

介紹

1. 使用範圍

壓力輸送車(pump trucks)：係利用壓送唧筒、螺旋輸送機或氣壓輸送混凝土之機具，一般裝置於卡車車架或軌道車輛上，另需裝設輸送管、散料機(Distributor)以進行輸送及澆置作業。輸送管之裝置分為配管固定式及桁架支撐式兩類。

以壓送唧筒輸送混凝土者，係將混凝土之定量(活塞衝之量)間斷地壓送入輸送管，而造成模板上水車輸送管之往後振動，對臨時之模板支撐結構而言，是一鉅大之水平作用力。從重大職業災害模板倒塌事故統計分析中發現發生於澆置作業中的全部使用壓送唧筒式、壓力輸送車，所以唧筒式壓力輸送車所產生的振動力被懷疑為事故發生的主因之一。

2. 名詞解釋

- (1) 壓送唧筒(Pistn Pump)：以油壓千斤頂推動唧筒將混凝土 壓入輸送管之裝置。
- (2) 散料機(Distributor)：輸送管最末段，由一支撐設施撐起，並可左右調整移動之裝置，以取代人力持管操作之方式，節省人力，準確控制出料位置。
- (3) 傳動系統(power take-off)：副變速箱直接帶動油壓泵、油壓馬達、運轉壓縮泵利用壓縮壓力將混凝土經輸送管快速壓送至地下室或高樓或某距離之澆置處，又可將混凝土料快速或慢速 出料之控制系統。

3. 構造、型式種類、優點

壓力輸送車之輸送管依其配設方式可區分為：

- (1) 配管式—以鋼管及管夾組裝成輸送管，並固定於營建物建構體或施工架之外側，在模板上方之輸送管則墊以廢輪胎，防止管之移位，末端連接軟管以方便移動澆置位置。由於模板上鋪設之輸送管會產生水平振動力而廢輪胎無法吸收該振動力，如模板結構不足以抵抗該水平力時，則易發生倒塌此為配管式之最大缺點。
- (2) 桁架式—混凝土輸送車上裝設可伸縮(曲折)式之鋼製桁架，用以

支撐並固定輸送管，作業時將桁架極其內側之輸送管延伸至預定澆置混凝土位置而不須另設其支撐為其特徵。由於桁架式不與模板結構接觸，因此不會將輸送管之振動力傳送至模板支撐，此為其優點。但如果作業場所附近有高壓電線而桁架須接近該電路作業時，則有碰觸造成感電之虞。於此情況應採取感電防止安全設施



圖1 壓力輸送作業情形(資料來源：摘自施工機械 蔡茂生著)

危害

1. 潛在危害、災害類型、災害防止對策：

- (1) 撞擊：車輛後退時壓輾施工、非施工人員或指揮人員，使人員撞擊受傷者或死亡。

防止對策：施工人員、指揮人員、配合工作者加強教育訓練，正確指揮位置、信號 及隧道內任何人員一律穿反光衣，禁止非施工人員進入工作區。

- (2) 車輛掉落：在地基不穩處或斷崖(壁)附近作業。

防止對策：車輛在後退時作業，應有人員指揮以防止掉落，準備混凝土澆置作業或收工時應注意停放處地基穩固、牢靠、無掉落之虞。

- (3) 切割傷：作業時攪拌器護蓋開啓，人員墜落致為攪刀所傷。

防止對策：作業時攪刀護蓋不得開啓。

2. 相關作業環境之危害：

- (1) 感電：桁架式壓力輸送車之輸送料臂及管在架設及伸縮時觸高壓電，而發生感電事故。

防止對策：工作範圍之高壓電線予以遷移或設護圍或加絕緣保護，壓力輸送車接地。壓力輸送車輸送料臂及管在架設及伸縮時須派人指揮以免碰及電纜線而感電。

- (2) 倒塌：壓送車之輸送等垂直部分如繫固於施工架，則因施工架各構件及其聯結缺陷在其壓送之振動力之作用力造成鬆脫...等而導致倒塌災害。另輸送管水平管安置於模板上，則壓送時之其水平振動力作用於模板支撐，如因支撐構件及其聯結固定..等缺陷而發生倒塌災害。

防止對策：

- A. 避免利用施工架作為壓力輸送管之繫固、錨定，如不得已應加強施工架之各構件之平穩。
- B. 妥為設計模板支撐結構系統，使其具抵抗壓力輸送管振動力之能力,或使用隔振裝置，使輸送管振動力不致使送至模板支撐結構。

