

58

臺北捷運潛盾隧道 地中鑿除擋土壁施工實務

—以松山線CG590A標穿越臺／高鐵下方為例

58

臺北捷運潛盾隧道 地中鑿除擋土壁施工實務

—以松山線CG590A標穿越臺／高鐵下方為例

Taipei
Rapid
Transit
Systems



臺北市政府捷運工程局

DEPARTMENT OF RAPID TRANSIT SYSTEMS, TAIPEI CITY GOVERNMENT

10448 臺北市中山北路二段48巷7號

電話：02-2521-5550

No. 7, Lane 48, Sec. 2, Zhongshan N. Rd.

Taipei City, 10448 Taiwan, R.O.C.

網址：www.dorts.gov.taipei

ISBN 978-986-04-8023-8



9 789860 480238

GPN:4310500218

Taipei
Rapid
Transit
Systems

**臺北捷運潛盾隧道
地中鑿除擋土壁施工實務
—以松山線
CG590A標穿越臺／高鐵下方為例**

**The Practical Application of Retaining
Wall Removal in Taipei MRT Shield
Tunnel Construction**

—Taking Construction of Songshan Line Contract CG590A
Passing Beneath the Taiwan Railways and Taiwan High Speed
Rail Tunnels as an Example



**臺北市政府捷運工程局
中華民國一〇五年三月**



序

本局投入臺北捷運工程建設近30年，初期8年由聘請的外籍總顧問中學習，並進行技術移轉，在後續逾20年的工程建設，本局從無到有實際完成117個車站、136.6公里，每日服務逾200萬人次的捷運路網。

本局基於對捷運技術分享與傳承的信念，持續匯集工程技術經驗編撰捷運工程叢書，本次系列VIII出版4冊專書，包括車站建築與人文藝術1冊、土木工程1冊及工程管理2冊。車站建築與人文藝術專書以信義線車站為題材，其中深獲各界好評的大安森林公園站下凹庭園設計，融合當地環境以綠意、水景、庭園為意象，讓民眾到此搭乘捷運時，能同時體會一場心靈饗宴之旅，也為台北市打造一處心靈地標景點。土木工程專書是以松山線潛盾隧道工法穿越台鐵及高鐵下方工程技術為題材，詳實紀錄捷運潛盾隧道於地中鑿除台鐵、高鐵擋土設施，於施工前進行詳細的規劃設計考量與施工中所採取的施工技術。

工程管理專書2冊分別為工程品質管理及工程技術文件管理。工程品質管理實務介紹臺北捷運工程品質管理發展及實務運作，摘述總顧問時期品質管理機制及後續發展成本局現行內部控制與ISO9001品管整合後的管理制度，以及規範捷運廠商品質管理、工程單位監造、稽查與查驗的運作。工程技術文件管理實務則介紹本局技術文件保存管理作業成功的關鍵因素，透過程序書制定在工程文件形成的環節上，規範作業人員需進行數位化的文件提送，並輔以技術文件管理中心（PDCC）的催收與檢核機制，來確保文件的完整與正確。

回顧本局為了興建臺北捷運，聚集全臺灣最好的土木、機電與工程各領域的專業人才。歷經多年實務淬鍊，在邁向成立30週年之時，將累積的專業知識、經驗和技能集結成冊，分享工程界先進與傳承後進同仁。在此謹向參與本次撰稿及提供資料的同仁、細部設計顧問公司、營建廠商工程師，以及負責內容審查的委員們，於公忙之餘戮力完成，致上最誠懇的謝忱。

局長

周禮良

目錄

序	i
目錄	ii
圖目錄	iv
表目錄	viii
照片目錄	x
第一章 緒論	1
第一節 工程概述	1
第二節 地中除樁段之工程地質條件	7
第二章 細設階段調查與設計成果概述	11
第一節 細設階段之調查成果	11
第二節 地中除樁之細部設計成果	14
第三章 施工階段之確認探查與成果	15
第一節 地球物理探查與成果	15
第二節 磁力探查與成果	24
第三節 鑽孔探查與成果	37
第四章 水平鑽孔探查及D.P.工法地盤改良	57
第一節 探查及地盤改良工法評估與規劃	57
第二節 水平探查及地盤改良施工與管理	65
第三節 水平探查及地盤改良成果與驗證	86
第四節 由先行隧道執行再探查與補強灌漿	115
第五章 潛盾掘進與地中切樁施工	135
第一節 調整掘進規劃	135
第二節 地中鑿除SMW施工規劃	142
第三節 地中鑿除SMW施工紀實	169
第六章 自動監測與數值分析	199
第一節 自動化監測系統運用說明	199
第二節 自動化監測作業規劃	199
第三節 鄰高鐵近接施工及監測回饋管控	204
第四節 鄰臺鐵近接施工及監測回饋管控	225
第七章 結論與建議	235
第一節 竣工圖籍	235



