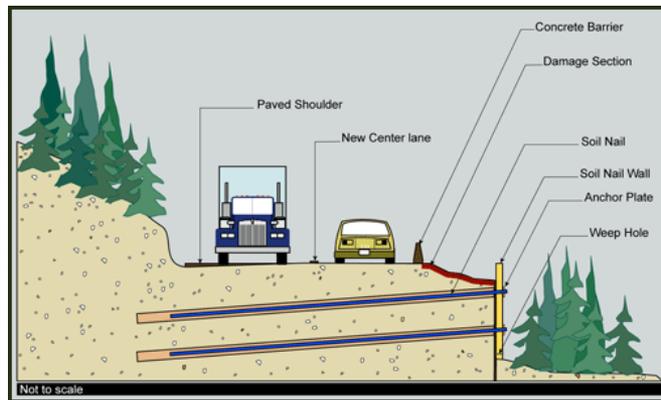




土釘工法之過去、現在與未來

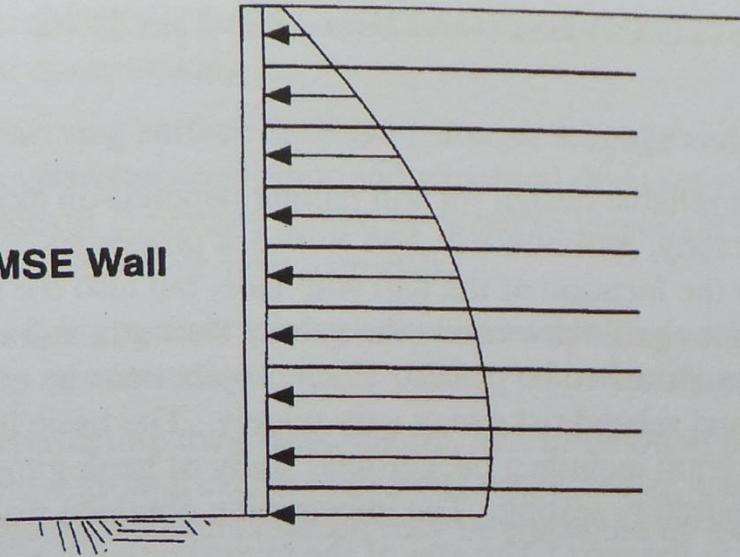
The past, present and future of soil nail.

