

變質岩之原生弱面 (Primary Weak Planes of Metamorphic Rocks)

洪如江

一、引言

岩石經區域性變質作用, 常含密集弱面(葉理), 其礦物顆粒多呈順向排列, 是為變質岩之原生弱面。尙有不少在型態上相類似的弱面, 係因褶皺、斷層或其他大變形所造成, 而非由變質作用所造成, 則屬於次生弱面而難謂為變質岩之原生弱面。但有不少學者, 在討論變質岩弱面(葉理)之時, 以型態為主而不僅限於成因, 順此說明。

常見之變質岩原生弱面包括: 板劈理(slaty cleavage)、片理(schistosity)、片麻岩葉理(gneissic foliation)等等。

二、變質岩弱面之簡要說明

2.1 板劈理(slaty cleavage)

細粒質岩石, 例如頁岩, 因變質作用與變形作用(應變達30%以上), 成為板岩, 含許多垂直於最大壓縮方向的平行裂面, 稱為板岩劈理。在板岩之中, 礦物顆粒已成扁平狀且呈平行於劈理面的順向排列。

板岩之劈理面, 方便採石工人取得薄片岩板以作為屋頂瓦片之用, 是故板岩與屋頂瓦片之英文皆為slate。也有採用板岩片築牆者。

台灣在中橫公路與東部, 皆多板岩露頭。其破碎及風化嚴重者, 常易崩坍, 且累修累坍; 在德基拱壩一帶之石英質板岩則頗為堅強, 故為良好之壩址所在。

有一些劈理, 發生於板岩以外的岩層中, 可能是因某種應力狀態或變形所造成, 楊昭男教授在其「台灣的地質構造現象」一書(民國84年經濟部中央地質調查所編印)有很豐富的照片與解說, 筆者大力推薦。

板劈理在工程之意義為:

(1) 岩石力學性質的異向性

岩石之強度, 在平行劈理方向者常遠大垂直於劈理者; 在垂直於劈理方向之壓縮性則常遠大於平行劈理方向者。

(2) 沿劈理面之剪力強度甚低

劈理面, 較易於因風化或其他地質作用而剝離, 而剝離之劈理面常甚為平順或光滑, 因此, 沿劈理面(尤其是沿已剝離之劈理面)之剪力強度常甚低。在野外觀察, 板岩之順向坡, 常可見到整片岩板之滑落。

(3) 岩體工程性質的異向性

舉隧道開挖為例, 開挖方向與劈理之交角不同, 開挖之難易程度也大不相同。劈理傾向已開挖之空間者, 開挖作業中, 岩板易於滑落而傷害工作人員及機具, 因此, 開挖之作業方式及支撐, 必須將劈理之方位、間距、發育程度以及裂縫

特性，加以了解並預作安全與經濟之措施。

2.2 片理 (schistosity)

片岩特有之弱面，因變質作用而產生，其平行排列或近乎平行排列之礦物顆粒，較遠板岩者為粗，可由人眼所明視或近乎可由人眼所明視者。

片岩，如含弱礦物，例如雲母、滑石或綠泥石，易於風化，並易受侵蝕，常構成不穩之邊坡、基礎或隧道；矽質片岩則頗為堅硬。

2.3 片麻岩葉理 (gneissic foliation)

片麻岩特有之原生構造，呈帶狀或薄帶狀，帶寬從數公分 (cm) 或數公厘 (mm)，呈不同顏色，係因不同礦物分別集結而成，但顆粒之呈順向排列者常不到 50%。片麻岩之葉理或面理不如板劈理或片理發達，因此，「片麻狀構造」(gneissic structure) 或「片麻岩構造」比「片麻岩葉理」更常被使用。片麻岩之變質度高於片岩者；而片岩之變質度高於板岩者，因此片麻岩之粒度最粗，其新鮮岩石材料強度也較高，並因片麻岩之原生弱面不發達，故片麻岩通常是很堅強穩定之岩盤。

三、照片說明

照片一：台 14 公路 60K 至 61K 間之板岩邊坡

此一板岩邊坡，已高度風化，銹染嚴重，板岩劈理雖可見，但高度破碎、易塌之情形更吸引注意力。

照片二：北橫公路板岩順向坡

多次經過此一路段，都會注意到此一順向坡之變化。最外表的岩板，厚度不大，幾年之間，每有風化、破碎與脫落之情形。

照片三：板岩劈理及岩板脫落之情形，中橫公路

此一板岩露頭，劈理相當發達，許多岩板及風化碎屑，已脫落於坡趾。

照片四：板劈理之近照，中橫公路

同照片三之板岩劈理近照，示新鮮劈理面與風化劈理面之情形。

照片五：急轉折之板劈理，蘇澳附近

板岩岩塊表面不甚平整，近觀之，可以明見劈理及其急轉折之情形。照相地點在蘇澳附近一採石場。

照片六：德基拱壩右壩座之砂質板岩劈理與節理

德基拱壩右翼壩座之開挖，儘量利用此一砂質板岩之劈理與節理而為之，故能節省開挖量並保持極佳之穩定，為一傑出之工程作業。在此一個案，岩石弱面，在巧妙的利用之下，反而顯示其有利的一面，亦即：利於開挖並使壩座穩穩地插入岩盤之中。照片中左半所看到的砂質板岩裂面，較為密集，應是劈理面；而大致正交於這些劈理面的裂面，則為節理面。

