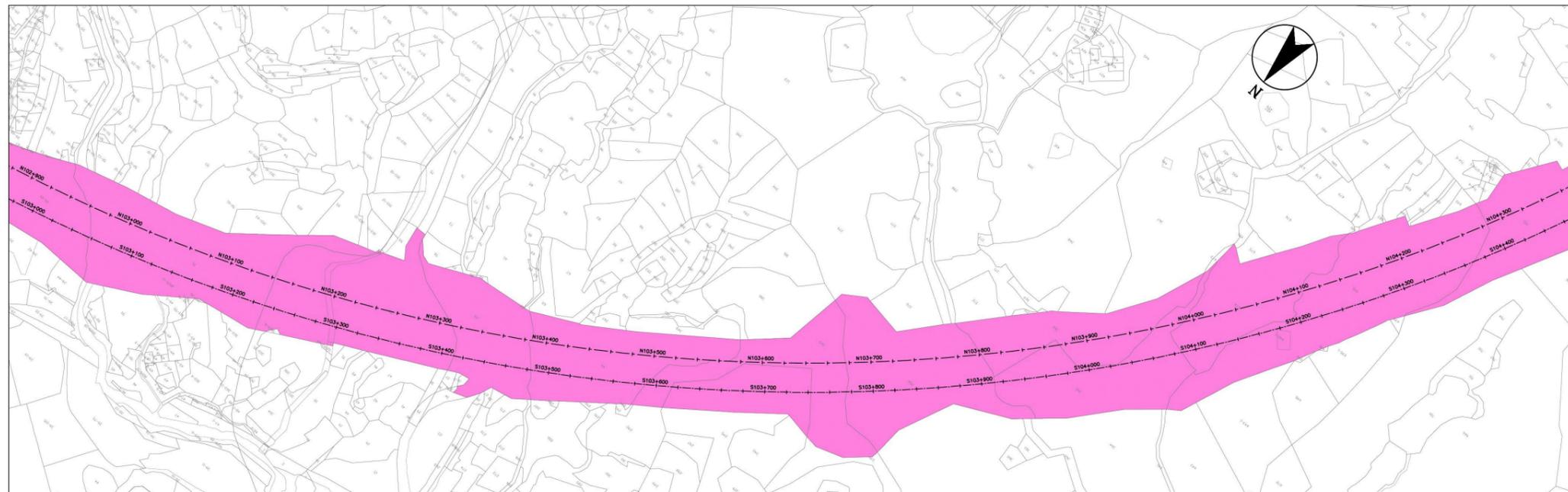


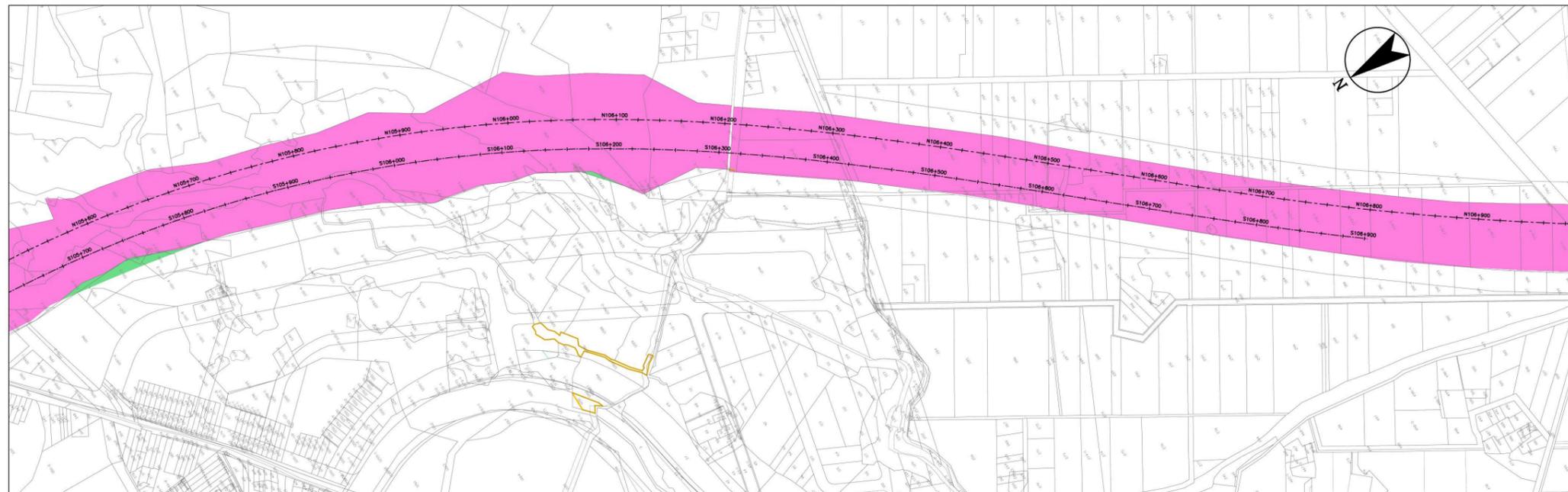
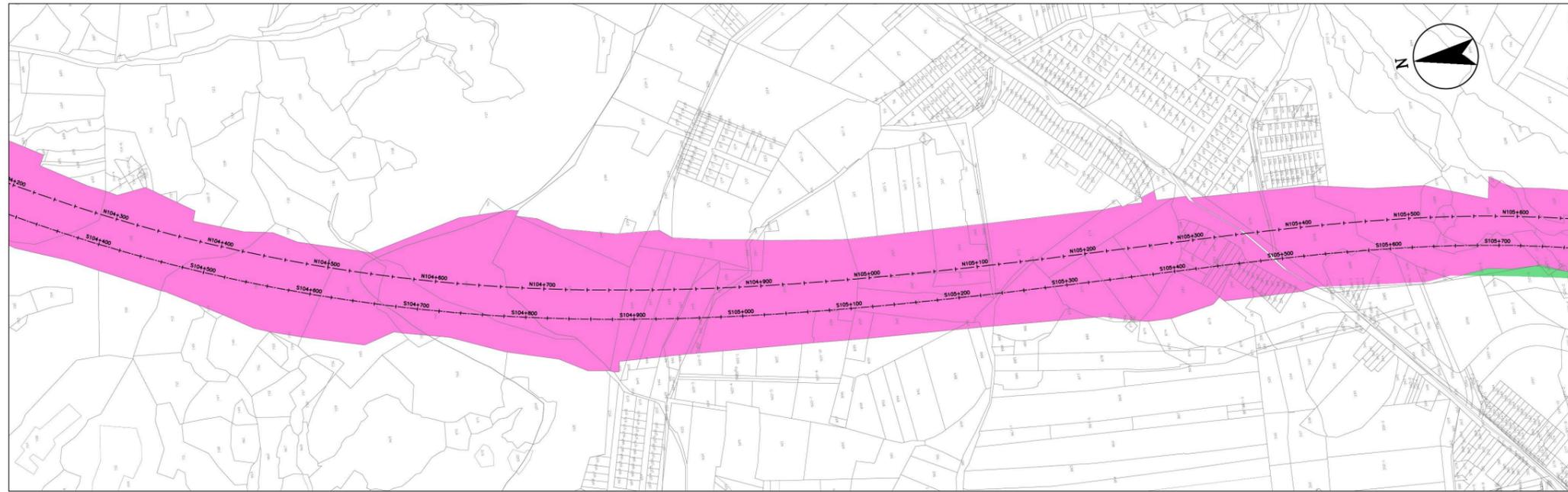
圖例

- 私有土地
- 交通部高速公路局管有
- 中華民國管有
- 縣市政府機關管有
- 國市共有
- 公私共有
- 未登錄地



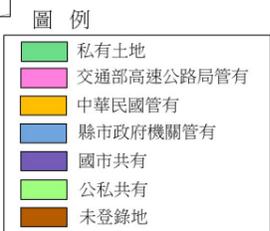
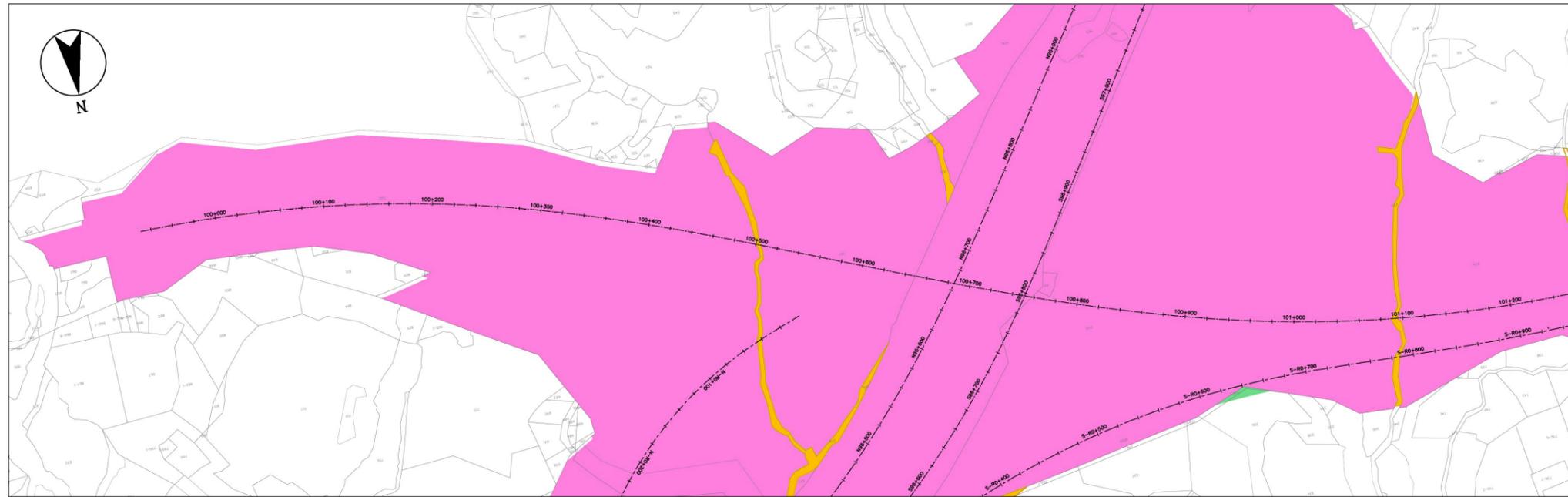
圖例

- 私有土地
- 交通部高速公路局管有
- 中華民國管有
- 縣市政府機關管有
- 國市共有
- 公私共有
- 未登錄地



圖例

- 私有土地
- 交通部高速公路局管有
- 中華民國管有
- 縣市政府機關管有
- 國市共有
- 公私共有
- 未登錄地



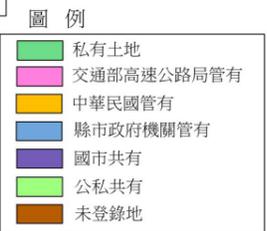
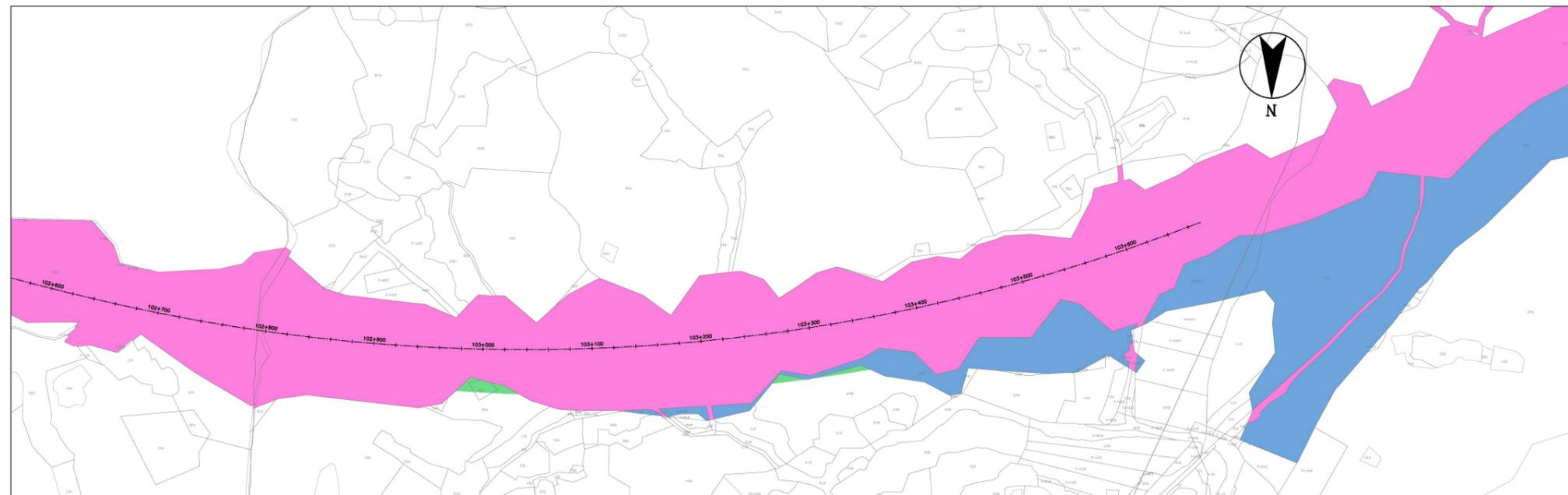


圖 3.1-3 土地權屬分布圖



3.1.3 地形與地質

1. 地形

本計畫範圍為國道 1 號楊梅端(里程約 71.5K)至苗栗(頭份, 里程約 110K)路段, 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, 平均高度由海平面約 300 公尺逐漸由北向南降低至海平面約 30 公尺。

2. 地質

計畫區內之地層與地質構造, 包括經濟部中央地質調查所之中壢、竹東、新竹及苗栗等圖幅之部分區域範圍(如圖 3.1-4), 其地質概況分別敘述如次:

(1) 地層

本計畫區域地層由老至新分別為上新世晚期至更新世早期之卓蘭層, 更新世之楊梅層與大茅埔礫岩、頭嵛山層、店子湖層、中壢層及紅土台地, 全新世的台地堆積層與現代沖積層所組成。

A. 卓蘭層 (Cl)

本層由砂岩、粉砂岩、泥岩及頁岩的互層所組成。砂岩常呈淡青灰色或淡灰色, 膠結鬆散, 易以手粉碎為顆粒狀, 少數為白色正石英砂岩, 厚度為數十公分至二公尺。頁岩和泥岩呈現青灰色至暗灰色, 厚度約二十至五十公分為主。

本層分布於國道 1 號與 3 號系統交流道東側, 國道 1 號沿線未出露。

B. 楊梅層

本層主要由礫岩、砂岩及泥岩組成, 其中以砂岩成份較多。膠結相當鬆散, 主要為黏土膠結。依岩性分兩段, 為下段的照鏡段, 由厚層砂岩以及砂泥岩互層組成, 下部以厚層砂岩為主, 漸變至上部的砂泥各半。上段的照門段主要由礫岩、砂岩與泥岩的互層組成, 礫岩含量比例由下往上增多。楊梅層整合於卓蘭層之上。

a. 照鏡段 (Ymc)

本岩段主要由厚層砂層和砂岩及頁岩互層所組成, 自下而上砂岩比例漸次減少, 於本段下部砂岩佔絕大部分, 往上砂岩漸漸減少, 至頂部砂岩, 頁岩比例約略相等, 整個岩段砂岩所佔之厚度約為頁岩之二倍。本岩段之厚度約 800 公尺以上。



b. 照門段 (Ymm)

本岩段主要由礫岩、砂岩及頁岩之互層組成，本段自下而上礫岩所佔比例逐漸增多，礫石主要為中新世沉積岩，直徑大小自數公分至 20 公分。礫石間的填充物主要為細泥砂粒，少部分為鈣質物。砂岩呈淺灰色或淺黃色，細粒至極粗粒，膠結疏鬆，細粒砂岩之淘選較為優良。本段上部之礫岩、砂岩、頁岩常依序由下而上形成顆粒向上漸粗的層序。本岩段之厚度約 350 公尺。

本岩段主要分布於崩坡至老湖口之間，里程約在北上線 74k+500~80k+600。局部分布於鳳山溪附近，里程約在北上線 85k+400 附近，此處為低角度之順向坡。

C. 大茅埔礫岩 (Tm)

主要由礫岩組成偶含砂岩透鏡體，礫岩中以沉積岩的礫石為主，其中以石英岩及混濁砂岩佔大部分，少數為火成岩或砂質頁岩。礫石形狀為圓形至次圓形，直徑大小在數公分至 1 公尺之間。礫岩的淘選度通常欠佳。礫岩中礫石常呈現覆瓦狀的排列，可指示古水流的方向。

本層之厚度約 80 公尺。大茅埔礫岩整合於楊梅層上，局部地區似有不整合現象。本層分布於新埔附近，高速公路沿線未出露。

D. 頭嵙山層 (Tk)

本層分布於頭份之東方、北方及西南方之丘陵地，頭嵙山層分為兩段，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。本區出露以下段為主。岩性為淺灰色至黃灰色至深灰色泥岩、粉沙及頁岩，間夾中、粗粒黃灰色砂岩層，偶含礫石、漂木及有孔蟲、貝殼。

本層分布於系統交流道至頭份交流道前，里程約在北上線 94k+700~107k+500。

E. 店子湖層 (Tz)

本層主要由下部的礫石層和上部的紅土層組成。礫石主要為白色石英岩、暗灰色細質砂岩、淺灰色砂岩等，另偶含少量的黑色玄武岩。礫石直徑通常在 10 至 30 公分之間，亦有達一公尺以上者。礫石層與上蓋之紅土層間大致為逐漸轉化關係，通常此關係為下部未受紅土化作用之礫石層，往上轉為礫石表面稍受分解，再上則變為黃棕色黏土，並含夾小岩塊，最上部則移化為紅土。部分剖面中紅土層內仍保存有相當明顯之礫石輪廓，但紅土化作用大部份達到各礫石中心，新鮮的岩石部分已完全消失，故推論本層中紅土大部分為礫石與其膠結物在受極端風化作用後所殘留之原地土壤。紅土呈濃紅棕色，以黏土礦物



和含水之氧化鋁及氧化鐵所構成。本層厚度約為 10 至 20 公尺，上覆之紅土層之厚度在 1 至 2 公尺間。

本層分布於崩坡至老湖口間局部區域，里程約在北上線 74k+500~80k+600。老湖口至鳳山溪附近則均屬店子湖層，里程約在北上線 80k+600~85k+400。新竹交流道至系統交流道附近，里程約在北上線 91k+200~94k+700。

F. 中壠層 (Ch)

中壠層主要以礫石和上覆 1 公尺左右之紅土質土壤組成，礫石主要為矽質砂岩，其中混有矽質黑色頁岩，膠結物為泥砂，有時被鐵質溶液所浸染。礫石之淘選甚差，各種大小粒度之圓形粒石錯綜混合，排列毫無系統。紅土質土壤有時富於砂質，呈紅色或黃棕色，似為店子湖層之紅土被侵蝕後與新期之泥沙混合再沉積，但亦有部分如店子湖層呈紅色的磚紅壤，偶見之下不易和店子湖層之紅土區別。本層中有時夾有白色黏土層，呈顯明的層理。本層之厚度約在 3 -30 公尺間，視區域而有所不同。

本層分布於起點至老湖口附近，較平緩路段；崩坡及羊喜窩之邊坡屬楊梅層照門段之地層。中壠層里程約介於南下線 71k+500~81k+000。

G. 紅土台地 (1)

本層分布於頭份之北方之丘陵地，紅土礫石層為構成台地之沉積層，局部覆蓋在丘陵面上，沉積物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。

本層分布於頭份交流道前之頂大埔，里程約介於北上線 104k+400~104k+800 高速公路兩側，沿線未出露。

H. 階地堆積層 (t)

由大小不一之礫石、砂與泥無膠結的堆積而成，為全新世早期的河流堆積物。

本層分布於鳳山溪及中港溪之兩岸呈零星分布，高速公路沿線未出露。

I. 沖積層 (a)

由大小不一的礫石、砂與泥組成，為現生的河流沉積物。

本層主要分布於社子溪及其支流（如老坑溪）、北勢溪及其支流、波羅汶溪、鳳山溪、頭前溪、鹽港溪及中港溪。



(2) 地質構造

計畫區域的主要構造線為由北而南有平鎮背斜、湖口背斜、青草湖背斜、柑子崎向斜、湖口斷層、新竹斷層及新城斷層(圖 3.1-4)。茲分述如次：

A. 平鎮背斜

本背斜位於湖口斷層之北側，僅由平鎮台地上零星出露的楊梅層推斷此構造之存在，軸線為店子湖層之堆積物所掩覆。

B. 湖口背斜

在羊喜窩斷層之南則有走向與前兩條斷層略平行之湖口背斜，成為湖口台地之核心地層露布之區域；湖口背斜再往南，則地層受擠壓較少，構造線甚少，直至湖口台地之南側，才出現走向略呈東西之新埔向斜。

C. 青草湖背斜

本背斜在新竹市南方，在鹽水港附近呈北東走向延伸至青草湖附近，本背斜向兩端傾沒，中間為一構造高區。即是青草湖氣田所在地，生產天然氣及少量凝結油。背斜出露地層為頭嵙山層，西北翼以高角度向西北傾斜，傾角在 30 至 50 度之間，東南翼則極為平緩，傾角在 10 度以內。

D. 柑子崎向斜

柑子崎向斜兩翼地層傾角大致對稱，均在 10 至 20 度之間，褶皺之西北翼為新城斷層所截，東南翼則與寶山背斜為鄰。

E. 湖口斷層

湖口台地之地質構造單純，在台地之北緣，有一湖口斷層通過，造成湖口台地與其下之平鎮台地的落差，依文獻資料（古兆禎, 1963 與柏尼刺, 1977）指出湖口斷層具有右移的水平錯動，並推斷為活動斷層。

湖口斷層為逆滑斷層，由新竹縣湖口向東延伸至桃園縣平鎮，成東北東走向，長約 21 公里。由野外調查與地質鑽探結果，湖口斷層在地表下載切礫石層，但尚未在地表發現斷層的證據，可能屬於盲斷層形式或者是被新期沖積層所掩覆，地表的斷層跡可能位於緊鄰湖口台地北緣線狀崖的北側。湖口斷層可能是向斜軸部形成的逆滑斷層，斷層上盤也發育一些小型斷層構造，可能是湖口背斜軸的正滑斷層。由湖口台地面的傾動與定年結果（陳于高，2006），斷層可能在過去 70,000 年內曾經活動，地調所將此斷層列第二類活動斷層（林啟文等，2012）。湖口斷層出露在楊梅交流道至老湖口間之北側（71k+500~81k+000），並未相交。



F. 羊喜窩斷層

湖口斷層之南，湖口台地上有一東西向之羊喜窩斷層，為南側上昇之逆斷層，此斷層並被兩條平移斷層截切而錯移。

G. 新竹斷層

新竹斷層，為逆滑兼具右滑性質，由新竹市西方向東延伸至頭前溪南岸，約呈東西走向，長約 10 公里。新竹斷層具有地形特徵，但缺乏出露地表的證據（楊貴三 與蔡怡真，2003；Chen et al.,2004）。由地質鑽探結果顯示，地表下頭嵙山層的砂岩向北逆衝至風化礫石層之上（陳文山等，2010；石瑞銓等,2011），顯示斷層在晚更新世以來仍有活動。此外，由大地測量結果顯示，斷層兩側具有右滑的趨勢（林啟文等，2005）。新竹斷層可能截切更新世晚期階地堆積層，暫列第二類活動斷層。里程約在北上線 91k+150 附近為新竹斷層。本計畫在竹苗地區瓶頸路網改善可行性研究階段(民國 108 年)進行地電阻影像剖面探測 3 條測線(R1、R2-1 及 R2-2)計 1062m，其位置詳參見圖 3.1-5，成果參見圖 3.1-6~圖 3.1-8，三維柵狀圖參見圖 3.1-9，並依此配置鑽探孔 4 孔，但依據岩心比對結果，此階段調查成果未能發現新竹斷層位置。

本次的地質鑽探調查工作於本路段配置 BH-73~BH-78 共 6 孔鑽孔，發現於 BH-75 及 BH-76 鑽孔之間存在地層不連續的情形，且現場有線型地形崖。新竹斷層斷面朝南傾斜，主斷層面及其影響之次要破裂面寬度範圍初步估計為 130~140 公尺寬，由於新竹斷層於本計畫區呈東西走向，與路廊近乎垂直相交。

H. 新城斷層

本斷層北從在頭前溪河床出露，斷層線呈東北走向，往西南延伸經新城至竹南，南端沒入竹南沖積平原，長度約 29 公里。根據中國石油公司鑽探資料推算，本斷層為一低角度之逆掩斷層，斷層面傾向東南約 40 度，斷層之東南上昇側出露卓蘭層，降側為頭嵙山層。以往曾對本斷層做詳細的追蹤調查（黃鑑水，1984），認為其在新竹關東橋柯湖里附近及頭前溪兩側，將更新世紅土礫石台地堆積及階地堆積層錯開，造成一略呈線性之斷層線崖，長約 5 公里，因而屬於台灣第四紀斷層之一。

頭前溪以南至頭份東北這一段，走向約為北偏東 40 至 50 度，斷層傾角約 40 度向南，野外斷層露頭十分明確。在頭前溪河床可觀察到斷層帶、斷層泥及引曳褶皺等現象，同時在頭前溪南側的階地存在高約 50 至 60 公尺之斷層崖。

頭前溪以北部分，在溪北岸的斷層兩側均出露楊梅層，岩性差異不大，同時野外露頭的狀況不佳，並未觀察到斷層相關的證據：再向北斷層兩側為大茅埔礫石與楊梅層接觸，由於岩性上的差異，產生相當大的地形落差，呈現明顯

的線形；因此，新城斷層在頭前溪以北目前並無直接之地質證據（林啟文，2000）。在中正大橋下游五百公尺處之頭前溪河床及南岸、新竹科學園區內力行二路與力行三路交叉口附近所開挖之露頭，發現斷層露頭。由上述露頭觀察本斷層為一向東傾斜 40~45 度之逆斷層，在頭前溪東側上盤為卓蘭層，西側下盤為楊梅層。

新城斷層截切頭前溪南岸紅土化階地與低位河階，愈老的階面斷層兩側崖的高差愈大，可能指示斷層多次活動的結果。在飛鳳山丘陵除了新城斷層露頭之外，野外可以由楊梅層的岩性與層態來追蹤斷層位置，由斷層兩側的層位顯示斷層逆移形式。由近期的 GPS 觀測資料分析結果，新城斷層上盤呈現向西北或西北西方向位移，新城斷層下盤則呈現向東南方位移的趨勢，斷層兩側仍為壓縮作用而維持逆移形式。新城斷層截切時代約距今 270 年前的階地礫石層（陳文山等，2003），為全新世仍活躍的一條逆移斷層，列為第一類活動斷層，並推估活動再現周期為 330~1650 年，設計時需考量斷層近域效應，詳細參數如表 3.1-4。

表 3.1-4 新城活動斷層的特性及參數

構造類型	逆移
長度	13.0 公里
傾角	30 度
深度	12.86 公里
寬度	25.71 公里
滑移量	0.99 公尺
滑移速率	0.6~3.0 公厘/年
再現周期	330~1650 年

本計畫曾於在竹苗地區瓶頸路網改善可行性研究階段(民國 108 年)進行地電阻影像剖面探測 2 條測線計 395m，其位置詳參見圖 3.1-10，地電阻影像剖面詳圖 3.1-11，三維柵狀圖參見圖 3.1-12，並依此配置鑽探孔 2 孔，但依據岩心比對結果，此階段未能發現新城斷層位置。本次的地質鑽探調查工作於本路段配置 BH-105~BH-108 共 4 孔鑽孔，從鑽孔資料比對並未有不連續面的情形，顯示與路線未相交。

新城斷層北由國道 1 號與國道 3 號系統交流道東側至頭份交流道前緊鄰國道 1 號東側沿線出露。經套匯中央地質調查所新城活動斷層地質敏感區位置，與計畫路線也沒有重疊，並未相交。



圖 3.1-4 區域地質圖



圖 3.1-5 新竹斷層地電阻影像剖面測線(R1、R2-1 及 R2-2)位置圖

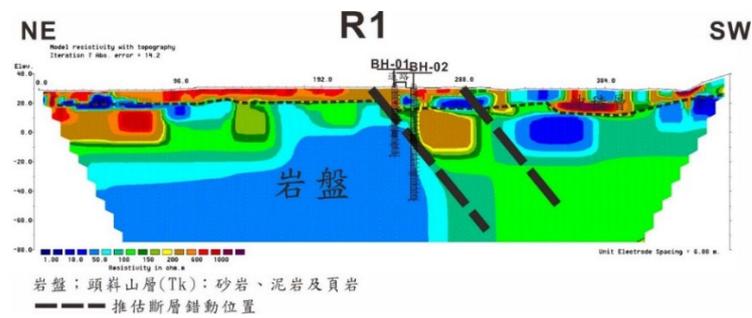


圖 3.1-6 R1 地電阻影像剖面(RIP)探測剖面圖

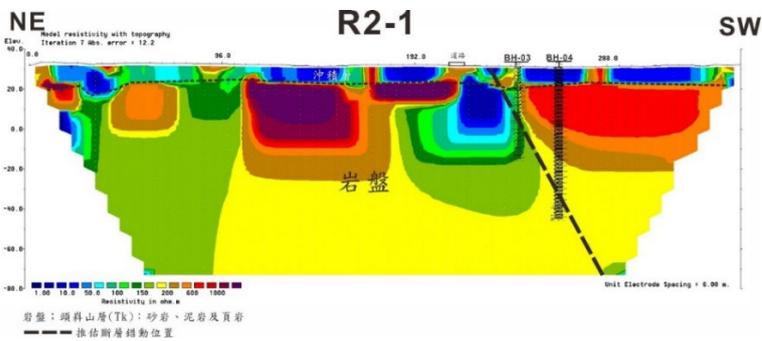


圖 3.1-7 R2-1 地電阻影像剖面(RIP)探測剖面圖

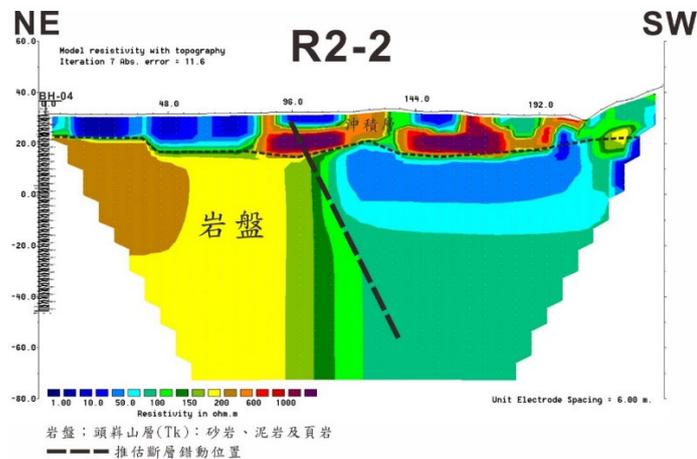


圖 3.1-8 R2-2 地電阻影像剖面(RIP)探測剖面圖

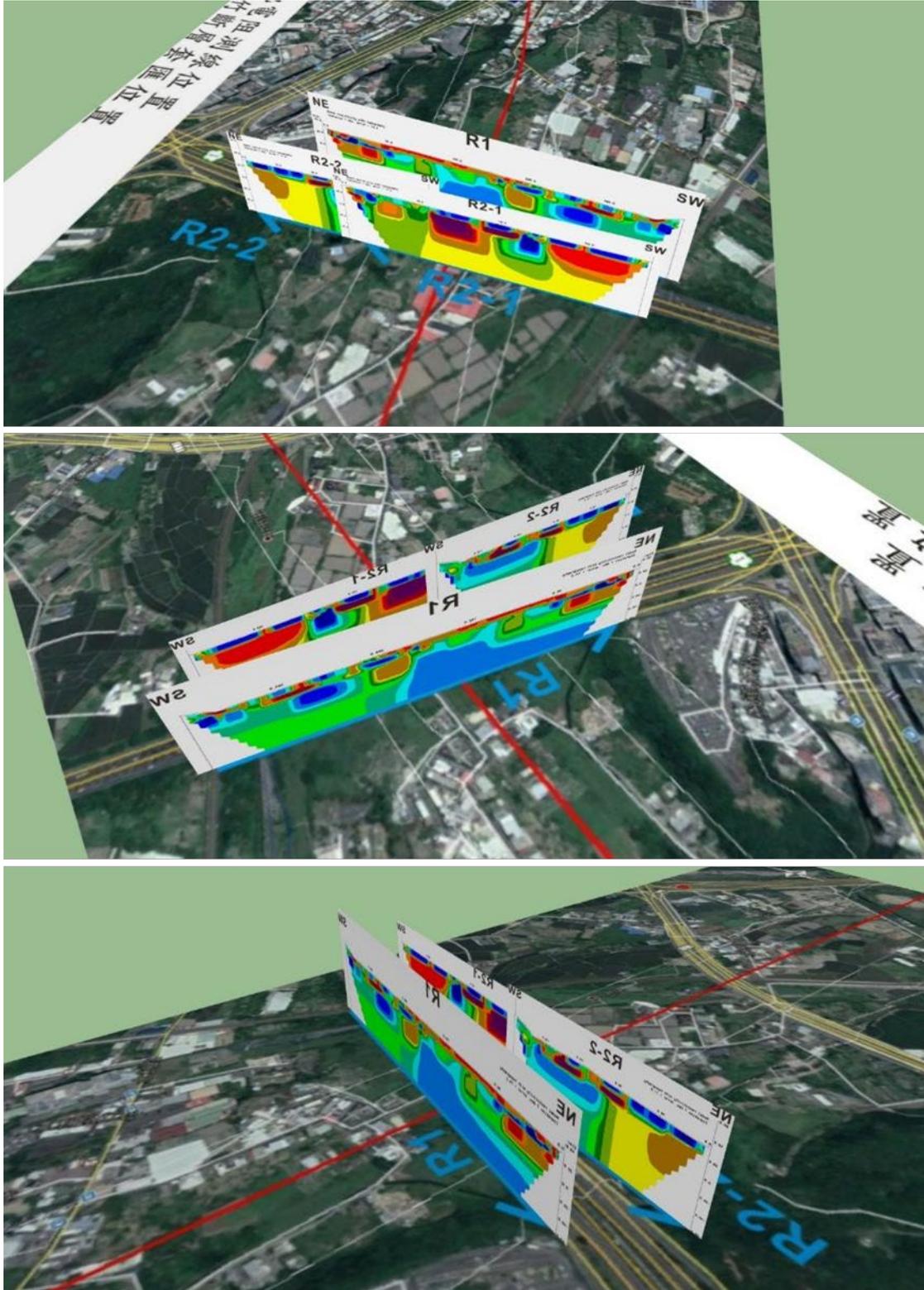
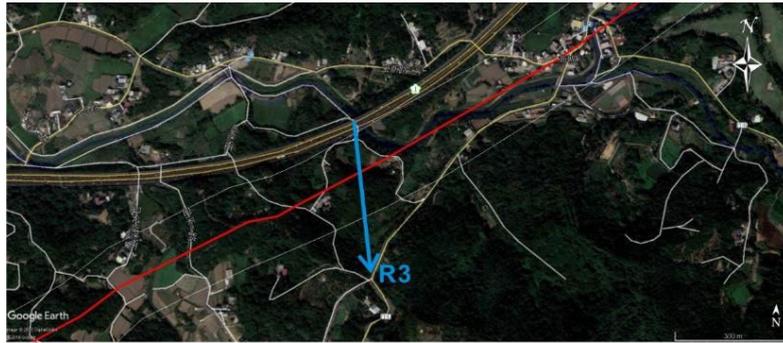


圖 3.1-9 新竹斷層三維(3D)柵狀圖



—> 地電阻測線位置
— 新城斷層套匯位置

圖 3.1-10 新城斷層地電阻影像剖面測線(R3)位置圖

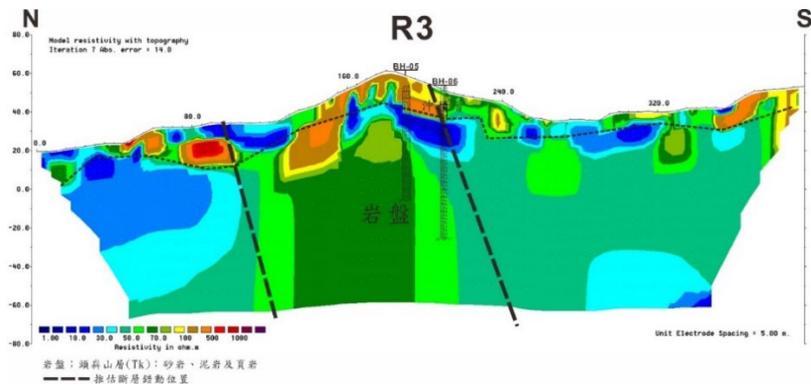


圖 3.1-11 R3 地電阻影像剖面(RIP)探測剖面圖

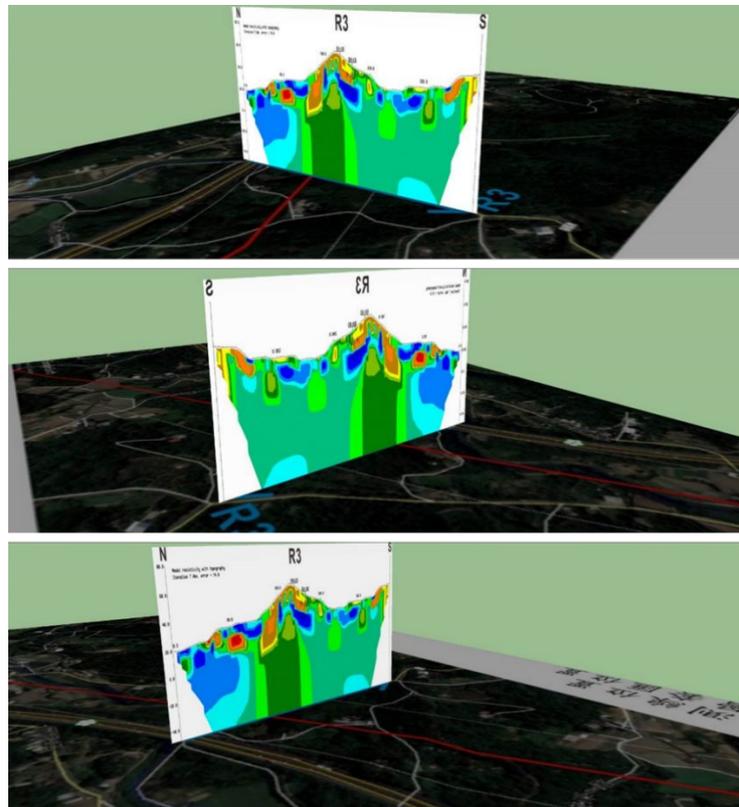


圖 3.1-12 新城斷層三維(3D)柵狀圖



3.1.4 河川水文

1. 河川水文現況

本計畫沿線橫交主要河川及排水路有社子溪、北勢溪、波羅汶溪、德龜溪、鳳山溪、豆子埔溪排水、頭前溪、客雅溪排水及鹽港溪等(詳表 3.1-5)，各河川(區域排水)主管機關已陸續辦理整治計畫及工程。本計畫於跨越河川水路時，需依「申請施設跨河建造物審核要點」規定，提出「使用河川公地許可申請書」向主管機關申請。

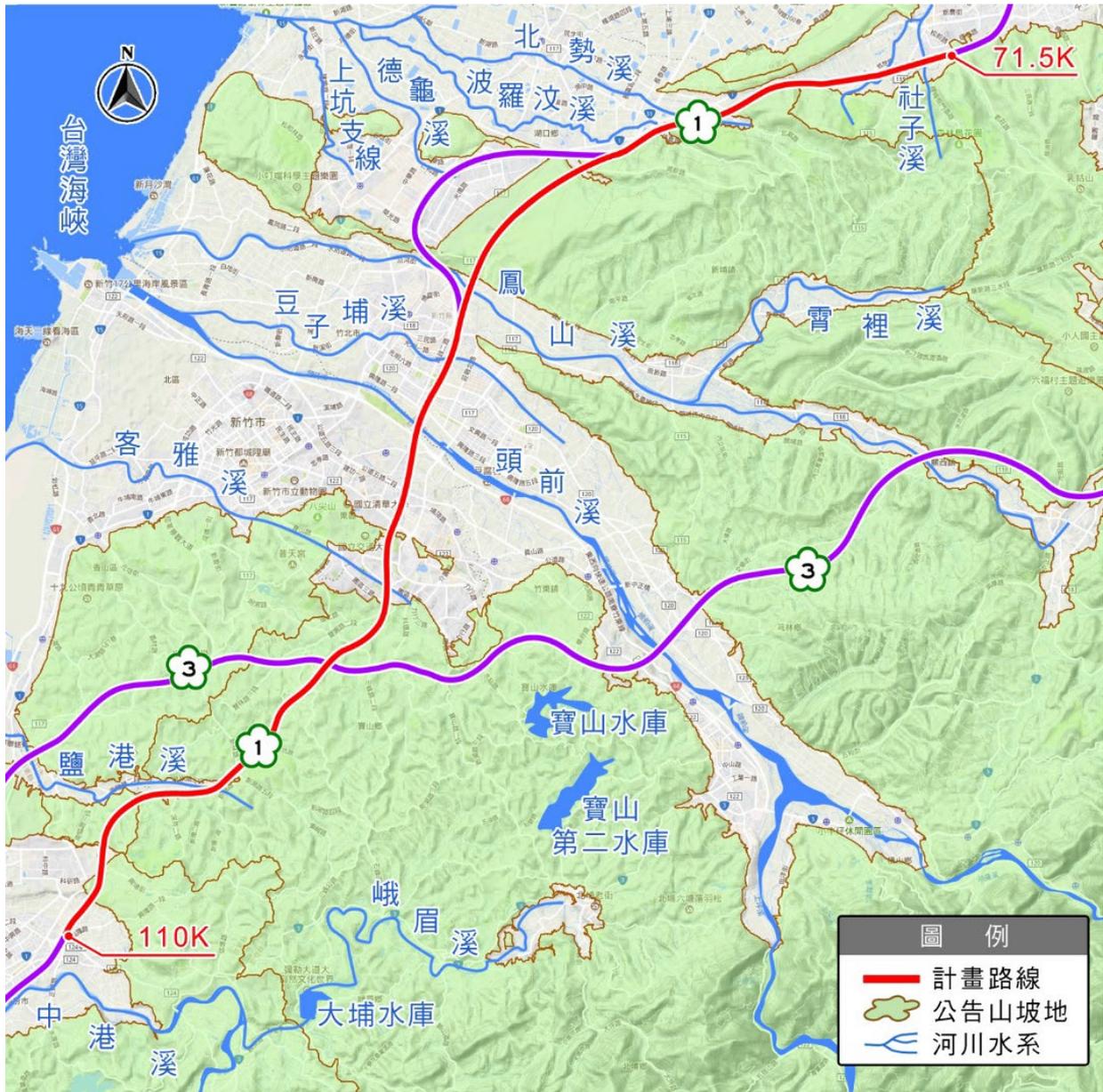


圖 3.1-13 河川水系及山坡地範圍圖

表 3.1-5 本計畫主要橫交水路資料表

河川(區排)名稱	等級分類	治理標準(頻率年)	權責單位
社子溪(秀才窩溪幹線)	市管河川	10 年	桃園市政府
北勢溪	縣管區域排水	10 年	新竹縣政府
婆羅汶溪	縣管區域排水	10 年	新竹縣政府
德龜溪	縣管區域排水	10 年	新竹縣政府
鳳山溪	中央管河川	50 年	第二河川局
豆子埔溪排水	縣管區域排水	10 年	新竹縣政府
頭前溪	中央管河川	100 年	第二河川局
客雅溪排水	中央管區域排水	10 年	第二河川局
鹽港溪排水	中央管區域排水	10 年	第二河川局

(1) 縣市管河川(排水)

- A. 社子溪：集水面積約 75.25 平方公里，主流在民國 74 年完成治理基本計畫，民國 94 年完成出口段治理基本計畫。依據「易淹水地區水患治理計畫-桃園縣管河川社子溪水系規劃報告」以 50 年重現期距之洪峰流量作為計畫流量；支流則以 10 年重現期距洪水量為計畫流量。秀才窩溪幹線屬社子溪支流，依秀才窩幹線治理計畫(桃園市政府 110.10)，以 10 年重現期為洪峰計畫流量。
- B. 北勢溪、婆羅汶溪、德龜溪：流經新竹縣境湖口鄉與新豐鄉，為新豐溪支流，屬縣管河川(排水)。其排水系統以 10 年重現期距之洪峰流量為保護標準。
- C. 豆子埔溪排水：位於竹北市及芎林鄉，屬頭前溪支流之一，集水面積為 23.68 平方公里，依據「豆子埔溪幹線排水治理計畫(新竹縣政府 99.12)」以 10 年重現期距之洪峰流量為計畫流量。



北勢溪排水



豆子埔溪排水

(2) 中央管河川(排水)

- A. 鳳山溪：位於新竹縣，為新竹縣重要河川之一，溪流發源於尖石鄉，流域面積 250.1 平方公里，主流長度為 45.45 公里，屬中央管河川。依據「鳳山溪水系主流(含支流霄裡溪)治理計畫(第一次修正)(水利署 110.5)」，以 50 年重現期距之洪峰流量為計畫流量。
- B. 頭前溪：位於新竹縣、市境內，經五峰鄉、橫山鄉，在竹東鎮上游與油羅溪合流，以下稱為頭前溪。流域面積 565.94 平方公里，本流長約 24 公里，河床平均坡降為 1/190。依據「頭前溪規劃檢討報告(水利署)」，採用 100 年重現期距之洪峰流量作為計畫流量。
- C. 客雅溪排水：發源於新竹縣寶山鄉，流域面積約 4560 公頃，主流長度約 24 公里，屬中央管區域排水。依據「新竹地區客雅溪排水治理計畫(98.9)」，客雅溪排水保護標準以能宣洩 10 年重現期距洪水水位且 25 年洪水水位不溢堤為原則。
- D. 鹽港溪排水：位於新竹市香山區與苗栗縣竹南鎮交界，集水面積為 40.2 平方公里，屬中央管區域排水。依據「鹽港溪排水治理計畫(100.9)」報告，鹽港溪排水保護標準以 10 年計畫洪峰流量加出水高度 50 公分且至少 25 年重現期距洪水不溢堤為原則。



鳳山溪



頭前溪

3.1.5 環境影響評估法規檢核

1. 法規檢核

經檢核本計畫之開發內容，計畫路段雖位於「中山高速公路新竹-員林段拓寬工程環境說明書」開發範圍內，惟因本次拓寬長度達 36 公里，符合「開發行為應實施環境影響評估細目及範圍認定標準」第 5 條第 1 項第 3 款第 7 目及第 9 目「位於山坡地，拓寬寬度增加一車道之寬度以上且長度五公里以上」、「位於非都市土地，拓寬寬度增加一車道之寬度以上且長度十公里以上」之規定，故應辦理環境影響評估。



3.2 相關重大開發及交通建設計畫

本計畫範圍周邊地方政府依前瞻基礎建設計畫推動「軌道建設」計畫如新竹輕軌等，地區道路系統則配合生活圈道路系統建設計畫陸續執行，預計可轉移部份國道 1 號交通量並改善地區道路壅塞問題。惟計畫沿線之產業科技園區開發計畫持續進行中，將創造大量就業機會並吸引人口回流，預期城際運輸及計畫範圍境內之交通需求將更為殷切。

未來相關建設計畫之執行狀況，將直接影響國道 1 號楊梅至頭份路段交通量之變化。有關沿線重大建設及開發計畫及與本計畫相關性，彙整如表 3.2-1 所示，相關位置圖 3.2-1 所示。



圖 3.2-1 計畫地區重要開發計畫及交通建設計畫區位分布示意圖



表 3.2-1 計畫地區重大建設或開發計畫彙整表

名稱	目前進度	與本計畫之相關性
開發計畫		
臺灣知識經濟旗艦園區 (璞玉計畫)	內政部於 109 年 11 月 23 日函請新竹縣政府所送資料應再予補正，目前依來函意見修正。	位於高鐵新竹車站特定區北側及東側，開發後園區衍生之城際旅次將由國 1 竹北及新竹 A 交流道進出國道。
湖口鳳山工業區開發計畫	各項公共工程大致完工，刻正陸續辦理驗收中。	位於國 1 湖口路段西側，開發後可增約 1,020 個就業機會，衍生交通量由台 1 線分擔車流，本計畫於湖口路段採隧道方案，不影響工業區開發。
竹北市停八停車場 BOT 案	地下室主體工程已於完成，目前正進行地上層主體工程。	主要進出動線為光明六路東一段，將對於進出竹北交流道之車流產生影響，已納入本計畫之整體運輸規劃分析中。
新竹科學園區寶山用地擴建計畫及道路改善計畫	<p>1.寶山用地擴建計畫已於 108 年底通過環評；第二期擴建計畫於 110 年 2 月 6 日公展說明會。</p> <p>(1)計畫目的:為興辦新竹科學園區(寶山用地)擴建計畫用地所需。</p> <p>(2)計畫範圍:新竹縣寶山鄉園區段 94 地號等 107 筆土地，合計面積 3.691031 公頃。</p> <p>(3)計畫進度:109 年 3 月開工，預計 113 年 12 月完工。</p> <p>2.竹科新竹園區主要道路科環路，目前其車道布設為 3 車道，採進入園區 2 車道，出園區 1 車道之不平衡車道布設，考量擴建用地引進產業與人口之交通衝擊，因此就出園區 1 車道部分，協調新竹縣政府辦理拓寬為 2 車道。另新闢一條 16 公尺次要道路串聯科環路及力行三路，以提供園區內出入使用，構成完整路網架構。</p>	寶山二期鄰近本計畫路線布設範圍，後續視路線方案配合辦理都市計畫變更。
國際 AI 智慧園區	國際 AI 智慧園區基地坐落於竹北市莊敬北路、莊敬一路以及勝利八街路口，總開發面積約 12.61 公頃，統包工程 108.12.24 舉行動土典禮，新竹縣政府已於 109 年 9 月 30 日公告「國際 AI 智慧園區」的產業專用區土地設定地上權受理申請，產業專用區總面積 60,558 平方公尺，劃分為 5 坵塊，以設定地上權 20 年的方式，提供 AI 相關產業的廠商申請興建廠房、辦公室等建築，預見園區未來成為人工智慧技術、大數據資料庫等智慧應用產業基地。	座落於新竹縣竹北市莊敬北路、莊敬一路以及勝利八街路口，開發後園區衍生之城際旅次將由國 1 竹北交流道進出國道。
前瞻基礎建設計畫		
新竹大車站平台計畫規劃	可行性評估已於 109 年 3 月底核定，刻正啟動綜合規劃作業。	新竹車站設置跨站平台，整合各式運具達到無縫轉運之目的，以提升大眾運具使用率。初步評估與本計畫無介面。



名稱	目前進度	與本計畫之相關性
新竹環線輕軌	109 年 4 月 22 日「新竹市大眾捷運系統整體路網評估計畫報告書」會議僅核定新竹市路網並優先推動紅線，目前辦理新竹市輕軌紅線可研計畫中。	輕軌建置後可紓解科學園區通勤旅次所產生之地區道路交通瓶頸問題，並轉移國 1 短程通勤旅次，將影響本計畫及國 1 主線之交通量。
重大交通建設計畫		
國道 1 號竹北交流道改善計畫	經評估分流改善方案執行困難，已報奉交通部同意暫停執行規劃設計作業。	將納入本計畫辦理檢討，並整體考量本拓寬工程、竹北交流道改善及增設竹北轉接道之競合關係。
西濱快速公路觀音至鳳岡段主線段新闢工程	共 4 個工程標，皆已完工通車。	完工後可做為桃園市至竹北市濱海側之聯外旅次動線，轉移國 1 部份城際運輸旅次，紓解本計畫路段之交通負荷。
台 1 線替代道路工程	先期規劃與基本設計已於 107 年 3 月核定；110 年 12 月 17 日交通部公路總局辦理審議，本案經審議同意納入生活圈道路交通系統建設計畫(公路系統)6 年計畫(111~116 年)。111 年 3 月 30 日經交通部公路總局核定，刻正辦理設計作業中。	路線自台 1 線新豐往南延伸至台 68 線武陵匝道，將增設一座跨頭前溪橋梁，滿足竹北市與新竹市間道路銜接需求，轉移國道 1 號竹北路段之短程通勤旅次。
高鐵橋下聯絡道延伸至竹科工程	第一、二期已完工，第三期(中興路至力行路段)施工中，預計 112 年 6 月完工。	全線通車後可分擔慈雲路交通負荷，完善地區道路跨頭前溪之整體路網規劃，轉移國 1 新竹路段之短程通勤旅次。
公道三(竹光路銜接至景觀大道)新闢道路	已於 109 年 11 月 23 日辦理動土典禮、11 月 26 日開工。	為台 1 線替代道路之延伸，可疏解北區車流、減少市區交通量，並分散西區聯外道路車流，對減少國 1 車流有助益。
新竹縣、市跨越頭前溪替代道路	已納入「擬定新竹市都市計畫(頭前溪沿岸地區)主要計畫」，目前內政部都委會專案小組審議中，俟完成法定程序後辦理後續作業；工程設計規劃已通過環境影響評估。	可滿足新竹縣、市間跨越頭前溪之交通需求，分擔各跨越橋之交通量，亦可減輕國道 1 號及台 1 線之交通負荷。
推動竹北臺鐵縱貫線高架捷運化暨增設車站	經評估後，計畫財務不具備可行性，已辦理結案不再推動。	計畫路段由臺鐵鳳山溪橋至頭前溪橋止，待可行性評估核定後至工程發包預計需 10 年。初步評估與本計畫無工程介面問題。
西濱快速公路鳳鼻香山段路線可行性評估	可行性評估於 109 年 7 月 3 日核定，目前辦理綜合規劃及環評作業中。	完工通車後可解決新竹路段斷鍊問題，由新北市直達台南，與國 1 及國 3 互為替代道路，轉移部份城際運輸旅次，紓解本計畫路段之交通負荷。
新竹科學工業園區(寶山用地)擴建計畫—道路改善計畫	110 年 2 月 6 日辦理公展說明會。	配合園區擴建計畫辦理地區道路拓寬及新闢工程，可完善整體地區路網，以減輕國道 1 號新竹段之交通負荷。

