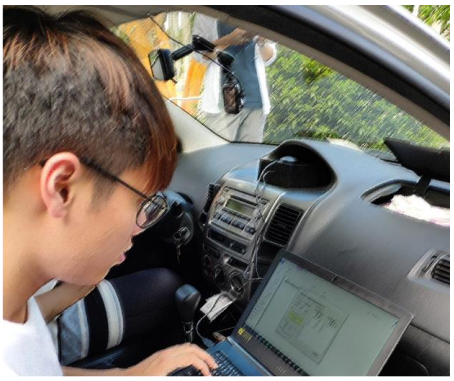
內政部營建署

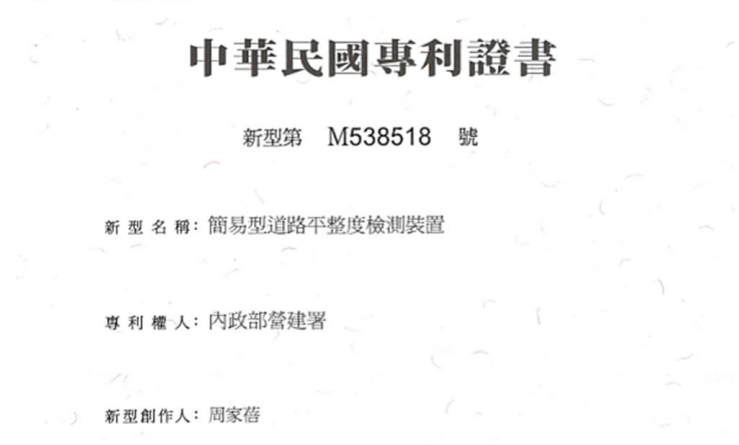
鋪面平整度品質提升精進計畫

成果報告書









中華民國專利證書

新型第 M538518 號

新型名稱：簡易型道路平整度檢測裝置

專利權人：內政部營建署

新型創作人：周家蓓

中華民國運輸學會
Chinese Institute of Transportation

中華民國 111 年 2 月

目　錄

第一章　緒論 1-1

1.1　計畫背景 1-1

1.2　計畫目標 1-4

1.3　工作內容 1-5

1.4　執行流程與預定進度 1-7

1.5　預期成果 1-11

第二章　簡易型平整儀功能精進與軟體授權管理 2-1

2.1　簡易型平整儀軟硬體架構介紹 2-1

2.2　軟體功能精進與 2.0 版軟體介紹 2-2

2.2.1　軟體功能精進項目規劃 2-3

2.2.2　2.0 版軟體主要修正說明 2-6

2.2.3　2.0 版軟體介紹 2-11

2.3　軟體契約簽訂規劃與執行 2-15

2.3.1　授權方式規劃 2-15

2.3.2　軟體授權契約內容 2-16

2.4　軟體契約簽訂情形及使用情形追蹤 2-17

第三章 規劃執行簡易型平整儀檢測教育訓練課程 3-1

3.1　教育訓練課程規劃 3-1

3.2　簡易型平整儀使用手冊與影音教材製作 3-6

3.2.1　軟體功能精進項目規劃 3-6

3.2.2　影音教材製作 3-8

3.3 教育訓練課程執行情形 3-14
3.3.1 課前問卷統計 3-17
3.3.2 課後問卷統計 3-22
3.3.3 課後測驗統計 3-28
第四章 檢測直轄市、省轄市與縣轄市區道路平整度 4-1
4.1 檢測計畫規劃 4-1
4.2 整體檢測結果分析比較 4-4
4.3 臺北市檢測結果分析 4-12
4.4 新竹市檢測結果分析 4-14
4.5 宜蘭縣檢測結果分析 4-17
4.6 市區道路平整度長期追蹤案例探討：新北市八里區中華路 4-21
4.7 簡易型平整儀檢測速度限制探討 4-25
4.8 本章小結 4-31
第五章 車型對 AARI 檢測影響模式建立 5-1
5.1 背景與目標 5-1
5.2 相關研究說明 5-2
5.2.1 車型差異對車輛反應加速度值相關研究 5-2
5.2.2 AARI 先期研究校正方法 5-3
5.3 校正模型發展所需數據蒐集 5-4
5.3.1 場地與車輛 5-4
5.3.2 標準數據建立 5-5
5.4 校正模型建立 5-7
5.4.1 目標值確認 5-7

5.4.2 車體參數之多元線性迴歸分析 5-8
5.5 校正模型驗證與後續發展 5-10
5.5.1 校正實驗結果 5-10
5.5.2 AARI 車型校正模型適用性結果討論 5-12
第六章 簡易型平整儀專利權維護與申請他國專利可行性評估 6-1
6.1 硬體專利權維護情形 6-1
6.2 硬體專利授權檢討與修訂 6-3
6.2.1 授權方式規劃 6-3
6.2.2 硬體授權契約內容 6-5
6.2.3 授權契約檢討與修訂 6-6
6.2.4 硬體專利授權及使用情形追蹤 6-8
6.3 申請他國專利可行性評估 6-10
6.3.1 美國、歐盟、日本、韓國等四地專利制度比較 6-11
6.3.2 專利維護之難易程度 6-13
6.3.3 可專利性之探討 6-14
6.3.4 小結 6-14
第七章 簡易型平整儀國際能見度提升 7-1
7.1 國際獎項申請 7-1
7.1.1 獎項介紹 7-1
7.1.2 申請程序 7-6
7.1.3 建議申請獎項 7-7
7.1.4 申請文件項目與準備 7-7
7.1.5 申請結果與檢討 7-8

7.2 國際研討會與期刊論文投稿發表 7-9

7.2.1 國際研討會論文投稿發表 7-10

7.2.2 期刊論文投稿發表 7-13

第八章 結論與建議 8-1

8.1 結論 8-1

8.2 建議 8-5

附錄一 簡易型平整儀使用手冊（pdf 版）

附錄二 簡易型平整儀使用者問卷調查結果

附錄三 「簡易型平整儀檢測教育訓練」簽到單

附錄四 「簡易型平整儀檢測教育訓練」課前問卷

附錄五 「簡易型平整儀檢測教育訓練」課後問卷

附錄六 各縣（市）所有路段檢測結果

附錄七 「簡易型道路平整度檢測裝置」專利狀態查詢結果

附錄八 「簡易型道路平整度檢測裝置」專利非專屬授權契約第 3 版

附錄九 「簡易型道路平整度檢測裝置」專利非專屬授權契約第 4 版及修正條文對照表

附錄十 簡易型平整儀已取得硬體專利授權單位使用情形調查問卷

附錄十一 世界道路協會全球道路貢獻獎申請文件

附錄十二 期中報告審議會議記錄與意見回覆

附錄十三 期末報告審議會議記錄與意見回覆

圖目錄

圖 1-1　計畫預定流程 1-9

圖 2-1　簡易型平整儀軟、硬體組成架構 2-2

圖 2-2　1.0 版資料擷取軟體介面 2-4

圖 2-3　2.0 版整合軟體功能並以頁籤切換 2-7

圖 2-4　2.0 版軟體加速規校正功能 2-8

圖 2-5　2.0 版軟體改善檢測啟閉按鈕設計 2-8

圖 2-6　2.0 版軟體檢測中即時資料顯示情形 2-9

圖 2-7　「讀取儀器訊號輸出報表」按鈕示意圖 2-10

圖 2-8　2.0 版軟體檢測報告範例 2-10

圖 2-9　2.0 版軟體新增基本資訊欄位 2-11

圖 2-10　2.0 版軟體「資料擷取」頁面功能 2-12

圖 2-11　2.0 版軟體「加速度規校正」頁面功能 2-13

圖 2-12　2.0 版軟體「參數設定」頁面功能 2-14

圖 2-13　報告檔非軟體 2.0 版輸出之加密報告檔時顯示之警告視窗 2-15

圖 2-14　依地區別與單位別統計軟體授權數量 2-18

圖 2-15　依單位別與計畫期別統計軟體授權數量 2-19

圖 3-1　電子版使用手冊製作方式 3-6

圖 3-2　簡易型平整儀影音教材首頁 3-14

圖 3-3　室內課程執行情形（一） 3-16

圖 3-4　室內課程執行情形（二） 3-17

圖 3-5　線上課程執行情形（三） 3-17

圖 3-6　場次 1 與場次 2 教育訓練參訓者工作年資統計 3-18

圖 3-7　場次 3 與場次 4 教育訓練參訓者工作年資統計 3-19

圖 3-8　場次 1 參訓人員課程了解程度統計 3-24

圖 3-9　場次 2 參訓人員課程了解程度統計 3-24

圖 3-10　場次 3 參訓人員課程了解程度統計 3-25

圖 3- 11 場次 4 參訓人員課程了解程度統計 3-25
圖 3- 12 參訓人員認為於使用簡易型平整儀方面還需要之協助 3-26
圖 3- 13 四場次教育訓練參訓人員對於規劃之滿意項目 3-27
圖 3- 14 場次 1 與場次 2 之參訓人員對於規劃之不滿意項目 3-27
圖 3- 15 課後測驗得分情形 3-31
圖 4- 1 各縣（市）檢測路段 AARI 值於不同舒適度等級分類比例 4-5
圖 4- 2 兩階段各縣（市）等級占比整體比較 4-7
圖 4- 3 臺北市檢測路段平整度分級地圖 4-9
圖 4- 4 新竹市檢測路段平整度分級地圖 4-10
圖 4- 5 宜蘭縣檢測路段平整度分級地圖 4-11
圖 4- 6 臺北市兩階段檢測之 AARI 累積百分比比較 4-13
圖 4- 7 臺北市第一階段 6 條道路之盒鬚圖 4-14
圖 4- 8 臺北市第二階段 6 條道路之盒鬚圖 4-14
圖 4- 9 新竹市檢測 AARI 累積百分比圖 4-16
圖 4- 10 新竹市第一階段 3 條道路之盒鬚圖 4-17
圖 4- 11 新竹市第二階段 3 條道路之盒鬚圖 4-17
圖 4- 12 宜蘭縣檢測 AARI 累積百分比圖 4-19
圖 4- 13 宜蘭縣第一階段 4 條道路之盒鬚圖 4-20
圖 4- 14 宜蘭縣第二階段 4 條道路之盒鬚圖 4-20
圖 4- 15 新北市八里區中華路施工前、施工後、施工 10 個月後之 AARI 值累積分佈比較 4-21
圖 4- 16 新北市八里區中華路各車道鋪面刨鋪前後 AARI 值 4-22
圖 4- 17 新北市八里區中華路內側車道南向 AARI 值長期檢測結果 4-23
圖 4- 18 新北市八里區中華路內側車道北向 AARI 值長期檢測結果 4-23
圖 4- 19 新北市八里區中華路外側車道南向 AARI 值長期檢測結果 4-24
圖 4- 20 新北市八里區中華路外側車道北向 AARI 值長期檢測結果 4-24
圖 4- 21 第一階段和平東路 AARI 累積分布圖 4-26