技術研究發展小組 黃奉琦

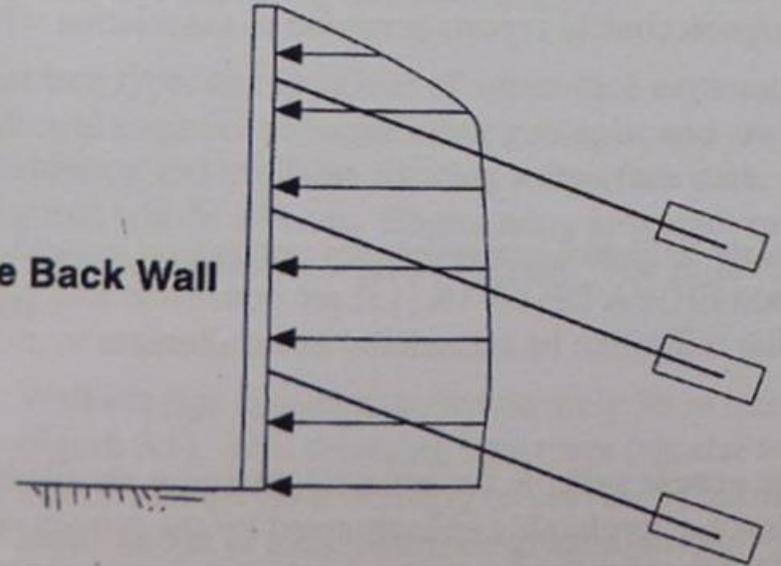


20170418

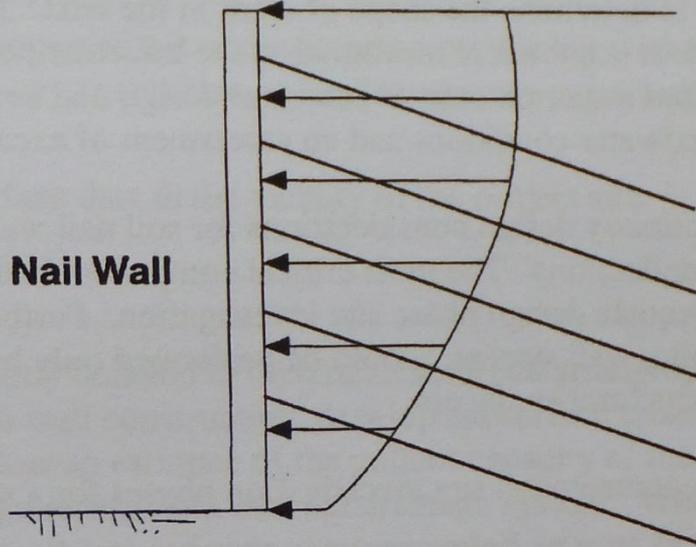
MSE Wall



