

單元三

隧道養護工程施工風險評估

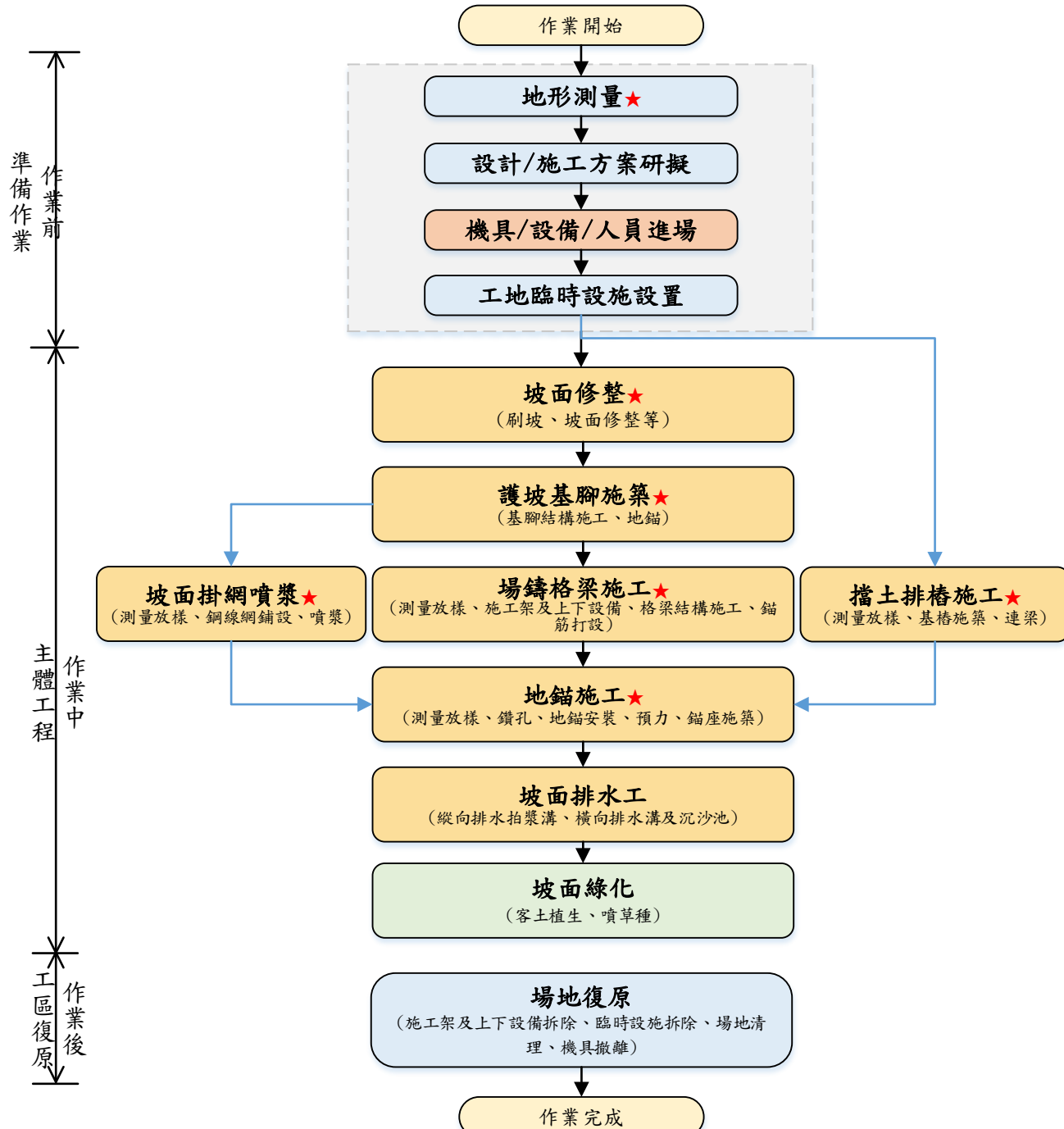
大綱

- 一、隧道維護工程主要類型
- 二、洞口邊坡保護工程施工風險評估
- 三、隧道襯砌維修工程施工風險評估
- 四、隧道設施維護作業施工風險評估

一、隧道維護工程主要類型

- 洞口邊坡保護工程
- 隧道襯砌維修工程
- 設施維護作業-通風、排水、照明等設備維修

二、隧道洞口邊坡保護工程施 工風險評估



2.1 隧道洞口邊坡保護作業流程

2.2 隧道邊坡保護施工作業拆解(例)(1/3)

