

營建工程挖土機作業災害防治之研究

*賴淑貞(Shu-Chen Lai)

中華大學化學營建管理學系

蕭炎泉(Yan-Chyuan Shiau)

中華大學營建管理學系

摘要

營建工程因職業特性，是一個容易發生職業災害的產業。本研究針對挖土機探討其機械構造，在營造業應用之現況，並蒐集與挖土機作業相關之法規條款，及為確保安全之作業要領。本文並彙整職業災害發生之模型，並依據實際案例探討挖土機工安意外發生之原因、過程、及其防範對策，透過本研究彙整之資訊可有效提醒相關業者及主管機關，注意挖土機作業各階段該注意之事項，可以有效降低挖土機職業災害之發生。

關鍵詞：營建工程、挖土機、職業災害、操作規範、防範策略

Disaster prevention in excavator operations of construction projects

Abstract

The occupational characteristics of construction projects place the construction industry at high risk of occupational accidents. This study explored the mechanical structure and use of excavators in the construction industry and compiled regulations and essential items related to excavator work that are designed to ensure safe operations. This study also gathered occupational disaster models and used actual cases to examine the causes of occupational accidents involving excavators, the progression of these accidents, and accident-prevention measures. The compiled information can be used to increase the awareness of relevant industry operators and competent authorities on items that require attention during each stage of excavator operation, which can effectively reduce instances of occupational accidents.

一、研究背景

營造業自1970年代開始，即被譽為台灣產業之火車頭，對台灣經濟之活絡有相當高的貢獻。一般產業工安意外發生的種類及原因相當複雜(表1)，其中營造業因為產業特性，相當容易發生工安意外(圖1及圖2)，其災害發生率為所有產業之冠(圖3)。當工地發生工安事故時，不僅危害勞工本身之生命與健康，更造成勞工家屬無法彌補的遺憾，使家庭支離破碎，產生嚴重的社會問題。當工安事故發生時，因結構物及機具設備的損壞，會使工期延宕、工作效率降低，導致營建工程的成本增加並造成財務的損失。

營建工程所牽涉的工項相當複雜，挖土機作業又常是營建工程職業災害的來源。在環境及基地整治上，常包含各種挖掘、基地整治、排水及汙水施作等項目，這些挖掘工作因破壞地層原有之穩定結構，常會引起倒塌等意外，所以相當危險。2013年1月份在新竹縣竹北市、同年3月在高雄紅毛港、同年4月在高屏溪萬大橋等一連串的挖土機工安事故，都說明挖土機的危險性極高，如何提高挖土機作業的工作安全是值得探討的課題。

本研究期透過文獻回顧探討挖土機規格、構造及挖斗種類，彙整挖土機在營造工地之施工項目，探討挖土機作業相關法規、操作規範、安全裝置及作業要領，並透過案例探討挖土機容易發生之工安事故災害之原因、過程及其相關防範措施，期能對於營造工地挖土機作業災害發生之防治能有所助益。

