



石門水庫至新竹聯通管工程

基本設計階段風險評估報告

(核定版)



主辦機關：經濟部水利署北區水資源局

中華民國 112 年 7 月

石門水庫至新竹聯通管工程

基本設計階段風險評估報告 (核定版)

主辦機關：經濟部水利署北區水資源局

執行單位：中興工程顧問股份有限公司

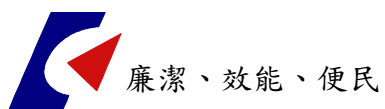
中華民國 112 年 7 月

石門水庫至新竹聯通管工程

基本設計階段風險評估報告

中華民國
112年7月

經濟部水利署北區水資源局



經濟部水利署北區水資源局

地址：桃園市龍潭區佳安里佳安路 2 號

總機：(03)4712001

傳真：(03)4712232

工程設計階段施工風險評估成果報告審查表

項目	審查內容	頁次	設計單位自行檢查	主辦機關審查	備註
一、施工風險評估小組	(一). 是否由計畫經理(專案設計負責人)召集人?	P. 9	是, 請詳表 2.1-1。	☒ 符合 ☐ 不符合	
	(二). 主要設計人員有否參與評估?	P. 9	是, 請詳表 2.1-1。	☒ 符合 ☐ 不符合	
	(三). 有否具備職業安全衛生專業人員?	P. 9	是, 請詳表 2.1-1。	☒ 符合 ☐ 不符合	
	(四). 其他				
二、準備作業	(一). 有否實施工址現況調查分析?	P. 16	是, 請詳本報告第三章。	☒ 符合 ☐ 不符合	
	(二). 有否實施工程功能需求分析?	P. 26	是, 請詳表 3.5-1。	☒ 符合 ☐ 不符合	
	(三). 有否彙整相關法規、職災案例?	P. 12~ P. 15	是, 請詳本報告 2.3、2.4 節	☒ 符合 ☐ 不符合	
	(四). 是否依施工風險評估技術指引訂定評估流程及各階段使用之表單	P. 30, P. 31	是, 請詳表 4.2-1。	☒ 符合 ☐ 不符合	
三、評估內容	(一). 有否辦理工程功能需求及工址現況潛在危害辨識?	P. 28	是, 請詳表 3.6-1。	☒ 符合 ☐ 不符合	
	(二). 有否實施設計方案評選?	P. 30~ P. 61	是, 請詳本報告 4.2 節。	☒ 符合 ☐ 不符合	
	(三). 有否依據設計成	P. 30~	是, 請詳本報告 4.2 節。	☒ 符合 ☐ 不符合	

	果預擬施工計畫?	P. 61			
	(四). 有否確實依所擬之施工計畫進行作業拆解詳實?	P. 63~ P. 73	是，請詳本報告第五章。	■符合 □不符合	
	(五). 有否確實逐一就各分項工程作業拆解結果進行評估?	P. 63~ P. 73	是，請詳本報告第五章。	■符合 □不符合	
	(六). 危害辨識是否完整?	P. 74~ P. 102	是，請詳本報告第六章。	■符合 □不符合	
	(七). 風險分析是否具體且符合該工程施工狀況?	P. 74~ P. 102	是，請詳本報告第六章。	■符合 □不符合	
	(八). 風險評量是否合宜?	P. 74~ P. 102	是，請詳本報告第六章。	■符合 □不符合	
	(九). 風險對策是否具體落實於設計成果?	P. 104~ P. 108	是，請詳本報告 6.4 節。	■符合 □不符合	
	(十). 有否指派適當人員執行風險對策?	P. 9	是，請詳表 2.1-1	■符合 □不符合	
	(十一). 風險對策實施成效有否確實經資深人員審查確認可有效控制風險?	P. 9	是，請詳表 2.1-1	■符合 □不符合	
	(十二). 其他				
四、設計成果之運用	(一). 安全衛生設施圖說	P. 109	是，請詳本報告第七章。	■符合 □不符合	
	1. 有否配合工程實	P. 112~	是，請詳表 7.3-1。	■符合 □不符合	

	施過程設置相關設施?	P.113			
	2. 有否製備安全衛生設施一覽表及配置圖?	-	安全衛生設施一覽表及配置圖請詳後續細部設計階段風險評估報告。		
	3. 有否明訂安全衛生設施構造形式及構件規格、尺寸?	-	有關安全衛生設施構造形式及構件規格、尺寸請詳後續細部設計階段風險評估報告。		
	4. 有否繪製安全衛生設施連結構件大樣圖?	-	安全衛生設施連結構件大樣圖請詳後續細部設計階段風險評估報告。		
	5. 有否詳細繪製組拆作業安全需求?	-	組拆作業安全需求之圖說繪製請詳後續細部設計階段風險評估報告。		
	6. 有否規定使用安全?	-	使用安全之相關規定請詳後續細部設計階段風險評估報告。		
	7. 其他				
	(二)施工安全規範				
	1. 有否依本工程施工需求訂定作業安全規範?	P.109	請詳表 7.2-1，相關施工規範將納入統包招標文件。	☒ 符合 ☐ 不符合	
	2. 有否定訂承商制定施工計畫安全注意事項?	P.74~ P.102	施工計畫安全注意事項可依據本報告之風險分析結果制定。	☒ 符合 ☐ 不符合	
	3. 安全衛生管理及設施設置之計量、計	P.112~ P.113	請詳表 7.3-1，相關安全設施設置項目本報告建議預算編列	☒ 符合 ☐ 不符合	

	價方式是否合理?		原則，詳細計量計價之編列視細部設計規劃擬定。		
	4. 其他				
	(三)安全衛生預算				
	1. 有否依本工程施工安全管理及設施設置需求詳列項目?	P. 112~ P. 113	請詳表 7.3-1，相關安全設施設置項目本報告建議預算編列原則，詳細計量計價之編列視細部設計規劃擬定。	☒ 符合 ☐ 不符合	
	2. 各項目單價編列是否符合施工需求?	-	各工項之細項編列得依據後續細部設計成果編列。		
	3. 有否依施工計畫編列設施設置及使用之數量?	-	相關安全衛生設施設置及使用之數量得依據後續細部設計成果編列。		
	4. 其他				
	(四)工程採購契約文件				
	1. 有否依工程特性訂定投標廠商應具之安全衛生資格能力?	P. 108	請詳報告 6.4.3 節。	☒ 符合 ☐ 不符合	
	2. 有否依據工程採購契約規範製訂契約文件?	-	後續招標文件將依據工程採購契約規範制訂。		
	3. 有否列出本工程特定工安全衛生事項?	P. 105	請詳表 6.4-1	☒ 符合 ☐ 不符合	

	4. 其他				
五、評估報告格式	(一). 報告格式是否合宜?		是	☒ 符合 ☐ 不符合	
	(二). 章節架構是否詳實?		是	☒ 符合 ☐ 不符合	
	(三). 有否經評估小組成員簽章確認?	附錄一	是，請詳本工程設計階段風險評估會議會議紀錄，	☒ 符合 ☐ 不符合	
	(四). 有否風險傳遞機制?	P.114	是，請詳本報告第八章。	☒ 符合 ☐ 不符合	
	(五). 其他				

設計單位簽核	核准: <u>林永江</u> 日期: 112.7.13	承辦: <u>何有剛</u> 日期: 112.7.13
主辦課室簽核	核准: <u>正工程司 李珮芸</u> 日期: 112.7.21	承辦: <u>正工程司 李昶谷</u> 日期: 112.7.17
主辦機關簽核	<u>主任 張家榮</u> <u>工程司</u> <u>經濟部水利署 北區水資源局 副局長 郭耀程</u> <u>經濟部水利署 北區水資源局 局長 江明郎</u>	

目 錄

第一章	工程概述	1
1.1	工程緣由	1
1.2	工程概要	3
1.3	工程範圍及內容	3
第二章	工程設計階段施工風險評估準備作業	7
2.1	施工風險評估小組之組成	7
2.2	設計階段施工風險評估之實施	8
2.3	法規彙整分析	11
2.4	相關工程災害案例分析	12
第三章	工程現況調查與工程功能需求	14
3.1	氣象與水文	14
3.2	地形與地質	15
3.3	聯絡道路	19
3.4	地下障礙物調查	19
3.5	工程基本需求分析	27
3.6	工程基本資料彙整	27
3.7	工址潛在危害表	27
第四章	工程設計方案	34
4.1	工程基本需求分析	34
4.2	評選工程可行方案	35
4.2.1	隧道輸水管段方案選擇及評估	37
4.2.2	隧道及施工橫坑工法選擇及評估	42
4.2.3	隧道出口銜接段方案選擇及評估	45
4.2.4	推進機機型之方案選擇及評估	52
4.2.5	推管工程工作井設計方案選擇及評估	55
4.2.6	跨河放水段路線方案選擇及評估	58
4.2.7	出水口調整池方案選擇及評估	60
4.2.8	明挖覆蓋段方案選擇與評估	65
4.3	基本設計方案	68

第五章	工程作業拆解	69
5.1	拆解工程內容	69
5.2	本工程作業流程	69
5.3	本工程作業拆解	76
第六章	設計成果風險評估	80
6.1	本工程施工潛在危害辨識	80
6.2	工程設計成果風險評估表	80
6.3	施工風險評估之因應對策	109
6.4	設計階段施工風險對策	110
6.4.1	安全衛生設施參考圖說之繪製	111
6.4.2	施工安全衛生規範之訂定	111
6.4.3	施工廠商安全衛生能力納入採購評選要件	114
第七章	安全衛生施工圖說與預算編列	115
7.1	安全衛生施工圖說繪製	115
7.2	安全衛生施工規範編訂	115
7.3	預算編列之建議	116
第八章	風險資訊傳遞及風險對策追蹤管制	120
8.1	風險傳遞	120
8.2	工程安全風險資訊	123
8.3	風險對策追蹤管制	128
第九章	結論與建議	132
9.1	結論	132
9.2	建議	133
附件一	設計階段風險評估會議紀錄	
附件二	歷次審查意見及辦理情形	

圖目錄

圖 1.1-1	工程平面佈置圖	2
圖 2.1-1	工程設計階段施工風險評估小組之組成	7
圖 2.2-1	系統性風險管理流程	10
圖 2.2-2	風險評估管理流程圖	10
圖 3.1-1	本工程鄰近河川水系	14
圖 3.1-2	本工程工址雨量站 97~111 年月平均雨量圖	15
圖 3.2-1	本工程工區地形圖	16
圖 3.2-2	本工程工區山崩與地滑地質敏感區圖	16
圖 3.2-3	本工程路線區域地質圖、地質剖面圖以及相關工程參數	17
圖 4.2-1	隧道輸水管段原規劃與優化路線平面圖	37
圖 4.2-2	隧道輸水管段 1-C 優化方案橫坑位置空拍圖	37
圖 4.2-3	隧道輸水管段隧道出口方案位置空拍圖	39
圖 4.2-4	隧道出口銜接段路線方案概況-1.....	46
圖 4.2-5	隧道出口銜接段路線方案概況-2.....	47
圖 4.2-6	隧道出口銜接段路線方案概況-3.....	48
圖 4.2-7	隧道出口銜接段建議方案開路範圍示意圖	49
圖 4.2-8	隧道出口銜接段建議方案拓寬段位置剖面示意圖	49
圖 4.2-9	放水口段原規線劃及基本設計方案路線空拍照片	58
圖 4.2-10	出水口調整池位置圖	61
圖 4.2-11	出水口調整池方案 A 平剖面圖	61
圖 4.2-12	出水口調整池方案 B 平剖面圖.....	62
圖 5.2-1	工作井工程作業流程圖	70
圖 5.2-2	推管管路工程作業流程圖	71
圖 5.2-3	明挖管路工程作業流程圖	72
圖 5.2-4	水管橋工程作業流程圖	73
圖 5.2-5	聯通管隧道及橫坑工程作業流程圖	74
圖 5.2-6	水工機械設備工程(含電器及監控系統)作業流程圖	75
圖 6.4-1	工程設計階段施工風險評估實施流程	114
圖 8.3-1	營造工程風險管理整合平台示意圖	129

表目錄

表 1.3-1	本工程聯通管各里程施工方式一覽表	6
表 2.1-1	工程設計階段施工風險評估小組成員及職責	8
表 2.4-1	職業災害件數統計(民國 85 年至 109 年)	13
表 2.4-2	管道工程職業災害件數統計(民國 85 年至 109 年)	13
表 3.2-1	本工程路線地層與岩性特性表	17
表 3.2-2	本工程路線沿線地質特性表	18
表 3.4-1	管線分布說明	21
表 3.4-2	橫交構造物調查成果	25
表 3.5-1	基本設計重要數據及其設計需求	28
表 3.6-1	設計階段工程基本資料表	31
表 3.7-1	工址潛在危害表	33
表 4.2-1	工程設計方案評選表格式	36
表 4.2-2	隧道輸水管段整體綜合考量表	40
表 4.2-3	隧道輸水管段設計方案評選表	41
表 4.2-4	隧道段施工工法比較表	43
表 4.2-5	隧道施工工法方案評選表	44
表 4.2-6	本工程隧道出口銜接段路線方案說明比較表	50
表 4.2-7	隧道出口銜接段路線方案評選表	51
表 4.2-8	推進機機型比較表	53
表 4.2-9	推進機機型方案評選表	54
表 4.2-10	推管工作井施築工法比較表	56
表 4.2-11	推管工程工作井設計方案評選表	57
表 4.2-12	跨河放水段路線方案評選表	59
表 4.2-13	出水口調整池方案比較表	63
表 4.2-14	出水口調整池方案評選表	64
表 4.2-15	開挖擋土支撐型式比較表	66
表 4.2-16	開挖擋土支撐型式方案評選表	67
表 4.3-1	預定基本設計單元	68
表 4.3-2	初步基本設計方案	68
表 5.3-1	本工程各分項工程作業拆解表	76

表 6.1-1	本工程施工風險危害辨識表	81
表 6.2-1	風險可能性等級分級表	82
表 6.2-2	風險嚴重度等級分級表	82
表 6.2-3	本工程風險矩陣表	82
表 6.2-4	本工程風險管制措施檢討基準表	82
表 6.2-5	設計階段施工風險評估表（工作井工程）	83
表 6.2-6	設計階段施工風險評估表（推管工程）	86
表 6.2-7	設計階段施工風險評估表（明挖管路工程）	91
表 6.2-8	設計階段施工風險評估表（水管橋工程）	94
表 6.2-9	設計階段施工風險評估表（聯通管隧道及橫坑工程） ..	101
表 6.2-10	設計階段施工風險評估表（水工機械設備工程，含電器監 控系統）	106
表 6.4-1	本工程假設工程、安全設施類型	111
表 7.1-1	安全衛生施工圖說一覽表	115
表 7.2-1	安全衛生施工規範一覽表	115
表 7.3-1	安全衛生設施設置項目及預算編列原則	118
表 8.2-1	工程風險資訊傳遞	124
表 8.2-2	高風險作業項目彙整	124
表 8.3-1	風險對策執行成果確認表（格式）	130
表 8.3-2	施工風險評估成果追蹤管制表(格式)	131

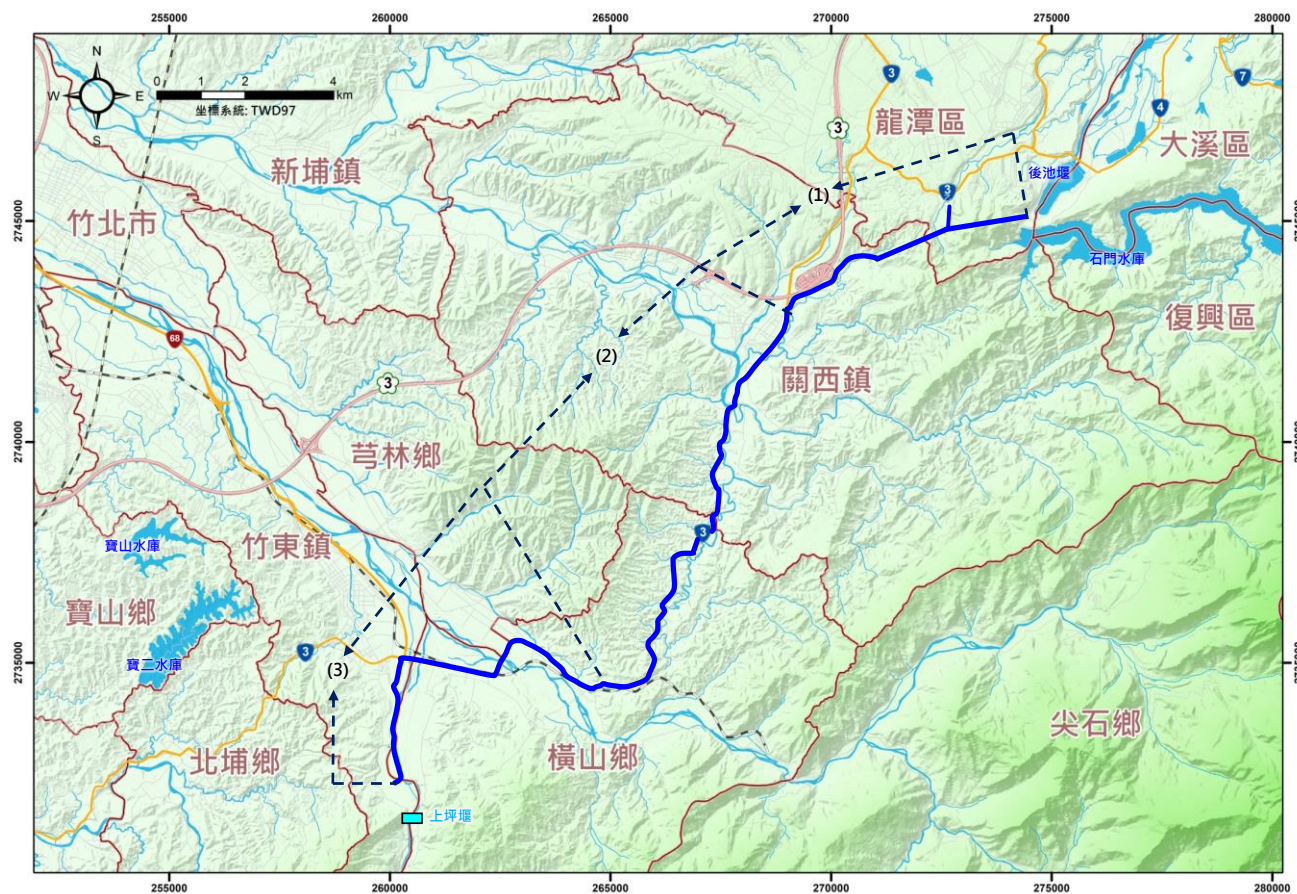
第一章 工程概述

1.1 工程緣由

台灣因地形條件因素，坡陡流急水資源不易留存，近年來受全球氣候變遷影響，極端降雨及乾旱事件頻傳，因此提升水資源運用效率，強化區域水源調度為當前穩定供水重要工作。受水資源的條件限制，過去主要是以河川流域的分水嶺為界，分區就地供水，為提高供水穩定，水利署將各區域水資源串接，於民國 110 年提出「珍珠串計畫」，藉此打通各區域供水瓶頸、擴大互相支援，強化台灣西部供水管網韌性。

目前北部區域已完成包括臺北支援基隆及板新（板二計畫）、大漢溪水源南調桃園及桃園支援新竹幹管等調度管線，提升北部區域水源調度能力，惟新竹地區於 110 年上半年旱象期間，其主要供水水源-寶山第二水庫之蓄水率最低僅餘約 2.6%，供水情勢極度吃緊，考量新竹地區為我國產業重鎮，必須進一步強化新竹地區整體水資源供應之穩定性及備援率，以維持民生及產業供水穩定。因此規劃興建石門水庫至新竹聯通管工程(以下簡稱本工程)，使石門水庫原水可支援新竹寶山-寶二水庫及竹東圳，提升原水調度與備援能力，未來配合板二計畫供水調度能力提升及南北桃聯通管等清水系統改善，將可透過原水及清水北水南送，達到整體水資源聯合運用之效果。

為確保後續工程進行及營運安全，消除及減低工程風險因子減少災害發生，中興工程顧問股份有限公司(以下簡稱中興公司)，依據職業安全衛生法第 5 條第 2 項之規定，辦理本工程之設計階段風險評估。



標別	路線說明	長度(m)
隧道 銜接段	石門水庫中線鋼管- 竹28-1	5,932.97
道路 埋設段	台3線里程 58K+233~69K+215	11,106.88
跨河 放水段	台3線里程 69K+215~74K+550- 上坪溪左岸高灘地- 寶二水庫引水渠道	8,291.9

圖例

—— 計畫路線

圖 1.1-1 工程平面佈置圖

1.2 工程概要

- 1、 工程名稱：石門水庫至新竹聯通管工程
- 2、 主辦機關：經濟部水利署北區水資源局
- 3、 監造單位：經濟部水利署北區水資源局工務課石門水庫至新竹聯通管工務所
- 4、 基本設計單位：中興工程顧問股份有限公司
- 5、 工程地點：桃園市龍潭區、新竹縣關西鎮、橫山鄉、竹東鎮
- 6、 契約金額：新台幣 68 億元整
- 7、 工程期限：111 年 1 月 1 日～115 年 12 月 31 日

1.3 工程範圍及內容

1、 工程範圍

本工程範圍自石門水庫分層取水工中線鋼管(里程 P' 0+28.2)位置至新竹縣竹東鎮寶二水庫引水渠道。

2、 工程內容

本工程分為三個標發包，各標案工程內容包括(詳圖 1.3-1)：

(1) 管路埋設路線

- (a) 隧道銜接段工程標由石門水庫中線鋼管(里程 P' 0+28.2)分岐新設 ϕ 2,000 公釐輸水管路。起點於石門水庫中線道路以明挖方式埋設，並且於中線道路側設置一條輸水隧道。
- (b) 由石門水庫中線道路施作隧道至位於新竹縣關西鎮東安里之隧道出口，隧道長度 $L=3,382.3$ 公尺，隧道里程為 $0K+000\sim 3K+382.3$ ，隧道內置本輸水管路。
- (c) 由台 3 乙線(里程約 K)設置施工橫坑，橫坑長度 $L=570.9$ 公尺，與主隧道銜接點里程為 $1K+708.5$ 。
- (d) 由隧道出口以明挖方式先沿既有三屯圳旁埋設，至里程

4K+035 後埋設於既有竹 28-1 鄉道，並於里程 5K+910.7 與台 3 線銜接，此為隧道銜接段工程標終點。

- (e) 道路埋設段工程標起點為台 3 線與竹 28-1 鄉道交岔口，終點為為新竹縣橫山鄉橫山國中，計畫里程 0K+000~11K+106.88，本標工程總長 11,106.88 公尺，主要沿既有台 3 線道路底下埋設，多以明挖方式設計施工，過河段以水管橋設計(本標共 7 座)，部份遭遇橫交構造物或考量水力坡降，則以推管方式設計施工。主要之明挖段埋設位置係於台 3 線道路北上或南下之內側車道，其埋管深度為 1.2 公尺，開挖寬度為 3.2~3.6 公尺，開挖深度為 3.3 公尺，輸水管路埋設完成後，管溝以 CLSM 分層澆置回填。
- (f) 跨河放水段工程標起點為橫山國中，終點為寶二水庫引水渠道，計畫里程 0K+000~8K+291.9，本標工程總長 8,291.9 公尺，路線跨越油羅溪及上坪溪兩座長水管橋後，沿上坪溪左岸堤外高灘地埋設，並接續軟橋堤防水防道路埋設，最終銜接至寶二水庫引水渠道放水。聯通管末端出水管設有依緩衝槽，尺寸長 x 寬=32.4x14.4 公尺，並設有溢流口自然溢流至寶二水庫引水渠道。
- (g) 本計畫全線共設有 9 座水管橋，用以跨越輸水管路沿線之河川及溪溝，水管橋由北至南分別為關西二號水管橋、南華水管橋、苧子園水管橋、新城水管橋、太平水管橋、北沙坑水管橋、南沙坑水管橋、油羅溪水管橋(含頭份林溪)及竹東大橋水管橋。除油羅溪水管橋及竹東大橋水管橋超過 400 公尺外，其餘水管橋皆小於 60 公尺。
- (h) 本計畫於埋設聯通管線路線中，因考量地形條件及水力坡降、地上與地下障礙物等因素，無法採用明挖覆蓋工法，須於沿線三處採水平推管方式穿越，避免影響既有

結構物與管線之營運情形。第一段推管於道路埋設段工程標里程 9K+551.5 至 10K+550.39，因此處地形地勢較高，故依據水理需求布設推管；第二段推管於跨河放水段里程 0K+676.49~0k+830.79，其該處存在既有二處地下人行道，提供大肚國小對外之人行通道使用，故布設推管由下方穿越；第三段推管同樣位於跨河放水段工程，於里程 3K+229.82~3K+291.33，該處為台鐵內灣支線中豐路平交道，故於平交道二端分別設置推管工作井，藉水平推進工法於台鐵沿線下方穿越。

本計畫聯通管，各里程施工方式詳表 1.3-1。

(2) ϕ 2,000mm 管路：總長約 25,331.75 公尺。

(a) 隧道段：長約 3,382.3 公尺。

(b) 明挖覆蓋段：長約 19,373.47 公尺

(c) 推進管段：長約 1,214.7 公尺。

(d) 水管橋：共計 9 座，長約 1,328.88 公尺。

(e) 緩衝槽：1 座，長約 32.4 公尺。

表 1.3-1 本工程聯通管各里程施工方式一覽表

里程			施工 方式	路段	走向	長度 (m)	備註
	起	迄					
隧道銜接段工程	-0K+022.27	0K+000.00	明挖	-	-	22.27	
	0K+000.00	3K+382.30	隧道	-	-	3382.3	
	3K+382.30	3K+850.42	明挖	三屯圳旁	-	468.12	
	3K+850.42	5K+910.70	明挖	竹 28-1 鄉道	-	2060.28	
道路埋設段工程	0K+000.00	1K+301.70	明挖	台 3 線 58.2K~59.5K	南下側	1301.7	
	1K+301.70	1K+378.92	水管橋	台 3 線 59.5K~59.6K	下游測	77.22	關西二號水管橋
	1K+378.92	2K+686.67	明挖	台 3 線 59.6K~60.9K	南下側	1307.75	
	2K+686.67	2K+800.32	水管橋	台 3 線 60.9K~61.0K	下游測	113.65	南華水管橋
	2K+800.32	3K+207.03	明挖	台 3 線 61.0K~61.4K	南下側	406.71	
	3K+207.03	3K+235.03	水管橋	台 3 線 61.4K	下游測	28	芋子園水管橋
	3K+235.03	4K+195.23	明挖	台 3 線 61.4K~62.3K	南下側	960.2	
	4K+195.23	4K+220.03	水管橋	台 3 線 62.3K	下游測	24.8	新城水管橋
	4K+220.03	4K+640.78	明挖	台 3 線 62.4K~62.8K	南下側	420.75	
	4K+640.78	4K+670.93	水管橋	台 3 線 62.8K	下游測	30.15	太平水管橋
	4K+670.93	6K+967.33	明挖	台 3 線 62.8K~65.2K	南下側	2296.4	
	6K+967.33	7K+023.58	水管橋	台 3 線 65.2K	下游測	56.25	北沙坑水管橋
	7K+023.58	8K+121.02	明挖	台 3 線 65.2K~66.4K	7K+660 前：南下側 7K+660 後：北上側	1097.44	
	8K+121.02	8K+173.67	水管橋	台 3 線 66.4K	上游測	52.65	南沙坑水管橋
	8K+173.67	9K+551.50	明挖	台 3 線 66.4K~67.6K	北上側	1377.83	
	9K+551.50	10K+550.39	推管	台 3 線 67.6K~68.7K	-	998.89	水理需求
	10K+550.39	11K+106.88	明挖	台 3 線 68.7K~69.9K	北上側	556.49	
跨河放水段工程	0K+000.00	0K+676.49	明挖	台 3 線 68.7K~69.9K	北上側	676.49	
	0K+676.49	0K+830.79	推管	台 3 線 69.9K~70.0K	-	154.3	大肚國小地下道
	0K+830.79	2K+707.74	明挖	台 3 線 70.0K~71.9K	北上側	1876.95	
	2K+707.74	3K+184.41	水管橋	台 3 線 71.9K~72.4K	下游測	476.67	油羅溪水管橋
	3K+184.41	3K+229.82	明挖	台 3 線 72.4K	南下側	45.41	
	3K+229.82	3K+291.33	推管	台 3 線 72.4K~72.5K	-	61.51	鐵路內灣支線
	3K+291.33	4K+889.50	明挖	台 3 線 72.5K~74.1K	北上側	1598.17	
	4K+889.50	5K+358.99	水管橋	台 3 線 74.1K~74.5K	上游測	469.49	竹東大橋
	5K+358.99	8K+259.50	明挖	上坪溪左岸高灘地	-	2900.51	
	8K+259.50	8K+291.90	出水工	寶二水庫引水渠道		32.4	緩衝槽

第二章 工程設計階段施工風險評估準備作業

2.1 施工風險評估小組之組成

工程設計階段施工風險評估小組由主辦設計人員、安全衛生專業人員、安全評估人員、施工規劃人員、規範訂定人員、預算編列人員等組成，並由設計部門主管召集進行評估作業。小組之組成如圖 2.1-1，各成員組成資格及權責如表 2.1-1 所示。

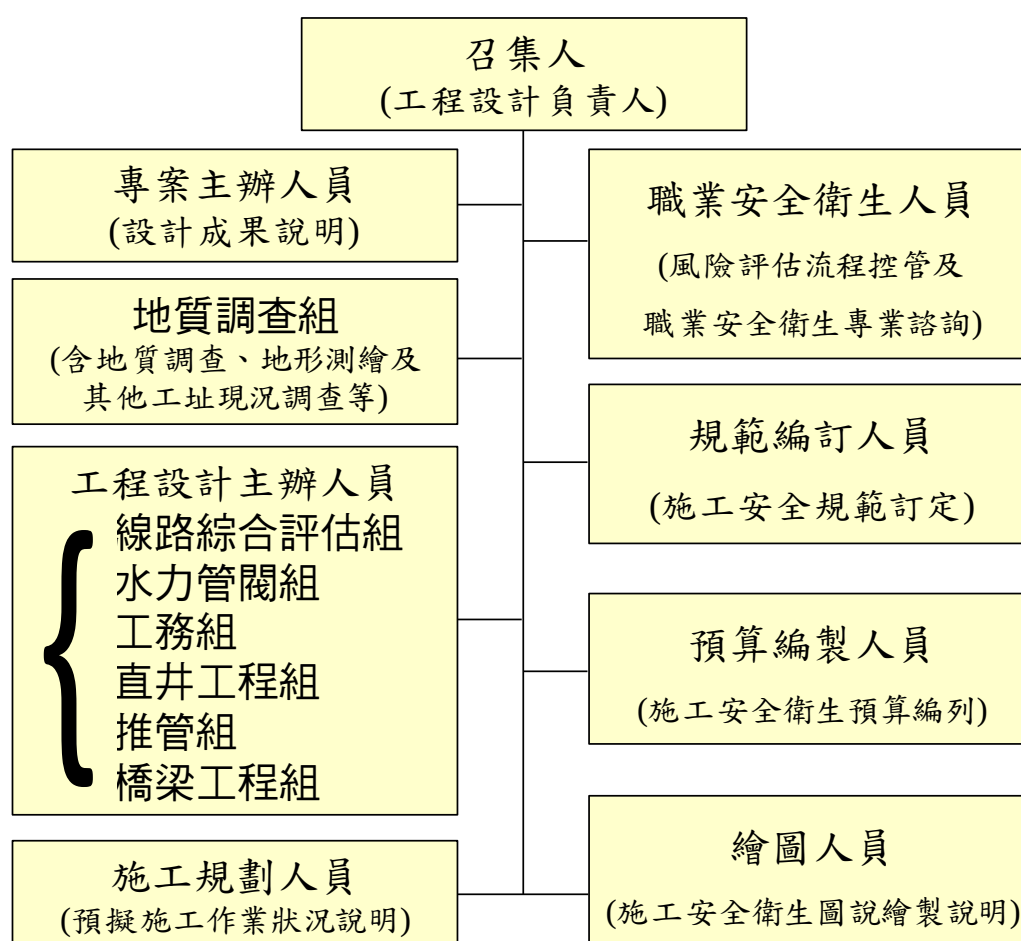


圖 2.1-1 工程設計階段施工風險評估小組之組成

表 2.1-1 工程設計階段施工風險評估小組成員及職責

職稱	姓名	職責	專長
召集人 (細部設計負責人)	江政恩	綜理設計成果安全評估事宜。	計畫協調/ 大地技師 亞太工程師
專案主辦工程師	江憲宗	設計內容之掌握並說明。	計畫主辦
職業安全衛生人員	莊家瑄	職業安全衛生法規說明， 風險評估方法及程序控管。	丙種職業安全 衛生業務主管 品管人員
工址現況調查 工程師	黃能偉	工址現況調查之實施及 成果說明。	應用地質技師
相關設計工程師	劉文智 郭寶生 潘冠愷 陳柏佑	相關工程項目之設計及 說明。	土木技師 大地技師 水利技師 機械技師
施工規劃工程師	廖俊逸	依據設計成果與環境條件規 劃施工方式。	大地技師
規範工程師	林彥志	依據規劃之施工方式訂定安 全規範之說明。	施工規範訂定/ 大地技師
預算工程師	黃麗如	依據設計成果與施工方式編 列工程預算之說明。	預算編列 /丙種職業安全 衛生業務主管
設計圖說工程師	周麗蘭	依據設計成果與施工方式繪 製施工安全衛生圖說之說明。	圖說繪製

2.2 設計階段施工風險評估之實施

1、設計成果安全評估之重點如下：

- (1) 設計功能需求、基地環境條件、其他相關條件檢核。
- (2) 依據類似工程災害案例引導討論。
- (3) 法令、規範規定事項符合度檢討。
- (4) 以情境模擬方式推演討論。
- (5) 辨識可能災害類型。
- (6) 風險分析（可能性、嚴重度）。
- (7) 風險評量（風險評估值 = 可能性 × 嚴重度）。
- (8) 風險對策研擬。
- (9) 指定風險對策執行人員。

(10) 登載風險彙整表以行追蹤。

2、 施工風險評估實施原則

施工風險評估由具備專業知識及施工經驗者依工程設計及施工規劃等成果，以沙盤推演方式，模擬施工狀況，以發掘作業內容於工作場所可能出現之風險情境。

營造工程施工風險評估之實施，依下列原則辦理：

- (1) 小組評估：由設計者或施工者組成評估小組自行評估，必要時得邀請專家列席指導，以確實掌握設計方案或施工計畫之內容。
- (2) 施工模擬：將工程設計方案或施工計畫之內容，依序拆解至作業步驟，模擬推衍該等作業於工程基地環境之實施狀況，以發掘可能出現之風險情境。
- (3) 專業經驗：依據工程專業知識並參酌過去之災害經驗教訓，以進行危害辨識、風險分析，再檢討既有保護設施之防護效果，以評量風險發生之可能性及其後果之嚴重度，據以估算風險值，評定風險等級，並篩選出不可接受之風險項目。

3、 施工風險評估實施方法

施工風險評估之實施程序為危害辨識、風險分析、風險評量，以發掘不可接受之風險。進行風險評估前，先拆解作業內容等，完成評估後，對不可接受風險，擬定對策，指定對策執行負責人員於期限內完成，並追蹤管制對策之成效。

施工風險評估之實施程序，依照 ISO 31000: 2009 風險管理標準之流程辦理，參照圖 2.2-1。

4、 設計階段工程施工風險評估流程

本工程成果安全評估流程如圖 2.2-2 所示。

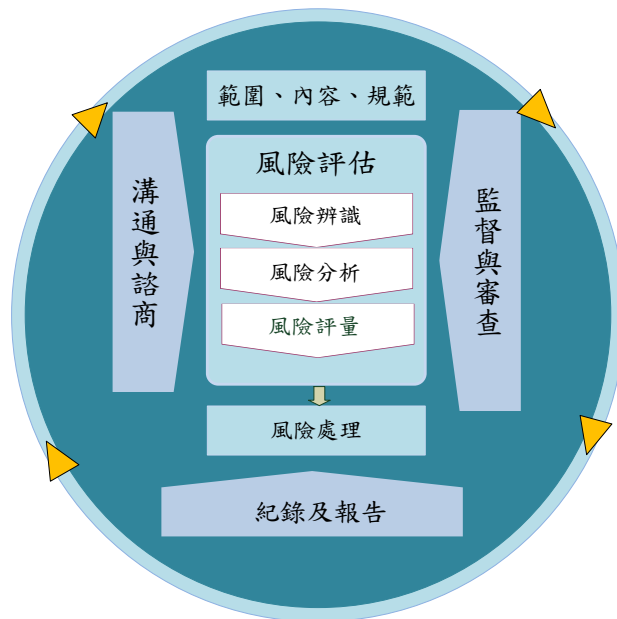


圖 2.2-1 系統性風險管理流程

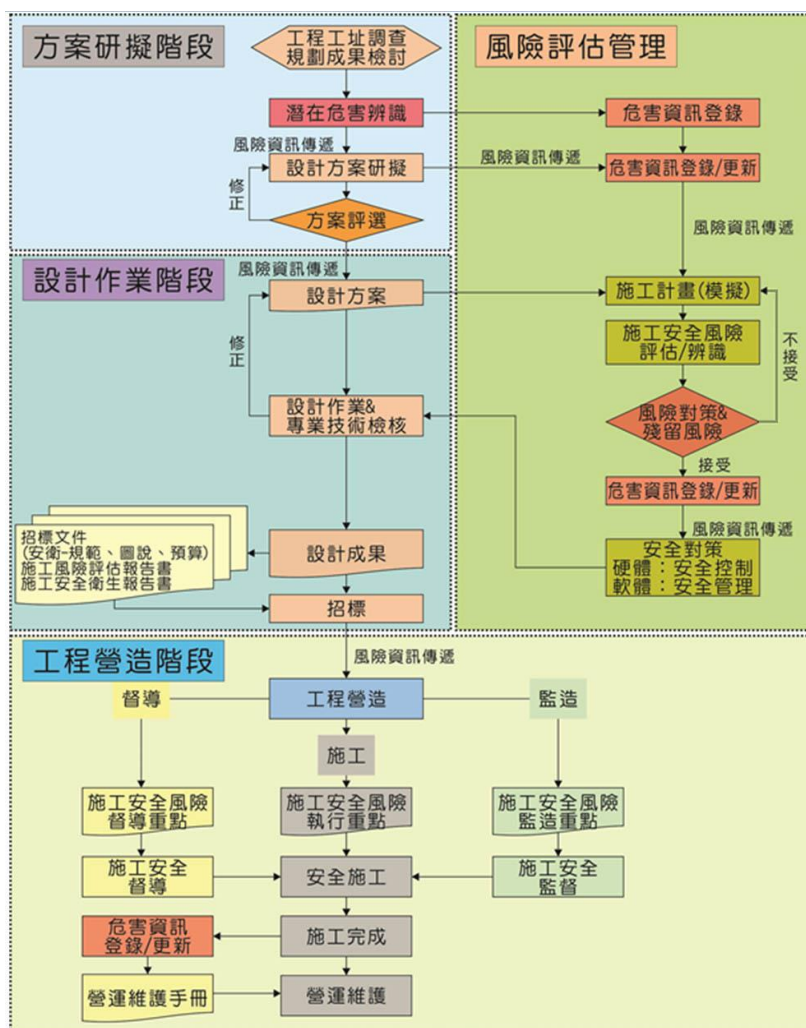


圖 2.2-2 風險評估管理流程圖

2.3 法規彙整分析

1、職業安全衛生管理法規

- (1) 「職業安全衛生法」，行政院勞動部
- (2) 「職業安全衛生法施行細則」，行政院勞動部
- (3) 「職業安全衛生管理辦法」，行政院勞動部
- (4) 「職業安全衛生設施規則」，行政院勞動部
- (5) 「營造安全衛生設施標準」，行政院勞動部
- (6) 「勞動檢查法」，行政院勞動部
- (7) 「勞動檢查法施行細則」，行政院勞動部
- (8) 「危險性工作場所審查暨檢查辦法」，行政院勞動部
- (9) 「勞動基準法」，行政院勞動部
- (10) 「勞動基準法施行細則」，行政院勞動部
- (11) 「道路交通標誌標線號誌設置規則」，行政院交通部
- (12) 「經濟部水利署勞工安全衛生施工規範」，經濟部水利署

