



中國工程師學會工程會刊職業安全衛生研討會

設計階段施工風險評估之實施 -以橋梁耐震補強工程為例

主講人:蔡正雄

作者：

台灣科技大學營造業職業災害防治中心執行長/蔡茂生

美商同棧國際工程顧問股份有限公司總工程師/彭康瑜

美商同棧國際顧問股份有限公司結構部經理/吳明興

中華民國工程安全衛生管理學會理事長/蔡正雄



一、營造工程施工風險管理制度

● 國外法規、制度

● 歐盟 Directive 92/57/EEC - temporary or mobile construction sites

● 英國 CDM 規則

● 澳洲 NOHSC、CHAIR

● 日本 勞働安全衛生法第88條

● ISO31000

● 國內相關法規

1.1 歐盟 Directive 92/57/EEC(1/2)

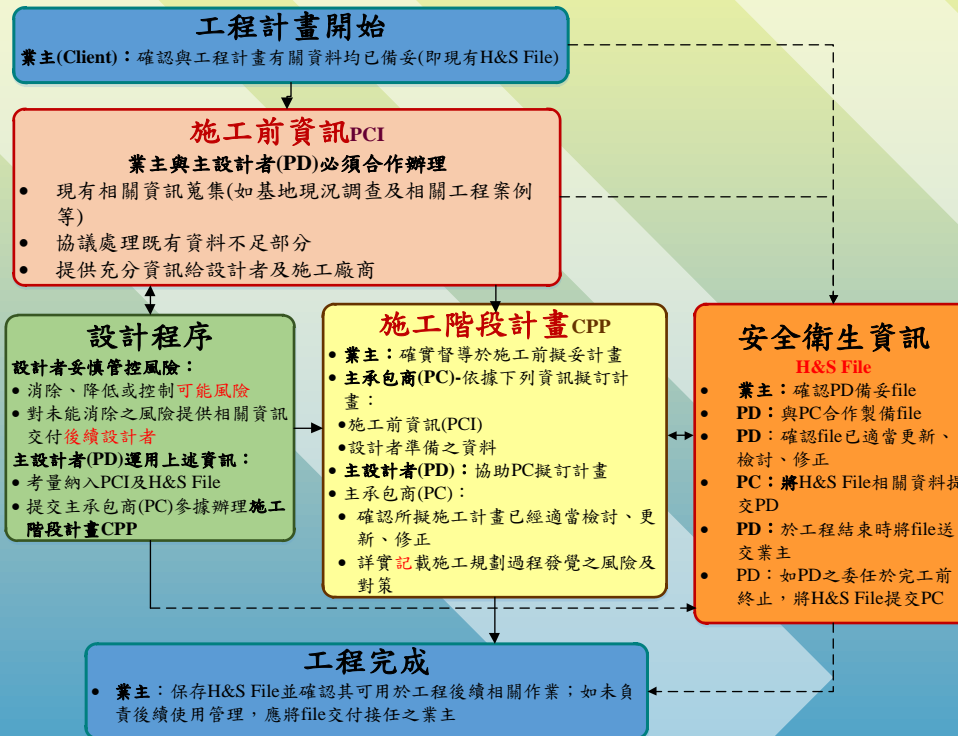
- 
- 為提高營造施工安全，歐盟於1993.5.24頒定 Directive 92/57/EEC - temporary or mobile construction sites。
 - 分別規定：雇主、工程顧問(project supervisor)、安全衛生協調員(health and safety coordinator)、勞工等之職責。

1.1 歐盟 Directive 92/57/EEC(2/2)

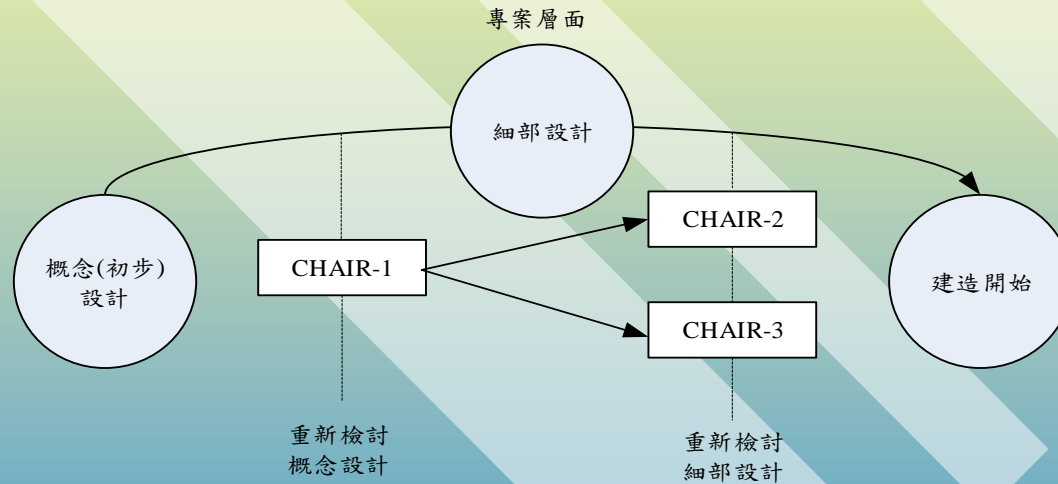
● 依 Directive 89/391/EEC 擬定風險管理對策：

- 避免風險
- 風險評估
- 風險源頭處理
- 訂定各權責者應辦理事項
- 訂定技術程序
- 消除或降低風險措施
- 研擬全程風險預防策略
- 訂定預防措施之優先順序
- 提供勞工安全作業指引

1.2 CDM 施工安全衛生資訊及傳遞流程



1.3 澳洲 CHAIR



CONSTRUCTION HAZARD ASSESSMENT IMPLICATION REVIEW

1.4日本營造工程施工計畫送審規定

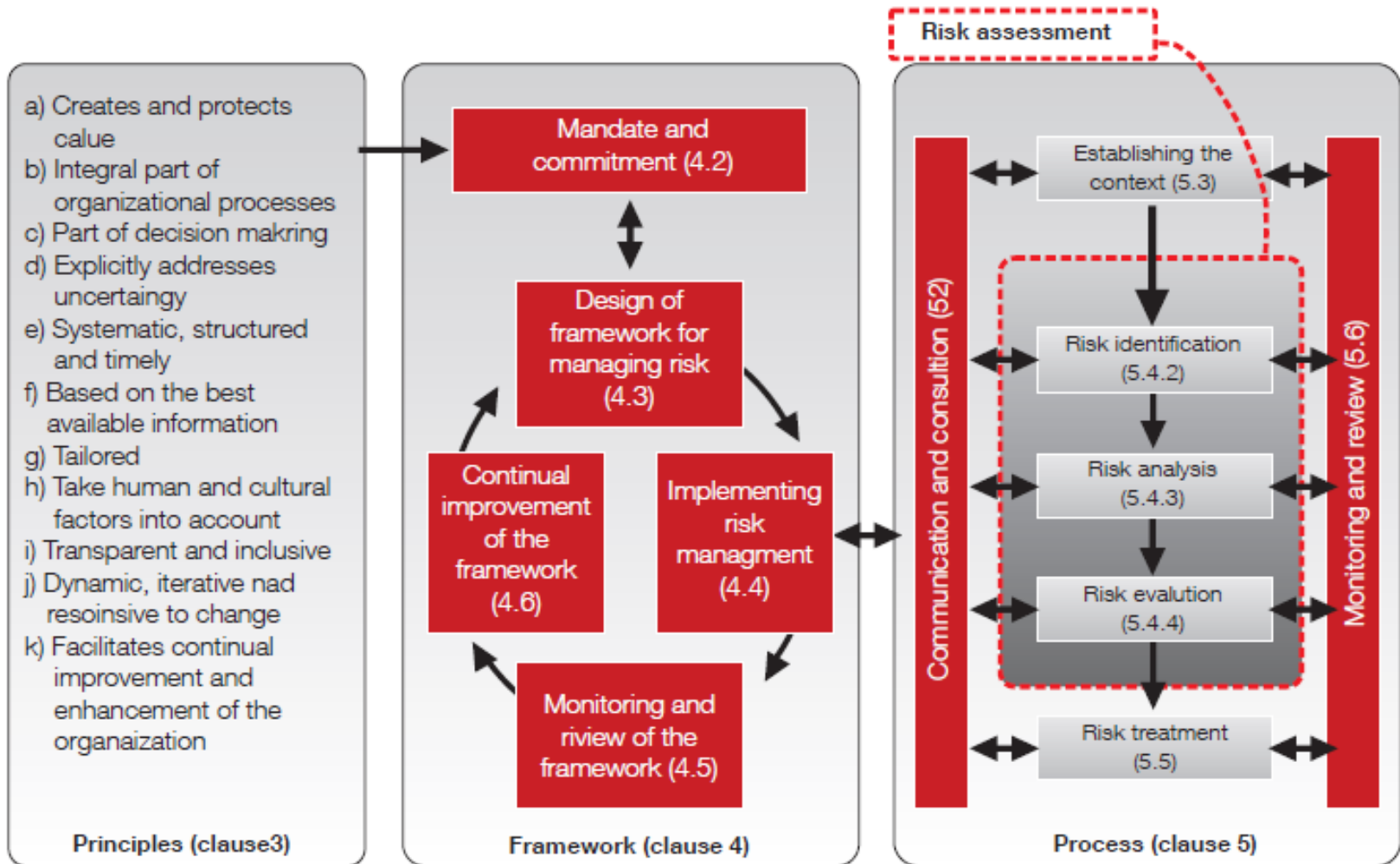
	中央(厚生勞動省)審查之工程	地方審查之工程
應申報工程	可能發生重大職業災害之特殊大規模工程(法88條2項)細項內容如下(則89條)	其他工程(法88條3項)細項內容如下(則90條)
	高度300m以上之塔	
	堤高150M以上之壩堤工程	
		高度超過31M建築物或工作物(橋梁除外)之建設、改建、解體及破壞(以下簡稱「建設等」)之工程
	最大跨度500M(吊橋為1000M)以上之橋梁工程	最大跨度50M以上之橋梁建設等工程
		最大跨度30M以上未滿50M之橋梁之上部構造之建設等工程
	長度3000M以上之隧道工程	隧道等之建設等工程
	長度1000M以尚未達3000M之隧道工程伴隨深度50M以上豎井(供作通路使用)開挖之工程	
		開挖高度或深度10M以上之地層開挖作業
		開挖深度或高度10M以上，以進行土石採取作業之工程
	自坑內進行土石採取開挖作業之工程	
	以壓氣工法作業之工程	以壓氣工法作業之工程
		石綿等噴塗或石綿等除去作業之工程。
		廢棄物焚化爐或設有廢棄物焚燒設施之廢棄物焚化爐、集塵等設備之解體等工程
申報期限	開工前30日	開工前14日
審查權責	厚生勞動省勞動大臣	都道府縣勞動基準監督署長
審查方式	深度技術審查 得邀請具經驗之專家參予審查	
審查後處置	對計畫內容提出勸告或要求	

