

114-014-7D83
MOTC-IOT-113-H1CA001b

公路橋梁梁底狹小空間檢測工具 專利申請與推廣



交通部運輸研究所

中華民國 114 年 3 月

114-014-7D83
MOTC-IOT-113-H1CA001b

公路橋梁梁底狹小空間檢測工具 專利申請與推廣

著 者：鄭登鍵、胡啟文

交通部運輸研究所

中華民國 114 年 3 月

GPN：1011400203

定價 200 元

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

公路橋梁梁底狹小空間檢測工具專利申請與推廣 /

鄭登鍵, 胡啟文著. -- 初版. -- 臺北市：交通部運輸研究所, 民 114.03

面；公分

ISBN 978-986-531-645-7(平裝)

1.CST: 橋梁工程 2.CST: 公路 3.CST: 檢驗

441.8

114001718

公路橋梁梁底狹小空間檢測工具專利申請與推廣

著者：鄭登鍵、胡啟文

出版機關：交通部運輸研究所

地址：105004 臺北市松山區敦化北路 240 號

網址：www.iot.gov.tw (中文版>數位典藏>本所出版品)

電話：(04)2658-7200

出版年月：中華民國 114 年 3 月

印刷者：綠凌興業社

版(刷)次冊數：初版一刷 47 冊

本書同時登載於交通部運輸研究所網站

定價：200 元

展售處：

交通部運輸研究所運輸科技及資訊組・電話：(02)2349-6789

國家書店松江門市：104472 臺北市中山區松江路 209 號・電話：(02)2518-0207

五南文化廣場：400002 臺中市區中山路 6 號・電話：(04)2226-0330

GPN：1011400203

ISBN：978-986-531-645-7 (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。

交通部運輸研究所自行研究計畫出版品摘要表

出版品名稱：公路橋梁梁底狹小空間檢測工具專利申請與推廣			
國際標準書號（或叢刊號） ISBN 978-986-531-645-7(平裝)	政府出版品統一編號 1011400203	運輸研究所出版品編號 114-014-7D83	計畫編號 MOTC-IOT-113-H1CA001b
本所主辦單位：運輸技術研究中心 主管：蔡立宏 計畫主持人：鄭登鍵 研究人員：胡啟文 聯絡電話：(04)2658-7200 傳真號碼：(04)2657-1329			研究期間 自 113 年 1 月 至 113 年 12 月
關鍵詞：橋梁檢測、專利、推廣			
摘要： 國內橋梁檢測作業，如遇到梁底淨高較低之跨水橋梁，或位處沿海易受潮汐影響之感潮河段橋梁，此類橋梁因梁底淨高不足、空間狹窄，人員、機具不易進入，檢測人員一般需要搭乘船艇，或穿著潛水裝徒步涉水，才能進入梁底空間進行目視檢測，增加檢測人員執行橋檢工作的風險及困難度，影響橋檢作業之品質。爰此，交通部運輸研究所 112 年完成橋梁梁底狹小空間檢測工具雛型機研發，透過本計畫評估後認為本橋檢工具具備專利申請條件，並進行申請本橋檢工具發明專利，以提升產品價值，後續將針對實務提出各項具可行性之需求，持續進行精進改良，並規劃技術移轉授權，以提供橋梁維護管理單位及橋檢作業執行廠商參考應用。本計畫彙整橋檢實務問題與設備需求，評估認為研發箱型橋梁內部檢測工具有其必要性，後續建議規劃研發箱型橋梁內部檢測工具，協助落實橋梁檢測工作，以提升橋梁檢測品質與安全。			
研究成果效益： 1.完成本橋檢工具專利申請評估作業，後續將申請中華民國發明專利。 2.本計畫執行本橋檢工具各項推廣工作，進行訪談交流並蒐集回饋意見，從而獲得專業建議，可提供未來精進之參考依據。 3.本計畫進行橋檢人員訪談交流，獲悉箱型橋梁內部檢測之實務問題及設備需求，可提供未來相關檢測輔助工具研發方向。			
提供應用情形： 交通部運輸研究所研發之橋梁梁底狹小空間檢測工具，可提供中央(內政部國土管理署、交通部高速公路局、公路局等)、地方(縣市政府)橋梁維護管理機關，以及實際執行橋梁檢測之顧問公司或廠商，管理應用及參考。			
出版日期	頁數	定價	本 出 版 品 取 得 方 式
114 年 3 月	180	200	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。
備註：本計畫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: Patent Application and Promotion of Detection Tools for Narrow Spaces at The Bridge Bottom			
ISBN(OR ISSN) 978-986-531-645-7 (pbk)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1011400203	IOT SERIAL NUMBER 114-014-7D83	PROJECT NUMBER MOTC-IOT-113-H1CA001b
DIVISION: Transportation Technology Research Center DIVISION DIRECTOR: Li-Hung Tsai PRINCIPAL INVESTIGATOR: Teng-Chien Cheng PROJECT STAFF: Chi-Wen Hu PHONE: (04)2658-7200 FAX: (04)2657-1329			PROJECT PERIOD FROM January 2024 TO December 2024
KEY WORDS: Bridge inspection, Patent, Promotion			
ABSTRACT: In domestic bridge inspection operations, low-clearance water-crossing bridges or tidal river bridges affected by coastal tides often pose significant challenges. These bridges, characterized by insufficient clearance under the beams and narrow spaces, are difficult for personnel and equipment to access. Inspectors typically need to use boats or wade through water in diving gear to perform visual inspections under the beams. This increases the risk and complexity of inspection tasks, thereby affecting the quality of bridge inspection operations. To address these challenges, the Institute of Transportation, MOTC, completed the development of a prototype inspection tool for narrow spaces under bridge beams in 2023. Following the evaluation conducted in this study, the tool was deemed suitable for patent application, and an invention patent application has been filed to enhance its product value. Future efforts will focus on proposing practical and feasible requirements, making continual improvements, and planning for technology transfer and licensing. These steps aim to provide reference applications for bridge maintenance units and inspection service providers. Additionally, this study compiled practical issues and equipment needs in bridge inspection and assessed the necessity of developing tools for inspecting the interiors of box girder bridges. It is recommended that future research plan the development of such tools to further facilitate bridge inspection operations, improving the quality and safety of bridge inspections.			
Research Outcomes and Benefits: 1. The patent application evaluation for the inspection tool has been completed, and an invention patent application in the Republic of China will follow. 2. Various promotional activities were carried out, including interviews and feedback collection, resulting in professional suggestions that will serve as references for future improvements. 3. Interviews with bridge inspectors revealed practical challenges and equipment requirements for inspecting box girder interiors, providing a direction for future tool development.			
Application Scenarios: The narrow-space inspection tool for bridge beams, developed by the Institute of Transportation, MOTC can be applied by central (e.g., National Land Management Agency, Freeway Bureau, Highways Bureau) and local (county and city governments) bridge maintenance agencies, as well as consulting companies or contractors performing bridge inspections, for reference and operational use.			
DATE OF PUBLICATION Mar. 2025	NUMBER OF PAGES 180	PRICE 200	
The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.			

公路橋梁梁底狹小空間檢測工具專利申請與推廣

目 錄

中文摘要.....	I
英文摘要.....	II
目 錄	III
圖目錄	VII
表目錄	XI
第一章 緒論.....	1-1
1.1 研究緣起.....	1-1
1.2 研究目的.....	1-6
1.3 研究架構及工作項目.....	1-8
第二章 文獻回顧	2-1
2.1 本所研發之公路橋梁梁底狹小空間檢測工具現況	2-1
2.2 專利申請.....	2-9
2.2.1 我國專利制度概述.....	2-9
2.2.2 專利申請的條件.....	2-10
2.2.3 專利申請程序.....	2-11
2.2.4 專利申請策略.....	2-12
2.2.5 國際專利申請的考量.....	2-12
2.3 專利地圖.....	2-13
第三章 專利申請評估與執行	3-1
3.1 本所橋梁梁底狹小空間檢測工具設計演進	3-1
3.2 輕便型橋梁底部檢測設備專利	3-4
3.3 112 年研究成果.....	3-11
3.3.1 繩排伸縮滑輪關鍵模組設計.....	3-12

3.3.2	A 桿四連桿結構垂降設計.....	3-16
3.3.3	改良的拆卸部件.....	3-18
3.4	國內外橋梁檢測設備專利	3-19
3.5	112 年研究成果申請專利評估結果	3-25
第四章	推廣執行與成果	4-1
4.1	交通部第 1908 次部務會報	4-2
4.2	橋梁檢測業界交流.....	4-4
4.2.1	拜訪華光工程顧問股份有限公司	4-4
4.2.2	拜訪嘉盛工程顧問有限公司.....	4-6
4.2.3	拜訪財團法人中華顧問工程司	4-8
4.2.4	拜訪黎明工程顧問股份有限公司	4-9
4.3	113 年度公路橋梁檢測人員培訓推廣	4-11
4.3.1	本橋檢工具之精進建議.....	4-16
4.3.2	橋檢實務問題與設備需求.....	4-17
4.4	2024 橋梁安全維護管理研討會	4-18
4.5	工程檢測與監測學術交流會	4-20
4.6	小結.....	4-23
第五章	橋檢工具後續精進及開發評估	5-1
5.1	橋檢工具後續精進評估	5-1
5.1.1	檢測桿、設備尺寸精進.....	5-2
5.1.2	設備功能需求精進.....	5-5
5.2	鐵道橋梁檢測應用.....	5-6
5.2.1	鐵道橋梁檢測作業規定.....	5-7
5.2.2	臺鐵公司鐵道橋梁應用評估.....	5-10
5.3	箱型橋梁內部檢測工具研發評估	5-10

5.3.1 箱型橋梁內部檢測現況.....	5-10
5.3.2 箱型橋梁內部檢測作業之危險性	5-12
5.4 橋梁底檢測技術專利地圖分析	5-14
5.4.1 相關技術介紹及應用現況分析	5-14
5.4.2 專利檢索分析.....	5-15
5.5 評估結果與對策.....	5-17
第六章 結論與建議	6-1
6.1 結論.....	6-1
6.2 建議.....	6-2
6.3 研究成果與效益.....	6-2
6.4 提供應用情形.....	6-3
參考文獻.....	參-1
附錄一 專家學者座談會會議紀錄	附錄 1-1
附錄二 第 1 次工作會議紀錄	附錄 2-1
附錄三 第 2 次工作會議紀錄	附錄 3-1
附錄四 第 3 次工作會議紀錄	附錄 4-1
附錄五 期末審查意見及辦理情形說明表	附錄 5-1
附錄六 簡報資料	附錄 6-1

圖 目 錄

圖 1.1 橋檢人員搭乘船艇檢測	1-3
圖 1.2 橋檢人員涉水檢測	1-3
圖 1.3 台 17 線臺南北門段鯤鯓橋橋梁大梁鏽蝕與龜裂(已改建) ...	1-4
圖 1.4 鯤鯓橋橋梁大梁及橋墩長期浸泡於河中(已改建)	1-5
圖 2.1 本橋檢工具雛型機研發成果	2-2
圖 2.2 本橋檢工具運作模式示意圖(一).....	2-3
圖 2.3 本橋檢工具運作模式示意圖(二).....	2-3
圖 2.4 本橋檢工具各部件拆解說明圖	2-5
圖 2.5 拆卸部件以休旅車載運	2-5
圖 2.6 檢測桿以車頂架綑綁後載運	2-6
圖 2.7 推車本體推至定位後架設組立	2-6
圖 2.8 鎖固組立各部件	2-7
圖 2.9 控制 A 桿舉升跨越護欄	2-7
圖 2.10 控制 B 桿垂降.....	2-8
圖 2.11 控制 C 桿旋轉 90 度開始檢測.....	2-9
圖 2.12 我國專利種類	2-10
圖 2.13 技術分析專利魚骨圖	2-14
圖 2.14 專利地圖示意圖	2-15
圖 3.1 以廂型車為載具的橋檢設備	3-2
圖 3.2 利用桿件伸縮將影像拍攝裝置送入橋底	3-2
圖 3.3 推車型橋梁檢測設備運作示意圖	3-4
圖 3.4 輕便型橋梁底部檢測設備專利證書	3-5
圖 3.5 推車本體及 A、B 桿設計圖.....	3-6
圖 3.6 檢測桿(C 桿)設計圖	3-6

圖 3.7 不同型式之鋁擠型管	3-7
圖 3.8 鋁擠型管用支架與接頭	3-7
圖 3.9 B 桿伸縮套管設計	3-8
圖 3.10 B 桿三層套管連結情形	3-8
圖 3.11 推車控制平台之控制面板	3-9
圖 3.12 觸控面板控制畫面	3-10
圖 3.13 推車控制平台上顯示檢測回傳影像	3-10
圖 3.14 模組化 C 桿滑輪組設計	3-13
圖 3.15 高荷重鋁擠型 C 桿滑輪組裝測試	3-13
圖 3.16 起重機吊臂伸縮原理示意圖(一)	3-13
圖 3.17 起重機吊臂伸縮原理示意圖(二)	3-14
圖 3.18 112 年計畫 C 桿伸縮原理設計圖	3-14
圖 3.19 電機馬達與齒排元件	3-15
圖 3.20 繩排伸縮滑輪關鍵模組設計圖(一)	3-15
圖 3.21 繩排伸縮滑輪關鍵模組設計圖(二)	3-16
圖 3.22 A 桿四連桿運作步驟圖	3-17
圖 3.23 A 桿設計要點說明圖	3-17
圖 3.24 各部件拆卸說明圖	3-18
圖 3.25 CN104195943A 可實時傳輸視頻的橋梁檢測設備示意圖	3-19
圖 3.26 CN203834355U 橋梁全景檢測用設備示意圖	3-20
圖 3.27 CN203700955U 橋梁檢測車示意圖	3-21
圖 3.28 CN206784177U 新型橋梁檢測小車示意圖	3-22
圖 3.29 CN207295453U 橋梁快速可視化檢測裝置及其系統示意圖	3-23
圖 3.30 CN208933824U 橋梁懸臂式可視觀測裝置示意圖	3-24

圖 4.1	交通部第 1908 次部務會報視訊會議	4-2
圖 4.2	本橋檢工具研發成果於部務會報簡報	4-2
圖 4.3	電子媒體報導本案研發成果	4-3
圖 4.4	華光工程顧問股份有限公司業務交流會議	4-5
圖 4.5	彛盛工程顧問有限公司業務交流會議	4-7
圖 4.6	本橋檢工具適用條件示意圖	4-7
圖 4.7	中華顧問工程司業務交流會議	4-9
圖 4.8	黎明工程顧問股份有限公司業務交流會議	4-11
圖 4.9	橋檢人員回訓北部場課程表	4-12
圖 4.10	橋檢人員回訓中部場課程表	4-12
圖 4.11	橋檢人員回訓靜態課程簡報	4-13
圖 4.12	本橋檢工具現場操作展示	4-13
圖 4.13	橋梁梁底狹小空間檢測工具課程問卷	4-14
圖 4.14	問卷填表分析圖	4-15
圖 4.15	2024 橋梁安全維護管理研討會海報	4-18
圖 4.16	研討會講題「橋下狹小空間檢測工具-機械手臂」	4-19
圖 4.17	本所於研討會進行專題講座	4-19
圖 4.18	展示本橋檢工具進行設備說明及操作示範(一)	4-20
圖 4.19	工程檢測與監測學術交流會議程	4-21
圖 4.20	本所於交流會進行專題講座	4-22
圖 4.21	展示本橋檢工具進行設備說明及操作示範(二)	4-22
圖 5.1	本橋檢工具尺寸圖	5-3
圖 5.2	本橋檢工具適用條件示意圖	5-3
圖 5.3	橋梁護欄外附掛管線	5-4
圖 5.4	110 年橋檢工具攝影模組	5-5

圖 5.5 本所橋梁劣化 AI 影像辨識系統裂縫偵測成果	5-6
圖 5.6 鐵道橋梁各構件示意圖	5-9
圖 5.7 橋檢人員檢測箱梁內部	5-11
圖 5.8 箱梁內部狹窄檢測不易	5-13
圖 5.9 國內鋼橋箱梁內部嚴重腐蝕及疲勞裂縫案例	5-14
圖 5.10 橋梁檢測技術 FIM 分析圖	5-16
圖 5.11 專利 JP6950108B1 示意圖	5-17

表 目 錄

表 1-1 全國橋梁使用狀態統計表	1-1
表 1-2 全國橋梁維管單位統計表	1-2
表 1-3 本橋檢工具適用之車行橋梁數量統計	1-6
表 2-1 設備改良各部元件比較表	2-4
表 2-2 發明專利與新型專利比較表	2-11
表 3-1 設備改良各部元件比較表	3-11
表 3-2 C 桿設計要點及規格表	3-15
表 3-3 A 桿設計要點及規格表	3-16
表 3-4 112 年本橋檢工具研發成果與國內外專利比較表	3-25
表 4-1 本計畫 113 年推廣工作列表	4-1
表 4-2 華光工程顧問股份有限公司提問及建議表	4-5
表 4-3 翊盛工程顧問有限公司提問及建議表	4-6
表 4-4 中華顧問工程司提問及建議表	4-8
表 4-5 黎明工程顧問股份有限公司提問及建議表	4-10
表 4-6 課程問卷有關本橋檢工具建議表	4-16
表 4-7 課程問卷有關橋檢工作實務問題與設備需求意見表	4-17
表 4-8 本橋檢工具精進建議彙整表	4-23
表 4-9 新式橋檢工具研發需求表	4-24
表 5-1 本橋檢工具精進建議評估表	5-2
表 5-2 間接目視檢測輔助儀器或設備參考表	5-8
表 5-3 專利檢索分析條件一覽表	5-15

第一章 緒論

1.1 研究緣起

橋梁多為鋼構、鋼筋及混凝土組成之構造物，會隨氣候及環境因素交替而逐漸老舊劣化，需定期巡檢並適時維護，依據「全國橋梁統計資訊系統」^[1]統計資料(如表 1-1)，113 年正常使用中之車行橋梁為 23,124 座，橋梁維護管理工作有賴於全國各級橋梁管理單位，橋梁檢測工作是否確實，檢測品質好壞攸關民眾行的安全，因此，橋梁檢測工作執行相當關鍵。

表 1-1 全國橋梁使用狀態統計表

橋梁類別	所有橋梁		鋼索型橋梁	
	使用中	停用	使用中	停用
車行橋梁	22,950	22	174	0
鐵道橋梁	1,480	73	5	0
人行天橋	1,841	44	139	8
小計	26,271	139	318	8
合計	26,410		326	

資料來源：全國橋梁統計資訊系統

國內車行橋梁主要由交通部公路局、高速公路局及各縣市政府負責維護管理，橋梁維管數量統計如表 1-2 所示，依照公路橋梁檢測及補強規範^[2]之相關規定，橋梁檢測分為定期檢測、特別檢測與詳細檢測 3 類，其中定期檢測係為掌握橋梁結構之健全度、及早發現造成功能減低或異常之損傷劣化及其原因，而定期進行之全面性檢測，其檢測作業方式係以直接目視或間接目視檢測為主，檢測人員以徒步儘可能接近檢測構件，必要時搭乘輔助載具，或使用其他觀測、量測設備取得相關資訊，判斷構件是否有劣化或異常情況。定期檢測之頻率自新建橋梁於完工使用後 2 年內應進行第 1 次定期檢測，爾後定期檢測之間隔以 2 年為原則，如有特別情況，公路養護管理機關、單位得視實際狀況調整，惟不得超過 4 年。

表1-2 全國橋梁維管單位統計表

所屬部會	所有橋梁		鋼索型橋梁	
	使用中	停用	使用中	停用
交通部	5,908	1	37	0
內政部	14	0	0	0
教育部	14	0	0	0
經濟部	104	0	2	0
國科會	54	0	0	0
農業部	36	0	0	0
退輔會	9	0	0	0
縣市政府	16,811	21	135	0
小計	22,950	22	174	0
合計	22,972		174	

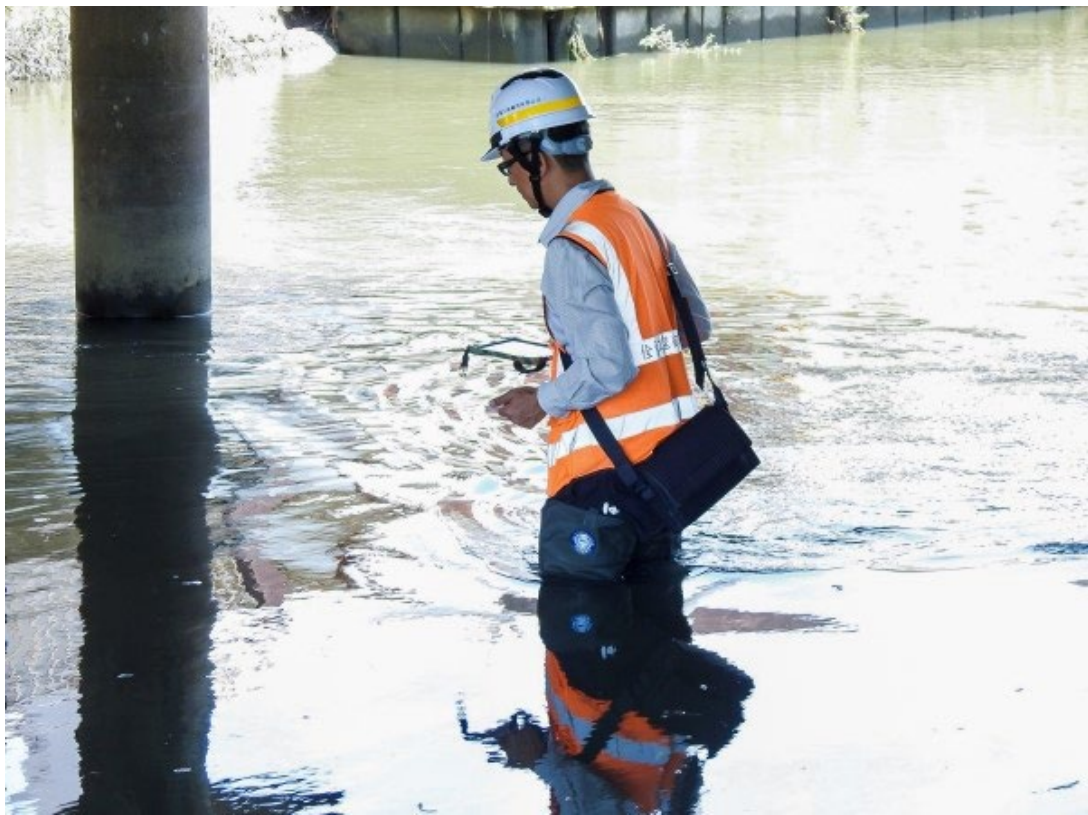
資料來源：全國橋梁統計資訊系統

目前橋梁檢測實務作業，如遇較大型、高橋墩或跨河橋梁時，依現場環境橋檢人員可選用橋梁檢測車、高空作業車，或近年已投入橋檢作業使用之無人飛行載具(Unmanned Aerial Vehicle, UAV)等設備或輔助工具，盡可能協助橋檢人員接近待檢測之橋梁構件進行直接或間接之目視檢測，但受橋梁型式、橋下空間、周邊環境等因素，實務上並非所有橋梁都適用上述之輔助工具，例如檢測梁底淨高較低之跨水橋梁，或位處沿海易受潮汐影響之感潮河段橋梁，此類橋梁因梁底淨高不足、空間狹窄，人員、機具不易進入，檢測人員無法使用橋檢車等較大型之橋檢輔助工具，UAV 則受限於操作空間淨高不足及訊號傳輸與定位問題無法使用，爰實務上橋檢人員需要搭乘船艇(如圖 1.1 所示)，或穿著潛水裝徒步涉水(如圖 1.2 所示)，才能進入梁底空間進行目視檢測。

但由於此類橋梁底部空間狹窄、幽暗且潮濕，往往卡附淤泥及漂流垃圾，以現有機具及設備難以接近，即使人員穿著潛水裝也無法輕易行走進入，又梁底水生植物或雜草叢生，容易滋生蚊蟲或躲藏動物，泥濘濕滑又跼促的作業環境，更增加檢測人員執行橋檢工作的風險及困難度，大大影響橋檢作業之品質。



圖 1.1 橋檢人員搭乘船艇檢測



資料來源：<https://reurl.cc/aLxGED>

圖 1.2 橋檢人員涉水檢測

而此類梁底空間淨高不足之橋梁，又因橋梁座落位置、地形環境或潮汐影響等外在條件，橋梁梁底經常受水及空氣反覆接觸，導致容易使橋體鋼筋鏽蝕膨脹、混凝土剝落，逐漸降低橋梁之承載能力與功能，如 105 年 2 月 4 日上午位於台 17 線臺南北門段的鯤鯓橋橋面下陷 5 到 8 公分^[3]，橋梁底座出現龜裂情形，其發生主因即為梁底長期浸泡於海水中，造成鋼筋鏽蝕與水泥劣化，如圖 1.3、1.4 所示。



資料來源：<https://reurl.cc/E4QRpg>

圖 1.3 台 17 線臺南北門段鯤鯓橋橋梁大梁鏽蝕與龜裂(已改建)



資料來源：google map

圖 1.4 鯤鯨橋橋梁大梁及橋墩長期浸泡於河中(已改建)

爰此，108 年起本所與大同大學合作研發橋檢工具^[4]，利用多節可伸縮之臂桿，將鏡頭探入狹暗橋梁底部空間，猶如以醫療使用的內視鏡，可探入不易目視之部位協助臨床檢查，橋檢人員僅需於橋面上操作橋檢工具，即可透過即時回傳影像，檢查並記錄橋梁梁底狀況，克服感潮河段橋梁檢測之問題。為符合橋檢作業需求，本橋檢工具檢測桿前端具備鏡頭轉向模組，可拍攝橋梁底部側向構件(包含帽梁、支承、墩柱等)，透過轉動鏡頭、增加光源及提高照相解析度，取得梁間構件之清晰影像。111 年導入影像拼接技術^[5]，透過完整拍攝橋面底板的影像，讓橋檢人員可標記劣化構件位置，以利後續修繕追蹤。112 年與財團法人工業技術研究院(以下簡稱工研院)合作，持續調整及優化橋檢工具相關構件與操作，並研訂橋檢工具使用手冊及規劃辦理技術轉移，提供橋梁維護管理單位未來實務應用。

本計畫針對本所 112 年「橋梁梁底狹小空間檢測工具加值應用及技術轉移」計畫^[6]之研究成果，本所與工研院共同研發之橋梁梁底狹小空間檢測工具(以下簡稱本橋檢工具)雛型機，評估專利申請之可行性及研發成果價值，並提出「發明專利」或「新型專利」之申請，提升本橋檢工具之研發價值。

本計畫依據「交通部科學技術研究發展成果歸屬及運用辦法」^[7]及相關規定，辦理本橋檢工具各項推廣工作，讓橋梁維護管理機關(構)及執行橋檢工作廠商認識並能參考應用，藉由蒐集第一線橋檢人員回饋意見，做為本所未來精進本橋檢工具，或研發新式橋梁檢測工具之參考依據，俾持續提升我國公路橋梁檢測之品質及效率。

1.2 研究目的

為能輔助橋梁檢測人員於梁底淨空狹小之跨水橋或感潮河段橋梁進行檢測作業，工研院於 112 年與本所，開發橋梁梁底狹小空間檢測工具，而近年 UAV 技術發展快速，於各領域應用廣泛，亦成為新興橋梁檢測輔助工具，但其操作環境有其特性及最低安全飛行高度限制，為補足 UAV 使用上之限制，本計畫研發之橋檢工具設定以「最低橋下淨高 6 公尺以下」做為設計研發之適用條件，又本橋檢工具目前檢測桿伸長之最大長度為 5.3 公尺，由橋梁兩側可檢測寬度 10 公尺以內之橋梁，爰本計畫依據「車行橋梁統計資訊系統」112 年統計資料，於最低橋下淨高小於 6 公尺，且最大淨寬小於等於 10 公尺之橋梁數量進行統計整理，如表 1-3 所示。

表1-3 本橋檢工具適用之車行橋梁數量統計

管理機關		正常使用	維修中	停用	總計
交通部	高公局	414	0	0	414
	公路局	764	5	0	769
	觀光署	0	0	0	0
	民航局	2	0	0	2
	桃園機場公司	0	0	0	0

	臺灣港務公司	6	0	0	6
縣市政府		11467	90	16	11573
內政部		5	0	0	5
教育部		3	0	0	3
經濟部		49	0	0	49
文化部		0	0	0	0
國科會		6	0	0	6
農業部		22	0	0	22
原民會		0	0	0	0
退輔會		8	0	0	8
故宮博物院		0	0	0	0
總計		12746	95	16	12857
統計條件：					
1.設施種類：橋梁(車行橋梁)					
2.使用狀態：正常使用、維修中、停用					
3.橋梁總長：大於等於 6 公尺					
4.最大淨寬：小於等於 10 公尺					
5.最低橋下淨高：小於 6 公尺					

資料來源：車行橋梁管理資訊系統

依統計資料所示，全國車行橋梁共計 23,124 座，其中最低橋下淨高小於 6 公尺，且最大淨寬小於等於 10 公尺之橋梁共 12,857 座，佔全國車行橋梁總數的 55.6%，顯示本所研究開發之橋梁梁底狹小空間檢測工具，有其適用性及廣泛之應用範圍。

本計畫之研究目的係針對本所 112 年前期計畫研發之橋檢工具雛型機，進行專利申請價值全面性的檢視，評估以目前本橋檢工具所具有之創新性與技術價值，進行發明專利申請之可行性，以保護本所投入成本研發產製之研究成果，並提升未來本橋檢工具進行技術移轉授權之產品價值。並於今(113)年辦理推廣活動並規劃技術移轉授權，以提供橋梁維護管理單位及橋檢作業執行廠商參考，並於未來實際橋檢工作落地應用，以解決橋檢實務問題、協助落實橋梁檢測工作，並提升橋梁檢測品質與安全。

1.3 研究架構及工作項目

本計畫工作項目說明如下：

1.文獻回顧

相關智慧財產權及專利法規、專利申請程序，及專利地圖分析之相關研究文獻蒐集與彙整。

2.研提專利申請

針對前期計畫研發之橋梁檢測工具，盤點各構件之研發設計內容，評估專利申請之可行性，提出「發明專利」或「新型專利」之申請。

3.推廣工作執行

依據「交通部科學技術研究發展成果歸屬及運用辦法」辦理橋檢工具後續推廣工作，接洽國內橋梁維護管理機關(構)、實際執行橋梁檢測之顧問公司或廠商，前往該機關(構)、廠商，或規劃至橋梁現地進行實地操作展示推廣。

4.推廣活動回饋意見彙整

蒐集彙整推廣活動回饋意見、實務工作需求，並調查各機關(構)及廠商接受技術移轉之意願。

5.橋檢工具後續精進及開發評估

依據推廣活動回饋意見、實務工作需求，規劃本橋檢工具之後續精進方向，並進行其他橋梁檢測應用之可行性探討，評估本橋檢工具應用於其他型式橋梁之可行性，或研發其他型式、功能之橋檢工具。

第二章 文獻回顧

本章的主要目的是深入分析與本計畫相關的現有知識與技術，做為研究背景與發展之基礎。檢視本所研發之橋梁梁底狹小空間檢測工具之現況，回顧其研發歷程包括前期研究案之研發成果，為評估專利申請之價值，本計畫研究重點聚焦於工具的改良、穩定性及便攜性提升等方面，進一步分析該工具的各項技術需求與操作性，並將針對該工具的核心設計理念進行說明，強調推車型橋梁檢測工具的模組化設計，使其更易於攜帶並符合橋檢人員的工作需求。

此外，針對專利制度，本計畫探討中華民國的專利法^[8]與國際專利法制度的框架，特別是針對橋檢工具相關技術的知識產權保護。本章亦蒐整介紹專利申請的條件、流程與策略，分析其如何在技術轉移與商品化過程中提供法律保障，並使該技術的商業應用更具競爭力，藉由回顧現有專利法的要求及國際申請的考量，我們得以確保研究成果的專利性與市場保護力。

2.1 本所研發之公路橋梁梁底狹小空間檢測工具現況

本所 112 年計畫「橋梁梁底狹小空間檢測工具加值應用及技術轉移」與財團法人工業技術研究院合作共同研發，進行本所橋梁梁底狹小空間檢測工具(以下簡稱本橋檢工具)改良及功能精進。112 年以前本橋檢工具從原本推車型之橋梁檢測工具基礎，提升檢測影像清晰度及設備操作之穩定度，經現地實測基本檢測功能趨近成熟穩定，並於此開發基礎上進行加值應用及技術移轉規劃工作。本計畫執行研究成果推廣及技術移轉之目標，在於提供一套橋檢工具協助橋檢人員進行橋檢工作，本橋檢工具除了必須符合橋檢人員各項橋檢工作之功能需求外，設備整體的穩定性、可靠度及便攜性為進行技術移轉工作順利與否之重要前提，回顧 110 年本所研發出「推車型橋梁檢測工具」^[9]雛型架構，並完成驗證此架構能協助達成橋檢之工作，112 年將各部零組構件由原

本大多為自行設計開發、組裝，或 3D 列印生產獨有之零組件，改以市售且規格化之設備、零件取代，將產品規格化、商品化，足以大量生產利於推廣應用，且於未來技術轉移落地應用，使用端能有方便取得且充足之維修零件。

經過 112 年計畫核心技術開發與功能驗證，並透過大量雛型機驗證測試累積許多經驗進行機型改良設計工作，以滿足最終技術移轉工作目標，112 年本橋檢工具雛型機研發成果如圖 2.1~圖 2.3 所示。

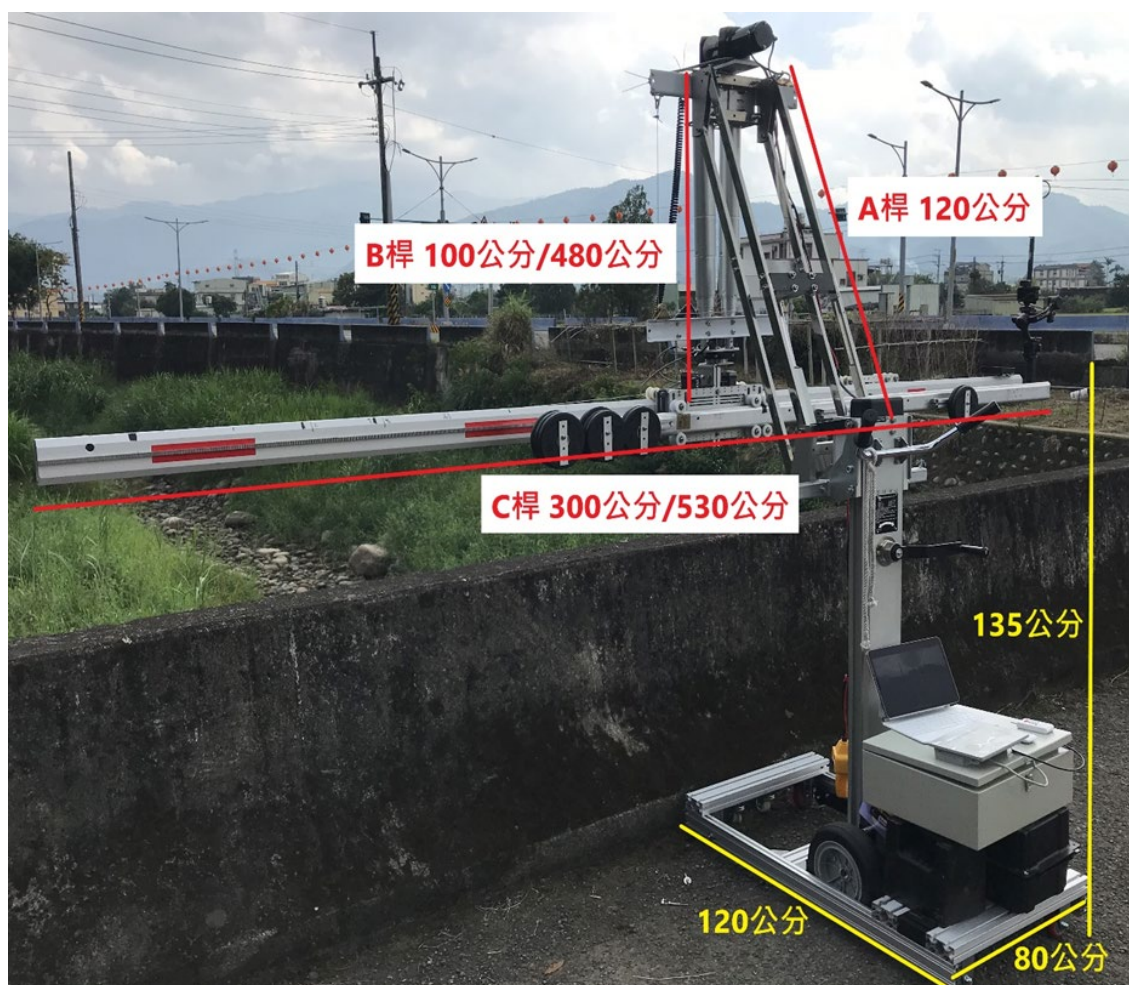


圖 2.1 本橋檢工具雛型機研發成果

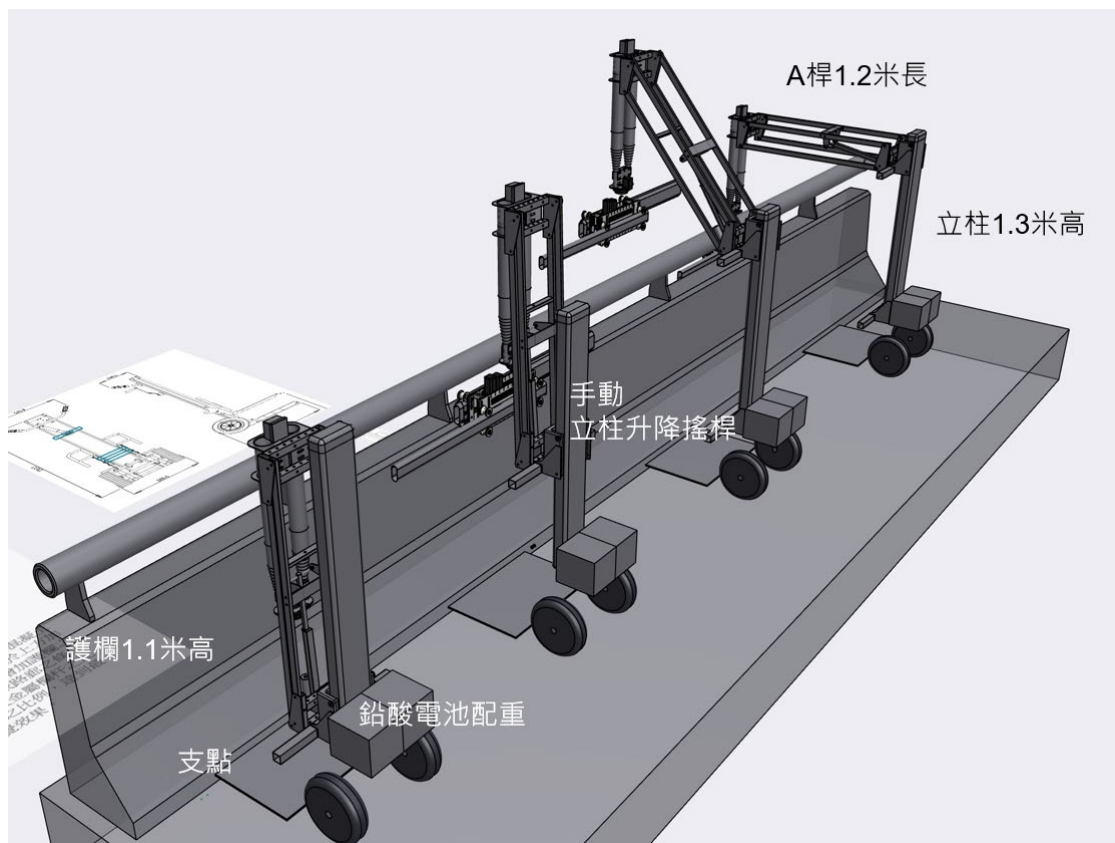


圖 2.2 本橋檢工具運作模式示意圖(一)

