

地質鑽探柱狀圖

4之2頁

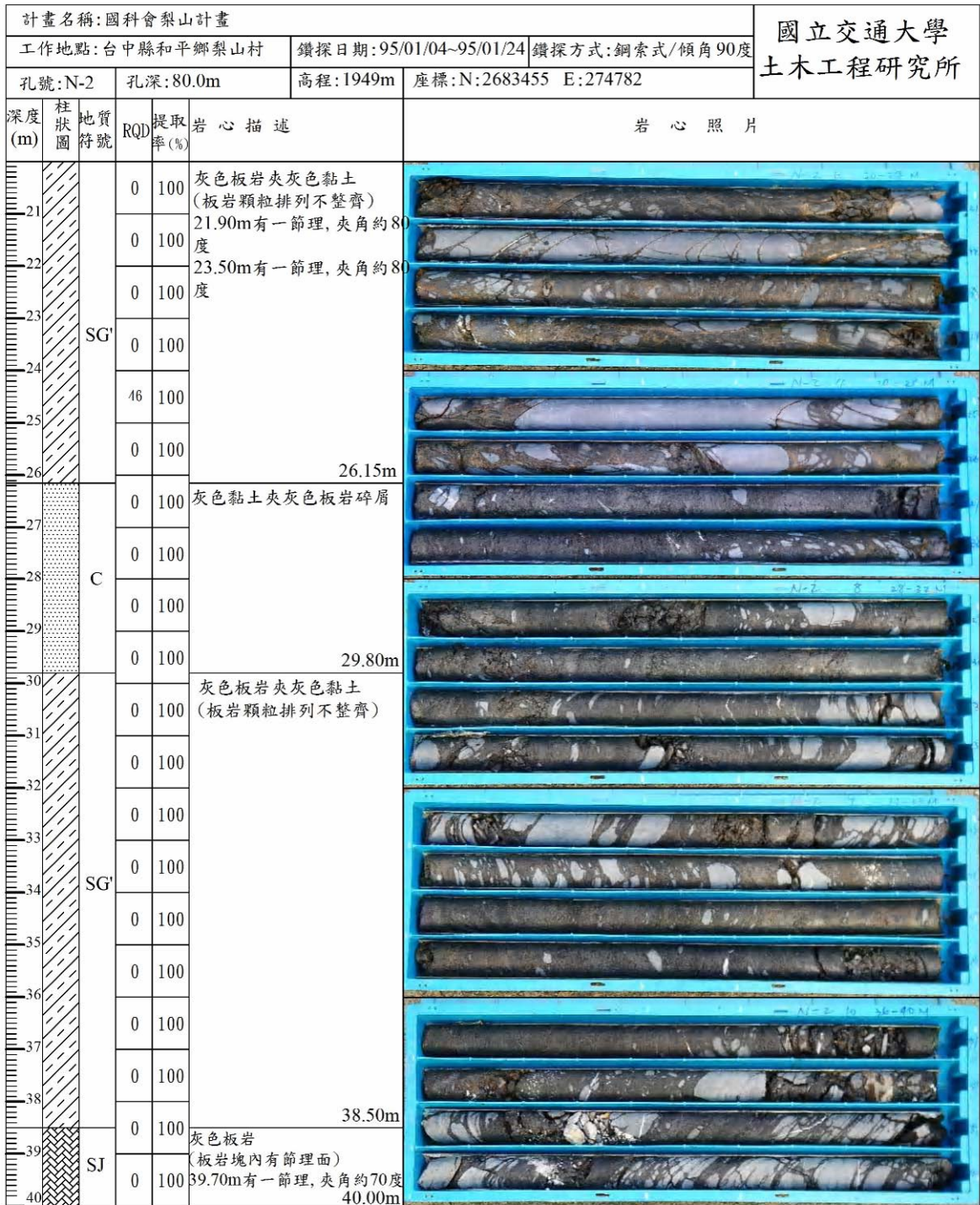


圖 3.9、N-2 孔 20~40m 地質鑽探柱狀圖

地質鑽探柱狀圖

4之3頁

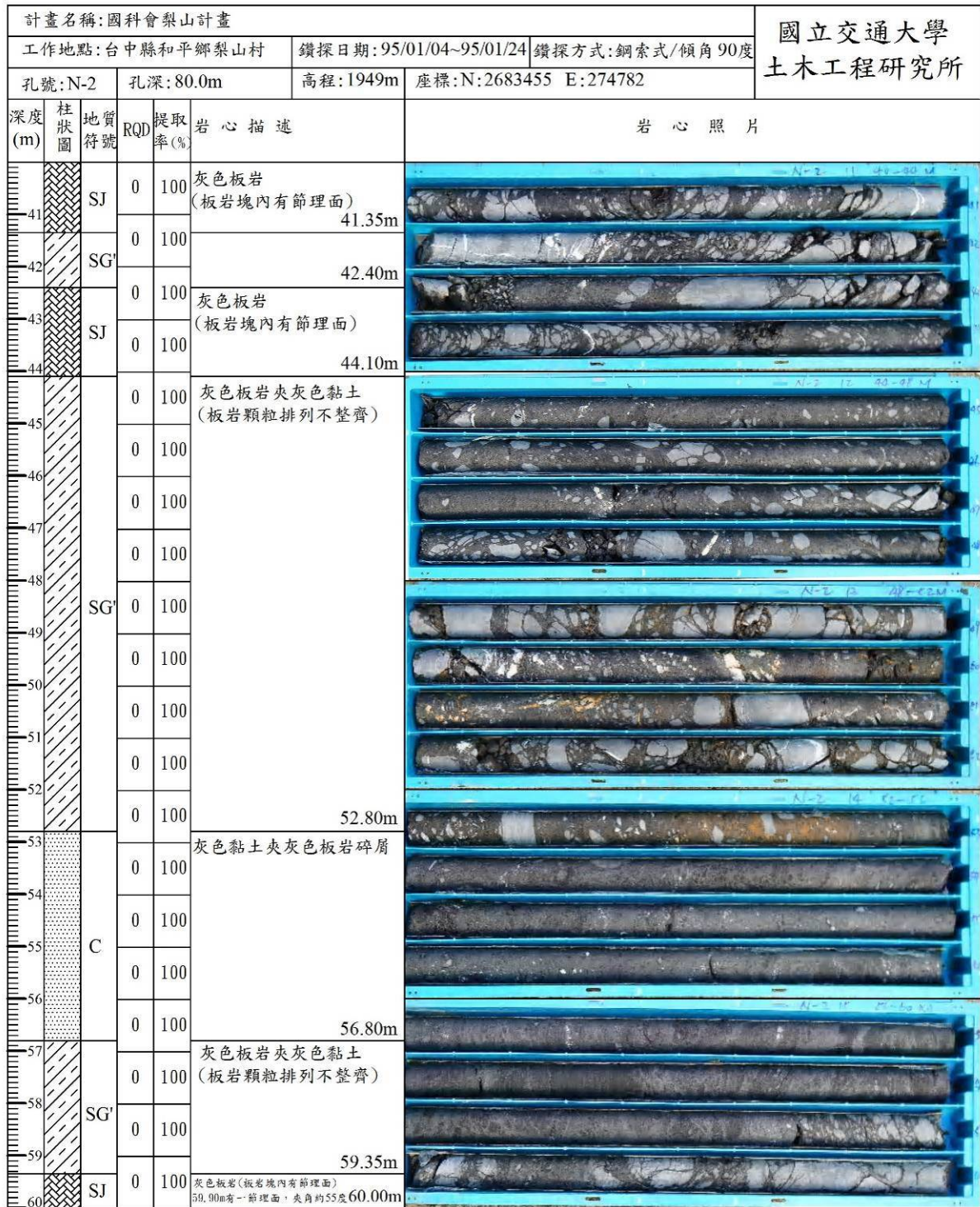


圖 3.10、N-2 孔 40~60m 地質鑽探柱狀圖

地質鑽探柱狀圖

