

附錄H

場地勘探及工程地質研究

目錄

	頁數
標題頁	145
目錄	146
H. 1 引言	148
H. 2 工程地質研究	148
H. 2. 1 範圍	148
H. 2. 2 已發表的地圖和文件	148
H. 2. 3 岩土勘探資料	149
H. 2. 4 航空照片解譯	149
H. 2. 4. 1 事發地點的歷史	149
H. 2. 4. 2 航空攝影測量	150
H. 2. 5 山泥傾瀉現場的工程地質勘察	151
H. 3 場地勘探	151
H. 4 山泥傾瀉現場的地質剖面	152
H. 4. 1 事發後的地質剖面	152
H. 4. 2 事發前的地質剖面	153
H. 4. 3 現場岩石和土壤的性質	154
H. 4. 3. 1 概述	154
H. 4. 3. 2 山泥傾瀉的泥石	154
H. 4. 3. 3 填土	154
H. 4. 3. 4 殘積土	155
H. 4. 3. 5 火山岩風化土	155
H. 4. 3. 6 火山岩	155
H. 5 地下水監察	156

	頁數
H. 6 現場滲透試驗	156
H. 6. 1 概述	156
H. 6. 2 在填土中進行的試驗	157
H. 6. 3 在火山岩風化土的試驗	157
H. 7 參考書目	157
附表	161
附圖	175

## H.1 引言

山泥傾瀉事件發生不久，土力工程處即展開全面的岩土勘探和工程地質研究，主要目的如下：

- (a) 研究事發後現場的工程地質情況；
- (b) 搜集泥土樣本進行實驗室試驗；
- (c) 推論事發前現場的工程地質情況。

本附錄說明調查研究的結果。

## H.2 工程地質研究

### H.2.1 範圍

工程地質研究範圍包括：

- (a) 翻查已發表的地質圖和文件；
- (b) 搜集以往的岩土勘探資料；
- (c) 解譯航空照片。

### H.2.2 已發表的地圖和文件

從直接搜集到已發表的地質圖和文件等有關資料可歸納如下：

- (a) 土力工程處地質調查組以前曾在事發地點測繪過比例為 1 : 20 000 的地質圖，鑑定該處的主要岩石為火山岩，屬淺水灣群的大帽山組(GCO, 1986; Strange & Shaw, 1986)。較近期的研究(Strange 等, 1994)將該處的火山岩重新歸類，列為淺水灣群摩星嶺組的

一部份。地層關係顯示，此組岩石的年代為侏羅—白堊紀。

- (b) 港九地區岩土工程研究計劃(土力工程處, 1989)把該處的發展列為受到高岩土力學限制的地區。此歸類是根據地形評估的資料作出, 包括斜坡坡度、形態、侵蝕和不穩定因素。

### H.2.3 岩土勘探資料

一九九四年七月二十三日山泥傾瀉發生前, 在事發地點, 沒發現有場地勘探的記錄。但由於多項建築工程的發展和斜坡穩定性的研究, 以往在觀龍樓毗鄰地區進行過廣泛的場地勘探工作。

進行是項研究時, 在香港房屋協會顧問萬隆工程顧問有限公司指導下, 在觀龍樓曾展開岩土勘探工作, 而有關岩土狀況的初步資料, 已交給土力工程處。

為事發後進行調查而翻查的岩土勘探資料來源, 見表H1。重要的資料扼要列明於表H2。

上述資料證實該區地下的岩石為部份風化的火山岩。此外, 水壓計的記錄, 顯示主要的地下水位一般均深於地面下許多。

從已有的資料可以估算出該處可能有的填土數量。事發地點位於山嘴上, 不可能有大量填泥。不過, 多年來觀龍樓的地形因進行地盤平整工程而改變不少, 以致各部份填土的厚度不一。目前已掌握資料並不直接包括山泥傾瀉地點在內, 因此, 無法可靠地從這些資料去估計該處實際的填土厚度。

### H.2.4 航空照片解譯

#### H.2.4.1 事發地點的歷史

為了瞭解觀龍樓山泥傾瀉地點的演化歷史, 研究了一九二四至一九九二年拍攝的航空照片。以下是觀察到的要點:

- (a) 一九二四年的航空照片可看到觀龍樓北邊的行人道。一九二四年以後的照片行人道無明顯改變。
- (b) 一九二四年的航空照片，顯示行人路的一邊為很陡的斜坡。從一九七四年前攝得的照片中，看不見這個很陡的斜坡。但從一九七四年的照片裡，可看到該處的砌石牆。沒有證據顯示一九二四至一九七四年間該地曾進行過重建工程。這點與從舊地形圖推斷砌石牆建於一九〇一年前，互相吻合。
- (c) 一九二四至一九六三年期間，砌石牆所在的斜坡上部，可見有一個約6米闊的平台。平台的後面，有一個似從天然斜坡挖掘而成的小而陡的切削土坡。圖H11顯示從一九二四至一九六三年的航空照片觀察到的情形。
- (d) 在一九四五至一九六二年期間，平台和該小型削土坡的頂部可見部份建有木屋。
- (e) 在一九六四年的照片上，見到現今發生山泥傾瀉地點的砌石牆上面平台的一些木屋已被清拆。沒有跡象顯示曾將泥土填在平台上。當時尚未興建觀龍樓。
- (f) 一九六四至一九六六年間，平台上填滿了填土。( 事發後進行岩土勘探的結果，顯示平台一側的削土坡部份填有填土和部份泥土被挖去。)
- (g) 從一九六九年後拍攝的航空照片觀察所得的不多，因為拍攝這些照片時，此次發生山泥傾瀉的範圍，通常都被觀龍樓所遮蔽。

#### II.2.4.2 航空攝影測量

調查人員應用了航空攝影測量，目的是瞭解一九六五至一九六八年間觀龍樓地區平整地盤前的地形，並挑選了一九六三年高質素的航空照片作此分析。

圖H3顯示觀龍樓地區在一九六三年時的粗略地形。航空攝影測量的準確性誤差不超過2米。

圖H4是山泥傾瀉範圍的剖面(B-B)。部份由於一九六三年時平台上有木屋，部份由於航空攝影測量的準確性有限，航測未能辨別該處砌石牆後面岩土的全部資料。圖H4所示的資料，是由一九六三年航空照片及一九二四年(當時沒有平台)航空照片的觀察所得而協助推斷的。

從圖H4所見，這次山泥傾瀉發生的位置，比原來的天然斜坡剖面位置低得多。

#### H.2.5 山泥傾瀉現場的工程地質勘察

一九九四年七月二十五日至二十九日在清除山泥傾瀉的泥石期間和開始噴射混凝土前，進行了地表地質勘察。由於現場仍有山泥傾瀉和進一步崩塌的威脅，所以難於接近現場各處，影響對現場的全面勘察。拯救行動、清除泥石及緊急修補工程，都妨礙了勘察工作，因此，只能於個別出露點進行檢查。

在山泥傾瀉現場進行的實地觀察，共有十七處。觀察點見圖H5，觀察結果列於表H3。

#### H.3 場地勘探

一九九四年八月初完成緊急修補工程後，場地勘探工程隨即展開，以瞭解現場地表的情況。是項勘探工程由惠保(香港)有限公司(Vibro (HK) Ltd)負責進行，並由土力工程處的專業及技術人員全面監察。

場地勘探包括打十八個鑽孔，挖十五個探井和三處條狀表土剝露，並在沒有崩塌的砌石牆上鑽了十個岩心鑽孔(圖H6)。此外，又在D座下面及該座南面院子範圍挖了二十四個探井，以便檢查建築物的基礎結構、排水系統和滲水情況(附錄J及K)。

進行場地勘探期間，調查人員採集了擾動的和原狀的土壤和岩石樣本，以便進行肉眼觀察和實驗室試驗，並進行了現場試驗，以測定土壤在原位的特性。

採取土壤和岩石樣本的方法如下：

- (a) 結合泡沫鑽探法用Mazier或HML C的採樣方法採取原狀土樣本，用HML C或TNW的採樣方法採取岩石樣本(GCO, 1984)。
- (b) 在探井中採取未擾動塊狀樣本、U100及U76的管狀樣本和大體積散樣本。
- (c) 用乾鑽或沖水鑽法在砌石牆採取開管樣本。

進行的現場試驗包括：

- (a) 在鑽孔中進行標準貫入試驗結合採管狀樣本；
- (b) 在鑽孔中進行土壤的變水頭透水試驗；
- (c) 在探井中進行砂置換法試驗；
- (d) 沿條狀剝露表面進行GCO觸探試驗。

土力工程處地質學家聯同合約承辦商的地質學家，描述記錄樣本及地質出露點。此外，在情況許可時，亦進行了一些簡單的指標試驗(參照Martin(1985)的報告建議)，包括稠度、濕化試驗及以手操觸探儀進行的強度試驗。這些指標試驗，目的是衡量土壤的強度及幫助鑑定火山岩的風化程度。各項指標試驗結果載於表H4。

有關地質的紀錄及現場試驗結果，見場地勘探報告書(Vibro, 1994)。

## H.4 山泥傾瀉現場的地質剖面

### H.4.1 事發後的地質剖面

從室內和現場研究所搜集的資料，確定山泥傾瀉現場的地質，並繪製了三個有代表性的剖面圖。其位置見於在圖7至圖9上。

剖面B—B通過事發後現場較高的位置，剖面A—A和C—C在剖面B—B兩旁較低處。



圖H7至H9顯示山泥傾瀉後的三個地質剖面。地層次序如下：

- (a) 填石；
- (b) 山泥傾瀉的泥石；
- (c) 填土；
- (d) 基岩，由風化、殘積土和火山岩組成。

#### H.4.2 事發前的地質剖面

根據搜集到的資料，有關人員可推斷出山泥傾瀉前現場的地質特徵。山泥傾瀉的現場原來是一個受(擋土牆)支撐的削土平台及一個削土斜坡，平台被填土坡覆蓋：圖H10至H12顯示沿剖面 A-A、B-B及C-C 所推斷事發前的地質剖面圖。

- (a) 從舊航空照片可觀察到砌石牆原本支撐著一個平台和後面的削土坡。六十年代中建觀龍樓期間，平台和部份削土坡已被填土覆蓋。
- (b) 編號TP19探井，揭露出被埋的部份平台和平台下的風化火山岩。
- (c) 沿剖面D-D至現場西部(圖H13)，把編號BH9、BH9A鑽孔及編號10現場觀察點(表H3)連接後，可辨認出被覆蓋的平台。
- (d) 在編號TP7、TP8及TP9探井揭露出被覆蓋的削土坡，該處的填土和原狀土的接觸界面以30至45度傾角向砌石牆傾斜。
- (e) 在編號TP19探井發現的平溝，相信是沿著被覆蓋削土坡坡腳的部份平溝。

- (f) 繪製山泥傾瀉現場的填土底部高程時，發現填土底部座落於一個斜面上(圖H14)，而這斜面與從航空照片推斷出來的削土坡剖面符合。

鑽探毗鄰未崩塌的部份砌石牆，其結果未能得出結論，因為要從固結的砂漿中鑽取砌石塊有很多困難。效果比較好的方法是使用泡沫作為沖水媒介而在事發地點以西的牆身打水平鑽孔。該水平鑽孔顯示了該處牆身的厚度約為0.8至1米。

### H.4.3 現場岩石和土壤的性質

#### H.4.3.1 概述

在進行場地勘探期間所鑑定的不同岩石和土壤，有以下的現場特性：

#### H.4.3.2 山泥傾瀉的泥石

從圖H5明顯見到山泥傾瀉現場滿佈泥石。由於大部份泥石已被清理，該層泥石普遍不厚，在編號BH2鑽孔見到最厚的泥石只是1.5米。這些泥石呈現疏鬆，紅褐色粉砂質細砂，含有棱角狀至半渾圓狀中等風化的火山岩細礫和半棱角狀的中礫。

#### H.4.3.3 填土

填土是在山泥傾瀉現場東南部發現(圖H14)。在斜坡頂部的編號TP2探井填土的垂直厚度超逾3米。在編號TP2探井對下的其他探井所發現的填土厚度一般不足2米。

填土一般取自風化的火山岩，呈帶粉紅、橙和黃的褐色。由十分疏鬆至疏鬆的粉砂質、礫質細砂，與軟至堅固的砂質黏土和粉砂組成，夾雜一些中礫、磚及混凝土碎塊、塑膠紙和其他人造物質。

手操觸探儀測得的填土強度由10kPa至150kPa，顯示填土強度不均勻，局部可能十分疏鬆或十分軟。從砂置換法試驗測定的乾密度由每立方米1420千克至1700千克，而體密度則由每立方米1690千克至2070千克，含水量約為19%至22%。填土普遍濕潤。

在近山泥傾瀉現場頂部的編號TP7探井，可以見到兩層不同年代的填土。較低一

層，亦即較早期的一層，大概是以半挖半填的方法形成，與該處興建觀龍樓前為寮屋區有關。填土下層頂部發現寮屋的地台，特色是以混凝土及紅地磚造成。較新及較厚的填土覆蓋了當時的寮屋區，填至山泥傾瀉前的大致地形。

填土與底層泥土之間的界線普遍明顯而傾斜，斜度由編號TP20探井的接近水平至編號TP8探井的45度不等。

#### H.4.3.4 殘積土

在編號TP6、TP7及TP9探井的幾個地質出露點，可以見到殘積土，一般呈疏鬆、濕潤、橙棕色的礫質粉沙和黏土。礫石是火山岩中難風化的火山礫殘餘物。殘積土是原地風化產物。殘積土及底層的風化土之間的接觸界線常為漸變關係。以手操觸探儀測試的殘積土強度，由35kPa至50kPa不等，可見土質相當均勻。

#### H.4.3.5 火山岩風化土

山泥傾瀉現場的火山岩風化土由完全風化和一些高度風化的火山岩組成，一般由極弱至弱，呈斑紋狀的灰色、紅褐色和黃色，帶有殘餘的岩石結構。不過，殘餘節理沒有持續性，和在剖面上沒有對斜坡不利的方向。

用手去毀碎風化火山岩時，因不同風化程度，這些風化火山岩可以碎成礫質、細砂質粉砂或粉砂質細砂。

在火山岩風化土之中，未見有對斜坡不利的殘餘節理。

用砂置換法測定完全風化火山岩的體密度由每立方米1620千克至1960千克，乾密度則由每立方米1350千克至1700千克，含水量一般介乎16%與20%之間。

山泥傾瀉現場2米以下的火山岩風化土的標準貫入試驗N值在5至14之間。靠近坡腳的火山岩風化土N值則較高(約40)。

#### H.4.3.6 火山岩

該處的火山岩是由中度風化至微風化、細至粗粒、含燦礫的火山灰凝灰岩組成。岩石的強度由中弱至很強。較新鮮的岩石呈灰色，節理間距由密至中等，至於較

風化的岩石，一般顏色會褪至淺灰色，節理也較密。

除間中在風化火山岩中見到石核外，未風化的火山岩位於坡腳以下深處。

## H.5 地下水監察

惠保(香港)有限公司負責安裝了二十一個水壓計和及一個測水管，以監察山泥傾瀉現場的地下水位。以前在觀龍樓範圍進行勘察所得的資料雖已研究，但可得的資料有限，且與事發地點關係不大。為了搜集山泥傾瀉地點地下水水位的資料，因此在事發後要安裝水壓計及測水管。

水壓計及測水管的深度、所在鑽孔的位置、錄取監察資料的日期和監察期間錄得的最高及最低水位數值，均列於表H5。完成每一個鑽孔後不久，惠保(香港)有限公司即開始記錄地下水位。從一九九四年九月初起，土力工程處開始記錄讀數。雙方錄得的資料見於表H5。這次調查採用了惠保直至一九九四年九月十日所錄得的記錄，和土力工程處在該日以後錄得的資料。

表H5列出錄得的最高水位，根據這些資料，繪製了錄得的最高水位的等高線(見圖H15)。結果顯示近牆腳的地下水水位從10米高程逐漸升至牆後斜坡內的13米高程。

圖H15的等高線，錄得的最高地下水水位約在山泥傾瀉斜坡腳部以下3米，距斜坡頂部以下約9米。

以上是於八月、九月及十月間獲得的資料，顯示了事發後不久的地下水水位較山泥傾瀉位置低得多，而且一直保持在低位。這點與一九九四年七月二十三日事發後在現場即時觀察所得符合，即在崩塌殘痕的泥土中沒有大量滲水現象，顯示事發時地下水位或上層滯水沒有上升至滑坡面。

## H.6 現場透水試驗

### H.6.1 概述

於山泥傾瀉調查期間進行現場測試，以評估填土及部份風化火山岩的透水值，包括在鑽孔中進行透水試驗，在D座底部的探井內進行滲流試驗，以及在D座南面院子，進行滲透測試。

在鑽孔中進行的土壤透水試驗，載於下文。土力工程處進行滲流試驗及滲透測試的結果，載於附錄K。

#### H.6.2 在填土中進行的試驗

在鑽孔中對填土層進行了四個變水頭透水試驗。其中一個在編號BH6B鑽孔內1至2米深處進行，其餘在編號BH12鑽孔內3至4米、5.5至6米及7.7至8米深處進行。在編號BH12鑽孔內7.7至8米深處填土的透水性約為每秒 $10^{-4}$ 米。其他試驗中，注入鑽孔的水迅速流入地下，使試驗無法適當地進行，顯示填土在該些試驗地點的透水性很高。

測水管及水壓計的反應測試亦分別進行，以證實沒有堵塞情況。測試點有部份在填土層裡。在兩個反應測試裡(編號BH6及BH10鑽孔)，由於水迅速流失於地下，以致沒法注滿測水管及水壓計。

#### H.6.3 在火山岩風化土的試驗

在四個鑽孔中，不同深度的部份風化火山岩內，進行了變水頭透水試驗。試驗位置見於表H6。

試驗結果以英國標準5930(BSI, 1981)推薦的方法進行分析。所得的透水值(k)載於表H6。試驗結果亦用 Hvorslev(1951)及Schmid(1966)建議的其他可行方法進行分析，發現使用不同分析方法計算得的k值分別不大。

不同高程的k值載於圖H16，圖中可見該值在每秒 $10^{-6}$ 米之等級內。

在編號BH12鑽孔中裝置的水壓計進行反應測試時，由於水迅速流入地下，不能注滿水壓計。這種情況，顯示部份風化火山岩的局部透水性可能十分高，或者水壓計的反應區並未予以適當地密封。

#### H.7 參考書目

Bachy (1990). Ground Investigation : Stage 2 Study - Slope No. 11SW-A/C3, C4, R323 at Kwun Loong Lau Estate. Bachy Solentanche Group, Hong Kong, 105 p.

- Binnie (1979a). Slope No. 11SW-A/C1 Between Blocks A & F, Kwun Loong Lau Estate. Landslide Study Phase IID, Binnie & Partners (Hong Kong) for Geotechnical Control Office, Hong Kong, 58 p.
- Binnie (1979b). Slope No. 11SW-A/C5 South of Block A, Kwun Loong Lau Estate. Landslide Study Phase IID, Binnie & Partners (Hong Kong) for Geotechnical Control Office, Hong Kong, 28 p.
- Binnie (1979c). Slope No. 11SW-A/C129 North-east of Blocks B and C, Kwun Loong Lau Estate. Landslide Study Phase IID, Binnie & Partners (Hong Kong) for Geotechnical Control Office, Hong Kong, 28 p.
- Binnie (1979d). Slope No. 11SW-A/C3 West of Block F, Kwun Loong Lau Estate. Landslide Study Phase IID, Binnie & Partners (Hong Kong) for Geotechnical Control Office, Hong Kong, 39 p.
- Binnie (1979e). Slope No. 11SW-A/C4 South of Block G, Kwun Loong Lau Estate. Landslide Study Phase IID, Binnie & Partners (Hong Kong) for Geotechnical Control Office, Hong Kong, 35 p.
- Binnie (1979f). Slope No. 11SW-A/C2 South of Block A, Kwun Loong Lau Estate. Landslide Study Phase IID, Binnie & Partners (Hong Kong) for Geotechnical Control Office, Hong Kong, 26 p.
- Binnie (1980). Slope No. 11SW-A/C115 North of Block C and D, Kwun Loong Lau Estate. Landslide Study Phase IID, Binnie & Partners (Hong Kong) for Geotechnical Control Office, Hong Kong, 40 p.
- BSI (1981). Code of Practice for Site Investigations (BS 5930:1981). British Standards Institution, London, 148 p.
- Enpack (1979a). Landslide Study Site Investigation for Slope No. 11SW-A/C115, Kwoon Lung Lau. Enpack (HK) Ltd, 18 p.
- Enpack (1979b). Landslide Study Site Investigation for Slope No. 11SW-A/C118, Kwoon Lung Lau. Enpack (HK) Ltd, 3 p.

- Enpack (1979c). Landslide Study Site Investigation for Slope No. 11SW-A/C129, Kwoon Lung Lau. Enpack (HK) Ltd, 3 p.
- Enpack (1979d). Landslide Study Site Investigation for Slope No. 11SW-A/FR20, Kennedy Town Service Reservoir. Enpack (HK) Ltd, 46 p.
- Freeman Fox (1981). Geotechnical Report Proposed Development at I.L. 8450, Smithfield Road, Hong Kong, Freeman Fox & Partners, 21 p. plus Figures and Appendices.
- Fugro (1983). Geotechnical Report for Slope Nos. 11SW-A/C1, C2 and C5, Kwun Loong Lau Estate, Kennedy Town. Fugro (Hong Kong) Ltd for Hong Kong Housing Society, 11 p. plus Figures and Appendices.
- GCO (1984). Geotechnical Manual for Slopes. (Second edition). Geotechnical Control Office, Hong Kong, 295 p.
- GCO (1986). Hong Kong and Kowloon : solid and superficial geology. Hong Kong Geological Survey, Map Series HGM20, sheet 11, 1:20 000. Geotechnical Control Office, Hong Kong.
- GCO (1987a). Geotechnical Area Studies Programme - Hong Kong and Kowloon. Geotechnical Control Office, Hong Kong, GASP Report no. 1, 170 p. plus 4 maps.
- GCO (1987b). Retaining Wall 11SW-A/R309 Below Block D Kwun Loong Lau Estate. Geotechnical Control Office, Hong Kong, Stage 1 Report no. SIR 97/87, 29 p. (Unpublished).
- Hvorslev, M.J. (1951). Time lag and permeability in groundwater observations. US Army Waterways Experiment Station, Bulletin no. 36, 50 p.
- Martin, R.P. (1985). An Investigation of the Influence of Moisture Content on Some Soil Field Index Tests. Geotechnical Control Office, Hong Kong, Technical Note no. TN 5/85, Hong Kong, 64 p. (Unpublished).
- Schmid, W.E. (1966). Field determination of permeability by the infiltration test. Permeability and Capillarity of Soils, American Society for Testing and Materials, Special Technical Publication no. 417, pp 142-159.

Strange, P.J. & Shaw, R. (1986). Geology of Hong Kong Island and Kowloon. Geotechnical Control Office, Hong Kong, 134 p. (Hong Kong Geological Survey Memoir No. 2).

Strange, P.J., Langford, R.L., Lai, K.W., Addison, R., & Sewell, R.J. (1994). Upper Jurassic to Lower Cretaceous Stratigraphy of the Repulse Bay Volcanic Group, Hong Kong. Geotechnical Engineering Office, Hong Kong (Draft Report).

Vibro (1994). Ground Investigation Report for Landslide at Kwun Lung Lau, Smithfield Road, Kennedy Town. Vibro (Hong Kong) Ltd, 10 p. plus Appendices.



附表

附表 編號		頁數
H1	觀龍樓範圍可以取得的岩土勘探資料	162
H2	觀龍樓有關岩土勘探資料	163
H3	一九九四年七月二十五日至二十九日對山泥傾瀉現場的 觀察	171
H4	指標特性	172
H5	地下水位記錄	173
H6	變水頭滲透試驗結果	174

表H1：觀龍樓範圍可以取得的岩土勘探資料

年份	資料來源	參考書目
一九七七	堅尼地城觀龍樓入口梯級簷蓬的建造	建築物條例執行處 檔號：2-3/2121/77
一九七九	第二期D山泥傾瀉研究：編號11SW-A/C斜坡	Binnie(1979a)
一九七九	第二期D山泥傾瀉研究：編號11SW-A/C5斜坡	Binnie(1979b)
一九七九	第二期D山泥傾瀉研究：編號11SW-A/C129斜坡	Binnie(1979c)
一九七九	第二期D山泥傾瀉研究：編號11SW-A/C3斜坡	Binnie(1979d)
一九七九	第二期D山泥傾瀉研究：編號11SW-A/C4斜坡	Binnie(1979e)
一九七九	第二期D山泥傾瀉研究：編號11SW-A/C2斜坡	Binnie(1979f)
一九八零	第二期D山泥傾瀉研究：編號11SW-A/C115斜坡	Binnie(1980)
一九七九	山泥傾瀉研究場地勘探報告： 編號11SW-A/C115斜坡	Enpack(1979a)
一九七九	第二期D山泥傾瀉場地勘探報告： 編號11SW-A/C118斜坡	Enpack(1979b)
一九七九	第二期D山泥傾瀉場地勘探報告： 編號11SW-A/C129斜坡	Enpack(1979c)
一九七九	第二期D山泥傾瀉場地勘探報告： 編號11SW-A/FR20斜坡	Enpack(1979d)
一九九零	岩土報告：第二階段研究 觀龍樓編號11SW-A/C3, C4, R323斜坡	Bachy(1990)
一九八一	岩土報告：香港士美非路內地段8450建議 發展計劃	Freeman Fox (1981)
一九八三	編號11SW-A/C1, C2及C3斜坡的岩土報告	Fugro(1983)
一九八七	第一階段研究報告：觀龍樓D座下面編號 11SW-A/R309擋土牆	GCO(1987b)
一九九四	編號11SW-A/FR21斜坡的初步鑽孔及探井記錄	萬隆初步勘探報告

表H2 - 觀龍樓有關岩土勘探資料(八頁中之第一頁)

資料來源	勘探點 編號	勘探類型	座標		高程(米)	鑽探深度 (米)	坡土底部 高程填土 厚度 (米)	填土厚度 (米)	地表沉積 底部高程 (米)	風化帶 PW90/100 頂部高程 (米)	資料 可靠性
			東	北							
BOO檔號 2-3/2121 /77 (1977)	BH1	鑽孔	31190	15771	23.4	6.4	-	0.0	-	-	低
	BH2	鑽孔	31168	15767	21.3	11.0	20.4	1.0	-	10.3	低
Binnie (1979a)	KLL5	鑽孔	31255	15680	83.4	40.0	80.9	2.5	-	46.0	高
	KLL7	鑽孔	31206	15678	62.5	20.0	-	0.0	-	47.5	高
	KLL9	鑽孔	31239	15686	62.6	30.0	62.1	0.5	-	30.4(?)	高
	KLL10	鑽孔	31227	15646	80.5	33.7	78.5	2.0	-	47.9	高
	KTSR1	鑽孔	31166	15627	92.3	37.6	87.5	4.8	-	59.7	高
Binnie (1979b)	KLL6	鑽孔	31265	15635	69.3	30.0	-	0.0	65.1	41.0	中等
	KLL11	鑽孔	31286	15657	49.7	19.9	49.2	0.5	-	34.7	高
Binnie (1979c)	TP1	探井	31274	15743	31.0	2.9	28.0	3.0	-	-	中等
	KLL8	鑽孔	31530	16010	32.5	28.8	29.5	3.0	-	4.8(?)	高
Binnie (1979d)	KLL3	鑽孔	31155	15665	53.5	16.0	-	0.0	-	40.0	高
	KLL4	鑽孔	31152	15663	73.2	32.7	-	0.0	-	56.2(?)	高
Binnie (1979e)	KLL1	鑽孔	31127	15760	25.2	29.9	20.2	5.0	-	-	高
	KLL2	鑽孔	31126	15750	33.0	27.1	25.2	7.8	-	8.5	高

表II2 - 觀龍樓有關岩土勘探資料(八頁中之第二頁)

資料來源	勘探點 編號	勘探類型	座標		高程(米)	鑽探深度 (米)	坡土底部 高程填土 厚度 (米)	填土厚度 (米)	地表沉積 底部高程 (米)	風化帶 PW90/100 頂部高程 (米)	資料 可靠性
			東	北							
Enpack (1979a)	TP1	探井	31237	15772	19.3	2.2	< 17.1	> 2.2	-	-	低
	TP2	探井	31257	15750	31.9	1.8	< 30.1	> 1.8	-	-	中等
Enpack (1979b)	TP1	探井	31099	15704	55.8	1.5	-	0.0	-	-	中等
	TP2	探井	31081	15689	70.0	3.0	-	0.0	-	-	中等
Enpack (1979c)	TP1	探井	31270	15740	32.5	-	< 29.5	> 3.0	-	-	中等
Enpack (1979d)	NKTSR1	鑽孔	31155	15632	92.1	8.4	89.1	2.9	-	< 83.7	高
	NKTSR2	鑽孔	31140	15628	89.5	9.2	86.3	3.2	-	< 80.4	高
	NKSTR3	鑽孔	31134	15625	88.1	9.7	83.6	4.5	-	< 78.5	高
	TP2	探井	31169	15623	93.3	3.0	< 90.3	> 3.0	-	-	低
	TP3	探井	31166	15633	89.7	2.1	< 87.6	> 2.1	-	-	低
	TP4	探井	31137	15621	91.2	3.6	< 87.7	> 3.5	-	-	低
	TP5	探井	31164	15644	83.0	1.5	< 81.5	> 1.5	-	-	低
	TP6	探井	31152	15643	84.1	1.8	-	0.0	-	-	低
	TP7	探井	31145	15637	85.8	1.8	-	0.0	-	-	低
	TP8	探井	31128	15614	92.8	3.0	-	0.0	-	-	低
	TP11	探井	31151	15636	89.2	1.2	< 88.0	> 1.2	-	-	低

表H2 - 觀龍樓有關岩土勘探資料 (八頁中之第三頁)

資料來源	勘探點 編號	勘探類型	座標		高程(米)	鑽探深度 (米)	坡土底部 高程填土 厚度 (米)	填土厚度 (米)	地表沉積 底部高程 (米)	風化帶 PW90/100 頂部高程 (米)	資料 可靠性
			東	北							
Enpack (1979d)	TP12	探井	31160.0	15645.0	84.3	2.0	< 82.3	> 2.0	-	-	底
	TP13	探井	31173	15635	86.8	1.7	< 85.1	> 1.7	-	-	底
Bachy (1990)	DH1	鑽孔	31134	15764	24.5	15.0	20.5	4.0	< 9.5	-	高
	DH2	鑽孔	31134	15750	32.8	15.0	24.8	8.0	< 17.8	-	高
	DH3	鑽孔	31154	15690	53.3	15.0	-	0.0	< 38.3	-	高
	DH4	鑽孔	31159	15680	64.5	16.0	-	0.0	< 48.5	-	高
	TP1	探井	31132	15771	17.5	0.4	< 17.1	> 0.4	-	-	高
	TP2	探井	31111	15767	17.6	0.6	< 17.0	> 0.6	-	-	高
	TP3	探井	31121	15763	23.9	3.2	< 20.7	> 3.2	-	-	高
	TP4	探井	31140	15769	21.5	3.2	< 18.3	> 3.2	-	-	高
	TP5	探井	31114	15750	31.5	1.4	< 30.1	> 1.4	-	-	高
	TP6	探井	31129	15757	28.0	3.0	< 25.0	> 3.0	-	-	高
	TP7	探井	31142	15758	26.8	0.8	< 26.0	> 0.8	-	-	高
	CS-1	表土 剝露	31161	15684	63.2	-	59.2	3.3	-	-	高
31158			15702	43.9	-	-	-	-	-	高	
CS-2	表土 剝露	31152	15679	64.4	-	-	0.0	-	-	高	
		31145	15696	43.7	-	-	-	-	-	高	

表H2 - 觀龍樓有關岩土勘探資料(八頁中之第四頁)

資料來源	勘探點 編號	勘探類型	座標		高程(米)	鑽探深度 (米)	坡土底部 高程填土 厚度 (米)	填土厚度 (米)	地表沉積 底部高程 (米)	風化帶 PW90/100 頂部高程 (米)	資料 可靠性
			東	北							
Freeman Fox (1981)	BH1	鑽孔	31341	15682	29.7	40.9	21.6	8.1	-	9.3	高
	BH2	鑽孔	31318	15700	31.5	5.4	< 26.1	5.4	-	-	高
	BH3	鑽孔	31293	15691	38.3	17.8	35.3	3.0	-	25.5	高
	BH4	鑽孔	31312	15719	26.7	32.4		0.0	-	8.7	高
	BH5	鑽孔	31291	15710	36.6	25.8	34.1	2.5	32.1(C)	8.9	高
	BH6	鑽孔	31287	15725	35.6	20.8	32.6	3.0	-	-	底
	BH6A	鑽孔	31331	15716	20.5	29.7	-	0.0	16.5(C)	11.1	中等
	BH7	鑽孔	31299	15742	24.6	33.0	11.1(?)	13.5(?)	-	- 0.9	中等
	BH8	鑽孔	31267	15735	34.5	16.1	30.0	4.5	-	23.6	高
	BH9	鑽孔	31280	15754	24.2	36.3	16.7(?)	7.5(?)	-	- 2.9	中等
	BH10	鑽孔	31289	15763	14.5	44.6	10.0	4.5	-0.3(A)	- 15.1	中等
	BH11	鑽孔	31328	15738	19.9	30.3	16.6	3.4	-	12.4	高
	BH12	鑽孔	31307	15753	16.5	52.8	-	0.0	-	- 11.8	
	BH13	鑽孔	31315	15767	16.2	30.0	6.7(?)	9.4(?)	-	2.5	中等
	BH14	鑽孔	31326	15755	18.2	24.6	14.7	3.5	-	- 6.1	中等
BH15	鑽孔	31335	15729	19.9	18.0	16.9	3.0	-	> 1.9	中等	

表H2 - 觀龍樓有關岩土勘探資料(八頁中之第五頁)

資料來源	勘探點編號	勘探類型	座標		高程(米)	鑽探深度(米)	坡土底部 高程填土 厚度 (米)	填土厚度 (米)	地表沉積 底部高程 (米)	風化帶 PW90/100 頂部高程 (米)	資料 可靠性
			東	北							
Freeman Fox (1981)	BH16	鑽孔	31338	15731	19.9	32.1	15.9	4.0	-	11.0	中等
	BH17	鑽孔	31335	15705	22.9	31.0	-	0.0	-	-7.2(?)	底
	BH18	鑽孔	31348	15715	22.8	13.9	16.0	6.8	-	7.9	高
	BH19	鑽孔	31323	15681	33.9	31.1	-	0.0	30.85(C)	13.0	中等
	BH21	鑽孔	31313	15700	33.3	-	-	0.0	29.25(C)	6.7(?)	底
	AH1	鑽孔	31355	15693	20.7	21.5	13.2	7.5	-	14.7	高
	AH2	鑽孔	31322	15726	19.9	60.6	17.4	2.6	-	- 3.4	高
	AH3	鑽孔	31315	15740	18.3	30.1	17.7	0.6	-	- 0.1	高
	AH4	鑽孔	31296	15760	15.4	50.9	9.4(?)	6.0(?)	-	- 17.5	中等
	AH5	鑽孔	31335	15697	22.9	60.0	-	0.0	-	2.5	高
	AH6	鑽孔	31331	15716	22.8	35.5	-	0.0	-	3.4	中等
	TP1	探井	31343	15686	-	1.5	-	0.0	-	-	高
	TP2	探井	31325	15701	-	1.5	-	0.4	-	-	高
	TP3	探井	31319	15703	-	1.5	-	> 1.5	-	-	高
TP4	探井	31328	15687	-	1.5	-	0.0	-	-	高	
Fugro (1983)	BH1	鑽孔	31218	15688	62.5	25.3	-	0.0	-	41.5	高

表H2 - 觀龍樓有關岩土勘探資料(八頁中之第六頁)

資料來源	勘探點 編號	勘探類型	座標		高程(米)	鑽探深度 (米)	坡土底部 高程填土 厚度 (米)	填土厚度 (米)	地表沉積 底部高程 (米)	風化帶 PW90/100 頂部高程 (米)	資料 可靠性
			東	北							
Furgo (1983)	BH2	鑽孔	31210	15706	44.2	12.1	42.7	1.5		32.9(?)	中等
	BH3	鑽孔	31225	15671	62.6	35.0	-	0.0	77.1(C)	> 43.6(?)	中等
	BH4	鑽孔	31234	15692	62.5	23.0	-	0.0	-	> 39.5(?)	中等
	BH5	鑽孔	31243	15717	44.2	10.1	42.2	1.9	-	-	高
	BH6	鑽孔	31235	15640	82.9	45.1	81.0	1.9	78.9(C) (?)	40.1	中等
	BH7	鑽孔	31254	15639	62.1	27.7		0.0		> 34.5(?)	中等
	BH8	鑽孔	31285	15666	44.9	9.9	43.4	1.5	-	-	高
	BH9	鑽孔	31307	15637	47.8	12.0	47.3	1.5	-	-	高
	BH10	鑽孔	31272	15638	65.8	31.6		0.0	61.8(C) (?)	39.7	中等
	BH11	鑽孔	31272	15757	25.0	15.2	23.0	2.0		> 5.0(?)	中等
	BH12	鑽孔	31251	15754	32.7	25.0	31.2	1.5	29.7(C)	> 7.7(?)	中等
	TP1	探井	31242	15775	-	1.8	-	0.2-1.8		-	高
	TP2	探井	31245	15764	-	1.9	-	0.0-0.5	1 米 厚(C)	-	高
	TP3	探井	31203	15660	-	1.5	-	0.4	1.1 米 厚(C)	-	高
TP4	探井	31285	15655	-	1.8	-	0.0	-	-	高	



表H2 - 觀龍樓有關岩土勘探資料(八頁中之第七頁)

資料來源	勘探點 編號	勘探類型	座標		高程(米)	鑽探深度 (米)	坡土底部 高程填土 厚度 (米)	填土厚度 (米)	地表沉積 底部高程 (米)	風化帶 PW90/100 頂部高程 (米)	資料 可靠性
			東	北							
Fugro (1983)	TP5	探井	31300	15619	-	2.0	-	0.6-0.1	-	-	高
	A1	表土剝露	31235 31240	15761 15771	-	-	-	0.9	6.4 米 厚	-	低
	A2	表土剝露	31250 31256	15687 15693	-	-	-	0.0	-	-	高
	A3	表土剝露	31225 31242	15664 15665	-	-	-	0.0	-	-	高
	A4	表土剝露	31282 31291	15641 15649	-	-	-	0.0	-	-	高
GCO (1987)	D1	鑽孔	31205	15774	22.6	26.2	0.0	-	-	-	低
	No. 4	鑽孔	31211	15763	34.2	11.0	0.0	-	-	-	低
萬隆初步 勘探報告	KS1-1	鑽孔	31188	15750	31.3	21.2	29.8	1.5	-	16.6	高
	KS1-2	鑽孔	31161	15740	33.2	24.2	31.7	1.5	-	14.6	高
	KS1-3	鑽孔	31177	15755	27.5	16.0	-	0.0	-	14.5	高
	KS1-4	鑽孔	31162	15754	24.9	16.0	-	0.0	-	-	高
	KS1-5	鑽孔	31167	15762	23.0	10.0	19.5(?)	3.5(?)	19.51(?)	-	中等
	KS1-8	鑽孔	31212	15748	42.4	45.9	37.4	5.0	-	11.8	高
	KS1-10	鑽孔	31213	15738	42.6	33.4	41.1	1.5	-	15.2	高

表H2 - 觀龍樓有關岩土勘探資料(八頁中之第八頁)

資料來源	勘探點 編號	勘探類型	座標		高程(米)	鑽探深度 (米)	坡土底部 高程填土 厚度 (米)	填土厚度 (米)	地表沉積 底部高程 (米)	風化帶 PW90/100 頂部高程 (米)	資料 可靠性
			東	北							
萬隆初步 勘探報告	KSI-11	鑽孔	31207	15742	42.4	28.5	37.4	5.0	-	19.1	高
	KSI-6H	鑽孔	31185	15776	18.9	-	-	3.0	-	-	水平鑽孔
	KSI-7H	鑽孔	31155	15766	17.8	-	-	4.9	-	-	水平鑽孔
	KSI-P1	探井	31182	15773	23.0	2.0	22.0	1.0	-	-	高
	KSI-P2	探井	31181	15777	15.8	0.7	15.5	0.3	-	-	高
	KSI-P3	探井	31165	15766	21.1	0.7	< 20.1	> 1.0	-	-	高
	KSI-P3A	探井	31164	15766	21.1	1.7	19.9	1.2	-	-	中等
<p>說明：</p> <p>(A) 沖積物 (C) 坡積物 (?) 有問題資料 - 未見到</p> <p>PW90/100 部份風化岩石 (石質佔90%-100%)</p> <p>註: Binnie (1979f &amp; 1980)的勘探資料包括在該公司之參考書目(1979a至1979e)內，故未單獨在此表列出。</p>											

表H3 - 一九九四年七月二十五日至二十九日對山泥傾瀉現場的觀察

觀察點	敘述
1	<u>填土</u> ， <u>疏鬆</u> 、 <u>潤濕</u> 、 <u>淺褐色</u> 、 <u>礫質</u> 、 <u>粉質細砂</u> ， <u>無結構</u> 。
2	砂井內地下渠管流出的污水。
3	灰泥護面上的裂紋，寬10至50毫米。附近未裂開的護面坡度為30度。
4	<u>填土</u> ， <u>疏鬆</u> ， <u>潤濕</u> 、 <u>礫質</u> 、 <u>粉質細砂</u> 夾大礫石和混凝土塊。
5	<u>填土</u> 和 <u>完全風化火山岩</u> 的界線。全風化火山岩為強度弱、斑狀紅褐色、 <u>礫質</u> 、 <u>粉質砂</u> ，具殘餘結構。據1:20,000地質圖和岩蕊觀察，母岩為 <u>摩星嶺組火山礫粗至細粒火山灰凝灰岩</u> 。
6	柱基主要建於 <u>完全風化火山岩</u> 上。在柱基和 <u>完全風化火山岩</u> 之間有一薄層為0-50毫米、 <u>壓實</u> 的 <u>填土</u> 。
7	<u>高度風化火山岩</u> 。強度中弱，淺灰色夾黃褐色斑塊。母岩為 <u>摩星嶺組礫質、粗至細粒火山灰凝灰岩</u> 。風化帶為PW30/50帶(在風化岩石中石質部份少於50%)。殘餘節理的傾向和傾角為040/80，035/78，045/80和347/56。
8	<u>高度風化火山岩</u> 。可清楚看見殘餘節理。
9	<u>填土</u> 和 <u>完全風化火山岩</u> 的界線。 <u>填土</u> 為 <u>疏鬆</u> 、 <u>潤濕</u> 、 <u>淺褐色</u> 、 <u>礫質</u> 、 <u>粉質細砂</u> 夾混凝土塊和垃圾。 <u>填土</u> 和 <u>完全風化火山岩</u> 的分界面在樁帽底部下約1.2至1.5米。
10	<u>填土</u> 、 <u>疏鬆</u> 、 <u>乾</u> 、 <u>黃褐色</u> 、 <u>粉質細砂</u> 夾大礫石、 <u>混凝土塊</u> 和垃圾。 <u>填土</u> 厚度2.4米，斜坡表面傾角為50度，由灰泥護面保護。砌石牆後有一層厚度為0.5至0.8米的 <u>填土</u> 覆蓋在 <u>完全風化火山岩</u> 上。此處牆身厚500毫米至750毫米，平均為700毫米，牆高8.46米，傾角73度。
11	蓋頂石之間因樹根生長而撐開的接縫。接縫寬度30至80毫米。殘留砌石牆末端上的一塊蓋頂石在山泥傾瀉後觀察到已移位150毫米。
12	在殘留砌石牆後面出露的 <u>高度風化火山岩</u> 。在 <u>高度風化火山岩</u> 內可見有殘餘節理。其中一個殘餘節理面的傾向為040度，傾角85度。
13	<u>完全風化火山岩</u> ，為薄層山泥傾瀉的 <u>泥石碎屑</u> 所覆蓋。
14	<u>高度風化火山岩</u> 。在 <u>山泥傾瀉</u> 較低部位可見殘餘節理。
15	<u>火山岩殘積土</u> (風化程度VI級)，為薄層山泥傾瀉的 <u>泥石碎屑</u> 所覆蓋。
16	<u>火山岩礫石</u> 填滿的空洞，洞寬1.1米，洞深2米以上。
17	<u>高度風化火山岩</u> ，可見明顯的殘餘節理。
註：觀察點見於圖H5。	

表H4 - 指標特性

物料	成份	堅固度	手操觸探儀強度試驗(kPa)		化解 試驗
			變幅	平均數	
填土	粉質礫質細砂至沙質黏土和粉砂	十分疏鬆至疏鬆，由軟至堅固	10至150	50	不適用
CDV	粉質細砂	極弱	100至200	100	迅速化解
C/HDV	粉質細砂夾礫石	極弱至弱	130至240	190	搖動後化解
HDV	礫質粉質細砂	弱至中弱	>300	>300	不化解
<p>說明：            CDV 完全風化火山岩            C/HDV 完全至高度風化火山岩            HDV 高度風化火山岩</p>					

表H5 - 地下水位記錄

鑽孔編號	水壓計頂端高程(米)	觀察期間	最高水位高程(米)	最低水位高程(米)
BH 1	8.83	一九九四年九月六日 至十一月一日	12.83	10.23
	3.63	一九九四年九月六日 至十一月一日	10.93	9.98
BH 1A	8.87	一九九四年九月六日 至十一月一日	11.77	10.27
BH 2	3.67	一九九四年八月二十四日 至十一月一日	11.37	4.32 <sup>(2)</sup>
BH 2A	7.56	一九九四年八月二十四日 至十一月一日	11.91	7.91
BH 3	14.51	一九九四年八月十七日 至十一月一日	乾	乾
	1.91	一九九四年八月十七日 至十一月一日	10.11	4.21 <sup>(3)</sup>
BH 4	6.15	一九九四年八月十九日 至十一月一日	11.75	10.55
	-2.97	一九九四年八月十九日 至十一月一日	10.74	9.74
BH 5	4.77	一九九四年八月十三日 至十月七日	10.92	10.37
BH 5A	12.62	一九九四年八月十八日 至十月七日	14.02	12.52
BH 6	24.05	一九九四年八月二十四日 至十一月一日	乾	乾
	10.8	一九九四年八月二十四日 至十一月一日	12.3	11.1
BH 7	5.75	一九九四年八月二十六日 至十一月一日	9.65	乾
	2.44	一九九四年八月二十六日 至十一月一日	9.64	9.14
BH 8	7.77	一九九四年八月二十五日 至十一月一日	10.92	10.12
	-3.75	一九九四年八月二十五日 至十一月一日	10.75	9.75
BH 9	11.63	一九九四年九月十二日 至十一月一日	乾	乾
	3.23	一九九四年九月十二日 至十一月一日	11.13	10.23
BH 9A	12.32	一九九四年九月十二日 至十一月一日	乾	乾
BH 10	16.57 <sup>(1)</sup>	一九九四年九月二十七日 至十月十八日	乾	乾
	13.77	一九九四年九月二十七日 至十月十八日	乾	乾

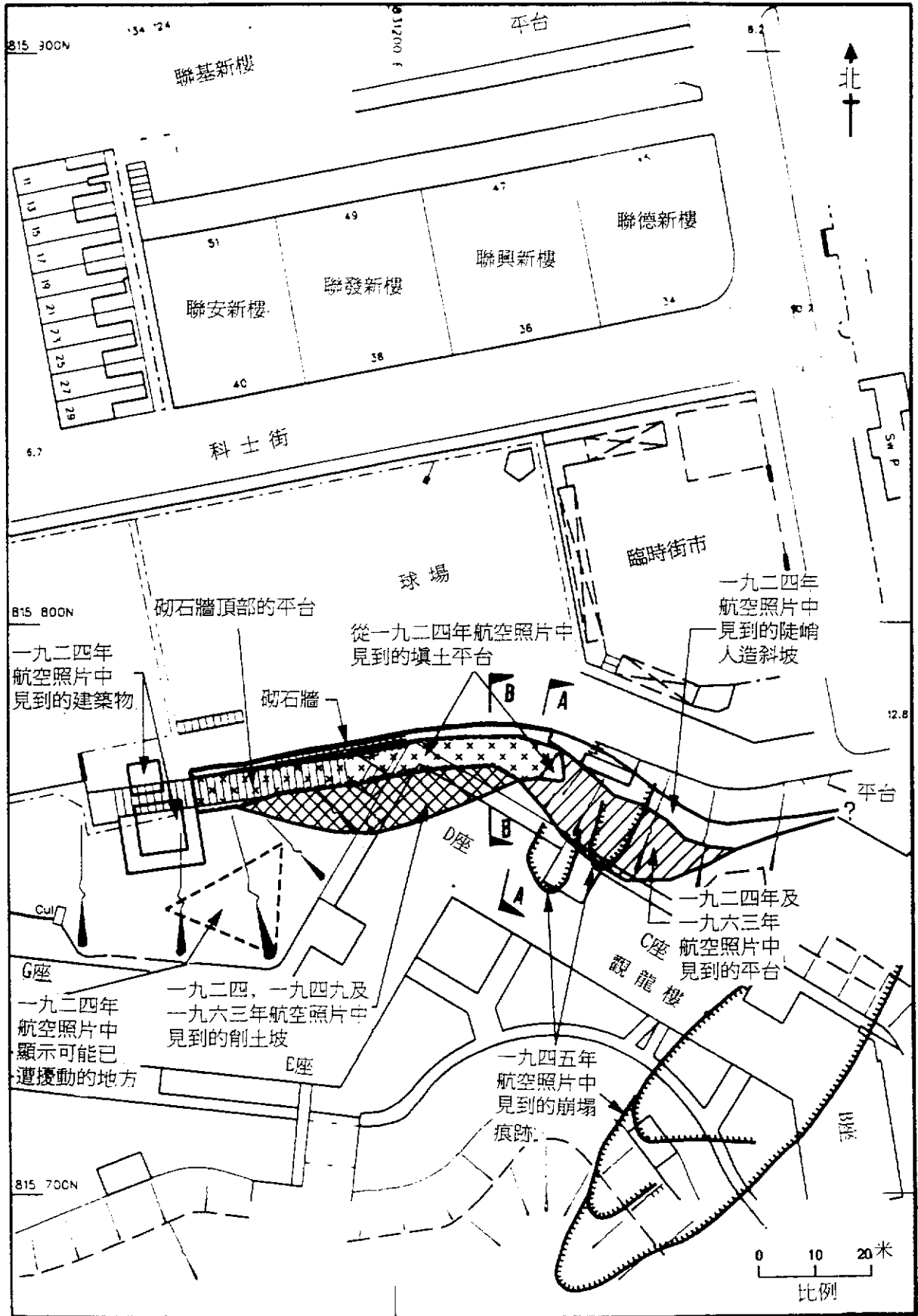
註：(1) 是一枝測水管。  
 (2) 在一九九四年八月二十四日至九月十五日期間，鑽孔BH2內地下水位約在高程4.5米之低位，但在九月十五日後升至高程11.0米。  
 (3) 在鑽孔BH3較深之水壓計進行滲水試驗之前，四週之地下水位大約位於高程10.5米。在滲水試驗後，地下水位逐步下跌，在一九九四年九月十六日跌至高程4.2米。之後，水位於一九九四年九月二十日回升至大約高程10米。

表H6 - 變水頭滲透試驗結果

鑽孔編號	深度	物質	滲透性(米/秒)
BH1A	2.5 米 - 3.5 米	CDV	$4.52 \times 10^{-7}$
	5.5 米 - 6.5 米	CDV	$2.34 \times 10^{-6}$
	8.5 米 - 9.5 米	C/HDV	$3.02 \times 10^{-6}$
	11.5 米 - 12.5 米	C/HDV	$9.37 \times 10^{-7}$
	14.5 米 - 15.5 米	C/HDV	$2.34 \times 10^{-6}$
BH2A	3.5 米 - 4.5 米	CDV	$9.80 \times 10^{-8}$
	7.0 米 - 8.0 米	CDV	$1.92 \times 10^{-6}$
	10.0 米 - 11.0 米	H/MDV	$3.46 \times 10^{-6}$
	13.0 米 - 14.0 米	HDV	$2.97 \times 10^{-6}$
BH51	3.8 米 - 4.8 米	CDV	$1.09 \times 10^{-7}$
	6.8 米 - 7.8 米	CDV	$1.13 \times 10^{-7}$
	9.8 米 - 10.8 米	CDV	$6.69 \times 10^{-7}$
BH9A	2.0 米 - 3.0 米	CDV	$4.46 \times 10^{-7}$
	5.0 米 - 6.0 米	C/HDV	$3.12 \times 10^{-7}$
	8.0 米 - 9.0 米	CDV	$1.56 \times 10^{-7}$
	11.0 米 - 12.0 米	C/HDV	$2.92 \times 10^{-7}$
<p>說明：</p> <p>CDV 完全風化火山岩</p> <p>C/HDV 完全至高度風化火山岩</p> <p>HDV 高度風化火山岩</p> <p>H/MDV 高度至中等風化火山岩</p>			

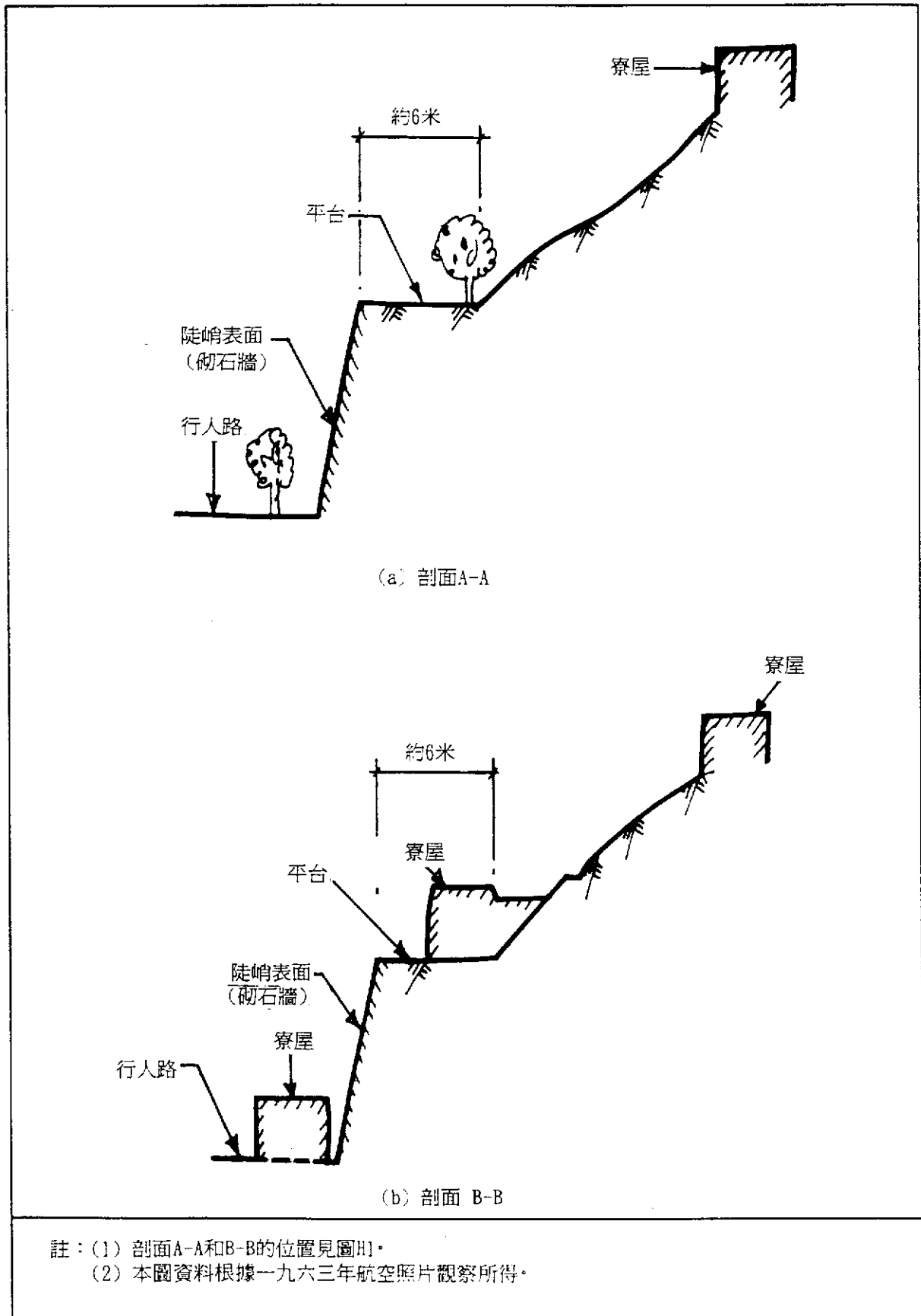
附圖

附圖 編號		頁數
H1	一九二四年及一九六三年拍攝的航空照片觀察所得	176
H2	一九六三年之現場圖解剖面	177
H3	一九六三年觀龍樓範圍的地形圖	178
H4	一九六三年山泥傾瀉現場的地形	179
H5	表H3所述各實地觀測點位置	180
H6	場地勘探位置圖	181
H7	山泥傾瀉後的地質剖面A-A	182
H8	山泥傾瀉後的地質剖面B-B	183
H9	山泥傾瀉後的地質剖面C-C	184
H10	經鑑定在山泥傾瀉之前的地質剖面A-A	185
H11	經鑑定在山泥傾瀉之前的地質剖面B-B	186
H12	經鑑定在山泥傾瀉之前的地質剖面C-C	187
H13	殘留砌石牆後的地質剖面D-D	188
H14	山泥傾瀉現場填土底部等高線圖	189
H15	錄得的最高地下水位等高線 (一九九四年八月十三日至一九九四年九月十日)	190
H16	鑽孔變水頭透水試驗的結果	191

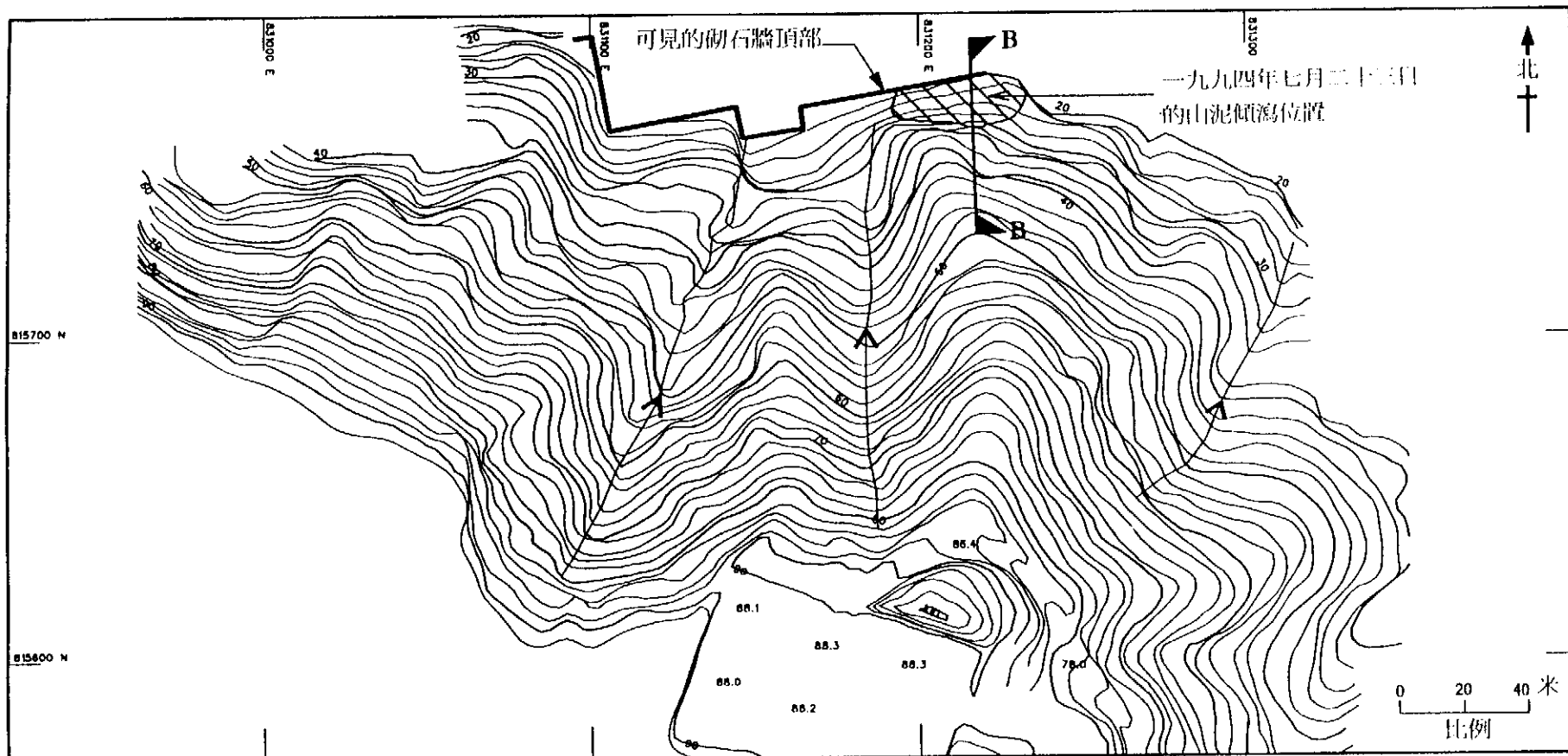


圖H1 - 一九二四年及一九六三年拍攝的航空照片觀察所得





圖H2 - 一九六三年之現場圖解剖面

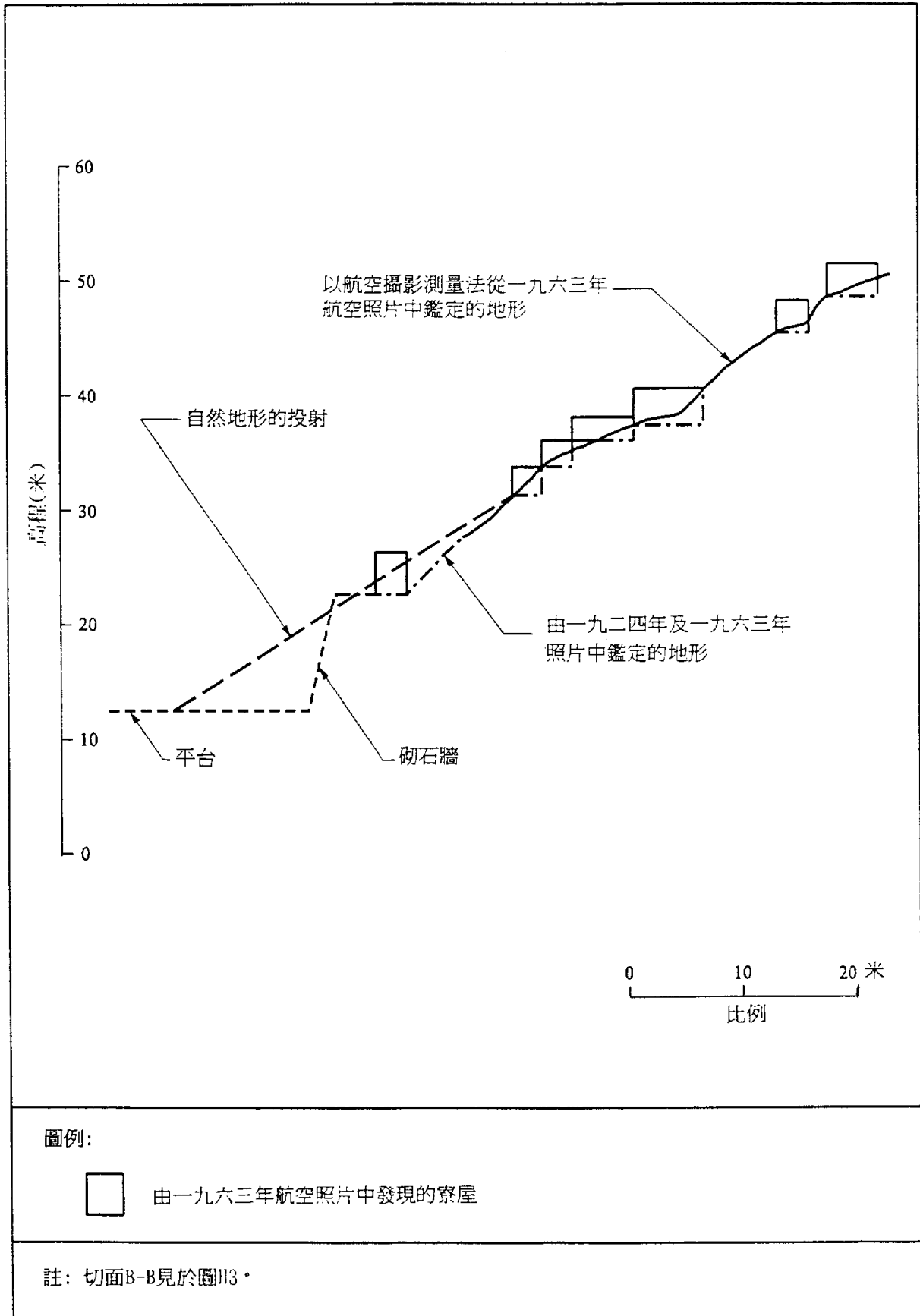


圖例：

→ 天然流水徑 (箭咀顯示流水方向)

