

行政院國家科學委員會專題研究計畫 期中進度報告

子計劃一：膠結不良沉積岩層之深基礎行為(1/3)

計畫類別：整合型計畫

計畫編號：NSC91-2211-E-009-028-

執行期間：91年08月01日至92年07月31日

執行單位：國立交通大學土木工程學系

計畫主持人：黃安斌

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 92 年 5 月 28 日

膠結不良沉積岩層之深基礎行為(1/3)

Behavior of deep foundations in poorly cemented sedimentary rocks

計畫編號：NSC 91-2211-E-009-028

執行期限：91年08月01日至92年07月31日

主持人：黃安斌 國立交通大學土木工程系 教授

一、中文摘要（關鍵詞：軟弱岩石、基樁、模型試驗、直剪試驗、扭剪試驗）

台灣中北部（桃園至台中）麓山帶地區出露之地層，在地質年代上均屬於甚為年輕之地層，屬於『極軟弱至軟弱』之岩石。其組成之砂岩普遍具有固結差，膠結不良、遇水極易軟化之特性，於原地層中尚可如同固結之岩石，然往往以手用力捏擠即成為砂土，經水浸泡後亦成一團砂土。由於此等介乎土壤及岩石間大地工程材料之性質與工程行為仍非十分確定，欲於此類地層內構築結構基礎，岩體之性質、基礎之承載值、力學之行為等問題，在國內外相關文獻報導都有限，仍需進一步研究。本研究為『膠結不良沉積岩層之大地工程行為』整合型研究計畫之子計畫（一），主要目的是延續前五年所執行『極軟弱年輕砂、頁岩層之力學行為』與『極軟弱岩石的大地工程行為』整合型研究計畫之成果，使其與大地工程設計施工結合。本子計畫將專注於軟弱岩石中深基礎之行為分三年執行，其最終目的是提出軟岩內基樁承載力分析與受力沈陷估算之方法。本年度預計完成之工作項目包括（1）模型基樁在人造軟岩中之載重試驗、（2）勁度控制直剪試驗與扭剪試驗、與（3）現有基樁承載力分析於軟岩之適用性探討。計畫書詳述本子計畫之研究背景、目標與執行方法。

英文摘要（keywords：weak rock, pile foundation, model testing, direct shear test, rotational shear test）

The outcrops in northern and central foothill regions of Western Taiwan are young or very young according to their geological age. They can be classified as 'very weak to weak' rocks. The sandstone that constitutes part of these soft rocks is often poorly consolidated, weakly cemented, and prone to soften when exposed to water unconfined. Under the field conditions these sandstone or shale may behave as a consolidated rock. The same material however could be crushed by fingers or turn into a pile of sand when soaked in water. The behavior of these soil/rock like geomaterials is not well understood. Subjects such as the characteristics of the rock mass, foundation bearing capacities, mechanical behavior of these types of weak rock relevant to foundation design demand further research. This project is the sub-project (1) of a collaborated research on "Geotechnical Engineering Behavior of Poorly Cemented Sedimentary Rocks". It extends an earlier collaborated research project on "Mechanical Behavior of Very Weak Sandstones and Shales" and "Engineering Performance of Very Weak Rocks" conducted in the past five years. The aim of the current research is to expand what was accomplished in the earlier endeavors into aspects that are applicable to geotechnical engineering designs. This sub-project intends to develop methods to determine bearing capacities and

load-displacement relationships for deep foundation in soft rock in the next three years. The main objectives set for the coming year include: (1) laboratory model pile load tests in an artificial soft rock; (2) conduct controlled stiffness direct shear and rotational simple shear tests on soft rock specimens; and (3) evaluate the feasibility of the current practice in analyzing the behavior of piles in soft rock. This proposal describes details of the background, objectives and approach method for this research project.

