

介紹

1. 使用範圍：

噴漿作業係指將水泥、粗細粒料、水與附加劑拌合後，以噴泵機具，藉壓縮空氣經由管路及特殊噴嘴均勻噴佈於施工面之作業。噴漿之主要目的在於穩定地下工程岩盤、保護開挖邊坡(詳圖1)、防止開挖完成或曝露之岩盤面發生風化及隧道工程支撐結構等。噴漿作業使用之機具設備包括拌合機、空氣壓縮機、噴嘴、氣壓錶、水壓錶及其管件，施作方式一般可區分為溼噴法與乾噴法兩種，得視施工環境、工程規模及預定進度等選擇之，但其成果均應符合施工要求。

2. 解釋名詞

- (1) 溼噴法：將配比規定之材料於拌合機中拌合均勻後用輸送機以壓縮空氣送至特殊噴嘴，再與速凝劑混合後噴於施工面上之施作方法。(使用機具詳圖2)。
- (2) 乾噴法：將水泥及粒料於拌合機中先行乾拌均勻，用輸送機以壓縮空氣送至噴射設備，於噴嘴附近摻加混合速凝劑之水後再行噴出之施作方法。一般乾拌時間不得少於一分鐘，拌合後已超過四十分鐘仍未用完之拌合物應予廢棄。(使用機具詳圖3)
- (3) 回彈量：噴漿作業進行時，如果細骨材太粗、水泥過少及拌合水太少、噴嘴顫動、噴槍不與施工面垂直等因素，將使噴料無法黏住壁面而彈落，噴料回彈之多寡稱回彈量。
- (4) 鋼線網：主要作為噴凝土之加強筋。係由鋼線(Steel wire)作方格形交織而成，在鋼線相交處予以銲接或由直徑較小之鋼絲編織固定之。(如照片1、照片2)

危害

1. 潛在危害，災害類型，災害防止對策：

噴漿作業之潛在危害有(1)塵肺症(2)感電(3)跌倒(4).物體飛落(5).墜落

- (1) 塵肺症：由於噴漿作業進行時於噴嘴處有微量細料於噴出後會漂浮於空中，且回彈料亦會散佈於空氣中，造成粒狀粉塵污染物，長期經呼吸道吸收將造成塵肺症，如與皮膚接觸，將造成接觸性

皮膚炎。

防止對策：對整體環境之控制可使用下列防制措施－灑水噴霧、防塵網、防塵屏、集塵系統、安裝通風設備，注意工作場所空氣是否流通；另應規定所有噴漿工作人員必須作下列防護：

- A. 不得赤露身體，必須穿著長袖衫及長褲，並須著靴鞋戴手套。
- B. 噴嘴作業手必須戴頭罩，以防護面部；其餘作業人員應戴防塵口罩及眼罩。
- C. 工作停止後應立即沐浴更衣。
- D. 噴漿作業區內，應設立告示牌禁止非工作人員進入。

- (2) 感電：因噴漿機具設備或周遭其他電氣設備漏電，導致人員傷亡。

防止對策：應定期檢查電源線路是否破損老化，線路是否架高或埋設良好無漏電之虞，分電盤是否裝設漏電斷路器，設備是否有良好之接地設施。(有關電氣設備接地方面可參考安全資料表 SDS-P-0100058之「電氣設備接地」)

- (3) 跌倒：因工作台或地面溼滑，未即時清理，使作業人員絆倒或滑溜而造成跌倒，或移動機具設備時，造成碰撞跌倒。

防止對策：

- A. 施噴完成後，應隨即清理地面之回彈料；若因特殊原因無法即時清理，應於周圍設立警告標示，以防其他人員進入，造成跌倒事件。
- B. 移動機具前先與相關人員溝通移動動線；機具移動時，應先警告周圍相關人員。