照片七：矽質片岩及片理，蘇花公路谷風海邊

矽質片岩頗耐風化、侵蝕，兩大岩塊斜立海浪中久而未倒，其片理也尚明顯可辨。

照片八：矽質片岩之片理，谷風海邊

此一露頭，位於照片七之內側，正視片理。

照片九：矽質片岩之片理，已有變形現象，谷風海灘

在谷風海灘上之一大岩塊，片理明顯，但已有變形現象。

照片十：矽質片岩片理之近照，谷風海岸

谷風海岸一矽質片岩露頭上之片理近照，雖然片理開裂充分發育且有變形現象，但片岩材質尚頗堅硬。

照片十一：黑色片岩，南澳溪南岸

黑色片岩邊坡，因易於風化、侵蝕，故需護坡，且崩落碎片與碎屑明顯可見。

照片十二：綠色片岩夾大理岩，蘇花公路147K附近

蘇花公路147K附近，因公路拓寬而露出新鮮之綠色片岩（夾大理岩略呈白色），片理也頗發達。片岩岩層尚在崩落。

照片十三：混合岩基質經變質作用形成之片理

天祥立霧溪河床之混合岩，其外來岩塊受擠壓作用而呈串腸狀；其基質變質成片岩，片理完整發育。

照片十四：片岩與結晶石灰岩之接觸面，天祥

具片理之片岩與結晶石灰岩之接觸面近照，其中，片岩之片理也發育得相當完整。

照片十五：片麻岩懸崖全景，蘇花公路

此一懸崖，非常陡峭，全因片麻岩堅硬弱面不發達之故。雖因公路拓寬（開炸）之破壞，尚能保持高陡之勢至於海面。

照片十六：片麻岩懸崖，蘇花公路上邊坡

照片十五之局部，為公路之上邊坡，因拓寬（開炸）而多所破裂，但尚能維持陡峭之勢。

照片十七：片麻岩巨大落石，蘇花公路173K+300

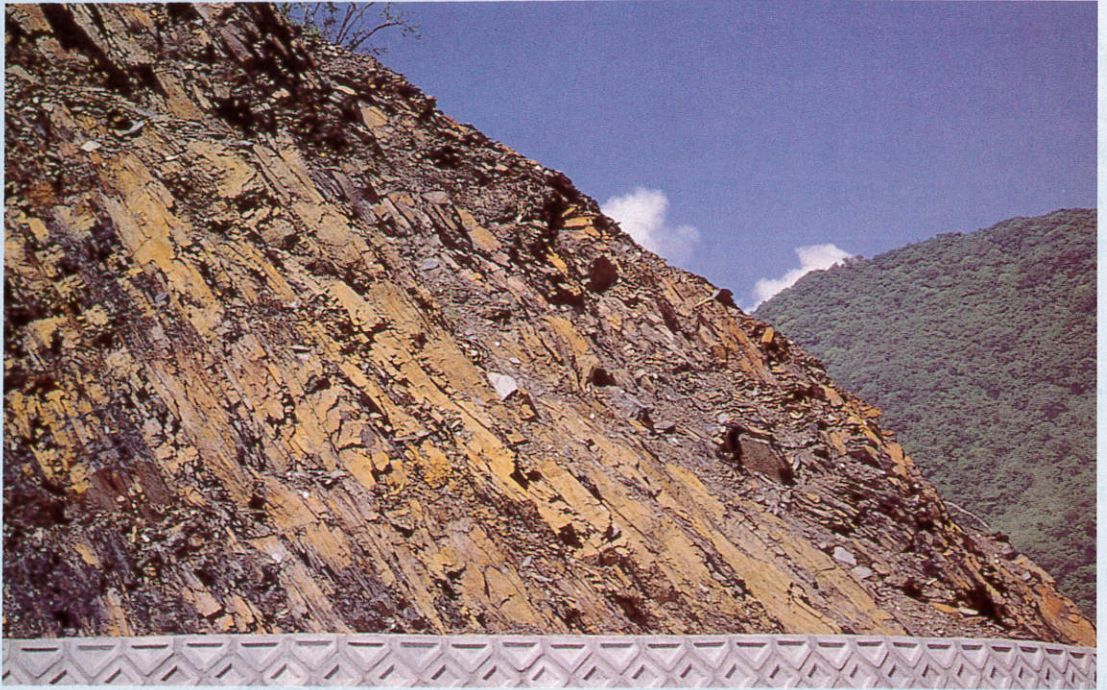
此二巨大之片麻岩塊，係因地震而墜落蘇花公路，久久難處理，正好提供近觀之機會。

