

一九九五年八月十三日  
深灣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

一九九六年四月

一九九五年八月十三日  
深灣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

一九九六年四月

© 香港政府

一九九六年四月初版

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深灣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. 山泥傾瀉的情況	4
3. 土力工程處報告的檢討	5
4. 對土力工程處報告所作的結論	10
5. 所汲取的教訓	10
5.1 火山岩崩塌如何受地質結構和礦物控制	11
5.2 可能不穩定山坡頂的道路排水	11
5.3 天然山坡崩塌	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，其中在香港仔灣毗鄰的深灣道所發生的一宗，嚴重摧毀了海旁 3 間船廠及 1 間工廠；其後崩塌的建築物發生火警。這次事件導致兩人喪生，五人受傷。

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。調查結果在土力工程處(一九九六)報告中發表。

當局邀請筆者對土力工程處的調查，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的初稿。

## 2. 山泥傾瀉的情況

位於深灣道與南朗山道之間原有的山坡，高約 70 米，斜度約為 27 度，樹木茂盛。該斜坡約於一九九五年八月十三日凌晨四時崩塌，其後令部分南朗山道塌下。傾瀉的泥石越過深灣道，滑至離山坡腳約 70 米以外，毀壞位於香港仔灣旁的建築物，並將之推進海中。

山泥傾瀉的殘痕平面長度約為 140 米，闊度在南朗山道約為 60 米，而在接近山坡腳的位置則為 90 米。位於原南朗山道的滑坡崖，現出火山岩的陡峭節理。在滑坡崖的下方，地勢陷入山邊形成深窪(凹陷殘痕)。雖然深窪在山泥傾瀉後迅即被從滑坡崖墜下的泥石覆蓋，但深窪的底部及邊緣間，仍顯露出一些部分風化的凝灰岩和一黏土層。在凹陷殘痕的下方有一堆泥石，其中包括南朗山道的瀝青路面和原來停泊在道路外沿讓車處的兩輛貨車。該讓車處建在填土上，約有 5 米闊。道路下方的山坡，有 3 幅擋土牆。

山坡下方的崩塌殘痕(平面殘痕)，是由一層瀉下的泥石和填土，擱在原有的地面上所構成。

傾瀉的泥石跨越位於山坡腳下一岩石峭壁。位於山坡腳蓋著深灣道的大部分泥石，都是軟的沖積物，是在主要的崩塌發生後，由山坡沖下，積在峭壁和掩蓋船廠位置的大量傾瀉泥石之間。山坡上的泥石，有三條顯著的沖蝕溝，露出原有的地層。座落於填海區船廠位置的傾瀉泥石，覆蓋著一些從原有山坡表面推下的有機物質。

崩塌是逐步發生的。根據一位目擊者所見，是在八月十三日凌晨約四時開始的。主要的山泥傾瀉約在數分鐘之後發生，而南朗山道則在四時三十分左右崩塌。崩塌發生後，曾觀察到地面水把流體的泥石沖向山下。

這次山泥傾瀉的泥石，約有 26 000 立方米。是自本港一九七二年寶珊道的山泥傾瀉以來，於受人類活動影響的山邊，發生的最大規模的遽然崩塌事件。

### 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部分。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. 山泥傾瀉地點

本節描述事發地點在山泥傾瀉前地形上的基本特徵，值得注意的是南朗山道上的排水設施、污水渠和食水管道。

#### 3. 事發地點的歷史

本節列出事發地點歷史的事實，資料主要來自地圖及航空照片的研究。值得注意的是，南朗山道旁的擋土牆和讓車處其建造的資料並不多。報告並提及過去山坡上的寮屋活動(一九八八年清拆)，及在一九八三年發生兩宗輕微山泥傾瀉。

