

# 第 02218 章 鑽探及取樣

## 1. 通則

### 1.1 本章概要

1.1.1 本章適用於一般性之地質鑽探、取樣及試驗。

1.1.2 本章之地質鑽探、取樣及試驗工作，係為瞭解地層分布、地層參數特性等所辦理之作業。

1.1.3 除另有規定者外，為完成契約工作所需之一切人工、施工機具、材料、水電、安全設施、施工便道及臨時用地等，一律由施工廠商負責。

### 1.2 工作範圍

1.2.1 本章包括地質之一般性鑽探、取樣及試驗。

### 1.3 相關章節

1.3.1 第 01330 章--資料送審

1.3.2 第 01450 章--品質管制

### 1.4 相關準則

1.4.1 中華民國國家標準 (CNS)

(1) CNS 12386 A3284 土壤薄管取樣法

1.4.2 美國材料試驗協會 (ASTM)

(1) ASTM D2487 工程用途之土壤分類法

(2) ASTM D1586 土壤貫入試驗及劈管取樣法

(3) ASTM D1587 薄壁管土壤取樣法

## 1.5 定義

1.5.1 地層係指岩層、土壤層、及卵礫石層。地層之區別以地質種類與鑽探方法考量，可分類如下：

(1) 岩層：指整塊岩體未風化、輕度風化或完全風化，完全風化者視為土壤。岩石依生成過程不同一般可分為沉積岩、火成岩與變質岩。

A. 軟岩層：軟岩層係指未經變質作用之沉積岩，多分布於本省西部山麓，包括泥岩、頁岩、粉砂岩、砂岩、石灰岩等，因為膠結材料較差，又未經高溫、高壓變質故取出之岩心易受磨損變形，高度風化之砂岩層因膠結脆弱易呈遇水分散，不易取得岩心樣品。軟岩層之鑽探可用鎢鋼鑽頭取樣，惟為防止水流沖蝕岩石樣品，通常配合採用三套岩心管施鑽。

B. 硬岩層：硬岩層係指已經變質作用之沉積岩或火成岩，其平均單軸抗壓強度大於  $750\text{kgf/cm}^2$ ，多分布於本省中部或東部山嶺，包括片岩、板岩、花崗岩、片麻岩、玄武岩、安山岩，變質作用使岩層組織密緻、膠結良好、岩石強度較高，同時常有石英脈侵入岩體，鑽探可用鎢鋼鑽頭取樣，惟遇石英脈或變質程度較高之岩體，需採用鑽石鑽頭取樣，鑽探亦配合採用三套岩心管施鑽。

(2) 土壤層：以 4.75mm 為界，顆粒粒徑小於 4.75mm 之黏土、粉土與砂土均屬之，通常可以用水洗鑽探法或泥漿水清除鑽碴者。

(3) 卵礫石層：顆粒粒徑大於 4.75mm 之礫石、卵石、塊石與崩積岩塊均屬之，無法單獨用水洗鑽探法清除鑽碴而需配合其他鑽探方法施鑽者。再以重錘導管 (Drive Pipe) 等夯擠卵礫石至管外，始得維持鑽探進行。卵礫石層鑽探尚可採用鑽堡、鑿岩機或以普通鑽機配合灌漿方式鑽探，方式之取捨視工程條件及設計需用而定。

1.5.2 土壤層與卵礫石層之判定：依照 ASTM D2487 (工程用途之土壤分類法)

