

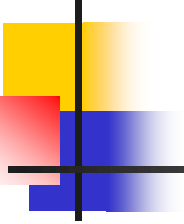
營造工法安全介紹

● 資料來源：勞動部勞動及職業安全衛生研究所副研究員張智奇

經驗分享

簡報大綱

- 工法安全的目的
- 職災統計與案例分析
- 工法安全與標準作業流程
- 懸臂工作車工法安全
- 支撐先進工作車工法安全
- 新奧工法作業安全
- 模板支撐工法安全問題探討
- 施工架組拆工法安全
- 結語



工法安全的目的

營造業之定義

- 從事房屋、鐵路、公路、水道、隧道、橋樑、堤壩、港埠、碼頭、發電廠、飛機場、游泳池、遊樂區、住宅區等修建、拆除之事業
- 從事土地填築、水井及河道開鑿、港灣疏濬之事業
- 從事電信線路、水電煤氣管道之敷設、拆除及修理之事業
- 從事建築物之油漆、粉刷、裱蓆、裝修、裝潢及防蝕之事業
- 從事建築物玻璃及金屬附件之裝設、淺井開鑿、冷凍系統、升降機、空氣調節設備等安裝之事業

工法的意義

□ 意念型

- 生態工法、綠色工法、安全工法

□ 概念型

- 逆打工法、托底工法、預鑄工法、地盤改良工法

□ 實質型

- 潛盾工法、管幕推進工法、懸臂工作車工法、新奧工法、支撐先進工法、沈箱工法、擋土柱工法、扶手先行工法、預鑄節塊吊裝工作車工法

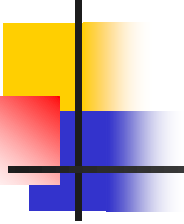
營造業工法安全的目的

- 營造業相關工法及作業多如牛毛，工法安全最主要應著重在觀念上的認知及程序的管控
- 藉由全面性的分析架構提高施工的安全性
- 建立標準程序簡化流程、減少失誤
- 訂定施工安全表單落實自動檢查與稽核
- 藉由工法檢討，提升工法安全並開發新工法
- 在營造作業範疇內，藉由工作安全分析及標準作業流程的訂定，同時提升施工安全與效率

