

行政院國家科學委員會專題研究計畫 期中進度報告

總計畫(1/3)

計畫類別：整合型計畫

計畫編號：NSC94-2211-E-009-019-

執行期間：94年08月01日至95年07月31日

執行單位：國立交通大學土木工程學系(所)

計畫主持人：潘以文

共同主持人：劉家男，廖志中，壽克堅，董家鈞，林志平

計畫參與人員：賴忠良、黃玉霖、劉盛華、鍾志忠

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 95 年 5 月 30 日

行政院國家科學委員會專題研究計畫期中報告

崩積地層工址特性評估與大地工程問題

Site Characterization and Geotechnical Problems in Colluvial Deposit

計畫編號：NSC94-2211-E009-019

執行期限：94年8月1日至95年7月31日

主持人：潘以文 國立交通大學土木工程學系

計畫參與人員：¹廖志中、¹林志平、²壽克堅

¹國立交通大學土木工程學系、²國立中興大學土木工程學系

一、摘要

崩積地層一般組成較不規則，組成顆粒大小懸殊，不均質性高，崩積地層的內容與堆積體原來的地質材料以及其發生位移（滑動、崩塌、墜落）所形成之原因有莫大的關係。崩積地層屬於不穩定地質，常有可能再促發復發性之滑動或潛變性之滑動，於崩積地層之隧道開挖與基礎工程也常出現問題。基於以上之理由，本整合性計畫『崩積地層工址特性評估與大地工程問題』旨在探討崩積層工址特性、地形地貌、如何受地表逕流及地下水文影響、風化與侵蝕、崩積地層材料力學行為、破壞機制及模式、模擬分析方法、與相關之大地工程問題等。本整合性計畫共含幾個子計畫，分別是：崩積地質材料力學性質與地形及風化因子相關性研究（國立中興大學土木工程學系 壽克堅 教授）、崩積地層力學行為（國立交通大學土木工程學系 廖志中 教授）、崩積層力學模式及地工問題模擬（國立交通大學土木工程學系 潘以文教授）、崩積地層之調查與監測（電學方法）（國立交通大學土木工程學系 林志平 教授）。第一年度工作探討台中附近西部麓山帶 42 處崩塌地之抗剪強度，經由崩塌地影像判釋以評估影響崩塌潛勢之因子。同時以試驗場址梨山為例作為滑動型崩積層之探討對象。於實地完成 wire-line 鑽探與取樣，所取得之岩心樣品皆努力減低擾動，並於鑽孔內完成孔內 televue 探查掌握真實岩體內之弱面條件。鑽探採用鋼索式鑽探與取樣，取得良好岩樣以供室內實驗使用。由現地調查與探勘資料，將崩積層材料分成幾種定性分

類模型，進而用以研擬適當之力學模型。此外，也嘗試藉電學方法進行崩積地層之調查與監測。本期中報告提出第一年進行至今（95.5）工作成果。
關鍵詞：崩積層、工址特性評估、模式、復發破壞、破壞機制、地形、地下水文

Abstract

Colluvium is usually unstable in nature. The composition of colluvium usually is more or less heterogeneous which may result in higher uncertainty in the determination of its engineering properties. Depending on the slope-failure mode and the original geo-material, the resulted type of colluvial deposit may be different. Site characterization for engineering site on colluvial deposit is relatively difficult. Slope, foundation, and tunnel on/in colluvial deposit often may encounter various types of difficulties. This three-year integrated project "Site Characterization and Engineering Problems in Colluvial Deposit" aims to study the following subjects about colluvial deposit: (1) site characterization and engineering properties, (2) geomorphology, (3) roles of run-off and hydrogeology, (4) weathering and erosion, (5) mechanical behavior and constitutive modeling, (6) failure mechanism and modeling, (7) simulation and analysis, and (8) related geotechnical engineering problems

The integrated project contains several sub-projects including effect of geomorphology and weathering on the mechanical properties of colluvium,

Mechanical behavior of colluvial deposit, Constitutive modeling and numerical simulations of geotechnical problems for colluvium, Subsurface, Investigations and Monitoring in Colluvium: Electrical Methods.

