

一九九五年八月十三日
柴灣翡翠道山泥傾瀉事件報告

第二冊

山泥傾瀉調查結果

香港政府
土木工程署
土力工程處

一九九六年二月

一九九五年八月十三日
柴灣翡翠道山泥傾瀉事件報告

第二冊

山泥傾瀉調查結果

香港政府
土木工程署
土力工程處

一九九六年二月

©香港政府

一九九六年二月初版

一九九六年五月再版

本報告共分兩冊，第一冊為黎佐賢爵士的獨立報告，記錄了他對一九九五年八月翡翠道山泥傾瀉事件及應得教訓的意見。由土木工程署轄下土力工程處所編寫的第二冊，則記述山泥傾瀉調查的詳細結果。黎佐賢爵士檢閱及同意第二冊報告的內容，並以之為他在第一冊內所作評估的依據。

如欲索取本報告，請致函：

香港九龍何文田公主道101號

土木工程署大樓

土木工程署

土力工程處

技術拓展部總岩土工程師

撮要

一九九五年八月十三日，翡翠道柴灣浸信會對面的斜坡發生山泥傾瀉，導致一人喪生，一人受傷。登記編號 11SE-D/C42 削坡的一部份，以及削坡頂部毗鄰柴灣海水配水庫的土地，於這次事件中突然崩塌。

土力工程處於一九九五年八月至十二月期間全面調查了這次山泥傾瀉。詳細研究工作包括翻查資料文件、分析雨量記錄、訪問山泥傾瀉目擊人士、進行現場調查、場地勘探、研究配水庫及輸水系統在事件中的角色、以理論方法進行穩定性分析及診斷事件的成因。

調查所得的結論是：山泥傾瀉可能主要是由於崩塌前持續下了極大的雨，使斜坡內廣闊而低強度的黏質土層內的水壓增加所致。

山泥傾瀉調查的詳情及所得的結果載於本報告內。

目錄

	頁數
標題頁	1
撮要	3
目錄	4
1. 引言	5
2. 事發地點的描述	5
3. 山泥傾瀉的描述	6
4. 事發地點的場地歷史	7
5. 雨量記錄分析	8
6. 山泥傾瀉的經過	8
7. 事發地點的地下情況	9
7.1 概述	9
7.2 地質	9
7.3 土壤及岩石的性質	10
7.4 地下水情況	11
8. 柴灣海水配水庫及其相連輸水系統的情況	12
9. 理論穩定性分析	14
10. 山泥傾瀉成因的診斷	14
11. 結論	16
12. 參考書目	16
圖	18
照片	40
附錄 A：事發地點歷史摘要	55

1. 引言

一九九五年八月十三日清晨，柴灣翡翠道柴灣浸信會對面的斜坡發生山泥傾瀉(照片 1 及圖 1)。瀉下的泥石掩埋了翡翠道一段 90 米長的路面，導致一人喪生，另外一人受輕傷。

土木工程署轄下的土力工程處於事發後就這次山泥傾瀉進行詳細的調查，並於一九九五年九月二十八日發表了一份進展報告(土力工程處，一九九五年)。

調查工作於一九九五年八月至十二月進行，主要項目如下：

- (a) 就事發地點的發展歷史及山泥傾瀉前發生的事，翻查所有已知的有關記錄；
- (b) 分析雨量記錄；
- (c) 訪問目擊山泥傾瀉的人士；
- (d) 於事發地點進行地形測量、詳細的觀察和量度；
- (e) 進行地質勘察；
- (f) 採用鑽探、現場試驗及室內試驗進行全面的場地勘探；
- (g) 研究柴灣海水配水庫及其輸水系統在今次事件中的角色；以及
- (h) 以理論方法分析崩塌時斜坡的穩定性。

本報告載列這次調查的結果。調查工作的詳情及所得的結果載於一套文件中，該套文件存放於土木工程署大樓地下一樓土木工程圖書館。

2. 事發地點的描述

翡翠道發生山泥傾瀉的地點見於圖 2*。崩塌的地方包括該處一幅削坡其中的一部份及削坡頂部毗鄰柴灣海水配水庫的土地。

政府委聘編製斜坡紀錄冊的顧問於一九七七年登記該削坡，編號 11SE-D/C42。削坡座南向北，山泥傾瀉前，仰角平均約為 60 度，最高約為 27 米。削坡的下半部露出岩石，上半部則蓋上灰泥。照片 2 為一九七零年代中期削坡形成後所拍攝的照片，顯示削坡當時岩石面和灰泥部份的情況。一九九四年拍攝的照片則顯示削坡表面長有大量野生植物(照片 3)。

柴灣海水配水庫為一座素混凝土儲水結構物，鄰接事發現場西南。配水庫並無上蓋，面積約為 25 米乘 40 米、深度 5.4 米，被一填土堤環繞(圖 1)。該填土堤最高約 6 米，仰角約 30 度，於一九七七年被登記入斜坡紀錄冊內，編號為 11SE-D/F27 填土坡。

發生山泥傾瀉前，這填土堤和其與削坡之間的土地，均長有植物。

山泥傾瀉現場東南為一個走向東北偏東的天然山咀，地面向南下斜至一個山谷。山咀從前是一個寮屋區，現在只殘留一些混凝土地板和鋪砌的地面(圖 3)。

於一九九五年八月十三日崩塌的削坡前面，是一條約 12 米闊的平坦空地，毗鄰是翡翠道。除西面部份自一九九五年四月二十七日分配予渠務署作為臨時貯貨場外，整幅空地均空置(圖 1)。

位於山泥傾瀉現場下面的一段翡翠道，約 7.3 米闊，沿道路北面有一條約 3.3 米闊的行人路。

從可得的文件紀錄和事發後現場觀察結果，可推斷該處的地面排水系統的大概位置，如圖 3 所示。於事發後視察所見，位於削坡未塌下部份的地面排水渠，為腐植土和有黑漬的粉質土淤塞(照片 4)。位於事發地點以西的削坡頂部的排水渠，則積有約 20 毫米深的落葉及粉質土。

在這次事件中塌下的土地是政府地。削坡西部已分配予渠務署，而削坡上面的土地，有一部份位於柴灣海水配水庫範圍內(圖 1)。

關於斜坡維修方面，渠務署指出「於一九九五年四月二十九日至一九九五年五月三日期間，在渠務署配地範圍內已進行一般場地清理，包括清除地面排水渠上的泥石。並於所屬範圍內定期進行場地檢查，以保證全部地面排水渠均正常運作，未受堵塞」。至於配水庫的維修工作，水務署指出配水庫「已進行定期維修」。在山泥傾瀉前的最近一次「剪草及清理地面排水渠」工作，於一九九四年十二月三十日進行。

3. 山泥傾瀉的描述

一九九五年八月十三日早上所拍攝山泥傾瀉事件的照片載於照片 1，橫貫事發地點的剖面則載於圖 4。

根據目擊證人所作的描述，這次山泥傾瀉涉及兩次崩塌——主要的崩塌於一九九五年八月十三日凌晨一時十五分左右發生，約二十分鐘前則有一次較小型的崩塌。山泥傾瀉的平均深度約 15 米，較本港因豪雨造成的其他斜坡崩塌為深。這次塌下的泥石，約為 14000 立方米。從圖 2 可見，塌下的泥石覆蓋了削坡的下半部、削坡前的空地和翡翠道，部份泥石更瀉入道路對面的球場。亦有部份泥石堆在柴灣浸信會西南角，於該處，泥石堆最高約為 6 米。由崩塌殘痕的頂部開始量度，泥石所移動的平面

距離最遠約為 70 米。泥石流最闊約 90 米。

塌下的泥石流主要為粗礫至漂石大小的中度及高度風化凝灰岩塊，中間填塞黏質粉質幼砂至砂質黏質粉土。當中並混有人造物料(圖 5)，包括多段直徑 24 吋和 6 吋的石棉水泥管、混泥土地面排水渠殘段、砌石牆殘塊、混泥土塊及集水井、鐵絲網圍欄、鍍鋅鋼管、電纜及破毀的電燈柱。部份地面排水渠殘段塞滿腐殖土和有黑漬的泥土(照片 5)，顯示這些殘段在山泥傾瀉前已淤塞一段時期。

崩塌頂部附近已廢棄寮屋區內的鋪砌地面發現一些裂縫，最闊約 15 毫米，但這些裂縫究竟是在山泥傾瀉之前或之後形成，則不得而知。

本處曾翻查現存關於本港自一九八四年以來的山泥傾瀉記錄，發現所接報的山泥傾瀉事件中，只有約 0.1%的事件涉及超逾 5000 立方米崩塌泥石流。以崩塌規模來說，翡翠道山泥傾瀉塌下約 14000 立方米泥石流，極不尋常。事實上，這是本港過去十年所接報的快速削坡崩塌事件中，最大的一宗。

從泥石流末梢至崩塌殘痕頂部的仰角，可反映塌下泥石流的流動性，角度越小，泥石流越容易流動。以本港普遍由豪雨造成的山泥傾瀉而言，角度一般為 30 度以上(Wong & Ho, 一九九六)，但在翡翠道山泥傾瀉事件中，這個角度只有 24 度，顯示泥石流的流動程度較一般削坡崩塌為高。

崩塌殘痕近頂部處露出一截直徑 24 吋已折斷的地下鹹水管(照片 1 及圖 2)。距離這條鹹水管以東約 4 米處，於崩塌殘痕近頂部露出另一條直徑 6 吋已折斷的地下鹹水管(圖 5)。有目擊人士表示於事發後的八月十三日早上，看見有水從這條直徑 24 吋水管流往山泥傾瀉的地點。但土力工程處訪問的目擊人士，則沒有報稱注意到有一條折斷的直徑 6 吋水管。

4. 事發地點的場地歷史

撮述於附錄A的場地歷史，是透過研究該處的航空照片和翻查現有資料文件而得。

有關事發地點可得的最早航空照片，拍攝於一九二四年。照片顯示事發地點位於一個走向東北偏東的山咀，當時並未發展。柴灣海水配水庫於一九五九年興建。該處的削坡是在一九七二至七六年間由建築處(一九八六年重組為建築署)建成，作為興華邨第二期發展工程的一部份。

削坡以往曾發生多次小規模的山泥傾瀉(圖 6)。

土力工程處曾分別於一九八七年(照片 6)及一九九三年(照片 7)接獲該處發生山泥傾瀉的報告，塌下泥石流的體積分別約為 50 和 30 立方米。在兩次事件中，崩塌均發生於削坡的上半部，崩塌的底部露於翡翠道 10 米之上。除了在一九九三年的山泥傾瀉事件中，浸信會有一些窗子被飛濺的碎石所損毀外，其他塌下的泥石流都落在斜坡前的平

坦空地上。

一九八五年的航空照片顯示該處的斜坡曾發生崩塌，而土力工程處檔案內有一份平面圖，顯示該處曾在一九八六年發生另一次山泥傾瀉。除此之外，再無其他有關這兩次事件的資料。這兩次山泥傾瀉的規模，明顯較上文提及在一九八七及一九九三年發生的為小。

5. 雨量記錄分析

興華邨和興樓天台裝設有自動雨量計(編號 H14)，於事發地點以北約 220 米處(圖 1)。該雨量計在一九九五年七月及八月所錄得的每日雨量，以及由一九九五年八月十一日至十三日所錄得的每小時雨量，均載於圖 7。

由八月十二日至山泥傾瀉發生時均非常大雨。山泥傾瀉前的十二小時及二十四小時期間所錄得的雨量，分別為 231 毫米及 370 毫米。而六十分鐘的最高雨量則為 94.5 毫米，於八月十二日晚上十一時三十分至八月十三日零時三十分所錄得。

在山泥傾瀉前的三十一日期間，該雨量計所錄得的總雨量為 1303 毫米。高於天文台的雨量計自一八八四年以來所錄得的最高月雨量。根據天文台以往的雨量數據，按不同的降雨時段分析這次雨量強度的重現期，發現在三十一日這時段內所錄得的雨量最猛烈，相應重現期約為九十五年一次。

編號 H14 雨量計自一九七九年裝置以來，所錄得過往影響事發地點的嚴重豪雨的雨量變化，以及一九九五年事發前的雨量變化，均載於圖 8，以作比較。從圖中可見，以十五日以上的降雨時段計算，於山泥傾瀉前錄得的雨量，較前為高。以七天或以下的降雨時段計算，這次豪雨的雨量強度則與過往所錄得的雨量相若。

6. 山泥傾瀉的經過

根據十二名目擊人士的陳述、警務處和消防處的事件報告，以及本處於事發後在現場進行的觀察，山泥傾瀉的經過可重組如下：

翡翠道的山泥傾瀉，涉及兩次崩塌。一九九五年八月十三日零時五十五分左右，柴灣浸信會對面的削坡東部，發生一次小規模的崩塌。一名警務人員於零時五十六分把事件報告警務處柴灣區控制中心。這次崩塌來得很突然，涉及事發地點東面削坡的上半部，可能於兩個相距數米的位置同時發生。塌下的泥石瀉入空地，崩塌的規模可能為數十立方米。這次崩塌的範圍和規模，可能與一九八七年及一九九三年接報的山泥傾瀉相似。

凌晨一時十五分左右，第二次崩塌突然發生，這是導致傷亡的主要崩塌。這次崩塌涉及整個山泥傾瀉地區，包括削坡和削坡上面的土地。泥石衝下，瞬息間掩蓋了

面的空地和翡翠道。滑坡崖頂部露出一段直徑 24 吋的水管，於事發後的早上有水從這折斷的水管流入山泥傾瀉地區。於凌晨一時十七分，警務處接獲一名市民報告這次崩塌，而消防處則於一時十八分接獲警務處通知。

7. 事發地點的地下情況

7.1 概述

事發地點的地下情況是根據文件和實地研究所得的資料而確定。文件研究工作包括翻查現存數據，而實地研究工作則包括地質勘察及場地勘探。

事發地點的地質勘察工作於一九九五年八月十四日展開，並且在清理山泥傾瀉泥石，及在岩土勘探期間，仍繼續進行。

場地勘探工作於一九九五年八月十七日展開，其中大部份是於一九九五年九月中於緊急搶修工程完成後始進行。場地勘探工作包括了 11 個垂直鑽孔、3 個斜向鑽孔、2 個觀測井、9 個探井及 4 個探溝(圖 9)。

7.2 地質

香港地質測量組於事發後，在現場觀察到的地質特徵，載於圖 10。而橫貫山泥傾瀉地點的典型地層剖面則載於圖 11。

崩塌地區的地質由風化的火山岩組成。在斜坡頂部最上層為約 3 米的填土，覆蓋於完全風化至輕度風化的凝灰岩上。風化岩的厚度，由崩塌範圍東面的 4 米左右增至西面的 11 米左右。

按照該區的 1:20000 比例地質圖(土力工程處，一九八六)，香港地質測量組測繪事發地點的岩石屬於淺水灣火山群的城門組。進行地質調查時，曾採取削坡底部輕度風化岩石的試樣，而在地質報告(Strange & Shaw，一九八六)中則詳細描述手樣本的薄片。該處岩石被形容為條紋斑雜、含火山礫的凝灰岩。而現時在事發地點進行的地質勘探，亦證實這是事發地點的主要岩性。

風化凝灰岩遍佈節理。主要是兩組傾向西北偏西及東北的陡峭(60 至 85 度)節理，該兩組持續、間距為密至中等、粗糙而平直的節理普遍是緊閉的。這些節理面形成崩塌的側面及滑坡崖(照片 8)。於一九九五年八月十四日視察所見，該些節理看來是最近才露出的。此外亦發現一組低傾角的節理，主要傾向為北面 10 至 25 度。

沿著整個削坡下面 5 至 7 米部份，由中度至輕度風化凝灰岩組成。這削坡的下部於山泥傾瀉中並無移動(照片 9)。

事發地點的一個顯著特色，是有一層橫向持續、並含豐富高嶺石的蝕變凝灰岩，大致傾向北面約 10 至 25 度。據估計，於山泥傾瀉中，這層蝕變凝灰岩為主要滑動面。橫跨整個事發地點，這層凝灰岩被一連串細小、北向的斷層所斷錯，形成以梯級狀朝西上升。每個斷層的垂直斷錯多為 1 米以下，但崩場地點西面有一斷層的垂直斷錯多達 3 米左右。

在削坡連接事發地點東邊沒有崩塌的部份，含豐富高嶺石的蝕變凝灰岩層厚約 0.5 米，上面蓋有中度至輕度風化凝灰岩。這層凝灰岩傾向北面約 20 度，屬高度高嶺石化和完全風化，並含大量高嶺石岩脈(照片 10)。岩脈厚度由 2 毫米至 20 毫米不等，其中一些岩脈與該凝灰岩層的走向近乎平行。

類似的含豐富高嶺石蝕變凝灰岩，亦可以在崩塌底層的東部和中部見到(照片 11)。雖然在一些地方，這次山泥傾瀉已侵蝕該岩層的上部，但剩餘的最厚仍達 0.6 米左右。

至於崩場地點西部，探溝露出的崩塌底層滑動面局部較陡，傾向北面約 30 度，蝕變凝灰岩層因這次崩塌而大部份被淘蝕，以致場下的泥石之下可以直接見到一些中度至輕度風化的凝灰岩。於滑坡崖及崩塌殘痕前緣附近，沿底層滑動面下，可見到該蝕變凝灰岩的殘餘，承托於中度至輕度風化凝灰岩之上(照片 12)。

於西面滑坡崖底部的蝕變凝灰岩層，較為「分散」。它較厚(約 3 米)，高嶺石化程度較低，雖然大部份屬完全至高度風化，但仍含有一些中度風化的物質。而高嶺石岩脈較少，多在近該層的頂部出現(照片 13)。

該蝕變凝灰岩層在事發地點以東及以西的鑽孔發現，在接近滑坡崖的鑽孔亦找到。但在距離滑坡崖以南 16 米的鑽孔則未有發現。這顯示該凝灰岩層有可能向橫伸延至鄰近山泥傾瀉現場的土地，但蝕變程度和高嶺石岩脈的數量則因地點而異。

關於蝕變凝灰岩層的來源，香港地質測量組指出，含豐富黏土的凝灰岩層是由數個過程造成。該岩層最初是一個與原先凝灰岩層理及/或結構平行的剪切帶。岩石層早期的蝕變和斷層，大概是由於附近的九龍深成岩體(距事發地點西北面 70 米)入侵所致。岩層東面及西面不同程度的蝕變，大概是因原來岩性的差異，引致剪切和熱液效果亦相應有別。最近期，該岩層如岩體的其他部份一樣，受長期近表層風化所影響。

7.3 土壤和岩石的性質

本處在場地勘探時取得土壤和岩石試樣，進行一系列全面的岩土室內試驗，包括粒徑分佈試驗、阿太堡界限試驗、直接剪切試驗、三軸壓縮試驗和壓密試驗，試驗目的是要確定含豐富高嶺石的蝕變凝灰岩和風化火山岩節理的岩土性質，而崩塌底部滑面和滑坡崖，就是分別由上述的凝灰岩和火山岩節理構成。

