

99-99-2132

MOTC-IOT-97-EEB017

小面積鋪面自動化挖掘修補機 具開發可行性研究



交通部運輸研究所

中華民國 99 年 7 月

99-99-2132

MOTC-IOT-97-EEB017

小面積鋪面自動化挖掘修補機 具開發可行性研究

著者：曾志煌、陳茂南、胡智超、吳志富、
董基良、黃維信、許峻嘉

交通部運輸研究所

中華民國 99 年 7 月

國家圖書館出版品預行編目資料

小面積鋪面自動化挖掘修補機具開發可行性研究 /
曾志煌等著. -- 初版. -- 臺北市：交通部運輸研
所，民 99.07

面；公分

參考書目：面

ISBN 978-986-02-4294-2(平裝)

1. 鋪面工程 2. 道路養護 3. 工具機

小面積鋪面自動化挖掘修補機具開發可行性研究 /

小面積鋪面自動化挖掘修補機具開發可行性研究

著 者：曾志煌、陳茂南、胡智超、吳志富、董基良、黃維信、許峻嘉

出版機關：交通部運輸研究所

地 址：10548 臺北市敦化北路 240 號

網 址：www.iot.gov.tw (中文版>圖書服務>本所出版品)

電 話：(02)23496789

出版年月：中華民國 99 年 7 月

印 刷 者：良機事務機器有限公司

版(刷)次冊數：初版一刷 85 冊

本書同時登載於交通部運輸研究所網站

定 價：100 元

展 售 處：

交通部運輸研究所運輸資訊組・電話：(02)23496880

國家書店松江門市：10485 臺北市中山區松江路 209 號・電話：(02)25180207

五南文化廣場：40042 臺中市中山路 6 號・電話：(04)22260330

GPN：1009902074 ISBN：978-986-02-4294-2(平裝)

著作財產權人：中華民國（代表機關：交通部運輸研究所）

本著作保留所有權利，欲利用本著作全部或部分內容者，須徵求交通部運輸研究所書面授權。

交通部運輸研究所合作研究計畫出版品摘要表

出版品名稱：小面積鋪面自動化挖掘修補機具開發可行性研究			
國際標準書號（或叢刊號） ISBN978-986-02-4294-2(平裝)	政府出版品統一編號 1009902074	運輸研究所出版品編號 99-99-2132	計畫編號 97-EEB017
本所主辦單位：運輸工程組 主管：曾志煌 計畫主持人：曾志煌 研究人員：陳茂南、胡智超 聯絡電話：(02)2349-6821 傳真號碼：(02)2545-0427	合作研究單位：大同大學 計畫主持人：吳志富教授 研究人員：董基良、黃維信、許峻嘉 地址：臺北市中山區中山北路3段40號 聯絡電話：(02)25925252-3466		研究期間 自 97 年 4 月 至 97 年 11 月
關鍵詞：鋪面、人孔蓋、修補			
摘要： <p>臺灣地區因地狹人稠，電力、瓦斯、自來水等管路設施均埋設於道路下方。惟隨著都會區人口逐漸集中，管線設施增設或汰換頻繁，須經常挖掘道路，易造成道路交通的干擾及降低道路路面的服務年限。目前國內道路挖掘採人工配合多個機具進行，在人孔蓋週邊切割作業方式均採用直線切割，切割範圍的4個角落殘留切割痕跡，易成為日後鋪面破壞起源，因此施工效率及回填品質仍有改善之空間。</p> <p>考量人孔蓋下地後未來管線單位再開挖之需求與可能對鋪面帶來之負面影響，未來朝向研發小型自動化之鋪面挖掘修補機具，提供人孔蓋下地後再挖埋使用，以提高其效率、品質，有其必要與重要性。本研究目前已初步透過國內外相關文獻回顧研析，利用現有市場中具有類似功能概念之機具，完成第1代小面積鋪面挖掘修補機具雛型開發與試作，可於40分鐘內完成孔蓋周邊路面切割作業，且切割範圍可依孔蓋大小調整，切割過程採半自動化，可有效降低現場操作人員之工作負荷。</p>			
出版日期	頁數	定價	本 出 版 品 取 得 方 式
99 年 7 月	130	100	凡屬機密性出版品均不對外公開。普通性出版品，公營、公益機關團體及學校可函洽本所免費贈閱；私人及私營機關團體可按定價價購。
機密等級： <p> <input type="checkbox"/> 密 <input type="checkbox"/> 機密 <input type="checkbox"/> 極機密 <input type="checkbox"/> 絕對機密 （解密條件：<input type="checkbox"/> 年 月 日解密，<input type="checkbox"/> 公布後解密，<input type="checkbox"/> 附件抽存後解密， <input type="checkbox"/> 工作完成或會議終了時解密，<input type="checkbox"/> 另行檢討後辦理解密） </p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 普通</p>			
備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。			

PUBLICATION ABSTRACTS OF RESEARCH PROJECTS
INSTITUTE OF TRANSPORTATION
MINISTRY OF TRANSPORTATION AND COMMUNICATIONS

TITLE: Development of automatic small area pavement repair equipments			
ISBN(OR ISSN) ISBN978-986-02-4294-2(pbk.)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1009902074	IOT SERIAL NUMBER 99-99-2132	PROJECT NUMBER 97- EEB017
DIVISION: Engineering Division DIVISION DIRECTOR: James C.H. Tseng PRINCIPAL INVESTIGATOR: James C.H. Tseng PROJECT STAFF: Chen, Mao-Nan, Hu, Chih-Chao PHONE: (02)2349-6821 FAX: (02)2545-0427			PROJECT PERIOD FROM April 2008 TO November 2008
RESEARCH AGENCY: Tatung University PRINCIPAL INVESTIGATOR: Wu Chi Fu PROJECT STAFF: Doong, Ji-Liang, Huang, Wei-Shin, Hsu, Chun-Chia ADDRESS: 40 ChungShan North Road, 3rd Section Taipei 104, R.O.C. PHONE: (02)25925252-3466			
KEY WORDS: pavement, manhole, repair			
ABSTRACT: <p>Taiwan has a small area but with a large population. Therefore the electric power pipes, gas pipes and water pipes had been covered under ground. However the population centralized in metropolitan areas gradually, addition or replacement of the pipeline facilities often need to dig the road pavement. So it is easy to affect the road traffic and reduce the life of road pavement. At present, domestic road digging operation still needs many types of equipment and manhole cutting operation is used in a straight line cutting. The four corners of the residual traces of cutting will be the future damage to the origin of pavement. Therefore, there are still room for improvement in the efficiency of construction and backfill quality.</p> <p>After consider manholes will be covered under ground and pipeline unit will re-excavate them in the future may take the adverse impact on the pavement. So it's very important to develop a small manhole cutting equipment to improve the efficiency of manhole cutting. This study has been through literature review and used the machines in the existing market to complete of the first generation of small manhole cutting equipment for prototype development and test. The road cutting operation around manholes can be completed within 40 minutes, and the range of cutting can be adjusted by the size of manholes. It is a semi-automatic method in cutting process and can reduce the workload of operators effectively.</p>			
DATE OF PUBLICATION July 2010	NUMBER OF PAGES 130	PRICE 100	CLASSIFICATION <input type="checkbox"/> RESTRICTED <input type="checkbox"/> CONFIDENTIAL <input type="checkbox"/> SECRET <input type="checkbox"/> TOP SECRET <input checked="" type="checkbox"/> UNCLASSIFIED
The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.			

目錄

目錄.....	III
表目錄.....	IV
圖目錄.....	V
第一章 緒論	1-1
1.1 計畫背景分析.....	1-1
1.2 研究範圍與對象.....	1-3
1.3 研究內容與工作項目	1-3
第二章 文獻回顧.....	2-1
第三章 國內人手孔蓋施工現況分析.....	3-1
3.1 國內人手孔蓋現況.....	3-1
3.2 國內人手孔蓋調整施工作業.....	3-1
3.2.1 人手孔蓋啟閉及道路挖掘申請作業.....	3-1
3.2.2 人手孔蓋維修道路挖掘現況.....	3-4
第四章 小面積鋪面挖掘修補機具規劃設計.....	4-1
4.1 小面積鋪面挖掘修補機具設計構想.....	4-2
4.2 小面積鋪面挖掘修補機具雛型試作.....	4-12
4.2.1 小面積鋪面挖掘修補機具模擬測試.....	4-25
4.3 第 2 代小面積鋪面挖掘修補機具雛型設計構想.....	4-31
第五章 結論與建議.....	5-1
5.1 結論.....	5-1
5.2 建議.....	5-1
參考文獻.....	參-1
附錄 1 國內人手孔蓋.....	附 1-1
附錄 2 設計圖.....	附 2-1
附錄 3 期中報告審查意見處理情形表.....	附 3-1
附錄 4 期末報告審查意見處理情形表.....	附 4-1
附錄 5 期末簡報.....	附 5-1

表目錄

表 2-1 人手孔高程差之績效評估表	2-1
表 2-2 SKF 規格表.....	2-9
表 3-1 配比	3-9
表 3-2 樹脂水泥、骨材、樹脂瀝青材料用量表	3-9
表 4-1 切割機規格	4-13
表 4-2 鑽孔機規格	4-14

圖目錄

圖 1.1 道路切割機(左)破碎機(中)夯實機(右).....	1-2
圖 1.2 目前人手孔蓋切割方式.....	1-2
圖 1.3 日本 LB 工法(左)與 MR ² (右)工法機具.....	1-3
圖 1.4 美國 Twist Raiser Manhole.....	1-3
圖 2.1 LB 工法示意圖.....	2-1
圖 2.2 LB 工法施工流程.....	2-2
圖 2.3 MR ² 施工流程圖.....	2-3
圖 2.4 MR ² 工法示範.....	2-4
圖 2.5 後復工法.....	2-5
圖 2.6 後復工法與傳統工法之比較.....	2-6
圖 2.7 人孔周邊路面平坦度改善比較圖.....	2-7
圖 2.8 道路縱斷面方向平坦度比較圖.....	2-7
圖 2.9 大、中、小螺旋切割.....	2-8
圖 2.10 將破損之人手孔蓋進行切割(費時 1-3 分鐘).....	2-8
圖 2.11 調整高程差並澆置填充材料.....	2-8
圖 2.12 新人孔蓋置換.....	2-8
圖 2.13 置換新人孔蓋後開放通車.....	2-9
圖 2.14 人孔切割機(SKF950).....	2-9
圖 2.15 A、B 圈塊工法.....	2-10
圖 3.1 利用金屬探測器進行人手孔蓋位置定位.....	3-4
圖 3.2 路面切割機具.....	3-5
圖 3.3 路面切割作業.....	3-5
圖 3.4 以破碎機具鑿除周邊緣石.....	3-5
圖 3.5 周邊餘土清理.....	3-6
圖 3.6 澆置樹脂水泥與樹脂瀝青.....	3-6
圖 3.7 利用夯實機夯實路面.....	3-6
圖 3.8 澆置早強水泥混凝土.....	3-7
圖 4.1 日本圓形手孔施工之路面切割機具.....	4-1
圖 4.2 日本車載斜式圓形切割(專利 US6755481).....	4-2
圖 4.3 國內圓形手孔施工之路面切割機具.....	4-2

圖 4.4 方形人手孔蓋施工示意圖	4-5
圖 4.5 小面積鋪面挖掘修補機具構想圖	4-5
圖 4.6 小面積鋪面挖掘修補機具小面積鋪面挖掘修補機具構想圖-上視圖.....	4-6
圖 4.7 小面積鋪面挖掘修補機具構想圖-正視圖.....	4-6
圖 4.8 小面積鋪面挖掘修補機具構想圖-右側視圖	4-7
圖 4.9 置於孔蓋上方後切割鑽孔(0 度).....	4-8
圖 4.10 旋轉 90°後再切割鑽孔(90 度).....	4-8
圖 4.11 旋轉 90°後再切割鑽孔(180 度).....	4-9
圖 4.12 旋轉 90°後再切割鑽孔(270 度).....	4-9
圖 4.13 利用破碎機進行破碎	4-10
圖 4.14 鑄造砂模製作方式-以錐型頭鎚實讓砂與砂模之接觸更密實	4-11
圖 4.15 破碎鎬與平頭	4-11
圖 4.16 鑄造砂模製作方式-以平頭鎚實	4-12
圖 4.17 軌道式水泥切割機	4-13
圖 4.18 鑽孔機	4-14
圖 4.19 修改設計後之小面積鋪面挖掘修補機具構想圖	4-15
圖 4.20 小面積鋪面挖掘修補機具離型	4-15
圖 4.21 完成加工之主體框架	4-16
圖 4.22 預留安裝切割機運行軌道之機構	4-17
圖 4.23 切割機完成安裝後之狀態(1).....	4-17
圖 4.24 切割機完成安裝後之狀態(2).....	4-18
圖 4.25 鑽孔機安裝於主體框架上之情形	4-18
圖 4.26 鑽孔機鑽孔情形	4-19
圖 4.27 定位舉升旋轉基座-旋轉舉升	4-20
圖 4.28 定位舉升旋轉基座操作情形	4-20
圖 4.29 利用圓形基座輔助吊掛時定位	4-21
圖 4.30 位於切割機兩側之輔助輪(1).....	4-22
圖 4.31 位於切割機兩側之輔助輪(2).....	4-22
圖 4.32 位於鑽孔機側之輔助輪	4-23
圖 4.33 小面積鋪面挖掘修補機具旋轉之情形	4-23
圖 4.34 吊掛測試(1).....	4-24
圖 4.35 吊掛測試(2).....	4-25

圖 4.36 小面積鋪面挖掘修補機具模擬測試現場	4-26
圖 4.37 小面積鋪面挖掘修補機具模擬測試所使用之汽油發電機	4-26
圖 4.38 操作人員以手動方式操作鑽孔機鑽孔之作業情形	4-27
圖 4.39 鑽孔機實際作業情形	4-27
圖 4.40 鑽孔機完成鑽孔作業後於路面留下之痕跡	4-28
圖 4.41 操作人員以手動方式將鑽石鋸片推至所需之切割深度	4-28
圖 4.42 切割機實際作業情形	4-29
圖 4.43 鑽石鋸片實際切割作業情形	4-29
圖 4.44 鑽石鋸片實際切割後於路面留下之切割痕	4-30
圖 4.45 操作人員以手動方式旋轉小面積鋪面挖掘修補機具雛形之實際作業情形 ..	4-30
圖 4.46 小面積鋪面挖掘修補機具雛型實作測試後於路面留下之切割痕	4-31
圖 4.47 第 2 代主體框架套筒式設計構想	4-33
圖 4.48 第 2 代雛型(切割長度 1 公尺)	4-34
圖 4.49 第 2 代雛型(切割長度 1.3 公尺)	4-34
圖 4.50 第 2 代雛型(切割長度 1.6 公尺)	4-34
圖 4.51 第 2 代雛型組合測試	4-35
圖 4.52 安裝針狀軸承減少磨擦	4-35
圖附錄 1.1 臺電臺北北區營業處圓形人孔蓋(直徑 740mm)	附 1-1
圖附錄 1.2 臺電輸變電工程處北區施工處圓形人孔蓋(直徑 750mm)	附 1-1
圖附錄 1.3 臺電臺北南區營業處圓形人孔蓋(直徑 780mm)	附 1-1
圖附錄 1.4 臺電臺北北區營業處圓形人孔蓋(直徑 1020mm)	附 1-2
圖附錄 1.5 臺電臺北南區營業處圓形人孔蓋(1200mm)	附 1-2
圖附錄 1.6 臺電臺北北區營業處矩形人孔蓋(780mm×750mm)	附 1-2
圖附錄 1.7 臺電臺北北區營業處矩形人孔蓋(1110mm×710mm)	附 1-3
圖附錄 1.8 臺電臺北南區營業處矩形人孔蓋(1200×800mm)	附 1-3
圖附錄 1.9 臺北自來水事業處北區營業分處排泥閥(140mm×6 邊形)	附 1-4
圖附錄 1.10 臺北自來水事業處陽明營業分處六角形手孔(邊長 120mm×6 邊形) ..	附 1-4
圖附錄 1.11 臺北自來水事業處南區營業分處消防栓(40mm×30mm)	附 1-4
圖附錄 1.12 臺北自來水事業處北區營業分處地下式消防栓(410mm×320 mm) ..	附 1-5
圖附錄 1.13 臺北自來水事業處陽明營業分處矩形手孔(300mm×400mm)	附 1-5
圖附錄 1.14 臺北自來水事業處北區營業分處圓型制水閥(直徑 200mm)	附 1-5
圖附錄 1.15 臺北自來水事業處陽明營業分處圓形手孔(直徑 250mm)	附 1-6

圖附錄 1.16 臺北自來水事業處北區營業分處圓型人孔蓋(直徑 800mm).....	附 1-6
圖附錄 1.17 臺北自來水事業處陽明營業分處圓形人孔蓋(直徑 650mm~950mm) ...	附 1-6
圖附錄 1.18 中華電信圓形人孔蓋	附 1-7
圖附錄 1.19 中華電信矩形人孔蓋	附 1-7
圖附錄 1.20 欣湖天然氣公司圓形人孔蓋(直徑 860mm).....	附 1-7
圖附錄 1.21 欣湖天然氣公司矩形手孔蓋(82mm×62mm)	附 1-8
圖附錄 1.22 欣欣天然氣公司矩形人孔蓋(800mm×600mm)	附 1-8
圖附錄 1.23 欣欣天然氣公司圓形人孔蓋(1000mm)	附 1-8
圖附錄 1.24 欣欣天然氣公司手孔(直徑 340mm).....	附 1-9
圖附錄 1.25 陽明山瓦斯公司矩形人孔蓋(880mm×680mm)	附 1-9
圖附錄 1.26 陽明山瓦斯公司矩形人孔蓋(1000mm×1600mm)	附 1-9
圖附錄 1.27 陽明山瓦斯公司圓形手孔蓋(直徑 340mm).....	附 1-10
圖附錄 1.28 陽明山瓦斯公司圓形手孔(材直徑 650mm).....	附 1-10
圖附錄 1.29 陽明山瓦斯公司方形手孔(350mm×350mm)	附 1-10
圖附錄 1.30 新台北有線電視公司矩形人孔蓋(1200mm×600mm)	附 1-11
圖附錄 1.31 安文山有線電視公司矩形人孔蓋(1400mm×800mm)	附 1-11
圖附錄 1.32 安文山有線電視公司矩形人孔蓋(1160mm×660mm)	附 1-11
圖附錄 1.33 冠有線電視公司圓形人孔蓋(直徑 750mm).....	附 1-12
圖附錄 1.34 電信公司矩形人孔蓋(1200mm×600mm)	附 1-12
圖附錄 1.35 亞太固網寬頻公司矩形人孔蓋(1200mm×600mm)	附 1-12
圖附錄 1.36 太固網寬頻公司圓形人孔蓋(直徑 700mm).....	附 1-13
圖附錄 1.37 北市交通管制工程處矩形人孔蓋(650mm×400mm)	附 1-13
圖附錄 1.38 軍第六軍團七三資電群網路傳輸連矩形人孔蓋 TL-90(1140mm×640mm×130mm).....	附 1-13
圖附錄 1.39 軍第六軍團七三資電群網路傳輸連圓形人孔蓋 TL-90(直徑 1016mm, 高 214mm).....	附 1-14
圖附錄 1.40 政部警政署警察電訊所臺北分所矩形人孔蓋(1198mm×598mm) .	附 1-14
圖附錄 1.41 政部警政署警察電訊所臺北分所圓形人孔蓋(直徑 768mm)....	附 1-14
圖附錄 1.42 衛生下水道工程處圓形手孔蓋(直徑 600mm、750mm、1000mm). 附	1-15
圖附錄 1.43 水利工程處圓形人孔蓋(直徑 660、900mm)	附 1-15
圖附錄 2.1 第 2 代小面積切割機雛型加工圖面(1)	附 2-1
圖附錄 2.2 第 2 代小面積切割機雛型加工圖面(2)	附 2-1

圖附錄 2.3 第 2 代小面積切割機雛型加工圖面(3)	附 2-2
圖附錄 2.4 第 2 代小面積切割機雛型加工圖面(4)	附 2-2
圖附錄 2.5 第 2 代小面積切割機雛型加工圖面(5)	附 2-3
圖附錄 2.6 第 2 代小面積切割機雛型加工圖面(6)	附 2-3
圖附錄 2.7 第 2 代小面積切割機雛型加工圖面(7)	附 2-4
圖附錄 2.8 第 2 代小面積切割機雛型加工圖面(8)	附 2-4
圖附錄 2.9 第 2 代小面積切割機雛型加工圖面(9)	附 2-5
圖附錄 2.10 第 2 代小面積切割機雛型加工圖面(10)	附 2-5
圖附錄 2.11 第 2 代小面積切割機雛型加工圖面(11)	附 2-6
圖附錄 2.12 第 2 代小面積切割機雛型加工圖面(12)	附 2-6
圖附錄 2.13 第 2 代小面積切割機雛型加工圖面(13)	附 2-7
圖附錄 2.14 第 2 代小面積切割機雛型加工圖面(14)	附 2-7
圖附錄 2.15 第 2 代小面積切割機雛型加工圖面(15)	附 2-8
圖附錄 2.16 第 2 代小面積切割機雛型加工圖面(16)	附 2-8

第一章 緒論

1.1 計畫背景分析

提供人與貨物以舒適平穩的方式進行運輸行為是道路的主要功能，然臺灣地區因地狹人稠，電力、瓦斯、自來水等管路受到用地取得的限制，均將管線設施埋設於道路下方。惟隨著都會區人口逐漸集中，商業及住宅大樓紛紛興建，管線單位為積極擴展自身業務，並加強服務用戶或配合各種建設實施管線地下化工程等目的，須經常向道路主管單位申請挖掘道路，以方便對埋藏於鋪面結構底下之管線設施進行施工作業，增設或汰換管線設施，致使道路挖掘情形頻繁，造成道路交通的干擾及降低道路路面的服務年限。

都市道路一經開挖即形成弱面，除造成鋪面結構的破壞，更因回填作業執行不確實，導致挖掘處鋪面結構強度不足而引起塌陷或隆起，引起行經之車輛劇烈晃動，造成駕駛人之不舒適感，甚至釀成交通事故，破壞道路服務品質。路面上存在的人手孔蓋是現今路面不平整主因之一，目前因維修孔蓋導致路面不平引發肇事而申請國家賠償，平均每個月有 1.8 件。爰此，路政機關為減少事故國賠案件及提升政府施政形象，目前正積極推動人手孔蓋下地試辦作業。同時朝野立委也於 96 年提案修改公路法，規定除消防救災用途的孔蓋之外，所有維修孔蓋，均須降低到路面以下 10 公分，路面也必須回填平整，另公路法修正案中，也一併要求地方的市區道路，採用同一個維修標準。

雖然此一措施引發電力、電信、瓦斯、自來水公司等管線單位之反彈，但考量人孔蓋下地後，鋪面構築作業可脫離人孔蓋既有高程之限制，且可維持路面材料之一致性，有助於維護行車安全，對於提昇鋪面服務品質極為重要，相關政策仍應逐步推動執行。惟未來人孔蓋下地後，屆時電力、電信、瓦斯、自來水等的搶修，仍需先尋找孔蓋位置再挖開路面，搶修後再回填路面，若仍爰用現行施工方式進行修補，人孔蓋上方的路面不平整問題仍無法有效解決。

爰此，考量人孔蓋下地後未來管線單位再開挖之需求與可能對鋪面帶來之負面影響，未來朝向研發小型自動化之鋪面挖掘修補機具，提供人孔蓋下地後再挖掘使用，以提高其效率、品質，有其必要與重要性。目前國內既有之人手孔蓋分為方形與圓形，施工方式係採用道路切割機(如圖 1.1 所示)於人手孔蓋周圍切割出 1 個方形，然後再以手提型破碎機，破壞柏油路面，再以人工方式清除瀝青與

碎石後，打開人手孔蓋進行管線施工，施工完畢之後，以冷瀝青或熱瀝青回填路面，並以夯實機壓平路面，現行作業方式缺點包括：

1. 方形與圓形人手孔蓋，均採用直線切割，切割範圍的 4 個角落殘留切割痕跡，如圖 1.2 所示，易成為日後鋪面破壞起源。
2. 道路挖掘採人工配合多個機具進行，施工效率及回填品質仍有改善空間。

