

新店塗潭里坡地開發調查及設計實例研討  
SITE INVESTIGATION AND DESIGN FOR SLOPELAND  
DEVELOPMENT - A CASE STUDY

游坤 郭文祥 周建國

游坤：亞新工程顧問股份有限公司大地工程部经理  
郭文祥：亞新工程顧問股份有限公司正工程師  
周建國：亞新工程顧問股份有限公司工程師

K. YU, Manager, Geotechnical Engineering Dept.  
W.S. GUO, Senior Engineering Geologist  
C.K. CHOU, Geotechnical Engineering  
Moh and Associates, Inc.  
Taipei

本文原載於中國土木工程學會七十一年年會論文專集③

隧道工程、大地工程

Reprinted from  
Proceedings, Annual Meeting of the  
Chinese Institute of Civil and Hydraulic  
Engineering, Nov. 1982, Vol. 3

## ABSTRACT

Owing to the rapid growth of population and development in Taiwan, the available flat land area is becoming more limited and the development on the hill side is a natural tendency. However, some conditions must be observed in the hillside development. Since Taiwan is located at the circum-Pacific seismic zone, it has many faults and fractured strata, with its raining climate, serious erosion and landslide will be a serious problem. Many hill area development had failed during the past few years because of the negligence of basic geotechnical information and engineering design concept. This paper describes a case study about the engineering concept on the development of hill area at Hsintien in the suburb of Taipei. A well integrated engineering plan which includes field investigation and basic information collection, preliminary design plan, detail design plan, construction and maintenance plans, is a required for a successful hill area development. The paper emphasizes on the special consideration on the safety and economy in hill area development.

# 新店塗潭里坡地開發調查及設計實例研討

游坤\*

郭文祥\*\*

周建國\*\*\*

## 摘 要

由於台灣人口與經濟之快速成長，使得可利用之平地空間已漸不敷使用，故坡地開發工作已是台灣土地利用必然趨勢。惟台灣位於環太平洋地震帶、富斷層及破碎帶、氣候多雨、滑移冲刷嚴重。近年來坡地開發失敗案例層出不窮，政府及工程單位檢討其主因乃是忽視坡地調查資料之重要性與缺少工程設計基本因素之考慮。本文以新店塗潭里坡地開發為實例，說明坡地開發應具有整體妥善之工程計劃；即由基地調查工作之執行與資料整理、基地初步規劃及建議、工程細部設計、至工程施工計劃建議與維護建議。尤其強調坡地工程調查、設計、及施工應特別考慮之因素，以符合工程安全經濟之原則。

## 一 前 言

台灣是一個山多平地少之島嶼，山坡地佔全島面積的三分之二。由於人口之增加及經濟之快速成長，可利用之平地逐漸減少，所以山坡地開發為必然之趨勢。早期之山坡地開發規模較小，有關工程規劃與設計方面之安全考慮，一直未被重視。近年來山坡地大規模建設之案例愈來愈多，但是山坡地開發工程失敗之例子也逐漸增加，並已嚴重影響到居民生命與財產之安全以及國家重要土地資源之有效利用。

由於台灣之地形、地質及水文條件較為特殊，需有妥善之整體性開發工程規劃，方能獲得成功之山坡地開發工程。本文係就位於新店市西南側約3公里處之新店塗潭里山坡地開發工程為實例，說明坡地開發工程規劃及工程設計應如何考慮，以為日後有關山坡地開發時擬定開發計劃及規劃之參考。本文所介紹之坡地社區其面積約500公頃，計劃容納6000戶，共計約為26000人口。

\* 亞新工程顧問股份有限公司大地工程部經理

\*\* 亞新工程顧問股份有限公司正工程師

\*\*\* 亞新工程顧問股份有限公司工程師

## 二、基地內大地工程問題之重點

塗潭里 500 公頃坡地社區之地理位置如圖一所示，自新店安康路經由寬 20 公尺長約 4 公里之道路與本基地銜接。基地內平均坡度一般在 50% (27°) 左右，且氣候雨量集中於每年七、八及九月間，因此逕流冲刷極為嚴重。本基地及其附近地區之地質構造亦示於圖一，此顯示其岩層為接近新店斷層之第三紀軟弱褶皺地層。地層之走向與斷層之走向相符合呈東北—西南方向，岩層較破碎節理發達，地質上較不穩定，滑動後於坡趾處形成崩積土，尤其坡地開發植生遭受破壞後，地表水極易沿着裂隙滲入地下，造成岩層風化、軟化及產生高地下水壓之現象。在坡趾開挖時常發生沿着層面、節理面滑動或崩積土坍方之狀況。由於上述豪雨冲刷、地滑、地震等自然災害及人為整地破壞常造成下列之大地工程問題：

1 排水問題 由於本地區雨量豐沛，社區開發之整地工作勢必改變原有逕流方向，及破壞原有植生沉狀，因此必須有妥善之地表排水措施及坡面保護才能將逕流迅速排出，減少地面水下滲機會。已下滲的地下水，則需使用地下排水措施將其引導出，以減少地下水壓。

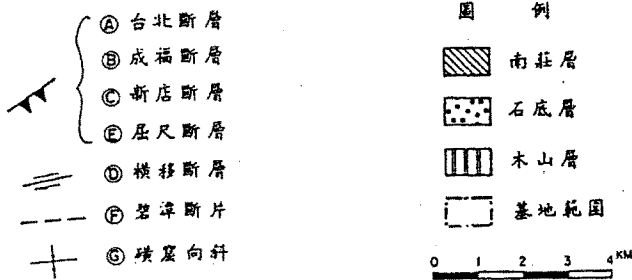
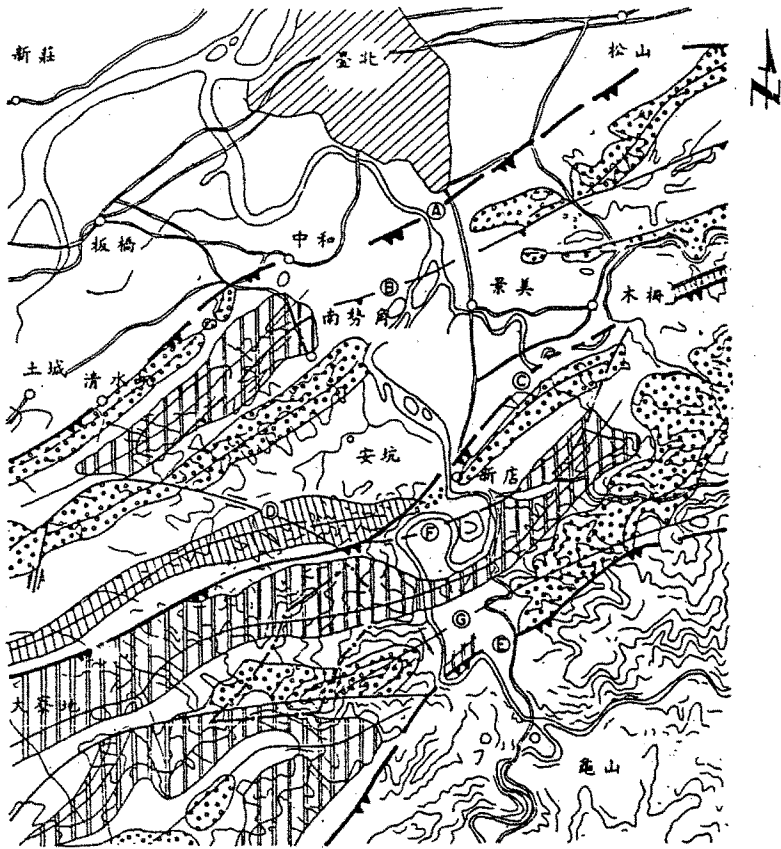
2 冲蝕問題 由於地面逕流冲蝕下切坡面，常造成基礎或坡面土壤流失，故須有妥善之坡面保護及排水措施相互配合，以減少冲蝕問題。