按粒徑大小分類，相關內容摘要如表 1（土壤名詞摘要表）。

表 1 土壤名詞摘要表

名稱	粒徑 (mm)	土壤特性概述
塊石 (Boulder)	300 (12in) 以上	完整塊狀或巨大塊石
卵石 (Cobble)	300-75 (12-3in)	完整卵石
礫石 粗 (Gravel) 細	75-19 (3 3/4in) 19-4.75 (3/4in-No. 4)	粗礫石，顆粒狀 細礫石，顆粒狀
砂土 粗 (Sand) 中 細	4.75-2.0 (No. 4-No. 10) 2.0-0.425 (No. 10-No. 40) 0.425-0.075 (No. 40-No. 200)	無塑性，在氣乾狀況下呈鬆散狀。
粉土 (Silt)	0.075 (No. 200) 以下	稍具塑性或無塑性，在氣乾狀況下具輕微強度或無強度，塑性指數 $PI < 4$ 。
黏土 (Clay)	0.075 (No. 200) 以下	具有明顯的可塑性，在氣乾狀況下具有相當的強度，塑性指數 $PI \geq 4$ 。

## 2. 產品

(空白)

## 3 施工

### 3.1 施工方法

- 3.1.1 除契約文件中另有規定外，施工廠商應於訂約後提出詳細施工計畫，包含常駐工地專業工程師、施工人員名冊、施工程序、預定進度、施工用設備之性能及數目、試驗機構及各項臨時設施佈置，必要時以圖幅表示。臨時設施至少應包括便道、工作人員住宿及安全措施等。上述詳細施工

計畫送經工程司審查核准，審查認為有欠妥之處時，施工廠商應立即修正，並依計畫辦理。施工中發現臨時設施與設備不敷應用或欠妥時，施工廠商應無異議改善及擴充。

3.1.2 業主派駐工地監督鑽探、取樣和試驗等作業之工程司得視實際情況通知施工廠商調整鑽孔位置、鑽孔深度、鑽探施工方法、機具材料、取樣類別及數量等，施工廠商悉應照辦。

3.1.3 施工廠商應派 1 名高工建築土木相關科系以上畢業，具鑽探經驗之專業工程師，常駐工地負責鑽探作業之策劃、執行、安全、管理及聯繫工作。該工程師如須暫時離開工地時，應指派適當代理人接替，工程師或臨時代理人之指派均須通知業主。若施工廠商派駐工地之工程師不能勝任工作時，業主得要求施工廠商更換之，施工廠商必須照辦。

3.1.4 施工定位及測量

(1) 施工廠商應利用現場附近工程司指定之控制點，對預定探查位置放點，經工程司複核調整後始可開鑽。

(2) 各項探查工作最後之實際位置及高程，須由施工廠商詳測繪入業主提供之平面圖，並記載於地質紀錄上。

3.1.5 現場處理

(1) 地質探查工作場所之地形地物以及其他對工作有影響之事物，施工廠商均應事先了解，對工作用地問題、水電之供應、洪水及災害之防備均應由施工廠商自理。各種預防危害環境及公共安全之必要措施，施工廠商均應確實辦理及執行，如發生意外事故時，應即依契約規定處理及賠償。

(2) 鑽探中之廢水與泵孔岩心，須作妥善之處理，以免污染環境。

(3) 鑽孔位置若有地上物，可徵得工程司同意後酌于移動鑽孔位置，若不可避開時，該地上物應由施工廠商與地上物所有人交涉處理，其費用除另有規定者外，業主不另給價。

(4) 鑽孔位置若可能有地下管線等設施時、施工廠商應向主管單位洽詢

其位置，提供工程司決定是否移動鑽孔位置。

(5) 各孔鑽探完成經工程司認可後，除另有規定者外，應即清理現場恢復原狀。

3.1.6 鑽孔檢驗：每孔鑽探完成後，施工廠商必須會同工程司複查孔深和地下水水位，認可後始能拔管。

3.1.7 鑽孔深度：鑽孔深度以契約規定者為原則，實際深度視現場情況由工程司決定。(橋基、建築構造物等，遇有岩盤或卵礫石層，至少須再鑽入 3~5m，以供判斷鑽孔深度是否增減。)

3.1.8 土壤層鑽探

(1) 套管：施工廠商應具備足夠之套管，套管直徑應能適合需要最大岩心管及取樣器之作業，套管應儘量放至孔底，但不得超過取樣位置。必要時得使用穩定液保護孔壁以防崩坍，但需先經工程司同意。

