

淺談滑動模板工程-以火力發電廠筒式煤倉工程為例

林勁羽¹ 潘煌鏗²

¹榮工工程股份有限公司 職業安全衛生工程師

²國立高雄應用科技大學 土木工程系 教授

摘要

以實際案例針對滑動模板工法之施工特性進行探討，針對滑膜設備組拆、施工爬升工序、設備控制及功率與附屬設施做相關分析與檢討。滑動模板工程因屬連續施工，施工初期需定時進行結構體精準度檢測與校正。灌漿方式對滑模爬升效率影響甚小，影響滑模爬升最主要因素是混凝土材料初凝時間。滑模工程成敗的重要關鍵是穩定的混凝土初凝時間，滑模施工要求混凝土於不同溫度、天候與季節時必須有相同初凝時間。為維持滑膜施工進度與品質，鋼構預埋件作業是整體工進管制要點，該項作業須有妥善人力、材料規劃與安排。

關鍵字：模板施作、滑動模板、火力發電廠、筒式煤倉

Slip Form Method on the Case of Coal Silo Construction for Thermal Power Plant

Ching-Yu Lin¹ Huang-Hsing Pan²

¹Safety & Health Engineer, RSEA Engineering Corporation, Taiwan

²Professor, Department of Civil Engineering, Kaohsiung University of Applied Sciences, Kaohsiung, Taiwan

ABSTRACT

The case of coal silo construction for thermal power plant by using slip form method is discussed with respect to construction method of the related equipment, equipment for synovial group demolition process during construction of the climb, work efficiency of slip formwork, and subsidiary facilities correlation analysis. Silo structures with precise monitoring and correction of module are needed because slip form belongs to a continuous construction. The types of concrete grouting are not an important factor for sliding rate of slip form, but the time of initial set of concrete is. The constant initial set time of concrete is a key point for the construction with slip form method. An adequate arrangement for pre-embedded member of steel construction also affects the quality work on schedule to avoid delays progress of the project.

Keywords: Formwork, Slip Form, Thermal Power Plant, Coal Silo

一、前言

以鋼筋混凝土為主要結構之柱狀高樓層構造物如煙囪、筒倉，具有建築方向單一、需較高施工精度及建築高度較高等特性。興建時如使用傳統模板工法進行施工，對於結構體施工精度的掌控不易與施工縫造成結構強度影響，對施工品質影響甚鉅；另需要大量施工架搭設，及可觀的模板物料或鋼模吊運等需求，對進度、資金及安衛措施都是相當嚴峻的考驗[1]。

針對以上建築特性，滑動模板施工的導入，恰能針對上述的施工特性與需求適度的補足傳統模板不足之處，這是因滑動模板為混凝土澆置後模板爬升再持續澆置之連續施工，能大幅縮短工時，亦能有效解決諸如施工架大量搭設，及需要較大施工腹地以利物料堆置與調運等困難解決的施工問題，無論對於品質、進度、成本、安衛措施等四大工程要素都能有顯著之幫助[2]。

滑動模板依據施工方向可粗略分為水平式及垂直

式，水平式多使用於道路及橋梁工程範圍，屬於工程中較常見之滑動模板施工，垂直式則使用於混凝土材質柱狀結構體如煙囪及本研究案例的筒倉壁體[3]。

有鑒於滑動模板在國內尚屬不常見工法，期望能透過此研究提供未來工程以及學術單位進行滑動模板施工與研究之參考，以替國內工程技術之發展與推進盡一份心力。

本研究針對垂直式滑動模板施工過程，透過實際案例分享經驗，進行探討與分析，期望能達成之目的歸納如下：

1. 滑動模板施工步驟與施工需求。
2. 滑動模板施工分項工程管制重點。

二、文獻回顧

滑動模板(slip form)係混凝土澆置過程中模板持續移動之施工方式，其主要構成有鋼模、提升架、平台和提昇機構等四部分。混凝土滑動成型是類似一種擠壓過程，模板充當可移動的鑄模使混凝土澆築成型。近年來使用液壓穿心千斤頂為其提昇機具，千斤頂在支承桿上爬升，每爬升一次約上升 2~3 公分，它帶動平台和模板一起上升。每次提升都要保持脫模後的混凝土已達初凝且不致坍塌，且同時及時脫模，以免模板黏結在混凝土上增加摩擦阻力[4]。