圖 4- 22 第二階段和平東路 AARI 累積分布圖 4-26
圖 4- 23 和平東路速度探討實驗結果：各車道平均 AARI..... 4-27
圖 4- 24 和平東路速度探討實驗結果：東向各車道、兩種速度之盒鬚圖.. 4-28
圖 4- 25 和平東路速度探討實驗結果：西向各車道、兩種速度之盒鬚圖.. 4-28
圖 4- 26 和平東路速度探討實驗結果：東向第一車道百公尺區段比較..... 4-29
圖 4- 27 和平東路速度探討實驗結果：西向第二車道百公尺區段比較..... 4-29
圖 4- 28 和平東路速度探討實驗結果：兩種速度檢測差值分布..... 4-30
圖 5- 1 多種車型檢測同路段後進行線性迴歸以校正車型影響之結果..... 5-4
圖 5- 2 A1 車型於相同路段所檢測之 IRI 與 AARI..... 5-6
圖 5- 3 各車型於 18 個路段實測之原始 AARI..... 5-6
圖 5- 4 各車型校正後之 AARI 值 5-7
圖 5- 5 各車型校正前後與 A1 車型檢測值之誤差百分比..... 5-8
圖 5- 6 各驗證車型校正前後 AARI 值與標準值之比較.....5-11
圖 6- 1 簡易型平整儀授權模式..... 6-4
圖 7- 1 周家蓓教授代表營建署與研究團隊參與 IRF 亞太區線上會議 7-12
圖 7- 2 周家蓓教授代表營建署與研究團隊參與亞洲土木學會聯合會 第 40 屆執行委員會會議線上會議..... 7-13

表目錄

表 1-1　作業進度規劃 1-10
表 2-1　簡易型平整儀授權方式規劃 2-16
表 2-2　簡易型平整儀之使用者針對 1.0 版軟體之問題與建議及改善說明 2-20
表 3-1　歷年簡易型平整儀教育訓練與現地觀摩統計 3-2
表 3-2　「簡易型平整儀檢測教育訓練」場次 1 與場次 2 之課程安排 3-3
表 3-3　「簡易型平整儀檢測教育訓練」場次 3 與場次 4 之課程安排 3-5
表 3-4　簡易型平整儀使用手冊修訂內容說明 3-7
表 3-5　電子版使用手冊製作方式比較 3-8
表 3-6　簡易型平整儀影音教材拍攝腳本 3-9
表 3-7　「簡易型平整儀檢測教育訓練」課程報名與參訓人數與組成 3-15
表 3-8　場次 1 與場次 2 教育訓練參訓者所屬單位與工作年資統計 3-19
表 3-9　場次 3 與場次 4 教育訓練參訓者所屬單位與工作年資統計 3-20
表 3-10　場次 3 與場次 4 之參訓者是否聽聞或操作過該設備之統計 3-20
表 3-11　場次 3 與場次 4 參訓者求學經驗與單位內工作知能之調查 3-21
表 3-12　簡易型平整儀之持有與使用情形 3-22
表 3-13　場次 3、4 教育訓練課後測驗之新增題目 3-28
表 3-14　課後測驗之刪減題目 3-29
表 3-15　線上與實體之課後測驗平均答對率的比對題目統計 3-31
表 4-1　第一階段各縣（市）檢測數量與占比 4-2
表 4-2　第二階段各縣（市）檢測數量與占比 4-3
表 4-3　所有檢測路段 AARI 值於不同舒適度等級分類比例 4-4
表 4-4　各縣（市）檢測路段於不同舒適度等級分類數量 4-5
表 4-5　臺北市檢測長度統計 4-12
表 4-6　新竹市檢測長度統計 4-15
表 4-7　宜蘭縣檢測長度統計 4-18

表 5- 1　實驗選定車輛基本資料 5-4
表 5- 2　各車型與 A1 車型 AARI 關係表 5-7
表 5- 3　各車型 AARI 校正公式計算參數表 5-10
表 5- 4　各車型校正後 AARI 與 A1 車型差異表 5-10
表 5- 5　AARI 車型校正模型驗證車型基本資料與校正係數表 5-11
表 5- 6　各驗證車型校正前後 AARI 值與標準值之誤差百分比 5-12
表 6- 1　「簡易型道路平整度檢測裝置」專利非專屬授權契約第 3 版修正條文對照表 6-7
表 6- 2　美國、歐盟、日本、韓國等四地專利制度比較 6-12
表 7- 1　我國國道與省道得獎紀錄 7-5
表 7- 2　與簡易型平整儀開發推廣較為近似之得獎紀錄彙整 7-6
表 7- 3　候選申請獎項類別彙整 7-7

第一章　緒論

本章說明本計畫之計畫背景、目標、工作內容、執行流程及預定進度、與預期成果，以完整說明計畫整體規劃與執行情形。

1.1 計畫背景

為提升市區道路之鋪面績效品質，帶給用路人良好之使用舒適度與安全性，營建署自 90 年起持續推動改進鋪面養護管理作業制度與技術之各項工作，包括建立市區道路鋪面管理維護與技術規範手冊並開發鋪面管理電腦化系統、建立並推廣市區道路鋪面養護與驗收制度、於執行之計畫中提出並通過使用慣性剖面儀之平坦度檢測方法及慣性剖面儀驗證用之二項國家標準、推動現代化且國際化之 IRI 指標，致該指標被正式納入公共工程施工綱要規範第 02742 章「瀝青混凝土鋪面」。另有鑑於各縣（市）政府反應對於實施鋪面檢測所需之儀器取得困難，且表示 IRI 檢測經費較高等問題，營建署遂於 103 至 104 年間以建立平整度檢測門檻篩選機制為目標，開發簡易型道路平整度檢測儀器（以下簡稱簡易型平整儀）架構，經測試後確認所開發之設備及使用技術不僅可建立道路平整度檢測之篩選門檻，並可擴及比較不同道路間之相對平整度優劣。繼而於 105 至 106 年間建立簡易型平整儀之驗證制度、檢測程序與專利授權制度等，期可推廣簡易型平整儀；並於 107 至 108 年間推動「路面平整度績效檢測增能計畫」，大規模辦理教育訓練與示範檢測，令縣（市）政府與鄉鎮市公所第一線負責管養人員了解簡易型平整儀之使用。經近兩年之推廣，確已輔導部分縣（市）或鄉鎮市公所採用簡易型平整儀進行道路平整度之量測，但仍有許多單位表示因人員異動頻繁等原因，期可持續進行教育訓練。另一方面，經實際推動使用後，亦發現簡易型平整儀系統軟硬體介面與使用方式可再精進改善，以涵蓋更全面之檢測，因而規劃本計畫。

執行平整度調查所使用之儀器依其原理可區分為量測剖面起伏與量測車輛反應二大類，國內目前所使用之主要平整度調查之儀器為高低平坦儀與慣性平坦儀，雖然此二種儀器之原理、量測指標判讀與所反映之鋪面特徵皆不相同，

且使用慣性平坦儀做為驗收儀器雖已有「公共工程施工綱要規範」[1]標準可茲引用，亦具備相關儀器驗證制度（CNS 15043 及 CNS16371）可確保儀器量測品質，然多數道路主管機關對於逕採慣性平坦儀量測結果做為驗收依據仍需更多的使用經驗與瞭解方可突破既有習慣，因此目前仍主要採用高低平坦儀做為驗收時之檢測儀器，慣性平坦儀則做為不定期資料蒐集之用。由於二種儀器之差異，其指標間無法進行換算，因此造成驗收與管養指標無法搭配之情況。據了解，縣（市）政府於辦理平整度檢測時皆採委外方式[2]，因此於本團隊受營建署委託執行 103~104 年計畫[3]中曾依各縣（市）其市區道路長度概估委外檢測 IRI 所需經費，其結果顯示若擬於單一年度完成所轄市區道路全面平整度檢測，各縣（市）依管轄路網規模，所需經費約為 22 萬至 1 千萬不等，平均約需 3 百萬元，若考量離島須進行設備運輸等需求，檢測經費應更高於此數額。雖此檢測經費與道路建設費用相較而言甚低，但對於養護經費十分有限之縣（市）政府而言實為不小負擔。因此即使目前已辦理平整度檢測之縣（市）政府，亦無法於單一年度進行全數市區道路平整度檢測，僅能從中選取少量路段進行檢測，部分縣（市）係配合路平專案或其他道路銑鋪工程執行，就完工鋪面進行平整度檢測，亦有部分縣（市）依據現場人員之經驗選擇合適路段進行檢測。由於檢測道路選擇方式並無一致且整體性規劃，因此所得結果僅適合對於單一路段於該時間點之平整度進行評估，無法代表整個縣（市）之全面平整度表現；尤其是每一年度所選取之檢測路段均不一定相同，故雖執行多年亦無法反映道路長期之績效變化，對於投入檢測經費與所得結果之效益而言實屬可惜；若可藉由科技發展之成果進行較大規模且固定頻率之平整度量測，以改進現行取樣式的平整度檢測方式，對於提升整體道路品質應可收更佳效果。

