

## 圖目錄

圖 2-1	潛盾施工作業循環示意圖.....	167
圖 2-2	初期掘進期間假環片推出機殼.....	168
圖 2-3	初期掘進潛盾機發進挖掘進入地盤改良區.....	168
圖 2-4	開放式潛盾機.....	169
圖 2-5	擠壓式潛盾機.....	170
圖 2-6	土壓平衡式潛盾機.....	170
圖 2-7	加泥土壓平衡式潛盾機.....	171
圖 2-8	泥水式潛盾機.....	171
圖 2-9	土壤粒徑分佈與潛盾機適用範圍.....	172
圖 2-10	各形式潛盾機與其適用地質.....	173
圖 2-11	液態氮(LN <sub>2</sub> )凍結工法.....	174
圖 2-12	鹽水(Brine)凍結工法.....	175
圖 2-13	冷凍液(Brine)方式凍結循環示意圖.....	176
圖 2-14	單管式凍結管.....	177
圖 2-15	二重管式凍結管.....	178
圖 2-16	限定管式凍結管.....	179
圖 2-17	鑽孔式凍結管.....	180
圖 2-18	垂直測溫管.....	181
圖 2-19	水平測溫管.....	182
圖 2-20	灌漿材料之分類.....	183
圖 2-21	高壓噴射灌漿噴嘴.....	184
圖 2-22	高壓噴射灌漿工法施工順序.....	185
圖 2-23	Superjet 改良土固結樁體.....	186
圖 2-24	灌漿二重管.....	187
圖 2-25	Superjet-Midi 適用範圍.....	188
圖 2-26	Superjet-Midi 工法施工設備標準配置圖.....	189
圖 2-27	Superjet-Midi 之施工順序.....	190
圖 2-28	降水工法示意圖.....	191
圖 2-29	黏土層受擾動產生之壓密.....	192
圖 2-30	傳統鏡面破除流程.....	193
圖 2-31	潛盾機到達將破除之鏡面.....	194
圖 2-32	鏡面止水成果確認作業.....	194
圖 2-33	鏡面破除作業.....	195
圖 2-34	安裝潛盾鏡面框.....	195
圖 2-35	安裝鏡面止水墊圈及逆止鋼蹠片.....	196
圖 2-36	潛盾機穿越地盤改良區至到達井.....	196

圖 2-37	隔艙面板示意圖.....	197
圖 2-38	鏡面凍結工法.....	198
圖 2-39	CP261 標雙重鏡面工法施工示意圖.....	199
圖 2-40	香港潛盾使用 GFRP 鋼筋籠之案例.....	200
圖 2-41	曼谷捷運 GFRP 纖維筋鋼筋籠.....	201
圖 2-42	英國高鐵 CTRL 使用之 GFRP 複合鋼筋籠 / 吊放鋼筋籠情形.....	201
圖 2-43	英國高鐵 CTRL 之 GFRP 連續壁破鏡預先試驗.....	202
圖 2-44	英國高鐵 CTRL 之 TBM 切削 GFRP 連續壁情形.....	203
圖 2-45	強化纖維格網.....	204
圖 2-46	各種類強化纖維格網與鋼筋之應力應變圖.....	204
圖 2-47	強化纖維格網應用於潛盾隧道工程.....	205
圖 2-48	強化纖維格網與鋼筋搭接之複合鋼筋籠.....	205
圖 2-49	潛盾機切削強化纖維格網連續壁示意圖.....	206
圖 2-50	強化纖維格網連續壁用於潛盾出發破鏡作業施工示意圖.....	207
圖 2-51	強化纖維格網連續壁用於潛盾到達破鏡作業施工示意圖.....	208
圖 2-52	強化碳纖維束 (Carbon Fiber Cables) 細部照片.....	209
圖 2-53	預鑄之模版 (H 型鋼 + 強化碳纖維束 + 輕質混凝土).....	210
圖 2-54	碳纖維筋連續壁應用於潛盾隧道工程示意圖.....	211
圖 2-55	將碳纖維筋模版至入連續壁槽溝中.....	212
圖 3-1	美國華盛頓都會區地下鐵延伸線工程平面圖.....	213
圖 3-2	F3a 標隧道沿線之土層剖面及施工造成之土層位移.....	214
圖 3-3	捷運網路圖.....	215
圖 3-4	環片更換示意圖.....	216
圖 3-5	地面沈陷之坑洞.....	216
圖 3-6	Kingston-upon-Hull 下水道隧道工程位置圖.....	217
圖 3-7	Kingston-upon-Hull 下水道隧道工程地層剖面圖.....	217
圖 3-8	地表因地盤流失而出現的坑洞.....	218
圖 3-9	另外開工作井移除潛盾機.....	218
圖 3-10	劍橋大學施作離心機試驗.....	219
圖 3-11	Bucharest 捷運網路圖.....	220
圖 3-12	Bucharest 捷運 Line 4 延伸線隧道工程 地層剖面圖.....	220
圖 3-13	Bucharest 捷運 Line 4 延伸線隧道工程.....	221
圖 3-14	環片間有裂縫存在，某部分甚至損毀.....	221
圖 3-15	車站與隧道口結構受損.....	222
圖 4-1	台北捷運新店線 CH218 標位置平面圖.....	223
圖 4-2	建築物保護示意圖.....	224
圖 4-3	地盤改良前之 SL 化學灌漿保護潛盾機首示意圖.....	224
圖 4-4	潛盾機周圍與盾首以 JSG 灌漿及 SL 灌漿示意圖.....	225
圖 4-5	潛盾機與盾首以間格方式灌入漿液示意圖.....	226
圖 4-6	地質狀況與意外事故發生位置示意圖.....	227