(2) 標準貫入試驗及分裂式取樣：取樣以標準劈管式取樣器為之，其規定如下：

A. 標準劈管取樣器：應可兼充標準貫入試驗者。取樣器尺度規格須符合 ASTM D1586 (土壤貫入試驗和劈管取樣法) 之規定。

B. 標準貫入試驗：依 ASTM D1586 (土壤貫入試驗和劈管取樣法) 之規定辦理，應備有 65.3kg (140lb) 重錘，與打樁頭各一個及允許自由落下長 760mm (30in) 之導引裝置一套，落錘時能量不可因導引裝置及錘間之摩擦而損失。貫入所用連接鑽桿，外徑為 41.2mm，內徑為 28.5mm 之鋼製鑽桿 (A Rod)。以規定重錘用自由落高 760mm 將取樣器貫入土層，紀錄每貫入 15cm 之打擊次數，以第二及第三個貫入 15cm 之打擊次數和作為貫入阻抗 N 值，若打擊超過 100 下而貫入深度未達 45cm 時，可停止試驗，此時應紀錄總打擊次數和總貫入深度，或以最後 30cm 之相對打擊次數作為 N 值。

C. 取樣：每一土層內至少應做貫入試驗兼取樣一次，其間隔長度不

得超過 1.5m，工程司可酌視實際土層情況增減取樣間隔。取樣處須在套管 600mm 以下，套管端至取樣處之土壤，須先以射水俯角 45° 以下之鑽頭或經工程司認可之方法移出孔外，以免擾動取樣處之土壤。不得使用取樣器射水施鑽。

- D. 樣品包裝：取樣器取出樣品後，立刻以塑膠蓋等封閉樣品。不可使水份蒸發及擾動，並置入適當容器，每一容器應加貼標籤，註明土樣來源、工程名稱、鑽探孔號、取樣深度、土樣編號、土質說明等。

### (3) 薄管取樣

#### A. 薄管取樣器

a. 常用之薄管取樣有開管式 (Open Tube Sampler) 與活塞式 (Piston Sampler) 等均應符合 ASTM D1587 之規定，施工時按實際需要決定使用型式，鬆散砂土或軟弱土層無法用開管式薄管取得所需土樣時，應採用活塞式。

b. 取樣管須以適當強度與耐蝕性之不銹鋼等材料製造，如耐蝕性不足，應作表面耐蝕處理。管之尺度若無特別規定，至少應用 76.23mm (3in) 管 (外徑 76.2mm、壁厚 1.65mm、管長 91cm)，其厚度除應能勝任錘擊而不致折裂外，其相關擾亂率 (Area Ratio 又名面積比) 不得大於 15%，亦即

