

一九九五年八月十三日  
柴灣翡翠道山泥傾瀉事件報告

第一冊

就土力工程處的調查所作的獨立檢討

黎佐賢爵士  
英國伯詩亞

一九九六年二月

一九九五年八月十三日  
柴灣翡翠道山泥傾瀉事件報告

第一冊

就土力工程處的調查所作的獨立檢討

黎佐賢爵士  
英國伯詩亞

一九九六年二月

©香港政府

一九九六年二月初版

一九九六年五月再版

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

如欲索取本報告，請致函：

香港九龍何文田公主道 101 號  
土木工程署大樓  
土木工程署  
土力工程處  
技術拓展部總岩土工程師

目錄

	頁數
標題頁	1
目錄	3
1. 引言	4
2. 山泥傾瀉的描述	4
3. 土力工程處報告的檢討	5
4. 檢討土力工程處報告的結論	9
5. 所汲取的教訓	10
5.1 火山岩崩塌如何受地質結構控制	10
5.2 火山岩崩塌如何受礦物控制	10
5.3 多次小規模崩塌	10
5.4 配水庫滲漏	11
6. 參考書目	11

## 1. 引言

一九九五年八月十二及十三日，颱風海倫過港後，本港出現連場豪雨，引致超過 120 宗山泥傾瀉。其中在柴灣翡翠道所發生的一宗，瀉下的泥石掩埋路面，導致一人喪生，一人受傷。

土木工程署轄下的土力工程處，於一九九五年八月十三日早上，展開對這次山泥傾瀉的調查。調查結果在附隨的文件(土力工程處，一九九六)中發表。

當局決定就土力工程處的調查，邀請筆者進行獨立的技術檢討，並向香港政府提交報告。筆者於一九九五年九月五日至八日、十月三十一日至十一月三日、及十一月二十七日至十二月一日三段期間專程訪港，並到事發地點兩度視察，及與土力工程處討論調查計劃和各階段取得的調查結果。筆者亦曾直接與土力工程處人員檢討了該處所完成的調查報告初稿。

## 2. 山泥傾瀉的描述

山泥傾瀉發生的地點，是一個挖建於火山岩山咀的削坡，該山咀自哥連臣山側面朝東北偏東方向伸延而下。事發地點的平整工程於一九七二至一九七六年間進行，是興華邨第 II 期發展工程的一部份。翡翠道建於斜坡北面，最高約 27 米，斜坡的整體角度約 60 度。建於一九五九年的柴灣海水配水庫，座落在山咀頂部鄰接削坡南方。在配水庫東面，位於削坡頂部上方的一帶山咀，是長有植物的平坦土地。直至一九九一年，該處一直是寮屋區。山咀南側是個山谷，有一條小溪，其出水口位於翡翠道東端。

挖掘出來的斜坡在其約三分之二的高度處，有一度窄坡級，斜坡的上部在建築時已鋪上灰泥，其下面部份則露出岩石。山泥傾瀉時斜坡面為植物所覆蓋。斜坡前面是一條 12 米闊的平地，分隔了斜坡和翡翠道，而該平地被圍起來，部份長有野草，部份則用作臨時貯存渠務工具。

斜坡自挖掘以來，曾分別在一九八五、八六、八七及九三年發生四次小規模崩塌事件，塌下的泥石均落在岩石面前面的平坦空地內。

這次山泥傾瀉分兩階段發生，其情況由目擊人士詳細記錄。第一次崩塌於八月十三日凌晨約零時五十五分發生，位置在九三年崩場地點毗鄰，即最後來山泥傾瀉的東端。崩塌涉及數十立方米的岩石。與過往四次小規模崩塌一樣，泥石落在前面的平地範圍。第二次，即主要的崩塌約於 20 分鐘後發生，這次崩塌把斜坡後削約 40 米，造成的殘痕最長達 90 米，平均垂直深度約 15 米。當時約有 14000 立方米的泥石從殘痕位置塌下，超越圍起的平地及翡翠道，瀉入球場，及堆積在柴灣浸信會旁，最高 6 米。泥石流從坡腳向外瀉的範圍最遠是 33 米，沿翡翠道的覆蓋長度僅逾 90 米，可見並沒有明顯地向橫擴展。