- 註：
- (1) 這是一幅機械標繪的航空攝影測量圖，資料並未經過實地檢驗，當中有些等高線是依照1963年的航空照片推斷而作出修正。
  - (2) 此航空攝影測量是由地政總署攝影測量組製作(檔號453(第2部))。
  - (3) 土木工程署曾輕微修正等高線。
  - (4) 等高線間隔：2米。
  - (5) 精確性：±2米。
  - (6) 切面B-B見圖H4。

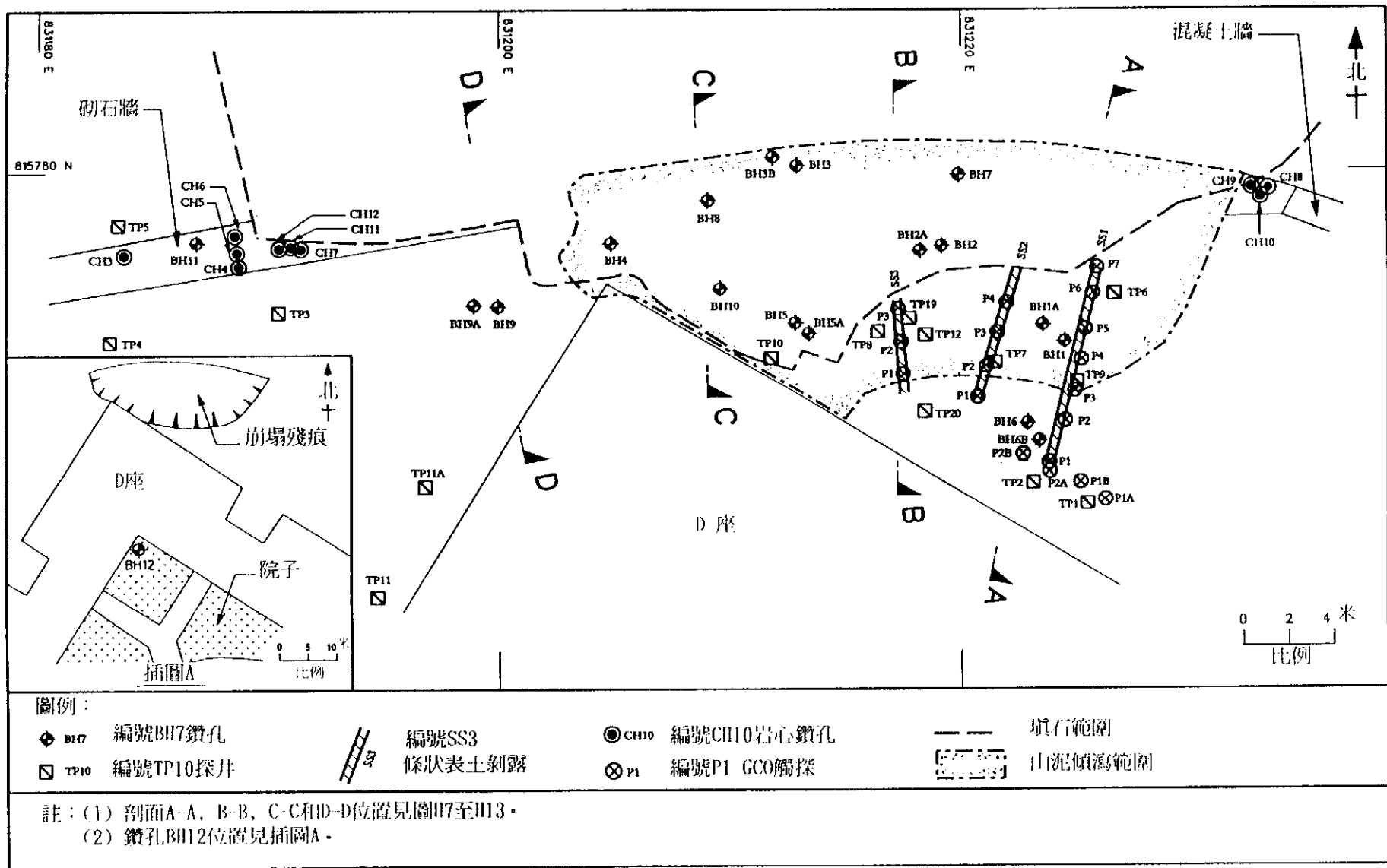
圖H3 - 一九六三年觀龍樓範圍的地形圖



圖H4 - 一九六三年山泥傾瀉現場的地形



圖 H5 - 表 H3 所述各實地觀測點位置



圖H6 - 場地勘探位置圖



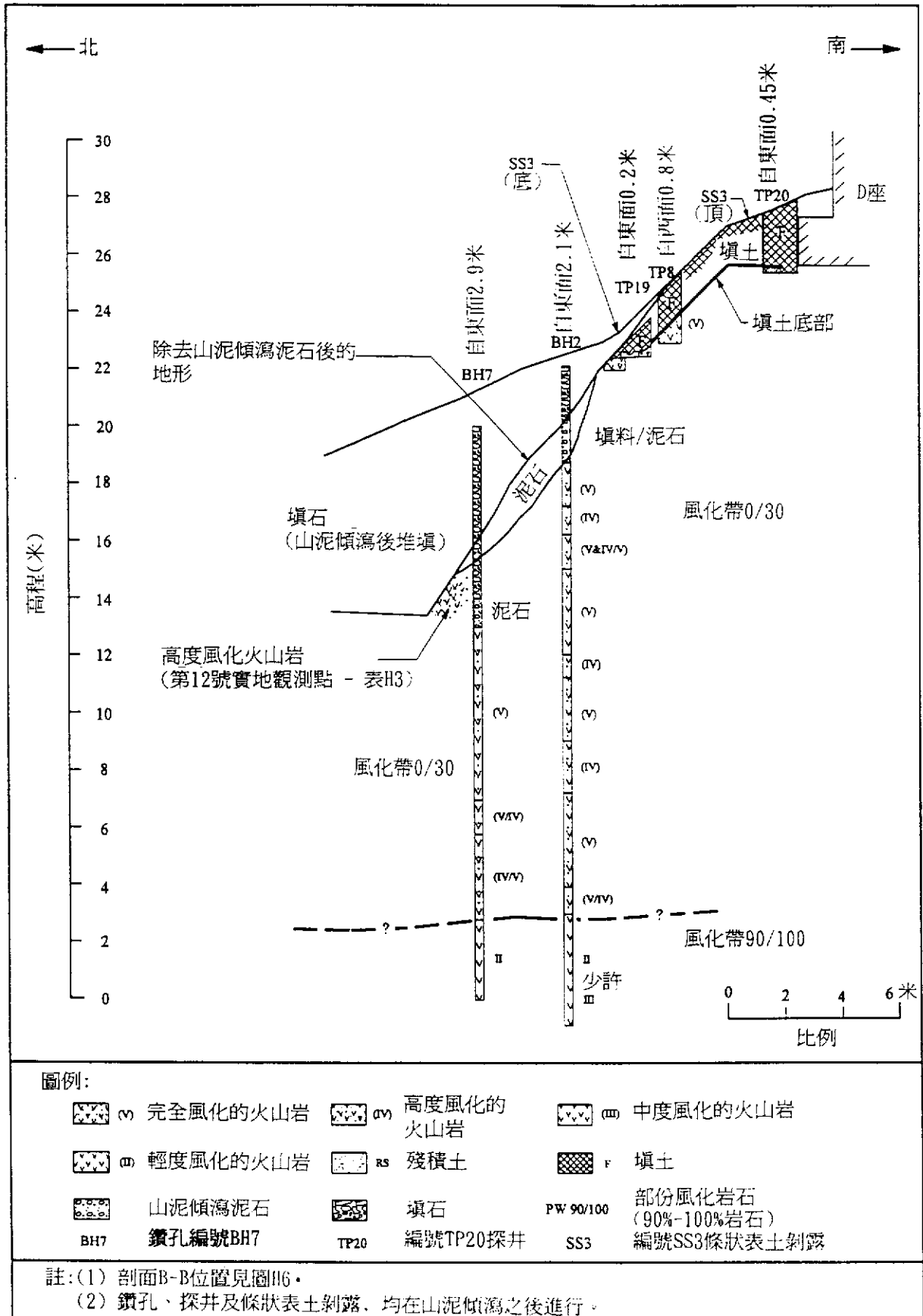


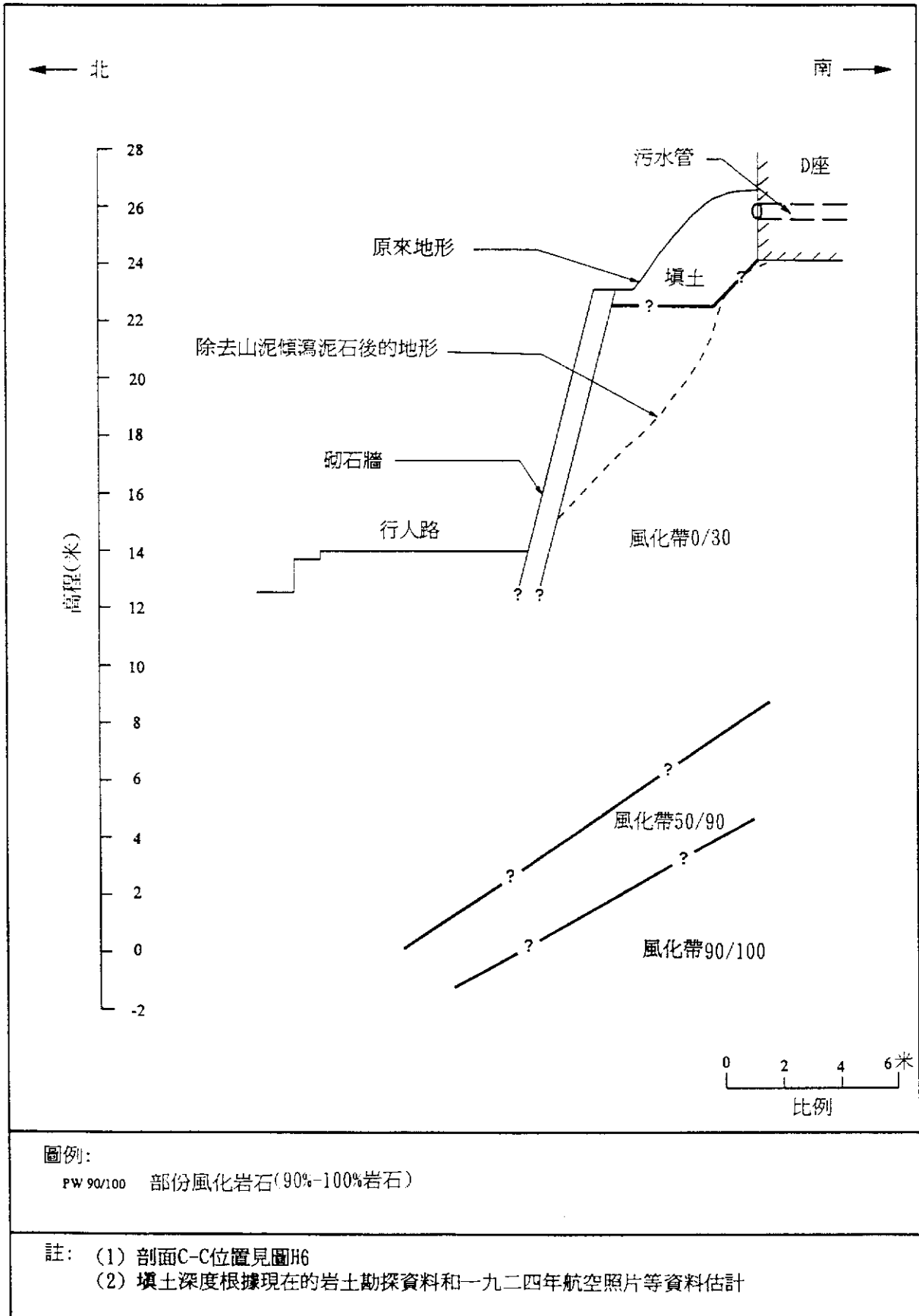
圖 H8 - 山泥傾瀉後的地質剖面B-B





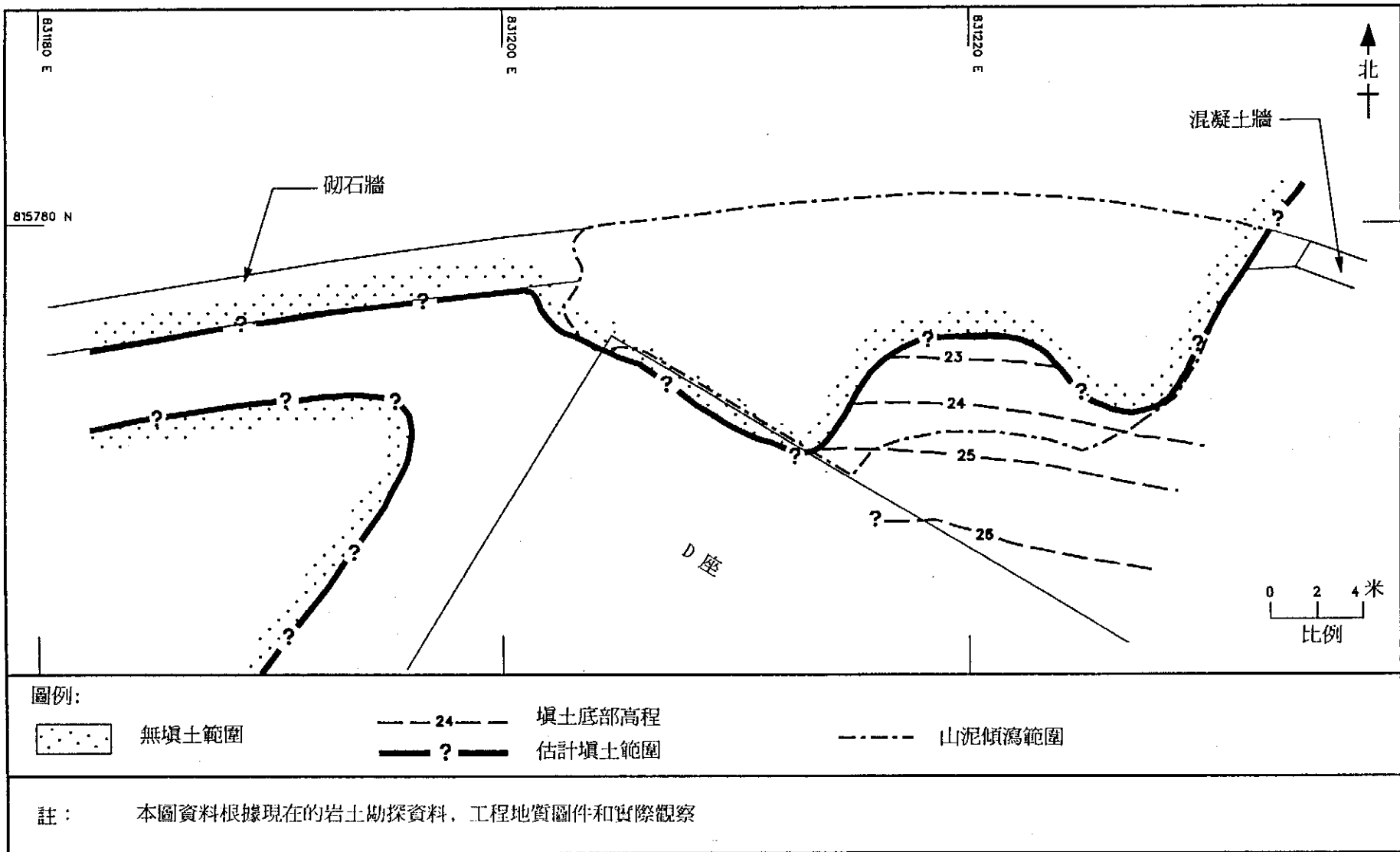




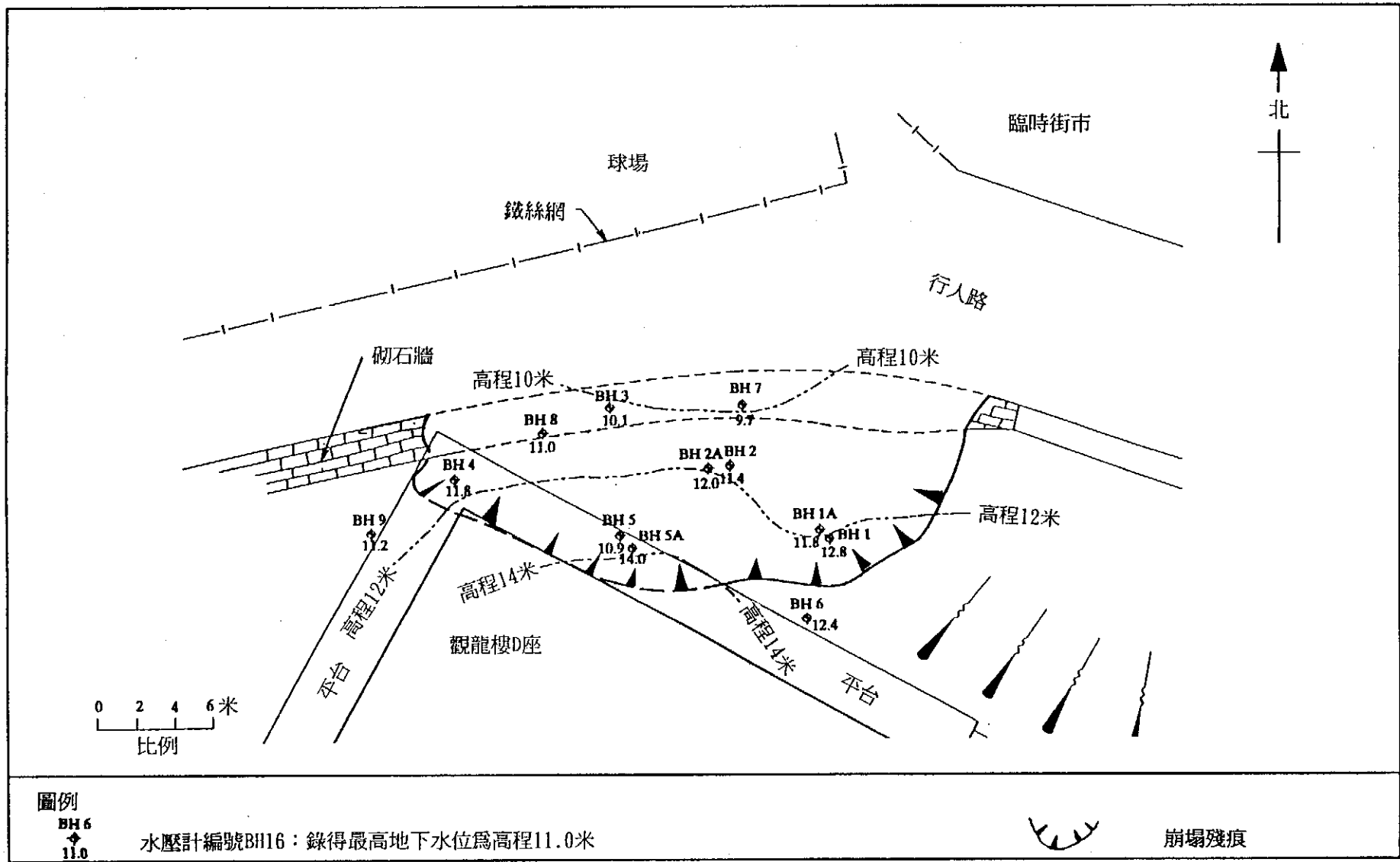


圖H12 - 經鑑定在山泥傾瀉之前的地質剖面C-C

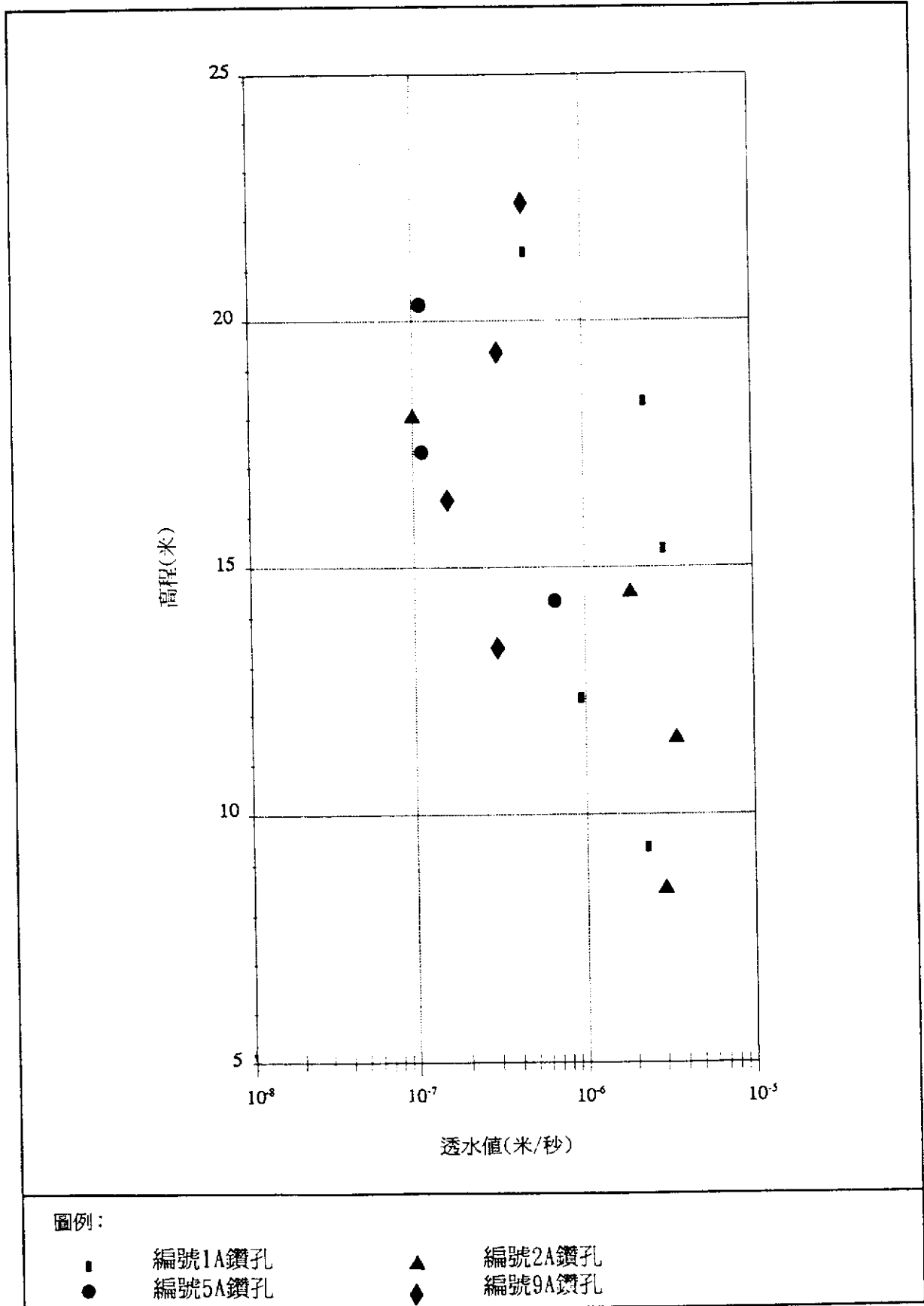




圖H14 - 山泥傾瀉現場填土底部等高線圖



圖H15 - 錄得的最高地下水位等高線(一九九四年八月十三日至一九九四年九月一日)



圖H16 - 鑽孔變水頭透水試驗的結果

附錄I

實驗室試驗



目錄

	頁數
標題頁	192
目錄	193
I.1 引言	195
I.2 分類及指標試驗	195
I.2.1 試驗方法	195
I.2.2 試驗結果	195
I.3 壓實試驗	196
I.3.1 試驗方法	196
I.3.2 試驗結果	196
I.4 剪切盒試驗	197
I.4.1 試驗方法	197
I.4.2 試驗結果	197
I.5 傳統的三軸試驗	197
I.5.1 試驗方法	197
I.5.2 試驗結果	198
I.6 特別三軸試驗	199
I.6.1 試驗方法	199
I.6.2 試驗結果	200
I.6.2.1 恆載試驗和應力路徑試驗	200
I.6.2.2 非飽和試驗	200
I.7 點載重試驗	201
I.7.1 試驗方法	201
I.7.2 試驗結果	201

	頁數
I.8 化學試驗	202
I.8.1 試驗方法	202
I.8.2 試驗結果	202
I.9 參考書目	203
附表	205
附圖	220

## I.1 引言

山泥傾瀉後，利用在場地勘探時所採集樣本，進行全面的實驗室試驗，包括分類及指標試驗、壓實試驗、剪切盒試驗、傳統的三軸壓縮試驗和特別三軸試驗。試驗的目的，是找出事發地點的岩土性質。在塌下泥石中的砌石塊取出砂漿樣本來進行點載重試驗。此外，又收集土壤和水樣本進行化學分析，以協助找出積存在擋土牆背後土中的水的可能來源。

大部份的試驗都是在工務中央實驗所進行。特別三軸試驗中的恆載試驗在工務中央實驗所進行，應力路徑試驗則在香港大學及香港科技大學進行。而非飽和樣本的試驗，則由新加坡的南洋科技大學進行。至於化學分析，則由工務中央實驗所、香港政府化驗所和渠務署聯合進行。

實驗室試驗結果的撮要及討論，載於本附錄中。

## I.2 分類及指標試驗

### I.2.1 試驗方法

分類及指標試驗包括測定粒徑分佈、阿太堡界限、含水量、飽和度及比重等試驗。

試驗的方法，一般都是依隨Chen(1994)所推薦的方法。

### I.2.2 試驗結果

級配分析阿太堡界限及比重等試驗的結果，撮述於表I1。

填土成份複雜，其中細粒土(即粉砂和黏土)的成份佔19%至63%不等，砂的成份佔24%至50%不等，而礫石的成份則佔1%至55%不等(見圖I1)。

完全風化火山岩(CDV)的平均級配是：18%礫石、42%砂、40%細粒土，而完全風化至高度風化火山岩(C/HDV)的平均級配則是：23%礫石、42%砂及35%細粒土。CDV與C/HDV樣本來自部份風化火山岩(PWV)層。

填土的液限由27%至47%不等，而塑限則由16%至25%不等。完全風化火山岩的液限由29%至40%不等，塑限則通常是19%至29%之間。完全至高度風化火山岩的液限則是31%至38%不等，塑限則是22%至27%不等。每個試樣的含水量一般都比塑限為低。

土壤的比重頗為一致，通常是2.63至2.66之間。

除了量度個別之三軸試驗試樣所含的水份之外，調查人員也試驗四個鑽孔中所得的樣本，找出所含水份和飽和度隨深度的變化(見表I2)。試驗結果標繪於圖I2。從該圖中可見，編號5A鑽孔中的6至10米以上(即原來地面下約7至11米處)比較其對下的泥土較濕和較飽和。但編號2A和編號10的兩個鑽孔，濕度趨勢則較不一致及較難以界定。至於從編號3B鑽孔所收集的樣本，其飽和度在10至19米深之間是75%至85%不等，跟上述三鑽孔比較，編號3B鑽孔距離污水管較遠。

### I.3 壓實試驗

#### I.3.1 試驗方法

按照 Chen(1994) 所推薦的程序，在填土樣本進行了兩個標準的普氏(Proctor)壓實試驗。

#### I.3.2 試驗結果

圖 I3 和 I4 以乾密度和含水量相比而標繪出試驗結果。上述二圖亦繪出樣本的相應粒徑分佈曲線。

所獲得的最高乾密度是每立方米1780千克和每立方米1890千克，而相應的最佳含水量則是16%和13%，現場的乾密度則為每立方米1420至1700千克，平均數則約為每立方米1570千克，相當於最高乾密度的85%。由試驗結果可見，山泥傾瀉地點的填土可能是非常疏鬆的。

## I.4 剪切盒試驗

### I.4.1 試驗方法

試驗方法是按照以 Head(1986) 所推薦的程序，而樣本則只利用壓實的填土進行試驗。試樣分三層壓入一個 100 毫米 x 100 毫米 x 40.5 毫米深的剪切盒之內。試樣乾密度的範圍是每立方米1285至1700千克之間，約在 1.4 kPa的垂直應力之下浸在水中24小時。這是相等於頂板重量所產生的應力。

浸水後，試樣在指定的垂直應力之下固結。指定應力由15 kPa至60 kPa不等。當在指定應力下垂直位移停止時，剪切階段便開始。試樣以每分鐘0.08毫米的速率剪切，直至水平位移達剪切盒的極限，約達 15 毫米為止。

這次調查共進行了12個單階段試驗。當剪切應力達最高值時，試樣被視為已到達剪切破壞。

### I.4.2 試驗結果

試驗結果撮述於表I3。圖I5則顯示填土在剪切時的典型反應。

工作人員成功製備了三個非常疏鬆的試樣，乾密度低至每立方米1285千克。不過，這些試樣在浸水時乾密度升至約每立方米1450千克，而在固結時更升至每立方米1780千克(見表I3)。這種情況顯示出在如此低密度的情況下，填土容易因受濕而塌下。

試驗所得的剪切應力和有效正應力繪於圖I6。以最小自乘法求得之直線顯示剪切強度參數是  $c' = 1.3 \text{ kPa}$ ， $\phi' = 35.7^\circ$ 。

## I.5 傳統的三軸試驗

### I.5.1 試驗方法

進行固結不排水三軸壓力試驗，並量度孔隙水壓。所用的試樣直徑74毫米，從 Mazier 或塊狀樣本削製而來。進行試驗時，先在 5 kPa 的有效應力之下提高反壓力以飽和試樣。當孔隙壓力參數B(Skempton, 1954)等於或大於0.97的時候，即視作飽和

完成。隨即把試樣在指定的有效應力之下以各向等壓固結，跟著便以每分鐘0.03毫米的固定率剪切試樣，直至軸應變到達約15%為止。

試驗的試樣，包括未擾動的完全風化火山岩和完全至高度風化火山岩，及一系列不同乾密度的壓實填土樣本。單階段及多階段兩種三軸試驗都有進行。

填土試樣原壓實至每立方米1300至1700千克的乾密度。不過，非常疏鬆的試樣在飽和的時候會塌陷得頗為厲害，而在固結的時候密度進一步加大，結果，剪切前的試樣的最低乾密度是每立方米1680千克(表I4)。

試樣一般在最高應力傾斜點時被視為已到達剪切破壞。最高應力傾斜點即最高應力比率  $\sigma'_1/\sigma'_3$ 。 $\sigma'_1$  和  $\sigma'_3$  分別是最大有效主應力和最小有效主應力。

### 1.5.2 試驗結果

試驗結果撮述於表I4至I6。剪切時完全風化火山岩與完全至高度風化火山岩的典型反應見圖I7。圖I8是典型有效應力路徑的例子。

在進行分析時，有兩個完全至高度風化火山岩的試樣因為看來有異常的反應而並未包括在分析之內。其中一個試樣的反應例子見圖I9。從該圖中，可見初期的應力與應變反應是非常硬實的，試樣的應力情況在脆性破壞前已達到不正常的高比率。這種特徵，可能反映了黏結或大尺寸顆粒的影響。進行傳統不排水三軸壓力試驗時所採用的程序和有關的應力路徑，使風化較多的物質的強度參數得以較易獲得。不過，由於在取樣及製備試樣時的擾動，殘餘黏結的影響難以找出。殘餘黏結可使峰值和勁度增高，並且在破壞時作出脆性反應。

從表I5和I6可見，幾乎所有完全風化火山岩和完全至高度風化火山岩的試樣都剪脹的。這種情況可見於剪切破壞時的孔隙水壓參數A，一般為零至0.3的(見Skempton, 1954)。另一方面，所有填土試樣在剪切時都縮小，而A的數值範圍則是從0.82至1.86(見圖I4)。

完全風化火山岩和完全至高度風化火山岩的試樣約在2%至3.5%的軸應變時破壞，而填土試樣則在5%至15%的軸應變時破壞。

圖I10至I11以  $q' = 1/2(\sigma'_1 - \sigma'_3)$  和  $p' = 1/2(\sigma'_1 + \sigma'_3)$  相比而標繪出各試驗的結果，即是以軸差應力的一半和平均有效應力作相比。考慮到崩塌殘痕面的深度不大，

所以只研究在剪切破壞時平均有效應力的數值相等或少於 200 kPa 的結果。此外，完全風化火山岩的試驗結果和完全至高度風化火山的相差不大，而兩種乾密度的範圍也大致上相同(見表 I5 和 I6)。所以在此次山泥傾瀉調查中，這兩種土壤可視作有同樣的抗剪強度參數。

圖 I10 和 I11 所示的直線，是用最小自乘法求得，如圖所示，填土的抗剪強度參數為  $c' = 1.7\text{kPa}$ ， $\phi' = 32^\circ$ ，而完全風化火山岩和完全至高度風化火山岩則為  $c' = 2.0\text{kPa}$ ， $\phi' = 38.5^\circ$ 。

在考慮剪切盒試驗結果與三軸試驗結果(見第 I.5.2 段)，和現場所見填土的本質和混雜性之後，填土的強度參數可視為  $c' = 0$ ， $\phi' = 35^\circ$ 。

## I.6 特別三軸試驗

### I.6.1 試驗方法

以完全風化火山岩和一個完全至高度風化火山岩試樣，進行了下列三套特別的三軸試驗：

- (a) 恆載試驗；
- (b) 應力路徑試驗；
- (c) 非飽和試驗。

恆載試驗是大致根據 Bishop & Henkel (1962) 所述的方法而進行的。試樣用反壓力飽和，跟著便以各向不等壓固結至指定的應力。剪切試樣的工作是利用增加孔隙壓力的方法，在控制情況下注入水，注水的速率務求使試樣的頂部與底部的孔隙壓力差不超過 1 kPa，孔隙壓力增加時平均有效應力便告減少，而剪切應力直至破壞為止仍維持不變。

香港大學和香港科技大學，亦以油壓控制的應力路徑三軸壓力器，進行類似的試驗。所用的應力路徑大致跟隨上述的一樣。唯一不同處是控制孔隙壓力和應力的方法。例如在香港大學進行的試驗，孔隙壓力以每小時 2 kPa 的固定率增加。

非飽和試驗則按 Fredlund & Rahardjo (1993) 所載的方法進行。試驗工作包

括把試樣在一個固定的淨圍壓和廣義毛管吸力之下作各向等壓固結。孔隙氣壓由一個在試樣頂部的圓碟控制。該圓碟能讓空氣在低氣壓下輸入試樣。而孔隙水壓則由一個在試樣底部的另一個圓碟控制。該圓碟只讓空氣在高氣壓下輸入試樣。試樣達至平衡後，在排水情況下，以每分鐘 0.0009 毫米的應變速率增加軸差應力 $(\sigma'_1 - \sigma'_3)$ ，使試樣被剪切。在剪切時，淨圍壓和廣義毛管吸力都維持不變。調查人員曾以不同的淨圍壓和廣義毛管吸力組合進行多階段試驗。

## 1.6.2 試驗結果

### 1.6.2.1 恆載試驗和應力路徑試驗

圖 I12 和 I13 分別顯示恆載試驗和應力路徑試驗的典型結果。圖 I14 則以 $1/2(\sigma'_1 - \sigma'_3)$ 及 $1/2(\sigma'_1 + \sigma'_3)$ 對比而撮述試驗結果。這些試驗中，應力路徑上是保持不變的，而平均有效應力則不斷減小。此外，圖 I14 還顯示了一條平均線，此線是取自 I.5.2 所述的傳統三軸壓力試驗之結果。

試驗結果顯示，從這樣應力路徑得來的應力與應變關係，比較以傳統三軸壓力試驗所得的同樣關係較硬和脆。這條應力路徑被視為最佳的方法去模擬一個斜坡因滲水而使孔隙壓力慢慢增加。試樣一般都在 0.5% 至 1% 軸應變之間破壞，恆載和應力路徑試驗所引伸出的強度包絡線，大致上比從三軸壓力試驗所得的結果稍高。而後高峰強度，則與三軸壓力試驗的結果相約。

### 1.6.2.2 非飽和試驗

圖 I.15 顯示出非飽和完全風化火山岩的試驗的典型結果。

Fredlund & Rahardjo (1993) 的著作認為，非飽和土壤的抗剪強度可以用下列方式表達：

$$\tau_f = c' + (\sigma_f - u_a)_f \tan \phi' + (u_a - u_w)_f \tan \phi^b$$

說明：  
 $\tau_f$  = 破壞時，破裂面所受的剪切應力  
 $c'$  = 以有效應力計算的表觀黏聚力  
 $(\sigma_f - u_a)_f$  = 破壞時，破裂面所受的淨正應力  
 $\sigma_f$  = 破壞時，破裂面所受的總正應力  
 $u_a$  = 孔隙氣壓



- $\phi'$  = 與淨正應力狀態變數  $(\sigma_f - u_a)_f$  有關的抗剪角  
 $(u_a - u_w)_f$  = 破壞時的廣義毛管吸力  
 $u_w$  = 孔隙水壓  
 $\phi^b$  = 按廣義毛管吸力的變化而產生的抗剪強度

試驗結果顯示  $\phi^b$  與廣義毛管吸力的變化如下：

<u>廣義毛管吸力 <math>u_a - u_w</math> (kPa)</u>	<u><math>\phi^b</math> (度數)</u>
0 - 25	39
25 - 50	31
50 - 100	22

## I.7 點載重試驗

### I.7.1 試驗方法

點載重試驗所用的砂漿樣本，是從山泥傾瀉產生的泥石中的砌石牆裂塊中取出。試驗根據 ISRM (1985) 中所說的方法而進行。

試驗的樣本分為兩種，一種是在天然狀態中的，另一種是已浸在水中七天的樣本。

### I.7.2 試驗結果

表 I7 撮述試驗的結果。試驗的結果並不統一，在天然狀態的樣本，點載重指標在 0.08 至 0.26 MPa 之間，而平均指標則是 0.18 MPa。經過浸水七天後，試樣的同樣指標，則在 0.07 至 0.48 MPa 之間，而平均指標則是 0.22 MPa。

試驗結果顯示，砂漿的強度，經過浸水後並無下降。

## I.8 化學試驗

### I.8.1 試驗方法

土壤和水樣本都作化學分析。土壤樣本的分析，包括找出所含的有機物(BSI, 1990)。

水樣本是直接從山泥傾瀉現場取得或從壓榨土壤樣本而得。水樣本的分析，包括找出氯化物、化學氧需求(COD)、總有機碳含量、含氮、硝酸鹽和亞硝酸鹽。氯化物、總有機碳含量、含氮、硝酸鹽和亞硝酸鹽等的試驗是以美國公共健康會(American Public Health Association) (1992) 出版物所載方法而進行的，而化學氧需求(COD)，則是以美國材料測試學會(American Society for Testing Materials) (1993) 的出版物所載方法而進行的。

### I.8.2 試驗結果

表I8至I10所示的，分別是土壤和水份的分析的結果。

分析有機物質的目的，是評估污水管附近一帶的染黑泥土是否受污水滲漏所影響。樣本H、I及J由於不受污水影響，而相應的有機含量又低(在質量上只佔0.1%至0.3%)，所以便成為對比樣本。從污水管內部面層所取的沉積樣本，含21.6%的有機物。而從有滲漏跡象的污水管外面或砂井內取得的染黑泥土，有機物含量在2.9%至4.5%之間。所以可作出結論，從污水管外面或從砂井取得的染黑泥土可能受污水管滲漏所影響。

觀龍樓以鹹水沖廁。因此，大可有信心地用水樣本中氯化物含量結果來協助分辨水源。如果土壤曾受污水管滲漏影響，則氯化物含量必較水源為雨水或地下水的地方為高。雖然含化學品的水流過非飽和土壤時，可能涉及如吸收和過濾等非常複雜的過程，但按化學分析的結果，仍顯示出氯化物含量分佈與污水管的位置有相應的關係。

雨水樣本W9和樣本F1A15、F3A17和TP37AH4(從D座底部的泥土樣本榨出而不受污水管影響的水)成為氯化物含量的對比樣本。其含量由每公升36毫克至146毫克不等。用以改善鑽孔的泡沫的樣本亦經過試驗，而結果則證實土壤的氯化物含量不受泡沫影響。

鑽孔編號1A和編號2A靠近山泥傾瀉時折斷的污水管。從這兩鑽孔深達11米以上取得的樣本，遠較對比樣本的氯化物含量為高(通常高出數百倍)。在下坡方向，離估計污水管路線不遠的編號7鑽孔同樣於11米以上亦發現有很高的氯化物含量。大體來說，試驗結果表示水源是來自污水管。

山泥傾瀉後，污水從損毀的渠管流入崩塌殘痕，此一情況持續至山泥傾瀉翌日下午約六時為止。由於此情況出現在D座的西北角，與鑽孔位置有相當距離，所以從實驗室量度到的高氯化物含量，並非是山泥傾瀉後污水流入泥土所致的。

從分析編號5A鑽孔在1.8米至3.25米深之間所得的樣本的結果來看，每公升75毫克至150毫克的氯化物含量與比對樣本的氯含量相約。這樣的結果，正符合樣本來自污水管上方的事實。此外，表 12 中的含水量顯示從編號5A鑽孔中直至3.7米深的樣本，是較更深處的樣本濕許多。這正好證明除了污水管之外，還有另一個水源濕潤泥土。

## 1.9 參考書目

- American Public Health Association (1992). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. (18th edition). Section 4: Inorganic non-metallic constituents. American Public Health Association, 135 p.
- American Society for Testing Materials (1993). Standard Test Methods for Chemical Oxygen Demand (Dichromate Oxygen Demand) of water. ASTM Test Designation: D1252-88 Test Method A, American Society for Testing and Materials, pp 68-71.
- Bishop, A. W. & Henkel, D.J.(1962). The Measurement of Soil Properties in the Triaxial Test. (Second edition). Edward Arnold, London, 227 p.
- BSI(1990). Methods of Test for Soils for Civil Engineering Purposes. BS1377:1990: Part 3: Chemical and Electro-chemical Tests. British Standards Institution, London, 44 p.
- Chen, P.Y.M.(1994). Methods of Test for Soils in Hong Kong for Civil Engineering Purposes (Phase 1 Tests). GEO Report No.36, Geotechnical Engineering Office, Hong Kong Government, 91 p.

Fredlund, D. G. & Rahardjo, H.(1993). Soil Mechanics for Unsaturated Soils. John Wiley & Sons, New York, 517 p.

Head, K. H. (1986). Manual of Soil Laboratory Testing. Volume 2 : Permeability, Shear Strength and Compressibility Tests. Halsted Press, New York, 413 p.

ISRM (1985). Suggested method for determining point load strength. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences & Geomechanics Abstracts, vol. 22, no. 2, pp 51-60.

Skempton, A. W. (1954). The pore pressure coefficients A and B. Geotechnique, vol. 4, pp 143-147.

附表

附表 編號		頁數
I1	分類及指標試驗摘要	206
I2	含水量及飽和度隨深度之變化	210
I3	重覆壓實填土的剪切盒試驗結果摘要	211
I4	重覆壓實填土的三軸試驗結果摘要	212
I5	完全風化火山岩的三軸試驗結果摘要	213
I6	完全至高度風化火山岩三軸試驗結果摘要	215
I7	砌石牆裂塊中之砂漿點載重試驗結果摘要	216
I8	土壤樣本化學分析結果摘要	217
I9	水樣本化學分析結果摘要	218
I10	水樣本化學分析結果摘要	219

表II - 分類及指標試驗摘要(四頁中的第一頁)

物料種類	樣本位置	深度 (米)	樣本種類	粒徑分佈				LL (%)	PL (%)	PI (%)	含水量 (%)	比重	附註
				礫石 (%)	砂 (%)	粉砂 (%)	黏土 (%)						
填土	TP1	2.8	散樣	18	32	25	25	47	22	25		2.6	
填土	BH6	1.3-2.3	Mazier樣本	23	29	31	17	39	19	20	16.7(1.47米-2.29米)		*
填土	TP4	0.73-1.03	散樣	1	42	57		32	25	7			
填土	TP9	0-1.5	散樣	20	34	46		29	16	13			
填土	RM1/V		重塑	20	34	46							
填土	RM1/X		重塑	7	38	30	25						
填土	RM1/W		重塑	8	37	31	24						
填土	RM1/AD		重塑	9	44	36	21	30	16	14			
填土	RM1/AE		重塑	6	35	38	21						
填土	TP11	0.5	散樣	27	37	36		27	21	6			
填土	TP37	0.5	散樣	36	30	34					11.2		
填土	TP12	0.5	散樣	22	26	52		35	19	16	22.6		
填土	BH12	0-0.5	散樣	55	26	19					9.7		
填土	TP8	1-1.13	散樣	39	24	37					16.7		
填土	D座下面	0.5	散樣	6	35	59							*
填土	D座下面	1	散樣	27	29	44							*
填土	D座下面	近地面	散樣	32	31	37							*
填土	D座下面	1.2	散樣	50	28	22							*
填土	D座下面	0.8	散樣	18	29	53							*

表II - 分類及指標試驗摘要(四頁中的第二頁)

物料種類	樣本位置	深度 (米)	樣本種類	粒徑分佈				LL (%)	PL (%)	PI (%)	含水量 (%)	比重	附註
				礫石 (%)	砂 (%)	粉砂 (%)	黏土 (%)						
填土	D座下面	0.8	散樣	37	30	33							*
填土	D座下面	近地面	散樣	24	36	40							*
填土	D座下面	1.4	散樣	35	30	35							*
填土	D座下面	0.5	散樣	26	50	24							
填土	D座下面		散樣	2	37	51	10						
填土	D座下面		散樣	2	35	53	10						
CDV	TP2	2.6	散樣	46	27	22	6	28	22	6		2.65	
CDV	TP3	1.6	散樣	48	23	20	9	40	26	14		2.68	
CDV	TP6	1-1.3	散樣	9	46	37	8	36	NP	NP	23	2.65	*
CDV	TP7	1.5	散樣	41	25	34							
CDV	TP8	2.5-2.95	U100樣本	5	42	45	8	29	19	10	24.3		*
CDV	BH1	1.5-2.5	Mazier樣本	14	52	24	10	37	25	12	22.8(1.88米-2.08米) 24.4(2.28米-2.48米)	2.64	
CDV	BH1	3.5-4.5	Mazier樣本	30	42	23	5	39	29	10	19.1(3.70米-3.90米) 22.3(4.1米-4.3米) 21.3(4.3米-4.5米)	2.65	
CDV	BH1	4.5-5.5	Mazier樣本	16	48	30	6	35	25	10	24.6(5.09米-5.29米) 26.9(5.29米-5.49米)	2.64	
CDV	BH1	5.5-6.5	Mazier樣本	20	34	41	5	35	25	10	14.7(5.69米-5.89米) 25.1(5.89米-6.09米) 24.2(6.09米-6.29米) 21.2(6.29米-6.49米)	2.65	

表I1 - 分類及指標試驗結果摘要(四頁中的第三頁)

物料種類	樣本位置	深度 (米)	樣本種類	粒徑分佈				LL (%)	PL (%)	PI (%)	含水量 (%)	比重	附註
				礫石 (%)	砂 (%)	粉砂 (%)	黏土 (%)						
CDV	BH1	6.5-7.5	Mazier樣本	33	28	37	2	36	27	9	19.8(6.76米-6.96米)	2.62	
CDV	BH3	8-9	Mazier樣本	4	45	42	10	33	22	11			
CDV	BH3	10-11	Mazier樣本	12	47	36	5	32	20	12	17.5(10.19米-10.39米) 16.9(10.39米-10.59米) 15.0(10.79米-10.99米)	2.66	
CDV	BH7	10-11	Mazier樣本	11	70	17	2	32	NP	NP	18.2(10.18米-10.38米) 19.2(10.38米-10.58米) 18.1(10.58米-10.98米)	2.63	*
CDV	BH8	9.5-10.5	Mazier樣本	5 1	47 43	43 48	5 8				26.2(9.68米-9.88米) 22.7(9.88米-10.08米) 23.7(10.08米-10.28米) 22.4(10.28米-10.48米)	2.63	*
CDV	BH8	11-12	Mazier樣本	6 10	48 50	38 36	8 4				19.2(11.19米-11.39米) 16.9(11.39米-11.59米) 18.4(11.59米-11.79米) 19.8(11.79米-11.99米)		*
CDV	BH9	5.3-6.4	Mazier樣本	24	37	29	10						
CDV	F2	(約高程 30米)	散樣	17	48	35					12.5		*
CDV	F5	1.4	散樣	29	38	33					14.1		*
C/HDV	TP4	1.5	散樣	13	39	41	7	34	25	9		2.65	
C/HDV	BH1	2.5-3.5	Mazier樣本	24	51	20	6	38	27	11	19.7(3.09米-3.29米) 22.8(3.29米-3.49米)	2.62	



表II - 分類及指標試驗結果摘要(四頁中的第四頁)

物料種類	樣本位置	深度 (米)	樣本種類	粒徑分佈				LL (%)	PL (%)	PI (%)	含水量 (%)	比重	附註																	
				礫石 (%)	砂 (%)	粉砂 (%)	黏土 (%)																							
C/HDV	BH2	3.5-4.5	Mazier樣本	30	46	18	6	37	25	12	22.9(4.08米-4.28米) 24.2(4.28米-4.48米)	2.63																		
C/HDV	BH2	8.2-9.2	Mazier樣本	20	55	22	3	31	22	9	12.9(8.98米-9.18米)	2.62																		
C/HDV	BH3	11.5-12.5	Mazier樣本	7	48	41	4	33	24	9	16.1(11.77米-12.48米)		*																	
C/HDV	BH4	6.5-7.5	Mazier樣本	48	32	18	2	33	22	11	10.4(6.74米-7.49米)		*																	
C/HDV	BH6	2.3-3.3	Mazier樣本					36	23	13	24.2(2.68米-2.88米) 24.0(2.88米-3.08米)	2.65	*																	
C/HDV	BH7	7-8	Mazier樣本	36	35	26	3	33	24	9																				
C/HDV	BH7	11.5-12.5	Mazier樣本	10	41	43	6				19.9(11.51米-11.89米) 18.1(11.89米-12.09米) 18.2(12.09米-12.29米) 15.6(12.29米-12.49米)	2.67	*																	
C/HDV	BH9	6.4-7.5	Mazier樣本	10	32	50	8				17.6(7.19米-7.39米)	2.66																		
<p>說明:</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 15%;">LL</td> <td style="width: 15%;">液限</td> <td style="width: 15%;">CDV</td> <td style="width: 15%;">完全風化火山岩</td> <td style="width: 15%;">*</td> <td style="width: 30%;">指出Materialab有限公司進行的測試</td> </tr> <tr> <td>PL</td> <td>塑限</td> <td>HDV</td> <td>高度風化火山岩</td> <td>BH6</td> <td>編號BH6鑽孔</td> </tr> <tr> <td>PI</td> <td>可塑性指數</td> <td>NP</td> <td>非塑性</td> <td>TP11</td> <td>編號TP11探井</td> </tr> </table>													LL	液限	CDV	完全風化火山岩	*	指出Materialab有限公司進行的測試	PL	塑限	HDV	高度風化火山岩	BH6	編號BH6鑽孔	PI	可塑性指數	NP	非塑性	TP11	編號TP11探井
LL	液限	CDV	完全風化火山岩	*	指出Materialab有限公司進行的測試																									
PL	塑限	HDV	高度風化火山岩	BH6	編號BH6鑽孔																									
PI	可塑性指數	NP	非塑性	TP11	編號TP11探井																									
<p>註(1): RM1系列的樣本是用來自以下的物料混合而成:                  TP7(在0.5米及1米深的散樣, 在0.5-0.8米深的塊狀樣本)                  TP9(在0.5米、1米及1.5米深的散樣)</p> <p>(2): 鑽孔及探井位置見圖H6</p>																														

表12 - 含水量及飽和度隨深度之變化

鑽孔編號	深度 (米)	物料 種類	樣本種類	含水量 (%)	乾密度 (千克/ 立方米)	體密度 (千克/ 立方米)	飽和度 (%)	飽和 含水量 (%)
BH2A	2.00-2.45	CDV	SPT 樣本	18	1,709	2,017	86.7	20.8
BH2A	3.00-3.45	CDV	SPT 樣本	17.2	1,758	2,060	89.8	19.2
BH2A	4.00-4.45	CDV	SPT 樣本	13.3	1,889	2,140	87.5	15.2
BH2A	5.00-5.45	CDV	SPT 樣本	15	1,831	2,106	88.9	16.9
BH5A	2.30-2.75	CDV	SPT 樣本	24.2	1,564	1,942	92.3	26.2
BH5A	3.30-3.75	CDV	SPT 樣本	24.1	1,600	1,985	97.2	24.8
BH5A	4.30-4.75	CDV	SPT 樣本	16.3	1,705	1,983	77.9	20.9
BH5A	5.30-5.75	CDV	SPT 樣本	22.8	1,657	2,035	100.8	22.6
BH5A	10.30-10.68	CDV	SPT 樣本	13.1	1,894	2,142	87	15.1
BH10	6.09-6.29	C/HDV	Mazier樣本	22.7	1,573	1,930	87.9	25.8
BH10	6.29-6.49	C/HDV	Mazier樣本	22.3	1,594	1,950	89.3	25
BH10	6.89-7.09	C/HDV	Mazier樣本	19.8	1,678	2,010	90.6	21.9
BH10	7.09-7.29	C/HDV	Mazier樣本	20.8	1,647	1,990	90.6	23
BH10	8.16-8.34	CDV	Mazier樣本	21	1,570	1,900	80.9	25.9
BH10	9.26-9.44	CDV	Mazier樣本	18.9	1,640	1,950	81.3	23.2
BH10	10.06-10.24	CDV	Mazier樣本	19.3	1,685	2,010	89.3	21.6
BH10	11.16-11.34	CDV	Mazier樣本	20.8	1,639	1,980	89.4	23.3
BH10	12.26-12.44	CDV	Mazier樣本	23.9	1,525	1,890	85.9	27.8
BH10	13.36-13.54	CDV	Mazier樣本	20.7	1,624	1,960	86.8	23.8
BH10	14.45-14.63	CDV	Mazier樣本	21.9	1,608	1,960	89.5	24.5
BH10	15.14-15.32	C/HDV	Mazier樣本	14.6	1,850	2,120	89.5	16.3
BH10	16.19-16.39	C/HDV	Mazier樣本	15.1	1,833	2,110	89.8	16.8
BH10	16.39-16.59	C/HDV	Mazier樣本	13.7	1,900	2,160	91.9	14.9
BH3B	10.06-10.24	C/HDV	Mazier樣本	11.7	1,880	2,100	75.7	15.5
BH3B	11.01-11.19	C/HDV	Mazier樣本	9.9	1,929	2,120	70.2	14.1
BH3B	12.46-12.64	C/HDV	Mazier樣本	9.7	1,969	2,160	74.3	13.1
BH3B	13.71-13.89	C/HDV	Mazier樣本	9	2,028	2,210	77.7	11.6
BH3B	15.24-15.44	CDV	Mazier樣本	11.4	1,957	2,180	85.3	13.4
BH3B	16.86-17.04	CDV	Mazier樣本	9.6	2,007	2,200	79.5	12.1
BH3B	17.15-17.34	CDV	Mazier樣本	12.1	1,891	2,120	79.9	15.1
BH3B	18.71-18.89	C/HDV	Mazier樣本	8.4	2,057	2,230	77.2	10.9

註： (1) 錄得的土壤比重為2.65。  
 (2) CDV 為完全風化的火山岩。  
 (3) C/HDV 為完全至高度風化的火山岩。  
 (4) SPT 為標準貫入試驗。

表I3 - 重覆壓實填土的剪切盒試驗結果摘要

樣本位置	深度 (米)	浸水前 飽和度 (%)	浸水前 孔隙比	浸水前 乾密度 (千克/ 立方米)	浸水時 垂直位移 (毫米)	浸水後 乾密度 (千克/ 立方米)	垂直應力 (kPa)	固結時 垂直位移 (毫米)	剪切前 乾密度 (千克/ 立方米)	最大剪切 應力 (kPa)	最大剪切 應力時的 水平位移 (毫米)	最大剪切 應力時的 垂直位移 (毫米)	最大剪切 應力時的 垂直應變 (%)
RM1/AG	16.7	41.9	1.054	1,285	4.6	1,450	25	6.56	1,774	19.9	14.73	0.94	2.32
RM1/AH	16.1	40.8	1.044	1,292	3.46	1,413	40	8.05	1,850	28.3	13.42	0.82	2.03
RM1/AI	16.1	40.8	1.043	1,292	3.72	1,423	60	8.6	1,857	44.9	9.01	0.68	1.68
RM1/AP	15.5	53.8	0.762	1,499	-0.03	1,498	15	2.92	1,614	12	14.84	1.99	4.92
RM1/AJ	15.9	54.6	0.766	1,493	-0.02	1,492	25	4.59	1,683	20.4	14.48	1.37	3.39
RM1/AQ	15.9	54.7	0.767	1,494	-0.01	1,493	32	4.18	1,665	23.6	14.49	1.55	3.83
RM1/AK	16.3	55.6	0.772	1,488	-0.03	1,486	40	2.09	1,567	29.7	14.31	1.58	3.9
RM1/AR	15.6	53.9	0.762	1,497	-0.06	1,495	50	4.59	1,686	38.6	14.55	1.38	3.4
RM1/AL	14.8	52	0.75	1,507	0.05	1,509	60	6	1,771	42.3	14.51	1.29	3.19
RM1/AM	15.4	73.6	0.554	1,700	0.07	1,703	25	0.89	1,741	18.6	14.8	0.81	2
RM1/AN	15.4	73.5	0.553	1,700	-0.05	1,698	40	0.68	1,727	30.3	13.31	0.78	1.93
RM1/AO	15.5	73.9	0.565	1,699	-0.01	1,698	60	1.3	1,755	45.8	12.84	1.11	2.75

註：(1) 剪切盒為100毫米 x 100毫米 x 40.5毫米。  
 (2) 樣本在受1.4kPa壓力下浸水24小時。  
 (3) 剪切率為每分鐘0.08毫米。  
 (4) 樣本是用下列樣本混合而成：編號TP7探井：0.5米，1.0米(散樣)  
 編號TP7探井：0.5米，0.8米(散樣)  
 編號TP7探井：0.5米，1.0米及1.5米(散樣)  
 (5) 重塑填土樣本的顆粒分佈為：礫石% (6%-20%)，砂 (35%-44%)，粉砂及黏土 (46%-59%)  
 (6) 負垂直位移代表膨脹或剪脹

表I4 - 重覆壓實填土的三軸試驗結果摘要

樣本編號	物料種類	試驗前含水量 (百分率)	試驗前乾密度 (千克/立方米)	飽和後乾密度 (千克/立方米)	飽和後乾密度 (千克/立方米)	比重	試驗種類	固結圖壓 (KPa)	最大應力比率 (p'/q)	最大應力比率時的軸向 應變 (%)	最大應力比率時的p' (kPa)	最大應力比率時的q' (kPa)	最大應力比率時的孔隙 壓力 參數A <sub>r</sub>
RM1 P	重塑填土	15.4	1,700	1,720	1,750	2.64	cus	25	4.52	2.72	17.7	11.3	0.82
RM1 Q	重塑填土	15.5	1,700	1,740	1,780	2.64	cus	40	3.19	1.81	29.5	15.4	0.84
RM1 R	重塑填土	15.3	1,700	1,730	1,800	2.64	cus	60	3.74	11.06	41.5	24	0.89
RM1 S	重塑填土	15.9	1,490	1,620	1,680	2.64	cus	25	4.3	15.83	14	8.7	1.13
RM1 T	重塑填土	15.9	1,490	1,650	1,710	2.64	cus	40	4.16	10.84	21.2	13	1.22
RM1 U	重塑填土	15.3	1,500	1,640	1,770	2.64	cus	60	3.73	15.96	30	17.3	1.36
RM1 Z	重塑填土	15.5	1,300	1,580	1,680	2.64	cus	25	4.85	15.91	9	5.9	1.86
RM1 AA	重塑填土	15.2	1,300	1,600	1,730	2.64	cus	40	4.52	5.27	19.3	12.3	1.34
RM1 AB	重塑填土	14.9	1,300	1,600	1,780	2.64	cus	60	3.73	15.99	33.9	19.5	1.17
<p>說明:</p> $q' = (\sigma_1' - \sigma_3')/2$ $p' = (\sigma_1' + \sigma_3')/2$ $\sigma_1'$ 最大有效主應力 $\sigma_3'$ 最小有效主應力                     CUS 固結不排水三軸壓縮試驗 (單階段)                     A <sub>r</sub> 孔隙水壓反應與軸差應力變化之比率													
<p>註：(1) 各樣本是用來自以下樣本混合而成：                      編號TP7探井 (0.5米及1.0米的散樣及0.5-0.8米的塊狀樣本)及                      編號TP9探井 (0.5米，1.0米及1.5米的散樣)                      (2) 重覆壓實填土的粒徑分佈幅度如下：礫石 (6-20%)，砂 (35-44%)，粉砂及黏土 (46-59%)</p>													