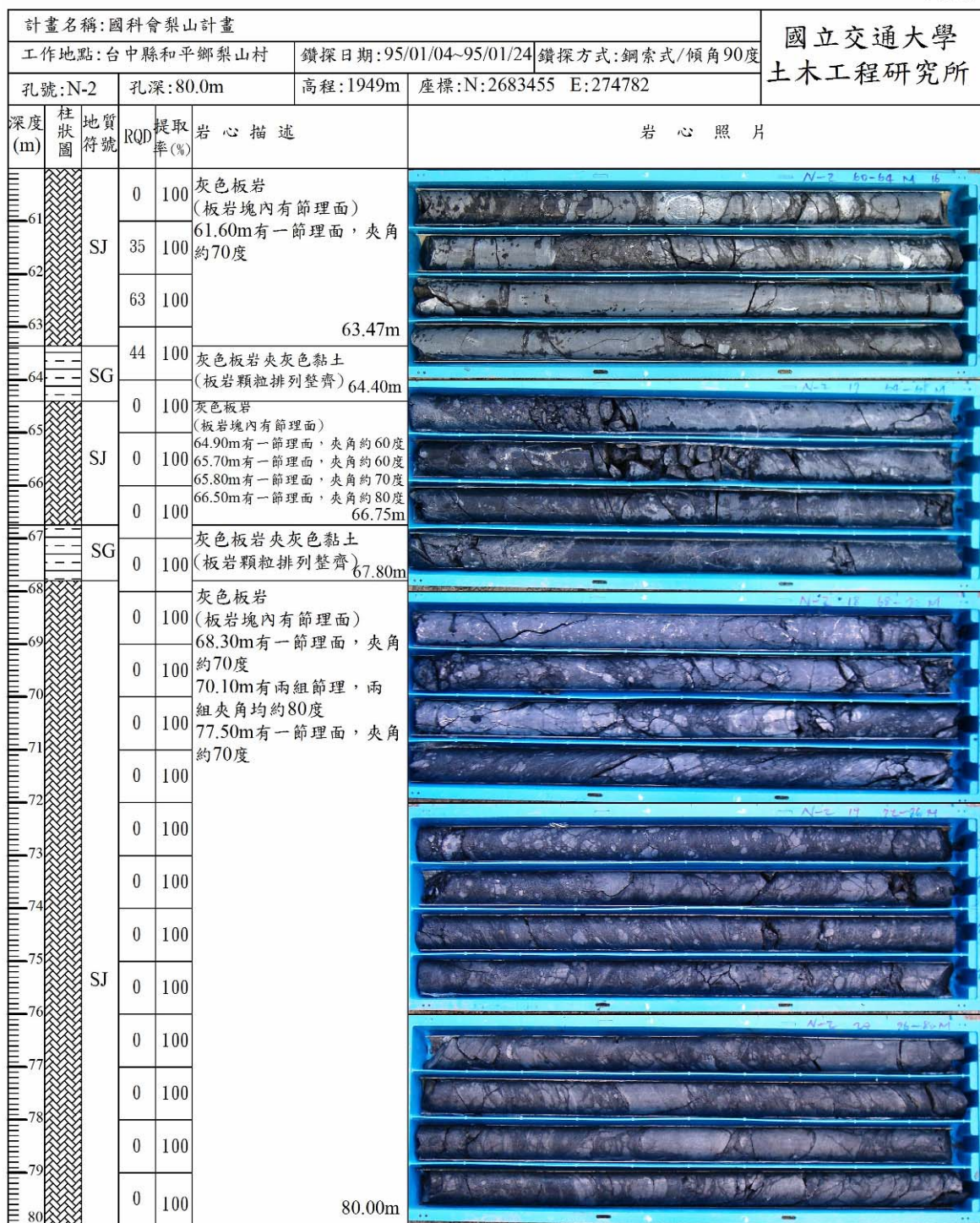


圖 3.11、N-2 孔 60-80m 地質鑽探柱狀圖

### 3-4 岩體弱面特性及統計

此次描述岩體弱面的特性，其中的"不連續面粗糙度"、"不連續面內寬"，主要是參考國際岩石力學協會 ISRM 之不連續面粗糙度及內寬之規格，其代碼表如下所述：

"不連續面粗糙度代碼表"(參考國際岩石力學協會 ISRM)

