

◎ 參考文獻

- 〔1〕 胡勝正，「下水道建設是競爭力指標 優先施政」，台灣省商業會商業訓息快報，民國九十四年六月二十九日。
- 〔2〕 內政部營建署，「民間參與污水下水建設（污水下水道 BOT）簡介說明」，5~6 頁，民國九十四年九月十三日。
- 〔3〕 歐陽嶠暉，下水道工程學：水環境水再生工程學，第四版，長松文化，臺北市，民國九十四年。
- 〔4〕 廖銘洋，「第四章潛盾機選擇評選模式及應用」，軟土潛盾隧道工程設計及實例手冊，初版，科技圖，臺北市，民國九十三年。
- 〔5〕 倪至寬，衛生下水道施工與標準作業程序（上），初版，詹氏書局，臺北市，民國九十四年。
- 〔6〕 朱旭，「潛盾施工法與潛盾機選定條件之探討」營建世界雜誌，民國七十三年八月。
- 〔7〕 林照順，「以Peck-Fujita 經驗方法估算潛盾隧道施工所引之地表沉陷」，國立交通大學，碩士論文，民國八十一年。
- 〔8〕 廖銘洋，「潛盾工法在國內的應用」，第五屆大地工程學術研究討論會論文集，福隆，第 689-696 頁，民國八十二年。
- 〔9〕 陳福勝、侯嘉松，「第一章緒論」，軟土潛盾隧道工程設計及實例手冊，初版，科技圖，臺北市，民國九十三年。
- 〔10〕 朱旭，「潛盾施工法在國內應用之探討」，中國土木水利學會七十三年年會論文集，第 1 卷，第 51-69 頁，民國七十三年十一月。
- 〔11〕 日本財團法人地盤工學會出版之潛盾機(シールド)工法入門，平成四年九月。
- 〔12〕 Konda,T. 「Tunneling and Excavation in Soils」，Theme Lectures,8th Asian Regional Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Juiy,Kyoto,JAPAN.(1987)。
- 〔13〕 蔡茂生，「潛盾機型式之選擇」，地工技術雜誌，第 23 期，第 55-71 頁，民國七十八年九月。
- 〔14〕 Ishikawajima Harima Heavy Industries Co.,Ltd.,IHI Tunneling Shield,Japan.(1986)。
- 〔15〕 廖銘洋，「潛盾機評選與開挖面穩定機制之探討」，碩士論文，國立臺灣海洋大學河海工程學研究所，基隆，民國九十年。
- 〔16〕 日本最新「のシールドトンネル」技術編集委員會出版之最新“のシールドトンネル”技術，第 17 頁，民國七十九年十一月。
- 〔17〕 日本土木學會「隧道標準規範潛盾編」，1987—潛盾機型式與適用土質、相關輔助工法，民國七十六年。
- 〔18〕 蔡茂生，「潛盾施工地下水處理方法之檢討」，地工技術雜誌，第 12 期，第 68-79 頁，民國七十四年。
- 〔19〕 何泰源、趙基勝、陳福勝，「潛盾工法應用於卵礫石層隧道設計與施工探討」，

第六屆大地工程學術研究討論會，第1003-1012 頁，民國八十四年八月。

- [20] 煒鑫實業股份有限公司，「污水工程 PVC 防蝕襯裡」簡介，民國九十一年。
- [21] 簡明同，「潛盾隧道施工引致之地表沉陷速率」，碩士論文，國立交通大學土木工程研究所，新竹市，民國八十八年。
- [22] Peck, R. B., "Deep Excavation and Tunneling in Soft Ground," (State-of-the-Art Report) Proc., 7th Int. Soil Mechanics and Foundation Engineering, Mexico, pp. 225-290 (1969).
- [23] Schmidt, B., "Prediction of Settlements Due to Tunneling in Soil: Three Case Histories," Proceedings, 2nd Rapid Excavation Tunneling Conference, San Francisco, Vol. 2, pp. 1179-1199 (1974).
- [24] Cording, E. J. and Hansmire, W. H., "Displacement Around Soft Ground Tunnels," Proceedings, 6th Pan American Conference of Soil Mechanics and Foundations Engineering, Buenos Aires, pp. 571-633 (1975).
- [25] Hanya, T., "Ground Movements Due to Construction of Shields-Driven Tunnel," Proceedings of the 9th International Conference on Soil Mechanics and Foundations Engineering, Tokyo, pp. 759-789 (1977).
- [26] 湯程傑，「潛盾隧道於混合地盤開挖之案例研究」，碩士論文，國立交通大學土木工程研究所，新竹市，民國八十九年。
- [27] 張森源，「潛盾工法施工檢驗」，臺北市政府捷運工程局，土木施工檢驗講習資料 2024，民國七十七年二月。
- [28] 中華顧問工程司大地工程部陳福勝、周功台、何泰源、侯嘉松、吳文隆、林俊良針對「都會區卵礫石地層鑽掘隧道與深開挖工程專題研究報告-期末報告書」，第二~三章，第 2-3~2-4、3-1 頁，民國八十五年七月。
- [29] 經濟部中央地調所，「臺灣地區陸上砂石資源調查與研究報告」第一卷，北部地區陸上砂石資源，民國七十一年。
- [30] 經濟部中央地調所，「臺灣地區陸上砂石資源調查與研究報告」第二卷，南部地區陸上砂石資源，民國七十三年。
- [31] 經濟部中央地調所，「臺灣地區陸上砂石資源調查與研究報告」第三卷，東部地區陸上砂石資源，民國七十四年。
- [32] 楊潔豪，「透地雷達法探測卵礫石層特性研究」，國際卵礫石層地下工程研討會論文集，第 1-1 頁~1-9 頁，臺北，民國八十四年。
- [33] 林耀煌，「高層建築基礎開挖施工法與設計實例」，民國八十三年二月。
- [34] 廖銘洋，「試論潛盾施工」，中國土木水利學會七十二年年會論文集，第 3 卷，第 597-616 頁，民國七十二年。
- [35] 中興工程股份有限公司，「龍門（核四）計畫循環冷卻水出水道工程

Lungmen Nuclear Power Plant No.4 Circulation Cooling-water Discharge

Tunnel Project」，簡介，第 51-52 頁，民國九十一年七月九日。

- [36] Haggmann,A.J.and Andraskay,E. 「 Dewatering Measures for Tunnel Construction. 」 Proc.,Tenth International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering ,Vol pp.305~310 (1981) .
- [37] 蔡茂生，「潛盾機型式之選擇」，地工技術雜誌，第 23 期，第 55-71 頁，民國七十八年九月。
- [38] 廖銘洋，「壓氣工法」，行政院勞委會-營造施工安全，民國七十八年一月。
- [39] 壽本博明、山口弘則、可川清人、坪井廣美，「世界最大直徑之泥土壓、潛盾工程-平野川調整池築造第 II 期工程」，隧道與地下 pp35~44，第 30 處 3 號，民國八十八年三月。
- [40] Hitachi Zosen Corporation, Shield Tunneling Menu,Japan (1990).
- [41] Mistubishi Heavy Industry,Ltd., 「 Shield Tunneling Machine 」 (1997).
- [42] Kitamura and Ohbayashi ,G, 「 Shield Tunneling Performance and Behavior of Soft Ground , Osaka , Japan 」 Proc,Rapid Excavation and Tunnelling Conf,Vol.1,pp.201-220 (1981).
- [43] Butler,R.A.and Hampton,D. 「 Subsidence over Soft Ground Tunnel. 」 Journal of the Geotechnical Engineering Division,ASCE, January, pp.35-49 (1975).
- [44] 日本三菱重工業株式會社，「The History of MHI Shield Machine」簡報，第 5、13、18 頁，臺灣總代理-鉅擘實業有限公司，民國九十一年十月三日。
- [45] 環島工程有限公司，竹科污水處理廠第三期擴建工程第二加壓站至污水處理廠污水收集管線工程地質鑽探報告，民國九十二年五月。
- [46] 中華顧問—陳德華，竹科潛盾工程第一次變更設計簡報，民國九十二年十月。
- [47] Hashimoto, 「 Underground Stormwater Reservoir Saves Osaka form Flooding 」 Tunnele and Tunnelling,October,pp.31-32(1989).
- [48] 日本三菱重工業株式會社，「MITSUBISHI TUNNELING MACHINE-NEW TECHNOLOGIES」簡報，第 7、11、24、26 頁，臺灣總代理-鉅擘實業有限公司，民國九十一年九月十九日。
- [49] Stephen,J.N.,JON,Y.K.,Larry,J.S.and Gregory,E.K. 「 Tunneling under Pressure. 」 Civil Engineering,ASCE,February, pp.64-67 (1996).
- [50] 大亞土壤技術顧問有限公司，新竹科學工業園區第三期開發工程第三期給水污水增設工程配合工程之三--放流管線第三階段延伸工程地質鑽探報告，民國九十一年。
- [51] 臺灣水利土木工程顧問有限公司，竹科三期之二放流管工程地質鑽探報告，民國八十七年。
- [52] Matsushita,H. 「 Earth Pressure Balanced Shield Method- A Newly eveloped

Tunnelling Method for Loose Subaqueous Sandy soil.」Proc.,Rapid Excavation and Tunnelling Conf.,Vol pp.521~529 (1979).