工法安全的要素

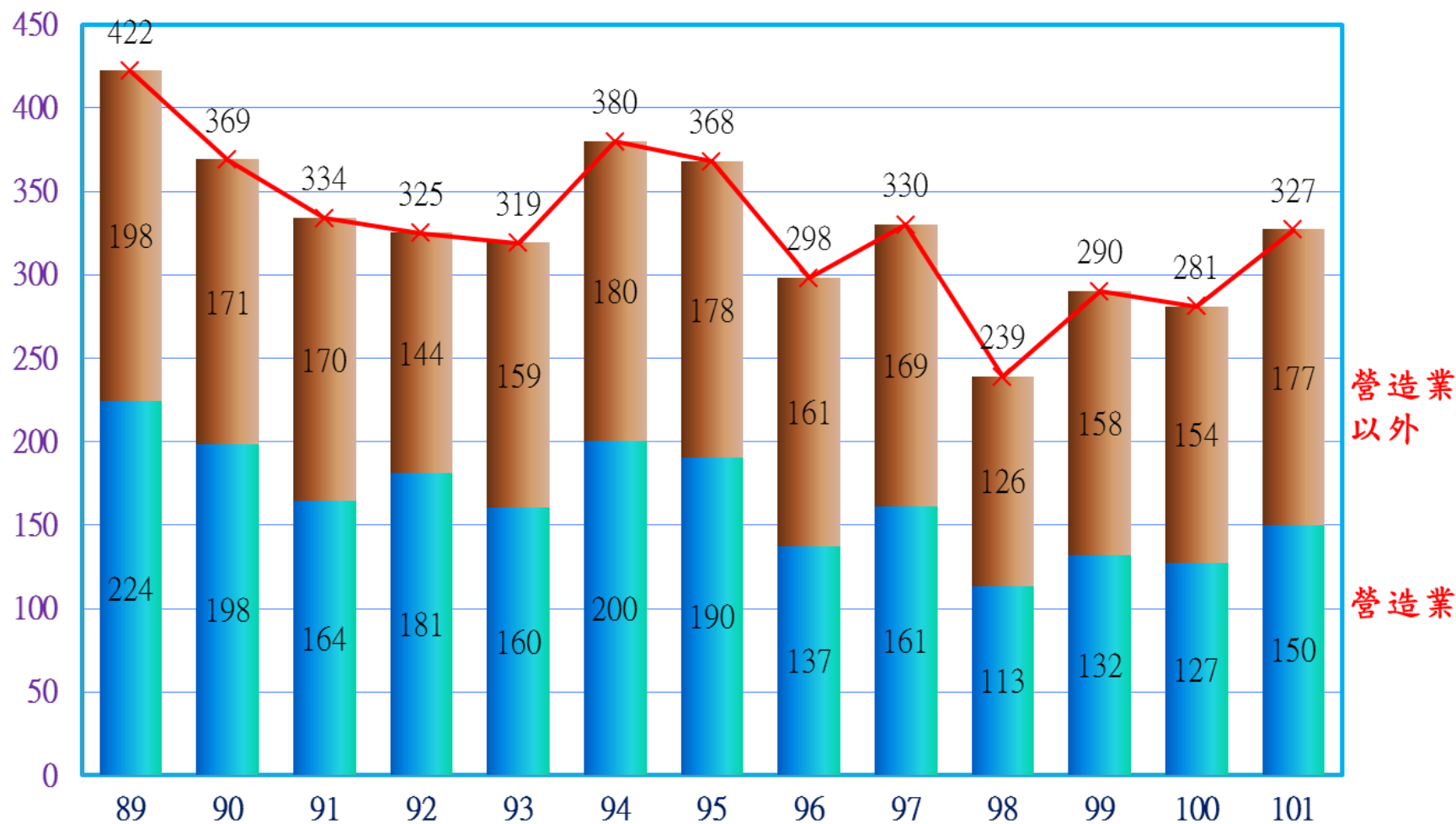
- 機具設備的操作原理
- 材料的特性
- 人機介面
- 環境影響

- 作業管制
- 安全設施
- 查核與檢驗



職災統計與案例分析

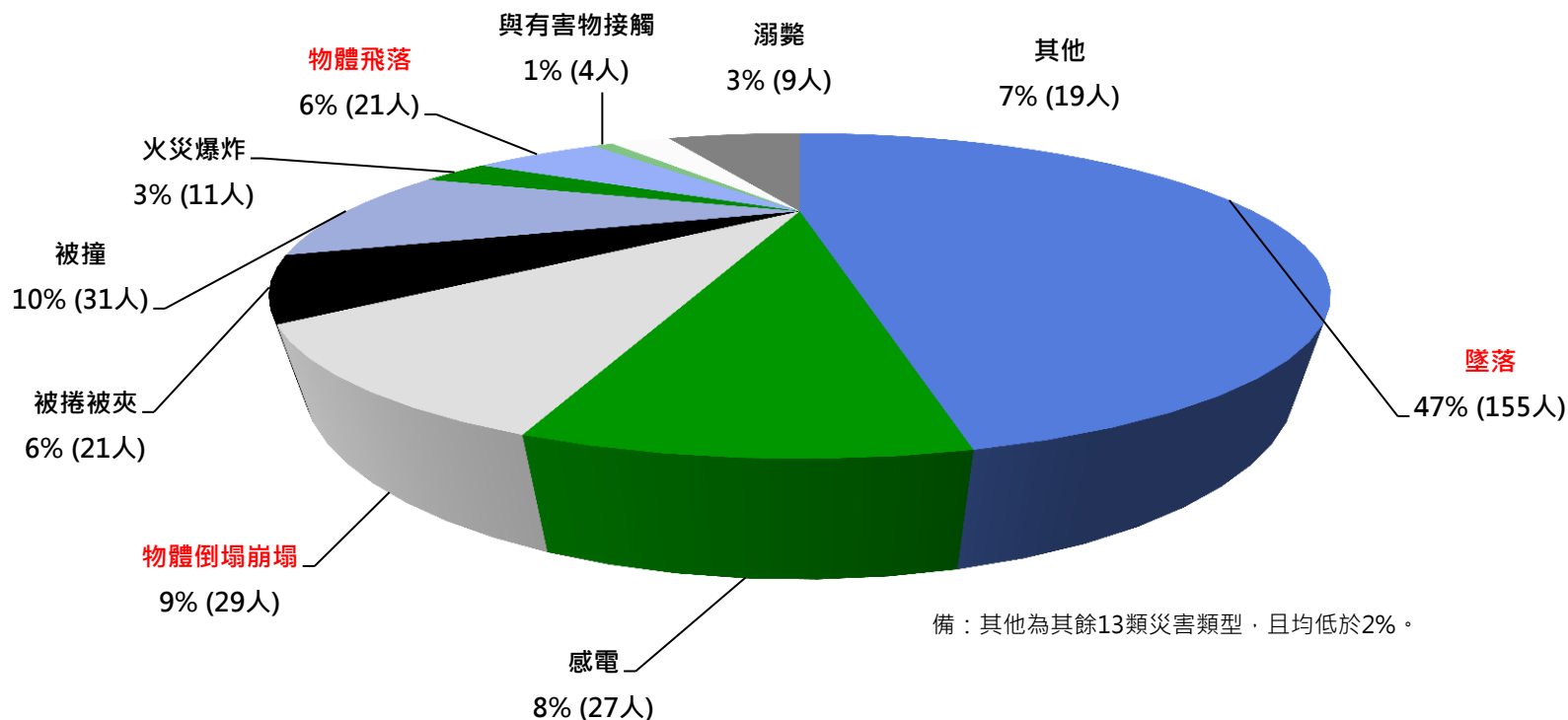
營造業及非營造業 歷年職災死亡人次分佈情形



101年度重大職業災害類型分析

101年度災害類型比較

■ 墜落 ■ 感電 ■ 物體倒塌崩塌 ■ 被捲被夾 ■ 被撞 ■ 火災爆炸 ■ 物體飛落 ■ 與有害物接觸 ■ 溺斃 ■ 其他



蘇花改工程意外 一名工人摔死

2013年10月03日

- 武塔高架橋兩名工人冒雨拆解懸臂工作車底板，一陣強風吹來，工作車底板脫落，兩名工人掉落，馮男安全索疑似被脫落的鐵板割斷，從20公尺高摔落地面，頭顱破裂當場死亡。



高架橋工程支撐架崩塌

7死3傷 2010/9/30

- 發生高架橋工程支撐架崩塌意外，國道新建工程局初步研判可能是灌漿作業產生震動，部分支撐移位導致整體不平衡，並產生骨牌效應



資料來源：自由時報

從事鋼筋綁紮作業發生鋼筋倒塌 1人死亡 2010/2/23

- 進行墩柱鋼筋組立作業時，**操作移動式起重機鉤到固定墩柱鋼筋之鋼索**，墩柱鋼筋發生倒塌
 - 橋墩墩柱升層及鋼筋續接須進行施工規劃及安全考量



資料來源：勞動部職業安全衛生署

墩柱鋼筋續接發生物體倒崩塌

1死2傷 2009/11/1

- **強風**將橋墩墩柱鋼筋連同施工架吹倒，在施工架上作業之三名勞工連同施工架墜落
 - 對支撐墩柱鋼筋之繫固鋼索應有施工圖及計算書，並列為施工查核重點確實查核



