

圖 4.6-4 代表性露頭相片

A. 露頭 a

約位於隧道南下線里程 81k+816 附近，座標：255384，2751221，出露以紅棕色至黃棕色礫石層為主，顆粒大小約 5-30 cm，地層呈顆粒支撐夾基質支撐，礫石排列方向性不明顯；(詳圖 4.6-4 照片 a)。

B. 露頭 b

約位於隧道南下線里程 81k+853 附近，座標：255350，2751199，出露以紅棕色至黃棕色礫石層為主，顆粒大小約 5-50 cm，圓形 (rounded) 至次圓形 (sub-rounded)，地層深度約 1 m 呈顆粒支撐，其下方 2 m 呈基質支撐，礫石排列方向性及層理均不明顯；(詳圖 4.6-4 照片 b)。



C. 露頭 c

約位於隧道南下線里程 81k+750 附近，座標：255395，2751221，出露以紅棕色至黃棕色礫石層為主，顆粒大小約 3-20 cm，最大可達 1 m，呈基質支撐，礫石排列方向性及層理均不明顯；(詳圖 4.6-4 照片 c)。

D. 露頭 d

約位於隧道北上線里程 84k+400 (隧道南口) 東南側附近，座標：253512，2749394，出露以紅棕色至黃棕色礫石層為主，顆粒大小約 3-30 cm，呈顆粒支撐，礫石排列方向性及層理均不明顯；(詳圖 4.6-4 照片 d)。

E. 露頭 e

約位於隧道北上線里程 84k+300 東南附近，座標：253581，2749444，出露以紅棕色至黃棕色礫石層為主，顆粒大小約 5-40 cm，呈顆粒支撐，礫石排列方向性及層理均不明顯。

F. 露頭 f

約位於隧道北上線里程 84k+050 東南側附近，座標：253790，2749562，出露以紅棕色至黃棕色礫石層為主，地表至深度 40 cm，顆粒大小約 3-15 cm，呈顆粒支撐，深度 40-140 cm 以下，呈基質支撐，礫石排列方向性及層理均不明顯。

初步分析研判，地表最上層為數十公分至 1.5 m 左右之紅土層，其間含夾礫石甚少；下方為紅棕色或黃棕色之礫石層，粒徑大小由上往下略有增加趨勢，主要約在 5~20 cm 左右，較大粒徑約在 60~100 cm，但整體分布數量較少；淘選度差，礫石排列方向性及層理均不明顯。

由鑽探及中壢地質圖幅說明書等資料分析，紅土礫石層厚度約在 10~20 m 之間，因此，除隧道洞口邊坡外，隧道路線所穿經地層應屬楊梅層之砂岩與泥岩，地表之紅土礫石對隧道之影響僅局限於洞口段。

(2) 地質鑽探及試驗

布置於隧道段及洞口附近之地質鑽孔為 BH-44~BH-52，共計 9 孔，總深度 520 m。本區段除進地表至深度 10~15 m 為表土 (覆蓋層) 或店子湖層之紅土、礫石層外，主要以楊梅層照門段之不同比例之砂岩、泥岩的互層或夾層所組成，岩性間常呈漸變轉換，岩性界線不甚明顯。



A. BH-44

孔口高程為 127.18 m；深度 0~8 m 為紅土礫石層，屬店子湖層。8~60 m 由楊梅層照門段之砂岩夾泥岩所組成。

B. BH-45

孔口高程為 167.63 m；深度 0~9.27 m 為紅土礫石層，屬店子湖層。9.27-60 公尺由楊梅層照門段之泥質砂岩偶夾泥岩薄層所組成。

C. BH-46

孔口高程為 171.27 m；深度 0~13 m 為紅土礫石層，屬店子湖層。13~60 m 由楊梅層照門段之砂岩夾泥岩所組成，其中深度 42~52.5 m 夾粗粒砂岩。

D. BH-47

孔口高程為 165.69 m；深度 0~11.27 m 為紅土礫石層，屬店子湖層。11.27~60m 由楊梅層照門段之砂岩或泥岩互層所組成。

E. BH-48

孔口高程為 152.91 m；深度 0~11 m 為紅土礫石層，屬店子湖層。11~60 m 由楊梅層照門段之泥質砂岩夾泥岩所組成。

F. BH-49

孔口高程為 154.27 m；深度 0~12.26 m 為紅土礫石層，屬店子湖層。12.26~60m 由楊梅層照門段之泥質砂岩或泥岩互層所組成。

G. BH-50

孔口高程為 139.05 m；深度 0~10.19 m 為紅土礫石層，屬店子湖層。10.19~23.55 m 以楊梅層照門段之泥質砂岩為主；23.55~60 m 以楊梅層照門段之砂岩夾泥岩或砂泥岩互層所組成。

H. BH-51

孔口高程為 125.69 m；深度 0~10 m 為紅土礫石層，屬店子湖層。10~32.25 m 以楊梅層照門段之砂岩為主；32.25~60 m 由楊梅層照門段之泥質砂岩所組成。

I. BH-52

孔口高程為 123.82 m；深度 0~10.9 m 為紅土礫石層，屬店子湖層。10.9~40 m 由楊梅層照門段之泥質砂岩偶夾薄層砂岩所組成。



由鑽探岩心及相關試驗成果初步評估，隧道將遭遇膠結極為疏鬆軟弱之砂岩與低強度之泥岩所組成之地層，本次鑽探所得之岩心樣品試驗之單壓強度普遍低於 10 kg/cm^2 ，甚至有低至約 0.5 kg/cm^2 之單壓強度，為極弱岩，遇水極易弱化，初步評估所遭遇之地層其力學性質可以視為工程土壤，隧道路線雖與褶皺構造（湖口背斜）相交，但因岩體極為軟弱，隧道施工時所遭遇地質問題，將以材料破壞為主，地質構造之影響相對輕微。

初步研判隧道沿線應無擠壓性、膨脹性、湧水性、有害性氣體、地熱、岩爆、斷層等各類特殊地質分布；隧道北口（81k+600）至里程約 81k+659 將遭遇礫石層為主之地層，且為洞口段及淺覆蓋段（覆蓋深度約 20 m 以內）應注意地表水下滲造成礫石層基質軟化鬆動所造成之地質災害；里程 81k+659~82k+273 所遭遇地層推估為砂岩夾泥岩或砂泥岩互層所形成之地層，頂拱上方覆蓋深度約 30~50 m，鄰近之 BH-45 鑽孔岩心有多段銹染現象，可能有局部水包存在；里程 82k+273~394，可能遭遇較粗粒之砂岩層，孔隙相對較大，推估地下水量為濕~滴水；里程 82k+394~83k+955，覆蓋深度均在 50 m 左右，地層岩性以砂岩夾泥岩或砂泥岩互層為主，鑽孔岩心亦有 3 層以上之銹染風化現象，可能有局部水包存在；里程 83k+955~84k+350，所遭遇岩性以泥質砂岩為主，覆蓋深度約在 40 m 以內，岩體強度、透水性偏低；里程 84k+350~515，覆蓋深度在 30~40 m 之間，岩性以砂岩為主，多有風化銹染，地下水量可能偏大，約在濕~滴水之間；里程 84k+515~606 所遭遇地層以泥質砂岩為主，與里程 83k+955~84k+350 相類似，但本區段頂拱上方覆蓋深度僅約小於 20 m，上方岩盤厚度可能在 10 m 左右，岩盤成拱效應可能較差；里程 84k+606~700（南口）將遭遇礫石層為主之地層，屬洞口淺覆蓋段，應注意地表水下滲造成礫石層基質軟化鬆動所造成之地質災害。

4. 隧道沿線地電阻探查

本計畫於隧道南北兩段洞口位置各施作 1 條長 500 公尺的地電阻影像剖面測線，目的為了解隧道洞口段地電阻率構造特性，推測地層性質，並搭配地質鑽探成果進行判釋，作為後續詳查及規劃之參考，測線布置位置見圖 4.6-5 及圖 4.6-6。

本案共計完成 2 條地電阻影像剖面（RIP），編號為 RIP-1 及 RIP-2，長度各 500 公尺，總長度 1000 公尺。測線位置資料如表 4.6-1。

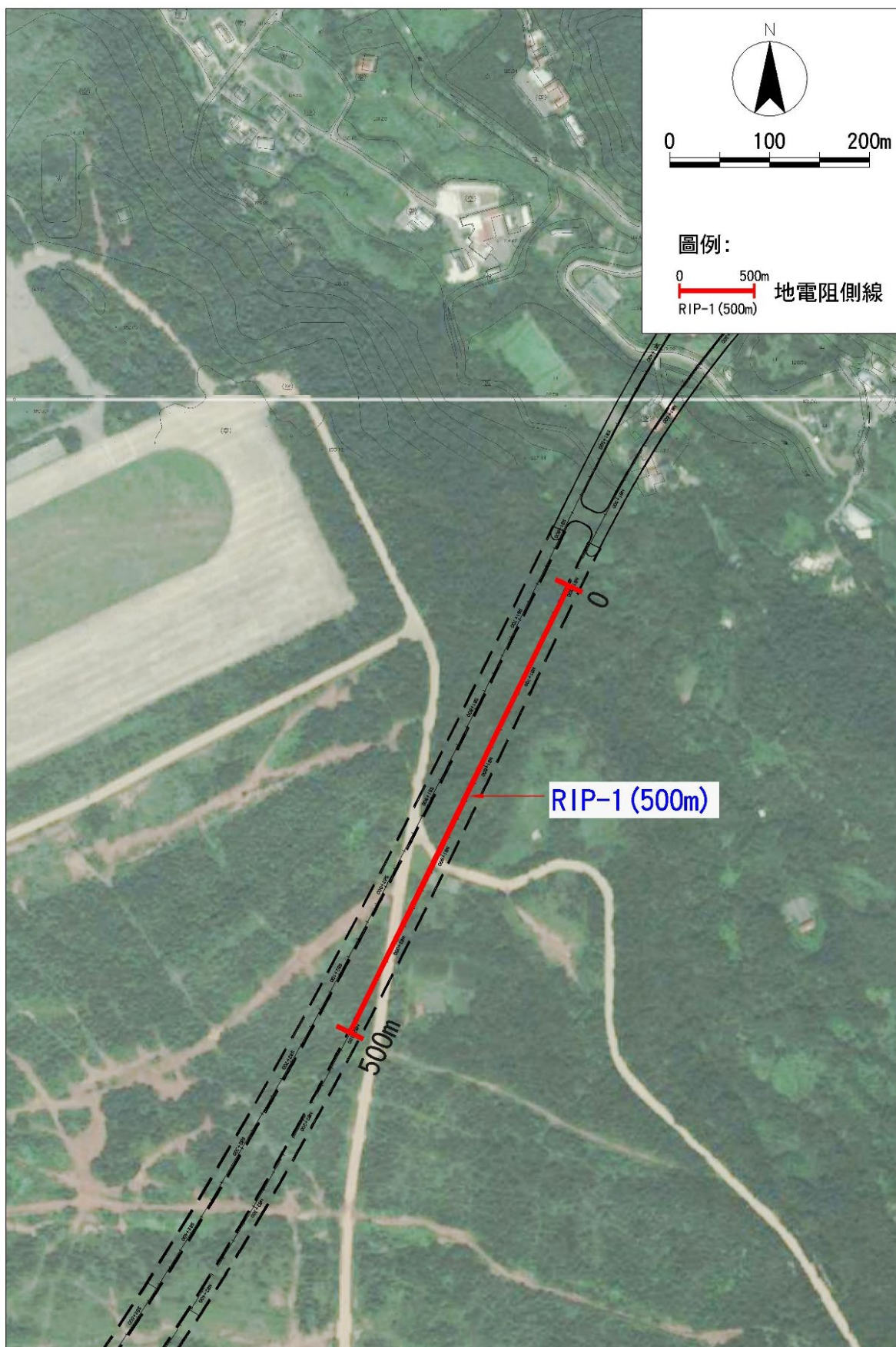


圖 4.6-5 隧道北口地電探勘測線位置圖

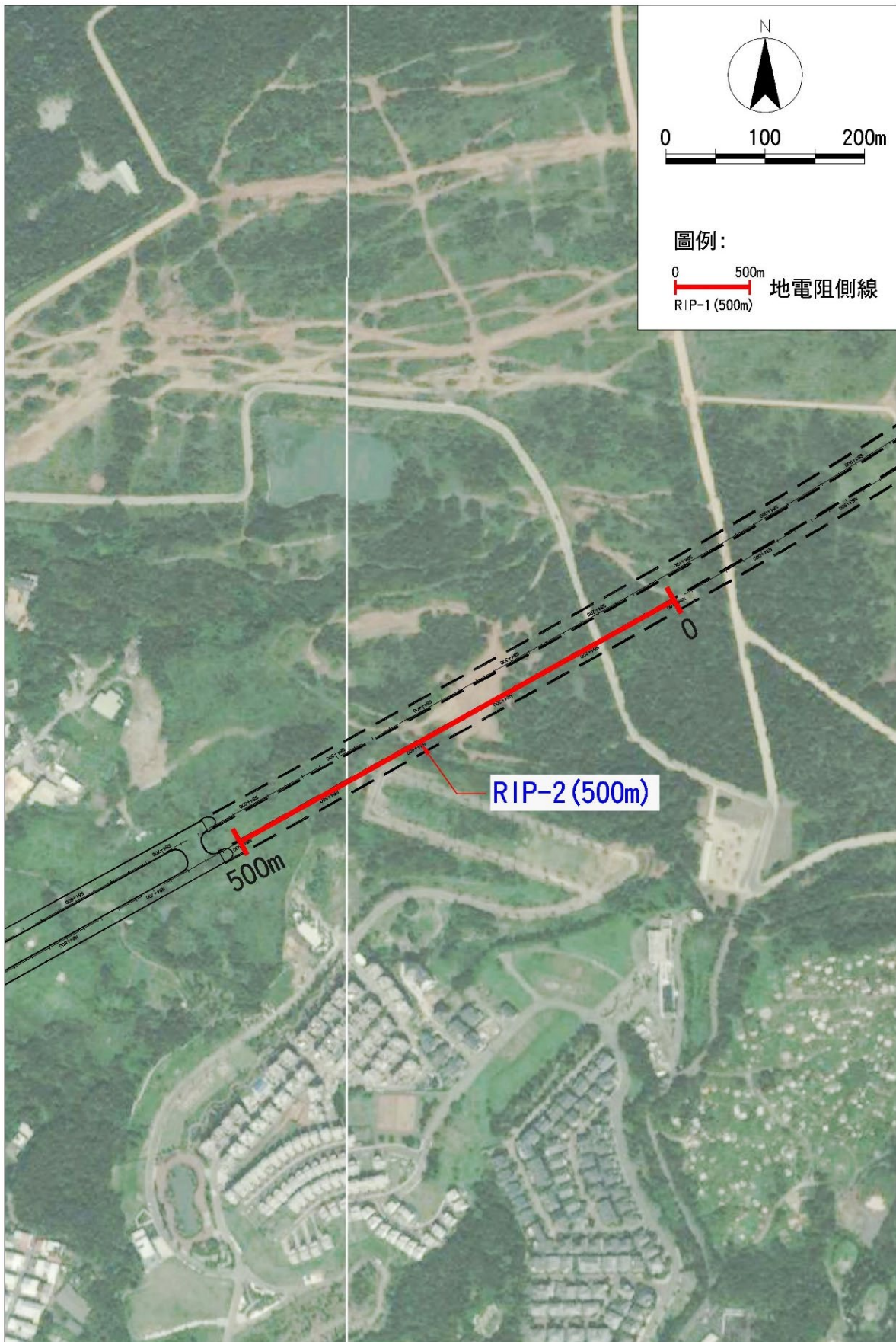


圖 4.6-6 隧道南口地電探勘測線位置圖

表 4.6-1 地電阻影像剖面探測測線位置一覽表

測線編號	調查目的	測線長度 (m)	座標 (TWD97)		
				E	N
RIP-1	利用電性地層特徵推測地層分布特性。	500	起	255455	2751424
			訖	255235	2750975
500		起	253840	2749587	
		訖	253403	2749344	

共計完成 2 條地電阻影像剖面 (RIP)，總長度 1000 公尺，電極間距為 10 公尺。

沉積岩地層的電性特徵和岩體組成顆粒粗細有關，粗顆粒呈現高地電阻率，細顆粒則為低地電阻率。地質資料顯示測線附近主要岩性為砂岩及泥岩，表層則為紅土礫石，根據既有地質、鑽探資料與地電阻影像剖面逆推結果，針對測線 RIP-1 及 RIP-2 說明如下：

測線 RIP-1 長度為 500 m，電極間距為 10 m，電壓降曲線如圖 4.6-7，測線里程 330 m 處為人工建物，測線里程 420~440 m 處為道路，受人造物影響電壓降曲線局部凸出高起，資料品質略差，其它電極整體線形皆屬平順，資料品質佳，趨勢明顯。

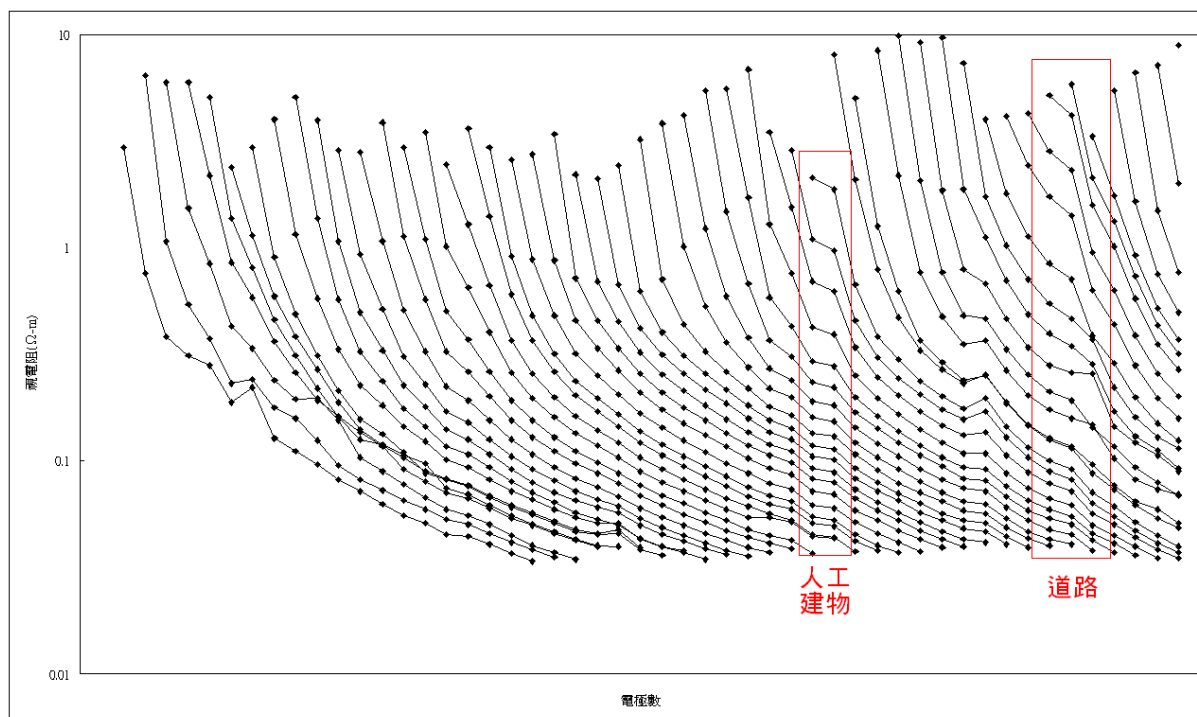
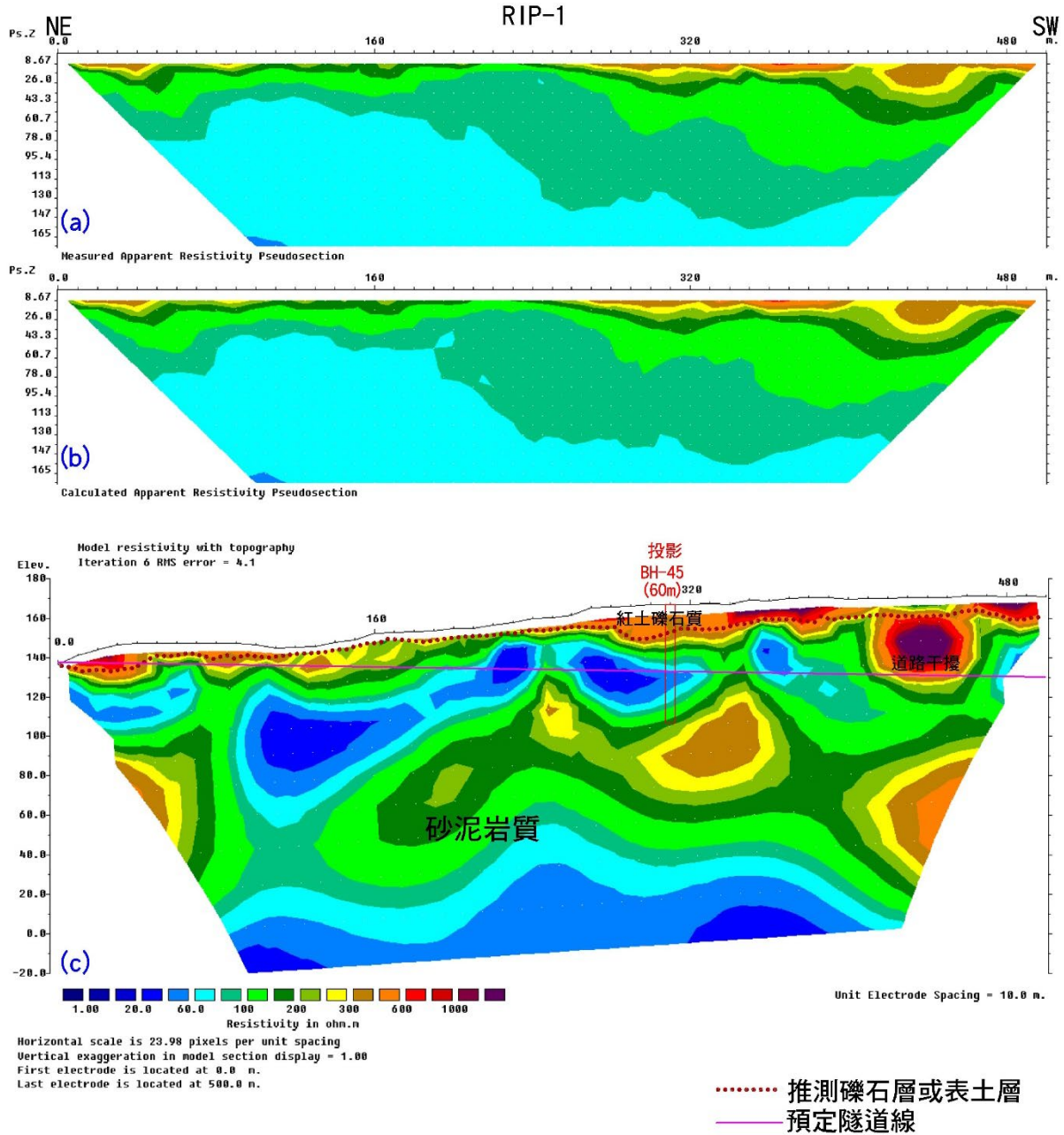


圖 4.6-7 RIP-1 原始電壓降曲線圖

探測成果如圖 4.6-8 所示，圖 7.2-8 (a) 擬似剖面的視電阻率整體呈水平分布，略呈現上高下低、右高左低趨勢，視電阻率分布為 40~800 $\Omega\cdot m$ 不等；圖 7.2-8 (c) 為逆推解釋結果，測線里程 420~440 m 處為道路，逆推資料受人造物干擾，導致電阻率分布趨勢與其它位置相反，呈現上低 (200 $\Omega\cdot m$) 下高 (1200 $\Omega\cdot m$)，導致電阻率局部不連續，影響範圍為測線里程 410~460 m，海拔 130~170 m 處；整體而言，測線表層為一高電阻率層，厚度約 5~15m 不等，主要電阻率為 200~1200 $\Omega\cdot m$ ，此範圍近地表且呈扁平分布，推測為礫石或風化表土層，



表層下部電阻率主要為 20~600 Ω-m，推測以砂泥岩質為主地層，其中電阻率 100~600 Ω-m 區塊推測可能是砂質富集的電阻率特性，若雨水補注，可能局部富集地下水機率較高，電阻率 20~100 Ω-m 區塊推測可能含泥較多，電阻率較低，含有地下水機率較低。



- (a) 量測得的視電阻率擬似剖面。
- (b) 逆推得的視電阻率擬似剖面。
- (c) 逆推解釋結果。

圖 4.6-8 RIP-1 剖面逆推結果圖

測線 RIP-2 長度為 500 m，電極間距為 10 m，電壓降曲線如圖 4.6-9，測線里程 290 m 處為鐵圍籬，測線里程 330~340 m 處為人工建物，受人造物影響電壓降曲線局部凹陷低下，資料品質略差，其它電極整體線形皆屬平順，資料品質佳，趨勢明顯。

探測成果如圖 4.6-10 所示，圖 4.6-10 (a) 擬似剖面的視電阻率整體呈水平分布，略呈現上高下低、左高右低趨勢，視電阻率分布為 40~1000 $\Omega\cdot\text{m}$ 不等；圖 4.6-10 (c) 為逆推解釋結果，測線里程 290 及 330~340 m 處有人為鐵製品，逆推資料受人造物干擾，下方呈現縱向的電阻率低下情況，電阻率約 10~40 $\Omega\cdot\text{m}$ 不等；整體而言，測線表層為一高電阻率層，厚度約 5~16m 不等，主要電阻率為 200~1200 $\Omega\cdot\text{m}$ ，此範圍近地表且呈扁平分布，推測為礫石或風化表土層；測線里程 0~70 及 210~280 m，海拔 90~120 m 處有兩高電阻區，電阻率 300~600 $\Omega\cdot\text{m}$ ，推測是局部砂岩富集區塊，由於上覆為礫石，整體電阻率有偏高趨勢；表層下部電阻率主要為 20~800 $\Omega\cdot\text{m}$ ，推測以砂泥岩質為主地層，其中電阻率 100~600 $\Omega\cdot\text{m}$ 區塊可能是砂質富集的電阻率特性，若雨水補注，可能局部富集地下水機率較高，電阻率 20~100 $\Omega\cdot\text{m}$ 區塊推測可能含泥較多，電阻率較低，含有地下水機率較低。

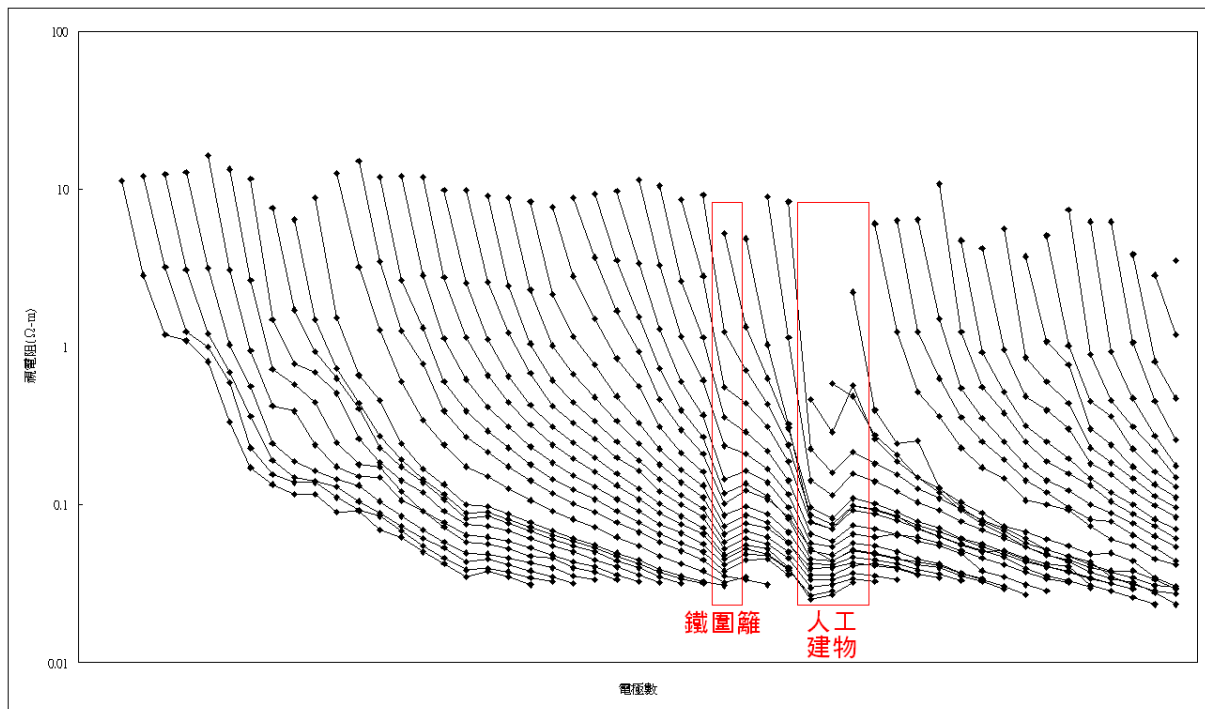
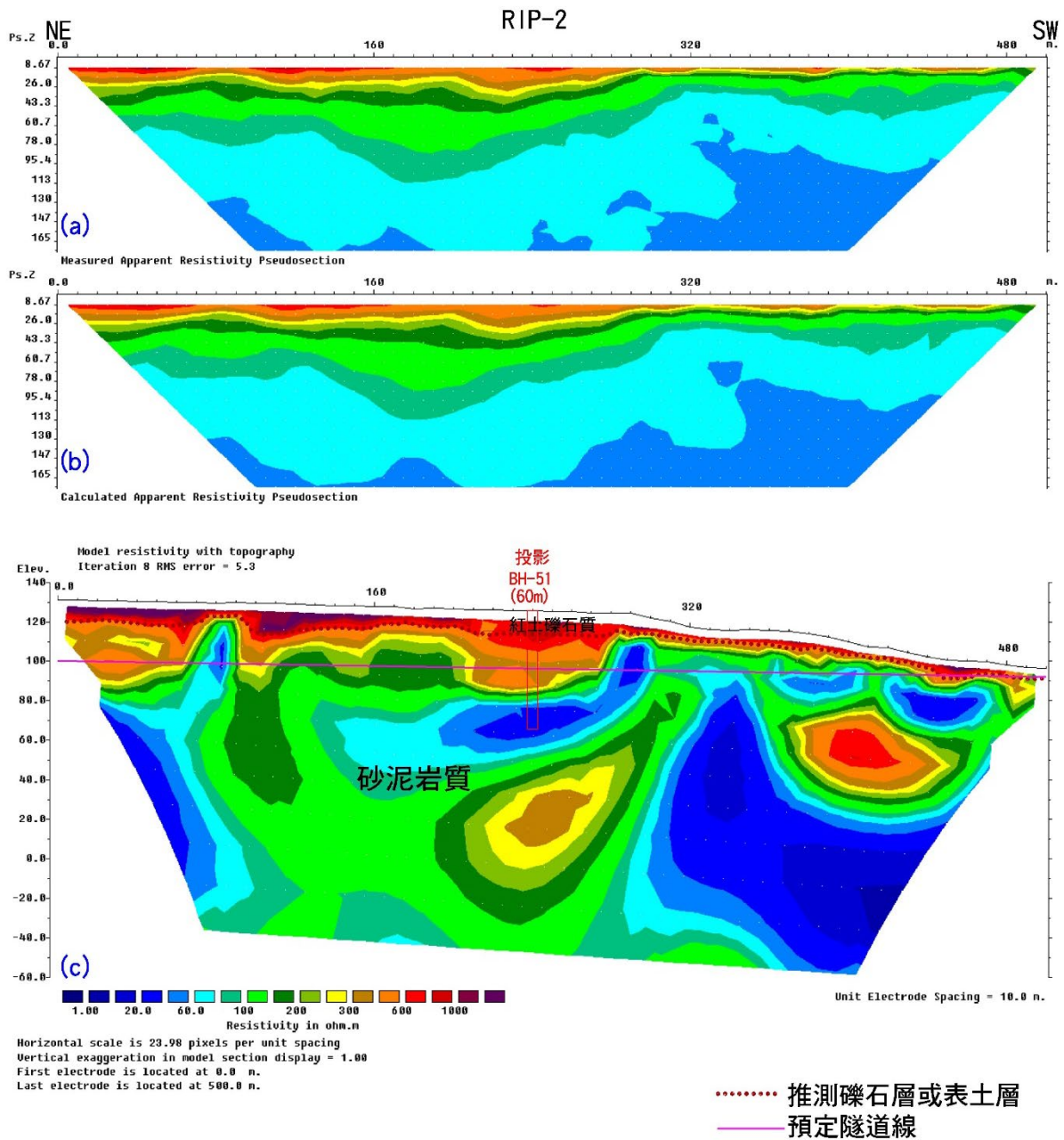


圖 4.6-9 RIP-2 原始電壓降曲線圖



- (a) 量測得的視電阻率擬似剖面。
- (b) 逆推得的視電阻率擬似剖面。
- (c) 逆推解釋結果。

圖 4.6-10 RIP-2 剖面逆推結果圖



本次探勘位於湖口台地，測線位置沒有特殊地質構造，除局部砂岩富集和人造物干擾相異外，剖面相似性高，將探勘結果整理綜述如下：

- (1) RIP-1 測線里程 420~440 m 處逆推資料受道路干擾，呈現上低（200 Ω -m）下高（1200 Ω -m）分布，與兩側電阻率不連續，影響範圍為測線里程 410~460 m，海拔 130~170 m 處。
- (2) RIP-2 測線里程 290 及 330~340 m 處逆推資料受人為鐵製品干擾，下方呈現縱向的電阻率低下情況，電阻率約 10~40 Ω -m 不等。
- (3) RIP-2 測線里程 0~70 及 210~280 m，海拔 90~120 m 處有兩高電阻區，電阻率 300~600 Ω -m，推測是局部砂岩富集區塊，由於上覆為礫石，整體電阻率有偏高趨勢。
- (4) 兩測線表層都存在一高電阻率層，厚度約 5~16 m 不等，呈扁平分布，推測為礫石或風化表土層。
- (5) 兩測線表層下部電阻率主要為 20~800 Ω -m 不等，推測以砂泥岩質為主地層，其中電阻率 100~600 Ω -m 區塊可能是砂質富集的電阻率特性，若雨水補注，可能局部富集地下水機率較高，電阻率 20~100 Ω -m 區塊推測可能含泥較多，電阻率較低，含有地下水機率較低。

5. 隧道洞口破壞機制

隧道南北兩端洞口位置均為茂盛之雜林或竹林及芒草等植生所覆蓋，無良好露頭出露，由現場觀察似仍為礫石層分布，另根據地電阻影像剖面（RIP）成果研判，隧道北洞口附近為一層厚約 5~10 m 之高電阻率（400-1200 Ω -m）地層，應屬紅土礫石層；南洞口附近亦為高電阻率地層，厚度較小約為 3~5 m。因此初步評估隧道南北兩洞口均將遭遇紅土礫石所形成之邊坡，南洞口有可能於隧道下半部遭遇風化之砂岩層。

近地表之淺部 1 m 左右應以紅土為主，局部偶夾少量小礫石，其下則為礫石為主之地層，野外調查所見，本區域礫石層多為顆粒之支撐，粒徑由 5~10 cm，往下有漸增之趨勢。因屬未膠結之複合材料地層，推估主要可能破壞機制為材料破壞，參考鄰近高速鐵路以往之施工經驗，紅土礫石材料於低含水量狀態下，其自立性大致良好，可形成陡坡，但在高含水量狀態下，其強度及自立性將急遽減低，尤其在顆粒間之基質被沖刷淘空後，易造成規模不等之崩塌破壞，於洞口邊坡整治及隧道開挖時應特別注意。

由於隧道南北洞口均位於以紅土礫石為主之邊坡，受制於地質條件均屬於複合材料型態，而非具層面、節理等不連續面之岩體，因此研判隧道洞口主要破壞機制以圓弧形之材料破壞為主要行為模式，不屬於層面節理所造成之平面滑動或楔形破壞模式。且由鑽取岩心觀察，隧道將遭遇之岩盤均屬楊梅層照門段之泥質砂岩或泥岩等不同比例之夾層或互層所組成，岩性多呈漸變式轉換，呈厚層塊狀之岩體，層理及節理均不甚明顯，數量亦少，再加上



岩體強度極為軟弱，研判洞口段破壞模式亦屬於材料破壞為主，地層內之含水量將成隧道洞口（段）之最重要穩定與否之因素。

6. 隧道岩體分類

由於隧道沿線所遭遇之岩體強度極低，岩石材料強度多小於 1MPa，局部為 1~5 MPa，洞口邊坡及洞口段屬紅土礫石層，根據工程會 PCCR 岩體分類分屬 C、D 岩類，評分標準表詳如表 4.6-2。根據鑽探初步成果，本區域地層岩性由地表往下依序為紅土礫石層、膠結疏鬆/高度風化砂岩及泥岩，鑽探施工中均未量得地下水位，於隧道範圍內共有 BH-46、BH-50 及 BH-52 等 3 孔埋設水位觀測井，根據量測成果顯示於施測期間地下水位甚為穩定變化極小，BH-46 鑽孔平均地下水位位於地表下 29.2 m（高程 142.07 m），BH-50 鑽孔平均地下水位位於地表下 47.59 m（高程 91.46 m），BH-52 鑽孔平均地下水位位於地表下 33.4 m（高程 90.42 m），另參考地電阻影像剖面（RIP）探測成果，洞口附近含地下水機率較低，但由鑽探岩心觀察，各鑽孔由地表至孔底多有數層岩心呈風化銹染現象，研判應屬地下水流通所造成，但各鑽孔銹染深度、層數變化差異大，推估乃受透水性較高之砂岩及透水性較低之泥岩分布所控制，隧道主要穿經之店子湖層常可見砂岩層之透鏡體或尖滅等現象，因此造成地下水分布較不規則，但近地表之第一層風化銹染層，深度約在 8~33 m 之間，隧道中段較淺，台地兩側較深，可能為自由地下水層分布位置，與 3 孔水位觀測井量測成果比較，整體趨勢雷同，但深度存有差異，研判因水位觀測井埋設深度均位於孔底，所測得之地下水位受不同地下水層之影響所致。

洞口段局部將遭遇紅土礫石層，屬 D 岩類地層，膠結程度不佳，塊石、粗顆粒含量小於 75%，研判屬於 D III（M）岩體。隧道主要穿經膠結疏鬆軟弱之泥岩，另受湖口背斜影響，隧道南北兩端局部為中至高度風化膠結疏鬆砂岩，初步研判泥岩之沉泥、黏土含量大於 50%，屬 C II（C）岩體，砂岩之砂含量大於 50%，屬 C II（S）岩體，局部可能有少量膠結較佳之砂岩、泥岩，分別屬於 C I（S）及 C I（C）岩體。初步推估隧道沿線工程地質評分詳見圖 7.2-11，各類岩體佔隧道長度百分比分別為：C I（C）約佔 9.91%，C I（S）約佔 18.62%，C II（C）約佔 39.18%，C II（S）約佔 26.97%，D III（M）約佔 1.52%，南北兩洞口段亦屬 D III（M）岩體。



表 4.6-2 C、D 岩類之岩體分級標準表

岩體級別		分級標準	
		膠結程度	地質材料組成
C 岩類	C I (C)	膠結程度良好或尚可 (大拇指無法壓出凹痕)	沉泥、黏土含量>50%
	C I (MIX)		砂、沉泥、黏土、礫石交雜 個別含量均未超過 50%
	C I (S)		砂含量>50%
	C II (C)	膠結程度不佳或疏鬆 (大拇指可壓出凹痕)	沉泥、黏土含量>50%
	C II (MIX)		砂、沉泥、黏土、礫石交雜 個別含量均未超過 50%
	C II (S)		砂含量>50%
D 岩類	D I (G)	膠結程度極佳 (需以地質錘用力敲 方能將塊石或礫石敲落)	塊石、粗顆粒(大於 4 號篩)之 含量>75%或相互接觸
	D I (M)		塊石、粗顆粒(大於 4 號篩)之 含量 50% ~ 75%或相互不接觸
	D II (G)	膠結程度良好或尚可 (需以地質錘方能將 塊石或礫石敲落)	塊石、粗顆粒(大於 4 號篩)之 含量>75%或相互接觸
	D II (M)		塊石、粗顆粒(大於 4 號篩)之 含量 50% ~ 75%或相互不接觸
	D III (G)	膠結程度不佳或疏鬆 (以手即可將塊石或礫石剝 落)	塊石、粗顆粒(大於 4 號篩)之 含量>75%或相互接觸
	D III (M)		塊石、粗顆粒(大於 4 號篩)之 含量 50% ~ 75%或相互不接觸

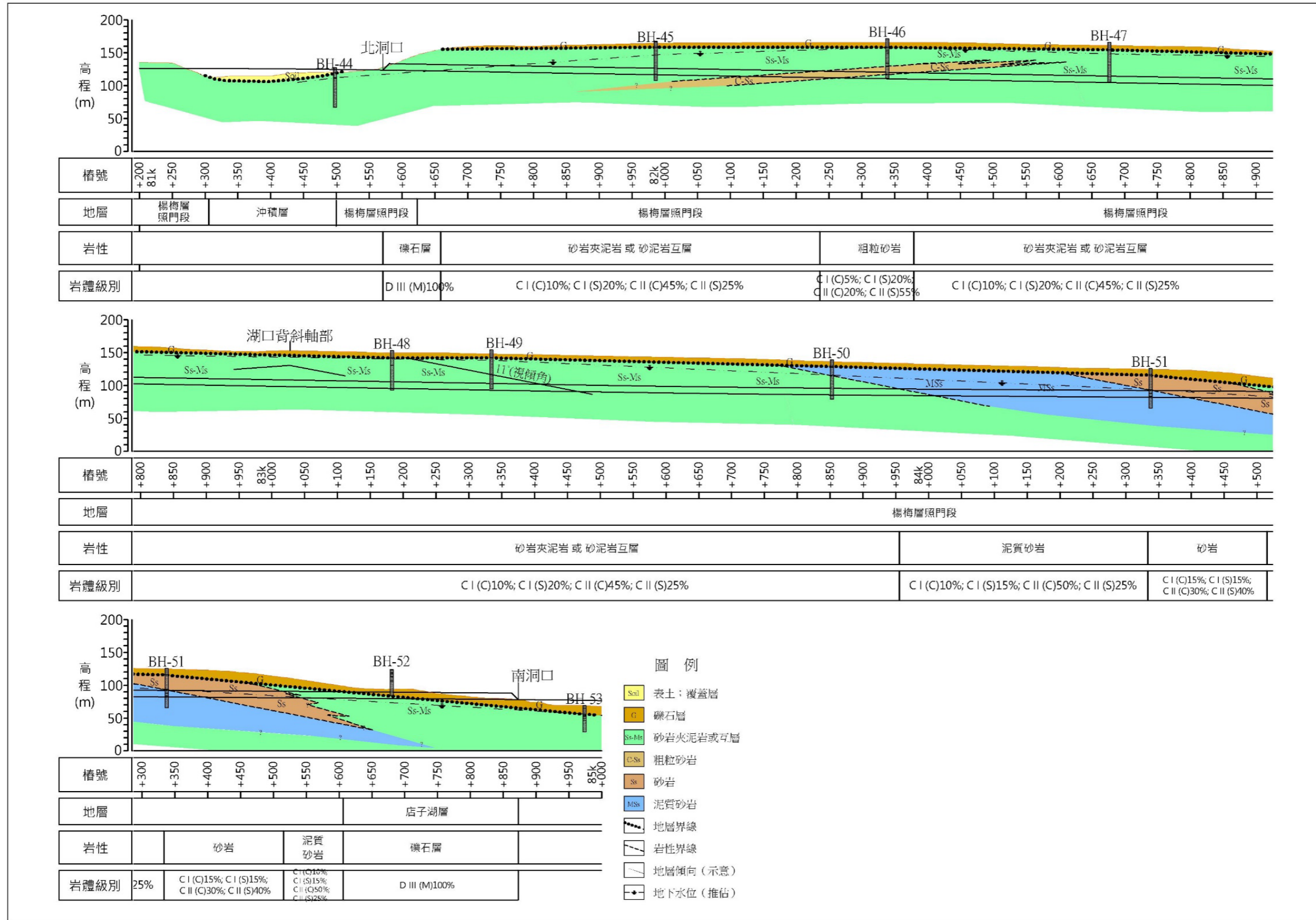


圖 4.6-11 工程地質評分結果



7. 隧道工程參數分析建議

影響岩體強度、變形性之因子包括：地層、岩性、單壓強度、地質強度指標（GSI）及覆蓋深度等，因此岩體參數將出現相當多之排列組合。本隧道沿線分析用之岩體參數採用 Hoek and Brown（2002）之建議，利用 RocLab 程式轉換為岩體（rock mass）之材料強度參數，藉由岩心單壓強度、GSI 評分、岩體性質以及隧道開挖擾動程度等條件，進行岩盤與岩心的尺度關係進行參數評估，以獲得較能反映現地狀況之材料參數進行分析，確保開挖支撐分析的合理性。依據地質鑽探岩心成果，評估地質強度指標（Geological strength index, GSI）分別以 45、35、25 進行評估。泥岩、泥質砂岩與砂岩性參數 m_i 分別設為 4、13、17（參考表 4.6-3）；岩體開挖擾動係數 D 根據現場採用機械開挖，參考表 4.6-3 設 D 值皆為 0.2；MR 值之決定係依照本區段岩性為泥岩、泥質砂岩、砂岩，並參考 Hoek and Brown（2002）所建議之值選取，如表 4.6-4 所示，岩心單壓強度係參考施國欽等（1994）針對相同地層（楊梅層）之單壓強度統計平均值決定。

由前述相關參數利用 RockLab 程式轉換計算得到類岩盤摩擦角、凝聚力及變形模數，參數分析整理如表 4.6-6 所示。紅土礫石層則依據「台灣地區中北部卵礫石層工程性質及施工探討」（張吉佐等人，1996）蒐集台灣地區軟礫石層材料特性（表 4.6-7）中與本案相似地質條件之地區評估其材料參數。



表 4.6-3 岩性參數 m_i 值評估表 (Hoek and Brown, 2002)

Rock type	Class	Group	Texture					
			Coarse	Medium	Fine	Very fine		
SEDIMENTARY	Clastic	Conglomerates* (21 ± 3)				Sandstones 17 ± 4	Siltstones 7 ± 2	Claystones 4 ± 2
		Breccias (19 ± 5)					Greywackes (18 ± 3)	Shales (6 ± 2) Marls (7 ± 2)
	Non-Clastic	Carbonates	Crystalline Limestone (12 ± 3)	Sparitic Limestones (10 ± 2)	Micritic Limestones (9 ± 2)	Dolomites (9 ± 3)		
		Evaporites		Gypsum 8 ± 2	Anhydrite 12 ± 2			
Organic					Chalk 7 ± 2			
METAMORPHIC	Non Foliated		Marble 9 ± 3	Hornfels (19 ± 4) Metasandstone (19 ± 3)	Quartzites 20 ± 3			
	Slightly foliated		Migmatite (29 ± 3)	Amphibolites 26 ± 6				
	Foliated**		Gneiss 28 ± 5	Schists 12 ± 3	Phyllites (7 ± 3)	Slates 7 ± 4		
IGNEOUS	Plutonic	Light	Granite 32 ± 3 Granodiorite (29 ± 3)	Diorite 25 ± 5				
		Dark	Gabbro 27 ± 3 Norite 20 ± 5	Dolerite (16 ± 5)				
	Hypabyssal		Porphyries (20 ± 5)		Diabase (15 ± 5)	Peridotite (25 ± 5)		
	Volcanic	Lava		Rhyolite (25 ± 5) Andesite 25 ± 5	Dacite (25 ± 3) Basalt (25 ± 5)	Obsidian (19 ± 3)		
		Pyroclastic	Agglomerate (19 ± 3)	Breccia (19 ± 5)		Tuff (13 ± 5)		

* Conglomerates and breccias may present a wide range of m_i values depending on the nature of the cementing material and the degree of cementation, so they may range from values similar to sandstone to values used for fine grained sediments.

** These values are for intact rock specimens tested normal to bedding or foliation. The value of m_i will be significantly different if failure occurs along a weakness plane.

表 4.6-4 開挖擾動係數 D 值評估表 (Hoek and Brown, 2002)






Appearance of rock mass	Description of rock mass	Suggested value of D
	Excellent quality controlled blasting or excavation by Tunnel Boring Machine results in minimal disturbance to the confined rock mass surrounding a tunnel.	$D = 0$
	Mechanical or hand excavation in poor quality rock masses (no blasting) results in minimal disturbance to the surrounding rock mass. Where squeezing problems result in significant floor heave, disturbance can be severe unless a temporary invert, as shown in the photograph, is placed.	$D = 0$ $D = 0.5$ No invert
	Very poor quality blasting in a hard rock tunnel results in severe local damage, extending 2 or 3 m, in the surrounding rock mass.	$D = 0.8$
	Small scale blasting in civil engineering slopes results in modest rock mass damage, particularly if controlled blasting is used as shown on the left hand side of the photograph. However, stress relief results in some disturbance.	$D = 0.7$ Good blasting $D = 1.0$ Poor blasting
	Very large open pit mine slopes suffer significant disturbance due to heavy production blasting and also due to stress relief from overburden removal. In some softer rocks excavation can be carried out by ripping and dozing and the degree of damage to the slopes is less.	$D = 1.0$ Production blasting $D = 0.7$ Mechanical excavation



表 4.6-5 模數比 MR 值評估表 (Hoek and Diederichs, 2006)

Rock type	Class	Group	Texture			
			Coarse	Medium	Fine	Very fine
Sedimentary	Clastic		Conglomerates 300-400 Breccias 230-350	Sandstones 200-350	Siltstones 350-400 Greywackes 350	Claystones 200-300 Shales 150-250 ^a Marls 150-200
	Non-clastic	Carbonates	Crystalline limestones 400-600	Sparitic limestones 600-800	Micritic Limestones 800-1000	Dolomites 350-500
		Evaporites		Gypsum (350) ^b	Anhydrite (350) ^b	
		Organic				Chalk 1000+
Metamorphic	Non-foliated		Marble 700-1000	Hornfels 400-700 Metasandstone 200-300	Quartzites 300-450	
	Slightly foliated		Migmatite 350-400	Amphibolites 400-500	Gneiss 300-750 ^a	
	Foliated ^a			Schists 250-1100 ^a	Phyllites/Mica Schist 300-800 ^a	Slates 400-600 ^a
Igneous	Plutonic	Light	Granite ^c 300-550 Granodiorite ^c 400-450	Diorite ^c 300-350		
		Dark	Gabbro 400-500 Norite 350-400	Dolerite 300-400		
	Hypabyssal			Porphyries (400) ^b	Diabase 300-350	Peridotite 250-300
	Volcanic	Lava		Rhyolite 300-500 Andesite 300-500	Dacite 350-450 Basalt 250-450	
		Pyroclastic	Agglomerate 400-600	Volcanic breccia (500) ^b	Tuff 200-400	

^aHighly anisotropic rocks: the value of MR will be significantly different if normal strain and/or loading occurs parallel (high MR) or perpendicular (low MR) to a weakness plane. Uniaxial test loading direction should be equivalent to field application.

^bNo data available, estimated on the basis of geological logic.

^cFelsic Granitoids: coarse grained or altered (high MR), fined grained (low MR).



表 4.6-6 工程參數評估表

參數 岩性	單壓 強度 (MPa)	GSI	m_i	D	ν	岩覆 (m)	單位重 (MN/m ³)	岩體凝聚 力 (kPa)	岩體摩 擦角 (°)	變形模 數 (MPa)
泥岩	2.71	45	4	0.2	0.3	30	0.02	50	26.93	112.9
	2.71	35	4	0.2	0.3	30	0.02	38	23.73	57.9
	2.71	25	4	0.2	0.3	30	0.02	29	20.3	32.2
泥質 砂岩	3.01	45	13	0.2	0.3	40	0.025	99	33.65	138
	3.01	35	13	0.2	0.3	40	0.025	82	30.28	70.74
	3.01	25	13	0.2	0.3	40	0.025	65	26.73	39.4
砂岩	3.3	45	17	0.2	0.35	30	0.021	84	40.31	151.2
	3.3	35	17	0.2	0.35	30	0.021	69	36.83	77.6
	3.3	25	17	0.2	0.35	30	0.021	55	33.03	43.2
紅土 礫石 層	—	—	—	—	—	—	0.019	0~48	25~35	11.76~ 113.68

表 4.6-7 台灣地區卵礫石層材料特性 (張吉佐等人, 1996)

分區	採樣場址	材料比例(%)					礫石材料性質			細料性質					力學性質						參考文獻	
		礫石	砂	沉泥	粘土	現地 密度 t/m ³	統一土壤 分類 (USCS)	比重	吸水率 (%)	q_1 kg/cm ²	比重	L L	P.L	Wn (%)	統一 土壤 分類	C_u kg/cm ²	ϕ_p	C_1 kg/cm ²	ϕ_1	E t/m ²		K_1^* t/m ³
林口 台地分區	南坎山	62	36	2	1.79	-							19		0.84	21°			3300	6250		吉志生, (民國84年)
	南坎山	74	23	3	1.84	-							10		1.33	28°	0.49	25°	11600	22000		吉志生, (民國84年)
	樹林龜山	80-88	8-12	4-8	-	GP-GC									0.15	46°	0	34°	-	-	-	褚炳麟等, (民國78年)
	林口台地	59	19	22	2.00	-									0.45	30°	0.20	28°	1200	1850		林炳森等, (民國77年)
	龜山塔寮坑	58	36	6	2.16	GW-GM							8		0.10	50°	0	35°				中興工程顧問社, (民國81年)
	桃園南坎	52	21	15	1.76	GC							15		0.55	31°	0	31°				中興工程顧問社, (民國81年)
	桃園龜山	-	-	7	-	-							7-10		0.15	46°	0	35°	11000	16000		中興大學, (民國77年)
	樹林龜山	75-85	13-22	3	1		GP	2.68														中興工程顧問社, (民國84年)
	林口台地	76	17	7	1.90	GP-GC GP-GM	2.50	4.5	1350	2.64	23-	8	7	CL.M								經濟部中央調查所, (民國71年); 吳文隆等, (民國84年)**
	苗粟分區	苗粟通霄	89	10	1	0	2.17	GP	2.63					NP	2					25000	41000	3300
苗粟日南	85	12	3	0	2.08	GP	2.65						NP	6					12400	20000	10000	中興工程顧問社, (民國84年)
苗粟大安溪畔	76	20	4	0	2.21	GP-GM	2.66						NP	4					38800	62500	60000	中興工程顧問社, (民國84年)
苗粟三義	70-85	10-20	5-10	-	-										0.15	54°	0	45°				褚炳麟等, (民國78年)
苗粟分區	77-88	8-17	4-6	2.00	GP-GM	2.50	0.4-3.0	600-1450	2.64				3-20									經濟部中央調查所, (民國71年); 吳文隆等, (民國84年)**
台中分區	台中大甲	80	9	7	4	1.97	GP-GM	2.65					18	3	0.30	28°	0.10	28°				中興工程顧問社, (民國84年)
	台中外埔	80	10	7	3	1.96	GP-GM	2.64					24	6	0.30	33°	0.30	29°				中興工程顧問社, (民國84年)
	台中分區	82-91	9-15	0-3	2.10	GP	2.55	1.5-1.9	1200-1900	2.63	19-	7-12	5-11	CL								經濟部中央調查所, (民國71年); 吳文隆等, (民國84年)**
大肚山	台中大肚山	75	10	15	2.10	-							10		0.30	42°	0	42°	39000	75000		中興工程顧問社, (民國84年)
	台中大肚山	84	12	4	2.08	GP							NP	4	0.40	30°	0.40	28°	12500	25000		中興工程顧問社, (民國82年)
	大肚山分區	-	-	-	-	-	2.55	1.28	2000	2.68	23	12	15	CL	0.30	26°	0.24	25°				經濟部中央調查所, (民國73年); 吳文隆等, (民國84年)**
八卦山分區	彰化芬園	72	22	4	2.29	GP-GM							NP	3	0.20	37°	0	32°	4350	7000		中興工程顧問社, (民國83年)
	彰化芬園	65	30	3	2.31	GP							NP	3	0.40	37°	0	34°	12000	20000		中興工程顧問社, (民國83年)
	員林東山	68	26	6	2.21	GP-GM							NP	3	0.60	38°	0	37°				中興工程顧問社, (民國81年)
	芬園林厝坑	81	17	2	2.19	GW							NP	5	0.20	42°	0	38°	85000	1E+05		中興工程顧問社, (民國81年)
	八卦山分區						2.54	2.37	1050	2.70	39	14	11-26	CL								經濟部中央調查所, (民國73年); 吳文隆等, (民國84年)**
竹山分區	古坑-大林	83	15	2	2.15	GW							NP	4	0.20	47°	0	47°				中興工程顧問社, (民國82年)
	古坑-大林	81	14	5	2.08	GW-GM							NP	6	0.50	41°	0.20	38°				中興工程顧問社, (民國82年)
	大林竹崎	81	15	4	2.12	GW							NP	6	0.37	29°	0.20	28°				中興工程顧問社, (民國82年)
	古坑-大林	82	15	3	2.39									6	0.40	45°	0	43°				中興工程顧問社, (民國82年)
	大林竹崎	75	13	12	2.18									5	0.20	35°	0.10	31°				中興工程顧問社, (民國82年)
竹山分區						2.59	1.65	1235	2.55													經濟部中央調查所, (民國73年)**

* 地盤反力係數K由再壓曲線割線斜率1/2求得, 再由K值推求力係數。
 ** 其結果綜合不同試驗而得, 其餘則為單一試驗求得。



另蒐集國內隧道案例與本案類似條件之隧道岩體類別資料如表 4.6-8 所示，其中包含台灣高速鐵路之林口隧道、湖口隧道及八卦山隧道群、東西向快速道路八卦山隧道、台灣鐵路新自強隧道以及國道 3 號蘭潭隧道等。

表 4.6-8 彙整國內與本案相似之隧道相關資料表

隧道名稱	所屬單位	地層	岩性	岩體分類	備註
高鐵 林口隧道	台灣高速 鐵路公司	林口層	礫石、砂、紅 土、黏土	G1、G2、G3、G4	表 7.2-9
高鐵 湖口隧道		楊梅層照門 段、照鏡段	礫岩、砂岩、泥 岩	I、II (A-1、A-2、 B-1、B-2)、III (A- 1、A-2、B-1、B- 2)、P/S	表 7.2-10
高鐵 八卦山隧道群		頭嵙山層	礫石、粉砂、粉 土、黏土、泥岩	A、B、C、D	—
東西向快速道路 八卦山隧道	公路總局	頭嵙山層	礫石、粉土、黏 土	C0、C1、CII、DI、 DII、洞口段	—
新自強隧道	台灣鐵路 局	崙山層、玉里 層、舞鶴礫岩	板岩、片岩、礫 岩、礫岩、砂、 泥、沉泥	AIII、AIV、DII、 AV、DIII、AVI、 CII	—
國道 3 號 蘭潭隧道	高速公路 局	六雙層	泥岩、砂、砂岩	膠結疏鬆砂層 及砂泥岩互層、 軟弱泥層(連續 <50m)、軟弱泥 層(連續 ≥ 50m)	—



表 4.6-9 高鐵林口隧道岩體分類表

項次	岩體分類	地質描述			
		卵礫石含量	層面膠結	地下水	頂拱部分
1	G1	>75%	良好	預先導排	—
2	G2	50%~75%	良好	預先導排	—
3	G3	>50%	不良	預先導排	偶而出現厚度小於20公分之砂泥凸鏡體
4	G4	<50%	—	預先導排	出現厚度大於20公分之砂泥凸鏡體

(資料來源：高速鐵路土木工程-隧道新奧工法施工概述，交通部高鐵局，2005)

表 4.6-10 高鐵湖口隧道岩體分類表

岩體分類	I	II		III		P/S
		II A	II B	III A	III B	
覆土厚度(公尺)	10<H≤30	30<H≤60		60<H≤90		H≤10
地層描述	• 沉泥層及粘土層 • 砂土層 • 礫石層	沉泥層及粘土層為主	砂土層為主	沉泥層及粘土層為主	砂土層為主	• 沉泥層及粘土層 • 砂土層 • 礫石層
變形模數 Deformation Modulus (MPa)	45~290	45~290	140~250	45~290	140~250	-
柏松比 Poisson Ratio	0.35	0.3	0.35	0.3	0.35	-
凝聚力 Cohesion (KPa)	0~30	30~240	0~30	30~240	0~30	-
摩擦角 Friction Angle(°)	32±2	25±2	32±2	25±2	32±2	-
單位重 (KN/M ³) Unit Weight	21.6	21.6	21.6	21.6	21.6	-

(資料來源：高速鐵路土木工程-隧道新奧工法施工概述，交通部高鐵局，2005)

4.6.3 隧道線形及洞口位置研選

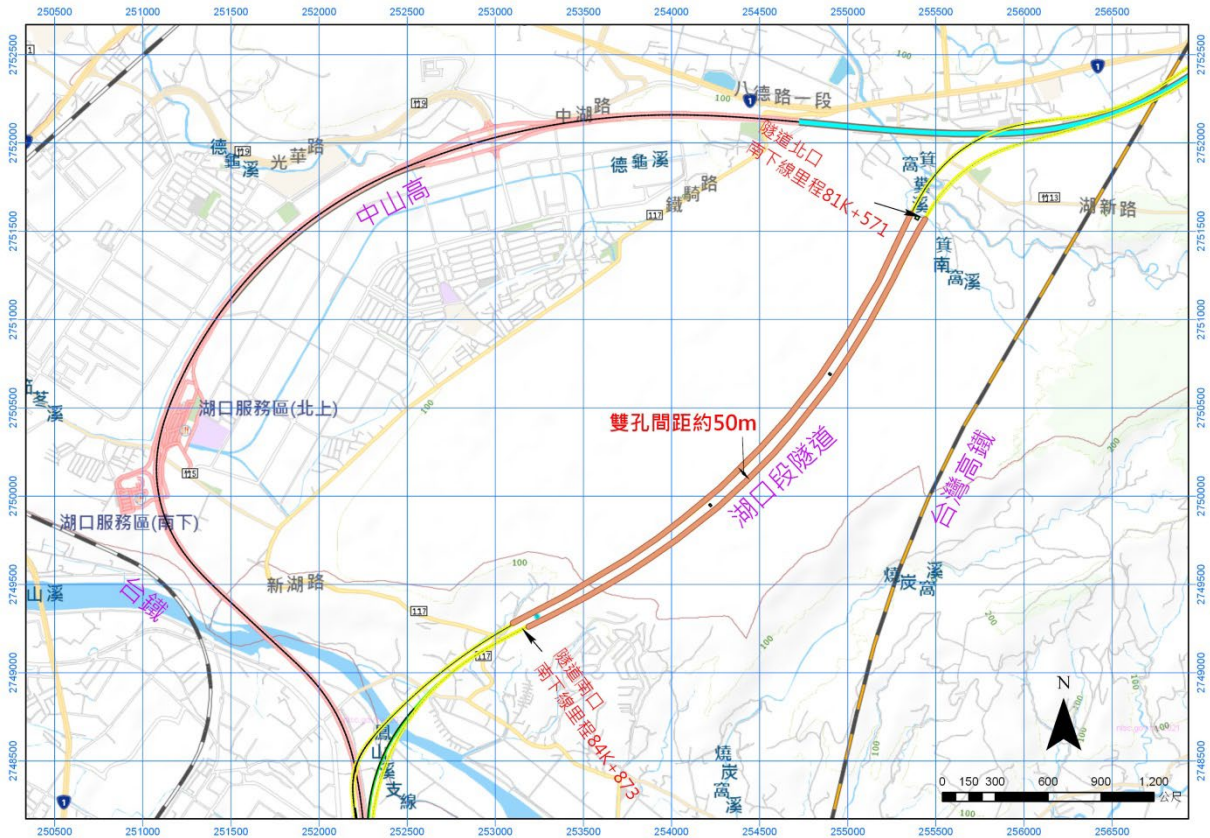
1. 隧道線形與縱坡

中山高主線湖口路段（約為湖口休息區至鳳山溪間）坡度近 5%，曲線半徑 800 m，道路線形變化較大，亦為中山高壅塞熱點之一。高架拓寬若平行主線路廊布設，道路線形亦受限制。可行性研究階段經多次與國防部等相關單位研商，調整路線至湖口營區採隧道方式穿越。考量訓場操演及作戰之隱密性要求，營區內不得有任何構造物或設施物露出地面，隧道洞口均需位於營區範圍外。考量現地地形及隧道相關規範，並配合軍方需求調整線形與縱坡，因地形關係設置 1 座長隧道，南下線長度約為 3,302 m，北上線長度約為 3,160 m，其通過湖口營區下方，為雙孔單向車行隧道，雙孔間距約 50 m 已達 3D（D 為隧道外寬），故無雙孔互制疑慮。隧道內最小平曲線半徑 1,000 m，最大縱坡 1.73%。出隧道後以半徑 400 m 由鳳山溪北側地滑區邊緣通過，可有效降低工程風險，其平縱斷面如表 4.6-13。

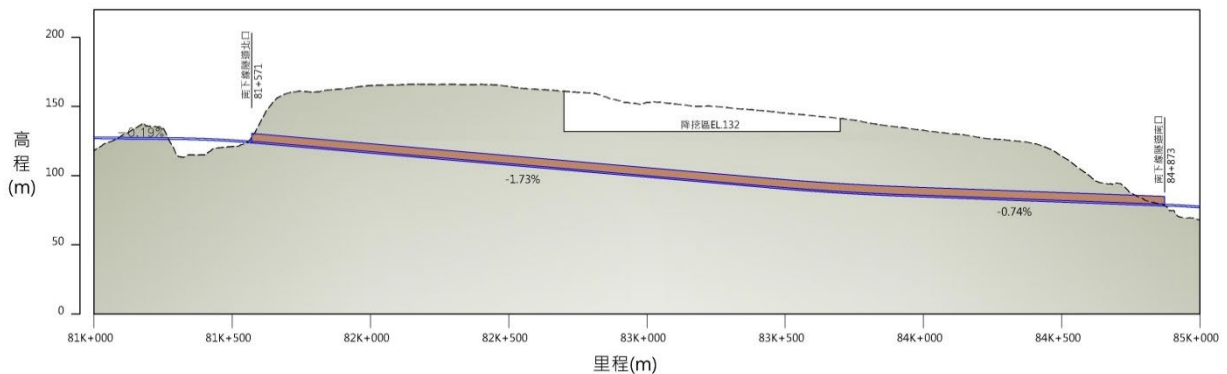
2. 隧道洞口位置研選

(1) 隧道洞口選取原則

選擇隧道洞口位置之原則，除應充分掌握洞口附近之地形、地下水等自然條件，還需檢討洞口完成後之坡面穩定性、引發自然災害之可能性、周邊景觀之調和性、鄰近結構物之相互影響與營運維護管理之需求，其程序如表 4.6-15。在設計上，隧道洞口布置與地形關係如表 4.6-16 所示，隧道之軸線應儘可能與地形坡向正交，避免與坡向成斜交、平行之位態以及於山谷部進洞。

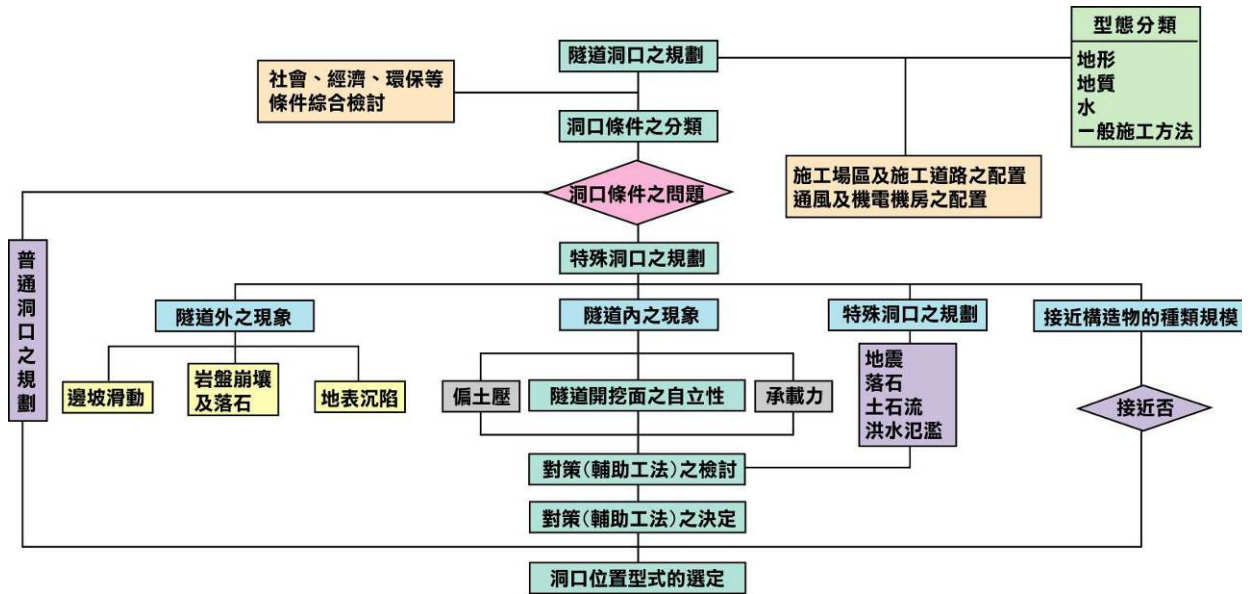


(a) 平面



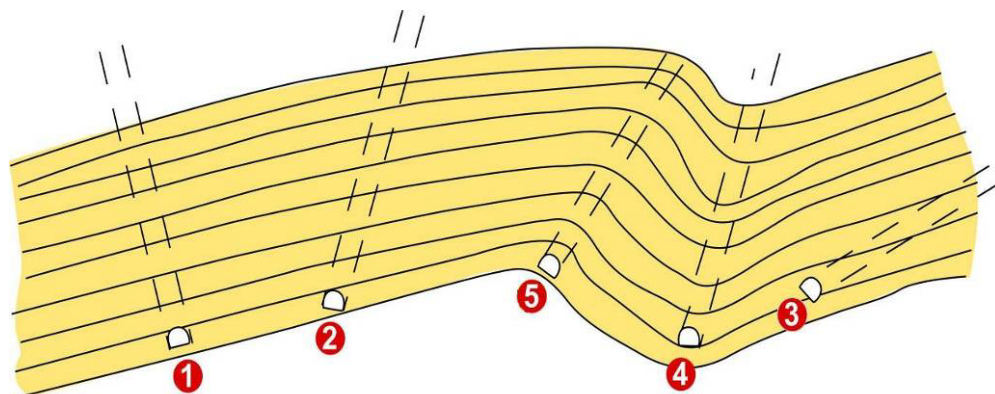
(b) 縱斷面

圖 4.6-12 隧道平縱斷面



(資料來源：聯合大地，山岳隧道洞口部設計與施工研究報告書，1993)

圖 4.6-13 隧道洞口規劃流程圖



可能危害		地層滑動	落石	地表下陷	開挖面崩壞	偏壓	湧水
洞口形式	① 直交型		次要	次要			
	② 斜交型				次要	次要	
	③ 平行型	主要		主要	主要		主要
	④ 山脊進洞		次要	次要			視風化堆積層厚度而定
	⑤ 凹谷進洞	主要				主要	

圖例： ■ 主要 ■ 次要

(資料來源：聯合大地，山岳隧道洞口部設計與施工研究報告書，1993)

圖 4.6-14 隧道洞口布置與地形關係

(2) 洞口邊坡規劃

依目前規劃路線，穿越湖口台地隧道北洞口約在南下線里程 81K+571，其洞口現況多為灌木林，如圖 4.6-15 (a)；南洞口則約在南下線里程 84K+873，現況以灌木林與雜草為主，如圖 4.6-15 (b)。南端洞口有較長之淺覆蓋段，因其覆蓋不足且地表多為崩積層、沖積層等未固結地層與風化岩盤所組成，無法形成地拱，必須在隧道開挖前進行保護以避免落盤。因此建議採用半階式拱蓋工法(圖 4.6-16)，邊坡僅需開挖至上半斷面，並於隧道上方施作混凝土拱版後回填，再以隧挖方式開挖下半斷面。此工法已於國內二高蘭潭隧道與台鐵汐止山岳隧道成功施作(圖 4.6-17)。依據上述原則，初步規劃兩洞口配置如圖 4.6-18。



(a) 北洞口



(b) 南洞口

圖 4.6-15 隧道洞口現況

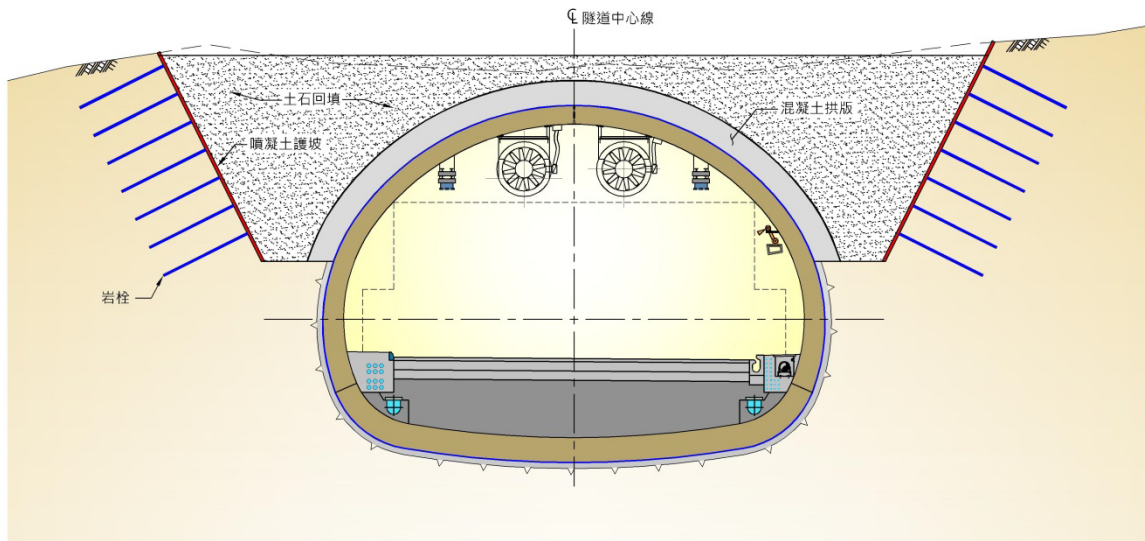


圖 4.6-16 半階式拱蓋工法示意圖



(資料來源：張吉佐、劉弘祥，2000)