- 〔53〕勝沼 清，「巨礫地盤にわける最近のシールド“礫破碎方式を中心に”」，p38-54 民國七十四年。
- 〔54〕Lock, J. "Japanese Mole Crunches through 30cm Boulders." Tunnels and Tunnelling, May, pp. 41-42 (1988) .
- 〔55〕Cole, M. (1996). "Third EPBM Rescues Contract at Fylde." Tunnels and Tunnelling, June, pp. 28-32 (1996).
- 〔56〕廖文彬，竹科三期之三放流管第三階段延伸工程拍攝施工相片，民國九十一年至九十二年。
- 〔57〕葉信宏，竹科三期之三放流管第二階段延伸工程工期展延簡報，民國九十二年十二月。
- 〔58〕洪辰雄，「污水下水道之施工技術」，道路及下水道施工技術—臺灣營建研究院，第 245 頁，民國八十八年十一月。
- 〔59〕中華顧問工程司，竹科三期之三放流管第三階段延伸工程施工規範，九十年八月。
- 〔60〕JTA 安全環境委員會，「トンネル工事にわける災害事例調査」，トンネルと地下第 24 捲第 4 號 p307~313，民國八十二年四月。
- 〔61〕泛亞工程建設股份有限公司-施工安全評估報告書，民國九十年十二月。
- 〔62〕廖銘洋，「第四章潛盾機選擇評選模式及應用」，軟土潛盾隧道工程設計及實例手冊，初版，臺北市，科技圖，民國九十三年。
- 〔63〕蔡茂生，「潛盾機型式之選擇」，地工技術雜誌，第 23 期，民國七十七年九月一日。
- 〔64〕臺北市污水下水道工務手冊，「第二章 管線非開挖施工」，第 4-72 頁。
- 〔65〕內政部 92 年 09 月 16 函頒修正公布之『營建剩餘土石方處理方案』民國九十二年十二月一日。
- 〔66〕行政院勞工委員會發布「加強公共工程勞工安全衛生管理作業要點」，民國九十二年十二月一日。
- 〔67〕李幸財，「隧道工程施工作業安全管理之研究」，國立臺灣工業技術學院，營建工程技術研究所，碩士論文，民國八十二年。
- 〔68〕黃春淦，「勞工施工時慎墜落 M2 工作井致受傷案報告」，民國九十三年六月二十八日。
- 〔69〕黃春淦，「勞工施工不慎撞擊罹災案報告」，民國九十三年三月二十日。
- 〔70〕何泰源，「潛盾隧道新工法與新技術之發展現況」，地下工程實務（十一），現代營建雜誌社編著，初版，臺北市，現代營建雜誌社，民國九十一年。

附錄一 潛盾工法之沿革

年代	國名	地點	摘要
1818	英國	倫敦	1804年英國橫斷倫敦泰晤士河之隧道工程，於工程進行18個月內挖進330 m，由於不斷產生湧水及崩坍而告中斷。因緣於此，M. I. Brunnel發明潛盾機並獲得專利。
1823	英國	倫敦	M. I. Brunnel發表泰晤士河雙線道路隧道潛盾工程構築計
1825	英國	倫敦	上述工程於3月2日正式開工首度採用潛盾施工法。
1827	英國	倫敦	上述工程開挖至160 m坍崩，200 m機毀人亡中止作業。
1830	英國		I. L. Cochrane發明壓氣用氣閘並獲得專利。
1836	英國		Brunnel建造重量180t新型潛盾機再度開工。
1841	英國		8月導坑貫通3月24日英Victoria女王授予Brunnel爵位。
1843	英國		泰晤士河底隧道完成開放通行。
1860	法國	巴黎	採用潛盾施工法。
1865	英國		P. W. Barlow正式採用圓形潛盾機及鑄鐵弓形支堡。
1869	英國	倫敦	J. H. Greathead於泰晤士河隧道另一工程採用壓氣工法。
1879	英國	Antwer	Haskins於一般隧道工程採用壓氣工法。
1891	美國	Baltimore	隧道工程側壁導坑採用長方形潛盾機。
1892	美國	Baltimore	隧道工程上開始採用潛盾施工法。
1892	法國	巴黎	下水道工程上採用混凝土環片。
1896	美國		採用木置環片。
1896	德國	柏林	使用鋼製預力環片。
1897	英國		J. Price使用旋轉開挖機械式潛盾機。
1910	日本		國鐵奧羽本線折渡隧道正式採用潛盾施工，半途而廢。
1913	德國		使用馬蹄型潛盾機。
1922			Hewett Johannesson發明鋼板環片。
1926	日本		丹那隧道潛盾機挖進100 m後失敗。
1931	蘇俄	莫斯科	地下鐵路使用潛盾施工法。
1936	日本		國鐵關門隧道採用直徑7 m潛盾機施工，確立潛盾機施工技術典範。
1948	蘇俄	列寧格勒	地下鐵採用機械式潛盾機施工。
1960	英國	Glasgow	使用直徑10 m大直徑潛盾機。
1960	英國	倫敦	使用Drun Digger型潛盾機。
1960	美國	紐約	Beach施行壓氣工法之實驗，開始使用油壓千斤頂潛盾機。
1965	日本		機械式潛盾機製作，直徑6.97 m。
1967	日本		第一台泥水加壓式潛盾機。
1974	日本		第一台土壓平衡式潛盾機。

資料來源：林照順，民國八十一年〔7〕。

附錄二 國內潛盾工程施工實績表-1

工程名稱	年份	施工地點	長度(m)	土質狀況			使用潛盾機		施工承商技術協商	備註
				開挖土質	覆土厚度(m)	地下水位(m)	型式	外徑(mm)		
台北市(民族路)衛生下水道B主幹管	1976	台北市	100	Silt Sand, Sand	8~9.5	GL -2.5	手挖式	4,530	王大同營造廠	2台(日)KHI
台北市建國北路暨辛亥路衛生下水道第一標工程	1979	台北市	808	Silt Sand, Silt	6~9	-3.0	土壓平衡式	4,350	榮工處	(日)KHI
高雄市污水下水道成功路主幹管工程	1980	高雄市	3,356	Silt Sand,	7.5~11	-1.0	泥水加壓式	3,270	榮工處	(日)KHI
台北市(民族路)衛生下水道B主幹管	1980	台北市	2,558	Silt Sand,	8~9.5	-2.5	機械式	4,422	榮工處	兩台(日)KUMAGA
高雄市污水下水道擴建路及過港段主幹管工程	1981	高雄市	2,055	Silt Sand,	7.5~11	-1.0	土壓平衡式	3,914	中華工程公司	(日)HKM
台北市民權東路主幹管第一標工程B段	1982	台北市	1,444	Silt Sand,	7.5~8.5	-3.5	土壓平衡式	4,350	榮工處	(日)IHI
台北市撫遠街主幹管工程(民權東路段)	1984	台北市	1,530	Silty Sand,	7~9	-3.0	土壓平衡式	3,930	榮工處	(日)MHI
台北市撫遠街主幹管工程(撫遠街段)	1984	台北市	1,170	Silty Clay,	7~9	-2.0	擠壓式	3,730	榮工處	
台北市近郊衛生下水道建設計劃特一幹線工程一標	1987	台北縣	2,528	Silty Sand,	11.5~16	-1.0	土壓平衡式加泥	4,830	榮工處	(中)新峰機械
台北市近郊衛生下水道建設計劃特一幹線工程二標	1987	台北縣	2,362	Silty Sand,	10~11	-1.0	土壓平衡式加	4,830	榮工處	(中)新峰機械
台北市近郊衛生下水道建設計劃特一幹線工程三標	1987	台北縣	2,170	Sand Stone	10~11	-2.0	泥水加壓式	4,630	中華工程公司	(日)MHI
台北市近郊衛生下水道建設計劃特一幹線工程四標	1987	台北縣	1,705	Silty Sand	10~11	-2.0	泥水加壓式	4,130	展毅工程公司(日)鐵建建設	(日)日本鋼管
大同區越淡水河幹管工程第二標	1988	台北縣市	1,139	Silty Sand	20~25	0	土壓平衡式加	3,530	中鹿營造	(日)鹿島
台北市放流幹管工程一標	1988	台北縣	1,318	Silty Sand	9~9.5	-1.5	土壓平衡式加	4,630	新亞工程公司	(日)HZI
台北市放流幹管工程二標	1988	台北縣	1,457	Silty Sand	9.5~10	-1.5	土壓平衡式	4,630	泛亞工程公司	(日)HZI
台北市放流幹管工程三標	1988	台北縣	1,380	Silty Sand	10~11	-2.0	土壓平衡式	4,630	豐順營造	(日)IHI
台北市放流幹管工程四標	1988	台北縣	1,375	Silty Sand	10~11	-2.0	土壓平衡式	4,630	豐順營造	(日)KOTC
台北市放流幹管工程五標上游段	1989	台北縣	845	Silty Sand, Sand	11.5~16	-0.3	土壓平衡式加泥	4,630	榮工處	(日)MHI
台北市放流幹管工程五標下游段	1989	台北縣	545	SM, 礫石, 泥砂岩	12~16	-3.0	土壓平衡式加泥中折	4,630	榮工處	(日)MHI
南港主幹管工程一標	1989	台北市	996	Silty Calv.	6~8	-2.0	土壓平衡式	3,730	新台灣基礎(日)大豐	(日)HCM
高雄污水下水道凱旋路幹管工程一標	1990	高雄市	1000	SM, ML	9~15	-3.0	泥水加壓式	3,730	東鴻建設	(日)HCM