山泥崩塌後的整體外觀顯示可能是一次平移崩塌，岩體沿一個北向的傾斜面向斜坡外滑動。其後的調查證實了這看法。雖然這種滑動是造成岩坡不穩定的一種常見機制，但同類型的大規模崩塌事件在本港並不常見。事實上，翡翠道山泥傾瀉是本港記錄得最大規模的永久削坡遽然崩塌事件。

### 3. 土力工程處報告的檢討

現就土力工程處報告的每一節內容順序作出檢討。

#### 「1. 引言

報告的引言說明這次山泥傾瀉的背景，並概述調查工作的主要成份。調查所採用的方法和規模，完全符合這次山泥傾瀉的性質。

#### 2. 事發地點的描述

事發地點的描述連同地圖及照片，提供了位於政府地上事發地點的充份實況。值得注意的是，地面排水系統分佈狀況，是按搜集到的資料，以及觀察到渠管淤塞的情況估計而得。

#### 3. 山泥傾瀉的描述

山泥傾瀉的描述包括了其幾何形態及塌下泥石的性質和分佈。報告亦突出了翡翠道山泥傾瀉的不尋常規模。此外，應特別注意泥石瀉出的距離，較本港山泥傾瀉的預期距離為遠，顯示了崩塌時滑動物料的流動性較高。如果滑動泥石的表現與一般本港因豪雨引致的山泥傾瀉相同，則主要泥石體只能瀉至翡翠道中間。

報告又指出，據觀察得知，因山泥傾瀉而外露的一截直徑 24 吋地下鹹水管，於崩塌後有水流出。

#### 4. 事發地點的歷史

本節簡述事發地點的發展歷史。對於斜坡下面留下一條平坦地帶的原因，仍未能肯定，但相信在某階段曾考慮擴闊及伸延翡翠道至香港島的南面。因為這情況，雖然斜坡已登記，過往亦經各種檢討及土力工程處日常處理斜坡的程序，但均沒有與在它旁邊的道路房屋共同考慮。

報告提及該斜坡曾發生四次小規模崩塌事件。其中兩次已正式報知土力工程處。這兩次崩塌的泥石均瀉下斜坡前面的平地範圍。一九八七及九三年的事件中，崩塌底部約在路面對上 10 米處，只涉及斜坡的上半部份。檢查當時的記錄及照片後，發現這兩次崩塌的底部，和一九九五年八月十三日山泥傾瀉的底部相同。一九九三年的崩塌事件中，有些飛濺的岩石擊破浸信會的一些窗子。由於這些窗子處於相對較高位置，山泥傾瀉必須有某程度衝力撞擊地面，才可使石塊飛出的軌跡如此陡峭。這情況顯示崩塌是翻倒型的。

## 5. 雨量記錄分析

離事發現場以北約 220 米的和興樓天台，裝有一個雨量計，從一九七九年八月開始記錄雨量，這些記錄用於評估斜坡於過往事件中所經歷的豪雨。

一九九五年八月本港雨量紀錄，較歷年來於皇家天文台八月份錄得的雨量為高，該雨量於月初特別強烈。以七天以上的降雨時段計算，雨量計所錄得的雨量是事發地點於過往豪雨中錄得的最高雨量。以十二小時以下的降雨時段計算，這次豪雨的雨量強度與過往豪雨事件中所得的雨量相若。

