

99 年度研究報告

自來水管線工程作業災害防治之探討研究

撰寫單位：第十二區管理處土城服務所

撰寫人員：林琨璋

撰寫日期：99 年 6 月

報告索引

索引項目	頁次
壹、前言	2
貳、研究目的	2
參、本公司發生職災統計	2
肆、本公司重大職災發生分析	4
伍、管溝開挖工程之特性	8
陸、施工現場調查	10
柒、開挖作業安全	12
捌、災害防止對策	15
玖、結論	16
拾、參考文獻	17

壹、前言

本公司一直以來均以提供量足質優的自來水為首要目標，其特性是全年無休、全時供水。以本公司為例；早期推動安全衛生管理並未成立安全衛生管理專責單位，僅為兼辦業務。隨著重大工安事件陸續發生凸顯出員工操作安全亦為影響供水順利因素之一，直至民國八十四年，各區處陸續設置安全衛生管理人員，隔年更設置安全衛生管理專責單位，本公司更於 97 年工業安全衛生處一級單位正式成立，將專責全力推動本公司工安管理業務使安全衛生管理工作趨於落實。

根據多數學者探討安全議題上，均指出安全文化與工安意外事故損失有密切關係，即安全文化是影響安全績效因素之一。多數學者亦指出；管理階層的安全領導及員工的安全態度是建立安全文化的重要因素。

貳、研究目的

應國內景氣遭受國際經濟風暴影響之嚴峻情勢，行政院研提「振興經濟擴大公共建設方案」業獲立法院審查通過，預定 98~101 年間 4 年投資 5000 億元，因此本公司亦為國營事業一員，並且配合本方案加速辦理。但由於本公司人力資源有限，工程人員兼辦事務繁重，因此在加速辦理情況下，不僅工程人員有時效上的壓力，對於工程品質與工安災害的防治是不是需要更加謹慎的去應變

參、本公司發生職災統計

本公司主要工程為管線埋設與機電設備，常見的災害在土方崩塌、溺斃、被撞、侷限空間等意外等(如表 1)。

本公司職災統計

年度	發生日期	災害類型	罹災人員	傷亡人數		發生單位
				死	傷	
92	6 月 24 日	被撞	承攬商	1		中工處
	8 月 30 日	物體倒塌	承攬商	1		6 區處
93	9 月 2 日	其他	員工	1		2 區處
94	3 月 9 日	溺斃	員工	1		9 區處
	6 月 3 日	溺斃	承攬商	1		7 區處
	6 月 28 日	與有害物接觸	承攬商	1		北工處
95	4 月 8 日	管溝崩塌	承攬商	1		2 區處
	8 月 28 日	管溝崩塌	承攬商	2	1	北工處
96	1 月 29 日	溺斃	承攬商	1		6 區處
	3 月 1 日	被撞	承攬商	1		5 區處
	6 月 8 日	溺斃	承攬商	1		3 區處
97	6 月 18 日	工作交通	員工	1		3 區處
	9 月 5 日	溺斃	承攬商	1		中工處
	11 月 26 日	管溝崩塌	承攬商	1	1	中工處
合計	14			15	2	

表 1

肆、本公司重大職災發生分析

(一) 重大災害項目

依據前節統計結果，前重點災害項目所得之排序類別項目如下：

1. 被撞（共發生 1 人死亡）
2. 物體倒塌（共發生 1 人死亡）
3. 溺斃（共發生 5 人死亡）
4. 與有害物接觸（共發生 1 人死亡）
5. 管溝崩塌（共發生 4 人死亡，2 人受傷）
6. 工作交通（共發生 1 人死亡）