滑動模板常使用 10~12 公尺*1.0~1.2 公尺面積的鋼結構板塊，鋼模放在軌道上爬行，牽引動力可採用千斤頂、捲揚機或軌道爬機，軌道多採用輕軌按結構物的設計形狀鋪設。施工時滑動模板沿軌道滑行，同時進行混凝土澆築，滑動模板拖出後，脫模的混凝土即構成設計的襯面。輸送混凝土入倉的方式可選用斗車、混凝土泵、皮帶輸送機、吊罐等。此法澆築的混凝土砌面光滑平整，除整體美觀外，並有助後續裝修工作順遂(如油漆)。滑模施工每天可滑昇 2.5~3.5m，最高可達 5m，工期約只有傳統模板的三分之一，成本可降低達 15~20%，且因連續澆置成型，結構體整體混凝土澆置品質較佳[5]。

三、案例分析

3-1 工程案例簡介

本研究案例為火力發電廠更新改建計畫，新建的筒式煤倉是用於取代傳統的露天煤場，結構體主要以混凝土構造並結合倉頂鋼構，計畫的八座筒式煤倉皆為相同規格與設計，倉體與倉體間於倉頂處使用鋼構廊道連接並輸送煤礦炭，在兩座倉體間設置樓電梯塔供日後操作及維修使用。

每座煤倉至倉頂高度為 72.5m，結構體主要分三大階段，其中 EL+54.8 ~ +72.5 為倉頂鋼構，煤礦炭

於此由外向內輸入；EL-2 ~ +12.5m 為底層卸煤結構，四顆煤倉並連，並由底層輸送皮帶經由西側出煤坑道輸出煤礦，此部分因結構採用蜂巢狀特殊設計，故使用傳統模板工法配合不銹鋼框架進行施作；而 EL+12.5 ~ +54.8m 為倉壁結構，壁厚 0.65m，倉體內徑為 46m，倉壁部分筆直上升至倉頂不漸縮，此階段採用液壓式滑動模板施工共計施作高度為 46m，並因本案例為儲煤系統，為抵抗側向壓力及加強結構安全，固於倉壁內進行預力系統安裝，整體預力系統則在滑模爬升前須先行安裝相關構件。單一煤倉滑模工程規劃工期為實際滑動約 2 星期。本案例之單一煤倉滑動模板施工細項如表 3-1 所示[6]：

表3-1 筒式煤倉系統滑動模板工程主要施工項目

工 程 項 目	單位	數 量
一、SD420W 鋼筋加工及組立	T/座	645
二、350kg/cm ² 混凝土澆置(TYPE II)	m ³ /座	4,183
三、滑模	m ² /座	12,780
四、養護劑	桶/座	10
五、壁連座	支/座	88
六、預力套管	m/座	16,701
七、錨座(含防爆筋)	組/座	456
八、M24 吊環螺母	EA	256

3-1-1 主要施工流程

本研究案例的滑動模板施工主要工項流程圖如圖 3-1，整體流程包含放樣，工廠鋼模生產、預組及試滑，現場鋼模組立，滑昇，拆模等五大流程。

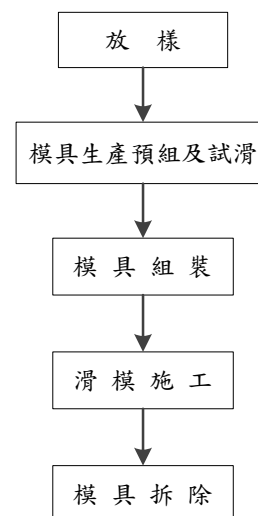


圖 3-1 滑動模板主要工項施工流程圖

3-2 滑動模板組立與滑升工程

結構體完成至 EL+12.4m 之卸煤結構後，即進入倉體階段並進行滑模設備組裝作業，將於加工廠或預組場中預先組裝之滑模設備吊放並安裝至倉體階段起始位置，滑模組裝共分為三個施工階段：放樣、鋼筋綁紮、滑動模板構件組立。當放樣工程完成後，於滑模組裝前，須先進行倉壁鋼筋續接及綁紮作業，施工高度至少需達滑動模板之作業高程，完成後方可進行滑動模板組裝。