本處按照 Chen(一九九四)，進行了粒徑分佈及阿太堡界限試驗。不含高嶺石岩脈

的蝕變凝灰岩的細粒土(即黏土和粉砂)平均含量為 71%，而含高嶺石岩脈的蝕變凝灰岩的細粒土平均含量則為 92%。蝕變凝灰岩及高嶺石岩脈的塑性指數在 9 至 18 之間，液限則在 29 至 50 之間。這顯示物質屬低至中度塑性，與高嶺石的典型性質一致。

本處按照 Head(一九八二)進行直接剪切試驗和按 Head(一九八六)進行固結不排水三軸壓縮試驗評估蝕變凝灰岩的抗剪強度性質。並根據 Hencher & Richard(一九八九)所推薦的方法，進行直接剪切試驗，確定風化岩石節理的性質。剪切試驗所得的結果，以及利用最小平方法求得的最佳擬合線所確定有關物質的抗剪參數，分別載於圖 12 及圖 13。

在不含高嶺石岩脈的蝕變凝灰岩試樣進行直接剪切試驗，所得的抗剪角(ϕ')為 34 度，黏聚力(c')為 10kPa。含高嶺石岩脈的蝕變凝灰岩進行直接剪切試驗時，如剪切面平行於岩脈，其 ϕ' 的平均數值為 29 度， c' 的數值為零。 ϕ' 的下界值為 22 度，這相應於剪切發生在含較高黏土量的土壤。

大部份試驗的樣本都是於山泥傾瀉發生後，從現場殘留的含豐富高嶺石的蝕變凝灰岩收集得來。因此，實際支配山泥傾瀉並於崩塌時滑走的含豐富高嶺石的蝕變凝灰岩層，可能較所試驗的試樣更弱。基於有大量高嶺石岩脈存在，而其中很多在蝕變凝灰岩層內的走向不利於穩定，故該岩層的抗剪強度，可能主要是由那些高嶺石岩脈所支配。總體來說，含高嶺石岩脈的蝕變凝灰岩試樣，其平均抗剪強度參數(即 ϕ' 為 29 度和 c' 為零)，可於以理論方法分析穩定性(第 9 節)時，視作具代表性的數值，適用於構成崩塌底部滑面的含豐富高嶺石的蝕變凝灰岩層。

根據直接剪切試驗的結果，風化火山岩節理的 ϕ' 平均值為 35 度，而 c' 值為零。這些數值亦可視作具代表性的數值，適用於構成滑坡崖的持續、粗糙而平直的節理。

從蝕變凝灰岩層所取得的試樣，經壓密試驗和利用直接剪切試驗的固結期的資料，評估其以固結系數所表達的固結性質為每年 28 平方米至每年 172 平方米不等。由於該岩層的厚度一般少於一米，故此當負載力和地下水情況改變，岩層亦能足夠迅速地作出排水反應，因此在山泥開始崩塌時，應無出現顯著過量的孔隙水壓。

除了上述的土壤和岩石試驗外，調查人員亦進行了土壤和水試樣的標準化學分析，以便找出土地內可能的水源。分析結果於第 8 節闡述。

7.4 地下水情況

調查人員翻查能找到的地下水記錄及滲水觀察資料，評估了事發地點的地下水情況。翻查資料包括以下各項：

- (a) 事發前，於一九七六年三月至一九七八年六月期間在兩個鑽孔內(圖 6，編號 C8 及 C9)所得地下水監察資料，及於一九八二年二

月至三月間在另兩個鑽孔(圖 6 , 編號 P1 及 P2)所得地下水監察資料;

- (b) 事發前, 於過往視察削坡時, 觀察到坡腳與剖面半腰的坡級之間的一條狹窄風化層, 有水滲出(附錄 A 的 A.2.2、A.2.3 及 A.2.4 節);
- (c) 事發後, 於一九九五年九月至十二月期間, 在 11 個垂直鑽孔(圖 9 , 編號 DH1 至編號 DH10 及編號 DH4A)及 2 個觀測井(圖 9 , 編號 DH16 及編號 DH17)內, 收集到的地下水監察資料; 及
- (d) 事發後, 探溝內蝕變凝灰岩上的崩塌泥石, 有水滲出, 滲水的範圍和程度隨降雨量而增加, 而未被泥石掩蓋的滑坡崖, 並沒有明顯的滲水跡象。

根據上述資料, 推想在山泥傾瀉發生時, 該處有兩個地下水體系, 即蝕變凝灰岩層下面的岩體內的區域地下水位, 以及在蝕變凝灰岩層上面的風化火山岩內的上層滯水位。

根據地下水監察結果所顯示, 區域地下水位位於崩塌底層表面以下 4 米至 8 米處。在崩塌發生時, 區域地下水位被認為不可能高於崩塌的底部, 因此對這次崩塌不可能有重要的影響。

在蝕變凝灰岩層及其上的岩土出現的上層滯水位體系, 可能是造成這次山泥傾瀉的重要因素。崩塌前及其後觀察到的滲水情況, 亦支持上層滯水位的構想, 這個構想亦與事發地點的地質環境相符: 該層蝕變凝灰岩, 特別是和其下只能於節理導水的風化岩介面, 構成了一低滲透度的界面。豪雨或自其他來源滲入泥土的水, 於抵達該低滲透度界面時, 水份下流就會受阻, 形成上層滯水位。

由於在發生崩塌後外露的滑坡崖並無發現明顯的滲水跡象, 這顯示上層滯水位不大可能上升至高於該處泥石約 4 至 5 米的厚度。所以最佳的估算是, 在山泥傾瀉發生時, 上層滯水位約在蝕變凝灰岩層上面 1 米至 4 米處。

事發前的地表滲透, 亦可能引致雨水滲入於後來滑坡崖的位置及其附近的風化岩石節理, 令岩石節理內的水壓短暫上升, 減低斜坡的穩定性。

8. 柴灣海水配水庫及其相連輸水系統的情況

柴灣海水配水庫及其於崩塌區域附近的輸水系統佈局載於圖 14。配水庫由四幅素混凝土側牆和一塊底板所構成, 中間建有一幅混凝土分隔牆, 把配水庫分為東西兩個部份。根據水務署的記錄, 在發生山泥傾瀉前, 有兩條地下輸水管穿越事發地點的西部。輸水管的直徑為 24 吋, 由多條約 4 米長的石棉水泥管組成, 並用石棉水泥套筒和

橡膠封環所造成的接合裝置把水管接合起來。在山泥傾瀉前，這條輸水管把配水庫的海水供應給柴灣區。至於直徑 6 吋的輸水管，則自一九八六年已經棄用，並於近削坡腳處(圖 14)蓋封。

海水配水庫於一九九五年八月十三日下午經由水務署及土力工程處檢查，發現配水庫側牆所有外露的接縫均沒有明顯的移動。

一九九五年八月二十一日，土力工程處接到水務署於一九九五年八月十六日就山泥傾瀉撰寫的報告(水務署，一九九五)。報告指出「受影響的 24 吋(600 毫米)及 6 吋(150 毫米)直徑鹹水管，以前並無爆破/滲漏的記錄。根據設計，估計在極接近配水庫出水口的數段喉管內的水壓，在 10 米以下。」

水務署在事發前的水庫水位記錄及所用以抽水到配水庫的抽水機數目載於圖 15。從記錄中看不到主要崩塌前有運作不正常或有整體滲漏的跡象。因為這些跡象可從水位急劇下降而顯示出來。水務署(一九九五)指出「按過往的視察記錄及柴灣海水配庫、柴灣海水抽水站、及供應與分佈網絡的最新運作記錄，可以斷定配水庫、抽水站及相連的輸水管均在正常運作狀況，而且至事發時仍妥為運作。」

水務署於一九九五年八月十七日在配水庫的西半部水庫進行滲漏測試，先把西半部水庫注水至 1.3 米深，然後於其後 4 小時監測水位。據水務署指出，監測水位工作的準確度達 0.1 毫米，相當於該受測試西半部水庫的水量約 0.05 立方米。水務署在這次滲漏測試中並未察覺有可量度的失水情況。東半部水庫並未進行滲漏測試。基於安全理由，該部份於事發後一直空置。

在發生山泥傾瀉時，直徑 24 吋的輸水管斷落了一段，長 21 米。所有斷落了的輸水管，均從崩塌泥石中檢回。水務署和土力工程處於一九九五年九月七日共同檢查該些輸水管。除了有些新的破損外，輸水管大致上完整無缺。

據水務署的記錄，事發前被截斷的一段已棄用的直徑 6 吋輸水管，於斜坡崩塌前是連接配水庫的。水務署從泥石中只尋回 2.4 米長的輸水管。而土力工程處從山泥傾瀉泥石的照片中，亦只能辨認到少於 20 米長的輸水管。這遠短於水務署的輸水管記錄(圖 14)所示的約 55 米長度。因此，輸水管線有未能確定之處，亦不能從尋回的輸水管，準確地証實水管的情況。

為評估海水可能滲入泥土的程度，本處曾對 37 個土壤試樣和 44 個水試樣進行化學試驗，以確定氯化物的含量。試驗是按照 American Public Health Association (一九九二)和 BSI(一九九零)內的步驟進行。

試驗結果載於圖 16。從配水庫抽取出來的海水，其氯化物含量為每公升 11000 至 19000 毫克。山泥傾瀉東南面山谷的溪澗，受水庫滲水的影響應該甚為微小。在該處抽取的水試樣，進行化驗所得的氯化物含量為每公升 42 毫克。這個數值可作為基準，以評估海水侵入山泥傾瀉附近地下水的程度。

從配水庫以北約 20 米的一個鑽孔內抽取兩個水試樣，其深度位於距離地面約 8 米及 11 米處，試驗結果發現每公升含 4500 毫克的高氯化物含量。這顯示該配水庫可能出現海水滲水。從另一邊翡翠道的兩個鑽孔及從山泥傾瀉地點附近的滲水地點所採取的水試樣，其氯化物含量為每公升 120 毫克至每公升 1300 毫克，這象徵海水存在於地下水內，約佔百分之十的體積。這顯示配水庫可能滲水，流入現場附近的土地內。海水滲水可能有助於使蝕變凝灰岩濕水，但較豪雨期間雨水滲入而可引致的上層滯水位，它應該是較不重要的水源。

土壤的氯化物含量試驗結果載於圖 17。從崩塌發生後在外露的滑坡崖西部坡腳所取得的土壤試樣，發現含 0.07% 至 0.17% 不等的高氯化物含量。在發生崩塌後，從配水庫經由截斷的直徑 24 吋輸水管所流出的海水，當時是沿該部份滑坡崖流下。但從滑坡崖和崩塌區內其他地點的泥石所收集的土壤試樣，其氯化物含量則頗低，平均含量為 0.03%。因此，並沒有徵象顯示配水庫的滲水，是山泥傾瀉附近地下水的一個主要來源。這與水試樣的氯化物含量試驗所得的結果一致。

9. 理論穩定性分析

本處曾以理論方法進行穩定性分析，以協助判斷這次山泥崩塌的機制和成因。這些分析旨在確定蝕變凝灰岩層在不同上層滯水位的情況下，該岩層於發生崩塌時抗剪強度的可能數值。

這些分析採用的資料來自發生崩塌後所進行的場地勘探工作、室內試驗、現場觀察和實地量度。具代表性的崩塌地點剖面，以及這些分析所採用的輸入參數，載於圖 18。這些分析假設在發生崩塌時，上層滯水位上升至蝕變凝灰岩層上面 4 米。

分析所得的結果摘要載於圖 19。以安全系數為 1.0 而言，當上層滯水位為 1 米、2 米和 4 米的時候，蝕變凝灰岩層的抗剪角(即 ϕ')則分別為 26.5 度、28 度和 31.5 度。上述的 ϕ' 數值，與室內試驗所確定的數值一致(圖 13)。隨上層滯水位的形成，斜坡在理論上會變得不穩固，因而引致沿蝕變凝灰層發生剪切，出現平移崩塌。

本處亦進行了敏感度分析，探究假如雨水滲入於滑坡崖位置的節理，其水壓如何影響削坡。於分析時，蝕變凝灰岩和風化火山岩節理的抗剪強度參數，採用了最佳的估算數值。根據分析發現，如無出現上層滯水位，岩石節理內須出現 9 米至 10 米的靜水壓頭，才會引致崩塌。因此，該組岩石節理需注有深闊的積水，才能嚴重影響斜坡穩定，引發山泥傾瀉。

10. 山泥傾瀉成因的診斷

根據這次調查所得的資料，推想翡翠道山泥傾瀉是由下述兩個主要因素造成：

- (i) 斜坡本身含有廣闊的薄弱物質；及

(ii) 在持續豪雨後地下水壓增加。

崩塌殘痕底部的滑面是一層持續且含豐富高嶺石的蝕變凝灰岩層，而殘痕兩側的釋放面和滑坡崖，則是風化凝灰岩內的陡峭和走向不利的平直節理。在發生山泥傾瀉後進行的室內試驗和地質勘察，證實該組平直節理和蝕變凝灰岩層，特別是後者，遠較斜坡的大部份構成物質為弱。這些因素令岩體沿著輕微傾斜的蝕變凝灰岩層剪切滑動，引致深層平移的崩塌機制。

山泥傾瀉發生於一段異常持續的豪雨之後，這場豪雨的雨量，是崩場地點附近編號 H14 雨量計自一九七九年安裝以來，所錄得的最高雨量記錄。豪雨可能導致蝕變凝灰岩層上面形成上層滯水位。這個設想和現場觀察所見相符，而且與事發地點的水文地質環境一致。上層滯水位上升會增加蝕變凝灰岩層的水壓，減弱物質抗剪強度，最終促致山泥傾瀉。

本處亦曾研究由於滑坡崖和其附近的岩石節理水壓上升而引發山泥傾瀉的可能性。根據分析顯示，在沒有上層滯水位的情況下，位於滑坡崖的岩石節理在發生山泥傾瀉之前，需於很深和廣闊的面積填滿水，才可有足夠水壓推動岩體。這設想與上層滯水位形成的設想比較，其發生的機會較低。但不能排除岩石節理內存在一些水壓，結合上層滯水位，而促致山泥傾瀉。

這宗山泥傾瀉事件涉及兩次不連續的崩塌。雖然估計這宗山泥傾瀉的主要成因是基於上述的兩個因素，但下文仍討論了在某些程度上能促致山泥傾瀉的其他可設想因素。

第一次的崩塌於一九九五年八月十三日約零時五十五分發生。崩塌範圍只局限於削坡東面的上部，所塌下的泥石體積約為數十立方米。斜坡缺乏足夠維修，使斜坡情況衰退，令地面排水渠淤塞而引致雨水集中滲入泥土，可能有助於引發第一次局部崩塌。

於凌晨一時十五分左右發生的第二次山泥傾瀉，是主要的崩塌。第一次崩塌，令削坡失去部份支承力和旁邊阻力，可能有助於引發這次主要的崩塌。雖然如此，當斜坡發生局部崩塌時，整個山泥傾瀉區域也有可能已達至全面崩塌邊緣。

在主要崩塌發生前，並無資料顯示，配水庫出現不正常運作，亦無證據顯示配水庫和其相連的輸水系統出現嚴重滲漏。

導致山泥傾瀉的有關事件經重組後的發生次序，相信如圖 20 所示。

翡翠道的山泥傾瀉，其崩塌規模之大和泥石移動距離之遠，實屬罕見。這主要與該處有一範圍廣闊並支配這次山泥傾瀉的蝕變凝灰岩層有關，這個情況在本港的其他山泥傾瀉事件中，並不常見。持續而弱的蝕變凝灰岩層，位於削坡頂部下面約 15 米處，使滑動體可以既深且大。在山泥崩塌發生前，極大而持續的雨，引致地下深處大面積的地下水壓上升，因而觸發這次大規模的山泥崩塌。

泥石流堆末端與崩塌頂部的連接線，其傾斜度反映出泥石流的流動性，以及支配泥石流移動的摩擦角。就本港常見的斜坡崩塌而言，這個角度一般在 30 度至 40 度之間。這與本港典型土壤和岩石的 ϕ' 數值幅度相符(Wong & Ho，一九九六)。在翡翠道山泥傾瀉事件中，這角度的數值只為 24 度，這與室內試驗所確定的蝕變凝灰岩強度相若。其他可能導致泥石流有較高流動性的因素，包括崩塌規模龐大及輕微傾斜的滑動面。後者令泥石流以較平緩角度衝擊地面，損失較少的能量。

11. 結論

所得的結論：一九九五年翡翠道山泥傾瀉，主要是由於事發前持續的極大豪雨，使斜坡內廣闊而低強度的、含豐富高嶺石的蝕變凝灰岩層內水壓上升所引致。

12. 參考書目

土力工程處（一九八六） Hong Kong and Kowloon : solid and superficial geology. Hong Kong Geological Survey. Map Series HGM 20, 第 11 張，比例 1 : 20 000。香港土力工程處

土力工程處（一九九五） 一九九五年八月十三日柴灣翡翠道山泥傾瀉事件調查進展報告。香港土力工程處，16 頁。

水務署（一九九五） Report on the Landslide at Fei Tsui Road, Chai Wan on 13.8.95。香港水務署，7 頁加 3 幅圖，6 份附錄及 11 幅照片。

賓尼（一九七七） Government of Hong Kong Landslide Study Phase IIC - Report on the Stability of Slopes in the Chai Wan Area。賓尼組合(香港)顧問工程師為香港政府撰寫，64 頁加 12 幅照片，6 份附錄及 23 幅圖。

American Public Health Association（一九九二） Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. (18th edition). Section 4 : Inorganic non-metallic constituents。American Public Health Association, 135 頁。

BSI（一九九零） Methods of Test for Soils for Civil Engineering Purposes. (BS1377 : 1990). Part 3 : Chemical and Electro-chemical Tests。British Standards Institution, London, 44 頁。

Chen, P.Y.M.（一九九四） Methods of Tests for Soils in Hong Kong for Civil Engineering Purposes (Phase 1 Tests)。香港土力工程處，91 頁。(土力工程處報告第 36 號)

- Head, K.H. (一九八二) Manual of Soil Laboratory Testing. Volume 2 : Permeability, Shear Strength and Compressibility Tests. Pentech Press, New York, 747 頁。
- Head, K.H.(一九八六) Manual of Soil Laboratory Testing. Volume 3 : Effective Stress Tests. Pentech Press, 1238 頁。
- Hencher, S.R. & Richards, L.R. (一九八九) Laboratory direct shear testing of rock discontinuities. Ground Engineering, vol.22, no.2, 第 24-31 頁。
- Strange, P.J. & Shaw, R. (一九八六) Geology of Hong Kong Island and Kowloon. 香港土力工程處, 134 頁。(香港地質測繪報告第二號)
- Wong, H.N. & Ho K.K.S.(一九九六) Travel distance of landslide debris. Proceedings of the Seventh International Symposium on Landslides, Trondheim, Norway. 印刷中。

