

## 介紹

## 1. 使用範圍：

地錨自1930年代首先在壩體加高工程中使用後，即開始在基礎開挖之擋土壁，邊坡穩定工程中各式擋土構造的錨錠，地下電廠或公路隧道開挖圍岩之穩定及基礎抗浮等領域中廣泛地應用。地錨之基本構造主要包括提供錨錠力的固定端，提供預力鋼錠施拉所需伸長量之自由端，以及將錨錠力傳至受拉結構上的錨頭等三大部分。由於其構造之特性必須有適當的空間供其發揮力學作用，因此，在地狹人稠的都會區採用此種工法於深開挖工程 必須考量採擇改良之收回式地錨施工，才不致引發地權上的糾紛，而其他諸如邊坡工程及基礎抗浮地錨則較無此等顧慮。在地錨使用的規劃上可區分為如都會區建築物地下室開挖使用背拉式地錨於擋土壁上，待地下構造完成即切斷鋼錠之臨時性地錨，其他諸如邊坡、隧道、抗浮地錨等必須長期置於地層中屬於永久性地錨，而依預力傳遞方式則可分為拉力式地錨及施加拉力遠比拉力式大的壓力式地錨。

## 2. 解釋名詞

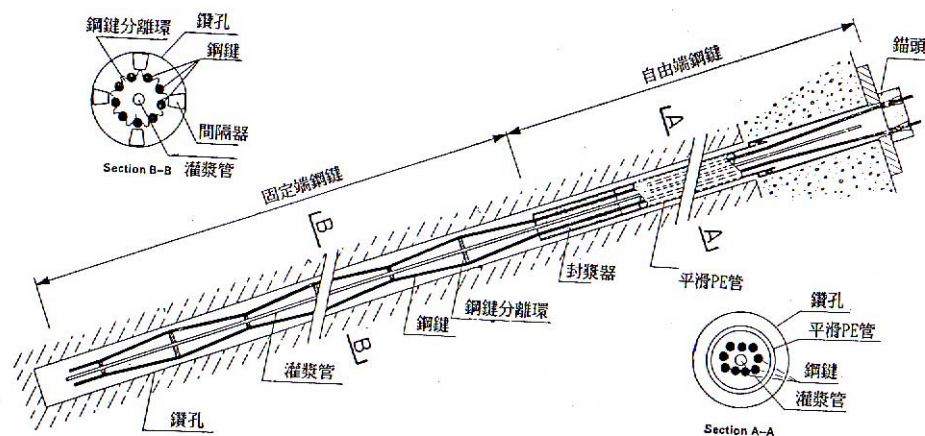


圖1 地錨構造示意圖

(資料來源：廖洪鈞、歐晉德，“預力地錨之施工品質控制及檢驗”，地工技術雜誌，第25期)

(1) 固定端：亦名錨錠端為地錨中提供錨錠力之部分，其錨錠力可由

錨錠端與周圍地盤間之摩擦力而來，或由擴座端與地盤間之面承力提供，如圖1所示固定端部份。

- (2) 自由端：為提供預力鋼鍵(如照片1所示)受預力作用後所需之變形部分，並且提供讓固定端能安置在可能滑動面之外的功能，如圖1所示自由端部份。



照片1 地錨之預力鋼鍵

(資料來源：本計劃參與人員自行拍攝)