有鑑於此，營建署於 103~104 年委託本團隊執行之計畫中基於可反映平

1 行政院公共工程委員會，施工綱要規範，第 02742 章「瀝青混凝土鋪面」，查詢網頁：http://pcces.archnowledge.com/csi/Default.aspx?FunID=Fun_9_3& SearchType=B。

2 周家蓓主持，陳艾慦協同主持，「公路鋪面養護管理系統規劃及建置委託專業服務計畫」，交通部公路總局委託研究，103 年 5 月。

3 周家蓓主持，陳艾慦協同主持，「市區道路鋪面養護管理績效檢測與道路考評作業整合測試」，內政部營建署委託研究，104 年 12 月。

整度、成本合理、操作簡易、輸出結果直觀等四項開發目標，著手開發簡易型平整儀，該儀器以加速度規為主要量測設備，放置於車廂內固定位置進行車輛行進時之縱向加速度量測，並搭配 GPS 蒐集定位與時間資料，以供後續換算行駛速度並建立量測位置資訊之用。另開發中文化使用者介面進行量測與分析，以控制資料擷取主機進行加速度、時間與座標資料蒐集，並進行後續資料處理與加速度均方根指標（Acceleration Root-mean-square Index, 簡稱 ARI）換算。

延續 103~104 年計畫成果，營建署於 105 年持續辦理簡易型平整儀之推廣計畫[4]，除根據前一年度計畫所確立之儀器架構進行儀器組裝與軟體進階版開發，並編擬檢測程序以供後續各道路管養單位使用。於計畫中進行兩階段道路實測，以取得軟體開發與驗證所需資料，共計完成約 400 車道公里檢測，並建立以 ARI 推估 IRI 之數學模型，進而建立近似 IRI 之 Adjusted Acceleration Root-mean-square Index (AARI)指標。此外並藉由檢測所得之 IRI，檢討現行 IRI 驗收門檻，進而提出 AARI 管養門檻之建議值。研究同時利用若干道路之所得資料，嘗試建立以 AARI 做為檢測結果進行績效預測變數之分析雛型架構。該計畫並進行簡易型平整儀硬體之專利申請作業，順利於 106 年 3 月取得我國新型專利；同時亦設計後續專利使用時之授權作業，制定營建署釋出專利供各縣（市）政府使用之作業流程與相關表單文件。計畫最後則辦理三場教育訓練以推廣計畫成果並提升相關人員對於道路平整度管理之知能，於各場次參訓人員之回饋中得知其對於應用簡易型平整儀之期待與尚待克服之困難，亦成為規劃後續計畫之基礎。

為進一步拓展簡易型平整儀之應用，營建署於 107~109 年間辦理「路面平整度績效檢測增能計畫」[5]，於該計畫中辦理三大項工作，第一項為「課程」相關工作，規劃執行三類課程，包括針對成功大學、宜蘭大學、高雄科技大學等三所種子學校辦理「簡易型平整儀組裝、檢測與資料分析之教育訓練課程」，

4 周家蓓主持，陳艾勳協同主持，「市區道路鋪面平整度管理精進作為之研究」，內政部營建署委託研究，107 年 2 月。

5 周家蓓主持，陳艾勳協同主持，「路面平整度績效檢測增能計畫」，內政部營建署委託研究， 109 年 2 月。

使全國不同區域可就近獲得具有簡易型平整儀組裝、檢測與資料分析能力之專業輔導。另辦理以鄉鎮市公所、顧問公司及營造廠商為主要對象辦理平整度檢測增能培訓課程，共計培訓 360 人，使得不同地區、工作屬性人員得以培養對鋪面管養之正確認知，並了解簡易型平整儀對於鋪面管養作業之助益。而於各縣（市）中再選擇出四個單位為該計畫之行政單位示範點，協助其進行硬體設備購買、組裝、設備校正、實地檢測、資料判讀等作業。透過此三類課程，使得簡易型平整儀之使用量能於此計畫執行後得以大幅提升。第二項工作為「檢測」，由計畫主要執行單位與各種子學校共同完成各鄉鎮市之簡易型平整儀檢測工作，並將所獲得之檢測資料進行資料分析與預測模式構建，共計完成 15 個縣（市）、39 個鄉鎮市區、171 條道路、合計 304.1 車道公里之檢測。於執行檢測時並視作業時間可行性，邀請各縣（市）與鄉鎮市區公所道路養護管理人員觀摩現地檢測作業，使其更了解簡易型平整儀之操作與現場檢測情形，共計辦理 18 場觀摩，參與人數達 40 人。第三項工作為「專利」，除持續維護專利有效性，並協助各單位進行授權申請。隨更多單位應用簡易型平整儀進行檢測，以及更多人員參與教育訓練課程與現場觀摩，本團隊亦獲得許多回饋意見，包括設備軟硬體之改版建議，以及應用時制度面之配合，均為本計畫執行之關鍵基礎，將納入本計畫各項工作，期可更加落實簡易型平整儀之應用，並得以確實改善我國市區道路鋪面平整度。

1.2 計畫目標

基於上述背景，規劃本計畫各項工作以達成下列目標：

一、 改善簡易型平整儀軟硬體功能，並研議降低使用限制之可行性，以擴增簡易型平整儀檢測適用性。

二、 輔導地方主管機關及相關從業人員使用科學化儀器進行道路巡查自主檢測與應用資料進行道路管養之能力。

三、 發展不同目的與不同檢測標的之簡易型平整儀檢測功能，以符合地方主管機關之管養應用需求。

四、 檢測市區道路路面平整度，了解不同行政區劃層級市區道路平整度分布與變化情況。

五、 持續維護簡易型平整儀專利有效性，並改善專利授權申請與管理制度。

六、 增進簡易型平整儀國際能見度，使我國市區道路鋪面品質管理制度為國外專家學者所認知。

1.3 工作內容

本計畫針對我國市區道路執行下列六大項工作，本節概述工作範圍、項目內涵摘要與主要目的。其中第一項工作於軟體功能精進部分將於本報告第二章進行介紹，至於檢測所採用車型影響之探討則整理於本報告第五章，經由本期計畫之改進，簡易型平整儀之功能與適用性已有明確擴充。第二項工作可對應至本報告第三章，說明四場次教育訓練課程之規劃與執行情形。第三項工作成果彙整於本報告第二章，其中簡易型平整儀之軟體功能根據使用者回饋與本團隊本身之檢測經驗提出多項精進作為，並委託專業軟體開發廠商完成軟體改版，並製作電子版使用手冊與影音教學軟體供使用者參考使用。第四項工作可對應至本報告第四章，將介紹兩階段之道路檢測作業規劃與執行情形，並就檢測結果進行分析；第五項工作成果整理於本報告第二章及第六章，包括第二章針對軟體授權方面之統計，以及第六章針對硬體授權契約檢討與專利維護，並評估申請他國專利可行性。第六項工作包括國際獎項申請與計畫成果之論文國內外期刊與研討會投稿發表，其成果整理於本報告第七章。雖於計畫執行過程中受新冠肺炎疫情管制而略為影響部分工作之執行期程，但本計畫所規劃之各項工作均於計畫執行期間依工作執行計畫書之規劃完成，甚而於部分項目更獲得超出當初預期之成果，將於本報告中詳細說明。

一、 規劃執行簡易型平整儀檢測教育訓練課程：為加強各道路主管機關與相關執行單位對簡易型平整儀之使用知能，執行了 4 場教育訓練課程，說明簡易型平整儀之檢測與資料分析；同時為利後續之持續推廣，於本期計畫中亦完成新舊兩版軟體之電子版使用手冊與新版之影音教材之製作。

二、 檢測直轄市、省轄市與縣轄市區道路平整度：依據營建署前期計畫既定之簡易型平整儀檢測程序與養護評估標準，選擇直轄市、省轄市及縣各1個，檢測其轄管市區道路平整度，並就檢測結果進行分析。

三、 精進簡易型平整儀之功能：經前期計畫之使用經驗後，彙整使用者回饋意見，提出簡易型平整儀之軟體與硬體功能之精進方向。本期計畫從中擇關鍵項目先行執行，規劃方向為改善資料傳送、友善使用者介面、擴增使用範圍等，各項目均已有顯著之改進。

四、 簡易型平整儀相關專利權授權維護：簡易型平整儀於 106 年 3 月 21 日取得新型專利證書，專利有效期限至 115 年 11 月 15 日止，於計畫開始時年費有效期可維持至 110 年 3 月 20 日。於本計畫中則繳交年費維持專利效期，同時持續為營建署管理專利，包括專利授權與使用之輔導與諮詢；已取得授權者之使用情形了解、回饋資料與續約管理；以及相關授權契約之檢討與調整。

五、 研議申請他國專利之可行性：為提升簡易型平整儀於國際之能見度並做適度之推廣，本計畫工作項目要求之一為研議申請他國專利之可行性，須先探討申請他國專利之可行性，包括於該國是否已有類似專利、專利文件要求、後續專利維護作業之執行方式與可行性等。