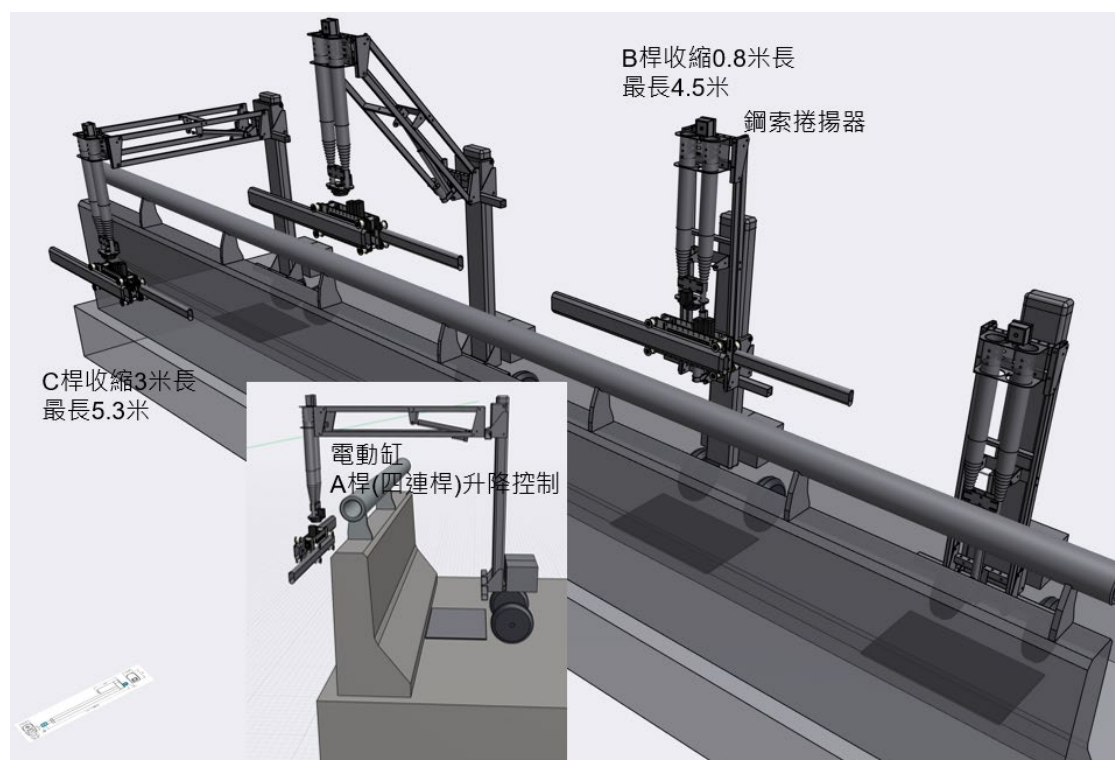


圖 2.3 本橋檢工具運作模式示意圖(二)

本橋檢工具 112 年沿襲了過去本案前期之研究成果，在原有操作方式及硬體架構下，改善本橋檢工具各部件之設計及桿件開展之方式，降低桿件於大量操作下之磨損，提高使用耐用度及操作可靠度，並以市售商品及零件取代設備各部元件，提升本橋檢工具之商品化程度，以利本橋檢工具後續技術移轉工作之進行，同時改變主體設計，縮小本橋檢工具之推車構件，各部件能組合拆卸，除方便操作人員搬運攜帶，更能以休旅車或廂型車載送，符合橋檢人員執行橋檢工作需求，以提高實務單位的使用意願。

經實地測試，計算組立時間及所需人力，並整理歸納本橋檢工具之硬體架構規格，提供橋檢實務單位參考應用，設備改良及改善後橋檢工具系統規格及作業人力需求，如表 2-1 所示，各部件拆解載運及現地檢測前設備組立之流程，如圖 2.4~圖 2.11 所示。

表 2-1 設備改良各部元件比較表

項目	說明
A 桿長度	120 公分
B 桿收縮長度/最大長度	100/480 公分
C 桿收縮長度/最大長度	300/530 公分
C 桿尾端最大荷載	5 公斤
攝影模組影像解析度	GoPro HERO 11 (4096x2160 像素) 三軸穩定器 LED 燈 (可依需求選用 5 公斤以下設備，如單眼相機、光達及超音波檢測儀器等)
運送方式	休旅車可載運
系統連續運行時間	C 桿自備 20000mAh 鋰電池，可提供攝影模組及 LED 光源連續運行 3 小時以上
整機尺寸及重量	120 公分(長) x 80 公分(寬) x 135 公分(高)，總重約 100 公斤
組立所需之作業時間	約 20 分鐘
最少作業人力	2 人

本橋檢工具各部件拆解載運流程：

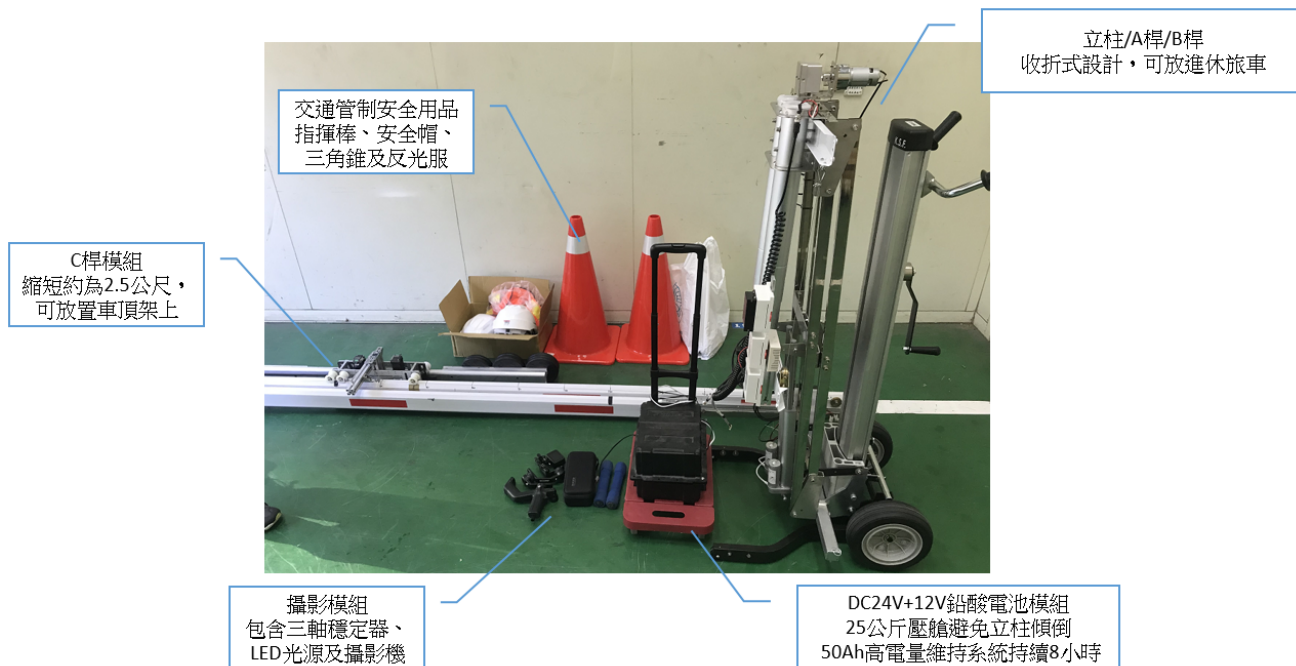


圖 2.4 本橋檢工具各部件拆解說明圖

上車流程：



圖 2.5 拆卸部件以休旅車載運



圖 2.6 檢測桿以車頂架網綁後載運

現地檢測流程：



圖 2.7 推車本體推至定位後架設組立

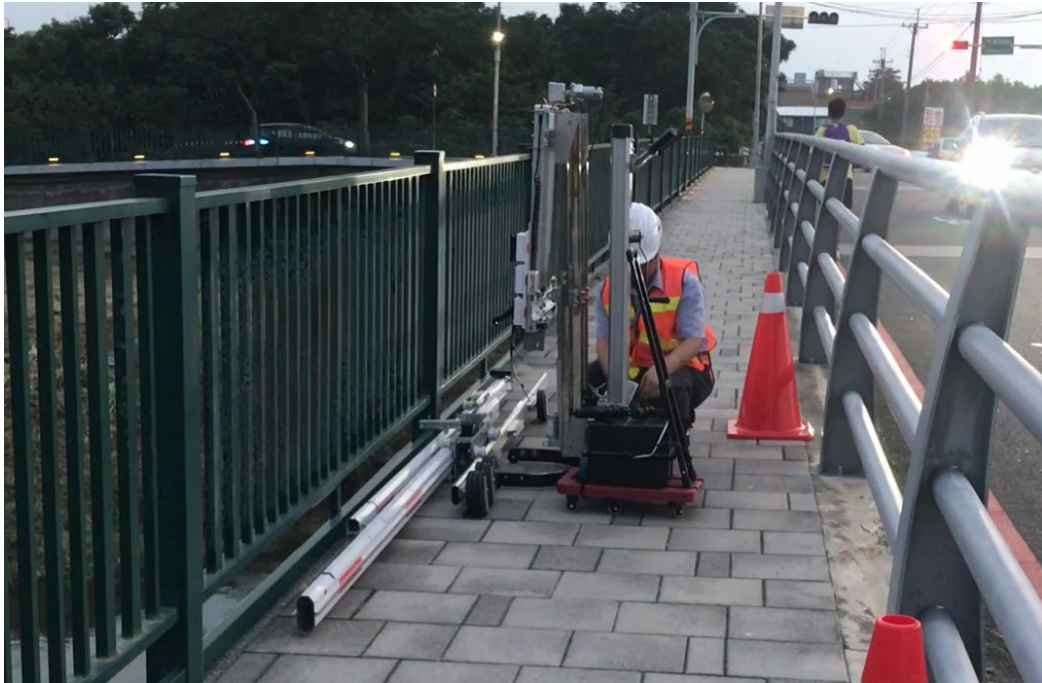


圖 2.8 鎖固組立各部件



圖 2.9 控制 A 桿舉升跨越護欄



圖 2.10 控制 B 桿垂降



圖 2.11 控制 C 桿旋轉 90 度開始檢測

2.2 專利申請

2.2.1 我國專利制度概述

中華民國的專利制度始於民國初期，民國 12 年《專利法》首次頒

布，是當時較早的專利立法之一，該法借鑑了西方專利制度，特別是日本和德國的專利法律框架，此後，中華民國的專利法歷經多次修訂，以因應科技發展與國際專利制度的變革，近年來的修訂強化了專利權保護與申請流程的透明度，並簡化了程序，使得中小企業與個人發明人更容易取得專利。專利制度做為保護技術創新和促進技術發展的重要法律框架，為發明者提供排他權，以鼓勵技術創新和投入。

2.2.2 專利申請的條件

依據我國《專利法》，在中華民國提出專利申請需要經過一系列的程序，包括申請書的撰寫、審查與公告。專利法第 2 條：「本法所稱專利，分為下列 3 種：發明專利、新型專利及設計專利」，發明專利涵蓋新技術或產品，主要保護具有技術創新及應用潛力的技術，新型專利則涉及結構改良，偏重於技術的小改進，設計專利則保護的是產品的外觀設計，舉例來講，發明了一個東西，比以往的產品好用，就應該申請發明或新型專利，若是比以往的產品外型漂亮，就應該申請設計專利，我國專利種類，如圖 2.12 所示。

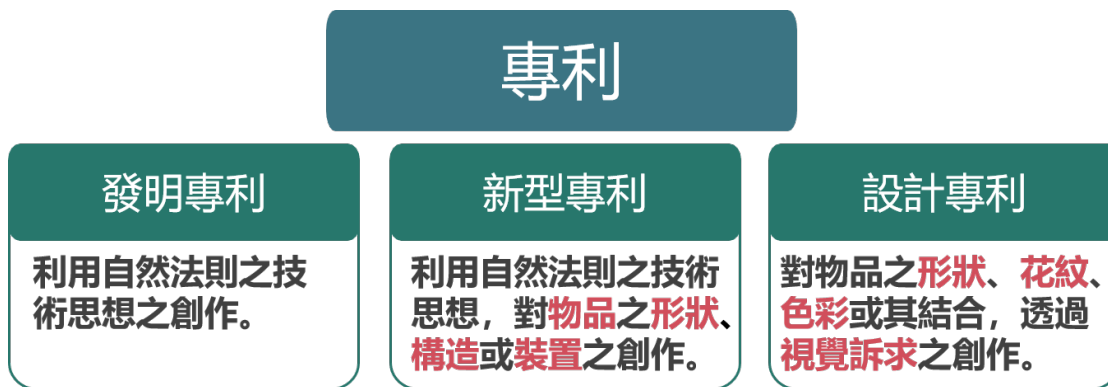


圖 2.12 我國專利種類

這些專利的申請程序各有不同的審查標準，其中發明專利需要經過實質審查以確保其具備新穎性、創造性與產業實用性，發明若要符合專利條件，必須具有下列要素：

1. 新穎性：申請的發明不得公開於任何公開的文獻、展示會或公眾使用

之前，並應避免與現有技術重疊。

2.進步性：申請專利的技術應當是非顯而易見的，即該技術必須具有一定的技術進步性，超過現有技術的常識範圍。

3.實用性：專利申請的技術必須能夠實際應用，具有工業上的利用價值。

新型專利與發明專利相比，要求相對較低，僅需符合新穎性及實用性，且審查流程較簡便，審查速度較快，新型專利除了發明高度較低、保護期間較短，以及限於物品之形狀、構造或裝置外，與發明專利差異不大，因此，常被稱為小發明，而設計專利則著重於產品外觀的創新，要求設計必須有別於現有產品，並且具有視覺上的吸引力和市場應用價值，發明專利與新型專利之差異，如表 2-2 所示。

表 2-2 發明專利與新型專利比較表

專利種類	發明專利	新型專利
	專利法第 21 條	專利法第 104 條
法條內容	發明，指利用自然法則之技術思想之創作。	新型，指利用自然法則之技術思想，對物品之形狀、構造或裝置之創作。
保護年限	20 年	10 年
保護標的	包括方法、物品(有一定空間型態)、物質(無一定空間型態)、生物材料及其利用、或為物品附加方法(方法為達成該物的實施方法)的方式等。	僅及於物品(如系統,機械,結構...)。
審查流程	實體審查	形式審查

2.2.3 專利申請程序

我國的專利申請程序可以分為形式審查和實質審查兩部分。經濟部智慧財產局會首先進行形式審查，確保申請文件完整並符合規定格式，通過形式審查後，發明專利將進入實質審查程序，以判定該技術是否符合新穎性、進步性和實用性。

具體流程如下：

- 1.申請階段：專利申請者應提交專利申請書，包括技術說明書、權利要求書、附圖(如有需要)等文件。
- 2.形式審查：檢查提交的文件是否齊全和符合格式要求。
- 3.實質審查(發明專利適用)：審查申請技術是否具備新穎性、進步性和實用性。
- 4.專利公告：通過審查後，專利將予以公告，並向申請人頒發專利證書。
- 5.維護專利權：專利申請者需按時繳納年費以維持專利的有效性，否則專利將失效。

發明專利的審查過程通常需要較長時間，約為 2-3 年，而實用新型專利和設計專利的審查則較為迅速，一般在 6-12 個月內可完成。

2.2.4 專利申請策略

對於研發技術或產品，合理的專利申請策略可提供法律保護，並提升競爭優勢，企業或個人在申請專利時應充分考慮技術的創新性、商業應用潛力及競爭對手的專利布局，從而選擇適合的專利類型(如發明專利或實用新型專利)。此外，專利檢索是專利申請前的重要步驟，申請者應進行全面的專利檢索，避免與現有專利產生衝突，並保障申請成功率。

2.2.5 國際專利申請的考量

在全球化的背景下，越來越多的企業選擇在多個國家和地區申請專利，中華民國的專利制度已與國際接軌，允許申請人透過《專利合作條約》(Patent Cooperation Treaty, PCT)進行國際專利申請，PCT 的優勢在於申請者只需提交一次申請，便可同時在多個締約國進行專利申請，

減少時間和資源的浪費。我國的專利制度與國際間的專利制度有許多相似之處，但亦存在若干差異，臺灣是《巴黎公約》與《專利合作條約》(PCT)的成員國，這意味著其專利申請可以與其他會員國進行協同處理。然而，與美國、歐盟或日本相比，臺灣的專利法在某些方面較為嚴謹，例如對於新型專利的保護範圍，這使得一些企業可能選擇先在臺灣申請專利，再申請國際專利，以確保全球市場中的競爭優勢，透過國際專利的保護，企業能夠擴大技術保護的範圍，在全球市場中確保其技術創新不被侵權，並獲得商業上的優勢。

我國的專利申請制度提供了全面的技術保護框架，透過不同類型的專利來滿足各類技術創新的保護需求，無論是發明專利、新型專利還是設計專利，申請者都需確保技術創新符合專利的基本條件，對於技術含量較高或具市場潛力的產品，應考慮申請發明專利，從而獲得長期且廣泛的技術保護。此外，隨著國際市場的擴展，企業應考慮透過 PCT 進行國際專利申請，從而提升其技術保護範圍和全球市場競爭力。

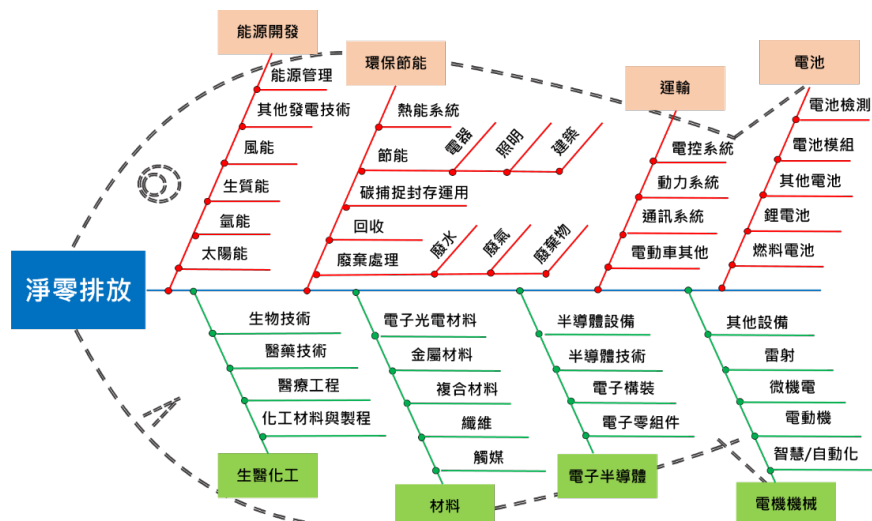
2.3 專利地圖

專利地圖(Patent Map)^[10]是指透過專利檢索技巧，檢索出與研究主題相關之專利資料，並以統計分析之方法，加以縝密及精細之剖析整理製成各種可分析、解讀、以圖表格式呈現之加值化專利資訊，使用者可以如同閱讀地圖般，用簡單與清晰的圖表即可獲取包含在其內的豐富專利資訊內涵。而所謂專利地圖分析，則是運用專利分析技能，將零散瑣碎的專利資訊，藉由專利地圖分析轉化成系統性的市場與技術資訊，並對研究主題進行管理面、技術面、權利面或引證資料之分析與規劃，如將專利地圖分析用於研擬技術發展策略、行銷策略、授權策略及掌握對手研發方向，則稱之為專利佈局，由於各公司通常會因想盡各種方法保護其智慧財產，因此會在世界各地相關市場國提出專利等申請，而這些獲證之資料，皆屬公開資訊可以自由取得。因此，上述之專利資訊若加以分析了解相關技術及公司等發展之趨勢、專利佈署之相關概況，可

做為應用在相關技術領域之研發規劃、技術引進、申請專利，甚至產品規劃等之重要參考資料。

依據經濟部智慧財產局專利商品化教育宣導網^[11]對專利地圖介紹說明，在坊間常見的專利地圖有專利件數、國家分析、申請權人分析、發明人分析、國際分類號(IPC 分類)、專利引證分析等巨觀分析，藉由技術發展的趨勢及主要技術發展者的分布，讓有意投入技術發展的發明人可以初略掌握技術發展概況。此類專利分析，稱之為管理面分析或經營面分析，主要透過專利申請件數、核准件數之統計，掌握各國家、競爭公司、發明人之技術投資趨勢及占有率，瞭解特定技術或專利產出個體之專利佈局概況。

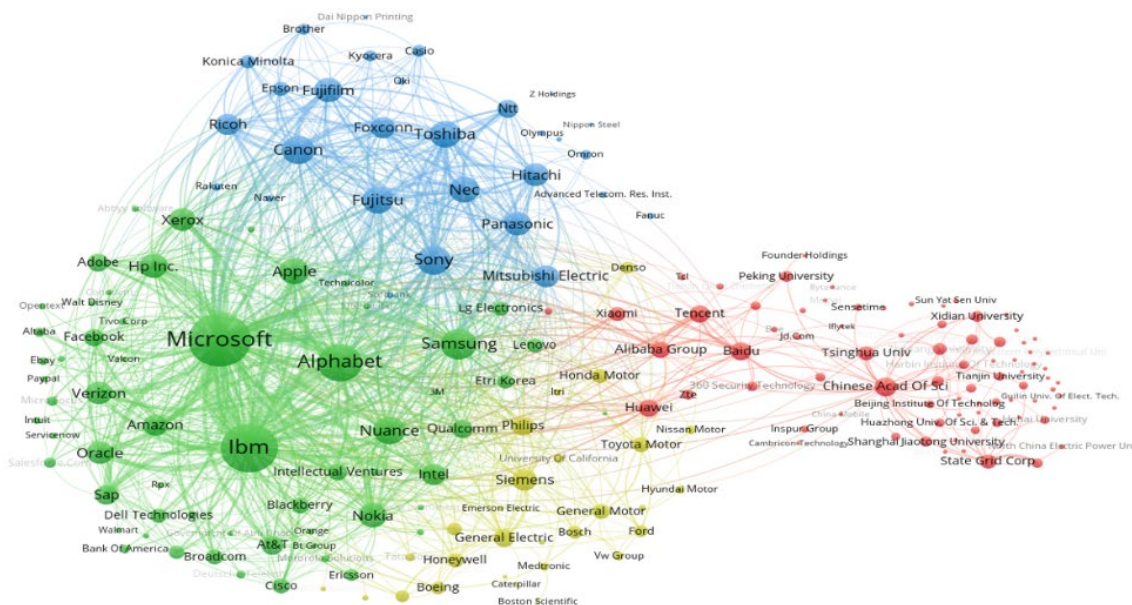
發明人或企業若要聚焦於特定技術領域之專利發展脈絡，找出技術地雷區或技術藍海地帶，便需透過更縝密的「技術功效矩陣分析」，剖析各專利之技術落點及發揮功效等資訊，更深層的探討技術創新或迴避發展之策略。此類分析稱之為「技術分析」，在業界的實務做法，多由研發人員針對技術領域建構技術分類、功效分類魚骨圖(如圖 2.13 所示)，並逐篇閱讀檢索結果集之專利，就技術層次進行專利技術分類及功效分類指定，並繪製「技術分布圖」、「技術功效矩陣圖」等專利技術圖。



資料來源：<https://ppt.cc/fMallx>

圖 2.13 技術分析專利魚骨圖

專利地圖就像是一幅地圖(如圖 2.14 所示)，但不是指地理位置，而是指專利技術的位置，地圖中顯示了一個領域之各項專利技術，每個城市代表一個專利或者一項技術，而城市之間的道路則代表這些專利或技術之間的關係和排列方式，有些城市間可能有高速公路，表示它們的技術關聯非常密切，而有些城市之間可能只有小路，表示它們的關聯性不太緊密。



資料來源：<https://ppt.cc/fcOLwx>

圖 2.14 專利地圖示意圖

專利地圖可以幫助人們更好瞭解一個領域中專利和技術間之關係，幫助找到有價值的專利、發現新的技術趨勢，或者協助找到合作夥伴，整體來說，專利地圖就是為了幫助人們更好地理解 and 利用專利技術而設計。

第三章 專利申請評估與執行

在當前快速發展的科技時代，創新成為企業競爭力的核心要素，而專利做為保護創新成果的重要工具，其評估與申請過程變得至關重要。專利申請評估是指在專利申請前，對創新技術的專利性進行詳細分析，確保該技術符合專利授權的基本要求，包括新穎性、創造性和實用性。這一過程能夠幫助企業或個人判斷其創新是否值得投入資源進行專利保護，避免不必要的時間與經濟損失，與此同時，專利價值評估則是在專利申請後，評估其市場潛力、商業應用價值及法律風險，這不僅有助於決定專利的經濟價值，還可以做為技術轉移、授權或出售的依據。因此，專利的申請評估與價值評估，皆為研發成果實現商品化的重要步驟，為研發者提供全面的知識產權管理方案。

本計畫針對本所 112 年前期計畫研發之橋梁梁底狹小空間檢測工具(以下簡稱本橋檢工具)，進行專利申請價值全面性的檢視，評估以目前本橋檢工具所具有之創新性與技術價值，進行發明專利申請之可行性，以保護本所投入成本研發產製之研究成果，並提升未來本橋檢工具進行技術移轉授權之產品價值。

3.1 本所橋梁梁底狹小空間檢測工具設計演進

本所有關感潮河段橋梁檢測設備開發的前期研究，自 106 年「感潮河段橋梁梁底檢測方式初探」^[12]研究計畫為起始，起初構想利用橋梁維護管理單位或執行橋檢工作之工程顧問公司常使用的休旅車或廂型車，做為檢測設備的載具，雖車型多有差異，但皆可安裝制式之車頂架做為附掛支架，即可隨時帶著檢測設備移動，爰以此構想開發輕便易攜帶之橋梁檢測設備，整體設計為固定於一般常見之車頂架上，如圖 3.1 所示，當駕駛車輛抵達待檢測之橋梁，並停妥於橋側之檢測位置後，可直接將車頂之檢測設備，透過展開伸縮之機構，將檢測桿及影像拍攝設備延伸出橋側護欄，再延伸桿件下放並深入橋梁底部，透過影像拍攝

設備進行間接目視勘查檢測，完成橋梁檢測作業，如圖 3.2 所示，因該設備整體固定於車頂架，爰命名為「車載型橋梁檢測設備」。



圖 3.1 以廂型車為載具的橋檢設備



圖 3.2 利用桿件伸縮將影像拍攝裝置送入橋底

但 106 年計畫案開發之「車載型橋梁檢測設備」，有以下困難，須透過改良精進加以克服。

1. 桿件設計長度過長，超過車頂法定可載運貨物長度，依據道路交通安全規則規定裝，此設備安裝於車頂無法直接上路行駛，因此需要另外以載送車輛載運，喪失原本輕便易攜之設計需求。
2. 檢測用桿件使用鋁擠型管，因鋼性不足，當設備固定於車頂時，車輛行駛過程中會因為晃動而造成檢測桿件彎曲變形，容易於載運移動過程中造成設備損壞。
3. 若橋梁側設有人行道時，檢測車輛將無法停靠接近橋側護欄，將影響 C 桿的可檢測工作長度，或甚至無法停靠進行橋檢作業。

綜上原因，「車載型橋梁檢測設備」尚無法應用於實際橋檢工作，且當時經評估後並未提出發明專利申請。

雖「車載型橋梁檢測設備」無法順利於實際橋檢實務工作應用，但以桿件材料組裝可展開成 C 型結構，透過桿件伸縮將影像拍攝鏡頭設備代替人員進到橋底空間取得梁底構件影像，以完成橋檢工作之整體設計架構，經 106 年研究計畫測試後確認可行，爰 108 年延續 106 年的開發經驗，執行「感潮河段橋梁梁底檢測工具研發建置計畫」，參考日本 Zivil 公司的機械手臂型橋梁檢測車^[13]載送及檢測方式，須能適應橋梁側環境之操作，重新進行載具模式設計及開發，改用鋁擠型管進行組立，最終設計出寬度 80 公分、長度 90 公分、高度 100 公分之推車型載具主體，再搭配原本 C 型之桿件設計架構，研發出「推車型橋梁檢測設備」，推車型橋梁檢測設備運作方式，如圖 3.3 所示，推車及其設備整體重量約 80 公斤。



圖 3.3 推車型橋梁檢測設備運作示意圖

經 108 年研究計畫之研發及測試，此推車型橋檢工具之設計架構已克服車載型橋檢工具架構所面臨之實務應用問題，爰後續計畫以此推車型架構為基礎，再進行檢測機構之設計改良及後續精進。當時為保護本所投入成本研發產製之研究成果，並提升未來進行技術移轉授權之產品價值，於隔(109)年進行本橋檢工具之發明專利申請。

3.2 輕便型橋梁底部檢測設備專利

本橋檢工具自 108 年建構出「推車型橋梁檢測工具」之整體架構，並以該雛型架構於 109 年提出中華民國專利申請，並於 110 年 10 月取得經濟部智慧財產局之中華民國專利，專利證書如圖 3.4 所示。

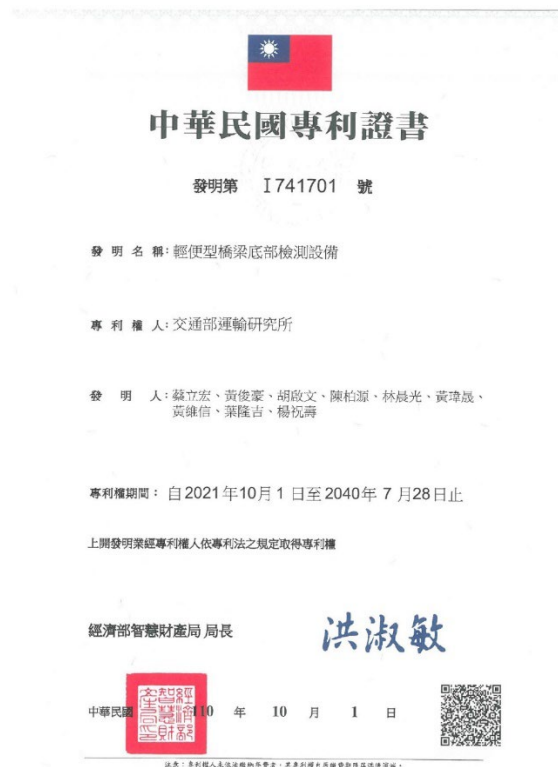


圖 3.4 輕便型橋梁底部檢測設備專利證書

1. 檢測設備之設計

在車體、A 桿、B 桿之結構部份，其中 A-B 桿之間以手動方式輔料收納，而 A 桿要帶動 B 桿時，為達到全動化操作之目標，因此在頂立柱上安裝一個馬達，驅動 A 桿帶動 B 桿，並利用推車架上的頂立柱進行支撐。在檢測設備收納時，B 桿是與 A 桿靠在一起，當要檢測時，B 桿則利用插銷將 B 桿固定在 A 桿上。

B 桿由於是垂直桿，下端固定連結 C 桿，B 桿內部以鋼索進行控制做為 B 桿收放之牽引。當 B 桿向下延伸時，利用 C 桿的重量，將內層不銹鋼管往下帶，但透過鋼索的控制，以達到緩降之目的。當 B 桿要往上回收時，則透過內層的鋼索將最內層不銹鋼管往上回收，即可完成回收動作。為能穩定控制 B 桿之收放，B 桿上端設置伸縮驅動馬達，以控制 B 桿內部的鋼索。

C 桿為檢測桿，為單獨運作之構件，在 C 桿與 B 桿連結處，亦透過插銷將 B 桿與 C 桿進行固定。基於方便搬運考量，到現場進行橋梁

檢測作業時再進行組裝，搬運時並不會與其他檢測構件固定在一起。C 桿在檢測時，會透過驅動馬達及摩擦輪，進行 C 桿的前進與後退控制。

在 C 桿尾端的部份，即便不掛載任何影像拍攝設備，C 桿都會有自然下垂彎曲之情形。為讓掛載的影像拍攝設備，可以永遠拍攝正上面之橋梁底部影像，因此規劃在固定影像拍攝設備時，增加自配重之設計。利用影像拍攝設備需搭配使用電池的自身重量，當做影像拍攝設備之配重，可以讓拍攝設備之鏡頭永遠朝上，推車本體及 A、B 桿設計圖如圖 3.5 所示，檢測桿(C 桿)設計圖如圖 3.6 所示。

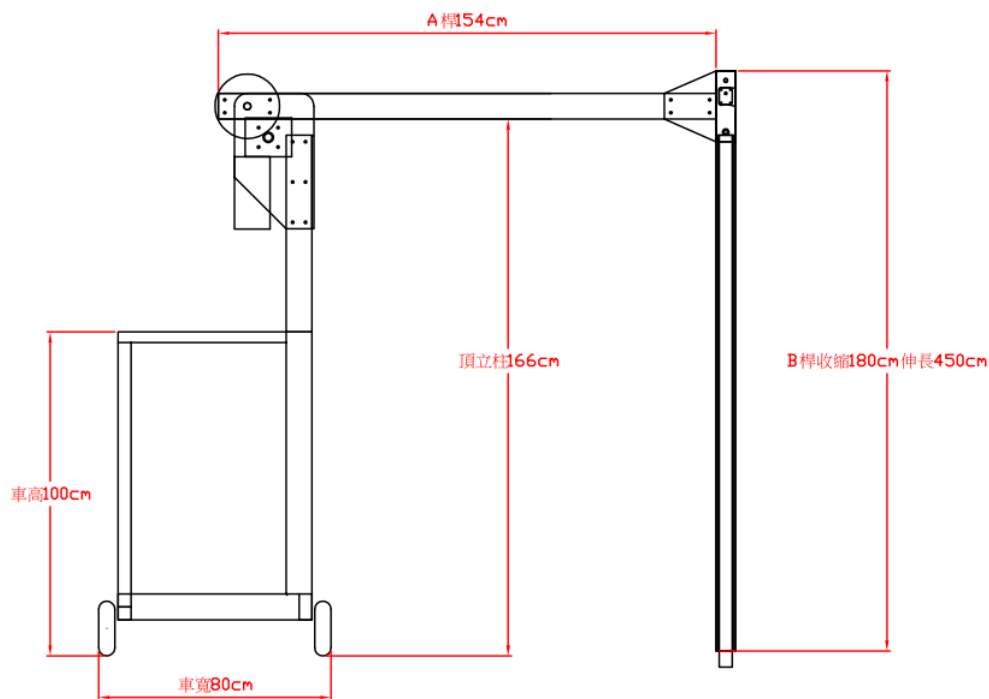


圖 3.5 推車本體及 A、B 桿設計圖

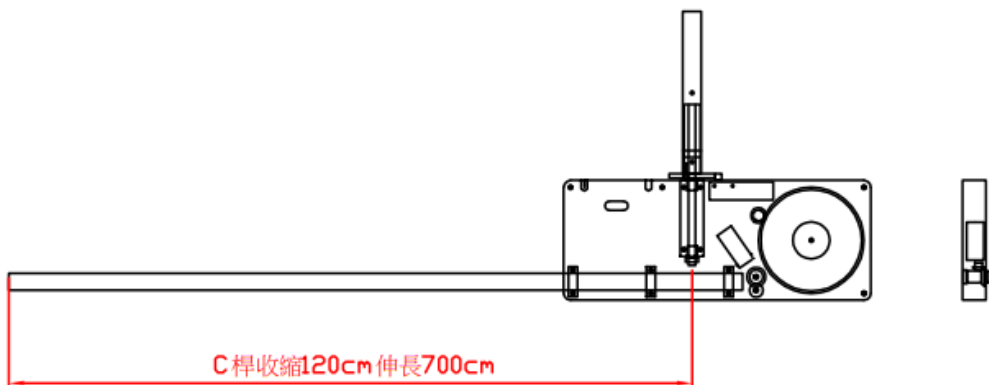
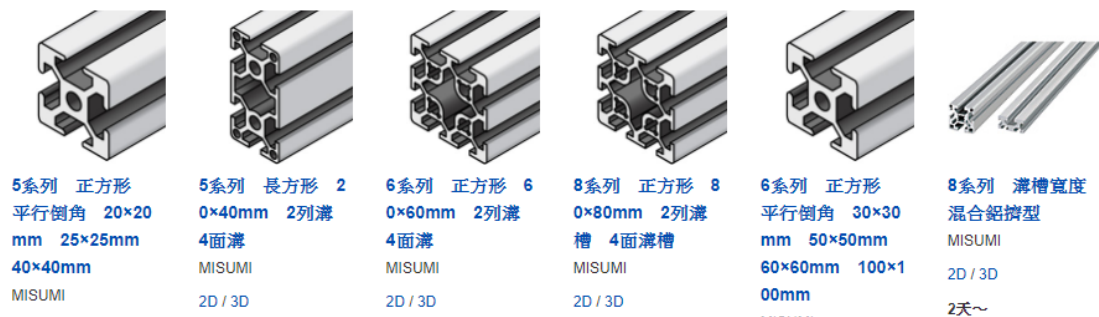


圖 3.6 檢測桿(C 桿)設計圖

2.檢測組件之選用及說明

(1)鋁擠型管

為可快速及便利的組合出主體，本發明採用鋁擠型管做為主要組件。鋁擠型管有許多不同的型號樣式可供選擇(如圖 3.7 所示)，且容易裁切成所需的尺寸，也有許多可搭配使用的組裝配件(如圖 3.8 所示)，以方便組立，它就像一個實物版的樂高積木，因此只要完成尺寸設計，即可請廠商依所需的規格及尺寸，裁切所需的組件，再利用不同的支架及接頭，即可完成設備之組立。



