

91 年國科會報告

摘要

本研究先依照國際地層命名委員會所建議的原則，參考前人所製作的地質圖及地質文獻，將大南澳片岩當中岩性一致而連續在一起的岩石當作一個岩體單位(lithodeme)，劃分成十六個岩體單位(lithodemic units)(見表一)。

表一、立霧溪以北大南澳片岩岩體系統與其他岩石地層系統對比表

岩體單位名稱	分布地區	片麻岩	顏滄波(1960)	王執明(1982)	
1. 達基利片麻岩岩體	達基利(溪畔)	片麻岩	開南岡層	溪畔片麻岩	
2. 崇德片麻岩岩體	崇德	片麻岩	開南岡層		
3. 源頭山片麻岩岩體	源頭山	片麻岩	開南岡層		
4. 飯包尖山片麻岩岩體	飯包尖山	片麻岩	開南岡層		
5. 大濁水片麻岩岩體	大濁水	片麻岩	開南岡層		
6. 開南岡片麻岩岩體	開南岡(和仁)	片麻岩	開南岡層	開南岡層	
7. 荖西大理岩岩體	(現今之慈母橋一帶)	大理岩	三錐層荖西相	九曲層	九曲層
8. 三錐大理岩岩體	巴達岡(現今之燕子口一帶)至三錐山(現今之三角錐山)。	大理岩	三錐層荖西相(石灰岩相)	九曲層	九曲層
9. 大濁水大理岩岩體	大濁水北溪與南溪合流處	大理岩	三錐層荖西相		
10. 和仁大理岩岩體	大清水溪(和仁溪)沿岸	大理岩	太魯閣層大清水相		大清水層
11. 漢本大理岩岩體	白來分	大理岩	太魯閣層大清水相		大清水
12. 太魯閣大理岩岩體	太魯閣	大理岩	太魯閣層大清水相		大清水
13. 東澳岩體	烏岩角與南澳之間	由砂岩、頁岩、基性熔岩流、凝灰岩、石灰岩、燧石與蛇紋岩所組成			東澳岩體
14. 長春岩體	長春祠	基性熔岩流、凝灰岩、石灰岩、燧石與	太魯閣層大清水相	長春層	長春岩體

		蛇紋岩所組成			
15. 觀音岩體	公(現今之觀音)與白來分(現今之谷風)	由砂岩、頁岩、凝灰岩與石灰岩所組成。	三錐層公相		觀音岩體
16. 天祥岩體	天祥	砂岩、頁岩	三錐層公相	天祥層	天祥岩體

再以此為基礎，在野外調查各岩體之間接觸面的地質構造。調查的結果顯示：

一、片麻岩體與大理岩岩體接觸面小型地質構造。

和平溪(大濁水溪)以南，片麻岩岩體(包括溪畔、崇德、和仁等岩體)與大理岩岩體(包括燕子口、大清水、和平等岩體)交接的地帶，常可見到薄層的片麻岩與薄層的大理岩的接觸面被褶皺成各種波長不等的多重和諧褶皺(polyharmonic folds)形式，但兩者相對的空間位置，整體而言，是大理岩岩體蓋在片麻岩岩體的上面。

(1) 白沙橋地區得克利片麻岩岩體與大清水大理岩岩體接觸帶的細部構造

在白沙橋底下的一小河谷，此河谷剛好位於片麻岩與大理岩的接觸帶上：河谷的左岸(北岸)為鐵鏽色的片麻岩，右岸(南岸)為灰白條紋相間的大理岩。片麻岩的礦物成份主要為雲母、石英、長石，而雲母有方向性的排列，構成不連續的片麻狀葉理。大理岩呈現灰白相間的層理構造(layering)，主要是由結晶良好的方解石所組成。在溪床及河谷西側的岩壁上，均可觀察到帶狀的片麻岩夾在灰白色的岩石中(圖版 1.2)。站在白沙橋上，面對上游上的岩壁，可觀察到一層片麻岩夾在大理岩之中，右側大理岩的右側全部為片麻岩，左側大理岩的左側全部為大理岩；在河床上則有一片麻岩岩體孤立於大理岩岩體中。下到河床後，站在溪床孤立的片麻岩岩體旁的大理岩上。