$$Ar(\%) = \frac{Do^2 - Di^2}{Di^2}$$

，式中 Do 為取樣管之外徑，Di 為取樣管之內

徑。內淨徑比 (Inside Clearance Ratio) 視土壤之類別、管長及取樣法而異，土樣塑性大者，比值應較大，通常在 0.5~

3% 之間，內淨徑比 =  $\frac{Di - De}{De}$ ，式中 De = 取樣蹄尖口內

徑，Di = 取樣管之內徑。除另有規定者外，內淨徑比應為 1%。

c. 取樣器應備有一接頭用以連結壓入設備和薄管取樣器，接頭應

具有適當的止回閥及排氣孔。

- d. 薄管取樣器應為均勻圓管，管面須光滑清潔，不得有傷痕凹紋、焊縫、鐵銹或污物等，面層處理應於徹底清理之後行之，削口務須銳利，不得有裂口存在。

## B. 取樣

- a. 取樣位置由工程司視土層變化而決定，通常適用於黏土和粉土層，取樣處須在套管端 600mm 以下，套管端至取樣處之土壤須以射水俯角  $45^\circ$  以下之鑽頭或經工程司認可之方法，移出孔外，以免擾動取樣土壤。不得使用薄管射水施鑽。
- b. 鑽孔清理完畢，取樣管置於孔底（放置取樣管時，應先測量取樣部位之深度，使管端到達孔底時，不致有衝擊現象）。孔中水位保持在地下水位或以上，然後連續以靜壓方式將薄管迅速壓入土層內，不得有扭轉或衝擊現象。管之允許入土深度須視土壤之種類而異，具有凝聚力之土壤壓入深度，不得超過管徑之 15 倍，無凝聚力之土壤，壓入深度不得超過管徑之 10 倍，非常鬆散之土層（如淤積砂土）壓入深度則限為管徑之 5 倍，然不論其為何種土壤，取樣器之貫入深度，概不得超過取樣管有效長度之 90%，取樣器貫入時，其所需之壓力與時間均應紀錄之。
- c. 如土層過硬，無法藉靜壓方式貫入採足土樣，或採取之土樣收回率太低時，可改用落錘貫入法取樣，惟落錘之重量、自由落距、貫入深度及錘擊數亦應列入紀錄。
- d. 拔管切取孔內土樣時，最少應轉動取樣管二轉。

- C. 樣品密封：拆解樣管時，須紀錄土樣之長度與貫入深度，經清除上端擾動廢土後，復測土樣之長度，底端挖除約 600mm (1in) 土樣，兩端分別以融腊密封防止膨脹及水份散失，管端中空部分以棉布等填塞防止土樣移動，再以蓋盤封閉兩端，並用膠帶固封。

D. 標記與運送：標籤須牢貼於管外，分別註明工程名稱、鑽孔編號、取樣編號、深度、日期、管號及土壤類別等。備送之樣管須儲置於陰涼場所，不得受陽光曝曬，運送前並應妥予包裝，運送途中應儘量避免發生碰撞或振動等。

E. 其餘細節須符合 ASTM D1587 之規定辦理。

### 3.1.9 卵礫石層鑽探：

- (1) 鑽探時可採用鑽堡或灌漿方式進行，亦可使用旋鑽法，每隔 1.5~3m 做一次標準貫入試驗兼劈管取樣，其錘擊數若貫入 2.5cm (1in) 超過 50 下，或貫入 30cm (1ft) 超過 100 下即可停止，並紀錄之，該 N 值僅供鑑別土層之參考。
- (2) 前述鑽探法作業有困難時，得經工程司之同意，改採人工明挖方法，但工程單價仍按契約規定不予變更，採用明挖時，必須注意防止崩坍。

### 3.1.10 岩層鑽探

- (1) 如遇標準貫入試驗，貫入 2.5cm (1in) 錘擊數大於 50 下之硬土層或岩盤，則必須使用岩心鑽探法進行連續岩心取樣。
- (2) 岩心管取樣器：分為單套及雙套岩心管，單套岩心管為中空套管，上可接鑽桿，下有岩心夾及鑽頭。雙套岩心管，須具有同心內管，由頂部用滾軸連於外管，當外管轉動時，內管不動，沖洗之液體，須流經於內外管間，不可擾動岩心，若岩心需要做試驗時，須於內管內再置可劈開之薄管，以利取得不擾動之岩心。岩心管內應放置岩心夾，以防止軟弱或破裂易脆的岩心溜出。鑽頭須鑲上碎鑽，或鎢鋼、或類似之堅硬材料，可供前述兩型岩心管使用。岩心管及鑽頭尺度須符合 ASTM D2113 (鑽石鑽頭取樣法) 之規定。
- (3) 取樣：本工程所取之岩心，其直徑必須大於或等於 50mm，岩心率須大於 80%，若過低時，必需更換取樣器或變更取樣方法。若遇到軟弱地盤其岩心率低於 50%時，應停止使用岩心取樣，改用土壤層鑽