7. 其他（共發生 1 人死亡）

（二）個案探討：

案例 1

88 年 3 月 29 日清晨約 1 時 30 分左右，位於苗栗縣頭份鎮中華路 449 號路段前埋設自來水管之工地，正在挖掘長約十公尺，寬約 1.5 公尺，深約三公尺之管溝。當三名工人進入管溝內要將兩個鑄鐵管用螺絲銜接時，突然發生崩塌，靠南下方向車道之土體整片滑下，如下圖所示，土溝內三名工人當場被活埋，造成二死一傷。



圖 1

根據各勞動檢查機構實施之職業災害檢查資料，台灣地區類似上述之管溝開挖工程，每年平均發生約 5 件勞工因崩塌罹災死亡之案件，而因崩塌受傷之案件尚未包含在內。發生死亡事件的案例中超過 3/4 的比例未設置防護或擋土支撐裝置。同時大部分之工地未設置勞工安全衛生管理人員與訂定工作守則，且未實施安全衛生自動檢查，而罹災之勞工更未接受施工安全衛生之教育訓練。依據勞委會訂定之「營造安全衛生設施標準」中規定，垂直開挖深度在 1.5 公尺以上且有崩塌之虞者之露天開挖即應設置擋土支撐，且應指派經訓練之作業主管於現場指揮、督導施工。

案例 2

台中縣大雅鄉中清路自來水管線埋設工程，傳出工安意外，三名工人凌晨在進行埋管挖掘工程時，因為上方農田的灌溉溝渠，突然塌陷，大水流入管線坑道，一名工人走避不及，當場溺斃。這起工安意外地點在台中縣大雅鄉中清路四段，最近正在進行自來水埋設工程，工程推進到高鐵高架橋前方兩百公尺附近，必須深入地下十多公尺，因為遇到礫石層，機具派不上用場，必須先由人工挖掘直徑約兩公尺的坑道，再埋入管線，由於正好在一條農田灌溉溝渠下方施工，五號凌晨一點五十分左右，三名工人正在進行管線挖掘作業，上方灌溉溝渠突然塌陷，大水貫入，三名工人急忙逃命，其中三十八年次的張宗賢，因為被吊土桶壓住身體，無法脫身，其他工人立刻搶救，徒勞無功，兩點二十分左右，大雅消防分隊接獲通報，趕緊出動消防、救難人員前往現場，經過兩個多小時搶救，才將張姓男子救出，不過，已經沒有生命跡象，大雅消防分隊值班人員說明工安發生情形。（就

是工人在埋管，上方農田灌溉溝渠突然塌陷，大水湧入坑道，工人被溺斃)意外發生後，行政院勞委會中區勞動檢查所人員，隨後趕往現場調查，進一步釐清意外發生的責任歸屬。



圖 2

(三). 災害發生原因分析

1. 依據雲林地檢署相驗書記載：罹災者死亡原因為頭部挫傷、腹部損傷，腹腔出血併腦缺氧而死。
2. 罹災者進入開挖管溝欲連接自來水管時，因該開挖管溝深達二公尺而未設置擋土支撐，且排水箱涵可能有漏水現象，致管溝側壁土石鬆軟而崩塌將罹災者壓埋，經搶救送醫急救住院治療無效死亡。

3. 理應知道會從灌溉溝渠下方經過，而且依規定，工程現場必須事先作好如支撐等防護措施
4. 未設置勞工安全衛生業務主管，未實施安全衛生自動檢查。
5. 對勞工未實施安全衛生訓練，勞工安全衛生知識不足。
6. 未訂定安全衛生工作守則，供勞工遵循。
7. 現場施工交通警告設施不足
8. 工區車輛進出口影響交通或無交通引導人員

伍、管溝開挖工程之特性

近年來由於用水、用電之普及化，管溝開挖工程應用相當廣泛，且不同的管道其開挖斷面各有不同，所謂挖掘(excavation)是指人為方式在地表挖掘土壤所造成的切割(cut)、洞穴(cavity)、溝渠(trench)、或凹坑(depression)。而所謂的管溝開挖(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。其開挖深度約 1-3 公尺，開挖寬度約 0.6 公尺~2.5 公尺，施工長度由數十公尺到數千公尺不等。不同行業的開挖方式及程序相類似，主要差異是埋設管的數目及管徑不盡相同。