(a) 蘭潭隧道



(資料來源：周功台等人，2013)

(b) 汐止山岳隧道

圖 4.6-17 半階式拱蓋工法國內案例

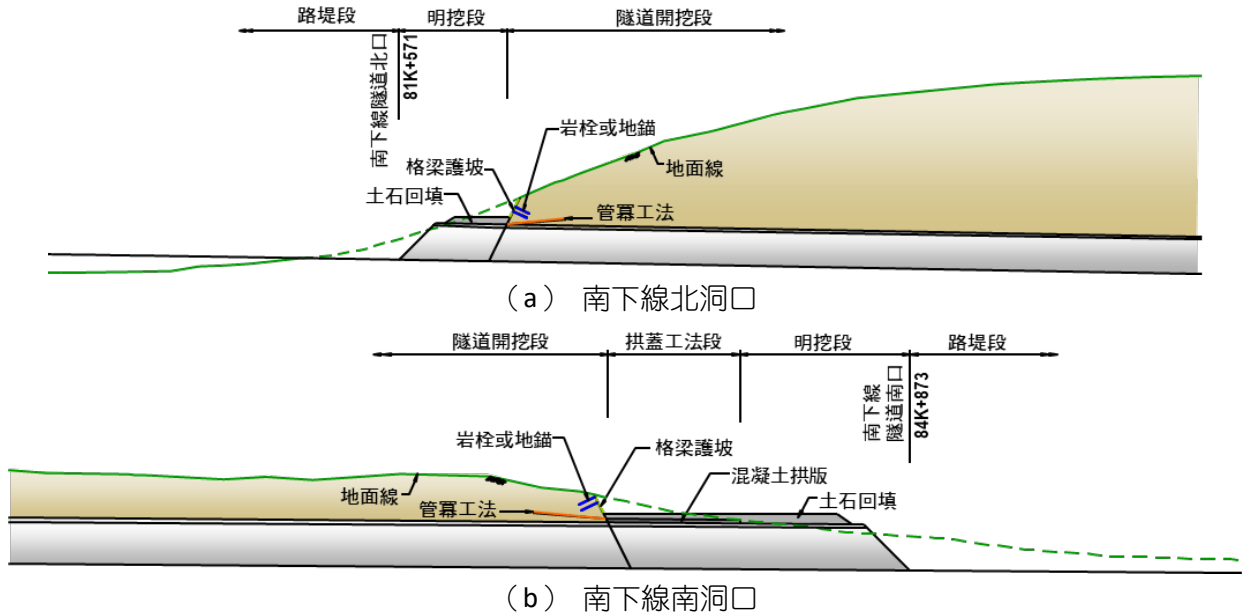


圖 4.6-18 隧道洞口縱斷面規劃

(3) 隧道洞口段規劃

隧道洞口開挖方式宜就地形與地質條件分類，並依表土厚度及地盤安定度選用適合洞口條件之開挖工法，如上半階式開挖工法、側壁導坑先進工法等，同時針對隧道洞口段開挖可能發生之異常現象，本階段對於隧道洞口可能產生之問題，可採用必要之輔助工法如表 4.6-11 所示。應用於本計畫洞口施工預計可採用之輔助工法有：回填土方、地錨、邊坡補強岩栓、垂直界面岩栓、地盤改良工法、仰拱閉合、前進支撐、管幕工法等。

表 4.6-11 常見隧道洞口段工程問題與輔助工法

洞口段工程問題	偏壓	地盤載力	落盤或抽心等隧道開挖面崩壞	湧水	地表下陷	斜面崩壞	地層滑動
補助工法							
回填土方	◎						◎
側抱式擋土牆	◎	◎					
地錨							◎
邊坡補強岩栓						◎	
垂直界面岩栓	○		◎		◎	◎	
擋土排樁							◎
邊坡噴凝土						◎	
地盤改良工法（地表）	○	◎			◎	◎	○
地盤改良工法（隧道內）	○	○	◎		◎		
隧道內排水			○	◎			○
封面（錨栓、噴凝土）			○				
仰拱閉合	◎	◎			○		
前進支撐			◎		○		
管幕工法	○		◎		◎	○	○
上半擴座基礎		◎					

處理效果：◎佳 ○尚可。

4.6.4 隧道斷面及配置規劃

1. 隧道標準斷面

本計畫採雙孔單向隧道、三車道搭配 0.3m 內外路肩配置，如圖 4.5-19 所示，且為落實友善環境，採全周式防水層，打造不排水隧道。另為消防需求，每 1,050 m 設置一處緊急停車彎，其斷面如圖 4.5-20。

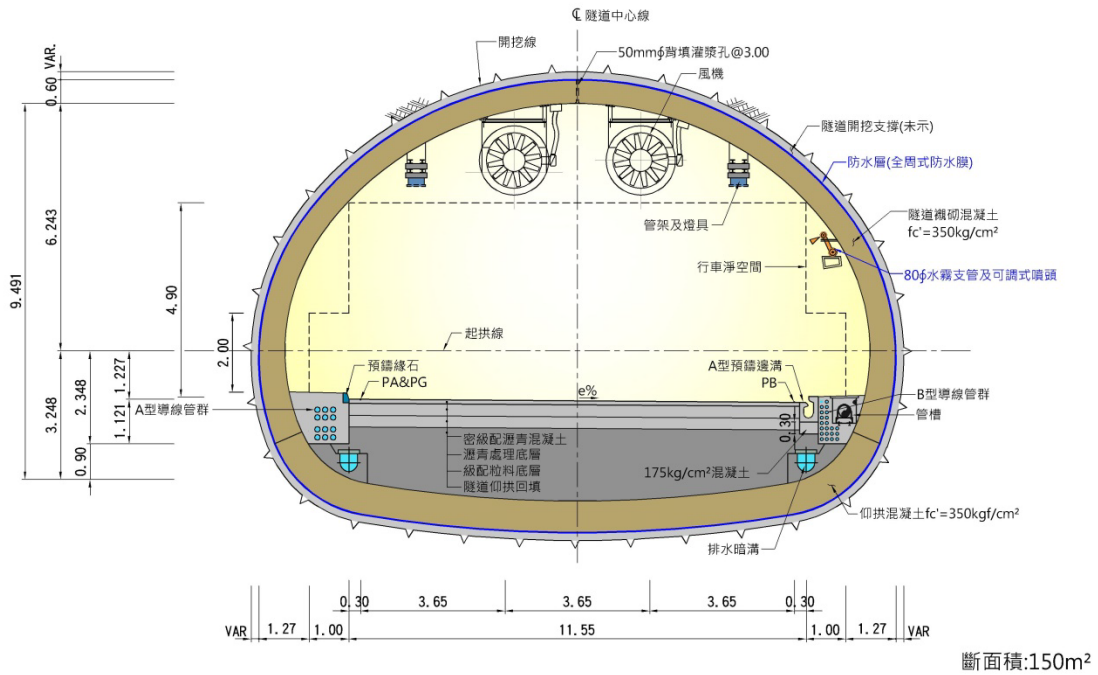


圖 4.6-19 隧道標準斷面圖

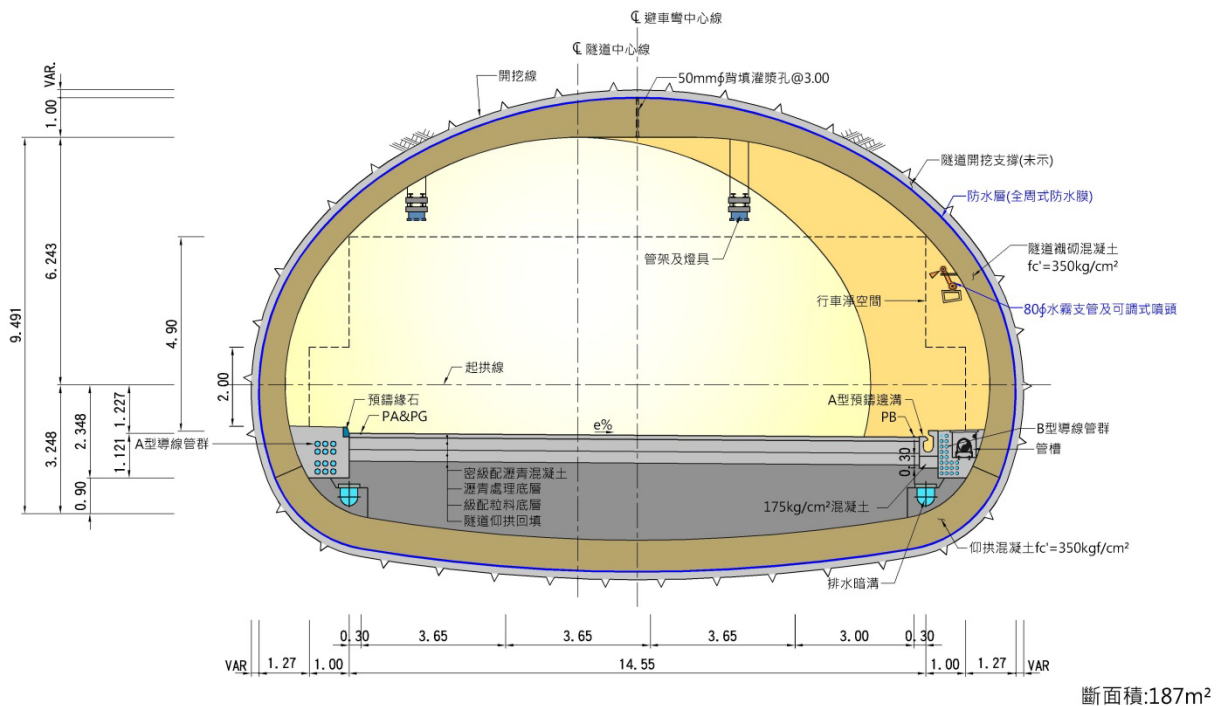


圖 4.6-20 緊急停車彎斷面圖

2. 隧道防水規劃

基於隧道長期營運階段對環境之友善對待，本隧道工程參考國 4 豐潭段隧道群，採用“不排水隧道”（圖 4.5-21）進行規劃，於隧道外支撐與混凝土內襯砌間設置全周式防水膜，營運階段隧道內僅收集與排放路面水與伴隨車輛進入之雨水，完全不影響區域水文與環境。

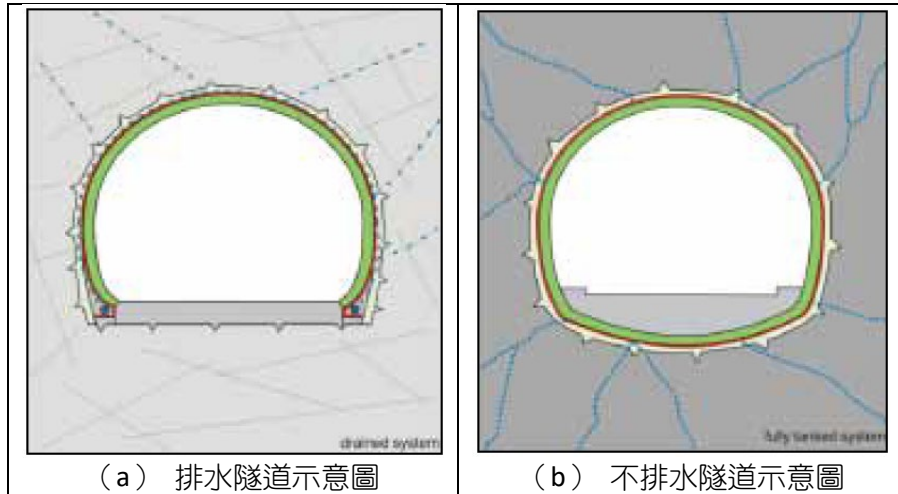


圖 4.6-21 排水隧道與不排水隧道示意圖 (ITA, 2013)

4.6.5 隧道開挖工法與支撐規劃

1. 案例隧道蒐集彙整

蒐集並彙整國內隧道案例與本案類似條件之隧道設計等相關資料（開挖方式、支撐類別與輔助工法等）如表 4.6-12 所示，各隧道隧道設計等相關資料詳見表 4.6-13~表 4.6-15。

表 4.6-12 彙整國內與本案相似之隧道相關資料表

隧道名稱	所屬單位	開挖方式	支撐類別	輔助工法	備註
高鐵林口隧道	台灣高速鐵路	機械開挖 台階開挖	I、II、III、P/S (洞口段等)	[1]~[10]	表 7.5-2
高鐵湖口隧道		機械開挖 台階開挖	I、II (A-1、A-2、 B-1、B-2)、III (A-1、A-2、B- 1、B-2)、P/S (洞口段等)	[1]~[9]	表 7.5-3
高鐵八卦山隧道群		機械開挖 台階開挖	A、B、C、D、D0	[1]~[9]	—
東西向快速道路八卦山隧道	公路總局	機械開挖 台階或側導坑開挖	C0、C1、CII、DI、 DII、洞口段	[1]~[9]、 [11]~[14]	—
新自強隧道	台灣鐵路局	機械開挖 台階或側導坑開挖	I、II、III、IV、V	[1]~[9]、 [11]~[14]	—
國道 3 號蘭潭隧道	高速公路局	機械開挖 台階或側導坑開挖	I、II、III	[2]~[6]、[8] [9]、[11]、 [13]等	表 7.5-4
國道 3 號中寮隧道	高速公路局	機械開挖 台階開挖	I、II、III、IV、V、 VI、洞口段	[1]~[9]、[13]	—

註：輔助工法：[1]臨時仰拱；[2]預留土心；[3]管幕工法；[4]岩栓加強；[5]噴凝土加厚（含封面）；[6]排水孔；[7]止水灌漿；[8]固結灌漿；[9]先稱鋼管（版）；[10]導坑排水工法；[11]抽水井；[12]真空抽水；[13]側導坑；[14]支保腳加勁



表 4.6-13 高鐵林口隧道支撐表

支撐等級		I	II	III	P/S	
配合項目						
支撐圖示						
輪進(公尺)	上半斷面	1.2~1.5	1.0~1.2	0.8~1.0	0.8~1.0	
	台階	1.2~1.5	1.0~1.2	0.8~1.0	0.8~1.0	
	仰拱	3.6~4.0	3.0~4.0	2.4~4.0	1.6~4.0	
噴凝土厚度(公厘)		200	250	300	300	
鋼線網		1-7φ×150×150	1-7φ×150×150	2-7φ×150×150	2-7φ×150×150	
鋼支撐	H型鋼	H150X150X7X10 (PS 115/22/32)	H175X175X7.5X11 (PS 115/26/34)	H200X200X8X12 (PS 130/26/34)	H200X200X8X12 (PS 130/26/34)	
	桁架型					
岩栓	長度(公尺)	4	4	6	6	
	間距(公尺)	徑向	2	1.5	1.5	1.5
		縱向	1.2~1.5	1.0~1.2	0.8~1.0	0.8~1.0
頂拱保護工		支撐先進鋼管或自鑽式岩栓(視需要)	支撐先進鋼管或自鑽式岩栓(視需要)	支撐先進鋼管或自鑽式岩栓(視需要)	AGF管幕/長距離先進支撐	
輔助工法(視需要)		臨時仰供閉合、預留土心、AGF管幕頂拱保護工法、局部岩栓加強、噴凝土加厚、排水孔、底導坑工法預排地下水、化學灌漿止水、固結灌漿。				

註：P/S(Portal/Special section)支撐等級適用於洞口及地質狀況需要之區域，或依照支撐等級之選用程序辦理。

(資料來源：高速鐵路土建工程-隧道新奧工法施工概述，交通部高鐵局，2005)

表 4.6-14 高鐵湖口隧道支撐表

支撐等級		I	II						III				P/S
配合項目			II A	II A -1	II A -2	II B	II B -1	II B -2	III A 1	III A -2	III B -1	III B -2	
支撐圖示													
輪進(公尺)		1.1~1.5	0.9~1.2						0.8~1.0				1.0~1.5
噴凝土厚度(公厘)	頂拱	200	250			300			300	350			350
	臨時仰拱	150(視需要)	150(視需要)						150(視需要)				150(視需要)
	台階	200	250			300			300	350			350
鋼線網	仰拱	200	200			250			250	300			300
	頂拱								2-7φ×150×150				
桁架型鋼支撐	台階	1-7φ×150×50	1-7φ×150×150						1-7φ×150×150				2-7φ×150×150
	仰拱								1-7φ×150×150				
	頂拱	PS 115/22/32	PS 115/26/34						PS 130/26/34				PS 130/26/34
岩栓	長度(公尺)	-	頂拱：4						頂拱：4				6
	台階	4	4						6				4
	徑向	1.5	1.5						1.2				1.2
間距(公尺)	縱向	1.1~1.5	0.9~1.2						0.8~1.0				1.0~1.5
	頂拱與側壁	40	40	50	50	40	50	50	80	50	80	50	40
仰拱	頂拱	70	70	90	70	70	90	70	120	70	120	70	70
	頂拱保護工	管幕鋼管，先撐鋼管工法或鋼矢板(視需要)	管幕鋼管，先撐鋼管工法或鋼矢板(視需要)						管幕鋼管，先撐鋼管工法或鋼矢板(視需要)				管幕鋼管，先撐鋼管工法或鋼矢板(視需要)
輔助工法(視需要)		臨時仰供閉合、預留土心、AGF頂拱保護工法、局部岩栓加強、噴凝土加厚、排水孔、化學灌漿止水、固結灌漿。											

註：P/S支撐適用於洞口及地質狀況需要之區域，或依照支撐系統或等級之選用程序辦理。

(資料來源：高速鐵路土建工程-隧道新奧工法施工概述，交通部高鐵局，2005)

表 4.6-15 國道3號蘭潭隧道岩體分類與支撐表

分類	I	II	III
岩體種類	膠結疏鬆砂層及砂泥岩互層	軟弱泥岩(沿隧道連續長度<50m)	軟弱泥岩(沿隧道連續長度≥50m)
開挖次序			
輪進長度	1.0~1.5	1.0~1.5	1.0~1.5
先撐保護	C:管幕鋼管, $\phi=100\text{mm}$, L=12.0, @0.5×10.0 W & SW: 先撐鋼棒, $\phi=36\text{mm}$, L=2.0~3.0, @0.1~0.5×1.0~1.5	C, W & SW: 先撐鋼棒, $\phi=36\text{mm}$, L=2.0~3.0, @0.1~0.5×1.0~1.5	C & W: 先撐鋼棒, $\phi=36\text{mm}$, L=2.0~3.0, @0.1~0.5×1.0~1.5
岩 栓	C&W: L=6.0 or 9.0 @1.0×1.0~1.5 SW: L=3.0, @1.0×1.0~1.5 F: L=3.0, 視需要	C&W: L=6.0 or 9.0 @1.0×1.0~1.5 SW: L=3.0, @1.0×1.0~1.5	C&W: L=6.0 or 9.0 @1.0×1.0~1.5
鋼纖維 噴凝土	C&W: T=30cm I: T=25cm SW: T=15cm F: T=5cm, 視需要 B: T=10cm, 視需要	C & W: T=30cm I: T=25cm SW: T=15cm F: T=5cm, 視需要	C & W: T=30cm I: T=25cm F: T=5cm, 視需要
桁型 鋼支保	C, W & I: G250×200, @1.0~1.5 SW: G135×120, @1.0~1.5	C, W & I: G250×200, @1.0~1.5 SW: G135×120, @1.0~1.5	C, W & I: G250×200, @1.0~1.5
L型接縫筋	W & SW: $\phi=10\text{mm}$, L=1.20	W & SW: $\phi=10\text{mm}$, L=1.20	W: $\phi=10\text{mm}$, =1.20

C:頂拱, W:側壁, I:仰拱, SW:側導坑內側壁, F:開挖面, B:台階; 單位:公尺

洞口段30公尺採用雙側導坑工法開挖, 配以管幕鋼管先撐方式為輔助工法, 以增加頂拱之穩定性。

(資料來源: 張吉佐等, 地工技術, 2004)

2. 隧道開挖規劃

(1) 開挖工法

隧道施工方法的選擇影響施工進度、工程造價及隧道安全至鉅, 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, 目前國內常用之隧道施工方法有4種, 分別為:(1)傳統鑽炸法;(2)懸臂式鑽掘機工法;(3)非全斷面機械開挖法;(4)全斷面鑽掘機(TBM)開挖法, 每種施工方法各有其不同之開挖特性及適用之地質條件如表7.5-5所示, 各種岩石隧道開挖工法敘述如后。

A. 鑽炸工法

鑽炸法是目前最廣泛採用的隧道開挖工法, 其具有施工彈性大、應變能力高、普及性高等優點, 因此廣為隧道從業人員所採用。其方法主要係以炸藥爆炸時快速、高能量的化學反應衝擊岩盤, 以達到破碎、開裂或移除岩石之目的。

B. 懸臂式鑽掘機工法

以鑽掘取代開炸, 採用巨臂式掘削機, 其餘作業程序與鑽炸法相同。優點在於可得到較完整光滑的開挖面, 減少超挖及對岩體的擾動及降低施工之噪音與振動, 對於位於人口密集及淺層覆土條件下之隧道適用性較佳。懸臂式鑽掘機在施工初期需要費用之投資略高於鑽炸工法, 理論上其施工速率亦可高於鑽炸法, 惟以國內目前使用懸臂式鑽掘機的經驗尚無法有效解決施工粉塵及排水問題, 以致其施工速率反不如鑽炸工法。



C. 非全斷面機械開挖工法（破碎機）

非全斷面機械開挖以鑽掘取代開炸，採用破碎機，其餘作業程序與鑽炸法相同。優點亦在於可得到較完整光滑的開挖面，減少超挖及對岩體的擾動及降低施工之噪音與振動。破碎機在開挖面完整度及平滑度上略差於懸臂式鑽掘機，噪音及振動亦是，但仍優於鑽炸法，但較無粉塵及排水問題。

D. 全斷面鑽掘機（TBM）開挖法

全斷面鑽掘機主要優點在於其整合了開挖、出碴及支撐架設等作業於自動化的機械設備中，其優點有：

- a. 從開挖到襯砌一貫作業，縮短作業時間，並可使用預鑄混凝土內襯砌。
- b. 在合適的地盤中開挖速率高。
- c. 開挖面較為完整，超挖及對岩體的擾動均較小。
- d. 開挖面周圍及工作區域較穩定、安全。
- e. 所需工作人員較少但素質需較高。

惟 TBM 機具費用較高且所需先期準備時間較長，故於長隧道（ $L > 5 \text{ km}$ ）施工才能有較鑽炸法優勢之工期及經費。

綜合前述各項考量與評估，由於規劃隧道南下線長度約 3,302 m，考量施工成本經濟性，較不適合採用 TBM 工法；而由鄰近之高鐵湖口隧道案例顯示，主要為不透水之風化泥岩及砂岩層，考量地質條件適應性，建議採可行性研究階段建議之機械開挖（與高鐵湖口隧道相同），較能控制斷面超挖，亦可降低開炸震動對鄰近湖口營區內軍事設施之影響。

(2) 開挖方式

隧道開挖方式依斷面分割情形概分為：(a) 全斷面開挖 (b) 上半斷面先進及台階開挖 (c) 中壁開挖 (d) 側導坑開挖 (e) 環狀開挖等，選擇時應考量隧道周圍岩盤拱效應與開挖面自立性地質特性，充分利用其支撐功能；原則上，在不影響隧道穩定性之前提下，宜盡可能採較大斷面之開挖。根據已蒐集與本案相似之隧道案例（詳表 4.6-16）及隧道斷面，初步規劃採用上半斷面先進及台階開挖方式開挖，每階開挖高度不大於 5 m，開挖順序示意如圖 4.6-22。

表 4.6-16 岩石隧道各種開挖工法比較表

施工方法	鑽炸工法 D&B	懸臂式鑽掘機工法	非全斷面機械開挖	全斷面鑽掘機 TBM
考慮因素				
適用地質狀況	任何地質	軟岩~中硬岩	軟岩適性較佳	軟岩~硬岩
投資成本	低	低~中等	低	高
適用隧道長度	無限制	無限制	無限制	長隧道較經濟
施工進度及工期	慢~中等	中等	慢~中等	地質適性良好時甚快
交貨時間	2~3 月	3~6 月	2~3 月	9~18 月
工地組合及試運轉	2 週	2 週	2 週	8~12 週
組合場地	無限制	中等	無限制	較大
最小轉彎半徑	無限制	約 5 m	約 5 m	依鑽掘機直徑及形式而定(較大)
開挖斷面形狀	任意	任意	任意	圓形
開挖斷面尺寸	任意	任意	任意	1.8~12 m
隧道支撐費用	較高	中等	中等	較低
開挖面周邊擾動情形及超挖量	較大	較小	較小	擾動甚微, 幾無超挖量
隧道內通風情形及費用	不良、高	尚可、中	尚可、中	良好、低
斷層處理及探查孔	無限制	無限制	無限制	可能
適用隧道長度(D 為隧道直徑)	無限制	100 m 以上	無限制	約 0.8D~1,000 m
環境影響(如噪音、震動、廢氣等)	較大	較小	中等	較小
使用人力數量	較多	中等	中等	較少
國內施工經驗	較多	較少	較多	較少
施工使用電量	小	小~中等	小	大
地質風險造成機具損失	小~中等	小~中等	小~中等	小~大
施工人員安全性	較低	較高	中等	較高
機具重複使用性	較高	中等	較高	較低
對於地下水影響	較大	較小	中等	較小
隧道內運碴系統要求及重要性	較小	較小	較小	較高

(修改自：郭福隆、廖同柏，1991年，「岩石隧道開挖機械介紹」，土工技術第33期)

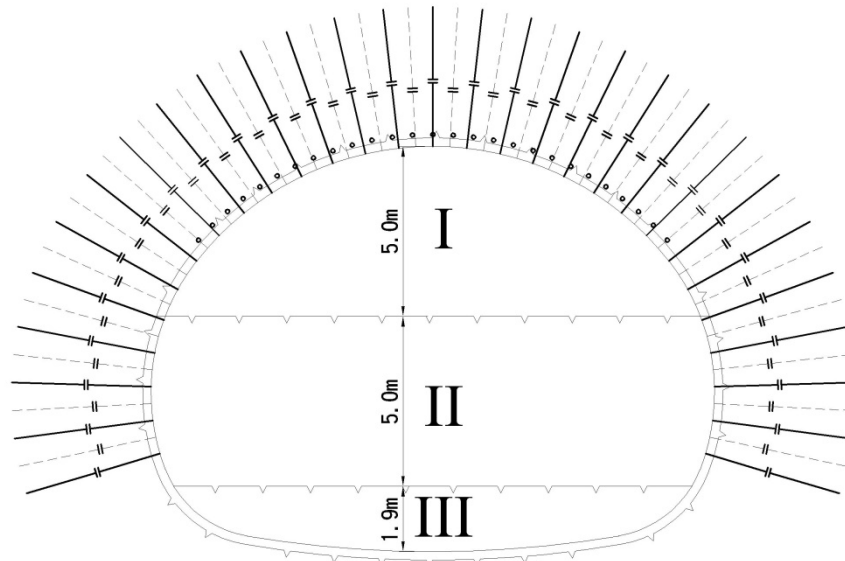


圖 4.6-22 隧道開挖順序與支撐配置規劃示意圖

3. 隧道輔助工法

根據 7.2 節所述，本隧道與高鐵湖口隧道遭遇之地層可能相當類似，可能遭遇礫石層、沉泥層、黏土層及砂層。其中，預期沉泥層可能為材料強度低、承載力低、自立性差且為高度敏感性（開挖擾動之變形量大）之材料，且沿線地下水位高度高，若沉泥層遇水弱化後，更可能造成支保腳基礎沉陷、抽坍、開挖面外推擠壓變形等災害（圖 4.6-23）。

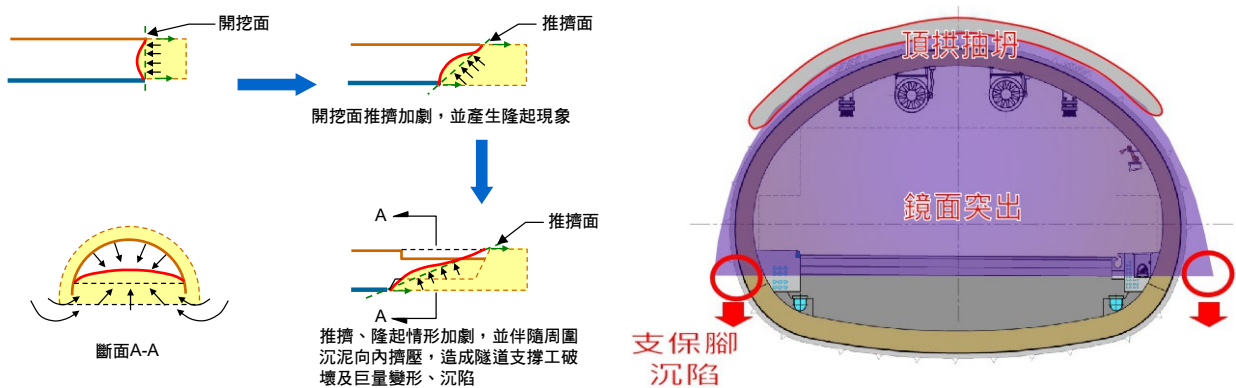
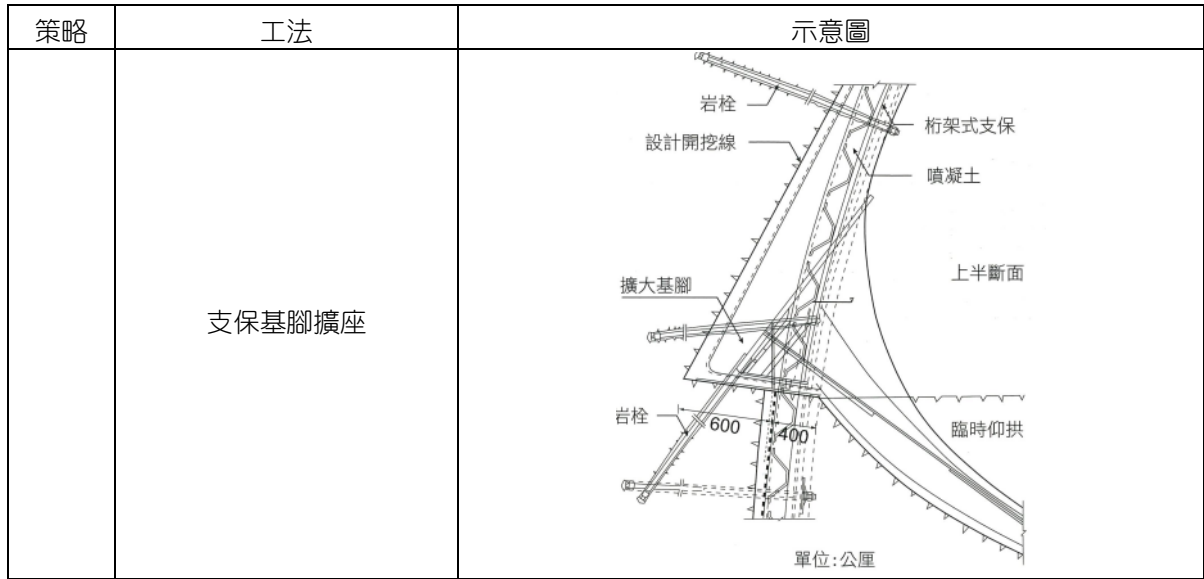


圖 4.6-23 隧道災害示意圖

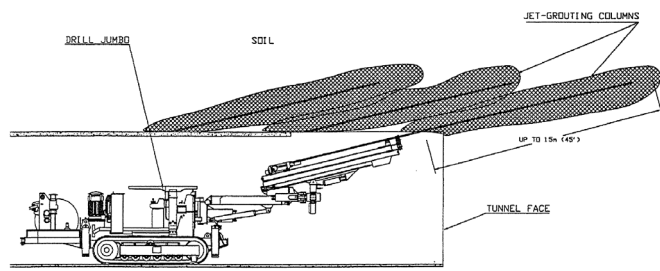
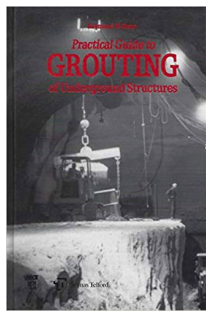
為避免本隧道產生施工不可挽回之災害，參酌高鐵湖口隧道及台鐵新自強隧道之工法，以調整開挖、加強支撐為主或複合兩種策略（表 4.6-17）以穩定開挖面並避免大量變形產生。若仍造成隧道之災害產生，再由隧道內進行預灌漿（Pre-Grouting）或錐體灌漿工法（圖 4.6-24），先灌漿改良隧道前方地盤再開挖與支撐。

表 4.6-17 隧道輔助工法策略彙整表

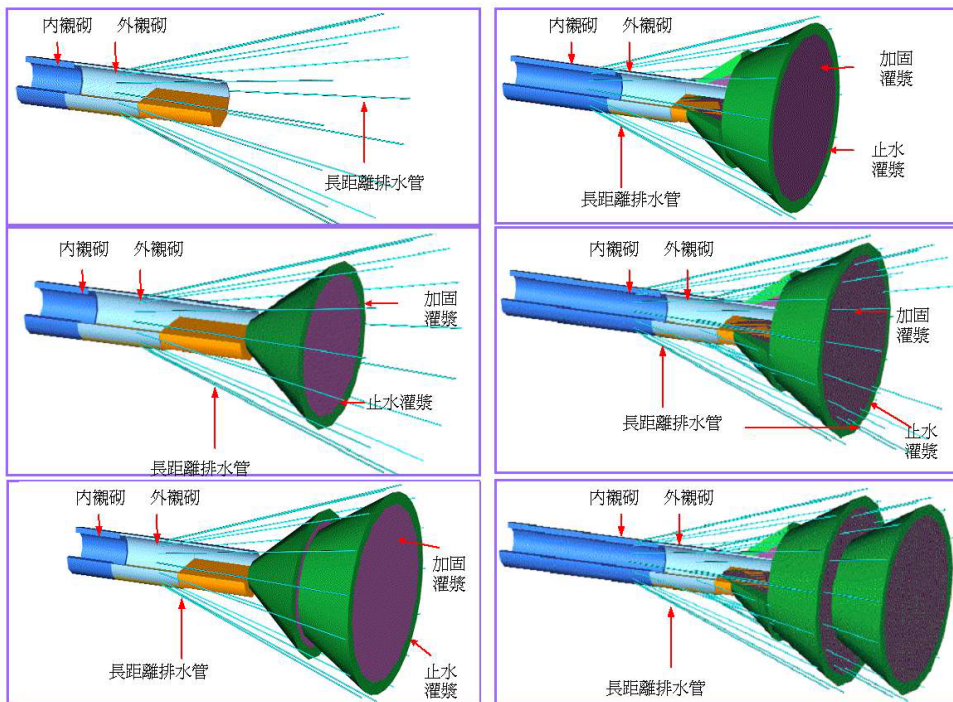
策略	工法	示意圖
調整開挖	台階開挖	
	預留土心	
	設置仰拱/臨時仰拱	
加強支撐	管幕工法	
	封面噴凝土	



(資料來源：1. 高速鐵路土建工程-隧道新奧工法施工概述，交通部高鐵局，2005。
2. 隧道工程施工技術解說圖冊，交通部臺灣區國道新建工程局，2006。)



(a) 預灌漿



(b) 錐體灌漿

圖 4.6-24 預灌漿與錐體灌漿工法示意圖



4.6.6 隧道通風系統研究

1. 相關法規及標準

本計畫方案隧道通風系統之綜合規劃主要依據交通部於 99 年 12 月頒布之「公路隧道消防安全設備設置規範」和世界道路協會（PIARC）之設計標準，並參考目前國內已通車之隧道通風設置方式，實際參酌之國內外相關法規及標準如下：

(1) 國內相關法規及標準

國內對於隧道通風並無頒行之法規或標準，以下相關之法規、標準可供參考。

- A. 中國國家標準（CNS）。
- B. 消防法，內政部，100.12.21 最新修訂。
- C. 各類場所消防安全設備設置標準，內政部，97.05.15 最新修訂。
- D. 公路隧道消防安全設備設施設置規範，交通部，99 年。
- E. 空氣品質標準，環保署，101.05.14 最新修訂。
- F. 交通工具空氣污染物排放標準，環保署，99 年。
- G. 建築技術規則，內政部，100.05.11 最新修訂。

(2) 國外相關法規及標準

- A. PIARC 世界道路協會。
- B. JRA 日本道路協會 道路隧道技術基準-換氣編（2008）。

2. 規劃條件與準則

(1) 擬定規劃條件

- A. 隧道條件
 - a. 隧道的長度、線形及幾何形狀之限制
 - b. 通風設備位置及其淨空面積之限制
- B. 交通條件
 - a. 車輛種類之限制及重車比率
 - b. 設計車行方向（單、雙向）、車速之限制
 - c. 全路段或單一隧道塞車之可能性及預估塞車情況



- C. 環境條件
 - a. 環保標準的限制，包括排氣污染物濃度、噪音振動程度
 - b. 近隧道處之敏感度高或人畜聚落資料
 - c. 隧道口鄰近之風向、風力與噪音管制標準
 - d. 通風設備運轉頻率、持續時間
 - D. 本案隧道初步構想條件
 - a. 隧道長度 3,302 m。
 - b. 雙孔單向隧道。
 - c. 尖峰交通量 6,300 PCU/小時。
- (2) 隧道通風工程中車輛廢氣排放標準所納入考量之各項車輛廢氣包括一氧化碳、粒狀污染物及氮氧化物，其排放標準說明如下：
- A. 一氧化碳排放量
 - a. 小客車：0.12 m³/hr-veh。
 - b. 大貨車：0.12 m³/hr-veh。
 - B. 粒狀污染物排放量：120 m³/hr-veh（平均重車噸數以 23 ton 計）。
 - C. 一氧化氮（氮氧化物）排放量
 - a. 小客車：0.02 m³/hr-veh。
 - b. 大貨車：0.41 m³/hr-veh。
- 以上排放標準為預定實施之車輛管制標準，本案之規畫目標年為民國 125 年，並參考其他隧道為通風量計算之依據。
- D. 火災規模：本隧道穿越湖口營區，考量安全等級較高，應依據交通部頒「公路隧道消防安設備設置規範」所訂定各級隧道等級進行設計，建議以 100MW 之火災規模作為排煙設計基準。
 - E. 建議設計階段應檢核原規劃系統之限制條件，未來在緊急情況下，人員避難逃生遠離火災時在路徑上不應該受影響如下：
 - a. 產生之氣溫的不得超過 60°C。



- b. 煙霧能見度皆大於 10 m。
- c. 確保在避難階段（10 分鐘之內）完成逃生程序。
- d. 消防救援可及性及輻射熱強度檢討。
- e. 溫度對隧道結構完整性檢討。

(3) 空氣品質標準

A. 隧道內空氣品質標準（PIARC 之建議）

依 PIARC 之研究報告，大部份國家皆只將一氧化碳（CO）濃度及能見度列入隧道內廢氣濃度之控制項目，只有少數國家將二氧化氮（NO₂）列入考量，本計畫建議之隧道內空氣品質標準如表 4.6-18。

表 4.6-18 本計畫建議之隧道內空氣品質標準

交通狀況	一氧化碳濃度	能見度	
	ppm	Extinction Coefficient (K)	傳導率 (光束長度：100 m)
		10-3 m-1	%
交通流暢，車速 50~100 km/hr	70	5	60
每日塞車，所有車道車流停頓	70	7	50
例外的塞車 (Exceptional congested traffic)， 所有車道車流停頓	100	9	40
開放交通下維修隧道	20	3	75
隧道關閉	200	12	30

一氧化氮濃度：25 ppm（日本之標準）。

B. 隧道外空氣品質標準

依中華民國台灣地區環境空氣品質標準（101.5.14 修正公告），如表 4.6-19。

表 4.6-19 中華民國台灣地區環境空氣品質標準

廢氣名稱	小時平均值
一氧化碳	35 ppm
二氧化氮	0.25 ppm

3. 通風形式比較與選擇



隧道機械通風系統基本形式有縱流式、半橫流式及橫流式三種，其比較如表 4.6-20。當隧道等級為甲級或乙級時，於雙孔單向行車隧道，視有無豎井或避難連絡通道等布置可做縱流、半橫流或橫流系統之選擇；橫流式及半橫流式之通風系統效能上均較縱流式系統為佳，但此兩種系統需設置送風或排風管道，隧道開挖斷面大幅增加，增加之成本使其經濟效益較縱流式系統為低。

本計畫隧道段採雙孔單向行車，車輛行駛時的活塞效應良好，將產生可觀的縱向氣流帶動隧道內通風，配合縱流式通風系統即可具有良好的排煙效果且無須設置通風豎井，參酌近年來國內高速公路隧道實務經驗，現行國道已有 52 座隧道採用縱流式通風系統，考量國內對於縱流式通風系統相關之營運及維護實務經驗相當豐富，且縱流式通風系統具有低維護特性、零配件單純、高妥善率及隧道開挖面積小等優勢，本計畫隧道段之長度亦符合縱流式通風系統之長度限制，故初步規劃本計畫採「縱流式通風系統」，於隧道頂拱設置噴流風機，綜合考量隧道長度、坡度、交通量，調整噴流風機之數量與間距，並配合廢氣濃度感測系統控制噴流風機之運轉時機，以減少能源的浪費，同時達到有效通風排煙之目的。



表 4.6-20 隧道通風系統比較一覽表

項目	形式	半橫流式			橫流式
	縱流式	送氣型	排氣型	送/排氣型	
	未設置通風豎井				
通風系統示意圖					
隧道內廢氣濃度分布					
隧道長度限制	約 4,000 m 以下	約 4,000 m 以下			無限制
適合行車狀況	單向	單向或雙向			單向或雙向
隧道斷面積	小 隧道本身即為通風管道	中 須設置送氣或排氣通風管道			大 須設置送氣及排氣通風管道
排煙功能	普通	尚佳			佳
工程費用	低	中			高
營運費用	低	中			高

資料來源：國工局，2014，國道 4 號台中環線豐原潭子段工程綜合規劃報告

4. 隧道風機設備配置方式

(1) 主隧道噴流式風機預估配置

依現有相關條件，本工程雙孔隧道每台採用 1,400 mm Φ 75KW 噴流式風機(JET FAN)，南下隧道配置 14 組（每組兩台）共 28 台，北上隧道配置 12 組（每組兩台）共 24 台，從入口每一段距離約 200 m 放置一組（兩台）並排，兩孔共計 52 台。本計畫建議之噴流式風機設備配置平面圖 4.6-26，配置剖面圖如圖 4.6-26。

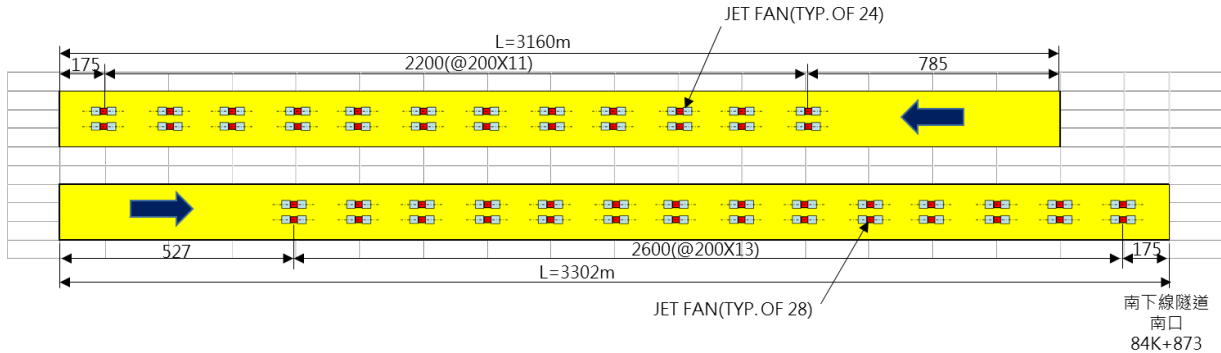


圖 4.6-25 隧道噴流式風機 (JET FAN) 設備配置平面示意圖

隧道後續設計階段需依最終確定之隧道線型、長度、坡度、交通量等因素，重新計算隧道所需之通風量，設計適當之風機大小及配置數量，並應透過相關模擬軟體進行驗證，另外需配合隧道斷面、施工方式及三車道淨空狀況，配置通風機之高度，以及檢核風機重量及螺栓尺寸。

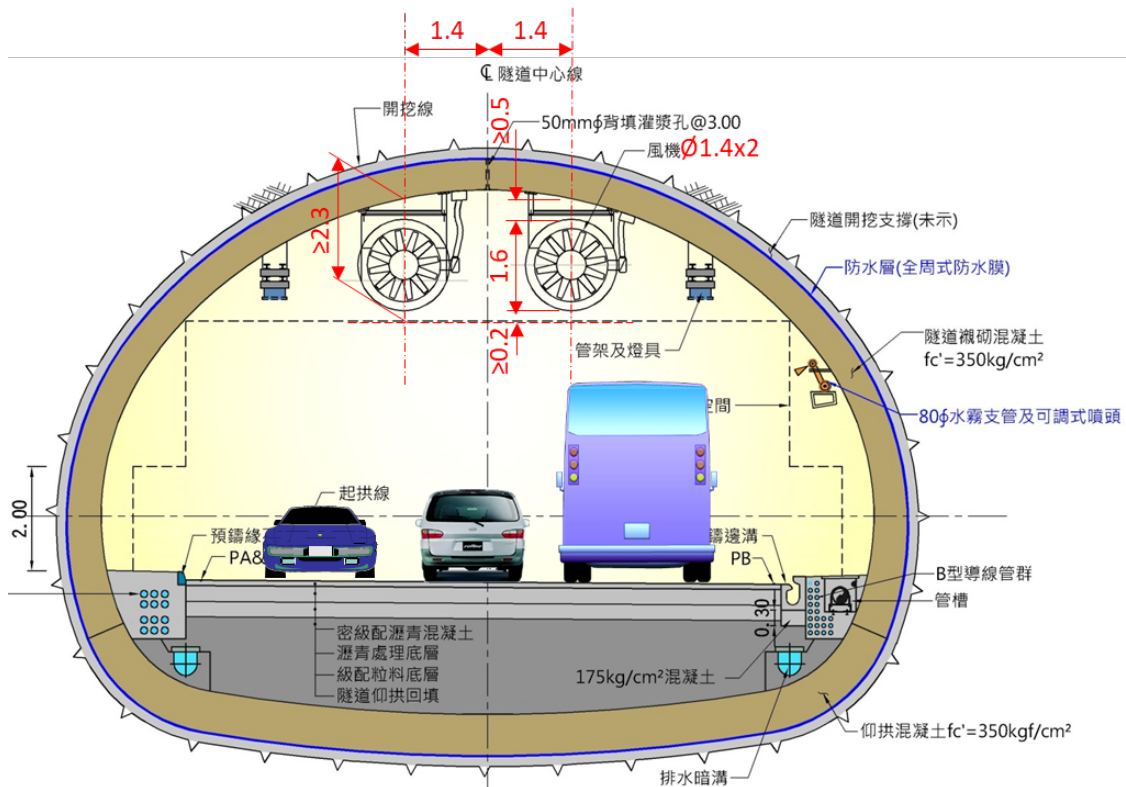


圖 4.6-26 隧道噴流式風機 (JET FAN) 設備配置剖面示意圖

(2) 人、車行連絡隧道加壓風機預估配置

本計畫人行、車行連絡道，每 350 m 設置一處人行連絡道；每 1,050 m 設置一處車行連絡道，每一通道連接南下及北上車道均設置逃生安全門隔離，通道內另設置加壓送風機，建議之加壓式風機設備配置剖面圖如圖 4.6-27 所示。

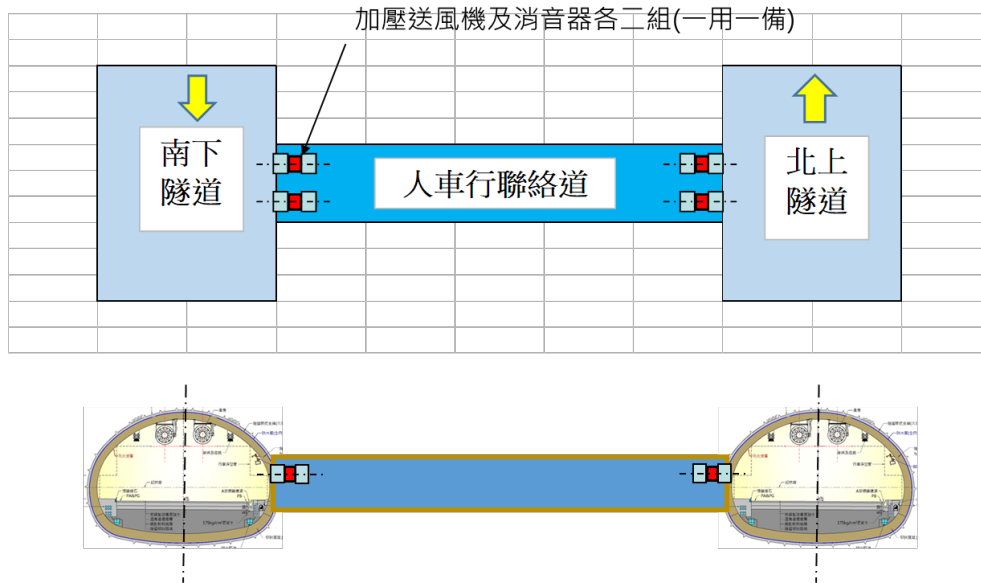


圖 4.6-27 人、車行連絡隧道加壓式風機設備配置剖面示意圖

5. 隧道通風系統運轉模式

一般隧道於營運階段常會受限於環境之影響但又需兼顧隧道通風之機能，通風系統不論平時或緊急情況均需配合隧道監控及交控系統，在正常、壅塞、緊急、停電及維修等 5 種不同狀況下進行高效率之風機控制以滿足隧道通風及緊急排煙等需求，上述 5 種隧道通風系統運轉模式說明如下：

(1) 正常運轉模式

於正常交通運轉狀況下，縱流式通風之噴流風機送風方向與行車方向一致，其搭配活塞效應所產生之縱向氣流，可降低風機裝置成本及運轉電力。風機的開關則配合量測得之廢氣濃度值進行調整，使其位在容許範圍內 ($CO < 70 \text{ ppm}$ 、 $NO < 20 \text{ ppm}$ 、能見度 $< 0.005 \text{ m}^{-1}$)。通風機起動控制級距運轉表如表 7.6-4 及通風機停止控制級距運轉表如表 7.6-5 所示。

(2) 壅塞運轉模式

若隧道內車輛車速過低甚至停止，則必須採取適當的交控管制措施以調節進入隧道內之車流量，而當 $CO > 100 \text{ ppm}$ 或能見度 $> 0.009 \text{ m}^{-1}$ 時，啟動部分噴流風機；甚至當 $CO > 200 \text{ ppm}$ 或能見度 $> 0.012 \text{ m}^{-1}$ 時，須暫時關閉隧道至廢氣濃度及能見度



達於標準後再行開放通行，隧道內溫度超過 40℃時即啟動風機降溫。通風機起動控制級距運轉表如表 4.6-21 及通風機停止控制級距運轉表如表 4.6-22 所示。

表 4.6-21 通風機起動控制級距運轉表

通風機起動控制	CO 濃度(PPM)	VI 係數	風機運轉
第 1 段 級距 I	65	0.165mg/m ³	JFx8
第 2 段 級距 II	110	0.220mg/m ³	JFx12
第 3 段 級距 III	150	0.275mg/m ³	JFx16
第 4 段 封閉隧道	250	0.385mg/m ³	JFx20

表 4.6-22 通風機停止控制級距運轉表

通風機停止控制	CO 濃度(PPM)	VI 係數	風機運轉
第 4 段 隧道再通車	160	0.297mg/m ³	JFx20
第 3 段 級距 III	140	0.247mg/m ³	JFx16
第 2 段 級距 II	100	0.192mg/m ³	JFx12
第 1 段 級距 I	60	0.137mg/m ³	JFx8

(3) 緊急運轉模式

緊急運轉模式又可區分為避難階段與救援階段兩部分。

A. 避難階段

由於本計畫隧道採用縱流式通風系統，當火災發生時隧道濃煙由兩邊洞口排出，故必須藉由正確的風機操作配合人員進行避難。火災發生時，啟動噴流式風機向車行方向下游吹，強制煙霧往車行方向下游移動，起火點上游處之行人有反向逃往人（車）行連絡道至藉由另一座隧道逃生，而起火點下游人員則藉由車輛快速駛離隧道，同時為避免發生煙層逆流效應使煙霧往車行方向上游飄散，風機的風速依據公路隧道消防安全設備設置規範最小值需達 2 m/s 以上。

B. 救援階段

待隧道內人員疏散完畢後，需先降低隧道內部的溫度並儘可能將煙霧排出，消防人員才能進入隧道內撲滅火源。此時噴流風機的操作方式將調整為自起火點處將風往隧道下游洞口吹，以降低煙霧濃度及溫度，另一隔鄰隧道通風機仍須為反轉防止熱煙回流。

(4) 停電運轉模式

當正常電源停止供應時，隧道本身之緊急電源容量需能提供單孔風機運轉所需電量，並配合限制進入隧道之交通量，直至恢復供電。

(5) 維修運轉模式

當隧道進行維修時，為避免維修人員吸入過多廢氣導致身體不適，必須限制進入隧道內之車流量或提高通風機運轉效率來降低廢氣濃度，或將欲維修之隧道封閉，另一隧道維持為單向交通模式，不可採行雙向交通模式。

短暫維修運轉模式配合交維計畫，可單線封閉以夜間離峰車流量狀態進行；如長時間維修運轉模式，則採夜間封閉隧道，配合交通維持管制措施於隧道上下游交流道，進行行車管控將車流導引至周邊替代道路。

4.6.7 隧道機電工程規劃

考量電氣設備電壓壓降須於適當距離（約 1000 m）設置供電相關盤體與設施，為避免洞外空間取得不易，本案規劃僅於隧道北洞口外空地設置隧道機房，並於隧道三處人行連絡道設置電氣凹槽（里程 82K+350、83K+400 及 84K+450 處之人行連絡道）。

隧道機房設置有發電機室、配電室、消防泵浦室、蓄水池、監控室及 UPS 室等，初步規劃為長寬各 20m 之 2 層建築物，位置如圖 4.6-28，電氣凹槽則供配置高低壓設備之用。後續設計階段構想於兩洞口外設置迴轉道，將機房放置於洞口與迴轉道之間的平台，以解決機房人員進出動線的問題。

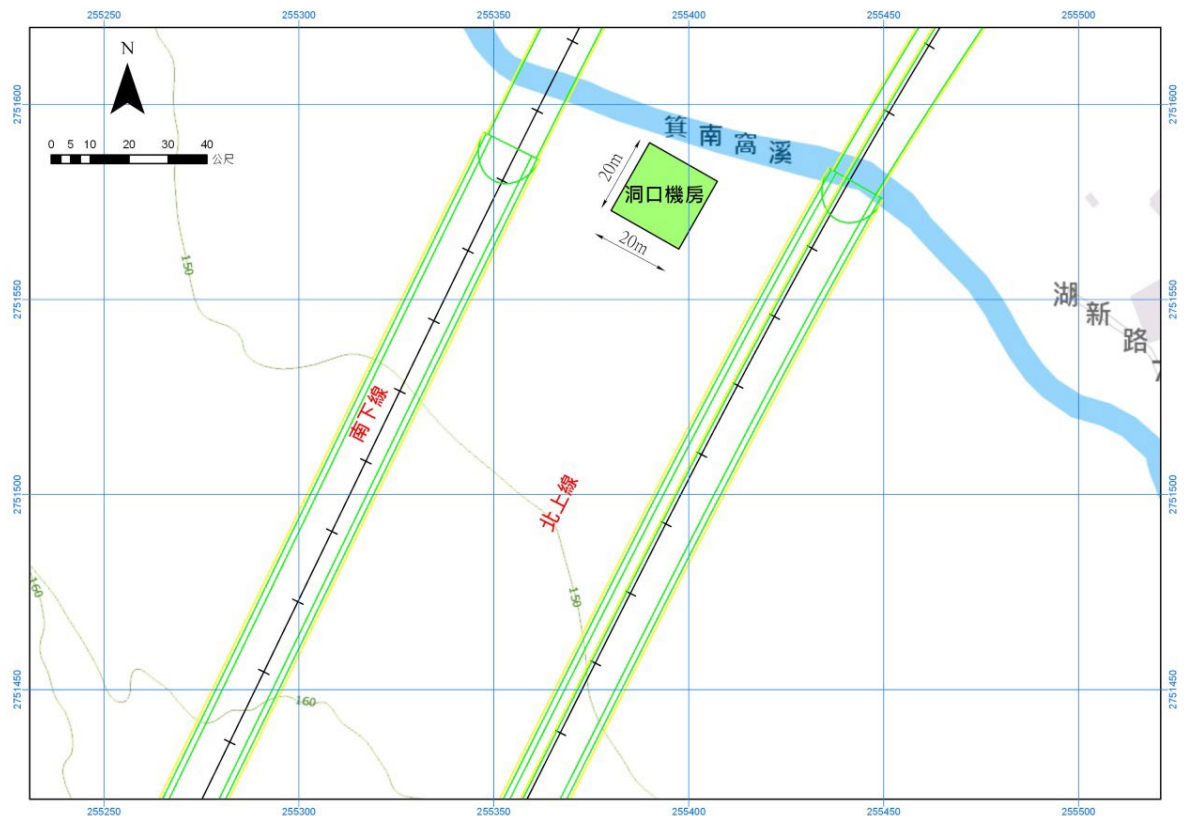


圖 4.6-28 洞口機房位置示意圖



1. 隧道電力系統架構之評估與規劃

(1) 依據法規及標準

- A. 經濟部頒「輸配電設備裝置規則」。
- B. 經濟部頒「用戶用電設備裝置規則」。
- C. 台灣電力公司，台灣電力公司營業規章及施行細則。
- D. 中國國家標準。
- E. 內政部，「建築技術規則建築設計施工篇」。

(2) 供電方式

依台電營業規章規定以高壓 3 ϕ 3W 11.4KV (設備須能配合台電改壓 22.8KV 時使用)，另設置緊急柴油發電機組及不斷電系統 (UPS) 作為備援電力，於台電經常及備用電力中斷的狀況時可提供重要設備正常運作之備援電力需求。

A. 緊急柴油發電機供電系

下列負載於台電經常及備用電力均無法正常供電時，由緊急發電機備源供電：

- a. UPS 供電之負載。
- b. 隧道內緊急通風機。
- c. 消防泵。
- d. 污、排水泵。
- e. 緊急照明及火警系統。

B. 不斷電電源設備 (UPS) 供電系統

下列負載於台電經常及備用電力均無法正常供電之瞬間至緊急柴油發電機完成啟動供電期間由 UPS 系統提供不中斷電源。

- a. 隧道內緊急照明。
- b. 隧道內火災時之隧道火災緊急照明燈。
- c. 隧道內部火警系統及避難逃生標示設備 (避難方向指示燈及逃生門標示燈...等)。



- d. 隧道監控系統設備、交控系統設備及通訊設備等。
- e. 機房交控設備室、交控或監控凹槽（設備室）內設備電源盤。
- f. 交控或監控設備室內停電時緊急照明。

(3) 纜線系統

- A. 22.8KV 高壓系統採 25KV 級非接地型 XLPE 電力電纜配置。
- B. 低壓電力系統依使用場合及用電類別採用不同之配線：
 - a. 一般電力系統：採用 XLPE 電纜配置，隧道內電纜架配置時採用低煙無毒電纜。
 - b. 緊急供電系統：採用 LSFH-FR 電纜或 XLPE-FR 電纜。
 - c. 隧道內明纜配線：採用 LSFH 電纜配置。
- C. 配電室插座及一般照明配線：採用 PVC 電線或電纜配置。

(4) 接地系統

接地系統共分四種：

- A. 高壓電力系統與設備接地系統。
- B. 低壓電力系統與設備接地系統。
- C. 電信、監控及弱電設備接地系統。
- D. 避雷接地系統。

前二種接地系統係採用共同接地網，以獲得較佳之接地效果，接地電阻值要求須小於 10 歐姆；電信、監控及弱電設備接地系統依「建築物屋內外電信設備工程技術規範」之規定設計。避雷系統接地須符合「建築技術規則」之規定設置。

2. 隧道照明系統之評估與規劃

隧道照明主要目的在使用路人依設計的速率通過隧道時，感受與一般道路近似程度之安全與舒適。為達此目的，照明設計應提供駕駛人可靠及充分之視覺辨識能力，期使駕駛者接近隧道及進入隧道後能清楚辨認前方障礙物及車行狀況以避免事故之發生。

一般而言，為避免白天進入隧道時駕駛者視覺產生黑洞效應，隧道入口的進口區及漸變區必須加強照明。直至進入隧道內部，當駕駛者已適應洞內之環境，只須保持一定程度之基本照明即可。另在出口區亦需適度加強照明，俾利行車安全。

(1) 設計依據

- A. 交通部，2021.9.29，「交通工程規範」。
- B. 交通部高速公路局，2020，「交通工程手冊-照明篇」。
- C. 國際照明委員會（International Commission on Illumination, CIE），2004，“Guide for the Lighting of Road Tunnels and Underpasses”，CIE 88。

(2) 隧道照明規劃原則如下：

- A. 路面照明所需之各項輝度、均勻度及眩光參照國際照明委員會（CIE）編號 88 技術報告（CIE88）最新辦法決定。
- B. 在緊急情況下，如主電力供電故障、停電或火災時仍應保持一定照明。
- C. 在交通量少時，隧道照明可作調整以達到符合照明基準及節能雙重效果。

(3) 隧道照明規劃要求：

隧道之照明視隧道長度作分區設計以使駕駛人適應光度之變化，隧道照明起始點為距隧道洞口前一個停車視距開始，可分為入口區（接近區）、境界區、漸變區、內部區、出口區及離去區，如圖 4.6-29。

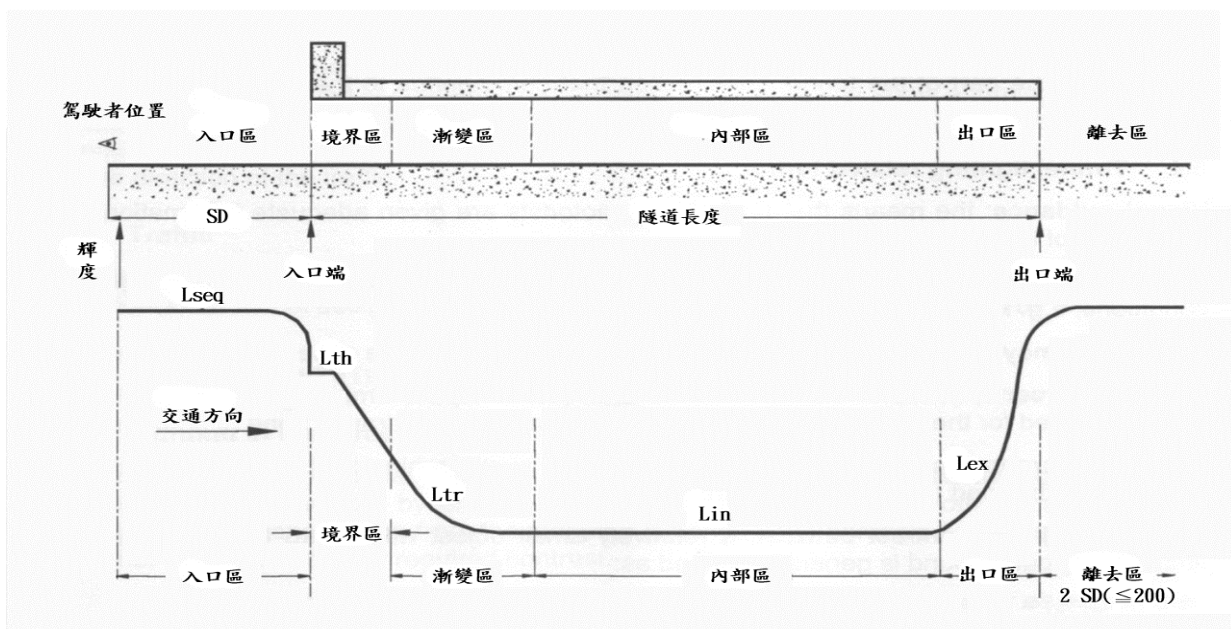


圖 4.6-29 單向隧道照明分區與輝度關係



A. 設計條件及數據

- a. 車道數：湖口隧道為雙孔單向隧道，車道配置為三車道。
- b. 車道寬度：3.65 m
- c. 行車空間淨高：4.9 m
- d. 燈具安裝高度：5.2 m
- e. 設計速度：100 km/hr = 27.78 m/sec
- f. 交通量：約 2,100 車當量/車道/小時
- g. 道路種類：瀝青路面（R3）
- h. 最大縱坡度：-1.73 %（北洞口），0.74 %（南洞口）
- i. 洞口野外輝度（L20）

依據 CIE 建議在停車視距所觀看之洞口視野，本工程隧道為東北往西南座向，在在南北兩洞口中，北洞口天空所佔之百分比極為有限，而南洞口天空所佔之百分比極高，故高輝度部分進入視野內量有相對量，故以南洞口野外輝度作為設計參考值，洞口野外輝度除不原則以 4,000 cd/m² 作為參考值。

B. 隧道照明之分區設計原則如下：

隧道內在正常情況下，白天隧道照明分為加強區照明及內部區照明（含超長內部區之照明需求），加強區照明又分境界區照明、漸變區照明及出口區照明。夜間隧道照明分成隧道內基本照明及隧道外隧道出口接續道路照明。另外在非正常情況下，隧道內需提供的緊急照明。故根據環境條件及相關標準決定照明水準之設計原則，依序說明如下：

a. 境界區照明

由於本案屬規劃階段，建議參照 CIE 88 附錄 A.1 節所提供之計算公式，境界區輝度除了與隧道洞口野外輝度成正比外，尚需考量燈具配光曲線之形式，即如果採用逆照式（Counter Beam）燈具可較非對稱式照明燈具可節省約 30% 所需輝度。本工程入口區照明燈具將採逆照式（Counter Beam）燈具，除根據 CIE 88 附錄 A.1 所附表 A.1.3 之 K 係數（為非對稱式）計算外，可依該表所計算出來結果再乘以 0.7 後作為本工程進口區照明輝度之設計需求。設置長度不應少於一個停車視距。

b. 漸變區照明

此區域為從境界區讓用路人適應到內部區之輝度轉換，目的在減少黑洞效應，讓用路人逐漸地適應隧道內部較低之輝度，依據 CIE (Fig.6.6) 建議如圖 4.6-30 所示，其中曲線所示為 CIE 建議之下限值，即各區輝度只要不低於此曲線，用路人即可在無黑洞效應之安全情況下進入隧道，但各區輝度基本以不超過 3:1 為原則。但漸變區最後一個階梯的輝度不應大於內部區輝度的 2 倍，長度依車速如圖 4.6-30 所示輝度值與時間曲線。如考量駕駛舒適性，在階梯曲線的情況下，漸變區長度可以在末端延伸，超出 CIE 曲線所規定的長度 1~2s。

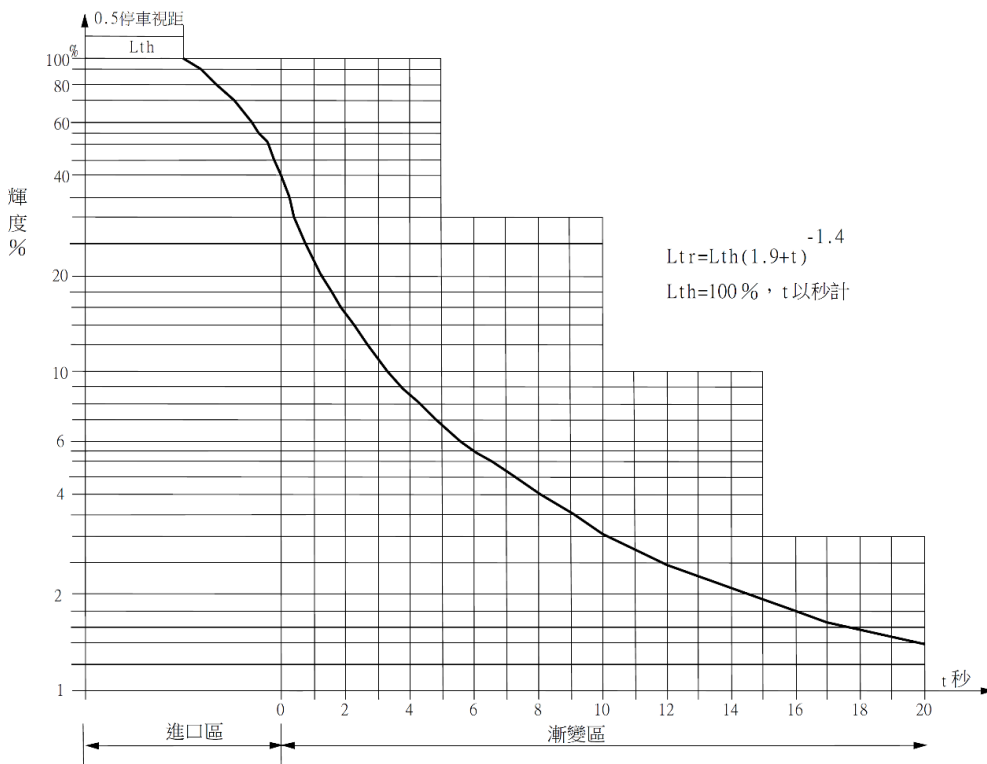


圖 4.6-30 隧道進口區及漸變區輝度之變化曲線圖

c. 內部區照明

內部區照明的需求與停車視距 (SD) 及交通量有密切的關係。根據 CIE 準則 6.2 節說明了相關考量，而本路段交通量約 2,100 車當量/車道/小時，參考表 7.7-3 針對交通量說明，本案係屬高交通流量路段。考量 CIE 為一套完整之隧道照明設計方針，各項數據引用具有相互關聯，因此不建議將交通部頒之停車視距參考套用到 CIE 來作分析，應採用 CIE 分析計算的停車安全距離即停車視距較適當，故本案將依據 CIE 建議計算方式取 160 m 為停車視距 (SD)，故參考表 4.6-23，內部區輝度為 10



cd/m²，另若內部區行駛超過 30 秒後則稱為超長內部區（Very Long Tunnel），其輝度值依如表 4.6-24 所示決定，以達節能減碳目的。

另隧道牆壁也是隧道內檢測障礙物背景的一部分；它們有助於適應等級和視覺引導。因此，隧道牆壁的輝度是隧道照明品質的一個重要組成部分。隧道牆壁的高度達到至少 2 m 時，其平均輝度在相關位置必須至少為平均路面輝度的 60%。隧道牆壁的平均輝度，至少到 2 m 的高度，必須至少為相關位置平均路面輝度的 60%。

表 4.6-23 CIE Table 6.7.1 長隧道內部區輝度 (Lin1) (cd/m²)

停車安全距離 (m)	長隧道	
	交通量 (車當量/車道/小時)	
	低	高
160	6	10
60	3	6

表 4.6-24 CIE Table 6.7.2 超長隧道內部區輝度 (Lin2) (cd/m²)

停車安全距離 (m)	超長隧道	
	交通量 (車當量/車道/小時)	
	低	高
160	2.5	4.5
60	1	2

表 4.6-25 CIE Table 6.7.3 CIE 交通量之定義

交通量	單向交通	雙向交通
高	>1500	>400
低	<500	<100

d. 出口區照明

駕駛者於出隧道前由較暗之隧道內部至較亮之隧道外，眼睛雖可很快的適應，但仍須考慮下列之因素：

- 同方向之前方有大型車輛，擋住由洞外射入之光線。
- 駕駛者由後視鏡了解後方之狀況，尤其有超車者之狀況時，亦能了解。

因此出口區將依 CIE 的推薦設置加強照明，出口區輝度水準要求當於行車到達洞口前 20 m 時，輝度需達到內部區輝度之五倍。



e. 夜間照明

隧道於夜間交通量稀少時得減低路面之平均輝度以節能，但至少應與隧道兩端出口道路輝度相同，原則夜間基本區照明，輝度水準，參照日間內部區輝度水準。另本路段應於隧道出口之接續道路提供照明。在如此的情況下，CIE 對夜間照明輝度 (L_{av}) 的最低推薦值如下表 4.6-26：

表 4.6-26 夜間照明輝度最低值 (cd/m^2)

	CIE
平均輝度 (cd/m^2)	2
隧道出口 接續道路照明	配合公路照明輝度或至少 $2 cd/m^2$ 維持至少 2 倍安全剎車距離，但不超過 200 尺，且與隧道基本區輝度比不超過 3:1。

f. 緊急照明

● 功能

隧道內須有緊急照明設備以備停電時維持必要照明之用，其電源須由不斷電電源系統 (UPS) 提供，應使緊急照明設備持續動作 1 小時以上及滿足下列需求：

- 緊急狀況時，照明系統協助疏散車輛或提供人員逃生。
- 停電時仍須由不斷電電源系統提供隧道緊急照明用。
- 安全性 (火災發生時) 的逃生標示照明。

● 輝度或照度

隧道內緊急照明作為停電時疏散車輛及提供逃生，須提供至少基本照明之 1/4 以上之隧道燈具由不斷電電源系統 (UPS) 提供電源，以維持隧道內部於停電時之緊急照明即可，及 CIE 建議至少須 10 Lux 以上且任一點最低值不可低於 2 Lux。

g. 閃爍效應

隧道照明燈具配置間距不同，對行車視覺所產生明暗變化頻率為閃爍效應。為避免造成用路人之不適感，基本區及內部區隧道照明設計時閃爍頻率不可介於 2.5 Hz 至 15 Hz 之間。但隧道燈具發光面長度大於燈距 1/2 以上，則不在此限。



h. 防眩程度

眩光會降低可見度，因此減少眩光非常重要。在隧道照明中，必須考慮生理（失能）眩光。失能眩光效果由閾值增量 T1 定量，閾值增量 T1 必須低於隧道漸變區和內部區在日間和夜間時的閾值的 15%。

i. 均勻度要求

本工程隧道各區之全面均勻度（Overall Uniformity）不低於 0.4 及縱向均勻度（Longitudinal Uniformity）不低於 0.6。

j. 輝度控制

隧道加強區照明，完全取決於洞外輝度而定，除了如何準確取得野外輝度是重要外，對於隧道加強區階段控制，將以 CIE 88-2004 加以分析。

一般在控制階段上，將藉由隧道洞口外距隧道洞口一個停車視距位置設置一個 20 度角的輝度計，南北兩洞口各設一支，介意控制隧道內照明。傳統隧道設計照明須採用迴路控制方式，也就是依各階所需將迴路做開關控制，故不僅造成各隧道燈具在使用時間不同外，也會造成各階照明品質的改變，需逐階驗證，其是否符合照明品質要求。