第一階作業	第二階作業	作業步驟
a. 準備作業	i 地形測量	01測量人員穿戴安全帽、安全鞋、安全帶等防護具，架設測量儀器進行坡地測量作業
	ii 設計/施工方案研擬	01依據工址現況研擬設計/施工方案
	iii 機具/設備/人員進場	01以起重吊掛設備將機具/設備/先期使用材料等吊掛載運至工地 02先期作業人員進場
	iv 工地臨時設施設置	01積載型起重機載運貨櫃屋辦公室等設備至工地進行吊掛組立作業 02臨時水電(發電機)設置 03辦公設備、盥洗及浴廁、生活廢水排放處理等設施安裝 04積載型起重機配合人工進行施工圍籬、道路警戒設施等設置
b. 坡面修整	i 刷坡	01作業人員使用雙安全繩及掛鉤於坡面上配合挖溝機進行崩坍石料清除作業
	ii 坡面修整	01作業人員配合挖溝機進行坡面修整作業，將鬆散土石挖除，回填土石或混凝土
c1. 場鑄格梁護坡施工	i 測量放樣	01作業人員依施工圖於坡面上測設樣板，以拉緊之準線繫固之。
	ii 基腳結構施工	01作業人員持手工具進行鋼筋組紮、模板組立、混凝土澆置等作業，養護期滿後拆模
	iii 施工架及上下設備	01積載型起重機載運施工架材料進場堆置 02搭架工逐層搭設施工架並設置上下設備
	iv 格梁結構施工	01鋼筋組紮-鋼筋工依放樣位置進行鋼筋組紮 02模板組立-模板工進行模板加工組立 03混凝土澆置-混凝土工配合預拌車、泵送車進行混凝土澆置 04養護及拆模-養護期滿後模板工進行拆模及材料整理
	v 錨筋打設	01鑽孔-鑽機於縱橫向格梁交會處鑽孔 02清孔-作業人員以壓縮空氣及清水交互沖洗 03注漿-作業人員將孔內積水吹乾後，操作灌漿機將水泥砂漿注滿鑽孔 04植筋-作業人員將錨筋插入孔內砂漿中，搖動使與砂漿密接

2.2 隧道邊坡保護施工作業拆解(例)(2/3)

