

# 防範施工中預力 I 型梁吊放 後翻落風險之作業指引

111 年 5 月

# 防範施工中預力 I 型梁吊放後翻落風險 之作業指引

## 目錄

壹、緣起及目的.....	1
貳、預力 I 型梁施工吊放可能之風險.....	2
參、改善臨時固定設施設計及吊放工序之建議...	7
肆、結語.....	13

## 壹、緣起及目的

台灣位於歐亞板塊與菲律賓海板塊交界處地震頻繁，亦面臨西太平洋而成為西太平洋颱風路徑首衝，故施工中的工程應考量如何因應不可預測災害，以避免造成重大影響。以預力 I 型梁之橋梁工程為例，應考量如何維持預力梁吊放後的穩定，防止吊放後因不可預測的外力造成傾倒、翻落。

以往台灣即有預力 I 型梁橋翻落之災例，近期亦有施工中工程受地震影響而發生預力梁吊放後翻落事故，造成工期延後及成本增加，因此，有必要從設計階段、施工階段及工序安排上加強防範。

本次對於施工中預力 I 型梁提出一套防範吊放後翻落之作業指引，提供各工程機關參考並納入設計及施工據以要求，目的在於用以降低施工中不可預測災害之風險，確保公共建設之品質及進度。

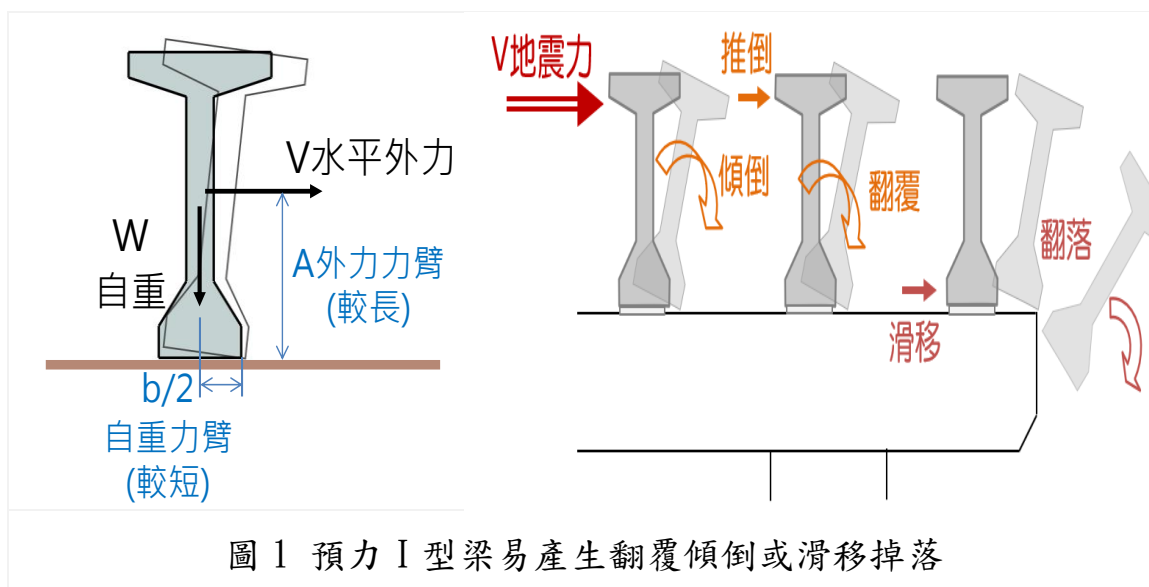
## 貳、預力 I 型梁施工吊放可能之風險

### 一、預力 I 型梁施工吊放可能之風險

一般橋梁上部結構是由主梁及橋面版等組成，其中非現場澆置之橋梁，例如預力混凝土 I 型梁橋，是先行預鑄吊放後，於現場再施作隔梁與橋面版等單元，以完成上部結構。(如照片 1、2)