## 6. 山泥傾瀉的經過

這次山泥傾瀉有數位目擊人士，包括警務人員，因此能可靠地重組山泥傾瀉兩個階段經過的時間(見第 2 節)。

## 7. 事發地點地下情況的特徵描繪

### 7.1 地質

當局於清除大部份泥石後，在崩塌處進行地質勘察，並輔以探溝和鑽孔，以調查該處的地質狀況。崩塌於火山岩內發生，在斜坡頂部主要是完全至高度風化的凝灰岩，而在斜坡較低部份則主要是中度至輕度風化的凝灰岩。岩體由兩組陡峭的節理貫穿。兩組節理分別傾向西北偏西及東北，聯合形成崩塌後的滑坡崖。

該斜坡最引人注目的地質特徵，是該處有一層因凝灰岩蝕變而形成的廣闊高嶺石黏土層，該高嶺石黏土層厚達 0.6 米，並有黏土岩脈。該黏土層起伏伸延，傾向北面，其傾角為 10 至 25 度，有些起伏部份可能是由小規模斷層斷錯而成。土力工程處特別對這高嶺石層的

特徵進行詳細研究。

該高嶺石黏土層被判斷為一個剪切區，與凝灰岩的原來層理平行。該土層內的原來物質，可能因九龍花崗岩深成岩體侵入而產生蝕變和變形。該深成岩體的露頭，就在崩塌部份以北約 70 米處。該土層有一組節理傾向北面，傾角為 10 至 25 度，大約和黏土層平行。崩塌部份的底層表面，即發生位移的部份，並不完全沿該高嶺石層發生。在其上部，底層表面是位於黏土層之上(在含高嶺石岩脈的蝕變凝灰岩內)；而在崩塌部份的下部，雖然有很多黏土曾被滑下的泥石移去，但其底層和該黏土層看來是相同的。

## 7.2 土壤和岩石的性質

在崩塌範圍內，當局對能影響斜坡的穩定性的物質，包括該高嶺石黏土層和黏土岩脈、蝕變凝灰岩和風化火山岩節理等，進行了一系列全面的分類、強度和固結試驗。

當局根據蝕變凝灰岩內高嶺石的相對比例和相伴的岩脈情況，測定抗剪強度的幅度。當剪切發生於有較高高嶺石含量的土壤時，則  $\phi'$  和  $c'$  的下界值分別設為 22 度和 0，而  $\phi'=29$  度及  $c'=0$  則被採納為具代表性的數值，適用於構成崩塌底層表面的含豐富高嶺石的蝕變凝灰岩層。

## 7.3 地下水情況

事發地點發現有兩個地下水體系，一個位於較深的區域地下水位，另一個則位於較淺的上層滯水位。該上層滯水位的形成是由位於較高位置的高嶺石黏土層阻攔水份而引致。

根據山泥傾瀉後所鑽探的鑽孔觀察所得，上述的區域地下水位在該高嶺石黏土層下面 4 米至 8 米處。如本報告較早前(第 2 節)所述，事發地點位於一個山咀的邊旁，該山咀由位於其西南方的高地向前延伸。這樣的地形，會使由高地流下的地下水分散而遠離山咀，因此山咀下面的地下水位，須依賴該處地面水滲入補充。

上層滯水位在高嶺石黏土層的頂部形成，而且有文件證據顯示位於這個黏土層或其上面的岩石表面曾觀察到有輕微滲水情況。在調查期間，在崩塌範圍內的高嶺石黏土層之上亦觀察到滲水情況，而滲水則隨着雨量增加。由於在該高嶺石黏土層之上約 5 米處的崩塌滑坡崖腳，並無明顯的滲水，所以估計該上層滯水位大概位於高嶺石黏土層之上 1 米至 4 米處。



## 8. 柴灣海水配水庫及其相連輸水系統的情況

報告扼要闡述海水配水庫的情況，而根據抽水紀錄，可以確定在一九九五年八月十三日凌晨一時十五分前，即是第二次的主要崩塌發生之前，該配水庫並無不正常運作或出現嚴重滲漏的跡象。配水庫的西半部曾進行滲漏試驗(基於安全理由，東半部一直空置)，但無發現有可量度的滲漏。