計畫來源：本計畫彙整



第四章 執行策略及方法

4.1 路線方案規劃

楊梅頭份拓寬工程為現有高速公路之拓寬，路線設計係以交通部民國 108 年 9 月頒布之「公路路線設計規範」為依據及美國 AASHTO 於 2001 年出版之「A Policy on Geometric Design of Highways and Streets」所載相關規定為輔辦理。本工程路線採「一級公路」、「國道高速公路」等級設計，設計速率主線為 120 KM/HR，系統匝道為 80KM/HR，一般匝道採 60KM/HR。計畫路線行經新竹段為閃避既有建物，線形受限較多，設計速率調整為 100 KM/HR。相關道路設計標準說明如下。

表 4.1-1 主線幾何設計標準

設計項目		設計標準			
設計速率 (公里/時)		100	120		
安全停車視距 (公尺)	建議值	185	250		
	容許最小值	155	195		
安全應變視距 (公尺)	狀況值	400	470		
路線平面	圓曲線最小半徑 (公尺)		390	620	
	最大超高度 (%)		8	8	
	免設緩和曲線之 最小半徑 (公尺)	建議值	2900	4200	
		容許最小值	1450	2100	
	同向曲線最短 長度	切線交角 $\theta < 6^\circ$	建議值	$3300 / (\theta + 6)$	$4000 / (\theta + 6)$
		切線交角 $\theta > 6^\circ$		280	330
緩和曲線參數 A 值 ($A^2=RL$)		以 $1/3R \sim R$ 為理想值			
路線縱斷面	最大縱坡度	建議標準值 (%)	4	3	
		容許最大值 (%)	5	4	
	凹型曲線 K 值 ($K=L/\Delta G$)	建議值	50	70	
		容許最小值	36	47	
凸型曲線 K 值 ($K=L/\Delta G$)	建議值	100	195		
	容許最小值	60	95		
路線橫斷面	緣角 (公尺)		1		
	正常路拱 NC (%)		2		
	橫向坡差 (%)	建議值	4		
		容許最大值	5		
超高漸變率 (公尺/公尺)	建議值	1/260	1/300		
	容許最大值	1/210	1/250		

註：一般情況採用建議值，惟新竹路段受地形、地物條件限制時得採用規範容許值。



表 4.1-2 主線斷面設計標準

設計速率(公里/小時)				100	120	
主線標準橫斷面	車道			3.65		
	路面寬度(公尺)	路肩	外(右)側	建議值	3.0	
				容許最小值	2.5	
		內(左)側	建議值	1.0		
			容許最小值	0.5		
	圓肩(公尺)			1.0		
	邊坡(橫比直)			2:1 或更平緩		
	標準路拱(%)			2		
	分匯流區橫向坡差(%)		建議值	4		
			容許最大值	5		
	超高漸變率(公尺/公尺)		建議值	1/260	1/300	
容許最大值			1/210	1/250		
橋梁	橋面寬度			與路面同寬		
	淨高(公尺)	高速公路跨越普通公路		省道 4.9		
				縣道 4.6		
				鄉道 4.6		
				市區道路 4.6		
高速公路、快速公路、普通公路跨越高速公路		5.1				



表 4.1-3 匝道幾何設計標準

高速公路設計速率(公里/小時)			100/120		
匝道設計速率(公里/小時)			60		
安全停車視距(公尺)		建議值	85		
		容許最小值	70		
路 線 平 面	圓曲線最小半徑(公尺)		120		
	最大超高度(%)		8		
	免設緩和曲線		建議值	1,000	
	最短半徑(公尺)		容許最小值	500	
	平曲線 最短長 度(公尺)	單曲線總長度 (可包括緩和曲 線)	建議值	切線交角(θ)6 度以上	170
				切線交角(θ)6 度以下	$2000/(\theta+6)$
		容許最小值		85	
複曲線中每一圓曲線最短長度(不含緩和曲線)		35			
路 線 縱 斷 面	最大縱坡度(%)		建議值	5	
			容許最大值	8	
	凸型豎曲線 K 值(公尺/%)		建議值	18	
			容許最小值	13	
	凹型豎曲線 K 值(公尺/%)		建議值	17	
			容許最小值	14	
豎曲線最短長度(公尺)			35		

註：一般情況採用建議值，惟受地形、地物條件限制時得採用規範容許值。



表 4.1-4 匝道斷面設計標準

設計速率(公里/小時)			60	
標準橫斷面	路面寬度(公尺)	單車道	4.5	
		路 肩	外(右)側	1.8
			內(左)側	1.2
	路面寬度(公尺)	雙車道	7.3	
		路 肩	外(右)側	1.8
			內(左)側	1.2
	圓肩(公尺)			1.00
	邊坡(橫比直)			2:1 或更平緩
	標準路拱(%)			2
	終端區橫向坡差(%)	建議值		4
		容許最大值		5
超高漸變率(公尺)	建議值		1/180	
	容許最大值		1/130	

4.1.1 規劃設計原則

1. 規劃原則

在進行公路工程規劃前應就可能潛在之問題與原可行性評估報告成果做一通盤檢視，訂定一般性規劃考量原則如下：

- (1) 路線幾何設計於符合基本規範要求原則下，儘量以標準值甚或採更高標準進行設計以期達行車安全舒適之優點。
- (2) 路線規劃力求減少大幅度改變地貌之開挖回填，降低對自然生態環境之衝擊及其衍生工程災害，並以挖填土方平衡為重要目標。
- (3) 儘量縮小路線通過而產生之畸零地，並避免通過聚落、城鎮等建物林立區域，以減少工程進行可能造成之抗爭及民怨。
- (4) 針對隧道設計線形將採大曲率半徑及平緩縱坡以增加行車安全。
- (5) 所有橫交道路及水路於規劃時亦需考量保持其功能性完整。

2. 全線線形布設原則

本工程路線線形考量施工交維可行之前提下，高架橋墩盡量貼近現況高速公路護欄，以減少建物拆遷。本工程全長約 36 公里，除湖口以北及新竹系統以南採用路堤方式拓寬及湖口營區段採隧道形式布設外，其餘均以高架方式布設。規劃階段因增設竹北轉接道，故竹北轉接道以北之高架橋及隧道段調整以 3 車道布設。以下針對各路段規劃設計原則進行說明，如圖 4.1-1 所示。

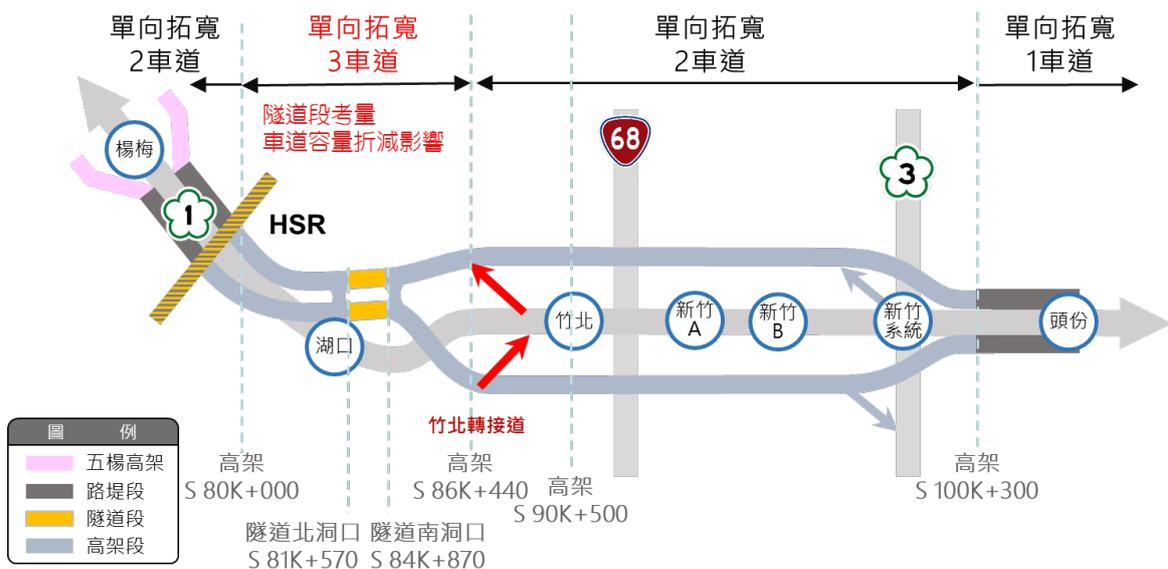


圖 4.1-1 路線形式及車道配置示意圖



3. 路線起點至高鐵橋下

本計畫由五楊末端至高鐵橋下，長達約 8.5 公里路段主線以路堤布設，路堤拓寬段之上下游皆為 5 車道布設，目前楊梅收費區舊址已完成楊梅休息站之新建工程，該案設計之初即已預留本路段主線拓寬為 5 車道空間，楊梅休息站出入口匝道現況係以主線 3 車道進行加減速車道配置，未來須配合本計畫調整匯出入點位置。

本工程於主線里程 79k+900 處斜交穿越高鐵路橋下，由於高鐵路橋墩徑不足容納本路段雙向共 10 車道路寬，南下線 2 車道需以實體分隔方式改由高鐵路橋下側跨通過：北上線可採縮減內外路肩方式以 5 車道由高鐵路主跨下穿越，線形不外甩，也避免影響主線北上側之高鐵路無線電設施。

4. 湖口營區路段

路線通過高鐵路橋下後便持續以實體分隔方式，南下線以半徑 800 公尺跨越中山高。為避免影響湖口營區訓練場操演及作戰之隱密性要求，採隧道方式穿越通過營區。為避免隧道內道路容量折減，車道以 3 車道配置。

5. 湖口營區路段至公道五交流道

路線離開營區範圍後以橋梁方式跨越 117 縣道及鳳山溪。本路段跨越 117 縣道後，路線為避免通過地滑區及影響既有建物，且屬於下坡段，線形受限較多，設計速率降為 100 KM/HR。南下線在鳳山溪南岸處以半徑 400 公尺二次跨越中山高，路線繼續沿高速公路兩側路堤以高架方式往南，並於竹北交流道以北布設轉接道，服務南向之高架往平面及北向之平面往高架之車流。高架線形需考量竹北交流道改善及頭前溪橋拓寬空間予以預留。

6. 公道五交流道至園區二路

中山高速公路於公道五交流道後至園區二路間，兩側緊臨廠房及民宅，為減少建物拆遷且閃避南下側路旁高擋土之地錨區(91k+550~91k+650)，高架橋於利用集散道路與主線間實體分隔區布設路線。本路段南下與北上路線說明如下。

(1) 南下線

南下路線於里程 91K+380 後逐漸向主線中心偏移，路線跨越公道五交流道後於南下高架里程 91K+450 後利用集散道路(新竹 A)與主線間布設。後因集散道路(新竹 95B)改為高架，集散道路與主線間已無可用腹地以供落墩，故本計畫高架橋於 92k+750 處跨越集散道路高架路段後偏向主線外側腹地，跨越新安路、園區二路及園區三路，繼續以高架方式往南。



(2) 北上線

北上線於里程 91K+600 以南利用集散道路(新竹 A)與主線間腹地布設路線。集散道路(新竹 B)於里程 92k+280 至 93k+065 處為車行箱涵，故本計畫高架橋擬採用門架橋墩與箱涵側壁共構方式配置。路線繼續往南通過新安路於里程 93K+275 後逐漸偏向外側，利用主線與側車道間邊坡腹地布設，通過園區二路後於 94K+400 逐漸偏向外側，並利用主線外側布設路線，以高架方式繼續沿高速公路外側跨越園區三路、雙園路繼續往南。

7. 園區二路至新竹系統交流道 94K+350~96K+300

國道 1 號里程約 98K+100 為國 3 系統交流道，交流道形式為半苜蓿葉交流道，目前已設有八條匝環道作為兩條高速公路車流動線之銜接。因此，楊梅頭份段高架橋在跨越新竹系統交流道時，為加強高快速路網之服務功能，將於此處與既有系統交流道作一銜接，以健全國道 1 號高速公路之服務效能。但由於本系統交流道將為三條國道之連結，交流道形式及高程配置相互關係複雜，需妥為規劃因應。

考量旅次主要方向及車流特性，並紓解既有匝道之交通負荷，因此擬規劃本路段高架橋新設 2 支匝道(新竹往返茄苳)銜接國道 3 號茄苳方向，以發揮完善之城際交通運輸效能。

8. 新竹系統交流道至頭份交流道 96k+300~107+170

本工程路線以橋梁方式跨越新竹系統交流道後，繼續沿高速公路兩側布設，因既有高速公路路堤段外側建物較少，為節省工程經費，通過系統交流道後，採用路堤拓寬一車道，此一拓寬車道為輔助車道(出口專用車道)銜接至頭份交流道(里程 107k+170)南出北入匝道，以紓解交通負荷。

4.1.2 楊梅路堤段配置構想

1. 起點銜接五楊末端構想

本計畫起點銜接五楊末端。北上線因五楊高架車流變化所需，已利用原楊梅收費站路權於校前路跨越橋前採 5 車道配置；另經檢視校前路跨越橋南下單向淨寬為 25 公尺，滿足 5 車道配置單向寬度為 22.5 公尺(1+3.65*5+3)需求，故可以 5 車道直接銜接，以維持車道平衡。



2. 楊梅休息站相關界面

原楊梅收費區舊址已完成楊梅休息站之新建工程。該案設計之初即已預留本路段主線拓寬為 5 車道需求。楊梅休息站出入口匝道係以主線 3 車道，設計速率 60KPH 配置，未來配合本工程改以主線 5 車道配置，匯出入車道需配主線拓寬調整加減速車道長度。

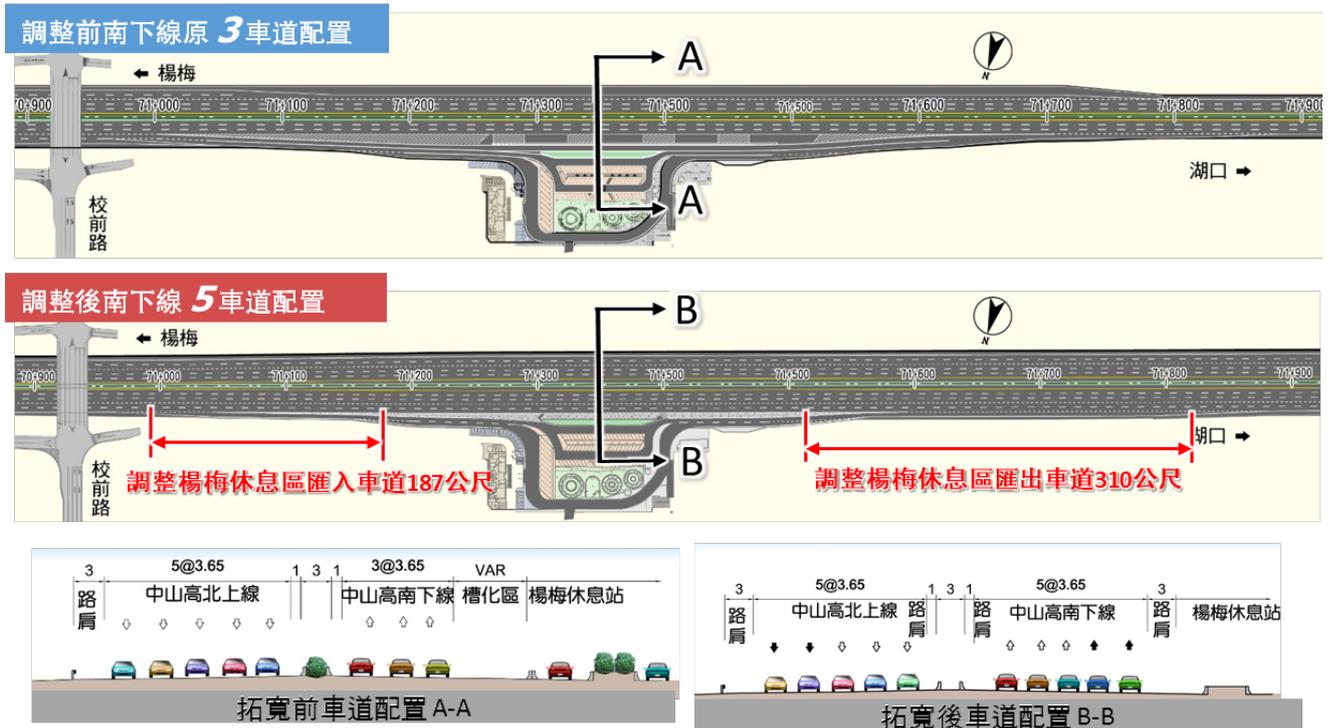


圖 4.1-2 楊梅休息區匝道調整示意圖

3. 內路肩加寬議題

本計畫由五楊末端至高鐵橋下長達約 8.5 公里路段主線以路堤布設，路堤拓寬段之上下游皆為 5 車道布設(北側有五楊高架，高架加平面車道總計為 5 車道；南側為本計畫新設高架橋，高架加平面車道總計為 5 車道)，為避免路段因位於車流交織變換區域而有容量不足之情事發生，並依交通需求預測結果，建議採拓寬 2 車道方式處理。可行性研究階段考量國人跟車間距較近，且 5 車道配置已為中山高最大斷面配置，考量緊急事故救援需求，故建議本路段內路肩採 3.0 公尺，以利內線事故車輛緊急停靠使用，全斷面寬度為 52.6 公尺。



圖 4.1-3 湖口段路堤拓寬段斷面示意圖(可行性研究階段)

依 FHWA「Mitigation Strategies For Design Exceptions」之內路肩最小寬度要求「On a four-lane section, the paved width of the left shoulder shall be at least 4 feet (1.2 meters). On sections with six or more lanes, a 10-foot (3.0-meter) paved width for the left shoulder should be provided...」，其間並未對五車道之斷面內路肩進行說明。

經規劃階段重新檢討，內路肩停靠事故車輛不符目前用路人習慣。目前國 1 主線 5 車道路段(汐止系統~汐五高架汐止端、泰山轉接道前、中壢轉接道、鼎金系統~高雄 A 出口、五甲~高雄端(中山四路))內路肩均未加寬，考量樽節工程新建成本及樽節用地取得(合計約 10 億元)及管理需求後，內路肩仍維持 1m 的配置方式，全斷面寬為 48.6m，道路斷面如圖 4.1-4 所示。

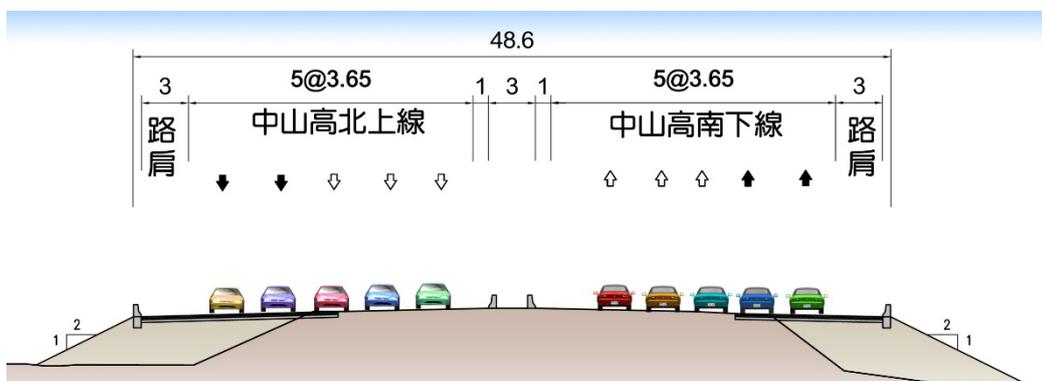
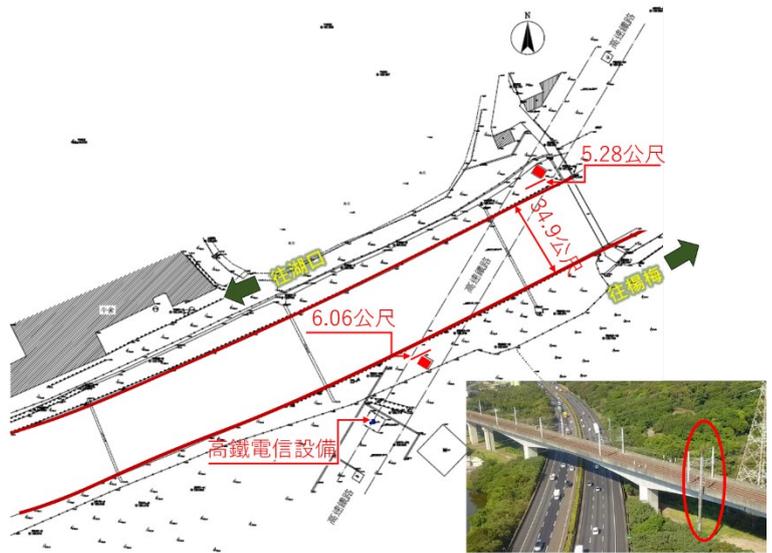


圖 4.1-4 湖口段路堤拓寬段斷面示意圖

4. 高鐵橋下穿越議題

本計畫路線於國道 1 號里程 79k+900 處於高鐵下方以路堤形式通過，經現地測量結果，北上側國道 1 號外側護欄距離高鐵墩間距為 6.06 公尺，南下側為 5.28 公尺，國道 1 號淨寬為 34.9 公尺，依現況寬度不足配置雙向 10 車道(淨寬度 48.6 公尺)，且北上側距離國道 1 號 18.4 公尺處有高鐵電信設施(無線電台)。



本計畫路線線形位於高鐵沿線兩側毗鄰地區限建範圍內(高鐵結構外緣線起算兩側各 60 公尺)，且緊鄰高鐵橋墩基礎(詳圖 4.1-5)，考量施工時，路堤填築荷載及擋土牆基礎開挖皆緊鄰高鐵橋墩基礎。依據既有設施及「鐵路兩側禁建限建辦法」之限制條件，將採下列因應措施：

(1) 縮減中央分隔寬度及內側路肩，配置北上 5 車道

本計畫北上路線，通過湖口營區後，於高鐵橋下前以路堤方式匯入國道 1 號平面車道，為 5 車道配置，因既有國道 1 號外側緊臨高鐵橋墩，調整國道 1 號里程 79K+200~80K+400，中央植栽區改成 0.8 公尺中央分隔島形式，內側路肩縮減採用最小寬度 1.0 公尺，外側路肩 3.0 公尺，全寬 23.2 公尺。

(2) 南下側考量有橫交箱涵荷重，路線調整於高鐵橋墩外側

本計畫南下路線，自國道 1 號 79k+255 處即與主線分離岔出，繼續以路堤方式南下，考量減輕路堤填築及擋土牆開挖對鄰近高鐵橋墩基礎造成影響，通過高鐵時採橋梁方式通過。

(3) 施工及完工後通行之安全因應措施

本路段橋梁具高鐵橋梁底尚有約 9.5m 淨高，另查高鐵橋下方淨高無相關規定，考量日後預留 2m 維管空間，尚有約 7.5m 淨高，仍符合相關道路設置規定。施工中則會依據台灣高速鐵路股份有限公司「高鐵軌道及結構設施對鄰近工程容許變位之監測管理」(草稿)，規劃高鐵橋梁結構監測管理計畫，降低施工中風險，並於完工後確實復舊，確保高鐵安全無虞。並考量本路段橋梁緊鄰高鐵橋梁結構，擬增高橋梁護欄高度，降低日後車輛因事故翻覆碰撞高鐵橋梁結構之機率。

考量施工時，路堤填築荷載及擋土牆基礎開挖皆緊鄰高鐵橋墩基礎，將依據既有設施及「鐵路兩側禁建限建辦法」之限制條件，規劃妥適施工法(採橋梁方式通過)

及監測系統(如電子式傾斜計、連通管沉陷計、土中傾度管、水位觀測井、位移觀測點、速度計等，參考如下表 4.1-5)，以降低施工及完工通行後對高鐵影響。

表 4.1-5 高鐵橋墩監測系統規劃建議

儀器項目	監測目的	監測方式
電子式傾斜計	高鐵橋墩傾斜量	自動監測
連通管沉陷計	高鐵橋墩沉陷量	
土中傾度管	深層土壤側向位移量	人工監測
水位觀測井	地下水位之變化情形	
位移觀測點	高鐵結構及地表三軸向位移量	
速度計	高鐵橋墩震動之速度值	

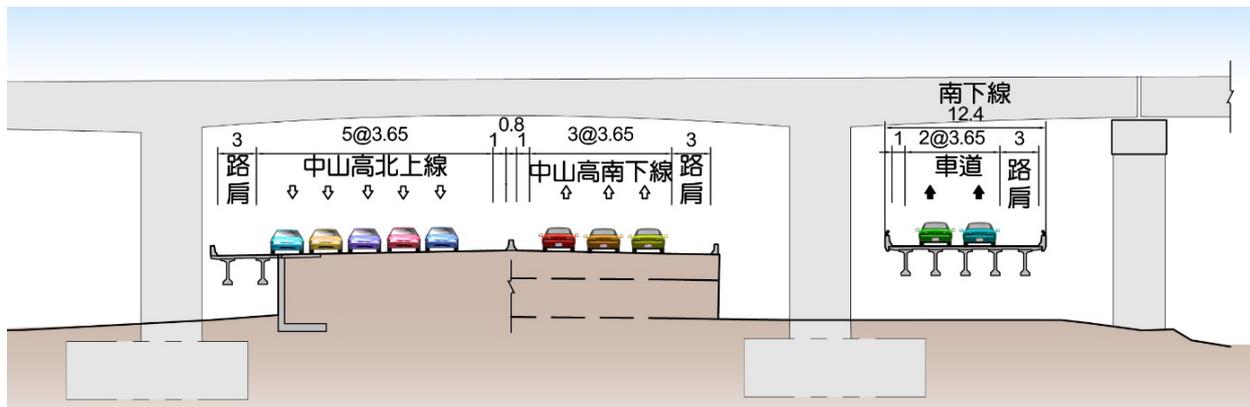


圖 4.1-5 高鐵橋下斷面示意圖

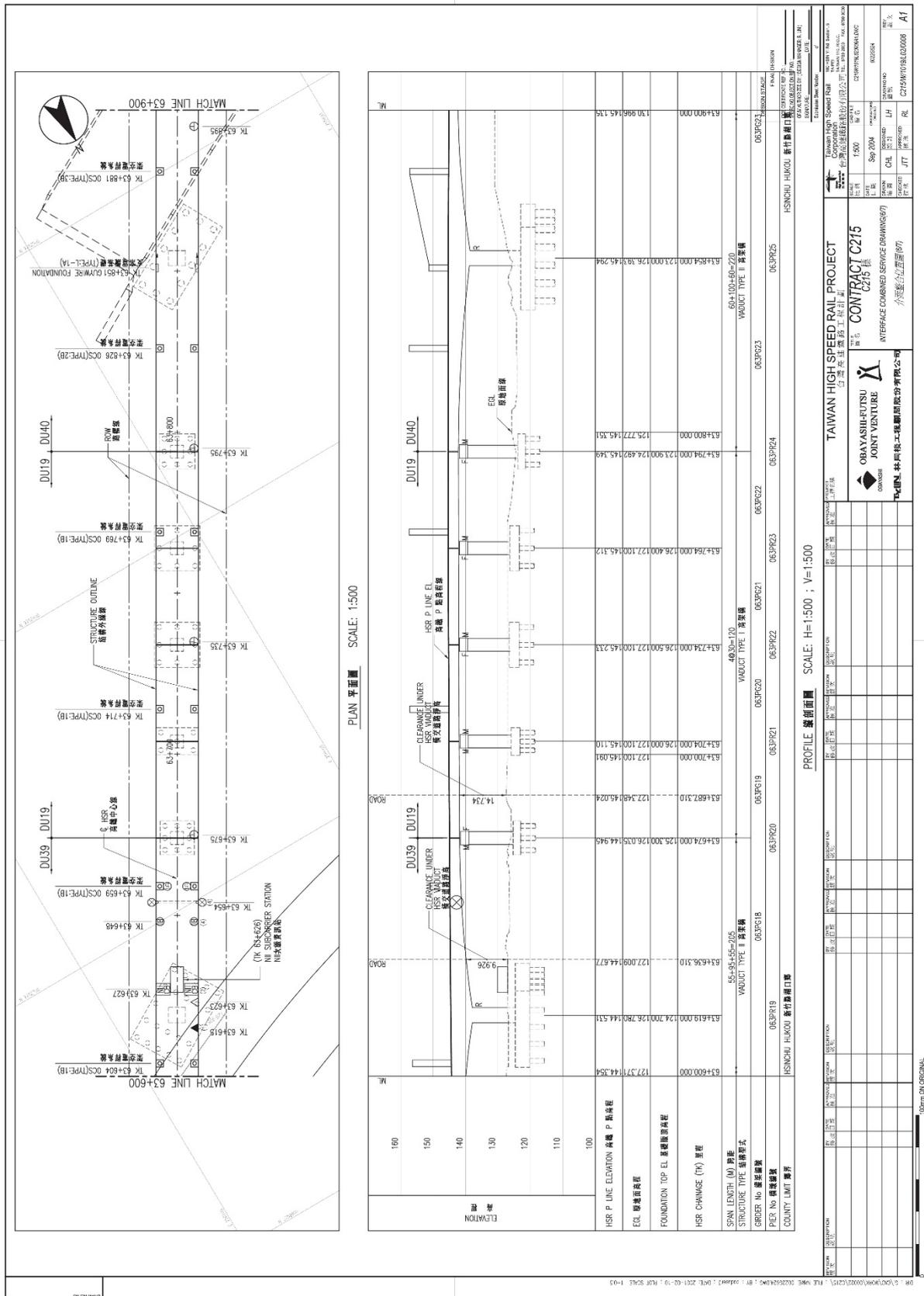


圖 4.1-6 高鐵橋墩配置圖(一)

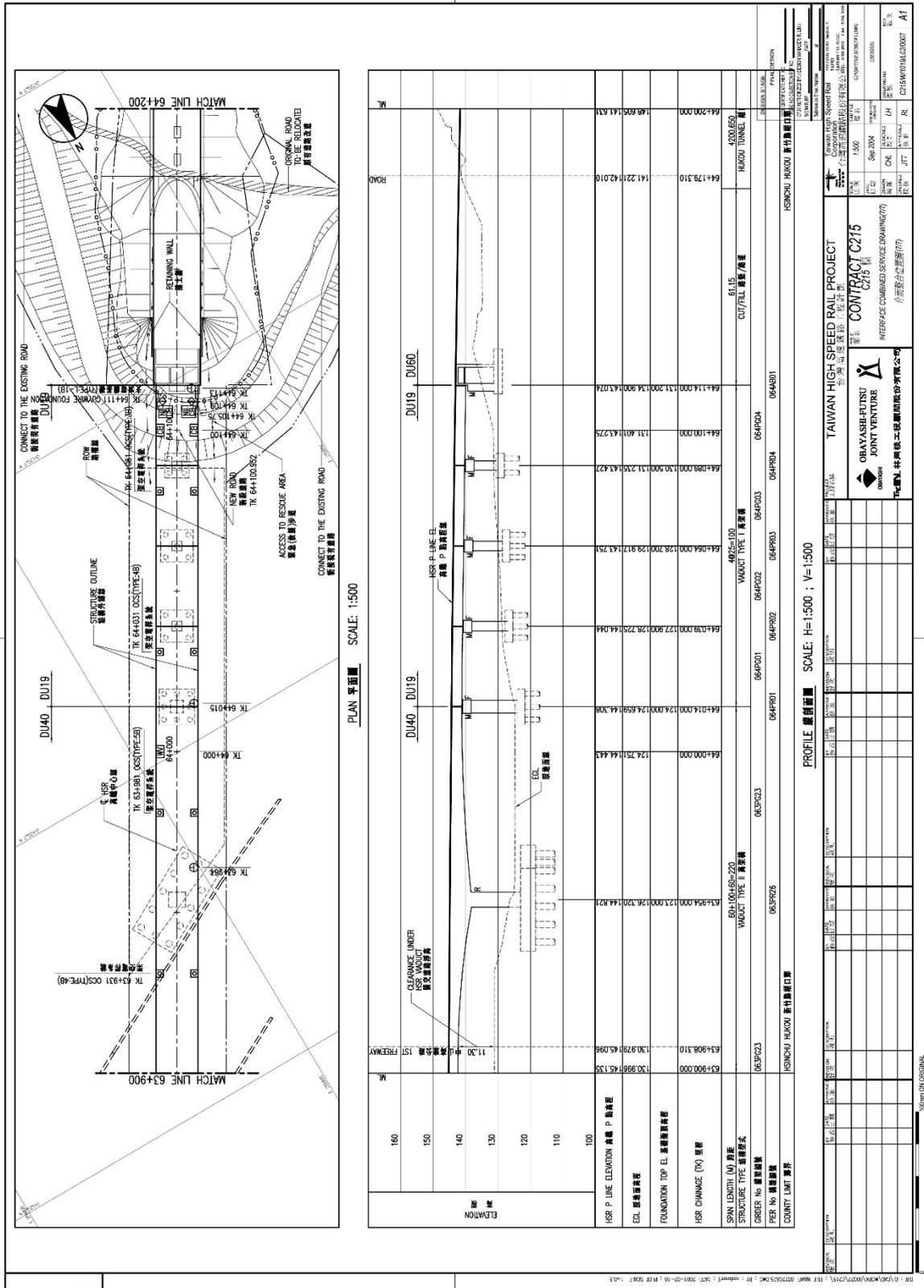


圖 4.1-7 高鐵橋墩配置圖(二)



4.1.3 湖口隧道配置構想

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 公尺，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。經多次與國防部等相關單位研商。考量湖口訓練場操演及作戰之隱密性要求，訓練場內不得有任何構造物或設施物露出地面，隧道洞口均需位於訓練場範圍以外。

考量現地地形、隧道相關規範及訓練場未來設施高程，南下路線跨越國道 1 號位置較可研階段路線往南約 185 公尺，湖口隧道最小平曲線半徑 1,000 公尺，最大縱坡 1.73%。斷面配置方面，為避免隧道內道路容量折減及考量隧道防災應變需要，車道以 3 車道配置，內外路肩為 0.3 公尺。

本計畫路線於湖口路段因地形關係隧道長度分別約為 3302m 及 3160m，通過湖口訓練場下方，皆為雙孔單向車行隧道。出隧道後以半徑 400 公尺由鳳山溪北側地滑區邊緣通過，可有效降低工程風險。

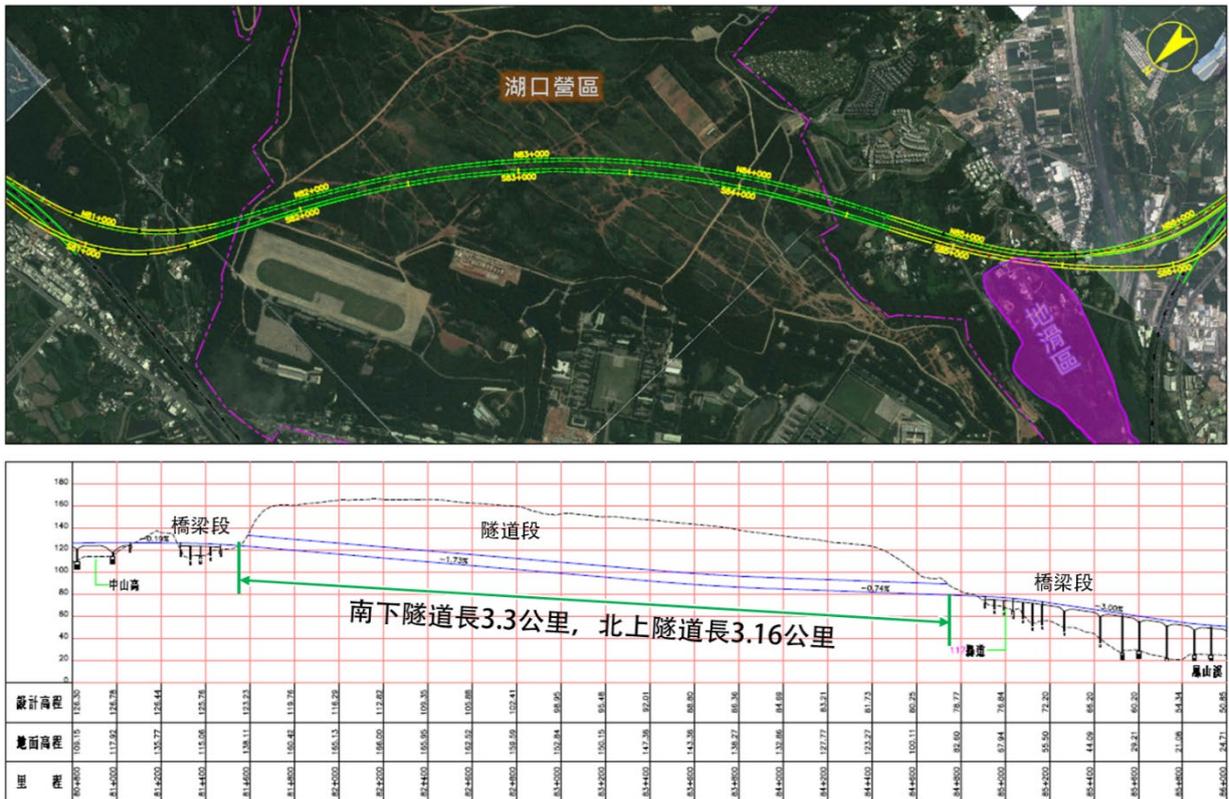


圖 4.1-8 湖口隧道段平縱面圖

4.1.4 竹北段配置構想

1. 竹北交流道改善配合事項

(1) 原竹北交流道改善計畫執行狀況說明

竹北交流道為鑽石形交流道，路口左轉車流須受號誌控管停等，連絡道路光明六路已無法負荷尖峰龐大之交通量，運轉效率不佳塞車情形嚴重。行政院於 106 年核定竹北交流道改善可行性研究後，遂由高公局接續辦理規劃設計工作。

竹北交流道改善原方案係採半直接式交流道以改善兩個左轉需求，北入匝道跨越高速公路主線後轉向西，跨越縣政二路，於縣政五街前下降至地面。南出匝道往南跨越高速公路主線後下降至莊敬北路。



圖 4.1-9 竹北交流道原改善方案示圖

後於 108 年因光明六路地下道改建經營建署審議成效不彰不予補助，竹北交流道改善計畫便暫緩執行。

(2) 現階段之配合構想

本計畫經壅塞成因分析檢討及車流特性分析後，由於竹北交流道壅塞原因部分係因竹北-新竹短程旅次比例高，且兩交流道距離過近，因此造成車流無法匯入或匯入後影響主線車流。本計畫將於主線竹北至新竹 A 交流道間雙向各拓寬一車道作為輔助車道，增加道路容量，提升行駛速率。

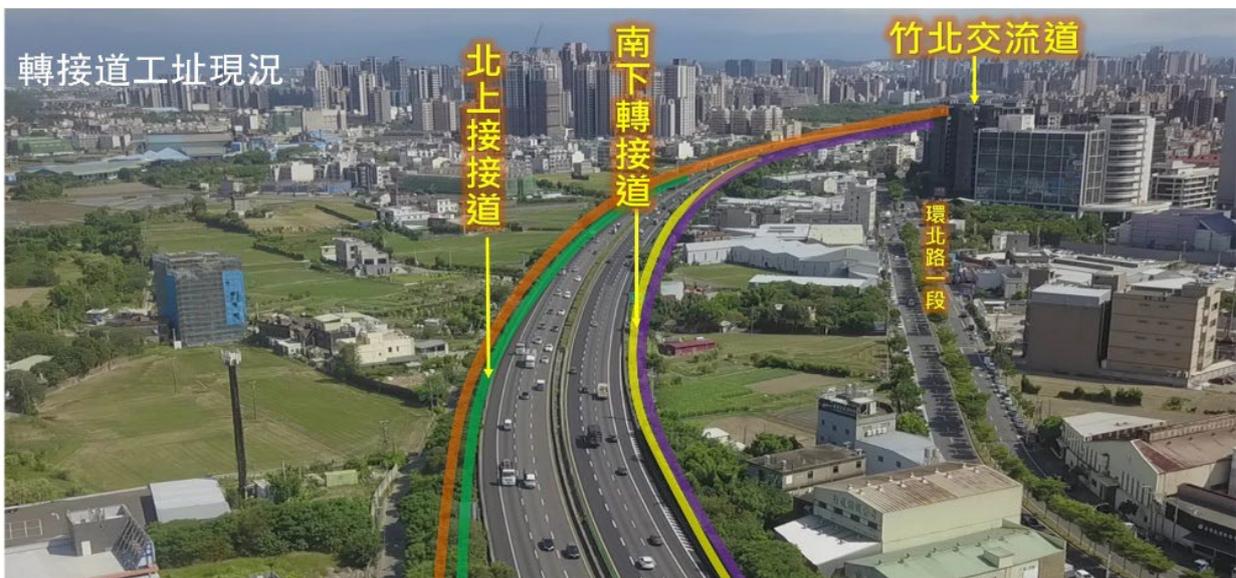
竹北交流道之改善後續須待新竹縣政府依「高速公路增設及改善交流道設置原則」完成可行性評估後，再向高公局提出申請，現階段楊梅頭份段高架橋之高程及墩位配置先暫依原改善方案進行預留，楊頭段拓寬計畫之總建設經費亦不包含竹北交流道改善之建設經費。

此外，竹北地區之交通壅塞問題係因短程上下班通勤旅次借道國道，其尖峰車流量過大，無法在短時間內紓解，本計畫建議應積極推動跨頭前溪之相關道路工程(例如台 1 替代道路及嘉豐南路延伸)及大新竹運輸走廊交控改善計畫，以利改善國道 1 號竹北路段經常壅塞情形並恢復國道服務中長程旅次之城際運輸功能。

2. 轉接道配置

本計畫延續五楊高架規劃理念主要服務中長程車流，因此除設置新竹系統交流道銜接國3 茄苳方向車流外，並無設置地區交流道，也因此高架道路僅能服務「楊梅以北」往返「新竹系統以南」之聯外旅次，對於往返新竹市區之車流效益有限。本計畫參考五楊經驗，建議於適當區位設置轉接道，供高架及平面間車流轉換，提升整體運輸效能，並可完善緊急救災動線，兼顧效率與安全。

經檢視全線工程環境，竹北交流道(91K)至新竹交流道 B(95K)之間工程環境複雜，無設置轉接道空間，而新竹交流道 B 以南已接近拓寬範圍終點，設置轉接道無顯著效益，故經綜合評估後擬於竹北交流道以北設置轉接道，可服務往返新竹市區之車流。



(1) 規劃原則及成果說明

竹北轉接道規劃考量重點如下：

- 符合交通特性
- 匯入匯出點與竹北交流道之間距符合規範要求。
- 盡量減少建物拆遷。
- 橋梁跨越中山高需考量跨距及淨高要求。

基於前述說明，為擴大高架道路之服務範圍，本計畫擬於鳳山溪以南至竹北交流道以北設置「南向：高架→平面；北向：平面→高架」之轉接道，以提高新竹市區及竹科車流使用高架道路之可及性。本方案(模擬圖詳見圖 4.1-10 利用既有農地位置，轉接道設於高架左側，並於足夠淨高處，匝道與高架道路採重疊配置以降低用地影響及建物拆遷(如圖 4.1-11)。轉接道與竹北交流道匝道匯入匯出鼻端距離約 1.2 公里，已符合公路路線設計規範對於連續鼻端最小距離 560 公尺之限制，為降低



匯出匯出車流對於國1主線之干擾，將於國1主線於兩鼻端間增設第4車道作為輔助車道，以增加車流變換之操作空間。



圖 4.1-10 竹北轉接道模擬示意圖

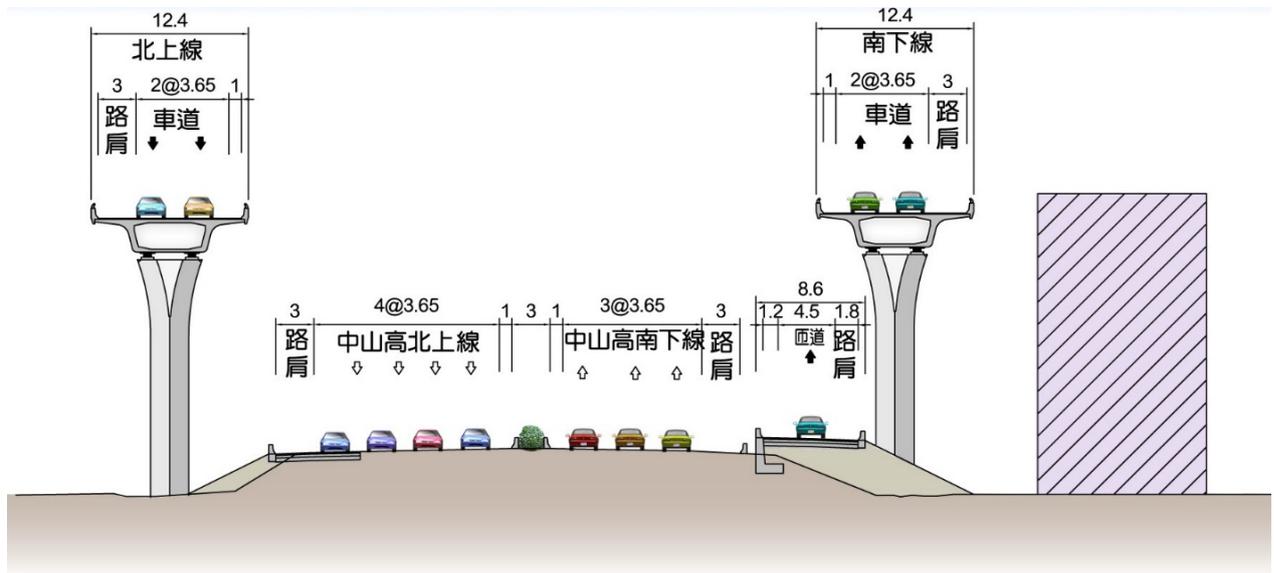


圖 4.1-11 竹北轉接道断面配置示意圖

設置竹北轉接道後，搭配湖口隧道洞口兩處迴轉道，可形成完善救災動線，參考「國道1號五楊高架路段緊急應變程序」(107.2.9第2次修正)將本計畫路段分為6段事故處理段，每段事故處理行駛距離均可節省10公里以上，有效提升緊急應變事故處理效率。

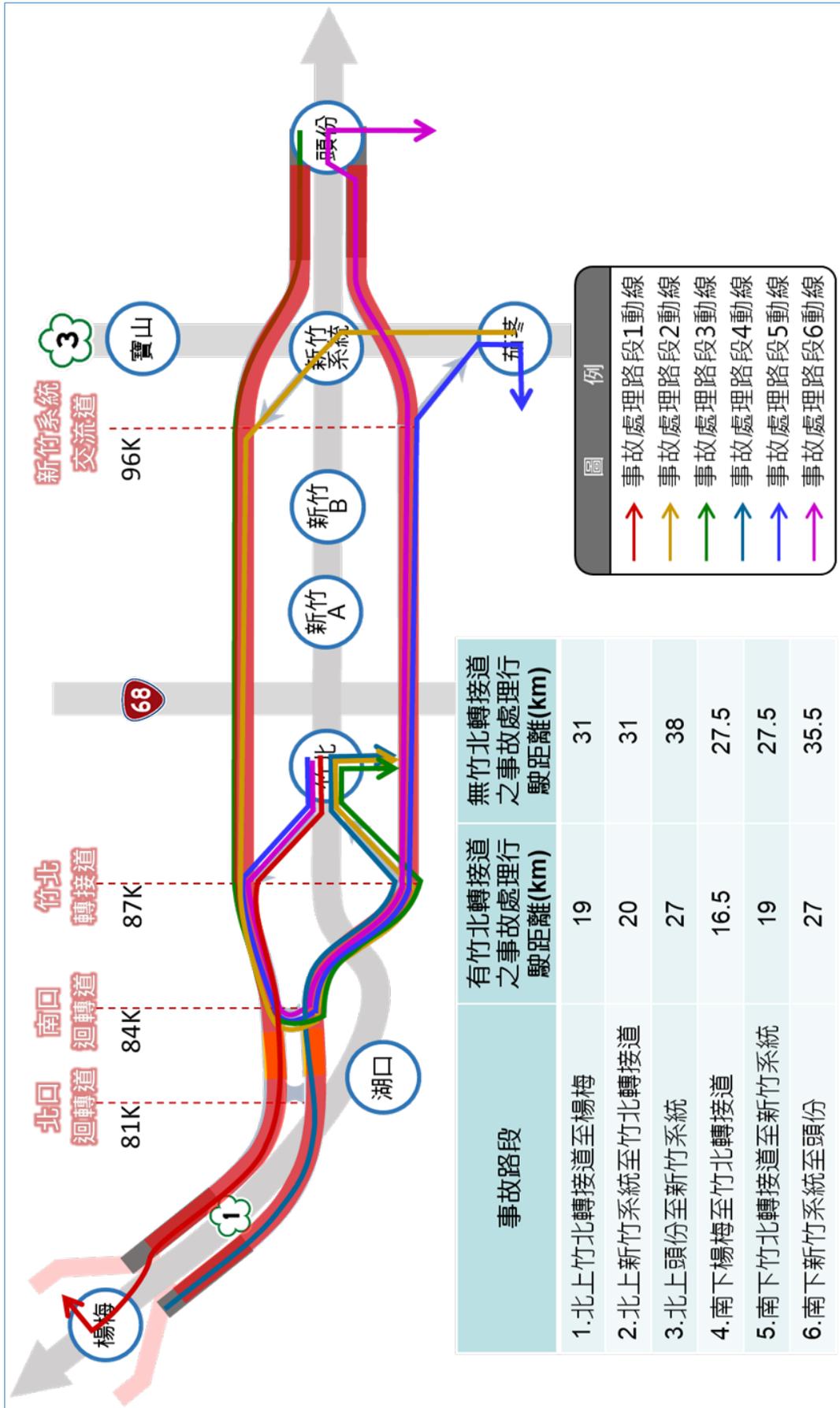


圖 4.1-12 竹北轉接道之處故處理動線說明示意圖



(2) 交織區間服務水準檢核

設置竹北轉接道後，有利於新竹地區車流轉換，轉接道與竹北交流道路段如圖 4.1-13 所示，由於兩者距離較近，進出竹北交流道與轉接道車流於將於國道 1 號主線形成交織。雖交織區段長度 850 公尺(扣除槽化線長度)已大於交通部運研所公路容量手冊所訂之最大交織長度 760 公尺(大於 760 公尺視為基本路段)，但為了解本路段整體車流運作效率，利用 VISSM 車流模擬軟體進行分析(本路段現況與模擬校估結果如表 4.1-5A 所示，誤差值在 10%以下)。考量運量運測情境中，以情境二(1.4.4 節)之轉接道交通量最大，故以情境二之交通量預測結果進行交織運作分析。

