

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

地震新山崩之工程地質特性 (I)

The Engineering Geological Characteristics of New Landslides Caused by
Earthquake (I)

計畫編號：NSC 89-2116-M-002-044

執行期限：89年8月1日至90年7月31日

計畫主持人：陳宏宇 計畫參與人員：游家敏、陳智豪

執行機構及單位名稱：台灣大學地質科學研究所

中文摘要

由更新世頭嵙山層火炎山相礫石層組成之南投九九峰，在921地震後，產生了大量的山崩，而南投縣九份二山地區在921地震當時也產生了大規模之順向坡地層滑動。因此，本研究工作目的是在探討礫石的形狀與排列方向對礫石層坡度的影響，並嘗試利用實驗室內之試驗工作來瞭解九份二山滑動面上岩石材料之工程地質特性。這些特性包括(1)自然物理性質，(2)岩石組構，(3)礦物成分，以及(4)力學性質等四項工作。

由現場調查的結果顯示，九九峰之礫石岩性主要為石英砂岩所組成，少部份為變質砂岩，礫石顆粒的分布約佔85%，基質中砂顆粒成份約佔14%，其餘為細顆粒的組成。基質的液性限度為26%，塑性限度為15%，塑性指數為11，比重為2.52。經過貫入試驗結果顯示，介於礫石間之基質材料其強度為介於100-250kg/cm²之間，已達弱岩的分類標準，基質中小於200號篩以下的礦物有石英、高嶺土、伊萊石以及膨潤土。而九份二山岩石樣品之自然物理性質各項試驗結果與消散耐久性、點荷重強度以及基本摩擦角作相互的分析探討，其結果顯示除了點荷重強度會著隨含水量的增加而有降低的趨勢之外，其餘各項自然物理性質與力學性質間的相關性並不明顯。

Abstract

The 99 peaks of the Nantou area is comprised of the gravel formation of Pleistocene. During the Chi-Chi Earthquake, there were lots of landslides in the area. Lots of former study indicate that the difference of the shape, size, proportion and orientation of the gravels make the properties of the gravel material change. The major point of this study is to comprehend the relationship between the slope grade and the orientation and shape. The distribution of the gravel particles in the matrix is 85% and sand particle is 14% of the matrix in the study area. The soil classification was poorly-graded gravel (GP) according to the Unified Soil Classification System. The liquid limit of the matrix is 26%, plastic limit is 15% and the specific gravity of the matrix is 2.52. The strength of the matrix ranges from 100 to 250 kg/cm². The mineral of the matrix includes quartz, kaolinite, illite and smectite. The dry unit weight of the gravel particles in the study area is 2.56 kg/cm³ and water-absorptivity is 1.14%. Slake durability index (Id₂) is 98.6 which shows the ability against weathering of the gravels is good.

The large scale disaster of dip slope failure had occurred in the Juo-Feng-Err-Shan of Nantou area during 921 earthquake, and generated a length 2100m and wide 1000m relict slip surface. And this study try to use laboratory experiments to understand the engineering properties of rock materials

on the slip surface. The engineering properties include 4 items: (1) physical properties, (2) rock textures, (3) mineral composition, and (4) mechanical properties.

The physical properties includes 4 items: (1) water content, (2) porosity, (3) unit weight, and (4) liquid and plastic limit. The study discusses the relationship between these physical properties and slake durability properties, point-load strength and the basic friction angle. The results demonstrate that the point-load strength will decrease with the water content increase, and the other physical properties seem no relationship with mechanical properties.

一、前言

台灣的卵礫石層主要分布於西部麓山帶與西部平原的交界帶以及西部平原上，地形上的表現通常以台地、丘陵以及盆地為主，例如林口台地、八卦山台地、台中盆地以及南投縣境內九九峰丘陵地區等等（圖1）。南投縣草屯鎮九九峰地區在921（民國88年9月21日）地震後，產生大量的山崩，使得原本翠綠的山巒在受到強烈的地震作用影響下，幾乎所有的山嶺都形成完全裸露的狀態。同樣受到921地震的影響，南投縣九份二山地區發生了大規模之順向坡地層滑動災害，現地形成長2100公尺，寬1000公尺的殘留滑動面，此出露之殘留滑動面為屬於西部麓山帶晚期中新世的樟湖坑層砂岩。

二、地質概況

2.1 地理位置與交通狀況

九九峰為位於南投縣草屯鎮東部與國姓鄉西部間的九九峰地區，涵蓋的面積大約有15平方公里。區域周遭三面環水，北側以向東流的仙洞指坑溪為界，西南側以向東南流的乾溪為界，東南側則以西南流的烏溪為界。研究區域之交通路線尚稱發達，可由南投縣草屯鎮市區沿台14線公路向東行，至雙冬地區過食水橋100公尺後往北進入石灼巷便可達本研究區域東側山緣。