Keywords: Colluvium; Site Characterization; Modeling; Reactivated Failure; Failure Mechanism; Geomorphology; Hydrogeology

二、計畫目的

台灣由於地震頻繁，整體地質環境脆弱，加上地形陡峻、河川溪流侵蝕旺盛，高山地區之崩坍的岩石及土壤物質容易因滾落、滑動、崩塌等經過位移作用而在崖錐或邊坡下方原有的地層之上堆積，形成「崩積層」或「崩積土」（以下統稱「崩積地層」），覆蓋於原地本來出露之地質材料。臺灣山麓地區大小規模之崩積層經常可見，並產生大量砂石堆積於山谷河床。

崩積地層係過去上方的邊坡或高崖經崩塌、地滑後於其下方所堆積之地質材料。崩積地層可能有不同之型態，若屬未固結之崩積地層，可能很不規則，組成顆粒大小懸殊。其表層易受風化崩解而高度風化，甚而完全風化為細料土壤，且往往植生茂密，阻礙地表逕流排水，地表水容易滲入崩積地層內，內部又很疏鬆，所以可能易於透水，再加上其高側及左右兩側坡地的地下水往往也集流入崩積地層內，因此內部很容易集聚地下水，造成地下水位與孔隙水壓的升高與有效應力的下降。崩積地層內之含水量、飽和度、與地水位，影響崩積地層邊坡之穩定性甚巨。然而對不同型態的崩積層，受地下水與地表逕流入滲影響的程度卻可能大不相同。

董家鈞與楊賢德（2001）將崩積層的型態依據岩石及土壤物質的材料型態與其下移破壞型態的不同分為三類：岩塊堆積崩積層、土石混合堆積崩積層、以及岩層滑動崩積層。一般而言，岩石或墜落或傾覆較易造成岩塊堆積崩積層；土石崩移或滑動較易造成土石混合堆積崩積層；而岩層崩移或滑動較易造成岩層滑動崩積層。由顆粒力學的觀點，岩塊堆積型態崩積層的材料岩塊之間相互接觸，多屬顆粒支持，滲透性相對佳，地下水容易排除，受地下水與地表逕流入滲影響相對小。而土石混合堆積崩積層，則岩塊之間未能充分相互接觸，乃由較細的基質土壤控制材料的基本力學行為，強度與基質土壤強度相關性高，滲透性也受基質細料土壤所控制，受地下水與地表逕流入滲影響自然較大，受降雨之影響自然也較大。至於岩層滑動崩積層乃因為部分岩層之崩移或滑動所生，常不容易經由鑽探柱狀圖發現，其呈現之岩層層次常與邊坡的坡面平行，若崩積層與原地層介面上水壓升高或介面上材料強度因風化而弱化，則有可能再促發復發性之滑動或潛變性之滑動。

每個大地工程的實務問題，都要由瞭解工址的地質條件與工程性質切入，一般的起步多由工址調

查與掌握材料性質開始，途徑可能包含地表地質調查、工址鑽探取樣、地球物理方法，首先嘗試建立地質模型與推定地層層次剖面，進而藉由現地試驗、實驗室試驗獲得各相關的地層材料之工程性質，不得以時也可能藉助經驗法則估計工程性質。一旦掌握了地層剖面與工程性質，必須要對特定問題之力學機制或破壞模式加以研討，基於合理之理論或模型，再透過合宜的解析理論，數值方法，或經驗法則進行檢討分析、計算、或設計。