- (4) 物體飛落：施噴時回彈料或預埋鋼線網、固定錨筋或其他鐵件發生飛落；甚或於隧道內進行噴漿作業時，因不穩定之浮石鬆脫掉落，造成人員傷亡。

防止對策：所有作業人員應戴頭罩及安全帽。施噴前應徹底檢查所有預埋物體是否固定完善。另噴嘴作業手應使噴流與噴射面保持垂直，且維持1m左右的距離，以減少回彈料(詳圖4)。若於隧道內施工時，開挖面之鬆動浮石應先行清除。

- (5) 墜落：於工作台或高處作業時，可能因重心不穩或噴槍反作用力而導致墜落之意外。

防止對策：施作人員應配戴安全帶、安全帽等防護具。

2. 安全裝置之構造、作動、功用等原理

- (1) 灑水噴霧措施：灑水是常用來控制逸散性粉塵的方法。
- (2) 防塵網(罩)措施：防塵罩用以將粉塵分離，用於過濾或防制大氣中粉塵之飄逸。其材料主要為布或網，即習稱的防塵布或防塵網，其防塵效率大致為－網徑1mm平均防塵效率為百分之十五；網徑0.5mm平均防塵效率為百分之二十；不透氣防塵塑膠布平均防塵效率為百分之九十。
- (3) 防塵屏措施：防塵屏係利用類似屏風的防塵措施，以有效防止粉塵飄逸於空中。
- (4) 集塵系統：集塵系統基本上儘可能設置在發生源附近，以吸附高濃度的粉塵。由集塵罩、導管及集塵設備所構成，一般常用之集塵器設備包括重力及慣性集塵器、旋風集塵器、袋式集塵器及溼式洗塵器等。

3. 相關作業環境之危害

- (1) 倒塌：隧道內進行噴漿作業時，開挖面可能因岩壓過大，車輛碰撞或地面用水之浸泡而鬆軟，造成支撐鋼支保之倒塌。
防止對策：本作業於隧道內進行時，尤應注意鋼支保支撐有無倒塌之虞、是否有湧水導致支撐基腳沈陷而倒塌等。
- (2) 崩塌：邊坡坡度過大，含水量過高，土石鬆軟或堆置機具、物料等重物，均可能造成邊坡之崩塌。另隧道開挖面亦可能因土石鬆軟、岩壓過大或湧水等造成落磐等危害。
防止對策：
 - A. 本作業於邊坡開挖面進行時，應考慮開挖面傾斜程度是否有崩塌之虞、天候造成之影響、並應設置警示牌避免非工作人員進入。
 - B. 於隧道內進行相關作業時，應於作業前檢查支撐系統，確定無鬆脫、移位等之情形，隧道周圍岩盤有無鬆動現象有無浮石存在等。

作業程序(流程圖詳圖5)

