

第三章 現地鑽探取樣與岩心地質分類統計

3-1 鑽探規畫

本論文研究以 B-9 滑動體，為主要的研究對象。選擇 B-9 滑動體的原因如下：1、此滑動體位於梨山整個滑動區之中間位置，本身含有多個大小不一的滑動體。2、此滑動體本身內部具有幾個可能滑動面，可供研究、判釋及模擬。3、滑動體區內涵蓋適合布置之鑽孔所在，鑽孔位置除了選擇可具有指標性的位置外，還需考慮鑽孔機具是否容易到達以及鑽孔用地是否能夠使用等，都是考量的因素。

為使鑽孔用地阻力解決相對容易，先規劃在 B-9 滑動體的中間部位（參考富國工程顧問公司，2001，調查報告中的 Y-4 剖面圖），位於國家風景區上的國民旅舍（因為申請鑽探許可較在民間用地上容易），施作一鑽孔(N-2)。另外於滑動體中下部位，即台七甲線上規劃施鑽另一個孔位(N-1)。然而至現場堪查地形時，發現十分不容易由上邊坡將鑽孔機具吊放下預計鑽孔的位置，只能由下邊坡慢慢往上搬運。又因現場是國有地，只有幾條非常小的山路，坡度陡且雜草叢生，大型的鑽機必需重新開路才能往上搬運，但受限於目前該國有地中一概禁止開路申請，被迫取消原來選擇 N-2 孔的位置。不得已只能往 B-9 滑動體的上邊坡另尋合宜鑽孔，改選在位於 B-9 滑動體的上緣處，也就是位於台八線上面。鑽孔孔位之剖面圖，如圖 3.1 所示，經由該區以往報告剖面圖初步估計，N-1 孔要穿過弱風化板岩至涵蓋新鮮岩盤，深度至少應達 25m，據此規劃此孔鑽孔的深度為 40m 深。同理由圖面 N-2 孔位置，可初步估計穿過弱風化板岩至新鮮岩盤，深度至少應達 55m，規劃此孔鑽孔的深度為 80m 深。兩孔平面配置圖，如圖 3.2 所示。

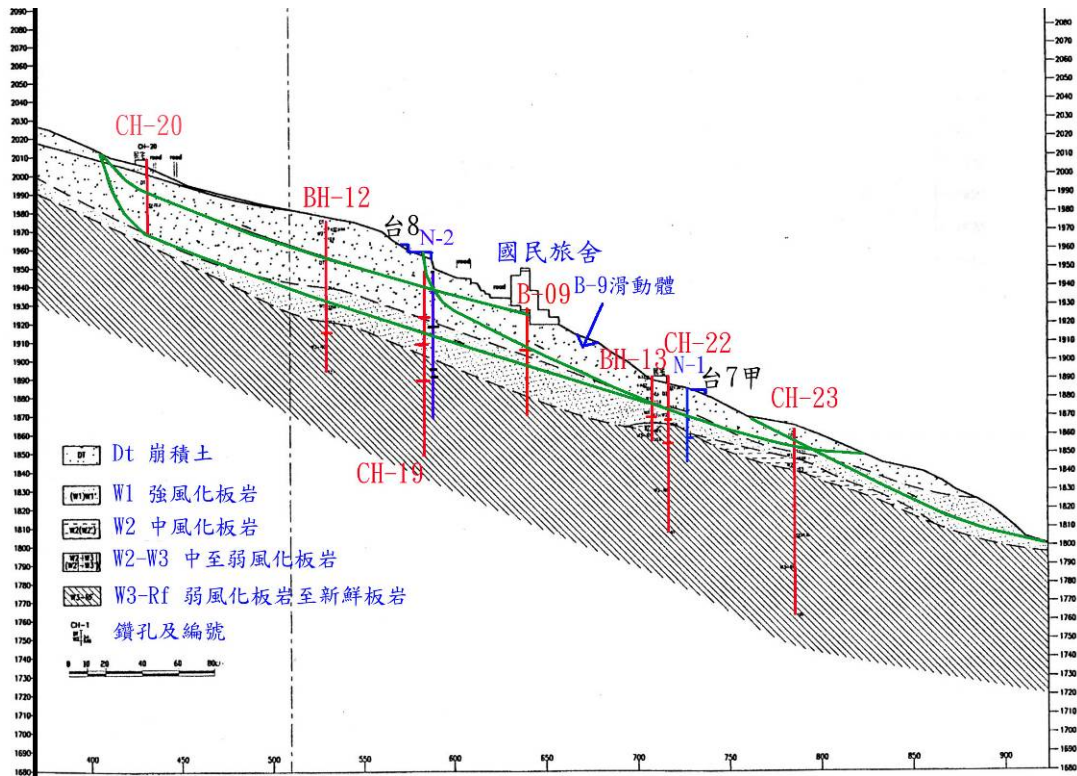


圖 3.1、鑽孔孔位之剖面圖(改編自富國，2001)

