應訊號似乎易受沉箱平面幾何不連續處（圓形曲線與長方形曲線交接處）之反射波的影響，而使得沉箱底部反射波之現象較不易顯明。而在第 2 號位置上檢測之結果亦不易顯明沉箱底部反射波之現象。其原因應是 2 號位置緊鄰沉箱之隔板，易對應力波傳產生反射之干擾。相對而言，3 號位置之檢測結果最為單純清楚，正如預期。由此可得出一個結論是 3 號檢測位置應是較佳之處。

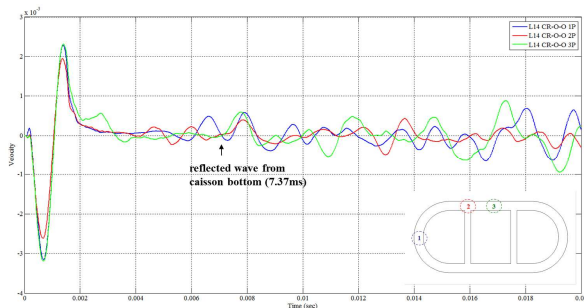


圖 10 未澆置底板與頂板之長圓形複合式沉箱在三種不同位置受敲擊檢測之速度反應曲線

考慮如圖 4 所示之長圓形複合式沉箱基礎，在澆置底板後，即進行敲擊反應測試。若在此沉箱之頂面三個不同位置進行敲擊反應檢測，則速度反應將如圖 11 所示。

由圖上可看出 3 號位置之檢測結果依然最為單純清楚，正如預期。由此可得出一個結論是 3 號檢測位置依然是較佳之處。

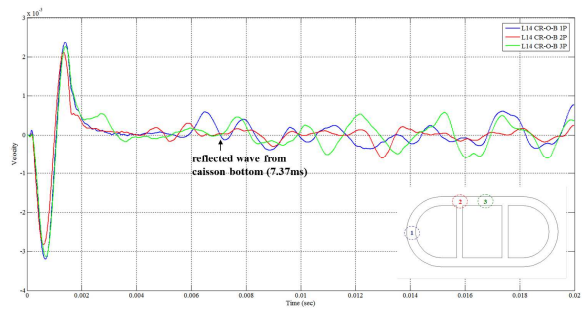


圖 11 澆置底板後之長圓形複合式沉箱在三種不同位置受敲擊檢測之速度反應曲線

最後，在澆置底板與頂板後，再進行敲擊反應測試，所得之速度反應如圖 12 所示。

由應力波縱波波速為 3800m/s 可反算出理論上之沉箱底部反射波應在 8.95ms 時抵達接收器，而頂板之反射波波抵時刻應為 1.71ms，若將此時刻分別標示在圖上，可看所有的檢測位置皆受到頂板應力波傳播的影響，而使得沉箱底部反射波隱含在其中無法判讀，而頂板之底部反射波皆有些許顯明出來。由此可得出一個結論是在澆置完成頂板之後三個不同的檢測位置皆無法查出其底部反射波，但其頂板之底部反射波皆可在速度反應曲線上標示出來。

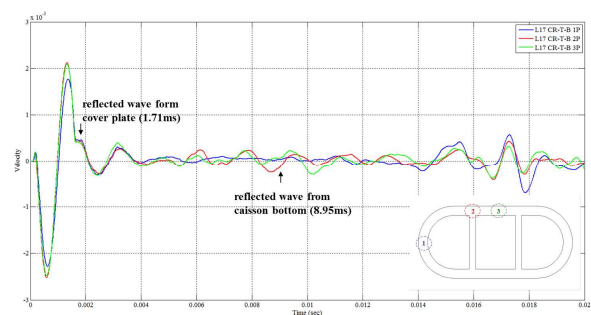


圖 12 澆置底板與頂板後之長圓形複合式沉箱在三種不同位置受敲擊檢測之速度反應曲線

本研究隨即前往花蓮壽豐溪橋新建橋樑沉箱式基礎進行現地檢測，並利用自行開發之儀器組(TLL2010)作現地試驗，並將施工現場之狀況以數值模式模擬之。由於先前的數值模式已知 2 號位置較不易判讀，3 號位置最為理想，故本次實驗也是以 2 號、3 號位置為目標。圖 13 所示即為 2 號位置的檢測結果。由圖 13 可知沉箱基礎的檢測深度為 4.54 公尺，與實際長度 5 公尺誤差了 9.2%，而現場檢測之結果反而較有限元素模擬的結果更為利於判斷出深度所反映出的週期性振動反應。