仔細地觀察大理岩與片麻岩的分布情形。面對下游可觀察到一條帶狀的片麻岩有如一枝鉛筆嵌入大理岩之中，筆尖尖滅於大理岩之中(圖版 3.4)。面對下游，由此鉛筆的筆尖順著片麻岩與大理岩左邊的界面向上游方向追蹤，可見到界面突然彎曲後再向下游延伸。再站到筆尖上，面對上游，由此鉛筆的筆尖順著片麻岩與大理岩左邊的界限向上游方向追蹤，可見到河床上都被轉石佔據，但似乎可與岩壁上的界面相連；面對下游，在鉛筆狀的片麻岩左側的大理岩中，可見到大理岩的層理被褶皺的小型褶皺構造。這褶皺的軸面與鉛筆狀片麻岩的筆身平行(圖版 5)。仔細觀察此鉛筆狀片麻岩內部的構造，可發現此鉛筆狀的片麻岩本身為一褶皺構造(圖版 5)。由此推論大理岩與片麻岩的接觸面本來是一與大理岩層理平行的平面，是經過褶皺作用後，此一平面才被褶皺成一系列兩翼平行的小型等斜褶皺。鉛筆狀的片麻岩即是因為褶皺作用而看起來像是被嵌入大理岩之中。(圖版 6)

由白沙橋往立霧溪下游距離約 200 公尺的右側河床上，可見到一長約十公尺寬約 3 公尺成三角形形狀的片麻岩岩體向上尖滅於大理岩間(王執明描述此露頭為：10 公尺長之片麻岩小岩體夾於大理岩中)。仔細觀察後，可見到此片麻岩與

大理岩的界面形成一伸向西南方向的等斜褶皺。再向下游約 100 公尺處，可見到片麻岩岩體蓋在大理岩上面（圖版 7）（王執明描述此露頭為：此接觸面連續 100 公尺以上。接觸面呈平緩波浪狀，走向約為北 30° 東，向東北傾斜 30° 左右）。仔細觀察後，可見到此片麻岩與大理岩的界面形成一系列同樣是伸向西南方向成 S 型排列的小型褶皺（圖版 8）。從寄生褶皺與中型褶皺關係的角度來看，此片麻岩與大理岩的褶皺包絡面是中型倒轉褶皺的倒轉翼，即此處片麻岩與大理岩的界面是倒轉的(overturned)。綜合上面的觀察，作者將此處之地質構造示意圖表示於（圖 1）上。

經由上述的觀察，可見大理岩與片麻岩的接觸面已被褶皺成一系列的小褶皺。即大理岩與片麻岩在被褶皺之前即已接觸在一起。現在的問題轉為大理岩與片麻岩在褶皺之前是如何接觸在一起的。由於大理岩與片麻岩都是變質岩，而大理岩一定是由石灰岩變質形成的，片麻岩則可能是火成岩或沈積岩變質形成的。

一般而言，兩個岩體接觸在一起的可能性基本上有三種：沈積接觸、侵入接觸與斷層接觸。要決定此地大理岩與片麻岩在褶皺之前是如何接觸在一起的問題必須先解決片麻岩的原岩是火成岩或是沈積岩的問題。

（甲）假如片麻岩的原岩是花崗岩類火成岩的話，則大理岩與片麻岩的接觸可能是侵入接觸關係，即花崗岩類的火成岩由下往上侵入石灰岩岩層中，然後再與石灰岩岩層一起受到變質變形作用形成片麻岩與大理岩。