資料來源：<https://bit.ly/324uswQ>

圖 3.7 不同型式之鋁擠型管



資料來源：<https://bit.ly/2q8nSbs>

圖 3.8 鋁擠型管用支架與接頭

(2)B 桿垂直檢測臂

垂直檢測臂(B 桿)是為控制檢測設備垂直下降的長度，本發明設定可垂直下降的距離為 4 公尺，但考量攜帶的便利性，設計時採用三層套管的設計，使用時可依需求伸縮不同的使用長度，目前使用的 B 桿的部份以三種不同尺寸(60mm*30mm、50mm*25mm、40mm*20mm)的不銹鋼長方管構成，組立情形如圖 3.9、3.10 所示。



圖 3.9 B 桿伸縮套管設計

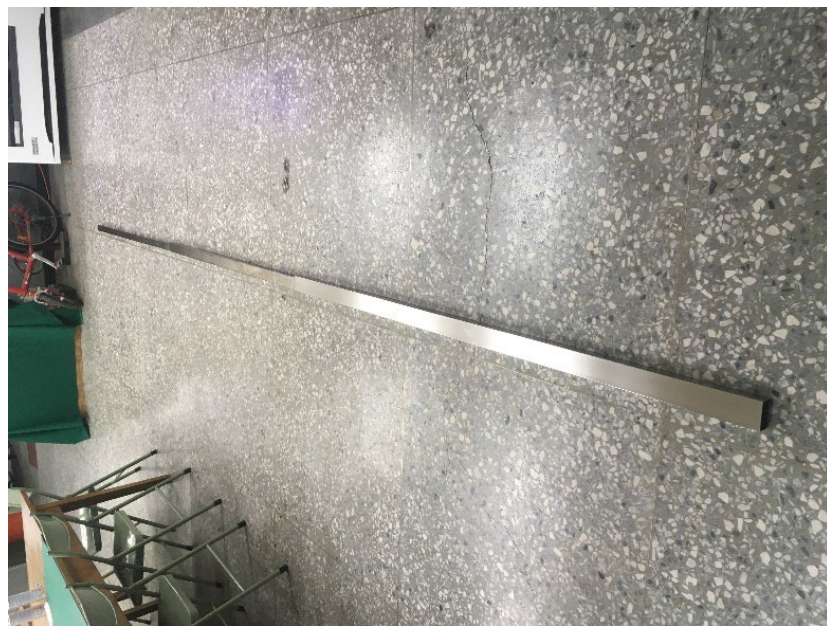


圖 3.10 B 桿三層套管連結情形

(3)C 桿水平檢測臂

C 桿若採用鋁擠型方管，當要有更長的延伸長度時，會因為尾端的彎曲問題，而造成內層桿件無法往外推送，本發明為解決此一問題，採用碳纖維管，規格為：先端直徑 22.3mm、元端直徑 37.5mm、壁厚 0.8mm、3 節、700cm。

(4)自動化控制

為讓設備之操作可以更為簡化，因此在設計上朝全自動化方向努力，在各檢測臂連接處會配置不同扭力的馬達，如頂立柱配置帶動所有檢測臂之馬達，A-B 柱連接處配置控制 B 桿伸縮之馬達、B-C 桿配置控制 C 桿伸縮之馬達，而為減少設備中訊號線材的使用，本發明以 Arduino 做為主要的控制核心，以控制馬達、近接開關等控制，並搭配 LoRa 無線通訊模組，用以傳送控制指令，為方便操作，亦開發圖形化控制軟體，可由設備操作人員直接在推車控制平臺上的觸控面板中操作各設備(如圖 3.11 所示)，觸控面板控制畫面如圖 3.12 所示。

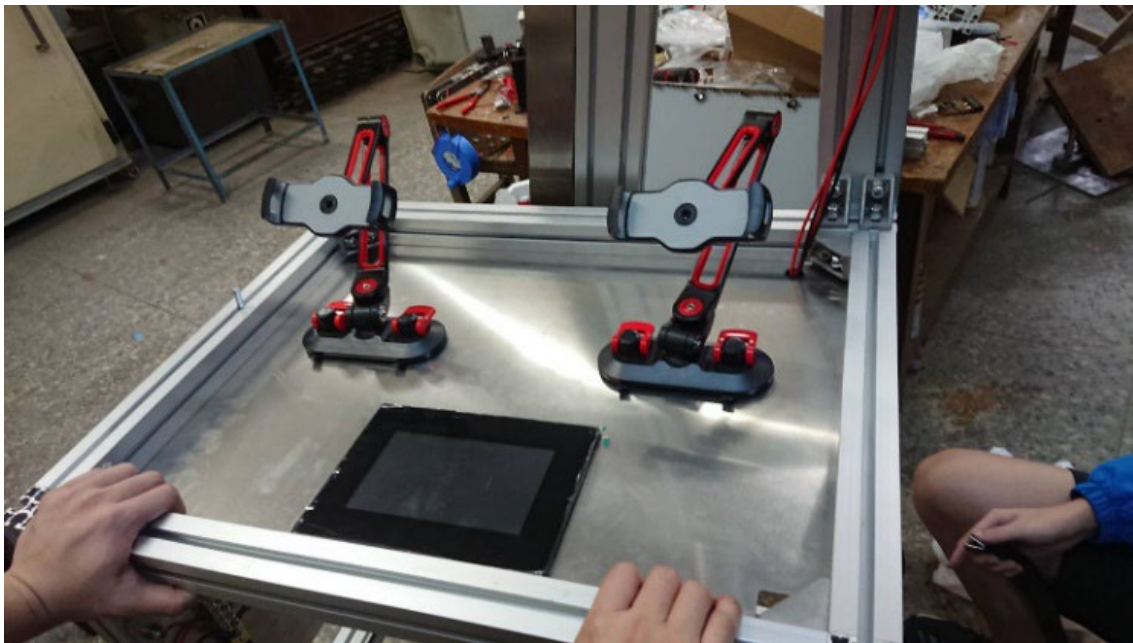


圖 3.11 推車控制平台之控制面板

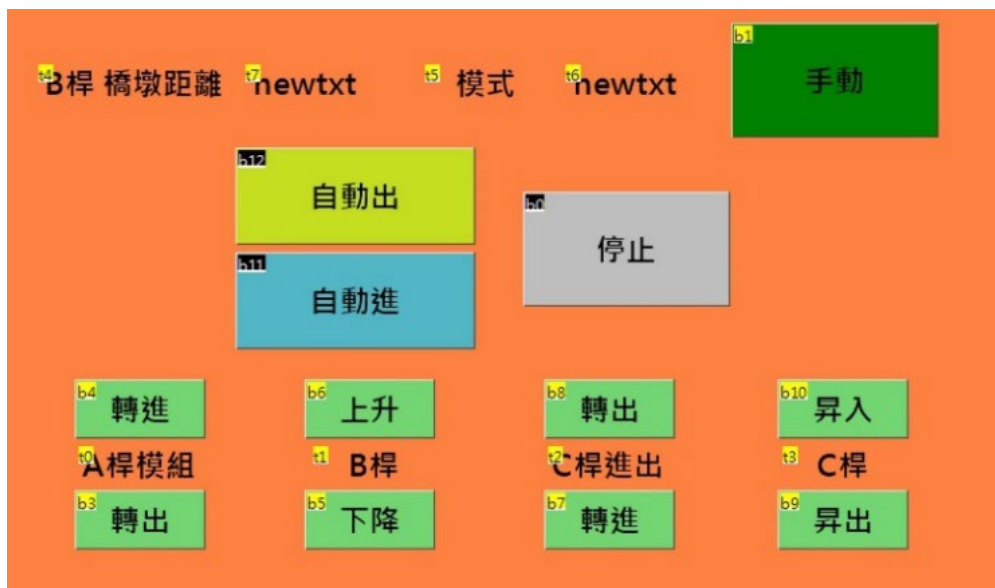


圖 3.12 觸控面板控制畫面

(5) 影像記錄與觀察設備

為克服水平檢測臂(C 桿)變形情形，選用輕巧的無線針孔攝影機，並利用無線針孔攝影機的電池，設計為自配重機構，無論尾端如何彎曲變形，都可以確保無線針孔攝影機的鏡頭永遠可以朝上方，並利用無線針孔攝影機提供之 Wi-Fi 影像回傳功能，於在推車控制平台上架設平板電腦或智慧型手機顯示回傳之影像，如圖 3.13 所示。



圖 3.13 推車控制平台上顯示檢測回傳影像

3.3 112 年研究成果

112 年本所與財團法人工業技術研究院(以下簡稱工研院)共同執行「橋梁梁底狹小空間檢測工具加值應用及技術轉移」合作研究計畫，於該年度本橋檢工具之開發沿襲了過去本計畫前期之研究成果，在原有操作方式及硬體架構下，改善本橋檢工具使用及開展之方式，降低桿件於大量操作下之磨損，提高使用耐用度及操作可靠度。本橋檢工具各部件改以市售商品及易取得之零件取代，提升本橋檢工具之商品化程度，以利後續技術移轉工作之進行，同時變更設計，縮小本橋檢工具之推車構件，並設計為可拆卸式，各部件拆解後能以休旅車或廂型車載送，以方便橋檢工作載運攜帶，此設計符合橋檢人員執行橋檢工作之需求，提高實務應用單位的使用意願，設備改良各部件與已取得專利之原設計比較，如表 3-1 所示。

表 3-1 設備改良各部件比較表

項次	橋檢工具設備項目	原設計	改良後	效益
1	C 桿伸縮模式	磨擦輪推送	繩排滑輪模組	提高使用壽命
2	A 桿開展模式	翻轉式	抬升後下放式	減少環境高度限制
3	可拆卸式設計	3.5 噸貨車運送	休旅車運送	提高便攜性
4	C 桿尾端荷重	0.55 公斤	5 公斤	提高橋檢儀器擴充彈性
5	系統電力運行時間	1 小時	3 小時以上	運作時間更長
6	攝影模組影像解析度及選擇	自組式 PI CAM (3280×2464 像素)	市售商品 Gopro11 Hero (4096×2160 像素)&3 軸穩定器	可依需求選用其他如單眼相機、光達或超音波檢測儀器

112 年計畫研究成果橋檢工具改良部件，其中 C 桿件伸縮模式之改良、A 桿件開展模式以及設備整體可拆卸之改良設計，更能符合橋檢工作之所需，經評估具有專利申請價值，說明如下：

1.改進的 C 桿(繩排伸縮滑輪關鍵模組設計)

高負載低摩擦軸承設計、鋁擠型橢圓平管和八角管的選用，由過去套管形式易因桿件變形而摩擦力增大造成伸縮故障，伸縮桿件改以繩

排伸縮滑輪搭配橫向並排鋁桿架構，以鋼索及軸承帶動，提升桿件操作上之穩定性及耐用度。

2.改進的立柱(A 桿四連桿結構垂降設計)

進行檢測時桿件下放至橋梁外側之方式，從原本以 A 桿端點連接本體處，進行旋轉翻越護欄，改以四連桿結構，整體先升起再開展垂降方式，將檢測桿件橫越過護欄，減少設備操作時橋側上方所需空間，避免實務上經常受橋側電力線或電信線干擾情況，針對實際使用情況進行的優化設計，提高了設備的穩定性和易用性。

3.改良的拆卸部件

改良後的橋檢工具可拆卸成各個獨立部件，各部件重量控制 1 人可推送或 2 人可合力搬運，且改善過去設備須以 3.5 噸小貨車載運，改良後能以休旅車或廂型車載運，以符合橋梁檢測實務工作所需，降低檢測租車成本，更提高實務操作使用意願。

3.3.1 繩排伸縮滑輪關鍵模組設計

滑輪構件為模組化設計，每組長 15 公分，重量約 1.1 公斤，主支點使用了 2 組滑輪模組(如圖 3.14 所示)，2 組間距可調整產生足夠長之力臂，避免局部承受過大應力，造成滑輪軸心變形，經過實驗證實該滑輪構件，於自身總重 25 公斤且尾端加掛 2 公斤重物時，於 10 公尺長懸臂測試下，仍能維持滑順運作，組裝測試如圖 3.15 所示，該雛形測試滑輪構件，使用多組 6mm 厚之中碳鋼板材，確保其不變形。參考起重機吊臂伸縮原理，如圖 3.16、圖 3.17，使用鋼索繩排及滑輪組做為伸縮設計。



圖 3.14 模組化 C 桿滑輪組設計

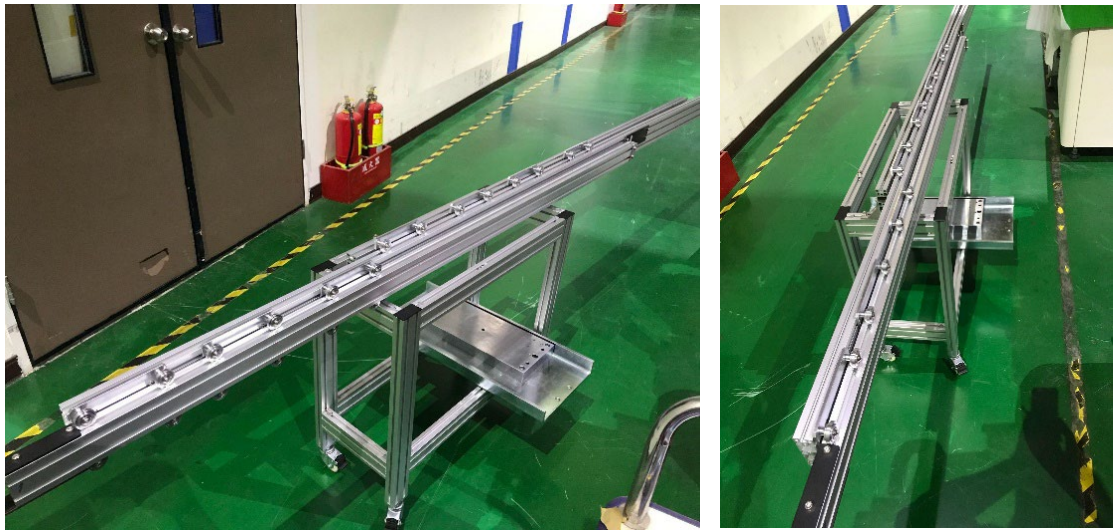


圖 3.15 高荷重鋁擠型 C 桿滑輪組裝測試

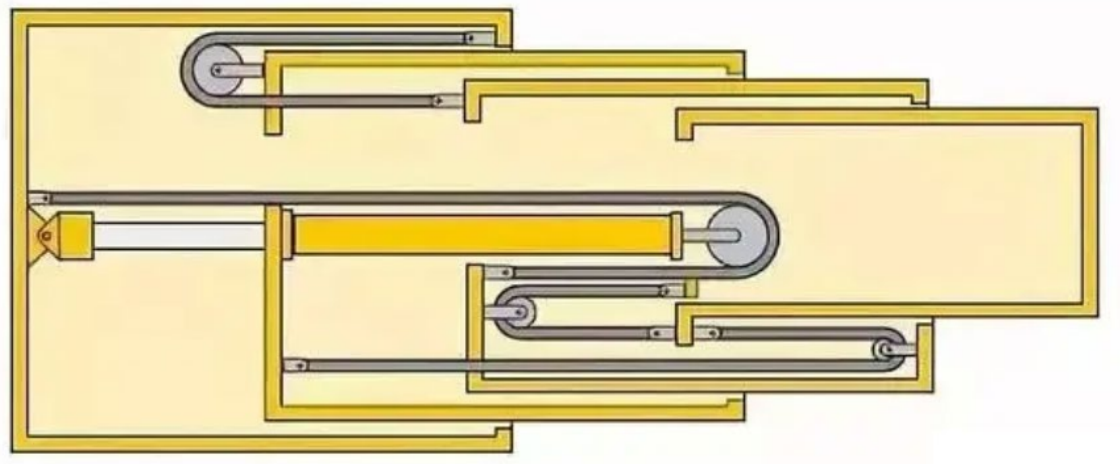


圖 3.16 起重機吊臂伸縮原理示意圖(一)

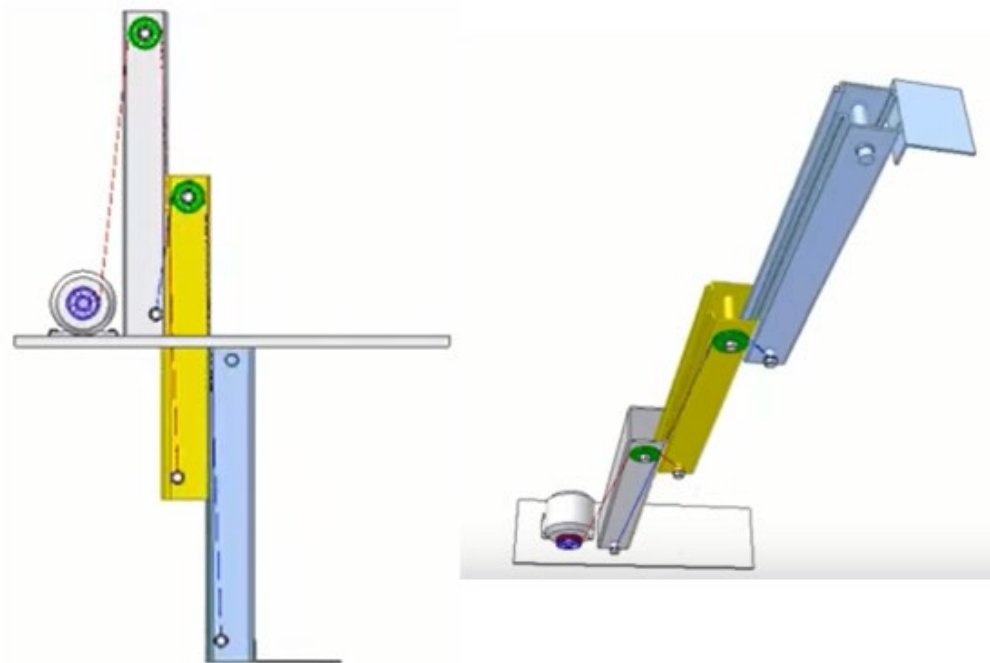


圖 3.17 起重機吊臂伸縮原理示意圖(二)

112 年計畫研究成果本橋檢工具之 C 桿伸縮原理，如圖 3.18 所示，虛線位置為 C 桿固定支點，亦為 C 桿最核心之滑輪排組，裝有 1 組電機馬達及齒排(如圖 3.19 所示)做為 C 桿伸縮之動力來源，其餘桿件透過鋼索繩排、滑輪與彈簧進行同步伸縮，C 桿設計要點及規格，如表 3-2 所示。

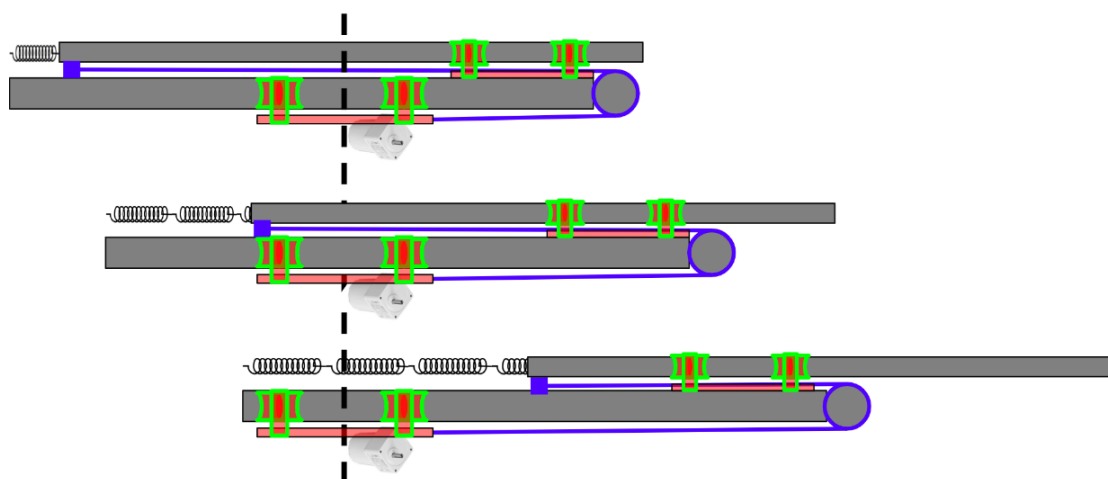


圖 3.18 112 年計畫 C 桿伸縮原理設計圖

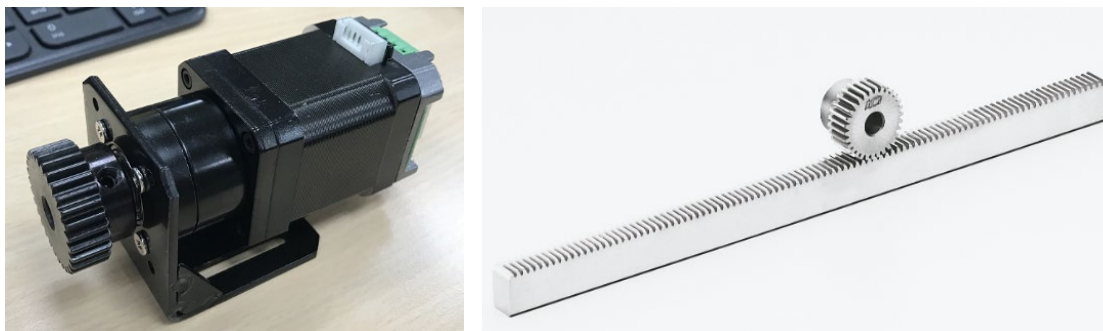


圖 3.19 電機馬達與齒排元件

表 3-2 C 桿設計要點及規格表

設計要點	規格
桿身輕巧容易搬運	主桿選用 2 支 3 公尺長，壁厚 1.1mm 之八角形鋁擠管組成，總重 4 公斤。
自重變形量低	每支 3 公尺長八角形鋁擠管，自重變形不到 1 公分。
伸縮節點磨擦力低，避免損耗，提升使用壽命及穩定性	繩排伸縮滑輪關鍵模組設計(一)，選用 NSK 工業級精密滾珠軸承(如圖 3.20 所示)，可承受 200 公斤額定負載，並維持滑順，能確保器材於運送途中可承受震動衝擊，並確保橋梁檢測時高長度高扭矩應力下使用壽命。
伸縮桿件銜接處強度 高、變形量低。	繩排伸縮滑輪關鍵模組設計(二)，板金主體複合使用中碳鋼及鋁合金(如圖 3.21 所示)，維持高強度及低重量。

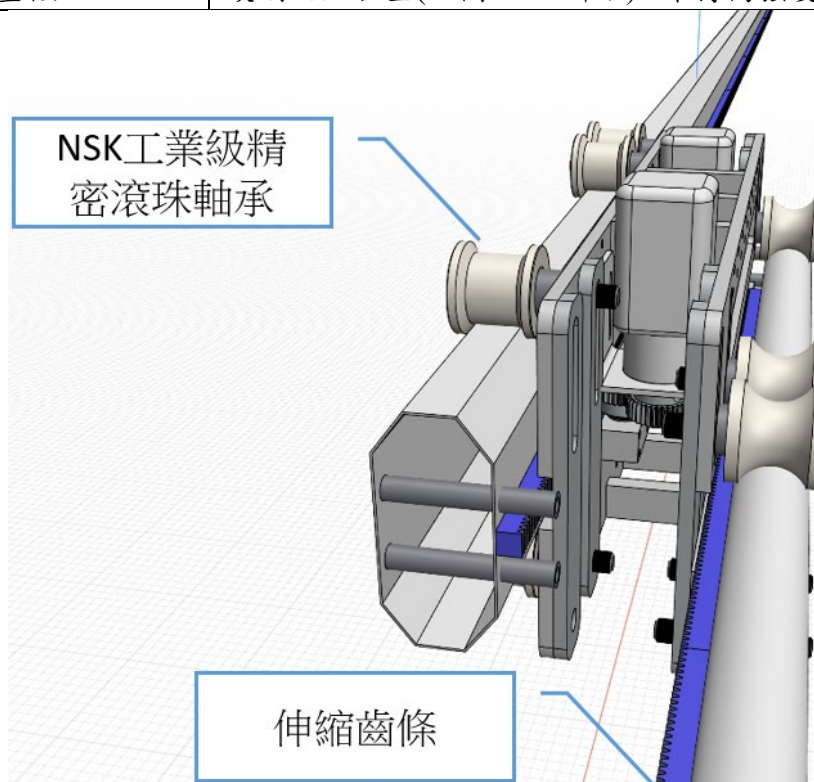


圖 3.20 繩排伸縮滑輪關鍵模組設計圖(一)

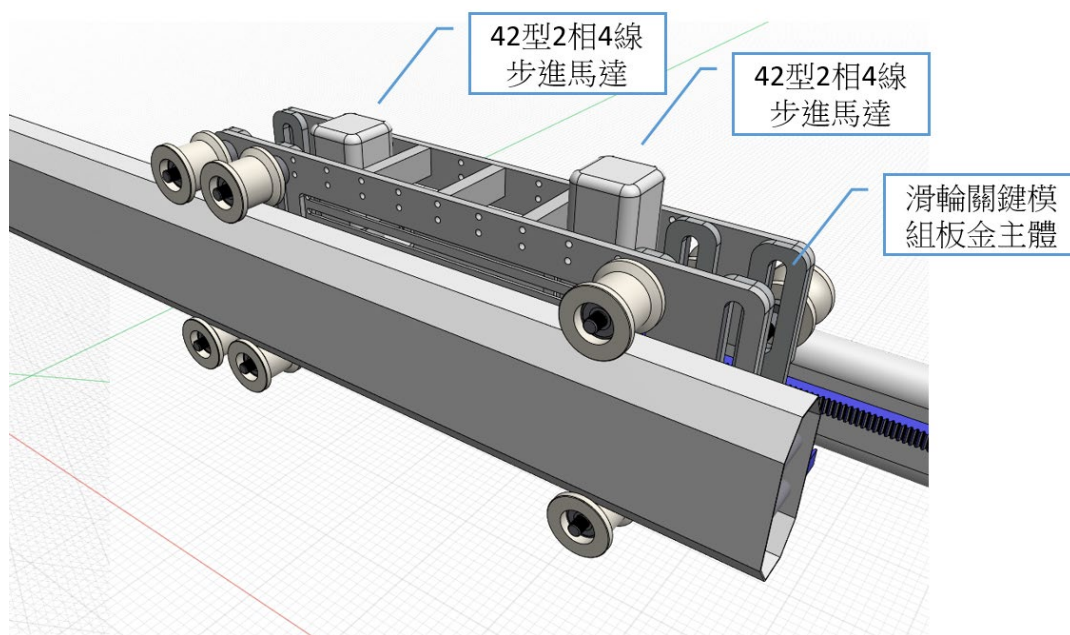


圖 3.21 繩排伸縮滑輪關鍵模組設計圖(二)

3.3.2 A 桿四連桿結構垂降設計

針對 C 桿以外之非關鍵模組設計，採用市售現成商品進行改良，除提高部分模組技術成熟度並縮短工程化時間外，亦能提高系統操作之穩定性，並於未來推廣應用及技術移轉授權時，同樣能達到零件備品容易採購與維護之目的，112 年計畫研究成果本橋檢工具之 A 桿四連桿結構，其垂降方式設計要點及規格，如表 3-3 所示。

表 3-3 A 桿設計要點及規格表

設計要點	規格
能夠將 B/C 桿舉起，由橋側護欄內部向外移出到橋側護欄外，並維持 B 桿垂直向下。	採用四連桿機構設計，確保 B 桿垂直向下，長度約為 110-135 公分，該尺寸能確保 B、C 桿舉起後，由橋側護欄內部向外移出到橋側護欄外，運作步驟如圖 3.22 所示。
可折疊放進休旅車。	四連桿可透過電動頂桿伸縮，達成伸展與摺疊，A 桿於摺疊狀態時，可順利放進休旅車內，如圖 3.23 所示。

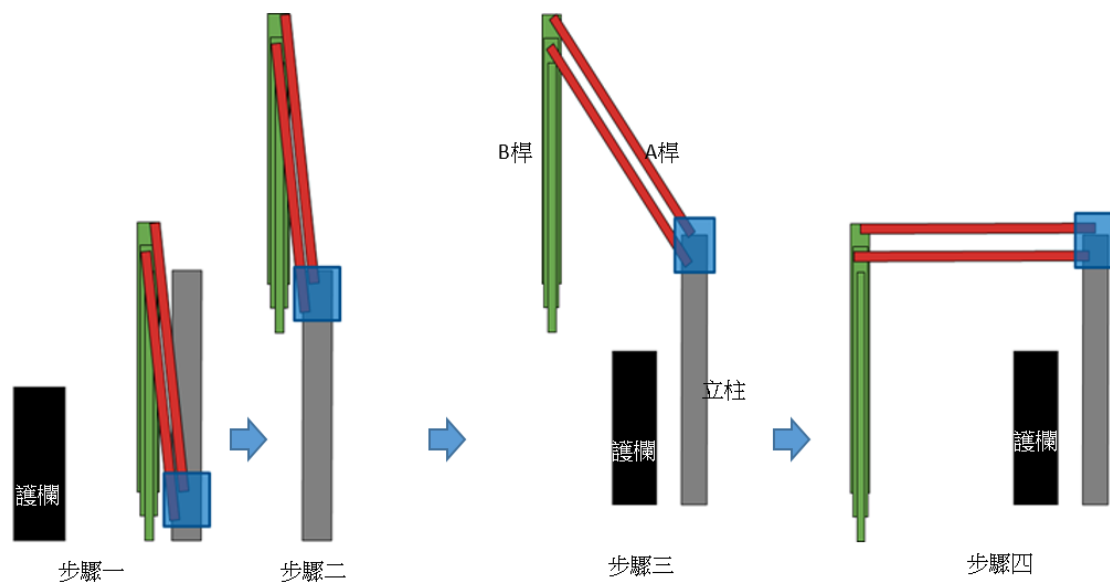


圖 3.22 A 桿四連桿運作步驟圖

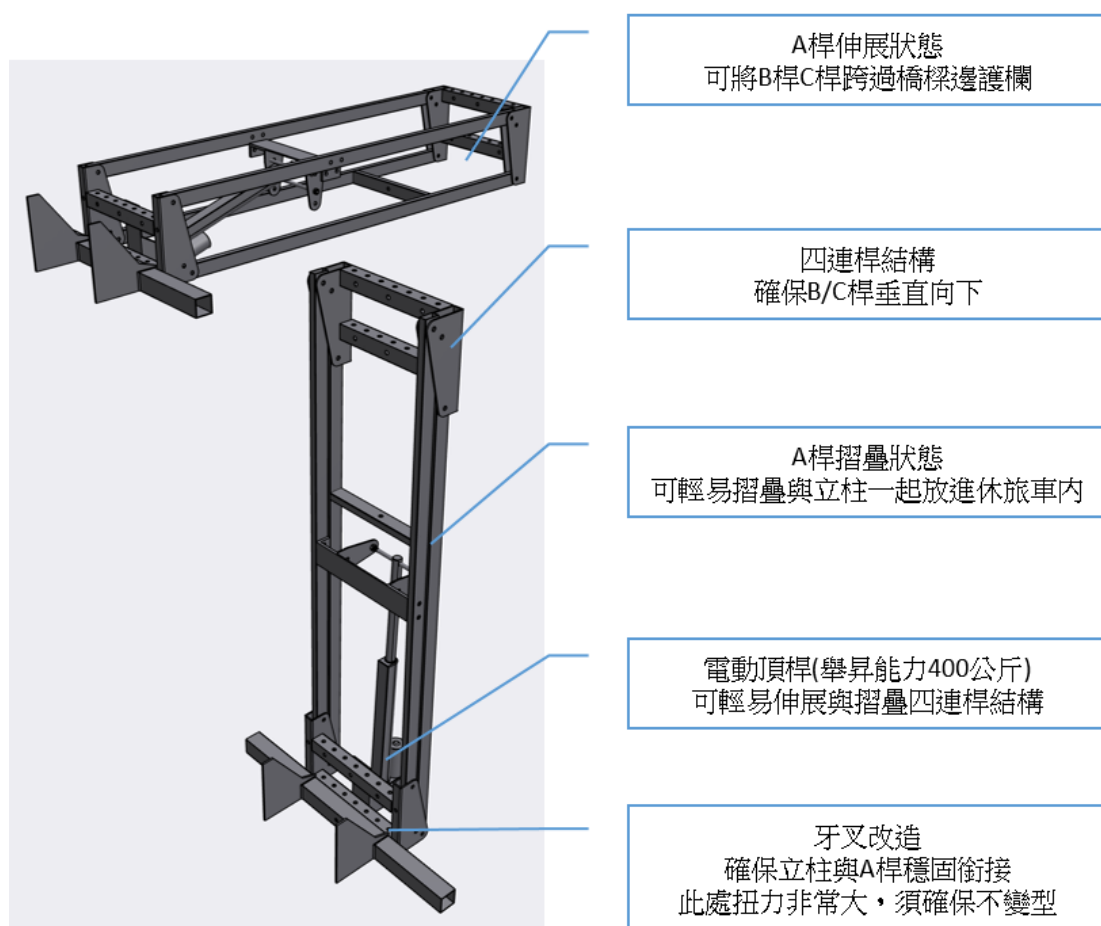


圖 3.23 A 桿設計要點說明圖

3.3.3 改良的拆卸部件

112 年研究計畫經訪談及瞭解橋檢實務工作需求，因橋檢人力短缺及成本考量，一般執行橋檢作業為 2 人 1 車即出發進行橋檢作業，為符合實務需求並提升本橋檢工具之使用意願，整體架構以輕便且易於操作之觀點進行設計，但因桿件基本長度之必需，設備整體重量無法無限制輕量化，否則操作上將犧牲穩定性，或檢測桿過短失去實用性，為能符合實務需求又能兼顧設備整體穩定性，將橋檢工具各部件設計為可拆卸式，各部件重量小於 20 公斤，可由 1 人獨自推移或 2 人共同搬運，拆卸後亦能使用市售廂型車或休旅車載運，且拆裝扣合處皆為快拆設計，經實測 2 人約花費 20 分鐘，即可完成設備組立及橋檢作業前設定，改良後之設備各部件拆卸說明，如圖 3.24 所示。

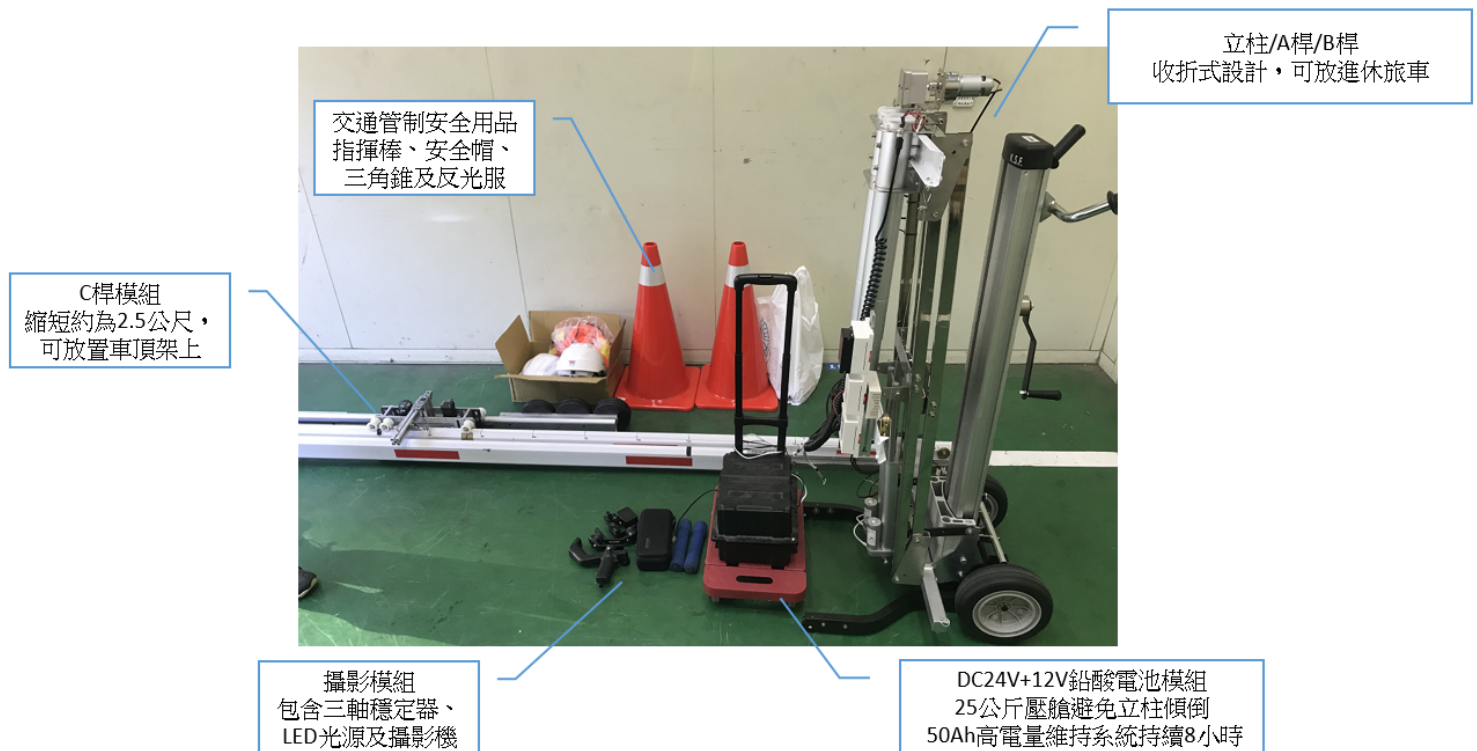


圖 3.24 各部件拆卸說明圖

3.4 國內外橋梁檢測設備專利

本計畫檢索包含美國、歐洲、日本、韓國、中國大陸專利五大局以及中華民國之專利資訊，搜尋國內外橋梁檢測設備之專利，以評估本橋檢工具是否有再次申請發明專利之價值，目前國內外之專利名稱、案號、取得專利時間及設備介紹如下：

1. CN104195943A 可實時傳輸視頻的橋梁檢查裝置(2014-9-10 江西中煤建設集團)

橋梁的主要承重構件通常位於行車位置(即橋面)的下方，採用望遠鏡、船隻等傳統手段對跨越河流、溝谷及橋位較高的橋梁進行目測檢查，得到的結果往往不夠清晰、明確，並缺乏可追溯性，只能現場對橋梁狀況進行判斷，對檢查人員的專業水準要求較高。此發明為一可即時傳輸影像之橋梁檢查裝置，包括可伸縮支架、連杆、滑輪、繩索、攝像頭，可伸縮支架的中部與連杆相連，連杆的另一端固定在汽車上，可伸縮支架的上端分別設有上卡口和下卡口，轉向豎杆放入在上卡口中，通過卡口鎖緊連接，豎支撐杆套在下卡口中，通過卡口鎖緊連接，豎支撐杆的底部通過三角架與水平杆連接，水平杆上設有軌道，攝像頭支撐滑塊套置在軌道中，水平杆、豎支撐杆及轉向豎杆上均安裝滑輪及繩索，攝影鏡頭支撐滑塊與繩索相連，攝影鏡頭支撐滑塊可在軌道上隨繩索滑動，此發明示意圖如圖 3.25 所示。