涉及在崩積地層上（內）的大地工程問題，也應該不脫以上的思維與考量。然而崩積層卻有其特殊的困境，崩積層既非原生、原地、與原狀的地質材料，其不規則性往往較其他地層大地材料之不確定性高的多，所衍生的問題又往往並非傳統的調查方法、試驗方法、分析方法完全就可以周全考慮者。過去國科會、水保局等機構曾陸續針對中橫公路梨山大規模崩積層上的不穩定邊坡個案推動多年相關研究，針對該個案之地質背景、工程性質、破壞機制、工程穩定措施評估、與長期監測等投下不少心血與財力進行研究，釐清梨山大規模邊坡滑動的破壞機制並提供整治評估許多重要的參考。但是仍有不少有關崩積層的問題仍有其進一步研討，譬如：地形地相與過去崩滑、位移、堆積歷史與崩積層型態與特性的因果關係與研判，地下水與逕流入滲的影響與分析，風化與侵蝕的角色與影響，含水量/飽和度的變化與穩定性之關連，崩積層材料具代表性之力學行為與力學性質及力學模式、崩積層破壞機制及模式、崩積層邊坡之復發性及漸進性破壞的分析方法、推估材料參數的合宜手段、合理考量材料性質高度不確定性的途徑、和最佳的工址調查計畫等。本研究團隊因此擬針對這些問題組成整合性研究計畫，推動不同的子計畫，分頭進行同時相互合作，期能在崩積地層之調查、試驗、模擬、分析等問題上多方面加以研討，本整合性計畫定位為『崩積地層工址特性評估與大地工程問題』，涵蓋幾個子計畫，分別是：崩積地質材料力學性質與地形及風化因子相關性研究（國立中興大學土木工程學系 壽克堅 教授）、崩積地層力學行為（國立交通大學土木工程學系 廖志中 教授）、崩積層力學模式及地工問題模擬（國立交通大學土木工程學系 潘以文教授）、崩積地層之調查與監測（電學方法）（國立交通大學土木工程學系 林志平 教授）。這些子計畫共同探討地形地相與過去崩滑、位移、堆積歷史與崩積層型態與特性的因果關係與研判，風化與侵蝕的影響，含水量/飽和度的變化與穩定性之關連，崩積層材料具代表性之力學行為與力學性質及力學模式、崩積層破壞機制及模式、崩積層邊坡之復發性及漸進性破壞的分析方法、和崩積層可能遭遇之大地工程問題模擬等。

第一年度工作嘗試了解台中附近西部麓山帶42處崩塌地之抗剪強度，經由崩塌地影像判釋以評估影響崩塌潛勢之因子。同時以試驗場址梨山為例作為滑動型崩積層之探討對象。於實地完成

wire-line 鑽探與取樣，所取得之岩心樣品皆努力減低擾動，並於鑽孔內完成孔內 televue 探查掌握真實岩體內之弱面條件。鑽探採用鋼索式鑽探與取樣，取得良好岩樣以供室內實驗使用。由現地調查與探勘資料，將崩積層材料分成幾種定性分類模型，進而用以研擬適當之力學模型。此外，也嘗試藉電學方法進行崩積地層之調查與監測。本期中報告提出第一年進行至今（95.5）工作成果。

三、崩積地質材料力學性質與地形及風化因子相關性研究

在崩積地質材料力學性質與地形及風化因子相關性研究方面，業已進行現地調查與崩塌地影響因子分析。其中含現地調查與崩塌地影響因子分析工作，簡述如下：

1. 現地調查

本研究主要是為了解台灣西部麓山帶崩塌地之抗剪強度，本期研究區域選定是台中附近西部麓山帶，該區包含了頭嵙山層、卓蘭層、錦水頁岩，於各個研究區域選取共 42 處崩塌地進行量測，崩塌地。

為測得崩積土之抗剪強度，本研究設計野外用現地用簡易直剪儀，其特色為可輕易拆卸、組裝，並可運到崩塌地來進行試驗。現地用簡易直剪儀之構造主要有（1）傾斜式平台，（2）剪力盒，（3）正向力機制（鋼板吊重或液壓千斤頂）三大部分。應用於研究區之現地試驗（圖一）。

2. 崩塌地影響因子分析

a. 崩塌地影像判釋

利用 SPOT 衛星光譜態(XS)影像特性，經分析比對萃取其常態化差異植指數 NDVI 值，經由套疊水保局調查數化之崩塌地圖層發現定義之崩塌地（包括露頭、水系、溪床、裸露地、人工墾植區等）NDVI 值均在 0.3 以下。採用 NDVI 值 0.3 作為分界之門檻值，再結合以 DTM 資料建立之坡度資料，找出各坡度內崩塌地分布情形與面積數量。

在彩色航照判釋方面採用類似監督式分類法，選取野外現地調查確認過之崩塌地為訓練區，將彩色航照中所有類似訓練區之圖徵自動判釋，另配合人工判釋進行非崩塌地刪除動作，並與 SPOT 衛星影像判釋崩塌地比較。

b. 崩塌潛勢分析

利用多變量分析之不安定指數法進行以卓蘭層、頭嵙山層為主之砂頁岩互層與以紅土台地堆積為主之軟礫石層兩種地質狀況的崩塌潛勢分析。採用坡度、坡向、高程、距道路距離、距斷層距離、距水系距離及 NDVI 為潛感因子，藉由崩塌與各因子分級之特性，計算因子評分與權重，及不安定指數疊加得出崩塌地之潛感值。植生狀況 NDVI 在兩地質權重排序均排第一位，另坡度、高程與距道路距離三者均列二、三、四位。而坡向在兩地質改變程度大，仍有探討空間。而距斷層距離、距水系距