在發生山泥傾瀉時，直徑 24 吋的輸水管斷落了一段，長 21 米，因而於一段時間內，有水流入崩塌斜坡的泥石中。所有斷落的水管都能檢回，並無發現水管或接口裝置有任何舊或持續的滲漏跡象。

根據這些觀察，證明該海水配水庫的整體滲漏問題，並不是觸發山泥傾瀉的一個因素。

雖然如此，仍進行了有關土壤和水試樣的氯化物含量試驗，以確定是否有海水滲漏和其滲漏程度。在配水庫以北約 20 米的編號 DH9 鑽孔，以及在配水庫東北約 90 米的編號 H16 鑽孔，其區域地下水含有高氯化物含量，從而差不多肯定多年來該配水庫亦發生滲漏。從崩塌西面削坡滲出的水，以及在崩塌底層表面之上滲出的水，也有顯著的氯化物含量。於崩塌極西處的土壤試樣，有較高的氯化物含量，這大概顯示該處曾受折斷水管流出的海水污染。反之，從主要崩塌部份和從滑坡崖東部所收集的土壤試樣，其氯化物含量則較低，這差不多可肯定沒有受到從斷裂的直徑 24 吋輸水管所排出的海水污染。滲水的氯化物含量高於預期的天然水平，從主要崩塌的底層表面所收集的土壤試樣也發現含氯化物，兩者均提供了確實的證據，顯示高嶺石黏土層對上層滯水位的形成，擔當着重要的角色。

## 9. 工程分析

所進行的工程穩定性分析，是假定在該岩石斜坡沿向外傾斜 20 度的表面發生平移滑動，而泥石脫離由風化火山岩節理構成的滑坡崖。就事發地點的情況來說，這是合理的地質模型。

假定滑動體並無受到水壓影響，則當抗剪角( $\phi'$ )為 25 度或以下時，山泥傾瀉就會發生。這個  $\phi'$  的數值是在量度到的強度之內，但較一般認為合理的運作數值 29 度為小。

這項分析假定上層滯水位的情況，當滑動面上的有效水壓上升至 1 米、2 米和 4 米，而滑動面的  $\phi'$  數值分別為 26.5 度、28.0 度和 31.5 度時，則理論上就會發生山泥傾瀉。因此，所得的結論是：根據合理設定的上層滯水位，斜坡理論上可發生平移崩塌。

崩塌的滑坡崖是由兩組陡峭的節理組成，而在崩塌頂部的後面，則有一些表面裂縫，雖然這些裂縫的廣度或深度仍未探究，但其方向和這兩組節理的方向相若。當豪雨時，這些裂縫可以很快注滿水。因此，可以作另一個有關地下水的假定，即當滑動面的 $\phi'$ 值為 29 度，整個滑坡崖內陡峭而開縫的節理，會受水壓影響，引致岩體滑動。在這情況下，節理系統上部須先注滿 9 米至 10 米深的水份，才可以引致理論上的不穩定。這個過程可能是斜坡崩塌過程的其中一個引發因素。

#### 10. 山泥傾瀉的診斷

這節根據調查所得的結果，對斜坡崩塌過程提供一個全面的概述。筆者亦贊同這項分析。

經過為時多天，異常多雨的天氣後，在一場豪雨中，地下水位上升，影響一層連續而受層理所支配、且內含相對薄弱物質的岩層，引發翡翠道山泥傾瀉。有關這次山泥崩塌的數個特點，例如：極端的雨量及事發前一段時間的高雨量、火山岩中出現一個受層理支配的平直岩層、岩層內大量的高嶺石黏土及這次平移崩塌的規模等，雖不是異常罕見，卻是不常見的。

第一次發生的小型崩塌，可能由翻倒或滑動加翻倒而造成。這初步的移動，可能逐漸啟動了隨後的崩塌過程，引致短時間後發生較大的崩塌。在該段 20 分鐘時間內，可能曾發生一連串漸進但輕微的調整。這些調整導致後來的崩塌機制，以及瀉下相對較遠的泥石。