作業前：

1. 機具設備檢查：

- (1) 噴漿機－無論為乾噴式或溼噴式，均應能以適當速度，將預拌材

料均勻順利輸送至噴嘴，噴嘴另配備水及/或速凝劑之加入設備，俾避免造成施作時噴嘴阻塞。

- (2) 壓縮空氣設備空壓機－容量須能維持供應足量之潔淨、乾燥空氣，其壓力須能滿足噴漿機械所需及管路損失，且能維持應有之噴射速度與吹除回彈料。
 - (3) 機械施噴臂－須為油壓操作式，噴嘴應具遙控操作設備，其操作範圍及角度，須能配合施工程序，涵蓋全部施工面。
 - (4) 檢查電源線路是否破損老化，線路是否架高或埋設良好無漏電之虞，分電盤是否裝設漏電斷路器，設備是否有良好之接地設施。
2. 材料準備：於噴漿前必須先行準備細骨材、水泥、速凝劑等材料。於搬運材料的過程中，作業人員可能因通道受阻礙或照明不夠，導致發生被壓、被夾或跌倒等災害；故必須隨時維持工作場所通道的順暢，並維持足夠的照明。
 3. 依地質狀況確認噴凝土厚度，噴凝土厚度超過10cm必須架設鋼線網。
 4. 施工面處理：
 - (1) 施噴前，待噴面應以壓縮空氣及/或高壓水加以清理，所有鬆動、風化碎片、泥土、污物或其他有礙噴漿與施工面黏結之物質，均應徹底清除，再以壓縮空氣吹乾游離水。
 - (2) 待噴面如有滲水或漏水，須先裝設排水管將水引開，以避免施噴後之噴凝土剝離。
 - (3) 隧道開挖面如滲水嚴重，以安裝排水管引水方式仍無法施噴時，得運用瞬凝劑於噴凝土中，將滲水區予以封堵。
 - (4) 土質邊坡整修後，應在施噴前1~2小時將表面噴溼，但以不將待噴面泥化為度。
 5. 鋼線網鋪設：
 - (1) 鋼線網應以工程師認可之方式確實固定，以防噴射時鬆動掉落，或因振動增加噴料之回彈量。
 - (2) 為增加岩盤面黏著力而設之鋼線網，應儘可能緊貼岩面；為加強噴凝土強度而設之鋼線網，距待噴面應保持適當距離，距完成面亦須留有適當厚度之保護層。露天噴漿之固定錨筋或其他鐵件，均不得露出完成面。
 - (3) 鋼線網之搭接長度至少應有20公分。

6. 厚度控制：施噴前應設置鋼釘、錨筋或其他設施作為厚度控制之基準。

7. 材料拌合：

(1) 拌合機就定位固定之：有捲入點之機構均應安裝護罩，拌合機入料口應有連續裝置之護蓋。此階段若勞工有不安全動作或安全設施失效或照明不足，作業人員易遭機具壓夾；故必須指派指揮人員監視並加強照明設備。

(2) 將定量之細骨材與水泥放入拌合機內拌合：必須注意粉塵之產生；作業人員應小心操作並配戴防塵口罩。

(3) 嚴禁作業人員之手深入機內，故拌合前必須挑出過大之骨材。

作業中：

各項準備工作完成，須經工程司檢驗合格後，始得開始施噴。

1. 施噴時，噴漿作業人員應著防塵口罩、眼罩等防護具。
2. 噴凝土機操作人員與噴漿人員應以信號或電話連絡，調整材料之輸送，確保品質。
3. 施噴時應控制厚度、空氣壓力及噴凝土含水量等，以防坍塌或脫落，亦應避免噴流受氣流等影響而分散，造成污染。
4. 每層混凝土均須經來回數道噴佈而成，噴流須維持連續與穩定，若發生間歇噴流，應將噴嘴暫時移開，直至穩定為止。
5. 噴流應保持正交於噴射面，噴嘴與噴射面之距離保持1m左右，以減少反彈。
6. 噴澆厚度超過10公分者應分層噴射，以避免坍塌。次層噴澆應待前一層噴凝土達到足夠強度，可支撐後層重量時，繼續施噴。
7. 分區施噴時，其接縫應與噴凝土面正交，接縫可事先以木條作為端模，或事後以氣動工具鑿成。
8. 噴澆中飛落地上之回彈料，應即清理廢棄，不得再用。
9. 施噴時應注意避免網背形成孔洞，如不慎發生孔洞，應鑿除修補，或以工程師認可之方式修補。
10. 隧道內鋼肋材、鋼線網及其他支承構件，除岩栓頭外均應完全埋入噴凝土內，並留有適當之保護層。
11. 噴漿完成面應力求平順，不得有任何突變。

作業後：

1. 作業完成後，得視需要指定位置，鑽孔檢查噴漿厚度。

2. 露天完成面須以養護劑或噴灑水霧養護。



圖1 護坡噴漿作業(資料來源：葉基棟、吳卓夫-營造法與施工)