3 淤積問題 坡地開挖面受冲蝕泥砂常在坡降較緩之排水措施形成淤積而影響排水措施之有效排水斷面並造成逕流漫溢之現象

4 邊坡穩定性問題 地形經整地後原自然平衡狀態遭受破壞，必須考慮整地後之地形、地質、地震及地下水壓力等因素之變化，使工程設計能合乎安全而經濟之新平衡狀態。

5 填方區沉陷問題 坡地之填方或棄土區處理如回填土未確實夯實，則填方本身之自重或將來結構物基礎所施加之荷重，將對填方產生巨量之沉陷，此沉陷除影響填方本身之安全外，更對結構物可能產生破壞現象。

6 基礎承载力問題 坡地基礎之承载力，需考慮基地之地質狀況與地下水位及地形狀況外，尤其是對於基礎座落於破碎軟弱岩層及填方區域更應仔細研判其安全性。



圖一 基地附近地質圖

7. 施工問題 由於山坡地之地形及地質較為複雜，故施工時得隨時檢核施工地點之地質狀況是否與原設計之考慮相符，必要時得進行變更設計。

8. 維護問題 山坡地除具地形與地質之複雜性外，基地經整地後之新自然平衡狀況須有較整體之測儀觀測系統資料以瞭解之。工程完工後之各項工程措施需隨時維護並檢核其功能是否仍能滿足原設計上之需求。

### 三一般山坡地開發工程規劃及調查之內容

#### 3.1 一般山坡地開發工程規劃重點

為使土地資源作最有效利用，提昇居民生活環境及維持自然生態環境，開發規劃初期應考慮經濟動向、社會結構、政治環境，以及人文發展因素，並配合基地之地形、地質、地震、水文、及設計功能等工程因素。

因此一般山坡地開發在工程方面可依表一所建議之流程進行；其主要工作可分規劃、調查、設計、施工及維護五個階段，其間無明顯界線且相互密切關連缺一則不可。

茲將坡地開發工程規劃與調查之重點作一扼要說明，首先依開發規劃需要訂定工程計劃以確定基地範圍、工程規模、工程結構物形式及功能，接着在基地內進行初步探查工作，其結果將作為初步評估工程計劃之可行性及擬定工程初步規劃之依據。按工程初步規劃辦理工程初步設計所需之調查工作，以檢討初步工程規劃進而完成定案規劃。接着即進行工程細部設計所需之調查工作，以獲致細部設計所需之基本資料，以便完成工程細部設計圖。依細部設計圖施工期間時應檢視工程地點之地質狀況與原設計考慮因素是否相同，必要時得需視情況予以變更設計、或進行特殊調查。由於山坡地之自然條件因素較為複雜，故得依工程性質及地質狀況於工程地點裝設測儀觀測系統，長期觀測工程結構物之穩定性及基地整地後之新平衡狀況。

### 3.2 山坡地基地調查內容

檢討過去山坡地開發工程失敗最主要之原因乃是忽視基地調查資料之重要性，缺少工程設計基本問題之研討，以及未考慮基地與鄰近地區之整體性關係。一般山坡地基地調查工作內容及其工作流程如表二所列。對於初步探查工作內容，其重點為地形坡度分析、水系型態分析、水文資料蒐集、過去災害及地震資料蒐集、地質調查、及地球物理探測以判定工程計劃之可行性。初步及細部設計調查工作內容則主要包括地形坡度分析、水文及地震資料分析、地質調查、地球物理探測、鑽探取樣、地下水調查、現場試驗及試驗室試驗。特殊調查以地質調查、鑽探取樣試驗、監測系統為主。本文以下各節將以新店塗潭里坡地開發工程計劃為例說明基地各項調查工作之內容及其結果之應用。

#### 四新店塗潭里基地之調查工作概況

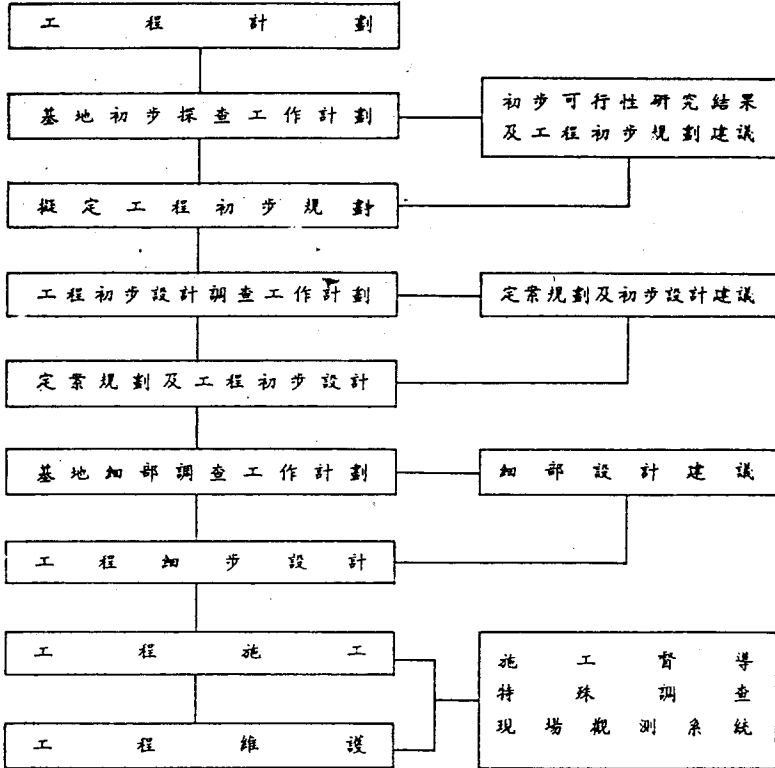
基地調查資料為達成工程安全與經濟設計之主要依據，前文已提及山坡地之地質與地形變化較平地複雜，因此在進行工程規劃與工程設計之前更應有適度之調查資料，本基地所採行之調查方式依進行之程序可歸納為下列幾項：