表I5 - 完全風化火山岩的三軸試驗結果摘要 (二頁中的第一頁)

樣本位置	深度 (米)	物料種類	試驗前含水量 (%)	試驗前乾密度 (千克/立方米)	阿太堡限度		比重	粒徑分佈				試驗種類	固結圍壓 (kPa)	最大應力比率 (p' / q')	最大應比率時的軸向應變 (%)	最大應力比率時的 p' (kPa)	最大應力比率時的 q' (kPa)	最大應力比率時的孔隙壓力參數 A <sub>r</sub>	
					PL (%)	LL (%)		礫石 (%)	砂 (%)	粉砂 (%)	黏土 (%)								
BH1	3.29 - 3.49	CDV	22.8	1,440	27	38	2.63					CUM	50	4.24	2.68	128	79	0.01	
														100	4.17	5.38	204	125	0.07
														150	3.91	8.64	291	172	0.09
BH1	4.1 - 4.3	CDV	20.8	1,440			2.65					CUS	60	4.65	3.42	93	60	0.22	
BH1	5.29 - 5.49	CDV	26.4	1,470			2.64					CUS	90	4.03	2.21	147	88	0.18	
BH1	5.89 - 6.09	CDV	23.5	1,430			2.65					CUS	50	3.94	3.64	59	35	0.37	
BH1	6.09 - 6.29	CDV	22.8	1,500			2.65					CUS	100	4.31	3.44	153	95	0.22	
BH1	6.29 - 6.49	CDV	21.3	1,590			2.65					CUS	150	4.74	3	233	152	0.23	
BH1	6.76 - 6.96	CDV	16.6	1,570	27	36	2.62	33	28	37	2	CUS	150	4.08	6.11	141	85	0.55	
BH2	4.28 - 4.48	CDV	23.5	1,520			2.63					CUM	50	5.39	2.50	101	70	0.13	
														100	4.5	5.03	163	104	0.20
														150	4.35	7.22	231	145	0.22
BH3	10.19 - 10.39	CDV	15.8	1,690			2.66	12	47	36	5	CUS	50	4.86	3.92	110	73	0.09	
BH3	10.39 - 10.59	CDV	17.1	1,720			2.66					CUM	50	5.72	2.87	130	91	0.06	
														100	5.32	5.38	247	169	0.06
														150	4.95	7.43	354	235	0.07
BH7	10.18 - 10.38	CDV	17.3	1,580			2.63					CUS	70	3.62	4.03	88	50	0.32	
BH7	10.38 - 10.58	CDV	17.8	1,570			2.63					CUM	50	5.08	5.28	105	70	0.11	
														100	4.62	9.18	224	144	0.07
														150	4.35	12.27	351	220	0.04
BH7	11.89 - 12.09	CDV	17.2	1,690			2.67					CUS	50	5.71	2.81	137	96	0.05	
BH8	9.88 - 10.08	CDV	24.3	1,620			2.63	1	43	48	8	CUS	40	4.44	2.63	67	42	0.18	
BH8	10.08 - 10.28	CDV	24	1,570			2.63					CUS	70	4.26	4.01	144	89	0.09	
BH8	10.28 - 10.48	CDV	22.9	1,590			2.63					CUM	50	3.74	1.76	77	44	0.2	
														100	3.49	3.95	151	84	
														150	3.31	5.48	214	115	



表I6 - 完全至高度風化火山岩三軸試驗結果摘要

樣本位置	深度 (米)	物料種類	試驗前含水量 (%)	試驗前乾密度 (千克/立方米)	阿太堡限度		比重	粒徑分佈				試驗種類	固結圍壓 (kPa)	最大應力比率 (p' / q')	最大應比率時的軸向應變 (%)	最大應力比率時的 p' (kPa)	最大應力比率時的 q' (kPa)	最大應力比率時的孔隙壓力參數 A <sub>v</sub>
					PL (%)	LL (%)		礫石 (%)	沙 (%)	粉砂 (%)	黏土 (%)							
BH1	2.28-2.48	C/HDV	23	1,450			2.64					CUS	60	5.86	2.84	155	110	0.07
BH1	3.09-3.29*	C/HDV	19.7	1,580	27	38	2.62	24	51	20	6	CUS	30	30.2	0.91	80	75	0.17
BH1	4.295-4.495	C/HDV	21.2	1,520			2.65					CUS	90	4.65	3.34	150	97	0.19
BH1	5.09-5.29	C/HDV	23	1,480			2.64	16	48	30	6	CUS	60	4.61	2.03	107	69	0.16
BH2	4.08-4.28	C/HDV	20.8	1,540			2.63	30	46	18	6	CUS	70	4.49	2.09	103	66	0.25
BH2	8.98-9.18*	C/HDV	12.8	1,910			2.62	20	55	22	3	CUS	60	9.98	1.99	177	145	0.1
BH3	10.79-10.99	C/HDV	13.6	1,790			2.66					CUS	100	4.29	1.99	189	118	0.12
BH7	12.09-12.29	C/HDV	17.4	1,690								CUS	150	4.07	3.17	231	140	0.21
BH7	12.29-12.49	C/HDV	15.2	1,790			2.67					CUS	100	6.66	2.95	259	191	0.08
BH7	13.39-13.59	C/HDV	14.1	1,800			2.65					CUM	30	4.5	3.87	64	41	0.08
													60	4.13	6.50	120	73	0.09
													90	3.97	8.58	195	116	0.05
BH7	13.79-13.99	C/HDV	10.4	1,940			2.65					CUM	50	7.41	1.46	114	87	0.13
													100	5.96	2.99	230	164	0.10
													150	5.32	4.37	353	241	0.08
BH9	6.79-6.99	C/HDV	16.2	1,700			2.66					CUM	50	3.66	1.48	64	37	0.30
													100	3.22	2.80	123	65	0.32
													150	3.08	3.80	180	92	0.34
BH10	6.09-6.29	C/HDV	22.7	1,570			2.63					CUM	25	5.98	1.25	63	45	0.08
													50	5.12	3.36	120	81	0.07
													75	4.68	5.41	175	113	0.06
BH10	6.89-7.09	C/HDV	19.8	1,680			2.64					CUS	60	4.26	2.65	103	64	0.16
BH10	16.19-16.39	C/HDV	15.1	1,830			2.63					CUM	50	5.55	3.16	96	67	0.16
													100	4.67	5.70	196	127	0.12
													150	4.35	7.34	281	176	0.13
BH10	16.39-16.59	C/HDV	13.7	1,900			2.63					CUM	30	6.28	2.13	106	77	0.01
													60	5.27	4.04	186	127	0.00
													90	5.13	5.69	265	179	0.01

說明:

$q' = (\sigma_1' - \sigma_3')/2$

$p' = (\sigma_1' + \sigma_3')/2$

$\sigma_1'$  最大有效主應力

$\sigma_3'$  最小有效主應力

PL 塑限

LL 液限

CDV 完全風化火山岩

C/HDV 完全至高度風化火山岩

CUS 固結不排水三軸壓縮試驗 (單階段)

CUM 固結不排水三軸壓縮試驗 (多階段)

A<sub>v</sub> 孔隙水壓反應與軸差應力變化之比率

\* 表示試驗結果不包括在本分析內。

表 17 - 砌石牆裂塊中之砂漿點載重試驗結果摘要

樣本編號	狀況	試驗樣本的重量(克)	樣本體積(毫米)			P, 崩塌時的載重(kN)	De 等值直徑(毫米)	P/De <sup>2</sup> (MPa)	F, 修正系數	Is(50) 點載重指數(MPa)
			闊度	長度	厚度					
1	自然狀態	158.5	54	80	33	0.2	47.63	0.09	0.98	0.09
2	自然狀態	273.3	60	77	52	0.3	63.03	0.08	1.11	0.08
3	自然狀態	83.4	48	67	24	0.25	38.3	0.17	0.89	0.15
4	自然狀態	79.2	50	92	26	0.35	40.68	0.21	0.91	0.19
5	自然狀態	48.1	46	54	25	0.3	38.27	0.21	0.89	0.18
6	自然狀態	49.5	40	51	32	0.28	40.37	0.17	0.91	0.15
7	在水中浸泡七日	142.5	52	54	43	0.2	53.36	0.07	1.03	0.07
8	在水中浸泡七日	176.4	62	68	41	0.33	56.89	0.1	1.06	0.11
9	在水中浸泡七日	169.6	47	68	30	0.33	42.37	0.18	0.93	0.17
10	在水中浸泡七日	222.9	55	92	28	1	44.28	0.51	0.95	0.48
11	在水中浸泡七日	101.1	47	48	31	0.3	43.07	0.16	0.94	0.15
12	在水中浸泡七日	85.7	42	48	32	0.6	41.37	0.35	0.92	0.32
13	自然狀態	153	65	112	37	0.58	55.34	0.19	1.05	0.2
14	自然狀態	134.2	50	91	32	0.45	45.14	0.22	0.95	0.21
15	自然狀態	66.3	35	42	30	0.25	36.56	0.19	0.87	0.16
16	自然狀態	24.1	28	60	20	0.25	26.7	0.35	0.75	0.26
17	自然狀態	39.6	31	57	22	0.28	29.47	0.32	0.79	0.25
18	在水中浸泡七日	201.4	51	85	32	0.5	45.58	0.24	0.96	0.23
19	在水中浸泡七日	96.2	46	75	30	0.55	41.92	0.31	0.92	0.29
20	在水中浸泡七日	47.9	40	45	25	0.15	35.68	0.12	0.86	0.1
21	在水中浸泡七日	32.9	40	42	20	0.25	31.92	0.25	0.82	0.2
22	在水中浸泡七日	36.9	31	45	21	0.33	28.79	0.39	0.78	0.31

註: (1) 尺寸最大的為「長度」, 而尺寸最小的為「厚度」。  
 (2) De 是以  $De^2 = 4Wt/\pi$  方程式算出的。  
 (3) F 是以  $F = (De/50)^{0.45}$  方程式算出的。



表I8 - 土壤樣本化學分析結果摘要

樣本編號	樣本位置	樣本說明	有機物質 (佔質量百分比)
A	污水管一個接頭的內壁	泥土/沉澱物(黑色污漬)	21.6
B	污水管斷段混凝土外床的表面	泥土(黑色污漬)	4.5
C	編號77a破損砂井在污水管 入水口正下方的混凝土底座表面	泥土(黑色污漬)	3.4
D	編號77a破損砂井在污水管 入水口正下方的混凝土底座表面	泥土(黑色污漬)	3.7
E	編號77a破損砂井在污水管 入水口正下方的混凝土底座表面	泥土(黑色污漬)	7.3
F	編號77a破損砂井在污水管 入水口正下方的混凝土底座表面	泥土(黑色污漬)	2.9
G	編號11A探井 (1.5米深, 在污水管接頭的旁邊)	填土(沒有污水滲漏及污染的 明顯跡象)	0.1
H	編號1探井(2.8米深)	填土	0.3
I	編號2探井(2.6米深)	填土	0.2

註：編號77a破損砂井的位置見圖K2。

表I9 - 水樣本化學分析結果摘要

樣本編號	取樣位置	樣本說明	氯化物 (Cl) (毫克/公升)	化學需氧量 (COD) (毫克/公升)	有機碳總含量 (TOC) (佔質量百分比)	含氮氮 (NH <sub>3</sub> -N) (毫克/公升)	硝酸 (NO <sub>3</sub> ) (毫克/公升)	亞硝酸 (NO <sub>2</sub> ) (毫克/公升)
W1	編號77污水砂井	污水	3,800	90				
W2A	編號77污水砂井	污水	3,540	320		24	無	無
W2B			4,260	330		35	無	無
W3	編號38a污水砂井	污水	3,890	450		35	0.11	0.01
W4	編號38a污水砂井	污水	3,720	370		27	無	無
W5	編號3條狀表面剝露(頂部對下4.3米)	土壤滲水	1,400	48	27			
W6	編號10探井	土壤滲水	1,600	37	32			
W7	編號38污水砂井	污水	7,110	370	32	26	無	0.01
W8A	編號38a污水砂井	污水	6,160	140	53	13	無	無
W8B			3,950	190	67	28	0.02	無
W9	編號38a污水砂井南面的天台水落管	雨水	36	<10	13	0.7	0.07	無
W10A	編號12探井	由探井所得的 滲水	3,710	120	9	9.9	3.8	0.31
W10B			3,730	110	9	11	3.1	0.16
W10C			3,840	110	8	7.4	9.3	2.9
W11	D座下面露出之污水管接頭滲漏	渠管滲漏?	5,620	130	17	34	5.4	3.1
W12	科士街砌石牆的滲水		62	90	31	3.8	0.25	0.02
W13	D座下面之探井，近編號75a污水砂井		5,580			0.7	16	7.8
W14	F座二樓泵房外面溢流管	沖廁用水	18,400			1	無	0.01
F01		鑽孔用的泡沫	14			2.8	1.4	0.04
F02		污水	18			0.4	0.2	0.03

註：(1) 污水砂井位置見圖J1。  
(2) 編號12探井及編號3條狀表面剝露位置見圖H6。

表I10 - 水樣本化學分析結果摘要

樣本編號	取樣位置	樣本說明	氯化物 (Cl) (毫克/公升)	含氮 (NH <sub>3</sub> N) (毫克/公升)	硝酸 (NO <sub>3</sub> ) (毫克/公升)	亞硝酸 (NO <sub>2</sub> ) (毫克/公升)
BH1AM6-7	編號 BH1A 鑽孔(0.5 米 - 0.95 米)	由標準貫入試驗樣本中擠出的水份	240	3.3	0.5	0.02
BH1AM8	編號 BH1A 鑽孔(1 米 - 1.45 米)	同上	840	2.4	0.3	0.03
BH1A (01)	編號 BH1A 鑽孔(2 米 - 2.95 米)	同上	720	2.8	1.3	0.04
BH1A (02)	編號 BH1A 鑽孔(3 米 - 3.45 米)	同上	880	1.9	1.4	1.4
BH1AM10-11	編號 BH1A 鑽孔(10 米 - 11 米)	同上	1,700	2.3	7.6	0.49
BH2AQ5-Q6	編號 BH2A 鑽孔(1.5 米 - 2.25 米)	同上	1,630	0.9	0.4	0.07
BH2AQ7-Q8	編號 BH2A 鑽孔(2.5 米 - 3.45 米)	同上	3,280	7.2	7	1.8
BH2AQ9	編號 BH2A 鑽孔(3.5 米 - 4.45 米)	同上	4,940	0.7	0.4	0.03
BH2AR1	編號 BH2A 鑽孔(4.5 米 - 4.95 米)	同上	4,770	4	0.5	0.09
BH2AR6	編號 BH2A 鑽孔(7.5 米 - 7.95 米)	同上	4,080	3.7	0.4	0.01
BH5AS8	編號 BH5A 鑽孔(1.8 米 - 2.25 米)	同上	150	0.7	0.8	0.07
BH5AS0	編號 BH5A 鑽孔(2.8 米 - 3.25 米)	同上	75	0.6	0.6	0.02
BH5AT2	編號 BH5A 鑽孔(3.8 米 - 4.2 米)	同上	300	0.5	0.5	0.02
BH5AT5	編號 BH5A 鑽孔(5.3 米 - 5.75 米)	同上	87	0.6	0.6	0.02
BH5AU5	編號 BH5A 鑽孔(10.3 米 - 10.68 米)	同上	270	0.7	1.3	0.01
BH7Z9	編號 BH7 鑽孔(8.0 米 - 8.45 米)	同上	500	0.8	0.6	0.02
BH7Z0	編號 BH7 鑽孔(9.5 米 - 9.95 米)	同上	1,040	1	5.6	0.44
BH7AA1	編號 BH7 鑽孔(11.0 米 - 11.45 米)	同上	250	1	0.9	0.01
BH12A14	編號 BH12 鑽孔(0.5 米 - 1 米)	同上	295	0.48	70	0.47
F1A15	編號 TP35 探井(0.5 米)	同上	62	0.49	5.9	0.1
F3A17	編號 TP36 探井(0.5 米)	同上	146	0.54	11	0.17
TP37AH4	編號 TP37 探井(1 米)	同上	46	0.46	2.1	0.01

註：(1) 編號 F1A15、F3A17 及 TP37AH4 樣本由 D 座底部的填土所得。  
(2) 編號 TP35 及 TP36 探井位置分別見圖K3及K12。  
(3) 編號 TP37 探井在 D 座南面院子範圍內。

附圖

附圖 編號		頁數
I1	填土的粒徑分佈情況	221
I2	含水量與飽和度隨深度之變化	222
I3	取自編號TP1探井的填土壓實試驗結果	223
I4	取自編號TP7及TP9探井的填土壓實試驗結果	224
I5	壓實填土在剪切盒試驗中的典型反應	225
I6	重覆壓實填土的剪切盒試驗結果摘要	226
I7	完全風化火山岩及完全至高度風化火山岩在三軸壓縮試驗中的典型反應	227
I8	完全風化火山岩及完全至高度風化火山岩在三軸壓縮試驗中所循的典型應力路徑	228
I9	完全至高度風化火山岩在三軸壓縮試驗中未被採納入分析內的樣本之典型反應	229
I10	重覆壓實填土的三軸壓縮試驗結果摘要	230
I11	完全風化火山岩及完全至高度風化火山岩的三軸壓縮試驗結果摘要(平均有效應力少於200kPa)	231
I12	完全風化火山岩在恒載三軸試驗中的典型反應	232
I13	完全風化火山岩在應力路徑三軸試驗中的典型反應	233
I14	恒載及應力路徑三軸試驗所循的應力路徑摘要	234
I15	完全風化火山岩在非飽和三軸試驗中的典型反應	235

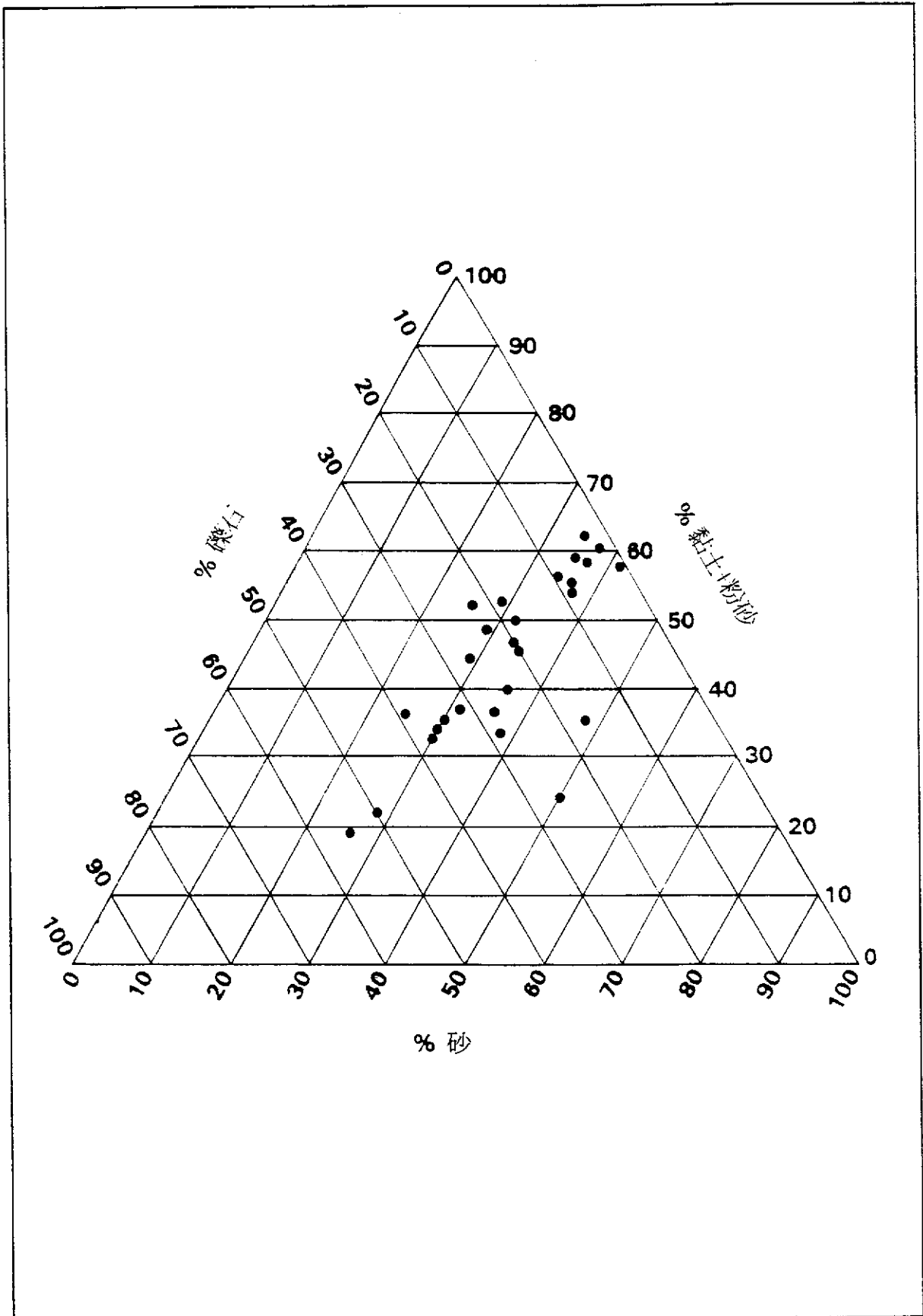


圖11 - 填土的粒徑分佈情況

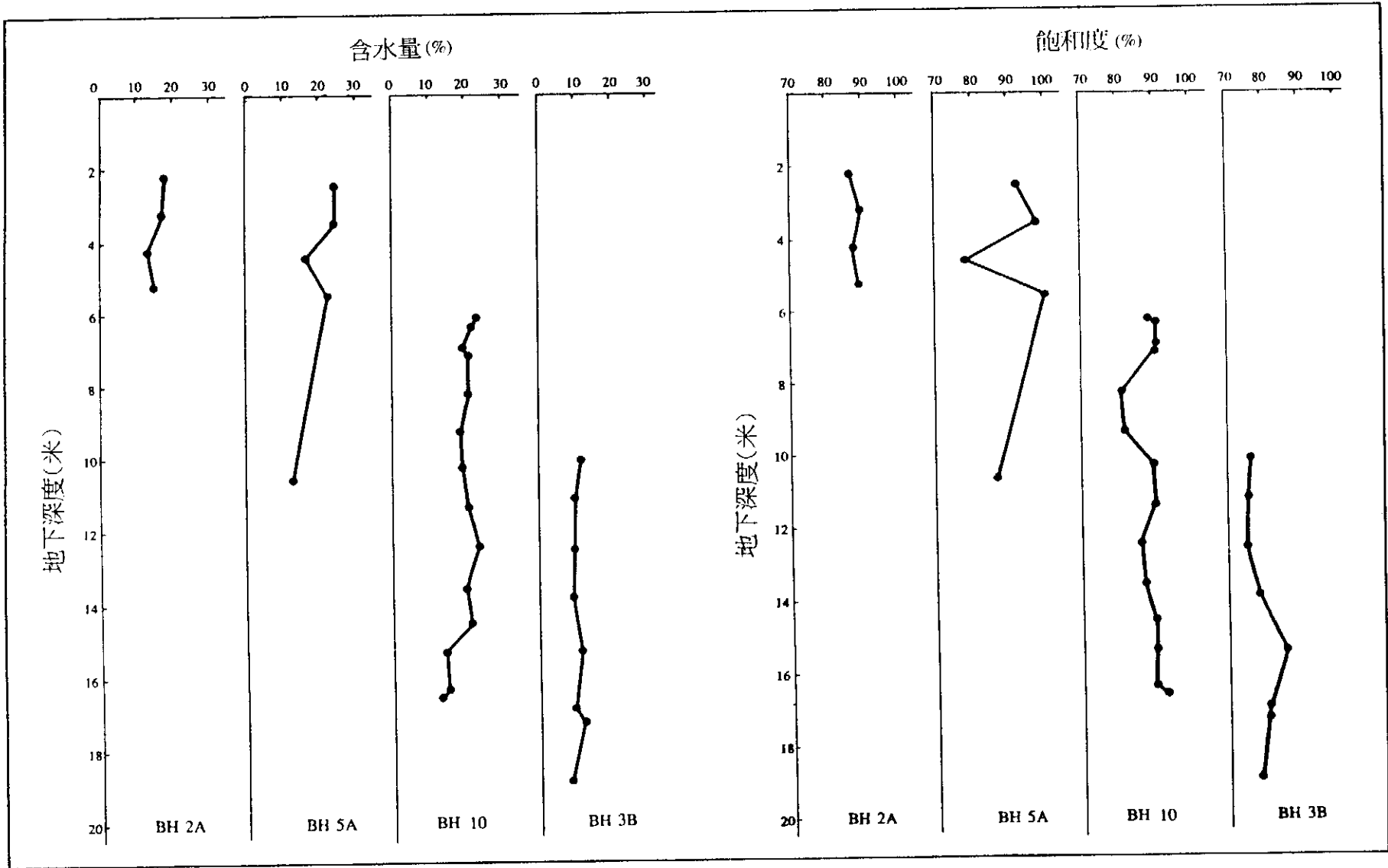


圖12 - 含水量與飽和度隨深度之變化

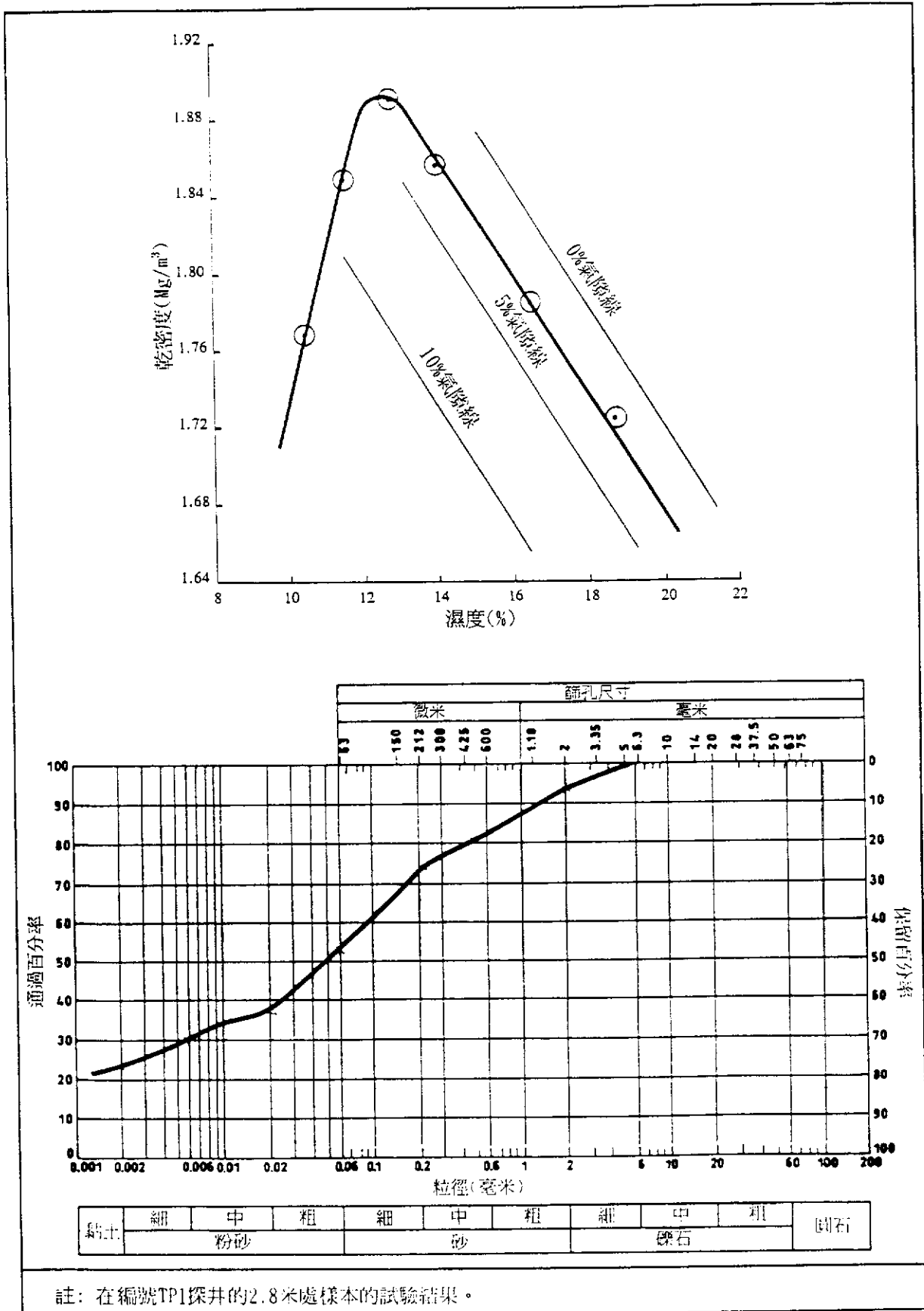


圖13 - 取自編號TP1探井的填土壓實試驗結果

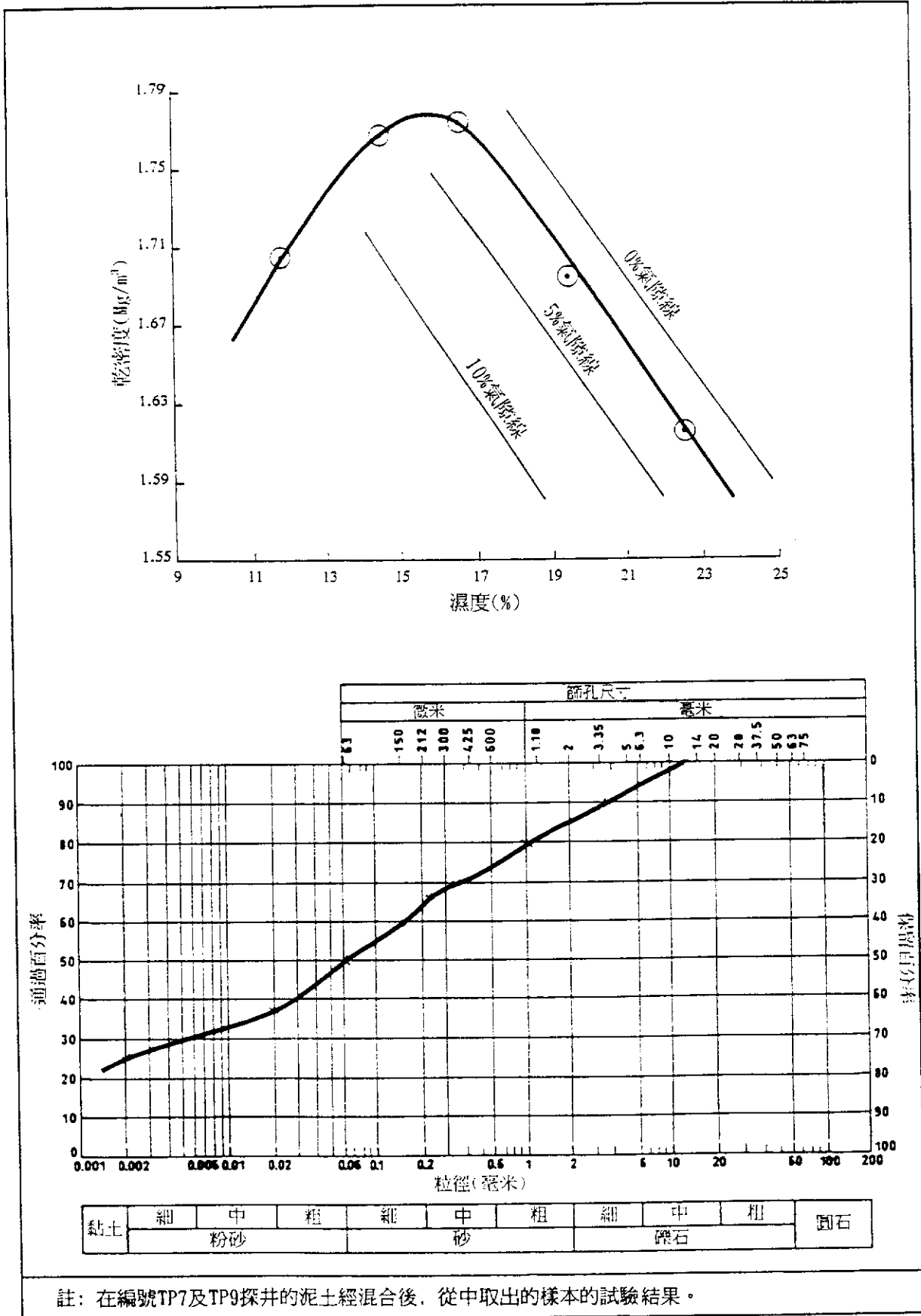
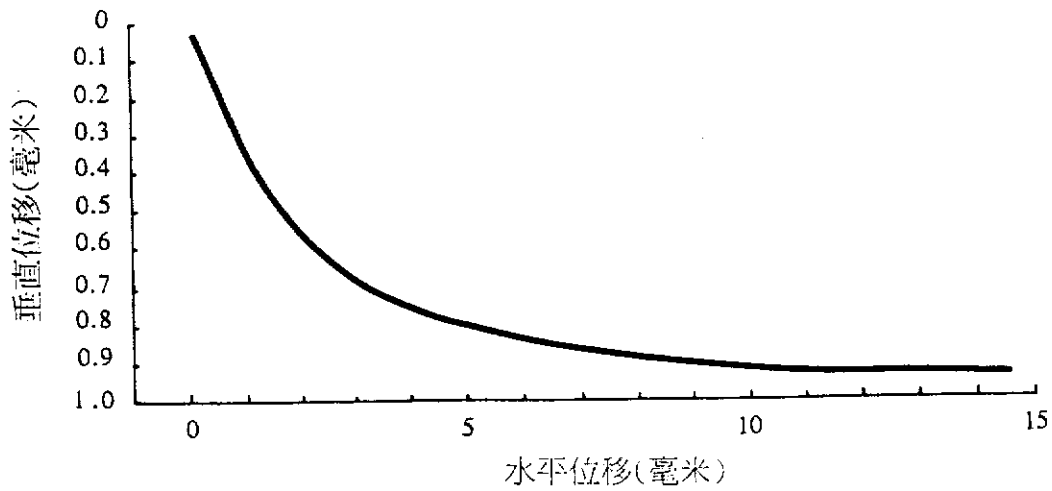
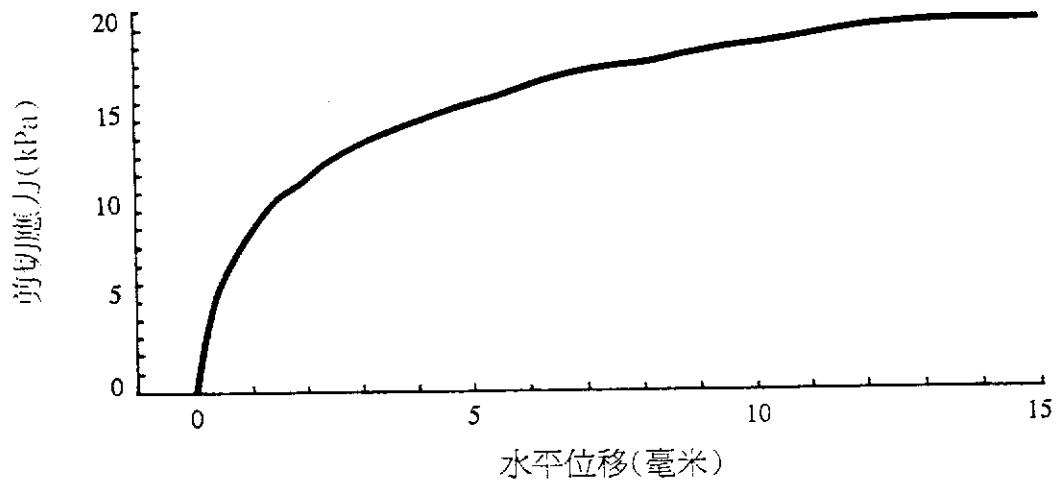


圖14 - 取自編號TP7及TP9探井的填土壓實試驗結果





註：(1) 在編號TPI探井的2.8米處樣本的試驗結果。  
(2) 垂直位移數值若為正數即表示壓縮。

圖15 - 壓實填土在剪切盒試驗中的典型反應

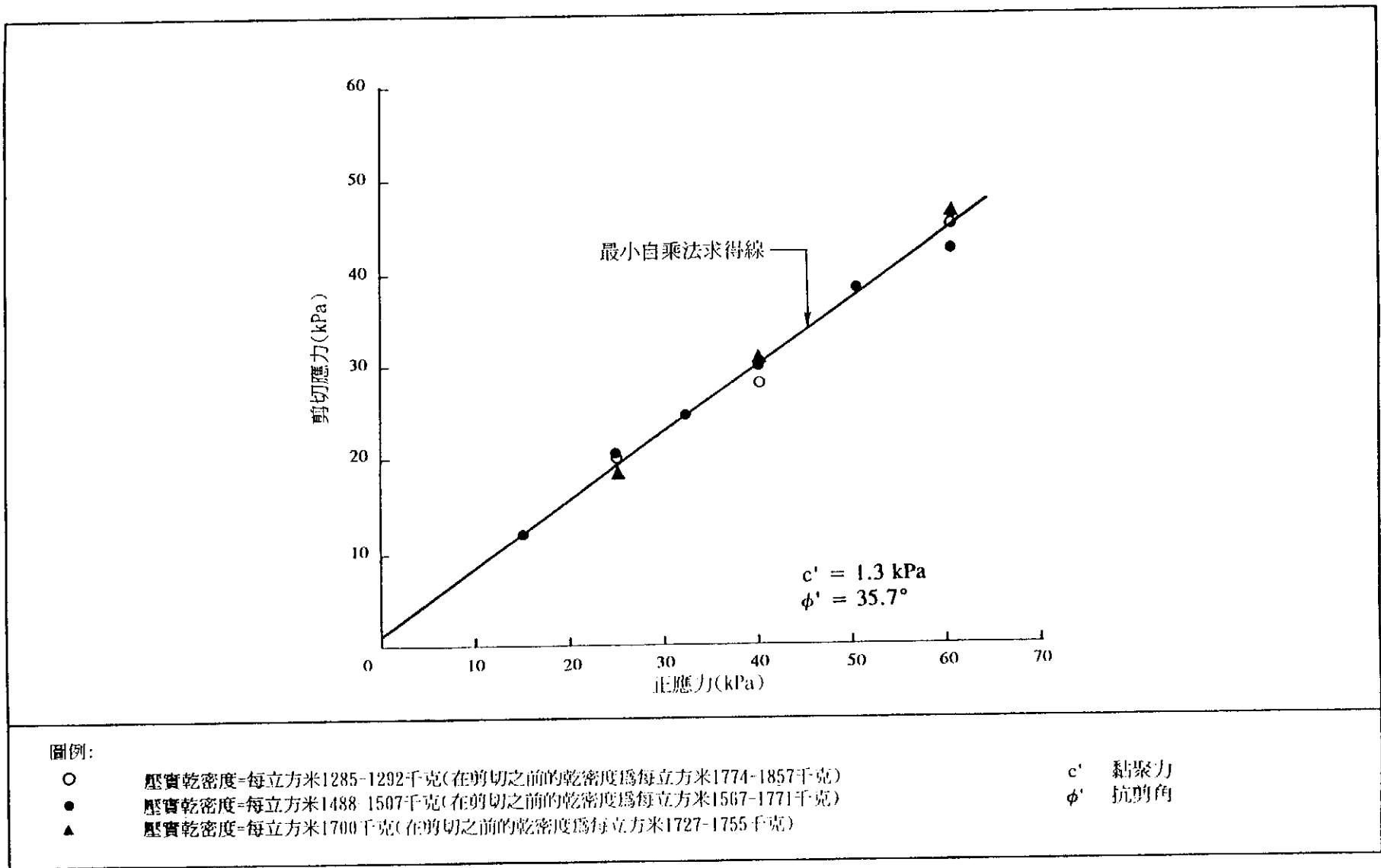


圖16 · 重覆壓實壤土的剪切盒試驗結果摘要

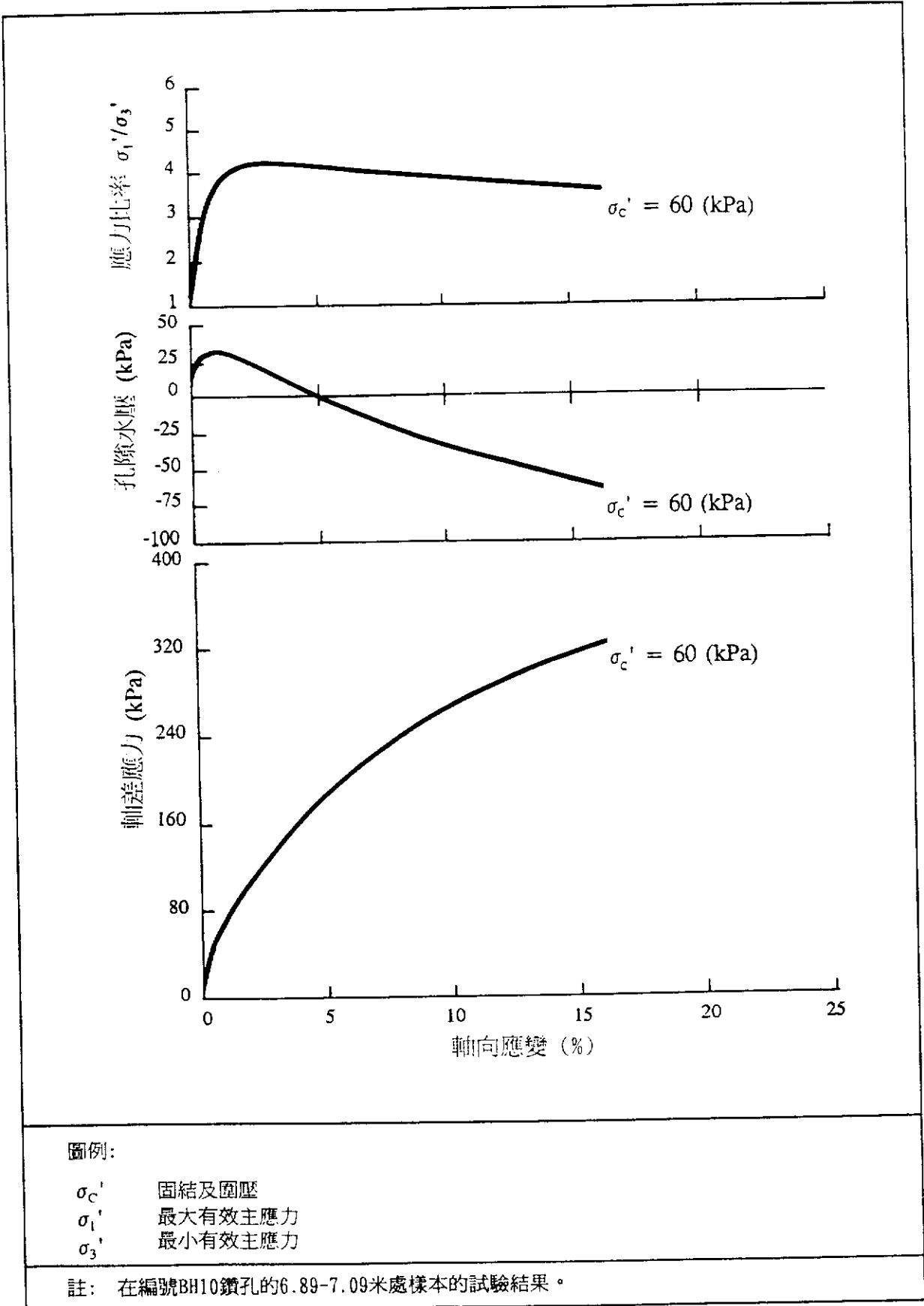


圖17 - 完全風化火山岩及完全至高度風化火山岩在三軸壓縮試驗中的典型反應

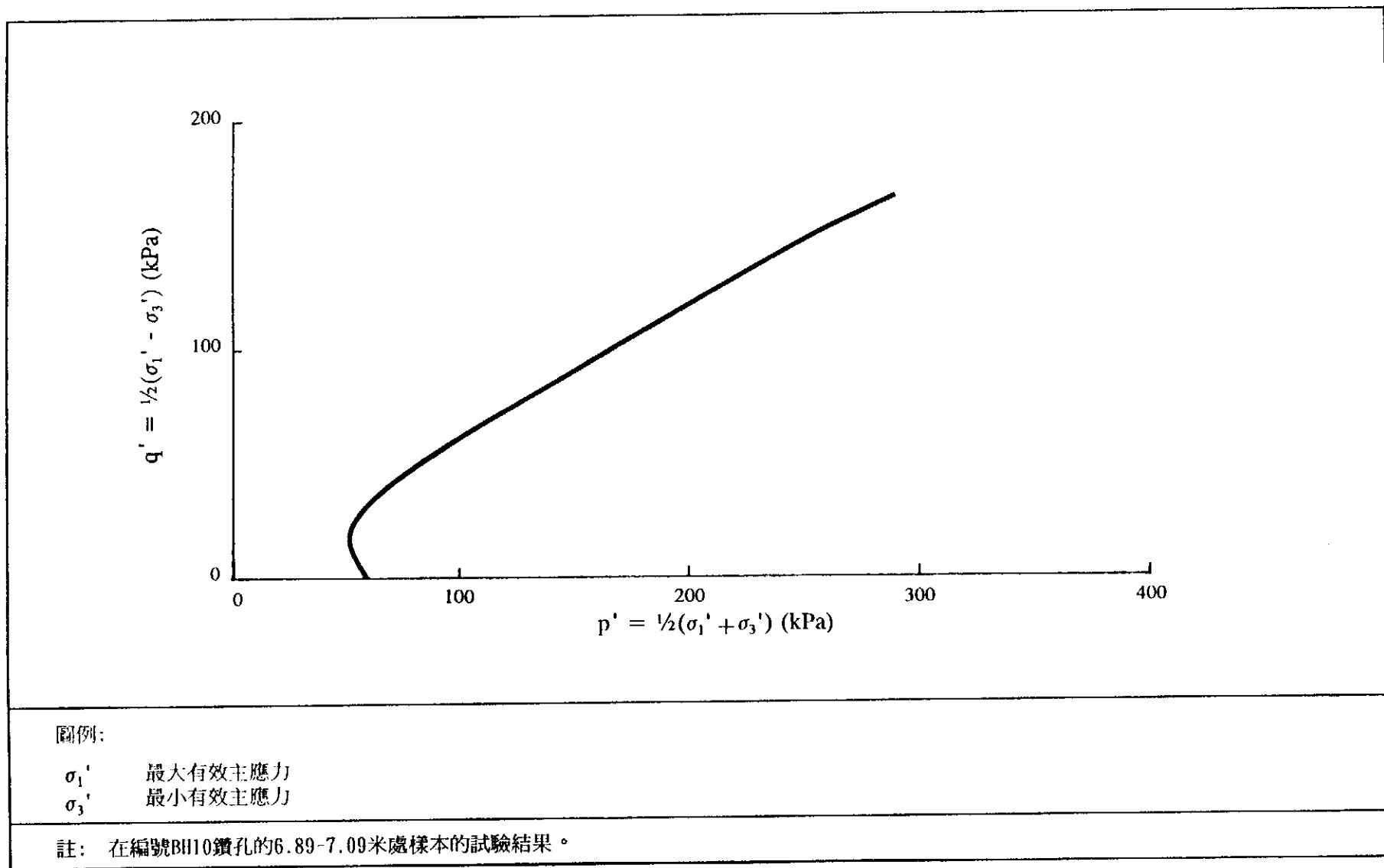


圖18 - 完全風化火山岩及完全至高度風化火山岩在三軸壓縮試驗中所循的典型應力路徑

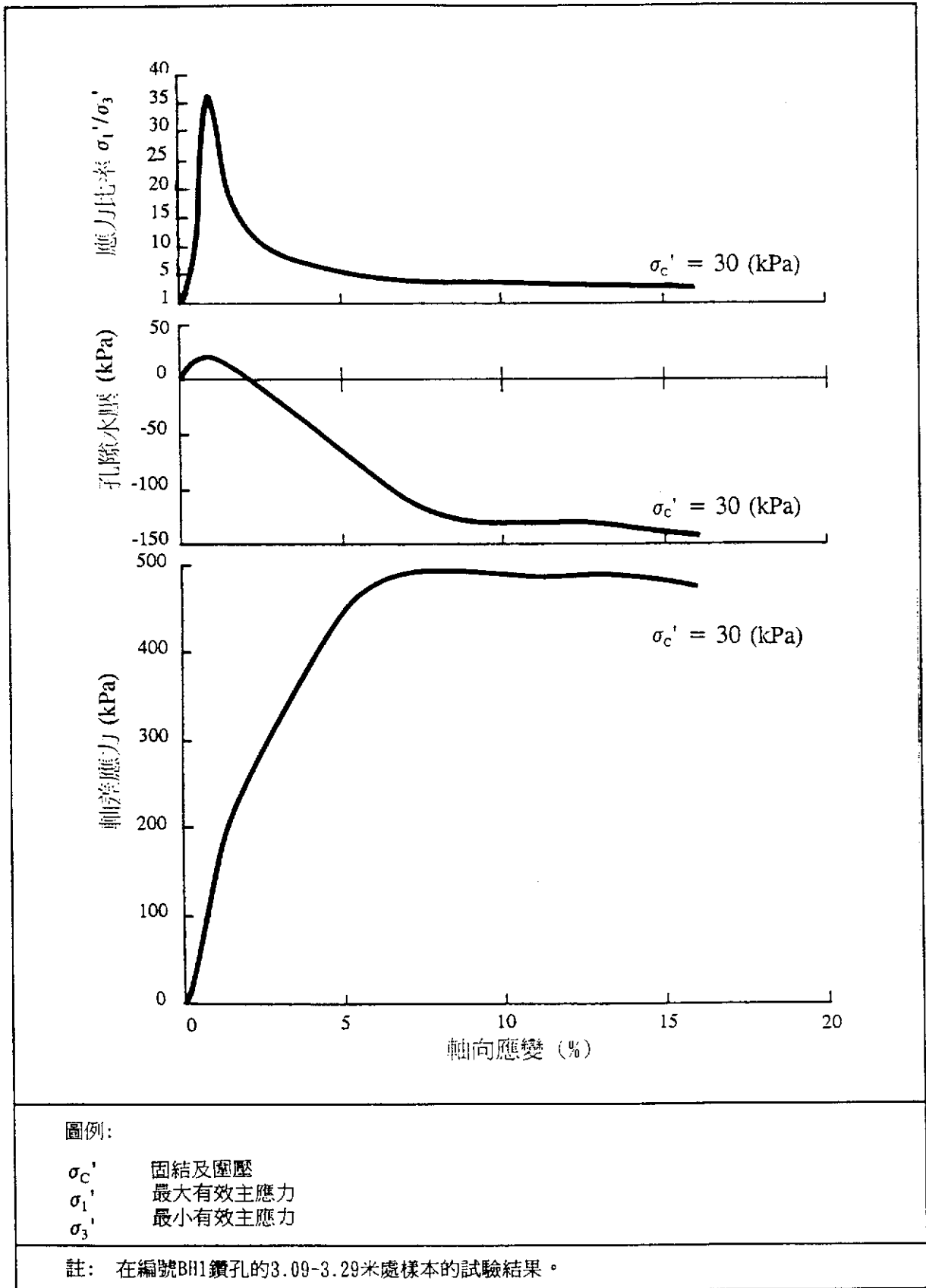
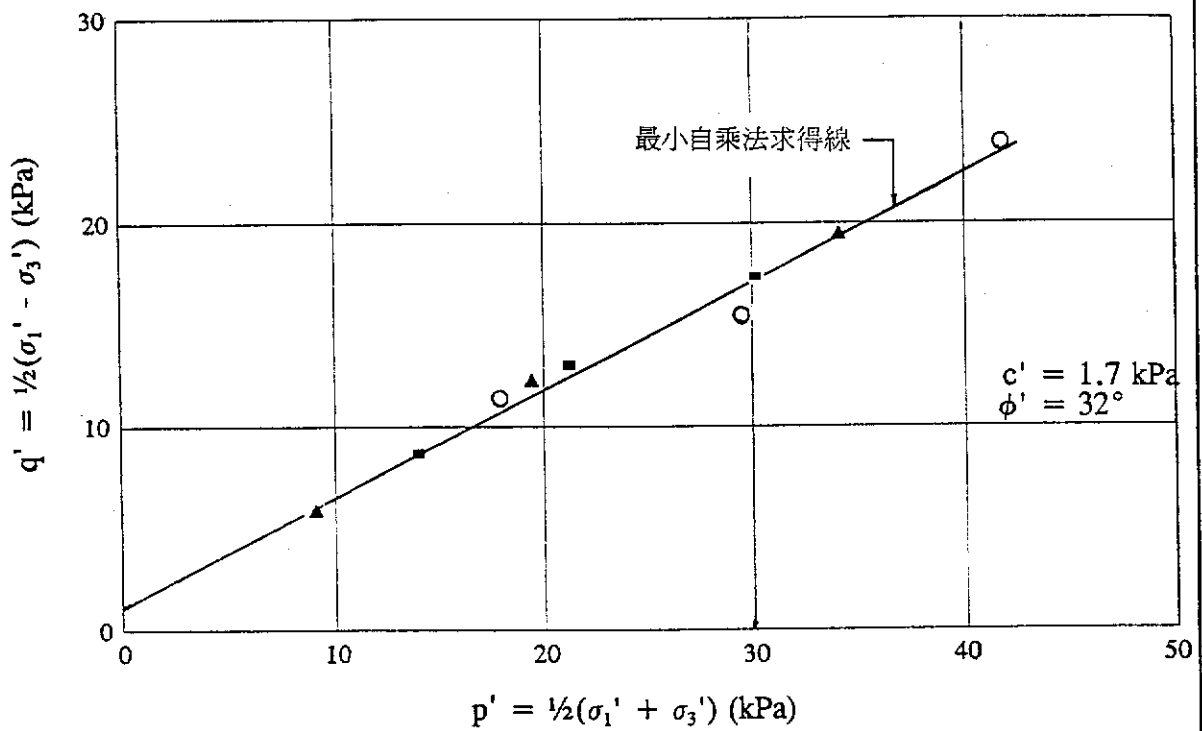


圖19 - 完全至高度風化火山岩在三軸壓縮試驗中未被採納入分析內的樣本之典型反應



圖例:

- |             |  |         |     |
|-------------|--|---------|-----|
| $\sigma_1'$ | 最大有效主應力  | $c'$    | 黏聚力 |
| $\sigma_3'$ | 最小有效主應力  | $\phi'$ | 抗剪角 |
| ▲           | 初乾密度每立方米1300千克(在剪切之前的乾密度為每立方米1680-1780千克)      |         |     |
| ■           | 初乾密度每立方米1490-1500千克(在剪切之前的乾密度為每立方米1680-1770千克) |         |     |
| ○           | 初乾密度每立方米1700千克(在剪切之前的乾密度為每立方米1750-1800千克)      |         |     |

圖I10 - 重覆壓實填土的三軸壓縮試驗結果摘要

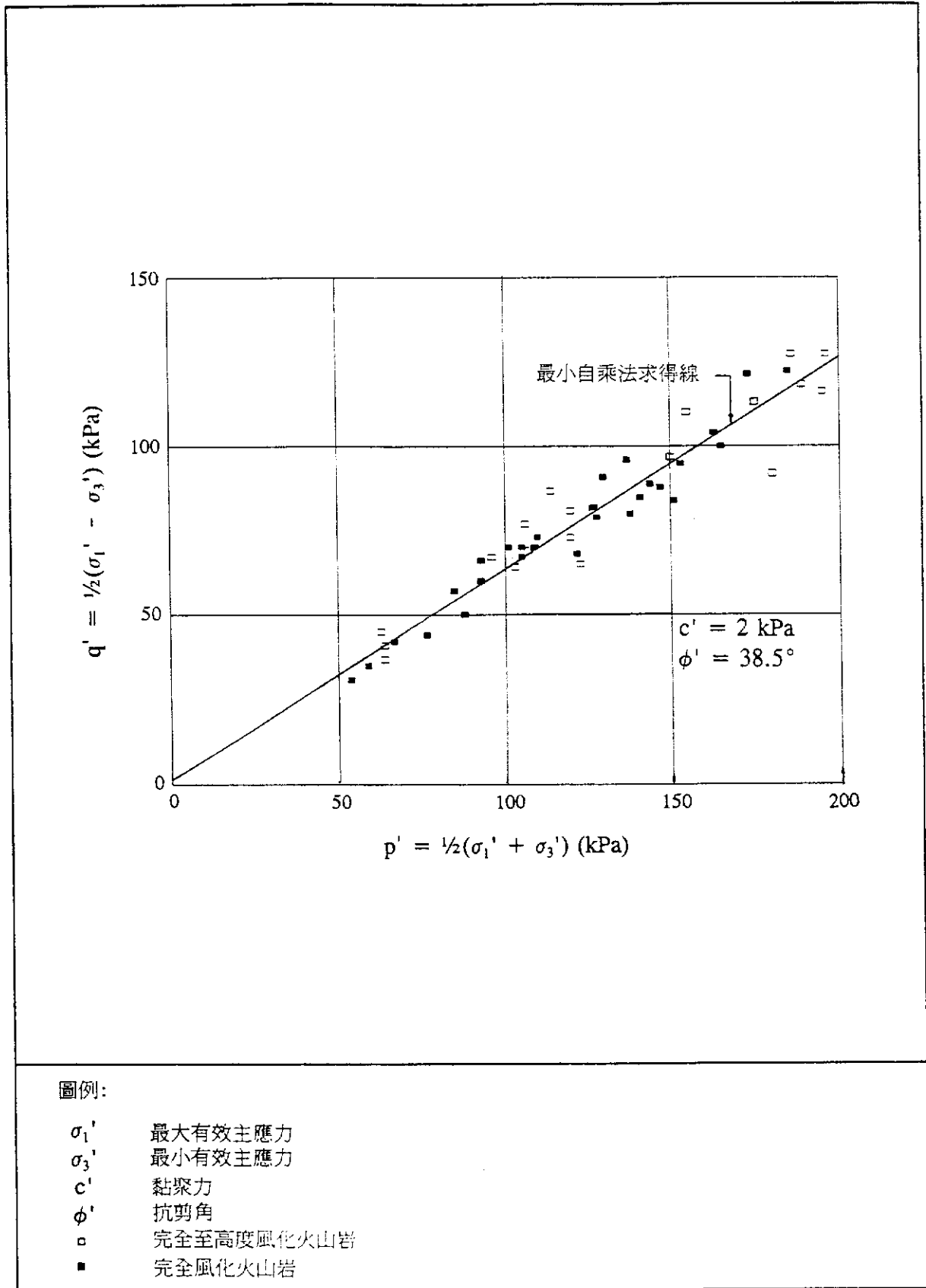


圖111 - 完全風化火山岩及完全至高度風化火山岩的三軸壓縮試驗結果摘要(平均有效應力少於200kPa)