資料來源：勞動部職業安全衛生署

橋面灌漿作業懸臂工作車發生墜落 6人死亡 2005/6/23

- 進行混凝土澆灌作業時，懸臂工作車掉落至地面，在上方之人員隨工作車一同墜落
 - 懸臂工作車應依設計裝配各部構件，檢查工作車整體穩定性及各部構件安全性能



資料來源：勞動部職業安全衛生署

模板支撐架倒塌

2人死亡 2003/11/18



資料來源：勞動部職業安全衛生署

- 橋墩場撐邊跨箱型梁之模板拆除工作，因場撐之邊跨橋塊突然倒塌，造成當時之兩名勞工被壓致死

汐止 研發科技中心勞工墜落意外

103年3月3日汐止研發科技中心工
程四樓挑高區施工勞工墜落

災害類型：墜落

災害原因：

- 1.通道及作業平台未妥善規劃
- 2.未依規定設置防墜設施
- 3.未勾掛安全帶



圖片來源：新北市政府

拆架作業未確實使用安全帶致勞工墜落死亡

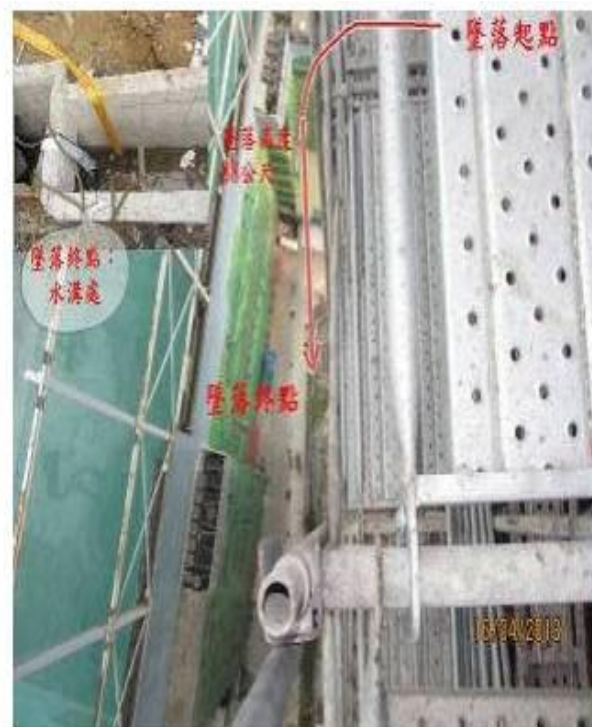
102/4/16

- 新店區某工地勞工於 25 樓從事外牆施工架拆除作業，過程中因未確實使用安全帶等防墜措施，致作業時不慎摔落至地面水溝中（墜落高度約88M），經送醫仍不治死亡。

災害類型：墜落

災害原因：

1. 拆架未依標準作業流程
2. 未依規定設置防墜設施
3. 未勾掛安全帶



興建中大樓 一天4墜樓1死3傷 103/3/23

- 苗栗縣頭份鎮1棟興建中商業大樓，接連發生2起工安意外。早上先是1名工人從八樓墜樓，還好5樓防護網接住，受到輕傷。
- 傍晚疑似因電梯天井在灌漿的時候，版模凹陷，灌好漿的頂蓋倒塌下來，三名工人隨著倒塌的鷹架墜落，其中一人傷重不治。