##### 4.1 地形測量工作

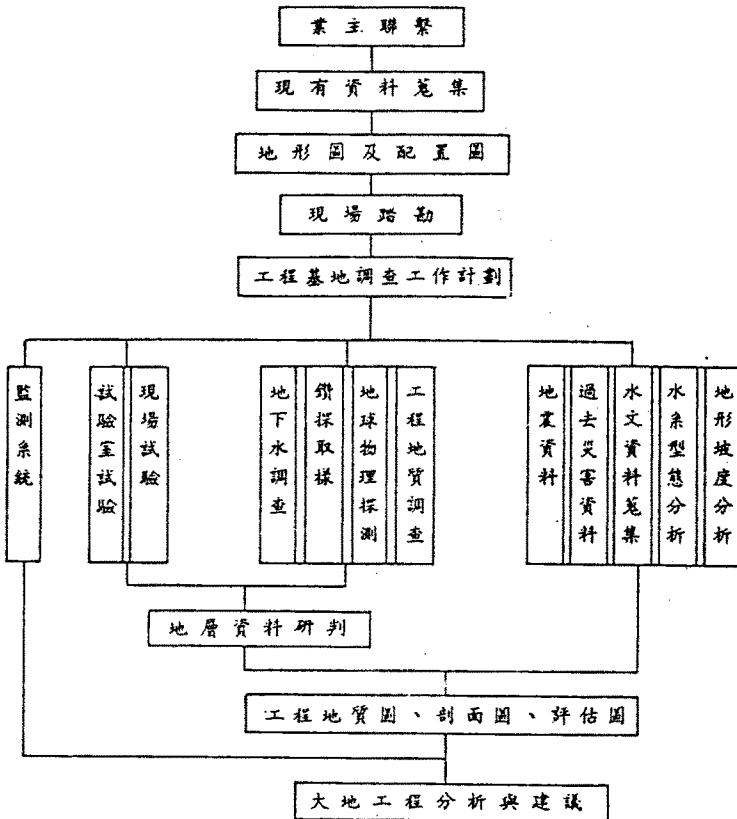
自工程規劃開始，經調查、分析、設計至施工過程中，都必須有正確的地形圖做為依據，並且須視實際需要隨時進行地形檢核，尤其對於已經顯現有地層滑動跡象之區域，除需要精確之地形圖外還須追蹤其地形演變。基地內之地物、植生情況、岩盤露頭、張力裂隙、滲水位置等均詳盡標註於地形圖上，以供分析之參考。本基地調查與設計所採用之地形資料有下列五種比例尺：

現有地形測量資料	1:200 , 1:400
原始地形資料	1:3000 , 1:1200 , 1:600

表一 坡地開發工程規劃流程圖



表二 山坡地基地調查工作內容及流程表



#### 4.2 地質踏勘調查及評估

本工作係由工程地質師根據其經驗及專業地質知識進行現場地質勘察，即搜集全區有關基地地形、地質構造、地下水文等初步調查資料、編製成初步工程地質圖及土地利用評估，以為山坡地工程規劃之依據及擬定基地調查計劃之參考。

#### 4.3 現場鑽探調查工作

現場鑽探工作旨在探查地層分佈及地下水分佈概況，並可藉取出之樣品進行觀察其顏色、岩石種類、風化程度、破碎程度、層面裂面與鐵染現象等以為研判岩石之工程性質之參考。此外鑽探過程中之迴水情形、進鑽速率及偶發之特殊現象等亦可提供基地之地層變化特性。

#### 4.4 現場試驗工作及試驗室土壤與岩石試驗工作

為了解基地土壤或岩石之工程性質，一般係將現場所取得之樣品進行試驗室土壤與岩石試驗，惟試驗室試驗之樣品試體規模較小常無法顯示其現場工程特性，因此於本基地另進行現場試驗以了解該地層之工程性質。本基地進行之試驗項目如下表所示：

試驗室	土壤試驗	1 土壤物理性質試驗 2 土壤直接剪力試驗 3 土壤無側限壓縮試驗 4 土壤三軸壓密不排水剪力強度兼測孔隙水壓試驗 5 土壤飽和不壓密不排水三軸剪力強度試驗 6 土壤滲透性測定試驗 7 土壤夯實試驗
	岩石試驗	1 岩石物理性質試驗 2 岩石單軸抗壓強度試驗 3 岩石三軸抗壓強度試驗 4 岩石直接剪力試驗 5 岩心點荷重試驗
現場試驗		1 標準貫入試驗 2 工地直接剪力試驗

#### 4.5 觀測系統之裝設及量測

對於顯現地層滑動跡象之邊坡，則設置觀測系統，定期觀察地表位移及地下水壓變化，有關本基地觀測系統之觀測項目計有：水壓計及觀測井之水位量測、張力裂隙擴張速率測量及沉陷點沉陷量觀測。

#### 五 基地調查結果

按前文所述，本基地之調查工作包括地形測量、地質勘查與鑽探、試驗及觀測等過程。惟本基地面積廣達 500 公頃，必須配合開發計劃分期循序進行細部調查，有關本基地之分區分期範圍，詳見圖二所示，另隨着計劃開發之先後次序，將本基地各分區目前之調查進度列如表三所示：

表三 本基地各分區已完成之調查進度表

分 區 名 稱		已 完 成 之 調 查 項 目
須特別加強整治之 局部性危險分區		現有地形測量、地質踏勘、細步地質探勘、試驗及觀測系統裝設與量測。
中 央 區	第 一、二 期	現有地形測量、地質踏勘與土地利用評估、初步及細步地質探勘、試驗及觀測系統裝設與量測。
	第 三 期	初步地質探勘及試驗、地質踏勘與土地利用評估。
礮窟區、泰連區、 大區田區		地質踏勘與土地利用評估。

由於本山坡地之開發計劃先行開發中央區，故本基地以中央區面積約 110 公頃之區域具備較完整之調查資料，以下即將以中央區之調查結果作一綜合並說明本基地之地質特性及其在工程規劃上之應用。



圖二 基地開發分區分期範圍

## 5.1 地質踏勘及初步地質探勘結果與土地開發利用評估

根據地質初步調查結果，顯示本基地岩層屬中新世第三紀之沉積岩主要含砂岩、頁岩和砂頁岩互層，並間雜有第四紀火山噴出岩。砂岩一般較為堅硬，頁岩及凝灰岩較軟弱，易受風化成土壤。層面走向平均約為 $N 69^{\circ} E$ ， $29^{\circ} SE$ ；兩組主要節理分別為 $N 40^{\circ} W$ ， $88^{\circ} SW$ 、及 $N 74^{\circ} E$ ， $50^{\circ} NW$ 。由於本基地之岩層夾有軟弱頁岩，且甚多地區皆屬順向坡地形。頁岩因極易受風化或遇水軟化常導致順向坡岩層沿弱面滑動。因此，根據現場踏勘資料，將軟弱及破碎岩層分佈範圍、地表滲流及已滑動坍方位置等地質情況先行標示於地質圖上，再綜合地形、地質、地面與地下水文等自然條件研判並對本基地是否適合於工程開發進行評估，按評估結果將本基地劃分成四個利用等級，分級範圍及內容詳見圖三。評估並分級之目的係供定案工程規劃之參考。對地質條件較佳之基地予以充分利用，而對地質條件較差之區域在規劃上避免開發。