圖

圖號		頁數
1	山泥傾瀉位置圖	19
2	山泥傾瀉平面圖	20
3	事發地點排水系統的大概分佈	21
4	剖面 A-A	22
5	山泥傾瀉泥石中人造物料的位置	23
6	編號 11SE-D/C42 斜坡以往幾次山泥傾瀉的位置	24
7	土力工程處編號 H14 雨量計的雨量記錄	25
8	土力工程處編號 H14 雨量計於歷次豪雨中錄得的最高滾存降雨量	26
9	場地勘探工程的位置圖	27
10	山泥傾瀉的地質圖	28
11	山泥傾瀉地點的典型地層剖面 X-X	29
12	不含高嶺石岩脈的蝕變凝灰岩直接剪切及三軸壓縮試驗所得結果	30
13	含高嶺石岩脈的蝕變凝灰岩及風化火山岩節理直接剪切試驗結果	31
14	山泥傾瀉前輸水管的分佈	32
15	配水庫水位紀錄及抽水機的使用數目	33
16	水試樣的氯化物含量試驗結果	34
17	土壤試樣的氯化物含量試驗結果	35
18	理論穩定性分析所採用具代表性的山泥傾瀉剖面	36
19	理論穩定性分析的結果	37
20	大概的事發過程	38
21	照片位置圖	39

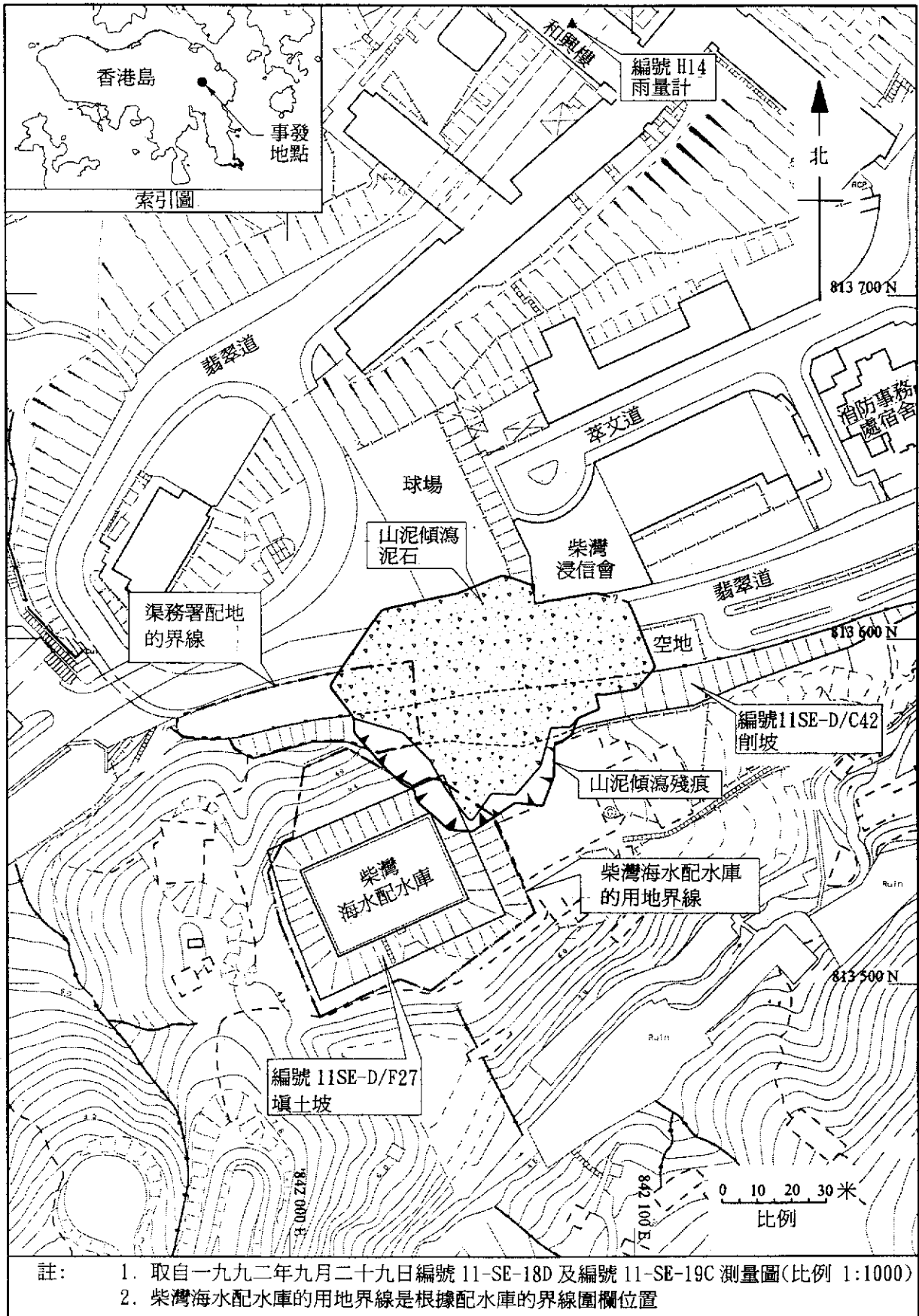
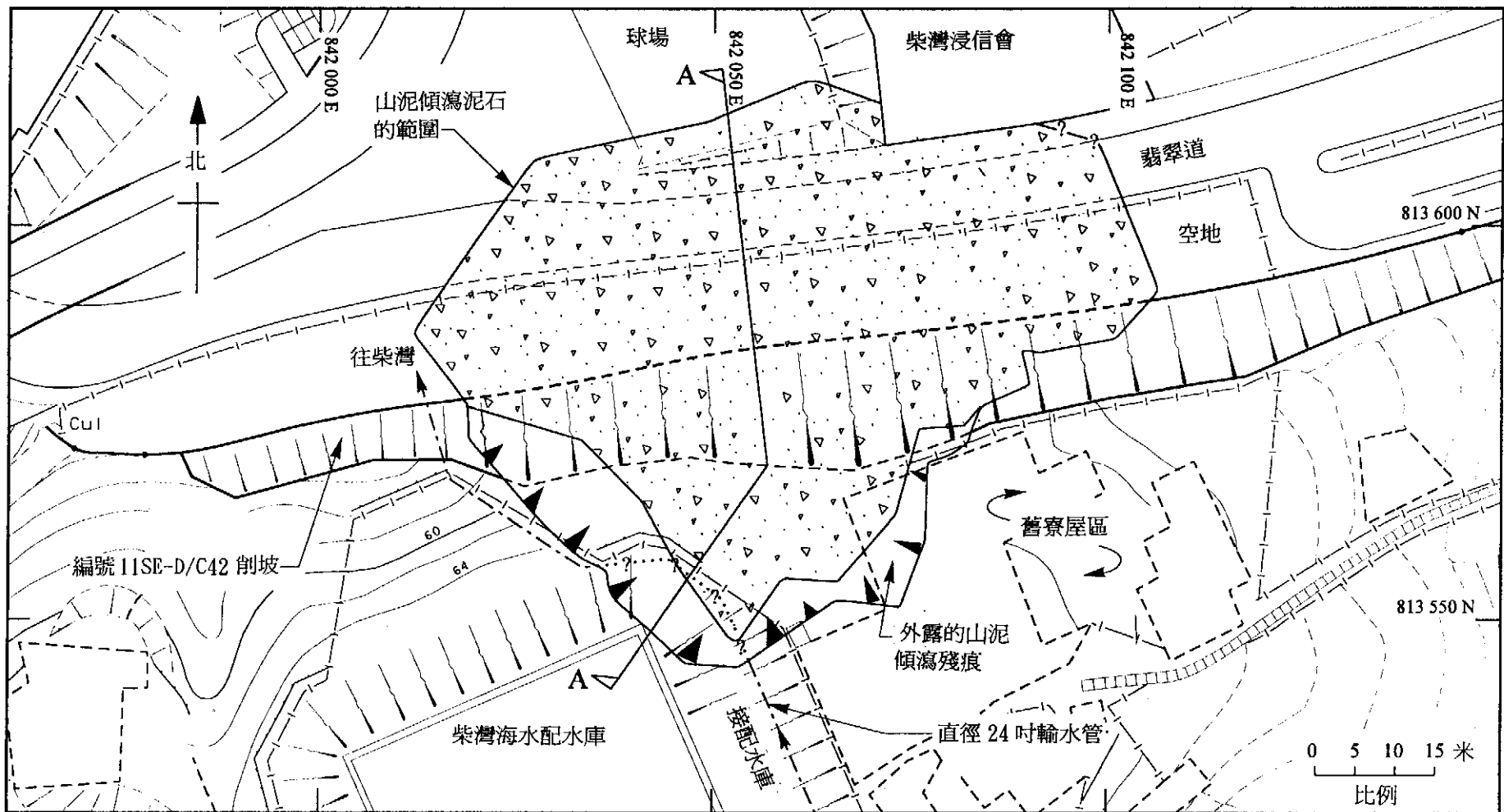


圖 1 - 山泥傾瀉位置圖



- 註：
- (1) 剖面 A-A 見圖 4。
 - (2) 圖中所示資料以地形測量、地質勘察、現場觀察及文件紀錄為根據。
 - (3) 其他輸水管的分佈載於圖 14。為求清晰，該些資料並未繪在本圖上。