第一階作業	第二階作業	作業步驟
c2. 坡面掛網噴漿	i 鋼線網鋪設(合格框、排水溝)	01作業人員配合起重機將鋼線網吊掛放置於坡面上 02作業人員使用垂直母索或高空工作車配合起重機進行鋼線網鋪設，並打設鋼筋固定 03合格框及排水溝鋼線網-作業人員於坡面上將鋼線網彎曲鋪設縱橫向梁框及排水溝底部，打設鋼筋固定
	ii 噴漿	01積載型起重機吊掛噴漿機進場定位 02作業人員於坡面上配設噴漿管線 03預拌車載運噴漿料進場 04作業人員使用垂直母索或高空工作車上操持噴漿機反覆均勻地施噴
c3. 擋土排樁施工	i 基樁鑽掘	01測量人員以儀器依設計圖說放樣 02起重機將搖管機吊掛至預定施作位置對準放樣之基樁中心 03鋼套管吊掛-起重機操作手吊掛鋼套管至搖管機鋼套管夾(casing clamp) 04鑽掘出土-作業人員操作控制設備將鋼套管夾緊依設計角度將鋼套管旋鑽至地層中，操作起重機將抓斗投入鋼套管內挖土，持續進行套管旋鑽、開挖，將鋼套管鑽入地層。挖溝機將抓斗挖出之土石集中，鏟裝於運土車輛，運離工區 05鋼套管續接-起重機吊掛鋼套管至搖管機，作業人員持專用扳手將鋼套管連結螺栓鎖緊 06循環作業-依序進行03~05作業鑽掘至預定深度，完成鑽掘作業
	ii 鋼筋籠製作及吊放	01鋼筋籠製作-鋼筋工使用裁切、彎曲機械進行鋼筋加工，於樣架上進行鋼筋排放、(螺旋)箍筋組立，於主筋上套入、焊接等以製作鋼筋籠、堆置 02鋼筋籠吊放及續接-作業人員配合起重機將鋼筋籠吊起投入鋼套管中，鋼筋籠上方以扼架挑起固定於搖管機平台，起重機將接續之鋼筋籠吊至搖管機，對準接續前段鋼筋籠，焊接或以續接器進行接續作業
	iii 混凝土澆置	01特密管吊放及續接 02混凝土澆置及鋼套管、特密管拔升及整理
	iv 繫梁施工	01作業人員以破碎機敲除樁頂劣質混凝土，使基樁頂部鋼筋出露 02連結鋼筋-作業人員於基樁頂部進行基礎或排樁連結橫梁(繫梁)鋼筋組紮，以連結基樁鋼筋 03模板、混凝土-作業人員進行基礎或繫梁模板組立。混凝土澆置，養護、拆模，以完成基樁連結構造之施工
	v 邊坡開挖	01作業人員配合挖溝機將擋土排樁前土石方開挖移除

2.2 隧道邊坡保護施工作業拆解(例)(3/3)

第一階作業	第二階作業	作業步驟
d. 地錨	i 地錨鑽設	01鑽機進場依設計圖位置、角度鑽孔 02作業人員將預先組立之鋼鍵插入鑽孔內 03作業人員操作灌漿機將水泥砂漿灌入孔底固定端範圍 04漿液凝固後，作業人員操作油壓機進行地錨預力施拉至預定拉力後，以夾片固定，切斷多於鋼絞線 05作業人員組模打設混凝土施作錨座
e. 坡面排水設施	i 縱向排水(拍漿溝)	01修挖-作業人員持手工具進行排水溝面修挖 02鋼筋組紮-鋼筋工依設計圖加工、組紮鋼筋 03側牆施築-混凝土以吊桶或泵送機泵送至水溝位置由下而上緩慢灌注，作業人員持手工具進行拍漿壓實 04溝底及消能檻施工-溝底預埋消能檻鋼筋，由下而上灌注混凝土，作業人員持手工具拍漿壓實，並形塑消能檻塊體
	ii 橫向排水溝及沉砂池	01配合坡面設置之台階施築橫向排水溝 02沉砂池-縱橫向排水設施交會處依設計施築沉砂池
f. 坡面綠化	i 客土植生	01作業人員於格框內堆疊客土植生袋 02定期灑水養護
	ii 噴草種	01作業人員以雙繩作業或搭乘高空工作車進行草種噴植
g. 工區復原	i 施工架及上下設備拆除	01作業人員由上而下逐層拆除施工架及上下設備 02作業人員配合積載型起重機將拆除材料整理裝運離場
	ii 工地臨時設施拆除	01積載型起重機吊離貨櫃屋等設施 02作業人員持手工具將圍籬等設施拆除，積載型起重機將拆除物料運離 03作業人員撤離交通維持設施
	iii 場地清理	01作業人員持手工具進行場地清理作業
	iv 機具撤離	01施工機具依序駛離工區