## 5.2 基地地層概況及地下水分佈概況

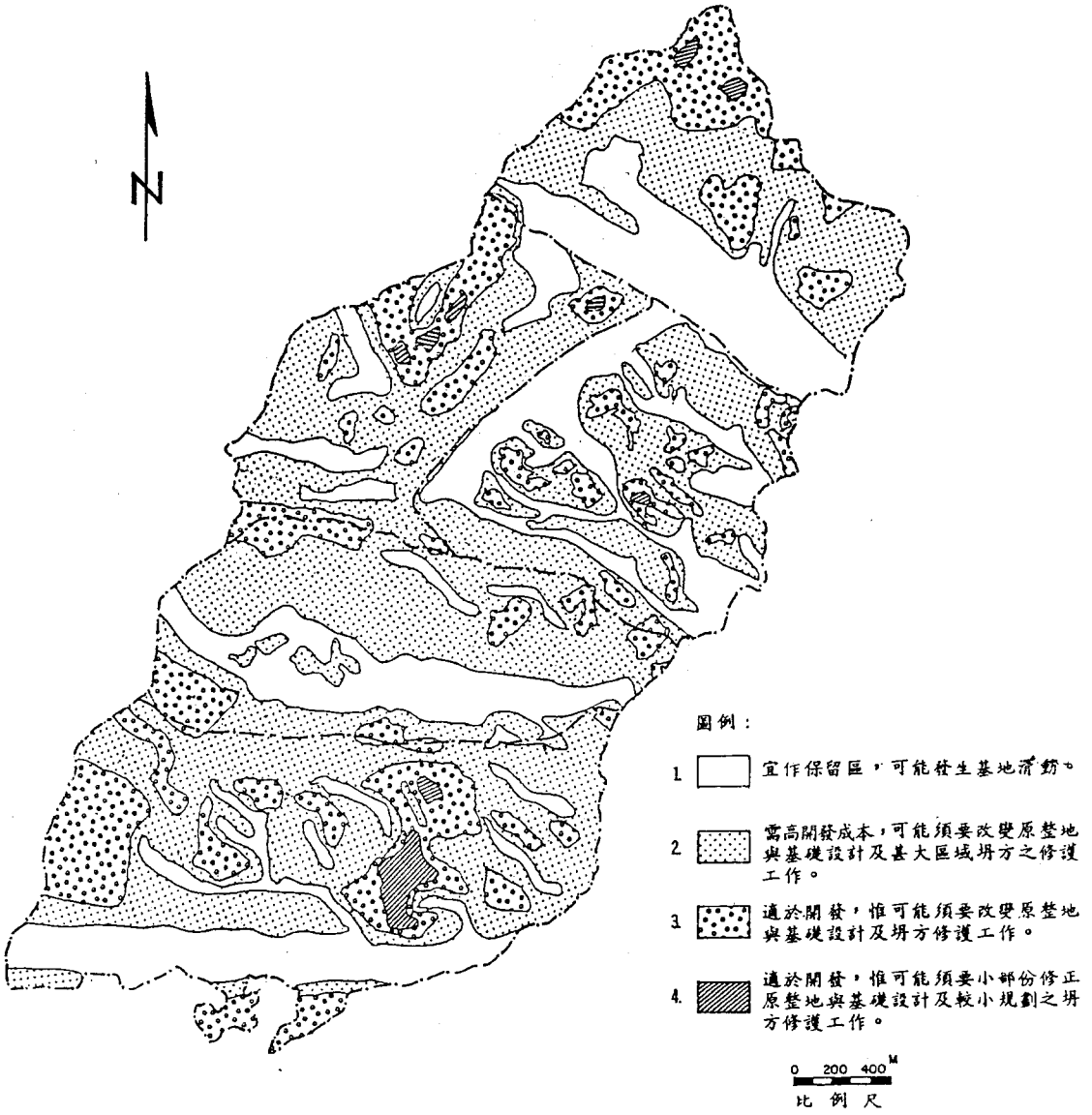
### 1 基地地層概況

本基地之表土覆蓋層主要為自然崩積形成，顆粒組成主要為細砂、沉泥及大小不一之碎岩塊。崩積土層之下即為岩層。土層之厚度分佈不等，局部地區覆蓋土層厚達二十至三十公尺。愈往山脊方向土層厚度愈薄，其厚度約在三公尺以下。

根據鑽探及地質調查結果，本基地地層除地表覆蓋土層外岩層分佈大致可類分為砂岩、頁岩、砂頁岩互層、砂岩偶夾頁岩或凝灰岩等。若按其沉積之層次，由上而下可分為十八層次，如表四所示。

### 2 地下水分佈概況

基於地下水位或水壓對分析基地穩定性分析狀況，基礎設計及施工參考之重要性，必須對基地地下水位有一全盤之瞭解，此外地下水壓更被視



圖三 地質評估等級區分圖

表四 基地岩層分佈綜合表

層次編號	岩性說明
I	頁岩層：厚約三十公尺，岩性軟弱，易受風化，出露之頁岩，大多呈洋蔥狀或片狀剝落，常於地形表微凹陷或成谷地。
II	砂岩層：厚度約五公尺，岩質堅硬，膠結良好，出露之砂岩常於地形表微凸出或成陡坡。
III	頁岩層：偶夾有薄層砂岩，厚度較厚約三十五公尺。
IV	砂岩夾頁岩層：厚度約二十五公尺，節理發達，於陡峭處常可見落石現象。
V	凝灰岩：厚度略有變化，大致為零至八公尺不等，疏鬆，透水性良好，大多風化成土壤。
VI	砂岩層：厚度約六公尺。
VII	頁岩層：厚度約四公尺。
VIII	砂岩層：偶夾薄層頁岩，厚約二十五公尺。
IX	砂岩夾頁岩層：厚約二十公尺，岩性同IV。
X	砂岩層：厚度約四公尺。
XI	凝灰岩：同V。
XII	砂岩層：偶夾有薄層頁岩，厚度約二十公尺。
XIII	砂岩夾頁岩層：厚度約八公尺。
XIV	砂岩層：偶夾薄層頁岩，厚度約十公尺，岩性同II。
XV	頁岩層：厚度約四公尺。
XVI	砂岩層：偶夾薄層頁岩，厚度約十二公尺。
XVII	砂頁岩互層：厚度約八公尺。
XVIII	砂岩夾頁岩層：為本區最早生成之岩層，厚度約三十公尺。