2、公共工程管理法規

- (1) 「公共工程施工品質管理作業要點」，行政院公共工程委員會工程管理處
- (2) 「空氣污染防制法」，行政院環境保護署
- (3) 「空氣污染防制法施行細則」，行政院環境保護署
- (4) 「水污染防治法」，行政院環境保護署
- (5) 「噪音管制法」，行政院環境保護署
- (6) 「廢棄物清理法」，行政院環境保護署
- (7) 「飲用水管理條例」，行政院環境保護署
- (8) 「飲用水管理條例施行細則」，行政院環境保護署
- (9) 「環境影響評估法」，行政院環境保護署
- (10) 「飲用水管理條例施行細則」，行政院環境保護署
- (11) 「營建工程空氣污染防制設施管理辦法」，行政院環保署

3、營造業管理法規

- (1) 「營造業法」，行政院內政部
- (2) 「營造業法施行細則」，行政院內政部

4、水利工程設施管理法規

- (1) 「經濟部水利署所屬機關興辦水利工程執行職業安全衛生及環境保措施管理作業要點」，經濟部水利署
- (2) 「經濟部水利署工地環境保護施工規範」，經濟部水利署

2.4 相關工程災害案例分析

經統計民國 93 年至 109 年勞動部職安署營造業重大職災實例中與本工程有關者計 130 件，其中以明挖埋管方式施工之災害有 68 件，以推管方式施工之災害有 31 件，隧道工程相關施工災害有 20 件，水管橋工程相關施工災害有 11 件(表 2.4-1)，共造成勞工 95 人死亡、37 人受傷。

將發生災害之類型分為墜落滾落、物體飛落、倒塌崩塌、被撞、溺斃、與有害物等之接觸、感電、物體破裂等，經統計其發生件數統計如表 2.4-2。

表 2.4-1 職業災害件數統計(民國 85 年至 109 年)

時間(年)		85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
件數	明挖埋管	10	3	7	3	1	4	3	2	1	0	2
	推管	3	0	0	0	0	2	0	3	2	1	1
	隧道工程	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	3
	水管橋	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-
時間(年)		96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106
件數	明挖埋管	4	0	0	3	2	1	3	2	2	3	4
	推管	2	2	3	0	0	2	0	3	1	2	1
	隧道工程	3	-	-	-	1	-	3	-	1	-	-
	水管橋	-	-	1	0	3	0	0	0	3	0	0
時間(年)		107	108	109	-	-	-	-	-	-	合計	
件數	明挖埋管	5	1	2							68	
	推管	2	0	1							31	
	隧道工程	-	-	-							20	
	水管橋	-	1	0							11	

註：隧道工程資料僅 93 年至 104 年；水管橋工程資料僅 93 至 109 年。

表 2.4-2 管道工程職業災害件數統計(民國 85 年至 109 年)

災害類型		墜落滾落	物體飛落	倒塌崩塌	被撞	溺斃	與有害物等之接觸	感電	物體破裂	交通事故	爆炸	合計
明挖埋管	件數	17	5	37	4	1	0	2	0	1	1	68
	百分比(%)	25	7	54	6	3	0	3	0	1	1	100
推管	件數	8	4	1	3	4	8	2	1	0	0	31
	百分比(%)	26	13	3	10	13	26	6	3	0	0	100
隧道	件數	1	2	10	2	0	1	1	0	1	2	20
	百分比(%)	5	10	50	10	0	5	5	0	5	10	100
水管橋	件數	5	1	3	1	1	0	0	0	0	0	11
	百分比(%)	45	9	28	9	9	0	0	0	0	0	100

註：隧道工程資料僅 93 年至 104 年；水管橋工程資料僅 93 至 109 年。

第三章 工程現況調查與工程功能需求

3.1 氣象與水文

本工程位於鳳山溪及油羅溪流域(詳圖 3.1-1)，規劃以水管橋跨越鳳山溪、油羅溪、頭前溪、上坪溪主支流。

根據中央氣象局關西及橫山雨量站 97~111 年逐月雨量資料(詳圖 3.1-2)，本工程工址附近之年平均雨量約 1,900 公厘，全年有雨，汛期(5 月至 9 月)與非汛期(10 月至翌年 4 月)雨量差異明顯，汛期與非汛期雨量比約為 2：1，高降雨之月份主要受梅雨季節及夏季颱風影響。



圖 3.1-1 本工程鄰近河川水系

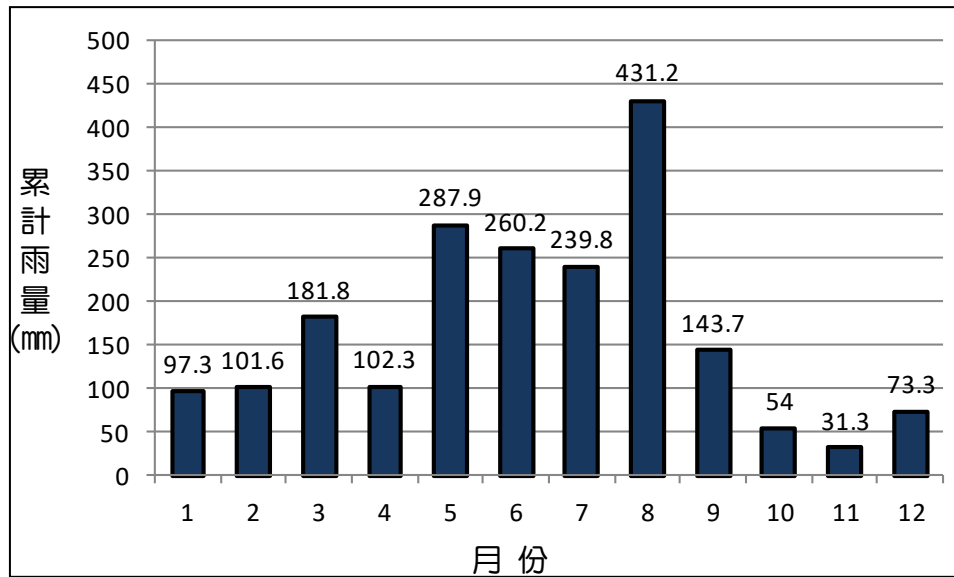


圖 3.1-2 本工程工址雨量站 97~111 年月平均雨量圖

3.2 地形與地質

1、 地形

本工程路線自石門水庫下游起，穿越太平山、石門山，沿道路所在之河谷區南延，經湖口台地東南側，進入鳳山溪流域，續沿飛鳳山東南側之台 3 線道路往南前進，路線跨越油羅溪抵達橫山一帶，再沿頭前溪河谷轉往西行至竹東附近，後向南轉上坪溪左岸高灘地，至寶二水庫引水渠道止。路線主要位於西部麓山帶與沖積平原交界，多為高程 EL.600m 以下之丘陵地及河谷，整體地勢由東北向西南緩降，計畫區域地形請參閱圖 3.2-1。

2、 山崩與地滑地質敏感區

經查中央地質調查所公告之地質敏感區分布，本工程路線隧道銜接段及跨河放水段皆有部分與地質敏感區範圍重疊（詳圖 3.2-2）。

3、 地質

繪中央地質調查所(2013)《易淹水地區上游集水區地質調查及資料庫建置計畫》，並參考五萬分之一地質圖幅-中壢(地調所，2001)及竹東(地調所，1991)，本計畫路線沿線地層由老至新為中新世之石底層、南港層、南莊層；上新世之卓蘭層；更新世之楊梅層照門

層，區域地層分布如圖 3.2-3 所示。

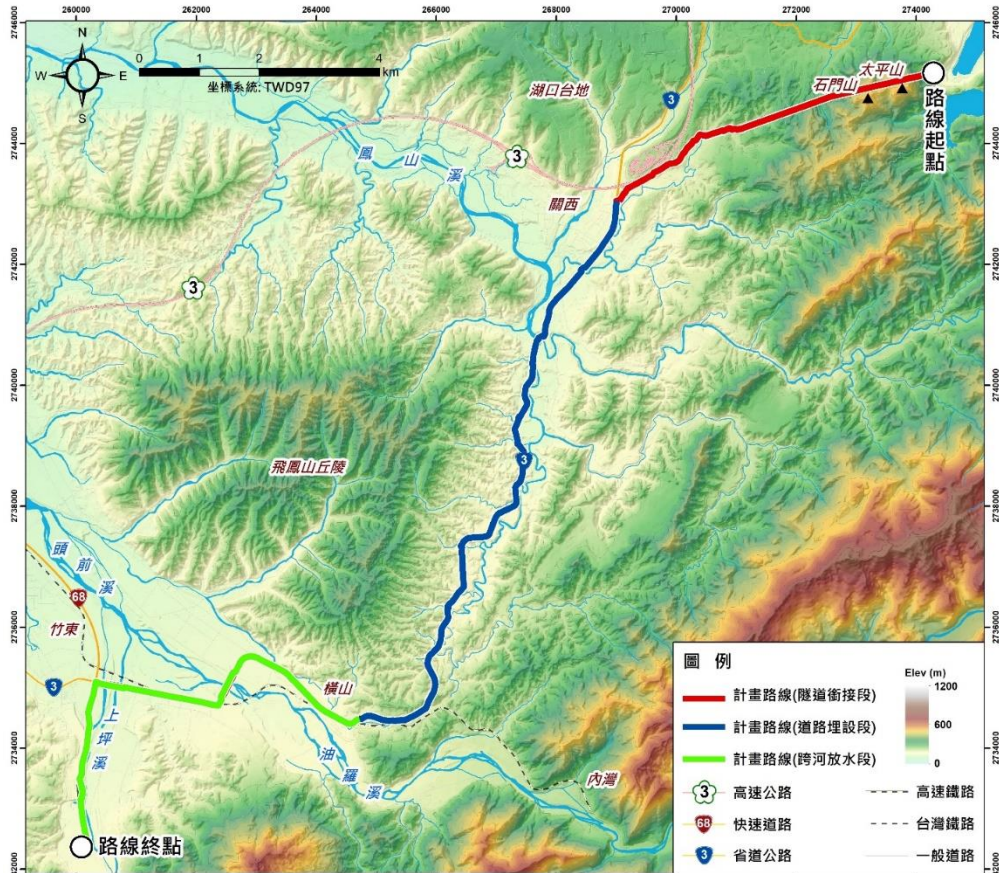


圖 3.2-1 本工程工區地形圖

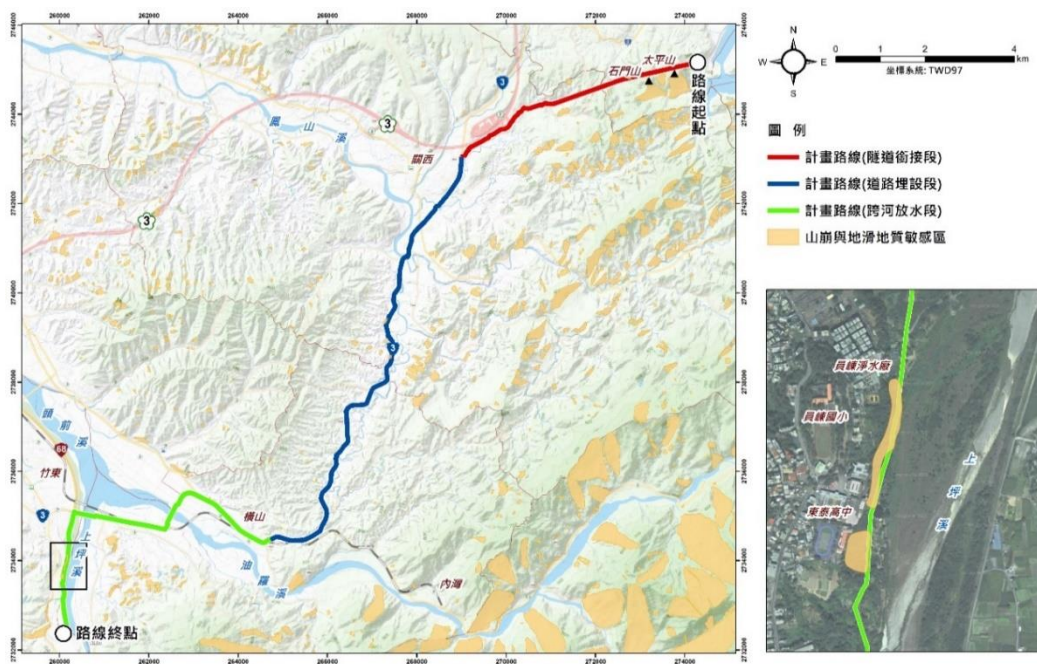


圖 3.2-2 本工程工區山崩與地滑地質敏感區圖

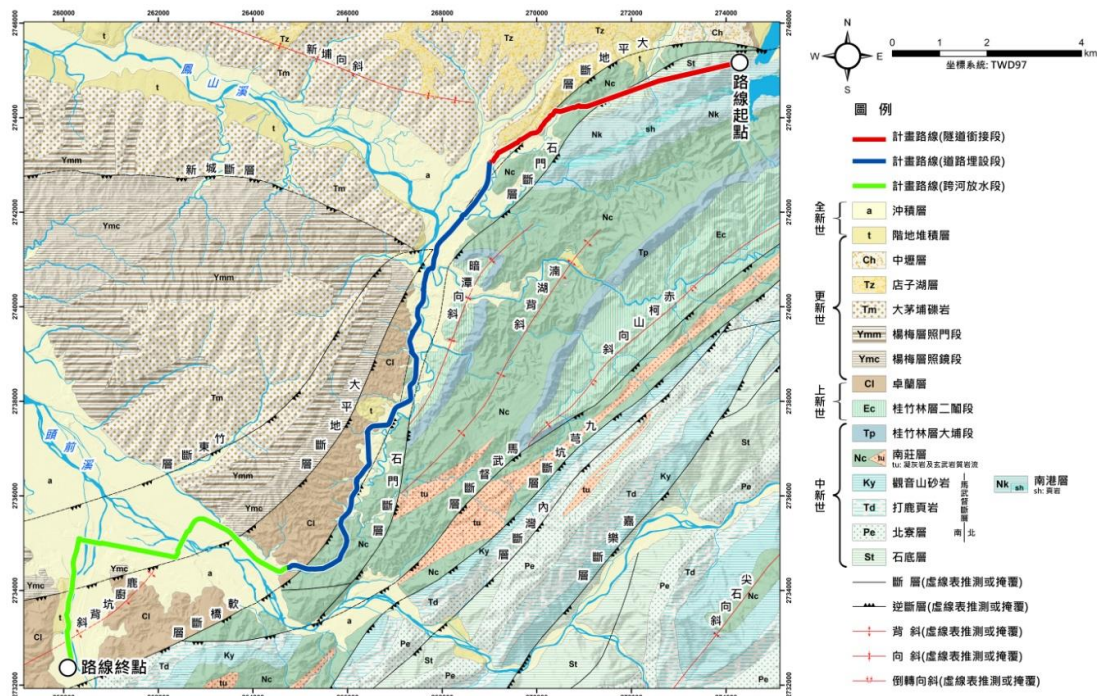


圖 3.2-3 本工程路線區域地質圖、地質剖面圖以及相關工程參數

依據中央地質調查所以及台灣中油公司之地質圖以及鄰近地質鑽探資料，包括前期工程設計及環境影響檢討報告之補充地質調查，研判岩層由上至下可分為礫石層以及岩盤。其中礫石粒徑約 20~30cm；主要岩性為泥質砂岩、頁岩與細粒砂岩，岩石單壓強度約 38~300 kg/cm²。彙整本工程路路線之地層與岩層特性如表 3.2-1、表 3.2-2 所示，並研判沿線地質概況如表 3.2-3 所示，有關本工程之區域地質圖如圖 3.2-3。

表 3.2-1 本工程路線地層與岩性特性表

地層	岩 性
石底層(St)	以厚層或中厚層，淡灰色或黃灰色細粒至中粒砂岩為主，夾有薄層頁岩及砂、頁岩互層，常夾黑色頁岩之薄葉層而呈條紋狀構造，砂岩層之層厚約為 10~40 公分，少數厚達 1~2 公尺者岩質堅硬緻密，層理發達，層面多含煤碎片、碳質物、雲母碎片及植物痕跡；本層分佈於石門斷層上盤側。
南港層(Nk)	南港層可分成三段，最下段以青灰色及淡灰色厚層塊狀、細粒至中粒、鈣質或泥質之砂岩為主，夾有深灰色頁岩，偶夾薄層砂岩，塊狀之鈣質砂岩抗蝕力強，常構成懸崖峭壁；中段以深灰色頁岩為主，夾有砂質頁岩及泥質或鈣質細粒砂岩，厚約 100~200 公尺，富含各種小型有孔蟲化石；上段以厚層之細粒至中粒砂岩間夾頁岩及砂岩之薄互層組

地層	岩 性
	成，砂岩緻密堅硬，含少量之鈣質，每層厚 1~3 公尺，含貝類及有孔蟲化石；主要分佈於石門水庫北岸厚度約 600~900 公尺。
南莊層(Nc)	南莊層依岩性可分為上、下二部，下部為薄條紋狀砂岩與頁岩及薄層狀砂岩之互層，間夾厚層砂岩，含有五層煤層，各層厚度多在 10 公分以下，因厚度薄，連續性不佳，一般缺乏開採價值；上部則以白砂岩為主，並含有薄層砂岩與頁岩互層，白砂岩呈塊狀厚層，各層厚度相差頗大，薄者二、三公尺，厚者 30~40 公尺，各層之厚度富於變化，常沿走向漸薄至無。
卓蘭層(Cl)	卓蘭層主要由砂岩和泥岩之互層組成。砂岩層平均厚度在 1 公尺左右，偶有達 3~5 公尺。砂岩呈淺灰色、淡青灰色及黃灰色等，主要為細粒之亞混濁砂岩及混濁砂岩和少量的原石英砂岩，膠結疏鬆，以手搓之即散落，局部含有鐵質；泥岩一般含砂質，呈淺灰色，亦有部份呈青灰色，則其質較為純淨
楊梅層照鏡段(Yc)	楊梅層照鏡段由厚層砂岩、泥岩、砂岩及泥岩互層所組成。本段砂岩所佔厚度約為泥岩之兩倍；下部以砂岩為主，愈往上部則砂岩佔比漸少，至本段頂部砂岩與泥岩比例約略相等。
楊梅層照門段(Ym)	楊梅層照門段以礫岩、砂岩及泥岩之互層組成。本段礫岩自下而上所佔比例漸次增加，其粒徑大小自數公分至數十公分，基質則以泥質材料為主；砂岩呈淺灰或淺黃色，粒徑為細粒至粗粒，膠結疏鬆。
大茅埔礫岩(Tm)	本層主要由礫岩組成，偶含透鏡狀砂岩。礫岩材料多為石英岩或砂岩，少數為火成岩及砂質頁岩；礫石粒徑由數公分至一公尺不等，膠結物則多為細砂或含有鐵質或鈣質。
階地堆積層(t)	本層由未固結之礫石、砂及泥組成，厚度變化大，厚者可達十數公尺，主要分布於後池堰兩岸，以及頭前溪及其支流河岸兩側。
沖積層(a)	本層由未固結之礫石、砂及泥組成，厚度變化大，厚者可達十數公尺，主要分布於後池堰下游之大漢溪河床、石門水庫庫區、打鐵坑溪、頭前溪及其支流河床。

表 3.2-2 隧道銜接段工程沿線地質特性表

位置	計畫里程	地質條件	注意事項
隧道進口	0K-22.27~0K+296	石門斷層破碎帶，依 BH-2、BH-3 及 BH-4 之鑽孔成果，斷層破碎帶影響範圍至少超過 60 公尺，主要集中於石底層內，其產狀為高角度、破碎之砂岩或砂頁互層夾剪裂泥。	圓弧破壞潛勢，據以設計適當之邊坡補護措施
隧道段	0K+296~0K+886	通過石底層，岩性以砂頁岩互層及膠結不良之砂岩，層面傾角約為 25~45 度間。	
隧道段	0K+886~1K+341	石門斷層破碎帶，岩性為破碎砂頁岩互層，夾有高角度剪裂泥。	
隧道段	1K+341~1K+406	通過石門斷層，由 BH-4 鑽孔成果，岩	設計階段須

位置	計畫里程	地質條件	注意事項
		心組成以斷層泥及斷層角礫為主，斷層泥厚度可超過 1 公尺，另該孔深度 50.2~62.0m 處為礫石層，推估此礫石層為晚更新世以來之材料，顯示斷層可能於晚更新世以來曾有活動跡象。	考量相關工程對策及處置措施
隧道段	1K+406~3K+382.3	通過南莊層，岩性為砂岩夾薄層頁岩為主，局部夾 1~2 公尺厚之頁岩，岩盤強度低。	
隧道出口	3K+382.3	地層屬南莊層，岩性以砂岩、砂岩夾頁岩為主，膠結不佳，屬弱至甚弱岩。洞口段岩覆低、山脊厚度薄。	洞口開挖須注意偏壓以及邊坡穩定

3.3 聯絡道路

本工程施工範圍路線由北至南依序為石門水庫中線道路、石門山、竹 28-1 鄉道、省道台 3 線至上坪溪左岸高灘地，總長 25,331.75m，其中石門水庫中線道路為周邊居民休憩觀光之道路；竹 28-1 鄉道為新竹縣關西鎮東安里居民之進出道路，路幅寬度約 3m~7m，路幅不足處未來施工將辦理臨時道路拓寬，以維持居民進出動線。

省道台 3 線為本工程主要施工範圍，沿線多屬 4 線道，寬度約 15m，惟沙坑地區為 2 線道，以及合興車站北側附近內灣老街進出道路，假日或觀光季節時車流量較大，故需確保交通維持，並應避免假日及週末施工。本計畫於該處橫交台鐵內灣支線，該路段目前設計以推管施工方式通過，以減少對交通之衝擊。

3.4 地下障礙物調查

1、既有管線調查

計畫範圍進行既有地下管線調查，調查起訖點為桃園市龍潭區石門水庫中線鋼管起，經石門山、竹 28-1 鄉道、台 3 線及上坪溪高灘地等，至新竹縣竹東鎮寶山第二水庫之引水渠道。

本計畫邀集各管線主管機關進行現場會勘，以及彙整桃園市養

護工程處便民系統與新竹智慧圖資雲之管線分布資料，並施作透地雷達及調閱相關管線竣工圖資進行套繪，相關成果詳「石門水庫至新竹聯通管工程基本設計及施工諮詢-管線調查成果報告書」(北水局 111 年 12 月)。彙整資料結果顯示，本工程路線皆位於低密度開發區，惟台 3 線為主要幹道，仍有若干地下管線，初步研判應有電信或固網管線、電力管線、天然氣管線、自來水管線及廢棄油管等管線，其管徑、分布範圍不一，埋設深度約在地表下 0.6~3 公尺。經確認各路段之管線埋設位置，茲將各管線之調查成果及分布位置彙整如表 3.4-1。

2、既有管線調查

本工程預定路線於台 3 線沿線經多處渠道、橋梁及管涵，經調查與本工程管路橫交之水路及構造物包括：於 28-1 鄉道道路下方之排水或灌溉管涵 4 處、穿越既有圳道(三屯圳)1 處；於台 3 線道路下方之排水管涵 4 處、穿越既有水路或渠道 14 處、穿越人行地下道 1 處及通過台鐵內灣支線 1 處；於上坪溪左岸高灘地通過既有排水管涵 1 處，詳見表 3.4-2。

上述橫交構造物於台 3 線穿越既有水路設施部分採水管橋型式通過，穿越地下道及台鐵內灣支線之路段則以推進方式埋管，其餘皆採明挖方式由構造物下方通過。

表 3.4-1 管線分布說明

管線種類	主管單位	管徑	埋設深度(公尺)	分布位置及說明	備註
電信/ 固網	台灣固網股份有限公司 台灣大哥大股份有限公司 亞太電信股份有限公司 遠傳電信股份有限公司 新世紀資通股份有限公司	-	-	1. 分布於台 3 線與竹 28-1 鄉道之交會路口至台 3 線之 120 縣道。 2. 該管線於台 3 線與竹 28-1 鄉道之交會路口至台 3 線大肚國小採高架型式佈設；由大肚國小起至 120 縣道則埋設於地下。	
	中華電信股份有限公司 新竹營運處	-	1.2	1. 分布於竹 28-1 鄉道與台 3 線。 2. 埋設位置位於道路兩側，部分路段有管線穿越台 3 線，路面可見人孔蓋供辨識佈設位置。	
	台灣中油股份有限公司 資訊處電信所	2 吋	1.5~2.5	1. 分布於台 3 線與竹 28-1 鄉道之交會路口至台 3 線與 120 縣道之交會路口。 2. 該管線與中油公司之高壓天然氣管係屬共同埋設，埋設數量為 4 條，埋設於高壓天然氣管上方，路面可見人孔蓋供辨識佈設位置。	
	台灣固網股份有限公司	-	-	1. 分布於台 3 線與竹 28-1 鄉道之交會路口至竹東大橋。 3. 該管線於台 3 線上採高架型式佈設；惟於台 3 線與 120 縣道之交會路口採地下埋設，埋設深度約 1 公尺。	
自來水管線	台灣自來水股份有限公司 第三區管理處	200mm	1.2~1.5	1. 分布於台 3 線與竹 28-1 鄉道之交會路口至東光國小。 2. 埋設位置位於道路兩側，部分路口有管線穿越台 3 線。 3. 該管線於台 3 線與竹 28-1 鄉道之交會路口至長安街	

管線種類	主管單位	管徑	埋設深度(公尺)	分布位置及說明	備註
				僅沿台 3 線南下側埋設；由長安街起至東光國小則沿台 3 線兩側埋設。	
	圓嶼淨水廠	500mm 800mm	1.2	1. 分布於上坪溪左岸，該管線由竹東鎮沿台 3 線往竹東大橋延伸，並自台 3 線與台 68 線之交會路口起沿上坪溪高灘地之河濱公園人行步道往南埋設。 2. 於圓嶼淨水廠西側設置引水井，深度約 12 公尺；並有地下抽水管線連接至上坪溪。	
	新竹縣橫山鄉公所	-	-	1. 分布於三處：台 3 線 64.3K 至 64.5K、台 3 線沙坑國小至南沙坑橋、台 3 線 68K。 2. 埋設位置原則沿道路旁邊溝設置。 3. 台 3 線 64.3K 至 64.5K 為沿台 3 線北上側設置；台 3 線與竹 30 鄉道之交會路口至沙坑街於台 3 線北上設置取水管線，至沙坑街後跨越台 3 線往西延伸，而送水管線由沙坑街與台 3 線之交會路口分別往南延伸至南沙坑橋及往北延伸至沙坑國小則沿台 3 線南下側設置；台 3 線 68K 則設置於台 3 線北上側。	簡易自來水管
電力管線	台灣電力股份有限公司 新桃供電區營運處	8 吋*14	1.2~1.5	1. 一處分布於亞洲水泥公司沿台 3 線往 120 縣道延伸；另一處則沿沿河街往北延伸，至竹東大橋後往西延伸。 2. 亞洲水泥公司至 120 縣道之路段可能埋設於台 3 線南下側(現勘人員說明埋設位置可能在北上側，以 google 歷史街景調查顯示人孔位於南下側)；沿河街至竹東大橋段埋設於堤防內側道路。 3. 亞洲水泥公司至 120 縣道之管路依竣工圖顯示，其埋管路線於中豐路二段 120 巷與台 3 線之交會路口	69kV 、 161kV 高壓電纜

管線種類	主管單位	管徑	埋設深度(公尺)	分布位置及說明	備註
				橫向穿越台 3 線往中豐路二段 120 巷埋設。 4. 與計畫管線橫交路段施工前，建議會同主管機關辦理會勘確認高壓電纜管線位置。	
	台灣電力股份有限公司 新竹區營業所		0.6~1.5	1. 多分布於台 3 線沿線與周邊道路之交會路口。 2. 分布位置多位於道路內外車道間，部分路段有管線穿越台 3 線，路面可見人孔蓋供辨識佈設位置。 3. 一般埋設深度為 1.2~1.5 公尺，惟當低壓及高壓管線為共架埋設(低壓電線設置於高壓管線之上)之埋設深度為 0.6 公尺。	低壓、高壓 民生電線
天然氣管線	台灣中油股份有限公司 天然氣事業部北區營業處	26 吋	1.5~2.5	1. 分布於台 3 線與竹 28-1 鄉道之交會路口至台 3 線與 120 縣道之交會路口。 2. 埋設位置約位於台 3 線內外車道之車道線下方。 3. 該管線於台 3 線與竹 28-1 鄉道之交會路口至中豐路三段 10 巷沿台 3 線北上側埋設；經中豐路三段 10 巷後皆沿台 3 線南下側埋設。另經橫山管制站(中豐路二段 616 號)因管線須引入管制站而橫跨台 3 線共兩次。 4. 施工期間不可斷氣；另與計畫管線橫交路段施工前，建議會同中油公司辦理會勘確認天然氣管線位置。	高壓天然氣管線
	台灣中油股份有限公司 天然氣事業部公用天然氣營業處	2~6 吋	1.0~1.5	1. 分布於台 3 線之大肚國小至竹東大橋。 2. 埋設位置多位於台 3 線道路兩側。 3. 道路兩旁偶有 4 吋閥箱配置，然因台 3 線拓寬改建而埋設於路面下，施工期間如遇閥箱須避免破壞。	中、低壓 天然氣管線
	新竹瓦斯股份有限公司	-	-	1. 分布於 118 縣道或巷弄間，多未延伸至台 3 線。	低壓天然氣

管線種類	主管單位	管徑	埋設深度(公尺)	分布位置及說明	備註
				2. 於台 3 線與長安街之交會路口可能有管線跨越台 3 線。	管
廢棄油管	亞洲水泥股份有限公司 新竹製造廠	6~8	1.2~1.5	1. 分布於亞泥公司新竹製造廠至竹東大橋。 2. 因台 3 線道路經多次拓寬改建，埋設位置已無法判斷，然依據過往挖除經驗推測該管線之埋設位置可能位於台 3 線之中央分隔島至南下側內車道下方。 3. 管內可能存有殘餘重油，施工期間如挖掘發現，經會勘確認後始可移除處理。	
雨水 下水道	新竹縣政府	-	-	1. 分布於台 3 線 68.9K 至 71.1K。 2. 雨水邊溝位置多位於台 3 線道路兩側，設施寬度約 0.6 公尺，高度約 0.6 至 0.8 公尺。 3. 多數雨水箱涵下水道位於台 3 線周圍巷弄，未延伸至台 3 線；僅部分雨水箱涵位於台 3 線 70.6K 至 71K、69.3K 至 69.5K 北上側車道下方，其中於台 3 線 69.4K、71K 處有雨水箱涵橫向穿越台 3 線道路下方，於 69.4K 處之雨水箱涵寬度約 5.32 至 6.32 公尺，高度約 3.42 公尺，於 71K 處之雨水箱涵寬度約 1.5 公尺，高度約 1.5 公尺。	

表 3.4-2 橫交構造物調查成果

項次	路段	構造物型式	屬性/用途	穿越長度/管徑(m)	深度(m)	工程設計型式	坐標(E,N)	調查日期
1	三屯圳旁	渠道	灌溉	4.00	4.00	明挖：於構造物下方穿越	270630.142, 2744167.615	111/08/29
2	竹 28-1	管涵	排水	0.60	1.00	明挖：於構造物下方穿越	269868.112, 2743650.663	111/08/29
3	竹 28-1	管涵	排水	0.45	0.85	明挖：於構造物下方穿越	269809.812, 2743617.225	111/08/29
4	竹 28-1	管涵	排水	0.38	0.78	明挖：於構造物下方穿越	269198.987, 2743256.752	111/08/29
5	竹 28-1	管涵	排水	0.66	1.66	明挖：於構造物下方穿越	269194.746, 2743254.626	111/08/29
6	台 3 線 59.5K~59.6K	河道	鳳山溪 支流	30.16	9.86	關西水管橋	268445.637, 2741915.908	111/08/29
7	台 3 線 60.7K	暗溝	排水	0.30	0.59	明挖：於構造物下方穿越	267840.237, 2740975.385	111/08/29
8	台 3 線 60.9K~61.0K	河道	鳳山溪 支流	61.39	7.79	南華水管橋	267738.532, 2740782.736	111/08/29
9	台 3 線 61.4K	渠道	灌溉	7.60	5.97	芋子園水管橋	267613.834, 2740361.348	111/08/29
10	台 3 線 62.3K	渠道	灌溉	8.18	5.16	新城水管橋	267389.862, 2739465.102	111/08/29
11	台 3 線 62.8K	渠道	灌溉	11.5	5.08	太平水管橋	267365.485, 2739055.001	111/08/29
12	台 3 線 63.5K	明溝	灌溉	5.00	-	明挖：於構造物上方穿越	267362.552, 2738374.643	111/08/29
13	台 3 線 64.8K	明溝	灌溉	5.00	-	明挖：於構造物上方穿越	266674.388, 2737485.280	111/08/29
14	台 3 線 65.2K	渠道	灌溉	12.87	5.97	北沙坑水管橋	266429.872, 2737333.367	111/08/29
15	台 3 線 65.5K	管涵	排水	1.02	1.02	明挖：於構造物下方穿越	266449.011, 2737019.988	111/08/29
16	台 3 線 66.4K	渠道	灌溉	7.73	3.93	南沙坑水管橋	266183.747, 2736310.774	111/08/29
17	台 3 線 67.6K	管涵	排水	0.60	0.60	明挖：於構造物下方穿越	265981.837, 2735139.380	111/08/29

項次	路段	構造物型式	屬性/用途	穿越長度/管徑(m)	深度(m)	工程設計型式	坐標(E,N)	調查日期
18	台3線 69.9K~70.0K	人行 地下 道*2	交通	3.00	4.50	推進埋管	264073.278, 2734653.037	111/08/29
19	台3線 71.1K	暗溝	排水	1.18	1.18	明挖：於構造物下方穿越	263278.370, 2735350.610	111/08/29
20	台3線 71.9K~72.3K	河道	油羅溪 主流	390.00	17.28	油羅溪水管橋	262519.435, 2735008.355	111/08/29
21	台3線 72.4K	渠道	油羅溪 支流	52.82	6.53	油羅溪水管橋	262438.637, 2734823.433	111/08/29
22	台3線 72.4K~72.5K	鐵路 平交 道	交通	5.50	NA	推進埋管	262373.459, 2734735.453	111/08/29
23	台3線 73.6K	箱涵	區域排 水	10.00	6	明挖：於構造物下方穿越	261232.027, 2734928.828	111/08/29
24	台3線 74.0K	明溝	排水	1.60	1.50	明挖：於構造物下方穿越	260901.175, 2734990.551	111/08/29
25	台3線 74.1K~74.5K	河道	上坪溪 主流	461.03	14.99	竹東水管橋	260637.776, 2735034.552	111/08/29
26	上坪溪左岸	管涵	排水	1.02、 0.74、 0.74	地表	明挖：於構造物下方穿越	260108.848, 2733297.490	111/08/29

註：針對管涵、箱涵標示管徑；渠道、河道、暗溝、明溝、人行地下道及鐵路平交道等構造物則標示穿越長度。

3.5 工程基本需求分析

1、 工程整體布置

本工程整體主要包含以下工程設施：輸水隧道、明挖埋管、推進管、水管橋及工作井等項目，總管線長約 25,331.75 公尺，其中包含隧道段約 3,382.3 公尺、推管段約 1,214.7 公尺、明挖段約 19,373.47 公尺、水管橋約 1,328.88 公尺及出水工緩衝槽長約 32.4 公尺，各項設施項目佈置如表 1.3-1 所示。

2、 基本設計需求

本工程管路分為隧道、明挖覆蓋、推管及水管橋等 4 個部分，管路之設計參據中華民國國家標準 SP 鋼管、DIP 延性鑄鐵管相關規範、AISC 之 Manual of STEEL CONSTRUCTION、AWWA Manual M11、日本水道協會 WSP 設計標準、自來水設施耐震設計指南及解說。茲將基本設計成果重要數據及其設計需求整理如表 3.5-1。

3.6 工程基本資料彙整

本工程基本資料彙整如表 3.6-1 所示。

3.7 工址潛在危害表

為落實風險對策及檢討其成效，建立本工程之危害辨識表，並確立各項安全對策之權責範圍，如表 3.7-1 所示。

表 3.5-1 基本設計重要數據及其設計需求

參數		說明	設計需求	相關設計規範及文獻
設計流量		30萬CMD	<ul style="list-style-type: none"> 石門水庫水位226m以上，可輸水30萬CMD至寶二水庫引水渠道 	強化新竹地區穩定供水-石門水庫至上坪堰原水聯通管及油羅溪伏流水可行性規劃(經濟部水利署水利規劃試驗所，民國111年4月)
輸水管段	管徑	2.0 m	<p><u>管 材</u>：</p> <p>隧道段，壓力$\leq 10 \text{ kg/cm}^2$，採DIP管。</p> <p>明挖段，壓力$> 10 \text{ kg/cm}^2$，採SP管。</p> <p> 壓力$\leq 10 \text{ kg/cm}^2$，採DIP管。</p> <p>推管段，壓力$\leq 10 \text{ kg/cm}^2$，採DIP管。</p> <p>水管橋，採SP管。</p> <p><u>設計壓力</u>：</p> <p>設計內壓：$< 12 \text{ kg/cm}^2$</p> <p>試水壓力：kg/cm^2</p> <p>SP管：抗拉強度$\geq 41 \text{ kgf/mm}^2$，降伏強度$\geq 23 \text{ kgf/mm}^2$</p> <p>DIP管：抗拉強度$\geq 42 \text{ kgf/mm}^2$</p> <p><u>管材選用</u>：</p> <p>明挖段SP管：$\phi 2,000 \text{ mm}$，厚度18mm 以上。</p> <p>明挖段DIP管：$\phi 2,000 \text{ mm}$，K型DIP三種管。</p> <p>推管段DIP管：$\phi 2,000 \text{ mm}$，U型DIP二種管。</p> <p>水管橋SP管：$\phi 2,000 \text{ mm}$，最小管厚22mm。</p>	<ul style="list-style-type: none"> CNS 6568 G3129 CNS 6666 G3130 CNS 10808 G3219 CNS 13272 G3253 Manual of STEEL CONSTRUCTION, Allowable Stress Design

參數		說明	設計需求	相關設計規範及文獻
輸水管段	管徑	2.0 m	<p><u>相關設施</u>：</p> <ul style="list-style-type: none"> 輸水隧道： <p>隧道段內置ϕ 2,000 mm DIP管，另設置施工橫坑。</p> <p>聯通管隧道長3,382.3m，開挖淨寬高=5.6×5.6m，坡度0.145%(向上)，採倒D形隧道斷面。</p> <p>施工橫坑長570.9m，寬高=5.6×5.6公尺，倒D形隧道斷面，坡度8.73~8.82%(向下)。</p> 管線道路埋設： <p>明挖以管頂距離路面1.2公尺為原則，穿越一般結構物採降挖工法，並應與吊掛或復舊之結構物間距0.4公尺以上(與高壓天然氣管至少需保有1.0m以上)。</p> 管線推進： <p>原則保留1.0倍管徑之淨空，降挖穿越主要溪流時，管頂應距計畫渠底或床底工2m以上。</p> 水管橋： <p>設計管底高程高於河川計畫洪水位加出水高。</p> 出水口緩衝槽： <p>設計流量30萬CMD，聯通管管徑2m，重力加速度$g=9.81\text{m/s}^2$，緩衝槽長32.4m、寬14.4m，管末端進入緩衝槽設計流速$<15\text{m/s}$。</p> 	<ul style="list-style-type: none"> 「山岳隧道工程技術準則及解說」(1999年8月科技出版社) 「公路隧道設計規範」(民國107年2月交通部頒布) 行政院農委會民國109年修訂之「水土保持技術規範」 內政部營建署民國110年修訂之「混凝土結構設計規範」 內政部營建署民國110年修訂之「結構混凝土施工規範」 內政部營建署民國90年頒佈之「建築物基礎構造設計規範」 自來水管理設工程施工說明書，台灣自來水股份有限公司(民國111年1月) 下水道規劃及管渠設計施工(歐陽嶠暉等人，民國96年) 下水道推進工法の指針と解説(社團法人日本下水道協會，2010) AWWA Manual M11 3rd Edition, Steel Pipe-A Guide for Design and Installation, 1998. 自來水設施耐震設計指南及解說(2013年版)。

				<ul style="list-style-type: none"> • 交通部民國109 年頒「公路橋梁設計規範」 • 交通部民國108 年頒「公路橋梁耐震設計規範」 • 混凝土工程設計規範與解說(土木401-108) • 經濟部民國109 年頒布「申請施設跨河建造物審核要點」
--	--	--	--	--