1.5 ISO31000風險管理標準



- 風險管理原則(Clause3)
- 風險管理架構(Clause4)
- 風險管理流程(Clause5)

ISO31000示意

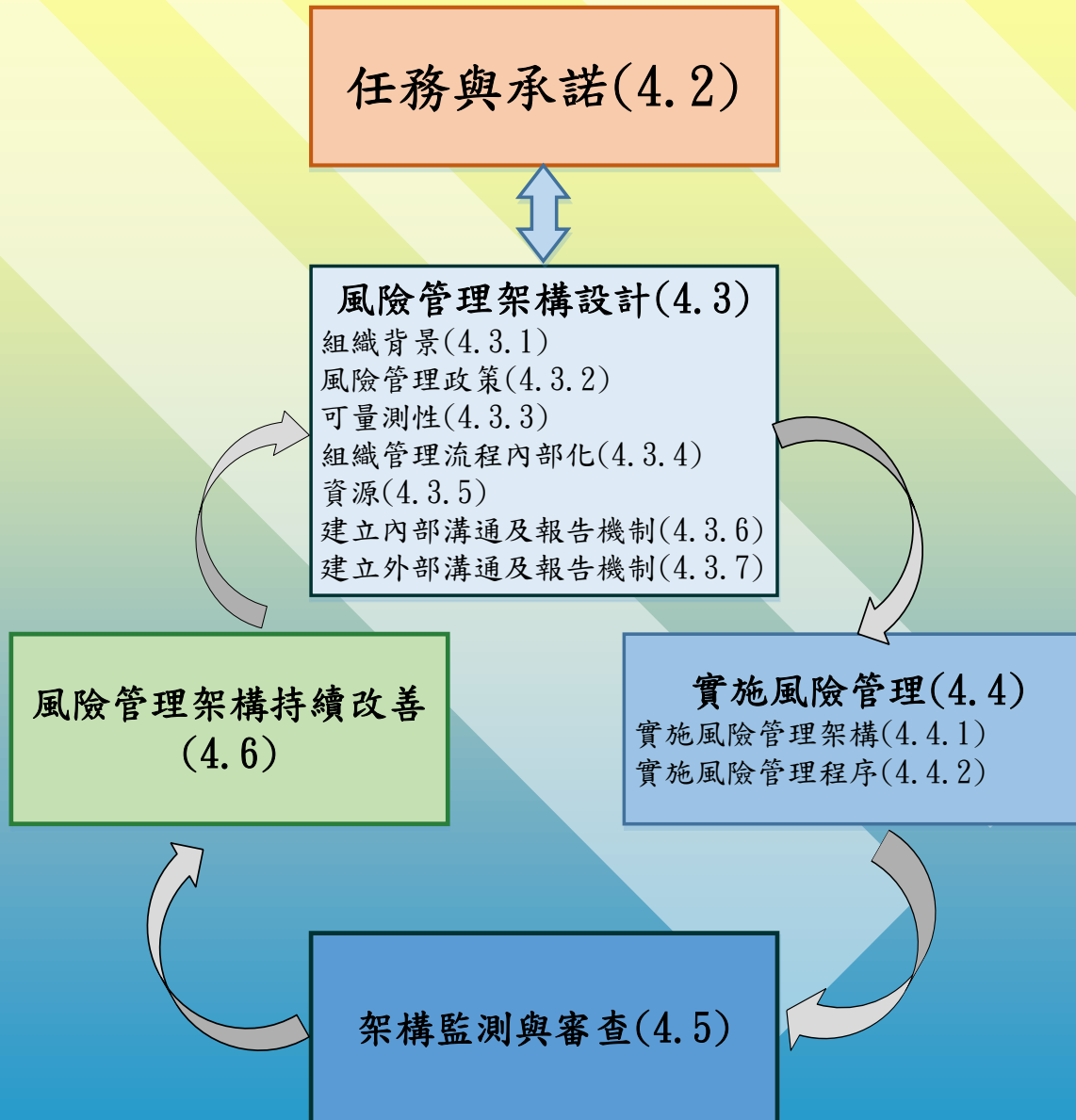


1.5.1 ISO31000風險管理原則(clause3)

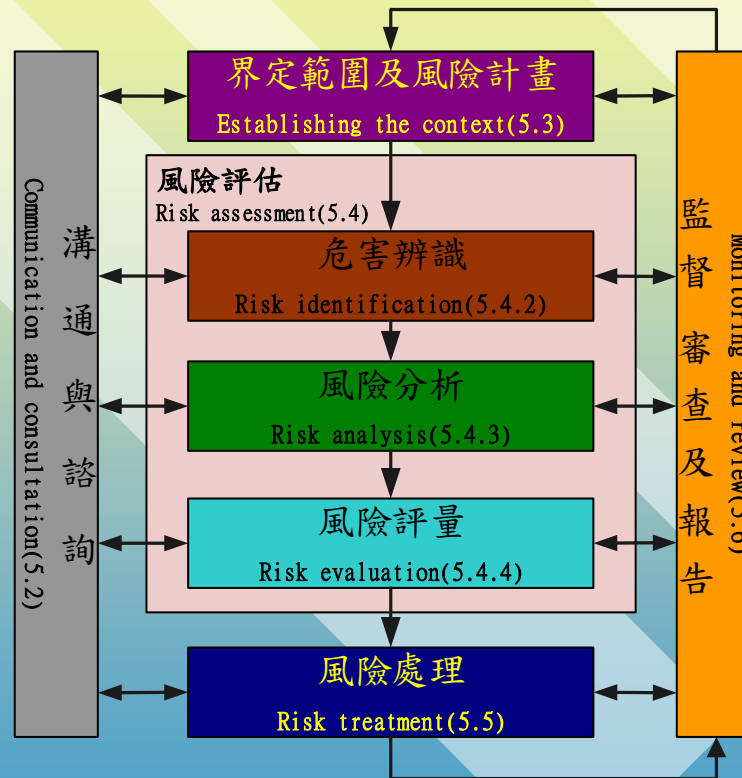
- 1.創造並保護價值(Creates value)
- 2.組織管理流程之一部分(Integral part of organizational processes)
- 3.決策之一部分(Part of decision making)
- 4.明確地指出不確定性(Explicitly addresses uncertainty)
- 5.系統性、結構性、即時性(Systematic, structured and timely)
- 6.植基於最佳可用資訊(Based on the best available information)
- 7.量身訂製(Tailored)
- 8.將人性、文化因素列入考慮(Takes human and cultural factors into account)
- 9.透明、包容(Transparent and inclusive)
- 10.動態、互動、變更因應(Dynamic, iterative and responsive to change)
- 11.各項設施持續改進及組織強化(Facilitates continual improvement and enhancement of the organization)



