

## 介紹

### 1. 使用範圍：

管溝開挖(trenching excavation)工程應用相當廣泛，包括電信埋管工程、人孔管道工程、電力公司配電管路工程、自來水公司輸水管理設工程、鄉鎮公所排水溝工程等。施工單位主要為土木工程業與電路及管道工程業。工程屬於暫時性開挖，當管路架設好即行掩蓋，開挖深度屬於淺開挖，以電信埋管工程為例，深度約1.5至2公尺，工程規模通常較小。

開挖時通常先以挖土機(怪手)做粗開挖到所需深度與寬度，並將挖掘所產生之廢土堆放管溝兩側或由砂石車運送丟棄他處，而後再以人工方式修整管溝底部或側壁以達到所需尺寸，接著進行佈置管線與埋設的工作。例如，電力業與電信業所用塑膠管，直接以人工傳接方式或直接放入溝底；自來水業使用的金屬管則由挖土機吊放與開挖工人手扶方式吊放入溝底，長距離埋設則需每2至6公尺需以人工的方式做接管工作，最後再由小型推土機將溝旁回填土推入管溝以及壓平完成作業程序。

### 2. 名詞解釋

- (1) 開挖(excavation)：是指以人為方式於地表上挖掘土壤以形成洞穴、溝渠或凹坑。
- (2) 管溝開挖(trench excavation)：是指在地表以狹窄方式(相對於長度而言)所做的開挖，通常這類開挖的深度大於其開挖寬度。
- (3) 擋土支撐(shoring)：為防範管溝崩塌災害，以擋土板擋土裝置架設管溝兩側，以防止崩塌土方直接壓到施工人員。通常以金屬或木材製成，可重複組裝、拆卸，組裝完成直接以吊車吊放至作業區，或於作業區以人工組裝。
- (4) 標準作業程序(standard operation procedure)：將完成某一特定作業所需執行的各作業步驟，以條列的方式逐一說明，使能快速而正確地完成該項作業。
- (5) 安全作業程序(safety operation procedure)：於標準作業程序的各項步驟中，分析可能造成的危害，並將避免該危害所需的因

應措施或防護裝置的操作程序納入標準作業程序中，以確保作業的正確性與安全性。

## 危害

### 1. 潛在危害、災害類型、災害防止對策：

- (1) 管溝側壁崩塌：由於土壤本身強不足或過度開挖，或因施工車輛造成超額載重及集中應力，使開挖面崩塌而造成作業勞工的傷亡。此外，挖破水管或在大雨及地震後，也容易使土壤鬆動而產生破壞。

防止對策：設置擋土支撐、於開挖前妥善設計、依設計施工並定期檢核、設計時需考慮車輛及物品進入造成的載重並鋪設鋼板或木材以分散壓力、於大雨及地震後確實檢查擋土設施及土壤狀態確定安全後才可繼續作業。

- (2) 墜落：由於開挖造成開口部，作業勞工不慎則有可能造成傷亡。

防止對策：於管溝開挖實應設置上下設備護欄及警告標誌，並限制不相關人員進入工作範圍。若因作業需要無法設置護欄時則應確實使用安全帶。

- (3) 感電、溺水、有害氣體及火災爆炸：開挖時挖斷地下電線、自來水管、瓦斯管線或土壤中有害氣體因而造成災害。

防止對策：於施工前確實調查周圍管線位置並將之遷移，施工階段應並使用絕緣手套及膠鞋，並定期做可燃性氣體及氧氣的測定。對於無法遷移的管線，則應做適當的防護及支撐。

### 2. 防護裝置之構造、作動、功用等原理：

防護裝置具有部分擋土的功能，但並非針對防止溝側壁崩塌而設計，而是以人員的防護為主要考量，主要構造為側板及中間支撐，溝側壁崩塌時以側板將土石擋住，並藉由中間支撐來承受壓力及力矩，以避免勞工被土壤壓埋而造成傷亡。管溝開挖防護裝置因功能需求的不同而有許多型式，其中較常見的有以下幾種。：

