



# 片麻岩區的特性與開發

王 鑫 國立臺灣大學

## 一、簡 介

片麻岩是一種變質的結晶岩石，乃由沈積岩或火成岩經變質作用而成，其原始礦物組成在高溫，高壓的變質環境下，皆已重組。片麻岩之結構也較母岩堅硬緻密。變質岩的一般工程性質大不同於未變質之前。片麻岩是一種塊狀結晶岩石，外觀頗似花岡岩，也造成相近的地形。但是片麻岩通常具有葉片狀或帶狀構造，由交互成帶的不同礦物成份組成。這些礦物帶的厚度自一英吋以下至數英吋，礦物結晶構造不需放大鏡即可分辨，一般結晶顆粒較粗。片麻岩之主要礦物成份決定它的進一步分類，例如：石英片麻岩、雲母片麻岩、角閃石片麻岩。較複雜的片麻岩類如黑雲母—石英—斜長石片麻岩，其主要礦物為斜長石。片麻岩代表較高度的變質作用產物，漸變為較低度變質的片岩；或更高度變質的混合岩。在變質岩地區，片麻岩普遍存在，並與片岩等其他變質岩相伴共生。

## 二、片麻岩在臺灣的分佈

片麻岩主要出露在臺灣省東部變質雜岩區的北部。它散佈在蘇澳到花蓮間的不同地方，已經發現有六個主要的片麻岩體和一些小的凸鏡狀片麻岩體（見圖）。每一個岩體在形狀、長度和寬度各方面都不相同。最長的片麻岩體可以長到十

六公里，已經知道的最大寬度是三公里。

片麻岩的圍岩是各種不同的片岩或其他的變質岩。在北方的兩個主要片麻岩體都在片岩和角閃岩的中間，在南方的片麻岩體主要都和變質石灰岩相接。有一部份片麻岩為許多偉晶花岡岩岩脈、煌斑岩岩脈、和石英脈所切截侵入。

片麻岩是由花岡閃長岩岩漿在主要的地殼變動時期侵入原來的長石質或石英砂岩經變質所造成的，由岩漿侵入產生的熱力和應力可以把砂質的沈積物變成砂質片麻岩，和砂質片岩相伴共生。南澳北方的源頭山片麻岩體富含偉晶花岡岩，這類岩石有時可供採取長石，或雲母。和平以南及崇德南方都有片麻岩的存在（何春蓀，1974）。

## 三、一般地形

在發育成熟的地景（Landscape）中，片麻岩地區發育的地形經常反映着片麻岩的葉片狀構造特性。此種構造可見於片麻岩之標本。當片麻岩抵抗風化侵蝕的能力有局部性差異時，山谷與山脊即相應而生。崎嶇的地形上，常有陡坡及平行排列的山脊與山谷。片麻岩的硬度遠勝於相鄰的片岩，故而常造成山脊，並具有陡峻的山坡（南澳源頭山）。大山脈的核心地區常見片麻岩的存在。片麻岩區的水系常呈角狀樹枝狀，是受葉片狀結構的控制。



←臺灣的片麻岩區

#### 土壤分類

根據美國農業部的土壤分類準則，在潮濕地區的片麻岩殘餘土壤可歸類為砂質壤土（Sandy Loam），砂質黏土壤土（Sandy Clay Loam）。土壤B層經常較不透水，且組織緻密，乃是標準的黏土或黏土壤土。在表土或次表土內含岩石碎屑多時，稱為石質的土壤。在乾燥地區土壤剖面較薄，土壤之組織較粗。主要的土壤是砂質壤土（Sandy Loam）。

#### 地下水面

在片麻岩的殘餘土內，地表水的下滲速度較緩，有時滲水性甚差，但地表逕流發達。在潮濕氣候區，濕季經常有孤懸地下水面的存在。地表逕流發達之原因，歸因於土壤結構之低滲水特性，及片麻岩區常見之陡坡地形。塊狀片麻岩基岩之滲水性甚低。

#### 排水

在潮濕氣候區片麻岩殘餘土壤之排水狀況由不佳至尚佳，主要受土壤母岩成份的控制。土壤的結構或可幫助內部排水，但因建築工程而引起的土壤結構破壞，往往降低土壤的滲水性，使土壤更為不透水。在乾燥氣候區，片麻岩土壤之排水良好，一則乃因較陡之山坡，二則究因於較高之地表逕流。

#### 至基岩之土壤厚度

在潮濕氣候區，平坦地面上的殘餘土壤剖面可發育至甚厚，平均可達5至10英尺。在某些地區最厚時可至60英尺。地表土壤向下漸變為岩石碎屑，再變為部份風化的岩盤，最終為未風化之基石。山脊上的土壤一般甚薄，乃因下坡運動携