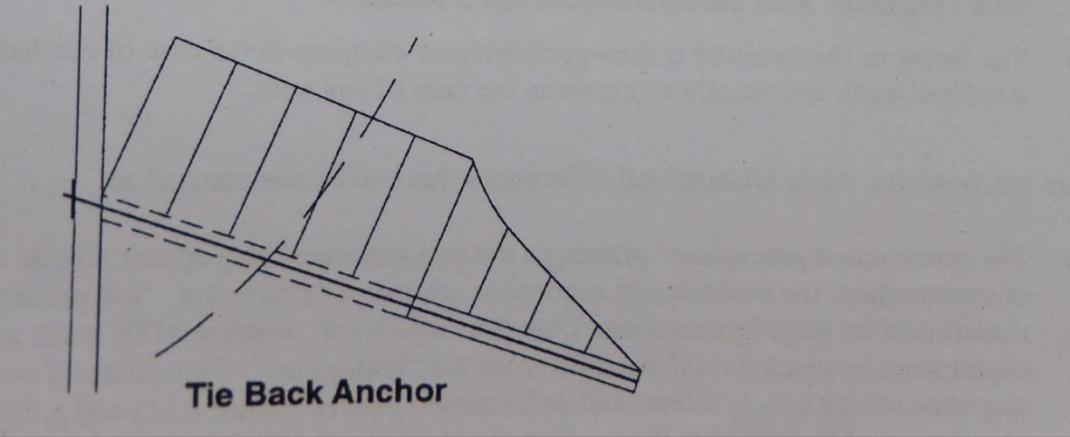
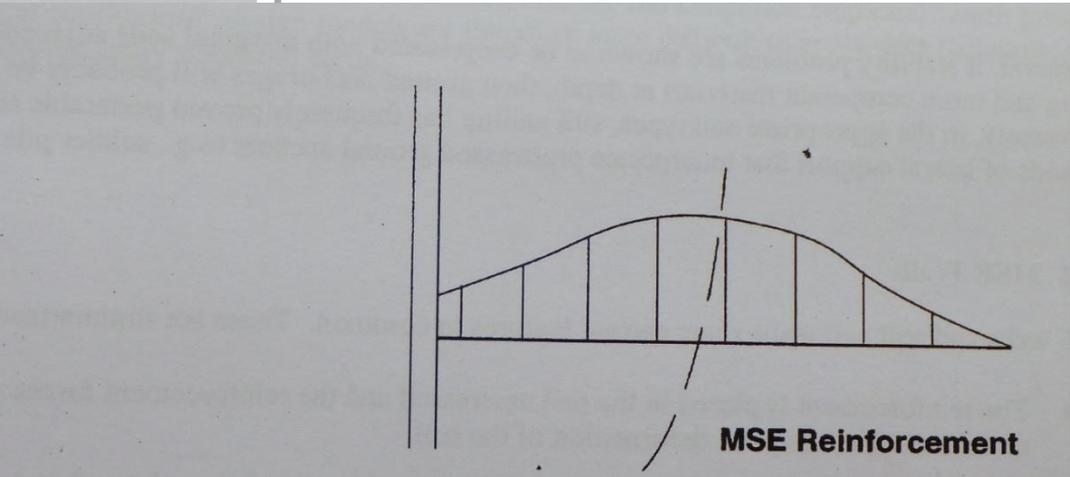
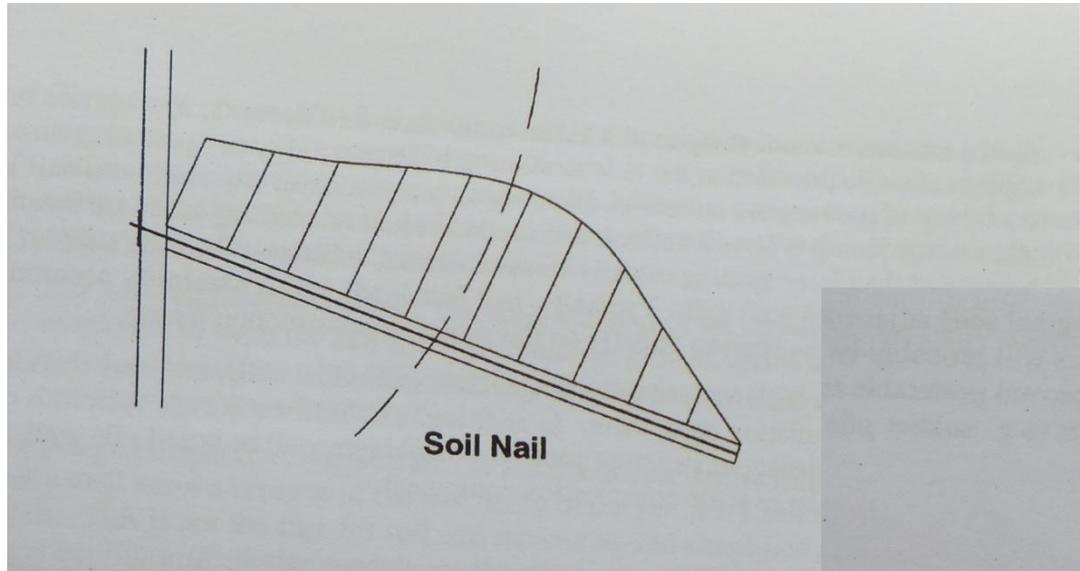
Tie Back Wall