代 碼	小 尺 度	中 尺 度
1	粗造(或不規則)	階梯型
2	平順	階梯型
3	擦痕	階梯型
4	粗糙(或不規則)	凹凸型
5	平順	凹凸型
6	擦痕	凹凸型
7	粗糙	平面型
8	平順	平面型
9	擦痕	平面型

"不連續面內寬代碼表"(參考國際岩石力學協會 ISRM)

代 碼	術 語	內 寬
1	很緊密(Very tight)	<0.1mm
2	緊閉(Tight)	0.1-0.25mm
3	半開(Partly open)	0.25-0.5mm
4	張開(Open)	0.5-2.5mm
5	中寬(Moderately wide)	2.5-10mm
6	寬(Wide)	>10mm
7	很寬(Very wide)	1-10cm
8	極寬(Extremely wide)	10-100cm
9	很空洞(Cavernous)	>1m

經過岩心判釋後，岩體弱面特性及統計如表 3.5 及表 3.6 所示。

表 3.5、N-1 孔岩心裂縫描述

深度(m)	岩心描述	裂隙位置與型態或顆粒最大粒徑與數量				
		不連續面位置(m)	最大粒徑(cm)	傾角(度)	粗糙度	不連續面內寬、間距及術語(含其他描述)
0~2.20	回填土					
2.20~13.70	崩積土					
13.70~15.70	灰色板岩夾灰色黏土 (板岩顆粒排列不整齊)	14.~15.72	5cm(8塊)			
15.70~18.90	灰色黏土夾灰色板岩碎屑	17.1~18	13cm(1塊)			
18.90~23.70	灰色板岩夾灰色黏土 (板岩顆粒排列整齊)	19~19.6	6cm(3塊)			
		19.5		55°	平面平順	厚度 3mm
		19.95		20°	凹凸平順	厚度 4mm
		20~20.2		68°	凹凸平順	厚度 2mm; 裂縫數: 2 組(間距: 11cm)
		20.2~20.4		25°	平面平順	厚度 1.5mm; 裂縫數: 7 組(最大最小間距: 8.5cm、2cm)
		20.65~21.75		33°	平面粗糙	厚度 3mm; 裂縫數: 17 組(最大最小間距: 15cm、1.5cm)
		21.1~21.2		78°	平面粗糙	厚度 1mm; 裂縫數: 3 組(平均間距: 3cm)
		22.75		80°	凹凸平順	厚度 1mm
		22.95~23.55		40°	平面粗糙	厚度 0.5mm; 裂縫數: 10 組(最大最小間距: 14cm、2cm)
23.70~26.20	灰色板岩 (板岩塊內有節理面)	23.7~23.95		18°	平面粗糙	厚度 0.8mm; 裂縫數: 6 組(最大最小間距: 3.5cm、2.5cm)
		24.1		78°	平面粗糙	厚度 2mm
		24.25~24.9		58°	平面粗糙	厚度 0.6mm; 裂縫數: 2 組(間距: 45cm)
		24.75		78°	平面粗糙	厚度 0.5mm
26.20~27.10	灰色黏土夾灰色板					

	岩碎屑					
27.10~ 30.85	灰色板岩 (板岩塊 內有節理 面)	28.08		43°	階梯擦痕	厚度 1mm
		28.32~ 28.6		28°	平面粗糙	厚度 0.3mm；裂縫 (平均 間距：2cm)
		28.75~ 29.1		33°	平面擦痕	厚度 0.8mm；裂縫數：5 組 (最大最小間距： 10.5cm、5cm)
		29.48~ 29.5		35°	平面粗糙	厚度 0.6mm；裂縫數：2 組 (平均間距：2cm)
		29.8~ 30.5		20°	平面平順	厚度 0.1mm；裂縫 (平均 間距：3cm)
		30.55~ 30.78		28°	平面平順	厚度 0.4mm；裂縫數：5 組 (最大最小間距：7cm、 3cm)
30.85~ 40.00	灰色板岩 夾灰色黏 土 (板岩顆 粒排列整 齊)	31~31.4		42°	平面粗糙	厚度 3mm；裂縫 (平均間 距：3cm)
		32.10~ 34.38		42°	平面平順	厚度 0.1mm；裂縫 (平均 間距：0.75cm)
		35.36~ 35.75		38°	平面平順	厚度 0.1mm；裂縫 (平均 間距：0.7cm)
		35.75~ 36		18°	凹凸平順	厚度 1.5mm；裂縫數：5 組 (最大最小間距：5cm、 2cm)
		36.5~ 36.85				嚴重風化
		36.85~ 37.7	1.5cm(5 塊)			
		38.9~ 39.6		83°	階梯擦痕	厚度 1.5mm；裂縫數：7 組 (最大最小間距：21cm、 5cm)