作業程序

1. 作業前之規劃

- (1) 應先規劃壓力輸送車之行駛路線及交通安全注意要點，包括：
- A. 工地進出口
 - B. 工地動線安排
 - C. 拌合廠位置
 - D. 混凝土澆置數量、澆置時間、預拌車數量調配
 - E. 預拌車進出工地路線及等待區規劃
- (2) 在進入送料點之前，對附近交通及地形地物應予瞭解並標示出其正確停放位置。
- A. 配管式：
 - (A) 與架設之垂直輸送管保持適當距離，並考量輸送效應
 - (B) 混凝土預拌車之作業配合
 - B. 桁架式：
 - (A) 輸送車桁架作業半徑與澆置混凝土範圍之關係
 - (B) 混凝土預拌車之作業配合

- (3) 操作時應戴安全帽，護目鏡及口罩。
 - (4) 瞭解各項警告系統所代表的故障意義，應遵照技術手冊上的各項規定去做。
 - (5) 在壓力輸送車倒車或移動之前，應確定無人在機具上工作或靠近機具。
 - (6) 停放壓力輸送車停車工作架是否架設妥當、是否正常良好。
 - (7) 檢查滅火機是否裝妥可用。
 - (8) 如有需修理之項目應報告，並加記錄。
 - (9) 測試各項操作桿的控制動作是否均正常。
 - (10) 傾聽注意有無不正常之雜音。
2. 車輛起動前及起動後檢查項目：
- (1) 檢查引擎室的機油，冷卻水及燃油等是否有洩漏，量是否標準。
 - (2) 檢查冷卻系是否有洩漏及水箱（散熱器）是否積存泥土與垃圾。
 - (3) 檢查變速箱、傳動軸、差速器是否有洩漏或螺絲鬆動。
 - (4) 檢查煞車系統是否正常良好。
 - (5) 檢查轉向系統是否正常良好。
 - (6) 檢查燈光、起動馬達、喇叭、雨刷否正常良好。
 - (7) 檢查壓送泵車上下樓梯扶手是否清潔及牢固。
 - (8) 檢查駕駛室是否清潔，儀錶是否有破損。
 - (9) 檢查壓力輸送車輸送料臂及管在架設及伸縮時出料斗、進料斗是否有破損。
 - (10) 檢查壓力輸送車清洗水箱，水是否足夠。
 - (11) 檢查燃油系是否漏油，油是否足夠。
 - (12) 檢查液壓系是否漏油，油是否足夠。
 - (13) 檢查液壓泵、液壓馬達是否漏油。
 - (14) 檢查輪胎氣壓是否足夠，標準否，輪胎磨損正常否？
3. 引擎啓動之步驟
- (1) 將手煞車拉住位置，讓手煞車產生煞車作用。
 - (2) 將電源開關轉動到接通的位置。
 - (3) 引擎油門拉到低速位置。
 - (4) 當引擎發動後，立即放鬆啓動開關。
 - (5) 打開限速記錄器。
4. 引擎啓動車輛開動前注意事項

- (1) 維持引擎在低速運轉，使引擎達到工作溫度為止。
 - (2) 引擎在運轉時，電源開關不可以關。
 - (3) 如果故障警告紅燈亮，則表示機油壓力未能建立起來，如已持續五秒鐘就必須將引擎熄火，尋找原因並予改正。
 - (4) 在正常運轉中，儀錶讀數應在正常值，指示燈必須均為熄滅狀態。
 - (5) 設法使引擎增加負荷或降低散熱系之功能，以利引擎較快達到工作溫度。
 - (6) 氣煞車若空氣壓力不足，則應注意鳴聲警告或閃光燈，此時應待鳴聲警告或閃光燈停止方可開動車輛。
5. 壓力輸送車作業中應注意事項之：
- (1) 除作業手外，禁止非施工人員坐在機具上。
 - (2) 注意是否影響市區交通，輸送料地點是否已做好交通警告標誌等設施，並立即警告非工作人員離開。
 - (3) 確定有適當的進出空間，以免碰到其他物體。
 - (4) 行駛時，應將輸送料管及臂收妥並固定良好。
 - (5) 壓力輸送車行駛對架空高壓電線應保持安全距離。
 - (6) 嚴禁人員從行駛中之壓力輸送車上跳下。
 - (7) 壓力輸送車應停放地基穩固而堅實的平面坡上工作，注意停放處應為牢靠、無掉落之虞者。
 - (8) 壓力輸送車到達混凝土送料處，吊掛作業迴旋半徑內，以防遭鐵件或吊掛物品飛落傷壓力輸送車及工作人員。故停放點應妥為規劃並做適當的選擇。
 - (9) 壓力輸送車進入停車工作架是否有人負責指揮，夜間照明是否正常良好。
 - (10) 輸送管架設安全(配管式)
 - A. 架設區位選定
 - B. 固定構造之選擇
 - (A) 施工架
 - a. 施工架材料、構造型式適用
 - b. 固定構造材料，施工方式正確
 - (B) 結構物
 - a. 結構強度安全之考量(含施工過程之半成品)