第二節	地球物理探查	235
第三節	地盤改良.....	236
第四節	地中開艙作業	236
第五節	自動監測系統	237
附錄一	CG290標特定條款-高技術工程項目說明及施工應注意事項表(摘要)	239
附錄二	DG166設計標潛盾隧道穿越臺鐵高鐵隧道擋土設施評估報告	243
附錄三	斜向鑽孔探查作業用主要機具	255
附錄四	水平式鑽孔探查及D.P.工法地盤改良相關資料.....	259
參考文獻		303
編撰小組人員		305
誌謝		307

圖目錄

圖1-1-1	臺北捷運第二階段路網建設之松山線全線平面示意圖	1
圖1-1-2	CG590A區段標路線平面與工程縱剖面示意圖	2
圖1-1-3	CG290子施工標潛盾隧道工程範圍平面示意圖	3
圖1-1-4	CG290子施工標潛盾隧道路線配置及與臺鐵/高鐵箱型隧道相對位置平面圖	4
圖1-1-5	CG290子施工標北門站工程範圍平面示意圖	4
圖1-1-6	CG290子施工標北門站工程範圍橫剖面示意圖	5
圖1-1-7	捷運潛盾隧道與臺鐵/高鐵隧道間關係位置橫斷面示意圖	6
圖1-1-8	臺鐵明挖覆蓋隧道開挖支撐剖面圖（竣工圖）	6
圖1-2-1	施工階段補充鑽孔調查（編號CH-1～CH-6）之孔位及地層分布概況圖	8
圖1-2-2	潛盾隧道工程範圍縱剖面及地質狀況示意圖	9
圖1-2-3	CG290施工標地下水位及水壓分佈圖	10
圖2-1-1	竣工圖GT-1一般說明及圖例	11
圖2-1-2	竣工圖GT-85.3北門段及5.2洛陽段施工順序示意圖	12
圖2-1-3	萬板專案第二次變更竣工圖（40/98）－捷運路線範圍內	12
圖2-1-4	萬板專案第二次變更設計圖（40/98）－捷運路線範圍外	13
圖2-1-5	臺鐵明挖覆蓋箱型隧道內透地雷達測線佈設橫斷面位置	13
圖3-1-1	地下擋土結構調查作業流程圖	16
圖3-1-2	臺鐵隧道內透地雷達測線平面位置圖	18
圖3-1-3	臺鐵隧道內透地雷達測線斷面位置圖	18
圖3-1-4	臺鐵/高鐵中間柱及SMW內H型鋼鑽孔探測示意圖	19
圖3-1-5	臺鐵/高鐵地電阻探測測線佈設示意圖	19
圖3-1-6	路面試掘施工階段平面示意圖	20
圖3-1-7	路面試掘施工區域立面示意圖	20
圖3-2-1	中華路沿線磁力探測區域平面示意圖	24
圖3-2-2	磁力探測流程規劃概念圖	25
圖3-2-3	特定時期地球磁場強度分佈圖	26
圖3-2-4	不同材質對磁力敏感性的差異範圍比較	27
圖3-2-5	地磁探測用於考古之探查案例	27
圖3-2-6	地磁探測用於鐵磁性物質之探查案例	28
圖3-2-7	現場磁力探測區域（磁力場施測點）示意圖（十字點區域）	31
圖3-2-8	磁力探測區域現況圖	32