表 3.6-1 設計階段工程基本資料表

工程名稱	石門水庫至新竹聯通管工程		
工址位置	桃園市龍潭區、新竹縣關西鎮、橫山鄉、竹東鎮		
工程相關單位	單位名稱	地址	電話
主辦機關	經濟部水利署北區水資源局	桃園市龍潭區佳安里佳安路 2 號	(03)471-2001
設計單位	中興工程顧問股份有限公司	台北市松山區南京東路五段 171 號 14 樓	(02)2769-8388
統包商			
設計分包商			
工程功能需求	構造型式	隧道、明挖、推管、水管、調整池	
	規模(主要尺寸、面積、容積等)	<p>1. 管路埋設路線(包含隧道、明挖覆蓋、推進及水管橋)：</p> <p>(1)由石門水庫分層取水工中線鋼管引水，於庫區中線道路開挖隧道穿越石門山。</p> <p>(2)於新竹縣關西鎮竹 28-1 鄉道與東安農路交會處出洞，沿三屯圳圳道及竹 28-1 鄉道明挖覆蓋埋設管線。</p> <p>(3)由竹 28-1 鄉道銜接台 3 線，並沿台 3 線採明挖覆蓋方式埋設管線。</p> <p>(4)於沙坑社區、合興車站北側沿台 3 線、大肚國小地下人行道及台鐵內灣支線中豐路平交道共計 4 處為推管段。</p> <p>(5)共計 9 座水管橋，分別為關西二號水管橋(7k+161~7k+206)、南華水管橋(8k+532~8k+592)、芋子園水管橋(9k+026~9k+036)、新城水管橋(9k+984~9k+994)、太平水管橋(10k+421~10k+431)、北沙坑水管橋(12k+763~12k+778)、南沙坑水管橋(13k+885~13k+900)、油羅溪水管橋(19k+536~19k+985)及竹東水管橋(21k+740~22k+170)。</p> <p>(6)於輸水管路出水口設置調整池(含消能及尾水池)並引水至寶二水庫引水渠道。</p> <p>2. $\phi 2,000\text{mm}$ 管路：總長約 25,210.8 公尺。</p> <p>(1)隧道段：長約 3,382 公尺</p> <p>(2)明挖覆蓋管段：長約 19,517 公尺。</p> <p>(3)推進管段：長約 1,214 公尺。</p> <p>(4)水管橋：長約 1,119 公尺。</p> <p>3. 水工機械：$\phi 2,000\text{mm}$ 蝶閥 13 座、$\phi 2,000\text{mm}$ 超音波流量計 2 座、$\phi 2,000\text{mm}$ 緊急遮斷閥 1 座、$\phi 800\text{mm}$ 洩壓閥 1 座、$\phi 400\text{mm}$ 排泥閥 10 座、$\phi 200\text{mm}$ 排氣閥 57 座、$\phi 200\text{mm}$ 緩衝塞閥 57 座、彈性座封閘閥 $\phi 200\text{mm}$ 57 組、$\phi 400\text{mm}$ 10 組、$\phi 2,000$ 單噴孔錐形控制閥 2 座、$\phi 2,000\text{mm}$ 鋼製可撓管 24 組、壓力計 10 組。</p> <p>4. 出水口調整池 1 式(含消能池及尾水池)。</p> <p>5. 其他：中央監控中心 1 處</p>	
	用途	使石門水庫庫水直接支援供應新竹寶山、寶二水庫，增加區域水資源調度及備援能力，強化新竹地區公共用水之抗限缺水能力。	
基地環境	地形	山坡地、丘陵、河谷及西部麓山帶與沖積平原交界	
	地質	計畫路線之地層單位由老至新依序為中新世之石底層、南港岩、南庄層、上新世之卓蘭層、更新世之楊梅層照門段、楊梅層照鏡段、大茅埔礫岩、以及現代沖積層；以及全新世之階地堆積層與沖積層，地質構造包含通過隧道段之石門段層、通過	

		道路埋設段之大平地斷層、軟橋斷層；以及通過水源放水段之鹿廚坑背斜。
	交通	竹 28-1 鄉道、省道台 3 線
	氣候	年平均雨量約 1,900mm，全年有雨，豐枯水期之雨量比為 2：1，高降雨之月份主要受梅雨季節及夏季颱風影響。
	鄰近建築或構造物	道路、公路橋梁、民宅
	地下管線及埋設物	有
	施工限制	高噪音作業(例如拆除作業)儘量不在夜間時段施工，減低對附近環境噪音之影響。

表 3.7-1 工址潛在危害表

工程名稱：石門水庫至新竹聯通管工程

承辦部門：大地工程部

日期：

類別	潛在危害	危害對策	對策處置人員	說明
邊坡穩定	坡面及開挖面崩塌、地層強度低	開挖形式及邊坡保護工程之研擬，遵守相關安全措施	地質調查組 隧道工程組	隧道進口處邊坡崩積層厚度估計至少 8m，崩積層下方岩性以粉砂岩、粉砂岩與頁岩之互層，並夾有高角度之剪裂泥，地層材料破碎、膠結程度不佳，開挖需注意圓弧破壞趨勢；隧道出口地層屬南庄層，岩性以砂岩、砂岩夾頁岩為主，膠結不佳，屬弱至甚弱岩，開挖須注意偏壓及邊坡穩定。
隧道開挖	擠壓性地盤、湧水性地盤、有害氣體、斷層破碎帶及特殊地質	設計納入特殊地質進行考量，施工中宜對潛在危害進行相關監測	地質調查組 隧道工程組	隧道於里程 1k+341~1k+406 處通過石門斷層，由於隧道線型與斷層走向呈斜交，石門斷層及破碎帶影響長度約 800 公尺，此段具有中至高度擠壓性、中度至嚴重湧水及嚴重斷層破碎等特殊地盤性質，另斷層及其破碎帶可能具有害氣體或將煤層捲入斷層帶中，設計需將特殊地質納入考量並選擇適當工法，施工中宜對潛在危害進行相關監測。
鄰水作業	淹水、土石流、人員溺斃	開挖安全措施、工址區域排水、緊急應變措施、工程規劃於非汛期施作以降低風險、防汛計畫及整備、鄰水作業救生設備	橋梁工程組	水管橋工區穿過鳳山溪、油羅溪及上坪溪河道，若遇颱風常因上游集水區儲存大量雨水使水庫滿載，此時需進行調節式洩洪，下游須注意防範。
道路埋設	地下管線、橫交構造物、管溝擋土支撐、道路拓寬	地下管線及橫交構造物調查、推進工法穿越管線、支撐安全檢核、既有設施保護措施	明挖工程組 推管工程組	本計畫路線主要沿台 3 線佈設，若遇地下管線及橫交構造物應保持適當距離，竹 28-1 鄉道路線涉及道路拓寬，周邊灌排設施應維持其功能正常，且宜需注意對鄰房之影響。
交通安全	車輛交通事故	擬定完善交通維持措施、夜間警示燈	隧道工程組 明挖工程組 推管工程組	竹 28-1 鄉道路幅較窄，對交通影響較大，台 3 線為重要交通路線，假日期間近內灣老街屬觀光要道，上坪溪左岸高灘地為居民休憩場所。
評估人員：何侑剛、廖俊逸、林彥志			核准：江憲宗	

第四章 工程設計方案

4.1 工程基本需求分析

依據設計功能需求、規劃檢討及工址現況調查成果，將風險資訊傳遞至各部門主管並納入方案研擬之考量。俟規劃工作部門擬定方案並由各部門主管及具有施工經驗之工程師共同研討並予選擇適當之處置方案，如結構形式、基地位置、施工方法等。

- 1、 里程區段及初步研擬：依調查成果及區段特性，再依設計單位據結構、工法等研擬方案之原理，規劃各里程段之結構型式及工法。
- 2、 規劃方案研擬說明：由本公司相關部門主管及具有施工經驗之資深工程師共同研討並予選擇適當之處置方案之摘要簡述，包括結構型式及工法選擇。
- 3、 採用方案：摘要整理所採用之結構型式及工法。依據規劃方案，就功能需求、工址現況條件及施工性等項目進行安全評估。基本設計方案安全評估主要項目分別為：
 - (1) 功能需求：評估項目包括高度、寬度、跨徑、景觀等，並簡述評估項目之內容及評估其設計安全應考量事項。
 - (2) 工址現況條件：評估項目包括地質、地形、既有公路設施、水文氣象及景觀環境等，並簡述評估項目之內容及評估其設計安全應考量事項。
 - (3) 施工性：評估項目包括技術成熟度、工期及作業安全性等，並簡述評估項目之內容及評估其設計安全應考量事項。

4.2 評選工程可行方案

研擬工程可行方案後，針對包含施工安全衛生等各項目綜合評選，以篩選出最優選設計方案，並評估最優選設計方案之潛在風險，傳遞予後續發展優選方案之設計者，妥予因應。

可行之工程設計方案初步研擬後，進行方案評選時，將施工安全納入評選項目，並就最優選設計方案，辨識可能之危害狀況，提列於發展設計內容時之應注意事項，以供後續辦理優選方案設計之人員參照辦理。依據勞動部職業安全衛生署之營造工程風險評估技術指引(110 年 2 月)所建議之設計方案評選表進行評分，表格式例如表 4.2-1，有關各評選項目之權重依工程特性設定各項目之權重配分，本報告針對各設計方案之評選以功能符合為優先考量項目，設定權重為 25%，惟安全之權重依據風險評估指引建議不低於 15%，其餘項目均設定為 10%。

依據設計功能需求、規劃檢討及工址現況調查成果，將風險資訊傳遞至設計專業人員並納入方案研擬之考量。俟設計專業人員擬定方案並由業主、設計專業人員及具有施工經驗之資深工程師共同研討並予選擇適當之處置方案，如結構形式、施工方法等。旋後則依據規劃方案，就功能需求、工址現況條件及施工性等項目進行安全評估。

表 4.2-1 工程設計方案評選表格式

工程名稱：石門水庫至新竹聯通管工程

承辦部門：

日期：

項目及配分	功能符合 (25%)	基地適應 (10%)	技術 (10%)	經費 (10%)	工期 (10%)	環境景觀 (10%)	安全 (15%)	維修 (10%)	評分	排序
方案 A										
方案 B										
優選設計方案風險(潛在危害)及施工安全應注意事項										
核准：					製表：					

說明：

1. 表列評分項目僅供參考，各工程應依其特性設定評分項目。
2. 依工程特性設定各項目之權重配分，惟安全之權重建議不低於 15%。
3. 各項目均以 100 分為滿分評分，再乘以權重後加總得總分。
4. 依總分排序，以篩選出優選方案。
5. 辨識優選方案之風險(潛在危害)，並研提施工安全應注意事項，以為後續辦理設計人員參考。

4.2.1 隧道輸水管段方案選擇及評估

1、設計方案說明

本工程輸水管段路線於原規劃階段採用 1-C 方案為優選方案，本節考量增闢隧道施工面、隧道出口位置、對周邊環境之影響既、計畫時程及隧道施工風險提出 1-C 優化方案，相關路線請詳圖 4.2-1。

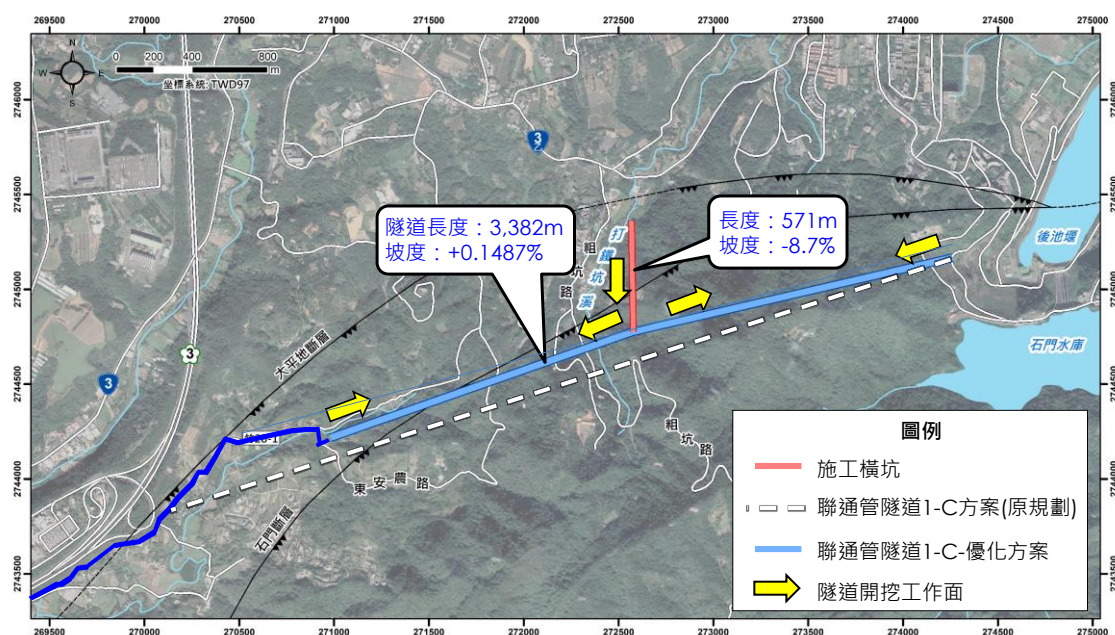


圖 4.2-1 隧道輸水管段原規劃與優化路線平面圖



圖 4.2-2 隧道輸水管段 1-C 優化方案橫坑位置空拍圖

考量聯通管隧道總長度達 4 公里，且須通過石門斷層具備一定之隧道施工風險，於隧道中段增闢施工面確有其必要性，且增闢施工面有縮短工期之效果，隧道進出口位置宜選擇對周邊環境影響小者為佳。

依據上述設計需求，提出 2 種適宜隧道輸水管段方案如下所述。

方案 A：路線 1-C

- (1) 本方案隧道長度 $L=4,006$ 公尺，進洞位置為中線道路旁北水局用地，隧道出口位於竹 28-1 鄉道之微風之丘社區旁。
- (2) 隧道出口之管線中心高程約在 EL.196.62 公尺，其中出口區段隧道頂部覆蓋甚淺。
- (3) 為增闢隧道施工面，本方案規劃於隧道中段之打鐵坑溪上方設置施工豎井(深度約 110 公尺)。

方案 B：路線 1-C 優化

- (1) 本方案隧道長度 $L=3,882$ 公尺，進洞位置亦位於中線道路旁北水局用地，隧道出口位置位於竹 28-1 鄉道與東安農路交叉口之空地旁。
- (2) 隧道出口之管線中心高程可調整至 EL.216.93 公尺。
- (3) 為增闢隧道施工面，本方案規劃於台 3 乙線龍源路 860 號處空地作為施工橫坑($L=570.9$ 公尺)之洞口，打設施工橫坑銜接至聯通管隧道中段，使聯通管可往上下游開闢工作面施工。

2、綜合探討與評估

該兩方案在考量地質困難度、施工風險與可行性、工期、周邊環境影響等因子之前體下進行評估。由於隧道段路線與石門斷層斜交，斷層及破碎帶影響隧道段長度約 800 公尺，方案 A 規劃隧道中段設置 110 公尺深度之施工豎井，對隧道工期之助益不大，且出碴較為困難，方案 A 之隧道出口區段由於覆蓋淺且洞口位於該處

民宅社區旁，對周邊環境影響較大；方案 B 規劃施工橫坑銜接聯通管隧道中段，可往上下游開闢工作面施工，對困難地質之適應性較高，出碴較方案 A 可行性高亦可縮短工期，出洞位置選擇位於竹 28-1 鄉道及東安農路交岔處之山脊，出口覆蓋較高且出口附近無住宅，對周邊居民影響較小，相關位置空拍圖請詳圖 4.2-3。綜上考量，本團隊優先採用方案 B：路線 1-C 優化方案。相關各隧道輸水管段方案比較詳表 4.2-2 及表 4.2-3。



圖 4.2-3 隧道輸水管段隧道出口方案位置空拍圖

表 4.2-2 隧道輸水管段整體綜合考量表

方案	方案 A 路線 1-C	方案 B 路線 1-C 優化
隧道長度	4,006m	3882.3m
困難地質適應性	針對隧道段約 800 公尺之石門斷層及破碎帶影響範圍，以 110m 深之豎井增闢工作面，施工性較差，較難克服困難地質	增闢施工橫坑銜接聯通管隧道中段開闢工作面，若開挖遭遇困難地質可藉橫坑銜接點往上、下游開挖，適應性較佳
周邊環境影響	隧道洞口位於微風之丘社區旁且通過社區進出道路，對環境及交通影響大	隧道洞口設置於竹 28-1 鄉道及東安農路交岔處之山脊，對住宅社區影響較小
施工工期	隧道長度長且增闢工作面施工性較差，整體工期較長	隧道長度較短，且增闢施工橫坑增加工作面，工期較短
施工風險	施工繁瑣，隧道出口淺覆蓋短需採管幕工法施作，施工豎井位於打鐵坑溪溪谷，汛期期間恐無法運作，影響施工效率提高施工風險	施工較易，隧道洞口設置於山脊處屬較佳出動位置，增闢施工橫坑可穩定提供工作面進行施工，施工彈性較高，降低施工風險
優先順序	2	1

表 4.2-3 隧道輸水管段設計方案評選表

工程名稱：石門水庫至新竹聯通管工程

承辦部門：大地工程部

日期：

項目及配分	功能符合 (25%)	基地適應 (10%)	技術 (10%)	經費 (10%)	工期 (10%)	環境景觀 (10%)	安全 (15%)	維修 (10%)	評分	排序
方案 A (路線 1-C)	90	75	80	70	80	60	80	80	79	2
方案 B (路線 1-C 優化)	90	85	90	90	90	85	90	90	89	1
優選設計方案風險(潛在危害)及施工安全應注意事項	1. 隧道進出洞口之邊坡開挖穩定性崩塌風險。 2. 隧道施工遭遇石門斷層及破碎帶風險。 3. 隧道施工通風、照明及噪音危害風險。 4. 隧道開挖支撐及襯砌施工作業危害風險。									
核准：江憲宗					製表：廖俊逸					

說明：

1. 表列評分項目僅供參考，各工程應依其特性設定評分項目。
2. 依工程特性設定各項目之權重配分，惟安全之權重建議不低於 15%。
3. 各項目均以 100 分為滿分評分，再乘以權重後加總得總分。
4. 依總分排序，以篩選出優選方案。
5. 辨識優選方案之風險(潛在危害)，並研提施工安全應注意事項，以為後續辦理設計人員參考。

4.2.2 隧道及施工橫坑工法選擇及評估

1、 設計方案說明

隧道施工方法的規劃將影響施工進度、工程造價及隧道安全甚鉅，因此隧道施工方法之選擇，為隧道工程作業之首要考慮因素，但無論採用何種工法，事先均須做到詳盡之地質調查及配合施工時之良好工地管理，才可達到提升施工進度的目的。

若以施工程序加以分類應可分類為循序開挖工法（ Sequential Excavation Method）及隧道全斷面鑽掘機 TBM（ Tunnel Boring Machine，以下簡稱 TBM）工法兩大類，其中循序開挖工法係指隧道之施工依開挖-出碴及支撐等步驟依序進行，每一循環稱為一輪進，其開挖方式又可分為破碎機（ Breaker）工法及鑽炸（ Drill & Blast）開挖工法兩種方式，各工法之說明請詳表 4.2-4。

2、 綜合探討與評估

- (1) 適用之地質條件以鑽炸(D&B)工法適應性為最高，破碎機(Breaker)工法主要適用軟岩為主之地質，而隧道鑽掘機(TBM)工法適用中等堅硬至堅硬之地質，惟本隧道通過石門斷層及其破碎帶，工址地質具備高不確定性，以鑽炸工法施工可減少隧道施工風險。
- (2) 各工法適用隧道長度破碎機與鑽炸工法無限制，而隧道鑽掘機工法經計算適合 4,480 公尺長度之隧道，本工程隧道長度僅 3,382 公尺，故不適合。
- (3) 本工程之隧道進出口及施工橫坑進口之施工腹地皆狹小，且考量減少徵收私有地作為隧道施工腹地及施工對洞口周遭環境之影響之下，隧道鑽掘機工法較不適合。
- (4) 各工法施工中所需之施工用電量能，屬隧道鑽掘機工法為最大。

故本工程以鑽炸(D&B)工法搭配破碎機(Breaker)工法為較佳之方案選擇。相關各施工工法之方案比較詳表 4.2-5。

表 4.2-4 隧道段施工工法比較表

方案	方案 A：破碎機(Breaker)工法	方案 B：鑽炸(D&B)工法	方案 C：隧道鑽掘機(TBM)工法
示意圖			
工法說明	<ul style="list-style-type: none"> ● 使用鑿岩機、破碎機及挖土機等機械開挖方式，適用地質條件以軟岩為主，目前主要使用於環境敏感區或環評承諾不得使用鑽炸之隧道。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 係採「鑽炸+場鑄 RC 襯砌」施工方式，為國際最成熟且廣為採用之隧道開挖技術，可配合先撐、灌漿與止排水工法等多元輔助工法以克服困難地質。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 將開挖、出碴及支撐架設等作業整合於自動化機械設備中，選用條件須符合地質均質且長度足夠。
優點	<ul style="list-style-type: none"> ● 洞口施工腹地需求較小、用電需求較低、施工彈性大。 ● 可配合先撐、灌漿與止排水工法等輔助工法以克服困難地質。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 開挖工率高，洞口施工腹地需求小，用電需求低。 ● 國內施工經驗豐富，可配合先撐、灌漿與止排水等輔助工法克服困難地質。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 從開挖到襯砌一貫作業，縮短作業時間，可使用預鑄混凝土內襯砌。 ● 在合適的地盤中開挖速率高，開挖面較完整，超挖及對岩體的擾動均小。 ● 開挖面周圍及工作區域較穩定。 ● 所需工作人員較少但素質須較高。
缺點	<ul style="list-style-type: none"> ● 開挖工率差。 ● 施工時隧道內通風及噪音防治費高。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 施工時隧道內通風及噪音防治費高。 ● 周圍有重要結構物或環境敏感區域則須改採機械開挖通過 	<ul style="list-style-type: none"> ● 應變困難地質能力差，遭遇破碎帶機具遭夾埋之風險高，恐損失經費及大幅耽誤工進。 ● 洞口施工腹地需求大及機具用電需求極大
優先順序	2	1	3

表 4.2-5 隧道施工工法方案評選表

工程名稱：石門水庫至新竹聯通管工程

承辦部門：大地工程部

日期：

項目及配分	功能符合 (25%)	基地適應 (10%)	技術 (10%)	經費 (10%)	工期 (10%)	環境景觀 (10%)	安全 (15%)	維修 (10%)	評分	排序
方案 A (破碎機工法)	90	85	80	75	70	85	85	75	82.25	2
方案 B (鑽炸工法)	90	90	90	80	90	80	85	80	86.25	1
方案 C (隧道鑽掘機工法)	90	70	75	65	80	90	75	60	77.75	3
優選設計方案風險(潛在危害)及施工安全應注意事項	1. 施工時隧道通風及使用鑽炸法之噪音防治相關措施。 2. 開挖面周圍有重要結構物或環境敏感區域則須改採用機械開挖通過。									
核准：江憲宗					製表：廖俊逸					

說明：

1. 表列評分項目僅供參考，各工程應依其特性設定評分項目。
2. 依工程特性設定各項目之權重配分，惟安全之權重建議不低於 15%。
3. 各項目均以 100 分為滿分評分，再乘以權重後加總得總分。
4. 依總分排序，以篩選出優選方案。
5. 辨識優選方案之風險(潛在危害)，並研提施工安全應注意事項，以為後續辦理設計人員參考。

4.2.3 隧道出口銜接段方案選擇及評估

1、 設計方案說明

本計畫於規劃階段針對竹 28-1 鄉道沿線進行調查，並對隧道出口經竹 28-1 鄉道銜接台 3 線之路線擬定 3 條路線進行評估，3 條路線分別為：(1)沿既有竹 28-1 鄉道(詳圖 4.2-4 至圖 4.2-6 之紅色路線)；(2)替代路線 1:由隧道出口處前段沿部分三屯圳圳道，後於里程約 4k+030m 處銜接至竹 28-1 鄉道(詳圖 4.2-4 至圖 4.2-6 之黃色路線)；(3)替代路線 2:由隧道出口處全線大致沿三屯圳圳道埋設管線(詳圖 4.2-4 至圖 4.2-6 之藍色路線)，以此三種路線方案之比較說明如表 4.2-6。

2、 綜合探討與評估

- (1) 考量各路線道路路幅寬度，因本段施工所需沿線須辦理道路妥寬至 7m，方案 A 隧道出洞後全線沿竹 28-1 鄉道埋設，於前段路線路幅不足拓寬將涉及鄰房拆遷；方案 B，替代路線 1 已規劃閃避前段涉及鄰房拆遷處，且全線大致可滿足路寬需求，由於此方案前段部分沿既有三屯圳圳道埋設，開路長度約 800 公尺；方案 C，替代路線 2，該方案大致沿既有三屯圳圳道埋設，穿越多私人土地及農田，路線與竹 28-1 鄉道脫鉤，近乎全線需開路得以施工，開路長度約 2,516 公尺。
- (2) 考量路線與周圍鄰房距離，以方案 B，替代路線 1 為最佳。
- (3) 考量沿線風水地與既有文化資產，方案 A、B 沿線無風水地及既有文化資產，方案 C 路線距風水地 10 公尺，且需通過糯米橋。
- (4) 方案 B，替代路線 1 土地取得較易，且沿竹 28-1 鄉道既有道路埋設施工性較佳。

故本工程以「方案 B，由隧道出口處前段沿部分三屯圳圳道，後於里程 4k+030m 處銜接至竹 28-1 鄉道」為較佳之方案選擇。相

關各隧道出口銜接段路線方案比較詳表 4.2-7。

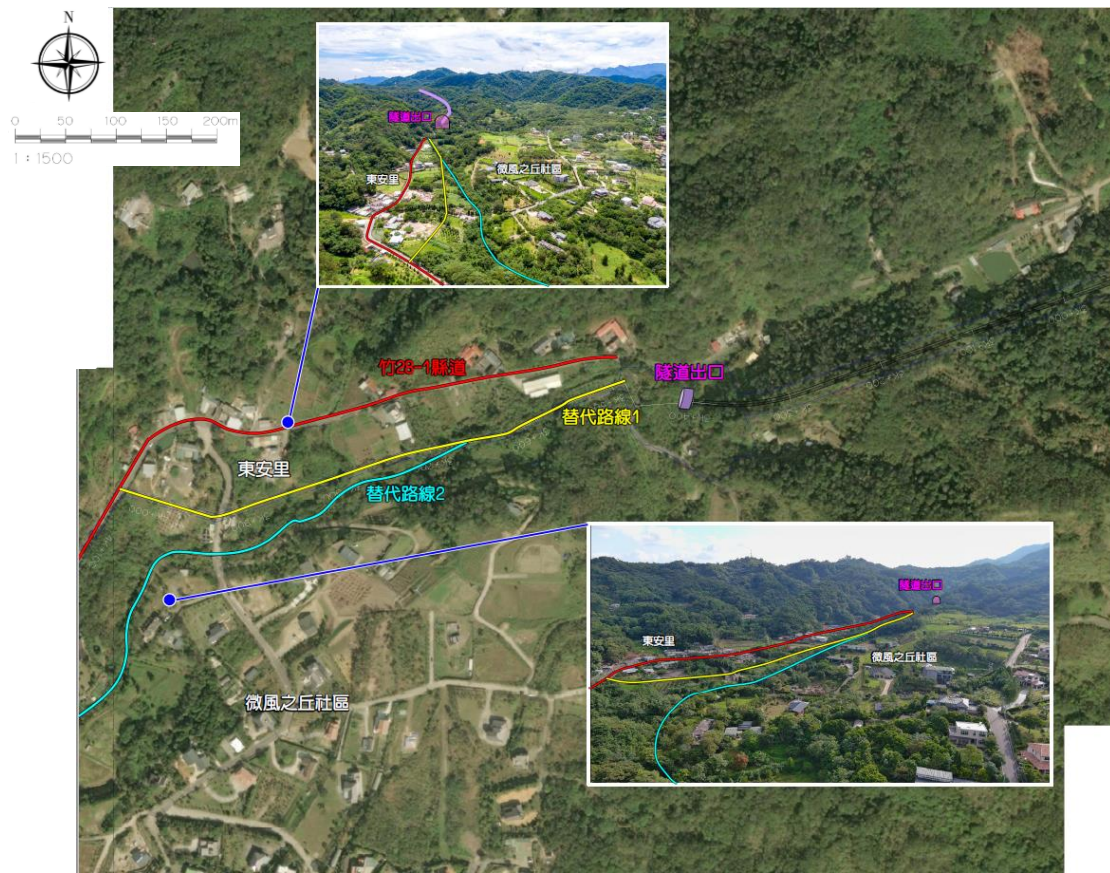


圖 4.2-4 隧道出口銜接段路線方案概況-1

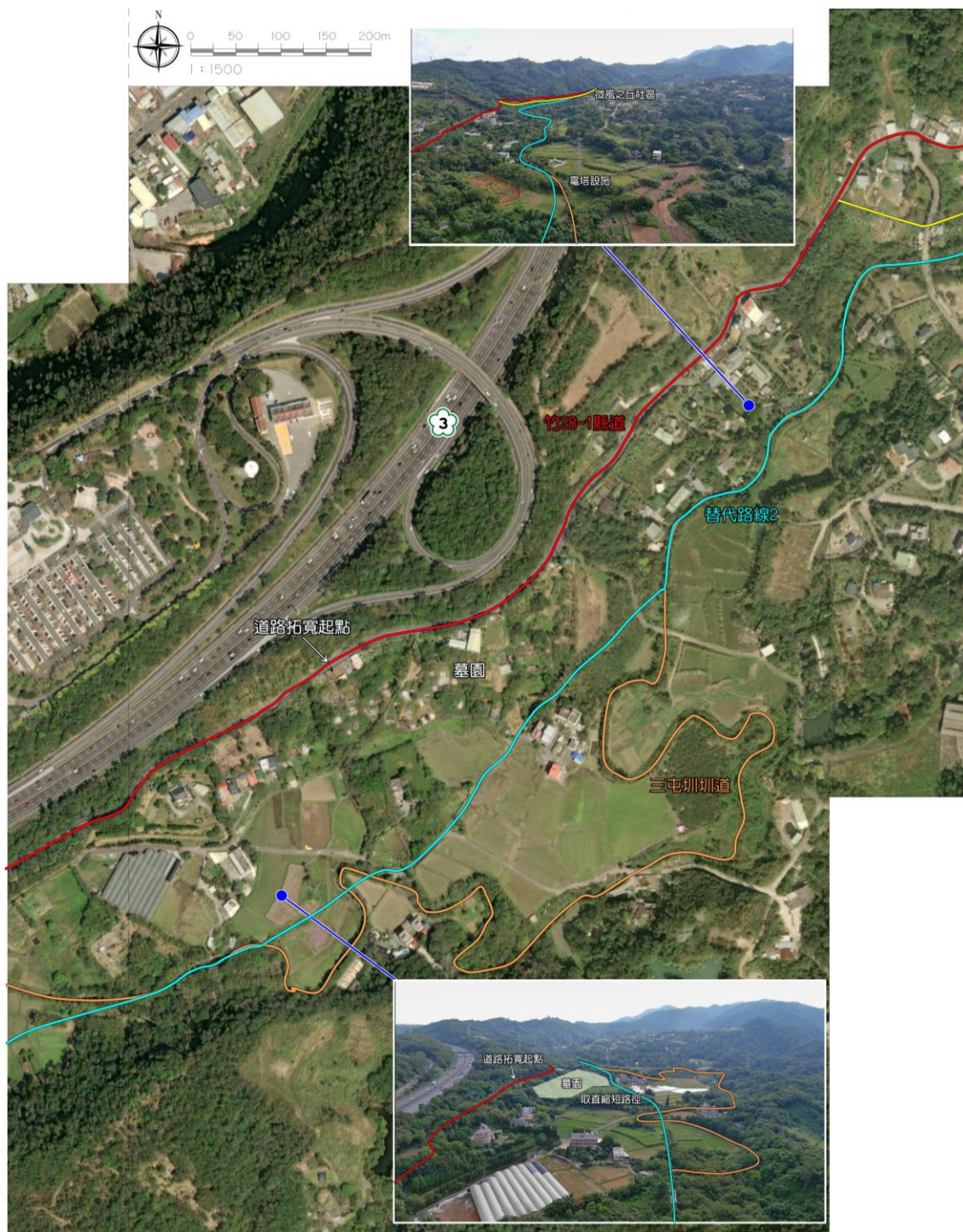


圖 4.2-5 隧道出口銜接段路線方案概況-2

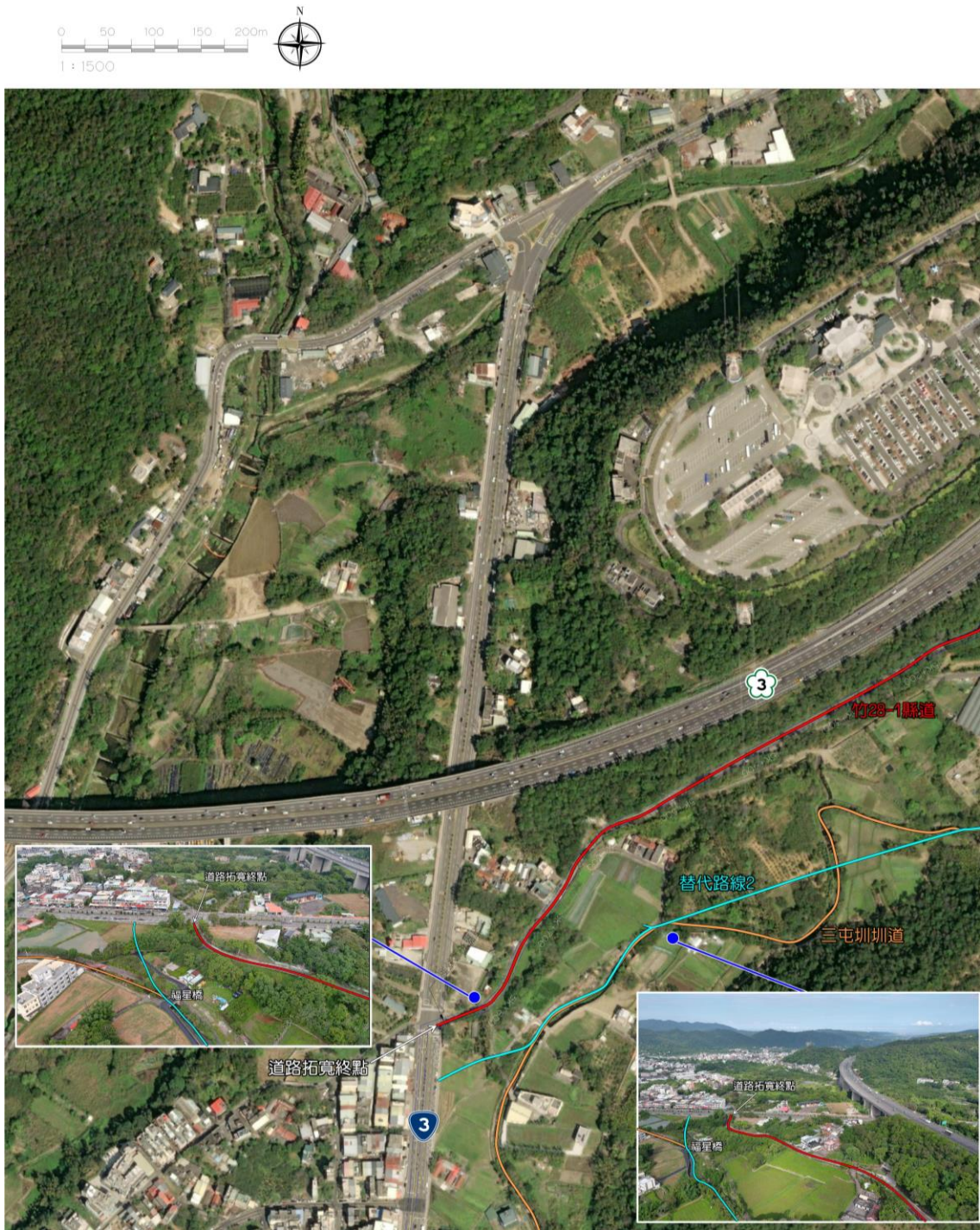


圖 4.2-6 隧道出口銜接段路線方案概況-3

表 4.2-6 本工程隧道出口銜接段路線方案說明比較表

方案	方案 A：沿竹 28-1 鄉道	方案 B：替代路線 1	方案 C：替代路線 2
路線概述	<ul style="list-style-type: none"> ● 隧道出洞後全線沿竹 28-1 鄉道既有道路埋設管線直至銜接台 3 線。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 隧道出洞後前段沿部分三屯圳圳道，後於里程約 4k+030m 處銜接至竹 28-1 鄉道，遂銜接至台 3 線。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 隧道出洞後全線大致沿三屯圳圳道埋設管線，後銜接台 3 線。
優點	<ul style="list-style-type: none"> ● 沿線無風水地問題，亦無既有文化資產。 ● 全線沿竹 28-1 鄉道既有道路埋設施工性較佳 	<ul style="list-style-type: none"> ● 沿線大致可滿足路寬需求。 ● 沿線無風水地問題，亦無既有文化資產。 ● 沿線距鄰房最近處約 5~6m，屬 3 方案中距離最遠者，環境衝擊風險較低。 ● 前段路線沿既有三屯圳圳道埋設管線，並藉由銜接至竹 28-1 鄉道避開圳道內之既有文化資產與微風之秋社區聯外橋樑。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 此方案路線與竹 28-1 鄉道既有道路脫鉤，對竹 28-1 鄉道之交通影響小。
缺點	<ul style="list-style-type: none"> ● 近隧道出口處瓶頸段道路拓寬涉及鄰房拆遷，環境衝擊風險較高。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 前段沿三屯圳圳道埋設管線之路線需辦理開路及道路拓寬，存在用地取得風險。 ● 沿三屯圳圳道埋設段需維持原水圳灌排功能正常，否則衍生農民耕作問題。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 沿線多穿越農田、既有圳道及多筆私人土地，用地取得風險高。 ● 沿線地勢高差起伏大，施工風險高，人員作業風險亦高。 ● 路線近風水地(10m)且通過既有文化資產(糯米橋)。 ● 由於路線沿三屯圳圳道佈設，整體路線開路長度長達 2,516m，施工風險大，對環境衝擊高。
優先順序	2	1	3

表 4.2-7 隧道出口銜接段路線方案評選表

工程名稱：石門水庫至新竹聯通管工程
承辦部門：大地工程部

日期：

項目及配分	功能符合 (25%)	基地適應 (10%)	技術 (10%)	經費 (10%)	工期 (10%)	環境景觀 (10%)	安全 (15%)	維修 (10%)	評分	排序
方案 A (全線沿竹 28-1 鄉道)	90	70	80	75	80	80	85	80	81.75	2
方案 B (替代路線 1)	90	90	90	85	85	90	90	90	89	1
方案 C (替代路線 2)	90	60	70	70	75	75	75	75	76.25	3
優選設計方案風險(潛在危害)及施工安全應注意事項	1. 三屯圳圳道施工須維持其灌排功能正常，並須注意作業人員安全。 2. 明挖施工作業人員墜落風險。									
核准：江憲宗					製表：何侑剛					

說明：

1. 表列評分項目僅供參考，各工程應依其特性設定評分項目。
2. 依工程特性設定各項目之權重配分，惟安全之權重建議不低於 15%。
3. 各項目均以 100 分為滿分評分，再乘以權重後加總得總分。
4. 依總分排序，以篩選出優選方案。
5. 辨識優選方案之風險(潛在危害)，並研提施工安全應注意事項，以為後續辦理設計人員參考。

4.2.4 推進機機型之方案選擇及評估

1、 設計方案說明

推進工法之推進機機型，主要分有開放式及密閉式，而密閉式推進機主要又分土壓平衡式及泥水加壓式，以此三種型式之比較說明如表 4.2-8。

2、 綜合探討與評估

- (1) 機具成本、維修難度、工程進度以密閉式泥水加壓式為最高，次為密閉式土壓平衡式，開放式為最低。
- (2) 為提升施工人員之安全，開放式推進機為最不優先考慮。
- (3) 為因應可能發生之地質不確定性，密閉式泥水加壓式推進機適用之地質範圍較廣，再搭配設置二次破碎艙，可針對於卵礫石層掘進時進行石塊之二次破碎，提昇掘進之效能。