3-2-1 滑動模板組拆作業

在放樣與鋼筋綁紮完成後，滑動模板構件組裝依照下列順序進行：軛架-模板-圍梁預組-預組吊裝(軛架梁)-工作平台-下層工作架-心盤-油壓系統(含千斤頂)-爬升桿(D32 中碳鋼)-電力系統-照明設備-雜項設施，本案例滑動模板共分為 24 組，現場組裝情形如圖 3-2。



圖 3-2 滑動模板組裝情形

整體倉壁滑模工程完工後，依照下列順序依序拆除滑動模板構件：心盤-油壓系統(含千斤頂)-爬升桿(D32 中碳鋼)-電力系統-照明設備-雜項設施，其他整組內外各分 24 區塊吊離拆除(軛架-模板-圍梁-軛架梁-工作平台-下層工作架)。

3-2-2 滑動模板主要構件

滑動模板之運作原理係利用油壓系統提昇千斤頂，將安裝於油壓千斤頂上之滑模平台沿爬升桿爬升至指定高度。本案例使用之滑動模板系統剖面如圖 3-3 和 3-4 所示。



圖 3-3 滑模單元構件剖面

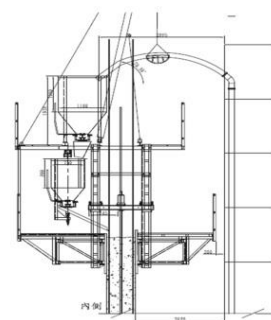


圖 3-4 滑模單元剖面大樣圖

油壓機組係由油壓泵浦，配合電動動力及相關的壓力閥及換向閥等所組合，每分鐘輸送油量約為 10L，工作壓力則可由 0 自由調整 150kgf/cm²，每一升程節距之時間，電源之切換，均可由按鈕開關控制其出力或回油。壓力洩漏損失等之控制，則由壓力控制器來執行控制(圖 3-5)。油壓千斤頂(圖 3-6)其作用係在爬昇推動所有經由軛架單位所支撐之全部負荷，千斤頂之主要部份由 2 組球夾組及一個液壓缸所組成，每次移動的節距為 25mm，視需要而定，每只千斤頂提升高度可自由調整為 0~25mm，每進行 20cm 則由水平控制器，調整模板水平一次，以維持整套模板之水平及垂直，此油壓千斤頂除支撐著軛架梁引導荷重外，滑模中也可變換支撐點以利各種狀況與障礙之排除。本案例考量結構體尺寸經計算後設置 104 座千斤頂，以提供穩定之提升力進行滑模作業(配置如圖 3-7 所示)。



圖 3-5 油壓設備控制器

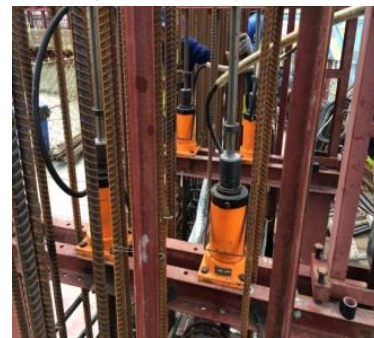


圖 3-6 油壓千斤頂

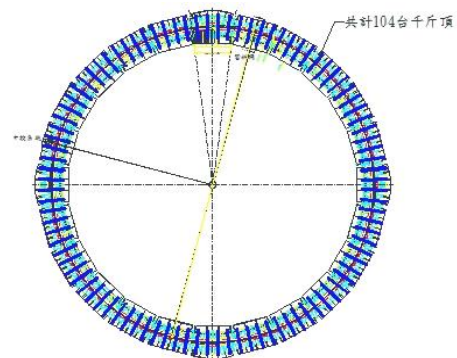


圖 3-7 油壓千斤頂配置圖

控制滑模保持圓形不偏移(真圓度)的構件「心盤」也是相當重要的構件(圖 3-8),透過鋼索固定將滑模內側模板與架設於結構體圓心中心點位置之心盤固定,能使整體滑模設備因鋼索相互牽引之作用力避免有外擴情事,有效控制施工時之變形,以維護結構體施工之品質,心盤之組成共有 24 組構件,共 48 條鋼索。