圖3-2-9	磁力探測成果圖（磁場強度）	33
圖3-2-10	磁力探測成果圖（磁場梯度）	33
圖3-2-11	磁力場陰影圖（圖中紅十字為異常區）	34
圖3-2-12	磁力梯度陰影圖（紅十字為異常區）	35
圖3-2-13	三維梯度圖（圖中藍色高峰為異常區）	35
圖3-2-14	三維磁力強度圖（圖中高峰為異常區）	36
圖3-3-1	臺鐵/高鐵隧道與捷運潛盾隧道之相對位置（竣工圖）	37
圖3-3-2	臺鐵/高鐵隧道竣工圖中SMW擋土排樁剖	41
圖3-3-3	高鐵隧道竣工圖中有關SMW擋土排樁加勁材之標示圖	42
圖3-3-4	臺鐵隧道SMW障礙物斜向鑽孔探查施工孔位佈設圖	43
圖3-3-5	臺鐵隧道SMW障礙物斜向鑽孔探查施工孔位佈設剖面圖	44
圖3-3-6	臺鐵隧道SMW障礙物鑽孔探查施工步驟圖	45
圖4-1-1	臺鐵/高鐵明挖覆蓋隧道與捷運上、下行潛盾隧道界面示意圖	57
圖4-1-2	水平向鑽孔探查目標區域剖面示意圖	58
圖4-1-3	水平式鑽孔探查、灌漿之孔位配置橫斷面圖	62
圖4-1-4	水平式鑽孔探查、灌漿之孔位配置縱斷面圖	63
圖4-1-5	水平式二重管雙環塞地盤改良施工斷面圖（C-E、C-W工作井）	64
圖4-2-1	C井工區於中華路上之圍籬範圍平面圖	65
圖4-2-2	水平鑽孔精度控制機制示意圖	66
圖4-2-3	C井工區施工項目、範圍及與台/高鐵隧道間之相對位置平面示意圖	67
圖4-2-4	水平式二重管雙環塞鑽探、灌漿施工流程圖	68
圖4-2-5	水平式二重管雙環塞灌漿各列施工順序圖	69
圖4-2-6	水平式二重管雙環塞鑽探、灌漿施工步驟說明圖（1）	70
圖4-2-7	水平式二重管雙環塞鑽探、灌漿施工步驟說明圖（2）	71
圖4-2-8	水平式二重管雙環塞鑽探、灌漿施工步驟說明圖（3）	72
圖4-2-9	水平式二重管雙環塞鑽探、灌漿施工步驟說明圖（4）	73
圖4-2-10	水平式二重管雙環塞鑽探、灌漿施工步驟說明圖（5）	74
圖4-2-11	水平鑽探、取樣過程中取得SMPW殘留H型鋼樣品之孔位分佈斷面圖	75
圖4-2-12	第一階段水平式鑽探之A列孔位分佈與取樣結果平面圖	76
圖4-2-13	第一階段水平式鑽探之B列孔位分佈與取樣結果平面圖	77
圖4-2-14	第一階段水平式鑽探之C列孔位分佈與取樣結果平面圖	78
圖4-2-15	第一階段水平式鑽探之D列孔位分佈與取樣結果平面圖	79
圖4-2-16	水平式二重管雙環塞地盤改良施工平面圖（A、B、E、F、I、J、M、N列部分）	81
圖4-2-17	水平式二重管雙環塞地盤改良施工平面圖（C、D、G、H、K、L列部分）	82
圖4-2-18	水平式二重管雙環塞地盤改良施工斷面圖（C-W工作井部分）	83
圖4-2-19	水平式二重管雙環塞地盤改良施工斷面圖（C-E工作井部分）	84
圖4-3-1	C-E工作井水平式透水試驗位置斷面圖	87
圖4-3-2	C-E工作井水平式透水試驗位置平面圖	88
圖4-3-3	C-W工作井水平式透水試驗位置斷面圖	89
圖4-3-4	C-W工作井水平式透水試驗位置平面圖	90