災害類型：崩塌

災害原因：

1. 模板支撐未妥善設計或未按圖施工
2. 未與結構體適當聯結
3. 材料老舊未適度汰換



豪宅工地鷹架塌 5名工人摔傷^{103/2/24}

- 新莊區某工地12樓頂進行屋頂造型樑灌漿作業，疑因灌漿壓力太大，支撐鷹架承受不住瞬間崩塌，5名工人跌落。

災害類型：崩塌後倒塌

災害原因：

- 1.模板支撐未妥善設計或未按圖施工
- 2.模板支撐水平聯結強度不足
- 3.施工架與模板支撐架混搭



高挑空廠房模板支撐倒崩塌

- 100年5月23日，某鋼鐵煉焦廠進行混凝土澆置工程，泵車進行邊緣收邊灌漿作業，東側混凝土突然瞬間崩塌，造成1死1傷

災害類型：崩塌後倒塌

災害原因：

- 1.模板支撐未按圖施工
- 2.模板支撐水平聯結不足
- 3.施工架與模板支撐架混搭
- 4.1.5米木支撐未適當固定



模板支撐職災案例

- 95年12月17日，勞工於一樓樓地板進行混凝土耙平施工時，模板支撐突然崩塌，造成5人死亡

災害類型：倒塌

災害原因：

- 1.分區澆置未妥善規劃，造成不當側向力，設計未考量
- 2.可調單管支撐未按圖施工
- 3.可調單管支撐水平聯結強度不足
- 4.可調單管支撐未適當固定



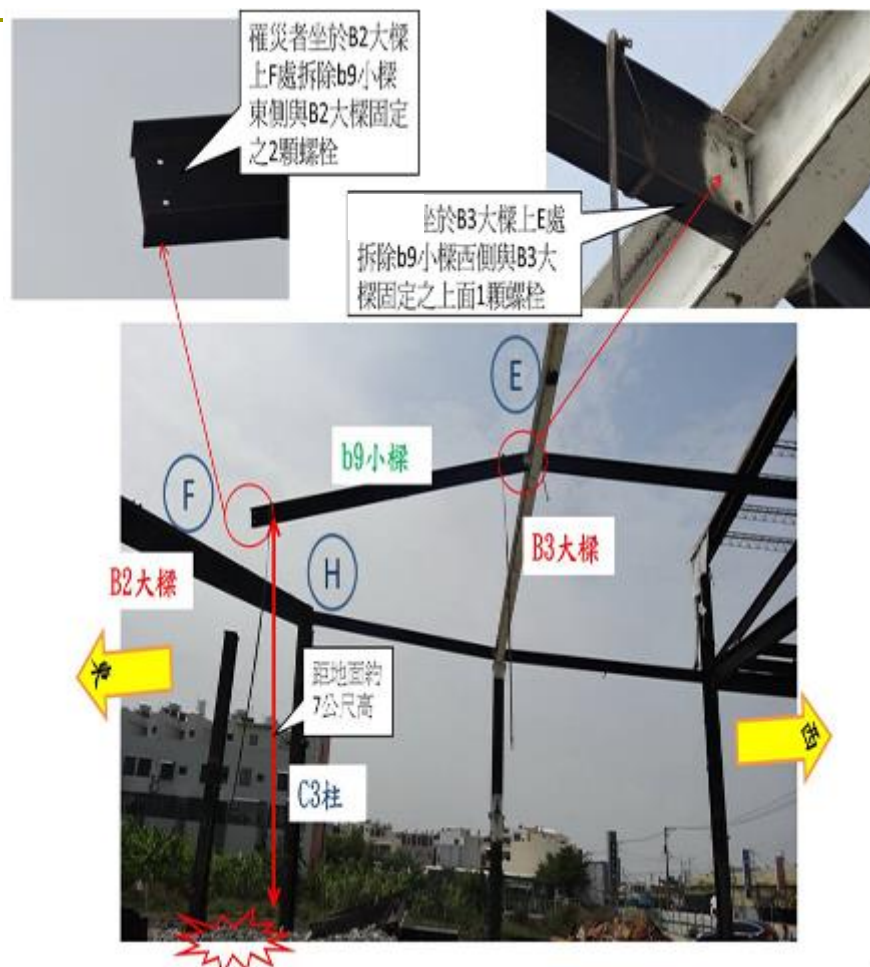
從事鋼構拆除作業發生墜落災害死亡102/4/19

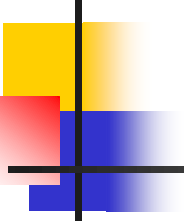
勞工於坐在大樑上欲合力拆除小樑，當拆除小樑東側2顆螺栓後，大樑瞬間滑動，吳○因重心不穩亦隨之墜落。

災害類型：墜落

災害原因：

1. 鋼構拆除作業未妥善設計後訂定拆除順序
2. 作業平台未妥善規劃
3. 未勾掛安全帶





工法安全與標準作業流程

標準作業流程的重要

內憂

工程單位為求節省工期時間
省略施工標準作業流程

營建工程施工環境變化性較大、
危害性較高，較難及時處理施工出現異常

外患



- 施工現場之管控相當重要
- 對安全防災亦為多一層保障
- 遵循標準作業流程
避免危險施工行為

如何訂定標準作業流程？

瞭解工法或施工作業環境與內容



參考施工安全法令規範



評估其他制式標準作業流程表



歸納適合橋梁工程施工安全內容



完成標準作業流程之訂立

工作車拆除安全作業流程

S1. (安全整備)

1. 鋼構組配作業主管在場監督指揮勞工作業，作業前對作業勞工作教育訓練及危害告知，使作業人員戴安全帽，防護手套，使用工具袋，穿安全鞋，高處作業使用安全帶
2. 於墩柱旁設置施工架作為作業人員之上下設備。施工架限定載重210kg，作業前依施工架檢查表實施檢查並予補強，確認其穩固狀態
3. 橋面四周開口邊緣設置90公分高之安全護欄作為防墜設施。護欄應以3.8公分鋼管設置，高90公分以上且有上、中欄杆及10cm腳趾板
4. 工作車設置爬梯及護欄，工作車下方設置安全網及防護網，作業前檢查上下設備、工作車安全網及防護網之安全耐用狀態
5. 提供對講機並規定使用頻率，供作業人員通訊聯絡使用
6. 維持進場之車輛機械進出有充分視線淨空，設置車輛出入口並指派交通引導人員帶安全帽，穿安全鞋，帶口哨，著反光衣，持發光指揮棒，引導車輛機械出入
7. 作業區下方保持淨空，設置管制區，禁止無關人員進入

S1. 安全整備

工作車後推至柱頭

◎S2. S3. 下部桁架吊放

S3. 下部桁架地面拆除

S4. 拆除滑車

S3. 工作車上部桁架地面拆除

拆除完成

◎:表安全檢核點

S4. (滑車拆除作業安全)

1. 滑車設置應檢查鋼索
2. 作業前檢查上下設備，有不合規定應立即補強
3. 作業人員戴安全帽，著安全鞋，高處作業使用安全帶

S2. (桁架吊放作業安全)

1. 地面保持淨空，設置管制區，吊放前作業人員離開作業位置，退避至安全位置
2. 作業前檢查昇降道並清除障礙物
3. 吊昇前再次確認與檢查下部桁架之螺栓鎖固安全狀態

S3. (起重機吊掛作業安全)

1. 起重機吊掛作業安全之規定:
 - (1). 由具合格証之起重機及其操作人員作業，吊掛作業人員應受吊掛作業人員特殊作業安全衛生教育訓練合格
 - (2). 起重機於吊運設備標示吊升荷重範圍內作業，吊掛作業半徑以交通錐，連桿，警示帶等設置管制區，嚴禁人員進入
 - (3). 吊掛作業中指派監視人員與吊掛作業手配戴哨子，在場監視吊掛作業，若有人員靠近吊掛作業區即予吹哨警示並驅離
 - (4). 起重機設置防滑舌片、過捲防止裝置及過負荷警告裝置，使吊具與吊架或捲揚鋼索保持適當距離
 - (5). 統一指揮信號並由吊掛手指揮，採平衡吊掛，禁止人員進入吊舉物下方
 - (6). 吊具檢查並換新，吊耳之設置位置及數量，應能確保吊掛之平衡。且具有足夠強度，無吊物脫落之虞。
 - (7). 禁止人員進入有發生碰撞危害之虞之範圍內，吊掛作業手掛好吊鉤後，即離開吊掛作業區，以防遭吊物碰撞
 - (8). 使用控索控制吊掛物之穩定
 - (9). 設置監視人員，監視吊運作業時不得碰撞上下設備與所有工程設施

吊索安裝安全作業流程

S1. (安全整備)

1. 鋼構組配作業主管在場監督指揮勞工作業，作業前對作業勞工作教育訓練及危害告知，使作業人員戴安全帽穿安全鞋，橋面邊緣，橋塔，開口邊緣等高處作業使用安全帶。
2. 使用之工作平台應經技師檢核，確認其結構安全，依照設計圖組裝工作平台
3. 指揮人員就通視位置，隨時掌握狀況
4. 材料堆置應保持其穩定性
5. 遇惡劣天候即停止作業
6. 將不再使用之材料與廢棄物集中置放於筒內，再吊至地面運棄
7. 於鄰近河岸作業時之安全規定:
 - (1). 作業區設置救生艇、救生圈、急救設備，並設置救生員在場待命
 - (2). 於管制區及工務所設置擴音器及警報器，當氣象局發布豪大雨特報時，隨即通知所有人員撤離工區
 - (3). 預先架設延伸過水面上方之攔截繩索，其上掛繫可支持拉住落水者之救生圈，供緊急救援時使用
 - (4). 作業人員穿著救生衣，戴安全帽，穿防滑鞋並配戴哨子及對講機
 - (5). 設置警戒管制區，非作業人員禁止進入，進入該區一律穿著救生衣
 - (6). 設置監視人員負責連絡協調及調查水文、潮汐，並公佈
 - (7). 汛期施工時，監視人員至上游監視水位狀況，並隨時與工地保持聯絡
 - (8). 擬訂近岸作業管理計畫並確實實施
 - (9). 所有人員應接受近岸作業教育訓練及簡易自救訓練
 - (10). 避免於黎明及黃昏等易生眩光時進行起重機、吊卡等需依靠視覺之作業
 - (11). 事先調查潮差時間，訂定作業時間並公告，遇漲潮及暴雨來臨等惡劣天候時，即停止作業，所有人員撤離工區
 - (12). 提供對講機供作業人員通訊聯絡使用，並保持對講機暢通，功能正常
 - (13). 夜間或視線不佳及天候不佳時禁止作業
 - (14). 停止作業期間人員機具撤離到安全地區並禁止進入