（乙）假如片麻岩的原岩是沈積岩（長石砂岩）的話，則大理岩與片麻岩均為沈積岩變質形成的。這樣大理岩與片麻岩的接觸關係又有多種的可能性：

1. 整合的沈積接觸：石灰岩與長石砂岩是整合的沈積接觸，同時受到變質作用一起變成大理岩與片麻岩。
 - a. 由大理岩與片麻岩區域性的分布情形，大理岩與片麻岩的層位，似乎是片麻岩在下，大理岩在上。則大理岩與片麻岩的接觸關係很可能是正常的沈積關係，即石灰岩是沈積在長石砂岩上。
 - b. 若大理岩與片麻岩的層位，是片麻岩在上，大理岩在下，則上述大理岩與片麻岩區域性的分布情形是有層序顛倒的情形。
2. 不整合的沈積接觸：石灰岩與長石砂岩是不整合的沈積接觸，這又要再看石灰岩與長石砂岩的層位孰上孰下。
 - a. 若是是長石砂岩在下，石灰岩在上，則可能是長石砂岩先變質成為片麻岩之後，經過侵蝕作用後，石灰岩再沈積在這片麻岩上面，然後再一起受到變質變形作用，使石灰岩變質成為大理岩，而片麻岩仍然還是片麻岩只是多遭受一次變質作用而已。
 - b. 若是是長石砂岩在上，石灰岩在下，則可能是石灰岩先變質成為大理岩之後，經過侵蝕作用後，長石砂岩再沈積在這大理岩上面，然後再一起受到變質變形作用，使長石砂岩變質成為片麻岩，而大理岩仍然還是大理岩只是多遭受一次變質作用而已。
3. 斷層接觸：要使這兩個岩體以斷層作用接觸在一起的時機可能有很多種，有

可能是在變質作用之前的斷層作用，有可能是在變質作用之後的斷層作用，也有可能是在兩次變質作用之間的斷層作用。由於在野外並未觀察到兩個岩體之間有斷層岩(斷層泥、斷層角礫岩)的存在，因此可以排除變質作用之後的斷層作用。由於斷層作用，無論是脆性的或韌性的，都會使斷層兩側斷盤的岩石混雜在斷層帶中，但觀察此地大理岩與片麻岩的接觸面相當地分明，並未有組成大理岩與片麻岩的顆粒混雜在一起的現象。很顯然地，此地大理岩與片麻岩並不是因為斷層作用而接觸在一起。

王執明(1995)曾在此露頭對片麻岩體與大理岩之間彼此穿插的關係做詳細的觀察研究。她認為白沙橋附近地區的片麻岩為花岡片麻岩，稱為溪畔片麻岩體，(即顏滄波之得克利片麻岩體)。在大理岩與片麻岩接觸帶密集採樣檢驗的結果，並未發現有接觸變質作用的現象，亦未尋獲特別富集或特殊種類之鈣質矽酸鹽礦物，僅發現有透閃石(tremolite)的存在，而在片麻岩與大理岩接觸面認為有明顯的糜嶺岩化(mylonization)現象，而認為其為斷層接觸。因此認為大理岩與片麻岩彼此穿插的關係，並非花岡岩原岩侵入至大理岩中，而解釋為剪力作用使岩層錯動或褶皺作用所形成的結果。但並未說明兩者在斷層接觸之前的關係。



圖版 1 白沙橋底下之河床上，可見一片麻岩岩層夾在大理岩之中。



圖版 2 白沙橋底下河床東側之岩壁上，可見一片麻岩岩層夾在大理岩之中。大理岩右側又再度為片麻岩。



圖版 3 白沙橋底下之河床上，由上游往下游看，在相片中央，可見片麻岩岩體內部大理岩與片麻岩之界面被褶皺成小型的等斜褶皺，形成大理岩似以尖釘狀插入片麻岩中的景象。



圖版 4 上圖之近照。白沙橋底下之河床上，由上游往下游看，可以更清楚地看出大理岩與片麻岩之界面被褶皺成小型的等斜褶皺，形成大理岩似以尖釘狀插入片麻岩中的景象。



圖版 5 白沙橋底下之河床上，一透鏡狀的片麻岩夾在大理岩中。仔細觀察的結果可見大理岩與片麻岩之界面與大理岩內部之層理平行，顯示大理岩與片麻岩之界面已被褶皺成一等斜褶皺。