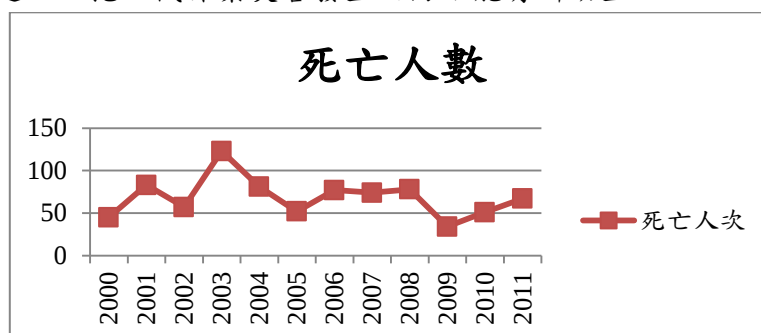


圖1、台灣營造業歷年工安事故之死亡人數

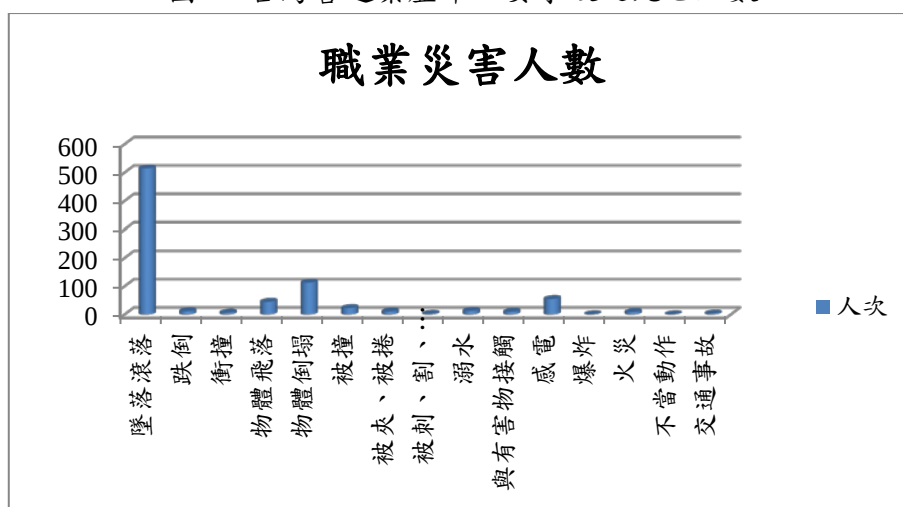


圖2、台灣營造業歷年職業災害種類與累計人數

二、挖土機介紹

2.1 挖土機基本構造

挖土機是一種特殊的施工機械，它是由旋轉平台、大型鏟子以及機械手臂組成。一般是以履帶或車輪作為移動裝置。挖土機一般旋轉平台可以做360度的迴轉，最小型的有小松PC01、日立EX4、石川島IS4J、神戶製鋼SK005，到最大型的有小松PC8000、利勃海爾9800、日立EX8000等。在挖土機的轉盤中心部份，都有一個迴轉分流盤 (joint Ass'y) 裝置，外殼固定在上部機械部分，可做360度旋轉，它的用途是將上部機械的液壓油，分送到底盤結構中的行走油壓馬達組，驅動履

圖4、挖土機之各部構造

2.2 挖土機規格

在台灣常見的挖土機有Komatsu、Hitachi、Sumitomo、Kubota、Catterpillar等廠牌，本研究以Hitachi廠牌為例，將挖土機之規格分類如表2所示：

表2 挖土機規格分類表

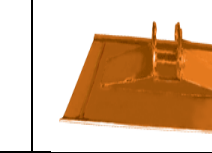
	機型	引擎額定馬力(KW) DIN	機械重量(kg)	鏟斗容量(m ³)
小型(6)噸及以下	ZX8-2	9.5	1,100	0.016~0.022
	ZX17U-2	11.0	1,850	0.020~0.050
	ZX35U-2	22.1	3,720	0.055~0.15
	ZX50U-2	29.5	5,260	0.10~0.19
中型(6~40)噸	ZX70	40.5	6,300	0.13~0.33
	ZX110	63	10,700	0.19~0.59
	ZX135US	66	13,200	0.19~0.66
	ZX200-3	122	19,800	0.51~1.20
	ZX330-3	202	31,600	1.15~1.86
大型(40)噸以上	ZX470H-3	260	47,100	1.90~2.50
	ZX670LCH-3	345	67,300	2.5~3.5
	ZX870H-3	397	83,600	3.5~4.3
	EX1900-6	810	191,000	12
	EX5500-5	1,400x2	518,000	29