表 3.6、N-2 孔岩心裂縫描述

深度(m)	岩心描述	裂隙位置與型態或顆粒最大粒徑與數量				
		不連續面位置	最大粒徑 (cm)	傾角 (度)	粗糙度	不連續面內寬、間距及術語(含其他描述)
0~13.17	回填土					
13.17~17.75	崩積土					
17.75~26.15	灰色板岩夾灰色黏土 (板岩顆粒排列不整齊)	17.75~19.16	4.5cm(5塊)			
		19.16~20	9.5cm(2塊)			
		19.35		9°		石英脈
		21.2~21.3		56°	平面粗糙	厚度 2mm; 裂縫數: 3 組(平均間距: 3cm)
		21.45~21.65		53°	平面擦痕	厚度 0.25mm; 裂縫數: 4 組(最大最小間距: 10cm、4cm)
		21.72~24	9.5cm(2塊)			
		24~24.35	3.7cm(2塊)			
		24.35~25.25		30°	平面平順	厚度 0.2mm; 裂縫 (平均間距: 2cm)
26.15~29.80	灰色黏土夾灰色板岩碎屑	26~27.2	3cm(4塊)			
		27.3~28		29°	平面平順	厚度 0.3mm; 裂縫 (平均間距: 2.5cm)
		28.81~29.84	3cm(8塊)			
29.80~38.50	灰色板岩夾灰色黏土 (板岩顆粒排列不整齊)	30.8~31		28°	凹凸粗糙	厚度 0.3mm; 裂縫 (平均間距: 5cm)
		31.23~31.8	6cm(2塊)			
		32~32.47		32°	凹凸平順	厚度 2mm; 裂縫數: 5 組(最大最小間距: 11cm、5cm)
		32.78~33		32°	凹凸粗糙	厚度 0.1mm; 裂縫數: 3 組(最大最小間距: 10cm、2cm)
		33~33.7	4.5cm(8塊)			
		33.8~35.5	3.5cm(5塊)			

		36~38.5	11cm(1塊)			
		38~38.1		25°	凹凸平順	厚度 2mm; 裂縫數: 3 組(最大最小間距: 7cm、3cm)
38.50~41.35	灰色板岩 (板岩塊 內有節理 面)	38.6~39.6		38°	凹凸粗糙	厚度 0.2mm; 裂縫 (平均間距: 1.5cm)
		39.6~39.9		43°	凹凸平順	厚度 5mm; 裂縫數: 4 組(最大最小間距: 10cm、5.6cm)
		39.7		66°	平面平順	厚度 0.2mm
		40.19		33°	凹凸平順	厚度 2mm
		40.62		55°	凹凸平順	厚度 0.2mm
		40.82~41.25		50°	階梯平順	厚度 0.6mm; 裂縫數: 6 組(最大最小間距: 15cm、2cm)
		41.35~42.40	灰色板岩 夾灰色黏土 (板岩顆 粒排列不 整齊)	41.79		40°
42.40~44.10	灰色板岩 (板岩塊 內有節理 面)	42.68		60°	凹凸粗糙	厚度 0.5mm
		42.77~42.82		28°	凹凸粗糙	厚度 0.3mm; 裂縫 (平均間距: 5cm)
		43~44		73°		破碎帶
44.10~52.80	灰色板岩 夾灰色黏土 (板岩顆 粒排列不 整齊)	44~46.82	5cm(5塊)			
		49.2~50.52	3.5cm(6塊)			
		51.76		60°	平面粗糙	厚度 2mm
52.80~56.80	灰色黏土 夾灰色板 岩碎屑	52~54	4cm(8塊)			
		54~56	1.5cm(6塊)			
56.80~59.35	灰色板岩 夾灰色黏土 (板岩顆 粒排列不 整齊)	58.8~59.06		22°	凹凸平順	厚度 0.2mm; 裂縫 (平均間距: 2cm)
59.35~	灰色板岩	59.43		52°	凹凸粗糙	厚度 2.5mm



63.47	(板岩塊 內有節理 面)	59.52~ 59.71		38°	凹凸平順	厚度 0.3mm；裂縫數：4 組(最大最小間距：5cm、 2cm)
		59.69		25°	平面平順	厚度 0.2mm
		59.7		43°	平面粗糙	厚度 0.2mm
		59.85		66°	凹凸平順	厚度 0.2mm
		60.06		34°	平面平順	厚度 0.2mm
		60.12~ 60.8		35°	凹凸粗糙	厚度 1mm；裂縫數：14 組 (最大最小間距：9.5cm、 1cm)
		60.9~ 61.13		24°	凹凸平順	厚度 1mm；裂縫(平均間 距：3.5cm)
		61.18		30°	凹凸平順	厚度 1.5mm
		61.28~ 61.42	4cm(1 塊)			
		61.48~ 61.61		29°	凹凸粗糙	厚度 1.5mm；裂縫數：3 組(最大最小間距：11cm、 5cm)
		61.55		80°	凹凸粗糙	厚度 2.5mm
		61.65		72°	凹凸平順	厚度 2mm
		62.05		62°	階梯粗糙	厚度 3.5mm
		62.9		46°	凹凸粗糙	厚度 3mm
		62.9		86°	凹凸粗糙	厚度 4mm
		62.9		74°	凹凸平順	厚度 1.5mm
		62.95		6°	凹凸平順	厚度 1.5mm
63.28		28°	凹凸平順	厚度 1.5mm		
63.47~ 64.40	灰色板岩 夾灰色黏 土 (板岩顆 粒排列整 齊)	63.82~ 63.93		40°	平面平順	厚度 1mm；裂縫(平均間 距：11cm)
64.40~ 66.75	灰色板岩 (板岩塊 內有節理 面)	64.75		82°	平面平順	厚度 1mm
		64.8		89°	平面平順	厚度 0.7mm
		65.25~ 66.37		45°	凹凸平順	厚度 0.6mm；裂縫數：12 組(最大最小間距：12cm、 1.4cm)
		65.3		77°	凹凸粗糙	厚度 3.5mm
		65.8		62°	凹凸粗糙	厚度 1.5mm
66.4		26°	凹凸粗糙	厚度 0.7mm		