六、 增進簡易型平整儀國際能見度：此簡易型平整儀自 105 年完成儀器組裝與軟體開發後，本研究團隊於後續推廣應用期間即同時強化國際能見度工作，在前述會議發表與期刊文章中都曾特別註明為我國內政部營建署主導的計畫工作。延續此一方向，團隊於本期研究工作中亦整理計畫成果，透過國際學術研討會之論文發表增進簡易型平整儀研發與應用之國際能見度，包括投稿國際著名 SCI 期刊: Journal of Transpotation Engineering: Part B Pavement (America Society of Civil Engineering)，將有關簡易型平整儀之開發與 IRI 推估主題整理為文，已獲接受於 2020 年刊出，另亦申請世界道路協會（International Road Federation, IRF）之全球道路貢獻獎（Global Road Achievement Awards, GRAA），雖未獲獎，但

於過程中仍爭取於其相關會議中發表介紹簡易型平整儀，拓展簡易型平整儀之國際能見度。

1.4 執行流程與預定進度

本計畫工作項目眾多，且涉及與許多聯繫、溝通、協調工作，為使計畫順利執行，妥善規劃執行流程與進度實為必要。依據前述工作項目內容，本研究規劃整體執行流程如圖 1-1 所示，於研究之初首先制定工作執行計畫書，以做為後續工作執行依據，其次依序進行各項工作。整體工作約可劃分為四個部分，摘要分述如下：

一、 圖中最左側為教育訓練課程之執行及電子版使用手冊與影音教材之規劃與製作，二者將相互配合；於計畫初期將先檢討使用手冊並進行改版，而後規劃影音教材內容，並同步提出教育訓練計畫、實施教育訓練並同時拍攝所需影音素材，最後則製作教材。由於本計畫同步將進行簡易型平整儀之軟體改版，為免影響教育訓練執行期程，教育訓練課程、使用手冊與影音教材之製作將與軟體改版同步進行，並於計畫結束前確認使用手冊與影音教材之內容均為最新版。

二、 圖中左側為簡易型平整儀之檢測，包括檢測縣（市）之選擇、檢測計畫規劃並經核可、執行檢測、資料分析等步驟。

三、 圖中右側為對應增進簡易型平整儀國際能見度之工作項目，包括彙整歷年執行情況撰寫稿件以投稿國際研討會與國際期刊，以及彙整申請國際獎項 IRF GRAA 所需資料。

四、 圖中最右側兩區塊為專利相關工作，包括國內專利之持續維護、輔導、諮詢與資料整理，因屬經常性作業，將於計畫執行期間持續執行，並於計畫初期與結束前兩度檢討授權流程與文件之適宜性及做必要修正；另將檢討申請他國專利之可行性，包括他國專利制度蒐集、評估及可行性檢討等作業。

依據所規劃流程排定本計畫預定工作執行進度規劃如表 1-1 所示，預定於 18 個月期間完成本計畫各項工作，各工作重點概述如下：

一、 規劃執行簡易型平整儀檢測教育訓練課程：進行電子版影音教材製作並規劃執行四場實體課程（工作項目 3~8）。

二、 檢測直轄市、省轄市與縣轄市區道路平整度：規劃並完成三個縣（市）至少 150 車道公里之檢測，確切執行路段與時間將依營建署要求辦理（工作項目 9、10、11）。

三、 精進簡易型平整儀之功能：就簡易型平整儀軟體進行改版，並於改版後對應進行課程教材之更新（工作項目 2）。

四、 簡易型平整儀相關專利權授權維護：將於計畫全程持續辦理授權諮詢、資料整理與屆期專利續約等工作，並於期初與期末各進行一次流程與文件檢討（工作項目 14、15、16、19）。

五、 研議申請他國專利之可行性：針對簡易型平整儀申請他國專利之可行性就可專利性、申請程序與維護困難度等因素進行評估，預計於計畫中期辦理（工作項目 17、18）。

六、 增進簡易型平整儀國際能見度：包含投稿參與國際研討會、投稿國際期刊與協助彙整申請國際獎項等工作，將配合研討會與獎項申請時程辦理（工作項目 12、13）。

七、 撰寫工作執行計畫書與報告：於計畫一開始撰寫工作執行計畫書（工作項目 1）做為計畫執行依據；並依契約規定時程與內容撰寫並繳交各項報告書（工作項目 20、21、22）。

於執行時則因應各縣（市）政府需求，提前展開教育訓練課程，於期中階段前已完成兩場次教育訓練課程；另因檢測工作與國外專利申請評估作業較原本預定時間提前完成，因此亦一併調整後續工作之進度規劃。而於計畫執行第 13 至 16 個月（即對應 110 年 5 月下旬至 9 月）時，因受新冠肺炎疫情管制影響，致部分工作之執行期程受影響而延後，例如教育訓練課程之執行與軟體開發所需之大量驗證檢測，但本團隊仍於疫情管制調整後，投入更多人時盡速完成原定之各項工作內容，因此最終仍於初始規劃期程內完成所有預定工作。

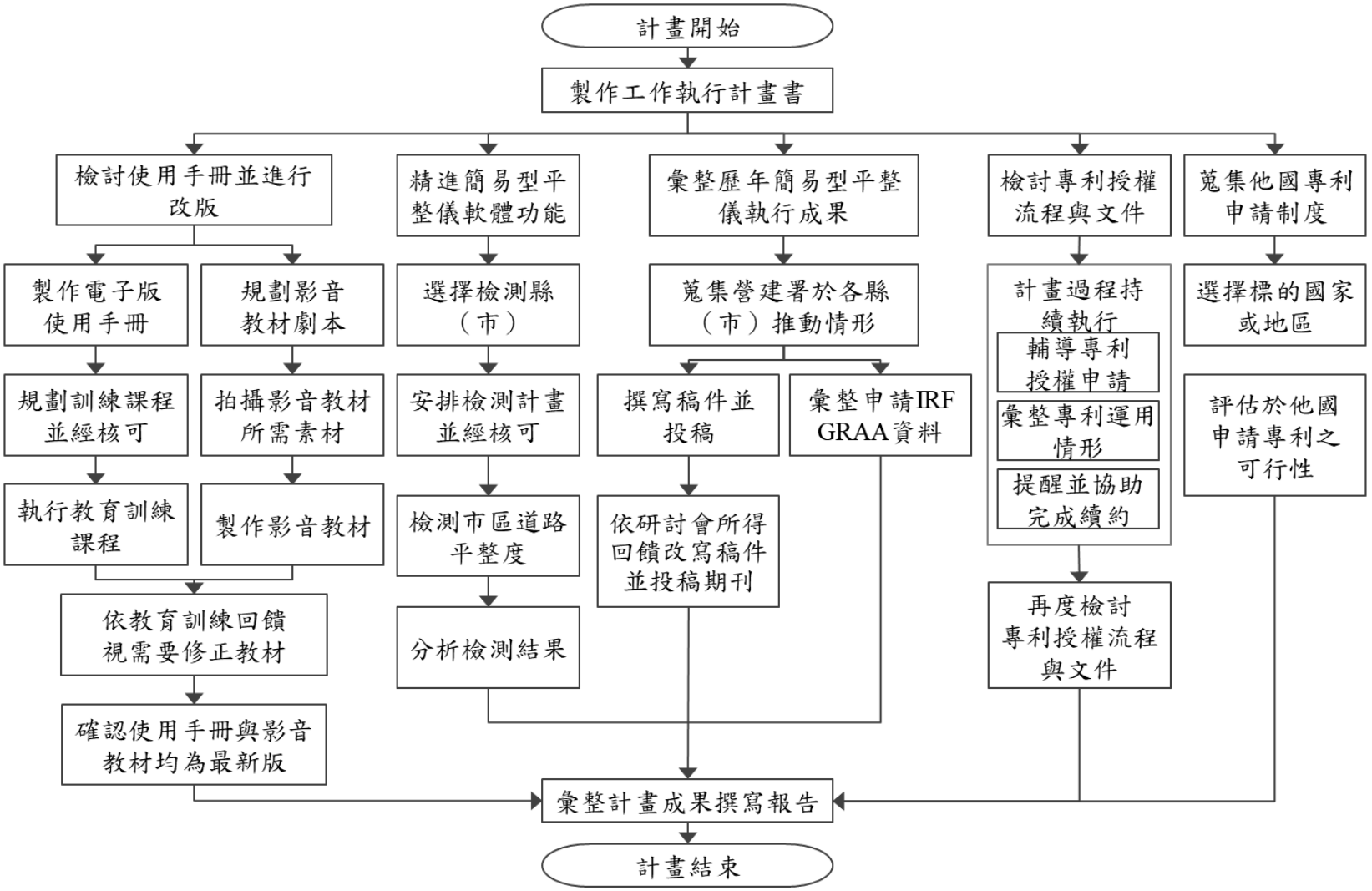

計畫開始
製作工作執行計畫書
檢討使用手冊並進行改版
精進簡易型平整儀軟體功能
彙整歷年簡易型平整儀執行成果
檢討專利授權流程與文件
蒐集他國專利申請制度
製作電子版使用手冊
規劃影音教材劇本
選擇檢測縣（市）
蒐集營建署於各縣（市）推動情形
計畫過程持續執行
輔導專利授權申請
彙整專利運用情形
提醒並協助完成續約
選擇標的國家或地區
規劃訓練課程並經核可
拍攝影音教材所需素材
安排檢測計畫並經核可
撰寫稿件並投稿
彙整申請IRF GRAA資料
評估於他國申請專利之可行性
執行教育訓練課程
製作影音教材
檢測市區道路平整度
依研討會所得回饋改寫稿件並投稿期刊
再度檢討專利授權流程與文件
依教育訓練回饋視需要修正教材
分析檢測結果
確認使用手冊與影音教材均為最新版
彙整計畫成果撰寫報告
計畫結束