圖 2 - 山泥傾瀉平面圖

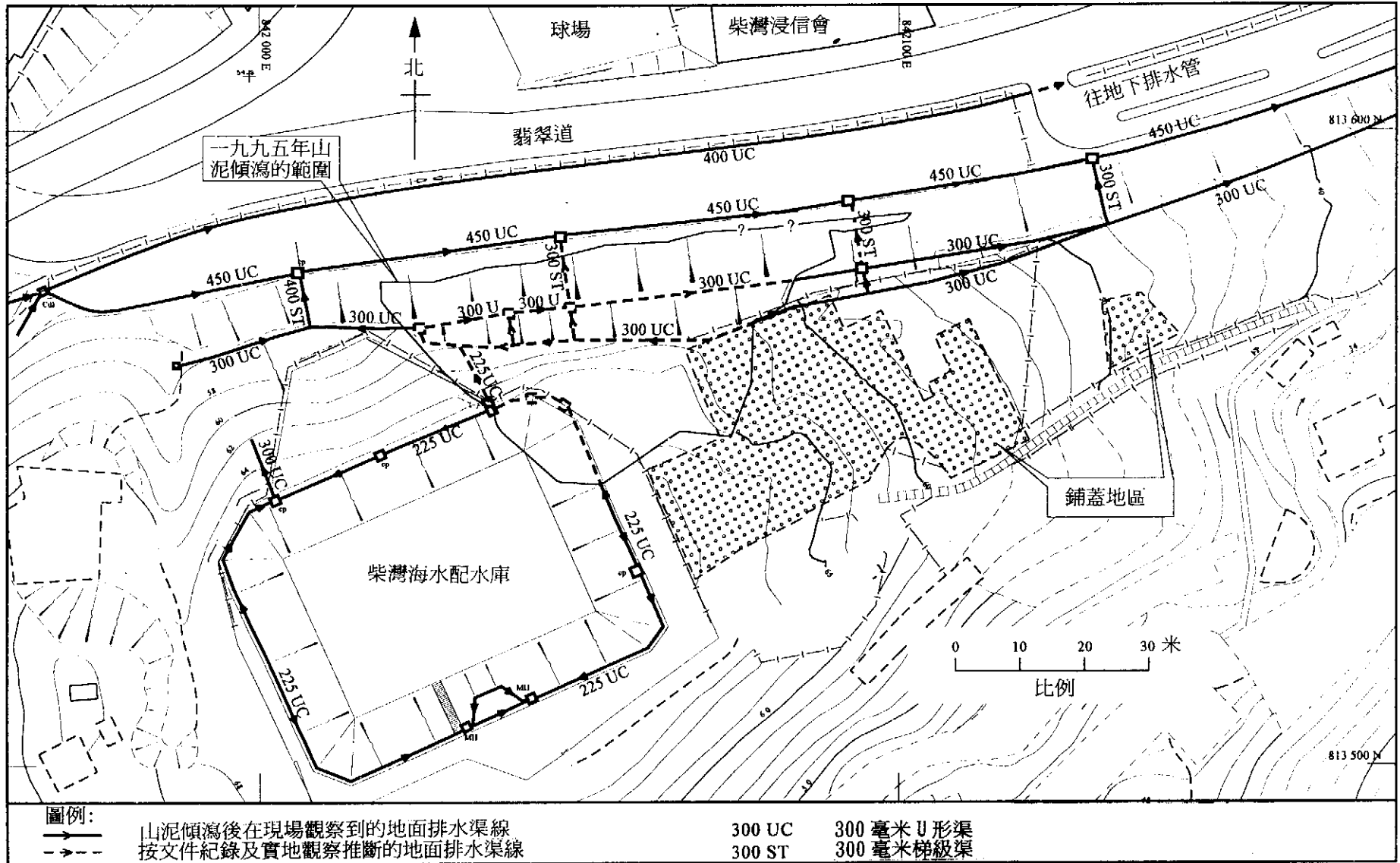


圖 3 - 事發地點排水系統的大概分佈

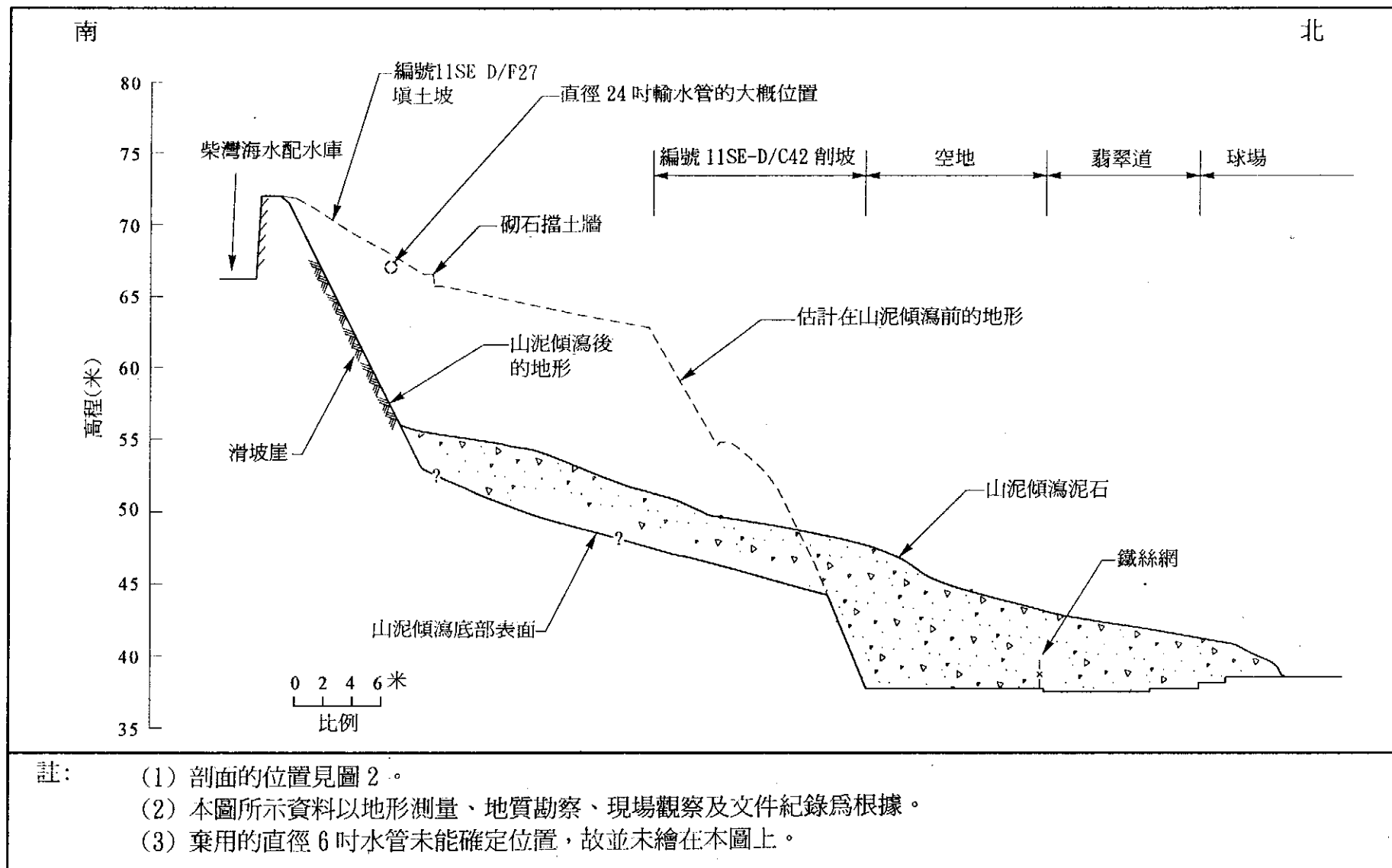


圖 4 - 剖面 A-A

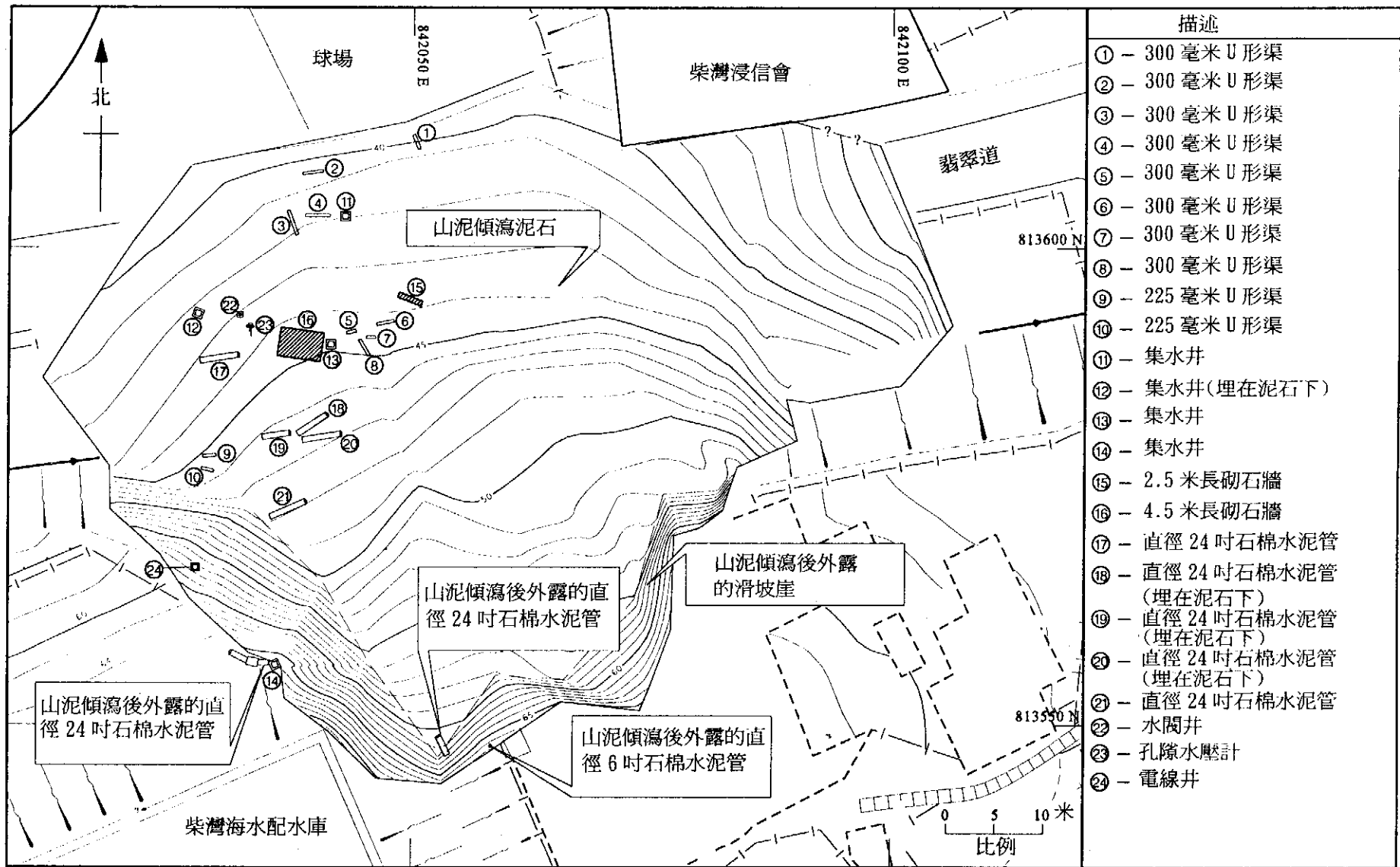


圖 5 - 山泥傾瀉泥石流中人造物料的位置

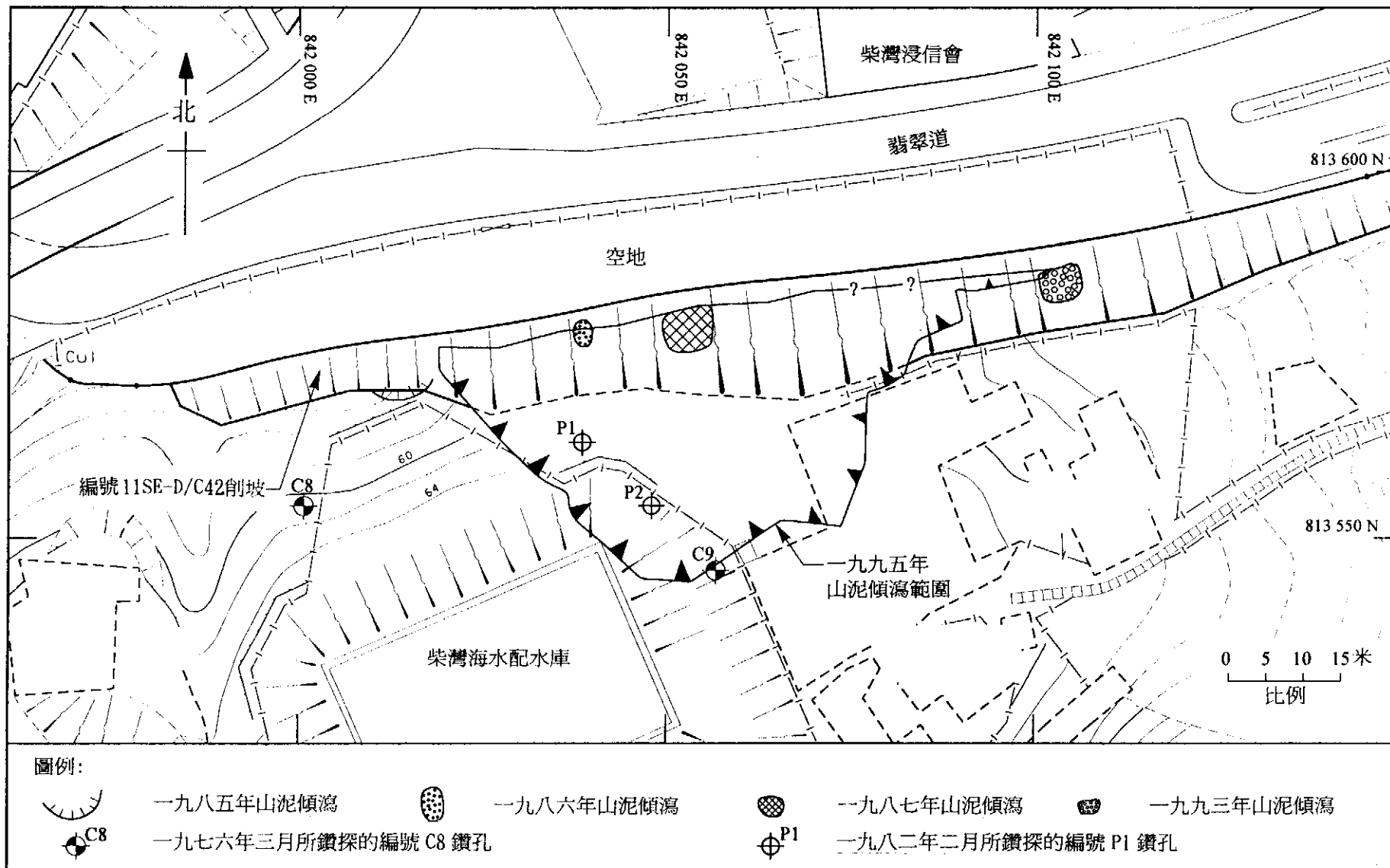


圖 6 - 編號 11SE-D/C42 削坡以往幾次山泥傾瀉的位置

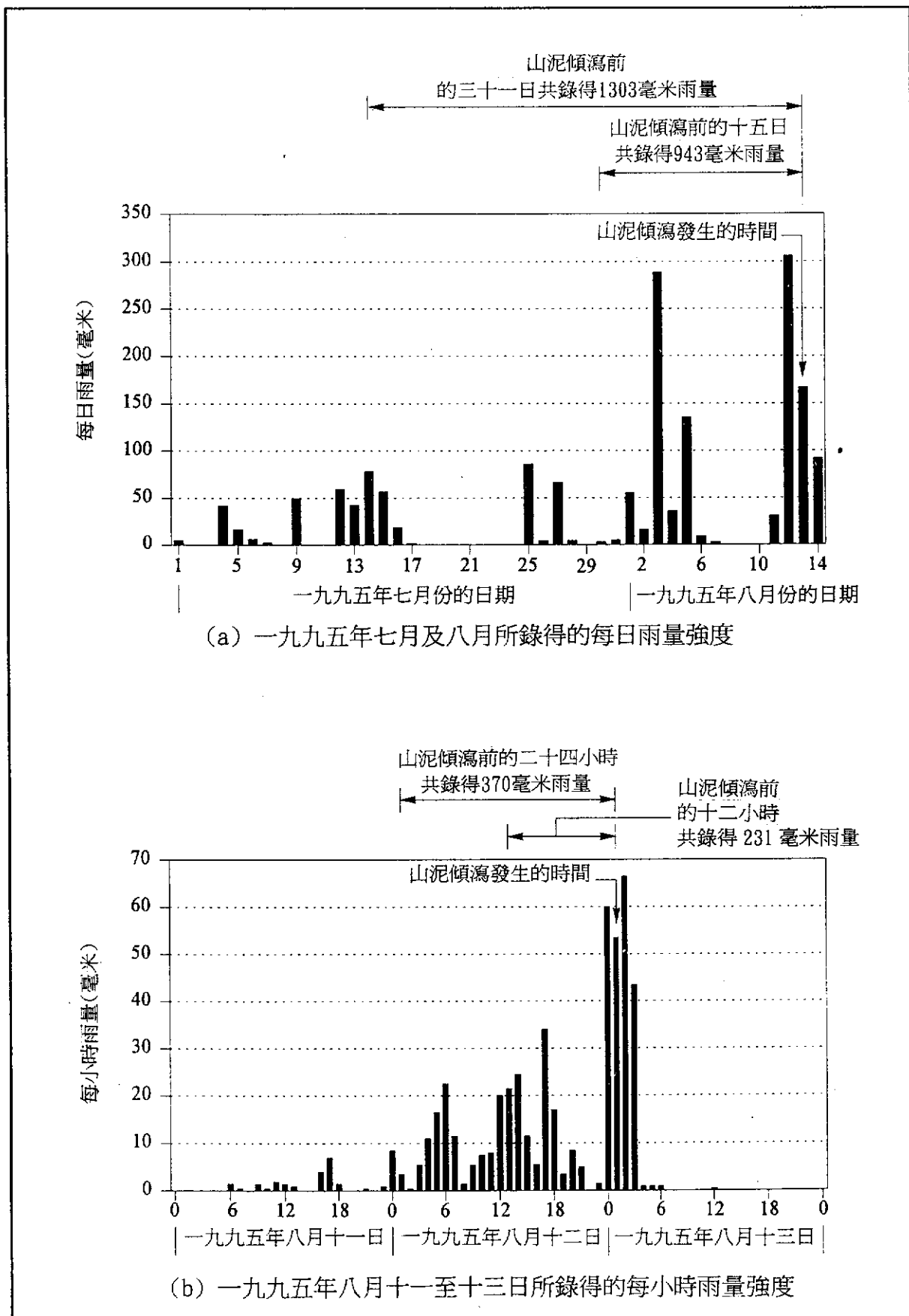


圖 7 - 土力工程處編號 H14 雨量計的雨量記錄

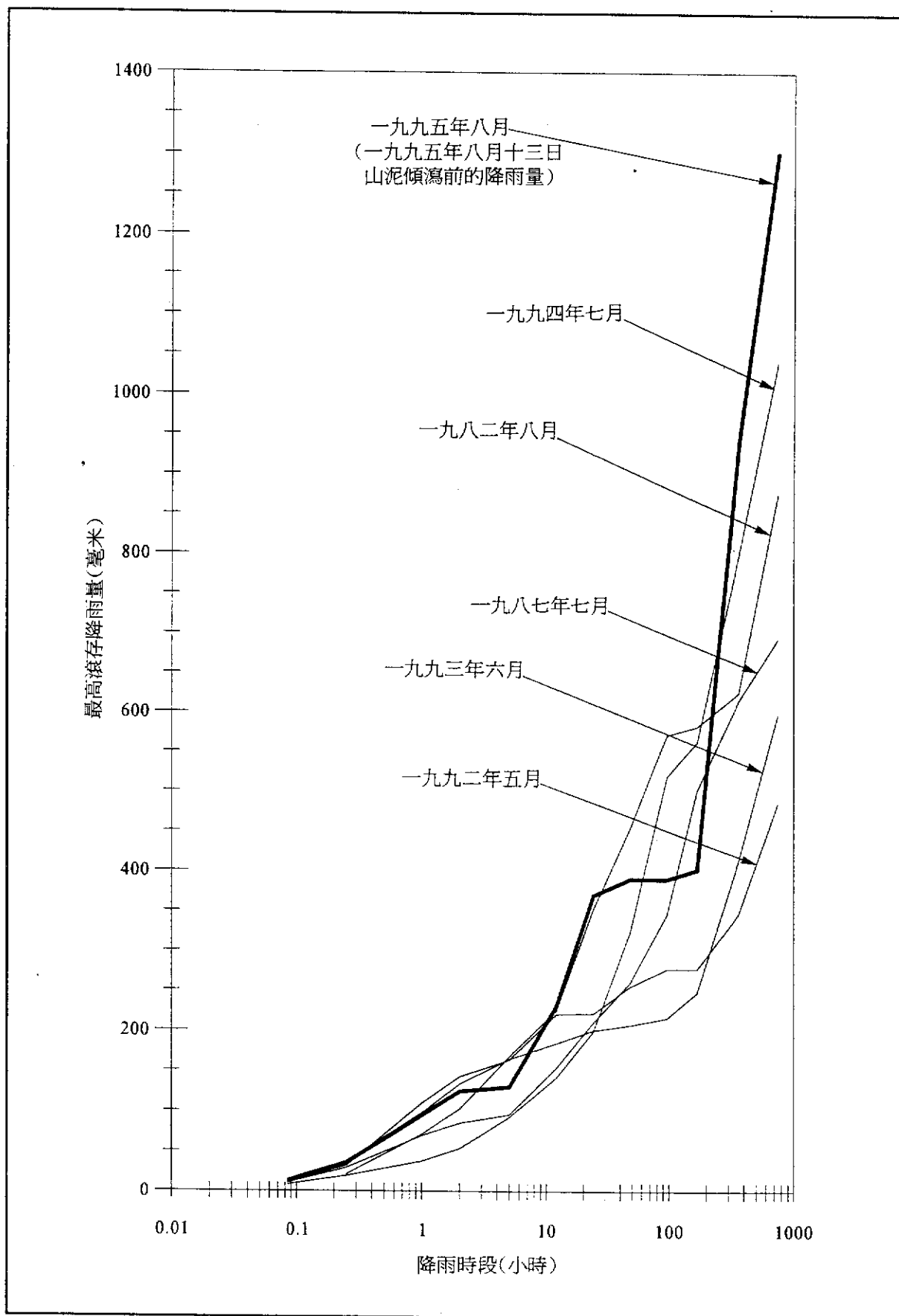


圖 8 - 土力工程處編號H14雨量計於歷次豪雨中錄得的最高滾存降雨量

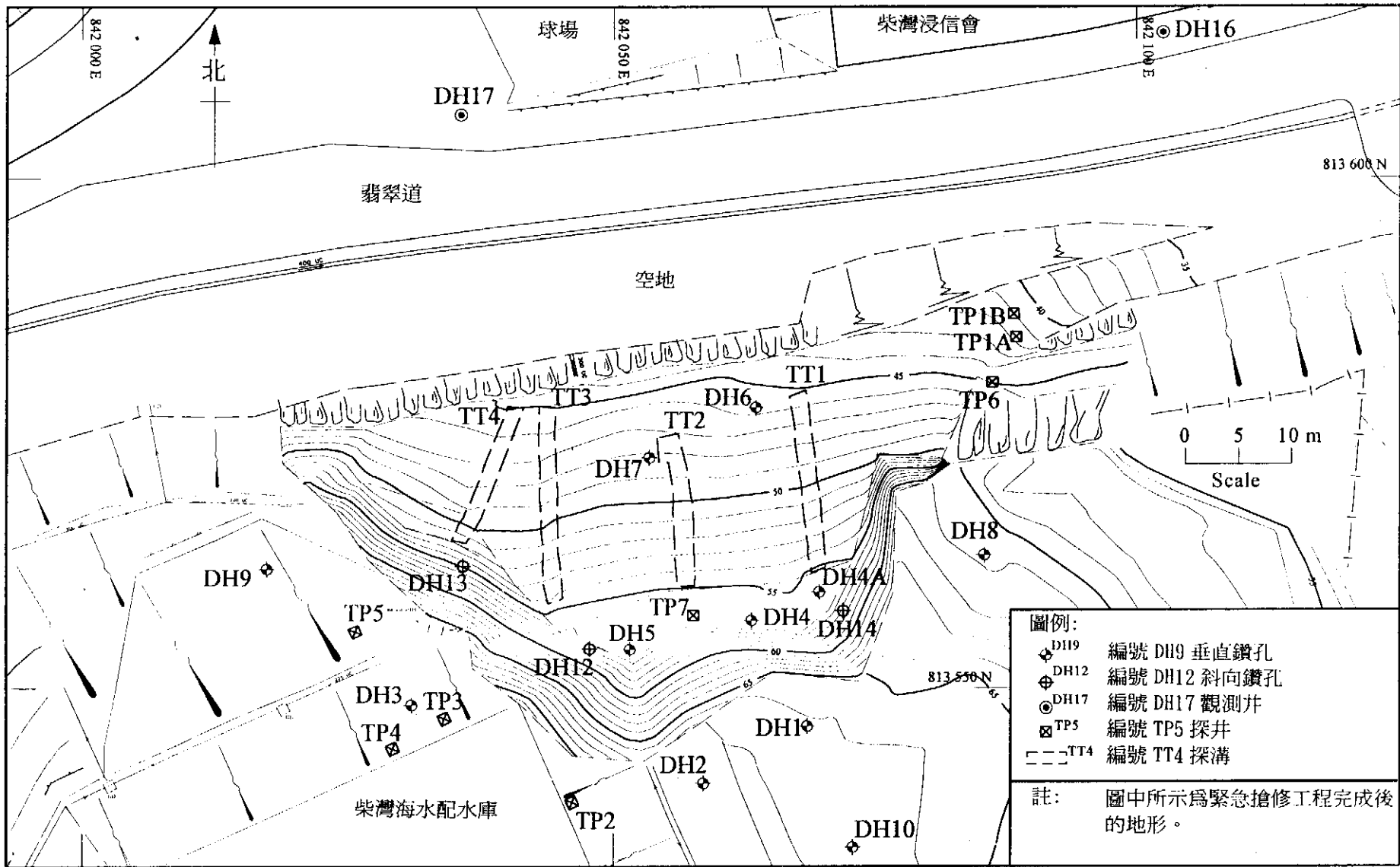


圖 9 - 場地勘探工程的位置圖

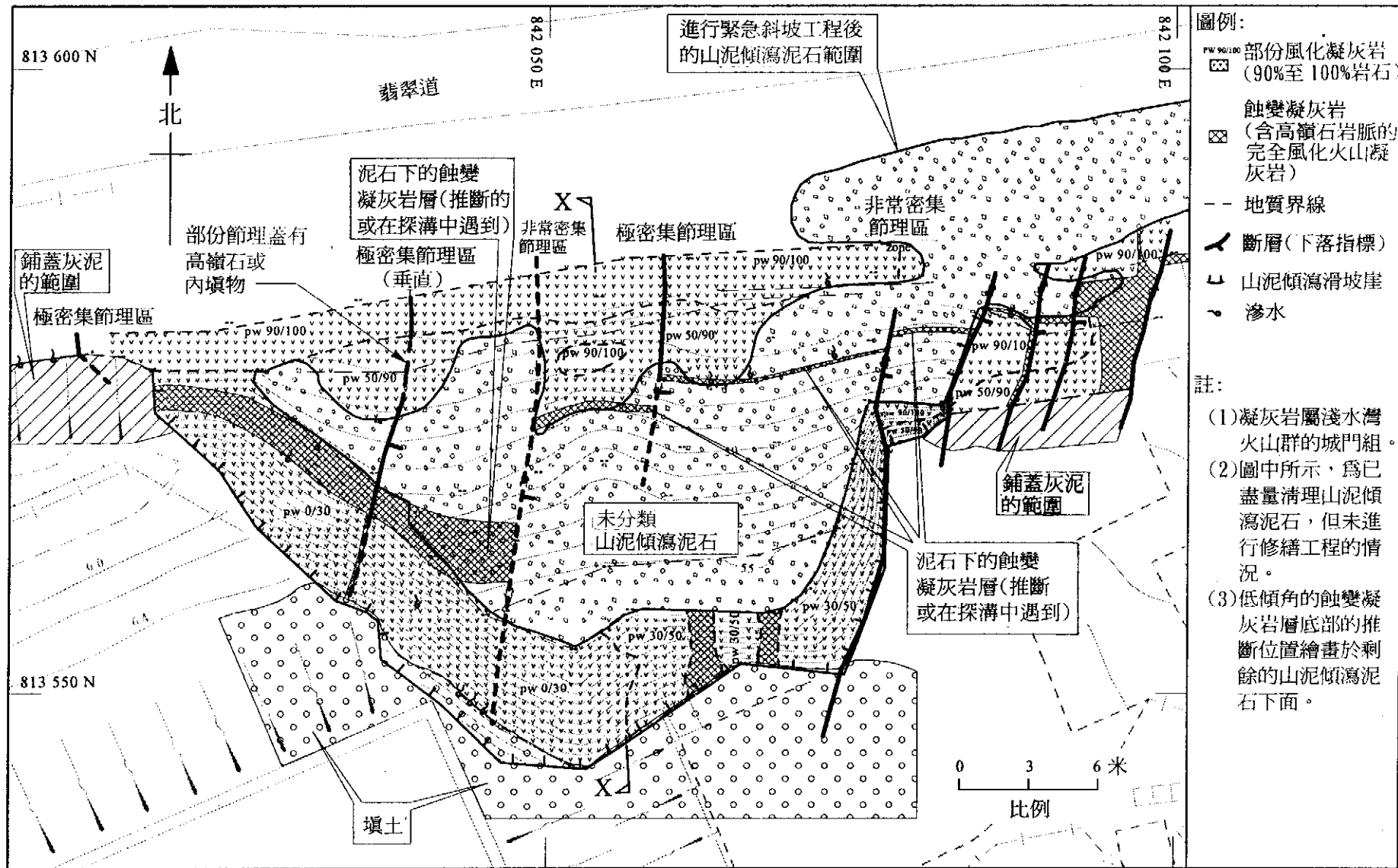


圖 10 - 山泥傾瀉的地質圖

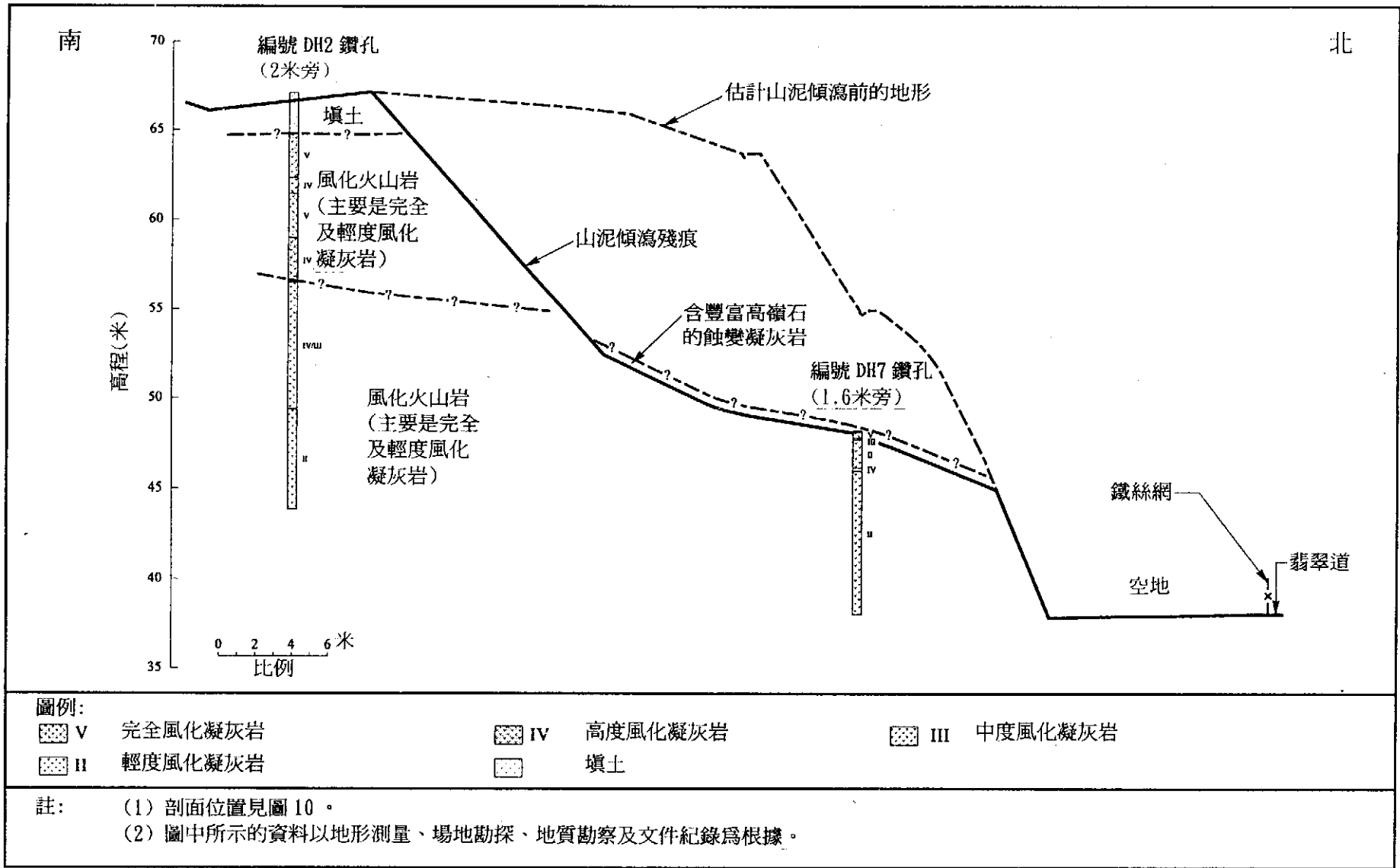
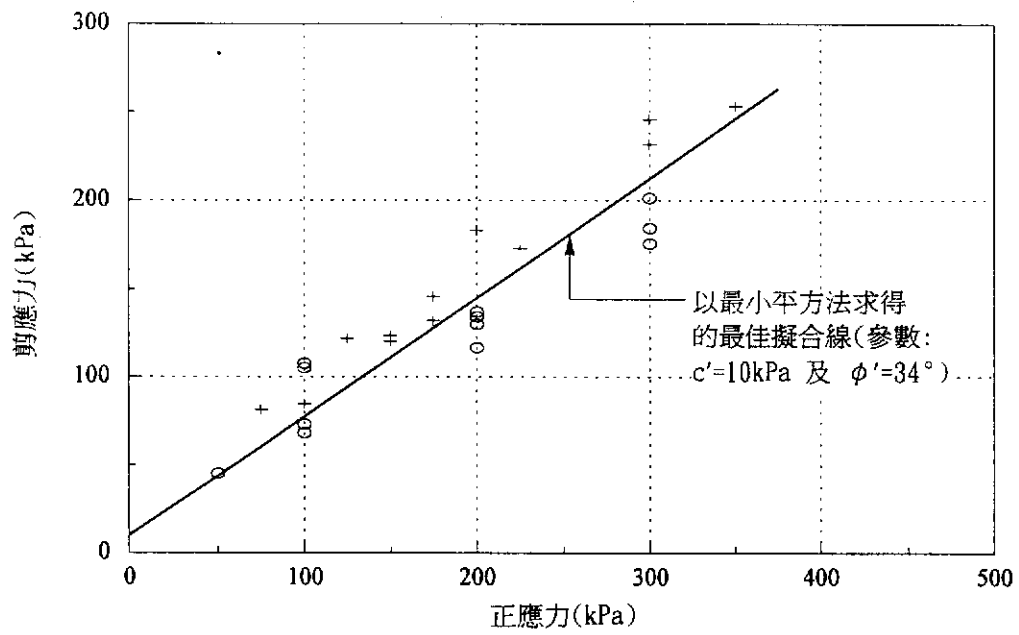