且洞外輝度是隨時在變動當中，故各階輝度範圍如太小，反而造成變動頻繁，如太大，造成不節能。

本工程在隧道設計照明點滅模式共分為七階控制，白天依隧道洞外輝度計讀取實際亮度，經由輝度控制器判斷後自動切換 3~7 階照明階段，適當的輔助隧道進出口區所需之照明，夜晚則以時控方式自動切換 1~3 階照明階段，如表 4.6-27 所示。

在控制方式上，採用 Baselogic 隧道照明控制系統，採用調光方式，取代迴路控制方式，使得隧道加強區照明在使用時間上，各燈具趨一致外，在各階照明品質如全般均勻度及縱向均勻度，均可維持較高品質。

表 4.6-27 隧道照明控制階段表

照明點滅控制		隧道洞口外輝度控制(L20)		手動控制	
階段	區分	點燈	滅燈	點燈	滅燈
7	白天1	0.75L	0.6L	ON	OFF
6	白天2	0.5L	0.4L	ON	OFF
5	白天3	0.25L	0.2L	ON	OFF
4	白天4	20Lin	16Lin	ON	OFF
3	黎明(傍晚) (基本區)	TIMER	TIMER	ON	OFF
2	夜間 (1/2基本區)	ON(TIMER)	ON(TIMER)	ON	OFF
1	緊急照明 (1/4基本區)	ON	ON	ON	ON

註：1. L為隧道洞口外預估最高輝度值（L20）

L20是指一年內輝度計白天每小時量測一次，至少發生過75次的最高輝度值(每天每小時量測最高值)。

2. Lin為隧道基本區設計輝度值。

3. 3階降至2階原則採TIME控制以午夜12:00為預訂設定值。

4. 2階TIME原則為預留不予設定。

5. 正常情況下，夜間照明最低為2階，1階僅供台電停電時使用。

k. 供電

隧道照明供電與隧道其他機電設備共用供電系統。隧道燈亦可考量採用 LED 隧道燈具，一般傳統高壓鈉氣燈均採用迴路控制輝度變化，為整燈點亮或熄滅方式控制，照明變化較不平順均勻，LED 隧道燈具可所有燈具統一控制調整點亮比例，照明均勻度較不受影響且其燈具採可程式控制可有更多控制變化階段，目前已有市區道路之隧道段及車行地下道採用，可考量採用。

3. 隧道機電監控系統之評估與規劃

隧道監控系統為監控隧道內各項機電設備及相關設施，依所設定之模式運轉及監視，將各機電設施運轉狀態收集及傳輸至隧道監控機房與交控設備合併後匯集至路由器經固網業者之網際網路製業主指定之地點，以供操作人員能充分了解各機電設施運轉狀態。

監控系統功能為將隧道內電力、照明、火警與消防及通風等各設備，依隧道內狀況及環境等條件執行設定之運轉模式及監視各設備狀態，包括運轉停止、故障警報及數值監測，並將所收集到之各設備之運作狀態送至監控室內路由器。



(1) 系統架構

由隧道監控主機（隧道機房）、遠端控制器（RTU）含輸出入埠及現場設備構成，包括下列各項功能系統：

A. 機電安全控制器

機電安全控制器監控主機收集各遠端控制器（RTU）之輸入/輸出監控站與其他各相關系統之資料以計算及控制，並提供資料管理功能之用。

B. 隧道機房監控工作站

- a. 為隧道監控系統的人機介面提供中文圖控與多人多工作業系統。
- b. 顯示各種資訊、系統狀態及運算，作分析研判並下達控制指令。
- c. 網路管理及檔案伺服。

C. 遠端控制器（RTU）

- a. 本系統主幹線可採環形架構（Ring）光纖網路所組成。
- b. 依機電設備監控點數多寡設置 RTU 輸入/輸出監控站，以減少監控點之拉線距離

D. 收集及執行現場設備之信號處理與指定的控制功能，經由資料傳輸設備傳送所有資料至機房機電安全控制器隧道監控系統應使作業與維護人員，能利用控制、顯示記錄之設備，有效與可靠的執行下列事項：

- a. 監視區域內之火警與危險情況。
- b. 監視並控制機電設備依機電設備。
- c. 發揮電力系統最大功能。
- d. 環境狀況、設備性能與維護之詳細記錄。

(2) 隧道監控策略

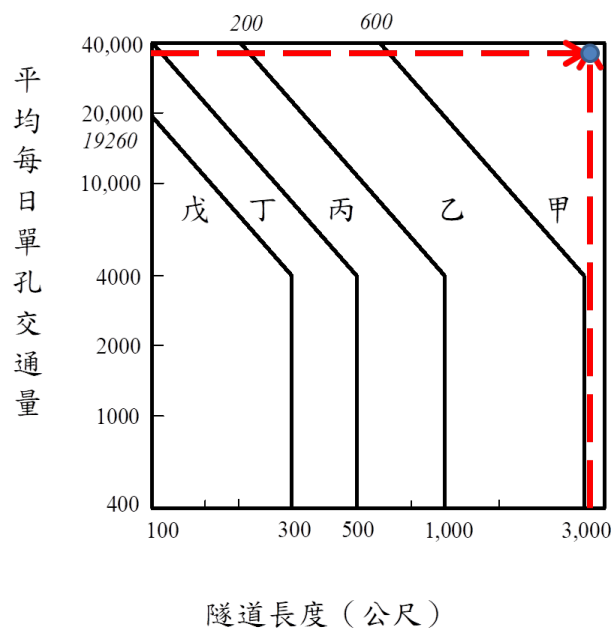
本隧道監控系統為自動監視控制隧道內之通風、照明、火警與消防、電力等設備，具有完整之系統獨立運作特性，即當與交控中心連線中斷時，仍不影響隧道之整體監控功能。必要時人員可進駐隧道機房執行監控，並處理及記錄各項狀況，待與交控中心之連線通訊恢復正常後，再將資料送回，並可配合隧道前、後與內部之交控設施執行各種交控連動策略，以構成系統間相互運作。

(3) 隧道監控與交控系統整合連線

- A. 由交控系統提供傳輸光纜及相關介面，供隧道機電系統作為隧道機房與控制系統間連線使用並傳輸至機房內路由器，待交控中心透過網際網路引接。
- B. 有關機電監控與交控系統間資料交換之界面整合連線，通訊協定格式應將參照交控設施通訊協定辦理。

4. 隧道消防安全系統之評估與規劃

湖口路段隧道為雙孔單向隧道單向長度約 3,302 m 及 3,160 m，三車道兩側各搭配 0.3 m 路肩，隧道標準寬度約 11.55 m，依交通量預估，隧道段尖峰交通量超過 6,300PCU/小時，故其平均每日單孔交通量應大於 4,000 輛，依交通部 99.12 頒布「公路隧道消防安全設備設置規範」，本隧道應屬甲級隧道（圖 4.6-31）。有關人行、車行連絡通道及緊急停車彎之避難通道，每 350 m 設置一處人行連絡通道；每 1,050 m (<1,400 m 規範要求) 設置一處車行連絡通道與緊急停車彎，初步規劃避難通道配置如圖 7.7-5。配合避難通道位置，設置出口標示燈、避難方向指示燈、逃生門標示燈及避難指標。



(交通部，2010)

圖 4.6-31 隧道分級圖

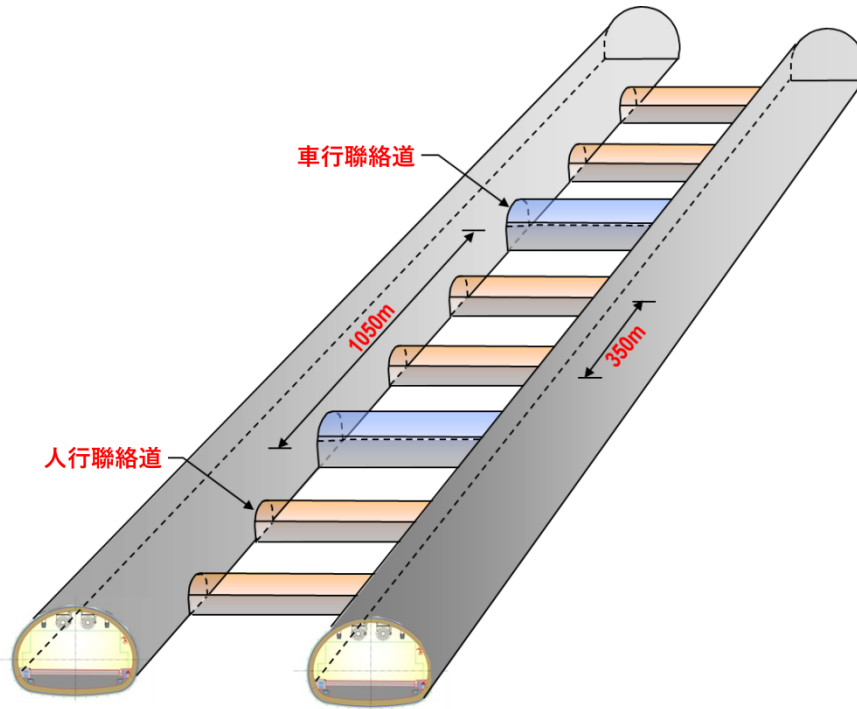


圖 4.6-32 隧道避難通道配置示意圖

(1) 甲級隧道設置規定

依據公路隧道消防安全設備設置規範，甲級隧道應設置下列消防安全設施（圖 4.6-33）：

- A. 滅火器。
- B. 消防栓設備。
- C. 自動火災抑制設備：隧道長度 10 公里以上或長度 3 公里以上且平均每日單孔交通量達 4000 輛以上之隧道應設置隧道內適用之自動火災抑制設備，本工程隧道長度超過 3 公里且平均每日單孔交通量達 4000 輛以上，故須設置自動火災抑制設備，於細設階段，設計單位應依情況選擇適當之自動火災抑制設備。
- D. 緊急電話。
- E. 火警自動警報設備。
- F. 手動報警設備。
- G. 緊急廣播設備。
- H. 入口資訊可變標誌（CMS）、車道管制號誌（LCS）及隧道內資訊可變標誌。
- I. 無線電台轉播設備。

- J. 監視設備。
- K. 避難連絡通道
- L. 緊急停車彎
- M. 避難逃生標示設備（出口標示燈、避難方向指示燈、逃生門標示燈及避難指標）。
- N. 緊急照明設備。
- O. 連結送水管。
- P. 機械排煙（通風）設備。
- Q. 緊急電源插座。
- R. 無線電信輔助設備。
- S. 隧道發電機室、變壓器室及其他類似之電器設備場所及控制中心，樓地板面積在 200 m² 以上者，應比照各類場所消防安全設備設置標準第 18 條規定選用滅火設備。若電器設備場所及控制中心位於隧道內時，其樓地板面積在 150 m² 以上者，即應設置。

設施配置詳圖 4.6-33 所示。

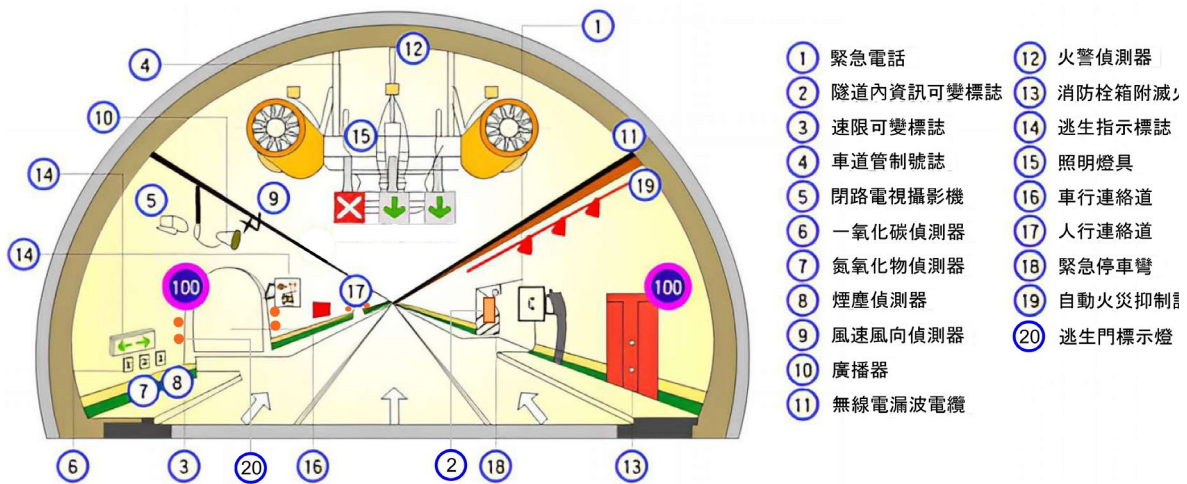


圖 4.6-33 公路隧道消防安全設備示意圖



(2) 消防安全設備設置原則

A. 滅火器

- a. 應至少為 20 型 ABC 乾粉滅火器（滅火效能值 A-5,B-16,C）或 20 型泡沫滅火器。
- b. 兩具滅火器為一組，應置於滅火器箱中，設置間隔 50 m 以下，第一組離隧道口應小於 25 m。但設有消防栓之隧道，得與消防栓箱併設。

B. 消防栓設備

- a. 消防栓箱內，配置消防栓及水帶，並附有直線水霧兩用瞄子。
- b. 消防栓應設在車道旁鑲入牆壁，車道同側消防栓設置間隔在 50 m 以下。但第一個消防栓離隧道口需在 25 m 範圍內。
- c. 消防栓主橫管管徑應在 150 mm 以上，但主橫管與連結送水管或固定式水系統滅火設備共用時，其管徑應在 250 mm 以上。
- d. 消防栓設備之配管平時應充滿水。
- e. 消防栓設備之水源應連結加壓送水裝置。

C. 自動滅火設備

隧道自動滅火設備係指自動撒水設備、水霧滅火設備、泡沫滅火設備、細水霧滅火設備、二氧化碳滅火設備、潔淨藥劑滅火設備及其他同等效能滅火設備，針對本案隧道之消防自動滅火設備，建議選擇水霧滅火設備系統，設計原則如下：

- a. 隧道每 50 m 為一水霧滅火設備分區為原則，必要時應配合設計調整，每一水霧滅火設備分區以自動閥控制水霧滅火設備噴放，以達初期火災時能控制火勢、冷卻、降溫，營造搶救環境避免火勢後續擴大為目的。
- b. 水霧噴頭間距以 5 m 裝設於車行方向右側牆壁上方為原則，必要時應配合設計調整，水霧噴頭裝設於隧道側壁上方，緊急停車彎亦應配置水霧噴頭，後續進行水霧系統設計時，應配合行駛外側車道之大客車高度及橫斷面寬度，檢視內車道水霧噴灑量是否符合效能。
- c. 水霧滅火設備水源與消防栓、連結送水管共用，應供消防栓、連結送水管及二個水霧分區同時噴放 40 分鐘以上，並預留 20%之餘裕。



- d. 水霧滅火設備將與消防栓、連結送水管共用管徑 250 mm 以上幹管（依實際計算為準），幹管配置於車行方向右側步道下方，除特別指明之外，採不銹鋼管配合不銹鋼機械接頭方式設計每 100 m 設置不銹鋼伸縮接頭，採機械或法蘭式接合。
- e. 消防幫浦（電動）為消防栓、連結送水管、水霧滅火設備共用，設電動消防幫浦二台（一台主泵浦，一台備用泵浦），另設置小型消防增壓輔助泵浦（電動）一台。

D. 緊急電話

- a. 設置於隧道洞口附近、緊急停車彎及隧道人行通道側壁，設置間隔為每 200 m 至少一處。
- b. 緊急電話應設置於易接近處，並設置突出於隧道內側壁之「緊急電話」標示燈。

E. 手動報警設備

設置於隧道人行通道側壁，間隔為 50 m 以下，設置高度距路面上方 1.2 m 至 1.5 m 之間。應附設緊急對講設備插座。

F. 避難逃生標示設備

- a. 出口標示燈裝設高度應距人行通道 1.8 m 以上，且依下列規定設置：
 - 應設於安全疏散通道防火門之上方及避難連絡通道入口旁側壁上。
 - 出口標示燈應保持不熄滅，其亮度在直線距離 30 m 處，能明顯看出其標示面圖形及顏色。
- b. 避難方向指示燈依下列規定設置：
 - 設置間隔為隧道內每 200 m 以下在左側牆壁上設置，設置高度在車道面上方 1.5 m 以下之範圍。
 - 單孔雙向交通之隧道，前款設置間隔為 120 m 以下，且在兩側側壁上相對設置。
- c. 避難指標依下列規定設置
 - 設置間隔為隧道內每 15 m 以下在左側牆壁上設置，設置高度在車道面上方 1.5 m 以下之範圍。



- 單孔雙向交通之隧道，在兩側側壁上相對設置。
- 設有出口標示燈、逃生門標示燈及避難方向指示燈 15 m 範圍內，得免設避難指標。

G. 緊急照明設備

- a. 於隧道口及進入隧道後，在明顯處應設置警示駕駛人「進入隧道開頭燈」之標誌。
- b. 隧道內之緊急照明設備應連接緊急電源，其容量應能使其持續動作 1 小時以上。
- c. 停電時，隧道內的照明設備應使用不斷電設備。
- d. 緊急照明設備應確保基本照明 1/8 以上的照明水準。

H. 入口資訊可變標誌（CMS）及車道管制號誌（LCS）

- a. 隧道入口資訊可變標誌及，應設置於進入隧道口前駕駛人易於看清標誌板上內容之明顯處。
- b. 隧道內資訊可變標誌，應設置於隧道內緊急停車彎，或其他明顯易見且不影響人車通行之處所。
- c. 車道管制號誌，應設於車道上方，綠色箭頭「↓」表示可通行，如隧道內有狀況需封閉車道時，將顯示紅色「x」，表示該車道封閉。
- d. 隧道入口資訊可變標誌，於行車車速限速在每小時 80 km 以上之道路，以設於隧道入口前 300 m 處為原則。於車速限速在每小時未滿 80 km 之道路，設於隧道入口前 150 m 處為原則。

I. 通風/排煙設備

考量當隧道發生火災能排除濃煙，且平時可當降低隧道內一氧化碳、二氧化碳、氮氧化物、碳氫化合物及粒狀污染物之濃度，故需以通風設備系統兼消防排煙功能規劃。

J. 隧道機電配電室

於隧道北側洞口設置機房及隧道內三處人行連絡道設置電器凹槽，規劃緊急發電機、電氣設備、消防設備、消防水池及隧道相關監控設備等空間。

K. 火警自動警報設備



a. 依下列處所種類分別劃定火警分區：

- 主線隧道。
- 避難連絡通道。
- 安全疏散通道。
- 設備凹槽。

各車行連絡通道、人行連絡通道及設備凹槽應分別設置火警分區。

b. 主線隧道火警探測器需使用隧道內專用探測器。

c. 受信總機經由火災探測器自動偵測動作或火警發信機按鈕通報後，應能立即顯示火警發報位置及火警分區，並將信號傳至監視設備，連動閉路電視攝影機，進行開啟路況資訊顯示設備、緊急照明設備，及啟動消防幫浦等緊急應變動作。

L. 緊急廣播設備

- a. 揚聲器聲音應保持清晰。
- b. 擴音機及操作裝置，應符合 CNS 10522 相關之規定。

M. 監視設備

- a. 隧道內每 120 至 200 m 設置一具閉路電視攝影機。每一緊急停車彎及隧道內的其他附屬空間（如幫浦室、電氣室、連絡道或通風設備室等）應增設一具。
- b. 閉路電視攝影機所傳達的電視影像應設於隧道控制中心或 24 小時有人值勤處。
- c. 監視系統正常為全自動化運作。緊急時應可作現場手動操作控制或由隧道控制中心內部直接遙控。

N. 連結送水管

- a. 出水口在隧道內消防人員易於施行救火之位置，每隔 50 m 以下設置一處，隧道洞口處及緊急停車彎應各增設一處。
- b. 送水口應分別設於隧道前後洞口靠右側或消防車易於接近，且無送水障礙處。



- c. 應為專用，其配管管徑在 100 mm 以上。
- O. 消防專用蓄水池
- a. 設有消防栓設備之隧道，其蓄水池容量應依實際設置消防栓及消防出水口數量核算外最少應包含消防栓 3 支及出水口 2 具之出水量，其水源至少應設置 57 m³ 以上，水源來源向自來水公司申請用水。
 - b. 採水口為口徑 100 mm，並接裝陰式螺牙，數量為 2 支以上，設置於隧道洞口處，其配管距離基地地面高度在 0.5 m 以上 1 m 以下，且外部應標示「採水口」之明顯字樣。
- P. 無線電信輔助設備
- a. 無線電通信輔助設備使用洩波同軸電纜或具有同等效能之設備，該電纜適合傳送或輻射 150 百萬赫 (MHz) 或中央目的事業主管機關指定之周波數。
 - b. 洩波同軸電纜之標稱阻抗為 50 歐姆。
 - c. 無線電之接頭應符合下列規定：
 - 設於隧道洞口附近消防人員便於取用處及值日室等平時有人之處所。
 - 前目之接頭數量，在任一出入口與其他出入口之步行距離大於 300 m 時設置 2 個以上。
 - 設於距路面或基地地面高度 0.8 m 至 1.5 m 間。
 - 裝設於保護箱內，箱內設長度 2 m 以上之射頻電纜，保護箱應構造堅固，有防水及防塵措施，其箱面應漆紅色，並標明「消防隊專用無線電接頭」字樣。

4.6.8 隧道防爆震評估

由於本隧道穿越湖口營區演訓場，而軍方規劃於演訓場進行降挖，其降挖區高程約 132 m，經調整隧道線形與縱坡後，隧道頂拱與降挖區之高差約 20 m，約為 1.9D (D 為隧道頂拱外緣至仰拱底部)，如圖 4.6-34。因演訓場主要作為砲彈射擊場地，故需評估砲彈射擊是否影響隧道結構穩定。

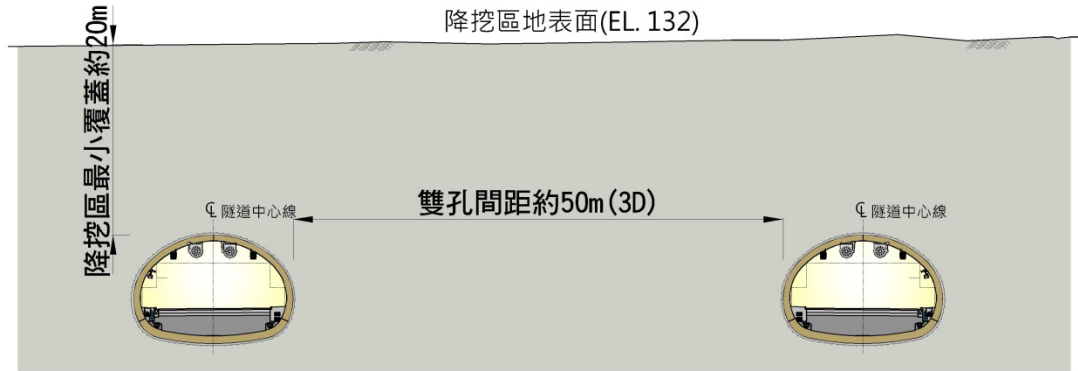


圖 4.6-34 湖口營區降挖與本計畫隧道相對關係

砲彈對於地下結構物之影響主要可分為砲彈貫穿、彈坑與爆炸震動等，以下簡述美國國防部 FUNDAMENTALS OF PROTECTIVE DESIGN FOR CONVENTIONAL WEAPONS (TM5-855-1) 之評估方法，並依可能之彈藥性質進行評估。

1. 砲彈貫穿

砲彈貫穿將直接影響隧道結構，因隧道上方有約 20 m 之覆土，其地層性質介於土壤與岩石間，故以下分別說明土壤與岩石之貫穿深度評估經驗式：

(1) 土壤

$$X_f = 0.0031 S_i N_s (W_T / A_m)^{0.5} (v_s - 100)$$

其中 X_f ：貫穿深度，ft

S_i ：土壤貫穿指數 (soil penetrability index)

N_s ：彈頭形狀因子 (nose shape factor)

W_T ：砲彈重量，lb

A_m ：砲彈最大斷面積，in²

v_s ：撞擊速度，fps

(2) 岩石

$$X = 6.45 \frac{W_T}{d^2} \frac{v_s}{(\rho Y)^{0.5}} \frac{100^{0.8}}{RQD}$$

其中 X：貫穿深度，in

W_T ：砲彈重量，lb

d：砲彈直徑，in

v_s ：撞擊速度，fps

ρ ：岩石密度，pcf

Y：岩石單壓強度，psi



RQD：岩石品質指標（rock quality designation）

各種砲彈重量、尺寸與撞擊速度列出如表 4.6-28 美國國防部），本案以藥量最高之 240 mm 迫擊砲進行評估，成果如表 4.6-29。由表可知本案之覆蓋深度大於砲彈之貫穿深度。

表 4.6-28 各種砲彈重量、尺寸與撞擊速度（美國國防部）

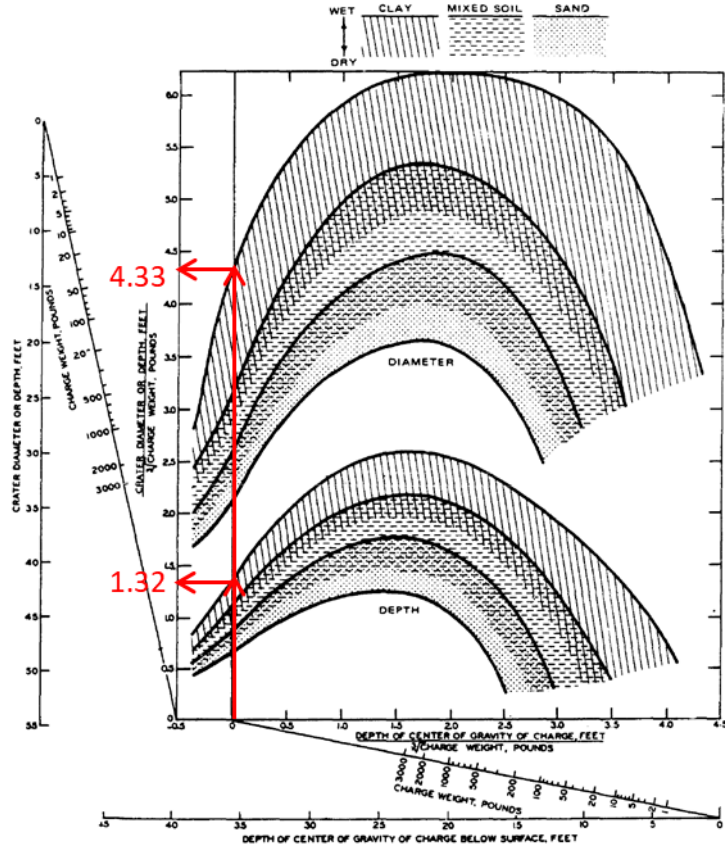
種類	砲彈直徑 (mm)	砲彈重量 (lb)	撞擊速度 (fps)
迫擊砲	60	3.2	522
	81	9.4	875
	107	27	960
	82	6.8	693
	120	35.2	893
	160	90.7	1,126
	240	288.2	1,189
火箭砲	105	33	1,621
	155	94.6	1,852
	175	147	3,000
	203	200	1,950
	122	47.8	2,956
	130	73.6	3,054
	152	95.8	2,150
	180	225	2,600
	203	200.5	1,990
坦克	90	23.4	2,400

表 4.6-29 砲彈貫穿深度評估

	單位	數值
砲彈直徑 d	in	9.45
砲彈重量 W_f	lb	288.20
撞擊速度 v_s	fps	1189.00
砲彈最大斷面積 A_m	in ²	70.14
彈頭形狀因子 N_s	-	1.33
土壤貫穿指數 S_i	-	3.00
貫穿深度 (土壤) X_f	ft	27.30
	m	8.33
岩石密度 ρ	pcf	124.86
岩石單壓強度 Y	psi	393.05
岩石品質指標 RQD	-	50.00
貫穿深度 (岩石) X	in	88.96
	m	2.26

2. 彈坑

除了砲彈直接貫穿外，因砲彈爆炸撞擊地盤將產生擾動而形成彈坑，彈坑之尺寸（直徑、深度）與砲彈重量、地盤狀況有關，如圖 4.6-35。以藥量最高之 240 mm 迫擊砲進行評估，其彈坑尺寸為直徑 8.67 m、深度 2.64 m，如表 4.6-30，小於本案之覆蓋深度。



(美國國防部，1986)

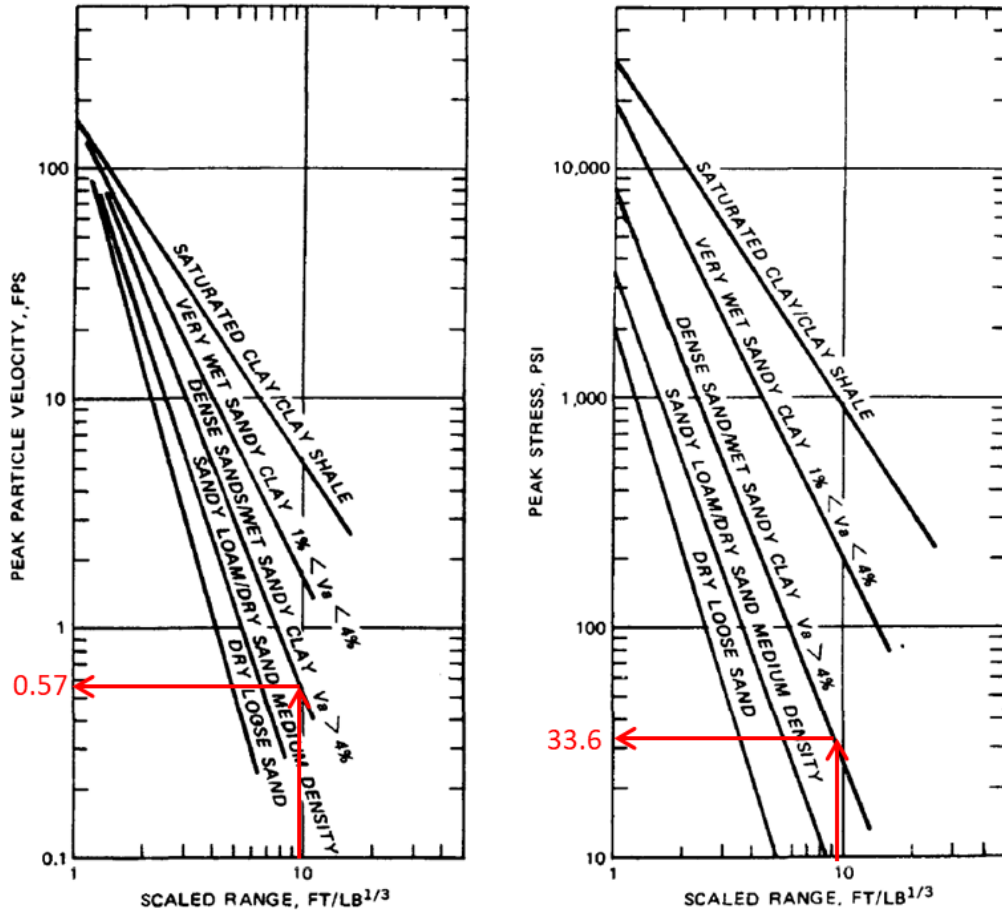
圖 4.6-35 不同地盤彈坑尺寸

表 4.6-30 彈坑尺寸評估

	單位	數值
砲彈重量 WT	lb	288.20
彈坑深度與砲彈重量 ^{1/3} 比	ft/lb ^{1/3}	1.32
彈坑直徑與砲彈重量 ^{1/3} 比	ft/lb ^{1/3}	4.33
彈坑深度	ft	8.72
	m	2.66
彈坑直徑	ft	28.60
	m	8.72

3. 爆炸震動

砲彈爆炸產生之震動，將經由地盤傳遞至隧道，其質點震動速度與爆炸應力與規模距離之關係如圖 4.6-36。以藥量最高之 240 mm 迫擊砲進行評估，其在最淺覆蓋（20 m）位置之最大質點震動速度約 0.57 fps，爆炸壓力約 33.6 psi，如表 4.6-31。



左：質點震動速度；右：爆炸應力

(美國國防部，1986)

圖 4.6-36 彈藥爆炸質點震動速度與應力

表 4.6-31 彈藥爆炸質點震動速度與應力評估

	單位	數值
砲彈重量 WT	lb	288.20
覆蓋 D	m	20.00
	ft	65.57
規模距離 $D/WT^{1/3}$	ft/lb ^{1/3}	9.93
質點震動速度	fps	0.57
爆炸壓力	psi	33.6



4. 防爆震規劃

經評估砲彈對隧道結構之穩定主要為爆破產生之震動與應力，故基於安全考量，參酌國內建安六號新建工程（空軍第三戰術戰鬥機聯隊）計畫需求說明書，以及美國陸軍工程兵團「STRUCTURES TO RESIST THE EFFECTS OF ACCIDENTAL EXPLOSIONS」（UFC 3-340-02）之統一設施標準（2008），規劃本隧道之防爆震方式如下。

由於本隧道採鑽掘方式通過，規劃採提高混凝土強度並增加鋼筋量，藉由提高隧道襯砌整體強度與勁度以提升其防爆震能力。此外，為減低砲彈爆炸產生之震動，需請軍方於演訓場之隧道上方區段設置減（隔）震設施，如塊石、混凝土塊、防爆毯等。

4.7 生態景觀環境規劃

4.7.1 景觀生態結構分析

1. 土地使用與景觀生態結構分類

為有效分析計畫範圍周邊之景觀生態結構，訂定計畫路線周邊約 10 公里為分析範圍。在景觀生態結構分類過程中，考量空間尺度(scale)性，多以可區分清楚邊界與特徵做為結構單元之分類依據，本計畫主要則依內政部國土現況調查中最小尺度之第 III 級分類成果，區分出衛星影像圖中，以肉眼可清楚判釋之**森林**、**草原/土壤/裸露地**、**農地**、**水體**、**建成地**等五類土地使用類別作為分析之尺度訂定，各使用類別分類如下表：

表 4.7-1 土地使用與類別分類表

土地使用類別	國土現況調查之土地使用現況
森林	天然針葉樹純林、天然闊葉樹純林、天然竹林、天然竹針闊葉混淆林、人工針葉樹純林、人工闊葉樹純林、人工竹林、人工竹針闊葉混淆林
草原/土壤/裸露地	牧場、伐木跡地、苗圃、水道沙洲灘地、公園綠地廣場、草生地、灘地、崩塌地、礁岩、裸露空地、灌木荒地、軍事用地
農地	稻作、旱作、果樹、廢耕地
水體	水產養殖、河川、溝渠、水庫、湖泊、其他蓄水池、人工湖、海面、濕地、漁港、專用港
建成地	畜禽舍、溫室、倉儲設施、農產品展售場、其他設施、機場、一般鐵路、高速鐵路、鐵路相關設施、國道、省道、快速道路、一般道路、道路相關設施、其他港口相關設施、水閘門、抽水站、水庫堰壩、其他設施、防汛道路、零售批發、服務業、純住宅、兼工業使用住宅...等使用住宅、製造業、倉儲、宗教、殯葬設施...等其他建築用地、政府機關、幼稚園...等學校用地、醫療保健、社會福利設施、氣象、電力...等公用設備用地、環保設施、法定文化設施...等休閒設施、礦業、土石、鹽業、空置地等用地



將土地使用類別分為**森林**、**草原/土壤/裸露地**、**農地**、**水體**、**建成地**五類後，可於地景結構圖中，清楚辨識出景觀生態地景的基質、嵌塊體及廊道等地景單元，其中，「**基質**」(matrix)通常為構成地景中之面積最大的主要要素，且具有較高的連接程度、對於地景動態的控制較大，分析範圍中之基質即為**森林**；「**嵌塊體**」(patch)則分散於地景中，與周邊環境具有明顯的邊界，外觀明顯不同於周邊的非線性地表區域，如農作物、高爾夫球場、建地、水庫、埤塘...等，分析範圍中，即分布多處散布於基質森林中的工業區、住宅區、高爾夫球場、農地、埤塘、水庫...等嵌塊體；「**廊道**」(corridor)在地景中主要扮演運輸、保護或提供資源的角色，其特徵即為不同於兩側環境的狹長區域，如防風林帶、植被帶、河流、道路、鐵路...等(淺論地景生態學，1998)，分析範圍中，即分布多條廊道如國道一號高速公路、台灣高速鐵路、鳳山溪、頭前溪...等廊道。



圖 4.7-1 生態結構要素分布範例圖



2. 景觀生態結構分析

以地景生態結構可看出，周邊範圍之土地使用現況多為淺山森林，屬地景單元中之基質，基地範圍則屬線形干擾廊道，穿越淺山森林基質與多處面積大小不一之農地、建成地、草原等多處嵌塊體，更與鳳山溪、頭前溪等多處河川生態廊道交錯橫越，與周邊地景結構元素造成相互影響，各路段亦有許多景觀生態議題產生：

- (1) 在桃園地區，屬於國道二級生態敏感里程路段，計畫基地穿越楊梅都市聚落建成地、部分農田嵌塊體、部分淺山森林之殘存嵌塊體和數口國家級濕地的埤塘嵌塊體等，更橫越社子溪及波羅汶溪兩條河川生態廊道，除切割原有較大面積的森林基質及農田、埤塘嵌塊體，直接縮減生存其中的生物棲地面積外，國道的噪音及車輛穿越等干擾行為，使國道本身的干擾範圍非僅硬體設施範圍，擴大其對於周邊生態系之影響範圍。
- (2) 在新竹湖口地區，未來工程範圍係以隧道形式穿越湖口營區草原嵌塊體下方，對於周邊基質及生態性較高之嵌塊體影響雖較小，惟隧道出入口之設置，將對周邊淺山丘陵森林基質的生態環境造成衝擊，未來亦需思考透過生態工程結合景觀設計手法降低其衝擊。
- (3) 新竹河廊平原地區屬國道三級生態敏感里程路段，主要穿越大面積竹北及新竹都市聚落建成地嵌塊體，該區對於自然生態之衝擊較小，惟頭前溪周邊屬臺灣罕見蝙蝠物種—霜毛蝠之棲所，頭前溪沿岸至出海口，以及南寮漁港地區皆有發現霜毛蝠活動與覓食現象，沿線另有臺灣大蹄鼻蝠、東亞家蝠、堀川式棕蝠與鼠耳蝠屬蝙蝠活動（臺灣蝙蝠學會，2012），未來基地高架橋即形成明顯的干擾廊道，形成重要的生態議題路段。
- (4) 新竹淺山丘陵地區係屬國道一二級生態敏感里程路段，該區位處竹東及苗栗丘陵淺山地區，生態資源豐富，有石虎、穿山甲等哺乳類動物棲息，國道建設形成的干擾廊道切割該區森林基質生態環境及多數哺乳類棲地，導致多起中型哺乳類路殺情形，未來如何透過生態工程結合景觀設計手法降低對於棲地之干擾及動物路殺情形，為該區段重要議題。
- (5) 苗栗頭份平原地區屬國道三級生態敏感里程路段，該區為大甲平原與苗栗丘陵及后里台地淺山森林之交界處，基地周邊主要為農地嵌塊體及建成地嵌塊體，以地景結構而言，對於周邊環境生態雖干擾較低，惟因位處苗栗淺山森林基質生態環境之邊界地區，生態資源尚屬豐富，須注意相關路殺及農田生態棲地環境切割之議題。



圖 4.7-2 景觀生態敏感里程圖

3. 景觀同質區指認

經前項對於景觀生態結構之分類結果，可於地景結構圖中，清楚指認出各區段之地景結構元素之差異性，桃園地區多為桃園台地淺山森林基質及農地嵌塊體、埤塘嵌塊體、產業地景嵌塊體...等元素所組成之「淺山埤塘景觀同質區」；新竹地區中「湖口營區草原景觀同質區」為湖口營區草原嵌塊體及切割破碎的淺山森林殘存嵌塊體所組成的景觀同質區；另鳳山溪、豆子埔溪、頭前溪廊道與零散的農地嵌塊體及竹北、新竹都市聚落建成地較大面積的嵌塊體等結構元素組成「河廊都市聚落景觀同質區」；水尾溝、鹽港溪廊道與被農地嵌塊體切割的大面積竹東丘陵淺山森林基質，形成「淺山丘陵景觀同質區」；苗栗頭份地區則為大面積農地嵌塊體及部分竹科竹南科學園區周邊產業建成地嵌塊體所組成「平原農作景觀同質區」，共可劃分指認出五處景觀同質區。

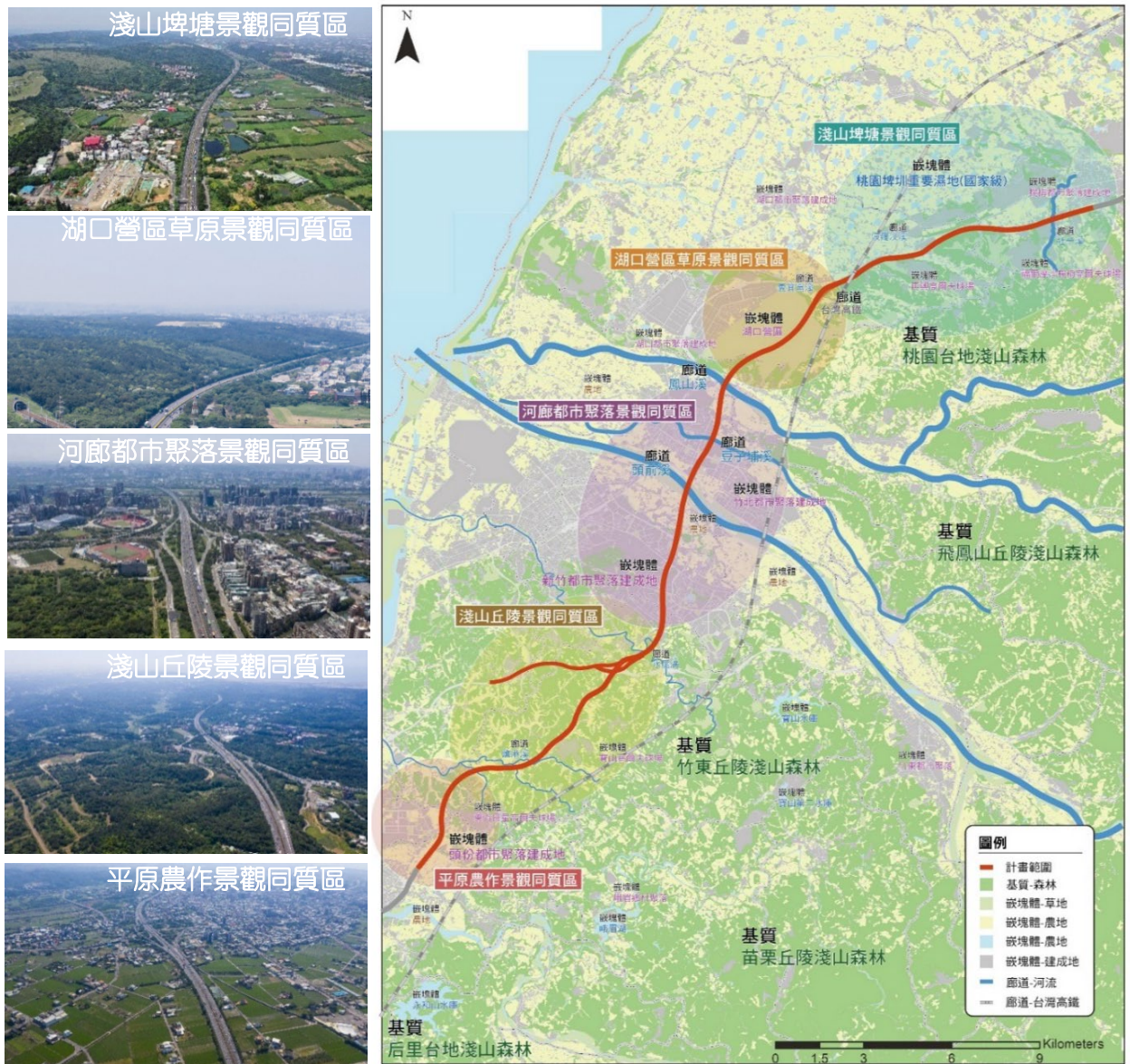


圖 4.7-3 景觀同質區指認

4. 已知生態敏感地景判釋

本計畫路廊經過桃園、新竹和苗栗等縣市，沿線兩側 1 公里範圍內通過的法定敏感區有新竹頭前溪水系自來水水質水量保護區、飲用水水源水質保護區(第四取水口及隆恩堰一定距離)、國家級桃園埤圳重要濕地(其中 1 處埤塘濕地約位於 75.6k 南下側距國道 1 公里處)和頭前溪、鳳山溪、中港溪等河川區域，另行政院農業委員會林務局 2020 年國土生態綠網藍圖規劃及發展計畫(財團法人台灣生態工法發展基金會，2020)參考動物多樣性熱點、關注動物分布、水鳥分布熱點、瀕危及受脅植物重要棲地、關注地景分布，以及各林區管理處關注議題區位，指認 44 處陸域關注區域，與本計畫路廊重疊的有西北部綠網分區之西北三、西北四和西北六 3 區(圖 4.7-4)，各區範圍及關注重點說明參見表 4.7-2。

高速公路局長期關注國道新闢和營運階段的环境永續、生態復育和棲地劣化改善課題，包括以地理資訊系統整合國道周邊 5 公里範圍內保護區、學界研究、民間關注、生態情報與大面積完整森林區域，依生態敏感性將國道分為 3 等級，制定敏感里程管理辦法，並針對第 1、2 級敏感里程已經完成兩輪的長期動植物生態調查。本計畫路線除經湖口和新竹都會區路段外，大部分為第 2 級敏感里程，新竹系統交流道前後路段為第 1 級敏感里程(計畫範圍內並無敏感里程動物樣區，僅 1 處植物樣區位於國道 3 號新竹寶山路段)。

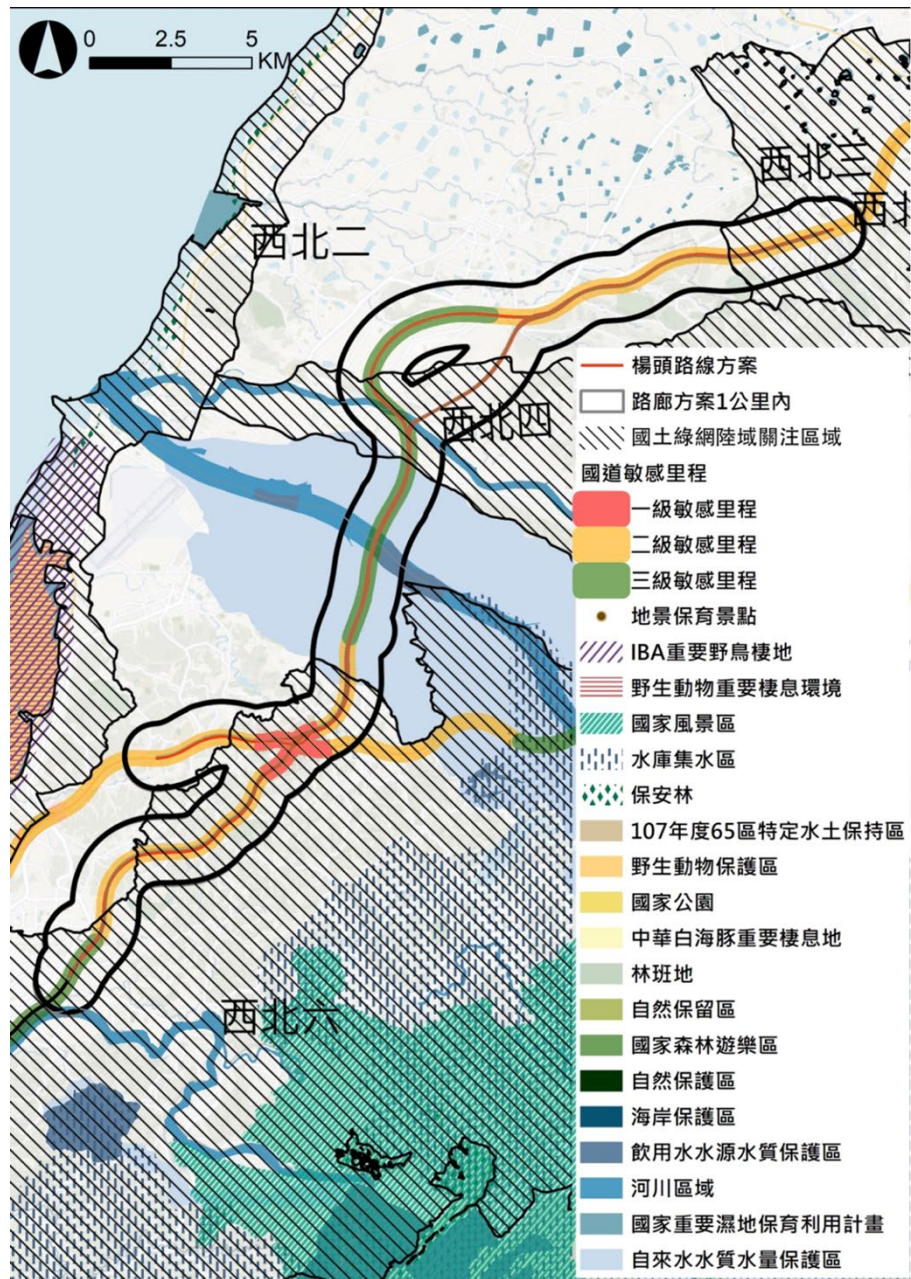


圖 4.7-4 計畫範圍周邊法定敏感區圖

表 4.7-2 與計畫範圍有重疊之國土綠網陸域關注區域及關注重點說明

關注區域	分布範圍	關注棲地	重點關注動物	重點關注植物	指認目的
西北三	桃園高榮野生動物保護區周邊	埤塘濕地	柴棺龜、鉛色水蛇、赤腹遊蛇、草花蛇、臺北赤蛙	流蘇樹、臺灣萍蓬草、臺灣地榆	桃園高榮野生動物保護區周邊鄉鎮之埤塘與濕地，為淡水域野生動植物(如臺北赤蛙)的重要棲地。維護及串聯重點埤塘濕地，推動埤塘周圍的友善生產環境。
西北四	鳳山溪流域	森林溪流水田	石虎、穿山甲、麝香貓、八色鳥、食蛇龜、柴棺龜、白腹遊蛇、草花蛇、臺北樹蛙、臺北赤蛙、中華青鱗、日本鰻鱺、七星鱧	臺灣冠果草、桃園草、馬甲子	保存森林與溪流生態系，保育瀕危物種，營造里山友善生產地景，創造並串聯適合石虎等野生動物的棲地。
西北六	新竹芎林至苗栗之淺山地區	森林溪流水田	石虎、穿山甲、食蟹獾、麝香貓、八色鳥、灰面鵟鷹、食蛇龜、柴棺龜、鉛色水蛇、白腹遊蛇、草花蛇、臺北樹蛙、金線蛙、高體鯉、飯島氏銀鮑、日本鰻鱺、史尼氏小鮰、七星鱧、大田鱉	六角草、刺花椒、庭梅(毛柱郁李)、臺灣野茉莉	保存低海拔森林生物多樣性，推動友善農業，營造合適石虎等野生動物的棲地，並建立淺山森林棲地生態廊道，減少動物路殺事件。

此外，高速公路局於國道整體景觀形塑計畫(2020)中彙整國道的生態敏感里程、可用路權綠帶與串聯潛力區域，提出各分局可優先建置「國道綠廊道」系統使路權綠帶發揮連結周邊破碎藍綠帶功能的路段，盤點出的 30 處優先串連大面積路權綠帶中，有 5 處位於本計畫路線範圍(圖 4.7-5)，大約包含國道 1 號從新竹系統交流道北側往南至頭份交流道路段兩側沿線路權空間。陸域植物、陸域動物和水域生物說明文獻和背景資料蒐集結果參見附錄一。

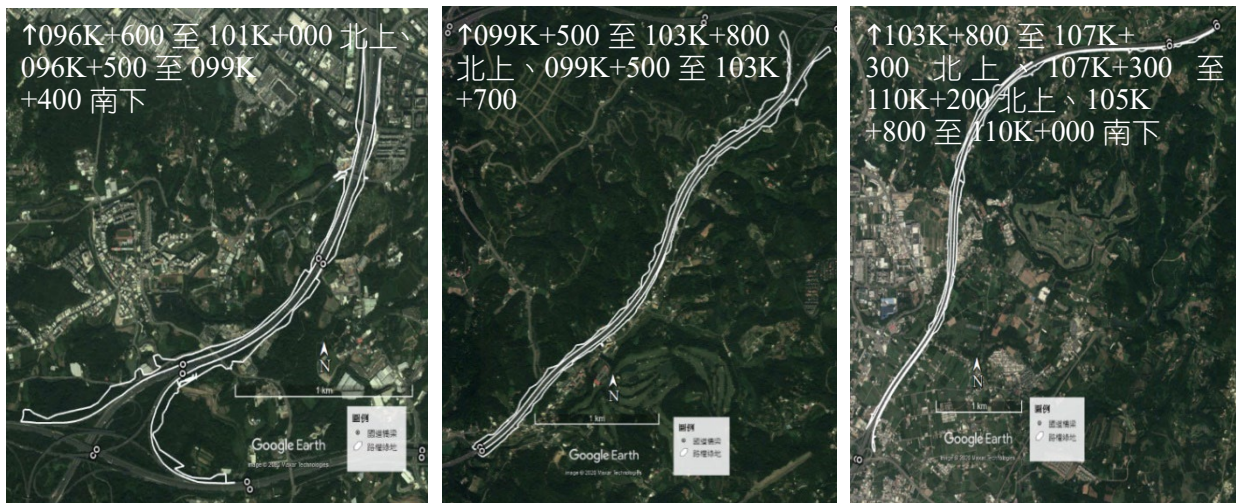


圖 4.7-5 計畫路線範圍內的優先串聯大面積路權綠帶圖

5. 潛在生態敏感地景判釋

棲地分布圖為生態環境背景了解及衝擊評估的重要基礎資訊，初步分析開發方案對於受法規保護的保育類野生動物及其他關注動、植物物種的可能影響。由重要物種與棲地之間的關聯性，包含物種對單一棲地或一組近似的棲地的利用偏好，棲地是可初判重要物種課題的參考依據，呈現圖面化之空間資訊，並且可反映開發造成土地使用行為或棲地改變之環境意義，計量棲地、面積變化，藉以量化生態影響的層面及程度，有利於自然環境保護與社會發展多元考慮的資料整合、組織、溝通。相較於物種調查易受到季節性、調查努力量、隱蔽性等複雜因素影響，特別是稀有受威脅物種往往不易發現。棲地是容易記述的環境特徵，指出稀有物種出現的可能性或生態議題。棲地適合用於生態敏感性的第一階段評估，判斷開發潛在涉及的生態課題及衝擊面向，再針對這些面向做細部調查釐清，決定最後的衝擊減輕規劃或生態復育方案。本計畫繪製路廊 1km 環域範圍的棲地分布圖，提供棲地的類型、分布的背景資料。從地景尺度指出範圍內生態關注課題，進行現地勘查判斷是否有重要物種的潛在棲地，提出進階生態調查評估的建議。

(1) 棲地分布圖繪製

棲地分布圖的繪製分為二種精確度，路廊 1km 環域範圍以既有圖資整合及轉換的方式獲得棲地空間資訊，使用國土利用調查(內政部)、植群圖(林務局「國家植群多樣性調查及製圖計畫」)、第四次森林資源調查成果(林務局，2015)等圖資轉換成棲地分類系統(林務局新竹林區管理處，2020)，人為利用的建成地區使用國土利用調查成果，近自然植被區域優先採用植群圖的資料。路廊 100m 環域是未來國道工程新建或施工容易影響的範圍，故以上述棲地圖對照內政部國土測繪中心-國土測繪圖資服務雲-正射影像圖(通用)(2018 年更新)以圖判方式將前述既有圖資中闕如或謬誤之區域進行校正。現地環境與課題勘查工作發現現地類型與前述不同者也己修正。

棲地分布圖的繪製依據林務局新竹林區管理處(2020)的棲地分類系統(表 4.7-3)，依照地理區位、人為擾動狀態及可反應不同生態系服務價值之土地使用形態等原則將台灣的陸域棲地共分為 82 種棲地類型，將近似的生態系及外觀合併為 10 大類，包括：A 森林、B 草地與灌叢、C 草澤地、D 流動水域、E 靜態水域、F 海岸、G 裸露與稀疏植被區、H 農牧用地、I 都市綠地與開放空間、J 建成地區。整合完成之棲地分布圖如圖 4.7-6。



表 4.7-3 棲地類型列表

A	森林	D	流動水域	G	裸露與稀疏植被區	F	海岸
A01	中高海拔山區原生樹林	D01	水源地	G01	高山岩屑地	F01	瀉湖
A02	低海拔山區原生樹林	D02	瀑布	G02	山地懸崖與峭壁	F02	潮間帶
A03	半島原生樹林	D03	溝	G03	惡地與泥火山	F03	潮間帶上緣
A04	山區造林	D04	山區溪流	G04	未穩固崩塌地	F04	海岸懸崖與峭壁
A05	平地造林	D05	山區泥岩曲流	G05	人工裸露地	F05	港
A06	樹林荒地	D06	湧泉溪	G06	其他裸露與稀疏植被區	F06	其他海岸
A07	河畔林	D07	辮狀河	H	農牧用地	I	都市綠地與開放空間
A08	海岸林	D08	平原曲流	H01	深水田	I01	動植物園
A09	其他森林	D09	失能河	H02	湛水田	I02	公園型綠地
B	草地與灌叢	D10	獨立小型溪流	H03	水稻田	I03	墓地
B01	中高海拔山區草地與灌叢	D11	人工水道	H04	雜糧田與菜園	I04	交通用地綠化空間
B02	低海拔山區草地與灌叢	D12	其他流動水域	H05	人造竹林	I05	高爾夫球場
B03	平地草地與灌叢	E	靜態水域	H06	茶園	I06	建物與綠地鑲嵌的開放空間
B04	鄰海草地與灌叢	E01	中高海拔山區湖泊	H07	果園	I07	草生荒地
B05	其他草地與灌叢	E02	低海拔山區湖泊	H08	廢耕田	I08	其他都市綠地與開放空間
C	草澤地	E03	平原型湖泊	H09	苗圃	J	建成地區
C01	森林型湖沼	E04	水庫	H10	溫室	J01	建築用地
C02	耐溼禾草或蕨類優勢的溼草地	E05	埤塘	H11	牧草地	J02	廢棄物及工業用地
C03	山坡滲水溼地	E06	魚塭	H12	畜禽舍	J03	交通用地
C04	季節性溼地	E07	鹽田與鹽灘地	H13	其他農牧用地	J04	公用設備
C05	半鹹水草澤與溼草地	E08	生態池與景觀池			J05	水利設施與構造物
C06	人工溼地草澤	E09	高度人工化水池			J06	其他人類活動用地
C07	其他草澤地	E10	其他靜態水域				

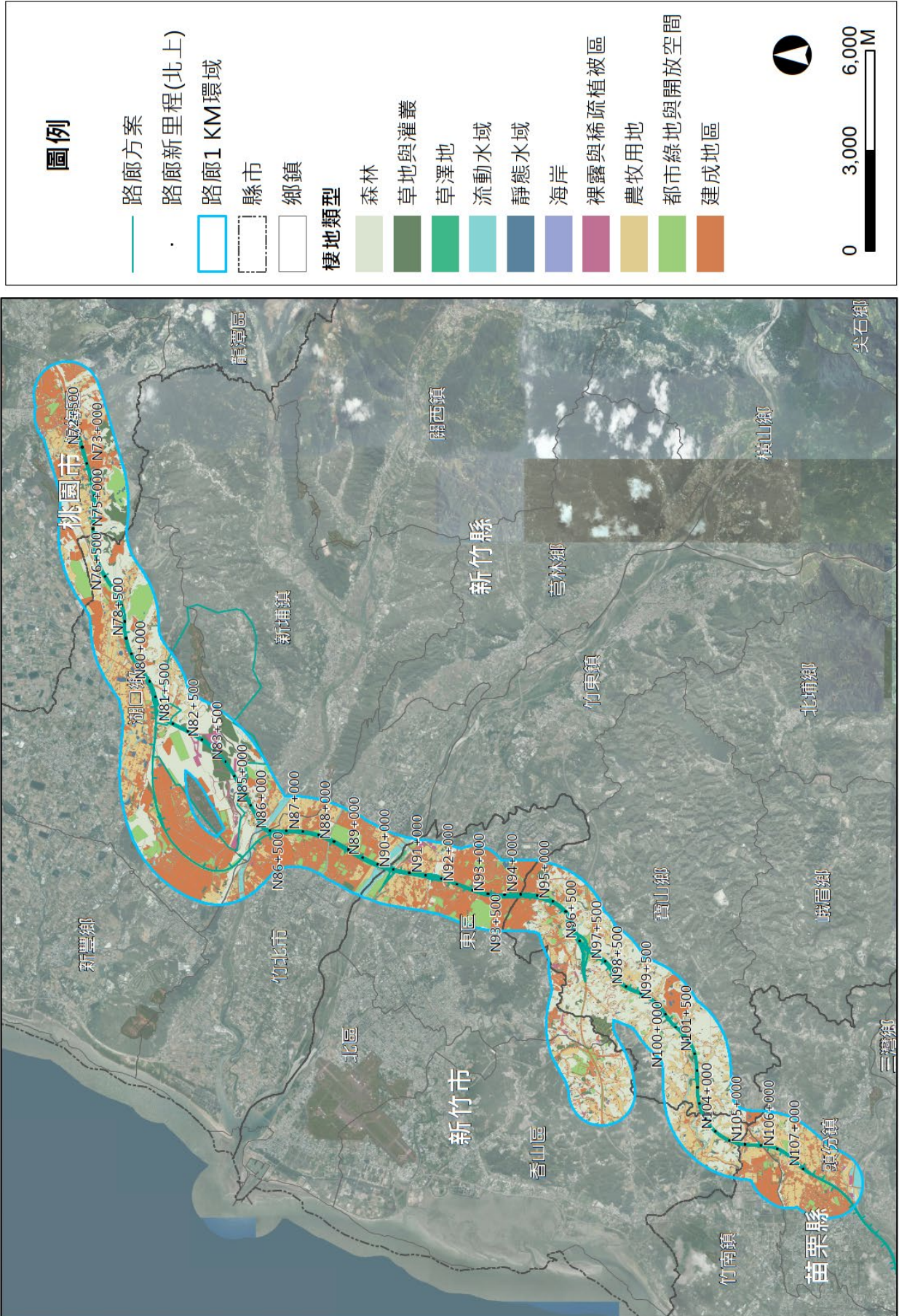


圖 4.7-6 路廊方案 1 KM 環域範圍棲地分布圖



(2) 路廊周邊潛在棲地分布

路廊規劃由桃園台地穿過新竹湖口淺山丘陵區，進入頭前溪兩岸的竹北市、新竹市都會區後，再次回到淺山丘陵區向西南延伸，終止在苗栗頭份的都會農田區，路廊 1 KM 環域的總面積 10,077.19 ha，包含人為利用區域與(近)自然棲地。人為利用區域(建成地區、農牧用地、都市綠地與開放空間) 63.05%，(近)自然環境(森林、草地與灌叢、草澤地、流動水域、靜態水域)佔 37.25%，以人為利用區域略多。環域範圍內以建成地區(33.11%)、森林(28.84%)、農牧用地(22.22%)最多，三者合計佔總面積的 84.17%。陸域淡水域僅有頭前溪、鳳山溪為主的河流以及多數零星分布的埤塘靜態水域，只佔 3.34%(表 4.7-4)。

表 4.7-4 計畫範圍棲地類型與面積統計

棲地類型		面積(ha)	面積%	棲地類型		面積(ha)	面積%	
森林	低海拔山區原生樹林	10.21	0.10	農牧用地	人造竹林	46.51	0.46	
	低海拔山區造林	2,727.68	27.07		水稻田	1,086.95	10.79	
	其他森林	7.44	0.07		其他農牧用地	1.23	0.01	
	河畔林	13.03	0.13		果園	252.20	2.50	
	樹林荒地	147.51	1.46		牧草地	7.65	0.08	
	森林 合計	2,905.87	28.84		苗圃	12.11	0.12	
草地與灌叢	平地草地與灌叢	44.00	0.44		畜禽舍	27.84	0.28	
	低海拔山區草地與灌叢	331.54	3.29		溫室	5.31	0.05	
	草地與灌叢 合計	375.54	3.73		廢耕田	95.67	0.95	
草澤地	人工濕地草澤	5.18	0.05		雜糧田與菜圃	703.37	6.98	
	耐溼禾草或蕨類優勢的濕草地	0.53	0.01		農牧用地 合計	2,238.82	22.22	
	草澤地 合計	5.72	0.06		都市綠地與開放空間	公園型綠地	124.79	1.24
流動水域	人工化支流通道	30.10	0.30			交通用地綠化空間	145.97	1.45
	人工水道	4.21	0.04			建物與綠地鑲嵌開放	283.70	2.82
	山區溪流	15.83	0.16	草生荒地		30.11	0.30	
	平原曲流	0.15	<0.01	高爾夫球場		105.87	1.05	
	辮狀河	12.33	0.12	墓地		87.53	0.87	
	流動水域 合計	180.74	1.79	都市綠地與開放空間 合計		777.96	7.72	
靜態水域	平原型湖泊	243.38	2.42	建成地區	公用設備	37.92	0.38	
	生態池與景觀池	3.82	0.04		水利設施與構造物	14.96	0.15	
	高度人工化水池	0.08	<0.01		交通用地	1,034.75	10.27	
	埤塘	0.10	<0.01		其他人類活動用地	132.22	1.31	
	魚塭	69.56	0.68		建築用地	1,303.28	12.93	
	靜態水域 合計	18.77	0.19		廢棄物及工業用地	812.99	8.07	
裸露與稀疏植被區	人工裸露地	101.38	1.01		建成地區 合計	3,336.13	33.11	
	未穩固崩塌地	0.07	<0.01	總計	10,077.19	100.00		
	裸露與稀疏植被區 合計	101.45	1.01					

(3) 關注棲地類型

依據文獻回顧結果，路廊方案周邊有多數潛在關注物種及植被類型，圖 4.7-7 將這些關注動植物及植被以棲地同功群的原則區分為森林鑲嵌棲地、水與溼地、開闊棲地、都市棲地等 4 種棲地環境，並分別列舉路廊範圍的主要地區。

森林是路廊範圍內面積最大的(近)自然棲地，地景上經常大範圍出現，且侷部有農田、聚落、水域鑲嵌其中，是大多數森林性動植物的棲息環境，包含多種保育類日夜行性猛禽、中型哺乳類動物。此區域 9 成的森林屬於低海拔山區造林，多數為過去相思樹、油桐、樟、竹類造林後經過長期的演替，形成造林木與自然下種的原生樹混淆林，是許多野生動物活躍的地區，構成大範圍相對完整之森林環境。稀少的低海拔山區原生樹林(佔路廊 1km 環域總面積 0.1%)動植物之多樣性及豐度高，自然資源豐富，這二種森林是優先關注的棲地類型(表 4.7-5)。

水域環境分為流動水域及埤塘、草澤濕地(靜態水域、草澤及廢耕水田形成的濕地)2 大類型，是水棲、半水棲動植物的棲地，桃園楊梅一帶的埤塘是多種保育類兩棲爬行動物、紅皮書魚類、水生或溼地植物的重要分布地，受到土地開發及汙染的威脅，近二、三十年來已大量減少，即使是非紅皮書稀有等級的原生的水生、溼地植物也因為外來植物擴張，數量日漸稀少。未經大幅整治人工化的溪流是日本鰻鱺、纓口台鰱的棲地及洄游路徑，溪床上灘地有台灣大豆及鳥類利用。

竹苗淺山丘陵的草地與灌叢植被的開闊棲地是全台稀有草地植物的重要分布範圍，特別是低海拔山區草地與灌叢、周期性除草或火燒的墓地，需優先將鄰近路廊的這二類棲地列入生態課題勘查地點。

都市棲地的關注重點在經常利用國道結構棲息繁殖的蝙蝠，特別是稀有的霜毛蝠在新竹市有唯一族群棲所。其次為有較大面積樹林的各种公園、學校是適應都會人為環境的鳳頭蒼鷹及領角鴉棲地。

開發初階評估主要聚焦於上述森林、草地與灌叢、草澤地、流動水域、靜態水域等潛在野生動植物生存或利用的(近)自然棲地。以較大尺度來看，大面積的(近)自然棲地分布在幾個區域(以下均以新里程說明)：72k-86k 北上側以及 94.5k-105k 兩側，這二個區域以森林為主，其間鑲嵌許多草地與灌叢、農牧用地、都市綠地與開放空間，可能是森林性動植物較適宜的潛在棲地。72k-86k 北上側雖然有多塊較大的都市綠地與開放空間，但仍有相對較大且連續的森林區域。94.5k-105k 兩側則是與農地高度混雜，森林棲地較破碎化，但仍是多數森林性物種的棲地，特別是部分可適應人為活動干擾的中型哺乳類、猛禽利用。草地與灌叢、靜態水域等小面積、分散分布的(近)自然棲地主要位在 72k-86k，部分緊鄰路廊，可能直接受到路廊開發的影響。



表 4.7-5 路廊方案潛在關注棲地類型

棲地屬性	關注棲地類型		關注物種/植被	路廊方案主要區位
森林	森林	低海拔山區原生樹林 低海拔山區造林 河畔林 樹林荒地	鳥類：八色鳥、灰面鵟鷹、鳳頭蒼鷹、大冠鷲、領角鴉、藍腹鷓 哺乳類：石虎、穿山甲、麝香貓、食蟹獾、台灣山羌 植物：馬甲子、台灣香檬、舌瓣花 植被：低海拔山區原生樹林、低海拔山區造林	新竹淺山丘陵區
水與濕地 (陸地水域、草澤、水田)	流動水域	山區溪流 平原曲流 辮狀河	鳥類：黑翅鳶、紅隼、魚鷹、八哥 哺乳類：霜毛蝠 水域生物：日本鰻鱺、纓口台鰻 植物：柳絲藻、台灣大豆	鳳山溪、頭前溪、其他小型溪流、區域排水
	靜態水域	埤塘、魚塭、平原型湖泊、生態池與景觀池	鳥類：彩鷺、水雉 兩棲爬行動物：柴棺龜、唐水蛇、草花蛇、金線蛙、台北樹蛙、台北赤蛙	桃園楊梅
	草澤	耐溼禾草或蕨類優勢的濕草地	水域生物：斯奈德小鯽、高體鰱鯪、日本絨螯蟹、水棲昆蟲(印度大田鱉等) 水生植物：台灣萍蓬草、台灣石龍尾、黃花苔菜、水杉菜、龍潭苔菜、桃園石龍尾、桃園藺等 植被：原生水生、濕地植物群聚	
開闊棲地 (草地與灌叢、裸露與稀疏植被區)	草地與灌叢	低海拔山區草地與灌叢	鳥類：黑翅鳶、紅隼、八哥 植物：大胡枝子、華三芒草、短穗畫眉草、尼氏畫眉草、台灣紺菊、華薊、毛穎草、琉球野薔薇、小果薔薇	新竹、苗栗淺山丘陵
	都市綠地與開放空間	墓地		
都市棲地	建成地區	建築用地 交通用地	哺乳類：霜毛蝠	新竹市、竹北市
	都市綠地與開放空間	公園型綠地 交通用地綠化空間	鳥類：鳳頭蒼鷹、領角鴉 哺乳類：霜毛蝠	

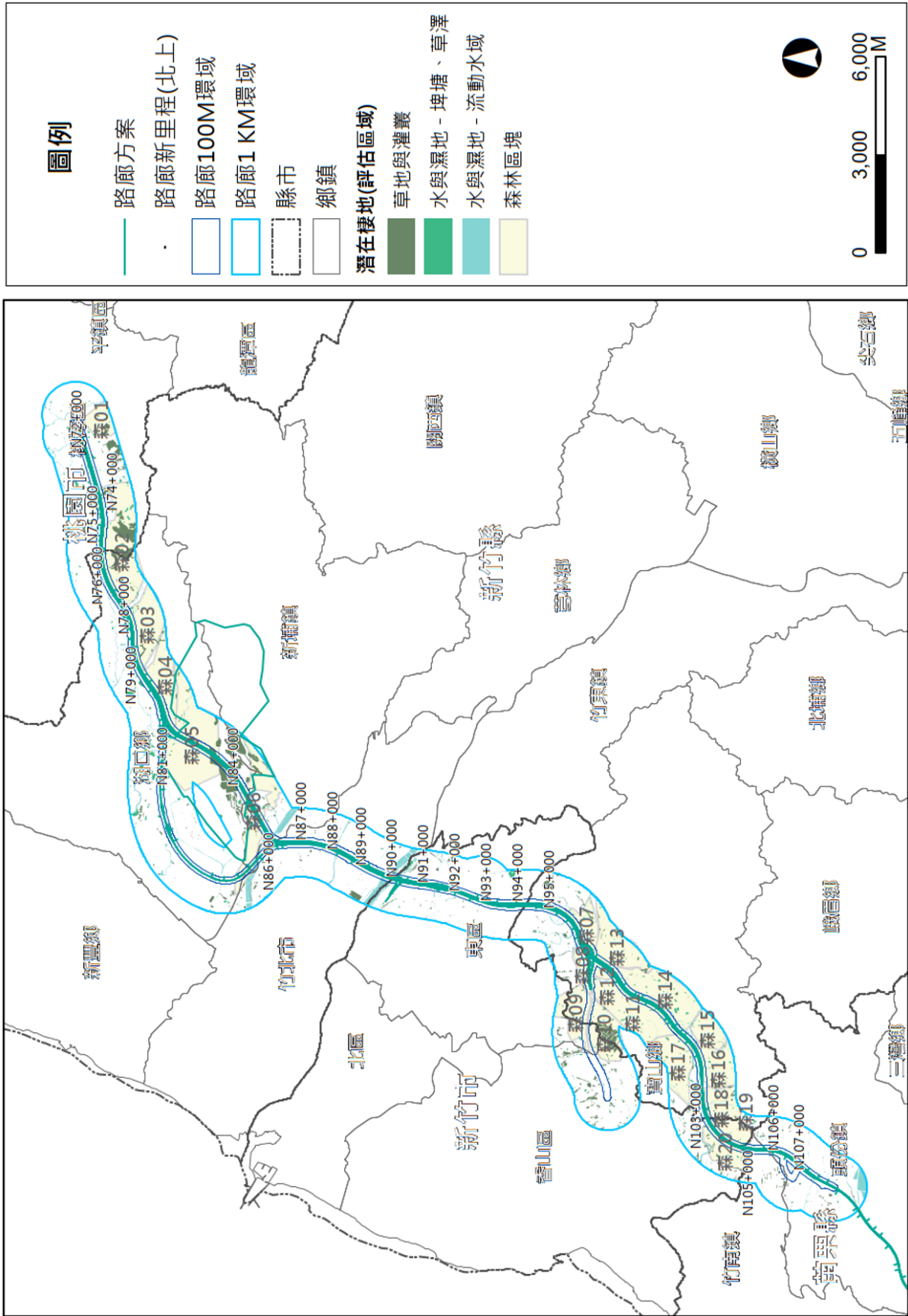


圖 4.7-7 生態課題盤點及勘查的評估區域

6. 生態資源現地勘查評估

為指認關鍵植被棲地與重要動植物資源，本計畫採快速生態評估法精神(以植物和埤塘棲地為例，參見圖 4.7-8)，進行計畫沿線生態棲地和課題現地勘查評估(評估流程和成果紀錄參見附錄一)，參考景觀生態同質區之分段方式(考量新竹系統交流道至頭份路段生態條件相似，故淺山丘陵與平原農作景觀同質區併同一區進行評估說明)，各別進行生態敏感區域判釋，彙整勘查評估結果，且繪製成生態關注區域圖，以作為後續生態課題判斷之依據。以下說明各區段的優先關注棲地和課題，詳細應關注溼地請見表附 1.2-1、應關注國道結構物請見表附 1.2-2、應關注大面積草地灌叢請見表附 1.2-3、應關注森林區塊請見表附 1.2-9、流水域河川橋梁改善需求請見表附 1.2-15。

