

## 介紹

### 1. 使用範圍：

支撐先進施工法(advanced shoring bridge construction)須由支撐鋼架與模板之兩者配合作機械化之循環施工。由於運用此工法則上部結構須採用等斷面設計，因此較適用於中跨徑橋樑。就連續雙T型橋樑主跨徑一般在30~40公尺，連續箱形橋樑主跨徑一般在35~60公尺範圍內皆有其經濟性。支撐先進工法之施工設備主要為支撐先進鋼樑。從整體結構而言，可區分為支撐型(support type)與懸吊型(hanger type)。本工法之基本程序為拆除外模放下支撐鋼架，推動移置至下一跨之墩柱上；既之，將支撐鋼架固定；將外模調整組裝定位；進行底、腹模版鋼筋彎紮與配置鋼鍵套管；移動內模至定位；頂版鋼筋彎紮，並澆置混凝土；俟混凝土強度足夠後進行預力施拉。

支撐先進工法之優點計有：毋需地面支撐，適合都市、跨越鐵公路或河川與深谷地區；機械化與自動化施工，工程進度、成本與品質控制容易；已完成面可作為機具、材料與人員之運輸通道，降低對地面之衝擊與污染；多孔連續、伸縮縫少，行車舒適性高。

### 2. 解釋名詞

- (1) 支撐型式工作車：係將支撐荷重之主樑配置於結構物(包括模板與橋樑本體結構)下方(見照片1)。此型式之工作須依據橋墩帽樑設計而調整，一般而言可區分為有推送導樑之工作車與無推送導樑之工作車。此導樑乃作為工作車推動時之方向導正。
- (2) 懸吊型式工作車：此系統係由裝置於橋面上之可移動懸吊支撐，以負載施工載重(包括模板、鋼筋、混凝土、人員、設備等)(見照片2)。此型式之工作車不因地形而致工作車無法順利推動，因此更能運用於峽谷、山麓等複雜地形。
- (3) 支撐托架：支撐托架係用以支撐工作車之荷重以及打設混凝土之荷重。依據橋墩型式、高度、地質條件與規範規定等條件，支撐托架可設計為落地式、頭套式、與高拉力桿鎖式。

## 危害

### 1. 潛在危害、災害類型、災害防止對策

本施工法之潛在危害有(1)工作車倒塌(2)墜落(3)物體飛落(4)感電

- (1) 工作車倒塌：支撐先進施工所使用之工作車於組立、推進移動、及拆除過程中，可能因作業不慎而致工作車倒塌，造成橋上與橋下之人員傷亡與財物損失。

防止對策：工作車組立推進、移動與拆除時應依據相關作業規定執行。於施作前應進行試車，確實掌握工作流程(如受力與鎖固等)。於移動主桁架系統與模板時，為避免過度擺動，應加掛導引索控制吊物之移動。進行支撐先進施工主桁架系統與模板安裝時，應確保固定鋼棒等鎖固之確實執行。工作車應依規定進行檢查與保養。另於每一單元施工時應注意單元支撐之穩固、應力分布之均勻性、混凝土澆置之速率與預力施拉程序等。

- (2) 墜落：支撐先進施工係高空作業，因此可能因施工失慎、安全措施不良等因素發生人員之墜落。

防止對策：支撐先進施工二公尺以上之工作面應設置護欄、安全網與警告標誌，並限制非工作人員進入工作範圍。若因作業因素暫無法設置護欄，則應確實使用安全帶，如施作橋墩時應設置安全帶扣環等。另因支撐先進施工係高空作業，因此對於環境之影響，如風速與下雨等，皆應納入安全之考量。

- (3) 物體飛落：支撐先進施工係高空作業，其於工作車組立、節塊施工、工作車前移，乃至於支撐鋼架組拆、甚至橋面附屬工程之進行，皆可能發生物體飛落之可能，而導致橋下之人員傷亡與財物損失。

防止對策：對於手工具等應繫上安全繩以防止脫落，相關零件應集中放置。工作車周邊與開口處應設置防護網與護欄等以防止物體飛落。工作車安裝與移動時應將工作車構件安置妥固，相關安裝與移動程序應依據相關作業準則執行。

- (4) 感電：支撐先進施工過程中使用工具機、電銲機等，可能因使用不慎與相關保護設施不佳、或警告標誌不足等而致人員感電。

防止對策：支撐先進施工所使用之電力設備應設置漏電斷路器，並定時檢查所使用之電力設備，如有故障或破損應立即檢修。電力機具與設備周邊應設置明顯之警告標誌。另於施工過程，應對