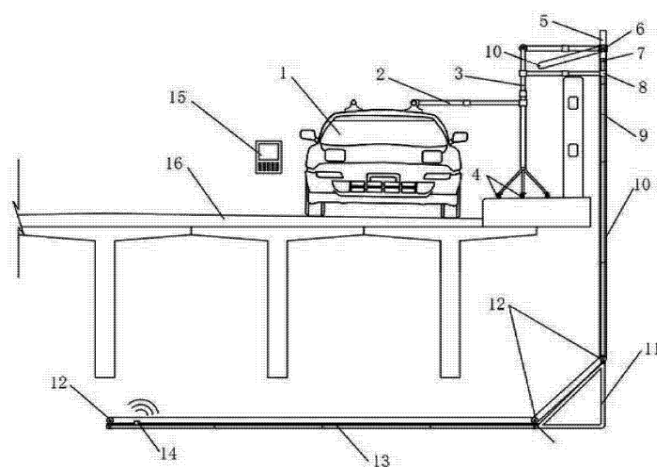


圖 3.25 CN104195943A 可實時傳輸視頻的橋梁檢測設備示意圖

2. CN203834355U 橋梁全景檢測用設備(2014-5-5 中交公路養護工程技術有限公司)

目前大多數檢測人員要用到大型橋梁檢測車來對橋體下部的橋底和橋墩進行檢測，這種大型檢測設備體積龐大、造價高、移動不方便，且操作所需工作人員多，連續檢測速度慢，工作效率低，造成檢測成本增高。

此發明為一橋梁全景檢測設備，包括有小車，該小車上設置有電腦、懸臂梁和控制懸臂梁伸縮的車載氣缸，懸臂梁尾端上設置有在豎直平面內旋轉的第一旋轉台和固定在第一旋轉台的第一雲台，第一旋轉台設有隨該第一旋轉台旋轉的第一氣缸和連接杆，連接杆由第一氣缸控制伸縮活動，連接杆另一端設有可在豎直平面內旋轉的第二旋轉台和固定在旋轉台的第二雲台，第二旋轉台設有隨該第二旋轉台旋轉的第二氣缸和探測杆，探測杆由所述第二氣缸控制伸縮活動，探測杆的另一端部固定第三雲台，各雲台設置有攝影機與超音波發射器及接收器，透過傳輸線和小車上電腦連接，此發明示意圖如圖 3.26 所示。

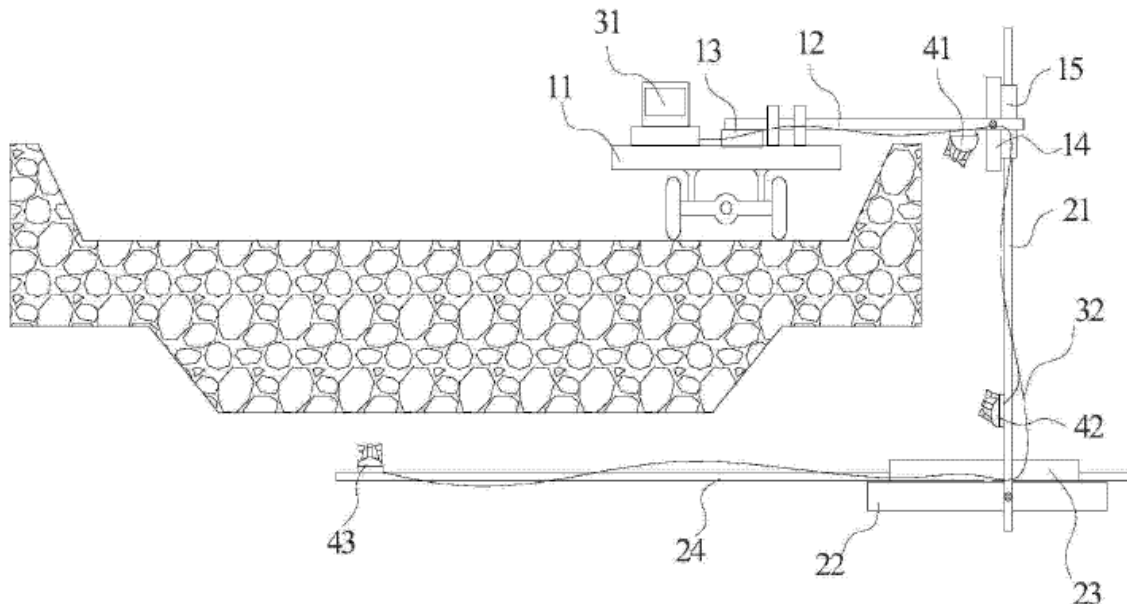


圖 3.26 CN203834355U 橋梁全景檢測用設備示意圖

3. CN203700955U 橋梁檢測車(2014-1-27 桑賢克)

現有的橋梁檢查設備作業效率低、需要多組人員執行工作人力成本高、需人工下橋進行檢查風險高且人工檢查容易漏檢。

此發明為一橋梁檢測車，包括車架，車架上設有臂架，下方的車輪連軸上設有敲擊裝置，臂架一側面固定主臂，主臂連接水平調節臂，水平調節臂末端與豎直臂活動連接，豎直臂下端套接豎直伸縮臂，豎直伸縮臂下端部透過旋轉裝置與第一橫向伸縮臂垂直連接，第一橫向伸縮臂內套接第二橫向伸縮臂，第二橫向伸縮臂內套接第三橫向伸縮臂。實現對橋梁上部路面敲擊檢測的同時，同步實現橋梁下部以側面的影像檢測，此發明示意圖如圖 3.27 所示。

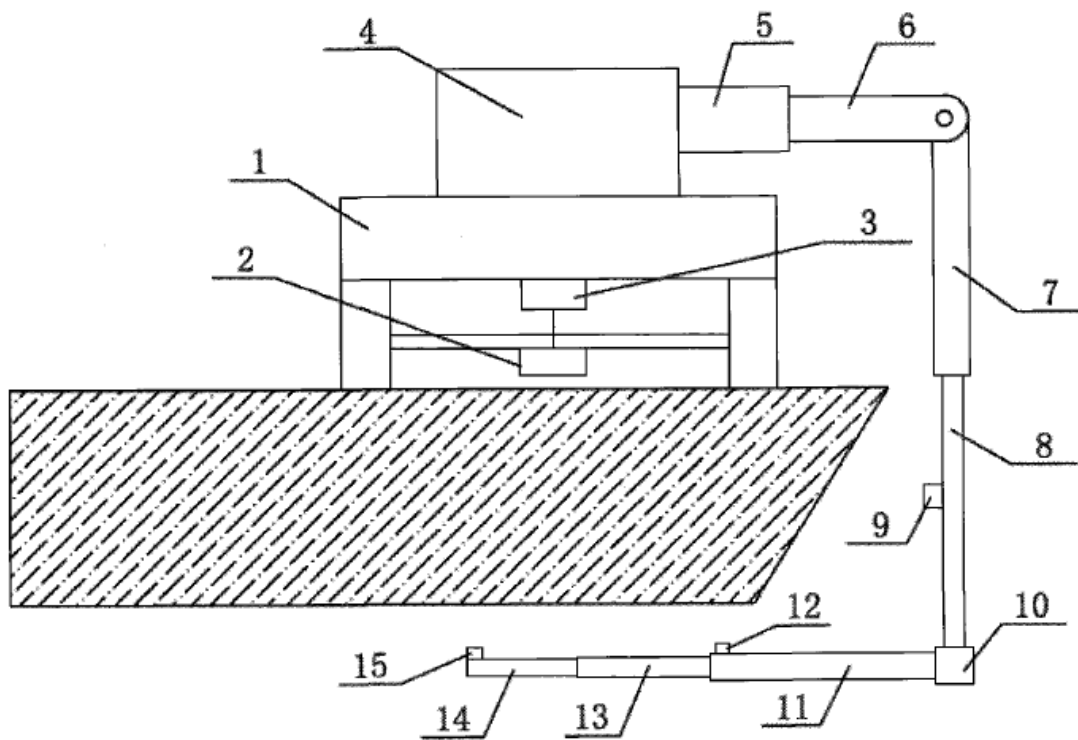


圖 3.27 CN203700955U 橋梁檢測車示意圖

4. CN206784177U 新型橋梁檢測小車(2017-6-12 重慶三峽學院)

此發明為一結構簡單、自動化程度高的新型橋梁檢測小車，將攝影鏡頭延伸至橋梁底部對橋梁的底部進行拍攝，結構簡單，使用方便，透過按鈕可以控制伺服馬達轉動，進而帶動攝影鏡頭在水平方向移動，透過按鈕可以控制步進伺服馬達轉動，進而帶動垂直螺紋杆件轉動，由於垂直螺紋杆件與圓形座以螺紋連接，使得垂直螺紋杆件在圓形座上滑動，進而帶動頂升杆件上下移動，調整攝影鏡頭與橋的距離，此發明示意圖如圖 3.28 所示。

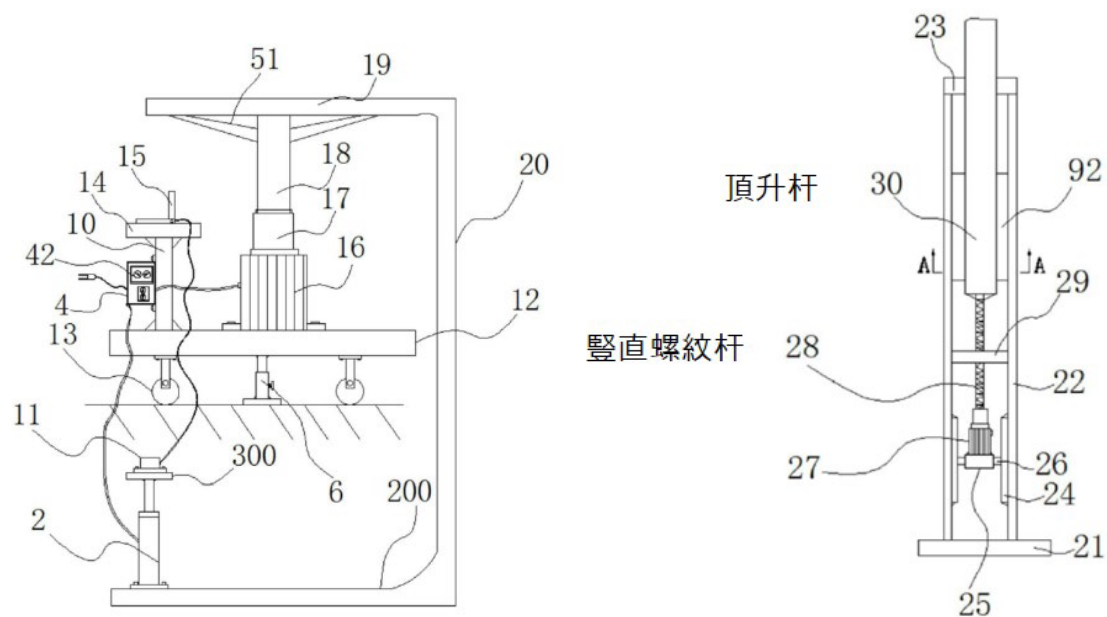


圖 3.28 CN206784177U 新型橋梁檢測小車示意圖

5. CN207295453U 橋梁快速可視化檢測裝置及其系統(2017-9-11 中交第一公路勘察設計研究院有限公司)

- (1)人員或設備受橋梁環境限制而無法到達橋梁某些待檢部位。
- (2)不同檢測人員對橋梁劣化認知不同。
- (3)現有無人機及攀爬設備等操作不穩定，劣化記錄準確度不足。
- (4)現有橋梁檢測人力成本高、效率低、費用高。

本發明為一橋梁快速視覺化之檢測裝置及其系統，包括相機模組、

移動基座、相機導軌、旋轉軸和機械臂，相機模組安裝於相機導軌中，相機導軌透過底部的旋轉軸安裝到機械臂，相機模組包括監控攝影鏡頭、測量相機和檢測相機，測量相機透過底部的升降機安裝到相機導軌中，透過控制移動元件移動相機模組的位置，進而獲取劣化構件影像，依靠影像處理技術，將橋梁檢測的劣化資訊經過電腦進行強化以利機器識別，識別結果可提供二維資訊以及三維實體資料並存儲於電腦中，此發明示意圖如圖 3.29 所示。

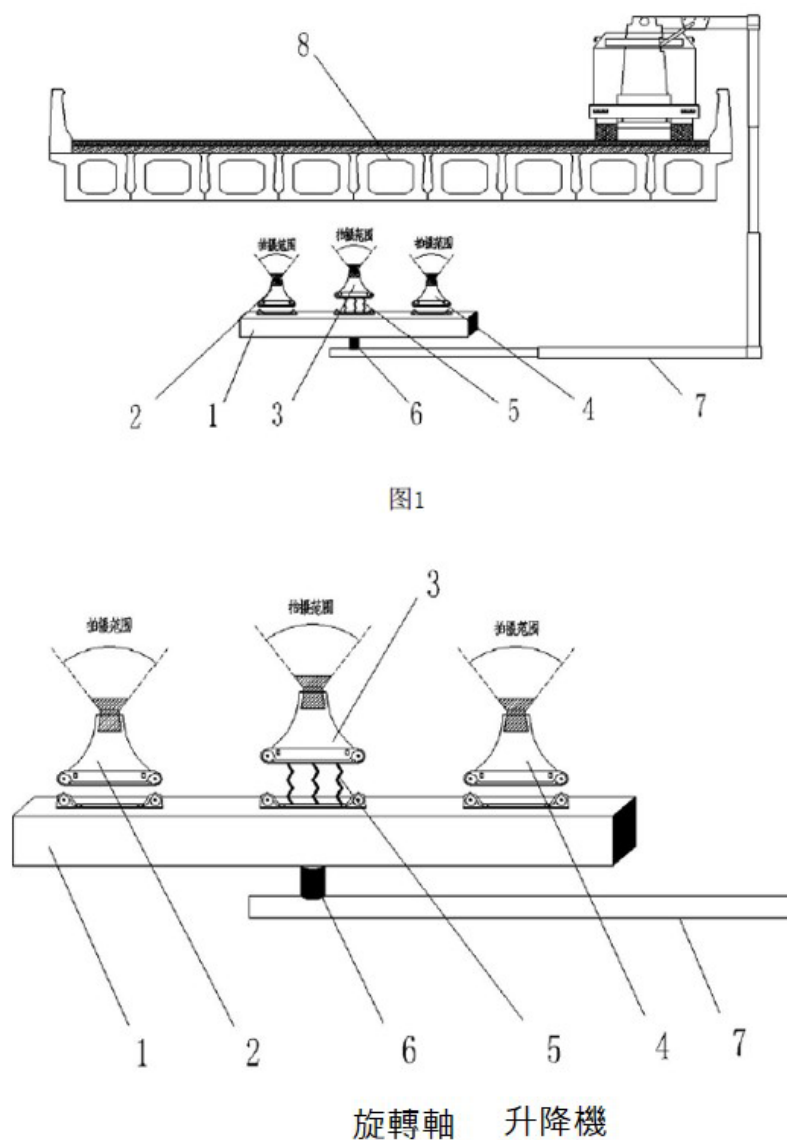


圖 3.29 CN207295453U 橋梁快速可視化檢測裝置及其系統示意圖

6. CN208933824U 橋梁懸臂式可視觀測裝置(2018-8-29 陝西高速公路建設集團公司西耀分公司)

本發明裝置包括車體、懸臂架構、攝影系統、監控系統和動力系統，懸臂架構的立柱設置在車體上，立柱上設液壓控制系統，大臂與立柱連接，另一端與小臂連接，大臂和立柱之間設置液壓杆Ⅰ，大臂和小臂之間設液壓杆Ⅱ，小臂透過液壓杆Ⅲ與支撐臂相連接，3 個液壓杆分別與液壓控制系統相連，支撐臂上設與監控系統相連通的攝影系統，液壓控制系統和監控系統與動力系統相連，此發明示意圖如圖 3.30 所示。

圖 3.30 CN208933824U 橋梁懸臂式可視觀測裝置示意圖

本橋檢工具於 112 年計畫，改良 C 桿使用高負載低摩擦軸承設計，並結合 A 桿四連桿結構開展垂降方式、整體可快拆部件設計，未見於國內外先前技術，可具新穎性及進步性，相關技術比較如表 3-4 所示。

表 3-4 112 年本橋檢工具研發成果與國內外專利比較表

前案案號	本案研發技術		
	檢測桿軸承結構	四連桿結構	快拆部件
CN104195943A	×	×	△
CN203834355U	×	×	×
CN203700955U	×	×	×
CN206784177U	×	×	×
CN207295453U	×	×	×
CN208933824U	×	×	×

備註：○ 有揭露，與本案相關，細節需要再確認

△ 有揭露，但相似度低

×

無揭露

3.5 112 年研究成果申請專利評估結果

彙整評估現有「橋梁底檢測」專利技術，本所開發並改良精進的檢測工具，著重於組裝操作簡便、便攜、經濟，且可施作於橋梁底狹小空間為主要設計重點，應用操作環境有別於當前廣泛發展的飛行無人機檢測技術，且目前無相似的輕便型檢測設備技術競爭，具有良好的技術發展前景。

本計畫前期 112 年研究成果對照先前 110 年已具備之發明專利內容，於 112 年改良精進後，本橋檢工具研發技術具有更多有利橋檢工作之功能及效益，經由本所委託博大國際智權股份有限公司，透過海量的專利技術判讀分析，認為 112 年計畫進行本橋檢工具各部件諸多創新設計及改良，具備專利申請條件，建議本橋檢工具申請專利以保護技術內容，提升產品專利價值，爰本計畫後續將執行「橋梁底狹小空間檢測工具之中華民國發明專利」申請作業。

第四章 推廣執行與成果

本章在於記錄並總結本計畫研究成果於各領域實務中的推廣情況，以及其所取得的成效。本計畫執行不同對象及形式之推廣活動，包括各項簡報、技術交流會及專題演講，這些推廣活動對於提升橋檢工具的認識及使用意願至關重要。各場次的活動涵蓋了與橋梁檢測業界的深入交流，透過實務工作人員的回饋，進一步了解橋檢工具的實際需求及應用挑戰，這些回應及需求回饋亦成為本橋檢工具後續改良的依據。透過各種形式之推廣活動，橋檢工具的應用被推廣至更多橋梁管理單位，並加深實務界對橋檢工具的認識與興趣，本章綜合彙整本計畫推廣活動及成果及所獲得之回饋意見，為未來的技術精進和持續推廣奠定了重要基礎，113 年推廣工作如表 4-1 所示。

表 4-1 本計畫 113 年推廣工作列表

項次	時間	項目	內容	人數	推廣形式
1	3 月 14 日	交通部第 1908 次部務會報	提報「橋梁梁底狹小空間檢測工具研發與應用」研究成果	50	簡報
2	4 月 10 日	拜訪華光工程顧問股份有限公司	研究成果技術交流	20	簡報
3	4 月 25 日	拜訪協盛工程顧問有限公司	研究成果技術交流	5	簡報
4	4 月 26 日	拜訪財團法人中華顧問工程司	研究成果技術交流	15	簡報
5	4 月 30 日	拜訪黎明工程顧問股份有限公司	研究成果技術交流	5	簡報
6	7 月 9-12 日	113 年度公路橋梁檢測人員培訓推廣	擔任課程講師，介紹本橋檢工具	180	專場授課&設備展示
7	10 月 24 日	2024 橋梁安全維護管理研討會	專題演講介紹本橋檢工具，並於會場外進行設備操作展示。	200	專題演講&設備展示
8	12 月 23 日	工程檢測與監測學術交流會	專題演講介紹本橋檢工具，並於會場外進行設備操作展示。	150	專題演講&設備展示

4.1 交通部第 1908 次部務會報

本所 113 年 3 月 14 日於交通部第 1908 次部務會報提報「橋梁梁底狹小空間檢測工具研發與應用」，介紹本所橋梁梁底狹小空間檢測工具研究案之研發成果，提供鈞部轄下各局處首長及相關橋梁維護管理機關(構)參考應用，以協助落實橋梁檢測工作，確保橋梁與民眾通行安全，本次會議以視訊方式進行，會議畫面如圖 4.1、圖 4.2 所示。會後並發布本次部務會報新聞稿提供媒體參考報導，以提升本橋檢工具於部務會報之推廣效益，提高媒體曝光度，電子媒體報導^[14]如圖 4.3 所示。



圖 4.1 交通部第 1908 次部務會報視訊會議



圖 4.2 本橋檢工具研發成果於部務會報簡報



資料來源：<https://reurl.cc/Q59mj5>

圖 4.3 電子媒體報導本案研發成果

本次交通部部務會報由本所運輸技術研究中心蔡立宏主任進行簡報，部、次長及交通部轄下各局處首長，於聆聽簡報後進行討論並提出相關意見，會中鈞長皆對本所研發之橋梁梁底狹小空間檢測工具研究成果予以肯定，並提出以下建議及指(裁)示意見，歸納如下。

1.交通部綜合規劃司張垂龍司長

建議可接洽財團法人中華顧問工程司、台灣世曦工程顧問股份有

限公司的華光工程顧問股份有限公司，讓華光公司適度承接此研究成果專利申請價值評估。

2.交通部陳文德技監

本工具目前是應用在公路橋梁，鐵路橋梁其實也有橋梁檢測工具使用的需求輔助。

3.王國材部長裁示意見

- (1)本案研發的橋梁檢測工具，提供特定環境橋梁檢測的輔助，能降低橋梁檢測作業的風險，落實執行橋梁檢測工作，提升橋梁品質，請運研所適度地技術移轉，也讓包括地方政府、鐵路單位及公路單位適時知道，讓相關機關(構)共同使用，共同維護橋梁的安全。
- (2)本案請運研所持續精進研發之橋梁檢測工具，並透過教育訓練、觀摩會等方式讓更多的橋梁管理單位知道，以利後續的推廣。

4.2 橋梁檢測業界交流

本計畫藉由拜訪執行橋梁檢測工作之工程顧問公司，與橋檢人員進行實務訪談及意見交流，藉以獲得橋檢實務工作業界對於本橋檢工具之回饋意見，並瞭解實務需求以利後續研究工作之規劃。

4.2.1 拜訪華光工程顧問股份有限公司

日期：113 年 4 月 10 日

簡報名稱：橋梁梁底狹小空間檢測工具研發與應用

出席單位：運輸研究所、工業技術研究院、華光工程顧問股份有限公司

本所拜訪華光工程顧問股份有限公司，介紹本所研發之橋檢工具，並進行業務交流，提問、建議及本所回復紀錄，如表 4-2 所示，業務交

流會議如圖 4.4 所示。

表 4-2 華光工程顧問股份有限公司提問及建議表

提問及建議	本所回復
1. 這個橋檢工具利用橋檢車的架構，設計成無須人員下去橋梁梁底，是為安全有效的做法。	本橋檢工具之研發目的，即希望輔助橋檢人員執行橋檢作業，提升作業安全性。
2. 實務上箱涵形式的橋梁，也是有使用需求。	本所將彙集相關需求，評估未來研發新式橋檢工具之可行性。
3. 建議持續增加檢測桿長度以適用更多的橋梁。	本工具檢測桿目前最大伸長量為 5.3 公尺，經評估未來有機會再增長至 7 公尺，以適用更多橋梁。
4. 本工具粗估成本比目前租高空作業車、橋梁檢測車還經濟，值得推廣。	相較於無法步行下橋需租用船艇之檢測情形，使用本橋檢工具是較經濟且有效率之方式。
5. 建議於即時影像呈現具備簡易量測尺寸的功能，以利判別劣化程度。	本所將彙集相關本工具之精進改良建議，做為未來設備精進之依據。



圖 4.4 華光工程顧問股份有限公司業務交流會議

4.2.2 拜訪彙盛工程顧問有限公司

日期：113 年 4 月 25 日

簡報名稱：橋梁梁底狹小空間檢測工具研發與應用

出席單位：運輸研究所、彙盛工程顧問有限公司

本所拜訪彙盛工程顧問有限公司，介紹本所研發之橋檢工具，並進行業務交流，提問、建議及本所回復紀錄，如表 4-3 所示，業務交流會議如圖 4.5 所示。

表 4-3 彙盛工程顧問有限公司提問及建議表

提問及建議	本所回復
1. 檢測工具對顧問公司來說，就是越簡單、越方便員工越想用，那就有投資購買使用的價值。	本工具設計為可使用休旅車載運，經實測 2 人花費 20 分鐘即可完成檢測前之準備工作。
2. 因橋檢規定，實務上使用的平板電腦一定要使用能插 SIM 卡的 Ipad，現場檢測完立即上傳檢測照片及相關資料，故相關設備建議要能與平板同步。	本工具目前檢測設備為 3 軸穩定器搭配 gopro 攝影機，檢測人員可使用實務之 Ipad 透過 app 即時與 gopro 連線取得即時影像，並直接以 Ipad 擷取、儲存及上傳檢測照片，以完成橋檢工作。
3. 橋檢車在現場使用，橋側民生架設電線、電信線也時常是個大問題。	本工具使用環境適用條件如圖 4.6 所示，上方舉升操作空間僅需 2.2 公尺，克服許多橋梁檢測車受橋側民生電線或電信線限制，無法檢測之橋梁。
4. 箱涵檢測白天過熱、不通風，空間狹隘工作執行環境危險，建議研發箱內檢測輔助工具，代替人員進到箱涵內部，輔助進行相關檢測工作。	本所將彙集相關需求，評估未來研發新式橋檢工具之可行性。
5. 未來橋梁設計箱梁內的開口應以全生命週期，考量現行設備的需求。	本所將彙集相關需求，評估未來研發新式橋檢工具之可行性。



圖 4.5 翊盛工程顧問有限公司業務交流會議

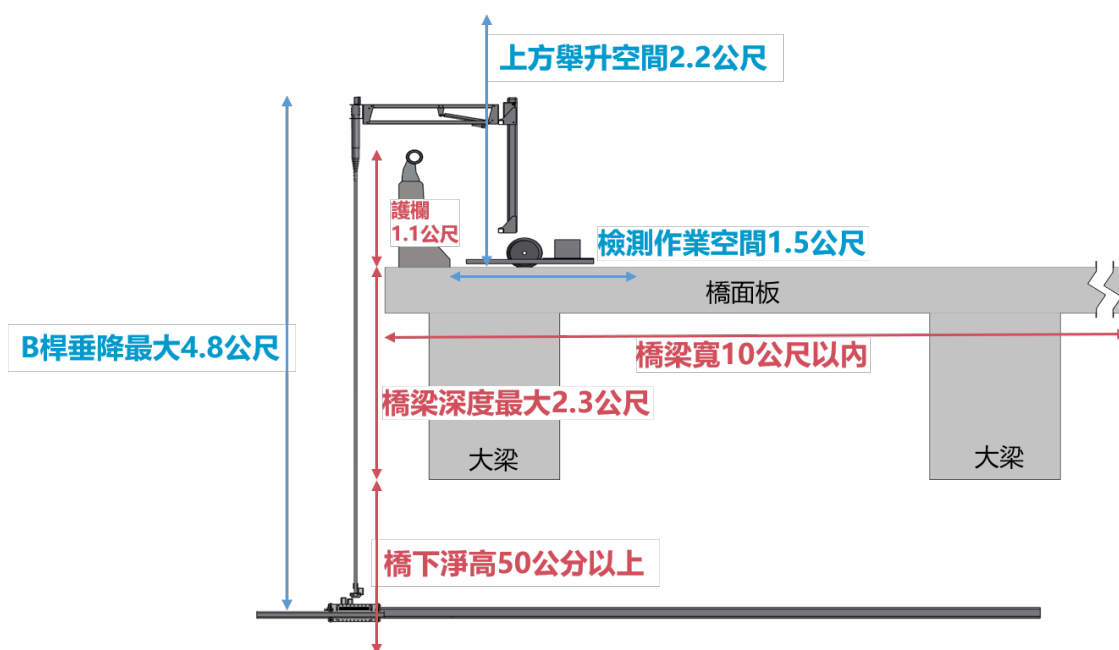


圖 4.6 本橋檢工具適用條件示意圖

4.2.3 拜訪財團法人中華顧問工程司

日期：113 年 4 月 26 日

簡報名稱：橋梁梁底狹小空間檢測工具研發與應用

出席單位：運輸研究所、工業技術研究院、財團法人中華顧問工程司

本所拜訪財團法人中華顧問工程司，介紹本所研發之橋檢工具，並進行業務交流，提問、建議及本所回復紀錄如表 4-4 所示，業務交流會議如圖 4.7 所示。

表 4-4 中華顧問工程司提問及建議表

提問及建議	本所回復
1. 本橋檢工具對實務現況於特定場域的 確必要且合用。	本橋檢工具之研發目的，即希望提供 橋檢人員執行橋檢作業時，另一可行 之解決方案。
2. 本橋檢工具設計於橋面上操作，較適 合橋側有足夠空間之橋梁(人行道、路 肩空間)，因目前實務較少進行交維申 請，建議朝更精緻化、更小台便攜之 構造持續研發，無須於現場拆裝，可 抵達現場直接展開使用。	本橋檢工具目前於橋側所需之操作空 間約 1.5 公尺，對車行橋梁上之交通 車流影響相對較小。 本橋檢工具各部件設計為拆卸式，是 為能符合實務所需以休旅車載運，未 來持續整合化、精緻化提升本工具使 用之便利性。
3. 山區橋梁橋檢車無法使用，本橋檢工 具亦能應用於此類橋梁。	本所將彙集相關需求，評估未來於相 關場域應用之可行性擴大適用範圍。
4. 實務上有橋下淨高僅 50 公分，建議持 續精進提升設備適用範圍，降低操作 空間限制。	本工具橋下淨高之限制主要須留有本 工具之操作空間，目前已能適用橋下 淨高 50 公分以上之橋梁。
5. 設備的續航力、抗風性及防水性建議 在設備規格明確標示，以利相關使用 廠商參考。	本工具以鉛酸電池供電，續航力可連 續使用 8 小時以上，檢測設備、桿件 淋雨操作皆無虞，檢測設備 3 軸穩定 器及 gopro 皆具有水下操作之防水等 級，唯抗風性尚無相關驗證數據，未 來若取得相關驗證將再提供參考。
6. A、B 桿建議可以再加長以適用更多橋 梁，桿件材料可再尋找使用更輕量化 相關材質。	本工具檢測桿目前最大伸長量為 5.3 公尺，經評估未來有機會再增長至 7 公尺，以適用更多橋梁。
7. 建議針對不同規模的橋梁，設計不同 款式以適用不同大小的橋梁。	本所將彙集相關需求建議，評估未來 研發不同量級橋檢工具之可行性。



圖 4.7 中華顧問工程司業務交流會議

4.2.4 拜訪黎明工程顧問股份有限公司

日期：113 年 4 月 30 日

簡報名稱：橋梁梁底狹小空間檢測工具研發與應用

出席單位：運輸研究所、黎明工程顧問股份有限公司

本所拜訪黎明工程顧問股份有限公司，介紹本所研發之橋檢工具，並進行業務交流，提問、建議及本所回復紀錄，如表 4-5 所示，業務交流會議如圖 4.8 所示。

表 4-5 黎明工程顧問股份有限公司提問及建議表

提問及建議	本所回復
1. 因有遇過橋底空間大約 50cm，建議下方桿件要加強防水，避免因觸水而故障。	本工具能適用橋下淨高 50 公分以上之橋梁，檢測設備、桿件淋雨操作皆無虞，檢測設備 3 軸穩定器及 gopro 皆具有水下操作之防水等級。
2. 外業若在太陽底下，螢幕需要有遮光罩，才能看清影像，所以如果設備拍攝的影像於現場即時檢視後，需帶回後再做相關紀錄，裂化構件拍攝的位置標示就相當重要。	本所將彙集相關本工具之精進改良建議，做為未來設備精進之依據。
3. 現在橋梁因搭配自行車道，護欄高度達 1.3M 以上，建議 A、B 桿皆需再加長以適用更多橋梁。	本所將彙集相關本工具之精進改良建議，做為未來設備精進之依據。
4. 參考吊車以配重方式設計 C 桿是相當理想的設計，但考量方便性載運性，建議還是先以中小型橋梁為本工具的使用對象。	本工具檢測桿目前最大伸長量為 5.3 公尺，適用橋寬 10 公尺以內之橋梁。
5. 橋梁有縱坡，建議橫向移動要有剎車阻力，否則若遇有坡度之橋面會有滑動的問題。	本所將彙集相關本工具之精進改良建議，做為未來設備精進之依據。
6. 山區橋梁檢測一趟就是做好幾天，整天作業，所以設備電量的續航力及供電電池的替換方便性還蠻重要的。	本工具以鉛酸電池供電，續航力可連續使用 8 小時以上，前方檢測設備及光源可使用裝設於 C 桿上之 18650 電池供電，可串連多顆提供桿件配重，亦便於更換持續供電。



圖 4.8 黎明工程顧問股份有限公司業務交流會議

4.3 113 年度公路橋梁檢測人員培訓推廣

我國車行橋梁近 2 萬 3 千座，依據公路法及相關規定，橋梁管理機關(構)除適時針對所轄橋梁實施橋梁安全檢測作業外，並應針對損壞構件採取適當維修對策。依據「公路橋梁檢測人員資格與培訓要點」規定，公路橋梁目視檢測人員之培訓及發證由公路主管機關或其指定機關辦理，橋梁檢測人員培訓分為初訓及回訓兩類，取得初訓證書者，每隔 4 年應參加回訓，而取得證書後方能辦理橋梁檢測工作。

113 年度公路橋梁檢測人員培訓為本所於 113 年 7 月 5 日至 8 月 16 日間，分北、中、南 3 地辦理 8 梯次（初訓 5 梯、回訓 3 梯）現地橋梁檢測人員培訓課程，以持續提升我國公路橋梁檢測之品質及能量，橋檢人員回訓課程表如圖 4.9、圖 4.10 所示。本所受主辦單位邀請擔任橋檢人員回訓課程之講師，講授有關本所有關梁底狹小空間檢測工具之研發成果，本次回訓課程學員人數約 180 名，培訓對象包括：內政

部、經濟部、交通部所屬高速公路局、公路局等，以及各縣市政府及顧問公司負責橋梁業務相關人員。

課程名稱&作業項目	開始時間	授課講師	授課點	學員分組	執行時間(min)
上午簽到	08:30	林伯勳工程師 (中華顧問)			30
危害告知及環境說明	09:00	葉承軒工程師 (中華顧問)	-	60人	10
特殊性橋梁設計解說	09:10	游祥宏技師 (中興顧問)	0	60人	50
休息	10:00	-	-	-	10
橋梁檢測職安衛解說+鋼構劣化說明 & 荷負式安全帶吊掛操作	10:10	李坤哲副總 楊錦傑、楊岳橋、黃志杰 (黎明顧問)	0	60人	60
休息	11:10	-	-	-	10
鋼構完整性檢測	11:20	許耿蒼教授 (朝陽科大) 及二名助教	0	60人	40
午餐	12:00		0		45
下午簽到	12:45	林伯勳工程師 (中華顧問)	0	60人	5
無人機橋梁檢測應用與介紹 梁底狹小空間檢測工具介紹	12:50~13:20	A.李志清執行長 (臺灣希望創新)	0	30人	30
	13:20~13:50	B.鄭登健副研究員 (運研所)	0	30人	30
A1. 箱梁檢測裝備與檢測作業解說	13:50~14:25	李坤哲協理及三名講師(黎明顧問) 葉承軒工程師 (中華顧問) 局限空間作業主管	3	30人	180 每場 35min 轉場 10min
A2. 引橋鋼箱梁內檢測演練	14:35~15:10	李坤哲副總及三名講師(黎明顧問) 葉承軒工程師(中華顧問) 局限空間作業主管	4	30人	
B1. EM Sensor & 錨錠裝置剖面介紹	15:20~15:55	邱于城副總 (宏舜工程)	0	30人	
B2. 鋼箱內錨錠裝置 & 索力量測-振動法	16:05~16:40	邱于城副總 (宏舜工程) 鍾立庭工程師 (中華顧問) 張育彰工程師 (中華顧問) 局限空間作業主管	1、2	30人	
下課(點名簽退)	16:50	林伯勳工程師 (中華顧問)	0	30人	10
課程結束	17:00				

圖 4.9 橋檢人員回訓北部場課程表

課程名稱&作業項目	時間(起始)	授課講師	授課點	學員分組類型	執行時間(min)
上午簽到	08:30	林伯勳工程師 (中華顧問)	-		30
危害告知及環境說明	09:00	葉承軒工程師 (中華顧問)	-	60人	10
特殊性橋梁設計與檢測解說及 鋼構橋檢測與劣化樣態說明	09:10	顏宏宇 技師(協盛顧問)	0	60人	50
休息	10:00	-	-	-	10
橋梁檢測職安衛解說 & 荷負式安全帶吊掛操作	10:10	張文彬副總&二名助教 (協盛) 林晉德工程師 (中華顧問)	1	60人	30+30
休息	11:10	-	-	-	10
鋼構完整性檢測 (內視鏡)	11:20	許耿蒼教授 (朝陽科大) 及二名助教	0	60人	40
午餐	12:00	-	0		50
下午簽到	12:50	林伯勳工程師 (中華顧問)	0	60人	5
梁底狹小空間檢測工具介紹	12:55	鄭登健副研究員 (運研所)	0		40
分四組 15人/組 轉場前往各授課點	13:35		-		5
A. EM Sensor & 錨錠裝置剖面介紹	13:40~14:20	呂誌成總經理 & 邱于城副總 及一名助理 (宏舜工程)	0	15人	180 每場 40min 轉場 5min
B. 橋台鋼箱梁內檢測說明	14:25~15:05	張文彬副總&一名助教 (協盛公司) 葉承軒工程師 & 張育彰工程師 (中華顧問) 局限空間作業主管	2	15人	
C. 索力量測-振動法	15:10~15:50	鍾立庭工程師 & 林晉德工程師 (中華顧問)	3	15人	
D. 無人機橋梁檢測應用與介紹	15:55~16:35	李志清執行長 (臺灣希望創新)	4	15人	
返回上午集合處(橋下廣場)	16:50		0		10
下課(點名)	17:00	林伯勳工程師 (中華顧問)	0	60人	10

圖 4.10 橋檢人員回訓中部場課程表

本計畫案藉由專業課程與現地訓練之機會，於訓練課程中介紹本所研發之橋梁梁底狹小空間檢測工具，透過靜態課程簡報介紹本橋檢

工具之研發目的及研發成果(如圖 4.11 所示)，並於現場展示橋檢工具實體設備(如圖 4.12 所示)，進行簡易之操作及檢測功能講解，經由與第一線橋檢從業人員交流，推廣本橋檢工具於未來進行現地應用，並獲得寶貴的回饋意見及橋檢工作實務所遭遇之問題及工作經驗分享。