表 4.1-5A 竹北段現況與車流模擬軟體校估結果

項目		南下							北上						
		現況值				模擬值		差異	現況值				模擬值		差異
		車道數	交通量	速率	延滯	速率	延滯		車道數	交通量	速率	延滯	速率	延滯	
主線	湖口服務區~竹北出口	3+路肩	5,879	70	-	67		-4%	3	5,673	86	-	80	-	-7%
	竹北出口~竹北入口	3	4,503	-	-	73			3	4,469	-	-	70	-	
	竹北入口~頭前溪橋	3+路肩	6,517	67	-	63		-6%	3+路肩	6,791	60	-	57	-	-5%
匝道	竹北出口匝道	1	1,376	-	-	21			1	2,322	-	-	19	-	-
	竹北入口匝道	1	2,014	-	-	47			1	1,204	-	-	48	-	-
光明六路/匝道路口	光明六路往西	3	1,901	-	57	-	58	2%	4	1,602	-	61	-	65	-
	光明六路往東	4	2,305	-		-			3	1,637	-		-		-
	出口匝道	2	650	-	-	-	-	2	1,518	-	-	-	-	-	

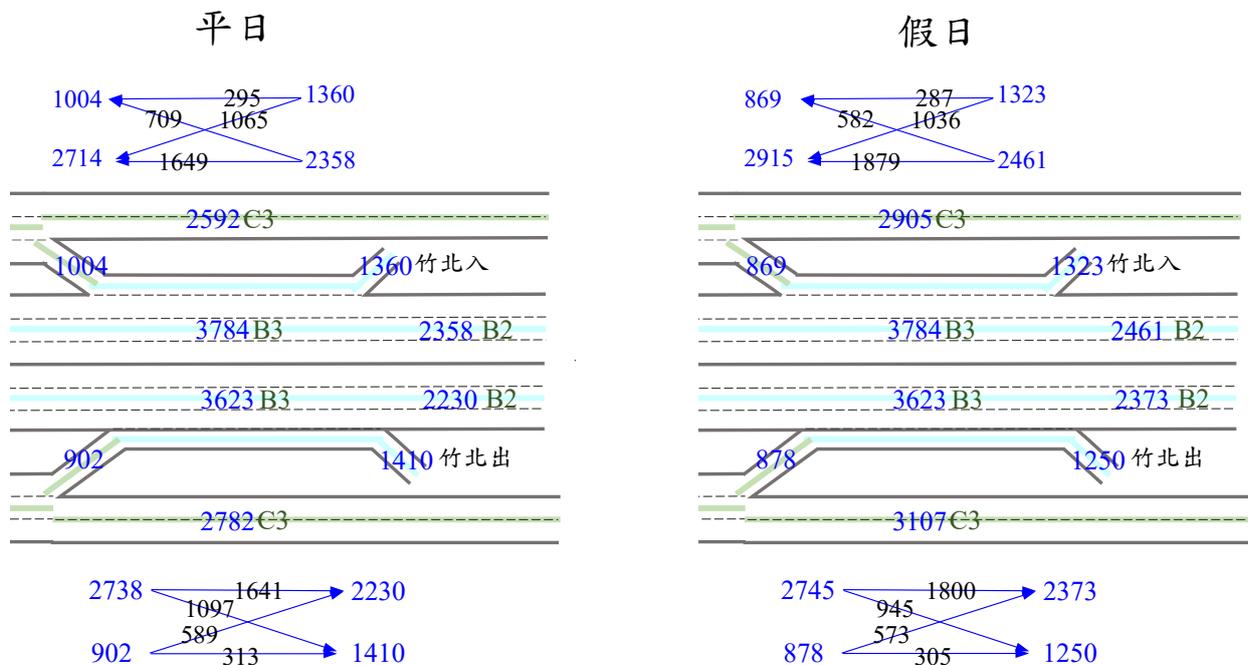


圖 4.1-13 竹北轉接道與竹北交流道車道布設與交通量預測示意圖

在適當交通管制下，預測目標年尖峰小時轉接道進入平面南下車道或平面北上車道進入轉接道之交通量，平日約 900~1,000 pcu/hr、假日約 870~880pcu/hr，竹北交流道出入口匝道交通量約 1,250~1,400pcu/hr，總交織流量約 1,500~1,700pcu/hr。

經車流模擬分析結果(參見圖 4.1-13A)，轉接道與竹北交流道間之交織情形及服務水準如表 4.1-6 所示，各路段之服務水準皆在 D4 等級以上(交織路段服務水準評估標準如表 4.1-7 所示)。另南下竹北入口及北上竹北出口之上、下游路段現況尖峰時段因出入口匝道交通量大，與主線分匯流時車速降低易壅塞回堵，未來拓寬段完成後，南、北向各約有 2500~3100pcu/hr 交通量轉移至高架道路，且現有頭前溪橋路段將拓寬至雙向各 4 車道，預期本路段壅塞情形可紓解改善。

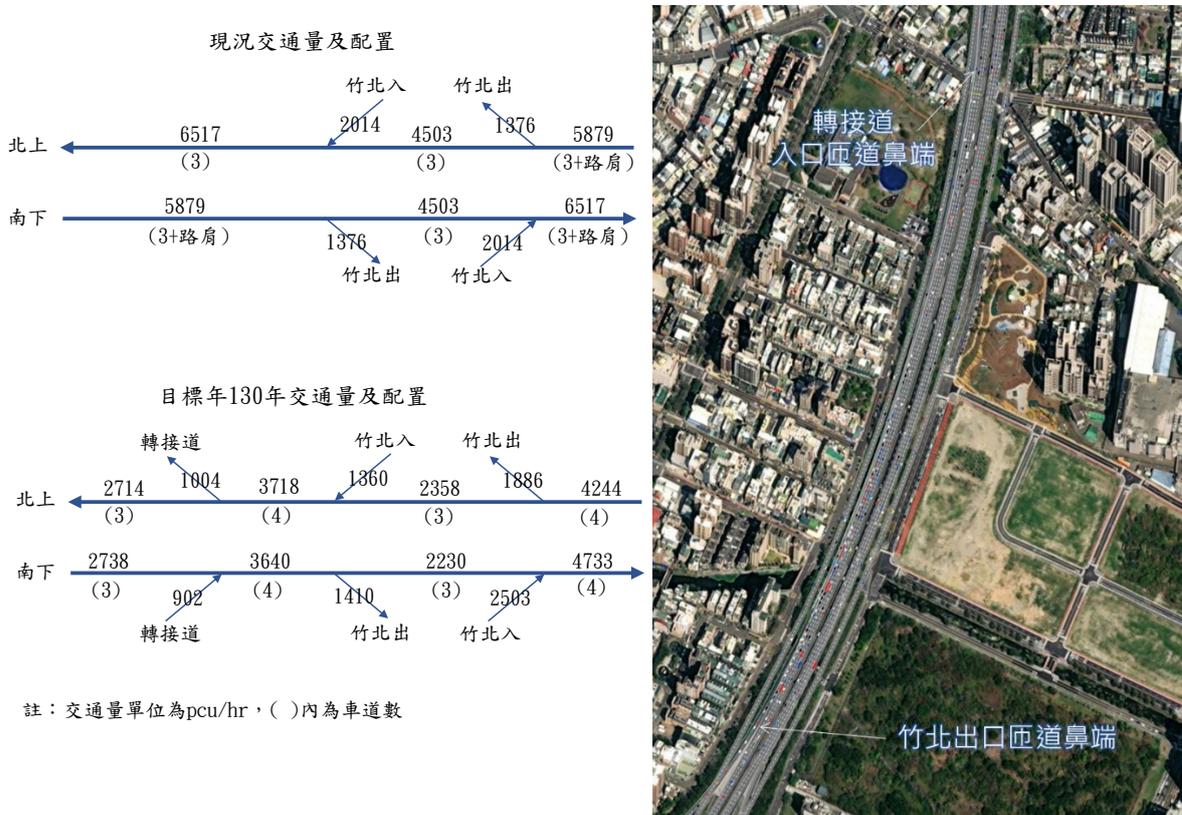


圖 4.1-13A 竹北路段目標年車流模擬軟體畫面示意圖



表 4.1-6 轉接道至竹北交流道交織路段服務水準分析

項目	起	訖	車道數	性質	平日					假日						
					流量	速率	交織區段服務水準	總流量	平均速率	基本路段服務水準	流量	速率	交織區段服務水準	總流量	平均速率	基本路段服務水準
南下	轉接道	竹北出口	4	非交織	313	62.8	D	3640	70.7	B3	305	62.8	D	3623	71.3	B3
	平面道路	平面道路		非交織	1641	83.3	B				1800	81.5	B			
	平面道路	竹北出口		交織	1097	59.4	D				945	60.8	D			
	轉接道	平面道路		交織	589	61.1	D				573	61.2	D			
	竹北出口	竹北入口	3	平面道路	2230	-	-	2230	92.8	B2	2373	-	-	2373	92.5	B2
	竹北入口		1	匝道	2503	-	-	2503	-	-	1475	-	-	1475	-	-
	竹北入口	頭前溪橋	4	主線匯流	4733	-	-	4733	89.7	B3	3848			3848	91.5	B2
北上	頭前溪橋	竹北出口	4	主線分流	4244	-	-	4244	93.5	B2	3728	-	-	3728	94.2	B2
	竹北出口		1	匝道	1886	-	-	1886	-	-	1267	-	-	1267	-	-
	竹北出口	竹北入口	3	平面道路	2358	-	-	2358	93.3	B3	2461	-	-	2461	94.4	B2
	竹北入口	轉接道	4	非交織	295	86.5	A	3718	87.9	B3	287	86.7	A	3784	88.3	B3
	平面道路	平面道路		非交織	1649	93.6	A				1879	93.2	A			
	竹北入口	平面道路		交織	1065	82.4	A				1036	82.5	A			
	平面道路	轉接道		交織	709	83.5	A				582	83.8	A			

註：南下轉接道至竹北入口之間距約850公尺，非屬公路容量手冊之交織路段，另列基本路段服務水準供參。

表 4.1-7 交織路段服務水準評估標準

服務水準	交織車流平均速率 (公里/小時)	非交織車流平均速率 (公里/小時)
A	79	85
B	71	76
C	64	68
D	56	60
E	45	45
F	<45	<45

資料來源：2011年臺灣公路容量手冊，交通部運輸研究所，100年10月。

(3) 轉接道之交通管理

轉接道之設置在於提供高架及平面間車流轉換，提升整體運輸效能，並可完善緊急救災動線，兼顧效率與安全。然受限於鳳山溪及竹北交流道之地形限制，轉接道與既有交流道之間之鼻端距離可滿足規範要求，且經交通模擬分析，交織區間之

服務水準仍在可接受範圍，然為避免突發狀況造成壅塞情形，需搭配交通管理策略一併實施，構想說明如下

A. 南下方向

於高架道路湖口隧道前(上游段)設置流量偵測器，楊梅端下游至分岔為高架、平面車道前設置資訊可變標誌(CMS)，當流量偵測達 4000pcu/hr 或相當之流率時(如 67pcu/分)，資訊可變標誌即顯示「高架道路壅塞，改走平面道路」。

B. 北上方向

於高架道路湖口隧道前(上游段)設置流量偵測器，平面道路上轉接道前(上游段)設置資訊可變標誌(CMS)，當流量偵測達 4000pcu/hr 或相當之流率時(如 67pcu/分)，資訊可變標誌即顯示「高架道路壅塞，改走平面道路」。

執行方式除利用流量偵測器及可變性標誌(CMS)於上游路段告知用路人即時路況資訊外(如圖 4.1-14 所示)，並提示「湖口營區隧道禁止變換車道」之資訊，以及特定時段於隧道實施降低速限之措施(90 公里或更低)，以鼓勵用路人多加利用平面道路。

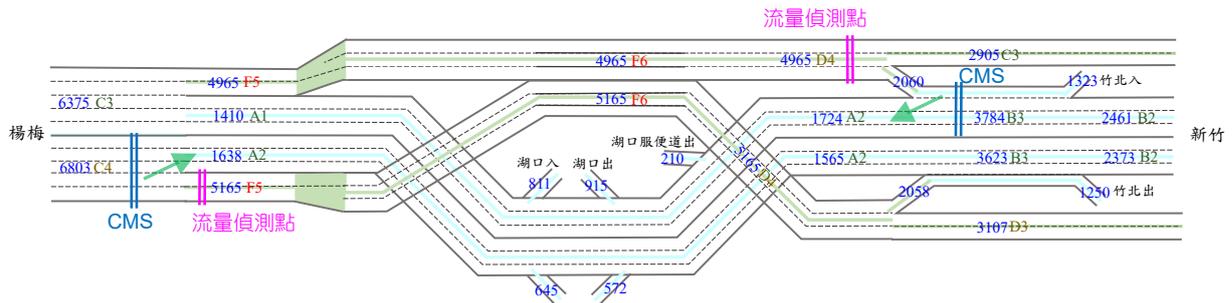


圖 4.1-14 轉接道交通管理措施示意圖

4.1.5 銜接台 68 系統交流道構想

1. 可行性研究階段研議成果

東西向快速道路「南寮竹東線-台 68 線」並未與國 1 銜接，形成國道路網替代功能不佳，影響整體輸運功能。可行性研究階段考量國 1 與台 68 銜接處受限於交流道間距過近且將於河川區落墩之限制，經評估無法設置系統交流道，進一步說明如下。

(1) 交流道間距限制

依交通部「公路路線設計規範」4.3.4 交流道之間距：在市區宜大於 1.5 公里，在鄉區宜大於 3 公里。

台 68 沿頭前溪南岸堤防布設，路線經過新竹市北區及東區，在 10 公里內設了 4 組上下匝道，交流道密集，其功能定位已接近服務新竹市區之高架道路。而國 1 主線與台 68 交會點均緊鄰台 68 線之上下匝道，往東約 0.8 公里為科園交流道，往西約 1.8 公里為新竹二交流道，距離過近，在此增設交流道，不符公路路線設計規範交流道設置間距宜大於 1.5 公里之規定。



距離過近之交流道一般可採集散道路形式整合匯出匯入車流降低對於主線交通之干擾。然本計畫預計銜接點距離縣 117 之科園交流道距離過近，若須整併竹科交流道之進出匝道動線，交通維持難度高，對於既有交通影響甚鉅，進一步說明如下。

台 68 竹科交流道形式複雜，採全轉向匝道布設，交流道區空間侷限，如採設置集散道路方案將須調整台 68 主線及東出、西入匝道線形。117 線經國大橋現況交通量已飽和，平日尖峰時段交通量約 3,928~4,269PCU/hr，服務水準已達 F 級，未來銜接國道 1 號後將引入進出國 1 之車流，加重經國大橋交通負荷。再者經國大橋外側車道為機慢車優先道，於交流道區頻繁受到匝道匯出/匯入車流交織干擾。



(2) 水利法相關規定

由於原台 68 線已位於頭前溪治理計畫線範圍內，如圖 4.1-15 所示，增設之南出西入匝道無法避免集散道及新設匝道平行落墩於治理計畫線內。依經濟部水利署「申請施設跨河建造物審核要點」(112 年 08 月)，「第五點、(一)橋墩不得施設於堤前坡、水防道路上及平行治理計畫線內。……」，「第 11 點、(三)匝道設墩應依第五點規定為之。但屬行政院核定之重大交通建設計畫且無其他較佳方案者，得平行治理計畫線落墩，並配合下列規定……」，將於後續設計階段將依新修訂法規辦理河防安全影響評估報告(二維水理演分析)及相關必要申請文件，提出使用河川公地許可申請並與二河局進行協商。



圖 4.1-15 國 1 與台 68 交會點現況(堤外往堤內看)

2. 規劃階段銜接構想

本計畫考量台 68 竹科交流道與國道 1 號及台 68 新竹三交流道距離過近，不符公路路線設計規範交流道設置間距宜大於 2.0 公里之規定，初步研議以直接銜接之方式銜接台 68 線並增設集散道路串聯竹科交流道，以進行方案可行性評估，**後續設計階段將依最新水利法規檢核研議銜接方式，楊頭段拓寬計畫之總建設經費不包含銜接台 68 系統交流道之建設經費。**

本工程係由國道 1 號楊梅至頭份段拓寬工程南下線高架橋約於國道里程 92K+300 處由南下主線匯出一單車道匯入台 68 線外側，以服務往新竹市區方向之旅次；北入匝道由台 68 線東向車道匯出後，即利用高速公路西側農業區，跨越計畫中縣政二路、國道 1 號及本工程高架橋後，並於里程 92k+400 處匯入本計畫高架橋北上線主線。本系統交流道以千甲路及原興路以北之農業區範圍配置新增之交流道，可避免新竹都市計畫(頭前溪沿岸地區)都市計畫草案劃設之整體開發範圍。



圖 4.1-16 國 1 與台 68 線銜接處增設系統交流道路線示意圖(方案研商確認中)



4.1.6 新竹市區段配置構想

國道1號新竹市區沿線建物密集，主線路權外已無空間布設高架橋。經檢視國道主線、匝道及集散道路之相對關係，利用集散道路與主線間實體分隔處布設高架路線。

- (1) 南下線：南下線跨越公道五交流道後，約為里程 91K+450 利用集散道路(新竹 A)與主線間布設。後因集散道路(新竹 B)改為高架，集散道路與主線間已無可用腹地可供落墩，故南下線高架橋於 92k+750 處跨越高架集散道路後利用主線外側腹落墩，跨越新安路、園區二路及園區三路，繼續以高架方式南行。
- (2) 北上線：北上線於里程 91K+600 以南利用集散道路(新竹 A)與主線間實體分隔立墩。集散道路(新竹 B)於里程 92k+280 至 93k+065 處為車行箱涵，故高架橋擬採用門架橋墩與箱涵側壁共構方式配置。路線繼續往南通過新安路於里程 93K+275 後逐漸偏向外側，利用主線與側車道間邊坡腹地布設，通過園區二路後於 94K+400 逐漸偏向外側，並利用主線外側布設路線，以高架方式繼續沿高速公路外側跨越園區三路、雙園路繼續往南。

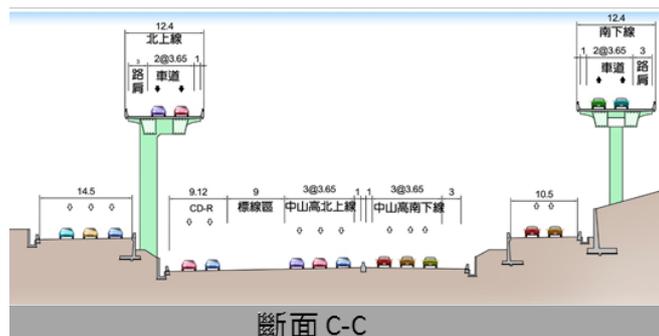
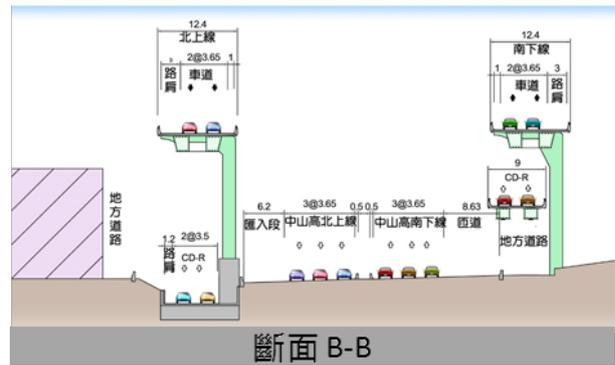
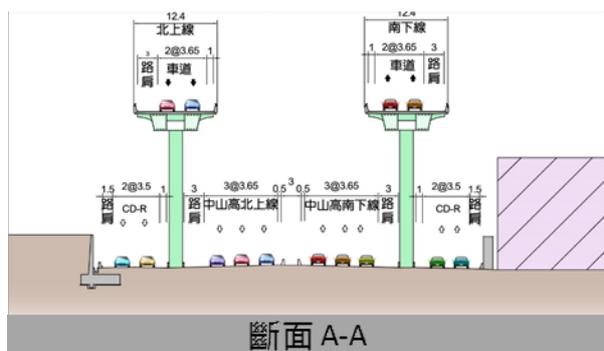
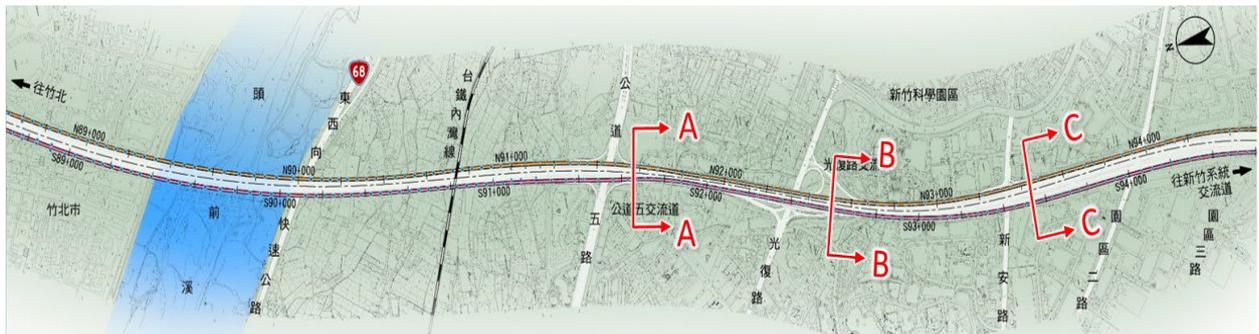


圖 4.1-17 新竹市區段路平面及斷面示意圖

4.1.7 新竹系統交流道配置構想

1. 原可行性研究階段方案

南出往國3茄苳匝道為避免高架匝道與原平面匝道合流後反因衝擊波造成車流回堵，因此以雙車道高架匝道沿國3主線外側西行，至茄苳交流道附近外側車道分離後銜接既有匝道，內側車道繼續南行跨越茄苳交流道及縣道117後，逐漸下降，匯入國3主線。

北上側部分為便於用路人選擇，故未提早於茄苳交流道分流，仍於系統交流道處再進行新設匝道與原平面匝道之分流。另考量車道平衡，國3主線自茄苳交流道至新竹系統之間建議拓寬1車道作為出口專用車道。



圖 4.1-18 可行性研究階段新竹系統交流道構想圖

2. 綜合規劃階段規劃重點

(1) 國1南向往國3南向之交通現況分析

利用電子收費交通資料蒐集支援系統(TDCS)之109年7月至9月資料，分析於同一旅次中均有通過國道1號新竹至新竹系統以及國道3號新竹系統至茄苳兩區位車輛之資料，以探討國1南向車輛於新竹系統交流道轉至國3南向之交通特性，該兩區位間之地理關係則如圖4.1-19所示。



圖 4.1-19 國道1號新竹系統轉往國道3號南向示意圖



由圖 4.1-20 可知，平日 7 時至 8 時，由國道 1 號新竹系統轉往國道 3 號南向之交通量均超過 2,000 輛/小時；17 時至 18 時之交通量則均超過 2,400 輛/小時。其中，又以星期五 17 時至 18 時之 2,506 輛/小時為最高。而星期六 7 時至 18 時之交通量均約為 2,000 輛/小時，而星期日交通量則均小於 1,800 輛/小時。

進一步探討行駛速度如圖 4.1-21，僅星期五 17 時至 19 時速度低於 60 公里/小時，最低為 18 時至 19 時之 38.5 公里/小時。平日其他時段可維持 80 公里以上，而星期六與星期日各時段行駛速度均可維持於 72 公里/小時以上，車流尚屬順暢。

交通量 (輛)		星期						
		一	二	三	四	五	六	日
時段	0	256	280	287	288	284	425	322
	1	164	215	206	208	211	277	197
	2	136	188	176	171	178	213	144
	3	149	188	181	187	190	189	135
	4	238	261	254	249	257	286	181
	5	486	426	434	439	447	596	314
	6	1,081	962	972	962	991	1,156	644
	7	2,092	2,008	2,047	2,052	2,032	1,924	1,183
	8	1,840	1,854	1,891	1,893	1,857	1,937	1,312
	9	1,757	1,860	1,872	1,848	1,863	1,938	1,528
	10	1,622	1,690	1,691	1,675	1,697	2,037	1,621
	11	1,629	1,652	1,686	1,641	1,764	2,041	1,517
	12	1,440	1,484	1,537	1,545	1,661	2,020	1,269
	13	1,398	1,466	1,527	1,491	1,698	1,944	1,352
	14	1,542	1,589	1,623	1,581	1,917	1,926	1,636
	15	1,643	1,684	1,740	1,659	2,147	1,944	1,717
	16	1,904	1,952	2,022	2,034	2,353	2,054	1,755
	17	2,403	2,441	2,408	2,423	2,506	2,038	1,703
	18	2,125	2,171	2,215	2,158	2,347	1,451	1,407
	19	1,677	1,706	1,718	1,751	2,114	1,326	1,487
	20	1,181	1,203	1,259	1,267	1,882	1,165	1,326
	21	926	973	1,027	1,036	1,671	1,022	1,142
	22	591	647	711	676	1,195	791	737
	23	380	382	487	406	657	491	411

圖 4.1-20 國道 1 號新竹系統轉往國道 3 號南向之交通量

車速 (公里/小時)		星期						
		一	二	三	四	五	六	日
時段	0	91.9	87.8	87.1	86.9	87.7	90.5	92.4
	1	89.0	85.6	85.7	85.7	86.0	89.0	91.7
	2	87.2	84.8	84.8	84.2	85.2	88.4	90.7
	3	87.0	84.9	84.5	83.4	84.9	88.8	92.0
	4	87.4	83.9	83.6	82.5	84.8	89.2	91.1
	5	90.3	88.0	87.7	86.0	88.2	91.8	94.5
	6	90.9	89.8	90.0	87.3	89.5	90.0	93.9
	7	83.1	84.4	84.3	83.1	83.9	82.8	90.2
	8	84.3	85.2	85.0	84.3	85.0	81.6	88.4
	9	82.3	81.9	81.5	81.4	81.4	76.1	85.3
	10	81.8	81.0	80.6	80.9	80.2	74.3	84.8
	11	81.2	81.9	81.0	81.2	80.2	72.5	85.4
	12	84.1	84.1	82.8	83.0	82.4	76.1	88.4
	13	84.9	84.4	81.8	84.1	82.7	81.2	87.8
	14	83.5	82.7	80.7	82.9	80.8	81.2	84.8
	15	82.2	81.8	77.8	81.9	78.5	79.4	79.7
	16	80.6	79.2	73.1	78.5	73.4	77.4	79.2
	17	71.2	71.1	68.4	71.3	50.2	79.8	77.3
	18	74.3	74.2	70.3	72.8	38.5	84.2	80.8
	19	79.4	79.7	75.3	78.9	66.3	83.4	79.7
	20	84.3	85.1	77.9	84.0	74.7	84.9	81.8
	21	86.8	86.3	77.5	85.8	78.6	86.8	85.5
	22	87.9	86.2	77.0	87.3	84.5	89.1	89.4
	23	87.0	87.2	75.5	88.1	89.3	91.2	91.3

圖 4.1-21 國道 1 號新竹系統轉往國道 3 號南向之行駛速度

綜合以上分析可知，國道1號南向於新竹系統交流道轉向至國道3號南向之車輛，僅於平日晨峰與昏峰以及星期六日間交通量較大，但除星期五17時至19時車速較低已有壅塞現象以外；其餘時段車速均仍可維持相當之水準，尚屬順暢。

(2) 本區段之環境議題

本路段經過大面積森林環境，生態相當豐富，由國道敏感里程調查結果顯示此區域的保育類或紅皮書動物超過20種。另依貴局十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，三年間穿山甲路殺數量明顯增加，關西工務段近也已著手進行評估和改善工作。

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，因此高速公路局自2014年起即針對關西工務段轄區的路殺熱點進行改善，主要改善集中在寶山休息站到茄荖交流道路段，例如在路肩設置動物防護網，並選擇適合結構物改善作為動物通道。改善後，調查結果顯示關西交流道鄰近路段和寶山2號跨越橋南下側路權森林內有穩定的穿山甲活動。



圖 4.1-22 國3新竹系統至茄荖交流道間動物通道布設示意圖



圖 4.1-23 國3新竹系統至茄荖交流道間生態環境與物種分布示意圖

3. 綜合規劃階段研提方案

(1) 基本方案：調整原系統交流車道配置

基於縮小系統交流道開發量體，進行棲地與物種迴避，達到生態友善之目的。基本方案構想為調整既有新竹系統交流道之南往西匝道（新竹往茄苳）之局部線形及車道修正為單車道匝道，高架南出匝道則利用前述原南往西匝道空間，與既有匝道合流後在跨越橋(里程 101k+448)前匯入國 3 主線。另為避免高架匝道與原平面匝道合流後反因衝擊波造成車流回堵，將南下匝道由高架主線匯出時延長減速車道長度至 460 公尺，匝道長度為 900 公尺，合計儲車長度為 1,360 公尺。

北上側部分為便於用路人選擇，故未提早於茄苳交流道分流，仍於系統交流道處再進行新設匝道與原平面匝道之分流。另考量車道平衡，國 3 主線自茄苳交流道至新竹系統之間建議拓寬 1 車道作為出口專用車道，北上匝道線形規劃同可研構想。



圖 4.1-24 新竹系統交流道基本方案配置示意圖

車流模擬軟體檢核分析，匝道匯入點服務水準可達 C3 級，各路段服務水準可維持 D4 等級以上。速率較低路段為國 1 平面道路匯入國 3 路段(圖 4.1-25 中 4600(4,B2)路段)，但僅外側車道速率降至 60 公里/小時左右，內側 3 車道不受影響。

然而，原國 1 南下國 3 之交通量約 1725pcu/hr，略高於匝道 D 級服務水準之車道需求，採 1 車道配置恐影響原匝道匯出效能，故進步研提精進方案。

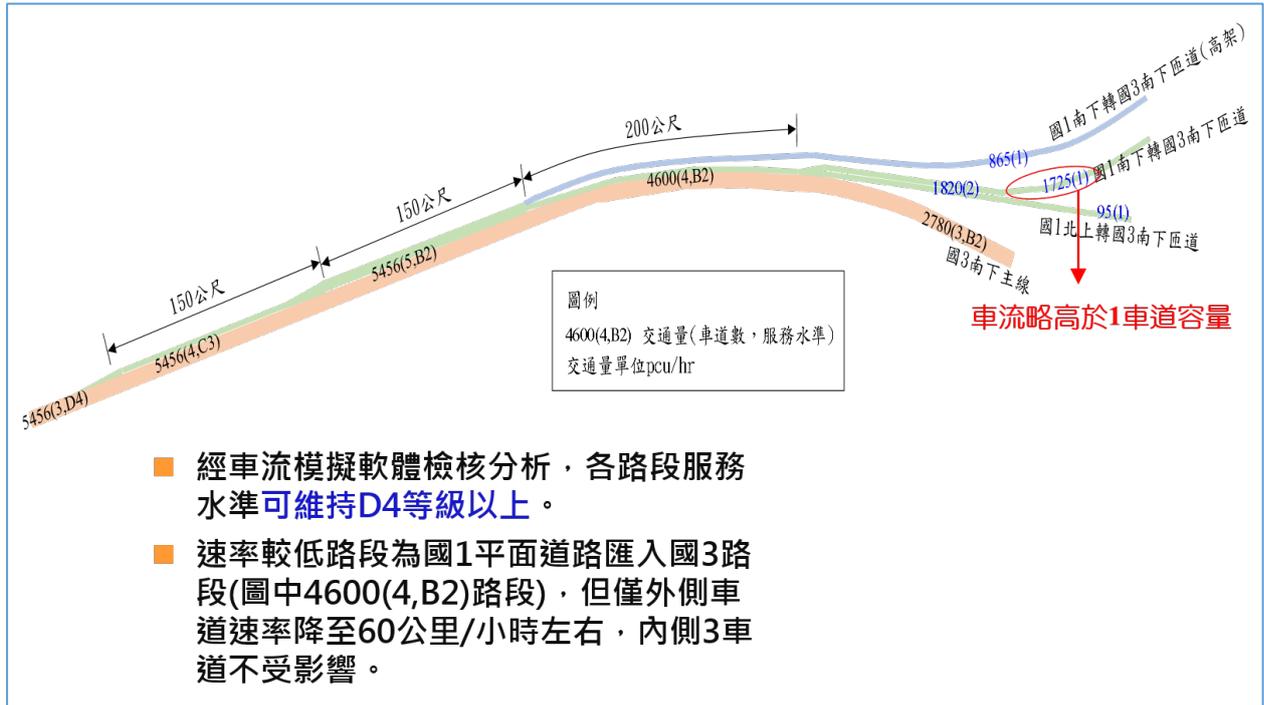


圖 4.1-25 新竹系統交流道基本方案服務水準檢核示意圖

(2) 精進方案：新增匝道於原系統交流道以南匯入

高架南出匝道於主線匯出後沿國 3 主線外側西行，下降穿越跨越橋(里程 101k+448)後匯入國 3 主線，並採路堤拓寬一車道方式為輔助車道(出口專用車道)銜接至茄荳交流道南出匝道，以紓解交通負荷。

北上線同可研階段構想，為利於用路人選擇，故未提早於茄荳交流道分流，仍於系統交流道處再進行新設匝道與原平面匝道之分流。另考量車道平衡，國 3 主線自茄荳交流道至新竹系統之間建議拓寬 1 車道作為出口專用車道。

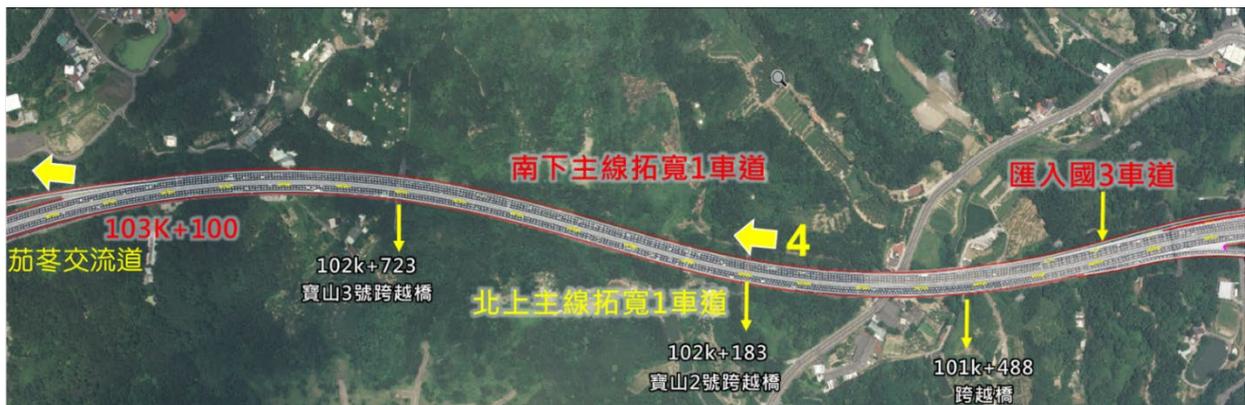


圖 4.1-26 新竹系統交流道精進方案配置示意圖

4.1.8 頭份路堤段配置構想

1. 頭份分流匝道設置構想

本計畫拓寬終點為頭份交流道，計畫路線已於新竹系統交流道處做分流，且車道以漸變方式配合出口輔助車道之設置，不致產生五楊末端車道不平衡之情形。頭份交流道已於 108 年經高公局及縣政府併同改善，南向出口增設轉向車道已可有效改善壅塞問題。惟路口省道動線複雜且拓寬不易，且鄰近竹科竹南園區，產業發產帶動衍生車流，本計畫提早構思頭份端分流策略，以期同步徹底解決國道及地區交通問題。



圖 4.1-27 頭份分流匝道潛在候選區位示意圖

(1) 區位選擇

經盤點沿線較合適之區位有三，分別為隆頂街、科東二路及北橫公路等三處，如圖 4.1-30 所示。經綜合評估，考量既有道路寬度、主線線形限制及周邊計畫配合情形，以科東二路為較適宜之分流匝道區位，茲說明如後。

A. 隆頂街

現況僅 6 米寬，雙向雙車道布設，路寬不足。

B. 北橫公路

北橫公路(苗栗市正興路)交流道區位之主線曲線半徑 1000 公尺，部頒規範建議值為 1700 公尺；另北橫公路以地下道穿越國 1，線形及視距不佳；新增匝道恐入侵中港溪河川治理範圍。

C. 科東二路

科東二路為都市計畫道路寬度為 30 米，作為交流道連絡道可直接服務竹南科學園區，惟與頭份交流道間距僅 1.1 公里，須以集散道路方式串聯方能符合規範要求。



隆頂街現況



正興路地下穿越高速公路



(2) 科東二路銜接方式研析

科東二路為竹南科學園區主要聯外道路，計畫寬度為 30 公尺，往西接台 1 線，都市計畫已劃設延伸至高速公路東側農業區，故可做為交流道連絡道使用。本計畫路線通過新竹系統交流道後，以路堤拓寬一車道方式往南延伸至頭份交流道。由於科東二路出口與原頭份交流道出口間距僅 1.1 公里，故需以一集散道路加以串聯並整合成一個交流道。出口匝道於南下 105K+770 處匯出高速公路主線後，再於里程 106K+540 處分流，靠右行駛銜接科東二路，直行則可銜接原頭份交流道南出匝道。

由於科東二路都市計畫範圍尚未全線開闢，本計畫考量都市計畫執行期程及相關工程界面整合之難易，研擬兩銜接方案說明如下：

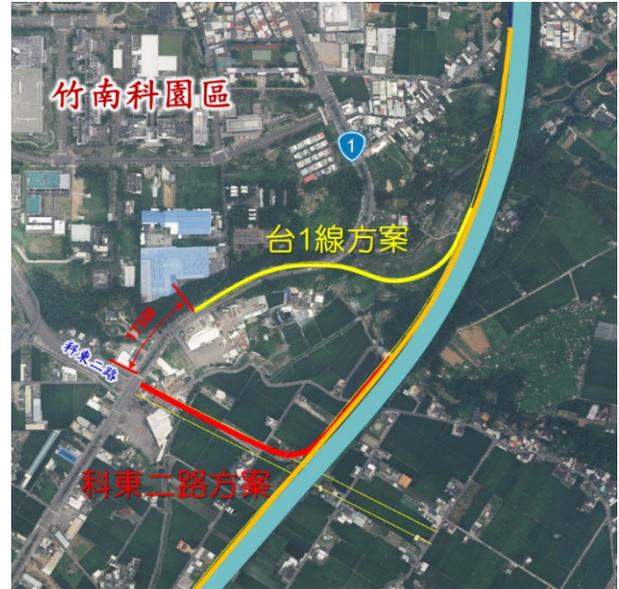


圖 4.1-28 頭份分流匝道兩方案示意圖

A. 新增匝道銜接台 1 線後再銜接科東二路(如圖 4.1-33 所示)

由於科東二路都市計畫尚未完全開闢，為避免科東二路建物拆遷，引起民眾抗爭，故出口匝道於南下里程 105K+770 處匯出高速公路主線後，再於里程 105K+800 處分流往南轉向台 1 線，由於行駛分流匝道之車流應多為往竹科竹南基地車流，故匝道之跨越台 1 線後由外側下至地面以避免與直行車流交織。

為減少台 1 線沿線之建物拆遷，匝道約需於台 1 線 91K 處跨越，此處台 1 線高程為 EL.47.8M，科東二路路口高程 EL.30.8M，高差近 17 公尺，平均坡度 3.5%，而匝道橋梁跨越時需再考量淨高 5.1 公尺，故匝道坡度近 6.3%，為一駝峰線形，較不符用路人習慣，且匝道下地位置已鄰近路口，相對於原台 1 線用路人之視距及交織操作空間不足，恐衍生潛在肇事風險。且為維持既有省道通行功能，新增匝道不能影響省道既有車道數，故新設匝道須於台 1 線路權外新增用地。

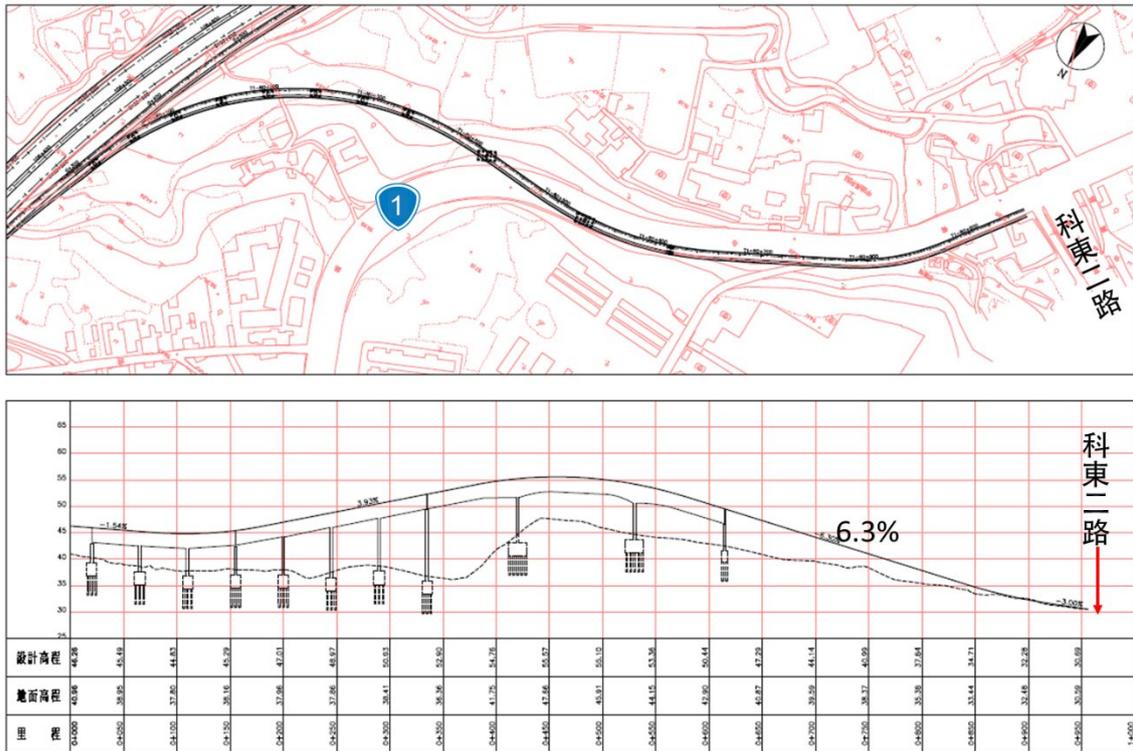


圖 4.1-29 頭份分流匝道銜接台 1 線方案平縱面圖

B. 分流匝道銜接科東二路(如圖 4.1-30)

經檢視既有高速公路高程與鄰近路面高程差僅 3 公尺，屬於低路堤段，為避免設置穿越地下道產生淹水狀況，故科東二路連絡道須採用高架方式跨越高速公路，新增南出匝道部分可由集散道路岔出後以高架方式銜接科東二路高架橋。

此方案由於科東二路都市計畫期程未定，銜接方式需再與苗栗縣政府協商確認。

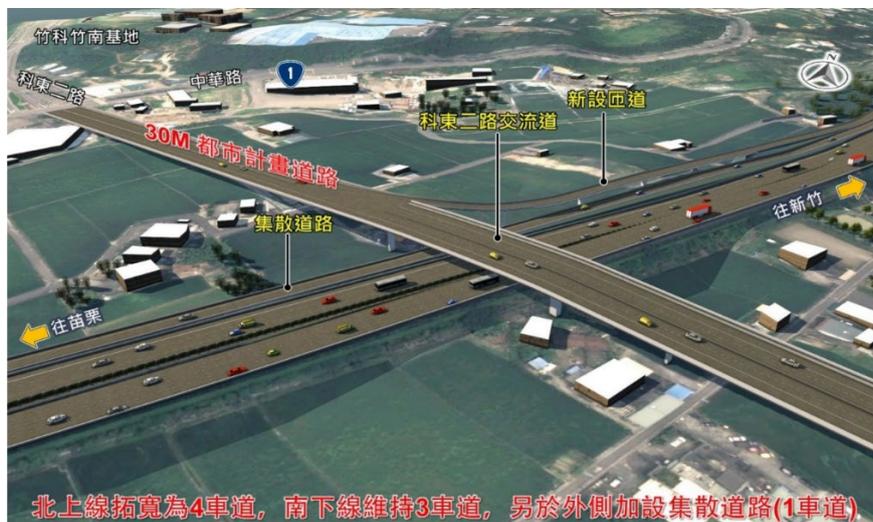


圖 4.1-30 頭份分流匝道銜接科東二路方案模擬示意圖



經查，苗栗縣政府刻正辦理國道 1 號增設頭份第二交流道可行性評估，將適時與苗栗縣政府進行協商，將視可行性辦理進度，適時納入本建設計畫辦理，本建設計畫不包含頭份二交流道之工程經費。

2. 終點銜接頭份交流道構想

本計畫路線終點銜接頭份交流道，路線通過新竹系統交流道後，匯入中山高平面，以路堤拓寬 1 車道方式，此一拓寬車道為輔助車道(出入口專用車道)。苗栗縣政府刻正辦理國道 1 號增設頭份第二交流道可行性研究，未來頭份交流道之南出、北入交通量將可透過頭份第二交流道進行分流，達到紓解頭份交流道交通負荷之目的，並提升整體國道服務設施之服務水準。此外，考量頭份交流道北入匝道現況已有壅塞情形，初步評估頭份北入匝道暫採以標線調整 2 車道方式改善，可先行紓緩現況交通壅塞狀況，待頭份二交流道完工後可轉移頭份北入部分車流，即可有效改善壅塞情形。

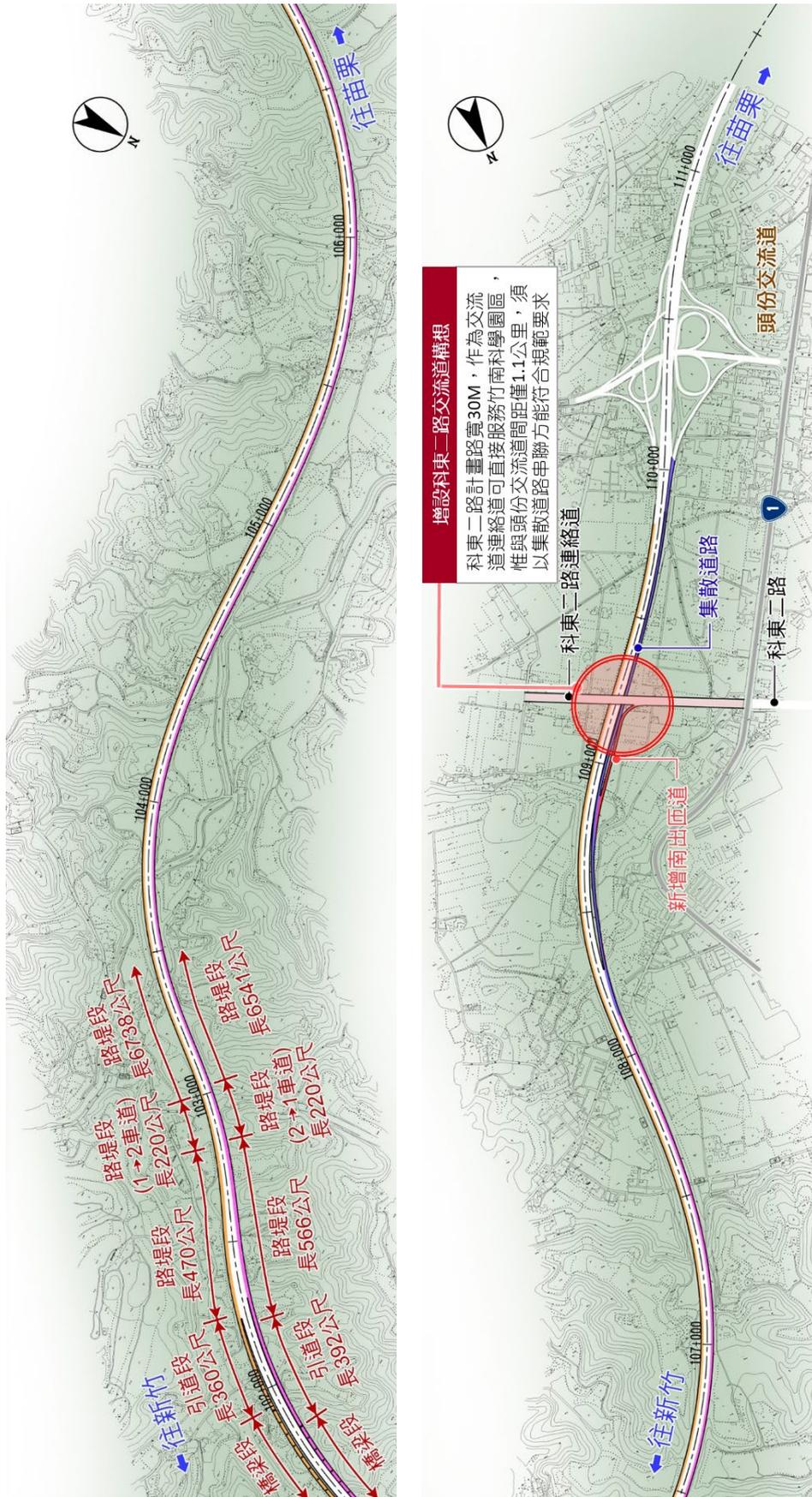


圖 4.1-31 頭份段車道變化及銜接頭份交流道示意圖

4.1.9 重要節點改善構想

1. 湖口北上路段

為解決北上湖口服務區與湖口交流道間因車道匯出與匯入，產生壅塞現象，既有湖口服務區北入匝道匯入主線後，車道配置為 5 車道(3 主線車道+1 減速車道+1 加速車道)，加速車道再縮減，形成 4 車道，而湖口交流道出口為雙車道，主線並未設置雙車道出口，形成車道不平衡造成出口車流回堵現象。因此，為增加車道容量，建議拓寬主線 1 車道，將原來之 5 車道配置不縮減，調整為外車 2 車道，作為湖口交流道北出雙車道，符車道平衡理念。



圖 4.1-32 湖口服務區休息至湖口交流道拓寬位置圖

2. 95B 南出路段

中山高 95B 南出匝道原為 1 車道，因出口車流量大，故現況已將出口匝道調整為 2 車道，因 95B 南出匝道為直接式匝道配置，出口車輛皆由外側車道匯出，當出口車流過大時，將影響外側車道運轉，故建議延長減速車道長度，提供儲車空間以舒緩出口車流對於主線之交通衝擊。

為配合現況出口匝道為2車道配置，依照設計規範建議調整為平行式匝道設計，考量既有95B南出匝道通過鼻端後為橋梁段，路線線形不宜調整，故以既有鼻端為主，配合主線外側新增1線出口車道為平行車道，向北延伸至隆頂路；另因本計畫南下高架橋路線立墩於主線與集散道路間，可使用之路幅空間有限，不影響路外既有建物及路權情況下，同步調整集散道路內、外側路肩為0.5公尺、車道調整為3.25公尺，以利布設出口平行車道，斷面如圖4.1-33所示。