圖 1-1　計畫預定流程

表 1-1　作業進度規劃

工作項目 \ 工期(月)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1. 製作提送工作執行計畫書	■																	
2. 彙整簡易型平整儀軟體改版需求並委外進行修改	■	■	■	■	■	■	■	■	■	*	*	*	*	*	*	*		
3. 檢討修正使用手冊		■	■															
4. 製作電子版使用手冊				■	■					*	*	*	*	*	*	*	*	
5. 規劃影音教材拍攝腳本					■	■	■											
6. 蒐集影音教材素材並製作教材						⁄	⁄	⁄	⁄	⁄	■	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
7. 規劃簡易型平整儀教育訓練課程		⁄	⁄				*	*	*	*	*	*	*					
8. 執行簡易型平整儀教育訓練課程						⁄	⁄	⁄	*	⁄	*																

1.5 預期成果

經由本計畫之執行，預期將可達到以下成果：

一、 提升鄉鎮市公所、顧問公司及營造廠商辦理道路鋪面平整度檢測與鋪面養護知能，進而提升鋪面養護品質。

二、 檢視不同行政區劃之市區道路現況平整度分布，可更進一步考量不同行政區劃縣（市）平整度管理目標異同。

三、 建立技術移轉模式、擴大檢測能量與使用友善性、擴增簡易型平整儀之實用範圍。

四、 增進簡易型平整儀與營建署市區道路管理制度之國際能見度。

第二章　簡易型平整儀功能精進與軟體授權管理

本計畫重要工作之一為精進簡易型平整儀功能，並持續對於軟硬體授權進行諮詢管理，本章首先簡介簡易型平整儀軟硬體架構，並彙整功能精進與軟體授權管理之成果，硬體專利授權之諮詢管理與契約檢討則整理於本報告第六章。

2.1 簡易型平整儀軟硬體架構介紹

簡易型平整儀最初開發目的即希望可以開發一種成本合理、操作容易、輸出結果直觀之道路平整度檢測裝置，以利各道路主管機關或施工廠商可於平日進行道路平整度管理或於施工期間進行道路平整度之檢查。因此於進行架構探討與各項零組件選擇時，即須秉持此目標進行考量取捨，於可符合道路平整度檢測精準度需求基本功能之前提下，捨棄非必要功能，以最精要設備達成目的。最終決定以工業級、具高量測頻率之加速度感測單元（加速度規）與精度可達 3 公尺以下之全球定位系統接收模組（GPS）兩項設備構成簡易型平整儀，所完成之設備軟、硬體組成如圖 2-1 所示。量測設備為圖中右側之加速度規與 GPS 兩項感測器，對應圖中下方之軟體組成可知，加速度規所測得資料為加速度值，GPS 所測得資料包括經、緯度與速度，而各項檢測資料藉由資料擷取介面卡傳入資料擷取主機中。於資料擷取同時，資料擷取軟體將同步展示即時檢測結果；檢測後則可藉由安裝於資料分析主機上之資料分析軟體進行更精確之資料分析。本期計畫中將資料擷取軟體與資料分析軟體整合為單一軟體，且於檢測時即完成分析作業，可使檢測與分析作業更加簡便，軟體改版之執行成果詳見本報告 2.2 節。

簡易型平整儀之檢測結果係將所測得之加速度配合速度進行指標計算，該指標係經多年精進而成，於 103~104 年研究[1]係以所測得的加速度直接計算均方根，稱為加速度均方根指標（Acceleration RMS Index, ARI）；該指標雖已可反映道路平整度，但仍有數值過小不易直覺判斷、受檢測速度影響、受車型

1. 周家蓓主持，陳艾慰協同主持，「市區道路鋪面養護管理績效檢測與道路考評作業整合測試」，內政部營建署委託研究，104 年 12 月。

影響較大等缺點。而後於 105~107 年研究[2]中再進一步精進此指標之分析計算方式，使之與國際糙度指標 IRI 具有良好對應關係與相同尺度範圍，並將此指標命名為 AARI，即精進調整後的 ARI（Advanced/Adjusted ARI, AARI）。由於此指標具有與各機關已較熟悉之 IRI 具有相同尺度範圍與判斷基準，可供檢測單位能夠直接且有效地以檢測指標評估路面品質與行車舒適性。

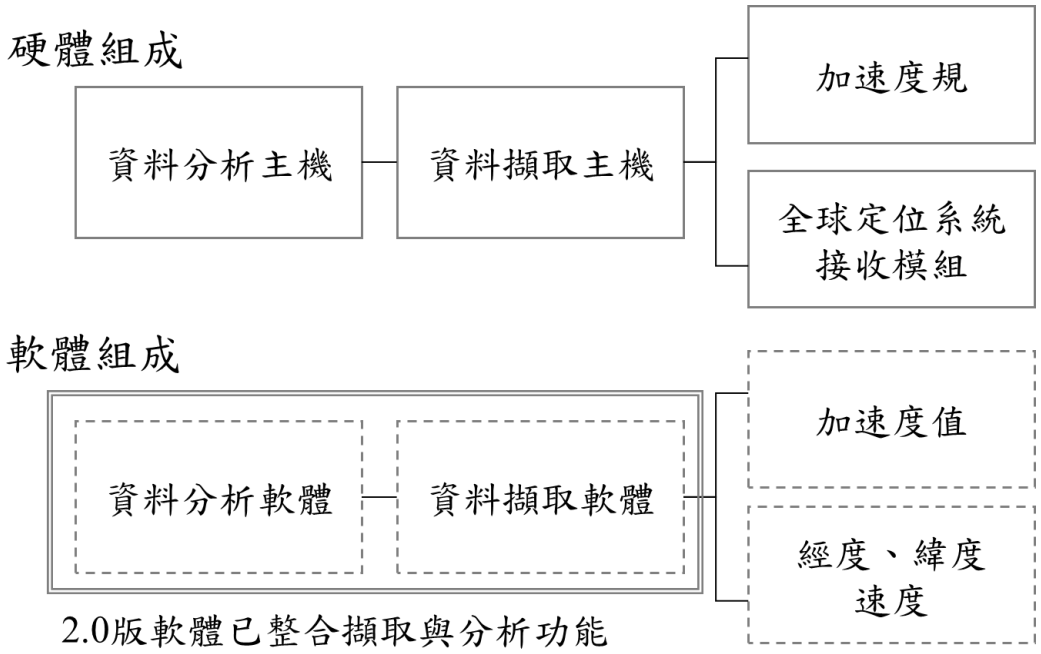


圖 2- 1　簡易型平整儀軟、硬體組成架構

2.2　軟體功能精進與 2.0 版軟體介紹

本團隊於前期計畫中完成簡易型平整儀及 1.0 版軟體之開發，然而隨著簡易型平整儀之推廣應用，使用者亦持續回饋各類操作需求。其中包括舊版簡易型平整儀資料擷取軟體按鍵過小，導致操作員在行駛的搖晃車輛中常有無法準確按下檢測開始及檢測結束按鍵問題，且於完成檢測時需依序存下軟體及時運算之 ARI 值及錄有每秒 800 筆數據之原始檢測檔共兩個檔案，有時係利用街廓間停等紅燈時進行檔案儲存，並擬於綠燈起步後立即開始下一路

2　周家蓓主持，陳艾慰協同主持，「市區道路鋪面平整度管理精進作為之研究」，內政部營建署委託研究，107 年 2 月。

段檢測，可能因檔案儲存時間較長而紅燈時間較短，導致未能順利完成資料儲存並開始下一段之檢測。此外，舊版軟體將資料擷取與後續 AARI 分析計算功能分為兩個軟體，且分析軟體無友善的使用者操作介面，皆為使用者反映需改善之處。

因此，本計畫蒐集使用者之意見反饋修正軟體功能，原擬於既有架構上增補，但考量使用者介面友善性與資料處理速度，故決定委託專業軟體開發廠商，採用專業方式構成簡易型平整儀軟體，使所得成果已達商業軟體等級。本節將依序說明此次軟體改版之功能精進規劃及 2.0 版軟體介面。

2.2.1 軟體功能精進項目規劃

本計畫工作項目之一為於計畫全程持續辦理授權諮詢、資料整理與屆期專利續約等工作，因此亦持續接收來自簡易型平整儀使用者與潛在使用者之意見回饋，同時亦於本計畫中採用網路問卷方式對曾獲簡易型平整儀硬體與軟體授權者進行意見調查，其執行過程與結果分別彙整於本報告 2.4 節與 6.2.4 節。彙整意見後本團隊將軟體功能精進規劃為三大方向，各方向又包含數項改善工作，說明如下。

一、 軟體整合：目前簡易型平整儀之軟體區分為兩部分，第一部分為於現地檢測時所採用之「資料擷取軟體」，第二部分則為檢測完成後，進行內業分析所使用之「資料分析軟體」。前者搭配筆記型電腦於進行現地檢測時使用，其功能包括加速度規與 GPS 連線位置設定與加速度規校正、加速度規與 GPS 連線與設備確認、檢測啟閉、檢測中資料即時顯示以進行確認、報表輸出等五項。由於資料擷取軟體主要目的為供使用者於進行檢測時確認，其所輸出資料預設為每百公尺區段之 AARI 值，且為可即時顯示而於 GPS 資料上並未進行校正。後者之資料分析軟體則為供使用者進一步分析所使用，因此若使用者擬以其他長度單位檢視資料，或擬取得更正確之 AARI 值，則可透由資料分析軟體再行計算。對使用者而言，此兩階段之軟體使用較不方便，因此若可整合二者為一，令使用

者於進行資料擷取或資料分析時皆可使用同一軟體將更為便利。且 1.0 版軟體為進行資料分析，須將資料以特定路徑進行檔案儲存，對使用者而言亦增加困擾，若於整合時一併改善此路徑選擇彈性，亦可降低使用時發生問題之機率。