二、計畫緣由與目的

台灣中北部（桃園至台中）麓山帶地區出露之地層，在地質年代上均屬於甚為年輕之地層，屬於『極軟弱至軟弱』之岩石。其組成之砂岩普遍具有固結差，膠結不良、遇水極易軟化之特性，於原地層中尚可如同固結之岩石，然往往以手用力捏擠即成為砂土，經水浸泡後亦成一團砂土。由於此等介乎土壤及岩石間大地工程材料之性質與工程行為仍非十分確定，欲於此類地層內構築結構基礎（諸如台北金融大樓基礎），其岩體之性質、基礎之承載值、力學之行為等問題，在國內外相關文獻報導都有限。本子計畫（一）『深基礎在軟弱岩石中之行為』延續先前研究之成果專注於軟弱岩石內基樁行為。

三、計畫執行狀況

載重試驗模型基樁之製作

人造軟岩製作與模型基樁載重試驗所使用之試驗槽已完成設計與機械加工。本試驗槽為長方體 300mm 寬 600mm 長 500mm 高之試驗槽，使用鋼板與製作。200 噸之油壓缸與壓力元與反力架也已安裝完成。載重試驗系統安裝於交通大學土木結構大樓，反力架與試驗槽鎖在強力地板上。

模型基樁之核心使用鋼板加工製作其設計如圖一所示，此核心底部寬 25mm。模型基樁之深度 250mm，樁體之核心使用 10mm 厚之鋼板製作。樁體鋼板中心凹槽處裝有光纖光柵用以量測樁體內部載重之傳遞（load transfer）。樁體之表面使用水泥漿製作，為防止水泥漿與樁體核心鋼板間之滑動，在樁體鋼板表面裝有許多鋼釘。模型樁之寬度為 300mm 與試體寬度相同。因此本模型基樁模擬一個二維，條形之深基礎。使用由 Benmokrane et al.(1994)所提出之兩種不同粗糙度的模型樁，現已完成其中一種，概述如下：

製作粗糙度的模版如圖二 a、圖二 b 所示，於製作粗糙度時先將模板放置於製作好的人造軟岩試體上，使用鋼絲鋸依此模版將模型基樁將佔用之空間挖除，完成之後的情形如圖三所示。

將基樁核心（鋼板部分）放入製作好的凹槽內，並將凹槽的側面貼上寶麗龍版或是壓克力版，用以防止水泥砂漿流出，之後由凹槽的上方灌入水泥漿，以模擬混凝土與軟岩間之介面，完成後如圖四所示，並在人造軟岩試體上畫上網格。

人造軟岩內變形之監測

試驗室內使用模型與人造岩石做試驗有高均勻性與試驗重複性之優點。接收 Burland (1995)之建議與挑戰，本計畫在軟岩試體內安裝應變感應系統以量測基

樁受力時，軟岩試體內應變量之分佈情況。原計畫採用類似 Smith and Burland (1976)之高精密度岩體鑽孔內多點伸張儀結合傾斜管之觀念製作。主持人近期研發完成使用光纖光柵 (Optic Fiber Bragg Grating , FBG)之地層扭曲感應系統(陳志陽, 2001), 其功能遠超過 Smith and Burland (1976)之方法。此光纖感應系統是將 FBG 黏著在一直徑 8mm 之德爾林桿件上, 然後將此桿件埋入試驗槽中人造軟岩內。圖五顯示將 FBG 黏著於管件時所使用之光學軌。光學軌上裝有圓心與角度定位裝置以確保 FBG 黏著方位之精確度。圖六顯示一安裝完成 2 米長, 34mm 直徑, 裝有 FBG 之 PVC 管, 本 PVC 管適用於現地邊坡滑動之監測。在本研究中使用 10mm 直徑德爾林桿件來取代 PVC, 如圖七所示。FBG 之優點除了因為使用光傳遞訊號而不受電磁干擾之外, 在同一光纖上可以同時安裝最多 100 點之應變量測點。本計畫所使用之 FBG 訊號擷取系統是經由主持人所參與大學發展卓越計畫之經費所購置, 可以每秒讀 100 次之速度同時監測 4 條光纖, 因此可以滿足試驗之需求。