2.3 隧道邊坡保護施工風險評估案例

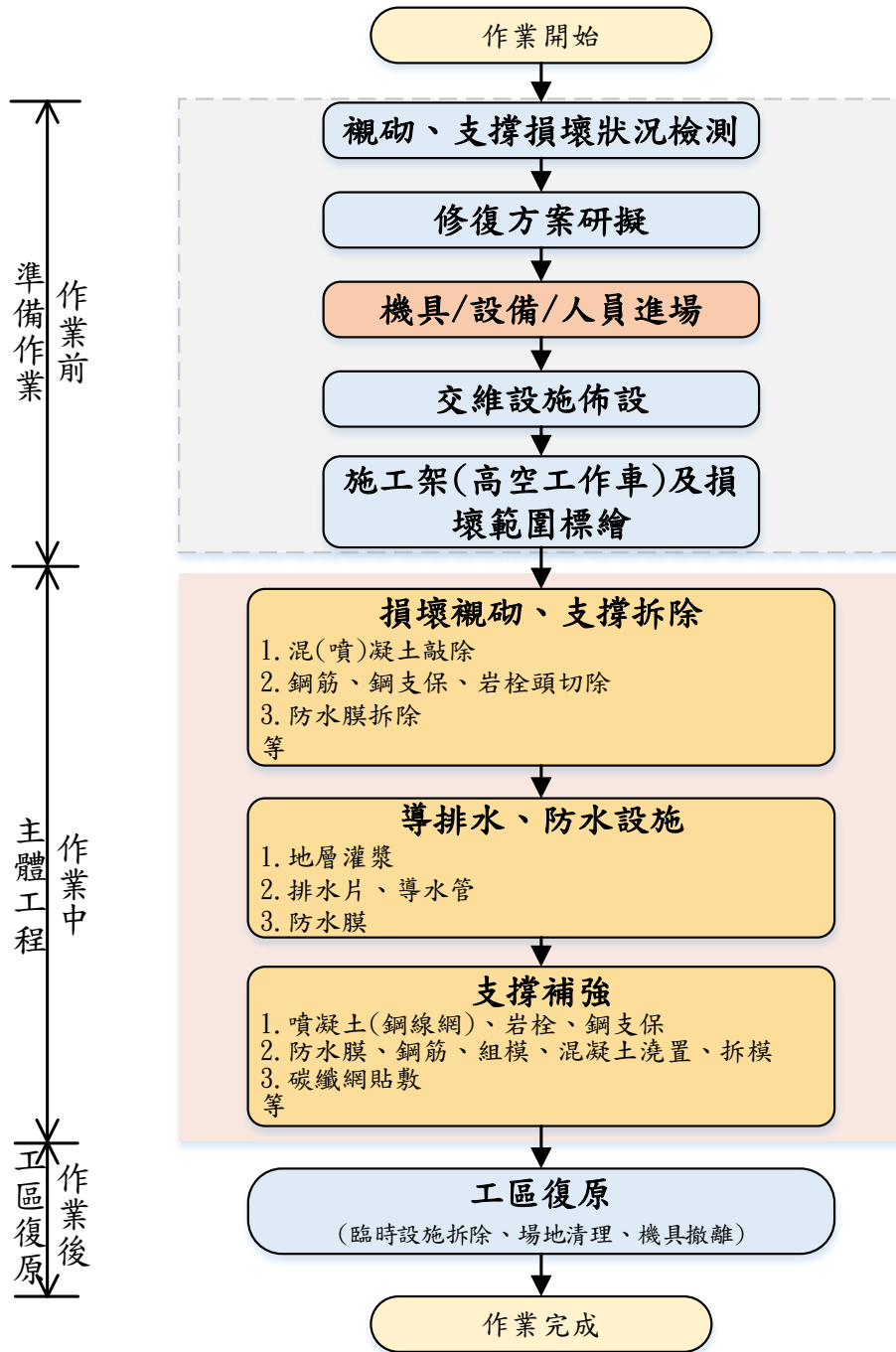
工程名稱：

分項工程：**A** 邊坡維護

評估日期：

作業條件	作業環境	邊坡		防護設施	工程控制				圍籬、護欄、施工架及上下設備等			
	機具設備	高空工作車、積載型起重機、傾卸車、挖溝機、鑽機、預拌車、泵送車、模板支撐等			管理控制				職業安全衛生管理組織及業務主管、營造作業主管(露天開挖、模板支撐、施工架組配等)、勤前教育、安全作業標準、自主檢查等			
					個人防護具				安全帽、安全鞋、反光背心、背覆式安全帶等			
作業內容			風險辨識		風險分析		風險評量	風險處理				
編號	作業步驟(作業方法、程序、工具、材料等)	危害類型	可能之風險狀況 (風險來源、起因、事件、可能後果等)	可能性	嚴重度	風險值	風險等級	風險可否接受	風險對策		執行成果摘紀	成效確認
									(處理風險與機會之措施)		負責人	(修正設計或施工計畫、施工安全衛生設施圖說、規範、預算等)
a	第一階作業名稱：準備作業											
i	第二階作業名稱：地形測量											
Aai01	01 測量人員穿戴安全帽、安全鞋、背覆式安全帶等防護具，架設測量儀器進行作業	墜落	測量人員不慎跌倒						1. 作業前檢查確認垂直母索錨定狀況及母索完整性、垂吊狀況等 2. 作業人員戴用安全帽，穿著防滑安全鞋、背覆式安全帶，以2人一組進行作業 3. 注意地形變化狀況，防止跌倒			OK
ii	第二階作業名稱：設計/施工方案研擬											
Aa ii 01	01 依據工址現況研擬設計/施工方案	NA	--						---			OK
iii	第二階作業名稱：機具/設備/人員依序進場											
Aa iii 01	01 以起重吊掛設備將機具/設備/先期使用材料等吊掛載運至工地	物體飛落	吊掛物飛落砸傷人員					否	1. 機具、設備裝載應確實固定 2. 合格之起重吊掛機具、操作手、吊掛手確實將鋼套管等勾掛確實後再行起吊 3. 作業範圍圍圍管制			OK
Aa iii 02	02 先期作業人員進場	跌倒	作業人員不慎跌倒					可	NA			OK

三、隧道襯砌維修工程施工風 險評估



3.1 隧道襯砌維修作業流程

3.2 隧道襯砌維修施工作業拆解(例)

第一階作業	第二階作業	作業步驟