95B南出路段改善方案，建議待本計畫後續設計階段完成補充測量調查後，依實測地形再行研析改善方案可行性。

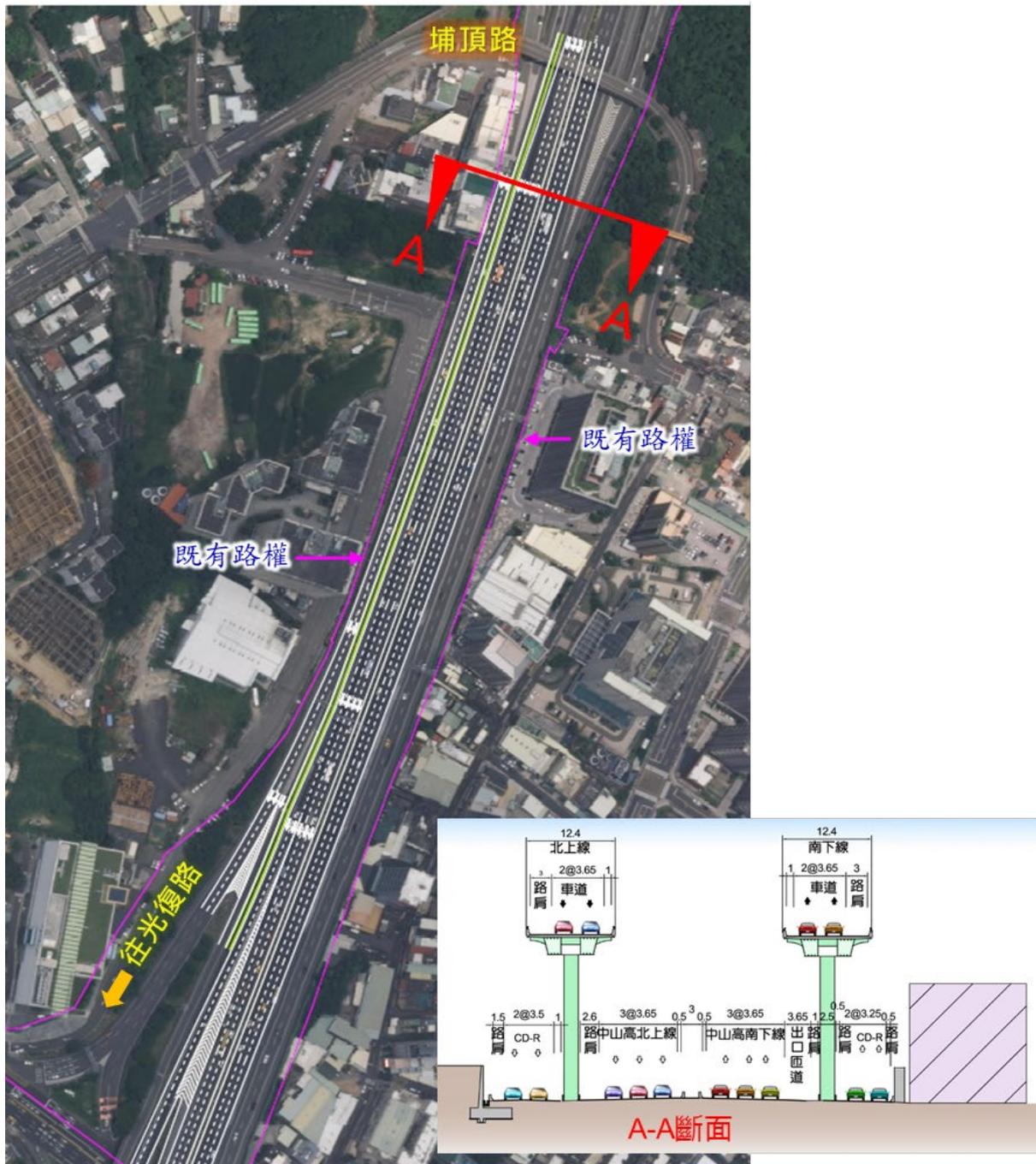


圖 4.1-33 95B 南出路段改善位置圖

3. 95B 北出路段

95B 北向問題同於南向，園區二路匝道已採 2 車道配置，然因匯出車道僅 1 車道配置，常造成主線匯出車流於主線外側造成雍塞，嚴重時甚至影響上游國 3 新竹系統交流道車流。因此，為解決車道容量不足現象，建議由國 3 新竹系統交流道北入 2 車道中外側車道直接道路拓寬 1 車道方式拓寬長度為 1.44 公里，銜接園區二路方式改善。



圖 4.1-34 95B 北出路段務區改善位置圖



4.1.10 地區道路處理

1. 地區道路衝突處理原則

本工程拓寬路堤路段與既有地區道路衝突處，計畫納入徵收範圍以局部或全部改道方式處理，經檢討後衝突路段如表 4.1-8 所示：

(1) 路堤段與地區道路衝突與處理

當地區道路與路堤段衝突時，將地區道路改道。

(2) 橋墩與區域道路帶狀衝突與處理

當地區道路平行且緊鄰中山高護坡坡趾且路權側緊鄰聚落情形時，為降低拆除鄰房面積及維持住民通行功能，高架路線將儘量貼近布設於中山高路側，因此立墩位置與既有地區道路產生衝突，處理方式將地區道路路線外移近鄰房側以避開立墩位置。

(3) 路堤段箱涵拓建延伸

本計畫於楊梅休息站至高鐵跨越橋間，以及新竹系統交流道至頭份交流道間為路堤拓寬段，需將原穿越中山高速公路車行箱涵予以延伸(整理如表 4.1-8，配合拓建另檢討既有穿越箱涵排水現況，遇有易積水路段，道路鋪面應於滿足淨高需求內予以加鋪、縱坡向兩側坡降，並於延伸段箱涵出入口留設截流溝，將排水導入鄰近排水系統以改善積水情形。

(4) 主線段既有箱涵拓寬需求

本計畫亦盤點計畫範圍內以箱涵穿越之既有道路，調查箱涵寬度、連接道路寬度及箱涵周邊土地使用狀況，統計寬度不足而有拓寬需求之既有箱涵(整理如表 4.1-8)，可配合本工程同步進行箱涵拓寬。既有箱涵拓寬需求處理原則如下所示：

A. 位於都市計畫內：箱涵寬度小於都市計畫道路寬度

對位於都市計畫內之既有箱涵，本計畫調查該箱涵是否直接連接都市計畫道路，若箱涵直接連接都市計畫道路且箱涵寬度小於都市計畫道路寬度，該箱涵即有拓寬需求。經調查計畫範圍內無此種箱涵的拓寬需求。

B. 位於非都市計畫內之主要道路：箱涵寬度不足

對於非位於都市計畫內，且非農路的主要道路，本計畫調查箱涵與連接箱涵的車道數，若箱涵內車道數少於兩側道路的車道數，則該箱涵即有拓寬需求。經調查本計畫範圍內共有 3 處此種箱涵有拓寬之需求。



表 4.1-8 地區道路衝突處理對策一覽表

主線里程	拓寬形式	衝突道路	處理方式	拓寬需求
南下 71K+720~72K+000	路堤拓寬	新江路 58 巷、 秀才路 207 巷 130 弄	改道	無
71K+980	路堤拓寬	新江路	箱涵延伸	無
72K-820	路堤拓寬	農路	箱涵延伸	無
73K+180	路堤拓寬	農路	箱涵延伸	無
北上 73K+120~73K+600	路堤拓寬	農路	改道	無
73K+583	路堤拓寬	牲牲路	箱涵延伸	有(寬度不足)
南下 73K+620~74K+180	路堤拓寬	牲牲路、牲牲路 620 巷	改道	無
74K+170	路堤拓寬	東流農路	箱涵延伸	無
74K+457	路堤拓寬	中山南路 1401 巷	箱涵延伸	無
南下 74K+420~75K+040	路堤拓寬	中山南路 1401 巷	改道	無
75K+080	路堤拓寬	農路	箱涵延伸	無
75K+483	路堤拓寬	農路	箱涵延伸	無
北上 75K+480~76K+100	路堤拓寬	長春路	改道	無
75K+920	路堤拓寬	農路	箱涵延伸	無
76K+460	路堤拓寬	農路	箱涵延伸	無
北上 76K+460~77K+160	路堤拓寬	長春路	改道	無
77K+253	路堤拓寬	長安路	箱涵延伸	無
北上 77K+400~77K+520	路堤拓寬	長春路	改道	無
南下 77K+600~78K+160	路堤拓寬	農路	改道	無
77K+980	路堤拓寬	農路	箱涵延伸	無
78K+877	路堤拓寬	農路	箱涵延伸	無
79K+015	路堤拓寬	祥喜路	箱涵延伸	有(寬度不足)
79K+867	路堤拓寬	農路	箱涵延伸	無
南下 80K+240~80K+420	路堤拓寬	農路	改道	無
80K+500	路堤拓寬	學府街	箱涵延伸	無
80K+857	截彎取直段	農路	箱涵延伸	無
81K+437	截彎取直段	湖新路	箱涵延伸	無
82K+205	截彎取直段	縣道 117	箱涵延伸	無
83K+392	截彎取直段	軍功路	箱涵延伸	無
83K+890	截彎取直段	農路	箱涵延伸	無



主線里程	拓寬形式	衝突道路	處理方式	拓寬需求
85K+075	截彎取直段	工業二路	箱涵延伸	無
85K+657	截彎取直段	工業三路	箱涵延伸	無
88K+720	截彎取直段	環北路一段 350 巷	箱涵延伸	無
89K+000	高架拓寬	環北路一段 286 巷	箱涵延伸	無
90K+320	高架拓寬	機車道	箱涵延伸	無
90K+517	高架拓寬	市區道路	箱涵延伸	無
90K+820	高架拓寬	腳踏車道	箱涵延伸	無
91K+200	高架拓寬	機車道	箱涵延伸	無
92K+640	高架拓寬	千甲路 387 巷	箱涵延伸	無
93K+025	高架拓寬	千甲路	箱涵延伸	無
93K+577	高架拓寬	水利路 46 巷	箱涵延伸	無
94K+736	高架拓寬	市區道路	箱涵延伸	無
95K+275	高架拓寬	光復路一段 683 巷	箱涵延伸	無
99K+034	高架拓寬	涌坑路一段	箱涵延伸	無
100K+937	高架拓寬	寶新路二段	箱涵延伸	無
101K+486	高架拓寬	農路	箱涵延伸	無
102K+240	路堤拓寬	農路	箱涵延伸	無
102K+460	路堤拓寬	寶新路二段 503 巷	箱涵延伸	無
102K+720	路堤拓寬	農路	箱涵延伸	無
103K+011	路堤拓寬	新林路	箱涵延伸	有(寬度不足)*
103K+411	路堤拓寬	寶新路三段	箱涵延伸	無
103K+740	路堤拓寬	農路	箱涵延伸	無
103K+800	路堤拓寬	農路	箱涵延伸	無
104K+100	路堤拓寬	農路	箱涵延伸	無
104K+761	路堤拓寬	深井路	箱涵延伸	無
105K+160	路堤拓寬	農路	箱涵延伸	無
105K+565	路堤拓寬	深井三路	箱涵延伸	無
106K+061	路堤拓寬	南湖路	箱涵延伸	無
107K+100	路堤拓寬	農路	箱涵延伸	無
南下 107K+620~107K+320	路堤拓寬	農路	改道	無
108K+580	路堤拓寬	農路	箱涵延伸	無
109K+017	路堤拓寬	興隆路一段 17 巷	箱涵延伸	無
109K+920	路堤拓寬	興隆路 273 巷	箱涵延伸	無

*：拓寬工程施工中：新竹縣茄苳交流道聯絡道路穿越中山高工程（新林路至寶新路）

C. 地方政府已提出箱涵拓寬需求，並納入本計畫辦理

a. 竹北莊敬一路機車涵洞拓寬

莊敬一路機車涵洞位於竹北交流道附近(國道1號里程約90K+315)，本計畫於該路段採高架拓寬。此涵洞將拓寬為長約40公尺、兩側洞口銜接長度約12公尺，總長共約64公尺之涵洞。

此拓寬工程已由新竹縣政府向高速公路局提出提案計畫書，業經高速公路局同意納入本計畫中辦理。



b. 湖口竹12鄉道祥喜路涵洞拓寬

祥喜路涵洞位於楊梅交流道與湖口交流道間(國道1號里程約79K+015)，本計畫於該路段採平面拓寬。此涵洞將拓寬為長約40公尺、寬9公尺之涵洞。

此拓寬工程已由新竹縣政府向高速公路局提出提案計畫書，業經高速公路局同意納入本計畫中辦理。



2. 楊梅區牲牲路議題

楊梅區牲牲路道路位於高速公路路段（里程約 73k+360）處，桃園市政府預計沿牲牲路涵洞延高速公路南側路權範圍拓寬 8 公尺至往至 115 縣道(秀才路)，全長約 1.3 公里，目前已開闢完成涵洞往北約 326 公尺，開闢路寬約 8 公尺，新闢道路東側目前為一貫道天元國際道場基地，該基地已於 108 年 11 月動土開工。

經現場踏勘結果牲牲路新建工程沿高速公路既有圍籬往東側拓寬 8 公尺，本路段為路堤段，預計拓寬為雙向 5 車道，路寬增加 3.65*2 及路肩 2.0 公尺，寬度為 9.3 公尺，經套匯車道配置已占用新闢牲牲路約 4 公尺左右，故本案拓寬車道時，必須向高速公路東側新增用地，並且變更天元道場用地內國土保安用地為道路用地，恢復牲牲路通行。



4.1.11 地磅站設置議題

目前國道1號汐止至造橋之間均未設置地磅站，為加強對重車之管理，應於本案計畫範圍內設置地磅站，以管理行駛本路段之重車。惟傳統之靜態地磅站運作效率有限，每小時僅能完成約200輛車之過磅，且於尖峰時段亦常因龐大之過磅車流造成主線車流之壅塞。

因此，高公局已於108年開始試辦主線篩選式動態地磅，以全面精準篩選可疑之超載車輛要求其入磅，減省無超載疑慮重車之旅行時間，並期能改變重車之超載行為，以減少對高速公路鋪面之損害，增加鋪面之使用年限。因此本計畫建議未來亦應將主線篩選式動態地磅納入於地磅站建置時，一併予以考量。

主線篩選式動態地磅系統之運作，首要係透過靜態地磅上游一定距離之動態地磅系統，偵測通過重車之總重並判定其是否屬疑似超載車輛。倘經判定非屬疑似超載車輛，則透過資訊可變標誌(CMS)告知其可免入靜態地磅進行複磅；而未受告知為免入磅之重車，則仍須進入靜態地磅站過磅，倘過磅結果違規超載屬實，則需依法取締；而針對應入磅而未入磅之車輛，則可透過主線上之逃磅車輛執法設備逕行拍照，如圖4.1-35所示。

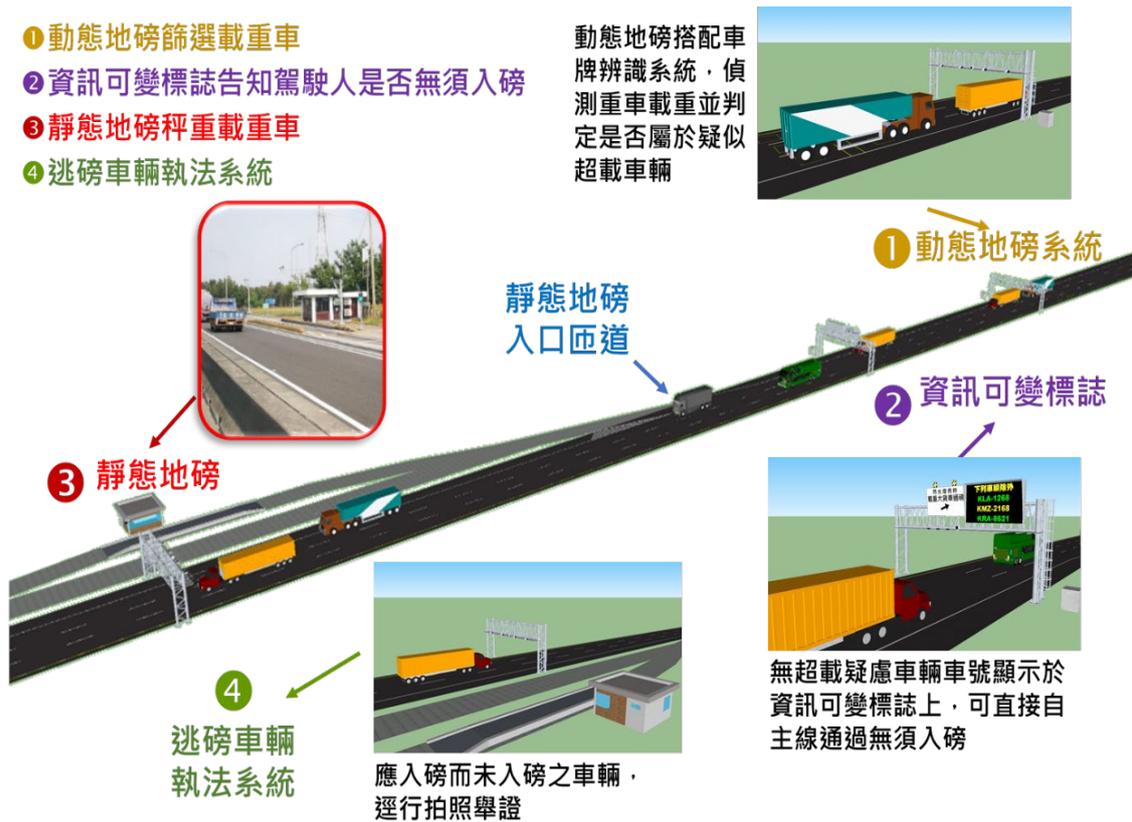


圖 4.1-35 主線篩選式動態地磅系統運作流程

本計畫依高公局「整合規劃高速公路重車管理計畫」規劃報告，並配合主線篩選式動態地磅站，於本計畫範圍評估設置地磅站。地磅站之原址評估將考量以下三點：

1. 高速公路交通工程手冊規定，於出口前 1 公里內設置「閃光燈亮時載重大貨車過磅」出口標誌。
2. 地磅站位置將選擇於入口匝道下游及出口匝道上游，俾利進入高速公路及欲駛出高速公路之載重車均可依規定進行過磅。
3. 如需設置動態地磅，將依高公局「整合規劃高速公路重車管理計畫」規劃報告，動態地磅設置點位幾何線形要求評估：
 - (1) 縱坡應維持穩定，且須小於 2%；
 - (2) 橫向坡度須小於 3%；
 - (3) 曲率半徑大於 1,000 公尺(但以直線路段為佳)；
 - (4) 避免將動態地磅系統設置於加減速區段、匝道及車道縮減或增加處。

地磅站設置參考公路設計規範主線半徑需大於 1000 公尺，加減速車道依照大貨車速率，減速車道需大於 150 公尺，加速車道需大於 350 公尺。此外，貨車一旦進入靜態地磅站過磅時，確實有超載需分裝處理，因此，參考既有各區地磅站配置，將於檢查站後方設置分裝場，並設置 5 部大貨車停車格，需地面積約為 3,000 平方公尺。

本計畫範圍全長約 39 公里，湖口以北及新竹系統以南採用路堤方式拓寬，湖口營區路段以隧道方式布設外，其餘均以高架方式布設，地磅設置位置應避免拆遷及緊貼高速公路，並以三車道路段為佳。依上述條件建議，經檢視本工程範圍腹地內及考量墩柱位置，建議於將南下地磅站設置於高速公路里程 80k+700 處，北上地磅站位置則利用南北高架範圍腹地內設置(約 80k+800)處，可符合重車管理策略並減少用地取得。

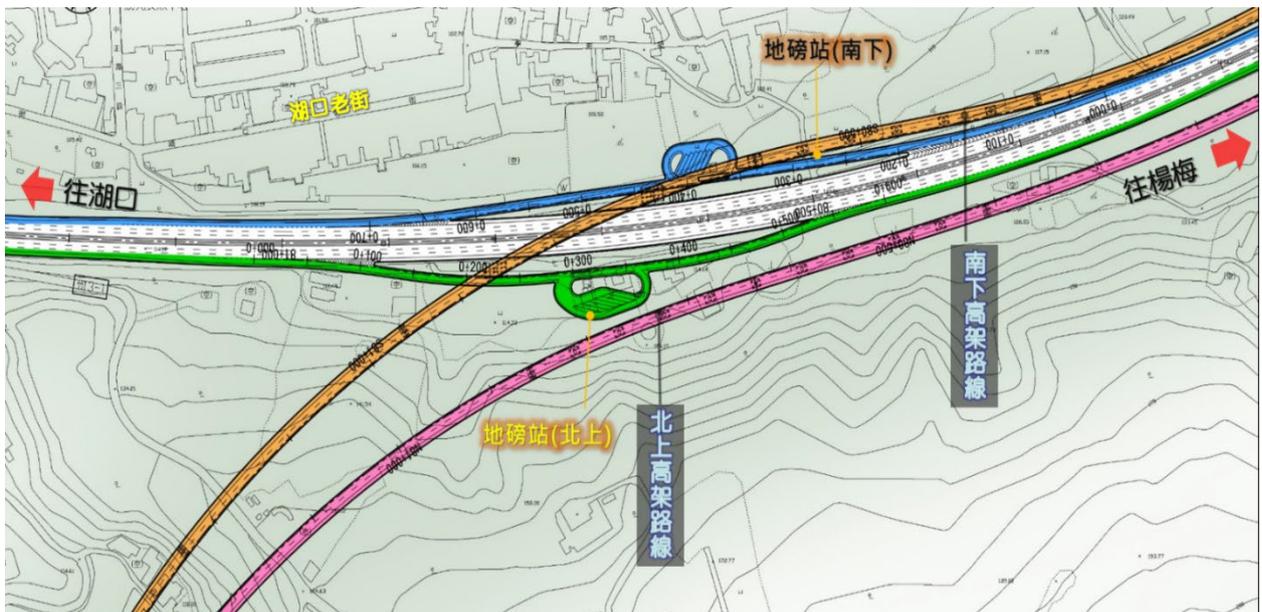


圖 4.1-36 地磅站設置構想圖



4.1.12 路面設計

在路面工程部份，一般而言若能慎選填土材料使致路面長期之不均勻沉陷之可能性減少，柔性路面與剛性路面均為可選用之路面結構。高速公路路面材料包括(1)柔性路面：開放級配瀝青混凝土面層(O.G.A.C.)，密級配瀝青混凝土面層(D.G.A.C.)，瀝青處理底層(B.T.B.)及碎石級配料底層(A.B.)；(2)剛性路面：水泥混凝土面層及碎石級配料底層。另綜觀國內交通量日益增加及氣候高溫多雨特性，因此可提供具透水、降低輪胎噪音之多孔隙瀝青混凝土(PAC)於設計上考量。

以下就傳統密級配瀝青混凝土及剛性路面設計所需考量之因素進行分項說明：

1. 設計依據：交通部頒柔性鋪面設計規範(91.1)AASHTO 設計方法(AASHTO Guide for Design of Pavement Structure 1993)

2. 路面設計因素

(1) 時間條件

A. 績效年限(Performance Period)：廣義而言，績效年限相當於修護或重建或新路路面由初始服務能力 P_o 至終止服務能力 P_t 所經過的時間。

B. 分析年限(Analysis Period)：類似設計年限(Design Life)，本工程採用之分析年限為 20 年。

(2) 交通量

路面設計交通量是以分析年限內單方向設計車道之累積 18 仟磅等效單軸荷重數(18-kip ESAL) W_{18} 為準，其值為：

$$W_{18}=DL \cdot \hat{W}_{18}$$

其中

DL：為車道分配因素(Lane Distribution Factor)，其規定值如表 4.1-9，取上限值。

\hat{W}_{18} ：為分析期間內單方向之累積 18-kip ESAL。

表 4.1-9 設計車道分配因素

單方向設計車道	設計車道上交通量分配率，%
1	100
2	80~100
3	60~80
4	50~75



(3) 可靠性(Reliability)

在設計時考慮統計學中可靠性的觀念是因為交通量及路面績效等的預測不易掌握，故須先設定適當的可靠度水準，以確定路面在達到分析期間時，仍能維持良好績效。關於不同類別之道路，其可靠度水準之建議值如表 4.1-10 所示，其中可靠度水準 RL 值愈高，所需路面結構愈強。另標準差 So 代表當地狀況，以預估績效及交通量等混合因子為主，臺灣地區建議 So 值採用 0.40~0.50

表 4.1-10 可靠性水準 R 常數建議值

功能類別	道路類別	
	市區道路	鄉村道路
高速公路	85-99.9	80-99.9
主要幹道	80-99	75-95
匯集道路	80-85	75-80
地區性道路	50-80	50-80

(4) 績效準則(Performance Criteria)

績效準則係以路面之服務能力(Service-ability)為基礎，而服務能力則以現時服務指數(Present Service-ability Index)PSI 來表示。其值最高為 5，表示路況非常良好，最小為 0，表示路況極為惡劣。路面剛完工時服務指數最高，然後隨時間之經過、車輛之軸重重複作用次數增加，服務指數會因路面之損壞而逐漸降低。本工程設計所採用之績效年限內服務績效指數之損失 ΔPSI 。

$$\Delta PSI = P_o - P_t$$

其中

P_o ：為初始服務績效指數，台灣地區建議值 3.8~4.0。

P_t ：為終期路面現況服務指數，建議使用之 P_t 值國道、省道及四車道以上暫訂定為 2.0~2.5，其他道路為 2.0。

(5) 路基土壤回彈模數及彈簧模數

路基土壤為鋪面之基礎，亦為鋪面設計中之重要因子。AASHTO 設計方法中路基土壤強度以回彈模數試驗、R 值試驗或加州承載比試驗之結果表示，若無回彈模數試驗儀器，可施作 R 值試驗或加州承載比試驗並依下列公式推估之：

$$MR(\text{psi}) = 1500 \times \text{CBR} \text{ (必須為細顆粒土壤且 CBR 值要小於 10)}$$

$$MR(\text{psi}) = 1155 + 555 \times R \text{ 值 (R 值要小於 20)}$$

(6) 路面結構材料設計參數

A. 摩擦層：配合既有國道路面，採用開放級配瀝青混凝土，以提高摩擦力、減少下雨產生水膜、增加行車安全。



- B. 面層：柔性鋪面所使用之瀝青混合料以連續級配之密級配瀝青混凝土為主，另因貨車對於鋪面績效之影響頗大，故瀝青混凝土面層之最少鋪築厚度應考量交通量關係，其建議值詳表 4.1-11。
- C. 底層：鋪築於路基或基層上，以支持面層之鋪築材料，其類別有碎石級配料底層、瀝青處理底層、水泥處理底層、土壤改良、煤渣或爐渣等，國內高速公路則以使用廠拌地瀝青處理底層為主。
- D. 基層：鋪築於路基上以支持底層，通常其材質較劣於底層材料。

表 4.1-11 密級配瀝青混凝土面層最少厚度使用表

設計當量軸次	瀝青混凝土最少厚度(cm)
小於104	7.5
104~106	10.0
大於106	12.5

(7) 排水

AASHTO 設計方法於鋪面設計時增列排水係數以考量排水之因素，其中路基屬於路堤者，排水係數應在 1.00 或 1.00 以上，挖方路段且排水情況不良時，其值則取 1.00 以下。

3. 路面厚度設計

在柔性路面部份，路面各層結構之要求，在考量舊有車道及新設計路面之間的結構、排水、施工等要求下各層之材料及密級配瀝青混凝土面層，地瀝青處理底層，碎石級配料底層等層係數合算總厚度之結構數值(Structure Number)SN，使其承受設計年限內所累積之軸重，其中 $SN = a_1D_1 + a_2D_2m_2 + a_3D_3m_3$ ，而 D1、D2、D3 則分別代表所屬各層路面材料之厚度，m3 則表碎石級配料底層之排水係數均取 1.0，係假設路面水份在一週內方能排出，全年浸潤於幾近飽和含水量之時間比率為 90%。總結以上各項因素和經濟考量，配合 AASHTO(1993) 柔性路面分析圖表及設計公式分析路堤段之路面結構數 SN =4.33。

本工程主要為高架段及路堤拓寬，路堤段養護維修觀點考量，為避免造成施工時路面鋪築的困擾，建議本拓寬段路堤路面各層鋪築厚度與主線車道一致的厚度斷面，如表 3.14-4。另為提升路面的行車安全，密級配瀝青混凝土面層 5cm 加鋪 1.5cm 厚開放級配瀝青混凝土(O.G.A.C.)，橋梁段部分，考量前後路段設計一致性及鋪面功能需求等因素，採 3cm 多孔隙瀝青混凝土(PAC)+4cm 厚密級配瀝青混凝土面層(D.G.A.C.) (總厚度均為 7 公分)辦理，減輕較傳統開放級配瀝青路面行車噪音。

路肩部分之路面厚度設計，一般依主線交通量之 2%作為其設計用交通量，依此設計所得各層路面結構厚度將和主線不一致，同拓寬段將造成施工時路面鋪築的困擾，另考量公路



警察執法、事故或障礙車輛救援等因素必須開放路肩使用，為保留彈性，因此在路肩之各層鋪築厚度仍考量維持和主線車道一致的厚度。

表 4.1-12 柔性路面結構厚度

層次	路 段	路堤段		橋梁段
		拓寬部份	路肩部份	
多孔隙瀝青混凝土				3cm
開放級配瀝青混凝土面層		1.5cm	1.5cm	
密級配瀝青混凝土面層		15cm	15cm	4cm
廠拌瀝青處理底層		20cm	20cm	-
碎石級配料底層		30cm	30cm	-



4.2 交通工程及交控工程

4.2.1 布設原則

1. 規劃依據

交通工程設計以下列規範及規定之最新版本為設計依據。

- (1) 「道路交通標誌標線號誌設置規則」，交通部、內政部，110年1月29日。
- (2) 「交通工程規範」，交通部，110年9月29日。
- (3) 「本局交通工程手冊」，交通部高速公路局，110年8月11日。
- (4) 「本局施工之交通管制守則」，交通部高速公路局，111年2月16日。
- (5) 「本局交通工程標準圖」，交通部高速公路局，109年12月。
- (6) 「快速公路施工交通管制手冊」，交通部公路總局，107年11月1日。
- (7) 依標誌地名譯寫原則（98年11月9日）及相關法規辦理。

2. 規劃依據

(1) 標誌設置原則

- A. 要求駕駛人採取行動地點之適當判讀距離前設置標誌。
- B. 須使駕駛人能有足夠時間採取適當因應措施。
- C. 為避免車輛駛人之視線被大型車輛遮擋或加強其注意力，宜重複提供路況。
- D. 非必要者，避免設於交通及路況繁雜路段。
- E. 標誌避免設於環境影響視讀效果之處；標誌牌面之大小除另有規定外，至少應使車輛駕駛人於行車速限下，在停車視距處能清晰視讀，並有足夠時間採取應變措施為原則。
- F. 標誌垂直淨高宜加計未來路面加鋪厚度。
- G. 懸掛式標誌之垂直淨高最小為 5.35 公尺。
- H. 道路超高路段必要時得比照超高作適當之調整。
- I. 標誌縱向間距以 300 公尺以上為原則。
- J. 標誌牌面之材質除另有規定外，皆需具有反光性質。



(2) 標誌設置形式

為使駕駛人迅速明瞭路況，於進出口匝道處採用雙柱式、懸臂式或門架式結構設置地名、方向及車道指示標誌，高速公路一般路段之警告、禁制等標誌，採標誌桿固定方式，柱立式及懸掛式牌面大小皆採用放大型。

(3) 標線及標字

標線設置之功能在促使駕駛人瞭解道路上之特殊狀況，提高警覺，並準備防範應變之措施，以及指示車道、行車方向、路面邊緣等，期使駕駛人瞭解行進方向。

A. 標線採熱處理聚酯標線並具反光及防滑性。

(4) 反光導標及危險標記

反光導標及危險標記用以標示道路上之彎道及危險路段，促進夜間或不良天候時之行車安全，於匝道進出口及彎道處應按規定設置。

A. 高速公路主線採用 360 度玻璃反光標記，匝道採用片型標記，加減速車道穿越虛線不加標記，表面光色與代表標線一致，頂面高在高速公路不超過 1.9 公分。

B. 高速公路進出口鼻端處須設置第三類危險標記，並依高速公路交通工程手冊該標記採太陽能 LED 自發光形式。

C. 反光導標及危險標記於易肇事路段及彎道應加以布設，以促進夜間或不良天候時之行車安全，本案將於進出匝道口處按規定設置。

D. 反光導標為圓形，其直徑為 15 公分；導標設置高度應距行車道路路面 1 至 1.3 公尺，但利用現有護欄設置者，其高度不得低於 60 公分。

4.2.2 布設構想

針對國道 1 號楊梅至頭份段高架拓寬(及國道 1 號平面主線需配合增設)之標誌布設內容初步規劃內容如下：

1. 主線出口匝道有減速車道者(新竹系統交流道)前

在出口前應設置四面出口指示標誌。其規劃原則如下：

- (1) 第一道出口指示標誌(即「出口 2 公里」)，設置於上游距「出口」標誌 2 公里處為原則。
- (2) 第二道出口指示標誌，設置於上游距「出口」標誌 1 公里處為原則。
- (3) 第三道出口指示標誌，設置於減速車道起點為原則。
- (4) 出口標誌，設置於出口匝道鼻端點前適當位置。



- (5) 除上述四道出口指示標誌外，本案將另於交流道出口減速車道起點上游 300 公尺、200 公尺、100 公尺處設置出口距離辨識告示牌。
- (6) 地名方向指示標誌或車道指示標誌，設置於匝道分流點前適當位置。
- (7) 出口指示標誌設計要領：
 - A. 中文地名字高均為 60 公分，相對之英文地名大寫字體字高為 30 公分。
 - B. 於第三道出口指示標誌處設置主線下游之地名指示標誌。

2. 主線分流無減速車道者(本計畫路線起點)前

由於本計畫道路起點無減速車道，重新規劃牌面布設原則其規劃原則如下：

- (1) 第一道指示標誌設置於上游距「出口槽化線起點」1 公里處為原則，設置「車道指示標誌」，指示駕駛人分流時應行駛之車道。
- (2) 第二道出口標誌設置於鼻端點前適當位置，同第一道指示標誌，設置「車道指示標誌」，確認駕駛人分流後行駛之車道。
- (3) 於高架與平面道路分流處之標誌，高架道路之指示標誌均於上方加設「高架道路」標誌，藉以與平面系統之標誌區隔，並於高架牌面側設置大貨車禁行高架道路標誌。
- (4) 「地名方向指示標誌」及「車道指示標誌」，若需指示二處地名，則第一處地名為下一交流道名稱，第二處地名則為「控制地名」；若需指示三處地名，則前兩處地名為下兩個交流道名稱，第三處地名則為「控制地名」。

3. 其他出口匝道

- (1) 國 3 新竹系統交流道配合新增匝道，其鼻端點之標誌牌面應予以調整。
- (2) 頭份交流道牌面內容維持既有牌面內容，位置則依主線拓寬往外調整。

4. 主線入口匝道後

入口匝道後方主線指示標誌之設置位置原則如下：

- (1) 加速車道終點下游 100 尺處，設置路線方位+國道路線編號標誌。
- (2) 加速車道終點下游 400 公尺處，設置速限標誌。
- (3) 加速車道終點下游 700 公尺處，設置地名里程標誌。



4.2.3 交控設施規劃構想

本計畫為國道1號楊梅至頭份段之拓寬，屬於高快速路網之一環，故交控設施之布設，應納入高公局目前正在辦理之「高快速公路整體路網交通管理系統」一併進行考量。參考高公局之「交控終端設備布設原則」(表 4.2-1)，本計畫路段之交控設施布設規劃如表 4.2-2~表 4.2-6 所示。

表 4.2-1 交控終端設施布設原則表

系統	終端設備	對應交管策略或交通狀況	建議布設原則		設置必要性
資料收集系統	1.車輛偵測器	路況偵測、旅行時間預測、事件管理	主線	<ul style="list-style-type: none"> 每2公里布設1組。 偵測器附近有eTag reader時可免設。 兩交流道間至少布設兩座VD。(*) 	○
		匝道儀控		於入口與出口鼻端間之主線路段布設1組。	○
		重現性壅塞偵測		於出口匝道上游1公里加布設1組。	○
		出口匝道回堵偵測		於出口匝道鼻端上游500公尺加布設1組。	○
		快速公路平交路口車流偵測		於主線上之平交路口上游500公尺布設。	○
		匝道儀控	匝道	於入口匝道起點下游50~100公尺處設延滯偵測器。	○
		出口回堵偵測(含服務區主線出口匝道回堵偵測)		於出口實體鼻端下游50~100公尺處布設1組(可依各匝道實際線形適度調整位置)。	○
		交流道各方向進出交通需求偵測		匝道Leg布設1組。	○
		事件管理		利用入口下游約50~100公尺處之延滯偵測器。 同出口回堵偵測，布設於出口鼻端下游約50~100公尺處。	○
		區域協控策略(*)	匝道	<ul style="list-style-type: none"> 於出口實體鼻端下游50~100公尺處布設1組(可依各匝道實際線形適度調整位置)。 於入口匝道起點下游50~100公尺處設延滯偵測器。 	○
		偵測隧道內車流變化與緊急停車警狀況		隧道	<ul style="list-style-type: none"> 隧道進、出洞口外350~500公尺布設1組。 有設置事件自動偵測器時，原則為每1公里1組。 未設置事件自動偵測器時，原則為每350公尺1組。
		開放路肩車流偵測(*)		開放路肩路段至少布設1組，偵測範圍須包含主線及路肩。	○



系統	終端設備	對應交管策略或交通狀況	建議布設原則	設置必要性	
	2.事件自動偵測器	隧道內及前後路段事件偵測	<ul style="list-style-type: none"> 甲級及700公尺以上之乙級隧道應設置。 依隧道形式約85~100公尺布設1組，彎道路段須適度加密，以含括隧道內所有路段為主。 	○	
	3.天候偵測器	天候不良路段天氣狀況偵測	天候資訊與氣象局合作，由高公局提供點位及經費，請氣象局代建及維護天候偵測設備，天候資訊將參考氣象局之濃霧、風力、雨量即時資料。 <ul style="list-style-type: none"> 接收氣象局濃霧測站資料。 接收氣象局風力測站資料。 接收氣象局雨量資料。 既設設備超過使用年限予以拆除，不再設置。 	—	
	4.自動車輛辨識	偵知實際旅行時間，檢核旅行時間看板顯示之預告值及建立交通資料庫	主線	高速公路縱向主線已有ETC資料，橫向主線以eTag資料為主，故主線之自動車牌辨識器使用年限到拆除。	—
		偵知車牌資訊，提供旅次OD、旅行時間及相關交通應用所需資料(*)	其他位置	如服務區、地磅站出入口等，視各區需求狀況設置。(*)	△
	5.eTag reader	偵知於系統交流道轉向旅行時間		<ul style="list-style-type: none"> 設於重現性壅塞之系統交流道。 起點設於出口上游CMS。 終點設於下游匝道儀控號誌處。 	△
		偵知橫向國道OD資料(*)		<ul style="list-style-type: none"> 設置於無ETC資料之橫向國道，兩交流道間需設置一組。 建議附掛於兩交流道間主線既設門架，如主線無既設門架則視現地條件調整布設位置。 	○
		區域協控策略，演算主線至出口平面道路及平面道路至入口匝道的旅行時間(*)		<ul style="list-style-type: none"> 主線壅塞且出口匝道易回堵之交流道，該交流道出口匝道前「指32」之高速公路出口1公里預告標誌上游約300~500公尺處，建議與既設資訊可變標誌共構。 入口匝道建議附掛於匝道儀控號誌燈桿。 	△
	6.閉路電視攝影機	一般路段路況監視		CCTV間距原則每1.5公里布設一座，彎道路段應適度加密，監視範圍以含括所有路段為原則。	○
		隧道路段路況監視		<ul style="list-style-type: none"> 隧道洞口及隧道人(車)行聯絡道及緊急停車(彎)空間內、外均應設置。 有設置事件自動偵測器時，以事件自動偵測器取代。 未設置事件自動偵測器時，布設間距原則為175公尺。 	○
		易壅塞路段路況監視		於都會區重現性壅塞路段每1.5公里布設1組。	○
		多事故路段路況監視		每1.5公里布設一座。	○
		天候不良路段路況監視		每1.5公里布設一座。	○



系統	終端設備	對應交管策略或交通狀況	建議布設原則	設置必要性
		交流道區路段路況監視	於交流道區設置，以能涵蓋匝道與平面道路、主線路段交會處。若有管制設施，則須能監視到該管制訊息。	○
		服務區路段路況監視	以能監視到進、出服務區之主線出、入口匝道、停車場區為主。	○
		開放路肩路段路況監視	至少每1.5公里布設一座，以含括整個開放路肩路段為主。	○
		交控機房安全監視	以能涵蓋機房門口並兼具主線監視功能之位置為主。	○
		快速公路平交路口路況監視	須能涵蓋主線路段及平面道路交會處。	○
		區域協控策略(*)	於交流道區設置，以能涵蓋匝道與平面道路、主線路段交會處。若有管制設施，則須能監視到該管制訊息。	△
	7.壅塞回堵偵測器(*)	偵測可能影響主線之出口匝道回堵	出口匝道壅塞之路段依各匝道線形，適度增加或調整布設位置，建議出口鼻端以設置1座壅塞回堵偵測器為原則。	△
資訊顯示系統	1.資訊可變標誌	提供宣導、路況、旅行時間、交管措施及天氣等一般資訊	設於「指32」之高速公路出口右線預告標誌或「指41」服務區進口方向右箭標誌上游約300~500公尺處。	○
		提供地磅站前相關交通資訊	地磅站上游主線設置1組。	○
		於交流道前平面道路提供國道路況、交管措施等資訊	<ul style="list-style-type: none"> 主線屬重現性壅塞路段，且3公里內有替代道路之交流道，於入口匝道前重要轉向點上游200~400公尺之平面道路或連絡道上設置（依現地條件適度調整）。 若無法設置者，於本路路權範圍內設柱立式CMS。 	○
		提供隧道內交管措施或交通狀況資訊	<ul style="list-style-type: none"> 隧道內：甲乙級隧道內應依公路隧道消防安全設備設置規範設置CMS，隧道內避車彎處設置。 隧道洞口：隧道洞口前最上游車道管制號誌或速限可變標誌上游300~500公尺為原則。 	○
		配合出口匝道壅塞路段，提供用路人車流回堵請依序排隊訊息(*)	配合壅塞回堵偵測器，以出口壅塞回堵至主線最長末端之上游500公尺處為起點，往下游每1公里路側增設2 X 8字或8 X 1字形式CMS(依現地條件適度調整)。	△
		設於主線壅塞之凹型路段、長陡坡路段，以提供壅塞資訊，並要求用路人不得任意變換車道(*)	於主線壅塞之線形變化路段起點與路段終點之路側設置2 X 8字或8 X 1字形式CMS，考量利用既設資訊可變標誌。	△



系統	終端設備	對應交管策略或交通狀況	建議布設原則	設置必要性
		強化長路段主線壅塞資訊發布，以提供連續之路況資訊(*)	於主線兩交流道間距及既設CMS超過10公里之壅塞長路段，建議每3公里增設1座2 X 8字或8 X 1字形式CMS(依現地條件適度調整)。	△
		提供中長程旅行時間資訊	旅行時間以CMS顯示為原則，既設TTS依各區旅行時間資訊顯示需求改設CMS或拆除設備。	△
		供選擇高架或平面高速公路參考	<ul style="list-style-type: none"> 既設RTS改設CMSCP(雙座2 X 8字形式CMS併排)。 設於轉接道出口前1公里預告標誌上游300~500公尺處。 	○
	2.天候資訊可變標誌	提供天候資訊	<ul style="list-style-type: none"> 以上游CMS發布訊息。 若天候不良路段離上游CMS超過3公里，另於天候不良路段上游1公里處增設天候資訊可變標誌。 	○
	3.路徑導引標誌	系統交流道前供選擇行駛路徑參考	<ul style="list-style-type: none"> 設於轉向路網之系統交流道出口匝道前「指32」高速公路出口右線預告標誌上游300~500公尺處。 線形特殊路段(如國1、國3之新竹系統北上出口前)，可視資訊顯示需求調整改設CMSCP。(*) 	○
	4.服務區資訊提供	供於服務區休息之用路人掌握主線交通狀況	室內資訊平台於國道資訊補給站提供，或視實際需要規劃設置。	△
	5.旅行時間標誌	提供中長程旅行時間資訊	旅行時間以CMS顯示為原則，既設TTS依各區旅行時間資訊顯示需求改設CMS或拆除設備。	-
6.路徑比較旅行時間標誌	供選擇高架或平面高速公路參考	<ul style="list-style-type: none"> 改設CMSCP。 設於轉接道出口前1公里預告標誌上游300~500公尺處。 	-	
交通管制系統	1.匝道儀控設備	匝道儀控	<ul style="list-style-type: none"> 匝道儀控號誌燈 (1) 單車道匝道：懸臂式及柱立式各1組。 (2) 雙車道匝道：右側設置懸臂式及柱立式各1組，左側加設1組柱立式。 「減速慢行」標誌(BOS2)取消，惟若匝道線形無法直視匝道號誌燈，則於BOS2位置設置前方預告號誌。 「匝道管制」警告標誌(BOS1)取消。 「注意號誌」警告標誌取消。 	○
	2.車道管制號誌	隧道內車道封閉	<ul style="list-style-type: none"> 隧道洞口布設1組。 丙級以上之隧道內每350公尺1組。 	○



系統	終端設備	對應交管策略或交通狀況	建議布設原則	設置必要性
	3.速限可變標誌	隧道速率控制	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 隧道洞口配合資訊可變標誌，於車道管制號誌上游100公尺處設置。 ▪ 3公里以上長隧道，於隧道內每一人車行聯絡隧道上游外側布設1組。 ▪ 依交通部公路智慧型運輸系統設計規範，1.4公里以上甲級隧道需設置速限可變標誌，原則於隧道內每一人車行聯絡道上游布設1組。(*) 	○
	4.路肩管制三面轉板及車道管制號誌	於路肩開放路段起點顯示路肩開放路段資訊	實施路段起點布設1組。	○

備註: 1. 「○」表必要布設項目; 「△」表選擇性布設項目; 「—」表已無需布設項目
 2. 隧道交控設施至少須符合99年12月部頒公路隧道消防安全設備設置規範規定

資料來源：「高快速公路整體路網交控系統工程」，高公局

表 4.2-2 國道1號楊梅頭份高架段車輛偵測器布設規劃表

南下		北上	
里程	說明	里程	說明
72.0K	主線每2公里布設一組	70.0K	楊梅終點上游0.5公里
74.0K	主線每2公里布設一組	70.5K	楊梅終點上游1公里
76.0K	主線每2公里布設一組	72.0K	主線每2公里布設一組
78.0K	主線每2公里布設一組	73.0K	主線每2公里布設一組
80.0K	主線每2公里布設一組	75.0K	主線每2公里布設一組
81.2K	湖口隧道進洞口外350~500公尺	77.0K	主線每2公里布設一組
82.6K	隧道有設置事件自動偵測器時，每1公里1組	79.0K	主線每2公里布設一組
83.6K	隧道有設置事件自動偵測器時，每1公里1組	81.0K	主線每2公里布設一組
85.1K	湖口隧道出洞口外350~500公尺	81.2K	湖口隧道出洞口外350~500公尺
86.0K	主線每2公里布設一組	82.6K	隧道有設置事件自動偵測器時，每1公里1組
88.0K	主線每2公里布設一組	83.6K	隧道有設置事件自動偵測器時，每1公里1組
90.0K	主線每2公里布設一組	85.0K	湖口隧道進洞口外350~500公尺
92.0K	主線每2公里布設一組	87.0K	主線每2公里布設一組
94.0K	主線每2公里布設一組	89.0K	主線每2公里布設一組
95.5K	新竹系統交流道出口上游1公里	91.0K	主線每2公里布設一組
96.0K	新竹系統交流道出口上游500公尺	93.0K	主線每2公里布設一組



南下		北上	
里程	說明	里程	說明
98.0K	主線每2公里布設一組	95.0K	主線每2公里布設一組
100.0K	主線每2公里布設一組	97.0K	主線每2公里布設一組
102.0K	主線每2公里布設一組	99.0K	主線每2公里布設一組
104.0K	主線每2公里布設一組	101.0K	主線每2公里布設一組
105.2K	頭份交流道出口上游1公里	103.0K	主線每2公里布設一組
105.7K	頭份交流道出口上游0.5公里	105.0K	主線每2公里布設一組
		107.0K	主線每2公里布設一組

說明：

1. 新竹系統交流道新增之出口匝道鼻端下游50~100公尺應設車輛偵測器。
2. 新竹系統匝道之Leg應布設Loop式VDR/VDQ。
3. 各出口匝道之VD，可改設置於出口鼻端處，以免發生偵測漏失。
4. 車輛偵測器配合緊急電話，約每1公里加大工作平台以便維修管養。



表 4.2-3 國道 1 號楊梅頭份高架段閉路電視攝影機布設規劃表

南下		北上	
里程	說明	里程	說明
71.0K	湖口服務區出口匝道	71.5K	主線每1.5公里布設一座
71.6K	湖口服務區入口匝道	73.0K	主線每1.5公里布設一座
72.0K	主線每1.5公里布設一座	74.5K	主線每1.5公里布設一座
73.5K	主線每1.5公里布設一座	76.0K	主線每1.5公里布設一座
75.0K	主線每1.5公里布設一座	77.5K	主線每1.5公里布設一座
76.5K	主線每1.5公里布設一座	79.0K	主線每1.5公里布設一座
78.0K	主線每1.5公里布設一座	80.5K	高架端終點
79.2K	高架端起點	81.6K	隧道出口端
80.7K	主線每1.5公里布設一座	84.7K	隧道入口端
81.6K	隧道入口端	85.5K	竹北轉接道匯入點
84.7K	隧道出口端	87.0K	主線每1.5公里布設一座
85.5K	主線每1.5公里布設一座	88.5K	主線每1.5公里布設一座
86.4K	竹北轉接道匯出點	90.0K	主線每1.5公里布設一座
87.5K	主線每1.5公里布設一座	91.5K	主線每1.5公里布設一座
89.0K	主線每1.5公里布設一座	93.0K	主線每1.5公里布設一座
90.5K	主線每1.5公里布設一座	94.5K	主線每1.5公里布設一座
92.0K	主線每1.5公里布設一座	95.8K	新竹系統交流道區
93.5K	主線每1.5公里布設一座	96.5K	主線每1.5公里布設一座
95.0K	主線每1.5公里布設一座	98.0K	主線每1.5公里布設一座
96.5K	新竹系統交流道區	99.5K	高架端起點
97.5K	主線每1.5公里布設一座	101.0K	主線每1.5公里布設一座
99.0K	主線每1.5公里布設一座	102.5K	主線每1.5公里布設一座
99.7K	高架端終點	104.0K	主線每1.5公里布設一座
101.0K	主線每1.5公里布設一座	105.5K	主線每1.5公里布設一座
102.5K	主線每1.5公里布設一座	107.0K	主線每1.5公里布設一座
104.0K	主線每1.5公里布設一座		
105.5K	主線每1.5公里布設一座		
107.0K	主線每1.5公里布設一座		

說明：隧道內有設置事件自動偵測器時，以事件自動偵測器取代。閉路電視攝影機於設計時應考量設於橋梁基礎附近以減少震動。



表 4.2-4 國道1號楊梅頭份高架段資訊可變式標誌布設規劃表

南下		北上	
里程	說明	里程	說明
78.0K	楊頭高架南下起點前1公里預告標誌上游300~500公尺	82.6K	湖口隧道內避車彎處設置
81.2K	湖口隧道洞口前上游300~500公尺	83.6K	湖口隧道內避車彎處設置
82.6K	湖口隧道內避車彎處設置	85.0K	湖口隧道洞口前上游300~500公尺
83.6K	湖口隧道內避車彎處設置	98.1K	楊頭高架北上起點前1公里預告標誌上游300~500公尺
85.0K	竹北轉接道出口前1公里預告標誌上游300~500公尺		
95.1K	新竹系統交流道出口「指32」右線預告標誌上游300~500公尺		
106.0K	頭份交流道出口「指32」右線預告標誌上游300~500公尺		

說明：國道1號主線湖口地磅站雙向入口匝道上游主線應各設置1組。

表 4.2-5 國道1號楊梅頭份高架段路徑導引標誌布設規劃表

南下	
里程	說明
95.1K	新竹系統交流道出口「指32」右線預告標誌上游300~500公尺

表 4.2-6 國道1號楊梅頭份高架段其他交控設施布設規劃表

1. 事件自動偵測器
於湖口隧道內設置，約85~100公尺布設1組。
2. 車牌辨識系統
(1) 湖口服務區與地磅站出入口預留設置車牌辨識之基礎鋼構，以應未來增設需求。
(2) 車牌辨識系統設備預留空間可與相關資訊可變標誌或預告標誌共構。
3. eTag reader
於新竹系統交流道設置。起點設於出口上游資訊可變式標誌，終點設於下游匝道儀控號誌處。
4. 天候資訊可變標誌
若天候不良路段離上游資訊可變標誌超過3公里，另於天候不良路段上游1公里處增設天候資訊可變標誌。
5. 匝道儀控設備
於新竹系統交流道北巷入口匝道設置懸臂式及柱立式匝道儀控號誌各1組。
6. 車道管制號誌
於湖口隧道內布設，隧道口布設1組，隧道內每350公尺1組。
7. 速限可變標誌
於湖口隧道內布設，隧道口車道管制號誌上游100公尺布設1組，隧道內每一人車行聯絡隧道上游外側布設1組。
8. 緊急電話
一般路段兩側每1公里、隧道內每175~200公尺、高架路段每500公尺1座，拿起話筒後可直通交管中心值班人員通報緊急事件。

4.2.4 公務用車停車彎

1. 設置原則

- (1) 交通部高速公路局「高速公路局公務停車彎設置要點」。
- (2) 交通部高速公路局「交通工程標準圖」。

2. 設置內容

高速公路局頒布之停車彎標準圖分 A 型及 B 型兩種，如圖 4.2-1 所示。A 型停車彎長 44 公尺(含前後漸變長度)，B 型停車彎長 59 公尺(含前後漸變長度)，本計畫建議公務車停車彎原則採以 B 型為主，後續設計階段須配合主線線形與結構形式，並考量路段之限制條件及相關單位之需求進行調整布設，於本規劃階段初步設置建議如表 4.2-7 所示。