圖 3-8 心盤

3-2-2 滑動模板滑升及監測

滑模爬升共分為兩階段,起始階段進行第一次之混凝土澆置,俟底層混凝土初凝達到模板滑昇需求狀態時方可展開第二階段之 24 小時連續施工。本案例滑模升模速度依照設定值約為 0.15~0.35m/hr,但受氣溫、風速、混凝土出凝時間而有所變化,滑模升高之速度不得大於混凝土之凝結速度,每一循環約升 2.5cm,滑模功率係以混凝土初凝時間除以模深得知,如以出凝時間 3 小時,模深 100cm 計算,則每小時最大滑昇速度為 33cm/hr。

隨著滑模的滑昇,必須定時進行結構體精準度檢測與校正,隨時修正模板位置以免造成結構體偏移。精準度檢測與校正可分為三部份:

1. 垂直度控制: 於中層工作平台設置四處規標板,以重直儀檢核,現場規標板設置情形,誤差值為不大於所量高度之 0.001 或 26mm(兩者取大值),筒殼中心點之局部變化不得大於 1/120。
2. 斷面尺寸: 牆厚要求精度之許可差+26mm~-13mm,單一牆厚是在 60 度弧長中至少測量 4 位置厚度之平均值。
3. 液壓系統自動校正: 滑模作業中每升高 20cm,由本身油壓設備所安裝之水平控制器自動調整水平,在全部油壓系統達到同步水平後再後續上升。每一循環 20cm 自動校正水平一次,並作成記錄,若有稍許異常時,則以油壓系統之自動水平校正調整修正完善。

有關滑動模板監測精度,使用兩種儀器:

1. 測垂儀: 先將測垂儀固定在地面上,規板固定於滑模的鋼架上,測垂儀會將紅外線顯示於規板上,尚

未滑模前須紀錄初始值,後續才能判讀,測定頻率為每爬升一公尺觀測一次。

2. 全站儀: 進行全站儀圓心座標觀測,頻率為每 24 小時觀測一次。

偏差矯正措施係透過觀測圓心,若偏距過大時,利用千斤頂作高程差調整,使其圓心往設計值移動,由偏心方向所對的千斤頂,高程差調最高,直到兩側漸變到零。

3-3 鋼筋綁紮與預力套管安裝工程

因滑動模板工程施工屬不間斷連續方式,各工項的施作時間皆環環相扣,為了能如質如期的進行滑昇作業,倉體使用之水平筋皆採用預先冷灣加工完成之定尺料,並直接分料吊運至滑動模板施工平台進行綁紮作業。垂直主筋則採用續接方式進行施工。本案例單一座煤倉鋼筋及預力套管用量如表 3-2 所示

表3-4倉壁鋼筋用量表

結構部位	用量
倉壁外牆垂直筋	140,385kgf
倉壁內牆垂直筋	127,190kgf
倉壁內水平筋	321,658kgf
預力套管 60mm	904m
預力套管 65mm	4,367m
預力套管 75mm	15,662m

3-3-1 施工機具配置

因應本案例的倉體滑模施工高度約為 42 公尺,施工吊運上使用 300T 起重機(圖 3-9),將預先加工完成並分料堆放之鋼筋及預力套管,吊至所規劃的吊料區域放置,其中因滑模上方施工平台空間有限,故特別規劃管架擺放預力套管(圖 3-10),物料吊至定位後再施以人力小搬運至綁紮處進行續接器及水平筋施工,位於地面加工區域則安排三組鋼筋彎曲機進行作業。



圖 3-9 調料起重機



圖 3-10 預力套管管架

3-3-1 施工流程

1. 鋼筋綁紮作業流程:

結構體工程鋼筋之綁紮及搭接,係依照核准之施

工圖說為辦理，於模板滑昇前首先進行主筋鋼筋續接，並於滑模設備軛架處施以工作筋綁紮(圖 3-11)，後於垂直主筋上標註高程點及間距位置再進行水平筋綁紮(圖 3-12 及 3-13)。