#### (1) H型擋土防護裝置

機構的支撐桿可以對接方式加長，但仍以兩節為限，不可三節或多節相接，以確保機械強度的安全性。另外開挖深度若超過了機構高度15%，則必須考慮使用高度更高的側板，以防開挖後土壁頂邊，因受重力崩塌，而落入防護裝置內，擊傷工作人員。本方案較適合應用於開挖後溝渠寬度與土牆壁較整齊的溝渠。

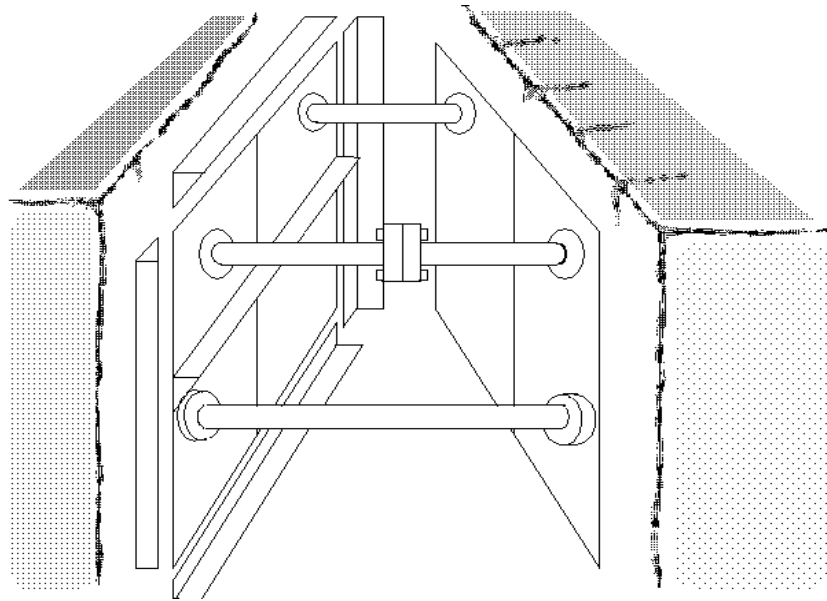


圖1 H型擋土支撐防護裝置

(資料來源：管溝開挖崩塌災害防止技術研究 勞工安全衛生研究所)

## (2) 倒V型（λ型）擋土防護裝置

由於沒有任何其他的支撐物，所以在考慮機構強度時，選用了較厚的鋼板，因此機構的重量，相對地提高，搬運時應特別注意安全。在放置機構於溝渠中時，應瞭解防護側板所張開的角度，不可過大亦不可太小，太大代表溝渠太寬，則防護區的工作高度會不足，若張開角度太小，代表溝渠寬度太窄，相對地工作區的工作寬度也會太窄，同時機構容易形成不穩定狀態，可能會有傾倒之虞，甚至導至意外的發生。

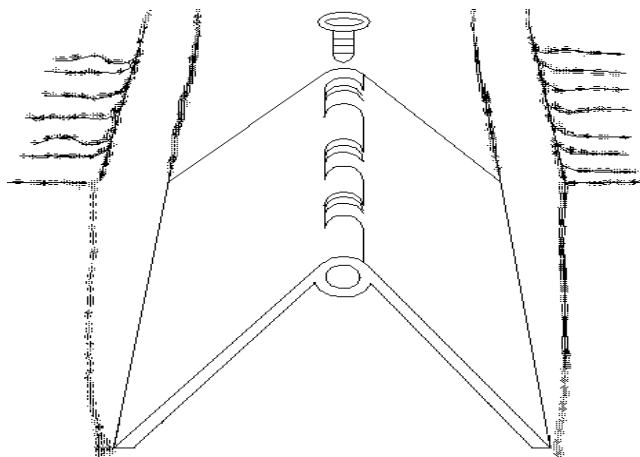


圖2 倒V型（λ型）擋土防護裝置

(資料來源：管溝開挖崩塌災害防止技術研究 勞工安全衛生研究所)