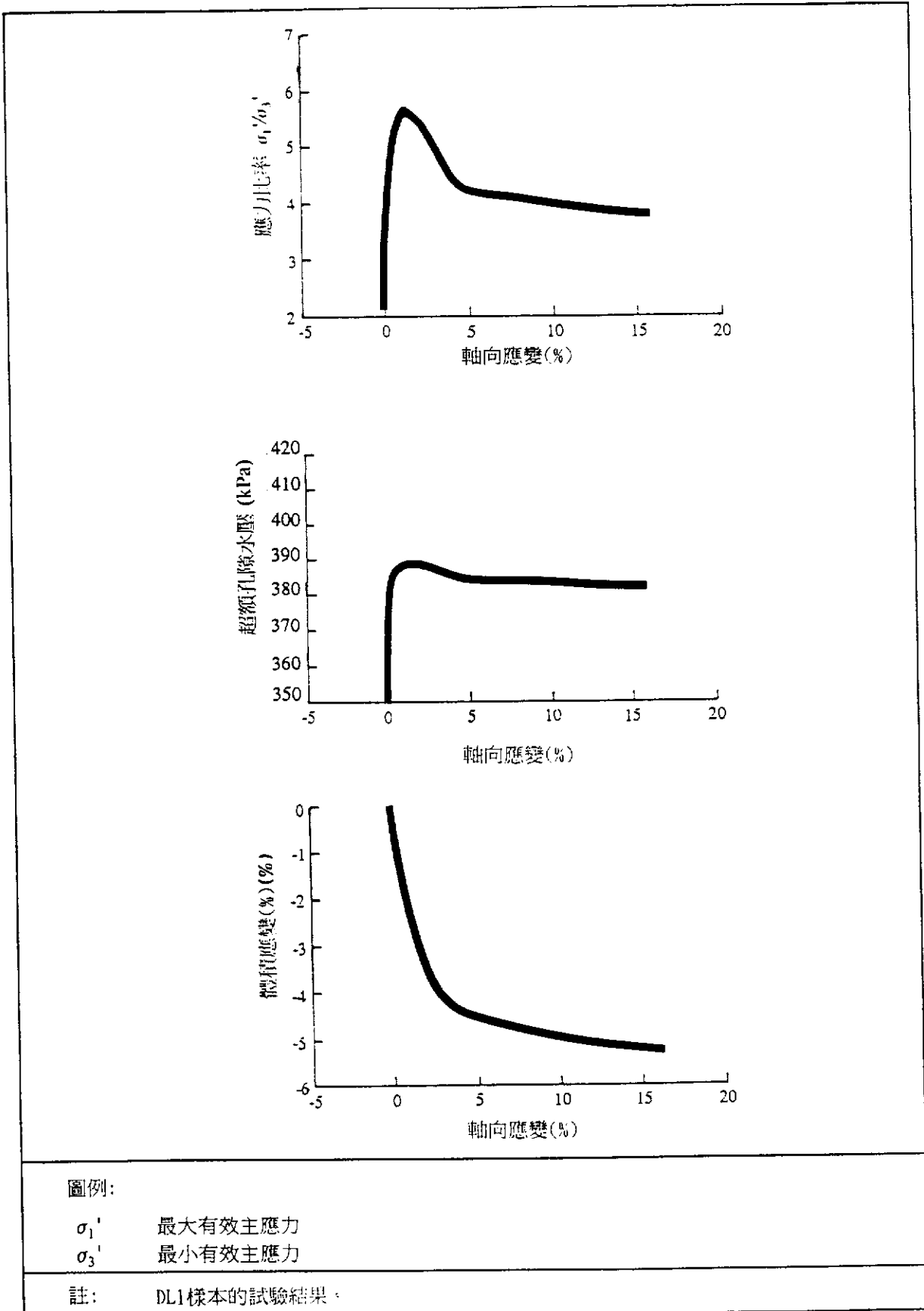


圖 I12 - 完全風化火山岩在恆載三軸試驗中的典型反應



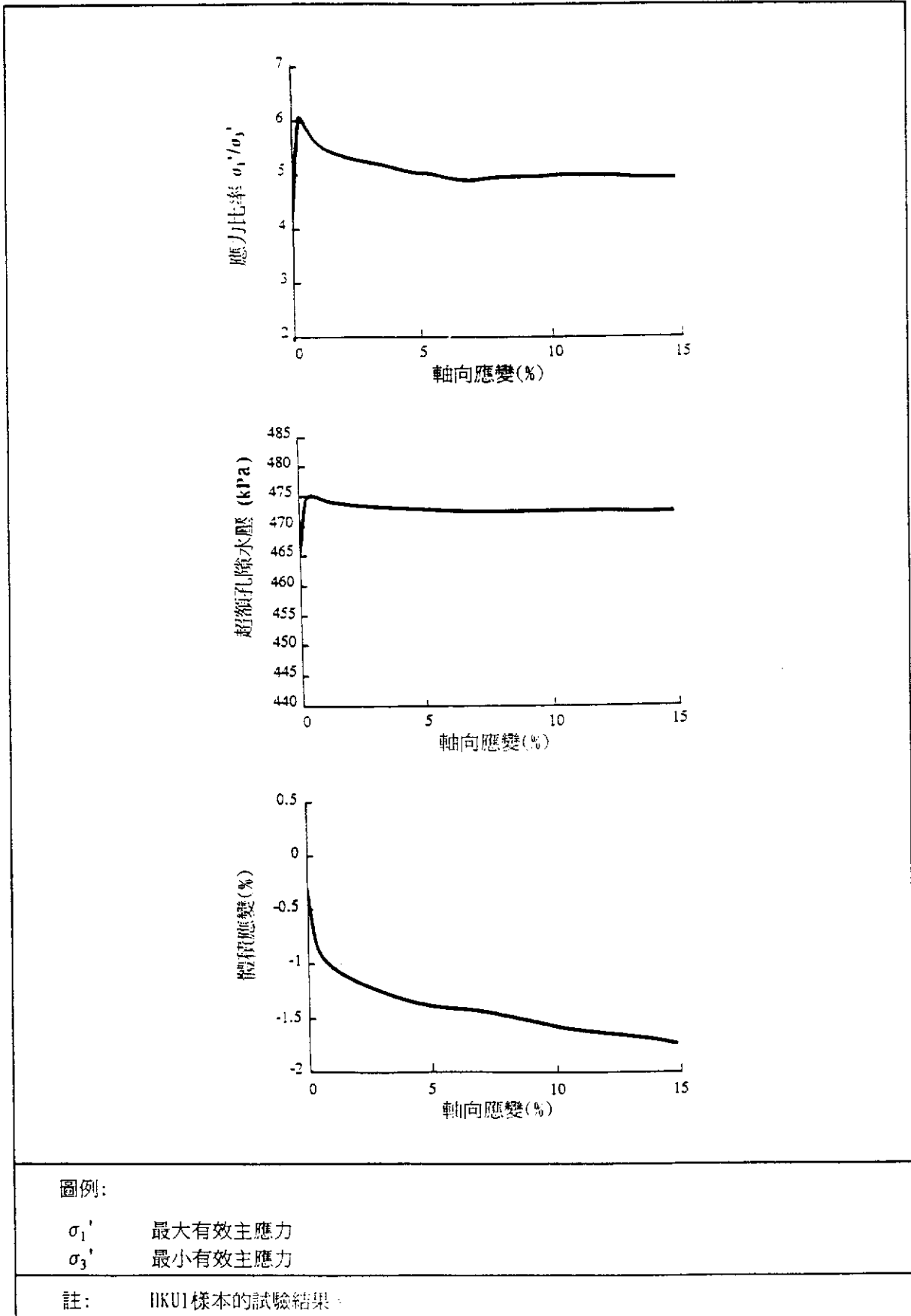
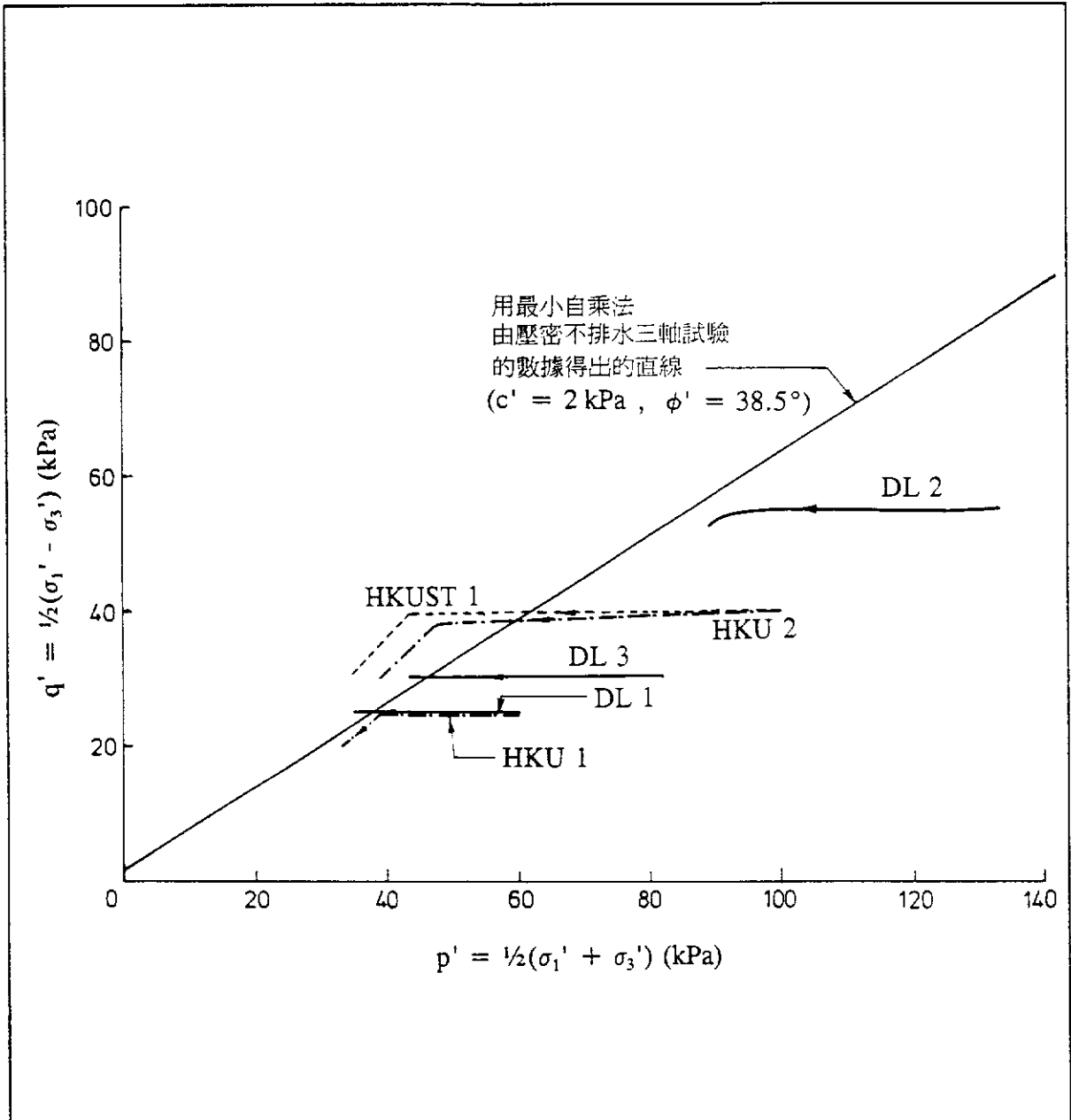


圖 113 - 完全風化火山岩在應力路徑三軸試驗中的典型反應



圖例:

$\sigma_1'$  最大有效主應力

$\sigma_3'$  最小有效主應力

$c'$  表觀粘聚力

$\phi'$  抗剪角

$\overrightarrow{\text{DL 2}}$  DL2樣本在恒載試驗中的應力路徑

DL 恒載試驗

註: (1) DL2樣本的試驗因為軸向位移器失靈而沒有完成。  
(2) 除HKUST1樣本為高度風化火山岩外, 其他樣本均為完全風化火山岩。

圖114 - 恒載及應力路徑三軸試驗所循的應力路徑摘要

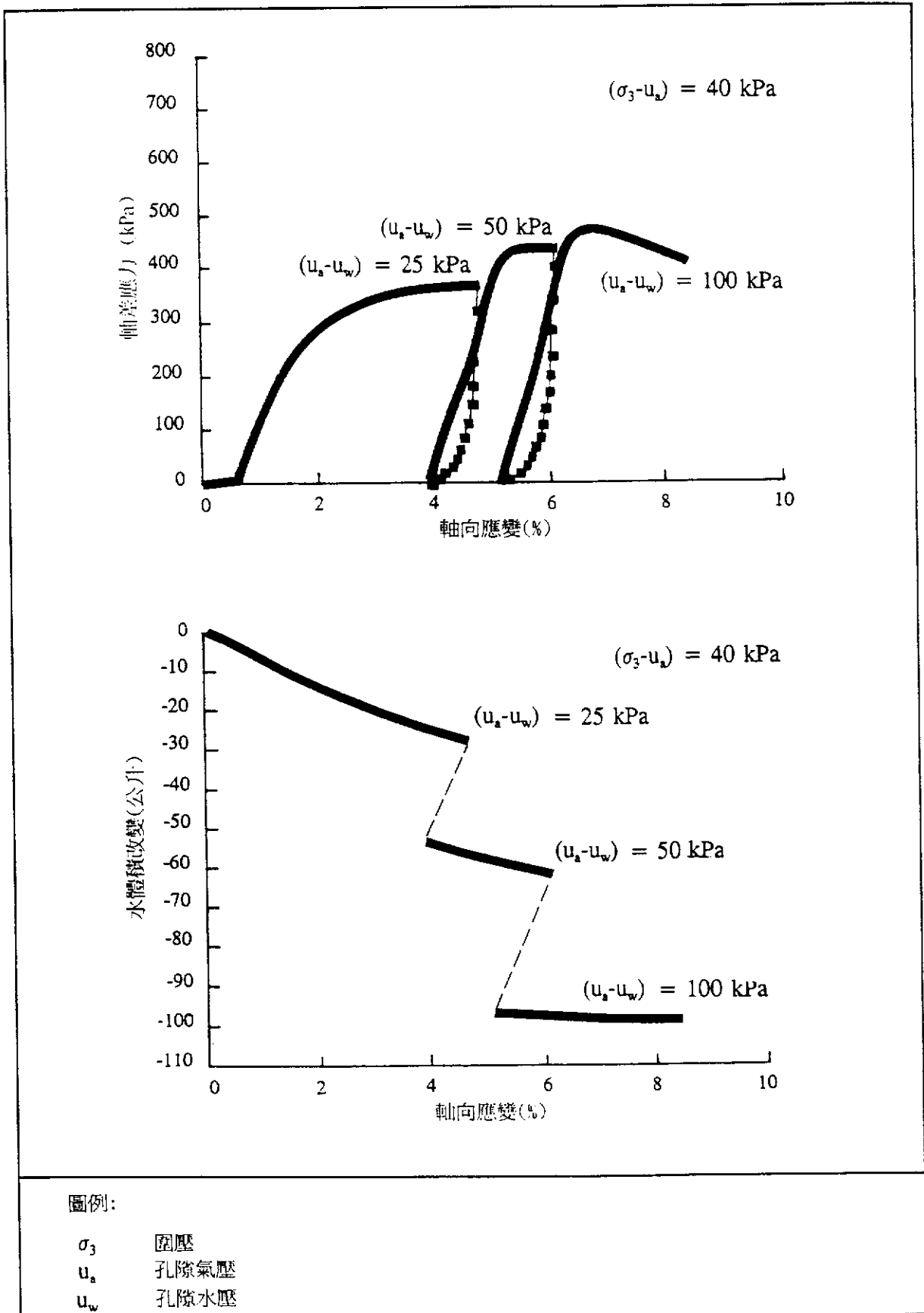


圖115 - 完全風化火山岩在非飽和三軸試驗中的典型反應

附錄J

觀龍樓的污水和雨水排放系統

目錄

	頁數
標題頁	236
目錄	237
J.1 引言	239
J.2 污水排放系統	239
J.2.1 背景	239
J.2.2 目測檢查污水砂井	239
J.2.3 污水管情況	240
J.2.3.1 概況	240
J.2.3.2 E座編號16a砂井與編號26砂井之間的污水管	240
J.2.3.3 D座編號39砂井與編號77砂井之間的污水管	240
J.2.3.4 D座編號77砂井與崩塌殘痕邊之間的污水管	241
J.2.3.5 E座編號26砂井與編號27砂井之間的污水管	241
J.2.3.6 G座編號33砂井與編號34砂井之間的污水管	241
J.2.4 監測污水管流量	241
J.3 雨水排放系統	243
J.3.1 背景	243
J.3.2 目測視察砂井	243
J.3.3 雨水管的情況	243
J.3.3.1 概況	243
J.3.3.2 編號GT15a集水欄柵和編號15砂井之間的渠管	244
J.3.3.3 編號GT16集水欄柵和編號16砂井之間的渠管	244
J.3.4 從屋頂伸延下來的屋外垂直雨水管	244
J.4 結論	244
附表	245

頁數

附圖

254

## J.1 引言

山泥傾瀉發生後，屋宇署的渠務組對觀龍樓地區的排水系統進行了詳細的調查，調查之目的是：

- (a) 找出D、E、F及G座的污水與雨水排放系統之間是否有任何接駁處；
- (b) 確定山泥傾瀉範圍附近的污水管及雨水管是否有滲漏；
- (c) 量度D、E、F及G座的污水管流量。

所進行的調查工作包括：

- (a) 目測視察C、D、E、F及G座的所有污水及雨水砂井；
- (b) 以閉路電視勘察污水管及雨水管；
- (c) 24小時不斷量度排放D、E、F及G座污水的渠管流量。

## J.2 污水排放系統

### J.2.1 背景

觀龍樓的污水管，一般都是位於每座樓宇的南面和北面，而以位於南面的污水管位置較高。所視察的污水管，主要是位於C、D、E、F及G座，如圖J1所示。這些渠管是以瀝青纖維或陶製的。A、B及C座的污水，經一條直徑300毫米的渠管排進編號81砂井，而D、E、F及G座的污水，則經由另一條直徑300毫米的陶製渠管排進同一砂井。該陶管在未連接入砂井之前，是埋在D座對下(即後來塌下)的斜坡，距離地面兩米之內。該渠管在山泥傾瀉後已折斷並塌下。

### J.2.2 目測檢查污水砂井

調查人員檢查了共五十七個位於觀龍樓的污水砂井。該些砂井一般頗為破舊，有些且有裂縫及下沉，部份砂井在過去曾會有滲漏。

於砂井內觀察到的破損，撮載於表J1。

這次檢查發現除了一些輕微改動之外，現存污水管的分佈情況，大致與經批核的排水系統圖則相符。在檢查中發現有些直徑100毫米的附加渠管接駁入一些砂井。調查人員在該些附加渠管內進行染料試驗，證明了該些渠管是污水排放系統的一部份。但並無發覺有任何雨水管接駁入污水砂井。

### J.2.3 污水管情況

#### J.2.3.1 概況

調查人員以閉路電視勘察污水管的情況。

勘察所得，該些污水管的狀況一般頗為破舊。調查人員發現有些渠管有裂縫、破裂、變形和可能已下沉。污水管的破損撮述於表J2。

除了表J2所示的破損之外，很多污水管普遍都有接頭開縫及錯動的情況，詳情見表J3。

部份有破損的污水管，特別是那些有裂縫、變形和破裂的，可能會輕微滲漏。滲漏的程度視乎破損的範圍而定。由於調查工作的時間所限，要詳細檢查所有污水管的破損是不可行。儘管如此，調查人員也將有些污水管外露出來，以便檢查滲漏的情況。檢查的結果顯示有些接頭有小量滲漏，這點可從周圍泥土的水漬證實。

外露的污水管詳情在以下部份描述。

#### J.2.3.2 E座編號16a砂井與編號26砂井之間的污水管

從閉路電視勘察所見，位於這兩個砂井之間的渠管有一沿著圓周的裂縫，同時渠管亦已變形，且可能已下陷。調查人員在進行調查時曾將兩砂井之間的一段約9米長渠管外露。渠管的兩端是以直環連接。外露的渠管共有三個接頭，其中兩個有輕微滲漏，餘下的一個則並無滲漏跡象。

#### J.2.3.3 D座編號39砂井與編號77砂井之間的污水管

從閉路電視勘察所見，位於這兩個砂井之間的渠管接頭出現開縫及錯動，但開



縫的闊度和錯動的距離則少於管壁的厚度。調查人員外露出一段陶管，該陶管在兩接頭之間的長度約1米。外露的接頭屬承插式，並以水泥砂漿把渠管穩固地接連一起。兩個接頭都沒有滲漏的跡象。

#### J.2.3.4 D座編號77砂井與崩塌殘痕邊之間的污水管

從閉路電視勘察所見，該處渠管有一條圓周裂縫，接頭處且有開縫及錯動，但開縫的闊度和錯動的距離則少於管壁的厚度。經挖去泥土，露出兩個相距約1米的接頭，這兩個接頭屬承插式。陶製管道的周圍和接頭處以40毫米至75毫米厚的混凝土包著，並以水泥砂漿在接頭處把渠管穩固地接連一起。土力工程處人員在檢查時發覺其中一個接頭滲漏，滲漏量約為每小時1公升，該處輕微滲漏的現象是於一九九四年九月五日首先發現。但在一九九四年十月十四日和二十七日再次進行檢查時，卻觀察不到有滲漏的情況。

#### J.2.3.5 E座編號26砂井與編號27砂井之間的污水管

從閉路電視勘察所見，該處渠管可能已下陷。經挖去泥土，露出兩個接頭，其一距離編號26砂井約1米，另一個則距離編號27砂井約1米，渠管是以瀝青纖維製成，兩端以直環接合。近編號26砂井的接頭並無滲漏跡象，但近編號27砂井的接頭則有輕微滲漏。

#### J.2.3.6 G座編號33砂井與編號34砂井之間的污水管

從閉路電視勘察所見，近編號34砂井的渠管已經破裂，渠管有一縱向裂縫及一個接頭開縫。開縫的闊度約為管壁厚度的1至1.5倍。距離編號33砂井約0.5米之處，挖露出有一段約1米長的渠管。該段渠管以混凝土包著，並無滲漏跡象。

#### J.2.4 監測污水管流量

在一九九四年九月七日至二十日的兩周內，土力工程處連續監測D、E、F及G座污水的流量，這些污水是經一條直徑300毫米的污水管排出。為了進行這項監測工作，土力工程處在D座下面的行人路安裝了一個3米長、2米闊、2米高的長方形玻璃纖維水池，池內有一塊1米高的玻璃纖維板把內部分隔成兩個水箱，以便可以在較短時

間內量度較少量的水流，該水池的設計在圖J3可見。

在乾早期間，約一小時量度流量一次，而在降雨期間則約每半小時量度一次。調查人員把兩個水箱(V1及V2)注滿水的所需時間記錄下來。而流量是根據把較小水箱(V1)內的水位由0.2米提升至0.89米所需的時間來計算的。以0.2米開始量度水位，是避免水池底部積存的沉澱物質影響水量的計算。調查人員也記錄把較大水箱(V2)注滿水所需的時間，以核對從小水箱(V1)所計算得的流量。在大部份的情況下，注滿大水箱所需的時間，大概是注滿小水箱所需時間的兩倍。小水箱的容積約為大水箱的一半。

在監測期間，污水管的平均每日流量約為550立方米。這大致跟水務署估算的D、E、F及G座的平均鹹水及食水的日消耗量相符。

污水管在每日有兩個流量高峰期，而在早上和黃昏的高峰期間，所量度得的最大流量載於表J4。星期一至六早上高峰期的流量約為每分鐘0.50立方米至0.63立方米，時間則是上午六時半至八時半。星期日早上的高峰期則移至九時三十分至十一時三十分之間。每分鐘1.15立方米的特高流量，曾於一九九四年九月九日上午七時之乾早期間錄得。但是，該流量在上午七時零八分即降至每分鐘0.6立方米。

在黃昏期間，高峰流量約為每分鐘0.65立方米至0.88立方米，時間是下午六時三十分至晚上十時三十分。這個流量在周末下降至每分鐘約0.57立方米至0.63立方米。

最低流量為每分鐘約0.07立方米至0.10立方米；一貫在早上三時至四時三十分這段時間錄得。

土力工程處記錄在觀龍樓的編號H02自動雨量計在監測期間所錄得的雨量，撮載於表J5。表J5記載降雨的期間和所錄得的最高5分鐘降雨強度。

圖J4至J10分別標繪出乾早和降雨期間的污水管流量，從圖中可見，降雨期間的流量，一般都較乾早期間的流量為低。例如一九九四年九月十日(星期六)晚上八時至九時的一場豪雨中，記錄所得的流量便全部都較九月十七日(星期六)乾早期間所錄得的相對流量為低。這種情況顯示雨水對D、E、F及G座的污水排放系統並無直接影響，同時更證明雨水與污水排放系統並無相連之處。

### J.3 雨水排放系統

#### J.3.1 背景

調查人員亦同時調查C、D、E、F及G座附近一帶的雨水排放系統，主要目的是檢查地下雨水管和砂井的情況。這些地下渠管一般都位於院子範圍和各座南面的行車通路。經檢查的雨水管，如圖J2所示，主要是位於C及G座之間和位於山泥傾瀉地點南面的範圍。

大多數的雨水管都是以混凝土造成，其中少量則以生鐵鑄造。

#### J.3.2 目測視察砂井

調查人員共視察了二十四個雨水砂井。發現全部砂井都運作頗佳，並無嚴重的裂縫或沉降情況。但是在編號19砂井(E座)和編號22砂井(G座)的牆壁，則發現一些輕微裂縫。

調查人員亦發覺現存雨水排放系統的分佈，與經批核的排水系統圖所示的並不一致。最主要的差異是在觀龍樓西端的車輛迴旋處範圍。

#### J.3.3 雨水管的情況

##### J.3.3.1 概況

從閉路電視勘察所見，有些雨水管有破損，有些則被泥土完全堵塞。除了這些破損的雨水管外，其他的看來運作頗佳。淤塞的雨水管看似已被棄用，列於表J6。

一些破損的雨水管可能會輕微滲漏，滲漏的程度視破損的範圍而定。這些雨水管列於表J7。就如調查污水排放系統一樣，由於時間限制，嘗試估計由大量破損而導致的滲漏量是不可行的。

除了上述的破損外，亦發現有些雨水管有接頭開縫和錯動（見表J8）。

有兩段位於D座南面院子的渠管，出現嚴重破損，特別值得注意，下文說明。

### J.3.3.2 編號GT15a集水欄柵和編號15砂井之間的渠管

這條直徑150毫米的混凝土渠管埋在填土，距離地面1米以內。渠管在離編號15集水欄柵約3米之處折斷。調查人員進行染料測試，把水不斷輸往編號GT15a集水欄柵的水坑。結果發覺全部染色水從折斷的渠管漏進下層土。後來那些染色水從D座底部斜坡滲出。相信這段渠管以前曾經漏出大量的雨水。

上述測試後，香港房屋協會在一九九四年八月二十二日至二十六日期間，把該渠管更換。

### J.3.3.3 編號GT16集水欄柵和編號16砂井之間的渠管

房屋協會於一九九四年九月六日在這段直徑150毫米的混凝土管進行了滲漏試驗。試驗人員封塞了水管在編號16砂井內的出口，並且使用消防龍頭在編號16集水欄柵灌水，最少30分鐘。結果發現無法注滿集水欄柵，這顯示渠管有明顯滲漏。

該水管其後已由香港房屋協會在一九九四年九月十三至十六日期間更換。

### J.3.4 從屋頂伸延下來的屋外垂直雨水管

調查人員在C、D、E、F及G座屋頂的所有雨水管入口處進行染料測試。測試結果顯示所有的雨水管直接把水排入地面排水溝或排出地面。地面的雨水經由地面排水溝收集後流入雨水排放系統。

## J.4 結論

經過調查後，可以作出以下結論：

- (a) 雨水管沒有誤接D、E、F及G座的污水管系統，而下雨亦不影響該系統的排放流量；
- (b) 部份污水和雨水系統的情況頗差。污水系統有若干部份會有輕微滲漏。D座南面院子的兩條破裂雨水管更會有嚴重滲漏。

附表

附表 編號		頁數
J1	損毀的污水砂井	246
J2	污水管內的破損	247
J3	污水管內有接頭開縫或接頭錯動之處	248
J4	排放D、E、F及G座污水的污水管最高流量	249
J5	監測污水管流量期間的降雨時段	250
J6	淤塞的雨水管	251
J7	雨水管內的破損	252
J8	雨水管內有接頭開縫或接頭錯動之處	253

表J1 - 損毀的污水砂井

砂井編號	位置	觀察到的破損
8	F座	砂井牆頂部與地板已分離，相距約200毫米；砂井下陷並有輕微移位；沒有滲漏跡象。
9	F座	砂井牆頂部與地板已分離，相距約200毫米；砂井下陷並有輕微移位；沒有滲漏跡象。
33	G座	近底部周圍出現多條約1至5毫米闊的裂縫，會有輕微滲漏。
34	G座	距底部約300毫米及近頂部的周圍出現多條約1至8毫米闊的裂縫，會有輕微滲漏。
38	D座	底部角落的抹灰被沖蝕，受影響範圍約200毫米 x 75毫米；該被沖蝕的範圍會有輕微滲漏。
65	D座	離底部約350毫米處，牆壁發現約1至2毫米闊的水平施工縫；會有輕微滲漏。
75a	D座北面	砂井牆周圍有裂縫，裂縫約2至5毫米闊；位於底部之上150毫米處；會有輕微滲漏。
80	D座北面	牆壁抹灰輕微剝落；出現一條約1毫米闊的裂縫，牆上並有滲漏跡象，底部被沖蝕；會有輕微滲漏。
81	D座北面	閉路電視勘察顯示砂井底部出現約10毫米闊的裂縫；會有輕微滲漏。

表J2 - 污水管內的破損

污水管	位置	觀察到的破損
MH61 至 MH62	C座	圓周裂縫
MH62 至 MH63	C座	縱向裂縫
MH63 至 MH64	C/D座	縱向裂縫
MH72 至 MH73	C座	渠管可能已下沉
MH74 至 MH75	C/D座	圓周破裂； 圓周裂縫
MH84 至 MH65	D座	水管變形
MH65 至 MH75	D座	水管變形
MH77 至 崩塌殘痕	D座	圓周裂縫
MH29 至 MH38a	D/E座	水管變形
MH16a 至 MH26	E座	圓周裂縫； 渠管下沉； 水管變形
MH26 至 MH27	E座	渠管可能已下沉
MH5 至 MH6	G/E座	安放在地面的水管， 其頂部出現直徑約40毫米的洞。
MH7 至 MH16	E座	安放在地面的水管， 其頂部出現直徑約40毫米的洞。
MH16 至 MH16a	E座	圓周裂縫； 水管變形
MH32 至 MH33	G座	圓周裂縫； 縱向裂縫
MH33 至 MH34	G座	近砂井編號MH34處渠管破裂； 縱向裂縫
MH34 至 MH35	G/E座	圓周裂縫
<p>說明： MH 砂井</p>		

表J3 - 污水管內有接頭開縫或接頭錯動之處

污水管	位置	備註
MH72 至 MH73	C座	接頭開縫(中); 接頭錯動(小)
MH73 至 MH74	C座	接頭開縫(中); 接頭錯動(小)
MH74 至 MH75	C/D座	接頭開縫(小); 接頭錯動(中)
MH75 至 MH80	C座	接頭開縫(中); 接頭錯動(中)
MH80 至 MH81	D座	接頭開縫(小)
MH39 至 MH77	D座	接頭開縫(小); 接頭錯動(小)
MH77 至 崩塌殘痕	D座	接頭開縫(小); 接頭錯動(中)
MH75a 至 MH80	D座	接頭開縫(小)
MH29 至 MH38a	D座	接頭開縫(小)
MH27 至 MH28	E/D座	接頭開縫(小)
MH8 至 MH9	F座	接頭開縫(大)
MH10 至 MH11	F座	接頭開縫(中); 接頭錯動(中)
MH11 至 MH12	F座	接頭開縫(中)
MH12 至 MH13A	F座	接頭錯動(中)
MH14 至 MH15	F座	接頭開縫(小)
MH25 至 MH26	F/E座	接頭開縫(小)
MH15 至 MH16	F/E座	接頭錯動(中)
MH2 至 MH3	G座	接頭開縫(小)
MH4 至 MH5	G座	接頭開縫(小)
MH6 至 MH7	E座	接頭開縫(小)
MH31 至 MH32	G座	接頭開縫(小); 接頭錯動(小)
MH32 至 MH33	G座	接頭開縫(小); 接頭錯動(小)
MH33 至 MH34	G座	接頭開縫(中); 接頭錯動(大)
MH34 至 MH35	G/E座	接頭開縫(中); 接頭錯動(中)
MH35 至 MH36	E座	接頭開縫(中); 接頭錯動(小)
MH36 至 MH37	E座	接頭開縫(小); 接頭錯動(小)
MH37 至 MH38	E/D座	接頭開縫(中); 接頭錯動(小)
MH38 至 MH39	D座	接頭開縫(小)

說明：

MH 砂井  
 小 接頭錯動或接頭開縫少於管壁厚度  
 中 接頭錯動或接頭開縫介乎1倍與1.5倍管壁厚度之間  
 大 接頭錯動或接頭開縫大於1.5管壁厚度



表J4 - 排放D、E、F及G座污水的污水管最高流量

日期	早上最高流量		晚上最高流量	
	最高流量 (立方米/分鐘)	時間 (上午)	最高流量 (立方米/分鐘)	時間 (下午)
一九九四年九月七日(星期三)	-	-	0.72	7:00
一九九四年九月八日(星期四)	0.60	7:00	0.79	8:00
一九九四年九月九日(星期五)	1.15*	7:00	0.83	7:30 至 8:30
一九九四年九月十日(星期六)	0.50	7:30	0.63	7:00 及 10:25
一九九四年九月十一日(星期日)	0.51	10:30	0.65	6:45 及 9:40
一九九四年九月十二日(星期一)	0.52R	7:25	0.80R	7:20 及 9:20
一九九四年九月十三日(星期二)	0.53	7:30	0.72	7:00
一九九四年九月十四日(星期三)	0.53	7:30	0.88	8:35
一九九四年九月十五日(星期四)	0.54	7:30	0.77	10:00
一九九四年九月十六日(星期五)	0.59	8:00	0.69	10:30
一九九四年九月十七日(星期六)	0.58	7:30	0.57	7:00 至 9:30
一九九四年九月十八日(星期日)	0.59	10:30	0.72	10:00
一九九四年九月十九日(星期一)	0.63	7:40	0.80	10:30
一九九四年九月二十日(星期二)	0.62	7:30	-	-

說明：  
 R 下雨期間  
 \* 流量特別別高

表J5 - 監測污水管流量期間的降雨時段

日期	降雨時段	最高的五分鐘降雨強度 (毫米)
一九九四年九月十日	中午十二時半至下午一時 下午一時至下午二時 晚上七時五十分至晚上八時 晚上八時至晚上九時	8.5 1.5 2.0 8.0
一九九四年九月十一日	上午五時四十分至上午六時 上午六時至上午六時四十五分	2.0 1.5
一九九四年九月十二日	凌晨一時三十分至上午六時 上午六時十五分至上午九時十分 上午九時十分至上午九時十五分 上午九時十五分至上午十一時五十五分 中午十二時零五分至下午二時 下午六時至晚上十時	< 0.5 1.5 3.5 1.0 < 0.5 1.0
一九九四年九月十三日	凌晨一時四十分至凌晨二時五十五分	0.5
一九九四年九月十四日	凌晨三時三十分至凌晨四時十五分 下午二時至下午三時	< 0.5 2.0
一九九四年九月十五日	凌晨一時三十分至凌晨二時	< 0.5
一九九四年九月十七日	下午十一時三十分至凌晨零時	0.5
一九九四年九月十八日	凌晨零時至凌晨一時三十五分 凌晨一時三十五分至凌晨三時十五分	0.5 < 0.5
一九九四年九月二十日	凌晨四時四十分至上午七時	2.5

表J6 - 淤塞的雨水管

連接淤塞渠管的砂井	位 置	淤塞渠管直徑
MH12	C座南面	150毫米
MH12	C座南面	150毫米
MH13	C/D座南面	150毫米
MH19	E座南面	150毫米
MH22	G座南面	300毫米
MHA	G座南面	600毫米
MHB	G座南面	300毫米
MH1b	G座南面	760毫米

註：淤塞渠管位置見圖J2。

表J7 - 雨水管內的破損

雨水管	位置	觀察到的破損
GT12(3) 至 MH12	C座南面	圓周裂縫； 在渠管頂有一個直徑約40毫米的洞
GT12(1) 至 MH12	C座南面	圓周破裂
GT15a 至 MH15	C/D座南面	發現直徑150毫米的混凝土渠管已經折斷； 香港房屋協會其後於一九九四年八月二十二日至二十六日期間更換渠管。
GT16 至 MH16	E座東面	發現直徑150毫米的混凝土渠管已破損； 香港房屋協會其後於一九九四年九月十三日至十六日期間更換渠管。
GT20 至 MH20	E座南面	圓周裂縫
MH18 至 MH20	E座南面	從編號20砂井起首7米的渠管頂部出現縱向裂縫(估計5至10毫米闊)； 由7.5米至11米， 及由17米至第18號砂井的兩段渠管都出現積水； 該兩段渠管可能已下沉。
MH22 至 MHB	G座南面	縱向及圓周裂縫
GT22 至 MH22	G座南面	圓周破裂
說明： GT 集水欄柵 MH 砂井		

表J8 - 雨水管內有接頭開縫或接頭錯動之處

雨水管	位置	備註
GT12(3) 至 MH12	C座南面	接頭開縫(中); 接頭錯動(中)
GT12(1) 至 MH12	C座南面	接頭開縫(大); 接頭錯動(中)
MH14 至 MH12	C座南面	接頭錯動(小)
MH13 至 MH5	C/D座南面	接頭開縫(大)
GT5 至 MH5	C/D座南面	接頭開縫(小)
GT13 至 MH13	C/D座南面	接頭開縫(大)
GT15b 至 MH15	C/D座南面	接頭開縫(中)
GT12a 至 MH12a	C座南面	接頭開縫(大)
GT18 至 MH18	E座南面	接頭開縫(大); 接頭錯動(中)
GT20 至 MH20	E座南面	接頭開縫(小); 接頭錯動(中)
GT19 至 MH19	E座南面	接頭開縫(中); 接頭錯動(中)
MH19 至 MH3	E座南面	接頭開縫(中); 接頭錯動(小)
MH18 至 MH16	E座東面	接頭開縫(小); 接頭錯動(小)
MH18b 至 MH4	F座東面	接頭開縫(大); 接頭錯動(中)
MH2 至 MH1	G座南面	接頭開縫(小)
MH B 至 MH22	G座南面	接頭開縫(中)
GTB 至 MH B	G座南面	接頭開縫(中)

說明：

GT 排水欄柵

MH 砂井

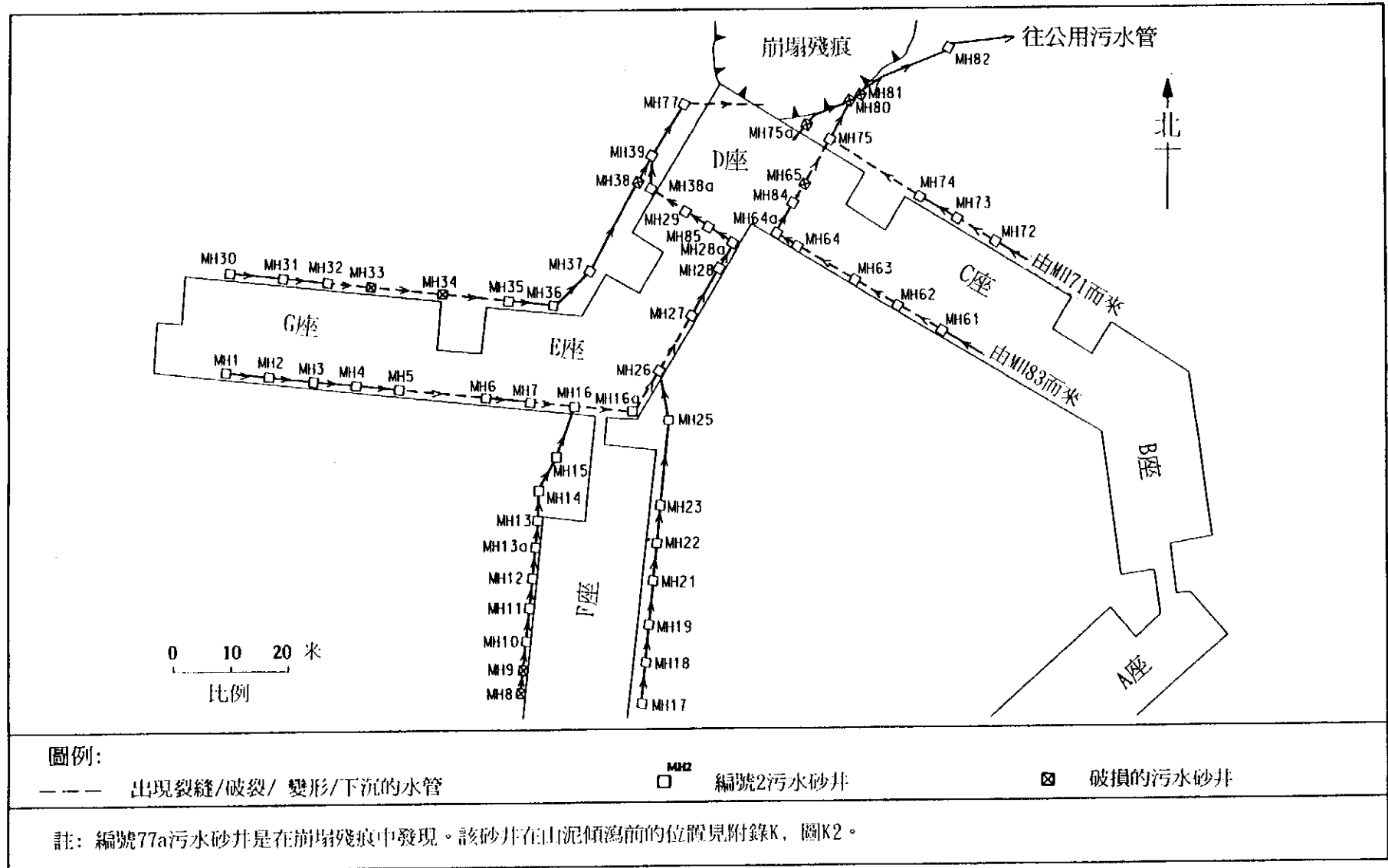
小 接頭錯動或接頭開縫少於管壁厚度

中 接頭錯動或接頭開縫介乎1倍與1.5倍管壁厚度之間

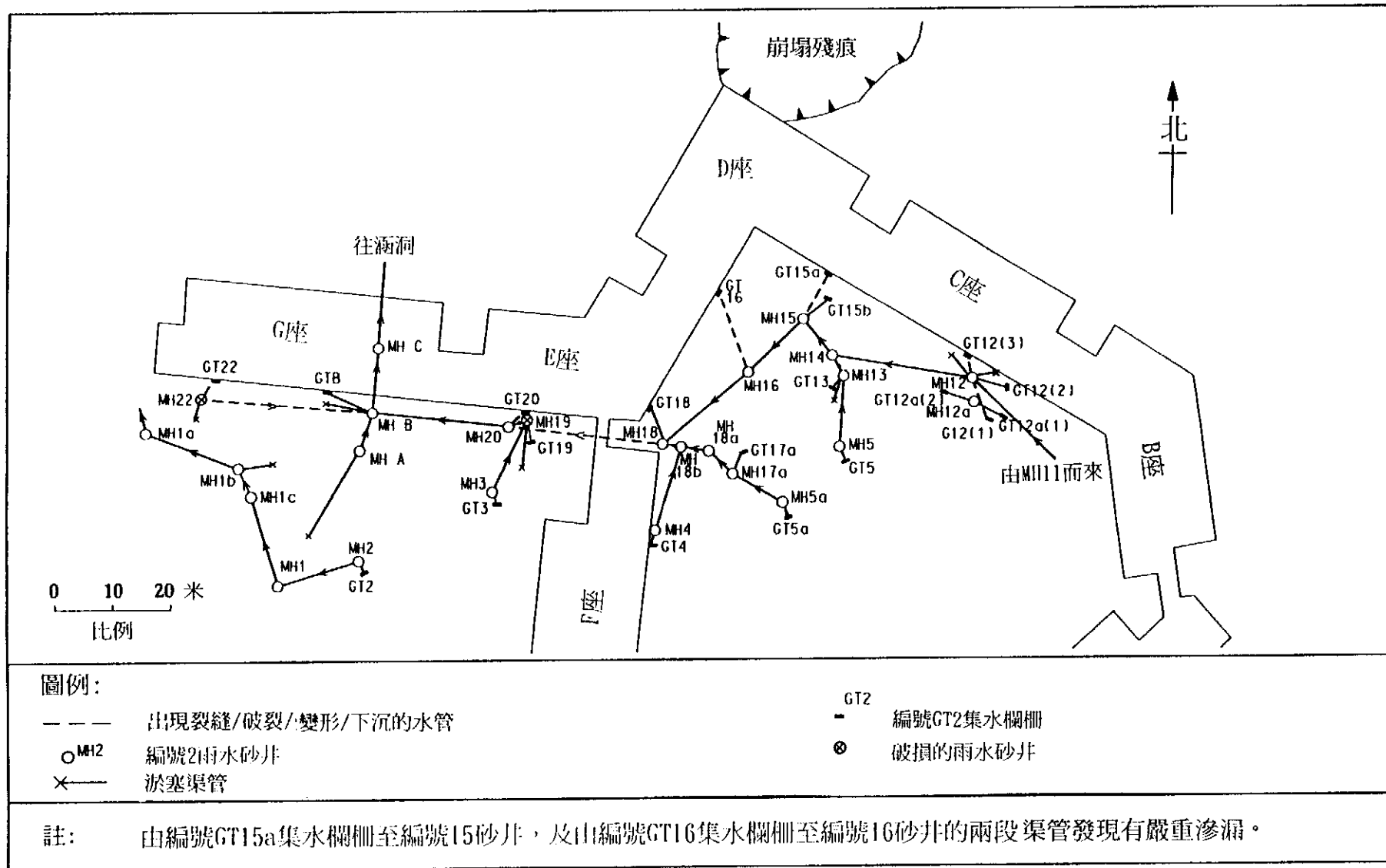
大 接頭錯動或接頭開縫大於1.5管壁厚度

附圖

附圖 編號		頁數
J1	山泥傾瀉後調查期間的污水排放系統狀況及分佈圖	255
J2	山泥傾瀉後調查期間的雨水排放系統狀況及分佈圖	256
J3	監測流量的水箱	257
J4	污水管流量監測結果(星期一的記錄)	258
J5	污水管流量監測結果(星期二的記錄)	259
J6	污水管流量監測結果(星期三的記錄)	260
J7	污水管流量監測結果(星期四的記錄)	261
J8	污水管流量監測結果(星期五的記錄)	262
J9	污水管流量監測結果(星期六的記錄)	263
J10	污水管流量監測結果(星期日的記錄)	264

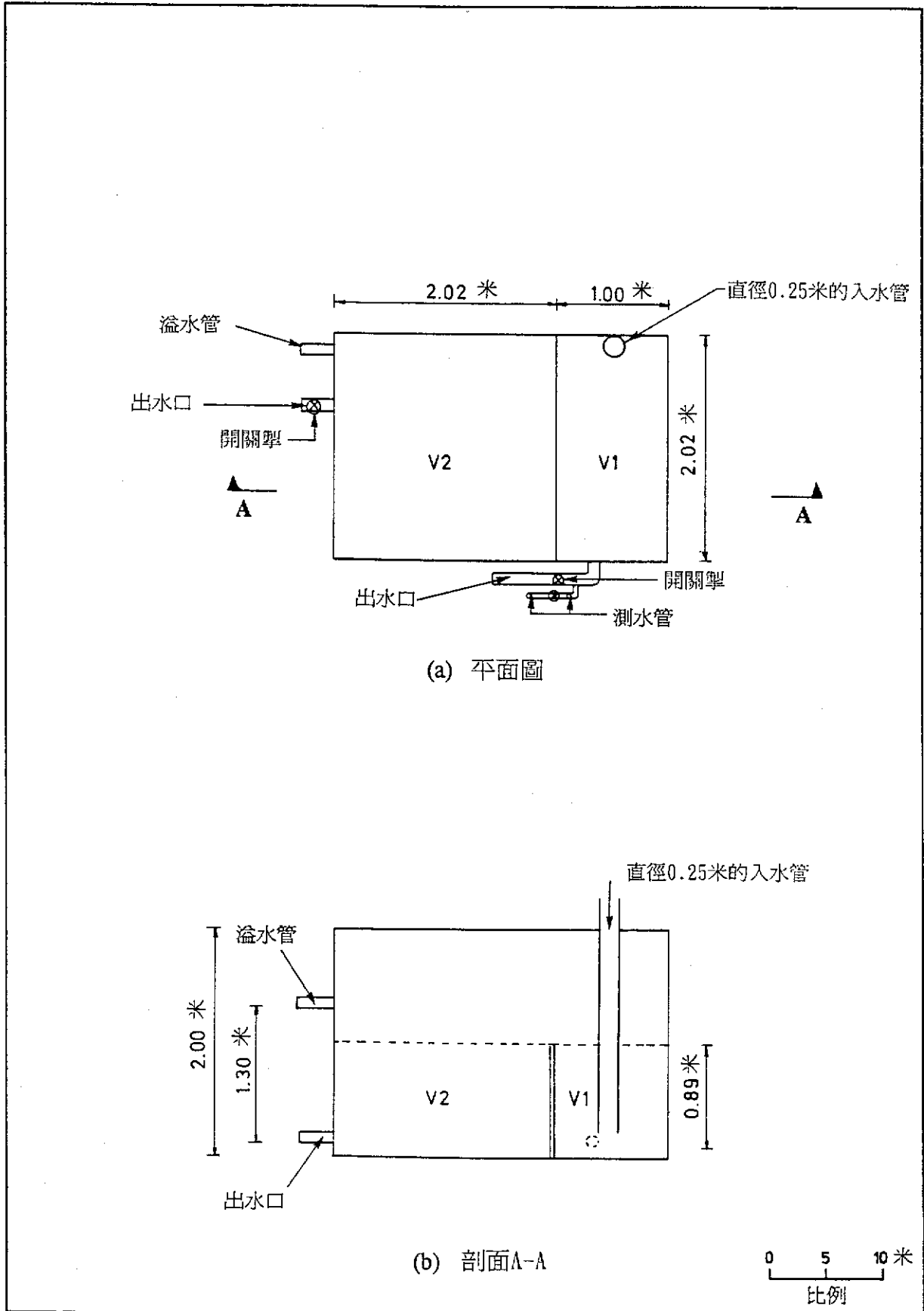


圖J1 - 山泥傾瀉後調查期間的污水排放系統狀況及分佈圖

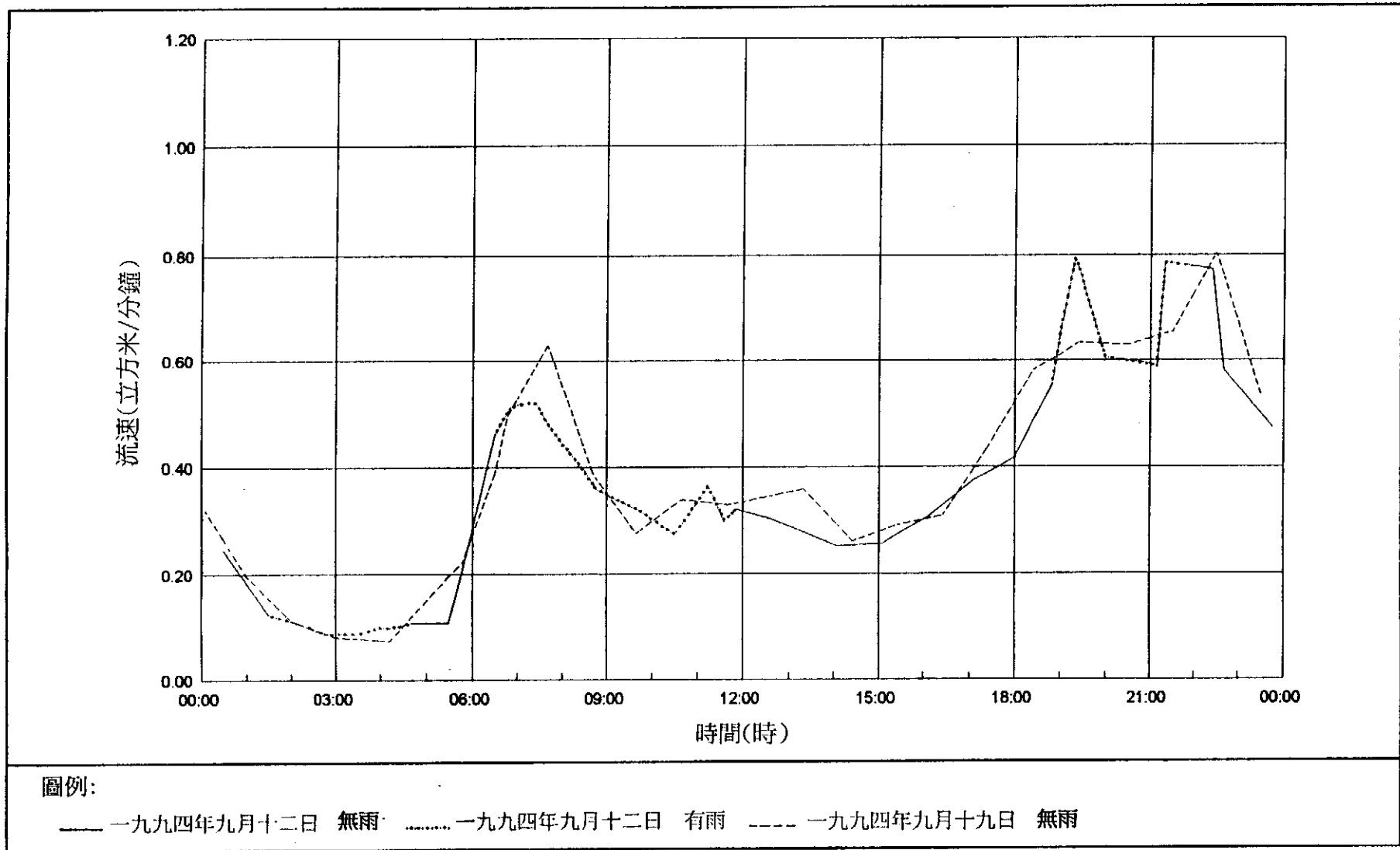


圖J2 - 山泥傾瀉後調查期間的雨水排放系統狀況及分佈圖

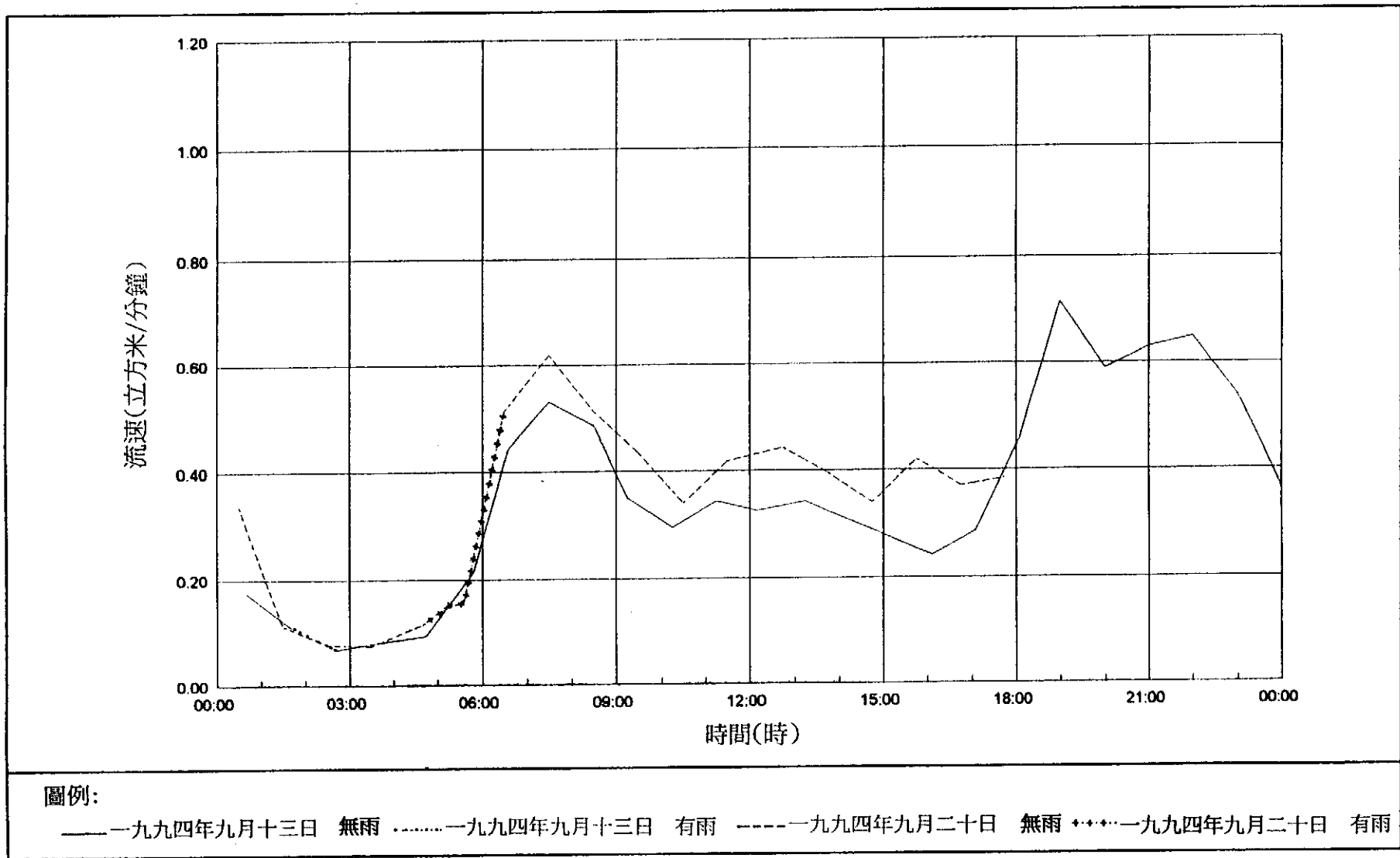




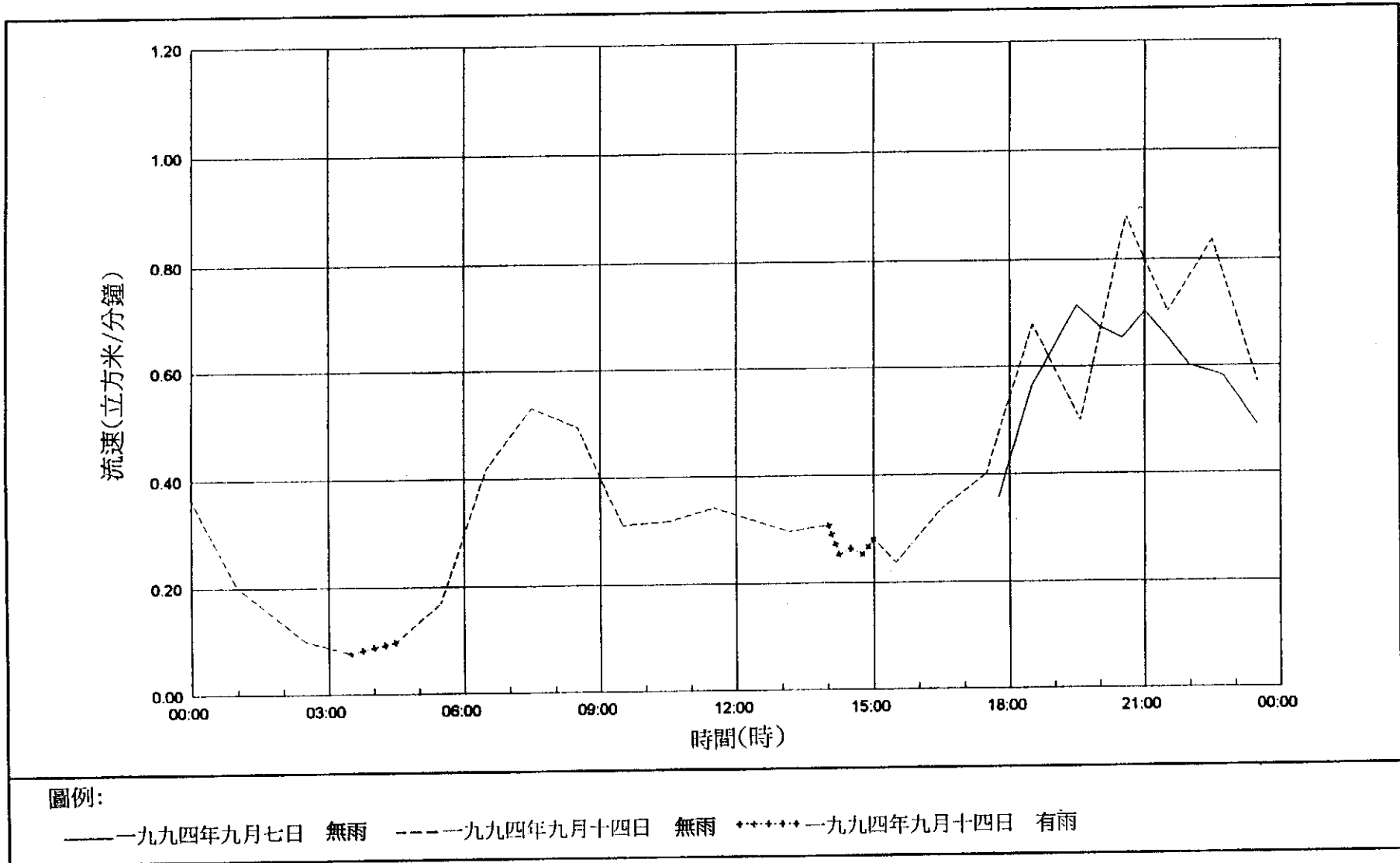
圖J3 - 監測流量的水箱



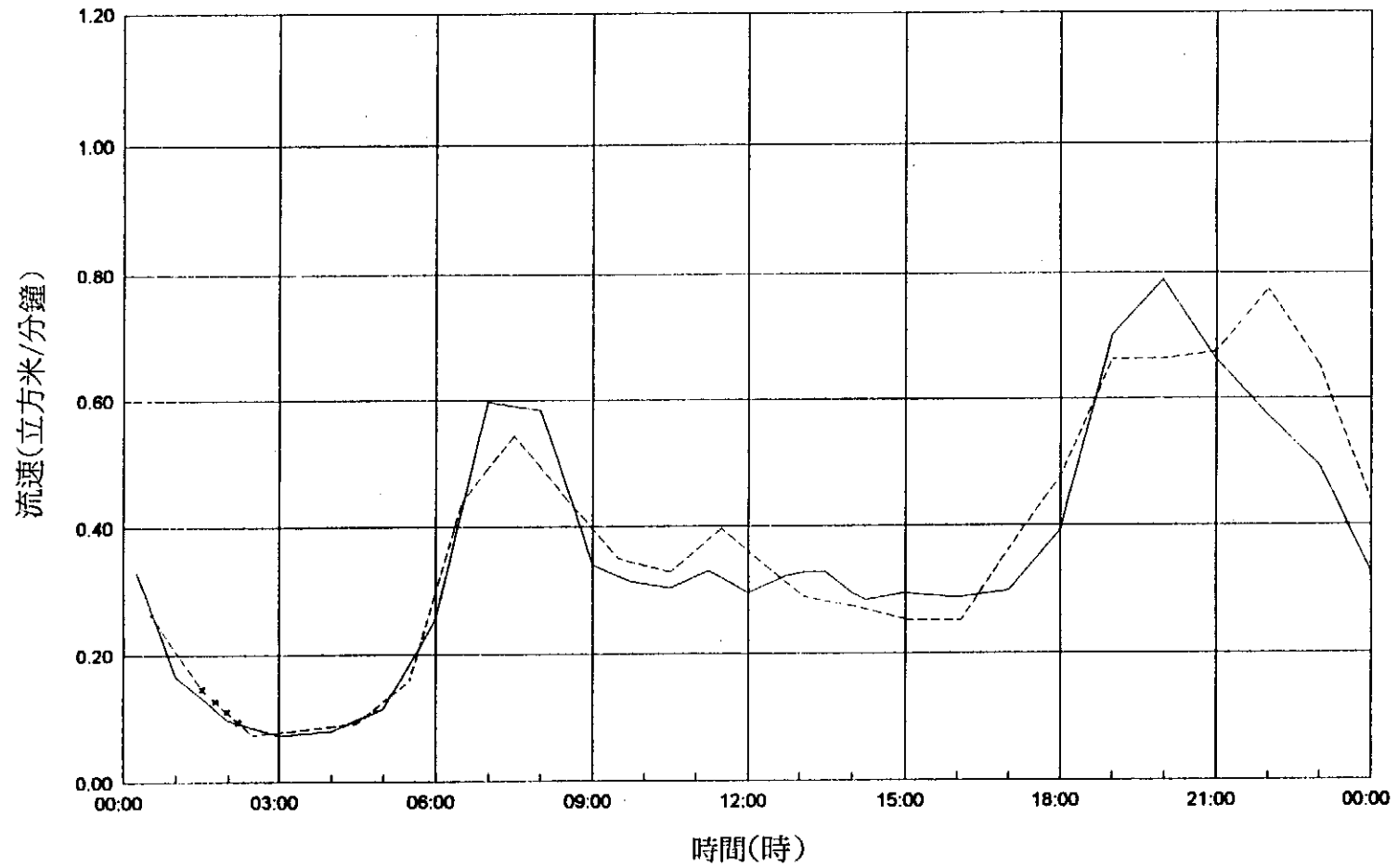
圖J4 - 污水管流量監測結果(星期一的記錄)