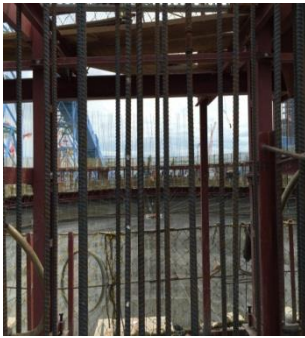


圖 3-11 軛架處工作筋



圖 3-12 鋼筋高程及間距標示

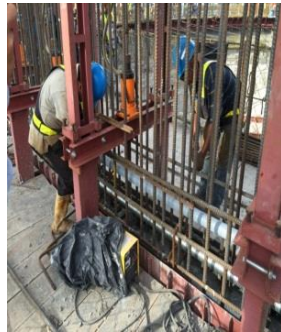


圖 3-13 鋼筋綁紮情形

水平鋼筋綁紮施工範圍僅限自模板頂端至軛架梁底緣為止約 60cm 之空間，故需隨模板升高作業密切配合。牆體配筋依設計圖施工，垂直向鋼筋每支長度約為 6m；因作業空間有限，本案的水平筋以 8m 定尺筋+1 支零尺寸筋形成一環。

2. 預力系統預埋件施工：

預力系統預埋件施工為預力套管安裝，說明如下。

2.1 預力鋼腱座標高程分別標記於鋼筋上，再以點焊方式將支承鋼筋加以牢固於鋼筋上，各支承鋼筋間距不得大於 80cm。

2.2 依序將套管置放於上述支承鋼筋上並按所需長度裁切多餘部分後進行套管間之接合，完成後以細鐵絲線綁紮套管將之牢固於支承鋼筋上以避免穿線及澆置混凝土時套管之移位甚至脫落(如圖 3-14 所示)。



圖 3-14 支撐鋼筋

2.3 相鄰兩套管間及端錨接頭應緊密，不可漏漿或受力脫開。接頭處應為螺旋式，搭接長度應為內徑之 1.5 倍以上，且不得接成折線，安裝時注意不得損及套管。

2.4 檢查錨座與套管銜接處不得有折角或脫離情形，套管間之接頭則應以防水膠布確實包紮，以免澆注混凝土時因漏漿影響日後施預力工作(圖 3-15)。



圖 3-15 預力套管防水膠布施作

3-4 混凝土材料及澆置作業

3-4-1 混凝土配比試驗

混凝土材料係由滑模工程廠商提出所需之混凝土初凝時間，正常為 2~4 小時，而混凝土初凝時間與溫度(最重要因素)、天候、季節有很大的關係，為能有效掌控施工節奏及施工品質，穩定的初凝時間混凝土，為整個滑模工程成敗的重要關鍵。滑模施工要求混凝土於不同條件下(不同溫度、天候、季節)必須有相同初凝時間。

3-4-2 澆置作業與整體粉光

滑動模板工程混凝土澆置方式，係將混凝土泵壓送管安裝在搭設的單管式施工架上，混凝土材料以泵送車從結構體底部泵送至滑模系統內之儲料桶中，單管式施工架高度及泵送管長度則隨滑模滑昇同步進行安裝。滑模系統內混凝土澆置設備包含兩個部分：

1. 用以承接泵送車泵送至滑模設備頂端之混凝土材料用「儲料桶」。(圖 3-16)
2. 分送混凝土材料至澆置位置進行澆置之「移動式料斗」。(圖 3-17)



圖 3-16 儲料桶



圖 3-17 移動式料斗

本案例每座滑模系統配置儲料桶一座，移動式料斗六座，採逆時針方式進行灌漿作業(圖 3-18)。整體澆置方式共分兩階段，EL+12.5~+43.65 因泵送管長度足夠，為求施工效率採直接使用泵送車灌漿之方式，俟

滑昇高度大於 EL+43.65 後則使用系統規劃之澆置設備(圖 3-19)並維持逆時針方向之澆置順序。

混凝土初凝後模板爬昇露出結構體表面，已為平整之牆面，其牆身表面再由熟練之粉刷工在下層懸吊架台上用刮刀及保麗龍、毛刷輕輕鏟刷，目視其初凝情況(圖 3-20)，以產生光滑平整無瑕疵的結構體面[7]。