土力工程處的岩土地區研究計劃(土力工程處，一九八七)，曾研究該區。深灣道事發地點，在物理性質制肘圖(土力工程處，一九八七)上被特別劃為「主要為坡積物地形的一般性不穩定地帶」。當局對事發地點進行航空照片分析，點出山坡上有殘餘的山泥傾瀉痕跡和相關的坡積物。山坡上較近期發生的山泥傾瀉雖屬小規模，但山坡的整體形態，屬於曾移動的已退化的山泥傾瀉地形。

#### 4. 雨量記錄分析

事發現場附近設有兩個雨量計。編號 H20 雨量計位於現場以西約 1.8 公里；編號 H05 雨量計則位於現場西北約 2 公里。這兩個雨量計分別在一九八三年和一九七九年設置。當局利用這些記錄來評估斜坡曾經歷的豪雨。

一九九五年八月本港雨量，是有史以來八月份錄得之最高記錄；尤以八月初的降雨量為大。以三十一天的降雨時段計算，編號 H05 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，這次豪雨的雨量與過往豪雨中所錄得的雨量相若。

#### 5. 山泥傾瀉的情況

##### 5.1 實地觀察及量度

山泥傾瀉的描述包括了其形狀、塌下泥石的性質和分佈，以及崩塌的漸進性質。

該山坡大部分被源自坡積物和風化土的泥石所掩蓋，還有相當份量的填土、建築物料和垃圾。大部分填土相信是來自南朗山道的讓車處，其中混有擋土牆的碎塊，主要分佈在山坡的下半部分。南朗山道的原有路面及原先停泊在讓車處的兩輛貨車仍可從塌下的山泥中分辨出來。這次山泥傾瀉泥石中最頂層的散石堆，是岩石從滑坡崖崩散滑下而成的，堆積在凹陷殘痕內。

最重要而又預料不到的一項現象，就是越過深灣道及覆蓋著填海區的泥石竟是一塊近乎完整的「岩塊」，厚度約有 2 至 3 米。這「岩塊」由部分風化的凝灰岩組成，局部節理填有高嶺土。經詳細勘察該「岩塊」後，發現「岩塊」內岩石的地質結構延續，顯示該「岩塊」基本上是整塊從山邊移到海邊。「岩塊」的表面被植物覆蓋，植物的種類和原先生長在山邊較低部分者相同。

報告內亦提到污水渠和水管的截斷，以及所觀察得該等管道在山坡崩塌後的排水情況。

##### 5.2 目擊人士的闡述

目擊人士所提供的事發經過非常詳盡，就發生在夜間的崩塌來說，是較

為少見，它成為重組崩塌的可能模式及過程的重要資料。

## 6. 事發地點的地下情況

### 6.2 地質

當局在崩塌處進行地質勘察，並輔以探溝、探井、輕型動力觸探測試、鑽孔和地震折射測量等方法，來探測該處的地質情況。

山泥傾瀉發生於完全風化至微風化凝灰岩；崩塌山邊的上部風化較深。一層薄薄的坡積土覆蓋原有山坡，崩塌時隨山坡下滑。坡積土看來不是造成崩塌的肇因。在石英粒子上進行的熱釋光測試，顯示該坡積土有四萬年歷史。現時此類測試的可靠程度，尚有不明朗之處，但與本港其他地點的炭十四測年資料比較下，顯示深灣道事發地點的熱釋光測年資料可能是可靠的。

凝灰岩的組構主要傾向東北，走向與山邊成正交。在崩塌殘痕上，組構傾向甚為陡峭(70 度至 90 度)，但在崩塌殘痕的範圍外，傾向則較為平緩(10 度至 40 度)。凝灰岩中有數組節理，近乎垂直的一組，在凹陷殘痕上一走向西北、約 6 米闊的範圍內，間距甚密。