### (3) 開A型擋土防護裝置

雖然本方案具備前兩案的優點，但機構的穩定性較弱，因此在架設時，應特別注意是否放置在一穩固的位置，張開的角度相同於倒V型的考量，也不可呈負角度，因為機構容易產生傾倒。

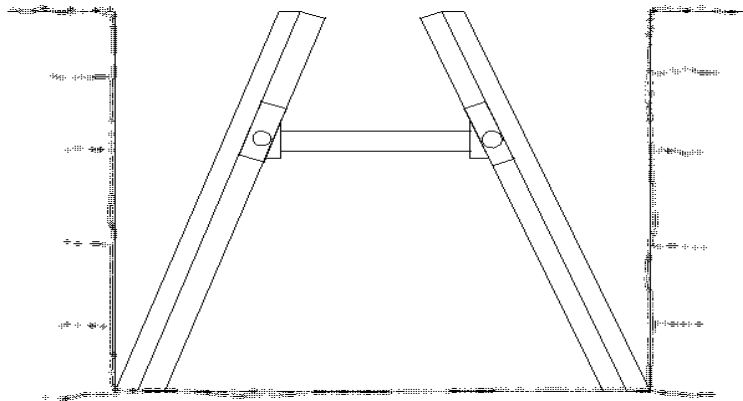


圖3 開A型擋土防護裝置

(資料來源：管溝開挖崩塌災害防止技術研究 勞工安全衛生研究所)

### (4) 輪盤式擋土防護裝置

本機構在移動時，雖然可以人力推動，但遭遇障礙點時，如舊有管線，溝渠寬度縮減，或溝渠有大角度轉彎時，仍應該將機構以吊起方式，移動到預定工作位置，並且在吊起與放在定點位置時，均應將機構確實鎖緊，不可有鬆脫情形，避免機構在移動或遭受壓力時，無法承受，而導致損壞。

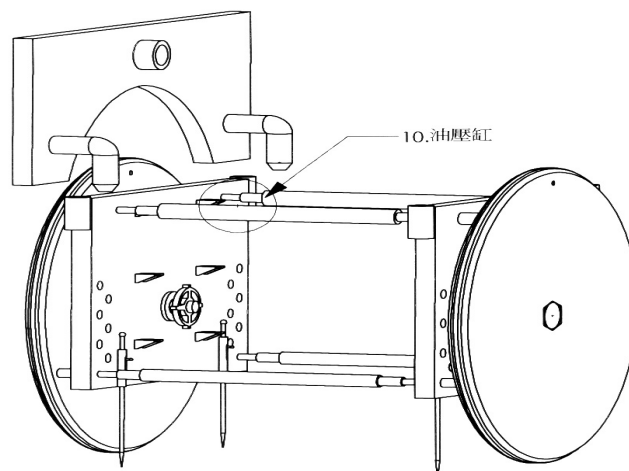


圖4 輪盤式機構示意圖

(資料來源：管溝開挖崩塌災害防止技術研究 勞工安全衛生研究所)

### (5) 走管式擋土防護裝置

本機構由於是在管子上移動，所以管子本身的強度與硬度，必須要可承受整個機構的重量，以免機構壓傷管線，而為了能跨過管線接合處的凸緣，需在下支撐桿與弧桿之間，設計一如千斤頂之裝置，於跨過凸緣後再恢復機構的使用方式。