圖4-4-1	上行隧道特殊環片安裝及對下行線鑽探、試水與補強灌漿施工平面圖	116
圖4-4-2	以上行隧道特殊環片對下行線鑽探、試水與補強灌漿施工斷面圖	118
圖4-4-3	由上行線第96環對下行線SMW加勁H型鋼實施短距水平鑽孔探查斷面圖（1）	119
圖4-4-4	由上行線第96環對下行線SMW加勁H型鋼實施短距水平鑽孔探查斷面圖（2）	120
圖4-4-5	由上行線第96環對下行線SMW加勁H型鋼實施短距水平鑽孔探查斷面圖（3）	121
圖4-4-6	由上行線第96環對下行線SMW加勁H型鋼實施短距水平鑽孔探查斷面圖（4）	122
圖4-4-7	由上行線第96環對下行線SMW加勁H型鋼實施短距水平鑽孔探查斷面圖（5）	123
圖4-4-8	由上行線第96環對下行線SMW加勁H型鋼實施短距水平鑽孔探查斷面圖（6）	124
圖4-4-9	由上行線第96環對下行線SMW加勁H型鋼實施短距水平鑽孔探查斷面圖（7）	125
圖4-4-10	由上行線第96環對下行線SMW加勁H型鋼實施短距水平鑽孔探查斷面圖（8）	126
圖4-4-11	由上行線第96環對下行線SMW加勁H型鋼實施短距水平鑽孔探查斷面圖（9）	127
圖4-4-12	由上行線第96環對下行線SMW加勁H型鋼實施短距水平鑽孔探查斷面圖（10）	128
圖4-4-13	鑽孔之水平向投影長度、H型鋼可能存在位置及預定停機點平面位置圖	129
圖5-1-1	CG290子施工標潛盾掘進施工流程圖	136
圖5-1-2	增設灌漿孔之特殊R.C.預鑄環片（A型片）	137
圖5-1-3	增設灌漿孔之特殊R.C.預鑄環片配置圖	138
圖5-2-1	潛盾機各階段停機位置圖	143
圖5-2-2	潛盾機第一階段停機除樁作業位置圖	144
圖5-2-3	潛盾機第二階段停機除樁作業位置圖	145
圖5-2-4	潛盾機第三階段停機除樁作業位置圖	146
圖5-2-5	潛盾機第四階段停機除樁作業位置圖	147
圖5-2-6	潛盾機第五階段停機除樁作業位置圖	148
圖5-2-7	潛盾機第六階段停機除樁作業位置圖	149
圖5-2-8	潛盾機第七階段停機除樁作業位置圖	150
圖5-2-9	地中除樁各階段施工作業流程圖	151
圖5-2-10	前置作業-試水確認計劃圖	154
圖5-2-11	機內作業-試水確認計劃圖（1）	155
圖5-2-12	機內作業-試水確認計劃圖（2）	156
圖5-2-13	機內作業-試水確認計劃圖（3）	157
圖5-2-14	土艙內開挖概要圖（第四階段）	158
圖5-2-15	噴凝土噴覆施工概要圖（第四階段）	159
圖5-2-16	土艙外開挖概要圖（第四階段）	160
圖5-2-17	SMW殘留H型鋼切除作業概要圖（第四階段）	161
圖5-2-18	加泥材充填作業概要圖（第四階段）	162
圖5-3-1	地中切除H型鋼障礙-第一階段作業彙整圖	195
圖5-3-2	地中切除H型鋼障礙-第二階段作業彙整圖	196
圖5-3-3	地中切除H型鋼障礙-第三階段作業彙整圖	197
圖5-3-4	地中切除H型鋼障礙-第四階段作業彙整圖	198
圖6-2-1	臺/高鐵隧道內監測系統配置圖	200
圖6-3-1	C-E/C-W工作井連續壁單元分割圖	204



圖6-3-2	連續壁、地中版、封底灌漿及RJP+SL灌漿高鐵沉陷剖面圖	205
圖6-3-3	C-E/C-W工作井地盤改良配置詳圖（一）	206
圖6-3-4	C-E/C-W工作井地盤改良配置詳圖	206
圖6-3-5	C-W井地盤改良剖面圖	207
圖6-3-6	C-E井地盤改良剖面圖	207
圖6-3-7	C-E/C-W井第1至7階開挖支撐期間高鐵北側結構沉陷剖面圖	209
圖6-3-8	C-E/C-W井第1至7階開挖支撐期間高鐵南側結構沉陷剖面圖	209
圖6-3-9	高鐵鏡面水平灌漿範圍示意圖	210
圖6-3-10	水平二重管複相灌漿期間高鐵北側沉陷剖面圖	211
圖6-3-11	水平二重管複相灌漿期間高鐵南側沉陷剖面圖	211
圖6-3-12	水平二重管複相灌漿量與高鐵結構沉陷變化圖	212
圖6-3-13	水平二重管複相灌漿期間景美層水位變化圖	213
圖6-3-14	水平DP灌漿配置立面圖	214
圖6-3-15	水平DP灌漿配置平面圖	214
圖6-3-16	水平DP灌漿期間高鐵北側結構沉陷剖面圖	215
圖6-3-17	水平DP灌漿期間高鐵南側結構沉陷剖面圖	215
圖6-3-18	水平DP灌漿期間高鐵北側沉陷與每日灌漿量關係圖	216
圖6-3-19	水平DP灌漿期間高鐵南側沉陷與每日灌漿量關係圖	216
圖6-3-20	水平DP灌漿期間景美層水位變化	217
圖6-3-21	上行隧道穿越臺/高鐵期間高鐵北側結構沉陷剖面變化圖	218
圖6-3-22	上行隧道穿越臺/高鐵期間高鐵南側結構沉陷剖面變化圖	218
圖6-3-23	下行隧道穿越臺/高鐵期間高鐵北側結構沉陷剖面變化圖	219
圖6-3-24	下行隧道穿越臺/高鐵期間高鐵南側結構沉陷剖面變化圖	220
圖6-3-25	上下行隧道穿越臺高鐵期間高鐵北側結構沉陷變化圖	221
圖6-3-26	上下行隧道穿越臺高鐵期間高鐵南側結構沉陷變化圖	222
圖6-3-27	上下行隧道穿越臺高鐵期間景美層水位變化圖	222
圖6-3-28	景美層水位及洩降量與距離關係圖	223
圖6-4-1	鄰近高鐵隧道側之水位變化圖	226
圖6-4-2	各施工階段連續壁側向位移變化圖（1）	227
圖6-4-3	各施工階段連續壁側向位移變化圖（2）	228
圖6-4-4	連續壁鋼筋應力變化圖	229
圖6-4-5	支撐軸力變化圖	230
圖6-4-6	臺鐵隧道北側桿式沉陷計沉陷變化圖	231
圖6-4-7	臺鐵隧道南側桿式沉陷計沉陷變化圖	232
圖6-4-8	電子式傾斜計傾斜量變化圖	233