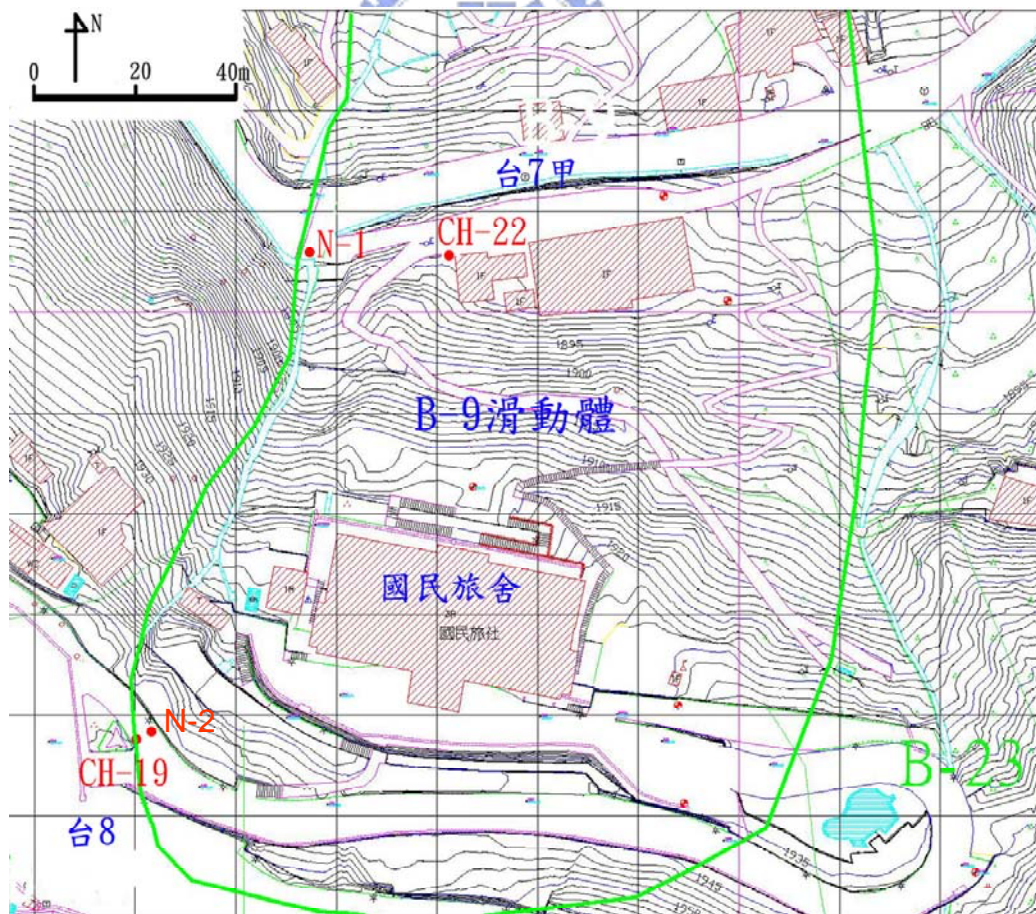


圖 3.2、鑽孔孔位平面配置圖

本研究在評估本區域之地質概況以及過去學者在此附近區域所累積之鑽探取樣經驗後，以改良式旋轉式鑽探機並配合HQ-3拉索式岩心取樣法(Wireline Coring Method)進行現地岩心取樣施工時，將可事半功倍且可獲得較佳之岩心回收率。

改良式旋轉鑽探機，是利用鑽探機旋轉並帶動鑽桿，岩心筒以及鑽頭旋入地層中，在鑽掘過程中必須不斷的加入水、泥漿或其它介質，一方面可以冷卻鑽頭，也可將岩屑帶出、穩定孔壁與避免卡鑽，而在取岩心的部分，岩心筒連接鑽頭之後再鑽掘過程中岩心會進入岩心筒，當岩心筒住滿岩心後，利用拉索式取心工法，即可快速取得岩心。

拉索式取心工法之基本工作原理乃是在每次鑽心完成後，祇要將拋射器(Overshot)拖曳著細鋼索由鑽桿之鑽串內直接拋入，待其到達鑽串之最底部，使其能與已取得岩心之內管總成嵌卡扣結後，再利用高速之鑽探機附屬之捲揚機，以高速率捲動將鋼索捲回，同時亦一併連同岩心內管總成拉回到地表面外，最後再將岩心內管總成分解後，以水壓力將所取得之岩心退出管外，並放入剖半之PVC管內，此再經過必要之量測與清洗程序後，再轉置入岩心箱內保存。

由於拉索式工法在整個鑽探取樣過程中，不須要將整個鑽串全部撤除，其提取岩心之方式乃是由鑽串內部經由連結之拋射器(Overshot)直接取出，因此本工法可節省許多重複且繁瑣的傳統取樣程序，因而大大提升了整體施工效率。由於施工之鑽串並未在鑽孔內頻繁進出，因此使得鑽孔壁體未受過度擾動，況且鑽串所連結之管串本體亦兼具有套管作用功能，因此鑽孔壁獲得最佳穩定性同時亦可取得連續且完整之高品質岩心樣品。有關HQ-3岩心管規格如表3.1所示。表3.2將傳統鑽孔與現在新的鑽孔技術及優缺點，列表如下。

表 3.1、HQ-3 岩心管規格

最大取樣長度	1.5 ~3.0m
岩心管形式	三層管 Wireline 系統
鑽頭外徑	97 mm
鑽頭內徑	61 mm

詳細之岩心管構造圖請參見圖3.3、HQ-3拉索式岩心管構造總成及圖3.4、HQ拋射器構造總成。

表 3.2、舊鑽機與新鑽機優缺點比較

	舊鑽機(舊方法)	新鑽機(新方法)
穩定液	傳統皂土穩定液	超泥漿穩定液
岩心取樣法	傳統取岩心法	拉索式岩心取樣法
岩心筒	鑽桿底部取樣器	三層岩心管
套管	須另外打設套管	由鑽串代替
鑽桿(串)	須拔除	不用拔除
鑽桿與岩心管	合併式	分離式
取樣程序	重複且繁瑣	簡便快速
岩心擾動性	大	小
鑽孔壁	穩定性低	穩定性高
耗費時間	高	低
施工效率	低	高

理論上鑽探過程中，轉速越快，鑽頭壓力越大，其鑽進速度也越快，因此孔底內因鑽進所產生的岩屑也越多，而岩屑會影響鑽頭表面與岩石表面接觸面積減少，使得鑽進速率減少，因此循環水便成為一個重要的介質，可以將岩屑排出孔外，同時本身的黏滯性與流速造成的壓力也可穩定孔壁。一般的循環水有水、泥漿與皂土，近年來也有使用超泥漿。清水在鑽孔深度 200 米以上或是完整性較好之岩盤，其效用良好且成本很低；泥漿由於其比重與岩屑本身比重相近，因此對於排除岩屑功效不大，但穩定孔壁效果不錯；而皂土造壁性高，且比重約為 1.8，因此對於特殊的地層是不錯的選擇，但在環境保護上卻也是一大問題；至於超泥漿其功效無論在比重、穩定孔壁等方面皆優於皂土，其與皂土比較，如表 3.3，在特殊地層或有特定條件的鑽探方法，效果極為良好。因此此次鑽探，選擇採用超泥漿當作循環迴水。