- (3) 錨頭：將錨錠力傳至受拉結構體上之部分，其整組構件包含承壓板，錨頭握線器及鋼鍵夾片等，如圖2所示錨頭部份。

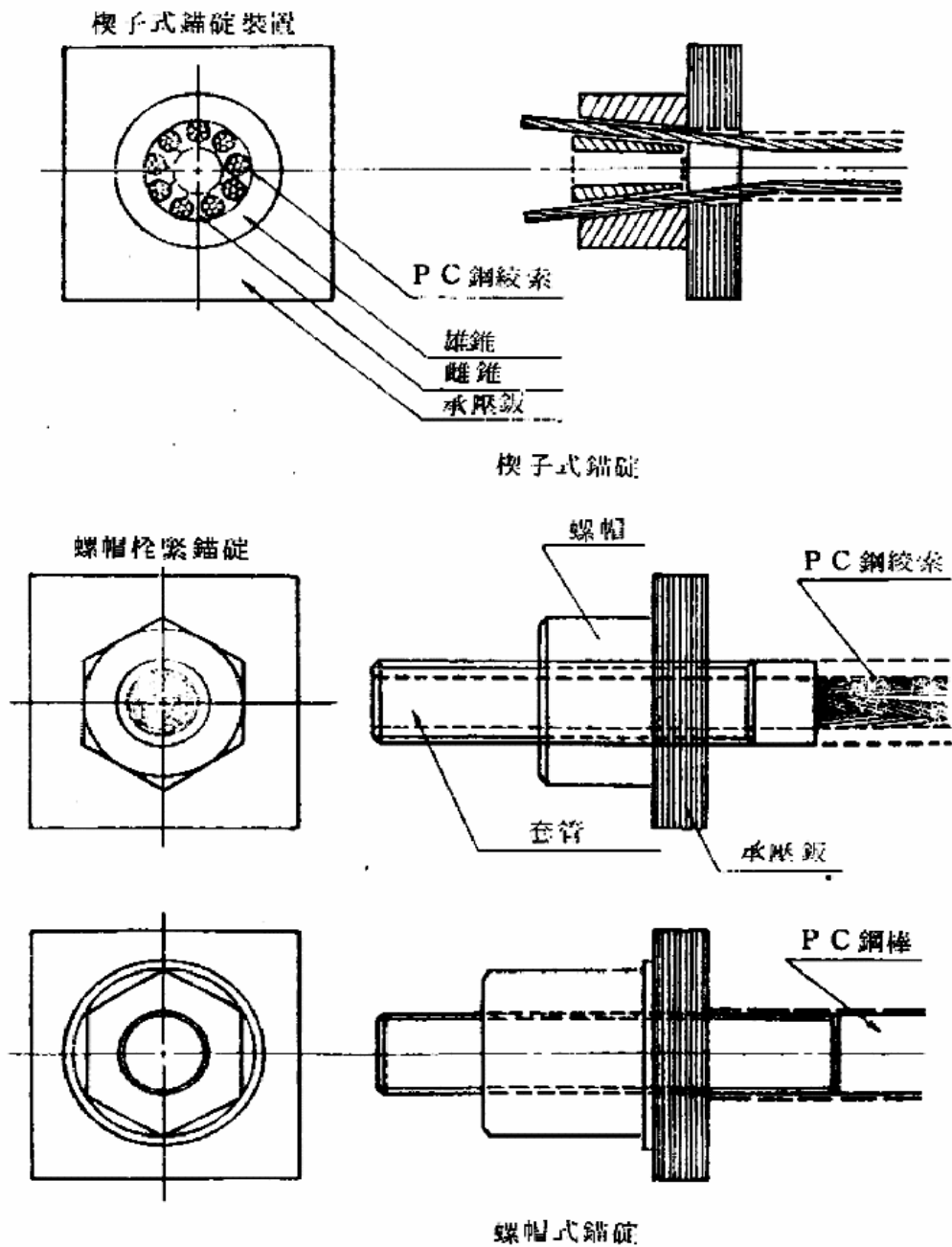


圖2 地錨之錨頭錨錠方式

(資料來源：林耀煌，“高層建築基礎開挖施工法與設計實例”)

- (4) 地錨試驗：作業完成後為瞭解地錨原始設計之正確性，首先須進行證明試驗，並利用證明試驗獲得之現場土壤強度參數重新修正地錨設計再進行適用性試驗，以保證每一根地錨之拉力可以達到要求，傳統式錨頭預力檢測儀及其拉拔試驗配置，如圖3 所示。