圖 4.11 橋檢人員回訓靜態課程簡報



圖 4.12 本橋檢工具現場操作展示

橋檢人員回訓課程參與學員皆有實際執行橋檢工作之經驗，爰本所除於現場簡報介紹研發成果並進行設備實體操作展示外，本所藉由本次授課推廣之機會，於現場提供參訓人員填寫調查問卷(如圖 4.13 所示)，調查執行橋檢工作之相關經驗，問卷內容包含「從事橋檢工做是否遇過橋梁底部狹小不易進入之情形？」，以及經過本次課程對本橋檢工具之介紹及操作說明，調查學員使用本橋檢工具之意願，並請學員提出對本橋檢工具精進方向及改良之建議，以及請學員於問卷中分享目前自身於橋檢工作所遇到之實務問題及挑戰，或其他橋檢工作情境或場域希望有輔助設備之需求，以供本所未來持續精進本橋檢工具或開發新式橋檢設備之參考依據。



【運研所】橋梁梁底狹小空間檢測工具_課程問卷

B I U ↺ ↻

本問卷為113年橋檢人員會訓課程問卷資料(僅做研究分析)
運研所欲透過此問卷，了解橋檢實務人員工作需求及困難，希望持續精進本日介紹之橋檢設備，或評估未來開發新式橋梁檢測工具。
※若貴單位、公司對本所開發之橋檢工具有興趣，或有相關橋檢工具的需求，歡迎留下聯絡方式。
設備介紹影片：<https://youtu.be/qJ7bxXovDLI>

從事橋檢工作是否遇過橋梁底部狹小不易進入之情形？ *

☐ 曾經遇過

☐ 不曾遇過

若本橋梁檢測工具可以代替人員進入梁底空間完成橋檢工作，遇到適合使用的橋梁是否願意使用？ *

☐ 願意使用

☐ 不願意使用 (請於下題簡要說明原因，並對本工具提出建議)

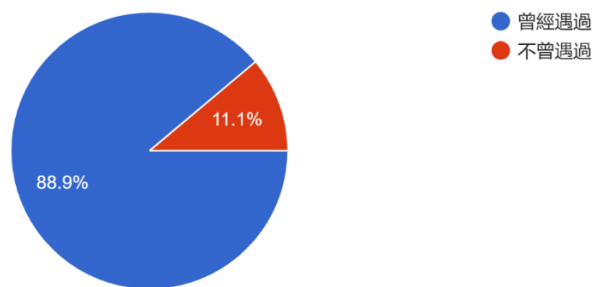
對本橋檢工具任何建議(例如：方便性、操作性、功能、價格...)，請簡要說明

圖 4.13 橋梁梁底狹小空間檢測工具課程問卷

本次橋檢人員回訓課程共 3 場，參與學員約 180 人次，問卷回收 45 份，填表比例約 25%，填表之學員中約 9 成表示曾經遇過橋梁底部狹小不易進入之橋檢現場，且有近 98%表示願意使用本橋檢工具協助人員進入梁底空間已完成橋檢工作(如圖 4.14 所示)，本計畫探究問卷中唯一表達不願意使用之意見表示「略以，受限於二代系統限制，要是能直接結合系統我覺得會更方便」，本橋檢工具以 3 軸穩定器搭配 gopro 攝影機，做為檢測端影像檢視拍攝系統，檢測人員以實務使用之 iPad 透過 app 與 gopro 連線取得即時影像，除可遠端操控 3 軸穩定器調整拍攝角度外，已能直接以 iPad 擷取、儲存及上傳檢測照片至橋檢系統，完成橋檢工作，本計畫認為於課程現場對橋檢工具系統操作說明較欠缺，後續推廣工作將加強相關操作說明。

從事橋檢工作是否遇過橋梁底部狹小不易進入之情形？

45 則回應



若本橋梁檢測工具可以代替人員進入梁底空間完成橋檢工作，遇到適合使用的橋梁是否願意使用？

45 則回應

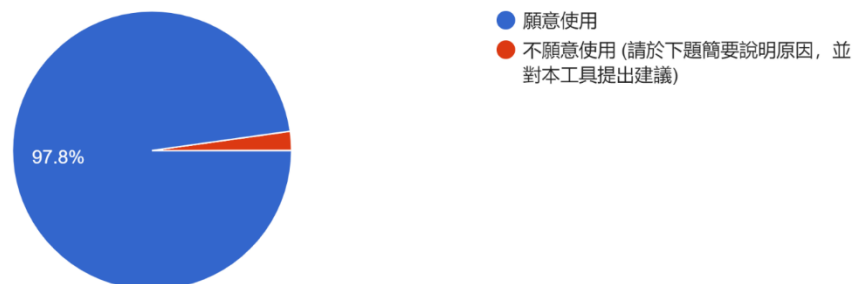


圖 4.14 問卷填表分析圖

4.3.1 本橋檢工具之精進建議

本計畫於橋檢人員回訓課程透過問卷，瞭解橋檢人員經過課程介紹本所研發之橋檢工具後，對本橋檢工具之使用意願或對本橋檢工具之改良建議，做為本計畫持續精進本橋檢工具之依據，橋檢人員回訓課程學員對本橋檢工具之建議，彙整如表 4-6 所示。

表 4-6 課程問卷有關本橋檢工具建議表

本橋檢工具之建議	
提問及建議	填表人
1. 操作性更便利使用，增加其他複合功能。	桃園市政風養護工程處_科長
2. 抗風強度不知如何？	台灣整合防災工程技術顧問有限公司_工程師
3. 方便性及價格。	華光工程顧問股份有限公司_工程師
4. 目前橋樑檢測是利用 iPad 搭配中央大學研發之橋了管理系統進行檢測。但是系統目前似乎不支援 iPad 以外的裝置進行照片拍攝，這樣這種工具有辦法實際應用嗎？	亞泰工程顧問
5. 組裝時間若能再縮短，有望增加使用意願。	華光工程顧問股份有限公司_工程師
6. 可以考慮自走橫移功能。	桃機公司_工程師
7. 方便性。	第四波科技工程有限公司_工程師
8. 需要輕便容易租借。公司不常做橋梁檢測。	苙宏工程技術顧問有限公司_設計師
9. 機器如何維修。	不具名
10. 價格便利 操作簡單 組立方便。	銓仲工程_技師
11. 增加判讀能力。	高速公路局南區養護工程分局_工程師
12. 目前檢測部分大多需要上傳二代系統，大多遙測設備可能檢傷之前都要先上傳由 iPad 所拍攝的照片，而介紹設備所垂降之高度其實如果直接用 iPad 拍攝應該也是足夠了，感覺應該可以發展成在橋面上操作手臂下的 iPad，直接上傳損傷，現場才不會一直在拍攝照片，簡單的說受限於二代系統種種限制，要是能直接結合系統我	亞泰工程顧問_工程師

覺得會更方便。	
13. 在價格上可以再便宜，並且長度可以再長一點，可以辦理比較大型橋梁。	高速公路局中區養護工程分局_工程師
14. 方便性、操作性、功能、價格。	高速公路局斗南工務段_工程師
15. 裂縫檢測與 AI 自評等。	交通部公路局東區養護工程分局花蓮工務段_工程員
16. 請問此設備該如何避免空間迷航，導致標註構件錯誤的可能。	榮承發工程顧問股份有限公司_副理
17. 希望組裝能再簡化。	大甲工務段_工程師
18. 輕便性，個人手持式。	交通部公路局南區養護工程分局_工程員
19. 是否須依各分局都配置一台。	阿里山工務段_工程員

4.3.2 橋檢實務問題與設備需求

本計畫於橋檢人員回訓課程透過問卷，瞭解橋檢人員經過課程介紹本所研發之橋檢工具後，分享自身於橋檢工作所遇到之實務問題及挑戰，做為本所後續研發其他形式橋梁檢測輔助工具之參考依據，橋檢人員回訓課程學員分享橋檢工作所遇之實務問題與設備需求意見，彙整如表 4-7 所示。

表 4-7 課程問卷有關橋檢工作實務問題與設備需求意見表

橋檢工作實務問題與設備需求意見	
問題與意見	填表人
1. 人無法進入的鋼箱	台灣整合防災工程技術顧問有限公司_工程師
2. 箱內檢測	華光工程顧問股份有限公司_工程師
3. 箱內檢測環境惡劣，未來若是有機器人或輔具搭配影像辨識也許能夠提高效率及降低檢測風險	亞泰工程顧問
4. 鐵道	華光工程顧問股份有限公司_工程師
5. 若能有效減少進入箱涵的話會更好	華光工程顧問股份有限公司_工程師
6. 鐵道橋梁檢測	亞泰工程顧問_工程師
7. 靠近出海口橋梁徑高不足	苙宏工程技術顧問有限公司_設計師
8. 箱涵檢測、橋梁檢測、隔音牆檢測	高速公路局斗南工務段_工程師
9. 箱內檢測	交通部公路局東區養護工程分局花蓮工務段_工程員
10. 下橋不易	公路局南區養護工程分局_工程員

4.4 2024 橋梁安全維護管理研討會

2024 橋梁安全維護管理研討會由財團法人中華顧問工程司與台灣世曦工程顧問股份有限公司主辦，以「結構健康監測，數據驅動診斷」為主題，涵蓋數位科技應用、檢測設備開發、數據分析與安全診斷評估等議題，提供最新資訊與實務技術交流平台，探討橋梁檢測、監測、診斷、維修、補強與管理政策等各個層面的關鍵性與改善需求(如圖 4.15 所示)。研討會邀請各界專家學者，深入探討如何利用先進技術提升橋梁維護與管理效率，實現智慧化管理，確保基礎設施的長期安全與穩定，也提供寶貴的經驗分享與前瞻性見解，推動橋梁維護管理的創新發展。



資料來源：<https://seminar.trendforce.com/BRIDGE/2024/tw/index/>

圖 4.15 2024 橋梁安全維護管理研討會海報

本所為研討會協辦單位，主辦單位邀請本所運輸技術研究中心蔡立宏主任擔任專題主講人，講題為「橋下狹小空間檢測工具-機械手臂」，介紹本所研發之橋梁梁底狹小空間檢測工具(如圖 4.16、圖 4.17 所示)，並請本所派員於會場外展示本所研發之「橋梁梁底狹小空間檢測工具」，進行設備說明及操作示範(如圖 4.18 所示)，提供與會人員能實際認識本橋檢工具之各項操作與功能，以利後續技術移轉及實地應用，以推動橋梁安全與維護之參考。

11:40-12:00

橋下狹小空間檢測工具-機械手臂

橋梁檢測機械手臂可深入人力所無法探尋的橋下狹窄空間，執行全方位的檢測，透過即時回傳影像，檢查並記錄梁底構件狀況。

● 蔡立宏 交通部運輸研究所運輸技術研究中心 主任

資料來源：<https://seminar.trendforce.com/BRIDGE/2024/tw/index/>

圖 4.16 研討會講題「橋下狹小空間檢測工具-機械手臂」



圖 4.17 本所於研討會進行專題講座



圖 4.18 展示本橋檢工具進行設備說明及操作示範(一)

4.5 工程檢測與監測學術交流會

本交流會由社團法人中國土木水利工程學會主辦，交流會主題為「新式橋梁檢監測技術」，邀請國內各界專家學者，針對最新的橋梁檢監測技術進行討論交流，本所運輸技術研究中心蔡立宏主任受邀擔任專題主講人，講題為「橋梁梁底狹小空間檢測工具研發」，介紹本所研發之橋梁梁底狹小空間檢測工具(如圖 4.19、圖 4.20 所示)，並請本所派員於會場外展示本所研發之「橋梁梁底狹小空間檢測工具」，進行設備說明及操作示範(如圖 4.21 所示)，提供與會人員能實際認識本橋檢工具之各項操作與功能，以利後續技術移轉及實地應用參考，以維護橋梁安全。



社團法人中國土木水利工程學會

Chinese Institute of Civil and Hydraulic Engineering

謹訂於

2024年12月23日(一) 9:30-17:00

於臺大醫院國際會議中心202會議室舉辦

工程檢測與監測學術交流會

主題：新式橋梁檢監測技術

敬請 蒞臨指導

工程檢測與監測委員會 敬邀

大會議程

時間	單位	主講人	主題
09:30-09:50	報到		
09:50-10:00	開幕		
10:00-10:40	國立臺灣大學	張家銘教授	應用人工智慧於無人機橋梁巡檢中
10:40-11:20	台灣世曦	吳錫賢 經理	InSAR技術於橋梁檢測之應用
11:20-12:00	交通部運研中心	蔡立宏 主任	橋梁梁底狹小空間檢測工具研發
中午餐敘			
13:00-13:40	國立成功大學	饒見有教授	攝影測量與AI影像辨識應用於梁 無人機影像3D劣化檢測
13:40-14:20	中原大學	黃仲偉 教授	深度學習在橋梁檢監測的應用
14:20-14:40	午餐時間		
14:40-15:20	翔隆航太	林毓琪 專案工程師	無人機應用於橋梁巡檢的快捷方法
15:20-16:00	國立高雄科大	楊國珍教授	鋼橋監檢測
16:00-16:40	三聯科技	鄭丁興 顧問	加速規在橋梁動態地磅監測之運用
16:40-17:00	綜合座談		

本交流會可登錄公務員與技師學習時數，歡迎踴躍報名參加！

會議地點：台北市中正區徐州路2號 臺大醫院國際會議中心202會議室

報名連結



主辦單位：社團法人中國土木水利工程學會

資料來源：社團法人中國土木水利工程學會

圖 4.19 工程檢測與監測學術交流會議程



圖 4.20 本所於交流會進行專題講座



圖 4.21 展示本橋檢工具進行設備說明及操作示範(二)

4.6 小結

本計畫透過本(113)年度辦理各項推廣活動，包含提報交通部部務會報並發布新聞稿、拜訪多間橋梁檢測業界執行廠商、參與橋檢人員回訓課程擔任授課講師、參加橋梁安全維護管理研討會專題演講並展示設備等，提高本橋檢工具之曝光度，讓實務業界認識，並透過每次與第一線橋檢人員接觸之機會進行訪談或意見交流，從而獲得各界對於本所研發橋檢工具之專業建議。以下彙整各場次推廣活動所獲得之回饋建議及實務需求，做為本所未來持續精進本橋檢工具，或研發新式橋梁檢測工具之參考依據，本橋檢工具精進建議，彙整如表 4-8 所示，新式橋檢工具研發需求，如表 4-9 所示。

表 4-8 本橋檢工具精進建議彙整表

項目	內容
檢測桿、設備尺寸精進	A、B、C 桿持續加長，以適用更多橋梁。
	使用更輕量化相關材質。
	更精緻化、更小台便攜之構造持續研發，無須於現場拆裝，或組裝再更簡化。
設備功能需求	增加虛擬尺可簡易量測尺寸的功能，以利判別劣化程度。
	故相關設備建議要能與實務平板 iPad 同步直接操作。
	加強防水持續精進設備橋下適用範圍，降低操作空間限制。
	螢幕需要有遮光罩。
	橫向移動要有剎車阻力。
	自走橫移功能。
鐵道橋梁檢測之應用	裂縫檢測與 AI 自評判讀功能。
	本工具目前是應用在公路橋梁，鐵路橋梁其實也有橋梁檢測工具使用的需求輔助。

表 4-9 新式橋檢工具研發需求表

項目	內容
不同噸數款式開發	建議針對不同規模的橋梁設計不同款式以適用不同大小的橋梁。
	開發輕便型個人手持式。
箱型梁檢測	箱涵檢測白天過熱、不通風，空間狹隘工作執行環境危險，建議研發箱內檢測輔助工具，代替人員進到箱涵內部進行相關檢測工作。
	未來橋梁設計箱梁內的開口應以全生命週期，考量現行設備的需求。
	環境惡劣，未來若是有機器人或輔具搭配影像辨識也許能夠提高效率及降低檢測風險

第五章 橋檢工具後續精進及開發評估

本計畫執行本所研發橋梁梁底狹小空間橋檢工具(以下簡稱本橋檢工具)推廣作業，首先拜訪各實際執行橋梁檢測作業之工程顧問公司，於 7 月受邀擔任 113 年度橋檢人員回訓課程，並參與橋梁維護相關技術之交流研討會，與執行橋檢工作之橋檢從業人員訪談與交流，除推廣本所研發之新型檢測工具外，另一工作重點即為蒐集彙整推廣活動參與人員之回饋意見及實務工作需求。

由第四章彙整執行橋檢之工程顧問公司回饋意見，以及橋檢人員回訓學員之提問與建議可歸納出，橋檢人員對於本橋檢工具之精進改良建議包含檢測桿長度及設備整體尺寸之精進，以及設備之功能需求，而目前橋檢實務工作於鐵道橋梁檢測作業及箱型橋梁內部檢測工作，是現行橋檢工作所面臨較大之挑戰及瓶頸，業界希望能研發相對應之輔助工具，協助鐵道橋梁及箱型橋梁內部檢測工作之進行，以提升橋檢效率並降低作業風險。

5.1 橋檢工具後續精進評估

橋檢人員對於本橋檢工具之精進改良建議可分為兩個面向，第一為檢測桿長度增長及設備整體尺寸再輕便化之精進，第二為關於設備之各項功能需求，另外鐵道橋梁維護管理機關提出設備需求，詢問本橋檢工具是否有機會應用於鐵道橋梁檢測作業，爰本計畫將此需求歸納為本橋檢工具後續精進評估項目，分析本橋檢工具是否能透過改良及功能新增，以符合各界所提出之需求，本橋檢工具精進建議評估，如表 5-1 所示。

表 5-1 本橋檢工具精進建議評估表

項目	內容	可行性
檢測桿、設備尺寸精進	A、B、C 桿持續加長，以適用更多橋梁。	△
	使用更輕量化相關材質。	○
	更精緻化、更小台便攜之構造持續研發，無須於現場拆裝，或組裝再更簡化。	△
設備功能需求精進	增加虛擬尺可簡易量測尺寸的功能，以利判別劣化程度。	△
	故相關設備建議要能與實務平板 iPad 同步直接操作。	○
	加強防水持續精進設備橋下適用範圍，降低操作空間限制。	○
	螢幕需要有遮光罩。	○
	自走橫移功能且要有剎車阻力。	○
	裂縫檢測與 AI 自評判讀功能。	△
鐵道橋梁檢測之應用	本工具目前是應用在公路橋梁，鐵路橋梁其實也有橋梁檢測工具使用的輔助需求。	△

○：可行 △：需評估

5.1.1 檢測桿、設備尺寸精進

有關本橋檢工具之檢測桿及整體設備尺寸建議，因目前本橋檢工具檢測桿(C 桿)之最大伸長量為 5.3 公尺，僅適用於橋寬 10 公尺以內之橋梁，有許多建議希望能再持續增加檢測桿(C 桿)長度，而因應橋檢現場各種環境狀況，亦建議 A、B 桿件能再加長，以適用更多橋梁。另外有意見認為目前設備整體略顯笨重，建議能選用更輕量化之材質，或透過整體設計再將設備輕量化，以提升使用之方便性，本橋檢工具之尺寸如圖 5.1 所示，適用條件如圖 5.2 所示。

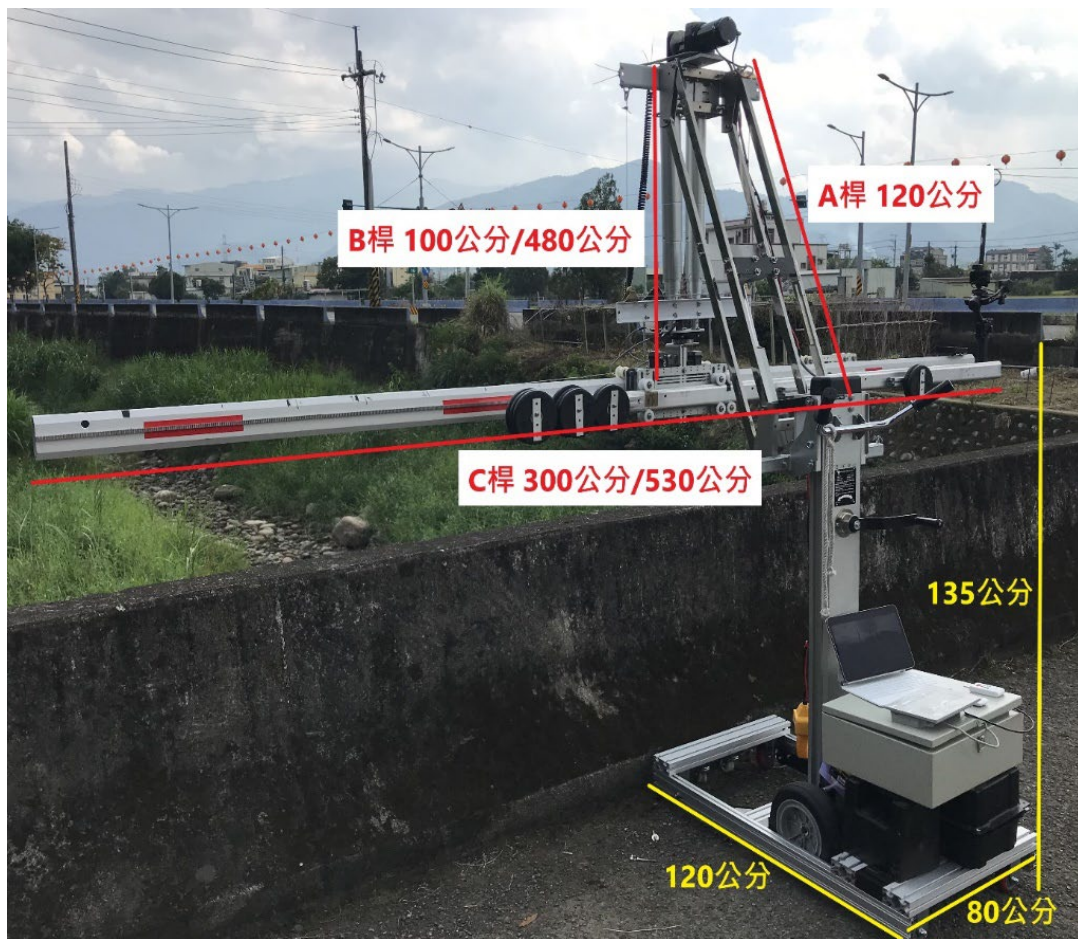


圖 5.1 本橋檢工具尺寸圖

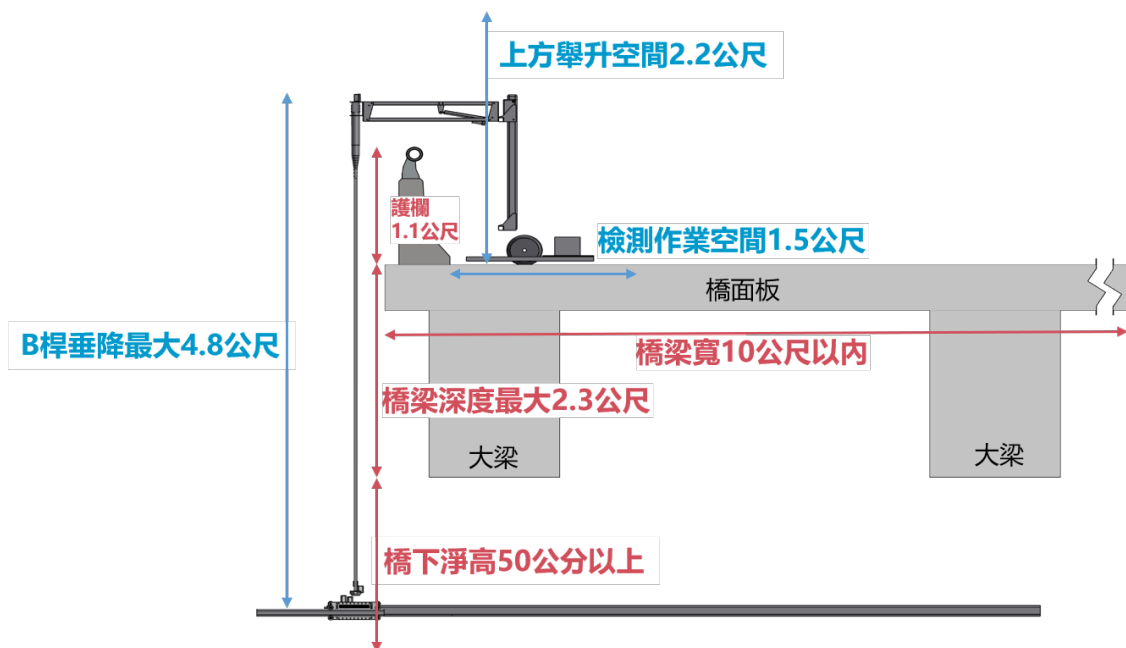


圖 5.2 本橋檢工具適用條件示意圖

112 年計畫經實測發現，現行橋梁護欄高度為符合行人及自行車通行規定，部分橋梁護欄已加高至 110 公分以上，且公路橋梁常見之 RC 護欄厚度及橋側設施狀況不一，若以目前設備設計之尺寸，偶爾會因橋梁護欄高度或厚度超出設計預期，而無法使用之情形，爰 A、B 桿加長除能提高適用護欄之高度及厚度，增加本橋檢工具之適用橋梁外，亦能克服橋側外因附掛管線而無法使用之情形，如圖 5.3 所示。



圖 5.3 橋梁護欄外附掛管線

C 桿以目前繩排伸縮滑輪之架構，經本計畫評估可再增加 1 節 3 公尺之管材，C 桿總伸長量最長可達約 7 公尺，但桿件長度與整體設備之重量及機動性成反比，若一味追求設備之檢測適用範圍，將犧牲設備整體之輕便及穩定性，本計畫認為適當且符合現地需求改良，增加相關桿件之尺寸為必須，但增加桿件長度之餘更應考量設備整體之平衡及操作可靠度，或應如回饋意見中其他建議，可考慮研發不同尺寸量級之橋檢工具，依檢測橋梁之大小需求，選用不同級距之檢測工具，而非一味專精研發一體適用之萬能工具。

5.1.2 設備功能需求精進

一、虛擬尺功能

本橋檢工具於前案 110 年時具備雷射虛擬尺之功能(如圖 5.4 所示)，於即時回傳畫面中呈現雷射點，可依畫面雷射點之固定距離初步判斷裂縫尺寸，以利簡易判別劣化程度，但為能有更穩定及清晰之成像品質，本橋檢工具以現成之 3 軸穩定器及 gopro 取代原本之攝影模組，並提供未來攝影模組替換及擴充之彈性空間，以達商品化之必要需求，爰本計畫評估若以目前設備架構欲增加虛擬尺功能，應從影像軟體開發著手，或套用現成 AR 尺規 app，於畫面中直接呈現尺規。

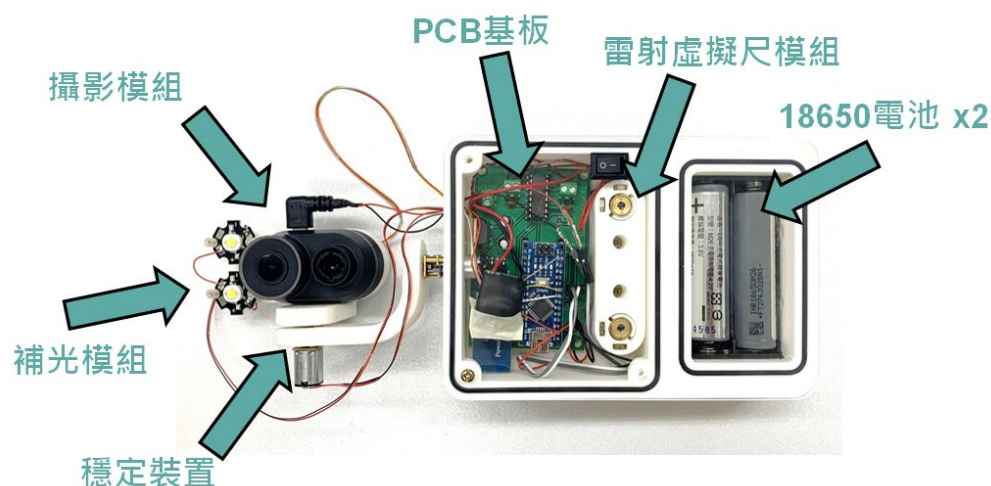
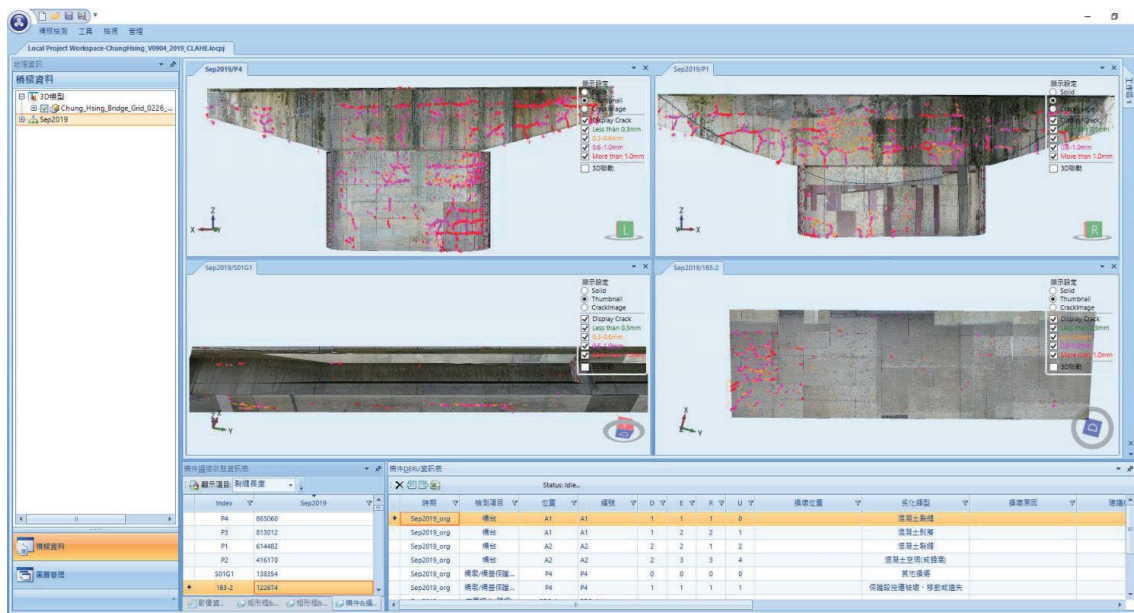


圖 5.4 110 年橋檢工具攝影模組

二、裂縫檢測與 AI 自評判讀

開發裂縫檢測與 AI 自評判讀功能，本所推動辦理「無人機搭配 AI 影像辨識應用於橋梁檢測之研究」^[15]研究計畫，已開發混凝土橋梁 AI 影像辨識模式(如圖 5.5 所示)，可辨識混凝土橋梁六大主要構件(主梁、橫隔梁、橋墩/帽梁、橋面板、橋台、擋土牆)之三大劣化缺失(混凝土結構裂縫、混凝土剝落、破碎、鋼筋外露、銹蝕、滲水、白華損傷)，未來本橋檢工具拍攝之劣化影像，可透過導入本所開發之橋梁劣化 AI 影像辨識系統，進行橋梁檢測相關劣化之自動判識，增進橋梁檢測品質與效率。



資料來源：無人機搭配 AI 影像辨識應用於橋梁檢測之研究，113 年

圖 5.5 本所橋梁劣化 AI 影像辨識系統裂縫偵測成果

5.2 鐵道橋梁檢測應用

除本所於推廣工作收到建議本橋檢工具改良應用於鐵道橋梁之相關回饋意見外，113 年 3 月 14 日於交通部部務會報提報「橋梁梁底狹小空間檢測工具研發與應用」，介紹橋檢工具之研發成果，於會中交通

部陳文德技監表示：「本工具目前是應用在公路橋梁，鐵路橋梁其實也有橋梁檢測工具輔助的使用需求」，時任王國材部長於會中裁示：「鐵路橋梁有些淨高都很低，請臺鐵公司鐵路橋以後在橋梁檢測也可以參考應用」，爰此本計畫案研發之橋檢工具，雖原設計應用場域及使用標的是為全國車行橋梁，為能擴大適用橋梁提升應用範圍，以符合實務鐵道橋梁檢測之需求，本計畫透過文獻回顧、資料蒐集及接洽鐵道橋梁維管單位，評估本所研發之橋梁檢測工具於鐵道橋梁應用之可行性。

5.2.1 鐵道橋梁檢測作業規定

臺鐵公司目前檢測所使用之規範為 108 年 1 月 14 日頒布「鐵路橋梁之檢測及補強規範」^[16]，該規範以交通部頒布之「鐵路鋼結構橋梁之檢測及補強規範」、「公路鋼筋混凝土結構橋梁之檢測及補強規範」及「公路橋梁檢測及補強規範」為參考藍本，並配合現行交通部之橋梁管理系統訂定之。

在「鐵路橋梁之檢測及補強規範」第二章檢測一般規定中明定「橋梁檢測頻率依檢測種類、橋況、橋齡、橋址環境及重要性等而定，各鐵路機構或捷運主管機關可視其組織編制及受檢測橋梁之重要性，訂定檢測頻率，原則上定期檢測之規定為新建橋梁應於完工或通車使用後 2 年內進行第 1 次定期檢測，爾後定期檢測之間隔以 2 年為原則。如有特別情況，各鐵路機構或捷運主管機關得視實際狀況調整，惟不得超過 4 年」。定期檢測方式以目視檢測為主，檢測人員以徒步或搭配輔助載具儘可能接近檢測構件，並依橋址環境、橋梁型式與構造之檢測條件，以近距目視、遠距目視或輔以可攜式器具與光學儀器設備之間接目視等方式進行。一般檢測除須以繪圖或照片記錄劣化或損害部位外，宜以量化方式評估各構件之劣化情形，建立橋梁現況之基本管理資料及紀錄與追蹤，並為規劃長期檢測計畫及維修補強之基礎。依「鐵路橋梁之檢測及補強規範」定期檢測之檢測方法及範圍與項目說明如下：

1. 定期檢測是以目視搭配便於攜帶之工具進行檢測，目視可分為直接目

視與間接目視。直接目視係指檢測人員以肉眼直接檢視橋梁構件；間接目視係指檢測人員使用望遠鏡、高解析度相機、無人遙控載具、工業內視鏡等拍攝影像，或以重錘、水準尺、測距儀等易於攜帶之設備測得數據，再由檢測人員進行判斷。

2. 檢測人員以徒步或搭乘輔助載具(如橋梁檢測車、高空作業車或船舶)之方式接近橋梁構件，用肉眼以直接目視方式進行橋梁構件之檢測。

3. 以間接目視之方式進行檢測時，檢測人員可參考「鐵路橋梁之檢測及補強規範」附錄表(如表 5-2 所示)所列出部份具代表性之檢測對策。

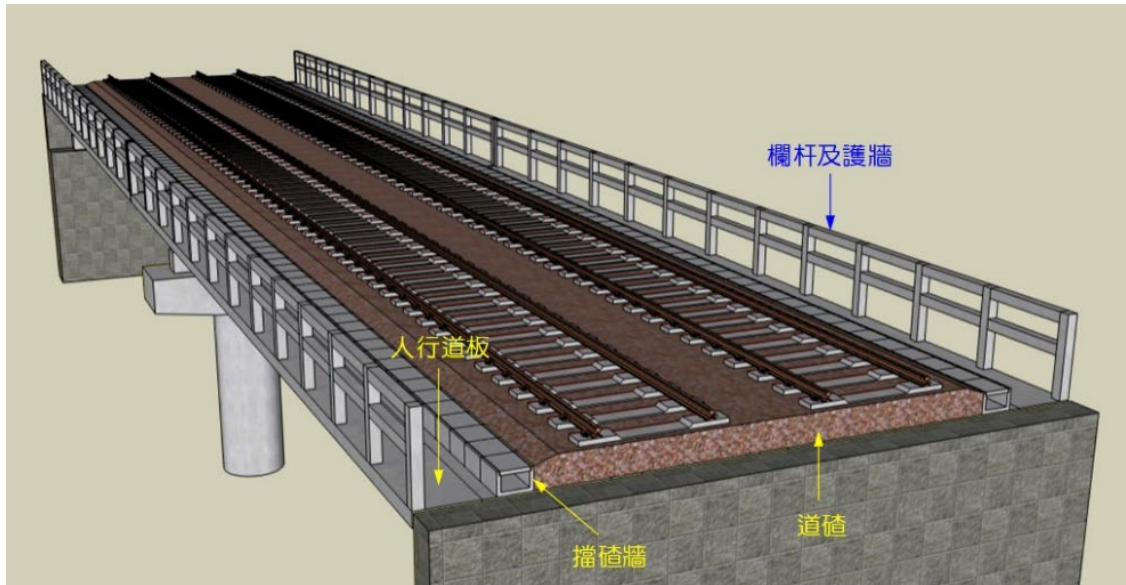
表 5-2 間接目視檢測輔助儀器或設備參考表

地點	主要檢測部位	輔助儀器或設備參考
橋墩過高、橋面過寬、中央分隔島翼板處	- 橋梁下部結構(橋墩過高時) - 橋梁上部結構(橋墩過高時、中央分隔島翼板處、橋面過寬時內側處) - 橋面板(橋面過寬時內側處) - 支承(橋墩過高時)	- 望遠鏡 - 高解析度相機 - 無人遙控載具 - 長桿攝影機
	- 橋梁上部結構(橋下為公路、橋下為建築物、橋下淨高過小) - 橋面板(橋下為鐵路、橋下為建築物、橋下淨高過小) - 支承(橋下為公路、橋下為建築物、橋下淨高過小)	- 望遠鏡 - 高解析度相機 - 水上無人遙控載具
狹小處	橋梁上部結構(PC 鋼腱錨碇的部分、中央分隔島緣石和欄杆、箱梁內部)	- 高解析度相機 - 無人遙控載具 - 長桿攝影機 - 工業內視鏡
隱蔽處	- 橋梁下部結構(裝飾板遮蓋) - 橋梁上部結構(隔音牆或裝飾板遮蓋)	- 移除裝飾板(當可移除時) - 工業內視鏡

資料來源：鐵路橋梁之檢測及補強規範

鐵道橋梁與公路橋梁在橋梁結構主體上是一樣的，因此除了鋪面、緣石與人行道等鐵道橋沒有之項目需排除，另外再增加維修走道、避車台、擋碴牆等項目外(如圖 5.6 所示)，其於橋梁構件可使用相同之檢測評估準則，而如前述「鐵路橋梁之檢測及補強規範」以交通部頒布之「公路橋梁檢測及補強規範」為參考藍本編撰，爰此「鐵路橋梁之檢測及補強規範」之檢測一般規定及定期檢測方法之規範與項目，與公路橋梁檢測之相關規定無特別之差異，參照間接目視檢測輔助儀器或設備參考