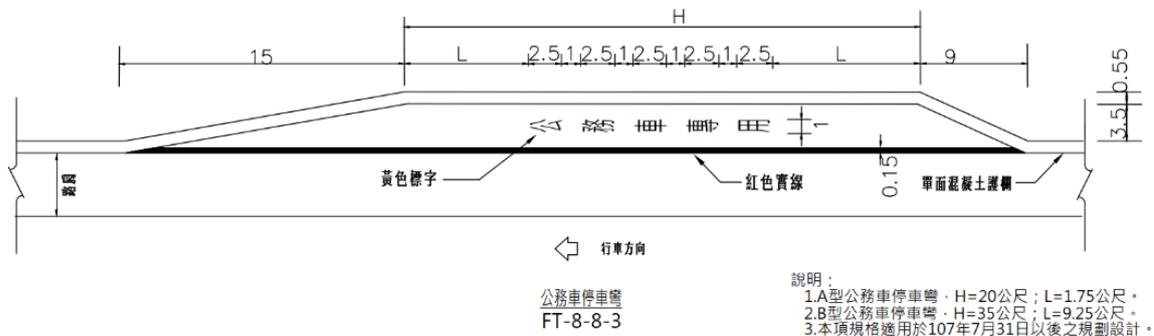


圖 4.2-1 公務車停車位示意圖

表 4.2-7 楊頭段警用停車彎設置表

項次	原則	說明	設置里程
1	銜接主要替代道路之交流道、系統交流道之入口匝道加速車道末端起至下游五百公尺範圍內，可依需要設置停車彎。	本路線僅設置一新竹系統交流道，可依規定於加速車道末端起五百公尺內設置停車彎。	北上高架：95k+000(B型)
2	行車視距小於四百公尺彎道起點上游一百至三百公尺，可依需要設置停車彎，彎道中不宜設置停車彎。	本路段無行車視距小於四百公尺彎道。	--
3	長陡坡之下坡路段終點下游三百至六百公尺，可依需要設置停車彎。	本路段無長陡坡之下坡路段	--
4	主要砂石車輛行駛高速公路路段，而該區間路段未設地磅之交流道入口匝道加速車道末端下游三百公尺至五百公尺，可依需要設置停車彎。	本路段禁行大貨車。	--



項次	原則	說明	設置里程
5	易發生動態違規肇事致交通事故之處所，可依需要設置停車彎。	依相關單位提出需求後設置	--
6	一般平直長達二公里以上之路段下游二百至五百公尺，可依需要設置停車彎。	依相關單位提出需求後設置	--
7	停車彎上游應保持三百公尺以上視距。	依此檢核以上建議設置點均可滿足。	--
8	中長隧道間洞口距離在500公尺以上處。	隧道中央處	北上隧道段：83k+200(B型) 南下隧道段：83k+200(B型)
9	前述設置原則為可依需要設置停車彎，非一定必要設置。	依相關單位提出需求後設置	--



4.3 結構工程

4.3.1 結構工程設計準則

1. 設計依據規範

(1) 設計規範

- A. 交通部 109 年 1 月 3 日頒「公路橋梁設計規範」。
- B. 交通部 108 年 1 月 14 日頒「公路橋梁耐震設計規範」。
- C. 美國 AASHTO 出版之「公路橋梁標準規範，Standard Specifications for Highway Bridges」，2002 年第 17 版。
- D. 美國 AASHTO 出版之「Guide Specification for Design and Construction of Segmental Concrete Bridges」1999 年版。
- E. 美國 AASHTO 出版之「Horizontally Curved Steel Girder Highway Bridges」，2003 年版。
- F. 美國 AWS D1.5 出版之「Bridge Welding Code」。
- G. 日本道路協會出版之「道路橋示方書」。
- H. 日本道路公團出版之「設計要領第二集」。
- I. 經濟部水利署 112 年 8 月 1 日頒「申請施設跨河建造物審核要點」。

(2) 材料規範

- A. 管線資料蒐集中央標準局 CNS 國家標準。
- B. 美國材料試驗協會 ASTM 材料規範。
- C. 日本 JIS 工業規格標準。
- D. 德國 DIN 工業規格標準。

本工程採用之材料規範原則上以 CNS 為主，如 CNS 無相關規定時，則採用 ASTM、JIS 或經 高公局核准之其它材料規範。



2. 材料性質

(1) 混凝土

本節所稱混凝土均指水泥混凝土，橋梁構件將依其特性，設計時依據規範規定做適當調整，以確保橋梁耐久性，本工程採用之混凝土，其材料性質與規定抗壓強度如下：

A. 彈性模數 $E_c = W_c 1.5 \times (0.14) \text{ kgf/cm}^2$

其中 W_c = 混凝土之單位重量， kgf/m^3

B. 規定抗壓強度

a. 預力混凝土

● 場鑄、預鑄箱形梁 $f_c' = 420 \text{ kgf/cm}^2$

● 施預力時強度(除設計圖及特訂條款另有規定外) $f_c' \geq 350 \text{ kgf/cm}^2$

b. 鋼橋橋面板、RC 橋面板及其隔梁、底模預鑄板 $f_c' = 280 \text{ kgf/cm}^2$

c. 橋台(含基礎)、沉箱、井式基礎、擋土牆、箱涵、護欄、隔欄、緣石、進橋板 $f_c' = 280 \text{ kgf/cm}^2$

d. 橋墩(含帽梁)、止震塊、支承鋼筋混凝土墊 $f_c' = 350 \text{ kgf/cm}^2$

e. 橋墩基腳、橋墩與沉箱或井式基礎之緩衝區 $f_c' = 350 \text{ kgf/cm}^2$

f. 就地澆注混凝土基樁 $f_c' = 315 \text{ kgf/cm}^2$

(水中混凝土設計強度以 $f_c' = 280 \text{ kgf/cm}^2$ 計算)

g. 無筋混凝土(墊底用) $f_c' = 80 \text{ kgf/cm}^2$

(2) 鋼筋

所有鋼筋均為竹節鋼筋，並應符合 CNS 560-A2006 之規定，需電鍍鋼筋另須符合 ASTM A706 之規定。鋼筋相關規定，均依高公局 96 年 2 月 5 日技字第 0966001148 號函原則辦理。本工程採用之鋼筋規定強度如下：

A. 彈性模數 $E_s = 2.04 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$

B. 規定強度：

a. 13mmφ(D13)以上(含)採 SD420W $f_y = 4200 \text{ kgf/cm}^2$ $f_s = 1680 \text{ kgf/cm}^2$



- b. 10mmφ(D10)以下(含)採 SD280 $f_y = 2800\text{kgf/cm}^2$ $f_s = 1400\text{kgf/cm}^2$

(3) 預力鋼材

A. 高拉力 7 線鋼絞線

須符合 CNS 3332 G3073 『預力混凝土用應力消除無被覆鋼線及鋼絞線』之 SWPR7BL 規定。

a. 鋼腱斷面積

- 12.7mmφ 高拉力七線鋼絞線 $A_s = 98.71\text{mm}^2/\text{每根}$
- 15.2mmφ 高拉力七線鋼絞線 $A_s = 138.7\text{mm}^2/\text{每根}$

b. 彈性模數 $E_s = 1.97 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$

c. 極限抗拉強度 $f_s' = 19000\text{kgf/cm}^2$

d. 降伏強度 $f_y = 17100\text{kgf/cm}^2$

e. 施預力時端部臨時容許應力 $f_{sj} \leq 15400\text{kgf/cm}^2$

f. 錨固後之鋼腱起始應力 $f_i \leq 13300\text{kgf/cm}^2$

B. 套管

a. 鍍鋅剛性套管

b. 波浪摩擦係數 $K \leq 0.0007/\text{m}$

c. 曲線摩擦係數 $\mu = 0.25$

d. 鍍鋅金屬套管

e. 波浪摩擦係數 $K \leq 0.0049/\text{m}$

f. 曲線摩擦係數 $\mu = 0.25$

(4) 結構鋼件

A. 鋼橋主構材採用鋼板須符合 ASTM A709 Gr.50 之規定。

B. 鋼橋次構材採用鋼板及熱軋型鋼須符合 ASTM A36 或 A709 Gr.36 鋼材之規定。

C. 其他：須符合 ASTM A572 或 A36 之規定



D. 降伏強度

a. ASTM A709 Gr.36 及 ASTM A36 $f_y = 2520 \text{ kgf/cm}^2$ b. ASTM A709 Gr.50 及 ASTM A572 Gr.50 $f_y = 3500 \text{ kgf/cm}^2$

E. 強力螺栓

須符合 ASTM A325 耐候性 TYPE 3 摩阻型螺栓之規定。

F. 防震拉條

須符合 ASTM A722 之規定。

3. 載重規定

(1) 考量因素

除特別考量外，橋梁結構之分析與設計至少須考量靜載重、活載重、溫度變化及梯度、乾縮及潛變、沉陷、地震、風力、施工載重。

(2) 靜載重

須含所有結構元件之重量，若未經精確分析時可採表 4.3-1。所示各材料之單位重計算，其他材料之重量則可由其質量及密度求得：

表 4.3-1 結構元件之單位重

類型	單位重
鋼筋混凝土、預力混凝土及無筋混凝土	2.4 tf/m ³
瀝青混凝土鋪面(厚度以 10 cm 考量)	2.4 tf/m ³
單管金屬欄杆	50 kgf/m
回填土	1.9 tf/m ³
防音牆(牆高為 3m 時)	225 kgf/m
附掛管線(依實際附掛重量估算，無附掛時懸臂板之設計仍應假設橋護欄下方有該載重)	≥ 100 kgf/m

(3) 活載重

A. 公路載重：HS20-44 之 1.25 倍。

B. 衝擊載重按交通部 98 年頒布，104 年 4 月修訂之「公路橋梁設計規範」第 3.13 節之規定辦理。

C. 分布方式

上部結構為單室(Single-Cell)及多室(Multi-Cell)箱形梁等之單縱梁系統：

設計車道數 = INT[(B - 2.5)/W] + 1



其中 B：橋面淨寬(護欄與護欄或隔欄內緣間距，m)

W：路段設計車道寬(m)(≤ 3.65 m)

INT()：取括號內數值之整數值。

(4) 溫度變化及梯度

A. 混凝土結構平均溫度 25°C，溫度變化範圍為 $\pm 20^\circ\text{C}$ ，溫度係數為 $1.08 \times 10^{-5}/^\circ\text{C}$

B. 鋼結構平均溫度 25°C，溫度變化範圍為 $\pm 25^\circ\text{C}$ ，溫度係數為 $1.17 \times 10^{-5}/^\circ\text{C}$

(5) 乾縮及潛變

混凝土因乾縮及潛變所致應變應依歐洲混凝土學會-國際預力混凝土學會(CEB-FIP,2010)模式計算。

(6) 沉陷

A. 須詳予評估結構物基礎是否產生差異沉陷。

B. 須考慮相鄰二座橋墩(台)於縱向至少 10 mm 之短期高程差異所致應力。

(7) 地震

橋址行經新竹縣湖口鄉、新埔鎮、竹北市、寶山鄉及新竹市東區，且鄰近第一類活動斷層含新城斷層及獅潭斷層，需考量斷層近域效應。工址所屬震區設計水平譜加速度係數及週期分界值、斷層近域調整因子如表 4.3-2、表 4.3-3 所示。

表 4.3-2 橋址水平譜加速度係數

鄉鎮市區	$S_{0.5}^{II}$	$S_{1.0}^{II}$	$S_{0.5}^{III}$	$S_{1.0}^{III}$
楊梅區	0.70	0.40	0.90	0.50
湖口鄉	0.70	0.40	0.90	0.50
新埔鎮、竹北市、寶山鄉、新竹市東區、新竹市香山區	0.80	0.45	1.00	0.55
竹南鎮、頭份市	0.80	0.45	1.00	0.55

表 4.3-3 斷層近域調整因子

斷層名稱	設計地震		最大考量地震	
	N_A	N_V	N_A	N_V
新城斷層	1.04	1.08	1.09	1.16
獅潭斷層	1.14	1.17	1.13	1.21



(8) 風力

- A. 橋梁結構：依第 4.3.1 節規範辦理。
- B. 標誌結構：按 Standard Specifications for Structural Supports for Highway Signals, Luminaries and Traffic Signals 有關規定辦理，設計風速採用 200km/hr。
- C. 防音牆：390 kgf/m²(若無裝設時仍以 3m 高加載)。

(9) 施工載重

- A. 由結構物所承載之模板、材料、設備等施工載重需予考慮，尤其是特殊之施工法，其相關所有荷重均需加以考量，並應檢核結構體對施工中實際所使用設備之承載能力。
- B. 使用一般工法之橋梁，除了特定的施工設備及材料外，需另加一均勻的垂直施工載重 50kgf/m²，採用特殊工法之橋梁，應另行研擬施工載重。



4.3.2 橋形研選規劃原則

本計畫於高鐵跨越橋至新竹系統交流道以南為高架橋梁段，除經湖口營區採隧道穿越外，全線高架橋梁段範圍長約 15.3km。沿線所經區位及環境特性等條件各有不同，尤以新竹路段工商業活動發達，沿線兩側建物密集。

橋梁規劃設計除須符合安全、經濟、美觀等基本原則外，從拓寬路段特性、國道交通維持及周遭地區發展等因素予以綜合考量，將高架橋梁段整理區分為兩大類型路段，分別是中山高路外橋梁段，包含了【湖口至竹北郊區段】、【竹北市區段】及【新竹市區以南段】；以及施工侷促路段的【新竹市區段】。並再依各路段內節點特性提出具體之橋形配置構想與施工工法，分述於後續各節。

表 4.3-4 全線橋梁分段檢討

路段及節點		跨徑(m)	里程	
			南下線	北上線
湖口至竹北郊區段	一般路段橋	制式跨跨徑 40~45	80k+340~80k+720 81k+286~81k+466	80k+455~80k+885 81k+193~81k+368
	地質敏感區與鳳山溪跨越橋	地質敏感區主跨 160/ 鳳山溪跨越橋 125	84k+910~85k+928	84k+895~86k+144
	兩次跨越中山高跨越橋	中長跨主跨 160	80k+720~81k+060 85k+928~86k+288	-
竹北市區段	一般路段橋	制式跨跨徑 40~45	86k+288~90k+801 (不含竹北交流道及頭前溪跨越橋)	86k+144~90k+680 (不含竹北交流道及頭前溪跨越橋)
	竹北交流道頭前溪跨越橋	中長跨主跨 70~80	87k+834~88k+674 89k+266~90k+096	87k+782~88k+870 89k+138~89k+975
新竹市區	島式工區	制式跨跨徑 40~45 中長跨主跨 70~80	90k+801~92k+847	90k+680~92k+541
	狹窄路段	制式跨跨徑 40~45 中長跨主跨 70~80	92k+847~94k+398	92k+541~93k+913 (匝道箱涵段： 92k+541~93k+081、 高擋土牆段： 93k+081~93k+913)
新竹市區以南段	一般路段制式橋(含新增匝道)	制式跨跨徑 40~45	94k+398~99k+232	93k+913~99k+199
	新竹系統交流道跨越橋	中長跨主跨 100~120	96k+266~97k+269	95k+969~97k+129

本工程橋梁方案之研選，除上述各點外將特別注重下列考量因素：

1. 橋梁造型融入地區景觀。
2. 橋梁結構系統具備優良之耐震能力。
3. 橋形制式化來提昇施工品質，工法具標準化、自動化與機械化，以達到快速施工、降低國道交通衝擊之目標。
4. 選用抗蝕材料須具經濟性與耐久性。

4.3.3 湖口至竹北配置構想

湖口至竹北郊區段除於湖口營區採隧道穿越外，南下、北上線尚有高架橋梁各約 2.4km 及 1.8km，高架橋梁段出隧道後從山崩地滑地質敏感區邊緣通過再跨越鳳山溪，銜接回國道兩側往南續行。本路段除一般路段橋外，尚有行經生態埤塘、高鐵橋下、兩次跨越中山高及跨越地質敏感區與鳳山溪等課題，相關課題及對策分述如下。

1. 湖口路段一般路段制式橋

本路段之一般路段橋梁南下線長度約 543m，北上線長度約 720m，座落於湖口國道兩側及山坡丘嶺地形，橋梁規模不大但施工環境單純。因此本路段一般路段橋梁規劃採跨徑 40~45m 之 4~6 跨連續梁系統配置，考量規模較小擬採場鑄施工，此路段橋形方案建議可延續五楊高架南段標橋形採用「預力箱型梁橋」，或考量橋梁造型變化採用「複合波浪形鋼腹板梁橋」，兩方案高架橋模擬圖請詳圖 4.3-1 及圖 4.3-2，橋形方案比較詳表 4.3-5。



圖 4.3-1 預力箱型梁橋



圖 4.3-2 複合波浪形鋼腹板梁橋

表 4.3-5 橋梁方案比較表

方案	預力箱型梁橋	複合波浪形鋼腹板梁橋
結構特性	<ul style="list-style-type: none"> ▮ 預力箱型梁勁度大、抗扭抗撓性佳 ▮ 預力混凝土耐久性佳 ▮ 外型簡潔俐落，且延續五楊高架橋梁橋型 	<ul style="list-style-type: none"> ▮ 以波浪形鋼板取代傳統混凝土腹板，發揮鋼複合構材強度。 ▮ 較預力箱型梁輕約 20%自重，可減少下構尺寸，降低環境衝擊 ▮ 波浪形鋼板維管需求較高
施工法	<ul style="list-style-type: none"> ▮ 適用各種國內傳統橋梁施工法，工法成熟，施工風險低 	<ul style="list-style-type: none"> ▮ 適用節塊工法以外之橋梁施工法，工程案例較少，施工程序較複雜，施工風險高

2. 生態埤塘段

本計畫路廊於國道里程約 74+100~74+250 之路段有兩處鄰近埤塘，拓寬後路堤已緊貼埤塘。為避免施工破壞既有埤塘，營造多元化棲息環境、維護生態景觀，於鄰近埤塘範圍處，研擬兩種路堤拓寬方案作為減輕環境影響對策，採棧橋搭配樁柱式基礎進行拓寬，具有施工開挖範圍小，生態環境影響低等優點，並利用懸挑板減少結構量體，降低拓寬後構造物對埤塘之影響。方案 A 設置橫向進橋板，減少新舊介面間之差異沉陷，交接處填築除須依施工規範施作外，亦可採低強度混凝土灌漿代替，降低差異沉陷發生機率；方案 B 則配置 60cm 覆土，以簡化剛性及柔性間鋪面介面處理，考量日後行車舒適性及日後維管，初步建議採棧橋搭配橫向進橋板，路堤施工確實夯實，進橋板與棧橋採剪力筋固定避免位移，再搭配 AC 鋪面一次施作，以減少路堤與棧橋間界面接縫產生。



表 4.3-6 埤塘減輕對策方案比較表

方案	方案 A：棧橋+橫向進橋板	方案 B：棧橋+60cm 覆土
模擬圖		
方案特性	<ul style="list-style-type: none"> ■ 施工單純，橋工一次完成 ■ 不易產生差異沉陷 ■ 差異沉陷易維管 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 需二次施工，先完成橋工，再進行路基填築 ■ 較易產生差異沉陷 ■ 差異沉陷維管影響較大

3. 高鐵橋下穿越橋

計畫路線於國道里程 79k+900 處於高鐵下方以路堤形式通過，路線線形已位於高鐵沿線兩側毗鄰地區限建範圍內(高鐵結構外緣線起算兩側各 60 公尺)，且既有高速公路南下側鄰高鐵橋墩約 5.52 公尺，北上側臨高鐵橋墩約 5.87 公尺，且緊鄰高鐵無線電設施。

為減輕路堤填築及擋土牆開挖對鄰近高鐵橋墩基礎(基礎 30m \times 14m)造成影響，規劃設計以 35m 跨徑單跨橋梁跨越高鐵基礎範圍，減少路堤荷載及施工影響。惟南下線側高鐵橋墩緊

鄰一國道穿越箱涵，考量國道主線高程及地區道路箱涵淨高限制，橋梁梁深需控制在 1.1m 內，以 35m 跨徑單跨橋梁來說將無法滿足限制需求，且高鐵橋墩基礎位置亦無法對地區道路進行降挖。因此，南下線側建議與國道主線分離，以橋梁跨越高鐵基礎，於高鐵橋下通過，同時滿足地方道路通行需求；北上線側則以緊鄰國道方式於高鐵橋下通過，降低對高鐵無線電基地之影響。

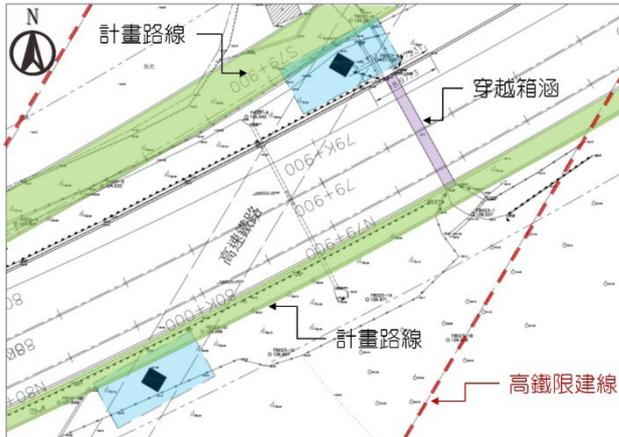


圖 4.3-3 穿越箱涵及拓寬橋梁相對關係



圖 4.3-4 國道穿越箱涵現況照片圖

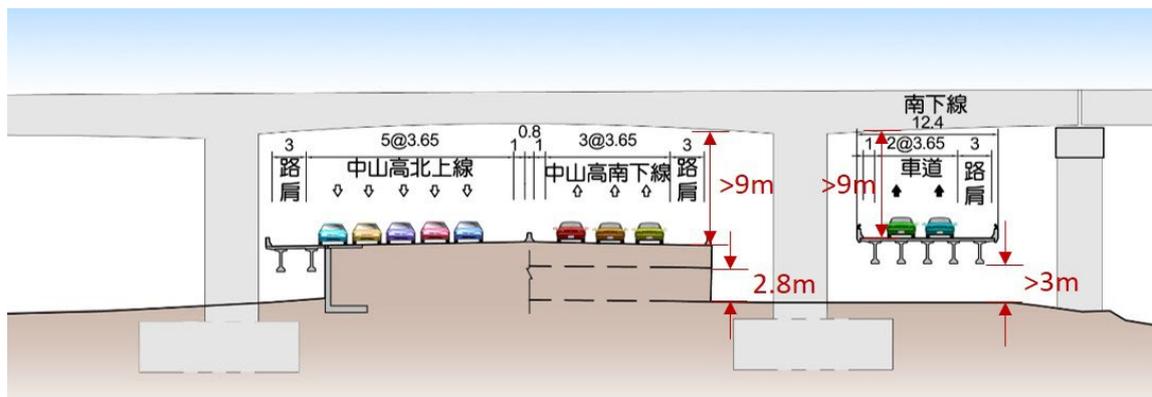


圖 4.3-5 高鐵橋下穿越橋配置圖

本拓寬工程後續仍須依據「鐵路兩側禁建限建辦法」進行對高鐵之影響分析，並依規定向高鐵主管機關提報進行介面協調，加速後續計畫執行。施工前依照台灣高速鐵路股份有限公司「高鐵軌道及結構設施對鄰近工程容許變位之監測管理」（草稿），規劃高鐵橋梁結構監測管理計畫，降低施工中風險，確保高鐵安全無虞。

4. 兩次跨越中山高

本計畫南下線經歷兩次跨越中山高主線，第一次於湖口交流道前跨越銜接隧道段，第二次於跨越鳳山溪後再次跨越中山高回至南下側。本計畫綜合規劃階段藉由線形的調整，採大角度斜交跨越中山高，跨越橋主跨跨徑達 160m，降低橋梁施工難度並增加橋形選擇性。橋形優先以具備安全穩定結構系統，且有良好空中作業施工性的橋形，以無礙中山高交通運轉；再結合環境景觀及橋梁美學，研擬簡潔俐落、具視覺穿透性的變斷面梁橋，輔以橋墩造型美

化，達到橋梁整體「輕巧化、美質化」之景觀效果。兩次跨越橋橋址鄰近湖口老街及新竹工業區，環境景觀各具特色，在橋樑形式選擇上以低調融合為原則，並考量後續維管便利性，研提《變斷面預力梁式橋》，以及具變化特色之《複合桁架鋼管梁橋》及《鏤空式預力箱型梁橋》。



圖 4.3-6 南下線中山高跨越橋(變斷面預力箱型梁橋)及橋墩造型美化模擬圖



圖 4.3-7 南下線中山高跨越橋(複合桁架鋼管梁橋)及橋墩造型美化模擬圖



圖 4.3-8 南下線中山高跨越橋(鏤空式預力箱型梁橋)及橋墩造型美化模擬圖



表 4.3-7 跨越國道橋梁方案比較表

方案	變斷面預力梁式橋	複合桁架鋼管梁橋	鏤空式預力箱型梁橋
結構特性	<ul style="list-style-type: none"> ■ 預力箱型梁勁度大、抗扭抗撓性佳 ■ 預力混凝土耐久性佳 ■ 傳統梁式橋梁深較深，但外型簡潔 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 以鋼管取代傳統混凝土腹板，發揮鋼複合構材強度。 ■ 較傳統預力箱型梁輕，且景觀穿透性最佳 ■ 後續鋼管維管需求較高 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 預力箱型梁勁度大、抗扭抗撓性佳 ■ 預力混凝土耐久性佳 ■ 柱頭鏤空富變化，且梁深需求較傳統混凝土橋小
施工法	<ul style="list-style-type: none"> ■ 以場鑄懸臂工法施工，工法成熟，對國道影響降至最低，施工工期最低 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 可採場鑄懸臂工法施工，但工程案例較少，施工程序較複雜，施工風險高，施工工期最長 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 以場鑄懸臂工法施工，但柱頭施工程序繁複，施工工期較長

5. 跨越地滑區及鳳山溪

本計畫南下線出隧道後於湖口台地行經鳳山溪北側之山崩地滑地質敏感區範圍，為減輕對地質敏感區的擾動，綜合規劃階段藉由線形調整縮小南下線與地質敏感區的重疊範圍，重疊影響長度約 140m，為減輕對地質敏感區的擾動，建議以主跨 160m 的大跨徑梁式橋搭配場鑄懸臂工法跨越，避免直接於地滑區內進行大規模挖填外，亦可克服坡面架設臨時支撐的困難。續往南行，於鳳山溪跨河段，河道寬約 100~200m，為確保河道防洪及提高橋梁安全，同樣以主跨 125m 大跨徑配置減小阻水斷面及橋柱受沖刷之機會。本路段橋梁橋形除採用《變斷面預力箱型梁橋》，亦可研提具景觀性的變斷面《複合波浪形鋼腹板梁橋》。



表 4.3-8 跨越敏感區橋梁方案比較表

方案	變斷面預力箱型梁橋	複合波浪形鋼腹板梁橋
結構特性	<ul style="list-style-type: none"> ■ 預力箱型梁勁度大、抗扭抗撓性佳 ■ 預力混凝土耐久性佳 ■ 傳統梁式橋梁深較深，但外型簡潔 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 以波浪形鋼板取代傳統混凝土腹板，發揮鋼複合構材強度。 ■ 較預力箱型梁輕約 20%自重，可減少下構尺寸，降低環境衝擊 ■ 波浪形鋼板維管需求較高
施工法	<ul style="list-style-type: none"> ■ 以場鑄懸臂工法施工，工法成熟，無需支撐，對地質敏感區影響低， 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 以場鑄懸臂工法施工，但工程案例較少，施工程序較複雜，施工風險高，施工工期較長

另本路段沿線所經地形多屬湖口台地，計畫範圍內自然資源豐富，且屬於山坡地水保區，植被狀況良好，為減少環境生態破壞，綜合規劃階段將研擬對原地環境干擾最小化之施工方法。上部結構於一般制式橋以場鑄施工為主，將以支撐先進工法為優先考量，地質敏感區與鳳山溪跨越橋等大跨徑橋梁則選用場鑄懸臂工法配合施工，兩工法皆可有效克服於坡地架設臨時支撐之困難；下構基礎採井式基礎來減少開挖擾動；施工建議以施工鋼棧橋、構台作為施工及運輸規劃，降低對地質敏感區的干擾。竹北市區段配置構想

竹北市區段自跨越鳳山溪後南行，經竹北交流道及頭前溪，直至跨越臺鐵內灣線，南下、北上線高架橋梁各約 4.7km 及 5km。線形利用國道兩側隙地布設，除橋墩配置須儘量避開國道兩側路堤擋土牆、沿線預埋管線及竹北交流道外，路線線形單純，沿線地形平坦開闊，整體施工條件良好，且橋梁總長亦具一定經濟性之工程規模。建議本路段採模組化、自動化的預鑄節塊吊裝工法達成加速橋梁施工及節省工程經費之雙重效益。

6. 一般制式橋及中長跨徑橋

於國道標準路段為一般制式橋，適用「預力箱型梁橋」搭配預鑄節塊吊裝工法，跨徑配置主要採 40~45 公尺之 4~6 跨連續梁系統；竹北交流道區及跨頭前溪橋則採中長跨徑橋，跨徑配置主要採 70~80 公尺之 3~5 跨連續梁系統，減少落墩降低橋下行車之壓迫感，交流道區適度搭配門架式橋墩布設，將施工中的交通衝擊降至最低；跨頭前溪則配合國一現況跨徑 35m 之 PCI 型梁橋，適度倍數加大跨徑，即可延續使用預鑄節塊吊裝工法施工，並避免錯墩影響通洪斷面。



圖 4.3-9 竹北市區段橋形模擬圖

另本路段亦可考慮採用預鑄橋墩來縮短工期，有效加速施工工進。國內於台 74 線快速公路北屯-霧峰段已有相關案例。目前橋梁採用預鑄橋墩設計有兩種方式，低矮橋墩搭配隔減震系統，使其於地震力下維持在彈性範圍內，柱底不產生塑鉸，全橋柱皆可採預鑄方式施作；亦或高橋墩搭配傳統支承系統，設計時柱底產生塑鉸，塑鉸區範圍為確保其韌性之發揮採場鑄施工。綜合規劃階段將視橋梁受震特性與耐震需求，評估選用適合之預鑄橋墩形式，確保橋梁耐震安全性。

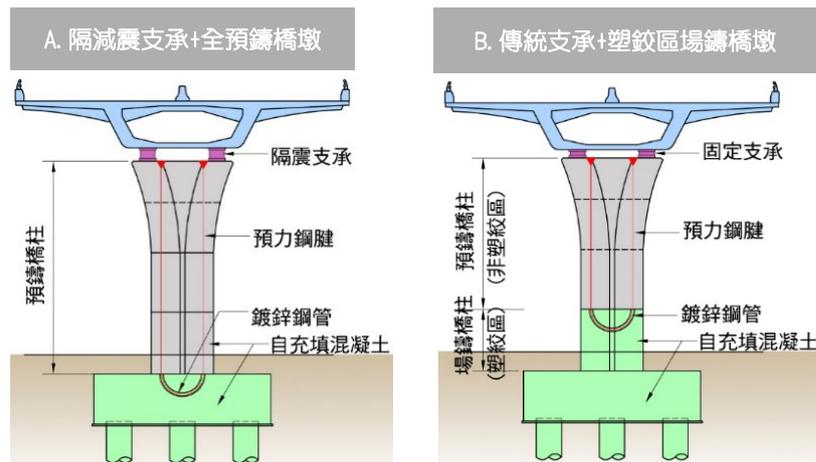


圖 4.3-10 竹北路段橋墩方案示意圖

7. 頭前溪橋拓寬構想

為改善竹北交流道周邊道路交通壅塞問題，於既有平面高速公路車道進行調整，於竹北-新竹兩交流道主線南、北向各增加一 3.65m 輔助車道，外路肩採 3m 配置，避免匝道匯入車流影響主線。既有頭前溪橋於民國 93 年已完成第一次拓寬工程，且亦經歷過耐震補強，將配合此次交通改善辦理二次拓寬或改建。

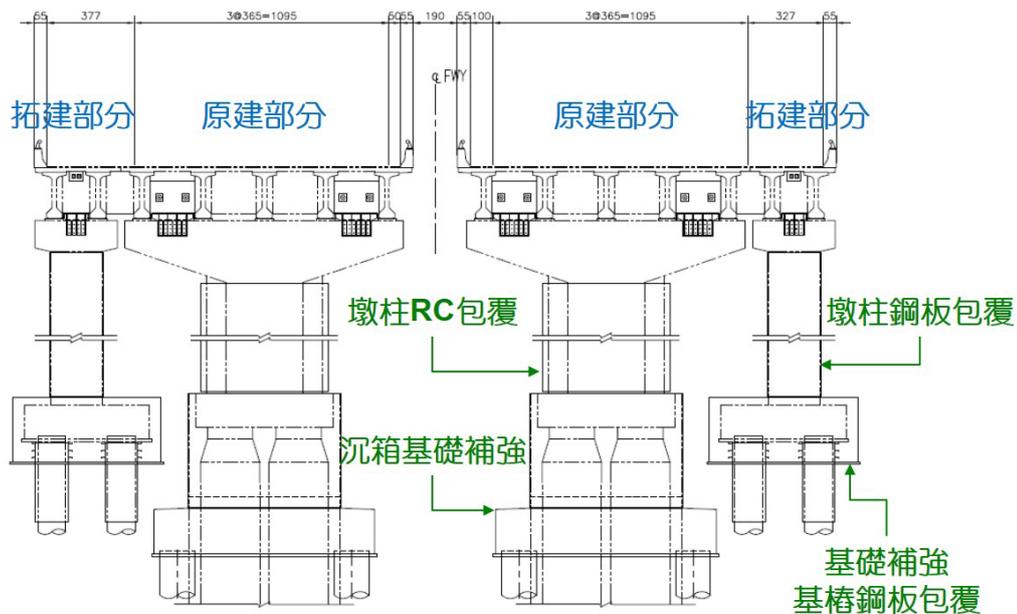


圖 4.3-11 既有頭前溪橋斷面圖

國道頭前溪橋二次拓寬寬度 3.65m，初步評估上部結構需增加兩支預力 I 型梁方可滿足拓寬需求；下部結構研提三方案，方案一.A 及方案一.B 考量下游潛堰固床工未毀損，方案二則以下游潛堰固床工已毀損來進行評估，其方案一.A 採新增墩柱 1.6m 圓柱，小於原墩柱厚 2.2m，不增加阻水面積，搭配基礎增樁、擴基補強，維持下基礎穩定性及安全性，方案一.B 則採墩柱包覆及帽梁延伸增厚，墩柱厚增加至 2.7m，搭配基礎增樁、擴基補強，惟墩柱包覆後較原橋墩 2.2m 寬，將增加阻水面積，方案二採下部結構改建，以換底工法重新施作橋墩及基礎，新建橋墩 3m 厚較原橋墩 2.2m 寬，將增加阻水面積，三方案後續皆須辦理水理分析，確保無礙頭前溪水理。另參考水利署近十年河川斷面觀測資，頭前溪高灘地部分並無明顯沖刷及變動，惟考量日後可能之河床變遷，高灘地部分可參照沖刷區(深槽)之沖刷深度，來檢核基樁長度。

目前頭前溪橋下游潛堰固床工，依現況研判並無明顯毀損或破口產生，仍能發揮保護河床及橋梁之功用，惟河川防洪等此類水工構造物，隨氣候異常，每年洪水侵襲後之狀況不同，需視當時情況評估是否需進行維修補強，即便改建，後續仍須定期檢測評估或維修補強等工作，但考量頭前溪橋與下游潛堰固床工間有座水管橋，仍需保護水管橋及周圍河床，故現有固床工仍應繼續維護管養，因此，考量固床工仍須維管情況下，建議以方案一 A 進行改建。

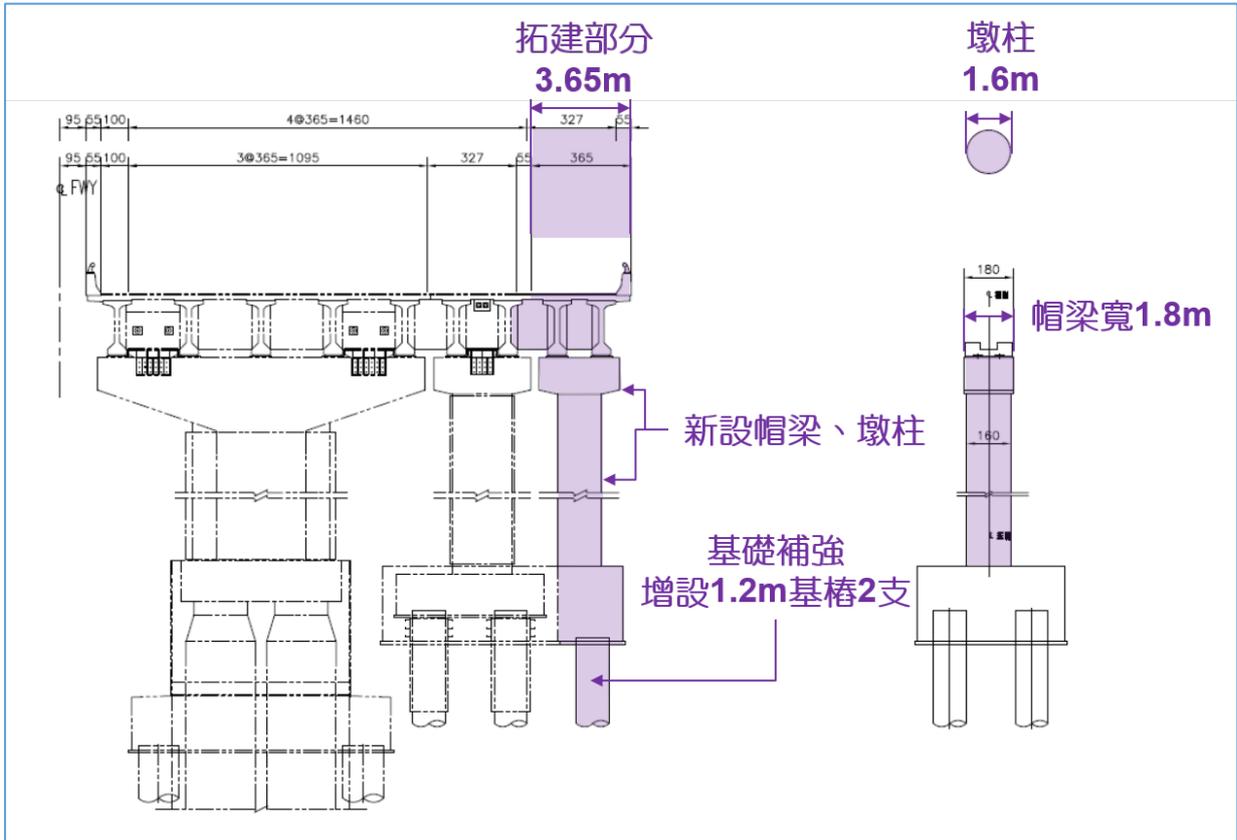


圖 4.3-12 頭前溪橋拓寬方案一.A(新增橋墩)示意圖

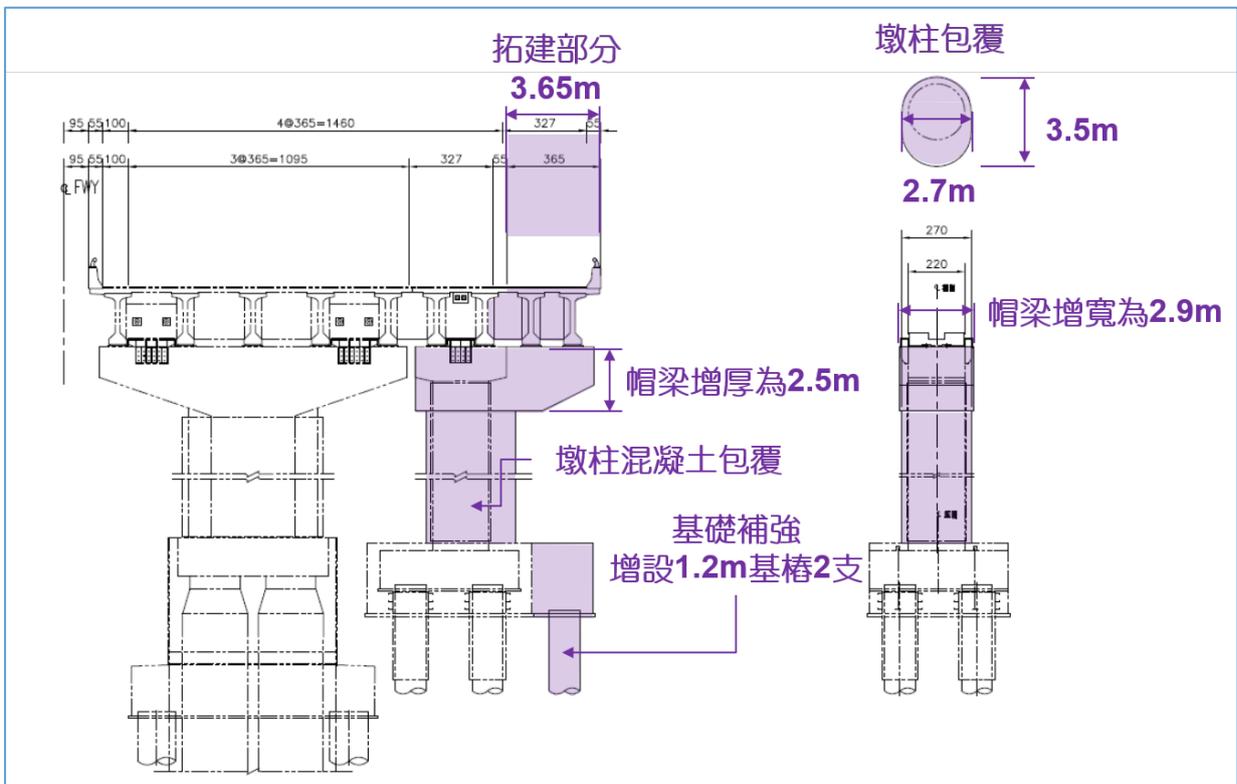


圖 4.3-13 頭前溪橋拓寬方案一.B(既有橋梁補強)示意圖

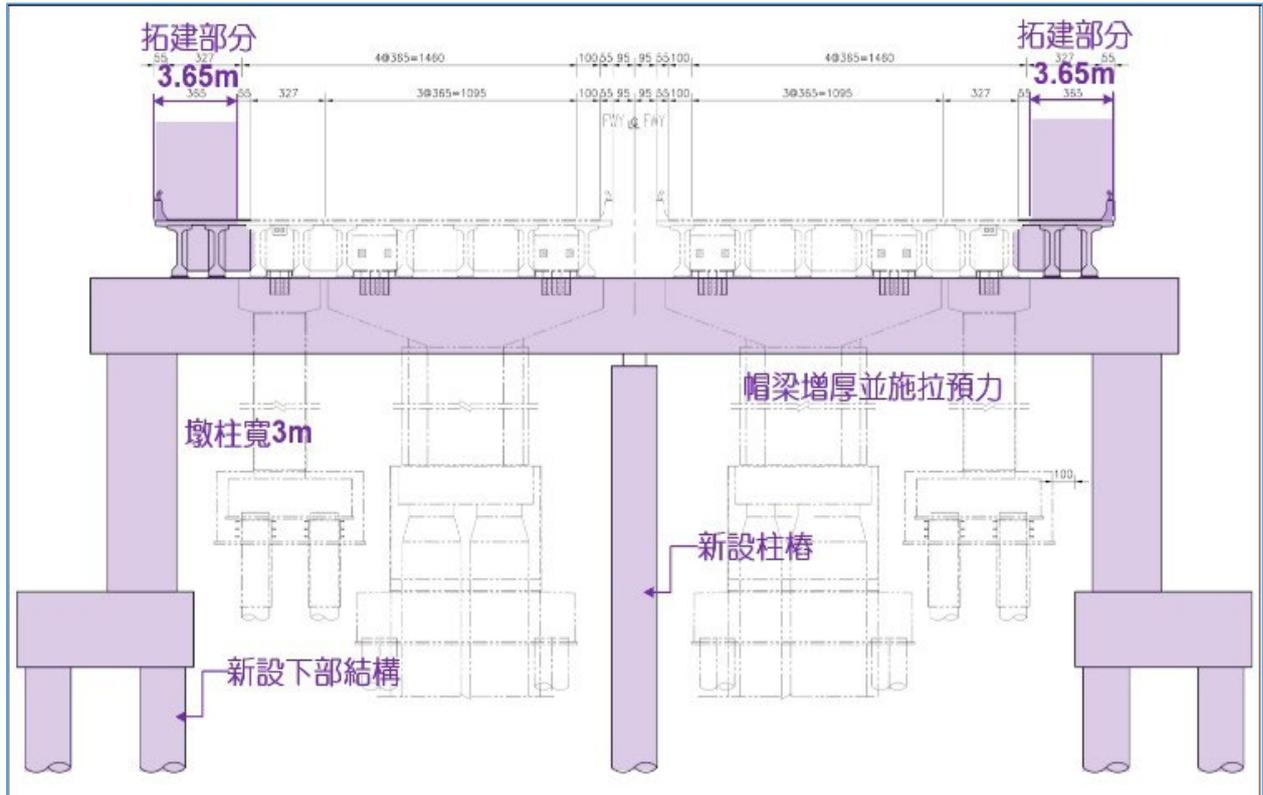


圖 4.3-14 頭前溪橋拓寬方案二(下部結構改建)示意圖

表 4.3-9 頭前溪拓寬方案評估表

方案	方案一. A：新增橋墩 (下游潛堰固床工未毀損)	方案一. B：既有橋梁補強 (下游潛堰固床工未毀損)	方案二：下部結構改建 (下游潛堰固床工毀損)
河道水理	新設橋墩尺寸較原橋墩小，水理無影響，原沖刷深度 5.6M，	新設橋墩尺寸較原橋墩大，增加阻水面積及沖刷風險，沖刷深度 6.16M	新設橋墩尺寸較原橋墩大，增加阻水面積及沖刷風險，沖刷深度 8.3M
施工交維	新設橋墩、基礎補強及吊梁，橋面板二次施工，交維影響時間短	橋墩補強、基礎補強及吊梁，橋面板二次施工，交維影響時間短	下部結構新建，採先建後拆，降低施工風險，吊梁後橋面板二次施工，交維影響時間短
工程費	約 2.2 億元	約 2.6 億元	約 8.2 億元

4.3.4 新竹市區段配置構想

新竹市區段自公道五路(新竹交流道 A)北側起，南至園區三路，其間跨越較大橫交道路有公道五路(新竹交流道 A)、光復路(新竹交流道 B)及新安路，南下、北上線高架橋梁各約 3.4km。現況國道兩側建物密集，且經新竹科學園區，沿線科技廠房林立，用地徵收困難。選線布墩將以不影響國道交通，減少徵收拆遷為優先考量。

本計畫於新竹路段跨徑配置主要採 40~45 公尺，將鋼橋墩縱橫向尺寸控制 2m，井式基礎尺寸則控制於 5 米，並依據新竹路段特性規劃不影響國道交通運轉的 TOP-DOWN 島式施工法，以及自走式鋼梁節塊吊裝工法，研擬藉先進施工法及交通維持手段來克服工區狹隘的施工干擾問題，初步檢討可將本路段依施工條件區分為 2 大施工分區及 2 處施工課題，說明如下：

1. 施工分區：島式工區利用國道與集散道路間劃設獨立工區，引進 TOP-DOWN 先進施工理念，進出動線不影響國道，降低國道交通影響。狹窄路段則利用地方道路進出工區，施工空間狹窄，搭配自走式鋼梁節塊吊裝工法加速工進，減輕衝擊。
2. 施工課題：新安路以北之新建橋梁需與匝道箱涵共構，為減少用地徵收與降低國道交通影響，本區段高架橋將採箱涵共構形式施作；新安路以南之新建橋梁則係與高擋土牆衝突，須於施工中先打設臨時擋土設施，確保施工中交通運轉無虞。



圖 4.3-15 新竹市區段施工分區及重點課題

因應本路段國道交通維持、狹隘工區施工、機材運輸需求及施工期程管控等需求及限制，充分利用預鑄井基、預製鋼橋、預鑄橋面板等模組化構件，並搭配全自動化預製、預鑄工法，工作車吊裝施工，縮小施工範圍，減輕國道交通衝擊。相關構想及策略說明如下：

1. 國道交通維持：以便橋構台進出入工區(詳圖 4.3-16)，維持交流道區匝道運轉，跨越構台周圍應設置安全護欄及遮蔽護網，維護匝道行車安全。
2. 狹隘工區施工：利用自走式 TOP-DOWN 桁架工作車，利用模組化構件逐跨進行施工，縮小工區需求，降低交通衝擊；自動化施工提升施工品質，減少現場作業，增加施工安全。

3. 機材運輸需求：設置轉接塔、垂直升降機設備及既成梁上雙頭板車、工區內軌道土斗台車，機具、材料等運輸需求降至最低。



圖 4.3-16 島式工區施工規劃示意圖

橋墩配置除須考量施工空間，亦須考量上部結構運輸組裝、現場支撐或對鄰屋之保護等課題。因此，本計畫於新竹市區路段採「鋼箱型梁橋」，上下構皆採鋼構，基礎採預鑄井式基礎，並搭配全自動化預製、預鑄工法，工作車吊裝施工，縮小施工範圍，減輕國道交通衝擊。

新竹市區段採鋼橋搭配單柱式鋼橋墩進行規劃，除一般制式鋼梁橋外，尚有部分路段因配合線形限制，需採門架式鋼橋墩、偏心非對稱橋墩或箱涵共構橋墩。

由於現況施工條件受限，基礎施工空間最小處僅為 7m，考量施工機具設備及圍籬等，建議基礎採井式基礎施作，為確認基礎尺寸之可行性，本階段初步以「 $4@45=180\text{m}$ 之制式跨」及「 $50+70+50=170\text{m}$ 之中長跨」進行分析，如圖 4.3-18 及圖 4.3-19 所示。

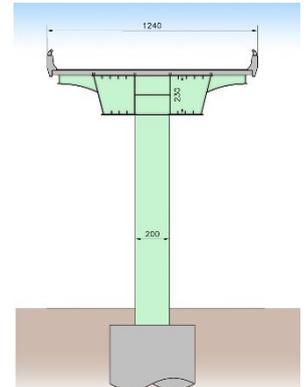


圖 4.3-17 鋼箱型梁橋斷面圖

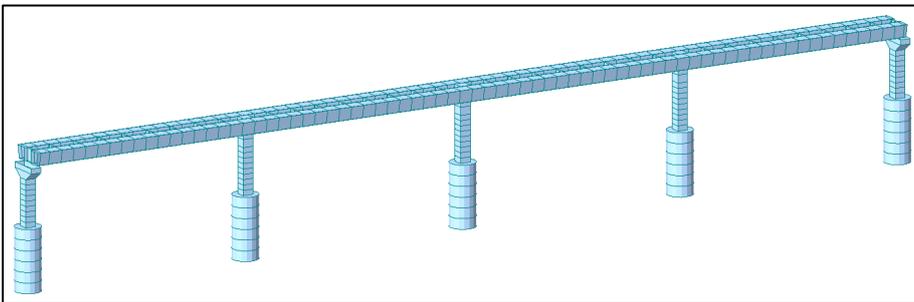


圖 4.3-18 鋼箱型梁分析模型

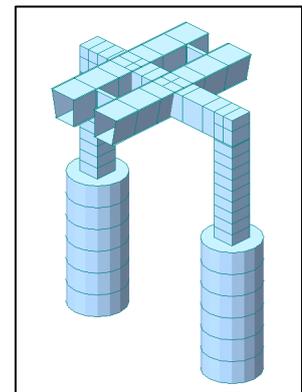


圖 4.3-19 鋼箱型梁門架分析模型

經分析，基礎為 5m 直徑之井式基礎，基礎頂垂直軸重約 1,100Ton，受地震引致橫力約為 325Ton，其基礎底承載力及基礎容許變位尚符合「公路橋梁井式基礎設計準則及解說」之要求。