2.3 挖土機相關附屬裝置

一般挖土機因其購置經費相當昂貴，所以在營造工地常會搭配不同之附屬裝置，執行相關之作業，以提高其使用機會及經濟價值。表3為目前挖土機常用之附屬裝置及其用途。

表3 挖土機常用之附屬裝置及其用途

類型	標準斗	平底斗	鐵夾	特製石礦斗
圖示				
用途	挖掘砂土、物料清運	道路壓平及工地整平用	夾木材、廢棄物石頭等	開採花崗石、大塊岩石及礦石等

類型	石籬斗	石頭篩選斗	管路型挖斗	水泥壓版
圖示				
用途	用於河川堤防等篩選石頭之用	河川採石、土砂篩石	挖掘管路、溝渠及電信工程	堤防等大片面積整平用

類型	犁耙牙	犁耙斗	打樁機	吸鐵盤
圖示				
用途	挖掘硬質土、岩石、海底硬岩等	挖掘硬質土、岩石、海底硬岩等	夾廢鐵、木材、報廢車等	吸附廢金屬，一般用於廢鐵廠

三、挖土機之應用

3.1 挖土機在營建工程之應用

挖土機在營建工程之應用相當廣泛，幾乎大部分之土木及建築專案在某些施工階段都可能使用到該設備，常見之施工項目包括：

- A. 營建工程之基礎開挖。
- B. 道路工程及排水管溝之施作。
- C. 老舊房屋之拆除。
- D. 災後受損交通道路之修復。
- E. 各種通訊、電力、自來水、瓦斯等管線及暗渠之開挖。
- F. 鐵路地下化工程、捷運工程中之隧道及涵管之開挖工程。
- G. 地下擋土工程鋼樁之打設。

3.2 台灣挖土機之使用情形

目前台灣本身並沒有製造挖土機，所有使用挖土機都為自國外進口，近十年台灣進口的挖土機數量及出產國如表4所述：

表4 近十年台灣挖土機之進口之國家及數量表

	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003
中國	56	6	7	7	0	4	22	13	0	0
日本	2,154	2,337	2,555	2,096	2,302	2,473	2,604	2,707	2,352	1,497
印尼	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0
印度	31	2	0	0	0	0	0	0	0	0
法國	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0
南韓	15	10	4	5	8	11	1	1	1	0
美國	100	218	263	18	0	0	0	0	0	0
英國	34	37	14	6	4	1	0	0	0	0
泰國	21	46	50	6	36	49	51	23	53	14
荷蘭	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
瑞典	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
義大利	1	2	0	0	0	0	0	0	1	0
德國	65	0	0	0	0	0	0	0	0	2
以色列	0	14	0	1	0	0	0	0	0	0
巴西	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
加拿大	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
小計	2484	2677	2896	2139	2350	2538	2678	2744	2408	1513
總計	24,431									

四、挖土機之相關法規與操作規範

4.1 挖土機之相關法規

為能保障在作業場所內相關人員的作業安全，防止意外災愛的發生，行政院勞委會在勞工安全衛生法及營造安全衛生設施標準訂定了相關的法規，表5中所列之法條為與挖土機作業有關之相關規定。

4.2 挖土機之操作規範

挖土機已廣泛用於營建工程，然營造業之施工環境特殊，且挖土機本身若操作不慎為一極容易對人、物造成損害之施工機具，為了確保挖土機之使用能在安全的情況下使用，以下之注意事項需要求相關操作人員注意，並確實遵守正確的