表目錄

表1-1-1	CG290子施工標之主要工程綜整一覽表	3
表1-2-1	補充地質調查鑽孔：CH-1～CH-6地層分佈簡表	7
表1-2-2	土層簡化參數表（施工階段）	7
表3-1-1	地下擋土結構調查項目及數量表	22
表3-2-1	磁力異常點	32
表3-3-1	臺鐵隧道SMW障礙物鑽孔探查孔數表	38
表3-3-2	臺鐵隧道SMW障礙物斜向鑽孔探查施工時程統計表	39
表3-3-3	臺鐵隧道SMW障礙物鑽孔探查施作人力配置表（2台鑽機施作）	39
表3-3-4	臺鐵隧道SMW障礙物斜向鑽孔探查施工主要機具設備表	39
表3-3-5	臺鐵隧道SMW障礙物探查孔回填材標準配比	40
表3-3-6	臺鐵隧道SMW障礙物探查用鑽孔狀況地質紀錄表	46
表3-3-7	臺鐵隧道外側SMW障礙物探查用鑽孔日報表	47
表4-1-1	水平式二重管雙環塞灌漿時程規劃表	59
表4-1-2	水平式二重管雙環塞灌漿施工人力規劃表	59
表4-1-3	水平式二重管雙環塞灌漿需用機具設備表	60
表4-1-4	（管外封堵及一次灌注用）C.B.漿配合比例表	60
表4-1-5	（黏土層之二次及三次灌注用）C.B.漿配合比例表	61
表4-1-6	（粉土層之二次及三次灌注用）S.L.化學藥液配合比例表	61
表4-2-1	水平式二重管雙環塞灌漿施工參數	66
表4-2-2	水平式二重管雙環塞灌漿－施工總數量統計表	80
表4-2-3	水平式二重管雙環塞灌漿－設計灌漿量統計表	80
表4-2-4	水平式二重管雙環塞灌漿－各土層之實際注入量統計表	80
表4-2-5	設計灌漿量與實際灌漿量比較表	85
表4-3-1	水平式現場透水試驗結果統計表	91
表4-3-2	孔號CWT-1（於孔號D4、D5、E4交會處）單軸抗壓試驗結果	91
表4-3-3	孔號CWT-2（於孔號D11、D12、E11交會處）單軸抗壓試驗結果	91
表4-4-1	二重管複合灌漿及水平試水施工數量統計表	117
表5-1-1	施工中緊急狀況模擬及應對方案表	141
表5-2-1	潛盾機停機位置及H型鋼切除範圍一覽表	142
表5-2-2	地中障礙物排除作業數量統計表	163
表5-2-3	地中障礙物排除作業使用機具及設備統計表	163



表5-2-4	地中除樁緊急狀況處置演練劇本（例）	165
表6-2-1	監測儀器數量、監測目的及頻率一覽表	199
表6-2-2	高鐵隧道自動化監測管理值	201
表6-2-3	臺鐵隧道自動化監測管理值	202
表6-2-4	施工階段高鐵隧道角變量影響評估表	203
表6-3-1	高鐵設施監測結果與管理值之比較	224
表6-3-2	各工項施工對高鐵沉陷之影響	224