在人造軟岩製試體製作完成後將試驗槽橫向 300mm x 600mm 之檔版換成安裝有鑽孔之模版。鑽孔位置與 FBG 地層扭曲感應系統安裝位置相匹配, 使用鑽機從鑽孔位置向試體內部將安裝 FBG 地層扭曲感應系統所需佔用空間內之軟岩鑽除, 之後將石膏灌入鑽孔內, FBG 地層扭曲感應系統外層塗上機油, 貼上保鮮膜然後塞入鑽孔。

基樁載重試驗流程

模型基樁載重試驗使用前期研究計畫所研發成功之試驗槽, 本試驗槽為長方體 300mm 寬 600mm 長 500mm 高, 使用鋼板製作。並且於 600mm*500mm 的鋼板內放入 300mm*450mm 大小的強化玻璃, 設置觀測窗用以觀察承載試驗中基樁與周圍岩體變化的情形, 模型基樁載重試驗時在人造軟岩試體內安裝黏著有光纖光柵, 8mm 直徑之德爾林管, 以量測基樁受載時人造軟岩試體內部變形之分佈。德爾林管在人造軟岩試體內之分佈以及其與模型基樁之相對關係如圖八所示。並且於基樁的上方放置一個寬 25mm 長 300mm 高 30mm 的鋼條, 用以傳遞力量, 整個試驗配置如圖九所示。

加壓方式為使用 MTS 系統以 0.3mm/min 的速率向下壓, 試驗過程中每隔 10 秒讀取一次光纖光柵的讀數, 之後將德爾林管拔出, 再將試體壓至破壞為止, 試驗過程中透過觀測窗將試驗過程錄影下來。

試驗結果

由 MTS 系統所擷取出的數據如圖十所示, 圖中 load-fourth 階段為德爾林管拔出後的數據, 圖十一 a、b、c 分別為光纖光柵感測桿的讀數。

四、參考文獻

陳至揚，2001，"光纖光柵感測扭曲儀之研發"，碩士論文，國立交通大學土木工程系。

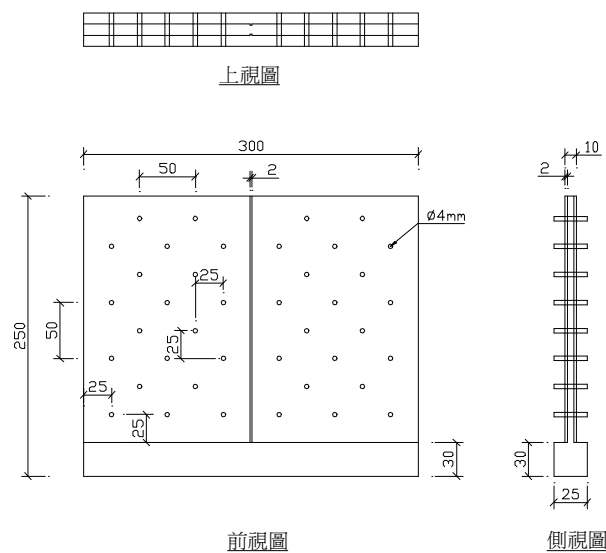
劉英助，2002，"人造膠結不良砂岩之模型承載試驗設備建立及淺基礎承載試驗"，碩士論文，國立交通大學土木工程系。

Benmokrane, B., Mouchaorab, K.S., and Ballivy, G., 1994, "Laboratory Investigation of Shaft Resistance of Rock-Socketed Piers Using The Constant Normal Stiffness Direct Shear Test," Canadian Geotechnical Journal, Vol.31, pp.407-419.