使用方法，才能將可能災害降到最低：

表5 與挖土機相關之法條

A.勞工安全衛生法	(5-1) 防止機械、器具、設備等引起之危害。 (5-4) 防止採石、採掘、裝卸、搬運、堆積及採伐等作業中引起之危害。 (5-5) 防止有墜落、崩塌等之虞之作業場所引起之危害。 (5-11)防止水患、火災等引起之危害。
B.營造安全衛生設施標準	(63) 從事露天開挖前，施以鑽探、試挖或其他適當方法從事調查。 (64) 自由面之傾斜度之規定。 (65) 防止地面之崩塌或土石之飛落，應採取的措施。 (66) 防止土石崩塌，應指定專人於作業現場。 (67) 防止構造物損壞以致危害勞工，採取地盤改良及構造物保護等預防設施。 (68) 為防止損壞地下管線致危害勞工，應採取懸吊或支撐。 (69) 機械從事露天開挖作業的規定。 (70) 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。 (71) 垂直開挖最大深度應妥為的設計。 (73-10) 擋土支撐之構築的規定辦理。 (77) 開挖場所有地面崩塌或土石飛落之虞時，張設防護網等設施。 (78) 工作場所，應設有警告標示，禁止與工作無關人員進入。 (79) 對於傾斜地面上之開挖作業的規定辦理。 (80) 隧道、坑道開挖作業，為防止落磐、湧水等危害勞工之規定辦理。 (81) 隧道、坑道開挖作業，就開挖現場及周圍採取適當措施。 (82) 隧道、坑道開挖作業，為防止落磐、湧水、開炸炸傷等，指派專人確認。 (83) 隧道、坑道作業，應設置支撐、岩栓、噴凝土、環片等支持構造。 (84) 為防止隧道、坑道進出口附近表土之崩塌或土石之飛落的防護措施。 (85) 禁止非工作必要人員進入場所。 (86) 隧道、坑道作業等中有危險之虞，應使作業勞工停止作業，離開作業場所。 (88) 搬運機械從事隧道、坑道作業時的規定辦理。 (101-1) 潛盾工法施工之隧道、坑道開挖作業。 (102) 指定隧道等挖掘作業主管或隧道等觀砌作業主管於作業現場。

- A. 裝車時，應從車身後方裝至前方，不得使鋤斗越過卡車駕駛台之上方裝載物料。
- B. 做深度較深大之挖掘時，盡可能採後退方式作業。
- C. 操作人員，於工作前應先檢查各項控制系統。如方向、操作桿、煞車、油壓等等，倘發現有任何不正常狀況，均須俟修妥後方可開始作業。
- D. 行駛時，應將鏟刀放低，防止作業人員之視線被鏟刀遮蔽。
- E. 在坡地作業時，應隨坡度之上下方向行駛，防止翻覆。
- F. 機械於天色昏暗視線不良下作業時，應起用燈光，明示機械位置，防止發生碰撞。
- G. 對於道路修復及邊坡等工程有岩石滾落之危害，應使邊坡保持安全之傾斜，對有飛落之虞之土石應予清除或設置擋土支撐等。
- H. 挖土機及運土車作業時有翻落、表土崩塌等危害，應注意行經路徑並以鋪設鋼板等方式整理工作場所以防翻倒、翻落。
- I. 挖土機等營建機械作業時應指派專人指揮，嚴禁勞工進入操作半徑範圍內，挖

土機及運土車應裝設倒車或旋轉警示燈及蜂鳴器，避免勞工被撞擊之危害。

- J. 派員監視邊坡之落石狀況，施工前預先清理落石，必要時應即通知人員、機具撤離。
- K. 從事土砂、岩石等之露天開挖，應指定專人確認作業地點及其附近之地面有無龜裂、有無湧水、土壤含水狀況、地層凍結狀況及其地層變化等，並採取必要之安全措施，另應注意設置擋土支撐或確認土砂、岩石等無倒塌、崩塌之虞方可施工。
- L. 房屋、橋梁拆除進行中，應經常注意控制拆除構造物之穩定性，對不穩定部份應加支撐，具有危險之拆除作業區，應設置圍柵或標示，禁止非作業人員進入拆除範圍內。