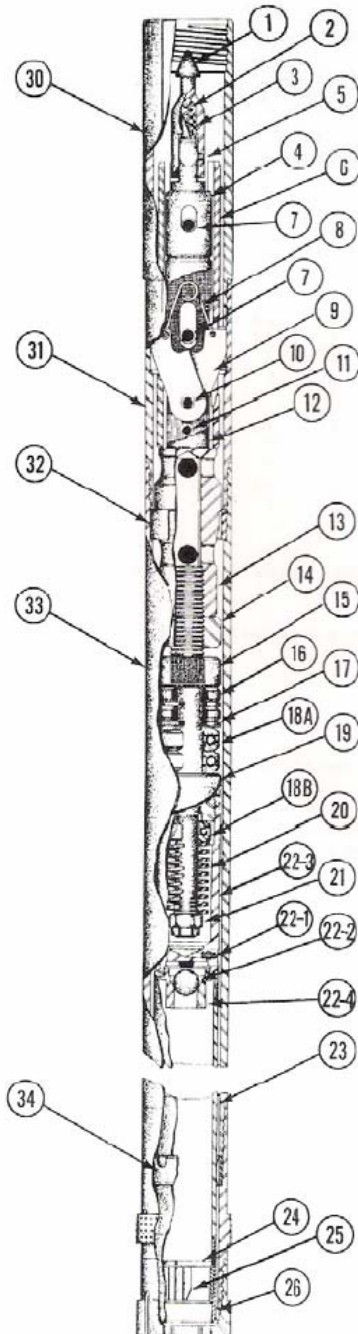
The "Q"™ Series Core Barrels

BOART LONGYEAR

Parts List

WIRELINE "KNUCKLE HEAD" PIVOTING SPEARHEAD SYSTEM

HQ Core Barrel



Item No.	Part No.	Description	No. Req'd	Unit Weight	
				lbs	kg
1-35	43191	Core Barrel Assy 5 ft	—	155.0	70.2
1-35	43190	Core Barrel Assy 10 ft	—	230.0	104.3
1-26	43193	Inner Tube Assy 5 ft	—	68.0	30.9
1-26	43192	Inner Tube Assy 10 ft	—	86.0	39.0
1-22	43194	Head Assy	—	48.0	21.8
1	42913	Spearhead Point	1	*	*
2	15141	Compression Spring	1	*	*
3	42914	Detent Plunger	1	*	*
4	42918	Spearhead Base	1	1.7	0.8
5	42905	Spiral Pin, 7/16" x 1"	1	*	*
6	42916	Latch Retracting Case	1	5.5	2.5
7	24524	Spring Pin, 1/2" x 2-3/4"	2	*	*
8	44734	Latch Spring	1	*	*
9	25227	Latch	2	*	*
10	24305	Spring Pin, 1/2" x 2"	1	*	*
11	24684	Spring Pin, 3/8" x 2"	1	*	*
12	25228	Latch Support	1	*	*
13	41011	Latch Body	1	12.0	5.5
14	25230	Lock Nut	1	1.8	0.8
15	25231	Spindle Assy	1	5.8	2.6
16	25232	Shut Off Valve (Black)	2	*	*
17	25233	Valve Adjusting Washer	2	*	*
18A	24528	Ball Thrust Bearing	2	*	*
18B	24312	Hanger Bearing	1	*	*
19	25234	Spindle Bearing	1	3.9	1.8
20	24529	Compression Spring	1	1.1	0.5
21	24500	Self Locking Nut	1	*	*
22	40678	Inner Tube Cap Assy (consists of 22-1, -2, -3, -4)	—	7.3	3.3
22-1	17447	Hydraulic Grease Fitting	1	*	*
22-2	25307	Stainless Steel Ball	1	*	*
22-3	40401	Inner Tube Cap	1	6.8	3.1
22-4	37382	Check Valve Body	1	*	*
23	25258	Inner Tube, 5 ft	1	17.8	8.1
23	25236	Inner Tube, 10 ft	1	35.5	16.1
24	25238	Stop Ring	1	*	*
25	30489	Core Lifter (Brown type)	1	*	*
26	25237	Core Lifter Case	1	*	*
30	100366	Full-Hole H/T Tanged Locking Coupling**	1	—	—
31	25241	Adapter Coupling	1	9.5	4.3
32	25242	Landing Ring	1	*	*
33	25259	Outer Tube, 5 ft	1	57.0	25.9
33	25243	Outer Tube, 10 ft	1	113.0	51.4
34	44408	Inner Tube Stabilizer	1	*	*
35	25245	Thread Protector (Not shown)	1	7.6	3.5

* Weighs less than 1.0 lb (0.45 kg)
 ** "H/T" means "Heat-Treated"

12

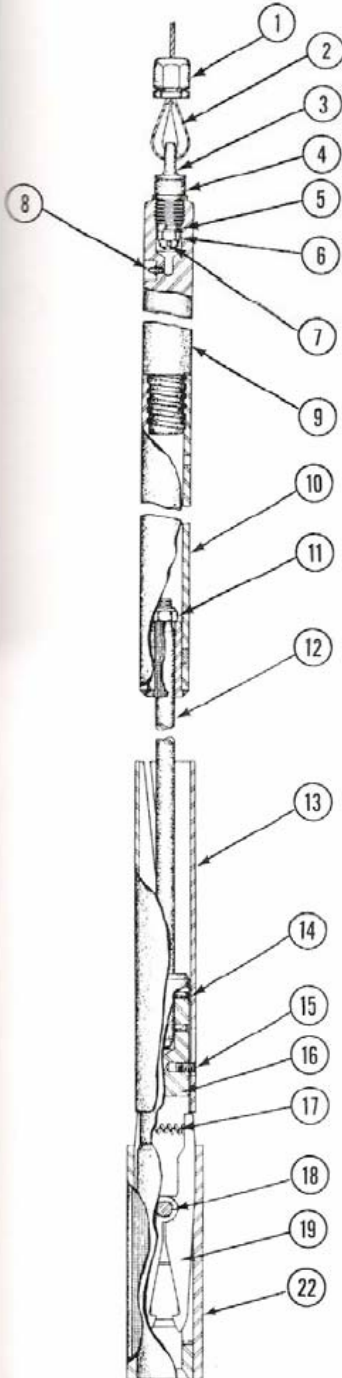
0001/1M/95/03

BoartLongyear Inc. is constantly striving to improve its products and must therefore, reserve the right to change designs, materials, specifications and price without notice.