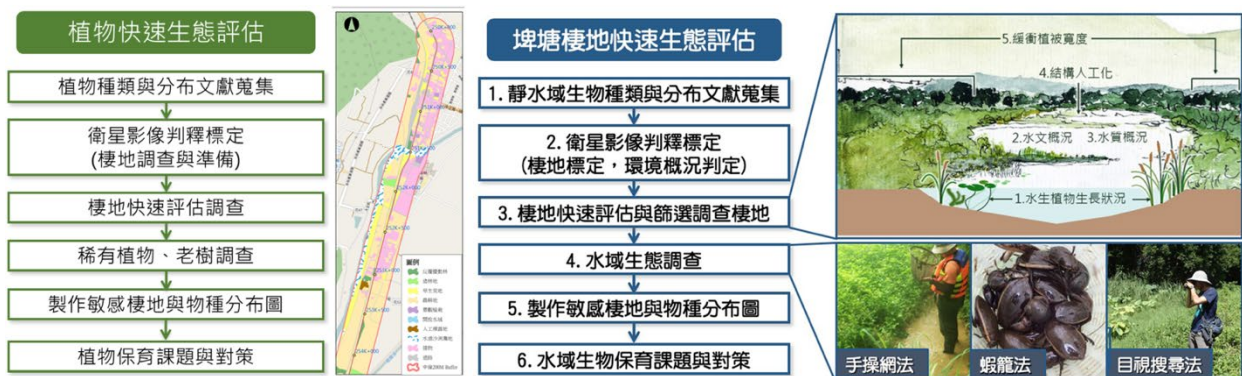


圖 4.7-8 植物與靜水域快速生態評估流程範例

(1) 淺山埤塘景觀同質區段(71.5k-80k)

本區段位在桃園市楊梅區，埤塘是這個區域的地景特色及關注的棲地類型，大多為石門農田水利會所有或私有地，用途為養殖魚類及提供鄰近農田灌溉的水源，因為多數位在高強度利用的農作區，除草劑及耕作擾動多，加上水畔水泥化及強勢外來種植物的影響，埤塘的植物相普遍不佳。

綜合陸域動植物和水域生態的快速生態評估結果圖 4.7-9)，本區段埤塘溼地有 4 處為優先關注(AI-08、AI-20、AI-24、AI-25)，5 處次優先關注(AI-10、AI-12、AI-18、AI-22、AI-29)。其中優先關注的 AI-25 有紅皮書物種鐵毛蕨(NT)和高體鯉魴(NNT)的族群，也有發現稀有的烏基晏蜓，AI-24 是以原生小型鯉科魚類(高體鯉魴、羅漢魚)為優勢物種之棲地。

本區段無優先關注草地灌叢棲地，森林部分則有 3 處優先或次優先關注區塊(森 03、森 04、森 02)，其中森 03 及森 04 北段(77.7-80k)的森林過去是相思樹、二葉松、油桐造林，經過長久時間自然演替，侷部已有赤葉桂櫻、九節木、饅頭果等豐富的原生植物進入林下生長。由於本區段森林主要分布在北上側，國道周邊人為干擾程度也相對較高，因此既有國道結構物改善為動物通道的需求和潛力均不高，僅通道 71 的車行箱涵有較高潛力(已有發現台灣山羌、白鼻心和鼬獾等動物利用)。本路段

亦無應優先改善的流水域河川橋梁。另外本區段勘查時記錄到 1 株樟樹老樹及 1 株榔榆大樹，榔榆同時也是紅皮書接近受脅等級(NT)的物種。

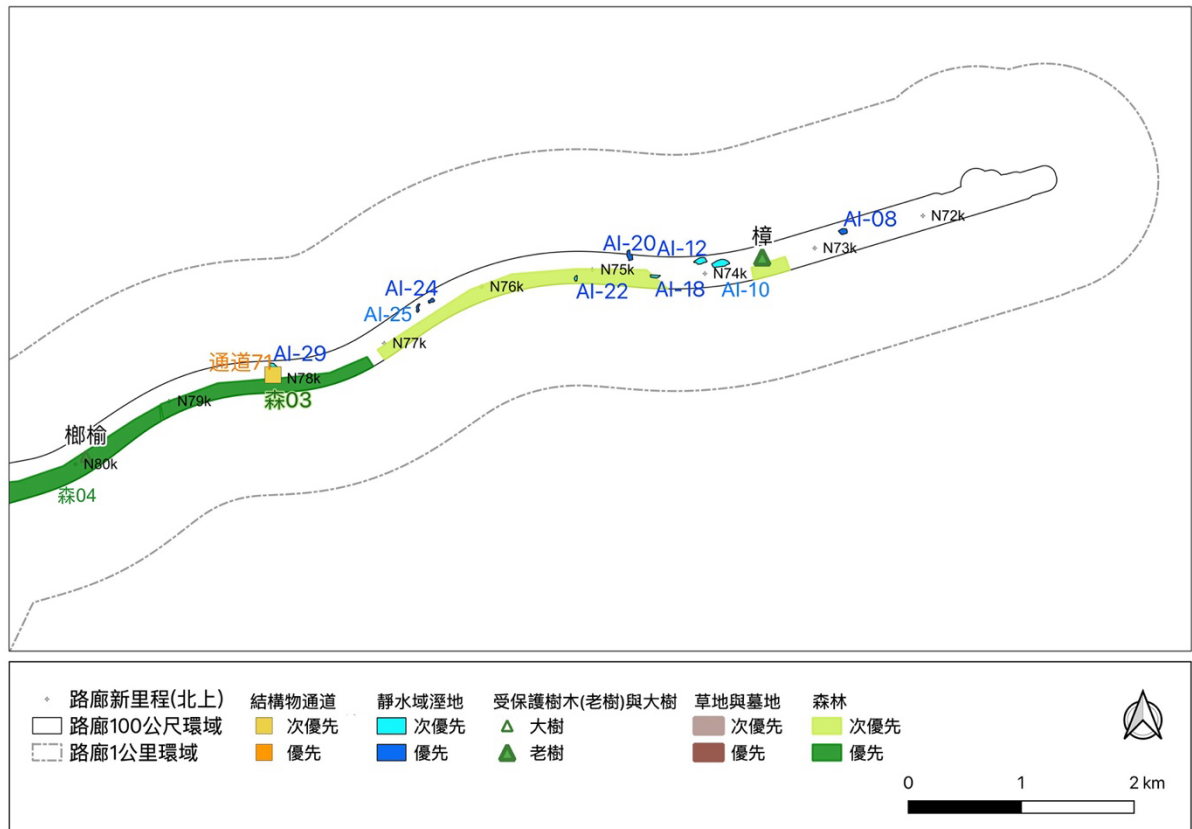


圖 4.7-9 淺山埤塘景觀同質區段生態關注區

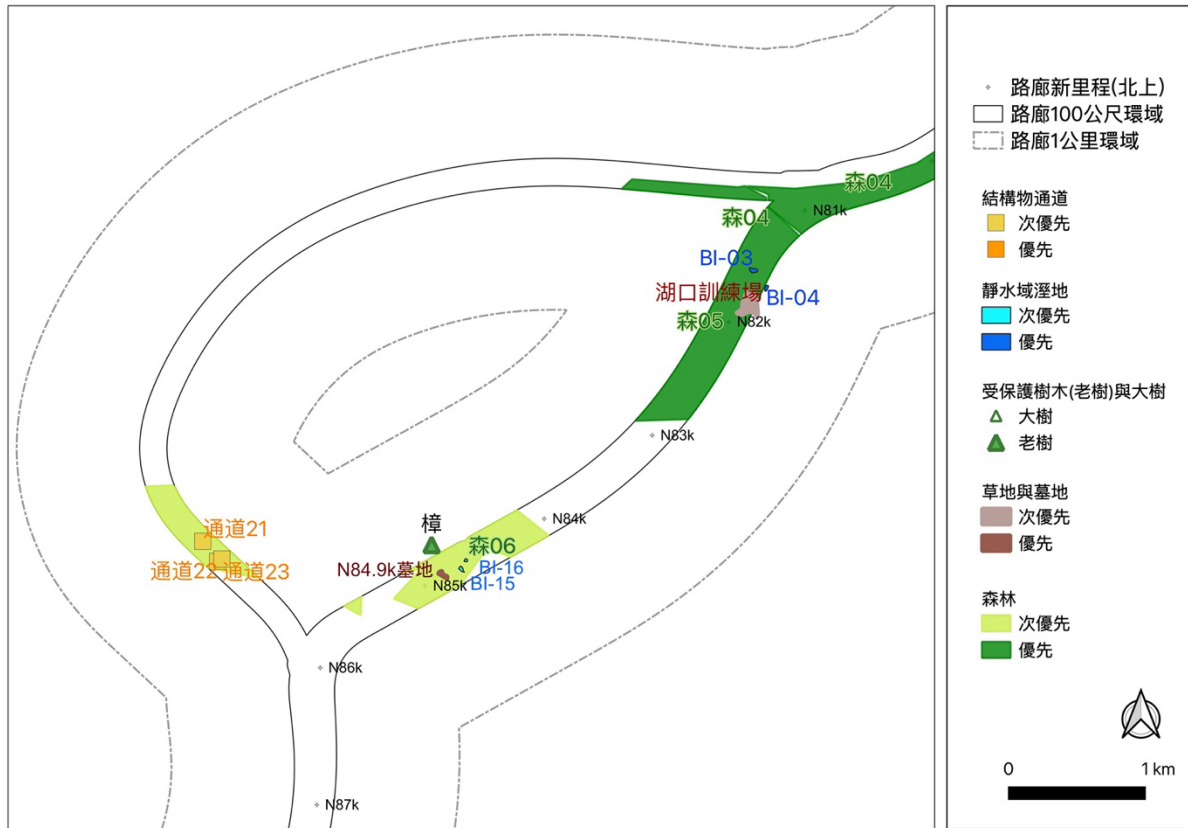
(2) 湖口營區草原景觀同質區段(80k-87k)

本路段 82-86K 是隧道形式，對於現地環境影響較小，隧道口周邊及非隧道路段是主要評估的重點。

綜合陸域動植物和水域生態的快速生態評估結果(圖 4.7-10)，本區段埤塘溼地有 2 處為優先關注(BI-03、BI-04)，2 處次優先關注(BI-15、BI-16)。其中優先關注的 2 處埤塘都有保育類台北樹蛙紀錄。次優先的 BI-16 為少數原生小形鯉科魚類(羅漢魚)為優勢之埤塘。

本區段草地灌叢棲地有優先和次優先關注各 1 處，優先關注是 94.8K 墓地，有多種紅皮書受脅植物(毛穎草(EN)、庭梅(VU))及其他關注植物(廣東薔薇(紅皮書未評估)、對面花(紅皮書 LC))，次優先則是位在 81.9k 隧道口附近的湖口營區訓練場草地，因為是軍事區無法進入調查，但軍事管制區內低度人為開發加上長期維持草地狀況，有很高的機會是稀有草生地植物的生育地，後續應做進一步調查釐清生態課題。本區段大多是低海拔栽植木混淆林，森 04、森 05、森 06 等 3 區植物相都為關注森林，也因此原國道 1 號跨越鳳山溪之前的河川橋下方的通道 21、通道 22 和通道 23 均為有改善需求和潛力的結構物。流水域棲地鳳山溪記錄多種稀有魚類及

洄游性水域生物如鱸鰻、日本鰻、日本絨螯蟹，是重要的洄遊廊道，因此列為需要優先關注的溪流棲地。另外 84.8k 的 100m 環域外側有 1 株樟樹老樹。



(3) 河廊都市聚落景觀同質區段(87k-98k)

本區段北段是竹北市、新竹市的都會區人為環境，主要關注區是頭前溪，在溪床以及河岸植帶或綠地近期有稀有植物台灣大豆(紅皮書 VU)的分布紀錄，亦為稀有的霜毛蝠覓食活動棲地，南段則又進入淺山丘陵環境。

綜合陸域動植物和水域生態的快速生態評估結果(圖 4.7-11)，本區段無優先關注的埤塘溼地。優先關注的草地灌叢有大崎墓園 1 處有紅皮書和其他關注植物紀錄。南段進入淺山丘陵，植被類型以造林後經長時間自然演替，栽植樹種與原生植物混生的(近)自然森林，這個區域常見侷限分布於竹苗地區森林的稀有植物(台灣香檬(紅皮書 VU)、山桔(紅皮書 NT))，沿線森林均為優先和次優先關注(森 07、森 08、森 11、森 12、森 13)，具改善為動物通道需求和潛力的結構物僅通道 24 河川橋 1 處(國道跨越頭前溪的高架橋)。流水棲地頭前溪記錄多種稀有魚類及洄游性水域生物如短吻小鱧鮪、圓吻鯛、日本絨螯，是重要的洄遊廊道，因此列為需要優先關注的溪流棲地。

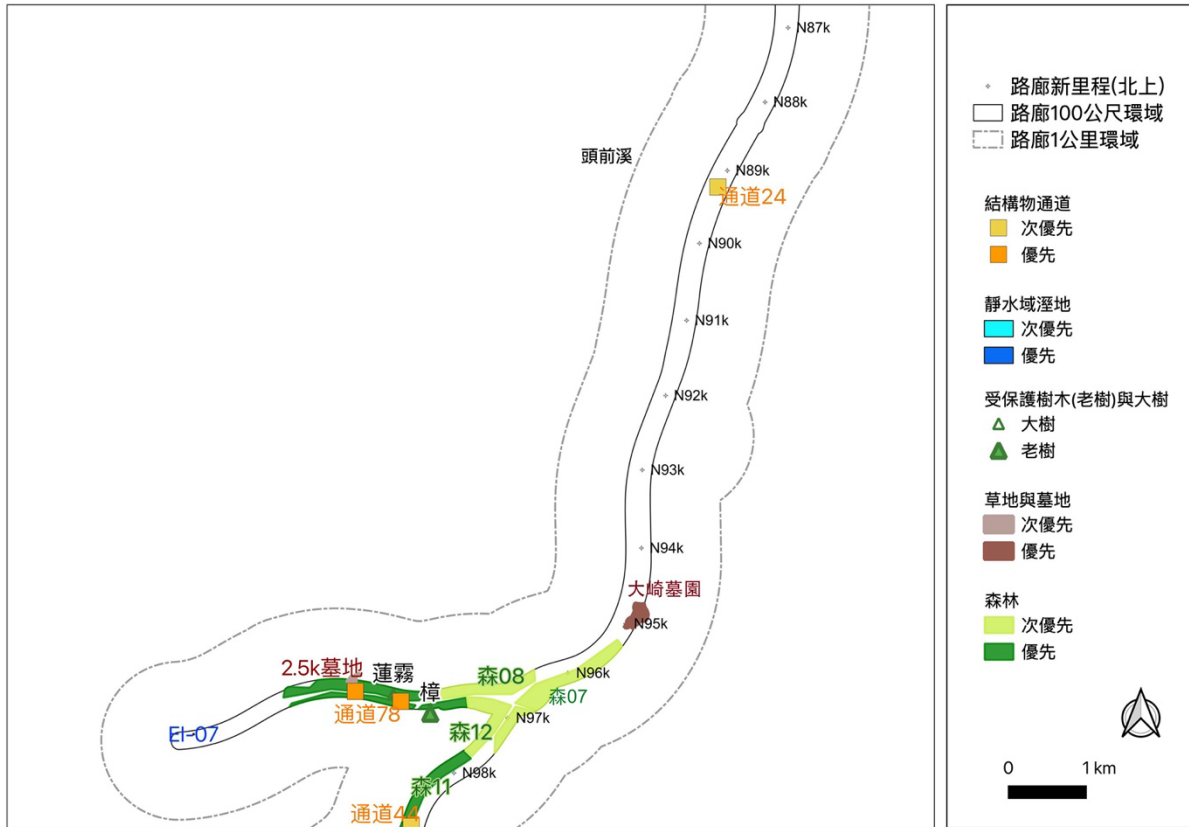


圖 4.7-11 河廊都市聚落景觀同質區段生態關注區

(4) 淺山丘陵及平原農作景觀同質區段(98k-110k, 含新竹系統交流道以西至茄苳)

本區段兩側多為淺山丘陵森林區域，人為干擾程度相對較低。

綜合陸域動植物和水域生態的快速生態評估結果(圖 4.7-12)，本區段埤塘溼地有 2 處為優先關注(FI-04、FI-11)，3 處次優先關注(EI-07、FI-10、FI-12)。淺山丘陵中的埤塘排水和其他水域棲地連結性差，容積小集水區較小容易乾涸，魚類蝦蟹主要人為放養，是原生魚類較難拓殖利用之棲地，但也因捕食壓力低，而成為透過飛行遷徙的靜水域昆蟲良好棲地，如本區段的埤塘 FI-10 即為計畫沿線水生昆蟲多樣性最高之埤塘，包含 2018 年新紀錄種黑斑臨固蟻(*Parapleia liturata*)，其他如 FI-04 也有較高的水生昆蟲多樣性，此外關注埤塘中有 3 處有保育類台北樹蛙紀錄。

本區段草地灌叢棲地有 2 處為優先關注，1 處為次優先關注。本區段紅皮書 NT 等級的關注植物-山桔經常可見，沿線森林大多是低海拔栽植木混淆林，人為干擾度較低，原生植物優勢度較高，自動相機調查也發現多種關注物種分布，因此幾乎全為優先或次優先關注，如森 11 區(98-100.4k 南下側)次生林內常有竹柏(紅皮書 EN)、山桔(NT)，在 100m 環域外不遠處發現台灣香檬(VU)。因為森林關注度高，因此本區段多處國道結構物有改善為動物通道的高需求和高潛力，包含 4 處優先和 5 處次優先，其中通道 61 的車行箱涵已調查到有穿山甲、台灣山羌、白鼻心和食蟹獾等多種關注物種利用，國道過去 10 年路殺調查結果顯示新竹系統交流道鄰近路段為中



型哺乳動物路殺熱點，高公局自 2014 年起即針對關西工務段轄區的路殺熱點進行改善，主要改善路段集中在國道 3 號寶山休息站到茄苳交流道之間，如通道 78 和通道 79 的寶山 2 和 3 號跨越橋即為改善標的之一。另外本區段勘查記錄到高速公路邊坡上緣有 1 株蓮霧大樹，100m 環域外有 1 株樟樹大樹。

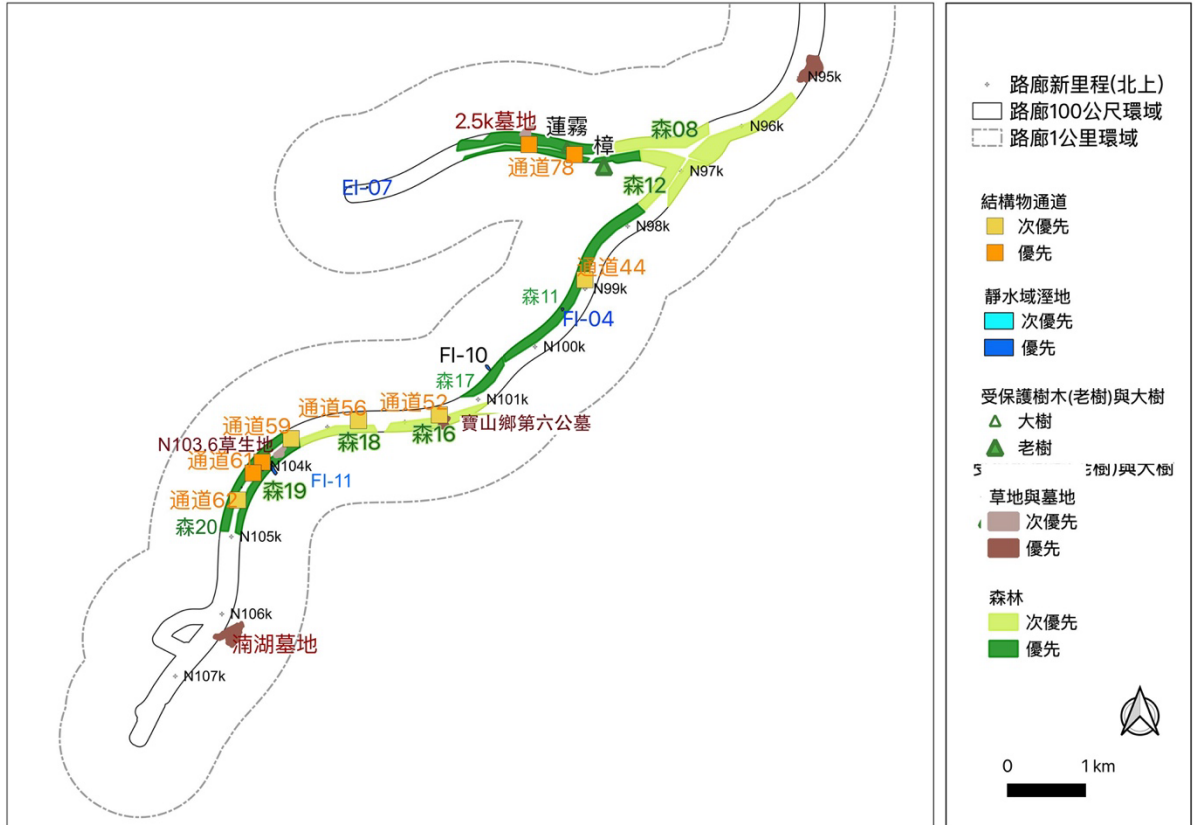


圖 4.7-12 淺山丘陵及平原農作景觀同質區段生態關注區



4.7.2 道路空間景觀分析

1. 景觀同質區

景觀資源調查工作係依照前述指認景觀同質區之成果，針對「淺山埤塘景觀同質區」、「湖口營區草原景觀同質區」、「河廊都市聚落景觀同質區」、「淺山丘陵景觀同質區」及「平原農作景觀同質區」等五個景觀同質區內部之周邊地形、景觀類型、路型、周邊植栽種類及重點設施物進行調查分析。另考量計畫路線景觀多元，各景觀同質區間亦存在豐富的景觀風貌，本計畫另於各景觀同質區內部之路廊景觀轉換點進行序列分析，結果如下：

(1) 淺山埤塘景觀同質區 (N/S 71+500~80+000k)

- A. 周邊地形：桃園台地淺山區
- B. 路型：平緩路堤
- C. 景觀類型：開放型景觀，鄉村聚落地景、埤塘農業地景
 - a. 近景：隔音牆、埤塘重要濕地、丘陵山林
 - b. 中景：住宅區、工業廠房、田野、丘陵
 - c. 遠景：桃園台地
- D. 鄰近 500 公尺帶植栽種類：楓香、苦楝、臺灣欒樹、相思樹、筆筒樹、構樹、油桐、八角金盤、桂竹、金狗毛蕨、杜虹花、水冬哥等
- E. 重點設施物：國道公路警察局第二公路警察大隊楊梅分隊、校前路跨越橋、台灣高鐵跨越橋



圖 4.7-13 淺山埤塘景觀資源調查分析圖

	現況說明	景觀類型	路面型態
路廊 景觀 序列	N/S 71-74K	埤塘農業景觀環境敏感地區	路堤
	A	B	C
	N/S 74-80K	鄉村聚落景觀丘陵山林景觀	路堤
	D	E	F
	N/S 80K	高鐵跨橋	路堤
	G		

(2) 湖口營區草原景觀同質區(N/S 80+000~85+000 k)

- A. 周邊地形：軍事基地(自然森林草地)
- B. 路型：隧道
- C. 景觀類型：封閉型隧道景觀



- D. 鄰近 500 公尺帶植栽種類：湖口鄉老榕樹、樟樹林；水梨、柿子特色農產品等
- E. 重點設施物：原主線之湖口服務區、湖口營區；計畫之隧道出入口等。

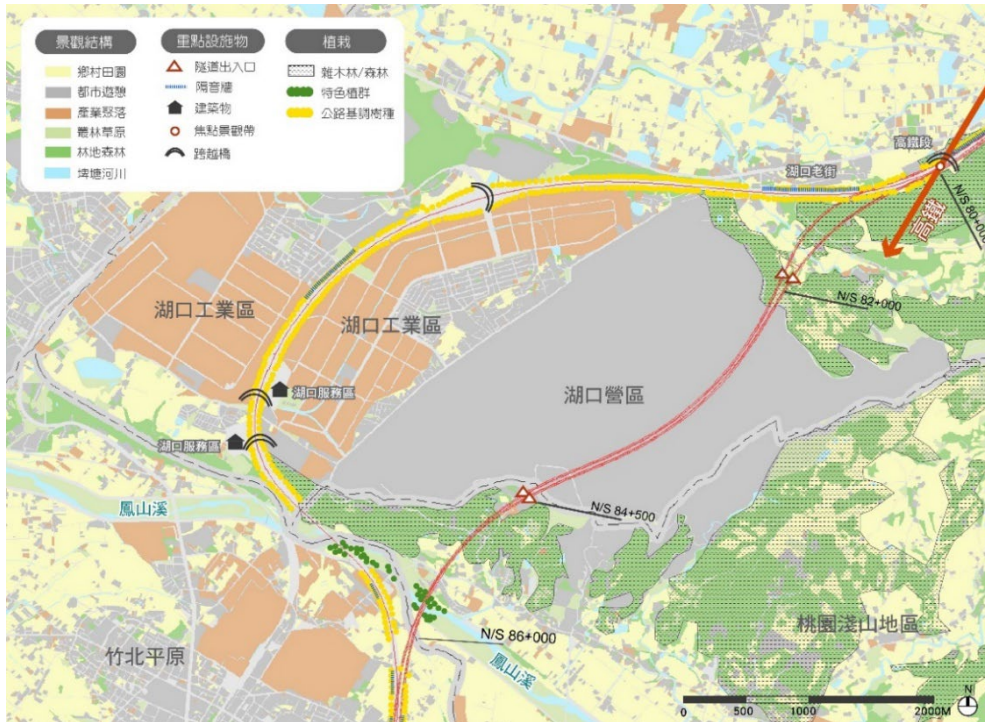


圖 4.7-14 湖口營區草原景觀資源調查分析圖

- (3) 河廊都市聚落景觀同質區(N/S 85+000~94+500 k)
- A. 周邊地形：桃園台地淺山區
- B. 路型：高架路段、平面段、路堤段、路塹段
- C. 景觀類型：開放型景觀；河廊、都市聚落及產業地景為主
- a. 近景：產業地景、隔音牆設施、溪流、路樹
- b. 中、遠景：住宅區、工業廠房
- D. 鄰近 500 公尺帶植栽種類：
- 河川溪流域植栽(大戟科 12 種，莧科、錦葵科、桑科及蓼科各 9 種，蕁麻科 8 種，旋花科 7 種，茄科 6 種，馬鞭草科 5 種等)；道路段植栽：台灣欒樹、構樹、鳳凰木、相思樹、榔榆、榕樹、小葉欖仁等
- E. 重點設施物：新竹交流道、新竹縣立體育場、台 68 跨越橋、公道五路二段跨越橋、埔頂路跨越橋、新安路跨越橋、園區二路跨越橋、園區三路跨越橋、雙園路跨越橋、三峰路跨越橋。

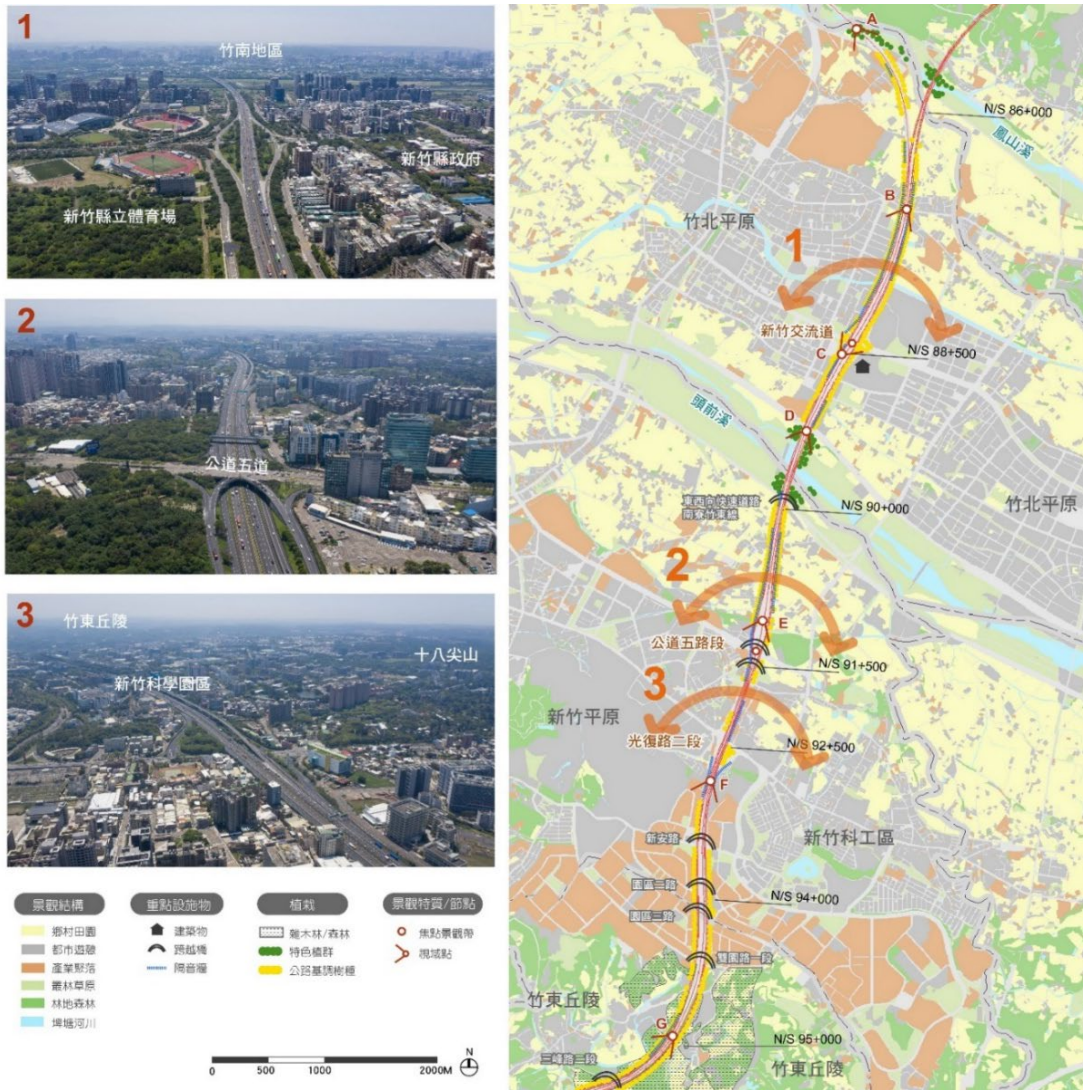


圖 4.7-15 河廊都市聚落景觀資源調查分析圖

路廊景觀序列	現況說明	景觀類型	路面型態
	N/S 85-86K N/S 89-90K	開放型河廊景觀 (鳳山溪、頭前溪)	
A	D		
N/S 86-89K	都市聚落景觀		路堤
B	C		
N/S 90-95K	產業地景景觀 丘陵山林地景觀		路塹-高架
E	F	G	

(4) 淺山丘陵景觀同質區 (N/S 94+500~105+000 k)

- A. 周邊地形：竹東丘陵
- B. 路型：重要交通節點路塹段、高填土路堤段
- C. 景觀類型：交流匝道景觀、開放型景觀；自然山林與鄉村田野地景
 - a. 近景：高架道路匝道跨橋、丘陵山林、隔音牆設施
 - b. 住宅、路樹、稻田
 - c. 中、遠景：竹東丘陵、住宅
- D. 鄰近 500 公尺帶植栽種類：臺灣肖楠、大葉楠、山芙蓉、玉葉金花、山芋、台灣欒樹、黃金榕、桂竹、羊蹄甲、相思樹等
- E. 重點設施物：峰城路跨越橋、苗 2 鄉道跨越橋

路廊 景觀 序列	現況說明	景觀類型	路面型態
	N/S 95-98K	交流匝道景觀 (新竹系統交流道、茄荳交流道)	路塹(新竹) 路堤(茄荳)
	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>A</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>B</p> </div> </div>		
	N/S98-105K	丘陵山林地景觀	路塹
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>C</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>D</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>E</p> </div> </div>			

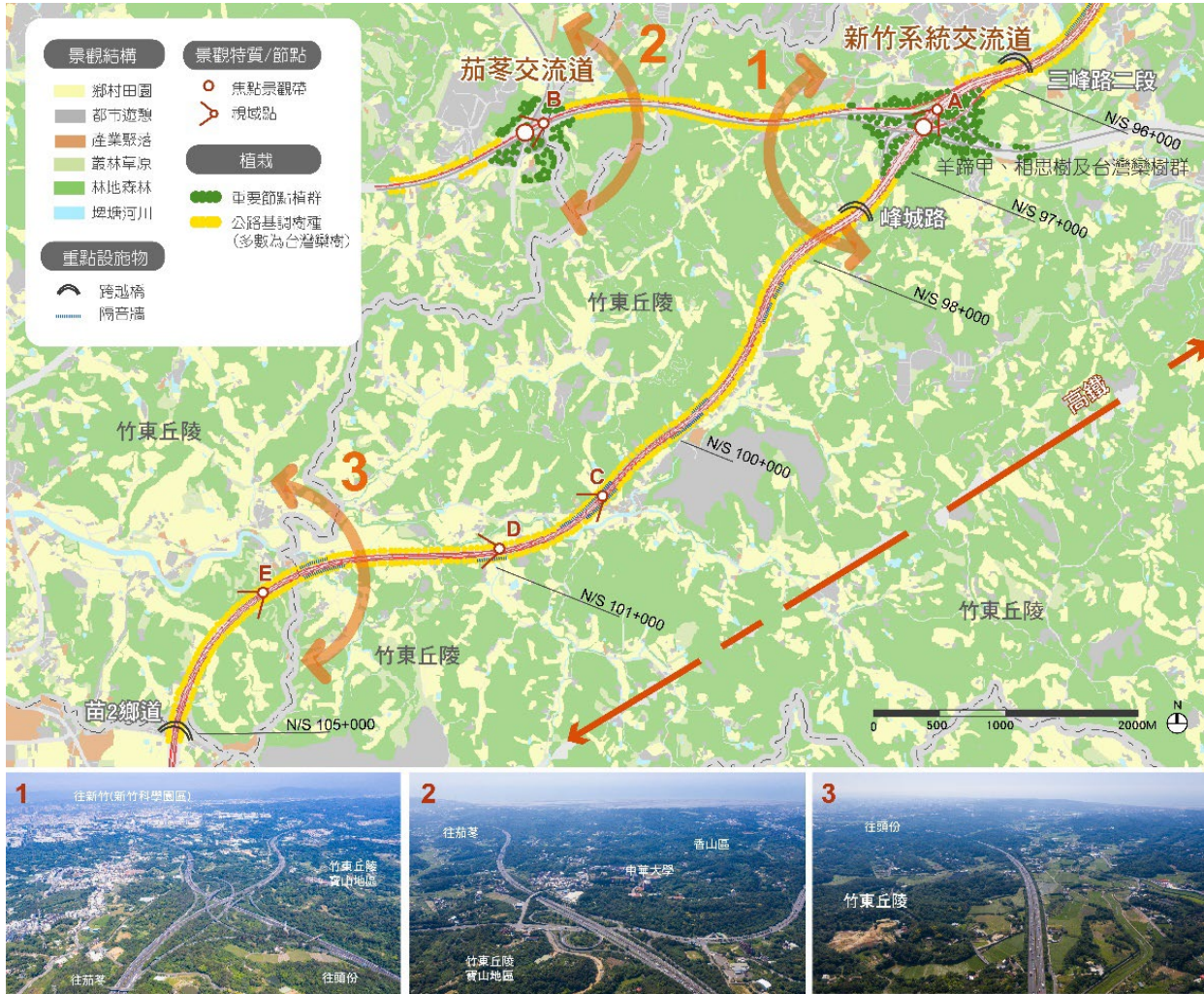


圖 4.7-16 淺山丘陵景觀資源調查分析圖

(5) 平原農作景觀同質區(N/S 105+000~107+000 k)

- A. 周邊地形：竹南沖積平原
- B. 路型：路塹-路堤段
- C. 景觀類型：開放型景觀；鄉村田野地景
 - a. 近景：住宅、路樹、稻田
 - b. 中景：住宅
 - c. 遠景：竹南沖積平原、竹東丘陵
- D. 鄰近 500 公尺帶植栽種類：台灣欒樹、苦楝、黃金榕、桂竹、檸檬桉、香椿、大葉楠、相思樹、大葉山欖、台東漆、台灣油杉、軟毛柿、象牙樹、九芎、茄苳等
- E. 重點設施物：隆頂街跨越橋、頭份交流道。



路廊景觀序列	現況說明	景觀類型	路面型態
	N/S105-107K	沖積平原景觀	路塹-路堤

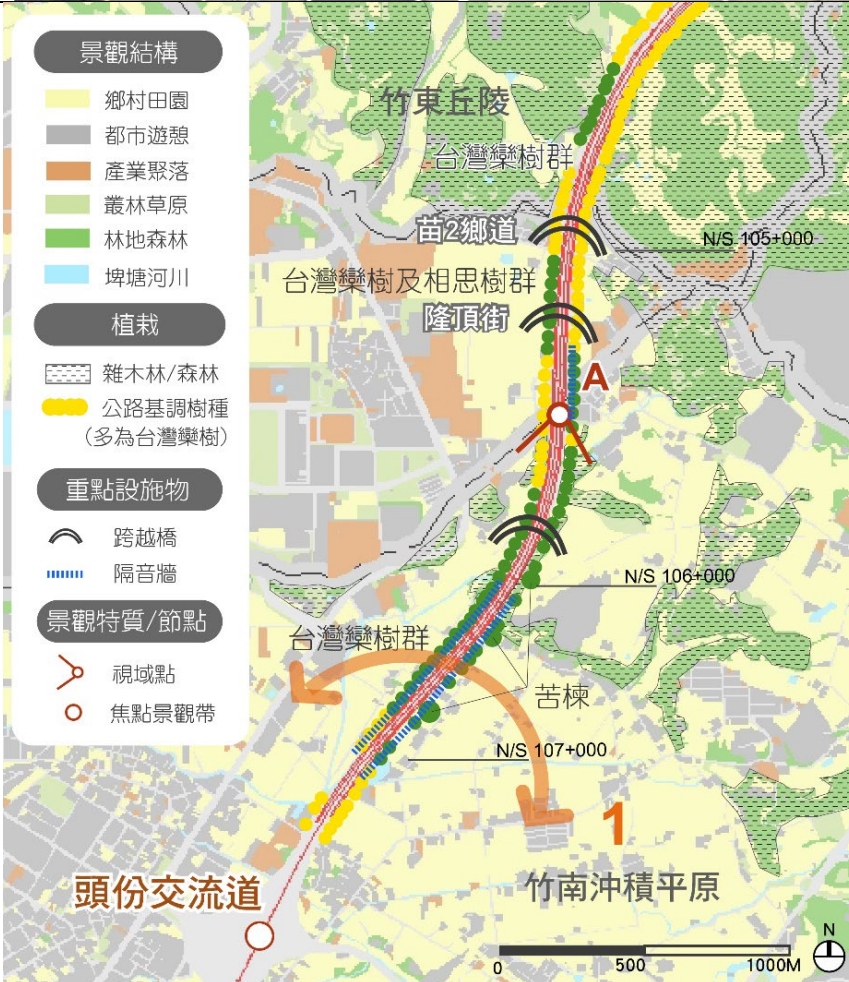


圖 4.7-17 平原農作景觀資源調查分析圖

2. 道路景觀氛圍美感評估流程

高速公路除須達到生態環境協調、線形空間的美觀外，還要考慮到駕乘人員心理和視覺的要求，使高速公路與自然環境融為一體。良好的景觀，不僅可以改善沿線的居民生活環境和自然生態環境，更可消除或減輕駕駛人員的疲勞，及減少交通事故的發生。

道路駕駛者視覺體驗集中於 350-600 公尺之間，其視角即包含了近景(400 公尺以內)及中景(401-2000 公尺)視域範圍，乘坐者之視覺體驗則可再向外延伸至遠景(2 公里以上)視域範圍，為探討並利後續優化構想之提出，本計畫即透過使用者視角的道路景觀評估，進行「道路空間氛圍分析」及「道路空間美感評估」，以檢視現況環境景觀之品質，後續提出優化建議。

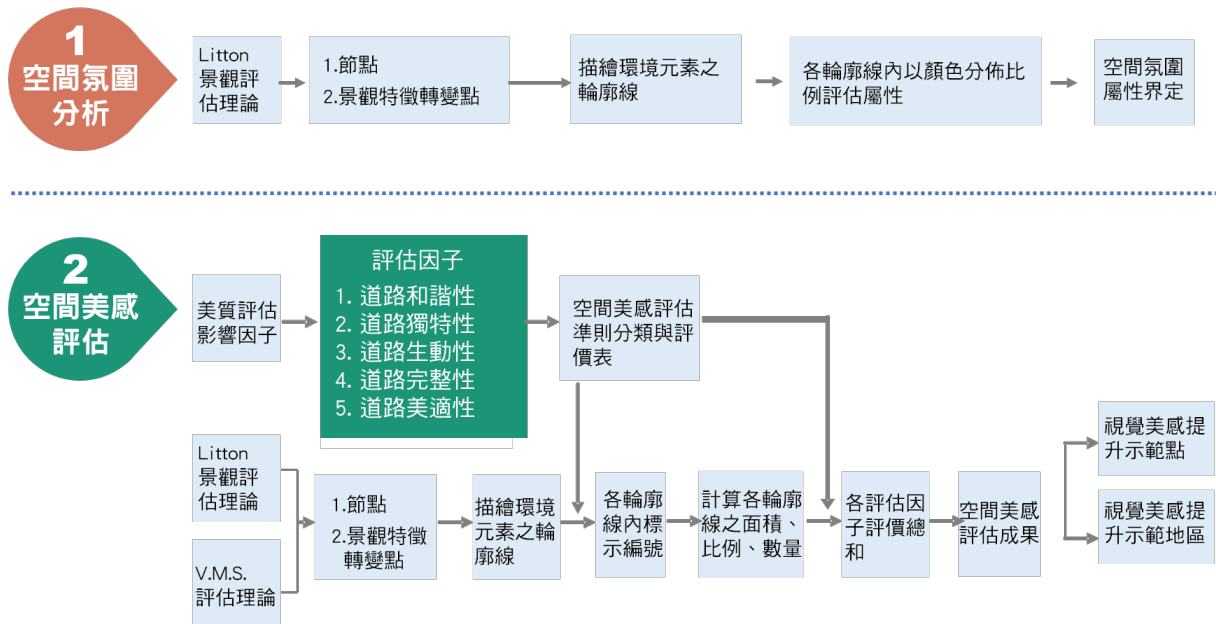


圖 4.7-18 道路景觀評估流程圖

3. 道路空間氛圍分析

根據 Litton 景觀評估理論，道路空間氛圍分析需選取節點或景觀特徵轉變點進行分析，本計畫即選取交通節點或不同景觀特徵轉變處作為分析示範點，透過現況照片中各空間元素描繪，進行代表色塊的填繪，分析其面積比例，界定其主要空間氛圍屬性。



表 4.7-6 道路空間氛圍評估準則分類

空間氛圍	景觀特徵	道路尺度	空間元素	代表色
自然生態美感氛圍	I.天際線	01 天空 02 山系	邊緣、山系丘陵	綠色
	II.藍帶資源	01 河川 02 埤塘	河川、埤塘	
	III.綠帶資源	01 分隔島綠帶 02 喬木綠帶 03 草地 04 農田	正面：丘陵山景、列植喬木、分隔島植栽、叢植植栽、草花地被、灌木、攀附植物、農業地景植被景觀極具觀賞性，具強烈之色彩與質感變化 負面：荒蕪的農地、稀疏的綠化、缺乏維護管理的綠帶境、植栽配種單調、缺乏變化	
路廊設施美感氛圍	IV.道路景觀	01 道路 02 隔音牆 03 路燈/電桿 04 高架橋 05 分隔島/護欄 06 其他道路設施	正面：現代化且融於環境之街道家具、道路急救設施、公路標誌物 負面：高架橋、交流道與環境不協調、破壞傾倒或雜亂的隔音牆、欄杆、電桿等公共設施	灰色
人為產業美感氛圍	V.建築景觀	01 鐵皮 02 鋼筋混凝土 03 其他	正面：色彩搭配具協調性之建築、外觀具適當維護管理之建築、材質變化具協調性之建築 負面：鐵皮廠房、鐵皮加蓋屋頂、缺乏維護管理頹廢的建築、荒蕪的農舍	黃色
	VI.人為設施	01 廣告招牌 02 高壓電塔 03 其他	正面：廣告招牌、廣告設施 負面：高壓電塔、造型突兀廣告設施、照明突兀廣告設施	

4. 空間美感評估

「空間美感評估」係本計畫參酌 Litton 對景觀資源評估概念，並結合美國林務局 V.M.S. 評估理論概念，所提出的在地化視覺美感評估方法，並考量在具備代表性、容易運用、彼此相互獨立，以及可說明視覺景觀特性，且可予以量化之原則下，定義「道路和諧性」、「道路獨特性」、「道路生動性」、「道路完整性」及「道路美適性」等五項評估準則，內容及分析過程如下：

(1) 道路和諧性

準則說明：指整體景觀環境各組成元素之間的組合，具有相容、諧調而令人產生愉悅感受，或來自於對比但平衡的趣味性。參雜程度越低，代表視覺空間的美感氛圍衝突性較小，和諧性較高。

分析說明：依景觀同質區分析結果，鄉村聚落地景段、埤塘農業地景段、河廊景觀段、自然丘陵地段及鄉村農業自然段係屬自然生態系統空間氛圍；都市聚落地景段及都市產業地景段屬人為產業系統空間氛圍；另隧道、交流道等路廊空間，則屬路廊設施系統空間氛圍，結合前項道路空間氛圍分析之結果，將分析示範點主要空間氛圍與所在的系統空間氛圍進行畫面比值等級劃分，並給予相對應之評分。



(2) 道路開闊性

準則說明：係指視覺空間的視野封閉程度。封閉程度越低，空間開闊性越高。

分析說明：將分析示範點照片依照近景（400 公尺以內）及中景（400-2000 公尺範圍）所佔照片畫面視域之比例進行等級劃分，並給予相對應的評分。

(3) 道路生動性

準則說明：指道路沿線景觀元素，如地形、植被、水體、人為設施、農林產業或聚落環境等，所呈現的清晰度、主導性及對比度所組成的視覺印象，對視覺者所產生的記憶及印象程度。

分析說明：將分析示範點照片依各類景觀元素進行描繪區分，依景觀元素數量進行等級劃分，並給予相對應的評分。

(4) 道路完整性

準則說明：視覺空間美感氛圍連續性程度。連續性程度越高，視覺衝突與視覺緩衝空間越少，美感氛圍的統一性較高。

分析說明：將分析示範點照片依照近景（400 公尺以內）、中景（400-2000 公尺範圍）及遠景（2000 公尺以外）描繪區分，並指認其各自空間氛圍屬性，根據近、中、遠景之空間氛圍屬性分布程度進行等級劃分，並給予相對應評分。

(5) 道路美適性

準則說明：視覺空間中，正面空間元素的數量多寡。負面的空間元素越多，視覺空間美感程度越低。

分析說明：延續道路完整性之近、中景空間氛圍屬性結果，針對各自內部景觀元素進行描繪及正、負面空間元素指認，依其主要空間氛圍屬性及其正面空間元素佔總空間元素數量之比例進行等級劃分，並給予相對應評分。



表 4.7-7 道路空間美感元素分析表

評估因子	實質環境類別劃分	評分	備註
道路和諧性	I 級-視覺空間主要美感氛圍與系統美感氛圍相同，且非主要美感氛圍與視域畫面之比值為 30%以下	4	指整體景觀環境各組成元素之間的組合，具有相容、諧調而令人產生愉悅感受，或來自於對比但平衡的趣味性。參雜程度越低，代表視覺空間的美感氛圍衝突性較小，和諧性較高。
	II 級-視覺空間主要美感氛圍與系統美感氛圍相同，且非主要美感氛圍與視域畫面之比值為 30%~50%	3	
	III 級-視覺空間主要美感氛圍與系統美感氛圍不同，其中系統美感氛圍與視域畫面之比值為 30%~50%	2	
	IV 級-視覺空間主要美感氛圍與系統美感氛圍不同，其中系統美感氛圍與視域畫面之比值為 30%以下	1	
道路開闊性	I 級-視覺空間近景與中景所佔比例低於畫面視域的 40%	4	視覺空間的視野封閉程度。封閉程度越低，空間開闊性越高。
	II 級-視覺空間近景與中景所佔面積為畫面視域的 40%-60%	3	
	III 級-視覺空間近景與中景所佔面積為畫面視域的 60%-80%	2	
	IV 級-視覺空間近景與中景所佔面積為畫面視域的 80%以上	1	
道路生動性	I 級-道路視覺空間內涵括景觀元素數量超過 4 種以上	4	指道路沿線景觀元素，如地形、植被、水體、人為設施、農林產業或聚落環境等，所呈現的清晰度、主導性及對比度所組成的視覺印象，對視覺者所產生的記憶及印象程度。
	II 級-道路視覺空間內涵括景觀元素數量超過 3 種	3	
	III 級-道路視覺空間內涵括景觀元素數量超過 2 種	2	
	IV 級-道路視覺空間內涵括景觀元素數量超過 1 種以下	1	
道路完整性	I 級-視覺空間近景、中景與遠景，皆為同一類的美感氛圍為主	4	視覺空間美感氛圍連續性程度。連續性程度越高，視覺衝突與視覺緩衝空間較少，美感氛圍的統一性較高。
	II 級-視覺空間近景、中景與遠景，分布兩類美感氛圍為主	3	
	III 級-視覺空間近景、中景與遠景，分布三類美感氛圍	2	
	IV 級-視覺空間近景、中景與遠景，三類美感氛圍間斷分布	1	
道路美適性	I 級-視覺空間近景與中景其各美感氛圍的正面空間元素佔總空間元素數量的 80%以上	4	視覺空間中，正面空間元素的數量多寡。負面的空間元素越多，視覺空間美感程度越低。
	II 級-視覺空間近景與中景其各美感氛圍的正面空間元素佔總空間元素數量的 60%~80%	3	
	III 級-視覺空間近景與中景其各美感氛圍的正面空間元素佔總空間元素數量的 40%~60%	2	
	IV 級-視覺空間近景與中景其各美感氛圍的正面空間元素佔總空間元素數量的 40%以下	1	



5. 道路景觀評估示範點選取

國道1號楊梅至頭份段拓寬共長36km，各路段之道路景觀各有差異，本計畫即考量各路段不同風貌特性，依景觀同質區之分布，界定景觀同質路段共有桃園淺山埤塘景觀同質段、湖口隧道景觀同質段、新竹河廊都市聚落景觀同質段、新竹淺山丘陵景觀同質段及頭份平原農作景觀同質段等五段。


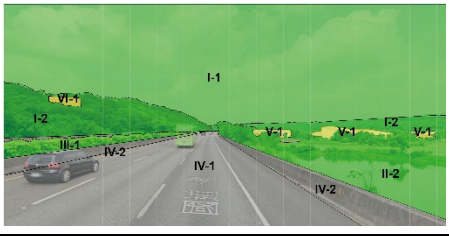

並依「道路空間氛圍分析」及「道路空間美感評估」方法，於節點或景觀特徵轉變點選取道路空間美感評估示範點，包含桃園淺山埤塘景觀同質段，擇定 N/S 74+500k 之埤塘農田景觀與淺山丘陵景觀之視覺節點；另擇定 N/S 80+000k 處為桃園淺山埤塘景觀同質段與湖口隧道景觀同質段之景觀轉換點；N/S 85+000k 湖口隧道景觀同質段與新竹河廊都市聚落景觀同質段之景觀轉換點；新竹河廊都市聚落景觀同質段則選取 N/S 89+500k 之都市河廊橋樑段景觀節點及 N/S 95+250k 之都市河廊路塹段景觀節點；N/S 96+500k 則為新竹河廊都市聚落景觀同質段與新竹淺山丘陵景觀同質段之景觀轉換點；新竹淺山丘陵景觀同質段另擇定 N/S 101+000k 之淺山丘陵山谷景觀節點；N/S 105+000k 為新竹淺山丘陵景觀同質段與頭份平原農作景觀同質段之景觀轉換點；N/S 107+000k 則為頭份平原農作景觀與都市聚落景觀之轉換點等9處評估示範點。



圖 4.7-19 道路景觀評估示範點位分布圖

示範點美感評估與空間氛圍分析如下：

(1) 埤塘農村與淺山丘陵景觀節點(N/S74+500K)處：

評估因子	實質環境類別劃分	評分	美感與空間氛圍分析結果
和諧性	I 級-視覺空間主要美感氛圍與系統美感氛圍相同，且非主要美感氛圍與視域畫面之比值為 30%以下	4	
開闊性	II 級-視覺空間近景與中景所佔面積為畫面視域的 40%-60%	3	
生動性	I 級-道路視覺空間內涵括景觀元素數量超過 4 種以上	4	
完整性	III 級-視覺空間近景、中景與遠景，分布三類美感氛圍	2	
美適性	I 級-視覺空間近景與中景其各美感氛圍的正面生活元素佔總生活元素數量的 80%以上	4	總計：17

由上圖評估可知，本路段為自然生態美感氛圍為主，內含極少部分人為環境元素，但多屬負面人為生活元素，如廣告看板及鐵皮屋且多於自然環境元素中，影響道路空間氛圍完整性，切割整體空間氛圍視覺上較為破碎。

(2) 淺山埤塘與隧道景觀轉換點(N/S80+000K)處：

評估因子	實質環境類別劃分	評分	美感與空間氛圍分析結果
和諧性	I 級-視覺空間主要美感氛圍與系統美感氛圍相同，且非主要美感氛圍與視域畫面之比值為 30%以下	4	
開闊性	III 級-視覺空間近景與中景所佔面積為畫面視域的 60%-80%	2	
生動性	III 級-道路視覺空間內涵括景觀元素數量超過 2 種	2	
完整性	II 級-視覺空間近景、中景與遠景，分布兩類美感氛圍為主	3	
美適性	I 級-視覺空間近景與中景其各美感氛圍的正面生活元素佔總生活元素數量的 80%以上	4	總計：17

由上圖評估可知，本路段為自然生態美感氛圍及路廊設施美感氛圍為主，其近景及中景受道路高架設施影響，視域較為封閉且雜亂，而植被景觀元素有效軟化及遮蔽高架等道路設施，卻較為單一缺乏生動性。

(3) 隧道景觀與都市河廊景觀轉換點(N/S 85+000K)處：

評估因子	實質環境類別劃分	評分	美感與空間氛圍分析結果
和諧性	I 級-視覺空間主要美感氛圍與系統美感氛圍相同，且非主要美感氛圍與視域畫面之比值為 30%以下	4	
開闊性	II 級-視覺空間近景與中景所佔面積為畫面視域的 40%-60%	3	
生動性	I 級-道路視覺空間內涵括景觀元素數量超過 4 種以上	4	
完整性	III 級-視覺空間近景、中景與遠景，分布三類美感氛圍	2	
美適性	I 級-視覺空間近景與中景其各美感氛圍的正面生活元素佔總生活元素數量的 80%以上	4	總計：17

由上圖評估可知，本路段為人為產業美感氛圍為主，而視覺空間中近景、中景及遠景受分布自然、道路及人為三類美感氛圍，視覺上連續性程度較低，左右兩側視覺衝突較高。

(4) 都市河廊橋梁段景觀節點(N/S89+500K)處：

評估因子	實質環境類別劃分	評分	美感與空間氛圍分析結果
和諧性	IV 級-視覺空間主要美感氛圍與系統美感氛圍不同，其中系統美感氛圍與視域畫面之比值為 30%以下	1	
開闊性	II 級-視覺空間近景與中景所佔面積為畫面視域的 40%-60%	3	
生動性	I 級-道路視覺空間內涵括景觀元素數量超過 4 種以上	4	
完整性	IV 級-視覺空間近景、中景與遠景，三類美感氛圍間斷分布	1	
美適性	I 級-視覺空間近景與中景其各美感氛圍的正面生活元素佔總生活元素數量的 80%以上	4	總計：13

由上圖評估可知，本路段為人為產業美感氛圍為主，而視覺空間中主要美感氛圍與系統美感氛圍不同，整體視覺參雜程度高並夾雜第三種美感氛圍，造成視覺空間衝突性較大、和諧性低，進而影響視覺上完整性。

(5) 都市河廊路塹段交流道景觀節點(N/S84+250K)處：

評估因子	實質環境類別劃分	評分	美感與空間氛圍分析結果
和諧性	IV級-視覺空間主要美感氛圍與系統美感氛圍不同，其中系統美感氛圍與視域畫面之比值為 30%以下	1	
開闊性	III級-視覺空間近景與中景所佔面積為畫面視域的 60%-80%	2	
生動性	III級-道路視覺空間內涵括景觀元素數量超過 2 種	2	
完整性	III級-視覺空間近景、中景與遠景，分布三類美感氛圍	2	
美適性	I 級-視覺空間近景與中景其各美感氛圍的正面生活元素佔總生活元素數量的 80%以上	4	總計：11





由上圖評估可知，本路段為人為產業美感氛圍為主，而視覺空間中主要美感氛圍與系統美感氛圍不同，整體視覺受道路美感氛圍影響(如隔音牆等相關道路設施並缺乏景觀元素)，造成視覺和諧性、開闊性及完整性較低。

(6) 都市河廊與淺山丘陵景觀轉換點(N/S96+500K)處：

評估因子	實質環境類別劃分	評分	美感與空間氛圍分析結果
和諧性	I 級-視覺空間主要美感氛圍與系統美感氛圍相同，且非主要美感氛圍與視域畫面之比值為 30%以下	4	
開闊性	III級-視覺空間近景與中景所佔面積為畫面視域的 60%-80%	2	
生動性	III級-道路視覺空間內涵括景觀元素數量超過 2 種	2	
完整性	II 級-視覺空間近景、中景與遠景，分布兩類美感氛圍為主	3	
美適性	II 級-視覺空間近景與中景其各美感氛圍的正面生活元素佔總生活元素數量的 60%~80%	3	總計：15


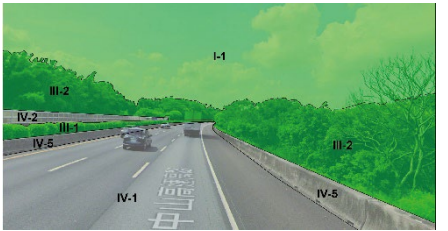


由上圖評估可知，本路段與淺山埤塘與隧道景觀轉換點相似，為自然生態美感氛圍及路廊設施美感氛圍為主，其近景及中景受道路高架設施影響，視域較為封閉且雜亂，而植被景觀元素有效軟化及美化高架道路設施，卻較為單一缺乏生動性。

(7) 淺山丘陵視覺景觀節點(N/S101+000K)處：

評估因子	實質環境類別劃分	評分	美感與空間氛圍分析結果
和諧性	I 級-視覺空間主要美感氛圍與系統美感氛圍相同，且非主要美感氛圍與視域畫面之比值為 30%以下	4	
開闊性	II 級-視覺空間近景與中景所佔面積為畫面視域的 40%-60%	3	
生動性	III 級-道路視覺空間內涵括景觀元素數量超過 2 種	2	
完整性	I 級-視覺空間近景、中景與遠景，皆為同一類的美感氛圍為主	4	
美適性	I 級-視覺空間近景與中景其各美感氛圍的正面生活元素佔總生活元素數量的 80%以上	4	總計：17

由上圖評估可知，本路段為自然生態美感氛圍為主，內含極少部分人為環境元素(如電桿及鐵皮房屋)，且景觀元素較為單一，就整體道路空間視覺相較其他示範點位為完整、開闊、美適且完整。

(8) 淺山丘陵與平原農業景觀轉換點(N/S105+000K)處：

評估因子	實質環境類別劃分	評分	美感與空間氛圍分析結果
和諧性	I 級-視覺空間主要美感氛圍與系統美感氛圍相同，且非主要美感氛圍與視域畫面之比值為 30%以下	4	
開闊性	I 級-視覺空間近景與中景所佔比例低於畫面視域的 40%	4	
生動性	III 級-道路視覺空間內涵括景觀元素數量超過 2 種	2	
完整性	I 級-視覺空間近景、中景與遠景，皆為同一類的美感氛圍為主	4	
美適性	I 級-視覺空間近景與中景其各美感氛圍的正面生活元素佔總生活元素數量的 80%以上	4	總計：18

由上圖評估可知，本路段為自然生態美感氛圍為主，主要美感氛圍分布於整體視覺近景及中景，整體視覺較為開闊，就整體計畫路線中體道路空間視覺開闊、美適佳且完整。

(9) 平原農地與都市聚落景觀轉換點(N/S107+000K)處：

評估因子	實質環境類別劃分	評分	美感與空間氛圍分析結果
和諧性	I 級-視覺空間主要美感氛圍與系統美感氛圍相同，且非主要美感氛圍與視域畫面之比值為 30%以下	4	
開闊性	I 級-視覺空間近景與中景所佔比例低於畫面視域的 40%	4	
生動性	I 級-道路視覺空間內涵括景觀元素數量超過 4 種以上	4	
完整性	III 級-視覺空間近景、中景與遠景，分布三類美感氛圍	2	
美適性	I 級-視覺空間近景與中景其各美感氛圍的正面生活元素佔總生活元素數量的 80%以上	4	總計：18

由上圖評估可知，本路段視覺空間中近景、中景及遠景受分布自然、道路及人為三類美感氛圍，視覺上完整性程度較低。

6. 小結

針對 9 處示範點位分析結果，統整道路空間景觀分析中低於 3 分之評估因子，就同質區各節點 4 處，埤塘農村與淺山丘陵段道路完整性較低，都市河廊橋梁段景觀段道路和諧性及完整性較低，都市河廊路塹段交流道景觀段和諧性、開闊性、生動性及完整性較低，淺山丘陵視覺景觀段道路生動性較低。

而道路景觀視域轉換點 5 處分析結果得知，淺山埤塘與隧道景觀段開闊性及生動系較低，隧道景觀與都市河廊景觀段完整性較低，都市河廊與淺山丘陵景段開闊性與生動性較低，淺山丘陵與平原農業景觀段生動性較低，平原農地與都市聚落景觀段完整性較低。

道路和諧性的高低，受主要美感氛圍與系統美感氛圍不同而影響，其中視覺空間參雜程度越低，代表視覺空間的美感氛圍衝突性較小，分析結果顯示視覺空間主要受人為及道路設施影響(如廣告看板、隔音牆及高架橋等相關設施)，其間接造成視覺開闊性及完整性。其中道路景觀設施的切割亦影響近景及中景視域空間，造成開闊性低及完整性低的主因。生動性及美適性受景觀元素影響，景觀元素的多寡影響道路視覺生動性的高低，而負面景觀元素則影響道路美適性。

其建議後續運用道路兩側綠地空間及節點空間之景觀元素進行處理及運用，藉以改善各路段道路生動性及美適性，並改善提升各段負面人為設施及道路設施以緩解道路視覺中和諧性、開闊性及完整性。

4.7.3 景觀發展課題與對策

1. 景觀生態結構課題

- (1) 課題一：計畫工程路段將增加景觀生態地景中干擾廊道的寬度，穿越桃園台地淺山森林殘存嵌塊體、竹東、苗栗丘陵淺山森林基質之路段，以及湖口隧道段出入口設置將形成干擾嵌塊體，都將加劇嵌塊體與基質森林之破碎化，進而影響森林中生物棲地完整性。

相關對策說明如下：

- A. 應於緊鄰森林嵌塊體或森林基質之邊界，沿線設置動物防護網，另需考量生物穿越干擾廊道之必要性，於適當地點設置生物廊道，以增加生物棲地活動範圍，同時顧及其安全性，進而降低干擾廊道對於環境生態與生物多樣性之影響。



動物防護網

- B. 於設置動物防護網同時，可於干擾廊道與嵌塊體或基質之邊界綠地空間，補植周邊在地原生植物或該地區重要生物物種之棲地環境原生植物，彌補干擾廊道對於森林嵌塊體或森林基質之景觀生態衝擊。



融合地貌隧道出入口

- C. 於湖口隧道出入口工程，應以最小改變環境地貌為原則，其外觀設計與坡地復育亦應融入當地地景環境，並於邊坡擇定適當地點設置連續性的動物防護網，防護網設置可以天然材料設置，降低在地景觀生態之衝擊。

- (2) 課題二：計畫工程之桃園楊梅路堤段規劃，將增加其干擾廊道的寬度，跨越或更加緊鄰桃園埤圳重要濕地之環境資源嵌塊體，明顯縮減該結構元素之面積，同時減少濕地生態棲地範圍，對於溼地生態系統之動植物造成衝擊。

相關對策說明如下：在採取現行規劃擬降低破壞既有桃園埤圳重要濕地環境資源嵌塊體之橋梁搭配樁柱式基礎工程方案之施工階段，應以最低度干擾之工程技術，降低其對於埤塘及周邊坡地植被之影響程度與範圍；於硬體工程完成後，則應儘量恢復舊有植被及生態棲地狀況，以降低其對於溼地生態系統之動植物衝擊。

- (3) 課題三：未來計畫工程跨越頭前溪生態廊道之高架路段，將形成更大體積的干擾廊道，可能造成稀有蝙蝠-霜毛蝠於頭前溪棲地活動之影響，加劇蝙蝠路殺事件的發生。

相關對策說明如下：

- A. 可於高速公路護欄兩側，增設針對調整蝙蝠飛行高度的動物防護網，避免其穿越干擾廊道之飛行高度與國道車輛相衝突，降低蝙蝠路殺事件發生的可能性。

- B. 參考交通部高公局前期針對蝙蝠棲所研究成果及國外橋梁蝙蝠旅館棲息地之營造方式，於橋梁下方新設蝙蝠專用之棲所空間。



高架橋下蝙蝠棲所

2. 景觀生態結構對策

本計畫以快速生態評估法流程盤點沿線生態課題和關注區位，計畫路線工程之開發，在已知或潛在的生態課題及生態敏感區，皆會於施工和營運階段造成各類直接或間接的生態影響，包含因棲地消失、面積縮減和品質劣化進而導致關注物種族群減少或區域性滅絕等生態議題。

針對因棲地消失、面積縮減和品質劣化進而導致關注物種族群減少或區域性滅絕等各類不同影響，本計畫建議依循迴避、縮小減輕和補償等原則，於規劃設計和施工、營運階段採取適當對策，部分對策需配合工程或營運需求針對關注物種分布或棲地需求，後續進行詳細的調查評估才能擬定具體且有成效的作法，初步針對各原則提出建議如下：

(1) 迴避原則:

迴避為最優先且通常最具效益的對策，利用路廊路線的調整，或是友善工法和設計的選擇(如採用高架或隧道形式通過敏感區)，使道路開發或營運階段可能產生的影響能避開生態敏感區:

迴避為最優先且通常最具效益的對策，利用路廊路線的調整，或是友善工法和設計的選擇(如採用高架或隧道形式通過敏感區)，使道路開發或營運階段可能產生的影響能避開生態敏感區:

- A. **迴避生態優先和次優先關注區域**：本計畫已指認計畫路廊沿線溼地、森林和草地灌叢幾類棲地的優先和次優先關注區域，另外也評估了既有國道結構物和流水域構造物的改善需求與潛力，這些計畫範圍內具關注或稀有動植物生長棲息、原生植物多樣性高或潛在重要的動物廊道(含國道結構物、國道路權森林和緊鄰國道



的森林)、關注稀有水域生物及重要洄遊廊道,或原生小型鯉科魚類優勢之棲地均應於工程規劃設計與施作(含施工道路)階段優先考量進行迴避(包含其周邊緩衝區)。

- B. **迴避老樹**: 計畫 100m 環域範圍發現 3 株胸徑大於 80 公分之老樹,為工程施作應優先予以迴避之植物資源。其中位於 N73+500k 之老樹為路廊影響範圍,位於 N85+000k 之老樹則緊鄰路廊影響範圍。老樹樹齡常超過 50 年,具母樹及地方信仰中心等多重價值計畫範圍。

(2) 縮小與減輕原則:

針對無法以迴避方式減輕的生態影響,應採取適當的縮小和減輕對策將可能影響減至最低:

- A. **縮小稀有與關注植物偏好棲地之擾動面積**：工程施作縮小植被擾動方式譬如微調路廊方案以減少通過生態關注區域之長度與面積、設置圍籬確保工程擾動不超過既定範圍、限制施工道路車行寬度等。



高公局動物通道改善案例

- B. **稀有與關注植物移植**：計畫範圍及周邊勘查記錄 7 種稀有植物及 9 種關注植物，其中位於路廊 100 公尺範圍之種類有 12 種。開發行為若無法避免對關注與稀有植物造成的直接衝擊，則應予以移植至周邊非工程擾動之同質性棲地(如偏好墓地生長之植物移植至周邊非擾動區之墓地)。



高公局結構設施物生態友善改善案例

- C. **大樹老樹移植**：計畫範圍內的老樹、大樹若工程無法迴避則應予以移植，移植過程應儘可能考量全冠幅移植、斷根與根毛養護、移植過程之土球保護、樹幹與樹皮保護、新植地點植穴空間之土壤改良、定植初期養護，擬訂與落實大樹老樹移植計畫。相關移植工作均需依照交通部高速公路局之植物種植工程施工技術規範第 02905 章之相關移植規範辦理。



- D. **縮小對中型哺乳動物棲地和廊道的擾動程度並減輕可能的動物棲地切割影響：**本計畫已指認計畫沿線兩側可提供中型哺乳動物重要棲地和廊道功能的森林區塊，這些區塊大多有連結到較大面積的國道路權綠帶，部分有既有的國道車行、排水箱涵或橋下空間可作為東西向動物通道，計畫道路應縮小通過重要棲地、森林區塊等長度和面積，可以高架形式規劃並調整墩柱位置，盡可能保留現有綠帶空間；長路堤形式對棲地切割影響極大應盡量避免採用，另外應加強保護和積極改善既有結構物作為動物通道，若既有結構物間距過大，則應再選擇適當位置營造動物通道。沿著國道南北向的廊道可利用路權綠帶的規劃加以串連，東西向的廊道則可利用適合的國道結構物改善提供動物通道，另外部分結構設施物亦應友善設計，高公局已有動物通道、防護網和構造物生態友善改善案例可參考。
- E. **降低營運階段路殺風險：**高公局過去調查顯示國道有重要的哺乳動物路殺課題，計畫道路沿線也有既有路殺熱點分布，本計畫道路拓寬後路殺風險應會增加，特別是以路堤形式通過森林環境的路段，在道路規劃設計時應採適當方式減輕路殺影響，計畫道路若採路堤形式經過有較高路殺風險路段時應於路側設置動物防護網搭配動物通道等防護設施，防護設施應考量目標物種習性，以及後續維護管理和景觀需求進行設計，並應於適當距離即搭配設置動物通道降低切割影響。根據高公局路殺調查結果，部分大型或保育類鳥類(如鷺鷥、鳳頭蒼鷹和領角鴉)及紫斑蝶等亦有發生較大量路殺的情形，採行的減輕對策包括防護網和動物通過高峰時段進行外側車道交管和限速等措施，計畫道路沿線亦有猛禽、八色鳥和彩鸛等保育鳥類分布，但現階段並無法評估其路殺風險，需再進行詳細調查評估，或於營運階段進行路殺監測後視結果擬定對策。
- F. **縮小對具生態敏感性水域棲地的擾動程度：**本計畫已指認優先和次優先關注的溼地，若無法完全迴避(包含避免落墩、增加橋梁跨距等迴避對策)則應採取包括縮小和限制施工範圍、濱岸植被保護、加強污水處理、工期配合生物調整等減輕對策來降低對目標物種和棲地的影響。溪流部分新設橋梁也應考量加大跨距避免落墩於河道並遠離河岸之迴避方式，或選擇於既有墩柱位置落墩，並避免新設高落差之保護設施造成縱向阻隔阻斷迴遊廊道。
- G. **控制工程擾動汙染水質：**調整施工便道路線，利用既有道路、便道或裸露地或敏感度較低之區域，避免直接輾壓河道溪床及埤塘；在河道或埤塘工區下游設置沉砂設施或利用半半施工法以繞流導流溪水迴避施工處以降低濁度；妥善管理混泥土廢漿棄置方式，避免排倒於水域環境。