據行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所研究調查指出，管溝開挖工程因為具備以下幾項特性，極容易疏忽崩塌災害之防止措施，而導致崩塌災害：

(一) 工程規模小：一般管溝開挖主要為埋設水管、電管、電信管道及排水箱涵之類的工程，且開挖區域常通過路面，為了減低對交通的影響，經常隨挖隨埋，工程屬於暫時性開挖，且開挖深度屬於淺開挖，深度約為 1.5~3 公尺，工程規模小，因此極易忽略施工之安全。

(二) 擋土設施設置不便：管溝之開挖屬於狹長形的淺開挖，目前工地最常用之擋土方式為使用鋼軌樁配合鐵板進行擋土，如圖七所示，然因隨著工程之推展，須不斷的進行拔樁及植樁之工作，施工不便且容易妨礙到工程進度；另有工地自行組合之框式擋土架，如圖八所示，由鐵板及簡單的支撐桿組合而成，然因裝置太過笨重，搬移困難，實用性亦不易獲得業者之青睞。

(三) 採人工接管：由於各類管路之銜接皆有賴人工來進行，勞工常需下至管溝底部進行螺栓之鎖固作業，由於施工單位為了方便起見，常忽略了擋土設施的設置，使的勞工暴露於土壤崩塌的危害之下。

(四) 外力干擾：由於管溝開挖時常遭遇鬆軟之土質，且不時有挖土機開挖及過往車輛產生之震動、土堆及水管等重物置放於開挖之管溝旁，更加深了崩塌災害發生之機率。

陸、施工現場調查

(一)、為能瞭解管溝開挖作業規範和目前施工現場的情況，特別進行施工現場環境調查，以作為機構設計時的重要參考。在進行調查的過程中，施工人員最害怕的危險事情依序為土堆崩落，溝渠深度太深以及墜落等等。另外，工作人員對於工作守則，安檢工作和防護觀念薄弱，對管溝開挖的相關法規有半數以上的人員不清楚。但絕大部分的作業人員對於擋土設施的使用，均予以正面肯定及有高度的使用意願。在調查過程中也發現到，工作人員的安全設備的確太少，少數人員甚至最基本應穿戴的安全帽及安全鞋，均未配戴整齊，原因為許多安全設備多加諸在工作人員身上，造成工作上的不便及負擔。因此，如何能幫助施工作業的進行而不增加作業人員的負擔，此點可作為設計擋土機構的重要依據。