圖 4-7	台北捷運新店線 CH221 標通風豎井位置圖 .....	228
圖 4-8	通風豎井周圍地表沈陷之等高線圖.....	229
圖 4-9	止水灌漿孔位圖.....	230
圖 4-10	凍土防護形狀剖面圖.....	231
圖 4-11	水平凍結階段之凍結管、測溫管位置及凍土範圍.....	232
圖 4-12	通風豎井內隧道口之凍結管配置情形.....	233
圖 4-13	水平凍結管位置之側視及頂視圖.....	234
圖 4-14	更換環片階段之施工.....	235
圖 4-15	台北捷運板橋線 CP261 標工程位置平面圖.....	236
圖 4-16	CP261 標意外事故鏡面漏水處及地表塌陷狀況示意圖.....	237
圖 4-17	CP261 標雙重鏡面工法施工示意圖 .....	238
圖 5-1	捷運板橋線相對位置.....	239
圖 5-2	CD266 上下行隧道以上、下重疊型式與府中站銜接.....	240
圖 5-3	施工沿線之地質剖面圖.....	241
圖 5-4	下行隧道之到達作業順序，施工步驟(1)(2)示意圖.....	242
圖 5-5	下行隧道之到達作業順序，施工步驟(3)(4)示意圖.....	243
圖 5-6	下行隧道之到達作業順序，施工步驟(5)(6)示意圖.....	244
圖 5-7	下行隧道之到達作業順序，施工步驟(7)(8)示意圖.....	245
圖 5-8	下行隧道之到達作業順序，施工步驟(9)(10)示意圖.....	246
圖 5-9	BL01 到達段地盤改良剖面圖.....	247
圖 5-10	BL01 潛盾到達段地盤改良平面圖.....	248
圖 5-11	下行隧道試水位置.....	249
圖 5-12	鏡面鑿除後照片.....	250
圖 5-13	CD266 意外事故造成(a) (b)建築物產生沉陷與傾斜.....	251
圖 5-14	事故發生位置與相關位置圖.....	252
圖 5-15	捷運府中站俯瞰.....	253
圖 5-16	事故發生位置剖面圖.....	254
圖 5-17	第一階段坑內止水示意圖砂包堆疊剖面圖.....	255
圖 5-18	隧道內止水砂包堆積情形.....	256
圖 5-19	接頭滲水處注入急速固結型化學灌漿材料.....	256
圖 5-20	第一階段搶救灌漿平面圖.....	257
圖 5-21	第一階段搶救灌漿剖面圖.....	258
圖 5-22	第二階段搶救灌漿配置圖.....	259
圖 5-23	全斷面堆置袋裝砂包及水泥包 (府中站隧道出口).....	260
圖 5-24	全斷面堆置袋裝砂包及水泥包 (亞東醫院北端工作井下行隧道內).....	260
圖 5-25	隧道兩側砂包及袋裝水泥包堆積情形.....	261
圖 5-26	封堵出水段隧道內灌漿填充示意圖.....	262
圖 5-27	隧道內水平 LW 注入灌漿作業方式.....	263
圖 5-28	鏡面止水灌漿.....	264
圖 5-29	規劃 A 系列灌漿區斷面.....	265
圖 5-30	隧道周邊及鄰近區域之地盤填充灌漿.....	266