離因子在兩地質中權重皆偏低，似影響程度不大。

四、崩積層實例—梨山

梨山地滑區概述及實驗場址選定

工業技術研究院利用既有滑動體監測結果，航照，線形，岩性構造，水系，崩塌地與地球物理探測等判釋後將梨山地區地分為西地滑，東南地滑與東北地滑三個區與的地滑分區，西地滑區主要由 A-1~A-9 等九個滑動土體所組成，各個滑動體在平面上呈馬蹄或角形；東南地滑區由 B-1~B-14 等十四個滑動土體所組成，主要滑動方向為北北東，約略與區域性的地層走向平行；東北地滑區 C-1~C-10 等十個滑動體所組成，多位於逆向坡而朝西北滑動，主要滑落崖多沿地層走向排列，在平面上呈馬蹄形或角形。其後中華顧問工程司(1999)的調查報告延用工研院能資所所做之地滑分類，但在西區增加了 A-10~A-13 四個滑動土體，東南區增加了 B-15~B-31 十七個滑動土體，東北區則未增加。富國技術公司在 2001 年於分類上採用了以上的分類，但於分析上則僅將梨山地滑區分為四區，除引用原有之西及東北二區外，再將原東南區細分為東南(一)區及東南(二)區，東南(一)區代表於梨山賓館上下所存在之滑動體，東南(二)區則為國民旅舍上下方所存在之滑動體（圖二）。考慮場址須滿足各子計畫的研究目的，本整合性計畫擇定 B-9 滑動體，為主要的研究對象。原因如下：1、它位於梨山整個滑動區之中間位置，本身具有很多大大小小的滑動體。2、滑動體本身需具有很多的滑動面存在，可供研究、判釋及模擬。3、廢棄的國民旅舍位於其中，鑽探、地物、現地試驗的用地取得及操作性較為方便。

地質鑽探

本項工作於國民旅社 B-9 滑動體上進行二孔鑽探（圖三），孔號 N-1 鑽探深度 40 米，孔號 N-2 鑽探深度 80 米。因此選擇鑽探法以旋鑽法為主，以鋼索取岩心法取出地層岩心，並利用超泥將來穩定孔壁。在保護岩心部分，除了將岩心裝入岩心箱內，本研究利用保鮮膜將每一公尺岩心包裹住，保持岩心新鮮度，將岩心置入 PVC 管內，再放入岩心箱內，多出的空間以海綿塊塞入，此處保護避免在搬運過程中對岩心的擾動破壞。經由上述鑽探方法，本次所得岩心均甚為完整，即便，滑動面所在的軟弱土層取樣也甚為成功，圖四為其中一段的柱狀圖及岩心照片。

現地試驗

本計畫配合 N-1, N-2 鑽探孔進行孔內波速量測及聲波式及光學式孔內影像量測，期中影像量部分原計畫於本年度購買設備，明年度進行量測，但考慮研究的需要，由執行單位經費先行添購，並於本年度進行量測。完成成果如下：N-1 孔部份，聲波式孔內影像量測深度由地表下 19.4m 至地表下 38.8m；懸垂式孔內 P-S 波量測施作深度由地表下 4.0m 至地表下 30.0m。N-2 孔部份，聲波式孔內影像量測施作深度由地表下 26.3m 至地表 76.0m；光

學式孔內影像量測施作深度由地表下 0.0m 至地表下 76.0m。圖五為 N-2 孔的影像成果。經由影像透過不連續面投影分析，若以軟弱土層為界，其各段的劈理方位變化甚大，顯示崩積體經過數次的滑動。N-2 孔深度 70m 以下由岩心判斷為新鮮岩盤，圖六為由影像經不連續面分析所得新鮮板岩的劈理面分析結果，其劈理面方位平均值為 N57°E/46°SE 與工研院能資所(1993)調查結果，地層走向 N15°~45°E，向東南傾斜 15°~35°，略微不同且傾角較陡，有待未來進一步驗證。