1.5.2 ISO 31000 : 2009 風險管理循環運作架構



1.5.3 ISO 31000:2009 風險管理實施流程

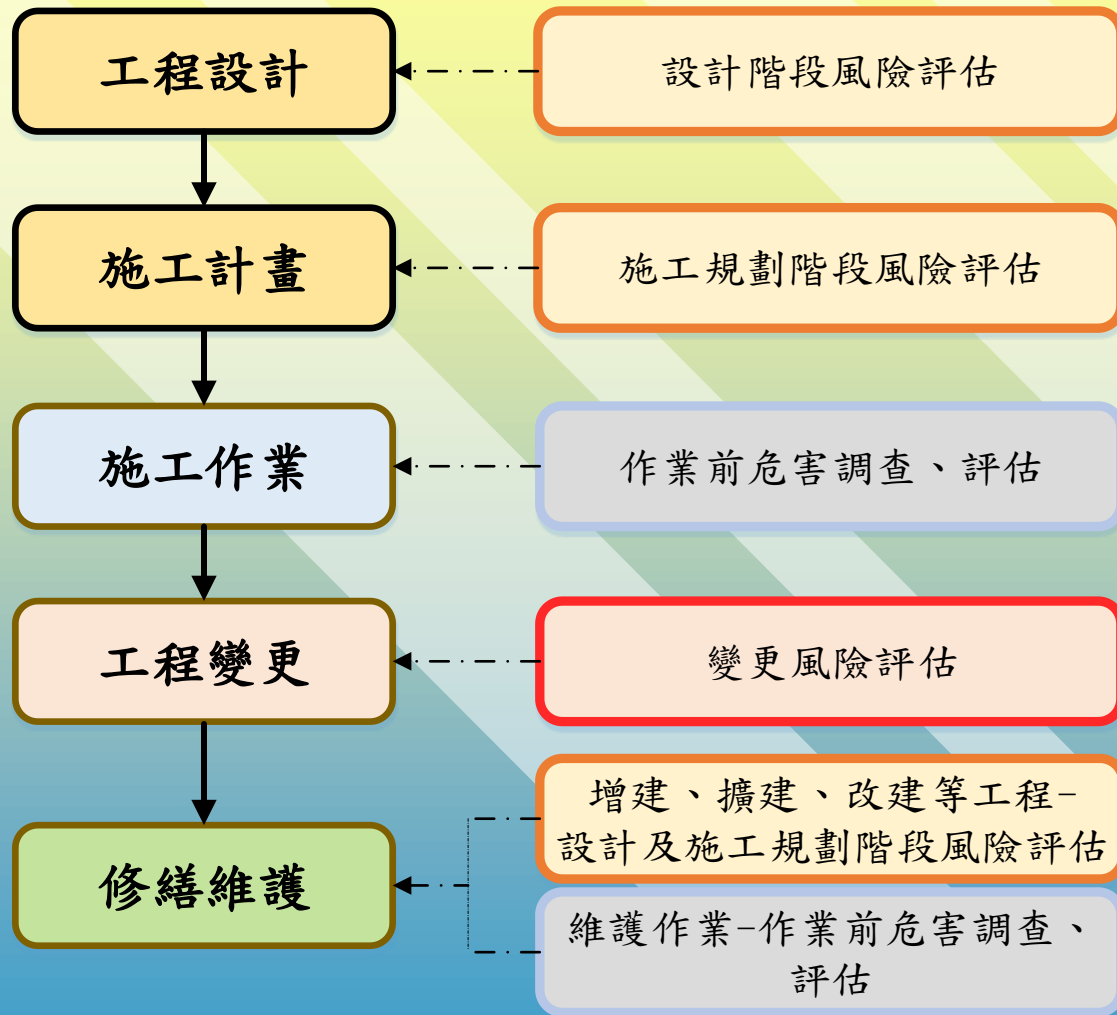


1.6我國施工風險管理相關規定

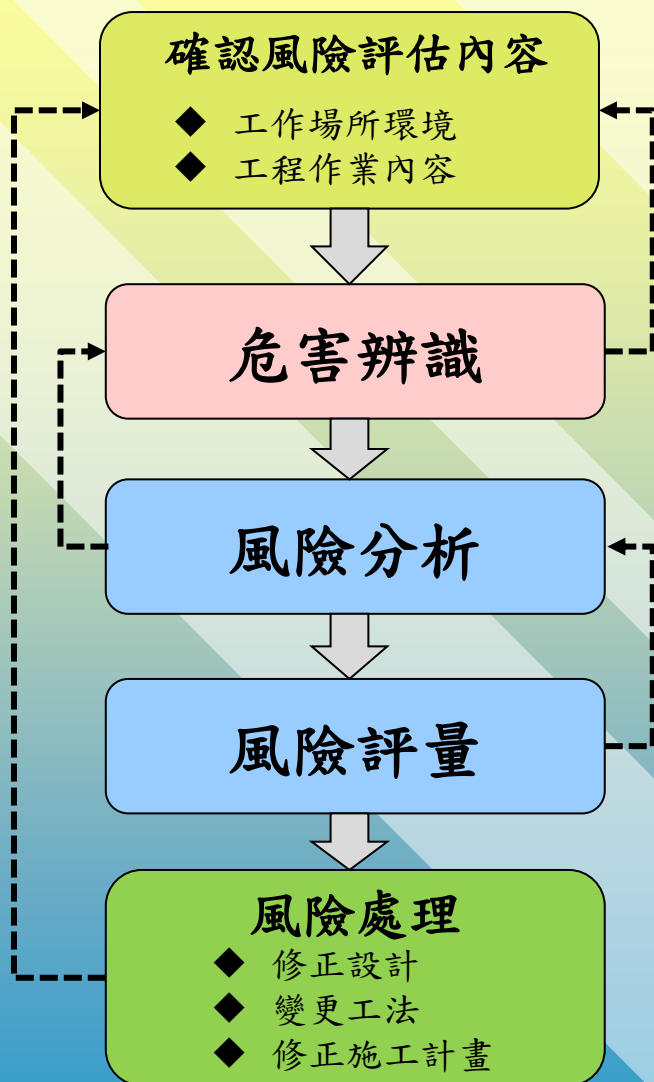
實施階段	類型	實施者	成果運用	法令依據	
工程設計	施工風險評估	工程設計單位	修正設計、編定施工安全衛生規範、安全衛生經費等	職業安全衛生法第5條第2項	
施工規劃	施工風險評估	施工單位	修正施工計畫(含職業安全衛生管理計畫、分項工程作業計畫等)	職業安全衛生法第5條第2項、第23條 職業安全衛生法施行細則第31條 職業安全衛生管理辦法第12條之1	
	危險性工作場所施工安全評估	施工單位	同上	勞動檢查法第26條	
作業前	危害調查、評估	施工單位(職業安全衛生人員或專任工程人員)	確認作業計畫內容、工具箱會議及危害告知	營造安全衛生設施標準第6條	
變更前	變更風險評估	施工單位	修正施工計畫	職業安全衛生管理辦法第12條之3	
修繕 維護 作業 (含 拆除)	未變更 構造者	作業前危害調查、評估	施工單位(職業安全衛生人員或專任工程人員)	修正操作維護計畫	營造安全衛生設施標準第6條
	增建、 改建、 修建	設計階段 施工風險評估	工程設計單位	修正設計、編定施工安全衛生規範、安全衛生經費等	職業安全衛生法第5條第2項
		施工規劃 階段 施工風險 評估	施工單位	修正施工計畫(含職業安全衛生管理計畫、分項工程作業計畫等)	職業安全衛生法第5條第2項、第23條 職業安全衛生法施行細則第31條 職業安全衛生管理辦法第12條之1
		作業前 危害 調查、 評估	施工單位(職業安全衛生人員或專任工程人員)		營造安全衛生設施標準第6條