- H. **稀有魚類移棲**：開發行為若對稀有魚類之棲地造成直接衝擊，應於施工前將稀有魚類撈捕並飼養於室內環境，待完工後釋放回已回復之原棲地，若原棲地已產生不可回復之變化，應謹慎選取鄰近區域狀況良好之同質性棲地釋放。
- I. **保留並培厚濕地邊緣綠帶**：於施工必須擾動之水域棲地包含河川與埤塘，保留部分既有喬木於濕地邊緣，或培厚綠帶寬度，做為水域棲地和道路間的緩衝綠帶，可以發揮逕流水將道路汙水及有毒物質入流棲地中的過濾作用，降低對水域生物之衝擊。
- J. **其他影響減輕作為**：計畫沿線可能有外來種動植物入侵課題，道路施工可能因改變原有棲地和機具植栽直接引入等因素而造成外來種入侵或擴散，包括銀合歡、斑腿樹蛙、外來種魚類和紅火蟻等，因此施工規劃亦應加強外來種課題的管理。道路營運階段增加的光害和噪音等影響會造成沿線自然棲地品質劣化，因此道路經過生態敏感區路段應避免設置路燈，部分路段應評估隔音設施的設置需求，或設置具隔音效果之動物防護網。

(3) 補償原則

- A. **森林棲地補償**：工程擾動之森林環境應予等面積之棲地補償，包含於非自然環境營造新的森林棲地，以及於劣化之森林環境(如銀合歡林)提升森林品質，譬如流動水域環境沿河分布之銀合歡林，進行連續清除並營造複層林。森林營造方式應以自然森林為目標，栽植多樣的原生且在地之樹木種類，栽植養護期間保留土壤種子庫萌發之原生喬灌木及草本植物，增加森林層次與多樣性。
- B. **原生草地營造試驗**：可於外來植物優勢之劣化草生環境進行原生草地營造試驗，包含原生草地植物繁殖、外來草地植物清除、原生草種栽植與初期養護、持續清除外來草種，以提升草地環境品質。
- C. **稀有植物復育**：規劃稀有植物復育計畫，譬如針對計畫範圍內稀有植物進行採種與繁殖工作，繁殖後於野地進行復育栽植，確保稀有植物於地區之長期存在。
- D. **霜毛蝠棲所營造**：計畫道路經過頭前溪路段鄰近國內稀有的霜毛蝠唯一棲所，且頭前溪高灘地亦為霜毛蝠重要的覓食棲地，由於日本相關研究顯示霜毛蝠會利用高架橋結構縫隙棲息，因此規劃設計階段可嘗試於橋梁結構物上設置適合霜毛蝠利用的棲所，或於橋梁結構上留設適當縫隙，提供霜毛蝠更多的穩定棲地
- E. **既有棲地劣化課題改善**：於本計畫道路規設和施工階段，將原國道周邊造成生態敏感區棲地劣化的因素改善，如積極改善國道既有結構物提供完整的通道串連國道兩側棲地。其中新竹系統交流道路段過往有較嚴重的路殺和棲地切割課題，主



要是此區域周邊森林完整，系統交流道和其他道路又構成複雜的路網所致，此區域除可積極改善既有國道主線和匝道下方提供動物穿越通道外，亦可直接規劃興建跨越式通道連結周邊森林，系統交流道往南至頭份路段沿線兩側多關注森林，且有穿山甲和食蟹獾等多種關注動物族群，亦可選擇適當位置規劃大型跨越式或穿越式動物通道降低國道拓寬可能的切割影響。另外亦可盤點既有橋梁及其衍生構造物如固床工及跌水消能設施對於洄游性水域生物造成縱向阻隔之情形，依照現地水域生物上溯下游之習性與需求重新設計施作，降低構造物之縱向阻隔，保持洄游廊道通暢，連結並擴大水域生物可利用之棲地範圍。

- F. **埤塘棲地補償：**工程改變之埤塘棲地環境應予等面積之棲地補償，包含於非自然環境營造新的埤塘濕地，以及於劣化之埤塘環境(如外來入侵種優勢之埤塘)提升棲地品質，譬如移除外來入侵種魚類蝦蟹並設置圍籬圍網等防堵再進入設施；增加棲地周圍植生保護帶的層次與厚度降低徑流汙染物流入之衝擊，並透過人工栽植增加棲地水生植物之層次與比例，除了能發揮除汙效果改善水質，更能提供多樣水域生物棲息利用。
- G. **擴大路權範圍納入現有關注森林或溼地：**國道路權空間相較於部分私有地能有較好的保護和管理作為，除能有效減少各類人為干擾外，亦較能避免未來有其他的開發行為影響棲地原有功能。因此針對較易受干擾的部分溼地和森林，可評估擴大路權範圍將其納入保護的可行性。

3. 視覺景觀課題與對策

- (1) 課題一：計畫路線途經多處穿越高架橋、交流道、人行陸橋等道路設施以及連續隔音牆之設置，皆明顯切割道路景觀視域，降低道路景觀完整性及開闊性，導致視覺景觀雜亂。

相關處理對策說明如下：

- A. 道路設施之視覺景觀改善方案應以減緩整體道路視覺複雜性並與周邊環境相融合之色彩為原則。
- B. 隔音牆之視覺景觀改善方案部分，則建議於自然地區之隔音牆採綠化方式處理；都市聚落地區之隔音牆則考量整體道路景觀和諧性，於路側種有植栽路段採綠化方式處理，於臨建築物路段則以塗佈與周邊建物相融合之色彩進行改善。



- (2) 課題二：未來湖口段隧道內部將呈現封閉式景觀，其內部照明和牆面色彩將與駕駛者視覺靈敏度相關，間接影響駕駛者的行駛安全。

處理對策說明如下：

- A. 針對隧道內部牆面塗裝應擬定劃設原則，考量以視覺誘導方式降低駕駛人視覺疲倦及交通事故的發生率。
- B. 考量駕駛人識別性及入口區、出口區、提醒區段及疲勞喚醒區各區段之功能，研擬各區段之內部照明色調與亮度設置原則。

- (3) 課題三：現苗栗頭份段之南、北向路側皆種植生長良好的特色植群-臺灣欒樹，形成具明顯四季變化的植栽特色路廊，後續此段路線工程將採路堤拓寬形式，將直接影響既有植栽帶生長空間。

處理對策說明如下：

- A. 將於後續研提植栽移植原則，期能暫植鄰近之適當地點，於路堤工程完成後再將特色植群臺灣欒樹植回路側綠地，維持其植栽特色路廊之道路景觀。



臺灣欒樹植群

- B. 移植工程存在植物存活率問題，若於移植過程中死亡之臺灣欒樹，將以補植方式，補植於路廊適當地點，維持其特色綠廊風貌。



4.7.4 整體景觀目標與規劃主軸

1. 整體景觀目標

為有效改善與優化本計畫路段之國道景觀，根據前述之各項分析結果與課題及對策之研擬，同時依循行政院於 2018 年啟動之「國土生態保育綠色網絡建置計畫」，強調國道兩旁綠帶、友善生態通道建置等工作，以及增加棲地完整性及生物多樣性等內容，研訂本計畫之整體景觀目標如下：

- (1) 打造「埤塘、郊山丘陵生態」與「都市聚落、產業地景」和諧共存之景觀主題路廊。
- (2) 強化計畫範圍各區段地景特色調性，同時提升全段道路空間景觀美感品質。
- (3) 研提景觀規劃與設計手法，降低土木工程對於周邊視覺景觀之衝擊。
- (4) 以景觀規劃與設計手法，輔助生態工程降低本計畫對於環境生態之衝擊。

2. 景觀規劃主軸

計畫範圍沿線具有豐富多樣的景觀風貌，由自然生態演替而成的丘陵淺山森林，抑或由人類拓墾與開發而成的農田、工廠產業地景或鄉村、都市聚落等多樣風貌，又因計畫範圍各區段地形地貌及各都市計畫與非都市地區發展定位之差異，交織組成多元地景，本計畫即因應範圍內之地景樣態差異性，研擬各區段主要景觀風貌特性，桃園楊梅區段主要呈現大面積的農田埤塘地景風貌特性、湖口區段因位處隧道段，即具有隧道出入口景觀及隧道內部封閉性景觀風貌特性、新竹河廊區段為科技產業聚集之都市產業地景風貌特性、新竹丘陵區段為淺山森林之丘陵生態地景風貌特性、苗栗頭份區段則為地勢平緩的大面積平原農作地景風貌特性。

本計畫即透過各區段地景風貌特性呈現，並將沿線景觀空間重整與優化，鏈結周邊生態棲地環境，形塑「生態藍埤綠軸，科技活力國道」主題路廊，以作為景觀規劃之主軸。

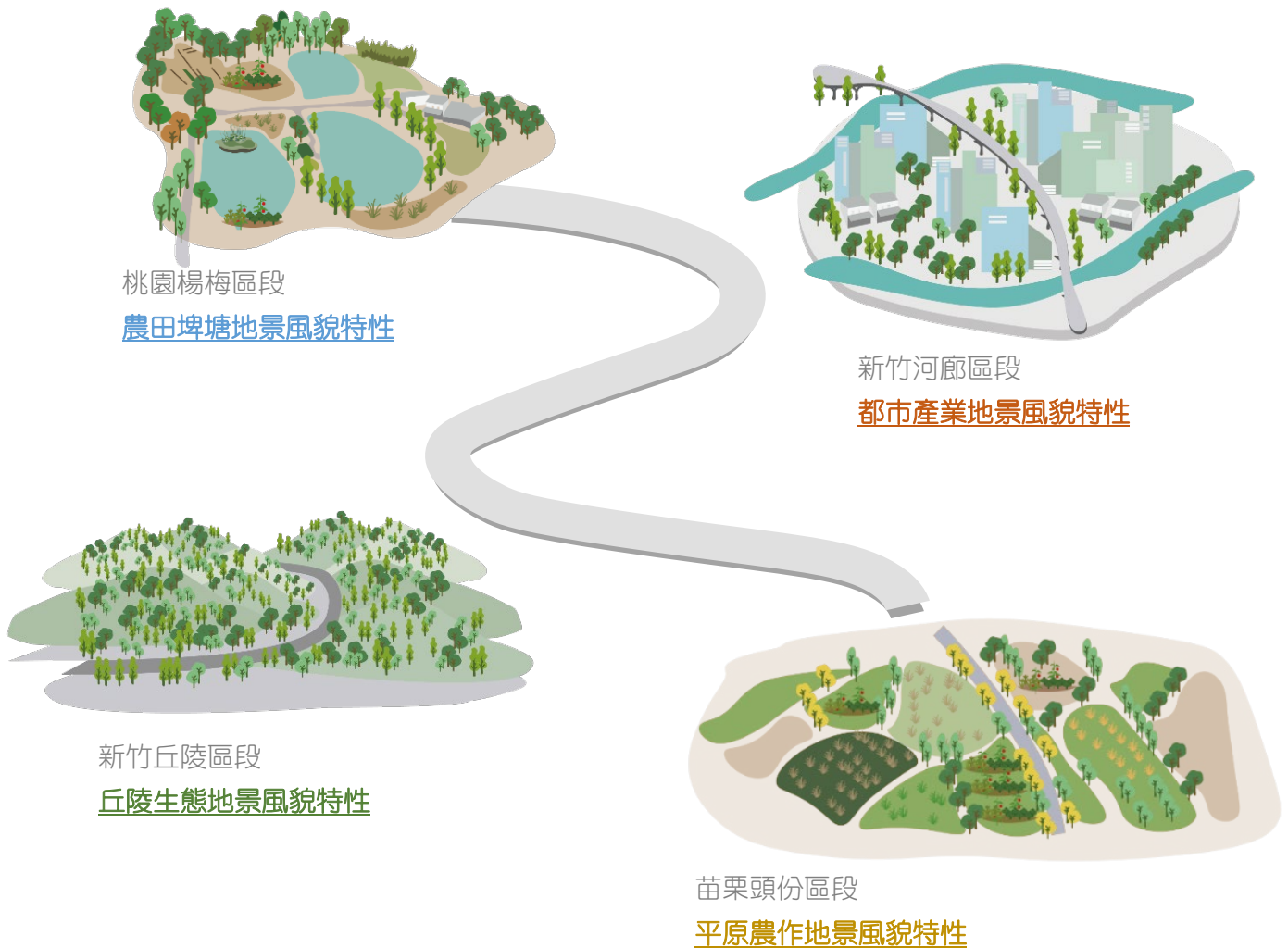


圖 4.7-20 景觀規劃主軸構想圖



4.7.5 整體路廊景觀規劃構想

1. 路廊景觀單元劃分

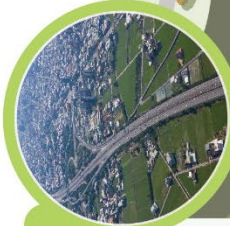
以「生態藍埤綠軸，科技活力國道」為景觀規劃主軸下，本計畫清楚劃訂計畫範圍內全線路廊之景觀單元：

- (1) 在農田埤塘地景風貌特性之桃園楊梅區段，以形塑桃園台地生態景觀特色之埤塘藍水與綠色稻田交織分布為景觀主題，劃訂為「水水埤塘綠網帶」景觀單元。
- (2) 具有隧道出入口景觀及隧道內部封閉性景觀風貌特性之湖口隧道區段，即以降低隧道出入口視覺衝擊並融入地景方式，劃訂為「湖口地景隧道」景觀單元。
- (3) 具有都市產業地景風貌特性與河廊平原地形的新竹河廊區段，以創造科技活力及相融且協調的都市景觀，同時考量提升都市綠廊生態性等目的，劃訂為「科技門戶河廊新興帶」景觀單元。
- (4) 具有淺山森林之丘陵生態地景風貌特性的新竹丘陵區段，則劃訂為「綠幕天際生態環」景觀單元。
- (5) 最後具有大面積平原農作地景風貌特性之苗栗頭份區段，現況路側皆列植臺灣欒樹，打造綠廊景觀，據此將此區段劃訂為「欒樹優遊田園帶」景觀單元。

生態藍桿綠軸 科技活力國道

5. 樂樹悠遊田園帶

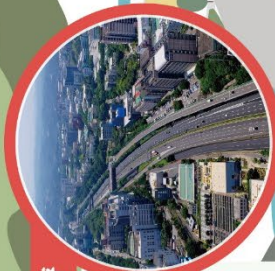
N/S 105+000~110+000 頭份段沿線種植臺灣樂樹，具四季變化道路景觀，周邊更有大面積稻田景觀分布，形成遼闊田園視野，未來透過隙地空間重整及隔音牆融入周邊環境進行綠美化方式，延續樂樹悠遊田園帶之道路景觀主題。



- 隙地空間處理
- 隔音牆綠美化

3. 科技門戶河廊新興帶

N/S 85+500~90+000 鳳山溪至頭前溪間河廊平原係為湖口竹北新興發展區，周邊多為新建樓房及公共設施，隙地空間及道路設施色彩等部分即須與周邊環境相融合並維持城市生態性。



- 道路設施減量計畫
- 隔音牆綠色彩計畫
- 隙地空間整理
- 道路設施色彩融合

N/S 90+000~94+500 新竹科學園區段充滿城市活力符象，交通繁忙且建物林立，未來高架建設加上該段路斬地形，將更加劇駕駛者道路空間壓迫感，未來即須針對高架橋下空間及隙地空間透過植栽美化方式，減弱空間壓迫感；並透過隔音牆色彩融合周邊環境之設計，加強該區段活力科技門戶圈之景觀意象。

2. 湖口地景隧道

N/S 81+000~85+500 為閃避湖口營區及湖口地滑地區，採隧道方式通行，以融入地景設計工法，於隧道及道路周邊設置木格柵形塑動物防護網，並根據隧道長度訂定不同牆面塗裝色彩，達到駕駛安全之功效。



- 隧道洞口設計原則
- 隧道塗裝劃設原則
- 塗裝及照明色調原則
- 植栽計畫

- 隙地空間重整
- 隔音牆綠美化
- 埤塘生態保護及界面處理

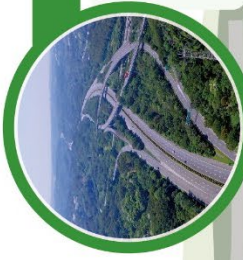
1. 水水埤塘綠網帶

N/S 71+500~80+000 楊梅至湖口段沿線分布多處埤塘，點綴在稻田綠地及村落建成區間，為桃園台地生態景觀特色，未來此段景觀形塑即以埤塘藍水及稻田林地綠網為景觀主題，打造水埤塘綠網帶。



4. 綠幕天際生態環

N/S 94+500~105+000 新竹系統交流道周邊皆為丘陵生態環境該段景觀形塑主軸應以生態及環境融合為原則，打造該段綠幕天際生態環之景觀意象。



- 同質性棲地營造
- 節點景觀營造
- 友善動物生態措施



2. 整體路廊景觀規劃原則

本計畫以前述之路廊景觀單元之劃分，針對各路廊景觀單元未來規劃設計之原則進行研擬，內容如下：

路廊景觀單元	單元路段	地景風貌特性	規劃設計原則
水水埤塘綠網帶	路線起點至湖口隧道段 71+500~80+000	埤塘、水圳、農業地景、郊山丘陵天際線	<ol style="list-style-type: none"> 1. 確保中、遠景之自然邊緣、山系丘陵之天際線。 2. 確保近、中景之河川、埤塘等藍帶資源之保育及景觀保全。 3. 保全近、中景之周邊農業地景。 4. 高架橋、交流道等大型道路設施，其色彩、材質需儘量以植栽綠化方式進行遮景美化。 5. 廣告招牌或設施及街道家具之材質、色彩、造型、高度等需與周圍農業地景環境及山系丘陵天際線相融合。 6. 其餘擋土牆、隔音牆等非確保之空間元素，可透過植栽綠化方式，以遮景或攀附方式進行美化，可選植具色彩、質感與季節變化之植栽，創造視覺變化性。
湖口地景隧道	80+000~85+500	隧道出入口丘陵坡地、隧道內部封閉式景觀	<ol style="list-style-type: none"> 1. 確保隧道洞口之設計，需友善環境紋理，與地景風貌相融，以影響地表環境紋理程度最小為主。 2. 需考量周邊丘陵坡地之自然生態，於洞口應設置適當生態阻隔裝置，裝置材料應以天然材料為主。 3. 隧道內部牆面塗佈需以視線誘導為原則，降低駕駛人視覺疲倦及交通事故發生率；並與隧道內照明色調相互搭配。
科技門戶河廊新興帶	鳳山溪至園區二路 85+500~94+500	河川廊帶景觀、都市聚落建築群地景、都市開放空間景觀、產業建築群地景、路塹景觀	<ol style="list-style-type: none"> 1. 確保近、中景之河川、埤塘等藍帶資源及近、中、遠景之農業地景。 2. 確保近景之都市開放空間。 3. 確保中、遠景之都市聚落地景及建築物天際線。 4. 為確保近、中景景觀品質，需積極協調範圍內建築物之色彩搭配、外觀材質變化應具協調性且外觀具適當維護管理。 5. 高架橋、交流道等大型道路設施，於河廊景觀帶中，其色彩、材質需儘量以植栽綠化方式進行遮景美化。 6. 交流道之綠地空間，可結合滯洪或雨水貯留之概念，收集交流道周邊之雨水，以達洪水滯留或雨水再利用之效果。 7. 廣告招牌或設施及街道家具之材質、色彩、造型、高度等需與周圍都市聚落、河廊景觀或山系丘陵天際線相融合。 8. 其餘擋土牆、隔音牆等非確保之空間元素，可透過植栽綠化方式，以遮景或攀附方式進行美化，可選植具色彩、質感與季節變化之植栽，創造視覺變化性。
綠幕天際生態環	新竹系統交流道至苗2鄉道跨越橋 94+500~105+000	淺山山系丘陵地景、路塹地景	<ol style="list-style-type: none"> 1. 確保中、遠景之自然邊緣、山系丘陵之天際線。 2. 確保近景之路塹地景並透過植栽綠化方式形塑綠幕生態環境與景觀意象。 3. 高架橋、交流道等大型道路設施，其色彩、材質需儘量以植栽綠化方式進行遮景美化。 4. 廣告招牌或設施及街道家具之材質、色彩、造型、高度等需與周圍農業地景環境及山系丘陵天際線相融合。 5. 其餘擋土牆、隔音牆等非確保之空間元素，可透過植栽綠化方式，以遮景或攀附方式進行美化，可選植具色彩、質感與季節變化之植栽，創造視覺變化性。
欒樹悠遊田園帶	苗2鄉道跨越橋至頭份交流道段 105+000~110+000	欒樹綠廊景觀、高速公路綠地綠帶、淺山山系丘陵地景、平原農作地景	<ol style="list-style-type: none"> 1. 確保既有臺灣欒樹綠廊景觀。 2. 確保既有高速公路綠地綠帶空間，並可透過改植不同色彩、質感與季節變化的植栽，創造視覺變化性。 3. 確保中、遠景之山系丘陵天際線及都市建築群。 4. 廣告招牌或設施及街道家具之材質、色彩、造型、高度等需與周圍綠幕或山系丘陵天際線相融合。 5. 其餘擋土牆、隔音牆等非確保之空間元素，可透過植栽綠化方式，以遮景或攀附方式進行美化，可選植具色彩、質感與季節變化之植栽，創造視覺變化性。

3. 公路設施景觀配合構想

依循前節中整體路廊景觀規劃原則，本節之構想共可分為「視覺景觀衝擊減緩配合構想」、「主要公路設施景觀配合構想」、「永續水綠基盤設施構想」及「植栽保留移植計畫及工程因應構想」等面向進行研擬：

4. 視覺景觀衝擊減緩配合構想

整體路廊中，拓寬工程將改變既有道路的視域景觀，其中又可分為路堤拓寬方式之視覺景觀衝擊以及高架拓寬方式之視覺景觀衝擊，各路段視覺景觀衝擊減緩配合構想如下：

路廊景觀單元	單元路段	道路拓寬方式	視覺景觀衝擊減緩配合構想
水水埤塘綠網帶	路線起點至湖口隧道段 71+500~80+000	路堤拓寬	<ol style="list-style-type: none"> 1. 拓寬路段若原道路兩側為隔音牆，拓寬工程可能改變視域近、中、遠景範圍，可於新設隔音牆部分透過綠美化方式，減緩視覺衝擊即可。 2. 拓寬路段原道路兩側為植栽綠廊者，其因拓寬工程增加近景中的道路所占視域面積，即應於拓寬工程外道路兩側種植植栽，以減緩視覺景觀之衝擊。 3. 拓寬路段原道路兩側為埤塘、農業地景資源者，拓寬路堤道路後則建議維持開闊景觀視域，提升視覺美質。
湖口地景隧道	80+000~85+500	新增高架、隧道段	<p>新增高架路段將影響周邊或國道原有道路之可視視域，甚至可能阻隔原有道路可視視域的中、遠景，大幅降低視覺景觀品質，並因高架橋體設施的視覺阻擋與切割，造成明顯的視覺景觀衝擊。應透過植栽綠美化方式，於高架橋體旁種植喬木及灌木，減緩大面積量體造成的視覺衝擊感受，軟化視覺景觀提升景觀品質，並可透過植栽延伸中、遠景之自然風貌。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <p style="text-align: center;">原有道路視覺景觀 高架橋體設置後應透過綠美化降低視覺景觀衝擊</p>
科技門戶河廊新興帶	鳳山溪至園區二路 85+500~94+500	路堤拓寬、高架拓寬	<ol style="list-style-type: none"> 1. 路堤拓寬路段若原道路兩側為隔音牆，拓寬工程可能改變視域近、中、遠景範圍，進而改變周邊都市聚落意象景觀，可於新設隔音牆部分透過綠美化方式或隔音牆色彩應採用與周邊都市聚落環境色彩相融合之方式，減緩視覺衝擊。 2. 路堤拓寬路段原道路兩側為植栽綠廊者，其因拓寬工程增加近景中的道路所占視域面積，降低視覺景觀品質，即應於拓寬工程外道路兩側種植植栽，以減緩視覺景觀之衝擊。 3. 高架拓寬路段將影響周邊或國道原有道路之可視視域，甚至可能阻隔原有道路可視視域的中、遠景，大幅降低視覺景觀品質，並因高架橋體設施的視覺阻擋與切割，造成明顯的視覺景觀衝擊。此情形即應透過植栽綠美化方式，減緩大面積量體造成的視覺衝擊感受，軟化視覺景觀提升景觀品質。
綠幕天際生態環	園區二路至新竹系統交流道 94+500~97+500	路堤拓寬、高架拓寬	<ol style="list-style-type: none"> 1. 路堤拓寬路段若原道路兩側為隔音牆，拓寬工程可能改變視域近、中、遠景範圍，可於新設隔音牆部分透過綠美化方式融入周邊淺山森林地景，減緩視覺衝擊。 2. 路堤拓寬路段原道路兩側為植栽綠廊者，其因拓寬工程增加近景中的道路所占視域面積，即應於拓寬工程外道路兩側種植植栽，以減緩視覺景觀之衝擊。 3. 路堤拓寬路段原道路兩側為淺山森林者，拓寬路堤道路後則應種植在地原生植栽，儘可能恢復原有的自然生態風貌，同時降低視覺景觀衝擊。 4. 高架拓寬路段者，則應於綠地空間或種植在地原生植栽，儘可能恢復原有的自

			然生態風貌，同時降低視覺景觀衝擊。
欒樹悠遊田園帶	新竹系統交流道至頭份交流道段 97+500~110+000	路堤拓寬	<ol style="list-style-type: none"> 1.拓寬路段若原道路兩側為隔音牆，拓寬工程可能改變視域近、中、遠景範圍，可於新設隔音牆部分透過綠美化方式，減緩視覺衝擊即可。 2.拓寬路段原道路兩側為植栽綠廊者，其因拓寬工程增加近景中的道路所占視域面積，即應於拓寬工程外道路兩側種植植栽，以減緩視覺景觀之衝擊。 3.拓寬路段原道路兩側為埤塘、農業地景資源者，拓寬路堤道路後則建議維持開闊景觀視域，提升視覺美質。



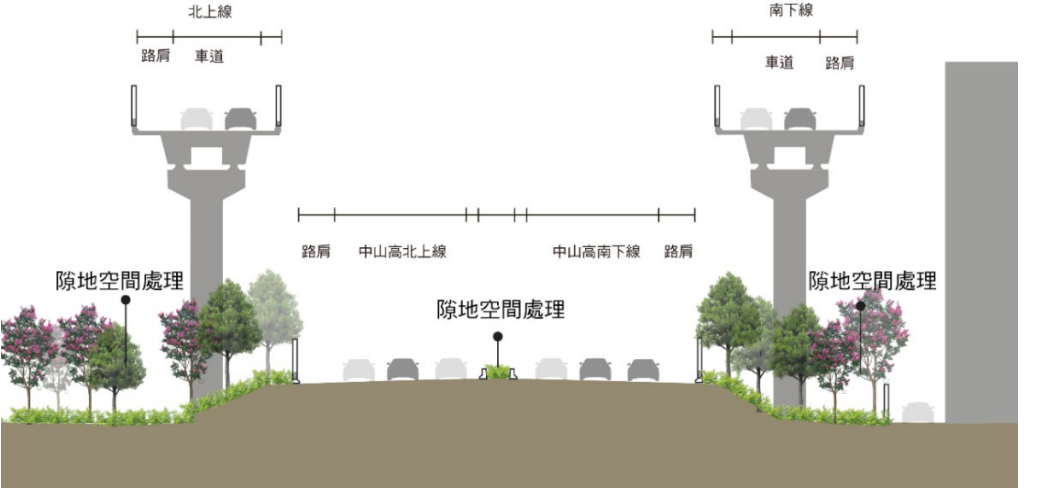

5. 主要公路設施景觀配合構想

(1) 公路設施景觀配合構想

依上述「水水埤塘綠網帶」、「湖口地景隧道」、「科技門戶河廊新興帶」、「綠幕天際生態環」、「欒樹悠遊田園帶」5 段廊景觀單元依道路平面拓寬、高架拓寬橋體及地景隧道擬定景觀配合原則。

路廊景觀單元	形式/示意圖	公路設施景觀配合原則	
水水埤塘綠網帶	路堤段景觀	<ul style="list-style-type: none"> ● 沿途行經國道公路警察局第二公路警察大隊楊梅分隊及校前路跨越橋，為減緩與楊梅建成區氛圍落差，考量路側景觀優美質之延續性，建議於兩側綠地種植與之相近之植栽色彩，且中央分隔島植栽仍有缺株情況，建議以色彩明顯花卉進行補植。 ● 於埤塘路段，透過植栽減法，將使用者視域範圍清空，以調修為低矮灌木，擴張視域景觀的可視範圍。 ● 進隧道前高架段，行經高鐵路段，朝向簡潔、單純的配植方式，減少植物生長干擾造成的視覺複雜性。 	
	設施景觀配合示意圖		
		<p>N/S 71+500 段模擬圖-BEFORE</p>	<p>N/S 71+500 段模擬圖-AFTER</p>
湖口地景隧道	隧道外景觀	<ul style="list-style-type: none"> ● 考量友善環境紋理，在整體設計思考上，因穿越未開發之森林區域，隧道構築盡量配合地形紋理並於隧道口加入地方特色元素，整體應以影響地表環境紋理最小之方案為主。 ● 洞口連接山林處建議以天然材料(如落葉松木)設置格柵，阻隔動物誤闖主幹道，減少中型哺乳類及鳥類路殺情況。 	

路廊景觀單元	形式/示意圖	公路設施景觀配合原則
	<p>隧道外觀示意圖</p>	 <p style="text-align: right;">隧道洞口模擬圖</p>
	<p>隧道內景觀</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 隧道內部應以視線誘導減低駕駛人視覺疲倦及交通事故發生的機率，於隧道出入口段劃設大小組合及頻率之信息圖案以警示駕駛人的距離及方向，並於隧道中段保持色彩一致性，以減少駕駛者視覺疲勞。 ● 隧道內部塗佈油漆顏色深淺變化在動態行進下識別性最良好，建議可採用以非圖案式塗漆，以純色顏色深淺變化為優先考量。 ● 隧道內部照明色調輝度曲度不宜過分具差異性，建議於隧道入口區配合與隧道外光線相近設計，而提醒區段則將亮度逐漸降低至疲勞喚醒區之所需之亮度。
<p>湖口隧道塗裝示意圖</p>		<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>北上線</p>  <p>道燈</p> <p>塗裝範圍</p> <p>應急誘導裝置</p> <p>路肩 車道</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>南下線</p>  <p>符合在地環境之洞口設計</p> <p>車道 路肩</p> </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> <p> ■ 警示塗裝 ■ 警示塗裝 ■ 漸層塗裝 ■ 地方主題性塗裝 逃生出入口塗裝 ■ 漸層塗裝 ■ 警示塗裝 </p> <p> 識別段 過度段 出入口提醒區 疲勞喚醒區 提醒區 出入口 駛離區 </p>  <p>谷地 營區 鳳山溪</p> </div>

路廊景觀單元	形式/示意圖	公路設施景觀配合原則	
	湖口隧道照明示意圖		
		隧道出入口燈光示意圖	隧道中段燈光示意圖
	路堤高架段景觀	<ul style="list-style-type: none"> ● 堤外視覺景觀美質不佳路段，主要以先減法後加法的植被處理為原則，先進行堤坡側植栽清除後，再進行補植，以延續整體氛圍營造，減緩兩側住宅及校區所受到的影響。 ● 路段行經新竹交流道、新竹縣立體育場、台 68 跨越橋、公道五路二段跨越橋、埔頂路跨越橋、新安路跨越橋、園區二路跨越橋、園區三路跨越橋、雙園路跨越橋及三峰路跨越橋，於此路段建議以複層式配植手法適度進行綠美化，以漸進式軟化硬體設施所帶來的視覺衝擊。 ● 臨河廊段 N/S 85+500~86+500 建議補植綠化隔音牆植栽，而 N/S 89+000~90+000 段臨高樓建物者選擇與周邊建物及未來興建之高架道路設施較相近之色調色彩，如擇具有現代感，且符合環境色彩之隔音牆形式。 ● N/S 85+500~90+000 段未來高架橋下方 10 米綠帶保留及補植，配合周邊道路植栽計畫，以延續整體氛圍營造及減緩對兩側住宅及校區所帶來的影響及原道路行車視野受高架路堤造成的視野壓迫，建議種植具鮮豔色彩喬木紫葳、美人樹等；直立樹種光臘樹、杜英或既有樹種進行補植，以串聯溪流兩岸綠地，成為綠網之一環。 	
科技門戶河廊新興帶	路塹高架段	<ul style="list-style-type: none"> ● 以植栽綠美化方式進行視覺軟化，並道路兩側阻隔設施或選用視覺輕量之材質設施，以減量使用者之視覺壓迫。 	
	設施景觀配合示意圖		
綠幕天際生態環	路堤高架段景觀	<ul style="list-style-type: none"> ● 新竹系統交流道段，橋體應採簡潔、視覺輕量的造型處理，並符合現有高架設施整體風氛圍，維持原有視覺空間序列，並保留原有植物及環境風貌。 ● 透過友善動物生態措施，如邊坡多孔隙化等生態工法，降低對物種的衝擊。 	
	路塹段	<ul style="list-style-type: none"> ● 適度保留優良植被，適度保留沿線價值高且具特色的植栽群落，避免現有景觀生態遭到破壞及衝擊。 ● 近於地塹處的景觀處理方式，於道路拓寬後，建議植栽新植方式保留 3-5 米，後植喬木，以形塑視覺開放度及保留原有自然生態美感氛圍之空間營造。 ● 透過友善動物生態措施，如邊坡多孔隙化、邊坡防護網、引導網、棧橋、動物通道及多功能跨 	

路廊景觀單元	形式/示意圖	公路設施景觀配合原則
	設施景觀配合示意圖	<p>越式動物通廊等生態工法，降低對物種的衝擊。</p> <p>種植原生特有種植栽，如臺灣肖楠、大葉楠、山芙蓉等喬木，以符在地生態性</p> <p>於邊坡坡度較陡或緊鄰權地之路段設置防護網，阻隔生物穿越道路的可能性，降低路殺發生的機率</p> <p>除原生特有種喬木外，亦可以攔截植栽種植方式，種植原生灌木花草，如玉葉金花、山芋等</p> <p>於高架路段之邊坡適當地點，可設置動物穿越通道，並可結合導引網或防護網使用，引導動物使用安全的通道，減輕權地切斷的衝擊與路殺的機率。</p> <p>於邊坡坡度較緩路段，可透過設置邊坡導引網，引導生物前往其他動物穿越路徑或其他安全的棲地環境</p> <p>隙地空間處理</p> <p>保留優良植被 低矮地被緩衝空間</p> <p>路肩 中山高北上線 路肩 路肩 中山高南下線 路肩</p> <p>邊坡導引網 道路防護網 動物穿越通道</p>
藥樹悠遊田園帶	設施景觀配合示意圖	<p>● 保留原優良特色植栽，適度保留沿線價值高且具特色的植栽群落，將生長不佳喬木進行移除。</p> <p>隔音牆綠美化補植</p> <p>隙地空間處理</p> <p>路肩 中山高北上線 路肩 路肩 中山高南下線 路肩</p> <p>稻田景觀側 生長不佳喬木移除 影響範圍喬木移植</p> <p>稻田</p>

(2) 隔音牆設施景觀配合構想

檢討現況隔音牆設施路段進行類型歸納，提出配合各路廊景觀單元之景觀配合建議，於未來新建高架及拓寬路段設計標時能納入考量。其中「水水埤塘綠網帶」、「綠幕天際生態環」及「藥樹悠遊田園帶」多屬自然生態氛圍，隔音牆建議主要以植栽綠美化為主，或以低噪音路面拓寬方式改善將不設置隔音牆；而「科技門戶河廊新興帶」同時具都市、產業及自然氛圍，建議未來依各路段之特性選用透明式、垂直式混凝土金屬及綠美化為主。

形式	路廊景觀單元	隔音牆設施景觀配合原則	案例照片示意圖
薄層低噪音物料路面	綠幕天際生態環、欒樹悠遊田園帶	考量兩側路廊自然景觀豐富，為延續周邊景觀之連貫性，不設置隔音牆，於未來路段拓寬改善路面形式，以減緩交通噪音對於周邊環境的干擾。	
植栽綠美化	水水埤塘綠網帶、綠幕天際生態環、欒樹悠遊田園帶、科技門戶河廊新興帶	以種植低矮灌木或爬藤植栽，達到綠美化之效果。	
垂直式金屬隔音牆	科技門戶河廊新興帶	於臨產業及住宅建物段，以不透明材料，如金屬鋁製良好吸音隔音牆，阻隔不良景觀，並維持周邊住戶之居住品質。且牆面設計應選哲具現代感且符合環境色彩之形式。	

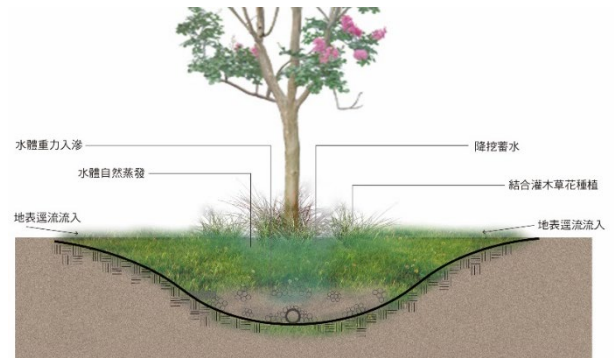
圖片來源：網路圖片

6. 永續水綠基盤設施構想

本計畫針對永續水綠基盤設施之設置，可分為「植生滯留」、「複式草溝」及「自然排水」三種設施系統：

(1) 植生滯留

係將開發的基地降挖，為滯洪池的縮小版，主要為了避免小區域開發面積所增加的地表逕流量，以降挖蓄水方式將迅速流出的逕流水蓄積在植生滯留槽，透過重力入滲與自然蒸發，降低高洪峰逕流現象。



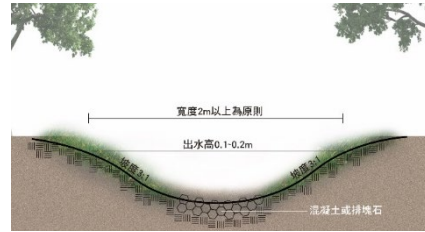
植生滯留系統構想示意圖 (圖片來源:本計畫繪製)



植生滯留系統示意照片 (圖片來源:網路圖片)

(2) 複式草溝

利用一定寬度、淺且有地被植物或草皮做為排水途徑，草溝可降低基地洪峰時間的同步性，同時隔離降雨初期自道路逕流所帶來的雜物及污染物，降低逕流流入排水溝的含泥濃度。



複式草溝系統設施構想示意圖（圖片來源:本計畫繪製）

(3) 自然排水

利用重力方式排除或蓄積降雨，設置植生槽溝、滲透側溝與滲透陰井，透過垂直式入滲設施減緩基地造成的逕流衝擊，同時植生槽溝可維持微氣候的友善性，在地面下亦透過透水管兼顧排水，同時提升地下水入滲率。



自然排水系統設施構想示意圖（圖片來源:本計畫繪製）

透過上述三項水綠基盤設施系統，本計畫研擬各路段之永續水率基盤設施原則如下：

路廊景觀單元	單元路段	永續水綠基盤設施原則
水水埤塘綠網帶	路線起點至湖口隧道段 71+500~80+000	<ol style="list-style-type: none"> 應利用交流道旁綠地空間，設置植生滯留系統及雨水花園，收納周邊地表逕流水，透過重力入滲與自然蒸發方式，降低道路開發引起的高洪峰逕流情形。 緊鄰周邊埤塘或稻田路段，應儘量維持邊坡植被生長狀態，並在腹地條件許可下，降緩邊坡坡度或設置草溝渠，增加道路地表逕流滯留於植生坡時間，增加入滲率以減少道路地表逕流水直接流入埤塘造成污染。
湖口地景隧道	80+000~85+500	進出隧道出入口之高架路段，其道路下方排水口處應設置植生滯留系統，以重力入滲與自然蒸發方式，收納上方高架道路地表逕流水外，亦可適切維持微氣候友善性，增加地下水入滲，另若考量亦可於適當地點設置滲透陰井，降低逕流衝擊。
科技門戶河廊新興帶	鳳山溪至園區二路 85+500~94+500	<ol style="list-style-type: none"> 於高架路段，其道路下方排水口處應設置植生滯留系統，以重力入滲與自然蒸發方式，收納上方高架道路地表逕流水外，亦可適切維持微氣候友善性，增加地下水入滲，另若考量亦可於適當地點設置滲透陰井，降低逕流衝擊。 於交流道等綠地空間，可利用地形設置植生滯留系統或植物草溝，可蓄積道路地表逕流或隔離降雨初期雜物或污染物直接排入排水系統。 路堤段應儘量維持邊坡植被生長狀態，並在腹地條件許可下，降緩邊坡坡度或設置草溝渠，增加道路地表逕流滯留於植生坡時間，增加入滲率以減少道路地表逕流水直接流入排水系統造成污染。 路塹段則建議可採取自然排水設計，利用重力方式排除或蓄積降雨方式，設置滲透側溝與滲透陰井，在地面下用透水管兼顧排水與地下水入滲功能。
綠幕天際生態環	園區二路至新竹系統交流道 94+500~97+500	<ol style="list-style-type: none"> 應利用交流道道路間大面積的綠地空間，透過整地設置生態滯洪池，除收納周邊道路地表逕流水外，更可創造水域環境的生態棲地。 應利用高程相近的交流道旁綠地空間，設置植生滯留系統及雨水花園，收納周邊地表逕流水，透過重力入滲與自然蒸發方式，降低道路開發引起的高洪峰逕流情形，同時提升水綠生態性。 路塹段則建議可採取自然排水設計，利用重力方式排除或蓄積降雨方式，設置滲透側溝與滲透陰井，在地面下用透水管兼顧排水與地下水入滲功能。 路堤段應儘量維持邊坡植被生長狀態，並在腹地條件許可下，降緩邊坡坡度或



<p>樂樹悠遊田園帶</p>	<p>新竹系統交流道至頭份交流道段 97+500~110+000</p>	<p>設置草溝渠，增加道路地表逕流滯留於植生坡時間，增加入滲率以減少道路地表逕流水直接流入排水系統造成污染。</p> <p>1.路塹段則建議可採取自然排水設計，利用重力方式排除或蓄積降雨方式，設置滲透側溝與滲透陰井，在地面下用透水管兼顧排水與地下水入滲功能。</p> <p>2.路堤段應儘量維持邊坡植被生長狀態，並在腹地條件許可下，降緩邊坡坡度或設置草溝渠，增加道路地表逕流滯留於植生坡時間，增加入滲率以減少道路地表逕流水直接流入排水系統造成污染。</p> <p>3.緊鄰周邊埤塘或稻田路段，應儘量維持邊坡植被生長狀態，並在腹地條件許可下，降緩邊坡坡度或設置草溝渠，增加道路地表逕流滯留於植生坡時間，增加入滲率以減少道路地表逕流水直接流入埤塘造成污染。</p>
----------------	--	--

7. 植栽保留移植計畫與配置構想

(1) 植栽保留與移植計畫：

針對工程施工影響之範圍內之植栽，應落實永續公共工程政策理念，減少珍貴樹木或老樹移植機率並提高移植樹木存活率，進行植栽保留及移植前，應先進行樹籍調查，針對植栽現況生長情形進行調查及評估，根據評估結果，判斷各植栽需進行保留或予以移植：

A. 植栽保留原則：

- a. 珍貴植物不建議移植，應進行原地保留，並於規劃設計階段調整計畫路線或工區。
- b. 本土原生樹種、具特殊景觀價值（優型樹）、受保護樹木或具較高生態價值樹木，則應評估以現地保留為原則，必要進行移植者則須遵循植栽移植原則辦理。

B. 植栽移植原則：

- a. 因施工影響導致無法現地保留之植栽，且為本土原生樹種、具特殊景觀價值（優型樹）、受保護樹木或具較高生態價值而非珍貴植物者，即應進行植栽移植。
- b. 進行植栽移植前，即需選定遷移的適合區域。
- c. 需全面注重移植植物歷經計畫規劃、設計、施工、維護階段之全生命週期階段，以適當保護和保活措施確保其存活且生長良好。
- d. 各類植栽移植工作應根據樹種、環境、季節、氣候條件等特性，審慎於適當時間進行移植，一般而言，針葉樹種適合於2月上旬至4月上旬進行移植，最適期為3月中旬至4月中旬；常綠闊葉樹種適合於3月下旬至6月中旬，最適期為3月下旬至4月下旬；落葉樹種最適期則為3月下旬至4月上旬。實際適當移植時間仍需透過植物專家依各樹木之條件差異進行評估後執行。



e. 移植前置處理：

- 植栽應配合樹形於斷根前作適當之整枝修剪，其修剪原則須依據交通部高速公路局「植物種植工程施工技術規範-第 02905 章 3.2.1 修剪」規定內容辦理。
- 斷根次數依植物種類、規格而異，除契約另有規定外，原則須依據交通部高速公路局「植物種植工程施工技術規範-第 02905 章 3.2.2 斷根」規定內容辦理。
- 倘有緊鄰移植植株且可能影響斷根作業進行之既有喬木，經會同工程司確認為樹勢、樹型不佳者，得於同意後清除。
- 樹冠修剪及斷根後得使用藥劑處理，以促進新根生長，或施用殺菌劑或樹漆等傷口防護塗料，以防病菌感染。
- 斷根後應即依契約規定設立支架。支架設立方法依據交通部高速公路局「植物種植工程施工技術規範-第 02902 章 3.9 節」規定內容辦理。
- 修剪及斷根後，植栽仍須辦理必要之養護工作。

C. 植栽定植及養護原則：

a. 植株挖掘、網紮及原樹穴回填：

- 除另有規定外，植株根部挖掘之直徑範圍應大於斷根時環溝外側之直徑，以避免破壞新生之根系。
- 挖掘植株時應避免根球破裂或鬆散，部分具有特別移植生理性質之樹種得經工程司同意後除外。
- 根球之包紮須先以草繩、稻草或其他適當材料包裹網紮，以免根球破裂根毛受損。椰子類或特殊需求植栽應以草繩、草蓆綁緊包繞樹身至幹高 2/3 處後運送。
- 植栽運送或移動時須加以保護，以免損及樹皮與枝葉，根部土球需包紮完整並保持濕潤。
- 植栽移植後所留下之樹穴應依契約規定辦理，如須回填時應夯實至原地面之壓實度並整平。施工期間若有邊坡崩塌，經工程司會勘鑑定後確由移植工程所引起，承包商須負一切責任。



- b. 苗木運送及裝卸、植穴開挖及施基肥、定植、養護等作業依據交通部高速公路局「植物種植工程施工技術規範-第 02902 章」相關規定辦理。
- c. 除契約另有規定外，移植未存活之植株無需辦理補植，其殘留枝幹之處置應依設計圖說或工程司之指示辦理。

(2) 植栽新植計畫：

本計畫植栽新植計畫除須考量工程多沿既有國道兩側腹地外，其植栽生長環境亦需考量日照、土壤及排水條件，多處填土路堤之土壤條件以及高架路段對於植栽日照時數之影響，以及視覺景觀評估考量之結果，皆需納入植栽新植樹種之考量：

A. 植栽新植原則：

路廊景觀單元	單元路段	現況土壤地質條件	環境條件	植栽新植原則
水水埤塘綠網帶	路線起點至湖口隧道段 71+500~80+000	有楊梅層照門段，由礫岩、砂岩及頁岩之互層組成，土壤以黏土膠結為主；以及中壘層的礫石和上覆 1 公尺左右之紅土質土壤組成	平緩路堤路形	<ol style="list-style-type: none"> 1. 既有植栽經擴寬路堤破壞後，應於路側緩坡腹地空間，儘量恢復現況兩側綠色廊道意象。 2. 路堤回填土不利於需水性較高及根系較淺或根系水平生長之植栽生存，新植樹種需考量耐旱及根系較深之植栽物種。 3. 若為緊鄰埤塘路段，應選植耐陰且具生態價值之濱水植栽物種。 4. 路側日照條件除高鐵高架橋路段受影響外，其餘路段皆適合全日照植栽生長。 5. 可於視覺品質較佳之大面積稻田或埤塘路段，減少植栽新植，或選植枝下高較高之物種，維持視覺通透性與景觀變化性。 6. 應以不影響既有大樹或在地原生植栽生長情形下進行新植。 7. 可適當結合在地客家族群文化意象，種植符合生長環境條件的客家民俗植物。 8. 穿越高架橋路段之綠地空間，可透過耐陰性植栽綠化空間，減緩高架橋視覺壓迫感。
湖口地景隧道	80+000~85+500	屬店子湖層，主要由下部的礫石層和上部以黏土礦物和含水之氧化鋁及氧化鐵組成的紅土層組成。	封閉型隧道，僅出入口明顯開闊視覺景觀	<ol style="list-style-type: none"> 1. 隧道洞口處如對區域林相產生干擾處，應依森林法提送樹木保護及移植復育計畫審查，以確保原生動植物棲地、生態多樣性為目標，提高山林之間動植物來往安全性。 2. 隧道出入口邊坡應視施工時針對原生林破壞程度，結合生態防護措施新植在地原生樹種或其他適合邊坡復育初期生長之陽性樹種。 3. 考量在地土壤性質與邊坡地形，應選植適合酸性土壤、根系較深且適合於坡地排水環境條件生長之植栽物種。 4. 應以不影響既有大樹或在地原生植栽生長情形下進行新植。 5. 應考量坡向選植適合潮濕或向陽耐旱之植栽物種。 6. 可適當結合在地客家族群文化意象，種植符合生長環境條件的客家民俗植物。
科技門戶河廊新興帶	鳳山溪至園區二路 85+500~94+500	屬店子湖層，主要由下部的礫石層和上部以黏土礦物和含水之氧化鋁及氧化鐵組成的紅土層組成。	高架路段、平面段、路堤段、路塹段	<ol style="list-style-type: none"> 1. 考量在地土壤性質，應選植適合酸性土壤之植栽物種。 2. 新竹交流道段 N/S 92+000~92+500 段針對荒廢、乾枯之綠地空間進行補植以營造道路景觀，建議以新竹縣花茶茶花為主題，但考量植物生長特性以「茶梅」為植栽物種。 3. 於高架路段日照時數較短，應選植較為耐陰之植栽物種。 4. 於路堤路段，路堤回填土不利於需水性較高及根系較淺或根系水平生長之植栽生存，新植樹種需考量需水性較低及根系



路廊景觀單元	單元路段	現況土壤地質條件	環境條件	植栽新植原則
				<p>較深之植栽物種。</p> <p>5. 於路塹路段，需選植適合坡地排水環境條件、耐濕條件較佳之植栽物種。</p> <p>6. 考量本路段為車流量較高且緊鄰周邊都市建成地環境，應選植具備耐空污、吸附廢氣能力較佳或淨化空氣能力較佳之物種。</p> <p>7. 應以不影響既有大樹或在地原生植栽生長情形下進行新植。</p>
綠幕天際生態環	園區二路至新竹系統交流道 94+500~97+500	屬頭嵙山層，上段為礫岩組成；下段主要以厚層砂岩及砂岩及泥岩互層所組成，砂岩膠結疏鬆。	路塹段、高填土路堤段、高架段	<p>1. 考量在地土壤性質，應選植適合鬆質土壤之植栽物種。</p> <p>2. 應多種植或補植原生特有種之植栽物種。</p> <p>3. 於路堤路段，路堤回填土不利於需水性較高及根系較淺或根系水平生長之植栽生存，新植樹種需考量需水性較低及根系較深之植栽物種。</p> <p>4. 於路塹路段，需選植適合坡地排水環境條件、耐濕條件較佳之植栽物種。</p> <p>5. 於高架路段日照時數較短，應選植較為耐陰之植栽物種。</p> <p>6. 此路段屬於生態敏感度較高路段，新植植栽應以在地原生物種為主。</p> <p>7. 應進行隔音牆綠美化，以延伸周邊綠帶。</p> <p>8. 應以不影響既有大樹或在地原生植栽生長情形下進行新植。</p>
樂樹悠遊田園帶	新竹系統交流道至頭份交流道段 97+500~110+000	屬紅土台地，主要由下部的礫石及上部的紅土所組成，一般厚度在數十公尺以內	路塹、路堤段	<p>1. 可於視覺品質較佳之大面積稻田或埤塘路段，減少植栽新植，或選植枝下高較高之物種，若針對生長狀況不佳之植栽群落進行疏植，維持視覺通透性與景觀變化性。</p> <p>2. 於路堤路段，路堤回填土不利於需水性較高及根系較淺或根系水平生長之植栽生存，新植樹種需考量需水性較低及根系較深之植栽物種。</p> <p>3. 於路塹路段，需選植適合坡地排水環境條件、耐濕條件較佳之植栽物種。</p> <p>4. 應進行隔音牆綠美化，以延伸周邊綠帶。</p> <p>5. 應以不影響既有大樹或在地原生植栽生長情形下進行新植。</p>

B. 植栽配置構想：

a. 水水埤塘綠網帶植栽配置計畫

- 喬木：楊梅、楓香、苦楝、臺灣樂樹、相思樹、茄冬、野桐、構樹、水冬哥、香楠、紅楠、水柳、錫蘭饅頭果、江某、烏柏、雀榕、九芎、樟樹、榔榆、流蘇樹、小葉桑、龍眼、白玉蘭
- 灌木：燈稱花、八角金盤、杜鵑、黃花夾竹桃、田代氏石斑木、夾竹桃、杜虹花、天仙果、大青、樹蘭、桂花、含笑
- 草本：艾納香、刺莧、火炭母草、魚腥草、雷公根、白茅、艾草、台灣地榆
- 藤本：三葉五加、酸藤、雞屎藤
- 蕨類：筆筒樹、金狗毛蕨、箭葉鳳尾蕨

- 水生植物：台灣萍蓬草、台灣石龍尾、黃花苔菜、水杉菜、龍潭苔菜、桃園石龍尾、桃園藺



楊梅、苦楝、流蘇（圖片來源:網路圖片）

b. 湖口地景隧道植栽配置計畫

- 喬木：榕樹、樟樹、天科木、山桔、江某、白玉蘭、小葉桑、龍眼、苦楝
- 灌木：樹蘭、桂花、含笑
- 草本：華山芒草、華薊、台灣大豆、車前草、百脈根、麥冬、馬蘭、火炭母草、魚腥草、雷公根、白茅、艾草



樟樹、天科木、龍眼（圖片來源:網路圖片）

c. 科技門戶河廊新興帶植栽配置計畫

- 喬木：台灣欒樹、構樹、鳳凰木、相思樹、榔榆、榕樹、美人樹、杜英、光臘樹、水黃皮、油桐、苦楝、臺灣檉、黃連木、茄冬
- 灌木：紫薇、茶梅、山茶花、含笑、桂花、月橘、馬甲子
- 草本：火炭母草、倒地蜈蚣、麥門冬、台灣大豆
- 水生植物：金絲草、柳絲藻、台灣冠果草、桃園草



榔榆、臺灣檉、含笑、黃連木（圖片來源:網路圖片）

d. 綠幕天際生態環植栽配置計畫

- 喬木：臺灣肖楠、大葉楠、羊蹄甲、相思樹、台灣欒樹、山桔
- 灌木：山芙蓉、玉葉金花、黃金榕、馬甲子、舌瓣花、台灣香檬、大胡枝子、台灣紺菊、琉球野薔薇、小果薔薇、刺花椒、庭梅、臺灣野茉莉
- 草本：山芋、華三芒草、短穗畫眉草、尼氏畫眉草、華薊、毛穎草、六角草



羊蹄甲、大葉楠、臺灣野茉莉、玉葉金花（圖片來源:網路圖片）




e. 欒樹悠遊田園帶植栽配置計畫

- 喬木：山桔、台灣欒樹、苦楝、檸檬桉、香椿、大葉楠、相思樹、大葉山欖、台東漆、台灣油杉、軟毛柿、象牙樹、九芎、茄苳
- 灌木：黃金榕
- 草本：山芋、華三芒草、短穗畫眉草、尼氏畫眉草、華薊、毛穎草、六角草







黃金榕、檸檬桉、象牙樹、茄苳 (圖片來源:網路圖片)


8. 重點景觀生態路段及工程因應構想

路廊景觀單元	重要景觀生態路段	重要關注條件	工程因應構想
水水埤塘綠網帶	埤塘景觀與陸域動植物及水域生態優先關注議題路段 (S/N72+500~S/N80+000) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 關注植物:鐵毛蕨、赤葉桂櫻、九節木、饅頭果、榔榆 ■ 關注生物:烏基晏蜓、羅漢魚、台灣山羌、白鼻心、鼬獾、高體鱗魮 ■ 重要景觀:桃園台地埤塘地景 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 界定施工範圍，施工期間工程行為應避免污染鄰近埤塘之水質與棲地條件。 2. 應以最低度干擾之工程技術，降低其對於埤塘及周邊坡地植被之影響程度與範圍。 3. 工程完成後，應盡量恢復舊有植被及生態棲地狀況，以降低其對於溼地生態系統之動植物衝擊。 4. 工程施工範圍若遇關注植物，而無法採取迴避原則者，應予以移植，並視情況儘量於施工完成後遷移回原處。 5. 未來照明設施應避免對於周邊生物棲地帶來光害。 6. 應預留與埤塘之緩衝空間，並依腹地大小配置景觀阻隔與引導，例如包覆高密度灌木之防護網等來降低動物進入道路之機率。 7. 應於路堤下方架設友善措施設置動物通道，供中型哺乳類動物通行，減少路殺現象。  <p style="text-align: center;">埤塘增設生態防護網模擬圖</p>
湖口地景隧道	湖口地景隧道出入口周邊路段 (S/N81+000~82+000 及 S/N84+500~85+5000) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 關注植物:毛穎草、庭梅、對面花 ■ 關注生物:台北樹蛙、羅漢魚 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 界定施工範圍，施工期間應以最低度干擾之工程技術，降低隧道口工程對於周邊森林、坡地植被及棲地環境之影響程度與範圍。 2. 工程完成後，應盡量恢復舊有坡地植被及生態棲地狀況，以降低其對於周邊生態環境之衝擊。 3. 工程施工範圍若遇關注植物，而無法採取迴避原則者，應予以移植，並視情況儘量於施工完成後遷移回原處。 4. 洞口連接山林處建議以天然材料(如落葉松木)設置格柵，阻隔動物誤闖主幹道，減少中型哺乳類及鳥類路殺情況。



路廊景觀單元	重要景觀生態路段	重要關注條件	工程因應構想
			 <p style="text-align: right;">生態阻隔格柵示意圖</p>
科技門戶河廊新興帶	<p>鳳山溪及頭前溪生態廊道路段 (S85+500~S86+500 及 S89+000~S90+000)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 關注植物:臺灣大豆、臺灣香椽、山桔 ■ 關注生物: 霜毛蝠、短吻小鱧、鮪、圓吻鮠、鱸鰻、日本鰻、日本絨螯蟹 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 因應此路段之高架段施作工程，於施工期間應設置動物防護網，避免施工中之高架橋體及工程行為與霜毛蝠飛行高度相衝突，造成棲地干擾或衝擊。 2. 高架橋下應補植河岸原生物種植栽，或儘量恢復河岸舊有植被條件。 3. 界定施工範圍，施工期間廢污水應避免排入周邊河岸棲地或溪水中，工程行為亦應避免破壞周邊河岸植被與棲地環境條件。 4. 施工範圍若遇關注植物，而無法採取迴避原則者，應予以移植，並視情況儘量於施工完成後遷移回原處。 5. 針對河廊關注生物活動熱區，其道路兩側應增設生態防護措施，降低路殺可能性。 6. 未來照明設施應避免對於周邊生物棲地帶來光害。  <p style="text-align: right;">路側生態防護設施示意圖</p>
綠幕天際生態環	<p>園區二路至新竹系統交流道 (94+500~97+500)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 關注植物:山桔、竹柏、台灣香椽 ■ 關注生物:黑斑臨固蟾、台北樹蛙、穿山甲、台灣山羌、白鼻心和食蟹獾 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 為符合生態系服務的零淨損失原則，研擬生態補償之「同質補償」方案，將開發後道路周邊以相同棲地類型、物種或生態功能之標準進行補償。 2. 因應此路段之高架段施作工程，施工期間應儘量避免破壞周邊植被與棲地環境條件，並於工區設置妥善防護的施工圍籬或防護網，避免生物闖入工區，因施工行為造成其傷亡。 3. 路堤及路塹段工程部分，施工期間應儘量避免破壞周邊植被與棲地環境條件，另應於工區設置妥善防護的施工圍籬或防護網，避免生物闖入工區，因施工行為造成其傷亡。 4. 界定施工範圍，施工期間廢污水應避免排入周邊森林棲地或溪水中，工程行為亦應避免破壞周邊森林植被與丘陵溪谷等棲地環境條件。 5. 工程施工範圍若遇關注植物，而無法採取迴避原則者，應予以移植，並視情況儘量於施工完成後遷移回原處。 6. 未來照明設施應避免對於周邊生物棲地帶來光害。



路廊景觀單元	重要景觀生態路段	重要關注條件	工程因應構想
<p>樂樹悠遊田園帶</p>	<p>新竹系統交流道至頭份交流道段 (97+500~110+000)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 關注植物:山桔、竹柏、臺灣香檬 ■ 關注生物:黑斑臨固蟻、台北樹蛙、穿山甲、台灣山羌、白鼻心和食蟹獾 ■ 重要景觀:臺灣樂樹景觀廊帶 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 路堤及路塹段工程部分，施工期間應儘量避免破壞周邊植被與棲地環境條件，另應於工區設置妥善防護的施工圍籬或防護網，避免生物闖入工區，因施工行為造成其傷亡。 2. 界定施工範圍，施工期間廢污水應避免排入周邊森林棲地、農田或溪水中，工程行為亦應避免破壞周邊植被與農田水圳、溪谷等棲地環境條件。 3. 未來照明設施應避免對於周邊農作物及生物棲地帶來光害。 4. 工程施工範圍若遇關注植物，而無法採取迴避原則者，應予以移植，並視情況儘量於施工完成後遷移回原處。 5. 既有的臺灣樂樹景觀廊帶，若位於施工範圍內，則應儘量予以移植，於工程完成後進行遷移回復或復育方式，恢復其原有特色景觀。



4.7.6 道路景觀維護管理機制

高速公路沿線景觀綠美化工程及後續維護管理工作皆為交通部高速公路局執行，針對道路景觀中維護管理機制，本計畫參考高速公路局既有國道養護之路容景觀相關機制，研擬相關內容如下：

1. 植生景觀

- (1) 定期辦理沿線及中央分隔帶植栽修剪、澆水、施肥、中耕除草、蔓藤清除、雜木砍除、缺株補植、倒伏植株扶正及園景設施維修等工作，針對中央分隔帶灌木部分，另以半自動機械方式修剪，輔以人工細部整形修剪，有效縮短施工作業時間，減輕對交通之影響。
- (2) 草皮應保持整潔、低矮平整、覆蓋良好、與喬灌木層次分明，避免黃化枯萎、土石裸露、雜草叢生以及枯枝乾草與垃圾雜物堆積之景象，原則上每個月割草一次並經常保持 20 公分以下草長。
- (3) 匯車路段應避免栽植以保持視線通透。為免路側植栽枝葉突出影響行車視線，一般喬木栽植距路緣 5 公尺以上、灌木距路緣 5 公尺以上，彎道內側則栽植低矮灌木（株高 1 公尺以下）或視情況後退種植。
- (4) 植栽與構造物及其他景觀設施之設置應避免遮擋道路標識牌面以維行車安全。

2. 構造物及園景設施

應定期檢查維持結構安全，並隨時清除雜物保持整潔外觀，如有毀損應予修補或更新，並以維持原設計形式色彩為原則以維持景觀之一致性。

3. 生態池、濕地、滯留設施

為維護生態及景觀，例行性作業包括植栽維護、每年進行 1~2 次抽砂清淤、每週辦理垃圾雜物清理、水生植物與外來入侵物種清除等，並視需要調查監測物種、環境水質或重金屬之變化，了解維護狀況供作業改進參考。

4. 生態友善設施

生態友善設施應針對其設計目的和目標物種擬定監測計畫，進行 1 年以上的成效監測，針對可能問題即時改善。如新設或以既有結構物改善而成的動物通道和其對應的導引或防護設施，應選擇適當位置設置紅外線自動照相機，監看目標物種哺乳動物利用情形，並搭配國道路段調查結果分析，評估目標物種是否會利用動物通道來往於兩側棲地，且該路段路殺風險可有效降低。除監測工作外，每年應進行 1~2 次的生態友善設施巡查，針對毀損或失效部分進行修補更新。



5. 災害搶修及防颱措施

颱風來臨前，認養單位應加強巡視，並加強支柱固定或疏枝等必要之防範措施，植栽、設施遭天然災害破壞時，認養單位應儘速通知管理單位進行處理。



4.8 環境保護工程

4.8.1 噪音防制工程

1. 規劃評估原則

本階段規劃工作將先針對沿線敏感受體進行現場勘查，及噪音管制分區分類等相關資料蒐集與分析，原則上凡於本計畫沿線兩旁附近有民宅、聚集住屋、醫療院所或學校等噪音敏感地點者，即進行隔音設施規劃評估。

評估內容將包括路段之交通噪音位準、噪音傳送之空間分布現象、噪音影響敏感地區之建築物配置型態、建物高度、影響規模及範圍、背景噪音量之影響等因素。其中噪音傳送之空間分布現象則又包括了地形及樹林的遮蔽效應、噪音傳播的方向性等考慮因素。

2. 規劃設計流程

噪音防制工程設計流程，係依據路線資料、地形圖，篩選出可能會受到通車後噪音影響之地點，並進行沿線噪音敏感地點之實地踏勘；接著經由背景噪音量的分析及通車後噪音量模式模擬，計算出通車後之合成噪音量。經與「噪音管制法」、「陸上運輸系統噪音管制標準」及「環境音量標準」(請詳表 4.8-1)比較後，擬定出最適當的噪音防制措施，如設置隔音牆、鋪設減噪路面、安裝橋底吸音板及規劃補助計畫等，而對於研判不需設置隔音措施的地點，如屬噪音敏感地點者亦建議先行設置隔音牆，以減輕通車後的噪音影響，並兼有心理上安撫之功能，隔音牆設計流程詳見圖 4.8-1。

表 4.8-1 環境音量標準

一般地區音量標準		單位：分貝 dB(A)		
管制區	時段	均能音量(L _{eq})		
		日間	晚間	夜間
第一類		55	50	45
第二類		60	55	50
第三類		65	60	55
第四類		75	70	65
道路交通噪音環境音量標準		單位：分貝 dB(A)		
管制區	時段	均能音量(L _{eq})		
		日間	晚間	夜間
第一類或第二類管制區內緊臨未滿 8 公尺之道路		71	69	63
第一類或第二類管制區內緊臨 8 公尺以上之道路		74	70	67
第三類或第四類管制區內緊臨未滿 8 公尺之道路		74	73	69
第三類或第四類管制區內緊臨 8 公尺以上之道路		76	75	72
說 明				
註：				
1.第一類管制區：環境極需安寧之地區。				
2.第二類管制區：供住宅使用為主而需安寧之地區。				
3.第三類管制區：供工業、商業及住宅使用而需維護其住宅安寧之地區。				
4.第四類管制區：供工業使用為主需防止嚴重噪音影響附近住宅安寧之地區。				
5.日間：第一、二類噪音管制區指上午 6 時至晚上 8 時；第三、四類噪音管制區指上午 7 時至晚上 8 時。				
6.晚間：第一、二類噪音管制區指晚上 8 時至晚上 10 時；第三、四類噪音管制區指晚上 8 時至晚上 11 時。				
7.夜間：第一、二類噪音管制區指晚上 10 時至翌日上午 6 時；第三、四類噪音管制區指晚上 11 時至翌日上午 7 時。				

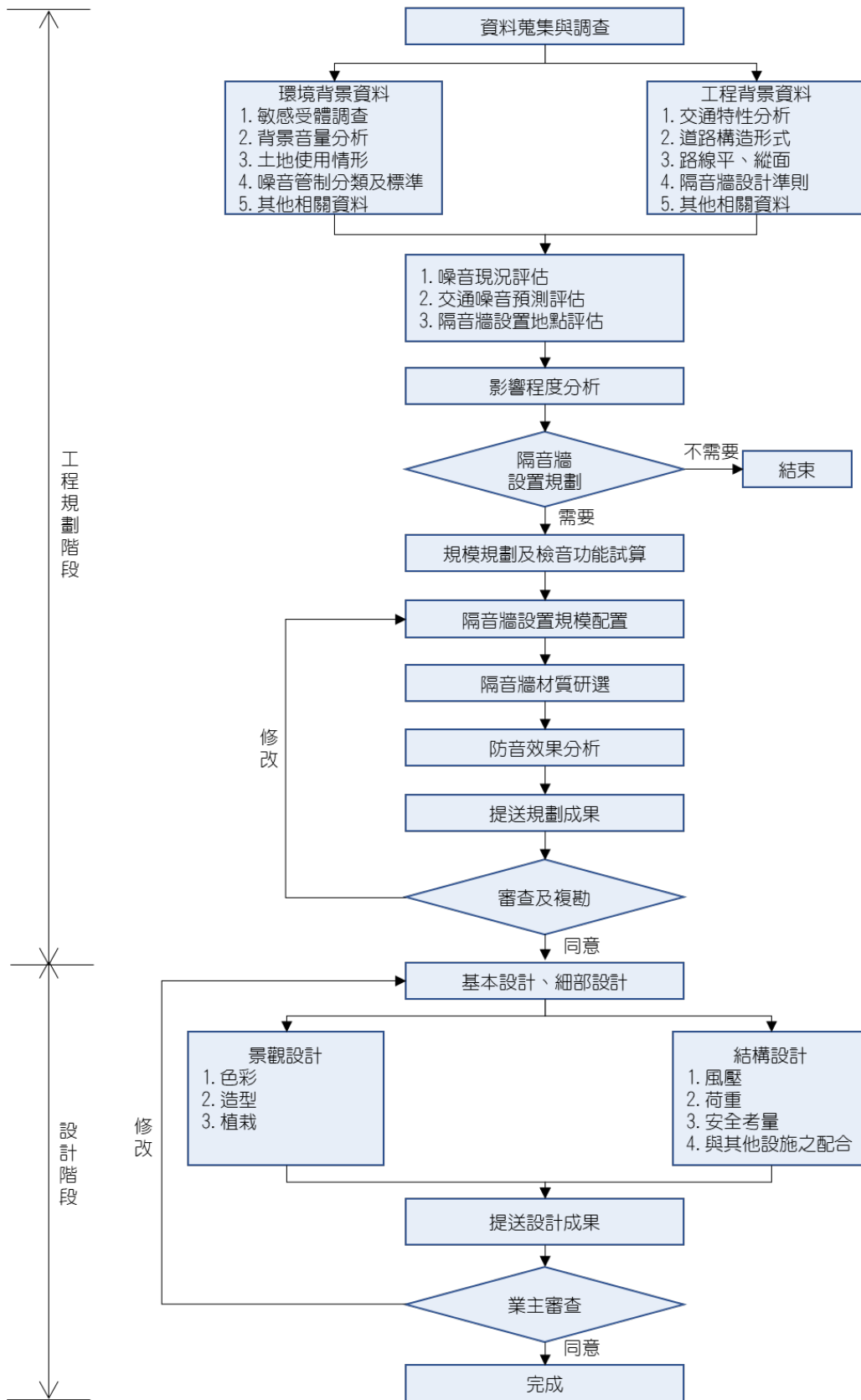


圖 4.8-1 隔音牆規劃設計流程圖



3. 設計準則及標準

- (1) 有關本計畫沿線醫院、學校、辦公室、宿舍或住宅之噪音管制，需符合現行法規標準及環評承諾，本設計噪音防制要求，應依據行政院環保署民國 110 年 1 月 20 日奉總統公布之「噪音管制法」第 14 條，及民國 99 年 3 月 11 日公布之「噪音管制法施行細則」第 6、7 條規定辦理。
- (2) 隔音措施減音目標將依據行政院環保署 102 年 9 月 11 日公布之「陸上運輸系統噪音管制標準」，做為設計準則。依據前述法令規定，沿線區域受本計畫噪音影響之敏感受體均以「陸上運輸系統噪音管制標準」第 5 條(詳表 4.8-2)為評估基準，其中噪音量指本計畫（即高速公路系統）通車時所產生的「交通噪音」。
- (3) 依據車輛運行計畫及服務指標提供計畫目標年營運車次、車種及最高行駛速度，以進行音量分析，且需考慮日間及夜間等不同時段之噪音量。
- (4) 另本計畫目前正辦理「國道 1 號楊梅至頭份段拓寬工程綜合規劃暨配合工作」之環境影響評估說明書，如後續因審查意見及結論之相關要求亦須配合辦理。
- (5) 本計畫沿線行經桃園市、新竹市、新竹縣及苗栗縣四個縣市，依各地方政府公告之噪音管制分區，本計畫沿線大多屬第二類及第三類管制區。
- (6) 隔音牆之形式、材質、景觀美化、隔音效果及經濟效益等，依所在路段之背景環境特性及相關規定評估考量，並配合附近路段景觀環境考慮其整體美化設計。
- (7) 依本計畫土建設計準則，應考量於高架胸牆結構頂版上預留足夠之荷重及考量結構安全條件下，本計畫高架胸牆應預留至少可裝設 3 公尺（含）隔音牆之荷重設計。
- (8) 為避免隔音牆水平繞射音，隔音牆於噪音敏感點兩側之延伸長度，原則上建議為車道中心線到受音點距離之 2 倍以上，未滿 50 公尺者，以 50 公尺長度設置。
- (9) 未來法規如有修訂時，應以新法規為準，以維護沿線居民生活品質。
- (10) 為考量隔音牆合理之減音效果，設置隔音牆之高度不得低於 2 公尺。
- (11) 隔音牆材質之聲音透過等級(STC 值)須大於 30dB，另在道路兩側皆有住宅分布時，為減低反射音，應考量吸音材質隔音牆之需要。

表 4.8-2 陸上運輸系統噪音管制標準(高速公路)

管制區	時段與音量	小時均能音量(L _{eq(1h)})		
		早、晚	日間	夜間
第一類或第二類		70	74	67
第三類或第四類		75	76	73
說 明				
1. 單位：dB(A)				
2. 早、晚、日間、夜間定義：				
<ul style="list-style-type: none"> • 早：指上午五時至上午七時 • 晚：指晚上八時至晚上十時 • 日間：指上午七時至晚上八時 • 夜間：指晚上十時至翌日上午五時 				