### 四、土壤特性

在潮濕氣候地區片麻岩的殘餘土壤中含有砂質細泥（Sandy Silt）或砂質黏土，在B層內並具有可塑性的次層土壤（Subsoil）。在壯年期或是早年期地形下，山脊上的土壤較薄，風化破碎的岩石在土壤蠕流、侵蝕、及凍裂作用下，沿著山坡下滑堆積在坡腳。在潮濕氣候地區，土壤剖面的厚度平均在5至16英尺，在乾燥地區，土壤剖面較厚，且土壤組成之顆粒較粗。在次層土壤中，岩石碎屑經常存在，這些岩石碎屑向下逐漸減少，變成風化之母岩，及石盤。較老的地形區，地面起伏較緩，土壤剖面甚厚，且含較高之黏土量。

走了表層殘餘土。在冰蝕地區，山脊上可能已無土壤存在，在乾燥氣候區片麻岩發育造成的土壤甚薄。岩石露頭、漂礫、及山脊上的裸露岩石常常可見。台灣的片麻岩皆存在於東部蘇花海岸地區，由於地形陡峻，一般土壤發育甚差。

## 五、區域發展應考慮之因素

### 廢水處理

片麻岩殘餘土壤如具顆粒狀組成則有較高之滲水性，此時適於做廢水淋溶場（Septic tank leaching field）。但大多數地區，由於土壤內含黏土之成份較多，且有不透水B層之存在，土壤的滲水率經常在淋溶場的要求以下，而不夠好。

在這些地區，地形的起伏也是限制的因素，起伏的地形下，不易選得適宜的淋溶場地。土壤至基岩的厚度，及至地下水面的厚度皆是限制因素。

小山頂之土壤較薄，其土壤之厚度太薄而不適於作廢水處理淋溶場地。在高度發展區及都市區，局部之淋溶設施也有可能，但是為了維護地表水資源的品質，適當的化學處理是需要的。

### 固體廢物處理

以填土方式，掩埋固體廢物所需之掩埋場地，在片麻岩殘餘土地區甚易尋找。崎嶇的地形有時不利於上項工作，但是大多數主要山谷的邊緣區，只要在抵達地下水面前有足夠的厚層土壤，就適於用作廢物掩埋場（通常在10至15英尺左右）。

結構較緻密的土壤適用做廢物掩埋處理時需壓密的頂部覆蓋，也可避免雨水下滲而將溶物携至地下水面。雲母片麻岩殘餘土內含有雲母的碎屑，而使壓密作用（Compaction）難以盡善，古老的片麻岩採石場附近如有足夠的頂部覆蓋土壤，則可選作固體廢物的掩埋場。

### 壕溝挖掘

在片麻岩地區選擇線狀挖掘壕溝排列是相當的困難，這乃是因為片麻岩地區高度切割的地形

以及片麻岩地岩體塊狀特性所致。為了減少地表工事，工程進行的時候應當順着自然地形，利用平形的山脊與平行的山谷進行工事。挖掘壕溝時如果穿過山脊即將遭遇到塊狀結晶基岩，他們的岩性相似於花崗岩，經常在這些地區施工需要使用較重型的設備以及岩石爆破。一般而言移去每立方英碼基岩所需的價錢要比移去同量深層、乾燥以及中等黏性的土壤所需要的經費超過四至五倍。在乾燥氣候區挖掘壕溝可能遭遇相同的困難，甚至於需要更多的挖方以及鑿岩設備，因為在這些乾燥地區，表層殘餘土壤的厚度更薄。在任何氣候狀況之下滲水層皆可能存在，尤其當岩石是高度的破碎或者具有高度發達的葉片狀構造時。如果岩石呈現塊狀的緻密結構，那麼滲水層的情況就很少出現。

### 開挖與整平

無論在潮濕氣候或乾燥氣候下，如果建造面積較大的寬平場所時，經常需要大量的地表工事，移除岩盤所需要的經費經常是移走同量深層而且乾燥的中等黏性土壤的四到五倍。爆破以及重機械是經常需要的，因為片麻岩經常具有塊狀結晶近似花崗岩的岩性。當片麻岩高度的破碎而且葉片狀構造發達的時候，經常會遭遇到滲水層，在片麻岩地區做整平的工作是困難的，此乃因控制土壤含水量相當困難。地表工事的進行限於旱季，因為次層土壤的塑性本質經常促使岩石在變濕後極富黏着力因而工程的進行極為困難。還有，雲母較多的殘餘土壤內工程的進行也是困難的，因為壓密工程比較不易進行。