資料來源：廖銘洋，民國 82 年〔8〕

附錄二 國內潛盾工程施工實績-2

工程名稱	年份	施工地點	長度(m)	土質狀況			使用潛盾機		施工承商技術協商	備註
				開挖土質	覆土厚度(m)	地下水位(m)	型式	外徑(mm)		
高雄市污水下水道凱旋路主幹管工程二標	1992	高雄市	1,264	SM, ML	9~16	-3.0	泥水加壓式	3,730	東鴻建設	
高雄市污水下水道凱旋路主幹管工程三標	1993	高雄市	1,895	SM, ML	10~16	-3.0	土壓平衡式	3,730	茂順工程	(日)IHI
高雄市污水下水道凱旋路主幹管工程四標	1993	高雄市	1,115	SM, ML	10~16	-3.0	土壓平衡式	3,730	奇育營造	
台北市近郊特一幹線工程五標	1992	台北縣	1,427	SP, SM	3~21	0	土壓平衡式	3,930	嘉連營造	(日)HCM
台北市近郊特一幹線工程六標	1992	台北縣	1,376	SP, SM/CL	8~18		土壓平衡式	3,930	珠江營造	(日)KOTO
台北市近郊特一幹線工程七標	1992	台北縣	1,650	SP, SM/CL			土壓平衡式	3,930	珠江營造	(日)KOTO
台北市近郊特一幹線工程八標	1992	台北縣	1,335	SM, ML			土壓平衡式	3,930	基泰營造	(日)IHI
台北市景美木柵次幹管工程一標	1992	台北市	1,381	SM/SP	10~14	-2.0	土壓平衡式	3,330	碩建營造 (日)日本鑽探	(日)OKUMURA
台北市景美木柵次幹管工程二標	1992	台北市	1,391	SM, ML	8~12	-2.0	土壓平衡式	3,330	九聯營造 (日)東海興業	(日)HZI
台北市景美木柵次幹管工程三標	1992	台北市	1,591 1,400	SP, SM CL, GP	12	-2.0	土壓平衡式	3,330	榮工處	(日)IHI, MAEDA
台北市雙溪C2 幹管工程二標	1992	台北市	1,018	Silty Sand, Silty Clay	10~13	-1.5	土壓平衡式	3,630	榮工處	
台北市雙溪C2 幹管工程三標	1992	台北市	984	Silty Sand	9~15		土壓平衡式 中折	3,630	豐順營造	(日)MAEDA
台北市雙溪C2 幹管工程四標	1992	台北市	1,200	Silty Sand			泥水加壓式 中折	3,630	眾力營造 (日)大豐建設	(日)HZI
台北市雙溪C2 幹管工程六標	1992	台北市	954	Silty Sand				2,830	全億營造 (日)大阪建設	
台北市雙溪C2 幹管工程七標	1992	台北市						2,830	全億營造 (日)大阪建設	

資料來源：廖銘洋，民國82年〔8〕

附錄二 國內潛盾工程施工實績-3

工程名稱	年份	施工地點	長度(m)	土質狀況			使用潛盾機		施工廠商技術協商	備註
				開挖土質	覆土厚度(m)	地下水位(m)	型式	外徑(mm)		
台北市捷運系統淡水線 CC2101A新公園站-台北車站	1991	台北市	370*2	粉質黏土 粉質砂土	10~12	-1.5	土壓平衡式 前端壓氣	6,085	理成營造 德瑞林韓三星	(德) HERRENKECHT
台北市捷運系統南港線 CN251愛國站-西門站	1991	台北市	504*2	SM, CL	8~14	-2.2	土壓平衡式 加泥壓送	6,250	榮工處	(日)OKUMURA
台北市捷運系統南港線 CN253A西門站-台北站	1992	台北市	769*2	SM, CL	10~14	-2.0	土壓平衡式	6,040	偉盛營造 (法)Montcocol	(日)HZI
台北市捷運系統南港線 CN253B台北站-林森站	1991	台北市	411*2	粉質黏土 粉質砂土	11	-1.0	土壓平衡式	6,040	太平洋建設 (日)清水建設	(日)HKM
台北市捷運系統南港線 CN254林森站-新生站	1991	台北市	1,351*2	粉質黏土 粉質砂土	10~12	-2.0	土壓平衡式	6,010	新亞建設 (日)青木建設	(日)HZI 2台
台北市捷運系統南港線 CN256敦化站-國紀站	1991	台北市	1,720*2	粉質黏土 粉質砂土	9~12	-1.2	土壓平衡式	6,040	大陸工程 (日)鐵建建設	(日)MHI 2台
台北市捷運系統南港線 CN257基隆站-虎林站	1992	台北市	525*2	粉質黏土 粉質砂土	8~10	-1.2	土壓平衡式	6,040	泛亞建設 (日)地崎工業	(日)HZI
台北市捷運系統南港線 CN258虎林站-永吉站	1992	台北市	561*2	粉質黏土 粉質砂土	8~13	-1.0	土壓平衡式	6,100	珠江營造 (美)Harrison W	(加)Robbat
台北市捷運系統新店線 CH218新公園站-中紀站	1991	台北市	675*2	粉質黏土 粉質砂土	8~10	-1.9	土壓平衡式 氣泡壓送	6,040	互助營造 (日)大林組	(日)MHI
台北市捷運系統新店線 CH219中紀站-古亭站	1991	台北市	504*2	粉質黏土 粉質砂土	8~10	-2.0	土壓平衡式 加泥	6,040	互助營造 (日)大林組	(日)HH
台北市捷運系統新店線 CH221公館站-台電站	1991	台北市	498*2	SP, CL, ML	14~28	-1.5	泥水加壓式	6,040	新亞建設 (日)青木建設	(日)KOMATSU
台北市捷運系統新店線 CH222公館站-萬隆站	1991	台北市	1,220*2	GM, SM, 凝灰岩礫	9~18	-0.5	土壓平衡式	6,040	唐榮營建 (美)邁凱	(加)Lovat 2台
台北市捷運系統新店線 CH223萬隆站-景美站	1992	台北市	669 697	卵礫石夾中 粗砂土	9~11	-9.0	土壓平衡式	6,040	泛亞建設 (日)地崎工業	(日)HZI
台北市捷運系統新店線 CH224景美站-大坪林站	1992	台北市	903 898	卵礫石夾中 粗砂土	8~20	-9.0	土壓平衡式	6,040	新亞建設 (日)青木建設	(日)HKI
台北市捷運系統板橋線 CP261西門站-龍山寺站	1992	台北市	1,787 1,510	SP/SM	10~25	-1.3	土壓平衡式	6,250	大陸工程 (日)鐵建建設	(日)MHI 2台
台北市捷運系統板橋線 CP262龍山寺站-江子翠站	1992	台北市	1,915 1,929	SP/SM	9~5	-2.5	土壓平衡式	6,250	大有為營造 (日)鹿島建設	(日)KHI 2台
台北市捷運系統板橋線 CP263江子翠站-新埔站	1992	台北市	608*2	SM, CL	9~10	-1.2	土壓平衡式	6,250	工信營造 (星)福聯盛	(日)KOMATSU
台北市捷運系統板橋線 CP264新埔站-漢生東路站	1992	台北市	1,030*2		10~13	-2.0		6,250	達新工程 (日)鴻地組	
台北捷運系統中和線	1992	台北市	5,150						東怡營造 (德)直布林	

資料來源：廖銘洋，民國八十二年〔8〕

附錄三 卵礫石層潛盾隧道施工案例一覽表 (1/5)

文獻編號	工程概要							地質概要					潛盾機概要				卵礫石處理方式		輔助工法	施工上之注意事項 (開挖面穩定、地表沉陷、土壤性質變化等)				
	施工地點	用途	施工長度 (m)	潛盾外徑 (mm)	潛盾工法	地下水位 (GL-m)	覆土厚度 (m)	調查項目					卵礫石含量 (%)	最大粒徑 (mm)	單壓強度 (kg/cm ²)	透水係數 (cm/Sec)	切刃扭矩係數	千斤頂推力 t/m ²			開口率 (%)	切刃及鑽頭種類	破碎方式	取排土方式
								鑽探調查	N值	室內試驗	抽水試驗	試坑挖掘												
1	廣島	下水道	940	2480	泥水式		10						500	1300						切削盤 (disc cutter)	一次破碎		藥劑灌漿	<ul style="list-style-type: none"> 以切削盤 (disc Cutter)開挖之礫石破碎型式之研究報告。 切刃扭矩 αD^3。 α : 切刃扭矩係數。 D : 潛盾機直徑。
	滋賀	下水道	1400	2480	土壓式		11		○				310	900		3.0		30	切削盤 (disc cutter)	一次破碎				
	岩手	下水道	178	1450	推進工法				○					1800					切削盤 (disc cutter)	一次破碎				
2	神奈川	下水道	815	2474	泥水式	1.5	6.5 ~ 8			○	○	400			3.6×10^{-1}				切削盤 (disc cutter)	1~2次破碎	碎石機 (Crasher) (機外)		<ul style="list-style-type: none"> 卵型 (巨蛋型) 切削盤方式。 	
3	愛知	下水道	718	3940	土壓式		9	○	○	○		74	300		1.0×10^{-1}	2.2	131	24			旋轉閥 (Rotary Valve)		<ul style="list-style-type: none"> 滯水礫石層之土壓平衡加水式工法之適用性探討。 	
	東京	電力	150	3490	土壓式		12	○	○	○		70	200		1.0×10^{-2}	1.9	125	23			礫石顆粒分級篩選機 (Screen)			
4	愛知	下水道	745	3950	泥水式	1.0	8	○	○	○	○	74	400	2000	3.2×10^{-2}	1.5	114		礫石用鑽頭 (bit)		篩石機 (Trommel)		<ul style="list-style-type: none"> 開挖面水壓緩衝槽、緊急排壓閥。 	
5	愛知	下水道	729	3940	土壓式	0.3	6~7	○	○	○		20	350		$10^{-1} \sim 10^{-2}$	2.2			礫石用鑽頭 (bit)		振動篩選機、旋轉式排礫系統 (Screen)		<ul style="list-style-type: none"> 輪帶輸送機之規格： 外徑：710 mm 間隔：440 mm 切率：113m³/h 切率：113m³/h 	
6	長野	下水道	694	2700	泥水式	1.0	6~7			○	○	40	300 ~ 400		10^{-1}	1.7					篩石機 (Trommel)	開挖面周圍藥劑灌漿	<ul style="list-style-type: none"> 切刃扭矩係數取1.7太小,必須提高至2.0 (α) 以藥劑灌漿進行開挖面穩定。 	
7	神奈川	下水道	1300	3090	泥水式		9 ~ 10	○	○	○		80	450		10^{-1}		222				旋轉閥 (Rotary valve)	限定範圍藥劑灌漿	<ul style="list-style-type: none"> 出現浮木。 全路線均先實施藥劑灌漿。 	
8	滋賀	下水道	1600	2130	土壓式	0.3 ~ 1.0		○	○	○			300		$10^{-1} \sim 10^{-2}$	3.1	112	32	盤式滾軸鑽頭 (disc roller bit)	一次破碎			<ul style="list-style-type: none"> 沼氣對策 (通風、防爆檢測)。 切鑽頭採外周支持方式。 	