室內試驗

本計畫將利用 N-1, N-2 鑽孔的岩心，將不同分類的是體進行三軸等各項試驗，由於試體準備不易，及儀器需加以修改、添購（荷重盒等），目前試體準備正進行中，儀器亦尚在測試中，正式實驗將於六月展開，相信實驗成果可在七月底完成。

崩積材料分類

根據工研院對於梨山地區大規模崩積土層分類法，先加以分類，工研院將梨山地區崩積土層分為五類：崩積土(Dt)、強風化岩(W1)、中風化岩(W2)、弱風化岩(W3)與岩盤(Rf)，分類準則如表。上述分類經多方比較與判釋後，發現並不足以分類梨山地區崩積土層，在參考分類相關等文獻後，應考慮顆粒大小、顆粒排列方式、膠結物以及弱面的多寡當主要分類因子，本計畫初步建議的崩積層材料分類為崩積土、強風化岩、弱風化岩與風化碎片、新鮮岩石。詳系的分類說明可參考未來的完整報告。

成因探討

區域地質資料顯示梨山地區地層走向約呈 N15°~45°E，向東南傾斜 15°~35°；而梨山地區地勢由南向北遞降，以宏觀角度來看，梨山地滑區屬於逆向坡型態。由以往本研究區 B-9 滑動區之滑動監測資料之結果，其滑動方向為向北方大甲溪河谷方向滑動。鑽探結果及孔內不連續面量測儀之量測結果，其劈理亦大致呈東北—西南走向，傾向東南，劈理為板岩區主要之不連續面，輕度變質岩區之劈理常表現出層面劈理的特性，將不連續面位態與地形搭配，其結果亦為逆向坡的特徵。N-2 孔地表下 52.8m 之軟弱層開始至地表下 70m 之新鮮岩盤之間，其平均不連續面位態為 N68°E/34NW，與其他深度之不連續面位態傾向相反。一般逆向坡邊坡破壞之型態，大多為翻倒型破壞(Toppling Failure)，但翻倒型破壞之不連續面位態需呈現高角度之傾斜，而本研究區經由孔內不連續面量測儀量測結果之位態傾角分布在 30°~50°之間，以此評斷為翻倒型破壞甚為不妥。根據日本學者 Chigira(1992)提出之大規模山崩潛移作用模式分類，B-9 滑動體類似第二類，即逆向坡之拖曳褶皺型，此類型之特徵為葉理位態與坡向呈逆向，邊坡外側因重力產生潛移，使原本相同位態之劈理經由滑動體拖曳後偏離原來之傾向。而使滑動體產生滑動條件之弱面，即為灰色粉土質黏土之軟弱層。

六、材料模型分類

以試驗場址梨山為例，由現地調查與探勘資料，可將崩積層材料分成四種模型，加以定性分類、進而用以研擬適當之力學模型。第一種材質屬於極軟弱的地質材料，由灰色黏土夾雜板岩顆粒所組成。偶夾一些石英顆粒。在力學上面而言，幾乎沒有很大的抗剪強度，因此此種地質材料若位於邊坡地層中時，當地下水水位超過此層面時，會加速減弱材料強度，所以此層面通常屬於較常造成邊坡滑動的層面。第二種材質屬於中等的地質材料，由灰色板岩及灰色黏土約各占一半所組成的，偶夾一些石英顆粒及石英脈出現，偶而會有一些銹染出現。其板岩之所以如此破碎，可能受大地應力相互作用碰撞後所形成。第三種及第四種，屬於具有較完整的板岩塊。內部只具有幾組的節理存在。

崩積地層既非原生、原地、與原狀的地質材料，其不規則性往往較其他地層大地材料之不確定性高的多。本計畫由岩層滑動型崩積層切入，中橫公路梨山大規模之不穩定邊坡即屬岩層滑動型崩積層。此類崩積層內的材料其力學行為主要受原來岩體內不連續面分佈及不連續面間接觸機制控制，影響微觀力學機制乃以“面之接觸”較主。當大地材料受較高之非連續化作用時（如呈分離塊狀之岩體材料），材料特性將受不連續面分佈及接觸特性影響較巨，衡諸此一事實，大地材料非連續特性之構造學探討有其優點。既然大地材料之力學特性多受其微觀特性影響，故只要能掌握大地材料之微觀變形機制，即可望能掌握巨觀之受力變形反應。因此可經由對破碎岩體聚合體由微觀變形機制推導其巨觀（均質化）之力學等值特性並進而推導必要之力學模式。

