

113年專門職業及技術人員高等考試建築師、
32類科技師（含第二次食品技師）、大地工程
技師考試分階段考試（第二階段考試）
暨普通考試不動產經紀人、記帳士考試試題

等 別：高等考試
類 科：大地工程技師
科 目：岩石力學與隧道工程
考試時間：2 小時

座號：_____

※注意：(一)可以使用電子計算器。

(二)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在試卷上，於本試題上作答者，不予計分。

(三)本科目除專門名詞或數理公式外，應使用本國文字作答。

一、Barton 等人（1992）針對挪威一個位於地下的新建冰上曲棍球場進行了分析與支撐設計。此球場之跨距（span）為 62 公尺，長度為 91 公尺，高度為 24 公尺，其岩石覆蓋深度大約為 25~50 公尺，已知該處之水平（ σ_h ）與垂直（ σ_v ）應力比約為 5~10，其附近並無斷層或褶皺等主要地質構造。球場所在處之岩體性質說明如下：岩石種類為片麻岩，岩石品質指標（RQD）大約為 70~90%，岩石之彈性模數（E）為 51.5 GPa，波松比（ ν ）為 0.21，單壓強度（UCS）約為 63~94 MPa，岩體內包含二到三組主要節理（Q 法之 J_n 評分為 6），其各組節理之間距皆為數公尺，節理之粗糙度係數（JRC）約為 7~10，且節理內部無黏土夾心（Q 法之 J_r 評分為 2），僅有少量滲流與銹染狀況（Q 法之 J_a 與 J_w 評分皆為 1）。請以 Q 法（Barton et al., 1974）推估此處之岩體評分，並以圖 1 說明此評分在該球場可採用之支撐設計。（註：ESR（Excavation Support Ratio，開挖支撐比）可假設為 0.8；若有條件不足之處，請自行做合理假設）（20 分）

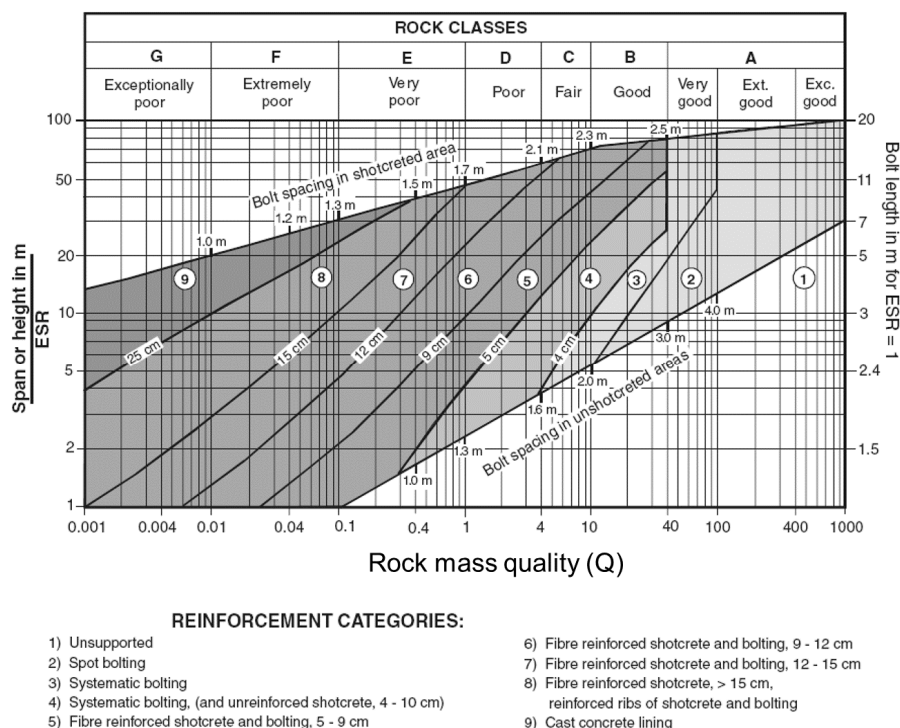


圖1 基於Q法評分之隧道支撐建議（Grimstad and Barton, 1993; Palmstrom and Broch, 2006）

二、岩石種類依其成因可分為火成岩、沉積岩以及變質岩三類，請就這三類岩石分類，各舉一種岩石為例，說明其在臺灣常見的地區、岩石礦物以及工程特性。(20 分)

三、如圖 2 所示之某矩形隧道（高 2 公尺，寬 3 公尺）位於水平地表下 50 公尺處，其開挖前進方向為西向東，已知目前開挖位置之正前方 50 公尺處有一斷層面，其走向與傾角為 $N30^{\circ}W/45^{\circ}NE$ 。請依斷層傾向與隧道開挖前進方向之關係，說明此斷層對隧道開挖之影響，並計算該隧道繼續開挖後首次遭遇此斷層之距離，以及此時於隧道側壁量到之斷層傾角。(20 分)