a. 準備作業	i 襯砌、支撐損壞狀況檢測	01測量人員穿戴安全帽、安全鞋、反光背心、安全帶等防護具，以鐵錘、儀器、量尺等進行檢測
	ii 修復方案研擬	01依據工址現況研擬修復方案
	iii 機具/設備/人員進場	01積載型起重機或軌道起重機及載具等將施工架、機具設備、先期使用材料等載運進場 02先期作業人員進場
	iv 交通維持(管制)設施	01作業人員配合積載型起重機(或軌道載具)佈設交維(或管制)設施
	v 施工架組立及損壞範圍標繪	01施工架組配作業主管指揮勞工進行施工架組立 02作業人員立於施工架(或高空工作車)標繪損壞範圍
b. 損壞襯砌、支撐拆除	i 混(噴)凝土敲除	01作業人員配合破碎機將損壞襯砌混(噴)凝土敲除 02作業人員持手工具配合挖溝機將混凝土碎屑裝載於傾卸車等載具運離
	ii 鋼筋、鋼支保、岩栓頭切除	01作業人員使用氣體切割器進行鋼構件切除 02作業人員收集切除鋼構件運離
	iii 防水膜拆除	01作業人員於施工架(高空工作車)上持手工具拆(切)除防水膜
c. 導排水、防水設施	i 地層灌漿	01積載型起重機或軌道載具吊運鑽機、拌合機、灌漿機、管材、灌漿材料等進場。 02鑽機定位、鑽孔。 03拌漿機攪拌漿液，灌漿機壓力送漿，逐段進行灌漿。
	ii 排水片、導水管安裝	01作業人員於施工架(高空工作車)持手工具進行排水片、導水管安裝、固定
	iii 防水膜貼敷	01作業人員於施工架(高空工作車)進行防水膜貼敷
d. 支撐補強(視需要選擇施作方式)	i 噴凝土(鋼線網或鋼纖噴凝土)	01噴漿機進場，預拌車載運噴凝土料進場 02作業人員穿戴厚實衣物、面罩、手套等防護具於施工架(高空工作車)上進行噴漿 03視需要安裝鋼線網或以鋼纖噴凝土代替
	ii 岩栓打設	01鑽機(堡)進行鑽孔 02作業人員將固結藥包(水泥砂漿及速凝劑)放入孔內，以鑽機將沿栓插入孔底，旋轉絞破固結藥包 03固結後，放置孔口墊片、螺帽，將岩栓鎖緊
	iii 鋼支保架設	01作業人員配合支保架設機(或起重機吊桿)進型鋼支保安裝鎖固
	iv 襯砌施工	01作業人員於施工架(高空工作車)進行防水膜安裝 02作業人員於施工架(高空工作車)持手工具進行鋼筋組紮 03作業人員進行組模 04混凝土澆置及養護、拆模
	v 碳纖網貼敷	01作業人員於施工架(高空工作車)將碳纖網黏貼於襯砌混凝土面上
e. 工區復原	i 工地臨時設施拆除	01作業人員持手工具拆除施工架等設施 02積載型起重機將拆卸施工架等運離工區
	ii 場地清理	01作業人員持手工具進行場地清理作業
	iii 機具撤離	01施工機具依序駛離工區