七、崩積地層之調查與監測之電學方法

本研究首先建立並改良 TDR 與 ERT 量測系統，建立崩積土之電學性質特性，再推導崩積土層含水量特性與電學性質間之關係，並討論判讀 ERT 影像剖面資料之原則，最終目的希望能發展適合崩積地層之 TDR 多功能邊坡監測系統包括降雨量、含水量、土壤吸力、地水位與變形，及可提供在空間上與時間上連續資料的自動化 ERT 監測系統。目前的研究進度如下：

TDR 量測方法之建立與改良

目前已建立之 TDR 量測方法在崩積層量測應用仍存在許多問題，傳統的 TDR 感測器僅適合量測淺層土壤（通常 probe 長度為 30cm），當利用 TDR 進行山坡地監測時，纜線電阻的影響必須考慮，另外一方面頻譜量測技術所需的標定方法複雜解量測頻寬受限於現有資料擷取與頻譜分析方式。本研究擬進一步改良 TDR 感測導波器及分析方法，以提昇 TDR 感測器於崩積土層不同深度量測的可適性，並提高導電度與視介電度之量測準確度及頻譜量測之頻寬與準確度。

本研究首先利用先前所建立之 TDR 波傳模型，考慮纜線電阻之影響，進行波形模擬與參數研究。

圖七為考慮纜線電阻與未考慮纜線電阻之 TDR 模擬波形與量測波形之比較，可顯示考慮電阻的重要性。在感測器之改良研究方面，建議利用 TDR 圓錐貫入式感測器（如圖八）作為崩積地層監測的感測器形式，並提出末端短路的感測器設計，以降低走時分析受導電度之影響及末端的 fringing effect，提高後續資料解析的正確性。圖九顯示末端短路邊界條件下，不同導電度的波形在負反射 step pulse 的中點交會在一起，本研究將利用這項發現，提出參考線走時分析法，可更可靠及正確地自動化走時分析，本研究將進一步的提出視介電度及導電度的量測標準程序，包括圓錐貫入器桿身及纜線電阻影響的標定。在頻譜分析方面，本研究將利用 Non-uniform sampling 的技巧配合 Non-uniform discrete Fourier transform (NDFT)，並參考傳輸線理論在波傳模式中考慮電纜阻抗與終端效應(fringing effect)，或採用末端短路形式之感測器，應可提高量測頻寬，在量測頻寬增大的情況下應有助於介電頻譜與土壤性質關係之探討。

ERT 量測方法之建立

ERT 資料解讀對於工程師而言常是一項很大的挑戰，主要原因是缺乏空間解析度與反算不確定性的資訊。因此本研究的主要目的之一是分析 ERT 的空間解析度，並配合其他子計畫之鑽探取樣，利用室內試驗建立崩積層之電阻率基本資料庫（包括電阻率與土壤物性之關係），根據空間解析度與崩積層之電阻率資料庫提出 ERT 在崩積層之資料解讀原則。此外，擬研發可進行長期自動監測之 ERT 監測系統，提供地電阻率在空間與時間近乎連續的資料，作為研究崩積層破壞機制與預警之工具。

本研究目前採用前期研究經費購得之 48 波道地電阻量測系統（IRIS INSTRUMENTS 的 SYSCAL PRO 系統）。由於現地的量測無法控制其量測條件，為了研究 TDR 監測方法與探討 ERT 之空間解析度與地形效應，本年度已建立完成一模型砂箱，並購置一 48 波道集線器，搭配現有地電阻探測儀，作為砂箱試驗電極與儀器間控制所需之集線器。本年度另增購一電探儀遠端電腦控制軟體及可考慮砂箱邊界條件的正算與反算軟體，以便於後續室內砂箱模擬試驗及現地調查之進行。

八、進度與檢討

本報告為本整合型計畫第一年之期中成果，業已探討台中附近西部麓山帶 42 處崩塌地之抗剪強度，經由崩塌地影像判釋以評估影響崩塌潛勢之因子；並以試驗場址梨山為例作為滑動型崩積層之探討對象。於實地完成 wire-line 鑽探與取樣，所取得之岩心樣品皆努力減低擾動，並於鑽孔內完成孔內 PS-logging 以得波速分佈及以 televue 探查掌握真實岩體內之弱面條件；鑽探採用鋼索式鑽探與取樣，取得的岩樣良好保存可以供室內實驗使用。

