

介紹

1. 使用範圍

擋土支撐作業係爲了防止周圍地層崩塌以確保地下開挖之作業得以順利進行之臨時構造作業。開挖作業多於工程初期施行，施工期間易受難以掌控之土壤性質及地下水或其它難以預測之外在因素所影響。在工程規模已趨於大型化的營建工程中，擋土支撐儼然已成爲開挖作業最重要的核心，愈來愈普遍的工程計劃中，其開挖擋土支撐作業在技術上、經費上、所占比重漸趨於增加。地下開挖工程進行時，地下水處理得當與否常爲影響工程成敗之關鍵，爲了防止地下水從周圍基地流入，採用止水性高之擋土支撐系統則可順利處理該問題，但成本較高，因此擋土支撐系統之選擇，必須經由地質及地下水狀況等考慮之後，再經由與適當排水工法之間的組合加以檢討，採擇既經濟又安全的擋土支撐作業。擋土壁有許多工法，各具有特徵，依施作方法及設計理念之不同而有擋土樁、擋土板法、鋼板樁工法、排樁工法、連續壁工法等。其支撐設施應根據工程的內容，基地狀況及形狀，開挖規模等因素，從多方面對於費用、工期、施工性及安全性等進行比較，在綜合判斷之下選出最適當之工法，一般常見的擋土支撐系統有水平撐樑工法、地錨工法、島式明挖工法及逆打工法等。

擋土支撐設施係指支撐擋土壁所承受之土壓力、水壓力而設置之擋土壁、支撐橫擋、撐樑、角撐、支柱及其它附屬鐵件之總稱，如圖1所示。在選擇採用上應以其施工性、安全性、施工期間長短及經濟性加以檢討而後決定採用之型式，一般可依材料之運用分爲：木製擋土支撐設施、鋼製擋土支撐設施、鋼筋混凝土製擋土支撐設施及組合型擋土支撐設施。本報告以本地最普遍的鋼製擋土支撐設施作爲代表來探討擋土支撐作業的危害，以供其他工法之參考。

2. 解釋名詞

(1) 擋土支撐：爲防止開挖過程中周圍地基之崩塌，並確保進行中各工程所需之作業空間及人員機具安全，以各種可能之擋土設施架設於開挖面使成穩定狀態之臨時構造物(如圖1、照片1)。

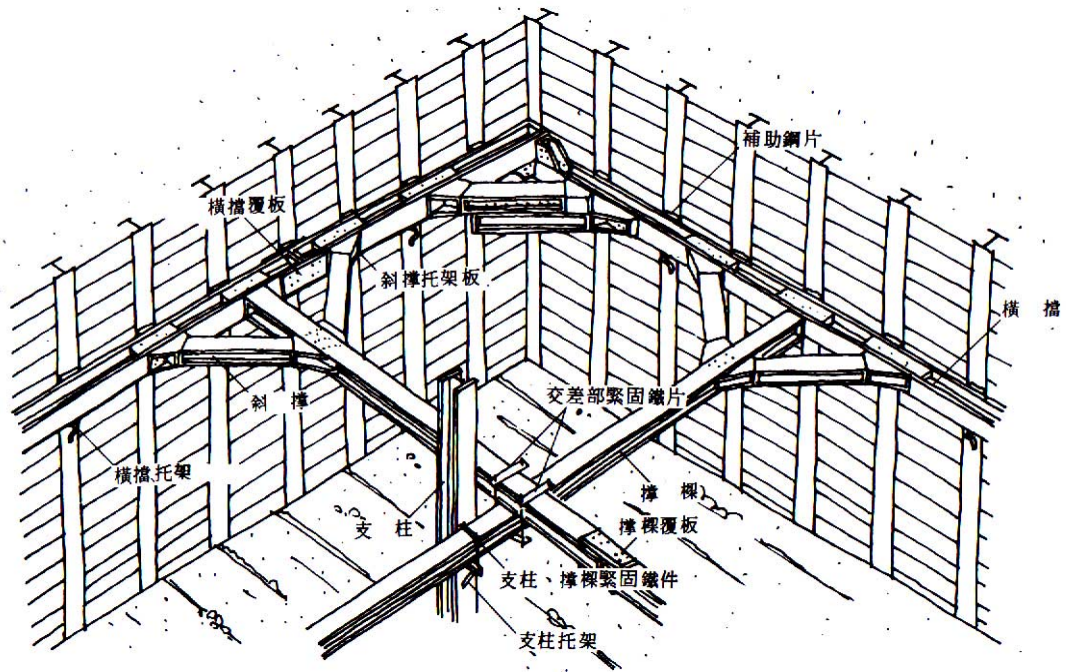


圖1 擋土支撐設施示意圖

(資料來源：賴景波，“基礎工程施工與實務”，現代營建雜誌社(1991))