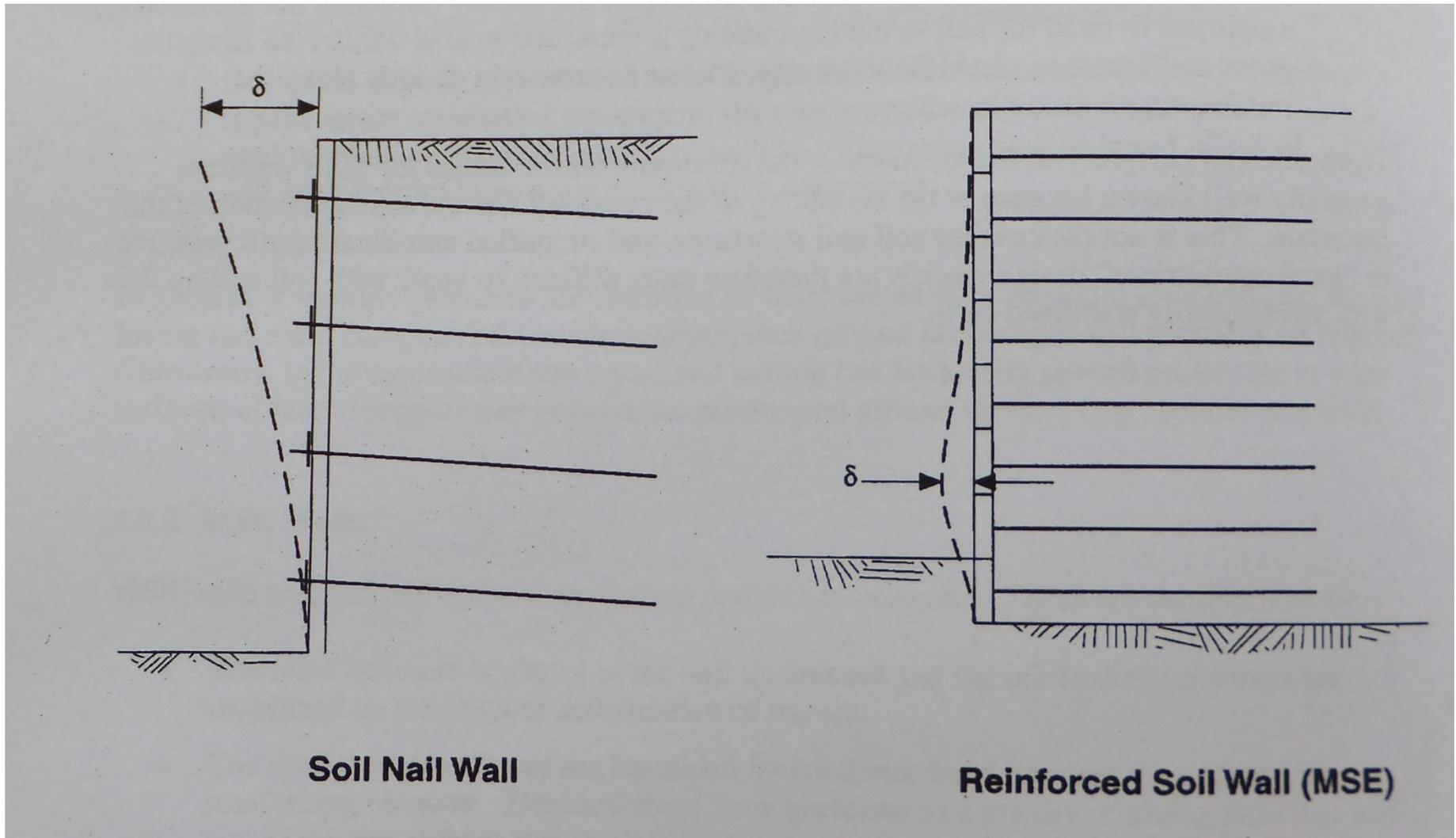
Soil Nail Wall



Typical stress distribution vertically in reinforcements



Typical tensile force distribution along reinforcement length



Differences in wall deformation

源起

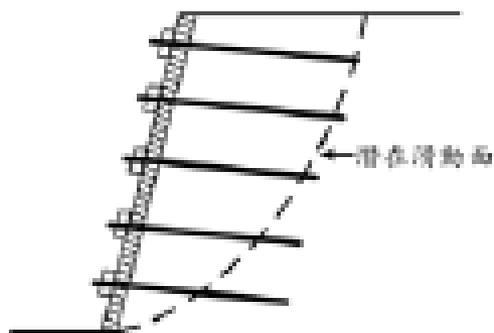
土釘加勁的概念，應回溯至1960年初期的新奧隧道工法（NATM），利用支撐系統

（鋼絲網噴凝土、輕型鋼支堡、岩栓）於硬岩中隧道斷面的開挖支撐，提供岩體約束力量，使隧道周圍之地盤構成承載環，變形得以迅速穩定。

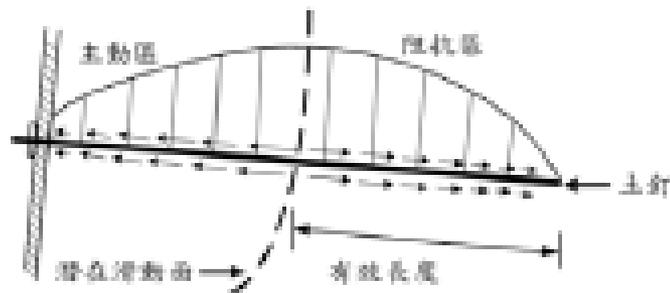
於同一時期，歐洲（德國、法國、西班牙等）提出應用於開挖支撐或邊坡穩定之土釘加勁技術。

加勁機制

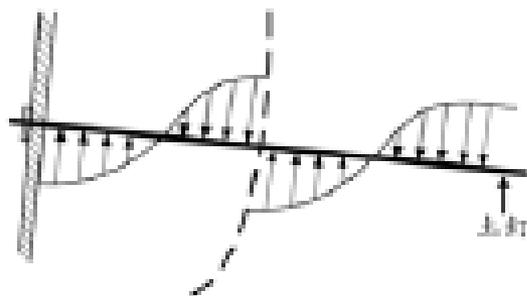
- 土釘屬於剛性材料，可承受張力、剪力及彎矩。必須藉由土壤的變形，才開始發揮加勁功能，因此，土釘與土壤間的互制作用就顯得相當重要。
- 土釘加勁效應與土釘和土壤間之相對勁度和兩者界面間之摩擦特性，以及土釘加勁系統中之土壤變形有關。