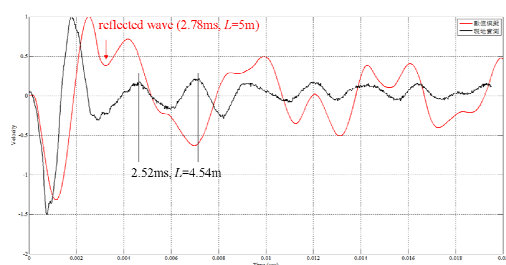


圖 13 現場檢測 2 號位置與有限元素模擬之速度反應曲線圖

圖 14 為 3 號檢測位置所得之檢測結果與有限元素模擬結果之比較。由其週期性的波形反應可以得知沉箱基礎的檢測深度為 4.78 公尺，誤差僅為 4.4%。

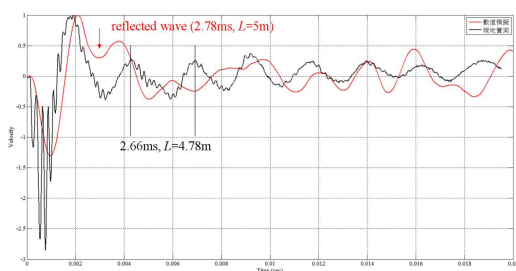


圖 14 現場檢測 3 號位置與數值模式模擬之速度反應曲線圖

綜合上述結果，本研究可歸納出以下四個結論：

1. 從數值模式之研究中發現，在無頂板之情況下，有無底板對於檢測反應之影響不大。但是有無頂板對於檢測反應之影響則相當大。
2. 不管是數值模擬研究或是現地實測結果顯示含箱室之複合式沉箱基礎，其較佳之施測位置為隔板與隔板之間，原因為較不受到幾何形狀所影響。
3. 現場環境狀況複雜，完全之模擬並不容易。此因素可能是造成數值模擬與現地實測結果間仍有差異之原因。
4. 新儀器系統且具有無線擷取功能，且分析功能具有自行設計上之彈性，未來研究應用之潛力相當高。

七、計畫成果自評

本計畫延續去年之計劃至今，多次至花蓮壽豐溪新建大橋之工地進行檢測實驗，使學生經歷完整的工程問題研究解決過程，對本研究團隊之能力提升甚巨。參與此計畫之碩士班研究生數人因研究需要而必須學會接收器、衝擊錘、示波器、電腦、LabVIEW 軟體…等知識，並以獨立能力自行整合開發出一套檢測系統，對於青年人才的培養，實在幫助鉅大。這些碩士生未來就業，相關知識技能必能幫助他們把工作做得更好。在主持人之學術成果上，近 5 年內主持人已發表 7 篇論文在 SCI 等級之重要國際期刊上。其中最近之一篇國際期刊論文即是發表近兩年對沉箱基礎之研究成果[11]。最後簡述本計畫在學術成就、技術創新與社會影響等方面之成果如下：

(1) 學術成就方面

國際上，相關於沉箱式基礎之非破壞檢測的學術研究與報告極為罕見，因此，

本計畫佔有先導性之優勢地位，其研究成果具有相當高之價值得以發表在國際期刊上。近幾年主持人持續在此研究題目上之鑽研努力已開始開花結果，一篇題目為“Numerical and Experimental Study on Evaluating the Depth of Caisson Foundation with Sonic Echo Method”已被接受發表在 *Earthquakes and Structures, an International Journal* 國際期刊上[11]。

(2) 技術創新方面

本研究計畫成功的自行組裝、發展出一整套完整的檢測系統，訊號之傳輸採最新之無線(wireless)模組，並且使用 LabVIEW 設計出功能強大之訊號處理視窗程式介面，具有相當高之應用價值。