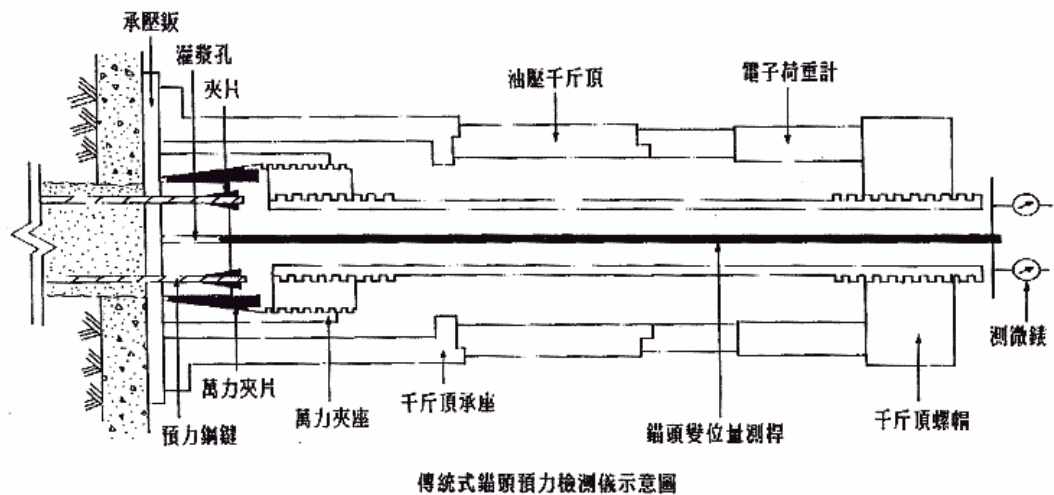


圖3 傳統式錨頭預力檢測儀示意圖(資料來源：本計劃參與人員自行繪製)

## 危害

### 1. 潛在危害、災害類型、災害防止對策：

本施工法之潛在危害有(1)機械傾倒(2)鋼鍵破壞射出(3)墜落(4)物體飛落(5)施工架倒塌(6)感電

(1) 機械傾倒：地錨鑽孔及施預力機具於進場施工當中因地面不平或於坡地上施工時重機械之推進移動，重心不穩所致傾倒造成人員傷亡。

防止對策：機具安置於地面施工架或施吊時，應有專屬人員協助物料綁紮妥善與安置所在穩固之檢查，並協助指揮吊運動線之安全。

(2) 鋼鍵破壞射出：自由端之鋼鍵因拉力過大，造成鋼鍵塑性降伏斷裂，由於破壞時鋼鍵高強度應力之瞬間釋放，而呈強力反彈射出易造成人員及機具之損傷。

防止對策：為避免此一潛在危害發生，應要求施工單位對鋼鍵基本資料諸如降伏強度，破壞強度及最小破壞伸長量等建立安全檢核表格，來作施工檢查，以預防危害，勞工戴用防護手套及安全帽。(可參考安全資料表SDS-P-018-0066)

(3) 人員墜落：由於地錨作業常於具高程差之環境中施工，因作業人員須於高處作業，因此會有人員墜落之危害。

防止對策：對於開口處設置安全護欄、安全護網，必要時裝置安全母索，要求勞工確實使用安全帶。

(4) 物體飛落：由於器械或鋼鍵組紮完成之搬運、移動及安裝造成物體飛落之危害。

防止對策：

- A. 於鋼鍵組紮完成後，應進行檢核主筋與補強筋及箍筋間之焊接是否確實，以防鬆脫飛落。
- B. 器械或鋼鍵之搬運、移動及安裝對於吊點位置及穩固應予查核，且依吊掛作業相關規定執行。
- C. 限制非工作人員進入工作範圍。
- D. 手工具應繫牢，並置工具袋中，以防脫落，相關零件應集中放置。
- E. 工作台設置防護網及護欄，以防止物體飛落。