卵礫石層潛盾隧道施工案例一覽表 (2 / 5)

文獻編號	工程概要							地質概要							潛盾機概要				卵礫石處理方式		輔助工法	施工上之注意事項 (開挖面穩定、地表沉陷、土壤性質變化等)		
	施工地點	用途	施工長度 (m)	潛盾外徑 (mm)	潛盾工法	地下水位 (GL-m)	覆土厚度 (m)	調查項目					卵礫石含量 (%)	最大粒徑 (mm)	單壓強度 (kg/cm ²)	透水係數 (cm/Sec)	切刃扭矩係數	千斤頂推力 t/m ²	開口率 (%)	切刃及鑽頭種類			破碎方式	取排土方式
								鑽探調查	N值	室內試驗	抽水試驗	試坑挖掘												
9	奈良	下水道	2040	3950	土壓式	25	135					10~50				4.5	293		盤式滾軸鑽頭(disc roller bit)	一次破碎		・高水壓 (15kg/cm ²) 對策。		
10			1111	3090	土壓式			○	○	○		75				3.2			盤式滾軸鑽頭(disc roller bit)	一次破碎	帶式螺運機 (Ribbon screw Conveyor)			
11	兵庫	下水道	878	2280	土壓式			○	○			55~87	250	2300~3500	10 ⁻¹ ~10 ⁻²	3.0	117		切削盤 (disc cutter)	一次破碎		・以藥劑灌漿形成 cover lock。巨礫中推進時產生振動、噪音。		
12	東京	下水道	600	2480	土壓式			○	○	○		450~500			10 ⁻¹ ~10 ⁻²	3.2	133		插鞘式鑽頭、盤式滾軸鑽頭		帶式螺運機、兩面開門排土措施			
13	神奈川	下水道	891	4840	土壓式	25	7.8~8.5	○	○	○		85					28				螺運機 (Rotary feeler)	藥劑灌漿 (門型改良範圍)	・事先實施藥劑灌漿及瞬結型背填灌漿。	
14 17	神奈川	下水道	1393	2680	土壓式	2~5		○	○	○			350		10 ⁰	2.5	142						・瞬結型背填灌漿。 ・泥漿使用量之決定。 ・文獻 14、17 為同一工程。	
15	東京	下水道	884	10000	泥水式	3~7		○	○	○					10 ⁻²	1.5	105	33	盤式滾軸鑽頭(disc roller bit)	1、2次破碎	碎石艙及機內碎石機 (Capsule Crasher)	・巨礫處理對策。 ・瞬結型背填式灌漿 (防止環片上浮)。		
16	本文係泥漿式潛盾工法之一般性敘述																						・概述泥漿式潛盾工法之開挖面穩定原理及適用土質。	
18	新瀉	下水道	1061	2482	泥水式	0.85	8.0	○	○	○	○	60~68	300~400	1500~2000	1.6×10 ⁻¹	2.4	124		切削盤 (disc cutter)	1、2次破碎	機內旋轉鑽頭碎石機 (Rotary bit crusher)		・1m ³ 之土碴中 20cm以上之礫石約有三個。	
19	卵礫石含量 75% 以上，黏土細料含量 10% 以下，含有巨大卵石之卵礫石及複合地盤中，以泥漿式潛盾工法開挖施工之實例探討。																							
20	愛知	鐵路	1003	7450	土壓式	5~10	13	○	○	○	○	73.8	300~350		3~6×10 ⁻¹	2.2	129	35	防護鑽頭 (bit)		螺運機 (Rotary Feeder)		・加泥式潛盾工法之實驗。	

卵礫石層潛盾隧道施工案例一覽表 (3/5)

文獻編號	工 程 概 要							地 質 概 要							潛 盾 機 概 要				卵 礫 石 處 理 方 式		輔助工法	施工上之注意事項 (開挖面穩定、地表沉陷、土壤性質變化等)			
	施工地點	用途	施工長度 (m)	潛盾外徑 (mm)	潛盾工法	地下水水位 (GL-m)	覆土厚度 (m)	調查項目					卵礫石含量 (%)	最大粒徑 (mm)	單壓強度 (kg/cm ²)	透水係數 (cm/Sec)	切刃扭矩係數	千斤頂推力 t/m ²	開口率 (%)	切刃及鑽頭種類			破碎方式	取排土方式	
								鑽探調查	N值	室內試驗	抽水試驗	試坑挖掘													
21	-	-	669	2254	土壓式		5.5	○	○			○	70	400		10 ⁻²				滾軸鑽頭 (Roller Bit)	一次破碎				· 添加材料之規劃。
	-	-	557.5	2350	土壓式	2	8.4	○	○				20 ~ 70	200		10 ⁻¹ ~ 10 ⁻²	3.4								
	-	-	437	2130	土壓式	1.5	4.8	○	○			○		350		10 ⁻¹ ~ 10 ⁻²				滾軸鑽頭 (Roller Bit)	一次破碎		藥劑灌漿		
22	神奈川	下水道	1175	2480	土壓式	4	7.0	○	○	○		89	500		10 ⁻¹	3.2		45	滾軸鑽頭 (Roller Bit)	一次破碎	帶式螺運機	藥劑灌漿工法		· 帶式螺運機 (Ribbon screw Converyor)	
23	新潟	下水道	916	3080	土壓式	2.4	8.8	○	○	○		70	300		3.8 × 10 ⁻²	2.5	134		切削盤 (disc cutter)	一次破碎	帶式螺運機			· 注入高濃度泥水。	
24	兵庫	下水道	557	4200	泥水式		6.7						500			0.82	90.8	30	滾軸鑽頭 (Roller Bit)	1、2次破碎	雙滾軸碎石機(機內)		· 雙滾軸碎石機內藏型潛盾機之開發。		
25	廣島	下水道	530	2130	土壓式		6.0	○	○	○		50			5.0 × 10 ⁻¹				滾軸鑽頭 (Roller Bit)					· 進行鑽頭損耗量之預測。	
26	愛知	下水道	884	7450	土壓式		13.7	○	○			33 ~ 88	500		7.0 × 10 ⁻¹	2.1		37	滾軸鑽頭 (Roller Bit)	1、2次破碎	螺運機 (Rotary feeder)	絕緣壁工法		· 進行室內及室外試驗。	
27	-	-		3486									2300			3.0			滾軸鑽頭 (Roller Bit)	一次破碎	帶式螺運機			· 潛盾鑽掘機之開發。	
28	神奈川	下水道	700	2880	土壓式	0.7	8.6	○	○	○		65	800		1 × 10 ⁻²	3.1			切削盤 (disc cutter)	一次破碎				· 今後必須改良灌漿材料等。	

卵礫石層潛盾隧道施工案例一覽表 (4/5)

文獻編號	工程概要							地質概要						潛盾機概要					卵礫石處理方式		輔助工法	施工上之注意事項 (開挖面穩定、地表沉陷、土壤性質變化等)				
	施工地點	用途	施工長度 (m)	潛盾外徑 (mm)	遣盾工法	地下水位 (GL-m)	覆土厚度 (m)	調查項目					卵礫石含量 (%)	最大粒徑 (mm)	單壓強度 (kg/cm ²)	透水係數 (cm/Sec)	切刃扭矩係數	千斤頂推力 t/m ²	開口率 (%)	切刃及鑽頭種類			破碎方式	取排土方式		
								鑽探調查	N值	室內試驗	抽水試驗	試坑挖掘														
29	靜岡	下水道	448	2280	土壓式	9	17					○		900		10 ⁻¹ ~ 10 ⁻²					切削盤 (disc Cutter)	一次破碎				・實施礫石破碎試驗。
30	岐阜	下水道	1108	3456	土壓式	3	15	○	○	○				900							滾軸鑽頭 (Roller Bit)	一次破碎	帶式螺運機		・自動開挖掘進系統。	
31	廣島	下水道	1475	2480	泥水式									500	141		2.36				切削盤 (disc Cutter)	一次破碎			・潛盾機之改造。	
32	宮城	下水道	750	7250	土壓式		10							600		10 ⁻³ ~ 10 ⁻²	2.4	126			盤式滾軸鑽頭	一次破碎	螺運機 (Rotary Feeder)		・高效率土碴處理設備。	
33	本文係探討在巨礫中採用泥漿式潛盾工法之開挖條件																									
34	京都	下水道	1223	2130	泥水式								85			4.0 × 10 ⁻¹	2.3	130			盤式滾軸鑽頭	1、2次破碎	機內碎石機、篩石機 (Trommel)			
	東京	下水道	1150	6440	土壓式		6 ~ 17						74	500			2.3	120								
	靜岡	下水道	449	2280	土壓式			○	○	○		○	62	300	1000 ~ 2000	10 ⁻¹	3.0	117			盤式滾軸鑽頭	一次破碎				
35	滋賀	下水道	1293	2480	土壓式			○	○	○		○		140		10 ⁻¹ ~ 10 ⁻²	2.3	132			盤式滾軸鑽頭				・可燃性瓦斯處理對策。	
36	北海道	地下鐵	570	7550	土壓式	10	26						88	400										以藥劑灌漿形成覆蓋區域	・加泥率 25~30 %。 ・機內灌漿設備。	