b. 預埋固定鐵件規劃及強度檢核

(11) 混凝土澆置規劃

- A. 澆置強度
- B. 澆置數量、區位
- C. 兩部以上輸送車作業之配合

(12) 震動搗實作業

- A. 使用之震動設備
- B. 混凝土工作度之掌控

(13) 模板支撐設備

- A. 材料、支撐構造
- B. 組設作業方式
- C. 澆置過程之監視

(14) 壓送機輸送作業中應注意事項

- A. 輸送管出料口與模板之關係、距離、角度
- B. 模板支撐荷重狀況一盡量均勻地遞增
- C. 漏漿之處置
- D. 輸送荷重對模板支撐、施工架，已完成結構物之衝擊荷重試驗

6. 壓力輸送車停機前注意事項

- (1) 將壓力輸送車洗拌合機鼓內部、全車外部，拌合機繼續旋轉將內部餘渣清洗乾淨。
- (2) 將壓力輸送車應注意停放於地基穩固、牢靠且無掉落之虞處，機具移動到安全位置，盡可能放置在較平坦的地面
- (3) 如果引擎需要熄火，則先減速運轉三分鐘，使引擎各部零件能均勻冷卻。
- (4) 將引擎啓動開關放入熄火位置。
- (5) 電源開關轉到切斷位置並取出鑰匙。
- (6) 駕駛室內之門窗均需確實關妥及鎖牢。

相關法令、標準

- 1. 勞工安全衛生設施規則第一百四條：對於車輛機械之煞車裝置、控制盤、排氣系統、傳動裝置、燈光、液壓等各項裝置，應依交通有關法規規定辦理。
- 2. 勞工安全衛生設施規則第一百五條：對於車輛機械應有足夠之馬力

及強度，承受其規定之荷重；並應裝置名牌或相等之標示指出空重、載重、額定荷重等。

3. 勞工安全衛生設施規則第一百十六條第一款至第七款：
對於就業場所之車輛機械，應規定駕駛者或有關人員負責執行下列事項：
 - 一、除非所有人原已遠離該機械(駕駛者等依規定就位者除外)，否則不得啓動。
 - 二、車輛系營建機械，除乘坐席位外，於作業時不得搭載勞工。
 - 三、車輛系營建機械作業時，禁止人員，(駕駛者等依規定就位者除外)進入操作半徑或附近有危險之餘之場所。但另採安全措施者，不在此限。
 - 四、應注意遠離帶電導體，以免感電。
 - 五、應依製造廠商規定之安全度及最大使用荷重等操作。
 - 六、禁止停放於有滑落危險之虞之斜坡。但已採用其他設備或措施者，不在此限。
 - 七、禁止夜間停放於交通要道。
4. 勞工安全衛生設施規則第一百十七條：對於車輛機械，應依該就業場所之地質、地形、視線等狀況，規定車輛行駛速率。
5. 勞工安全衛生設施規則第一百十九條：對使用於就業場所之車輛系營建機械，依下列規定辦理：
 - 一、其駕駛棚須有良好視線，適當之通風，容易上下車；如裝有擋風玻璃及窗戶，其材料須由透明物質製造，且如衝擊破裂時，不致產生尖銳碎片。擋風玻璃上並有由動力推動之雨刮器。
 - 二、應裝置前照燈具。但使用於已設置有作業安全所必要照明設備場所者，不在此限。
 - 三、行駛於有岩石掉落危險之虞場所之營建機械，應設置堅固頂篷。
6. 勞工安全衛生設施規則第一百二十條：
對於車輛系營建機械，如作業時有因該機械翻落、表土崩塌等危害勞工之虞者，應於事先調查該作業場所之地質、地形狀況等，適當決定左列事項或採必要措施，並將第二款及第三款事項告知作業勞工：
 - 一、所使用車輛系營建機械之種類及性能。
 - 二、車輛系營建機械之行經路線。
 - 三、車輛系營建機械之作業方法。