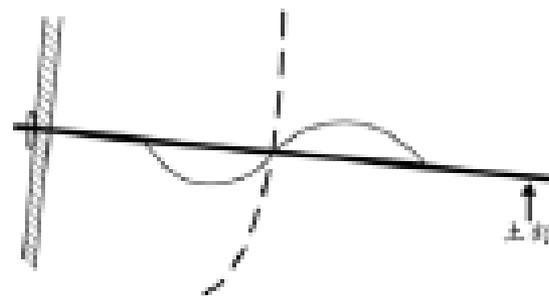
(a) 土釘邊坡示意圖



(b) 軸力

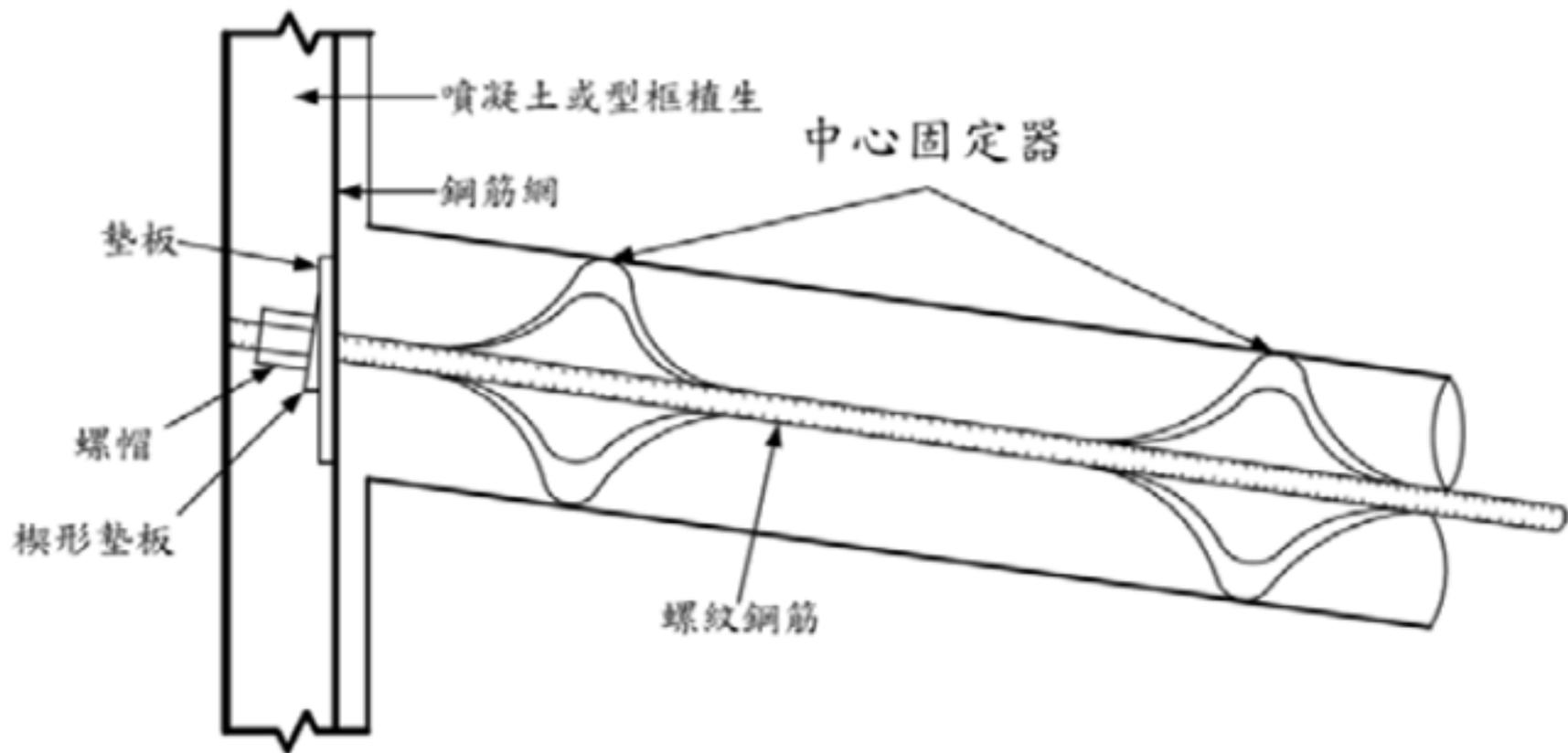


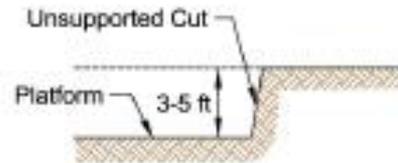
(c) 剪力



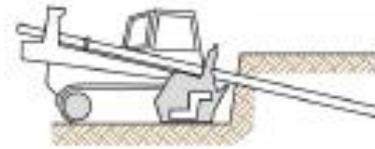
(d) 彎矩

土釘受力機制

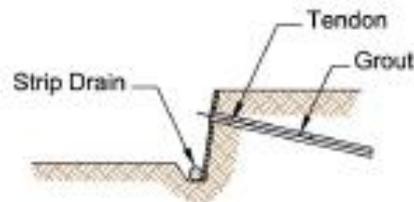




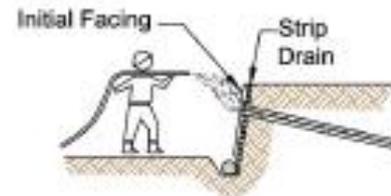
Step 1. Excavate Initial Lift



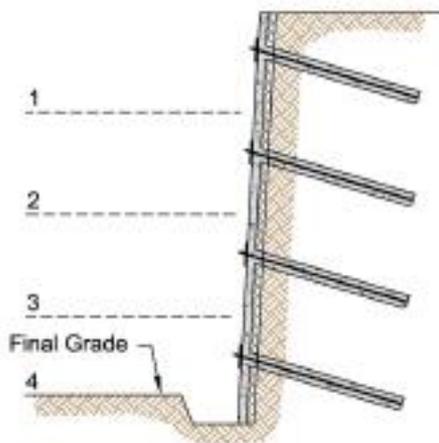
Step 2. Drill Nail Hole



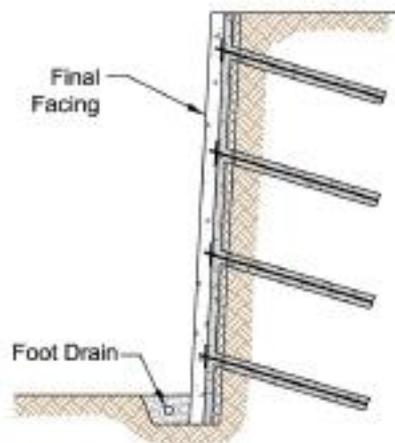
Step 3. Install and Grout Nail (Includes Strip Drain Installation)



Step 4. Place Initial Facing (Includes Shotcrete, Reinforcement, Bearing Plate, Washer and Hex Nut Installation)