故本工程以密閉式泥水加壓式推進機為較佳之方案選擇。相關各推進機機型方案比較詳表 4.2-9。

表 4.2-8 推進機機型比較表

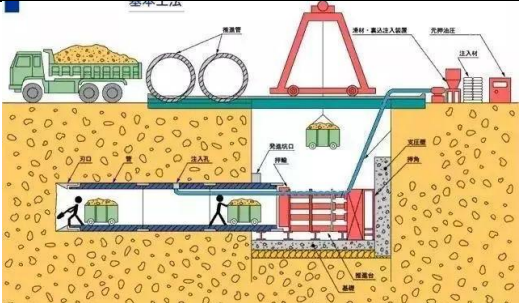
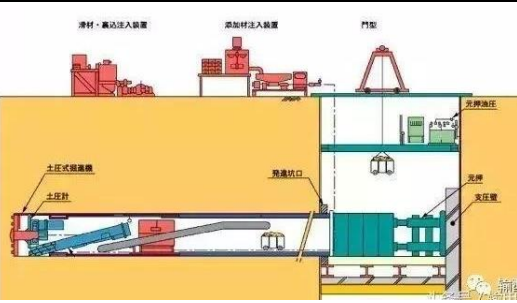
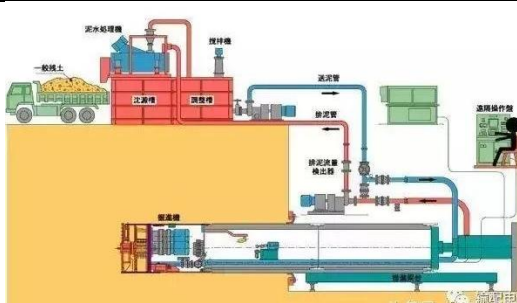
方案	方案 A：開放式推進機	方案 B：密閉式土壓平衡式推進機	方案 C：密閉式泥水加壓式推進機
示意圖			
工法說明	<ul style="list-style-type: none"> 挖掘面之全部或大部分開放之推進機，掘進時可採人工挖掘開挖面，或配合機械式開挖。 	<ul style="list-style-type: none"> 將加泥材加壓注入開挖面以提高掘削土之止水性並塑造掘削土之塑性及流動性；在同時維持開挖面壓力的狀態下，一方面驅動推進機之切削頭進行鑽掘作業。挖除之砂土經螺運機等機具進行排土作業，再利用各種輸送設備將之運至坑外。 利用從推進機掘削面注入加泥材之方式，可有效控制開挖面掘削土與加泥材之攪拌效果。 	<ul style="list-style-type: none"> 切削機頭之後裝設有隔板，藉由充滿於開挖面與隔板間之泥水艙內，較自然水壓稍大之泥水壓來維持開挖面穩定，驅動切削機頭進行鑽掘作業。 挖除之土砂經與泥水攪拌後，以流體狀態輸送至坑外之泥水處理場處理。
優點	<ul style="list-style-type: none"> 施工成本較低。 推進過程中如遇前方障礙物可立即採用人工方式排除。 	<ul style="list-style-type: none"> 由於開挖面和隧道坑內係以隔板阻隔，因此坑內作業環境良好。 無需泥漿泵等後端附屬設備，機組造價較泥水加壓式推進機低廉。 無需泥漿處理，施工成本較泥水加壓式低。 人員平時不需進出洞道作業，局限空間作業風險低。 	<ul style="list-style-type: none"> 為克服滯水砂層、滯水砂礫層等之高水壓崩壞性地盤而研發之工法。 安全性較高、高效率、無公害、適用地質範圍廣泛，且因使用泥水壓維持開挖面穩定之故，無需施作地盤穩定工法。 採用流體輸送切削入泥倉的土體，推進過程中不間斷，施工速度快。 人員平時不需進出洞道作業，局限空間作業風險低。
缺點	<ul style="list-style-type: none"> 開挖面無法抵擋水壓及土壓力，施工時僅靠土壤地盤本身自撐力，施工風險較高。 人員須進出洞道作業，局限空間作業風險較高。 由於是採用開放式或半開放式掘進，推進完成後地表易有沉陷現象。 工進較慢。 	<ul style="list-style-type: none"> 較不適合高地下水位環境。 	<ul style="list-style-type: none"> 廢棄泥水需另外處理，施工成本較高。
優先順序	3	2	1

表 4.2-9 推進機機型方案評選表

工程名稱：石門水庫至新竹聯通管工程

承辦部門：大地工程部

日期：

項目及配分	功能符合 (25%)	基地適應 (10%)	技術 (10%)	經費 (10%)	工期 (10%)	環境景觀 (10%)	安全 (15%)	維修 (10%)	評分	排序
方案 A (開放式推進機)	90	55	90	85	75	90	60	90	80	3
方案 B (密閉式土壓平衡式推進機)	90	70	90	80	80	90	80	80	83.5	2
方案 C (密閉式泥水加壓式推進機)	90	90	90	75	90	85	90	80	87	1
優選設計方案風險(潛在危害)及施工安全應注意事項	1. 推進機吊放、組立、拆解作業之物體飛落、被夾被撞等風險。 2. 土碴輸送時管線接頭未確實鎖緊固定而造成管線爆裂，致人員被撞。									
核准：江憲宗					製表：劉文智					

說明：

6. 表列評分項目僅供參考，各工程應依其特性設定評分項目。
7. 依工程特性設定各項目之權重配分，惟安全之權重建議不低於 15%。
8. 各項目均以 100 分為滿分評分，再乘以權重後加總得總分。
9. 依總分排序，以篩選出優選方案。
10. 辨識優選方案之風險(潛在危害)，並研提施工安全應注意事項，以為後續辦理設計人員參考。

4.2.5 推管工程工作井設計方案選擇及評估

1、 設計方案說明

於推管作業前，需先挖掘發進工作井及到達工作井，並安裝及固定發進台，以及施作鏡面框架及反力牆。其中，推管工作井型式選擇，除應考量降低對既有交通之衝擊外，尚需考量地下水及地下土層特性之影響，並依據既有地質特性(砂礫層、卵礫層、高地下水位)，針對國內常用之鋼襯板、沉箱及鋼板樁等施築工法進行評估，說明如下表 4.2-10。

2、 綜合探討與評估

- (1) 考量推管段地層沿線以卵礫石層或岩層為主，由於鋼襯板工法環片重量輕、組立容易，可配合開挖過程組裝，同時可允許其他管線附掛於井邊而於該地層被廣泛使用。
- (2) 考慮鋼襯板工法具有施工便利（工進）、適宜於卵礫層/砂岩/泥岩施工，優於其他二種工法，故本工程優先採用鋼襯板工法做為推管工程工作井之開挖支撐工法。方案評選詳表 4.2-11。

表 4.2-10 推管工作井施築工法比較表

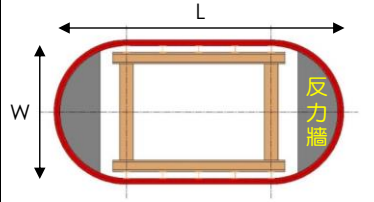
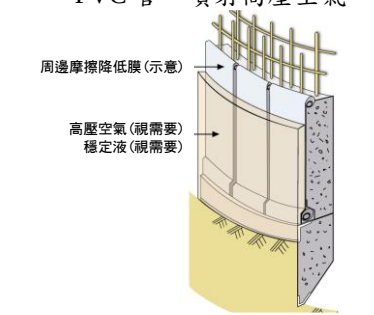
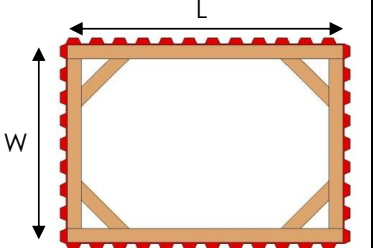
方案	方案 A：鋼襯板工法	方案 B：沉箱工法	方案 C：鋼板樁工法
示意圖			
尺寸	<ul style="list-style-type: none"> 推進井：寬 6m×長 9~13m 到達井：Φ6m 	<ul style="list-style-type: none"> 推進井：寬 6m×長 9~13m 到達井：Φ6m 	<ul style="list-style-type: none"> 推進井：寬 6m×長 9~13m 到達井：寬 6m×長 6m
工期	<ul style="list-style-type: none"> 需地改→開挖→組立→鎖固→支撐→背填灌漿，工期次之 	<ul style="list-style-type: none"> 需鋼筋綁紮→組模→混凝土澆置→養護→開挖下沉，工期最長 	<ul style="list-style-type: none"> 可直接打設，工期最短
適用地質	<ul style="list-style-type: none"> 適用於土壤强度高、自立性高、側向土壓力小之地質 	<ul style="list-style-type: none"> 遇堅硬岩盤/大顆粒塊石恐難以破碎下沉 	<ul style="list-style-type: none"> 遇卵礫石層/岩層較難打設
工法特色	<ul style="list-style-type: none"> 工作井佔用道路之面積小 環片重量輕、組立容易、搬運儲存方便，可重覆使用 可允許其他管線附掛於井邊 	<ul style="list-style-type: none"> 水密性高，可完全防止滲水 節塊構體強度及勁度均佳 可做為永久性構造物 無需架設支撐，不阻礙開挖及出土 	<ul style="list-style-type: none"> 施工簡易且快速 施工階段沉設不會造成路面下陷 組立容易、搬運儲存方便，可重覆使用
注意事項	<ul style="list-style-type: none"> 開挖期間，地下水易從開挖面滲入 遇軟弱土層，開挖期間易發生土石崩落 地下水滲入易夾帶土砂，造成土層掏空，須配合地改，避免地下水大量湧入 橢圓形工作井需設置加強環、側向及橫向支撐，開挖出土、吊放管材較不便 	<ul style="list-style-type: none"> 易超挖造成結構變位、地表沉陷 各方向下沉量不一，垂直度難控制 為減少箱體周邊摩擦力或降低刃口處抵抗力，避免施工時路面下陷，將採取下列措施： <ol style="list-style-type: none"> (1)沉箱周邊灌注滑材降低摩擦力 (2)視需要於箱體內預埋 PVC 管，噴射高壓空氣 	<ul style="list-style-type: none"> 地下水易從接縫滲入 操作空間易受限(如上方有高壓電線) 受限板樁長度，無法施作深度較深之工作井 遇卵礫石層/岩層易產生噪音及震動，恐無法打設 需設置側向及橫向支撐，開挖出土、吊放管材較不便 
優先順序	1	2	3

表 4.2-11 推管工程工作井設計方案評選表

工程名稱：石門水庫至新竹聯通管工程

承辦部門：大地工程部

日期：

項目及配分	功能符合 (25%)	基地適應 (10%)	技術 (10%)	經費 (10%)	工期 (10%)	環境景觀 (10%)	安全 (15%)	維修 (10%)	評分	排序
方案 A (鋼襯板工法)	90	90	90	85	90	90	90	85	89	1
方案 B (沉箱工法)	90	70	80	80	75	80	75	80	80.25	2
方案 C (鋼板樁工法)	90	60	85	90	80	85	80	80	82.5	3
優選設計方案風險(潛在危害)及施工安全應注意事項	1. 開挖時地下水及土石崩落風險。 2. 支撐材吊放、組立、拆解作業之物體飛落、被夾被撞等風險。 3. 機械開挖作業時之被夾被撞等風險。 4. 井邊開口處人員墜落風險。									
核准：江憲宗					製表：劉文智					

說明：

1. 表列評分項目僅供參考，各工程應依其特性設定評分項目。
2. 依工程特性設定各項目之權重配分，惟安全之權重建議不低於 15%。
3. 各項目均以 100 分為滿分評分，再乘以權重後加總得總分。
4. 依總分排序，以篩選出優選方案。
5. 辨識優選方案之風險(潛在危害)，並研提施工安全應注意事項，以為後續辦理設計人員參考。

4.2.6 跨河放水段路線方案選擇及評估

1、 設計方案說明

方案 A：原規劃階段路線方案

此方案路線沿台 3 線竹東大橋上游側，以水管橋方式跨越上坪溪後，轉埋設上坪溪左岸高灘地，於軟橋堤防水防道路轉至 122 縣道，最終放流至寶二水庫引水路跌水工位置。(詳圖 4.2-9)

方案 B：基本設計階段路線方案

此方案亦沿台 3 線竹東大橋上游側，以水管橋方式跨越上坪溪後，轉埋設上坪溪左岸高灘地，於軟橋堤防水防道路一路延伸至寶二水庫引水渠道後放水。(詳圖 4.2-9)

2、 綜合探討與評估

經檢討 122 縣道為重要幹道，且路幅不大(約 10 公尺)，若以明挖方式施工勢必影響交通甚鉅，故基本設計階段方案較佳。相關原基本設計階段方案與細設調整後方案比較詳表 4.2-12。



圖 4.2-9 放水口段原規線劃及基本設計方案路線空拍照片

表 4.2-12 跨河放水段路線方案評選表

工程名稱：石門水庫至新竹聯通管工程

承辦部門：大地工程部

日期：

項目及配分	功能符合 (25%)	基地適應 (10%)	技術 (10%)	經費 (10%)	工期 (10%)	環境景觀 (10%)	安全 (15%)	維修 (10%)	評分	排序
方案 A (原規劃階段)	85	70	85	85	85	80	70	70	79.25	2
方案 B (基本設計階段)	90	90	90	80	80	90	90	90	88	1
優選設計方案風險(潛在危害)及施工安全應注意事項	1. 122 縣道為重要幹道，施工中之交維作業應妥為規劃。 2. 開挖時地下水及土石崩落風險。 3. 支撐材吊放、組立、拆解作業之物體飛落、被夾被撞等風險。 4. 機械開挖作業時之被夾被撞等風險。									
核准：江憲宗					製表：周銘瑋					

說明：

1. 表列評分項目僅供參考，各工程應依其特性設定評分項目。
2. 依工程特性設定各項目之權重配分，惟安全之權重建議不低於 15%。
3. 各項目均以 100 分為滿分評分，再乘以權重後加總得總分。
4. 依總分排序，以篩選出優選方案。
5. 辨識優選方案之風險(潛在危害)，並研提施工安全應注意事項，以為後續辦理設計人員參考。

4.2.7 出水口調整池方案選擇及評估

1、 設計方案說明

本計畫輸水管路出水口銜接至寶二水庫引水渠道，出水口需設置一座調整池，位置如圖 4.2-10，該位置屬農地範圍，面積約 1,400 平方公尺。而本計畫石門水庫於最高蓄水位 El.245.3m 條件下取水，聯通管末端出水尚有約 6.59 kgf/cm² 之剩餘水頭，故於管路末端設置減壓閥及調整池，將剩餘水頭削減以平順引入寶二引水暗渠，減輕出水口段高速水流造成結構物磨損。

擬定 2 種可行方案，說明如下：

方案 A：採用一組減壓閥局部消能後，再進入調整池，調整池布置如圖 4.2-11，此方案調整池為沖擊式消能，主體結構在壓力鋼管出口處設置消能擋板，使其水流沖擊之並消散剩餘能量，其後落入消能池內，本方案池體長度 L=28 公尺，寬度 W=12 公尺。調整池出口端則採溢流口形式設置，使池水以溢流方式引入寶二引水暗渠。

方案 B：採用兩組減壓閥全部消能後，進入調整池，如圖 4.2-12，考量水頭皆由減壓閥削減，調整池主要為平整出水口段水流，池體長度 L=25 公尺，寬度 W=4 公尺，調整池出口端同樣採溢流口形式設置。

2、 綜合探討與評估

考經考量出水口段兩調整池方案，綜合評估其用地範圍、經濟性及後續維管等因子，兩方案皆需取得私有土地，方案 B 雖用地範圍較小，惟考量本計畫屬備援輸水設施，閥件不常使用，恐易損壞，且多設一組減壓閥，增加後續維護成本；方案 A 所需經費較低，僅設一顆減壓閥，較利於後續維護，故為出水口段建議之優選方案。相關方案比較表請詳表 4.2-13，評選詳表 4.2-14。



圖 4.2-10 出水口調整池位置圖

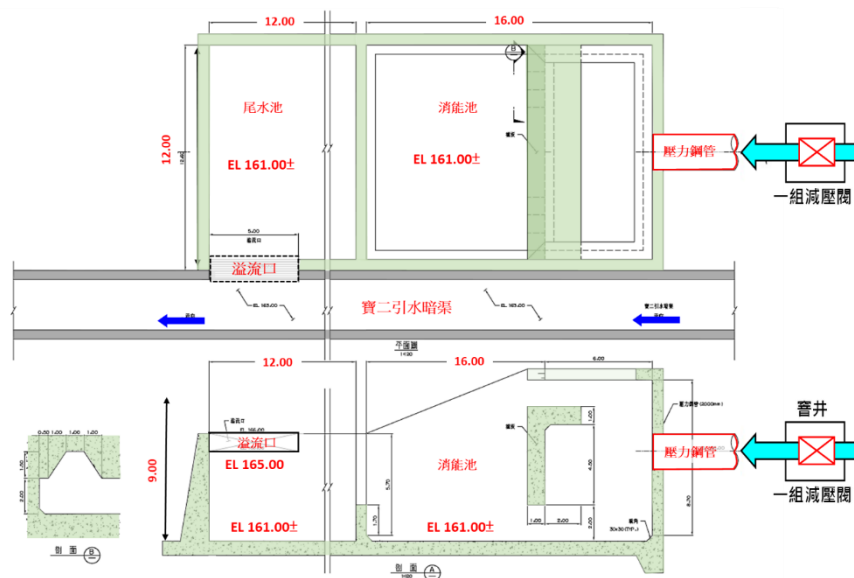


圖 4.2-11 出水口調整池方案 A 平剖面圖

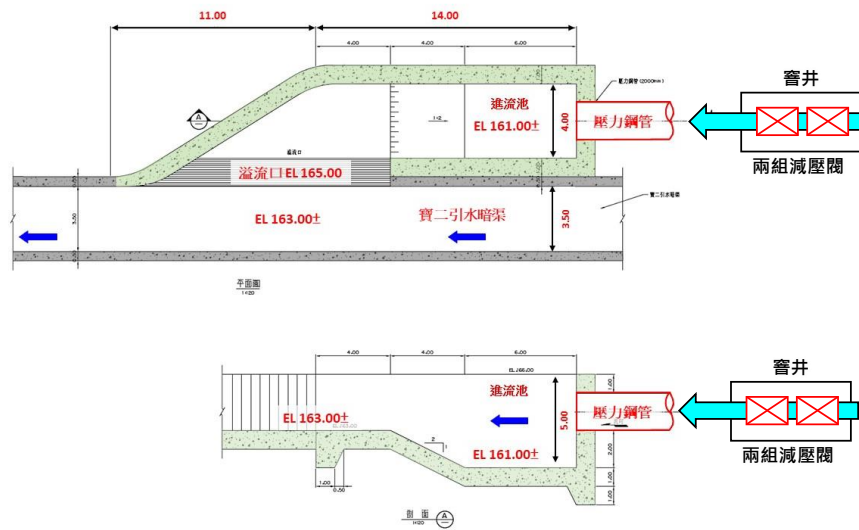


圖 4.2-12 出水口調整池方案 B 平剖面圖

表 4.2-13 出水口調整池方案比較表

設置方式	方案 A	方案 B
消能方式	一組減壓閥，剩餘水頭由調整池減壓	兩組減壓閥，剩餘水頭由減壓閥減壓
用地範圍	長 40m、寬 20m，面積約 800 平方公尺	長 35m、寬 11m，面積約 385 平方公尺
水池面積	<ul style="list-style-type: none"> ● 長 28m、寬 12m ● 深度:9m 	<ul style="list-style-type: none"> ● 長 25m、寬 4m ● 深度:由 5m 建變到 3m
經費比較	<ul style="list-style-type: none"> ● 調整池約 3,900 萬元 ● 一組減壓閥約 3,600 萬元 ● 共計約 7,500 萬元 	<ul style="list-style-type: none"> ● 調整池約 700 萬元 ● 兩組減壓閥約 7,200 萬 ● 共計約 7,900 萬
維護風險	<ul style="list-style-type: none"> ● 較易於維護，後續維護成本較低 	<ul style="list-style-type: none"> ● 閥件需保養維護，閥件不常使用，恐易損壞、堵塞 ● 增設一組減壓閥，增加後續維護成本
採用優先順序	1	2

表 4.2-14 出水口調整池方案評選表

工程名稱：石門水庫至新竹聯通管工程

承辦部門：水利工程部

日期：

項目及配分	功能符合 (25%)	基地適應 (10%)	技術 (10%)	經費 (10%)	工期 (10%)	環境景觀 (10%)	安全 (15%)	維修 (10%)	評分	排序
方案 A (一組減壓閥+調整池)	90	90	85	90	85	80	90	90	88	1
方案 B (兩組減壓閥)	90	90	75	80	80	80	85	75	83.25	2
優選設計方案風險(潛在危害)及施工安全應注意事項	1. 銜接至寶二水庫引水路須注意水道中鄰水作業風險。									
核准：江憲宗					製表：周銘瑋					

說明：

1. 表列評分項目僅供參考，各工程應依其特性設定評分項目。
2. 依工程特性設定各項目之權重配分，惟安全之權重建議不低於 15%。
3. 各項目均以 100 分為滿分評分，再乘以權重後加總得總分。
4. 依總分排序，以篩選出優選方案。
5. 辨識優選方案之風險(潛在危害)，並研提施工安全應注意事項，以為後續辦理設計人員參考。

4.2.8 明挖覆蓋段方案選擇與評估

1、 設計方案說明

本計畫水管路於道路下方埋設主要之施工方式為明挖覆蓋工法，並埋設 ϕ 2,000 公厘之 DIP 或 SP 管，管溝寬度至少為管體外徑加 1.2 公尺，以利施工人員進出及安裝，故管溝設計寬度為 3.2~3.6 公尺。此外，規劃管頂距路面至少 1.2 公尺以上，管溝設計開挖深度為 3.3 公尺。輸水管路埋設完成後，管溝以 CLSM 回填，可避免管溝沉陷損及道路及管體，並於地表下方採用級配底層回填壓實，再鋪設瀝青混凝土，以確保路基路面安全舒適。

明挖段若遭遇既有水路或管線時，須以管線吊掛、遷移，或從既有水路下方穿越。

而在開挖擋土支撐系統之選擇上，擬採易施工、強度高、可重覆使用之材料，故有鋼板樁、鋼軌樁、H 型鋼配合水平支撐及 H 型鋼配合門型框架 4 種方案供選擇。各方案之比較詳表 4.2-15。

2、 綜合探討與評估

考量現地地質條件、地下水位及明挖覆蓋段之開挖深度，經評估後，管溝開挖之擋土支撐方式擬優先採用主要採鋼軌樁或 H 型鋼樁，支撐間距為 0.5~0.8 公尺，若開挖深度小於 3.5 公尺，則擋土壁設置長度為 6.0 公尺，並以 H 型鋼設置水平支撐。相關方案評選詳表 4.2-16。

表 4.2-15 開挖擋土支撐型式比較表

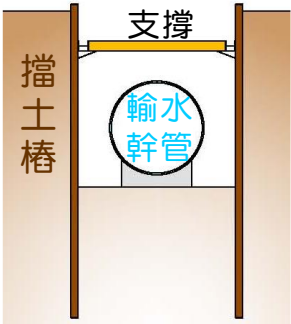
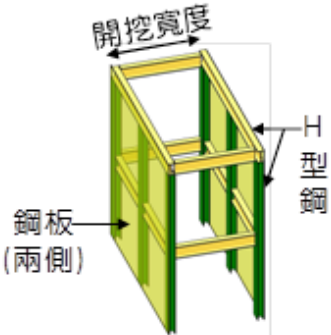
方案	方案 A	方案 B	方案 C	方案 D
型式	鋼板樁+水平支撐	鋼軌樁+水平支撐	H 型鋼+水平支撐	H 型鋼+門型框架
示意圖				
優點	(1) 水密性高 (2) 可重複使用 (3) 勁度較高	(1) 施工簡單、迅速、造價便宜 (2) 拔樁作業簡單 (3) 可重複使用 (4) 斷面小，容易貫入地盤，因此常用於較硬的地盤或卵礫石地盤	(1) 施工簡單、迅速、造價便宜 (2) 拔樁作業簡單 (3) 可重複使用 (4) 可施作深度較深	(1) 施工程序簡單迅速 (2) 可重複使用 (3) 施作時振動及噪音低
缺點	(1) 砂質地盤打樁或拔樁時，容易導致地盤沉陷 (2) 堅硬地盤不易打入 (3) 打擊時會有噪音 (4) 接頭處有時會漏水，則必須施作止水灌漿	(1) 欠缺止水性 (2) 利用打擊法會產生噪音及振動，致使鄰近建築物產生不均勻沉陷 (3) 預鑽時，必須利用土砂回填 (4) 擋土壁與土壤易有空隙 (5) 拔樁時，會擾動周圍土壤	(1) 欠缺止水性 (2) 利用打擊法會產生噪音及振動，致使鄰近建築物產生不均勻沉陷 (3) 預鑽時，必須利用土砂回填 (4) 擋土壁與土壤易有空隙 (5) 拔樁時，會擾動周圍土壤	(1) 欠缺止水性 (2) 僅能用於土壤自立性良好的地質條件 (3) 施作開挖深度無法太深 (4) 大管徑、長管長施工性不佳
採用優先順序	4	1	2	3

表 4.2-16 開挖擋土支撐型式方案評選表

工程名稱：石門水庫至新竹聯通管工程

承辦部門：大地工程部

日期：

項目及配分	功能符合 (25%)	基地適應 (10%)	技術 (10%)	經費 (10%)	工期 (10%)	環境景觀 (10%)	安全 (15%)	維修 (10%)	評分	排序
方案 A (鋼板樁+水平支撐)	90	75	80	70	80	80	75	80	80.25	4
方案 B (鋼軌樁+水平支撐)	90	90	90	90	85	85	90	90	89	1
方案 C (H 型鋼+水平支撐)	90	80	90	80	85	85	80	85	85	2
方案 C (H 型鋼+門型框架)	90	75	85	70	85	90	80	80	83	3
優選設計方案風險(潛在危害)及施工安全應注意事項	1. 擋土壁材質或支撐不良、強度不足，致支撐力不足，地面崩塌。 2. 打樁機取樁、移動、立樁及打樁過程，碰撞人員或設施。									
核准：江憲宗					製表：林彥志					

說明：

1. 表列評分項目僅供參考，各工程應依其特性設定評分項目。
2. 依工程特性設定各項目之權重配分，惟安全之權重建議不低於 15%。
3. 各項目均以 100 分為滿分評分，再乘以權重後加總得總分。
4. 依總分排序，以篩選出優選方案。
5. 辨識優選方案之風險(潛在危害)，並研提施工安全應注意事項，以為後續辦理設計人員參考。

4.3 基本設計方案

依據本工程之特性及工期之安排，將設計單元分成 4 部份如表 4.3-1 所示，目前各基設單元正辦理中。

表 4.3-1 預定基本設計單元

項次		設計單元名稱
1		整體工程佈置
2	2-1	聯通管隧道及施工橫坑標準斷面圖
	2-2	聯通管隧道及施工橫坑開挖支撐圖
	2-3	土木工程 (明挖段、推進、水管橋、安全監測、水工機械工程(閘類)及出水口調整池設施等)
3		職業安全衛生
4		機電監控及景觀工程

依據第 4.2 節，初步基本設計方案如表 4.3-2 所示。

表 4.3-2 初步基本設計方案

項次	項目	設計方案
1	隧道輸水管段	聯通管隧道+施工橫坑
2	隧道及施工橫坑工法	鑽炸(D&B)工法+機械開挖工法
3	隧道出口銜接段路線	隧道出口處沿部分三屯圳圳道銜接竹 28-1 鄉道至台 3 線
4	推進機機型	密閉式泥水加壓式推進機
5	推管工程工作井	鋼襯板工法
6	跨河放水段路線	竹東大橋上游側→上坪溪左岸高灘地→軟橋堤防水防道路→寶二引水道
7	出水口調整池	一組減壓閘+調整池
8	明挖覆蓋段	主要採鋼軌樁或 H 型鋼樁作擋土支撐

第五章 工程作業拆解

5.1 拆解工程內容

作業拆解工程內容，以明確其作業之組成，依序分為：分項工程、第一階作業、第二階作業、作業內容，並以圖或表說明。

- 1、 分項工程：將該工程之各分項工程分別列出，本工程之分項工程包括：工作井工程、推管管路工程、明挖管路工程、水管橋工程等。
- 2、 第一階作業：將組成分項工程之內容逐項拆解列出。如將「推管管路工程」拆解為：掘進前置作業、掘進作業、到達作業等第一階作業。
- 3、 第二階作業：將組成第一階作業之內容再往下拆解列出。如將「推管管路工程掘進作業」拆解為：管材吊運進場、管材吊放組立、推管掘進、土碴運送、滑材灌注等第二階作業。
- 4、 作業內容：將第二階作業之內容再行拆解，詳細列出：作業方法、程序、機具設備、工具、材料、安全設施、防護具等。

5.2 本工程作業流程

依照本工程工項類別，主要可拆解為 6 大類，分別為：(1)工作井工程；(2)推管管路工程；(3)明挖管路工程；(4)水管橋工程；(5)聯通管隧道及橫坑工程；(6)水工機械設備工程(含電器設備及監控系統)，各工程作業流程如圖 5.2-1~圖 5.2-6 所示。