4. 沿線噪音敏感點調查及現況隔音設施盤點

依本案特性沿線主要敏感點代表(學校、醫院、住宅區、精密工廠等)共計有 17 處(南下方向 8 處、北上方向 9 處)需進行調查，南下方向現況分布里程及照片列如表 4.8-3 所示，北上方向現況分布里程及照片列如表 4.8-4 所示。

另初步盤點國道 1 號楊梅(里程 71K+000)至頭份(里程 110K+300)路段現況隔音牆設置情形，依隔音牆型式區分計有金屬材質、透明隔音板、磚砌、景觀牆等，皆屬直立式，高度介於 1.0~5.0m，彙整詳表 4.8 5，由於本案刻正辦理環評作業，依現階段評估成果於竹北路段跨越中山路旁雙向、竹北路段文忠路旁南下側、竹北路段嘉勤北路旁南下側、竹北路段嘉勤南路旁南下側、新竹路段跨越千甲路旁雙向、新竹交流道 95B 旁北上側及行經竹科安遷社區北上側等路段設置高度 2.5 公尺以上(不含胸牆高度)之隔音牆進行噪音改善。後續針對路廊周邊敏感點分布、現況背景音量調查、模擬評估等成果訂定隔音牆設置里程並納入設計階段成果。

表 4.8-3 南下方向沿線主要敏感點現況調查表

楊梅端民宅(71K+700 ~ 71K+800)	牲牲路旁民宅(72K+200 ~ 72K+400)



南下側民宅(73K+300 ~73K+400)



竹北忠路旁民宅(89K+900~90K+300)



竹北縣政二路旁民宅(87K+600~87K+740)



竹北嘉勤北路旁民宅(87K+840~88K+140)



竹北嘉勤南路旁民宅(88K+620~88K+960)



新竹交流道 95B 旁南下側民宅
(91K+600~91K+700)

表 4.8-4 北上方向沿線主要敏感點現況調查表



北上側民宅(73K+600 ~73K+800)



湖口長安國小(77K+080 ~77K+180)



竹北中山路旁民宅(86K+940 ~87K+000)



臺灣大學竹北校區(88K+000 ~88K+100)



竹北交流道附近住宅大樓(88K+900 ~89K+020)

新竹交流道 95B 旁北上側民宅
(91K+700 ~92K+200)



竹科安遷社區(94K+360 ~94K+500)	新城國小(100K+020 ~100K+200)
竹南鎮興隆里國泰新村(105K+280 ~105K+400)	

表 4.8-5 本計畫路段現況隔音牆設置初步彙整

里程			隔音牆形式	
起	迄	方向	高度	材質
71K+640	71K+700	南下	2.5	金屬
71K+700	72K+000	南下	2.5	景觀牆
72K+100	72K+230	南下	2.5	景觀牆
72K+230	72K+250	南下	2.5	金屬
72K+240	72K+260	南下	2.5	磚砌
72K+260	72K+420	南下	2.5	景觀牆
72K+420	72K+500	北上	2.5	景觀牆
73K+000	73K+500	南下	2.5	景觀牆
73K+680	74K+400	北上	2.5	景觀牆
73K+600	73K+680	北上	2.5	金屬
73K+500	73K+600	北上	2.5	景觀牆
75K+240	75K+400	南下	1.0	金屬
75K+900	75K+980	北上	2.5	景觀牆
75K+980	76K+240	北上	2.5	透明隔音板
76K+800	77K+000	北上	5.0	金屬+透明隔音板
77K+080	77K+300	北上	2.5	金屬
77K+100	77K+260	南下	2.0	金屬



里程			隔音牆形式	
起	迄	方向	高度	材質
77K+300	77K+400	北上	2.0	景觀牆
78K+740	78K+895	南下	2.0	景觀牆
78K+895	78K+905	南下	1.5	金屬
78K+905	78K+980	南下	2.0	景觀牆
80K+660	80K+780	南下	1.5	金屬
80K+780	81K+000	南下	1.5	透明隔音板
81K+000	81K+280	南下	2.0	景觀牆
81K+320	81K+500	南下	2.5	金屬
84K+400	84K+900	北上	2.5	磚砌
85K+000	85K+070	南下	2.0	景觀牆
85K+070	85K+080	南下	1.5	金屬
85K+080	85K+540	南下	2.0	景觀牆
88K+260	88K+345	南下	2.0	景觀牆
88K+345	88K+355	南下	1.5	金屬
88K+355	88K+580	南下	2.0	景觀牆
88K+860	89K+000	南下	2.0	景觀牆
89K+000	89K+010	南下	1.5	金屬
89K+010	89K+100	南下	2.0	景觀牆
89K+100	89K+200	南下	1.5	金屬
89K+300	90K+300	北上	1.5	金屬
89K+400	90K+000	南下	1.5	金屬
90K+000	90K+400	南下	2.5	金屬
90K+400	90K+740	南下	2.0	金屬
91K+400	90K+500	南下	2.5	金屬
91K+700	91K+800	北上	2.0	金屬
91K+800	91K+935	北上	2.5	金屬
92K+500	92K+600	南下	2.0	金屬
92K+900	93K+430	南下	2.0	金屬
92K+900	93K+100	北上	1.5	金屬
93K+100	93K+200	北上	2.0	金屬
93K+200	93K+800	北上	2.5	金屬
97K+700	97K+850	南下	2.0	金屬
101K+100	101K+200	北上	2.0	金屬
101K+250	101K+350	北上	2.0	金屬+透明隔音板
102K+350	102K+450	南下	2.5	金屬
102K+600	102K+900	北上	2.0	金屬+透明隔音板
103K+300	103K+400	南下	1.5	透明隔音板
103K+300	103K+400	北上	2.0	金屬
103K+450	103K+650	南下	1.5	金屬+透明隔音板
104K+450	104K+500	北上	2.5	金屬
105K+350	105K+700	北上	2.0	金屬+透明隔音板
105K+700	105K+900	南下	1.5	透明隔音板
108K+450	108K+550	北上	1.5	透明隔音板



5. 隔音措施概述

本計畫沿線除都市計畫範圍外，部分非都市地區沿線亦有許多住宅布設，加上近年興建的高層建築，使得本計畫之噪音防制工作更顯複雜，以下將說明國內外目前常見的隔音措施，並針對「噪音管制法」第 14 條所提之補助計畫，提出因應之道。

(1) 隔音牆

隔音牆作用原理是聲波在傳播途徑中受到阻擋，若障礙物尺寸遠大於聲波波長時，大部分聲能被反射，一小部分被折射，於是在障礙物背後的一定距離內形成“音影區”，從而達到在某特定位置上產生降低噪音的作用。

隔音牆按其結構可分為直立式、弧形(彎曲)式、直立弧形(彎曲)組合式、半封閉式、封閉式等；按降低噪音原理可分為反射式、吸音式；而隔音牆的減噪材料可分為輕質複合材料、有機複合材料、圬工材料等。

(2) 隔音牆構造說明

一般沿道路設置 2~4m 高的隔音牆，可達約 5~10dB(A)的減噪效果，常見的建築材料如磚、木板、鋼板、塑膠板、石膏板、平板玻璃等，都可以直接用來製作隔音牆，或是做為其中的隔音層，而道路常用之各式隔音牆請詳圖 4.8-2。

隔音牆的骨架可用 1.5~2.0mm 厚的薄鋼板製作，沿四周鉚上型鋼，以增加隔音牆的剛度，同時也作為固定吸音結構的支座，吸音結構可用 50mm 厚的超細玻璃棉加一層玻璃布與一層穿孔板(穿孔率在 25%以上)或窗紗、拉板網等構成。

隔音牆的一側或兩側可貼吸音材料，使用時應將布置有吸音材料的一面朝向音源。

安裝隔音牆時，應盡量使其與地面的接縫減到最小；多塊隔音牆並排使用時，應盡量減少各塊之間接頭處的縫隙。



Kazo Expressway, Tokyo, 大塊混凝土牆



Yokohama, Japan, 透明板



Australia, Stacked Panels, 混凝土式



Pittsburgh, USA, 大塊磚牆式



Taipei, Taiwan, 透明+金屬混合式板



Taipei, Taiwan, 金屬板

圖 4.8-2 各式隔音牆



日本九州隔音牆



日本九州平面道路隔音牆



平面道路隔音牆(日本神奈川)



日本環7 低層隔音壁



車專用道&分離緩衝帶(豐島)

圖 4.8-2 各式隔音牆(續)

(3) 隔音牆設計

A. 隔音牆位置

隔音牆越接近音源(或受音點)，其噪音衰減量越大。通常將隔音牆建於靠近道路側，為了行車安全和道路景觀，隔音牆中心線距路肩邊緣應不小於2.0m。

B. 敏感受體選擇

隔音牆設計受音點應設在建築群中受噪音襲擊最大，或噪音敏感性最大的建築處；設計時應視具體情況而定，一般設計為計畫路線沿線兩旁五戶以上之聚集住屋、醫療院所或學校等噪音敏感地點者，即進行隔音牆設置考量。

C. 隔音牆高度

當隔音牆的位置確定後，它與受音點、音源(等效行車線)三者之間的相對距離及高差便確定。設計時在滿足噪音衰減量的前提下，應努力使隔音牆的高度經濟合理。為了降低隔音牆的風荷載，平面路段隔音牆的高度原則上不宜超過4m，而高架路段則以3m為限；如評估結果隔音牆之高度超過前述限值時，可將隔音牆的上部作成折形或弧形(彎曲)，將端部伸向道路，以便更接近音源。

D. 隔音牆長度

隔音牆的長度應大於其保護對象沿道路方向的長度。由於有限長隔音牆的噪音衰減量比無限長時要小，因此一般為避免隔音牆水平繞射音，隔音牆於噪音敏感點兩側之延伸長度，原則上建議為車道中心線到受音點距離之2倍以上，未滿50公尺者，以50公尺長度設置。

E. 隔音牆材質

隔音牆的材料構造直接影響其技術性能、造價及壽命等，是隔音牆設計的關鍵之一。隔音牆材料設計應滿足技術經濟合理、高強度、施工簡便、美觀、耐久、防火等性能。隔音牆的構造因材料不同而各異，歸納起來可分為：混凝土、土堤式、磚牆式、金屬板式、透明板式、木料式、混合式、密植栽等。混凝土構築的隔音牆具有堅固、牢靠，不需經常保養維護等優點，但其缺點為厚重，予人以壓迫感，需藉由植栽和造型等減輕此種感覺，較能為人所接受。





土堤式的隔音牆是國外較早的做法，其上亦可栽植花草樹木以達美化之效果，但因其所需的土地較多，因此在寸土寸金的台灣無法適用。牆式隔音牆因結構及構材尺寸限制，可塑性不佳，但有時亦配合景觀及造型上的設計而使用。

金屬板式隔音牆乃藉金屬的遮音特性反射音波而隔音，此型隔音牆多正面開許多小孔或長條狀之孔，讓音波傳入隔音牆內後，經內裝之吸音材料(可為岩棉或玻璃纖維或蜂網狀結構等)將音能量吸收，至於穿過吸音材料的音能可經由背面的鋼板反射折回再經吸音材吸收，如此反覆吸音以達減音的目的，此種方式的隔音牆在台灣使用的相當普遍。木料式隔音牆因屬自然的產物因此較能結合當地之自然景觀，惟木材之耐久耐候性不良須塗防腐塗料，且木料價格頗高，故不太適合臺灣地區使用。

以上所介紹的隔音牆皆屬非透明式的，即駕駛者無法看到隔音牆外景物，因此對駕駛者的心理上可能會造成影響，故需配合景觀及造型上的設計以減輕駕駛者的心理壓力。在透明式的隔音牆部份，有壓克力、聚碳酸脂板等材質，其耐久及耐候性能佳，但易於表面累積灰塵而予人不清潔的感覺，且在清洗時較耗人力。混合式隔音牆為各種不同材料的混合造型，其上方多採用透明式的材質，而下方則多採用金屬式吸音材質來加以配合；密植栽式的隔音方式，主要在考量於噪音影響不是很嚴重的地區，予人心理上的舒適感，除可達美化道路的功能外，亦可慰藉道路旁住戶的心理，但其實際上所能達到的減音效果十分有限。

(4) 隔音牆結構形式

A. 直立式

在道路兩旁設立直立形狀的隔音牆，其外型像一堵牆體，可以阻隔音波傳播，有一定的降低噪音效果。但當聲波到達隔音牆的頂部時，易發生折射而從隔音牆頂部逸出，影響降低噪音效果。雖然增加直立式隔音牆高度會增加隔音量，但也會使工程投資加大，降低沿線道路的採光性。直立式隔音牆的外形單一，與道路景觀不能很好協調，但它造價低，製作簡單，施工安裝方便，請詳圖 4.8-3。

B. 弧形(彎曲)式

弧形(彎曲)式隔音牆略向道路內側傾斜，對噪音的外逸有一定效果，而且整體為曲條，具有流線美感。如果隔音牆中部採用透明屏，則可以增強採光性，美化道路景觀。弧形(彎曲)式製造和安裝相對複雜，所需的材質多，造價偏高，比較適用於兩邊有鮮明輪廓建築物的道路，請詳圖 4.8-3。



C. 直立弧形(彎曲)組合式

直立弧形(彎曲)組合式是由直立屏和弧形(彎曲)屏組裝而成，隔音牆頂部採用弧形(彎曲)吸音牆，當聲波不斷反射到達隔音牆頂部時，大部分被吸音牆阻擋並被吸收，大大提高了降低噪音效果，彌補了直立式隔音牆的不足。整體上線條柔和、造型美觀，與弧形(彎曲)式隔音牆相比，加工和施工難度降低。隔音牆的中部若採用透明屏，隔音牆的採光性也會增強，視覺空間增大，請詳圖 4.8-3。

D. 半封閉式

為提高隔音牆的減噪效果，在直立弧形(彎曲)組合式基礎上做局部改進，把頂部弧形(彎曲)吸音牆向道路內延伸，使弧形(彎曲)長度加大，減少頂部逸出噪音。半封閉式的缺點在於採光性差，對駕乘人員有壓抑感，適宜使用在道路兩側有較高保護要求的區域，請詳圖 4.8-3。

E. 全封閉式

以包覆隔音(隔音罩)方式就是把整個道路都用隔音設施(隔音牆)全封閉起來，就如同隧道一般，使車輛與外界隔離，幾乎沒有噪音(反射、繞射)逸出，其降噪效果非常好(請詳圖 4.8-3)。

惟設置包覆隔音(隔音罩)方式的隔音設施(隔音牆)造價高，結構較複雜；另全封閉隔音罩使採光性降低，即使採用透明式隔音罩也效果有限，如果隔音罩較長，對駕乘人員也產生較大壓抑感，易產生疲勞。另外，全封閉的隔音罩內空氣不易流通，汽車排放之廢氣及造成之揚塵不易於隔音罩內擴散，影響隔音罩內之空氣品質。

但除了隔音罩之設置對高架段結構荷重須另外審慎考量計算外，針對高架段之路面以上兩旁住戶之減音效果對策中，仍以包覆隔音(隔音罩)方式效果最好，惟在考量上述相關造價、結構、廢氣、駕乘人壓抑...等因素，要審慎考量。

F. 吸音圓筒式

隔音牆下部是直立屏體，頂部做成吸音圓筒式，對減少頂部噪音的折射逸出有顯著作用，對高層敏感目標也能起到保護作用，請詳圖 4.8-3。它的頂部是由吸音材料做成的圓筒或根據小孔吸音原理製成消音圓筒。如果圓筒內有吸音材料時，則需要對圓筒內的吸音材料設置防風、防雨的保護材料，以延長吸音材料的使用壽命。由於隔音牆頂部吸音效果較好，而且此種隔音牆外形結構比較美觀，近年來得到廣泛地應用。

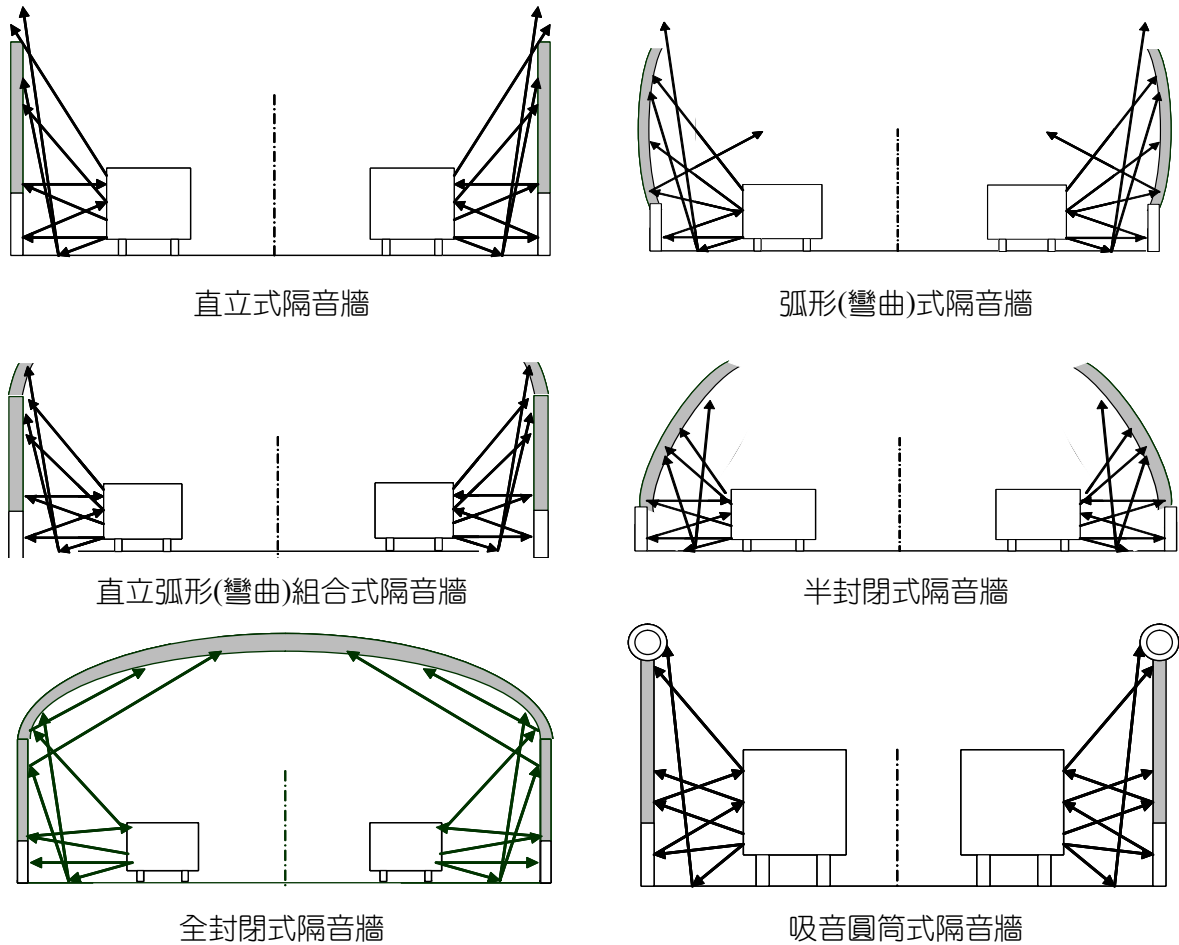


圖 4.8-3 隔音牆減噪原理圖

(5) 高架道路梁底吸音設施

高架裏面吸音板於高架橋下方敷設吸音板或吸音圓筒，降低車輛噪音在高架橋、兩旁建築物間之多重反射。由日本模型實驗結果顯示，其效果約在 2~3dB(A)左右，其設置又可分為吸音板及吸音圓筒兩種不同的形式。國內曾於萬板專案就高架裏面吸音板進行費用評估，其費用約為新台幣 4,000~6,000 元/m²左右(請詳表 4.8-6)，而其減音效果僅有 2~3dB(A)，相較一般隔音牆設置減音量在 5~10dB(A)左右，其經濟效益較差，於應用時需加以注意。

表 4.8-6 高架裏面吸音板比較表

型 式	特 性	(NT/m ²)
多孔質+表面處理材料	適用於中、高頻率噪音，如發泡水泥、岩棉、噴結棉、玻璃纖維等材料，一般需加表面處理以增加其耐候性。	2000~4000
共振構造材料	適用於中、高頻率噪音，結構單純，清理維護較易固定性佳，但吸音範圍較窄。	3000~6000
混合式吸音材	將上述兩種綜合使用可得到廣頻率之吸音能力且具有較佳之耐候及固定能力。	4000~7000

註：施工費用不含高空鷹架搭設作業費用。



(6) 提高建築物隔音能力

參考國外都市規劃經驗，應儘可使敏感點與道路間保留一緩衝空間，以利用自然衰減降低交通噪音對環境之衝擊，惟國內都市計畫並未將此觀念納入考量，常可見道路邊緣緊臨民宅，故即使採用前述各種隔音措施，其減噪效果仍不盡理想，且過去受限於法令規定，無法直接對受體端進行防制，故部分已完成噪音改善路段，仍常有民眾陳情。有鑑於此，環保署於 97 年新修正通過之「噪音管制法」新增補助計畫機制，使主管機關於規劃隔音措施時有更大的彈性。

提高建築物隔音能力說穿了即為增加穿透損失(STC, Sound Transmission Class)，其取決於噪音源的頻率、隔音材的面密度、厚度、材質。一般來說面密度厚度越大，則其隔音之效果越佳，例如：面密度為 15.3kg/m^2 之雙動橫拉鋁窗其 STC 值 20dB，同樣形式之鋁窗面密度為 14.7kg/m^2 ，STC 值為 18dB。

至於隔音材中之吸音材當其厚度增加時，對中低頻率的吸收也跟著增加，又材料背後空氣層的厚度增加時，吸音係數(Absorption coefficient)增大，穿透損失亦隨之增加。目前各國在隔音設施的使用經驗，主要可歸類為窗戶、門、牆、屋頂、空調等五大項，說明如下。

A. 窗戶

面向道路側的門窗是噪音防護的薄弱環節，已成為噪音控制中重點研究的問題之一。窗的隔音性能上存在的問題主要有三個方面：一是因為質輕，隔音量遠小於牆體；二是容易產生縫隙而漏聲；三是因通風需要經常開窗，也影響隔音。為提高窗的隔音性能，根據不同地區和對通風的不同要求，可採用一些特殊結構的窗，如封閉式窗、部分開啟式窗和百葉窗。

此外，窗戶是主要的噪音侵入處，台灣常見的是單層玻璃及鬆動的外框，使窗戶成為噪音侵入的關鍵點，噪音常經由鬆動的窗戶間隙穿透。建議施工改善方式：

- 增加玻璃的厚度。
- 使用雙層玻璃。
- 使用獨立而厚重的窗框。
- 在玻璃邊緣加裝合成橡膠襯墊。
- 使用厚積層玻璃來阻隔低頻噪音。
- 填塞窗戶縫隙。



a. 封閉式窗

在一些寒冷地區或有空調設施的建築內可採用封閉式窗。這種窗比較容易提高隔音性能。對於單層封閉窗，只要注意玻璃邊緣的密封，窗的隔音性能完全取決於玻璃的厚度。

通常為了密封採用壓緊的彈性墊對中頻和高頻(500~3,600 Hz)的聲音有顯著的隔音能力。常用的密封材料有毛氈條、多孔橡皮墊、U型橡皮墊等。在用橡皮條等作壓緊墊時必須使其與玻璃靠緊，否則不足以提高窗的密封性和減少玻璃的共振，當然也就難以達到隔音的預定效果。

增加單層玻璃窗的玻璃厚度，根據隔音質量定律，厚度越大，質量越大，則隔音量也越大。一般工程上所使用的玻璃厚度不超過 10 mm。但只靠增加玻璃厚度提高隔音量並不是最好的方法。採用雙層窗，目前是被普遍認為提高玻璃窗隔音量的主要措施。雙層玻璃窗用普通厚度的玻璃，並間隔一定的距離，就可以較大提高隔音效果。此外，採用不同厚度的二層玻璃，不平行安裝方式以及在玻璃周圍填充吸音棉氈等，均能進一步提高雙層玻璃窗的隔音性能。

b. 部分開啟式窗

針對封閉式窗的不通風問題，提出了一種部分開啟式的隔音窗，當然工藝相對複雜些，造價也會增高。這種窗多屬於雙層玻璃窗結構。

c. 隔音百葉窗

為解決通風問題，一種既能達到通風目的，又能阻擋外界噪音侵入的隔音百葉窗已進入商品實用階段，隔音百葉窗非常適用於夏天實用，可以通風又使噪音得到衰減。百葉由 ABS 工程塑料作骨架，葉片由透明穿孔有機玻璃板包成，內腔填充超細玻璃棉作吸音材料。

B. 門

一般隔音門為實心的重型構造，周邊應密封。輕質的空心木門在保證具有足夠隔音量的同時，應注意尺寸的穩定性，防止發生變形，否則會影響門的密封性，降低隔音效果。

雙層門的隔音能力比普通嵌門要好。這種門以方木為框，兩側釘上硬質木纖維板或膠合板，在其隙內可充填吸音材料，如礦物氈或玻璃棉。密封門四邊的縫隙，可用橡膠、泡沫橡膠、泡沫塑料條和墊圈等作門的邊緣密封材料。這些密封條安裝在門框上，門關閉時就輕輕地壓緊在密封條上。



由於門和窗總是鑲嵌在牆體內，所以它必然減少牆體的總的 TL 值。為使牆體總 TL 值降低量最小，要求牆體和門的 TL 值之間的差值不要超過 5-10 dB。噪音由門縫中洩漏所致，加強門縫及門與門框之氣密是改善門噪音穿透的第一步。建議施工改善方式：

- 增加門的面密度。
- 使用實心門。
- 在空心的金屬門中填充玻璃纖維。
- 更換門及門框。
- 在門底部採用密合設施。

C. 牆

建築物的外牆體一般為磚、混凝土或加氣混凝土結構，特殊的建築也有使用金屬、木質或塑料結構。磚牆、混凝土牆和加氣混凝土牆的隔音量都比較高，如 120 mm 厚磚牆，TL 為 40 dB；240 mm 厚磚牆，TL 為 52 dB；150 mm 厚混凝土牆，TL 為 52 dB；120 mm~150 mm 厚加氣混凝土牆，TL 為 40 dB。一般建築物牆體的隔音量都能滿足要求，而關鍵在於門窗的隔音處理。

台灣常用的牆材是鋼筋水泥或磚造，鋼筋水泥的噪音隔離度很高(STC 大於 50dB)，所以鋼筋水泥牆一般是不需要改善的，老舊建築如使用木板牆或其他材料如膠片、鋼片等則有必要加裝第二道牆。

D. 屋頂

頂樓的部份可以藉改善噪音穿透率或增加屋頂質量來解決噪音穿透的問題，台灣的屋頂大都是輕質鋼筋水泥，並已有適度的噪音衰減度(STC 大於 35dB)，如要進一步加強噪音改善的效果，應由屋頂及牆柱之結構負載，聲音穿透的路徑量測，增加質量或於屋內上方加石膏板等方式著手。

E. 空調

噪音的改善只有在窗或門關閉時有效，這意味著必須有空調設備但又不能讓噪音進入，係如何運用窗型或分離式冷氣，以達到空調效率又不會讓空調設備產生之噪音進入。而進步國家都採用換氣消音箱來避免噪音傳入，又兼具通風效果。

由於臨近交通幹線兩側的住戶窗戶面積在整個門窗面積佔較大的比例，因此提高窗戶的隔音效果，減輕交通噪音對居民的影響有重要作用，如表 4.8-7。

如果採用較好的鋁合金密封門窗或新型硬塑膠保溫隔熱型門窗，可以起到很好的隔音降低噪音作用。

表 4.8-7 各種門窗隔音效果的統計

門窗類型	結構特徵	隔音效果(dB)	備註
一般民用門窗	單層窗戶，玻璃厚 3mm	10~20	多有漏風
鋁合金隔音窗	輕型鋁制材料製成的密閉窗	30~40	密閉性較好，表單減振處理
塑鋼隔音窗	輕型塑鋼材料製成的密閉窗	30~40	密閉性好
保溫隔熱型	高密度硬制聚胺酯塑膠	30~40	保溫隔熱隔音
隔音通風窗	雙層交叉開	10~15	可適當通風
隔音窗	雙層全關閉	20~25	不通風

綜合上述各主要隔音設施之特色，就目前之建物多數以鋼筋混凝土而言，強調精緻的施工品質，為完成良好隔音工程的最重要關鍵；再優良的隔音材料都須以技術與細心作後盾。當一切噪音防制措施都無法降低噪音時，就只能在住宅設置隔音措施，其方法包括了隔音窗、隔音門、牆壁隔音性能的改善，吸音天花板及空調設備，一般可降低 20~30dB(A)左右的音量(詳如表 4.8-8 所示)，其減音量需視住宅特性及隔音工程的種類來決定。

表 4.8-8 家屋隔音工程效果

隔音工程	等級	第一級	第二級	第三級
	隔音窗		雙層 8mm+8mm	雙層 5mm+5mm
隔音門		v	v	v
牆面處理		v	—	—
吸音天花板		v	v	
機械通風消音箱		v	v	v
空調系統		v	—	—
減音效果, dB(A)		30	25	20

(7) 低噪音路面

交通音響為日常生活中的主要噪音來源，影響深入各個不同生活層面，由車輛所產生的噪音 主要可分為動力系統噪音、輪胎與路面相互摩擦、撞擊所產生之噪音及車輛高速行駛過程中，車體穿越空間時擾動空氣造成氣流所產生之噪音。由於車輛製造技術的進步，近幾十年來機械噪音已有大幅改善，但是輪胎與路面互制所產生的噪音卻變化不大。隨著行駛速度的提高，輪胎噪音在汽車產生的噪音中比例越



來越大，因此修築低噪音路面對於控制交通噪音具有重要的實際意義，現在普遍所採取的措施是在環境噪音要求嚴格的路段鋪築低噪音瀝青路面。

所謂低噪音瀝青路面，也稱多孔隙瀝青路面，又稱排水瀝青路面。它是在普通的瀝青路面或水泥混凝土路面結構層上鋪築一層具有很高孔隙率的瀝青混合料，其孔隙率通常在 15%~20%之間。

A. 低噪音路面的原理

原先為了行車安全，鋪築開放級配透水瀝青混凝土面層，以使路面上的雨水由表面至內部連通的孔隙網迅速排出。就是由於面層具有互通的孔隙網，產生了驚人的降低交通噪音的功能，於是引發了多孔隙低(降)噪音路面的研究。低噪音路面的原理概括如下：

B. 面層孔隙的吸音作用

除了吸收發動機和傳動機件輻射到路面的噪音外，還可吸收通過車底盤反射回路面的輪胎噪音及其他界面反射到路面的噪音，其吸音原理類似於多孔吸音材料的吸音作用。

C. 降低氣泵噪音

由於面層具有互通的孔隙，輪胎與路面接觸時表面花紋槽中的空氣可通過孔隙向四周逸出，減小了空氣壓縮爆破產生的噪音，且使氣泵噪音的頻率由高頻變成低頻。

D. 降低附著噪音

與密實路面相比，輪胎與路面的接觸面減小，有助於附著噪音的降低。良好的平整度，可降低衝擊噪音。

E. 低噪音路面的效益

根據表面層厚度、使用條件及養護狀況的不同，與普通的瀝青混凝土路面相比，此種路面可降低交通噪音 3~8dB(A)，其具有下述特點：

a. 可能減低的噪音量

輪胎噪音主要是由輪胎與路面間空氣的抽空與壓縮，輪胎在路面上的振動產生的。低噪音瀝青路面在很大程度上消除了空氣的抽空與壓縮，因此起了降低噪音的作用，但因空隙阻塞等問題，噪音的降低量將隨使用時間的增加而減小。

b. 耐久性



耐久性方面，對於一般交通量道路，使用年限在 10 年以上，對於重交通量道路，其使用年限在 8 年以上。

c. 透水性好

由於具有互通的空隙結構，孔隙率達 15%~25%，鋪築厚度為 4~5 cm 的低噪音瀝青路面結構存在大量有效空隙，所以雨天路面不積水。因此，透水性是低噪音瀝青路面又一重要的特性，但這一特性隨時間的增加而減弱。這主要也是由於孔隙阻塞造成的。

d. 抗滑性好

由於表面粗糙度大，不僅在乾燥路面條件下，中、低車速時，其抗滑性與傳統的密實瀝青路面略高；高車速時，其抗滑性較高，而且，在潮濕路面條件下，大大提高了路面的抗滑性能。

新建的低噪音瀝青路面其抗滑阻力比期望值低，只有當級配料上的薄瀝青層被磨耗掉後，抗滑阻力才會提高到正常水平。所以低噪音瀝青路面的抗滑阻力在鋪築的第一年裏逐漸增加，以後若干年輕微下降，5 年後抗滑阻力保持在一個令人滿意的水平。

e. 安全性高

由於路面無積水，可提高輪胎與路面的附著力，防止水漂事故的發生，而且可減少濺水和噴霧，提高雨天行車的能見度。另一方面，由於表面粗糙，易於形成漫反射，在白天可以防止陽光耀眼，在夜晚則能減緩對向車燈的炫目。

(8) 道路兩側的綠化

樹林對噪音的降低只有成為密植林帶才有明顯的效果，其降低噪音原理主要是吸音和聲散射所致。一般道路的行道樹最多僅 1dB(A)的衰減，不同的樹種降低噪音的效果相差較大，但最大的效果也只是 0.3dB(A)/m 左右，一般是 0.1~0.2dB(A)/m。

城市綠化不僅美化環境，淨化空氣，同時在一定條件下，對減少噪音污染也是一項不可忽視的措施。聲波在厚草地上面或穿過灌木叢傳播時，在 1000Hz 衰減較大，可高達 23dB(A)/100m；至於聲波穿過樹林傳播的實驗顯示，對不同的樹林，衰減量的差別很大，濃密的常綠樹在 1000Hz 有 23dB(A)/100m 的衰減量。

總而言之，要靠一兩排樹木來降低噪音，其效果是不明顯的，特別是在城市中，不可能有大片的樹林，但如果能種上幾排樹木，開闢一些草地，增大道路與住宅之間的距離，則不但能增加噪音衰減量，而且能美化環境。另外，有關研究表明，綠



化帶的存在，對降低人們對噪音的主觀煩惱度，有一定的積極作用。在穿越市區的路段，營造寬度較大的(如 15~20m 以上)綠化帶，對降低噪音有較大的作用。

值得注意的是，儘管樹木並無可測得的降低噪音效果，但人們卻仍然相信，樹木有助降低噪音。可能的原因是：人們喜歡樹木、樹木能夠“柔化”環境，且樹木遮住了道路本體，有助於減輕噪音的厭煩感。

6. 各種隔音措施缺點比較

有關隔音牆、高架道路梁底吸音設施、隔音窗、鋪低噪音路面之優缺點比較詳表 4.8-9 所示。

表 4.8-9 各式交通噪音改善方法之優缺點比較表

	減音量	維護保養	使用年限	價格	結構技術	工期	國內相關實績
隔音牆	約 5~10 分貝	容易	20 年	便宜	成熟	短	有
全封閉式隔音牆	30 分貝以上	容易	30 年	較貴	成熟	較長	有(捷運)
高架道路梁底吸音設施	約 2~3 分貝	容易	20 年	便宜	成熟	短	有
隔音窗	約 20~30 分貝	容易	30 年	較貴	成熟	短	有
鋪築低噪音路面	約 3~6 分貝	難	5 年	便宜	成熟	短	有

7. 環評承諾事項（摘錄自「國道 1 號楊梅至頭份段拓寬工程環境影響說明書」112 年 6 月 9 日環署綜字第 1120025098 號函備查之定稿本）

- (1) 以設計手法降低車流產生之噪音，例如採用低噪音鋪面、使用新的減噪材料、於住家多的路段減少伸縮縫之設置、利用允許空間植樹等。
- (2) 高架橋面採用較低噪音型伸縮縫及低噪音鋪面，確保施工完成面與鄰接橋面保持平整，並於敏感路段視需要設置必要之橋面伸縮縫隔音設施。
- (3) 規劃於竹北路段跨越中山路旁雙向、竹北路段文忠路旁及嘉勤北路旁南下側、竹北路段嘉勤南路旁南下側、新竹路段跨越千甲路旁雙向、新竹交流道北上側及竹科安遷社區北上側等路段設置高度 2.5 公尺(不含胸牆高度)之隔音牆進行噪音改善，各路段設置之隔音牆長度及其對應主線里程如表 4.8-10 所示。考量未來環境變化之需求，倘若其餘路段後續有設置需求，亦將檢討設置隔音牆，並於全線高架結構皆預為考量日後可能需設置隔音牆之荷重。
- (4) 根據營運期間環境品質監測結果檢核隔音牆之效果，若有超過高速公路噪音管制標準之情形，將進一步進行隔音牆之檢討改善。



- (5) 定期進行道路維護修補，尤其是橋梁伸縮處，避免不平整可能加重噪音振動影響。
- (6) 針對民眾陳情事件，先派員了解民眾陳情之噪音來源及其影響，適時於陳情路段進行噪音量測，確認是否符合管制標準，如有交通噪音超出管制標準之情形，則針對主要噪音來源採取適當之防音改善措施如隔音牆、不平路面整平、或伸縮縫減音包覆等，以減輕交通噪音影響程度。

表 4.8-10 初步規劃隔音牆設置位置表

受體位置	隔音牆設置里程 (以主線里程)	隔音牆長度
竹北路段跨越中山路旁	北上側 89k+490~89k+920	430 公尺
	南下側 89k+390~89k+780	390 公尺
竹北路段文忠路旁及嘉勤北路旁	南下側 89k+890~90k+970	1,080 公尺
竹北路段嘉勤南路旁	南下側 91k+170~91k+610	430 公尺
新竹路段跨越千甲路旁	北上側 92k+900~93k+200	300 公尺
	南下側 92k+940~93k+200	260 公尺
新竹交流道北上側	北上側 94k+360~94k+980	620 公尺
竹科安遷社區	北上側 97k+000~97k+240	240 公尺



4.8.2 文化資產調查及保護規劃

本計畫路線行經桃園市楊梅區、新竹縣湖口鄉、竹北市、新埔鎮、寶山鄉、新竹市東區、香山區及苗栗縣竹南鎮、頭份市，共 4 個縣市 9 個行政區。計畫路線主要位於新竹地區，區域除鳳山溪、頭前溪河口一帶為砂、粉土及礫石等沖積平原及河川谷地外，其餘大都為丘陵、台地及山地。調查區域則沿著計畫路段週遭五百公尺的範圍進行。

根據「文化資產保存法暨施行細則」的規定，並參照臺灣地區文化發展史的特色，史蹟可以區分為三類：

- 遺址：包括史前遺址、舊社遺址、歷史時期遺址等人類活動的舊址。
- 歷史建築物及族群：包括城廓、關塞、市街、宮殿衙署、書院、宅第、寺塔、祠廟、牌坊、陵墓、堤閘、橋梁、道路系統等。
- 歷史事蹟與地點：重要的歷史事件及發生地點。

根據相關文獻資料的檢索及區域發展史資料的建立，可知調查研究範圍內可能存在上述各類型史蹟中的一部份，這些史蹟的現況及其受計畫工程影響的程度為調查研究的重點。依本地區的文化發展史，本調查項目包括：史前遺址、舊社遺址、歷史時期遺址、歷史建築物、其他類型古蹟。

本計畫採取文獻資料蒐集、現地田野調查及田野史料採訪等三種方法進行調查，各種方法如下：

1. 文獻資料蒐集

針對已知的民族學文獻、民族誌文獻、考古學文獻及開發史料進行蒐集整理。蒐尋已知之古蹟、遺址資料，同時可以做為田野調查的參考。

2. 考古學田野工作方法中的地表調查法

以徒步的方式進行現場地表調查，同時觀察田埂、魚池或道路等人工設施所切出的地層斷面；必要時並以採土器鑽取地層下方土樣以進行研究，決定是否為人類使用過的文化層。調查時如發現標本則進行各種田野考古記錄，同時採集標本，以便於進行分析比較。

3. 田野史料的調查採訪

以現地調查及耆老訪問的方式進行，調查並記錄區域內的廟宇、古老民宅、古墓葬或其他類型的古建築物，並記錄口傳開發史。



1. 區域發展史概說

調查區域相關的考古學文獻不多，僅有零星的考古調查資料；民族誌或地方史文獻則有較多記載。根據上述文獻及田野調查所得資料，配合臺灣本島各地區開發的歷史，大致以十七世紀二〇年代荷蘭人清楚記載台南及鄰近地區，西班牙人開始記載基隆、淡水地區開始，劃分為史前時代與歷史時代兩大階段；歷史時代又因漢人移墾該地區的狀況，劃分為早晚兩期，早期為原住民族時代，晚期為漢人優勢時代。以下分別簡述各階段：

(1) 史前時代

為歷史文獻記載以前的時代。本計畫路線跨越桃園、新竹及苗栗等 4 個縣市，大致可見具有新石器時代早中期之大坌坑文化、新石器時代中期之繩紋紅陶文化、新石器時代晚期之山佳文化，以及新石器時代晚期之十三行文化等之文化內涵，概要說明如下：

A. 大坌坑文化

大坌坑文化為臺灣地區至今所知最早之新石器時代文化，新北市八里區大坌坑遺址下層、臺北市芝山岩遺址下層、圓山遺址下層都發現這個文化堆積在遺址之最下層。近年來淡水河北岸之紅土階地及北海岸地區也發現這個文化之遺址，絕對年代距今 6,300~4,500 年之間。大坌坑文化人群喜歡居住在河口或近於海岸之階地，生業型態為游耕、狩獵和漁撈，陶器為粗繩紋陶，造型簡單，器表暗紅或淺褐，通成只有鉢、罐兩種器型，大部分在口緣頸部以下施滿繩紋，部分口緣上方或肩上施有篋劃紋；石器則為生產工具如斧鋤形器，屬於刀耕火種的游耕階段(劉益昌等, 2004)。國立科學博物館民國 102~103 年於臺中市安和路遺址(後更名為安和遺址)進行發掘，出土人骨、陶器、石器和其他史前遺物，由碳 14 校正年代約在 5,640~3,980B.P.之間，遺物外型也屬於大坌坑文化承接牛罵頭文化之型式，由此將臺中盆地的史前文化類型上推到大坌坑文化。大坌坑文化的分布範圍也由北海岸往南跨越大甲溪，延伸至臺中盆地。

B. 繩紋紅陶文化紅毛港類型

分布於淡水河口至後龍溪口之間的海岸地帶，年代距今約 4,500~3,000 年前，屬於臺灣地區新石器時代中期「繩紋紅陶文化」的一部份。聚落大多分布於海岸沙丘或河口附近的階地。使用石斧、石鋤、石片器、偏鋒砍器、凹石等各種石製農具，和紅褐色夾砂陶質日常盛器如陶罐、陶釜等。生業型態為初級的農耕，但對於海洋資源的依賴仍相當深(盛清沂, 1963；劉益昌、鍾國風, 2010)。

C. 山佳文化

分布於桃園市、新竹市、苗栗縣北部沿海低山丘陵、台地地區，年代距今3,400~1,800年前，屬於臺灣地區新石器時代晚期之史前文化。聚落分布大致在河岸的台地，使用石製工具如斧鋤、石鏟、石刀、石槌和箭鏃等；日常生活則使用淡褐色的素面夾砂陶罐、陶鉢等容器，並有部分精美的玉製飾品。生業型態是以農業為主，主要種植穀類作物，輔以漁獵(劉益昌等, 2008)。

D. 十三行文化

此類型為臺灣北部地區分布最廣、時間最晚的史前文化，從沿海低山丘陵、台地地區與海岸平原，都曾發現本文化的遺址。年代距今1,800~300年前，屬於臺灣地區史前時代最晚的金屬器時代，聚落大多分布於平原溪畔或海岸沙丘後方。使用工具主要以鐵、銅製造，刀與小鋤為最常見的器形，伴有少量石器出土；陶器以淡褐色或灰褐色拍印幾何印紋陶為主，器薄質佳，有罐形器、甑形器等用以儲藏和炊煮；中晚期有部分與華商交換來的瓷器、釉彩硬陶器等(盛清沂 1963；劉益昌 1992；劉益昌等 2008)。

(2) 歷史時代

A. 原史時期

從10~12世紀左右，約當中國歷史宋元時代開始，陸續有文獻記載臺灣西部海岸平原地帶原住民的生活樣貌，從考古學的出土遺物中也可以清楚看到宋元以來中國東南沿海人群製造的器物與之交流互動，因之此時代在臺灣近代歷史中稱為「原史時期」。

根據荷蘭時期的戶口資料、清代文獻及民族學資料，17世紀初以來臺北盆地南側、桃園台地居住之原住民族有凱達格蘭族(Ketagalan)和龜崙族(Kulon)等，西元1654年荷蘭人的記錄中有八里坌人3個社、龜崙社系統(Coullonders)11個社，以及南崁等社(中村孝志, 1991)；而新竹縣到苗栗縣沿海平原主要為閩南系漢人，以及平埔族群道卡斯族與巴宰海族的分布區域，中港、後龍、大安等溪流中游則是客家人和道卡斯族的分布地區；各區上游丘陵、山地地區則是賽夏族和泰雅族的活動範圍。

道卡斯族(Taokas)據文獻記載分布在今臺中縣大甲鎮以北，經苗栗縣沿海平原，到新竹市附近的海岸平原地帶，亦及涵蓋大甲溪流域以北，至鳳山溪流域沿海地帶的狹長區域，主要分為三群，蓬山八社、後龍五社和竹塹兩社。「蓬山八社」，主要包括大甲東社、大甲西社(德化社)、日南社、日北社、雙寮社、貓孟社(興隆社)、房裏社、苑裏社、吞霄社等。道光年間(1823~1831)此群中的雙寮、日南、日北、房裏、吞霄、苑裏等社，加入中西部平埔五族聯合遷移埔里的行動，幾乎全部遷至埔里；後龍五社主要包含後龍社、新港社、中港社、

加志閣社及貓裏社等(貓裏社在今苗栗市，後來與加志閣社合稱為貓閣社)；竹塹兩社主要是竹塹社，以及清初文獻記載中的眩眩社，主要活動範圍為今天的新竹地區。而在考古資料方面，考古遺址的分布和出土遺物顯示大安、後龍和中港等溪流下游丘陵和海岸平原，泰雅族、賽夏族和道卡斯族先後在此地區居住，並有互動聯繫，直到歷史時期才在文獻上出現較明顯的記錄，如《熱蘭遮城日誌》中竹塹地區由水路通往大員(臺南)的貨物運輸資料。

清乾隆 55 年(1790)實行「屯制」，這是一種徵集平埔族予以制度化的國家軍事體制，清廷將臺灣熟番共九十三社，大約選出健壯番丁四千名，將之分屬十二屯，另外將未墾荒埔五千四百四十餘甲，發給新募屯丁為養贍埔地，永免陞科，事實上通常這些社群與所屬之養贍埔地間的地理位置往往相差甚遠，因此實際上並不容易判斷其確切的社址所在(詹素娟、張素玢, 2001 : 262)。這些原住民族社除部分在清道光初年(A.D.1823~25)移住埔里以外，其餘則大多已漢化。

B. 清代至今

漢人進入本區開發的時間相當晚，從康熙 36 年(1698)郁永河《裨海紀遊》、康熙 56 年(1718)《諸羅縣志》以來，所有的記載都寫明本地區除了平埔族外，未見有漢人進入開發。直到乾隆年間，才有漢莊的記錄，因應水道農業之便，選擇海岸地區、溪流沿岸或台地低位部分進行農業墾殖(陳芳惠, 1978 : 52-59)。也就是說漢人自各河口港登陸後，或經由舊官道(海岸)自竹塹北上桃園台地，或自八里南下之後，經由河谷地或官道沿線開墾，再逐漸轉入山線或大崙崙溪河運開發，最後抵達西南地區或台地內部，並建立漢人聚落，自此以後，桃園台地遂形成以漢人為主體的社會(陳世榮, 1998 : 79)。

由於淡水開港後，華洋雜處，臺灣北部又日漸繁榮，淡水同知「半年駐竹塹衙門，半年駐艋舺公所」，疲於奔命。清光緒元年(1875)，督辦臺灣防務的沈葆楨奏請撤淡水廳分設為新竹縣、淡水縣，並增設臺北府(轄淡水、新竹、宜蘭三縣)。新竹縣範圍北以頭重溪(今桃園社子溪)、南以大甲溪為界，係取竹塹之「竹」，加「新」字而為新竹，意即新的竹塹城，仍以竹塹城為縣治。自此以後，竹塹城漸被改稱為新竹城，竹塹地區亦漸改名新竹地區。

竹塹城是北台灣最早開發的城市，曾經出現三種名稱，分別是「竹塹城」、「淡水廳城」、「新竹城」。反映出不同時代的行政轄區名稱。新竹市建城歷史，於雍正 11 年(1733)始准植竹為城，後興建土城以防海盜，於道光 6 年(1826)，則由開台進士鄭用錫為首的竹塹士紳呈請興建石磚城，道光 9 年(1829)完工，始擁有完整的城廓規模。到日治時期明治後期，相繼拆除城牆，1905 年實施「市區改正」後，僅保留東門。日人治理期間，新竹歷經臺北縣新竹支廳(1895)、



新竹縣新竹辨務署(1897)、新竹廳(1901)、新竹州新竹郡新竹街(1920)。昭和 5 年(1930)將新竹街升格為市，置市役所，這是新竹設市之始。昭和 16 年(1941)合併香山庄全部及舊港、六家庄之一部分，擴大行政區域，下設 25 個區會協助推行市政。

民國 34 年(1945)臺灣光復，臺灣行政長官公署新竹州接管委員會，於 11 月 9 日開始接收原新竹州之機構。翌年 1 月接管委員會結束，成立新竹縣政府，暫借原新竹州廳辦公。新竹縣政府於 2 月遷往桃園，新竹市亦因全省行政區域調整，正式設為省轄市，成立新竹市政府，下設東、西、南、北、竹東、寶山、香山等七個區公所，並遷入原州廳辦公室。民國 39 年(1950)臺灣省政府依據《臺灣省地方自治實施綱要》，調整全省行政區域，改設 21 縣市。原大新竹縣分設桃園、新竹、苗栗三縣，即為今天的行政縣市規模。

2. 文化資產調查

根據文獻搜尋後的結果，並依據計畫路線進行地表調查工作，調查範圍主要包括計畫施工區域以及其週遭五百公尺範圍，說明如下：

(1) 沿線文化資產查核

依據文化部文化資產局網站資料並參考桃園市政府文化局、新竹縣政府文化局、新竹市文化局及苗栗縣政府文化局網站資料，距本計畫沿線範圍 500 公尺內已登錄之文化資產包括湖口三元宮(古蹟)、老湖口天主堂(歷史建築)、竹北泉州厝汾陽堂(歷史建築)、台電新竹變電所控制室(歷史建築)、新竹市金城新村(歷史建築)及日本海軍第六燃料廠觸媒工廠(歷史建築)等 1 處古蹟及 5 處歷史建築，說明如下。至於水下文化資產，本次計畫區域範圍不涉及水下，故無查核。

A. 湖口三元宮

類別：寺廟

位置：新竹縣湖口鄉湖鏡村湖口老街 278 號

創建年代：日本大正八年(西元 1919 年)

說明：大湖口地區約於清乾隆嘉慶年間吸引大批客籍移民墾拓，而逐漸形成散村，老湖口由於位居山區與台地之間，而成為社群中心與貨物集散地。光緒十三年（1887）基隆到新竹間的鐵路開始興築，因行經湖口又在老湖口設站，光緒十九年通車後更為老湖口帶來商機，使得商業急遽成長而成為商業重鎮。三元宮的前身是道光年間的三官嘗，是移民凝聚力量的神明會，自商業規模成形後，逐漸成為公眾的信仰，地方士紳遂有建廟之議。明治四十三年（1904）三元宮動工興建，原廟坐東向西，後因與地方風水傳說不合，故於大正年間由周霖合等人募捐改建坐南向北，於大正七年（1918）完工，次年舉行登龕大典。



日治後期廟宇被充做軍用，至光復後恢復祭祀，並於民國五十六年再度重修。近年來因震災受損，由內政部核定九二一社區重建更新基金補助修復工程，於九十四年完成。湖口三元宮是老湖口地區的信仰中心，廟旁即是著名的湖口老街，也是本縣的觀光勝地之一，廟內奉祀三官大帝、媽祖、觀音娘、伯公及註生娘娘等神，於九十年指定為縣定古蹟。

級別：縣定古蹟

工程關係：與本計畫距離約 100 公尺，施工過程應進行相關監看計畫。

B. 老湖口天主堂

類別：教堂

位置：新竹縣湖口鄉湖鏡村湖口老街 108 號

創建年代：民國 48 年(西元 1959 年)

說明：天主堂位於湖口老街端點之小丘上方，建築形式為傳統義大利式教堂，為湖口老街最醒目的地標之一。1993 年時，因教友人數銳減，幼稚園也關閉，而耶穌會由於人手不足也退出了湖口。老湖口天主堂最終在民國 82 年走入了歷史，結束了它階段性的地方使命。老湖口天主堂幾乎已經荒廢，但近年因利用文建會閒置空間再利用之提案，再加上天主教新竹教區在持續關懷地方人文環境發展的前提下，願意配合湖口老街歷史建築物之再造、社區總體營造之新生，重新整建，將老湖口天主堂作為天主教的文物館，成為新竹縣轄內觀光景點，並開放做為社區活動、文藝展覽及宗教藝術展之場所，注入社區新生命。

級別：歷史建築

工程關係：與本計畫距離約 50 公尺，施工過程應進行相關監看計畫。

C. 竹北泉州厝汾陽堂

類別：宅第

位置：新竹縣竹北市斗崙里文興路 107 號

創建年代：民國 48 年(西元 1959 年)

說明：泉州厝位於竹北的鹿場里，最早是道卡斯人狩獵之地，後有泉州人到此開墾，並由饒平林氏承墾此區，而逐漸成為客家村落。老地名留下過去泉州人在此居住的訊息。竹北汾陽堂位於竹北市斗崙里泉州厝，民國九十三年新竹縣政府在鹿場斗崙一帶，進行都市更新，實施台科大區段徵收，由於汾陽堂之三合院建築結構完整而在竹北都市計畫案中被保留下來，並畫定為公園用地。為保存此建築，原所有權人積極奔走，經新竹縣文化資產審議委員會的審查結果，具有文化資產價值，遂公告登錄為歷史建築。

級別：歷史建築

工程關係：與本計畫距離約 400 公尺，應慎防施工之破壞。



D. 台電新竹變電所控制室

類 別：產業

位 置：新竹市光復路一段 566 號

創建年代：大正元年 (西元 1912 年)

說 明：大正元年 (1912 年) 在新竹市設立新竹電燈株式會社，在大正 2 年 (1913 年) 4 月完成安裝吸入瓦斯式機關是為新竹第一發電所，發電容量是 105KVA。大正 11 年 (1923 年) 3 月完成 40KW 的新竹第二發電所，位於新竹南門外。隨即新竹第一發電所於大正 9 年 (1920 年) 撤廢，新竹第二發電所於昭和 2 年 (1927 年) 撤廢；新竹電燈株式會社於昭和 7 年 (1932 年) 9 月與嘉義電燈合併成台灣電燈株式會社，昭和 8 年 (1933 年) 1 月改隸於台灣電燈株式會社，歸為官營，置新竹出張所，昭和 15 年 (1940 年) 併入台灣電力株式會社。戰後，民國 34 年 (1945 年) 10 月由資源委員會接管，成立台灣電力監理委員會監理；民國 35 年 (1946 年) 5 月正式成立台灣電力公司新竹辦事處；民國 36 年 (1947 年) 3 月改稱為台灣電力公司新竹區管理處。民國 53 年 (1964 年) 1 月擴大組織，在桃園地區設立桃園分處；民國 53 年 (1964 年) 10 月桃園分處升格為桃園區管理處，將本處桃園縣地區劃隸桃園區管理處；民國 62 年 (1973 年) 1 月改稱為台灣電力公司新竹區營業處；民國 74 年 (1985 年) 1 月將苗栗縣範圍劃出，另成立苗栗區營業處。

級 別：歷史建築

工程關係：與本計畫距離約 200 公尺，應慎防施工之破壞。

E. 日本海軍第六燃料廠觸媒工廠

類 別：產業

位 置：新竹市建功高中斜對面(光復段 809 地號)

創建年代：民國 28 年(西元 1939 年)

說 明：1939 年台灣第六燃料廠成立，1944 年完工，1945 年的美軍空照圖中可見觸媒工廠共有 7 棟建築，其中 2 棟無屋頂(現今尚存 5 棟建築)。1949 年國民政府來台後，成為部隊駐紮的地區。許多軍種包括陸軍、海軍、空軍、憲兵隊、後勤部隊等都曾駐紮這裡。60 年來隨著社會發展，多數部隊均已他遷，目前尚留於新竹日本海軍第六燃料廠廠區內之國軍單位包括有新竹憲兵隊(赤土崎一街)、國防部福利站(建新路 111 號)、國軍庫房(建功路，前身為燃料廠觸媒工廠)、榮民輔導會(建功二路)等。

級 別：歷史建築

工程關係：與本計畫距離約 500 公尺，應慎防施工之破壞。

F. 金城新村



類別：其他設施

位置：金城一路 67、69 號；金城一路 71 巷 1、3、5、7、9、11、13 號，及金城二路 2、4、6、8、10、12 號等共 15 戶

創建年代：民國 47 年(西元 1958 年)

說明：1949 年因應作戰需要成立陸軍金門防衛指揮部（簡稱金防部），當時台海情勢緊張，為安頓常年駐守金門的高級軍官眷屬，於 1958 年的八二三砲戰後，選擇在新竹市的赤土崎，原日人興建的海軍第六燃料廠南側一帶空地，興建金城新村，「金城」兩字也點出與金門的淵源，居住者主要是金防部所屬第 9 師、第 10 師、第 26 師、第 27 師、第 81、第 93 師等團長級以上領導幹部及其家眷，也因為有多位將軍居住在此，故這裡又被稱為「將軍村」。建築創建之初參考美軍顧問團宿舍之獨門獨院、開放式格局設計，後因家眷覺得平日男主人常年在外，為顧及安全，要求上級加建外圍牆，於是在 1960 年代左右調派工兵協助完成紅磚圍牆。

級別：歷史建築

工程關係：與本計畫距離約 500 公尺，應慎防施工之破壞。

(2) 現地調查

本計畫路線經過之區域 500 m 以內已知的文化資產有市定古蹟「楊梅泉水窩江夏堂」1 件，距離計畫路線約 260 m；歷史建築 4 件，分別為「楊梅「江夏堂」(燕子窩江夏堂)」、「金城新村」、「臺電新竹變電所控制室」和「竹北泉州厝汾陽堂」，距離計畫路線約 120~400 m 左右；考古遺址(地下埋藏文化)部分，計畫區域所在位置土壤較為貧瘠，有史以來記載之原住民舊社數量亦較臺灣北部其它區域為少，盛先生當年調查時就認為新竹縣市區域內的考古遺址，未來縱使再有詳細調查，恐亦難有較大的收穫(盛清沂, 1964)。本次調查時發現計畫區域周遭閒置空地，確實屬於為較難發展農作物的土壤，因此判斷遇到地下埋藏文化的可能性極小。

在無形文化資產方面，桃竹苗三縣市主要民俗活動範圍皆在熱鬧的市區或圍繞周邊田地，計畫路線所在之鄰近區域雖可見少數土地公廟或祠，或是民居祠堂，該類宮廟舉辦民俗活動多以宮廟本體為主，應不至於受到工程施作影響。

依照鑽探結果，以及現地調查，推測可能湖口隧道段所在位置有早期人類活動的可能性小，欲發現史前遺跡或遺物的可能性低。

3. 文化資產保護規劃

經過資料查核，湖口三元宮(古蹟)及老湖口天主堂(歷史建築)距離本計畫南下線高架路線不足 100 公尺，未來於本路段進行基礎開挖及基樁工程等擾動地層之施工行為時，應進行監看計畫，以確保不會損傷鄰近之文化資產。



未來開發過程中，如發現任何涉文化資產標的，需依《文化資產保存法》第 33、57、77、88 條規定辦理。在工程進行中，發見疑似考古遺址、具古物價值者、具古蹟、歷史建築、紀念建築及聚落建築群價值之建造物，或發見具自然地景、自然紀念物價值者時，應即停止工程或開發行為之進行，並報主管機關處理。



4.9 公共管線調查與遷移

4.9.1 公共管線調查及成果

1. 管線調查構想

本拓寬工程規劃路線全長約 39 公里，路線行經桃園市、新竹市、新竹縣及苗栗縣等四個行政區，各縣、市轄區範圍之電信、電力、自來水、雨(污)水下水道、瓦斯、天然氣、輸油等各類公共管線各有不同的管理單位。

本計畫管線調查工作構想及成果將依下列程序辦理調查作業，並說明於本章後續各節。

- (1) 管線單位調查與統計
- (2) 管線資料蒐集
- (3) 管線平面圖套繪

2. 管線單位調查與統計

本計畫自 109 年 10 月底規劃工作開始啟動後，即先期與各管線管理單位聯絡，配合本計畫之地質調查工作時與管線單位辦理現地會勘，除避免鑽損管線外，同時釐清、統計各單位管轄管線種類、轄區範圍。經現地會勘、電話連絡後統計，本工程範圍內各重大(要)管線管理單位，計有 8 類共 24 個管線單位，列表於表 4.9-1 所示。



表 4.9-1 重要管線單位統計表

管線種類	單位名稱	連絡地址	連絡電話	備註
局轄交控管線 (含 ETC)	交通部高速公路局北區養護工程分局北區交通控制中心	243083 新北市泰山鄉黎明村半山雅70之4號	02-2909-6141	
	交通部高速公路局中區養護工程分局中區交通控制中心	407022 臺中市西屯區臺灣大道4段5巷55號	04-2252-9181	
	遠通電收股份有限公司	220832 新北市板橋區新站路16號15樓	02-7710-6968	
科學園區	國家科學及技術委員會新竹科學園區管理局環安組	300091 新竹市新安路2號	03-577-3311	
電力管線	台灣電力股份有限公司輸變電工程處北區施工處	100056 台北市中正區牯嶺街73號	02-2322-7138	
	台灣電力股份有限公司輸變電工程處中區施工處	420202 臺中市豐原區中山路209號	04-25211578	
	台灣電力股份有限公司新桃供電區營運處	300065 新竹市光復路一段681號	03-567-9914	
	台灣電力股份有限公司桃園區營業處	330046 桃園市復興路352號	03-339-2121	
	台灣電力股份有限公司新竹區營業處	300003 新竹市中華路二段400號	03-523-0121	
	台灣電力股份有限公司苗栗區營業處	360001 苗栗縣苗栗市為公路236號	037-266-911	
電信管線	中華電信公司臺灣北區分公司桃園營運處	330046 桃園市桃園區復興路189號	03-456-3922	
	中華電信公司臺灣北區分公司新竹營運處	300191 新竹市北區中正路105號	03-521-2226	
	中華電信公司臺灣中區分公司苗栗營運處	360019 苗栗縣苗栗市水源里愛國路1號	037-370-224	
自來水管	台灣自來水股份有限公司第二區管理處	324013 桃園市平鎮區水廠路150號	03-4643131	
	台灣自來水股份有限公司第三區管理處	324013 桃園市平鎮區水廠路150號	03-5712140	
油管	台灣中油股份有限公司公司油品行銷事業部竹苗營業處	300065 新竹市東區大學路2號	03-572-1311	
	台灣中油股份有限公司公司探採事業部採油工程處	363004 苗栗縣公館鄉開礦村36號	037-262100	
	台灣中油股份有限公司資訊處電信所北區電信服務組(電信管)	11010 台北市信義區松仁路3號6樓	02-8789-8989	
	台灣中油股份有限公司資訊處電信所中區電信服務組(電信管)	43247 台中市大肚區王田里興和路332號	04-2693-1681	
天然氣管	台灣中油股份有限公司公司天然氣事業部北區營業處	360004 苗栗市福星街25號	037-260-780	
	台灣中油股份有限公司公司探採事業部天然氣處理工廠	362004 苗栗縣頭屋鄉象山村明屋98號	037-252-025	
瓦斯管線	台灣中油股份有限公司公司天然氣事業部公用天然氣營業處	360003 苗栗縣苗栗市中華路50號	037-275-770	
	欣桃天然氣股份有限公司	330026 桃園市桃園區法治路10號	03-335-2191	
	新竹瓦斯股份有限公司	302099 新竹縣竹北市光明五街66號	03-551-0263	



3. 管線資料蒐集

(1) 函請管線單位提供管線圖資

本計畫分別於 109 年 12 月 4 日稜字第 10912040490 號、109 年 12 月 21 日稜字第 10912043010 號、109 年 12 月 30 日稜字第 10912044370 號及 110 年 3 月 23 日稜字第 11003010360 號等函，請各管線單位提供本工程規劃路線範圍內的架空線及地下管線等資料，俾便納入本計畫管線調查成果。

(2) 各管線單位回函及提供圖資統計

各管線單位自 109 年 12 月 8 日起陸續回函，計有 21 件回函共 22 個管線單位(其中台灣中油股份有限公司採採事業部來函附件包含了所屬之採油工程處、天然氣處理廠 2 個單位管線圖資)提供書面、電子檔等管線圖資，整理統計如表 4.9-2 所示。

另台灣電力股份有限公司再生能源處、中油桃園煉油廠、竹建瓦斯公司、陸軍第三區油料庫、新竹縣政府、桃園縣政府及內政部警政署警察通訊所等單位函復無管線；台電台中供電區營運處函復非轄區範圍；台灣固網電纜附掛於湖口段電力桿，另納入表 4.9-3 內統計。

表 4.9-2 管線單位來文統計表

序號	來文單位	來文日期及文號	來文內容摘錄	附件內容	備註
1	台灣中油股份有限公司油品行銷事業部竹苗營業處	109.12.09 新油發字第 10910962320 號	本處南新線廢棄金屬管共三條(8 吋兩條、12 吋一條)，國 1 楊梅交流道至新竹市，原內容物已用清水頂出	南新線楊梅至新竹電子圖檔 1 份	
2	台灣電力股份有限公司苗栗區營業處	109.12.09 苗栗字第 1091726380 號	檢送計畫範圍內架空線路及地下管線套繪圖資供參	管線圖(PDF)計 6 頁	
3	台灣電力股份有限公司桃園區營業處	109.12.09 桃園字第 1091138484 號	檢送本處轄區管線 GML 檔光碟 1 片	管線 GML 檔光碟 1 片	
4	台灣電力股份有限公司輸變電工程處北區施工處	109.12.09 北區字第 1093494799 號	範圍有本處規劃中地下電力管線，檢附相關圖資供參	管線圖(PDF)計 1 頁	
5	中華電信公司臺灣中區分公司苗栗營運處	109.12.11 苗規設字第 1090000219 號	檢送本屬電信管線套繪圖乙份	管線套繪圖紙本 10 張	
6	台灣電力股份有限公司新竹區營業處	109.12.11 新竹字第 1091156359 號	檢送本處既設架空線路及地下管線圖資光碟 1 片(如附件)	管線圖資光碟 1 片	
7	台灣自來水股份有限公司第二區管理處	109.12.14 台水二防漏字第 1090018383 號	檢送自來水管線光碟電子檔	管線圖資光碟電子檔 1 片	
8	交通部高速公路局中區養護工程分局	109.12.14 中控字第 1093760874 號	檢送規劃路線周邊之交控管線	99k+440~111k+300 交控管線圖資計 50 頁	
9	中華電信公司臺灣北區分公司桃園營運處	109.12.15 桃規設字第 1090000364 號	檢送本處套繪該施工範圍電信管線資料	電信管線資料 15 紙	
10	台灣電力股份有限公司輸變電工程處	109.12.16 中區字第 1093518198 號	旨揭調查範圍，於新竹縣湖口鄉、竹北市有家 161kV 線電纜管路及寶山鄉	竣工圖面計 16 頁	



序號	來文單位	來文日期及文號	來文內容摘錄	附件內容	備註
	中區施工處		161kV 輸電線路」新設 2 座連接站		
11	遠通電收股份有限公司	109.12.17 總發字第 1090001700 號	提供規劃暨工作所需之地下管線資料一份	附說明 3 頁、管線圖 29 頁	
12	欣桃天然氣股份有限公司	109.12.23 欣桃資管字第 1091306 號	本公司管線埋設情形已套繪於圖上，如附件	套繪圖 1 份，注意事項 1 份、安全作業標準 1 份	
13	新竹瓦斯股份有限公司	109.12.25 瓦工字第 1090001348 號	檢送本公司天然氣管線套繪圖	計 43 頁(含無管線部分)	
14	交通部高速公路局北區養護工程分局北區交通控制中心	109.12.29 北控字第 1093863465 號	建請於規劃階段以先前五楊高架案例整路段之管線規劃臨遷、平面(高架)新建及擴充	請依函逕洽本中心(丁祖信工程師)申辦	
15	台灣中油股份有限公司天然氣事業部公用天然氣營業處	109.12.29 天公用營工發字第 10911004830 號	109.12.23 電郵：管線套繪圖如附件，請查收。 本處已於 109.12.23 提供資料至承辦人處	管線套繪圖電子檔計 25 件	
16	中華電信公司臺灣北區分公司新竹營運處	110.01.07 由大局轉發電子郵件	貴局來函要求套匯事宜檢附如附檔	管線電子檔 1 件	
17	台灣中油股份有限公司天然氣事業部北區營業處	110.01.08 電子郵件	提供拓寬工程內影響之管段圖資	9 件電子圖檔	
18	國家科學及技術委員會新竹科學園區管理局	110.01.11 竹營字第 1100001239 號	檢送於國道 1 號周邊區域管線圖資 1 份，本局提供資料係彙整各有關管線單位提供之圖資，僅供參考	PDF 電子檔計 39 頁	
19	台灣中油股份有限公司探採事業部	110.01.19 探探企劃發字第 11010047090 號	於工程範圍有多條管線(工程範圍管線資料如附件)	PDF 電子檔計 11 頁	詳附註說明
20	台灣電力股份有限公司新桃供電區營運處	110.03.09 桃供字第 1108023207 號	相關架空線路鐵塔位置及地下管線路徑詳附件所示	PDF 管線竣工圖資計 7 張，電塔座標 1 張	
21	台灣自來水股份有限公司第三區管理處	110.03.30 台水三防漏字第 1100004827 號	本案提供之旨案套繪管線圖示僅供參考	電子圖檔計 5 件	

註：台灣中油股份有限公司探採事業部來函附件包含探油工程處及天然氣處理廠兩單位管線圖資



表 4.9-3 其它管線單位回文管制表

序號	來文單位	來文日期及文號	來文內容摘錄	附件內容	備註
1	內政部警政署警察通訊所	109.12.08 警通線字第 1090007267 號	本案工程範圍內無本所警訊架空及地下線路		
2	新竹縣政府	109.12.09 府工養字第 1093681571 號	請先行檢視位置圖，如需索取竣工圖電子檔，請提供詳細道路名稱以便查詢		
3	竹建瓦斯公司	109.12.11 竹工字第 1090280 號	本公司該計畫路線無埋設管線		
4	台電台中供電區營運處	109.12.14 中供字第 1092677417 號	關旨述工作規劃拓寬之工程範圍，無本處管轄之架空輸電線路及地下輸電管路		
5	苗栗縣政府(工務處)	109.12.15 府工道字第 1091332682 號	查本府寬頻管道未建置於規劃範圍內		
6	台灣電力股份有限公司再生能源處	109.12.17 再生字第 1093729685 號	經查本處無相關管線		
7	苗栗縣政府(水利處)	109.12.18 府水道字第 1091336049 號	一)污水圖資：截至 109 年 11 月 30 日前頭份交流道尚未設置污水管線。 二)雨水圖資：無雨水管線資料。		
8	台灣中油股份有限公司煉製事業部桃園煉油廠	110.01.06 廠管線發字第 11000001520 號	查附圖標示施工範圍內無本廠輸油管線		
9	陸軍第三區油料庫	110.01.13 陸三補油字第 1090068828 號	經查案內路段無本庫現行油管行經		
10	台灣固網股份有限公司 (維管單位：宏昇通訊科技股份有限公司)	110.01.14 由維管單位宏昇通訊科技股份有限公司代傳圖資	國道 1 號楊梅至頭份段拓寬工程-台灣固網提供：台固於新竹湖口竹 11 鄉道之台電電桿起附掛經竹 11 鄉道至長安村台電電桿，另租用各縣市寬頻管道佈纜	Google 路徑圖 11 頁	

4. 管線平面圖套繪

依各管線單位提供之管線圖資，配合本計畫之規劃拓寬工程路線圖、實測地形圖，組合套繪成管線調查平面圖。

初步管線套繪成果詳見建設計畫附圖之管線工程圖。



4.9.2 管線遷移基本構想

1. 重大管線定義

如管線遷移時程超過本工程 1/3 工期時之管線可歸類為重大管線。以此為標準，重大管線的定義，依管線種類初步定義如下：

(1) 台電特高壓管線

編號為 EP 的台電特高壓管線(3"通信管除外)，包括架空線(AG)及電纜管路。

(2) 台電高壓管線

管線超過 16 管的台電高壓管線，例如 EH ϕ 6" \square 16D 以上的台電管線。

(3) 電信類管線

電信管線中管數超過 16 管的電信管，例如 T ϕ 4" (或 3") \square 16D 以上的電信管線。

(4) 自來水管線

管徑超過 600mm 的自來水管。

(5) 中油各類油氣管線

編號為 O 的中油輸油管及編號為 NG 的天然氣管。

另中油天然氣事業部公用天然氣營業處所屬管線，為中油供應新竹地區一般家庭之天然氣(瓦斯)管，歸類於瓦斯管，編號標示為 G，並依瓦斯管線規定作重大管線之定義。

(6) 瓦斯管線

管徑超過 300mm(6" ϕ) 瓦斯管線。

(7) 排水箱(管)涵

管徑超過 1,000mm 管涵及大於 1,000 \square 1,000mm 的箱涵。

(8) 污水管線

管徑超過 600mm 以上的污水管。



2. 遷移準則

本計畫路線拓寬方式包括路堤段(含橋梁引道)及高架橋兩部分，與本工程有衝突之公共管線遷移準則說明如下：

(1) 路堤拓寬段管線遷移準則

- A. 妨礙大地工程結構(包括臨時、永久結構)施設，非歸類為重大管線之地下管道(線)，應配合遷移改道。
- B. 位於拓寬路線範圍內之既設架空線(包含電杆、電塔等架空線之支承結構體)，非歸類為重大管線之架空線，應配合遷移改道。
- C. 屬重大管線之地下管道，原則上不建議遷移，優先調整本工程結構設施等工法避開(克服)重大管線。惟經檢討後，無法以工法避開重大管線時，則協調(商)管線主管單位遷移管線。