		66.46		51°	凹凸平順	厚度 1mm
66.75~ 67.80	灰色板岩 夾灰色黏 土 (板岩顆 粒排列整 齊)	67.3~ 67.46		54°	凹凸平順	厚度 0.4mm ; 裂縫數 : 3 組 (最大最小間距 : 10.2cm、6.2cm)
67.80~ 80.00	灰色板岩 (板岩塊 內有節理 面)	67.88		35°	凹凸平順	厚度 0.6mm
		68.18		44°	階梯粗糙	厚度 1.5mm
		68.25		73°	階梯粗糙	厚度 3mm
		68.58~ 68.68		40°	平面平順	厚度 0.1mm ; 裂縫數 : 2 組 (平均間距 : 10cm)
		68.8		8°	凹凸粗糙	厚度 0.5mm
		69.2~ 69.38		64°	階梯平順	厚度 2mm ; 裂縫數 : 2 組 (平 均間距 : 12cm)
		70.05		22°	凹凸粗糙	厚度 3mm
		70.1		74°	階梯平順	厚度 1mm
		70.16		253°	階梯粗糙	厚度 1mm
		70.35~ 70.7		48°	凹凸粗糙	厚度 0.2mm ; 裂縫數 : 5 組 (最大最小間距 : 11cm、 5cm)
		70.82		60°	凹凸粗糙	厚度 6mm
		71.4~ 71.9		60°	平面平順	厚度 1mm ; 裂縫數 : 5 組 (平 均間距 : 10cm)
		71.56~ 71.89		43°	階梯粗糙	厚度 1.5mm ; 裂縫數 : 2 組 (平均間距 : 32cm)
		72.88		55°	凹凸粗糙	厚度 0.3mm
		73.39~ 74.5		38°	凹凸平順	厚度 0.4mm ; 裂縫數 : 13 組 (最大最小間距 : 18cm、 1.5cm)
		73.5		62°	凹凸平順	厚度 0.5mm
		75.09~ 75.3		42°	凹凸平順	厚度 0.2mm ; 裂縫數 : 3 組 (最大最小間距 : 14.5cm、7.2cm)
		75.1		79°	凹凸平順	厚度 0.4mm
		75.1		41°	凹凸平順	厚度 0.4mm
		75.53~ 75.89		18°	凹凸粗糙	厚度 0.6mm ; 裂縫數 : 4 組 (最大最小間距 : 16cm、 4.9cm)

	75.67~ 75.81		73°	階梯粗糙	厚度 0.1mm；裂縫數：3 組（最大最小間距：8cm、 5cm）
	76~76.1		44°	平面平順	厚度 0.3mm；裂縫數：2 組（平均間距：6.2cm）
	76.05~ 76.72		52°	平面粗糙	厚度 0.2mm；裂縫數：8 組（最大最小間距： 13.5cm、2cm）
	76.9		56°	凹凸粗糙	厚度 0.5mm
	77.07~ 77.37		35°	平面粗糙	厚度 0.1mm；裂縫數：5 組（最大最小間距： 9.7cm、2.2cm）
	77.45		70°	平面粗糙	厚度 2.5mm
	77.68~ 77.93		35°	平面平順	厚度 0.1mm；裂縫數：6 組（最大最小間距： 6.5cm、1.8cm）
	78.25		26°	平面平順	厚度 0.1mm
	78.57		36°	凹凸粗糙	厚度 0.6mm
	78.71		44°	凹凸粗糙	厚度 0.3mm
	79.08		60°	凹凸平順	厚度 1mm
	79.2~ 79.96		37°	凹凸粗糙	厚度 1mm；裂縫數：18 組 （最大最小間距：8cm、 2.1cm）

由表 3.5 及表 3.6 經過整理後，我們將第一孔及第二孔節理及劈理的大小及數量統計如下。

第一孔(N-1)判釋後，節理大小、傾角、厚度及數量統計如下：

20.10m→40°(節理厚度約 1mm，內夾灰色黏土)。

20.20m→70°(節理厚度約 1mm，內夾灰色黏土)。

21.00m→52°(節理厚度約 1mm，內夾灰色黏土)。

25.00m→70°(節理厚度約 0mm)。

29.00m→70°(節理厚度約 0mm)。

29.70m→共兩組節理(一組為 75°，另一組為 65°，厚度各約為 1mm，內夾灰色黏土)。

31.20m→50°(節理厚度約 1mm，內夾灰色黏土)。

33.5.0m→70°(節理厚度約 1mm，內夾灰色黏土)。

38.80m→80°(節理厚度約 1mm，內夾灰色黏土)。

39.30m→85°(節理厚度約 0mm)。



第二孔(N-2)判釋後，節理大小、傾角、厚度及數量統計如下：

21.90m→80°(節理厚度約 2mm，內夾石英脈及黃灰色黏土)。

23.50m→80°(節理厚度約 1mm，內夾黃灰色黏土)。

39.70m→70°(節理厚度約 1mm，內夾灰色黏土)。

59.90m→55°(節理厚度約 0mm)。

61.60m→70°(節理厚度約 2mm，內夾灰色黏土)。

64.90m→60°(節理厚度約 0mm)。

65.70m→60°(節理厚度約 0mm)。

65.80m→70°(節理厚度約 0mm)。

66.50m→80°(節理厚度約 0mm)。

68.30m→70°(節理厚度約 0mm)。

70.10m→共兩組節理(一組為 80°，另一組為 80°，厚度各約為 0mm)。

77.50m→70°(節理厚度約 0mm)。

由圖 3.12 兩孔節理數量及角度統計圖可得知，大部分的節理角度均約大於 70 度以上，因此我們可以大約判斷出，其現址屬於高角度的節理。圖 3.13 顯示兩孔節理的厚度，均不厚，約介於 0~1mm 之間。