圖J5 - 污水管流量監測結果(星期二的記錄)



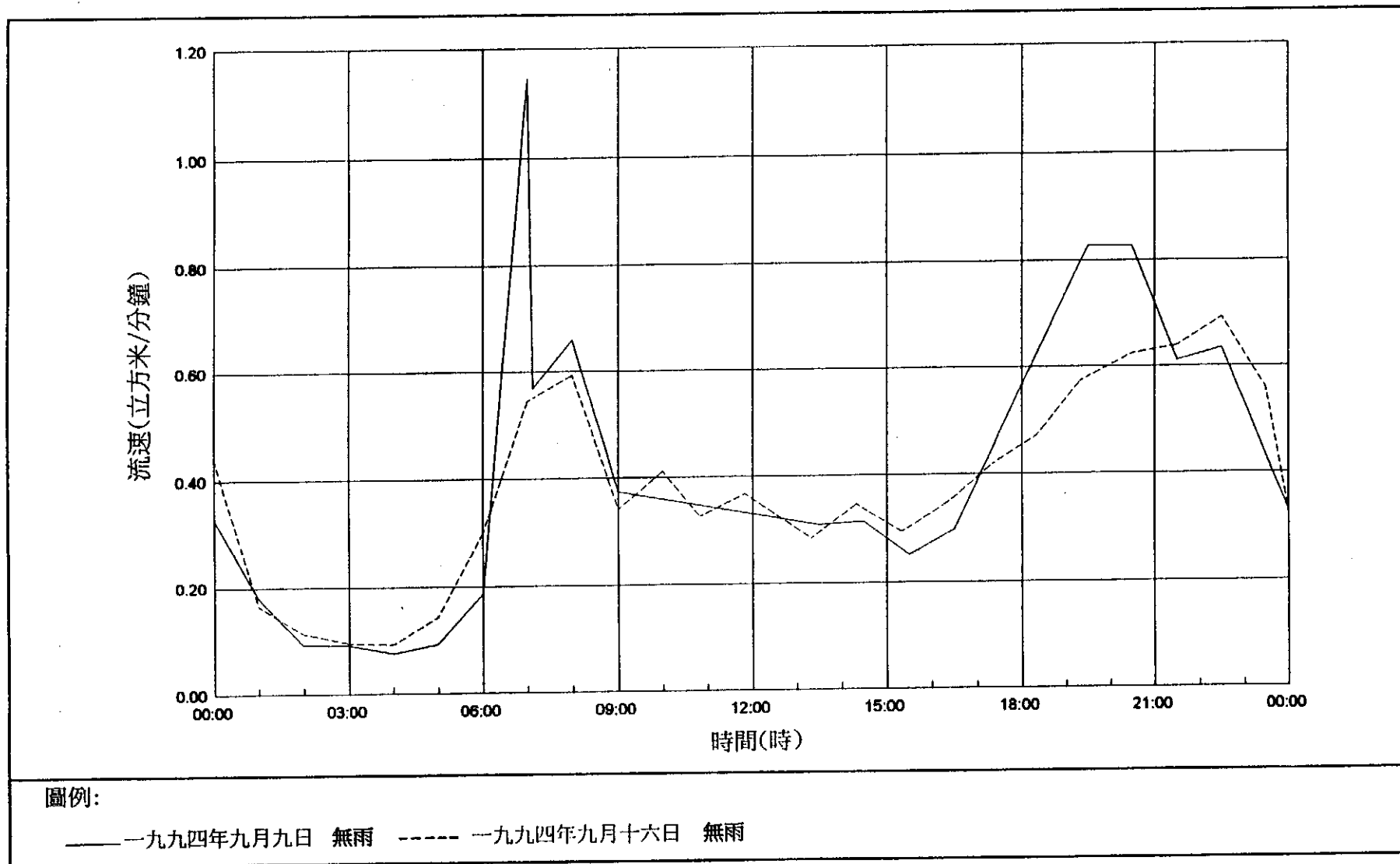
圖J6 - 污水管流量監測結果(星期三的記錄)



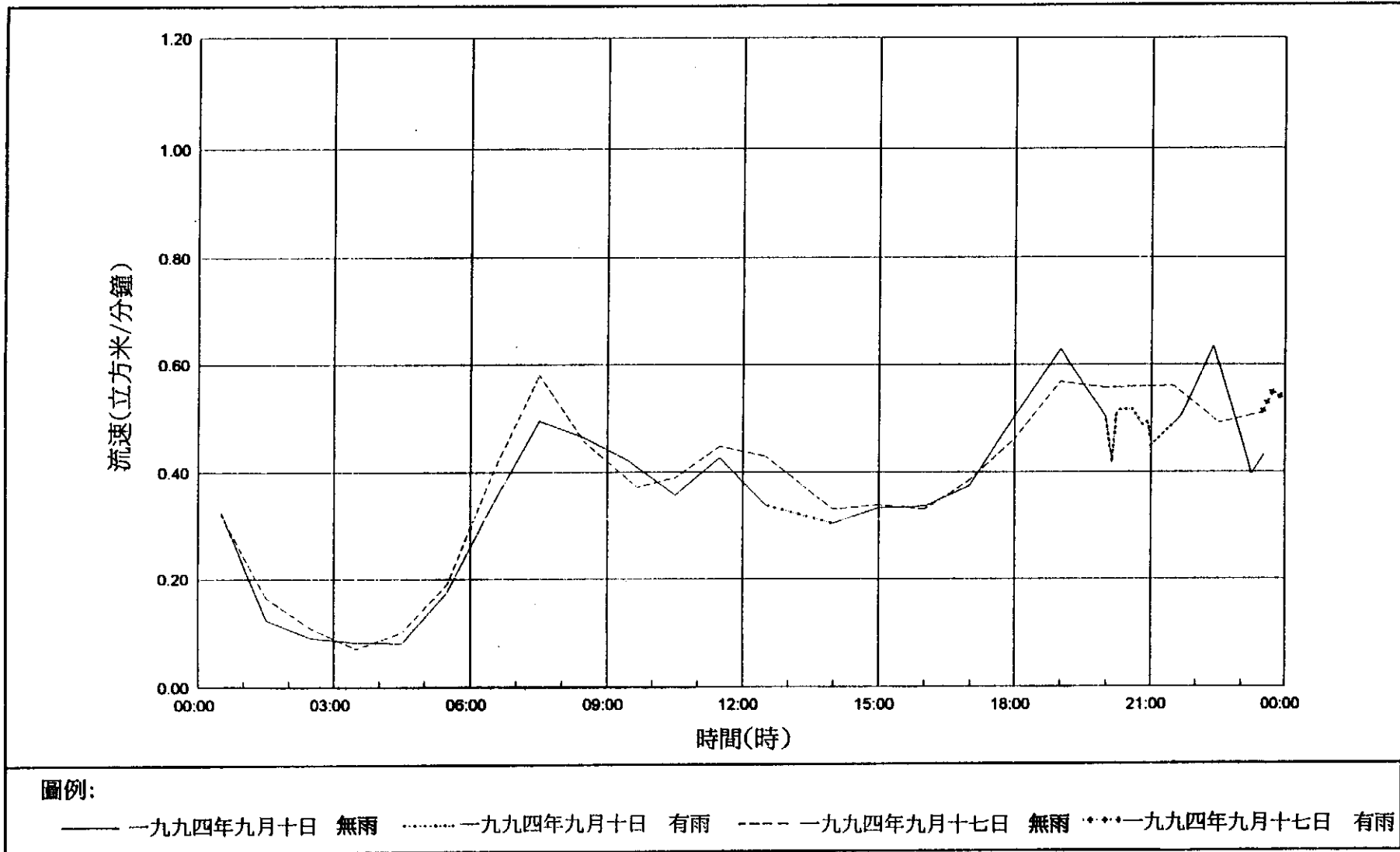
圖例:

—— 一九九四年九月八日 無雨    ----- 一九九四年九月十五日 無雨    ..... 一九九四年九月十五日 有雨

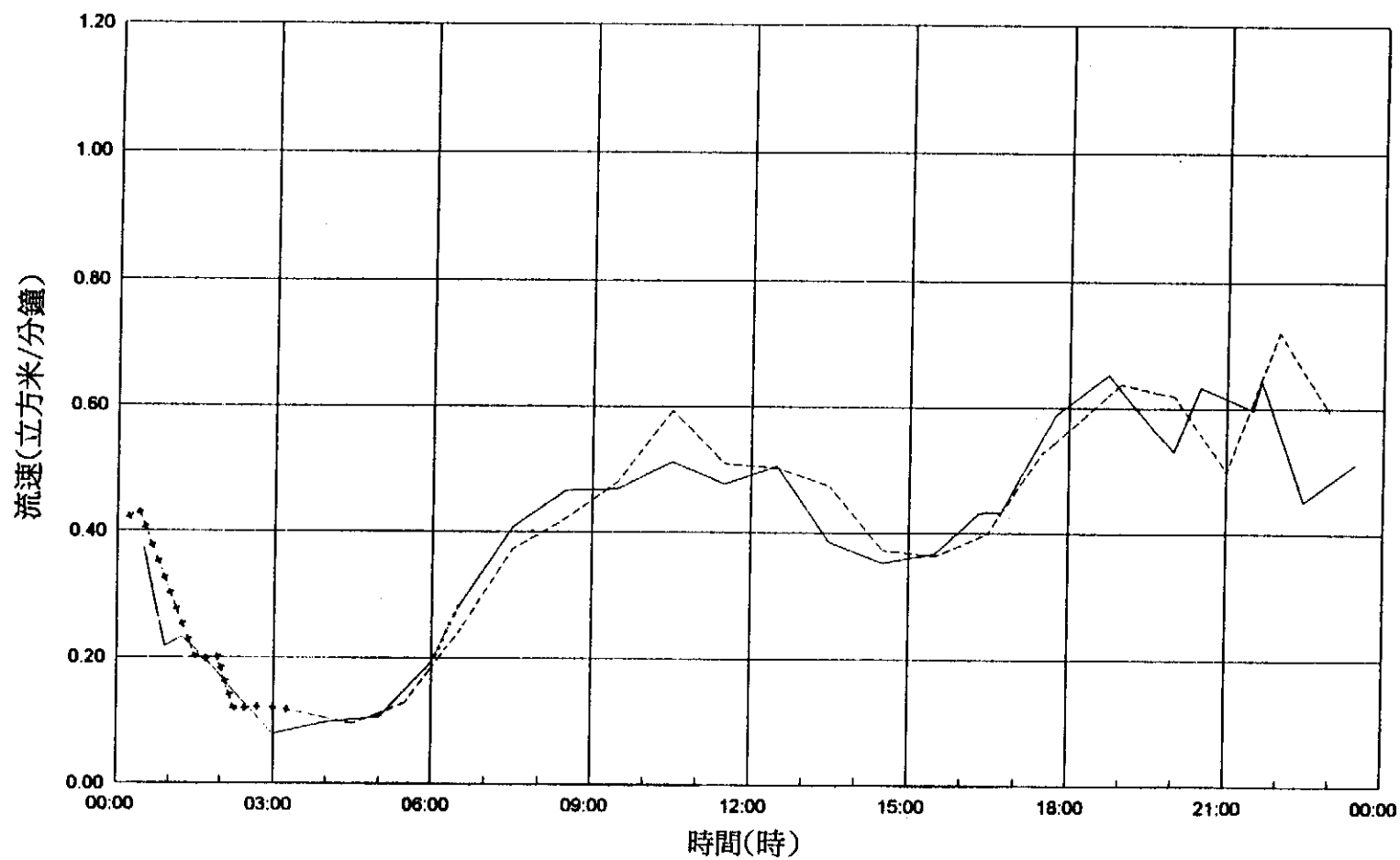
圖J7 - 污水管流量監測結果(星期四的記錄)



圖J8 - 污水管流量監測結果(星期五的記錄)



圖J9 - 污水管流量監測結果(星期六的記錄)



圖例:

——一九九四年九月十一日 無雨    .....一九九四年九月十一日 有雨    -----一九九四年九月十八日 無雨    -·-·-·-一九九四年九月十八日 有雨

圖J10 - 污水管流量監測結果(星期日的記錄)



附錄K

地形資料、場地觀察及量度

目錄

	頁數
標題頁	265
目錄	266
K.1 引言	267
K.2 山泥傾瀉前後的地形	267
K.2.1 山泥傾瀉前的地形	267
K.2.2 山泥傾瀉後的地形	268
K.3 山泥傾瀉前的地面排水及現場情況	268
K.4 崩塌泥石及折斷的污水管	269
K.5 砌石牆	269
K.6 D座下部結構	270
K.7 滲水觀察	270
K.8 D及E座底部地面的空隙	271
K.9 泥土中的毛管吸力	271
K.10 滲流試驗	272
K.11 滲透試驗	273
K.12 參考書目	274
附表	275
附圖	283

## K.1 引言

這次山泥傾瀉調查工作的其中一部份，是研究可蒐集到的觀龍樓及有關工程的圖則。並透過土地測量和現場勘察，以找出以下各方面有關這次山泥傾瀉及事發地點的資料：

- (a) 山泥傾瀉前後的地形；
- (b) 山泥傾瀉前的地面排水及場地情況；
- (c) 崩塌泥石及已折斷的污水管線向；
- (d) 砌石牆；
- (e) 場地的滲漏情況；
- (f) D座的下部結構；
- (g) D及E座底部泥面上的空隙；
- (h) 土壤內毛管吸力；
- (i) D座底部土壤經滲流試驗測定的滲透性；
- (j) D座南面院子範圍內進行的滲透試驗。

## K.2 山泥傾瀉前後的地形

### K.2.1 山泥傾瀉前的地形

於一九八三年，香港房屋協會聘請輝固(香港)有限公司 (Fugro (Hong Kong) Ltd) 設計和監督位於山泥傾瀉地點以東的編號11SW-A/C115斜坡的穩定工程。輝固(香港)有限公司在一九八四年的一份報告內，有一張測量圖(編號82118/3A)繪劃了行人路與觀龍樓C及D座之間的斜坡地形。穩定工程完竣後，輝固(香港)有限公司在一九八六年繪製了編號82118/5 (AC)的工程完成圖。根據這兩份圖則的資料和土木工程署在山泥傾瀉後進行土地測量的結果，調查人員繪製了一張平面圖，顯示事發地點於一

九九四年七月山泥傾瀉前可能的地形情況，見圖K1。

山泥傾瀉前，砌石牆最高約為10.6米。D座與砌石牆之間的斜坡高度大致介乎2.5米和6米之間，仰角則介乎20度和50度之間。

### K.2.2 山泥傾瀉後的地形

土木工程署在山泥傾瀉後進行土地測量，確定山泥傾瀉的範圍和地形。所進行的土地測量、所用儀器、所採用的方法、整體準確程度以及所製成的測量圖，均撮述於表K1。

於一九九四年七月二十四日（事發翌日）早上，調查人員測量山泥傾瀉範圍和泥石地形。一九九四年七月二十八日，搶救行動已完成，而位於山泥傾瀉地點的大部分泥石亦已清除。調查人員在當日進行了另一次土地測量，以確定崩塌殘痕的地形。編號GCS 2411/IB的圖則是綜合以上兩次測量所得的資料繪製而成。有關山泥傾瀉範圍的平面和剖面圖，是根據該圖則與圖K1而繪成的。

一九九四年八月七日，土木工程處在山泥傾瀉地點進行另一次地形測量，以確定山泥傾瀉地點在緊急修補工程完成後的地形。

為確定觀龍樓C、D及E座底部的地形，及找出位於該三幢樓宇以南院子可能積水的地方，調查人員又進行了多次土地測量。測量結果繪於編號GCS 2411/VI及GCS 2411/V的圖則上。D及E座底部的地面的仰角為20度至25度。

### K.3 山泥傾瀉前的地面排水及現場情況

位於D座與砌石牆之間斜坡上的地面排水系統，在山泥傾瀉前的可能線向見圖K1。該圖是綜合了觀龍樓的核准排水圖則、編號82118/3A和82118/5(AC)等圖則、並輔以在山泥傾瀉後場地視察所得的資料而繪成的。

那砌石牆對上的斜坡覆蓋著灰泥。香港房屋協會聘請的工程顧問曾於一九九四年六月十五日視察該斜坡，並注意到接近斜坡頂的地方出現下陷和裂縫。另外，從該次視察期間所拍攝的照片，可以看到砌石牆對上斜坡有一些野生植物及坡腳有一棵樹。

#### K.4 崩塌泥石及折斷的污水管

崩塌的泥石主要包括泥土、灰泥碎塊、砌石塊及樹木。調查人員從崩塌泥石中尋回污水管的折斷部分、一個連接折斷污水管的砂井、一些混凝土地面排水溝，以及兩個集水井。調查人員從崩塌泥石尋回的折斷排水管，總長度約為20米。

山泥傾瀉後進行的地形測量結果顯示，崩塌的體積約為1,000立方米。從山泥傾瀉地點清除出來的泥石，曾在現場量度過，其體積估計約為1,500立方米。

崩塌泥石中污水管斷段的大概位置繪於圖K2。污水管由直徑300毫米、1米長的陶管以承插式接頭和水泥砂漿固定地連接而成。一些從崩塌泥石中尋回的渠管斷段，局部被100毫米厚的混凝土包裹。其中兩段從泥石中尋回的渠管（圖K1中編號E和N者）其接頭和混凝土包裹層表面附著帶黑色污漬的泥土。

根據泥石中污水管斷段的位置以及一些顯示砂井位置的照片，估計於山泥傾瀉事發前，這段污水管的位置是橫跨山泥傾瀉範圍的上半部份（見圖K2）。而一九六八年十月一日建築物條例執行處核准的觀龍樓排水系統圖中，在相約的位置上有一條300毫米直徑的污水管。根據該張排水系統圖和現場觀察所得，排水管在山泥傾瀉前的位置估計離地面2米以內。

#### K.5 砌石牆

崩塌的砌石牆是一幅由石砌成的勾縫牆，牆內有加固條石和疏水孔。疏水孔直徑約為100毫米，其間距約為1.5米。泥石中找到的石塊，其典型大小約為300毫米高、450毫米闊及300毫米長。

在山泥傾瀉後，調查人員在沒有塌下的砌石牆部份進行鑽探，數個岩心鑽孔及一個水平鑽孔均顯示其厚度介乎0.8米至1米之間。

調查人員於山泥傾瀉地點西邊所顯露出的砌石牆進行量度，發覺該牆厚度均勻，約為700毫米至800毫米。

一九九四年七月二十八日，調查人員在崩塌位置挖掘了四個探井，露出行人路旁餘下的砌石牆部份。從這些探井內所進行的現場量度，確定那倒塌了的砌石牆約700毫米至800毫米厚。

位於山泥傾瀉範圍以西的餘下砌石牆，顯示牆身情況大致良好，事發後當時沒有呈現明顯的危險跡象。根據現場量度，該餘下的牆身仰角為75度。靠近山泥傾瀉現場西端約4米之內，可以看見牆身有裂縫和前向移動。裂縫看似比較乾淨，沒有植物痕跡，所以該些裂縫很可能是在崩塌時形成。

#### K.6 D座下部結構

調查人員曾檢閱觀龍樓下部結構的核准圖則。D座的下部結構包括鑽孔樁、樁帽及部份埋在地下的結構牆（見圖K3）。

調查人員於D座底部共挖掘了七個探井（見圖K3），以驗明樁帽及構牆的排列，並檢查樁帽上的填土情況。根據編號TP35探井顯示，該處的兩個主要樁帽（編號D-F1）相距0.7米。樁帽之間有約0.5米厚的疏鬆填土，覆蓋著部份風化火山岩。調查人員發現編號TP35探井內露出的樁帽是直接建於部份風化岩上。調查人員在編號TP38探井內亦觀察到類似的情況。

編號TP35探井（圖K3）展露了一幅1.6米高 x 1.4米闊的直身泥面。當在D座南部的院子範圍內進行鑽孔工程時，調查人員觀察到該直身泥面上部出現嚴重滲水。這顯示院子下面泥土的透水性非常高。

D座下部結構的核准圖則顯示，結構牆直接連接樁帽，而埋在地下的結構牆並沒有缺口。這情況由編號TP21、TP23及TP25探井確定了。

調查人員開挖編號TP39及TP41A探井，用以查察結構牆所包圍地方的泥土情況。該兩個探井約3米深，位於填土中。井內2米以下的泥土很濕。就觀察所得，編號TP39探井內約有100毫米深的積水。

#### K.7 滲水觀察

在山泥傾瀉發生後的首兩個星期，調查人員視察崩塌殘痕時，並未發現有水流或大量滲水的跡象。這顯示在崩塌殘痕下並無高地下水位或上層滯水位。

在調查期間，調查人員於崩塌殘痕和D座底部均觀察到局部而輕微的滲水（見圖K4）。滲水多數在填土中觀察到，而且似乎頗短暫。調查人員也盡可能追溯滲水的水

源（見表K2）。

#### K.8 D及E座底部地面的空隙

D及E座底部的斜坡在不同位置的灰泥護面下發現空隙，而某些空隙的灰泥護面已經破爛。調查人員以目測視察及經疏水孔和灰泥破爛部分觸探泥土，估計空隙的範圍。其估計結果見圖K4及K5。

D座底部地面發現七處有空隙，E座底部亦發現十三處。空隙都是在樁帽上的疏鬆填土裏找到的（圖K6及K7）。

最大的一個空隙（圖K4，編號14）在E座底部發現，量度所得的面積約為7.5米 x 2.5米，深約1.6米。原來的灰泥護面，已掉到空隙內（見圖K7）。空隙內露出一幅擋留E座南面院子的幕牆底部。在空隙位置對上的幕牆頂部有一個約0.9米 x 0.15米的孔口。位於D及E座底部其他幕牆的頂部亦有類似的孔口。

土木工程署進行的地形測量顯示，那正位於編號14空隙對上的孔口，其位置比所有在附近的孔口為低。編號14空隙可能是因該處的疏鬆填土被該孔口引入的水流侵蝕而形成。

在D座底部地面發現的一個最大空隙（圖K4，編號4），大約寬1.5米，長3.0米，最深處約1米。該處的灰泥護面情況尚可。該空隙可能是因疏鬆填土下沉而形成的。

D座底部樁帽和結構牆的排列形式，會令在該處泥土中的水份被隔離而不能流往山泥傾瀉地點。因此，調查人員認為那些空隙與山泥傾瀉無關。

#### K.9 泥土中的毛管吸力

山泥傾瀉發生後，調查人員在現場安裝了十五個張力計，以量度泥土中的毛管吸力（見圖K8）。

張力計底部有一個22毫米直徑的透水陶瓷感應器，該感應器通過一條膠管與張力計頂部的一個儲水盒連接。在儲水盒下面有一個指針測微器連接膠管，用以量度毛管吸力。膠管和儲水盒在裝置時都注滿了已脫氣的水。然後，已裝配好的整套系統，經一個在地上預先敲插成形的孔，插入地下，接著以膨潤土把張力計周圍的地面密封，

以防止地面水進入。

除了兩個位於山泥傾瀉以西砌石牆後的張力計，是以與水平面成大約20度角傾斜安裝之外，所有其他張力計都是垂直安裝至介乎0.5米與3.0米之間的深度。在崩塌殘痕上，有七個張力計(A1、A2、B1、B2、E1、F1及G1)安裝在部分風化火山岩內。其餘六個張力計則安裝在D座底部的填土內。

量度所得的毛管吸力摘錄在圖K9至K11內。崩塌殘痕和砌石牆後泥土中的毛管吸力大致在15KPa與30KPa之間。然而，在一九九四年九月十九日至二十二日期間，在崩塌殘痕所量度得的毛管吸力下降至0KPa至10KPa之間。期間有一條污水管因鑽探時受破損而滲漏（圖K8）。受影響張力計附近的地面觀察到大量滲水。該範圍內量度所得的毛管吸力於破損污水管改道後三至四天恢復正常。由此可見，由於水份進入泥土，土中的毛管吸力會急劇下降。

D座底部地下所記錄得的泥土毛管吸力大致介乎15KPa與65KPa之間（見圖11）。

#### K.10 滲流試驗

調查人員進行了兩次滲流試驗，以評估D座底部泥土的透水性。試驗的方法是把一個探井注滿水。調查人員在整個試驗期間，監測井內水位和安裝於D座底部的張力計讀數。並觀察其他探井的滲水情況。

滲流試驗分別在編號TB36和編號TP40的兩個探井進行（見圖K12）。該圖亦顯示了張力計和其他有關的探井位置。該些探井，在試驗期間用作視察斜坡滲水情況。該滲流試驗位置的剖面圖示於圖K13。

編號TP36號探井約1米長、0.7米寬及1.5米深。該井位於填土及部份風化火山岩內（見圖K13）。在這個位置，原地面以下約一米的填土於較早時被移去。在試驗中，注入的水位最初是處於部份風化火山岩層內，所以水只能通過部份風化火山岩滲入地下。一日後，調查人員提升水位至探井頂部，令水份也可通過填土流走。

編號TP36探井的滲流試驗結果見表K3。在試驗期間，其他探井都沒有觀察到滲水。當探井的水位處於部份風化火山岩層時，水位平均每小時約下降19毫米，這部風化火山岩的透水性約相當於每秒鐘 $10^{-6}$ 米。當探井注滿水後，水位下降速度增至大約每小時40毫米，當時編號TS1張力計則顯示泥土中的毛管吸力迅速下降。根據滲流試驗結果估計，填土的透水性約為每秒鐘 $5 \times 10^{-6}$ 米。



第二次試驗是在編號TP40探井內進行；該井位於填土層內，井長1.9米、寬0.7米及深0.9米。這次滲流試驗結果撮於表K4，從該探井流走的水量則見圖K14。試驗期間觀察到的滲水現象撮於表K5。

試驗進行約一小時後，從編號TP40探井流走的水量驟然增加。此時，該探井內的水深約為380毫米。不久以後，在編號A探井觀察到滲水現象。再過約一小時後，位於崩塌殘痕頂部編號TP26和編號TP27的探井開始有水滲入。滲入編號TP26探井的水流量很快，約四十五分鐘便注滿探井。就觀察所得，水主要是透過這些探井側的一些洞流入，該些洞可能是填土內的優選流徑。

在第二次試驗的整個過程中，調查人員均未能將編號TP40探井注滿水，這顯示井內填土的上層部份滲透性很高。除了編號TS3S的張力計外，其他張力計在測試期間並沒有反應。這顯示填土大部份仍未被水滲透飽和。此現象顯示，水主要是沿著某些優選流徑流動，而非經泥土本身滲透過來。

根據第二次滲流試驗的結果，估計在沒有明顯優選流徑的填土下層部份，其透水性約為每秒鐘 $10^{-5}$ 米。但是，有優選流徑的填土上層部份，其透水性會高很多。就觀察所得，該些流徑的橫截面總面積約佔探井內露出填土的百分之一。從而計算，該些流徑的透水性為每秒 $10^{-2}$ 米。

填土層的平均整體透水性為每秒 $2 \times 10^{-2}$ 米。由第二次滲流試驗測定的整體透水性，高出第一次試驗測定所得的很多。這可能是因在編號TP36探井於開挖前，該處含優選流徑的上部填土已被移走。故此，調查人員認為於編號TP40探井內進行的滲流試驗結果更能代表填土的特質。

#### K.11 滲透試驗

在一九九四年十月二十六日至十月二十八日期間，調查人員進行了在岩洞工程指南(土力工程處，1987)中描述的雙環定水頭滲透試驗，以評估在D座南面院子範圍內露出的泥面的可能滲透速度。試驗在三個地點進行(INF1、INF2及INF3)，如圖K15所示。

試驗是利用一個「雙環下滲計」進行測試。該下滲計有兩個金屬環，其直徑分別為300毫米和600毫米。兩個金屬環的位置以同一圓心形式打入表土約300毫米深處，環內不斷保持25毫米水深。每個試驗進行直至達到一個穩定滲速率才停止。

分析結果見圖K16。試驗所得的滲透力在穩定狀態時約為每秒 $1.1 \times 10^{-6}$ 米至 $2.8 \times 10^{-6}$ 米之間。

#### K.12 參考書目

GCO (1987). Guide to Site Investigation (Geoguide 2). Geotechnical Control Office, Hong Kong, 362 p.

Fugro (1984). Supplementary Geotechnical Report for Slope No.11SW-A/C115, Kwun Loong Lau Estate, Kennedy Town. Fugro (Hong Kong) Ltd, report prepared for Hong Kong Housing Society, 15 p. plus Figures and Appendices.

附表

附表 編號		頁數
K1	在山泥傾瀉後進行的土地測量摘要	276
K2	在崩塌殘痕及D座底部觀察到的滲水位置及滲水量	277
K3	編號TP36探井的滲流試驗結果	280
K4	編號TP40探井的滲流試驗結果	281
K5	在編號TP40探井進行滲流試驗時所得的觀察	282

表K1 - 在山泥傾瀉後進行的土地測量摘要

測量日期	範圍	所用儀器	方法	整體準確程度	測量結果 見於圖則編號
一九九四年七月二十四日	山泥傾瀉的範圍	Wild "T1" Wild "Dior"	導線及放射量	±100毫米	GCS 2411
一九九四年七月二十四日	泥石外形	Hasselblad MK70 攝影機 及53毫米底片	地面攝影測量	±200毫米	GCS 2411/III
一九九四年七月二十八日	在清理泥石後的崩塌殘痕外形	Topcon GTS	放射測量	±20毫米	GCS 2411/IA GCS 2411/II
一九九四年八月七日	在搶修工程完畢後地形	Topcon GTS	放射測量	±20毫米	GCS 2411/IV
一九九四年九月三日 至 一九九四年九月三十日	C, D 及 E 座底部的地形	Topcon GTS	放射測量	±20毫米	GCS 2411/VI
一九九四年十月四日	E 座南面院子的地形	Wild "NA1"	水準測量及拉 尺量度	標高±10毫米 長度±35毫米	GCS 2411/V
註：(1) 編號 GCS 2411/IB 圖則是綜合編號 GCS 2411/III 及 GCS 2411/IA圖則繪製而成。 (2) 測量圖則均存放於土力工程處。					

表K2 - 在崩塌殘痕及D座底部觀察到的滲水位置及滲水量(三頁中的第一頁)

滲水位置	詳情	日期	來源	備註
A	除去噴射混凝土護面後，位於編號SS1條狀表面剝露，在崩塌殘痕的部份火山岩內觀察到輕微滲水	一九九四年八月八日	有可能來自地下滲流	
B	在編號TP7探井內0.5米深處的填土觀察到輕微滲水	一九九四年九月八日	有可能來自地下滲流	
C	在編號TP12探井內0.2米深處的填土內觀察到輕微滲水	一九九四年九月八日	有可能來自地下滲流	
D	除去噴射混凝土護面後，位於編號SS3條狀表面剝露在崩塌殘痕的填土內觀察到輕微滲水	一九九四年八月八日	有可能來自地下滲流	
E	在編號TP8探井內0.3米深處的填土觀察到輕微滲水	一九九四年八月二十四日	有可能來自地下滲流	
F	在編號TP1探井內1.5米深處的填土觀察到輕微滲水	一九九四年八月三日	有可能來自地下滲流	
G	在編號TP10探井內近地面的噴射混凝土護面下觀察到輕微滲水	一九九四年八月二十三日	有可能來自地下滲流	
H	在編號TP11A探井內1.3米處的填土觀察到輕微滲水	一九九四年八月十七日	有可能來自地下滲流	
I	沒有觀察到滲水情況，但在編號11探井內近地面處有些可能因滲水而留下的痕跡	-	不明	
J	D座底部疏水孔出現輕微滲水	一九九四年八月十八日	可能來自座南面院子範圍的雨水	

表K2 - 在崩塌殘痕及D座底部觀察到的滲水位置及滲水量(三頁中的第二頁)

滲水位置	詳情	日期	來源	備註
J	D座底部疏水孔出現鑽探泡沫	一九九四年九月十日	來自D座南面院子範圍鑽探的工程	鑽探至約11米深。
K	牆上一個200毫米直徑的孔洞出現頗嚴重滲水	一九九四年八月十六日	可能來自D座南面院子範圍的鑽探工程及雨水	
K	牆上一個200毫米直徑的孔洞出現輕微滲漏	一九九四年九月五日 一九九四年九月十五日	可能來自D座南面院子範圍的鑽探工程及雨水	
L	牆上一個200毫米直徑的孔洞出現頗嚴重的滲水	一九九四年八月十六日	可能來自D座南面院子範圍的雨水	
L	牆上一個200毫米直徑孔洞出現染色水輕微滲流	一九九四年八月二十二日	出現滲漏的編號 GT15a集水欄柵(集水欄柵的位置見附錄J中附圖J1)	
M	D座樑底部出現染色水輕微滲流	一九九四年八月二十二日	出現滲漏的編號 GT15a集水欄柵(集水欄柵的位置見附錄J中附圖J1)	注水測試後9分鐘在牆上流出, 加入染料後, 染色水則需約5分鐘流出。
N	D座底部污水管接頭附近出現輕微滲水	一九九四年九月五日 至 一九九四年九月十日	污水管滲漏; 於一九九四年九月十二日需約40分鐘填滿666毫升	滲水變成黑色及有異味。於一九九四年九月十四日在該處未觀察到滲漏。
O	D座底部斜坡疏水孔滲水	一九九四年九月十五日 一九九四年九月二十三日	來自D座南面院子範圍的鑽探工程	於一九九四年九月十五日觀察到頗嚴重滲水, 而一九九四年九月二十三日於幕牆多個20毫米直徑的模板孔觀察到輕微滲水。
P	D座底部斜坡疏水孔輕微滲水	一九九四年九月十五日	來自D座南面院子範圍的鑽探工程	

表K2 - 在崩塌殘痕及D座底部觀察到的滲水位置及滲水量(三頁中的第三頁)

滲水位置	詳情	日期	來源	備註
Q	結構牆底部一個孔口出現輕微泡沫滲流	一九九六年九月六日	來自D座南面院子範圍的鑽探工程	
R 及 S	污水管的混凝土基床底部出現輕微泡沫滲流	一九九四年九月六日	來自D座南面院子範圍的鑽探工程	在幕牆多個20毫米直徑的模板孔觀察到輕微泡沫滲流。
T 及 U	D座底部斜坡頂附近兩個疏水孔出現泡沫滲流	一九九四年九月六日	來自D座南面院子範圍的鑽探工程	
V	污水砂井底附近出現輕微滲水	一九九四年八月二十二日	污水管	
W	沒有觀察到滲水，但注意到在幕牆底部有以往嚴重滲水的跡象。在斜坡表面沖成一條流溝	-	可能來自D座南面院子範圍	
X	沒有觀察到滲水，但有以往滲水的跡象(即觀察到地面有泥土沉積的痕跡)	-	可能來自D座南面院子範圍	
Y	編號TP35探井展露了D座的底部，觀察到嚴重滲水	一九九四年十月二十八日	來自D座南面院子範圍的鑽探工程	

註：滲水位置見圖K4及K5。

表K3 - 編號TP36探井的滲流試驗結果

日期	時間	張力計錄得的土壤毛管吸力(kPa)						於探井內 的水深 (毫米)	累積溢 流量 (公升)	備 註
		TS1	TS2	TS3L	TS3S	TS4	TS5			
一九九四年 十月二十六	上午十時三十四分	34	38	33	56	51	62	0	0	開始注水
	上午十一時零一分	34	38	32	56	52	63	900	86	停止注水
	下午二時三十分	33.5	37	33	56	52	64	750	191	-
	下午三時零七分	33.5	37	33	56	52	64	720	212	開始注水
一九九四年 十月二十七	下午三時十四分	33.5	37	33	56	52	64	900	230	停止注水
	上午八時十五分	23.5	38	34	56	52.5	64	580	454	-
	上午九時三十分	23.5	38	34	56	52.5	64	570	461	開始注水
	上午十時十五分	0	38	33.5	56	52.5	64	1,500	719	停止注水
	下午一時正	0	38	33.5	56	52.5	64	1,390	796	試驗結束
註：編號TP36探井位置見於圖K12										



表K4 - 編號TP40探井的滲流試驗結果

日期	時間	張力計錄得的土壤毛管吸力(kPa)					於探井內的水深 (毫米)	累積溢流量 (公升)	備註
		TS2	TS3L	TS3S	TS4	TS5			
一九九四年 十月二十九日	上午十時三十九分	38.5	34.5	56.5	54	66.5	0	0	開始注水
	上午十一時四十一分								
	下午一時正	38	35	56.5	54	66.5	430	4,246	正在注水
	下午二時正	38	35	52	54	66.5	580	6,130	停止注水
	下午二時二十分	-	-	-	-	-	270	6,542	
	下午二時二十五分	-	-	-	-	-	260	6,555	
	下午二時三十分	-	-	-	-	-	255	6,562	
	下午二時四十分	-	-	-	-	-	245	6,575	
	下午二時四十五分	-	-	-	-	-	240	6,582	
	下午二時五十分	-	-	-	-	-	235	6,588	
	下午三時正	38	34	19	54	66.5	230	6,595	
	下午三時十五分	-	-	-	-	-	225	6,602	
	下午三時三十分	-	-	-	-	-	220	6,608	
	下午三時四十五分	-	-	-	-	-	217	6,612	
	下午四時正	38	34	18	54	66.5	215	6,615	
	下午四時三十分	-	-	-	-	-	210	6,622	
	下午五時正	38	34	18	54	66.5	207	6,626	
	下午五時五十分	-	-	-	-	-	203	6,631	
下午六時正	38	34	18	54	66.5	203	6,631		

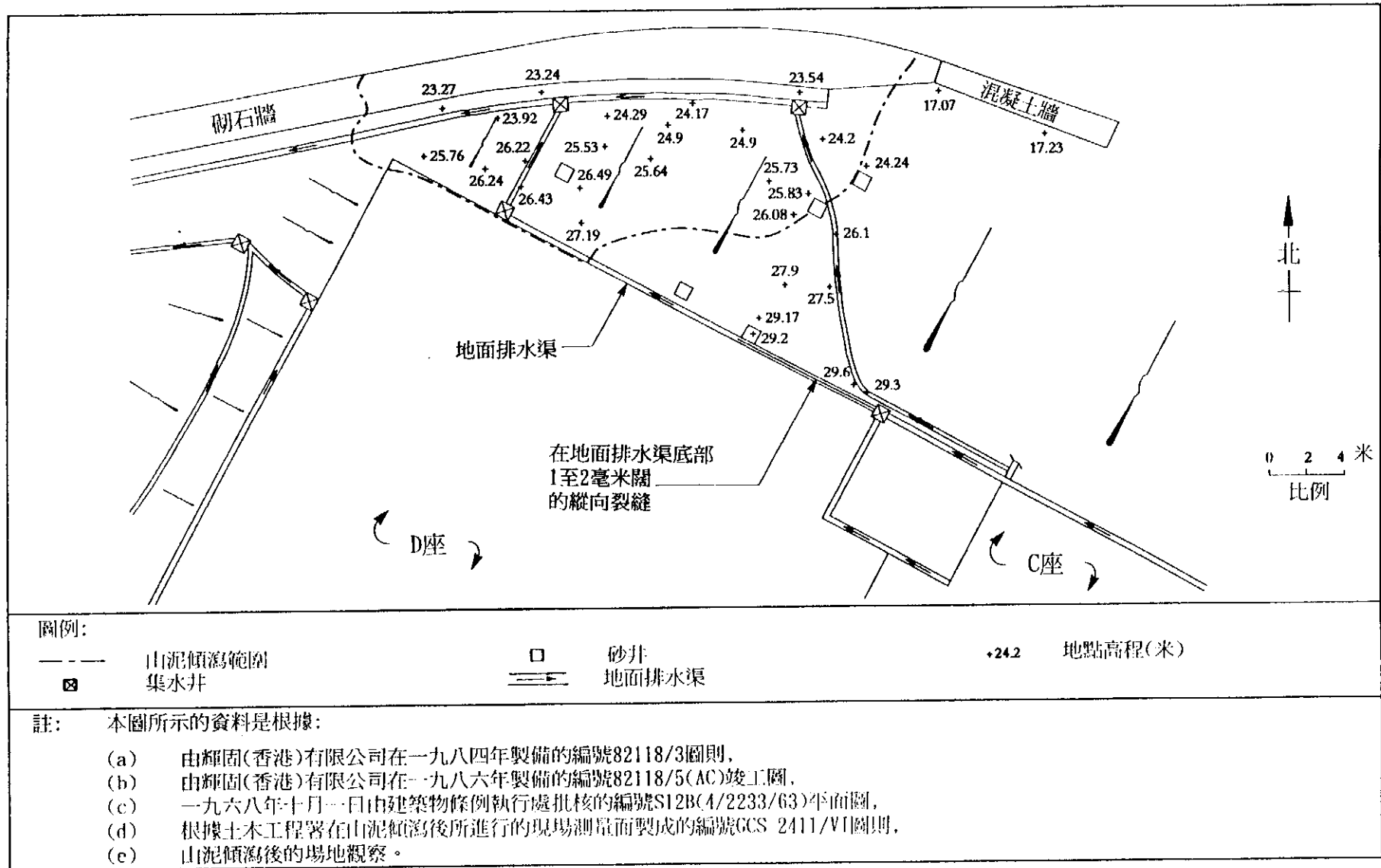
註：編號TP40探井位置見圖K12。

表K5 - 在編號 TP40 探井進行滲流試驗時所得的觀察

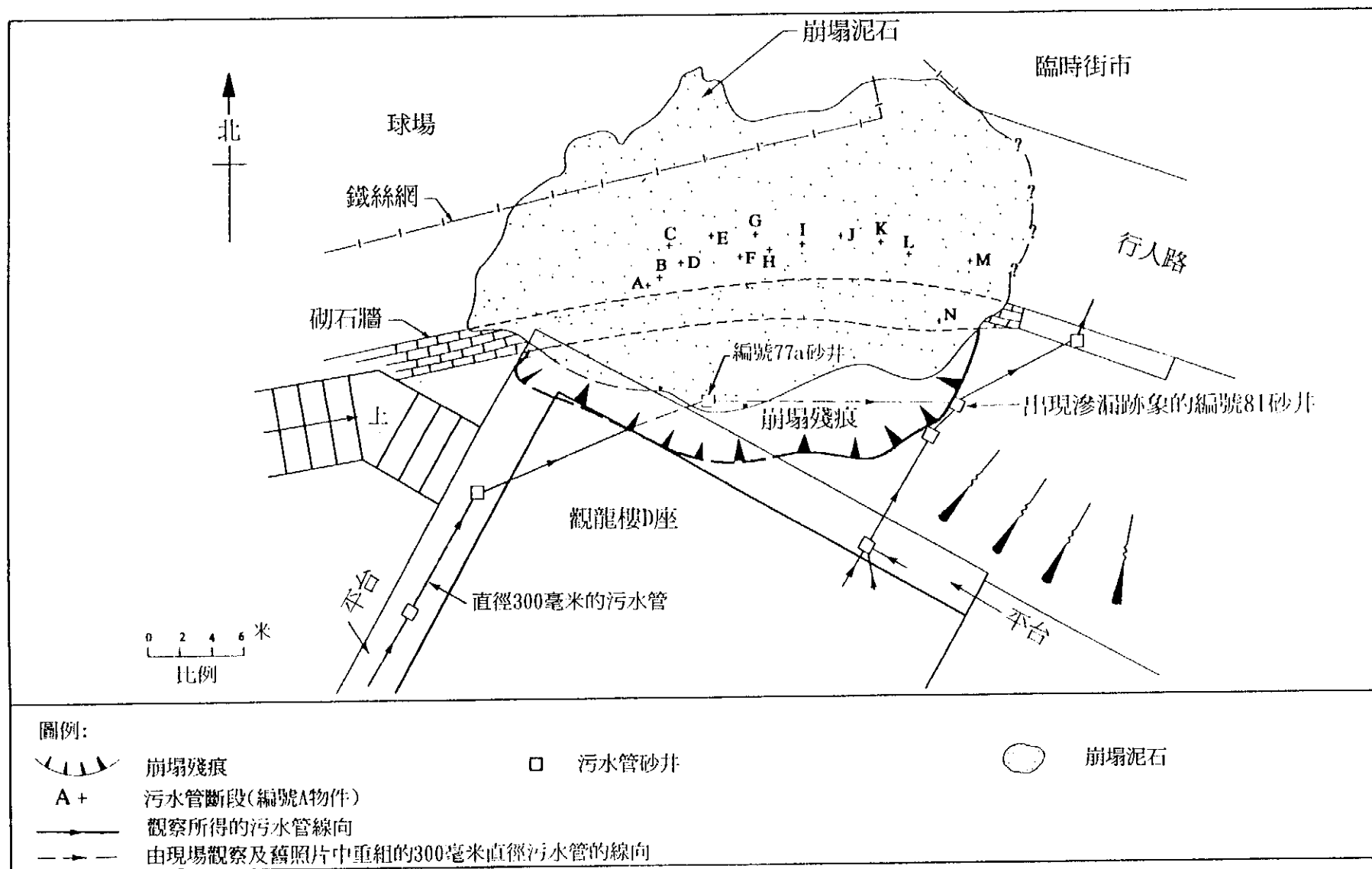
時間	觀察到的情況
上午十時三十九分	開始注水入編號TP40探井。
中午十二時	<p>突然有水從編號A探井內側一個直徑60毫米因沖蝕而成的洞流入。位置約在原來地面以下730毫米。探井底部展露了一個樁帽。</p> <p>編號TP40探井內當時水深約為440毫米。</p>
中午十二時十五分	編號A探井內的水開始排去。
中午十二時三十分	編號A探井內底部附近內側另一個直徑約50毫米因沖蝕而成的洞，水開始迅速由此洞滲入探井內。
下午一時十五分	<p>水由兩處滲入編號TP27探井內，其中一處在最近D座的探井內側噴射混凝土漿表層之下，另一處在該表層之上。(見圖K13)</p> <p>據觀察所得，編號TP26探井有嚴重滲水，滲水是由一個距井底1.6米高的沖蝕洞流出，沖蝕洞位於探井最接近D座的內側。(探井體積為1.05米長，0.95米闊，1.8米深)。</p>
下午二時	<p>編號TP26探井已滿水。</p> <p>水由先前注意到的兩處地點不斷滲入編號TP27探井。</p> <p>有水繼續流入編號A探井，並且似乎由井內迅速流出。</p> <p>其他探井內沒有看到滲水的情形。</p> <p>停止注水進入編號TP40探井。</p>
下午二時十五分	在編號TP26及TP27探井內先前觀察到的滲水迅速減少，並約在五分鐘內停止滲水。當時編號A探井內亦已沒有水。
註：探井位置見於圖K12	

附圖

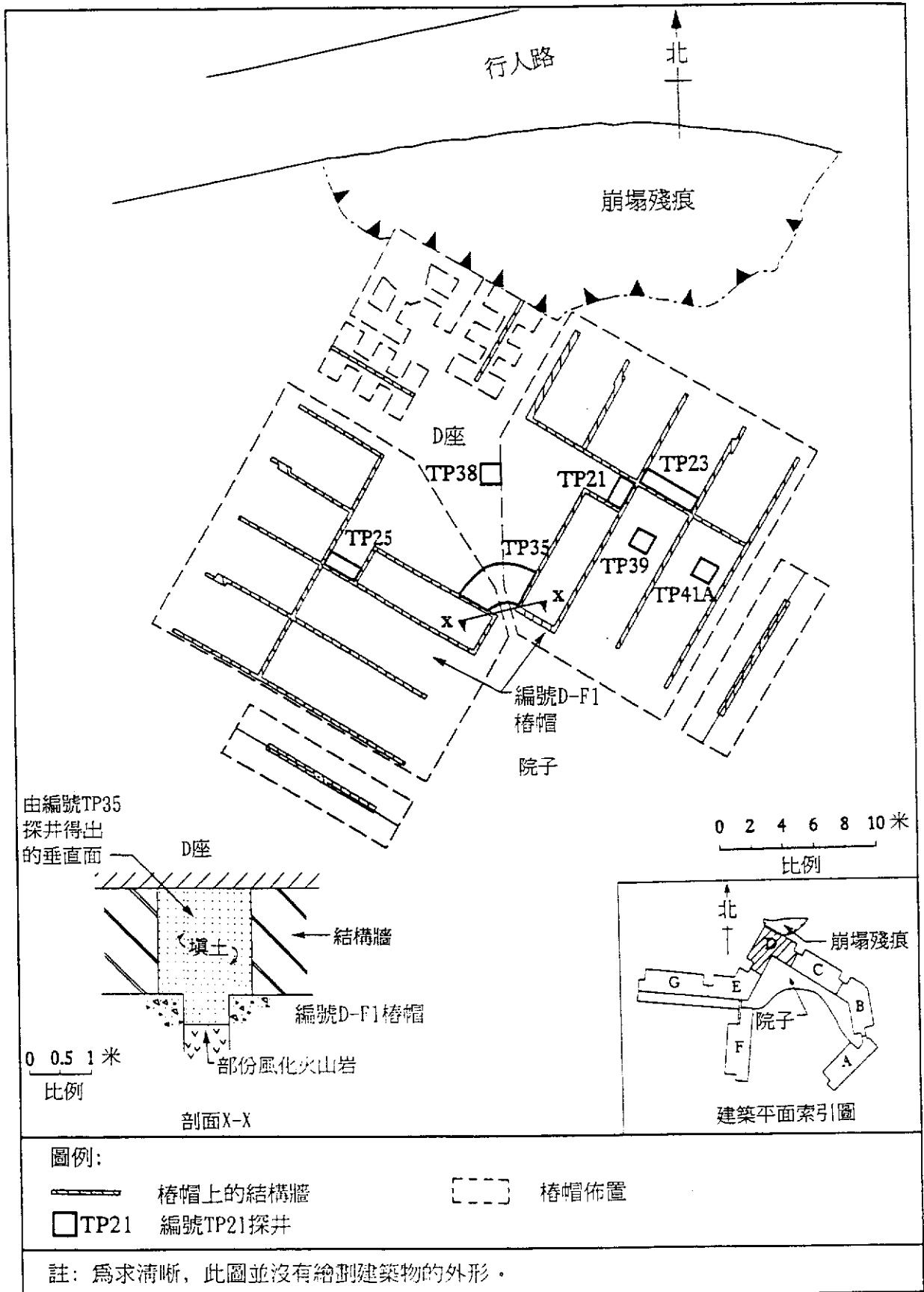
附圖 編號		頁數
K1	山泥傾瀉前事發地點平面圖	284
K2	污水管各斷段的位置	285
K3	D座底部結構佈置圖	286
K4	D座底部空隙及滲水的位置	287
K5	E座底部空隙的位置	288
K6	D座的剖面A-A	289
K7	E座的剖面B-B	290
K8	山泥傾瀉後安裝的張力計位置	291
K9	崩塌殘痕的土壤毛管吸力監測結果	292
K10	砌石牆後的土壤毛管吸力監測結果	293
K11	D座底部的土壤毛管吸力監測結果	294
K12	D座底部進行滲流測試的探井位置	295
K13	滲流試驗的探井的橫切剖面	296
K14	滲流試驗期間編號TP40探井內於不同時間的溢流量	297
K15	滲透試驗的位置	298
K16	滲透試驗的結果	299