為導致邊坡崩坍之主要原因。本基地全區雨量充沛，地下水尤其豐富，由於地層間透水性之差異甚大，局部地區含有棲止地下水或壓力含水層存在。根據遍佈全區約250處觀測井及水壓計之水位測量結果，歸納其平時水位及暴雨期水位，綜合本基地地下水含量較豐或含壓力含水層之區域，將

其涵蓋範圍標如圖四所示。另由鑽探所取得之岩心亦顯示地下水位較高地區地下岩層尤其接近地表部份均為風化破碎並有鐵染現象，部份頁岩則軟化成泥狀。再由地表坡面所見，不難發現冲刷區及地下水滲出位置，此地下水調查資料顯示地下水為本基地開發首應克服之問題。

### 5.3 基地土壤之工程性質

本基地之地表多為崩積土層所覆蓋，局部地區為填方區，惟均未經夯實處理，故其結構鬆散，極易造成沖蝕、陷落及滑動等問題。以下將說明本基地之原覆蓋土層與填方土壤經夯實後之主要工程性質：

#### 1 土壤之顆粒組成

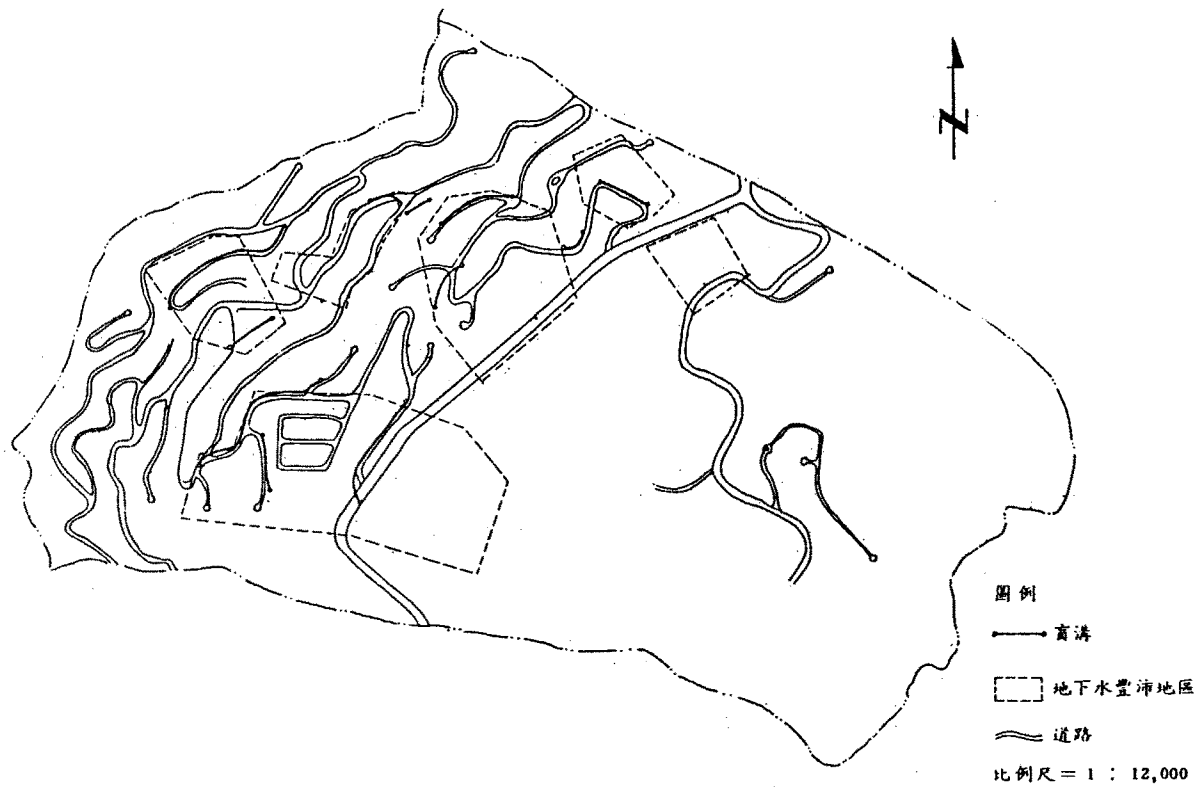
本基地之土層夾雜甚多大小不一之崩積岩塊，粒徑最大可達三公尺以上，除去此類崩積之塊礫石之外，其他土壤顆粒之組成百分比，經顆粒分析並綜合整理示如圖五，顯示本基地土壤顆粒含砂量在百分之三十以上，黏土顆粒已含量在百分之三十以下。

#### 2 土壤之剪力強度

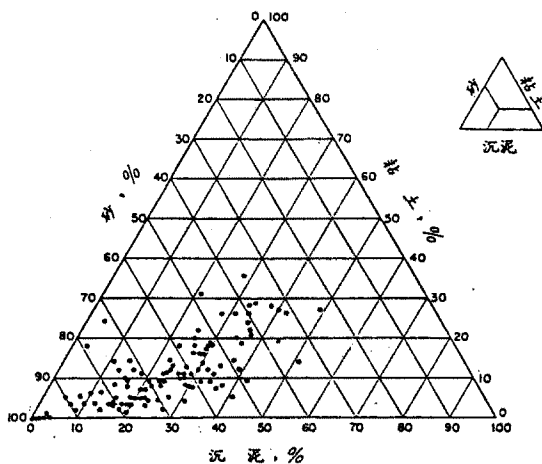
圖六表示本基地土壤之三軸壓縮試驗結果，由試驗結果顯示，本基地回填土壤如經夯實處理，可接近原崩積土之強度，並歸納得本基地崩積土壤之平均強度參數，約為  $c = 2$  噸/平方公尺， $\phi = 23^\circ$ （總應力參數）及  $\bar{c} = 0$ ， $\bar{\phi} = 35^\circ$ （有效應力參數）。