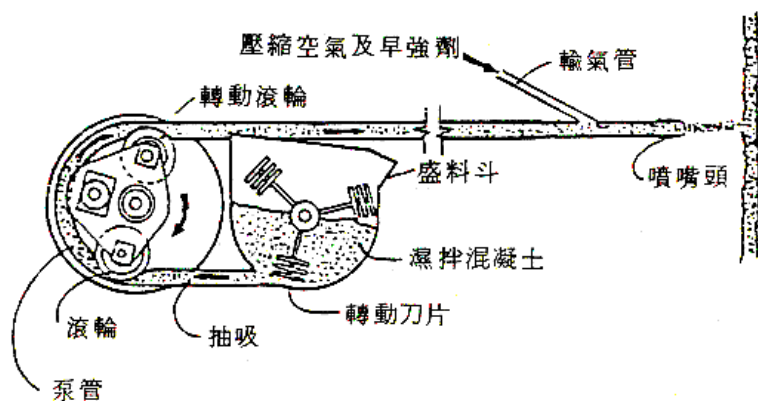


圖2 溼拌法噴漿機具原理(資料來源：汪燮之-土木施工學)

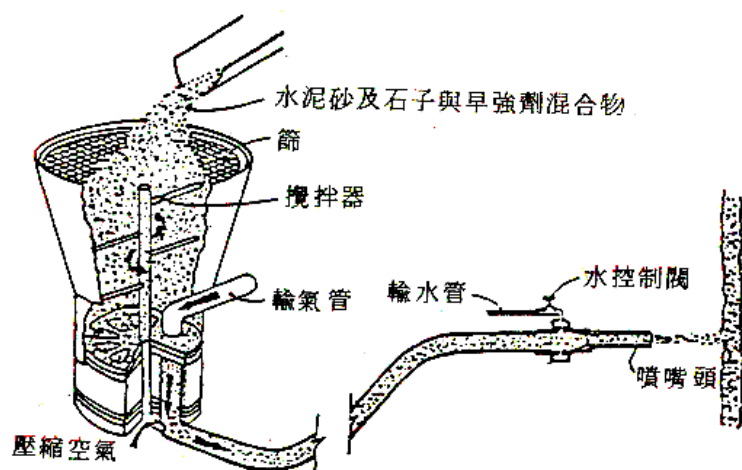


圖3 乾拌法噴漿機具原理(資料來源：汪燮之-土木施工學)

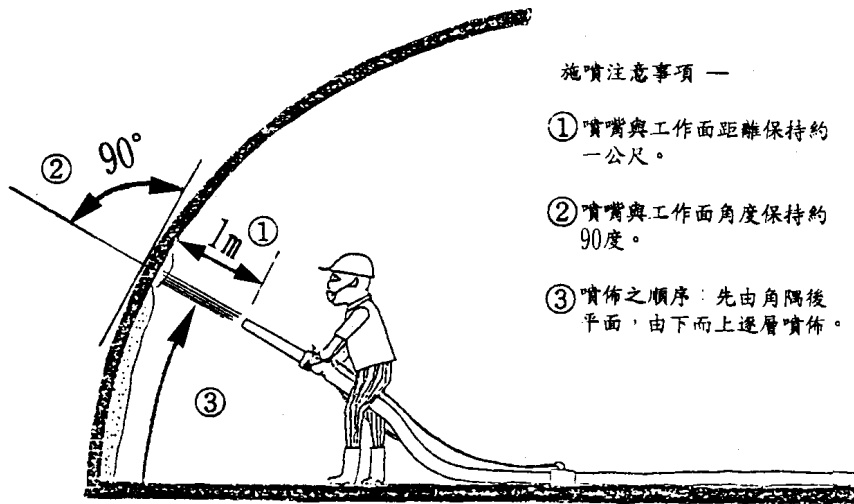


圖4 噴漿作業(資料來源：李幸財-隧道工程施工作業安全管理之研究)