(二)、自來水管線工程埋設施工標準作業程序流程

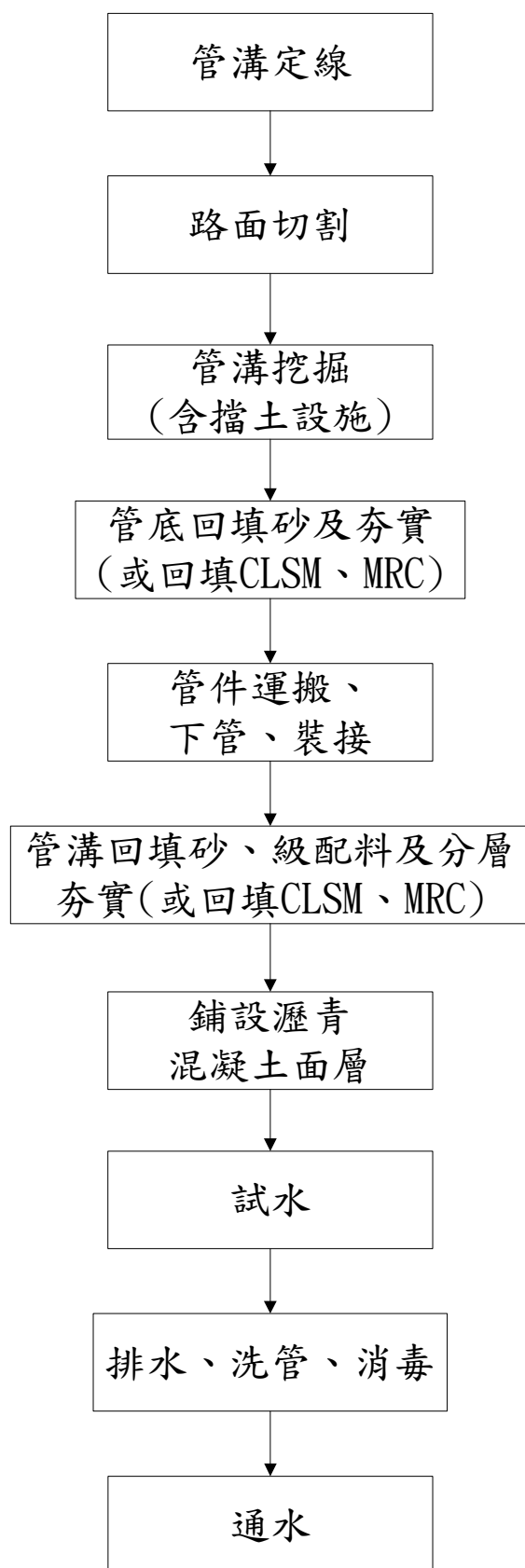


圖 3

(三)、公共工程危害因素示意圖

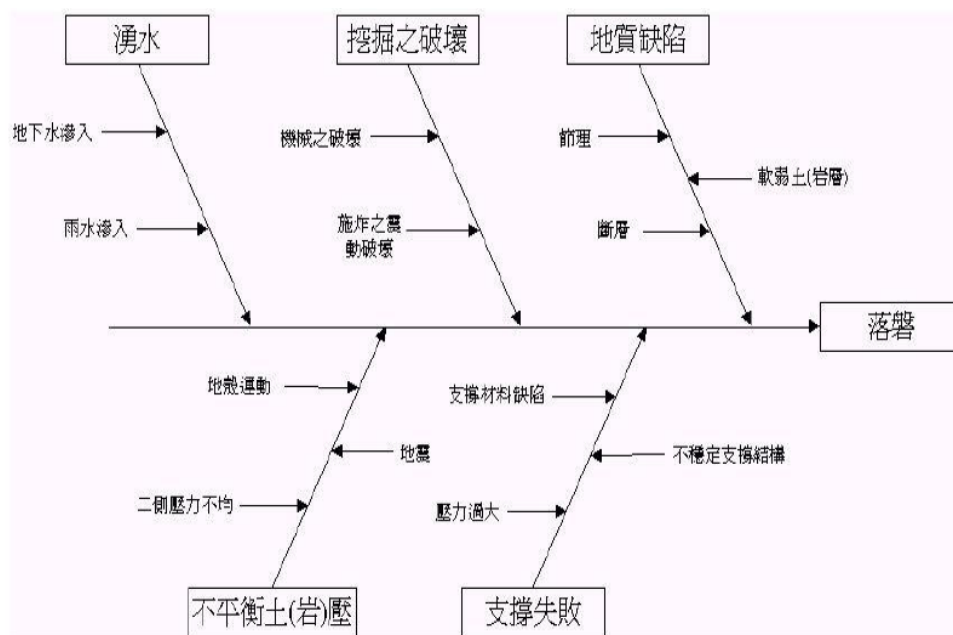


圖 4

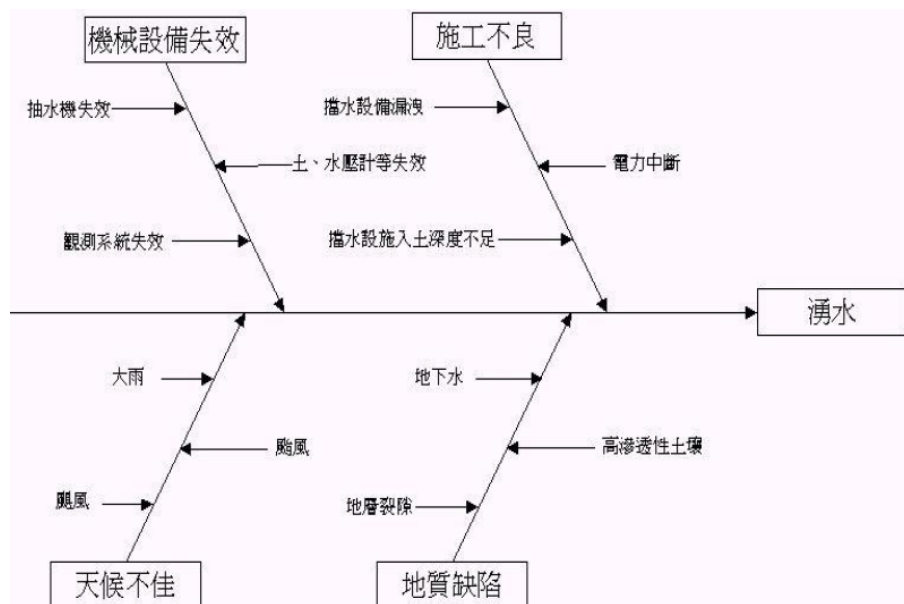


圖 5

柒、開挖作業安全

一. 管溝開挖常有崩塌的事故，本公司於 92~97 年間共發生 4 人死亡，2 人受傷，依據對開挖失敗調查顯示失敗時間從開挖後 5 分鐘到 4 個月均有，主要的原因與土壤含水、土壤狀況、與鄰近承載物、震動等均有關係，影響崩塌因子如下：

1. 土壤強度因子：

(1). 土壤種類粗粒土壤如沙、沙礫較無凝聚力，如垂直開挖崩塌，管溝壁必須採斜度開挖；細粒土壤如沉泥及黏土具凝聚力，如果管溝壁垂直開挖，深度不大，將不會崩塌，實際上很少土壤純沙、礫、沉泥或黏土，大部分的土壤幾乎都是混和成分的。

(2). 含水量：降低土壤剪力長度。