4.3 挖土機之檢查作業

為了確保挖土機使用之安全，在挖土機之作業前、作業中及作業後各有相關之作業要項、危險因子、事故處理要領及防範對策，如表6所示。

表6 挖土機各階段之作業要領

階段	作業要項	危險因子	事故處理要領	防範對策
作業前	A.了解作業環境及作業內容方式，挖土機操作人員須先行協商研究安全作業步驟 B.鄰近電力線作業時，如有觸電之虞，應洽請電力單位作斷電措施。 C.挖土機車盤接地。	A.未瞭解作業環境安全狀況，易生意外。 B.指揮或操作人員容易因距離視差判斷錯誤而觸電。 C.挖土機車盤位接地。	A.受傷時立刻報告主管並急就送醫治療，微傷以隨車急救藥品處置。 B.發生感電事故，應即切斷電源或以絕緣物品移開電源，並應將受電擊人員儘速急救送醫。	A.事前瞭解作業環境並協調作業步驟。 B.應將挖土機接地避開電路線作業，如無法避開時應以絕緣毯包紮臂桿梢病應確認為安全設施無虞。 C.挖土機車盤應接地。
作業中	A.操作員必須具訓練合格領有執照，且因熟練操作之技術；並由班長或班長指定專人指揮。 B.操作時心、眼、手合一，演隨臂桿移動。 C.操作人員須確實按規定臂桿挖斗。 D.確實牢固安全後緩慢臂桿挖斗。 E.作業中操作人員不得臨時離開崗位。	A.未受訓練合格之人員操作。 B.操作時為專心。 C.過負荷吊舉。 D.急速吊舉，重心瞬間發生平削現象。 E.操作人員離開崗位。	同上	A.操作手需有操作執照，聽重指揮者指揮。 B.操作應專心並視機械及環境突發狀況。 C.裝置防滑舌片且吊掛需確實。 D.緩慢操作，禁止人員進入臂桿挖斗下方，垂直起降並設拉繩控制方向並穩定。 E.離開操作崗位前應將臂桿：挖斗放置地面。
作業後	A.檢查挖土機及車狀況。 B.作業完畢後將臂桿挖斗裝置放實回位。	A.作業中產出不良的機械狀況。 B.臂桿挖斗未歸位。	同上	A.確實檢查機械及車輛狀況應作妥善處置。 B.注意安規定臂桿定位。 C.注意回程交通安全。

4.4挖土機之安全裝置

挖土機為一危險程度相當高之施工機械，為了確保工作人員在容易發生危險的環境中，能安全地執行相關工作，一般會有相關之安全裝置【F】：

- A. 安全負荷顯示器(automatic safe load indicator)該裝置能在挖土機趨近安全操作負荷時，自動向挖土機操作員發出可聽見及可看見的警告信號，並在挖土機操越安全操作負荷時發出可聽見及可看見的進一步警告信號。
- B. 落下物保護結構(falling-object protective structure)該項結構構件裝置能使操作員得到合理保護，不會因物件落下而受傷。
- C. 翻滾保護結構(roll-over protective structure)該裝置的基本作用，是減低配戴了安全帶的操作員，在機器翻滾時被擠壓的可能性。
- D. 翻側保護結構(tip-over protective structure)該裝置的基本作用，是減低配戴了安全帶的操作員，在機器翻側時被擠壓的可能性。

五、挖土機災害之類型及其防治對策

所謂災害就是在不良的工作環境，因著人為的不適當的工作行為而引起的非預期的意外事件。一般職業災害發生的原因主要包含環境、人及物，該三者因相互異常，彼此失去平衡而發生事故或災害。

5.1職業災害之模型

一般之基本原因為管理不良，造成物方面不安全的設備或環境，在人方面有不安全的動作或行為，因而非計畫性的釋出危害能量或物質，而產生職業災害。一般職業災害的因子在安全方面包含設備、物料、製程、環境及人因，在衛生方面包括物理、化學、生物、人因及壓力等，其流程如圖5所示。