1.6.1 營造工程施工風險評估類型



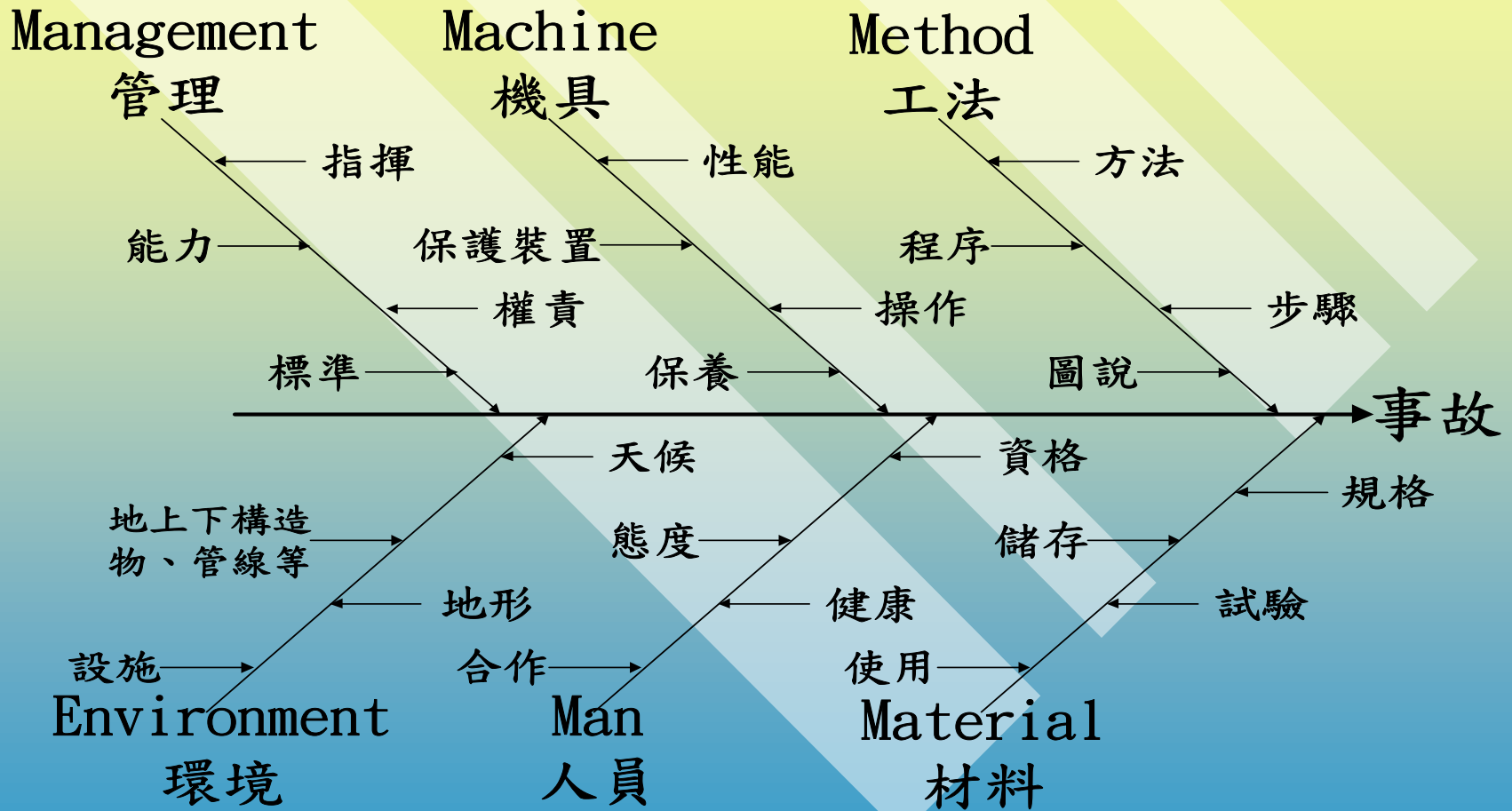
二、施工風險評估之實施



2.1 營造工程危害辨識要旨

- 危害來源：工作內容、作業場所
- Keyword：5M1E

危害辨識要領-5M1E



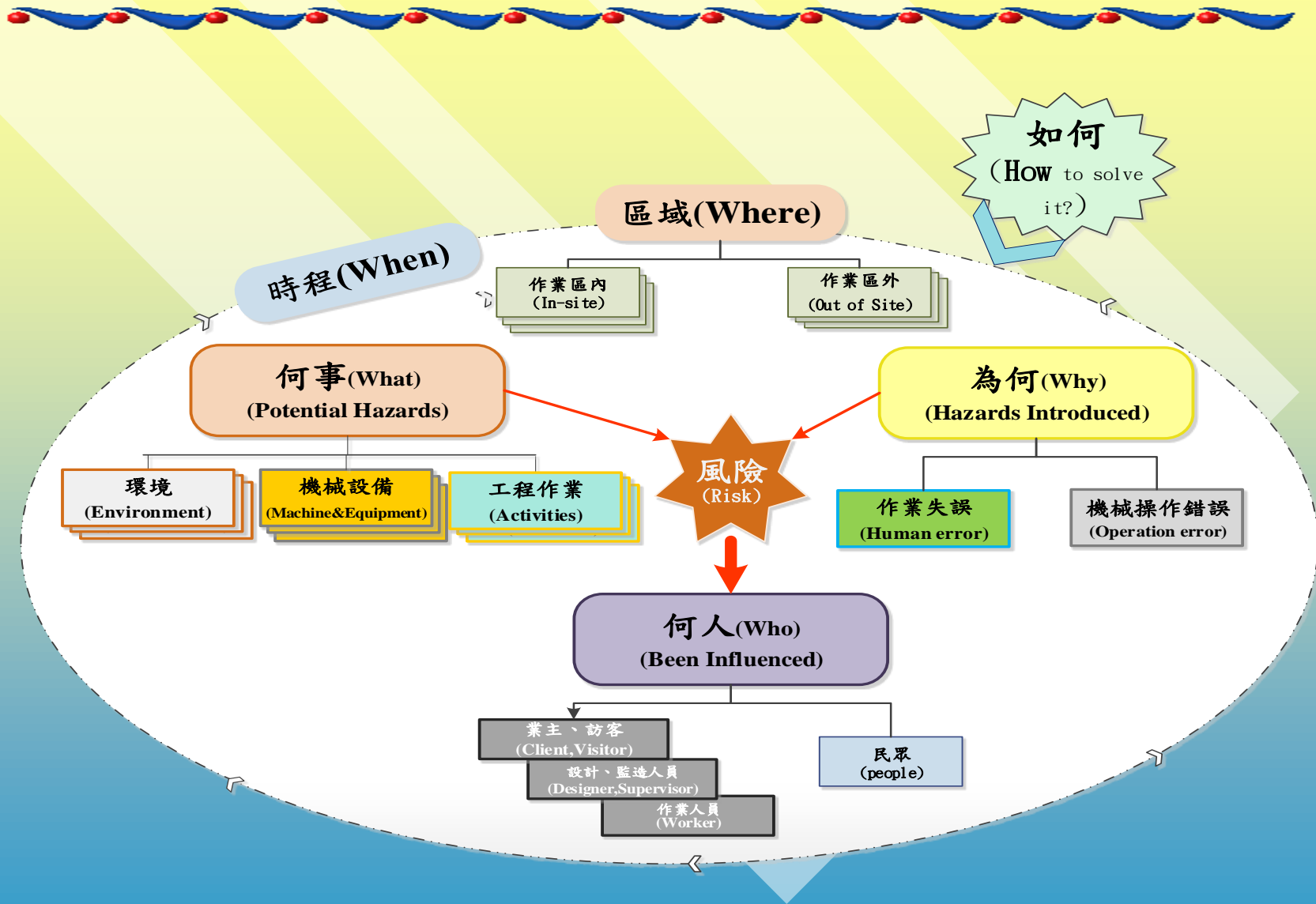
2.2 風險分析



● 分析危害發生作用之過程

● **Keyword : 5W1H**

風險分析要領-5W1H



2.3 風險評量

評量風險發生之可能性及嚴重度，以估量風險值，評定風險等級。

風險評量值			嚴重度		
			重大	中等	輕微
			3	2	1
可能性	極為可能	3	高度風險 9	高度風險 6	中度風險 3
	有可能	2	高度風險 6	中度風險 4	低度風險 2
	可能性低	1	中度風險 3	低度風險 2	低度風險 1

