

介紹

1. 使用範圍

滑動模板(sliding form)對大量澆置混凝土之工程可大幅減少勞工對於模板及支撐之組拆作業、節省勞力、加速施工、提高品質等效果。近年來水平滑動模板大量運用於剛性路面、堤防、以及橋梁之主樑本體、橋面版、胸強隧道之襯砌等工程。

2. 名詞解釋

(1) 滑動模板 (sliding form)

通常將模板裝置於導軌、錨座上利用油壓系統或機械構件鬆脫模板並移行至次一澆置位置予以調整，固定以澆置混凝土。其構造包含支撐架、模板、移行機構等。某些情形須包含預力混凝土作業。其基本連續循環過程是：模板調整組立 --> 鋼筋組立
--> 混凝土澆置養生 --> 模板水平滑動

(2) 懸臂施工法 (cantilever construction)：

用於橋樑上部結構之施工，於橋墩上架設懸臂工作車，一端固定於已完成之R.C.結構上，另一端懸臂挑出支撐(滑動)模板，於其中組立鋼筋後澆置混凝土，施拉預力後，將工作車向前移行，進行次一單元之作業，必須以二套設備在橋墩兩側對稱地懸臂施工，以減少橋墩所承受之偏心荷重。

(3) 預力混凝土 (prestressed concrete)：在混凝土構件內，於澆置前埋設導管，混凝土凝固達預定強度後穿入鋼線，自外側將鋼線拉緊至預先設計之拉力後予以固定，使混凝土構件產生預期之應力，於混凝土構件承受荷重後，可用以抵消部份之作用力，而減少構件之斷面、鋼筋等需求。預力混凝土作業之相關危害及其災害防止請參閱本安全資料表－預力混凝土作業篇。

危害

1. 潛在危害、災害類型、災害防止對策：

(1) 倒塌、崩塌：

由於水平滑動模板，通常係用於混凝土，預力混凝土作業之假設

設施；工程通屬較大規模者，其使用之模板本身或使用強度不足、組立及拆除不當甚至於混凝土澆置，施工，本身強不足、超額載重及集中應力，使模板崩塌而造成作業勞工的傷亡。此外，在構築期間遇上天候變化如大雨、地震，也容易使鋼筋混凝土構件增加額外載重或鬆動而產生破壞。

防止對策：

於施工前妥善設計、依設計施工並定期檢核、設計時需考慮天候變化造成的超額載重；施工過程依照標準作業程序或安全作業程序。於大雨及地震後確實檢查設施狀態，確定安全後才可繼續作業。如能夠設置監測及預警系統，更加確保作業勞工的安全。

(2) 墜落：

由於位於高處進行作業，作業勞工在無防墜設施之情況下則有可能發生墜落造成傷亡。

防止對策：

於作業台上設置護欄、安全母索、安全護網以及警告標誌，勞工作業時應確實使用安全帶等個人防護具。

(3) 物體飛落：

物料吊運和貯放、模板組立、混凝土澆置都容易造成物體飛落，因而造成災害。

防止對策：

於施工前，確實裝設防護網；勞工作業時應配戴安全帽等個人防護具。並嚴格限制非施工人員進入工作範圍。

2. 防護裝置之構造、作動、功用等原理：

通常預力混凝土作業，無論應用在交通措施建設或是建築物構築，由於工程通屬較大規模者，勞工作業時大部分均屬高架作業。

除於施工前應對勞工實施安全教育訓練外，在作業時除安全帽外應依規定配掛安全帶、安全網等個人防護具。在整體防護裝置方面，宜裝設監測及警示系統；高空作業台車應設置護欄、安全母索；構築現場應架設安全網。

(1) 監測及警示系統：

用於監測整體工程構造物在施工期間產生之不當變化，在模板甚至於構造物破壞倒塌、崩塌前，適時於產生危害前發出警訊，避免危害之發生。

(2) 作業台車護欄、安全母索：

作業台車應依營造安全衛生設施標準之有關規定裝置護欄、並設置安全母索，以防止勞工作業時墜落。另作業台車自重甚巨，移至定位後應確實錨定，車行軌道亦同。

(3) 安全網：

視作業場所之狀況，安全網依CNS規定裝設，主要在於防止作業時勞工墜落之外，另可於防範大件物體飛落所造成之傷害。惟於攔截人體重物後，應立即檢視，如有損壞或喪失應有強度，均應更換。

3. 相關作業環境之危害：

(1) 落磐：水平滑動模板用於隧道、坑道之襯砌時，因第一次襯砌之強度不足，隧道因岩土壓變化逾設計壓力，地下水壓力增加…等因素造成落磐事故。

防止對策：作業前，作業中隨時監測隧道岩(土)壓、水壓及第一次襯砌之變形。

(2) 崩塌：水平滑動模板如用於堤防，溝渠之混凝土邊坡修築，因地下水壓，邊坡荷重之介入、地面水之入滲…等造成邊坡之崩塌。

防止對策：採取隨時監測地下水位變化，邊坡荷重之控制，地面水之導流，防止入滲…等或其他防止崩塌之方法。



圖1 水平滑動模板(資料來源：本計畫攝影)