© 1995 Boart Longyear Inc.

圖 3.3、HQ-3 索式岩心管構造總成(摘自 BOART LONGYEAR)

HQ/HQ-3 Compact Overshot



Item No.	Part No.	Description	No. Req'd	Unit Weight lbs	Unit Weight kg
1-22	44450	Complete Overshot Assy	—	36.0	16,4
1-7	25984	Cable Swivel Assy	—	—	—
1	25987	Cable Clamp	1	*	*
2	25988	Wire Rope Thimble	1	*	*
3	25991	Eye Bolt	1	*	*
4	25990	Cable Swivel Collar	1	*	*
5	25986	Cable Swivel Bearing	1	*	*
6	25985	Castle Nut, 1/2 -20 UNF	1	*	*
7	44615	Cotter Pin, 3/32" x 3/4"	1	*	*
8	17447	Hydraulic Grease Fitting	1	*	*
9	44444	Cable Swivel Body	1	16.0	7,3
10	44445	Jar Tube	1	6.2	2,8
11	22917	Self Locking Nut, 1/2" -13 UNC	1	*	*
12	44448	Jar Staff	1	2.5	1,1
13	15965	Locking Sleeve**	1	3.5	1,6
14	45582	Spirol Pin, 1/4" x 1-1/2"	2	*	*
15	44442	Self Locking Set Screw, 3/8" - 24 UNF x 5/8"	1	*	*
16	44451	Overshot Head	1	7.3	3,3
17	06951	Compression Spring	1	*	*
18	25331	Plain Pin, 1/2" x 2-9/16"	1	*	*
19	14651	Lifting Dog	2	1.0	0,5
22	42919	Adapter Sleeve	1	*	*

* Weighs less than 1.0 lb (0,45 kg)

** Use locking sleeve for lowering in dry holes only. It must be removed when hoisting inner tube.

NOTE: For use with the knuckle head pivoting spearhead system only.

HQ Chrome Plating

When ordering Chrome Plated inner and outer tubes, add the suffix "CP" to the tube part number.

- CP Inside diameter inner tube - hard chrome plating - additional price, 5 ft tube
- CP Inside diameter inner tube - hard chrome plating - additional price, 10 ft tube
- CP Outside diameter outer tube - hard chrome plating 18 inches both ends - additional price 5 ft or 10 ft tube

When ordering Chrome Plating in a core barrel assembly, add one of the following suffixes to the core barrel assembly part number.

- CP1 Chrome Plated inner tube
- CPO Chrome Plated outer tube
- CPB Chrome Plated inner and outer tube

NOTE: Long core barrels: The inner tube coupling permits the use of standard parts to assemble 15 to 20 foot core barrels. Example: To order a 20 foot barrel, order the 10 foot assembly plus one extra outer tube, one extra inner tube, one extra stabilizer and one inner tube coupling. For assembly details refer to wireline instructions and isometric assembly drawings at the beginning of the "Wireline System Core Barrels" section.

NOTE:

HQ Optional Accessory Equipment and Tools are listed in the "Core Barrel and Overshot Options and Accessories" section.

圖 3.4、HQ 拋射器構造總成(摘自 BOART LONGYEAR)

表 3.3、超泥漿[®]穩定液 v. s. 傳統皂土比較表

	傳統皂土穩定液	超泥漿 [®] 穩定液(Neat Vis)
1. 性質	含有蒙脫土之天然礦物質，為粉末狀。	細顆粒粉末狀，含高分子量之聚丙烯醯胺及特殊多種界面活性劑之配方所組成。
2. 使用配比	使用配比為 5%-8%，依地質情況而定。	使用配比為 1:3,000，依地質情況而定，因此 1 包 15 公斤細顆粒粉末之超泥漿 [®] 穩定液(Neat Vis)能取代 1 噸以上傳統皂土的功效。
3. 配方	配方複雜，須加入其他添加劑如增黏劑、分散劑、加重劑、逸水劑等。	配方簡單，可單劑使用。只需將水之 PH 值調整至 8-12 之間，然後將超泥漿 [®] 穩定液(Neat Vis)依所規定之黏滯度調整至 32-50vis(API 規格 946c. c. /1, 500c. c.)即可。
4. 拌合	皂土須經混合機拌合後 24 小時才完全膨脹，始達到其功效，因此須預先拌合備用。	超泥漿 [®] 穩定液(Neat Vis)經沖拌機混合後即達到均勻混合的功效，可即拌即用。
5. 抗鹽性	於鹽水中產生劣化現象，因此無法發揮其效果。	於鹽水中不易產生劣化現象。
6. 比重	皂土穩定液之比重隨使用配比增加而加重。並具親水性，因此鑽掘土壤易水解於皂土穩定液中，致使比重提高。	超泥漿 [®] 穩定液(Neat Vis)比重近於 1 (與水相同)，不因使用配比增加而加重。且鑽掘土壤不易水解於超泥漿 [®] 穩定液(Neat Vis)中，因此不易提高比重。
7. 功能	利用皂土穩定液中之黏土膠質造壁，以達到穩定開挖壁面之效果，塵泥膜將隨濾過水增加而變厚。	利用超泥漿 [®] 穩定液(Neat Vis)中之膠質黏度將土壤顆粒縱橫膠結，以達到穩定開挖壁面之效果，無塵泥膜。
8. 場地	需於 24 小時之前預先拌合膨脹，因此需設置預拌池。且泥砂含於皂土穩定液中不易沈澱，因此必須設置沈澱池，並於回收液中添加沈泥劑、分散劑，俟泥砂沈澱後，始能提供下次使用。	可直接拌合使用，不需設置預拌池。土壤不易水解，而水解的泥漿將快速凝聚且快速沈澱至孔底。俟孔底清除乾淨後，回收液中含砂量極低，可直接置於貯存池中備用，因此不須設置沈澱池。