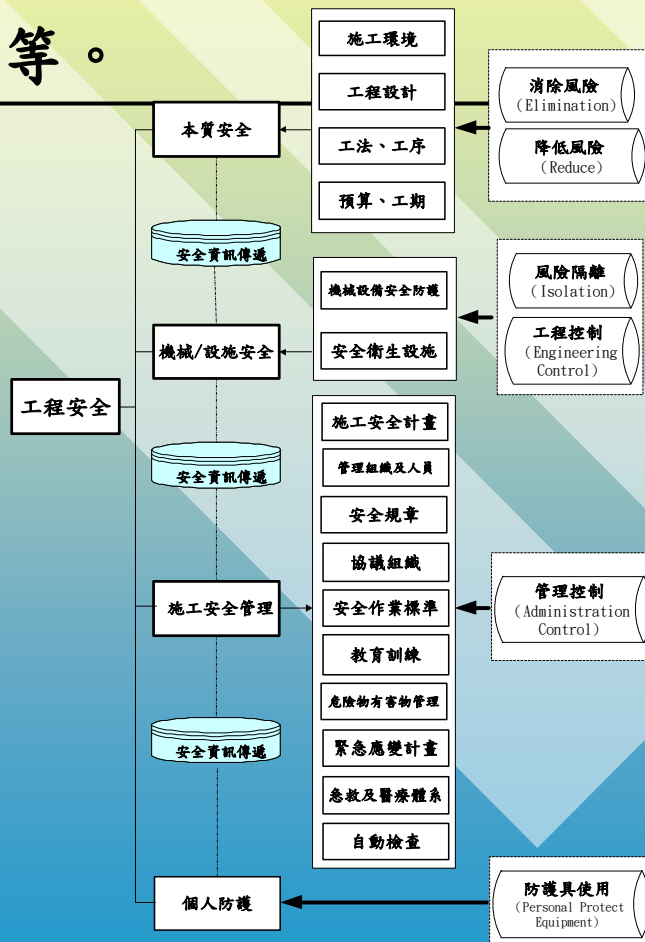
風險評估值	風險等級
6~9	高度危害
3~4	中度危害
1~2	低度危害



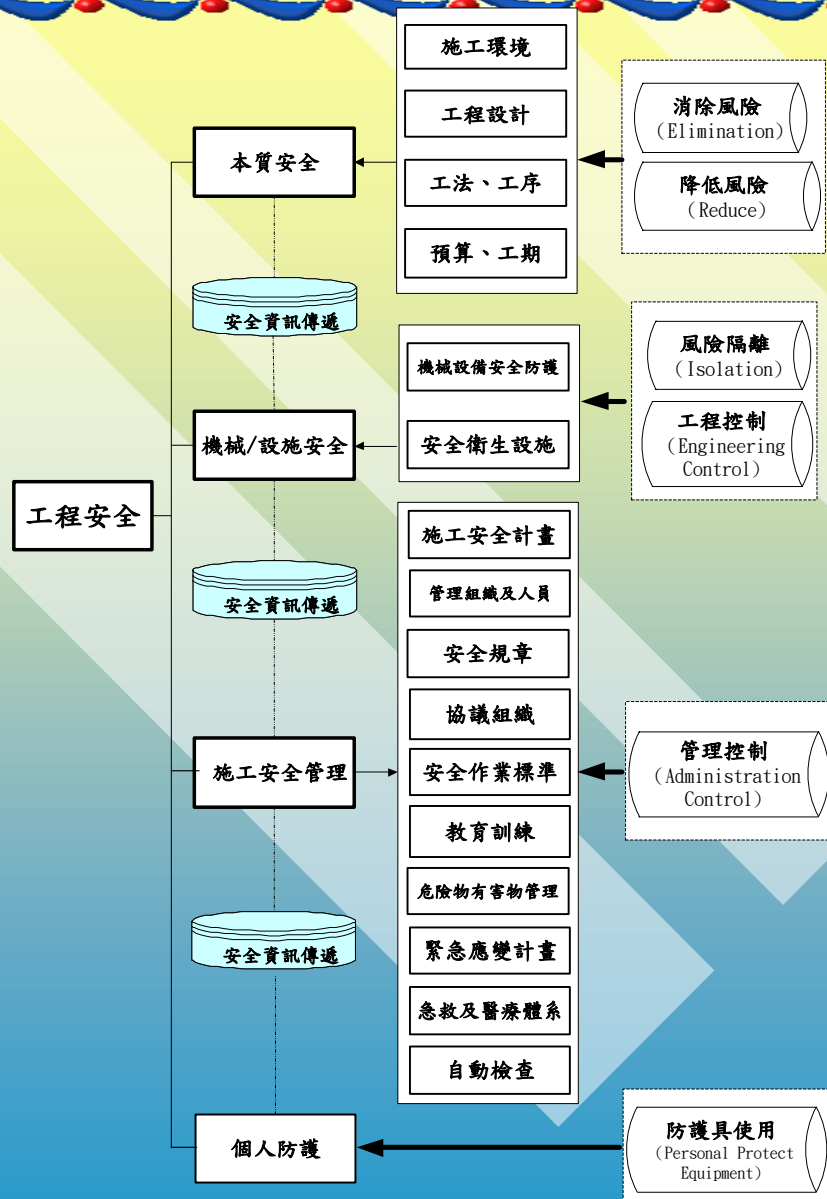
2.4 風險對策

對不可接受之風險擬定風險對策。

風險對策之類型依序為：消除風險、降低風險、工程控制、管理控制、個人防護具等。



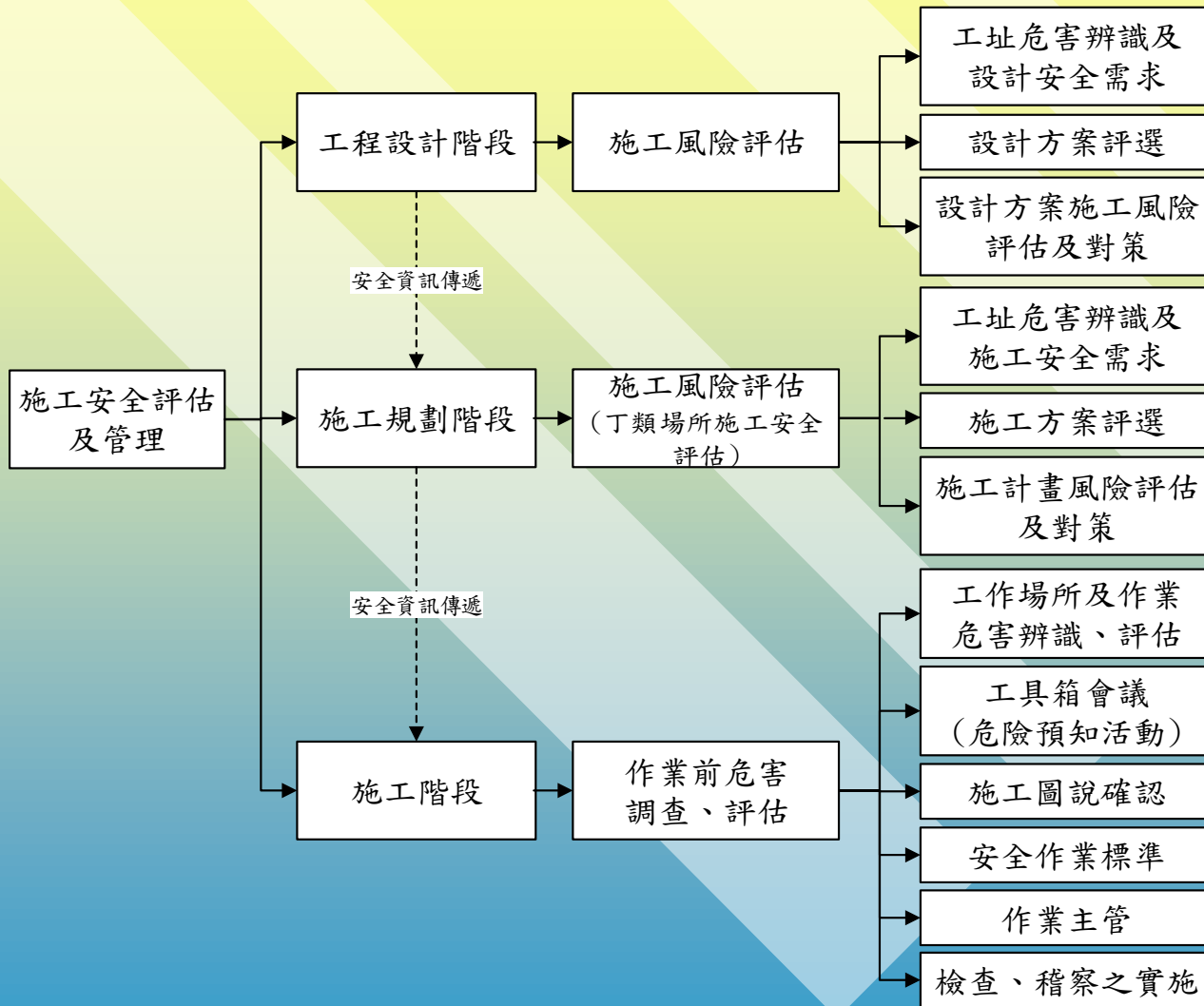
2.4.1 營造工程施工風險對策類型



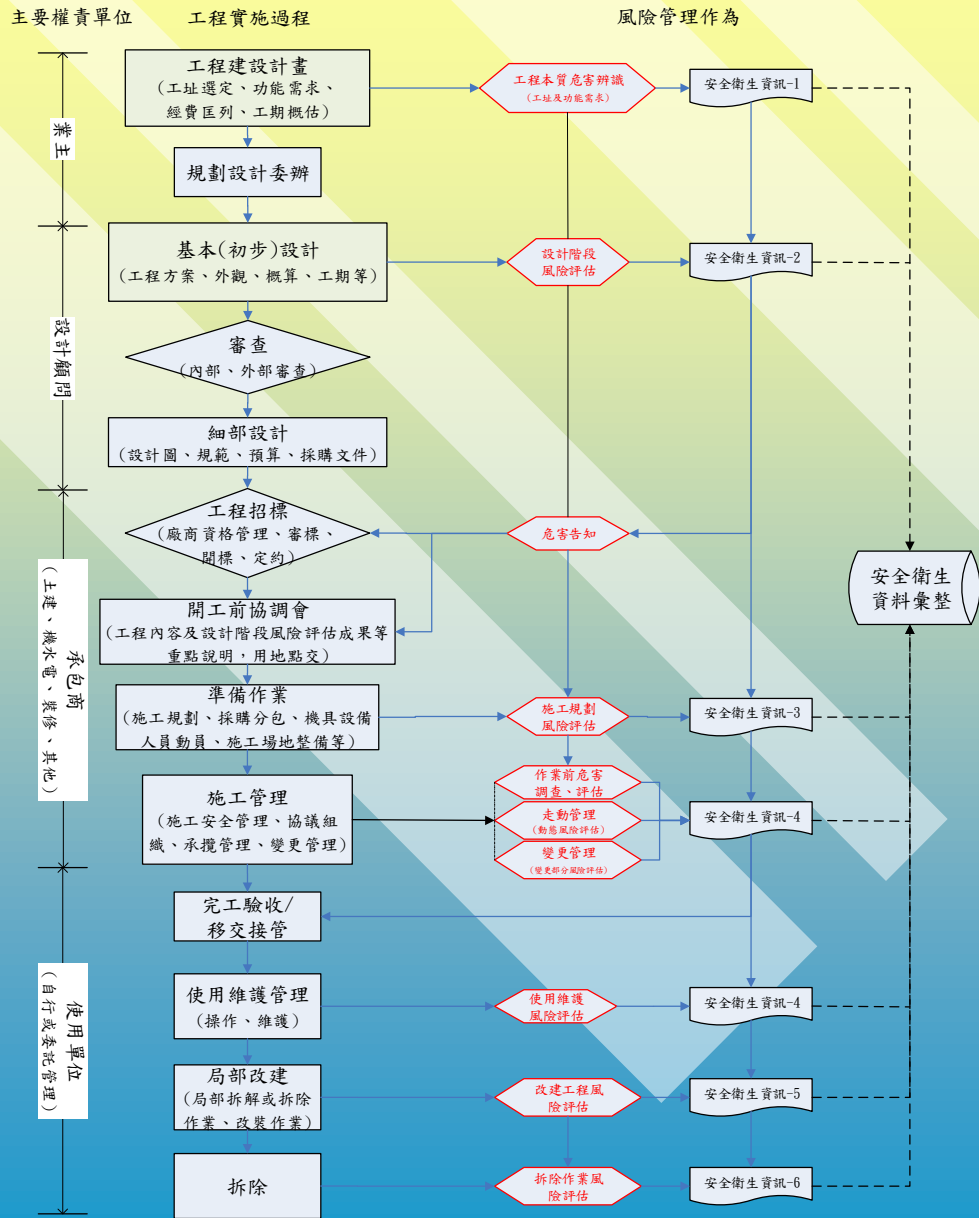
2.4.2 風險對策之追蹤與管制

應管制、追蹤風險對策之執行狀況及成效，發覺對策無法有效管控風險時，應再行評估，研擬適當之對策。

2.5 施工風險評估及安全管理體系

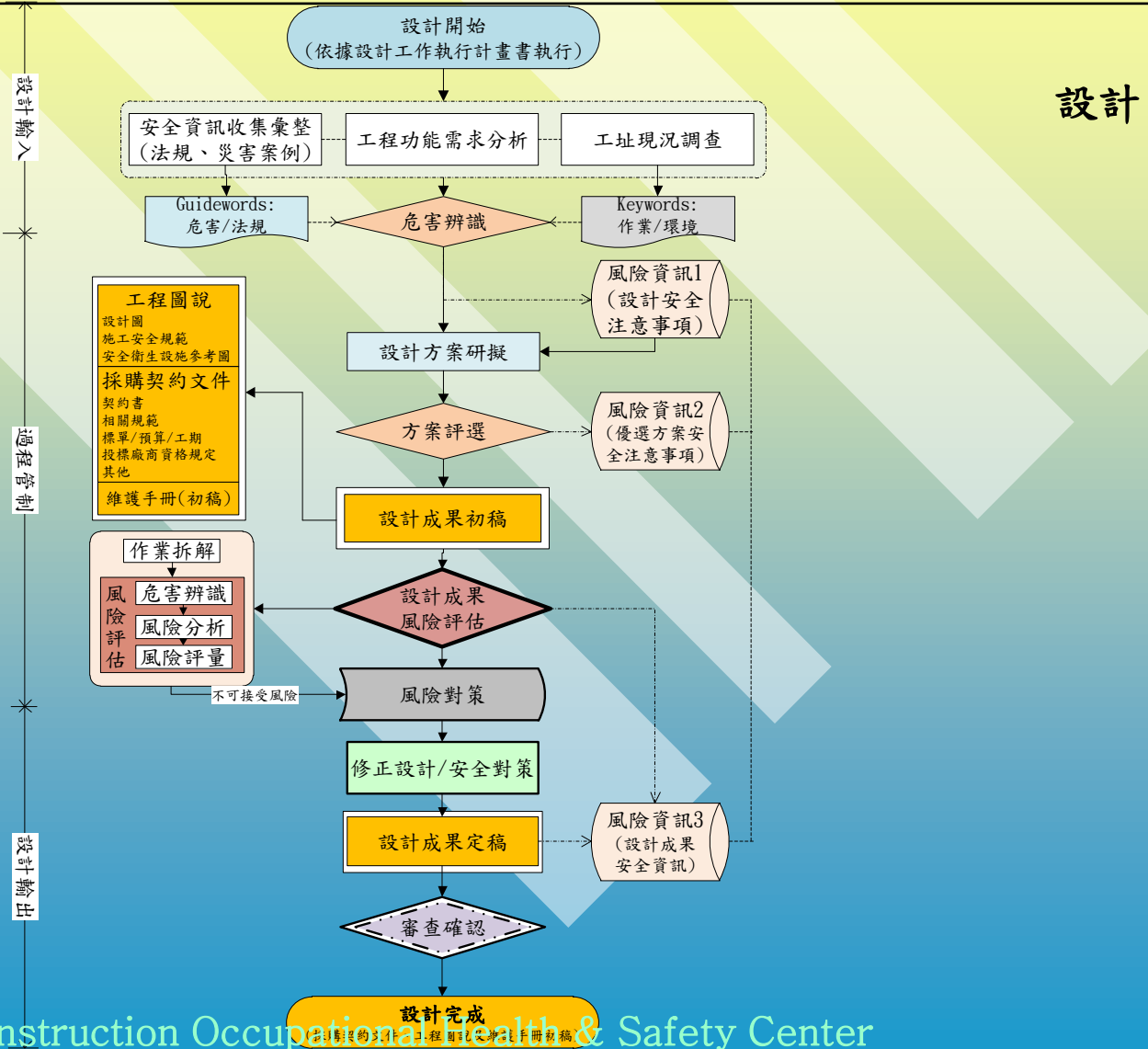


2.6 營造工程施工風險管理實施流程



2.7 工程設計階段施工風險評估

工程設計者應就工程規劃設計成果實施施工風險評估。



風險對策執行成果確認表格式(例)

工程名稱：				
評估階段： <input type="checkbox"/> 工程設計 <input type="checkbox"/> 施工規劃 <input type="checkbox"/> 作業前 <input type="checkbox"/> 工程變更 <input type="checkbox"/> 其他(請說明)				
風險評估成果				
分項工程	評估作業內容	危害類型	可能災害狀況	風險對策
風險對策實施內容	處理程序		需用資源	實施時程
風險對策成效追蹤				
簽署欄	風險對策負責人	結案審查		
		審核	核准	結案日期

說明：

- 1.將風險評估後所擬之對策內容詳實填列於「風險對策實施內容」，包含：處理程序、需用資源、負責人員、實施時程等。
- 2.管制追蹤風險對策實施成效，填寫於「風險對策成效追蹤」，以確認對策成效。
- 3.風險對策處理完竣後，呈核結案。