當橋面版與隔梁未完成前，吊放後單支梁因未相互連接，無法構成穩定結構、穩定性普遍偏低，尤其 I 型梁無橫向抵抗能力，若遇地震、颱風或施工不當，即有發生傾倒掉落之風險。(如圖 1)



預力 I 型梁軸向施拉預力，強軸能抵抗強軸受力(包括自重)及彎矩，惟預力 I 型梁傾倒後，因弱軸無法承受自重及彎矩，容易導致斷裂掉落。(如圖 2)

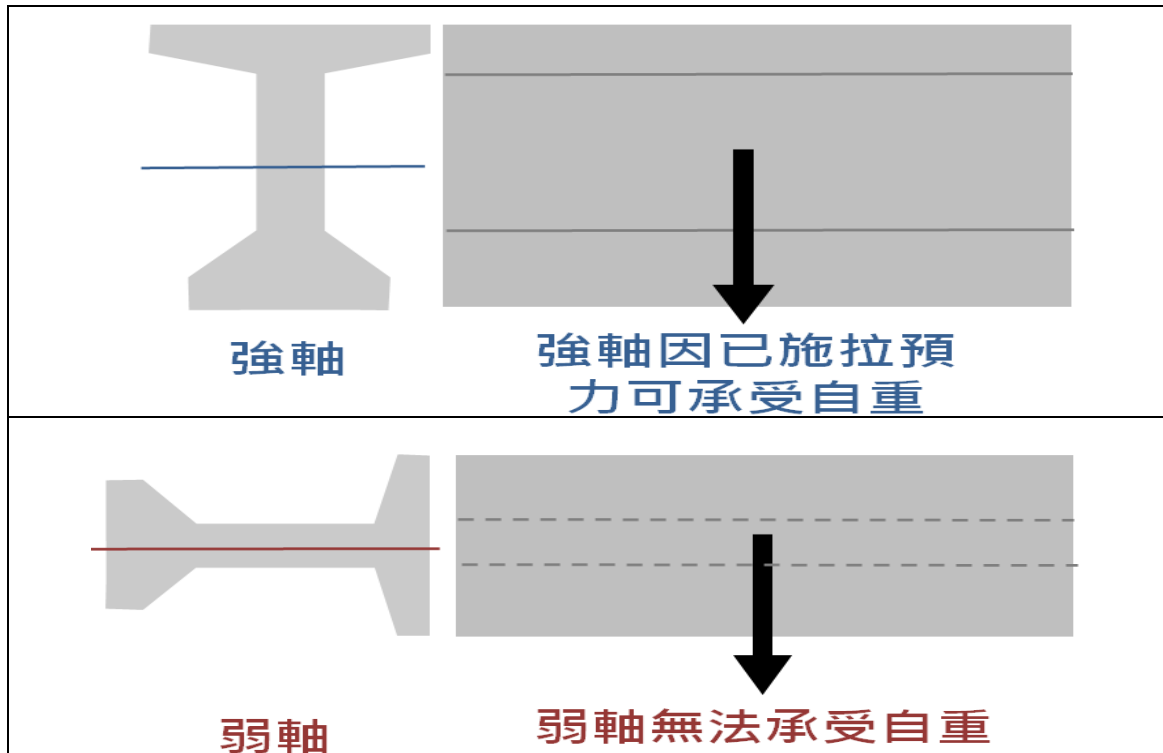


圖 2 I 型梁強軸可承受自重，傾倒後弱軸無法承重

以往台灣即有預力 I 型梁橋翻落之災例，近期亦有施工中工程受外力如地震影響而發生預力梁吊放後翻落事故。(如照片 3、4)



照片 3 79 年 12 月花蓮美崙溪橋



照片 4 111 年 3 月花蓮玉興橋

## 二、現有臨時固定設施規定及吊放工序設計施工均欠周延

當預力梁施工及吊放後，應設置臨時固定設施，並隨即施工隔梁及橋面版：

### (一)規範僅有原則性要求，設計及施工易忽略臨時固定設施

依據交通部「公路工程施工規範」第 01525 章「橋梁工程施工作業安全一般要求」規定，預鑄混凝土梁吊放之施工計畫要事先經核可，且於該章第 3.2.4 條第(1)項之 F 款規定，預鑄預力混凝土梁之吊放工法，對於預力梁應「吊放定位後應即設置臨時固定設施，並慎防碰撞而產生骨牌效應，致已吊放之預力梁傾倒掉落」。