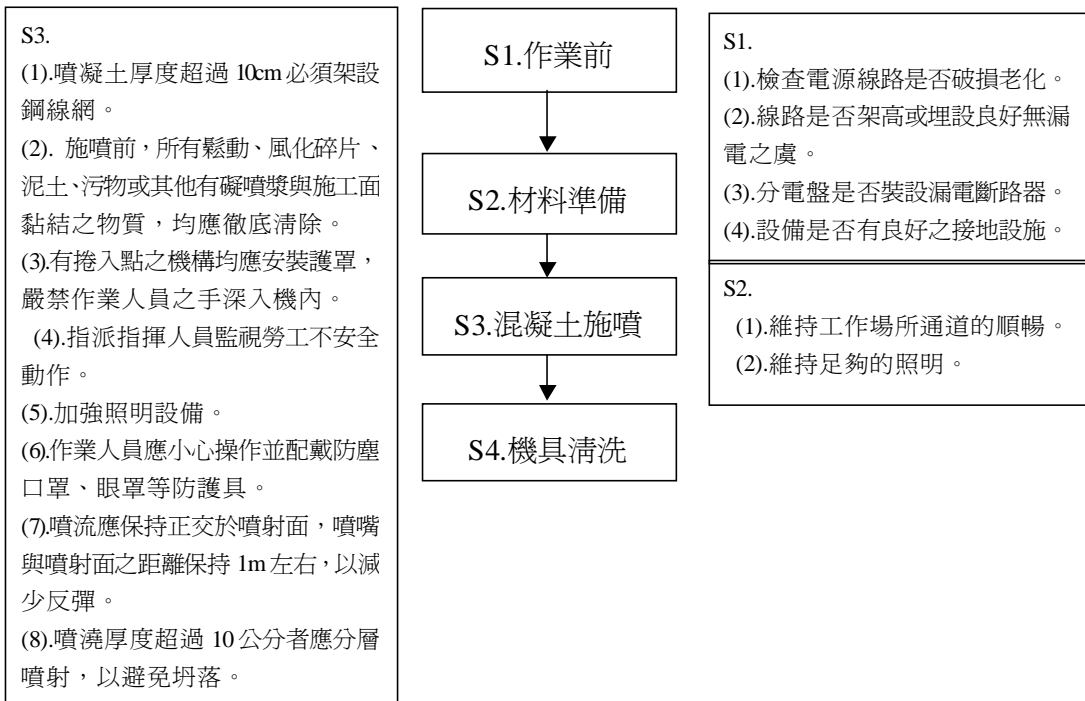
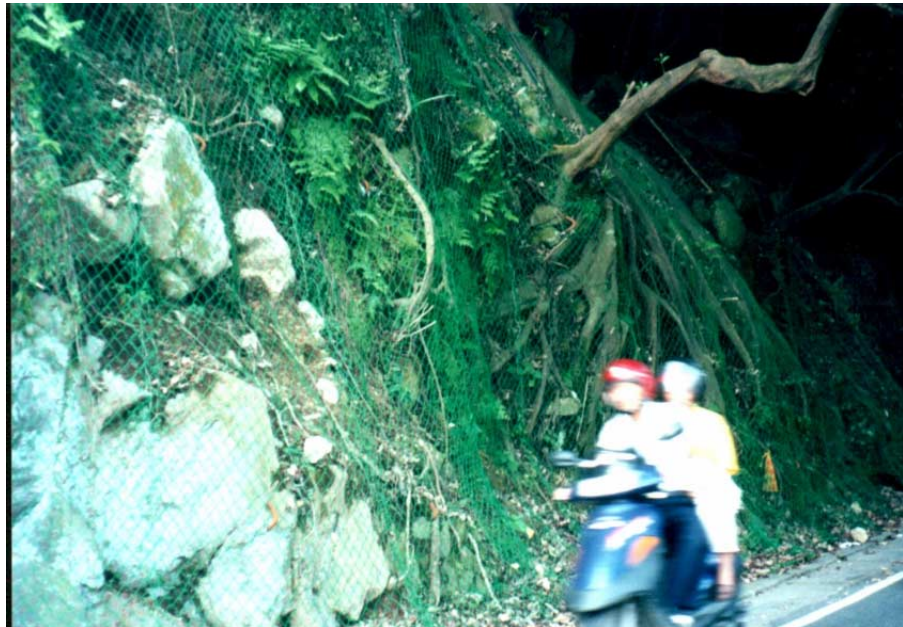