卵礫石層潛盾隧道施工案例一覽表 (5/5)

文獻編號	工程概要							地質概要							潛盾機概要				卵礫石處理方式		輔助工法	施工上之注意事項 (開挖面穩定、地表沉陷、土壤性質變化等)			
	施工地點	用途	施工長度 (m)	潛盾外徑 (mm)	潛盾工法	地下水位 (GL-m)	覆土厚度 (m)	調查項目					卵礫石含量 (%)	最大粒徑 (mm)	單壓強度 (kg/cm ²)	透水係數 (cm/Sec)	切盤扭矩係數	千斤頂推力 t/m ²	開口率 (%)	切刃及鑽頭種類			破碎方式	取排土方式	
								鑽探調查	N值	室內試驗	抽水試驗	試坑挖掘													
37	神奈川	下水道	1116	-	土壓式		10~16	○	○	○			600~1000	1500~2000	10 ⁻¹	3.5		36	切削盤 (disc Cutter)	一次破碎	帶式螺運機		· 中折機構(中折角4°)。		
38	津山	下水道	855	2190	泥水式											3.0		17	雙切削盤 (Twin disc Cutter)	一次破碎			· 岩盤併用型潛盾機。		
	奈良	上水道	1281	2350	土壓式								500~1000			2.4			雙切削盤 (Twin disc Cutter)	一次破碎			·		
39	大阪	地下鐵	1544	5430	泥水式		10~16	○	○	○		90~92	300											· 有關障礙物調查法之報告。	
40	本文綜合檢討潛盾機種選擇之條件																								
41	廣島	下水道	530	2130	土壓式			○	○	○			300~500			5.0 × 10 ⁻¹			雙切削盤 (Twin disc Cutter)	一次破碎				· 地層之特性及鑽頭損耗為本文重點。	
42	神奈川	下水道	752	3280	土壓式	10							230			5.2			切削盤 (disc Cutter)	一次破碎	帶式螺運機			· 以滾軸切削頭(Roller Cutter)進行巨礫破碎之實驗。	
43	東京	地下鐵	950	10000	泥水式		9.3~17.8	○	○	○						3.0 × 10 ⁻² - 10 ⁻³	1.6	110	28.2	切削盤鑽頭、頂設鑽頭					· 頂設鑽頭(Roof bit)。
44	岐阜	下水道	729	3480	土壓式			○	○	○		80				3.3	126		切削盤 (disc Cutter)	一次破碎					
45	長野	下水道	771	2280	泥水式			○	○	○		30~70	500~600	1500~3150	10 ⁻³	3.2	118	20	切削盤 (disc Cutter)	一次破碎	碎石艙 (Capsule Crasher)				

資料來源：摘自中華顧問工程司 大地工程部 何泰源等，民國八十五年〔28〕。

國外含礫石混合地盤施工案例表 (1 / 3)

Cass No (1)	工程名 (2)	工法 (3)	R(m) (4)	Z(m) (5)	Z/2R (6)	L (m) (7)	地質狀況 (8)	地表沉陷 (mm) (9)	Vs (%) (10)	Vi (%) (11)	I (m) (12)	備註 (13)	參考文獻 (14)
1	Tenohji - Benten Giant Sewer Block3, Osaka	EPB	3.375	7.9-16.4	1.17-2.43	1380	出發井後 240m 內,sand gravel	<15 mm				切削輪、灌漿、冰凍工法、錐式閘門	Kitamura and Ohbayashi (1981)
2	Tenohji - Benten Giant Sewer Block2, Osaka	手挖式	3.625	16.6-21.6	2.29-2.98	1600	Clay, gravel , sand					壓氣、灌漿、冰凍	Kitamura and Ohbayashi (1982)
3	Zurich airport railway link, Switzerland	半機械式	5.73	30-50	4.36-2.61	2760	gravel, moraines, lacustrine	<2 mm				大直徑降水井、灌漿	Hagmann and Andrakay (1981)
4	Lexington market line tunnel, Baltimore	半機械式	3.05	18	2.95	470	Sand, gravel, hard clay, dense silt	Free air inbound < 30 mm , compressed air inbound < 6.5 mm , free air outbound < 20 mm , compressed air outbound < 13 mm	IB(2)0.3 (3)0.3 OB(2)0.7 (3)0.8 (5)1.1	IB (1)3.9 (2)2.3(3)0.9 (4)2(5)1.3 OB (1)3.4 (2)1.9(3)1.2 (4)0.3(5)1.3	IB (2)5.49 (3)5.49 OB (2)4.57 (3)4.57 (5)9.75	壓氣、降水	Engels and Calabrese (1984)
5	WMATA,sec.A-2 (Treasure Yard)1st 2nd	半機械式	3.25	12.25	1.88		sand & gravel sandy clay dense silty sand & snady gravel	OB 未灌漿 250 mm ,IB 在 Treasure Yard 之下 < 50 mm , 在IB 上方長方體灌漿 < 25 mm	(1)3-5	(1)7.6 (2)2.9		灌漿、降水	Bulter and Hampton (1975)
6	WMATA,sec.F2a (Treasure Yard)1st	半機械式	2.65	15-18	2.83-3.39		Sand & gravel silty clay	< 25 mm	0.3-2.3	0.6-3.4		灌漿、降水	Clough et al. (1979)
7	Rapid transit tunnels in Cambridge, Massachusetts	半機械式	3.55	30	4.23	4960	glacial till (dense sand, clay, gravel, cobble, boulder)	1st < 10.7 mm, 2nd < 15.8 mm	0.76		11.005		Edgers et al. (1984)
8	Ayrshire joint drainage scheme, England(location B)	手挖式	1.45	11.85	4.14		Silty sand, gravel	< 20 mm				壓氣	Eadie et al. (1977)
9	Singapore MRT contract 106	半機械式	2.945			1300	Decomposed sedimentaries & granities, hard boulders, soft clay					灌漿(soft clay)	Hulme et al. (1987)

國外含礫石混合地盤施工案例 (2 / 3)

Cass No (1)	工程名 (2)	工法 (3)	R(m) (4)	Z(m) (5)	Z/2R (6)	L(m) (7)	地質狀況 (8)	地表沉陷(mm) (9)	Vs(%) (10)	Vi(%) (11)	i (m) (12)	備註 (13)	參考文獻 (14)
10	Great Belt under sea project	EPB	4.35	sea 10 m soil 30 m			glacial till (sand, gravel, boulders)					降水、壓氣	Anagnostou and Kov (1996)
11	Fylde Coastal Water Improvement Scheme, England	EPB	145			1180	Sand & hard boulder clay (boulder, gravel, sand)					切削輪、泡沫、切削齒硬化處理	Cole (1996)
12	Hiranogawa underground reservoir	Slurry	10	23	2.3	1900	Sandy soil, gravel, stiff clay	< 20 mm (出發井附近)				冰凍、灌漿、切削齒更換	Hashimoto (1989)
13	Southern trunk scheme, England	Slurry	1.075	18	8.37	1200	Sand, gravel, boulders					切削輪	Lock (1988)
14	WNTDC Lumb Brook sewer	手挖式	1.8	(1)4.7 (2)6.5 (3)6.5 (4)6.5	(1)1.31 (2)1.81 (3)1.81 (4)1.81		(1)loose to medium sand with some gravel (2)(3)partially stabilized sand & gravel with little clay (4)Full stabilized sand & gravel	(1)78 (2)15 (3)20 (4)7	(1)4.6 (2)0.6 (3)0.9 (4)0.4		(1)2.4 (2)1.59 (3)1.79 (4)2.28		O'Reilly (1988)
15	Cargo tunnel at Heathow Airport, London	手挖式	5.45	12.85	1.18		Gravel over London clay	11 mm					Ward and penter (1981)
16	San Diego south bay ocean outfall	EPB	1.825	50		5790	San Diego formation (gravel, cobbles, boulders & little fines)					切削輪、泡沫、切削齒更換、硬化處理	Stephen et al.(1996)
17	Tokyo electric power	Water EPB	1.745	11.7-13.7	3.35	130	Silt, gravel					切削輪、水力閘門	Matsushita (1979)
18	Osaka electric power	Water EPB	0.988	7.99-8.99	4.04-4.55	374	Gravel					切削輪、水力閘門	Matsushita (1979)
19	Kanagawa sewerage	Water EPB	2.47	9.5	1.92	678	Gravel					切削輪、水力閘門	Matsushita (1979)
20	Caracas Metro Project (section V)	半機械式	3	10.2	1.7		Fine sand with schists, gravels	36 mm	1.7		5		Perezs et al. (1981)

國外含礫石混合地盤施工案例 (3/ 3)