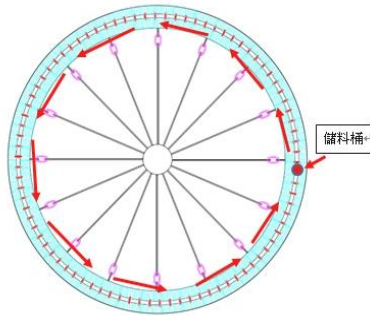


圖 3-18 澆置順序示意圖

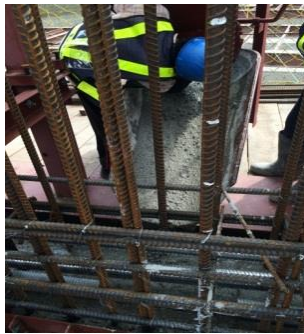


圖 3-19 移動式料斗灌漿情形



圖 3-20 牆面粉光情形

3-5 假設工程

本案的假設工程主要為施工架搭設，係提供施工人員上下以及混凝土泵送管架設之用(圖 3-21)，伴隨滑動模板連續施工向上爬升，施工架搭設必須妥善規劃人機料配合結構體高度同步向上組立，並且需有完善之結構計算及相關安衛設施，才能有效輔助整體工程進行。

施工架搭設分兩階段，第一階段(EL+16m 以下)係以垂直高度 1.8m、水平跨度 3m 設置一錨定點為原則；第二階段(EL+16m 以上)係以垂直高度 5m、水平

跨度 1.5m 為施工原則來進行壁連桿施作，壁連桿及施工架爬升時機為模板滑昇後，模板高度大於預埋件方可進行施工，原則以最上層壁連桿再多搭設一層架以足夠人員進入滑模設備為主[8]。



圖 3-21 施工架上下設備

四、施工結果與檢討

模板滑昇過程中，進行施工數據監測，工程初期為確保施工品質及監控工程風險，因此監測次數採逐漸遞減方式進行，俟施工狀況穩定則降為每日早晚各一次。紀錄內容以工程所累計工時、結構體高程、滑昇高度，並推算功率，結果如表 4-1，其中

$$\text{每日滑昇高度 } m = \frac{\text{滑升總高 } dh}{\text{總時間 } T/24}$$

表 4-1 滑模施工速率統計表

累計工時 (hr)	高程 (m)	滑昇高度 (m)	滑昇總高 (m)	功率 (m/hr)	每日高度(m)
-	12.4	0	0	-	2.36
4:30	14	1.6	1.6	0.36	
19:30	15.9	1.9	3.5	0.18	2.959
24:15	16.3	0.4	3.9	0.16	
25:30	16.5	0.2	4.1	0.16	
29:30	16.9	0.4	4.5	0.15	
31:15	17.3	0.4	4.9	0.16	3.05
42:00	18.7	1.4	6.3	0.15	
45:55	19.0	0.3	6.6	0.14	
53:30	19.8	0.8	7.4	0.14	3.81
57:15	20.7	0.9	8.3	0.14	
66:20	21.2	0.5	8.8	0.13	
70:00	22.5	1.3	10.1	0.14	3.81
75:20	23.04	0.6	10.6	0.14	

77:30	23.61	0.6	11.2	0.14	
80:30	24.19	0.6	11.8	0.15	
89:30	25.7	1.5	13.3	0.15	3.85
101:30	27.46	1.8	15.1	0.15	
105:15	28.23	0.8	15.8	0.15	
114:00	29.3	1.1	16.9	0.15	3.375
123:30	30.7	1.4	18.3	0.15	
125:30	31.2	0.5	18.8	0.15	
138:00	32.5	1.3	20.1	0.15	3.85
146:30	34.43	1.9	22.0	0.15	
161:30	36.61	2.2	24.2	0.15	3.9
173:30	38.73	2.1	26.3	0.15	
185:30	40.49	1.8	28.1	0.15	3.5
197:30	42.09	1.6	29.7	0.15	
209:30	44.17	2.1	31.8	0.15	3.79
221:30	46.1	1.9	33.7	0.15	
233:30	47.82	1.7	35.4	0.15	3.63
245:30	49.8	2.0	37.4	0.15	
257:30	51.35	1.6	39.0	0.15	2.89
269:30	52.75	1.4	40.4	0.15	
282:00	53.5	0.8	41.1	0.15	1.1
293:30	53.5	0.0	41.1	0.14	
305:30	55	1.5	42.6	0.14	0.91