圖 5-31	規劃 B 系列灌漿斷面.....	267
圖 5-32	微型樁佈設圖.....	268
圖 5-33	微型樁施作.....	269
圖 5-34	影響建物之警戒區及疏散區示意圖.....	270
圖 5-35	發現流木孔位資料.....	271
圖 5-36	日本 JSG 協會規範建議之 JSG 改良區域.....	272
圖 5-37	日本 JSG 協會 (1986) 規範建議之改良樁徑.....	273
圖 5-38	日本 JJGA 協會 (1988) 規範建議之改良樁徑.....	273
圖 5-39	改良樁徑大小影響改良效果.....	274
圖 5-40 (a)	整體復舊工程施工流程圖.....	275
圖 5-40 (b)	整體復舊工程施工流程圖.....	276
圖 5-41	隧道洞口復原部垂直冷凍管配置圖.....	277
圖 5-42	隧道洞口 A-A 斷面圖.....	278
圖 5-43	垂直冷凍管之埋設順序.....	279
圖 5-44	冷凍管外管傾斜測定作業.....	280
圖 5-45	冷凍工法保溫材包覆作業.....	280
圖 5-46	測溫管內置入測溫端子.....	281
圖 5-47	冷凍工法設備配置圖.....	281
圖 5-48	冷凍工法冷凍液循環圖.....	282
圖 5-49	隧道頂拱砂包清除作業.....	283
圖 5-50	隧道洞口處以小型破碎機進行砂包撤除作業.....	283
圖 5-51	砂包撤除時填充材分佈情形.....	284
圖 5-52	第一階段襯砌施工圖.....	285
圖 5-53	隧道洞口第一階段場鑄混凝土施工.....	286
圖 5-54	壓氣設備配置圖.....	287
圖 5-55	NO.1 隔艙壁設置圖.....	288
圖 5-56	隧道洞口 NO.1 隔艙設置完成.....	288
圖 5-57	NO.2 隔艙壁及氣閘室設置圖.....	289
圖 5-58	壓氣工法 NO.2 隔艙組裝完成.....	289
圖 5-59	隧道內砂包撤除作業.....	290
圖 5-60	隧道偏移及環片受損位置示意圖.....	291
圖 5-61	潛盾隧道下行線第 1066 與 1067 環發生段差與裂紋.....	292
圖 5-62	第 1067 環環片切割範圍圖.....	293
圖 5-63	利用環片組裝機移除環片.....	294
圖 5-64	利用鑽孔機將環片鑽孔.....	294
圖 5-65	環片外部 SJM 地盤改良情況(1052 環).....	295
圖 5-66	外管切除封口焊接圖.....	296
圖 5-67	隧道內凍結管切除後情況.....	296
圖 5-68	第二階段混凝土澆置作業.....	297