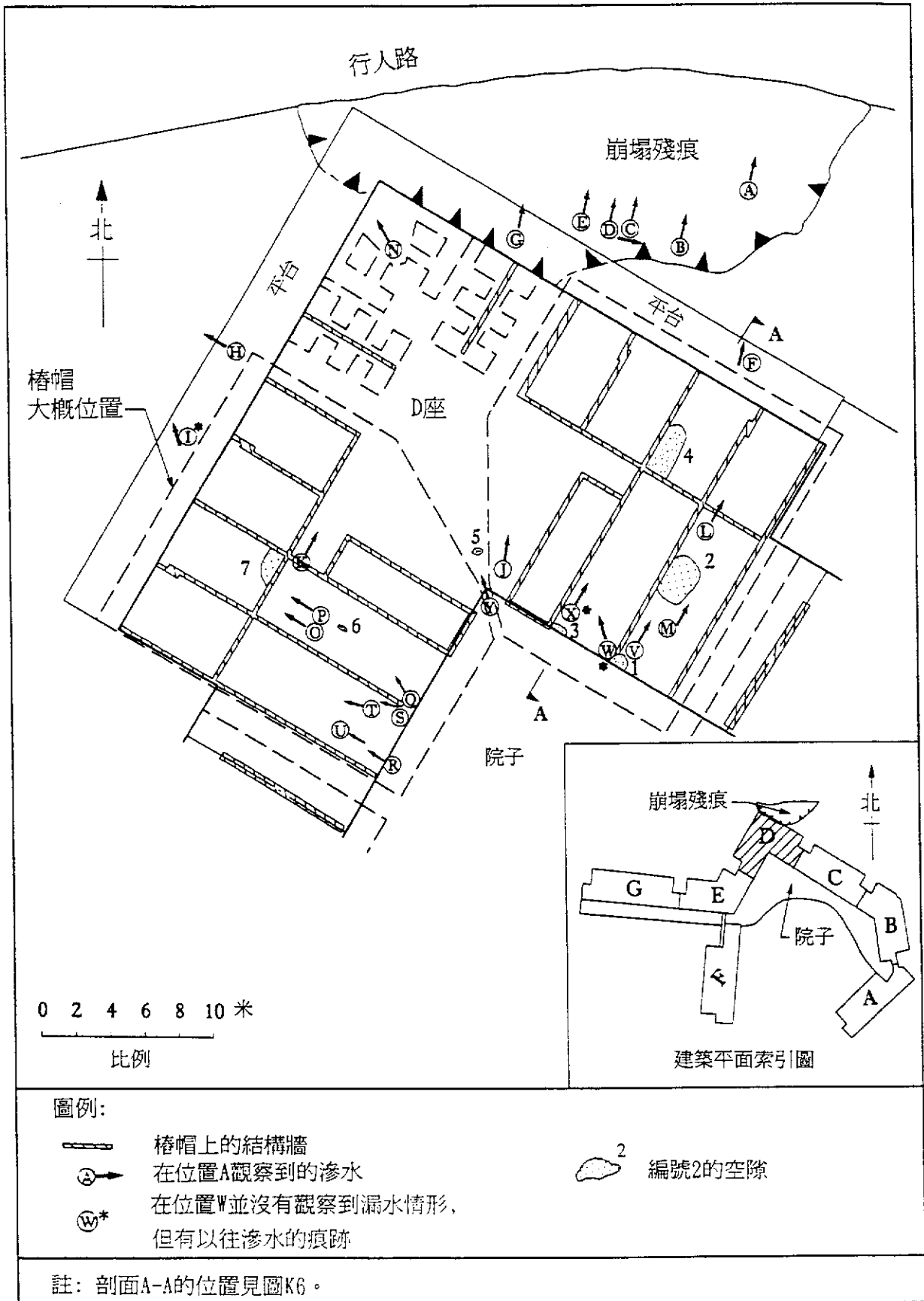
圖K1 - 山泥傾瀉前事發地點平面圖



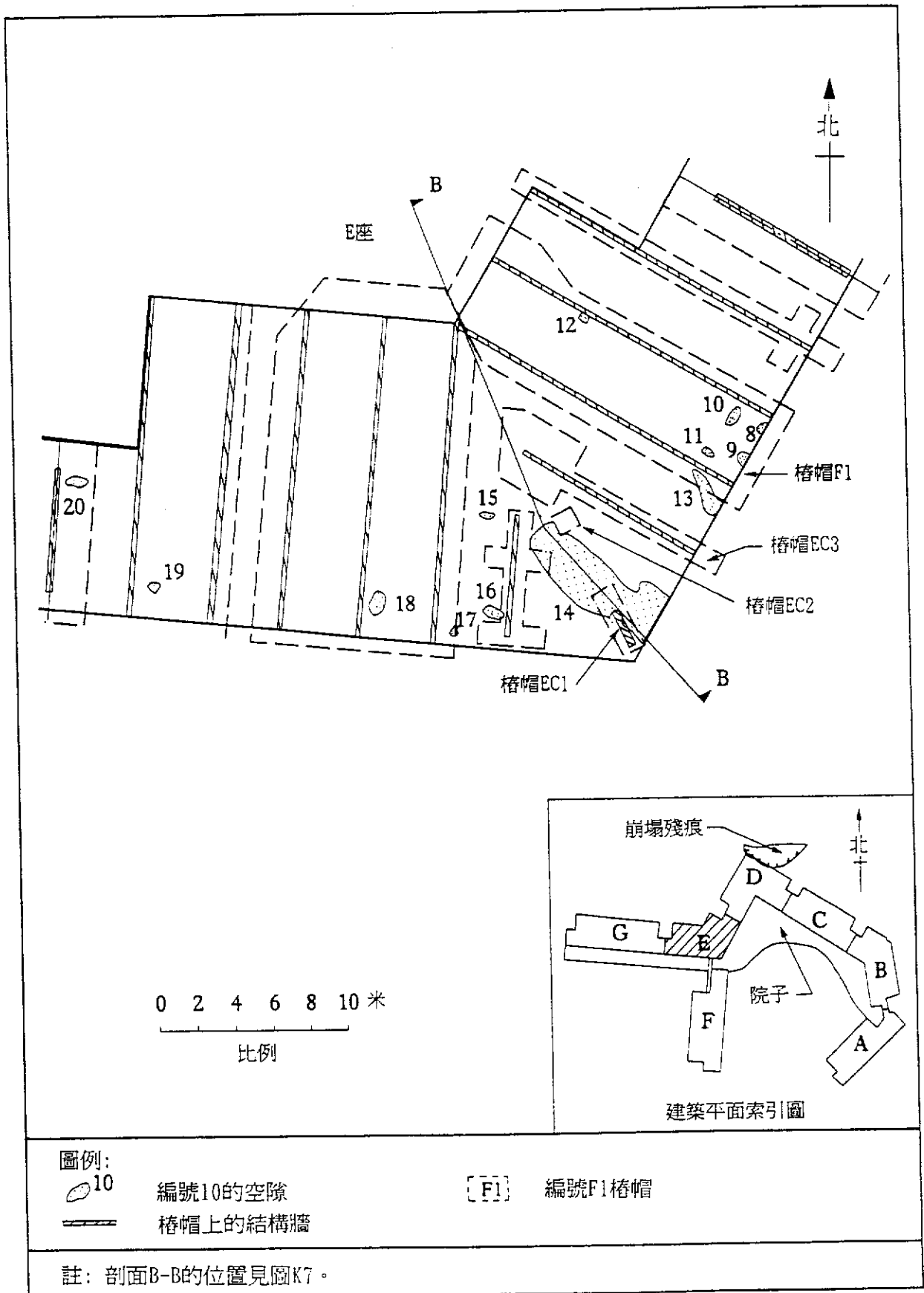
圖K2 - 污水管各斷段的位置



圖K3 - D座底部結構佈置圖

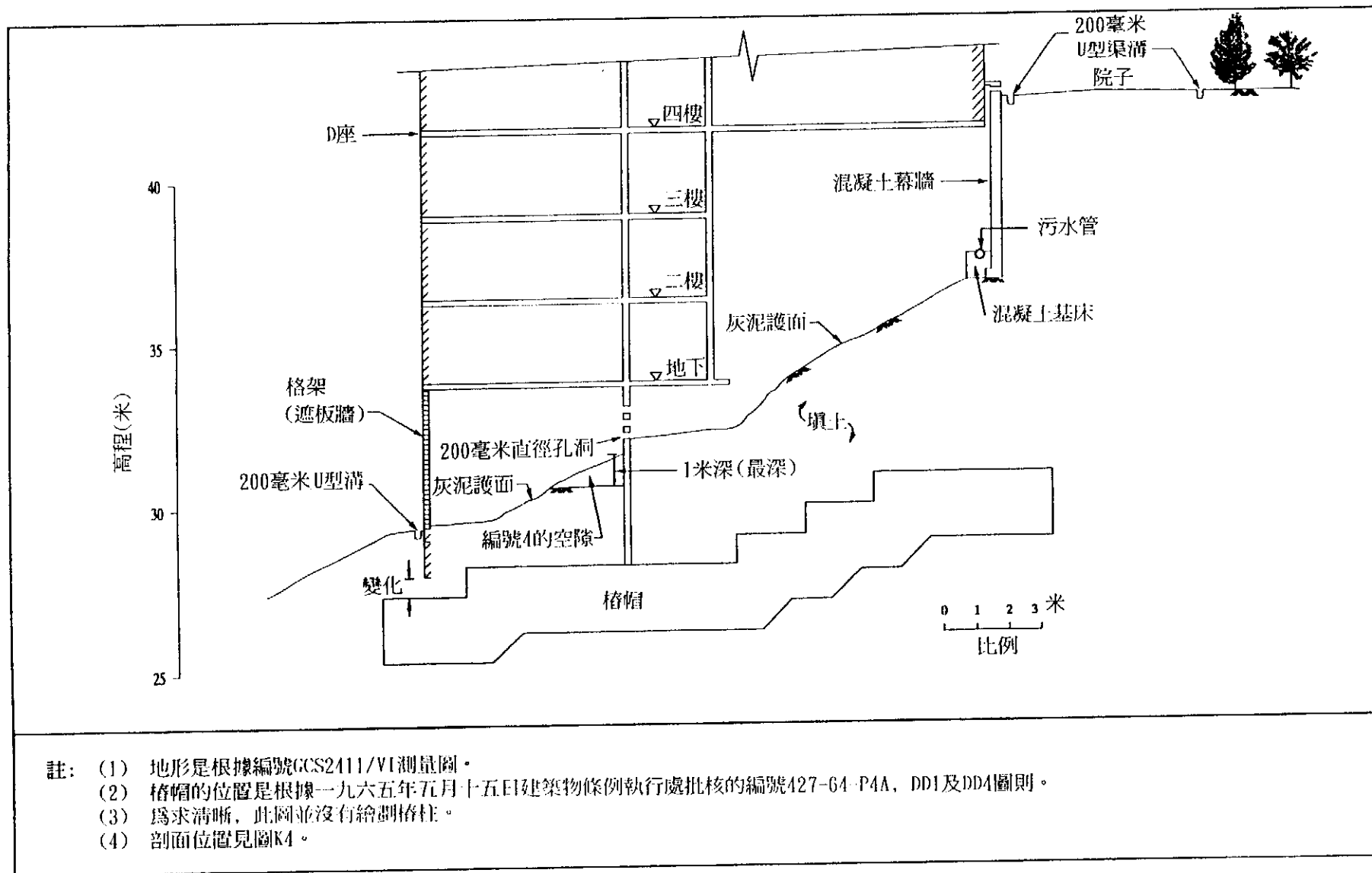


圖K4 - D座底部空隙及滲水的位置

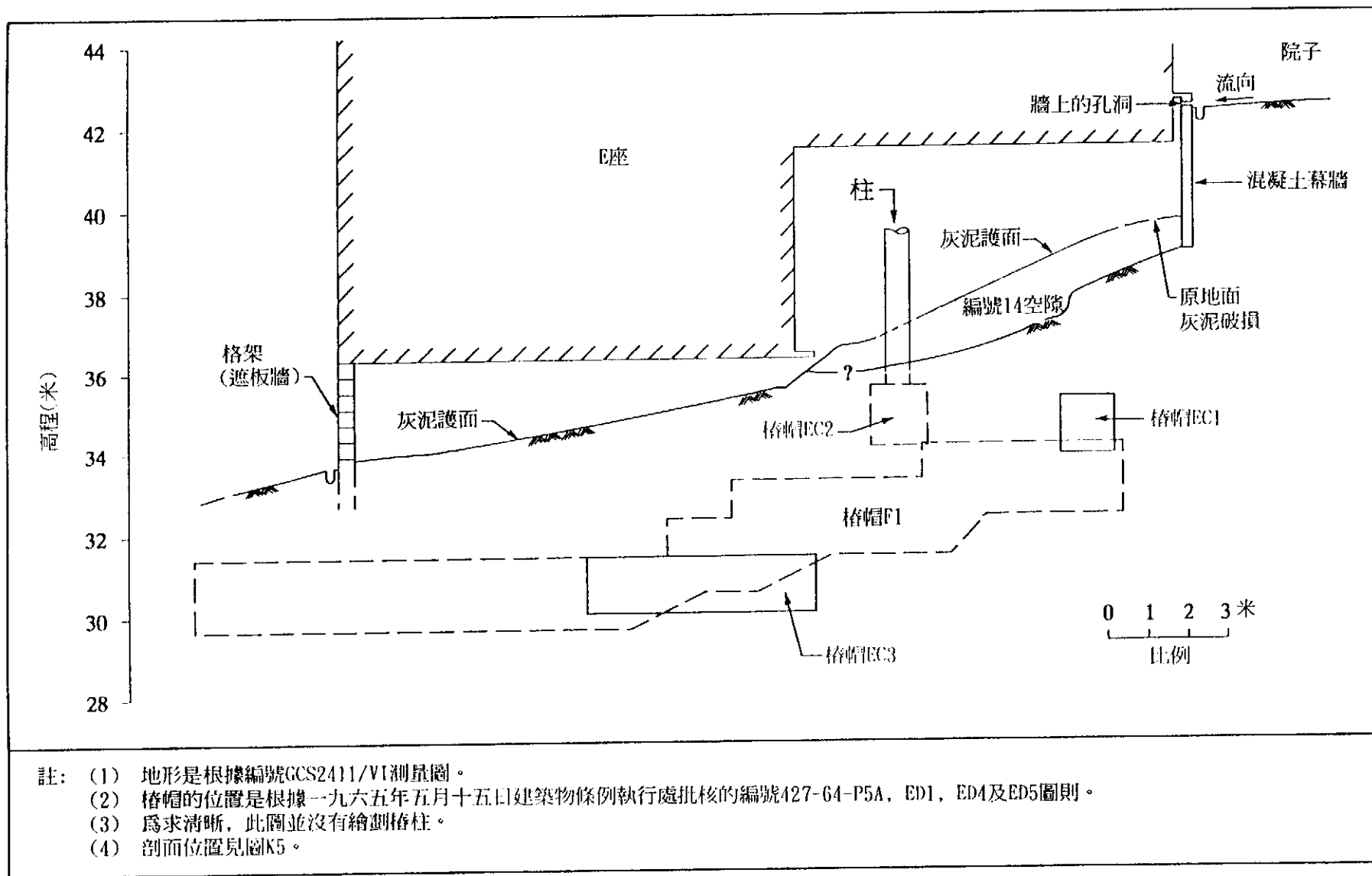


圖K5 - E座底部空隙的位置

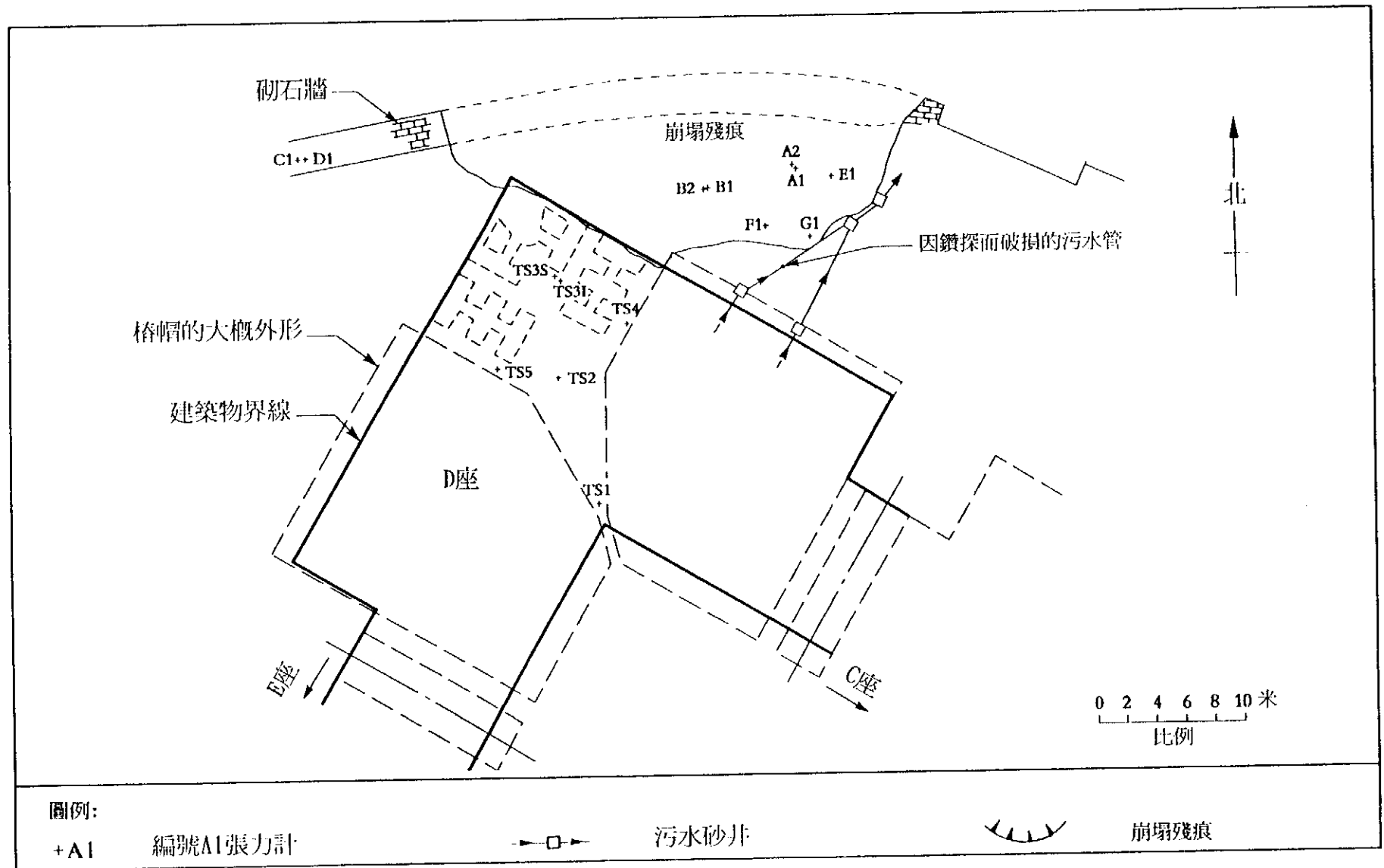




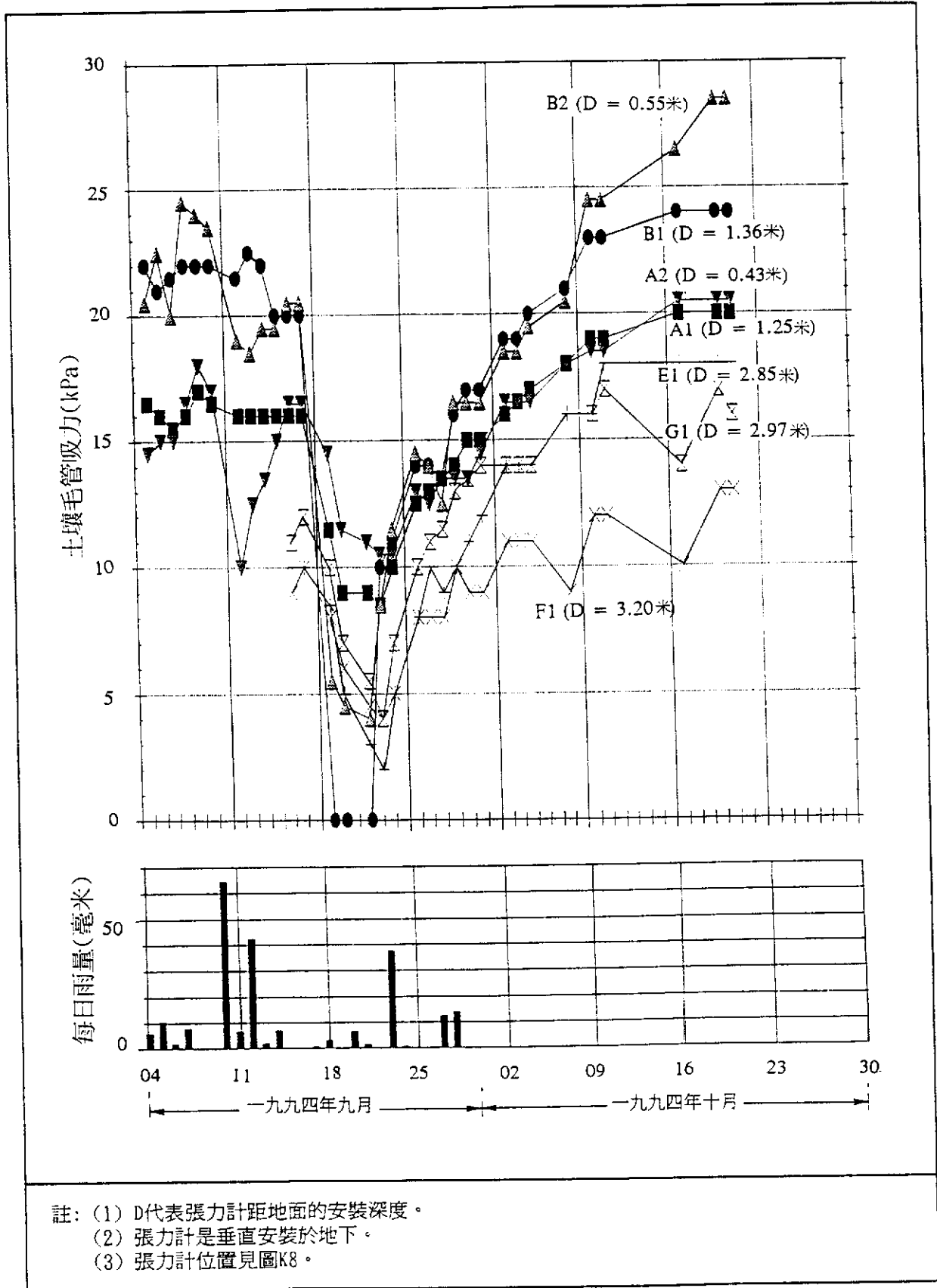
圖K6- D座的剖面A-A



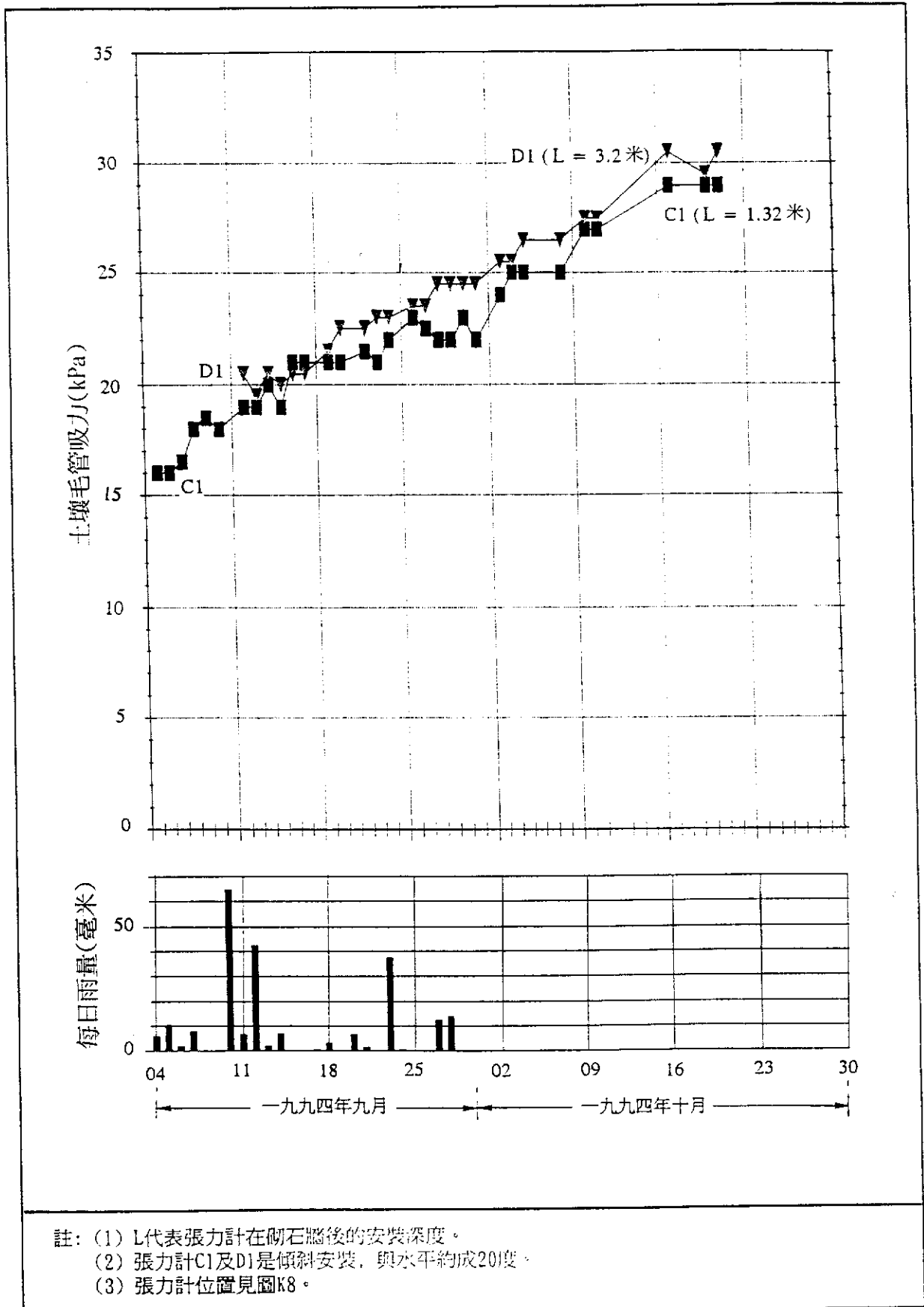
圖K7 - E座的剖面B-B



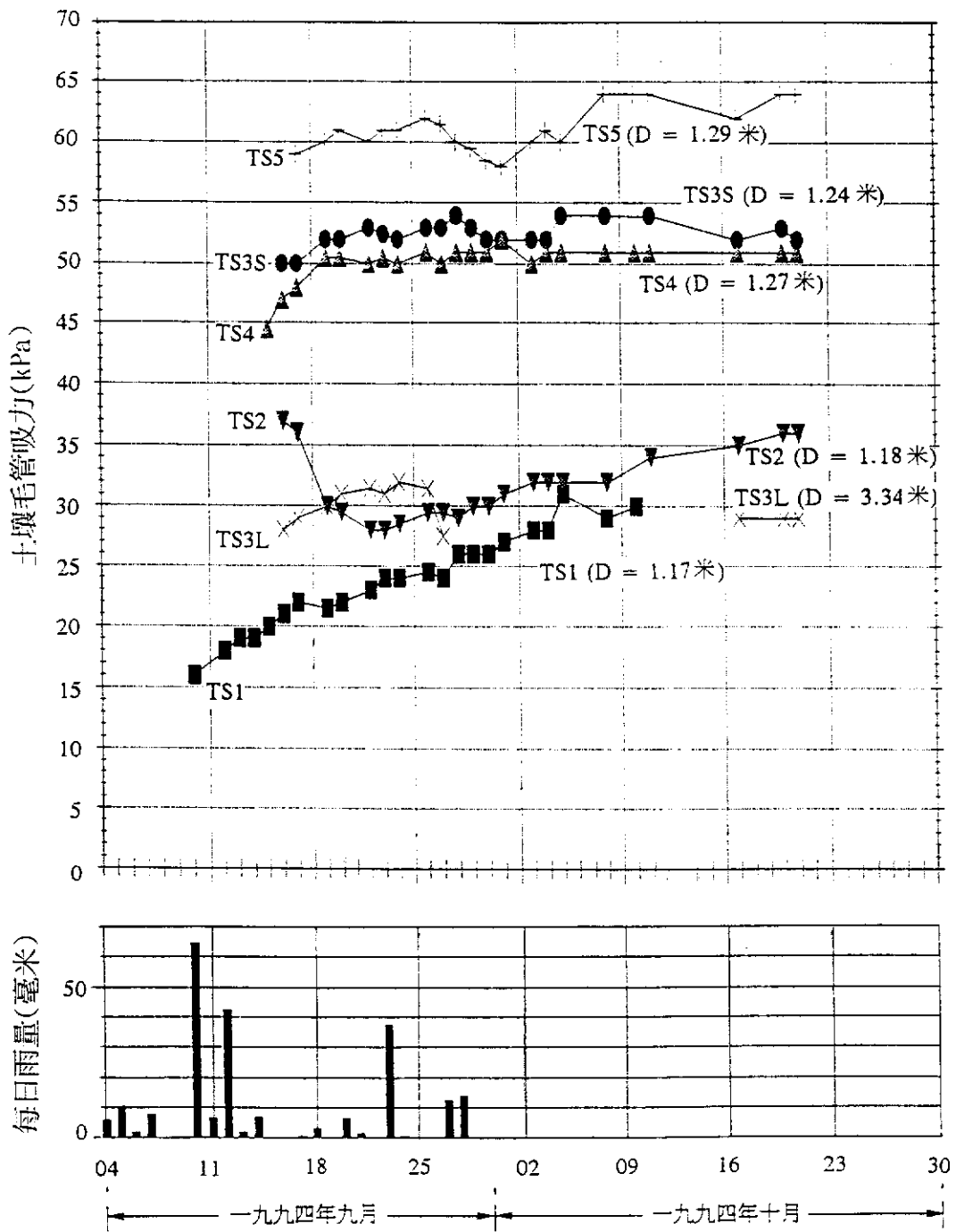
圖K8 - 山泥傾瀉後安裝的張力計位置



圖K9- 崩塌殘痕的土壤毛管吸力監測結果

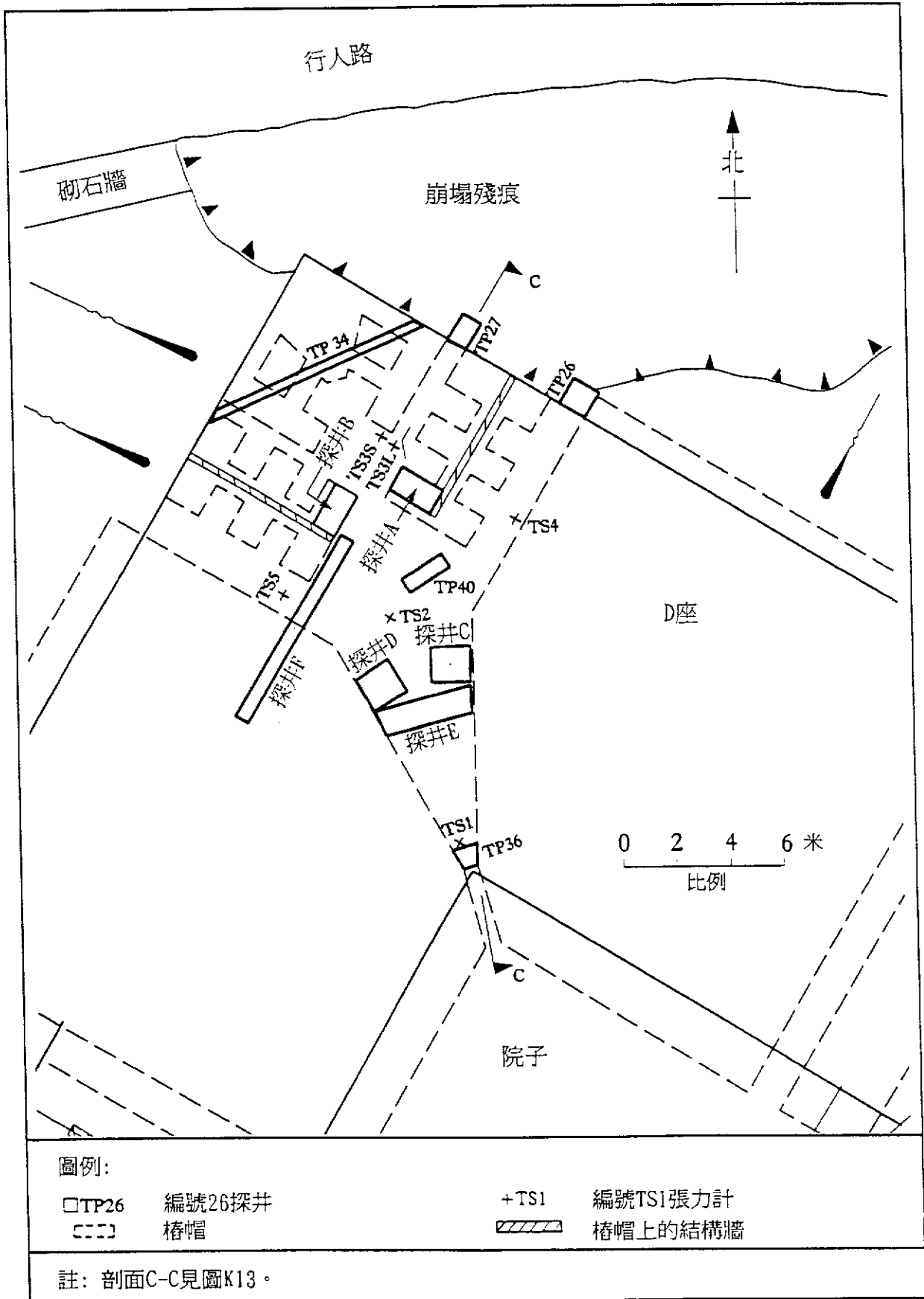


圖K10- 砌石牆後的土壤毛管吸力監測結果

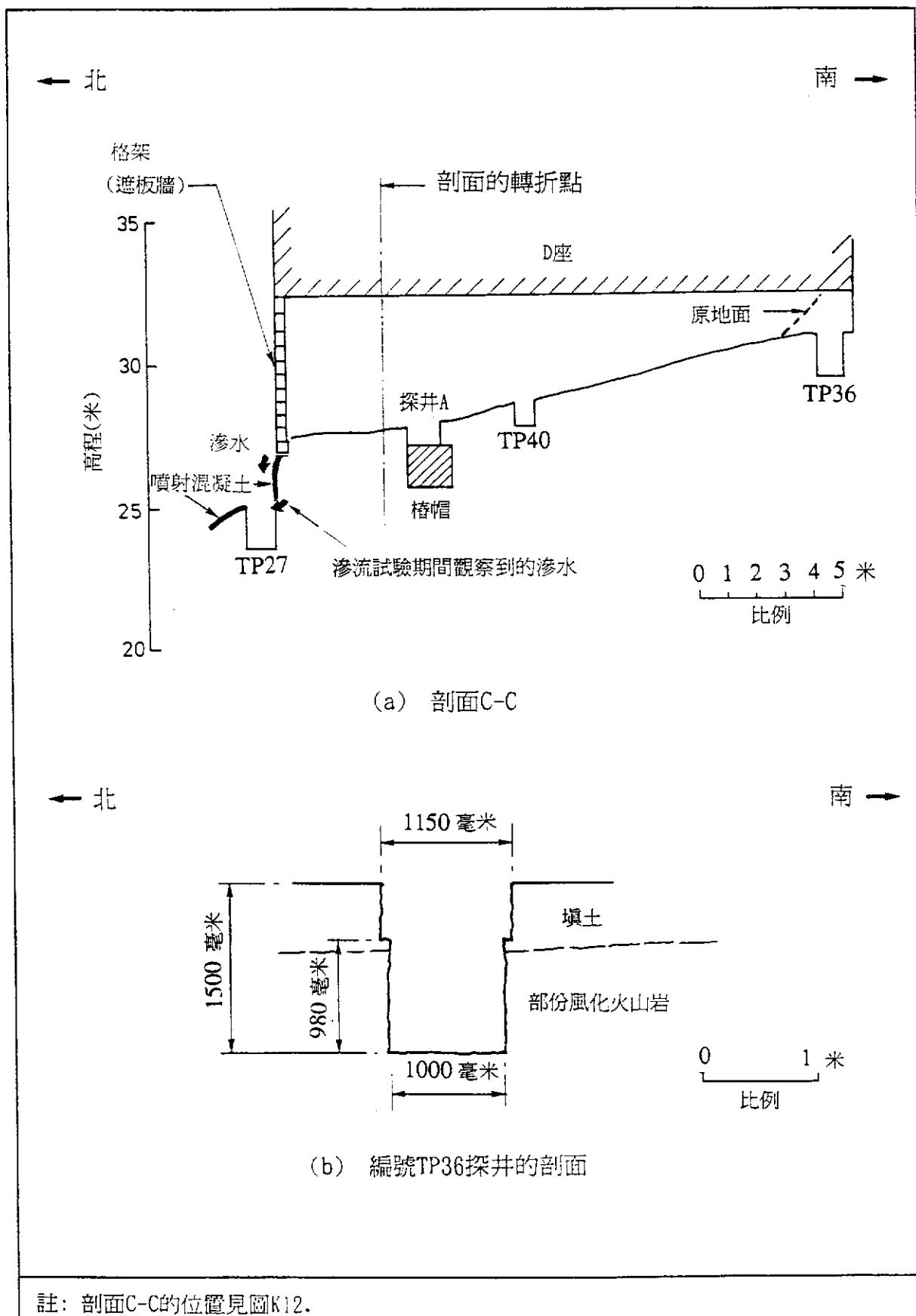


註：(1) D代表張力計距地面的安裝深度。  
 (2) 張力計是垂直安裝於地下。  
 (3) 張力計位置見圖K8。

圖K11 - D座底部的土壤毛管吸力監測結果

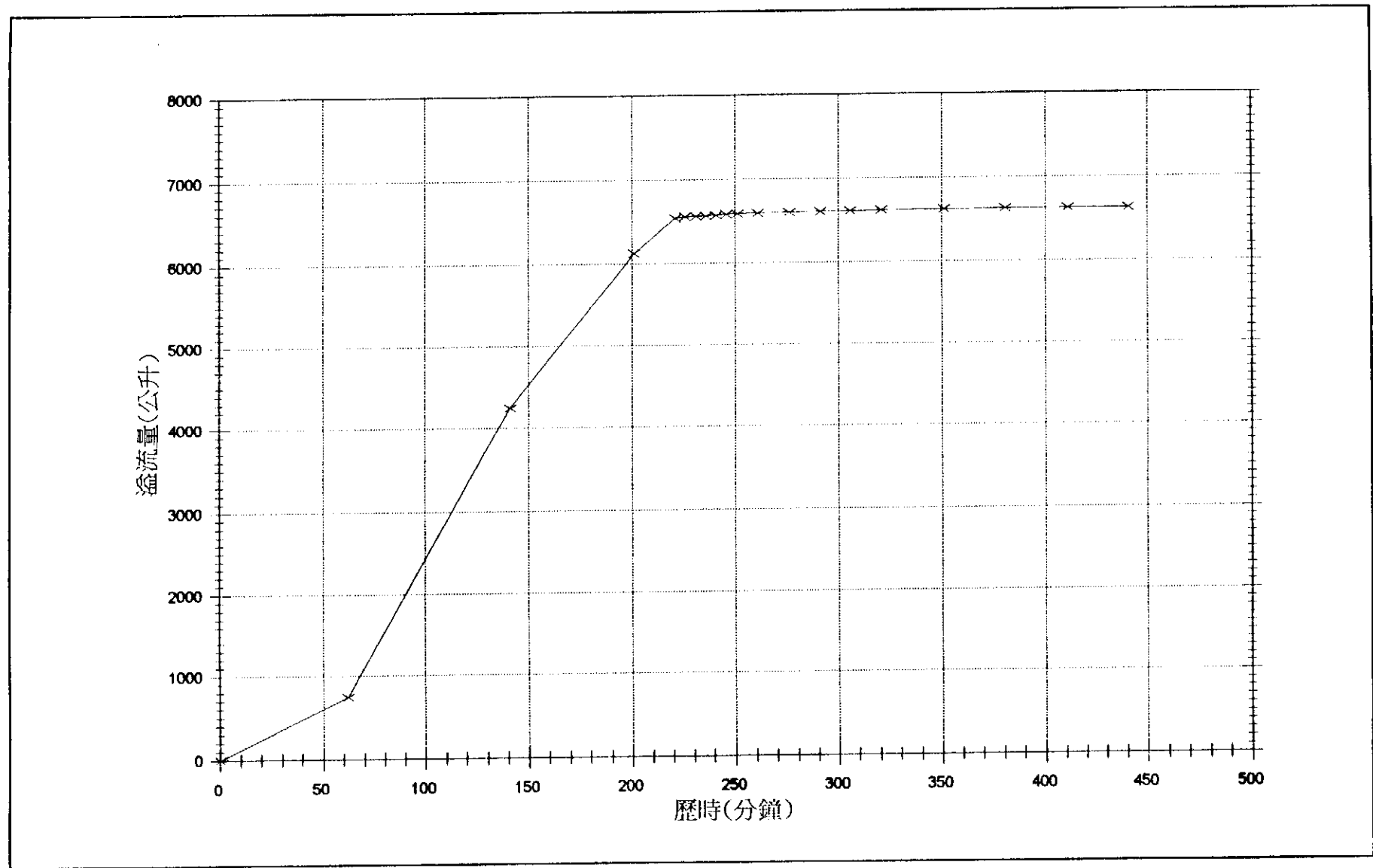


圖K12 - D座底部進行滲流測試的探井位置

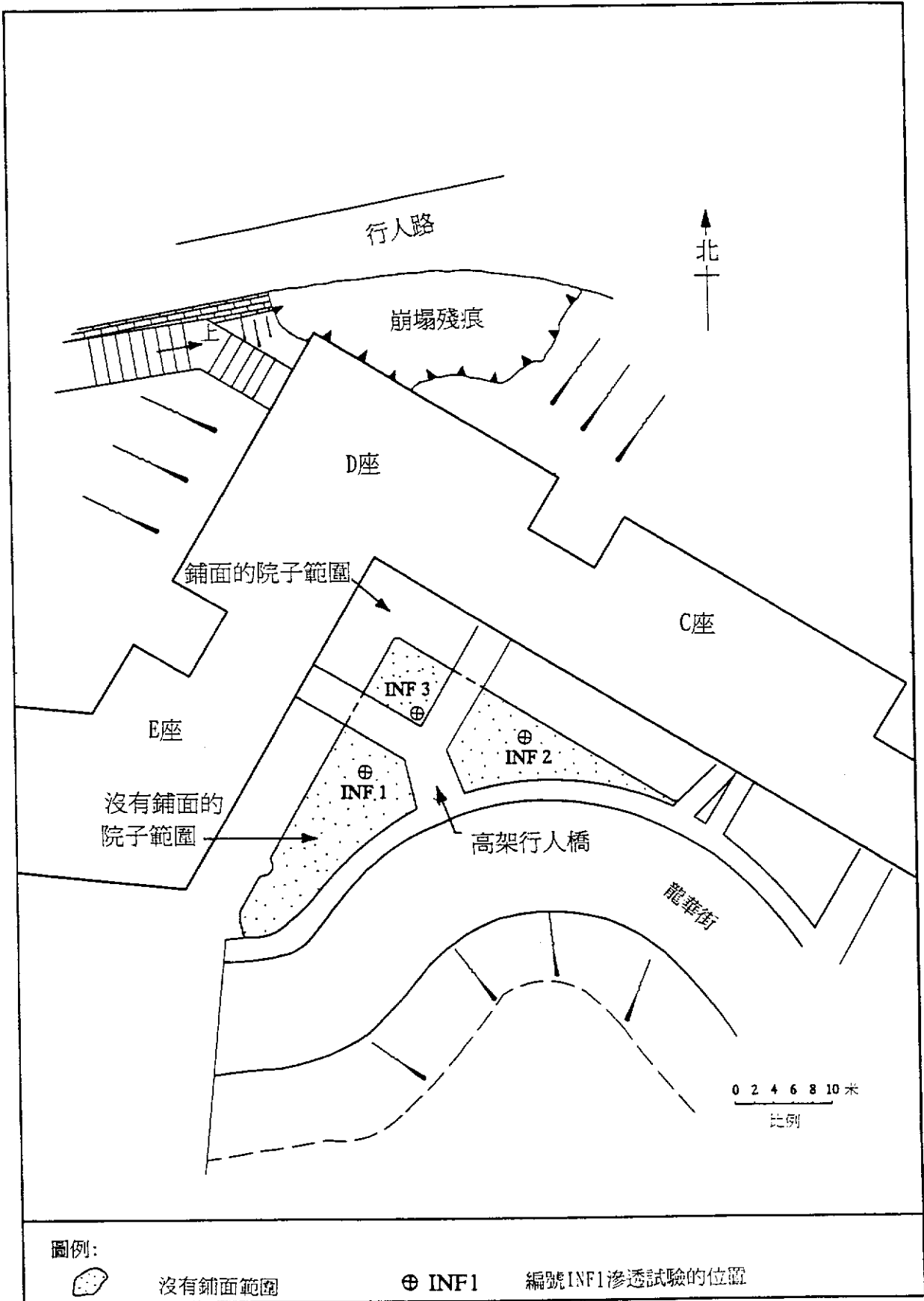


圖K13 - 滲流試驗的探井的橫切剖面

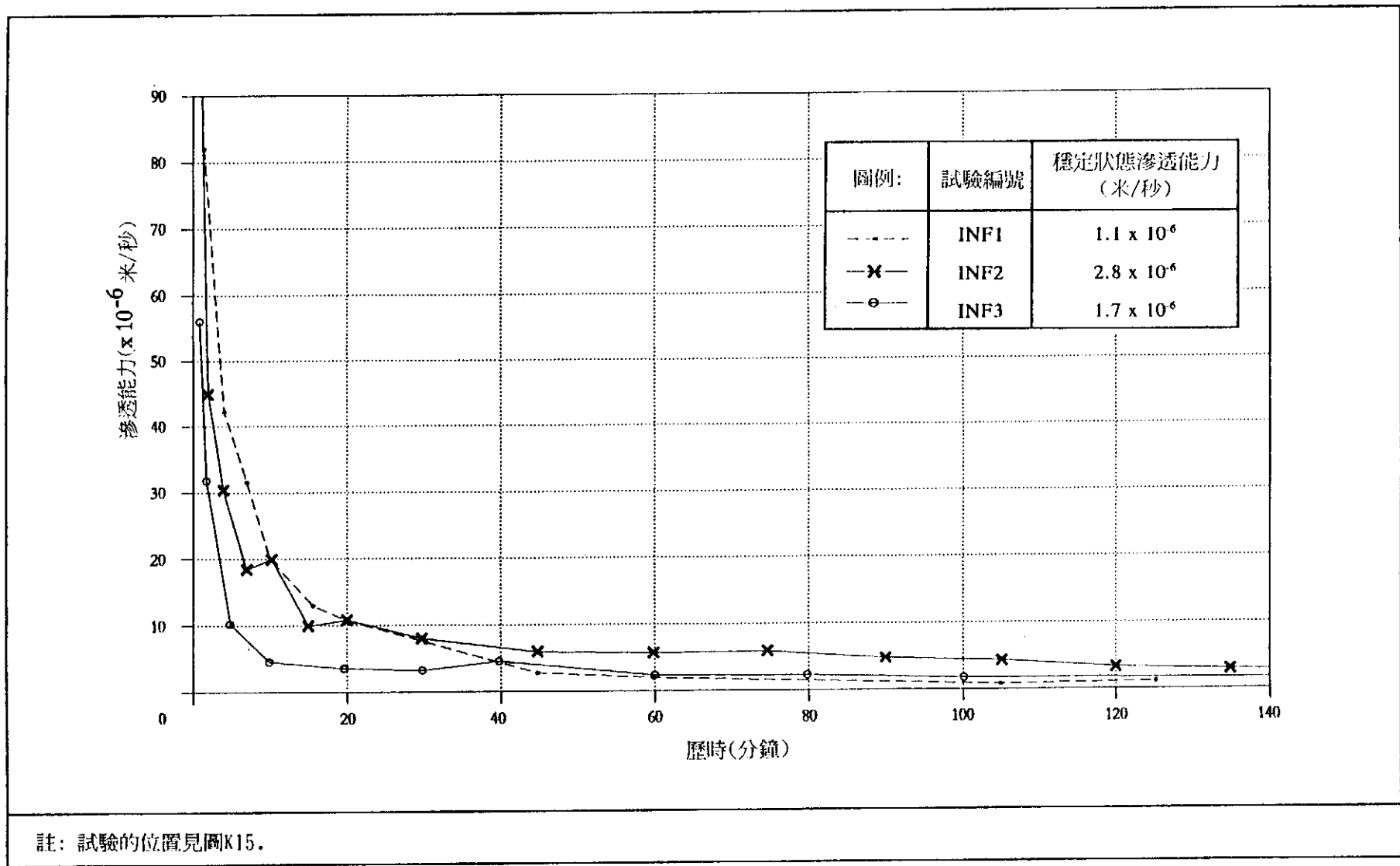




圖K14 - 滲流試驗期間編號TP40探井內於不同時間的溢流量



圖K15 - 滲透試驗的位置



圖K16 - 滲透試驗的結果

附錄L

工程分析

目錄

	頁數
標題頁	300
目錄	301
L. 1 引言	303
L. 2 極限平衡斜坡穩定性分析	303
L. 2. 1 概述	303
L. 2. 2 分析結果	304
L. 2. 3 討論	305
L. 3 極限平衡擋土牆穩定性分析	305
L. 3. 1 概述	305
L. 3. 2 分析結果	306
L. 3. 3 討論	306
L. 4 牆及斜坡穩定性的數值分析	306
L. 4. 1 概述	306
L. 4. 2 模型建立的程序	307
L. 4. 3 材料的屬性	307
L. 4. 4 分析類別	308
L. 4. 5 分析結果	308
L. 4. 6 討論	310
L. 5 滲水分析	310
L. 5. 1 概述	310
L. 5. 2 分析類別	311
L. 5. 3 分析的各项假設	311
L. 5. 4 分析結果	312
L. 5. 5 討論	313

	頁數
L.6 參考書目	313
附表	314
附圖	317

## L.1 引言

土力工程處進行了多種工程分析，以助研究山泥傾瀉的崩塌機制。這些分析包括：

- (a) 極限平衡斜坡穩定性分析；
- (b) 極限平衡擋土牆穩定性分析；
- (c) 砌石牆及對上斜坡穩定性的數值分析；
- (d) 滲水分析。

分析中採用了在山泥傾瀉後從場地勘探(附錄H)、實驗室試驗(附錄I)及場地觀察與量度(附錄K)所取得的資料。在需要時亦進行參數研究，以查看各種不同工程參數對牆及其對上斜坡的穩定性及崩塌模式的影響。

本附錄載述分析結果及討論主要的發現。

## L.2 極限平衡斜坡穩定性分析

### L.2.1 概述

調查人員進行了極限平衡斜坡穩定性分析，以評估砌石牆及其對上斜坡的整體穩定性。在分析中所觀察沿山泥傾瀉滑面的抗剪安全系數是以條分法計算，運算時採用了Morgenstern & Price (1965) 的斜坡穩定性精解法。該分析是利用由GEO-SLOPE Interantional Ltd 供應的電腦程式 PCSLOPE 進行。

調查人員分析了三個山泥傾瀉場地(圖L1)的剖面，即 A-A, B-B 及C-C。圖L2至L4顯示了各剖面。一九九四及一九二四年的地形均予考慮。一九九四年的地形可代表事發前的地貌。一九二四年的地形相當於興建觀龍樓前的情況，當時牆後有一平台，此可從一九二四年航空照片觀察到。

在山泥傾瀉滑面下的主地下水位極低，此外，亦無上層滯水跡象，所以在分析中並沒有考慮孔隙水壓力。

在分析中所輸入的參數見圖L2至L4。砌石牆石塊之間砂漿(本附錄中稱為砂漿接縫)的表觀黏聚力 $c'$ 值設從0至200kPa之間, 以及部分風化火山岩(PWV)的 $c'$ 值設在0至10kPa之間, 均予考慮。

現場視察及實驗室試驗結果顯示了砌石牆石塊表面粗糙, 砂漿質地也良好。如果接縫完整, 砂漿接縫的 $c'$ 值可能高至200kPa, 。不過, 接縫處可能因牆的傾覆(見下文L3)及爆裂(見下文L4)而出現張力破壞, 以致破壞砂漿及減低 $c'$ 值。如果砂漿接縫因張力而完全破壞,  $c'$ 值可降至零。

在分析中, 下列兩個有關情況均有考慮:

- (a) 第一宗分析 - 採用 $45^\circ$ 為砂漿接縫抗剪角 $\phi'$ ; 由於接縫粗糙, 這個數值被認為具代表性。
- (b) 第二宗分析 - 採用較保守的 $\phi'$ 值為 $40^\circ$ , 以評估接縫粗糙程度較低時的影響。

分析中填土所採用的 $c'$ 值, 和填土與部份風化火山岩(PWV)的 $\phi'$ 值, 是根據實驗室試驗的結果(附錄I)。從PWV層取得完全風化火山岩(CDV)及完全至高度風化火山岩(C/HDV)樣本而進行實驗室試驗的結果, 顯示如果土壤完全飽和,  $c'$ 值只限於2 kPa。

### L.2.2 分析結果

分析結果見圖L5至L7。從剖面A-A(圖L5)計算所得的安全系數, 可代表山泥傾瀉時的情形。從該圖可見:

- (a) 在第一宗分析, 假設砂漿接縫的 $c'$ 值降至零, 以一九九四年的地形計算, 斜坡整體會發生崩塌(即安全系數低於1.0)。但如果以一九二四年的地形計算, 並假設PWV的 $c'$ 值為4至9kPa, 整體斜坡則穩定。另一方面假設PWV的 $c'$ 值為2kPa, 以一九九四年地形計算, 斜坡會產生整體崩塌。但如果砂漿接縫的 $c'$ 值介乎10與40kPa之間, 則一九二四年的地形是穩定。



- (b) 在第二宗分析，相應的 $c'$ 值須略提高，以維持斜坡的穩定性。砂漿接縫的 $\phi'$ 值變化對分析結果影響不大。

### L.2.3 討論

假設從實驗室試驗得知土壤的 $\phi'_b$ 值是 $39^\circ$ ，而牆後的土壤也未飽和（附錄I； $\phi'_b$ 是指廣義毛管吸力與抗剪力變化率的相對變化）。又採用山泥傾瀉後場地勘探記錄得的毛管吸力約15kPa至30kPa來計算，未飽和PWV的 $c'$ 值約為20kPa。在這狀況下，即使砂漿接縫的 $c'$ 值為零，牆和斜坡的整體是穩定。

不過，如果地層之飽和度高，使PWV的 $c'$ 值減低至相當於其飽和值。如果砂漿接縫的 $c'$ 值亦同時顯著下降，則一九九四年地形會出現斜坡整體崩塌的情況。當接縫因牆出現某一種不穩定狀態而遭受破壞，則上述砂漿接縫 $c'$ 值很有可能下降。

分析結果又顯示，如果牆沒有受到由填土帶來的負荷（即保持一九二四年的地形情況），則即使牆後面的土壤已完全飽和，擋土牆仍然穩定。

## L.3 極限平衡擋土牆穩定性分析

### L.3.1 概述

在擋土牆穩定性分析中，砌石牆受主動土壓力作用下，被分析為一個整體結構。主動土壓力是使用Coulomb方程式(GEO, 1993)計算。並假設沒有孔隙水壓力。擋土牆的抗滑動和抗傾覆安全系數，是使用電腦軟件Lotus 123(R3.1)計算的。山泥傾瀉中並無發現有承力不穩定跡象，其原因可能是因為砌石牆的基礎是在輕度風化岩石上。因此，分析中並沒有包括計算承力不穩定的安全系數。

至於斜坡穩定性分析中，剖面A-A，B-B及C-C都予以分析。為方便分析，各剖面形態均簡化如圖L8。所採用的剖面高度及牆後坡角，以及物料的假設屬性和界面摩擦參數，都已撮示於圖中。為評估界面摩擦對擋土牆穩定性的影響，圖L8顯示了兩宗分析。

### L.3.2 分析結果

分析結果示於圖L9至L12。圖標記相應於剖面A-A, B-B及C-C內牆的高度, 以便參考。從圖中可見, 若使用具代表性的參數(GEO, 1993), 即牆壁摩擦角為 $\frac{2}{3}\phi'$ 及基底摩擦角為 $\phi'$ , 則全部三個剖面的抗滑安全系數, 都稍微高出1.0。不過, 抗傾覆安全系數則低於1.0, 除非PWV的 $c'$ 值能大於約6 kPa。假設採用較保守的界面摩擦參數, 抗滑動及抗傾覆安全系數均低於1.0, 除非其相對 $c'$ 值能大於約12 kPa及7 kPa。

分析顯示擋土牆的安全系數值決定於PWV的表觀黏聚力。如要抗傾覆安全系數大於1.0, 擋土牆的PWV必須具有一定的最低表觀黏聚力。圖L13顯示穩定所需的最小 $c'$ 值, 以及牆壁摩擦力的影響。分析發現牆壁摩擦力的變化對所需最小 $c'$ 值的影響不大。即使假設牆壁摩擦力為 $\phi'$ , PWV的最小 $c'$ 值亦必須具有約3 kPa, 安全系數方可大於1.0。

### L.3.3 討論

分析指出傾覆是牆不穩定的重要模式。雖然用較小基底摩擦值所計算的抗滑動安全系數可以低於1.0, 但水平滑移對擋土牆的不穩定性關鍵不大, 原因是基底摩擦阻力通常相當大。土力工程處所進行的一些實驗室調查(Pun & Shen, 1993), 顯示在擋土牆基底產生的摩擦阻力, 非常接近基底土壤的抗剪強度。

當PWV土壤未飽和時, 因土壤中有毛管吸力, 致使 $c'$ 值為高, 這時擋土牆是穩定的。不過, 如果土壤大致已飽和而 $c'$ 值減低至接近其飽和值2 kPa時, 擋土牆則會產生傾覆性的不穩定。

## L.4 牆及斜坡穩定性的數值分析

### L.4.1 概述

以上所述的斜坡及擋土牆極限平衡穩定性分析中, 只評估了相對於個別崩塌機制的安全系數, 例如在滑動表面的滑動或牆的整體傾覆。然而, 牆真正的崩塌, 可能涉及更複雜模式並結合了不同的機制。

進行數值分析，是要研究牆的崩塌機制及評估事發時的剪切強度參數。分析時模擬了因土壤飽和而減低土壤剪切強度後，砌石牆及擋護地面的反應。其中沒有就崩塌模式作出任何事先的假設。

分析是使用由 ITASCA 顧問公司提供的(UDEC)電腦程式。UDEC是二維數值的程式，以分析不連續統一體的獨特單元方法為基本，並有評估連續統一體的反應能力。分析時，把砌石牆模擬成不連續統一體，以一組用砂漿接合的散石塊為代表。此電腦程式容許砂漿接縫大幅移動及石塊轉動的情況。擋護的地面則模擬成一個有限差元網孔的連續統一體(圖L14)，每一元素均帶有其應力特性。

#### L.4.2 模型建立的程序

如圖L15所示，塑造程序包括三個階段：

- (a) 第一階段 - 在 $K_0$ 現場應力之下的平地固結
- (b) 第二階段 - 在牆前面進行挖掘，採用填土層及PWV層高剪切強度參數，以模擬土壤未飽和的狀態。
- (c) 第三階段 - 土壤剪切強度從未飽和的數值減至飽和的數值，以模擬土壤飽和。

#### L.4.3 材料的屬性

分析時假設的物料及接縫屬性，見表L1的撮要。PWV層可分成兩層，上層標示為PWV<sub>0</sub>，包括受觀察的山泥傾瀉表面以上的PWV。PWV<sub>1</sub>即山泥傾瀉表面以下的PWV。

此外，又採用了填土，PWV<sub>0</sub>及PWV<sub>1</sub>等物質的典型勁度參數(K及G)和在界面接縫的適當勁度參數(JKN及JKS)。砌石牆的物料勁度參數設為土壤勁度參數的一百倍。因為分析的目的地在評估崩塌時的形態，故預料物質及接縫的參數變化對分析的結果影響不大。

砌石牆的真正勁度可能比假設的更高，但應用較高的勁度將不會對結果有太大影響，反會大大地增加分析時間。因此，用較高的勁度並不需要的。

砂漿接縫的強度參數 $c'$ 及 $\phi'$ 是完整接縫(L.2.1)的代表值。在分析中採用的接縫組成模式，是模仿因承受張力或剪力而令接縫破壞時的影響；並假設接縫破壞後其 $c'$ 值為零。

在分析中，填土在飽和時所採用的 $c'$ 及 $\phi'$ ，與 $PWV_u$ 及 $PWV_l$ 在飽和時的 $\phi'$ 值，是根據實驗室試驗結果而作的最佳估值。飽和 $PWV_u$ 的 $c'$ 值在0 kPa至10 kPa之間。填土及 $PWV_u$ 的未飽和 $c'$ 值則設為20 kPa，這相應於山泥傾瀉後裝置的張力計所記錄得的土壤毛管吸力（15至30 kPa）。

基於記錄所得土壤毛管吸力及該土層可能有風化程度較低的物料存在， $PWV_l c'$ 值設為20 kPa是符合實際的。破壞範圍因而局限在觀察到的崩塌表面以上。

原位水平應力與垂直應力( $K_0$ )的比例設為0.5。這數值被認為是具代表性，並且是本港進行護土牆分析時通常採用的。

#### L.4.4 分析類別

所進行的分析共三組：

- (a) 第一組 - 在第3階段分析時假設牆後的泥土已飽和，以觀察 $PWV_u$ 在不同 $c'$ 值下，牆的穩定性及崩塌形態。
- (b) 第二組 - 採用 8kPa，（根據第一組分析的結果）為飽和 $PWV_u$ 的 $c'$ 值，以評估土壤飽和在不同深度對牆穩定性和崩塌形態的影響。
- (c) 第三組 - 這是參數研究，以觀察在使用不同 $PWV_l$ 勁度、不同砂漿接縫的 $c'$ 及 $t'$ 值(表L1)、較高 $K_0$ 值(=1.0)、與及較高砌石牆勁度值時，分析結果的敏感程度。

#### L.4.5 分析結果

分析結果的撮要見表L2。

第一組分析的結果能達至以下的結論：

- (a) 若PWV的 $c'$ 值在剖面C-C是少於9kPa而在剖面A-A是少於7kPa，則會出現崩塌。
- (b) 牆的崩塌模式複雜，如圖L16及L17所示。圖中顯示一九九四年的剖面C-C在土壤飽和狀態下，UDEc分析的結果。圖中並描繪山泥傾瀉期間，牆身變形及斜坡移動的模式。牆身在約半腰處凸出，下部份則向外傾覆。這種狀態會引致張力破壞，使砌石牆石塊間砂漿的抗剪強度減弱。若牆身凸出及傾覆的情況持續，會使牆身約在半腰處脆性破裂（見圖L16(d)）。牆後的地面因失去擋護而向前滑動。分析顯示砌石牆的上半部因滑動而向後轉動，預計最後會落在泥石表面並且牆壁面會朝上。砌石牆的下半部則預料會分解並埋在泥石之下。
- (c) 分析結果顯示一旦開始出現不穩定狀況，牆會迅速變形而崩塌。
- (d) 觀龍樓擋土牆崩塌前的穩定性分析可見圖L18。若採用一九二四年的地形，即使PWV<sub>u</sub>完全飽和，牆依然穩定。牆只有輕微變形，而最大的水平位移約40毫米。

第二組分析一九九四年地形而達至以下結論：

- (a) 如果土壤水份增加的範圍很小，比如說局限在牆後地面以下6米深以內，牆及斜坡是穩定的（圖L19至L21）。但是，當深度增至8米（表L2），牆則不穩定。
- (b) 當牆後土壤水份增加範圍的深度為2、4及6米時，其最大水平移動分別為1、3及11毫米（圖L19至21）。

第三組分析顯示，對PWV<sub>1</sub>的勁度、Ko值及砂漿接縫的 $c'$ 及 $t'$ 值的變化對分析結果影響不大。

#### L.4.6 討論

UDEC分析顯示在一九九四年山泥傾瀉事發時PWV<sub>0</sub>的c'值為6 kPa至8kPa。鑑於分析中其他參數已採用具代表性的數值，並且考慮到真實的崩塌形態，這被認為是PWV<sub>0</sub>的最佳c'估值。

以一九二四年的地形(即興建觀龍樓之前)，分析顯示即使牆後的泥土完全飽和，牆仍是穩定的。

以一九九四年的地形(即興建觀龍樓後)，如果飽和範圍深度不太廣泛，牆依然會保持穩定，只有相對較小的變形。這與多年來並未觀察有顯著危險跡象相符。毫無疑問，牆的穩定性是因為土壤中的毛管吸力，增加了未飽和土壤的抗剪強度。

實驗室試驗結果(附錄I)顯示，完全風化火山岩及完全至部份風化火山岩在飽和時的c'值不會高於2 kPa。若山泥傾瀉表面(即PWV<sub>0</sub>)對上的土地大致飽和，分析顯示崩塌情況便會出現。即使實地的PWV<sub>0</sub>的c'值是較實驗室試驗的高出幾個kPa，而崩塌仍會出現。較高的c'值是基於土層裡有較少風化的物料存在，以及傳統三軸試驗及剪切盒試驗不易察覺到土壤的黏合情形存在。

UDEC分析預計牆的崩塌機制複雜，包括在完全崩塌前的凸出及傾覆等模式。崩塌屬脆性的，一旦開始，便會像無法控制一樣地發展。分析的結果與觀察所得的崩塌模式及崩塌後砌石牆在泥石中的排列一致。

### L.5 滲水分析

#### L.5.1 概述

滲水分析的目的在：

- (a) 估計可從院子穿過D座底部土地，流到山泥傾瀉範圍的水量，及
- (b) 評估擋土牆後面土壤大致飽和的範圍。

分析考慮了從暴雨開始至崩塌前的五十小時期間。

分析涉及把場地屬性理想化，採用的水力參數相應於土壤由不同成份構成，旨在評估各種水源引致山泥傾瀉相對的重要性，不在正確地估算水流的形態。

調查人員使用GEO-SLOPE International Ltd, 提供的有限元電腦程式 SEEP/W 進行分析。並採用D座平面及垂直剖面進行分析。剖面位置見圖L22。

### L.5.2 分析類別

其進行了四宗分析：

- (a) 第一宗分析 - 用平面進行參數研究，找出在不同“水頭下”從南部院子內可穿過D座底部土地的水量
- (b) 第二宗分析 - 用平面進行參數研究，找出在不同透水性和初始飽和程度下，填土要達致第一宗分析的穩定水流所需的時間。
- (c) 第三宗分析 - 垂直剖面的滲水分析，找出院子內兩個水源的相對水量。第一個水源來自雨水經院子內露出的泥面滲透而來。另一個水源來自院子內破損雨水管的滲漏。分析亦考慮了填土內的優選流徑，並以一層透水性極高的填土作模擬。
- (d) 第四宗分析 - 與第三宗分析相似，並考慮污水管滲漏，以估計不同水源的相對水量。

平面及垂直剖面，連同有限元素網孔及分析的輸入參數，均顯示於圖L23至L24。分析屬二維，但利用調較各元素的厚度，來考慮此問題三維的特性。

### L.5.3 分析的各项假設

第一及第二宗分析中，在院子內填土透水性、初始飽和程度及水頭均不相同，以研究泥土中的水流一般的特性。

分析垂直剖面，採用了有代表性的參數(見圖L24)。根據崩塌後的土地勘探(附錄H)及D座底部的滲透試驗結果(附錄K)，PWV 的透水性設為每秒 $2 \times 10^{-6}$ 米。

滲流試驗顯示填土上層部份有優選流程，相對透水性為每秒 $5 \times 10^{-2}$ 米，下層部份透水性較低，僅為每秒 $10^{-5}$ 米。

在第三及第四宗的分析中，填土可分為兩層，分析採用了上述的透水性，並根據滲透試驗所得院子內泥面露出的範圍的滲透率設為每秒 $2 \times 10^{-6}$ 米(附錄K)。

院子裡兩條破損雨水管所收集得的水量，是由集水區(約 $240\text{m}^2$ )和由編號H02雨量計所記錄在崩塌前50小時內的降雨形態來決定。但滲漏量是由渠管破損範圍決定。在第三宗及第四宗分析中，假定排水管收集的水有一半滲漏入地下。

在第四宗分析中，污水管的滲漏假設在水頭2.5米下發生。這相對滲漏量約為在崩塌後監測所得流量記錄的百分之二十。假設由於從院子的地下滲流，使D座對下斜坡的填土大致飽和因而引致污水管開始滲漏。

#### L.5.4 分析結果

第一宗分析的結果見圖L25，圖中描繪院子裡在不同水頭下，以穩定狀態流經D座底部土地的流量。從中可見院子裡水頭的變化對流量影響不大，但填土的透水性變化則對流量影響很大。如填土透水性為每秒 $10^{-4}$ 米，則穩定狀態的流量約為每小時2立方米。

圖L26顯示達致上述穩定流量所需的時間。一如所料，透水性及填土初始飽和程度的變化對所需時間影響很大。如填土透水性為每秒 $10^{-4}$ 米，則估計需時10至100小時，這視乎填土初始飽和程度而定。

第三宗分析的結果見圖 L27 及L28。假設雨水管在不同的滲漏程度下，從破裂雨水管滲漏及從未鋪面院子滲透的相對水量於圖L27。很明顯，雨水管的滲漏遠比院子裏的雨水滲透影響更大。

圖L28顯示因雨水管滲漏，而引致在不同時間的地下水份增加的範圍。可見即使填土在一天內達到大致飽和，而亦只有相對小部份PWV在50小時內能達到完全飽和的狀況。



第四宗的分析結果可見圖L29。分析顯示由於院子範圍的地下滲流，填土於一天內已大致飽和，而大部份的PWV則在後一天達到飽和。

#### L.5.5 討論

分析顯示院子內泥面露出範圍的雨水滲透影響，與雨水管及污水管的滲漏影響比較，前者僅屬次要。

分析指出砌石牆擋護的填土有可能由於雨水管滲漏而大致上飽和，也指出這可能發生在擋土牆崩塌前的一日。隨著填土層水份增加，加上污水管的嚴重滲漏，致使PWD在崩塌前大致飽和。

#### L.6 參考書目

Geotechnical Engineering Office (1993), Guide to Retaining Wall Design (Geoguide 1), (Second edition), Geotechnical Engineering Office, Hong Kong, 267 p

ITASCA (1991), Universal Distinct Element Code (UDEC) Version ICG 1.7 User's Manual, ITASCA Consulting Group, Inc, USA

Morgenstern, N.R, & Price, V.E, (1965), The analysis of the stability of general slip surfaces, Geotechnique, vol, 15, pp 79-93.

Pun, W.K, & Shen, J.M, (1993), Laboratory investigation of skin friction of remoulded saprolitic soils, Geotechnical Engineering Office, Hong Kong, Special Project Report No, 6/93, 73p, (Unpublished).