照片目錄

照片3-1-1	臺鐵隧道擋土設施（SMW排樁）位置確認試挖.....	21
照片3-1-2	臺鐵隧道擋土設施（SMW排樁）位置確認RIP探測用管埋設.....	21
照片3-1-3	臺鐵/高鐵隧道間擋土設施（SMW排樁）加勁H型鋼部份挖出（1）.....	22
照片3-2-1	GEM GSM-19Magnetometers磁力探測儀及現場執行狀況.....	28
照片3-2-2	磁力探測施作區域地貌.....	29
照片3-2-3	夜間進行磁力探查施工實況（1）.....	29
照片3-2-4	夜間進行磁力探查施工實況（2）.....	30
照片3-2-5	夜間進行磁力探查施工實況（3）.....	30
照片3-3-1	臺鐵隧道SMW障礙物斜向鑽孔探查－管線試挖、迴漿槽開挖.....	48
照片3-3-2	臺鐵隧道SMW障礙物斜向鑽孔探查－鑽機定位.....	48
照片3-3-3	臺鐵隧道SMW障礙物斜向鑽孔探查－鑽機定位檢核.....	49
照片3-3-4	臺鐵隧道SMW障礙物斜向鑽孔探查－鑽桿接續後角度再檢核.....	49
照片3-3-5	臺鐵隧道SMW障礙物斜向鑽孔探查－鑽孔深度檢核.....	50
照片3-3-6	臺鐵隧道SMW障礙物斜向鑽孔探查－觀測套管置入.....	50
照片3-3-7	臺鐵隧道SMW障礙物斜向鑽孔探查－傾斜計置入觀測套管.....	51
照片3-3-8	臺鐵隧道SMW障礙物斜向鑽孔探查－鑽孔傾斜度量測（1）.....	51
照片3-3-9	臺鐵隧道SMW障礙物斜向鑽孔探查－鑽孔傾斜度量測（2）.....	52
照片3-3-10	臺鐵隧道SMW障礙物斜向鑽孔探查－鑽孔傾斜度量測（3）.....	52
照片3-3-11	臺鐵隧道SMW障礙物斜向鑽孔探查－傾斜旋鑽施工實況（1）.....	53
照片3-3-12	臺鐵隧道SMW障礙物斜向鑽孔探查－傾斜旋鑽施工實況（2）.....	53
照片3-3-13	臺鐵隧道SMW障礙物斜向鑽孔探查－施工過程會勘.....	54
照片3-3-14	臺鐵隧道SMW障礙物斜向鑽孔探查－鑽孔回填作漿場.....	54
照片3-3-15	臺鐵隧道SMW障礙物斜向鑽孔探查－鑽孔回填作業.....	55
照片3-3-16	臺鐵隧道SMW障礙物斜向鑽孔探查－取出擋土樁體.....	55
照片4-2-1	水平向鑽探及地盤改良－工作台架材料進場.....	93
照片4-2-2	水平向鑽探及地盤改良－工作台架搭設施工.....	93
照片4-2-3	水平向鑽探及地盤改良－工作井底部設施.....	94
照片4-2-4	水平向鑽探及地盤改良－機具進場、整備（1）.....	94
照片4-2-5	水平向鑽探及地盤改良－機具進場、整備（2）.....	95
照片4-2-6	水平向鑽探及地盤改良－使用機具（低壓流量、壓力記錄計）.....	95
照片4-2-7	水平向鑽探及地盤改良－使用機具（灌漿管路分流器）.....	96



照片4-2-8	水平向鑽探及地盤改良－使用機具（ACR-4藥液自動混拌機）	96
照片4-2-9	水平向鑽探及地盤改良－使用機具（HFV-4HS灌漿泵浦）	97
照片4-2-10	水平向鑽探及地盤改良－使用機具（二連式水泥系漿液攪拌機）	97
照片4-2-11	水平向鑽探及地盤改良－使用機具（S.L.反應劑儲存槽）	98
照片4-2-12	水平向鑽探及地盤改良－使用機具（鑽機用油壓泵浦）	98
照片4-2-13	水平向鑽探及地盤改良－使用機具（發電機、儲水槽、抽水泵浦）	99
照片4-2-14	水平向鑽探及地盤改良－使用機具（鑽機用油壓泵浦）	99
照片4-2-15	水平向鑽探及地盤改良－使用機具（各式套管及鑽桿）	100
照片4-2-16	水平向鑽探及地盤改良－使用材料（D.P.工法用灌漿外管）	100
照片4-2-17	水平向鑽探及地盤改良－使用材料（孔口止水用封堵囊）	101
照片4-2-18	水平向鑽探及地盤改良－使用材料（套管及相關配件組合模型）	101
照片4-2-19	水平向鑽探及地盤改良－施工過程（試水孔止水閘板安裝）	102
照片4-2-20	水平向鑽探及地盤改良－施工過程（連續壁界面試水孔鑽設）	102
照片4-2-21	水平向鑽探及地盤改良－施工過程（連續壁界面試水及補強灌漿）（1）	103
照片4-2-22	水平向鑽探及地盤改良－施工過程（連續壁界面試水及補強灌漿）（2）	103
照片4-2-23	水平向鑽探及地盤改良－施工過程（孔位測設及支架定位）	104
照片4-2-24	水平向鑽探及地盤改良－施工過程（鑽機支架定位、安裝）	104
照片4-2-25	水平向鑽探及地盤改良－施工過程（連續壁鑽鑿施工）	105
照片4-2-26	水平向鑽探及地盤改良－施工過程（鑽探及埋管施工）（1）	105
照片4-2-27	水平向鑽探及地盤改良－施工過程（鑽探及埋管施工）（2）	106
照片4-2-28	水平向鑽探及地盤改良－施工過程（灌漿外管埋設）（1）	106
照片4-2-29	水平向鑽探及地盤改良－施工過程（灌漿外管埋設）（2）	107
照片4-2-30	水平向鑽探及地盤改良－施工過程（外管封堵材灌注）（1）	107
照片4-2-31	水平向鑽探及地盤改良－施工過程（外管封堵材灌注）（2）	108
照片4-2-32	水平向鑽探及地盤改良－施工過程（地盤改良第一次灌漿）（1）	108
照片4-2-33	水平向鑽探及地盤改良－施工過程（地盤改良第一次灌漿）（2）	109
照片4-2-34	水平向鑽探及地盤改良－施工過程（地盤改良第二次灌漿）（1）	109
照片4-2-35	水平向鑽探及地盤改良－施工過程（地盤改良第二次灌漿）（2）	110
照片4-2-36	第一階段水平式鑽探之B列取出型鋼本體樣品（1）	110
照片4-2-37	第一階段水平式鑽探之B列取出型鋼本體樣品（2）	111
照片4-2-38	第一階段水平式鑽探之C列取出型鋼本體樣品	111
照片4-2-39	第一階段水平式鑽探之D列取出型鋼本體樣品	112
照片4-2-40	第一階段水平式鑽探之B10孔取出型鋼樣品與排列位置模擬	112
照片4-3-1	工程階段檢討會議實況（1）	113
照片4-3-2	工程階段檢討會議實況（2）	113
照片4-3-3	工程階段檢討會議－100/02/28簡報資料例（1）	114
照片4-3-4	工程階段檢討會議－100/02/28簡報資料例（2）	114
照片4-4-1	上行隧道內對下行隧道障礙區試水及補灌漿－機具整備（1）	130
照片4-4-2	上行隧道內對下行隧道障礙區試水及補灌漿－機具整備（2）	130
照片4-4-3	上行隧道內對下行隧道障礙區試水及補灌漿－機具整備（3）	131