圖版 6 白沙橋底下之河床上，薄層大理岩與薄層片麻岩交替出露之產狀。



圖版 7 由白沙橋向立霧溪下游遠望大理岩與片麻岩界面之近照。左側為片麻岩，右側為大理岩，兩者之界面向左傾斜，形成片麻岩蓋在大理岩上面之景象。



圖版 8 白沙橋東方出露之大理岩與片麻岩界面之近照。左上方為片麻岩，又下方為大理岩，兩者之界面形成 S 型小型褶皺。

C012

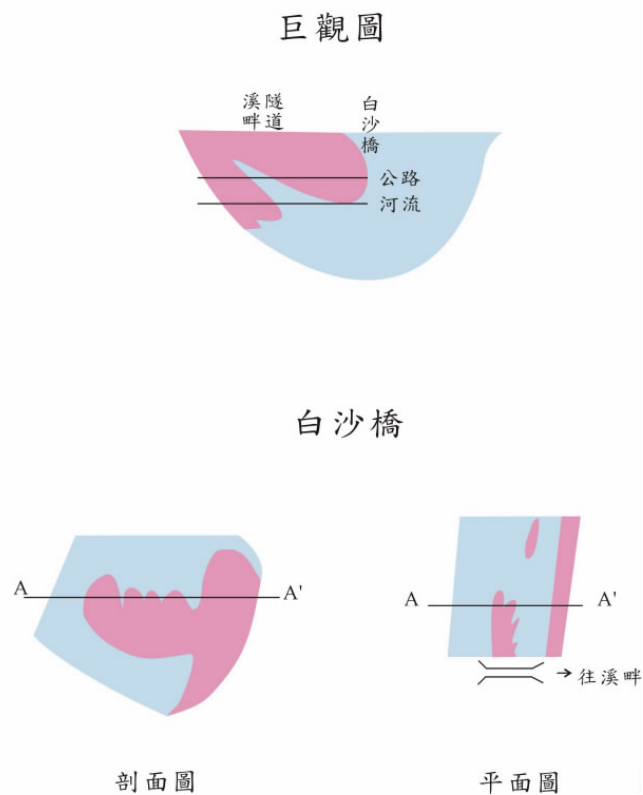


圖 1 白沙橋地區中小型構造示意圖，顯示大理岩岩體與片麻岩岩體之界面形成一背斜形向斜構造，使大理岩在此處位於片麻岩之景象。

(2) 溪畔隧道地區得克利片麻岩岩體與大理岩岩體接觸帶的細部構造

在溪畔隧道北方廢棄公路上，可見到一層大理岩被蓋在片麻岩之下（圖版 10），大理岩與片麻岩界面的位態為北 35° 東，向東南方向傾斜 38° （圖版 9）。由此處可見到此層大理岩向下延伸至立霧溪左岸。

再由此露頭沿傾斜方向向上追蹤後，似乎尖滅於片麻岩之中（圖版 11.12）。由溪畔隧道東口向東至燕子口間之公路邊坡均為片麻岩，而自燕子口往西則均為大理岩（圖版 13.14）。由此可見，溪畔隧道北方廢棄公路上之大理岩被夾在片麻岩之中。

前人對本(燕子口)地區地質構造之解釋

顏滄波(1960)之地質圖上，顯示此處之大理岩之北、西、南側均為片麻岩(開南岡層)，只有東側是向東延伸，而與白沙橋東側之大理岩連接。剖面圖所表示的地質構造，則是片麻岩被此層大理岩分隔成不同的上下兩層。此兩層片麻岩與中間所夾的大理岩以及下層片麻岩下面的大理岩構成三錐背斜的東翼。下層片麻岩即為開南岡層，下面的大理岩即為三錐層的荖西相(羅宇志相)。荖西相(羅宇志相)羅宇志相本身位於三錐背斜的軸部。