照片1 擋土支撐(資料來源：台北市工礦安全衛生技師公會)

(2) 橫擋：係將擋土壁所承受之土壓力、水壓力予以傳遞到撐樑、角撐等彎曲材之構件(如照片2)。



照片2 斜撐與橫擋(資料來源：台北市工礦安全衛生技師公會)

- (3) 撐樑：屬於壓縮構件為抵抗擋土壁所傳遞土壓力、水壓力之主要部份以提供擋土壁所需之勁度。
- (4) 支柱：亦稱中間樁，係支持撐樑等材料之重量同時具有防止撐樑彎曲之功能。
- (5) 斜撐或角撐：係設在橫擋－橫擋、橫擋－撐樑、撐樑－撐樑之各接合部份，可藉以提高擋土架構整體之剛度，(如照片2)。



照片3 接合板(資料來源：台北市工礦安全衛生技師公會)



照片4 緊固之U型螺栓(資料來源：台北市工礦安全衛生技師公會)

危害

1. 潛在危害，災害類型，災害防止對策：

本作業之潛在危害有(1)墜落(2)物體飛落(3)倒塌(4)安全支撐構件碰撞(5)感電(6)安全支撐倒塌

(1) 墜落：開挖擋土支撐造成開放開口部，或於型鋼上進行安全觀測時，人員上下走動，有可能造成墜落傷亡。

防止對策：

A. 本作業施工中，皆須由擋土支撐作業主管在場監督指揮，且於擋土支撐作業期間對於開口部均應設置護欄及警告標誌。

B. 在安全支撐施吊前先設置安全母索，並要求勞工配掛安全帶。

C. 使用“覆工板”作洞口防護。

D. 構台下方在施吊前先預掛安全網，將安全網張掛完成才開始作業。

E. 限制不相關人員進入工作範圍。

(2) 物體飛落：由於鋼支撐及鋼配件，(如照片3、照片4)之搬運、移動及安裝繁瑣綁紮吊放過程易鬆散而造成之潛在飛落危害。

防止對策：

A. 使用合格起重機，由受訓合格之起重機操作人員操作，嚴禁人員立於其下，並由合格吊掛人員施吊，且遵守有關吊掛之安全規定。

B. 鋼支撐及配件之搬運，採取三角型吊法、安全夾具，並使用良好吊具，在綁紮後應確實檢查試吊。

C. 手工具綁牢，螺栓及零附件使用工具袋，集中管理。

(3) 吊車倒塌：擋土支撐作業期間因地坪不平或承載力不足，而引起吊車倒塌之危害。

防止對策：

A. R.C地坪使承載力足夠。

B. 吊車之基腳應依規定儘量伸張使能站穩。

C. 使用檢查合格之吊車，由合格起重機操作人員操作。

(4) 安全支撐構件碰撞：吊掛作業中可能發生吊掛物斜走，碰撞傷人之危害。

防止對策：在吊物尾端設置控索，以控制方向。

(5) 感電：擋土支撐架設作業期間由於焊接等工作常有電力作業，再加上施工處所皆為導電材料，若電線破皮、環境潮濕極易造成漏電情形，致使人員遭受感電意外。

防止對策：

A. 應於各電路設置漏電感電防止用漏電斷路器。

B. 電銲機須設自動防止電擊裝置。

C. 使用可撓性雙重絕緣電纜並架高(可參考安全資料表 SDS-P-0090057)，設置電氣專業人員作防止漏電之自動檢查，且對勞工實施安全衛生訓練，補充勞工安全衛生知識。

(6) 安全支撐倒塌：因銲接不良，螺栓未確實鎖固及在支撐上堆置材料或拆除時未循序拆除，引致安全支撐倒塌危害。

防止對策：

A. 確實依設計圖檢查銲道及各種螺栓數量及其鎖固。

B. 嚴禁在支撐上堆置物料。

C. 其他工種在施工時須吊運材料時，不得碰撞、拉扯鋼支撐。

2. 相關作業環境之危害：

(1) 缺氧：由於深開挖作業常於施工中鋪設覆蓋版或以逆築工法施工形成密閉空間之環境，應有適當之通風設備及有害氣體檢測設備，避免挖土機廢氣或土壤中有毒氣體累積危害勞工安全。