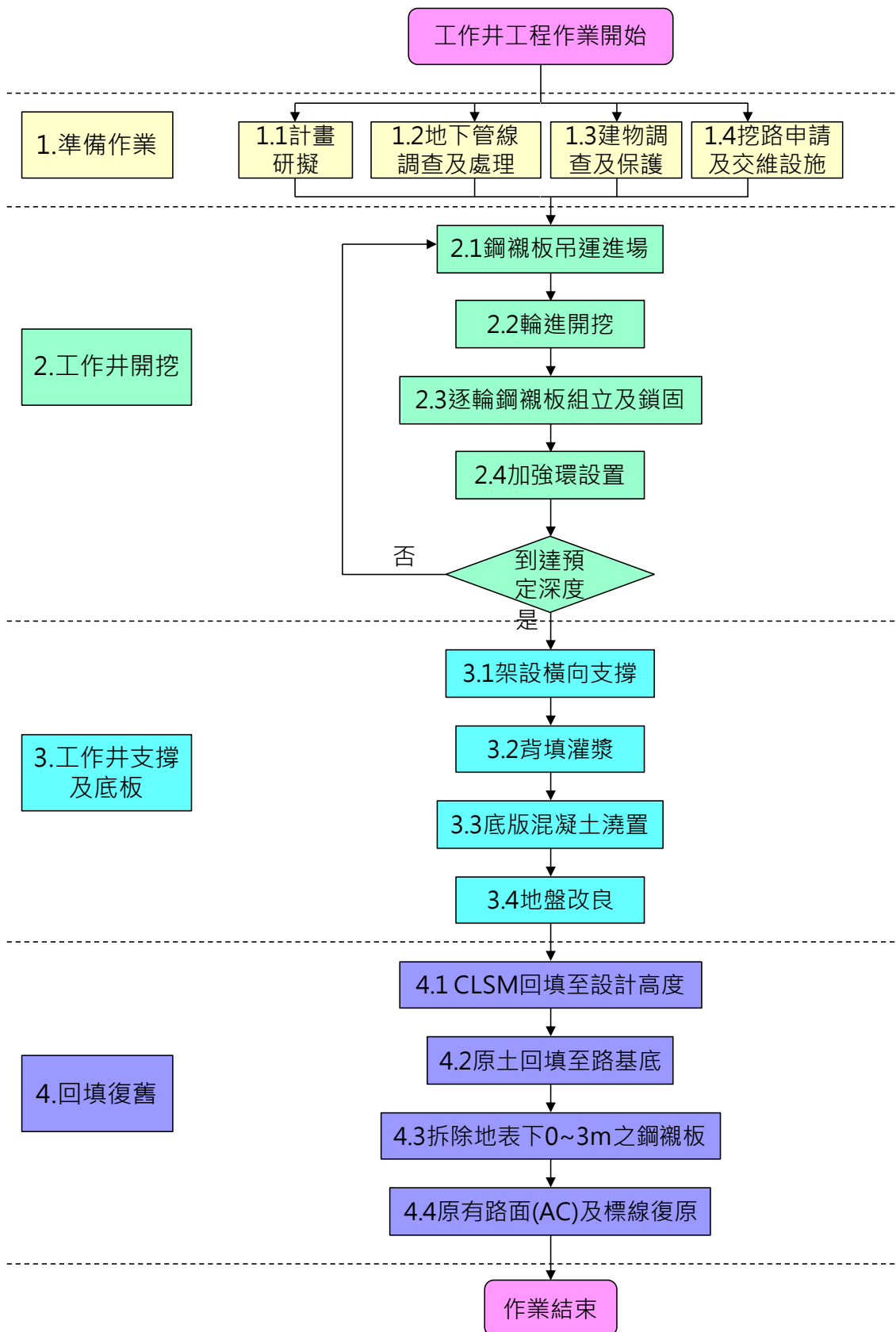


圖 5.2-1 工作井工程作業流程圖

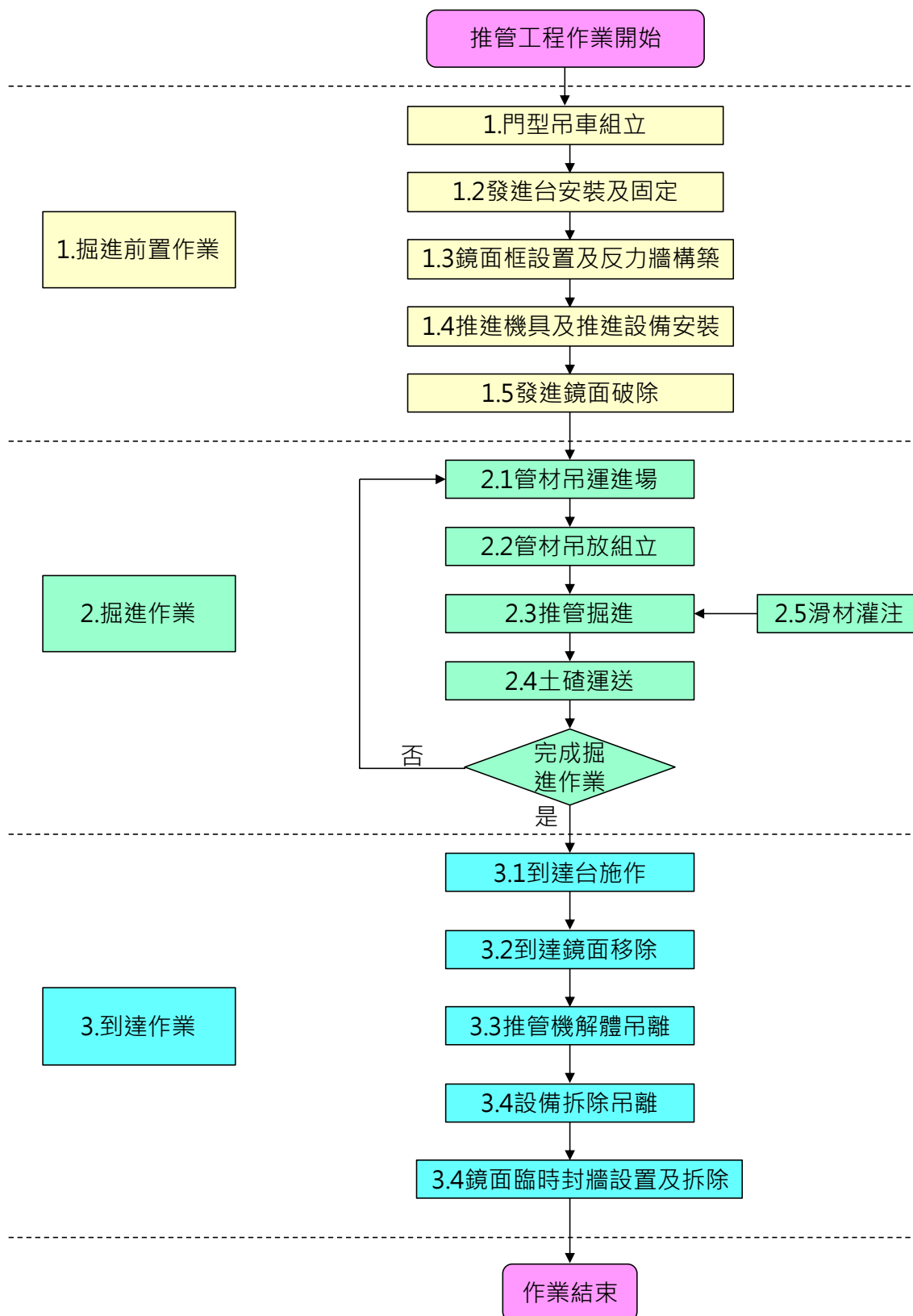


圖 5.2-2 推管管路工程作業流程圖

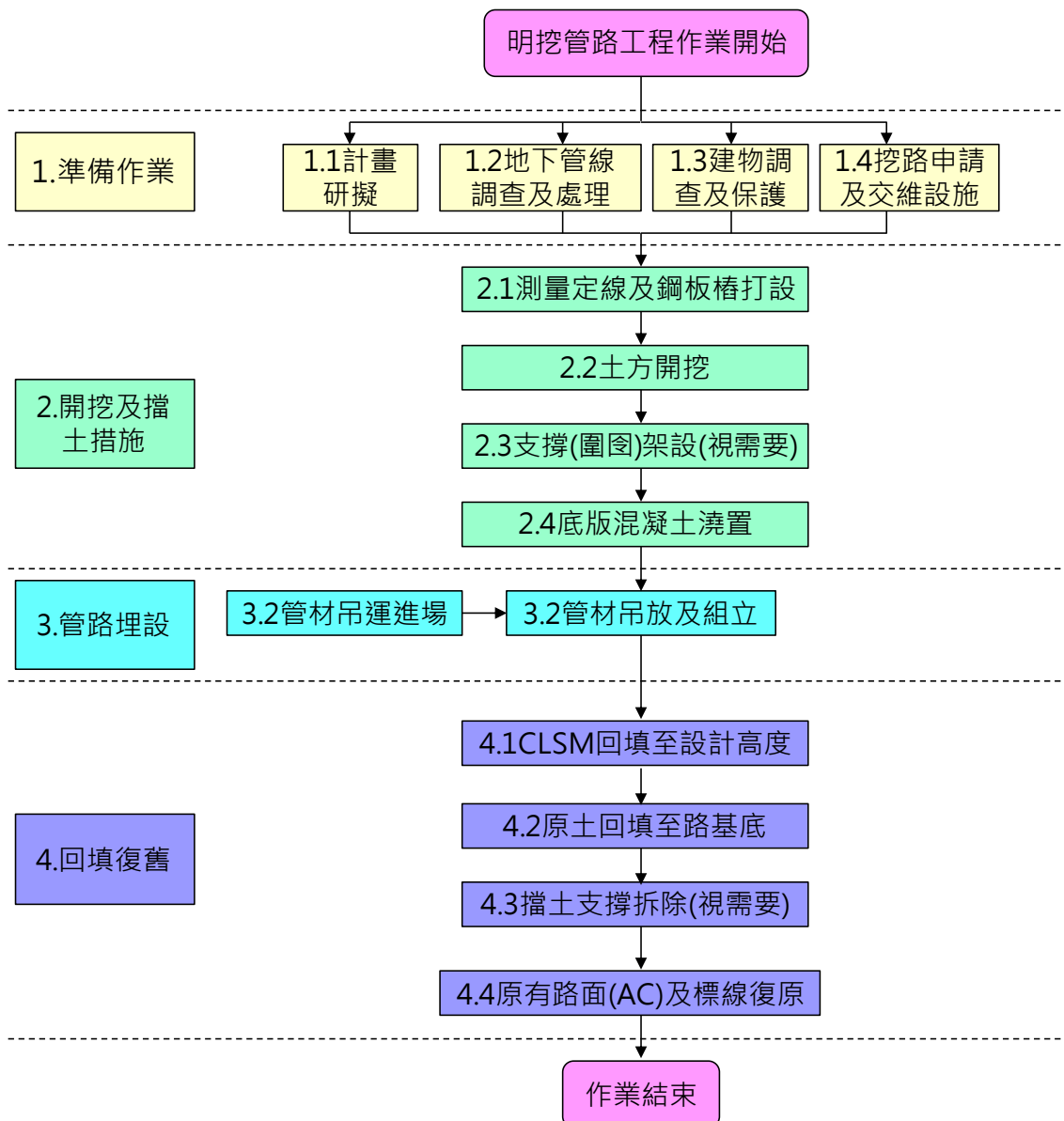


圖 5.2-3 明挖管路工程作業流程圖

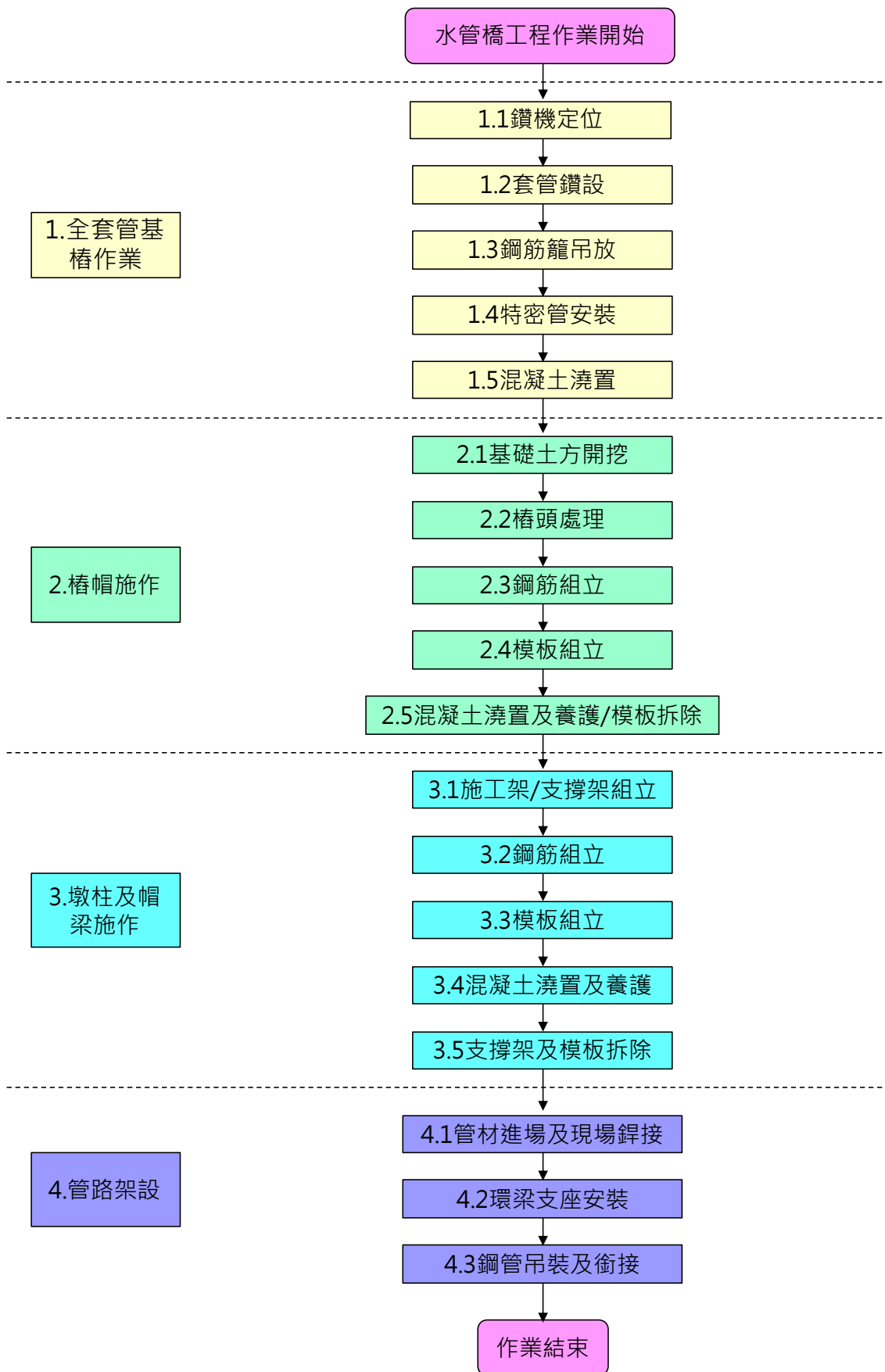


圖 5.2-4 水管橋工程作業流程圖

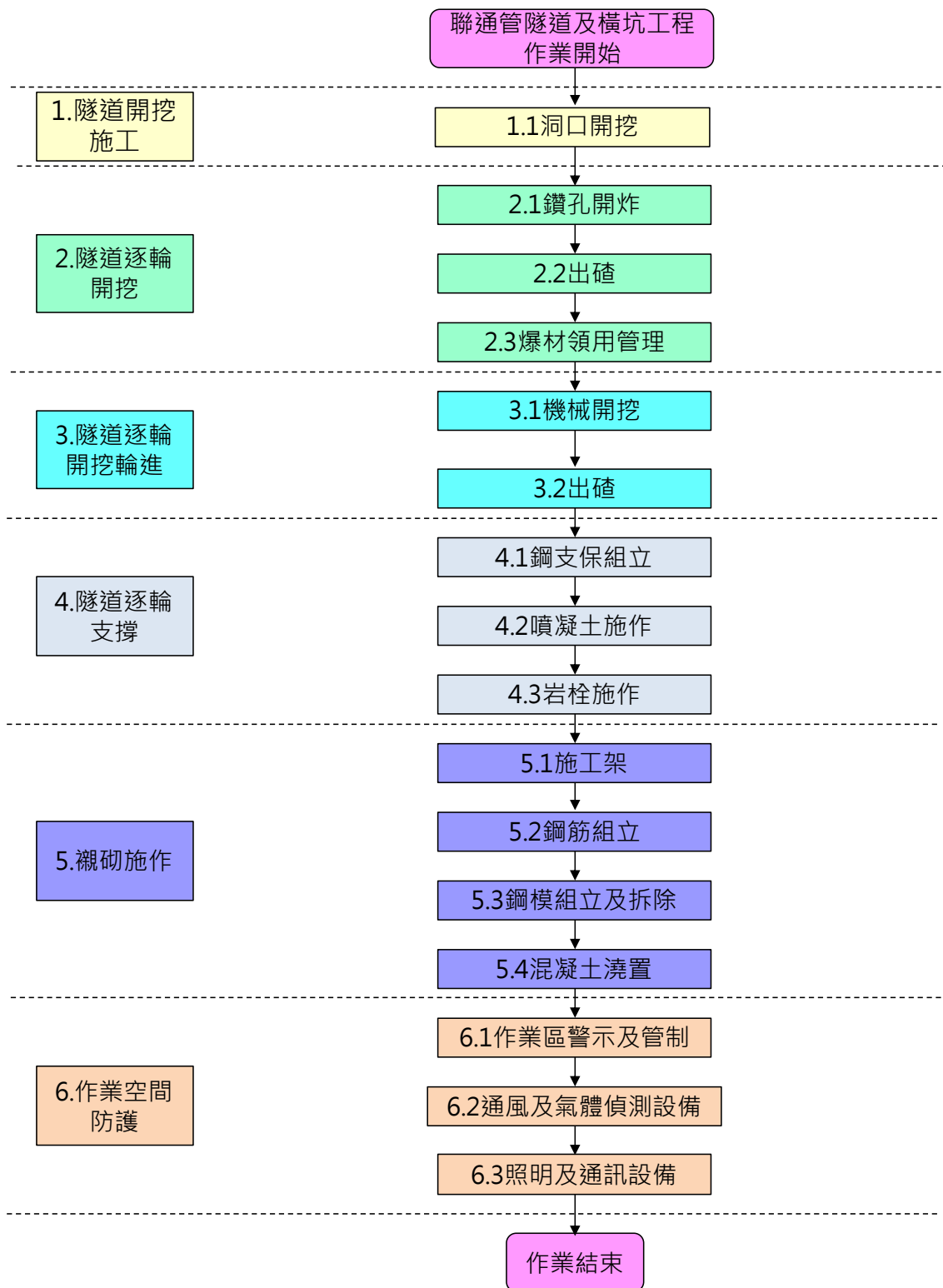


圖 5.2-5 聯通管隧道及橫坑工程作業流程圖

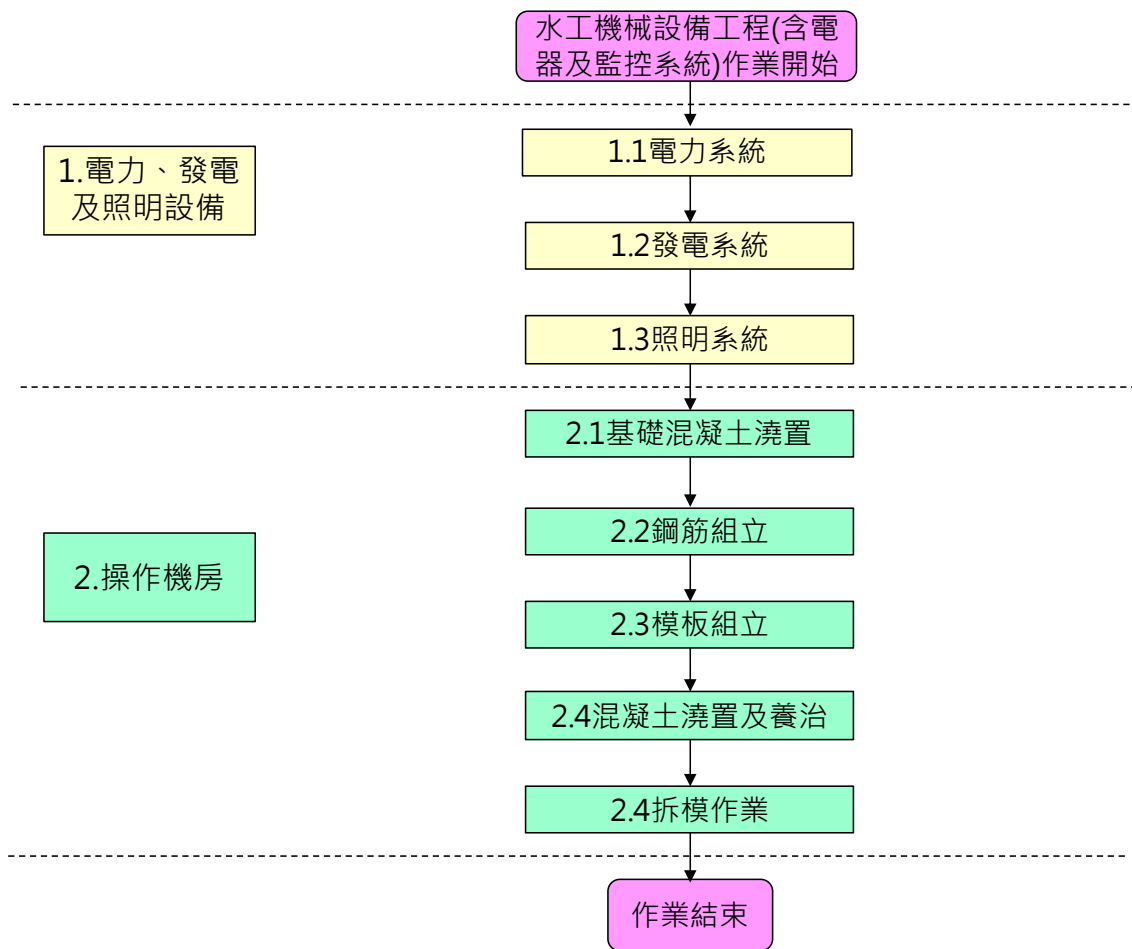


圖 5.2-6 水工機械設備工程(含電器及監控系統)作業流程圖

5.3 本工程作業拆解

依照本工程工項類別，作業拆解如表 5.3-1 所示。

表 5.3-1 本工程各分項工程作業拆解表

分項工程	第一階段作業	第二階段作業	作業步驟與內容
0.共通性作業	1.共通性作業	1.1 動員及場地整備	(1)機具進場及檢查
			(2)施工道路及場地施築
			(3)土方及廢棄物裝運
		1.2 機具材料進場	(1)機具進場及檢查
			(2)材料進場檢點及堆置
1.工作井工程	1.工作井開挖	1.1 鋼襯板吊運進場	(1)鋼襯板吊運及暫置
		1.2 輪進開挖	(1)土石挖掘及吊運
			(2)抽排水作業
			(3)缺氧危險場所作業防護
		1.3 逐輪鋼襯板組立及鎖固	(1)鋼襯板組立及鎖固
		1.4 加強環設置	(1)加強環架設及鎖固
	2.工作井支撐及底版	2.1 架設橫向支撐	(1)橫向支撐架設及鎖固
		2.2 背填灌漿	(1)背填灌漿
		2.3 底版混凝土澆置	(1)泵送車進場就位
			(2)特密管組裝及吊放(視需要)
			(3)預拌混凝土車進場及卸料
			(4)混凝土澆置/養護
		2.4 地盤改良	(1)鑽孔作業
			(2)漿液拌和灌注
			(3)地面復舊
	3.回填復舊	3.1 CLSM 回填至設計高度	(1)CLSM 回填
		3.2 原土回填至路基底	(1)土方回填
			(2)土方夯實
		3.3 拆除地表下 0~3m 之鋼襯板	(1)鋼襯板拆除
		3.4 原有路面(AC)及標線復原	(1)級配料鋪築及滾壓
			(2)路面鋪築及滾壓
			(3)標線劃設(視需要)

分項工程	第一階段作業	第二階段作業	作業步驟與內容
2.推管工程	1.掘進前置作業	1.1 門型吊車組立	(1)固定式起重機組立
			(2)電力系統安裝
			(3)固定式起重機運轉
		1.2 發進台安裝及固定	(1)型鋼加工
			(2)型鋼吊運
			(3)型鋼組立
		1.3 鏡面框設置及反力牆構築	(1)鏡面框設置
			(2)反力牆構築
		1.4 推進機具及推進設備安裝	(1)推管機分塊吊運
			(2)推管機分塊組裝
			(3)推管機吊掛就位
		1.5 發進鏡面破除	(1)施工架搭設
			(2)鑽孔試水
			(3)鋼襯板切割
			(4)廢棄物吊運
	2.掘進作業	2.1 管材吊運進場	(1)管材吊運
			(2)管材暫置
		2.2 管材吊放組立	(1)管材吊放
			(2)管材組立
		2.3 推管掘進	(1)推管機掘進
			(2)缺氧危險場所作業防護
		2.4 土碴運送	(1)土碴吊運/輸送
			(2)土碴運棄
		2.5 滑材灌注	(1)材料拌合
			(2)漿液灌注
	3.到達作業	3.1 到達台施作	(1)型鋼加工
			(2)型鋼吊運
			(3)型鋼組立
		3.2 到達鏡面移除	(1)施工架搭設
			(2)鑽孔試水
			(3)鋼襯板切割
			(4)廢棄物吊運
		3.3 推管機解體吊離	(1)管線拆除
			(2)推管機分塊拆解
			(3)推管機分塊吊運
		3.4 設備拆除吊離	(1)設備拆解
			(2)設備吊運
		3.5 鏡面臨時封設置及拆除	(1)封牆材料吊運
			(2)封牆施作
			(3)工作井抽排水
			(4)封牆拆除
			(5)廢棄物吊運

分項工程	第一階段作業	第二階段作業	作業步驟與內容
3.明挖管路工程	1.開挖及擋土措施	1.1 測量定線及擋土壁打設	(1)測量定線
			(2)打樁機具進場就位
			(3)擋土壁吊運及暫置
			(4)擋土壁打設
		1.2 土方開挖	(1)挖土作業
			(2)土碴運棄
		1.3 支撐(圍囿)架設(視需要)	(1)型鋼吊運及暫置
			(2)支撐安裝
	1.4 底版混凝土澆置	(3)預力施作	
		(1)混凝土澆置	
	2.管路埋設	2.1 管材吊運進場	(1)管材吊運暫置
		2.2 管材吊放及組立	(1)管材吊放組立
	3.回填復舊	3.1 CLSM 回填至設計高度	(1)CLSM澆置
3.2 原土回填至路基底		(1)土方回填夯實	
3.3 擋土支撐拆除(視需要)		(1)預力解除	
		(2)支撐拆除吊運	
3.4 原有路面(AC)及標線復原		(1)級配料鋪築及滾壓	
		(2)路面鋪築及滾壓	
4.水管橋工程	1.全套管基樁作業	1.1 鑽機定位	(1)測量放樣定位
			(2)鑽機及相關設備進場定位
		1.2 套管鑽設	(1)套管鑽設
		1.3 鋼筋籠吊放	(1)鋼筋籠組立
			(2)鋼筋籠吊放
	1.4 特密管安裝	(1)特密管安裝	
	1.5 混凝土澆置	(1)混凝土澆置	
	2.樁帽施作	2.1 基礎土方開挖	(1)土方開挖
		2.2 樁頭處理	(1)樁頭劣質混凝土打除
			(2)劣質混凝土運棄
		2.3 鋼筋組立	(1)鋼筋加工
			(2)鋼筋組立
		2.4 模板組立	(1)模板組立
		2.4 混凝土澆置及養護/模板拆除	(1)混凝土澆置
			(2)模板拆除
	(3)混凝土養護		
	3.墩柱及帽梁施作	3.1 施工架/支撐架組立	(1)施工架吊運及組立
			(2)支撐架吊運及組立
		3.2 鋼筋組立	(1)鋼筋加工
			(2)鋼筋組立
		3.3 模板組立	(1)模板組立
		3.4 混凝土澆置及養護	(1)混凝土澆置
			(2)混凝土養護
	3.5 支撐架及模板拆除	(1)模板拆除	
		(2)支撐架拆除	
		4.管路架設	4.1 管材進場及現場銲接
	(2)管材銲接		
	4.2 環梁支座安裝		(1)環梁支座安裝
4.3 鋼管吊裝及銜接	(1)鋼管吊裝		
	(2)鋼管固定及銜接		

分項工程	第一階段作業	第二階段作業	作業步驟與內容
5.聯通管隧道及橫坑工程	1.隧道開挖施工	1.1 洞口開挖	(1)機械開挖
	2.隧道逐輪開挖	2.1 鑽孔開炸	(1)鑽孔
			(2)裝藥與爆破
			(3)通風換氣
		2.2 出碴	(1)碴料裝運
		2.3 爆材領用管理	(1)爆材發料作業
	3.隧道逐輪開挖	3.1 機械開挖	(1)挖溝機開挖作業
		3.2 出碴	(1)碴料裝運
	4.隧道逐輪支撐	4.1 鋼支保組立	(1)鑽堡機鋼支保組立
		4.2 噴凝土施作	(1)噴漿機噴凝土作業
		4.3 岩栓施作	(1)鑽保機岩栓鑽設
	5.襯砌施作	5.1 施工架	(1)施工架吊裝及組立
		5.2 鋼筋組立	(1)鋼筋加工
			(2)鋼筋吊裝及組立
		5.3 鋼模組立及拆除	(1)模板加工
			(2)模板吊放及組立
			(3)拆模及吊放
			(4)板材整理及堆置
		5.4 混凝土澆置	(1)泵送車進場及就位
			(2)預拌車進場及卸料
6.水工機械設備工程(含電器及監控系統)	6.作業空間防護	6.1 作業區警示及管制	(3)混凝土澆置及搗實
			(1)護欄設置
			(2)作業區警示及管制
	6.2 通風及氣體偵測設備	6.2 通風及氣體偵測設備	(3)安全設施建置及維護
			(1)通風及氣體偵測作業
			(1)救援通報系統建置
	6.3 照明及通訊設備	6.3 照明及通訊設備	(2)水位監測通報及應變計畫
			(1)電力設備安裝
	1.電力、發電及照明設備	1.1 電力系統	(1)發電設備
		1.2 發電系統	(1)照明設備
		1.3 照明系統	(1)泵送車進場及就位
		2.1 基礎混凝土澆置	(2)預拌車進場及卸料
			(3)混凝土澆置及島實
		2.2 鋼筋組立	(1)鋼筋加工
			(2)鋼筋吊裝及組立
		2.3 模板組立	(1)模板加工
			(2)模板吊放及組立
		2.4 混凝土澆置及養治	(1)泵送車進場及就位
			(2)預拌車進場及卸料
			(3)混凝土澆置及搗實
			(4)澆置面攪平
			(5)灑水濕治
		2.5 拆模作業	(1)拆模及吊放
			(2)板材整理及堆置

第六章 設計成果風險評估

6.1 本工程施工潛在危害辨識

作業拆解工程內容，以明確其作業之組成，依序分為：分項工程、第一階作業、第二階作業、作業內容，並以圖或表說明。依據擬定之施工計畫，予以了解工程實施方式可能出現之狀況，並予以檢討評估可能出現之危害，並依據作業拆解結果篩選其中較重大之工程內容加強評估。以模擬工程推展流程逐項進行推演施工過程可能出現之情境，參酌過去施工經驗及曾經發生之災害案例，以發掘辨識潛在之危害及可能危害事件如下，並據以規劃各項安全防護設施。

本工程經檢討評估後，歸納出施工作業時應注意事項，確認高危險及高風險辨識內容如表 6.1-1。並於擬定施工時程時，將管制工項於施工前會議中使施工單位確實瞭解表列工項及其施工應注意事項之嚴重性，針對相關項目於施工前提出妥善之施工計畫及作業流程據以施作，以降低施工風險，確保作業安全。

6.2 工程設計成果風險評估表

本工程風險評估主要參考勞動部職業安全衛生署於民國 107 年頒布之「營造工程施工風險評估技術指引」，將風險評量指標分為風險可能性及風險嚴重度，如表 6.2-1 及表 6.2-2 評量之。

本工程施工風險評量以半定量方式，分 3 級評量，將風險可能性及風險嚴重度相乘（視為獨立事件），以估量風險值，再依風險值評定風險等級，本工程風險矩陣、風險管制措施檢討基準及工程設計風險評估表如表 6.2-3~表 6.2-8 所示。

表 6.1-1 本工程施工風險危害辨識表

工程名稱：石門水庫至新竹聯通管工程

承辦部門：大地工程部

日期：

類別	潛在危害	危害對策	對策處置人員	備註
鄰水作業	淹水、土石流、人員溺斃	開挖安全措施、工址區域排水、緊急應變措施、工程規劃於非汛期施作以降低風險、防汛計畫及整備、鄰水作業救生設備	工地主任 橋梁工程組	
水管橋基樁鋼筋籠、鋼管管件吊裝	墜落、夾傷、感電、衝撞、被撞、跌倒、物體倒塌	注意施工環境安全，派專人指揮，設置工程所需職業安全設施及定期辦理教育訓練。	工地主任 橋梁工程組 水力管閥組	
局限空間	缺氧、中毒、粉塵	推管施工前確實進行氣體監測，確保施工時之氣體排放對施工人員之健康無虞。施工時裝設適當之排風設備，以不影響人員及施工安全前提下進行排風設備運轉。	工地主任 地質調查組	
工作井、明挖段開挖	倒塌、崩塌	設置監測設施及觀測，開挖應按步就班並儘速支撐保護	工地主任 直井工程組	
評估人員：何侑剛、廖俊逸、周銘璋、林彥志、劉文智			核准：江憲宗	

表 6.2-1 風險可能性等級分級表

可能性狀況	等級	判斷基準
極有可能	3	發生機率極高
有可能	2	不注意就會發生
可能性低	1	發生機率極低

表 6.2-2 風險嚴重度等級分級表

嚴重度狀況	等級
災難性的	5
重大的	4
中等的	3
較低的	2
可忽略的	1

表 6.2-3 本工程風險矩陣表

風險值			嚴重度				
			災難性的	重大的	中等的	較低的	可忽略的
			5	4	3	2	1
可能性	幾可確定	5	25	20	15	10	5
	極有可能	4	20	16	12	8	4
	可能	3	15	12	9	6	3
	不太可能	2	10	8	6	4	2
	幾乎不可能	1	5	4	3	2	1

表 6.2-4 本工程風險管制措施檢討基準表

風險值範圍	評價等級	管制措施檢討準則
20~25	極高	採取緊急措施
10~16	高度	立即採取措施
5~9	中度	儘可能採取措施
3~4	低度	注意相關風險即可
1~2	極低	不必採取措施

表 6.2-5 設計階段施工風險評估表（工作井工程）

作業拆解			危害辨識		風險分析				風險 評量	風險處理		
第一階 作業	第二階 作業	作業內容	危害類型	風險描述 (來源、起因、事件、可能後果等)	可 能 性	嚴 重 度	風 險 值	風 險 等 級	可否 接受	風險對策	對策 負責 人員	處理 成效
工作井開 挖	鋼襯板吊運 進場	(1)鋼襯板吊運及 暫置	物體飛落、被 撞、物體倒塌	吊掛過程吊具鬆脫，構材飛 落砸傷人員、吊掛過程撞及 人員	2	3	6	中	○	1.檢查及核對起重機、操作手及吊掛人員合格證照 (書)。 2.檢查吊具安全。 3.吊具裝配確實。 4.採多點吊掛。 5.揚重不得超過載重限制。 6.作業區域隔離及警示。 7.起重機具運轉應採取防止吊掛物通過人員上 方，及人員通過吊掛物下方之措施。 8.佩戴安全帽、安全鞋等防護具。		
	輪進開挖	(1)土石挖掘及吊 運	崩塌、被撞、機 械設備翻覆	1.開挖面不穩定，發生崩塌 2.挖土機等作業機具作業、倒 退撞及人員	3	4	12	高	×	1.露天開挖作業主管監督指揮，依設計、施工計畫 執行。 2.安全監測。 3.機具安全(良好視線警鳴器等裝置)。 4.行進後退聽從指揮、注意動線無人員。 5.出入口派員管制。 6.許可文件、合格證照檢查。		
		(2)抽排水作業										
		(3)缺氧危險場所 作業防護										
工作井支 撐及底板	逐輪鋼襯板 組立及鎖固	(1)鋼襯板組立及 鎖固	物體飛落、被 撞、感電	鋼襯板吊掛、移動及打設過 程，發生物體飛落、被撞或 電焊機漏電致人員感電	2	3	6	中	○	1.指派擋土支撐作業主管。 2.事前擬訂作業路徑、動線。 3.作業範圍警示。 4.機具應具良好視線，後退應具蜂鳴警報或其他警 示裝置。		
	加強環設置	(1)加強環架設及 鎖固	物體飛落、被 撞、感電	型鋼吊掛、移動及打設過 程，發生物體飛落、被撞或 電焊機漏電致人員感電	1	3	3	低	○	5.派員指揮，注意動線有無人員。 6.遵守吊掛作業安全規定。		
	架設橫向支 撐	(1)橫向支撐架設 及鎖固			1	2	2	極 低	○	7.佩戴使用安全帽、安全鞋、手套等防護具。 8.電動機具應有漏電斷路器及接地。 9.交流電焊機應有自動電擊防止裝置。 10.電氣器材及電線等，應符合國家標準規格。		

作業拆解			危害辨識		風險分析				風險 評量	風險處理		
第一階 作業	第二階 作業	作業內容	危害類型	風險描述 (來源、起因、事件、可能後果等)	可 能 性	嚴 重 度	風 險 值	風 險 等 級	可否 接受	風險對策	對策 負責 人員	處理 成效
工作井支撐及底版	背填灌漿	(1)背填灌漿	物體飛落、被捲、被夾	灌漿管灌漿壓力過大或接頭強度不足，發生爆管、接頭鬆脫，致漿液噴濺、攪拌器未設置防護措施，致人員被捲、被夾	1	3	3	低	○	1.控制灌漿壓力。 2.灌漿管接頭應有適當之強度。 3.作業前確認接頭狀況良好。 4.作業人員應佩戴安全帽。 5.作業區域隔離及警示。 6.作業時攪拌器應設置適當防護措施。 7.材料拌合時，不得將手伸入拌合機內。		
	底版混凝土澆置	(1)泵送車進場就位	物體飛落、被撞	泵送車進場行駛撞及人員、工地設施，輸送管接頭強度不足，發生爆管、接頭鬆脫，致混凝土噴濺	1	3	3	低	○	1.事前擬訂澆置計畫(進出路徑、動線、澆置順序等)。 2.出入口派訓練合格之交通引導人員指揮交通。 3.依指定路徑及依作業場所地質及地形狀況規定車輛行駛速限(如20km/hr)並依速限行駛。 4.泵送管應收妥固定。 5.泵送車應依公路監理規定設置燈光、喇叭、轉向及倒車警報裝置。 6.作業前確認接頭狀況良好。 7.作業區域隔離及警示。		
		(2)特密管組裝及吊放(視需要)										
		(3)預拌混凝土車進場及卸料										
		(4)混凝土澆置/養護										
	地盤改良	(1)鑽孔作業	火災、爆炸、感電	鑽孔碰觸地下危險物或設施，如水管油管瓦斯電纜等	3	3	9	中	○	事前就工作地點實施調查，並查詢該等埋設之管線權責單位，確認其狀況(必要時進行試挖)，並將所得資料通知作業勞工。		
		(2)漿液拌和灌注	地表變位	灌漿管灌漿壓力、速度控制不當，致發生地面隆起建物傾斜	1	4	4	低	○	1.控制灌漿壓力、速度。 2.安全監測		
		(3)地面復舊										
回填復舊	CLSM 回填至設計高度	(1)CLSM 回填	被撞、物體飛落	使用吊桶或洩槽作業不當，擺動過大，撞及人員或發生物體飛落	1	2	2	極低	○	1.派人指揮作業，注意動線有無人員。 2.作業區域隔離及警示。 3.洩槽妥善固定。吊桶確認吊索安全性。 4.作業人員佩戴安全帽等護具。		
	原土回填至路基底	(1)土方回填	被撞	砂石車進場行駛撞及人員、工地設施。	2	3	6	中	○	1.事前擬定交通計畫 2.出入口派員指揮交通。 3.依指定路線行駛。 4.機具安全(良好視線警鳴器等裝置。 5.行進後退聽從指揮、注意動線無人員。		
		(2)土方夯實										

作業拆解			危害辨識		風險分析				風險 評量	風險處理		
第一階 作業	第二階 作業	作業內容	危害類型	風險描述 (來源、起因、事件、可能後果等)	可 能 性	嚴 重 度	風 險 值	風 險 等 級	可 否 接 受	風險對策	對策 負責 人員	處理 成效
	原有路面 (AC) 及標線 復原	(1)級配料鋪築及 滾壓	被撞	砂石車進場行駛撞及人員、 工地設施。	2	3	6	中	○	1.事前擬定交通計畫 2.出入口派員指揮交通。 3.依指定路線行駛。 4.機具安全(良好視線警鳴器等裝置。 5.行進後退聽從指揮、注意動線無人員。		
		(2)路面鋪築及滾 壓	被撞、物體飛 落、與高低溫之 接觸	瀝青傾卸車進出場行駛撞及 人員，或土方自車斗掉落傷 及人員或後方車輛、瀝青鋪 築作業人員不慎接觸高溫瀝 青混凝土	1	2	2	極 低	○	1.事前擬訂作業路徑、動線。 2.指派專人指揮作業。 3.瀝青裝車應妥善覆蓋。 4.傾卸車應依公路監理規定設置燈光、喇叭、轉彎 及倒車警報等裝置。 5.瀝青混凝土卸料、噴灑作業應指派專人指揮，並 注意動線有無人員，如人工噴灑時，應有隔離把 手及可彎曲金屬軟管。 6.佩戴隔熱手套、安全鞋、安全帽等防護具。 7.加熱鍋應加設警示標誌。 8.嚴禁無關人員進入作業區。		
		(3)標線劃設(視需 要)										

風險評估人員：劉文智

核准：江憲宗

表 6.2-6 設計階段施工風險評估表（推管工程）

作業拆解			危害辨識		風險分析				風險 評量	風險處理		
第一階 作業	第二階 作業	作業內容	危害類型	風險描述 (來源、起因、事件、可能後果等)	可 能 性	嚴 重 度	風 險 值	風險 等級	可否 接受	風險對策	對策 負責 人員	處理 成效
掘進前置 作業	門型吊車組 立	(1)固定式起重機 組立	物體倒塌、墜 落、物體飛落	吊掛作業不慎或固定式起重 機操作運轉不良，發生物體 飛落、被撞或被夾	2	2	4	低	○	1.指派經訓練之專人負責操作捲揚設備。 2.操作人員於運轉中，不得擅自離操作位置。 3.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。 4.吊鉤或吊具應有防止吊舉中所吊物體脫落之裝 置。 5.吊運作業中應嚴禁人員進入吊掛物下方及吊 鏈、鋼索等內側角。 6.吊索通路有與人員碰觸之虞之場所，應加防護或 有其他安全設施。 7.應設有防止過捲裝置，設置有困難者，得以標示 代替之。 8.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。 9.應符合起重升降機具安全規則第10-22 條規定。 10.電源開關箱之設置，應有防護裝置。 11.禁止無關人員進入作業區，並設置警告標誌。		
		(2)電力系統安裝										
		(3)固定式起重機 運轉										
	發進台安裝 及固定	(1)型鋼加工	爆炸、火災、物 體倒塌、物體飛 落	乙炔熔接切割設備及使用不 當，致使用時發生爆炸、火 災危害；吊掛作業不慎，發 生物體飛落、被撞或被夾	2	3	6	中	○	1.選任專人辦理指揮及監督作業。 2.乙炔及氧氣容器應使用、儲藏或放置於通風之場 所，保持容器溫度於40℃以下。 3.容器應直立穩妥放置。 4.使用時應留置專用扳手於容器閥柄上，以備緊急 時遮斷氣源。 5.氣體輸送軟管應適當保護，連接處應確實固定套 牢，並符合職業安全衛生設施規則第190 條之相 關規定。 6.高壓氣體容器之搬運及儲存應符合「職業安全衛 生設施規則」第107~109 條之規定。 7.作業人員佩戴防護眼鏡、防護手套。		
		(2)型鋼吊運										
		(3)型鋼組立										
	鏡面框設置 及反力牆構 築	(1)鏡面框設置	物體飛落、被 撞、被夾、墜落	吊掛過程作業不慎，發生物 體飛落、被撞或被夾、高處 作業時，因疏忽失衡而墜落	2	2	4	低	○	1.派員指揮作業。 2.遵守吊掛作業安全規定。 3.使用施工架、工作臺或架設安全母索供人員繫 掛。 4.佩戴安全帽、安全鞋、安全帶、手套等防護具。		

作業拆解			危害辨識		風險分析				風險 評量	風險處理		
第一階 作業	第二階 作業	作業內容	危害類型	風險描述 (來源、起因、事件、可能後果等)	可 能 性	嚴 重 度	風 險 值	風 險 等 級	可 否 接 受	風險對策	對策 負責 人員	處理 成效
		(2)反力牆構築-鋼筋組立	物體飛落、倒塌、被捲、被夾、被刺、感電	1.鋼筋吊掛過程吊具鬆脫，構材飛落砸傷人員。 2.鋼筋施工、組立、綁紮不良、錯誤，導致鋼筋倒塌。 3.鋼筋彎曲機、切割設備、電焊機等電器設備不安全致人員感電。 4.鋼筋彎曲作業不慎，被捲、被夾、被刺。	2	2	4	低	○	1.電器設備有漏電斷路器及接地。 2.配戴安全面罩、防護眼鏡及防護手套等護具。 3.確實按施工圖施作，利用支撐鋼筋尤應綁紮牢固。		
		(3)反力牆構築-模板組立	倒塌、感電、被切、被割、被夾、被捲	1.模板支撐施作不良，致混凝土澆置時倒塌。 2.模板、裁切加工加工，使用電鑽、圓盤鋸等電動手工具，因設備或線路不良致人員感電。 3.模板、支撐裁切加工過程，人員不慎被切、被割、被夾、被捲、或被飛濺木屑刺傷眼睛。 4.吊放組立過程，人員不慎被撞、被夾、被割。	2	2	4	低	○	1.模板支撐作業主管在場指揮監督作業。 2.模板支撐委由專業人員妥為設計。 3.依核可施工圖施作。 4.模板支撐應確實穩固。 5.電氣設備應有漏電斷路器及接地。 6.使用圓盤鋸作業時，應設置適當防護罩及撐縫片。		
		(4)反力牆構築-混凝土澆置	被撞	泵送車、預拌車進出場行駛、泵送車調整澆置位置及升管過程、預拌車倒退卸料撞及人員工地設施。	1	2	2	極低	○	1.應配合現地情形預擬混凝土澆置計畫(含機具設備、進出路徑、動線、澆置順序、速度等)。 2.施工車輛進、離場應依指定路徑、速限行駛。 3.出入口應派員指揮交通。 4.泵送車行進時，泵送管應確實收妥固定，以防碰撞人員或工地設施。 5.泵送車進退移位及升管過程應有指揮人員，並隨時注意動線無人員。 6.施工車輛應具後退蜂鳴警報裝置。		
	推進機具及推進設備安裝	(1)推管機分塊吊運	物體飛落、被撞、被夾、墜落	吊掛過程作業不慎，發生物體飛落、被撞或被夾；高處作業時，因疏忽失衡而墜落	1	3	3	低	○	1.派員指揮作業。 2.遵守吊掛作業安全規定。 3.使用施工架、工作臺或架設安全母索供人員繫掛。 4.佩戴安全帽、安全鞋、安全帶、手套等防護具。		
		(2)推管機分塊組裝										
		(3)推管機吊掛就位										

作業拆解			危害辨識		風險分析				風險 評量	風險處理		
第一階 作業	第二階 作業	作業內容	危害類型	風險描述 (來源、起因、事件、可能後果等)	可 能 性	嚴 重 度	風 險 值	風 險 等 級	可 否 接 受	風險對策	對策 負責 人員	處理 成效
	發進鏡面破除	(1)施工架搭設	物體飛落、被撞、被夾、墜落	吊掛過程作業不慎，發生物體飛落、被撞或被夾、高處作業時，因疏忽失衡而墜落	1	2	2	極低	○	1.派員指揮作業。 2.遵守吊掛作業安全規定。 3.佩戴安全帽、安全鞋、安全帶、手套等防護具。		
		(2)鑽孔試水	感電、崩塌	鑽孔時電線漏電造成人員感電、鏡面鑽孔試水時發生異常出水	3	2	6	中	○	1.電動機具應有漏電斷路器及接地。 2.接電應使用插頭，不得使用裸線。 3.電源線應架高，避免潮濕。 4.通路上電線應防護。 5.電氣器材及電線等應符合國家標準。 6.鏡面鑽孔試水時應防止異常出水。		
		(3)鋼襯板切割	感電、被捲、被夾、被割	使用氣體切割設備時因設備不安全或操作不慎造成人員感電	2	3	6	中	○	焊工須經考試合格、漏電斷路器與防電擊裝置、設置上下設備、安全護欄、工作平台、人員確實配帶防護裝備、物料確實牢固。		
		(4)廢棄物吊運	物體飛落、被撞、被夾、墜落	吊掛過程作業不慎，發生物體飛落、被撞或被夾、高處作業時，因疏忽失衡而墜落	2	1	2	極低	○	1.派員指揮作業。 2.遵守吊掛作業安全規定。 3.佩戴安全帽、安全鞋、安全帶、手套等防護具。		
掘進作業	管材吊運進場	(1)管材吊運	物體飛落、被撞、被夾	吊掛過程作業不慎，發生物體飛落、被撞或被夾	2	2	4	低	○	1.派員指揮作業。 2.遵守吊掛作業安全規定。 3.佩戴安全帽、安全鞋、安全帶、手套等防護具。		
		(2)管材暫置										
	管材吊放組立	(1)管材吊放	物體飛落、被撞、被夾、墜落	吊掛過程作業不慎，發生物體飛落、被撞或被夾、高處作業時，因疏忽失衡而墜落	2	3	6	中	○	1.派員指揮作業。 2.遵守吊掛作業安全規定。 3.使用施工架、工作臺或架設安全母索供人員繫掛。 4.佩戴安全帽、安全鞋、安全帶、手套等防護具。		
		(2)管材組立										
	推管掘進	(1)推管機掘進	崩塌、異常變形	推管機掘進時，未注意出土狀況，造成開挖面崩塌或發生地盤隆起或沉陷	2	4	8	中	○	1.指派推管機操作手，非推管機操手，嚴禁操作推管機。 2.推管機作業手應依照操作手冊操作。 3.推管機掘進時應注意出土狀況、土壤流動性、土方量、推力等與地面變化，並加以紀錄。 4.推管機掘進時應注意儀表與實際開挖狀況，並與監視器顯示之狀況相互對照，確認作業狀態。 5.推管機開挖避免超挖及擠壓以防止沉陷或隆起。		
		(2)缺氧危險場所作業防護	缺氧、有害氣體	未偵測氧氣及有害氣體，致遭遇氧氣不足或有害氣體而發生缺氧或氣體中毒。	1	3	3	低	○	1.依據施工人數及機具設備排氣量設置換氧設備供應充分之空氣，維持空氣含氧量達18%。 2.定期檢修通風設備。		
	土碴運送	(1)土碴吊運/輸送	物體飛落、被	吊掛過程作業不慎，發生物	1	2	2	極	○	1.派員指揮作業。		