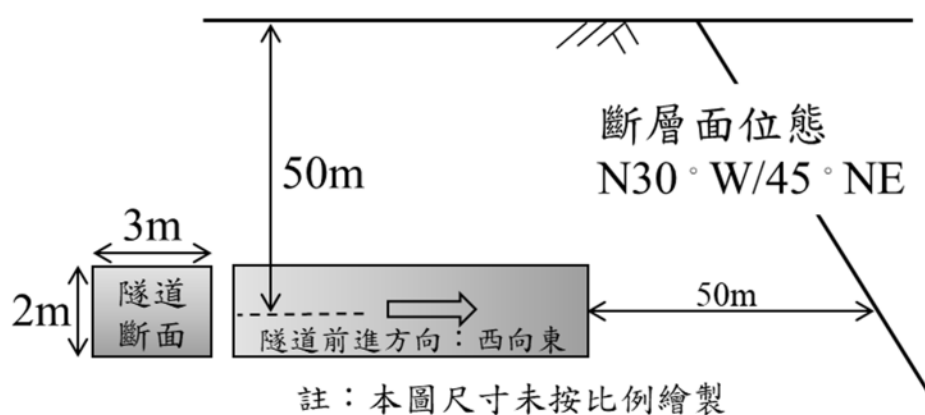


圖 2 隧道進行方向與斷層相對位置圖

四、請說明挪威隧道工法（Norwegian Method of Tunnelling, NMT）之主要工法精神以及在臺灣之適用性。(20 分)

五、某坡頂為水平之楔型岩坡，受兩個主要弱面切割，其兩個弱面與坡面位態分別為：弱面 1：N40°E/50°SE；弱面 2：N10°W/60°SW；坡面：N80°E/60°SE。若兩個主要弱面之摩擦角(ϕ)均為 25 度，且無凝聚力及水壓之作用，請參考本題所提供之立體投影圖（圖 3 與圖 4），分析此岩坡可能之滑動模式、滑動方向，並計算此楔型岩坡之滑動安全係數。（此題情況下，楔形塊體滑動安全係數與平面滑動安全係數比值(K)為 $K = \frac{\sin \beta}{\sin(\xi / 2)}$ ，其中 β 為兩弱面之平分面傾斜角（tilt angle）， ξ 為兩弱面之面角（included angle））。（20 分）

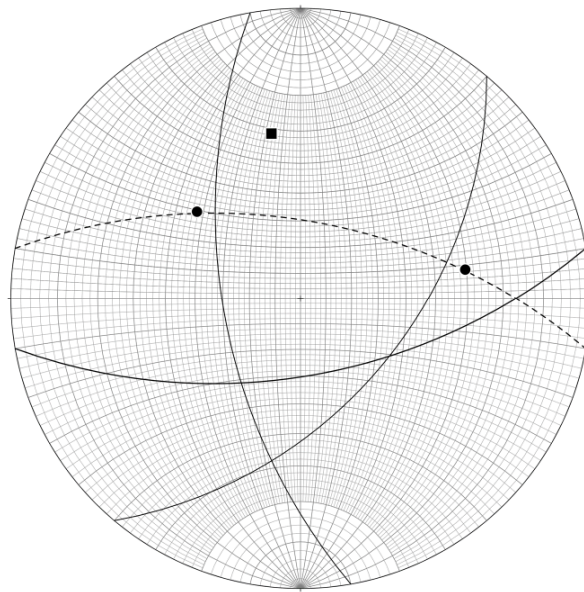


圖3 已繪製本題平面與對應極點之立體投影圖（原底圖）

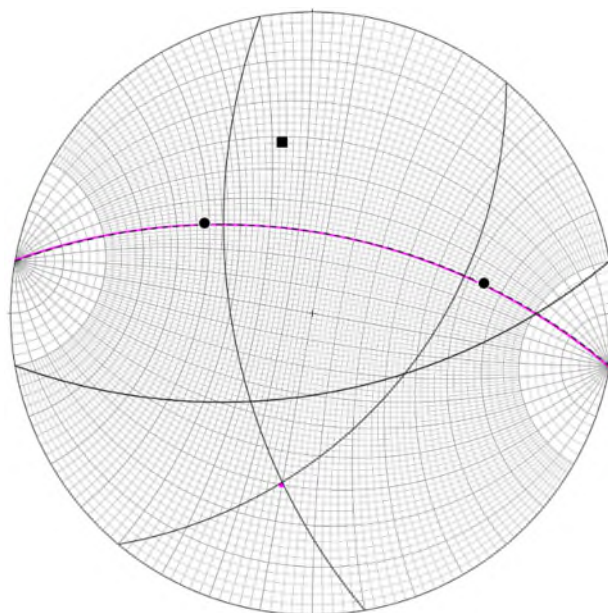


圖4 已繪製本題平面與對應極點之立體投影圖（底圖已旋轉）