9. 循環使用情形	使用 3-4 次後即產生劣化現象，必須棄置。	不產生劣化現象，可無限次重覆使用。
10. 回收輸送情形	皂土穩定液之含砂量很高，致使比重增加，回收輸送困難。	超泥漿®穩定液(Neat Vis)之比重近於 1，且回收液之含砂量小於 1%以下，因此容易回收輸送。
11. 混凝土置換情形	皂土穩定液之比重大，且含砂量高，因此混凝土置換困難，容易產生包泥現象。	超泥漿®穩定液(Neat Vis)之比重近於 1，且含砂量極低，因此混凝土易於置換，不易產生包泥現象。
12. 對鋼筋握裹力之影響	置換混凝土後，皂土穩定液殘留於鋼筋上，影響鋼筋與混凝土之間的握裹力，且容易造成連續壁端板及預留筋產生漏水現象。	置換混凝土後，殘留於鋼筋上之超泥漿®穩定液(Neat Vis)經混凝土中鈣離子破壞，使得混凝土能與鋼筋緊密結合，不會影響其握裹力，且連續壁端板及預留筋也不易產生漏水現象。
13. 對承载力之影響	含於皂土穩定液中之泥砂沈澱速度緩慢，難以由孔底清除乾淨，影響基樁、連續壁之承载力。	含於超泥漿®穩定液(Neat Vis)中之泥砂於鑽掘完成後 15-30 分鐘即沈澱於孔底，易於將其清除乾淨，深水取樣含砂量小於 1%以下，不影響基樁、連續壁之承载力。
14. 開挖壁面情形	塵泥膜厚，必須以人工將其清除乾淨，開挖壁面較不平整。	無塵泥膜，開挖壁面平整。
15. 對工人及施工場地之影響	皂土為細粉末狀，混合時到處飛揚，容易污染施工場地。此外，皂土遇水會膨脹 12~16 倍，將危害作業員之呼吸道。皂土穩定液所產生之廢泥漿多，造成施工場地泥濘不堪。	超泥漿®穩定液(Neat Vis)為細顆粒狀粉末型態，混合時不造成污染現象。超泥漿®穩定液(Neat Vis)不產生廢泥漿，施工場地乾淨。
16. 污染性及公害性	皂土穩定液會產生大量廢泥漿，而造成第二次公害，影響環境生態。	超泥漿穩定液(Neat Vis)不產生廢泥漿，無公害，不影響環境生態。
17. 棄置情形	皂土穩定液之廢泥漿需經處理後才能運送棄置，增加運輸及處理之費用。	超泥漿穩定液(Neat Vis)只需加入硫酸鋁，將聚合物中的鏈破壞，使其黏度消失後，即可直接噴灑於地面上或排放入下水道中棄置。

(摘錄自網站 <http://www.tondalee.com.tw/comparison.htm>)

3-2 地層分類準則

所有取得岩心皆於現場經過判釋後，加以拍照，並提供作為現地實驗之比對。現場先根據工研院對於梨山地區大規模崩積土層分類法，加以分類，工研院將梨山地區崩積土層分為五類：崩積土(Dt)、強風化岩(W1)、中風化岩(W2)、弱風化岩(W3)與岩盤(Rf)。上述分類經後續探討，多方比較與判釋後，發現並不足以分類梨山地區崩積土層，經參考分類相關等文獻後，本研究嘗試以材料觀點分類。考量岩石本身影響力學性質與變形性的因子包括：

- A. 地質材料及礦物成分：大致上為回填土、軟弱黏土、風化性板岩、崩積土或其生成物，因此基本上不會有太大改變，由雲母含量以及水(造成風化的主因)為主導因素。
- B. 顆粒大小：顆粒大小佔很重要的成分，除了岩盤外(岩盤大致上的試驗結果主因在於弱面的間距以及大小與弱面間膠結物)，其它如崩積土或風化等岩石組成，它的顆粒比例以及排列方式與顆粒大小組成，理論上應該與試驗結果有一定程度的影響，除了上述因素，還有在主觀上判釋時也很容易去了解(因為顆粒的大小與排列方式由判釋就可以大略上看出來)
- C. 級配：對於完整岩盤並不需特別考量級配的影響，然對崩積層來說，級配卻可能對其力學行為與性質具一定的影響，因為崩積層中的顆粒中顆粒粗細比率為隨機分布，有時多岩塊或礫石，有時卻富含細顆粒，因此在級配上應加考慮，至於風化岩層部分，顆粒的級配理論上應該與風化的程度有一定相關性，風化愈深的岩層其細顆粒應該含量愈多，反之風化愈弱的岩層，粗顆粒的比率應該佔的百分比愈大。
- D. 膠結物：本研究所取得岩心大致上在弱面間都有膠結物的產生，至於膠結物究竟從何而來，是由風化所產生的，亦是由水帶入細粒料所產生，也需要進一步求證，但無論如何，不論是崩積層，或是風化岩層，或是新鮮的岩盤，其填充物都會影響力學行為與性質。
- E. 密度：密度與比重，孔隙率等皆有一定的影響，密度愈高，相對的大塊顆粒佔的比例也愈高，比重也相對提高，孔隙率也相對減小，因此在高密度無弱面的狀況下，其強度應該要高於低密度無弱面條件的強度，變形性則應該成反比，因此分類時應該也考慮密度。
- F. 弱面與裂隙：本研究經鑽探取得岩心，由於在輕度變質岩地區，因此劈理較為發達，在較完整岩心中常常可見劈理構造，也使得岩心的弱面除了少數節理控制外還被劈理控制，而發達的劈理構造加上水的因素也使得劈裡面間有夾風化產物或是因為水

而入細粒料，而在弱面間出現膠結物，同樣的在節理面間的膠結物也應該是由這個因素所導致。至於崩積層與風化岩層，這兩種材料弱面的影響理應不大(當然需要進一步驗證)，崩積層由於本身組成材料顆粒大小不一致，因此在顆粒與細粒料之間會形成界面，此種界面與原存在之節理相較，哪一種才是真正影響強度的弱面，現階段尚難斷定。至於風化岩層，因岩層本身裂隙發達，且裂隙間富含細粒料。與原本存在的節理面相較，何者因屬控制力學行為之主要弱面，也尚難定論。