作業拆解			危害辨識		風險分析				風險 評量	風險處理		
第一階 作業	第二階 作業	作業內容	危害類型	風險描述 (來源、起因、事件、可能後果等)	可 能 性	嚴 重 度	風 險 值	風 險 等 級	可 否 接 受	風險對策	對策 負責 人員	處理 成效
		(2)土磙運棄	撞、被夾	體飛落、被撞或被夾				低		2.遵守吊掛作業安全規定。 3.佩戴安全帽、安全鞋、安全帶、手套等防護具。		
	滑材灌注	(1)材料拌合	物體飛落、被 捲、被夾	灌漿管灌漿壓力過大或接頭 強度不足，發生爆管、接頭 鬆脫，致漿液噴濺、攪拌器 未設置防護措施，致人員被 捲、被夾	1	3	3	低	○	1.控制灌漿壓力。 2.灌漿管接頭應有適當之強度。 3.作業前確認接頭狀況良好。 4.作業人員應佩戴安全帽。 5.作業區域隔離及警示。 6.作業時攪拌器應設置適當防護措施。 7.材料拌合時，不得將手伸入拌合機內。		
		(2)漿液灌注										
到達作業	到達台施作	(1)型鋼加工	爆炸、火災、物 體倒塌、物體飛 落	乙炔熔接切割設備及使用不 當，致使用時發生爆炸、火 災危害；吊掛作業不慎，發 生物體飛落、被撞或被夾	2	3	6	中	○	1.選任專人辦理指揮及監督作業。 2.乙炔及氧氣容器應使用、儲藏或放置於通風之場 所，保持容器之溫度於40℃以下。 3.容器應直立穩妥放置。 4.使用時應留置專用扳手於容器閥柄上，以備緊急 時遮斷氣源。 5.氣體輸送軟管應適當保護，連接處應確實固定套 牢，並符合職業安全衛生設施規則第190 條之相 關規定。 6.高壓氣體容器之搬運及儲存應符合「職業安全衛 生設施規則」第107~109 條之規定。 7.作業人員佩戴防護眼鏡、防護手套。		
		(2)型鋼吊運										
		(3)型鋼組立										
	到達鏡面移 除	(1)施工架搭設	物體飛落、被 撞、被夾、墜落	吊掛過程作業不慎，發生物 體飛落、被撞或被夾、高處 作業時，因疏忽失衡而墜落	1	2	2	極 低	○	1.派員指揮作業。 2.遵守吊掛作業安全規定。 3.佩戴安全帽、安全鞋、安全帶、手套等防護具。		
		(2)鑽孔試水	感電、崩塌	鑽孔時電線漏電造成人員感 電、鏡面鑽孔試水時發生異 常出水	2	3	6	中	○	1.電動機具應有漏電斷路器及接地。 2.接電應使用插頭，不得使用裸線。 3.電源線應架高，避免潮濕。 4.通路上電線應防護。 5.電氣器材及電線等，應符合國家標準規格。 6.鏡面鑽孔試水時應防止異常出水。		
		(3)鋼襯板切割	感電、被捲、被 夾、被割	使用氣體切割設備時因設備 不安全或操作不慎造成人員 感電	2	3	6	中	○	焊工須經考試合格、漏電斷路器與防電擊裝置、設 置上下設備、安全護欄、工作平台、人員確實配帶 防護裝備、物料確實牢固。		

作業拆解			危害辨識		風險分析				風險 評量	風險處理		
第一階 作業	第二階 作業	作業內容	危害類型	風險描述 (來源、起因、事件、可能後果等)	可 能 性	嚴 重 度	風 險 值	風 險 等 級	可 否 接 受	風險對策	對策 負責 人員	處理 成效
		(4)廢棄物吊運	物體飛落、被撞、被夾、墜落	吊掛過程作業不慎，發生物體飛落、被撞或被夾、高處作業時，因疏忽失衡而墜落	2	1	2	極低	○	1.派員指揮作業。 2.遵守吊掛作業安全規定。 3.佩戴安全帽、安全鞋、安全帶、手套等防護具。		
	推管機解體吊離	(1)管線拆除	物體飛落、被撞、被夾、火災、感電	吊掛過程作業不慎，發生物體飛落、被撞或被夾、油壓管線引起火災、電線漏電造成人員感電	2	3	6	中	○	1.派員指揮作業。 2.遵守吊掛作業安全規定。 3.施工場所應設置滅火器具。 4.嚴禁將殘餘之汽油、溶劑油等任意傾倒於隧道內，以免引起火災。 5.電力纜線拆除前應確實斷電。 6.佩戴安全帽、安全鞋、安全帶、手套等防護具。		
		(2)推管機分塊拆解										
		(3)推管機分塊吊運										
	設備拆除吊離	(1)設備拆解	物體飛落、被撞、被夾、火災	吊掛過程作業不慎，發生物體飛落、被撞或被夾、乙炔熔接切割設備及使用不當，致使用時發生爆炸、火災危害	1	3	3	低	○	1.派員指揮作業。 2.遵守吊掛作業安全規定。 3.佩戴安全帽、安全鞋、安全帶、手套等防護具。 4.選任專人辦理指揮及監督作業。 5.乙炔及氧氣容器應使用、儲藏或放置於通風之場所，保持容器之溫度於40℃以下。容器應直立穩妥放置。使用時應留置專用扳手於容器閥柄上，以備緊急時遮斷氣源。氣體輸送軟管應適當保護，連接處應確實固定套牢，並符合職業安全衛生設施規則第190條之相關規定。 6.高壓氣體容器之搬運及儲存應符合職業安全衛生設施規則第107~109條之規定。 7.作業人員佩戴防護眼鏡、防護手套。		
		(2)設備吊運										
	鏡面臨時封牆設置及拆除	(1)封牆材吊運	物體倒塌、湧水、墜落	封牆設置不當發生倒塌、封牆強度不足或止水性不足，發生湧水、作業人員在井口作業時，因疏忽失衡而墜落	2	3	6	中	○	1.依現地條件妥為設計。 2.依核定圖說確實施作。 3.設置洩水管，並每日檢查洩水管情形。 4.工作井底設置自動抽水設備。 5.井口設置護欄， 6.佩戴安全帶作業。		
		(2)封牆施作										
		(3)工作井抽排										
		(4)封牆打除										
		(5)廢棄物吊運										

風險評估人員：劉文智

核准：江憲宗

表 6.2-7 設計階段施工風險評估表（明挖管路工程）

作業拆解			危害辨識		風險分析				風險 評量	風險處理		
第一階 作業	第二階 作業	作業內容	危害類型	風險描述 (來源、起因、事件、可能後果等)	可 能 性	嚴 重 度	風 險 值	風險 等級	可否 接受	風險對策	對策 負責 人員	處理 成效
開挖及擋 土措施	測量定線及 擋土壁打設	(1)測量定線	被撞、機械設備 翻覆	作業機具作業、倒退撞及人員	2	3	6	中	○	1.機具安全(良好視線警鳴器等裝置)。 2.行進後退聽從指揮、注意動線無人員。 3.出入口派員管制。 4.許可文件、合格證照檢查。		
		(2)打樁機具進場 就位										
		(3)擋土壁吊運及 暫置	物體飛落、被 撞、被夾	吊掛過程作業不慎，發生物 體飛落、被撞或被夾	1	3	3	低	○	1.派員指揮作業。 2.遵守吊掛作業安全規定。 3.佩戴安全帽、安全鞋、安全帶、手套等防護具。		
		(4)擋土壁打設	崩塌、被撞	擋土壁材質或支撐不良、強 度不足，致支撐力不足，地 面崩塌、打樁機取樁、移動、 立樁及打樁過程，碰撞人員 或設施	3	3	9	中	○	1.指派擋土支撐作業主管監督指揮。 2.事前查驗材質規格符合設計。 3.外觀無明顯變形、損傷、腐蝕。 4.打設至設計深度。 5.打設位置、垂直度符合。 6.鋼板樁間緊密套合。 7.鋼軌樁應依規定填塞橫木板條或鋼板擋土。 8.事前擬訂作業路徑、動線。 9.作業範圍警示。 10.佩戴安全帽、安全鞋等防護具		
	土方開挖	(1)挖土作業	被撞、機械設備 翻覆、崩塌、	1.挖土機等作業機具作 業、倒退撞及人員 2.開挖面不穩定，發生崩塌	1	3	3	低	○	1.機具安全(良好視線警鳴器等裝置)。 2.行進後退聽從指揮、注意動線無人員。 3.出入口派員管制。 4.許可文件、合格證照檢查。		
		(2)土磔運棄	交通事故、被 撞、粉塵危害	裝載機、傾卸車因視線死角 或操作不當造成危害	3	3	9	中	○	臨時緩衝區之交維設施須完善、必要時增加交通指 揮人員。		
	支撐(圍囿)架 設(視需要)	(1)型鋼吊運及暫 置	物體飛落、被 撞、物體倒塌	吊掛過程吊具鬆脫，構材飛 落砸傷人員、吊掛過程撞及 人員	2	3	6	中	○	1.檢查及核對起重機、操作手及吊掛人員合格證照 (書)。 2.檢查吊具安全。 3.吊具裝配確實。 4.採多點吊掛。 5.揚重不得超過載重限制。 6.作業區域隔離及警示。 7.起重機具運轉應採取防止吊掛物通過人員上 方，及人員通過吊掛物下方之措施。 8.佩戴安全帽、安全鞋等防護具。		

作業拆解			危害辨識		風險分析				風險 評量	風險處理		
第一階 作業	第二階 作業	作業內容	危害類型	風險描述 (來源、起因、事件、可能後果等)	可 能 性	嚴 重 度	風 險 值	風險 等級	可否 接受	風險對策	對策 負責 人員	處理 成效
		(2)支撐安裝	被撞、墜落、物 料飛落、倒塌	1.操作高空作業車時因設 備操作不當或作業空間 不足發生災害 2.施工架材質不良、固定不 良或未依規定組立，致發 生倒塌。	1	3	3	低	○	作業範圍嚴格管制人員進入、交維設施確實按規定 佈設人員確實配帶防護裝備、成立緊急應變小組。		
		(3)預力施作										
	底板混凝土 澆置	(1)混凝土澆置	物體飛落、跌倒	1.輸送管接頭勁度不足，發 生爆管接頭鬆脫等。 2.作業人員鋪設不織布，被 物料絆倒等。	1	2	2	極 低	○	1.輸送管接頭應有適當之強度。 2.作業前確認接頭狀況良好。 3.應配戴安全護具。 4.作業區域隔離或警示。 5.應配戴安全護具。 6.注意障礙物。		
管路埋設	管材吊運進 場	(1)管材吊運暫置	物體飛落、被 撞、被夾	吊掛過程作業不慎，發生物 體飛落、被撞或被夾	2	2	4	低	○	1.派員指揮作業。 2.遵守吊掛作業安全規定。 3.佩戴安全帽、安全鞋、安全帶、手套等防護具。		
	管材吊放及 組立	(1)管材吊放組立	物體飛落、被 撞、被夾、墜落	吊掛過程作業不慎，發生物 體飛落、被撞或被夾、高處 作業時，因疏忽失衡而墜落	2	3	6	中	○	1.派員指揮作業。 2.遵守吊掛作業安全規定。 3.使用施工架、工作臺或架設安全母索供人員繫 掛。 4.佩戴安全帽、安全鞋、安全帶、手套等防護具。		
回填復舊	CLSM 回填至 設計高度	(1)CLSM 澆置	被撞、物體飛落	使用吊桶或洩槽作業不當， 擺動過大，撞及人員或發生 物體飛落	1	2	2	極 低	○	1.派人指揮作業，注意動線有無人員。 2.作業區域隔離及警示。 3.洩槽妥善固定。吊桶確認吊索安全性。 4.作業人員佩戴安全帽等護具。		
	原土回填至 路基底	(1)土方回填夯實	被撞	砂石車進場行駛撞及人員、 工地設施。	1	1	1	極 低	○	1.事前擬定交通計畫 2.出入口派員指揮交通。 3.依指定路線行駛。 4.機具安全(良好視線警鳴器等裝置。 5.行進後退聽從指揮、注意動線無人員。		
	擋土支撐拆 除(視需要)	(1)預力解除 (2)支撐拆除吊運	倒塌	堆放凌亂、過高，導致倒塌 碰撞等意外。	2	2	4	低	○	1.依規定指派模板支撐作業主管監督。 2.堆置場底整平及鋪設墊材。 3.堆放高度不超過1.8公尺。 4.必要時以纜繩固定之。		

作業拆解			危害辨識		風險分析				風險 評量	風險處理		
第一階 作業	第二階 作業	作業內容	危害類型	風險描述 (來源、起因、事件、可能後果等)	可 能 性	嚴 重 度	風 險 值	風 險 等 級	可 否 接 受	風險對策	對策 負責 人員	處理 成效
	原有路面 (AC) 及標線 復原	(1)級配料鋪築及 滾壓	被撞	砂石車進場行駛撞及人員、 工地設施。	1	2	2	極 低	○	1.事前擬定交通計畫 2.出入口派員指揮交通。 3.依指定路線行駛。 4.機具安全(良好視線警鳴器等裝置。 5.行進後退聽從指揮、注意動線無人員。		
		(2)路面鋪築及滾 壓	被撞、物體飛 落、與高低溫之 接觸	瀝青傾卸車進出場行駛撞及 人員，或土方自車斗掉落傷 及人員或後方車輛、瀝青鋪 築作業人員不慎接觸高溫瀝 青混凝土	1	2	2	極 低	○	1.事前擬訂作業路徑、動線。 2.指派專人指揮作業。 3.瀝青裝車應妥善覆蓋。 4.傾卸車應依公路監理規定設置燈光、喇叭、轉彎 及倒車警報等裝置。 5.瀝青混凝土卸料、噴灑作業應指派專人指揮，並 注意動線有無人員，如人工噴灑時，應有隔離把 手及可彎曲金屬軟管。 6.佩戴隔熱手套、安全鞋、安全帽等防護具。 7.加熱鍋應加設警示標誌。 8.嚴禁無關人員進入作業區。		
		(3)標線劃設(視需 要)										

風險評估人員：何侑剛、周銘瑋、林彥志

核准：江憲宗

表 6.2-8 設計階段施工風險評估表（水管橋工程）

作業拆解			危害辨識		風險分析				風險 評量	風險處理		
第一階 作業	第二階 作業	作業內容	危害類型	風險描述 (來源、起因、事件、可能後果等)	可 能 性	嚴 重 度	風 險 值	風 險 等 級	可 否 接 受	風險對策	對策 負責 人員	處理 成效
全套管基 樁作業	鑽機定位	(1)測量放樣定位	被撞、機械設備 翻覆	作業機具作業、倒退撞及人員	1	2	2	極 低	○	1.機具安全(良好視線警鳴器等裝置)。 2.行進後退聽從指揮、注意動線無人員。 3.出入口派員管制。 4.許可文件、合格證照檢查。		
		(2)鑽機及相關設 備進場定位										
	套管鑽設	(1)套管鑽設	物體飛落、倒 塌、被撞	套管吊取、移動、立管及打 設過程，碰撞人員或設施	2	3	6	中	○	1.派員指揮作業。 2.遵守吊掛作業安全規定。 3.事前擬訂作業路徑、動線。 4.作業範圍警示。 5.佩戴安全帽、安全鞋等防護具		
	鋼筋籠吊放	(1)鋼筋籠組立	物體飛落、倒 塌、被捲、被 夾、被刺、感電	1.鋼筋吊掛過程吊具鬆 脫，構材飛落砸傷人員。 2.鋼筋施工、組立、綁紮不 良、錯誤，導致鋼筋倒 塌。 3.鋼筋彎曲機、切割設備、 電焊機等電器設備不安 全致人員感電。 4.鋼筋彎曲作業不慎，被 捲、被夾、被刺。	2	2	4	低	○	1.電器設備有漏電斷路器及接地。 2.配戴安全面罩、防護眼鏡及防護手套等護具。 3.確實按施工圖施作，利用支撐鋼筋尤應綁紮牢 固。		
		(2)鋼筋籠吊放	物體飛落、被 撞、被夾	1.鋼筋籠綁紮不良、致吊放 時變形掉落砸傷人員。 2.鋼筋籠吊掛過程吊具鬆 脫，構材飛落砸傷人員。 3.鋼筋籠吊放過程撞擊人 員。 4.吊掛過程，掛鉤作業或裝 配鋼索、吊環時，疏忽 被吊具夾傷手部。	3	4	12	高	×	1.確實按鋼筋施工圖施作，將主筋、箍筋及補強筋 綁紮牢固，並預先計算鋼筋籠重量及設計吊耳。 2.檢查起重機、操作手及吊掛人員合格證照(書)。 3.檢查吊具安全，吊具裝配確實。 4.採多點吊掛。 5.揚重不得超過載重限制。 6.作業區域隔離及警示。 7.揚重擊脫鉤後揚升應緩慢穩定。 8.加繫索控制吊掛物擺動。 9.吊掛物靜止前勿靠近。 10.掛鉤完成前不得揚升。 11.配戴安全帽、安全鞋、手套等個人防護具。		

作業拆解			危害辨識		風險分析				風險 評量	風險處理		
第一階 作業	第二階 作業	作業內容	危害類型	風險描述 (來源、起因、事件、可能後果等)	可 能 性	嚴 重 度	風 險 值	風險 等級	可否 接受	風險對策	對策 負責 人員	處理 成效
	特密管安裝	(1)特密管安裝	物體飛落、被撞、被夾	1.特密管吊掛過程吊具鬆脫，構材飛落砸傷人員 2.特密管吊放過程撞擊人員 3.特密管吊掛過程，掛鉤作業或裝配鋼索、吊環時，疏忽被吊具夾傷手部	2	3	6	中	○	1.檢查起重機、操作手及吊掛人員合格證照(書)。 2.檢查吊具安全，吊具裝配確實。 3.揚重不得超過載重限制。 4.作業區域隔離及警示。 5.設置指揮人員，統一指揮信號。 6.揚重擊脫鉤後揚升應緩慢穩定。 7.加繫索控制吊掛物擺動。 8.吊掛物靜止前勿靠近。 9.掛鉤完成前不得揚升。 10.配戴安全帽、安全鞋、手套等個人防護具。		
	混凝土澆置	(1)混凝土澆置	被撞	預拌車進出場行駛、倒車卸料撞擊人員	1	2	2	極低	○	1.事前擬訂澆置計畫(進出路徑、動線、澆置順序等)。 2.出入口派員指揮交通。 3.依指定路徑及作業場所地質及地形狀況規定車輛速限(如20km/hr)並依速限行駛。 4.預拌車應具蜂鳴警報裝置。 5.斜坡作業時，應於輪子下坡側以擋塊填塞止滑。		
樁帽施作	基礎土方開挖	(1)土方開挖	地面崩塌、被撞	1.開挖方法不當，致地面崩塌。 2.開挖、搬運機械作業、行進倒退撞擊人員。 3.鄰近開挖面上方堆置過量土方，致地面崩塌。	2	4	8	中	○	1.指派露天開挖作業主管監督指揮，依設計、施工計畫執行。 2.事前擬訂作業路徑、動線。 3.機具安全(良好視線、蜂鳴器警報裝置)。 4.作業行進後退聽從指揮，注意動線無人員。 5.配戴安全帽、安全鞋等個人防護具。 6.妥適規劃土方暫置區。		
	樁頭處理	(1)樁頭劣質混凝土打除	被撞、機械設備翻覆	作業機具作業、倒退撞及人員	1	3	3	低	○	1.機具安全(良好視線警鳴器等裝置)。 2.行進後退聽從指揮、注意動線無人員。 3.出入口派員管制。 4.許可文件、合格證照檢查。		
		(2)劣質混凝土運棄	交通事故、被撞、粉塵危害	裝載機、傾卸車因視線死角或操作不當造成危害	1	3	3	低	○	臨時緩衝區之交維設施須完善、必要時增加交通指揮人員。		

作業拆解			危害辨識		風險分析				風險 評量	風險處理		
第一階 作業	第二階 作業	作業內容	危害類型	風險描述 (來源、起因、事件、可能後果等)	可 能 性	嚴 重 度	風 險 值	風險 等級	可否 接受	風險對策	對策 負責 人員	處理 成效
	鋼筋組立	(1)鋼筋加工	物體飛落、倒塌、被捲、被夾、被刺、感電	1.鋼筋吊掛過程吊具鬆脫，構材飛落砸傷人員。 2.鋼筋施工、組立、綁紮不良、錯誤，導致鋼筋倒塌。 3.鋼筋彎曲機、切割設備、電焊機等電器設備不安全致人員感電。 4.鋼筋彎曲作業不慎，被捲、被夾、被刺。	1	2	2	極低	○	1.電器設備有漏電斷路器及接地。 2.配戴安全面罩、防護眼鏡及防護手套等護具。 3.確實按施工圖施作，利用支撐鋼筋尤應綁紮牢固。		
		(2)鋼筋組立										
	模板組立	(1)模板組立	倒塌、感電、被切、被割、被夾、被捲	1.模板支撐施作不良，致混凝土澆置時倒塌。 2.模板、裁切加工加工，使用電鑽、圓盤鋸等電動手工具，因設備或線路不良致人員感電。 3.模板、支撐裁切加工過程，人員不慎被切、被割、被夾、被捲、或被飛濺之木屑刺傷眼睛。 4.吊放組立過程，人員不慎被撞、被夾、被割。	2	3	6	中	○	1.模板支撐作業主管在場指揮監督作業。 2.模板支撐委由專業人員妥為設計。 3.依核可施工圖施作。 4.模板支撐應確實穩固。 5.電氣設備應有漏電斷路器及接地。 6.使用圓盤鋸作業時，應設置適當防護罩及撐縫片。		
	混凝土澆置及養護/模板拆除	(1)混凝土澆置	被撞	泵送車、預拌車進出場行駛、泵送車調整澆置位置及升管過程、預拌車倒退卸料撞及人員工地設施。	1	2	2	極低	○	1.應配合現地情形預擬混凝土澆置計畫(含機具設備、進出路徑、動線、澆置順序、速度等)。 2.施工車輛進、離場應依指定路徑、速限行駛。 3.出入口應派員指揮交通。 4.泵送車行進時，泵送管應確實收妥固定，以防碰撞人員或工地設施。 5.泵送車進退移位及升管過程應有指揮人員，並隨時注意動線無人員。 6.施工車輛應具後退蜂鳴警報裝置。 7.停放於斜坡上作業時，除應完全剎車外，並應將機械墊穩，以免滑動。		

作業拆解			危害辨識		風險分析				風險 評量	風險處理		
第一階 作業	第二階 作業	作業內容	危害類型	風險描述 (來源、起因、事件、可能後果等)	可 能 性	嚴 重 度	風 險 值	風險 等級	可否 接受	風險對策	對策 負責人	處理 成效
		(2)模板拆除	墜落、被割、被刺、倒塌	1.作業人員攀爬於模板支撐上進行拆模或掛鉤作業，不慎墜落。 2.拆除模板支撐時不慎被刺、被割。 3.堆放凌亂、過高，導致倒塌碰撞等意外。	1	2	2	極低	○	1.依規定指派模板支撐作業主管監督。 2.使用工作梯、工作架或設置安全母索供人員繫掛。 3.確實使用安全帶。 4.配戴手套作業。 5.堆置場底整平及鋪設墊材。 6.堆放高度不超過1.8公尺。 7.必要時以纜繩固定之。		
		(3)混凝土養護	跌倒	作業人員鋪設不織布，被物料絆倒等。	1	2	2	極低	○	1.應配戴安全護具。 2.注意障礙物。		
墩柱及帽梁施作	施工架/支撐架組立	(1)施工架吊運及組立	被撞、物體飛落、物體倒塌	1.材料進場時吊車運轉碰撞作業人員。 2.起吊時吊裝用鋼索斷裂或吊具鬆脫造成施工架飛落地面。 3.基礎地面未整平，造成施工架或支撐架滑動或不均勻沉陷。 4.安裝立架構件未固定而倒塌。	2	2	4	低	○	1.吊車須經檢查合格。 2.操作手及指揮手須經受訓合格。 3.非工作人員禁止進入管制區。 4.鋼索、扣環等各項吊具應確實裝配並檢查確認。 5.吊具應採安全夾具。 6.吊鉤應具防滑舌片。 7.施工架組配作業主管須在場指揮勞工作業。 8.施工架及施工構台基礎底面應平整且夯實緊密。		
		(2)支撐架吊運及組立										
	鋼筋組立	(1)鋼筋加工	物體飛落、倒塌、被捲、被夾、被刺、感電	1.鋼筋吊掛過程吊具鬆脫，構材飛落砸傷人員。 2.鋼筋施工、組立、綁紮不良、錯誤，導致鋼筋倒塌。 3.鋼筋彎曲機、切割設備、電焊機等電器設備不安全致人員感電。 4.鋼筋彎曲作業不慎，被捲、被夾、被刺。	2	3	6	中	○	1.電器設備有漏電斷路器及接地。 2.配戴安全面罩、防護眼鏡及防護手套等護具。 3.確實按施工圖施作，利用支撐鋼筋尤應綁紮牢固。		
		(2)鋼筋組立										

作業拆解			危害辨識		風險分析				風險 評量	風險處理		
第一階 作業	第二階 作業	作業內容	危害類型	風險描述 (來源、起因、事件、可能後果等)	可 能 性	嚴 重 度	風 險 值	風險 等級	可否 接受	風險對策	對策 負責 人員	處理 成效
	模板組立	(1)模板組立	倒塌、感電、被切、被割、被夾、被捲	1.模板支撐施作不良，致混凝土澆置時倒塌。 2.模板、裁切加工加工，使用電鑽、圓盤鋸等電動手工具，因設備或線路不良致人員感電。 3.模板、支撐裁切加工過程，人員不慎被切、被割、被夾、被捲、或被飛濺之木屑刺傷眼睛。 4.吊放組立過程，人員不慎被撞、被夾、被割。	2	3	6	中	○	1.模板支撐作業主管在場指揮監督作業。 2.模板支撐委由專業人員妥為設計。 3.依核可施工圖施作。 4.模板支撐應確實穩固。 5.電氣設備應有漏電斷路器及接地。 6.使用圓盤鋸作業時，應設置適當防護罩及撐縫片。		
	混凝土澆置及養護	(1)混凝土澆置	被撞	泵送車、預拌車進出場行駛、泵送車調整澆置位置及升管過程、預拌車倒退卸料撞及人員工地設施。	1	3	3	低	○	1.應配合現地情形預擬混凝土澆置計畫(含機具設備、進出路徑、動線、澆置順序、速度等)。 2.施工車輛進、離場應依指定路徑、速限行駛。 3.出入口應派員指揮交通。 4.泵送車行進時，泵送管應確實收妥固定，以防碰撞人員或工地設施。 5.泵送車進退移位及升管過程應有指揮人員，並隨時注意動線無人員。 6.施工車輛應具後退蜂鳴警報裝置。 7.停放於斜坡上作業時，除應完全剎車外，並應將機械墊穩，以免滑動。		
			物體飛落	輸送管接頭強度不足，發生爆管、接頭鬆脫，致混凝土噴濺。	1	1	1	極低	○	1.輸送管接頭應有適當之強度，以防爆管、或鬆脫。 2.作業前應確認攪拌器及接頭狀況良好。 3.作業人員應確實佩戴安全帽。 4.作業區域應隔離及警示。		
			倒塌	澆置順序、速度不當，致載重不均、震動過大，模板、鋼筋倒塌。	3	3	9	中	○	1.應依澆置計畫預先備妥所需之機具設備。 2.應指定人員監督指揮，依計畫澆置順序、速度進行。 3.澆置順序應使模板受力均勻，避免偏心。 4.應控制泵送壓力、速度，避免過大，速度應平穩。 5.作業區域應隔離及警示。		

作業拆解			危害辨識		風險分析				風險 評量	風險處理		
第一階 作業	第二階 作業	作業內容	危害類型	風險描述 (來源、起因、事件、可能後果等)	可 能 性	嚴 重 度	風 險 值	風險 等級	可否 接受	風險對策	對策 負責 人員	處理 成效
			倒塌、翻落、結構破壞	震動搗實不當，使模板、鋼筋、預留孔等移位，致後續模板錨錠不良或結構強度不足而倒塌、翻落。	1	3	3	中	○	1.震動搗實應均勻避免過度。 2.應避免於模板、鋼筋、預力套管、端錨、預留孔等處震動搗實。		
		(2)混凝土養護	跌倒	作業人員鋪設不織布，被物料絆倒等。	1	2	2	極低	○	1.應配戴安全護具。 2.注意障礙物。		
	支撐架及模板拆除	(1)模板拆除	墜落、被割、被刺、倒塌	1.作業人員攀爬於模板支撐上進行拆模或掛鉤作業，不慎墜落。 2.拆除模板支撐時不慎被刺、被割。 3.堆放凌亂、過高，導致倒塌碰撞等意外。	1	3	3	低	○	1.依規定指派模板支撐作業主管監督。 2.使用工作梯、工作架或設置安全母索供人員繫掛。 3.確實使用安全帶。 4.配戴手套作業。 5.堆置場底整平及鋪設墊材。 6.堆放高度不超過1.8公尺。 7.必要時以纜繩固定之。		
		(2)支撐架拆除	被撞、物體飛落	1.材料離場時吊車運轉碰撞作業人員。 2.起吊時吊裝用鋼索斷裂或吊具鬆脫造成施工架飛落地面。	1	3	3	低	○	1.吊車須經檢查合格。 2.操作手及指揮手須經受訓合格。 3.非工作人員禁止進入管制區。 4.鋼索、扣環等各項吊具應確實裝配並檢查確認。 5.吊具應採安全夾具。 6.吊鉤應具防滑舌片。		
管路架設	管材進場及現場銲接	(1)管材進場	物體飛落、被撞、被夾	吊掛過程作業不慎，發生物體飛落、被撞或被夾	1	3	3	低	○	1.派員指揮作業。 2.遵守吊掛作業安全規定。 3.佩戴安全帽、安全鞋、安全帶、手套等防護具。		
		(2)管材銲接	火災、感電	1.電銲火花引燃易燃物。 2.電線脫皮或漏電造成人員感電。	2	2	4	低	○	1.電銲構件下方鋪設防火毯。 2.材料堆置區四周設置防火警告標示及擺放滅火器。 3.配電箱各分路使用漏電斷路器。 4.電線採用絕緣電線。 5.電焊機加裝自動電擊防止裝置。 6.電銲柄使用絕緣耐熱材質。		

作業拆解			危害辨識		風險分析				風險 評量	風險處理		
第一階 作業	第二階 作業	作業內容	危害類型	風險描述 (來源、起因、事件、可能後果等)	可 能 性	嚴 重 度	風 險 值	風險 等級	可否 接受	風險對策	對策 負責 人員	處理 成效
	環梁支座安裝	(1)環梁支座安裝	墜落、被夾	1.吊放定位作業時，作業人員在高空作業時因疏忽失衡而墜落。 2.臨時螺栓接合時，人員手部被吊具或螺栓或接合工具夾傷。	2	3	6	中	○	1.吊放定位時，注意安裝方向。 2.作業人員配戴個人安全防護具。 3.不得採取擴孔方式進行接合。		
	鋼管吊裝及銜接	(1)鋼管吊裝	物體飛落、被撞、墜落	1.揚重時吊具脫鉤，造成揚重物飛落碰撞人體。 2.揚重作業人員被揚重物或鋼索碰撞。 3.吊放定位作業，作業人員在高空作業構件碰撞失衡而墜落。	3	4	12	高	×	1.揚重不可超過載重。 2.控制揚重速度及穩定性。 3.鋼索、扣環等各項吊具確實裝配及檢查。 4.設置指揮人員統一指揮信號。 5.吊放定位時，注意安裝方向。 6.構件未靜止前，作業人員不宜接近。 7.採多點吊掛。		
		(2)鋼管固定及銜接	墜落、被夾	1.作業人員在高空作業時因疏忽失衡而墜落。 2.臨時螺栓接合時，人員手部被吊具或螺栓或接合工具夾傷。	3	4	12	高	×	1.作業人員配戴個人安全防護具。 2.不得採取擴孔方式進行接合。		

風險評估人員：林彥志、周銘瑋

核准：江憲宗

表 6.2-9 設計階段施工風險評估表（聯通管隧道及橫坑工程）

作業拆解			危害辨識		風險分析				風險 評量	風險處理		
第一階 作業	第二階 作業	作業內容	危害類型	風險描述 (來源、起因、事件、可能後果等)	可 能 性	嚴 重 度	風 險 值	風險 等級	可否 接受	風險對策	對策 負責 人員	處理 成效
隧道開挖 施工	隧道開挖施 工	(1)洞口開挖	被撞、交通事 故、機械設備翻 覆	挖溝機等機具作業、倒退撞 及人員	2	3	6	中	○	嚴格管制施工車輛進出、設置安全防護網、護欄及 警告標誌及夜間警示標誌		
隧道逐輪 開挖(鑽炸 法)	隧道逐輪開 挖(鑽炸法)	(1)鑽孔開炸	開挖面崩塌、與 有害氣體接 觸、粉塵危害	使用鑽孔設備時，因操作不 當或設備不安全造成危害	4	5	20	極 高	×	引爆前確認人員既具已撤離安全範圍外，或已採用 適當防護措施。作業範圍嚴格管制人員進入，隨時 監測粉塵及可燃性氣體濃度、採取相關安全措施， 香菸、火柴、打火機等禁止進入隧道內。		
		(2)出碴	交通事故、被 撞、粉塵危害	裝載機、傾卸車因視線死角 或操作不當造成危害	3	3	9	中	○	臨時緩衝區之交維設施須完善，必要時增加交通指 揮人員。		
		(3)爆材領用管理	交通事故、火 災、爆炸	爆材運送過程誤觸煙火導 致炸爆炸	3	5	15	高	×	領用、運輸、清點、暫置看管等作業應由專人處理， 炸藥及雷管不得同車裝載。作業範圍嚴格管制人員 進入，隨時監測可燃性氣體濃度、採取相關安全措 施，香菸、火柴、打火機等禁止進入隧道內。		

作業拆解			危害辨識		風險分析				風險 評量	風險處理		
第一階 作業	第二階 作業	作業內容	危害類型	風險描述 (來源、起因、事件、可能後果等)	可 能 性	嚴 重 度	風 險 值	風險 等級	可否 接受	風險對策	對策 負責人	處理 成效
隧道逐輪 開挖(部分 斷面機械 開挖)	隧道逐輪開 挖(部分斷面 機械開挖)	(1)機械開挖	被撞、交通事 故、機械設備翻 覆	挖溝機等機具作業、倒退撞 及人員	3	4	12	高	×	嚴格管制施工車輛進出、設置安全防護網、護欄及 警告標誌及夜間警示標誌。		
		(2)出碴	交通事故、被 撞、粉塵危害	裝載機、傾卸車因視線死角 或操作不當造成危害	3	3	9	中	○	臨時緩衝區之交維設施須完善、必要時增加交通指 揮人員。		
隧道逐輪 支撐	隧道逐輪支 撐	(1)鋼支保組立	開挖面崩塌被 夾、被割	施作時開挖面不穩定導致 災害	2	3	6	中	○	作業範圍嚴格管制人員進入、交維設施確實按規定 佈設、設立防止感電之護圍或絕緣被覆、成立緊急 應變小組。		
		(2)噴凝土施作	開挖面崩塌、物 料飛落、墜落	操作噴漿機、混凝土澆置設 備時操作不當或開挖面不 穩定造成之災害	2	2	4	低	○			
		(3)岩栓施作	開挖面崩塌、被 夾、被割	施作時開挖面不穩定導致 災害	3	3	9	中	○			

作業拆解			危害辨識		風險分析				風險 評量	風險處理		
第一階 作業	第二階 作業	作業內容	危害類型	風險描述 (來源、起因、事件、可能後果等)	可 能 性	嚴 重 度	風 險 值	風險 等級	可否 接受	風險對策	對策 負責 人員	處理 成效
觀砌施作	施工架/支撐 架組立	(1)施工架吊運及 組立	被撞、物體飛 落、物體倒塌	1.材料進場時吊車運轉碰 撞作業人員。 2.起吊時吊裝用鋼索斷裂 或吊具鬆脫造成施工架 飛落地面。 3.基礎地面未整平，造成 施工架或支撐架滑動或 不均勻沉陷。 4.安裝立架構件未固定而 倒塌。	2	2	4	低	○	1.吊車須經檢查合格。 2.操作手及指揮手須經受訓合格。 3.非工作人員禁止進入管制區。 4.鋼索、扣環等各項吊具應確實裝配並檢查確認。 5.吊具應採安全夾具。 6.吊鉤應具防滑舌片。 7.施工架組配作業主管須在場指揮勞工作業。 8.施工架及施工構台基礎底面應平整且夯實緊密。		
	鋼筋組立	(1)鋼筋加工	物體飛落、倒 塌、被捲、被 夾、被刺、感電	1.鋼筋吊掛過程吊具鬆 脫，構材飛落砸傷人員。 2.鋼筋施工、組立、綁紮不 良、錯誤，導致鋼筋倒 塌。 3.鋼筋彎曲機、切割設備、 電焊機等電器設備不安 全致人員感電。 4.鋼筋彎曲作業不慎，被 捲、被夾、被刺。	2	2	4	低	○	1.電器設備有漏電斷路器及接地。 2.配戴安全面罩、防護眼鏡及防護手套等護具。 3.確實按施工圖施作，利用支撐鋼筋尤應綁紮牢 固。		
		(2)鋼筋組立										
	模板組立	(1)模板組立	倒塌、感電、被 切、被割、被 夾、被捲	1.模板支撐施作不良，致混 凝土澆置時倒塌。 2.模板、裁切加工加工，使 用電鑽、圓盤鋸等電動 手工具，因設備或線路 不良致人員感電。 3.模板、支撐裁切加工過 程，人員不慎被切、被 割、被夾、被捲、或被 飛濺之木屑刺傷眼睛。 4.吊放組立過程，人員不慎 被撞、被夾、被割。	1	3	3	低	○	1.模板支撐作業主管在場指揮監督作業。 2.模板支撐委由專業人員妥為設計。 3.依核可施工圖施作。 4.模板支撐應確實穩固。 5.電氣設備應有漏電斷路器及接地。 6.使用圓盤鋸作業時，應設置適當防護罩及撐縫 片。		

作業拆解			危害辨識		風險分析				風險 評量	風險處理		
第一階 作業	第二階 作業	作業內容	危害類型	風險描述 (來源、起因、事件、可能後果等)	可 能 性	嚴 重 度	風 險 值	風險 等級	可否 接受	風險對策	對策 負責 人員	處理 成效
襯砌施作	混凝土澆置 及養護/模板 拆除	(1)混凝土澆置	被撞	泵送車、預拌車進出場行駛、泵送車調整澆置位置及升管過程、預拌車倒退卸料撞及人員工地設施。	2	2	4	低	○	1.應配合現地情形預擬混凝土澆置計畫(含機具設備、進出路徑、動線、澆置順序、速度等)。 2.施工車輛進、離場應依指定路徑、速限行駛。 3.出入口應派員指揮交通。 4.泵送車行進時，泵送管應確實收妥固定，以防碰撞人員或工地設施。 5.泵送車進退移位及升管過程應有指揮人員，並隨時注意動線無人員。 6.施工車輛應具後退蜂鳴警報裝置。 7.停放於斜坡上作業時，除應完全剎車外，並應將機械墊穩，以免滑動。		
		(2)模板拆除	墜落、被割、被刺、倒塌	1.作業人員攀爬於模板支撐上進行拆模或掛鉤作業，不慎墜落。 2.拆除模板支撐時不慎被刺、被割。 3.堆放凌亂、過高，導致倒塌碰撞等意外。	2	3	6	中	○	1.依規定指派模板支撐作業主管監督。 2.使用工作梯、工作架或設置安全母索供人員繫掛。 3.確實使用安全帶。 4.配戴手套作業。 5.堆置場底整平及鋪設墊材。 6.堆放高度不超過1.8公尺。 7.必要時以纜繩固定之。		
		(3)混凝土養護	跌倒	作業人員鋪設不織布，被物料絆倒等。	1	2	2	極低	○	1.應配戴安全護具。 2.注意障礙物。		
作業空間 防護	作業空間防 護	(1)作業區警示及 管制	被撞、跌倒、墜落、缺氧、有害氣體	作業區無警示，無關作業人員誤入，發生碰撞、跌倒、墜落、缺氧、氣體中毒。	3	2	6	中	○	1.入口設置隧道內作業人員名牌，人員進入或離開隧道時應清點登記。如發現進入與離開人數之不同時，應即清查、搜索。 2.作業人員進入隧道內應確認身心狀況無異狀，始可進入。 3.施工人員應配戴必要之防護具(安全帽、反光背心、安全鞋等)		

作業拆解			危害辨識		風險分析				風險 評量	風險處理		
第一階 作業	第二階 作業	作業內容	危害類型	風險描述 (來源、起因、事件、可能後果等)	可 能 性	嚴 重 度	風 險 值	風險 等級	可否 接受	風險對策	對策 負責 人員	處理 成效
		(2)通風及氣偵測設備	缺氧、有害氣體	未偵測氧氣及有害氣體，致遭遇氧氣不足或有害氣體而發生缺氧或氣體中毒。	3	4	12	高	×	1.依據施工人數及機具設備排氣量設置換氧設備供應充分之空氣，維持隧道內空氣含氧量達18%。 2.隧道內隨時偵測風速、風壓，並注意空氣回流情形，必要時加設中繼送風機。 3.定期檢修通風設備。		
		(3)照明及通訊設備	被撞、跌倒	照明設備設置不足，作業時發生碰撞跌倒。	2	2	4	中	○	1.隧道內應設置充分照明。 2.照明設施均應裝置在工作人員通路同側之隧道壁上方。		