(2) 作業造成噪音及震動之危害：由於擋土設施之打設機械作業，或是開挖機械之操作及土砂搬運車輛行駛引起之噪音震動或粉塵飛

散等公害，帶給基地周邊居民生活上之不適，並造成鄰近建築物潛在之危害，例如在砂質土壤振動基礎因而產生不均勻沈陷，影響居住安全及品質。為防範作業期間因直接發生之振動、噪音或運輸車輛掉落泥土引起粉塵等，造成可能之公害問題。

防止對策：

- A. 應在工法及機械的選擇上儘可能考慮低公害之施工技術。
- B. 應於工區影響範圍之鄰近建物規劃適當之安全監測系統定期量測以掌握施工安全。

- (3) 擋土鈹樁作業瑕疵或支承架缺陷之危害：在挖掘並設置擋板時，造成擋土背面之土層鬆弛或存留空洞等施工土之疏忽，或是由於擋土鈹樁之入土深度不足致使樁根部發生移動、變位或傾斜等，可能造成周邊地盤面之沈陷，建築物及地下埋設物之不均勻沈陷、破裂等損害。

防止對策：

- A. 於挖掘設置擋板時檢視並以適當材料充分背填施工所造成之疏鬆土層及存留空洞。
- B. 計算確認擋土鈹樁之貫入深度是否符合安全需求。
- C. 檢查支承架材料強度是否足夠，橫擋材有無扭曲、接頭收縮或斜撐樑裝設時機延遲或浮昇等現象，均應於施工期間作好查驗作業。
- D. 配置安全監測系統定期對工區作必要之安全評估。

- (4) 擋土支撐施作期間不當滲水之潛在危害：開挖作業期間忽視由於擋土板間之管湧或鈹樁基端的砂湧現象，易引致周邊地盤面之沈陷及鄰近建物沈陷傾斜及損壞，造成功能發生障礙。

防止對策：

- A. 施作之擋土支撐於其接續間隙發現滲水帶砂時，應採取適當之補救措施，以砂包堆置的方式阻斷砂土持續掏空，再以適當之灌漿材料和施工法於擋土壁外作止水灌漿處理，免除後續之潛在危害。
- B. 依據地質資料狀況於規畫設計之初即採用合適之擋土構造型式。

- (5) 支撐系統之撐樑及橫擋配置不當潛在危害：擋土支撐作業之主要目的係對土壤側壓力之抵抗能在既經濟又安全之原則下施工，設

置後不致造成撐樑挫屈，擋土壁過度變形，甚至有開挖面不穩定等情形。

防止對策：

- A. 設計配置撐樑構成橫擋之支點，先假設側壓在各段橫擋如何分配，再從橫擋的強度求出它的容許支點間隔，採取使橫擋的支點間隔位於其以內的撐樑配置計劃。
 - B. 架設擋土支撐設施時須先瞭解設計書中各施工階段之材料應力及傳遞系統，並時常檢查各構材之安全性。
 - C. 擬妥完善的設置及施作計劃，始能免除作業當中之潛在危害。
- (6) 擋土壁或支撐之變形或移動之潛在危害：過度之擋土壁變形或移動將引致鄰近區域之地盤沉陷，造成損鄰事件發生。

防止對策：

- A. 應避免有支撐架設時間之延遲、橫擋斷面之不足、擋土壁之彈性變形、擋土壁斷面之不足、擋土壁入土部份之不足、支撐面之斷面不足或無撐長度過大之挫屈變形、支柱之上浮或沉陷現象。
- B. 應設專人定期檢查支撐及相關配件有無變形鬆脫等問題並及時排除。

作業程序

1. 作業前注意事項：

- (1) 整地放樣並作好施工前必要安全防護之圍籬警示措施，對於鄰近工址地質、地下水位、地下埋設物(如原有之電線、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)亦應詳實調查，如有妨礙工程施工安全者，應於施工前妥善處理。
- (2) 對於擋土壁及支撐型式、開挖程序及各階段開挖深度應確實依規定設計規畫。
- (3) 開挖前應就擋土支撐可資施作之材料及機具調度確認無誤方可執行，施工區中各層支撐之面積、規格型式、架設高程、預載軸力值，先予設計並製作施工圖。
- (4) 開挖出之土石及物料堆放或運送動線應妥善規畫，避免造成擋土支撐設計以外之額外荷重。