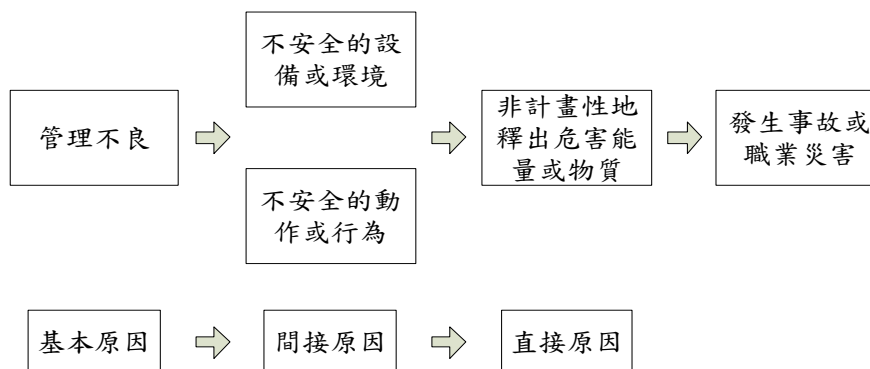


圖5、職業災害模型圖

5.2 挖土機災害之類型及其防止對策

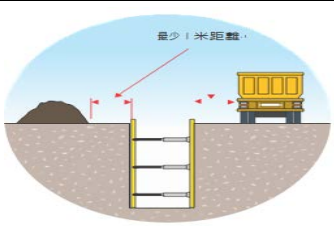
為了有效降低挖土機之職業災害，需針對其危害要項(如表7所示)做有效之控制。本研究經由案例，探討挖土機可能發生災害之類別、過程，以及提出該災害之防止對策，期望能有效的防止類似災害之再發生，祥如表8所示：

表7 挖土機之危害控制要項

事前確認地下管線	感電防止	翻覆預防	溺水防止
安全圍籬	安裝與維護	機具檢查	教育訓練
操作安全	物料提舉安全	指揮與溝通	現場監督
個人防護裝備			

表8 挖土機災害之類別及防止對策

原因及過程	照片	防止對策
捲入： 因機具施工中噪音極大，當行駛中某員欲與駕駛溝通，該員爬上履帶被捲入並壓過後死亡		a. 應以旗子或無線電對講機，與操作手聯絡。 b. 禁止人員由履帶爬上與操作手聯絡。 c. 禁止無關人員進入作業現場。
撞擊： 在機具迴旋半徑內，指揮及配合施工人員遭機具迴轉時擊傷腳部		a. 工作人員應受教育訓練。 b. 機具迴旋時應按喇叭。 c. 同時操作應保持安全距離，橫向間距 > 2m，縱向間距 > 3m，禁止面對面進行作業。
感電： 機具在移動或施工作業中觸及高壓電線造成感電事故		a. 注意高壓電線高度，需派專人指揮或加裝電線絕緣防護措施。 b. 橫越通道或挖掘機手作業之電線應駕高或防護套管。
機具飛落與翻覆： 在山坡、斷崖、高架橋上、地下室基礎開挖作業時，工作中機具飛落與翻覆，人員遭擊中致死		a. 在坡度大、斷崖(壁)附近作業應以鋼索拉住機具防止掉落。 b. 收工後，停放在地基穩固、牢靠、無掉落之虞。 c. 禁止無關人員進入作業現場。
溺水： 在河川從事水流導引開挖作業時，因水流暴漲走避不及被洪流沖走或淹沒		a. 事前調查地質土壤承载力、水流流速、冲刷潜能等，作業時須注意水流冲刷情况。 b. 開挖後隨作護坡，注意流速、水位變化，掌握降雨情况。
情緒失控： 工作過程中遇到情緒不穩的勞工，或因溝通不良造成彼此之間的誤會，引發激憤的情緒而砸毀設備		a. 工頭是業主與勞工之間的溝通橋樑，他的人際溝通、工作排程等相關教育訓練是必要的。
土石崩落、倒塌： 施工時對地質、環境不了解，或現場施作的機具操作不當，以致機具沉陷於工地泥濘中		a. 挖掘土方時須由上往下進行，禁止採用挖空底腳，以防止塌方事故。 b. 開挖時需指派專人指揮監督，開挖面之傾斜度應保持在安息角內。 c. 在暴雨過後，應檢查並加強防止滑動及崩塌之措施。 d. 土方應堆在開挖邊緣至少一公尺之外，施工機械設備不得置放於開挖邊緣。 e. 開挖底部應設置排水措施，以排除地面