二、 資料擷取軟體之使用者介面與功能友善性提升：現行資料擷取軟體介面如所示，雖符合檢測時所需之各項功能，但因當初設計時較未考量使用友善性問題，因此於使用上仍有可改善之處，包括下列五點，因本團隊非軟體開發專業，於此項工作將委請專業軟體工程師協助進行。

1. 加速度規與 GPS 連線位置設定方面：位於圖 2- 2 之左上方，目前設定為使用者須自行查詢並填入，但部分對於電腦硬體較不熟悉之使用者對於此項查詢感到困難，因此將考慮以程式自行搜尋方式填入為預設值方式，減少使用者須自行填寫之問題。

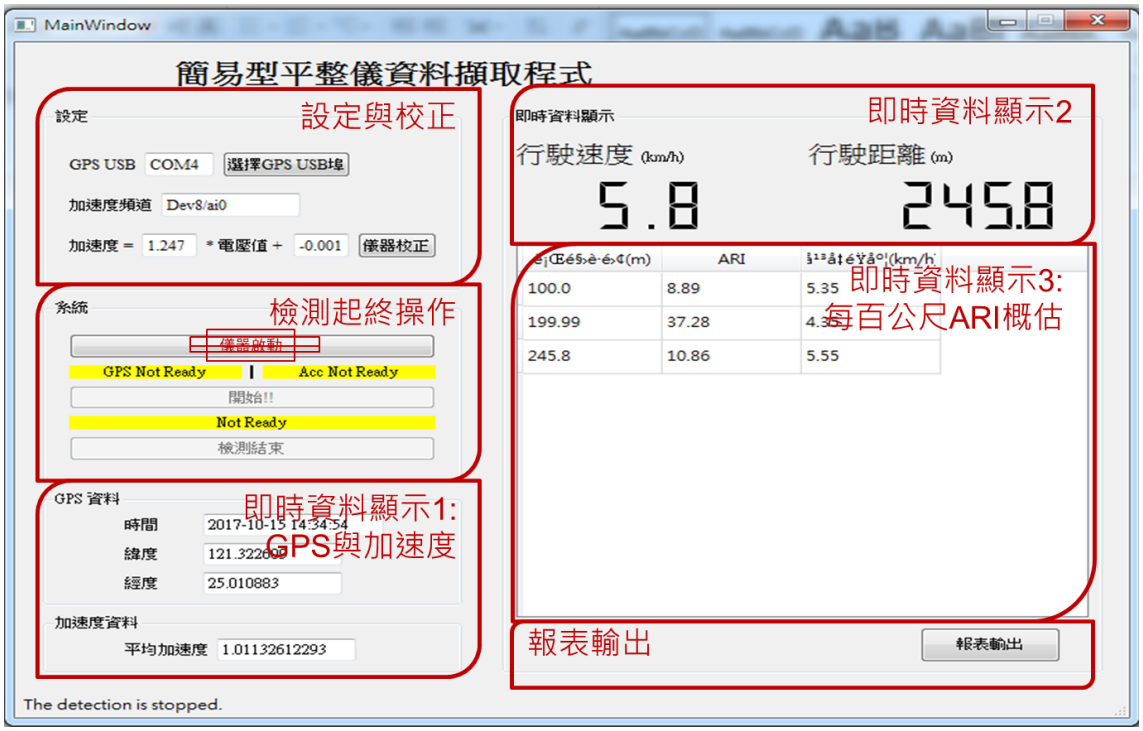


圖 2- 2　1.0 版資料擷取軟體介面[3]

3　周家蓓主持，陳艾勳協同主持，「路面平整度績效檢測增能計畫」，內政部營建署委託研究， 109 年 2 月。

2. 加速度規校正功能：同樣位於圖 2-2 之左上方，加速度規為簡易型平整儀之關鍵硬體，此校正參數則為將加速度規所測得電壓換算為加速度之重要參數，為確保每次檢測均可得最正確結果，原設計為每次檢測前均須重新進行校正，再將校正結果填入本欄。但經部分使用者反映，由於經常使用（例如於每日道路巡查時均開啟使用），若每次均須重新校正較為費時，因此希望本項參數可留存於軟體中。因此擬於確保具有正確檢測結果前提下，將本項參數設定為經首次校正後可於軟體中留存，但當與前次校正時間間隔超過某一設定時間時，軟體將跳出警示畫面，提醒使用者應再行檢測。

3. 檢測啟閉功能：位於圖 2-2 之左側中段，此區塊主要問題為操作按鍵較小，對於檢測時之操作易有誤按情形，因此將於介面排列上重新考量，放大此區塊按鍵以利操作。

4. 即時資料顯示功能：為令使用者可於檢測中掌握設備現況，避免因設備異常或 GPS 訊號不良導致所檢測結果日後無法使用，因此原始設計時於資料擷取軟體之使用者介面中占三個區塊，為最主要內容，但由於資訊較多，使用者於檢測過程或許無法完全掌握，將考量資料之關鍵程度保留必要項目，並調整版面令使用者可容易發現異常狀況。

三、 檢測報表功能：

1. 報表匯出：位於圖 2-2 之右側下方，目前軟體設計為檢測時資料暫存於記憶體，當該路段檢測結束後使用者按下報表匯出後再進行儲存。此設計於應用上之問題包括若檢測路段較長可能需較長之存檔時間，且可能因電腦當機等異常導致檢測資料喪失，因此目前係於使用手冊與教育訓練時提醒使用者應經常（建議為不超過 2 公里）存檔，避免此等問題產生。但若可提升資料存檔速度或採自動背景儲存方式，將可降低存檔作業對檢測過程之干擾，使檢測可連續進行。

2. 防竄改功能：於開發簡易型平整儀時主要將其定位為使用者應用此設備

檢測本身所轄管道路，了解其現況並做出對應之管養工作，因此於輸出資料方面並未多做設計，採用 Microsoft Excel®格式輸出 AARI 之計算結果。而於近期使用過程中，營建署期可藉由道路考評與補助計畫等誘因推動縣（市）政府應用簡易型平整儀，因此需要由縣（市）或鄉鎮市提出檢測結果報表，本計畫擬於此次改版中納入檢測報表功能，主要改善項目有二，其一為使用者可選擇輸出格式，若選擇為檢測結果報表，則將以無法修改資料之格式進行檔案儲存，並於檢測報表中加上浮水印，進一步增加防偽功能。此外，將於報表上並加上檢測時間與報表輸出時間，以及檢測路段與檢測人員資料，以確認檢測執行者與執行時間。

3. 基本資訊輸入：配合前述檔案儲存與報表輸出需求，使用者須於檢測前預先輸入基本資訊，包括檢測單位、檢測人員、檢測地點及備註，並選擇檢測資料儲存位置。基本資訊將顯示於報告檔之表頭，且檢測資料將依路名及檢測時間依序建置資料夾，如此亦可便於檢測單位之檔案管理工作，減少檢測後還需另行處理檔案（例如命名、搬移檔案至資料夾等）之工作負擔。

2.2.2　2.0 版軟體主要修正說明

依據前述規劃，本計畫委託專業軟體廠商重新開發簡易型平整儀軟體，本節先配合 2.2.1 節之修正重點說明軟體改版內容，另於 2.2.3 節介紹 2.0 版軟體之完整功能，並將 1.0 版、2.0 版軟體均納入使用手冊中，以利使用者依其軟體參閱。

一、 軟體整合：

1. 將資料擷取、分析、加速規校正與參數設定等功能整合於同一軟體，並以頁籤選擇切換不同功能，如圖 2-3 上方框線處說明。軟體開啟時之預設頁面為使用者最常使用之檢測與資料分析頁面，可減少切換需求。



圖 2- 3　2.0 版整合軟體功能並以頁籤切換

2. 改善運算效率：舊版之計算軟體有步驟繁複且耗時等問題。本次軟體改版已改善此問題，以長度約為 4 公里之路段進行 AARI 數值運算，舊版軟體約需耗時 2 小時，而 2.0 版軟體則僅需約 10 秒方可完成運算。此外，本團隊過去曾以舊版軟體進行更常之連續路段進行檢測，發現舊版軟體無法完成長度超過約 9 公里之路段運算，而此次團隊曾以 2.0 版軟體於國道進行連續 50 公里之路段檢測作為軟體性能測試，軟體也僅需約 25 秒便可完成計算並輸出報表，軟體性能已獲得顯著改善。

二、 資料擷取軟體之使用者介面與功能友善性提升：

1. 加速度規與 GPS 連線位置設定：由軟體自動進行連接埠偵測，若僅有單一設備，則僅會出現單一選項，但若有兩部以上設備同時安裝於同一電腦，則使用者須先選擇欲使用之設備，然此狀況應屬罕見，多數情況下使用者應僅會連接單一設備。

2. 加速度規校正功能：軟體內建儲存校正參數功能，令使用者可於室內完成儀器校正後由軟體自動記錄校正參數，而後即可外出進行檢測，無須如 1.0 版軟體於室內校正後須由使用者自行抄寫紀錄校正參數，再於檢測前於車內架設儀器後再手動輸入參數之程序。2.0 版軟體加速度規校正功能如圖 2- 4 所示。



圖 2- 4　2.0 版軟體加速規校正功能

3. 檢測啟閉功能：如圖 2- 5 所示，2.0 版軟體放大檢測啟閉按鈕同時依程序給予按鈕權限，於檢測啟閉時共有三個程序，首先為「檢測啟動」，按下後軟體將偵測 GPS 與加速度規訊號是否正常，若為正常將開啟「檢測開始」與「檢測結果」兩個按鈕，此時方可開始檢測；當軟體開始接收 GPS 與加速度規訊號，將僅剩下「檢測結果」可點選。且三個按鈕採用不同字體顏色以增加辨識性，更增加使用者操作友善性。