Step 5. Construction of Subsequent Levels



Step 6. Place Final Facing (Includes Building of Foot Drain)



優點

- 施工設備簡單、可使用輕巧機具且機動性高，對於已開發之社區或作業空間狹窄仍可輕易施工。
- 施工時噪音低、震動小，適用於都會區或坡地社區且無須額外施加預力，所以工期較短。
- 施工的機動性高，因此特別適用於不規則之坡面，且可於施工過程因應實際地層條件及障礙物，調整打設位置及數量。

土釘工法適與不適用之地質特性(Byrne 等人，1998)

合適之地層條件	<ol style="list-style-type: none">1. 堅實、低塑性且不具潛變之黏土質沈泥。2. 視凝聚力大於 5 kN/m^2，且自然含水量大於 5% 之細或中細砂。3. 具低凝聚力之緊密砂層或礫石層。4. 殘餘土壤或沒有不利傾向之風化岩層。5. 地下水位以上。
不適合之地層條件	<ol style="list-style-type: none">1. 有機土或黏土液性指數大於 0.2，及不排水剪力強度低於 50 kN/m^2 之黏土。2. 標準貫入試驗 N 值低於 10，或相對密度小於 30% 之鬆散潔淨砂。3. 均勻係數(C_u)低於 2 之不良級配礫石或砂(極緊密者除外)。4. 高膨脹性之土壤。5. 含水量極高或含有水袋(wet pocket)之地層。6. 高度破碎且具有開口節理或蝕洞之岩石。7. 礦渣堆積或具有不利弱面之岩石。

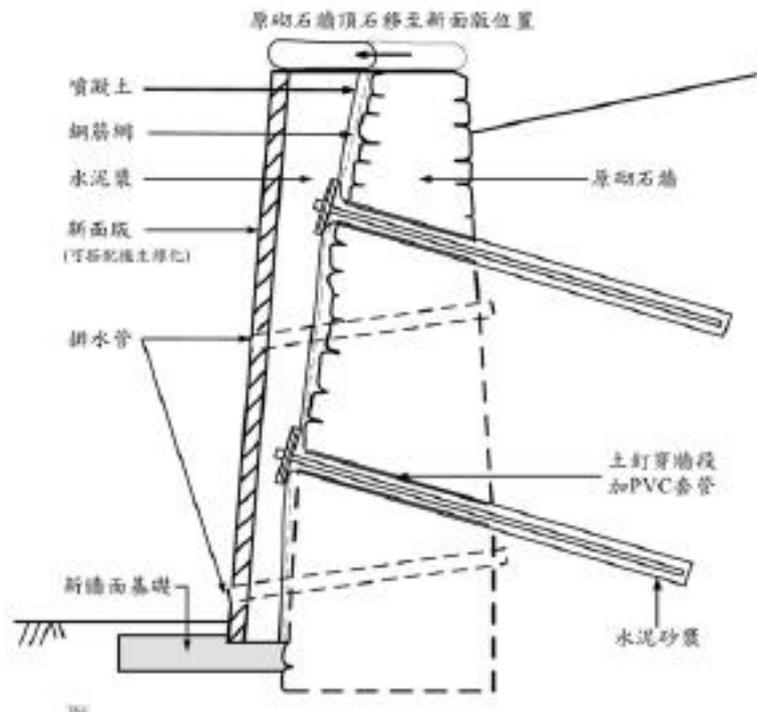
關鍵項目

- 軟弱或高潛變之黏土層，無法提供土釘界面足夠之握裹力，若上述粘土層採用土釘加勁，則設計長度及密度均需提高。
- 深層滑動(如順向坡)，單靠土釘無法滿足設計需求（土釘設計長度一般在2~12m之間），必須搭配其他擋土措施或工法一起施作運用，以符合安全需求。

- 對於地下水位高之區域，應配合適當之降水工法或坡面排水工法。
- 對於高靈敏度或膨脹性黏土，應謹慎評估因土釘施工之擾動及土壤遇水弱化之殘餘強度。
- 永久性結構，須考慮土釘之防鏽，其耐久性評估應考慮使用功能、年限及現地腐蝕環境等因素。