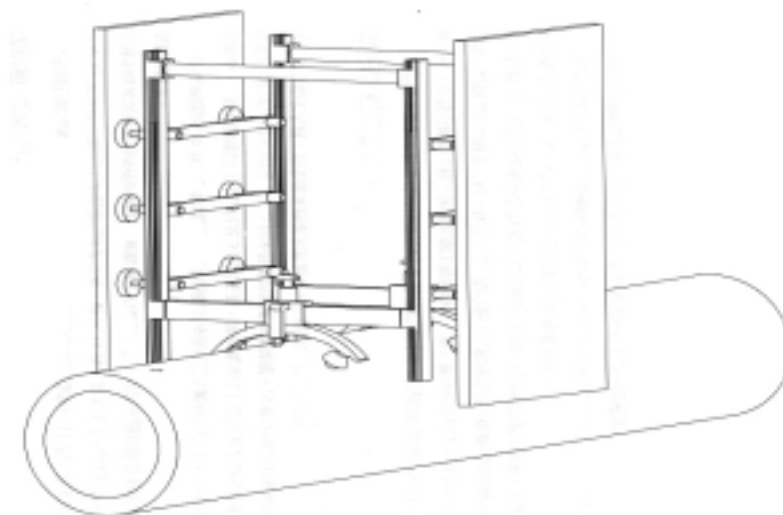


圖5 走管式機構示意圖

(資料來源：管溝開挖崩塌災害防止技術研究 勞工安全衛生研究所)

### 3. 相關作業環境之危害：

管溝壁兩側鄰近處若有其他車輛、施工機具執行作業，則可能因額外載重或振動而造成管壁崩塌。另管溝開挖通常於道路上施工，如道路旁有高壓電線，則施工機具誤觸高壓電線而造成感電事故，應予防止。

### 作業程序

1. 開挖前應就作業地點及附近範圍，實施鑽探、試挖或其他方法實施調查，包括地層、地下水位、危害性氣體、鄰近建築物狀況及地下埋設物等。
2. 開挖出的土石及物料堆放區域應妥為規劃，不得堆放於開挖坡肩上。
3. 若垂直開挖深度超過1.5公尺且有崩塌之虞時應選用適當的擋土支撐。
4. 指派專人決定作業方法、指揮監督及觀測地面水及地下水位。

5. 開挖前應就擋土支撐或擋土防護裝置各部份功能檢查是否正常、是否有變形、必須確認強度足夠後才可使用。
6. 若施工範圍內有電力輸送管線經過，則需通知相關單位切斷電源後始可開挖。
7. 車輛及物料的進出行徑應事先規劃，並於車輛進出路線鋪設木材或鋼板。
8. 以挖土機進行開挖。
9. 於土壤可能存在危害性氣體時，需適時實施有害氣體及氧氣的測定，若有危害作業勞工之虞時，應即立退避至安全區域，至確認安全無虞時始可繼續工作。
10. 開挖深度達預定深度時，吊入擋土防護設備。
11. 吊車應嚴格限制其載重量由規劃路線以慢速進入施工區，並應避免過度振動。
12. 每日作業前於大雨過後或四級以上地震後，應就擋土支撐做檢點，並觀察土壤是否有移位裂縫產生，並做適當因應措施。
13. 以人力從事挖掘或其他作業時，需使用適當的防護具才可進行作業。
14. 於採光不良地區從開挖時，應裝設足夠亮度的照明設備。
15. 開挖深度達二公尺以上時，則應設置上下設備並於兩側架設護欄，架設護欄時需使用安全帶或採其他安全措施。
16. 若架設護欄確有困難時，應使作業勞工配帶安全帶並採其他必要措施。
17. 將開挖區內的地下管線移除，若無法移除時則需做適當的防護及支撐。
18. 開挖至設計深度，整地。
  
19. 依設計或鋪置碎石或排置鋼筋墊塊及鋼筋並澆置水泥。
20. 排放管墊、吊入管料並續接。
21. 推動擋土防護設備或以吊車吊至下一個工作區。
22. 將移除的管線復原，回填並確實夯實。
23. 重覆9、10、15、17~22項作業。
24. 拆除護欄、擋土支撐及鋪面。
25. 拆除圍籬並清理路面。
26. 完成作業。