(2) 高架橋拓寬段管線遷移準則

- A. 妨礙橋梁下部結構(包括樁基、井基、筏式基礎及橋柱等永久結構體；基礎施工時之擋土設施(例如鋼板樁、鋼軌樁等臨時結構體；竹削型擋土臨時及永久結構)等大地工程結構物之施築之地下管線及架空線(含其支承結構體)，非歸類為重大管線之地下管道(線)，均應配合遷移改道。
- B. 妨礙橋梁上部結構體施築(例如橋梁吊掛施工、架空線安全距離不足)之既設架空線(含其支承結構體)，應配合以伸高、地下化等方式遷移改道。
- C. 屬重大管線之地下管道，原則上不建議遷移，優先調整本工程橋梁基礎結構設施位置，或以偏心結構等工法避開(克服)重大管線。惟經檢討後，仍無法以結構工法克服重大管線影響時，則協調(商)管線主管單位遷移管線。

(3) 局轄管線(含遠傳電收公司 ETC 管線)遷移及新增管道準則

局轄既設交控設備及管線的遷移及新設，應依照 107 年 4 月 3 日管字第 1071860376 號函「辦理新建或拓寬工程與既有交控設備管線處理原則」及 107 年 2 月 12 日工字第 1071660144 號令「國道高速公路沿線共構管道(土木部分)設置及維護要點」辦理。

A. 既設遷移

工程(區)範圍內既設局轄交控管線(含遠傳電收公司 ETC 管線)，依高速公路拓寬工程標準作業程序：既設局轄管線於施工階段皆以架空線方式臨時遷



移，完工階段再地下化，以新設管道方式復舊。相關復舊管道數量則比照新增管道之數量設置。

另設置於路堤拓寬段之遠傳電收 ETC 門架，應於工程施工前，移設至拓寬路段前後段適當位置為宜，以避免拓寬工程之機具影響 ETC 之運作。

B. 新設管道

因應平面路段、高架橋路段之各類型之交(儀)控設備之需求及遠通電收股份有限公司、中華電信長途分公司、台電電力通信處及中油資訊處電信所等單位租用管道的需求，本工程新增交控管道設置原則如下：

- a. 平面拓寬段：比照五楊拓寬工程的設置，於南下側及北上側的方向各設置 16 管主幹管。
- b. 高架橋拓寬段：南下側及北上側各方向高架橋之內外側護欄內各設置 4 管，橋下平面路段之南下側及北上側各方向均設置 16 管主幹管。
- c. 繞行湖口路段
 - 平面路段及橋梁段：比照平面拓寬段於南下側及北上側的方向各設置 16 管為主管道。
 - 隧道段：整合隧道內的交(儀)管線、路燈、機電、消防等設備用管，整體(共構)埋管於維修(緊急)步道結構內。
 - 外側維修(緊急)步道：北上側及南下側兩方向隧道，均設置 22 管導線管管群及消防送水管 1 支。其中導線管的 2 支為路燈專用導線管(含備用管)，20 管則為交(儀)控專用管(含備用管)。
 - 內側維修(緊急)步道：北上側及南下側兩方向隧道，均設置 12 管導線管管群為隧道機電設備專用管。
- d. 交(儀)控設備設置處

依設備種類及管道需求，自與設備最近的交(儀)控主管道人(手)孔處，另引出至少 2 管設備專用管連接至交(儀)控設備。

C. 路堤段人、手孔之防竊瓶塞式 RC 水泥蓋板設置原則

- a. 為防止局轄管線電纜失竊問題，局轄管道佈設於路堤段人、手孔，均應設置防竊瓶塞式 RC 水泥蓋板，以防電纜失竊。



- b. 新建、擴充之人(手)孔埋設完成後，應由施工單位收測實際位置座標，並應登記造冊後，送交北、中交控中心控管。
- (4) 有關涉及高速公路路權內之各單位公共管線遷移或新增部份，應依高速公路局標準規定「SOP-07050 章」章節內容辦理申請，施工完成後應於竣工圖內標示。



3. 管線現況統計及處理建議

依初步管線套繪圖統計，有礙工程施工之管線及處理建議如表 4.9-4 所列示。

表 4.9-4 妨礙施工公共管線一覽表

編號	管線種類及數量	管理單位	位置(拓寬里程)說明	初步處理建議	備註
1.	W ϕ 300 ~ W ϕ 400 ~ W ϕ 500	自來水第二區管理處	STA 70k+900 楊梅區校前路跨越橋上附掛	就地保護	
2.	O ϕ 12"x1+ O ϕ 8"x2	中油竹苗營業處	STA 71k+700~ STA 72k +000 南下側邊坡	就地廢棄管道，配合中油於施工中就地挖除並封管	
3.	W ϕ 200	自來水第二區管理處	STA 71k+990 楊梅區新江路穿越箱涵	就地保護	
4.	W ϕ 150、W ϕ 200；EP ϕ 3"x4+6"x8	自來水第二區管理處 台電新桃供電區營運處	STA 72k+230 跨越楊梅區秀才路橋	就地保護	
5.	W ϕ 150	自來水第二區管理處	STA 73k+600 楊梅區牲牲路穿越箱涵	就地保護	
6.	W ϕ 100	自來水第二區管理處	STA 73k+680~ STA73k + 840、STA 73k+940~STA 74k+080、STA 74k+120~STA 74k+180，南下側，牲牲路 620 巷，鄰近及位於南下側拓寬段	永久遷移	
7.	W ϕ 100	自來水第二區管理處	STA 75k+600~STA 76k+220，北上側，新竹湖口鄉八德路三段 332 巷 50 弄，北上側拓寬段	就地保護	
8.	EP(AG)x24	台電新桃供電區營運處	STA 76k+180，台電 345kV 竹工~龍潭紅白線架空線，橫越路堤拓寬段	就地保護，施工中機具應注意安全距離	
9.	O ϕ 12"x1+ O ϕ 8"x2	中油竹苗營業處	STA 76k+160~STA 77k+220，南下側路堤拓寬段下	就地廢棄管道，配合中油於施工中就地挖除並封管	
10.	EP(AG)x24	台電新桃供電區營運處	STA 76k+355，台電 69kV 梅湖-高榮線(共架梅湖-幼獅線)架空線，橫越路堤拓寬段	就地保護，施工中機具應注意安全距離	
11.	T(配管)、W ϕ 100、E(AG)x8(含台灣固網附掛通信電纜)	中華電信新竹營運處 自來水第三區管理處 台電新竹區營業處、台灣固網公司	STA 75k+600~STA 76k+220，北上側新竹湖口長安村長春路	自來水、電信管及電力架空線配合長春路改道永久遷移；台灣固網纜線由該公司自行辦理遷移	
12.	T(配管)、W ϕ 200	中華電信新竹營運處 自來水第三區管理處	STA 77k+260，竹 11 鄉道箱涵	就地保護	
13.	W ϕ 100、E(AG)x4	自來水第三區管理處 台電新竹區營業處	STA 77k+260~STA 77k+600，北上側新竹湖口長安村長春路	自來水、電信管及電力架空線配合長春路改道永久遷移	
14.	E(AG)x3	台電新竹區營業處	STA 77k+600~STA 78k+880，南下側農路	電力架空線配合農路改道永久遷移	
15.	EP(AG)x6	台電新桃供電區營運處	STA 78k+350，台電 69kV 梅湖~湖口一二路架空線，橫越路堤拓寬段	就地保護，施工中機具應注意安全距離	
16.	O ϕ 12"x1+ O ϕ 8"x2	中油竹苗營業處	STA 78k+540~STA 78k+820，南下側路堤拓寬段下	就地廢棄管道，配合中油於施工中就地	



編號	管線種類及數量	管理單位	位置(拓寬里程)說明	初步處理建議	備註
				挖除並封管	
17.	W φ 100	自來水第二區管理處	STA 75k+600~STA 76k+220，北上側，新竹湖口鄉八德路三段332巷50弄，北上側拓寬段	就地保護	
18.	EP(AG)x24	台電新桃供電區營運處	STA 76k+180，台電 345kV 竹工~龍潭紅白線架空線，橫越路堤拓寬段	就地保護，施工中機具應注意安全距離	
19.	O φ 12"x1+ O φ 8"x2	中油竹苗營業處	STA 76k+160~STA 77k+220，南下側路堤拓寬段下	就地廢棄管道，配合中油於施工中就地挖除並封管	
20.	EP(AG)x24	台電新桃供電區營運處	STA 76k+355，台電 69kV 梅湖-高榮線(共架梅湖-幼獅線)架空線，橫越路堤拓寬段	就地保護，施工中機具應注意安全距離	
21.	T(配管)、W φ 100、E(AG)x8(含台灣固網附掛通信電纜)	中華電信新竹營運處 自來水第三區管理處 台電新竹區營業處、台灣固網公司	STA 75k+600~STA 76k+220，北上側新竹湖口長安村長春路	自來水、電信管及電力架空線配合長春路改道永久遷移；台灣固網纜線由該公司自行辦理遷移	
22.	T(配管)、W φ 200	中華電信新竹營運處 自來水第三區管理處	STA 77k+260，竹 11 鄉道箱涵	就地保護	
23.	W φ 100、E(AG)x4	自來水第三區管理處 台電新竹區營業處	STA 77k+260~STA 77k+600，北上側新竹湖口長安村長春路	自來水、電信管及電力架空線配合長春路改道永久遷移	
24.	E(AG)x3	台電新竹區營業處	STA 77k+600~STA 78k+880，南下側農路	電力架空線配合農路改道永久遷移	
25.	EP(AG)x6	台電新桃供電區營運處	STA 78k+350，台電 69kV 梅湖~湖口一二路架空線，橫越路堤拓寬段	就地保護，施工中機具應注意安全距離	
26.	O φ 12"x1+ O φ 8"x2	中油竹苗營業處	STA 78k+540~STA 78k+820，南下側路堤拓寬段下	就地廢棄管道，配合中油於施工中就地挖除並封管	
27.	E(AG)x3	台電新竹區營業處	STA 78k+600~STA 79k+020，北上側農路	電力架空線配合農路改道永久遷移	
28.	T(配管附掛)、W φ 200	中華電信新竹營運處 自來水第三區管理處	STA 79k+020，竹 12 鄉道箱涵	就地保護	
29.	EP(AG)x6	台電新桃供電區營運處	STA 79k+240，台電 69kV 梅湖~湖工一二路架空線，橫越路堤拓寬段	就地保護，施工中機具應注意安全距離	
30.	O φ 12"x1+ O φ 8"x2	中油竹苗營業處	STA S79k+400~STA S80k+120，南下側拓寬段引道及高架橋	就地廢棄管道，配合中油於施工中就地挖除並封管	
31.	EP(AG)x6 及電塔	台電新桃供電區營運處	STA S80k+220，台電 69kV 梅湖~松林線共架梅湖~新工線架空線及#14 鐵塔，橫越拓寬段高架橋	台電#14 鐵塔位於高架橋路線上，鐵塔及兩側架空線永久遷移	
32.	T(架空)、E(AG)x1~4	中華電信新竹營運處 台電新竹區營業處	STA S80k+300~STA S80k+500，南下側拓寬段高架橋下農路	配合農路改道永久遷移	
33.	O φ 12"x1+ O φ 8"x2	中油竹苗營業處	STA S80k+780~STA S80k+800，南下側拓寬段高架橋	就地廢棄管道，配合中油於施工中就地挖除並封管	
34.	T(配管)、W φ 200、	中華電信新竹營運處	STA N81k+150，南、北兩側拓	自來水、電信管及電	



編號	管線種類及數量	管理單位	位置(拓寬里程)說明	初步處理建議	備註
	E(AG)x5(含有線電視附掛電纜)	自來水第三區管理處 台電新竹區營業處	寬段高架橋下之竹 3-1 鄉道	力架空線(含附掛纜線)配合竹 3-1 鄉道路改道永久遷移	
35.	W ϕ 100、E(AG)x6(含有線電視附掛電纜)	自來水第三區管理處 台電新竹區營業處	STA N81k+220 ₀ ，南、北兩側拓寬段高架橋下	自來水管就地保護，電力架空線配合於兩側高架橋之間地下化永久遷移	
36.	W ϕ 1350	自來水第三區管理處	STA 83k+750 ₀ ，南、北兩側拓寬段隧道上方	就地保護	
37.	T(配管)、W ϕ 200、E(AG)x8(含有線電視附掛電纜)	中華電信新竹營運處 自來水第三區管理處 台電新竹區營業處	STA N84k+975 ₀ ，南、北兩側拓寬段高架橋下之新竹新埔鎮新湖路(117 縣道)	自來水管及電信管就地保護，電力架空線配合於兩側高架橋之間地下化永久遷移	
38.	T(AG)、W ϕ 100、E(AG)x5(含有線電視附掛電纜)	中華電信新竹營運處 自來水第三區管理處 台電新竹區營業處	STA N85k+270 ₀ ，南、北兩側拓寬段高架橋下之新竹新埔鎮義民路三段 752 巷	自來水管就地保護，電力及電信架空線配合於兩側高架橋之間地下化永久遷移	
39.	T(幹管)、T(配管)、W ϕ 200、E(AG)x8(含有線電視附掛電纜)	中華電信新竹營運處 自來水第三區管理處 台電新竹區營業處	STA N85k+435 ₀ ，南、北兩側拓寬段高架橋下之新竹新埔鎮義民路三段	自來水管及電信管就地保護，電力架空線配合於兩側高架橋之間地下化永久遷移	
40.	EP(AG)x12 及電塔	台電新桃供電區營運處	STA N85k+560 ₀ ，南、北兩側拓寬段高架橋，161kV 架空二回線路及支承電塔	台電鐵塔位於高架橋路線上，鐵塔及兩側架空線永久遷移	
41.	T(AG)x1、E(AG)x3	中華電信新竹營運處 台電新竹區營業處	STA N85k+940 ₀ ，北上側高架橋下之竹北市環北路一段 350 巷	電力架空線配合於高架橋下段地下化永久遷移	
42.	T(AG)x1、W ϕ 100、E(AG)x3(含有線電視附掛電纜)	自來水第三區管理處 台電新竹區營業處	STA N86k+250 ₀ ，北上側高架橋下之竹北市環北路一段 286 巷	自來水管就地保護、電力架空線配合於高架橋下段地下化永久遷移	
43.	O ϕ 12"x1+ O ϕ 8"x2	中油竹苗營業處	STA S86k+100~STA S86k+230、STA S86k+400~STA S87k+260，南下側拓寬段高架橋	就地廢棄管道，配合中油於施工中就地挖除並封管	
44.	T(AG)x1、W ϕ 100、E(AG)x5(含有線電視附掛電纜)	自來水第三區管理處	STA N86k+250 ₀ ，北上側高架橋下之竹北市環北路一段 286 巷	自來水管就地保護、電力架空線配合於高架橋下段地下化永久遷移	
45.	T(幹管)、T(配管)、W ϕ 600、W ϕ 200、G ϕ 8"x1、E(AG)x3(端部，電桿 x2)	中華電信新竹營運處 自來水第三區管理處 中油公用天然氣營業處、台電新竹區營業處	STA N87k+960 ₀ ，北上側高架橋下之竹北市中山路(118 縣道)	電信管、自來水管就地保護；台電電桿及架空線配合遷移至路權外	
46.	T(幹管)、T(配管)、W ϕ 600、W ϕ 200、G ϕ 8"x1、E(AG)x3(端部，電桿 x2)	中華電信新竹營運處 自來水第三區管理處 中油公用天然氣營業處、台電新竹區營業處	STA S87k+100 ₀ ，南下側高架橋下之竹北市中山路(118 縣道)	電信管、自來水管及瓦斯管就地保護；台電電桿及架空線配合遷移至路權外	
47.	EP ϕ 8"x32	台電新桃供電區營運	STA S87k+335 ₀ (南下側)、STA	就地保護、調整高架	



編號	管線種類及數量	管理單位	位置(拓寬里程)說明	初步處理建議	備註
		處	N87k+195 ⁰ (北上側)高架橋, 台電 161kV 竹工-六家線共架 161kV 竹工-竹一線電纜管路, 自南下側竹北文忠路穿越高速公路至北上側莊敬路一段 540 巷	橋墩柱基礎, 避開台電特高壓管道	
48.	EP ϕ 8"x32	台電新桃供電區營運處	STA N87k+195~ STA N87k+620 台電 161kV 竹工-六家線共架 161kV 竹工-竹一線電纜管路, 北上側高架橋下之竹北市莊敬路一段 540 巷	就地保護、調整高架橋墩柱基礎, 避開台電特高壓管道	
49.	O ϕ 12"x1+ O ϕ 8"x2	中油竹苗營業處	STA S87k+580~STA S87k+980 南下側高架橋下	就地廢棄管道, 配合中油於施工中就地挖除並封管	
50.	EP ϕ 300	自來水第三區管理處	STA S87k+780(STA N87k+625) 南北側高架橋, 位於豆子埔溪橋下橋台處, 明管加混凝土保護	就地保護	
51.	O ϕ 12"x1+ O ϕ 8"x2	中油竹苗營業處	STA S88k+480~STA S88k+900 南下側高架橋下	就地廢棄管道, 配合中油於施工中就地挖除並封管	
52.	T(幹管)	中華電信新竹營運處	STA S88k+840(STA N88k+300) 南北兩側高架橋, 竹北市光明六路	就地保護	
53.	W ϕ 200、W ϕ 400、W ϕ 1350、W ϕ 200、EP ϕ 8"x32	自來水第三區管理處 台電新桃供電區營運處	STA S88k+800(STA N88k+670), 南北兩側高架橋下之竹北市福興東路	就地保護	
54.	W ϕ 1350 EP ϕ 8"x32	自來水第三區管理處 台電新桃供電區營運處	STA N88k+670~ STA N89k+180 台電 161kV 新竹-竹北山海線、及自來水輸水管, 於北上側高架橋下之竹北市自強一路與國 1 間廢棄小路內	原則上兩類管道採就地保護 在墩柱基礎確定無法以特殊工法避開時, 永久遷移	
55.	T(配管)、W ϕ 300、W ϕ 1350、W ϕ 600、EP ϕ 8"x16	中華電信新竹營運處 自來水第三區管理處 台電新桃供電區營運處	STA S89k+300(STA N89k+270) 台電 161kV 新竹-竹北山海線、自來水輸水管, 於國 1 頭前溪橋下之竹北興隆路二段	就地保護	
56.	W ϕ 1350、W ϕ 800	自來水第三區管理處	STA S90k+030~STA S90k+430 (W ϕ 1350)、STA S90k+030~ STA S90k+155(W ϕ 800)鄰近南下側高架橋, 自新竹市仰德路轉千甲路 339 巷佈設	就地保護	
57.	W ϕ 1000	自來水第三區管理處	STA N89k+920 北上側高架橋下, 埋管於新竹市千甲路 387 巷內	就地保護	
58.	O ϕ 12"x1+ O ϕ 8"x2	中油竹苗營業處	STA S90k+090、STA S90k+115 STA S90k+280 ~ STA S90k+540 南下側高架橋下	就地廢棄管道, 配合中油於施工中就地挖除並封管	
59.	G ϕ 2"x1	中油天然氣公用營業處	STA S90k+395~STA S90k+430 南下側高架橋下, 千甲路 339 巷, 瓦斯接戶管	永久遷移	
60.	W ϕ 200、W ϕ 800、W ϕ 200、W ϕ 1800、	自來水第三區管理處 中油天然氣公用營業	STA S88k+800(STA N88k+670) 南下側高架橋下, 千甲路(市 10	就地保護	



編號	管線種類及數量	管理單位	位置(拓寬里程)說明	初步處理建議	備註
	G ϕ 4"x1	處	鄉道)內		
61.	T(配管)、W ϕ 100、 G ϕ 2"x1	中華電信新竹營運處 自來水第三區管理處 中油天然氣公用營業處	STA N90k+280~STA N90k+430 鄰近北上側高架橋，千甲路 360 巷內	就地保護	
62.	W ϕ 100	自來水第三區管理處	STA S90k+985(STA N90k+830) 兩側高架橋下，新竹市水利路 46 巷車行箱涵內	就地保護	
63.	T(配管)、EP ϕ 3"x6+ EP ϕ 8"x14	中華電信新竹營運處 台電新桃供電區營運處	STA S91k+460(STA N91k+330) 兩側高架橋下，新竹市公道五 路跨越橋下	就地保護	
64.	W ϕ 1000	自來水第三區管理處	STA S91k+495(STA N91k+360) 兩側高架橋下	就地保護	
65.	O ϕ 12"x1	中油竹苗營業處	STA S91k+755(STA N91k+615) 兩側高架橋下	就地廢棄管道，配合 中油於施工中就地 挖除並封管	
66.	W ϕ 300、G ϕ 8"x1、 O ϕ 8"x1、W ϕ 600 EP ϕ 3"x3+ ϕ 6"x6、 T(幹管)、G ϕ 8"x1、W ϕ 450、W ϕ 150	自來水第三區管理處、 中油竹苗營業處、 台電新桃供電區營運處、 中華電信新竹營運處、 中油天然氣公用營業處	STA S92k+330(STA N92k+195) 兩側高架橋下、新竹市光復路 二段	就地保護	
67.	G ϕ 3"x1	中油天然氣公用營業處	STA S92k+658(STA N92k+515) 兩側高架橋下、新竹市光復路 一段 683 巷 1 弄(國 1 STA 95k +275 機車箱涵)內	就地保護	
68.	EP(AG)x3	台電新桃供電區營運處	STA S92k+658(STA N92k+515) 兩側高架橋上方，台電 69kV 新 竹~龍明四路架空線	向上撐高或地下化 永久遷移	
69.	G ϕ 4"x1	中油天然氣公用營業處	STA S92k+680~STA S93k+320， 南下側高架橋下，新竹市大學 路 51 巷及公園、停車場內	永久遷移	
70.	O ϕ 4"x1	中油探採事業部	STA S93k+120~STA S93k+200， 南下側高架橋下	永久遷移	
71.	O ϕ 4"x2	中油探採事業部	STA S93k+200~STA S93k+360， 南下側高架橋下	永久遷移	
72.	EP(AG)x12	台電新桃供電區營運處	STA S93k+170(STA N92k+940) 兩側高架橋上方，台電 161kV 新竹~龍明山海線架空線	向上撐高或地下化 永久遷移	
73.	T(配管)	中華電信新竹營運處	STA N92k+875~STA N92k+920， 北上側高架橋下，新竹市科技 五路巷內	就地保護，必要時永 久遷移	
74.	O ϕ 4"x1	中油探採事業部	STA N92k+965，北上側高架橋 下	就地保護	
75.	EP(AG)x6、鐵塔	台電新桃供電區營運處	STA N93k+100~STA N93k+265、 北上側高架橋上方，台電 69kV 新竹~龍明一二路架空線、#4 鐵塔(立於北上入口匝道與國 1 主線間綠帶內)	#4 鐵塔與兩側電線 永久遷移	
76.	T(幹管)、W ϕ 200、W ϕ 300、	中華電信新竹營運處、 自來水第三區管理處	STA S93k+350(STA N93k+200) 兩側高架橋上方，新竹市新安 路跨越橋	就地保護	



編號	管線種類及數量	管理單位	位置(拓寬里程)說明	初步處理建議	備註
77.	O ϕ 4"x2	中油探採事業部	STA S93k+430~STA S93k+670 , 南下側高架橋下，國 1 新竹交 流道南出匝道側竹科停車場	永久遷移	
78.	O ϕ 12"x1、O ϕ 4"x3、 O ϕ 6"x1、O ϕ 8"x1、 O ϕ 12"x1	中油探採事業部	STA S93k+745~STA S93k+875 , 南下側高架橋下，國 1 新竹交 流道南出匝道側竹科停車場	永久遷移	
79.	W ϕ 600	自來水第三區管理處	STA S93k+860~STA S94k+100、 南下側高架橋下，園區二路兩 側竹科內綠帶區	永久遷移	
80.	T(幹管)、O ϕ 6"x1、W ϕ 400、W ϕ 500	中華電信新竹營運 處、自來水第三區管 理處、中油探採事業 部	STA S93k+960 南下側高架橋下 園區二路	就地保護	
81.	W ϕ 400	自來水第三區管理處	STA S93k+860(STA N93k+880)、 兩側高架橋下	就地保護	
82.	W ϕ 1000	自來水第三區管理處	STA N93k+720~STA N93k+800、 北上側高架橋下	就地保護	
83.	W ϕ 600	自來水第三區管理處	STA N93k+730 北上側高架橋 下	就地保護	
84.	EP(AG)x3、#15 電桿	台電新桃供電區營運 處	STA S93k+990，南下側高架橋 上方，竹科園區內綠帶	電桿及兩側架空線 永久遷移	
85.	O ϕ 6"x1、O ϕ 12"x2	中油探採事業部	STA S93k+990~STA S94k+260、 南下側高架橋下，竹科園區內	永久遷移	
86.	W ϕ 400	自來水第三區管理處	STA S93k+860~STA S94k+040、 南下側高架橋下	永久遷移	
87.	W ϕ 1000	自來水第三區管理處	STA N93k+970~STA N94k+160、 北上側高架橋下	永久遷移	
88.	EP(AG)x12	台電新桃供電區營運 處	STA S94k+330(STA N94k+175) 橫越兩側高架橋上方，台電 161kV 竹園~南湖、龍秀山海線 架空線	就地保護	
89.	EP(AG)x6	台電新桃供電區營運 處	STA S94k+330(STA N94k+175) 橫越兩側高架橋上方，台電 161kV 竹園~南湖、龍秀山海線 架空線	向上撐高或地下化 永久遷移	
90.	NG ϕ 6"x1	中油探採事業部	STA N93k+990~STA N94k+140 ; STA N94k+260~STA N94k+140 , 北上側高架橋下	就地廢棄管，由中油 配合切除後封管	
91.	G ϕ 4"x1、T(幹管)、W ϕ 400、W ϕ 1000	中油天然氣公用營業 處、中華電信新竹營 運處、自來水第三區 管理處	STA S94k+420(STA N94k+285) 兩側高架橋下，新竹市園區三 路	就地保護	
92.	NG ϕ 6"x1	中油探採事業部	STA N94k+260~STA N94k+495， 北上側高架橋下	就地廢棄管，由中油 配合切除後封管	
93.	W ϕ 1000	自來水第三區管理處	STA S94k+515 南下側高架橋 下	就地保護	
94.	O ϕ 6"x1、NG ϕ 6"x1、 NG ϕ 16"x1、W ϕ 1000、W ϕ 300 G ϕ 12"x1、G ϕ 8"x1	中油天然氣公用營業 處中油天然氣北區營 業處自來水第三區管 理處、中油探採事業 部	STA S94k+630~ STA S94k+675 南下側高架橋下	就地保護	



編號	管線種類及數量	管理單位	位置(拓寬里程)說明	初步處理建議	備註
95.	W ϕ 100	自來水第三區管理處	STA S94k+685(STA N94k+550) 兩側高架橋下, 新竹寶山鄉雙園路(竹 82 鄉道)	就地保護	
96.	W ϕ 1000	自來水第三區管理處	STA N94k+545 北上側高架橋下, 新竹寶山鄉雙園路(竹 82 鄉道)	就地保護	
97.	G ϕ 12"x1、NG ϕ 16"x1、G ϕ 8"x1	中油天然氣公用營業處 中油天然氣北區營業處	STA N94k+495~ STA N94+560, 北上側高架橋下	就地保護	
98.	NG ϕ 26"x1	中油天然氣北區營業處	STA N94k+560~ STA N95+040, 北上側高架橋下	就地保護	
99.	T(幹管)、W ϕ 300、W ϕ 80、G ϕ 4"x1	中華電信新竹營運處、自來水第三區管理處、中油天然氣公用營業處	STA S95k+140、南下側高架橋下, 新竹寶山鄉大雅三路內	就地保護	
100.	T(幹管)、W ϕ 300、W ϕ 80、G ϕ 4"x1、NG ϕ 26"x1	中華電信新竹營運處 自來水第三區管理處 中油天然氣公用營業處、中油天然氣北區營業處	STA N95k+060, 北上側高架橋下, 新竹寶山鄉大雅三路內	就地保護	
101.	NG ϕ 26"x1	中油天然氣北區營業處	STA S95k+185 南下側高架橋下	就地保護	
102.	NG ϕ 26"x1	中油天然氣北區營業處	STA S95k+190 南下側高架橋下	就地保護	
103.	E(AG)x4, T(幹管)	中華電信新竹營運處 台電新竹區營業處	STA S95k+900(STA N95k+800) 兩側高架橋處, 新竹寶山鄉三峰路內	電信管就地保護, 台電架空線地下化永久遷移	
104.	G ϕ 2"x1、W ϕ 200	中油天然氣公用營業處、自來水第三區管理處	STA S96k+420(STA N96k+320) 北上側高架橋處, 新竹寶山鄉楠坑路一段	就地保護	
105.	NG ϕ 26"x1	中油天然氣北區營業處	STA S96k+180~ STA S96k+420 南下側高架橋處, 新竹寶山鄉環南路內	就地保護	
106.	G ϕ 2"x1、W ϕ 200	中油天然氣公用營業處、自來水第三區管理處	STA S96k+320~ STA S96k+420 南下側高架橋處, 新竹寶山鄉環南路內	配合道路改道, 永久遷移	
107.	G ϕ 2"x1、W ϕ 200	中油天然氣公用營業處、自來水第三區管理處	STA N96k+420~ STA N96k+705 北上側高架橋處, 新竹寶山鄉楠坑路一段內	配合道路改道, 永久遷移	
108.	T(配管)、W ϕ 100	中華電信新竹營運處 自來水第三區管理處	STA S97k+670(STA N97k+565) 兩側高架橋處, 新竹寶山鄉峰城路(竹 47-2 鄉道)跨越橋側附掛	就地保護	
109.	T(幹管)、T(配管)、W ϕ 100、O ϕ 6"x1 E(AG)x4、NG ϕ 26"x1	中華電信新竹營運處 自來水第三區管理處 中油天然氣公用營業處、中油天然氣北區營業處、台電新竹區營業處	STA S98k+310(STA N98k+230) 兩側高架橋處, 新竹寶山鄉寶新路二段(竹 47 鄉道)	就地保護	
110.	T(AG)x1、W ϕ 100 E(AG)x4	中華電信新竹營運處 自來水第三區管理處 台電新竹區營業處	STA S98k+360~ STA N98k+400 南下側高架橋下, 新竹縣寶山鄉寶新路二段 56 巷	配合道路改道, 永久遷移	



編號	管線種類及數量	管理單位	位置(拓寬里程)說明	初步處理建議	備註
111.	T(AG)x1、W ϕ 100 E(AG)x2	中華電信新竹營運處 自來水第三區管理處 台電新竹區營業處	STA S98k+880(STA N98k+750) 兩側高架橋處，中山高 SAT. 101k+486 車行箱涵內	就地保護	
112.	T(AG)x1、W ϕ 100 E(AG)x2	中華電信新竹營運處 自來水第三區管理處 台電新竹區營業處	STA S99k+635(STA N99k+500) 兩側拓寬路堤處，中山高 SAT. 102k+230 車行箱涵內	就地保護	
113.	T(AG)x1、W ϕ 100 E(AG)x1	中華電信新竹營運處 自來水第三區管理處 台電新竹區營業處	STA S99k+845(STA N99k+740) 兩側拓寬路堤處，中山高 SAT. 102k+460 車行箱涵內	就地保護	
114.	T(AG)x2、W ϕ 100 E(AG)x3	中華電信新竹營運處 自來水第三區管理處 台電新竹區營業處	STA S100k+400(STA N100k + 285)兩側拓寬路堤處，中山高 SAT. 103k+011 車行箱涵內	就地保護	
115.	T(AG)x1、W ϕ 100 E(AG)x2	中華電信新竹營運處 自來水第三區管理處 台電新竹區營業處	STA S100k+795(STA N100k + 690)兩側拓寬路堤處，中山高 SAT. 103k+411 車行箱涵(寶新 路三段)內	就地保護	
116.	NG ϕ 26"x1	中油天然氣北區營業 處	STA S101k+125(STA N101k + 015)兩側拓寬(鹽港溪橋)處，鹽 港溪橋下維修道路內	就地保護	
117.	W ϕ 100	自來水第三區管理處	STA S101k+685(STA N101k + 595)兩側拓寬處(寶深一路)	就地保護	
118.	O ϕ 12"x1、NG ϕ 26"x1	中油探採事業部、中 油天然氣北區營業處	STA S101k+710(STA N101k + 615)兩側拓寬處	就地保護	
119.	NG ϕ 6"x1、O ϕ 6"x1、 T(配管)、E(AG)x2	中油探採事業部、中 油天然氣北區營業處 台電新竹區營業處、 中華電信新竹營運處	STA S101k+735(STA N101k + 640)兩側拓寬處(寶深路 25 巷)	就地保護	
120.	T(AG)x1、W ϕ 100 E(AG)x2	中華電信新竹營運處 自來水第三區管理處 台電新竹區營業處	STA S102k+140(STA N102k + 050)兩側拓寬路堤處，中山高 SAT. 104k+761 車行箱涵(深井 路)內	就地保護	
121.	EP(AG)x12	台電新桃供電區營運 處	STA S102k+385 南下側、STA S102k+315 北上側路堤拓寬段 上方，台電 161kV 南湖~龍秀 山海線	就地保護	
122.	EP(AG)x18	台電新桃供電區營運 處	STA S102k+625 南下側、STA S102k+555 北上側路堤拓寬段 上方，台電 161kV 南湖~朝山 一二路附掛 69kV 南湖~香山線 及 69kV 南湖~港南線	就地保護	
123.	T(AG)x2、W ϕ 100 E(AG)x2	中華電信新竹營運處 自來水第三區管理處 台電新竹區營業處	STA S102k+945(STA N102k + 845)兩側拓寬路堤處，中山高 SAT. 105k+565 車行箱涵(深井 三路)內	就地保護	
124.	T(AG)x1、E(AG)x2	中華電信新竹營運處 台電新竹區營業處	STA S103k+445(STA N103k + 340)兩側拓寬路堤處，中山高 SAT. 106k+061 車行箱涵(南湖 路)內	就地保護	
125.	EP(AG)x6	台電新桃供電區營運 處	STA S104k+905 南下側、STA S104k+780 北上側路堤拓寬段 上方，台電 69kV 南湖~大埔紅 白線	就地保護	



編號	管線種類及數量	管理單位	位置(拓寬里程)說明	初步處理建議	備註
126.	T(AG)x2	中華電信苗栗營運處	STA S104k+935 南下側、STA S104k+805 北上側路堤拓寬段附掛於苗栗縣竹南鎮苗 2 跨越橋側	就地保護	
127.	W φ 100	自來水第三區管理處	STA S104k+935~STA S105k+ 140 南下側路堤拓寬處	永久遷移	
128.	EP(AG)x6	台電新桃供電區營運處	STA S105k+320 南下側、STA S105k+170 北上側，台電 69kV 南湖~頭份紅白線	就地保護	
129.	T(AG)x1、W φ 100	中華電信新竹營運處 自來水第三區管理處	STA S105k+380 南下側、STA S105k+250 北上側路堤拓寬段，附掛於苗栗縣竹南鎮隆頂街跨越橋側	就地保護	
130.	EP(AG)x24	台電新桃供電區營運處	STA S105k+660 南下側、STA S105k+535 北上側路堤拓寬段上方，台電 161kV 峨眉~頂園紅白線附掛 69kV 南湖~頭份紅白線	就地保護	
131.	T(AG)x1、E(AG)x2	中華電信新竹營運處 台電新竹區營業處	STA S105k+980 南下側、STA S105k+850 北上側路堤拓寬段之車行箱涵(南湖路)內	就地保護	
132.	T(AG)x1、E(AG)x2	中華電信新竹營運處 台電新竹區營業處	STA S106k+435 南下側、STA S106k+285 北上側路堤拓寬段，興隆路一段 17 巷車行箱涵內附掛	就地保護	
133.	NG φ 26"x1	中油天然氣北區營業處	STA S106k+380~STA S106k + 720)南下側拓寬路堤處	就地保護	
134.	T(AG)x1、E(AG)x2	中華電信新竹營運處 台電新竹區營業處	中山高 STA. 109k+920，興隆路一段 17 巷車行箱涵內附掛	就地保護	

4. 管線遷改工程用地取得

(1) 公共管線遷改工程用地

A. 台電電塔用地

- a. 台電特高壓架空線及電塔之遷改，依與台電新桃供電區營運處線路組遷建課初步討論得知，台電電塔遷改用地最大範圍為 23m x 23m 正方形用地，且應於既有特高壓架空線路徑正下方為最適宜位置。
- b. 因本案台電特高壓架空線及電塔之遷改屬永久遷移，依公路法第 30-1 條規定，使用人(即台電新桃供電區營運處)應負擔全部遷移費用。
- c. 用地取得
 - 台電電塔遷移所需用地，依土地徵收條例規定，若非高速公路工程所須用地，高公局即無法辦理用地取得；另同法規定，國營事業仍可申辦價購或徵收作業，故原則上，仍應由台電公司自行取得並辦理遷移。



- 另因台電表示：因**電力鐵塔**被民間或特定團體列為**嫌惡設施**，若台電自行辦理鐵塔遷建用地的取得時，常受新增用地鄰近居民的反對及阻礙，因而延誤遷建期程。工程施工期間再行協調確認。

(2) 局轄管線遷改工程用地

局轄交控管線之遷改，原則上應於本工程路權範圍內完成遷改，不另徵收用地。

5. 後續階段管線調查之建議

(1) 設計階段

- 管線圖資：蒐集最新公共管線及局轄交控管線圖資，依圖資分別套繪成綜合性的既有管線調查圖(P圖)及局轄交控管線(H圖)，以作為設計階段的依據。
- 現地調查：以現地試挖法、透地雷達法...等方式並在管線主管單位工程人員陪同配合指認下，對與本工程基礎結構設施有衝突性、連續性影響的重大地下管線，進行重點式現地調查管線實際位置及深度。經統計，建議應進行管線現地調查約有 45 處，管線調查建議位置詳如表 4.9-5 所示。
- 另本工程範圍內有台電公司特高壓地下管線 161kV 龍潭~梅湖~六家線、69kV 聯織分歧線(預備管)、161kV 新竹~潭後一二路、161kV 竹園~龍山一二路等 4 處地下管線已納入管線示意圖，惟詳細位置建議於規設階段與台電公司確認。
- 計畫範圍內涉及橋梁新設或改建部分，將一併通知台電公司研議橋梁附掛管線需求，並由施工單位代辦管路埋設工程，以避免影響高速公路通車營運及交通安全，並提升該區域供電可靠度。

表 4.9-5 管線現地調查建議表

編號	位置里程	重大管線種類	受影響(有衝突)之本工程結構型式	現地調查數量	備註
1.	南下側 S 72k+214 北上側 N 72k+255	1. 台電新桃供電區營運處 EP ϕ 3"x4+ EP ϕ 6"x8	鄰近橋台基礎擋土結構 (跨越秀才路橋)	2 處	
2.	南下側 S 76k+200 南下側 S 76k+500	1. 台灣中油油品行銷事業部竹苗營業處 O ϕ 8"x2+O ϕ 12"x1	路堤段擋土結構	2 處	
3.	北上側 N 77k+080	1. 台灣自來水股份有限公司第二區管理處 W ϕ 100	路堤段擋土結構	1 處	
4.	南下側 S 77k+260 北上側 N 77k+260	1. 台灣自來水股份有限公司第二區管理處 W ϕ 200	竹 11 鄉道車行箱涵延伸基礎	2 處	
5.	南下側 S 79k+020 北上側 N 79k+020	1. 台灣自來水股份有限公司第二區管理處 W ϕ 200	竹 12 鄉道(祥喜路)車行箱涵延伸基礎	2 處	
6.	南下側 S 79k+870	1. 台灣中油油品行銷事業部竹苗營業處 O ϕ 8"x2+O ϕ 12"x1	鄰近南下側穿越高鐵橋下橋梁基礎	1 處	
7.	南下側 S 81k+185 北上側 N 81k+115	1. 台灣自來水股份有限公司第二區管理處 W ϕ 200	路堤段擋土結構	2 處	



編號	位置里程	重大管線種類	受影響(有衝突)之本工程結構型式	現地調查數量	備註
8.	南下側 S 85k+505 北上側 N 85k+435	1. 台灣自來水股份有限公司第二區管理處 W ϕ 200	鄰近拓寬段高架橋基礎	2 處	
9.	南下側 S 86k+400	1. 台灣中油油品行銷事業部竹苗營業處 O ϕ 8"x2+O ϕ 12"x1	鄰近南下側拓寬段分歧匯入中山高匝道橋基礎	1 處	
10.	南下側 S 87k+095 北上側 N 87k+075	1. 台灣中油油品行銷事業部竹苗營業處 O ϕ 8"x2+O ϕ 12"x1 2. 台灣自來水股份有限公司第三區管理處 W ϕ 600、W ϕ 200 3. 台灣中油天然氣事業部公用事業處 G ϕ 8" 4. 中華電信北區電信分公司新竹營運處 T(幹管)、T(配管)	鄰近兩側拓寬段高架橋墩柱基礎 118 縣道(新竹縣竹北市中山路)	2 處	
11.	南下側 S 87k+720	1. 台灣中油油品行銷事業部竹苗營業處 O ϕ 8"x2+O ϕ 12"x1	鄰近南下側拓寬高架橋墩柱基礎(主線 90k+313 車行箱涵)	1 處	
12.	南下側 S 87k+910 北上側 N 87k+808	1. 台灣中油油品行銷事業部竹苗營業處 O ϕ 8"x2+O ϕ 12"x1 2. 台灣電力公司新桃供電區營運處 EP ϕ 8"x16(161kV 竹工~六家線)	鄰近兩側拓寬段高架橋墩柱基礎	2 處	
13.	北上側 N 87k+910	1. 台灣電力公司新桃供電區營運處 EP ϕ 8"x16(161kV 竹工~六家線)	鄰近北上側拓寬段高架橋墩柱基礎	1 處	
14.	北上側 N 88k+700 北上側 N 88k+940 北上側 N 89k+140	1. 台灣自來水股份有限公司第三區管理處 W ϕ 1350、W ϕ 500 2. 台灣電力公司新桃供電區營運處 EP ϕ 8"x32(69kV 新竹~竹北山海線)	北上側拓寬段高架橋約 10 處墩柱基礎(新竹縣竹北市福興路~興隆路二段間廢棄道路綠帶)	3 處	
15.	北上側 N 89k+200	1. 台灣自來水股份有限公司第三區管理處 W ϕ 600 2. 台灣電力公司新桃供電區營運處 EP ϕ 8"x16(69kV 新竹~竹北山線+69kV 新竹~聯纖線)	北上側拓寬段高架橋墩柱基礎	1 處	
16.	北上側 N 89k+930	1. 台灣自來水股份有限公司第三區管理處 W ϕ 1000	北上側拓寬段高架橋墩柱基礎	1 處	
17.	南下側 S 90k+050 南下側 S 90k+300 南下側 S 90k+400	1. 台灣中油油品行銷事業部竹苗營業處 O ϕ 8"x2+O ϕ 12"x1 2. 台灣自來水股份有限公司第三區管理處 W ϕ 1350	南下側拓寬段高架橋約 9 處墩柱基礎(新竹市東區千甲路 339 巷)	3 處	
18.	南下側 S 90k+435 北上側 N 90k+290	1. 台灣自來水股份有限公司第三區管理處 W ϕ 1800、W ϕ 800x2	兩側拓寬段高架橋墩柱基礎	2 處	
19.	南下側 S 93k+250 南下側 S 93k+300	1. 台灣中油探採事業部 O ϕ 4"x1, O ϕ 4"x1 2. 台灣中油天然氣事業部公用事業處 G ϕ 4"x1	南下側拓寬段高架橋墩柱基礎	2 處	
20.	南下側 S 94k+040 南下側 S 94k+130	1. 台灣中油探採事業部 O ϕ 6"x1, O ϕ 12"x2	南下側拓寬段高架橋墩柱基礎	2 處	
21.	南下側 S 94k+670	1. 台灣中油天然氣事業部公用事業處 G ϕ 8"x1, G ϕ 12"x1 2. 台灣自來水股份有限公司第三區管理處 W ϕ 1000、W ϕ 300	南下側拓寬段高架橋墩柱基礎(新竹縣寶山鄉雙園路二段 2 巷口及綠帶)	1 處	
22.	北上側 N 94k+540	1. 台灣中油天然氣事業部公用事業處 G ϕ 8"x1	北上側拓寬段高架橋墩柱基礎	1 處	



編號	位置里程	重大管線種類	受影響(有衝突)之本工程結構型式	現地調查數量	備註
23.	北上側 N 94k+700 北上側 N 94k+745	1. 台灣中油天然氣事業部北區營業處 新竹供氣中心 G φ 26"x1	北上側拓寬段高架橋墩柱基礎	2 處	
24.	北上側 N 94k+910 北上側 N 94k+960 北上側 N 95k+000	1. 台灣中油天然氣事業部北區營業處 新竹供氣中心 G φ 26"x1	北上側拓寬段高架橋墩柱基礎	3 處	
25.	南下側 S 95k+200	1. 台灣中油天然氣事業部北區營業處 新竹供氣中心 G φ 26"x1	南下側拓寬段高架橋墩柱基礎	1 處	
26.	南下側 S 98k+300 北上側 N 98k+240	1. 台灣中油天然氣事業部北區營業處 新竹供氣中心 G φ 26"x2, G φ 12"x1 2. 台灣中油探採事業部 O φ 6"x1 3. 中華電信北區電信分公司新竹營運處 T(幹管) 4. 台灣自來水股份有限公司第三區管理處 W φ 100	兩側拓寬段高架橋墩柱基礎(新竹縣寶山鄉峰城路, 竹 47-2 鄉道)	2 處	

- E. 修正管線圖資：依現地管線調查套繪圖修正既有管線圖，完成管線調查程序，並作為本拓寬工程基礎設施之設計依據。同時檢討相關影響工程施工的管線應採取「就地保護、永久遷移或臨時遷移」等處理對策，標繪於管線調查圖及管線設計圖(含既設管線圖及管線遷移建議圖)。
- F. 管線遷移協調會：經檢討需配合工程於施工前、中等階段遷移的管線，由設計單位先行檢討預計遷移的管線遷移方式、位置的建議案，報請高公局召開管線協調會，並在會議中確認遷移管線種類、方式、位置及遷移順序、期程，作成紀錄供各管線單位進行遷移作業之依據。

(2) 施工階段

- A. 管線圖資蒐集：施工廠商應於工程動員階段起，即時向各管線單位蒐最新的管線圖資，比對與既有管線設計圖，確認管線有無增(新)設而影響及本工程之結構體施築。
- B. 管線現地試挖：建議施工廠商仍應建基礎結構施設位置進行初步淺挖檢視，確認無既有管線設計圖及管線單位圖資上未標示的不明管線。
- C. 經檢討可就地保護不明管線：由施工廠商備妥相關資料報請工程司代表同意後施作管線就地保護工，並於相對的管線保護工項支應工程費用。
- D. 無法就保護保護不明管線：由施工廠商備妥相關處置方案之書面資料，報請工程司代表召集相關管線單位進行協調確認處置方案，並由管線單位依協調結論辦理。



4.9.3 管線處理計畫研擬

1. 公共管線處理原則

由於本案尚在工程規劃階段，路線方案及下部結構方案(型式、位置)尚未確定。原則上，先依管線調查及套繪成果，統計列表於「妨礙施工公共管線一覽表」(詳表 4.9-1~表 4.9-10)，並列出初步處理建議。俟於本工程基本設計階段，路線方案及下部結構方案(型式、位置)較明確時，重新再檢視管線衝突情形，並檢討修正相處理方案。

2. 公共管線處理計畫

依目前路線方案、管線初步套繪成果，管線建議處理計畫說明如下：

(1) 中油輸油管線

A. 中油竹苗營業處南新線油管管群

依資料套繪結果顯示，南新線油管管群(O ϕ 12"x1 + O ϕ 8"x2)位於國 1 南下側，距高速公路約 0 公尺至 280 公尺不等，已由中油就地廢棄，管內並以清水將殘油頂出後封管。

本工程施工階段，將由承商會同中油竹苗營業處現勘確認後，由中油人員協助下，將妨礙施工的油管群就地切除後封管。

B. 中油探採事業部油管群

依資料套繪結果顯示，中油公司探採事業部油管群(O4"x3、O ϕ 6"x1、O ϕ 8"x1、O ϕ 12"x2 等油管管群，對本工程妨礙主要集中於為於國一主線里程 STA. 96k+600~STA. 96k+355 兩側邊坡內。依資料顯示，油管管群部分已廢棄停用，部分使用中，無法分離處理。原則上將以調整橋梁基礎位置、偏心基礎避開中油探採事業部油管群。

(2) 中油天然氣管

A. 中油天然氣事業部北區營業處

依資料套繪結果顯示，中油北區營業處 NG ϕ 26"x1 天然氣管，對本工程妨礙位於國一主線里程 STA. 97k+300~STA. 97k+800(北上側)、STA. 98k+800~STA. 99k+040(南下側)等處，原則上將以調整橋梁基礎位置、偏心基礎避開中油 26"x1 天然氣管。

其他平行段天然氣管，大多離本工程結構較遠，不影響本工程施作。致於橫交於本工程天然氣管，則以調整橋梁基礎位置方式處理。



B. 中油探採事業部

依資料套繪結果顯示，中油探採事業部 NG ϕ 6"x1，已由中油就地廢棄，對本工程妨礙位於國一主線里程 STA. 97k+000~ STA. 97k+230(北上側)，本工程施工階段，將由承商會同中油探採事業部現勘確認後，由中油人員協助下，將妨礙施工的天然氣管群就地切除後封管。

(3) 台電新桃供電區營運處特高壓地下管線

主要有二段管道妨礙本工程，處理方式如下說明：

A. 161kV 竹工~竹一線及竹工~六家線 EP ϕ 8"x32 共架管道

依資料套繪結果顯示，此段共架管道對本工程妨礙位於國一主線里程 STA. 90k+000~ STA. 90k+360(北上側)，且埋管於北上側高架橋東側邊緣，原則上將以調整橋梁基礎位置、偏心基礎避開此段台電特高壓管道。

B. 69kV 新竹~竹北山海線 EP ϕ 8"x32 共架管道

依資料套繪結果顯示，此段共架管道對本工程妨礙位於國一主線里程 STA. 91k+400~ STA. 91k+800(北上側)，原則上以調整橋梁基礎位置、偏心基礎避開此段台電特高壓管道。

(4) 台電新桃供電區營運處特高壓架空線

A. 69kV 新竹~龍明一二路

依資料套繪結果顯示，此段共架架空線對本工程妨礙位於國一主線里程 STA. 94k+840~ STA. 94k+300(北上側)及#4 鐵塔，其中#4 鐵塔位於北上側高架橋規劃路線上。原則上將以遷建#4 鐵塔及兩側架空線方式處理。

B. 69kV 新竹~龍明四路

依資料套繪結果顯示，此段共架架空線對本工程妨礙位於國一主線里程 STA. 96k+540~ STA. 96k+620(南下側)及#15 鐵桿，其中#15 鐵桿位於南下側高架橋規劃路線上。原則上將以遷建#15 鐵桿及兩側架空線方式處理。

C. 69kV 梅湖~松林線共架 69kV 梅湖~新工線

依資料套繪結果顯示，此段共架架空線對本工程妨礙位於國一主線里程 STA. 82k+200 及#14 鐵塔，其中#14 鐵塔位於南下側高架橋規劃路線上。原則上將以遷建#14 鐵塔及兩側架空線方式處理。



D. 161kV 架空線

依資料套繪結果顯示，此段共架架空線對本工程妨礙位於拓寬里程 STA. 85k+560 及鐵塔，其中鐵塔位於南下側高架橋規劃路線上。原則上將以遷建鐵塔及兩側架空線方式處理。

E. 新竹交流道範圍內架空線

包括 69kV 新竹~龍明四路(國一主線里程 STA. 95k+320)、161kV 新竹-龍明山海線(國一主線里程 STA. 95k+720)、161kV 竹園-南湖、龍秀山海線(國一主線里程 STA. 96k+920)及 69kV 新竹~龍明一二路(國一主線里程 STA. 96k+960)等五段架空線將依測量電線懸垂高程確認對本工程妨礙程度。

(5) 自來水管

A. 自來水第二區管理處

STA. 73k+650~73k+840、73k+980~74k+180，W ϕ 100，妨礙南下側路堤段拓寬，永久遷移。

B. 自來水第三區管理處

a. STA. N76k+700~N77k+100，W ϕ 100，妨礙北上側路堤段拓寬，永久遷移。

b. STA. N88k+680~N89k+160，W ϕ 1350，妨礙北上側高架橋段，原則上以調整橋梁基礎位置、偏心基礎避開此段自來水管。

c. STA. S90k+030~S90k+450，W ϕ 1350，妨礙南下側高架橋段，原則上以調整橋梁基礎位置、偏心基礎避開此段自來水管。

d. STA. N90k+280~N90k+400，W ϕ 150，妨礙北上側高架橋段，永久遷移。

e. STA. S92k+780~N92k+840，W ϕ 300，妨礙南下側高架橋段，永久遷移。

f. STA. N93k+720~N93k+800，W ϕ 1000，妨礙北上側高架橋段，原則上以調整橋梁基礎位置、偏心基礎避開此段自來水管。

g. STA. S93k+860~S94k+120，W ϕ 600，妨礙南下側高架橋段，原則上以調整橋梁基礎位置、偏心基礎避開此段自來水管。

h. STA. S93k+950~S94k+040，W ϕ 400，妨礙南下側高架橋段，永久遷移。

i. STA. N93k+960~N94k+180，W ϕ 1000，妨礙北上側高架橋段，原則上以調整橋梁基礎位置、偏心基礎避開此段自來水管。



- j. STA. S96k+320~S96k+420，W ϕ 200，妨礙南下側高架橋段，永久遷移。
- k. STA. N96k+480~S96k+700，W ϕ 200，妨礙北上側高架橋段，永久遷移。
- l. STA. S104k+940~S105k+160，W ϕ 100，妨礙南下側路堤段，永久遷移。

3. 局轄管線處理原則

(1) 現況

高速公路主線兩側的局轄管線分別為北上側 4 管、南下側 9 管共溝管道，使用單位包括兩側的緊急電話、交控設施、ETC(遠通電收)管線。另租用南下側共溝管道計有中華電信公司長途電信分公司 1~3 管不等；台灣電力公司的電力通信處及台灣中油公司的資訊處電信所則各租用 1 管。

(2) 影響

本拓寬工程基本上規劃為沿著高速公路兩側以路堤、高架橋等方式拓寬，原佈設於高速公路兩側邊坡上的局轄管線將難免受拓寬工程之基礎結構影響。

(3) 處理原則

若路堤段及高架橋橋墩基礎工程施工位置之局轄管線採局部遷移時，將造成管道彎彎曲曲，電纜線接頭過多的狀態，對通信(電)品質影響巨大。因此，原則上工區範圍內的局轄管線以整段遷移方式辦理。

(4) 處理計畫

A. 既設管線

a. 臨時遷移

依高速公路拓寬、新增交流道等工程的標準作業程序，於設計階段，編列相關臨時遷移及復舊經費，交由施工廠商將工區涵蓋範圍內的局轄管線，以架空線型式臨時遷移至工區邊緣，除可避免因挖掘工作挖斷管道及纜線，造成交(儀)控設備訊息中斷，且可維護通信品質。

b. 復舊

於拓寬工程後期工區復舊階段，由施工廠商設計圖標示的局轄管線遷移數量復舊。



B. 新設管道

因應平面路段、高架橋路段之各類型之交(儀)控設備之需求及遠通電收股份有限公司、中華電信長途分公司、台電電力通信處及中油資訊處電信所等單位租用管道的需求，本工程新增交控管道設置原則如下：

- a. 平面拓寬段：比照五楊拓寬工程的設置，於南下側及北上側的方向各設置 16 管主幹管。
- b. 高架橋拓寬段：南下側及北上側各方向高架橋之內外側護欄內各設置 4 管，橋下平面路段之南下側及北上側各方向均設置 16 管主幹管。
- c. 繞行湖口營區路段
 - 平面路段及橋梁段：比照平面拓寬段於南下側及北上側的方向各設置 16 管為主管道。
 - 隧道段：整合隧道內路燈、機電、消防等設備用管，整體(共構)埋管於維修(緊急)步道結構內。本工程規劃於北上側及南下側各方向隧道之外側維修(緊急)步道下，各設置 22 管導線管管群及消防送水管 1 支，其中導線管的 2 支為路燈專用導線管(含備用管)，20 管則為交(儀)控專用管(含備用管)；另各方向隧道之內側維修(緊急)步道下，則預計設置 12 管導線管管群為隧道機電設備專用管。

C. 路堤段人、手孔之防竊瓶塞式 RC 水泥蓋板設置原則

- a. 為防止局轄管線電纜失竊問題，局轄管道佈設於路堤段人、手孔，均應設置防竊瓶塞式 RC 水泥蓋板，以防電纜失竊。
- b. 新建、擴充之人(手)孔埋設完成後，應由施工單位收測實際位置座標，並應登記造冊後，送交北、中交控中心控管。



4.10 照明工程

本計畫為有效的解決地區道路與國道的整體交通問題所執行之路段拓寬工程，亦為五楊高架道路之延伸，道路照明設置原則參照『部頒交通工程規範、局頒交通工程手冊-照明篇』及既設五楊高架工程慣例，原則以新增交流道區及轉接道路段設置照明，其餘路段屬安全性較高封閉之行車環境故不新設路燈，以兼顧行車安全、一致性用路體驗與經濟設備投資。

本計畫考量照明節能路燈之採用及發展智慧化能源管理裝置之預留空間及配管擴充，建議可依需求採用發光二極體(LED)節能燈具或發光效率高之高壓鈉氣燈具，未來可享受路燈自動開關及尖離峰亮度調整、路燈異常智慧化識別及自動回報、監測用電計量估算、燈具使用之相關資訊及人員巡修回報等即時回傳之效能。

4.10.1 依據法規及標準

1. 交通部頒「交通工程規範」(110年9月29日)
2. 交通部高速公路局頒「交通工程手冊-照明篇」(109年3月12日)
3. 國家標準(CNS)
4. 經濟部頒「用戶用電設備裝置規則」(110年3月17日)
5. 經濟部頒「輸配電設備裝置規則」(106年10月24日)
6. 台灣電力公司最新「營業規章」(108年2月18日)
7. 內政部頒「市區道路及附屬工程設計規範」(111年2月10日)

4.10.2 照明現況調查及分析

國道1號高速公路五楊高架道路自中壢轉接道以南至楊梅路段，兩側高架路段即無設置路燈照明，主線路段於行經交流道前後區間及人口稠密或都會區(湖口、新竹市區)設置路燈照明，使用路人在行經交流道路段，因應車道變化時有更安全的用路環境；本計畫亦配合於人口稠密或都會區加設路燈照明，避免高速公路鄰近大樓外牆照明溢光至路面，造成路段輝(照)度均勻度不佳，引起用路人行車之不適。



中壢轉接道段既設路燈



中壢-楊梅段高架無路燈

4.10.3 配置構想

新設路燈採用既設同款之燈桿，以求整體視覺美觀一致。本計畫擬新設路燈照明路段共五段說明如下：

1. 銜接五楊高架末端校前路跨越橋(71K)之交流道既設路燈，配合本計畫拓寬段向南延長布設約 300 公尺。
2. 湖口隧道內照明約 3000 公尺
3. 竹北轉接道(91K)上下游各 300 公尺。
4. 新竹系統交流道(99K)上下游各約 300 公尺。
5. 頭份端分流匝道上下游各約 300 公尺。
6. 人口稠密或都會區：湖口 83.0K~87.5K、新竹 93.2K~97K 等

4.10.4 設計標準

本計畫照明設計標準如下：

1. 高速公路主線及匝道路段照明設計標準：
 - (1) 平均照度不低於 15LUX
 - (2) 均勻度（最低照度/平均照度） $>1/3$
 - (3) 眩光限制（Threshold increment） $TI < 15\%$
2. 地區平面路段照明設計標準：
 - (1) 平均照度不低於 10LUX



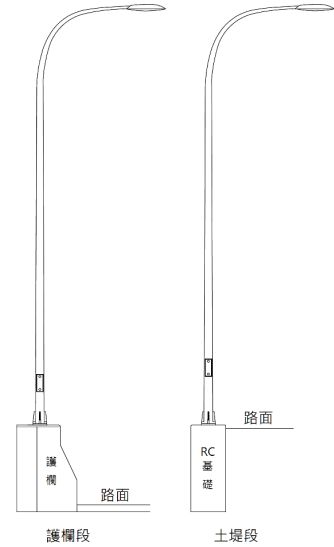
- (2) 均勻度 (最低照度/平均照度) >1/4
- (3) 眩光限制 (Threshold increment) TI<15%

3. 高速公路主線標誌照明設計標準：

- (1) 平均照度 300~500LUX
- (2) 均勻度 (最低照度/最高照度) >1/6



架空標誌照明示意圖



高速公路單臂型燈桿

4.10.5 照明設施

- 1. 燈桿及基礎：採用厚度 4.5mm 以上鋼板製成，熱浸鍍鋅，並能耐風力 60M/sec 之平均風速。
- 2. 燈具：採用適於國道照明之半遮蔽型或全遮蔽型燈具，防護等級 IP65 以上，附高功率安定器。
- 3. 燈泡：高速公路主線照明原則採用 250、150 瓦高壓鈉氣燈具或 LED 燈具，匝道採用 150 瓦高壓鈉氣燈或 LED 燈具。
- 4. 導管：護欄新設者，採用 PVC 管配合土建預埋於護欄內。護欄既設段則採不鏽鋼管明管貼於護欄外側，以避免破壞既有護欄。
- 5. 纜線：採品質穩定，適於屋外場所使用之交鏈聚乙烯 (XLPE) 600V 級電力電纜。



4.10.6 路燈配置方式

1. 新增匝道照明優先採用符合中華民國國家標準(CNS16069)高快速道路 LED 路燈規範且國內市售能採購到之 LED 燈具，並保留高壓鈉氣燈之使用權，設計階段再行依據最新法規、技術水平及機關需求評估採用。
2. 高速公路主線段：具採用 400W、250W、150W 高壓鈉氣燈或 LED 燈具，依道路條件作照度檢討後選定瓦數、桿高、桿距及布置方式。
3. 系統交流道匝道：採用單臂型 10M 燈桿，桿距 35M，單邊配置，150W 高壓鈉氣燈或 LED 燈具，並依道路條件作照度檢討後調整。
4. 架空標誌：250W 複金屬燈具。

4.10.7 配電方式

1. 採 1 ϕ 2W 220V 或 3 ϕ 4W 220/380V 包燈方式供電。
2. 依高公局及地方行政區域劃分路燈開關箱配置，使維管單位權責清楚，增進日後維護效能。
3. 接地系統依「用戶用電設備裝置規則」及「輸配電設備裝置規則」採第三種接地(<50 Ω)配置。
4. 每一電路對地絕緣電阻不得低於 10M Ω 。
5. 線路壓降：幹線 3%，分路 3%，合計<5%。



4.11 施工規劃及交通維持構想

4.11.1 分標規劃及施工計畫

現階段本計畫工程段依路段結構形式、工區管理、交通維持、介面協調、發包策略及計畫工期等條件，綜合評估進行分標規劃建議。初估橋梁工程規模控制在 40~250 億元左右。道路工程段，考量路堤回填土方工程受天候影響因素較大，工程規模控制在 35~40 億元之間。

施工標工期規劃主要考量係以工程類型及計畫工期兩者之管控為優先，其次考量工程介面、交通維持、工區管理及工程規模等條件，本計畫工程類型分配，全線前後以路工段為主，中間段為隧道段及橋梁段配置，橋梁段考量沿線環境現況，分別配置場鑄橋梁、預鑄橋梁、鋼橋等不同結構形式，另參考五楊段規劃經驗及工程類別，初擬分標規劃為 9 個土建標及 1 個交控標，評估整體計畫施工工期約為 80 個月，確切分標及工期評估將於細設階段依實際設計成果及招標當時狀況進行調整。9 個土建標分標規劃如表 4.11-1，初步排程詳圖 4.11-1。

表 4.11-1 施工工期及分標規劃表

標別	方向	起訖里程	長度 (M)	發包工程費 (億元)	工期 (月)
路工 1 標	南下線	71K+650 ~ 81K+286	9,636	40.15	36.5
路工 2 標	北上線	71K+700 ~ 81K+193	9,493	35.05	37.5
隧道標	南下線	81K+286 ~ 84K+910	3,624	171.77	80.0
	北上線	81K+193 ~ 84K+895	3,702		
橋工 1 標	南下線	84K+910 ~ 86K+426	1,516	42.08	37.0
	北上線	84K+895 ~ 86K+136	1,241		
	竹北轉接道(南下)	0K+266 ~ 0K+795	529		
	竹北轉接道(北上)	0K+000 ~ 1K+012	1,012		
橋工 2 標	南下線	86K+426 ~ 90K+891	4,465	146.25	48.5
	北上線	86K+136 ~ 90K+688	4,552		
橋工 3 標	南下線	90K+891 ~ 94K+398	3,507	250.67	70.0
	北上線	90K+688 ~ 94K+276	3,588		
橋工 4 標	南下線	94K+398 ~ 97K+527	3,129	70.66	45.5
	北上線	94K+276 ~ 97K+140	2,864		
	新竹系統交流道 南出匝道	0K+266 ~ 1K+200	934		
	新竹系統交流道 北入匝道	0K+000 ~ 0K+662	662		
	茄苳交流道	102K+040 ~ 103K+140	1,100		
路工 3 標	南下線	97K+527 ~ 106K+902	9,375	38.70	37.0
路工 4 標	北上線	97K+140 ~ 107K+009	9,869	40.31	41.0

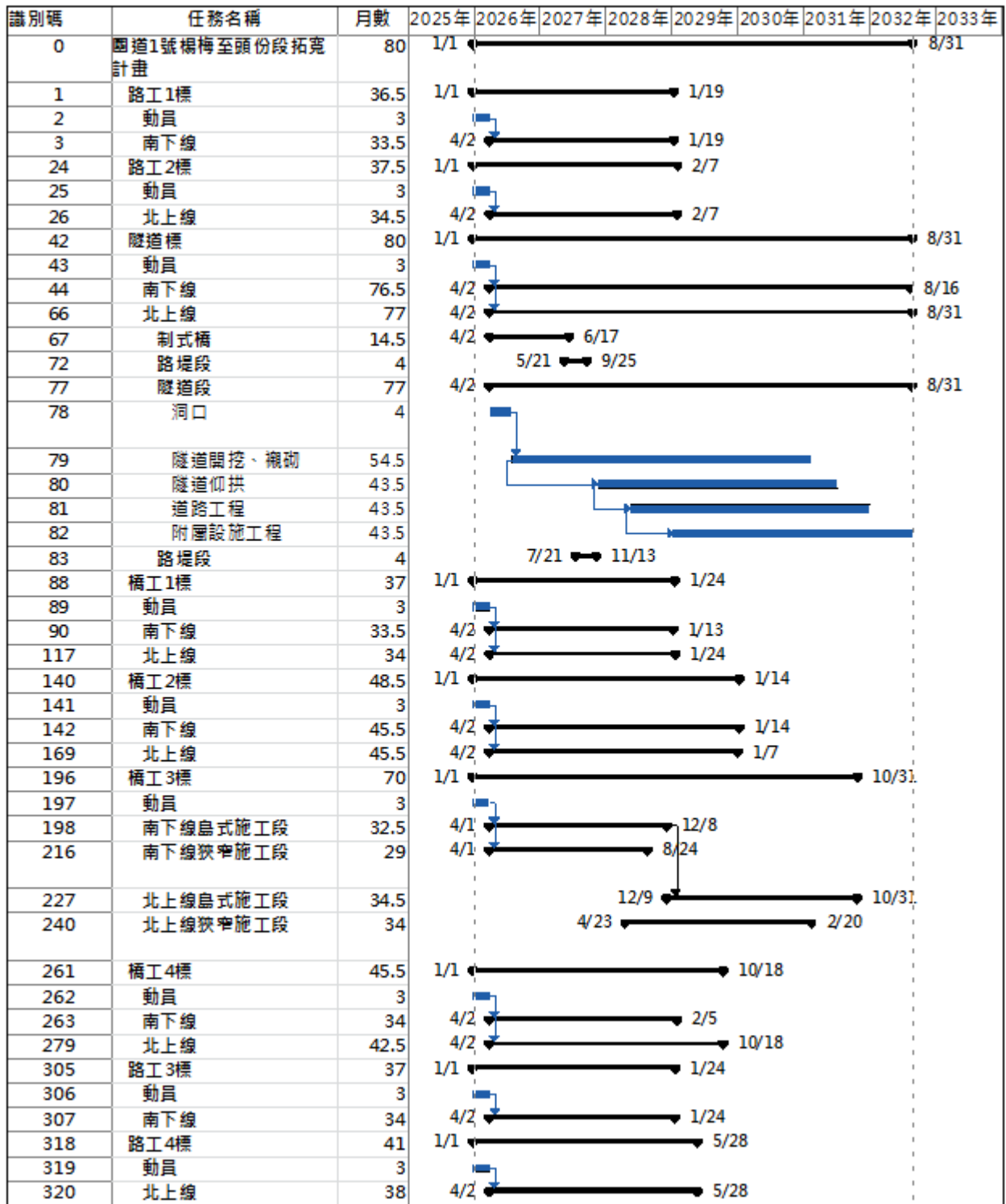


圖 4.11-1 施工分標排程



1. 主要施工機具、人力

本標段工程以橋梁工程、道路工程及隧道工程為主，其中橋梁工程配合自動化施工，主要施工機具有預鑄節塊吊裝工作車、場鑄支撐先進工作車、場鑄懸臂工作車及 TOP-DOWN 工作車外，其餘以採傳統場鑄施工為原則，主要工程項目場鑄施工機具、人力需求，參見表 4.11-2。

表 4.11-2 工程項目主要施工機具、人力一覽表

工程類別	施工項目	施工機具	配合人力(駕駛)
		【單一施工面預估需求數量】	
橋梁工程	基樁工程	挖土機【1】	1
		全套管開挖機組【1】	4
		吊車【1】	1
		混凝土預拌車【5】	5
	下構工程	挖土機【1】	1
		打樁機【1】	3
		傾卸卡車【3】	3
		混凝土預拌車【5】	5
		混凝土泵浦車【1】	3
		吊車【1】	1
	上構工程	混凝土預拌車【5】	5
		混凝土泵浦車【1】	3
		吊車【1】	1
	鋪面工程	壓路機【2】	2
		瀝青鋪面機【1】	3
		傾卸卡車【2】	2
灑水車【1】		1	
道路工程	路工工程	傾卸卡車【10】	10
		挖土機【1】	1
		推土機【1】	1
		鏟土機【1】	1
		壓路機【1】	1
		灑水車【1】	1
	鋪面工程	推土機【1】	1
		壓路機【2】	2
		瀝青鋪面機【1】	3
		傾卸卡車【2】	2
		灑水車【1】	1
隧道工程	隧道工程	履帶式鑽機【1】	1



工程類別	施工項目	施工機具	配合人力(駕駛)
		【單一施工面預估需求數量】	
		挖土機【1】	1
		動力鏟【1】	1
		傾卸卡車【10】	10
		混凝土拌合機【1】	4
		噴漿機【1】	3
		送風機【1】	1
	鋪面工程	推土機【1】	1
		壓路機【2】	2
		瀝青鋪面機【1】	3
		傾卸卡車【2】	2
		灑水車【1】	1

施工機具可為承包商自有、租用、工程分包、協力廠商與材料供應商分別擁有等情況，惟各施工機具應符合本局相關規範之要求，經檢驗合格、登錄後使用。施工人力依上表所列，配合工作面展開及鋼筋、模板等專業工班需求規劃，可為承包商本身人員、點工人員、工程分包與協力廠商、材料供應商等成員組合。施工人員應以具有專業施工經驗為優先考量，以免因經驗不足導致施工成果不良、重複施工情形。

2. 施工場地規劃

本標施工場地以工程路權範圍及施工圍籬區內為主，受限於帶狀路權狹隘，施工所需臨時設施，諸如工地辦公室、監工房舍、機具修護保養場及材料堆置加工場，承包商需考量路幅外以租地方式設置，同時根據工地配置計畫，擬定臨時設施場地，送交業主審核，臨時設施用地區位應由承包商於施工用地附近自行做通盤的考慮後再詳加規劃。

3. 主要材料需求及料源規劃

本計畫工程大宗材料主要為鋼筋、鋼料、水泥混凝土及瀝青混凝土。依據 2021.9 營建物價所述，目前鋼筋的自給率均大於 100，表示目前鋼筋原物料之供給無虞。水泥混凝土及瀝青混凝土亦由於水泥、瀝青、砂石等原料無缺，供應無虞。近半年國內鋼品原料價格受國際鋼品原料及市場需求影響，國內鋼品價格亦呈現上揚，截至目前為止供應無虞。

本計畫工程屆時施工階段短期會有大量需求，應考量國內其他工程推動之排擠效應，提前因應備料之準備，以避免影響工進。

4. 施工道路規劃

本計畫施工標各路段施工道路規劃，原則上出入工區除銜接沿線既有橫向道路外，工區範圍內則以縱向銜接工區之施工道路或便橋設置為主。平面道路拓寬段之施工便道設置以拓寬路幅範圍內用地設置相對單純，橋梁段施工道路，則需考量施工機具操作空間、車輛運輸動線及基礎開挖、上構橋梁施工等相互影響，在有限之工區寬度範圍內，維持工區範圍內車



輛運輸動線通暢，是為首要考量，機具操作空間或基礎開挖等施工範圍較大需求，若影響運輸動線則需考量施作程序或於開挖範圍局部架設施工便橋，以維持運輸道路通行需求。

計畫範圍內施工道路設置及施工空間需求關鍵路段仍以新竹路段為最，由於國道主線及匝道交通維持需求，工區出入無論動線或時段均受到極大限制，估採常態性運輸道路設置規劃，則工區範圍需求較寬，將壓縮主線車道數，對交通衝擊過大，尤其對一般用路人或施工人員、車輛均有極大不確定之危害因素，較不建議。本路段將評估風險較低之施工道路規劃，利用自動化施工機具進行施工，初步評估新竹段國道與集散道路間島式工施工，或可引進 TOP-DOWN 先進施工理念，進出動線避開國道與集散道路，降低國道交通影響及施工風險，並協請自動化 TOP-DOWN 施工機具專業廠商協助以確認可行性、合理性。