附表

附表 編號		頁數
L1	第一批及第二批UDEC分析時所採用的物料及節理屬性	315
L2	UDEC分析摘要	316

表 L1 - 第一批及第二批 UDEC 分析時所採用的物料及節理屬性

(a) 物料屬性						
物料	屬性					
	K (Pa)	G (Pa)	c' (kPa)	(角度)	(kN/m <sup>3</sup> )	CONS
不飽和填土	1.33 x 10 <sup>7</sup>	1 x 10 <sup>7</sup>	5	35	18	3
飽和填土	1.33 x 10 <sup>7</sup>	1 x 10 <sup>7</sup>	0	35	18	3
未飽和 PWV <sub>u</sub>	1.33 x 10 <sup>7</sup>	1 x 10 <sup>7</sup>	20	38.5	19	3
飽和 PWV <sub>u</sub>	1.33 x 10 <sup>7</sup>	1 x 10 <sup>7</sup>	轉變	38.5	19	3
PWV <sub>L</sub>	4 x 10 <sup>7</sup>	3 x 10 <sup>7</sup>	20	38.5	19	3
砌石牆石塊	1.33 x 10 <sup>9</sup>	1 x 10 <sup>9</sup>	有彈性		22	1
(b) 節理屬性						
接觸面	屬性					
	JKS (Pa/m)	JNS (Pa/m)	c' (kPa)	(角度)	t' (kPa)	JCONS
位於砌石牆石塊之間 (即砂漿接頭)	1 x 10 <sup>9</sup>	1 x 10 <sup>9</sup>	200	45	20	2 (1和2 階段) 5 (3 階段)
位於砌石牆石塊與不飽和或飽和填土之間	1 x 10 <sup>9</sup>	1 x 10 <sup>9</sup>	0	35	0	2
位於砌石牆石塊與不飽和PWV <sub>u</sub> 之間	1 x 10 <sup>9</sup>	1 x 10 <sup>9</sup>	20	38.5	0	2
位於砌石牆石塊與飽和 PWV <sub>u</sub> 之間	1 x 10 <sup>9</sup>	1 x 10 <sup>9</sup>	飽和 PWV <sub>u</sub> 的 c'	38.5	0	2
位於砌石牆石塊和PWV <sub>L</sub> 之間(即牆基)	1 x 10 <sup>9</sup>	1 x 10 <sup>9</sup>	20	38.5	0	2
任何兩種不飽和土壤之間	1 x 10 <sup>9</sup>	1 x 10 <sup>9</sup>	20	38.5	0	2
位於飽和填土與任何其他土壤之間	1 x 10 <sup>9</sup>	1 x 10 <sup>9</sup>	0	35	0	2
位於飽和PWV <sub>u</sub> 及PWV <sub>L</sub> 之間	1 x 10 <sup>9</sup>	1 x 10 <sup>9</sup>	飽和 PWV <sub>u</sub> 的 c'	38.5	0	2
<p>說明:</p> <p>t' 抗拉強度      c' 表觀黏聚力      CONS 物料構成模型      JNS 節理正剛度</p> <p>φ' 抗剪角度      G 剪切彈性模量      JCONS 節理構成模型      JKS 節理剪切剛度</p> <p>U 單位重量      K 體積彈性模量</p> <p>PWV<sub>u</sub> 在崩塌面上的部份風化火山岩</p> <p>PWV<sub>L</sub> 在崩塌面下的部份風化火山岩</p>						
<p>註: (1) CONS=3 指使用摩爾-庫倫塑性模型 (ITASCA, 1991), 即在摩爾-庫倫崩塌面出現物料剪切破壞。</p> <p>(2) CONS=1 指使用彈性物質模型 (ITASCA, 1991)。</p> <p>(3) JCONS=2 指使用庫倫活節理模型 (ITASCA, 1991), 即在摩爾-庫倫崩塌面出現節理剪切破壞。</p> <p>(4) JCONS=5 指使用摩爾-庫倫滑動連同因位移而削弱節理模型 (ITASCA, 1991), 即與 JCONS=2 相若, 惟理超出抗拉及剪切的強度時, 便會斷裂。如果一個節理斷裂, 在所有以後的計算時便不會考慮該節理的抗拉強度 (t') 及表觀黏聚力 (c')。</p>						

表 L2 - UDEC 分析摘要

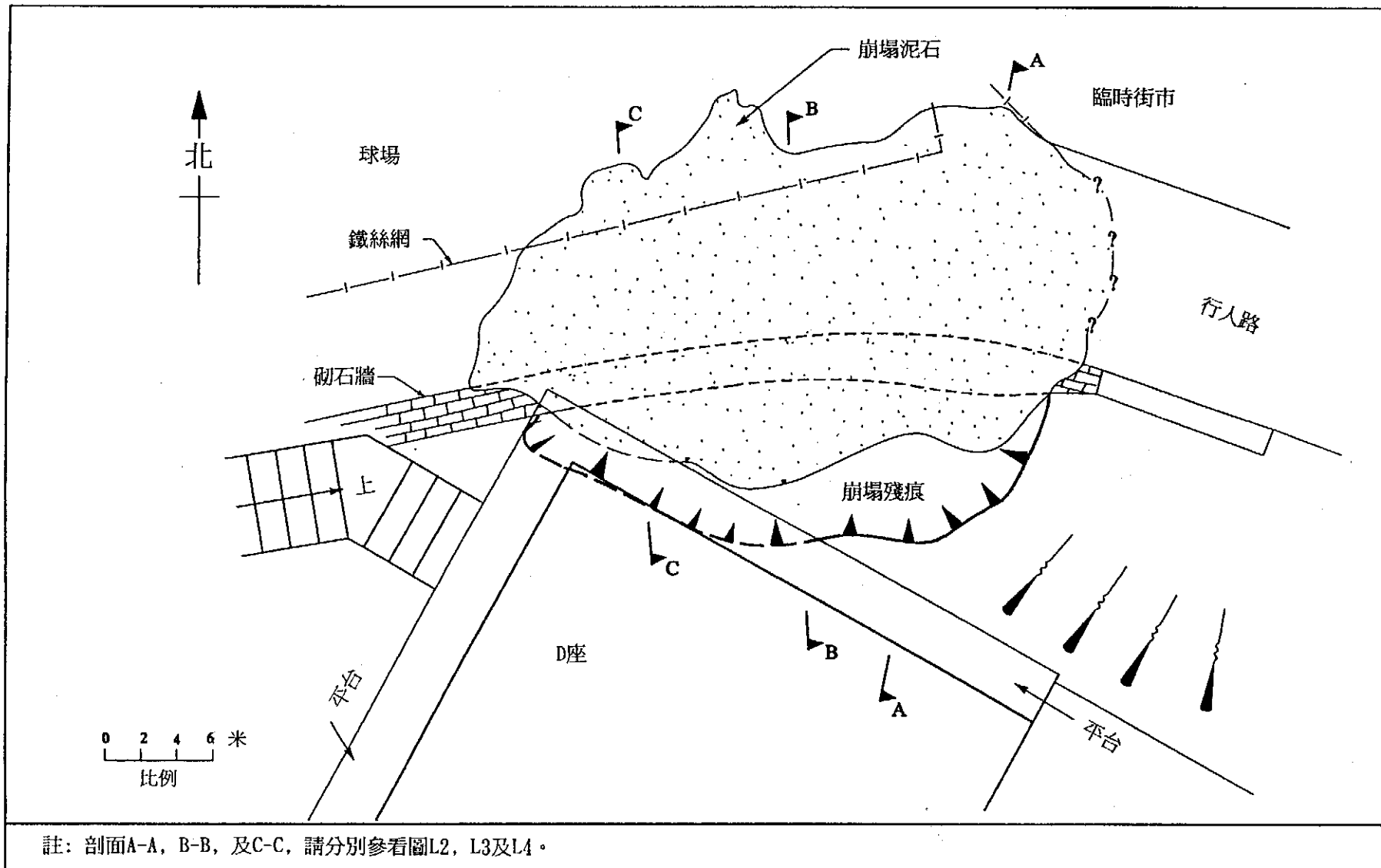
宗數編號	分批編號	地形(年份)	剖面編號	PWV <sub>u</sub> 的 c' (kPa)	PWV <sub>L</sub> 的 K (kPa)	K <sub>0</sub>	砂漿接縫的 c' (kPa)	由牆頂起計的飽和深度 (米)	分析結果
KC-1	1&2	1994	C-C	5	4 x 10 <sup>7</sup>	0.5	200	全飽和	爆裂
KC-1B	1	1994	C-C	7	4 x 10 <sup>7</sup>	0.5	200	全飽和	爆裂
KC-1C	1	1994	C-C	8	4 x 10 <sup>7</sup>	0.5	200	全飽和	爆裂
KC-1E	1	1994	C-C	9	4 x 10 <sup>7</sup>	0.5	200	全飽和	穩固 (最高 xdisp = 25 毫米)
KC-1A	1	1994	C-C	10	4 x 10 <sup>7</sup>	0.5	200	全飽和	穩固 (最高 xdisp = 3 毫米)
KA-1	1	1994	A-A	5	4 x 10 <sup>7</sup>	0.5	200	全飽和	爆裂
KA-1F	1	1994	A-A	6	4 x 10 <sup>7</sup>	0.5	200	全飽和	爆裂
KA-1B	1	1994	A-A	7	4 x 10 <sup>7</sup>	0.5	200	全飽和	穩固 (最高 xdisp = 50 毫米)
KC-2	3	1994	C-C	5	1 x 10 <sup>8</sup>	0.5	200	全飽和	爆裂
KC-3	3	1994	C-C	5	4 x 10 <sup>7</sup>	1	200	全飽和	爆裂
PC-1	1	1924	C-C	5	4 x 10 <sup>7</sup>	0.5	200	全飽和	穩固 (最高 xdisp = 2 毫米)
PC-1D	1	1924	C-C	2	4 x 10 <sup>7</sup>	0.5	200	全飽和	穩固 (最高 xdisp = 40 毫米)
PA-1D	1	1924	A-A	5	4 x 10 <sup>7</sup>	0.5	200	全飽和	穩固 (最高 xdisp = ?? 毫米)
KC-4C	2	1994	C-C	8	4 x 10 <sup>7</sup>	0.5	200	2米	穩固 (最高水平錯動值 = 1 毫米)
KC-5C	2	1994	C-C	8	4 x 10 <sup>7</sup>	0.5	200	4米	穩固 (最高 xdisp = 3 毫米)
KC-6C	2	1994	C-C	8	4 x 10 <sup>7</sup>	0.5	200	6米	穩固 (最高 xdisp = 11 毫米)
KC-7C	2	1994	C-C	8	4 x 10 <sup>7</sup>	0.5	200	8米	爆裂
KC-8	3	1994	C-C	5	1.3 x 10 <sup>7</sup>	0.5	200	全飽和	爆裂
KC-8A	3	1994	C-C	10	1.3 x 10 <sup>7</sup>	0.5	200	全飽和	穩固 (最高 xdisp = 8 毫米)
PC-9D	3	1924	C-C	2	4 x 10 <sup>7</sup>	0.5	100	全飽和	穩固 (最高 xdisp = 40 毫米)
KC-X	3	1994	C-C	5	4 x 10 <sup>7</sup>	0.5	400	全飽和	爆裂

註: (1) 關於 c, K, PWV<sub>u</sub>, PWV<sub>L</sub>, 及 t 的說明, 參看表L1。  
 (2) PWV<sub>L</sub> 的對位比率,  $\nu$  為 0.2。  
 (3) 砂漿接縫的 t' 為接縫 c' 的十分之一。  
 (4) 最高 xdisp 指土壤飽和所造成的最高水平位移。  
 (5) 石砌牆石塊的 K 為 1.33 x 10<sup>10</sup> Pa,  $\nu$  為 0.2

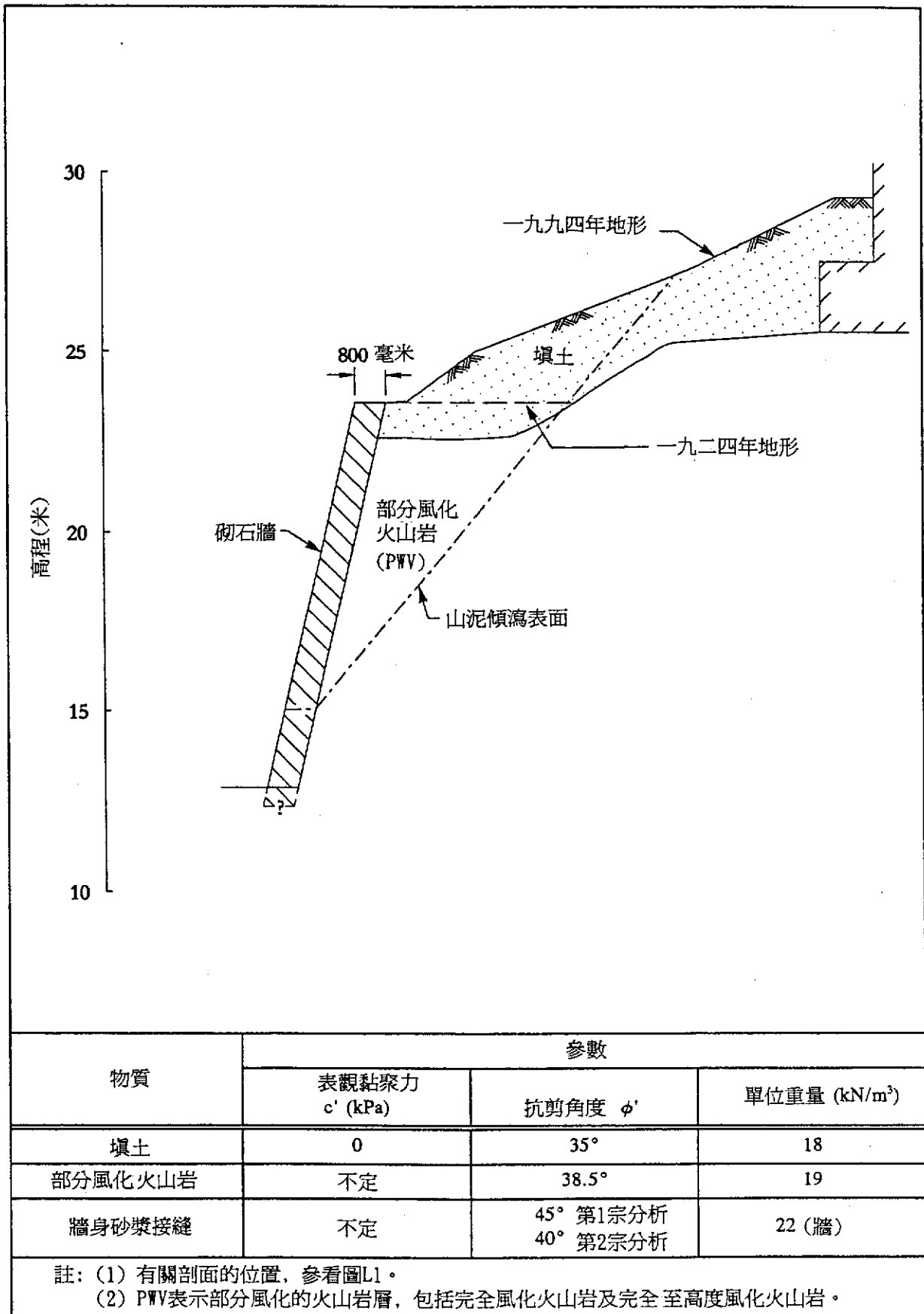
附圖

附圖 編號		頁數
L1	位置圖	319
L2	斜坡穩定性分析剖面A-A	320
L3	斜坡穩定性分析剖面B-B	321
L4	斜坡穩定性分析剖面C-C	322
L5	斜坡穩定性分析結果(剖面A-A)	323
L6	斜坡穩定性分析結果(剖面B-B)	324
L7	斜坡穩定性分析結果(剖面C-C)	325
L8	擋土牆穩定性分析採用的幾何數值及物質屬性	326
L9	擋土牆後坡角=25度及採用具代表性的磨擦面參數時的 結果	327
L10	擋土牆後坡角=30度及採用具代表性的磨擦面參數時的 分析結果	328
L11	擋土牆後坡角=25度及採用保守的磨擦面參數時的分析 結果	329
L12	擋土牆後坡角=30度及採用保守的磨擦面參數時的分析 結果	330
L13	擋土牆坑傾覆穩定性所需的最低表觀黏聚力	331
L14	UDEC分析採用的有限差網孔	332
L15	UDEC分析的階段	333
L16	UDEC分析結果(第KC-1宗分析，當牆身出現爆裂時砌石 牆情況及應力狀態)	334

		頁數
L17	UDEC分析結果(第KC-1宗分析, 當牆身出現爆裂時的水平位移)	335
L18	第PC-1D宗UDEC分析結果	336
L19	第KC-4C宗UDEC分析結果(飽和深度=2米)	337
L20	第KC-5C宗UDEC分析結果(飽和深度=4米)	338
L21	第KC-6C宗UDEC分析結果(飽和深度=6米)	339
L22	進行滲漏分析的平面及剖面位置	340
L23	平面滲漏分析的有限元網孔(第1宗及第2宗分析)	341
L24	垂直剖面滲漏分析的有限元網孔及假設(第三宗及第四宗分析)	342
L25	滲漏分析結果(第一宗分析)	343
L26	滲漏分析結果(第二宗分析)	344
L27	流入崩塌斜坡的水量(第三宗滲漏分析)	345
L28	因雨水渠漏水而使土壤飽和的時變	346
L29	因雨水渠及污水渠漏水而使土壤飽和的時變	347

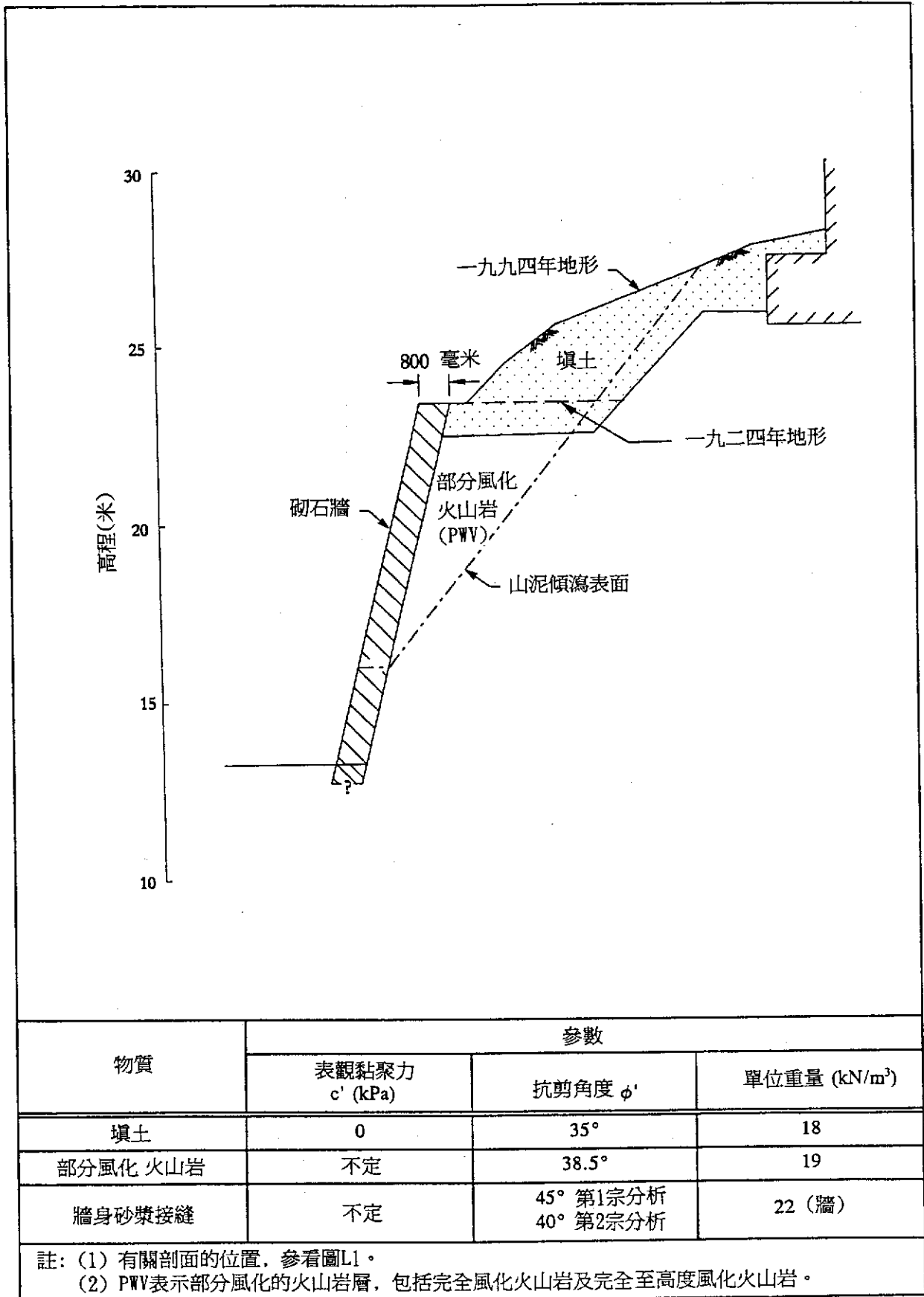


圖L1 - 位置圖

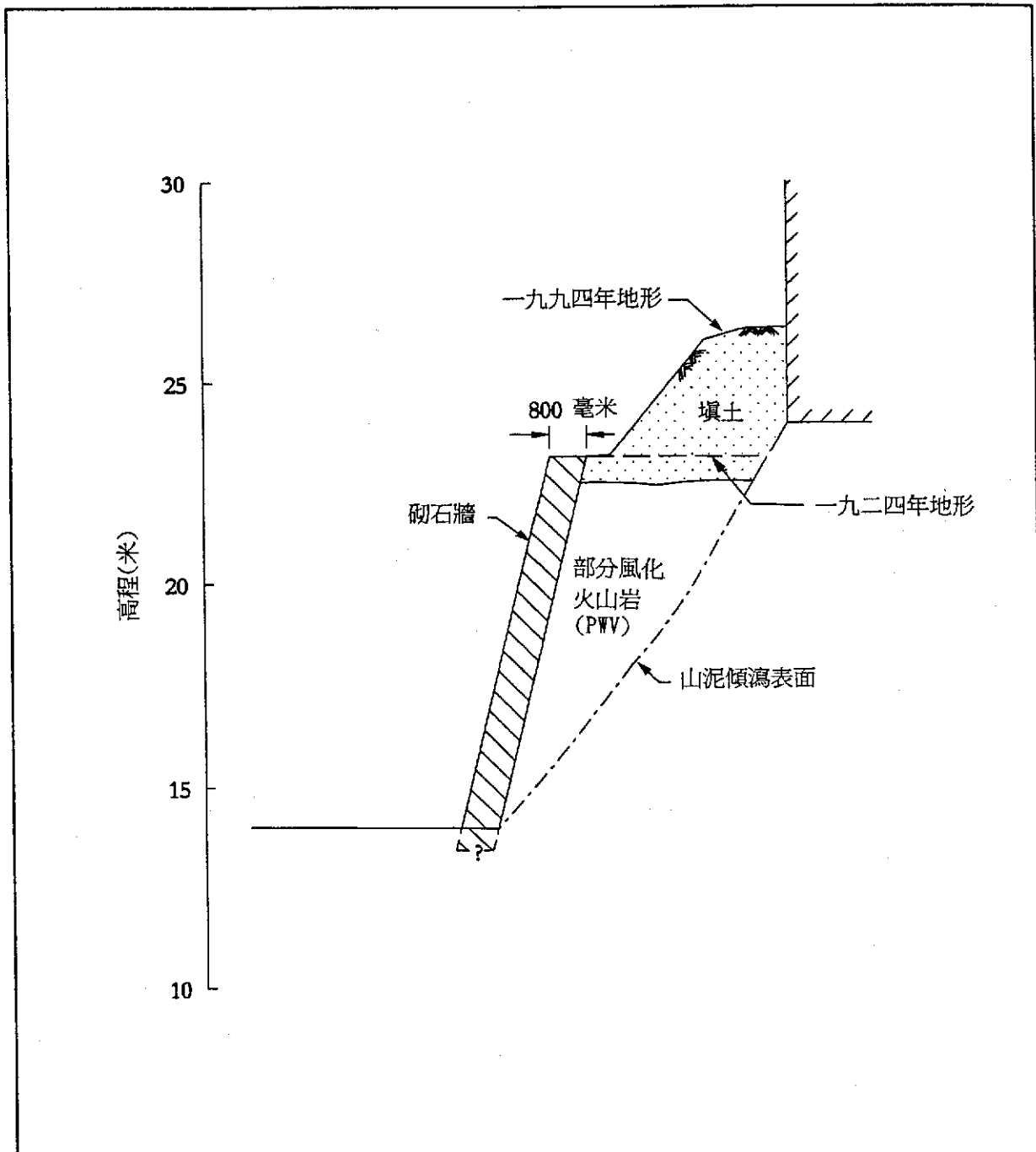


圖L2 - 斜坡穩定性分析剖面A-A





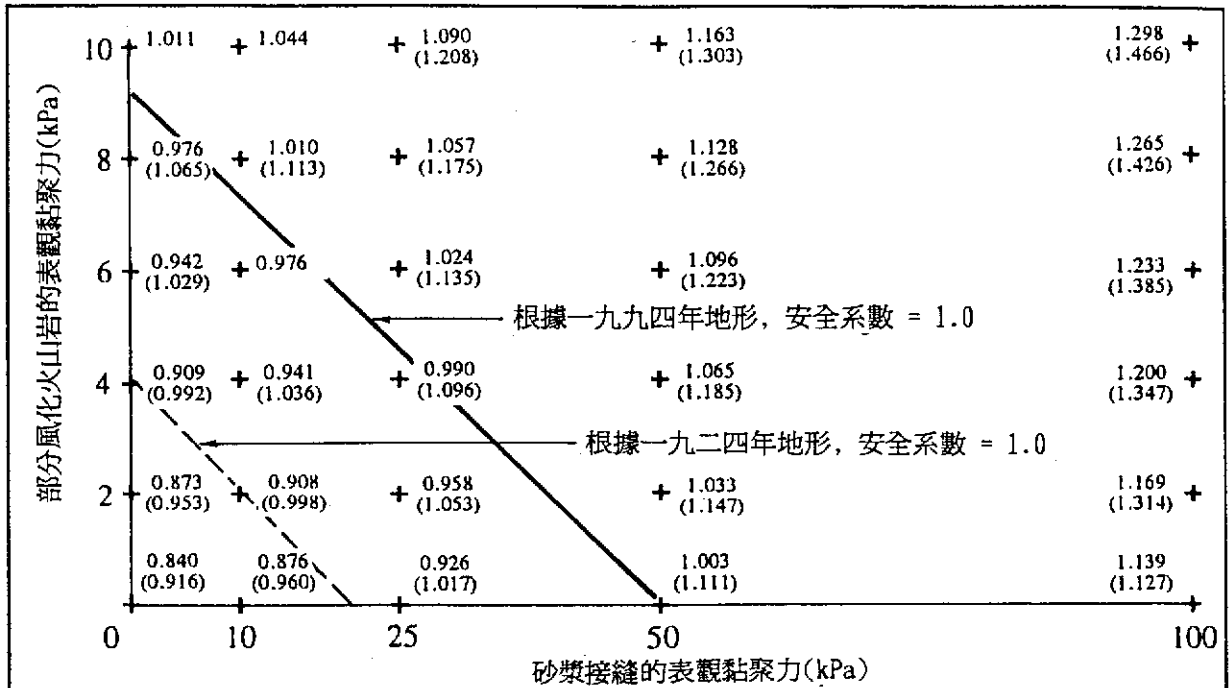
圖L3 - 斜坡穩定性分析剖面B-B



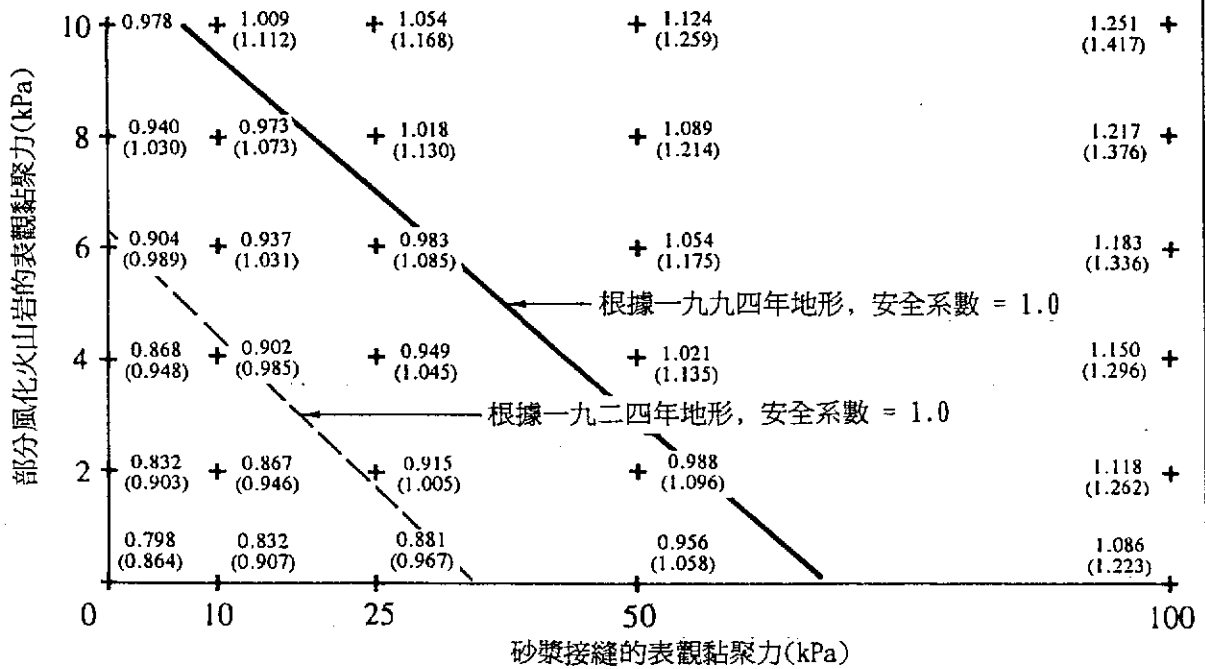
物質	參數		
	表觀黏聚力 $c'$ (kPa)	抗剪角度 $\phi'$	單位重量 (kN/m <sup>3</sup> )
填土	0	35°	18
部分風化火山岩	不定	38.5°	19
牆身砂漿接縫	不定	45° 第1宗分析 40° 第2宗分析	22 (牆)

註：(1) 有關剖面的位置，參看圖L1。  
 (2) PWV表示部分風化的火山岩層，包括完全風化火山岩及完全至高度風化火山岩。

圖L4 - 斜坡穩定性分析剖面C-C



(a) 第1宗分析(砂漿接縫的抗剪角度=45%)



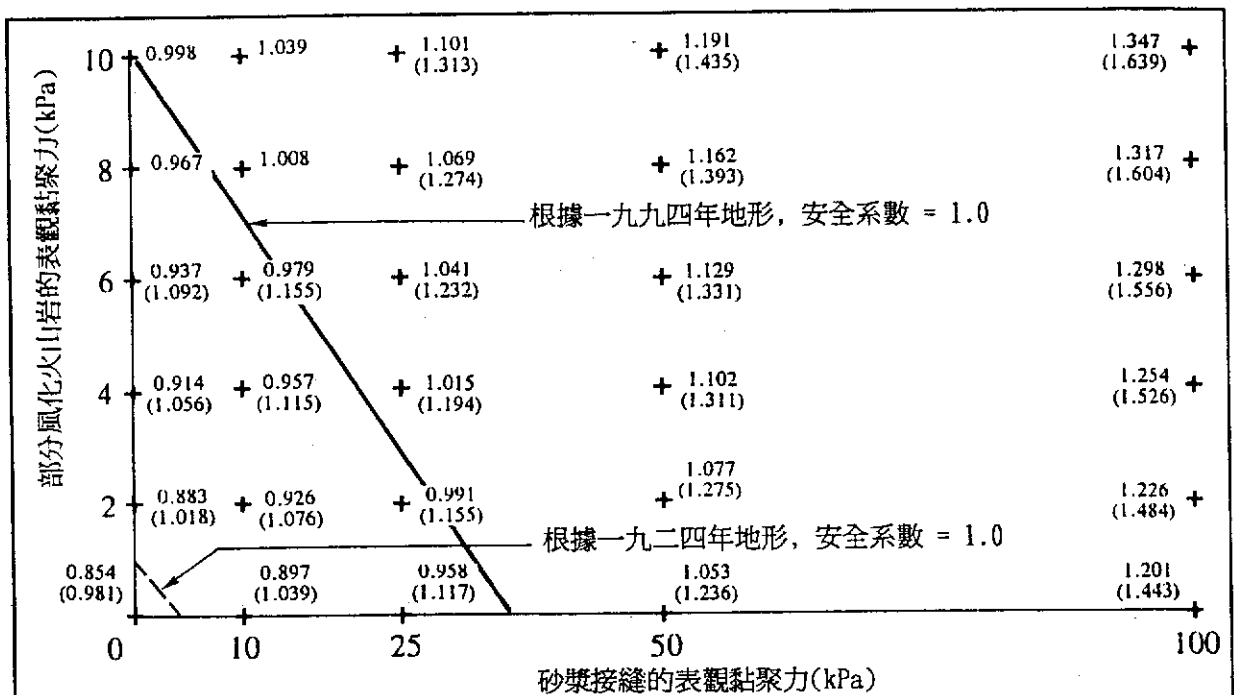
(b) 第2宗分析(砂漿接縫的抗剪角度=45%)

圖例:

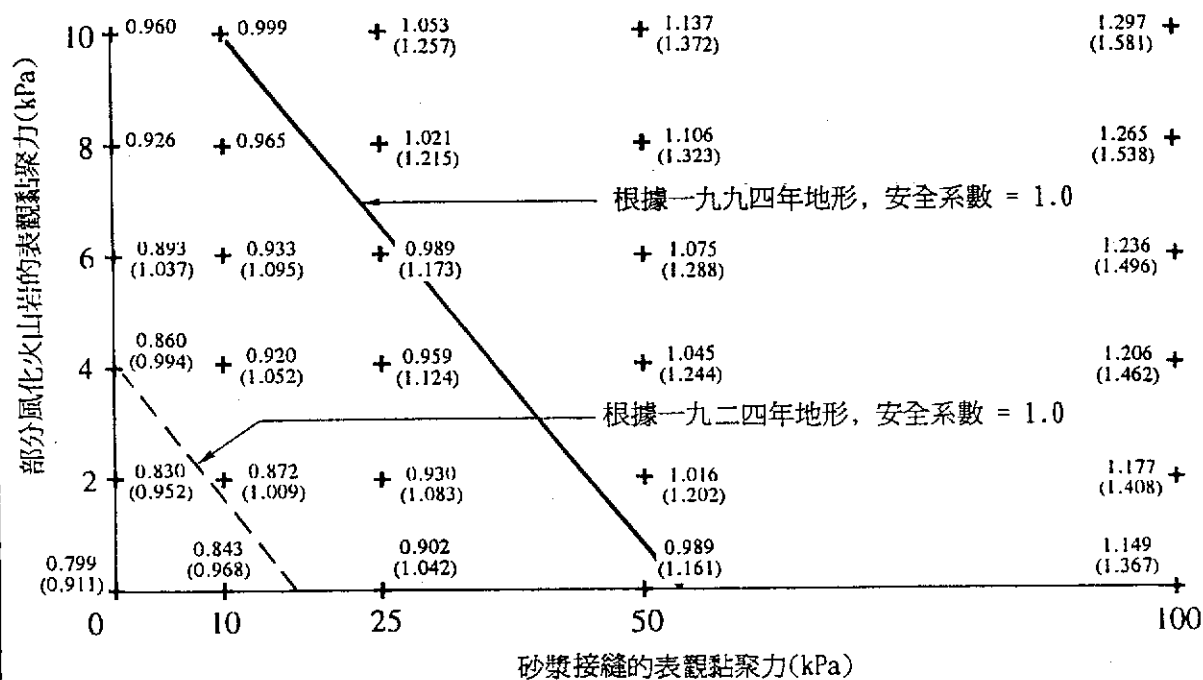
+ 1.096 (1.223) 一九九四年地形及一九二四年地形的安全系數分別為1.096及1.223。

FOS 以Morgebstern & Price(1965年)的方法分析的安全系數。

圖L5 - 斜坡穩定性分析結果(剖面A-A)



(a) 第1宗分析(砂漿接縫的抗剪角度=45%)



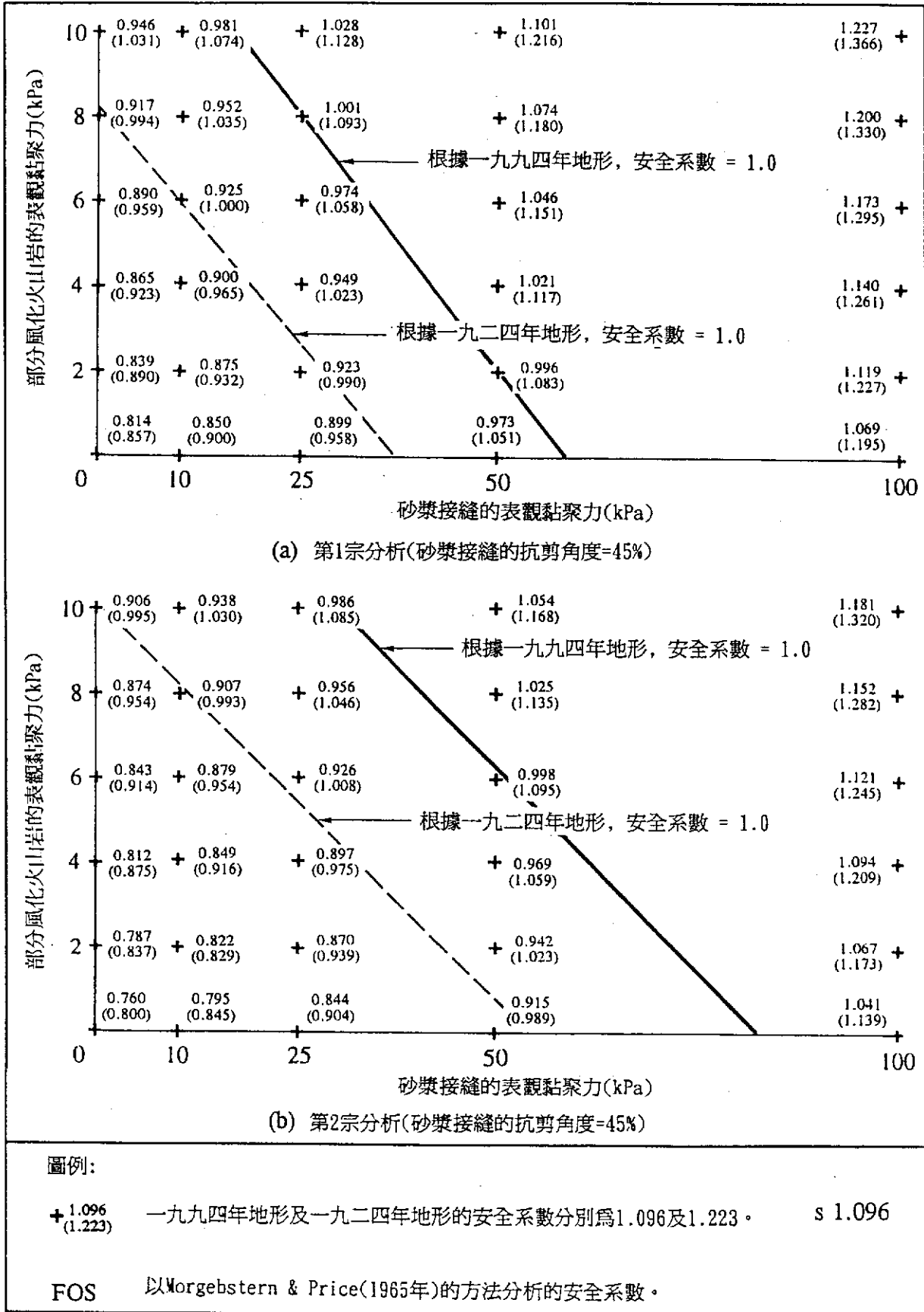
(b) 第2宗分析(砂漿接縫的抗剪角度=45%)

圖例:

+ 1.096 一九九四年地形及一九二四年地形的安全係數分別為1.096及1.223。

FOS 以Morgebstern & Price(1965年)的方法分析的安全係數。

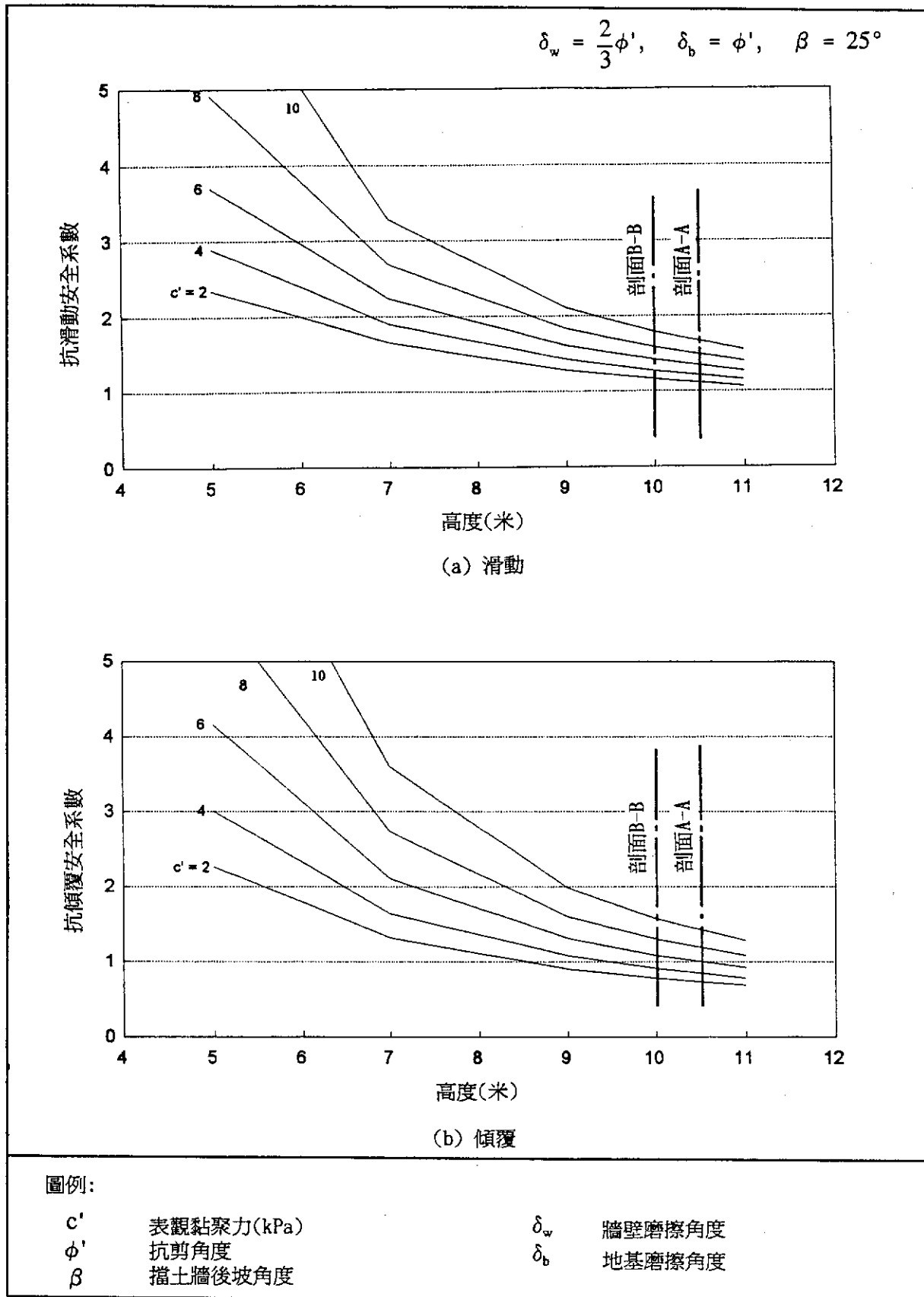
圖L6 - 斜坡穩定性分析結果(剖面B-B)



圖L7 - 斜坡穩定性分析結果(剖面C-C)

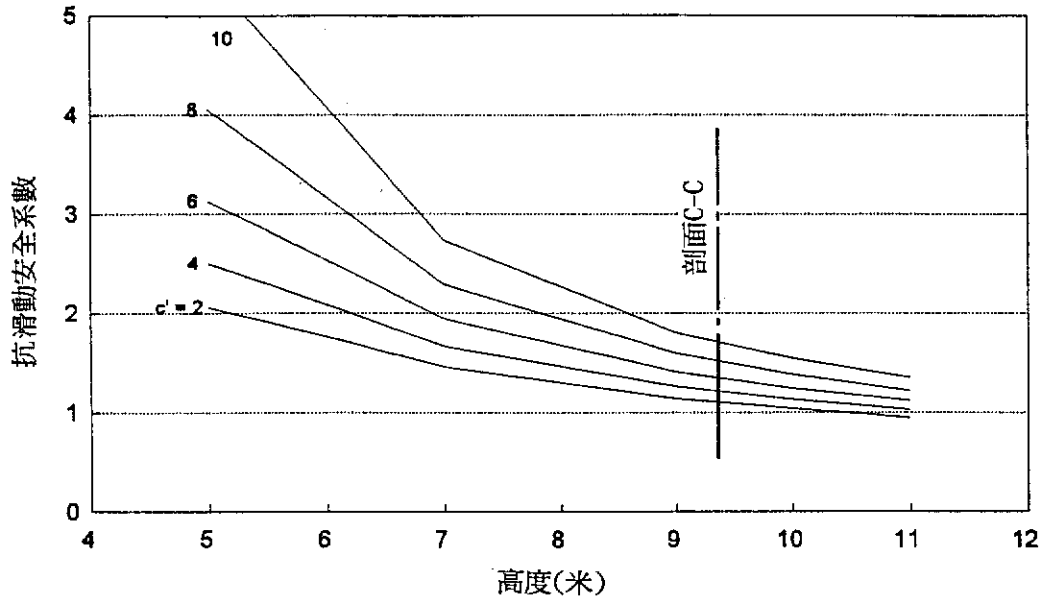
極限平衡擋土牆穩定性分析採用的假定數值				
幾何	參數	數值		
		剖面	剖面	
擋土牆高度, H(米) 後坡角度, $\beta$	剖面 A-A	10.6	剖面 B-B	10.0
	剖面 C-C	9.3	剖面	30°
物質屬性				
填土表觀黏聚力 $c'$ 填土抗剪角度 $\phi'$		0 35°		
PWV表觀黏聚力 $c'$ PWV抗剪角度 $\phi'$		由2至10kPa不等 38.5°		
填土的單位重量		18 kN/m <sup>3</sup>		
部分風化火山岩的單位重量		19 kN/m <sup>3</sup>		
擋土牆物料的單位重量		22 kN/m <sup>3</sup>		
砂漿接縫的抗拉強度		20 kPa		
交接面磨擦力		第1宗分析	第2宗分析	
牆壁磨擦力		$\frac{2}{3} \phi'$	$\frac{1}{2} \phi'$	
地基磨擦力		$\phi'$	$\frac{2}{3} \phi'$	
圖例:	PWV 部分風化火山岩			

圖18 - 擋土牆穩定性分析採用的幾何數值及物質屬性

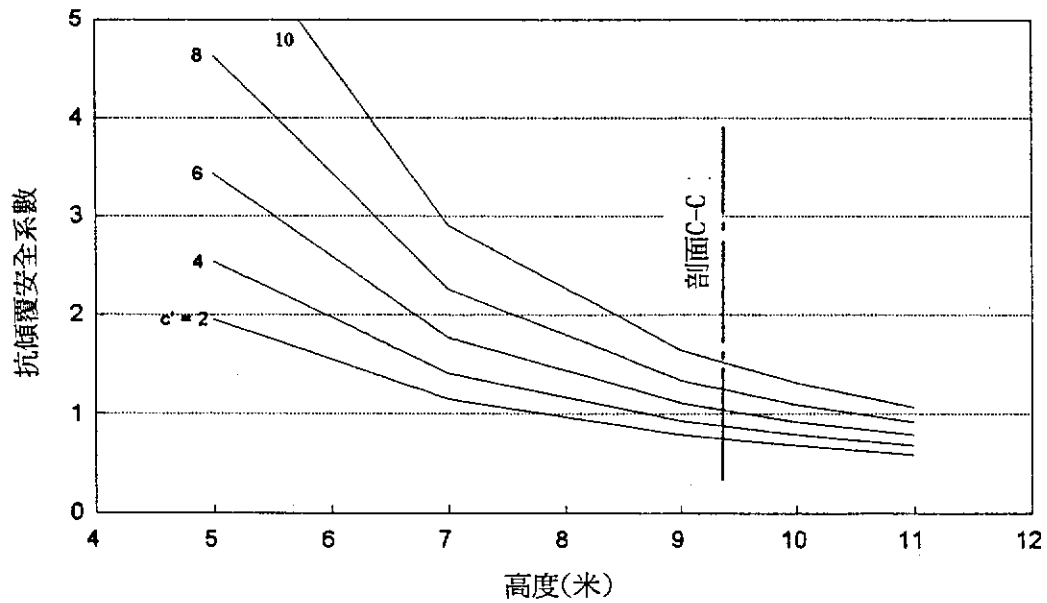


圖L9 - 擋土牆後坡角=25度及採用具代表性的磨擦面參數時的結果

$$\delta_w = \frac{2}{3}\phi', \quad \delta_b = \phi', \quad \beta = 30^\circ$$



(a) 滑動



(b) 傾覆

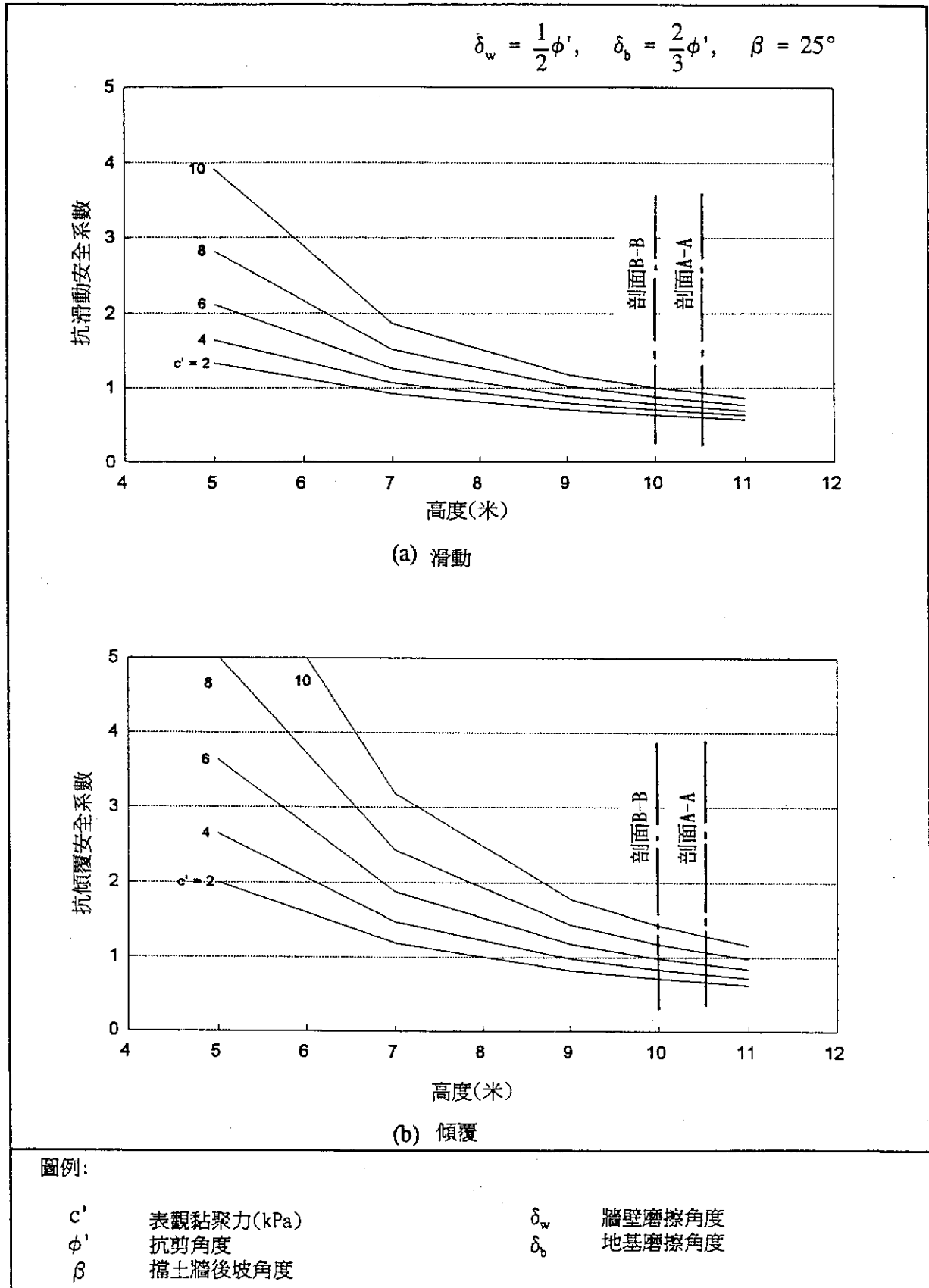
圖例:

$c'$  表觀黏聚力(kPa)  
 $\phi'$  抗剪角度  
 $\beta$  擋土牆後坡角度

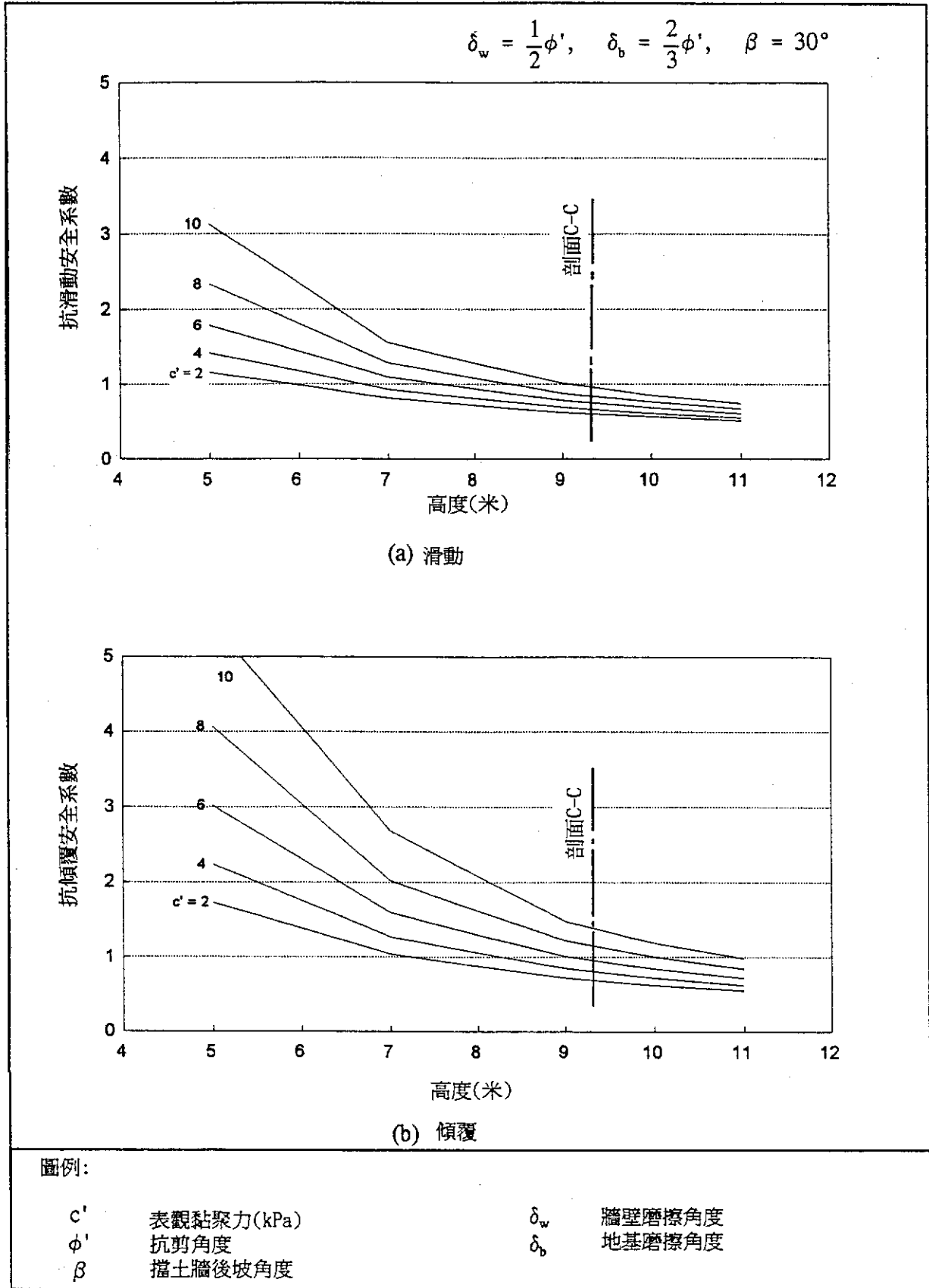
$\delta_w$  牆壁磨擦角度  
 $\delta_b$  地基磨擦角度