有證據顯示地下水和土壤受氯化物污染，而這個情況差不多肯定是由於海水配水庫長期滲水所造成，但無證據顯示配水庫的整體滲漏對引發山泥崩塌有任何影響。

#### 11. 結論

所述的結論非常扼要地重述這次山泥傾瀉的成因，而筆者亦贊同所述的成因。」

#### 4. 檢討土力工程處報告的結論

土力工程處就翡翠道山泥傾瀉所進行的調查，是全面和具專業水平的。報告準確報道了調查的結論，並就山泥傾瀉的引發因素和成因，作出合邏輯的結論。筆者對報告書所述及的主要事項均表贊同。

## 5. 所汲取的教訓

翡翠道的山泥傾瀉並無發現任何新的、未於香港以前的地質或山泥傾瀉預防工作所認識的特徵。但有些與這次山泥傾瀉成因和事發地點歷史有關的特徵，則值得注意。

### 5.1 火山岩崩塌如何受地質結構控制

翡翠道山泥傾瀉的崩塌面是受層理支配，香港沒有同類同規模的平移崩塌的報告。香港的火山岩由於曾經褶曲，所以任何存在的層理，其傾角和方向均可能與地形產生不利的組合。和翡翠道同類的狀況，有可能在其他地方出現。

檢閱事發地點的歷史(附錄 A 的 A.2.2 節)，找到有關事發地點過往的文件。在該處進行場地平整工程時，就該斜坡當時情況所撰寫的報告，提到「道路和坡級中間有顯著的水平風化泥層(照片 8)」「約 100 毫米闊及最少 50 米長」。該「照片 8」於一九七六年拍攝，顯示翡翠道山泥傾瀉地點當時的情況。該照片並轉載於土力工程處報告為照片 2。從該張一九七六年照片所見到非常明顯的平直地質結構，可能就是「顯著的水平風化泥層」。但很明顯，這地質結構並不是水平，而是貫穿岩體並向坡面外傾，其傾角可能引致滑動。雖然其後有其他組織曾視察該斜坡，但他們似乎沒有探討過這個地質結構會引致發生大規模平移崩塌的可能性。

根據這些事後獲得的資料，我們必須認識到，當連貫的不連續面以 20 度(甚或更小)傾向岩石面時，可能導致平移崩塌。

### 5.2 火山岩崩塌如何受礦物控制

蝕變或風化岩石含有高嶺石的情況，在香港並不罕見。在這次事件中，高嶺石層相對頗厚和延續，則並不常見。用傳統的鑽石鑽探，除非預先懷疑到這類岩層的存在，而在鑽探時採用特別措施，否則可能無法採獲這類岩層，原因是鑽挖過程中的沖水會把岩層物質帶走。

導致翡翠道的蝕變凝灰岩含有高嶺石黏土層的因素，在此階段無法以足夠精確度加以闡述，從而預測這類物質的存在。

### 5.3 多次小規模崩塌

自從當初的場地平整工程完成以後，二十年間翡翠道曾發生四次小規模的山泥傾瀉。在其他岩石斜坡不穩定事件中，這些山泥傾瀉曾證實是其後一次大規模崩塌的先兆。

在土力工程處預防山泥傾瀉所用的綜合方法中，應找出一些辦法，識別某些多年來曾發生多次山泥傾瀉的地點，進行適當的鑒証研究。

#### 5.4 配水庫滲漏

雖然在這次事件中，海水配水庫出現的整體滲漏並無導致這次山泥傾瀉的發生，但有證據顯示土壤和地下水因長期的滲漏而受到污染。因此，當局須要留意，配水庫的滲漏有可能影響局部的地下水狀況，而這可能轉而影響斜坡的穩定。

#### 6. 參考文件

土力工程處(一九九六) 一九九五年八月十三日柴灣翡翠道山泥傾瀉事件報告第二冊，山泥傾瀉調查結果。香港土力工程處，64頁。