整體施工耗時 305.5 小時，由第一日下午經業主查驗後開始施工至最後一日上午結束共計 13 日。從表 4-1 結果，首半日施工效率以每小時 0.36 m/hr 明顯大於平均值 0.15 m/hr 為最高，係因此階段包含滑模自結構體起始第一階段之模具之混凝土澆置，無須待初凝後滑昇之需求，固效率較為突出；整體滑模功率須從累積工時 19.5 小時判斷較為合理，從此階段開始滑昇效率降低至 0.18~0.15m/hr 之間，中後期則穩定於 0.15m/hr，綜觀其效率形成之原因係因混凝土初凝影響滑模可滑昇時間，因此縱使能直接用壓送車澆置達 EL+43.65m，理論上應當能比人工使用移動式料斗澆置來的 EL+43.65m 以上層迅速，但受限於混凝土材料需達初凝才具備模版滑升之工作性，因此灌漿方式對滑模爬升效率影響甚小，影響滑模爬升最主要之因素，係以混凝土材料初凝時間為主。

縱使改善配比提升混凝土初凝時間對整體工進有所幫助，混凝土材料初凝速率之訂定，仍須依據經驗法則考量施工動線、空間等因素來判斷，以避免其餘

分項工程跟不上混凝土初凝而造成模板依然無法滑升之問題。

本案例每日滑升高度平均為 3.35m 與客觀之事實每日 2.5~5m 相符，可初步判斷混凝土初凝時間之設定、人員配置上皆屬合乎施工需求之範圍。惟從表 4-1 得知，從累計工時 282 小時開始到結束這階段，每日滑升總高明顯降低，起因於接近倉頂鋼構階段，鋼構預埋件密集，造成整體滑模工程進度延宕。

另於短時間要預埋如此多的預埋件，除有時間壓力外，施工精度將影響後續鋼構安裝，因此鋼構預埋件施工係為整體工進管制要點，故該項作業須有妥善人力、材料規劃與安排，以維施工進度與品質。

五、結論

透過案例之參與及分析，本研究歸納出下列結論：

1. 滑模作業為連續性施工，為降低風險，施工初期的數據監測極為重要，必須定時進行結構體精準度檢測與校正，隨時修正模板位置以免造成結構體偏移影響結構安全。
2. 滑模施工效率和混凝土初凝有關，因混凝土材料需達初凝才具備模版滑升之工作性，故灌漿方式對滑模爬升效率影響甚小，影響滑模爬升最主要因素是混凝土材料初凝時間。
3. 穩定的初凝時間混凝土，為整個滑模工程成敗的重要關鍵，改善混凝土配比可提升混凝土初凝時間對整體工進有幫助，因此要有因應春夏秋冬不同施工季節的混凝土配比，提供應付臨時狀況時之滑升速率，增加風險控管之處理時間。
4. 每次滑模施工循環時間內，要在短時間預埋許多的預埋件，除有時間壓力外，施工精度將影響後續鋼構安裝，因此鋼構預埋件施工也為整體工進管制要點，故該項作業須有妥善人力、材料規劃與安排，以維施工進度與品質。

參考文獻

1. 張裕民、陳泓文，系統模版之應用與評選，四海學報第十三期，1999。
2. 李文超、陳遠斌，建築模板工程之工法研究，萬能科技大學，2014。
3. 林勇，模板工作法，普大圖書，1979。
4. <http://www.chinabaike.com/article/baike/1002/2008/2/00806041507699.html> (滑動模版)，2015。
5. <http://wenku.baidu.com/view/e5de7bdc6f1aff00bed51ed6.html###> (滑模施工技術的優勢)，2015。
6. 台灣電力公司，火力發電廠筒式煤倉施工規範，

2011。

7. 榮工工程股份有限公司，筒式煤倉滑動模板施作計畫書，2015。
8. 王正立，筒式煤倉滑動模板結構強度分析計算書，2014。