九份二山為位於南投縣東側國姓鄉南

港村長石巷一帶的山區，高程介於650公尺至1000公尺之間。由國道一號中山高速公路到達台中市區後，利用台66線中投公路先繞經南投縣草屯鎮，再沿著省道台14線往埔里方向向東行駛，依序經過平林地區、雙冬地區後始進入南投縣國姓鄉，再經過育樂橋、育樂隧道以及北山隧道後，向南轉入位於國姓鄉北山坑的147號縣道，往南至三民橋邊的粗坑口或南港村長石巷的長石口再往西側，便可由產業道路到達本研究區域。

2.2 區域地質

本區主要地層為更新世頭嵙山層火炎山礫岩相所組成。火炎山礫岩相以厚層礫岩為主，夾有薄層砂岩，常形成峻峭懸崖和鋸齒狀山嶺，礫岩厚度在數百公尺至一千公尺之間。礫岩中的礫石以沈積岩為主，其中石英岩與堅硬砂岩約佔百分之五十，礫石形狀為圓形到次圓形，直徑大小在數公分到一公尺之間，礫岩的膠結物多為細砂，礫岩的淘選度通常欠佳。礫岩的沈積構造經常為顆粒支持結構，略見平行層理，扁平狀礫石具有疊瓦狀構造，且古水流方向為東西向（楊志成，1997）。本區火炎山礫岩相的分布是以烏溪為中心，向南殲滅成轉為香山砂岩相，往北延伸至頭汴坑溪，之後受雙冬斷層截切而不復見。

本區的主要構造為距離本研究區域東側約2公里之雙冬斷層，此雙冬斷層為一南北走向之逆衝斷層。雙冬斷層分布於台中縣、南投縣境內，從台中東勢附近往南延伸經雙冬至集集大山，呈南北走向，長約55公里。

九份二山為位於西部麓山帶的東側山嶺，由於受到來自東方或東南方的大地應力推擠的影響，導致本區的褶皺較為緊密，呈現不對稱的分佈。位於本研究區南側之大岸山向斜軸南段部分，為桂竹林層之堅硬鈣質砂岩所出露，具有較佳之抗風化侵蝕能力，故多形成較陡峭之地形突起，坡度分佈在30°以上，海拔1174公尺的九份二山即為本區的最高峰。至於本研

究區所處之大岸山向斜軸北段部分，由於受到褶皺軸向南傾沒以及澀仔坑溪長期侵蝕的雙重影響，出露之岩層為較軟弱的樟湖坑層。

九分二山現地殘留滑動面上所出露的岩層，主要為含泥量較高的極細粒泥質砂岩，並夾雜薄頁岩層所組成。另外，細砂岩中並含有大量的海綠石及許多被搬運過的貝類化石，局部地區甚至夾雜長約5-15公分不等的長橢圓狀礫石。這些殘留的岩層，受到風化作用的影響，形成洋蔥狀的特徵，使得岩層形成破碎狀。現地滑動面上所量測之岩層位態為北偏東 32° ，向南傾斜 23° ，此與本研究區原始地形位態一致，故本研究區具有順向坡地質構造特徵。

參考文獻

- 楊志成 (1997) 台灣中部地區錦水頁岩、卓蘭層與頭山層的沈積環境研究，國立臺灣大學地質學研究所，碩士論文。
- 中央地質調查所 (1999) 九二一地震地質調查報告，第69-71頁。
- 洪如江、林美聆、陳天建、王國隆 (2000) 921集集大地震相關的坡地災害、坡地破壞特性、與案例分析，地工技術，第81期，第17-32頁。
- 羅偉、吳樂群、陳華玟 (1999) 五萬分之一國姓地質圖幅，經濟部中央地質調查所。
- 張世勳 (1993) 花蓮地區土石流物理模型初步研究及其材料之模擬，國立臺灣大學土木工程學研究所，碩士論文，128頁。
- 張文城 (1988) 岩石節理面之粗糙度與其剪力強度之研究，台灣大學土木工程學研究所博士論文，共226頁。
- 袁寧 (1996) 砂岩組構特性之研究—以台北盆地東側之基盤為例。台灣大學地質學研究所碩士論文，共130頁。
- 蘇定義 (1998) 南投縣和社溪沿線土石流之工程地質特性探討，國立臺灣大學地質學研究所，碩士論文，149頁。
- Barton, M. E., Mockett, L. D. and Palmer, S. N. (1993) An engineering geological classification of the soil/rock borderline materials between sands and sandstones, In Cripps, J. C., et al., (Eds.) The Engineering Geology of Weak Rock, The Engineering Group of The Geological Society Special Publication No. 8, pp.125-138.
- Hawkins, A. B. & McConnel, B. J. (1992) Sensitivity of sandstone strength and deformability to change in moisture content, Q. J. Eng. Geol., Vol. 25, pp.115-130.
- Patton, F. D. (1966) Multiple modes of shear failure in rock, Proc. 1st. Intl. Cong. Rock. Mechanics, Libon, Vol. 1, pp.509-513.