三、橋樑耐震補強設計風險評估

- 耐震補強工程類型
- 耐震補強工程施工安全管理特性
- 耐震補強工程施工風險評估之實施
- 風險評估成果之運用

3.1 橋梁耐震補強工法(1/3)

● 構件補強方案：

- 橋柱包覆補強（包括鋼筋混凝土包覆、鋼板包覆及FRP包覆）
- 帽梁補強
- 基礎增樁補強
- 增設連梁
- 增設剪力牆等。

3.1 橋梁耐震補強工法(2/3)



● 增加構件方案：

- 增設止震設施(RC止震塊、鋼製止震裝置)
- 增設防震拉條
- 加長防落長度等。

3.1 橋梁耐震補強工法(3/3)

- 系統補強方案：
 - 抽換為減震支承
 - 增設阻尼器
 - 增設地震力分散裝置
 - 位移拘束工法
 - 功能性支承補強理念等

3.2 橋梁耐震補強工程施工特性

- 作業位置多及施工量少
- 作業空間小及姿勢受限
- 專業技術性高
- 施工效率較低

3.3耐震補強工程設計階段施工風險評估

● 準備作業-

- 施工風險評估小組

- 工址現況勘查

● 基地環境及設計功能需求危害辨識

● 設計方案評選

● 設計成果風險評估

● 評估成果之運用

- 修正設計

- 安全設施參考圖繪製

- 施工安全規範

- 預算編列



3.3.1 基地環境及設計功能需求危害辨識

類別	內容	潛在危害	危害對策	對策處置人員	備註
補強工程	河川橋	(1) 鄰近河川作業之溺斃風險	(1) 設置救生艇、救生圈、警告標示與作業人員使用之救生圈	結構部	
	穿越橋 (高架橋)	(1) 高處作業墜落危害 (2) 箱梁內局限空間作業	(1) 個人防護具 (安全帽及安全帶) (2) 架設施工架或使用工作車 (3) 通風、檢測、進出管制、動火管制 個人防護具	結構部	
	跨越橋	(1) 高處作業墜落危害	(1) 個人防護具 (安全帽及安全帶)	結構部	
	匝、環道橋	(1) 衝撞危害	(1) 交通維持	計畫部	



3.3.2增設鋼板止震裝置作業拆解

分項工程：結構工程-增設鋼板止震裝置		
第一階作業	第二階作業	作業步驟
前置作業	搭設施工架	施工架組立
	開設施工孔道	箱梁若無人孔，使用鑽孔機於箱梁底部鑽設人孔。
表面處理	表面刨除	以水刀機或人工打毛表面
箱梁底板加厚補強	鑽孔植筋	鑽孔植入鋼筋
	模版組立	混凝土止震塊以木模或鋼模組立
	灌漿混凝土澆置	預拌車、泵浦車作業
	養護	澆水
	模版拆除	人工拆除
安裝鋼板止震裝置	箱梁底板鑽孔	，高空作業車配合鑽孔機作業
	安裝箱梁內部鋼板及高強度螺栓	吊車吊掛鋼板，以高空作業車配合安裝
	防震板安裝 鋼板止震裝置安裝	吊車吊掛防震版及鋼板止震裝置，以高空作業車配合安裝
	螺帽鎖固	以高空作業車人工鎖固
復舊作業	模版拆除 施工架拆除	吊卡車拆除

3.3.3增設鋼板止震裝置施工風險評估

風險評估表

分項工程：結構工程-增設鋼板止震裝置

作業拆解			危害辨識	風險分析	風險評量				風險對策	負責人員	對策後風險審核			
第一階作業	第二階作業	作業步驟及作業條件	可能之危害類型	可能出現之風險狀況及後果	可能性	嚴重度	風險值	風險等級			可能性	嚴重度	風險值	風險等級
前置作業	搭設施工架	吊卡車搭設臨時施工架	物體飛落、墜落、物體倒塌	1. 吊卡車吊掛施工架不慎脫落 2. 施工架物料堆置不當，造成傾倒 3. 未依安全作業標準組立 4. 未確實使用安全帶	4	3	12	高度風險	1. 訂定安全作業標準 2. 作業區域圍圍管制 3. 物料堆置穩妥 3. 正確使用個人防護具	土木部	2	3	6	中度風險
	開設施工孔道	使用鑽孔機具於箱梁底部開人孔	墜落、火災、爆炸	1. 作業人員攀爬進入箱梁，不慎失足墜落。 2. 箱梁內作業，導致火災及爆炸等風險	4	4	16	重大風險	1. 設置垂直式安全母索 2. 箱梁內作業應實施進出管制及氣體檢測、動火管制 3. 通風換氣 4. 防爆型照明設備	土木部	3	4	12	高度風險
表面處理	表面刨除	以水刀機或人工打毛表面	割傷	1. 水刀握持不慎致脫落誤擊人員或造成眼部傷害	4	4	16	重大風險	1. 落實使用防護面罩	土木部	3	4	12	高度風險

3.4 風險評估成果之運用



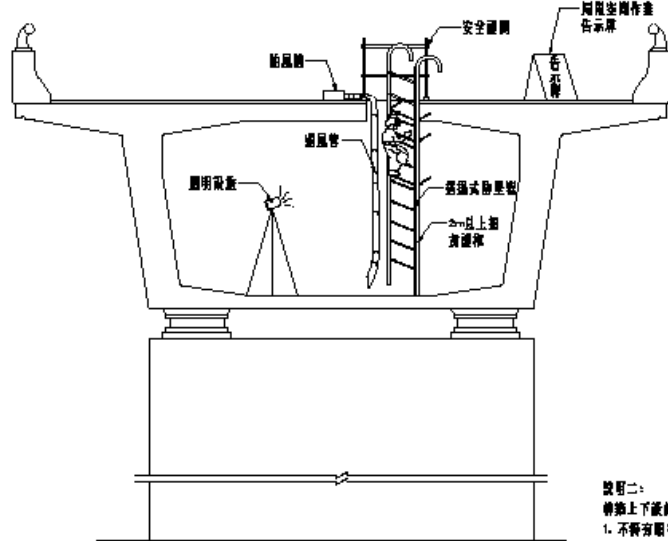
3.4.1 高風險作業篩選

- 基礎開挖作業
- 水刀清洗作業
- 局限空間(箱梁內等)作業
- 施拉預力作業
- 高處作業
- 鄰水作業



3.4.2安全衛生參考圖

圖號	名稱	圖號	名稱
MS-001	安全衛生設施提示重點一覽表	MS-010	安全護欄示意圖
MS-002	個人防護具及人員識別示意圖	MS-011	鋼筋加工場安全設施示意圖
MS-003	緊急通報告示牌	MS-012	串方塊混凝土護坡安全措施示意圖
MS-004	起重機防護設施示意圖	MS-013	用電設備絕緣防護網參考示意圖
MS-005	鋼筋防護措施示意圖	MS-014	橋墩耐震補強安全措施示意圖(一)
MS-006	安衛告示牌示意圖	MS-015	橋墩耐震補強安全措施示意圖(二)
MS-007	施工上下設備示意圖	MS-016	臨近高壓線路施工防護示意圖
MS-008	感電防護設施示意圖	MS-017	鄰水作業相關安全設施示意圖
MS-009	警示標誌及安衛標語參考示意圖		

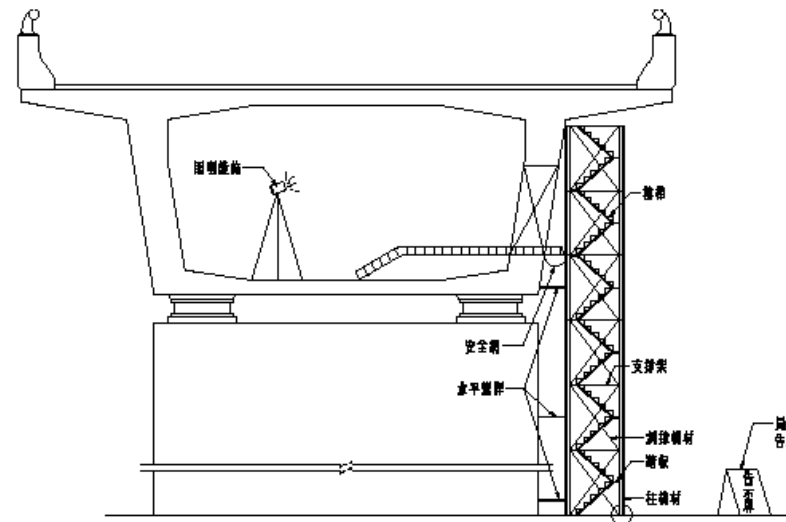


橋梁局限空間示意圖(一)