風險評估人員：廖俊逸、何侑剛

核准：江憲宗

表 6.2-10 設計階段施工風險評估表（水工機械設備工程，含電器監控系統）

作業拆解			危害辨識		風險分析				風險 評量	風險處理		
第一階 作業	第二階 作業	作業內容	危害類型	風險描述 (來源、起因、事件、可能後果等)	可 能 性	嚴 重 度	風 險 值	風險 等級	可否 接受	風險對策	對策 負責 人員	處理 成效
電力、發電 及 照 明 設 備	電力、發電及 照明設備	(1)電力系統	感電、被捲、被 夾、被割	使用裝載機、起重機械、切 割及焊接設備、手工具安裝 電力系統，時因設備不安全 致人員感電	1	3	3	低	○	焊工須經考試合格、漏電斷路器與防電擊裝置、設 置上下設備、安全護欄、工作平台、人員確實配帶 防護裝備、物料確實牢固		
		(2)發電系統	感電、被捲、被 夾、被割	使用裝載機、起重機械、切 割及焊接設備、手工具安裝 發電系統，時因設備不安全 致人員感電	2	2	4	低	○	焊工須經考試合格、漏電斷路器與防電擊裝置、設 置上下設備、安全護欄、工作平台、人員確實配帶 防護裝備、物料確實牢固		
		(3)照明系統	感電、物體飛 落、墜落	使用移動式起重機、吊卡 車、螺栓旋緊器、LED車、 高空作業車時，因操作不甚 或設備不安全致人員墜落 或感電	2	2	4	低	○	臨時緩衝區之交維設施須完善、必要時增加交通指 揮人員		
操作機房	基礎混凝土 澆置	(1)混凝土澆置	物體飛落、跌倒	1.輸送管接頭勁度不足，發 生爆管接頭鬆脫等。 2.作業人員鋪設不織布，被 物料絆倒等。	2	2	4	低	○	1.輸送管接頭應有適當之強度。 2.作業前確認接頭狀況良好。 3.應配戴安全護具。 4.作業區域隔離或警示。 5.應配戴安全護具。 6.注意障礙物。		
	鋼筋組立	(1)鋼筋加工	物體飛落、倒 塌、被捲、被 夾、被刺、感電	1.鋼筋吊掛過程吊具鬆 脫，構材飛落砸傷人員。 2.鋼筋施工、組立、綁紮不 良、錯誤，導致鋼筋倒 塌。 3.鋼筋彎曲機、切割設備、 電焊機等電器設備不安 全致人員感電。 4.鋼筋彎曲作業不慎，被 捲、被夾、被刺。	2	2	4	低	○	1.電器設備有漏電斷路器及接地。 2.配戴安全面罩、防護眼鏡及防護手套等護具。 3.確實按施工圖施作，利用支撐鋼筋尤應綁紮牢 固。		
		(2)鋼筋組立										

作業拆解			危害辨識		風險分析				風險 評量	風險處理		
第一階 作業	第二階 作業	作業內容	危害類型	風險描述 (來源、起因、事件、可能後果等)	可 能 性	嚴 重 度	風 險 值	風險 等級	可否 接受	風險對策	對策 負責 人員	處理 成效
	模板組立	(1)模板組立	倒塌、感電、被切、被割、被夾、被捲	1.模板支撐施作不良，致混凝土澆置時倒塌。 2.模板、裁切加工加工，使用電鑽、圓盤鋸等電動手工具，因設備或線路不良致人員感電。 3.模板、支撐裁切加工過程，人員不慎被切、被割、被夾、被捲、或被飛濺之木屑刺傷眼睛。 4.吊放組立過程，人員不慎被撞、被夾、被割。	2	3	6	中	○	1.模板支撐作業主管在場指揮監督作業。 2.模板支撐委由專業人員妥為設計。 3.依核可施工圖施作。 4.模板支撐應確實穩固。 5.電氣設備應有漏電斷路器及接地。 6.使用圓盤鋸作業時，應設置適當防護罩及撐縫片。		
	混凝土澆置及養護/模板拆除	(1)混凝土澆置	被撞	泵送車、預拌車進出場行駛、泵送車調整澆置位置及升管過程、預拌車倒退卸料撞及人員工地設施。	1	3	3	低	○	1.應配合現地情形預擬混凝土澆置計畫(含機具設備、進出路徑、動線、澆置順序、速度等)。 2.施工車輛進、離場應依指定路徑、速限行駛。 3.出入口應派員指揮交通。 4.泵送車行進時，泵送管應確實收妥固定，以防碰撞人員或工地設施。 5.泵送車進退移位及升管過程應有指揮人員，並隨時注意動線無人員。 6.施工車輛應具後退蜂鳴警報裝置。 7.停放於斜坡上作業時，除應完全剎車外，並應將機械墊穩，以免滑動。		
		(2)模板拆除	墜落、被割、被刺、倒塌	1.作業人員攀爬於模板支撐上進行拆模或掛鉤作業，不慎墜落。 2.拆除模板支撐時不慎被刺、被割。 3.堆放凌亂、過高，導致倒塌碰撞等意外。	1	3	3	低	○	1.依規定指派模板支撐作業主管監督。 2.使用工作梯、工作架或設置安全母索供人員繫掛。 3.確實使用安全帶。 4.配戴手套作業。 5.堆置場底整平及鋪設墊材。 6.堆放高度不超過1.8公尺。 7.必要時以纜繩固定之。		

作業拆解			危害辨識		風險分析				風險 評量	風險處理		
第一階 作業	第二階 作業	作業內容	危害類型	風險描述 (來源、起因、事件、可能後果等)	可 能 性	嚴 重 度	風 險 值	風險 等級	可否 接受	風險對策	對策 負責 人員	處理 成效
		(3)混凝土養護	跌倒	作業人員鋪設不織布，被物料絆倒等。	1	1	1	極低	○	1.應配戴安全護具。 2.注意障礙物。		

風險評估人員：林彥志、林緯中

核准：江憲宗

6.3 施工風險評估之因應對策

工程施工風險管理即是針對潛在施工風險進行有效管理之作為，其管理係一套有系統地確認、分析和回應施工風險之過程，其不僅要對潛在施工風險的事件，於事前備有各種有效的方法來應變，降低其對工程的影響外，也期望降低潛在施工風險事件發生的機率。

工程施工風險管理將從界定風險管理範圍開始，針對路線、構造、結構、施工法等潛在危害，進行危害辨識、風險評估以至風險處理等階段之實施。實施過程中，按系統性風險管理流程對潛存於工址環境、工程設計之「本質危害」以適當之方法予以發掘、評估、處置，以提高工程之安全，期間並與設計工作部門進行一連串之諮詢、溝通，過程中並藉由監督、檢查及報告等以掌握實施狀況。

本工程施工風險管理流程，係自方案研擬階段藉由工址現況調查及潛在危害辨識，研擬設計方案為起，續於設計作業階段進行施工安全之風險辨識，對於施工中可能產生的風險設法予以排除、降低或控制，並研擬相關配合措施。

1、依據風險評估管理流程，有關風險控制之順序原則可分成五個層級處置：

- (1) 消除風險：採用安全性較高之設計或施工方法，以消除可能之風險。
- (2) 降低風險：無法以設計或施工方法消除之風險，予以修正設計方案、施工方法、材料，以降低風險程度或風險影響範圍。
- (3) 工程控制措施：以防護設施等攔阻或中斷危害之作用，阻絕、隔離風險。
- (4) 管理控制措施：訂定作業程序、作業標準、查核計畫、實施教育訓練、資格管理等以維持安全狀況。

(5) 防護具使用：依據風險狀況，正確使用個人防護具。

2、 依據施工安全風險管理，施工安全評估程序有：

- (1) 拆解分項工程：瞭解各分項工程屬性。
- (2) 模擬施工過程：確認作業步驟中作業危害因子。
- (3) 評估存在風險：研判風險發生的機率、嚴重性。
- (4) 研擬風險對策：依據風險控制順序原則研擬對策。
- (5) 評估成果傳遞：如設計方案無法調整，以注意事項、圖說規範納入標單，以為施工管制要件傳遞施工廠商。
- (6) 合理編列經費：符合實做計價原則，減少合約執行困擾。部份無法量化之項目則以一式編列費用計價。另列按日、按件計酬以因應臨時、特殊作業需求而設置之假設工程或其替代措施，依人工、材料、機具實際使用之時間及數量核實計價。

6.4 設計階段施工風險對策

對不可接受之風險，優先考量修改設計，選擇安全工法因應。對於無法於設計階段消除或降低之風險，擬定對策分別反映於施工規範、安全衛生設施圖說、安全衛生經費及合理工期等，彙整為工程採購招標文件，並適度將廠商之安全衛生能力納入採購要件，以提高施工安全。

工程設計階段施工風險對策，優先採行之順序如下：

- 1、 修改設計：修正設計方案之內容，以提高安全性。
 - 2、 安全工法：無法以修正設計處理者，指定採用安全性較高之施工方法、機具設備等。
 - 3、 訂定施工安全衛生規範、繪製安全衛生設施圖說、編列安全衛生經費、考量合理工期：
- (1) 施工規範：訂定施工安全衛生規範，規定工程實施方式，提升作業安全。
 - (2) 施工安全衛生設施圖說：依設計、工法、規範之需求繪製施工

過程所需之假設工程、安全衛生設施參考設計圖說，以為施工之重要參考。

- (3) 施工安全衛生經費：合理估列工程所需之職業安全衛生管理及職業安全衛生設施等項目、施作內容、數量及單價，彙整為工程執行職業安全衛生所需之預算，編製標單，列入招標文件。
- (4) 合理工期：依合理可行實施工程需要，分析及編列所需之工期，列入契約文件。

上列對策逐一轉換為設計圖說、規範、預算、工期、投標廠商資格規定、契約書廠商資格規定、契約書(含契約本文及相關規範、條款等)等施工招標文件，並將設計階段施工風險評估所得之風險資訊，傳遞至施工階段。

6.4.1 安全衛生設施參考圖說之繪製

依據風險評估修正後之設計成果，規劃假設工程及安全衛生設施之設置，並依據施工作業及工作場所特性設計參考圖說。本工程假設工程、安全設施類型，如表 6.4-1 所示。

6.4.2 施工安全衛生規範之訂定

依據風險評估修正後之設計成果，研擬施工階段應辦理之施工安全衛生事項，編定為「施工安全衛生規範」。除將法令規定事項重點摘述外，針對該工程須加強辦理之重點防災事項列出，以提醒施工廠商進一步評估風險並採適當預防設施。主要內容如下：

表 6.4-1 本工程假設工程、安全設施類型

項次	類 型	功能作用
1	圍籬	施工範圍阻隔
2	施工構台	提供人員、機具設備作業之構造物。
3	施工道路	提供施工機具、車輛行進之地面通路。
4	走道階梯、上下設備	提供工作人員通行、垂直移動之設施
5	擋土支撐	地下開挖過程支撐周邊地層，以維持地層穩定之設施。
6	支撐架	於結構體施工過程之臨時支撐構造。

項次	類 型	功能作用
7	施工架	提供勞工於高處作業之設施。
8	高空工作車	鋼構組配、模板組立、設備安裝等作業。
9	護欄	防止勞工於高處作業墜落之設施。

1、 法令規定應辦事項：

管理系統、管理計畫、管理組織及人員設置、協議組織、安全衛生設施圖說、安全作業標準、自主檢查及稽核等。

2、 本工程施工安全衛生注意事項：

- (1) 工程內容及基地環境危害事項。
- (2) 施工機具設備性能需求。
- (3) 施工程序及方法。
- (4) 施工臨時設施設置需求。
- (5) 營造作業主管、有害作業主管設置規定。
- (6) 具有危險性機械或設備之操作人員等設置規定。
- (7) 其他。

3、 各項施工計畫及執行成果文件送審規定

施工計畫之類型建議區分為：

- (1) 整體施工計畫書。
- (2) 職業安全衛生管理計畫。
- (3) 分項工程作業計畫。
- (4) 其他。

小型及短期工程可考量予以整合，工期較長、工程內容較複雜者，建議可分階段提送。於施工過程因應工程內外部條件變更，應將施工計畫書修正進版。

規定各項計畫文件之提送、審查，自主管理之實施，不符合事項之處置等要件。施工過程中定期提送施工安全管理相關執行成果。

(1) 安全衛生設施設置規範：

設施類型、設置時機、位置、規格尺寸、計量及計價規定等。

(2) 特定規範：

針對該工程施工安全特性訂定，諸如：

(a) 高風險作業管制措施(如高處作業採用高空工作車等)。

(b) 特定材料、工法之規定(如採用符合 CNS4750 之鋼管施工架等)。

(3) 施工查驗之實施：

說明各施工安全衛生應辦事項之檢驗方法、頻率、判定基準、查驗後之處理等。

(4) 處罰機制：

說明違反施工安全衛生規範及相關法令規定或明顯有引致施工災害之虞者之處罰規定。諸如：暫停計價、罰扣款、停工、撤換人員、終止契約等。

(5) 計量與計價：

說明各施工安全衛生應辦事項之計量原則、計價方式等。

工程設計階段施工風險評估之實施及成果運用流程，如圖 6.4-1。

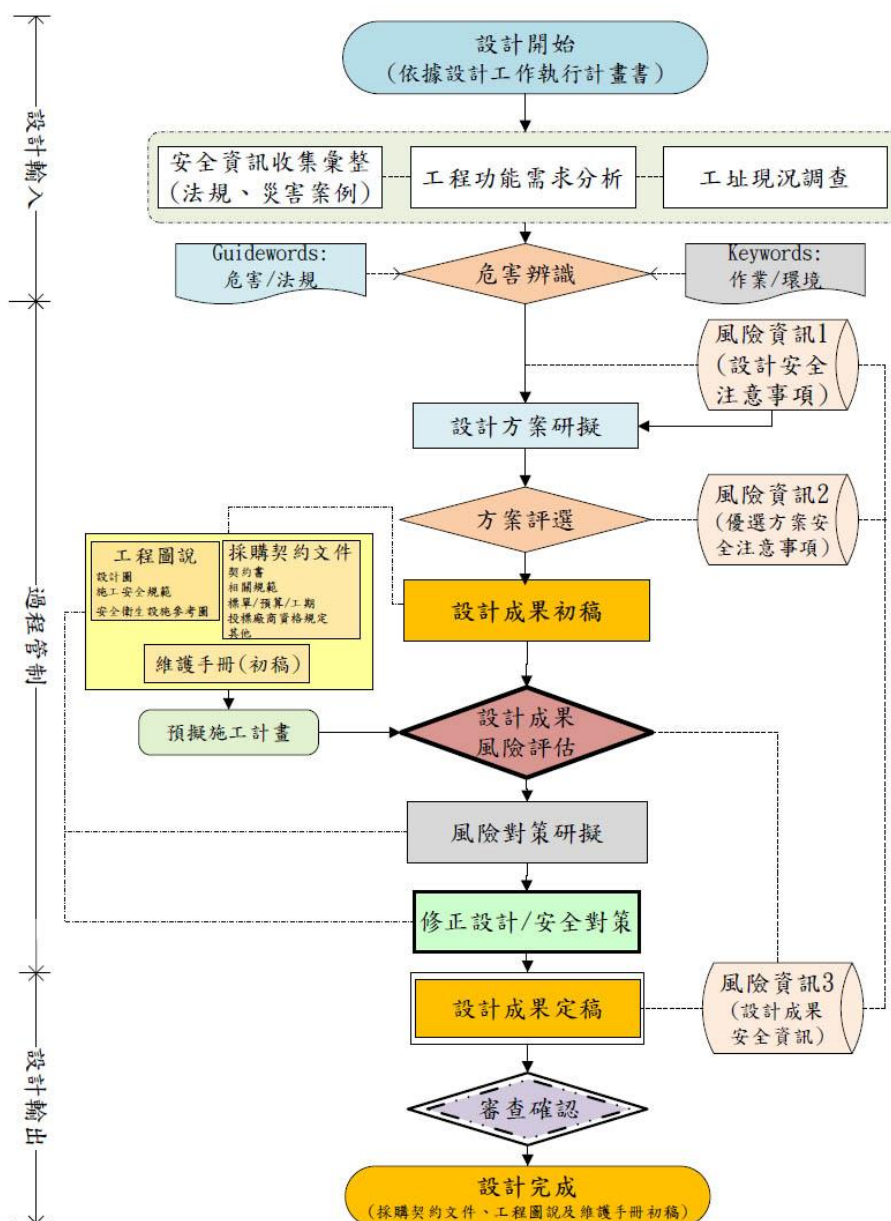


圖 6.4-1 工程設計階段施工風險評估實施流程

6.4.3 施工廠商安全衛生能力納入採購評選要件

依工程特性適度規範投標廠商之安全衛生資歷及施工計畫等管理能力，納入採購評選項目之一，以提高安全履約能力。

實施「施工安全風險評估」後，針對可能產生之危害及風險於設計階段提出因應對策，以降低施工階段之風險為最低或減少災害發生之機會，其解決對策可為施工安全規範、安全衛生圖說、安全衛生設備預算編列或相關安全衛生注意事項等。

第七章 安全衛生施工圖說與預算編列

7.1 安全衛生施工圖說繪製

實施「施工安全風險評估」後，因應對策建立相關施工圖說。其中包含一般安全衛生設施圖說以及本工程重要相關安全施工圖說，相關圖說彙整如表 7.1-1 並請詳本工程基本設計圖。

表 7.1-1 安全衛生施工圖說一覽表

編號	圖號	圖名
1	1T-019	聯通管隧道及施工橫坑開挖計測佈置示意圖
2	1T-031	隧道先撐開挖、基腳加勁及洞口保護工示意圖
3	1T-032	隧道排水盲溝及背填灌漿孔詳圖
4	1T-041	隧道特殊地質處理示意圖(1/3)
5	1T-042	隧道特殊地質處理示意圖(2/3)
6	1T-043	隧道特殊地質處理示意圖(3/3)
7	1L-031	邊坡穩定監測儀器詳圖
8	1R-003	支撐系統接合示意圖
9	1R-004	道路復舊標準圖
10	1R-005	明挖覆蓋段監測儀器詳圖

7.2 安全衛生施工規範編訂

實施「施工安全風險評估」後，因應對策建立相關安全衛生施工規範，相關規範彙整如表 7.2-1。

表 7.2-1 安全衛生施工規範一覽表

章節編號	規 範 名 稱	章節編號	規 範 名 稱
第0155A章	工地即時監控系統	第02252章	公共管線系統之保護
第0244A章	隧道開挖振動監測	第02253章	建築物及構造物之保護
第01500章	施工臨時設施及管制	第02256章	臨時擋土支撐工法
第01521章	施工中安全防護網	第02291章	施工前鄰近建物調查
第01523章	施工安全衛生及管理	第02292章	邊坡穩定監測工法
第01556章	交通維持	第02412章	隧道鑽炸法及非全斷面機械開挖
第01572章	工地環境保護		
第01574章	職業安全衛生	第02447章	隧道計測及儀器

7.3 預算編列之建議

本工程職業安全衛生所編列預算約為總工程費用之 2%，其中預算編列分為可量化與不可量化兩部分。另外，本工程有關假設工程所需安全設施設備預算，部分列於工程項目中編列，如施工架、混凝土工程等。

依據行政院公共工程委員會規定，各機關辦理各項工程時，應於設計階段按工程實際狀況，就可量化與不可量化部分盡量分解細項編列安全衛生設施費用，故執行勞工安全衛生管理業務所需之人員、組織、儀器、設備、訓練、計畫、活動以及因應施工進度所衍生危害而必須採取之各項安全衛生設施，所需費用之編列以量化計價為原則，未能列項計價之安全衛生計畫、活動得以一式計量。而為能精確量化各項安全衛生設施，儘可能將之圖示並註明規格、尺寸、材料、安裝方法及注意事項。各項費用編列如下：

1、 安全衛生管理人事費：

專任職業安全衛生管理人員、工地警衛、清潔人員、交通管理、電氣管理員等人事費按全工期人月編列。

2、 安全衛生管理業務費：

安全衛生管理計畫執行所需之行政管理、教育訓練、健康檢查、宣傳、應變演練等費用可以一式編列。

3、 安全衛生儀器設備及個人防護具：

噪音計、四用氣體測定器、急救器材及安全帽、安全帶、安全鞋、氧氣呼吸器、防毒面具、口罩、耳塞、耳罩、救生衣等個人防護具依需要數量編列。

4、 一般共通性安全衛生設施：

臨時水電、照明、交通維持、消防、環保、門禁、安全通訊、危險機械檢查費、緊急避難設施等以全工期編列。

5、 水利工程安全衛生設施：

水利工程鄰水作業安全設備包含救生圈、拋繩槍及上游水位監

控設備等。

6、基礎施工安全衛生設施：

開挖擋土支撐、安全圍籬、護籠、護欄、安全監測及工作梯等依每一基礎所需數量編列。

7、推管工程施工安全衛生設施：

施工架、工作梯、護欄、安全網及安全母索、上下設備、高空作業車、護欄、安全網、通風換氣設備等依工作需要數量或開口面積編列。

8、隧道工程施工安全衛生設施：

施工架、工作梯、護欄、安全網及安全母索、上下設備、高空作業車、施工架、護欄、安全網氣體監測系統、爆材管理設備及通風換氣設備等依工作需要數量或開口面積編列。

9、其他施工安全衛生設施

依各項施工作業內容所需之安全衛生設施項目、數量編列。

本工程應設置之安全衛生設施及其預算編列原則如表 7.3-1。

表 7.3-1 安全衛生設施設置項目及預算編列原則

安全設施設置項目	預算編列原則
一、一般共通項目	
1.一般個人防護具 (1)安全帽 (2)安全帶 (3)安全鞋 (4)工作手套	以最高峰施工人數編列，並視工期長短酌列備用數量。
2.焊接作業個人防護具 (1)焊接面罩 (2)焊接手套	以全工區需施作焊接作業人數及作業時程編列。
3.破碎作業個人防護具 (1)安全面罩 (2)口罩 (3)耳塞 (4)防護手套	以全工區需施作破碎作業人數及作業時程編列。
4.滅火器	以全工區需佈設之數量編列，考慮工期增列需定期換裝藥劑之費用。
5.安全圍籬	以全工區需佈置之圍籬長度編列，考慮工期增列維修保養費用。
6.臨時用電相關設施 (1)配電箱及漏電斷路器開關 (2)電焊設備防止電擊裝置	以全工區需配置之數量編列。
7.急救設備 (1)急救藥箱 (2)空氣呼吸器 (3)氧氣呼吸器 (4)擔架	視全工區人數工作面數量及工期長短編列
8.營建施工機具 (1)車擋 (2)人車分道護欄 (3)路線規劃交通錐	依營建施工機具作業範圍所需數量及工期編列。
9.熱危害 (1)溫溼度計 (2)補充水之飲料 (3)降溫設備	依現場平均統計天候狀況估列配置。
二、鄰水作業	
1.水位監測系統 2.救生圈、救生衣 3.攔截索 4.拋繩槍	視鄰水區域範圍及工作面數量編列。
三、工作井、推管及明挖管路工程	
1.交通改道措施	以每一處及區段需佈設之數量編列。
2.擋土及支撐設施	
3.護欄、上下設備	
4.警示帶、警示燈、照明	
5.抽排水設施	
6.氣體偵測設施	

安全設施設置項目	預算編列原則
7.通風換氣設備	
四、橋梁工程	
1.施工架	以各結構體所需施工架、上下設備、護欄、支撐架等各類設施估算所需數量，並編列材料使用(含使用期間之費用、維護材料)、人工及組拆等費用。
2.護欄	
3.上、下設備	
4.支撐架	
5.安全母索、安全網	
6.吊裝機具安全措施	
五、隧道工程	
1.施工架	以各結構體所需施工架、上下設備、護欄、支撐架等各類設施估算所需數量，並考慮不同作業環境(如水中或陸地上)編列材料使用(含使用期間之費用、維護材料)、人工及組拆等費用。
2.護欄	
3.上、下設備	
4.支撐架	
5.安全母索、安全網	
6.吊裝機具安全措施	
7.氣體檢知警報系統	
8.爆材管理設備	
9.通風換氣設備	
10.隧道人車分道設施	
11.隧道照明設施	
12.隧道抽排水設施	

第八章 風險資訊傳遞及風險對策追蹤管制

8.1 風險傳遞

依據設計成果辦理施工安全風險評估作業，透過該作業以瞭解整個施工過程；各分項工程及各分階作業可能發生或遭遇之危害情形及對策，根據危害對策而編列施工安全規範、安全衛生圖說與安全衛生注意事項，以作為施工期間執行安全管理之依據。經由風險資訊的正確傳遞，業主施工安全督導、監造施工安全監督，廠商依規範適當的執行施工作業，以達安全施工之目的。

1、 業主(工程主辦機關)：

- (1) 參考設計階段安全評估、施工安全風險評估報告書之施工風險項目及風險評估值，予以督導廠商安全衛生設施作業之妥適性。
- (2) 業主(工程主辦機關)依據相關文件督導廠商確實執行並確保在廠商未備妥滿意的安全衛生計畫前，不得開工。
- (3) 業主(工程主辦機關)應確保將該工程進行過程各相關人員所執行與安全衛生有關之步驟完整地傳送並納入安全衛生檔案，使其資訊維持完整有效，俾利相關人員查詢。
- (4) 在工程完工後，確保備妥因應維護檢查所必須的安全衛生檔案資料。

2、 設計審查(含監造)單位：

監造單位負責執行第一線監督作業，應依據監造服務契約執行監造工作，督導廠商依據契約及相關法令規定施工圖、施工計畫及各相關計畫施作，並依據職業安全等相關法規詳予查核確認後核定，並應訂定適當查證制度，於施工過程詳實督導查驗，以確保順利安全地完成。有關針對監造單位之風險傳遞內容如下述：

- (1) 安全衛生設計成果以為施工期間執行安全管理之依據，包含安

衛圖說(如表 7.1-1)、施工安全規範。

- (2) 施工安全規範與安衛圖說針對廠商於各專業領域施工階段所規範、傳遞之相關施工安全風險應辦事項加以管理及持續追縱管制，以利於工地管理。
- (3) 應依據施工安全風險評估報告書內之重要風險訊息，向廠商做重點提點，安全資訊納入安全衛生管理計畫中，瞭解設計結構物完成後之特徵及安全考量，並要求廠商承諾安全事項簽署及提報風險工作項目清單、評估表；監造單位據以監督廠商風險工作項目之管控。
- (4) 召開設計及工程施工風險說明會，期將正確設計理念及工程施工安全規劃傳達與施工人員。
- (5) 指派具有職安專業證照人員進行施工廠商安衛品管之監督實施，落實文件管制及相關安全衛生資訊之傳遞；確認施工廠商使用安全工法、安全程序及使用安全裝置。相關作為如后：
 - (a) 監督安全衛生組織管理(安全衛生主管、人員組織及職掌與安全衛生管理會議)，含安全衛生檢查人員組織表及職責明細表，及監造期間安全衛生檢查人員分月人力需求表。
 - (b) 監造列席廠商職業安全衛生管理辦法相關事項之協商。
 - (c) 廠商計畫文件審查、轉陳(含廠商安全衛生管理組織人員設置等依規定需向主管機關送審或報備文件、安全衛生管理計畫、危險性工作場所審查申請文件及相關圖說等)。
 - (d) 施工階段安全衛生作業查驗(含業務與現場查驗)。監督廠商職業安全衛生管理有關事項執行，如承攬管理、健康檢查、安全作業標準、安全規章之訂定、緊急事故應變、自主管理活動、現場作業巡視)。

- (e) 安全衛生作業查驗表單(含業務與現場查驗)之檢討與增修。
- (f) 安全衛生檢查之頻率及督導廠商迅速改進缺失之辦法。
- (g) 進場管制執行狀況(含危害告知執行狀況、新進人員教育訓練辦理、人車進場管制)。
- (h) 施工作業之查驗及處理程序(含施工程序設定安全衛生查驗點查驗，作業管制、特殊作業管理)。
- (i) 災害防止計畫之加強監督(包括墜落災害防止、感電災害防止、倒塌及崩塌防止、危險性機械設備檢查、侷限空間作業災害防止等)。
- (j) 安全衛生之教育宣導。
- (k) 現地情況差異及工法變更之因應。
- (l) 督導廠商對施工期間事故與災害緊急處理方案。
- (m) 監督廠商對危險物品之管理與其廢棄處理方案。
- (n) 統計分析與績效評估。
- (o) 其他提升工程安全衛生管理事宜。

針對上述傳遞與監造單位之施工安全風險資訊，監造單位於施工前應檢核設計階段施工安全風險管理項目，督導廠商訂定「施工安全風險管理(風險控制對策)」並進行審核，經核定後作為監造依據，並隨工程進行及變更作調整，以確保施工過程安全無虞，並於工程完工前整理「施工風險管理執行成效報告」。

對於重要工程各分項作業等高危險作業列為檢查重點，並就施工程序設定檢查程序、檢驗標準、查驗點及查驗表單，並據以執行。執行查驗照片與結果(含缺失與改正)整理成「安全衛生檢查成果月報表」及完工前彙整成「安全衛生管理與措施報告」。

3、 施工廠商：

- (1) 研議安全衛生設施與安全衛生管理。

- (2) 應對工址現況、工程設計內容等均詳細了解清楚，才可進行施工計畫之編擬及準備施工作業。確認工程之特性及安全管理重點，其重點內容包括：
- (a) 補充調查之實施：針對需進一步確認之狀況如地下水位等施工廠商於施工前擬妥調查計畫送經監造單位審核後進行補充調查。
 - (b) 要求施工廠商應辦理之風險對策：列出設計殘留風險之需辦理事項，並請廠商於施工計畫等文件中明確回應。
- (3) 依據施工計畫之擬定過程，進行危險性工作場所施工安全評估，更明確研擬對策以落實安全管理成效。
- (4) 施工規劃時施工廠商指定施工規劃主管負責辦理施工規劃事宜，並與設計單位密切聯繫以確實掌握設計階段安全考量成果，承接並研擬安全衛生計畫。

8.2 工程安全風險資訊

主要為提示工程主要危害事項，並提醒廠商依據職業安全衛生相關法規規定「事業單位以其事業之全部或一部分交付承攬時，於事前告知該承攬人有關其事業工作環境、危害因素及有關安全衛生規定應採取之措施」；並就甲方於工程設計階段所進行之施工安全風險評估與考量職業安全衛生事項，已儘可能消除危險源及風險，並提供職業安全衛生剩餘風險資訊予廠商。

由施工廠商訂定風險控制對策，並據以執行，以期降低施工階段相關作業所產生之風險。

於工程設計階段辦理施工風險評估及管理相關成果傳遞予下一階段之辦理人員。相關傳遞資訊及對象，如表 8.2-1。另高風險作業項目、危害地點、防範對策等資料彙整於表 8.2-2。

1、 相關管理注意事項：

- (1) 出入口派員管制、指運交通，許可文件、證件檢查。
- (2) 定期檢查施工便道路況及維修。
- (3) 嚴格管制進出施工車輛與人員。
- (4) 指揮系統、通訊系統、運輸動線與夜間交維之配合，事前模擬以掌握現場作業時間。
- (5) 設置安全警示標誌、依作業場所地質及地形狀況規定車輛行駛速限，並依速限行駛。
- (6) 變換交維設施時，施工人員須事前配合工班模擬現場狀況，並增派足夠人力確保夜間臨時交維依時限完成佈設與復原。

表 8.2-1 工程風險資訊傳遞

辦理事項	風險資訊	傳遞對象及後續辦理事項	
功能需求及工址現況風險辨識	工程方案應注意之潛在風險及施工安全事項	工程方案研擬人員	
工程方案評選	優選方案風險(潛在危害)	設計人員	
設計成果施工風險評估	風險對策(避免風險或改善機會之措施)	設計人員(修正設計) 繪圖人員(施工安全衛生設施參考圖繪製) 規範編制人員(施工安全衛生規範) 預算編列人員(施工安全衛生經費編列)	
		工程主辦機關	1. 危害告知 2. 施工階段安全監督
		施工廠商	1. 施工規劃階段安全評估 2. 施工安全管理
		監造單位	施工安全監造

表 8.2-2 高風險作業項目彙整

項目	作業內容	危害地點	危害項目	作業流程	防範控制對策
1	工作井開挖	工作井	崩塌、被撞、機械設備翻覆	1.安全監測措施 2.作業人員教育訓練	1.露天開挖作業主管監督指揮，依設計、施工計畫執行。 2.安全監測。 3.加強機具安全(良好視線、警鳴器等裝置)。 4.行進後退聽從指揮、注意動線無人員。

項目	作業內容	危害地點	危害項目	作業流程	防範控制對策
2	鋼筋籠吊放	水管橋工區	物體飛落、被撞、被夾	1.作業人員教育訓練 2.自動檢查	1.確實按鋼筋施工圖施作，將主筋、箍筋及補強筋綁紮牢固，並預先計算鋼筋籠重量及設計吊耳。 2.採多點吊掛。 3.揚重不得超過載重限制。 4.作業區域隔離及警示。 5.揚重擊脫鉤後揚升應緩慢穩定。 6.加繫索控制吊掛物擺動。 7.吊掛物靜止前勿靠近。 8.掛鉤完成前不得揚升。
3	鋼管吊裝及固定	水管橋工區	物體飛落、被撞、墜落	1.作業人員教育訓練 2.自動檢查	1.揚重不可超過載重。 2.控制揚重速度及穩定性。 3.鋼索、扣環等各項吊具確實裝配及檢查。 4.設置指揮人員統一指揮信號。 5.吊放定位時，注意安裝方向。 6.構件未靜止前，作業人員不宜接近。 7.採多點吊掛。
4	電器相關設備測試	施工區域	感電	1.漏電斷路器 2.教育訓練 3.自動檢查	嚴禁將電線直纏繞於鋼筋上，如以水管保護後再纏繞或將電線放置於木棍上再綁至鋼筋上等。
5	熱危害	全工區	中暑	1.工作場所通風 2.從業人員應注意適當之休息及補充水分	1.注意作業場所之通風是否流暢。 2.適當之休息及補充水分。 3.有高血壓、心臟病、肝疾病、腎臟病、內分泌失調者等禁止從事作業。
6.	汛期溪水暴漲	鄰水區域	溺水	河水暴漲造成溺水事件	1.建立緊急應變計畫及應變系統，並定期演練。 2.有發生水位暴漲及土石流之地區，應設置專責警戒人員，隨時與河川管理單位及氣象局保持聯繫，掌握上游降雨情形，並監視上游水位及土石流狀況。
7.	隧道落磐地質	隧道內	地層崩陷、岩層崩塌	監測系統建立	建立相關監測系統如：水壓控制系統、地下水位監測系統、地質改良、鋼支保支撐等
8.	隧道內部局限空間危害	隧道內	氣體中毒、密閉空間危害	監測系統建立	建立相關安全系統及設備如：人員管制系統 RDIF、氣體偵測系統、通風換氣設備、照明設備
9.	隧道鑽炸	隧道內	爆炸、火災	作業人員教育訓練	建立爆材領用管理辦法、爆材存放空間、操作人員教育訓練

2、防範事項對策：

(1) 安全管理事先預防：

- (a) 機械(具)、燃油(料)、電器等用品儲放依據設置標準，對於雷擊、電流、靜電等設置防護設施，設置消防設施，並禁止煙火。
- (b) 注意豪雨及水庫水位高度，並配合增加監測頻率。
- (c) 落實工地之工作環境危害告知及防範對策。
- (d) 使用人員進出管理系統，落實工地安全管理。
- (e) (針對施工方式擬定詳細施工計畫書，規劃重型機具設置位置及運輸動線。
- (f) 運輸物料確實牢固。
- (g) 現場需圈圍管制，施工單位應有緊急應變計畫，相關防災設備或緊急通訊資料應備於工地現場。
- (h) 基礎開挖應有足夠擋土設施以防止崩塌事件。
- (i) 基礎開挖應設置安全監測設施。
- (j) 結構體工程應設置確保物料及人員掉落或墜落之防護措施。

(2) 安全管制措施：

- (a) 施工機具工作前，須先完成機具之自動檢查及施工後必要之每日保養，以保持機具狀況良好。
- (b) 高空作業須符合職業安全衛生法規之相關規定。
- (c) 防汛期間，應作好相關防範措施。
- (d) 高處邊緣作業應使用高空作業車、施工架、上下設備或配戴個人防護具。
- (e) 基礎開挖作業四週應確實施作安全護欄，避免人員墜落。
- (f) 吊掛作業應擬定相關計畫經核定後實施，並確實執行圈圍管制與指揮。

- (g) 就地支撐作業其地面應確時整平，避面不均勻沉陷造成倒塌危害。
- (h) 加強施工人員之安全防護意識。
- (i) 確保及引導當地農民及農作機具於工區附近作業之安全。
- (j) 基礎開挖安全支撐上方不得置放物品或材料。
- (k) 基礎開挖土方堆置需符合規定。
- (l) 設置足夠交通安全設施數量。
- (m) 起重機操作嚴格執行一機三證之進場作業管制，每月定期整體檢查起重機鋼索。
- (n) 電氣設備設置、線路，應依電業法規及職業安全衛生相關法規施工。
- (o) 工作車之結構、支撐、懸吊、錨碇以及模板系統等應委由專任工程人員或指定專人，依預期之荷重、混凝土澆置方法及支撐架或工作車推進時之移動荷重等因素妥為設計檢核，確認具有足夠之強度。
- (p) 護欄設置有困難或護欄拆除後，應依「營造安全衛生設施標準」第 23 條規定設置安全母索。
- (q) 侷限空間作業區應依職業安全衛生設施規則第 312 條設置足夠之通風設備換氣。
- (r) 高處組裝作業，應設置具人員上下設備；若有困難，應採取裝掛安全網、使用安全帶及設置足夠強度之安全母索，供安全帶鉤掛等措施。
- (s) 起重機及吊具各部應符合「起重升降機具安全規則」及「職業安全衛生設施規則」相關規定。
- (t) 護欄之設置應符合「營造安全衛生設施標準」第 20 條規定。
- (u) 上下設備外側安全網應依「營造安全衛生設施標準」

第 22 條之規定材質與張貼方式張貼。

上述建議防範事項，包括但不限於上述內容，協力廠商仍須依工作場所之環境、動線、路段及其他因素，就現地作好施工安全規劃控制、管理及防範危害發生等措施。

8.3 風險對策追蹤管制

工程主辦機關、監造單位、統包廠商等應分別建立風險管制表，追蹤檢核風險對策之成效，並由主辦機關彙整管制。其檢核實施成效，以建立風險管制表掌握風險對策是否執行，並檢討是否有效控制風險或仍有殘留風險需再行評估，如圖 8.3-1 所示。而為再確認風險管制表之各別風險對策執行成果，應擬定「風險對策執行成果確認表」（如表 8.3-1）。其中施工風險評估成果追蹤管制表，如表 8.3-2 所示。