(3). 結冰：結冰能增強土壤的強度，但結冰時水分膨脹後，推擠支撐力會影響之稱系統的載重能力。

(4). 先前擾動的土壤：通常未擾動過的土壤較擾動過的土壤有強度。

(5). 震動：為了夯實，承包商利用震動再重排粒狀土壤，震動也能重排土壤顆粒削弱土壤強度，震動降低粗粒土壤強度較細粒土壤強度為大。

2. 向下崩塌及墜落力量的因子：

(1). 管溝的深度:管溝深度增加，下墜力亦增加，深度增加一倍，重量增加四倍。

(2). 土壤的重量:水分既增加下墜力，又降低土壤強度。

(3). 可能崩塌的開挖邊緣:將損壞的樁置於可能崩塌的開挖邊緣增加下墜力。

(4). 鄰近的設備重量:避免於管溝邊使用重型設備。

二. 開挖一般安全規定

1. 開挖及週遭表面的負荷:在管溝開挖前，應小心檢查採取預防措施來預防任何可能發生的任何狀況，在開挖前應對鄰近的結構物做鑑定，應紀錄其裂縫，呈陷量等。

2. 地下設施:在開挖前應先確認其他單位之管線位置，應事先做好套繪查詢工作，承攬商應以樁、旗或油漆標定其他管線設備位置，以開挖設備挖掘接近管線時，再以人工側面開挖以發現管線。