湖口隧道段兩側洞口均位於山坡地範圍，坡度落差較大，施工道路之開闢需配合地形採之字形便道或局部設置便橋克服地形高差，以利隧道施工及土方運輸需求。

4.11.2 交通維持構想

本工程施工期間依據計畫路線橋梁墩柱分布位置，沿線工區可分為位於中山高路外段及中山高主線段，中山高路外段主要為施作橋樑墩柱工程，工區位於中山高車道兩側，於施工期間對於中山高主線車道影響程度較低；中山高主線段為施作橋樑墩柱基礎工程，因墩柱基礎位於主線或匝道位置，因此施工期間需針對主線或匝道車道進行交通維持措施，以維持施工期間主線或匝道車道通行，藉以降低施工造成之交通影響，各工區交通維持說明詳見表 4.11-3。

表 4.11-3 施工交通維持說明

位置		工區位置	國 1 主線影響程度	交維方式
中山高路外段		墩柱工區位於主線外側	不影響主線車道	中山高兩側路外施工
中山高主線段	高鐵橋下路段	主線中央分隔島	影響主線	利用外側拓寬施作臨時車道，分階段調整車道
	新竹路段	墩柱工區需佔用路肩空間	影響主線或匝道路段	依據工區寬度需求，縮減車道、路肩寬度，必要時臨時調整中央分隔島

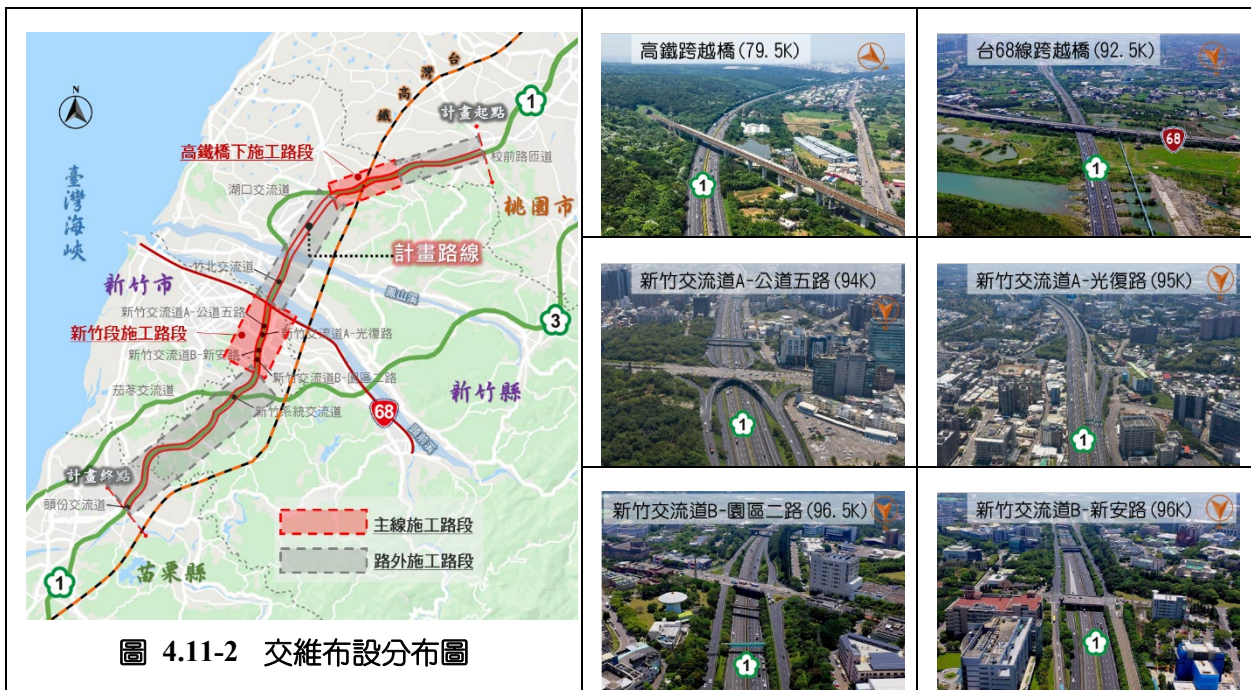


圖 4.11-2 交維布設分布圖

1. 中山高路外段

部分路段主線外側淨寬不足 18 米部分，可參考目前汐止五股高架段三重路段實際配置案例，高架橋墩盡量緊貼護欄外側，施工期間則透過縮減車道及路肩寬度，以爭取足夠之施工空間，並局部退縮新增路權，以降低對於既有建物影響。如圖 4.11-3 所示。

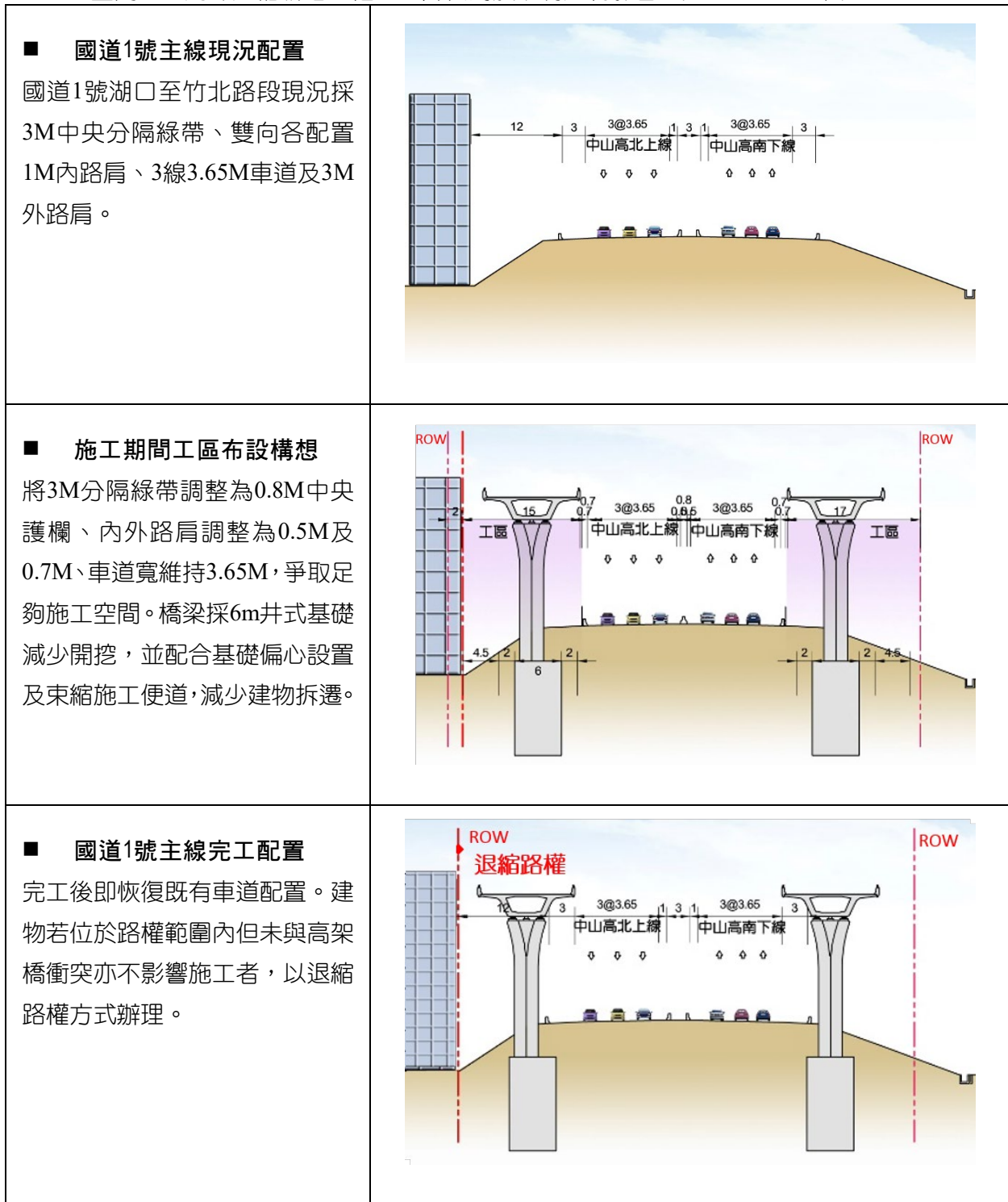


圖 4.11-3 中山高路外段施工交維斷面圖

2. 中山高主線段

(1) 高鐵橋下路段

國道1號北上線 79K+200~80K+400 為調整車道寬為 $5 \times 3.65\text{m} + 3.0\text{m}$ 路肩，需進行既有中央分隔島寬度調整，由原 2.5 公尺調整至 0.8 公尺，交維採兩階段施作：中央分隔島施工期間，工區占用主線車道中央，施工路段車道需進行調整。



圖 4.11-4 高鐵橋下施工路段平面圖

(2) 施工影響

- 中央分隔島施工期間，工區占用主線車道中央，施工路段車道需進行調整。

(3) 採分階段施工

- 第一階段先行施作北上線外側拓寬，以作為施工期間臨時車道使用
- 第二階段於外側臨時車道完成後，作為臨時車道維持既有車道數，維持主線車輛通行，進行中央分隔島工程施作。

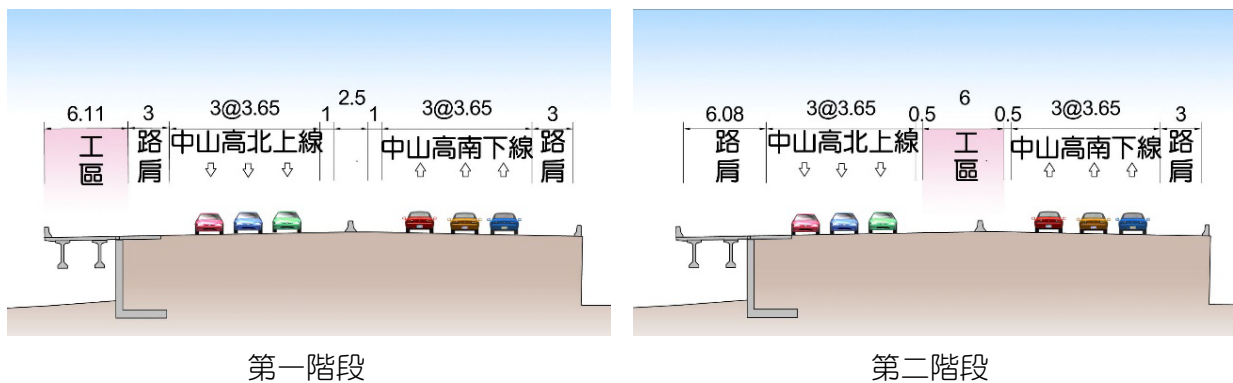


圖 4.11-5 高鐵橋下施工兩階段交維斷面圖



3. 新竹路段

維持國道1號主線、集散道路及匝道既有車道數。主線車道寬度為3.65M，內路肩最小為0.5M，外路肩最小為0.7M。為提供既有車道容量，主線南北兩側需採半半施工。主線里程94K+200~95K+500處之中央分隔需調整以利主線車道偏移。

受墩柱基礎施工影響，既有新安路北入匝道、光復路北出匝道需臨時封閉，封閉期間於95K+400處設置臨時光復路北出匝道，於95K+800處設置臨時園區二路北入匝道。位於臨時匝道處墩柱則調整工序，於匝道調整回原動線後再行施作。

避免加重施工路段交通負荷，配合先進交管策略，透過即時路況發布，導引園區車流利用地區道路工業東三路-園區一路-光復路作為替代道路，導引車輛使用光復路匝道北上國道。

本計畫據橋梁墩柱基礎配置位置，檢討新竹路段自公道五路至園區二路之間4處代表斷面里程位置，分別為94K+400、95K+300、95K+730、96K+180(詳見圖4.11-6)，各斷面交維配置如後說明。



圖 4.11-6 新竹段交通維持總平面圖

(1) 公道五路至光復路-94K+400

A. 路線說明：計畫路線於公道五路至光復路間於主線與集散道路實體分隔處立墩。

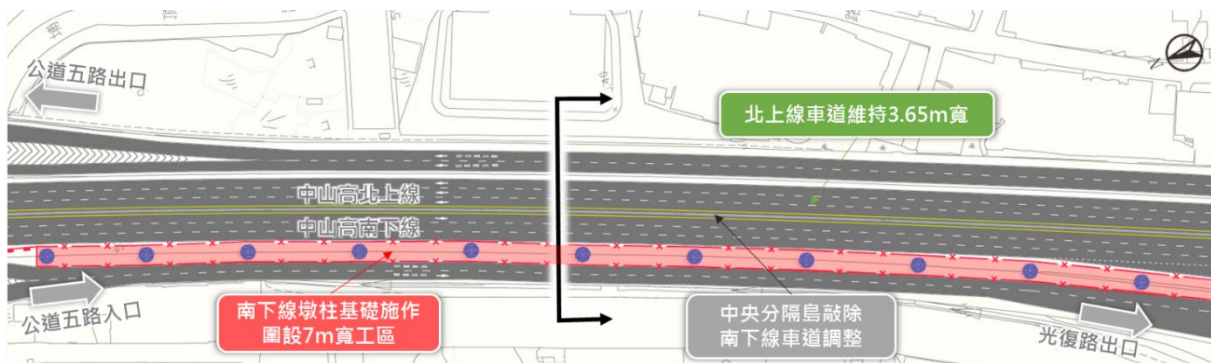


南下配置：主線三車道、集散道路二車道

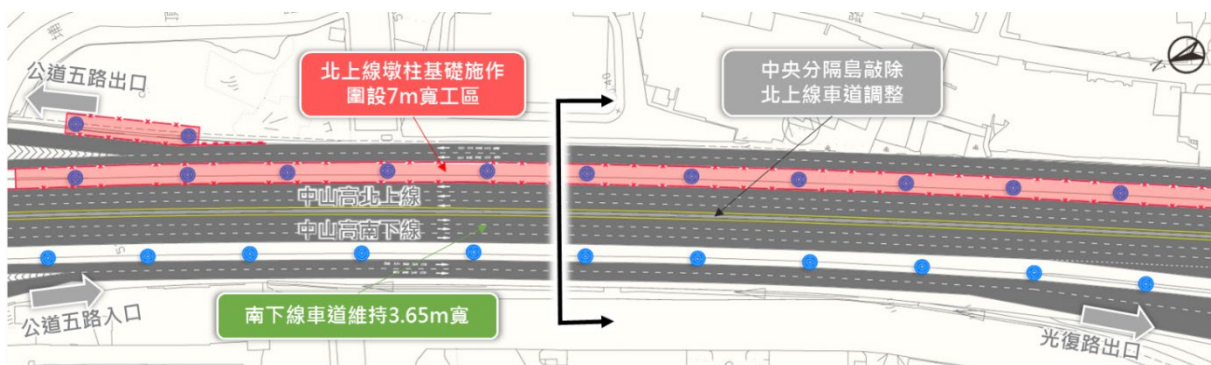


北上配置：主線三車道、集散道路二車道

B. 交維期間平面工區及車道配置：採二階段施工，工區淨寬以 7M 配置。施工期間利用中央分隔及路肩進行車道調整，以維持主線及集散道路車道數。



第一階段南下線施工



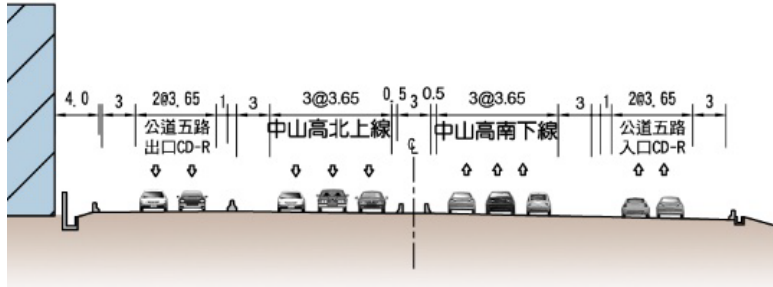
第二階段北上線施工

圖 4.11-7 公道五路至光復路間(94K+400)兩階段交維平面圖

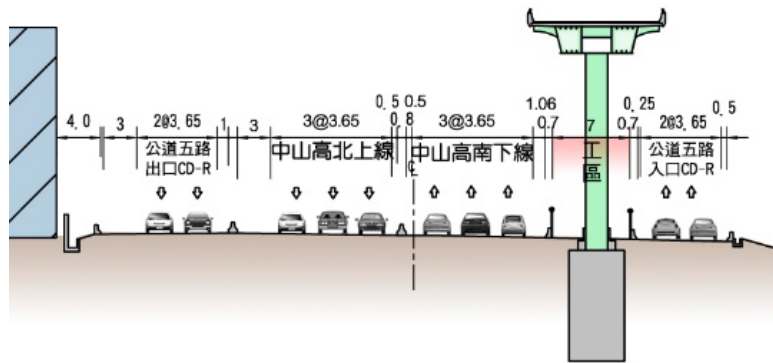
C. 交維期間車道斷面調整配置：本路段施工期間分階段圍設南下線與北上線工區，施工期間仍可維持既有車道數(主線三車道、集散道路二車道)，各車道 3.65M 寬配置，各階段斷面配置說明如下。



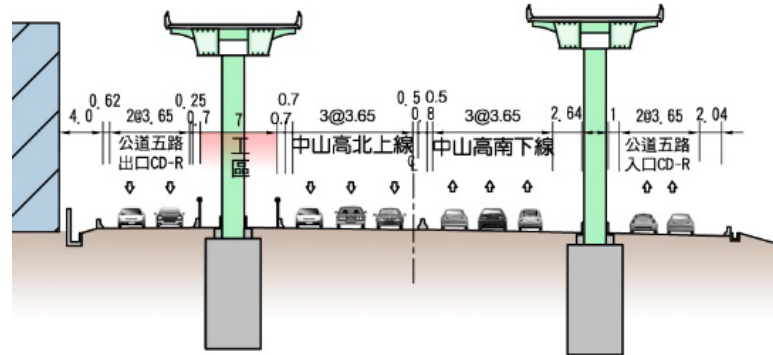
- 現況車道断面：國道主線雙向各三車道(3.65M)配置，兩側CD-R各為二車道(3.65M)配置



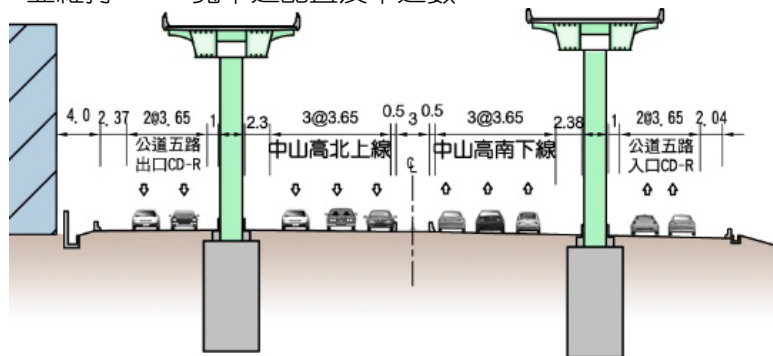
- 第一階段施工車道断面：進行南下線墩柱基礎施作，圍設7m施工空間，利用中央分隔帶偏移，及縮減路肩寬度，維持主線3.65M車道寬及既有車道數。



- 第二階段施工車道断面：進行北上線墩柱基礎施作，圍設7m施工空間，利用中央分隔帶偏移，及縮減路肩寬度，維持主線3.65M車道寬既有車道數。



- 完工車道断面：復舊後國道主線與兩側匝道間新設橋梁墩柱，主線縮減路肩寬度，可維持既有車道數，並維持3.65M寬車道配置及車道數。



(2) 光復路至新安路 - 95K+300

- A. 路線說明：計畫路線於國道主線與兩側集散道路間實體分隔及地區道路(大學路51巷)落墩。



南下配置：主線三車道、匯入CD-R一車道，高架CD-R二車道

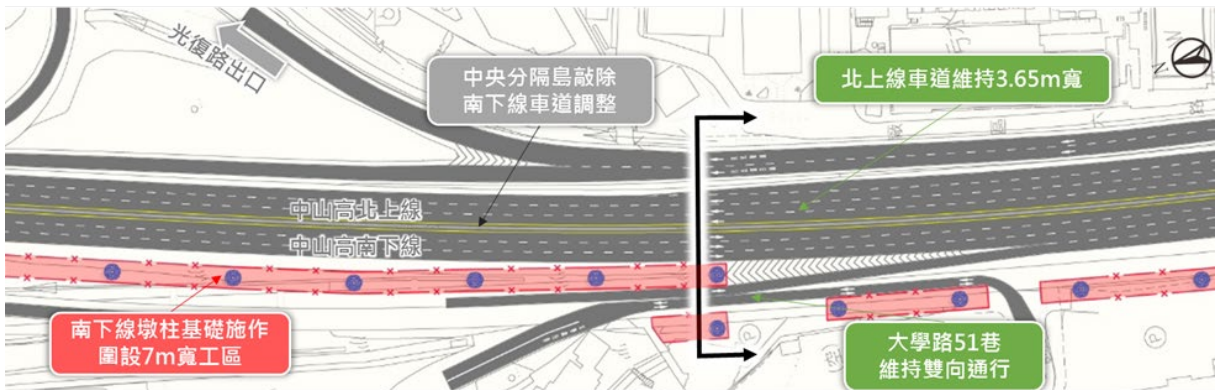


北上配置：主線三車道、出口CD-R二車道

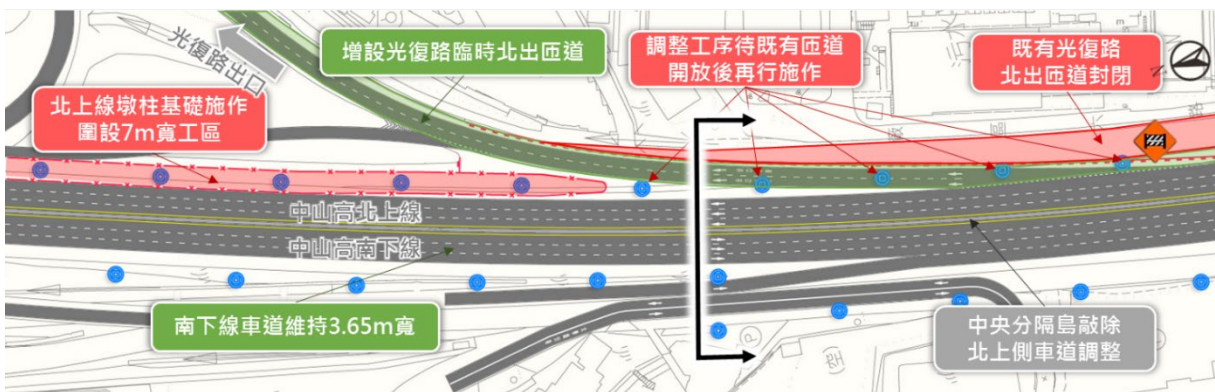


南下線外側地方道路雙向二車道(大學路51巷)

- B. 交維期間平面工區及車道配置：採二階段施工，工區寬度以淨寬 7M 配置。本路段北上線集散道路施工期間因上游出口地下箱涵封閉，需於 95K+400 處設置光復路北出臨時匝道作為替代使用，請見圖 4.11-8 所示。



第一階段南下線施工



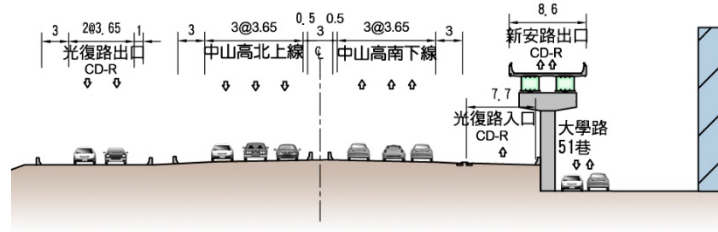
第二階段北上線施工

圖 4.11-8 光復路至新安路間(95K+300)兩階段交維平面圖

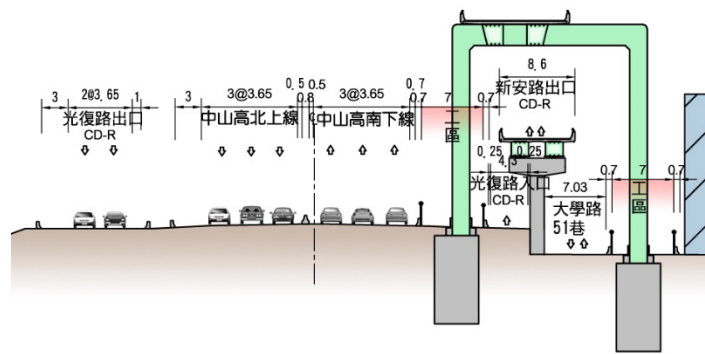
- C. 交維期間車道調整配置：本路段各階段断面配置說明如下。



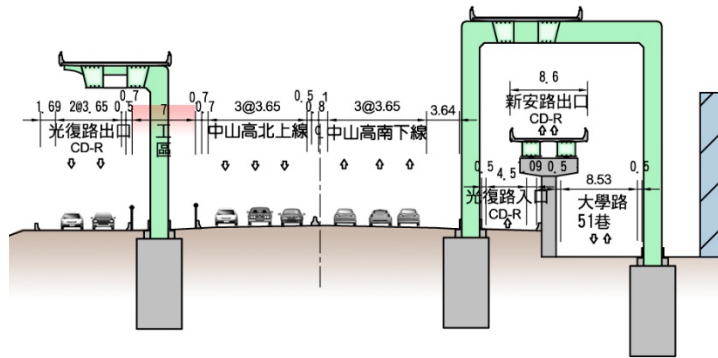
- 現況車道断面：國道主線雙向各三車道(3.65M)配置，南下線匯入CD-R為1車道(4.5M)配置，高架CD-R為2車道(3.65M)配置，北上線CD-R為2車道(3.65M)配置。



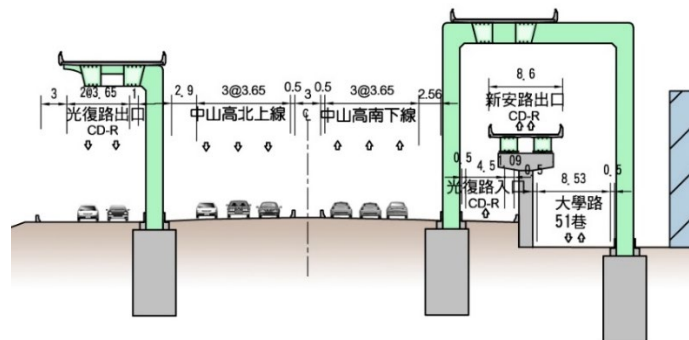
- 第一階段施工車道断面：進行南下線墩柱基礎(雙柱門架式)施作，分別圍設7m施工空間，縮減中央分隔及路肩，仍可維持主線3車道(3.65m)、CD-R1車道(4.3m)。地區道路可維持雙向車道供車輛通行。



- 第二階段施工車道断面：進行北上線墩柱基礎施作，圍設7m施工空間，北上線縮減路肩，仍可維持3.65M車道，維持既有車道數，主線南下恢復既有車道數配置。



- 完工車道断面：復舊後國道主線與兩側集散道路間新設橋梁墩柱，主線及集散道路縮減路肩寬度，可配置3.65M車道寬，維持既有車道數。地區道路維持雙向車道配置。



(3) 光復路至新安路 - 95K+730

- A. 路線說明：里程 95K+700 處位於光復路至新安路之間，南下線於主線外側用地落墩，北上線與地下道箱涵共構立墩。



南下配置：主線三車道、入口CD-R一車道、出口CD-R二車道



北上配置：主線三車道、出口CD-R二車道

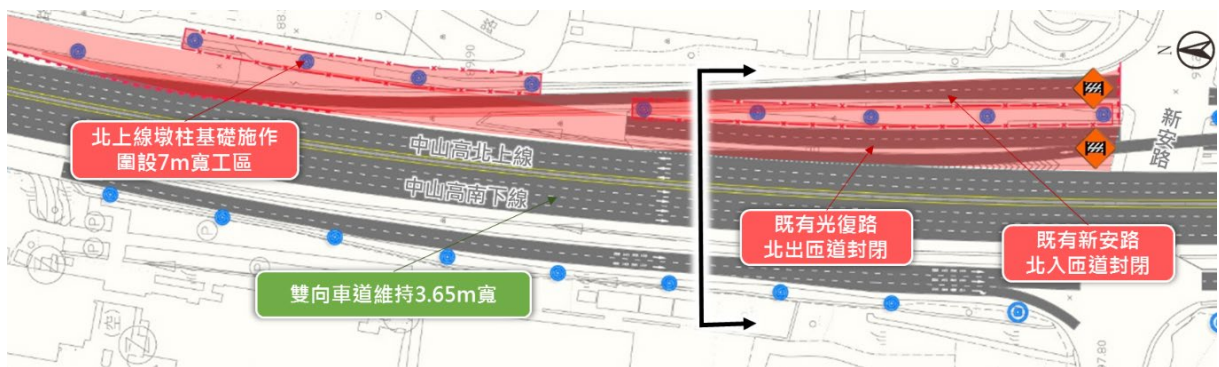


新安路北上入口CD-R為一車道配置

- B. 交維期間平面工區及車道配置：配合全線交維策略採兩階段施工。南下線於主線外側施工，北上線則與地下道箱涵共構，施作期間需封閉新安路入口匝道及光復路出口匝道，均需規劃替代動線以維持用路人需求，請見圖 4.11-9 所示。



第一階段南下線施工

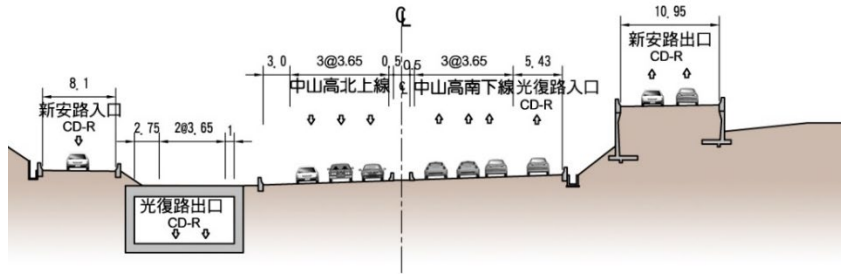


第二階段北上線施工

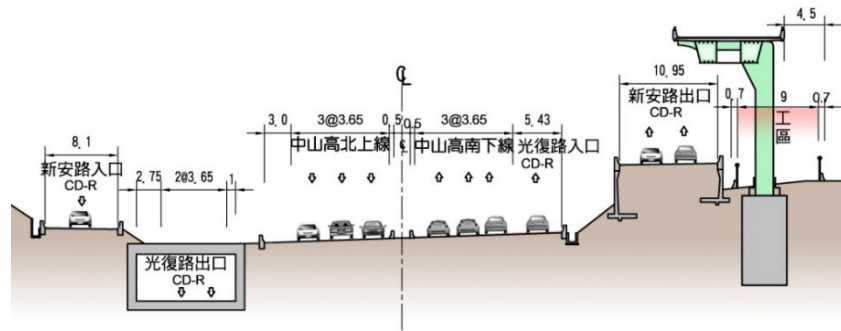
圖 4.11-9 光復路至新安路間(95K+730)兩階段交維平面圖

C. 交維期間車道調整配置：本路段各階段断面配置說明如下。

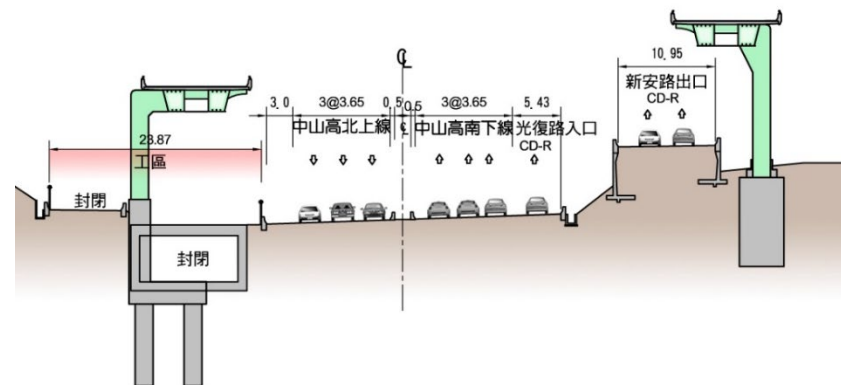
- 現況車道断面：國道主線雙向各三車道(3.65m)配置，南下線出口CD-R為2車道(3.65m)配置，北上線出口CD-R為2車道(3.65m)配置、入口CD-R為1車道(4.5m)配置。



- 第一階段施工車道断面：進行南下線墩柱基礎施作，於主線外側用地設置，採路外施工方式，國道主線及匝道不受影響。

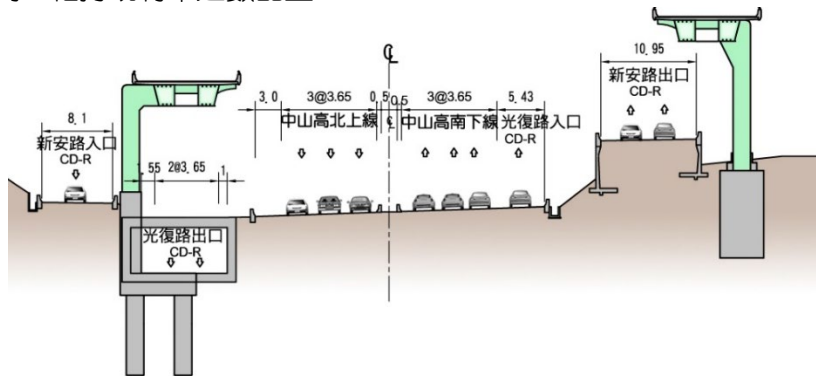


- 第二階段施工車道断面：進行北上線墩柱基礎施作，施工期間封閉新安路北上入口匝道及光復路北上出口匝道，維持主線3車道(3.65m)配置，南下車道維持現況配置。





- 完工車道断面：復舊後主線雙向維持現況車道配置，北上線匝道受新設墩柱影響，縮減匝道路肩空間，維持既有車道數配置。



(4) 新安路至園區二路 - 96K+180

- A. 路線說明：路線於新安路至園區二路之間，南下線於主線外側用地立墩，北上線於主線及側車道間邊坡立墩。



南下配置：主線三車道，入口CD-R一車道

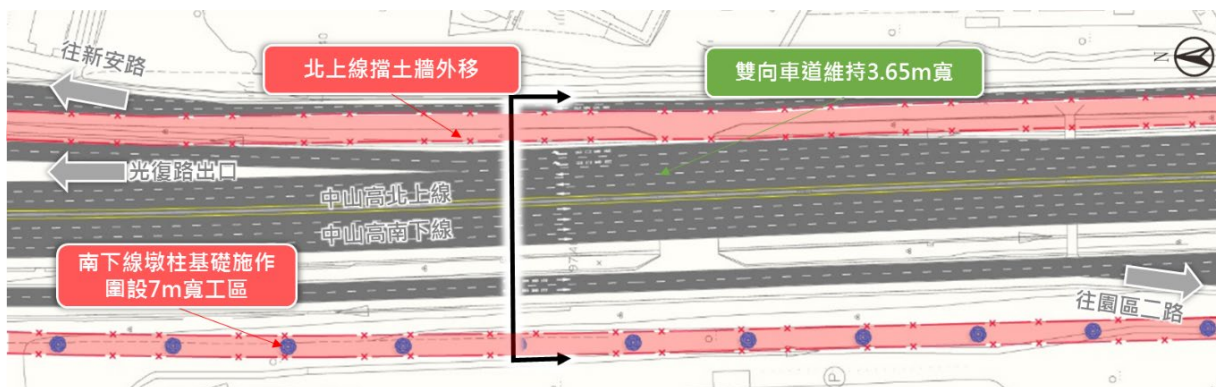


北上配置：主線三車道、出口CD-R二車道

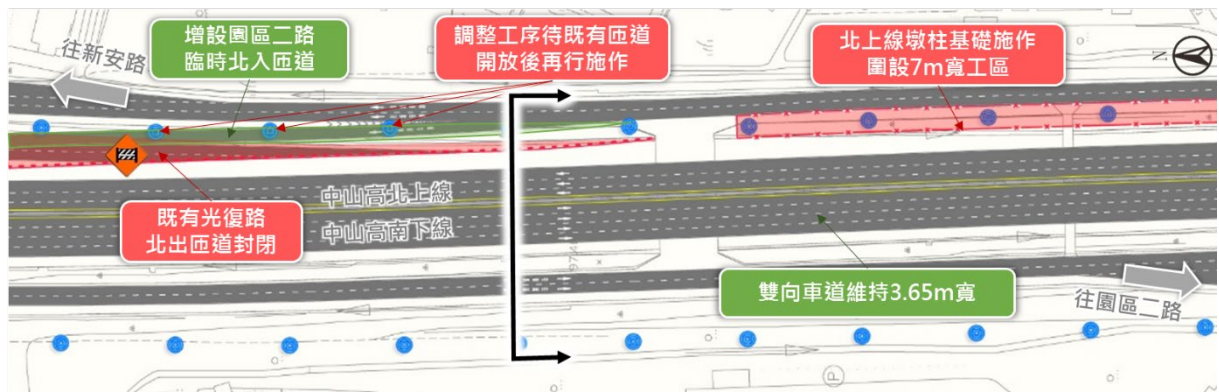


北上側車道：二車道

- B. 交維期間平面工區及車道配置：本路段配合全線交維採二階段施工。南下線於主線外側路外施工，北上線於主線及側車道間邊坡圍設工區。於 95K+800 處北上線設置園區二路北入臨時匝道，供新安路北入匝道封閉期間使用，請見圖 4.11-10 所示。



第一階段南下線施工

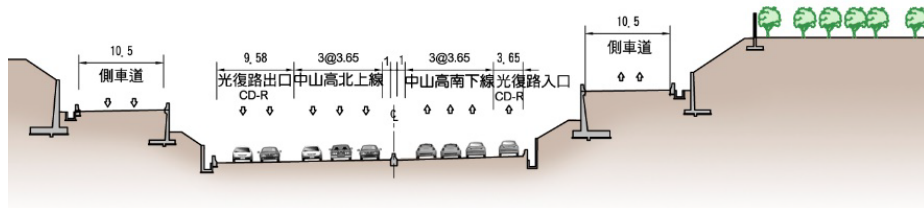


第二階段北上線施工

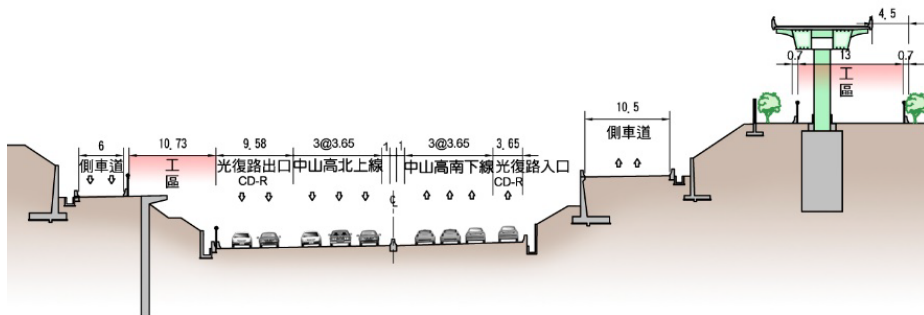
圖 4.11-10 新安路至園區二路間(96K+180)兩階段交維平面圖

C. 交維期間車道調整配置：本路段各階段断面配置說明如下。

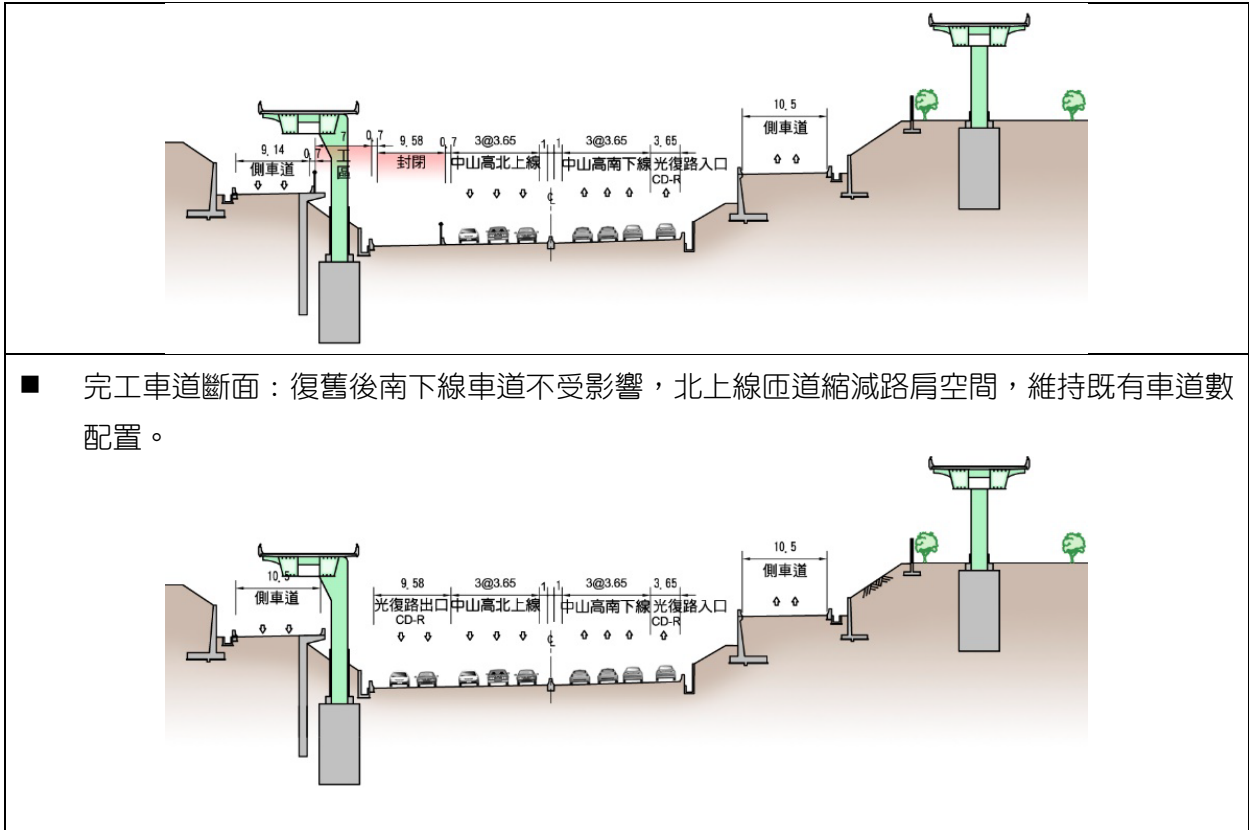
- 現況車道断面：國道南下主線三車道(3.65m)、入口CD-R一車道(3.65m)、側車道二車道配置，北上主線三車道(3.65m)、出口CD-R二車道(3.65m)、側車道二車道配置。



- 第一階段施工車道断面：進行南下線墩柱基礎施作，於側車道外側用地設置，採路外施工方式，國道主線及匝道不受影響。北上線進行擋土牆外移工程，外側側車道為2車道配置。



- 第二階段施工車道断面：進行北上線墩柱基礎施作，圍設7m施工空間，封閉光復路出口匝道，側車道縮減路肩空間，仍可維持2車道配置，主線車道不受影響。



4.11.3 土石方處理

1. 土石方數量估算

本計畫工程土石方產出以橋梁段基樁、基礎及井基開挖及隧道段挖方為大宗，路堤段以擋土牆挖方、路堤填方為主，現階段初步概算工程土石方挖填平衡後，剩餘土石方約 116.0 萬立方公尺，詳表 4.11-4。

表 4.11-4 土石方資源統計表

工程名稱	工程項目	挖方(萬 m ³)	填方(萬 m ³)
路工工程	路堤	82.63	111.13
隧道工程	隧道	124.08	0.36
橋梁工程	橋梁	32.44	11.66
餘土方		116.0	

2. 土石方處理方式

現階段工程剩餘土石方再利用方式詳如表 4.11-5。

表 4.11-5 工程剩餘土石方資源再利用方式

土石方分類	適宜的利用方式	說明
第三 砂岩	破碎後作為碎石骨材用、填方料	可售予砂石業者，工程本身可直接利用。僅需購置破碎及篩分設備即可生產。



紀 沉 積 岩	砂頁岩	直接供作填方料用	工程本身可直接利用。 未能處理的部分，暫存於土方處理場或土方堆置場。
	頁岩、泥岩	與其他材料混合可供填方用、 與粘土伴合供磚窯業用	未能處理的部分，暫存於土方堆置場。風化頁岩可售予磚窯業者。
未 固 結 沉 積 物	沉泥及粘土	處理後可供填方利用、磚窯業	本類土方需處理後才能利用，處理方式包括： 填方利用：需固化或脫水處理 磚窯業：與其他土方混合
	砂及粉砂	細骨材料、級配、填方	目前砂石業願收購、工程本身可直接利用，作為細骨材利用時需洗選設備。
	礫石、砂質礫石	骨材利用	北部地區砂石場會高價購買。 生產骨材時需有碎解洗選設備。
	風化岩屑	園藝、農業用土、填方	可直接利用。 需求量大於供應量，無棄土問題。
	岩塊、礫石、碎石、砂土混合物	依據堆積物的組成而異，大多可作為良好的填方料	可直接利用。 未能處理的部分，暫存於土方堆置場。

計畫範圍內剩餘土石方初步建議優先依「公共工程及公有建築工程營建剩餘土石方交換利用作業要點」規定，申報撮合交換，其次運往民營土資場去化。計畫範圍包含桃園、新竹及苗栗等縣市，現階段相關縣市土石方資源處理場調查統計如下表 4.11-6，後續規劃設計階段或工程施工階段應持續對公共工程交換資訊及土資場處理量進行評估調查，以符實際。河川區域內施工剩餘土石方建議依據經濟部「申請施設跨河建造物審核要點」第十五條(一)規定之就地攤平處理。

表 4.11-6 計畫範圍鄰近縣市土資場統計表

縣市	家數	核准處理總量	剩餘處理總量	核准(年)加工 轉運量	填埋量	
					核准	剩餘
桃園市	12	489	489	489	0	0
新竹市	5	367	367	367	0	0
新竹縣	11	1855	1561	1533	322	28
苗栗縣	11	552	484	428	124	56

(單位:萬立方公尺)

計畫全線路工標、隧道標及橋工標，標內挖填再利用後，均或有餘方及借方處理需求，後續階段應優先對計畫內各施工標土方平衡調度再做詳細評估，另針對公共工程交換、合法土資場收容及其他處理方案(例如台北港回填、有價料廠商價購等)，均將納入評估，以發揮綠營建廢棄物再利用，並達到節省公帑。

3. 土方暫置區規劃

考量本計畫各施工標出土及填土作業時程配合及級配調整所需，橋梁標、隧道標基本上為棄土工程，原則上初期餘土量採即挖即運進行土方交換或土資場，中後期出土配合路工標需求進度適時供給及運至路工標暫置區暫置。故路工標應考量回填土方暫置需求，暫置區規



劃以鄰近工區可銜接地方道路之平坦開闊用地為首選，用地選擇以非都區優先，用地需求屬施工期間臨時使用，考量未來工程用地取得時，遴選之用地應避免可能進行相關開發計畫用地，初步建議區位均為非都區私人所屬之農牧用地，現況以旱田、水田為主，用地面積約0.6~1.0公頃，如圖 4.11-11 所示。後續設計階段需再行評估建議及編列相關費用，施工階段由廠商自行覓地協議租賃使用。

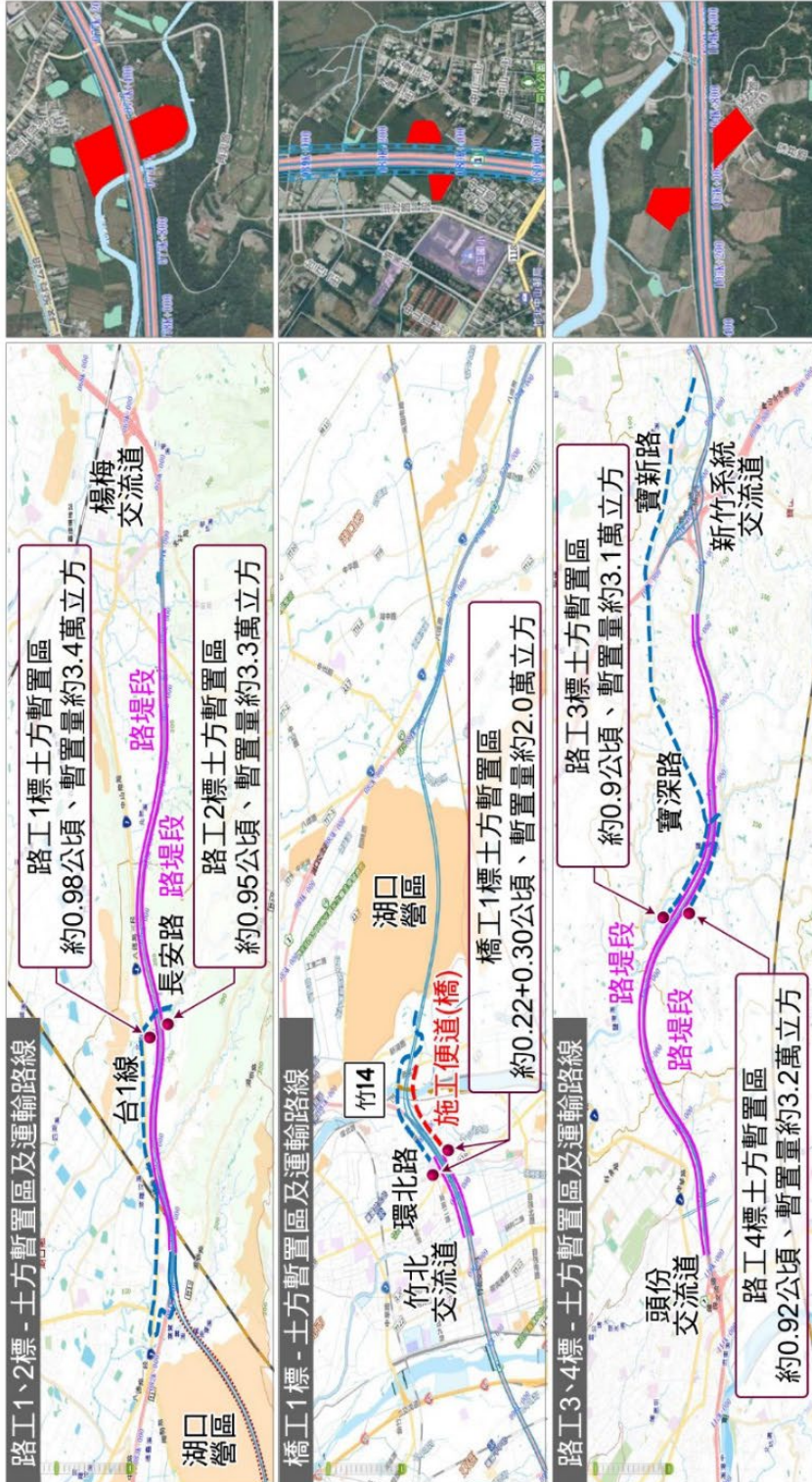


圖 4.11-11 路工標土石方暫置區位及運輸路線



本計畫所需臨時使用之土方暫置區為私有土地，私有土地採協議租用方式概估，其費用概以周邊實際交易市場平均租賃價格為基準，考量基地周邊市場交易日期及市場樣本數少，依現今市場價格調整後，概估暫置場取得費用，實際租用費用依所有權人協議價格為主。

本案土方暫置區設置於路段三處並依南下北上分別設置，路工 1、2 標用地面積約為 1.93 公頃，租用費用約用地取得費用約為 4,642,800 元/年；橋工 1 標用地面積約為 0.52 公頃，租用費用約用地取得費用約為 3,602,400 元/年；路工 3、4 標用地面積約為 1.82 公頃，租用費用約用地取得費用約為 2,839,200 元/年，詳參表 4.11-7。

表 4.11-7 土方暫置區用地經費表

基地編號	路段	使用分區	使用現況	所有權人	面積 (ha)	公告土地現值(元)	租用單價 (元/年)	租用用地費(元/年)
路工 1、2 標	北上	特定農業區農牧用地	農地、空置地	私有	0.95	1,700	204	1,938,000
	南下				0.98	2,300	276	2,704,800
橋工 1 標	北上				0.30	4,800	576	1,728,000
	南下				0.22	7,100	852	1,874,400
路工 3、4 標	北上				0.92	1,300	156	1,435,200
	南下				0.90	1,300	156	1,404,000
總計					4.27			11,084,400

備註：公告土地現值係參採 112 年公告價格。

4.11.4 預鑄場規劃

1. 預鑄場設置構想

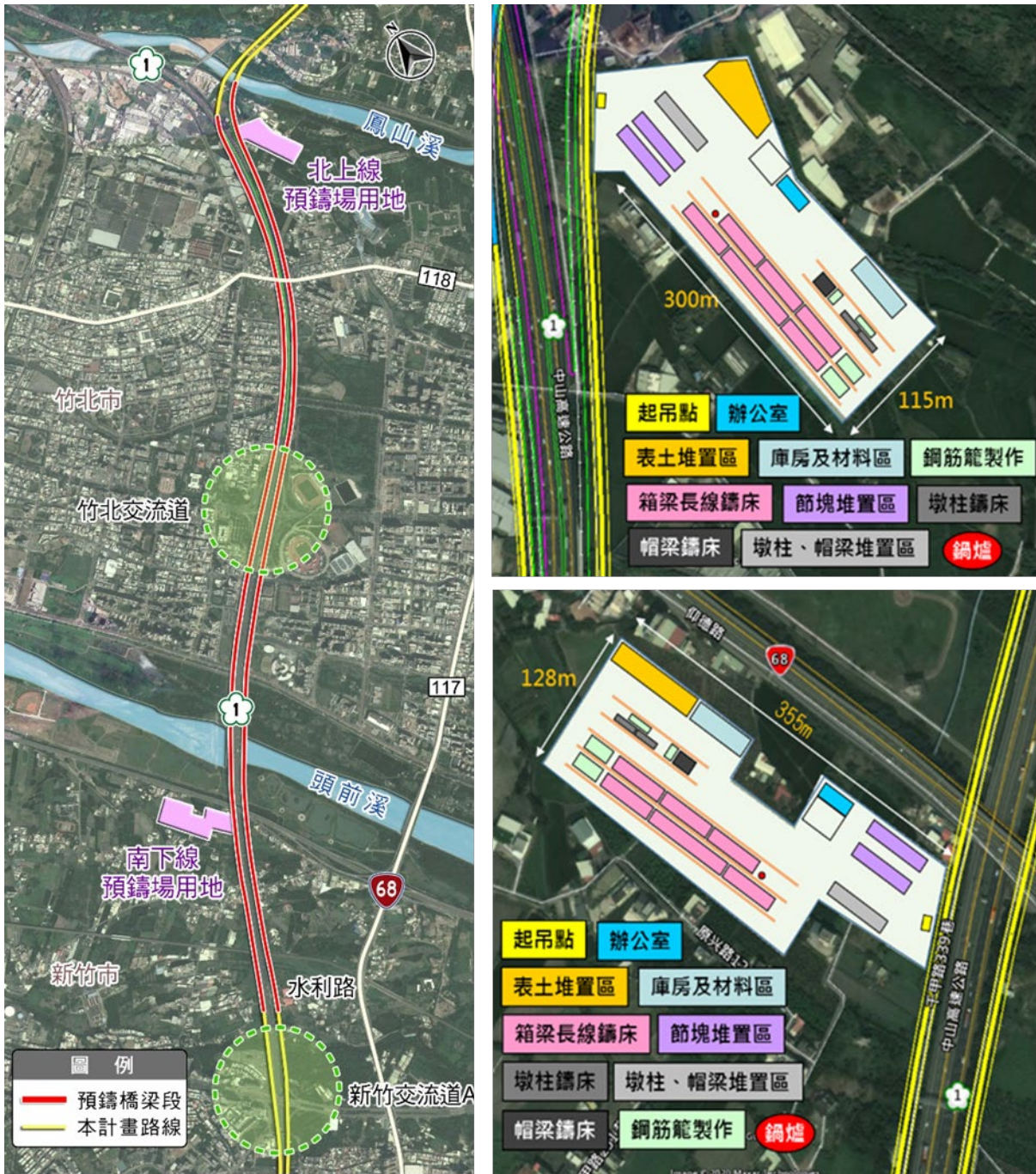
本計畫橋工 2 標規劃採預鑄節塊結構形式，配合路段周遭環境及土地使用現況，節塊預鑄場地南北分設二處。考量預鑄工法所需之預鑄場用地需求屬施工期間臨時使用，使用特性非屬長久性，宜優先以鄰近計畫範圍、具可供通行之既有道路、低密度開發、基地規模達 3 至 4 公頃以上之土地為預鑄場遴選原則。基於考量未來工程用地取得時，遴選之用地應避免已進行相關開發計畫，現階段初步評估二塊私有地作為預鑄場可能使用用地，後續設計階段再行考量徵、租用之適用性以符實際，詳下圖 4.11-12。



圖 4.11-12 預鑄場用地權屬及位置示意圖

2. 預鑄場配置

本路段除預鑄箱型梁節塊外，亦規劃預鑄橋墩及帽梁。節塊預鑄製作方法分短線鑄造及長線鑄造。長線鑄造較短線鑄造雖需增加整體預鑄場用地約 10~20%，然依過往施作經驗，以品質精度作為優先考量，本路段箱型梁建議採用長線鑄造法生產。預鑄節塊配合吊裝設備能量、運輸道路條件採 2m~3m 規劃節塊單元（重量控制約 60T）。初步評估預鑄場配置包括，一般跨徑長線鑄床 3 床、中長跨徑長線鑄床 1 床、墩柱及橋墩鑄床各 1 床，其餘各節塊堆置區、起吊點、材料及加工區、表主堆置區、辦公室，以及區內運輸等，每處需約 3-4 公頃用地，初步規劃配置參見圖 4.11-13。



3. 預鑄廠用地取得方式及費用

(1) 臨時使用土地之取得方式

臨時使用之公有土地，依非都市土地使用管制規則第六條規定：「…中央目的事業主管機關認定為重大建設所需之臨時性設施，經徵得使用地之中央主管機關及有關機關同意後，得核准為臨時使用。」向中央目的事業主管機關申請核准，另本案未登記土地應洽地政機關辦理第一次登記。

私有土地取得方式應依土地徵收條例第十一條規定，優先與土地所有權人協議使用所需範圍之土地，如協議租用不成，則依據土地徵收條例第五十八條：「國家因興辦臨時性之公共建設工程，得徵用私有土地或土地改良物…」規定辦理，並於工程竣工後恢復原狀交還原土地所有權人，徵用及協議租用優劣分析及臨時使用土地取得流程詳表 4.11-8 及圖 4.11-14。

表 4.11-8 臨時使用土地取得方式優劣分析表

	租用	徵用
辦理時程	與土地所有權人協議，契約成立始得租用	取得土地程序約需 12 個月
用地期限	依土地所有權人雙方協議定之	使用期限為三年，若超過三年或二次以上徵用應以書面通知
執行難度	未有強制性，若土地所有權人配合度不一致未取得全數同意，則需再花時間辦理徵用流程	臨時使用地範圍需具公益性及必要性，工期需配合徵用申請流程，並於期限內使用完畢歸還所有權人

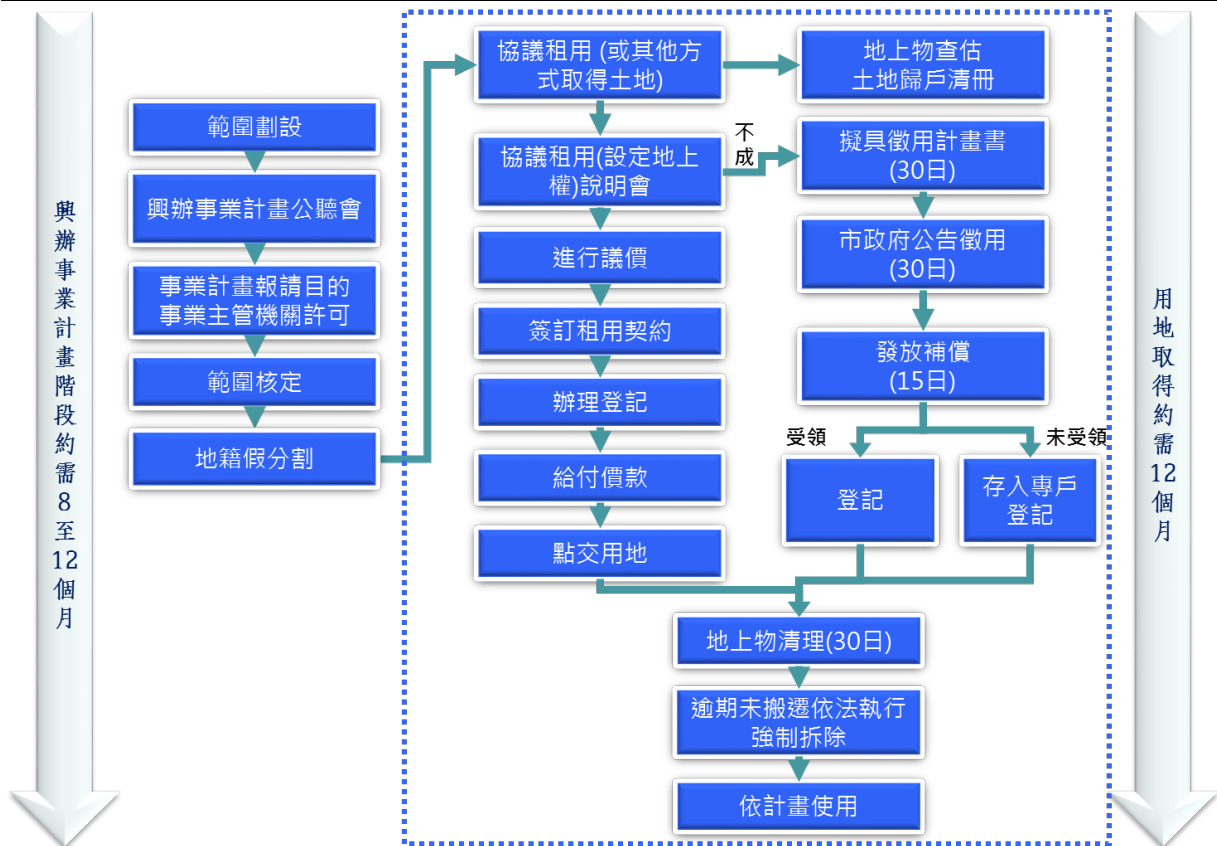


圖 4.11-14 臨時使用土地取得流程圖

本計畫所需臨時使用包含公有及私有土地，公有土地將協調管理機關辦理同意使用事宜，私有土地採協議租用方式概估，其費用概以周邊實際交易市場平均租賃價格為基準，考量基地周邊市場交易日期及市場樣本數少，依現今市場價格調整後，概估預鑄場取得費用，實際租用費用依所有權人協議價格為主，私有土地如採徵用



方式概估預鑄場取得費用，依土地徵收條例第 58 條以該基地公告土地現值百分之十計算。為符合非都市土地使用管制規定，預鑄場規劃將依規定完成申請土地臨時使用同意後使用。

(2) 預鑄場臨時使用費用

本案節塊預鑄場地南北分設二處，北上線預鑄場用地面積約為 3 公頃，徵用用地費約為 14,400,000 元/年，租用費用約用地取得費用約為 17,280,000 元/年；南下線預鑄場用地面積約為 3 公頃，徵用用地費約為 21,300,000 元/年，租用費用約用地取得費用約為 25,560,000 元/年，詳參表 4.11-9。

表 4.11-9 預鑄場用地經費表

基地編號	使用分區	使用現況	所有權人	面積 (ha)	公告現值 (元)	徵用用地費 (元/年)	租用單價 (元/年)	租用用地費 (元/年)
1	特定農業區水利用地、農牧用地、未登錄地	農地、空置地	私有、公有	3.00	4,800	14,400,000	576	17,280,000
2	特定農業區農牧用地	農地	私有	3.00	7,100	21,300,000	852	25,560,000
總計				6.00		35,700,000		42,840,000



4.11.5 再生能源設備可行性評估分析

再生能源是指可以永續利用的能源資源，依據民國 108 年 5 月 1 日經濟部修訂頒布之「再生能源發展條例」第 3 條內容，「再生能源：指太陽能、生質能、地熱能、海洋能、風力、非抽蓄式水力、國內一般廢棄物與一般事業廢棄物等直接利用或經處理所產生之能源，或其他經中央主管機關認定可永續利用之能源。」。

因應全球溫室氣體減量趨勢並朝向淨零轉型目標邁進，政府自 106 年起展開行動，積極推動產官學民間的溝通與對話，透過公民參與及共同協作方式集結社會能量，於 109 年 11 月 18 日由行政院核定「能源轉型白皮書」，於 110 年 9 月 30 日正式公布第一本「白皮書年度執行報告」，其中為加速導入再生能源並以永續能源為目標，擬定太陽光電推動方案、風力發電推動方案、地熱及其他再生能源推動方案等，以利持續擴大再生能源推動並提高再生能源電力占比之可行性，同時亦將促進再生能源發展納入能源轉型關鍵指標中，透過能源轉型關鍵指標，能促進大眾理解能源轉型推動作法，並有助於了解重點推動方案之成果及效益。

以本計畫為道路建設型態而言，就前述之再生能源類型則以風能及太陽能較具可能性，本計畫初步研擬於新竹系統交流道區設置以太陽能供電之相關設施，以落實「節能減碳」政策方針，本計畫將續依相關規定及政策辦理。



4.11.6 綠色內涵

依據「永續能源政策綱領（行政院 97 年 6 月 5 日）」、「永續公共工程—節能減碳政策白皮書（行政院公共工程委員會 97 年 10 月 17 日）」及「振興經濟擴大公共建設投資計畫落實節能減碳執行方案（行政院公共工程委員會 98 年 5 月 5 日）」，道路橋梁工程為重點鎖定工程，須加強落實推動，其具體執行之措施為營造綠色環境、廣採綠色工法、選用綠色材料及納入綠色能源。在道路橋梁工程部分，其永續綠色管控指標為：

1. 綠色環境：

- (1) 生態(景觀、綠化)：綠美化環境、延伸道路綠帶範圍、植生保護、採自然排水系統等。
- (2) 保水：排水系統考量減低對下游水路逕流之負荷，並提升地下水源涵養效益等。
- (3) 防音措施：設置隔音牆、減噪鋪面、吸音板，或採取補助措施，降低交通噪音衝擊。

2. 綠色工法：

- (1) 減廢(效率)：減少棄土、土石方回收再利用、橋梁採自動化施工、可回收鋼材(鋼橋含鋼模板等)、AC 刨除再利用、廢材再利用等。
- (2) 減量：減少工程量體設計。
- (3) 延壽：提升混凝土強度、考量耐久性設計等。

3. 綠色材料：

- (1) 綠色混凝土：減少本工程使用水泥量，並降低生產水泥所耗費之能源及 CO₂ 的產出。

4. 綠色能源：

- (1) 自然環境能源：於道路相關設施所需電源如道路照明、緊急電話及交通標(號)誌等，儘量採用節能 LED 路燈或風力發電相關產品。

綜整前述之工程構想，將本工程配合永續綠色管控指標之設計內容，累積之綠色內涵經費約 343.38 億元，佔工程建造費約 25.18%，尚符合行政院重大工程至少要有 10% 比例用於綠色內涵之目標，詳如表 4.11-10 所述。



表 4.11-10 綠色內涵整體綠營建工程構想評估

項目	主指標	指標評估項目	採用之工法 或使用材料	預估使用經費 (億元)	佔工程經費比 例(%)
1	綠色環境	生態(景觀、綠化)	施工構台及便橋	6.38	0.47%
2	綠色環境	保水	山坡地範圍設置滯洪池、沉砂池，兼顧生態景觀、永續環境效益。	1.11	0.08%
3	綠色環境	防音措施	設置隔音牆	1.72	0.13%
4	綠色工法	減廢(效率)	上部結構採預鑄節塊吊裝、支撐先進、場鑄節塊懸臂、預鑄 PCI 等工法，另箱型梁及墩柱鋼模所使用鋼材均考量其殘值	329.15	24.14%
5	綠色工法	減量	將橋墩混凝土強度提高，減少橋柱體積，減少混凝土用量。	3.33	0.24%
6	綠色工法	減廢	透過公共工程土石方交換，減少棄土量。	1.69	0.12%
合計				343.38	25.18% > 10%

4.11.7 安全衛生初步規劃

公共工程風險管理之實施，其範圍涵蓋規劃設計階段及施工階段乃至工程順利通車，各階段應先確立風險管理的範圍，訂定符合工程需求之風險指標，辨識所有可能的風險因數，評估其危害影響程度後評量其風險等級，就風險評估後結果思考處置措施及管制時程，將高風險項目都應進行後續監控，瞭解並回饋風險處置情形，流程概述如圖 4.11-15，並於全工程生命週期中持續有效地執行因應風險所採取之對策；且參照「職業安全衛生法」第 5 條第 2 項之規定，將設計、施工規劃階段實施之風險評估，推估至工程全面性拓展施工階段，以最佳化妥適設計為目標，致力防止職業災害發生。

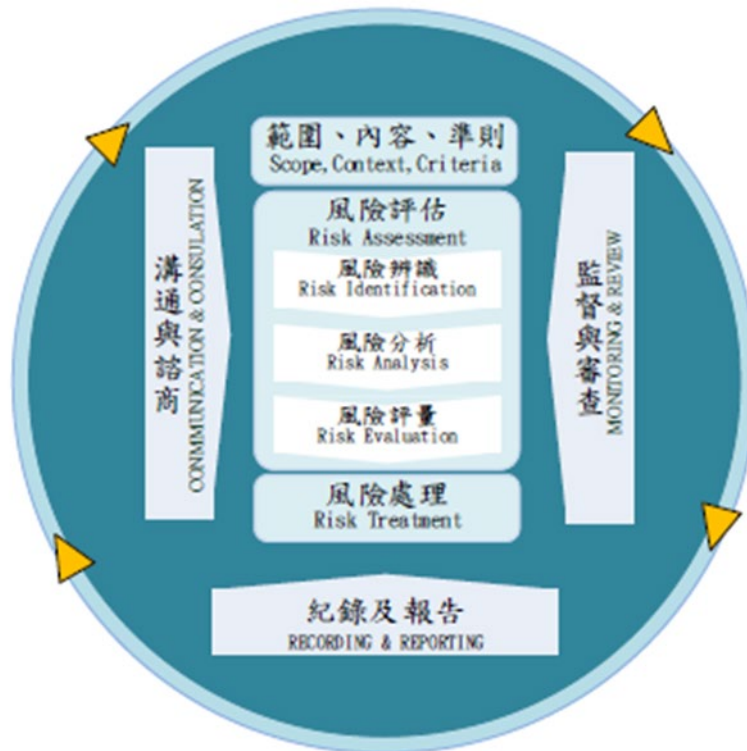


圖 4.11-15 ISO31000：2018 風險評估及管理流程

各階段施工方案之潛在施工風險管理之實施原則為：運用適正之資訊，以融入整合、包容、結構性及全面化，並依個案特性以客製化方式實施，滾動調整因應並持續改善，以達成創造施工安全價值及預防風險之目標。

施工風險管理之實施架構為：落實領導統御與承諾，並依循設計、實施、評估、改善、整合之循環概念，推動系統化之管理。

施工風險管理之實施程序為：溝通與諮商、確認範圍、內容及準則、風險評估（辨識、分析、評量）、風險處理、監督與審查、紀錄及報告等。

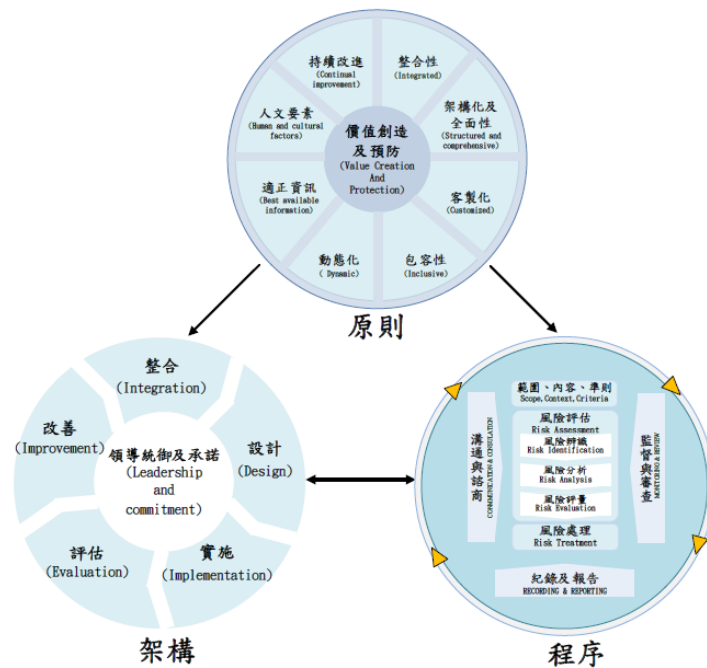


圖 4.11-16 ISO31000 : 2018 風險管理原則、架構及程序

未來於執行設計規劃階段，設計單位應提升規畫設計成果之本質安全，並依據貴局「招標文件」之規定，成立施工風險評估小組，於工程設計階段透過系統化風險管理手段，進行危害辨識及風險評估，以辨識基地環境及工程功能需求之潛在危害，預擬對策，以消除或降低其風險。據以研擬適當之設計方案，並納入施工規範、預算及工期之編列之考量，以妥慎規範承包商應採行之施工方案及強化施工安全管理作為。

本工程於行設計規劃階段應對於施工安全考量之辦理方式係，主要依據下列法源依據：

1. 加強公共工程職業安全衛生管理作業要點（勞動部 103.12）。
2. 營造工程施工風險評估技術指引（勞動部 110.02）。

倘若執行規畫設計階段設計單位應依據職業安全衛生法令規定辦理之施工安全考量相關事項，主要如下：

1. 工程功能需求分析
2. 基地調查
3. 工程功能需求計基地環境潛在危害辨識
4. 工程方案初擬
5. 工程方案評選（納入施工安全考量）