### 5.4 岩石之工程性質

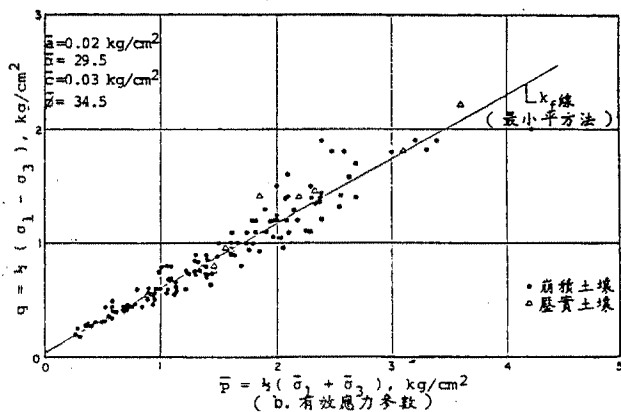
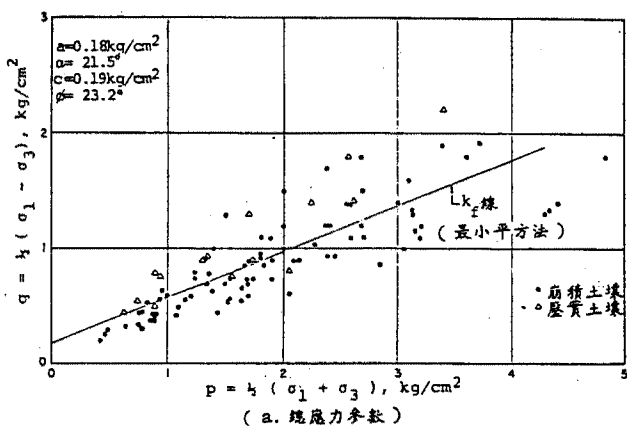
本區地質屬於第三紀軟質沉積岩，主要為砂岩、頁岩或砂頁岩互層，偶夾有凝灰岩層。根據全區鑽取岩心之資料，將砂岩、頁岩、砂頁岩及凝灰岩分別作出岩石品質指標（RQD值分佈）統計圖，如圖七，顯示全區岩層之品質極劣，其RQD值分佈在10%以下者約佔取樣總頻數之三分之二以上。又由鑽探所得之破裂指數（FI）（每公尺岩心具有之裂縫數目），可知本基地岩層甚為破碎，近地表之岩層其破裂指數大多為100。



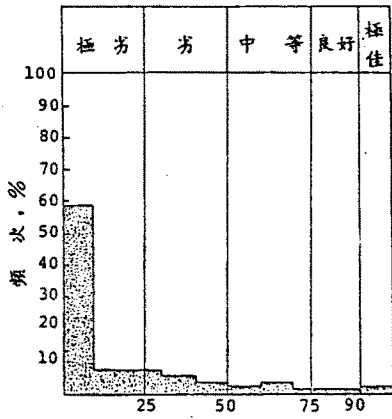
圖四 基地中央區高水位分佈地區及地下盲溝配置示意圖



圖五 基地土壤顆粒分析結果

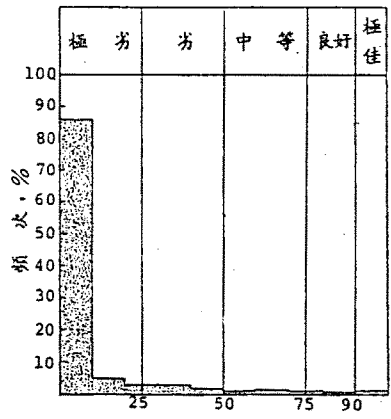


圖六 土壤三軸剪力試驗結果



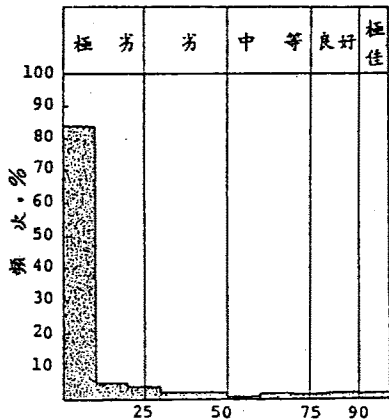
岩石品質指標 (RQD%)

(a) 砂岩層



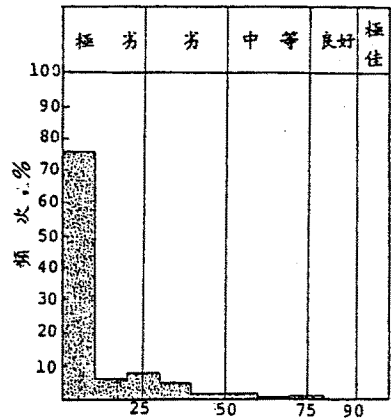
岩石品質指標 (RQD%)

(b) 頁岩層



岩石品質指標 (RQD%)

(c) 砂頁岩互層



岩石品質指標 (RQD%)

(d) 泥灰岩層

圖七 基地岩石品質指標分佈狀況

本區砂岩較為堅硬，邊坡之穩定性主要受軟弱之頁岩層面或破碎帶之強度影響，以下即分三方面來探討本基地軟弱岩層層面之強度性質：

1 試驗室試驗：圖八為本基地砂頁岩之直接剪力試驗結果，其剪力強度參數約為  $c = 1.0$  噸/平方公尺， $\phi = 26^\circ$ ，殘餘剪力強度僅為  $c_r = 0$ ， $\phi_r = 24^\circ$ 。

2 現場試驗：圖九為選擇本基地岩盤較淺且風化程度較高之區，進行工地直接剪力試驗之試驗結果，現場試驗之結果亦顯示軟弱岩層之強度參數，可低至  $c = 0.4$  噸/平方公尺， $\phi = 23^\circ$ ，此乃利用已有滑動跡象地區之資料進行，本文選擇本基地之 E 區為例說明。

3 利用已滑動區之資料作回估分析：圖十為經由測量、鑽探、觀測而得之 E 區（已滑動之危險分區，位置見圖二）地質剖面圖，包括原有地形線、現有地形線、實測水位線、滑動面、岩盤線及岩層分佈等。根據以上調查資料回估，滑動面（破碎岩盤面部份）之抗剪強度參數，約為  $c = 0$ ， $\phi = 26^\circ$ 。

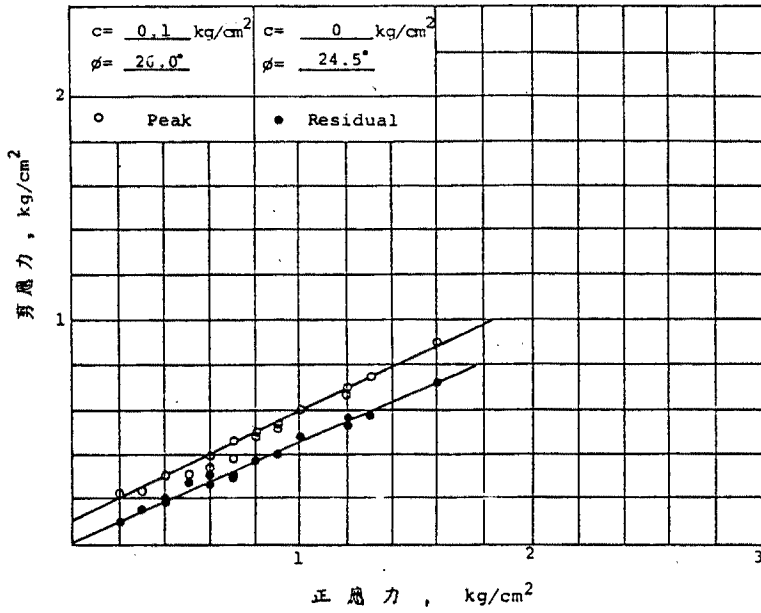
因此，無論經由試驗室試驗、現場試驗或滑動實例之回估分析，均證明滑動弱面之強度多低於一般土壤之平均強度，且不穩定之邊坡常可見坡面滲水現象，此顯示地層弱面之形成與水之入滲、侵蝕有很大的關係，水滲流於層面間，不但水壓增高不易排除，亦使層面強度降低。