圖 2- 5　2.0 版軟體改善檢測啟閉按鈕設計

4. 即時資料顯示功能：雖於 1.0 版軟體亦有即時資料顯示功能，但於 2.0 版將資訊內容依其重要程度採用不同字體與字級大小，並調整顯示位置以令使用者更易檢視檢測過程中較為關鍵之行駛速度與 GPS 訊息，如圖 2- 6 所示。



圖 2- 6　2.0 版軟體檢測中即時資料顯示情形

三、 檢測報表功能：

1. 報表匯出：主要改善有二：

(1) 預設儲存位置減少儲存時之操作並便於檔案管理：使用者於基本資訊輸入欄位事先輸入檢測資料儲存位置，軟體將於使用者按下「檢測啟動」依輸入之檢測基本資訊於指定之儲存位置建置資料夾，而檢測數據及成果將於按下「檢測結束」按鈕後自動完成並存入設定好之資料夾中。

(2) 背景自動儲存：軟體將於檢測期間便自動背景儲存加密的原始檢測檔，因此即便於檢測過程中電腦發生當機或無預警關機等問題，導致檢測中斷而軟體未能完成運算、即時產出報告等情況，也能於檢測結束後點擊「讀取儀器訊號輸出報表」，如圖 2- 7 右下方框起處，並於彈出之視窗選擇欲運算之該筆檢測資料夾，完成該筆檢測 AARI 數值運算及報告輸出。

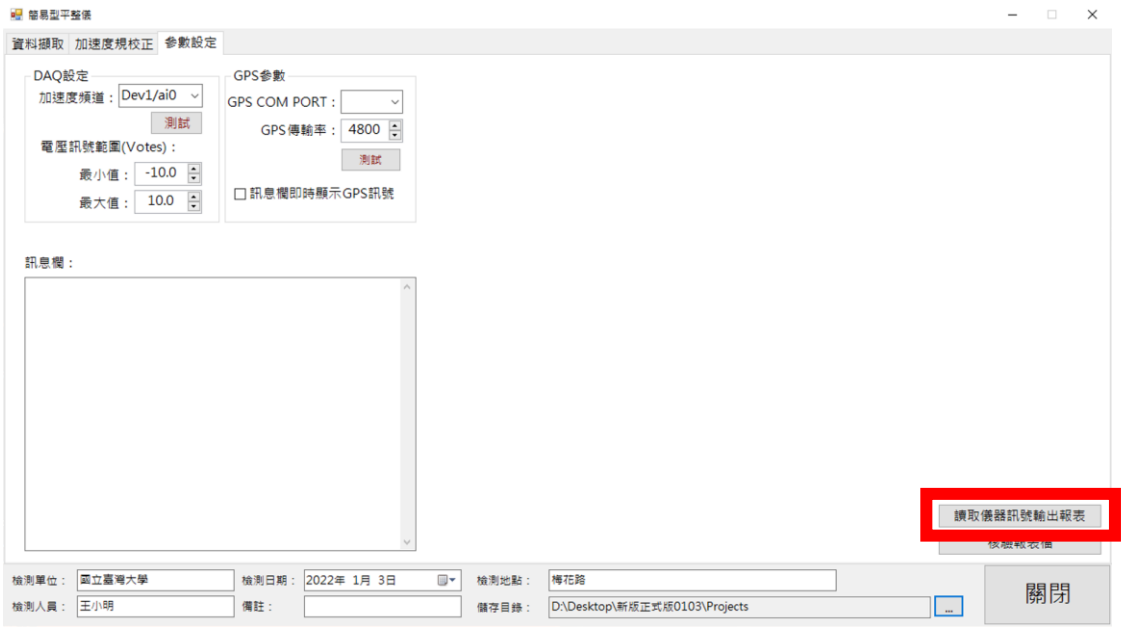


圖 2- 7　「讀取儀器訊號輸出報表」按鈕示意圖

2. 防竄改功能：背景自動儲存之原始檢測檔為經加密處理之檔案，將使檢測單位無法透過竄改原始檢測數據改變 AARI 運算成果。此外，軟體輸出之 PDF 報告檔為無法以文件編輯器編輯之含有浮水印的檔案，如右圖 2- 8 所示。檢測單位將報告檔提交給管理單位後，擁有本軟體的管理單位可以由「參數設定」之「核驗報表檔」按鈕選擇欲核驗之報告檔，確認檢測單位提交之報告檔為本軟體輸出之加密報告，而非檢測單位自行製作之報告。

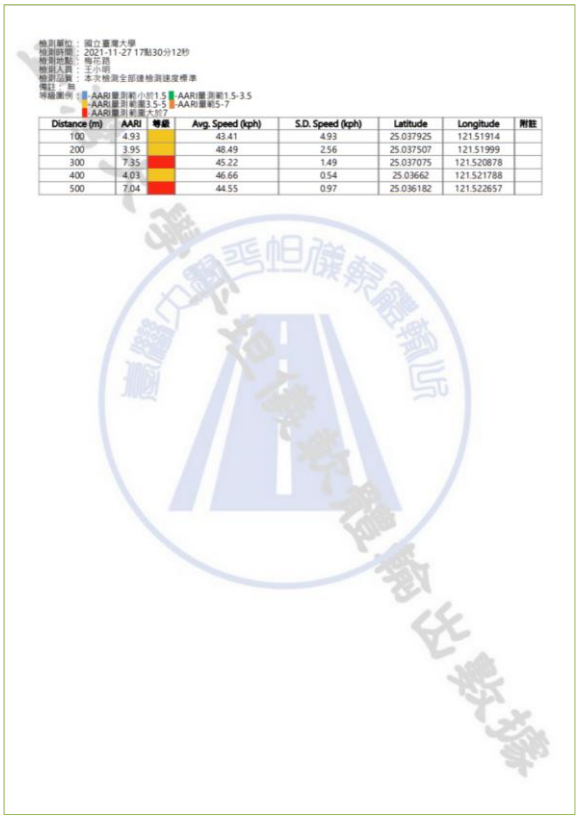


圖 2- 8　2.0 版軟體檢測報告範例

3. 基本資訊輸入：由於檢測過程中無須經常檢視，基本資訊輸入置放於資料擷取頁面下方，並採用較小字級減少視覺干擾，如圖 2-9 下方框起處，填寫內容包括檢測單位、檢測人員、檢測地點及備註，並選擇檢測資料儲存位置等六項。



圖 2-9　2.0 版軟體新增基本資訊欄位

2.2.3　2.0 版軟體介紹

本小節將簡要說明簡易型平整儀軟體 2.0 版各分頁功能，詳細操作步驟可參見本報告附錄一。

一、「資料擷取」分頁

完成簡易型平整儀軟體 2.0 版安裝後，開啟軟體即可看到如圖 2-10 之頁面，此即「資料擷取」分頁，此頁面為使用者最為經常使用之頁面，因此設定為預設頁面。以下依序介紹頁面內容。

頁面上方為 2.2.2 節曾介紹之軟體功能切換頁籤，供使用者依需求切換至「加速度規校正」與「參數設定」等頁面。

頁面中最大區塊為即時資料顯示部分，共有 1.行駛速度與距離、2.單位長度 AARI 值、3.GPS 等三部分，供使用者於檢測過程中檢視訊號狀況與檢測結果，並可透過即時顯示之加速度規與 GPS 訊號，以及即時運算所得之 AARI 值

判斷檢測是否出現異常，以即時進行檢測決策，例如檢測結果正常則可進行下一路段檢測，若有異常則須先排除再重測等。

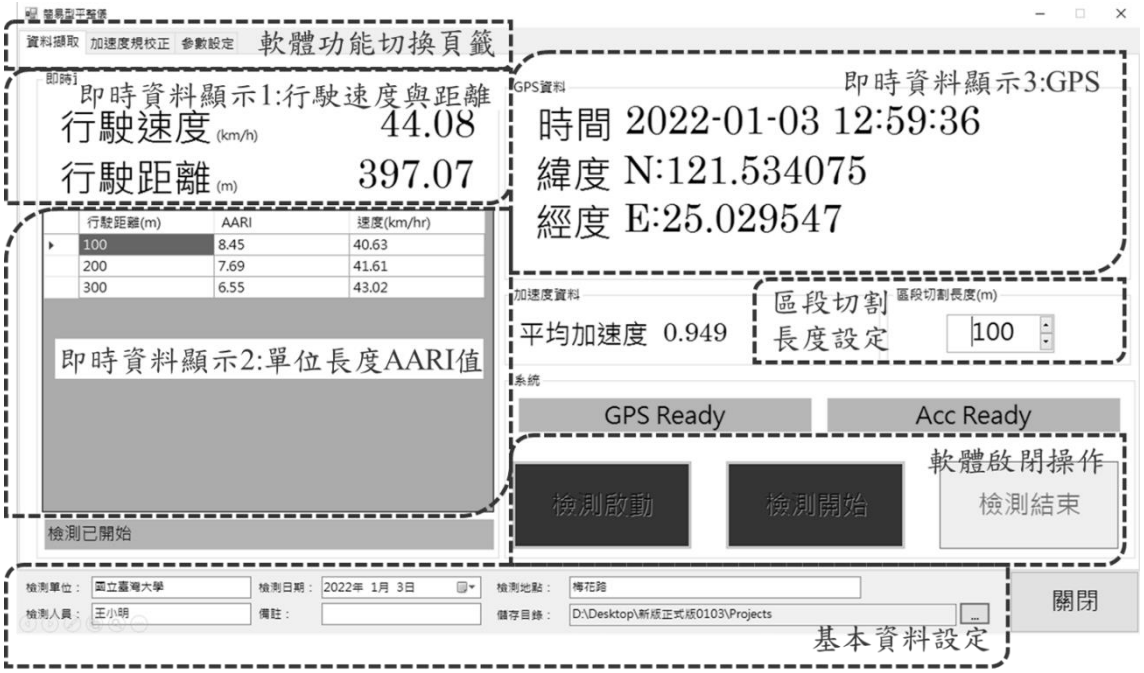


圖 2- 10　2.0 版軟體「資料擷取」頁面功能

與 1.0 版較大差異為 1.0 版軟體僅能依固定之 100 公尺為單位長度，因此於 AARI 值之即時顯示上係固定顯示每百公尺區段之結果；而 2.0 版軟體增加頁面右側中央之「區段切割長度設定」功能，於即時運算時係依使用者設定之單位長度計算對應之 AARI 數值，如圖 2- 10 設定區段切割長度為 100 公尺(此亦為系統預設值)，表示車輛每行駛 100 公尺則將於即時資料顯示區呈現一筆即時運算之 AARI 數值；若使用者欲採用其他區段長度，可於檢測開始前進行設定，而即時顯示之 AARI 值即為以該長度即時運算所得結果。