照片4-4-4	上行隧道內對下行隧道障礙區試水及補灌漿－止水閘安裝及鑽孔	131
照片4-4-5	上行隧道內對下行隧道障礙區試水及補灌漿－油壓鑽機安裝	132
照片4-4-6	上行隧道內對下行隧道障礙區試水及補灌漿－工區佈置	132
照片4-4-7	上行隧道內對下行隧道障礙區試水及補灌漿－油壓鑽機鑽孔作業	133
照片4-4-8	上行隧道內對下行隧道障礙區試水及補灌漿－補強灌漿作業	133
照片4-4-9	上行隧道內對下行隧道障礙區試水及補灌漿－鑽孔試水作業（1）	134
照片4-4-10	上行隧道內對下行隧道障礙區試水及補灌漿－鑽孔試水作業（2）	134
照片5-1-1	隧道內增設阻絕閘門實況	142
照片5-2-1	地中除樁施工前緊急演練－隔艙閘門關閉（1）	166
照片5-2-2	地中除樁施工前緊急演練－隔艙閘門關閉（2）	166
照片5-2-3	地中除樁施工前緊急演練－人員撤出土艙	167
照片5-2-4	地中除樁施工前緊急演練－緊急灌漿設備安裝	167
照片5-2-5	地中除樁施工前緊急演練－大地技師公會現場勘查	168
照片5-2-6	地中除樁施工前緊急演練－各相關單位人員現場勘查（1）	168
照片5-2-7	地中除樁施工前緊急演練－各相關單位人員現場勘查（2）	169
照片5-3-1	地中切除H型鋼障礙－前置作業（101/05/19灌漿機具進場整備）	170
照片5-3-2	地中切除H型鋼障礙－前置作業（101/05/20灌漿材料整備）	170
照片5-3-3	地中切除H型鋼障礙－前置作業（101/05/20試水機具整備）	171
照片5-3-4	地中切除H型鋼障礙－前置作業（101/05/21機前鑽孔試水作業）	171
照片5-3-5	地中切除H型鋼障礙－前置作業（101/05/22機前鑽孔試水作業）	172
照片5-3-6	地中切除H型鋼障礙－前置作業（101/05/22隧道內鋼隔牆安裝）	172
照片5-3-7	地中切除H型鋼障礙－前置作業（101/05/23機前鑽孔試水、補充灌漿）	173
照片5-3-8	地中切除H型鋼障礙－前置作業（101/05/24各相關單位人員現場勘查）	173
照片5-3-9	地中切除H型鋼障礙－前置作業（101/05/25開艙前祈福儀式）	174
照片5-3-10	地中切除H型鋼障礙－第一階段作業（101/05/25開啟人孔閘門）	174
照片5-3-11	地中切除H型鋼障礙－第一階段作業（101/05/25土艙內實況）	175
照片5-3-12	地中切除H型鋼障礙－第一階段作業（101/05/26土艙內開挖）	175
照片5-3-13	地中切除H型鋼障礙－第一階段作業（101/05/26開挖裸露面噴凝土被覆）	176
照片5-3-14	地中切除H型鋼障礙－第一階段作業（101/05/26第一支型鋼殘體）	176
照片5-3-15	地中切除H型鋼障礙－第一階段作業（101/05/26第1支型鋼斷面仰視）	177
照片5-3-16	地中切除H型鋼障礙－第一階段作業（101/05/27型鋼周邊鑿除、開挖）	177
照片5-3-17	地中切除H型鋼障礙－第一階段作業（101/05/27型鋼殘體實況）	178
照片5-3-18	地中切除H型鋼障礙－第一階段作業（101/05/27灌漿外管殘體實況）	178
照片5-3-19	地中切除H型鋼障礙－第一階段作業（101/05/27型鋼尺寸確認）	179
照片5-3-20	地中切除H型鋼障礙－第一階段作業（101/05/27第1～3支型鋼並列實況）	179
照片5-3-21	地中切除H型鋼障礙－第一階段作業（101/05/27第1～3支型鋼切除）	180
照片5-3-22	地中切除H型鋼障礙－第一階段作業（101/05/27第1～3支型鋼地中併列實況） ..	180
照片5-3-23	地中切除H型鋼障礙－第一階段作業（101/05/27作業主管型鋼位置確認草圖） ..	181
照片5-3-24	地中切除H型鋼障礙－第一階段作業（101/05/27作業完畢關閉人孔閘門）	181
照片5-3-25	地中切除H型鋼障礙－停機後鑽孔試水作業（101/05/29）	182