## 六 整地工程設計之原則與要點

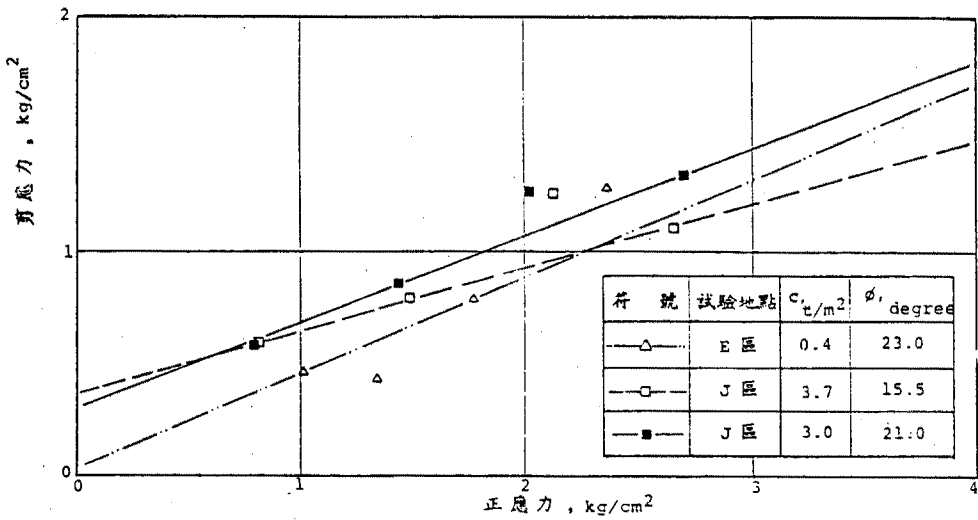
根據第五節所述基地調查結果，本基地之整地工程設計工作分兩部份進行，一方面針對呈現不穩定之邊坡進行滑動原因之探討以謀求補救之整治措施，一方面對全區之穩定性予以通盤考慮，擬定整體性之工程規劃及工程設計原則以防患未然。茲綜合說明其要點如下：

### 6.1 整體性規劃與設計考慮之事項

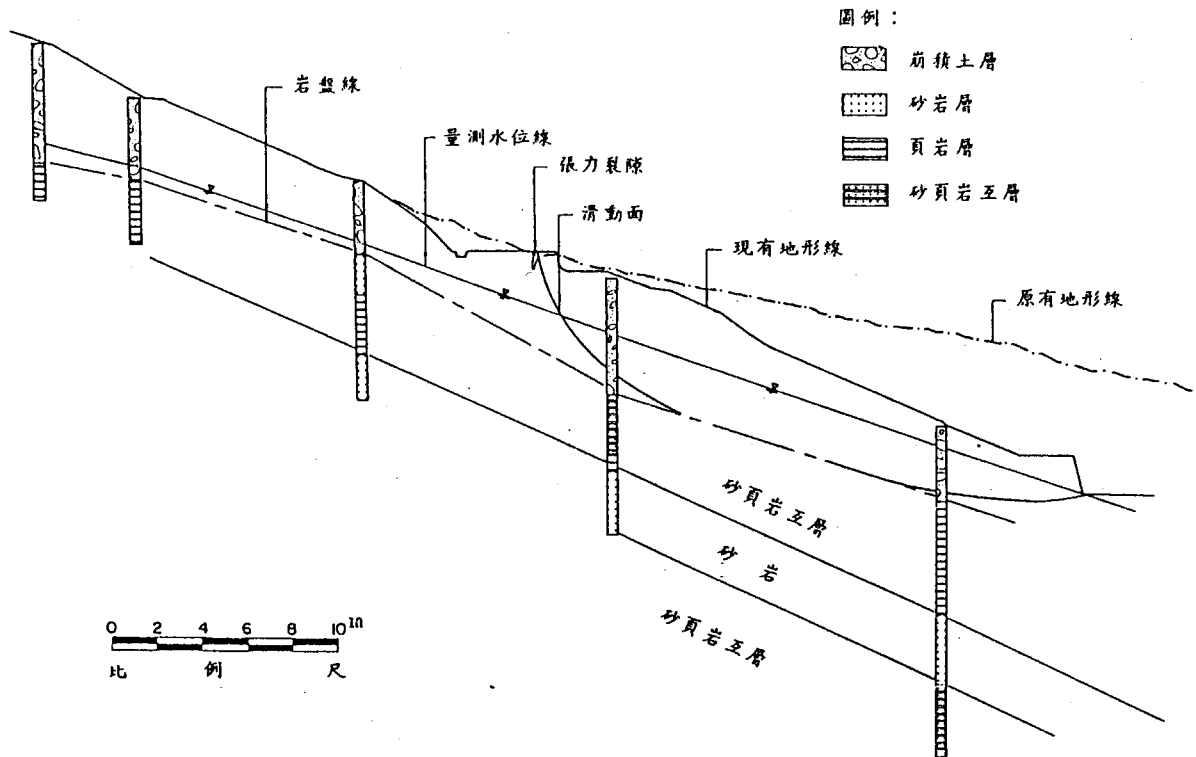
1 根據基地調查結果，不同地區之地質情況差異甚大，故進行道路或房屋細部規劃時，應參考地質評估等級區分（見圖三），選擇適合開發之區域進行細部規劃，使地質條件較佳之基地能充分利用，並使地質較差之



圖八 基地砂頁岩試驗室直接剪力試驗結果



圖九 基地風化砂頁岩層工地直接剪力試驗結果



圖十 E區滑動斷面地質剖面圖

區域，在規劃上避免開發利用或事先防治再做重點式之開發。

2. 地表水之漫流、冲刷及地下水之滲流侵蝕經常被列為山坡地開發失敗最大之原因，尤其對大面積之開發，其影響更為深遠，本基地之調查設計，即非常重視地下水分佈狀況及整體性之地表與地下排水設施。根據前文所提本基地之地下水含量甚為豐富且部份地區甚至有壓力水層存在，再由地表面所見之地下水滲出狀況，此顯示本區之地下水為本基地開發首應克服之問題。根據地質情況研判其水路流向，佈設幾道主要之地下盲溝截水系統（其配置亦示於圖四）。此外於部份地區亦配合地下排水孔設施以降低或排除地下水。全區地表排水系統，亦根據地形、自然水路、流量及流向等作整體性之規劃與設計。所有水路出口，均排入天然溝谷直至谷底，不得漫流影響下游地區。