S3. (吊索施預力作業安全)

1. 先裝設橋塔端之吊索再裝設橋面側之吊索
2. 確實依照設計圖施拉預力
3. 鋼絞線施拉作業範圍實施管制，禁止無關人員進入

S1. 安全整備

S2. S4. 外套管熱熔對接

◎S2. S5. 吊索安裝

◎S3. 吊索施預力

S3. 吊索預力調整

◎:表安全檢核點

S2. (起重機吊掛作業安全)

1. 起重機吊掛作業安全之規定:
 - (1). 由具合格証之起重機及其操作人員作業，吊掛作業人員應受吊掛作業人員特殊作業安全衛生教育訓練合格
 - (2). 起重機於吊運設備標示吊升荷重範圍內作業，吊掛作業半徑以交通錐，連桿，警示帶等設置管制區，嚴禁人員進入
 - (3). 吊掛作業中指派監視人員與吊掛作業手配戴哨子，在場監視吊掛作業，若有人員靠近吊掛作業區即予吹哨警示並驅離
 - (4). 起重機設置防滑舌片、過捲防止裝置及過負荷警告裝置，使吊具與吊架或捲揚鋼索保持適當距離
 - (5). 統一指揮信號並由吊掛手指揮，採平衡吊掛，禁止人員進入吊舉物下方
 - (6). 吊具檢查並換新，吊耳之設置位置及數量，應能確保吊掛之平衡。且具有足夠強度，無吊物脫落之虞。
 - (7). 禁止人員進入有發生碰撞危害之虞之範圍內，吊掛作業手掛好吊鉤後，即離開吊掛作業區，以防遭吊物碰撞
 - (8). 起重機作業區事先予以整平、夯實，使具足夠承载力，以防機具傾倒
2. 手工具失手繩已綁固於安全帶上

S4. (外套管熱熔對接作業安全)

1. 作業人員戴防護手套，防止遭電焊機燙傷
2. 裁切HDPE外套管作業人員戴防護手套，防止割傷

S5. (吊索安裝作業安全)

1. 於橋塔內或鋼箱梁內之狹窄空間內作業時，需小心避免發生碰撞
2. 隔離鋼絞線穿線作業範圍，禁止無關人員進入

懸臂工作車工法安全

懸臂工作車危害評估

- 掌握懸臂工作車潛在危害情況，以便瞭解施工安全注意事項內容
- 後錨錠系統失效為懸臂工作車職災發生主要原因，尤其以錨錠鋼棒、主千斤頂與推進千斤頂，對工作車施工過程穩定性影響最大

構件名稱：錨錠鋼棒

功能	故障型式	故障原因	故障影響	嚴重性	偵測方法	故障機率	改善措施
工作車錨錠用	斷裂	1.設計不當 2.強度不足 3.受力不當 4.開孔不正確	工作車翻覆	1	1.觀察 2.監測	D	1.預防維修 2.定期汰換 3.加強防護 4.開孔檢視
	拉脫	1.螺帽強度不足 2.混凝土強度不足 3.尺寸不合	工作車傾倒	2	1.觀察 2.試拉	C	1.定期檢查 2.設計試壓機構

註:1—危急 / 2—安全邊緣；D—較不可能/A—很可能

構件名稱：主千斤頂

功能	故障型式	故障原因	故障影響	嚴重性	偵測方法	故障率	改善措施
軌道推進	脫位	1.固定不良 2.構件強度不足 3.受力不均勻 4.場地不平	工作車傾倒	3	1.觀察 2.監測	C	1.預防維修 2.鐸道檢視 3.出力即時顯示系統
	推力不足	1.設計不當 2.油壓不足 3.未保持水平	1.軌道無法推進 2.推進千斤頂損壞	3	1.觀察 2.油壓監測 3.推進千斤頂分析	B	1.預防維修 2.油壓壓力即時顯示系統

註:1—危急 / 2—安全邊緣；D—較不可能/A—很可能

構件名稱：推進千斤頂

功能	故障型式	故障原因	故障影響	嚴重性	偵測方法	故障率	改善措施
軌道推進	脫位	1.主要構件力量不當 2.軌道變形 3.構件間摩擦力大	工作車無法推進	3	1.觀察 2.監測	B	1.預防維修 2.軌道檢視 3.油壓壓力即時顯示系統
	推力不足	1.受力不均勻 2.油壓不足 3.場地不平	工作車無法推進	3	1.觀察 2.監測	B	1.預防維修 2.油壓壓力即時顯示系統