照片十八：片麻岩葉理近照，蘇花公路173K+300

照片十七巨大岩塊之局部近照，彩色筆之長軸與片麻岩葉理呈大角度斜交。片麻岩葉理（由左上向右下傾斜）雖可辨認，但並不發達，尤其難於看到開裂之面。

四、誌謝

行政院國家科學委員會（科教處）過去兩年支持「本土性工程地質教材及教學法之研究」（NSC-84-2512-S002-001及NSC-85-2511-S002-002），中興工程顧問公司地工部方中權先生引導蘇花公路野外調查及拍照，聯合大地工程顧問公司地質部孫荔珍先生等引導台14公路野外調查及拍照，凡此，皆一併誌謝。



照片一 台 14 公路 60K 至 61K 間之板岩邊坡



照片二 北橫公路板岩順向坡



照片三 板岩劈理及岩板脫落之情形，中橫公路



照片四 板劈理之近照，中橫公路



照片五 急轉折之板劈理，蘇澳附近



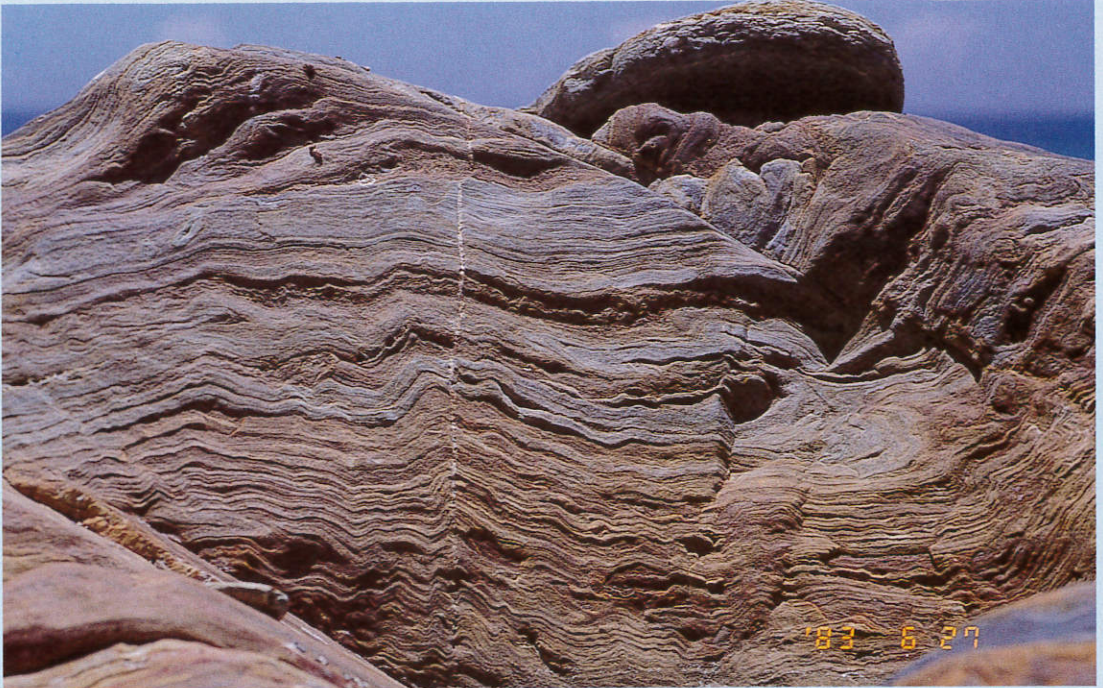
照片六 德基拱壩右壩座之砂質板岩劈理與節理



照片七 砂質片岩及片理，蘇花公路谷風海邊



照片八 砂質片岩之片理，谷風海邊



照片九 矽質片岩之片理，已有變形現象，谷風海灘



照片十 矽質片岩片理之近照，谷風海岸



照片十一 黑色片岩，南澳溪南岸



照片十二 綠色片岩夾大理岩，蘇花公路 147K 附近



照片十三 混合岩基質經變質作用形成之片理



照片十四 片岩與結晶石灰岩之接觸面，天祥



照片十五 片麻岩懸崖全景，蘇花公路



照片十六 片麻岩懸崖，蘇花公路上邊坡



照片十七 片麻岩巨大落石，蘇花公路 173K+300



照片十八 片麻岩葉理近照，蘇花公路 173K+300