圖L10 - 擋土牆後坡角=30度及採用具代表性的磨擦面參數時的分析結果

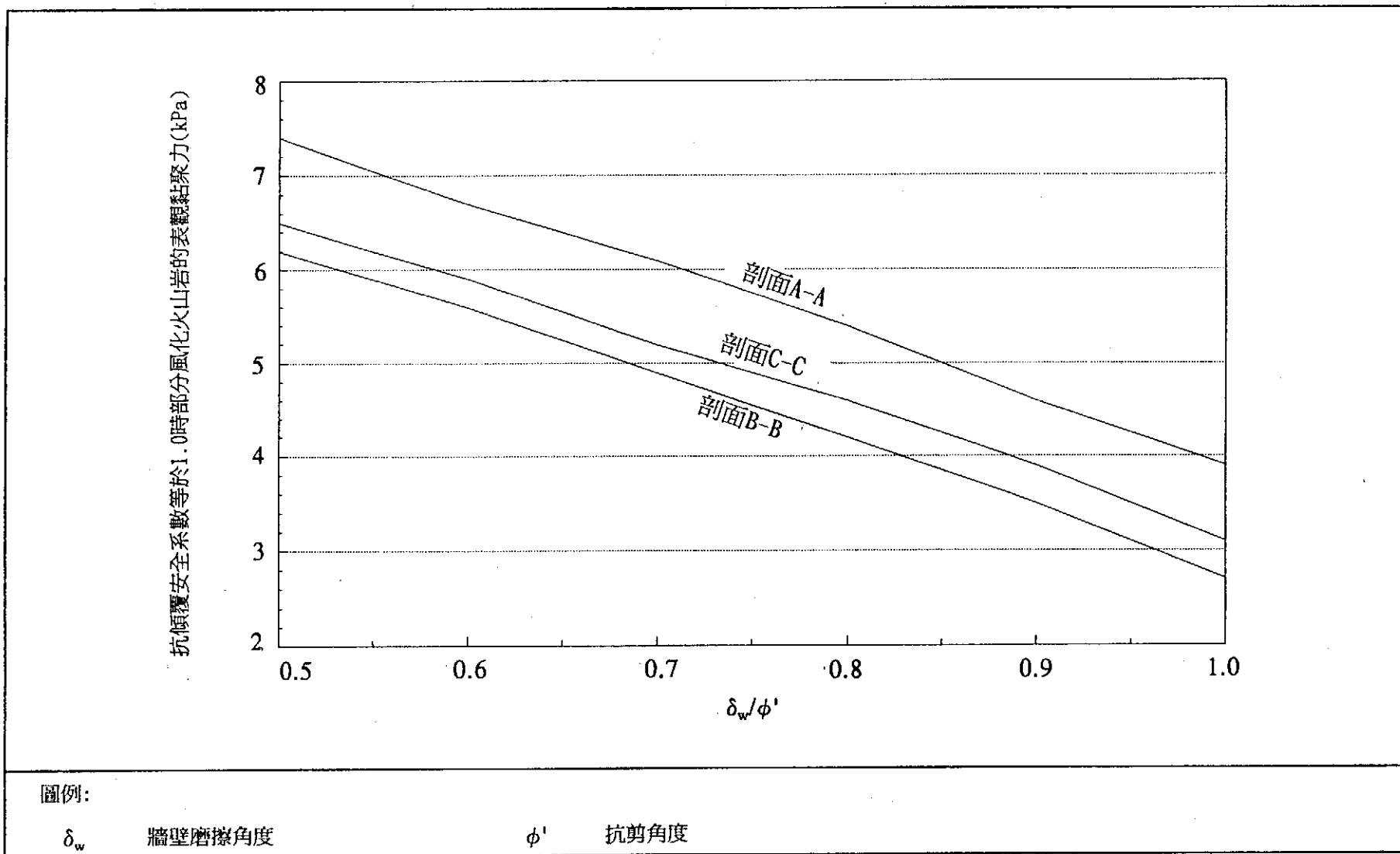




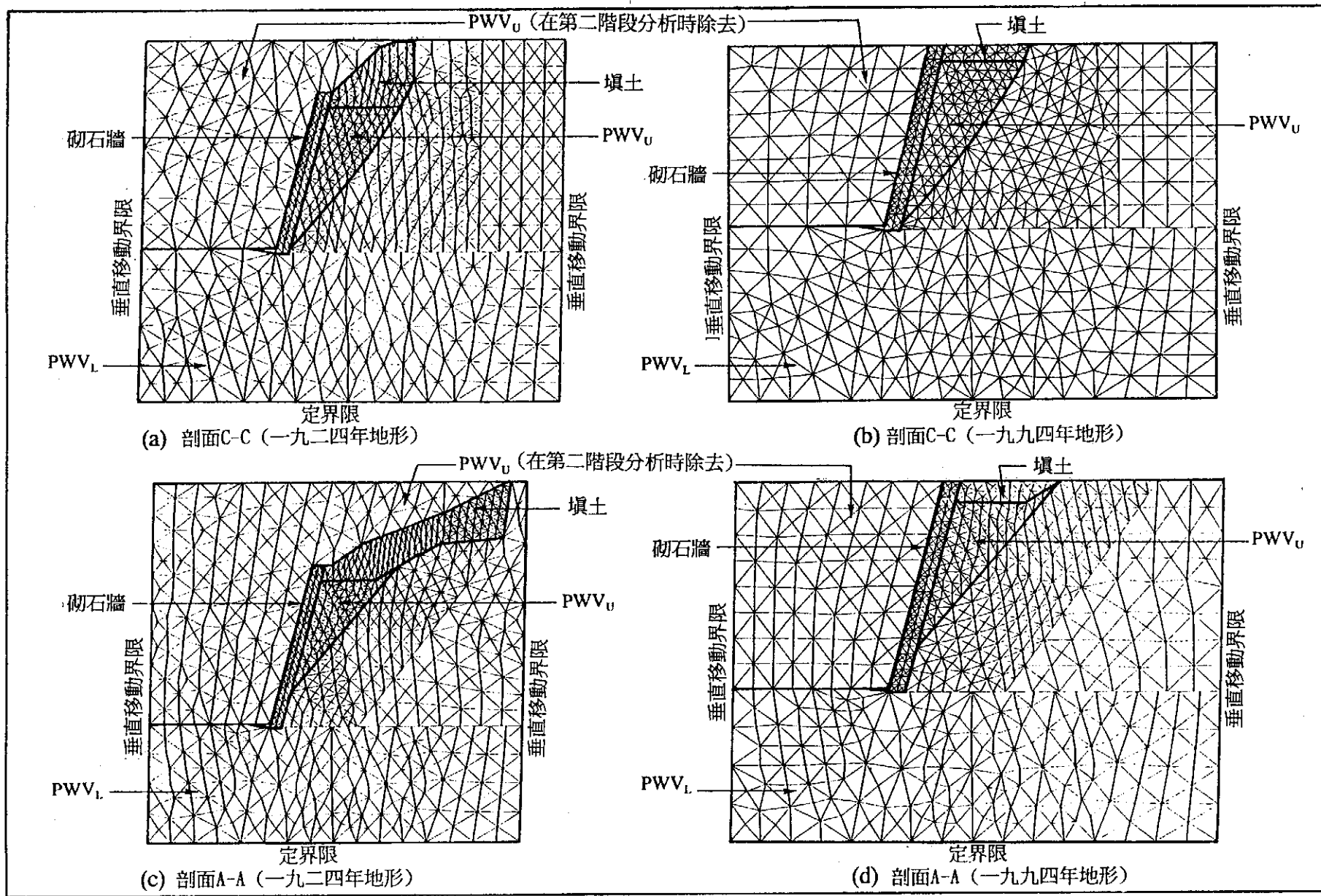
圖L11 - 擋土牆後坡角=25度及採用保守的磨擦面參數時的分析結果



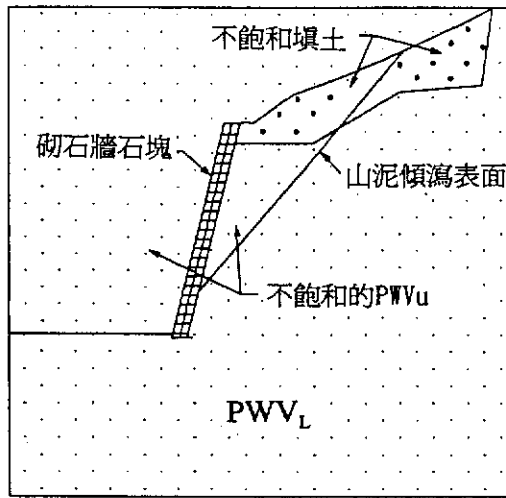
圖L12 - 擋土牆後坡角=30度及採用保守的磨擦面參數時的分析結果



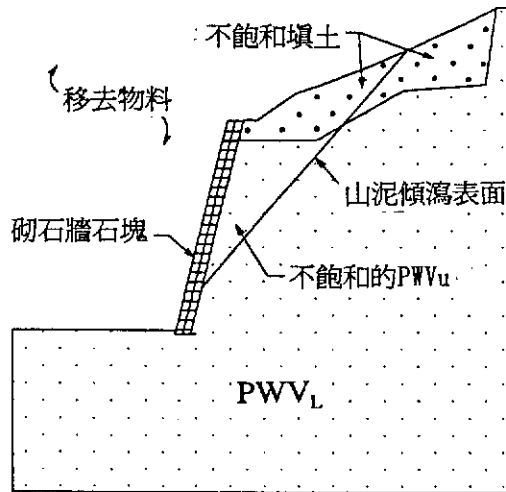
圖L13 - 擋土牆抗傾覆穩定性所需的最低表觀黏聚力



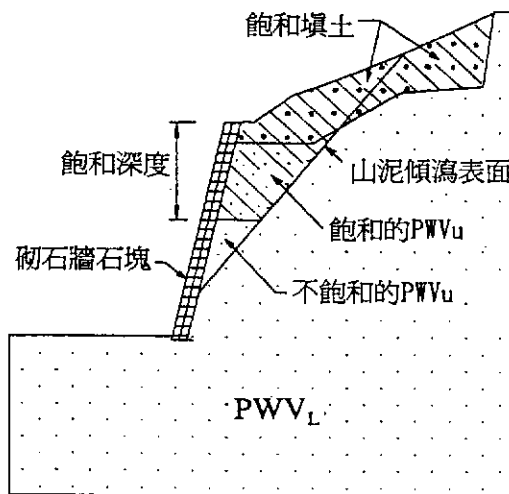
圖L14 - UDEC分析採用的有限差網孔



(a) 第1階段 - 在 $K_0$ 現場應力之下的平地固結

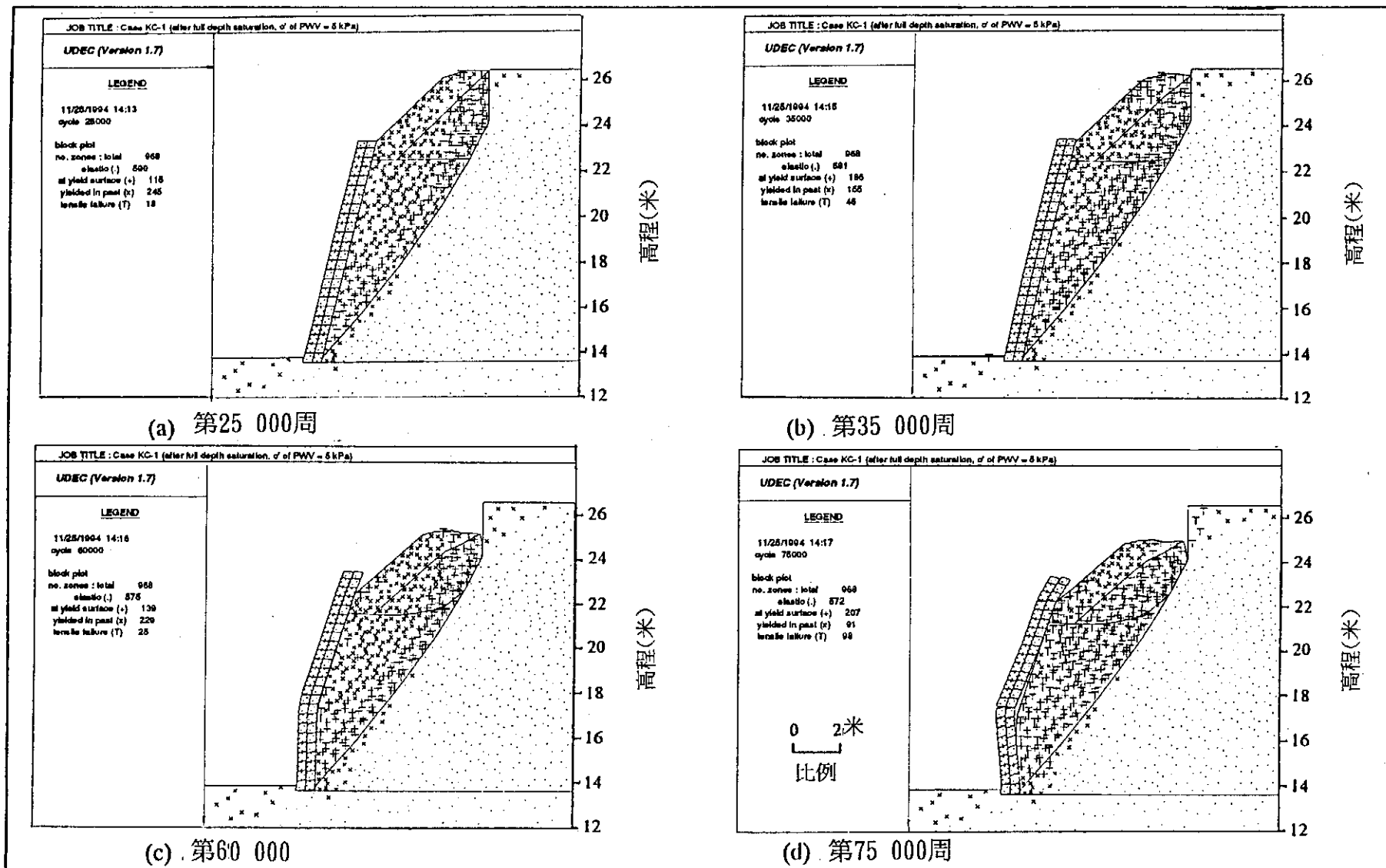


(b) 第2階段 - 在土壤不飽和的情況下進行挖土

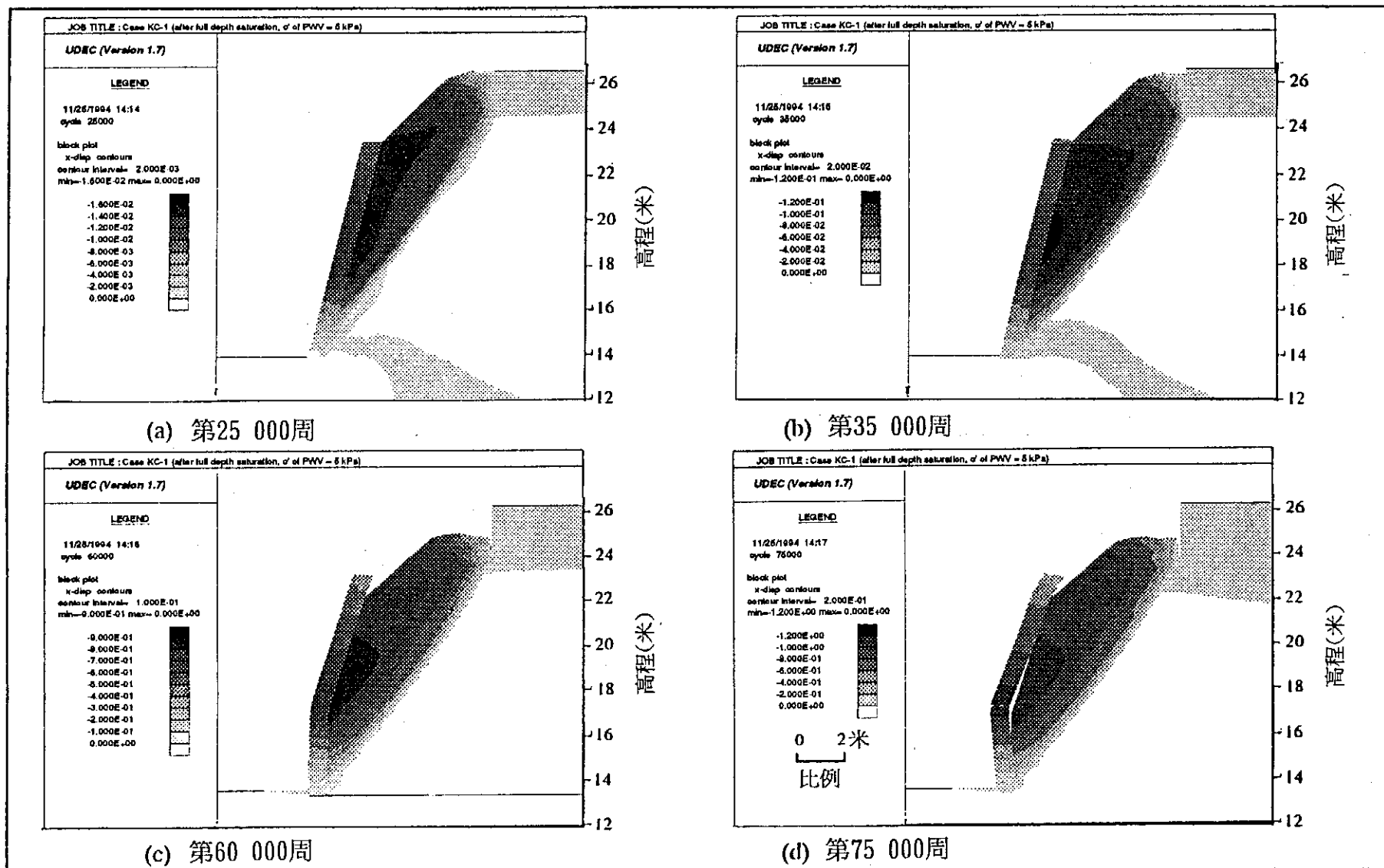


(c) 第3階段 - 土壤飽和

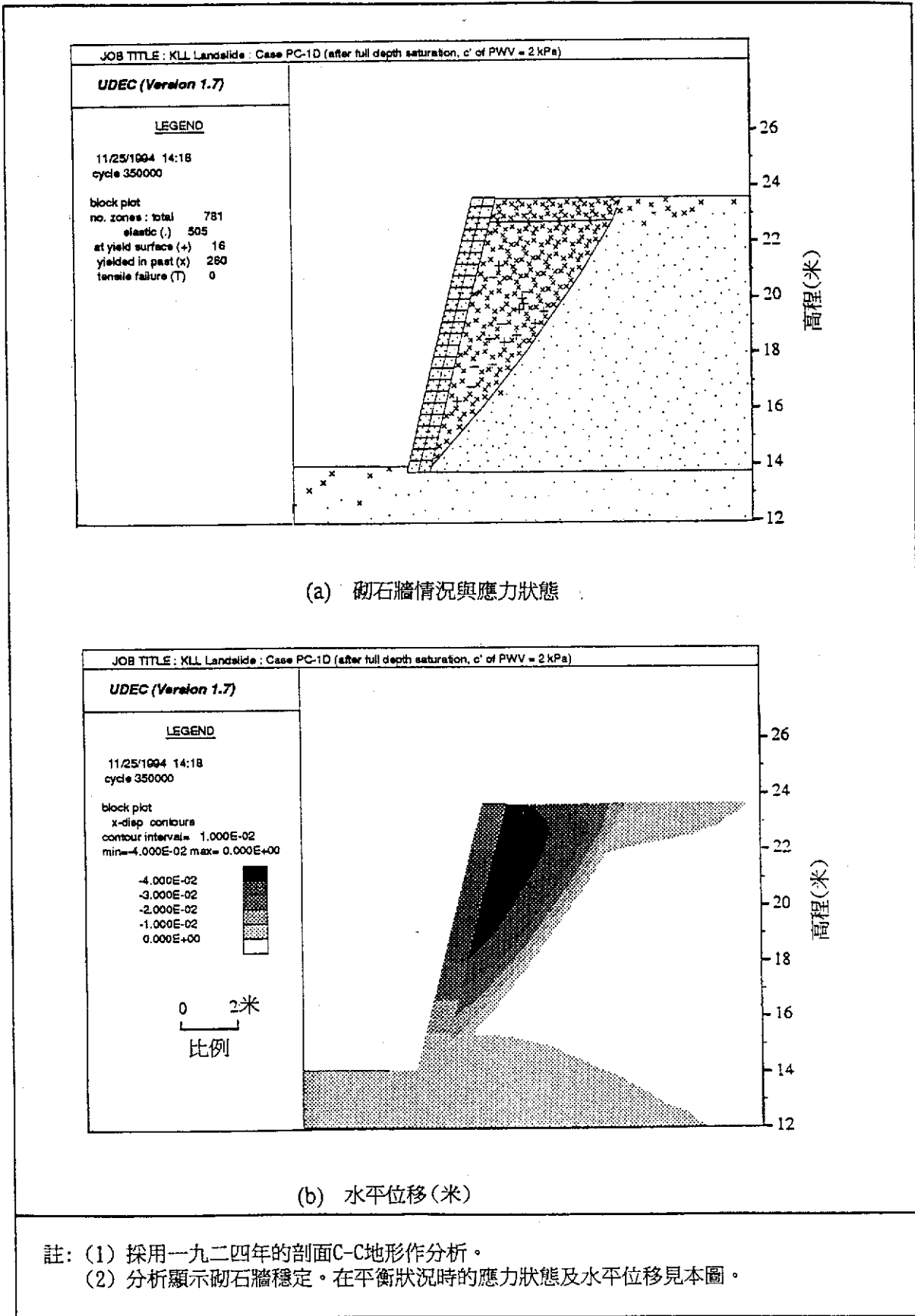
圖L15 - UDEC分析的階段



圖L16 - UDEC分析結果(第KC-1宗分析, 當牆身出現爆裂時砌石牆情況及應力狀態)

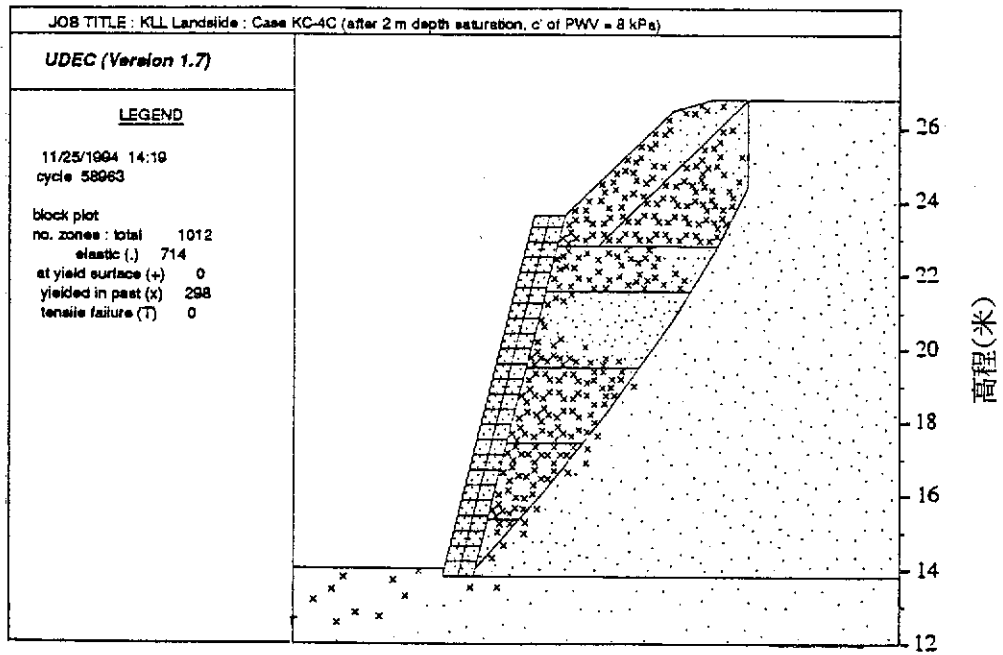


圖L17 - UDEC分析結果(第KC-1宗分析, 當牆身出現爆裂時的水平位移)

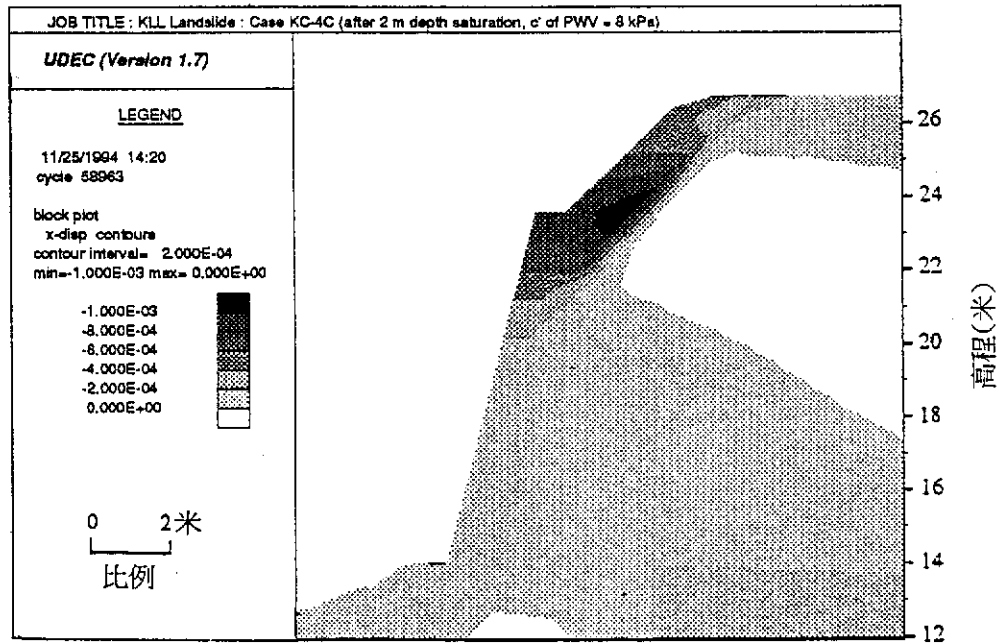


圖L18 - 第PC-1D宗UDEC分析結果





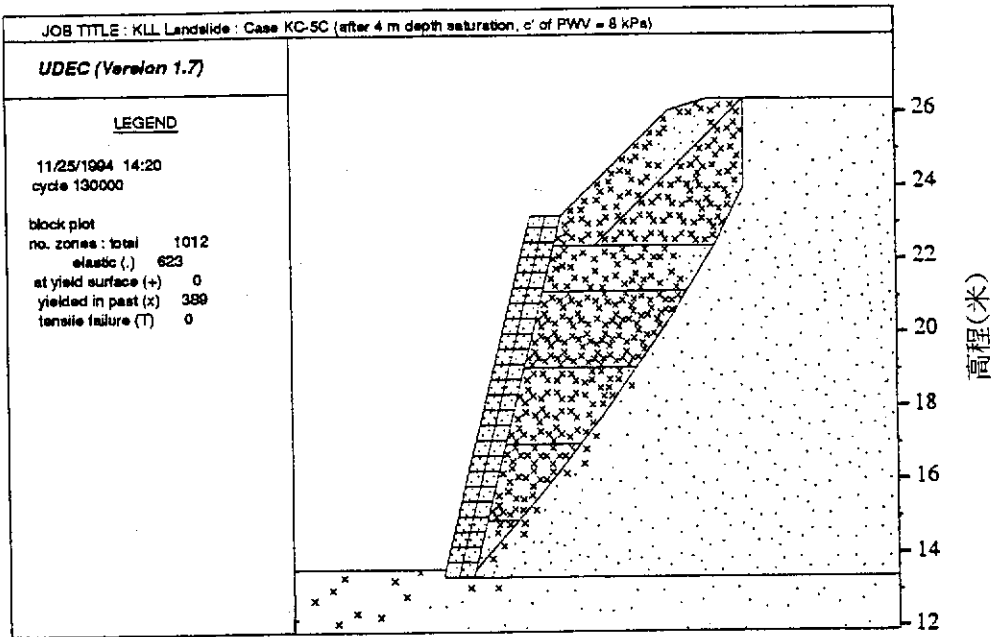
(a) 砌石牆情況與應力狀態



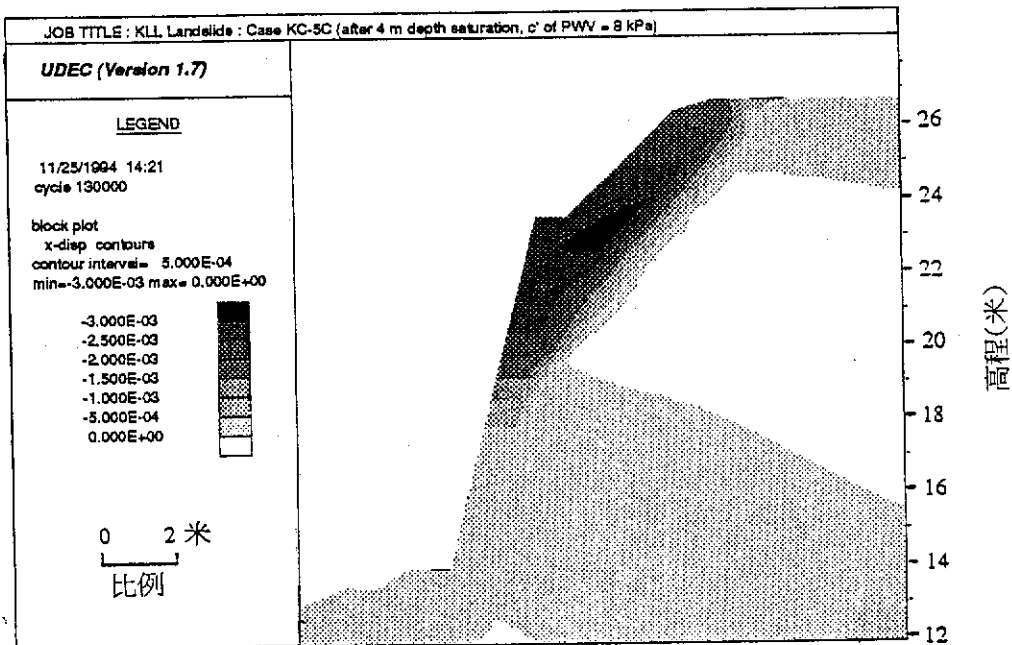
(b) 水平位移(米)

註：分析顯示砌石牆穩定。在平衡狀況時的應力狀態及水平位移見本圖。

圖L19 - 第KC-4C宗UDEC分析結果(飽和深度=2米)



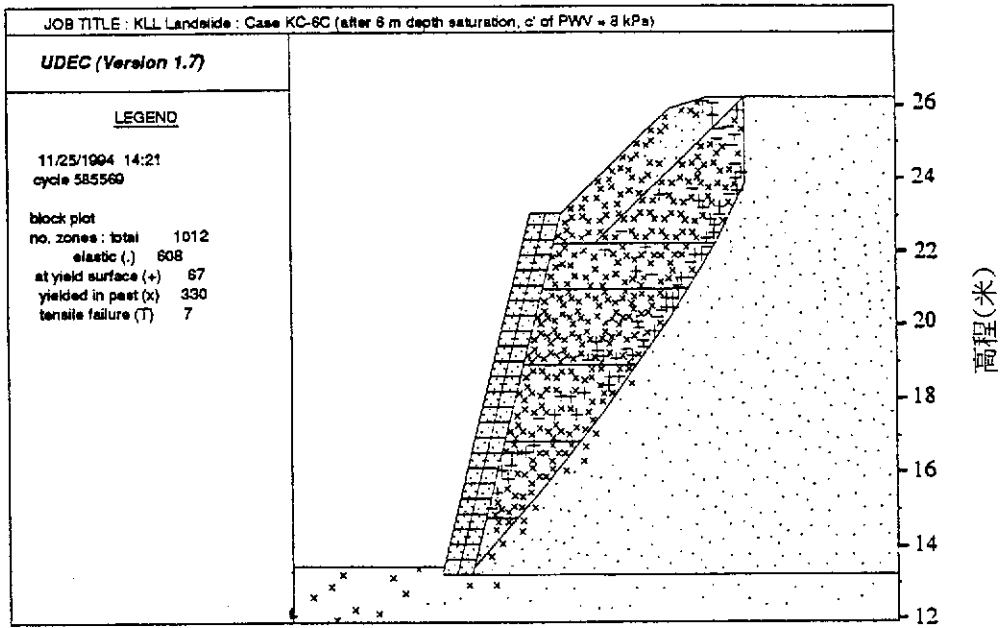
(a) 砌石牆情況與應力狀態



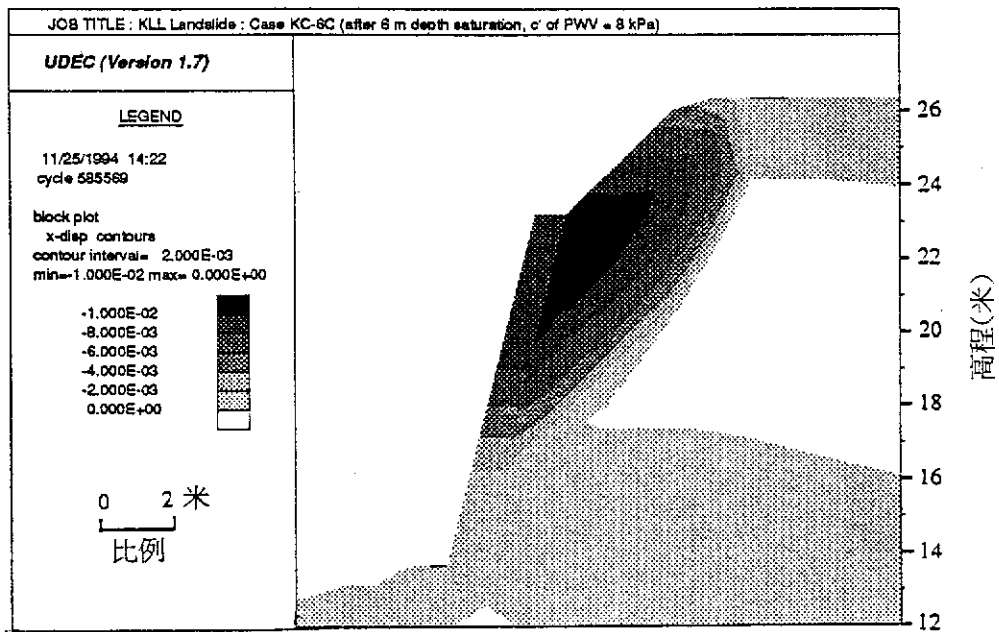
(b) 水平位移(米)

註：分析顯示砌石牆穩定。在平衡狀況時的應力狀態及水平位移見本圖。

圖L20 - 第KC-5C宗UDEC分析結果(飽和深度=4米)



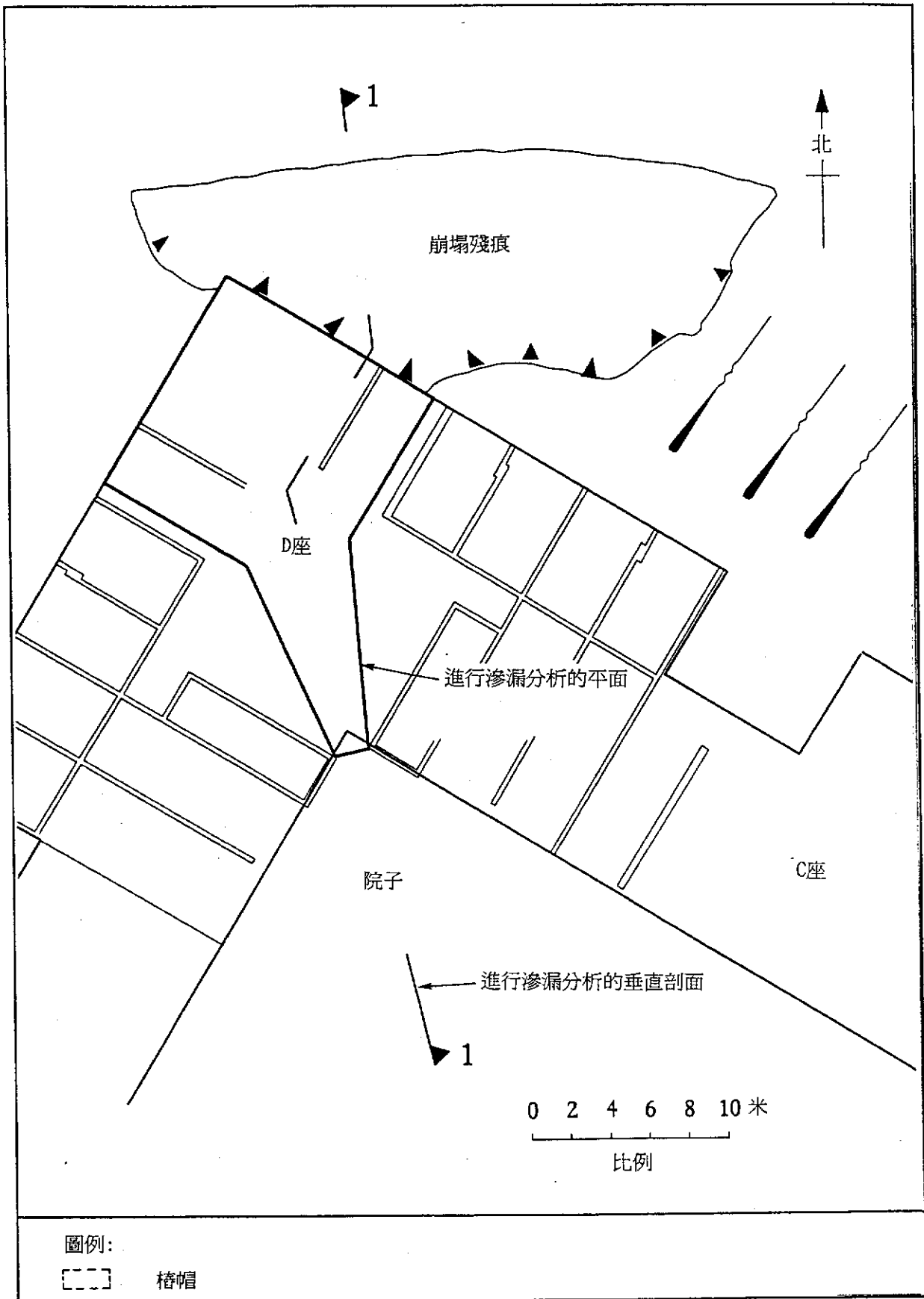
(a) 砌石牆情況與應力狀態



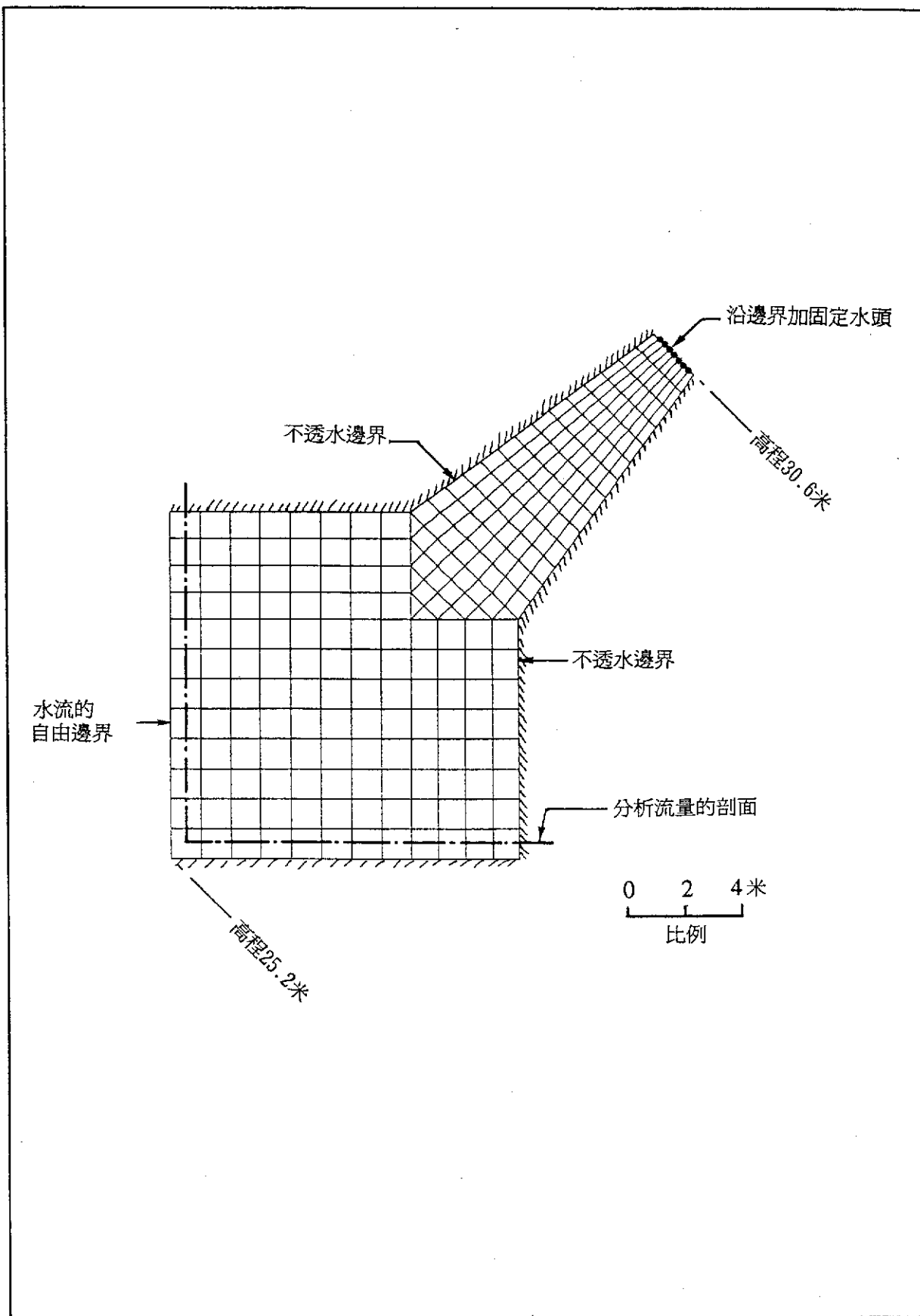
(b) 水平位移(米)

註：分析顯示砌石牆穩定。在平衡狀況時的應力狀態及水平位移見本圖。

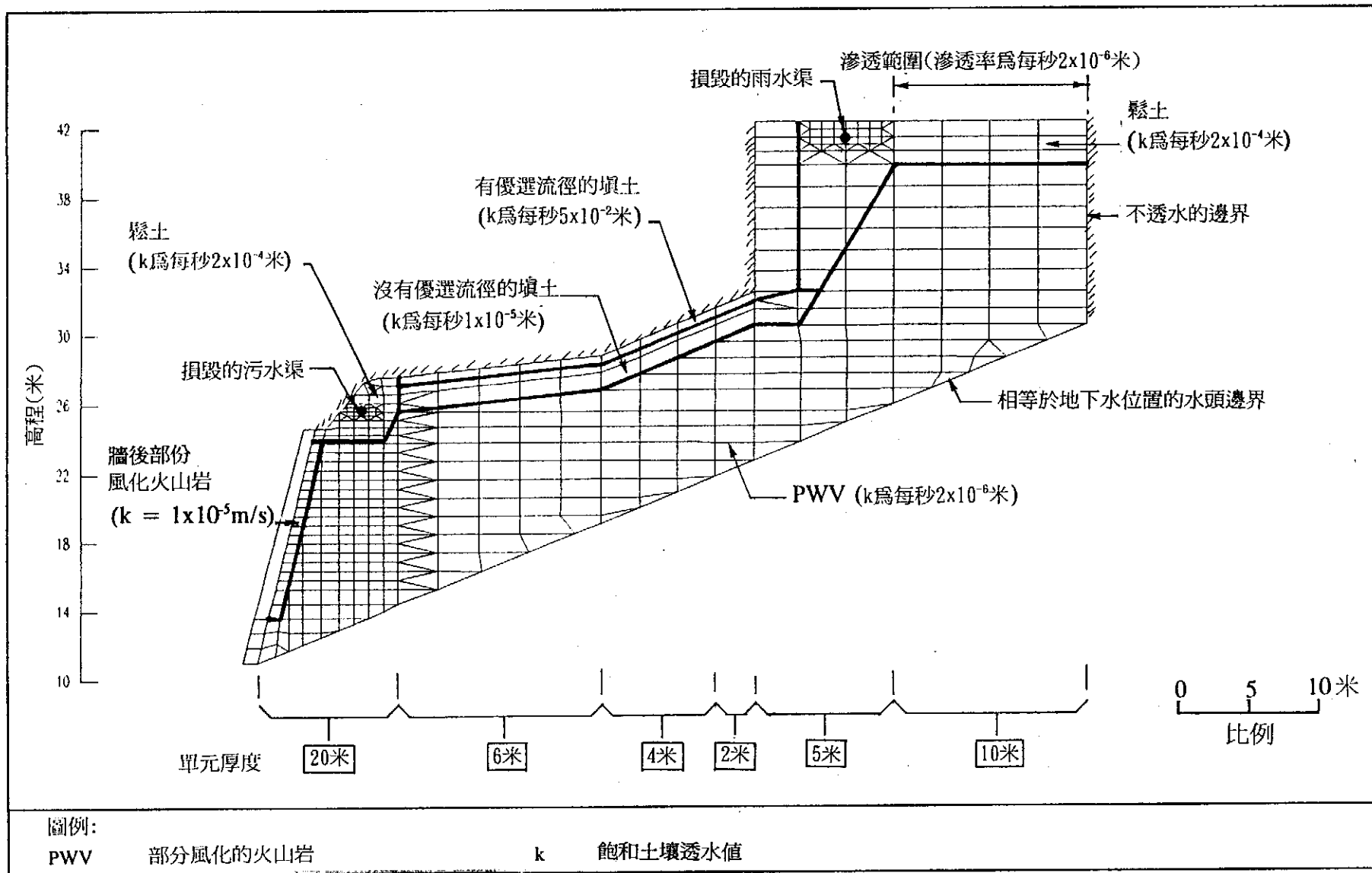
圖L21 - 第KC-6C宗UDEC分析結果(飽和深度=6米)



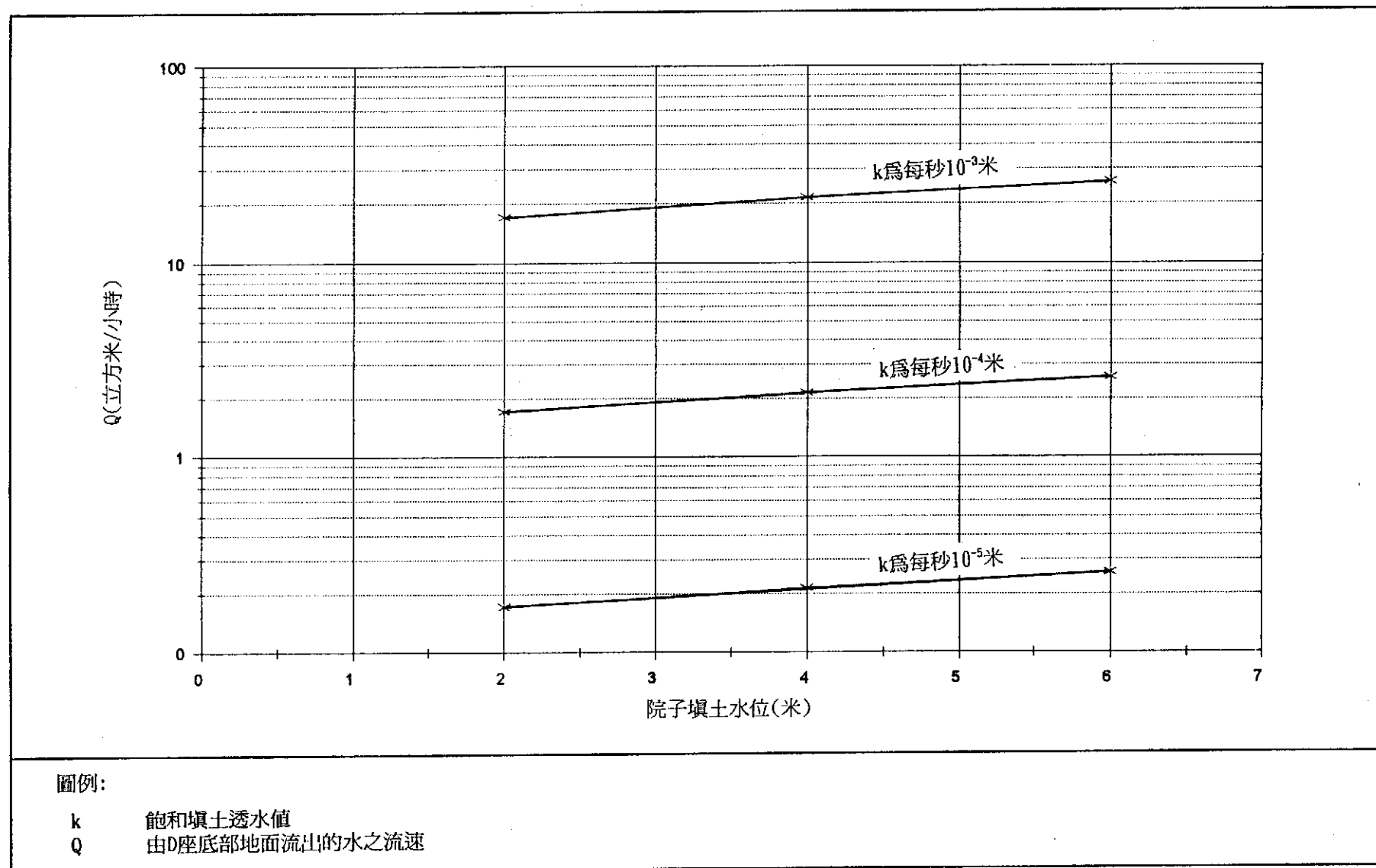
圖L22 - 進行滲漏分析的平面及剖面位置



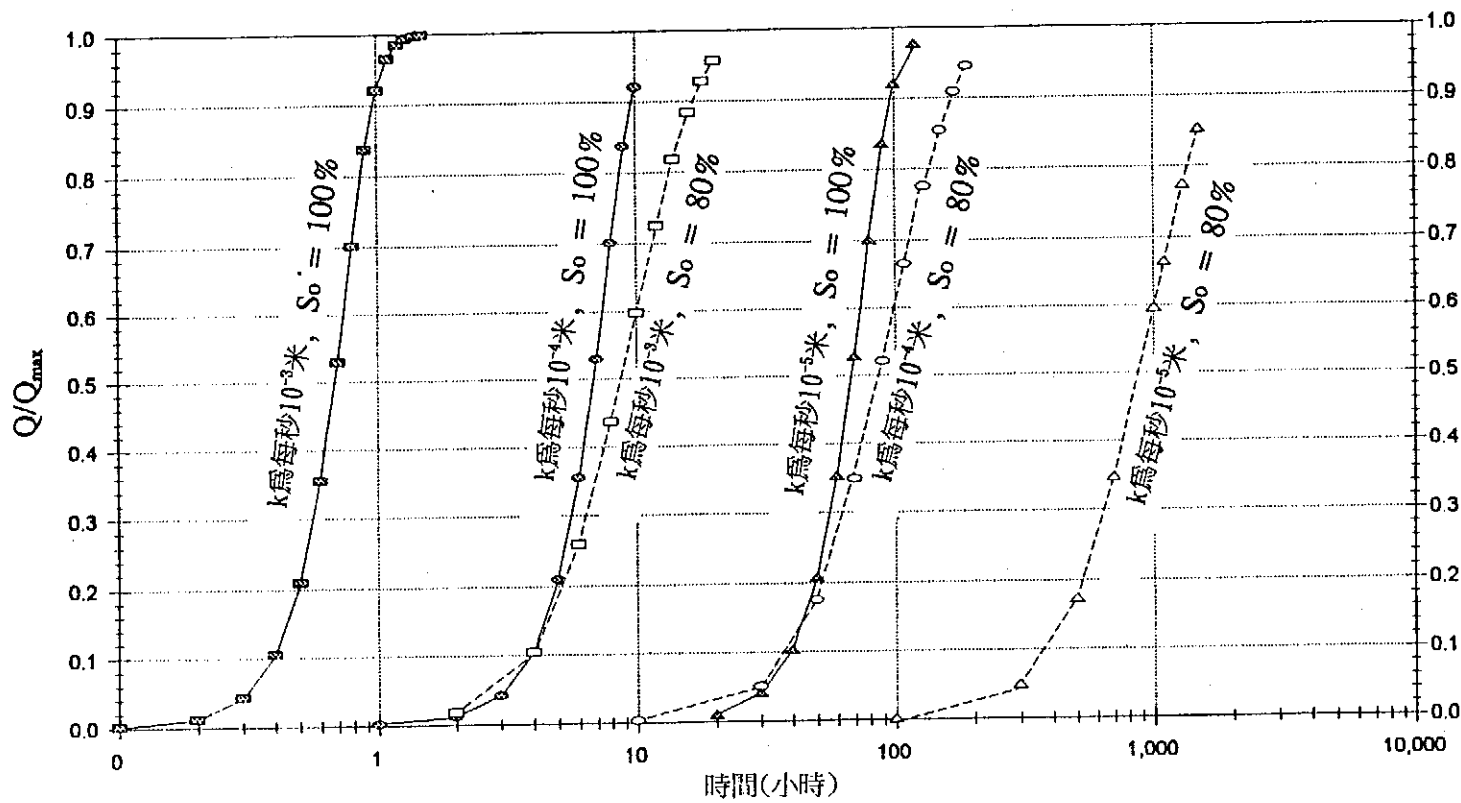
圖L23 - 平面滲漏分析的有限元網孔(第1宗及第2宗分析)



圖L24 - 垂直剖面滲漏分析的有限元網孔及假設(第三宗及第四宗分析)



圖L25 - 滲漏分析結果(第一宗分析)



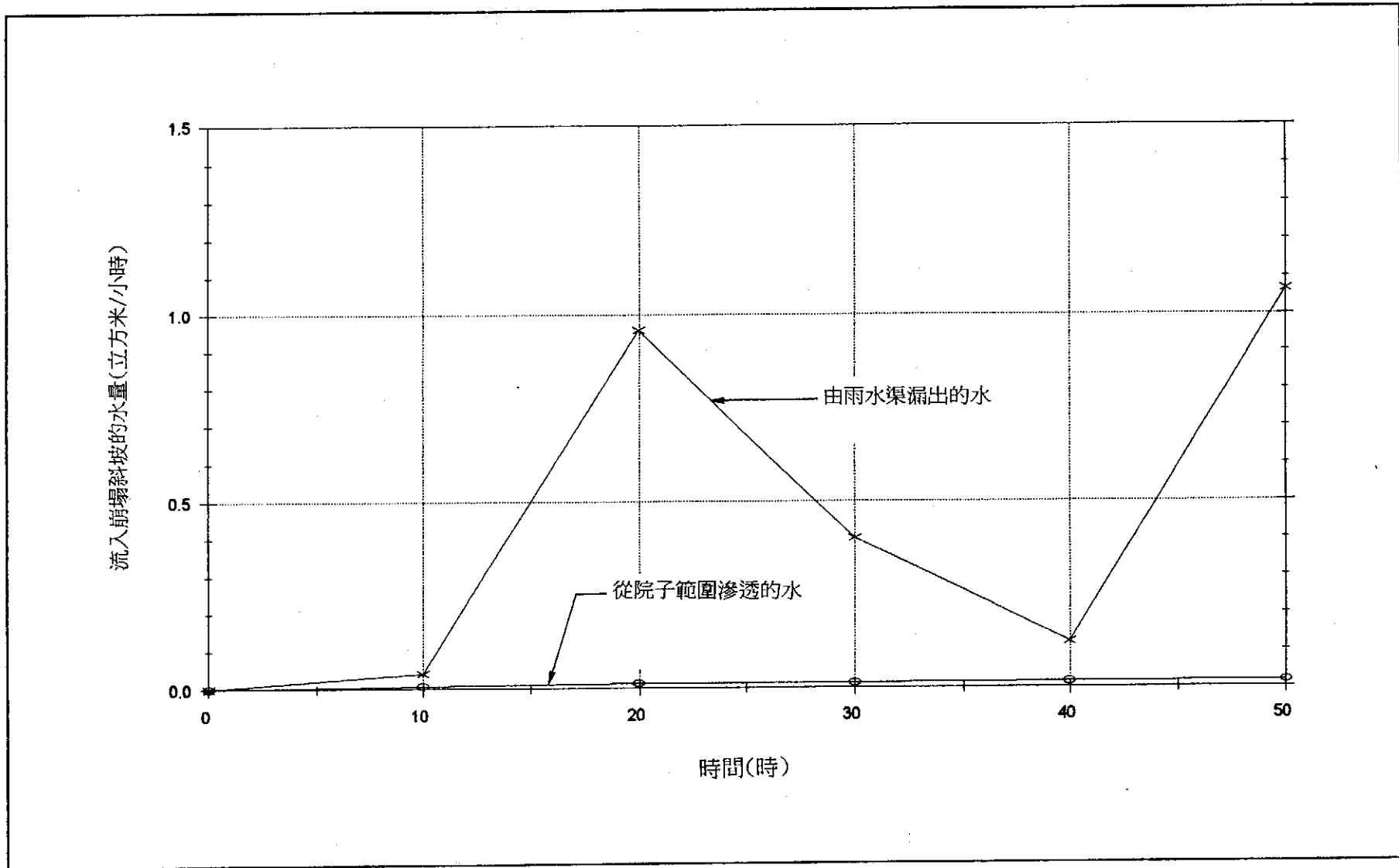
圖例：

- k 填土透水值
- Q 在t時間由D座底部地面流出的水之流速
- Q<sub>max</sub> 在穩定狀態，由D座底部地面流出的水之流速

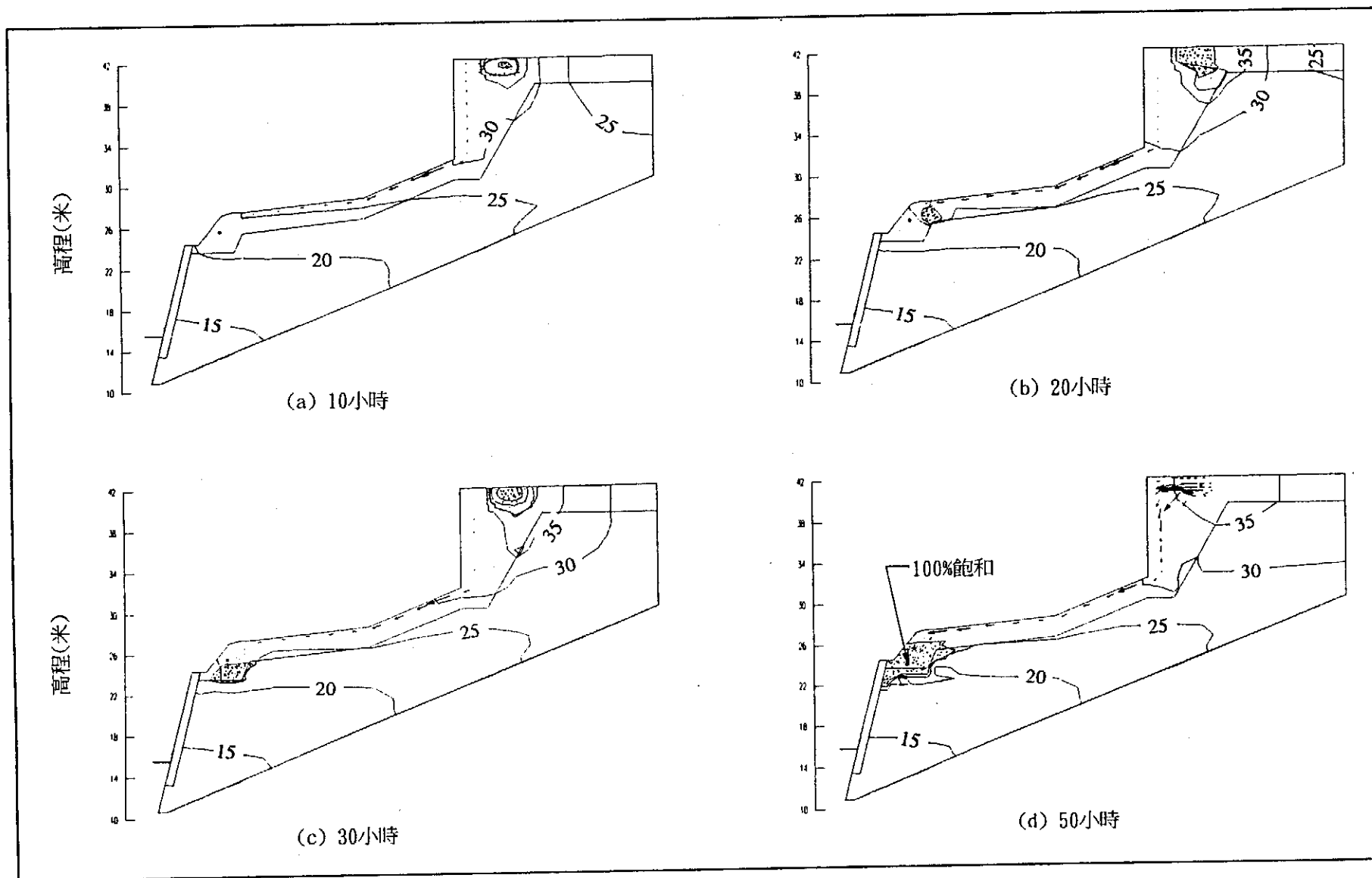
S<sub>0</sub> 原初的飽和程度

圖L26 - 滲漏分析結果(第二宗分析)

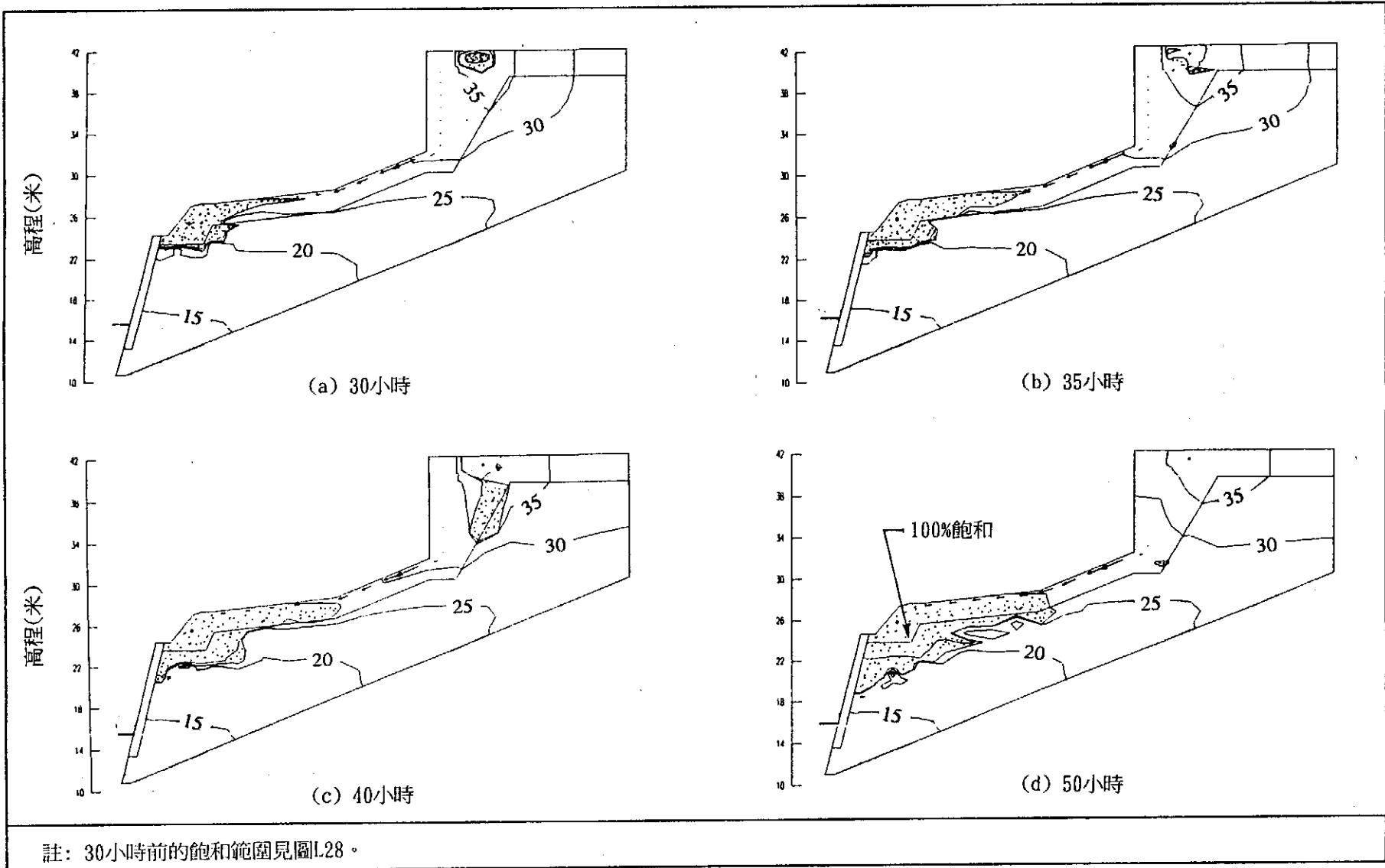




圖L27 - 流入崩塌斜坡的水量(第三宗滲漏分析)



圖L28 - 因雨水渠漏水而使土壤飽和的時變



圖L29 - 因雨水渠及污水渠漏水而使土壤飽和的時變

附錄M

照片

目錄

	頁數
標題頁	348
目錄	349
M.1 山泥傾瀉前後所拍攝的照片	350
照片	351

M.1 山泥傾瀉前後所拍攝的照片

於一九八七年七月、一九九一年一月及一九九四年六月所拍攝的照片，顯示砌石牆及其對上的斜坡在山泥傾瀉前的情況(照片M1至M4)

照片M5至M17顯示事發地點在山泥傾瀉後的情況，與及在進行調查時所找到各種重要的物件。

照片M3及M4是由香港房屋協會提供給土力工程處。

照片

照片 編號		頁數
M1	編號11SW-A/R309砌石牆，攝於一九八七年七月。	353
M2	編號11SW-A/R309砌石牆上面的斜坡，攝於一九八七年七月。	353
M3	編號11SW-A/R309砌石牆，攝於一九九一年一月。	354
M4	在D座與編號11SW-A/R309砌石牆之間的斜坡，攝於一九九四年六月。	355
M5	一九九四年七月二十四日山泥傾瀉現場的景象。	355
M6	於一九九四年七月二十八日清除塌下泥石後，山泥傾瀉現場的景象。	356
M7	於一九九四年七月二十九日斜坡噴上混凝土後，山泥傾瀉現場的景象。	356
M8	於緊急修補工程完成後及進行場地勘探時，山泥傾瀉現場的景象。 (照片攝於一九九四年八月十三日)	357
M9	鄰近山泥傾瀉範圍西面，未有塌下的砌石牆部份。 (照片攝於一九九四年七月二十五日)	357
M10	從山泥傾瀉塌下的泥石中尋回的污水管折斷部份，渠管附著含有黑色污漬的泥土。 (照片攝於一九九四年七月二十七日)	358
M11	在編號77砂井與崩塌殘痕之間，出現輕微滲漏的污水管部份。 (照片攝於一九九四年九月五日)	358
M12	近編號34污水砂井底部有一條裂縫。 (照片攝於一九九四年八月十八日)	359

		頁數
M13	在院子範圍內，編號GT15a集水欄柵與編號15砂井之間的損毀雨水管部份。 (照片攝於一九九四年八月二十三日)	359
M14	於挖掘編號TP35探井前，在D座底部鄰近院子範圍的地面，疏水孔有滲水跡象。 (照片攝於一九九四年八月十日)	360
M15	於挖掘編號TP35探井後，院子範圍下面的泥土外露。 (院子範圍內編號BH12鑽孔在進行現場透水試驗時，探井內的泥土塌下。照片攝於一九九四年十月二十八日)	360
M16	D座底部近地面的疏鬆填土 (照片攝於一九九四年九月五日)。	361
M17	在D座底部進行滲流試驗時，於崩塌殘痕頂部流進編號TP26探井的地下滲流。 (照片攝於一九九四年十月二十九日)	361





照片M1 - 編號11SW-A/R309砌石牆，攝於一九八七年七月。



照片M2 - 編號11SW-A/R309砌石牆上面的斜坡，攝於一九八七年七月。



照片 M3 - 編號 11SW-A/R309 砌石牆，攝於一九九一年一月。



照片M4 - 在D座與編號11SW-A/R309砌石牆之間的斜坡，攝於一九九四年六月。



照片M5 - 一九九四年七月二十四日山泥傾瀉現場的景象。



照片M6 - 於一九九四年七月二十八日清除塌下泥石後，山泥傾瀉現場的景象。



照片M7 - 於一九九四年七月二十九日斜坡噴上混凝土後，山泥傾瀉現場的景象。



照片M8 - 於緊急修補工程完成後及進行場地勘探時，山泥傾瀉現場的景象。  
(照片攝於一九九四年八月十三日)



照片M9 - 鄰近山泥傾瀉範圍西面，未有塌下的砌石牆部份。  
(照片攝於一九九四年七月二十五日)



照片M10 - 從山泥傾瀉塌下的泥石中尋回的污水管折斷部份，渠管附著含有黑色污漬的泥土。(照片攝於一九九四年七月二十七日)



照片M11 - 在編號77砂井與崩塌殘痕之間，出現輕微滲漏的污水管部份。(照片攝於一九九四年九月五日)



照片M12 - 近編號34污水砂井底部有一條裂縫。  
(照片攝於一九九四年八月十八日)



照片M13 - 在院子範圍內，編號GT15a集水欄柵與  
編號15砂井之間的損毀雨水管部份。  
(照片攝於一九九四年八月二十三日)



照片M14 - 於挖掘編號TP35探井前，在D座底部鄰近院子範圍的地面，  
疏水孔有滲水跡象。  
(照片攝於一九九四年八月十日)



照片M15 - 於挖掘編號TP35探井後，院子範圍下面的泥土外露。  
(院子範圍內編號BH12鑽孔在進行現場透水試驗時，  
探井內的泥土塌下。照片攝於一九九四年十月二十八日)





照片M16 - D座底部近地面的疏鬆填土(照片攝於一九九四年九月五日)。



照片M17 - 在D座底部進行滲流試驗時,於崩塌殘痕頂部流進  
編號TP26探井的地下滲流。  
(照片攝於一九九四年十月二十九日)