(3) 社會影響之方面

台灣地處地震頻繁帶，極需有能力檢測公共工程受地震災害後之損害情形。其中最難之項目即為深埋地下之基礎工程(例如本研究計畫案之沉箱基礎)。因此，此項成果具有相當重要之應用價值。新近之一例為主持人受邀在第七屆公共工程非破壞檢測研討會(2011年11月3、4日在中部科學園區管理局行政大樓會議室舉行)中發表基礎工程非破壞檢測之研究成果。

綜觀上述，本計畫之研究成果可謂豐碩，再一次感謝國科會的支助。

八、參考文獻

1. Jian-Hua Tong, Shu-Tao Liao*, Jiunnren Lai and Ching-Tien Chang, 2011, “Improved Sonic Echo Method with Multiple Receivers and Amplifier

- to Evaluate The Length of Capped Piles,” submitted for review to *Structural Engineering and Mechanics*.
2. Davis, A.G. and Dunn, C.S., 1974, “From theory to field experience with the nondestructive vibration testing of piles,” *Proc. of the Instn. Civ. Engrs. Part 2*, pp. 571-593.
3. Finno, R.J. and Gassman, S.L., 1998, “Impulse response evaluation of drilled shafts,” *Journal of Geotechnical and Environmental Engineering, ASCE*, Vol. 124, No. 10, pp. 965-975.
4. Liao, Shu-Tao, Tong, Jian-Hua., Chen, Cheng-Hao, and Wu, Tsung-Tsong, 2006, “Numerical Simulation and Experimental Study of Parallel Seismic Test for Piles,” *International Journal of Solids and Structures*, Vol. 43, No. 7-8, pp. 2279-2298.
5. 廖述濤，倪勝火，傅國倫，1999，“基樁非破壞性之檢測與評估”，*檢測科技*，第17卷，第三期(5-6月)，97-119頁。
6. Yu, Chih-Peng and Liao, Shu-Tao, 2006, “Theoretical Basis And Numerical Simulation of Impedance Log Test for Evaluating The Integrity of Columns And Piles,” *Canadian Geotechnical Journal*, Vol. 43, No. 12 (December), pp. 1238-1248.
7. Baxter, S.C., Islam, M.O., and Gassman S.L., 2004, “Impulse response evaluation of drilled shafts with pile caps: modeling and experiment,” *Canadian Journal of Civil Engineering*, Vol. 31, pp. 169-177.
8. Kim, D.S. and Kim, H.W., 2004, “Evaluation of the Base Condition of

- Drilled Shafts by the Impact-Echo Method,” *Geotechnical Testing Journal*, Vol. 27, No. 5, pp. 1-8.
9. Kim, D.S., Kim, H.W., and Kim, W.C., 2002, “Parametric study on the impact-echo method using mock-up shafts,” *NDT&E International*, Vol. 35, pp. 595-608.
 10. Chow, Y.K., Phoon, K.K., Chow, W.F., and Wong, K.Y., 2003, “Low Strain Integrity Testing of Piles: Three-Dimensional Effects,” *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, ASCE*, Vol. 129, No 11, pp.1057-1062.
 11. Jian-Hua Tong, Shu-Tao Liao* and Kang-You Liu, 2011, “Numerical and Experimental Study on Evaluating the Depth of Caisson Foundation with Sonic Echo Method,” accepted for publication in *Earthquakes and Structures, an International Journal*.

國科會補助計畫衍生研發成果推廣資料表

日期:2011/10/27

國科會補助計畫	計畫名稱: 以應力波與多重接收器技術評估沉箱基礎深度之延續研究
	計畫主持人: 廖述濤
	計畫編號: 99-2221-E-216-010- 學門領域: 結構應力
無研發成果推廣資料	

99 年度專題研究計畫研究成果彙整表

計畫主持人：廖述濤		計畫編號：99-2221-E-216-010-					
計畫名稱：以應力波與多重接收器技術評估沉箱基礎深度之延續研究							
成果項目		量化			單位	備註（質化說明：如數個計畫共同成果、成果列為該期刊之封面故事...等）	
		實際已達成數（被接受或已發表）	預期總達成數（含實際已達成數）	本計畫實際貢獻百分比			
國內	論文著作	期刊論文	0	0	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	1	1	100%		
		專書	0	0	100%		
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力（本國籍）	碩士生	3	3	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	0	0	100%		
國外	論文著作	期刊論文	1	1	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	0	0	100%		
		專書	0	0	100%	章/本	
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力（外國籍）	碩士生	0	0	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	0	0	100%		