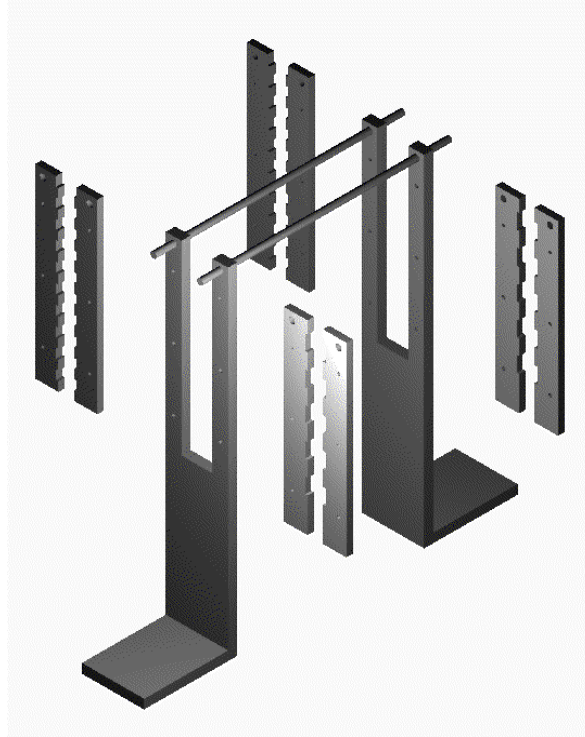
Burland, J.B., 1995, "Closing Remarks," Proceedings, First International Symposium on Pre-Failure Deformation of Geomaterials, Sapporo, Japan, Vol.2, p.703-705.

Smith, P.D.K., and Burland, J.B., 1976, "Performance of a High Precision Multi-Point Borehole Extensometer in Soft Rock," Technical Note, Canadian Geotechnical Journal, Vol.13, pp.172-176.