(5) 施工架倒塌：於高低差大於二公尺時，即須搭設施工架來作工作台，亦會發生倒塌危害。

防止對策：

- A. 施工架之搭設應依據相關規定執行。
- B. 施工架之結構應請專業技師設計並計算其應力，以確保安全。

(6) 感電：作業中有使用電氣設備來鑽孔、灌漿，因此會有感電之虞。

防止對策：

- A. 使用電線應為可撓性雙重絕緣電纜。
- B. 各分電盤設漏電斷路器。
- C. 作業時，電纜線經分電盤，且予架高。

## 2. 相關作業環境之危害：

(1) 施工期間作業環境崩坍之潛在危機：地錨工程常作為開挖作業中開挖面之穩定輔助工法，其施作時機常為開挖及擋土構造等相關作業完成後，因此作業環境常曝露於臨界平衡之安全狀態，在地錨未完成前仍可能有邊坡滑動、擋土牆傾倒、隧道抽心落盤石及深開挖引致鄰近地層沉陷或開挖面上舉破壞之虞，造成現場立即性危險。為防範可能之危害，除實施必要之安全衛生管理外，應輔以相關之大地安全監測系統，以掌握作業期間之施工安全。

## 作業程序(流程圖詳圖6)

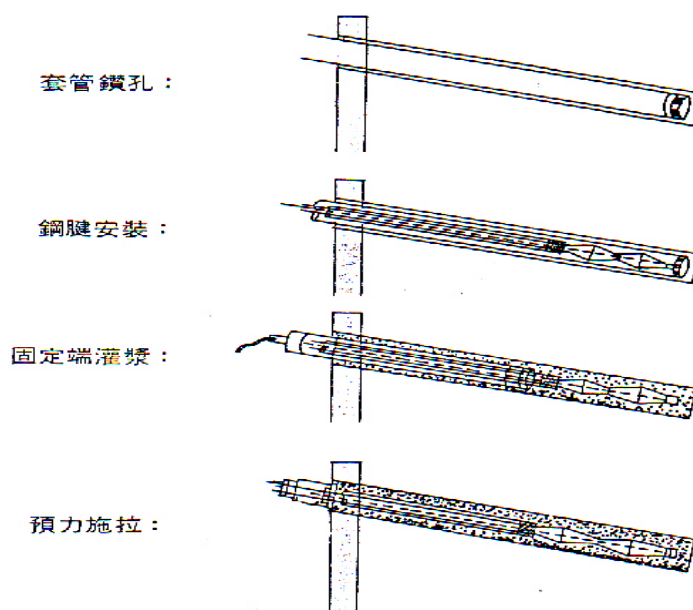


圖4 地錨工程作業程序之示意圖

(資料來源：廖洪鈞、歐晉德，“預力地錨之施工品質控制及檢驗”，地工技術雜誌，第25期)

地錨工程作業如圖4所示，其注意事項如下：

1. 鑽孔作業時：
  - (1) 鑽具使用電線應經漏電斷路器，並使用可撓性雙重絕緣電線，在施作時予以架高。
  - (2) 人員在高處作業須戴安全帽。
  - (3) 開口處施作護欄及防護網，在暫無法設置時，須架設安全母索，並使勞工使用安全帶。
  - (4) 鑽孔應符合設計圖說及施工計劃上所示之位置、孔徑、方向等，並盡量減少對四周土壤之擾動。
  - (5) 鑽孔完成後應將孔底和孔壁清洗乾淨。
  - (6) 鑽孔過程中應紀錄地質情況，以爲設置錨錠端及灌漿之參考。
  - (7) 在有塌孔顧慮之處鑽孔應以套管保護，直到地錨系統足以維持孔壁穩定爲止。
  - (8) 岩盤中之地錨，原則上應進行鑽孔孔壁之水密性試驗，必要時需於事前灌入水泥漿處理孔壁之漏水情形。
2. 鋼鍵組立和插置時：
  - (1) 勞工著用防護手套。