此外，圓形人孔蓋施工調整工法，國外如日本 LB 工法、MR² 工法、後復工法以及美國 Twist Raiser Manhole 等，已改採圓形切割方式，惟上述美日等國之施作工法均須透過大型機具(如圖 1.3 與圖 1.4 所示)輔助方能施行。然由於國內地狹人稠交通繁忙，以臺北市為例，北市道路既有的人手孔數量約達 29 萬多個，若是採用大型機具輔助施工，勢必進行大範圍道路管制，將對交通產生嚴重衝擊。



圖 1.1 道路切割機(左)破碎機(中)夯實機(右)

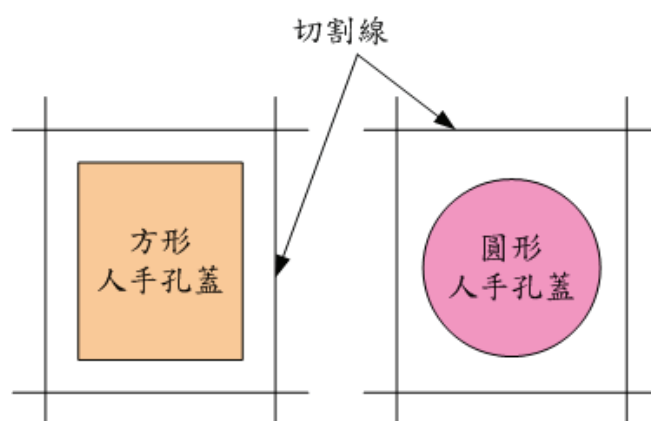


圖 1.2 目前人手孔蓋切割方式

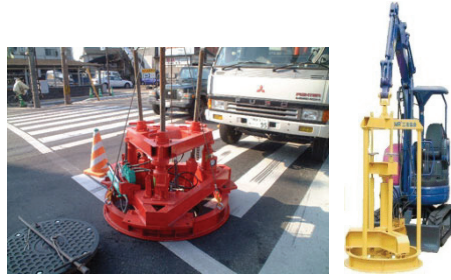


圖 1.3 日本 LB 工法(左)與 MR²(右)工法機具^[1、2]



圖 1.4 美國 Twist Raiser Manhole^[3]

綜合以上所述，本研究先針對國內外現行人手孔蓋施工調整工法及所使用之機具，進行相關文獻收集分析，研擬設備發展構想與策略。此外，由於國內人手孔蓋種類分為方形與圓形，其中又以方形種類居多，然不論是方形或是圓形人手孔蓋，國內目前的施工方式，均採矩形方式切割，爰此本研究依據現行切割作業方式，針對方形與圓形 2 種人手孔施工之切割、破碎與夯實機具提出設計構想，朝向小型易操作方向規劃設計，並實作一固定施工範圍之半自動化切割機具，進行模擬試作，期能透過原型機開發，提供未來人孔蓋施工作業參考，以提高作業效率與品質。

1.2 研究範圍與對象

1. 本研究係針對人手孔蓋施工調整時之路面切割、蓋座周圍破碎以及路面回填後夯實，研擬設備發展構想策略以及原型機開發規劃。
2. 人手孔蓋調整不在計畫範圍內。

1.3 研究內容與工作項目

本研究屬設備研發之可行性研究，初期擬透過國內外相關文獻回顧研析，搜尋現有市場中具有類似功能概念之機具，評估其功能特性，釐清其與實務需求之

落差，再分析相關研發課題重點與規格需求，研擬發展策略與後續實做模擬。主要工作項目如下：

1. 國內外鋪面挖掘、維修以及人孔蓋施築、開啟、修復等相關文獻回顧，評估各種設備組合之功能性及適用性。
2. 比較釐清現有機具設備功能與實務需求之落差。
3. 評估小面積鋪面自動化挖掘修補機具之必要性與可行性
4. 分別針對國內現有方形與圓形人手孔蓋施工調整，研擬設備發展構想與策略，並研擬方形與圓形人手孔蓋施工調整原型機開發規劃。
5. 依據上述原型機開發規劃內容，進行方形與圓形人手孔蓋施工調整原型機實做模擬。

第二章 文獻回顧

國外人手孔調整機制

1. 日本人孔調整工法

日本政府單位委託土木研究所(獨立行政法人)之基礎道路技術研究團隊，制定地方道路維護管理的維護管理契約，而將所有的人孔蓋與道路高差控制在 12.7mm 以內；並參考美國 Federal Highway Administration 之”DC STREETS”計畫，制定性能指標評估，其中針對人孔齊平制定績效評估方式如表 2-1 所示。

表 2-1 人手孔高程差之績效評估表

維護項目	績效評估	Excellent	Good	Fair	Poor	Very Poor
		5	4	3	2	1
人手孔	不同道路等級之高程差	所有人孔高差為 1/4”	所有人孔高差為 1/2”	在 0.1 mile 中僅有 1 個人孔高差超過 1/2”	在 0.1 mile 中僅有 2 個人孔高差超過 1/2”	在 0.1 mile 中超過 2 個人孔高差超過 1/2”

LB 工法^[1]

此工法可分為 2 部分：1.特製鋼板設置 2.鋪裝後之路面齊平作業；而此方法可改善路面原有之人手孔與路面高差過大，鋼板設置於路面刨平後將原有之人手孔頸予以調整並覆蓋特製鋼板與墊塊，再進行瀝青混凝土鋪築及完成第 1 步驟；施工完成後以特製機具進行鋼板拔除與緣石切割，後裝設人孔此步驟須注意調整孔蓋與新鋪路面齊平，調整好高度後澆置高流動性、高強度之速凝填充材料(30 分鐘即可開放通車)，並完成整平作業，如圖 2.1、圖 2.2 所示。

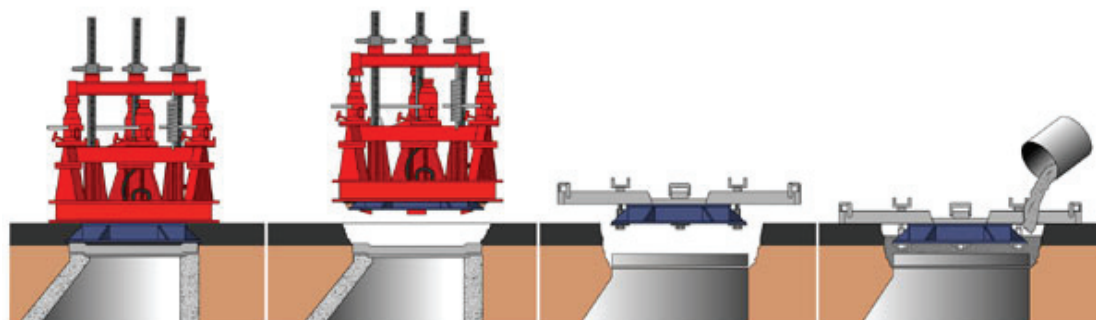


圖 2.1 LB 工法示意圖

1.安裝遮斷盤之後	2.假蓋設置	3.假蓋設置
		
將鐵蓋拿下後裝上遮斷盤	使用 3 基設備撤除	假蓋與遮斷盤組合
4.安裝遮斷盤之後	5.假蓋設置	6.假蓋設置
		
鋪裝前先假修復	因人手孔已下降，刨除 機可直接連續施工	因為連續施工可確保鋪設 品質平順均







1.假蓋設置	2.假蓋設置	3.人孔蓋設置
		
使用金屬器具扣住 3 孔去 除	使用金屬設備與假板蓋 連結去除	使用高程調整器使路面與 孔蓋齊平
4.使用 GM 樹脂投入	5.表面才施工	6.完成
		

圖 2.2 LB 工法施工流程

MR² 工法^[2]

此工法為調整原有路面之人手孔高程差過大使用，工法可大致分為 2 步驟：

1. 原人手孔蓋及緣石切除
2. 置換新人手孔蓋及高程調整

第 1 步驟先於人手孔內部置放鋼板防止切除時異物掉落，之後利用特殊機具進行人手孔及周圍緣石切除(雷射、油壓機械等)，第 2 步驟則為整平緣石切除後之級配層之高程，裝設新孔蓋並調整高程與原有路面齊平，再澆鑄填充材料(樹酯瀝青混凝土、特殊水泥混凝土等)，如圖 2.3、圖 2.4 所示。

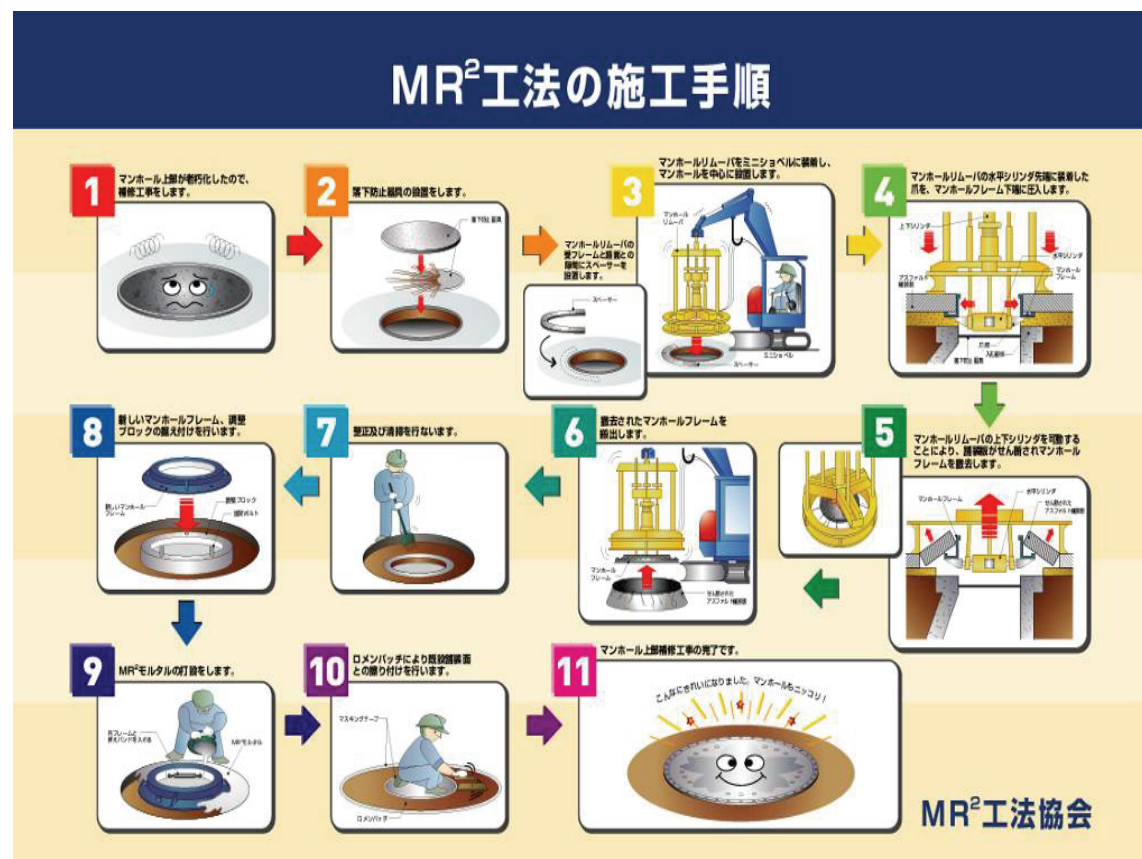


圖 2.3 MR² 施工流程圖

圓切工程



中心軸固定器



圓切刀固定裝設



完成狀況

撤去工程



破斷器安置

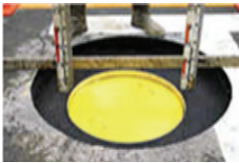


將外框吊起撤除



吊除後確認高程

回復工程



ES 樹脂做高度調整
交通開放



裝設鐵蓋內框



圓弧滾壓器使 ES 樹脂壓密



竣工



30 分鐘養護



交通開放

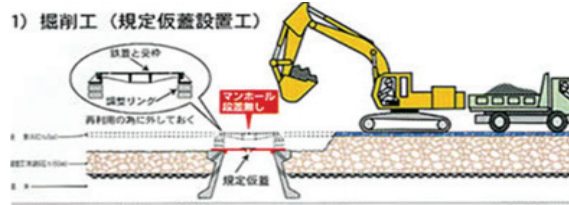
圖 2.4 MR² 工法示範

後復工法

後復工法與 LB 工法有些需相似之處，不同之處在於後復工法於路面刨平後，先將人手孔降至底層並覆蓋上特製鋼板，並進行底層之路面整平作業，之後直接進行混凝土鋪築(但在鋪築前已將孔蓋利用三角定位法定位)，在鋪築後之路面做上記號，再利用特殊機具將面層切割拔除，將拔除後裸露之底層進行整平，並鎖上特製人孔蓋調整高程，再澆置填充材料並作緣石部分之修整齊平，如圖 2.5 所示。

1. 挖掘工(假板設置工)

1) 掘削工 (規定仮蓋設置工)



2. 路床、路盤整正、滾壓

2) 路床整正・転圧工, 路盤整正・転圧工



3. 上層路盤工整建滾壓

3) 上層路盤工・整建・転圧工

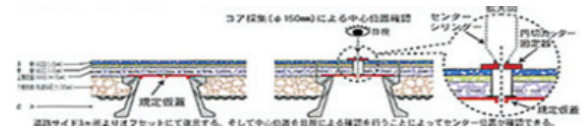


4. 舗装回復路面

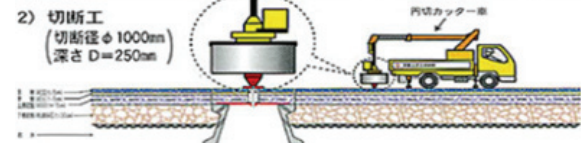
4) 舗装回復旧工



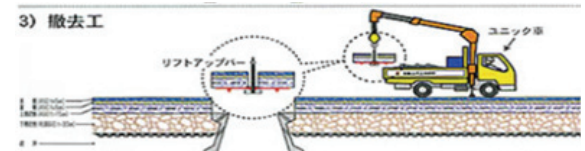
5. 施工前(準備工-3 點定位、固定器)



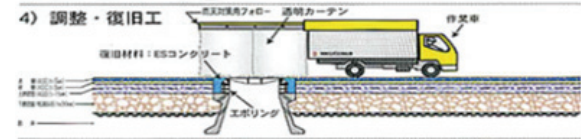
6. 切断工(切断直径 1000mm、深 250mm)



7. 撤去工



8. 調整、回復



9. 養護竣工

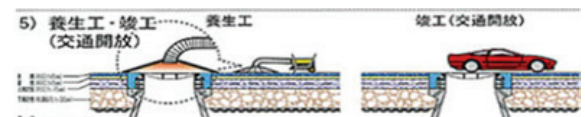


圖 2.5 後復工法

將工法步驟整理成 4 部分：1. 切割工法 2. 刨除工法 3. 定位撤除 4. 人孔置換

1. 切割工法

利用圓形切割機、切割人孔四周，再採用水平油壓機取出人孔底座上方之瀝青混凝土、隨後於人孔底座放置規定之板蓋。

2. 刨除工法

利用挖土機刨除表層、基層各 5 公分，再開挖至基底層後，再回鋪基層、表層各 5 公分，覆蓋人孔底座，隨後採用推土機、滾壓機整置路面。

3. 定位撤除及人孔置換

人孔座上方中心點採用鑽孔機、鑽孔大小為 150mm，以目視方法檢測是否有位於人孔中心點，利用固定器校整，再採用圓型切割機並切割人孔四周，其切割範圍深度為 250mm、直徑為 1000mm，再利用桿件取出人孔上方之瀝青路面，如遇下雨天則採用帆布車阻隔雨水，施工完畢後需用小型行動養護裝置，才方可開放通行。

傳統維修方式須要較多的人工與維修時間、且施工項目略多，就夯實而言、如沒有確實的壓實、容易造成人孔周圍凹陷，也容易產生不必要的噪音、對住家而言噪音污染是一大考量之一，而傳統工法則需養護方可開放通行、對於交通量甚高之道路影響極大，夜晚時也容易造成不必要的交通意外及公安事件。



圖 2.6 後復工法與傳統工法之比較

傳統工法對於路面的平坦度控制不易，由圖 2.6、圖 2.7、圖 2.8 可看出傳統工法與後復工法比較，後復工法成效相當顯著，對道路縱斷面方向平坦度效果也較顯著。

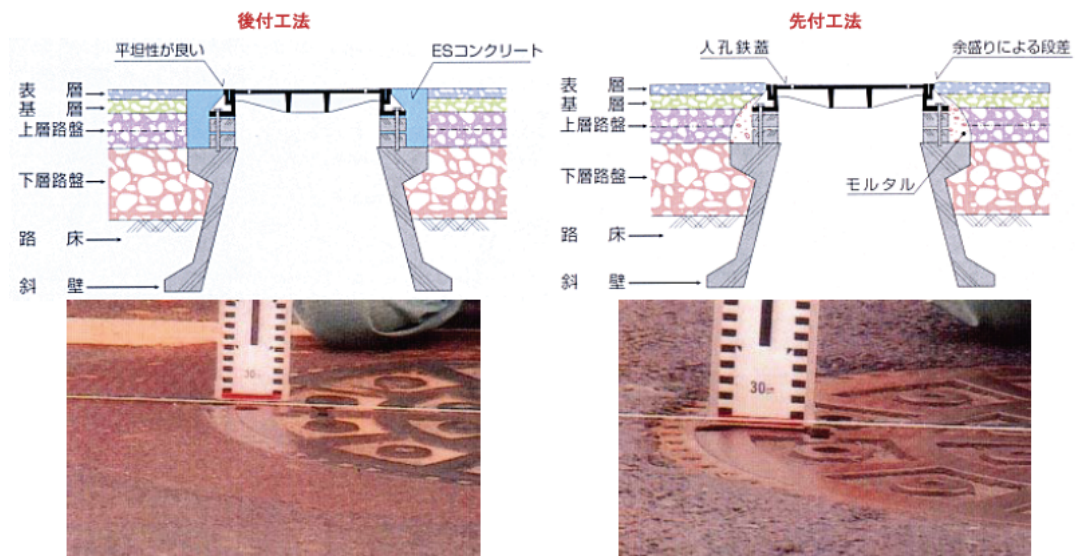


圖 2.7 人孔周邊路面平坦度改善比較圖

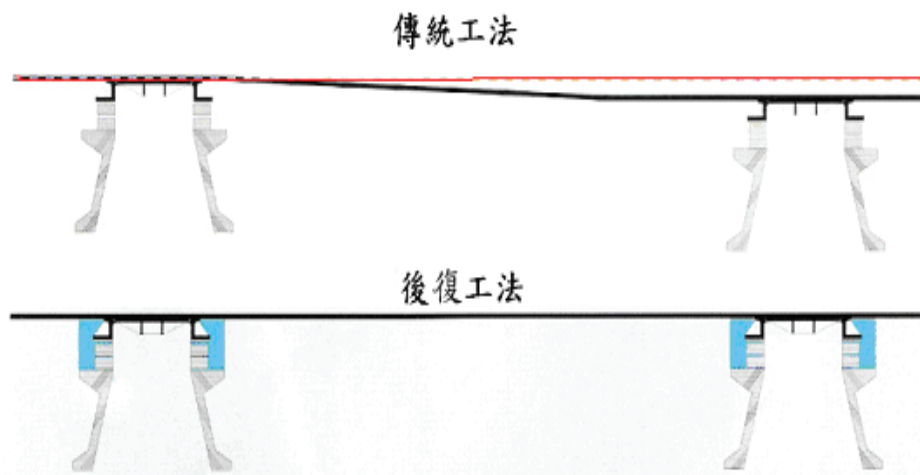


圖 2.8 道路縱斷面方向平坦度比較圖

2. 美國之人手孔調整

美國猶他州使用之工法稱之"Twist Riser Manhole"，事實上與日本 MR² 十分相似，也是利用特殊機具進行路面切割，並將人手孔蓋進行置換調整高程，而與日本之差異之處在於美國不同道路等級所使用之人手孔大小尺寸不同，故切割機具之螺旋切割頭有大中小 3 種可供使用如圖 2.9，而其調整之高程差範圍為 2.75"~0.25"之間，施工方式如圖 2.10、圖 2.11、圖 2.12、圖 2.13。另使用之切割機及規格如圖 2.14 及表 2-2 所示。



圖 2.9 大、中、小螺旋切割



圖 2.10 將破損之人手孔蓋進行切割(費時 1-3 分鐘)



圖 2.11 調整高程差並澆置填充材料



圖 2.12 新人孔蓋置換

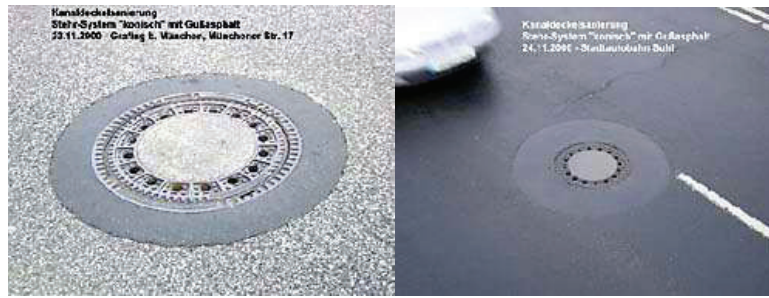


圖 2.13 置換新人孔蓋後開放通車



圖 2.14 人孔切割機(SKF950)

表 2-2 SKF 規格表

Model	SKF 950 XL
Weight	approx. 2.200 lbs
cutter heads available	from 16.5" up to 55"
Cutting depth	12"
Torque	8850 ft/lbs
Oil flow	26.5 gals/min

另一種常用功法稱 A、B 工法；於人孔埋設時，人孔頂板上以 A、B 圈塊工法施作為人孔頸部，其處置方式，清理完成後，首先於人孔頂版口塗環氧樹脂，依所需升高之尺寸，設置 A、B 圈塊（ring block）及保護圈塊後，A 圈塊澆注水泥砂漿，以便固結所設置之保護圈塊（ring protecting block），在保護圈塊設置完成後，安裝螺栓將 B 圈塊上澆注水泥砂漿，並設置人孔蓋座及邊緣混凝土塊（edge concrete block），以調整蓋座與 B 圈塊間之水泥砂漿厚度，並將邊緣混凝土塊與保護圈塊間之縫隙以砂漿填滿，修飾後回填。要調降孔蓋頸部，則移

除 B 圈塊及截去一段保護圈塊則可，如圖 2.15 所示。與早期傳統蓋座砌磚工法比較，節省人力且容易調整到與路面齊平，修飾後回填可在人孔頸部施工 3 小時內完成，施工所需時間縮短較為迅速。

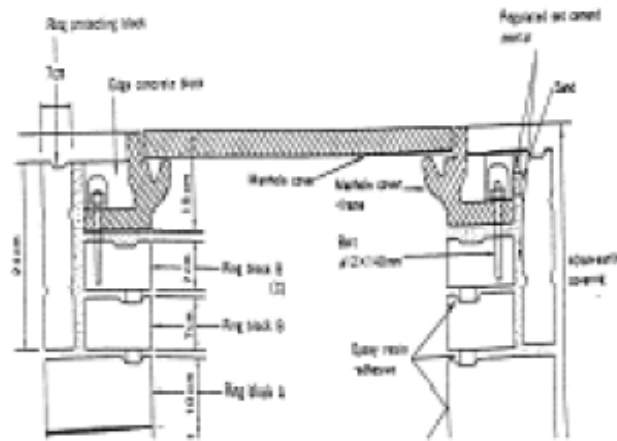


圖 2.15 A、B 圈塊工法

第三章 國內人手孔蓋施工現況分析

3.1 國內人手孔蓋現況

臺灣地區因各管線單位在完成管線鋪設之後，會於道路路面或人行道上維修孔蓋，以利未來維修調整之用。以臺北市為例，目前列管之人手孔閥箱蓋，其所屬之管線單位包括有：

1. 臺灣電力公司
2. 臺北自來水事業處
3. 中華電信
4. 瓦斯公司(欣湖、欣欣、大臺北、陽明山)
5. 有線電視公司(新臺北、陽明山、金頻道、大安文山、麗冠、長德、萬象、聯維、寶福)
6. 大哥大業者(遠傳電信公司、臺灣大哥大公司、和信電訊公司)
7. 固網業者(臺灣固網公司、亞太固網寬頻公司、新世紀資通公司)
8. 其他單位(臺北市交通管制工程處、陸軍第六軍團七三資電群網路傳輸連、中國石油股份有限公司、內政部警政署警察電訊所臺北分所、衛生下水道工程處、水利工程處)