於周遭之電力環境進行了解。

## 2. 安全裝置之構造、作動、功能等原理

- (1) 進行單元之預力施拉時，應依據施工計畫書規定分段施力，並確實掌握加壓程序；施拉預力前應確認支撐架之穩定狀態。
- (2) 工作車乃是支撐先進施工之核心機具設備，工作車本身之牢固應加以強化。更且，於工作車移動時應依據施工計畫書規定執行，以防止工作車倒踢。其重要作動包括：於施工前應確實進行試車的工作。移動軌道時，兩邊行進速度應相互配合並應確認油壓千斤頂之前進衝程一致。於推進前應了解推進流程。推行速度應緩慢進行。移動時須確認正確方向，以防止脫軌。於工作車移動時應隨時注意拖架受力，以防止因拖架破壞而致工作車倒踢。

## 作業程序(流程圖詳圖1 )

1. 工作車之支撐鋼架乃是支撐先進施工成敗之關鍵，其承載模板、材料、施工機具、與人員等全部重量。支撐鋼架之組裝、移動、拆除程序皆應透過事先模擬，確認作業程序無誤，乃是防止危害之重點。
2. 製作支撐架(見照片3)。支撐架用以承受支撐鋼架、模板、混凝土等荷重。支撐架施作方式有三：落地式、高拉力桿鎖式、與頭套式。支撐架之設計應作靜力與動力分析，以確保工作之安全。第一種施工方式應注意支撐托架吊掛作業時所產生之危害與支撐基礎之承載力。第二種方式在施作上應注意支撐托架吊掛作業時所產生之危害與高拉力鋼棒鎖固之課題。第二種方式在施作上除應注意支撐托架吊掛作業時所產生之危害，亦應支承墊安裝以及與托架接合之課題。
3. 分段組立支撐鋼架。分段之主樑、推送導樑(若有)等運至工地現場組立。組立支撐鋼架時應確認各螺栓、螺帽、固定鋼棒等配件之施作無誤，電銲作業亦應確實。組裝場地亦應維持平整、乾淨，並保持動線的暢通；更且，在進行工作車吊放之時應對週遭相關電力環境進行了解，以便先行進行遷移或其他避開之動作。
4. 將支撐、推進工作車、與主樑等吊放於支撐架上。有關吊裝作業應注意吊裝作業之安全作業規定與人員墜落之防範。
5. 於支撐鋼架上分段組立模板系統，俟上述作業完成，即可進行工作車試車工作。有關模板吊裝作業應注意吊裝作業之安全作業規定，以及人員墜落與物體飛落之防範。

6. 俟工作車試車完畢，即可進行每一跨系統性施工作業。其主要作業程序包括：(1)工作車與模板定位；(2)底模、側版組立及預力套管、預埋件裝設與檢查；(3)內模定位；(4)頂版鋼筋組立；(5)混凝土澆注與養護；(6)施拉預力；(7)脫外模，並進行工作車前移作業。
7. 進行混凝土澆置。在進行澆置前應進行相關檢核：(1)鎖固是否有鬆動情形；(2)混凝土澆注前應確實檢查各預埋件之位置是否正確及牢固等。進行澆置時應保持左右平衡。澆注時應採用全斷面分次澆置為原則，底版混凝土由腹版兩側灌入為原則，腹版混凝土採用分層澆注，以免混凝土由底版流出，頂板混凝土採用一次澆注完成。縱向澆注由前端懸臂處往末端前跨已完成部份方向施工為原則。澆注時除應注意施工品質外(如預力套管是否因紮筋及模板拉桿而套管破孔或破裂現象，續接處是否有脫落、鬆動或包紮不實等現象，預力錨頭處是否產生蜂窩，以及預埋件位置是否移動等等)，支撐先進施工之混凝土作業係高空作業，應加強防護措施(如安全網等)，及安全管理之工作，以防人員被撞擊與墜落、物體飛落等事件發生。
8. 施拉預力。進行預力施拉時應依據施工計畫書規定分段施力，施拉時嚴禁人員位於千斤頂後方，並注意端頭是否有破壞現象。支撐先進係分跨施工，其預力亦採用分跨施拉，不同跨之鋼絞線以續接器連接，其應注意固定良好，以防滑線。
9. 當一節塊完成後，即可進行工作車移動(見照片4)。有關工作車移動之主要程序如下：(1)拆除前跨支撐架，安置於下一跨之墩柱上；(2)降下托架之千斤頂，並鬆脫模板，以使其與混凝土分離；(3)將主鋼樑移置推進工作車，並推移置下一跨模板與混凝土分離；(4)將主樑固定於支撐架上；(5)將主鋼樑與外模板固定與校正；(6)紮筋與配置鋼腱；(7)移動內模至定位。移動支撐先進工作車應隨時留意於高空作業人員之安全(如墜落與被夾等)與物體飛落，並依據施工計畫書規定進行工作車前移，以防工作車倒踢。
10. 依據上述程序完成所有橋樑跨單元。
11. 當所有單元完成後，即可進行支撐鋼架與模板拆除工作。拆除方式有二：(1)利用吊車將主構架吊至地面再進行拆除；(2)由橋面直接進行拆除，再由吊車逐一吊出。其主要程序包括拆除底模框架拆除、橫梁