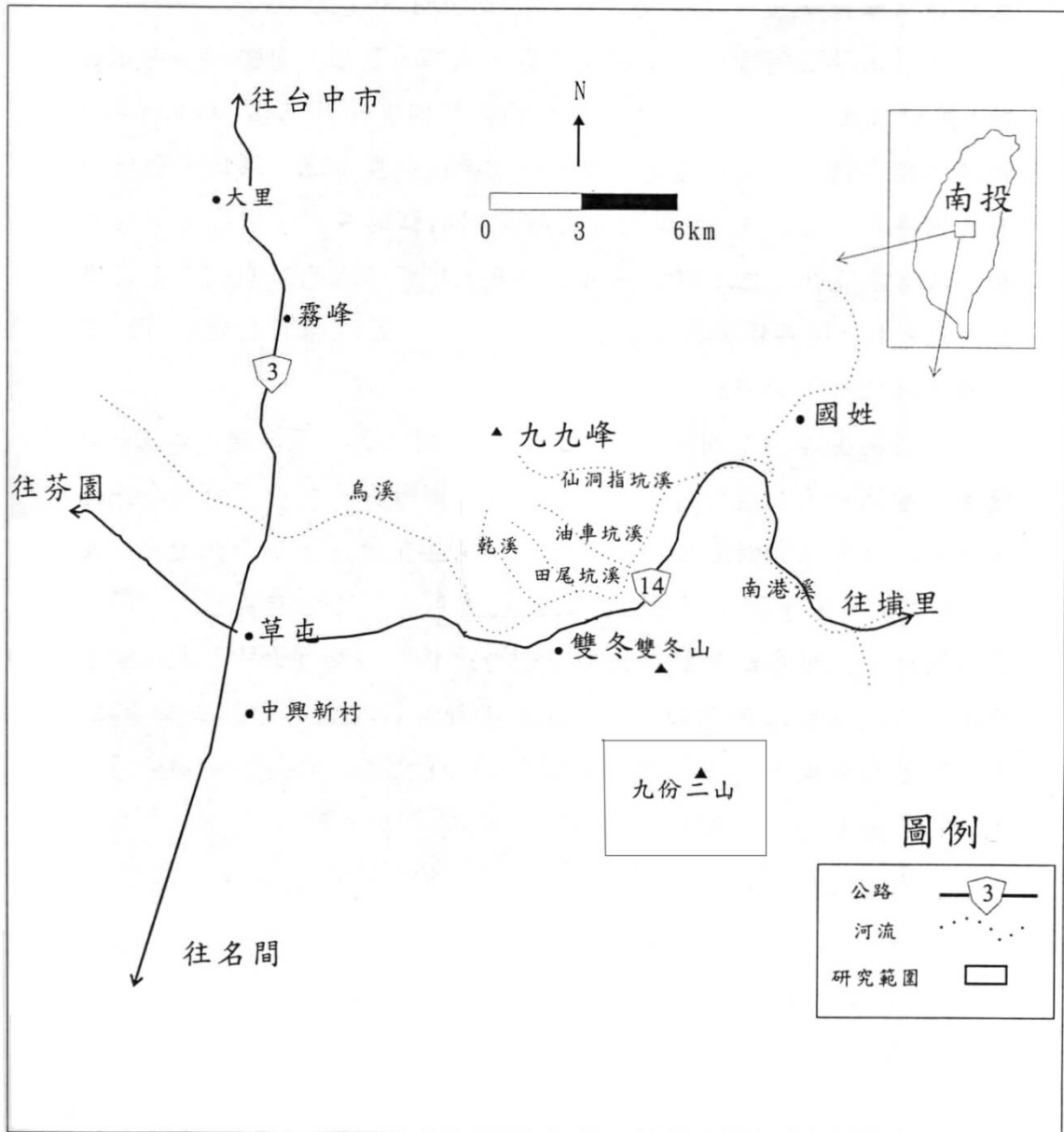


圖 1 研究區域現場位置圖