惟目前各管線單位所預留之維修人手孔閥箱蓋尺寸不一，上述各管線單位目前使用中之人手孔閥箱蓋尺寸，請參見附錄 1。

3.2 國內人手孔蓋調整施工作業

3.2.1 人手孔蓋啟閉及道路挖掘申請作業

為配合國內管線單位維護纜線功能與兼顧維修作業所需人手孔啟閉作業，目前各地方政府均訂有相關管理辦法，管線單位須依規定事先申請並經核准之後，方能進行施工。以臺北市為例，管線單位為維護纜線功能須啟閉人手孔蓋進行維修時，應於維修前 3 日填具通告單一式 5 聯，向臺北市政府工務局新建工程處核備後，逕行分送轄區警察分局、派出所與新建工程處所屬轄區分隊及管線單位存查，並載明下列事項：

1. 人、手孔類別

2.地點（附平面圖）

3.維修項目

4.維修期限

5.承包廠商

6.連絡電話

若管線單位遇特殊事故須進行緊急性啟閉維修，得以電話逕向工務局新建工程處（轄區分隊）及轄管警察局派出所報備。若於辦公時間搶修者，須於 3 小時內填送通告單；若於辦公時間外搶修者，則須於翌日上午 10 時前填送通告單，但遇星期日或例假日，得順延 1 日。

啟閉人手孔期限以 3 日為限，並應依原報備時間內維修。倘逾限得於 3 日內申報展延，且以 1 次為限。啟閉人手孔於同一路段以 1 個間距為限，如須啟閉 2 個間距以上者，應申報以分期分段逐期作業。啟閉人手孔時間，應避開交通尖峰時間，對於重要幹道以夜間施工為原則，維修時間如因應交通及道路管理須限制施工時，應遵照辦理。現場施工作業時，應依道路交通標誌標線號誌設置規則與臺北市區道路施工交通安全設施須知等之規定設置安全設施物。施工時間應與警政單位保持連繫，施工單位應指派專人負責交通指揮。

此外，若管線單位因管（纜）線、豎桿、人（手）孔、閘箱等之新設、拆遷、換修、擴充等須挖掘道路時，管線單位應先檢具申請書、設計圖說及相關證明文件，並依據道路挖掘有關法令規定向工務局新建工程處所屬「道路挖掘協調管制中心」提出申請許可，管理機關自收件日起 7 日內審查完成，但會辦案件得延長至 13 日，若管理機關認為申請不合程序，而其情形可補正者，得應通知申請人(管線單位)3 日內補正。申請人合於程序或於期限內補正，並經審查合格者，由管理機關核定應繳納之道路挖掘許可規費（以下簡稱許可規費）、道路與交通管制設施修復費（以下簡稱修復費）及保證金，通知申請人繳納後，核發道路挖掘許可證（以下簡稱許可證），管線單位在取得許可證之後方可進行施工。然若屬緊急性搶修工程，得以電話或傳真向管理機關及協辦機關報備，並於施工日起 3 日內，補辦申請。以臺北市為例，道路挖掘申請各項費用之計算公式如下所示：

1.許可規費(以挖掘總面積計算)：

(1)核准挖掘總面積在 30 平方公尺以下者：每件 400 元

(2)核准挖掘總面積在 10 平方公尺以下且屬①設置郵筒、②家庭用戶需求申裝管線、③車行斜坡道、④緊急搶修：每件 200 元

(3)核准挖掘總面積超過 30 平方公尺者：每件 800 元

2.道路修復費（以銑鋪面積計算）按核准挖掘面積每平方公尺新臺幣 300 元計收。但其核准挖掘長度在 30 公尺以下者及農路，免予計收：

(1)挖掘寬度超過 6.4 公尺者，依實際挖掘寬度乘以核准挖掘長度。

(2)挖掘寬度在 6.4 公尺以下，且道路寬度超過 8 公尺者，以 6.4 公尺乘以核准挖掘長度。

(3)挖掘寬度在 6.4 公尺以下，且道路寬度在 8 公尺以下者，以瀝青路面全寬度乘以核准挖掘長度。

3.道路挖掘保證金（以挖掘面積計算）：

(1)挖掘人行道：60 元/每平方公尺乘以人行道挖掘面積（平方公尺）

(2)挖掘車道

①道路寬度在 8 公尺以下：70 元/每平方公尺乘以車道挖掘面積（平方公尺）

②道路寬度超過 8 公尺：100 元/每平方公尺乘以車道挖掘面積（平方公尺）

管線單位須於道路挖掘完工後 30 日內，檢具申請書、竣工圖說及相關證明文件，向管理機關申請工程結案，並於完工結案次日起，負責保固，保固之年限 2 年，管理機關得視需要延長 1 年。管線單位於辦妥結案前之期間亦應負保固責任。於前項保固期間內，如因管溝回填不實或修復不良，致發生路面高低不平、龜裂或凹陷等情事，經通知改善未依限改善者，管理機關得代為修復，所需費用由保證金扣抵，不足金額由管理機關向申請之管線單位進行追繳。

3. 2. 2 人手孔蓋維修道路挖掘現況

目前國內管線單位在進行管（纜）線、豎桿、人（手）孔、閘箱等之新設、拆遷、換修、擴充時，若人手孔蓋已下地，必須先利用金屬探測器於現場進行掃描偵測，針對人手孔蓋位置作定位，如圖 3.1 所示。完成上述定位動作之後，施工單位先依據設定之施工範圍於路面上劃線，然後再利用路面切割機具，如圖 3.2 所示，進行切割作業，如圖 3.3 所示，再將施工範圍方正切齊。完成切割作業之後，若人手孔蓋原本已下地，則先以破碎機具打除人手孔上方土石確認置，接著再利用破碎機具鑿除周邊緣石，將人手孔週邊之混凝土或瀝青予以破壞，如圖 3.4 所示。然後再以人工方式將鑿除後之周邊餘土進行清理，如圖 3.5 所示，完成上述作業之後，即可進行相關管線工程。

當管線工程完成施工作業之後，施工單位再於人手孔周邊之緣石處，澆置樹脂水泥與樹脂瀝青，如圖 3.6 所示，並利用夯實機予以夯實，如圖 3.7 所示。樹脂水泥係為一種合成樹脂，屬於熱固性塑膠類，本身具有耐高熱、防水、無收縮性、高強度及硬度、粘著力強等特性。樹脂水泥(SOLUTION RESIN)則是由環氧樹脂(epoxy)、聚酯(polyurethane)、聚胺酯(polyester)所組成，與環氧樹脂、矽力康樹脂同類，但是彼此間仍有不同的力學性質。樹脂瀝青是屬於常溫瀝青混凝土，主要成份包括了骨材級配、碎石、特殊合成樹脂、瀝青乳劑。合成樹脂主要成份是由聚酯(Polyurethane)、丙烯酸樹脂(Acrylic Resin)所組成。瀝青乳劑中包含瀝青原料及添加含有氯化氫酸的胺類(Amines)乳化劑。若是人手孔周邊之緣石處，改以早強水泥混凝土澆置，如圖 3.8 所示，則不需利用夯實機作業。



圖 3.1 利用金屬探測器進行人手孔蓋位置定位



圖 3.2 路面切割機具



圖 3.3 路面切割作業



圖 3.4 以破碎機具鑿除周邊緣石



圖 3.5 周邊餘土清理



圖 3.6 澆置樹脂水泥與樹脂瀝青



圖 3.7 利用夯實機夯實路面



圖 3.8 澆置早強水泥混凝土

國內管線單位透過道路挖掘進行管（纜）線、豎桿、人（手）孔、閥箱等之新設、拆遷、換修、擴充工程時，其作業方式與流程大致如上所述，並無太大差異。以中華電信為例，該單位即訂有施工規範，要求維修人員或承包廠商除必須準備下列施工所需機具之外，還必須依循下列施工步驟進行施工。

1. 施工機具

- (1) 路面切割機 1 台
- (2) 路面鑿除機 1 台
- (3) 2m 長鋁棒(鐵棒)或 L50mm×50mm×5mm 角鐵 2 支
- (4) 鏟刀 2 支
- (5) 鐵絲
- (6) 鉗子 1 支
- (7) 鐵鎚 1 支
- (8) 掃帚 1 把
- (9) 抹布
- (10) 水桶 1 個
- (11) 直徑 1.5 cm 鐵棒加鑄鐵平底版，長*寬(10×10 cm) 1 支

2. 施工步驟

- (1) 以路面切割機切除路面。
- (2) 用電動打除機打除路面，孔蓋框座與切割線間隔 W=15 公分，人孔深度 H=18

公分，手孔深度 H=15 公分，廢方運離現場。

- (3)將孔蓋座吊離人手孔。
- (4)清除人手孔體表面及孔蓋座四周表面粘土、灰塵……等雜物。
- (5)將鋁棒(鐵棒)或木條以鐵絲緊綁在孔蓋座上，其方向必須與行車方向相同。
- (6)再將支撐之鋁棒或木條連同孔蓋框座放回人手孔體上方之路面上。
- (7)模板架設在人手孔與孔蓋座間，以防樹脂水泥澆置時流入人手孔內。
- (8)在地上先將樹脂水泥搓揉均勻後將硬化劑放入樹脂袋內，再搓揉混合至 3 分鐘。
- (9)以樹脂水泥填充人手孔體與孔蓋座之間的提升空間(打底層)。(必須以純樹脂水泥填充)
- (10)重覆步驟 8.並將骨材加入至被填充之週邊內，以鏟刀攪拌均勻，並以直徑 1.5 cm之鐵棒加底面積為長、寬 10×10cm 之鑄鐵平底版夯實，依此方式填充直到達路面高程下 4±0.5cm 為止。
- (11)待樹脂水泥完全硬化後，再倒入樹脂瀝青，完成 4±0.5cm 厚的鋪面施作。
- (12)樹脂瀝青鋪設時，必須高於路面約 0.5~1cm，再以鐵棒夯實，完成後撤除路障即可通車。
- (13)完工時將孔蓋周圍路面塵土鋪在瀝青表面，以防車輪輾壓時瀝青表層被帶走，兼做環保措施。
- (14)配比(重量比)如表 3-1
- (15)樹脂水泥：1/2”骨材 = 1：1.5
- (16)各式人手孔樹脂水泥混凝土使用數量詳表 3-2。

此外，對於施工過程中所使用之樹脂水泥與樹脂瀝青，也訂有下列注意事項，供維修人員或承包廠商依循。

3.樹脂水泥

- (1)樹脂水泥加入硬化劑之前，必須搓揉均勻。

- (2)在打底層時樹脂水泥除硬化劑外，不得再添加任何添加劑。
- (3)硬化劑倒入樹脂水泥袋中搓揉混合時，必須將袋內空氣儘量排出，以達混合完全之目的。
- (4)搓揉樹脂袋至少 3 分鐘以上，以使樹脂水泥可完全發揮作用。
- (5)除打底層時用純樹脂水泥外，其他部份均以 1:1.5 配比加入骨材，經充份搓揉後必須儘速施工，以免硬化不能使用。
- (6)樹脂水泥含有刺激性物質，若不小必噴及眼睛，儘速用清水沖洗。
- (7)施工時應戴著工作服、防護鏡、口罩、膠質手套等以保護工作人員安全。

4.樹脂瀝青

- (1)鋪設樹脂瀝青之前，必須待樹脂水泥混合骨材硬化後，才可鋪設。
- (2)鋪設樹脂瀝青時，必須高出路面 0.5~1cm，以便在夯實後可與路面高程(孔蓋面高程)一致。

表 3-1 配比

樹脂水泥	骨材(碎石)	硬化劑	樹脂瀝青	備 註
783kg	1200kg	17kg	2000kg	每立方 M 所需用的材料

表 3-2 樹脂水泥、骨材、樹脂瀝青材料用量表

樹脂水泥、骨材、樹脂瀝青材料用量表					
(W=15cm)	樹脂水泥	骨材	硬化劑	樹脂瀝青	人手孔蓋型式 (週邊加框尺寸)
大 A 手孔 大 B 手孔	58KG	86KG	1.3KG	65KG	大手孔 (1240* 640* 130) 大手孔加框 (1540* 940* 150)
中 A 手孔 中 B 手孔	50KG	74KG	1.1KG	56KG	中手孔 (1038* 538* 130) 中手孔加框 (1338*838*150)

樹脂水泥、骨材、樹脂瀝青材料用量表					
(W=15cm)	樹脂水泥	骨材	硬化劑	樹脂瀝青	人手孔蓋型式 (週邊加框尺寸)
小手孔	42KG	62KG	1.0KG	47KG	小手孔 (836*436*130) 小手孔加框 (1136*736*150)
人孔	81KG	122KG	1.8KG	73KG	直徑 820*150 (1120*1120*180)

第四章 小面積鋪面挖掘修補機具規劃設計

國內目前既有之人手孔蓋分為圓形與方形 2 種，切割方式均採用矩型切割方式。國外圓形人手孔施工之路面切割方式，目前已有專屬機具，利用圓蓋型切割刀片，進行圓形手孔施工之路面切割，如圖 4.1 所示。此外，同時也有相關專利，將切割機具與大貨車整合，如圖 4.2 所示。圓形切割機具國內目前也已有廠商開發類似設備，如圖 4.3 所示。雖然上述設備已相當方便，但此一作業方式於路面切割完畢後，仍需仰賴人力進行蓋座周圍破碎以及路面回填夯實。再則國內人手孔蓋圓形與方形都有，且施工規範均採用矩型切割方式，因此本研究在進行小面積鋪面挖掘修補機具規劃設計時，考慮圓形與方形人手孔蓋施工切割的適用性，故小面積鋪面挖掘修補機具之切割方式仍採用現行矩型切割方式，機具部分將利用現有市場中類似功能概念之機具，進行組合裝配，並參考美日等國作業方式，朝向將路面切割以及蓋座周圍破碎等施工所需之機具，裝配於單一機架上方，並以 3.5 噸大貨車作為載具，透半自動化的方式進行施工。

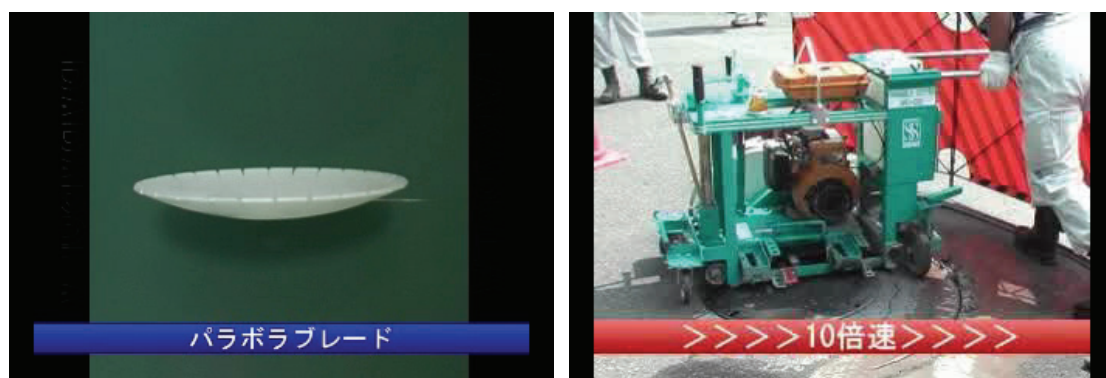


圖 4.1 日本圓形手孔施工之路面切割機具

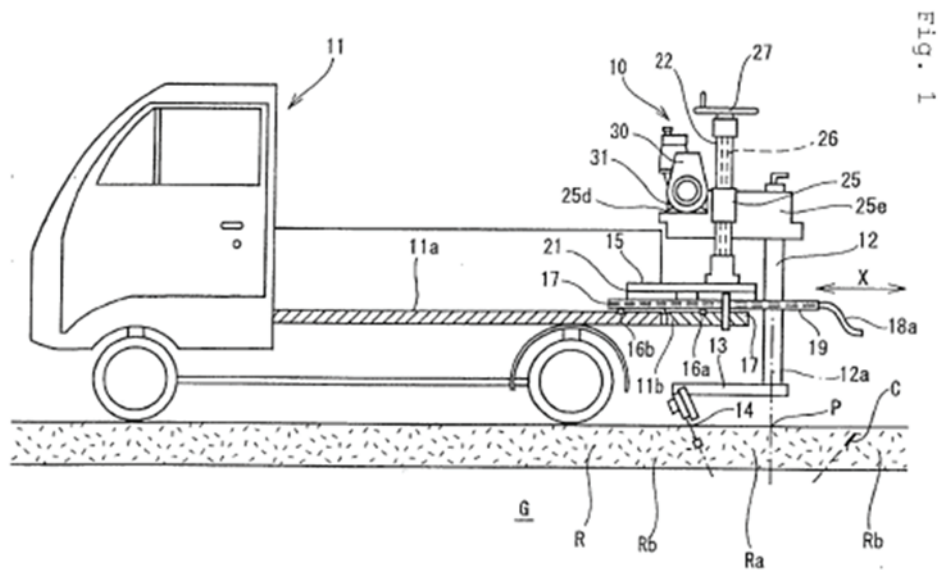


圖 4.2 日本車載斜式圓形切割(專利 US6755481)

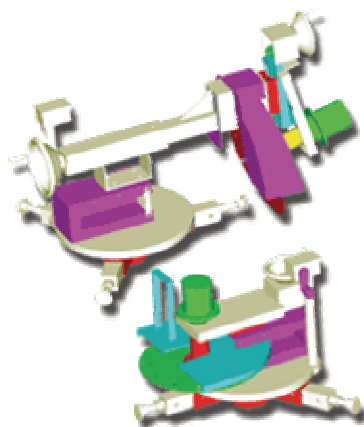


圖 4.3 國內圓形手孔施工之路面切割機具

4.1 小面積鋪面挖掘修補機具設計構想

國內孔蓋施工作業已行之有年，傳統作業方式係由施工人員以工程車搭載多種機具進行作業，惟社會大眾對道路之平坦性、流暢性、安全性、舒適性之要求愈趨嚴苛，因此如何改善現行路面開挖作業方式，提高施工後之平坦度以及縮短現行作業時間，降低對周邊交通之衝擊，是目前極待思考解決之課題。爰此，本研究在研擬小面積鋪面挖掘修補機具設計構想，首先就目前孔蓋施工作業過程中之切割、破碎、夯實等 3 部分所遭遇之困難進行分析整理，並提出可能之解決方式，以作為研擬小面積鋪面挖掘修補機具設計構想之參考。

1. 切割

(1)國內人手孔蓋種類分為方形與圓形，圓形切割機具不適用於方形。

國外圓形孔蓋之切割，已發展出成熟之切割機具，惟國內人手孔蓋種類分為方形與圓形，其中又以方形種類居多，若是直接引進國外圓形切割機具，只能解決部分問題。因此小面積鋪面挖掘修補機具設計必須能夠同時滿足方形與圓形孔蓋之切割需求。

(2)切割範圍採人工以粉筆於孔蓋四周繪製，施工範圍不易固定。

由於路面切割施工前，必須先依據施工規範中所規定之施工範圍，於人手孔蓋四周利用粉筆等類似標記物品，於路面上先劃出切割線，再採直線切割，易於切割範圍的4個角落殘留切割痕跡，成為日後鋪面破壞起源。因此在小面積鋪面挖掘修補機具設計概念上，應將如何縮短人工劃線作業時間以及確保同一尺寸之人手孔蓋每次施工範圍固定之需求加入。此外，為使施工後之路面平整，如何避免殘留切割痕跡，成為日後鋪面破壞起源，也是另一項必須考量之因素。

(3)切割機具採人工操作，費時費力。

雖然路面切割已引進機械化機具輔助，已大幅提升作業效率，惟路面切割機具仍需以人力操作推進，費時費力且施工切割範圍不易掌控，由於自動化機具已逐漸普及，因此如何引進自動化作業，縮短現行路面切割作業之時程，提升作業效率，也是小面積鋪面挖掘修補機具設計必須考量因素之一。

2. 破碎

由於目前孔蓋周邊緣石加固，除了在路面鋪築約5公分厚度之瀝青混凝土之外，底層則是分別採用樹脂水泥骨材填築或是以早強混凝土並配置鋼筋，完成路面切割作業之後，雖然可使用一般大型破碎鎬進行孔蓋周邊緣石破碎，但是須耗費大量勞力方能完成，若是孔蓋周邊緣石是以早強混凝土並配置鋼筋鋪築而成，強度更高，因此目前也有使用重型機具輔助。由於目前孔蓋施工並非單一工具所能完成，因此作業人員須依據作業程序，由作業車輛上將切割機、破碎鎬以及夯實機搬運下來，以利施工，相當耗費人力，因此未來在小面積鋪面挖掘修補機具設計，若是能朝多種工具整合，讓作業人員只需搬運1次，應可縮短人力作業時間，加速作業時程。

3. 夯實

目前孔蓋施工作業，若是路政單位無規定瀝青混凝土鋪築之厚度，管線單位得不鋪築，若是有規定者，如高雄市即規定道路寬度未滿 8 公尺者，應按道路寬度刨除 5 公分厚度再鋪築瀝青混凝土。鋪築時與原有路面銜接處應予壓實，並妥為處理平順。道路寬度 8 公尺以上者，應先將原有路面刨除，刨除厚度為五公分，寬度為一車道，再行鋪築瀝青混凝土，鋪築時與原有路面銜接處應予壓實並妥為處理平順。惟目前使用夯實機具或壓實機進行壓實作業時，容易發生壓實度不足之問題，其原因可能是現有夯實機具或壓實機之壓實平板面較大，在壓實過程中若與原有孔蓋或路面接觸，會造成夯實機具或壓實機之出力無法完全到達瀝青混凝土。因此未來在小面積鋪面挖掘修補機具設計方向，除了朝多種工具整合之外，如何改善壓實度也是未來必須考量因素之一。

綜合以上所述，茲將本研究所研整之小面積鋪面挖掘修補機具設計之構想整理如下：

1. 切割、破碎與夯實機具整合，降低搬運所耗費之人力。

為改善現行孔蓋施工作業，須使用切割機、破碎鎬以及夯實機等多種機具，且搬運費時之問題，因此本研究規劃將切割、破碎與夯實機具進行整合成為單一機具，惟目前破碎與夯實所使用之機具並不相同，且體積差異較大，再則若孔蓋周圍之緣石是採用早強混凝土與鋼筋，使用一般破碎鎬會使得操作人員之工作負荷增加，故現行多採用重型機械輔助。然由於破碎鎬之鑽頭為可更換式，尖頭可作為破碎使用，更換為平頭則可作為夯實用途，因此為使破碎與夯實之機具得以整合，本研究將以破碎鎬為規劃目標。此外，為避免殘留切割痕跡，成為日後鋪面破壞起源，並縮短人工劃線作業時間以及確保同一尺寸之人手孔蓋每次施工範圍固定，因此本研究在設計概念上，規劃依據孔蓋尺寸及施工範圍，設計一框架(如圖 4.4 所示)，並將切割機、鑽孔機以及破碎機安裝於框架上(如圖 4.5 所示)，於施工之前透過 3.5 噸大貨車上之吊掛機具，將框架固定於方形人手孔蓋周圍，並利用鑽孔機與軌道式水泥切割機，進行人手孔蓋周圍鑽孔與路面切割。完成上述路面鑽孔切割動作之後，再利用裝配於前述框架上方之破碎鎬，將孔蓋周圍緣石路面破碎，方便後續人手孔蓋施工調整。圖 4.6~圖 4.8 為小面積鋪面挖掘修補機具構想之不同角度視圖。