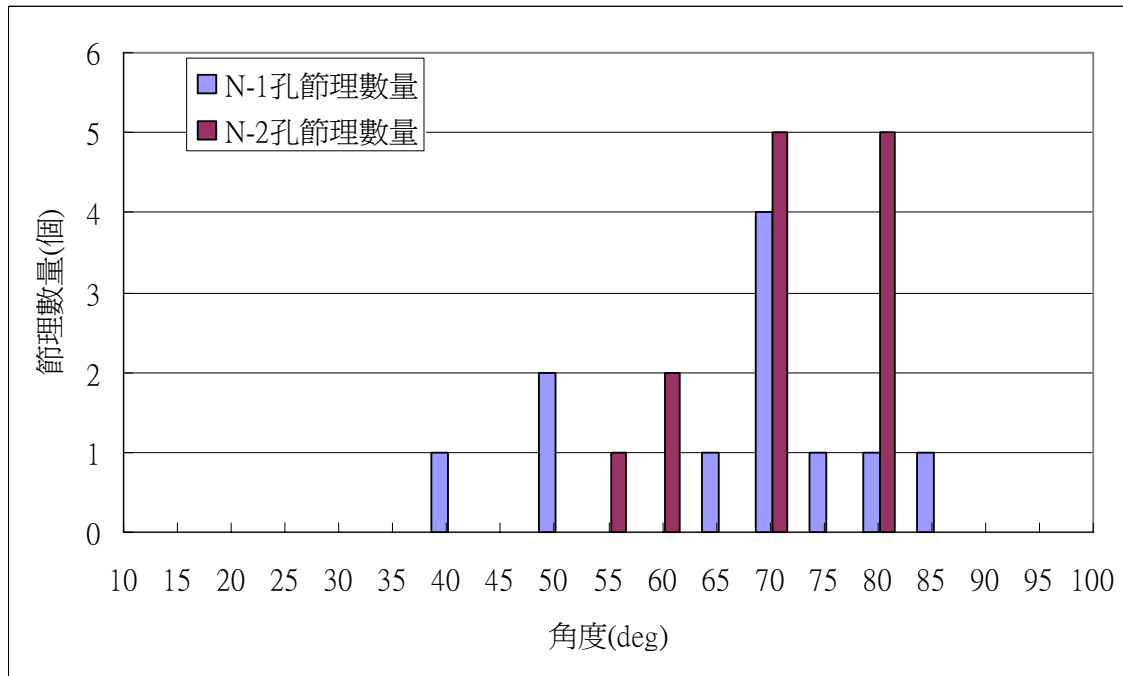


圖 3.12、N-1 及 N-2 孔節理數量及角度統計圖

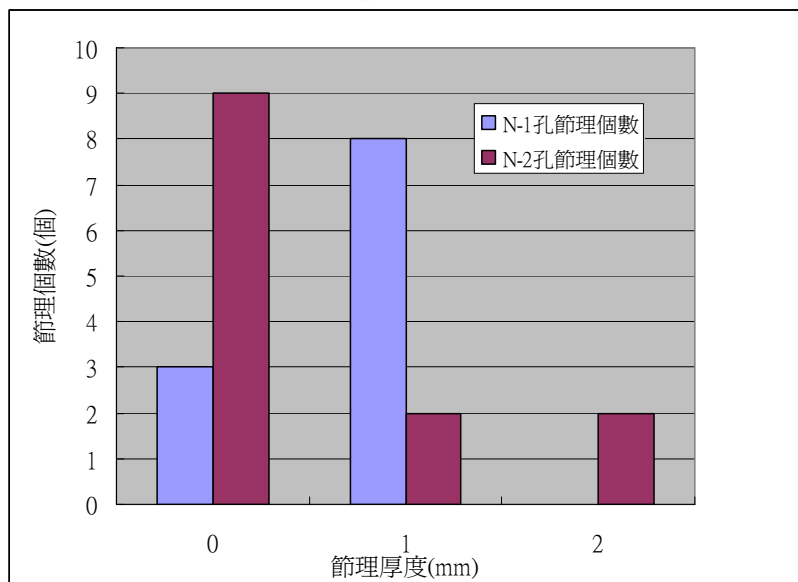


圖 3.13、N-1 及 N-2 孔節理個數及節理厚度統計表

N-1 孔劈理之數量密度及夾角(共有 3 處明顯且密集的劈理)

20.65~21.75-夾角：33°粗糙度：平面粗糙(3mm)裂縫數：17 組(最大最小間距：15cm、1.5cm)

28.32~28.6-夾角：28°粗糙度：平面粗糙(0.3mm)裂縫(平均間距：2cm)

38.9~39.6-夾角：43°粗糙度：階梯擦痕(1.5mm)裂縫數：7 組(最大最小間距：21cm、5cm)

N-2 孔劈理之數量密度及夾角(共有 5 處明顯且密集的劈理)

38.6~39.6-夾角：38°粗糙度：凹凸粗糙(0.2mm)裂縫(平均間距：1.5cm)

32~32.47-夾角：32°粗糙度：凹凸平順(2mm)裂縫數：5 組(最大最小間距：11cm、5cm)

71.4~71.9-夾角：60°粗糙度：平面平順(1mm)裂縫數：5 組(平均間距：10cm)

77.68~77.93-夾角：35°粗糙度：平面平順(0.1mm)裂縫數：6 組(最大最小間距：6.5cm、1.8cm)

79.2~79.96-夾角：37°粗糙度：凹凸粗糙(1mm)裂縫數：18 組(最大最小間距：8cm、2.1cm)