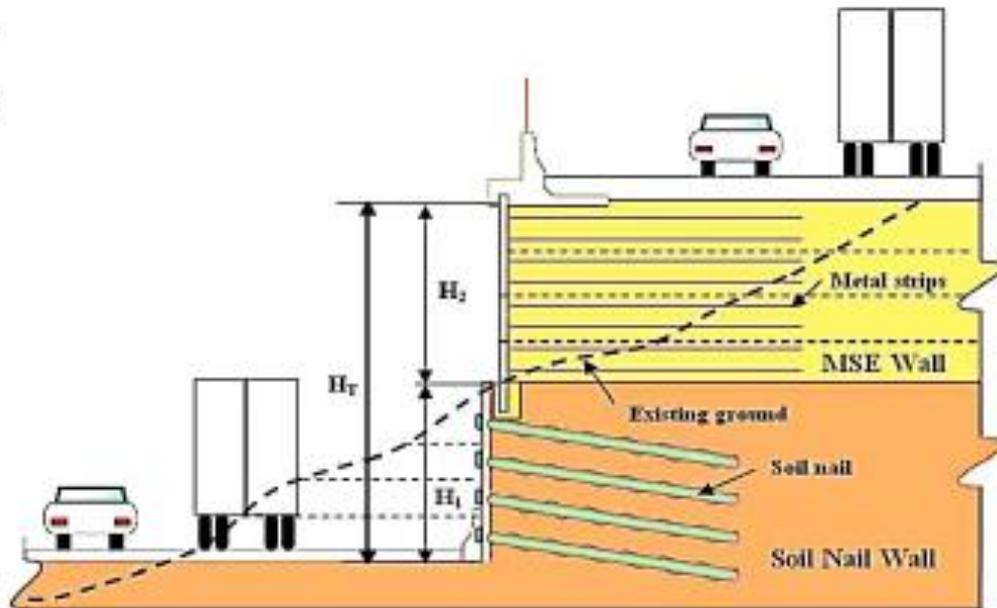
規範、準則(參考文獻)

- 行政院公共工程委員會施工網要規範 02378
- 行政院公共工程委員會施工網要規範 03210
- 中國國家標準CNS 2473 G3039
- 美國材料試驗協會 ASTM 307
- Federal Highway Administration
No. FHWA-NHI-14-007



二次補強工程

複合式工程





描述

- 空載光達地形測得到的災前、災後地形資料，推估崩塌土石體積達 16.5 萬立方公尺，涵蓋面積約為 1.14 公頃、影響範圍 2.4 公頃、崩塌深度為 15 至 20 公尺。(99年4月25日)(89年8月陸續通車)
- 致災因子
 - 順向坡滑動。
 - 砂岩與頁岩互層。
 - 上層砂岩風化嚴重具豐富的垂直節理容易透水。
 - 86