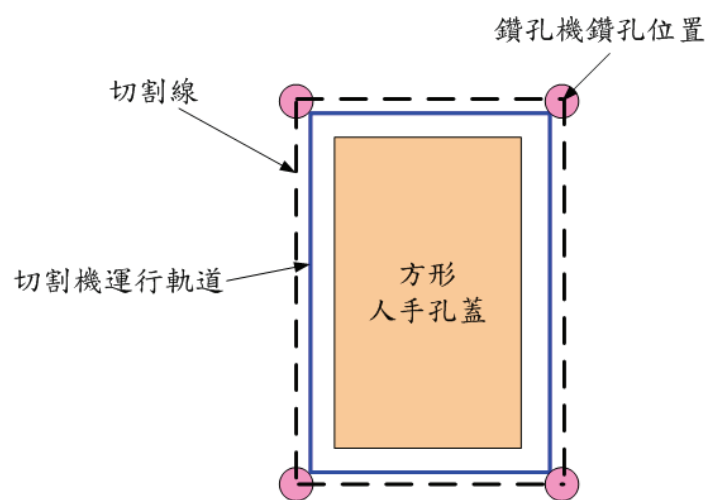


圖 4.4 方形人手孔蓋施工示意圖

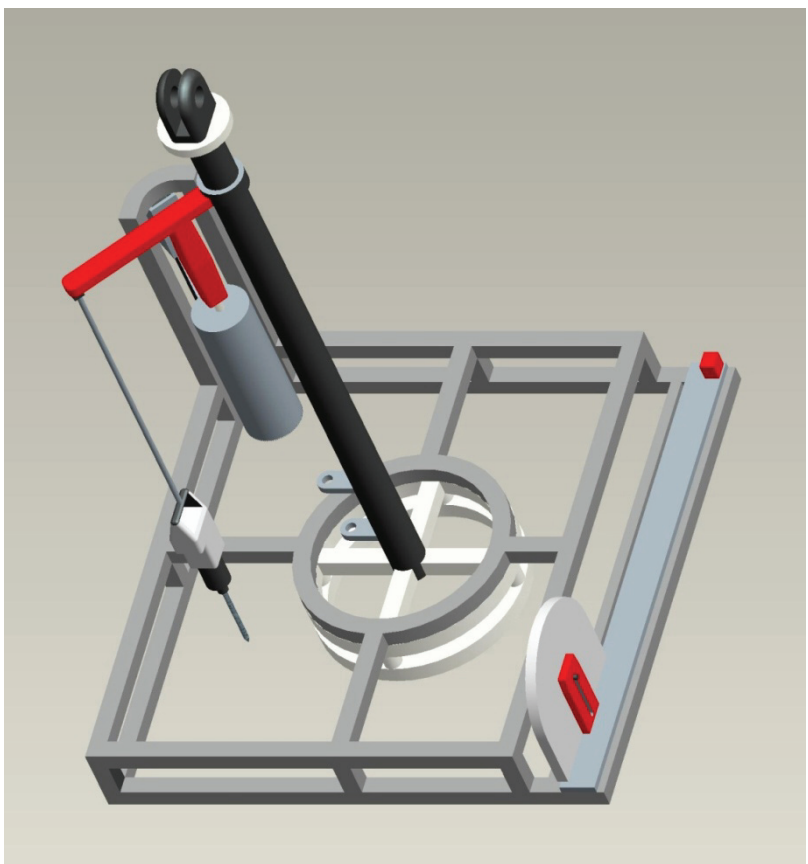


圖 4.5 小面積鋪面挖掘修補機具構想圖

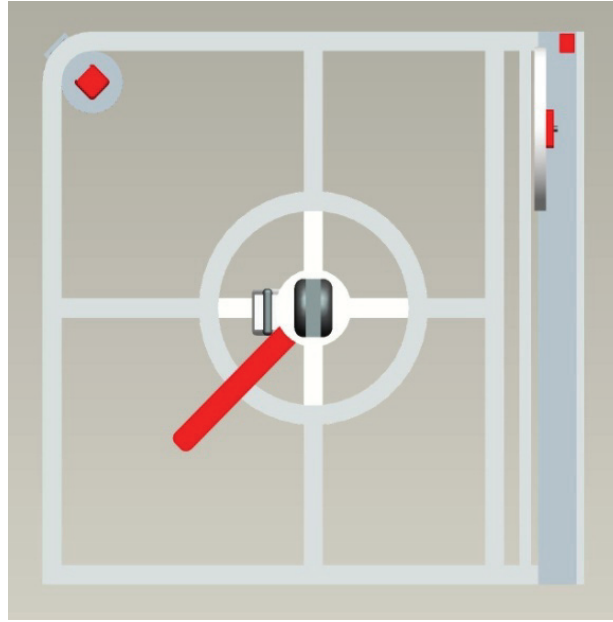


圖 4.6 小面積鋪面挖掘修補機具小面積鋪面挖掘修補機具構想圖-上視圖

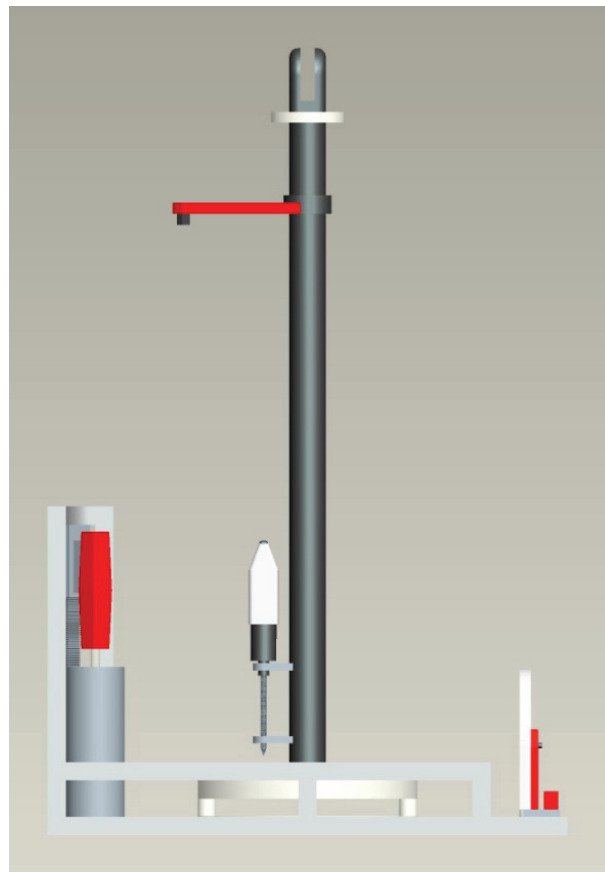


圖 4.7 小面積鋪面挖掘修補機具構想圖-正視圖

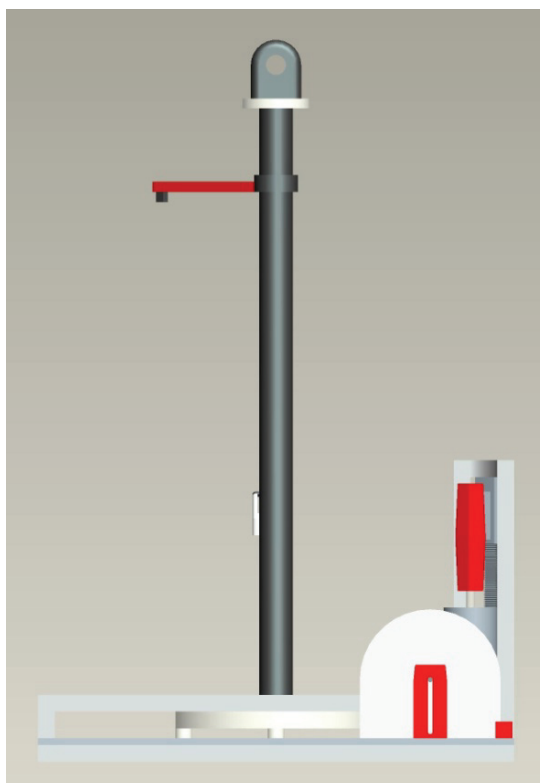


圖 4.8 小面積鋪面挖掘修補機具構想圖-右側視圖

2. 切割作業半自動化，縮短作業時程，降低操作負擔

由於國內人手孔蓋種類分為方形與圓形，其中又以方形種類居多，然不論是方形或是圓形人手孔蓋，國內目前的施工方式，均採矩形方式切割，爰此本研究仍將採用矩形方式切割，但是為降低現行人工操作切割機之工作負擔，以及縮短切割前須先依據施工範圍於孔蓋周圍劃線之前置作業時間，因此在切割機具之選用上，以具備自動進給切割功能之機具為優先考量。為縮短切割前須先依據施工範圍於孔蓋周圍劃線之前置作業時間，框架之大小也應與切割機具相互搭配，讓操作人員將小面積鋪面挖掘修補機具置於孔蓋上後，不須調整施工範圍即可直接進行切割作業。此外，本研究係採用矩形方式切割，因此搭載切割機具之框架應具備旋轉功能，以利切割機完成單邊切割作業之後，可旋轉 90 度再進行另外一邊之切割作業。亦即理想之作業方式應該是在作業現場，首先利用 3.5 噸大貨車上之吊掛機具，將框架置於孔蓋上方，然後操作鑽孔機與切割機，進行鑽孔與切割動作；完成單邊鑽孔與切割動作之後，框架旋轉 90 度，然後重複鑽孔與切割動作；完成之後，再旋轉 90 度，最後完成 4 邊鑽孔與切割動作，如圖 4.9~圖 4.12 所示。完成上述孔蓋 4 邊鑽孔與切割動作之後，再利用吊掛於框架上之破碎機進

行破碎，如圖 4.13 所示。然由於搭載切割機具之框架在切割作業進行過程中，係與平貼於地面，因此在完成單邊切割作業之後，欲進行旋轉，必須先將框架舉升離地，以利旋轉，爰此，本研究規劃於框架上加裝一手動油壓千斤頂，輔助框架舉升離地，降低操作人力負荷。

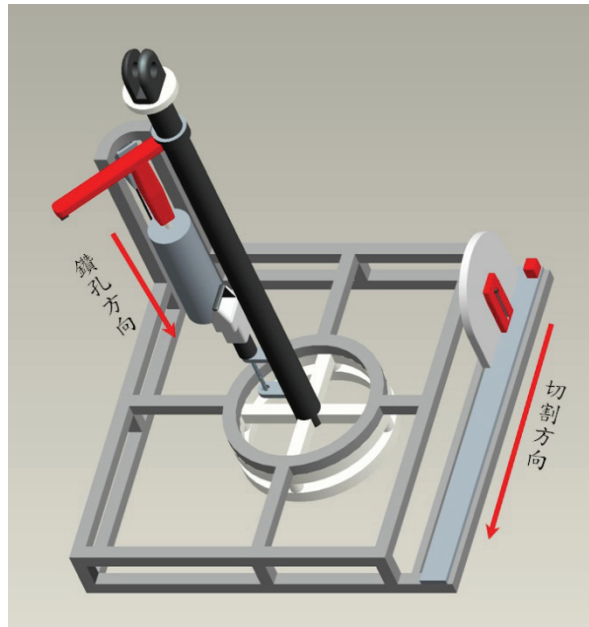


圖 4.9 置於孔蓋上方後切割鑽孔(0 度)

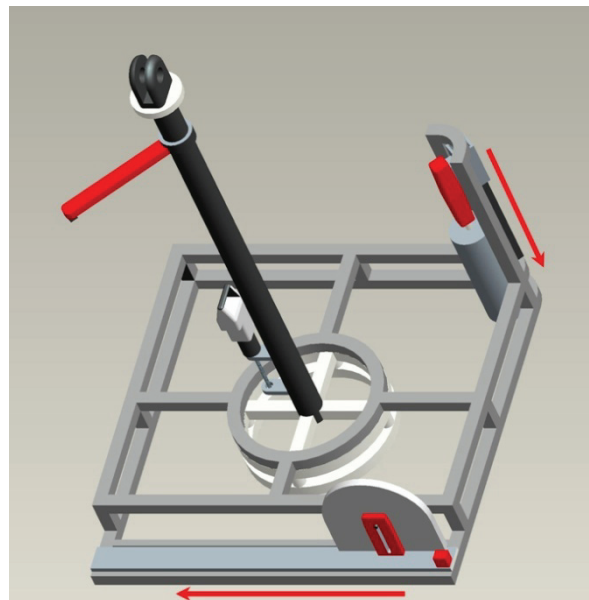


圖 4.10 旋轉 90°後再切割鑽孔(90 度)

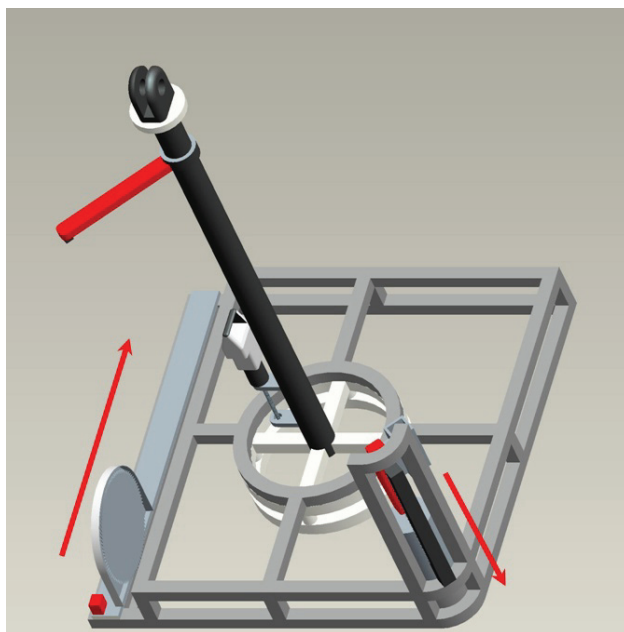


圖 4.11 旋轉 90°後再切割鑽孔(180 度)

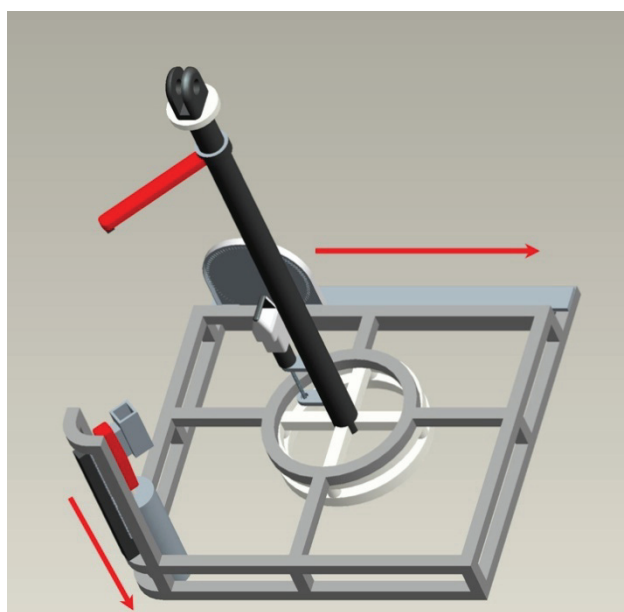


圖 4.12 旋轉 90°後再切割鑽孔(270 度)

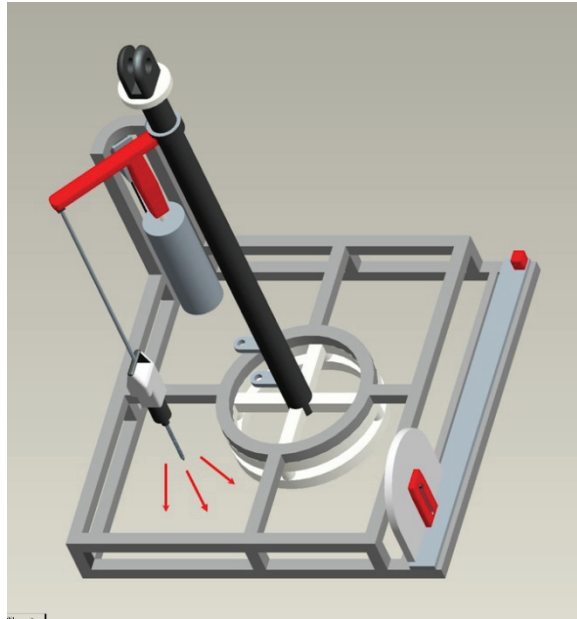


圖 4.13 利用破碎機進行破碎

3. 可適用不同孔蓋之施工範圍，具機動性方便移動，避免影響孔蓋調整作業

由於國內各管線單位之人手孔蓋尺寸及其施工範圍不盡相同，因此如何使小面積切機具能夠適用於一般常見之孔蓋，提高其可用性，是一項必須加以考量之因素。由於本研究係將切割機具置於框架上，因此若要調整施工範圍，只須就框架之尺寸進行變更設計，然若各管線單位所轄之孔蓋尺寸固定，則可直接依據施工範圍，設計製作固定框架；若各管線單位所轄之孔蓋尺寸不一，則可依據不同孔蓋尺寸之施工範圍，設計製作活動式框架。由於小面積鋪面挖掘修補機具雛型，係為國內第 1 次研發，開發過程有許多困難待克服，因此本研究今年度在模擬試作部分，將採固定式框架進行雛型試作，活動式框架部分則是依據試作結果，提出設計構想供未來發展參考。此外，當路面切割作業完成之後，須利用破碎鎬進行孔蓋周邊路面破碎作業，由於本研究為降低機具搬運所耗費之人力操作，已朝切割、破碎與夯實等 3 類作業機具整合方向設計，亦即所需之機具均整合至框架上，為使後續破碎、回填與夯實等作業能夠順利進行，同時降低機具搬運所耗費之人力，因此本研究規劃在小面積鋪面挖掘修補機具上加裝輔助輪，讓現場操作人員於路面切割作業完成之後，易於移動小面積鋪面挖掘修補機具，減輕操作人員之工作負荷，此外也可以配合前述油壓千斤頂舉升框架後，降低小面積鋪面挖掘修補機具旋轉時之路面阻力，提升作業效率。

4. 改善夯實作業方式，提升壓實度，讓與原有路面銜接處更平順

現行孔蓋周邊緣石加固作業時，在鋪築瀝青混凝土後，為使鋪築時與原有路面銜接處較為平順，會使用夯實機具或壓實機進行壓實，然若壓實過程中機具若與原有孔蓋或路面接觸，機具之出力無法完全到達瀝青混凝土，容易發生壓實度不足之問題，爰此，本研究規劃參考鑄造砂模製作方式，在鋪築瀝青混凝土後，先將破碎鎬之尖頭更換為錐型頭，然後仿照圖 4.14 之方式，先鎚擊瀝青混凝土，讓瀝青混凝土與原有路面及孔蓋銜接處之接觸更為密實，然後再更換平頭(如圖 4.15 所示)，仿照圖 4.16 之方式，鎚擊瀝青混凝土，透過此一方式，應能有效提升壓實度，讓與原有路面銜接處更平順。



圖 4.14 鑄造砂模製作方式-以錐型頭鎚實讓砂與砂模之接觸更密實



圖 4.15 破碎鎬與平頭



圖 4.16 鑄造砂模製作方式-以平頭鉗實

4.2 小面積鋪面挖掘修補機具雛型試作

依據前節所述之小面積鋪面挖掘修補機具設計構想，本研究今年嘗試針對小面積鋪面挖掘修補機具雛型進行開發試作，由於是第 1 次開發，因此本研究僅先針對切割功能部分進行試作開發與模擬測試，期能透過實作經驗提供未來實際開發時之參考。關於切割功能部分所需之機具，在切割機及鑽孔機部分，本研究規劃直接採用目前市場上現有之產品，進行組合裝配。茲將本研究所選用之切割機（圖 4.17 及表 4-1 所示）與鑽孔機（圖 4.18 及表 4-2 所示）之相關規格與實體照片，分別說明如下：

1. 切割機

廠 牌：MARCH 馬奇牌

型 號：TF 32N-30RE

該切割機具備 2 段變速強力馬達，可手動或自動切割，附安全離合器與馬達保護裝置，軌道最長可達 1.8 公尺。



圖 4.17 軌道式水泥切割機

表 4-1 切割機規格

TF 32N-30RE 規格表	
電壓	110/230V
安培	25/12
轉速	600/230
適合刀片直徑	760mm
刀片孔徑	35mm
切割深度	290mm
軌道馬達	DC
軌道長度	1,200/800/600
重量	37KG

2. 鑽孔機

廠 牌：MARCH 馬奇牌

型 號：TF-6N

適用範圍：

- (1) 大樓、住宅、廠房分離式冷氣機、排油煙機之鑽孔施工作業。
- (2) 水電、空調、瓦斯配管之鑽孔施工作業。
- (3) 檢驗工程、採礦...等之取樣施工作業。
- (4) 橋樑、道路、高速公路分隔島之鑽孔施工作業。



圖 4.18 鑽孔機

表 4-2 鑽孔機規格

產品規格	
電壓	AC 110V
安培	15A/1780W
轉速	780mm
鑽孔能力	25mm~160mm
衝程	500mm
長*寬*高	218mm*176mm*810mm
重量	19.6KG

在小面積鋪面挖掘修補機具設計之原先構想上，係採用封閉式方框，惟採用此一方式整體結構重量可能會過重，因此在確認上述設計構想之後，本研究以輕量化、簡潔、具機動性等為設計目標，重新修改小面積鋪面挖掘修補機具之框架，

如圖 4.19 所示。圖 4.20 為初步完成加工之小面積鋪面挖掘修補機具雛型，由主體框架、切割機、鑽孔機、輔助輪、吊環以及定位舉升旋轉基座等組件所構成。以下茲就各部組件之功能分述如下：