3. 通道及出口:應依「勞工安全衛生設施規則」規定設置通道及出口。

4. 暴露於交通車輛:應依設置交通號誌、標示、柵欄、交通引導員，並要求進入工區所有人員皆須穿著反光背心及反光安全帽。

5. 對積水產生危害之保護:抽水幫浦、全身式安全帶及母索，大雨過後應檢查開挖區，如果可以應用水溝導水至他處。

6. 保護勞工免於受浮石掉落或鬆的土壤崩塌。

7. 檢查:每日工作開始前，工作中及大雨後均應實施檢查。

捌、災害防止對策

1. 作業前依據開挖地之地質狀況採取必要擋土、支撐設施，對於勞工從事露天開挖作業，其深度在 1.5 公尺以上且有崩塌之虞者，應設擋土支撐。
2. 作業前應先對環境執行評估，並將可能之危險因子排除後再進行作業。
3. 雇主使勞工從事露天開挖作業，為防止土石崩塌，應指定專人（露天開挖作業主管）於作業現場辦理下列事項：(1)、決定作業方法，指揮勞工作業。(2)、實施檢點，檢查材料、工具、器具等，並汰換其不良品。(3)、監督勞工個人防護具之使用。(4)、確認安全衛生設備及措施之有效狀況。(5)、其他為維持作業勞工安全衛生所必要之設備及措施。
4. 雇主僱用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，應依下列規定：(1)、地面形狀、地層、地質、鄰近建築物及交通影響情形等。(2)、地面有否龜裂、地下水位狀況及地層凍結狀況等。(3)、有無地下埋設物及其狀況。(4)、地下有無高溫、危險或有害之氣體、蒸氣及其狀況。
5. 應設置勞工安全衛生業務主管，加強安全衛生管理工作之推行。

6. 開挖出之土石應常清理，不得堆置於開挖面之上方或開挖面高度等值之坡肩寬度範圍內。
7. 現場應設置勞工安全進出作業區之措施。必要時應設置排水設備，隨時排除地面及地下水
8. 對使用之設備及其作業實施安全衛生自動檢查。
9. 作業前事業單位應為勞工實施一般安全衛生教育及防災訓練，使勞工瞭解相關安全常識。

玖、結論

由於目前國內勞工安全衛生安全法規部分條文不夠明確，造成業者在加速辦理工程且趕工之虞心存僥倖，且忽略法令，以致造成災害，然而雇主對安全防護不重視另外往往因為經濟因素而導致忽略許多措施，同時對於政府所規定之檢查制度認為是擾民而不願主動配合，致使災害不斷發生。再者勞工自身訓練與觀念不足由職業災害案例統計發現，罹災勞工很多根本沒有受過任何訓練就在工地工作，或者勞工根本對衛生安全災害防治根本不重視與認同，施工前的危害告知，只是逢場做戲簽簽名、拍拍照而已，實際在施工期間依然故我，根本不知其所處之危險性，更不之如何才是安全。且部份勞工明知危險卻仍心存僥倖，認為不會那麼倒楣，以致災害連連。

我國法規側重職業災害之預防，但對公共安全未有著墨，事實上職業災害與公共安全是一體的兩面，時不宜有所偏失。地質鑽探資料不夠完整我國營造職業災害發生甚多，但對災害資料蒐集不夠完整，以致無法據以分析災害發生原因，

拾、參考文獻

1. 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。。
2. 行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所，民國 87 年，台北，管溝開挖崩塌防止技術研究
3. 行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所，第 41 期，管溝開挖崩塌災害知多少？
4. 行政院勞工委員會，1994 年 4 月，職業災害案例（營造業）
5. 行政院勞工委員會，1995 年 4 月，職業災害案例（營造業）
6. 行政院勞工委員會，1996 年 4 月，職業災害案例（營造業）
7. 行政院勞工委員會，1997 年 4 月，職業災害案例（營造業）
8. 行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所（2002），「營造業安全管理技術之研究」。