探法進行標準貫入試驗及分裂式取樣，或薄管取樣，直到地盤恢復堅硬時再用岩心取樣。岩心取樣作業每次鑽深不可超過 1.5m，鑽畢後將其樣品取出，鑽取岩心過程中如遇塞管或卡鑽應立即將岩心管取出清除。

- (4) 岩心箱：用木料製造，尺度約 100cm x35cm x7.5cm，箱上有鉸蓋，箱內縱間分為 5 格。每次取得之岩心，需分段放置，每段需用小木塊分開，並在小木塊上註明每回取得岩心之起迄深度。第一節置於左上角，由左而右依序排列，依工程司指示，將需要做試驗的岩心，用塑膠膜包裹並封腊。
- (5) 每一岩心箱不得放置一孔以上之岩心，岩心箱裝滿後應即拍彩色照片，一箱一張。拍攝時應於岩心箱上標明孔號、箱號、深度及彩色板等一併拍照，以便識別。
- (6) 岩心裝箱拍照片後，在工地應即妥為放置，並加保護，業主人員需開箱查看或研判岩心時，施工廠商應隨時派人協助搬運，不得推辭。鑽探工作完成後，全部岩心應送至契約指定地點存放，搬運時小心處理，以免損壞或攪亂岩心。契約未規定存放地點時，應存放於本工程承辦單位所在位置。

### 3.1.11 地下水位觀測

- (1) 鑽探期間，每日開鑽前及停鑽收工後均須觀測地下水位 1 次，並紀錄於鑽探日報表內。
- (2) 除水中鑽孔外，每鑽孔完成後，埋入 5cm 口徑有孔 PVC 水位測定管，至少深入地下水位以下 10m，管口用活動蓋蓋住，並作標記，其埋設方式應經工程司同意，一切工料均由施工廠商自備。
- (3) 除契約另有規定者外，按下列方式安裝水尺管，一切工料均由施工廠商自備。

A. 水尺管：為塑膠製品，內徑 37mm 以上，管底端 1.5m 周圍鑽 3mm 小孔，外側以尼龍網包裹，頂端附蓋子。

B. 安裝：工程司依鑽探資料，決定水尺管之裝置地點及深度，施工廠商應於鑽孔完成後，儘快安裝水尺管。鑽孔須先以鑽渣回填至預定深度下 110cm 後再分四層填築，第一層 20cm 為膨土丸或黏土丸，第二層 20cm 為砂，第三層 20cm 膨土丸或黏土丸，第四層再鋪以 50cm 厚之礫石層，然後將水尺管放置於鑽孔中央，水尺管周圍空隙須以粒徑 1~10mm 之洗淨砂礫石透水材料回填至水尺管底端之上 150cm，其餘部分可用鑽渣回填至地表下 50cm，再以黏土封深尺管四周之鑽口，然後加蓋。

#### 3.1.12 工地試驗

- (1) 契約規定施工廠商辦理工地試驗者，應照試驗標準辦理，並詳實紀錄與分析。
- (2) 契約規定由業主另指定工地試驗者，施工廠商應配合作業，施工廠商停工配合作試驗期間，每半日按施鑽 10m 土壤層之契約單價計付，停工不足半日者以半日計，餘數亦同。

#### 3.1.13 屋內土壤試驗

- (1) 鑽探取得樣品依下列方式辦理試驗。
  - A. 依照契約規定送往業主認可之試驗機構辦理。
  - B. 契約規定由施工廠商辦理試驗時，施工廠商得自行辦理。
- (2) 除在業主材料試驗所或公立機構辦理試驗者外，應接受工程司督導試驗，試驗紀錄資料應建檔備查，並需保存五年以上。
- (3) 試驗方法應依 ASTM 或工程司同意之方法進行。