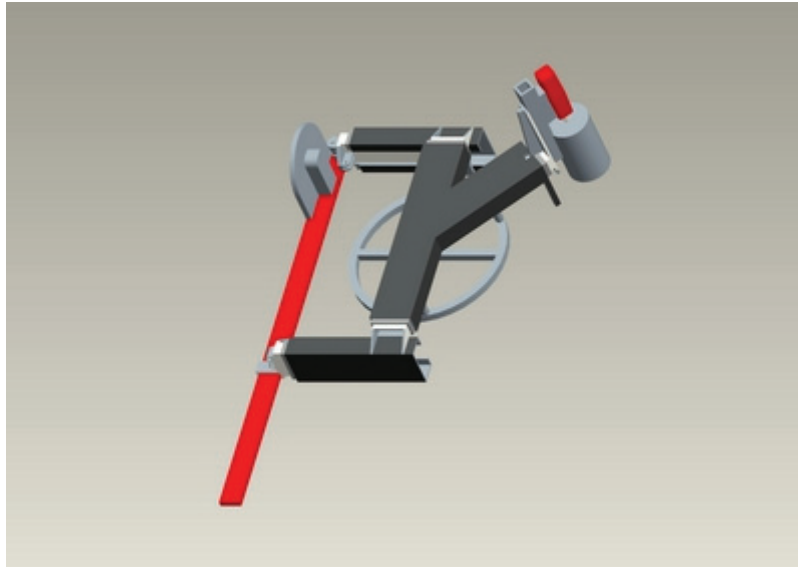


圖 4.19 修改設計後之小面積鋪面挖掘修補機具構想圖

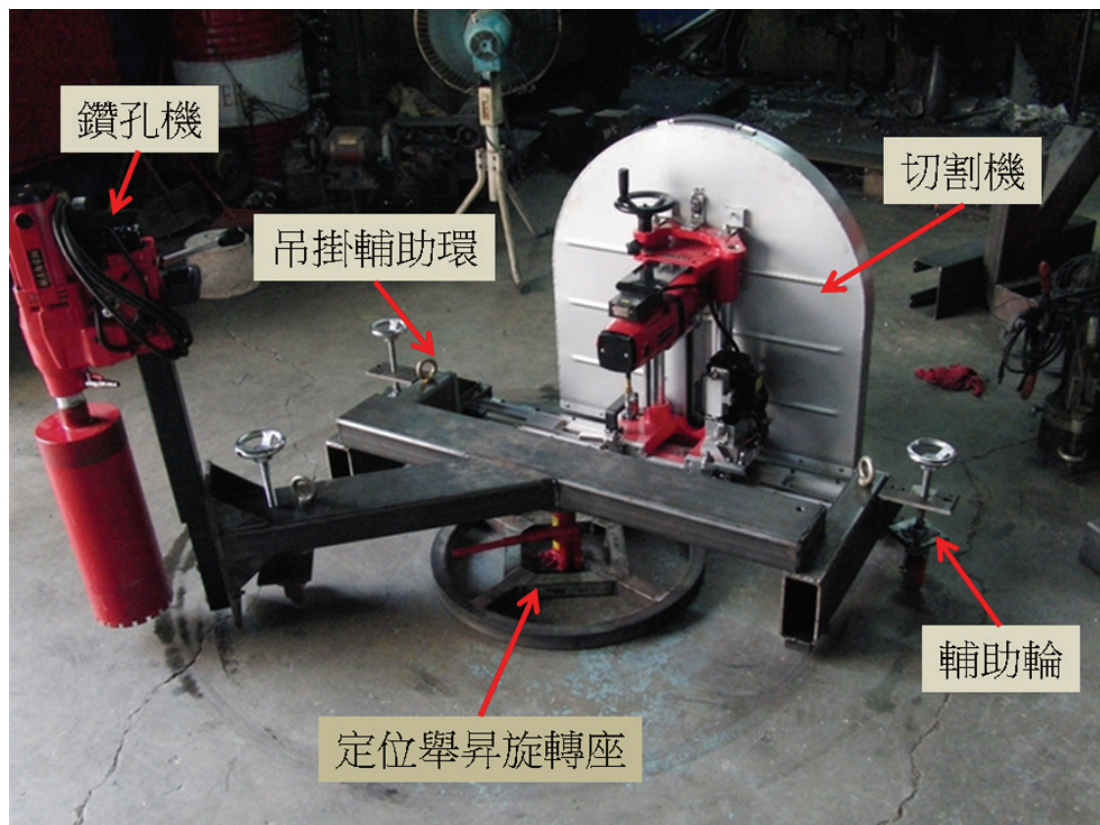


圖 4.20 小面積鋪面挖掘修補機具雛型

1. 主體框架

由於小面積鋪面挖掘修補機具之設計構想，係以大貨車載運至施工現場後，再以吊臂吊掛至孔蓋上方，為縮短操作人員之作業時程，降低工作負荷，因此切割機與鑽孔機均直接安裝於小面積鋪面挖掘修補機具，操作人員完成搬運工作之後，即可開始進行施工，毋需耗費時間組裝。惟切割機與鑽孔機均有一定之重量，若再加上破碎鎬，則主體框架必須具備足夠之強度，方可於吊臂吊掛至孔蓋過程中負荷機具及其本身之自重，爰此本研究在主體框架之設計加工方面，選用市售標準品之方鋼作為主體框架之結構，接合處除焊接之外，也視情況增加補強用之楔形鋼板。圖 4.21 為完成加工之主體框架，另外由於本研究所選用之切割機已具備自動進給功能，惟該功能須搭配馬達與軌道方能順利運轉，因此在主體框架上，也已預留安裝切割機運行軌道之機構，如圖 4.22 所示。



圖 4.21 完成加工之主體框架



圖 4.22 預留安裝切割機運行軌道之機構

2. 切割機

圖 4.23 為本研究所選用之 MARCH 馬奇牌切割機安裝於主體框架上之情形，該切割機之鑽石鋸片係採用手動進給方式，須由操作人員操作切割機上方之旋轉環帶動螺桿進給(如圖 4.24 所示)，切割方式則是透過鑽石鋸片磨擦。操作人員以手動方式將鑽石鋸片推至所需之切割深度之後，即可按下切割機上之自動進給鈕，此時切割機會在相同的切割深度下，以等速前進方式作直線切割，速度可依需求調整快慢。切割機之電源供應係透過汽油發電機，驅動鑽石鋸片之馬達所需之電壓為 110V，切割機自動進給之馬達所需之電壓為 220V。切割機上配備有進水孔，提供切割時所需之水源，除可冷卻鑽石鋸片，降低磨擦所產生之高熱外，另外也可以避免揚塵產生。



圖 4.23 切割機完成安裝後之狀態(1)

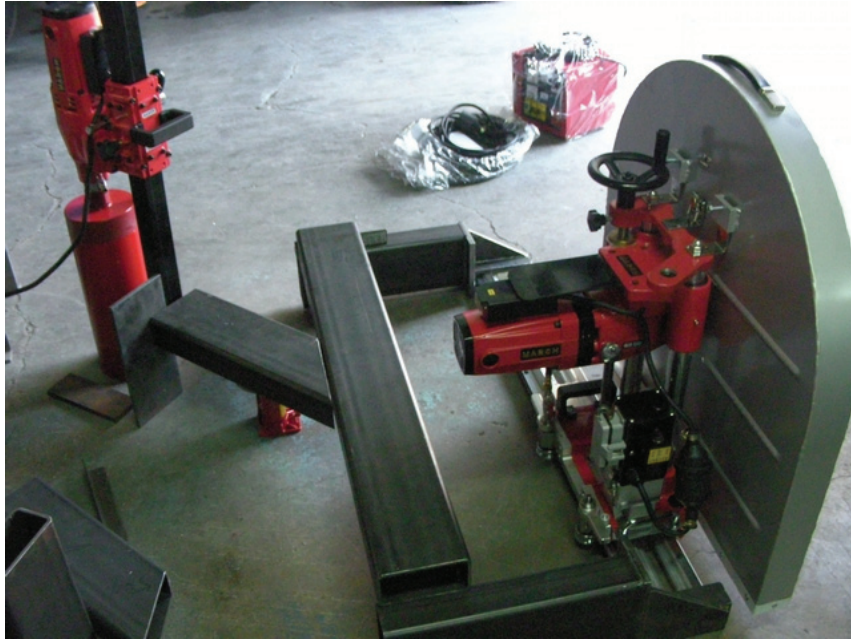


圖 4.24 切割機完成安裝後之狀態(2)

3. 鑽孔機

圖 4.25 為本研究所選用之 MARCH 馬奇牌鑽孔機安裝於主體框架上之情形，該鑽孔機之鑽石鑽筒係採用手動進給方式，須由操作人員操作鑽孔機上方之旋轉環帶動螺桿進給，鑽孔方式則是透過鑽石鑽筒磨擦，如圖 4.26 所示。另外鑽孔機與切割機相同，亦配備有進水孔，提供鑽孔時所需之水源，除可降低磨擦所產生之高熱外，另外也可以避免揚塵產生。

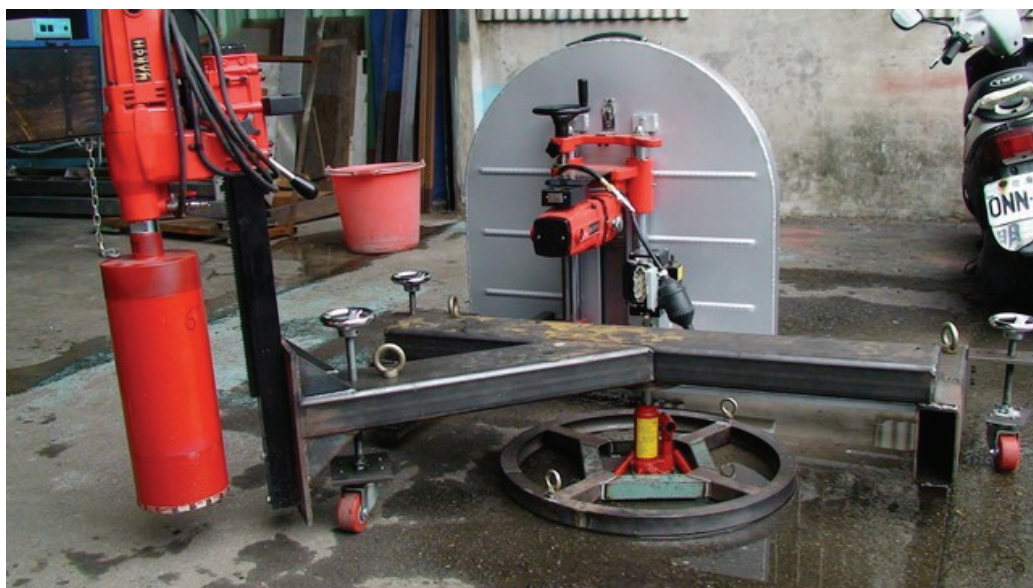


圖 4.25 鑽孔機安裝於主體框架上之情形



圖 4.26 鑽孔機鑽孔情形

4. 定位舉升旋轉基座

由於本研究係採用矩形切割方式，為使作業過程平穩，因此然搭載切割機具之主體框架在切割作業進行過程中，必須平貼於地面，然在完成單邊切割作業之後，欲進行旋轉，必須先將主體框架舉升離地，以利旋轉，如圖 4.27 所示。爰此，本研究在主體框架下方加裝一手動油壓千斤頂，降低操作人力負荷，透過人力按壓即可將主體框架舉升離地，並旋轉主體框架至定位，如圖 4.28 所示。此外，由於千斤頂體積較小，與地面接觸之面積不大，在舉升的過程中，容易發生搖晃情形，爰此，為提高穩定度，本研究在手動油壓千斤頂下方另外再焊上一圓形基座，此一基座除了具備穩定之功能外，同時也可以作為輔助定位之用，亦即當操作人員利用吊臂將小面積鋪面挖掘修補機具吊掛至孔蓋上時，該圓形基座可作為定位輔助用途，操作人員只需將圓形基座對準孔蓋，如圖 4.29 所示。

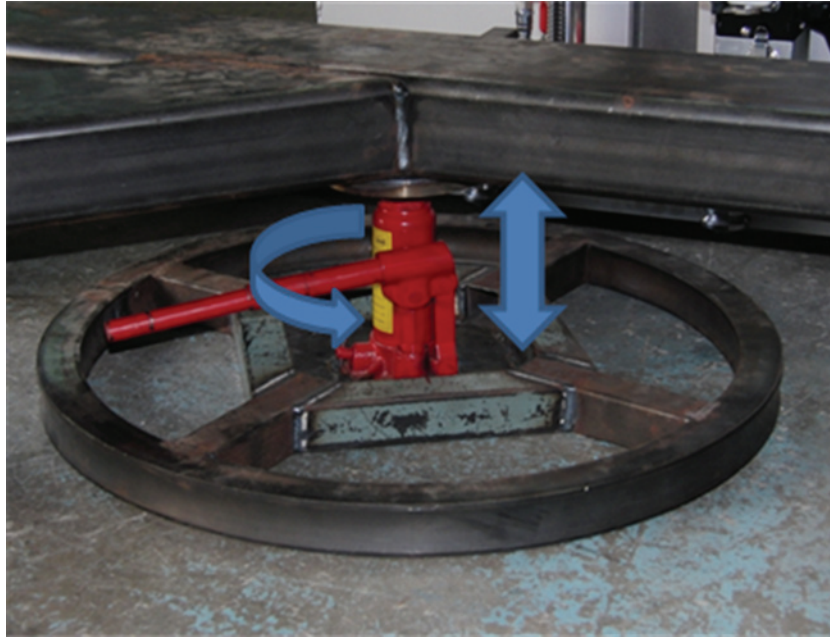


圖 4.27 定位舉升旋轉基座-旋轉舉升

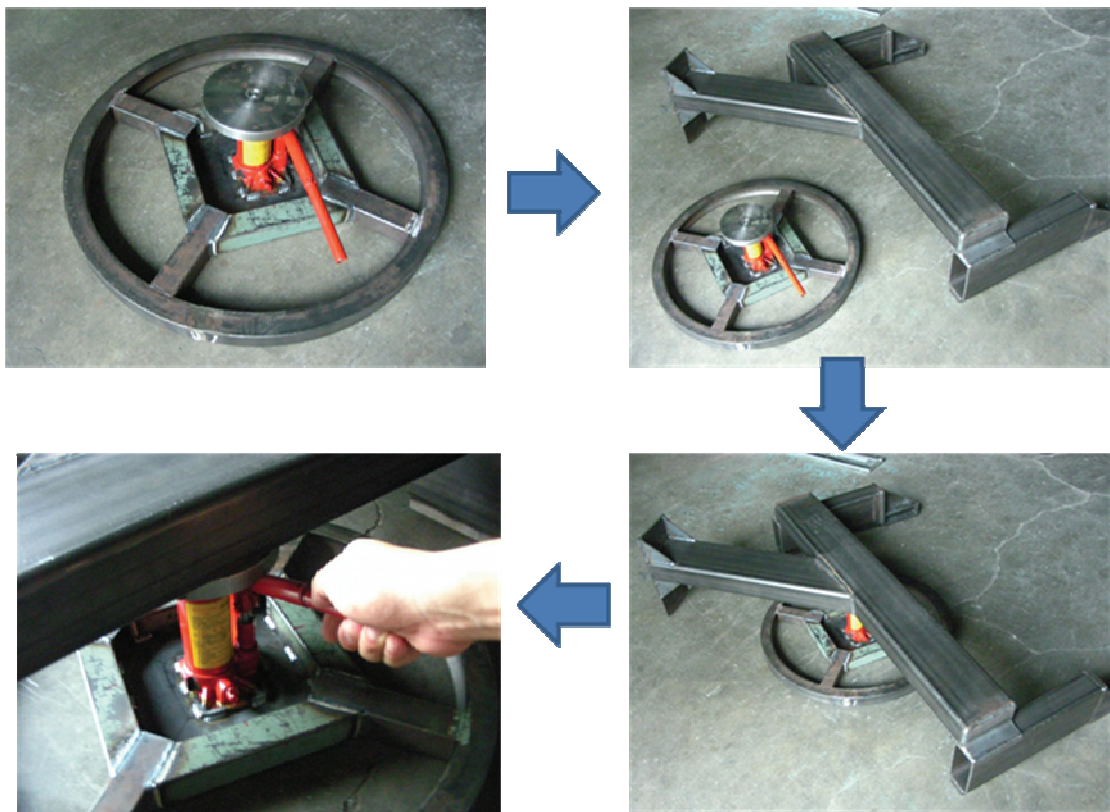


圖 4.28 定位舉升旋轉基座操作情形

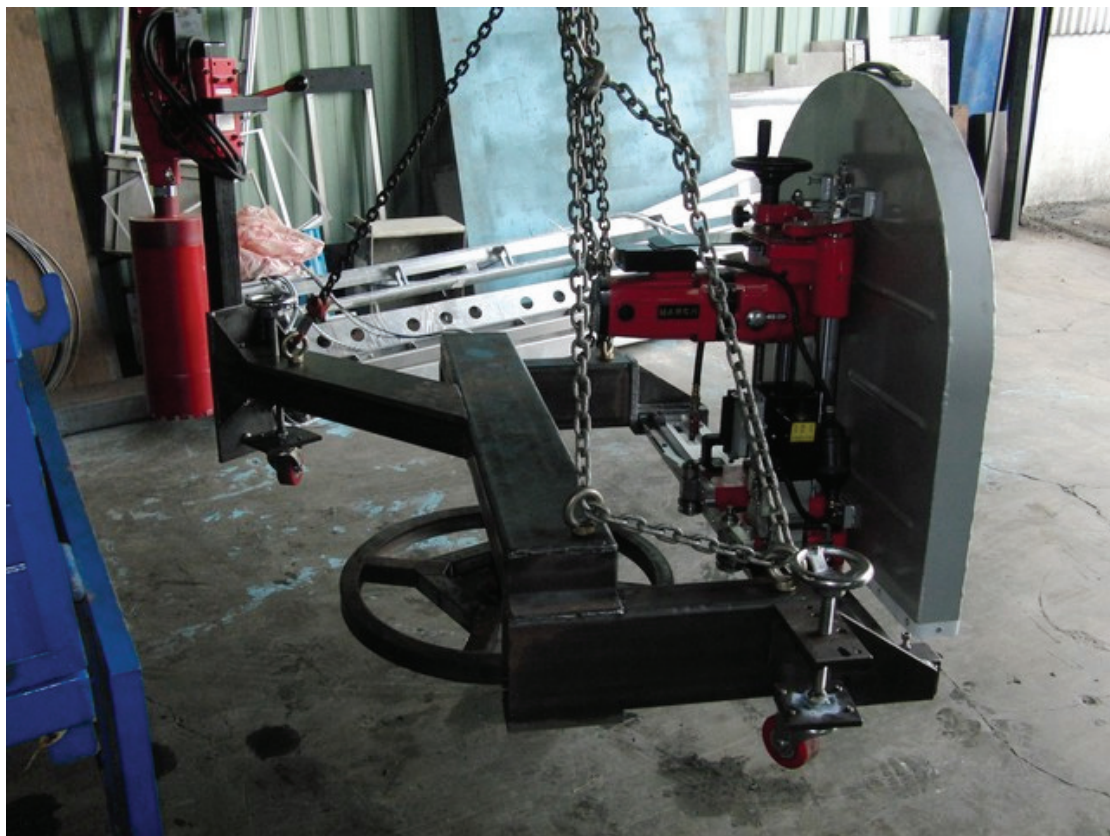


圖 4.29 利用圓形基座輔助吊掛時定位

5. 輔助輪

本研究將切割機、鑽孔機以及定位舉升旋轉基座安裝至主體框架之後，在測試過程中發現，由於切割機與鑽孔機的重量不同，使得整個小面積鋪面挖掘修補機具離型重心偏移，造成在舉升之後不易旋轉，為解決此一問題，本研究為使小面積鋪面挖掘修補機具仍能維持輕量化之特性，因此捨棄一般採增加配重方式達到平衡之作法，而是改採於主體框架上加裝輔助輪之作法，安裝位置分別為切割機兩側，如圖 4.30 與圖所示，以及鑽孔機後側，如圖 4.32 所示。當完成單邊切割作業之後，欲進行旋轉時，除了利用手動油壓千斤頂將主體框架舉升離地之外，同時將 3 個輔助輪降下提供支撐力道，讓整個小面積鋪面挖掘修補機具離型重心維持在正中間的位置。然輔助輪除了提供支撐功能之外，同時也可以降低主體框架旋轉時之地面阻力，減輕操作人員之工作負荷。圖 4.33 為本研究利用手動油壓千斤頂將主體框架舉升離地之外，配合 3 個輔助輪讓小面積鋪面挖掘修補機具旋轉之情形。



圖 4.30 位於切割機兩側之輔助輪(1)

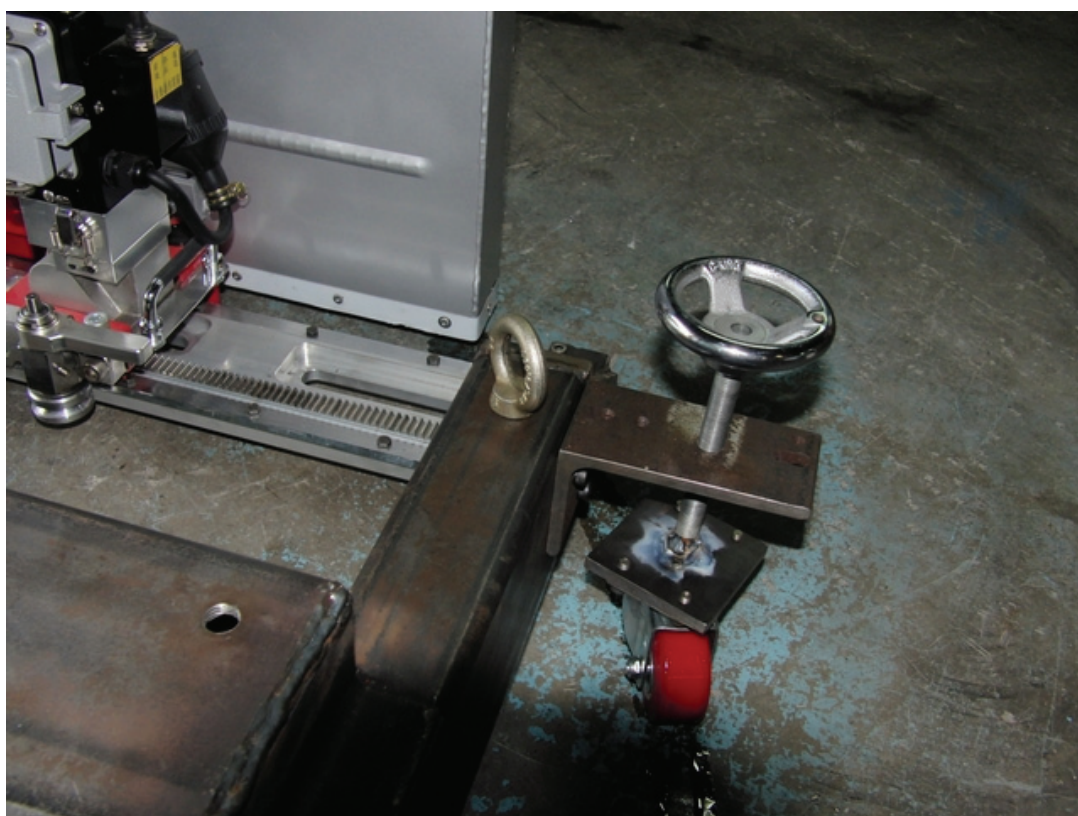


圖 4.31 位於切割機兩側之輔助輪(2)



圖 4.32 位於鑽孔機側之輔助輪



圖 4.33 小面積鋪面挖掘修補機具旋轉之情形

6. 吊環

由於小面積鋪面挖掘修補機具之設計構想，係以大貨車載運至施工現場後，再以吊臂吊掛至孔蓋上方，因此為方便吊掛作業進行，本研究分別於切割機兩側以及鑽孔機後側之主體框架上，加裝吊環，如圖 4.30、圖 4.31 以及圖 4.32 所示。圖 4.34 與圖 4.35 為本研究利用大貨車上之吊臂進行吊掛作業測試之情形。



圖 4.34 吊掛測試(1)



圖 4.35 吊掛測試(2)

4.2.1 小面積鋪面挖掘修補機具模擬測試

在完成小面積鋪面挖掘修補機具雛型加工製作後，為了解雛型實際作業情形，因此本研究於龍華科技大學附近之迴龍工業區內之加工廠旁，選定一處柏油路面進行模擬試作，圖 4.36 為小面積鋪面挖掘修補機具模擬測試現場，圖 4.37 為小面積鋪面挖掘修補機具模擬測試所使用之汽油發電機。完成測試前置相關準備作業之後，操作人員先以手動方式操作鑽孔機進行鑽孔，如圖 4.38 所示，圖 4.39 為鑽孔機於測試現場實際作業之情形，圖 4.40 則為鑽孔機完成鑽孔作業後於路面留下之痕跡。