## 相關法令、標準

1. 勞工安全衛生法第五條第一項第五款：應有防止墜落、崩塌等危害之安全衛生設備。
2. 營造安全衛生設施標準第五條：營造安全衛生設施標準第五條：
  - A. 對工作場所之周圍應設置適當之臨時圍籬，並於明顯位置裝設警告標示。
  - B. 大規模施工之土木工程，或其它工程設置圍籬有困難者，得於其工作場所設置警告標示替代之。
3. 營造安全衛生設施標準第六條：對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，不得任意挖掘、剪接、移動或於其鄰近從事加熱工作。
4. 營造安全衛生設施標準第十條：勞工於二公尺以上高度之屋頂、開口部份、階梯、樓梯、坡道、工作台等場所從事作業，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而無墜落之虞者，不在此限。
5. 營造安全衛生設施標準第四十七條～六十三條：從事露天開挖應事前調查，據以擬訂開挖計畫，自由面傾斜度應符合規定；應防止地面崩塌或土石飛落；並派專人負責；應防止構造物損壞危害勞工；防止損害地下管線；機械開挖時應依規定辦理；照明應充足；開挖深度超過1.5公尺以上應設檔土支撐；支撐材應符合規定，擬訂擋土支撐構築計畫，且依規定構築，指派作業主管；監測環境變化；並設置警告標誌。

## 災害案例

### 案例一

某工程單位將某路段埋管工程交付甲營造工程公司承攬，該營造工程公司再將埋管及接管工程交由乙施工，乙所僱勞工三人到達工地準備於開挖管溝架設擋土支撐，於埋設人孔之開挖管溝底部清除碎土及整地時，土方崩塌，罹災者躲避不及被土方壓傷，經送醫急救無效死亡。開挖之管溝長290公尺、寬2公尺、深3公尺，土壤為粘土質，呈潮濕鬆軟狀態，發生崩

塌時尚未架設擋土支撐。災害發生原因：

1. 開挖人孔溝深度達3公尺，而溝內土壤經雨水淋過後土質鬆軟。
2. 由於開挖前未先行架設擋土支撐，且開挖面緊鄰道路邊，車輛通過易造成震動，溝側壁突然崩塌。

改善對策：

1. 開挖後，由專人詳細檢查開挖情況，有崩塌之虞時應禁止人員作業。
2. 以擋土防護裝置代替擋土支撐。

#### 案例二

某營造工程勞工於土溝內側壁從事模板組立工作時，因挖土機重壓使兩側壁的土壤突生沉陷而崩塌，使該勞工走避不及而罹災。該土溝長約七十公尺、寬約二公尺、深約二、七公尺，溝側壁上方為道路。

災害發生原因：

1. 災害發生時，該土溝已開挖月餘，土壤因雨水而呈潮濕狀態。
2. 土溝內未設置任何擋土設施。
3. 挖土機的額外載重，使土壤無法承受載重而造成崩塌。

改善對策

1. 工作前確實檢查機具、工具、人員之安全防護措施，挖土機等施工設備不得停放於開挖坡肩上。
2. 大雨或地震後，實施檢查確認土質無崩塌之虞。
3. 開挖前需打設檔土支撐或防護設施。
4. 設施或開挖後架設訓練。

#### 參考資料

1. 行政院勞工委員會，民國80年，台北，勞工安全衛生法。
2. 行政院勞工委員會，民國80年，台北，勞工安全衛生法施行細則。
3. 行政院勞工委員會，民國83年，台北，營造安全衛生設施標準。
4. **National Safety Council, USA, Industrial Safety Data Sheets。**
5. 行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所，民國八十七年，台北，管溝開挖崩塌災害防止技術研究。
6. 行政院勞工委員會，民國81年，台北，職業災害實例專集(營造業)(二)。
7. 行政院勞工委員會，民國82年，台北，職業災害實例(營造業)。
8. **Construction Safety Association Of Ontario, 1996, Canada,**



## Trenching Safety

9. North Carolina Department Of Labor Division Of Occupational Safety And Health , 1996 , USA , A Guide To The OSHA Excavations Standard