Strain gauge attached

常用防蝕處理方法

- **加大土釘鋼筋的截面積**

鏽蝕產物會形成一層保護膜介於鋼筋及周遭環境之間，可藉此以降低腐蝕速率。

- **使用水泥砂漿保護層**

由於土釘受拉會引起砂漿保護層開裂，所以水泥砂漿在許多國家被視為不具防蝕保護功效。

- **在鋼筋表面上鍍鋅以增加抗鏽能力**

這種塗層容易受碰撞損傷，在連接處也較難處理。

- **在鋼筋表面塗環氧樹脂**

環氧樹脂塗層必須確保其連續性及不透水性。

- **採用塑料波紋封套**

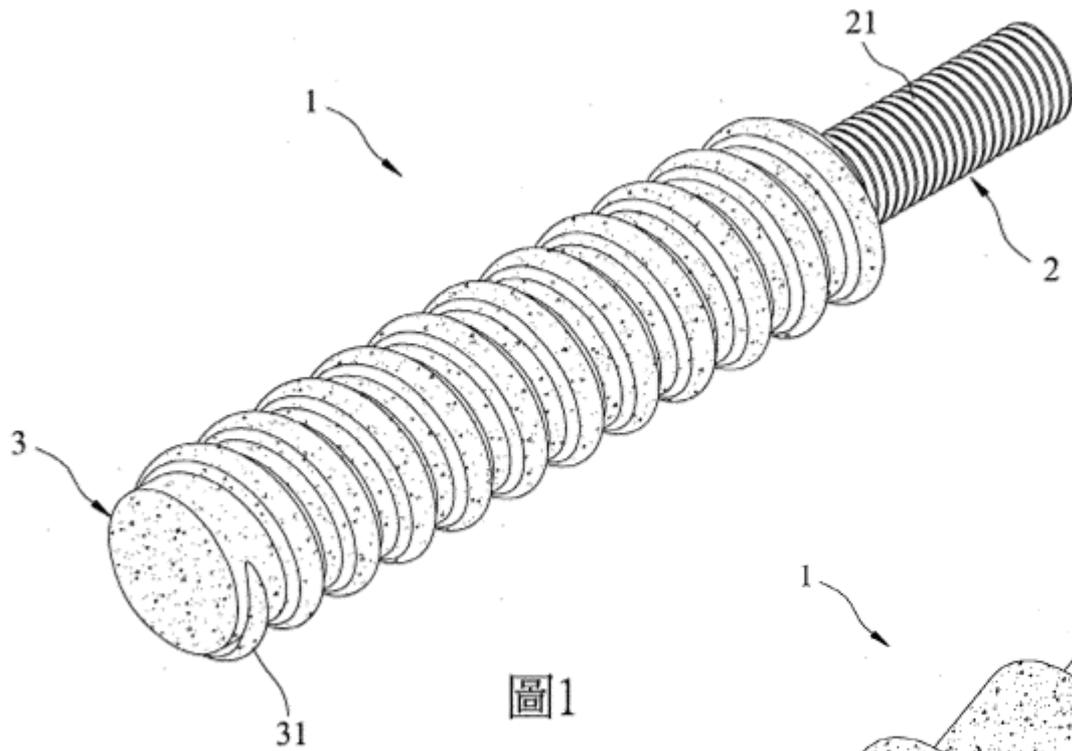


圖1

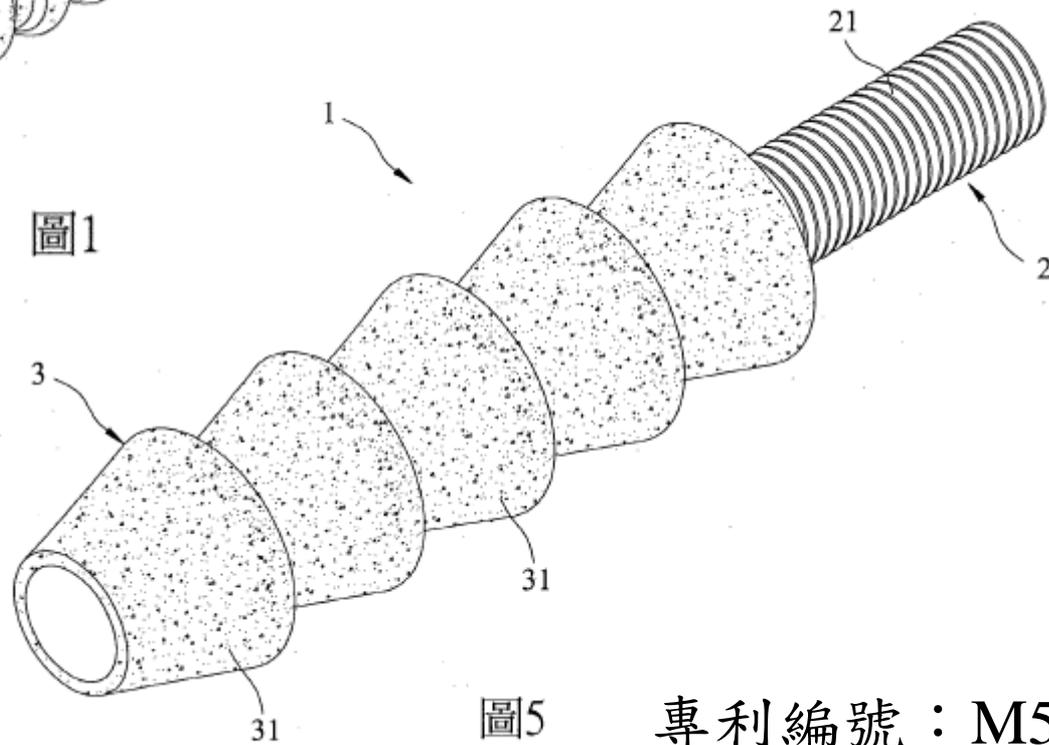
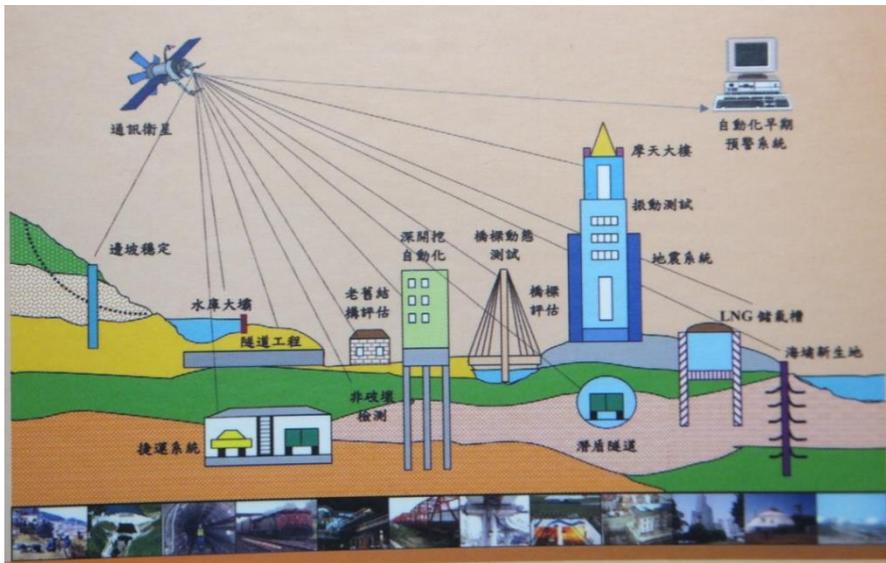


圖5

專利編號：M539520







坡地監測系統示意圖