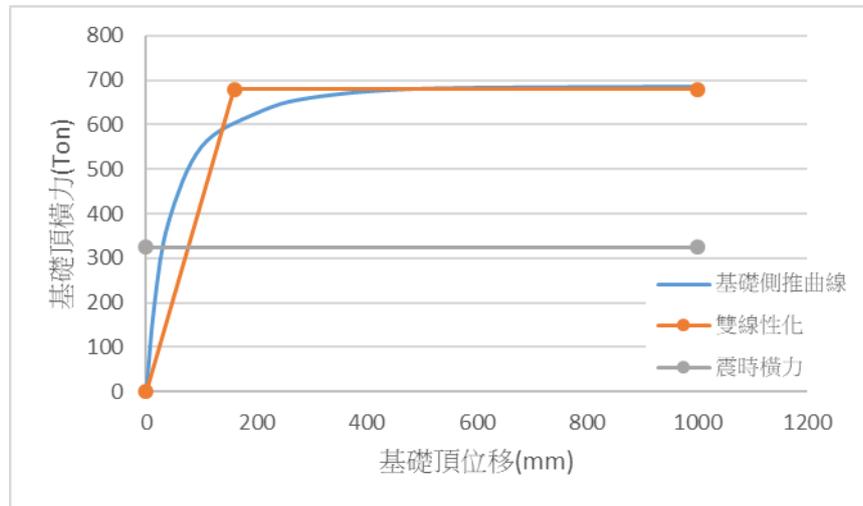


圖 4.3-20 震時載重與基礎降伏點關係圖

另針對本路段兩特殊施工課題說明如下：

1. 高架橋梁與匝道箱涵共構方案

本區段北上線線形於新安路北側將與一既有匝道箱涵重疊，匝道箱涵與前後段的 U 型擋土牆長約 620m。為減少用地徵收與降低國道交通影響，本區段高架橋延續新竹市區段於施工侷促路段之規劃原則，上下部結構皆採鋼構，並與箱涵及 U 型擋土牆共構形式施作。

考量箱涵或擋土牆單元長約 20m，為維持箱涵及擋土牆施工中之穩定性，落墩位置將優先落於箱涵或擋土牆單元中段，藉由既有結構完整性維持穩定。且為確認橋梁與箱涵、U 型擋土牆共構之安全性，以及施工期間既有構造之穩定性，本計畫持續進行初步的結構分析，並將施工納入重點考量。經過模型初步分析，以 202 的樁基礎可滿足單側布設需求；施工中既有構造亦可維持自立性。



圖 4.3-21 高架橋梁匝道箱涵共構模擬圖

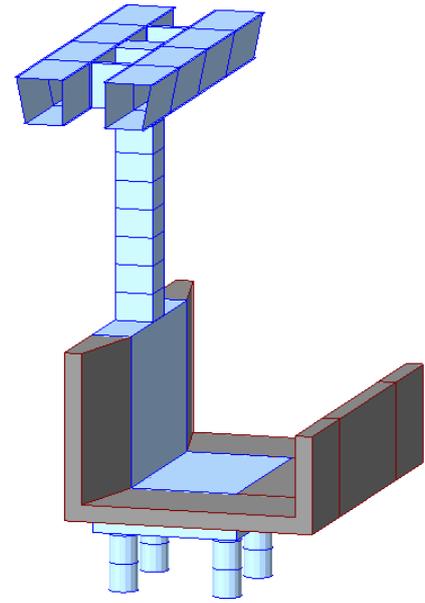


圖 4.3-22 高架橋梁匝道箱涵共構分析模型

2. 新安路以南高擋土牆衝突施工對策

本區段北上線自新安路起，往南至園區二路止，新建橋梁布墩於主線與地方道路間綠帶，既有現況地方道路為高擋土牆形式路堤，綠帶寬約 2.5~5m。本區段應以國道交通為優先考量，墩柱將盡可能往路外緊鄰，然基礎施工開挖將直接與既有擋土牆衝突，為避免施工破壞擋土牆造成土壤坍塌，應於施工中先打設臨時擋土設施，以維持既有國道通行。

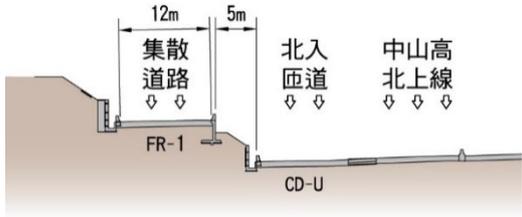
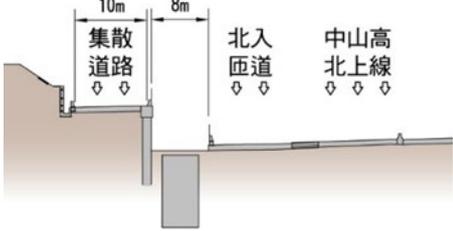
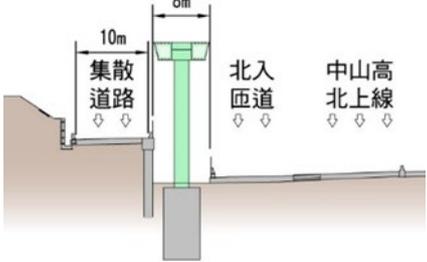
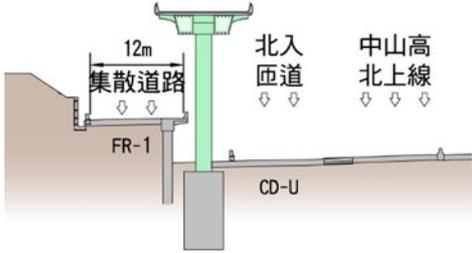
本計畫規劃建議採排樁式擋土牆，臨時、永久擋土牆一次到位，後續基礎完成後僅需新建懸挑板即可完成原有匝道復舊，施工階段可保留匝道最大寬度，滿足交通需求，兼有降低開挖影響範圍、減省臨時擋土費用及縮短施工時程等優點。新建懸挑板與既有匝道路面銜接處，因路基材質不同可能因差異沉陷而產生縱向裂縫，故須架設橫向進橋板減輕差異沉陷影響。



圖 4.3-23 高架橋梁匝道箱涵共構模擬圖



表 4.3-10 高擋土牆路段施工示意圖

高擋土牆路段現況	步驟一
	
	<ol style="list-style-type: none"> 1. 施作排樁式擋土牆，並敲除國道側擋牆圍設工區。 2. 藉由地方道路進出工區，施作場鑄井式基礎
步驟二	步驟三
	
<ol style="list-style-type: none"> 1. 廠製鋼橋墩運至工地後，於現場利用吊車吊裝。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 以自走式懸臂吊裝工作車吊裝廠製鋼箱型梁。 2. 橋梁完工後施作排樁式擋土牆之懸伸板，回復既有道路寬，

4.3.5 新竹市區以南配置構想

新竹市區以南段自園區三路以南即平行國道兩側配置，南下、北上線高架橋梁各約 4.8km 及 4.9km。路段環境多為坡地，植被狀況良好，僅於通過新竹系統交流道因既有交流道高架橋，橋墩配置須利用交流道區內零星隙地，因此橋梁規劃建議優先以營運維管需求低，施工不影響交流道運作且能減輕環境景觀破壞的「預力箱型梁橋」或「複合波浪形鋼腹板梁橋」。

一般路段制式橋跨徑配置採 40 至 45 公尺之 4 至 6 跨連續梁系統，搭配支撐先進工法施工。新竹系統交流道區屬三層式交流道，交匯形式複雜，地理環境限制多，配置上採主跨 100~120m 之 3 至 5 跨連續梁系統，搭配門架式橋墩以避開交流道區，並採場鑄懸臂工法將施工中的交通衝擊降至最低。另針對交流道區施工動線進行檢討，初步規劃施工運輸動線如圖 4.3-24。



圖 4.3-24 新竹系統交流道施工動線圖



圖 4.3-25 一般制式橋模擬圖



圖 4.3-26 交流道區跨越橋模擬圖

表 4.3-11 橋梁方案比較表

方案	預力箱型梁橋	複合波浪形鋼腹板梁橋
結構特性	<ul style="list-style-type: none"> ▮ 預力箱型梁勁度大、抗扭抗撓性佳 ▮ 預力混凝土耐久性佳 ▮ 外型簡潔俐落，且延續五楊高架橋梁橋型 	<ul style="list-style-type: none"> ▮ 以波浪形鋼板取代傳統混凝土腹板，發揮鋼複合構材強度。 ▮ 較預力箱型梁輕約 20%自重，可減少下構尺寸，降低環境衝擊 ▮ 波浪形鋼板維管需求較高
施工法	<ul style="list-style-type: none"> ▮ 適合支撐先進工法及場鑄懸臂工法，工法成熟，具施工快速，風險低之優勢 	<ul style="list-style-type: none"> ▮ 適合支撐先進工法，惟場鑄懸臂工法國內工程案例少，且施工程序較複雜，施工工期長且風險高



4.3.6 橋梁防災及維護管理構想

從 921 集集地震、88 莫拉克風災到南方澳大橋坍塌，顯示臺灣公共設施面臨天災、氣候、老化等嚴峻考驗，且本計畫工址鄰近新城斷層及獅潭斷層等第一類活動斷層，故橋梁防災及維護管理為相當重要之課題。本計畫基於安全性、耐久性、低維護的設計理念，依據本計畫特性規劃適切的耐震防災技術與維護管理計畫。

1. 橋梁耐震設計原則：

充分考量工址環境地質特性，研擬適當因應對策。依設計條件，建立適當之結構模式分析，並依公路橋梁耐震設計規範進行新設橋梁之設計。於等級 I 地震(中小地震)發生時，橋梁保持於彈性限度內；於等級 II 地震(設計地震)發生時，允許橋梁產生可修復之損傷，但結構仍維持其應有之性能；等級 III 地震(最大考量地震)發生時，避免產生落橋或崩塌。

2. 設計地震力考量：

本工程位於新竹縣湖口鄉及新竹市新埔鎮、竹北市、寶山鄉、新竹市東區境內，鄰近新城斷層及獅潭斷層(第一類活動斷層)，應考量斷層近域效應，依據交通部頒布之「公路橋梁耐震設計規範」決定水平譜加速度係數，取大值並考量斷層近域調整因子進行設計。

3. 防震設施設計：

- (1) 結構系統最佳化：使橋梁具備合宜贅餘度，且提高整體結構韌性，並提昇施工階段之耐震能力，以降低橋梁施工中可能之震害。本計畫外橋墩設計採活動型盤式支承，內橋墩則採固定型盤式支承或固接連續結構系統。
- (2) 降低橋梁地震災害：採用高強度混凝土縮小斷面尺寸，減少結構靜荷重及地震慣性力。本計畫橋墩採 350kgf/cm² 自充填混凝土。
- (3) 多重防止落橋設施：除依據耐震設計規範設置第一道防落橋長度外，亦設置防震拉條、止震塊等作為第二道防落機制，減少橋梁於地震時落橋之機會。

4. 橋梁防蝕設計原則：

本計畫路線多屬 ISO 9223 大氣腐蝕環境分類之 C4 等級，屬腐蝕性高的區域。鋼橋構件應盡量減少腐蝕物質接觸或停留在鋼材上，以降低腐蝕機會。腐蝕物質可能長期滯留之部位，應加強防蝕保護。鋼橋之構材設置、斷面形狀與附屬設施等各項細部構造均應考量進行防蝕設計。

橋梁鋼材表面處理依據「公路橋梁設計規範」第十二章節辦理，可分為油漆塗裝、熱浸鍍鋅、金屬鎔射等。考量本計畫鋼橋所處之環境條件、結構特性、防蝕材料的耐用年限、維管難易度、施工性及經濟性等條件，評估合適之表面防蝕處理方式。初步建議採油漆塗裝搭配熱浸鍍鋅，外露表面塗裝系統可參考 ISO 12944-5 低合金碳鋼於各大氣腐蝕環境分類之油



漆塗裝系統；熱浸鍍鋅之鍍鋅量則可參考 ISO 9224 中對於鋅在不同腐蝕環境分類下的建議值訂定，進而達成維護橋梁使用年限與性能需求。

5. 橋梁維護管理：

本工程包含預力混凝土箱型梁橋及鋼箱型梁橋，皆須考量箱內檢測，除於箱梁底設置人孔，另於橋台處設計維修門，人員可由端隔梁處進入，亦可檢查端錨完整性及鋼箱梁內部構件狀態。依修訂頒布之「公路橋梁設計規範」、「公路養護規範」、「公路橋梁檢測及補強規範」相關規定辦理外，完工前研擬符合本工程特性之「橋梁維護管理計畫」，包括常時及定期檢測重點、部位與頻率，以及災後特殊檢測之重點、部位及其可能受損部位之維修工法，提昇橋梁之耐久性與安全性，並規劃替代性道路，以確保災後路網之暢通。



4.4 排水工程

4.4.1 規劃原則及依據規範

1. 規劃原則

- (1) 既有排水設施之延伸或局部改建，規劃排水標準沿用中山高速公路既有設計依據作為處理原則。
- (2) 拓寬之排水設計，以與高速公路及拓寬部份之維護或安全排水有直接關聯者為限。
- (3) 對於原中山高速公路既有之灌排水系統，儘量避免破壞，而不得已必須改善，合併或破壞者，應事先協調所屬單位同意。
- (4) 所有排水設施，儘量採用重力式排水，避免使用抽水設備，以減少維護管理。
- (5) 橫貫或平行高速公路之現有灌排水系統，將配合道路拓寬，儘量在不影響路權之原則下，按原結構物型態擴建或改建，以銜接其上、下游水路。
- (6) 高速公路拓寬之橋墩布設及防洪措施，需視其河性、流況、防洪計畫、堤防安全及對原高速公路安全保護之需要等因素妥善設計。

2. 依據規範

- (1) 交通部技術標準規範「公路排水設計規範」，107年2月。
- (2) 農業委員會「水土保持技術規範」，112年5月。
- (3) 經濟部水利署「申請施設跨河建造物審核要點」，112年8月。
- (4) 經濟部水利署「出流管制計畫書與規劃書審核監督及免辦認定辦法」，111年5月。
- (5) 經濟部水利署「出流管制計畫書與規劃書檢核基準及洪峰流量計算方法」，112年3月。

4.4.2 規劃設計內容

1. 逕流量

逕流量之估算主要採用合理化公式估算，其主要計算參數包含降雨頻率、逕流係數、集流時間及集水面積。以下分別就合理化公式及各參數之採用詳述如下：

(1) 逕流量估算

推求逕流量之方法頗多，一般均以合理化公式推導，合理化公式推估洪水量之公式如下：

$$Qp = \frac{1}{360} CIA$$

式中 Qp：尖峰流量(cms)

C：逕流係數

I：降雨強度(mm/hr)

A：集水面積(ha)



- (2) 逕流係數(C)：逕流係數依據交通部頒「公路排水設計規範」(107年02月)附錄H-1之逕流係數如表4.4-1所示。本計畫將視集水區地表土質、覆蓋狀況、降雨歷時等情況選擇適當值，本計畫路面採用C=0.95。

表 4.4-1 逕流係數 C 值對照表

土地情況	C 值	土地情況	C 值
山區河川	0.75~0.85	平坦耕地	0.45~0.60
平地河川	0.45~0.75	水田及水塘	0.70~0.80
山地平地各半之流域	0.50~0.75	市街區（建築面積≥60%者）	0.50~0.90
陡峻山坡地	0.75~0.90	住宅區	0.66~0.89
平緩山坡地	0.60~0.80	村落（建築面積<60%者）	0.30~0.50
覆蓋森林之丘陵區	0.40~0.70	工業區	0.50~0.80
平地森林區	0.35~0.60	公園、運動場	0.30~0.65
草原區	0.20~0.60	不透水鋪面	0.85~0.95

註：選用逕流係數時，應考慮未來土地使用可能都市化之程度及地區敏感性。

- (3) 降雨強度(I)：設計再現期為選擇降雨強度之依據，其與排水設施之經濟性及安全性有關，依據交通部頒布之「公路排水設計規範」(107年02月)，各項排水設施之參考設計再現期如表4.4-2。

表 4.4-2 設計再現期研選範圍

公路排水設施種類	重現期距（年）		
	國道	省縣道	鄉道
路面排水設施			
淺溝及路邊溝	5~10	5~10	2~5
進水口	5~20	5~10	2~5
排水聯絡支管	5~20	5~10	2~5
涵洞	20~50	10~50	5~20
路旁渠道			
排水路（寬度≥10m）	20~50	20~50	10~50
排水路（寬度<10m）	10~20	10~20	5~20
平台截流溝及豎溝	5~20	5~20	5~20
滯洪池排水口	5~20	2~10	2~5
滯洪池溢流道	20~50	10~50	10~20
橋梁			
跨中央及直轄市管河川	100 以上	100 以上	100 以上
跨縣（市）管河川	50 以上	50 以上	50 以上
跨區域排水路	25 以上	25 以上	25 以上
跨其他排水路	20 以上	20 以上	20 以上
地下道抽水設施	20 以上	20 以上	10 以上

註：

1. 河川之分類依主管機關（構）規定，參見「公路排水設計規範」之附錄B。
2. 有關主管機關（構）另有規定者，依據其規定。
3. 因環境特殊需要者，應適當考量該區域水文、地文歷史資料之演變與趨勢，以及當地災害實例，適度調整設計重現期距，不受此表限制。



本計畫採用交通部中央氣象局新竹測站之降雨強度，「台灣地區雨量測站降雨強度-延時 Horner 公式分析」，其降雨強度公式如表 4.4-3 所示。

表 4.4-3 降雨強度－延時曲線公式

頻率 年測站	5 年	10 年	25 年	50 年	100 年
新竹	$I = \frac{1443.666}{(T + 29.179)^{0.675}}$	$I = \frac{1824.008}{(T + 33.355)^{0.682}}$	$I = \frac{2520.958}{(T + 40.641)^{0.699}}$	$I = \frac{3251.816}{(T + 47.354)^{0.716}}$	$I = \frac{4246.866}{(T + 55.306)^{0.736}}$

公式中：I = 降雨強度(公厘/小時)

T = 降雨延時(分鐘)

(4) 集流時間：

集流時間(t)包含流入時間(Tc)及流下時間(T)，係指逕流自集水區最遠端流至排水出口所需之時間。流下時間將依據排水設施尺寸及設計坡度以曼寧公式計算出流速後，換算排水設施流路之流下時間；流入時間之計算公式甚多，本路段可選取較適用於公路排水之 Rziha 公式如下：

$$t = T_c + T$$

$$T_c = \frac{L}{72 \times \left(\frac{H}{L}\right)^{0.6}}$$

式中，Tc：流入時間(hr)

L：流路長度(km)

H：集水區最遠端至排水出口之高程差(m)

$$T = \frac{L}{V} \quad V = \frac{1}{n} R^{(2/3)} S^{(1/2)}$$

L：排水設施流路長度(m)

V：流速(m/s)

n：粗糙係數

$$R = \frac{As}{P}$$

R：水力半徑(m)，As：通水面積(m²)，P：濕周(m)

S：坡度

(5) 逕流收集面積(A)

依實際需要收集的逕流面積進行逕流量推估。



2. 排水設施水力分析

(1) 水力計算公式

A. 連續方程式:

$$Q = A_s \times V$$

式中 Q : 流量(cms)

A_s : 通水面積(m²)

V : 通水斷面平均流速(m/s)

B. 曼寧公式 :

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

式中 V : 通水斷面平均流速(m/s)

n : 粗糙係數

R : 水力半徑(m)

S : 能量坡度

(2) 設計洪水位

本計畫路段跨越之河川及排水路設計洪水位及路面設計高程主要應依各河川及排水路之計畫洪水位加出水高度設計，若無計畫洪水位，則應依前節之逕流量估算後，推算水路之設計洪水位加計出水高作為排水設施及跨越橋梁之設計依據，出水高度之設計依據如下所述：

A. 橋梁

避免水中漂流物危及橋梁安全，排水橋梁均需預留出水高，路線內河川及重要橋梁之出水高依「公路排水設計規範」之梁底淨空如表 4.4-4 所示。

表 4.4-4 橋梁最小梁底淨空高度

水路種類	最小梁底淨空
中央及直轄市管河川	1.5
縣(市)管河川	1.2
區域排水	1.0
其他水路	0.8

註：

- 1.河川分類依水利主管機關規定。
- 2.主管機關另有規定者，依其規定。
- 3.通航水路另依其規定。



B. 一般排水設施

溝渠、箱涵等排水，其最小出水高度依設計水深 25%計算之，惟至少需達 20 公分以上。

(3) 容許流速

為免排水構造物發生之沖刷，於決定排水斷面時，須注意其容許流速，一般混凝土溝、土溝及襯砌溝之容許最大流速如表 4.4-5。

表 4.4-5 溝渠之容許最大流速表

排水路材質		最大容許平均流速(m/s)		曼寧公式 採用 n 值	備註	
渠底	側坡	V_1 (常流量)	V_2 (計畫流量)			
土質	砂土	土質	砂土	0.5	1.0	渠底側坡土質
	壤土		壤土	0.8	1.5	
	粘土		粘土	1.2	2.0	
土質 (含砂礫土)	混凝土 砌塊石		2.0	3.0	0.021~0.030	渠底土質、側坡混砌石
	混凝土 塊砌石		2.5	4.0	0.015~0.030	渠底土質、側坡混凝土 坡面工
混凝土	混凝土 坡面工		4.0	6.0	0.014	渠底、側坡均混凝土工
混凝土	混凝土		4.0	6.0	0.014	渠底、側坡均混凝土工

傾斜式跌水工、陡槽工之容許設計流速不受此限。渠道縱坡受地形限制，流速超過最大容許流速時，為防止沖刷及泥砂危害下游，渠道應加設襯砌、消能或其他防沖蝕措施。

3. 排水設施規劃

(1) 外路肩排水

路線於路堤部份之拓寬原則，填高路堤，RC 護欄前下方設置箱涵式排水側溝，收集路面逕流經滯洪管制出流後匯入橫交聯外水路。

於路塹段部份之拓寬，路塹坡面與拓寬路面間設置箱涵式排水側溝(滯洪溝)，經調節後排入橫交排水路內。

(2) 橫交排水

本計畫沿線橫交水路初步規劃處理方式如下表所示:



表 4.4-6 橫交灌排水路處理方式統計表

里程位置	水路名稱	類型	橫交或平行	處理方式	備註
72K+230	秀才窩支渠	灌溉給水	橫交	箱涵延建	
72K+605	秀才窩幹渠	灌溉給水	橫交	箱涵延建	
72K+745	山麓支渠	灌溉給水	橫交	箱涵延建	
73K+545	山麓 7-15 小給	灌溉給水	橫交	管涵延建	
73K+665	山麓支渠	灌溉給水	橫交	箱涵延建	
74K+665	山麓 9-1 小給	灌溉給水	橫交	管涵延建	
81K+450	湖口 4-1 小給	灌溉給水	橫交	管涵延建	
82K+050	湖口支渠	灌溉給水	橫交	箱涵延建	
83K+680	番子湖分渠	灌溉給水	橫交	箱涵延建	
85K+740	員山分渠	灌溉給水	橫交	橋梁跨越	
86K+700	山崎分渠	灌溉給水	橫交	橋梁跨越	
88K+400	番子坡圳 3 支線 3 分線	灌溉給水	橫交	橋梁跨越	
88K+570	番子坡 3 支線	灌溉給水	橫交	橋梁跨越	
88K+695	番子坡圳	灌溉給水	橫交	橋梁跨越	
89K+150	新社圳	灌溉給水	橫交/平行	橋梁跨越	
89K+310	新社圳 10 支線	灌溉給水	橫交	橋梁跨越	
91K+000	竹北第 628 排水	排水溝	橫交	橋梁跨越	
92K+700	白沙屯導水路	灌溉給水	橫交	橋梁跨越	
92K+740	九甲埔幹線 2 支線	灌溉給水	橫交	橋梁跨越	
92K+970	九甲埔幹線 3 支線	灌溉給水	橫交	橋梁跨越	
93K+200	九甲埔幹線	灌溉給水	橫交	橋梁跨越	
93K+231	九甲埔幹線 1 支線	灌溉給水	橫交	橋梁跨越	
93K+262	新竹第 83 排水	排水溝	橫交	橋梁跨越	
93K+332	新竹第 84 排水	排水溝	橫交	橋梁跨越	
93K+412	自立圳幹線 2 支線 1 分線	灌溉給水	橫交	橋梁跨越	
93K+432	新竹第 82 排水	排水溝	橫交	橋梁跨越	
93K+509	自立圳幹線 2 支線 2 分線	灌溉給水	橫交	橋梁跨越	
93K+586	自立圳幹線 2 支線 3 分線	灌溉給水	橫交	橋梁跨越	
93K+679	隆恩圳 2 支線 1 分線 2 主給	灌溉給水	橫交	橋梁跨越	
93K+779	隆恩圳 2 支線 1 分線 1 主給	灌溉給水	橫交	橋梁跨越	
94K+029	隆恩圳	灌溉給水	橫交	橋梁跨越	
94K+049	新竹第 79 排水	排水溝	橫交	橋梁跨越	
94K+099	汀甫圳幹線	灌溉給水	橫交	橋梁跨越	
94K+400	新竹第 77 排水	排水溝	橫交	橋梁跨越	
94K+635	新竹第 76 排水	排水溝	橫交	橋梁跨越	
98K+800	水尾溝	大排水溝	橫交	橋梁跨越	
105K+200	深井支線第 17 輪區主給 1	灌溉給水	橫交	箱涵延建	
105K+620	深井支線第 17 輪區主給 1 小給 1	灌溉給水	橫交	管涵延建	
106K+160	深井支線第 15 輪區主給 2 小給 1	灌溉給水	橫交	管涵延建	
106K+460	野溪排水	排水溝	橫交	箱涵延建	

里程位置	水路名稱	類型	橫交或平行	處理方式	備註
107K+500	深井支線	灌溉給水	橫交	箱涵延建	
107K+750	抽水機支線	灌溉給水	橫交	箱涵延建	
108K+360	大埔圳	灌溉給水	橫交	橋梁跨越	
108K+500	雷公埤大排水溝	大排水溝	橫交	橋梁跨越	
108K+520	抽水機支線 4 號排水路	排水溝	橫交	箱涵延建	
108K+970	下竹頭埤圳	灌溉給水	橫交	箱涵延建	
109K+500	牛欄肚石牌埤圳	灌溉給水	平行	橋梁跨越	
109K+800	興隆大排水溝	大排水溝	橫交	橋梁跨越	
109K+950	下竹頭埤圳第 4 支線	灌溉給水	橫交	箱涵延建	

(3) 橋面排水

本計畫路段大部分以高架方式拓寬，高架排水原則上係以橋面洩水孔排水，依橋面下方為陸地及河流分為兩種形式如下：

- A. A 型：適用於橋梁跨越道路或一般陸地，及河川高灘地上之公園綠地或自行車道，橋面設格柵洩水孔再以 PVC 管沿梁側收集各洩水孔之橋面逕流，並導引至橋墩(台)處排入附近之排水溝。高架排水型式儘量採用隱藏式落水管，配置方式係將落水管接入橋梁內部，再順墩柱而下，外觀上未見懸掛落水管，避免對視覺景觀造成衝擊。
- B. B 型：適用於跨越河川橋、溝渠橋等，採用格柵洩水孔以 $\phi 15$ 公分鍍鋅鋼管穿越橋面板直接落水。

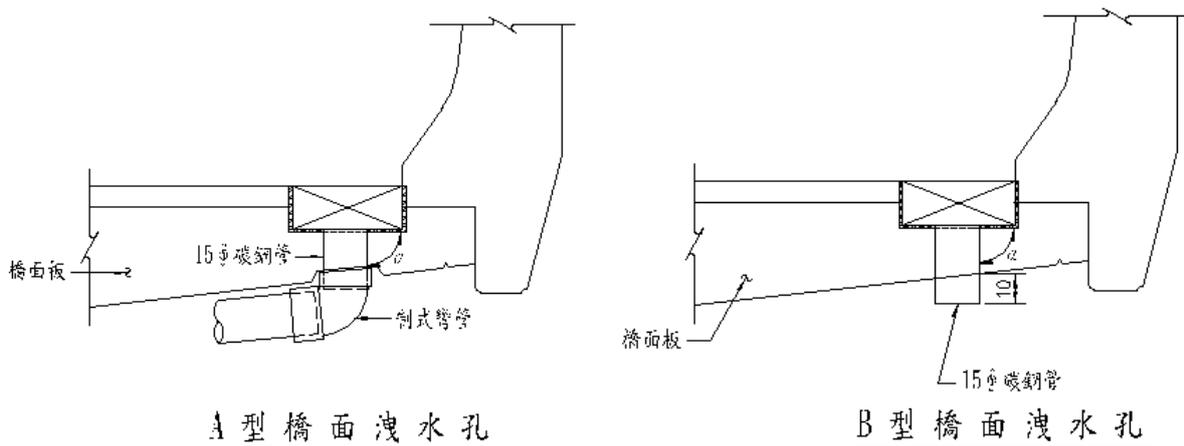


圖 4.4-1 洩水孔型式圖

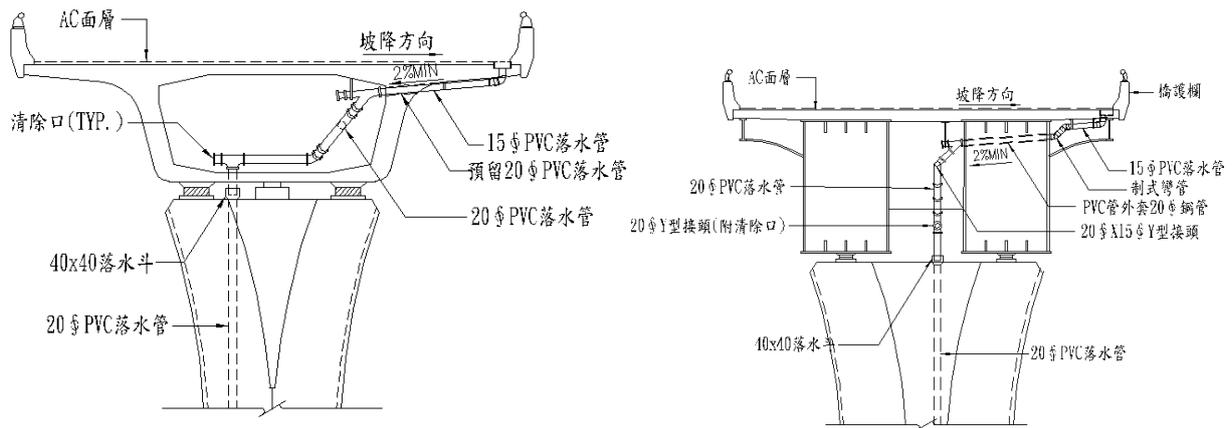


圖 4.4-2 橋梁排水管型式圖

(4) 兩側沿線邊溝排水

A. 路堤、路塹方式拓寬路段

由於路堤段往路外填堤拓寬，路塹段往路外開挖修坡，將原有坡腳處之路側排水溝破壞，需於道路拓寬後新建路側排水溝以收集原中山路面及拓寬路面之路面雨水。

B. 高架橋梁拓寬路段

路線橋柱與原中山高南北兩側路塹、路堤側溝或區域排水溝交會衝突阻斷，將影響到區域排水功能及原中山高路面水之排放。因此，須將排水溝渠永久或施工中臨時改道，以維持既有排水功能。



4.4.3 跨河橋梁與河川整治計畫之檢討

本路段跨越之主要河川及排水路計有社子溪、北勢溪、波羅汶溪、德龜溪、鳳山溪、豆子埔溪排水、頭前溪、客雅溪排水及鹽港溪等。

依據水利署第二河川局、桃園、新竹縣市政府之各河川治理計畫，其計畫洪水重現期頻率視各河川有不同之規定，一般常見為 100 年、50 年或 25 年，但仍依該河川之治理計畫為標準。由表 4.4-7 分析知，本路段跨越之主要河川及排水路其梁底高程(含出水高)均能符合水利主管機關治理計畫之規定及高公局之相關規定。

表 4.4-7 跨河橋梁底高程檢討表

河川名稱	橋 梁		治 理 計 畫			橋 梁 防 洪		備 註
	規劃	梁底 (公尺)	頻率年	洪水位 (公尺)	堤頂高 (公尺)	出水高	符合	
社子溪 (秀才窩溪幹線)	拓建		10	189.62	190.81	119	√	秀才窩幹線治理計畫(桃園市政府 110 年 10 月)
豆子埔溪排水	拓建	33.60	10	28.36	31.98/32.94	50	√	豆子埔溪幹線排水治理計畫(新竹縣政府 99 年 12 月)
頭前溪	拓建	34.15	100	29.71	31.21	150	√	頭前溪規劃檢討報告(水利署)
鳳山溪	新建	51.1	50	26.99	28.49	150	√	鳳山溪水系主流(含支流霄裡溪)治理計畫(第一次修正)(水利署 110 年 5 月)
客雅溪排水	拓建		10	45.57	46.92	135	√	新竹地區客雅溪排水治理計畫(水利署 98 年 9 月)
鹽港溪	拓建	33.00	10	18.48	18.98	50	√	鹽港溪排水治理計畫(水利署 100 年 9 月)



4.4.4 河川橋墩沖刷及保護

天然河川之河床除受河谷形態、河床質及河口漂砂等自然因素或因抽砂之影響而有變化外，人為之河川構造物，諸如護岸丁壩、堰堤、排水口及橋墩等，亦可使河床發生局部變化。此種人為構造物利用價值亦因河床變化之影響而受限制，因此河川構造物與河床變化之因果關係，實為河工學上重要問題之一，本節針對河川構造物中之橋墩一項，作沖刷特性之分析。

台灣地區之河川(尤其中下游)多屬沖積形成，其河床若因交通橋梁或輸配電塔台等需要，而建設墩柱時，常因流水在其周周沖刷形成坑洞，導致墩基之下陷破壞。墩基支撐若為沉箱或摩擦基樁者，則因沉箱或摩擦基樁暴露，無從產生支撐之摩擦力而發生橋墩之下陷、傾倒以至破壞。

河道沖刷深度參考交通部頒「公路排水設計規範」規定，最大可能沖刷深度應考量橋墩局部沖刷深度、河槽束縮沖刷深度、河床質移動層厚度及河床長期沖刷深度等四部分，其中前三項應視為洪水期間短期之動床深度，運用國內常用之經驗公式計算，第四項則為河床長期之沖刷深度。其相關演算經驗公式如下：

1. 局部沖刷深度

本計畫採用民國 107 年 2 月交通部頒布之「公路排水設計規範」附錄 S 所列之公式演算比較之：

(A)沈學汶公式 (1966) 適用於砂質含沉滓水流情況

$$\frac{h_s}{h_2} = 2.5 \times (F_r)^{2/3} \times (D_p / h_2)^{3/5}$$

其中， h_s ：局部沖刷深度(m)；

h_2 ：墩前水深(m)；

D_p ：墩柱迎水寬度(m)；

F_r ：墩前水流福祿數(= $\frac{V_2}{\sqrt{g \times h_2}}$)； V_2 ：墩前流速(m/s)

g ：重力加速度

(B)Neill (1964) 濁水沖刷、公路局常用；非黏聚性土壤

$$\frac{h_s}{D_p} = 1.5 \times \left(\frac{h_2}{D_p} \right)^{0.3}$$

其中， h_s ：局部沖刷深度(m)；



D_p : 墩柱迎水寬度(m) ; 其餘符號同前

(C)修正 CSU 公式(2012) 適用於清水、濁水沖刷

$$\frac{h_s}{h_2} = 2.0 \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times \left(\frac{D_p}{h_2} \right)^{0.65} \times (Fr)^{0.43}$$

其中, K_1 : 橋墩鼻端形狀修正因子 ;

K_2 : 水流攻角修正因子 ;

K_3 : 底床型態修正因子 ; 其餘符號同前

(D)Laursen(1958) 適用於砂質含沉滓水流情況

$$\frac{D_p}{h_2} = 5.5 \times \frac{h_s}{h_2} \times \left[\left[\frac{h_s}{11.5 \times h_2} + 1 \right]^{1.7} - 1 \right], \text{ 濁水沖刷 式中符號同前}$$

$h_s \rightarrow$ 以試誤法求得最大平衡沖刷深度

(E)Jain and
Fischer(1980)

濁水沖刷 ; 非黏聚性土壤 ; 最大平衡沖刷深度

$$\frac{h_s}{D_p} = 1.86 \times \left(\frac{h_2}{D_p} \right)^{0.5} \times (F_r - F_{rc})^{0.25}$$

其中, h_s : 局部沖刷深度(m) ;

h_2 : 墩前水深(m) ;

D_p : 墩柱迎水寬度(m) ;

F_r : 墩前水流福祿數(= $\frac{V_2}{\sqrt{g \times h_2}}$) ;

F_{rc} : 泥砂起動臨界流速所對應之水流福祿數(= $\frac{V_{cr}}{\sqrt{g \times h_2}}$) ;

V_{cr} : 泥砂起動流速 = $\sqrt{\frac{D_{50}}{0.0216}}$ (m/s), D_{50} =河床質中值粒徑(m)

(F)Ettema et al.(1998) 圓形橋墩 ; 非黏聚性土壤 ; 最大平衡沖刷深度

$$\left(\frac{h_s}{D_p} \right) = \left(\frac{h_2}{D_p} \right)^{0.62} \times \left(\frac{V_2}{(g \times h_2)^{0.5}} \right)^{0.2} \times \left(\frac{D_p}{D_{50}} \right)^{0.08}$$

式中符號同前



2. 河槽束縮沖刷深度

(1) (A)Laursen 公式(1962)－適用於濁水沖刷

$$H_c = h_1 \left[\left(\frac{Q_2}{Q_1} \right)^{\frac{6}{7}} \left(\frac{B_1}{B_2} \right)^{k_1} \left(\frac{n_2}{n_1} \right)^{k_2} - 1 \right]$$

式中

H_c : 平均束縮沖刷深度(m)

h_1 : 臨近上游段平均水深(m)

Q_1 : 臨近上游段之流量(cms)

Q_2 : 束縮河段之流量(cms)

B_1 : 臨近上游段之河寬(m)

B_2 : 束縮河段之河寬(m)= B_1 -墩徑×河道內墩數

n_1 : 臨近上游河段之曼寧係數

n_2 : 束縮河段之曼寧係數、採上游段 $n_1+0.005$

k_1 、 k_2 : 河床質輸送模式指數

河床質輸送模式指數

$\frac{V_*}{\omega}$	k_1	k_2	泥砂傳輸特性
<0.50	0.59	0.07	以推移載為主
0.5~2.0	0.64	0.21	推移、懸浮載互見
>2.0	0.69	0.37	以懸浮載為主

1. $V_* = \sqrt{ghS_f}$
 2. $\omega = 3.32\sqrt{D_s}$
 3. g =重力加速度(m/s^2) ; h =水深(m) ; S_f =能量坡降 ; D_s : 河床質粒徑(m)。

(B)Gill 濁水束縮沖刷公式(1981)－適用於濁水沖刷

$$H_c = h_1 \left[\left(\frac{B_1}{B_2} \right)^{\frac{9}{14}} - 1 \right]$$

式中

H_c : 平均束縮沖刷深度(m)

h_1 : 臨近上游段平均水深(m)

B_1 : 臨近上游段之河寬(m)

B_2 : 束縮河段之河寬(m)



3. 一般冲刷深度

「一般冲刷」泛指短期之河床質移動層厚度及河床長期冲刷深度之和。

河床質移動層厚度，梅爾彼得米勒(Meyer-Peter, Muller, 1948)公式適用於砂礫質河床(D_m 平均粒徑 0.4~30 毫米)

$$\left(\frac{k_n}{k'}\right)^{3/2} \gamma y_{ave} S_f = 0.047(\gamma_s - \gamma) d_m + 0.25 \left(\frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma}\right)^{2/3} \left(\frac{\gamma}{g}\right)^{1/3} q_b^{2/3}$$

式中 S_f : 摩擦坡度

q_b : 單位時間單位河寬之推移載($m^3/s/m$)= $H_s \cdot V$ (平均流速)

γ_s : 沉滓之單位重($2,650kg/m^3$)

γ : 水之單位重($1,000kg/m^3$)

y_{ave} : 平均水深(m)

d_m : 沉滓之平均粒徑(m)

史茲克係數(Strickler coefficient) $k_n = \frac{1}{n}$, n 為曼寧係數

砂粒阻力係數 $k' = \frac{26}{D_{90}^{1/6}}$, D_{90} 單位為公尺

由於 $D_m > 30mm$, 因此採用日本常用經驗公式:

$\rightarrow H_s = 0.2 \cdot h^2$ (墩前水深 m) 計算

河床長期冲刷深度，一般參考水利單位之河道冲淤深度調查資料，本計畫河床長期冲刷深度初步採用 0.5m 估算。

局部冲刷深度利用上述公式分析，加上河槽束縮冲刷深度及一般冲刷(河床質移動層厚度+長期冲刷深度)，可推估最大可能冲刷深度，其結果如表 4.4-8 所示。

依本計畫目前規劃路線、橋墩配置，初步分析鳳山溪橋、頭前溪橋橋墩最大可能冲刷深度及冲刷可能影響範圍，作為橋梁樁基深度耐洪、耐震設計時之基準。

表 4.4-8 鳳山溪、頭前溪橋墩冲刷深度分析表

橋梁名稱	局部冲刷深度 H_1							束縮冲刷深度 H_2			河床質移動厚度 H_{3a}	長期冲刷 H_{3b}	橋梁最大可能冲刷深度 H
	沈學汶公式 (1966)	Neill (1964)	修正 CSU (2012)	Jain & Fischer	Ettema 公式	Laursen 公式	平均值 H_1	Laursen	Gill	平均值 H_2			
	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
頭前溪橋	8.77	7.82	8.86	7.04	6.64	5.94	7.51	0.53	0.52	0.52	1.2	0.5	9.74
鳳山溪橋	5.41	5.05	5.54	5.45	5.61	3.10	5.03	0.21	0.09	0.15	0.88	0.5	6.56



4.4.5 水土保持計畫

1. 山坡地範圍

本計畫路線於里程 71K+500~86K+300、95K+000~108k+000 二處路段屬行政院農委會公告之山坡地範圍，依水土保持法之規定，應於本計畫開發前擬定水土保持計畫，呈送水土保持主管機關核定後實施(另依據水土保持法第 12 條規定，本案屬於開發行為第三項「修建鐵路、公路、其他道路或溝渠等。」，免辦理水土保持規劃書)。故在本工程細部設計階段，須依水土保持技術規範設計相關排水、滯洪沉砂等設施，並經審核後方可進行開發。

2. 降雨頻率與降雨強度分析

依據「水土保持技術規範」第 16 條規定：降雨強度之推估值，不得小於下列無因次降雨強度公式之推估值：

$$\frac{I_t^T}{I_{60}^{25}} = (G + H \log T) \frac{A}{(t + B)^C}$$

$$I_{60}^{25} = \left(\frac{P}{25.29 + 0.094P} \right)^2$$

$$A = \left(\frac{P}{-189.96 + 0.31P} \right)^2$$

$$B = 55$$

$$C = \left(\frac{P}{-381.71 + 1.45P} \right)^2$$

$$G = \left(\frac{P}{42.89 + 1.33P} \right)^2$$

$$H = \left(\frac{P}{-65.33 + 1.836P} \right)^2$$

式中， T ：重現期距(年)

t ：降雨延時或集流時間(分)

I_t^T ：重現期距 T 年，降雨延時 t 分鐘之降雨強度(mm/hr)

I_{60}^{25} ：重現期距 25 年，降雨延時 60 分鐘之降雨強度(mm/hr)

P ：年平均降雨量(mm)

A 、 B 、 C 、 G 、 H ：係數

本路段多位於新竹縣市，引用氣象局所轄新竹氣象站，年平均雨量為 1718.1mm(2011~2020 年)，參考「水土保持手冊」中表列上述無因次降雨強度公式之各項係數，所得各重現期距之降雨強度公式如表 4.4-9 所示。

表 4.4-9 各重現期距降雨強度公式表

P=1718.1, A=25.14160, B=55, C=0.66332, G=0.54468, H=0.30934		
$I_{60}^{25} = \left(\frac{1718.1}{25.29 + 0.094 \times 1718.1} \right)^2 = 84.60 \text{ (mm/hr)}$		
重現期距	降雨強度公式	備註
25	$I_t^{25} = \frac{2078.31}{(t+55)^{0.66332}} \text{ (mm/hr)}$	設計排水斷面使用
50	$I_t^{50} = \frac{2276.38}{(t+55)^{0.66332}} \text{ (mm/hr)}$	設計滯洪設施使用

資料來源：「水土保持手冊」，農委會水土保持局，106年12月

依「水土保持技術規範」第 83 條規定：非農業使用之坡地排水系統之設計洪水量以重現期距 25 年之降雨強度計算；依「水土保持技術規範」第 95 條規定：滯洪設施入流歷線至少採重現期距 50 年以上之洪水。故此，本計畫之設計降雨頻率爰依上述規定採 25 年及 50 年設計之。

3. 水土保持設施

本路線在經過山坡地路段，約於里程 77K+600~81K+300、95K+400~97K+600 及 103K+600~108+500 多屬於水保挖方路段，水土保持設施規劃主要採邊坡掛網植生、坡面截排水溝、洩水溝等，截流坡面逕流導排至下游端沉砂滯洪池調節後放流，而於里程 97K+600~103K+600 多屬於水保填方路段，水土保持設施規劃採堤坡植草，陡槽溝、坡腳明溝收集逕流，再導排至下游端沉砂滯洪池調節後放流。相關設施說明及初步規劃圖示如下：

(1) 平台溝及截水溝

道路形式為路堤或路塹時，將設置坡頂及坡面截水溝及平台溝等排水系統，並導流至鄰近之滯洪沉砂池，經調節洪水量後再放流至下游既有排水系統。

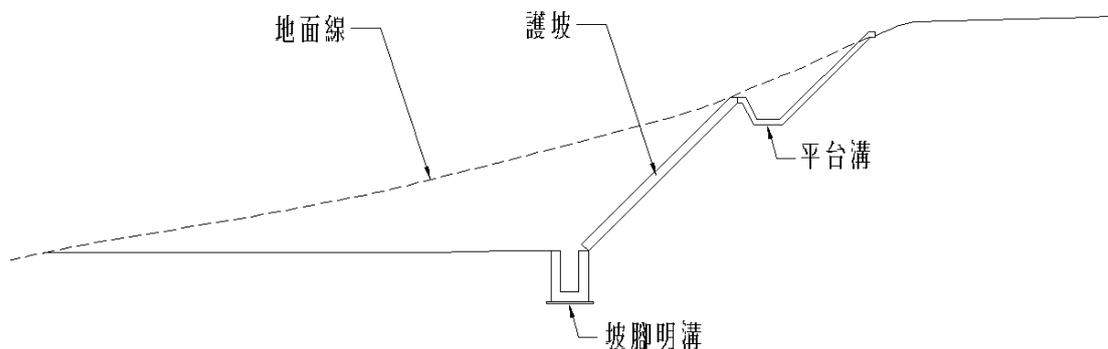


圖 4.4-3 水保挖方路段斷面圖

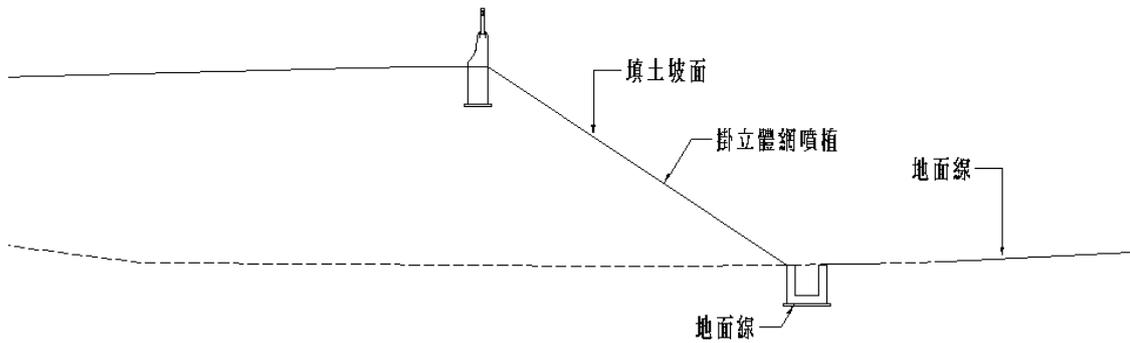


圖 4.4-4 水保填方路段斷面圖

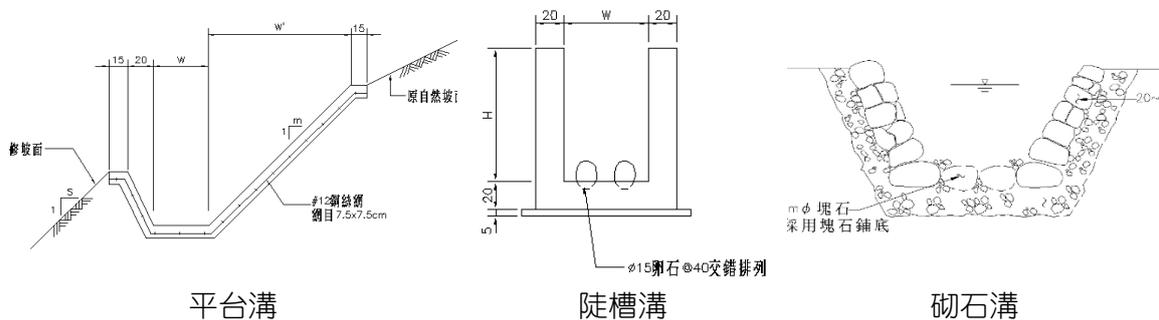


圖 4.4-5 水保設施斷面圖

(2) 滯洪沉砂池

本計畫以合理化公式推估各小集水分區現況、施工及營運期間之逕流量，並採三角歷線法核算各小集水分區所需滯洪量 A 體。逕流係數依水保技術規範 18 條，現況取 0.6、整地中取 1.0、開發完成後取非農業使用之 0.95，基期未滿 1 小時者以 1 小時計。

A. 滯洪池重現期距之設計原則

本工程依循「水土保持技術規範」第 95 條之規定，基地開發後之出流洪峰流量應小於入流洪峰流量之 80%，並不得大於開發前之洪峰流量。其中入流歷線至少應採重現期距 50 年以上之洪水，而出流歷線則為重現期距 25 年以下之洪水。

B. 滯洪池之容量計算

依據「水土保持技術規範」第 96 條之規定，依三角單位歷線圖，以下列公式求得滯洪量。

$$V_{S2} = \frac{t'_b (Q_3 - Q_1)}{2} \times 3600$$

式中， V_{S2} ：永久滯洪量(m³)



Q_1 : 開發前之洪峰流量(cms)

Q_3 : 開發後之洪峰流量(cms)

t'_b : 基期(hr), 基於安全考量, 設計基期至少採 1 小時以上之設計, 其中

$t'_b = 2.67t_p$, t_p 為洪峰到達時間(hr), $t_p = \sqrt{t_c} + 0.6t_c$, t_c 為集流時間(hr), 而永久性滯洪設施之規範設計蓄洪量 $V_{S2d} \geq 1.1V_{S2}$ 。

C. 滯洪池之放流量計算

參照「公路排水設計規範」之公式, 本工程滯洪池之放流量以下式計算。

$$q = NCA \sqrt{2g(H - \frac{D}{2})}$$

式中, q : 放流量(cms)

N : 放流口數量(個)

C : 孔口係數, 一般取 0.5~0.6, 本工程取值 0.6

A : 孔口斷面積(m²)

H : 設計水深(m)

D : 方式孔口高度或圓形孔口直徑(m)

D. 沉砂池泥砂量估算

依據「水土保持技術規範」第 35 條之規定, 土壤流失量之估算得採用通用土壤流失公式(Universal Soil Loss Equation, USLE)計算, 其公式如下。

$$A_m = R_m \times K_m \times L \times S \times C \times P$$

式中, A_m : 土壤流失量 (t/ha/y); 換算成體積 $1\text{m}^3=1.4\text{t}$

R_m : 降雨沖蝕指數

K_m : 土壤沖蝕指數

L : 坡長因子

S : 坡度因子

C : 覆蓋與管理因子

開發前 C 值取 0.05; 開發中 C 值取 1.00; 開發後 C 值取 0.05

P : 水土保持處理因子

開發前 P 值取 0.50; 開發中 P 值取 1.00; 開發後 P 值取 0.50

本計畫滯洪沉砂池規劃位置，在用地較寬闊路段(或橋下空間)，採用自然生態滯洪沉砂池如圖 4.4-6，於路堤、路塹邊坡路段，因受地形空間狹窄長形限制，擬採用 RC 構造型式之滯洪沉砂池如圖 4.4-7。