表，如遇狹小處、隱蔽處等不易直接目視檢測之橋梁構件部位，建議使用如高解析度相機、無人遙控載具、長桿攝影機或工業內視鏡等以電子拍攝器材，透過影像訊號即時傳輸至手持式螢幕，協助橋檢人員以間接目視之方式執行橋檢作業，本計畫橋檢工具符合相關使用之範疇，依規定可用於鐵道橋梁之檢測作業。



資料來源：技師報 NO.1288^[17]

圖 5.6 鐵道橋梁各構件示意圖

唯須評估鐵道橋梁之操作環境與公路橋梁之差異，例如，鐵道橋梁與公路橋梁相比，在檢測上更為不易，大部份橋梁所在之處未有公路可抵達，亦無法開車延橋梁所在路線到達橋上，若要乘坐軌道檢查車至橋梁附近再下車以徒步方式抵達橋梁，亦需配合一般列車之時刻表再另外安排行程，不若公路橋梁般自由。另經蒐整相關資料及訪談臺鐵公司橋梁管理員，鐵道橋梁橋側空間部分有設置供維修人員通行之通道，但人行通道寬度未達 150 公分，大部分鐵道橋梁橋面為道碴鋪面，若本橋檢工具提供應用，則需改良下部結構之移動方式。

5.2.2 臺鐵公司鐵道橋梁應用評估

綜上所述，本橋檢工具應用於鐵道橋梁所需改良之條件歸納如下：

- 1.設備之運送及人員交通方式。
- 2.設備操作須配合營運列車之班表。
- 3.設備移動裝置需改良為能行走於道碴之表面，加大輪徑或改為履帶式，以適應較為凹凸崎嶇之操作表面。

雖鐵道橋梁檢測與公路橋梁檢測於一般規定及定期檢測方法之規範項目無特別之差異，可使用之輔助工具亦無不同，爰本橋檢工具依規定可用於鐵道橋梁之檢測作業，但因鐵道橋梁之特性，其交通可及性與公路橋梁不同，且鐵道橋梁檢測作業進行方式、檢測環境與公路橋梁有異，後續研究應規劃鐵道橋梁現場橋檢工作觀摩，及橋檢人員交流訪談，以充分瞭解鐵道橋梁檢測實務之進行概況，完整評估本橋檢工具改良應用之可行性。

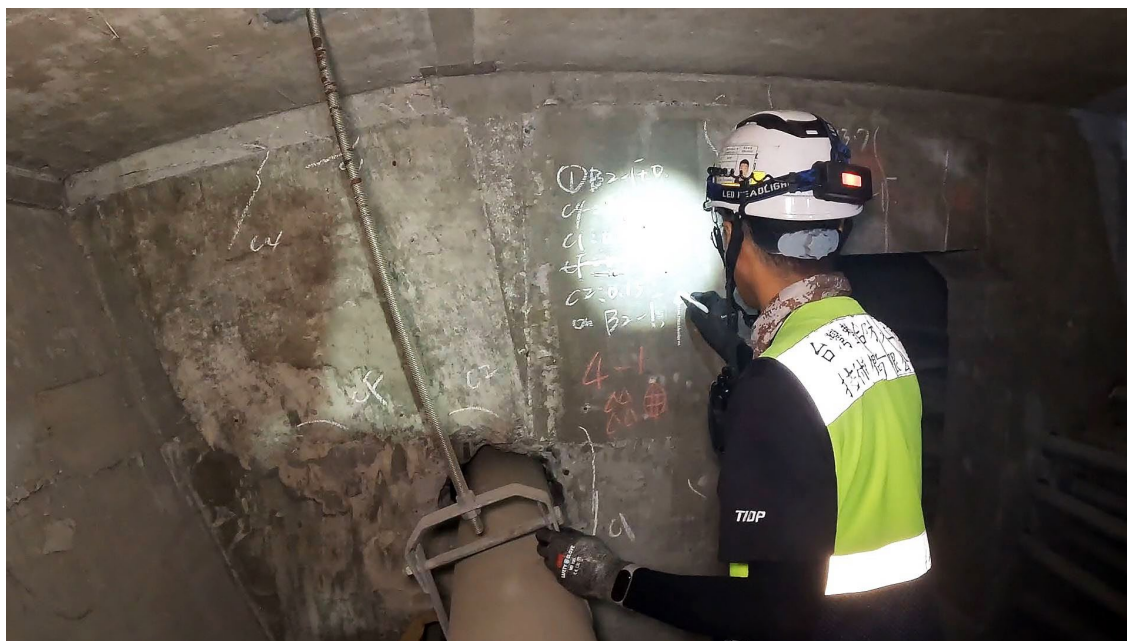
5.3 箱型橋梁內部檢測工具研發評估

本計畫透過文獻回顧及資料蒐集，初步探討國內箱型橋梁內部檢測之相關規定及橋檢作業現況，以確認橋檢實務工作執行箱內檢測對於相關輔助工具之需求，並評估研發新型橋梁檢測輔助工具之效益及可行性。

5.3.1 箱型橋梁內部檢測現況

我國車行橋梁共 23,124 座，按照橋梁結構型式分類，臺灣有 15,671 座橋梁為梁式橋，佔 68.4%，梁式橋中包含箱型橋(主梁為箱型梁 3,238)佔約 14%，其次為版橋(5,810)，佔 26.4%，其餘類型橋梁所佔比例相對少很多。依公路橋梁檢測及補強規範規定，新建橋梁應於完工使用後 2 年內進行第 1 次定期檢測，爾後定期檢測之間隔以 2 年為原則，如有特別情況，公路養護管理機關、公路養護單位得視實際狀況調整，惟不得超過 4 年，以交通部高速公路局為例，其轄管的特殊橋梁提高到每

年檢測 1 次，至於箱梁內部每 3 年檢測 1 次(如圖 5.7 所示)，目視檢測發現問題之後，會進行劣化評等，視情況安排更進一步的詳細檢測，規劃維修計畫。



資料來源：<https://ourisland.pts.org.tw/content/11084>^[18]

圖 5.7 橋檢人員檢測箱梁內部

回顧橋檢實務現況相關報導文章《顧好每座橋(下)|從高屏溪橋、蘇澳白米橋看橋梁健康要如何把關?，108 年》^[19]中有學者表示，橋梁檢測正面臨人力不足與經費短缺的窘境，實務上若橋管單位人力不足，只好將橋檢工作外包，而經費短缺也導致橋檢不容易落實，高速公路局及公路局屬中央交通專責單位，以發包方式請民間的廠商或研究機構協助執行橋梁檢測，較能督導並落實執行維持檢測品質，但其他單位因專業工程人員較少，如地方縣市政府或其他橋管單位，若該單位沒有橋梁檢測專責人力或土木專業之工程人員，如以發包方式執行橋梁之例行檢測工作，檢測結果可能因承辦人員專業度不足而無法落實。某些地方政府因財政狀況較拮据，能執行橋梁檢測之費用有限，長期下來影響橋檢品質，進而影響橋梁安全。

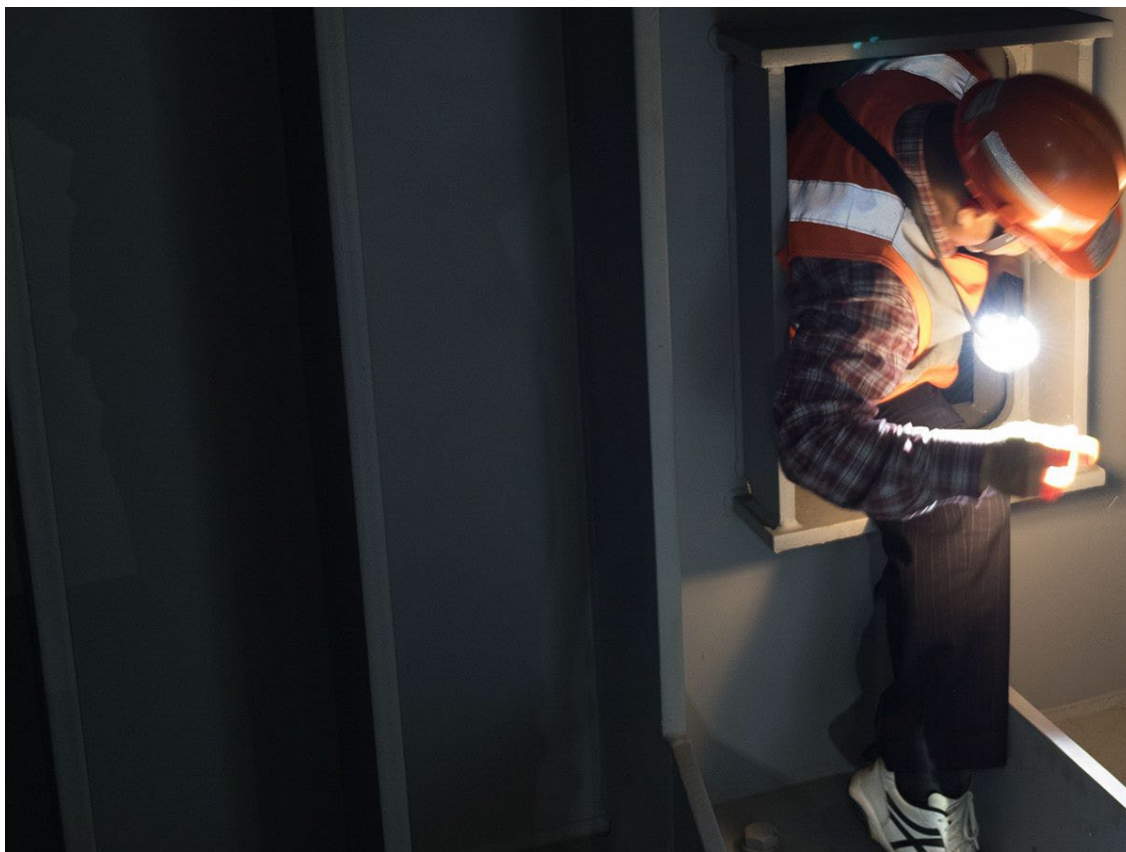
徐詩涵等人 112 年之研究調查^[20]表示「現行箱型橋梁內部檢測作業，一次箱內檢測需要 4 到 5 名人員共同執行，在人力與經費缺乏的

衝擊下，透過人員目視檢測之人力調度更加不易，而每年檢測期間機具租賃也越發困難。傳統橋梁檢測需要人員接近檢測標的進行目視評估和紀錄，使用紙張記錄容易出錯，進而導致檢測資料不完整和不清晰，人員進入箱內目視檢測過程中，會因各個檢測人員的檢測經驗，而導致檢測後產出之數據品質不一，所拍攝之照片及缺失樣態判斷，係倚賴檢測人員之過往經驗判斷，若遇到需要深入討論或查閱歷史檢測紀錄之缺失，則需先記錄待出橋梁箱內後再行探討，有時會因人員記錄錯誤而導致檢測數據與現場不符」。

5.3.2 箱型橋梁內部檢測作業之危險性

箱涵內部狹窄，人員、機具不易進入檢測，白天過熱、不通風，構件封閉、幽暗且視線不佳，屬高危險性之工作環境，依公路橋梁之檢測及補強規範檢測準備作業中，有關檢測安全設施提示進入箱型梁作業之規定：「檢測前應先檢查檢測現場之安全設施，例如進入箱型梁等密閉空間檢測前，除攜帶手電筒外，應先檢查箱型梁內是否存有毒氣，確定安全無虞後始得進入」，因此有其提升工作安全之必要性。

徐詩涵等人 112 年之研究調查^[22]表示「根據勞動部職業安全衛生署於民國 110 年 8 月 22 發布「110 年勞動檢查統計年報」，全國重大職業災害總數與 109 年下降 11%，唯局限空間之重大職業災害件數及死亡數為明顯上升，箱型梁內部也屬於局限空間的一種(如圖 5.8 所示)，傳統橋梁檢測需要人員接近檢測標的進行目視評估和紀錄，這種方式存在很高的職業安全風險。」



資料來源：<https://sdgs.udn.com/sdgs/story/120965/4358545>^[21]

圖 5.8 箱梁內部狹窄檢測不易

國家地震研究中心於本所 107 年「我國橋梁檢測方式之發展探究」^[22]研究案期末報告審查意見提及，箱梁內部屬於不易接近且工安風險較高之場所，但因箱梁內部易產生嚴重腐蝕或疲勞裂縫之情形，而這些損傷劣化均足以快速影響橋梁結構安全，以國內鋼橋為例(如圖 5.9 所示)，故箱梁內部檢測雖風險高且不易執行，但卻是必要且應落實執行之橋梁檢測項目。



資料來源：我國橋梁檢測方式之發展探究^[24]

圖 5.9 國內鋼橋箱梁內部嚴重腐蝕及疲勞裂縫案例

5.4 橋梁底檢測技術專利地圖分析

經本計畫評估確認，橋梁檢測實務對於橋梁箱內檢測工作有研發新式輔助工具之需求性，本計畫委託博大國際智權股份有限公司(以下簡稱博大公司)協助有關橋梁檢測技術相關發展之專利地圖分析，整理提供近 5 年相關技術專利，以瞭解本技術領域產業發展概況，藉以評估研發箱型橋梁內部檢測工具之效益及價值。

5.4.1 相關技術介紹及應用現況分析

本所研發於橋梁梁底狹小空間檢測工具之前期研究，驗證以 C 型桿件組立之推車行架構，透過各桿件之開展、旋轉及伸縮，可輔助人員進入狹小之空間，穩定地將影像拍攝設備深入橋梁底部，拍攝回傳橋梁

底部及橋梁構件之清晰影像，即時回送至橋上之顯視監控設備，供檢測人員以間接目視之方式檢視橋梁底部狀況，完成橋檢作業。

112 年研究成果橋梁梁底狹小空間檢測工具，延續前期之推車型主體搭配 C 型臂桿之架構，精進檢測臂桿以鋁擠型橢圓平管及鋁擠型八角管進行組立，採可伸縮收折設計，經結構精進及材料選用改良，改善橋檢工具使用及開展之方式，降低桿件於大量操作及環境干擾下之磨損，提高橋檢工具使用之耐用度及操作可靠度，經現地實測，該離型橋檢工具已能穩定伸展，並將影像拍攝設備深入至橋梁下方拍攝梁底影像，除可用於檢測梁底空間狹小之橋梁底部實際狀況外，亦有助提升橋檢作業之品質、效率及人員作業安全。

5.4.2 專利檢索分析

本計畫專利檢索分析鎖定於「橋梁底檢測」技術，其檢索目的在於瞭解橋梁底部影像檢測技術近年發展應用現況，以及國內外是否有應用於箱涵結構檢測相關專利技術，用以評估研發箱型橋梁內部檢測技術之效益，專利檢索分析條件如表 5-3 所示，博大公司透過 Derwent Innovation 資料庫及中華民國專利檢索系統，檢索包含美國、歐洲、日本、韓國、中國大陸專利五大局以及中華民國之專利資訊，鎖定近 5 年的專利技術，以探究橋梁底檢測技術最新發展狀況。

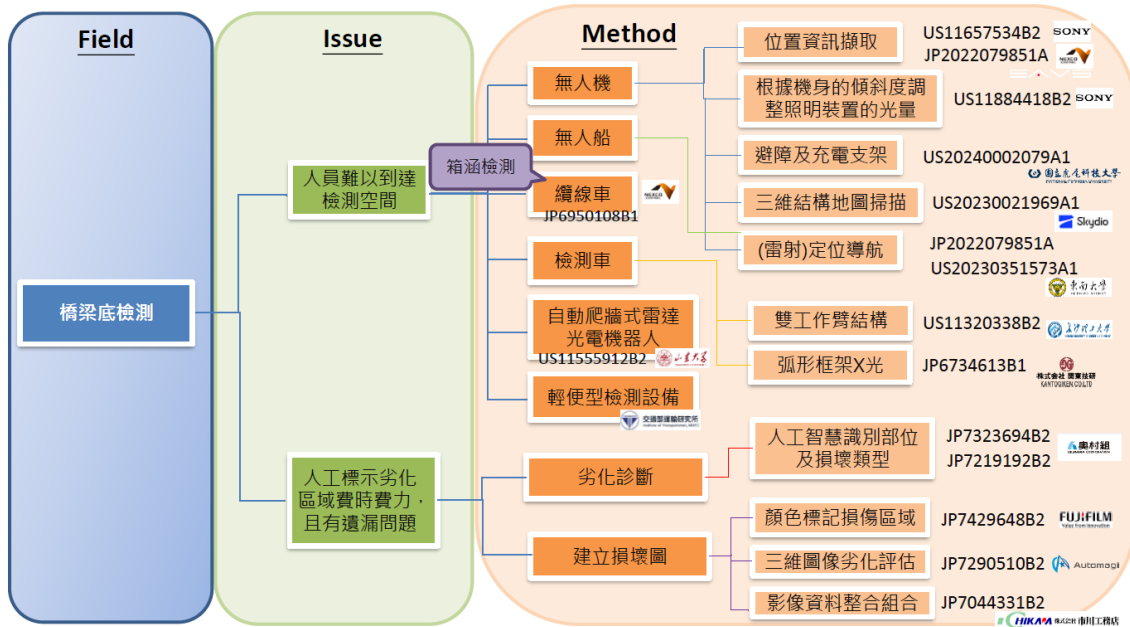
表 5-3 專利檢索分析條件一覽表

關鍵字	Bridge bottom、Detection、inspection、visual、videos、image、shooting、screen
專利權人	不指定
IPC、CPC 分類	不限定
檢索國家	美國、歐洲、日本、韓國、中國大陸、中華民國
檢索時間(申請年)	2019~2024 年
專利資料庫	Derwent Innovation、中華民國專利檢索系統

資料來源：博大國際智權股份有限公司

經由上述專利檢索條件找出相關專利，透過專利的判讀及篩選，將

這些專利技術進行 FIM 分析，整理該技術領域(Field)對應問題(Issue)及解決方法(Method)，以瞭解目前技術缺口以及發展趨勢，橋梁檢測技術 FIM 分析，如圖 5.10 所示。



資料來源：博大國際智權股份有限公司

圖 5.10 橋梁檢測技術 FIM 分析圖

歸納橋梁底檢測技術領域相關專利，主要欲解決的問題為檢測橋梁底部人員難以到達的檢測盲區，以及取得影像資料後，由人工標示與判斷劣化區域需要耗費大量時間人力，且有疏失遺漏之問題，對應人員難以到達的檢測盲區問題，相關專利技術解決方案開發各式檢測工具，以無人載具擷取影像資料方式居多，其中又以飛行無人機相關技術有最多發展。而在非無人載具的橋梁檢測工具方面，相較於無人載具檢測工具近年來相關技術發展較少，主要有結合車輛的大型機械臂檢測車，以及小型獨立操作的檢測設備。

其中中日本高速道路公司，提出一種用於檢查橋面板下結構的方法，其專利 JP6950108B1 使用一組平行引導纜線鋪設在橋梁的橋墩之間，多輪成像裝置可在纜線上行駛移動取得影像，可檢查安裝在橋墩上的多個工字梁和設置在工字梁之間的傾斜結構，專利示意圖如圖 5.11 所示，該技術應適用於箱涵結構檢測運用，本計畫後續評估研發箱型橋

梁內部檢測工具可參考，並避免相關技術有所重疊。

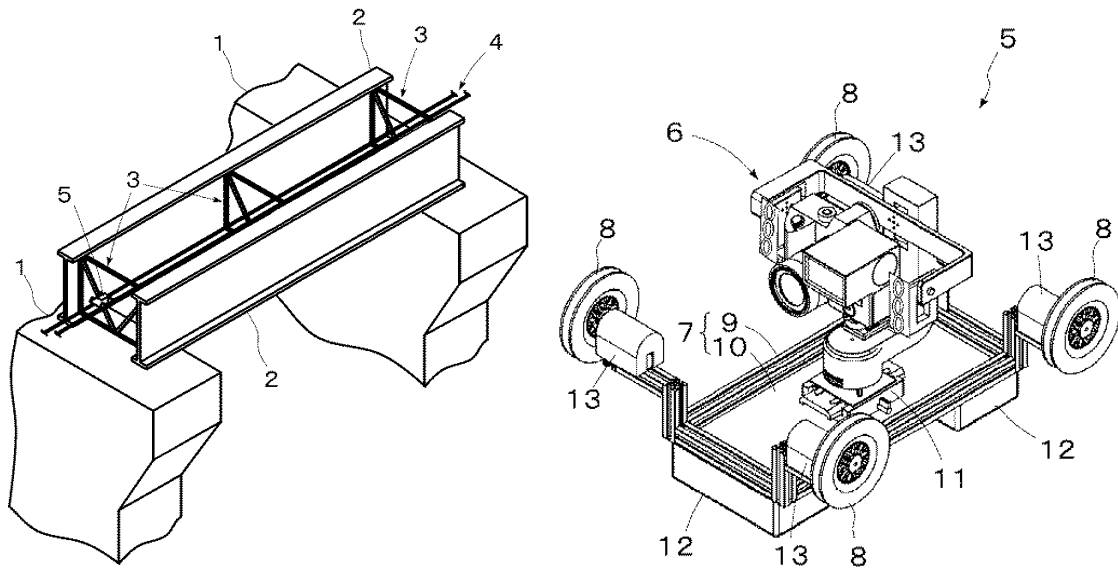


圖 5.11 專利 JP6950108B1 示意圖

5.5 評估結果與對策

有關本所研發之橋梁梁底狹小空間檢測工具後續精進評估，除透過 5.1 節分析各需求之可行性，並彙整評估近年「橋梁底檢測」技術評估其開發效益及價值。本橋檢工具，著重於組裝操作簡便、便攜、經濟，且可施作於橋梁底狹小空間為主要設計重點，應用操作環境有別於當前廣泛發展的飛行無人機檢測技術，經專利檢索、判讀及篩選，目前無相似的輕便型檢測設備技術競爭，後續應針對實務提出各項具可行性之需求，持續進行本橋檢工具精進改良，或後續推廣應用及技術授權移轉規劃階段，於授權後可依使用需求進行各項客製化功能精進。

另外有關新式橋梁檢測輔助工具之研發，本計畫透過文獻蒐整並進行評估分析，箱型橋梁之箱涵內部構件如同外部構件，依規定期程需進行相關檢測，但相較於橋梁外部構件檢測，因箱涵內部狹窄，人員、現有機具不易進入檢測，白天過熱、不通風，構件封閉、幽暗且視線不佳，屬高危險性之工作環境，有提升箱涵內部橋檢工作安全之需求，又

橋梁檢測實務工作正面臨人力不足與經費短缺的窘境，爰本計畫認為研發箱型橋梁內部檢測工具有其必要性，並透過博大公司分析報告評估，目前相關領域產業發展概況，應用於箱型橋梁之檢測工具之發展技術較少，具有良好的技術發展前景。

第六章 結論與建議

本計畫係針對本所 112 年計畫研發之橋梁梁底狹小空間檢測工具(以下簡稱本橋檢工具)，盤點本橋檢工具各結構部件之技術研發成果內容後，評估以目前本橋檢工具所具有之創新性與技術含量，建議進一步申請發明專利，以保護本所投入研發成本所產之研究成果，並提升未來進行技術移轉之產品價值。

113 年度執行各項推廣工作，除提高本橋檢工具之曝光度，讓橋梁維護管理機關(構)及執行橋檢工作廠商認識並能參考應用外，透過每次活動與第一線橋檢人員互動交流之機會，進行訪談並蒐集回饋意見，從而獲得各界對於本橋檢工具或橋檢實務問題之專業建議及需求，並彙整列表進行執行評估，做為本所未來持續精進本橋檢工具，或研發新式橋梁檢測工具之參考依據，本章依本計畫針對本所研發之橋梁檢測工具專利評估結果、推廣成效及後續精進評估後，綜整結論、建議及研究成果與效益。

6.1 結論

1. 本計畫評估本橋檢工具專利申請可行性，認為本所開發並改良精進之檢測工具，著重於組裝操作簡便、便攜、經濟，且可施作於橋梁底狹小空間為主要設計重點，目前無相似的輕便型檢測設備技術競爭，具有良好的技術發展前景，且前期 112 年計畫，進行本橋檢工具各部件諸多創新設計及改良，具備專利申請條件，爰本所已執行「橋梁梁底狹小空間檢測工具之中華民國發明專利」申請作業，以保護本橋檢工具研發技術內容，提升產品專利價值。
2. 本計畫評估各界對於本橋檢工具之專業建議，應針對實務提出各項具可行性之需求，持續進行本橋檢工具精進改良，或後續推廣應用及技術授權移轉階段，於取得授權後，可依使用需求進行各項客製化功能精進。

3. 經彙整橋檢實務問題與設備需求，本計畫認為研發箱型橋梁內部檢測工具有其必要性，透過分析目前相關領域產業發展概況，應用於箱型橋梁之檢測工具發展技術較少，具有良好的技術發展前景。

6.2 建議

1. 鐵道橋梁檢測作業進行方式、檢測環境與公路橋梁有異，建議後續研究規劃鐵道橋梁現場橋檢工作觀摩，及橋檢人員交流訪談，以充分瞭解鐵道橋梁檢測實務之進行概況，完整評估本橋檢工具改良應用之可行性。
2. 研發箱型橋梁內部檢測工具，協助橋檢人員進行箱梁內部檢測，以改善橋檢實務工作現正面臨人力不足及經費短缺之問題，並達成以下目標：
 - (1)運用輔助設備執行橋梁內部檢測，藉以提升檢測作業安全、效率與品質。
 - (2)研發成果可提供國內橋梁管理機關，執行箱型橋梁內部檢測作業時，另一可行之檢測方案。

6.3 研究成果與效益

1. 完成本所研發之橋梁梁底狹小空間檢測工具專利申請評估作業，建議申請發明專利，爰本所已於今(113)年底開始進行專利申請作業。
2. 本計畫執行各項推廣工作，進行訪談交流並蒐集回饋意見，從而獲得本橋檢工具之專業建議，可提供未來本橋檢工具精進之參考依據。
3. 本計畫進行橋檢人員訪談交流，獲悉箱型橋梁內部檢測之實務問題及設備需求，可提供未來相關檢測輔助工具研發方向之參採。

6.4 提供應用情形

本所研發之橋梁梁底狹小空間檢測工具，可提供中央(內政部國土

管理署、交通部高速公路局、公路局等)、地方(縣市政府)橋梁維護管理機關，以及實際執行橋梁檢測之顧問公司或廠商，管理應用及參考。

1. 本計畫為推廣本所研發之橋梁梁底狹小空間檢測工具，辦理各項推廣活動，包含提報交通部部務會報並發布新聞稿、拜訪多間橋梁檢測實務業界廠商、參與橋檢人員會訓課程擔任講師、參加橋梁安全維護管理研討會等，交流分享橋檢工具之研發成果並展示橋檢工具操作及功能，提供橋梁維護管理機關(構)，及實際執行橋梁檢測之顧問公司或廠商參考應用。
2. 本所依據「科學技術基本法」及「交通部科學技術研究發展成果歸屬及運用辦法」，規劃辦理「橋梁梁底狹小空間檢測工具」研究成果後續非專屬授權作業，未來開放本計畫成果供外界申請，進行研發成果技術授權。

參考文獻

1. 全國橋梁統計資訊網，檢自：<https://bss.iot.gov.tw>
2. 交通部，公路橋梁檢測及補強規範，99 年 1 月 3 日。
3. 楊金城，台 17 線台南北門鯤鯓橋下陷春節交通大考驗，自由時報，105 年 2 月 5 日。
4. 交通部運輸研究所，感潮河段橋梁梁底檢測工具研發建置計畫，108 年。
5. 交通部運輸研究所，感潮河段橋梁梁底檢測工具研發(1/4)-功能精進與新興科技導入評估，112 年。
6. 交通部運輸研究所，橋梁梁底狹小空間檢測工具加值應用及技術轉移，113 年。
7. 交通部，交通部科學技術研究發展成果歸屬及運用辦法，106 年 8 月 8 日。
8. 經濟部，專利法，111 年 5 月 4 日。
9. 交通部運輸研究所，感潮河段橋梁梁底檢測工具精進研究，111 年。
10. 維基百科，專利地圖，檢自：<https://reurl.cc/qnm0AN>，查詢日期：113 年 5 月。
11. 經濟部智慧財產局專利商品化教育宣導網，「中華民國專利資訊檢索系統」技術功效矩陣分析，便利發明人繪製專利地圖！，檢自：<https://reurl.cc/p9m5O4>
12. 交通部運輸研究所，感潮河段橋梁梁底檢測方式初探，106 年。

13. ジビル調査設計「視る・診る Mini」ご紹介，檢自：
<https://reurl.cc/jQqOZq>
14. 黃小玲，提升橋梁檢測品質與效率 橋梁梁底狹小空間檢測工具之研發與應用，望春風電子報，113 年 3 月 18 日。
15. 交通部運輸研究所，無人機搭配 AI 影像辨識應用於橋梁檢測之研究，113 年。
16. 交通部，鐵路橋梁之檢測及補強規範，108 年。
17. 江明益、夏明勝、胡啟文、王瑞麟，鐵路橋目視檢測之圖像化判定裂縫，技師報，NO.1288，110 年 8 月 14 日。
18. 陳佳利、陳慶鍾，我們需要什麼樣的耐震橋 | 台灣橋梁體檢，我們的島電子報，113 年 10 月 19 日。
19. 陳佳利、張光宗、顏子惟、陳添寶、鄭嘉明，顧好每座橋(下) | 從高屏溪橋、蘇澳白米橋看橋梁健康要如何把關？，我們的島電子報，108 年 12 月 30 日。
20. 徐詩涵，無人機應用於箱型橋梁內部探測之可行性研究，國立高雄科技大學，112 年。
21. 李昕芸、林莉庭、許容瑄、張庭瑤、薛人豪，橋斷了，然後呢？剖析橋檢制度困境，聯合新聞網，109 年 2 月 21 日。
22. 交通部運輸研究所，我國橋梁檢測方式之發展探究，107 年。

附錄一
專家學者座談會會議紀錄

交通部運輸研究所運輸技術研究中心會議紀錄

壹、會議名稱：本所運技中心第一科113年度自行研究計畫專家學者
座談會議

貳、時間：112年4月23日(星期二) 下午2時參、

地點：本所運輸技術研究中心2樓簡報室

肆、主持人：蔡立宏主任

紀錄：黃宇謙

伍、出單位及人員：如簽到表

陸、與會委員意見：

一、王委員錦榮

(一) 鼎型塊織布橋基保護工法之現地試驗與成效評估(3/4)-試驗 場址數值模型建置及評估

1. 橋基保護是維持橋梁結構安全最重要的一環，本研究利用地工織布鋪設與鼎型塊結合，既可保護橋基，也可減少鼎型塊之流失，效益顯著，應可推廣應用，建議建立長期觀測，進一步驗證使用性及探討後續如何再精進。

2. 本工法是否可運用於港區橋梁？建議後續可評估。

(二) 113年臺灣地區金屬材料腐蝕環境調查與鋅金屬關聯性研究

臺灣地區金屬材料腐蝕環境調查與鋅金屬關聯性研究，對港灣結構物之防蝕工法具有指導性之指標，可提供公共工程金屬結構物防蝕設計、延長使用壽齡及降低維護成本之應用，故本案有其推動的必要性及可行性。

(三) 港灣構造物巡查檢測作業精進(3/4)-新興科技應用於防波堤 設施巡查檢測作業

港灣構造物巡檢作業是港口管理機構日常工作之一，如何利用新興科技來進行實有必要性。

(四) 港區地震液化風險評估模式精進(3/5)-高雄港模式精進

1. 港區土地碼頭大部分均由填海造陸而成，故地震時土壤液化有其風險性，例如：0403花蓮地震，花蓮港確實產

生土壤液化，並對碼頭造成破壞，爰此，針對港區地震液化風險的評估研究，確有必要性。

2. 建議本研究可長期進行，並建立臺灣各商港液化風險模式及高液化風險資料庫為最終目標。

二、何委員鴻文

(一) 鼎型塊織布橋基保護工法之現地試驗與成效評估(3/4)-試驗場址數值模型建置及評估

本案研究成果對於橋梁維管單位未來辦理橋基保護工作有助益，後續建議能依國3大甲溪橋試辦成效提出適用河段、織布規格、鋪設及固定綁紮方式等指南。

(二) 公路橋梁梁底狹小空間檢測工具專利申請與推廣

1. 本案研究成果有助於檢測空間受限之橋梁檢測工作，未來申請專利建議需對目前已實際使用之檢測設備差異性及未來專利使用原則慎予評估。
2. 本工法是否可運用於港區橋梁？建議後續可評估。

(三) 人工智慧辨識透地雷達訊號圖像之前處理初探

運用透地雷達於道路養護巡查並應用 AI 辨識將為未來趨勢，本案擬整合常用廠牌之資料前處理問題，將對後續 AI 辨識影像資料庫建置有助益。

(四) UAV 結合深度學習輔助公路局邊坡災防應用探討

臺灣地區颱風、地震、豪雨頻繁，UAV 應用於邊坡防災之研議建議除公路主管單位外，亦可結合其他單位，例如：農業部農村發展及水土保持署、林業及自然保育署等。

三、吳委員松旺

(一) 鼎型塊織布橋基保護工法之現地試驗與成效評估(3/4)-試驗場址數值模型建置及評估

1. 大甲溪近年較無劇烈沖刷，相關驗證成果仍需視未來降雨規模持續進行追蹤。
2. 本年度公路管理單位仍將繼續進行橋墩鼎塊保護，後續

可配合研究討論相關現地鋪設，以達理論及實務合作。

(二) 公路橋梁梁底狹小空間檢測工具專利申請與推廣

建議可配合定期橋檢作業，持續研討合適之工具與方式，例如：鋼箱梁內部檢測。

(三) UAV 結合深度學習輔助公路局邊坡災防應用探討

公路管理單位使用 UAV 多是針對路權內邊坡，針對單一場址路權外邊坡非屬公路單位管養，然若需整體分析建議可一併納入資料蒐集。

四、林委員鎮華

(一) 鼎型塊織布橋基保護工法之現地試驗與成效評估(3/4)-試驗場址數值模型建置及評估

橋梁監測資料，例如：水位、流速等，建議回饋數值模擬進行驗證，另可考量不同環境情境之模擬。

(二) 公路橋梁梁底狹小空間檢測工具專利申請與推廣

建議蒐集開放式橋梁及封閉式橋梁之比例，藉以思考後續工具的研發或如何搭配其他檢測工具。

(三) 人工智慧辨識透地雷達訊號圖像之前處理初探

建議可調查各式相關軟體的通用性，並取得不同單位的透地雷達使用資料，以增加資料量和AI學習之相容性。

(四) UAV 結合深度學習輔助公路局邊坡災防應用探討

建議可針對有監測儀器之邊坡進行探討，以和 UAV 影像判識結果進行比較及相互驗證。

(五) 113年臺灣地區金屬材料腐蝕環境調查與鋅金屬關聯性研究

建議納入在該環境中公共設施材料進行比對，探討其腐蝕速率變化以及如何回饋至防蝕和延壽，降低維護成本。

(六) 港灣構造物巡查檢測作業精進(3/4)-新興科技應用於防波堤設施巡查檢測作業

建議建立防波堤透地雷達資料庫，並比對震後或其他災害

發生時之變化。

(七) 港區地震液化風險評估模式精進(3/5)-高雄港模式精進

建議配合鑽探報告資料，未來可於地震前後進行比對。

五、張委員欽森

(一) 鼎型塊織布橋基保護工法之現地試驗與成效評估(3/4)-試驗場址數值模型建置及評估

1. 本研究計畫共分111~114年共4年執行，之前尚有107~110年的相關研究，運輸技術研究中心(以下簡稱運技中心)同仁前前後後耗費8年時間進行本項研發工作，其中包括水工模型試驗、現場實作測試、數值模擬等作業，值得肯定，也希望本項研究最後能有良好成效，並實際推廣到相關政府單位來引用。
2. 有關採用鼎型塊做為橋基保護工雖為一般橋梁河川慣用型式，惟因後續機關執行時，依政府採購法規定需有同等品之規定，以避免有綁標之嫌，因此，建議研究成果分析儘量可以較通則參數訂定此工法之材料型式，以利後續機關執行。
3. 相關文獻及資料收集僅提到河道地形、歷年沖刷變化及流速等資料，建議應再增加相關河川流量、輸沙量及水位等水文資料，並進行必要之極值統計分析，以利試驗結果可對應後續設計所需採用之回歸期條件。
4. 運技中心前往華光工程顧問股份有限公司(以下簡稱華光公司)推廣本研究成果時，曾提到本保護工法適用於卵礫石層，對砂質地地形較不適用，在建置數值模式時對卵礫石層之模擬及試驗地形之重現合理性應是模式較為困難之處，也將攸關模式未來推測之成果，希望運技中心同仁多多費心思考相關議題，必要時可拜訪業界或學術界，共同討論研究。
5. 建議本計畫可納入相關國內外經驗公式分析結果比較，如中興大學林呈教授對此領域有許多研究成果，除可進

一步驗證國內適用之經驗公式之可行性外，亦可做為該工法量化評估成效之參考。

(二) 公路橋梁梁底狹小空間檢測工具專利申請與推廣

1. 感謝運技中心蔡主任率領研究團隊到華光公司來分享本項研發成果，會中雙方進行相關技術及意見交流，希望對雙方都能有所助益。近期華光公司將爭取公路局橋梁檢測及耐震評估工作，以及鐵道局高架橋梁檢測業務，若能順利取得標案，將會適時與運技中心協商，應用此項研究成果在實際檢測工作之可行性。
2. 前次推廣會議中，華光公司同仁曾建議鏡頭影像納入尺寸之可行性，以便在檢測時可即時判斷構件之劣化情形，及是否需再進一步仔細檢測之必要性。
3. 在簡報中，辦理方式之推廣活動提到「評估本橋檢工具後續精進方向，或研發新型橋檢工具之可行性」，依以往工作經驗，港埠棧橋碼頭面板底部及港外碼頭連絡棧橋底部之檢測，各有其檢測之難處與限制，例如：棧橋碼頭面板底部或空間狹小，易受潮汐漲退影響，或碼頭縱深較深等；港外碼頭棧橋底部以往係以搭船並配合施工架方式進行檢測，需克服潮汐及風浪之影響，檢測作業都十分不方便，除耗時外，成果亦不易掌握。建議可思考納入後續研究之方向。
4. 水管橋之檢測作業，沒有行車動線，如何考量應用於此類橋檢工作？

(三) 人工智慧辨識透地雷達訊號圖像之前處理初探

1. 目前運用透地雷達檢測辨識地下管線及孔洞等的位置正確率僅60%，且與雷達波長有關，探測深度約2~5米，因此，如何蒐集及整理成正確的訓練樣本，提供後續人工智慧進行AI辨識，應是關鍵課題。
2. 透地雷達影像如若受到干擾訊號，都需要利用處理軟體進行消除，增益等方式處理，各廠牌透地雷達的分析應用軟體，可能有所差異，透過與業界或學者等訪談瞭解，