作業程序

水平滑動模板作業工法甚多，今就以國內交通措施之橋樑、高架路面最常用作業台車施工作業，所使用設備及施工程序說明：

1. 勞工安全教育及自護安全訓練。
2. 工地之裝卸、運送、儲存及安裝之作業現場清理。
3. 施工動線規劃。
4. 安全衛生設施之建立，安全事項及警示標誌張貼。
5. 安全監測預告及警示系統之建立。
6. 預力混凝土作業所使用施工設備安置。
7. 材料吊運。
8. 施工時應有鋼結構或使用鋼製造之工作車經驗者在現場指揮。
9. 作業台車先行組立，包括桁架模板、工作平台，組立後利用機具安裝於橋墩帽樑、端錨安裝。
10. 調整模板精度。
11. 預力鋼材裁切及續接施工，套管施工與定位，鋼材裝入套管。
12. 前述9至11項作業程序檢核。
13. 混凝土之拌合或預拌混凝土之運送及澆置。
 - (1) 不可一次澆置側牆超過1.5m，減少浮模機會。
 - (2) 灌漿方法應嚴格依現定辦理，禁止單側灌漿。
 - (3) 預留垂直吊筋用之孔位置要正確，並且須先預留加強鋼筋，增加抗剪應力。
 - (4) 所有螺栓須檢查鎖緊。
14. 待達到設計強度施加預力再將作業台車移至下一單元預埋指定位置，再錨定，調整模板精度、組筋、配預力管、如此重覆9至13施作。(每一循環依混凝土強度達到時間決定循環時間。)
15. 預力混凝土構件整理及修補。
16. 前述9至15項作業程序檢核。
17. 構件單元間的預力鋼材續接，施加預力。
18. 前述9至17項作業程序連續循環。
19. 作業完成。



圖2 水平滑動模板(資料來源：PERI Handbook2000)

相關法令、標準

1. 勞工安全衛生法第五條第一項第五款：
對下列事項應有符合標準之必要安全設備：
一、防止機械、器具、設備等引起之危害。
二、防止電熱及其他之能引起之危害
三、防止搬運、堆積等作業中引起之危害。
2. 勞工安全衛生法第十四條第二項：對於第五條第一項之設備及其作業，應訂定自動檢查計畫實施自動檢查。
3. 勞工安全衛生法第二十三條第一項：
對勞工應施以從事工作及預防災變所必要之安全衛生教育、訓練。
4. 勞工安全衛生法第二十五條第一項：應依本法及有關規定會同勞工代表訂定適合其需要之安全衛生工作守則，報經檢查機構備查公告實施。

5. 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。
6. 營造安全衛生設施標準第十條：隧道、坑道襯砌作業指派作業主管辦：
 - 一、分配及在現場監督勞工作業。
 - 二、檢查器具、工具、安全帽、安全帶等。
 - 三、監督勞工使用安全帽、安全帶。
7. 營造安全衛生設施標準第一一六條：模板支撐材料不得有換傷，變形或腐蝕。
8. 營造安全衛生設施標準第一一七條：模板支撐應依模板形狀，預期荷重及混凝土澆置方法等妥為設計；對曲面模板應以繫桿控制模板之上移。
9. 營造安全衛生設施標準第一一八條：模皮支撐作業主管之職責：
 - 一、分配及在現場監督勞工作業。
 - 二、檢查器具、工具。
 - 三、監督勞工使用安全帽、安全帶。
10. 營造安全衛生設施標準第一二六條：對於支撐混凝土輸送管之固定架之設計，應考慮可能之荷重及振動，輸送管管端及彎曲處應妥善固定。
11. 營造安全衛生設施標準第一二七條：混凝土澆置作業：
 - 一、作業前指定安全出入口。
 - 二、澆置前，詳細檢查模板支撐各部之連接及斜撐；澆置期間派模板工巡視，遇異常狀況應即停止作業，修妥後始得恢復作業。
 - 三、澆置樑、樓板或曲面屋頂，應注意偏心載重。
 - 四、澆置期間注意避免過大振動。
12. 營造安全衛生設施標準第一二九條：模板之吊運應：
 - 一、使用起重機具或索道吊運模板時，以鋼索捆繫牢固。
 - 二、吊運垂直模板或將模板吊於高處時，在未設妥支撐受力或安放妥當前，不得放鬆吊索。
13. 營造安全衛生設施標準第一三一條：對於拆模後之部分結構物施工時，非經周詳設計考慮，不得荷載超過容許荷重。

14. 營造安全衛生設施標準第一三二條：依構造物性質、形狀、混凝土強度，構造物上方工作情形，氣候情況，確認構造物已達安全強度，方得拆模。

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，1981，U.S.A.，Shoring (Vertical) of Concrete Form Work, Industrial Safety Data Sheets。
5. 行政院勞工委員會，民國84年，台北，職業災害實例專集(營造業)。