3.3 隧道襯砌維修施工風險評估

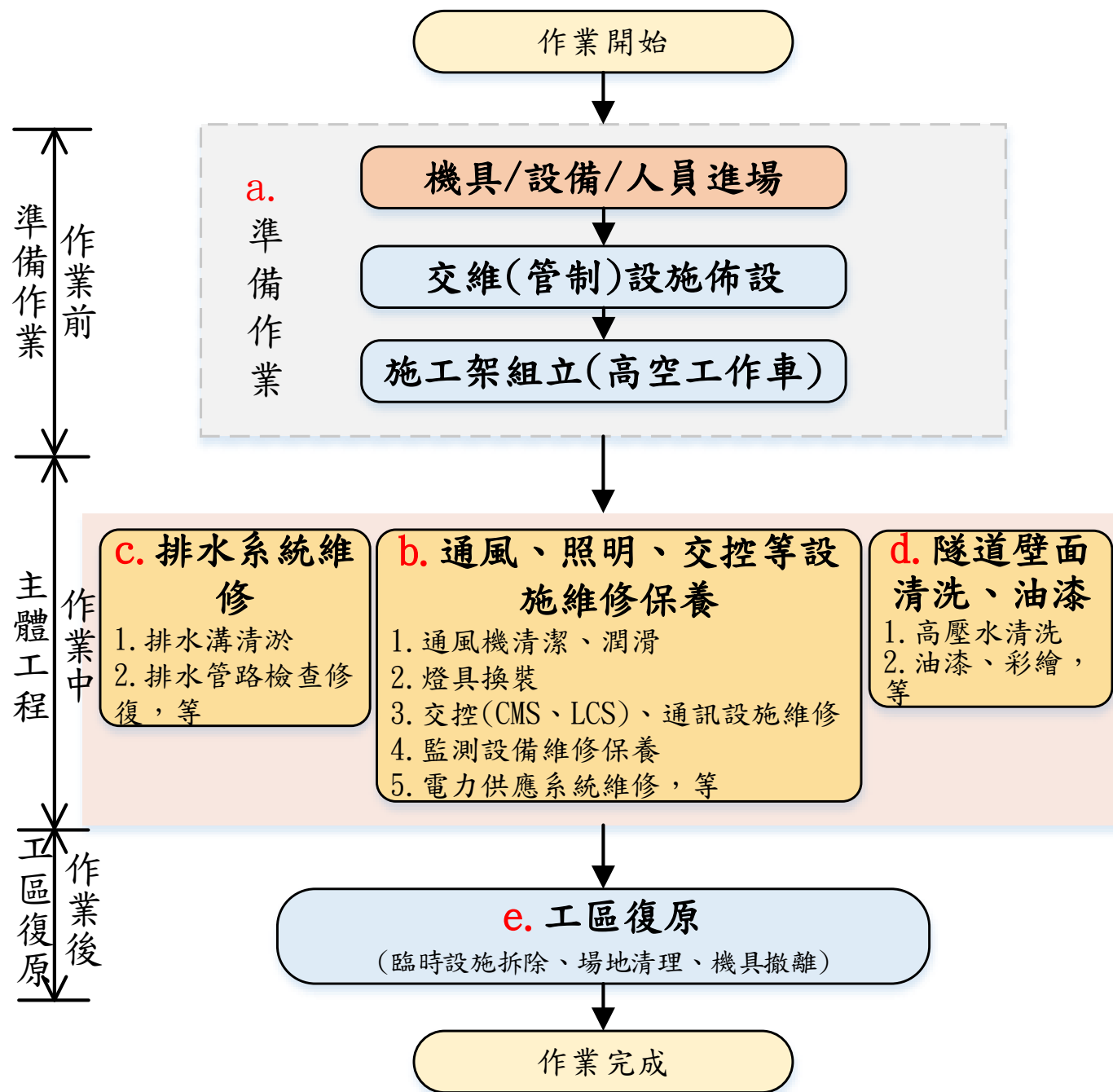
工程名稱：

分項工程：**A** 襯砌維修工程

評估日期：

作業條件	作業環境	隧道		防護設施	工程控制		施工架、上下設備等						
	機具設備	高空工作車、積載型起重機、傾卸車、挖溝機、破碎機、鑽機(堡)、預拌車、噴漿機等			管理控制		職業安全衛生管理組織及業務主管、營造作業主管(模板支撐、施工架組配、鋼構組配等)、勤前教育、安全作業標準、自主檢查等						
					個人防護具		安全帽、安全鞋、反光背心、背覆式安全帶、防護面罩及口罩等						
作業內容			風險辨識		風險分析		風險評量	風險處理					
編號	作業步驟(作業方法、程序、工具、材料等)	危害類型	可能之風險狀況 (風險來源、起因、事件、可能後果等)	可能性	嚴重度	風險值	風險等級	風險可否接受	風險對策		執行成果摘紀		成效確認 (有否控制風險在可接受範圍)
									(處理風險與機會之措施)		負責人	(修正設計或施工計畫、施工安全衛生設施圖說、規範、預算等)	
a	第一階作業名稱：準備作業												
i	第二階作業名稱：襯砌、支撐損壞狀況檢測												