圖 4.36 小面積鋪面挖掘修補機具模擬測試現場



圖 4.37 小面積鋪面挖掘修補機具模擬測試所使用之汽油發電機



圖 4.38 操作人員以手動方式操作鑽孔機鑽孔之作業情形

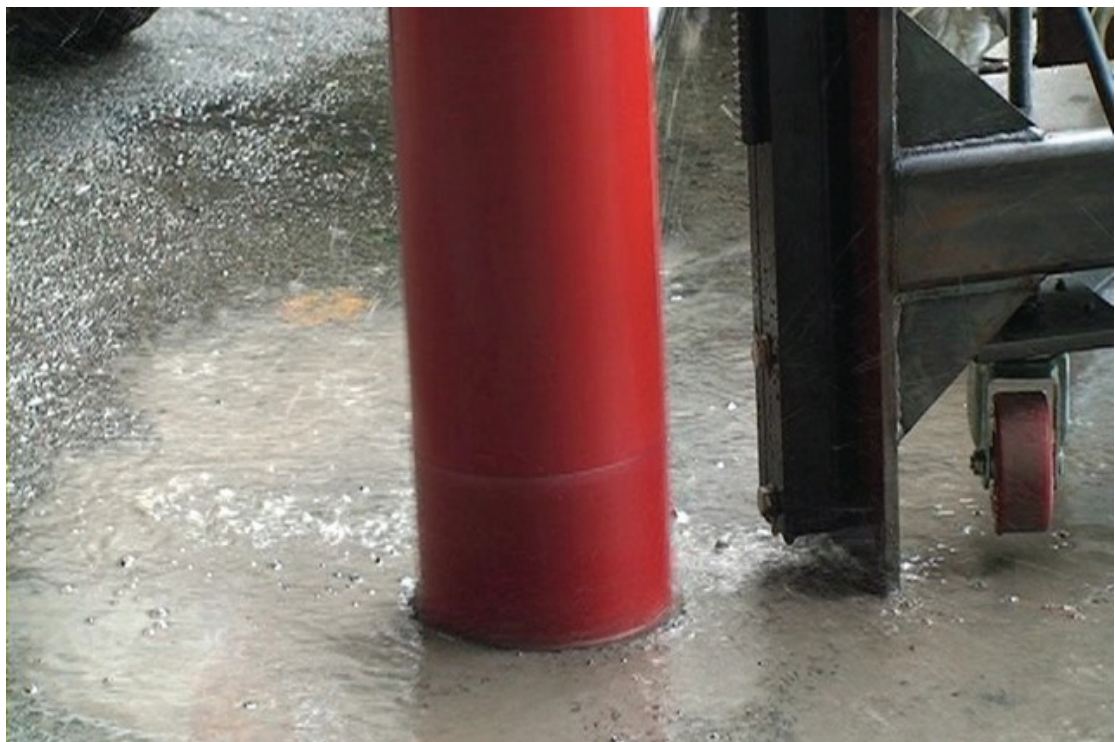


圖 4.39 鑽孔機實際作業情形



圖 4.40 鑽孔機完成鑽孔作業後於路面留下之痕跡

完成鑽孔作業之後，操作人員先啟動切割機之動力，然後以手動方式將鑽石鋸片推至所需之切割深度，如圖 4.41 所示，接著再啟動切割機之自動進給馬達，開始路面切割作業。圖 4.42 為切割機實際作業情形，圖 4.43 為鑽石鋸片實際切割作業情形。圖 4.44 為鑽石鋸片實際切割後於路面留下之切割痕。



圖 4.41 操作人員以手動方式將鑽石鋸片推至所需之切割深度



圖 4.42 切割機實際作業情形



圖 4.43 鑽石鋸片實際切割作業情形



圖 4.44 鑽石鋸片實際切割後於路面留下之切割痕

在完成單邊切割作業之後，操作人員先以手動反覆按下油壓千斤頂之操作桿，將主體框架與其上之機具舉升，同時將 3 個輔助輪降下，然後再以手動方式推動主體框架旋轉 90 度，如圖 4.45 所示。當主體框架旋轉至定位之後，再將輔助輪升起，並釋放油壓千斤頂之壓力閥，讓主體框架降下貼平地面，然後再重覆鑽孔與切割動作，直到完成 4 邊切割鑽孔作業，圖 4.46 即為本次模擬試作後於路面上所留下之切割痕跡。



圖 4.45 操作人員以手動方式旋轉小面積鋪面挖掘修補機具雛形之實際作業情形



圖 4.46 小面積鋪面挖掘修補機具雛型實作測試後於路面留下之切割痕

本研究此次試作之切割範圍為 1 公尺正方，由圖 4.46 之模擬試作結果發形，切割線並未與圓孔交接，其原因係在加工主體框架時，在尺寸計算上未先預留切割機與鑽孔機之安裝裕度，故造成切割線並未與圓孔交接。由於本次試作目的在於測試本研究所規劃設計製作小面積鋪面挖掘修補機具雛型是否可行，因此在鑽孔深度與切割深度，僅設定為 5 公分，但本次所選用之機具其鑽孔深度與切割深度均可達到 30 公分。此外，由於是第 1 次模擬試作，雖然切割機之自動進給有提供快慢調整之功能，惟為求謹慎，本研究初次將進給速度調整至中速(介於快慢之間)，單邊切割 1 次所需時間約 5 分鐘，旋轉 90 度所需之操作時間約 2 分鐘，故整體切割作業完成所需時間約 30-40 分鐘左右。

4.3 第二代小面積鋪面挖掘修補機具雛型設計構想

在完成上述第 1 代小面積鋪面挖掘修補機具雛型之開發與模擬試作後，若是再將破碎鎬整合第 1 代小面積鋪面挖掘修補機具雛型上，操作人員在完成切割作業之後，透過主體框架上之輔助輪，即可單人將第 1 代小面積鋪面挖掘修補機具雛型平移離開孔蓋，然後再利用破碎鎬進行破碎作業，當相關孔蓋作業完成之後並回填瀝青混凝土，再更換破碎鎬之尖頭，依據前述本研究所提出之夯實作業改善方式，進行壓實。經由上述實作結果之初步評估，本研究所提出之設計構想應

屬可行，惟第 1 代離型尚未將國內人手孔之形狀與尺寸變化因素考量進去，因此本研究在完成上述第 1 代離型之設計製作與模擬試作之後，以第 1 代離型為基礎，將施工範圍可變之設計因素考量進去，提出改良設計方案，惟此一部分本研究僅就設計構想進行研擬與 3D 機構圖繪製，不再進行實體製作。茲將第 2 代小面積鋪面挖掘修補機具離型之設計構想說明如下：

1. 將原先固定框架修改為可調式框架，以適用不同形狀與尺寸之孔蓋

由於國內既有之孔蓋包括有方形與圓形等 2 種，而且尺寸不一，目前第 1 代離型僅能適用於單一尺寸之圓形孔蓋，若是未來要應用至實務面上，勢必再作調整。因此若是要將原先固定框架修改為可調式框架，且切割方式不變，仍採矩形切割，則在設計構想上必須考量下列 2 點因素：

- (1) 可因應不同直徑之圓形人手孔蓋尺寸，調整 1 次之後，即可進行鑽孔與切割。
- (2) 針對不同尺寸之方形人手孔蓋尺寸，只需調整 2 次長度，即可完成鑽孔與切割。

爰此，若是要滿足上述條件，原有第 1 代離型之主體框架須為可調式，亦即框架之長度可調整，而長度可調之機構有許多種，如螺桿等，本研究以第 1 代離型為基礎，以修改最少為設計目標，故選用套筒作為設計之構想，亦即第 2 代離型之主體框架由多個方鋼組合而成，如圖 4.47 所示。透過此一套筒式結構，未來可依據孔蓋之形狀與尺寸，進行長度調整，如圖 4.48、圖 4.49、圖 4.50 所示。惟雖然透過此一方式，可使單一機具適用於不同孔蓋之形狀與尺寸，但是由於第 1 代離型之總重量約 140kg 左右，若是在原有之主體框架中再加上多個小方鋼，會使得第 2 代離型之整體重量大幅增加，本研究在完成第 2 代離型設計構想之研擬後，為了解第 2 代離型所可能遇到之問題，先依據第 2 代離型設計想構想繪製加工圖(參見附錄 2)，委請加工廠試作主體框架長度調整所需之小型方鋼，並進行組合測試，如圖所 4.51 示。茲將初步組合之後所發現之問題及可能之解決方式整理說明如下：

2. 組合之後主體框架過重

- (1) 組合之後主體框架重量約 200 多 kg，對於搬運上會造成困擾，由於本研究係採用鋼材作為主體框架之材料，雖然強度夠但重量也重，因此若是同時兼顧主體框架強度與輕量化兩項目標，未來在主體框架上的設計上，可考慮在方鋼上挖孔減輕重量，或是參考現行大型吊臂之桁架設計。

(2)採套筒設計，須降低套筒之間摩擦，減輕操作人員之工作負荷

為降低套筒之間摩擦，本研究建議可於內外兩層套筒間內，安裝針狀軸承減少磨擦，如圖 4.52 所示。

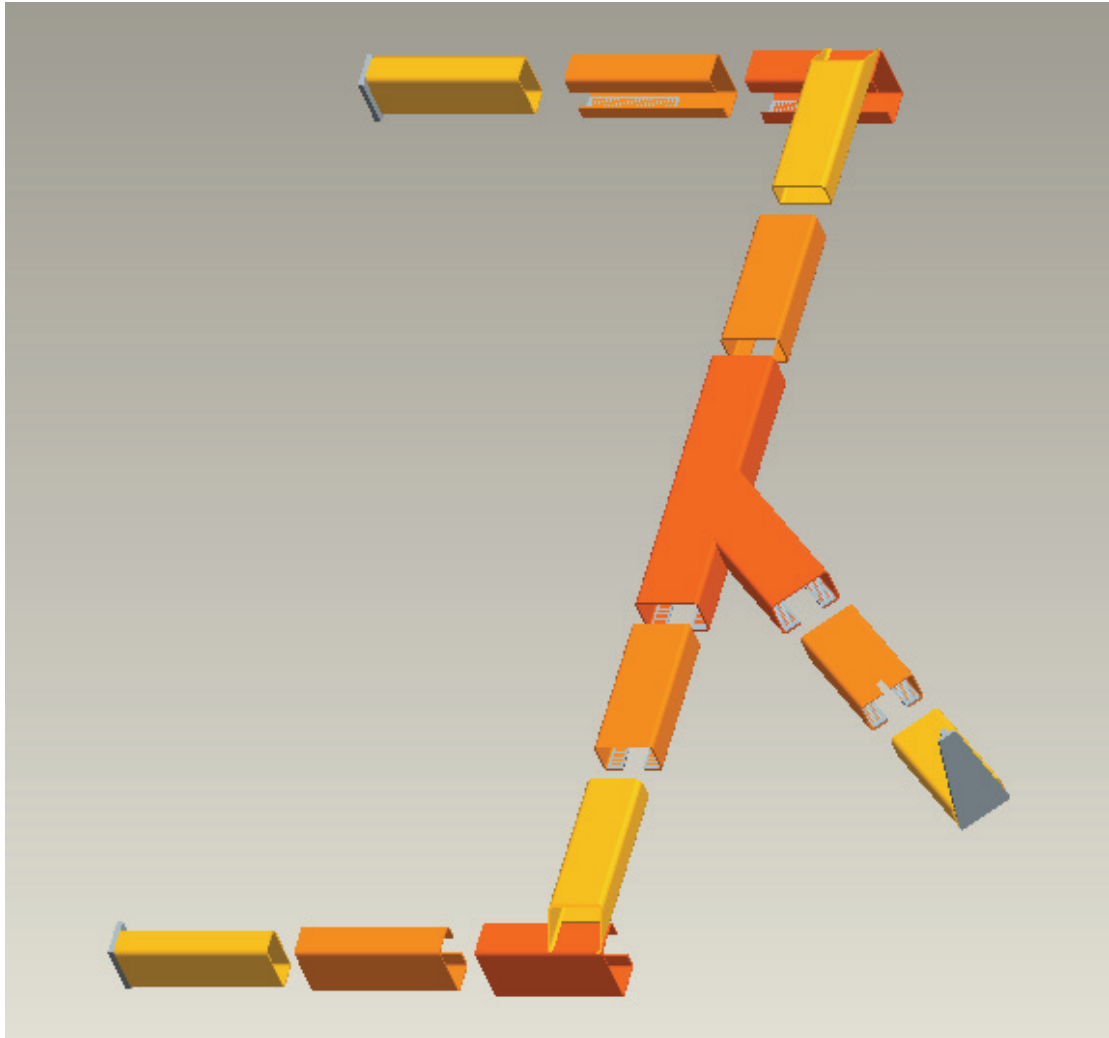


圖 4.47 第 2 代主體框架套筒式設計構想

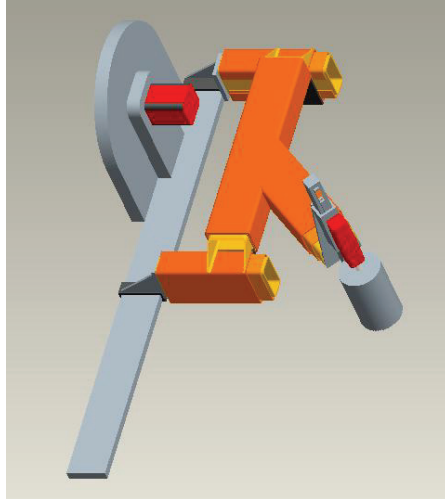


圖 4.48 第 2 代雛型(切割長度 1 公尺)

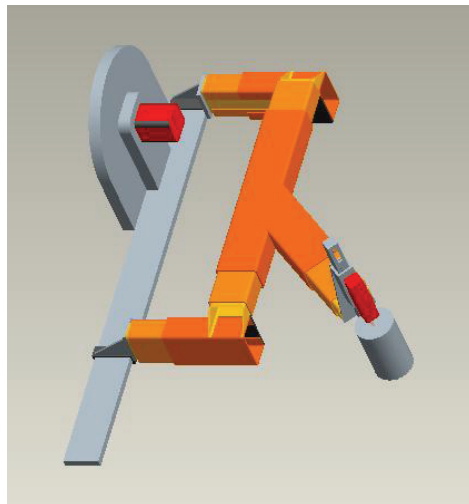


圖 4.49 第 2 代雛型(切割長度 1.3 公尺)

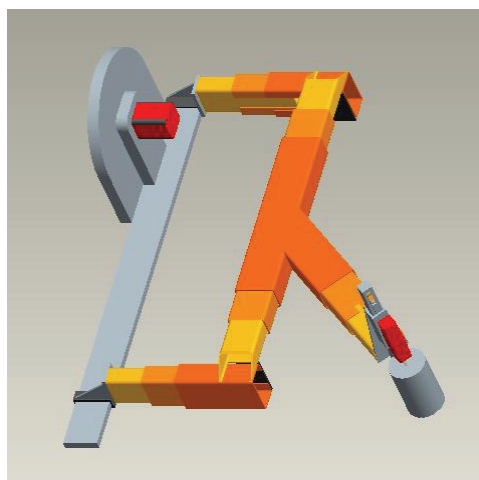


圖 4.50 第 2 代雛型(切割長度 1.6 公尺)



圖 4.51 第 2 代雛型組合測試

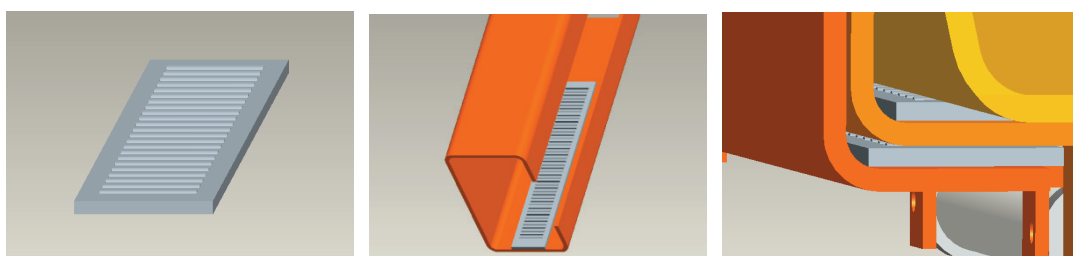


圖 4.52 安裝針狀軸承減少磨擦

第五章 結論與建議

都市道路一經管線開挖後即形成弱面，除造成鋪面結構的破壞，更因回填作業執行不確實，導致挖掘處鋪面結構強度不足而引起塌陷或隆起，引起行經之車輛劇烈晃動，造成駕駛人之不舒適感，甚至釀成交通事故，破壞道路服務品質。爰此，路政機關為減少事故國賠案件及提升政府施政形象，目前正積極推動人手孔蓋下地試辦作業。雖然此一措施引發電力、電信、瓦斯、自來水公司等管線單位之反彈，但考量人孔蓋下地後，鋪面構築作業可脫離人孔蓋既有高程之限制，且可維持路面材料之一致性，有助於維護行車安全，對於提昇鋪面服務品質極為重要，相關政策仍應逐步推動執行。惟未來人孔蓋下地後，屆時電力、電信、瓦斯、自來水等的搶修，仍需先尋找孔蓋位置再挖開路面，搶修後再回填路面，若仍爰用現行施工方式進行修補，人孔蓋上方的路面不平整問題仍無法有效解決。因此本研究針對國內外現行人手孔蓋施工調整工法及所使用之機具，進行相關文獻收集分析，研擬設備發展構想與策略，目前已初步透過國內外相關文獻回顧研析，利用現有市場中具有類似功能概念之機具，完成第一代小面積鋪面挖掘修補機具雛型開發與模擬試作，茲將本研究之結論與建議整理如下：

5.1 結論

1. 目前美日等國在孔蓋調整工法已相當成熟，可供國內未來參考。其切割機具以圓形為主且已有成熟機具，實際應用於實務面上，惟切割後之破碎與夯實作業程序與國內現況差異不大。
2. 本研究第 1 代小面積鋪面挖掘修補機具雛型設計構想，已將國內現行切割、破碎與夯實等機具整合為一，未來應可加速作業效率。
3. 本研究針對第 1 代小面積鋪面挖掘修補機具雛型中之切割機具部分，進行實體雛型開發並完成模擬試作，可於 40 分鐘內完原孔蓋周邊路面切割作業，且切割範圍可固定，切割過程採半自動化，可降低現場操作人員之工作負荷，未來若再搭配破碎鎬，應可改善現行作業效率。

5.2 建議

1. 現行道路挖掘規定於道路新封層之 1-2 年內，不得開挖，惟若孔蓋下地後，

屆時與民生相關之電力、電信、瓦斯、自來水等的搶修，勢必遭遇困難，因此未來是否仍朝孔蓋下地，或是提升修補技術以改善施工後之路平，仍有賴相關單位研議。

2. 本研究今年度已針對第 1 代小面積鋪面挖掘修補機具雛型中之切割機具部分，進行實體雛型開發並完成模擬試作，並提出第 2 代雛型之設計構想，惟在機構設計仍有不足之處，建議未來可進一步朝自動化、輕量化以及易操作等方向改善。

參考文獻

- 1、日本大阪工業部 LB 工法網頁：<http://www.itoyogyo.co.jp/page006.html>
- 2、MR² 工法技術資料：<http://www6.ocn.ne.jp/~mr2club/gijutsu.html>
- 3、Mountain Valley Equipment Web site: <http://www.mtnvalleyequip.com/>
- 4、KOR-IT Web site: <http://www.kor-it.com>
- 5、世昌五金工具有限公司網頁：<http://www.e-tools.tw/index.php>
- 6、Save Machine Website: <http://www.savemachine.com/index.html>
- 7、廷弘科技開發有限公司網頁 <http://www.th-tech.com.tw/>

附錄 1：國內人手孔蓋

1. 臺灣電力公司



圖附錄 1.1 臺電臺北北區營業處圓形人孔蓋(直徑 740mm)



圖附錄 1.2 臺電輸變電工程處北區施工處圓形人孔蓋(直徑 750mm)



圖附錄 1.3 臺電臺北南區營業處圓形人孔蓋(直徑 780mm)



圖附錄 1.4 臺電臺北北區營業處圓形人孔蓋(直徑 1020mm)



圖附錄 1.5 臺電臺北南區營業處圓形人孔蓋(1200mm)



圖附錄 1.6 臺電臺北北區營業處矩形人孔蓋(780mm×750mm)



圖附錄 1.7 臺電臺北北區營業處矩形人孔蓋(1110mm×710mm)



圖附錄 1.8 臺電臺北南區營業處矩形人孔蓋(1200×800mm)

2. 臺北自來水事業處



圖附錄 1.9 臺北自來水事業處北區營業分處排泥閥(140mm×6 邊形)



圖附錄 1.10 臺北自來水事業處陽明營業分處六角形手孔(邊長 120mm×6 邊形)



圖附錄 1.11 臺北自來水事業處南區營業分處消防栓(40mm×30mm)



圖附錄 1.12 臺北自來水事業處北區營業分處地下式消防栓(410mm×320 mm)



圖附錄 1.13 臺北自來水事業處陽明營業分處矩形手孔(300mm×400mm)



圖附錄 1.14 臺北自來水事業處北區營業分處圓型制水閥(直徑 200mm)



圖附錄 1.15 臺北自來水事業處陽明營業分處圓形手孔(直徑 250mm)



圖附錄 1.16 臺北自來水事業處北區營業分處圓型人孔蓋(直徑 800mm)



圖附錄 1.17 臺北自來水事業處陽明營業分處圓形人孔蓋(直徑 650mm~950mm)

3. 中華電信



圖附錄 1.18 中華電信圓形人孔蓋



圖附錄 1.19 中華電信矩形人孔蓋

4. 瓦斯公司(欣湖、欣欣、大臺北、陽明山)



圖附錄 1.20 欣湖天然氣公司圓形人孔蓋(直徑 860mm)



圖附錄 1.21 欣湖天然氣公司矩形手孔蓋(82mm×62mm)



圖附錄 1.22 欣欣天然氣公司矩形人孔蓋(800mm×600mm)



圖附錄 1.23 欣欣天然氣公司圓形人孔蓋(1000mm)



圖附錄 1.24 欣欣天然氣公司手孔(直徑 340mm)



圖附錄 1.25 陽明山瓦斯公司矩形人孔蓋(880mm×680mm)



圖附錄 1.26 陽明山瓦斯公司矩形人孔蓋(1000mm×1600mm)



圖附錄 1.27 陽明山瓦斯公司圓形手孔蓋(直徑 340mm)



圖附錄 1.28 陽明山瓦斯公司圓形手孔(材直徑 650mm)



圖附錄 1.29 陽明山瓦斯公司方形手孔(350mm×350mm)

5. 有線電視公司



圖附錄 1.30 新台北有線電視公司矩形人孔蓋(1200mm×600mm)



圖附錄 1.31 安文山有線電視公司矩形人孔蓋(1400mm×800mm)



圖附錄 1.32 安文山有線電視公司矩形人孔蓋(1160mm×660mm)



圖附錄 1.33 冠有線電視公司圓形人孔蓋(直徑 750mm)

6. 大哥大業者(遠傳電信公司、臺灣大哥大公司、和信電訊公司)



圖附錄 1.34 電信公司矩形人孔蓋(1200mm×600mm)

7. 固網業者(臺灣固網公司、亞太固網寬頻公司、新世紀資通公司)



圖附錄 1.35 亞太固網寬頻公司矩形人孔蓋(1200mm×600mm)



圖附錄 1.36 太固網寬頻公司圓形人孔蓋(直徑 700mm)

8. 其他單位



圖附錄 1.37 北市交通管制工程處矩形人孔蓋(650mm×400mm)



圖附錄 1.38 軍第六軍團七三資電群網路傳輸連矩形人孔蓋

TL-90(1140mm×640mm×130mm)



圖附錄 1.39 軍第六軍團七三資電群網路傳輸連圓形人孔蓋 TL-90(直徑 1016mm，高 214mm)



圖附錄 1.40 政部警政署警察電訊所臺北分所矩形人孔蓋(1198mm×598mm)



圖附錄 1.41 政部警政署警察電訊所臺北分所圓形人孔蓋(直徑 768mm)

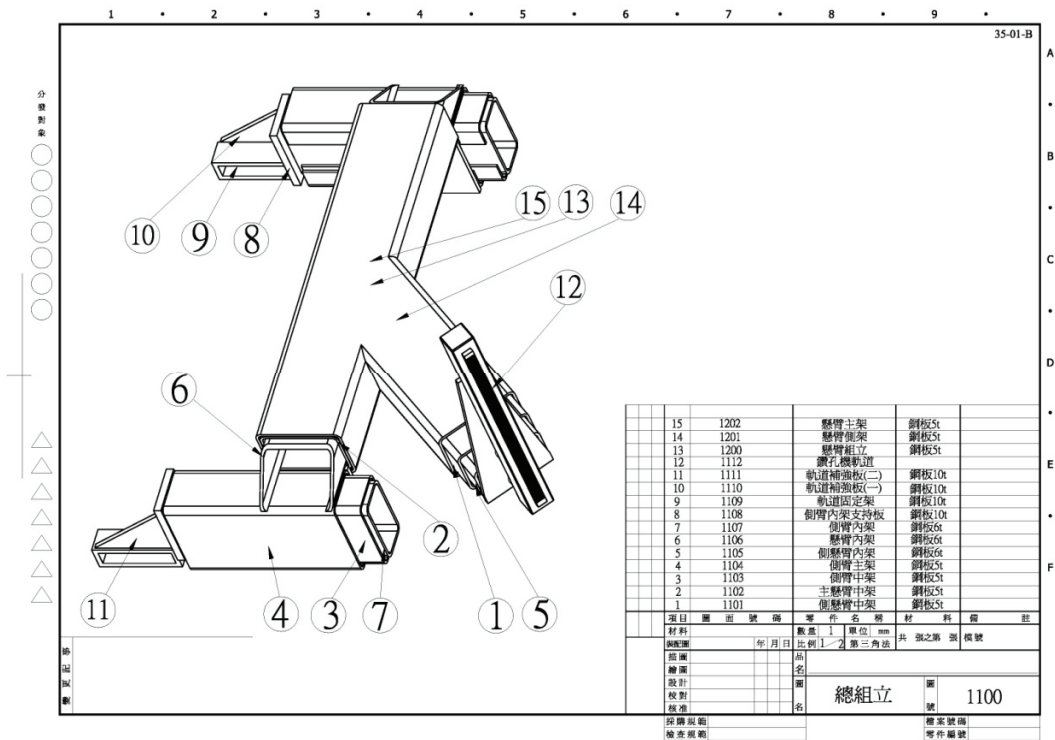


圖附錄 1.42 衛生下水道工程處圓形手孔蓋(直徑 600mm、750mm、1000mm)