		水及地下水。 f. 禁止無關人員進入作業現場。
裝車及行車作業： 機具運送過程中因人為或環境的關係，導致機具翻落而砸傷週圍的人物		a. 慎選拖載機具之車輛，不可超載。 b. 行徑的路線、時段要避開人潮。 c. 機具要捆綁牢固，繫穩在拖車上，懸臂和附屬裝置要降低並固定妥當。 d. 防載運送時滑動。 e. 運行路線及進出土石裝卸場所，應事前規劃穩妥並告知勞資。
救難作業： 天災發生時的救災或災後的重建工作，常需要機具的協助，常因工作人員的疏忽導致災害，如搶修道路打鋼軌時因土質鬆軟而翻覆		a. 救災時候因救人心切，往往疏失周遭的危險因子，需設置專業人員在旁輔助，並在挖土機上裝設特殊警示系統或對講機，以減少災難之發生。 b. 若天氣及環境不允許，切記不要勉強進行救難作業，以免反而增加另一災難。
吊掛及其他作業： 挖土機之功能極多，但是不當使用時容易造成意外。如以挖土機吊掛其他機具，因重心不穩翻覆並造成災害		a. 機具不宜擅自變更用途作為吊掛作業 b. 機具應依製造商規定之安全使用荷重，不得超出規定之負載。 c. 勞工於操作機具前應實施勞工安全衛生教育訓練。

六、結論

營建工程因職業特性，是一個容易發生職業災害的產業。這些災害都因管理不良，造成有不安全的環境或設施，和不安全的動作或行為，進而釋放出不安全的能量或物質，因而引起職業災害。挖土機是營建工程相當重要之施工機械，但因環境及操作因素容易發生作業災害。本研究針對挖土機探討其規格、機械構造，在台灣營造業應用之現況，並蒐集與挖土機作業相關之法規條款，及為確保安全之安全裝置、操作規範及標準作業要領。本文並彙整職業災害發生之模型，並依據實際案例探討挖土機工安意外發生之原因、過程，並提出有效之防範對策。透過本研究彙整之資訊，可有效提醒相關業者及主管機關，注意挖土機作業各階段該注意之事項，可以有效降低挖土機職業災害之發生，以維護作業人員之安全。

七、參考文獻

1. 財政部關務署，「統計資料庫查詢」，<https://portal.sw.nat.gov.tw/APGA/GA01>。
2. 順順重機械有限公司，<http://www.ss-mcl.com/exec/product.php?mod=&cid=11&lg=T>。

3. 勞工安全衛生研究所，「IOSH安全資料表，挖土機含長臂、抓斗」，類號：SDS-E-035，總號：0038。
4. 行政院勞工委員會，「營造安全衛生設施標準」，99年11月30日修正。
5. 行政院勞工委員會，「勞工安全衛生法」，102年07月03日修正。
6. 英國標準局出版「搬土機-安全」第1部，一般規定(BSEN474-1:1995)。
7. 司機情緒失控，<http://www.youtube.com/watch?v=6sVsDtm2mG8>，2013年03月10日。
8. 壓傷民眾，http://www.youtube.com/watch?v=xuxTHs_4CR4，2013年03月14日。
9. 豐續營造有限公司，「安全衛生作業標準及作業程序」，99年07月29日。