Cass No (1)	工程名 (2)	工法 (3)	R(m) (4)	Z(m) (5)	Z/2R (6)	L(m) (7)	地質狀況 (8)	地表沉陷 (mm) (9)	Vs(%) (10)	Vi(%) (11)	i (m) (12)	備註 (13)	參考文獻 (14)
21	London Transport experimental tunnel (New Cross)	slurry	2.075	10	2.41		Clay, gravel, sand	21.5 mm	1		2.5		O'Reilly and New (1982)
22	Acton Grange Trunk Outfall Sewer	Slurry	1.435	(1)6.8 (2)6.8 (3)6.0 (4)6.0 (5)5.8 (6)6.9	(1)2.37 (2)2.37 (3)2.09 (4)2.09 (5)2.02 (6)2.4		(1)-(5) loose sand, gravel, cobble (6) filly stabilized sand & gravels	(1)19.9 (2)14.2 (3)42.2 (4)18.6 (5)25.3 (6)2.2	(1)1.37 (2)1.1 (3)1.87 (4)1.28 (5)1.53 (6)0.33		(1)1.78 (2)1.99 (3)1.12 (4)1.78 (5)1.56 (6)3.81		O'Reilly and New (1982)
23	WMATA, Sec.F2a Route F 1st tunnel	半機械式	2.75	11	2		Dense sand, gravel, stiff silty clay		0.4-2	1-4.7		降水	Engels and Calabrese (1984)
24	WMATA, Sec. G1 1st tunnel 2nd tunnel	半機械式	3.2	13.44	2.1		Sand, gravel, hard clay		(1)1.4-1.8 (2)1.3-1.7	(2)2.4-3.2		降水	Engels and Calabrese (1984)
25	WMATA, Sec.D9 2nd tunnel	半機械式	3.2	16	2.5		Sand, gravel, hard clay		2.6				Engels and Calabrese (1984)
26	日本岩手線下水道工程	土壓式 (泥漿)	1.44				Gravel, cobble, boulder					螺旋式螺運管	Hitachi Zosen Corporation (1990)
27	日本島根線下水道工程	土壓式 (泥漿)	1.14				Gravel, cobble, boulder					切削輪、螺旋式螺運管	Hitachi Zosen Corporation (1990)

資料來源：摘自湯程傑，民國八十九年〔26〕。

附錄四 初步危害分析表

主要作業項目及施工方法	隧道工程 (一)初期掘進作業 1. 潛盾機吊放、組裝、試車。 2. 鏡面安裝、鏡面破除。 3. 發進台製作、安裝。 4. 反力座製作、安裝。 5. 假隧道組立。 6. 發進。 7. 出渣。 8. 環片吊運。 9. 環片組裝。 10. 背填灌漿。		
危害項目	危害來源	主要影響	預防原則
1. 電能	1. 受電設備 2. 機電設備 3. 電纜線	1. 人員感測 2. 機電設備 燒毀	1. 受電設備安裝漏電斷路器。 2. 電纜線應高架或設置保護措施。 3. 電焊機組應安裝防止電擊裝置及接地。 4. 架空高壓線，遷移或絕緣包覆、隔離設施、設安全區。 5. 使用電器設備，應安裝接地設施。 6. 工作場所應配置滅火器。 7. 使用個人防護具保護。
2. 高處位能	1. 物料吊放	1. 物料散落	1. 落實執行吊運安全作業標準。 2. 物料採三點吊運。 3. 吊運作業使用之吊鉤及防滑舌片應定期檢查，若有損傷立即更換及有吊掛訓練合格者擔任吊掛。 4. 移動式起重機吊升荷重應在吊升荷重容許範圍內作業。 5. 吊運作業範圍應明確標示及圍設，並派員管制禁止人員進入。 6. 作業時設置指揮人員。
	2. 人員由高處墜落	1. 人員傷亡	1. 設置安全護欄，提供安全上下設施。 2. 個人配戴安全護具及教育訓練。 3. 訂定安全作業標準及危害告知。 4. 設置警告標示牌。
3. 有害氣體	1. 開挖面產生有害氣體 2. 缺氧	1. 人員昏迷	1. 落實執行隧道內有害氣體檢測。 2. 作業時加強隧道內送風及降溫。 3. 遇有異狀立即停工改善。 4. 隧道內嚴禁吸煙，及攜帶火種進入。 5. 隧道內每一定距離設置避難站備有急救設備供緊急使用。 6. 工作井工作站應設置緊急安全搶救器材與吊升搶救設施備用。
4. 異常出水	1. 隧道內異常出水	1. 人員受困	1. 定期維修抽水機且需有備份抽水機待命。 2. 隧道內每一定距離設置避難站備有急救設備。

4. 異常出水	1. 隧道內異常出水	1. 人員受困	3. 隧道工作井應設置緊急安全搶救器材、吊升搶救設施。 4. 工地備有緊急灌漿設備及材料，隨時準備緊急止水灌漿作業
---------	------------	---------	--

主要作業項目及施工方法	隧道工程 (二)設備轉換作業 1. 反力座拆除。 2. 發進台拆除。 3. 假組立環片拆除。 4. 後續設備吊入試車。 5. 工作台製作		
危害項目	危害來源	主要影響	預防原則
1. 電能	1. 受電設備 2. 機電設備 3. 電纜線	1. 人員感測 2. 機電設備 燒毀	1. 受電設備安裝漏電斷路器。 2. 電纜線應高架或設置保護措施。 3. 電焊機組應安裝防止電擊裝置及接地。 4. 架空高壓線，遷移或絕緣包覆、隔離設施、設安全區。 5. 使用電器設備，應安裝接地設施。 6. 工作場所應配置滅火器。 7. 使用個人防護具保護。
2. 高處位能	1. 物料吊放	1. 物料散落	1. 落實執行吊運安全作業標準。 2. 物料採三點吊運。 3. 吊運作業使用之吊鉤及防滑舌片應定期檢查，若有損傷立即更換及有吊掛訓練合格者擔任吊掛。 4. 移動式起重機吊升荷重應在吊升荷重容許範圍內作業。 5. 吊運作業範圍應明確標示及圍設，並派員管制禁止人員進入。 6. 作業時設置指揮人員。
	2. 人員由高處墜落	1. 人員傷亡	1. 設置安全護欄，提供安全上下設施。 2. 個人配戴安全護具及教育訓練。 3. 訂定安全作業標準及危害告知。 4. 設置警告標示牌。

<p>主要作業項目及施工方法</p>	<p>隧道工程 (三)正式掘進作業 1.發進。 2.出渣。3.環片吊運。4.環片組裝。5.背填灌漿。</p> <p>(四)二次襯砌作業 1.二次襯砌施工準備。 2.拆卸鋼模。 3.鋼模、防蝕片安裝 4.混凝土澆置。 5.混凝土養生</p>		
危害項目	危害來源	主要影響	預防原則
1. 電能	1. 受電設備 2. 機電設備 3. 電纜線	1. 人員感測 2. 機電設備 燒毀	1. 受電設備安裝漏電斷路器。 2. 電纜線應高架或設置保護措施。 3. 電焊機組應安裝防止電擊裝置及接地。 4. 架空高壓線，遷移或絕緣包覆、隔離設施、設安全區。 5. 使用電器設備，應安裝接地設施。 6. 工作場所應配置滅火器。 7. 使用個人防護具保護。
2. 高處位能	1. 物料吊放	1. 物料散落	1. 落實執行吊運安全作業標準。 2. 物料採三點吊運。 3. 吊運作業使用之吊鉤及防滑舌片應定期檢查，若有損傷立即更換及有吊掛訓練合格者擔任吊掛。 4. 移動式起重機吊升荷重應在吊升荷重容許範圍內作業。 5. 吊運作業範圍應明確標示及圍設，並派員管制禁止人員進入。 6. 作業時設置指揮人員。
	2. 人員由高處墜落	1. 人員傷亡	1. 設置安全護欄，提供安全上下設施。 2. 個人配戴安全護具及教育訓練。 3. 訂定安全作業標準及危害告知。 4. 設置警告標示牌。
3. 有害氣體	1. 開挖面產生有害氣體 2. 缺氧	1. 人員昏迷	1. 落實執行隧道內有害氣體檢測。 2. 作業時加強隧道內送風及降溫。 3. 遇有異狀立即停工改善。 4. 隧道內嚴禁吸煙，及攜帶火種進入。 5. 隧道內每一定距離設置避難站備有急救設備供緊急使用。 6. 工作井工作站應設置緊急安全搶救器材與吊升搶救設施備用。

4. 水壓、土壓	1. 開挖面崩塌	1. 路面下陷 2. 開挖面崩塌	1. 確實執行監測作業。 2. 確實執行背填灌漿作業。 1. 依隧道挖掘計畫執行開挖作業避免超挖。
5. 異常出水	1. 隧道內異常出水	1. 人員受困	1. 定期維修抽水機且需有備份抽水機待命。 2. 隧道內每一定距離設置避難站備有急救設備。 3. 隧道工作井應設置緊急安全搶救器材、吊升搶救設施。 4. 工地備有緊急灌漿設備及材料，隨時準備緊急止水灌漿作業

資料來源：泛亞工程建設股份有限公司-施工安全評估報告書，民國 90 年 12 月〔61〕。



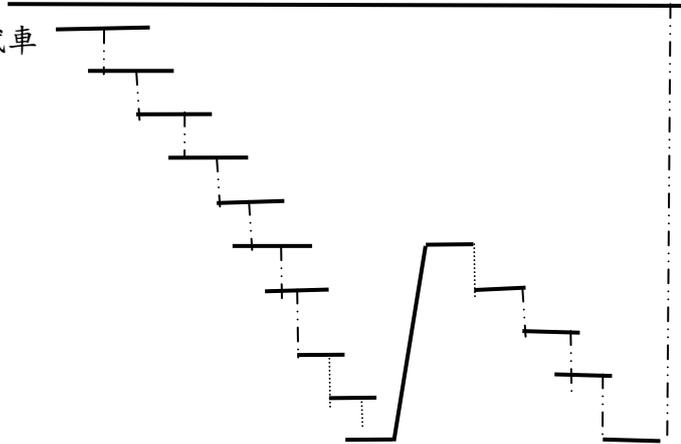
附錄五 主要作業程序分析表

分項工程名稱：隧道工程

分項工程主要作業項目程序：

(以進度表圖示作業拆解所得第一、第二階作業項目與作業程序)