應是正確之方向，可藉此加強後端由AI 判別之能力。

3. 各道路面層、基層、底層及下方土層等層面及材料的差異所造成的圖像特徵不盡相同，是否能夠針對此差異分類蒐集，以利後續研究之進行。
4. 未來人工智慧辨識 AI 成果，建議應與實地資料比對，建立檢核方法及標準。

(四) UAV 結合深度學習輔助公路局邊坡災防應用探討

1. 針對裸露型落石邊坡之浮落石、張力裂縫之 AI 深度學習之訓練樣本，建議可先找開源資料集，並納入本地訓練樣本，一起進行模型訓練，以提升AI 判識之成效。
2. 邊坡防災之危險因子多，且非常複雜，建議可以納入：坡度、坡向、地質條件等其它因素進行整體性之判斷，其中坡度、坡向可利用 UAV 成果進行DEM 計算取得。
3. 未來建議評估利用Insar 之資料進行 AI 訓練之可能性。

(五) 113年臺灣地區金屬材料腐蝕環境調查與鋅金屬關聯性研究

1. 本研究包含大氣腐蝕及水下腐蝕，自96年開始執行大氣腐蝕、104年加入水下腐蝕，應累積足夠多資料可做比對，目前研究是否都是針對該年度的腐蝕進行分析，建議可加入歷年分析，以瞭解大氣腐蝕環境及水下環境的長年趨勢。
2. 建議補充試驗對應之腐蝕因子，如螺旋金屬暴露試驗主要所得之腐蝕因子為何？
3. 簡報35頁有辦理大氣腐蝕環境調查取樣維護作業，但並無辦理水下腐蝕環境調查作業說明。
4. 計畫有說明大氣腐蝕因子，但是否針對水下腐蝕因子進行調查並分析，請補充說明。另建議補充目前所研析之腐蝕因子有哪些？是否有針對流速及水溫對水下腐蝕之影響？

(六) 港灣構造物巡查檢測作業精進(3/4)-新興科技應用於防波堤設施巡查檢測作業

1. 建議可與臺灣港務股份有限公司(以下簡稱港務公司)討論調整防波堤劣化度判定標準，依據「港灣構造物維護管理手冊」，部分判定標準過於嚴苛，例如：沉箱部分劣化判定標準2及3是規定3mm 之裂紋；而沉箱量體大，3mm 之裂紋判定為缺損尺度有失比例原則、差異過大，且沉箱大部分位於水下，透過水下攝影判斷3mm 之裂紋難度高。另外，上部工亦有類似之規範，1cm 之裂紋可能為施工所致，且並不影響防波堤功能，建議可適度調整。
2. 建議防波堤進行檢修時，將檔案蒐整及歸類可納入應辦工作項目中，以利後續5年一次結構安全檢核之正確性及延續性。
3. 相關資料中均未提及新興科技是哪些項目，是否有預想項目？
4. 拋石防波堤之破壞通常由堤腳沖刷開始，導致消波塊移動及滑落，然人工巡檢僅能執行水面上之目視，初步判斷是否有異常情形，而水面下部分則需由潛水俠下水檢查，但因水流及波浪影響，潛水俠基於安全不容易接近防波堤檢視，因此，多音速測量應可被納入考量進行水面下結構物是否移動之佐證工具，提供參考。

(七) 港區地震液化風險評估模式精進(3/5)-高雄港模式精進

1. 研究名稱所指精進定義是否僅為納入新建工程增加之地質資料，建議定義清楚是否僅為新增液化分析資料？
2. 研究項目及內容中，除液化潛能之評估及推估液化後沉陷量外，是否能增加其他可能造成碼頭損害之評估？

六、游委員中榮

(一) 公路橋梁梁底狹小空間檢測工具專利申請與推廣

1. 發明專利之標的較廣，通常是物質、物品、方法、材料及其用途的描述，新型專利之標的則僅及於物品之形狀、構造或組合的創作，建議可以發明專利為主。
2. 取得專利後，建議供我國研究機構或企業在我國管轄區

域內製造或使用為優先，並鼓勵於橋檢相關專案推廣使用，提升國內橋檢技術發展。

(二) 人工智慧辨識透地雷達訊號圖像之前處理初探

1. 提醒應用 AI 需要辨識者對於異徵的知識，並且樣本和基礎圖資需標準化。
2. 透地雷達管線資料或許比較容易取得，就個人所知已經有數個地方政府，例如：臺北市、新北市、桃園市、臺中市等，有利用透地雷達調查管線，並與管線資料庫做比對，或許有機會可以取得透地雷達斷面資料提供 AI 訓練，惟縣市政府應無圖像前處理的經驗。
3. 是否可以取得適當的地下孔洞模式以做為 AI 訓練？據悉臺北市新工處似有相關資料，資訊供參。

(三) UAV 結合深度學習輔助公路局邊坡災防應用探討

1. 建議明確定義判釋標的，例如：落石坡、緩坡、人工邊坡，因其破壞機制皆有所不同。另外欲判釋的邊坡特徵，例如：坡面植生、坡頂坡面裂縫、浮石、岩石解理、人工邊坡構造設施等，亦需考量。
2. UAV 影像取得並非一定是由機關自行拍攝，有可能是委外辦理，不同 UAV 影像取得則需要標準化，建議可評估設定航線自行飛行取得影像。
3. 建議提出 UAV 影像取樣率、航高、路線、拍攝角度、是否有參考比例(地面控制點)、取樣範圍(公路維管單位的關注範圍)和影像製作方式等建議。

(四) 港灣構造物巡查檢測作業精進(3/4)-新興科技應用於防波堤設施巡查檢測作業

據悉港務公司有委託臺灣大學利用UAV 結合 AI 進行港區設施自動化調查，建議可以蒐集資料參考。

(五) 港區地震液化風險評估模式精進(3/5)-高雄港模式精進

1. 液化潛勢評估方式有好幾種，據悉新版的基礎設計規範有數種液化潛勢分析方法，現行港灣設計規範似乎只有

Seed 法，或許不同的研究成果可以提供給港務公司，提供設計規範修改的參考依據。

2. 本計畫是否有包含液化後地盤沉陷的分析？是 Ishihara & Yoshimine 法或是 Tokimatsu and Seed 法？

柒、結論：

感謝各位委員提供本所相當寶貴之專業建議，請案關業務同仁將委員意見納入參採，以符合實際應用面，並提升研究成果之廣度及實用性。

捌、散會：下午4時30分。

會議簽到表

壹、會議名稱：本所運技中心第一科 113 年度自行研究計畫專家學者座談會議

貳、時間：113 年 4 月 23 日(星期二)下午 2 時

參、地點：本所運輸技術研究中心2樓簡報室

肆、主持人：蔡主任立宏 蔡立宏

伍、出席單位及人員：

所外委員	簽名
王委員錦榮	王錦榮
何委員鴻文	何鴻文
吳委員松旺	吳松旺
林委員鎮華	林鎮華
張委員欽森	張欽森
游委員中榮	游中榮
本所運輸技術研究中心 柯副主任正龍	柯正龍
第一科	賴瑞豐 許以昇 胡哲文 郭登鍵 張道光 曾文偉 黃宇謙
第二科	李俊翔
第三科	林雅雯

(註：簽到表請掃描成 pdf 檔，若欲與會議紀錄整併成 1 個 pdf 檔，可至「https://www.ilovepdf.com/zh-tw/merge_pdf」，將會議紀錄與簽到表上傳後進行合併，再上傳至公文系統附件區供陳核)

附錄二

第 1 次工作會議紀錄

113 年 6 月工作會議紀要

採購/自辦案件編號：

會議名稱：「本所運輸技術研究中心第一科 113 年自行研究計畫」第 1 次工作會議

時間：113 年 6 月 26 日(星期三)上午 9 時至 12 時 30 分

地點：本所運輸技術研究中心 5 樓第一會議室

主持人：賴瑞應科長

出席者：如後附簽到表

紀錄：鄭登鍵

壹、討論議題/計畫名稱

一、工作進度說明

(一)鼎型塊織布橋基保護工法之現地試驗與成效評估(3/4)-試驗場址數值模型建置及評估

1. 數值水理分析及文獻蒐集。
2. 數值模型分析流程及檢定與驗證事件選取。
3. 階段性成果應用。

(二)公路橋梁梁底狹小空間檢測工具專利申請與推廣

1. 相關智慧財產權及專利法規、專利申請程序，及專利地圖分析之相關研究文獻彙整。
2. 各構件之研發設計內容盤點，評估專利申請之可行性。
3. 本橋檢工具推廣應用工作執行進度。
4. 推廣活動回饋意見彙整。

(三)人工智慧辨識透地雷達訊號圖像之前處理初探

1. 國內常用透地雷達廠牌、型號及其資料處理軟體彙整。

2. 支援相容各廠牌透地雷達分析應用軟體(第三方軟體)之基本資訊彙整。

3. 專家學者訪談，訪談對象包括國內透地雷達代理商、業界專家及學界專家。

(四) UAV 結合深度學習輔助公路局邊坡災防應用探討

1. UAV 結合 AI 於邊坡之相關研究文獻蒐集。

2. 公路局訪談摘要。

3. 邊坡維護管理機制及防災流程探討。

(五) 113 年臺灣地區金屬材料腐蝕環境調查與鋅金屬關聯性研究

1. 完成第 1、2 季大氣腐蝕劣化因子調查與現地暴露試驗取樣維護作業，完成 112 年第 4 季、全年與 113 年第 1 季，大氣腐蝕劣化因子化學分析及金屬試樣酸洗工作。

2. 完成 112 年度試驗資料綜整分析工作，並將資料擴增於資料庫，公開於本中心網站供外界查詢。

3. 完成撰寫及出版「2023 年臺灣大氣腐蝕劣化因子調查研究資料年報」工作，提供相關單位選用金屬材料與防蝕工法應用。

(六) 港灣構造物巡查檢測作業精進(3/4)-新興科技應用於防波堤設施巡查檢測作業

1. 各港區防波堤之巡檢項目與維護管理制度彙整與研析。

2. 防波堤常見之劣化項目探討。

(七) 港區地震液化風險評估模式精進(3/5)-高雄港模式精進

1. 液化評估法相關文獻彙整。

2. 高雄港近 10 年新建工程之地質鑽探資料蒐集。

3. 完成高雄港地質鑽探資料盤點。

二、針對目前研究方向與執行情形進行討論

(一) 鼎型塊織布橋基保護工法之現地試驗與成效評估(3/4)-試驗場址數值模型建置及評估

1. 討論文獻相關數據之引用應確認其適用性。

2. 討論數值模擬分析流程與檢定與驗證事件選取。

(二)公路橋梁梁底狹小空間檢測工具專利申請與推廣

1. 討論國內橋梁檢測相關設備專利發明現況。

2. 討論推廣活動各橋檢廠商之回饋意見。

3. 討論本橋檢工具後續精進方向及實務需求。

(三)人工智慧辨識透地雷達訊號圖像之前處理初探

1. 討論蒐集透地雷達檢測數據資料之方式，及蒐集過程中會遇到的困難。

2. 討論透地雷達檢測數據資料儲存格式，及如何讀取並顯示人員可以判釋之訊號圖像。

(四)UAV 結合深度學習輔助公路局邊坡災防應用探討

1. 討論現行公路邊坡維護管理機制及防災流程。

2. 討論已蒐集之公路邊坡基本資料、分級、災害類型及監測手段。

3. 討論公路局實務單位針對 UAV 結合 AI 進行加值應用之想法。

(五)113 年臺灣地區金屬材料腐蝕環境調查與鋅金屬關聯性研究

1. 討論去年新增之十八王公橋試驗點的腐蝕情況與取樣事宜。

2. 討論腐蝕試驗點之氯鹽試架安裝工作。

(六)港灣構造物巡查檢測作業精進(3/4)-新興科技應用於防波堤設施巡查檢測作業

1. 討論防波堤維護管理機制、巡查檢測項目與劣化判定標準。

2. 討論各港之防波堤構件劣化項目。

(七)港區地震液化風險評估模式精進(3/5)-高雄港模式精進

1. 討論土壤液化評估相關方法。

2. 討論地質鑽探資料建置後，如何盤點及篩選。

3. 討論後續報告內容的加強與補充。

貳、重點紀要/主要結論

一、鼎型塊織布橋基保護工法之現地試驗與成效評估(3/4)-試驗場址數值模型建置及評估

- (一)梅雨季甫過，請視現場水位條件，安排於合適時間進行今年度現場試驗區第 1 次 UAV 觀測航拍，以觀測並記錄現場地形變化情形。
- (二)大甲溪石岡壩下游河段水理分析屬大範圍分析，請以二維模擬為宜；試驗橋址局部沖刷屬小範圍分析，請以三維模擬為宜，以有效率及合理分析評估本計畫工法之成效。

二、公路橋梁梁底狹小空間檢測工具專利申請與推廣

- (一)橋檢人員回訓課程進行推廣時，設計調查問卷提供回訓學員填寫，持續蒐集第一線橋檢實務人員對本橋檢工具之專業意見及後續精進建議，並調查橋檢工作之實務需求。
- (二)依所蒐整推廣活動回饋意見，評估橋檢工具後續精進方向，並依實務需求，研擬後續研究計畫研發新式橋檢工具之可行性。

三、人工智慧辨識透地雷達訊號圖像之前處理初探

- (一)對可能蒐集到之透地雷達檢測數據資料進行分類，如：訊號圖像（圖片檔案）、原始資料(Raw Data，二進位檔案格式)等，並分析不同類別數據資料對於訓練 AI 之助益。
- (二)後續報告中對於透地雷達儲存格式(二進位檔案格式)進行相關說明。

四、UAV 結合深度學習輔助公路局邊坡災防應用探討

- (一)依所蒐整之公路局優先關注邊坡曾經或正在應用 UAV 之狀況資料，釐清其邊坡災害類型及空拍影像數量，並以國內外文獻為借鏡，持續研析合適公路局之 UAV 結合 AI 切入課題及方法。
- (二)UAV 可實現酬載更換，以達更廣泛之情境使用。除蒐集 UAV 搭載光學鏡頭產製高解析度影像後進行之加值應用研究外，可擴大蒐集 UAV 搭載熱顯像、紅外線及 LiDAR 等結合 AI 之文獻。

- (三)依公路局提供轄下各分局管理之中高風險邊坡資訊，針對邊坡維護數量較多之山地工務段，安排後續訪談，並藉以瞭解實務需求和研究著力點，達以終為始之目的。

五、113 年臺灣地區金屬材料腐蝕環境調查與鋅金屬關聯性研究

- (一)研究成果後續可整理成論文，投稿防蝕研討會或港灣季刊。
- (二)新增之十八王公橋試驗點腐蝕數據可提供維管單位參採。

六、港灣構造物巡查檢測作業精進(3/4)-新興科技應用於防波堤設施巡查檢測作業

- (一)統計並分類各防波堤構件之劣化項目，以瞭解防波堤常見損壞構件，提供後續防波堤維護之參考數據。
- (二)水下之防波堤構件之檢測診斷項目可以探討用多音束與 ROV 來進行相關劣化度的判釋。

七、港區地震液化風險評估模式精進(3/5)-高雄港模式精進

- (一)報告中呈現高雄今年新增港區之地質鑽探資料，應包含其新、舊資料之分佈區域，以利瞭解其分佈是否能滿足高雄港區液化評估之需求。
- (二)今年度進行高雄港模式精進，除增加地質鑽探資料外，建議運用國內、外之液化分析方法，推估高雄港液化範圍及震陷量，提供地震速報簡訊之應用。

會議簽到表

壹、會議名稱：「本所運輸技術研究中心第一科 113 年自行研究計畫」第 1 次工作會議

貳、時間：113 年 6 月 26 日(星期三) 上午 9 時

參、地點：本所運輸技術研究中心5樓第一會議室

肆、主持人：賴瑞應科長 賴瑞應

伍、出席單位及人員：

出席單位	職稱	姓名
本所運輸技術研究中心第一科	副研究員 張道光 副研究員 謝妙周 副研究員 周哲 副研究員 曾文 副研究員 鄭登鍵 副研究員 黃子謙 助理研究員 賴俊呈 王培源	
本所運輸技術研究中心第二科	科長	李信賴
本所運輸技術研究中心第三科	科長	林雅雯

附錄三
第 2 次工作會議紀錄

113 年 8 月工作會議紀要

採購/自辦案件編號：

會議名稱：「本所運輸技術研究中心第一科 113 年自行研究計畫」第 2 次工作會議

時間：113 年 8 月 26 日(星期一)上午 9 時至 12 時 30 分

地點：本所運輸技術研究中心 5 樓第一會議室

主持人：賴瑞應科長

出席者：如後附簽到表

紀錄：鄭登鍵

壹、討論議題/計畫名稱

一、工作進度說明

(一)鼎型塊織布橋基保護工法之現地試驗與成效評估(3/4)-試驗場址數值模型建置及評估

1. 現場觀測成果說明。
2. 數值模型分析流程及二維模型檢定成果說明。
3. 階段性成果應用說明。
4. 後續研究項目說明。

(二)公路橋梁梁底狹小空間檢測工具專利申請與推廣

1. 鐵道橋梁及箱涵橋梁檢測國內外文獻蒐集彙整。
2. 橋檢工具專利申請評估結果說明。
3. 橋檢工具推廣應用工作執行進度說明。
4. 推廣活動回饋意見彙整。

(三)人工智慧辨識透地雷達訊號圖像之前處理初探

1. 探討數據資料前處理方法(程序)及前處理過程中會遭遇之問題及困難，並初步研擬解決對策。

2. 辦理專家訪談針對國內外應用 AI 辨識透地雷達訊號圖像，及數據資料之前處理方法，詢問相關專業看法及意見。

(四) UAV 結合深度學習輔助公路局邊坡災防應用探討

1. 公路局邊坡資訊調查及蒐集情形說明。
2. 公路局邊坡維護管理機制及防災流程探討。

(五) 113 年臺灣地區金屬材料腐蝕環境調查與鋅金屬關聯性研究

1. 完成第 1、2 季大氣腐蝕劣化因子調查與現地暴露試驗的取樣維護、化學分析及金屬試樣酸洗工作，第 3 季工作辦理中。
2. 構建鋅金屬腐蝕速率與主要大氣腐蝕因子間的迴歸模式。
3. 後續工作項目說明。

(六) 港灣構造物巡查檢測作業精進(3/4)-新興科技應用於防波堤設施巡查檢測作業

1. 各港區防波堤經常及特別巡查設施之劣化項目之探討。
2. 多音束水深測量與行動應用程式應用於防波堤巡檢作業。

(七) 港區地震液化風險評估模式精進(3/5)-高雄港模式精進

1. 建置高雄港地質鑽探資料，並盤點、篩選可用資料共 891 筆地質鑽探資料。
2. 完成不同地震情境下液化潛勢比較。

二、針對目前研究方向與執行情形進行討論

(一) 鼎型塊織布橋基保護工法之現地試驗與成效評估(3/4)-試驗場址數值模型建置及評估

1. 今年度凱米颱風帶來可觀之降雨量，對於本計畫試驗區成效驗證有相當的幫助，對於整體量化成效之數據亦可藉此事件更新。
2. 對於本次凱米颱風事件下，石岡壩放流量及試驗區河床水位高之物理量，可建立通用性詞語或對等概念，便於對外說明使用。

(二) 公路橋梁梁底狹小空間檢測工具專利申請與推廣

1. 討論博大公司協助本橋檢工具專利申請評估結果。
2. 討論本橋檢工具於橋檢人員回訓課程推廣之問卷回饋意見。
3. 討論本橋檢工具於鐵道橋梁應用之可行性。

(三) 人工智慧辨識透地雷達訊號圖像之前處理初探

1. 討論蒐集透地雷達數據資料時，透地雷達的原始資料(Raw Data)要如何取得。
2. 討論若蒐集的透地雷達數據資料不足給 AI 進行訓練學習時，利用「生成對抗網路 (GAN)」生成 AI 訓練學習資料的可能性。

(四) UAV 結合深度學習輔助公路局邊坡災防應用探討

1. 討論現行公路局邊坡維護管理機制及防災流程。
2. 討論公路局邊坡應用 UAV、LiDAR 等科技巡檢實際案例。

(五) 113 年臺灣地區金屬材料腐蝕環境調查與鋅金屬關聯性研究

1. 討論迴歸模式之模式構建、解釋變數選定。
2. 討論後續迴歸模式之模式精進、解釋與預測工作。

(六) 港灣構造物巡查檢測作業精進(3/4)-新興科技應用於防波堤設施巡查檢測作業

1. 討論防波堤巡查檢測劣化項目與水下定期檢測劣化度探討。
2. 討論新興科技應用於防波堤巡檢作業。

(七) 港區地震液化風險評估模式精進(3/5)-高雄港模式精進

1. 討論高雄港不同地震情境下液化潛勢分析。
2. 討論後續報告內容的加強與補充。

貳、重點紀要/主要結論

一、鼎型塊織布橋基保護工法之現地試驗與成效評估(3/4)-試驗場址數值模型建置及評估

- (一) 凱米颱風事件後可驗證設置織布之保護效果，其中 P23 橋墩恰為左右各半採用傳統及織布保護工法之區域，相當適合做為本計畫工法效果之說明。

(二)請依所規劃之後續工作項目執行。

二、公路橋梁梁底狹小空間檢測工具專利申請與推廣

(一)鐵道橋梁之交通可及性與公路橋梁不同，應考量執行橋檢工作相關設備運送及人員之交通方式，以完整評估本橋檢工具於鐵道橋梁應用之可行性，建議接洽鐵道橋梁維管單位，並安排現場橋檢工作觀摩，以瞭解鐵道橋梁檢測實務之進行概況。

(二)本橋檢工具之後續精進方向，應以滿足橋檢公司及橋檢人員之實務需求，並請瞭解相關客製化所需成本，以利後續推廣工作之說明。

三、人工智慧辨識透地雷達訊號圖像之前處理初探

(一)蒐集透地雷達數據資料時，透地雷達的原始資料(Raw Data)雖然大多由乙方掌握，請探討函請甲方要求其廠商(乙方)提供檢測的透地雷達原始資料(Raw Data)之可行性。

(二)後續請探討利用「生成對抗網路(GAN)」生成AI訓練學習資料的可行性。

四、UAV 結合深度學習輔助公路局邊坡災防應用探討

(一)依現況調查資料，公路局各工務段邊坡曾經或正在應用 UAV 進行空拍之數量約有 77 處，本計畫過往已訪談公路局北分局、中分局等轄下工務段，建議再安排其他分局進行訪談，以廣泛瞭解不同區域之實務需求。

(二)本計畫已整理公路局科技應用邊坡案例，並提出目前使用 UAV 搭載光學鏡頭或 LiDAR 主要進行之應用場景、優點和適用條件，後續於進行研析 UAV 結合 AI 深度學習影像辨識方法之工作項目時，請以相關應用場景如何搭配 AI 輔助為切入點進行探討。

五、113 年臺灣地區金屬材料腐蝕環境調查與鋅金屬關聯性研究

(一)後續可運用構建的迴歸模式進行金屬腐蝕速率預測。

(二)在選擇解釋變數時，可檢視腐蝕速率與腐蝕因子之散佈圖。

六、港灣構造物巡查檢測作業精進(3/4)-新興科技應用於防波堤設施巡查檢測作業

(一)多音束水深測量在防波堤水下定期檢測劣化度判定(護面塊與護基塊)問題，建議可再探討其適用性。

(二)防波堤水下與水上沉箱壁體與消波塊構件之檢測診斷項目，可以探討用 UAV 與 ROV 新興科技來進行相關劣化度的判釋。

七、港區地震液化風險評估模式精進(3/5)-高雄港模式精進

(一)請補充液化風險評估之機率分析與定值分析之差異處。

(二)高雄港洲際二期(倉儲物流區及散雜貨碼頭)由於地質鑽探資料太少，建議高雄港不同地震情境下液化潛勢比較圖中，洲際二期暫時不要分析液化潛勢。

會議簽到表

壹、會議名稱：「本所運輸技術研究中心第一科 113 年自行研究計畫」第 2 次工作會議

貳、時間：113 年 8 月 26 日(星期一) 上午 9 時

參、地點：本所運輸技術研究中心5樓第一會議室

肆、主持人：賴瑞應科長 賴瑞應

伍、出席單位及人員：

出席單位	職稱	姓名
本所運輸技術研究中心第一科	副研究員 副研究員 副研究員 副研究員 助理研究員 副研究員	胡錦 謝維屏 鄭金鍊 王浩源 賴俊生 張道光 黃宇瑞 曾文傑 顏震杰
本所運輸技術研究中心第二科	科長	李信穎
本所運輸技術研究中心第三科	科長	林雅雯

附錄四
第 3 次工作會議紀錄

113 年 10 月工作會議紀要

採購/自辦案件編號：

會議名稱：「本所運輸技術研究中心第一科 113 年自行研究計畫」第 3 次工作會議

時間：113 年 11 月 4 日(星期一)上午 9 時至 12 時 30 分

地點：本所運輸技術研究中心 5 樓第一會議室

主持人：賴瑞應科長

出席者：如後附簽到表

紀錄：黃烟宏

壹、討論議題/計畫名稱

一、工作進度說明

(一)鼎型塊織布橋基保護工法之現地試驗與成效評估(3/4)-試驗場址數值模型建置及評估

1. 113 年度前 3 季現場試驗觀測結果。
2. 二維數值模型建置情形。
3. 階段性成果應用。
4. 後續研究項目。

(二)公路橋梁梁底狹小空間檢測工具專利申請與推廣

1. 本案橋檢工具專利申請作業進度。
2. 本案橋檢工具推廣工作執行狀況及進度。
3. 推廣活動回饋意見彙整。
4. 研發新型橋檢工具需求及規劃。

(三)人工智慧辨識透地雷達訊號圖像之前處理初探

1. 透地雷達數據資料前處理過程遭遇之問題及初步解決對策。
2. 草擬合作研究計畫「應用深度學習輔助辨識透地雷達道路潛在下孔洞訊號圖像之研究」研究主題與重點。

(四) UAV 結合深度學習輔助公路局邊坡災防應用探討

1. AI 深度學習技術探討。
2. UAV 結合 AI 深度學習影像辨識方法。

(五) 113 年臺灣地區金屬材料腐蝕環境調查與鋅金屬關聯性研究

1. 完成第 1~3 季大氣腐蝕劣化因子調查與現地暴露試驗的取樣維護、化學分析及金屬試樣酸洗工作，第 4 季工作辦理中。
2. 構建鋅金屬腐蝕速率與主要大氣腐蝕因子間的迴歸模式，並應用模式進行鋅金屬腐蝕速率預測及腐蝕環境分類等級預測。

(六) 港灣構造物巡查檢測作業精進(3/4)-新興科技應用於防波堤設施巡查檢測作業

1. 依維護管理制度執行防波堤巡檢作業時所遭遇之問題。
2. 新興科技 UAV、多音束水深測量與水下無人載具應用於防波堤巡檢作業。

(七) 港區地震液化風險評估模式精進(3/5)-高雄港模式精進

1. 高雄港不同地震情境下液化潛勢分析結果。
2. 高雄港不同地震情境下地震沉陷潛勢分布結果。

二、針對目前研究方向與執行情形進行討論

(一) 鼎型塊織布橋基保護工法之現地試驗與成效評估(3/4)-試驗場址數值模型建置及評估

1. 二維模型參數率定選用。
2. 河床大斷面資料導入。
3. 三維模式參數率定及驗證。

(二) 公路橋梁梁底狹小空間檢測工具專利申請與推廣

1. 本案橋檢工具授權及推廣模式。
2. 推廣活動回饋意見及本案橋檢工具功能精進方向。
3. 新型橋檢工具研發需求及後續規劃。

(三) 人工智慧辨識透地雷達訊號圖像之前處理初探

1. 保存數據資料、資料庫以及資料庫的不同及其必要性。

2. 對於透地雷達的訊號圖像而言，採用標註異常訊號特徵與標註正常訊號特徵做為 AI 訓練學習方式之優缺點。

(四) UAV 結合深度學習輔助公路局邊坡災防應用探討

1. 分辨式 AI 及生成式 AI 之基本原理、代表模型及資源需求等。
2. 生成式 AI 應用於影像辨識之適用性及切入點。

(五) 113 年臺灣地區金屬材料腐蝕環境調查與鋅金屬關聯性研究

1. 迴歸模式的 R^2 值、以模式進行預測時的預測區間信賴水準。
2. 港區腐蝕因子調查數據的分析與應用，以及後續模式的精進方向。

(六) 港灣構造物巡查檢測作業精進(3/4)-新興科技應用於防波堤設施巡查檢測作業

1. 防波堤水下與陸上巡檢作業時所遭遇問題。
2. 應用新興科技強化防波堤之巡查與檢測作業。

(七) 港區地震液化風險評估模式精進(3/5)-高雄港模式精進

1. 高雄港不同地震情境下地震沉陷潛勢。
2. 後續報告內容的加強與補充。

貳、重點紀要/主要結論

一、鼎型塊織布橋基保護工法之現地試驗與成效評估(3/4)-試驗場址數值模型建置及評估

- (一) UAV 航拍勞務案，於完成康芮颱風事件之地形紀錄後，於 11 月下旬著手辦理相關結案驗收事宜，以利年度會計結算作業執行。
- (二) 請依所規劃之後續研究事項積極辦理，並如期於 11 月底前提交期末報告初稿。

二、公路橋梁梁底狹小空間檢測工具專利申請與推廣

- (一) 如未來本案橋檢工具有精進或客製化之規劃，應將本案彙整之實務需求建議提供予本工具精進改良之執行單位或廠商，提升本橋檢工具應用價值，且符合應用單位之實際需要。

- (二)如未來規劃針對箱型橋梁內部檢測研發新式橋檢工具，應先完整調查箱型橋梁內部構造樣態及橋梁環境狀況，並充分瞭解檢測作業需求。

三、人工智慧辨識透地雷達訊號圖像之前處理初探

本計畫所探討蒐集透地雷達數據資料的 2 種方式，其中蒐集他人已完成之探（檢）測或試驗數據資料這個方式，不論是在蒐集的過程還是在進行資料前處理的過程，都會產生困難和問題，雖然這些問題本計畫有初步研擬相關解決的對策或建議，但是並沒有實際的執行經驗，建議將蒐集他人已完成之探（檢）測或試驗數據資料這個方式納入後續的合作研究計畫實際執行，以確認是否能透過這個方式蒐集到質量都適合訓練 AI 的數據資料。

四、UAV 結合深度學習輔助公路局邊坡災防應用探討

- (一)依照本研究應用 AI 深度學習結合 UAV 空拍影像輔助影像判識之目的，可依蒐集之資料量及品質，決定運用單一或多個 AI 模型，針對不同階段來予以協處。
- (二)建議針對 UAV 如何取得較為精良之資料成果、影像處理方式以及可結合 AI 深度學習影像判識之課題進行梳理，呈現一套架構流程圖，俾供應用單位及本所後續參採。

五、113 年臺灣地區金屬材料腐蝕環境調查與鋅金屬關聯性研究

- (一)後續可因應不同區域特性，構建相對應的關聯模式，並將風速、風向、雨量等氣象因子的影響納入模式。
- (二)後續可就特定地區的二氧化硫、氯鹽調查結果做進一步的深入分析。

六、港灣構造物巡查檢測作業精進(3/4)-新興科技應用於防波堤設施巡查檢測作業

- (一)建議加強新興科技應用於防波堤設施構件劣化項目對應於檢測項目的表單。
- (二)建議補充新興科技 UAV 與多音束水深測量應用於巡檢案例的說明。

七、港區地震液化風險評估模式精進(3/5)-高雄港模式精進

請依據觸發門檻加速度及高潛勢區面積分析成果，推估高雄港區之分區地震沉陷量，俾更新高雄港地震簡訊災況初評內容，並說明與原來地震簡訊災況初評內容之差異。

會議簽到表

壹、會議名稱：「本所運輸技術研究中心第一科 113 年自行研究計畫」第 3 次工作會議

貳、時間：113 年 10 月 31 日(星期四) 上午 9 時

參、地點：本所運輸技術研究中心5樓第一會議室

肆、主持人：賴瑞應科長 賴瑞應

伍、出席單位及人員：

出席單位	職稱	姓名
本所運輸技術研究中心第一科	副研究員 副研究員 副研究員 副研究員 助理研究員 副研究員 助理研究員 副研究員	曾文傑 謝幼屏 張道光 鄭登健 賴俊生 胡啟文 黃炳宏 黃育瑞
本所運輸技術研究中心第二科	科長	李信穎
本所運輸技術研究中心第三科	科長	林雅雯

附錄五

期末審查意見及辦理情形說明表

期末報告審查意見處理情形表

計畫名稱：公路橋梁梁底狹小空間檢測工具專利申請與推廣

審查意見	處理情形
(一)黃俊豪委員	
1. 本案橋檢工具研發成果之機構配置、穩定性及適用範圍，均較前期成果明顯提升，其專利申請建議可朝發明專利方向進行。	感謝委員肯定，本所已進行本案橋檢工具發明專利之申請作業。
2. 本案研究成果可協助第一線橋梁養護單位提升橋梁檢測成果之品質，第一線單位如具引進意願，將可增進本案效益，爰推廣對象除直接從事橋梁檢測之顧問公司外，建議可將第一線養護單位納為重點推廣對象。	本案後續將研議規劃與國內橋梁養護機關(構)交流推廣。
3. 近年來各界於橋梁檢測領域之研發能量，大多集中於影像自動辨識之相關軟體開發，對於硬體工具之研發則相對較少，為利研究成果能彼此相輔相成，建議後續可將研發能量集中硬體本身，除持續擴大適用範圍(例如增加長度)，並朝更穩定、更便利之方向邁進。	本所除持續改良精進本案橋檢工具之硬體架構，並已規劃進行箱型橋梁內部檢測工具研究開發案，持續投入研發相關協助橋檢之硬體工具，以符合橋檢業界之所需。
(二)楊秉順委員	
1. 如本案橋檢工具操作檢視平板電腦能與橋梁管理系統直接結合，將使第一線人員更易操作。	本案橋檢工具以市售 Gopro 攝影機做為拍攝設備，直接透過內建 APP 與實務檢測平板電腦連結，並可直接上傳拍攝影像，提升橋檢作業效率及便利性。
2. 依本案推廣執行成果，各單位建議增加功能及實務需求，可參考納入未來之研究方向，尤其以自動化箱內檢測課題，確實有實務上之需求性。	本所除持續改良精進本案橋檢工具之硬體架構，並已規劃進行箱型橋梁內部檢測工具研究開發案，持續投入研發相關協助橋檢之硬體工具，以符合橋檢業界之所需。
3. 因無人機無法接近橋梁支承近拍，未來如本案橋檢工具能安全操作讓桿臂可靠近拍攝支承，將可解決橋檢實務支承檢測不易之問題。	本案橋檢工具於梁底可透過手動操作，視環境許可縮短 B 桿(垂直桿)長度，將 C 桿及攝影機盡量貼近梁底並靠近支承，以利檢視拍攝相關構件。
4. AI 自評判讀功能確實可減輕第一線人員主觀判讀誤差，本案橋檢工具後續建議可研議導入結合。	本案橋檢工具未來預計導入本所開發之橋梁劣化 AI 影像辨識系統，檢測相關劣化之自動判識，增進橋梁檢測品質與效率，詳報告 5.1.2 節說明。

(三)李坤哲委員	
1. 本計畫執行過程歷經多次改良，且辦理多場推廣交流，吸納產官學意見後持續精進，研究內容嚴謹，完整性佳。	感謝委員肯定。
2. 本案橋檢工具已分析相關產品市場區隔、目標市場、市場定位，依據報告目前本案橋檢工具之C桿伸長量，已可符合很多橋梁寬度所需，且保有尺寸輕量及機動性，後續可依據客戶需求開發進(分)階產品，如整個系統輕量化使機動性更高，或C桿延長使重量、穩定性提高，或搭配非破壞檢測工具之不同機型。	本計畫認為適當且符合現地需求改良，增加相關桿件之尺寸為必須，但增加桿件長度之餘更應考量設備整體之平衡及操作可靠度，未來將研議研發不同尺寸量級之橋檢工具，依檢測橋梁之大小需求，可選用不同級距及功能之檢測工具，詳報告5.1.1節說明。
3. 有些橋梁因現場環境限制(如淤泥)，現有人力、設備無法檢測，報告建議可增加這方面論述。	遵照辦理，詳報告1-2頁。
4. 本案橋檢工具之耐用性如何？如需維修時零件及技術提供？	本案橋檢工具已規劃非專屬授權公告並進行技術移轉，未來由承接之廠商提供技術支援並進行後續維修。
5. 本案橋檢工具後續落地化之SOP，建議加入交通維持計畫之作業。	遵照辦理，將新增於本設備之操作手冊。
(四)本所運輸技術研究中心第一科 賴瑞應科長	
1. 本計畫完成本所研發之橋梁檢測工具申請專利可行性評估作業，評估結果有獲得專利之可行性，並於今年(113)底已進行專利申請的行政程序，研究同仁的努力予以肯定。	感謝科長肯定。
2. 本計畫針對本所研發之橋梁檢測工具進行一系列之推廣工作，包含部務會報、顧問公司交流、橋梁檢測人員講習及相關研討會進行說明推廣，並將相關推廣活動之問卷進一步彙整，做為後續橋梁檢測工具精進之參據，研究同仁的用心值得肯定。	感謝科長肯定。
3. 本計畫針對後續本所研發之橋梁檢測工具，也進行後續技術移轉之工作，目前已完成本案橋檢工具授權鑑價作業，明(114)年也將啟動後續授權之公告作業，對於研究成果落實應用之努力值得肯定。	感謝科長肯定。
4. 報告文字及圖表建議一律為黑體字，	遵照辦理，已修正定稿報告。