- (2) 手工具應繫牢並置於工具袋中，以防止脫落，相關零件應集中放置。
- (3) 固定端鋼鍵不得黏附有影響鋼鍵與水泥漿間良好握裹力之雜物。
- (4) 鋼鍵裝入孔中時需先套入套管，並避免鋼鍵受嚴重之扭曲及損傷套管。
- (5) 若無特殊規定鋼鍵應在鑽孔完成後24小時內安裝至鑽孔內。
- (6) 組立鋼鍵時，錨錠端部分之鋼鍵間隔器應能確保鋼鍵至少有10 mm以上之保護層，自由端部分之鋼鍵與鑽孔或套管間至少有10 mm以上之間隙。
- (7) 下鋼鍵時應避免使間隔器產生變位，以及損害鋼鍵之保護套管和防蝕保護膜。

3. 灌漿作業時：如照片2所示



照片2 灌漿作業(資料來源：本計劃參與人員自行拍攝)

- (1) 勞工應檢查灌漿設備，並將電力線架高。
- (2) 灌漿之方法，原則上固定端灌漿應採取加壓方式灌漿。
- (3) 鋼鍵施預力完成後，自由端鋼鍵套管與孔壁間之空隙須以漿體填實。
- (4) 灌漿作業應連續為之，不得半途中斷。
- (5) 灌漿應從預定灌漿區段之最底處開始灌漿，並容許空氣和水從鑽孔中排出。若遇往上打設之地錨實應特別注意鑽孔排氣問題。而灌漿時之管路應有回漿管系統，使孔口回漿之成分維持與灌入水泥漿相同達1分鐘為止。
- (6) 錨錠端灌漿之水灰比可在0.35 ~ 0.55之間，若使用普通波特蘭水

泥時，最少需要3天以上之養護期間才可施加預力。

4. 施加預力時：如照片3所示



照片3 施加預力情形(資料來源：本計劃參與人員自行拍攝)

- (1) 應使工作範圍淨空，使非相關工作人員不能進入。勞工使用個人護具，於高處作業時，隨時使用安全帶。
- (2) 使用之油壓千斤頂應附有經校正之壓力錶，以隨時均可讀出鋼鍵所受之拉力。
- (3) 鋼鍵施預力完畢後，鋼鍵套管與孔壁間之空隙須以灌漿填實，然後剪斷鋼鍵之多餘部分，截斷時不得使用火焰切割，鋼鍵剪截位置須適當，以便隨時可使用千斤頂重新對其施加預力，並應確實錨定，如照片4所示。



照片4 地錨錨頭錨定情形



(資料來源：本計劃參與人員自行拍攝)

(4) 鋼鍵施預力中鋼鍵應力不得超過極限強度之90%，否則該組鋼鍵須予廢棄，應予重做。

(5) 安裝或施預力時，鋼鍵如有損傷即不得使用。

#### 5. 預力地錨試驗

作業完成後為瞭解地錨原始設計之正確性，首先須進行證明試驗配置示意，如圖5所示，並利用證明試驗獲得之現場土壤強度參數重新修正地錨設計再進行適用性試驗，以保證每一根地錨之拉力可以達到要求。