- ◎1. 潛盾機吊放、組裝、試車
- 2. 鏡面安裝、鏡面破除
- 3. 發進台製作、安裝
- 4. 反力座製作、安裝
- ◎5. 假隧道組立
- 6. 發進
- ◎7. 出渣
- ◎8. 環片吊運
- 9. 環片組裝
- 10. 背填灌漿



◎ 評估節點：得為一項作業、一個步驟、或一作業區段

資料來源：泛亞工程建設股份有限公司-施工安全評估報告書，民國九十年十二月

〔61〕。

附錄六 特有災害評估表（初期掘進作業）

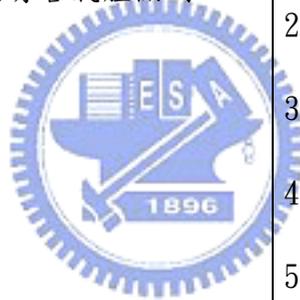
分項工程名稱：隧道工程

第一階作業名名稱：初期掘進作業

評估節點第二階作業名稱：1.潛盾機吊放、組裝、試車，5.假隧道組立，7.出渣，8.環片吊運

評估節點描述如下： (1)作業方法：依隧道挖掘計畫，並配合潛盾機組裝進度實施初期掘進作業 (2)作業步驟(以流程圖示之)：發進台製作、安裝 → 潛盾機吊放、組裝、試車、反力座製作、安裝 → 鏡面安裝、鏡面破除 → 假組立、發進 (3)使用機械：破碎機、挖土機、棄土卡車、移動式起重機、潛盾機				相關作業：工作井施工、支撐架設、安全監測			
災害類型	可能之危害狀況 (5WIH)	災害要因	預防對策	安全衛生設施或措施	評估結果	改善對策	備註
1. 墜落滾落	1. 作業人員在開口處作業	1. 未設警示及防護措施 2. 未設施工便梯	1. 工作井四周設置防護欄杆 2. 設置適量施工便梯	1. 工作井四周設置防護欄杆 2. 設置適量施工便梯可供上下之用	符合	無	
2. 感電	1. 工作人員操作電動工具時	1. 電線自然劣化及破損 2. 絕緣不良 3. 現場潮濕	1. 加強電線檢查 2. 加裝漏電斷路器及接地線 1. 使用絕緣材料	1. 定期檢查如有電線破損劣化即重新包覆或更新 2. 電源開關應加裝漏電斷路器 1. 規定使用雙層絕緣電纜線	符合 符合 符合	無 無 無	
3. 物體飛落	1. 吊運作業及出渣作業時	1. 負載過重	1. 吊運物料時，吊掛之重量不得超過該設備所能承受之最高負荷，且應加以標示。	1. 起重機上標示吊升荷重在範圍內作業。	符合	無	
災害類型	可能之危害狀況 (5WIH)	災害要因	預防對策	安全衛生設施或措施	評估結果	改善對策	備註
		2. 人員進入作	2. 吊運作業中應嚴禁人員進入吊舉	2. 作業範圍內以警示帶等	符合	無	

		業範圍內	物下方及鋼索等內側角。	標示。			
		3. 未設指揮人員	3. 吊運作業時應設置信號指揮聯絡人員，並規定統一之指揮信號。	3. 作業時設置指揮人員。	符合	無	
		4. 作業範圍未標示	4. 工作場所所有物體飛落之虞者應設置防止物體飛落設備。	4. 禁止人員進入吊運作業範圍。	符合	無	
4. 異常出水	1. 地下水位突升高	1. 抽水機故障 2. 隧道異常漏水	1. 定期維修且需有備份抽水機 2. 確實執行背填灌漿作業	1. 設置兩具以上抽水機 1. 工地應備有緊急灌漿設備及材料，隨時準備緊急止水灌漿作業。	符合 符合	無 無	
5. 有害氣體	1. 作業人員在隧道內作業時	1. 作業場所通風不良	1. 加強作業場所通風 2. 執行隧道內有害氣體檢測	1. 開始作業時即開始送風設備加強作業場所通風 2. 落實執行隧道內有害氣體檢測。 3. 作業時加強隧道內送風及降溫。 4. 遇有異狀立即停工改善。 5. 隧道內嚴禁吸煙，及攜帶火種進入。 6. 隧道內每一定距離設置避難站備有急救設備供緊急使用。 7. 工作井工作站應設置緊急安全搶救器材與吊升搶救設施備用。	符合 符合 符合 符合 符合 符合 符合	無 無 無 無 無 無 無	



分項工程名稱：三、隧道工程

第一階作業名名稱：(一)初期掘進作業

評估節點第二階作業名稱：1. 潛盾機吊放、組裝、試車，5. 假隧道組立，7. 出渣，8. 環片吊運

評估節點描述如下： (1)作業方法：依隧道挖掘計畫，並配合潛盾機組裝進度實施初期掘進作業 (2)作業步驟(以流程圖示之)：發進台製作、安裝 → 潛盾機吊放、組裝、試車、反力座製作、安裝 → 鏡面安裝、鏡面破除 → 假組立、發進 (3)使用機械：破碎機、挖土機、棄土卡車、移動式起重機、潛盾機				相關作業：工作井施工、支撐架設、安全監測			
災害類型	可能之危害狀況 (5WIH)	災害要因	預防對策	安全衛生設施或措施	評估結果	改善對策	備註
1. 墜落滾落	1. 作業人員在開口處作業	1. 未設警示及防護措施 2. 未設施工便梯	1. 工作井四周設置防護欄杆 2. 設置適量施工便梯	1. 工作井四周設置防護欄杆 2. 設置適量施工便梯可供上下之用	符合	無	
2. 感電	1. 工作人員操作電動工具時	1. 電線自然劣化及破損 2. 絕緣不良 3. 現場潮濕	1. 加強電線檢查 2. 加裝漏電斷路器及接地線 1. 使用絕緣材料	1. 定期檢查如有電線破損劣化即重新包覆或更新 2. 電源開關應加裝漏電斷路器 1. 規定使用雙層絕緣電纜線	符合	無	
3. 物體飛落	1. 吊運作業及出渣作業時	1. 負載過重	1. 吊運物料時，吊掛之重量不得超過該設備所能承受之最高負荷，且應加以標示。	1. 起重機上標示吊升荷重在範圍內作業。	符合	無	

災害類型	可能之危害狀況 (5WIH)	災害要因	預防對策	安全衛生設施或措施	評估結果	改善對策	備註
		2. 人員進入作業範圍內	2. 吊運作業中應嚴禁人員進入吊舉物下方及鋼索等內側角。	2. 作業範圍內以警示帶等標示。	符合	無	
		3. 未設指揮人員	3. 吊運作業時應設置信號指揮聯絡人員，並規定統一之指揮信號。	3. 作業時設置指揮人員。	符合	無	
		4. 作業範圍未標示	4. 工作場所有物體飛落之虞者應設置防止物體飛落設備。	4. 禁止人員進入吊運作業範圍。	符合	無	
		1. 抽水機故障	1. 定期維修且需有備份抽水機	1. 設置兩具以上抽水機	符合	無	
4. 異常出水	1. 地下水位突升高	2. 隧道異常漏水	2. 確實執行背填灌漿作業	1. 工地應備有緊急灌漿設備及材料，隨時準備緊急止水灌漿作業。	符合	無	
5. 有害氣體	1. 作業人員在隧道內作業時	1. 作業場所通風不良	1. 加強作業場所通風	1. 開始作業時即開始送風設備加強作業場所通風	符合	無	
			2. 執行隧道內空氣品質檢測	2. 落實執行隧道內空氣品質檢測	符合	無	
				3. 遇有異狀立即停工改善	符合	無	
				4. 隧道內嚴禁吸煙，及攜帶火種進入。	符合	無	
				5. 隧道內每一定距離設置避難站備有急救設備。	符合	無	
				6. 隧道工作井應設置緊急安全搶救器材、吊升搶救設施。	符合	無	

特有災害評估表（設備轉換作業）

分項工程名稱：三、隧道工程

第一階作業名名稱：(二)設備轉換作業

評估節點第二階作業名稱：1. 反力座拆除，2. 發進台拆除，3. 假組立環片排除，4. 後續設備吊入試車

評估節點描述如下： (1)作業方法：依隧道挖掘計畫，初期掘進作業完成後實施潛盾設備轉換作業 (2)作業步驟(以流程圖示之)：反力座拆除 → 假組立環片拆除 → 發進台拆除 → 潛盾機後續設備吊入試車 → 工作台製作 → 設備轉換作業完成 (3)使用機械：氧氣、乙炔切割設備、移動式起重機				相關作業：初期掘進作業			
災害類型	可能之危害狀況 (5WIH)	災害要因	預防對策	安全衛生設施或措施	評估結果	改善對策	備註
1. 墜落滾落	1. 施工人員在開口處作業時	1. 未設警示及防護措施 2. 未設施工便梯	1. 工作井四周設置防護欄杆 2 設置適量施工便梯	1. 工作井四周設置防護欄杆 2. 設置適量施工便梯可供上下之用	符合 符合	無 無	
2. 感電	1. 工作人員操作電動工具時	1. 電線自然劣化及破損 2. 絕緣不良 3. 現場潮濕 4. 專業經驗不足	1. 加強電線檢查 2. 加裝漏電斷路器及接地線 1. 使用絕緣材料 1. 非專業人員禁止施工	1. 定期檢查如有電線破損劣化即重新包覆或更新 2. 電源開關應加裝漏電斷路器 1. 規定使用雙層絕緣電纜線 1. 工作人員應有電匠執照，且有施工經驗者	符合 符合 符合	無 無 無	