凹陷殘痕的地面有一含高嶺土的黏土層，下面是白色黏土，上面蓋有一層軟而成層狀的暗黃色黏土。這薄黏土層傾向山下，並帶有擦痕面。

### 6.3 物質特性

當局進行一整系列的分類和強度試驗，及原位密度和滲透試驗。黏土層的部分液限值反常的高，活動值達到 1；而高嶺土的活動值一般約為 0.4。X 光繞射研究證實白黏土和暗黃黏土的礦物相類似：含高嶺石並可能帶有一些河洛石。河洛石的存在可能是活動值偏高的原因。

部分風化凝灰岩的抗剪強度參數為  $\phi'=38^\circ$  及  $c'=5\text{kPa}$ ，與其他地點相類物質的參數幅度相若。

含高嶺土的黏土之最高抗剪強度參數為  $\phi'=26^\circ$  及  $c'=8\text{kPa}$ ，而有擦痕面的黏土強度參數(可能近似殘餘強度)則為  $\phi'=21^\circ$ ，表面黏聚力為零。

在部分風化凝灰岩上進行的滲透測試顯示密節理間距的凝灰岩之滲透性較高。

築成讓車處的填土，在這次崩塌中全部移去，其原來的情況無法確定。在崩塌範圍外附近的填土是疏鬆至非常疏鬆，可以預料這樣的物質的滲透性較高。

#### 6.4 地下水情況

在崩塌殘痕若干地點有滲水情況。大約在山腰處，滲水位置顯示地下水位離崩塌前原地面約 1 至 3 米。

在崩塌殘痕上部，岩石中的區域性地下水水位，離凹陷殘痕的底部約 5 米。黏土層上面的滲水，在山泥傾瀉後持續了約一星期，在大雨後又再出現，顯示該處有上層滯水。

#### 7. 排水及輸水系統的情況

山泥傾瀉後，當局發現南朗山道的排水井及渠管有部分淤塞。據觀察所得，在一九九五年八月十四日滂沱大雨期間，大量雨水以每秒約 350 公升的流量，從南朗山道流向崩塌殘痕的頂部。和八月十三日的降雨量比較，山泥傾瀉時，雨水在南朗山道的流量可能達到每秒 470 公升。

對現有污水管進行閉路電視檢查後，發現有裂縫和接頭開縫的情況。在現場所檢查的一段完整污水管，顯示滲漏的情況可能甚為輕微。淡水喉管是由螺紋喉管組成，並無滲漏跡象。

#### 8. 崩塌的可能模式及過程

本節結合從各方面所得的資料，就山泥傾瀉的過程作貫徹及統一的解說。

主要崩塌是在風化岩層發生，並且分為兩部分。該兩部分相信起初是一起移動的，至崩塌的後期始行分開。不過，崩塌很可能是由讓車處底部的填土堤(假定為鬆散的)所發生的輕微山泥傾瀉所引發。這輕微崩塌將填土連同

擋土牆碎塊帶到崩塌殘痕的下部，這證實在崩塌過程的前期，該些泥石已滑到山坡的下部。填土及擋土牆碎塊的分佈顯示這崩塌的形式是一快速泥石流，例如可發生在鬆散的填土坡那類。在讓車處底部發生的輕微崩塌，亦令南朗山道上的水，直接流至山坡的上部。

主要崩塌發生時，較上部分是沿弧面(匙形)滑動，接合下面平移(平面)部分。崩塌初期，山泥移動得比較慢，到開始加速時，下面平移部分便脫離成爲「岩塊」，向山坡下移動，越過深灣道，然後摧毀香港仔灣旁的建築物。崩塌泥石的上部仍然留在山坡上，當大量的水持續流向山坡的頂部時，便引起快速的侵蝕，將鬆軟的泥石沖到深灣道，積聚在岩石峭壁和「岩塊」的東邊之間。之後，南朗山道的殘餘部分便崩塌到傾瀉了的泥石頂部，接著是石塊從滑坡崖墜下。