G. 風化程度：風化包括物理性風化及化學性風化。另外風化作用會因不同的因素、條件產生不同的風化成果，當然也使岩石變成非常不均質的材料。依據風化岩石的各種特性(強度、顏色、不連續面、風化物百分比等)將風化岩石分級，將有助於工程及力學分析的應用。

H. 顆粒排列方式：除崩積材料的組成可反應崩坍的型態外，崩坍岩塊或岩體的顆粒排列，亦可判斷其破壞型態。為反應滑動機制，顆粒排列方式亦為崩積層分類為不可或缺指標之一。顆粒排列整齊處其擾動可能性較低，而顆粒的排列方向有依尋劈理方向的趨勢，而顆粒排列不整齊的地方則工程性質相對於排列整齊的地方差很多。

統一上述結果初步的分類方式討論，由材料觀點進入，考慮由地質材料及礦物成分、顆粒大小、顆粒排列方式、膠結物以及弱面的多寡當主要分類因子，至於其他因素結晶狀況、礦物成分、與密度等因子應該在進一步物性或力學試驗後加入。判釋準則如表 3.4。岩心分類流程圖詳圖 3.5。

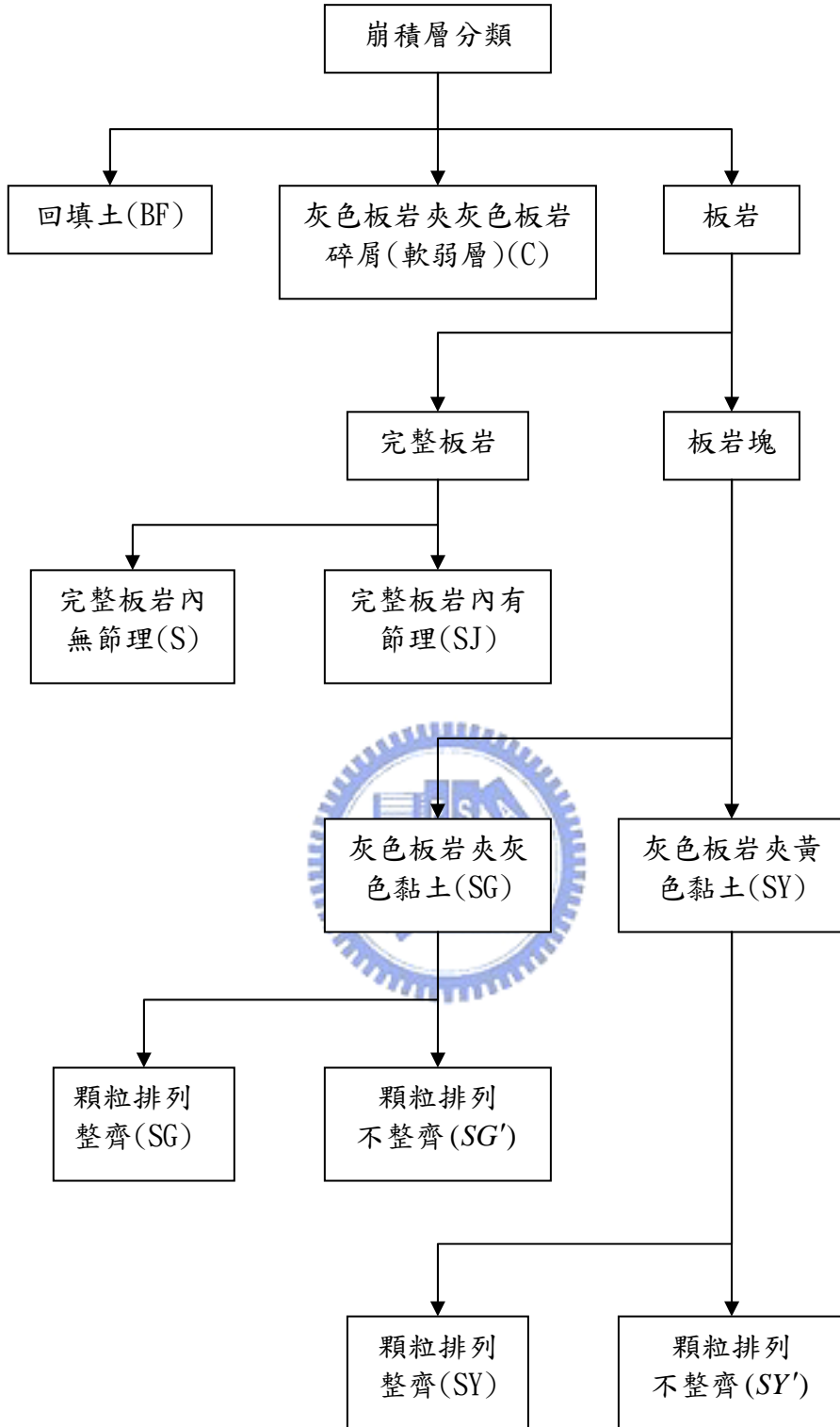


圖 3.5、岩心分類流程圖

表 3.4、本研究初步岩性判釋表

第一類，代碼 SY，灰色板岩夾黃色黏土 代碼 SY - 板岩顆粒排列整齊 代碼 SY' - 板岩顆粒排列不整齊
第二類，代碼 SG，灰色板岩夾灰色黏土 代碼 SG - 板岩顆粒排列整齊 代碼 SG' - 板岩顆粒排列不整齊
第三類，代碼 S，灰色板岩 代碼 S - 完整板岩塊 代碼 SJ - 板岩塊內有節理面
第四類，代碼 C，灰色黏土夾灰色板岩碎屑（軟弱層）
另外若有銹染、石英脈或石英顆粒時，則在岩心分類碼後面加註
代碼 BF - 代表回填土

此分類法並不足以完全代表梨山地區崩積土層分類，在試驗規劃前先利用此分類法來加以區分所需的試驗項目與試驗組數，最後試驗完成後必須再加上室內試驗結果與現地試驗結果等，除表面所看到的岩心狀況再加上試驗所得到參數加以詳細分類，因此在此階段分類只是為了方便釐清試驗規劃，完成試驗後必須重新分類出細項與矛盾處。