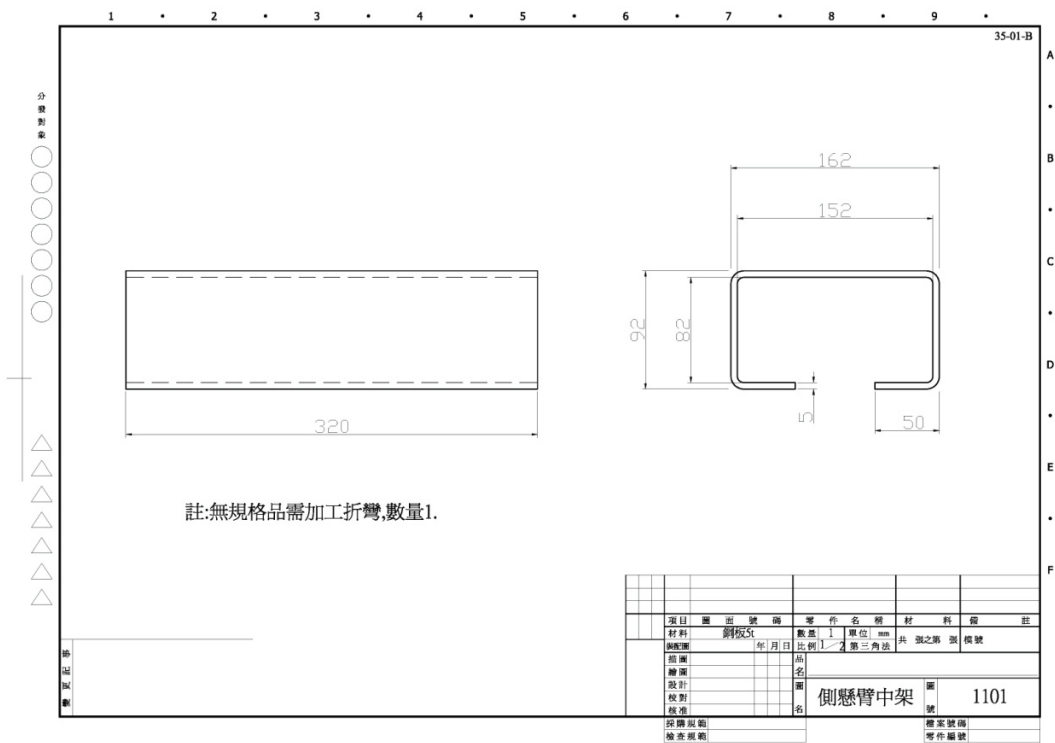


圖附錄 1.43 水利工程處圓形人孔蓋(直徑 660、900mm)

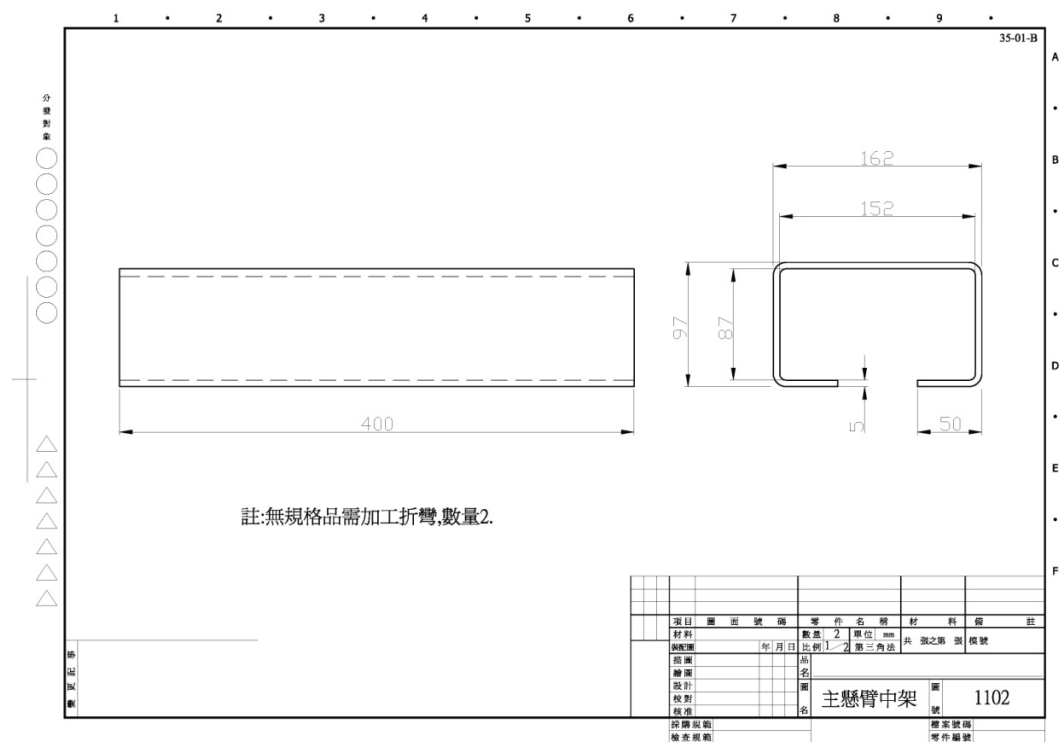
附錄 2：設計圖



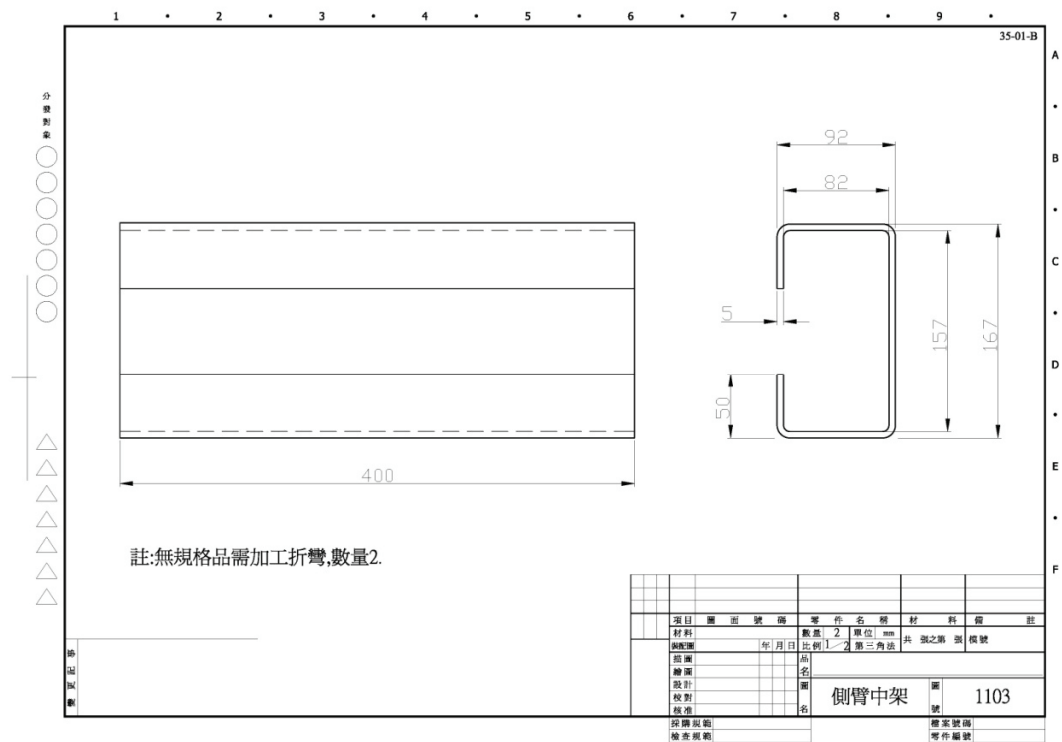
圖附錄 2.1 第 2 代小面積切割機離型加工圖面(1)



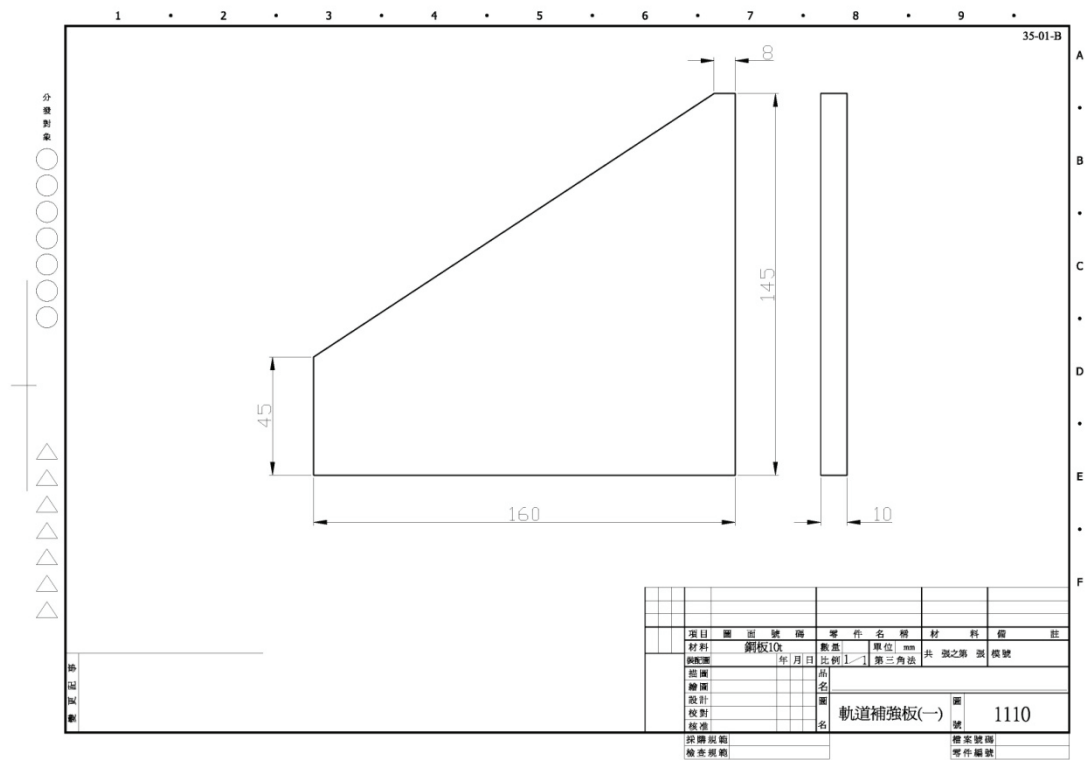
圖附錄 2.2 第 2 代小面積切割機離型加工圖面(2)



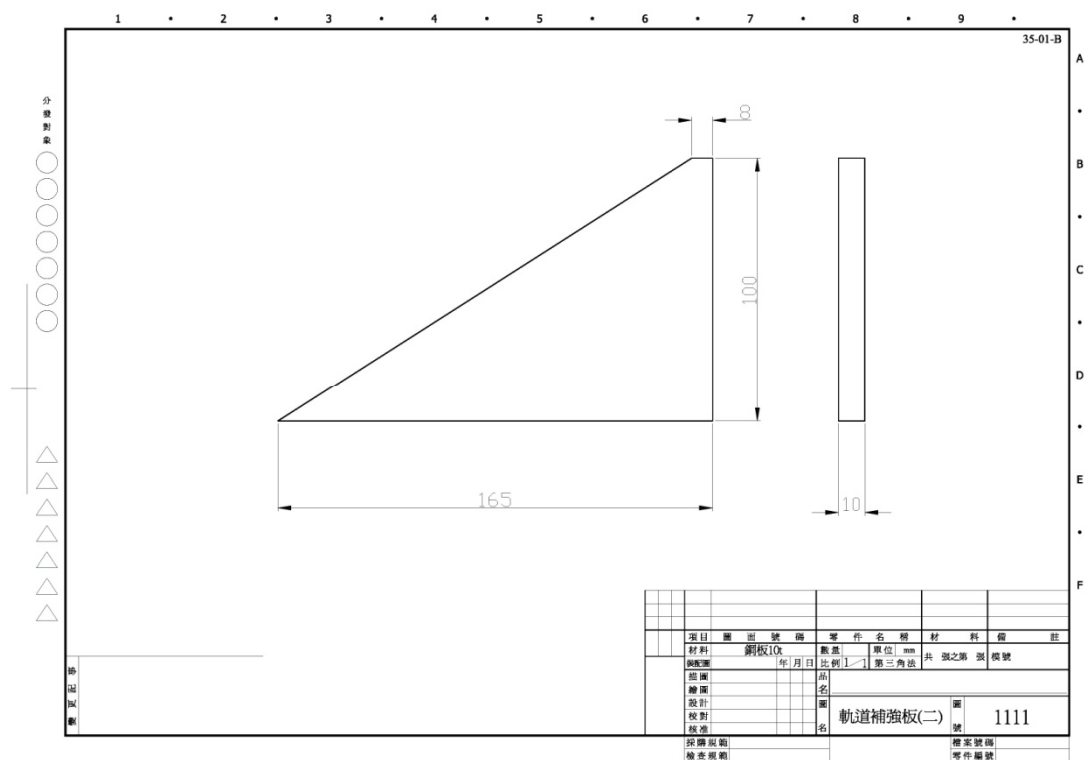
圖附錄 2.3 第 2 代小面積切割機離型加工圖面(3)



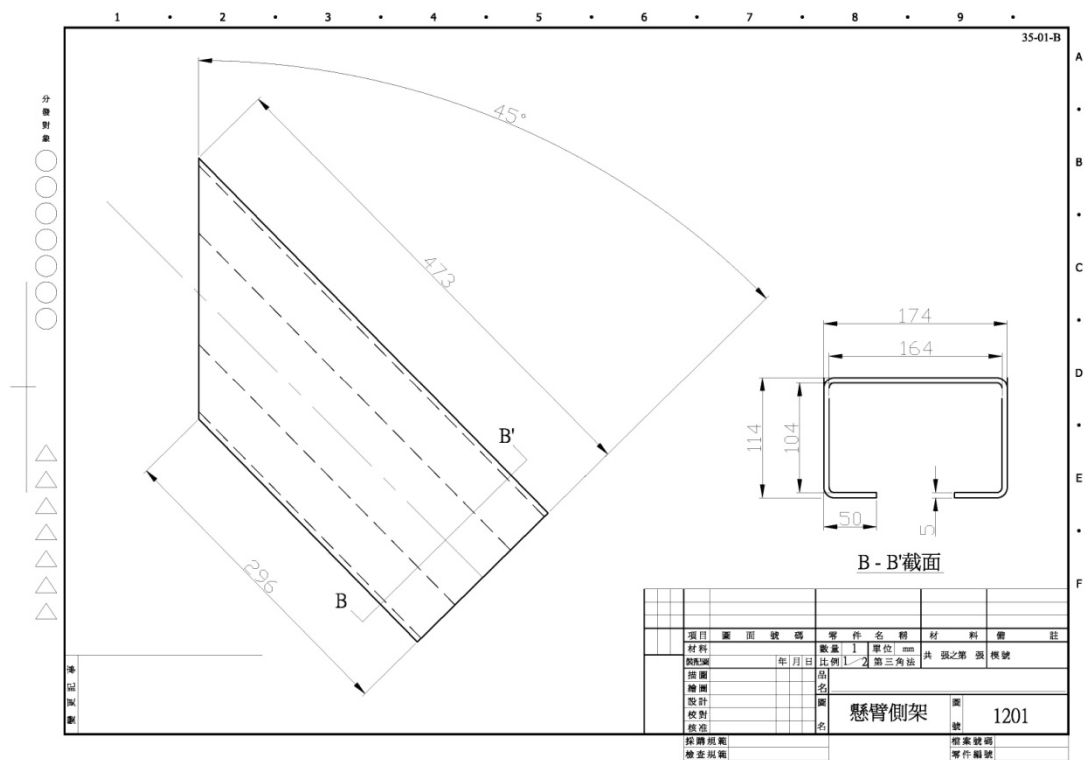
圖附錄 2.4 第 2 代小面積切割機離型加工圖面(4)



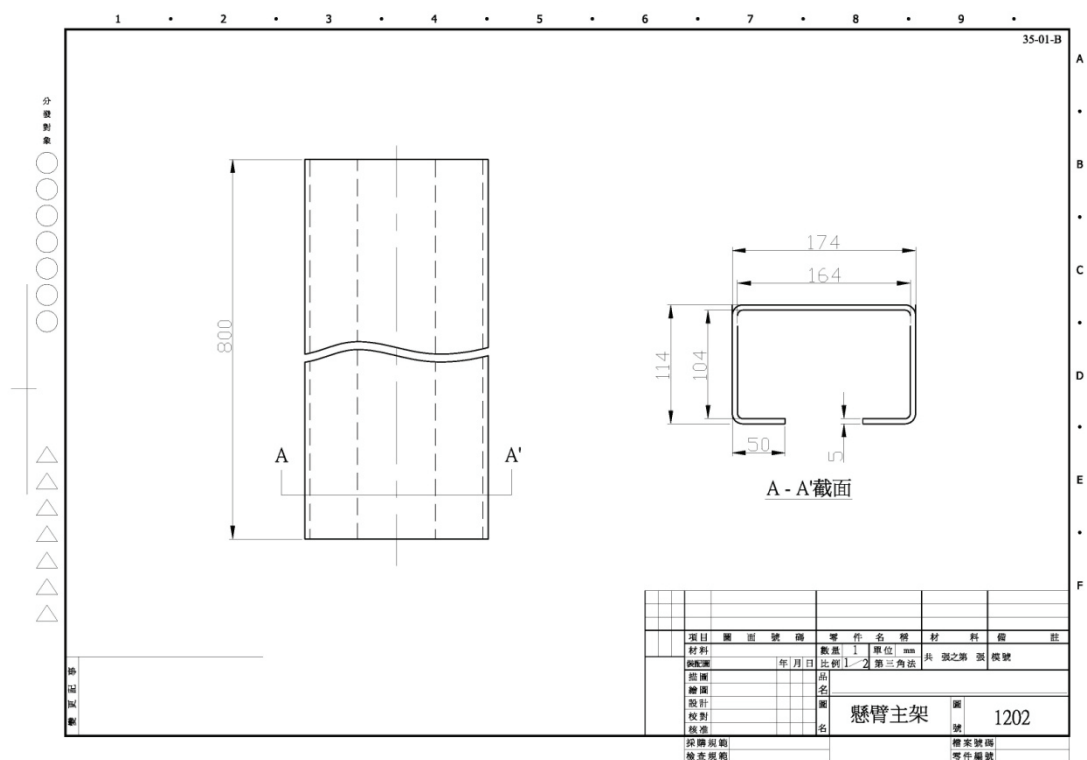
圖附錄 2.11 第 2 代小面積切割機離型加工圖面(11)



圖附錄 2.12 第 2 代小面積切割機離型加工圖面(12)



圖附錄 2.15 第 2 代小面積切割機離型加工圖面(15)



圖附錄 2.16 第 2 代小面積切割機離型加工圖面(16)

附錄 3：期中報告審查意見

交通部運輸研究所合作研究計畫

☒期中 ☐期末報告審查意見處理情形表

計畫名稱：小面積鋪面自動化挖掘修補機具開發可行性研究

執行單位：大同大學

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承 辦單位審查意見
(一) 沈委員得縣		
1. 期中報告文獻收集分析詳實，但報告中摘要、結論、未來方向及參考文獻引用部分可再加強。	1. 遵照辦理，將於期末報告中補充說明。	同意辦理。
2. 研究內容較偏重切割與破碎，但以計畫名稱「小面積鋪面自動化挖掘修補機具開發可行性研究」範圍應是包含修補，而回填修補機具多無著墨，因此回填修補機具應可再補上；另研究重心仍為手工改半自動，涉及自動化不多，可再加強。	2. 回填修補機具相關資料，將補充於期末報告中。小面積鋪面挖掘修補機 1 次研發，開發過程有許多困難待克服，故第 1 代實作雛型仍採半自動化設計，惟後續相關可改善包括自動化部分，將於期末報告中說明。	同意辦理。
3. 小範圍面積修補夯實如何達到壓實度？是否可從材料改善，其相關資訊應可加入報告。	3. 透過施工工法改善，如仿金屬鑄造砂模壓實方式，應可達到理想之壓實度，另外透過材料改善，目前運研所已有另一項計畫進行中。	同意辦理。
4. 新開發的機具，目前多為半自動化，自動化是否需要？如何才能全自動？且自動化程度為何？在研究範圍內應可敘明。	4. 小面積鋪面挖掘修補機具雛型，係為國內第 1 次研發，開發過程有許多困難待克服，故第 1 代實作雛型仍採半自動化設計，未來自動化之程度為何，將於期末報告中補充說明。	同意辦理。

5. 簡報 P20 頁提及圓形人孔蓋施工範圍，其中表格及圖所示之數據定義為何？	5. 該數據是標示施工範圍，尺寸單位為 mm，該施工圖例應為台電，本研究誤植為中華電信，相關文字將於期末報告中修正。	同意辦理。
6. 切割、破碎機具相關配套需要考量，例如馬達、噴水設備如何裝置？其效益為何？應一併考慮，另對於機械組合的步驟、簡圖、尺寸也可加以描述。	6. 切割過程為避免揚塵，需搭配灑水設備，本研究所選用之機具已內建灑水管。目前第 1 代雛型主要針對切割作半自動化設計，破碎部分規劃爰用現有手動破碎鎬，第 1 代雛型組合的步驟、簡圖、尺寸，將於期末報告中補充說明。	同意辦理。
7. 若產品要推展量產時，相關機具應規格化，但報告中草圖中並無標示尺寸，請標示出相關尺寸範圍。	7. 相關尺寸將於期末報告中補充說明。	同意辦理。
8. 建議未來能提供機具的操作手冊與現地實作案例說明。	8. 第 1 代雛型之簡易操作方式與現地實作過程，將於期末報告中補充說明。	同意辦理。
9. 研發機具是以方形為主，在臺灣是圓形或方型人孔蓋較好(多)？機具最後應有規格化，會是以圓形或方形為主？有必要做說明。	9. 國內人手孔蓋以方形居多，且現行施工方式，不論是圓形或方形人手孔蓋均採方形切割，因此本研究第 1 代雛型之切割方式亦採用方形切割。	同意辦理。
10. 機具在開發時應同時考慮機具之適用性、施工便利性、機具成本且具有節能、減碳及減震等效能。	10. 敬悉。	同意辦理。
11. 請在期末報告中提出機具規格、施工範圍、施工品質及其評估基準。另機具若要測驗性能時，測驗其可行性有幾個指標？	11. 第 1 代雛形機具規格與施工範圍等資訊，將於期末報告中補充說明。第 1 代雛形機具實測，初期擬先以機具作業時間作為評估指標。	同意辦理。