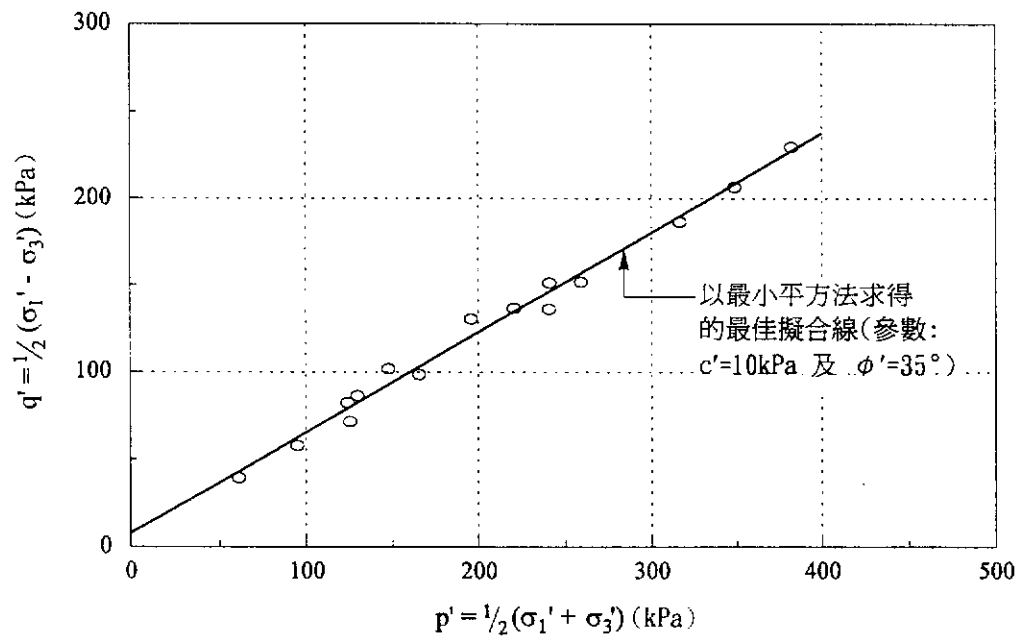


圖 11 - 山泥傾瀉地點的典型地層剖面 X-X



(a) 直接剪切試驗的結果



(b) 包括量度孔隙水壓的固結不排水三軸壓縮試驗結果

圖例:

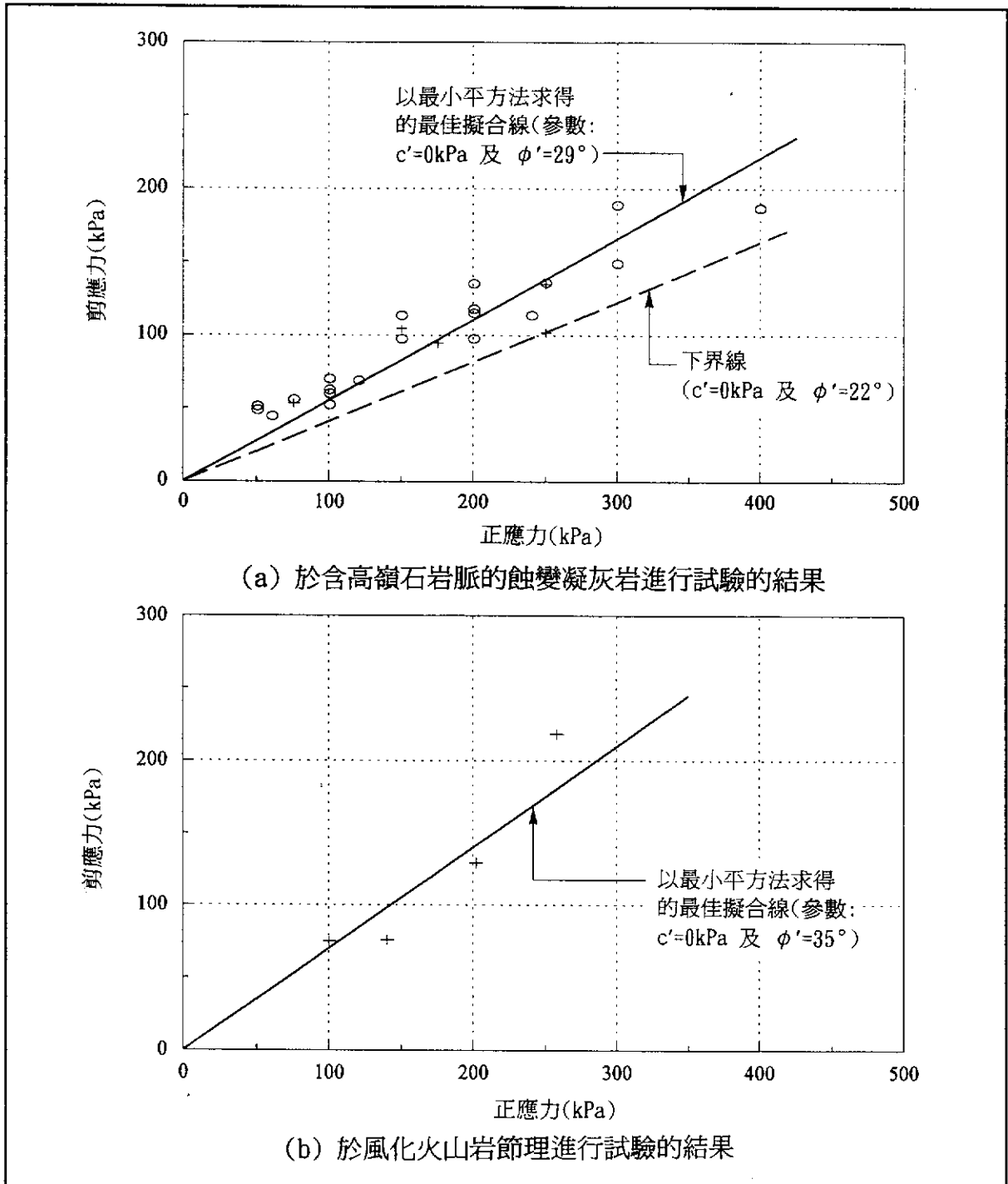
- + 單階段試驗
- o 多階段試驗

- σ_1' 最大有效主應力
- σ_3' 最小有效主應力

- c' 黏聚力
- ϕ' 抗剪角

註: 本圖所示的直接抗剪試驗結果是相應於高峰抗剪應力的結果, 三軸壓縮試驗的結果則相應於最大應力比率的結果, 即最大 σ_1'/σ_3' 比率。

圖 12 - 不含高嶺石岩脈的蝕變凝灰岩直接剪切及三軸壓縮試驗所得結果



圖例:

+	單階段試驗	c'	黏聚力
○	多階段試驗	ϕ'	抗剪角

註:

- (1) 穿過數據點的最佳擬合線，是假設凝聚力為零，並以最小平方方法求得。
- (2) 圖(a)所採用的試樣，按高嶺石岩脈平行剪切方向而固定。
- (3) 本圖所示的直接剪切試驗結果，相應於高峰抗剪應力的結果。

圖 13 - 含高嶺石岩脈的蝕變凝灰岩及風化火山岩節理直接剪切試驗結果

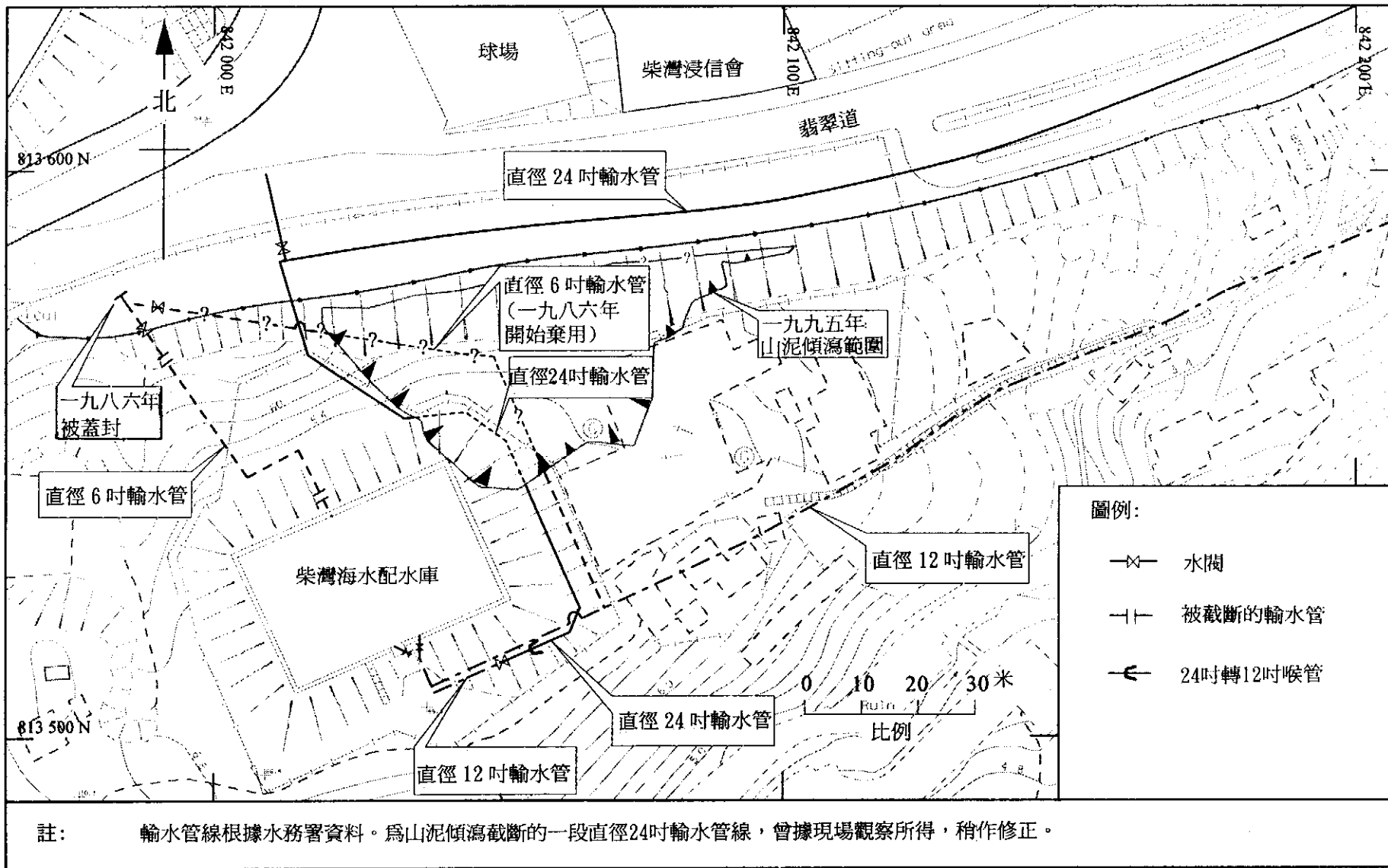
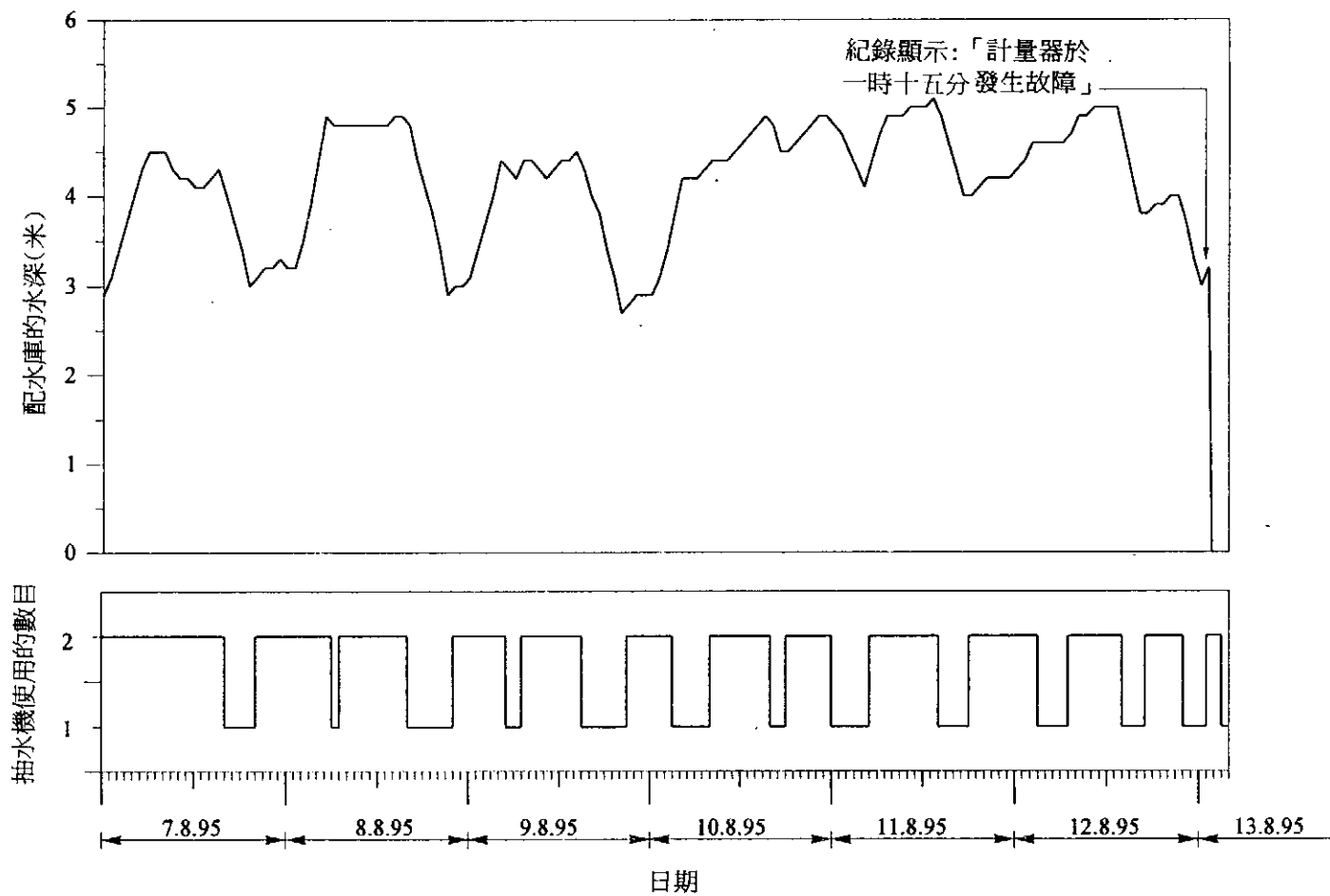