不需以紅色字來強度重點。	
5. 報告第 4-1 頁，表 4-1 本計畫 2024 年已完成推廣工作列表，請補充 113 年 12 月 23 日之推廣活動，內文也建議補充。	遵照辦理，詳報告 4-1 頁表 4-1、報告 4.5 節。
6. 報告第 6-2 頁 6.2 節建議，第 1 點提到建議執行橋檢工具專利申請作業，由於目前本所已進行相關申請專利之行政工作，建議將此項建議改列入 6.1 節結論較為適當。另外，6.3 節研究成果與效益，也提到後續將規劃執行中華民國發明專利申請，實際上已於今(113)年底進行專利申請之行政程序，建議做文字調整。	遵照辦理，詳報告 6.1 節、6.3 節。
(五)本所運輸技術研究中心第二科 李俊穎科長(書面意見)	
1. 本計畫已落實推廣橋梁梁底狹小空間檢測工具，提供交通部及相關機關(構)與民間顧問公司及廠商應用參考，成果具體值得肯定。	感謝科長肯定。
2. 報告第六章建議加強摘述前面各章主要成果，如第三章專利評估結果、第四章推廣成效、第五章橋檢工具精進評估等。	遵照辦理，詳報告 6-1 頁，第六章。
3. 建議在摘要內補述今年度主要成果。	遵照辦理，詳報告摘要。
(六)本所運輸技術研究中心第三科 蔣敏玲副研究員	
1. 本案對橋梁梁底狹小空間檢測作業深具實務應用價值，值得肯定。	感謝肯定。
2. 本年度進行業界顧問公司交流、橋檢人員培訓推廣等，更有助於落地應用及蒐集後續精進之回饋意見，已評估擬定後續優化方向。	感謝肯定。
3. 報告修改建議： (1)附錄放入第 3 次工作會議紀錄。 (2)部分圖名建議檢視酌調，如圖 4.17。 (3)定稿報告建議刪除「預計」等文字內容，如報告第 1-8 頁。 (4)圖表資料來源部分有缺漏，如報告圖 5.9、表 5-3、圖 5.10 等。	定稿報告已檢視修正。

附錄六

簡報資料



期末報告審查

公路橋梁梁底狹小空間檢測工具 專利申請與推廣

團隊成員：鄭登鍵、胡啟文
2024.12.26



大綱

1

研究緣起與目的

2

文獻回顧

3

專利申請評估與執行

4

推廣執行與成果

5

後續精進及開發評估

6

結論與建議

1 研究緣起與目的

緣起 & 目的

計畫緣起

- 梁底淨高不足之橋梁，因其梁底空間狹小，無法使用現有橋檢工具進入檢測，橋檢作業不易執行且危險。本計畫以本所研發之「橋梁梁底狹小空間檢測工具」，提供橋檢實務應用，降低作業風險。

先期計畫

- 2019年起本計畫開始研發橋檢工具，2022年導入影像拼接技術，2023年產出並持續優化橋檢工具，研訂橋檢工具使用手冊，並規劃辦理技術轉移，推廣提供橋梁維護管理單位未來實務應用。

計畫目的

- 2024年將評估橋檢工具專利申請之可行性，提出專利申請，提升工具價值。持續推廣橋檢工具，提供橋梁維護管理單位未來實務應用，提升橋檢作業之品質、效率及人員作業安全。

3

1 研究緣起與目的 – 橋檢現況



橋下淨高不足之橋梁無法使用現行橋檢工具，此類橋梁近水且幽暗的梁底環境，容易卡附漂流垃圾或長滿植物雜草，皆為橋檢人員必須面臨的工作環境。



橋梁梁底近水且佈滿垃圾雜物



水生植物叢生

4

1 研究緣起與目的 – 橋檢現況



遇橋下淨高不足、近水且幽暗之梁底檢測環境，檢測人員往往需冒著風險涉水、乘坐船艇或穿著潛水裝，進入橋梁底部趨近勘查檢測。



橋檢人員涉水接近目視勘查



橋檢人員搭乘船艇進入橋梁梁底

5

1 研究緣起與目的 – 研究歷程與成果



2021年 開發「推車型橋梁檢測工具」雛型架構。

2022年 提升影像清晰度的，並優化鏡頭可視範圍，可拍攝梁底側向構件。

2023年 優化整體架構及可靠度，並研訂操作手冊及規劃辦理技術移轉。

2024年 評估專利申請之可行性，辦理推廣活動並規劃技術移轉授權。



本橋檢工具研發目標及本研究之目的，為輔助人力檢測、降低橋檢風險，提升橋檢品質，進而保障用路人之安全。



2021

推車型橋梁檢測工具



梁底實測影像

2022

提升影像清晰度&優化鏡頭可視範圍



2023

優化整體架構及可靠度

6

1 研究緣起與目的 – 研究項目與內容

研究項目

文獻回顧

- 本所研發之橋檢工具現況。
- 智慧財產權及專利法規、專利申請程序，及專利地圖分析之相關研究文獻蒐集與彙整。

研提專利申請

- 針對2023年計畫研發之橋梁檢測工具，盤點各構件之研發設計內容，提出專利申請。

推廣工作執行

- 持續進行橋檢工具推廣工作，接洽國內橋梁維護管理機關(構)、執行橋檢之顧問公司或廠商，前往進行展示推廣。

推廣活動回饋意見彙整

- 蒐集彙整推廣活動回饋意見、實務工作需求，並調查各機關(構)及廠商接受技術移轉之意願。

橋檢工具後續精進及開發評估

- 規劃本橋檢工具之後續精進方向，評估本橋檢工具應用於其他型式橋梁之可行性，或依實務需求研發其他型式、功能之橋檢工具。

7

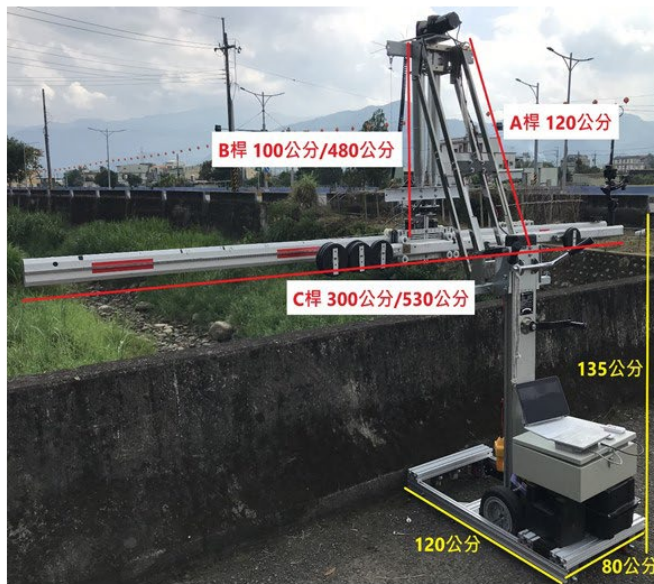
1 研究緣起與目的 – 研究項目與內容

工作流程示意圖



8

2 文獻回顧 – 橋檢工具現況



項目	規格說明
A桿長度	120公分
B桿收縮長度/最大長度	100/480公分
C桿收縮長度/最大長度	300/530公分
C桿尾端最大荷載	5公斤
攝影模組影像解析度	GoPro HERO 11 (4096×2160像素) 三軸穩定器 LED燈 (可依需求選用5公斤以下設備，如單眼相機、光達及超音波檢測儀器 etc)
運送方式	休旅車可載運
系統連續運行時間	C桿自備20000mAh鋰電池，可提供攝影模組及LED光源連續運行3小時以上
整機尺寸及重量	120公分(長) x 80公分(寬) x 135公分(高)，總重約100公斤
組立所需之作業時間	約20分鐘
最少作業人力	2人

9

2 文獻回顧 – 橋檢工具現況



橋梁檢測工具操作影片

10

2 文獻回顧 – 橋檢工具現況



11

2 文獻回顧 – 橋檢工具現況

橋檢工具應用範圍



全國約**23,064**座車行橋梁中，淨高小於6公尺 (UAV不適用之橋梁)，有**19,670**座，其中本橋檢工具適用最大淨寬10公尺以內之橋梁，共**12,857**座，佔全國橋梁總數約**56%**。

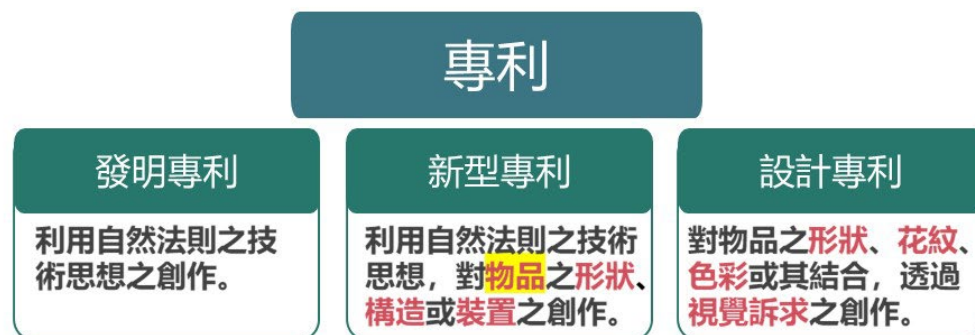
管理機關		正常使用	維修中	停用	總計
交通部	高公局	414	0	0	414
	公路局	764	5	0	769
	民航局	2	0	0	2
	臺灣港務公司	6	0	0	6
縣市政府		11,467	90	16	11,573
內政部		5	0	0	5
教育部		3	0	0	3
經濟部		49	0	0	49
國科會		6	0	0	6
農業部		22	0	0	22
退輔會		8	0	0	8
總計		12,746	95	16	12,857

統計條件：
 1.設施種類：橋梁(車行橋梁)
 2.使用狀態：正常使用、維修中、停用
 3.橋梁總長：大於等於6公尺
 4.最大淨寬：**小於10公尺**
 5.最低橋下淨高：**小於6公尺**

12

2 文獻回顧 – 專利申請

- 專利法第2條：本法所稱專利，分為下列三種：
 - 發明專利。
 - 新型專利。
 - 設計專利。



- 舉例來講，發明了一個東西，**比以往的產品好用**，就應該申請發明或新型專利，若是**比以往的產品外型漂亮**，就應該申請設計專利。

13

2 文獻回顧 – 專利申請

	發明專利	新型專利
法條內容	專利法第21條 發明，指利用自然法則之技術思想之創作。	專利法第104條 新型，指利用自然法則之技術思想，對物品之形狀、構造或裝置之創作。
保護年限	20年	10年
保護標的	包括 方法 、 物品 (有一定空間型態)、 物質 (無一定空間型態)、 生物材料及其利用 、或為 物品附加方法 (方法為達成該物的實施方法)的方式等。	僅及於 物品 (如系統、機械、結構...)。
審查流程	實體審查	形式審查

- 新型專利除了發明高度較低、保護期間較短，以及限於物品之形狀、構造或裝置外，與發明專利差異不大，因此，常被稱為「小發明」。

14

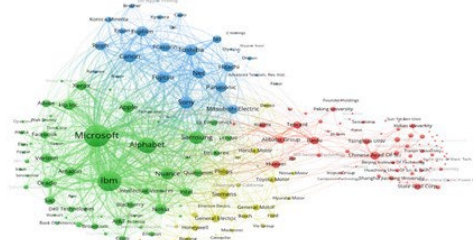
2 文獻回顧 – 專利申請

專利申請 評估

申請專利的條件及價值

- 申請專利的條件：**新穎性、非顯而易見性、實用性。**
- 申請專利的價值：**保護創新、市場優勢、授權和收益、品牌價值。**

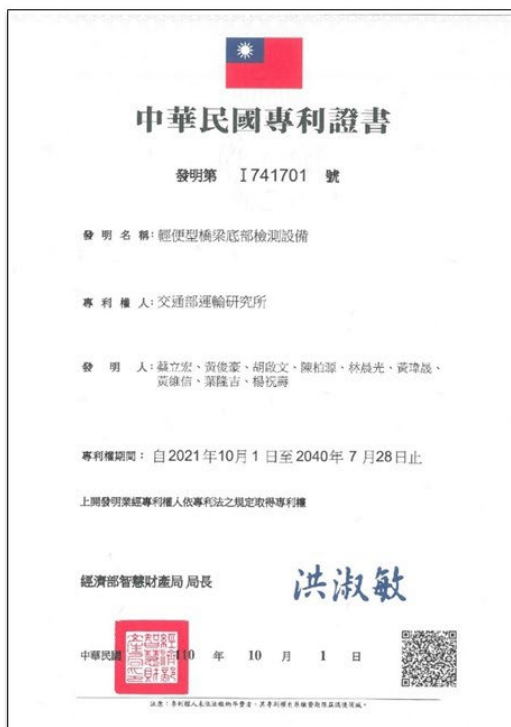
專利地圖



- 專利地圖就像是一幅地圖，但不是指地理位置，而是指專利技術的位置，顯示了某領域中的各種專利、技術和創新之間的關係和排列方式。
- 專利地圖像一張畫了各種技術的城市地圖，每個城市代表一個專利或一項技術，而城市間的道路則代表專利或技術間的關係。有些城市間可能有高速公路，表示技術關聯非常密切，而有些城市間可能只有小路，表示關聯性不太緊密。
- 專利地圖協助了解某領域中相關專利和技術間的關係，用來找到**有價值的專利、發現新的技術趨勢，或者找到合作夥伴。**

15

3 專利申請評估與執行 – 專利申請



- 2019年建構出「推車型橋梁檢測工具」之整體架構。
- 2020年提出中華民國專利申請。
- 2021年取得經濟部智慧財產局之中華民國專利。

16

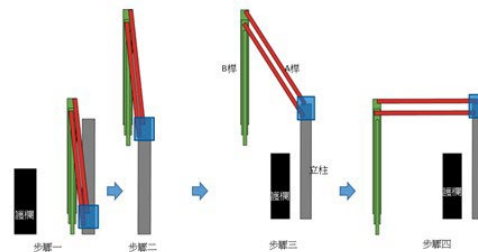
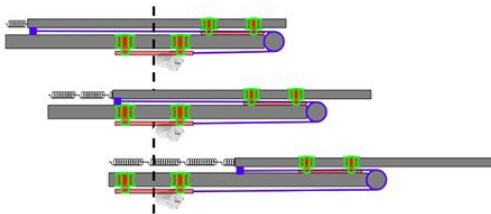
3 專利申請評估與執行 – 專利申請



項次	橋檢工具設備項目	原設計	2023改良後	效益
1	C桿伸縮模式	磨擦輪推送	繩排滑輪模組	提高使用壽命
2	A桿開展模式	翻轉式	抬升後下放式	減少環境高度限制
3	可拆卸式設計	3.5噸貨車運送	休旅車運送	提高便攜性
4	C桿尾端荷重	0.55公斤	5公斤	提高橋檢儀器擴充彈性
5	系統電力運行時間	1小時	3小時以上	運作時間更長
6	攝影模組影像解析度及選擇	自組式 PI CAM (3280×2464像素)	市售商品 Gopro11 Hero (4096×2160像素) 3軸穩定器	可依需求選用其他如單眼相機、光達或超音波檢測儀器

17

3 專利申請評估與執行 – 專利申請



項次	橋檢工具設備項目	原設計	2023改良後	效益
1	C桿伸縮模式	磨擦輪推送	繩排滑輪模組	提高使用壽命
2	A桿開展模式	翻轉式	抬升後下放式	減少環境高度限制
3	可拆卸式設計	3.5噸貨車運送	休旅車運送	提高便攜性

18

3 專利申請評估與執行 – 專利申請

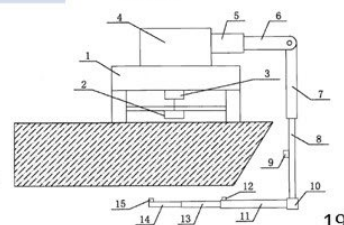
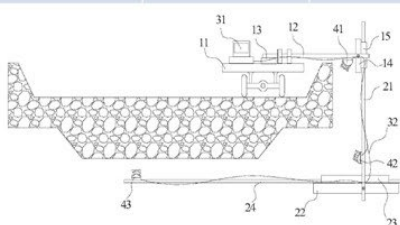
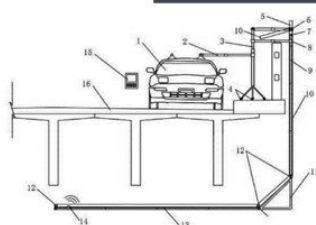
2023年研究精進改良成果與國內外專利比較

(美國、歐洲、日本、韓國、中國大陸專利5大局以及中華民國之專利)

- 改進的C桿(繩排伸縮滑輪關鍵模組設計)
- 改進的立柱(A桿四連桿結構垂降設計)
- 改良的拆卸部件

前案案號	本案研發技術		
	檢測桿軸承結構	四連桿結構	快拆部件
CN104195943A	×	×	△
CN203834355U	×	×	×
CN203700955U	×	×	×
CN206784177U	×	×	×
CN207295453U	×	×	×
CN208933824U	×	×	×

備註：○ 有揭露，與本案相關
△ 有揭露，但相似度低
× 無揭露



19

3 專利申請評估與執行 – 專利申請

2023年橋檢工具精進改良成果

- 改進的C桿設計
- 優化的立柱設計
- 改良的拆卸部件

專利申請
初步評估

申請專利評估(博大智權公司協助評估)

- 本研究前案2023年計畫，進行本橋檢工具各部件諸多創新設計及改良，具備專利申請條件，建議本橋檢工具申請專利以保護技術內容，提升產品專利價值，爰本研究後續將執行「橋梁梁底狹小空間檢測工具之中華民國發明專利」申請作業。

說明：

- 2024年8月21日博大公司完成專利申請評估本案專利可行性評估經前案比對具有新穎性，建議申請專利。
- 2024年10月21日已請宇州國際專利商標事務所報價，並提供本工具研發資料，預計2025年1月完成專利申請送件。

20

4 推廣執行與成果 – 成果推廣

2024年已完成推廣工作列表

項次	時間	項目	內容	人數	推廣形式
1	3月14日	交通部第1908次部務會報	提報「橋梁梁底狹小空間檢測工具研發與應用」研究成果	50	簡報
2	4月10日	拜訪華光工程顧問股份有限公司	研究成果技術交流	20	簡報
3	4月25日	拜訪宏盛工程顧問有限公司	研究成果技術交流	5	簡報
4	4月26日	拜訪財團法人中華顧問工程司	研究成果技術交流	15	簡報
5	4月30日	拜訪黎明工程顧問股份有限公司	研究成果技術交流	5	簡報
6	7月9-12日	113年度公路橋梁檢測人員培訓推廣	擔任課程講師，介紹本所研發「梁底狹小空間檢測工具」	180	專場授課&設備操作展示
7	10月24日	2024橋梁安全維護管理研討會	本中心蔡主任專題演講介紹本橋檢工具，並於會場外進行設備操作展示。	200	專題演講&設備操作展示
8	12月23日	工程檢測與監測學術交流會	本中心蔡主任專題演講介紹本橋檢工具，並於會場外進行設備操作展示。	150	專題演講&設備操作展示

21

4 推廣執行與成果 – 成果推廣

部務會報

- 日期：2024年3月14日
- 題目：橋梁梁底狹小空間檢測工具研發與應用



22

4 推廣執行與成果 – 成果推廣

華光工程顧問股份有限公司

- 日期：2024年4月10日
- 題目：橋梁梁底狹小空間檢測工具研發與應用



荔盛工程顧問有限公司

- 日期：2024年4月25日
- 題目：橋梁梁底狹小空間檢測工具研發與應用



23

4 推廣執行與成果 – 成果推廣

中華顧問工程司

- 日期：2024年4月26日
- 題目：橋梁梁底狹小空間檢測工具研發與應用



黎明工程顧問股份有限公司

- 日期：2024年4月30日
- 題目：橋梁梁底狹小空間檢測工具研發與應用



24

4 推廣執行與成果 – 成果推廣

橋檢人員回訓推廣

- 日期：2024年7月9~12日
- 題目：梁底狹小空間檢測工具介紹
- 地點：台北大直橋、台中虹揚橋
- 人數：180人

大直橋(北部) 7/9 7/10	課程名稱&作業項目	開始時間	授課講師	授課點	學員分組	執行時間(min)
	上午簽到	08:30	林伯勳工程師 (中華顧問)			30
	危害告知及環境說明	09:00	葉承軒工程師 (中華顧問)	-	60人	10
	特殊性橋梁設計解說	09:10	游祥宏技師 (中興顧問)	0	60人	50
	休息	10:00	-	-	-	10
	橋梁檢測職安衛解說+鋼構劣化說明 & 荷負式安全帶吊掛操作	10:10	李坤哲副總 楊耀傑、楊岳橋、黃志杰 (黎明顧問)	0	60人	60
	休息	11:10	-	-	-	10
	鋼構完整性檢測	11:20	許啟蒼教授 (朝陽科大)及二名助教	0	60人	40
	午餐	12:00		0		45
	下午簽到	12:45	林伯勳工程師 (中華顧問)	0	60人	5
	無人機橋梁檢測應用與介紹 梁底狹小空間檢測工具介紹	12:50-13:20	A.李志清執行長 (臺灣希望創新)	0	30人	30
		13:20-13:50	B.鄭登龍副研究員 (運研所)	0	30人	30
	A1.箱梁檢測裝備與檢測作業解說	13:50-14:25	李坤哲協理及三名講師(黎明顧問) 葉承軒工程師 (中華顧問)無限空間作業主管	3	30人	180 每場 35min 轉場 10min
	A2.引橋鋼箱梁內檢測演練	14:35-15:10	李坤哲副總及三名講師(黎明顧問) 葉承軒工程師(中華顧問)無限空間作業主管	4	30人	
	B1. EM Sensor & 鉗鉗裝置剖面介紹	15:20-15:55	邱于威副總 (宏興工程)	0	30人	
	B2.鋼箱內鉗鉗裝置 & 索力量測-振動法	16:05-16:40	邱于威副總 (宏興工程) 韓立庭工程師 (中華顧問) 張育彰工程師 (中華顧問)無限空間作業主管	1、2	30人	
	下課(點名簽退)	16:50	林伯勳工程師 (中華顧問)	0	30人	10
	課程結束	17:00				

4 推廣執行與成果 – 成果推廣

簡報說明&設備操作介紹



3 目前工作進度 – 成果推廣

課程問卷調查

- 參與學員：約180人
- 問卷回收：45份
- 填表比例：25%



【運研所】橋梁梁底狹小空間檢測工具_課程問卷

B I U ☐ ✕

本問卷為113年橋檢人員會訓課程問卷資料(僅做研究分析)
運研所欲透過此問卷,了解橋檢實務人員工作需求及困難,希望持續精進本日介紹之橋檢設備,或評估未來開發新式橋梁檢測工具。
※若貴單位、公司對本所開發之橋檢工具有興趣,或有相關橋檢工具的需求,歡迎留下聯絡方式。
設備介紹影片: <https://youtu.be/gJ7bxXovDLI>

從事橋檢工作是否遇過橋梁底部狹小不易進入之情形? *

☐ 曾經遇過

☐ 不曾遇過

若本橋梁檢測工具可以代替人員進入梁底空間完成橋檢工作,遇到適合使用的橋梁是否願意使用? *

☐ 願意使用

☐ 不願意使用 (請於下題簡要說明原因,並對本工具提出建議)

對本橋檢工具任何建議(例如:方便性、操作性、功能、價格...),請簡要說明

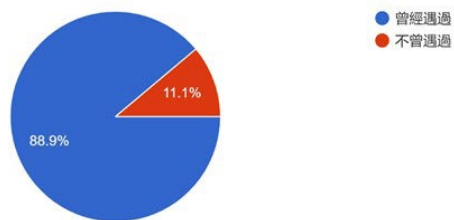
27

3 目前工作進度 – 成果推廣

橋檢實務線上問卷

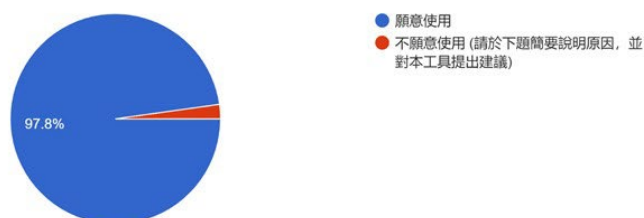
從事橋檢工作是否遇過橋梁底部狹小不易進入之情形?

45 則回應



若本橋梁檢測工具可以代替人員進入梁底空間完成橋檢工作,遇到適合使用的橋梁是否願意使用?

45 則回應



28

4 推廣執行與成果 – 回饋意見

提問與建議(對本橋檢工具之建議)

- 操作性更便利使用，增加其他複合功能。(桃園市政風養護工程處_科長)
- 抗風強度不知如何？(台灣整合防災工程技術顧問有限公司_許工程師)
- 方便性。(華光工程顧問股份有限公司_羅工程師)
- 目前橋樑檢測是利用iPad搭配中央大學研發之橋管理系統進行檢測。但是系統目前似乎不支援iPad以外的裝置進行照片拍攝，這樣這種工具有辦法實際應用嗎？(亞泰工程顧問)
- 價格。(華光工程顧問股份有限公司_羅工程師)
- 組裝時間若能再縮短，有望增加使用意願。(華光工程顧問股份有限公司_賴工程師)
- 可以考慮自走橋移功能。(桃機公司_黃工程師)
- 方便性。(第四波科技工程有限公司_賴工程師)
- 目前檢測部分大多需要上傳二代系統，大多檢測設備可能檢傷之前都要先上傳由iPad所拍攝的照片，而介紹設備所垂降之高度其實如果直接用iPad拍攝應該也是足夠了，感覺應該可以發展成在橋面上操作手臂下的iPad，直接上傳損傷，現場才不會一直在拍攝照片，簡單的說受限於二代系統種種限制，要是能直接結合系統我覺得會更方便。(亞泰工程顧問_林工程師)
- 需要輕便容易租借。公司不常做橋梁檢測。(荳宏工程技術顧問有限公司_蔡設計師)
- 機器如何維修。
- 價格便利 操作簡單 組立方便。(銓仲工程_謝技師)
- 增加判讀能力。(高速公路局南區養護工程分局_井工程司)
- 在價格上可以再便宜，並且長度可以再長一點，可以辦理比較大型橋梁。(高速公路局中區養護工程分局_林工程師)
- 方便性、操作性、功能、價格。(高速公路局斗南工務段_陳工程師)
- 裂縫檢測與AI自評等。(交通部公路局東區養護工程分局花蓮工務段_婁渥·卡底工程員)
- 請問此設備該如何避免空間迷航，導致標註構件錯誤的可能。(榮承發工程顧問股份有限公司_侯副理)
- 希望組裝能再簡化。(大甲工務段_蔡工程師)
- 輕便性，個人手持式。(交通部公路局南區養護工程分局_李工程員)
- 是否須依各分局都配置一台。(阿里山工務段_黃工程員)

29

4 推廣執行與成果 – 回饋意見

提問與建議(橋檢工作之困難與設備需求)

- 人無法進入的鋼箱 (台灣整合防災工程技術顧問有限公司_許工程師)
- 箱內檢測 (華光工程顧問股份有限公司_羅工程師)
- 箱內檢測環境惡劣，未來若有機器人或輔具搭配影像辨識也許能夠提高效率及降低檢測風險 (亞泰工程顧問)
- 鐵道 (華光工程顧問股份有限公司_羅工程師)
- 若能有效減少進入箱涵的話會更好 (華光工程顧問股份有限公司_賴工程師)
- 鐵道橋梁檢測 (亞泰工程顧問_林工程師)
- 靠近出海口橋梁徑高不足 (荳宏工程技術顧問有限公司_蔡設計師)
- 橋下淨高不足，無法進入 (台整_曾工程師)
- 箱涵檢測、橋梁檢測、隔音牆檢測 (高速公路局斗南工務段_陳工程師)
- 箱內檢測 (交通部公路局東區養護工程分局花蓮工務段_婁渥·卡底工程員)
- 下橋不易 (交通部公路局南區養護工程分局_李工程員)

30

4 推廣執行與成果 – 成果推廣

2024橋梁安全維護管理研討會

- 日期：2024年10月24日
- 題目：橋下狹小空間檢測工具-機械手臂
- 地點：集思交通部國際會議中心
- 人數：200人



31

4 推廣執行與成果 – 成果推廣

主任專題簡報&攤位設備操作介紹



32

4 推廣執行與成果 – 成果推廣

工程檢測與監測學術交流會

- 日期：2024年12月23日
- 地點：臺大醫院國際會議中心
- 題目：橋梁梁底狹小空間檢測工具研發
- 人數：150人



社團法人中國土木水利工程學會
Chinese Institute of Civil and Hydraulic Engineering

謹訂於
2024年12月23日(一) 9:30-17:00
於臺大醫院國際會議中心202會議室舉辦

工程檢測與監測學術交流會
主題：新式橋梁檢測技術

敬請 蒞臨指導

工程檢測與監測委員會 敬邀

大會議程

時間	單位	主講人	主題
09:30-09:50	報到		
09:50-10:00	開幕		
10:00-10:40	國立臺灣大學	張家銘教授	應用人工智慧於無人機橋梁巡檢中
10:40-11:20	台灣世環	吳振賢 經理	InSAR技術於橋梁檢測之應用
11:20-12:00	交通部運輸中心	蔡立宏 主任	橋梁梁底狹小空間檢測工具研發
中午餐敘			
13:00-13:40	國立成功大學	饒見有教授	攝影測量與AI影像辨識應用於梁無人機影像3D劣化檢測
13:40-14:20	中原大學	黃仲偉 教授	深度學習在橋梁檢測之應用
14:20-14:40	午餐時間		
14:40-15:20	翔龍航太	林繼凱 專案工程師	無人機應用於橋梁巡檢的快篩方法
15:20-16:00	國立高雄科大	楊國珍教授	鋼橋監檢測
16:00-16:40	三聯科技	鄭丁興 顧問	加速現在橋梁動態地磅監測之應用
16:40-17:00	綜合座談		

本文流會可登錄公務員與技師學習時數，歡迎踴躍報名參加！
會議地點：台北市中正區徐州路2號 臺大醫院國際會議中心202會議室

報名連結  主辦單位：社團法人中國土木水利工程學會

33

4 推廣執行與成果 – 成果推廣

主任專題簡報&攤位設備操作介紹



34

4 推廣執行與成果 – 回饋意見

現有橋檢 工具精進

檢測桿、設備尺寸精進

- A、B、C桿持續加長，以適用更多橋梁。(長度)
- 使用更輕量化相關材質。(方便性)
- 更精緻化、更小台便攜之構造持續研發，無須於現場拆裝。(方便性)

設備功能需求

- 增加虛擬尺可簡易量測尺寸的功能，以利判別劣化程度。
- 故相關設備建議要能與平板同步。
- 加強防水持續精進設備橋下適用範圍，降低操作空間限制。
- 螢幕需要有遮光罩。
- 橫向移動要有剎車阻力，自走橫移功能。
- 裂縫檢測與AI自評判讀功能。

新型橋檢 工具開發

不同款式開發

- 建議針對不同規模的橋梁設計不同款式以適用不同大小的橋梁。

箱型梁檢測

- 箱涵檢測白天過熱、不通風，空間狹隘工作執行環境危險，建議研發箱內檢測輔助工具，代替人員進到箱涵內部進行相關檢測工作。
- 未來橋梁設計箱梁內的開口應以全生命週期，考量現行設備的需求。

35

5 橋檢工具後續精進及開發評估 – 橋檢工具後續精進評估

項目	內容	可行性
檢測桿、設備尺寸精進	A、B、C桿持續加長，以適用更多橋梁。	△
	使用更輕量化相關材質。	○
	更精緻化、更小台便攜之構造持續研發，無須於現場拆裝，或組裝再更簡化。	△
設備功能需求精進	增加虛擬尺可簡易量測尺寸的功能，以利判別劣化程度。	△
	故相關設備建議要能與實務平板iPad同步直接操作。	○
	加強防水持續精進設備橋下適用範圍，降低操作空間限制。	○
	螢幕需要有遮光罩。	○
	自走橫移功能且要有剎車阻力。	○
	裂縫檢測與AI自評判讀功能。	△
鐵道橋梁檢測之應用	本工具目前是應用在公路橋梁，鐵路橋梁其實也有橋梁檢測工具使用的輔助需求。	△

○：可行 △：需評估

36

5 橋檢工具後續精進及開發評估 – 橋檢工具後續精進評估

尺寸精進

設備現況

- 檢測桿(C桿)之最大伸長量為5.3公尺。
- A、B桿抬升適用110公分高之護欄。

改良方向

1. 增加1節3公尺之管材，C桿總伸長量最長可達約7公尺。

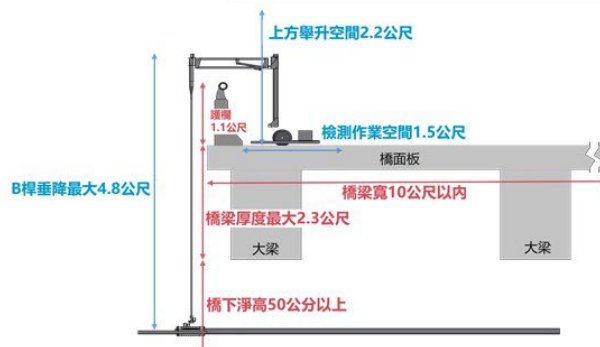
優點：適用更多橋梁。

缺點：整體重量增加，機動性下降。

2. A、B桿件再加長。

優點：提高適用護欄之高度及厚度，克服橋側外因附掛管線而無法使用之情形。

缺點：整體重量增加，機動性下降。



37

5 橋檢工具後續精進及開發評估 – 橋檢工具後續精進評估

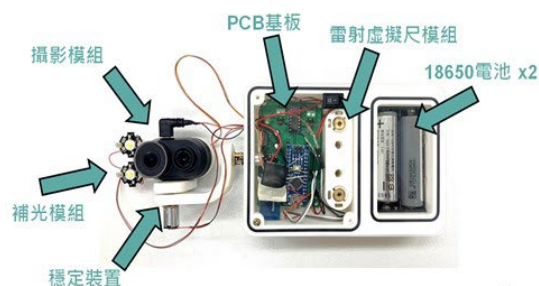
功能精進

虛擬尺功能

- 2021年時具備雷射虛擬尺之功能。
- 影像軟體開發，套用現成AR尺規app，於畫面中直接呈現尺規。

裂縫檢測與AI自評判讀

- 「無人機搭配AI影像辨識應用於橋梁檢測之研究」。
- 可辨識混凝土橋梁六大主要構件(主梁、橫隔梁、橋墩/帽梁、橋面板、橋台、擋土牆)之三大劣化缺失。
- 導入本所開發之橋梁劣化AI影像辨識系統。



38

5 橋檢工具後續精進及開發評估 – 橋檢工具後續精進評估

鐵道橋梁

檢測作業規定及現況

- 《鐵路橋梁之檢測及補強規範》以《公路橋梁檢測及補強規範》參考編撰，本橋檢工具符合使用範疇，依規定可用於鐵道橋梁之檢測作業。
- 白天進行目視檢測。
- 輔助工具使用無人飛行載具UAV。

鐵道橋梁應用評估

1. 設備之運送及人員交通方式。
2. 設備操作須配合營運列車之班表。
3. 設備移動裝置需改良為能行走於道碴之表面，加大輪徑或改為履帶式，以適應較為凹凸崎嶇之操作表面。



39

5 橋檢工具後續精進及開發評估 – 橋檢工具後續開發評估

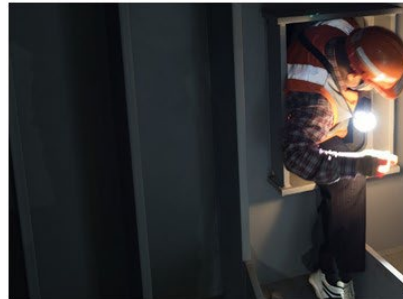
箱涵橋梁

檢測現況

- 箱梁內部易產生嚴重腐蝕或疲勞裂縫之情形，影響橋梁結構安全，故依規定需定期進行相關檢測。
- 橋梁檢測正面臨人力不足與經費短缺的窘境，一次箱內檢測需要4到5名人員共同執行，人力不足經費短缺導致橋檢不容易落實，影響橋檢品質，進而影響橋梁安全。
- 箱涵內部狹窄，人員、機具不易進入檢測，白天過熱、不通風，構件封閉、幽暗且視線不佳，屬高危險性之工作環境，有其提升工作安全之必要性。

開發評估

- 透過分析橋檢工具相關領域產業發展概況，應用於箱型橋梁之檢測工具發展技術較少，具有良好的技術發展前景。



40

5 橋檢工具後續精進及開發評估 – 橋檢工具後續開發評估

箱涵橋梁

專利地圖分析(博大智權公司協助分析)

- 專利檢索分析鎖定於「橋梁底檢測」技術，檢索包含美國、歐洲、日本、韓國、中國大陸專利5大局以及中華民國之專利資訊，鎖定近5年的專利技術，探究最新發展狀況。
- 橋梁底檢測技術領域相關專利，主要欲解決的問題為檢測橋梁底部人員難以到達的檢測盲區，對應人員難以到達的檢測盲區問題，相關專利技術解決方案開發各式檢測工具，以無人載具擷取影像資料方式居多，其中又以飛行無人機相關技術有最多發展。
- 相較於無人載具檢測工具近年來相關技術發展較少，主要有結合車輛的大型機械臂檢測車，以及小型獨立操作的檢測設備。

評估結果

- 相較於橋梁外部構件檢測，因箱涵內部狹窄，人員、現有機具不易進入檢測，白天過熱、不通風，構件封閉、幽暗且視線不佳，屬高危險性之工作環境，有提升箱涵內部橋檢工作安全之需求，又橋梁檢測實務工作正面臨人力不足與經費短缺的窘境，爰本研究認為研發箱型橋梁內部檢測工具有其必要性，並透過博大公司分析報告評估，目前相關領域產業發展概況，應用於箱型橋梁之檢測工具之發展技術較少，具有良好的技術發展前景。

41

5 結論與建議 – 結論



1. 本研究評估**本橋檢工具專利申請可行性**，認為本檢測工具目前無相似的檢測設備技術競爭，**具有良好的技術發展前景**，且本橋檢工具各部件諸多創新設計及改良，**具備專利申請條件**。
2. 本研究評估**各界對於本橋檢工具之專業建議**，應針對實務提出各項具可行性之需求，**持續進行本橋檢工具精進改良**，或技術授權移轉後依使用需求進行客製化功能精進。
3. 經彙整本研究認為**研發箱型橋梁內部檢測工具有其必要性**，透過分析目前相關領域產業發展概況，應用於箱型橋梁之檢測工具發展技術較少，**具有良好的技術發展前景**。

42

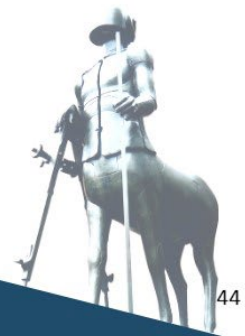
5 結論與建議 – 建議



1. 建議執行「橋梁梁底狹小空間檢測工具之中華民國發明專利」申請作業，以保護本橋檢工具研發技術內容，提升產品專利價值。
2. 鐵道橋梁檢測作業進行方式、檢測環境與公路橋梁有異，建議後續研究規劃鐵道橋梁現場橋檢工作觀摩，及橋檢人員交流訪談，以充分瞭解鐵道橋梁檢測實務之進行概況，完整評估本橋檢工具改良應用之可行性。
3. 建議研發箱型橋梁內部檢測工具，協助橋檢人員進行箱梁內部檢測，以改善橋檢實務工作現正面臨人力不足及經費短缺之問題，藉以提升檢測作業安全、效率與品質。提供國內橋梁管理機關，執行箱型橋梁內部檢測作業時，另一可行之檢測方案。

43

簡報完畢



44