#### 3.1.14 屋內岩石力學試驗

- (1) 本試驗須根據國際岩石力學學會 (ISRM) 建議試驗方法及美國材料試驗學會 (ASTM) 標準等規範辦理，並依實際需要作適當之調整，試驗所需之最大壓力及加壓程序悉配合設計所需條件訂定。
- (2) 一般物理性質試驗：參照 ISRM 之 “Determining Water Content, Porosity, Density, Absorption and Related Properties” 辦理。

- (3) 弱面直接剪力試驗：參照 ISRM 之 “Laboratory Determination of Direct Shear Strength” 辦理。
- (4) 單軸壓縮強度試驗：參照 ISRM 之 “Determination of the Uniaxial Compressive Strength of Rock Materials” 辦理。
- (5) 彈性試驗：參照 ASTM D3148 和 ASTM D2845 辦理。
- (6) 三軸壓縮試驗：參照 ISRM 之 “Determining the Strength of Rock Materials in Triaxial Compression” 辦理。
- (7) 其他未列之試驗項目應依 ASTM 或工程司同意之方法進行。

### 3.1.15 紀錄及報告事項

- (1) 各項探查工作每日均應有完整之紀錄，並照工程司同意之格式填寫，逐日送交工程司簽認。
- (2) 上述紀錄至少宜包括下列各項：
  - A. 一般性紀錄
    - a. 探查工作之名稱及編號，孔口座標及標高、鑽孔傾角等。
    - b. 探查工作開始及收工時間，每日之工作進度。
    - c. 所使用機具及方法。
  - B. 技術性紀錄
    - a. 套管內徑，外徑及管底深度。
    - b. 每次提鑽之鑽孔深度，岩心提取率，所取得岩心當時之狀態描述，及岩石分類，並特別注意泥縫，破碎帶及軟弱層等詳細位置。
    - c. 用水水壓、用水量、迴水率、迴水顏色及迴水沉澱物之描述，特別注重迴水大量增加或減少時之深度。
    - d. 鑽探操作紀錄，包括所遇困難特殊事故及鑽進速度等之記述特別注意鑽進速度突然加快或減慢的位置。
    - e. 地下水位紀錄及紀錄時間，至少每天開工前紀錄一次，最後一次必須在鑽孔完成 24 小時以後紀錄。

f. 其他重要事項。

### 3.1.16 鑽探試驗報告

- (1) 鑽探完成後施工廠商應編撰鑽探報告，報告書以硬質封面線裝訂，尺度為 21 x29.7cm (A4)，內附經辦技師、試驗人員及鑽探領班等之身份證字號、地址及簽章，除另有規定外，鑽探報告應提送業主一式十份。
- (2) 鑽探報告應依契約項目填製，一般內容包括工程名稱、鑽探日期、鑽孔位置圖、地層概況分析、地層剖面圖、孔號、標高、深度、柱狀圖、樣號、N 值、地質說明、地下水位、岩心率、岩心箱照片及其他足以提供地質特徵之任何資料。契約內容如包括試驗時，除上述項目外，視工程性質需要得包括土壤分類、顆粒分析、自然含水量、比重、工地密度、孔隙比、液性限度、塑性限度、縮性限度、塑性指數、指定之力學試驗結果、簡化土層設計參數，以及基礎承载力分析估計、沈陷量分析、基礎型式建議、土壤垂直水平地盤反力係數、基礎開挖工法建議、擋土設施與側向土壓分析、開挖底面穩定性檢討、土壤液化潛能評估、安全監測建議、開挖安全管理以及結論與建議（註明來源依據）。

## 4. 計量與計價

### 4.1 計量

- 4.1.1 依經認可之實際完成鑽探尺度以公尺計量，以及現地實驗、取樣之實作數量計量。

### 4.2 計價

- 4.2.1 除另有規定外，全部工程費以認可之實際完成數量計價，鑽孔在規定深度內應取樣而未取樣或半途而廢者，工程司得視實情，將整孔或未取樣

部分不予計價，必要時得要求另鑽新孔。

〈本章結束〉