照片5-3-26	地中切除H型鋼障礙—停機後補充灌漿作業（101/05/28）	182
照片5-3-27	地中切除H型鋼障礙—作業區通風換氣（101/05/31）	183
照片5-3-28	地中切除H型鋼障礙—土渣乘裝運棄（101/05/31）	183
照片5-3-29	地中切除H型鋼障礙—鋼製隔牆與出入人員管制（101/05/31）	184
照片5-3-30	地中切除H型鋼障礙—第二階段作業H型鋼位置圖（101/05/31）	184
照片5-3-31	地中切除H型鋼障礙—第二階段作業停機位置圖（101/05/31）	185
照片5-3-32	地中切除H型鋼障礙—第3、4支型鋼排列實況（101/06/01）	185
照片5-3-33	地中切除H型鋼障礙—本局主管人員不定時巡視查核施工狀況（101/06/01）	186
照片5-3-34	地中切除H型鋼障礙—第4~6支型鋼併列實況（101/06/02）	186
照片5-3-35	地中切除H型鋼障礙—第6~8支型鋼併列實況（101/06/07）	187
照片5-3-36	地中切除H型鋼障礙—第6~8支型鋼切除後實況（101/06/08）	187
照片5-3-37	地中切除H型鋼障礙—第6~10支型鋼切除後實況（101/06/09）	188
照片5-3-38	地中切除H型鋼障礙—第四階段開艙前補充灌漿（101/06/11）	188
照片5-3-39	地中切除H型鋼障礙—第10~12支型鋼併列實況（101/06/15）	189
照片5-3-40	地中切除H型鋼障礙—第11支型鋼切除作業（101/06/16）	189
照片5-3-41	地中切除H型鋼障礙—第11支型鋼切除後斷面（101/06/16）	190
照片5-3-42	地中切除H型鋼障礙—開挖裸露面被覆噴凝土實況（101/06/16）	190
照片5-3-43	地中切除H型鋼障礙—鑽穿第12支型鋼對前端3m再次確認（101/06/16）	191
照片5-3-44	地中切除H型鋼障礙—第10、11支型鋼間SMW樁體（101/06/16）	191
照片5-3-45	地中切除H型鋼障礙—第12支型鋼切除完畢後關閉人孔閘門（101/06/16）	192
照片5-3-46	地中切除H型鋼障礙—隧道內小型噴凝土機組（101/06/16）	192
照片5-3-47	地中切除H型鋼障礙—同一鑽孔貫穿3支型實況（101/06/09）	193
照片5-3-48	地中切除H型鋼障礙—隧道內作業要項揭示牌（101/06/16）	193
照片5-3-49	地中切除H型鋼障礙—隧道內作業狀況及進程揭示牌（101/06/16）	194