系統拆除、主桁架拆除、與支撐架拆除等。利用吊車進行工作車拆除應依據相關規定執行，拆除時應留意周邊環境(如有無高壓電、天候因素)，與相關之安全措施。

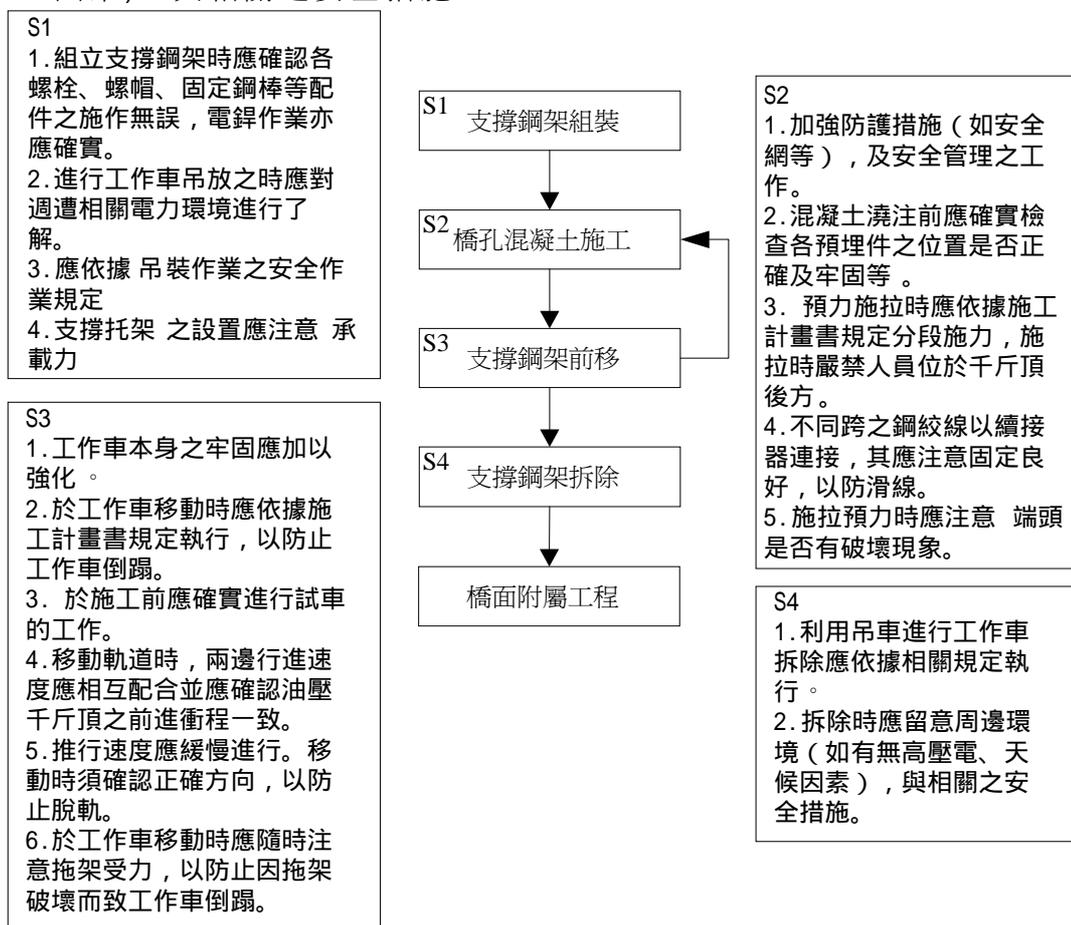


圖 1 支撐先進工法作業流程圖

## 相關法令、標準

### 1. 營造安全衛生設施標準：

(1) 第十條：雇主僱用勞工於二公尺以上高度之屋頂、開口部分、階梯、樓梯、坡道、工作臺等場所從事作業，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等而無墜落之虞者，不在此限。