Aai01	01 測量人員穿戴安全帽、安全鞋、反光背心、安全帶等防護具，以鐵錘、儀器、量尺等進行檢測	墜落	測量人員不慎墜落					否	高處作業確實使用安全帶				OK
ii	第二階作業名稱：修復方案研擬												
Aa ii 01	01 依據工址現況研擬修復方案	NA	--						---				OK
iii	第二階作業名稱：機具/設備/人員依序進場												
Aa iii 01	01 積載型起重機或軌道起重機及載具等將施工架、機具設備、先期使用材料等載運進場 02 先期作業人員進場	物體飛落	吊掛物飛落砸傷人員					否	1. 機具、設備裝載應確實固定 2. 機具設備運輸應注意交通安全 3. 車輛停駐應設置輪檔、防止滑動				OK
		被撞	機具車輛不慎撞擊人員					否	1. 指派交通引導員引導車輛機械進出 2. 車輛確實裝設並開啟行車視野輔助系統、轉向及倒車警報裝置等				OK
iv	第二階作業名稱：交通維持(管制)設施												
Aa iv 01	01 作業人員配合積載型起重機(或軌道載具)佈設交維(或管制)設施	被撞	吊掛物撞擊作業人員					否	1. 指派指揮監督人員 2. 起重吊掛作業應由合格操作手、				OK

四、隧道設施維護作業施工風 險評估



4.1 隧道設施維護作業流程

4.2 隧道設施維護作業拆解(例)