王執明(王執明, 1991, 圖 4-10)亦曾報導在布洛灣部落下方之立霧溪左岸，亦可見到小小的片麻岩岩體被大理岩岩體所包圍，片麻岩岩體與大理岩岩體的接觸面也是被褶皺成一等斜褶皺，其褶皺軸面與大理岩岩體內之層理平行。惟王執明(1991)對此露頭則解釋此處之褶皺為開放性褶皺。

王執明(1979)之平面地質圖上，似乎採用顏滄波之畫法，亦顯示此層之大理岩向東與白沙橋東側之大理岩連接。但無剖面圖表示地質構造。

陳肇夏(1979)之平面地質圖上，似乎採用顏滄波之畫法，亦顯示此層之大理岩向東與白沙橋東側之大理岩連接。但與顏滄波不同的是白沙橋東南端的大理岩的東側，畫出一層片麻岩，由公路南側向南延伸，而此層片麻岩與東側的大理岩斷層接觸。剖面圖所表示的地質構造，則是片麻岩被此層大理岩分隔成不同的兩層。實際上，白沙橋東南端的大理岩的東側，並無片麻岩由公路南側向南延伸。不清楚所謂此層片麻岩與東側的大理岩之間的斷層是如何判斷出來的？因為片麻岩與大理岩接觸，所以是斷層？同樣的，靠近太魯閣口的斷層兩側均為大理岩，卻畫出一條非常明顯的斷層。

本報告的解釋：

在溪畔隧道旁之立霧溪兩岸，穿插在片麻岩之中之一層大理岩，本身為一褶皺軸面向東傾斜的向斜形等斜褶皺(isoclinal synform)，而很可能是背斜形的向斜褶皺構造(isoclinal antiform syncline)。其理由為：

此層大理岩向東與白沙橋東側之大理岩連接。從地質圖上，可見此層大理岩上下兩側與片麻岩之界面與白沙橋附近介於片麻岩之間之大理岩南北兩側與片麻岩之界面為同一界面。假設岩層層序上，片麻岩在下，大理岩在上，則白沙橋南邊的大理岩本身形成一褶皺軸面為東西走向的向斜構造；而在溪畔隧道旁之大理

岩，本身為一褶皺軸面走向為南北向東傾斜的背斜形向斜褶皺構造(isoclinal antiform syncline)。換句話說，大理岩片麻岩的界面形成一再褶皺構造，可能先形成一等斜褶皺(其褶皺軸面的位態待查)，此一褶皺軸面再被褶皺，成一褶軸軸面為東北走向的褶皺構造，一翼之位態為南北走向(溪畔隧道附近)，另一翼之位態為東西走向(白沙橋附近)。



圖版9 溪畔隧道左側之大理岩露頭，岩層走向為北 35° 東，向東南傾斜 38° 。左上角為片麻岩。



圖版 10 溪畔隧道左側之大理岩與片麻岩界面之近照。打火機即放在大理岩與片麻岩界面上。



圖版 11 溪畔隧道東側立霧溪左岸所出露之大理岩與片麻岩界面。



圖版 12 溪畔隧道左側之大理岩向上延伸後，消失於片麻岩之中。



圖版 13 中橫公路溪畔隧道與燕子口之間立霧溪左岸所出露之片麻岩體與大理岩岩體的界面。右上方之隧道為已廢棄之舊溪畔隧道，該處之岩石為大理岩。



圖版 14 溪畔隧道與燕子口之間立霧溪左岸所出露之片麻岩體與大理岩岩體的界面。

(3) 清水地區開南岡岩體與大清水大理岩岩體接觸地帶的細部構造

在蘇花公路 177K 處，即清水東北方公路由南向北轉彎的地方，南側的大理岩與北側的片麻岩在此處交接（圖版 15）。在此處同白沙橋地區一樣，塊狀的片麻岩與塊狀的大理岩交接的地帶可見到薄層的片麻岩與薄層的大理岩互相穿插，呈現類似（lit-par-lit structure）的構造，但實際上是呈犬牙交錯狀，即一層岩層的尖端尖滅於另一種岩石中，而非全部都是平行的排列（圖版 16）。像鉛筆一樣插入大理岩中的片麻岩，其與大理岩的界面與大理岩中的層狀構造保持平行，並且被褶皺成為等斜褶皺，其尖端即為褶皺的軸部。與界面平行的大理岩中的層狀構造亦呈現緊湊的褶皺構造。與白沙橋地區不同的是這裡的褶皺軸面幾乎是鉛直的，而不是傾斜的。