### 片麻岩作為建材物質的適宜性

1. 作為表土：佳至尚佳。片麻岩的殘餘土壤適做表土的來源，但是它們所含的有機質經常甚少。

2. 砂料：片麻岩不適於做砂料，即使在殘餘土內含有砂質，它們也經常與極細膩的細砂混合而不易分開。

3. 做為礫石材料是不適合的。

4. 混凝土粒料：尚佳。片麻岩做為混凝土的粒料是適合的，雖然它的耐久性並不如花崗岩來得較好。

5. 做為面材：較差或尚可。片麻岩的殘餘土含有適當黏着物時適做面材。但是他們可能缺乏較粗顆粒的物質。含雲母多的殘餘土壤是不適於做為面材的，因為他們不易被壓緊。

6. 填方土料：尚佳至尚可，片麻岩殘餘土所含水份必須確實觀測，一般而言這些土壤都適於做為道路填土材料，含雲母多的殘餘土壤並不適用，因為他們不易壓密，使用滾壓機來壓密填土料是適宜的。

7. 建材：尚佳至佳。成塊狀結晶質的片麻岩做為建材是非常適宜的，若是片麻岩的不同礦物所成的葉片狀結構發達時，更是做為磨光建材時的優點之一，因為在色澤上有比較豐富的變化。

#### 山崩與潛移的可能性

片麻岩地層在構造上是比較安定的，除了在高度風化或是葉片狀結構特別發達的區域。土壤潛移以及山崩的可能性在陡坡上較大，如果岩石上的植物被清除，那麼沿着山坡的小壕溝可能常見。

#### 地下水的供應

片麻岩是不透水的，它的空隙度以及滲透率皆小，與一般結晶岩相似。此類岩石中水份的移動多半順著岩石的節理或它的破碎構造。有時部份風化的片麻岩也能滲水。片麻岩體內主要的斷裂構造相交時，在一個地區可以形成主要的地下水流動網。在交接地的水井也經常可以獲得品質甚佳的水資源。至高度開發的地區或是都市地區，片麻岩區的水資源主要依賴地表水或是在表層土壤內的含水層。

#### 池塘與湖泊的建造

片麻岩的硬度、塊狀特性以及不滲水、不透水特性皆適於建築水庫。然而含有高度葉片狀結構或破碎結構的片麻岩並不適於建造水庫。因為

這種情況之下滲水與漏水情形是經常可以發現的。因此在片麻岩地區建造水庫必須徹底調查岩石的葉片狀結構或者節理以避免滲水、漏水情形。片麻岩殘餘土適於用做建築的基底，因為這些土壤在壓密之後變得不透水。在片麻岩地區如果殘餘土內含有較高量的雲母顆粒，那麼壓密工程變得較難完善。片麻岩區的樹枝狀水系提供許多建造水壩的適當位置，這些地區經帶有拐角狀的湖岸，同時水體與陸地的界綫也經常成綫狀。

#### 基礎工程

片麻岩物質除非是高度的破裂或者具有發達的葉片狀構造，則是一種最佳的基礎物質，它的承載力極高。

非冰河侵蝕區或潮濕氣候區，土壤的厚度適於做地下室工程，但是在乾燥的氣候或冰川侵蝕的區域剷去部份岩磐經常是需要的。土壤厚度甚薄時，可藉地樁轉移承力於基岩之上。

#### 公路工程

在片麻岩地區建造公路經常遭遇到選綫問題，適宜的選綫可以避免過多的地表工事、橋樑工程及隧道工程。工程選綫如果順著自然地形平行於山谷，那麼就可以降低工程的成本。如果所選公路路綫必須切過山脊與山谷那麼工程的經費就要大為增加。但是在大多數公路工程上大型的明控經常是必須的，工程的進行也避免不了爆破與岩石的移除。大量的填方、大型的橋樑以及隧道有時候在經濟上也是適宜的。在大型的岩石爆破垂直面上，岩石的穩定度是相當好的，高度葉片狀結構或破碎片麻岩斜坡經常需要在坡面上進行台階建築（Terracing），以減少未來岩石風化碎屑堆積及清除。在乾燥地區公路建築有相同的問題，有時甚至需要更大量的岩石挖掘，因為在乾燥地區片麻岩風化所形成的殘餘土壤更薄。

片麻岩之塊狀均勻特性，適於建造安定的隧道，所需支撐較少。由於岩石硬度較高，鑽炸為必要的工程。