第一階作業	第二階作業	作業步驟
a 準備作業	i 機具、設備、人員進場	01積載型起重機或軌道起重機及載具等將施工架、機具設備、使用材料等載運進場 02作業人員進場
	ii 交通維持(管制)設施佈設	01作業人員配合積載型起重機(或軌道載具)佈設交維(或管制)設施
	iii 開關箱、控制盤上鎖	01於開關箱、控制盤等處掛設「維修作業中」警示牌，並上鎖管制，避免誤啟動
	iv 施工架組立(高空工作車)	01施工架組配作業主管指揮勞工進行施工架組立
b. 通風、照明、交控等設施維修	i 通風機清潔、保養	01作業人員於高空工作車持手工具進行通風機清潔、保養 02作業人員於高空工作車配合起重機進行通風機拆換作業
	ii 燈具換裝	01作業人員於高空工作車持手工具進行燈具換裝作業
	iii 交控、通訊設施維修	01作業人員於高空工作車持手工具、儀器進行CMS、LCS等交控設備及緊急電話、漏波電纜、擴音器等(無)線通訊、廣播系統測試、維修
	iv 監測設備維修	01作業人員於高空工作車持手工具進行CO、NOx等氣體及能見度偵測設備檢測、維修
	v 電力供應系統維修	01作業人員穿戴防護具持手工具、儀器進行發電機、配電盤、供電纜線等設備維修
c. 排水系統維修	i 排水溝清淤	01作業人員配合清溝機進行水溝清淤作業
	ii 排水管路檢修	01作業人員持手工具進行排水管、控制閥等檢查、換修作業
d. 隧道壁面清洗、油漆	i 高壓水清洗	01作業人員站立於隧道路面以高壓沖洗進行壁面清洗
	ii 油漆、彩繪	01作業人員站立於高空工作車進行隧道壁面油漆、彩繪
e. 工區復原	i 工地臨時設施拆除	01作業人員持手工具拆除施工架等設施 02作業人員配合積載型起重機將交通維持(管制)設施撤離 03作業人員將開關箱、控制盤管制鎖卸除，將警示牌面拆除， 04積載型起重機將拆卸施工架等運離工區
	ii 場地清理	01作業人員持手工具進行場地清理作業
	iii 機具撤離	01施工機具依序駛離工區

4.3 隧道設施維護施工風險評估案例(例)

工程名稱：

分項工程：**A** 通風、排水、照明等設施維修

評估日期：

作業條件	作業環境	隧道		防護設施	工程控制	施工架等						
	機具設備	高空工作車、積載型起重機、平板車、小貨車等			管理控制	職業安全衛生管理組織及業務主管、營造作業主管(施工架組配等)、勤前教育、安全作業標準、自主檢查等						
						個人防護具	安全帽、安全鞋、反光背心、背覆式安全帶、口罩、電工用安全帽及絕緣手套等					
作業內容			風險辨識		風險分析		風險評量	風險處理				
編號	作業步驟(作業方法、程序、工具、材料等)	危害類型	可能之風險狀況 (風險來源、起因、事件、可能後果等)	可能性	嚴重度	風險值	風險等級	風險可否接受	風險對策		執行成果摘紀	成效確認
									(處理風險與機會之措施)		負責人	(修正設計或施工計畫、施工安全衛生設施圖說、規範、預算等)
a	第一階作業名稱：準備作業											
i	第二階作業名稱：機具、設備、人員進場											
	01 積載型起重機或軌道起重機及載具等將施工架、機具設備、使用材料等載運進場 02 作業人員進場	物體飛落	吊掛物飛落砸傷人員					否	1. 機具、設備裝載應確實固定 2. 檢查確認起重機一機三證，吊掛鋼索、吊鉤等均符合規定 3. 作業範圍圍管制			OK
		被撞	機具車輛不慎撞擊人員					否	1. 指派交通引導員引導車輛機械進出 2. 車輛確實裝設並開啟行車視野輔助系統、轉向及倒車警報裝置等			OK
ii	第二階作業名稱：交通維持(管制)設施佈設											
	01 作業人員配合積載型起重機(或軌道載具)佈設交維(或管制)設施	被撞	吊掛物撞擊作業人員					否	1. 指派指揮監督人員 2. 車輛確實裝設並開啟行車視野輔助系統、轉向及倒車警報裝置等			OK
iii	第二階作業名稱：開關箱、控制盤上鎖											
	01 於開關箱、控制盤等處掛設「維修作業中」警示牌，並上鎖管制，避免誤啟動	感電	作業人員不慎感電					否	指派電氣專業人員穿戴電工專用安全帽、絕緣手套等作業			OK