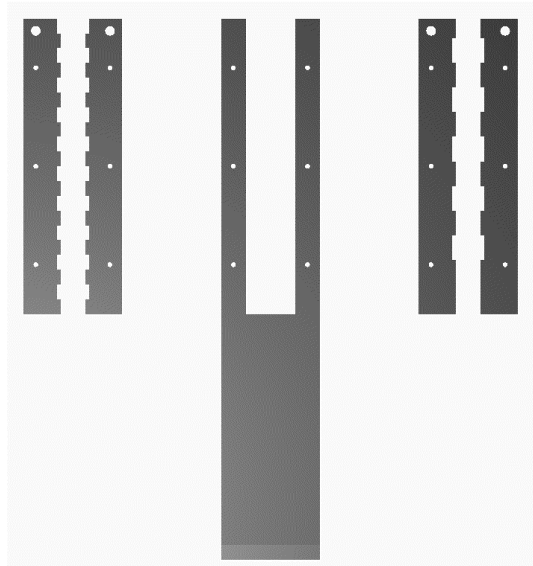
五、圖表



圖一 模型基樁核心之設計圖。



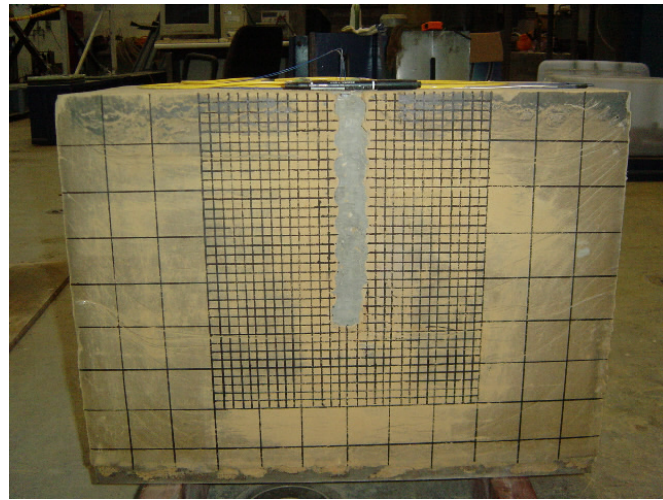
圖二 a 模型基樁裝面粗糙度形式之模版。



圖二 b 模型基樁裝面粗糙度形式之模版。



圖三 粗糙度完成圖。



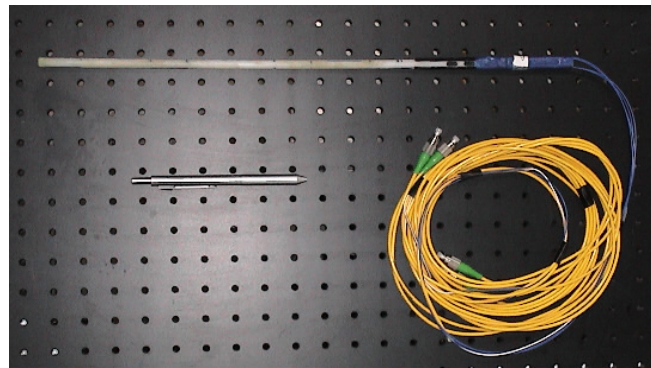
圖四 模型樁完成圖。



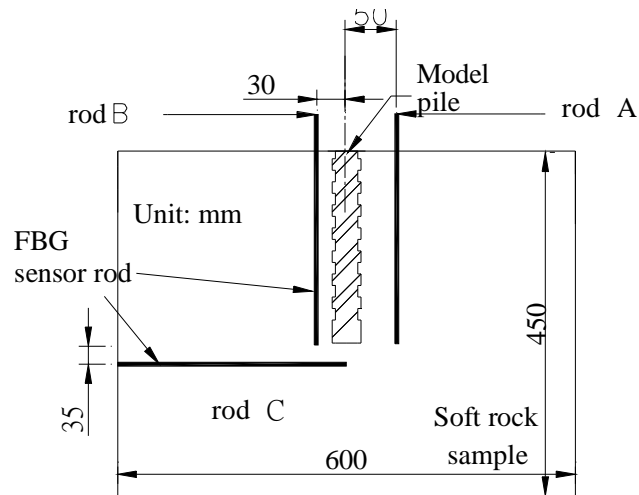
圖五 將 FBG 黏著於管件時所使用之光學軌。



圖六 裝有 FBG 之 PVC 管。