從外海的船上往此處遠看，可見到片麻岩與大理岩的界面相當地平整，形成一開闊的向斜構造（圖版 17），無法看出界面有這種呈犬牙交錯狀的小型褶皺。



圖版 15 大清水東方，和仁片麻岩岩體與大清水大理岩岩體接觸帶附近，片麻岩與大理岩之界面形成一等斜褶皺，造成片麻岩以三角形形狀出現於大理岩的景象。



圖版 16 大清水東方大清水大理岩岩體與和仁片麻岩岩體接觸帶內呈現薄層大理岩與片麻岩全犬牙交錯交替出現的產狀。此種犬牙交錯交替出現的產狀其實是一系列之小型褶皺構造。



圖版 17 由海上遠望大清水東方之蘇花公路，片麻岩體與大理岩岩體的界面形成寬廣之中型背斜與向斜構造。

在最近即將完成的新城圖幅中，片麻岩體與大理岩岩體的界面在地質圖上顯現 dome and basin structure(圖 2)。這種的 dome and basin structure 常出現於造山帶內的中央基底與蓋層的界面上，尤其是基底為片麻岩時，稱之為 mantled gneiss domes (Ramsay, 1967)。這種構造是由一系列的褶皺所組成，其特性為在剖面上背斜的形狀為寬廣的弧形，而向斜的形狀則是緊湊而尖銳的尖角形，因此一般稱此種褶皺的形狀為 cusate-lobate 形褶皺。這種構造的形成是黏度有相當的差異的兩層岩層，受到平行層面連續性的壓縮所導致的拱彎褶皺作用而形成的，或者是由兩期方向不同的褶皺作用所造成的(Ramsay, 1967)。作者認為大南澳片岩中片麻岩體與大理岩岩體界面的褶皺形態可以這種的機制所造成，換句話說，以 dome 形狀出現的片麻岩體，其中心為背斜形構造；而兩個片麻岩 domes 之間則為向斜形構造。若此種解釋可以接受的話，則濁水溪以南之各個片麻岩岩體與大理岩岩體的界面是一可以連續的界面。如此，顯示和仁、崇德、溪畔等片麻岩岩體是可以歸納為同一岩體，而界面上面的和平、大清水與九曲等大裡岩岩體也可以歸納為同一岩體(圖 3)。

結論

經由片麻岩體與大理岩岩體接觸面小型地質構造的仔細觀察，以及片麻岩岩體在區域上的分布情形，以褶皺理論研判的結果，本報告認為就現在的空間而言，開南岡層(包括得克利片麻岩岩體、崇德片麻岩岩體、和仁片麻岩岩體)是大南澳片岩中段最底下的岩石地層單位。