(二) 凌委員烽生		
1. 就計畫名稱個人看法與沈委員相同，計畫範圍應要有修補內容，且自動化是否為全自動化或是半自動化，都必須確認說明。	1. 本研究將與運研所就今年度之計畫範圍，進行討論修改。此外，由於小面積鋪面挖掘修補機具雛型，係為國內第 1 次研發，開發過程有許多困難待克服，故第 1 代實作雛型仍採半自動化設計。	同意辦理。
2. 計畫名稱為「可行性研究」，既然為可行性研究，應該是指多所評估，包括國內、外施工單位、未來使用單位、工作分類分項及時程表控管，其評估的深度、廣度應再強化。	2. 期末報告將對可行性方面再多所著墨，強化深度與廣度。	同意辦理。
3. 文獻回顧中有關機具之相關資料，提及優點較多，缺點較少，請多詳列缺點部份以利整體評估作業。	3. 國外相關機具係針對施工過程遭遇之問題，所特別設計出來，因此在相關文獻資料主要就該機具可改善解決之問題著墨，故所提到的優點多於缺點，本研究擬再進一步檢視相關文獻，並於期末報告中補充說明。	同意辦理。
4. 第四章部份，已有初步成果，整體思維與架構應再加補充說明。	4. 遵照辦理。	同意辦理。
5. 鋪面的材質及強度關係到切割方式，應加以考量什麼條件下採用手動、半自動或全自動。	5. 本研究所選用之切割機具，可適用於瀝青與鋼筋混凝土，機具研發初期，以半自動化為目標。	同意辦理。
(三) 辜委員志承		
1. 此計畫應考量實務面，挖掘修補應一併考慮。	1. 挖掘修補將於期末報告中補充說明。	同意辦理。
2. 報告 P6 圖 6~圖 9 皆為日文，建議圖內文字應要翻譯成中文，也應於文中說明其流程較為洽當，呈現方式應	2. 遵照辦理，相關文字將於期末報告中修正。	同意辦理。

再加強；另圖 7 內容文字及圖太小，且清晰度不夠，請加以修正。		
3. P11 文中「MR2」應更正為「MR ² 」。	3. 遵照辦理，相關文字將於期末報告中修正。	同意辦理。
4. P13 表 2 內文字應以中文呈現。	4. 遵照辦理，相關文字將於期末報告中修正。	同意辦理。
5. 第三章收集各單位的人孔蓋，內文應放一張為代表即可，其它應列為報告附錄。	5. 遵照辦理。	同意辦理。
6. P17 中圖 25、圖 26...等孔蓋尺寸單位未標示，請補上。	6. 遵照辦理，相關文字將於期末報告中修正。	同意辦理。
7. P37 提及挖掘申請作業，建議可製作流程圖，較易讓人了解。	7. 將於期末報告中補充說明。	同意辦理。
8. P37 圖 85 內容敘述漏字；P46 表 4 中未列單位；P47 圖 94 建議重新劃過，並確認資料正確性；P49 表 7 與 P50 表 8 的文字與其它表格不同，建議重新輸入，另部分單位未列及錯誤，請一併修正。	8. 遵照辦理，相關文字將於期末報告中修正。	同意辦理。
9. P51 圖 99 只有圖示未列相關規格，請補上，另 P52 圖 101~圖 112 應於圖內做文字說明，以利了解功能及作用。	9. 遵照辦理，相關文字將於期末報告中修正。	同意辦理。
10. 開發機具的規格、尺寸、重量、使用年限、費用、施工效率、需多少人操作、挖掘需要多少時間、可開挖面積、有無配合機具、施工範圍、切割深度、施工品質、有無標準可檢查等，建議能於期末報告中呈現，且於傳統做比較。	10. 開發機具的規格、尺寸、重量、使用年限、費用、施工效率、需多少人操作、挖掘需要多少時間、可開挖面積、有無配合機具、施工範圍、切割深度、施工品質等，將於期末報告中補充說明。	同意辦理。
11. 報告中有收集國外機具資料，計畫所研發的機具與國外有何不同？有無關聯	11. 國外雖有多種工法，但仍不離切割、破碎、回填夯實，與國	同意辦理。

性？建議可做比較。	內施作方式類似，惟國外以圓形人孔為主，故相關之機具開發均採圓形切割，本研究今年所開發之雛型則是採用方形切割，可適用於方形及圓形人手孔。	
12. 臺灣人孔蓋尺寸很多，機具的適用性為何？針對不同尺寸的人孔蓋是否有調整大小的功能？	12. 第 1 代雛型為試作模型，針對不同尺寸的人孔蓋具備有調整大小的功能，將作為第 2 代設計參考，並將於期末報告中補充說明。惟未來機具可施工範圍，建議可先針對國內數量較多之人孔蓋，訂定機具之適用範圍。	同意辦理。
(四) 交通部公路總局		
1. 孔蓋地下化是本局目前推動的政策，本局今年以來持續推動路平專案，目前孔蓋下地數量已超過 6500 多座，並要求平坦度在 2 以下，以達路面平整；另對於新設的孔蓋，本局也要求地下化，既有的孔蓋則採行減量方式辦理。	1. 敬悉。	同意辦理。
2. 「小面積鋪面自動化挖掘修補機具開發可行性研究」計畫之研究，對於未來路平是有相當的幫助，本人樂觀其成。	2. 敬悉。	同意辦理。
3. 避免揚塵，切割時應搭配撒水設備，建議列入考慮。	3. 本研究在進行雛型設備研發時，已將搭配撒水設備避免揚塵加以考量。	同意辦理。
(五) 臺北市府		
1. 報告提及日本調整工法，以國內實際狀況而言，在道路回填之後，新舊路面接合處常是較不平整的，若採用日本工法是否可加強路面平	1. 日本工法已實際應用，國內若採行相同工法，應能改善現況。	同意辦理。

整？		
2. P37 人手孔蓋啟閉及道路挖掘申請作業，是以臺北市為例，但因臺北市已無養護工程處該單位，請修正內文。	2. 遵照辦理，相關文字將於期末報告中修正。	同意辦理。
(六) 臺灣電力股份有限公司		
1. 機具若能在國內推動，對路面平整會有很大幫助。	1. 敬悉。	同意辦理。
2. 切割人孔蓋時定位很重要，若定位不準確容易造成切割之錯誤，且路面平坦度也要注意。	2. 敬悉。	同意辦理。
3. 公路總局對於各養護工程處，以掩埋多少人孔為推動路平的績效，本人認為這考量方向不理想，應以路面平整為考量。	3. 敬悉。	同意辦理。
(七) 中華電信股份有限公司		
1. 報告主軸在切割部份，破碎機構較無提及，在實務上破碎所花費時間較切割多，若機具要達到效能，破碎部份要再多加思考。	1. 破碎部分建議目前仍依據現有方式，如人工(破碎鎬)或重型機械處理。	同意辦理。
2. 以中華電信為例，週邊施工法中混凝土已配置雙層鋼筋，所以機具在切割能量上要多加考量。	2. 本研究所選用之切割機具，可適用於瀝青與鋼筋混凝土。	同意辦理。
3. 目前機構著重於方形，但圓形人孔在回填時，所需要的材料較節省，即要發展機械化設施，建議是否就以圓形人孔為主。	3. 由於國內方形居多，本研究仍採方形切割方式。圓形切割機具，國內外已有發展成熟之機具，可直接引進。	同意辦理。
4. 有參考日本施工局相關資料，日本於施工上有訂定環保規範，例如施工噪音質不超過 74db(單位)，提供研究團隊於設計上做參考。	4. 敬悉。	同意辦理。
5. 報告中提到切割深度為 29 公分，目前本公司的做法為，在某些重要車道上，因車輛較多所以管線較易破裂，因此埋設深度會較深，所以切割深度可能會超過	5. 切割深度與選用之切割機具有關，目前本研究所選用之機具，其切割深度可達 30 公分。	同意辦理。

30 公分以上，請研究單位一併考慮。		
6. 報告中提到本公司施工回填材料是使用樹脂水泥，但本公司多已改用混凝土且配置鋼筋，請重新修正。	6. 遵照辦理，相關文字將於期末報告中修正。	同意辦理。
(八) 臺北自來水事業處		
1. 研究範圍與對象中，第一點針對人手孔蓋施工調整....與第2點人手孔蓋調整不在計畫範圍內，不知要表達意思為何？文字前後似乎有些矛盾，個人看法人手孔蓋調整不在計畫範圍內，應是指各單位人手孔尺寸，已固定不會再調整，所以不會再做建議，還是針對人手孔蓋的提升下降調整議題不在此次研究範圍內。	1. 本研究係針對切割、破碎、回填後夯實等3方面，進行相關研究。人手孔蓋的提升下降調整議題不在此次研究範圍內。	同意辦理。
2. 機具自重為何？自動化的程度為何？因於巷弄中施工，常會面臨有車停放於馬路二旁，施工較不易，雖計畫有提及以3.5噸大貨車作為載具，但要進入巷弄可能都是困難的，建議機具規劃有自走功能。	2. 機具相關資料將於期末報告中補充說明，目前仍採半自動化設計。巷弄施工問題，將作為第2代未來設計時之參考。	同意辦理。
3. 水柱消防栓的尺寸是否很重要？若很重要，建議再重新調查，因有部分尺寸與實際不符合。	3. 部分尺寸與實際不符合，將於期末報告中修正。	同意辦理。
4. 早強混凝土的強度為 $380\text{kg}/\text{cm}^2$ ，小型孔蓋是點焊和鋼絲網，大型人孔蓋則是採用4號鋼筋，此資料提供研究團隊參考。	4. 敬悉。	同意辦理。
5. 道路平整度主要影響因素是回填材料的(1)含油量與溫度(2)夯實程度，這2點是個人認為才是影響路面品質的要件，提供研究團隊參考。	5. 敬悉。	同意辦理。
6. 切割尺寸是以一般人孔蓋為主，一般人孔蓋的尺寸是	6. 目前第1代離型係先以較大型之人手孔	同意辦理。

60~80 公分不等，能否請教研究團隊，自來水事業處有些制水閥或瓦斯閥蓋較小，大約只有 20 公分，這部份是否能順利操作？	蓋，採固定施工範圍設計，未來小尺寸之制水閥或瓦斯閥蓋亦能適用，惟在機具設計上須納入考量。	
八、主席結論：		
1. 感謝各位委員與各單位代表的參與，給予我們寶貴的意見，也謝謝大同大學的努力。	1. 敬悉。	同意辦理。
2. 請研究單位針對各委員及各單位代表所提之建議事項一一做回應與修正。	2. 遵照辦理。	同意辦理。
3. 各委員及各單位代表所提之意見，在合約範圍內，請研究團隊採納，合約範圍外的請參考。	3. 遵照辦理。	同意辦理。
4. 本期中報告審查通過。	4. 敬悉。	同意辦理。
九、散會		

附錄 4：期末報告審查意見

交通部運輸研究所合作研究計畫

☐期中☒期末報告審查意見處理情形表

計畫名稱：小面積鋪面自動化挖掘修補機具開發可行性研究

執行單位：大同大學

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
(一) 辜委員志承		
1. 報告中圖目錄、表目錄的說明要加強、更正，另 MR ² 的寫法要一致。Dimension 的表達方式也要一致，多圖表達方式應該要以(a)、(b)、(c)...表示為佳。	1. 遵照辦理，已於期末報告中修正。	同意辦理。
2. 報告中 P4 第 2 點工作項目報告書中未述明，請修正補充，另第 4 點請提供圖型說明。	2. 現有機具設備功能，如切割、破碎及夯實等，均已符合實務需求，惟在作業方式與人力仍有改善空間，本研究今年朝此方向，請參見期末報告第 4.1 節。圖型說明請參見期末報告第 4-5 頁。	同意辦理。
3. 報告中 P5 第二章文獻回顧文章寫法要符合一般寫法，請重新修正。	3. 遵照辦理，已於期末報告中修正，請參見第二章文獻回顧。	同意辦理。
4. 報告中表 1 與圖 7 請用中文呈現，P5、P6、P7 請統一流程方式表示，P8 之工法示範圖，建議將每種工法拆開呈現，較為清楚，P9 後復工法之圖示表示與內文敘述，請對應說明。	4. 遵照辦理，已於期末報告中重新改寫修正，請參見第二章文獻回顧。	同意辦理。
5. 報告中 P10 之圖 10「後復工法與傳統工法之比較」應改為「後復工法與傳統工法之施工流程示意圖」較為理想，且建議後復工法與傳統	5. 遵照辦理，已於期末報告中重新改寫修正，請參見第二章文獻回顧。	同意辦理。

工法圖示能分開呈現。		
6. 報告中 P11 之圖 11 與圖 12，文字部份不清楚，建議重打。P13 中表 2 應為「人孔切割機規格表」請標示清楚，建議規格以中文呈現，P14 圖 19「A、B 圈塊工法」模糊不清，建議重繪。	6. 遵照辦理，已於期末報告中重新改寫修正，請參見第二章文獻回顧。「A、B 圈塊工法」原圖之文獻來源即較模糊，重繪不易，故予以刪除。	同意辦理。
7. 報告書中有多種排版方式，請統一報告的排版方式；另請統一報告中、英文之字型。。	7. 遵照辦理，已於期末報告中重新改寫修正。	同意辦理。
8. P17 文章中，單位要一致。P18 英文名詞，請統一呈現方式。P21 以「●施工機具」呈現，但正式報告較少用到「●」，建議改成數字標號；另第 3 小點「2m 長鋁棒(鐵棒)或 L50mm×50mm×5mm 角鐵 2 支」，其中「L」代表的涵意為何？	8. 遵照辦理，已於期末報告中重新改寫修正，請參見 3-7 頁。L50mm×50mm×5mm 角鐵，其中「L」為筆誤，已修正。	同意辦理。
9. P23 表 3 請註明何種配比？且請注意單位之呈現；表 4 中人手孔蓋型式，尺寸未加上單位，請修正。	9. 遵照辦理，已於期末報告中重新改寫修正，請參見 3-10 頁。	同意辦理。
10. P26 之圖 29 中，有列很多符號，其符號代表什麼？若報告中需要此圖，請加以說明符號代表之意義。	10. 該圖係由專利資料中所擷取，相關說明請參見期末報告附錄 5。	同意辦理。
11. P56「主體框架重量約 200 多 kg」，「多」建議刪除。	11. 遵照辦理，已於期末報告中重新改寫修正，請參見 4-32 頁。	同意辦理。
12. 第五章結論，請修正文字述敘，且結論內容應再加強；計畫執行成果很多，應可與現有之方法比較，將優缺點詳列，說明清楚。	12. 遵照辦理，已於期末報告中補充，請參見第五章。	同意辦理。
13. 附錄 A 中，圖、表之排序應重新編碼，不應與本文同排序。	13. 遵照辦理，已於期末報告中修正，請參見附錄 1。	同意辦理。
14. P67 與 P68 單位之表達方式，請統一；P72 圖 110 中「直徑」是指圓型或方型？	14. 遵照辦理，已於期末報告中修正，請參見附錄 1。	同意辦理。

圖 115「材直徑」，「材」是否為多打的字？圖 144 與圖 145 單位呈現方式，請統一。		
15. 附錄 2 中，請修正圖之敘述，避免圖名與圖說明不同。	15. 遵照辦理，已於期末報告中修正，請參見附錄 2。	同意辦理。
16. P95 第 7 點中提及挖掘申請作業，在期末報告中未列入。第 10 點「且於傳統做比較」應該「且與傳統做比較」。	16. 目前國內道路挖掘管理作業已逐漸走向電子化程序，包含申請、收件、會辦、審核、發證、查報、結案等流程之相關資料，皆透過系統儲存於資料庫中統一管理。挖掘申請作業請參見期末報告第 3.2.1 節。	同意辦理。
(二) 凌委員烽生		
1. 題目為挖掘修補，目前只做到切割，但文中有提及破碎、夯實方面，若夯實是指修補完，其應為輔助修補，請再詳細說明之。	1. 運研所今年度有另一研究案針對回填材料與夯實作業進行探討，本研究則著重於機具之整合。	同意辦理。
2. 在設計構想提及未來可能會整合切割、破碎、夯實等功能，是否有考量其重量對機具之影響？	2. 本研究之設計係朝整合切割、破碎、夯實等功能進行，如何減輕重量又不影響強度，是未來繼續發展所必須探討之議題。	同意辦理。
3. 國外文獻回顧中，皆有提及專利部份，此計畫為原型機之開發，在專利方面，是否有何規劃？	3. 專利規劃方面將與運研所進一步討論。	同意辦理。
4. 設計構想目標方面，有提到要縮短作業時間，整體作業時間，似乎要用量化方式來評估，雖目前只做到切割，建議可用示意圖來說明，如何可達到目標。	4. 本研究在完成雛型試作後，作業時間可改善之空間確實有限，但在作業人力之工作負荷，與現況相比，確實改善許多。	同意辦理。
5. 人孔蓋方型與圓型，是否因方型在力學上破壞較為容易發生，才考量用方型？	5. 國內人孔蓋有方型與圓型 2 種，是否將所有孔蓋改為圓型，需由實務單位審酌，不	同意辦理。

	在本研究探討範圍內。	
6. 題目為自動化，在報告中提到目前只先做到半自動化，且聚焦在切割，是否可再第一章研究範圍做輔助說明，於結論也建議說明目前的困難度與進行時程為何？研發有此成果很不容易，若有開發時程或施工程序表，可提供給後續研究做為參考。	6. 由於本研究在國內係為第 1 次探討，在機具整合設計方面以自動化為目標，但在實作過程當中確實遭遇許多困難，故今年度只先做到半自動化，且聚焦在切割，相關困難與可發展等面相已於期末報告中補充說明，請參見第五章。	同意辦理。
(三) 沈委員得縣		
1. 題目是值得肯定的計畫，目前在路平專案裡，人手孔是列為道路維修的重要課題，若能好好創新研究，且能量產，相信對人手孔危害會減少不少。	1. 敬悉。	同意辦理。
2. 報告資料收集得很豐富，但報告未呈現摘要；結論部份也不盡詳細，內容需再加強。	2. 摘要與結論，已於期末報告中補充說明，請參見摘要與第五章。	同意辦理。
3. 主題偏重挖掘機具開發，並不是修補機具，此為兩件事，所以目標要達成較不易。	3. 敬悉。	同意辦理。
4. 若產品要量產，產品本身規格要列出，且驗證標準與誤差水準為何？	4. 目前僅於雛型試作及可行性評估階段，仍有許多問題待克服，故尚無法列出規格、驗證標準與誤差水準等資料。	同意辦理。
5. 機具施工時的節能減碳，可列為評估指標，省能源、機動性高等，可把這些列為產品推銷的指標，另外操作手冊要列出。	5. 目前僅於雛型試作及可行性評估階段，仍有許多問題待克服，節能減碳可作為未來目標。操作手冊擬以雛型操作之影片代之。	同意辦理。
(四) 交通部公路總局		
1. P26 圖 30 與 P30 圖 33、圖 34、圖 35，圖較模糊，建	1. P26 圖 30 國內圓形手孔施工之路面切割機	同意辦理。

議請更新。	具，係由網頁擷取，該圖已是最佳效果，其他圖示已更新，請參見期末報告第四章。	
2. P96 本局提供之意見第 1 點，「並要求平坦度在 2 以下」請修正為「為下地孔蓋產品值規章高低差不得超過±6mm 以下。」	2. 遵照辦理，已於期末報告中修正，請參見附錄 3。	同意辦理。
3. 感謝研究團隊能提供此修補機具的開發，若將來能提升挖掘效益，會加以參考。	3. 敬悉。	同意辦理。
(五) 臺北市政府		
1. 3.2.1 節較不需列入報告中，此節為人手孔蓋啟閉及道路挖掘申請，這跟研究機具之開發較無關連，反而應先把國內對人手孔調降原則與人手孔調降、提升標準作業流程，與對人手孔復原的施工規範做結合，此開發出來的機具是否符合標準作業流程或施工規範的要求，這是較實務面的。	1. 敬悉。	同意辦理。
2. 以台北市政府為例，路平要求除緊急消防栓與瓦斯滑箱蓋外，其它一律調降 10 公分，永久調降的要求 40 公分。基本上人手孔調降與調平，在需求面來說是屬後置工法為主，將來機具開發，是否需要較容易定位與固定的方式，以避免切割錯誤。	2. 孔蓋定位方式問題，已納入建議事項中，請參見期末報告第五章。	同意辦理。
3. P55 圖 73 切割較不美觀，以現行切割流程，先是以切割線放樣，其速度就會很快，但缺點是為全厚度切割，所以要切超過四方型之大小，本研究機具在設計時四邊都有鑽孔作業，是否可設計成內接圓方式處理，可把全厚度切割與切割線跑	3. P55 圖 73 切割較不美觀，係因第一次試作，未來可改善。以內接圓方式處理，將現行全厚度切割與切割線跑出來問題解決，可作為未來改善參考，相關意見已納入建議事項中，請參	同意辦理。

出來問題解決，對未來機具的訴求較有方向和重點，不然會比傳統工法還差，在推動上也較難要求。	見期末報告第五章。	
(六) 臺灣電力股份有限公司		
1. 依據公路工程施工規範之平整度要求來說，用大面積平整度來要求管線單位達到，是很困難的。針對管理單位需求，縮短作業時間很重要，目前半自動化比例為何？今天看到較多是針對切割，方型切割的切割邊突起點，此為路平破壞的起源，要請問機具適合範圍為何？能否與工法配合？	1. 本研究今年度著重於切割、破碎及夯實機具整合開發，並朝自動化方向設計，但是在實作過程當中確實遭遇許多困難，故今年度只先做到半自動化，且聚焦在切割，但已就未來如何自動化部分，提出相關構想，請參見第四章。目前機具離型可適用於方型或圓型之孔蓋週邊道路挖掘作業，設計初期並未規劃與其他工法配合。	同意辦理。
2. 本研究所設計之機具，欲具備切割、破碎、壓實功能，但以目前國外3種工法都未包含破碎、壓實功能，若未做整體規劃，各種工法適用範圍不同，會讓人以為只是切割機而已。	2. 本研究著重於機具整合開發，並參酌國外工法中所使用之機具，作為開發之參考。由於在實作過程當中確實遭遇許多困難，故今年度只先做到半自動化，且聚焦在切割，但切割、破碎、壓實功能整合構想已於報告中提出，請參見第四章。	同意辦理。
(七) 臺北自來水事業處		
1. 在研究重點有談到除切割外，還有破碎與夯實，但期末報告中，關於這2項之述敘較少，建議在結論中補充說明，以呼應研究範圍之內文。	1. 本研究今年度著重於機具整合開發，在實作過程當中確實遭遇許多困難，故今年度只先做到半自動化，且聚焦在切割，破碎方式仍維持現有以破碎鎬作業方式。運研所今年度有另一研究案針對回填材料與夯	同意辦理。

	實作業進行探討。	
2. 人孔蓋造成路面不平有2種原因，1是新設時就未調整好高低，2是全路面在加鋪過程，管線單位未進場配合做人孔蓋之調降、調升，才會造成路面不平整。報告以人孔蓋的切割為主軸，但應以人孔蓋之調升、調降的研究為主題，這對於路平面整度比較有改善。	2. 敬悉。	同意辦理。
3. P21「國內管線單位透過道路挖掘進行管（纜）線、……，其作業方式與流程大致如上所述」與P18述敘一樣，「如上所述」是指？	3. 其作業方式與流程大致如上所述，係指道路挖掘，已於期末報告中修正，請參見第3-7頁。	同意辦理。
4. 附圖名稱需做修正，如P65圖90、P66圖92、P68圖100、P69圖101、102、103。	4. 遵照辦理，已於期末報告中修正，請參見附件1。	同意辦理。
5. 小面積修補要注意回填材料的回填方式與夯實方式，但本研究之離型尚未能有效改善現行缺點，若能再作深入研討，研究結果可能比較貢獻度。	5. 運研所今年度有另一研究案針對回填材料與夯實作業進行探討，本研究則著重於機具之整合。	同意辦理。
6. 本研究切割的噪音值與現行切割機差多少？請說明之。	6. 本研究進行離型試作時，並未進行噪音值量測。	同意辦理。
十、主席結論：		
1. 請研究團隊再就可行性部分針對困難與可發展等面相，再作補充說明。	1. 遵照辦理。	同意辦理。
2. 本案係屬離型開發，目前第1代雖與實務單位之需求仍有落差，但未來透過改良後之第2代、第3代應會更貼近實務單位之需求。	2. 敬悉。	同意辦理。
3. 請研究團隊在補充結論時，建議先將本計畫之背景目的略作說明。	3. 遵照辦理。	同意辦理。
4. 本期末報告審查通過，請研究單位於97年12月24日前完成修正定稿之提送。	4. 遵照辦理。	同意辦理。
十一、散會		