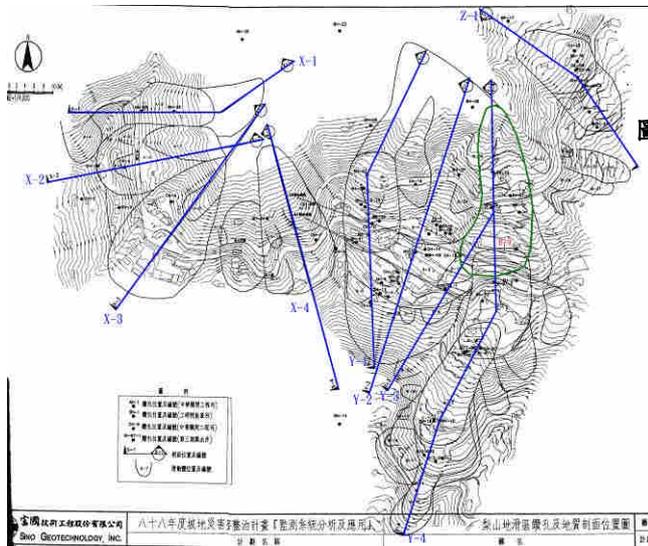
計畫皆依原計畫書執行，目前所得僅為初步實驗成果，有未來二年繼續執行，相信可達成預期成果。至目前為止，數篇碩士論文正準備中，未來期改寫成研討會或期刊論文。

參考文獻：

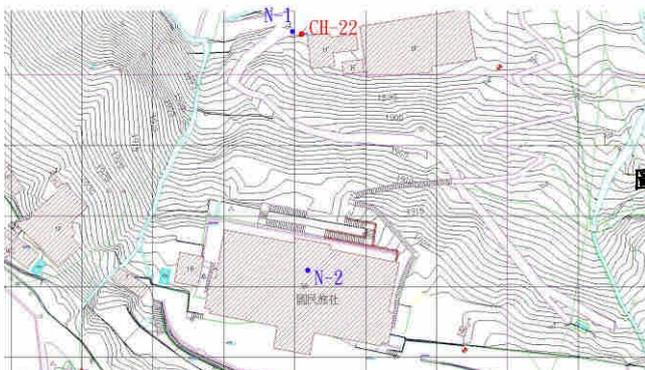
- 1、蘇苗彬、徐登文、壽克堅，”梨山地區地層滑動整治計畫圖表與解說彙編”，行政院農業委員會水土保持局，2003。
- 2、董家鈞、楊賢德，『崩基層之分類與工程特性研究』水土保持研究，第八卷第 1 期，2001。
- 3、富國技術工程股份有限公司，”八十八年度坡地災害整治計畫「監測系統分析及運用」委託技術服務，行政院農業委員會水土保持局第二工程所，2001。