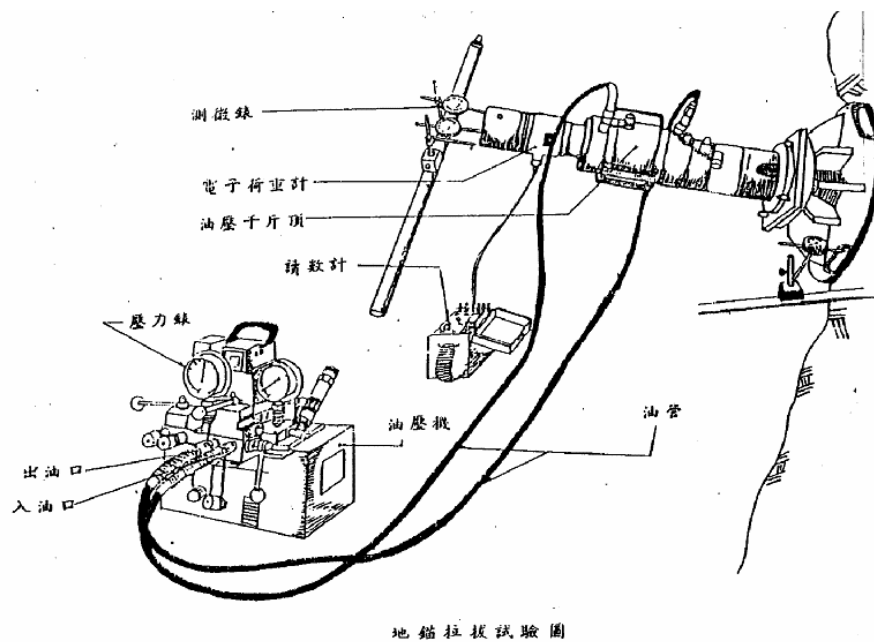


圖5 預力檢測拉拔試驗配置示意圖

(資料來源：林耀煌，“高層建築基礎開挖施工法與設計實例”)