圖 5-69	站體內牆水平測溫管位置圖.....	298
圖 5-70	隧道上緣位置凍土斷面圖.....	299
圖 5-71	隧道中心位置凍土斷面圖.....	300
圖 5-72	隧道下緣位置凍土斷面圖.....	301
圖 5-73	隧道上緣斷面溫度監測結果.....	302
圖 5-74	凍土之溫度分佈圖.....	302
圖 5-75	隧道中心斷面溫度監測結果.....	303
圖 5-76	隧道下緣斷面溫度監測結果.....	303
圖 5-77	下行隧道洞口處壁面溫度變化圖.....	304
圖 5-78	潛盾隧道與站體連續壁接頭剖面圖.....	305
圖 5-79	潛盾隧道柔性接頭詳圖.....	306
圖 5-80	潛盾隧道柔性接頭 A-A 斷面圖.....	307
圖 6-1	Superjet-Midi 之施工順序.....	308
圖 6-2	SJM 施工設備配置圖.....	309
圖 6-3	定速旋轉提升二重管灌漿桿.....	310
圖 6-4	水平對向高壓噴嘴 (a) 正視圖 ; (b) 側視圖.....	311
圖 6-5	SJM 工法地盤改良配置圖.....	312
圖 6-6	噴射測音管配置圖.....	313
圖 6-7	SJM 地盤改良之噴射音確認過程.....	314
圖 6-8	SJM 改良土試體.....	315
圖 6-9	SJM 改良土單軸壓縮強度與乾密度之關係.....	316
圖 6-10	SJM 改良土勁度與強度之關係.....	317
圖 6-11	SJM 改良土軸向應變與乾密度之關係.....	318
圖 6-12	SJM 改良土軸向應變與深度之關係.....	319
圖 6-13	SJM 及 JSG 改良土滲透係數之比較.....	320
圖 7-1	台北捷運系統路網圖.....	321
圖 7-2	CB420 標工程範圍圖.....	322
圖 7-3	CB420 標隧道穿越機場平面圖.....	323
圖 7-4 (a)	沿線地質剖面圖.....	324
圖 7-4 (b)	沿線地質剖面圖.....	325
圖 7-4 (c)	沿線地質剖面圖.....	326
圖 7-5	加泥土壓平衡式潛盾機細部構造圖.....	327
圖 7-6	潛盾隧道土渣排送設備配置圖.....	328
圖 7-7	潛盾機內部螺運機.....	329
圖 7-8	二次土渣壓送泵浦.....	329
圖 7-9	異形量 60 mm 之環片.....	330

圖 7-10	異形量 30 mm 之環片.....	330
圖 7-11	鋼製環片.....	331
圖 7-12	隧道內部各種輸送管線.....	331
圖 7-13	二次灌漿示意圖.....	332
圖 7-14 (a)	監測儀器平面配置圖.....	333
圖 7-14 (b)	監測儀器平面配置圖.....	334
圖 7-14 (c)	監測儀器平面配置圖.....	335
圖 7-14 (d)	監測儀器平面配置圖.....	336
圖 7-15	隧道監測斷面配置型式 A 及 B.....	337
圖 7-16	機場停機坪沉陷觀測點 (SB).....	338
圖 7-17	淺層式地表下沉陷點.....	339
圖 7-18	機場內部淺式沉陷觀測點 (SSI).....	340
圖 7-19	自動化監測系統架構佈置圖.....	341
圖 7-20	自動監測系統資料收集監測站 ST3 (主跑道南側草坪上).....	342
圖 7-21	自動監測系統資料收集接收站 ST9 (濱江街雷達台 5F).....	342
圖 7-22	多點式桿式伸縮儀 (摘自 大陸工程, 2003).....	343
圖 7-23	主跑道南側草坪處多點式桿式伸縮儀 (EXM).....	344
圖 7-24	電子水壓計.....	345
圖 7-25	電子水壓計 (ELP).....	346
圖 8-1	潛盾隧道開挖斷面圖.....	347
圖 8-2	不同土層沉陷槽寬度參數與隧道深度之無因次關係.....	348
圖 8-3	依據 Peck-Fujita 方法預測之單隧道之地表沉陷範圍.....	349
圖 8-4	依據 Peck-Fujita 方法預測之雙隧道之地表沈陷範圍.....	349
圖 8-5	各環盾首加泥壓力與靜止土壓力之關係圖.....	350
圖 8-6	掘進控制流程圖.....	351
圖 8-7	兩方向背填灌注示意圖.....	352
圖 8-8	二次灌漿施作範圍圖.....	352
圖 8-9	沉陷量管理流程圖.....	353
圖 8-10	MC-A-03 斷面之沉陷槽.....	354
圖 8-11	MC-B-07 斷面之沉陷槽.....	354
圖 8-12	MC-B-08 斷面之沉陷槽.....	355
圖 8-13	隆起事故位置圖.....	356
圖 8-14	跑道隆起位置平面圖.....	357
圖 8-15	跑道隆起狀況.....	358
圖 8-16	跑道隆起後緊急處理之情況.....	359
圖 8-17	隆起原因推測圖.....	360
圖 8-18	松山機場主跑道 C 斷面之沉陷槽.....	361