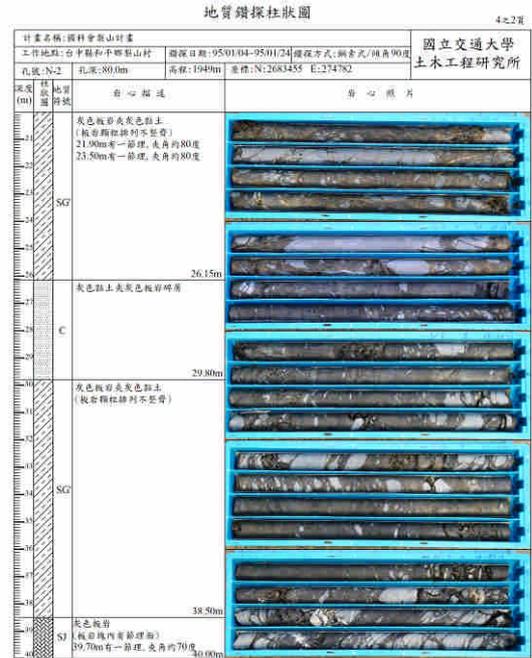
圖一 現地用簡易直剪儀



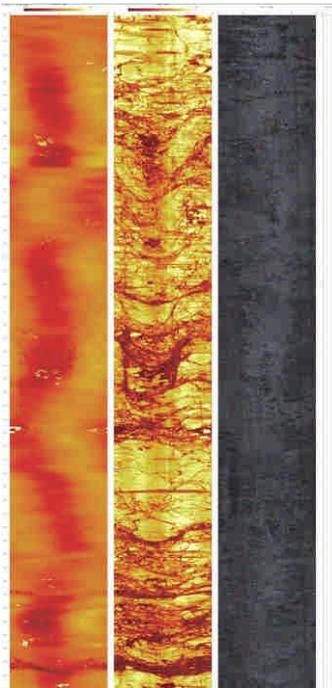
圖二、梨山地區崩塌分區



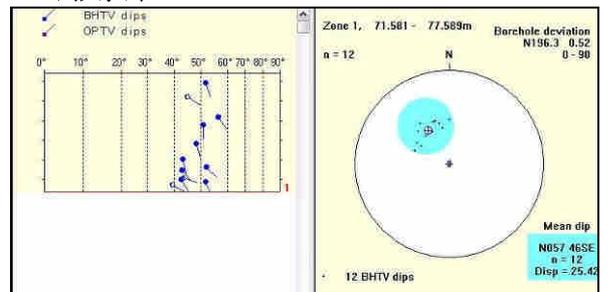
圖三、鑽探孔位圖



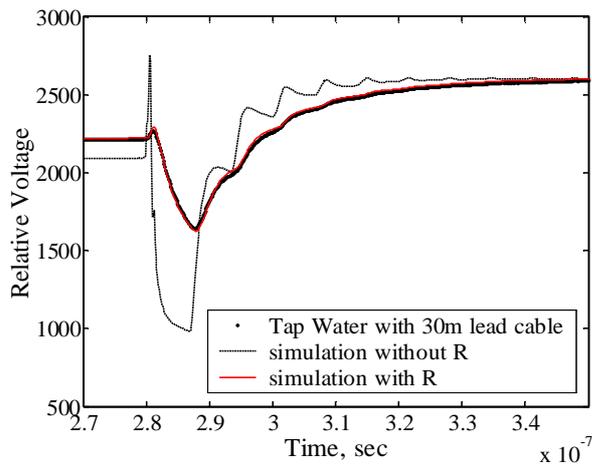
圖四、岩心及柱狀圖



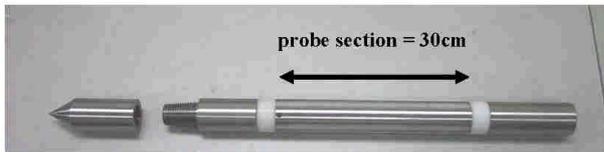
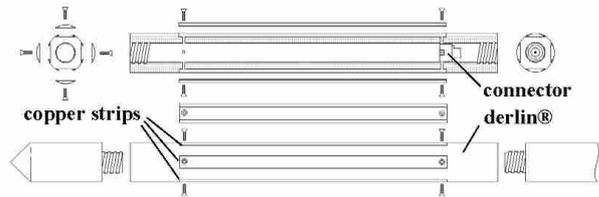
圖五、孔內影像圖



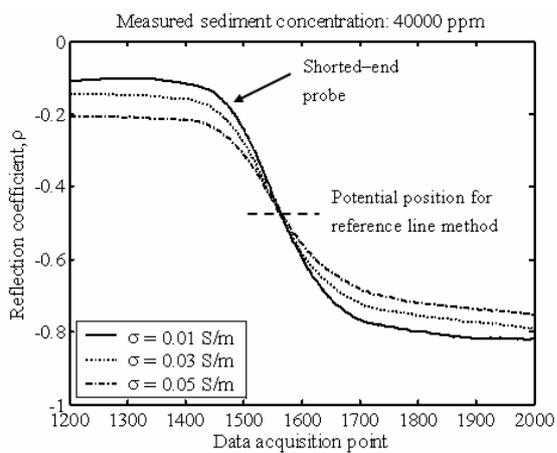
圖六 N-2 70 m 以下新鮮板岩劈理方位統計圖



圖七 考慮纜線電阻與未考慮纜線電阻之 TDR 模擬波形與量測波形之比較



圖八 TDR 圓錐貫入式感測器



圖九 末端短路在不同導電度下之波形