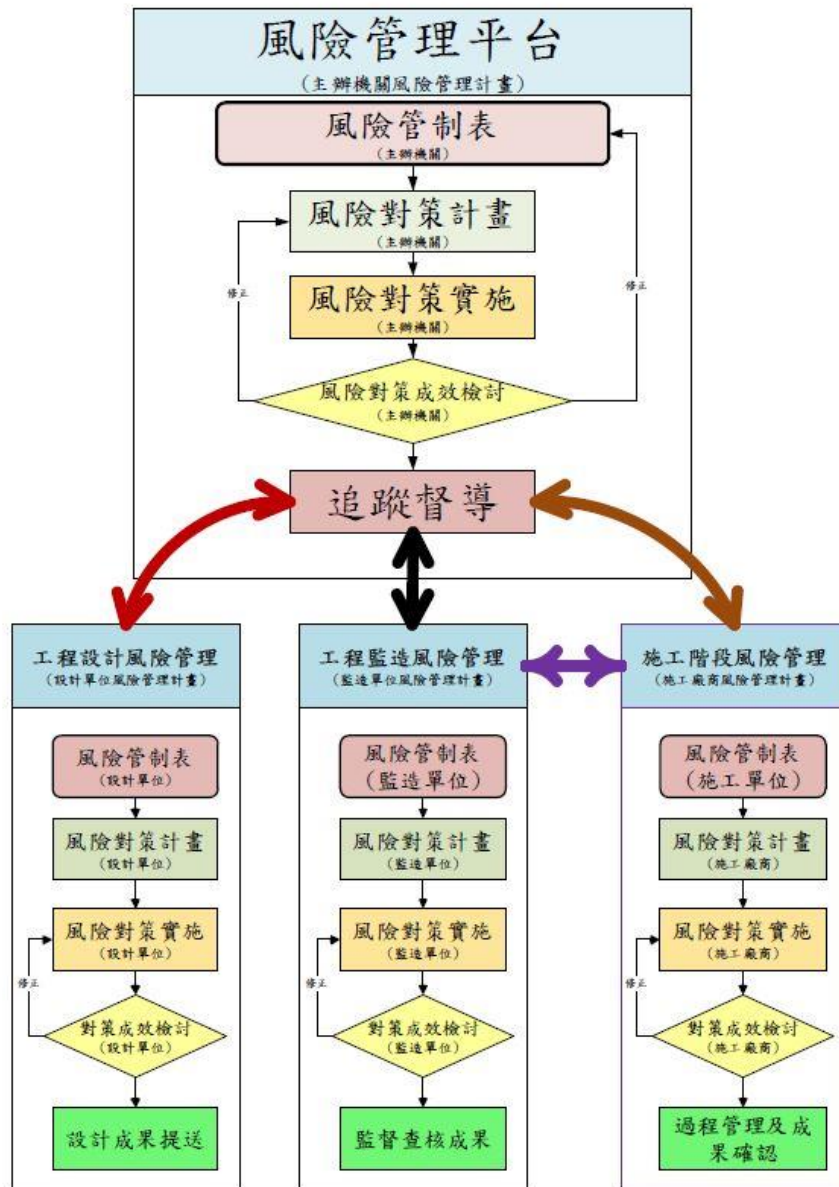


圖 8.3-1 營造工程風險管理整合平台示意圖

表 8.3-1 風險對策執行成果確認表（格式）

工程名稱：石門水庫至新竹聯通管工程				
評估階段： ☒ 工程設計 ☐ 施工規劃 ☐ 作業前 ☐ 工程變更 ☐ 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
防淤隧道及橫坑工程	隧道逐輪開挖(鑽炸法)	使用鑽孔或鑽炸火藥設備時，因操作不當或設備不安全造成危害，造成開挖面崩塌、與有害氣體接觸、粉塵危害	爆炸、開挖面崩塌	引爆前確認人員既具已撤離安全範圍外，或已採用適當防護措施。作業範圍嚴格管制人員進入，隨時監測粉塵及可燃性氣體濃度、採取相關安全措施，香菸、火柴、打火機等禁止進入隧道內。
風險對策	處理程序		需用資源	實施時程
	於開挖前詳實進行該區域之岩層及地質調查，確保開挖及鑽炸時無落磐發生之虞。		地質及岩層監測系統、地下水監測系統、鋼支保支撐	開挖鑽炸前
風險處理成效追蹤	引爆前詳實進行相關監測步驟，引爆時確認人員及機具已撤離安全範圍外，或已採用適當防護措施。作業範圍嚴格管制人員進入，隨時監測粉塵及可燃性氣體濃度、採取相關安全措施，香菸、火柴、打火機等禁止進入隧道內。			
簽署欄	風險對策負責人	結案審查		
		審核	核准	結案日期
說明： <ol style="list-style-type: none"> 1. 將風險評估後所擬之風險對策(即避免風險或改善機會之措施)內容詳實填列，包含：處理程序、需用資源、負責人員、實施時程等。 2. 管制追蹤風險對策之實施成效，填寫於「風險處理成效追蹤」，以確認對策成效。 3. 風險處理完竣後，呈核結案。 				

表 8.3-2 施工風險評估成果追蹤管制表(格式)

工程名稱：石門水庫至新竹聯通管工程

評估階段：■工程設計□施工規劃□作業前□工程變更□其他(請說明)_____

分項工程	評估作業內容	風險辨識		風險分析及評量				風險處理			再評估							追蹤管制	
		危害類型	風險描述 (來源、起因、事件、可能後果等)	可能性	嚴重度	風險值	風險等級	風險對策 (即避免風險或改善機會之措施)	對策負責人	成效確認	殘餘風險	可能性	嚴重度	風險值	風險等級	風險對策 (即避免風險或改善機會之措施)	對策負責人	可否接受?	解除列管
聯通管隧道及橫坑工程	隧道逐輪開挖(鑽炸法)	爆炸	使用鑽孔或鑽炸火藥設備時，因操作不當或設備不安全造成危害，造成開挖面崩塌、與有害氣體接觸、粉塵危害	3	3	9	高	引爆前確認人員既具已撤離安全範圍外，或已採用適當防護措施。作業範圍嚴格管制人員進入，隨時監測粉塵及可燃性氣體濃度、採取相關安全措施，香菸、火柴、打火機等禁止進入隧道內。			開挖面崩塌	2	3	6	高	確實執行岩盤及地質調查，確定無崩塌之虞。			
聯通管隧道及橫坑工程	作業空間防護	與有害氣體接觸	未偵測氧氣及有害氣體，致遭遇氧氣不足或有害氣體而發生缺氧或氣體中毒。	3	3	9	高	隧道內隨時偵風壓及氣體性質，避免有毒氣體外洩，並注意空氣回流情形，必要時加設中繼送風機。			空氣未流通，造成空氣含氧量過低。	2	2	4	中	依據施工人數及機具設備排氣量設置換氧設備供應充分之空氣，維持隧道內空氣含氧量達 18%。			
製表：				審核：						核准：							日期：		
說明：勾選實施施工風險階段，填入該階段風險評估成果(黃底)，於後續階段實施時檢討如發覺有殘餘風險，實施再評估(紅底)，並予以追蹤管制(綠底)。																			

第九章 結論與建議

本工程施工風險評估報告，係依據職業安全衛生法第 5 條第 2 項規定之規定事項辦理。透過設計階段實施之方案可行性及安全性考量，除了工程設計之本質安全外，施工之可行性及時程之可控制性更是考量之重點。本質上，設計所選定之結構型式及施工法皆於可控制性之安全考量內，因此在完工期限之壓力下，結構型式及工法更需考量施工現場之可操作性等問題，例如施作腹地之侷限性、物料設備之可運輸性等問題。因此，在設計階段即與業主充分討論設計階段之方案研擬，以為評估設計之結構型式或擬定工法是否可實際操作。在此階段，即以消除施工之不確定性及施工障礙為主要目標。

9.1 結論

1、 工程施工安全風險評估成果摘要

為提示工程主要危害事項，並提醒施工團隊應依職業安全衛生相關法規，就工程設計階段所進行之施工安全風險評估與考量職業安全衛生事項，消除危險源及風險、提供職業安全衛生剩餘風險資訊。而依本工程之主要危害事項包括：工作井開挖、鋼筋籠吊放、鋼管吊裝及固定等高風險作業項目，詳參表 8.2-2。

2、 工程施工安全風險評估成果說明

應依實際施工計畫之項目進行工程作業拆解，逐一將各分項工程拆解為第一階作業、第二階作業及作業內容等，以明確施工作業內容、使用之機具設備、設施、作業程序及步驟。後依拆解結果參酌現場工作場狀況，逐項辨識潛在危害、分析風險狀況、評量風險引致災害之可能性與嚴重度，並估量風險值、鑑定風險等級。於設計完成後，施工風險評估小組就設計成果實施施工風險評估，並將評估過程及結果製作紀錄。

9.2 建議

未來於工程施工階段，經由風險訊息的確實傳遞，工程主辦機關的加強要求，設計審查(含監造)單位提供專業安全技術，廠商妥適規畫落實實施自主安全管理，各環節互為合作，以達如期、如質、安全的完成工程之目標。而有關工程設計階段考量之事項如下述：

1、 施工規劃前之安全評估：

工程於設計階段時應預先考量人力、物力、財力及承包商之能力等重要規畫項目，若未規畫完整，可能發生包括：因人力不足，而導致工作超時、人員過勞情形，發生不安全行為；因人身安全部品等級或數量未達基本要求，而增加人員施工中之作業風險等。因此，本報告除了提供設計階段施工安全考量，進行源頭設計降低施工危害風險外，安全應於施工規劃前，針對實際人力、機具、材料與管理能力等，重新進行通盤縝密之施工安全評估，以保障人員作業安全。

2、 安全衛生檢查點：

工程於設計階段時應考量、研擬施工中高風險之重要施工項目安衛檢查點，檢驗如結構體是否安全及是否落實安全部件之使用等，並詳細將各檢查重點及檢查時機點列表，降低高危險施工項目之作業風險。而安衛檢查點應依據現場工程實際項目進行調整，符合現場施工之調度狀況，以達安檢之重點。

3、 安全衛生圖說：

本評估建議之安全衛生圖說將依據實際工程進行調整，並歸納出合適其工程之安全衛生圖說。

4、 職業安全衛生預算表：

本評估建議之職業安全衛生預算表將依據實際工程進行調整，並編列出合適其工程之安全衛生經費。同時，應考量假設工程設備之估算。

附件一 設計階段風險評估會議紀錄

中興工程顧問股份有限公司 會議紀錄

壹、會議名稱：第一次「石門水庫至新竹聯通管工程計畫」設計階段風險評估會議。

貳、會議時間：111 年 9 月 19 日(星期一)下午 2 時

參、會議地點：中興公司大地工程部會議室

肆、主持人：江政恩技術經理

伍、記錄人：何侑剛

陸、出(列)席單位及人員：(詳簽名冊)

柒、主持人致詞：(略)

捌、業務單位報告：(略)

玖、單位意見：

一、江政恩技術經理

(1)請各工程師依所負責之設計項目提出各設計方案之評估及比較結果以利討論。

二、廖俊毅工程師

(1)有關輸水隧道之路線方案，以前期規劃階段之路線 1-C 方案進行優化，其路線遭遇困難處為石門山之地質條件複雜且存在隧道路線與石門斷層交會，影響長度約 800 公尺。

(2)為克服隧道段之破碎地質，建議以開闢施工橫坑之方式增設工

作面，施工性較原規劃方案之以豎井增闢施工面佳。

(3)考量隧道段路線遭遇地質破碎帶且變異性大，建議以鑽炸搭配機械開挖工法進行隧道開挖，其施工性佳且較能克服變異性高之地質，工期較易掌握適本計畫採用。

三、何侑剛工程師

(1)有關隧道出口即面臨東安里，經現地勘查若全線沿竹 28-1 鄉道進行埋設，由於道路路幅狹窄將面臨鄰房拆遷之問題，對周遭居民造成較大衝擊。

(2)針對全線沿三屯圳圳道布設管線之方案，經現地勘查發現三屯圳圳道內存在既有文化資產(糯米橋)及箱涵，且將影響微風之丘社區之聯外道路，對居民影響大。

(3)建議採管線出隧道洞口後前段沿部分三屯圳圳道埋設，後轉於竹 28-1 鄉道應屬較佳方案，除可避開鄰房拆遷之瓶頸段外於既有道路埋設之施工性較佳。

四、劉文智工程師

(1)有本工程推管段之推進機選擇，考量施工人員之安全及可能發生之地質不確定性，應以密閉式泥水加壓式推進機屬優選方案，人員平時不需進出動到作業，局限空間作業風險低。

(2)本工程推管工作井之施築工法建議優線採用鋼襯版工法作為

工作井之開挖支撐工法，因推管段地層沿線應以卵礫石層或岩層為主，適用性較佳，且組立容易、施工風險低。

五、周銘瑋工程師

(1)有關水源放水段之路線，考量對工區周遭之交通影響，122 縣道屬交通要道，若採明挖覆蓋工法施工勢必影響交通甚鉅，故建議本段路線以水管橋方式過竹東大橋後，轉埋設上坪溪左岸高灘地，於軟橋堤防水防道路一路延伸至寶二水庫引水渠道後放水。

(2)出水口之方案部分，考量經濟性及後續維護風險，建議降低減壓閥組數，採一組減壓閥及調整池之設置進行減壓放水。

六、林彥志工程師

(1)基於本計畫之地下管線及橫交構造物調查成果，並考量施工人員進出及安裝管線之安全，設計明挖覆蓋段之管溝寬度為 3.2~3.6 公尺，且規劃管頂距離路面至少 1.2 公尺以上，管溝設計開挖深度為 3.3 公尺，並於管路埋設完成後以 CLSM 進行回填，並於地表下方採用級配底層回填壓實，再鋪設瀝青混凝土，以確保路基路面安全。

(2)考量現地地質條件、地下水位及開挖深度，管溝開挖之擋土支撐方式擬優先採用鋼軌樁或 H 型鋼樁，支撐間距為 0.5~0.8m，若開挖深度小於 3.5m，則擋土壁設置長度為 6.0m，並以 H 型鋼

設置水平支撐。

拾、決議

一、本計畫隧道段路線穿越石門山，其地質條件複雜且路線與石門斷層存在交會，相關隧道設計如開挖支撐、襯砌需尤其考量其地質破碎程度。

二、本計畫之地形測量與地質調查工作尚在進行中，相關設計項目之設計方案評估原則同意，惟須根據後續調查成果進一步檢討修正，並確實考量設計方案之施工性、施工風險及影響評估最佳設計方案。

拾壹、散會。

「石門水庫至新竹聯通管工程計畫」設計階段風險評估會議

會議討論照片

時間: 111 年 9 月 19 日 14:00

地點: 中興公司地工部會議室

與會人員:(請見簽到表)



「石門水庫至新竹聯通管工程計畫」設計階段風

險評估會議

簽到表

時間	2022 年 9 月 19 日	地點	大地工程部會議室
主持人	江政恩	紀錄	何侑剛

出席人員：

單位	職稱	姓名	簽名	備註
地工部	技術經理	江政恩	江政恩	
	計畫主管	江震宗	江震宗	
	工程師	郭慶生	郭慶生	
	工程師	劉文智	劉文智	
	工程師	廖俊通	廖俊通	
	工程師	黃麗如	黃麗如	
	=	林裕	林裕	
	=	周銘清	周銘清	
	工程師	林任澤	林任澤	
	工程師	何侑剛	何侑剛	

中興工程顧問股份有限公司 會議紀錄

壹、會議名稱：第二次「石門水庫至新竹聯通管工程計畫」設計階段風險評估會議。

貳、會議時間：111 年 10 月 03 日(星期一)下午 2 時

參、會議地點：中興公司大地工程部會議室

肆、主持人：江政恩技術經理

伍、記錄人：何侑剛

陸、出(列)席單位及人員：(詳簽名冊)

柒、主持人致詞：(略)

捌、業務單位報告：(略)

玖、單位意見：

一、江政恩技術經理

(1)本計畫已初步完成基本設計成果，基本設計報告及各設計項目之設計標準圖亦已完成，請各設計項目之負責工程師針對施工階段進行風險辨識並提出，以利討論及研擬相關防範措施及對策。

二、廖俊毅工程師

(1)本計畫隧道段包含長約 3,882 公尺之輸水隧道及 570 公尺之施工橫坑，擬採鑽炸搭配機械開挖工法進行施作，惟須注意本隧道段地質破碎易於岩盤裂隙夾雜有害氣體，施工時需完善隧道內通

風系統，而採用鑽炸法進行隧道開挖亦須針對爆材適當管理。

(2)有關隧道輪進支撐部分，主要風險為開挖面之崩塌，相關噴凝土之噴漿操作應確實符合施工規範，並且作業範圍嚴格管制人員進入，以避免危險發生。

(3)襯砌施作方面相關材料進場應作適當管理，吊裝及組立時應注意重機具之迴轉半徑範圍，對施工人員進行嚴格管制；混凝土澆置應配合現地狀況安排泵送車進出動線，並注意施工安全。

三、劉文智工程師

(1)有關本工程推管作業，掘進作業需注意相關設施安裝中之施工人員安全，吊掛過程應對施工範圍進行管制，施工架之搭設與鋼襯板之切割及安裝需符合操作規定。

(2)本工程推管工作於掘進過程須注意開挖面崩塌、缺氧及有害氣體、土碴運棄等作業危害，施工現場應派員指揮作業，並全程作業遵守操作規定以減少危險發生。

(3)推管工作之到達作業應注意安裝器材或設備拆除吊離時吊掛作業之施工人員安全，工作井應設置護欄防止人員墜落，並確實穿戴個人防護具。

四、林彥志工程師

(1)本工程之明挖覆蓋段作業須注意開挖及擋土措施，擋土壁體

之材質與品質須符合規定，挖土機等作業機具之迴轉半徑及施工範圍需進行管制，施作過程施工人員須保持安全距離，型鋼之吊運作業應檢查吊具並配戴安全帽、安全鞋等防護具措施。

(2)於管材吊裝之施工過程，亦須遵照吊掛作業安全規定，並派員進行指揮，使用施工架、工作臺或架設安全母索供工作人員繫掛。

(3)管線埋設完畢之道路復舊階段，需事前擬定交通計畫，以防砂石車進場時造成危害，並於出入口派員指揮交通以減少工址周邊交通衝擊。

拾、決議

一、本工程隧道段地質條件變異性高，有害氣體等相關危害風險較高，隧道施工之通風作業於未來施工階段須符合規定。

二、本計畫有關職業安全衛生之相關規定，及施工風險之因應對策將納入招標文件要求後續承包廠商確實執行，以減少作業危害。

拾壹、散會。

「石門水庫至新竹聯通管工程計畫」設計階段風 險評估會議

會議討論照片

時間: 111 年 10 月 03 日 14:00	地點: 中興公司地工部會議室
---------------------------	----------------

與會人員:(請見簽到表)



「石門水庫至新竹聯通管工程計畫」設計階段風

險評估會議

簽到表

時間	2022 年 10 月 03 日	地點	大地工程部會議室
主持人	江政恩	紀錄	何侑剛

出席人員：

單位	職稱	姓名	簽名	備註
地工部	技術經理	江政恩	江政恩	
	計畫主管	江慶宗	江慶宗	
	工程師	郭慶生	郭慶生	
	=	廖俊通	廖俊通	
	工程師	劉文智	劉文智	
	=	周銘諱	周銘諱	
	=	林育仁	林育仁	
	工程師	黃麗如	黃麗如	
	工程師	林佳諱	林佳諱	
	工程師	何侑剛	何侑剛	

附件二 歷次審查意見及辦理情形

「石門水庫至新竹聯通管工程」基本設計階段風險評估報告審查會-審查意見辦理情形

審查日期：111 年 12 月 20 日

審查文號：水北畫字第 11105053700 號

審 查 意 見	答覆與辦理情形
勞動部職業安全衛生署北區職業安全衛生中心	
1. 建議先評估確認本案有無屬於丁類危險性工作場所之部分工程，如有應考量後續審查過程對於工期之影響，及給予適當之經費編列。	感謝委員寶貴意見，本案聯通管輸水隧道長度達 3,382 公尺，已達丁類危險性工作場所之認定標準，目前本工程各標之工期皆已考量後續丁類危評等相關計畫送審時程。
2. 該工程內容分屬不同之土木工程種類(隧道、推管、明挖覆蓋、道路、水管橋、通水管路安裝等)，工區大且長度長，風險差異性大，未來發包方式是否考慮分標案或單標案、聯合承攬等發包，以分散風險，建議給予主辦機關評估建議。	本工程考量工程內容、性質、工期、施工可行性及施工風險等因素目前共分為三標，後續各標之細部設計及施工將以統包發包方式辦理，相關分標方式與採購策略請詳本案基本設計報告第十一章。
3. 水管橋未有規劃設計風險評估。	本工程水管橋之設計應已依據功能需求、地形及周邊環境因素進行最佳配置，故僅針對水管橋工程進行作業拆解、風險辨識及提出因應對策。
4. 建議對於施工工法之比較，建議再納入對於各方案之現地地質、水文、環境等可能影響之衝擊比較(如隧道工法破碎、鑽炸選擇對於方案 A 及 B 影響之交叉比較)。	本工程屬於亢旱救急之備援輸水管線，且第一標隧道銜接段工程又屬要徑標，工期存在 115 年底完工通水之目標，故主以鑽炸法為最優選工法方案，針對周邊環境之影響，本工程招標文件施工補充說明說亦特別註明隧道段進出口前 50 公尺及橫坑洞口 60 公尺之隧道開挖作業不准許採取鑽炸法。
5. 隧道輸水管段施工方法評估，請考慮隧道內徑所產生之施工風險。	本工程隧道輸水管段之隧道開挖斷面為倒 D 型，淨高及淨寬皆為 5.6 公尺，相關斷面尺寸已考量施工期間人車通行分道之空間所需，另本案針對隧道段亦有編列隧道內施工人車分道設施相關職安預算。
6. 隧道輸水管段設計評估有整體綜合考量表、設計方案評選表、施工工法比較表、施工工法方案評選表，其他區段(如隧道出	1. 本案管路之工程內容大致可分為隧道工程、明挖覆蓋工程、推管工程及水管橋工程，其中大部分路線皆位於台 3 線既

審 查 意 見	答覆與辦理情形
口銜接段等)僅有路線方案說明比較表、路線方案評選表。	有道路進行明挖覆蓋施工埋設管路。 2. 有關委員提及之隧道出口銜接段屬於明挖覆蓋工程，施工複雜度較低，惟其路線之選擇需綜合考量工程量體、施工可行性及環境衝擊等因素，故該段以路線方案進行分析評估為主；另明挖覆蓋段之施工工法亦有進行比較及評選，請詳4.2.8 節。
7. 隧道出口銜接方案 A 及 B 評分結果無明顯差異，建議參照 4.2-2 整體綜合考量表(隧道長度、困難地質適應性、周邊環境影響、施工工期、施工風險)方式再評估。	遵照辦理，有關各設計方案評選表之評分標準已一併重新檢視並修正。
8. 開挖擋土支撐型式 4 方案評分結果無明顯差異，建議參照 4.2-2 整體綜合考量表(隧道長度、困難地質適應性、周邊環境影響、施工工期、施工風險)方式再評估。且方案 A 之安全性明顯高於其他，是否有其他更佳工法選擇，建議再提出。	遵照辦理，有關各設計方案評選表之評分標準已一併重新檢視並修正。另針對 A 方案與其餘方案之安全性比較已重新評估分析。
9. 本工程明挖覆蓋段長度長達 19 公里，對交通、環境、安全皆有重大風險，建議對於施工工法再審慎評估施工風險(是否部分可採行推管，或開挖支撐方式可採機械化模組化(trench boxes)，減低施工人員風險)。	本案配合基本設計工作之進行，已針對目前規劃路線進行地下管線相關單位之會勘、地球物理探測及沿線橫交構造物等調查，考量施工經費及施工可行性目前沿線施工工法應屬最佳配置。
10. 本工程隧道輸水管段地質條件不佳，建議將該風險傳遞至細部階段及施工階段風險評估(考量開挖方向、層面走向、坡度方向、淺覆蓋、緊急應變等)。	遵照辦理，本案後續於招標文件中將檢附工程沿線之地質調查成果報告，供風險傳遞之用俾利細部設計及施工階段進行風險評估與相關管控。
11. 建議本工程參考行政院公共工程委員會 111 年 9 月 12 日工程企字第 1110201067 號函公共工程採用自動化及預鑄化之規劃設計參考指引)，適度朝自動化及預鑄化方向辦理規劃設計。	遵照辦理，本工程於施工規範中規定承攬統包商得以於履約階段提出替代方案，可基於整體工程經費、期程、風險及實務權衡後受工程司審核。
12. 建議依據風險評估結果針對後續採購評選(如評分方式)提出建議。	遵照辦理，本工程發包採最有利標方式決標，有關採購評選之評分方式將納入本風險評估結果考量。
13. 建議納入縱斷面圖，及水力坡降、障礙物，據以考量規設之適合性。	1.有關本工程之沿線平剖面圖請詳本案基本設計圖，相關閘件設施配置及各類工程

審 查 意 見	答覆與辦理情形
	銜接點均已標註。 2.有關本案水力坡降、地下管線及橫交構造物均已於基本設計階段進行調查，並依據結果進行閥件及施工方式(如路線定線、水管橋跨河及推管穿越障礙物)之配置，相關內容請詳本工程基本設計報告第七章。
14. 竹 28-1 鄉道建議事先評估道路拓寬長度及道路邊坡開挖風險。	遵照辦理，有關竹 28-1 鄉道之路線部分，於隧道出口約需於三屯圳開路約 600 公尺進行管線埋設，後於近銜接台 3 線處約 1 公里長度之路段需進行道路拓寬，道路拓寬之擋土措施亦已進行考量。
15. P.27 地下管線及埋設口徑無說明內容及缺水文、地下水說明。	有關地下管線及水文相關之說明已補充於報告 3.4 節。
16. 風險評估矩陣建議使用 4x4 或 5x5。	遵照辦理，本報告之風險評估矩陣已改採 5x5 五等級進行分析。
經濟部水利署	
1. 本案基本設計階段風險評估報告後續如經審核認可，請於工程發包後將相關報告電子檔上傳至水利署工程品管數位系統。	遵照辦理，後續將配合水利署工程品管數位系統作業。
2. 表 2.1-1 風險評估小組成員相關證照請列出(是否有職業安全衛生證照及等級)，另是否有營造工程風險評估人員課程相關之結業訓練亦請呈現。	遵照辦理，表 2.1-1 已經增列相關證照資訊。
3. 隧道輸水管段路線方案評選，選擇方案 B 為較佳方案，惟報告方案 A 為可行性規劃階段優選方案，其路線評選應加強論述及說明與規劃報告不同之因。	方案 B 係以可行性規劃階段之優選方案為基礎再進行優化之方案，考量以施工橫坑增闢工作面，並調整隧道線型以縮減工程量體及避開原規劃階段對於隧道出口淺覆蓋段之影響，相關論述請詳表 4.2-2。
4. 有關簡報第 14 頁說明有亞泥公司之廢棄油管，因台 3 線多次改建埋設位置已無法判斷，如何確定本案工程避開上述管線。	有關地下管線之調查，本案於基本設計階段即有邀請亞泥公司進行會勘，因其廢棄油管之早年資料已無法獲得，故本案與亞泥公司人員取得施工階段若遭遇廢棄油管需先暫停施工通知相關單位確認處理方式再進行施工之共識，本工程亦有編列施工期間管線試挖等相關預算。
5. 報告依據本署 108 年之風險評估作業手冊	遵照辦理，將依據職安署之營造工程風險

審 查 意 見	答 覆 與 辦 理 情 形
編撰，惟 110 年職安署有修正營造工程風險評估技術指引，相關內容請檢視有否更新。	評估技術指引(110 年 2 月)檢視修正報告內容。
6. 簡報第 20 頁隧道及施工橫坑工法選用鑽炸工法，相關爆炸物運送、儲存、使用、管理等風險請加強說明。	有關鑽炸法爆材之領用、運輸、清點、暫置看管等作業應由專人處理，炸藥及雷管不得同車裝載，相關使用注意事項及風險因應對策請詳本報告表 6.2-9。
7. 報告第 14 頁只收集管道工程職業災害統計，其他類型如溺水(本案有水管橋工程)、火災(隧道工程)亦請收集，另時間只統計至 104 年，請增加收集時間。	相關內容已修正，詳表 2.4-1 及 2.4-2。
8. 本案工程爾後可能參加勞動部金安獎選拔，報告第 109 頁職業安全衛生費用編列預算約為總工程費用之 2%，其是否足夠。	本工程職業安全費用之編列預算已進行檢討，相關內容請詳本工程預算書。
郭副局長耀程	
1. 地下管線調查資料請執行單位以附件方式補充，俾利投標廠商了解。	有關地下管線及橫交構造物等工址環境調查資料皆已補充於報告 3.4 節。
2. P.52，評分表之內容與評分標準，請執行單位再行檢核並修正。	遵照辦理，有關各設計方案之評選將一併進行檢核修正。
3. 請執行單位於報告內分別加入依照本會議提出之現行方向與依照原規劃內容之風險矩陣，以利後續參考與比對。	依據職安署之營造工程風險評估技術指引(110 年 2 月)，設計階段風險評估流程應為先進行設計方案評選研擬，針對優選方案進行作業拆解，後進行風險矩陣分析及研擬相關因應對策，本報告中有關原規劃內容之設計方案已於評選階段予以剔除，針對優選方案之風險分析矩陣本次修正亦依據職安署最新指引進行修正。
4. 如有毒氣體或鑽炸法等施工高風險之內容必須於報告中凸顯。	遵照辦理，有關本案隧道施工之有毒氣體或鑽炸法等施工高風險內容已以職安署之營造工程風險評估技術指引(110 年 2 月)所建議進行分析，相關風險評級及因應對策請詳表 6.2-9。
北水局工務課	
1. 本案風險評估報告書是否以整體計畫為編寫標的，或需以各分標分別編寫，建請釐清確認。	本案處於基本設計階段，建議風險評估報告書以計畫為標的編寫較具整體性，本工程後續分標發包後，各承攬統包商亦需針對各標提出細部設計階段風險評估報告書

審 查 意 見	答 覆 與 辦 理 情 形
	及施工風險評估等相關文件。
2. 表 6.1-1 風險危害辨識表內是否需加列局限空間內之”粉塵”為潛在危險，請檢討。	遵照辦理，相關內容已補充於表 6.1-1。
3. P.107 所列處罰機制，建請明列本署違反職安衛項目扣罰機制。	有關違反水利署職安為項目扣罰機制已於本工程招標契約文件之附錄 8-經濟部水利署工作安全與衛生有詳細規範。
4. 表 7.3.1，隧道工程因作業環境嚴峻，項內個人防護具建議額外編列，以符實際。	本工程隧道段位於第一標，有關隧道工程之職安相關預算已依據工程內容及性質充分考量編列，詳細項目請詳本案預算書。
5. 表 8.3-1 內，風險處理成效追蹤說明內容範例，雖為填寫格式範例，仍請考量以施工廠商訂定相關自動檢查表格方式撰寫，以利後續參考遵循。	有關風險處理追蹤成效，目前基本設計階段僅擬定格式作風險傳遞之用供後續統包商參考，建議細部設計階段之風險評估需依據各標施工性質訂定自動檢查表格。
6. 本案已完成之職安圖說建議完整納入報告內，以利查對。	相關職安圖說請詳本工程基本設計圖。
北水局品管課	
1. 風險矩陣建議可依營造工程風險評估技術指引改採 5x5 之型態呈現。	本次修正報告依據職安署之營造工程風險評估技術指引(110 年 2 月)採 5x5 之風險矩陣進行風險分析評級。
2. 金安獎評分項目針對施工安全設計工法之優化改善/矯正或是否實施防災設計(Prevention through Design,PtD)等提升建築物運維安全水準，建議可以參考納入評估。	本案隧道工程之開挖斷面即考量施工階段人車分道通行之職安需求進行設計，另依據基本設計階段之地下管線及橫交構造物調查結果布設本計畫管線路線及推管工程，後續本工程提報金安獎將依據設計內容填報相關評分檢查表項目。
3. 部份工項誤植部份如下： (1) p77 有關第一階段工作井開挖之工作拆解，第二階段作業應包含到加強環設置，分隔線僅畫到輪進開挖，建議修正。 (2) p78 有關回填復舊採 CLSM 還是 RMSM，請釐清。 (3) p78 回填復舊之工作拆解缺拆除地表下 0-3m 之鋼襯板，請再補充。 (4) p82、p83 作業內容鋼襯板切割之風險描述，除感電外，尚包含被捲、被夾、被割，請補上。	1. 有關 P.77 之工作井工程施工風險評估表僅針對工作井結構施工進行作業拆解，採逐輪開挖逐輪支撐方式進行，惟表格仍建議針對開挖及支撐兩工項分別進行作業拆解、風險分析及因應對策之研擬較為易讀。 2. 有關明挖覆蓋段之回填復舊基本設計階段以 CLSM 回填為主，但仍開放後續統包商以 RMSM 作為回填材料，相關規定請詳本工程招標文件之施工補充說明書，本報告 P.78 表格內容已作修正。 3. 相關內容已作修正。

審 查 意 見	答覆與辦理情形
<p>(5) p85 開挖及擋土措施第二階作業測量定線及擋土壁打設，若指鋼板樁，建議與 p72 統一。</p> <p>(6) p97-101 有關聯通管隧道及橫坑工程之「襯砌施作」與「作業空間防護」及水工機械設備工程之「電力、發電及照明設備」、「操作機房」未按照 p73 工程作業拆解內容進行風險矩陣分析，請修正。</p>	<p>4. 鋼襯板切割危害類型之被捲、被夾、被割等風險已增補。</p> <p>5. 遵照辦理，相關敘述已統一為擋土壁打設。</p> <p>6. 遵照辦理，本次修正報告已針對各拆解作業改採 5x5 五等級之風險矩陣重新進行分析評估。</p>
北水局資產課	
1. 依公共工程技術服務契約是否應提供報告名稱「工程施工安全風險管理報告」（含風險評估危害辨識……等）。	有關本報告名稱目前依據本次會議結論訂為「石門水庫至新竹聯通管工程-基本設計階段風險評估報告」。
2. 第四章工程設計方案之方案選擇及評估應以安全為考量之主軸，餘為輔之比較以能突顯施工風險之評估。	有關設計方案之評選項目權重，最重要應屬功能需符合設計需求否則無法滿足設施運作目的，其次已將安全訂為第二重要評選項目，以符合本風險評估報告之初衷，另各設計方案之評分已一併重新檢視。
3. 承上，優選方案應仍有可接受風險（即潛在危害）應傳遞反應於細設風險評估內，以及納入職安工項措施之對應設計。	遵照辦理，本報告第六章之設計成果風險評估即作為基本設計階段風險傳遞之用，供後續細設及施工階段參考進行應對設計及風險管控。
4. 第五章工項拆解應先「擬施工計畫」以為依據。	本報告目前以各工項一般施工方式提出作業拆解、危害辨識及風險因應對策作參考之用，後續統包商可依據其施工及資源量能擬定施工計畫，並提出較為實際之風險分析及評估。
5. P.75 施工風險危害辨識內明挖段開挖無“被撞”危害，侷限空間內無“崩塌”等，宜再全部檢視確認。	遵照辦理，相關內容已一併檢視修正。
6. P.119 高風險作業內“熱危害”，汛期溪水暴漲、隧道內局部空間危害，是否為高風險作業之定義，請自查明。	遵照辦理，相關內容已一併檢視修正。
7. 未來統包商最有利標評選之評分項目應納入職災紀錄或職安經費或金安獎紀錄等，提高職安項目權重。	遵照辦理，後續最有利標評選之評分項目將提高職安項目權重。
8. 建議未來工程預算及統包商之招標文件宜	遵照辦理，有關本工程預算及統包商招標

審 查 意 見	答覆與辦理情形
將職安費之比例儘量提高，以利爭取金安獎。	文件將一併檢視修正。
9. 基設階段之風險評估結果宜傳遞於統包案招標文件內，以利投標廠商思考較佳工法，從中選取優異廠商。	遵照辦理，本報告將供後續細部設計及施工階段風險傳遞之用。
10. 完工測試應納入作業拆解內。	本報告依據職安署營造工程風險評估技術指引針對基本設計優選方案進行作業拆解、風險辨識及提出因應對策，完工測試涉及本工程各標細部設計規劃，建議由後續細部設計之風險評估納入。
北水局寶二水庫管理中心	
1. P.69，圖 5.2-6 水工機械設備工程作業流程圖，建議針對電器及監控系統詳加分析。	有關電器及監控系統之建置安裝本報告已進行分析。
2. P.13，2.4 相關工程災害案例分析，建議增加隧道工程及機械設備工程等資料更新至最近幾年。	遵照辦理，相關內容請詳工程災害案例分析。
3. P.97，襯砌施作油壓千斤頂支撐不良或油壓失效、澆置順序、拆模強度不足或倒塌等，之風險對策。	相關模板支撐之風險分析及因應對策已進行分析。
4. P.109，表 7.1-1 安全衛生施工圖說一覽表未見相關圖說，另僅見隧道部分，其他相關圖說未見。	相關安全衛生施工圖說請詳本工程基本設計圖。
5. P.113，表 7.3-1 預算編列原則，隧道工程缺照明、抽排水及監測設施，建議增加管線試水風險分析。	相關預算編列項目已補充。
6. P.31，工程設計方案評選表格選定方式及依據為何？建議應有相關論述及說明。	工程設計方案係依據職安署係依據職安署營造工程風險評估技術指引(110 年 2 月)工程方案評選表之建議選定，相關論述已補充說明於 P.36。
7. 各項設計方案評選表不同路線或工法選擇及評分應有相關說明及論述。	相關評分原則已補充，詳 P.30。
8. 施工風險評估表目前僅依作業拆解進行評估，建議將外在因素如颱風、強降雨、河水暴漲或交通安全等相關事項納入評估。	依據職安署之營造工程風險評估技術指引，工程作業拆解係針對施工內容進行拆解及風險辨識，有關外在因素河水暴漲及相關交通安全因素詳 8.2 節。
北水局養護課	
1. 請提供管路系統單線圖(含蝶閥、排泥閥、	有關本工程管路系統之圖說請參照本工程

審 查 意 見	答 覆 與 辦 理 情 形
排氣閥等相對位置等)，以利評估整體系統架構合理性、安全性及後續操維參考。	之基本設計圖。
2. 報告 26 頁敘述沿線配置有排氣閥 200mm 51 組、200mm10 組，如何配置?(因管線高底升降，積氣位置不同，不應該是平均分配)，合理分配之依據為何?如果沒有理論計算，建議作簡易水工模型(透明水管)驗證。	有關本工程管路沿線之閥類配置數量已進行檢討修正。
3. 輸水管路常在注水過程發生爆管事件，究其原因除排氣管位置及數量分配不合理外，另一重要因素為注水速度，注水操作太快導致排氣不及，但合理之排氣速度為何?如何操作?基設階段即應有合理腹案。	本工程於管線局部凸出高點設置排氣閥，俾使管內積存空氣可自動排出，另為緩和和避免水錘效應發生，研議於計畫管路南華水管橋前(8K+500)設置洩壓閥，當管路壓力異常時自動開啟洩壓排水至老社寮圳，以保護管路安全。
4. 沿線有許多蝶閥，注水過程除尾端保持關閉外，其他蝶閥是開?是關?如果全部保持開啟是否還有設置意義?如果部分關閉或分段關閉，操作構想為何?又如何控制注水速度?因涉設備數量及位置配置屬基設階段應考慮事項。	本工程考量未來管線修復操作維護方便，於分歧管、分歧點及排泥管上裝設制水閥(蝶閥、彈性座制水閥)，以利控制水流及排水，另有關蝶閥數量已修正為 13 處。
5. 過去有部分超音波流量計因設置位置欠佳，致在大流量時受噪音干擾無法準確計量。設置位置選用宜先參考流量計廠商建議。	遵照辦理，有關超音波流量計設置位置後續細部設計將參考流量計廠商意見設置。
北水局保育課	
1. 第四章有針對各工項位置到有方案比較期比較表中，建議敘明各不同方案可能風險及注意事項(如表 4.2-10)，並依第六章風險評估結果納入比較表中，以瞭解方案擇定考量極可能風險。	遵照辦理，相關內容已一併檢視修正。
北水局計畫課	
1. 報告格式有關工程設計階段施工風險評估成果報告審查表之部分，因設計單位自行檢查及主辦機關審查部分仍為空白，應屬尚未核章之問題。另外，評選表的部分亦尚未填寫，因涉及核准簽章，後續需再行確認。	遵照辦理，已針對審查表內容進行補充。

審 查 意 見	答覆與辦理情形
2. 有關本案相關資料，較早期採分段的方式分標，還請執行單位依最新之分標名稱進行修正，例如取水銜接段請修正為隧道銜接段。	遵照辦理，報告中分標及分段之方式及名稱已一併檢視修正。
3. 有關氣象水文部分，報告中提及將採用關西站與橫山站之雨量資料作為本工址的工址雨量站，但並未於圖上標明此二雨量站之位置；且若在水管橋跨過油羅溪之後，雨量之參考站點可能需另外評估。	有關報告中雨量站位置已標註。
4. 所用單位請統一為國字(m→公尺...)，另圖3.1-1 多處文字重複，請修改。	遵照辦理，相關內容已一併檢視修正。
會議結論	
1. 關於報告格式部分，請設計單位依北水局之規定撰寫，而報告之篇章則請依照目前風險評估之相關規範與常規所需內容訂定；報告名稱為《石門水庫至新竹聯通管工程—基本設計階段風險評估報告》。另外，由於目前已進入風險評估之階段，關於水利署之填報系統，基本設計階段請計畫課進行填報。	遵照辦理，相關格式及報告名稱已修正。
2. 關於本報告尚缺漏之文件，如水力坡降之分析圖、地下管路調查成果、分標之方式、水管橋相關跨距、施工方法比較(地質、水文、環境等)、風險評估相關證照……等，請執行單位再行補充。	遵照辦理，相關內容已補充。
3. 有關風險評估報告內方案評選表之內容，請於報告中明確說明其評分之項目及原則，並於內文中標示清楚，俾利後續了解其依據。評分之內容需符合實際且合理，請計畫課與執行單位針對此部分進行討論，共同進行評分。	遵照辦理，有關評分準則之說明及各方案之評選結果已一併檢視修正。
4. 風險評估指引部分，請採最新版本之規定進行評分及呈現。另請執行單位針對先前水規所之規劃內容先行評估，並於相同標準評估後比較與當前版本之差異。	遵照辦理，已依據職安署之營造工程風險評估技術指引(110年2月)作相關修正。
5. 有關施工相關災害案例之蒐集，以及本工程採鑽炸法所需之炸藥處理、使用、放置、	遵照辦理，已一併檢視修正。

審 查 意 見	答 覆 與 辦 理 情 形
<p>管理等風險，請於報告中進行重點分析說明。</p>	
<p>6. 本報告修正後依程序簽報本局認可，並請執行單位依相關意見盡速完成修正，以利後續於招標文件中對外公開，提供投標廠商了解本工程之施工風險及降低風險之因應對策。</p>	<p>遵照辦理。</p>