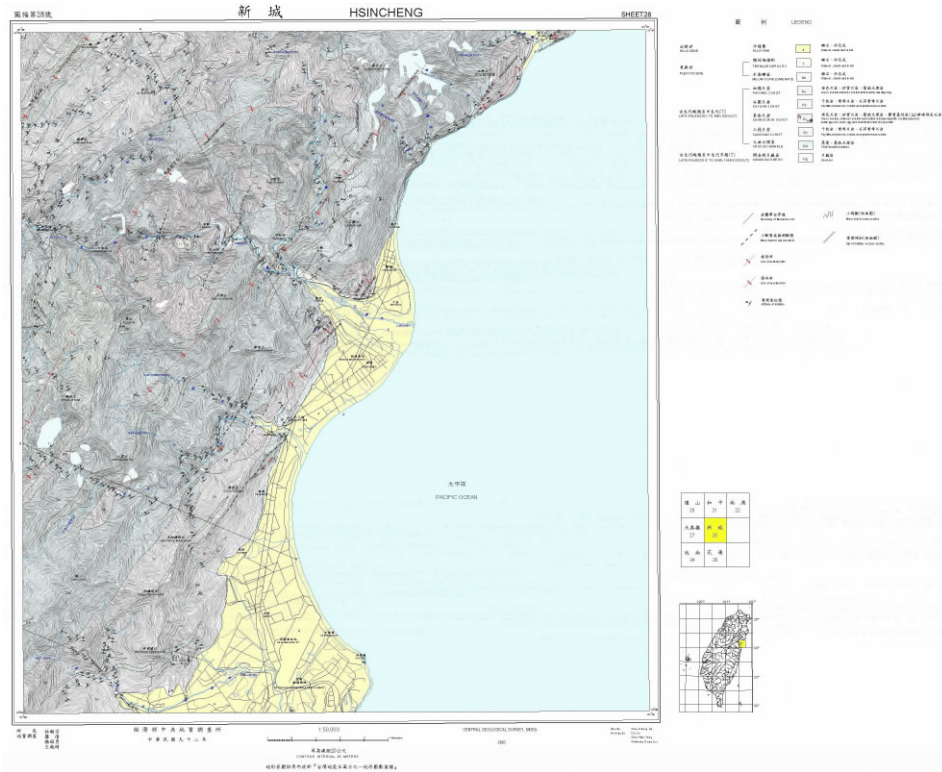


圖 2、在地質圖上片麻岩體成圓丘狀，四周為大理岩岩體所包圍。摘自中央地質調查所正在審查中由羅偉、楊昭男與王執明所編製的新城圖幅。

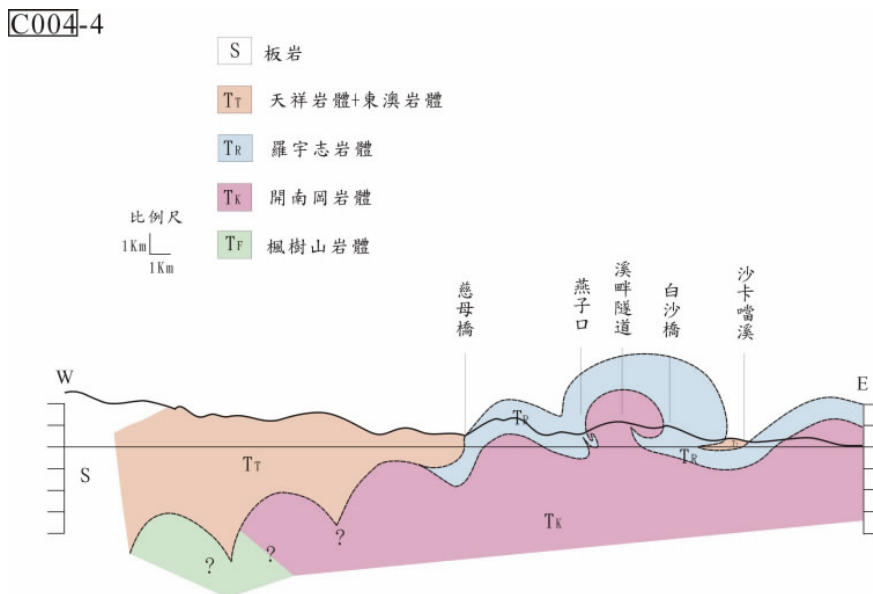


圖 3、中橫公路地質構造示意圖，顯示崇德與溪畔片麻岩岩體是可以歸納為同一岩體，大理岩岩體與片麻岩岩體界面上面的大清水與九曲大理岩岩體也可以歸納為同一岩體。白沙橋地區與溪畔隧道地區的大理岩岩體與片麻岩岩體的界面各形成一伸向西的背斜形向斜構造。