圖 14 - 山泥傾瀉前輸水管的分佈



註： (1) 抽水機設置在柴灣抽水站。所示水深為配水庫東西兩部份的水深。
 (2) 本圖根據水務署(一九九五)資料。

圖 15 - 配水庫水位紀錄及抽水機的使用數目

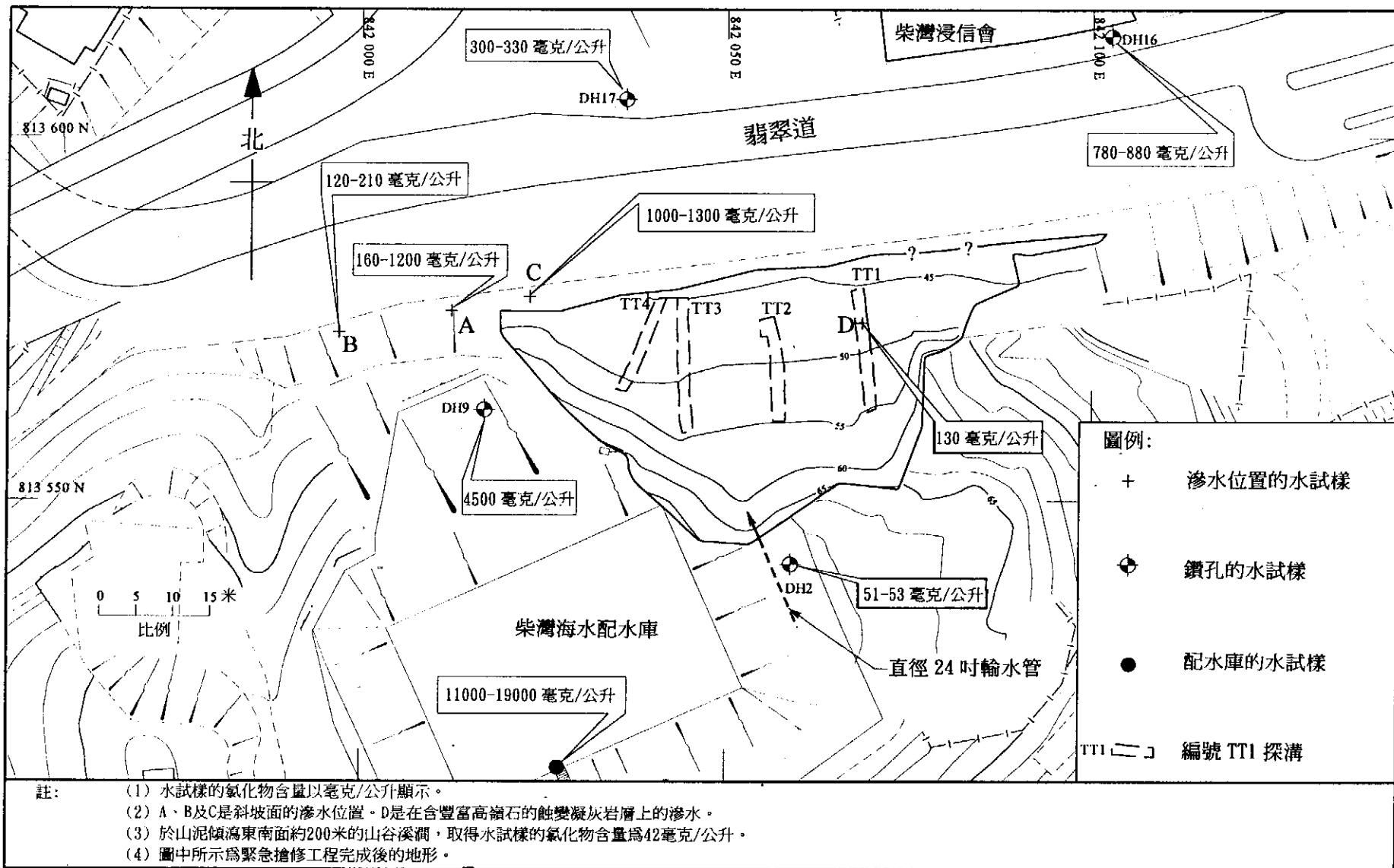
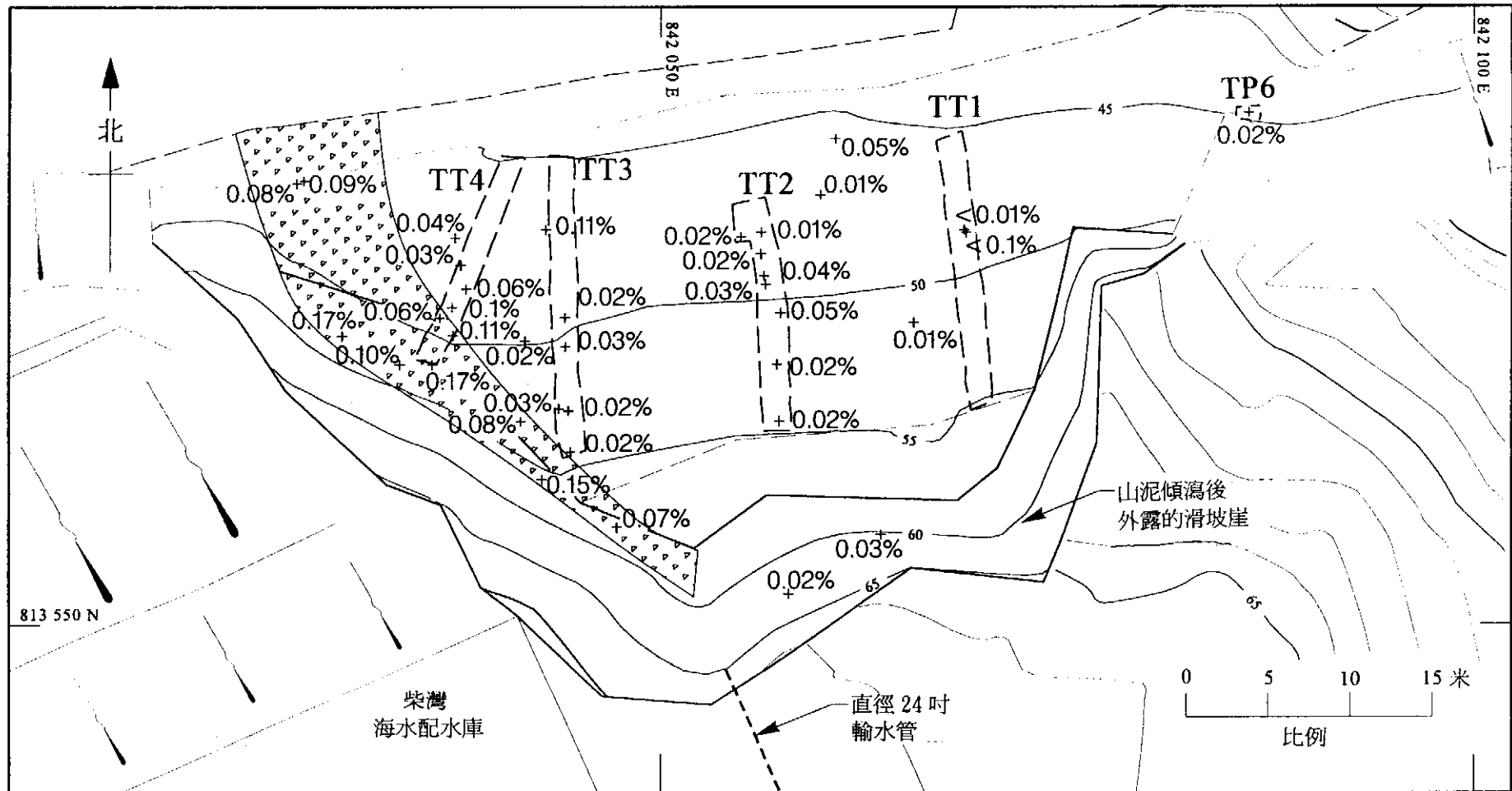




圖 16 - 水試樣的氯化物含量試驗結果



圖例:

- +0.15% 採取泥土試樣進行氯化物含量試驗的地點，試驗結果以重量百分比顯示。
- TT1  編號 TT1 探溝
-  山泥傾瀉後，海水從直徑 24 吋輸水管流出，其可能影響的範圍。