2. 作業中注意事項：

- (1) 由擋土支撐作業主管在場指揮監督勞工作好各種防護措施，且勞工戴安全帽、使用安全帶，方得開始作業。
 - (2) 施打中間樁時，注意重機械運動及其操作以防倒塌。
 - (3) 托架架設，除銲接外，另須以螺栓鎖固方得安全。
 - (4) H型鋼架設之起重機須檢查合格，並由合格證照之操作手操作，吊掛人員須訓練合格，並遵守有關吊掛作業規定。使用良好吊具，用三角型吊法，設控索來維持方向，避免碰撞。另於H型鋼上架設安全母索，才開始施吊。
 - (5) 裝設U型螺栓及零附件時，確實固定、人員戴安全帽，並使用安全帶、手工具綁牢，螺栓置工具袋中。
 - (6) 各開口處檢查護欄之安全，在暫未施作護欄處，張掛安全母索。
 - (7) 確實填滿橫擋與擋土壁間隙混凝土。
 - (8) 將土壓計予以歸零，並遵守預壓規定，實施預壓，勞工戴安全帽，使用安全帶。
 - (9) 確實檢查各U型螺栓及零附件之固結，須電銲處應依設計銲道厚度、型式，確實銲接。為防感電，電銲機須有自動防止電擊裝置。
 - (10) 安全支撐上，禁止堆置物料以防倒塌。
 - (11) 對於各階段開挖深度應確實依設計以快挖快撐原則施工，不得有超挖或延遲支撐情形。
 - (12) 開挖達設計深度時應立即施作結構本體，待達設計強度後始可依序往上逐步拆除支撐。
13. 拆除作業同樣採取上述各種防護措施，作拆除作業。

相關法令標準

1. 營造安全衛生設施標準：

- (1) 第二條：雇主對於工作場所，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) 第十二條：…依第十條規定設置之護蓋，應依左列規定…。
- (8) 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…。
- (9) 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…。
- (10) 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…。
- (11) 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…。
- (12) 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…。
- (13) 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。
- (14) 第五十三條：…以機械從事露天開挖作業，應依左列規定…。
- (15) 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。
- (16) 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。
- (17) 第五十六條：…對於供作擋土支撐之材料，不得有顯著之損傷、變形或腐蝕…。
- (18) 第五十七條：…對於擋土支撐之構築，應依左列規定…。
- (19) 第五十八條：…勞工從事擋土支撐之構築作業，應指派經訓練之

作業主管，辦理左列事項…。

- (20) 第五十九條：…擋土支撐設置後開挖進行中，除指定專人確認地層之變化外…。
- (21) 第六十條：…設置擋土支撐之工作場所，必要時應置備加強、修補擋土支撐工程用材料與器材。
- (22) 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。
- (23) 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

在構台上從事擋土支撐拆除工作發生墜落災害

1. 災害發生經過：

某營造公司承建台中某大樓工程，將基礎工程之安全支撐部份交付某工程行處理，八十四年四月十二日八時工地負責人甲帶領八名勞工到工地拆除擋土支撐，決定先拆除構台旁邊之中間柱及構台之水平支撐，至十一時已拆除五支中間柱，部份勞工在構台上方拆螺絲及中間柱，勞工乙丙兩人為一組進行切割水平支撐，在拉管線時由構台旁墜落地下一樓版，經連絡救護車將罹災者送醫急救無效死亡。

2. 災害發生原因：

- (1) 在構台拆除工作時，已將構台原來設置之護欄先行拆除，致構台上無防護設備。
- (2) 在高度二公尺以上之構台上作業，未佩帶安全帶等防護具。
- (3) 未對勞工實施安全衛生訓練，勞工安全衛生知識不足。

3. 災害防止對策：

- (1) 在高度二公尺以上之構台上作業，將構台原來設置之護欄拆除後，應使勞工佩帶安全帶等防護具。
- (2) 應對勞工實施安全衛生訓練，補充勞工安全衛生知識，防止類似事件發生。