註:1—危急 / 2—安全邊緣；D—較不可能/A—很可能

懸臂工作車施工構件防護

- 施工現場對於頂版裸露之鋼筋加設防護套，避免人員被劃傷
- 在具坡度之翼版側，設置安全母索，預防施工人員發生滑落



預防物體飛落防護設施之設置

- 在工作車下方鋪設安全網或防護網，且定期清理上方掉落物
- 於跨越交通繁忙之重要路口時，設置強度與防護性較佳之鋼板材，作為全面性的物體飛落防護設施



懸臂工作車施工空間之規劃

- 對於工作車上之施工物料，指定特定堆放區域，於地面亦規劃物料堆放區，提供人員與車輛足夠之行走路線



懸臂工作車施工管制區之設立

- 於工地出入口處，設置管制站，以落實懸臂工作車施工區域進場控管
- 規劃施工管制區，先行避免作業人員進入危險性較高之區域，使人員行走於安全無虞之施工範圍



鋼棒防護措施



- 為避免電焊過程所產生之火花影響鋼棒強度，在鋼棒外緣利用浪管套加以保護
- 以顏色區別不同功能與號數之鋼棒，方便作業人員判斷

先行設計預埋護欄位置

- 於懸臂工作車設計階段進行規劃，就工地現場狀況整體考量底模前後工作平台與作業護欄之設置以及防護具錨錠位置
- 設計強度足夠且易拆裝之防護設施，確立預埋位置，使施工人員依照施工圖說直接進行護欄設置
- 鄰近工作車軌道之護欄高度建議應適度加高，避免軌道附近人員發生墜落情形

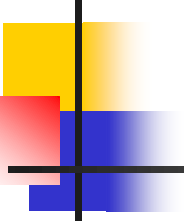
上下設備之妥善規劃

- 妥善設計懸臂工作車工作平台通路與上下設備，加強頂版與底版間繫固之方式，以確保上下設備之穩固性
- 應就實務工作現場狀況進行考量，平時施工時依自動檢查計畫定期巡視，全面體檢上下設備之穩定性

懸臂工作車相關安衛設施

- 工地現場設施項目，例如浪管套、防墜網，須定期維護與清理
- 人員使用設施項目，例如背負式安全帶，作業前檢查個人之防護器具並經常保養及維護，如有破損應立即更新
- 行水區防汛設施項目，例如救生圈、救生衣，現場人員應接受近岸作業教育訓練及簡易自救訓練





支撐先進工作車工法安全

使用範圍

- 支撐先進施工法須由支撐鋼架與模板之兩者配合作機械化之循環施工。
- 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30~40m=，連續箱形橋樑主跨徑一般在35~60 m範圍。
- 支撐先進工法之施工設備，主要為支撐先進鋼樑
 - 支撐型(support type)
 - 懸吊型(hangertype)

支撐先進工法之優點

- 不需地面支撐，適合都市及跨越鐵公路、河川與深谷地區。
- 機械化與自動化施工，易掌握工程進度及控制成本與品質。
- 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。

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) 。
- 此型式工作須依橋墩帽樑設計做調整。
- 使用導樑作為工作車推動之方向導正。分有推送導樑工作車與無推送導樑工作車



懸吊型式工作車

- 此系統由裝置於橋面上可移動懸吊支撐，以負載施工載重(包括模板、鋼筋、混凝土、人員、設備等。
- 此型式不因地形而致工作車無法推動，故能運用於峽谷、山麓等複雜地形。



潛在危害-工作車倒塌

- 工作車於組立、推進移動、拆除過程，因作業不慎而致工作車倒塌，造成人員傷亡與財物損失
- 防止對策
 - 組立、推進、移動與拆除時，依作業規定執行
 - 施作前應進行試車，確實掌握工作流程
 - 移動主桁架系統與模板時，應加掛導引索控制吊物移動
 - 安裝主桁架系統與模板時，固定鋼棒等鎖固應確實
 - 依規定進行檢查與保養工作車
 - 每一單元施工時，應注意單元支撐穩固、應力分布均勻性、混凝土澆置速率與預力施拉程序等

潛在危害-墜落

- 支撐先進施工屬高空作業，易因施工失慎、安全措施不良等因素，發生人員墜落。
- 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，並限制無關人員進入工作範圍。
 - 若因作業因素暫無法設置護欄，則應確實使用安全帶。
 - 對於風速與下雨等環境因素之影響，應納入安全考量。

潛在危害-物體飛落

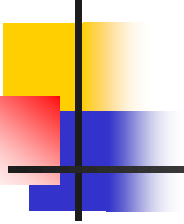
- 支撐先進施工於工作車組立、節塊施工、工作車前移、支撐鋼架組拆、橋面附屬工程進行，皆可能發生物體飛落而致災損。
- 防止對策
 - 對手工工具等應繫上安全繩以防止脫落
 - 相關零件應集中放置，做好管理。
 - 工作車周邊與開口處應設置防護網與護欄等以防止物體飛落。
 - 工作車安裝與移動時應將工作車構件安置妥固，相關安裝與移動程序應依據相關作業準則執行。

潛在危害-感電

- 支撐先進施工過程，使用工具機、電銲機等，易因使用不慎與相關保護設施不佳、或警告標誌不足致人員感電。
- 防止對策
 - 支撐先進施工使用之電力設備，應設置漏電斷路器
 - 定時檢查使用之電力設備，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警告標誌
 - 另於施工過程，應對於周遭之電力環境進行了解

安全裝置之構造、作動、功能等原理

- 單元預力施拉時，依施工計畫書分段施力，並掌握加壓程序
- 施拉預力前，確認支撐架穩定狀態。
- 工作車是支撐先進施工核心機具，本身牢固應加以強化
- 工作車移動時，應以導軌、導輪等確實定向，避免出
- 安全動作要領
 - 於施工前應確實進行試車的工作
 - 移動軌道時，兩邊需速度一致，油壓千斤頂衝程需一致
 - 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
 - 移動時應注意拖架受力狀況，防止拖架破壞使工作車倒蹋



新奧工法作業安全

使用範圍

- 利用岩體本身具有之自持力的特性而發展之隧道施工法
- 其於隧道開挖後, 利用噴凝土、岩栓、支保等支撐構件, 配合周圍岩體形成一支撐拱圈, 支承作用於隧道之岩壓、水壓等作用力。
- 為確立隧道之穩定與安全, 新奧工法藉量測儀器監測開挖岩體, 支撐設施之應力、應變發展情形。

新奧工法之特點

- 充分利用岩體之自持能力；
- 利用複合支撐系統，開挖後立即架設支撐；
- 對於周圍岩體擾動較少，施工方式具彈性且具整體之經濟性。
- 因其上述特性，且強調「配合開挖面之地質狀況及監測成果，彈性調整施工」，故適用於地質構造複雜之隧道施工。