註: 圖中所示為緊急搶修工程完成後的地形。

圖 17 - 土壤試樣的氯化物含量試驗結果

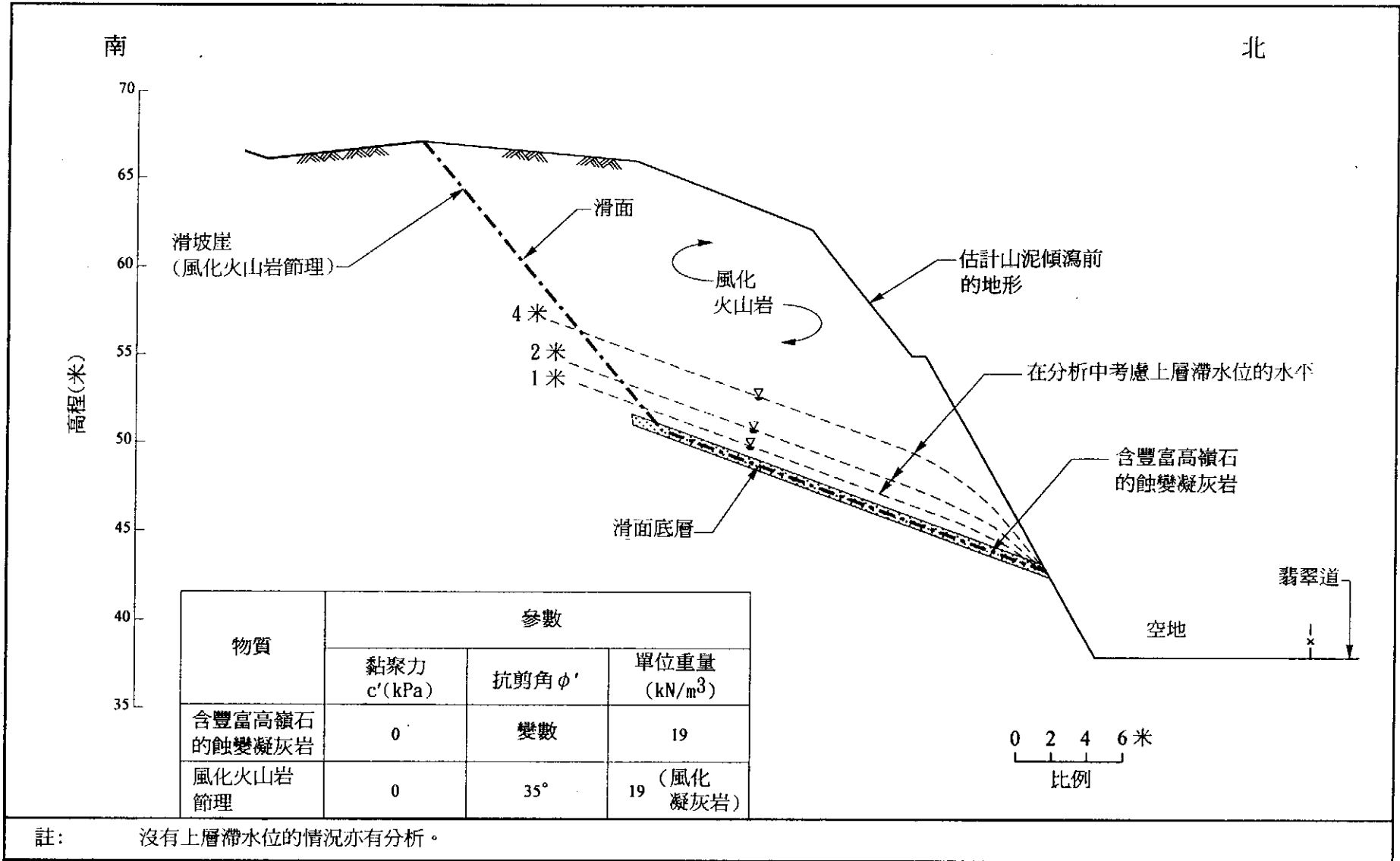


圖 18 - 理論穩定性分析所採用具代表性的山泥傾瀉剖面

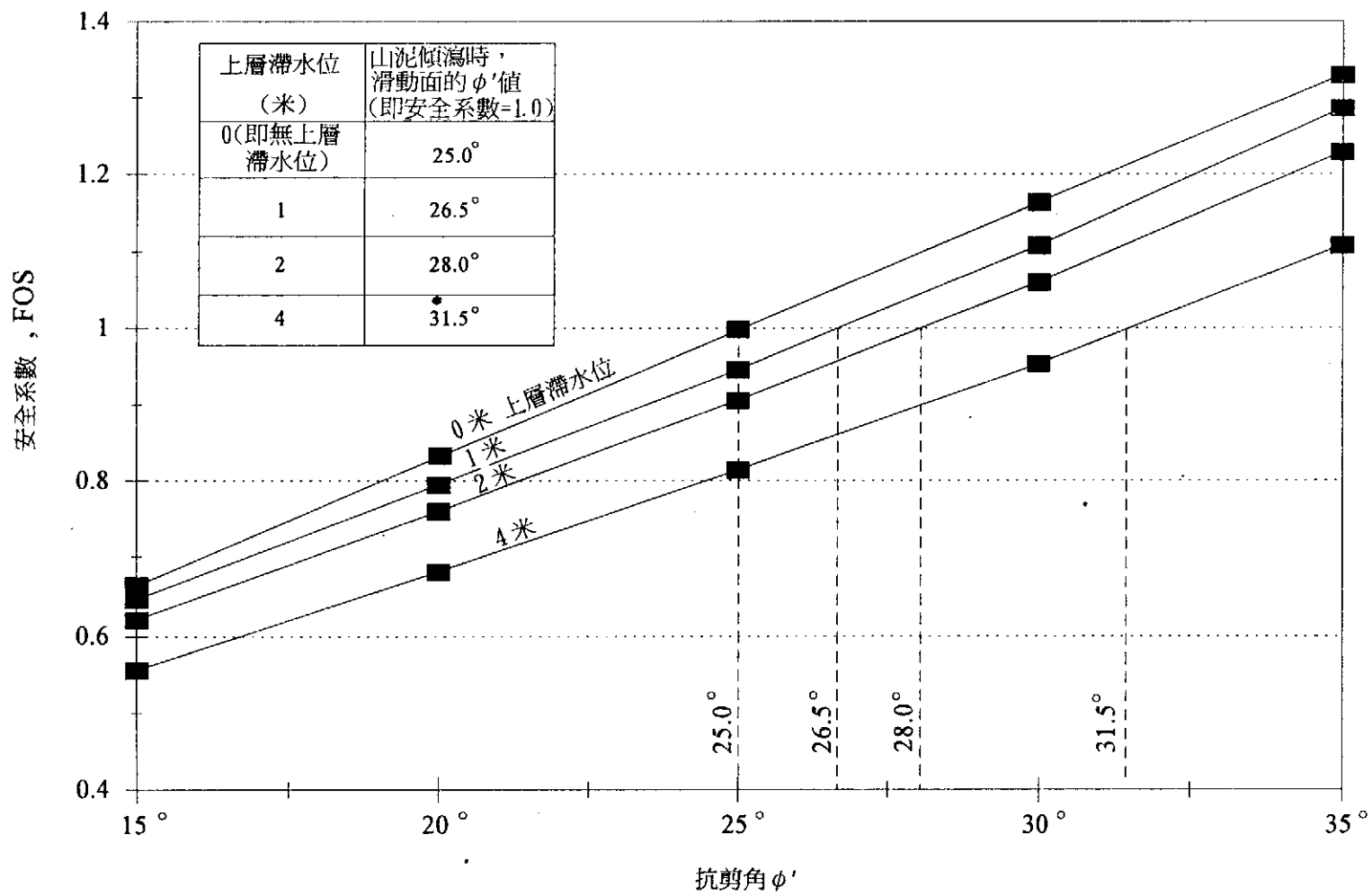


圖 19 - 理論穩定性分析的結果

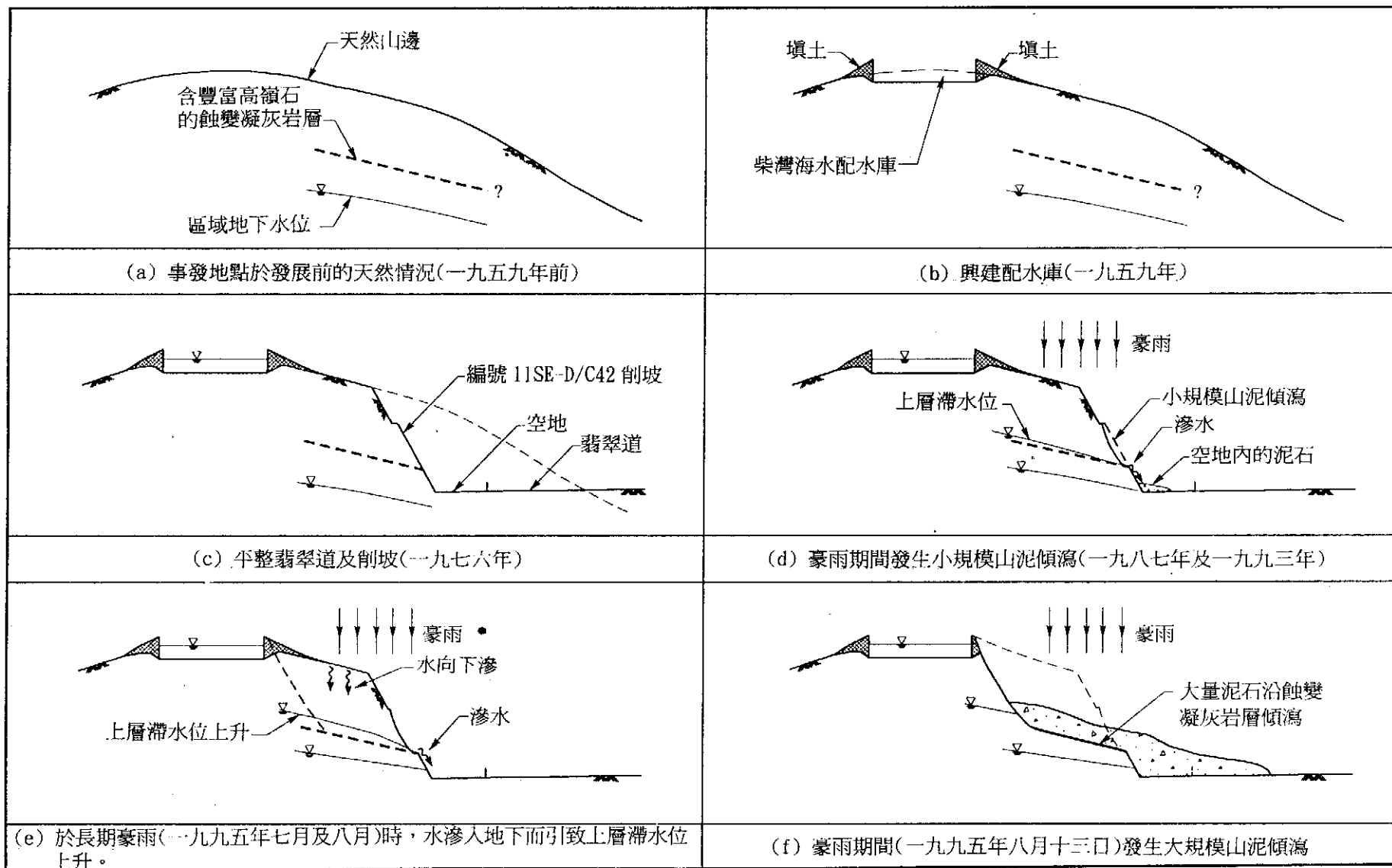
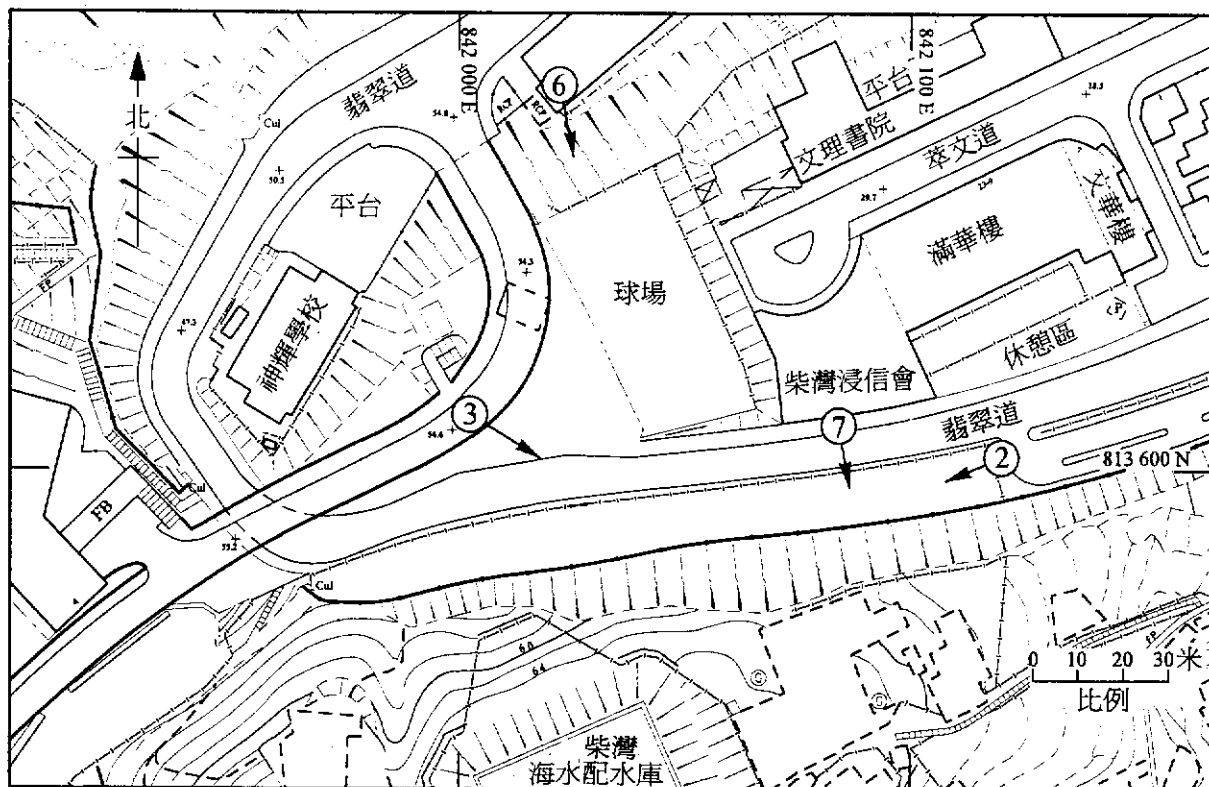
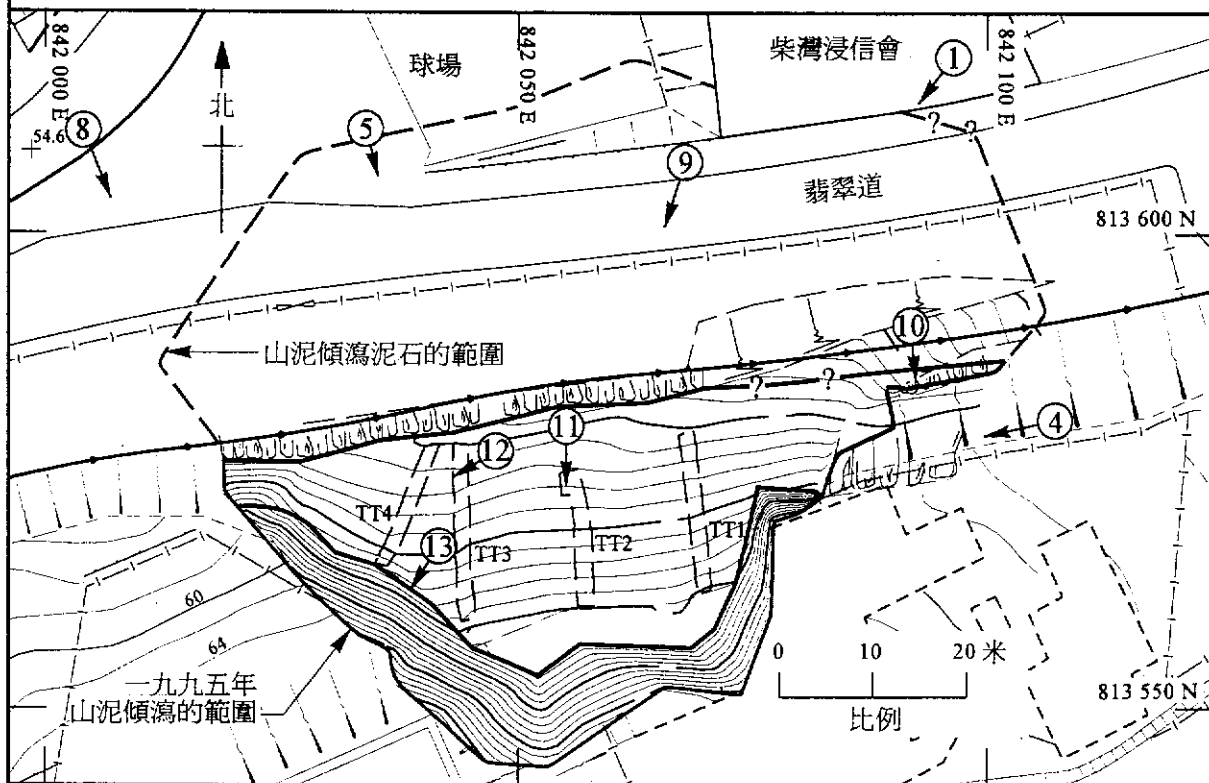


圖 20 - 大概的事發過程



(a) 一九九五年山泥傾瀉前

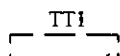


(b) 一九九五年山泥傾瀉後

圖例:



照片5的大約拍攝位置



編號 TT1 探溝

圖 21 - 照片位置圖

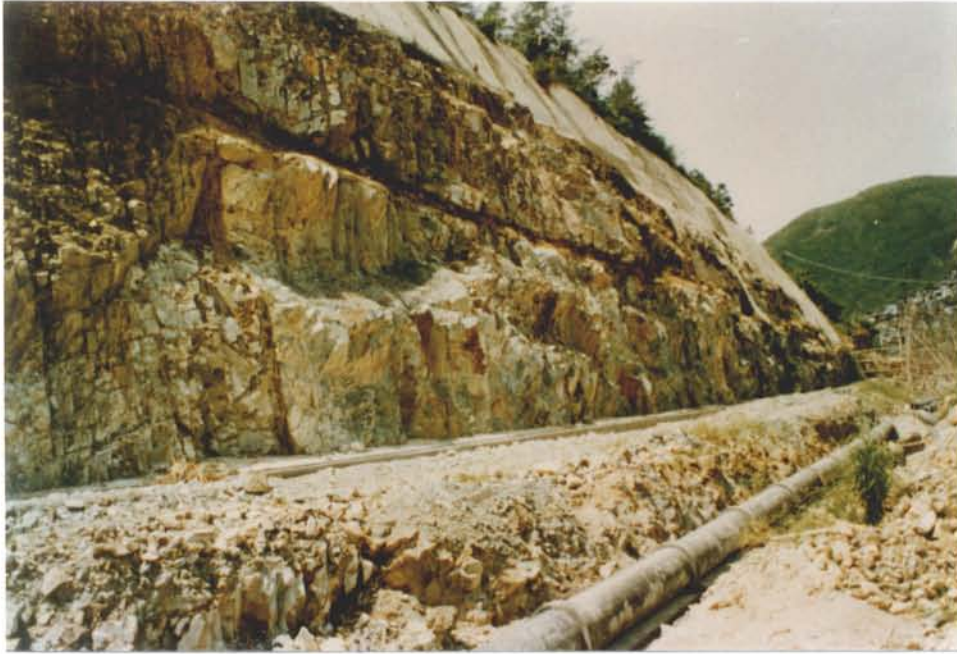
照片

照片 編號		頁數
1	一九九五年八月十三日早上攝得的山泥傾瀉照片	41
2	於斜坡平整工程後，攝得的編號 11SE-D/C42 削坡照片	43
3	一九九四年十一月九日攝得的編號 11SE-D/C42 削坡照片	43
4	削坡未崩塌部份的淤塞地面排水渠	45
5	山泥傾瀉泥石中的淤塞地面排水渠	45
6	一九八七年山泥傾瀉的景象	47
7	一九九三年山泥傾瀉的景象	47
8	形成山泥傾瀉滑坡崖的風化岩石節理	49
9	山泥傾瀉底部下面的岩石面	49
10	於山泥傾瀉東面，未崩塌削坡內，含豐富高嶺石的蝕變凝灰岩	51
11	於山泥傾瀉底部中間部份，含豐富高嶺石的蝕變凝灰岩	51
12	於山泥傾瀉西面，崩塌殘痕最前端，含豐富高嶺石的蝕變凝灰岩剩餘部份	53
13	西面滑坡崖的「分散」岩層	53



照片 1 - 一九九五年八月十三日早上攝得的山泥傾瀉照片(其位置見圖 21)

[空白頁]



照片 2 - 於斜坡平整工程後，攝得的編號 11SE-D/C42 削坡照片
(翻印賓尼(一九七七)的照片 8。其位置見圖 21)



照片 3 - 一九九四年十一月九日攝得的編號 11SE-D/C42 削坡照片
(其位置見圖 21)

[空白頁]



照片 4 - 削坡未崩塌部份
的淤塞地面排水渠
(一九九五年十月十日
拍攝。其位置見圖 21)



照片 5 - 山泥傾瀉泥石中的淤塞地面排水渠
(一九九五年八月十三日拍攝。其位置見圖 21)

[空白頁]



照片 6 - 一九八七年山泥傾瀉的景象
(一九八七年八月十七日拍攝。其位置見圖 21)



照片 7 - 一九九三年山泥傾瀉的景象
(一九九三年九月二十七日拍攝。其位置見圖 21)

[空白頁]



照片 8 - 形成山泥傾瀉滑坡崖
的風化岩石節理
(一九九五年八月十九日
拍攝。其位置見圖 21)

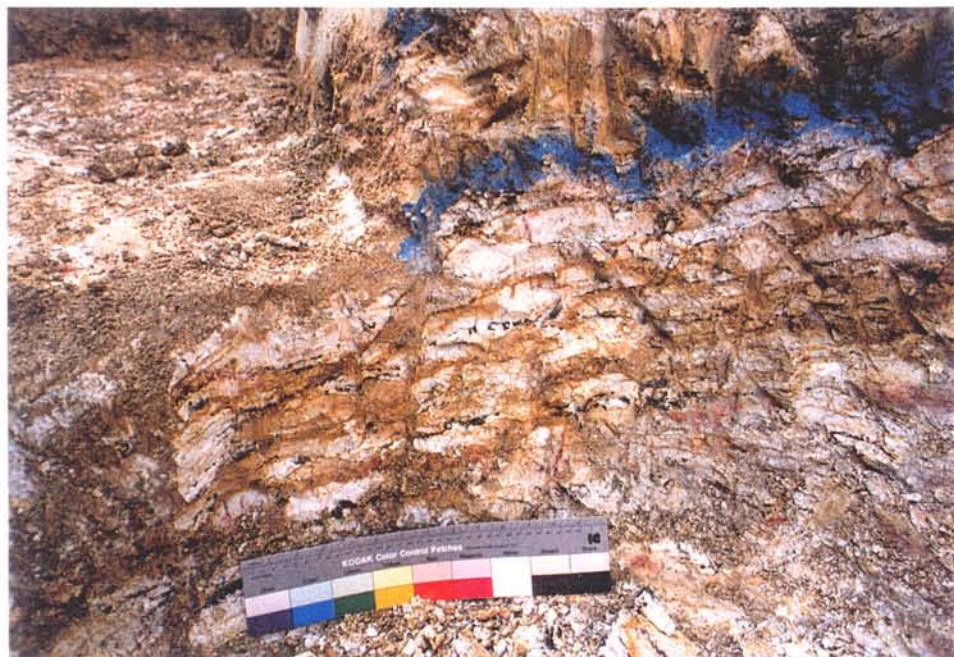


照片 9 - 山泥傾瀉底部下面的岩石面
(一九九五年八月三十一日拍攝。其位置見圖 21)

[空白頁]



照片 10 - 於山泥傾瀉東面，未崩塌削坡內，含豐富高嶺石的蝕變凝灰岩
(一九九五年十月八日拍攝。其位置見圖 21)



照片 11 - 於山泥傾瀉底部中間部份，含豐富高嶺石的蝕變凝灰岩
(一九九五年十月二十日拍攝。其位置見圖 21)

[空白頁]



照片12 - 於山泥傾瀉西面，崩塌殘痕最前端，含豐富高嶺石的蝕變凝灰岩剩餘部份
(一九九五年十月二十日拍攝。其位置見圖21)



照片13 - 西面滑坡崖的「分散」岩層
(一九九五年八月十四日拍攝。其位置見圖21)

[空白頁]

附錄 A

事發地點歷史摘要

目錄

	頁數
標題頁	55
目錄	56
A.1 事發地點的發展	57
A.2 過往的評估	57
A.2.1 斜坡登記	57
A.2.2 香港政府山泥傾瀉研究第 IIC 期	57
A.2.3 土力工程處的第 1 階段調查	59
A.2.4 建築處第 32H 號計劃	60
A.2.5 防止山泥傾瀉計劃	63
A.3 過往幾次的山泥傾瀉	63
A.4 參考書目	64

A.1 事發地點的發展

現存最早有關事發地點的航空照片，攝於一九二四年。事發地點所在，走向東北偏東的山咀，當時尚未發展。

根據水務署的紀錄，柴灣海水配水庫建於一九五九年。

水務署(一九九五)

一九六一年的航空照片中，配水庫東北面下端斜坡有一些寮屋。從一九六九及一九七六年的照片可見，其後數年間，寮屋數目增加。

事發的削坡於一九七二至一九七六年間，由建築處(一九八六年重組為建築署)建成，作為興華邨第二期發展工程的一部份。一九七六年的航空照片顯示翡翠道已大致上建成，而削坡前的空地當時已平整。

建築處於一九七一年繪製的場地平整圖則，標題為「長期道路研究第 81 號幹線，香港柴灣連成道與往興華邨通路間的建議修改路線圖」，圖中顯示翡翠道連同空地為雙程車路。因此，該空地看似是為未來第 81 號幹線而平整的道路備用地。

建築處圖則編號
A/45444

翡翠道山泥傾瀉位置對面的柴灣浸信會，建於一九八六至一九八七年間。

削坡頂部的寮屋於一九九一年已全部清拆。

A.2 過往的評估

A.2.1 斜坡登記

政府委聘以製備削坡、填土坡及擋土牆目錄(現通稱為斜坡紀錄冊)的顧問：賓尼組合(香港)顧問工程師(賓尼組合)於一九七七年八月登記削坡為編號 11SE-D/C42。

賓尼編號 11SE-D/C42
斜坡的現場記錄表

A.2.2 香港政府山泥傾瀉研究第 IIC 期

一九七七年十二月，賓尼組合受聘於香港政府進行第 IIC 期山泥傾瀉研究，製備了一份柴灣區斜坡穩定性研究報告。研究工作包括現場視察、場地勘探及穩定性分析，編號 11SE-D/C42 削坡亦包括在該次研究之內。

賓尼(一九七七)

賓尼組合指出「於半高度處有 4 呎闊的坡級」，及「坡級下面露出的岩石面為未受風化至輕度風化火山岩，其節理間距極密，而道路與坡級中間有顯著的水平風化泥層(照片 8)。我們留意到配水庫下面近乎水平的節理有滲水現象。」賓尼組合報告內的照片 8，轉載於本報告為照片 2。