災害類型	可能之危害狀況 (5WIH)	災害要因	預防對策	安全衛生設施或措施	評估結果	改善對策	備註
3. 物體飛落	1. 吊運作業時	1. 負載過重	1. 吊運物料時，吊掛之重量不得超過該設備所能承受之最高負荷，且應加以標示。	2. 電力系統應與水管等通風管系統隔離	符合	無	
		2. 人員進入作業範圍內	1. 吊運作業中應嚴禁人員進入吊舉物下方及鋼索等內側角。	3. 水、電、通訊等管、線路，沿隧道適當距離標示其用途。	符合	無	
		3. 未設指揮人員	1. 吊運作業時應設置信號指揮聯絡人員，並規定統一之指揮信號。	1. 移動式起重機上標示吊升荷重在範圍內作業。	符合	無	
		4. 作業範圍未標示	1. 工作場所有物體飛落之虞者應設置防止物體飛落設備。	1. 作業範圍內以警示帶等標示。	符合	無	
				1. 作業時設置指揮人員。	符合	無	
				1. 禁止人員進入吊運作業範圍。	符合	無	

特有災害評估表（正式掘進作業）

分項工程名稱：三、隧道工程

第一階作業名名稱：(三)正式掘進作業

評估節點第二階作業名稱：1.發進，3.環片吊運

評估節點描述如下： (1)作業方法：依隧道挖掘計畫，並配合潛盾設備轉換作業完成後實施正式掘進作業 (2)作業步驟(以流程圖示之)：潛盾機推進 → 出渣 → 環片吊運 → 環片組裝 → 背填灌漿 → 循環作業至出坑為止 (3)使用機械：潛盾機、挖土機、棄土卡車、固定式起重機				相關作業：潛盾設備轉換作業			
災害類型	可能之危害狀況 (5WIH)	災害要因	預防對策	安全衛生設施或措施	評估結果	改善對策	備註
1. 墜落滾落	1. 施工人員在開口處作業時	1. 未設警示及防護措施	1. 工作井四周設置防護欄杆	1. 工作井四周設置防護欄杆	符合	無	
2. 感電	1. 工作人員操作電動工具時	1. 電線自然劣化及破損	1. 加強電線檢查	1. 定期檢查如有電線破損劣化即重新包覆或更新	符合	無	
		2. 絕緣不良	2. 加裝漏電斷路器及接地線	2. 電源開關應加裝漏電斷路器	符合	無	
		3. 現場潮濕	1. 使用絕緣材料	1. 規定使用雙層絕緣電纜線	符合	無	
		4. 專業經驗不足	2. 使勞工穿著絕緣工作鞋及配戴絕緣手套施工 1. 非專業人員禁止施工	1. 確實使用安全護具 1. 工作人員應有電匠執照，且有施工經驗者	符合 符合	無 無	

災害類型	可能之危害狀況 (5WIH)	災害要因	預防對策	安全衛生設施或措施	評估結果	改善對策	備註
3. 物體飛落	1. 吊掛作業時	1. 負載過重	1. 吊運物料時，吊掛之重量不得超過該設備所能承受之最高負荷，且應加以標示。	2. 電力系統應與水管等通風管系統隔離	符合	無	
		2. 人員進入作業範圍內	1. 吊運作業中應嚴禁人員進入吊舉物下方及鋼索等內側角。	3. 水、電、通訊等管、線路，沿隧道適當距離標示其用途。	符合	無	
		3. 未設指揮人員	1. 吊運作業時應設置信號指揮聯絡人員，並規定統一之指揮信號。	1. 移動式起重機上標示吊升荷重在範圍內作業。	符合	無	
4. 異常出水	1. 地下水位突升高	1. 抽水機故障	1. 定期維修且需有備份抽水機	1. 作業範圍內以警示帶等標示。	符合	無	
		2. 隧道異常漏水	2. 確實執行背填灌漿作業	1. 作業時設置指揮人員。	符合	無	
5. 有害氣體	1. 作業人員在隧道內作業時	1. 作業場所通風不良	1. 加強作業場所通風	1. 工地應備有緊急灌漿設備及材料，隨時準備緊急止水灌漿作業。	符合	無	
				1. 開始作業時即開始送風設備加強作業場所通風	符合	無	

災害類型	可能之危害狀況 (5WIH)	災害要因	預防對策	安全衛生設施或措施	評估結果	改善對策	備註
6. 開挖面 崩塌	1. 潛盾機推進作 業時	1. 潛盾機推進作業時開 挖面崩塌	<p>2. 執行隧道內空氣品質檢 測。</p>  <p>1. 從事隧道挖掘作業時，應 有作業主管在場監督</p> <p>2. 從事隧道挖掘作業時，應 就開挖現場及周圍之地 表等採取適當保護措施。</p>	2. 落實執行隧道內空氣品 質檢測	符合	無	
				3. 遇有異狀立即停工改善	符合	無	
				4. 隧道內嚴禁吸煙，及攜 帶火種進入。	符合	無	
				5. 隧道內每一定距離設置 避難站備有急救設備。	符合	無	
				6. 隧道工作井應設置緊急 安全搶救器材、吊升搶 救設施。	符合	無	
				7. 禁止在隧道內進行氣體 熔接、熔斷或電焊作業	符合	無	
				1. 作業主管在場監督	符合	無	
				1. 確實執行沉陷點監測作 業	符合	無	
2. 確實執行背填灌漿作業	符合	無					

特有災害評估表（正式襯砌作業）

分項工程名稱：三、隧道工程

第一階作業名名稱：(四)正式襯砌作業

評估節點第二階作業名稱：2. 拆卸鋼模，3. 鋼模、防蝕片安裝，4. 混凝土澆置

評估節點描述如下： (1)作業方法：依隧道挖掘計畫，在潛盾隧道作業完成後實施隧道二次襯砌作業 (2)作業步驟(以流程圖示之)：潛盾機作業完成 → 隧道二次襯砌作業 → 拆卸鋼模 → 鋼模、防蝕片安裝 → 混凝土澆置 (3)使用機械：潛盾機、挖土機、棄土卡車、固定式起重機				相關作業：潛盾設備轉換作業			
災害類型	可能之危害狀況 (5WIH)	災害要因	預防對策	安全衛生設施或措施	評估結果	改善對策	備註
1. 墜落滾落	1. 施工人員在開口處作業時	1. 未設警示及防護措施 2. 未設施工便梯	1. 工作井四周設置防護欄杆 2. 設置適量施工便梯	1. 工作井四周設置防護欄杆 2. 設置適量施工便梯可供上下之用	符合 符合	無 無	
2. 感電	1. 工作人員操作電動工具時	1. 電線自然劣化及破損 2. 絕緣不良	1. 加強電線檢查 2. 加裝漏電斷路器及接地線	1. 定期檢查如有電線破損劣化即重新包覆或更新 2. 電源開關應加裝漏電斷路器	符合 符合	無 無	
3. 物體飛落	1. 吊掛作業時	4. 負載過重	1. 吊運物料時，吊掛之重量不得超過該設備所能承受之最高負荷，且應加以標示。	1. 起重機上標示吊升荷重在範圍內作業	符合	無	

災害類型	可能之危害狀況 (5WIH)	災害要因	預防對策	安全衛生設施或措施	評估結果	改善對策	備註
4. 有害氣體	1. 作業人員在隧道內作業	2. 人員進入作業範圍內	2. 吊運作業中應嚴禁人員進入吊舉物下方及鋼索等內側角。	2. 作業範圍內以警示帶等標示。	符合	無	
		3. 未設指揮人員	3. 吊運作業時應設置信號指揮聯絡人員，並規定統一之指揮信號。	3. 作業時設置指揮人員。	符合	無	
		1. 作業場所通風不良	1. 加強作業場所通風。	1. 開始作業時即開起送風設備加強作業場所通風。	符合	無	
		2. 執行隧道內空氣品質檢測。	2. 執行隧道內空氣品質檢測。	2. 落實執行隧道內空氣品質檢測。	符合	無	
			3. 遇有異狀立即停工改善。	3. 遇有異狀立即停工改善。	符合	無	
4. 隧道內嚴禁吸煙、及攜帶火種進入。	4. 隧道內嚴禁吸煙、及攜帶火種進入。	符合	無				
5. 禁止在隧道內進行氣體熔接、熔斷或電焊作業。	5. 禁止在隧道內進行氣體熔接、熔斷或電焊作業。	符合	無				

資料來源：泛亞工程建設股份有限公司-施工安全評估報告書，民國九十年十二月〔61〕。

作者簡歷

姓名：吳慶輝

籍貫：台灣省新竹市人

生日：56年08月30日

學歷：國立交通大學工學院專班營建技術與管理組(94年度畢)

私立東南工專土木工程科(民國76年畢)

經歷：中華顧問工程司 初級工務員、工務員、工程師

榮民工程處 測量士(北二高中和-土城段)

擔任高速公路施工監造11年、竹科公共工程施工監造4年及

安衛工程師近3年

現任：中華顧問工程司 正工程師

擔任竹科公共工程施工監造