## 9. 理論穩定性及滲流分析

### 9.1 概述

當局對崩塌的兩部分進行了穩定性分析。

### 9.2 山坡上部

穩定性分析顯示，山坡的上部，在正常的區域性水位下，可保持穩定，但卻可因上層滯水影響而沿黏土層滑動，所需滯水位爲 1 至 5 米，決定於黏土抗剪強度，是沿擦痕面滑動的強度，還是剪切未受擾動黏土的最高值。南朗山道填土坡崩塌後，路面的水流入山坡的上部，可以引致該處上層滯水位和水壓急速上升。

### 9.3 山坡下部

在山坡的下部，地下水的水位接近地面，分析結果顯示，在一些地下水情況下，該山坡在理論上會不穩定。能引致不穩的水位幅度，決定於滑動面有黏土填充的節理的比例。這個結論和觀察所得相符，就是山坡在地質歷史上曾有移動，嚴重的不穩定情況相信已有數百或數千年沒有發生。

## 10. 山泥傾瀉成因的診斷

根據調查所得的結果，這節全面概述山坡崩塌的過程。筆者亦贊同這項分析。

經過多日連場大雨，地下水位上升，深灣道對上山坡便在一場豪雨中傾瀉。該處山坡在地質史(不是歷史)上曾經移動。山泥傾瀉最初始自山坡頂一個輕微的填土崩塌，因而令南朗山道地面的水直接流到山坡上。水份迅速滲入岩體中，於黏土層上產生上層滯水，令山坡上部的穩定性迅速減低。山坡下部由於部分座落於填有黏土的節理的岩石，因此本身也並不十分穩定，連場豪雨令地下水提升，使情況更為不利。崩塌發生時，山坡下部不能為上部提供有效的支撐，漸進的移動加速，使崩塌泥石下部的一整塊岩塊，越過深灣道，把填海區的建築物摧毀。

## 11. 其他可構想的因素

本節考慮到一些會對事發地點情況構成影響的因素，如過往的寮屋活動、非法棄置廢物及重型工程車輛。相對來說，這些因素對是次深灣道山泥傾瀉並無顯著影響，筆者贊同它們不是崩塌的誘因。

## 12. 結論

所述的結論扼要地說明引致這次山泥傾瀉的主要成因，而筆者亦贊同所述的成因。」

## 4. 對土力工程處報告所作的結論

土力工程處就深灣道山泥傾瀉事件所進行的調查，是全面和具專業水平的。報告準確地報道了調查的結論，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示贊同。

## 5. 所汲取的教訓

深灣道山泥傾瀉事件中，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的有關特徵，則值得注意。

### 5.1 火山岩崩塌如何受地質結構和礦物控制

深灣道山泥傾瀉受火山基岩的結構所支配，該處的岩石沒有層理，且顯然與局部節理和斷層模式無關。導致山泥傾瀉的主要因素，是該處的岩體在輕淺位置，存有黏土層和黏土填充的節理，引致抗剪強度偏低，並控制近地面的淺處地下水活動。

### 5.2 可能不穩定山坡頂的道路排水

流至一個山坡頂部的水，可以是引發山泥傾瀉的重要因素。在崩塌後，持續有水排進山坡，可將山坡上的物質變弱及軟化，並可延長泥石向山下流動的距離。當局應意識到道路可集水，把水輸到山坡頂部。

### 5.3 天然山坡崩塌

深灣道山泥傾瀉由於受人為因素影響，故並非天然的崩塌。然而，發生崩塌的山坡以前曾經移動，一如岩土地區研究計劃(土力工程處，一九八七)所指出，且在後期的航空照片研究中亦加以確定。當局在評估山坡的穩定性時應一併考慮天然因素的影響。

## 6. 參考書目

土力工程處(一九九六) 八月十三日香港仔深灣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，共 49 頁。

土力工程處(一九八七) Geotechnical Area Studies Programme - Hong Kong and Kowloon (GASP Report 1)。 香港土力工程處，170 頁加 4 幅地圖。