3-3 地質柱狀圖

依照 3-2 節的地層分類準則，可以得到下面第一孔及第二孔的地質鑽探柱狀圖(圖 3.6~圖 3.11)。由 N-1 地質鑽探柱狀圖中可以得知軟弱的夾心層(灰色黏土夾灰色板岩碎屑)分別位於 15.7~18.9m(厚 3.2m)及 26.2~27.1m(厚 0.9m)處。由 N-2 地質鑽探柱狀圖中可以得知軟弱的夾心層(灰色黏土夾灰色板岩碎屑)分別位於 26.15~29.8m(厚 3.65m)及 52.8~56.8m(厚 4.0m)處。

地質鑽探柱狀圖

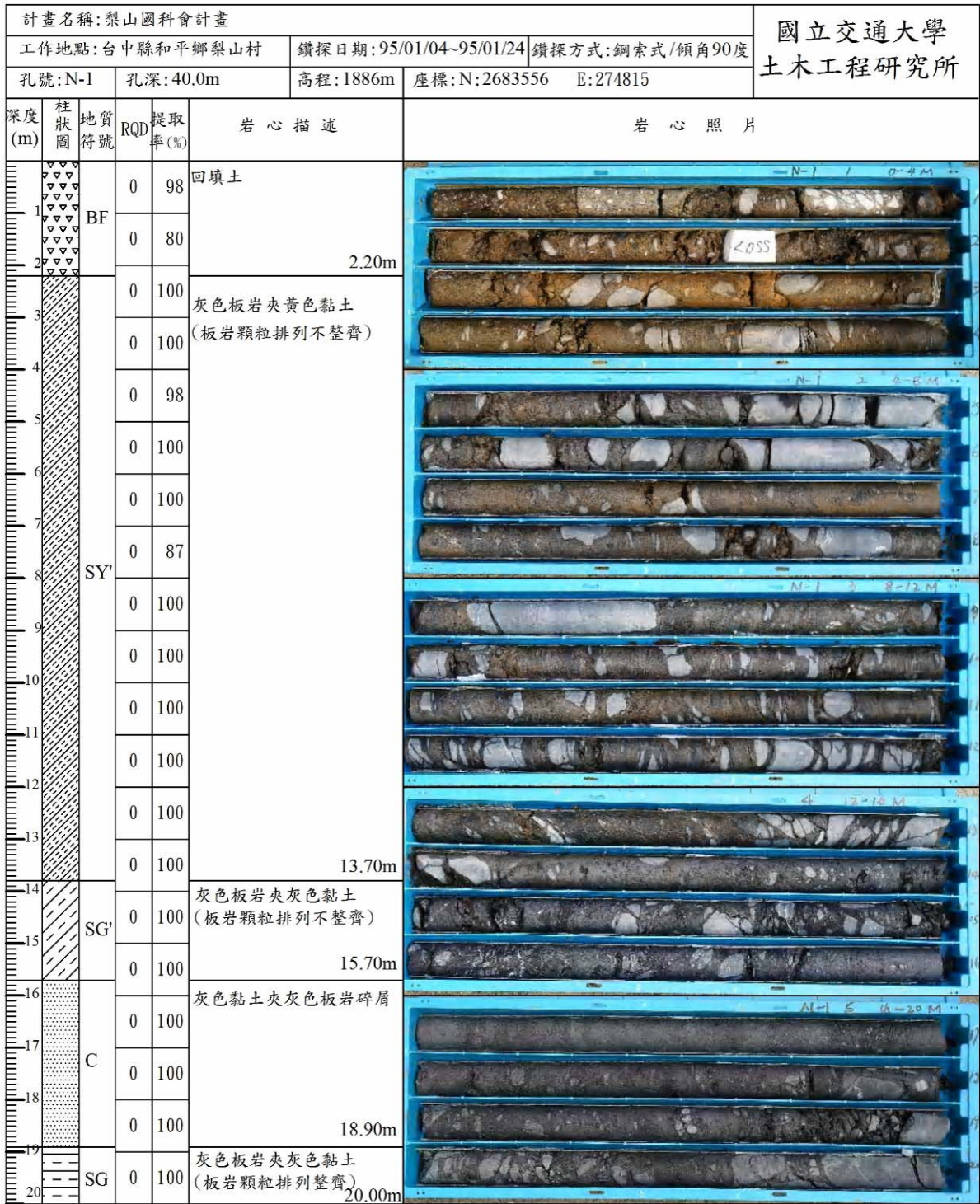


圖 3.6、N-1 孔 0~20m 地質鑽探柱狀圖

地質鑽探柱狀圖

2之2頁

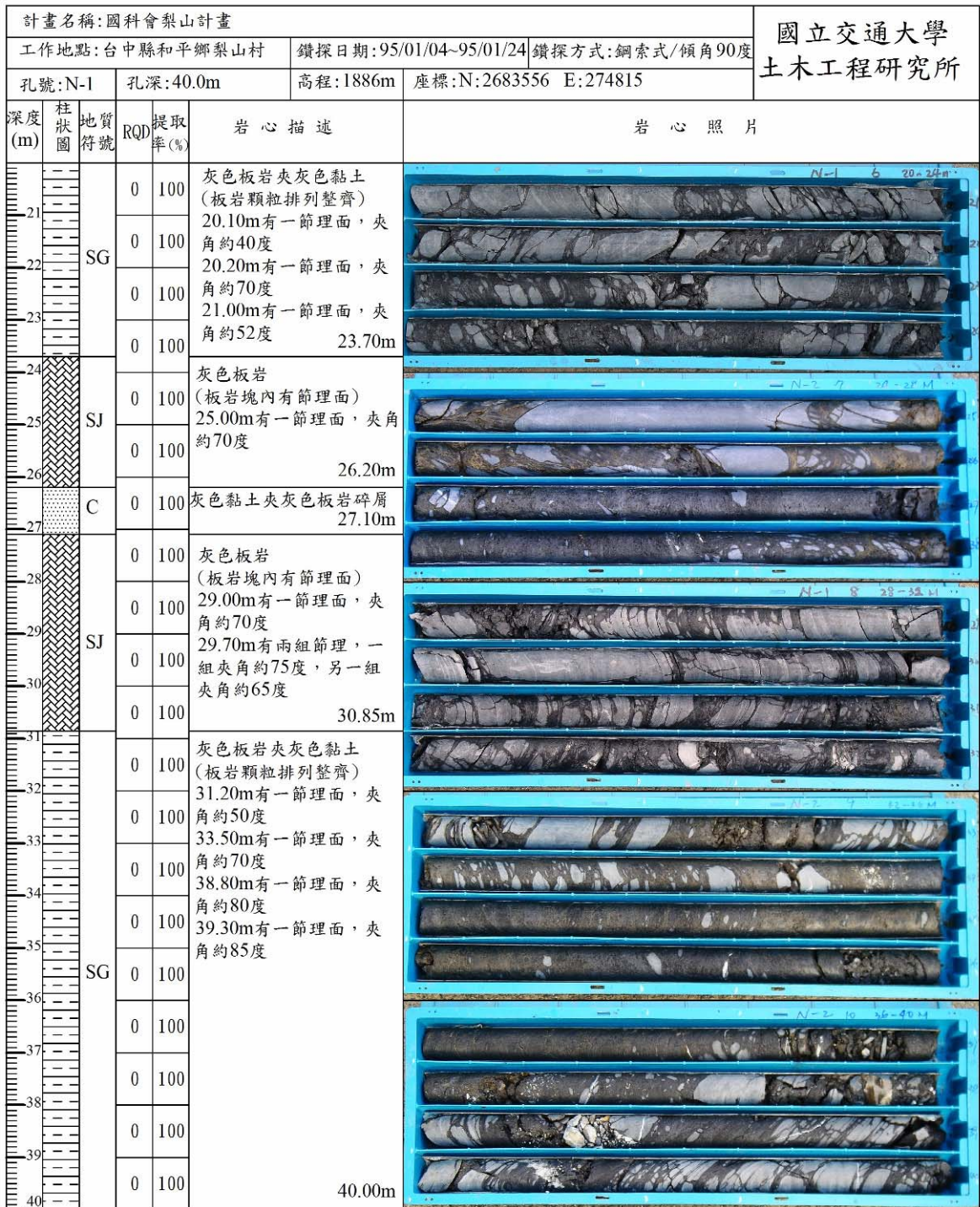


圖 3.7、N-1 孔 20~40m 地質鑽探柱狀圖

地質鑽探柱狀圖

4之1頁

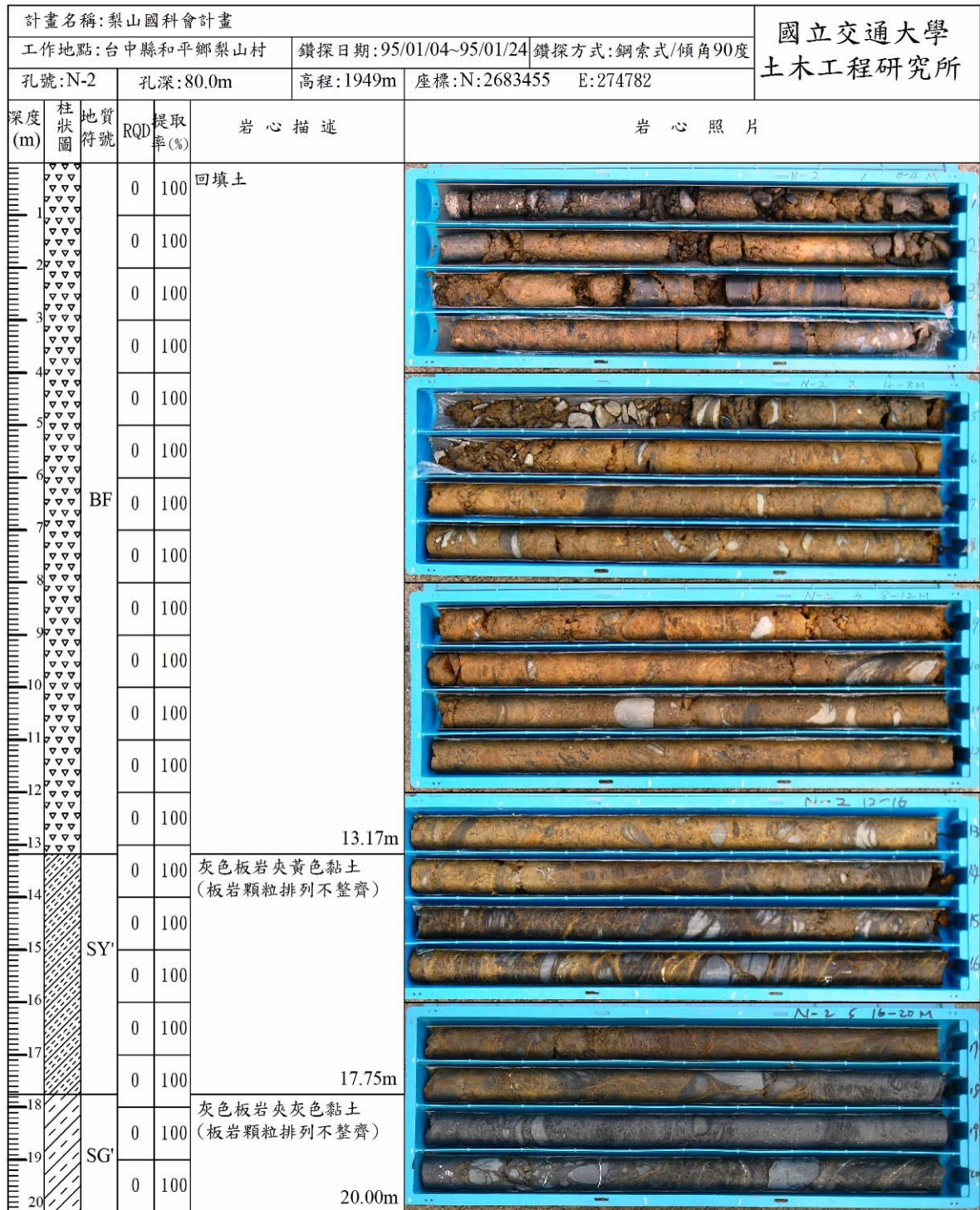


圖 3.8、N-2 孔 0~20m 地質鑽探柱狀圖