NTS

說明一：

- 禁止作業範圍人員進入局限空間之作業場所，並於入口處設置告示牌禁止進入之標示。
- 勞工於局限空間從事作業時，因空間大或應檢性設備可能有缺損空漏、急需動火或流入其他有害勞工者，應採取適當防護、急需動火或流入其他有害勞工者，應採取適當防護、急需動火或流入其他有害勞工者，應採取適當防護。
- 有危害勞工之虞之局限空間從事作業時，應指定專人維護該作業場所，除維護安全裝置等應由該專人負責外，該作業場所無缺損或危險物等應由該專人負責，維護該專人應於三年。
- 有危害勞工之虞之局限空間從事作業時，其進入許可應由業主、工作場所負責人或現場作業主管負責簽發，並作填註保存一年。
- 進入局限空間從事作業、切割、磨蝕及加熱等危險作業時，應由維護安全之專人負責，並由業主、工作場所負責人或現場作業主管維護安全，維護專人負責，維護專人。
- 局限空間從事作業，有危害勞工之虞時，應由作業場所入口處設置告示牌下列注意事項，供作業勞工知悉：
 - 作業有可能引起缺氧等危害時，應經許可始得進入之必要。
 - 進入該場所時應採取之防護。
 - 事故發生時之緊急撤退及緊急聯絡方式。
 - 現場監督人員姓名。
 - 其他作業安全應注意事項。
- 於該空間口處應設置告示牌，應有防止墜落之安全設施外，應由專人負責維護安全及應上安全等，並知照安全相關事項。
- 應明確告知可發現異常應採取之措施。
- 局限空間作業告示牌前，應明確列明注意事項，並供作業人員知悉及遵守。
- 作業區域應由監督人員目視監視者，應使勞工備有安全帶或可吊掛人員之安全帶之裝置。
- 裝置可以吊掛或鎖鎖掛吊升之緊急救援設備，但現製裝置或吊掛，應採取適當之緊急救援設備者，不在此限。



橋梁局限空間示意圖(二)

NTS

說明二：

- 轉動上下旋轉之材料，應依下列規定辦理：
- 不齊有顯著之斷裂、變形或腐蝕。
 - 使用之鋼材等金屬材料，應符合國家標準 CNS4750 鋼管施工架同等或以上抗拉強度。
 - 應經許予以適當之保護並維持各部分之牢度。
 - 以鋼材作支撐而充分之支撐。
 - 應具備材料、應適當等維護，並採取適當安全設施，以維護穩定。
 - 應具備適當之穩定性，必要時應適當維護，並系上下適當深層之立柱與適當之型實得分布固連。
 - 對於鋼管施工架之設置，應依下列規定辦理：
 - 使用國家標準 CNS4750 型之鋼管，應符合國家標準同等或以上之規定；其他型式之鋼管，其材料之材料表、強度、減縮率及製造，應符合國家標準 CNS4750 同等或以上之規定。
 - 首次設置之鋼管，應採取適當之維護，並於明顯處之鋼管標示。
 - 若有顯微之彎曲式鋼管，應工作時，其鋼管應以有效方法固定之；勞工於其上作業時，不得移換鋼管。
 - 鋼管之連接部分或交叉部分，應以適當之金屬鋼管或適當型實得固定，並以適當之鋼管材料補強。但各節式鋼管應以適當之鋼管或適當型實得連接。
 - 其他型式之鋼管，應依下列規定設置與適當之型實得：
 - 應能防止下列所列之情形發生：

明管施工架之種類	間隙(單位:公尺)	
	垂直方向	水平方向
單管式鋼管	五	五至五
斷式鋼管(保長未滿五公尺者除外)	九	九

- 應以鋼管或鋼管等適當之鋼管或適當型實得。
- 以該材料與其型實得者，其間隙與該材料之間隙在一公尺以下。
- 應採取適當之維護，應先將材料與鋼管或適當型實得者應採取適當之維護，應先將材料與鋼管或適當型實得者應採取適當之維護。
- 應以鋼管或鋼管等適當之鋼管或適當型實得。
- 應以鋼管或鋼管等適當之鋼管或適當型實得。
- 應以鋼管或鋼管等適當之鋼管或適當型實得。
- 應以鋼管或鋼管等適當之鋼管或適當型實得。

說明三：

- 橋梁內外局限空間作業時，應遵守統一規定。如有使用高空工作車時，應於事前依作業場所之狀況、高空工作車之種類、容量等訂定包括作業方法之作業計畫，使作業勞工周知，並指定專人監督勞工設置量電等作業。
- 為防止高空工作車之傾倒或翻轉，應將勞工、應將其外伸伸由完全伸出，並採取防止翻倒不均勻沉陷、時應適當等必要措施。
- 在工作台以外之場所從事作業時，應使操作者與工作台上之勞工間之距離正確，應指定一之監督者，並指定人員維護該操作者與工作台上之勞工間之距離。
- 不得將勞工、應將其外伸伸由完全伸出，不在此限。
- 不得將高空工作車之主要構造以外之構造。
- 不得將高空工作車之主要構造以外之構造。
- 使用高空工作車從事作業時，應由該專人負責維護工作台上之勞工間之安全。
- 高空工作車不得作為人員上下運輸用途。高空工作車應備有適當型實得等裝置。
- 應採取適當之維護，應先將材料與鋼管或適當型實得者應採取適當之維護。
- 應採取適當之維護，應先將材料與鋼管或適當型實得者應採取適當之維護。
- 應採取適當之維護，應先將材料與鋼管或適當型實得者應採取適當之維護。
- 應採取適當之維護，應先將材料與鋼管或適當型實得者應採取適當之維護。
- 應採取適當之維護，應先將材料與鋼管或適當型實得者應採取適當之維護。
- 應採取適當之維護，應先將材料與鋼管或適當型實得者應採取適當之維護。
- 應採取適當之維護，應先將材料與鋼管或適當型實得者應採取適當之維護。

中華民國交通部
臺灣區國道高速公路局

國道高速公路維護工程
(區段1-1)第M37C2標

圖號	修訂內容	日期

橋梁局限空間防護措施示意圖

圖號	修訂內容	日期

3.4.3 安全衛生施工規範

編號	章名
1	第01523章 施工安全衛生及管理
2	第0152A章 施工安全護欄
3	第0152C章 基礎上下設備
4	第0152E章 基礎施工安全衛生設備
5	第0152H章 臨水作業防汛演習訓練
6	第0152G章 工地進出管制
7	第0152I章 鄰水作業
8	第0153A章 施工便橋及構台
9	第01523F章 工程風險資訊傳遞

3.4.4安全衛生經費編列

項次	項目	單位	項次	項目	單位
1	職業安全衛生告示牌	面	25	基礎上下設備(爬梯式)	組
2	工地安全衛生工作守則告示牌	面	26	上下樓爬梯	組
3	緊急通報告示牌	座	27	攔截索	條
4	安全衛生管理人員	人月	28	救生圈(含救生繩)	個
5	安全帽	頂	29	救生衣	件
6	安全眼鏡	個	30	水位監視標尺	支
7	安全鞋	雙	31	水位監測警報系統及維護費	組
8	背負式安全帶	具	32	救生艇(動力)	台
9	防塵口罩	付	33	救生艇(無動力)	台
10	電焊口罩	個	34	工地即時監控系統	處
11	電焊面盾	個	35	安全欄杆	公尺
12	工作手套(棉質)	雙	36	局限空間防護措施	組
13	工作手套(電焊用)	雙	37	勞工臨時休息場所(25m ²)	處
14	反光背心	件	38	出入口管制人員	人月
15	反光背心(夜間型)	件	39	臨時活動廁所(一般)	座
16	絕緣毯	件	40	臨時活動廁所(女廁)	座
17	絕緣手套	件	41	支架式警示燈	盞
18	橡膠絕緣頭巾	件	42	黃色塑膠警示帶	卷
19	耳罩	付	43	出入口警衛亭	座
20	耳塞	套	44	高壓氣體鋼瓶儲存處(≥10平方公尺)	處
21	指揮棒	支	45	減速警告標誌	處
22	哨子	件	46	安全網(含覆網)	平方公尺
23	捲揚式防墜器	組	47	人員進出管理系統	式
24	蓄電型手電筒	支	48	安衛管理及其他安衛措施	式

四、建議

● 法制化

- 相關法規、制度之整合
- 明定業主、設計監造安全衛生權責

● 落實推動

- 採購管理-契約明列應辦理施工風險評估
- 施工風險評估工具之開發及推廣

● 系統性管理

- 風險管理系統之建置
- 風險管理平台
- 整合管理