3. 本基地甚多地區為順向坡地形，且土壤凝聚性低易受冲刷，岩質破碎易風化剝蝕，設計上均予特別防範可能發生之層面滑動或楔形破壞，包括坡面保護、地下水壓之消除及避免開挖坡趾等措施。

4. 道路路線及高程規劃或房屋配置位置及高程規劃，均儘可能避免大量填方或挖方，即力求挖填方之平衡，如無法避免，在規劃設計時均考慮是否會因整地引起地層滑動或填方之陷落、冲刷等問題，對前述之問題以採用擋土設施、加強地下及地面排水措施、整坡及提高施工品質等措施以解決之。

5. 地形圖為山坡地工程規劃及設計之最基本資料，誤差太大將導致錯誤之研判與設計，故對測量之比例尺及精確度均予嚴格要求，並經常檢核是否與現況相符。

6. 根據本基地地質狀況，擬定本區一般整地原則。

(1) 建築物距邊坡坡頂至少10公尺。

(2) 整坡後之坡角，開挖之邊坡坡度不超過  $30^\circ$ ，填土邊坡坡度不超過  $28^\circ$ 。

(3) 整坡之坡高每階不宜超過7公尺，每7公尺坡高至少設一平台，平台寬度約2公尺至3公尺。

(4) 邊坡穩定安全係數的要求，平時不小於1.5，地震時不小於1.2。

(5)房屋或擋土結構之基礎，均座落於岩盤或原堅實之覆蓋土層內。

7. 因本區幅員廣大且局部地質變異甚大，故於施工時，亦隨時檢核工程基地之地質狀況與原工程設計之考慮狀況是否相符合。同時對施工品質之管制亦要求與原工程設計之考慮情況相配合。

## 6.2 本基地不穩定邊坡滑動原因之探討及主要整治措施說明

1 本基地在未進行有計劃之基地調查與工程設計之前，已造成之不穩定邊坡，經調查及研判結果，其原因可歸納為下列數點：

(1) 因坡度太陡、道路開發再挖除坡趾、坡頂或坡面裂隙衍生之邊坡計有三處（整治分區 A、B、C 區，位置見圖二）。

(2) 因回填土方不經夯實處理，且原地表植生未清除形成腐植弱面，導致陷落與滑動之邊坡計有 5 處（整治分區 D、F'、C'、G、M 區，位置見圖二）。

(3) 因地質上存在特殊破碎層面加上高地下水位之影響，道路之開發又挖除坡趾致引起弱面滑動之邊坡計 3 處（整治分區 E、F、J 區，位置見圖二）。

(4) 覆蓋層甚淺，因地表冲刷及地下水壓作用引起淺層滑動之邊坡計有 2 處（整治分區 H、K 區，位置見圖二）。

可見邊坡不穩之形成，主要為地面與地下排水設施考慮不周詳、挖方與填方邊坡設計不當、未夯實處理之鬆填方與濫挖坡趾、以及坡面無適當保護等因素造成。針對各區之滑動原因，可選擇下列整治措施，以達到穩定性安全係數要求。

### 2 常用之邊坡整治措施

(1) 修坡：目的在改變可能滑動土體（或岩塊）之幾何型態，通常係加強坡趾並減輕坡頂之荷重，以提高穩定性。

(2) 滾壓夯實：改善土壤之工程性質，即增加土壤顆粒之緊密度，改良土壤強度。同時可降低滲透性及減少地表水入滲。

(3) 擋土結構：因配合修坡之需要在坡趾處形成高差，須以擋土結構防止土體之主動土壓破壞。

(4)地表排水系統：如坡面平台、排水明溝、洩槽等，目的是縮短地表逕流之流路，於最短時間內匯集水流，排入天然山溝，以防止坡面沖蝕與入滲。

(5)坡面植生：保護坡面、減少沖刷及入滲，並可美化景觀。

(6)岩坡噴漿：防止坡面風化及地表水滲入不連續面。

(7)盲溝：為排除地下滲流、降低地下水位之有效措施，惟位置不易選定，深度因施工技術問題亦有限制，施工前宜沿線作細部鑽探。

(8)濾層：經常配合回填土方時鋪設於每階坡趾或擋土牆之背填土內，在鋪設之範圍內，能有效排除地下滲流，亦有控制地下水位之功能。惟濾料須配合回填土之顆粒組成設計。

(9)坡面橫向鑽孔排水管：亦為排除地下滲流及降低地下水位常用之措施，優點是長度可達30公尺以上，提早排除較深層水流，且適用於土坡及岩坡，施工簡易，不須開挖或回填，惟效果較差，可配合水位觀測系統，以決定打設密度。

## 七 結 論

- 1 欲獲得成功之山坡地開發，實有賴詳細而完整之工程規劃，規劃步驟應包括①可行性研究及工程初步規劃②工程定案規劃及工程初步設計③工程細部設計及④工程施工及⑤工程維護等五個階段。
- 2 前述各工程規劃階段應配合適當之基地調查工作，由於山坡地之地形及地質變化均較為複雜，故所有調查工作應有計劃地進行，一般大致可歸納為三類，即初步探查、工程設計調查及特殊調查。
- 3 新店塗潭里山坡地在未進行有計劃之基地調查與工程設計之前，有部份地區已進行整地工程而造成邊坡不穩，其主要原因為地面與地下排水設施考慮不周詳，挖方與填方邊坡設計不當，填方未經夯實處理與濫挖坡趾，以及坡面無適當保護等因素造成。目前有不穩定跡象之區域已進行全面整治。
- 4 根據新店塗潭里山坡地之地形、地質與水文之特質、地質分佈狀況之研判及地面與地下排水系統及坡面處理之設計與施工為維護本基地坡地穩定之重點。

5. 由於山坡地工程之工作範圍甚廣，因此山坡地工程之調查與設計工作應由工程地質師、土壤基礎工程師及土木工程師共同協力解決。
6. 山坡地工程除需考慮基地本身之自然條件所發生之變化外，有關開發地區在工程施工中或完工後對上游及下游地區可能造成之影響更應仔細全盤檢討，以達成相關地區整體性。
7. 山坡地開發關連國家重要土地資源利用，其開發工程計劃應重視地區性整體規劃。因此工程規劃進行中需要政府單位嚴謹檢核管理及有效督導配合，坡地開發工程規劃方能成功的徹底執行。

### 八 誌 謝

本文承蒙永鴻股份有限公司張秀政董事長、蕭經先生、陳明竺先生、張吉戌先生、邱紹昌先生、及俞乃可先生等全力支持與協助，謹此誌謝。亞新工程顧問股份有限公司莫若樺博士、姜勇傑博士提供許多寶貴意見、及同仁盡力幫忙，本文方能順利完成，特此誌謝。