賓尼(一九七七)
10.1 段

該次研究鑽了兩個探孔。賓尼組合指出「其一(C8)位於配水庫與我們發現滲水的一段斜坡之間，另一(C9)則位在配水庫土地內，於削坡最高段邊緣後退約 16 米。由於通行不便，該鑽孔未能在削坡頂部進行鑽探。兩個鑽孔均深入未受風化至輕度風化火山岩內最少 9 米」。

賓尼(一九七七)
10.2 段

賓尼組合形容「位於路面與剖面中段的坡級中間，有一條約 100 毫米闊及最少 50 米長的顯著水平風化節理」。賓尼組合指出，有關 C9 鑽孔「於 20.7 米至 21.0 米之間，岩芯回收率減少，這位置與削坡的水平節理約在同一水平。這提供了該節理可能是持續的證據。」

賓尼(一九七七)
10.4 及 10.6 段

賓尼組合報稱「每個鑽孔分別裝上兩個孔隙水壓計，其一在鑽孔的底部，另一在中度及輕度風化火山岩的介面。每個鑽孔內上面的孔隙水壓計均依然乾涸」。至於下面的孔隙水壓計，「兩個的最高水位均在輕度至未受風化火山岩之中」。

賓尼(一九七七)
10.7 段

賓尼組合指出「削坡有兩種不穩定形式。在削坡半高度的坡級下面，可能沿岩石節理有楔體或塊體崩塌，或者鬆脫及懸垂岩石剝落。坡級之上，風化火山岩可能出現土壤形式的崩塌。由於顯著的風化泥層(第 10.1 及 10.6 段)是水平的，我們不認為它是引致不穩定的潛在原因」。

賓尼(一九七七)
10.9 段

利用立體投影圖對楔體或塊體崩塌的可能性作出評估，獲得的結論是「不大可能出現塊體崩塌」及「毋須進行大規模的修繕措施」。

賓尼(一九七七)
10.11 段

評估土壤形式的崩塌時，賓尼組合指出「我們已假設濕水帶的下降會引致在中度與輕度風化火山岩介面之上出現上層滯水位」。報告的圖 13 顯示「所使用的強度參數：a)風化火山岩級別 IV/V $\phi' = 35^\circ$ ， $c' = 10\text{kPa}$ ；b)風化火山岩級別 III/IV $\phi' = 40^\circ$ ， $c' = 10\text{kPa}$ 」。

賓尼(一九七七)
10.7 段及圖 13

賓尼組合發現「按每 1000 年 1 遇的降雨情況所得的安全系數是可以接受的，但每 10 年 1 遇的最低安全系數為 1.09，較可接受的 1.20 值為低」，及「要增加 F 至 1.20，沿最重要的滑面(滑面 3)須有 4.9kPa 的平均毛管吸力。我們預料這一小數值應該存在，但我們

賓尼(一九七七)
10.15 及 10.16 段

建議使用毛管吸力計檢查這毛管吸力確實存在」。

一九七八年三月，史偉高顧問工程師(史偉高)代表政府，評論「賓尼組合在其柴灣區第 IIC 階段報告內建議的提高通往興華邨(第 II 期)新路毗鄰削坡穩定性的必需措施」。

史偉高指出「我們大致上同意賓尼組合對斜坡主要節理的評估，亦同意其結論，認為不可能在該些傾角陡峭的節理範圍內發生塊體或楔體崩塌。」

史偉高作出評論「但是，賓尼組合在研究岩石節理時提及『一條約 100 毫米闊及最少 50 米長的顯著水平風化節理』(§ 10.4)。雖然這節理走向和剖面平行(因此露出坡面時成水平線狀)，但我們認為它是屬於一組向路面傾斜，約 25 度傾角的局部持續節理。該組的其中一些節理已深度風化，並有嚴重滲水跡象。我們建議應考慮該節理以上石塊不穩(即局部塊體崩塌)的可能性。視乎結果如何，有可能須在剖面部份設計適當的擋護措施。(有跡象顯示該節理以上的一些石塊曾於開整剖面時塌下。)」。

史偉高指出「在剖面的西端岩石上面有跡象顯示殘積土移動，引致灰泥產生裂縫。這種情況大概是因土壤/岩石介面的泥土濕水而致。沿剖面多處均有明顯的滲水，我們強烈建議：a)找尋岩石及殘積土中的滲水來源，及如有可能則除去該些來源(應檢查賓尼組合的 H074/70/12 及 14 兩幅圖則內所示，斜坡頂部的水管及過濾池/海水配水庫是否有滲漏)；b)應於鬆軟物質底部及顯然有嚴重滲水跡象的岩石內，裝設排水斜管；及 c)斜坡頂部應作出保護，最低限度應到達最危險的滑面末端，以防有水滲入斜坡」。

史偉高指出「對鑽孔 C8 及 C9 記錄的另一個解釋，是認為鑽孔內土壤/岩石的介面較假設的為高，並且傾向剖面。應考慮於濕水的土壤/岩石介面上出現滑動崩塌的可能性」。

史偉高指出「賓尼組合亦建議於斜坡後面一個鑽孔內裝置兩個毛管吸力計，以便能証實每平方米約 5kN 的毛管吸力是否存在」，而史偉高「願意接納賓尼組合的預計，指該地點會有所需用作穩定的毛管吸力」。

並無紀錄顯示其後是否已裝置毛管吸力計。

A.2.3 土力工程處的第 1 階段調查

土力工程處就防止山泥傾瀉計劃，於一九七九年七月對編號

史偉高於一九七八年五月十三日發給建築物條例執行處的備忘錄第 1 段

史偉高於一九七八年五月十三日發出的備忘錄的第 3iii)段。

史偉高於一九七八年五月十三日發出的備忘錄的第 3iv)段。

史偉高於一九七八年五月十三日發出的備忘錄的第 3v)段。

史偉高於一九七八年五月十三日發出的備忘錄的第 3vi)段。

史偉高於一九七八年五月十三日發出的備忘錄的第 4 段。

土力工程處
(一九七九)

11SE-D/C42 斜坡作出第 1 階段調查的評估。此乃初步的穩定性評估，以評定是否需要進一步展開詳細的穩定性研究。調查包括現場視察、及於沒有進行場地勘探下，根據可得資料作岩土考核。第 1 階段調查報告於一九七九年九月製成。

「從岩石節理」觀察到「穩定的」滲水。報告內的一幅圖上繪劃了一條顯示滲水位置的線，該線與近斜坡下部份的削坡腳線平行。這條線橫貫一段 40 米長的削坡，正好在現時球場的對面。另一條滲水線橫過配水庫北面一段 15 米長的削坡，亦繪劃在圖上。又注意到「有些地方有斷層跡象」。

土力工程處
(一九七九)

報告指出「已進行初步的節理測量及對潛在崩塌機制作出評估」，發現「立體測繪分析顯示三種動能上可能的崩塌機制。沿對應 5 號極的平面所發生的塊體崩塌、在平面 2 及 5 的交界線所發生的楔體崩塌、以及平面 1 所發生的翻倒。有關的極，與出露和翻倒包絡線接近，顯示僅可能發生崩塌。」

討論 項目 3 及 4(土力工程處，一九七九)

報告指出「這些斜坡崩塌引起的後果相對較小，因為大部份滑動的泥石會積聚在山腳的草地上，不會影響道路交通。只有深層崩塌才會影響斜坡頂部的寮屋，而這被認為極不可能。」

討論 項目 5(土力工程處，一九七九)

報告建議「毋須作進一步研究」及「進行灰泥及渠管的例行維修」。

建議 項目 1 及 2(土力工程處，一九七九)

A.2.4 建築處第 32H 號計劃

一九七九年八月，建築署就第 32H 號計劃委聘奧雅維工程顧問(奧雅納)評估削坡，「以檢查削坡，及決定確保其穩定性所須採取的措施」。這項評估是有關於提議「擴闊通往興華邨的兩條新路，翡翠道及環翠道。於擴闊工程後，現時位於道路與毗連削坡間的花園區將所餘無幾」。奧雅納於一九七九年八月二十二日向建築處提交初步評估報告。

引言(奧雅納，一九七九)

對於「沿傾斜節理滑出外露面的小塊岩石」，奧雅納評估為「外露面可見到潛在不穩定的石塊，應予清除」，及「所有須清除的石塊不大可能超過 10 或 20 塊」。

潛在不穩定 項目 a) 及討論項目 a) (奧雅納，一九七九)

奧雅納留意到賓尼組合的柴灣區山泥傾瀉研究第 IIC 期報告已討論及「沿『顯著水平風化節理』的大型岩石和土壤滑動」。顧問評論說「沿削坡中段並在路面之上約 10 米的主要『節理』，不一定是真正的節理。該節理似乎橫向地變薄並最後消失，而不是被另一組節理截斷。該節理遭無數近乎垂直的節理錯動。該『風化節理』

潛在不穩定 項目 b) 及討論項目 b) (奧雅納，一九七九)

局部厚至約 250 毫米，並有部份薄層狀構造，這可能顯示剪切。這剪切情況可能與沿北面溪流的主要斷層有關，亦可能是風化的侵入岩層」。顧問指出「這節理在其最佳外露的地方，以 10 至 25 度傾向山坡外。從岩石面可見這節理橫向地彎曲，並可能在山坡內彎曲或完全消失。從兩個鑽孔未能獲得明顯的證據」。奧雅納指出「我們認為『節理』成梯級狀及其大致上低傾斜度，使沿著其發生的大型滑動崩塌不大可能」。

奧雅納報告說「可觀察到『節理』有滲水情況，這可能顯示它阻截了滲入山坡的水。但是岩石面亦見到其他滲水，而我們認為大部份岩體，最低限度近外露面處，其透水性，足以防止任何一個節理之上的水壓上升」。

奧雅納指「『節理』與一組罕有斜出表面約 25 度的節理近乎平行。可見的這些節理大致上橫向不關於 1 米，而且因不常見而至未在賓尼的量度節理立體投影圖上出現。我們認為這組節理只會引起小石塊滑動，而且可以利用上述 a) 避免」。

關於「面上級別 5 或 6 物質的小型弧型崩塌或級別 3 至 6 物質的大型弧型崩塌」，奧雅納指出「我們同意賓尼組合報告所採用的穩定性分析形式，而且同樣地論斷須有土壤的毛管吸力，以支持土坡最陡峭部份的穩定。於斜坡頂部後面，雖然雨水直接滲入，這些吸力似仍能維持。如果頂部後面的地面為灰泥所蓋，毛管吸力和上段土坡的安全則可維持」。奧雅納進一步指出「需檢查配水庫附近滲水的含鹽量。如果所有的水都含鹽，我們必須假設其來源(最少有部份)是從配水庫或相連喉管漏出。我們亦須假設滲漏可能增加並變成危險。因此，配水庫可能須排水，以修補其表面或其相連的喉管」。

有關「沿岩石/土壤介面的滑動」，顧問指出「預料風化層大致平行或稍較平緩於原來地面。這相應於東面末端約 10 度的傾斜增至近配水庫最斜約 30 度。我們不相信級別 2 及 3 或 3 及 4 之間的界線會有如此的傾斜度或持續情況，而引致出現滑動面」。

有關「傾向削土的級別 4 物質內，沿傾向削坡的殘餘節理滑動」方面，注意到「量度結果顯示沒有傾斜 25 至 70 度的節理。節理的摩擦角預料超過 35 度。因此，這種滑動是極不可能的」。

奧雅納建議「 i) 清除外露面全部有可能不穩定的岩石塊」；「 ii) 整理灰泥斜坡頂部排水渠 10 米以內的地面，及清除樹木以外的全部植物；在可保證雨水能流入頂部水渠的高程，蓋上 50 毫米厚的灰泥」；及「 iii) 應該隔離沿斜坡底部的範圍，用以攔接任何跌下的細小岩石碎片。該範圍應闊 2 至 3 米並以土壤覆蓋。」

討論 項目 b) (奧雅納，一九七九)

討論 項目 b) (奧雅納，一九七九)

潛在不穩定 項目 c) 及討論項目 c) (奧雅納，一九七九)

潛在不穩定 項目 d) 及討論項目 d) (奧雅納，一九七九)

潛在不穩定 項目 e) 及討論項目 e) (奧雅納，一九七九)

建議 項目 i)、ii) 及 iii) (奧雅納，一九七九)

史偉高代表政府檢討了奧雅納的初步報告，於一九七九年九月二十日以備忘錄向政府提出評論。史偉高指出「我們不認為報告載有足夠詳情，故只能作為初步報告。但是我們按不久將來會提交工作圖則的假設，作出評論」。史偉高討論說「作為一般準則，賓尼組合的第 IIC 期研究不一定須視作『設計』研究，而應視作『可行性』研究。但是關於斜坡 11SE-D/C42，由於對生命構成的風險低，我們準備接受可能毋須進行進一步的場地勘探。」

史偉高指出「沿斜坡長度有數處地點出現明顯的滲水」，以及「位於岩坡半高度處的 200 毫米厚的水平高度風化物質底部有滲水情況」。史偉高建議「鑑於觀察到的滲水及缺乏地下水剖面的資料，我們提議裝置排水斜管，特別是裝在土壤／岩石的介面」。

史偉高作出的結論是「我們大致上同意奧雅納報告所建議的項目(i)、(ii)及(iii)」。史偉高指出「雖然可透過清除可能鬆脫的石塊及懸垂部份，立即穩固編號 11SE-D/C42 斜坡，我們必須謹記風化是個持續的過程。因此，建築處必須準備不時進行小規模的修繕工程，包括剝除鬆石及清除排水渠內泥石。少量鬆脫物體將掉下岩崩保留區及圍柵的範圍。」

奧雅納於一九八零年四月十七日發給建築處的信件中，撮要提出了對柴灣海水配水庫建築記錄圖則及對水試樣進行含鹽試驗的檢討結果。奧雅納指出「鑑於滲水可能源自配水庫，我們建議在岩坡裝置排水斜管，以使地下水位上升的可能減至最低」。此外，「我們建議在裝置排水斜管前，在削坡之上安裝孔隙水壓計，以便監察斜管在安裝期間及長期的效果。」

史偉高作出回應，指「我們大致上同意奧雅納就斜坡進行修繕工程所作的建議」，及「由於岩石面以下的節理不能確定，我們認為在介面以上土壤裡完全裝置斜管會較佳」。

其後，於一九八二年二月在兩個鑽孔內分別安裝兩個孔隙水壓計。

一九八二年九月，路政處(於一九八六年改組為路政署)把奧雅納的報告及史偉高的評論交給土力工程處。一九八二年十二月，土力工程處回覆說「目前，斜坡沒有可見的危險跡象。而且，由於有草被區及小巴泊車處可作緩衝，目前這斜坡的崩塌的後果很小」及「因此，我建議目前不進行進一步的工程。日後如擴闊道路，則須向西北區的總岩土工程師正式提交申請」。可能由於斜坡工程的建議是因應日後擴闊道路而作出的，因此當時沒有安排進行斜坡工程。

史偉高於一九七九年九月二十日發給建築物條例執行處的備忘錄

史偉高於一九七九年九月二十日發出的備忘錄的第 3 及 6 段。

史偉高於一九七九年九月二十日發出的備忘錄的第 4i)、4iv) 及 15 段

史偉高於一九七九年九月二十日發出的備忘錄的第 12 及 17 段

奧雅納於一九八零年四月十七日發信給建築處

奧雅納於一九八零年四月十七日發出信件的第 4 及 5 節

史偉高於一九八零年五月二十八日發給建築物條例執行處的備忘錄的第 6 段

路政處於一九八二年九月二十三日發給土力工程處的備忘錄

土力工程處於一九八二年十二月十七日發給路政處的備忘錄的第 4 及 5 段

A.2.5 防止山泥傾瀉計劃

一九八六年，土力工程處根據防止山泥傾瀉計劃，曾考慮為削坡進行防止山泥傾瀉工程。當時採用的準則之一，是不會選擇在過往報告中建議毋須採取進一步行動的斜坡。因此，該削坡並未包括在防止山泥傾瀉工程內。

一九九零年，土力工程處就防止山泥傾瀉計劃而對該削坡進行視察。土力工程處認為可能需進行改善工程，以令該削坡能達致現行的工程標準。這被列入優先類別五以作進一步行動。

A.3 過往幾次的山泥傾瀉

削坡曾於一九八五、八六、八七及九三年發生共四次山泥傾瀉，其大約位置載於本調查報告圖 6。

土力工程處接報其中兩宗崩塌事件，即一九八七年(土力工程處編號 HK87/5/10)及一九九三年(土力工程處編號 HK93/9/11)的事件。該兩宗屬小規模事件，崩塌量在 50 立方米以內。山泥傾瀉的泥石落在削坡前面的空地。位於翡翠道另一面的柴灣浸信會，其中一些窗子於一九九三年的山泥傾瀉事件中，被飛來的小石塊撞破。

一九八五年的山泥傾瀉可從一九八五年的航空照片中辨認出來。一九八六年的山泥傾瀉則在土力工程處檔案中的圖上顯示。此外，沒有找到有關這些事件的其他資料。上述兩宗山泥傾瀉的規模顯然較一九八七及一九九三年的事件為小。

一九八七年的岩石滑坡發生後，削坡前的空地被欄開。此後，土力工程處建議地政署「在該斜坡未隨將來發展工程穩定前，不應使用山泥傾瀉坡腳為欄杆分隔的地方」；以及可能使用土地者「在考慮該處是否適合某用途時，亦應考慮斜坡的不穩定性」。

就一九九四年十月建議將球場及柴灣浸信會對面空地的東部分配予渠務署作貯貨場之用，土力工程處作出回應並認為「該處仍潛在不穩定性」及指出「該處只可用作露天貯貨之用，將不批准有人居其內」。其後，渠務署建議把貯貨用地遷到配水庫下面空地的西面部份。空地西面部份及直接在其上的削坡於一九九五年四月二十七日起分配予渠務署。

Premchitt(一九九一)
及 Chan(一九九五)

土力工程處於一九八七年九月三日及一九九四年六月八日發給地政處/香港東的備忘錄

土力工程處於一九九四年十月七日發給地政處/香港東的備忘錄

A.4 參考書目

- 土力工程處（一九七九）Cut Slope 11SE-D/C42, Sui Man Road。香港土力工程處，第一期階段調查報告編號 S1 85/79，3 頁加附件(沒有公開發行)。
- 水務署（一九九五）Report on the Landslide at Fei Tsui, Chai Wan on 13.8.95。香港水務署，7 頁加 3 幅圖、6 份附錄及 11 幅照片。
- 賓尼（一九七七）Government of Hong Kong Landslide Study Phase IIC - Report on the Stability of Slopes in the Chai Wan Area。賓尼組合(香港)顧問工程師為香港政府撰寫，64 頁加 12 幅照片、6 份附錄及 23 幅圖。
- 奧雅納（一九七九）Cutting at Hing Wah Estate, Chai Wan。提交建築設計處的初步報告，連同奧雅納於一九七九年八月二十二日的信件編號 9165/11/PAR/IK，奧雅納工程顧問香港有限公司為建築處撰寫，6 頁。
- Chan, W. L.（一九九五）Hong Kong Rainfall and Landslides in 1993。香港土力工程處，214 頁加 1 幅圖。(土力工程處報告第 43 號)
- Premchitt, J.（一九九一）Hong Kong Rainfall and Landslides in 1987。香港土力工程處，108 頁加 1 幅圖。(土力工程處報告第 4 號)