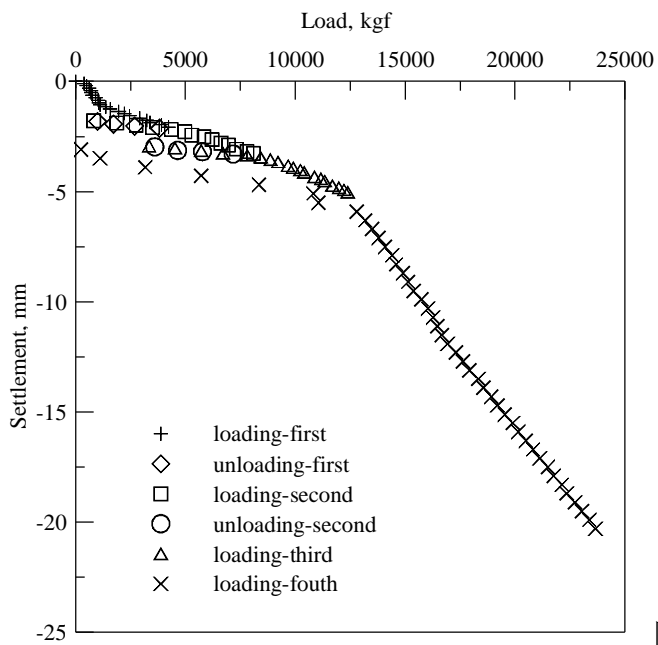
圖七 德爾林桿件照片。



圖八 人造軟岩試體內光纖監測管之分佈以及其與模型基樁之相對關係。

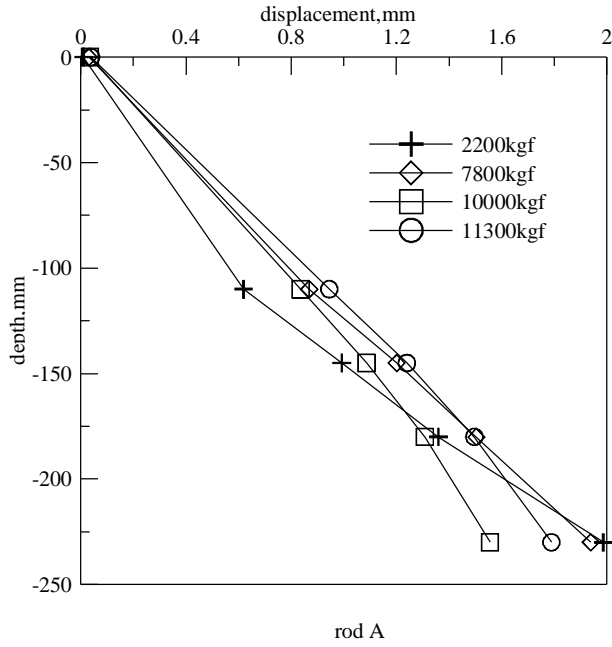


圖九 試驗配置圖。

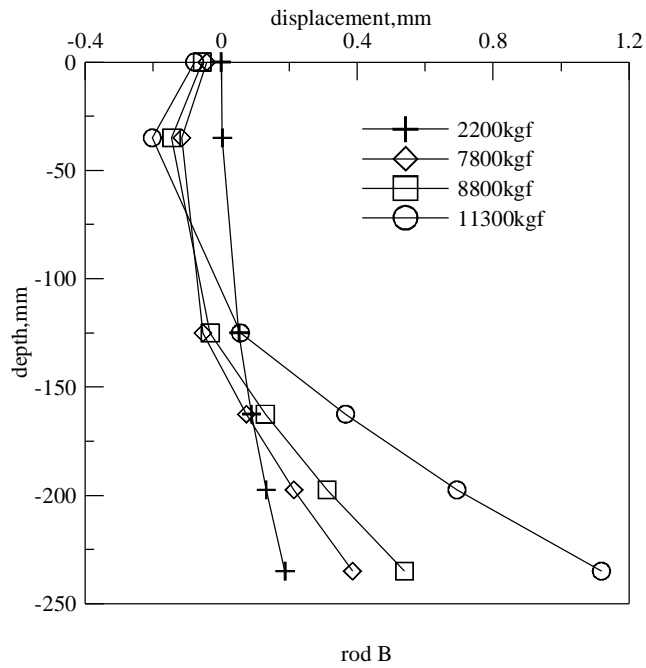


圖十 模型基樁載重與沈陷量之

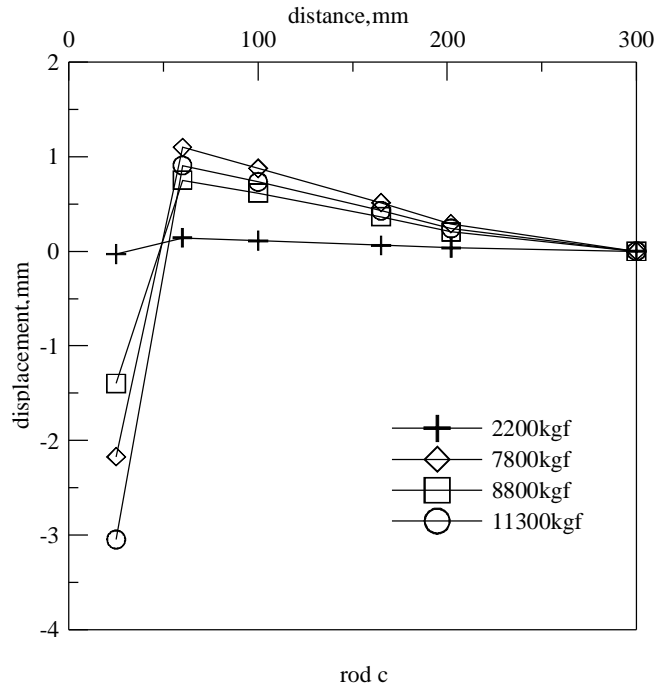
關係。



圖十一 a 光纖光柵的讀數。



圖十一 b 光纖光柵的讀數。



圖十一 c 光纖光柵的讀數。