由圖 3.14 N-1 及 N-2 孔劈理數量及角度統計表可得知，劈理角度均小於 60 度以下，且絕大部分皆為 30~40 度之間。

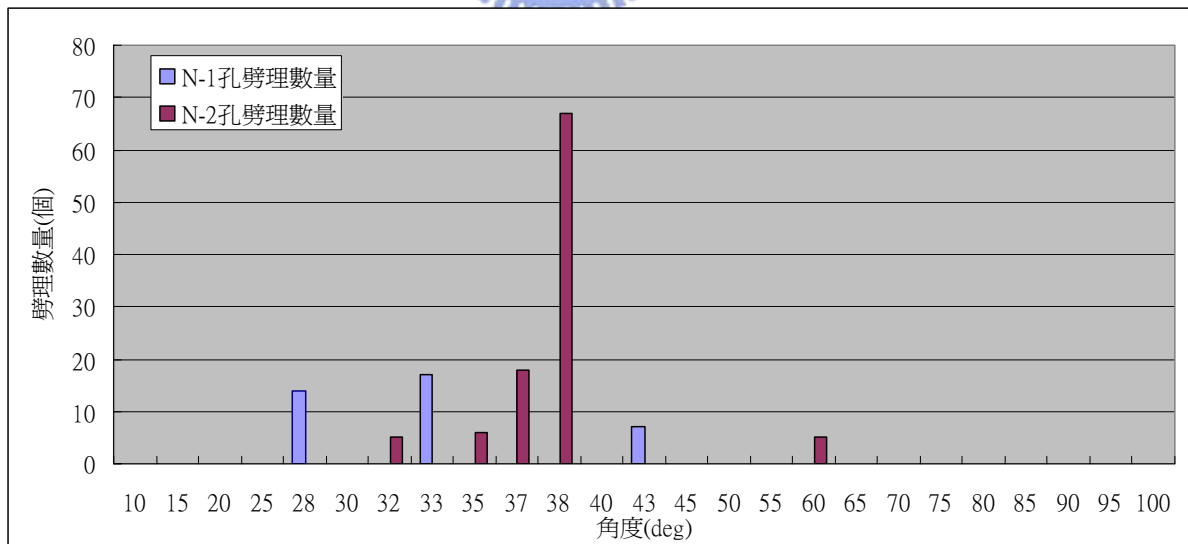


圖 3.14、N-1 及 N-2 孔劈理數量及角度統計表

CH-19 為以前學者所規劃鑽探的孔位，它位於 N-2 孔的旁邊，彼此相距不到幾公尺。圖 3.16 為 CH-19 舊有鑽孔 40~60m 岩心的照片。比對圖 3.10 N-2 孔 40~60m 地質鑽探柱狀圖，我們可以發現圖 3.15 所鑽的岩心，大部份的細粒料被沖洗掉了，只剩下顆粒較

粗的礫石。圖 3.15 為 N-2 孔 40~60m 新鑽的岩心放大照片，從圖 3.10 柱狀圖我們可得知 52.8~56.8m 為灰色黏土夾灰色板岩碎屑(代碼為 C)，是屬於軟弱層，在鑽探的時候，最易被鑽探的循環水，沖洗掉細粒料。在圖 3.15 上，我們仍然可以很清楚的看到細粒料存在著，完整的將軟弱層取出來，反觀圖 3.16、52~56m 處，大部分細粒料以被清洗掉，只剩粗顆粒。



圖 3.15、N-2 孔 52~56m 新鑽孔岩心放大照片



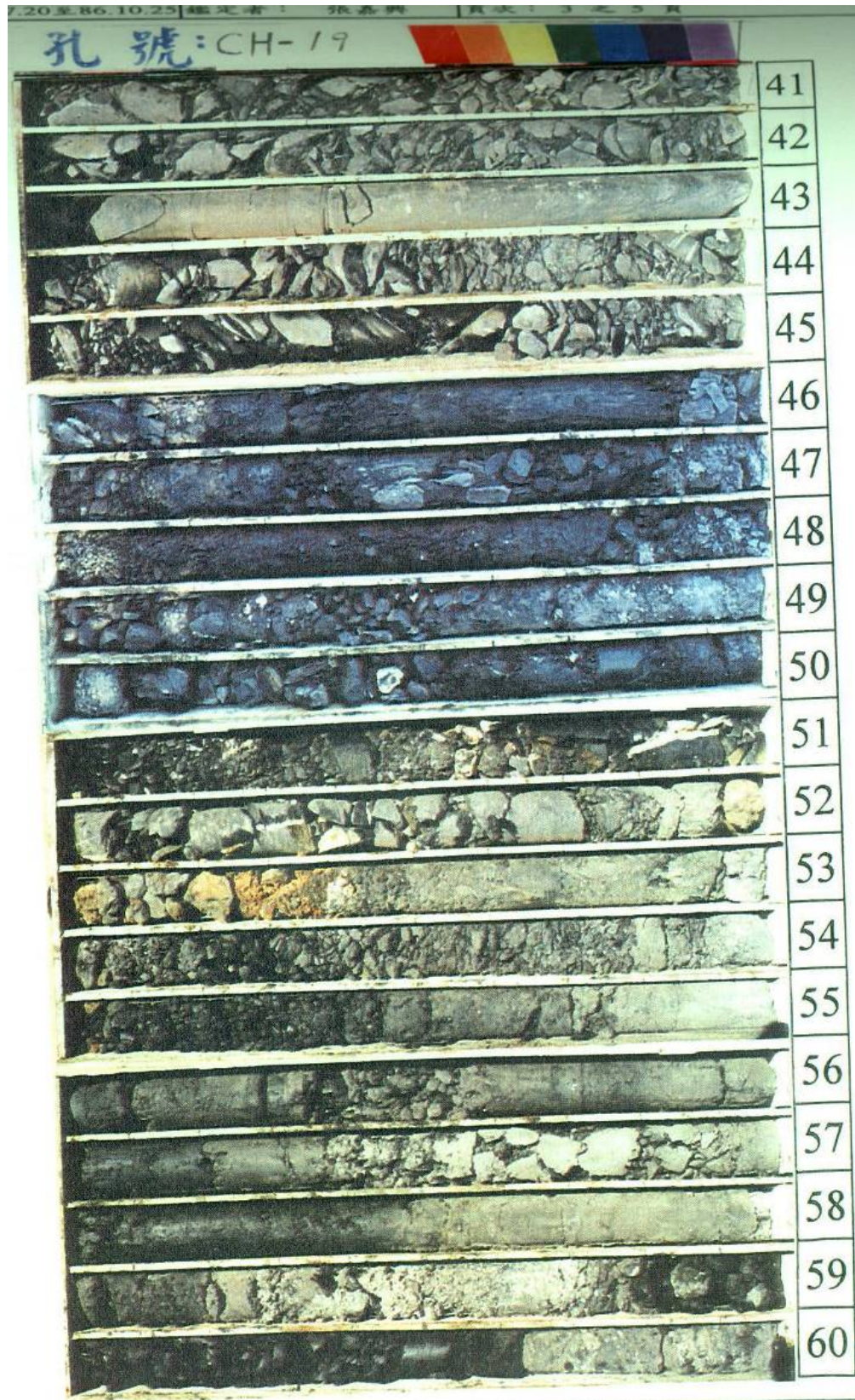


圖 3.16、CH-19 孔 40~60m 舊有鑽孔岩心照片(取自工研院)