規範僅有原則性要求，故設計階段應有初步潛在風險評估及施工階段臨時固定設施之考量。

### (二)臨時固定設施欠缺細部規範，包括梁場臨時固定及吊放後之臨時固定

預力梁於施工中或吊放於橋墩帽梁後，都應設置臨時固定設施以避免發生傾倒，惟因無細部規範，施工亦未考量風險因應，做好臨時固定設施，一般均參考預鑄梁場之臨時固定方式，套用於吊放後之臨時固定設施(如圖 3)。

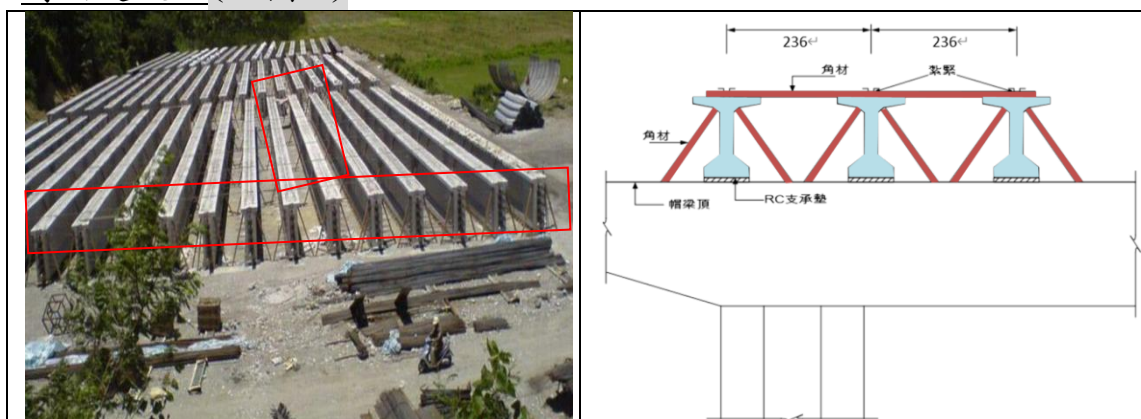


圖 3 梁場臨時固定設施現況、吊放後臨時固定設施示意圖

#### 1. 斜撐只能於兩端帽梁處設置：

吊放後在預力梁頭兩旁設置斜撐，撐在 I 型梁兩側上翼版，惟相較

梁場位處大面積平地可於梁身設置多數斜撐，吊放後預力梁僅有兩端帽梁可以設置斜撐，穩定度較不如預鑄梁場堅固。（如照片 5 至 6）。



照片 5：吊放前-斜撐可均佈於梁身



照片 6：吊放後-斜撐只於兩端帽梁

## 2. 梁頂連結桿件之固定不足：

吊放後在預鑄梁頂上方，每隔一段距離設置木料角材連桿，以鐵絲繫緊在梁上方的預留鋼筋上，惟其設置數量通常未量化，且以鐵絲綁繫方式不足以承受外在水平作用力（例如地震）。（如照片 7 至 8）。



照片 7：吊放前-木料角材橫向連結  
（以鐵絲綁繫）



照片 8：吊放後-木料角材橫向連結

### （三）施工工序偶有曝險之虞

目前預鑄預力梁橋梁常見之施工方式，多於預力梁吊放後，再依序施工隔梁及施工橋面版（如照片 9 至 10），甚至偶有多跨橋梁將全部預力梁一次進行吊放，於全部吊放完成後始進行隔梁及橋面版施工。惟地震有不可預測性，在未完成隔梁施作形成整體穩定結構前，如未即時有效連結，易有曝露傾倒風險之虞。