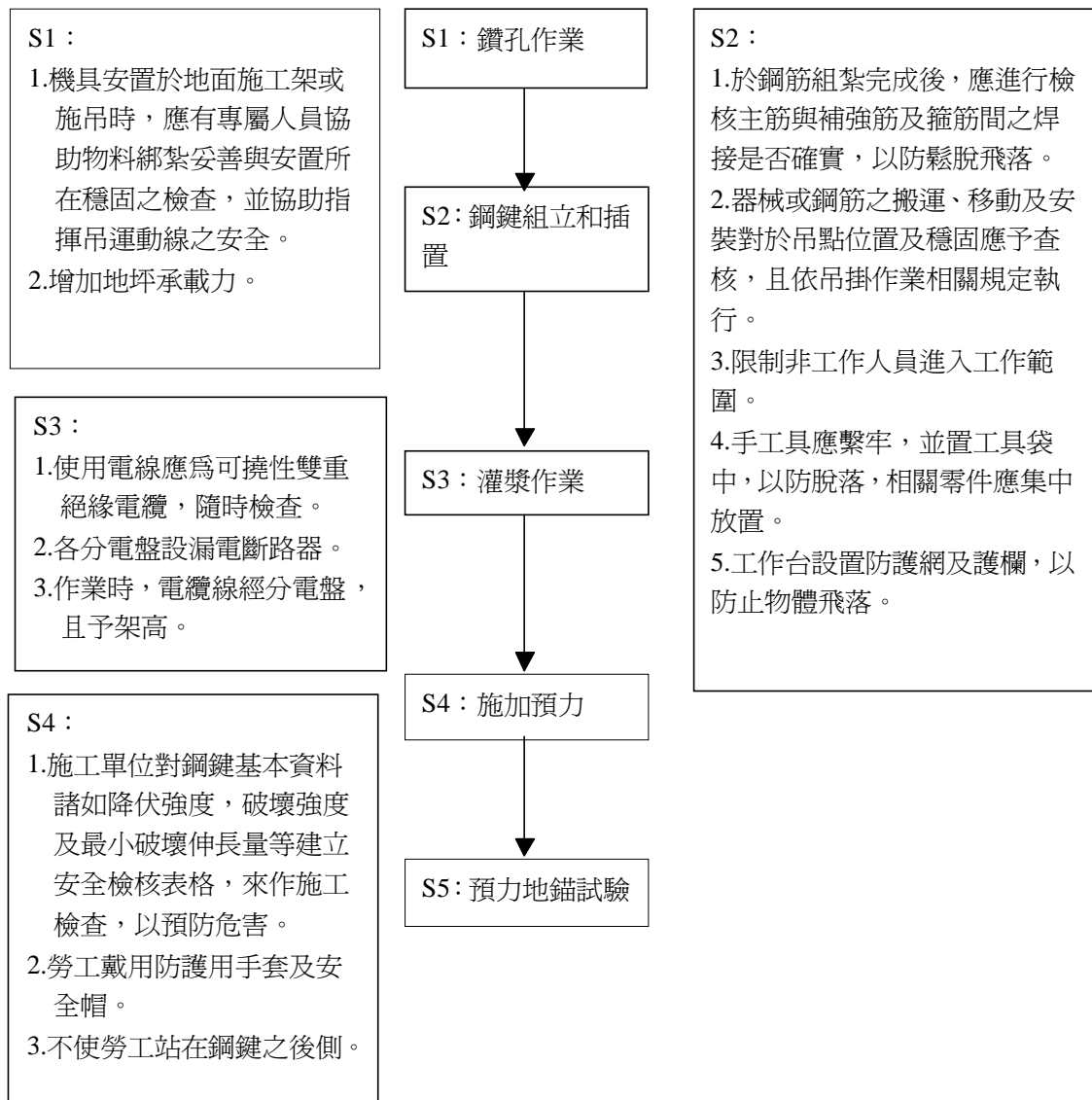


圖6 地錨作業安全流程圖

## 相關法令標準

### 1. 營造安全衛生設施標準：

- (1) 第二條：對於工作場所，暴露之鋼筋、鋼材、鐵件、鋁件及其他材料等易生職業災害者，應採適當防護措施。
- (2) 第五條：…對工作場所設置之警告標示，應依左列規定…。
- (3) 第六條：…工作場所中原有之電線、電力配管、電線桿及拉線、給水管、電信管線、危險物或有害物管線等，如有妨礙工程施工安全者，應於施工前妥善處理…。
- (4) 第七條：…對於有車輛出入或有導致交通事故之虞之工作場所，應依左列規定設置適當交通號誌、標示或柵欄…。

- (5) 第十條：…勞工於二公尺以上高度之屋頂、開口部分、階梯、樓梯、坡道、工作臺等場所從事作業，應於該處設置護欄或護蓋等防護設備。但如使勞工佩掛有安全帶等而無墜落之虞者，不在此限。
- (6) 第十一條：…依前條規定設置之護欄，應依左列規定…。
- (7) 第二十三條：…以捲揚機等作為吊運物料時，應依左列規定…吊掛之重量不得超過該設備所能承受之最高負荷…。
- (8) 第四十七條：…勞工從事露天開挖作業，為防止地面之崩塌及損壞地下埋設物致有危害勞工之虞，應事前就作業地點及其附近，施以鑽探、試挖或其他適當方法從事調查，其調查內容…。
- (9) 第四十八條：…勞工以人工開挖方式從事露天開挖作業，其自由面之傾斜度，應依左列規定…。
- (10) 第四十九條：…從事露天開挖時，為防止地面之崩塌或土石之飛落，應依左列規定…。
- (11) 第五十條：…勞工從事露天開挖作業，為防止土石崩塌，應指派專人辦理左列事項…。
- (12) 第五十二條：…露天開挖作業，為防止損壞地下管線致危害勞工，應採取懸吊或支撐該管線，或予以移設等必要措施，並指派專人於現場指揮施工。
- (13) 第五十四條：…於採光不良之場所從事露天開挖作業，應裝設作業安全所必需之照明設備。
- (14) 第五十五條：…勞工從事露天開挖作業，其垂直開挖最大深度應妥為設計，如其深度在一·五公尺以上且有崩塌之虞者，應設擋土支撐。
- (15) 第六十一條：…於開挖場所有地面崩塌或土石飛落之虞時，應依地質及環境狀況，設置適當擋土支撐、反循環樁、連續壁、邊坡保護等方法或張設防護網等設施。
- (16) 第六十二條：…對於露天開挖作業之工作場所，應設有警告標示，禁止與工作無關人員進入。

災害案例(暫無)