<p>其他成果 (無法以量化表達之成果如辦理學術活動、獲得獎項、重要國際合作、研究成果國際影響力及其他協助產業技術發展之具體效益事項等，請以文字敘述填列。)</p>	<p>(1) 學術成就方面 國際上，相對於沉箱式基礎之非破壞檢測的學術研究與報告極為罕見，因此，本計畫佔有先導性之優勢地位，其研究成果具有相當高之價值得以發表在國際期刊上。近幾年主持人持續在此研究題目上之鑽研努力已開始開花結果，一篇題目為' Numerical and Experimental Study on Evaluating the Depth of Caisson Foundation with Sonic Echo Method' 已被接受發表在 Earthquakes and Structures, an International Journal 國際期刊上。</p> <p>(2) 技術創新方面 本研究計畫成功的自行組裝、發展出一整套完整的檢測系統，訊號之傳輸採最新之無線(wireless)模組，並且使用 LabVIEW 設計出功能強大之訊號處理視窗程式介面，具有相當高之應用價值。</p> <p>(3) 社會影響之方面 台灣地處地震頻繁帶，極需有能力檢測公共工程受地震災害後之損害情形。其中最難之項目即為深埋地下之基礎工程(例如本研究計畫案之沉箱基礎)。因此，此項成果具有相當重要之應用價值。新近之一例為主持人受邀在第七屆公共工程非破壞檢測研討會(2011年11月3、4日在中部科學園區管理局行政大樓會議室舉行)中發表基礎工程非破壞檢測之研究成果。</p>
--	--

	成果項目	量化	名稱或內容性質簡述
科教處計畫加填項目	測驗工具(含質性與量性)	0	
	課程/模組	0	
	電腦及網路系統或工具	0	
	教材	0	
	舉辦之活動/競賽	0	
	研討會/工作坊	0	
	電子報、網站	0	
	計畫成果推廣之參與(閱聽)人數	0	

國科會補助專題研究計畫成果報告自評表

請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況、研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）、是否適合在學術期刊發表或申請專利、主要發現或其他有關價值等，作一綜合評估。

1. 請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況作一綜合評估

達成目標

未達成目標（請說明，以 100 字為限）

實驗失敗

因故實驗中斷

其他原因

說明：

2. 研究成果在學術期刊發表或申請專利等情形：

論文： 已發表 未發表之文稿 撰寫中 無

專利： 已獲得 申請中 無

技轉： 已技轉 洽談中 無

其他：（以 100 字為限）

3. 請依學術成就、技術創新、社會影響等方面，評估研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）（以 500 字為限）

(1) 學術成就方面

國際上，相關於沉箱式基礎之非破壞檢測的學術研究與報告極為罕見，因此，本計畫佔有先導性之優勢地位，其研究成果具有相當高之價值得以發表在國際期刊上。近幾年主持人持續在此研究題目上之鑽研努力已開始開花結果，一篇題目為 'Numerical and Experimental Study on Evaluating the Depth of Caisson Foundation with Sonic Echo Method' 已被接受發表在 Earthquakes and Structures, an International Journal 國際期刊上。

(2) 技術創新方面

本研究計畫成功的自行組裝、發展出一整套完整的檢測系統，訊號之傳輸採最新之無線 (wireless) 模組，並且使用 LabVIEW 設計出功能強大之訊號處理視窗程式介面，具有相當高之應用價值。

(3) 社會影響之方面

台灣地處地震頻繁帶，極需有能力檢測公共工程受地震災害後之損害情形。其中最難之項目即為深埋地下之基礎工程(例如本研究計畫案之沉箱基礎)。因此，此項成果具有相當重要之應用價值。新近之一例為主持人受邀在第七屆公共工程非破壞檢測研討會(2011年11月3、4日在中部科學園區管理局行政大樓會議室舉行)中發表基礎工程非破壞檢測之研究

成果。