照片 9：預力梁之預鑄與吊放作業



照片 10：預力梁吊放後隔梁施工中



## 參、改善臨時固定設施設計及吊放工序之建議

### 一、設計階段設計單位應分析潛在風險，於吊梁後以鋼構件快速連結，並納入圖說及量化編列費用

設計時應按政府採購法第 70 條之 1 規定依工程規模、特性及工址環境分析潛在風險；對於預力 I 型梁，除單支梁斜撐外，宜於梁頂部設置橫向連結之鋼構件，以利吊裝後立即將 I 型梁兩兩快速橫向連結，形成穩定構造；此項鋼構件與接合方式須納入設計圖說，並予量化編列合理施工經費。

#### (一)連結方式

除單支梁斜撐外，應設計鋼構件橫向連結，可採預埋螺栓或銲接接合方式。(如圖 4)

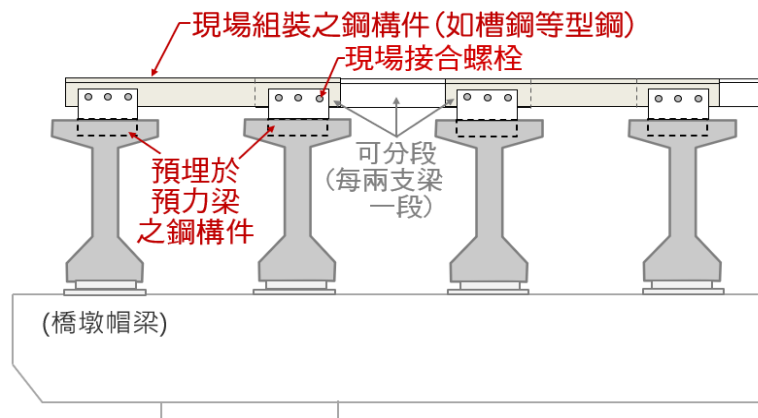


圖 4 預埋式鋼構件連接方式(橫斷面圖)

#### (二)設置數量與位置

本橫向連結鋼構件之設置位置，原則上至少設置於隔梁鄰近處，且於同一跨度單元吊放完成後，立即將預力梁兩兩快速連結，連結鋼構件分段設置。(每兩支預力梁一段，以下圖 5 為例，第一支梁與第二支梁連結、第二支梁與第三支梁連結、第三支梁與第四支梁連結)

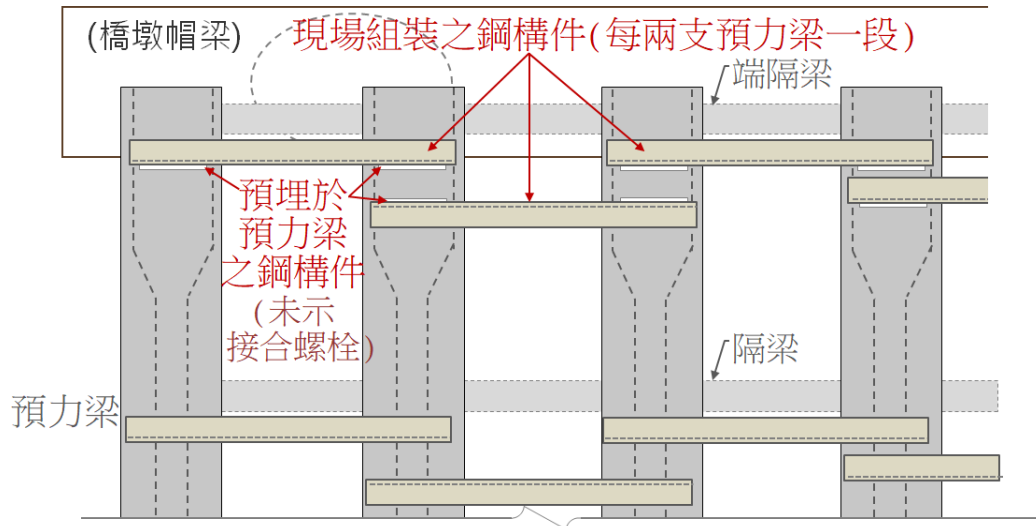


圖 5 鋼構件連接平面配置方式(預力梁端上視圖)