圖5 噴漿作業流程圖



照片1 鋼線網之設置之1(資料來源：台北市工礦安全衛生技師公會)



照片2 鋼線網之設置之2(資料來源：台北市工礦安全衛生技師公會)

相關法令標準

1. 勞工安全衛生法：

- (1) 第二十條：雇主不得使童工從事左列危險性或有害性工作：第二十條第一項：坑內工作。第二十條第五項：有害粉塵散布場所之工作。
- (2) 第二十一條：雇主不得使女工從事左列危險性或有害性工作：第二十一條第一項：坑內工作。

2. 營造安全衛生設施標準：

- (1) 第六十八條：對於隧道、坑道作業為防止落磐或土石崩塌危害勞工，應設置支撐、岩栓、噴凝土等支持構造，並清除浮石等。
- (2) 第六十九條：對於隧道、坑道作業，為防止隧道、坑道進出口附近表土之崩塌或土石之飛落致有危害勞工，應設置檔土支撐、張設防護網、清除浮石或採取邊坡保證。如地質惡劣時應先採鋼筋混凝土洞口等防護。
- (3) 第七十條：應禁止非工作必要人員進入左列場所：
 - 一 正在清除浮石或其下方有土石飛落之虞之場所。
 - 二 隧道、坑道支撐作業及支撐之補強或整修作業中，有落磐或土石崩塌之虞之場所。
- (4) 第七十一條：雇主對於隧道、坑道作業，有因落磐、水、崩塌或可燃性氣體、粉塵存在引起爆炸火災或缺氧、氣體中毒等危險之虞，應即使作業勞工停止作業，離開作業場所，非經測定確認無危險，不得恢復作業。
- (5) 第七十二條：雇主對於隧道、坑道作業，應使作業勞工佩戴安全帽及其他必要之防護具。並置備緊急安全搶救器材、吊升搶救設施、安全燈、呼吸防護器材、氣體檢知管系統及通訊信號等必要裝置。
- (6) 第二三八條規定：對於工作場所有物體飛落之虞者，應設置防止物體飛落之設備，並供給安全帽等防護具，使勞工戴用。

災害案例一

1. 災害發生經過：

七十八七月某營造單位負責之某抽蓄發電廠引水隧道工程噴漿作業於十六日晚上因有海上颱風警報，勞工甲等加班在尾水道出口斜坡噴凝土，勞工甲在場指揮勞工乙、丙二人拌噴凝土用料，勞工丁持管(高壓塑膠管二又二分之一英吋)噴漿，勞工戊擔任噴漿助手，約十一時三十分戊幫忙丁將噴漿管拉上斜坡，當勞工戊下來時踢到噴漿管跌倒，並碰觸照明燈，甲看到即跑過去搶救，送醫急救後，結果不治死亡。」

2. 災害發生原因：

- (1) 跌倒碰觸鹵素燈，電擊性休克死亡。

- (2) 鹵素燈未接地，電氣分電盤未裝漏電斷路器。
 - (3) 用以包紮電源線與鹵素燈連接處之膠布鬆懈。
3. 災害防止對策：
- (1) 設置漏電斷路器。
 - (2) 使用之二二〇伏特鹵素燈，應妥為設置接地線。
 - (3) 電源線與鹵素燈連接處，應妥為絕緣被覆蓋並固定。
 - (4) 照明用之燈具應妥為架設以防止勞工工作中予以移動而發生災害。