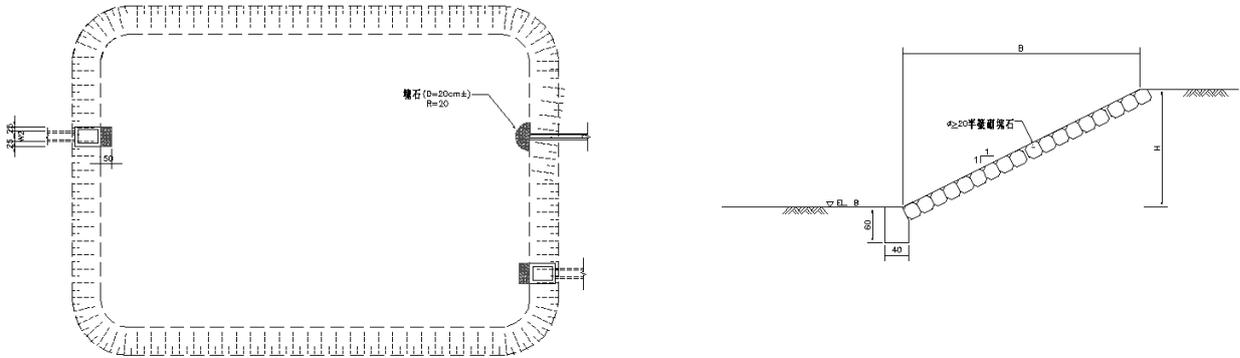


圖 4.4-6 生態滯洪沉砂池

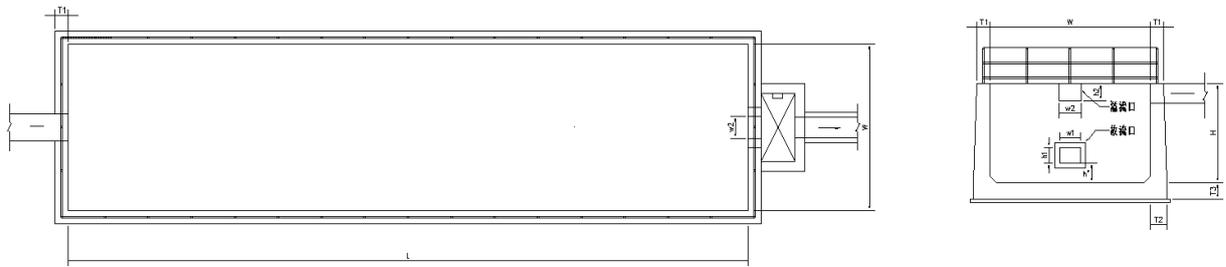


圖 4.4-7 構造滯洪沉砂池

(3) 坡面植生

依據不同之護坡形式，坡面植生方式主要可分為草種噴植及植生包置放草種後堆砌等兩種較常採用。其中坡面為自然邊坡時，則採用草種噴植方式較為合宜，若配合地錨及格樑坡面，則以採用植生包置放草種後堆砌之方式較為理想。

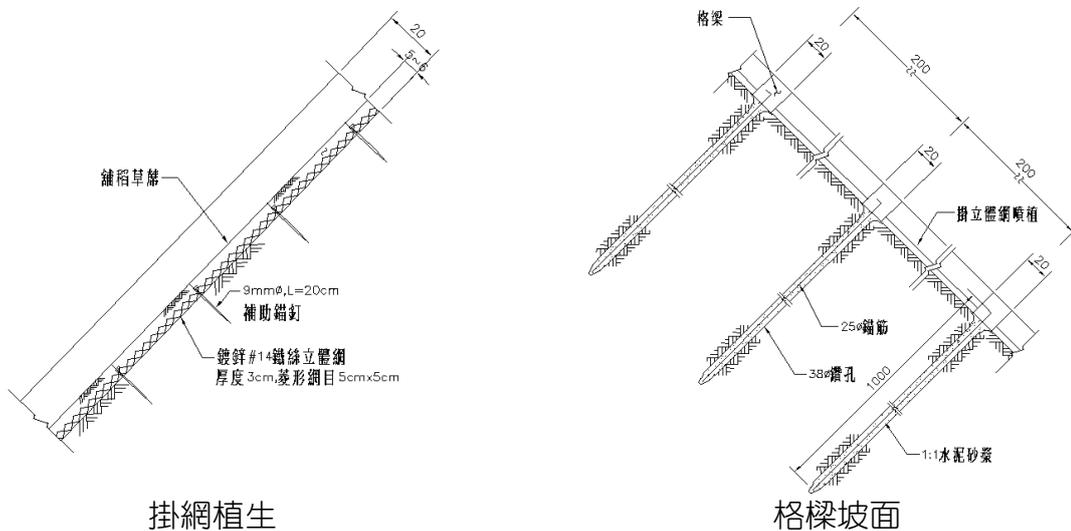


圖 4.4-8 坡面植生示意圖

(4) 隧道洞口邊坡水土保持

隧道洞口邊坡坡面為緩坡時，採用坡面草種噴植方式，邊坡坡面為陡坡時則配合施設錨釘及格梁護坡，並於階面平台間設置平台溝、洩水溝等，將坡面逕流收集導排至洞口下方陰井及排水溝內如圖 4.4-9。

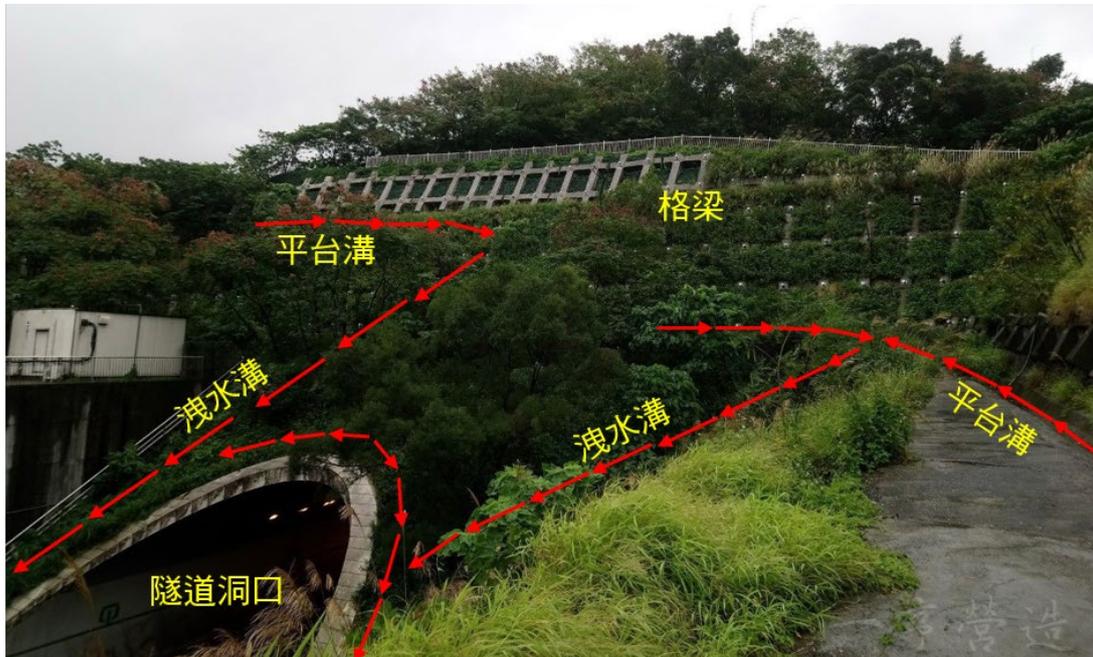


圖 4.4-9 隧道洞口邊坡水土保持示意圖

4.4.6 出流管制計畫

1. 法規說明

土地開發利用面積如達一定規模（2 公頃）以上，依水利法 83-7 條及「出流管制計畫書與規劃書審核監督及免辦認定辦法」（108 年 2 月 1 日）第 2 條及第 3 條規定提出出流管制規（計）劃書，並循相關審議程序核定後始得申報開工，目的在避免因開發行為致使逕流增加造成路廊周邊及下游水路負擔或淹水。該認定辦法第一項第四款規定之公路、鐵路及大眾捷運系統線狀開發屬地下化或隧道工程者，該部分之開發利用面積不納入計算；屬高架化者，其位於既有公路上方之開發利用面積不納入計算。本計畫開發性質屬於前開「公路、鐵路及大眾捷運系統線狀開發」，工項計有高架橋梁、跨河川排水橋梁、路堤路塹等工程，依該認定辦法，本案在 4.4.5 節山坡地水土保持計畫範圍以外路段，開發利用面積超過二公頃以上，於後續設計階段需提出「出流管制計畫書」送主管機關審查核定。

另 108 年 2 月 14 日「出流管制計畫書與規劃書檢核基準及洪峰流量計算方法」第 14 條：土地開發利用屬公路、鐵路及大眾捷運系統等線狀開發，其滯洪減洪量體計算方式如下：

- (1) 開發基地每公頃滯洪體積不小於五百二十立方公尺。
- (2) 開發基地每公頃排水出流十年重現期距洪峰流量不大於每秒零點一六立方公尺。

2. 出流管制設施規劃

本計畫路廊於起點楊梅段與終點頭份銜接段構造形式主要為路堤或路塹工程，出流管制計畫構想可考量在路肩側邊採用箱涵式側溝做為出流管制之滯洪減洪設施。依上述檢核基準及洪峰流量計算方法，計算出路堤或路塹段滯洪箱涵斷面需 $W \times H$ (寬 \times 高)=1.00 \times 1.0 公尺，如圖 4.4-10~11。

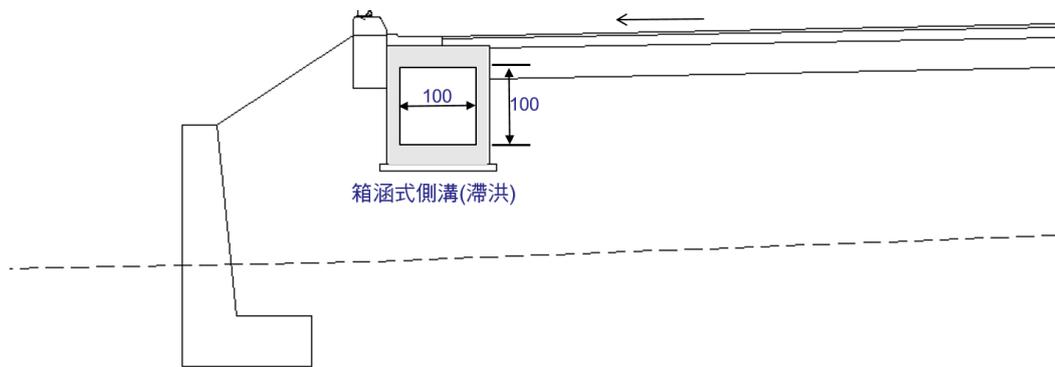


圖 4.4-10 出流管制設施道路斷面規劃圖

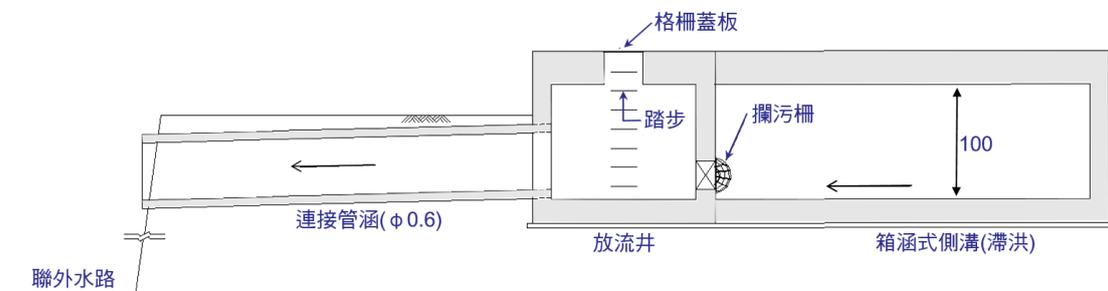


圖 4.4-11 出流管制設施縱面規劃圖

在高架橋路段，參考 104 年 3 月營建署「水環境低衝擊開發設施操作手冊編製與案例評估計畫」作法，來估算植栽綠帶等土壤保水透水量，規劃採用生態草溝、滲透陰井、保水綠地、植栽帶或雨花園等水環境低衝擊開發設施(簡稱 LID) 來管制基地出流，透過貯存、滲透、蒸發等分散逕流方式來消減逕流。本規劃初步以 100 公尺(約 3 跨徑橋長)來計算橋下空間，設置生態草溝、滲透陰井及保水綠地，所能提供之保水透水量如表 4.4-10 所示。



表 4.4-10 土壤保水透水量估算表

土壤保水量		入滲量			
孔隙率P=	25%		最終入滲率f=	1.00E-06	m/sec
生長介質厚度h=	0.35	m	採計入滲時間t=	3	HR
單位面積a=	1.0	m ²	單位面積a=	1.0	m ²
v1=P*h*a=	0.0875	m ³ /m ²	v2=a*f*t=	0.0108	m ³ /m ²
每100公尺					
草溝w=		2	m		
綠帶w=		4	m		
面積A=	600.0	m ²			
保水量V1=	52.5	m ³	入滲量V2=	6.5	m ³
透水保水量V=V1+V2=				59.0	m ³

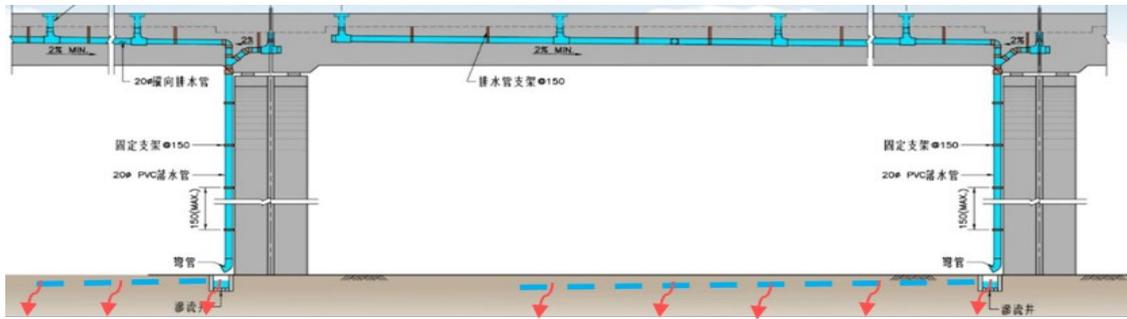


圖 4.4-12 橋梁段出流管制設施縱面規劃圖

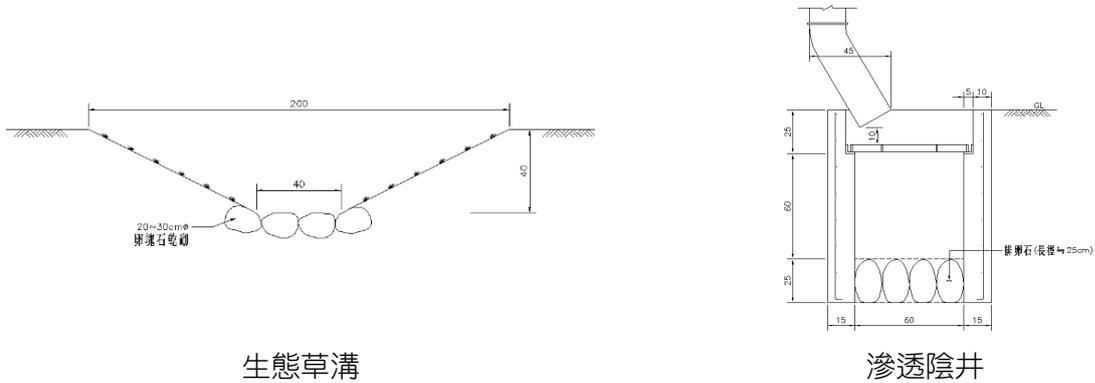


圖 4.4-13 橋梁段出流管制設施圖



4.5 大地工程

4.5.1 鑽探調查成果

本案大地工程調查主要針對楊梅至頭份段拓寬之路線範圍(包含隧道工程)以及鄰近地質敏感區(如順向坡、新竹斷層、新城斷層等)進行地質調查，工程地點主要位於新竹區域，調查範圍起自第一高速公路里程 71k+500 起，迄至里程 110k+000 止，預定路線範圍總計約 37 公里。其中鑽探調查包含地質鑽探共 128 孔，總深度 4690 公尺，主要為本計畫路廊方案原則採每隔約 300m 配置鑽孔進行調查，以作為後續路線設計之依據。依據前期可行性研究階段調查以及目前綜合規劃階段已完成之鑽探資料，鑽探孔位之平面位置示如圖 4.5-1~圖 4.5-5，鑽孔剖面如圖 4.5-7~圖 4.5-18 所示，茲將路線範圍沿線各區域之地層層次狀況分別說明如下：

1. 桃園市楊梅區 (鑽孔編號：BH-01~BH-18，72k~75k) <路堤段>

本區段地層約略可分為 4 個層次，分別為(1)回填層(SF)、(2)表土層(ML/SM)、(3)卵礫石層(GM)及(4)岩層(MS)，茲將地層概要說明如下：

(1) 回填層(SF)

本層約分布於地表至地表下 2.0m，主要為灰色粉土質細砂夾瀝青、混凝土及礫石等回填。

(2) 表土層(ML/SM)

本層約分布於地表至地表下 13.4m，主要為紅棕色至棕黃色砂質粉土或粉土質細砂夾少量礫石、黏土。標準貫入試驗 N 值介於 2~19，平均約為 7，屬極鬆散至中等密實土層；土壤單位重平均為 1.91t/m³，土壤含水量為平均為 25%，土壤孔隙比平均為 0.78。

(3) 卵礫石層(GM)

本層分布於地表至最大鑽探深度 20m 止，主要為卵礫石夾棕紅至棕黃色砂質粉土等組成。標準貫入試驗 N 值均大於 50 以上，屬極緊密土層。

(4) 岩層(MS)

本層僅出現於鑽孔 BH-16，分布於地表下 14.2m 至最大鑽探深度 20m 止，主要為棕紅色泥岩組成，標準貫入試驗 N 值均大於 50 以上。

2. 新竹縣湖口鄉 (鑽孔編號：BH-19~BH-43，75k~81k) <路堤段>

本區段地層約略可分為 4 個層次，分別為(1)回填層(SF)、(2)表土層(ML/SM)、(3)卵礫石層(GM)及(4)岩層(SS)，茲將地層概要說明如下：



(1) 回填層(SF)

本層約分布於地表至地表下 4.0m，主要為柏油、雜物、卵礫石夾黃棕色粉土質砂等回填。

(2) 表土層(ML/SM)

本層約分布於地表至地表下 17.6m，主要為紅棕色至棕黃色砂質粉土或粉土質細砂夾黏土。標準貫入試驗 N 值介於 2~24，平均約為 10，屬極鬆散至中等密實土層；土壤單位重平均為 1.97t/m^3 ，土壤含水量為平均為 21%，土壤孔隙比平均為 0.67。

(3) 卵礫石層(GM)

本層分布於地表至最大鑽探深度 40m 止，主要為卵礫石夾棕紅至棕黃色粉土質砂等組成。標準貫入試驗 N 值均大於 50 以上，屬極緊密土層。

(4) 岩層(SS)

本層僅出現於鑽孔 BH-32~BH-33(再興高爾夫球場鄰近高速公路之順向坡)，分布於地表下 3.3m 至最大鑽探深度 50m 止，主要為棕黃色風化砂岩夾泥岩或礫岩組成，標準貫入試驗 N 值均大於 50 以上。

3. 新竹縣湖口鄉至新竹縣新埔鎮 (鑽孔編號：BH-44~BH-55，81k~85.5k) <橋梁/路堤/隧道>

本區段地層約略可分為 4 個層次，分別為(1)回填層(SF)、(2)表土層(ML)、(3)卵礫石層(GM)及(4)岩層(SS/MS)，茲將地層概要說明如下：

(1) 回填層(SF)

本層約分布於地表至地表下 3.65m，主要為棕紅色砂土夾瀝青、混凝土、卵礫石、磚塊、垃圾等回填。

(2) 表土層(ML)

本層約分布於地表至地表下 8.3m，主要為棕紅色至棕灰色砂質粉土偶夾卵礫石。標準貫入試驗 N 值介於 4~7，平均約為 5，屬鬆散土層；土壤單位重平均為 1.95t/m^3 ，土壤含水量為平均為 25%，土壤孔隙比平均為 0.73。

(3) 卵礫石層(GM)

本層分布於地表至最大鑽探深度 13m 止，主要為卵礫石夾灰色砂質粉土或砂土等組成。標準貫入試驗 N 值均大於 50 以上，屬極緊密土層。

(4) 岩層(SS/MS)

本層分布於地表下 8m 至最大鑽探深度 60m 止，主要為棕黃色至灰色風化砂岩、砂岩或泥岩互層組成，標準貫入試驗 N 值均大於 50 以上。



4. 新竹縣竹北市 (鑽孔編號：BH-56~BH-68，85.5k~89.5k) <橋梁段>

本區段地層約略可分為 4 個層次，分別為(1)回填層(SF)、(2)表土層(SM/ML)、(3)卵礫石層(GM)及(4)岩層(SS)，茲將地層概要說明如下：

(1) 回填層(SF)

本層約分布於地表至地表下 2.1m，主要為棕黃至棕灰色砂土夾瀝青、混凝土、卵礫石、磚塊、雜物等回填。

(2) 表土層(SM/ML)

本層約分布於地表至地表下 4.2m，主要為棕黃色粉土質細砂或砂質粉土。標準貫入試驗 N 值介於 4~5，平均約為 5，屬鬆散土層；土壤單位重平均為 1.95t/m³，土壤含水量為平均為 20%，土壤孔隙比平均為 0.64。

(3) 卵礫石層(GM)

本層分布於地表至最大鑽探深度 16.3m 止，主要為卵礫石夾棕灰色粗中細砂等組成。標準貫入試驗 N 值均大於 50 以上，屬極緊密土層。

(4) 岩層(SS)

本層分布於地表下 10.2m 至最大鑽探深度 40m 止，主要為灰色泥質砂岩偶夾砂質泥岩組成，標準貫入試驗 N 值均大於 50 以上。

5. 新竹市東區 (鑽孔編號：BH-69~BH-75，89.5k~91k) <橋梁段>

本區段地層約略可分為 4 個層次，分別為(1)回填層(SF)、(2)表土層(ML/SM)、(3)卵礫石層(GM)及(4)岩層(SS/MS)，茲將地層概要說明如下：

(1) 回填層(SF)

本層約分布於地表至地表下 2m，主要為灰色砂質粉土夾瀝青、混凝土、卵礫石等回填。

(2) 表土層(ML/SM)

本層約分布於地表至地表下 3.5m，主要為棕黃色至灰色砂質粉土或粉土質砂。標準貫入試驗 N 值介於 4~5，平均約為 5，屬鬆散土層；土壤單位重平均為 1.94t/m³，土壤含水量為平均為 22%，土壤孔隙比平均為 0.67。

(3) 卵礫石層(GM)

本層分布於地表至最大鑽探深度 40m 止，主要為卵礫石夾棕灰色細砂等組成。標準貫入試驗 N 值均大於 50 以上，屬極緊密土層。



(4) 岩層(SS/MS)

本層分布於地表下 16.3m 至最大鑽探深度 40m 止，主要為棕黃色至灰色泥質砂岩或砂質泥岩偶夾礫岩組成，標準貫入試驗 N 值均大於 50 以上。

6. 新竹市東區至新竹縣寶山鄉 (鑽孔編號：BH-76~BH-89，91k~95.5k) <橋梁段>

本區段地層約略可分為 4 個層次，分別為(1)回填層(SF)、(2)表土層(ML/SM)、(3)卵礫石層(GM)及(4)岩層(SS)，茲將地層概要說明如下：

(1) 回填層(SF)

本層約分布於地表至地表下 5.9m，主要為棕黃色至棕灰色砂質粉土夾瀝青、混凝土、卵礫石、磚塊等回填。

(2) 表土層(ML/SM)

本層約分布於地表至地表下 6m，主要為棕黃色砂質粉土或粉土質砂。標準貫入試驗 N 值介於 4~15，平均約為 8，屬鬆散至中等密實土層；土壤單位重平均為 1.88t/m³，土壤含水量為平均為 24%，土壤孔隙比平均為 0.76。

(3) 卵礫石層(GM)

本層分布於地表至地表下 26.6m 止，主要為卵礫石夾棕黃色細砂等組成。標準貫入試驗 N 值均大於 50 以上，屬極緊密土層。

(4) 岩層(SS)

本層分布於地表下 3.6m 至最大鑽探深度 60m 止，主要為棕黃色至灰色風化泥質砂岩或泥岩組成，標準貫入試驗 N 值均大於 50 以上。

7. 新竹縣寶山鄉至新竹市香山區 (鑽孔編號：BH-90~BH-120，95.5k~104.5k) <橋梁段/路堤段>

本區段地層約略可分為 5 個層次，分別為(1)回填層(SF)、(2)表土層(CL)、(3)卵礫石層(GM)、(4)崩積層(CV)及(5)岩層(SS/MS)，茲將地層概要說明如下：

(1) 回填層(SF)

本層約分布於地表至地表下 8m，主要為棕黃色粉土質黏土或砂土夾瀝青、混凝土、卵礫石、磚塊、木屑等回填。

(2) 表土層(CL)

本層約分布於地表至地表下約 10m，主要為棕黃色粉土質黏土夾粉土或砂。標準貫入試驗 N 值介於 2~18，平均約為 8，屬軟弱至極堅硬土層；土壤單位重平均為 1.94t/m³，土壤含水量為平均為 19%，土壤孔隙比平均為 0.66，塑性指數平均為 19。



(3) 卵礫石層(GM)

本層分布於地表至地表下 9.95m，主要為卵礫石夾棕色砂質粉土等組成。標準貫入試驗 N 值均大於 50 以上，屬極緊密土層。

(4) 崩積層(CV)

本層分布於地表至地表下 15.1m，主要為崩積岩塊層夾棕灰色砂質粉土組成，標準貫入試驗 N 值大部分均大於 50 以上。

(5) 岩層(SS/MS)

本層分布於地表下 0.35m 至最大鑽探深度 60m 止，主要為棕色至灰色泥質砂岩或砂岩泥岩互層組成，標準貫入試驗 N 值均大於 50 以上。

8. 苗栗縣竹南鎮至苗栗縣頭份市 (鑽孔編號：BH-121~BH-128，104.5k~108.5k) <路堤段>

本區段地層約略可分為 4 個層次，分別為(1)回填層(SF)、(2)表土層(ML/SM/CL)、(3)卵礫石層(GM)及(4)岩層(SS/MS)，茲將地層概要說明如下：

(1) 回填層(SF)

本層約分布於地表至地表下 4.45m，主要為棕黃色砂質粉土夾瀝青、混凝土、卵礫石、磚塊雜物等回填。

(2) 表土層(ML/SM/CL)

本層約分布於地表至地表下 12.5m，主要為棕黃色至棕灰色粉土質砂夾黏土。標準貫入試驗 N 值介於 2~12，平均約為 6，屬極鬆散至中等密實土層；土壤單位重平均為 1.98t/m³，土壤含水量為平均為 23%，土壤孔隙比平均為 0.68。

(3) 卵礫石層(GM)

本層分布於地表至地表下 22m 止，主要為棕灰色卵礫石夾粉土質細砂等組成。標準貫入試驗 N 值均大於 50 以上，屬極緊密土層。

(4) 岩層(SS/MS)

本層分布於地表下 1.7m 至最大鑽探深度 40m 止，主要為灰色風化砂岩或泥岩組成，標準貫入試驗 N 值均大於 50 以上。

此外，有關本計畫路線地層工程參數簡化說明綜合評估詳參表 4.5-1 所示；隧道段岩盤強度工程參數評估詳參表 4.5-2 所示；本工程之地質剖面圖詳參圖 4.5-19 所示。



表 4.5-1 本計畫路線地層工程參數簡化說明綜合評估表

項次	1	2	3	4	5	6	7	8		
分區位置 (里程) <結構形式>	桃園市楊梅區 (72k~75k) <路堤段>	新竹縣湖口鄉 (75k~81k) <路堤段>	新竹縣湖口鄉至 新竹縣新埔鎮 (81k~85.5k) <橋梁/路堤/隧道>	新竹縣竹北市 (85.5k~89.5k) <橋梁段>	新竹市東區 (89.5k~91k) <橋梁段>	新竹市東區至 新竹縣寶山鄉 (91k~95.5k) <橋梁段>	新竹縣寶山鄉至 新竹市香山區 (95.5k~104.5k) <橋梁段/路堤段>	苗栗縣竹南鎮至 苗栗縣頭份市 (104.5k~108.5k) <路堤段>		
土壤 一般物性	孔號	BH-01~BH-18	BH-19~BH-43	BH-44~BH-55	BH-56~BH-68	BH-69~BH-75	BH-76~BH-89	BH-90~BH-120	BH-121~BH-128	
	分類	ML、SM、CL		ML	ML、SM			CL、SM、ML	SM、ML、CL	
	含水量 ω(%)	16.4~25.4(25)	12.2~31.2(21)	19.0~31.4(25)	18.3~22.0(20)	21.6~21.6(22)	11.2~38.2(24)	11.4~29.8(19)	17.4~29.6(23)	
	比重(Gs)	2.63~2.76(2.69)	2.63~2.78(2.70)	2.69~2.72(2.71)	2.64~2.70(2.67)	2.66~2.68(2.67)	2.63~2.69(2.66)	2.64~2.76(2.71)	2.63~2.75(2.69)	
	單位重 γ _v (t/m ³)	1.52~2.06(1.91)	1.80~2.20(1.97)	1.91~1.98(1.95)	1.85~2.03(1.95)	1.94~1.94(1.94)	1.75~2.07(1.88)	1.72~2.10(1.94)	1.90~2.07(1.98)	
	孔隙比 e	0.54~0.96(0.78)	0.38~0.90(0.67)	0.62~0.86(0.73)	0.57~0.74(0.64)	0.67~0.68(0.67)	0.56~1.07(0.76)	0.45~0.98(0.66)	0.49~0.86(0.68)	
	液性限度(W _L)	40.4~43.9(42)/-	27.0~43.4(37)/-	-	-	-	27.3~27.3(27)/-	26.7~47.0(39)/-	37.8~47.1(44)/-	
塑性限度(PI)	19.8~23.2(21)/NP	6.1~22.7(16)/NP	NP	NP	NP	6.7~6.7(7)/NP	5.4~25.4(19)/NP	18.9~25.8(22)/NP		
土壤 強度	不排水剪力強度 Su(kgf/cm ²)	0.71	0.3~2.37	-	-	-	0.32	0.32~2.49	0.29~1.36	
	直剪	c'值 (kgf/cm ²)	-	-	0.07	-	0.01	0.09	0.07	
		Φ'值(°)	-	-	28.3	-	28.6	30.3	30.9	
岩石 一般物性	分類	泥岩	泥質砂岩	砂岩、泥質砂 岩、泥岩	泥質砂岩	泥質砂岩、砂 質泥岩	泥質砂岩	泥質砂岩、砂質 泥岩、泥岩	砂質泥岩、泥質 砂岩	
	含水量 ω(%)	-	17.2~18.7	15.0~27.0	14.8~17.3	18.9	16.0~18.4	14.7~21.8	18.0~18.9	
	比重(Gs)	-	2.69	2.67~2.72	2.69~2.70	2.7	2.68~2.73	2.67~2.73	2.69~2.71	
	單位重 γ _v (t/m ³)	-	2.15	2.00~2.13	2.17~2.21	2.14	2.08~2.19	2.09~2.26	2.16~2.17	
	孔隙比 e	-	0.49	0.48~0.67	0.40~0.45	0.5	0.48~0.5	0.37~0.55	0.47~0.49	
岩石 強度	單壓強度 (kgf/cm ²)	-	3.88	0.55~14.1(4.63)	4.58~30(17.29)	5.36	6.62~11.3(8.96)	3.35~15.8(7.95)	3.83~4.81(4.32)	
	弱面 直剪	Cr 值 (kgf/cm ²)	-	0.07~0.67	0.1~0.89	0.17~0.18	-	0.17~2.24	0.08~1.16	0.28~0.71
		Φr 值(°)	-	24.7~29.4	12.7~22.1	26.3~30.8	-	14~20.3	15.4~25.6	25.4~28.8
卵礫 石強度	分類	GM	GM	GM	GM	GM	GM	GM	GM	
	單位重 γ _v (t/m ³)	1.74~1.81	1.80~2.01	2.00*	2.00*	2.00*	2.00*	2.00*	2.00*	
	c 值(kgf/cm ²)	0~0.5*	0~0.5*	0~0.5*	0~0.5*	0~0.5*	0~0.5*	0~0.5*	0~0.5*	
	Φ 值(°)	30~35*	30~35*	30~35*	30~35*	30~35*	30~35*	30~35*	30~35*	

註：()表示平均值、*表示建議值

表 4.5-2 隧道段岩盤強度工程參數評估

岩性	參數	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
		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



圖 4.5-1 地質鑽探孔平面位置圖(1)

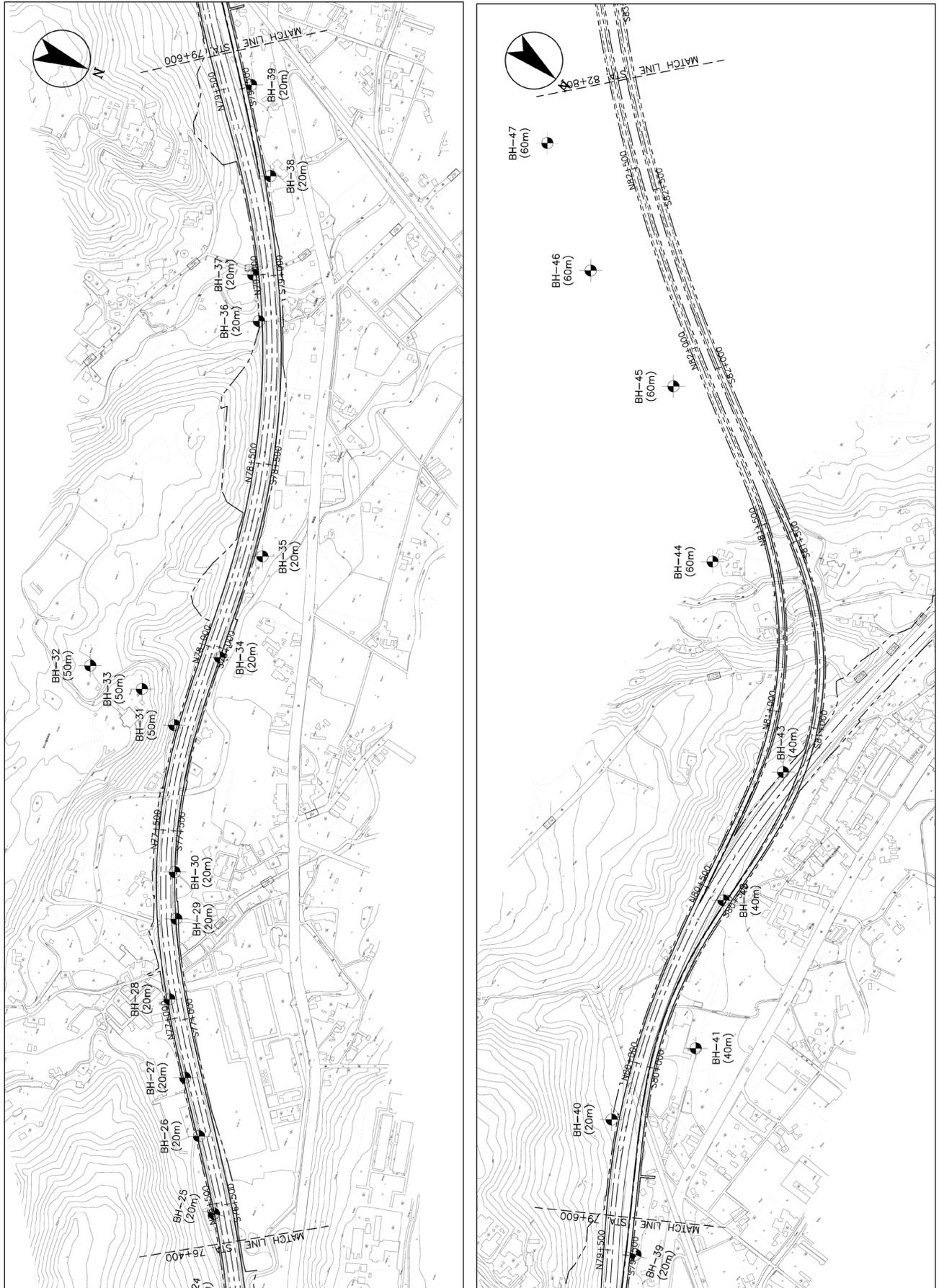


圖 4.5-2 地質鑽探孔平面位置圖(2)

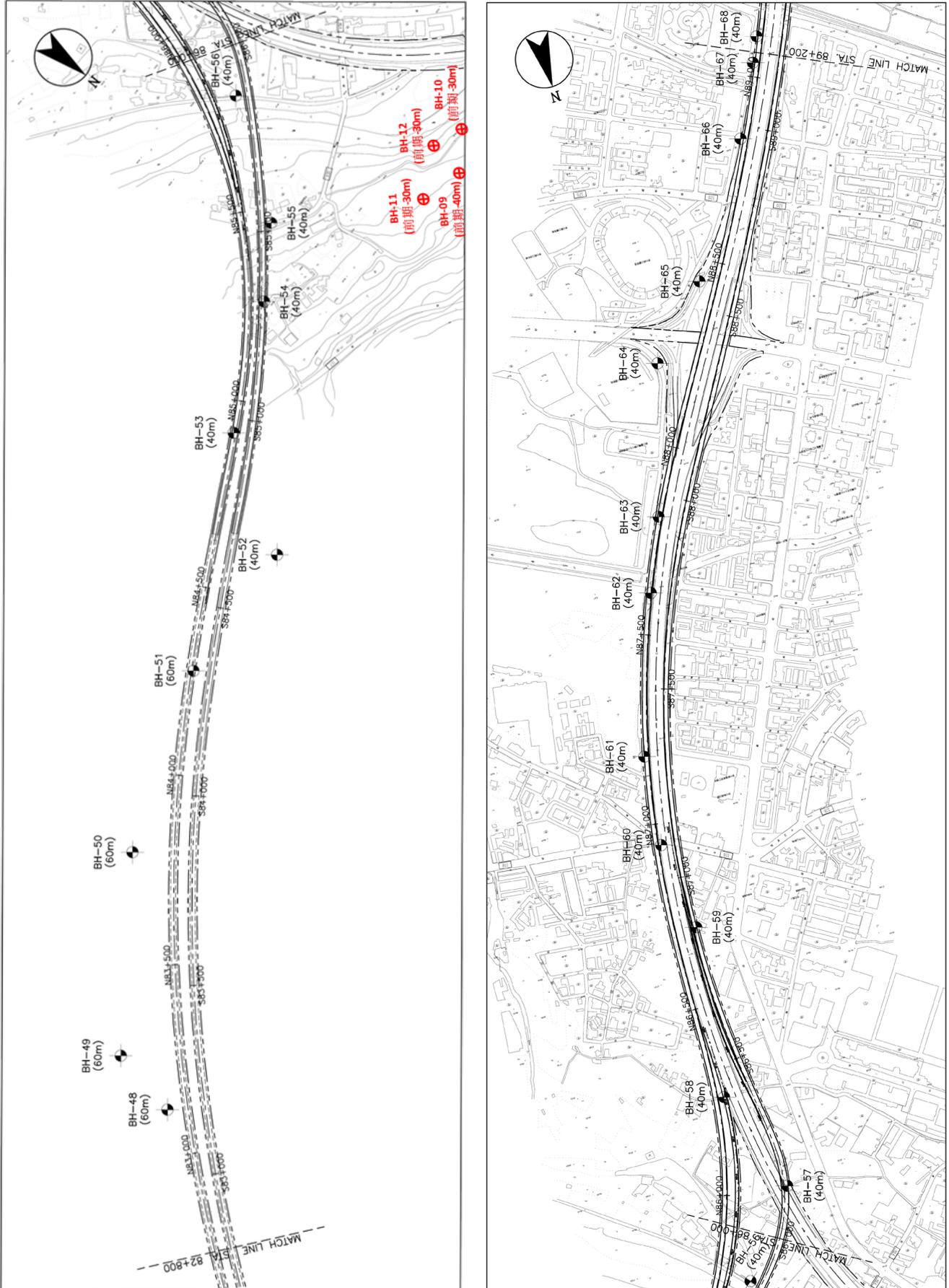


圖 4.5-3 地質鑽探孔平面位置圖(3)

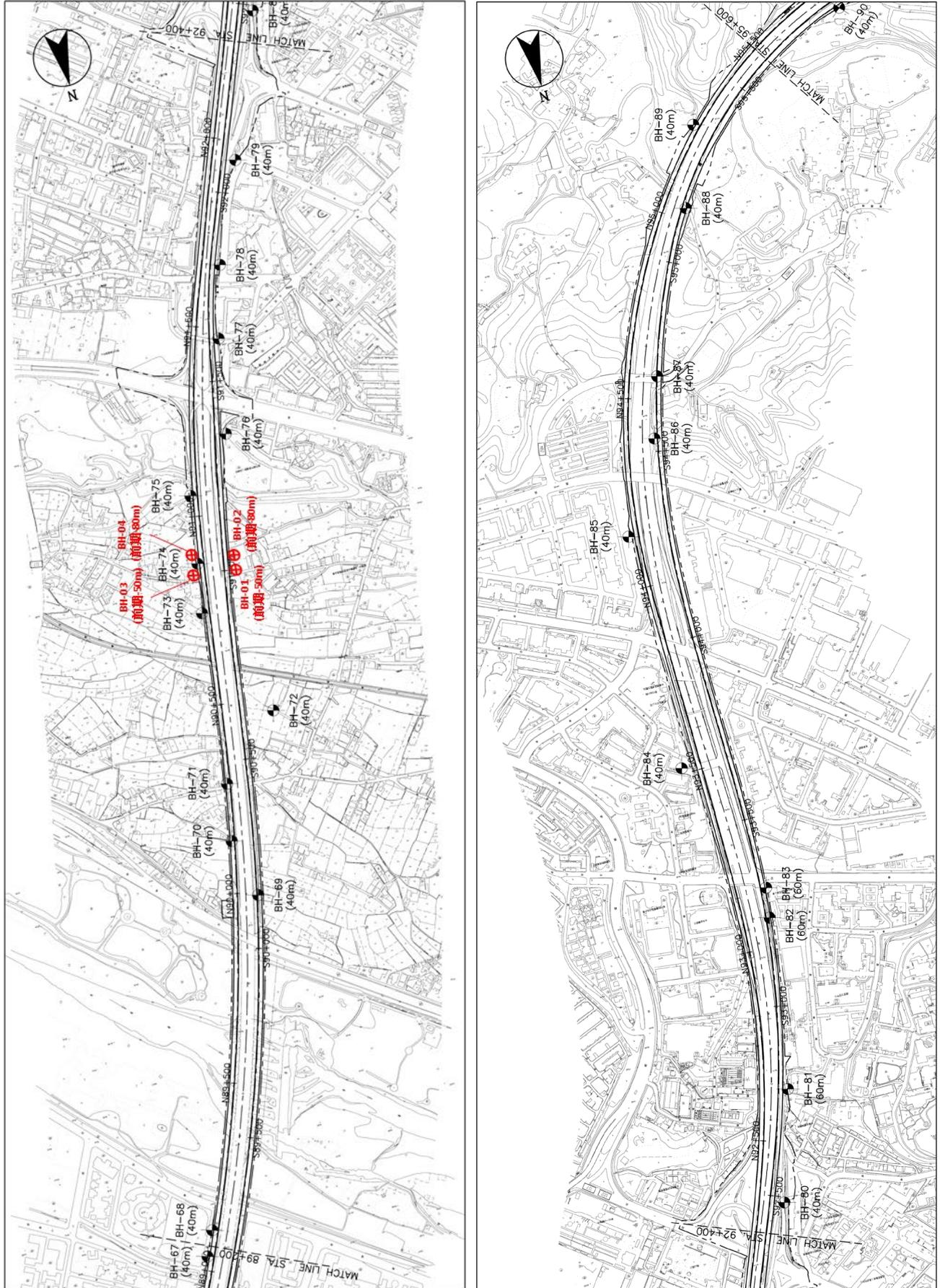


圖 4.5-4 地質鑽探孔平面位置圖(4)

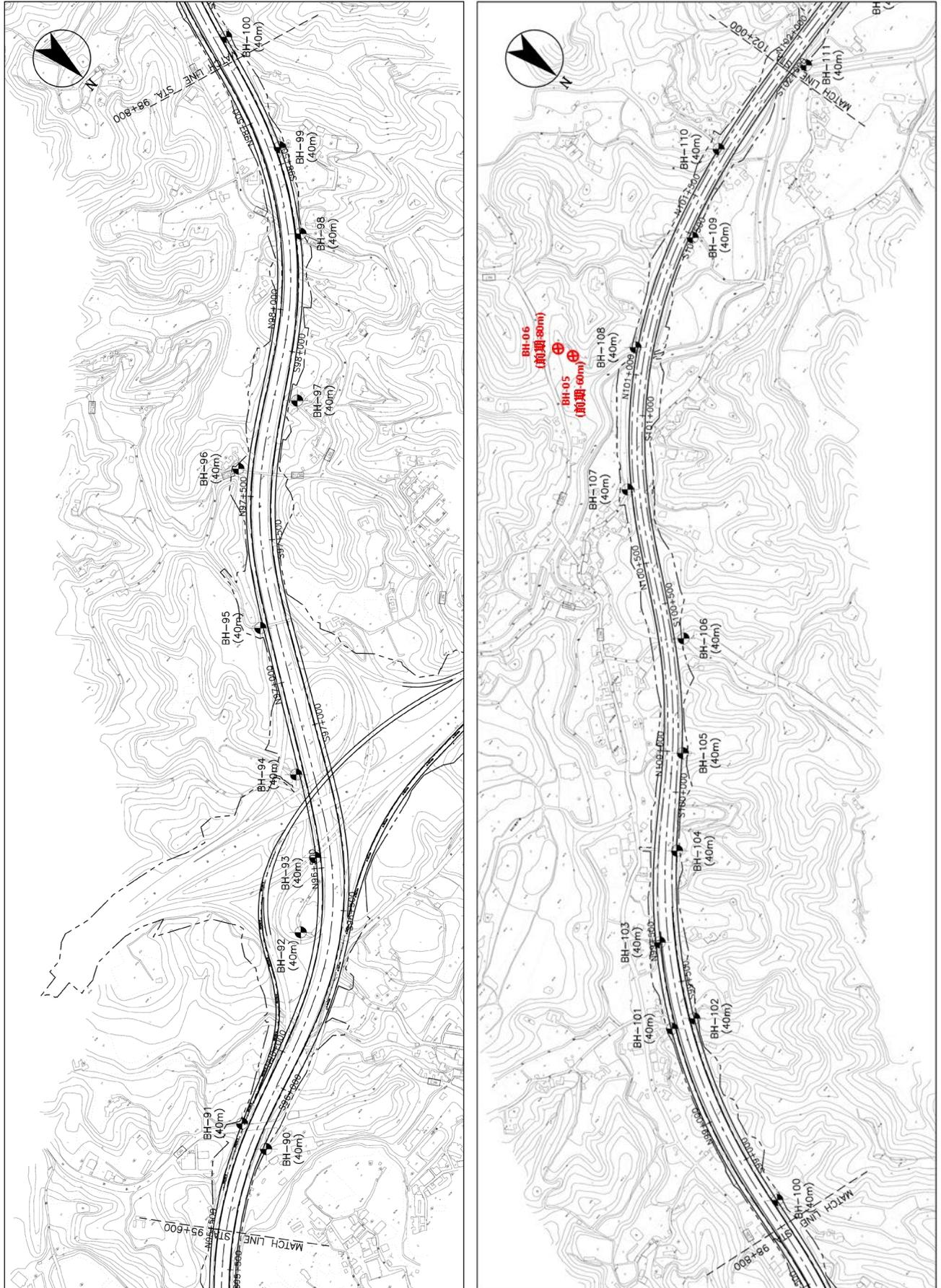


圖 4.5-5 地質鑽探孔平面位置圖(5)

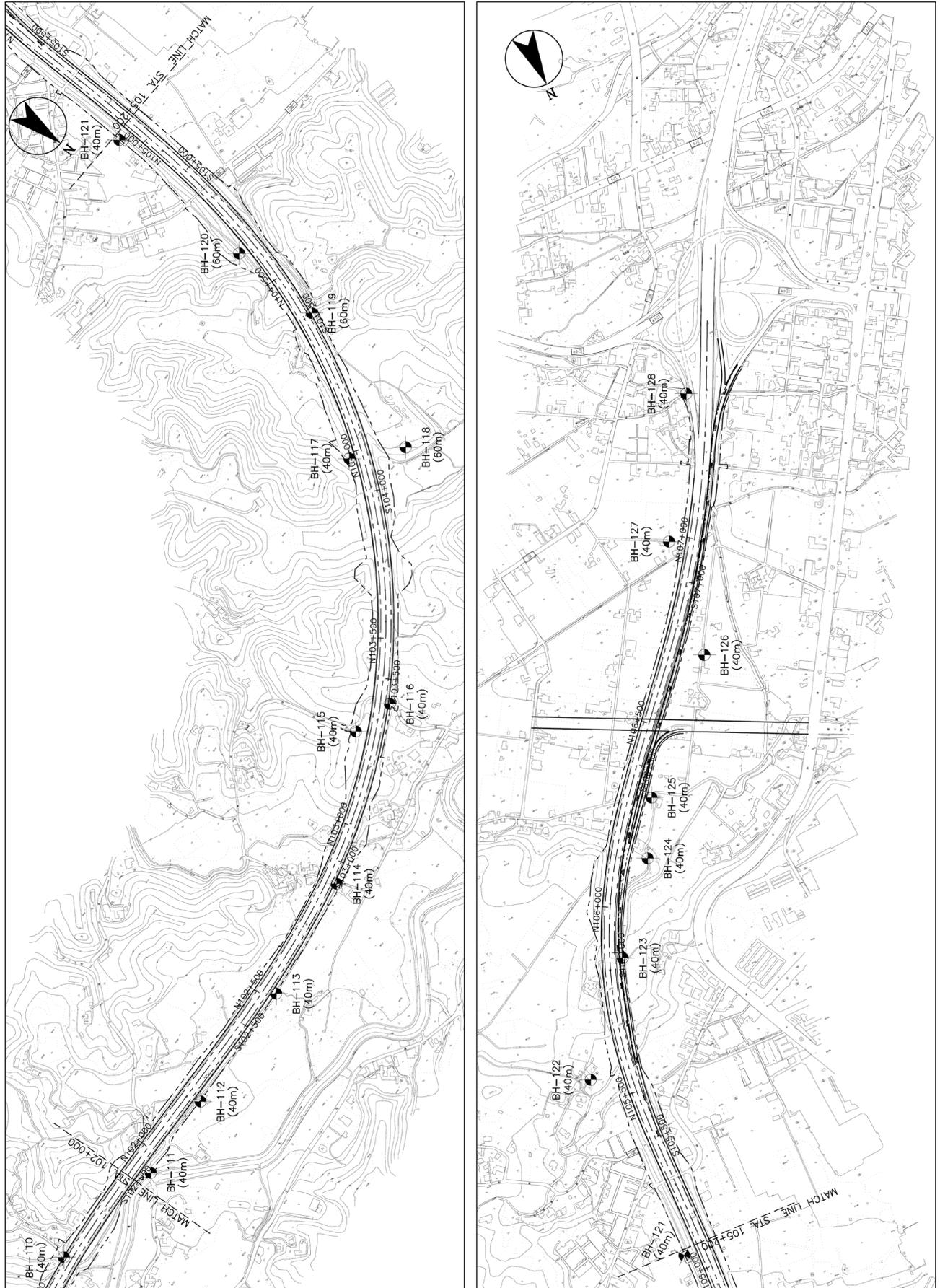


圖 4.5-6 地質鑽探孔平面位置圖(6)