### (三)鋼構件強度

水平設計地震力應依工址位置與風險分析結果，以交通部「公路工程施工規範」第 01525 章「橋梁工程施工作業安全一般要求」內容，強度以不小於「公路橋梁耐震設計規範」中的等級 I 地震為原則。

## 二、施工階段施工廠商應檢視設計內容，可提出對應更有利穩定之其他方式，並納入施工計畫落實執行

施工階段施工廠商應檢視設計內容，並依其施工方式、經驗能力及投入人、機、料等因素，提出對應更有利之其他方式(包括鋼構件連結方式、強度及數量)。

設置內容應納入於施工計畫中，循序簽證、審查及核備，並作為品質管理標準及施工檢驗程序，落實按圖施工執行。

臨時支撐易見缺失及建議檢查重點整理如下：

### 1. 單支預力 I 型梁之斜撐檢查重點

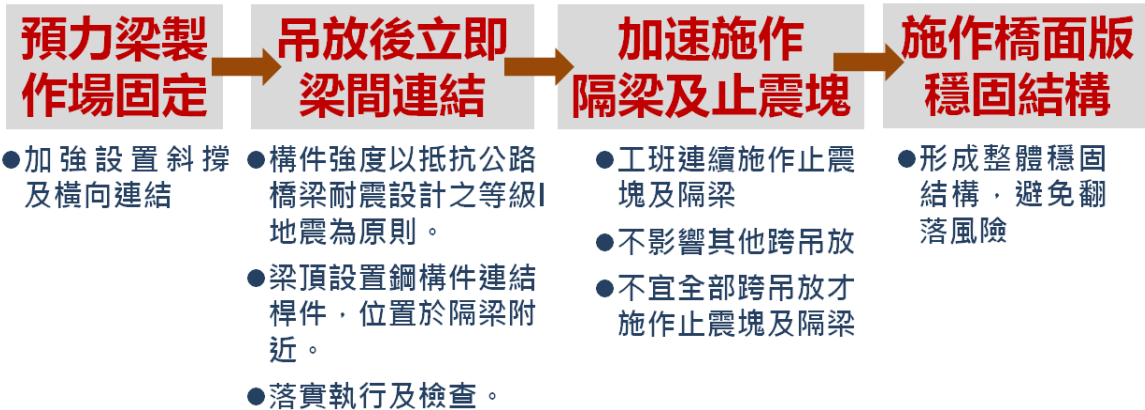
項次	常見缺失	建議檢查重點
1	數量不足 (僅設單側)	應雙側設置
2	與翼板及帽梁未緊密支撐	斜撐端點斜面 應與預力梁及帽梁密接
3	強度不足	材料及尺寸應符合設計
4	斜撐過陡無足夠水平力	支撐角度

### 2. 複數 I 型梁之橫向連結檢查重點

項次	常見缺失	建議檢查重點
1	鋼構件數量不足 (間隔過大)	設置距離應小於隔梁間距
2	鋼構件與預力梁 未密接連結	鋼構件與預埋構件之 螺栓鎖定應穩固
3	鋼構件強度不足	材料及尺寸應符合設計

### 三、工序安排應降低潛在風險，從梁場固定起，預力梁吊放即刻進行鋼構件連結，並應加速施作止震塊、隔梁及橋面版

預力梁吊裝完成後具有受外在環境影響之潛在風險，工序安排上應降低風險，建議流程如下：



#### (一) 梁場妥善固定

混凝土澆置及施拉預力後妥善固定，除原有側撐外，亦應加設梁間鋼構件連結鎖固。(如圖 6)