- 四、整理工作場所以防該等機械之翻倒、翻落。
7. 勞工安全衛生設施規則第一百二十一條：
雇主對於車輛系營建機械之修理或附屬裝置之安裝、拆卸等作業時，應就該作業指定專人負責左列措施：
一、決定作業順序並指揮作業。
二、監視於機臂，突樑下作業之勞工所使用安全支柱、絞車等之狀況。
8. 營造安全衛生設施標準第一百二十七條第六款：混凝土拌合機具或車輛停放於斜坡上作業時，除應完全剎車外，並應將機械墊穩，以免滑動。
9. 營造安全衛生設施標準第一百二十七條第十一款：泵送混凝土時，輸送管接頭應有適當強度。
10. 營造安全衛生設施標準第一百二十八條：泵送混凝土作業前，應確認攪拌器及輸送管接頭狀況良好，作業時攪拌器護蓋不得開啓。

災害案例

案例一

某圖書館新建工程交付某營造公司承攬，該營造公司將工程所需混凝土壓送工作交付某公司再承攬。

80年間混凝土壓送車司機甲與另一勞工乙到達工地，做工作開始前之準備，15分後，甲發現混凝土壓送車之前支撐腳有傾斜情形，乃加以調整，隨即乙聽到電擊聲，看到甲倒地死亡。

工地現場上方高約8公尺處有14kV架空電線通過，未裝置絕緣防護，混凝土壓送車上設置三截油壓伸縮臂，三截全伸後之長度19公尺，混凝土輸送管為5吋鐵管，觸及電線處為第一截前端，罹災者雙腳穿長統膠鞋，感電後左右手、身體、腳皆有遭電擊之痕跡。

災害發生原因：

1. 罹災者於調整混凝土壓送車前支撐腳時，第一節油壓伸縮臂前端觸及上方架空高壓電線，電流流經伸縮臂，壓送車，雙手，身體，雙腳，大地，構成迴路感電死亡。
2. 在近接架空電線場從事混凝土壓送作業，未於該電路裝置絕緣用防護裝備。
3. 對勞工未實施安全教育及預防災變之訓練

改善對策

1. 於架空電線之近接場所使用混凝土壓送車伸縮臂從事混凝土壓送作業，有因接觸該電路致生感電危險之虞，應於該電路裝置絕緣用防護裝備。
2. 於架空高壓電線連接場所，應指派監視人員，發現勞工有不安全動作或作業環境有不安全狀況時，立即糾正或改善，消除危害因素防止災害發生。
3. 對勞工應實施從事工作所必要之安全衛生教育及預防災變之訓練，並將本案例做為訓練教材，提高勞工安全衛生知識，防止類似災害發生。

案例二

80年間某鋼架廠房新建工程工地混凝土壓送車司機甲駕駛混凝土壓送車，會同勞工乙及丙到達工地，因工地外圍有一排高約7公尺之樹木，甲將車上三截壓送用伸臂鐵管跨過樹木頂上高約10公尺之高壓電線，伸入灌漿位置，下車與丙一起連接兩支壓送鐵管，然後回到駕駛座後方操作壓送泵，丙則坐在壓送鐵管上，混凝土尚未送出就聽到爆炸聲，丙感電後右腳絆在鐵管上，管路末端發出斷續霹靂聲，將罹災者送醫急救無效。

混凝土壓送車上方約10公尺之高壓電線係電壓14KV之裸線，未裝置絕緣用防護裝備，壓送車之伸臂為，共有三截，完全伸長後之長度為20公尺，混凝土輸送管直徑4吋鐵管，另有固定壓送車之穩定千斤頂四支放置地面夕壓送車伸臂觸電處在第一截與第二截間。

罹災者腳穿塑膠長統鞋，赤手穿短袖上衣長褲，未戴安全帽。為灌注深約一·五公尺之鋼架廠房支柱基礎坑，壓送管貼地平放，罹災者乃坐在鐵管上觀察灌漿情形。

災害發生原因：

1. 混凝土壓送車司機於發動壓送泵輸送混凝土時，管路充滿混凝土受重壓下降，使伸臂接觸下方高壓裸線而導電，導致坐在銜接鐵管上之罹災者感電，電流流經右手-->心臟-->右腿-->大地，構造迴路感電死亡。
2. 混凝土壓送車伸臂下方之架空電線，未裝置絕緣用防護裝備。
3. 對勞工未實施安全衛生教育及預防災變之訓練。

改善對策：

1. 作業前，應先檢查工作環境，採必要防護措施。

2. 加強安全教育與訓練。

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，1986, U.S.A.，Ready Mixed Concrete Trucks, Industrial Safety Data Sheets。