新奧工法之基本流程

- 開挖方式可區分為鑽孔開炸開挖與機械開挖,
- 出碴則採用軌道式、履帶式或輪胎式出碴機械設備、車輛等進行
- 支撐工作包括鋼絲網安裝、支保架設、噴凝土與岩栓施工等
- 支撐工作一般需高空作業車、噴凝土機等之協助

新奧工法之安全輔助工法

- 面臨地質條件惡劣時，宜採一種至數種輔助工法，以降低隧道工程災變之可能性；輔助工法包括
 - 打設先撐鋼管、矢板等穩定頂拱，利用噴凝土封面、開挖面岩栓與環狀開挖等以提高開挖面之安定
 - 利用排水孔、排水導坑、深井與點井等將地層中之地下水導排
 - 利用藥液注入、壓氣工法與冷凍工法等防止地下水滲流

新奧工法之基本流程



新奧工法隧道施工開炸孔鑽設作業

新奧工法之基本流程



新奧工法隧道施工之埋設炸藥作業

新奧工法之基本流程



新奧工法隧道施工之開挖面開炸

新奧工法之基本流程



新奧工法隧道施工之開挖削岩機作業

新奧工法之基本流程



新奧工法隧道施工之噴凝土作業

新奧工法之基本流程



新奧工法隧道施工之支撐作業

潛在危害-物體崩塌、倒塌與落磐

□ 主要成因包括

- 岩壓不平衡致擠壓變形之落磐
- 開炸或地震引起之震動導致落磐
- 浮石未清除或岩磐破碎所致之落磐
- 開炸後未及時封面或支撐不足及延遲
- 因地層含水量增加而導致過負荷而落磐

□ 防止對策：

- 建議使用全能工作班以確立工作循環間之權責，並進行斷面之監測，以降低開挖面之倒、崩塌與落磐
- 降雨期間及過後，應增加水位及應變計的監測頻率

潛在危害-墜落或滾落

□ 主因包括

- 高處作業之防護措施不當或不足
- 隧道施工機具操作不當而致人員跌落
- 隧道內工作場所潮濕而致人員滑倒、跌落
- 坑內照明不足而致作業人員不慎墜落
- 隧道內通風不佳而致作業人員精神不佳而墜落

□ 防止對策

- 施工機具應設置護欄，作業人員佩戴安全帶，隧道內之照明與警告標誌應明確，以防人員墜落

潛在危害-爆炸、火災

□ 成因包括

- 鑽孔時引爆未開炸之炸藥
- 以鐵棒搗實炸藥時引起爆炸
- 炸藥或雷管裝設不當或人為疏忽而致爆炸
- 誤拌導爆索而致爆炸
- 瓦斯溢出而致火災

□ 防止對策

- 開挖面之鑽孔、埋設炸藥與引爆應依據相關作業規定執行,並由專人執行相關作業。
- 隨時監測可燃性氣體濃度,並採取管制措施,嚴禁香煙、火柴、打火機及手機等攜入隧道內

潛在危害-感電

□ 主因包括

- 坑內排水不良而致感電
- 開炸或機具碰撞使帶電導體裸露而感電
- 用電機具設備故障漏電
- 供電系統未設置適當的防護而致人員感電

□ 防止對策

- 隧道內所使用之供電系統應設置漏電斷路器並接地，定時檢查所電力設備，遇故障或破損應立即檢修
- 電力機具與設備周邊應設置護圍及明顯之警告標誌

潛在危害-被撞、被夾、被捲

□ 主要成因包括

- 機具操作不當或錯誤
- 作業程序不當
- 作業人員精神恍惚而致被夾與被捲
- 坑內照明不良
- 隧道施工機具保養不良等

□ 防止對策：

- 隧道內之作業循環應依相關安全作業標準執行
- 透過教育訓練提高作業人員之安全意識

潛在危害-其他隧道災害

□ 災害類型包括

- 高溫

- 噪音

□ 防止對策：

- 採取通風措施，並依法令規定給予休息並供應攝氏15度左右之飲水及食鹽，另提供勞工使用噪音防護具

相關作業環境之危害

□ 異常出水

- 山區之降水或地下水位高，經由地層裂隙、斷層破碎帶等之開挖，均可能造成異常出水，或引致開挖面之崩塌、落盤，使人員逃避不及而造成災害

□ 防止對策

- 確實掌握地質構造，依計畫安裝充足之抽水機，如異常出水超出預期，依預擬計畫撤退

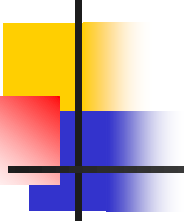
災害案例

□ 災害概述與發生原因

- 勞工在隧道內使用破碎機將高出之岩塊打除時，因支保腳之岩塊殘留未爆炸藥，經鈍頭與岩面接觸震動，摩擦產生高熱及明火引爆炸藥，罹災者遭炸開岩石碎塊擊傷當場死亡
- 未訂定自動檢查計畫，實施自動檢查
- 未對勞工實施安全衛生訓練