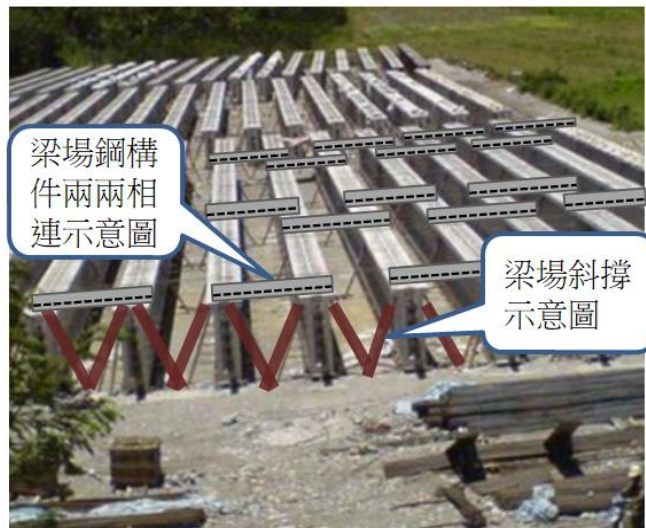


圖 6 梁場妥善固定預鑄預力 I 型梁

#### (二) 吊放後立即進行梁間連結

除單支梁斜撐外，吊放後應立即於預力梁上方設置鋼構件連結，構件強度以抵抗公路橋梁耐震設計之等級 I 地震為原則，設置位置至少應於隔梁附近，且應落實執行及檢查。(如圖 7)

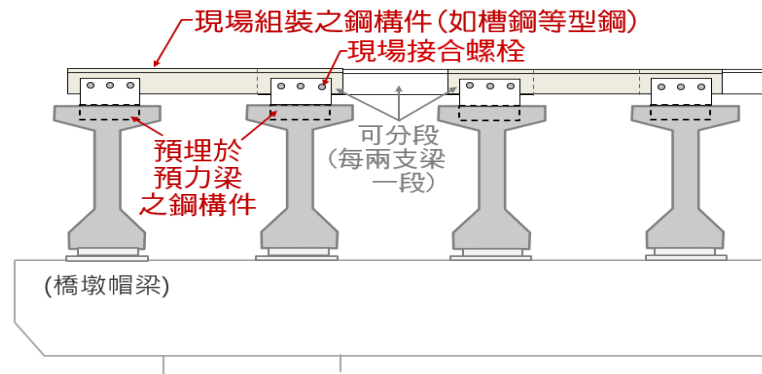


圖 7 鋼構件連結設置示意圖

### (三) 加速施作隔梁及止震塊

預力混凝土梁吊放後，工班應加速施作隔梁及止震塊，不宜全部吊放才施作。另吊裝及鋼筋模板組立作業互為獨立項目，可安排連續進場同步進行，不影響其他跨吊裝進度。(如圖 8)



圖 8 端隔梁現場施工圖

### (四) 加速橋面版施作

預力混凝土隔梁及止震塊施作完成後，預力梁掉落風險已降低，惟仍應加速施作橋面版，以形成更穩固結構。(如圖 9)



圖 9 橋面版穩固結構

## 肆、結語

一、為防範施工中「預力 I 型梁」翻落，本會就設計階段、施工階段及工序安排提出具體建議作法，以降低翻落風險：

- (一)設計階段應分析潛在風險，於吊梁後以鋼構件快速連結，並納入圖說及量化編列費用。
- (二)施工階段應檢視設計內容，可提出對應更有利之其他方式，並納入施工計畫落實執行。
- (三)工序安排應降低潛在風險，從預力梁製作場即應做好支撐固定，於預力梁吊放後即刻進行鋼構件連結，並應加速施作止震塊、隔梁及橋面版。

二、防範重點在加強橫向連結、加速隔梁施工，請各機關於設計施工各階段中據以參辦：

- (一)未完成設計者，請參照本指引納入後續設計參考。
- (二)已完成設計者，請參照本指引重新檢視設計圖說及施工計畫。
- (三)施工進行中者，請參照本指引儘速檢視臨時固定設施是否妥適並儘速補強。