### 3-5 討論

由圖 3.12 我們可得知，N-2 孔節理角度大部分集中在  $70^{\circ}$ ~ $80^{\circ}$  之間。另外由圖 3.17 之 Borehole Acoustic Televiewer 觀測得知，節理角度介於  $62^{\circ}$ ~ $74^{\circ}$  之間，與岩心判釋所得的角度，相差不多。誤差可能來自岩心判釋時，人為的誤差。

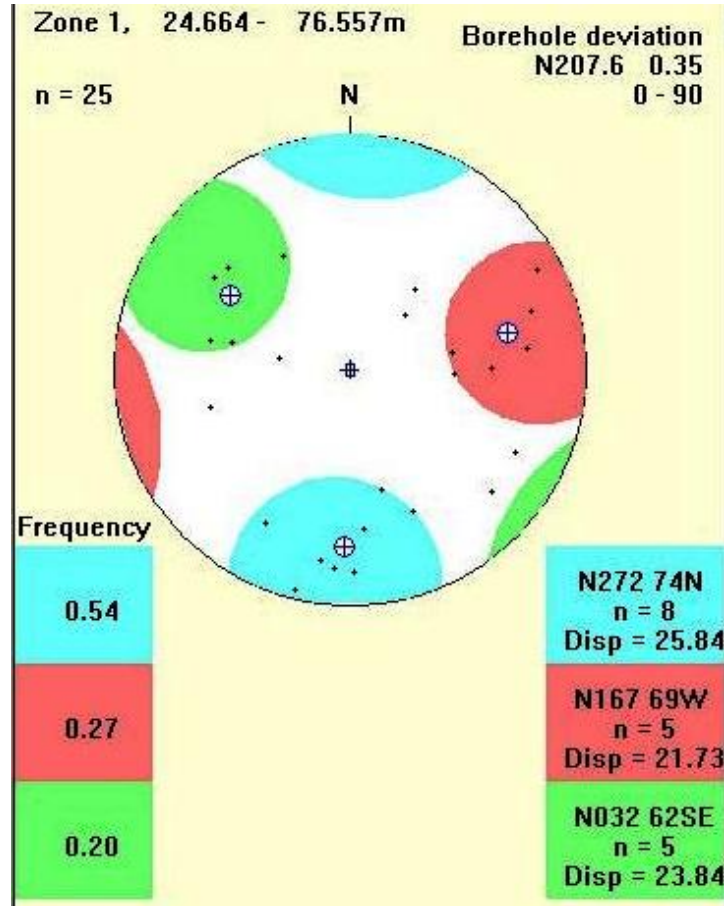


圖 3.17、由 Televiewer 觀測 N-2 孔所得節理的分佈(黃玉麟，2006)

圖 3.18 為 N-1 孔(28~29m)現地孔內聲波造影(Borehole Acoustic Televiewer)與室內岩心判釋之比對。結果顯示 A 段處，其岩心判釋與造影均可發現一組劈理面；B 段處於岩心判釋後，有很多組劈理面，但造影部份只出現一條，原因有可能是於岩心取出來時，解壓的結果，造成很多的劈理面產生；C 段處於岩心有一組高角度的節理，但造影卻沒有任何出現。

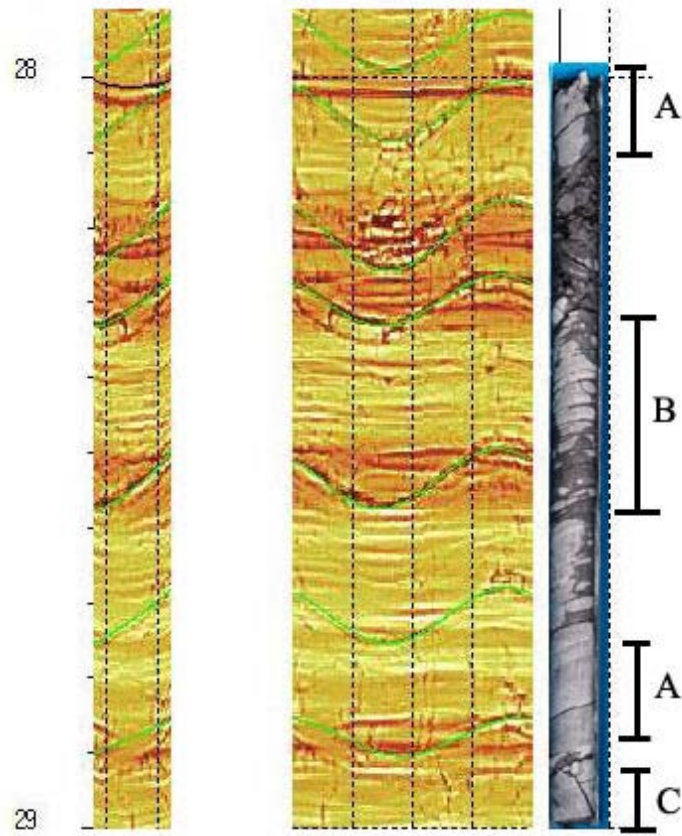


圖 3.18、Televiewer 與室內岩心判釋之比對(黃玉麟, 2006)