□ 災害防止對策

- 隧道開挖時，應指派專人確認安全無虞再行施工
- 對勞工應實施必要之安全衛生教育、訓練，提高勞工安全衛生知識，防止類似災害發生



模板支撐工法安全問題探討

模板支撐常見問題

- 材料老舊變形
- 偏心荷重
- 斜向支撐
- 複合式支撐
- 基座設置不當或未固定
- 接頭設置不當或未固定
- 無水平繫條或斜撐
- 支撐含弱面層

支撐材料老舊變形



構件位置偏移產生偏心荷重



斜向支撐未與貫材妥為密接並固定



複合式支撐-因變形不同易受力不均



基座設置不當或未固定



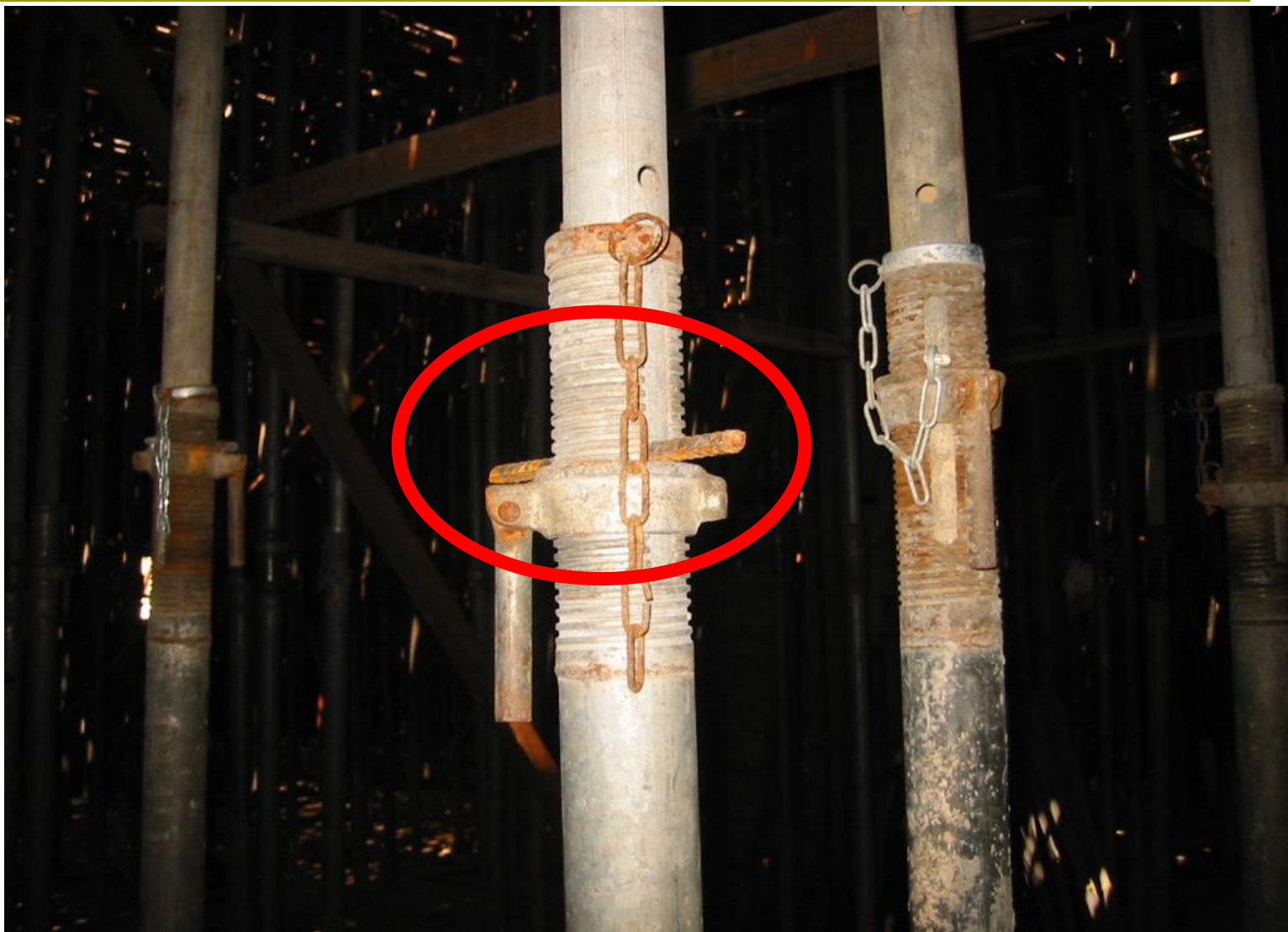
基座設置不當或未固定



基座設置不當或未固定



接頭設置不當或未固定（三號鋼筋）



接頭設置不當或未固定（偏心）



接頭設置不當或未固定



無水平繫條或斜撐&單管支撐不當續接



支撐含弱面層

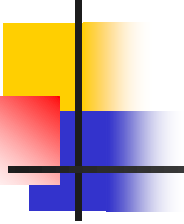


支撐含弱面層



支撐含弱面層





施工架扶手先行工法安全

扶手先行工法防護理念

- 透過扶手先行工法之實行，目的在於消除施工架組拆作業墜落危害，並消除其他可能產生之新危害，以保障勞工作業安全
- 確認施工架組拆時任何階段作業人員均需在**有安全防護**情形下施作
- 需確認先行扶手框安全防護設施
- 需確認施工架在組拆（尤其是拆除）時任何階段均在**穩定且強度無虞**的狀態下

扶手先行工法防護理念

- 扶手先行工法在施工架組拆流程中，人員進入有墜落之虞場所前先行提供臨時防護，消除可能發生墜落的開口，以及防止人員發生墜落

等級	第一等級	第二等級	第三等級
特色	避免高空作業	防止墜落	降低墜落造成之傷害
實例	系統架組搭方式為於地面組合，再利用吊車吊掛組立	進行作業前先行建置扶手框，在人員進行高空作業時，可有效防止墜落發生	母索先行工法屬此一等級，其安全理念為於墜落發生時降低其傷害

扶手先行工法防護理念

- 為提供全面性臨時防護設施，以及考量國內施工現況及便利性，進行施工架組拆時，在施工架四周設置推進式先行扶手框



設置推進式先行扶手框



設置雙側先行扶手框

扶手先行工法防護理念

- 扶手框具一定高度，提供阻絕功能，依施工圖說確實設置，組拆過程中人員可免除鉤掛安全帶，以提高組拆便利性
- 組拆過程中，人員須佩戴背負式安全帶，以因應組拆作業的突發異常狀況(如構件脫落)，使人員可鉤掛安全帶進行修補作業



人員須佩戴背負式安全帶

扶手先行工法防護理念

- 為避免架設先行扶手框所可能造成其他開口的產生，以及預防先行扶手框構件飛落等問題，在設置先行扶手框掛具時，須確實固定掛具，並確認扶手框確實裝置於掛具，不會有脫落、鬆動情形



扶手先行工法防護理念

- 為避免人員上下樓梯時發生墜落意外，須在人員上下前即先設置好樓梯扶手，由兩人於施工平台上將樓梯扶手設於施工架外側（如框式施工架交叉拉桿側）



樓梯扶手設於施工架外側

結語

- 工法安全著重於知與行
- 新工法常衍生新的問題
- 著重工法安全有機會形成安全的新工法
- 工法的開發需預先考量安全問題
- 工法的適當選用可提高整體施工安全性

簡報結束

請惠予指教 謝謝