(2) 第二十三條規定吊運物料之相關安全規定。具體內容簡述如下：  
A. 吊掛之重量不得超過該設備所能承受之最高負荷，且應加以標示。相關捲揚設備應設有防止過捲裝置。於吊運作業時，應設置信號指揮聯絡人員，並規定統一之指揮信號。於一般狀況下不得供作業人員搭乘、吊升或降落，但於臨時或緊急處理狀況下不在

此限，唯需有相關安全措施配合。吊運作業中應嚴禁人員進入作業影響範圍。B. 錨錠及吊掛用之吊鏈、鋼索、掛鉤、纖維索等吊具應定期保養，若有異狀時應即修換。

(3) 第二十六~三十條規定施工架組配之相關安全規定。具體內容簡述如下：A. 雇主對於施工架之構築、拆除及重組等組配作業，應選任經訓練之架組配作業主管負責監督指揮施工。B. 施工架組配作業主管應辦理事項，如材料檢查、作業程序之督導、督勞工使用安全帽或安全帶等等。C. 施工架之維護。D. 施工架之穩定之相關規定。

(4) 第一百一十五~一百三十二條規定鋼筋混凝土作業之相關安全規定。其內容主要針對鋼筋混凝土相關支撐、鋼筋與混凝土澆置等作業之必要安全設施與作業安全之規定。

## 2. 勞工安全衛生設施規則：

(1) 第三十六~三十七條規定通道與固定梯設置相關規定。於工地架設通道(包括機械防護跨橋)與固定梯之相關設施規定。

(2) 第八十七~一百零三條規定起重升降機具相關安全規則。主對針於起重升降機具之設備及措施，與安全作業等具體規定。

(3) 第二百二十四~二百三十四條規定人體墜落防止之相關安全規則。主對針於防止人體墜落之設備及措施，與安全作業等具體規定。

(4) 第二百三十五~二百三十八條規定物體飛落防止之相關安全規則。主對針於防止物體飛落之設備及措施，與安全作業等具體規定。

(5) 第二百三十九~二百五十三條規定電器危害防止中電器設備及限路之相關安全規則。主對針於防止感電之設備及措施，與安全作業等具體規定。

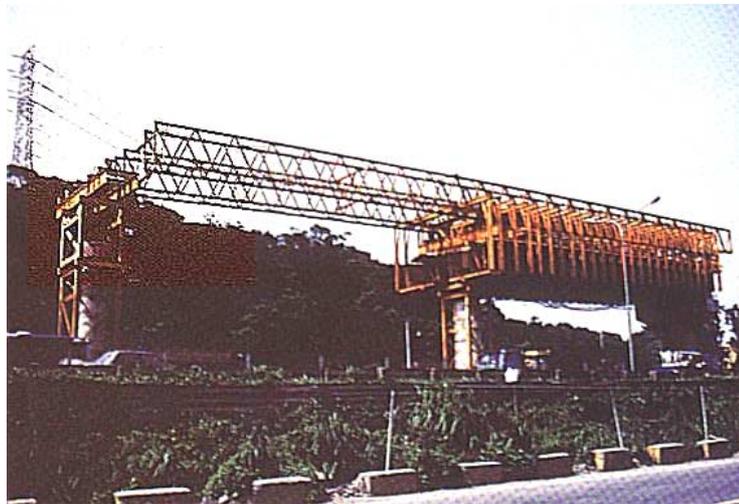
(6) 第二百七十七~二百八十一條規定個人防護具或防護器具之相關安全規則。

(7) 第三百一十三~三百一十四條規定採光及照明之相關安全規則。

災害案例(暫無)



照片1 支撐先進施工工作車  
(圖片來源：營建署，橋樑支撐先進工法推廣手冊)



照片2 懸吊型先進施工工作車  
(資料來源：本計劃參與人員自行拍攝)



照片3 施工工作車之拖架之固定與錨錠  
(資料來源：本計劃參與人員自行拍攝)



照片4 施工工作車移動過程  
(資料來源：本計劃參與人員自行拍攝)