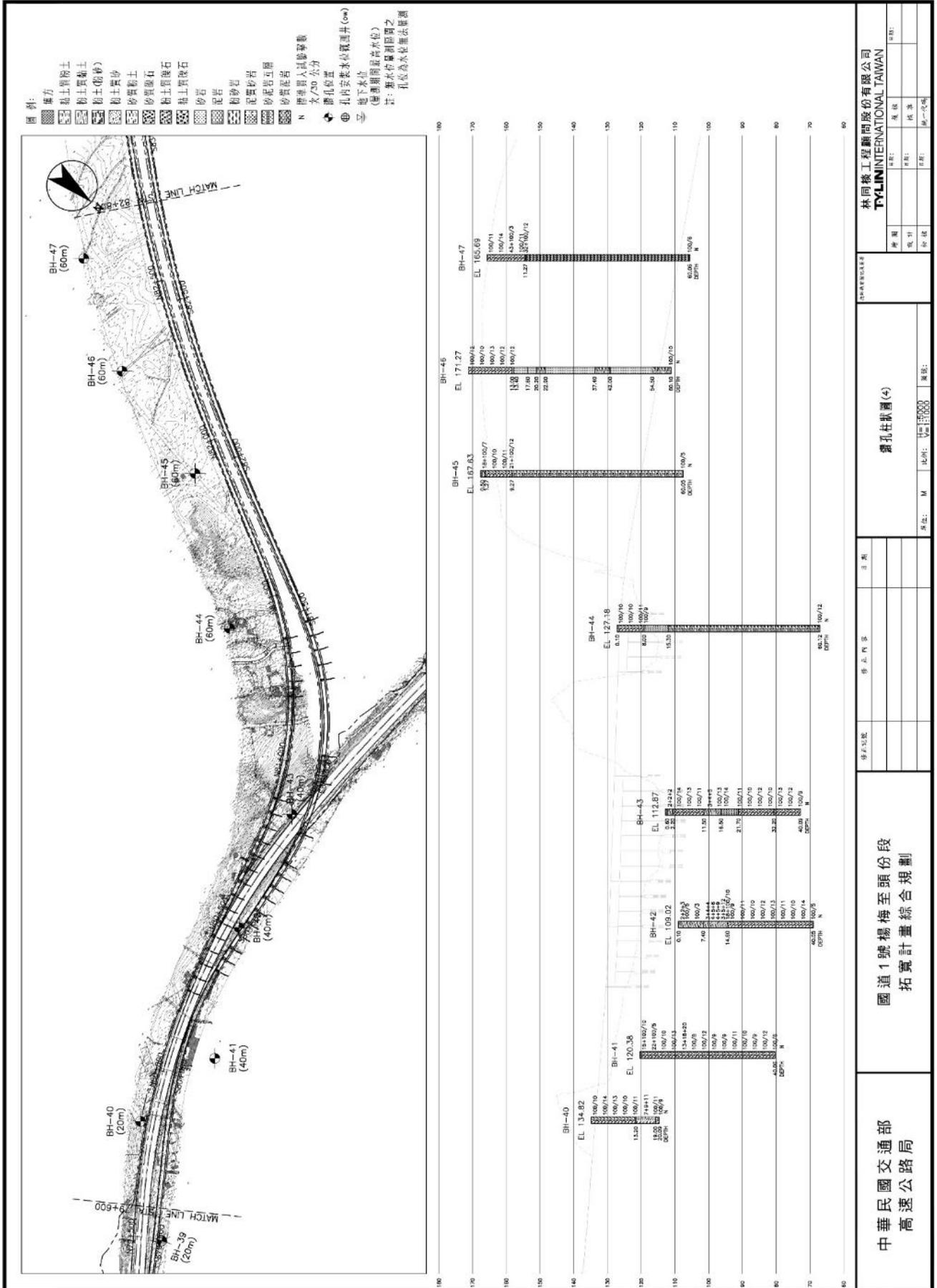


圖 4.5-10 本計畫沿線鑽孔剖面圖(4/12)

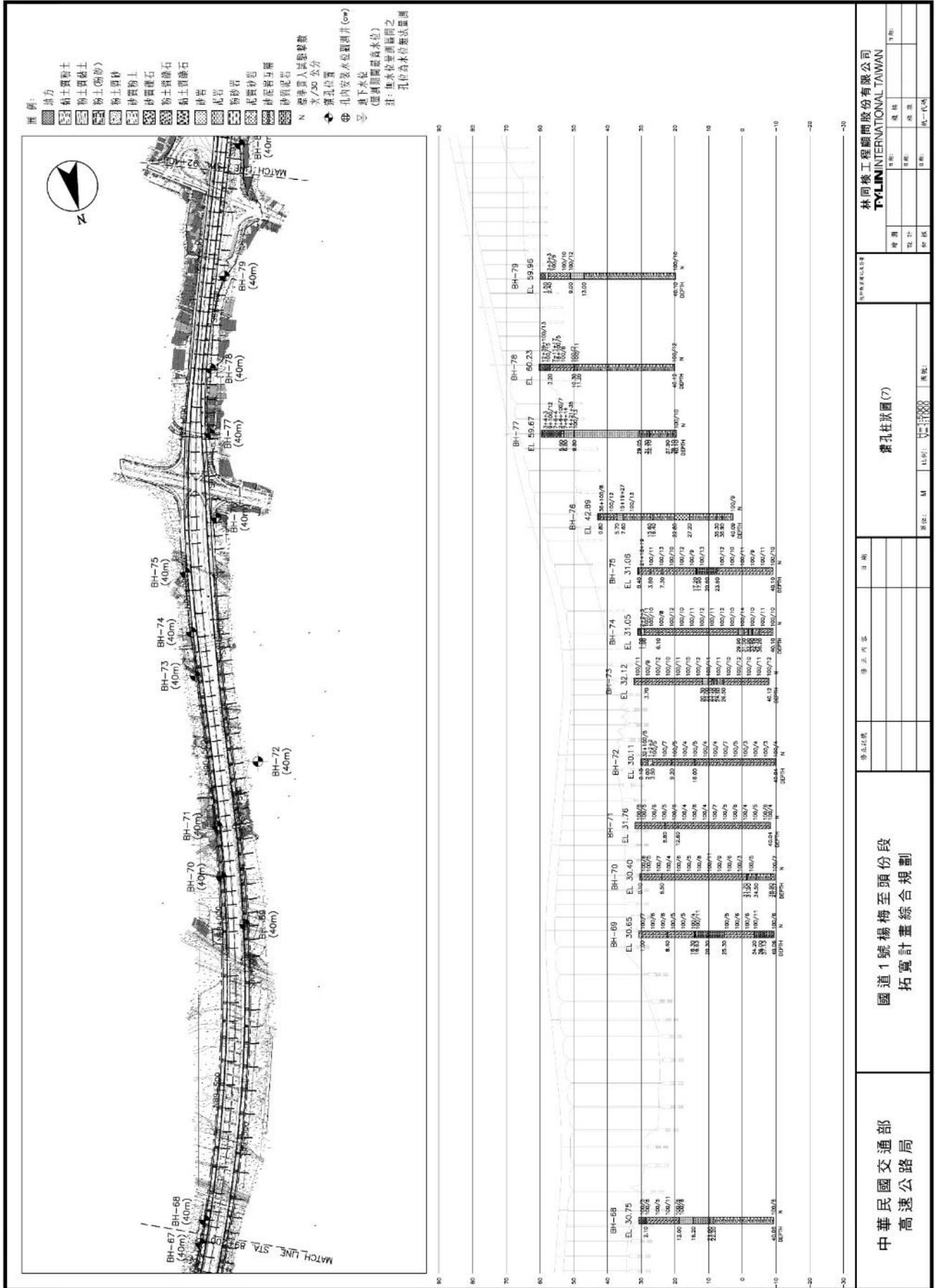


圖 4.5-13 本計畫沿線鑽孔剖面圖(7/12)

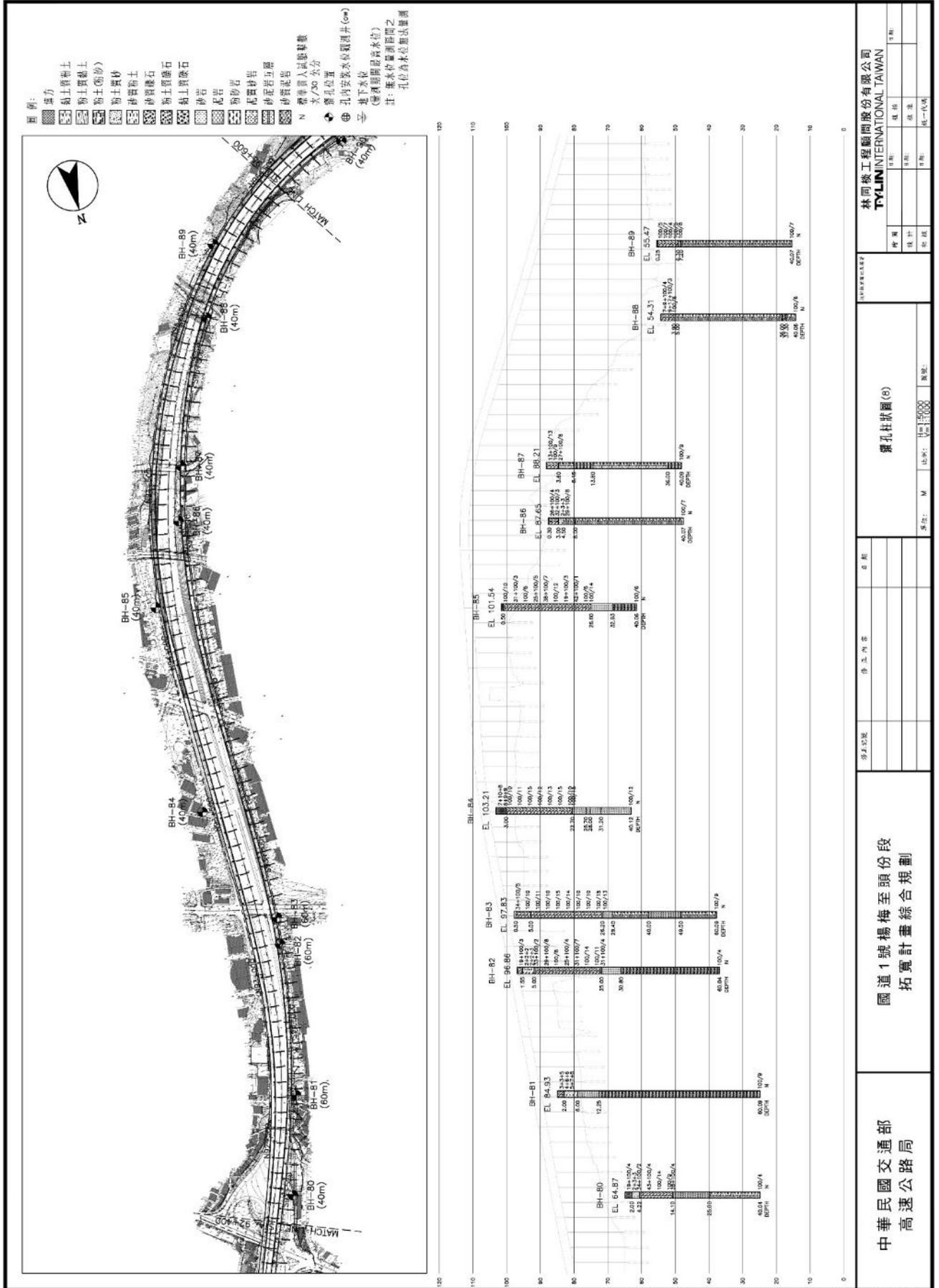


圖 4.5-14 本計畫沿線鑽孔剖面圖(8/12)

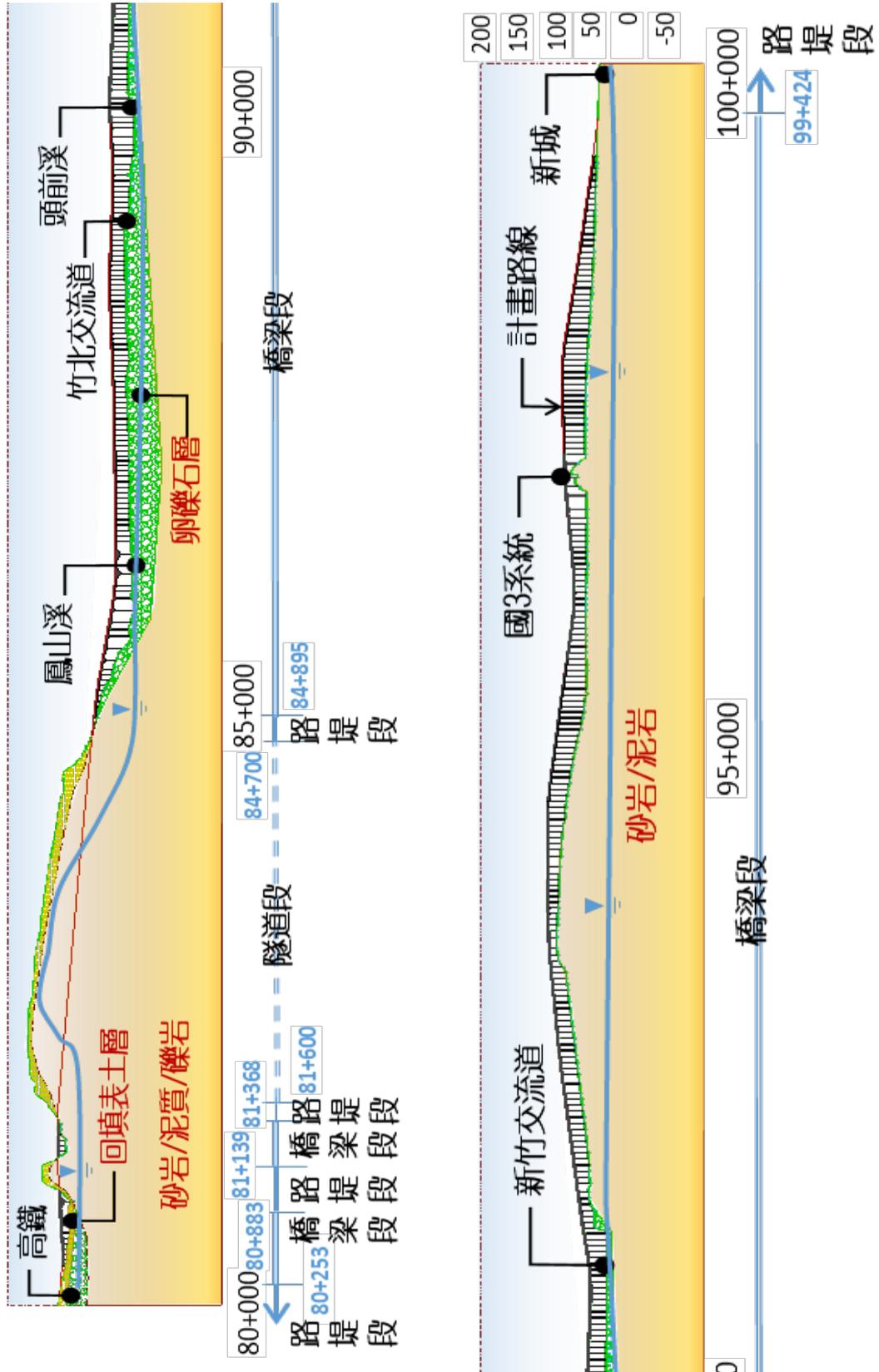


圖 4.5-19 本計畫沿線地質剖面圖

4.5.2 橋梁基礎工程

橋梁基礎形式之選擇須依據地形、地質狀況、地下水位、施工條件、基礎特性及經濟性等條件來研擬適用之基礎形式，藉以減少後續開挖與支撐之困難度及節省工程經費，有關本工程可考慮之基礎形式優劣比較如表 4.5-3 所示。

表 4.5-3 橋梁基礎形式優劣比較評估表

基礎形式	地質條件	適合地形	地下水考量	基礎尺寸	施工費用	施工性	優略點說明
淺基礎	淺承載層	平坦地、低路堤	必須低水位	大	低	基礎大須有道路通達且用地寬	施工快速費用低，受限地形地質條件
樁基礎	深承載層	平坦地、低路堤(塹)	不受影響	中	中高	施工條件略低於直接基礎	施工慢、費用高、不須考慮地下水位及沉陷，一般在深承載層採用
井式基礎	淺承載層	高路堤(塹)	不可大量湧入	小	中	機具小開挖相對容易，對環境衝擊低	受地下水影響，對環境衝擊低，可減少開挖
沉箱基礎	淺承載層	高路堤(塹)	不受影響	小	高	機具小開挖相對容易，對環境衝擊低	施工慢、可在河道施作不受地下水影響，可減少開挖
鋼管矢板井式基礎	皆可	施工受限路段	不受影響	小	最高	對環境衝擊最小，無需開挖擋土支撐	施工速度最慢，費用最高，對環境衝擊低

由於本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。考量沿線地質地形和施工中交通維持等因素，本案基礎建議採樁基礎及井式基礎，配置範圍及形式詳圖 4.5-20 及如下說明：

1. 樁基礎：湖口端進短隧道前因地下水位較高，建議併同鳳山溪、頭前溪跨河段採用場鑄全套管式鑽掘樁；另竹北市區屬於中山高路外段，考量工程資源分配亦採樁基礎。
2. 井式基礎：除公道五路至園區三路的新竹市區段因開挖空間受限；另長隧道前後及新竹市區以南段因屬丘陵地形，亦建議採用井式基礎，應可有效縮減基礎尺寸及開挖範圍。此外，井基開挖深度在地下水位以下時，應考量設置抽排水或阻水設施，以確保施工安全及維持施工環境。根據大地工程調查期間地下水位資料顯示，井基沿線範圍地下水位約 GL-4.5m 以下，評估施工需降 15m 水頭高。由於井基底部大部分已貫入岩盤，抽水量 Q 評估僅約 0.002m³/sec，經初步評估井基底部抽水量不大。建議可採集水坑排水、或者深井降水方式進行抽降水作業。

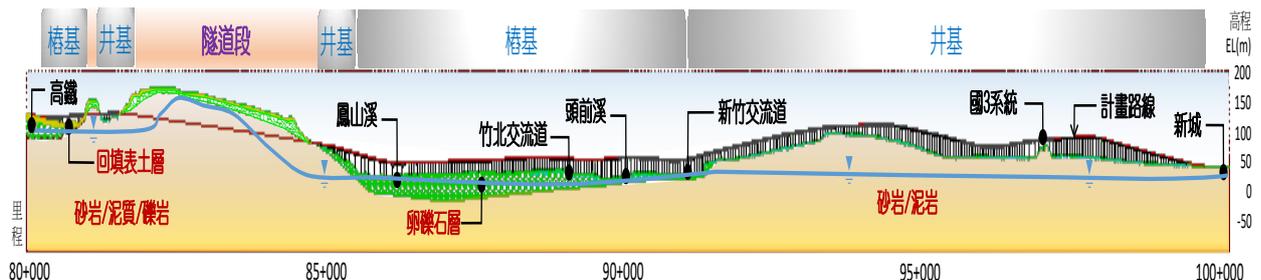


圖 4.5-20 本計畫沿線地質分布及基礎形式建議

4.5.3 路堤路塹段拓寬擋土形式研議

本計畫於湖口以北及新竹系統以南採路堤方式拓寬，有關擋土牆適用形式原則採重力式($H \leq 2.5m$)及懸臂式($H > 2.5m$)等兩種形式，各區段之擋土牆配置形式詳參表 4.5-4 所示。

表 4.5-4 本計畫擋土牆配置形式表

項目名稱			兩側高差(m)		擋土牆形式	
			左側	右側	左側	右側
一	路線起點至湖口交流道	71K+500~79K+000	0.5~2.5	2.5~6.5	重力式	懸臂式*
二	新竹系統至頭份交流道	101k+000~104k+000	2.5~5.5	1.5~5.0	懸臂式*	
		104k+000~106k+000	0.5~2.5	0.5~2.0	重力式	
		106k+000~107k+500	4.5~5.0	0.5~4.0	懸臂式	

註：*考量減少路堤拓寬時施工擾動，建議可採用預鑄 L 型擋土牆進行配置以加速工進。

此外，由於湖口以北經過淺山丘陵邊緣，新竹系統以南則經過大面積森林環境，動物相豐富，為減少路堤拓寬時施工擾動影響，需加速工進縮短作業時間，建議規劃可採用「預鑄 L 型擋土牆」(詳圖 4.5-21~圖 4.5-23)。

由於預鑄混凝土結構品質相較於一般場鑄擋土牆穩定、易於施工且耐用性佳，在預鑄混凝土廠進行灌模、養護、拆模和篩檢後，合格樣品由大卡車直接運至工地放置以備現場進行組裝作業，具備快速安裝且節省施工工期與人力資源等優點，應可滿足高效率及高品質施工需求；同時利用可預埋草種於預鑄牆面進行坡面綠化以減緩水泥所造成視覺衝擊，兼顧鄰近區域整體生態景觀之永續維持。惟因預鑄構材主要採吊掛組裝作業，其施工限制主要需保留足夠之施工動線空間以供吊掛組裝作業使用，因此對於局部狹窄空間可能會有使用上之限制。

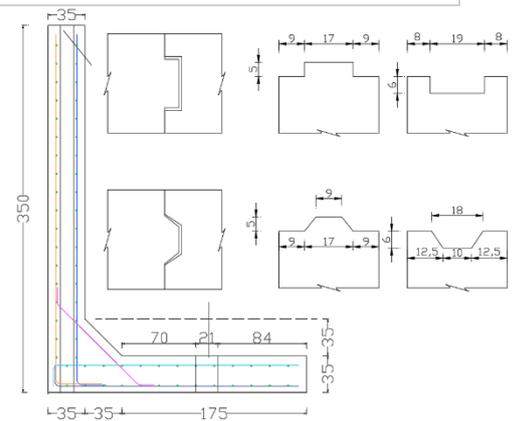


圖 4.5-21 預鑄 L 型擋土牆標準斷面



圖 4.5-22 預鑄 L 型擋土牆施工後圖



(1)整地鋪平 (2)基礎鋪漿 (3)吊掛定位 (4)卡樁連接 (5)細部調整

圖 4.5-23 預鑄 L 型擋土牆施工方式



4.5.4 地質敏感區施工評估

依地質法第八條「土地開發行為基地有全部或一部位於地質敏感區內者，應於申請土地開發前，進行基地地質調查及地質安全評估。但緊急救災者不在此限。」依據地質敏感區基地地質調查及地質安全評估作業準則(108年10月24日最新修訂)：地質敏感區包括地質遺跡、地下水補注、活動斷層及山崩與地滑地質敏感區等四類，與本工程相關者為104年10月公告之新竹斷層與新城斷層地質敏感區及104年12月公告之新竹市山崩與地滑地質敏感區，經套繪本工程與地質敏感區範圍，顯示本工程於87~88k(臨近湖口地滑區)、93k+450~93k+720(臨近新竹斷層區)、103k+650~103k+850(臨近新城斷層區)等三處與地質敏感區之範圍比鄰及重疊，有關前述三處範圍與地質敏感區施工評估概述如下：

1. 湖口地滑區域(高速公路里程 87K~88K/拓寬段里程 85k+200~85k+450)

依據本計畫地表地質調查及地質鑽探成果，套匯湖口地滑區域範圍顯示在東側自義民橋頭加油站北側產業道路(向北方爬坡產業道路)以西，西側邊緣約在高速公路北上 87.4k 附近向源侵蝕谷地以東，南側以鳳山溪谷為限，北側在 117 縣道以南約 100 公尺，研判此湖口地滑地範圍與前期資料與 79 年滑動後調查並無太大變化。

國道 1 號拓寬段考量湖口地滑可能之滑動位置後，將路線往東偏移以避開主要的崩滑區域，經套疊山崩與地滑地質敏感區與拓寬段路線，顯示計畫路線在南下線里程約 85K+200~85K+450 與本敏感區邊緣通過，估計其面積約為 3544 平方公尺。中央地質調查所公告之地質敏感區範圍，目前地表部份為開墾農耕之用，部份為民間開發住宅之用，地表並無發現明顯可能滑動徵兆，在調查期間的地表勘查資料，並無發現有明顯的滑動徵兆。

參考國道 1 號拓寬段的結構配置，南下線里程約 85K+200~85K+450 為湖口隧道南洞口段。基地上邊坡區域經由衛星影像判釋以及現地查核後，未發現不穩定土體或岩體之存在，目前基地植生狀況良好。本基地地質敏感重覆範圍區位，以往無岩屑滑動之破壞現象，湖口地滑區域地表主要為礫石層，部份為回填土所覆蓋，主要可能滑動深度研判為礫石層下方基磐(楊梅層照門段砂岩及泥岩)之層面間，朝南傾斜，其深度估計為地表下方 7~20 公尺深度。由地表材料以及現地部份沖蝕之谷地現況研判，此處滑動模式應為圓弧型破壞。地質敏感重覆範圍建議後續須加強邊坡治理、水土保持措施，地下水及工程結構物之監測。惟基地位於棕色砂岩塊及粉土質砂及棕黃色砂岩層之地質條件，後續仍須加強地下水監測及結構物安全監測作業。

由資料對比顯示，滑動面為礫石層下方基磐(楊梅層照門段砂岩及泥岩)之層面間。由於現地已設置有許多橫向縱向截水溝、護坡設施，未來若可能滑動推估應以較靠近上邊坡之較陡、無水保護坡設施區域較為可能。因此建議工程對策有(1)減少豪大雨可能滲入地滑區域之



雨量，可以於地滑區上方與範圍內設置橫向與縱向截水溝。(2)高架路線施工基樁需貫入岩盤以下，並於基樁的上坡側設置緩衝保護牆，避免地滑若發生時地表土石直接擠壓樁體。

雖本路段邊坡目前並無不穩定之徵兆，惟依據相關之環境地質圖資，本段邊坡仍屬災害潛勢區域，亦屬中央地調所公布之山崩與地滑地質敏感區範圍，拓寬路段位於隧道南洞口的延伸邊坡位置，避免施工時於地滑區內進行大規模之挖填。目前研擬可行之建議方案如下：
(1)施作排水設施已降低洞口附近的地下水位。(2)如有開挖坡面(臨時或永久)的橋墩基礎或洞口邊坡，需考量進行水土保持設施、邊坡保護措施及安全監測。(3)橋墩和橋柱位置若可以避開地質敏感區為佳。(4)建議設計單位後續評估基礎深度以及加入側向土壓力的穩定分析。(5)建議未來增加壁體或橋墩處之傾度盤、沉陷釘或其它監測設備，以監測結構物是否具傾斜或沉陷之現象。

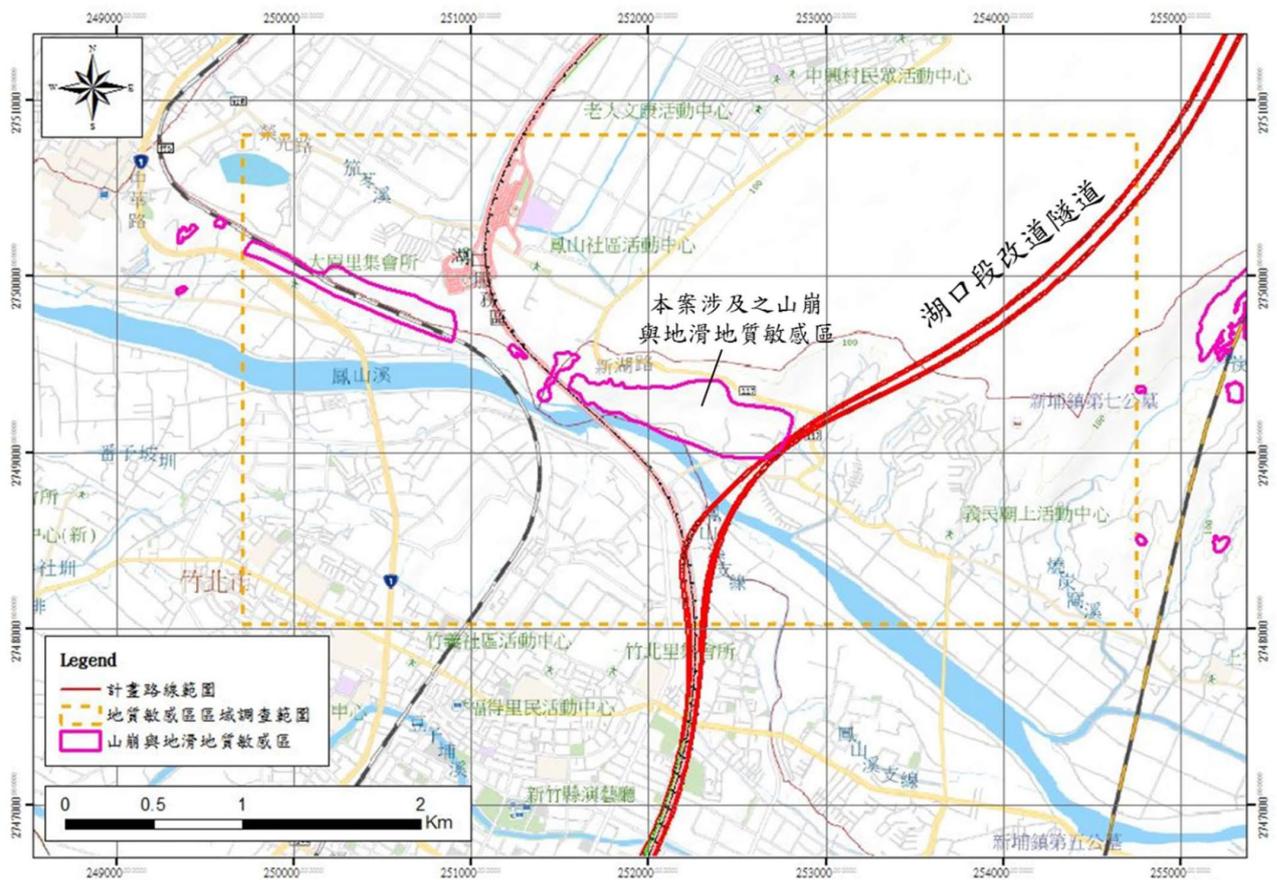


圖 4.5-24 計畫路線與湖口地滑地質敏感區位置圖

2. 新竹斷層區域(高速公路里程 93K+450~93K+720/拓寬段北上線里程 90K+800~91K+100)

國道1號拓寬段路線與新竹活動斷層之關係，依區域調查的判釋結果，斷層的地表破裂帶位於北上線 91K+075 附近。依細部調查結果顯示 BH-76 鑽孔中深度 15.6~16.4m 及 22.8~27.2m 為礫石層分布，乃是頭嵙山層的砂岩向北逆衝至風化礫石層之上，可知曾有多次活動的證據。可得知以下結論：

- (1) 91K+050(BH-75 鑽孔)以北路段地層為新竹沖積平原的礫石層，位於新竹斷層下盤。
- (2) 91K+060~91K+500 路段(BH-75~BH-77 鑽孔)，可能的斷層錯動帶影響區域。地表的斷層破裂帶推測在 91K+050~91K+100 路段，地表為隆恩圳附近。
- (3) 91K+225 以南路段為斷層上盤，於鑽孔中的地下岩層可延伸比對。

Bray et al.(1994)整理自 1915 年以來世界各地大地震後之地盤變形調查資料，並依斷層之型態(正斷層及逆斷層)與覆土層之種類(較脆性及延展性)加以分類；整理結果顯示，逆衝斷層引致之地盤變形在接近地表處，通常具有較低之傾角，正斷層引致之地表變形則通常具有較陡之傾角，而延展性較佳之地層則較常見褶皺之現象，而無剪力錯動面延伸至地表面，但接近地面土層可發現張力裂縫的現象。斷層活動時，斷層帶主要影響範圍為斷層上盤，斷層下盤之主要影響為斷層活動時像推土機般將斷層上盤前緣推擠，將上覆土層擠壓至斷層前緣，故當新竹斷層活動時可能造成建物傾斜破壞，林銘郎(2011)執行地調所活動斷層近地表變形特性研究，彙整前人研究資料顯示當斷層作用引致上覆土層變形，建築物基礎位於此變形帶附近會有明顯之互制現象。當基礎強度較基礎下方土壤高時，其周圍土壤會與基礎分離，但建築物會保持完整，或僅有剛體位移。如基礎強度較低，則基礎會產生剪切破壞，造成建築物的破壞。

另外參考中央地質調查所於重要活動斷層構造特性調查研究活動斷層近地表變形特性研究成果總報告(2014)關於地震斷層地表變形，其上盤變形帶寬度(W)與上覆土層厚(H)密切相關之變形範圍，在砂土試體實驗結果中得到覆土層之影響範圍約為 1 倍覆土層厚度 倍覆土

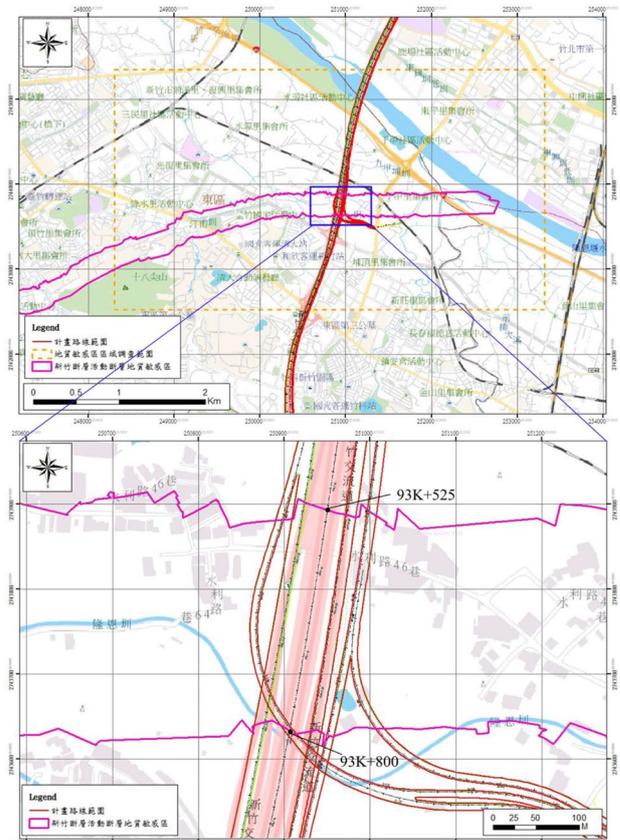


圖 4.5-25 計畫路線與新竹斷層地質敏感區位置圖

層厚度，而本基地覆土層主要為卵礫石夾粉土質砂層，且最大厚度為 41.55 公尺(BH-01)，因此保守估計上盤變形帶寬度(W)約為 50 公尺。

新竹斷層於本計畫區呈東西走向，與路廊近乎垂直相交，無法避開，原則上以路堤方式規劃本路段拓寬範圍，相對於高架道路較於安全，可以避免斷層錯動造成高架橋樑斷裂倒塌等災害，但考量既有道路現況為高架橋樑，拓寬道路較無採用路堤之機會，在不得已的情況仍可能以高架方式進行，衝擊考量包括承受地震耐震度、以及斷層若產生地表破裂面所造成的位移，需留意此區域之耐震評估與設計，以符合新竹斷層區域耐震需求，並考量擴大橋面與橋墩的接觸面積，或是較具撓性特性的緩衝設計。建議橋墩設計避開本案調查新竹斷層可能出露位置，並加強護欄設計以降低因斷層活動致行駛的車輛滑落邊坡之風險。

3. 新城斷層區域(高速公路里程 103K+850~103K+650/拓寬段北上線里程 100.7K~101.2K)

根據現地調查及地質鑽探調查結果，地形整體呈現東南側較高，西北側較低，線形構造大致呈現東北-西南向，且地層間皆可以對比延續，並無發現明顯地質構造或斷層徵兆。可得知新城斷層應位於本基地外東南側 150~250 公尺，本基地位於新城斷層之下盤，一般而言，斷層以上盤水平距離 200 公尺，下盤水平距離 100 公尺為活動斷層可能影響範圍，本基地施工範圍尚屬安全。

雖然本基地細部調查面積極小(0.0005 公頃)，且和新城斷層地表推估線保持安全距離，但是因為高速公路車速快，安全標準要求高，保守建議施工區域避開新城斷層活動斷層地質敏感區，且加強設施之耐震強度。

新城斷層距離計畫路線約有 150~250 公尺，並未與路線相交，故原則上建議以下處理對策：

- (1) 施工區域避開新城斷層活動斷層地質敏感區，不要在細部調查範圍內規劃落墩。
- (2) 加強設施之耐震強度，或是較具撓性特性的緩衝設計。

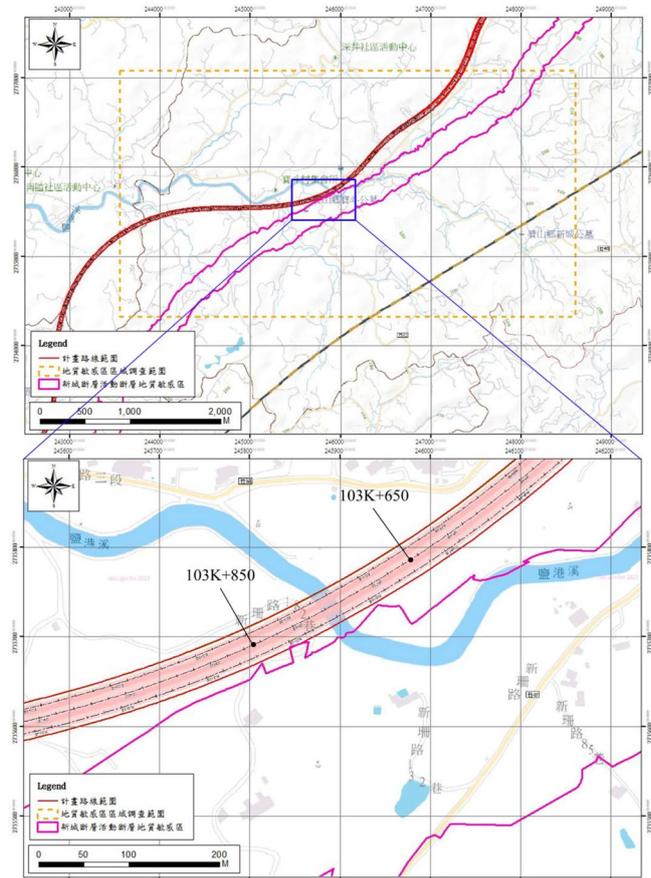


圖 4.5-26 計畫路線與新城斷層地質敏感區位置圖



- (3) 國道 1 號既有路線於本路段為回填路堤，建議可以路堤方式規劃本路段拓寬範圍，並設置防護路堤以降低因斷層活動致行駛的車輛滑落邊坡之風險。



4.6 隧道工程

4.6.1 規劃與設計準則

本計畫隧道係依據下列規範（準則）相關規定進行規劃：

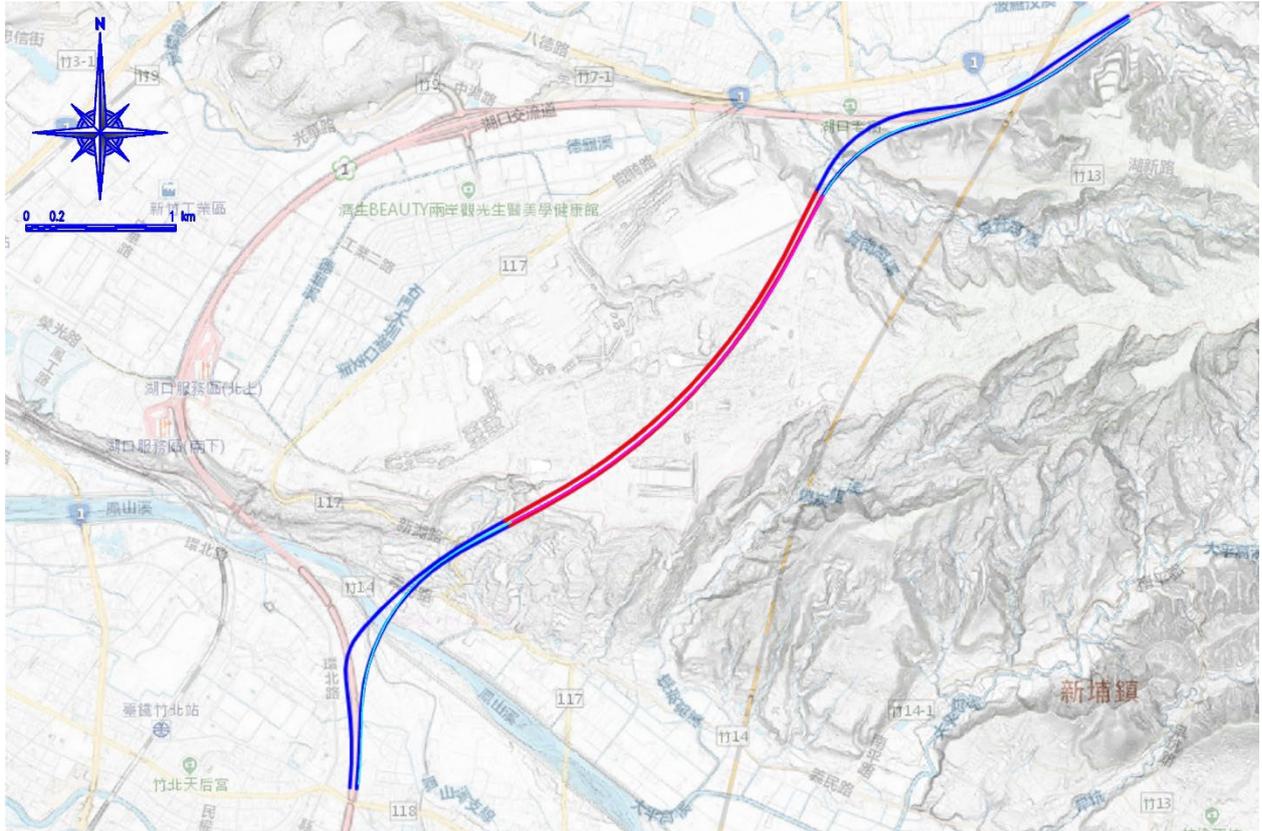
1. 交通部，民國 107 年修訂，「公路隧道設計規範」。
2. 中國土木水利工程學會，民國 88 年，「隧道工程設計準則與解說」。
3. 內政部營建署，民國 110 年修訂，「建築技術規則」。
4. 內政部營建署，民國 110 年修訂，「混凝土結構設計規範」。
5. 內政部營建署，民國 91 年頒布，「結構混凝土施工規範」。
6. 內政部營建署，民國 90 年頒布，「建築物基礎構造設計規範」。
7. 內政部營建署，民國 100 年頒布，「建築物耐震設計規範及解說」。
8. 經濟部，民國 109 年 7 月頒布，「加強公共工程爆破管理作業要點」。

4.6.2 地形特性及地質調查評估分析

1. 隧道地形特性

隧道路線通過湖口台地西側部分，湖口台地屬於桃園台地群之一，整體地勢由東向西緩傾斜，於本計畫隧道附近，北側高約 166 m，以陡坡降至相鄰谷地，高約 115 m；南側台地邊緣高約 120 m，以較緩坡度降至鳳山溪附近，高約 25 m；台地上方極為平緩，間或有小型溝谷、凹地出現。

參考山崩地質資訊雲端服務平台之坡度圖，並套繪計畫隧道路線如圖 4.6-1。



(資料來源：山崩地質資訊雲端服務平台坡度圖)

圖 4.6-1 隧道路線地形圖

2. 隧道區域地質

參考中央地質調查所地質資料整合查詢網站資料，隧道路線通過區域附近地層主要為楊梅層照鏡段、楊梅層照門段、店子湖層及沖積層等地層，主要地質構造為與隧道路線相交之湖口背斜及路線外距離約 500 m 以上之湖口斷層。區域地質圖如圖 4.6-2，各地層及地質構造分述如後：

(1) 楊梅層

主要由礫岩砂岩及泥岩之互層組成，其中以砂岩成份較多。根據岩性可區分為二段，下段為照鏡段，上段為照門段。照鏡段下部以砂岩為主，往上砂岩漸漸減少，至頂部砂岩、泥岩比例約略相等。砂岩為細粒至粗粒，膠結甚疏鬆，膠結物主要為黏土。本岩段上部主要為砂岩、泥岩之互層，砂岩厚度自數公分至一公尺不等，互層中之砂岩主要為細粒，淘選良好。砂岩中略帶泥質，用手搓之則形成粉末狀散落。照門段主要由礫岩、砂岩及泥岩之互層組成，本段自下而上，礫岩所佔比例逐漸增多，礫石直徑大小自數公分至 20 cm。礫石間的填充物主要為細粒，少部份為鈣質物。砂岩呈淺灰色或淺黃色，細粒至極粗粒，膠結疏鬆，細粒砂岩淘選較為優良。泥岩主要呈青灰色，部份具砂質則呈淺灰色。規劃隧道主要應穿經本層。



(2) 店子湖層

主要由下部的礫石層和上部的紅土層組成。礫石主要為白色石英岩、暗灰色砂質砂岩、淺灰色砂岩等。另含少量的黑色玄武岩。礫石直徑通常在 10 至 30 cm 之間，亦有公尺達以上者；礫石層與上蓋之紅土層間大致為漸移關係。全層厚度約 10 至 20 m，其中紅土層厚度約 1 至 2 m。本層為隧道路線上方最主要之地層。

(3) 沖積層

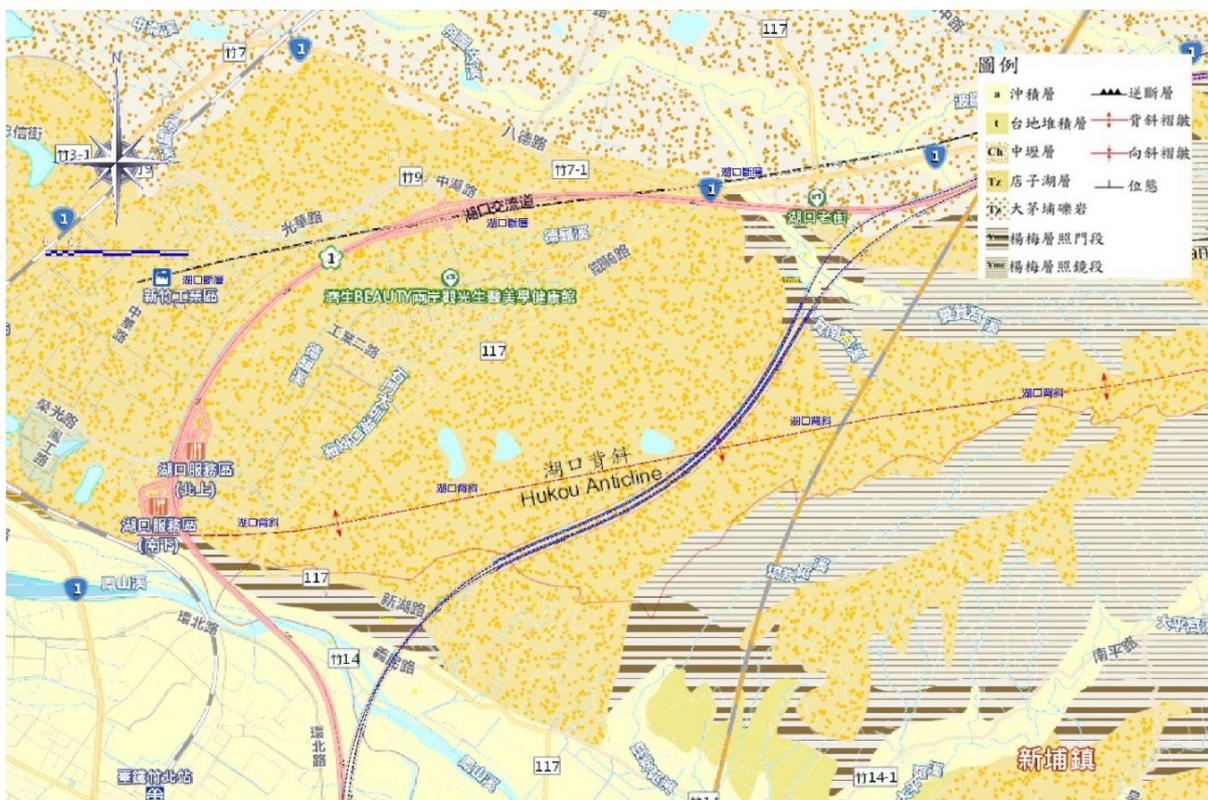
主要分布在鳳山溪河床及兩側，由礫、砂及泥組成。

(4) 湖口背斜

為湖口台地最重要的褶皺構造，主要由楊梅層組成，背斜軸部部份為店子湖層所掩蓋。本背斜略呈不對稱，南翼較平緩，一般傾角在 15^o 左右；北翼較陡，傾角平均約為 28^o。本背斜與隧道路線斜交通過。

(5) 湖口斷層

為逆移斷層，呈東北東走向，由新竹縣湖口向東延伸至桃園縣平鎮，長約 21 km。在地形上，在楊梅谷地與湖口臺地間形成明顯的線狀崖，但目前為止尚未發現其出露地表的證據，屬於盲斷層形式或被新时期沖積層所掩覆。湖口斷層可能至少在距今 70,000 年內曾經活動過，屬第二類活動斷層。本斷層於本計畫隧道路線西北側通過，最近距離約 500 m，故本路線與隧道並未通過此斷層。



(資料來源：轉繪自中央地質調查所地質資料整合查詢網站)

圖 4.6-2 區域地質圖

3. 隧道沿線地質調查

隧道沿線地質調查工作主要包括：地表地質調查、地質鑽探及地電阻影像剖面探查（RIP），其中地電阻探查部分將於下一小節另行詳述，其餘地質調查成果說明如後：

(1) 地表地質調查

根據地表地質調查成果，並參考既有相關資料顯示，地表出露均為紅土及礫石，除隧道北口可能為楊梅層照門段出露外，其餘均屬店子湖層之地層，本區段多位於軍營範圍內，大部分為植生覆蓋，裸露處則受人為開發影響嚴重，僅在密林內少數溝谷內可見原始之地層露頭，所見露頭多風化嚴重或植生茂密，露頭品質不佳，無法量測地層位態，踏勘路線及露頭位置如圖 4.6-3，代表性露頭如圖 4.6-4 所示。

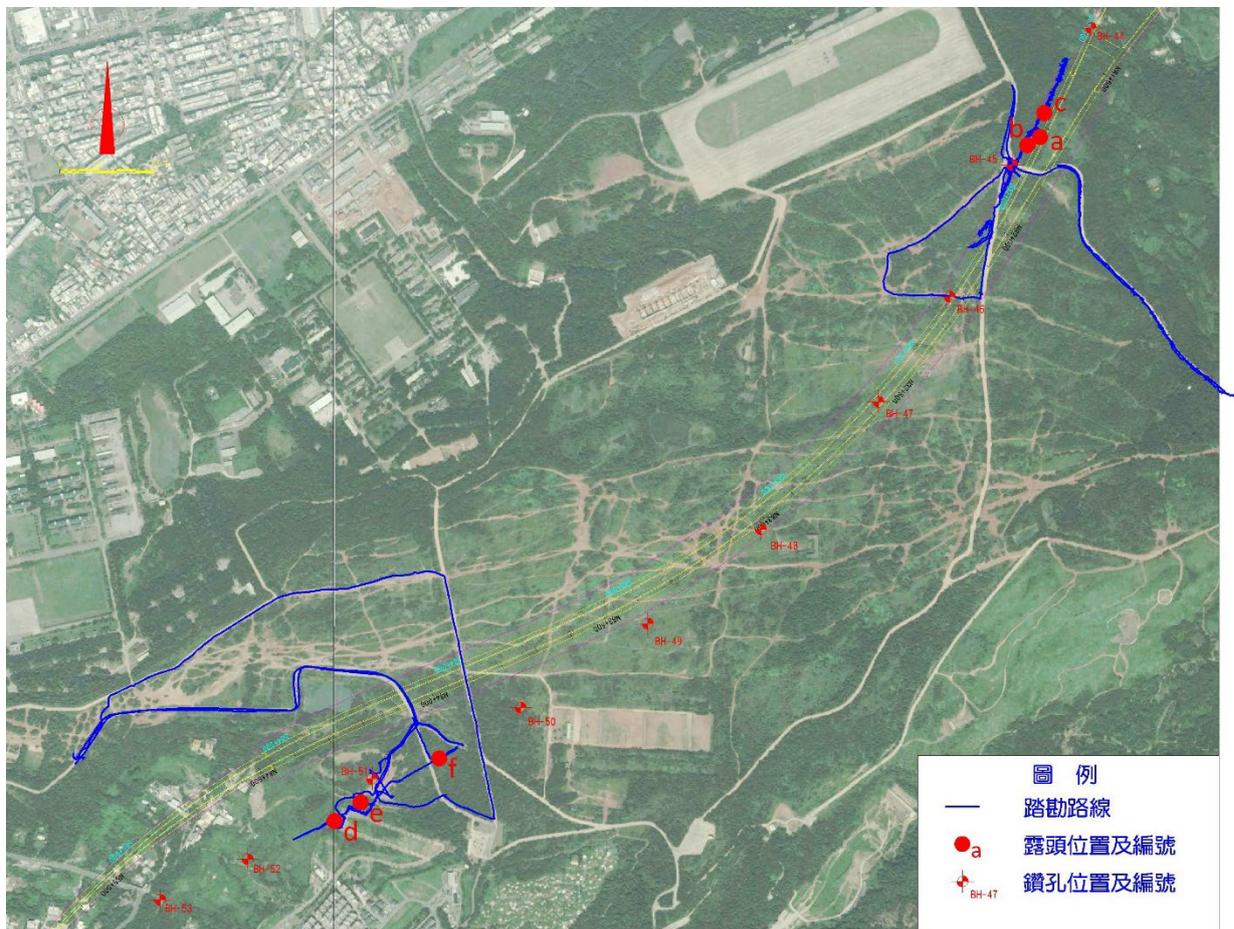


圖 4.6-3 踏勘路線及代表性露頭位置