頁面右下方為檢測啟閉操作區域，以及「檢測啟動」、「檢測開始」及「檢測結束」三個檢測操作按鍵。檢測啟動之功能為完成軟體與儀器之連接，當儀器完成連接，儀器狀態顯示將由黃底黑字之「GPS Not Ready」及「Acc Not Ready」轉為綠底黑字之「GPS Ready」及「Acc Ready」。待車輛抵達檢測地點，且行駛速度達檢測標準速度 30 公里/小時即按下「檢測開始」收取數據。完成一路段之檢測時，按下「檢測結束」按鈕，軟體將自動存入該筆資料，同時自動完成 AARI 數值運算並匯出加密過之檢測報告 PDF 檔。

頁面下方為檢測基本資訊欄位，內容包括檢測單位、檢測日期、檢測地點、檢測人員、備註及儲存目錄；儲存目錄為檢測資料之儲存位置，檢測原始資料將於檢測中背景儲存至指定位置，及完成檢測後軟體運算完成並輸出之報告檔也將自動存入該位置。由於採用背景儲存與加密方式記錄檢測結果，因此基本資訊於檢測啟動後即無法修改，即各欄位須於檢測啟動前完成輸入。若按下「檢測啟動」後想更改基本資訊，則須先點擊「檢測結束」再行修改，待修改完成後再重新檢測。

二、「加速度規校正」分頁

此分頁功能為進行加速度規校正所使用，加速度規輸出之原始數據為電壓值，須先透過校正程序建立電壓與加速度值之關係式，方可於檢測過程中獲得正確之加速度值。本頁面如圖 2- 11 所示，共包含四個區塊，上方為校正中之加速度規電壓值顯示，於校正過程中將依序顯示所抽樣測得之各筆數據。中間為校正程序按鈕，配合三項校正程序按下按鈕以開始擷取數據；左下方為校正參數計算結果，若三項校正程序均順利獲取正常數據，則可計算電壓與加速度之線性回歸式，並獲得校正參數；右下方則為校正開始與結果確認按鈕，若結果無誤則可確認並結束校正，若有疑義則可剔除參數並重新校正。

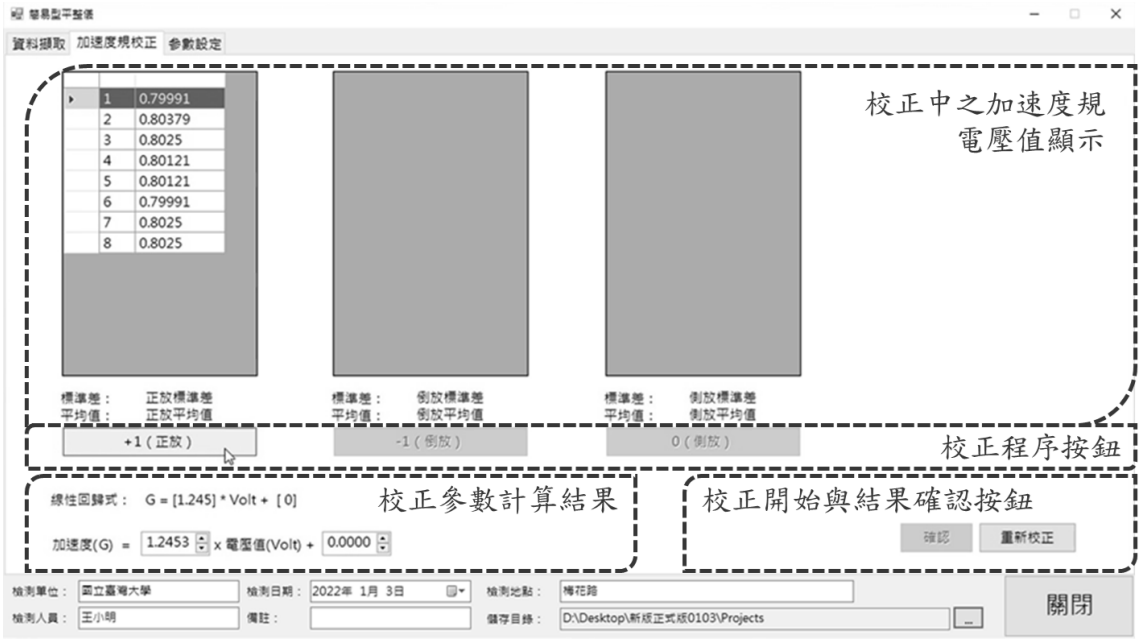


圖 2- 11　2.0 版軟體「加速度規校正」頁面功能

三、「參數設定」分頁

「參數設定」分頁共包含三個區塊，如圖 2- 12 所示，首先頁面上方為連接埠、電壓訊號範圍與 GPS 傳輸率設定區域，包括可測試與選擇加速度規與 GPS 之連接埠，設定電壓訊號值與 GPS 傳輸率等設定功能之操作。左下方為供即時顯示 GPS 訊號之訊息欄，若於上方勾選「訊息欄即時顯示 GPS 訊號」，則所測得之 GPS 訊號會出現於此欄中。右下方為報表重出與核驗之兩個按鈕，上方之「讀取儀器訊號輸出報表」如 2.2.2 節說明，當檢測未正常結束導致未輸出報表時，可於此分頁按下此按鈕以利用軟體自動儲存的資料匯出報表。此外，當檢測後欲改變區段切割長度查看不同單位長度下之 AARI 數值，也可於「資料擷取」分頁中更改「區段切割長度」後切換至「參數設定」分頁，點擊「讀取儀器訊號輸出報表」進行不同長度之 AARI 數值分析。而「核驗報表檔」功能則是提供管理單位核驗檢測單位提交之報告 PDF 檔是否為簡易型平整儀軟體 2.0 版輸出之未經修改的加密報告，點擊後於彈出之視窗中選擇欲核驗的檔案，核驗通過將顯示「檔案核驗通過！」之視窗，核驗不通過則會顯示核驗檔案有問題之視窗，並列出檔案名稱，如圖 2- 13 所示。

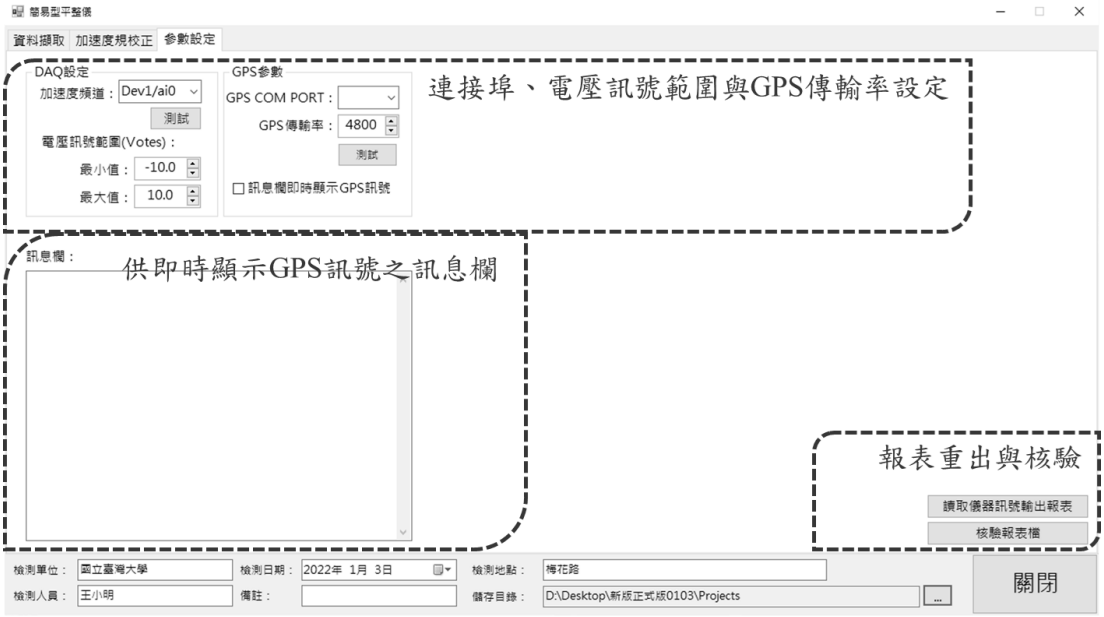


圖 2- 12　2.0 版軟體「參數設定」頁面功能



圖 2- 13　報告檔非軟體 2.0 版輸出之加密報告檔時顯示之警告視窗

2.3 軟體契約簽訂規劃與執行

如前所述，簡易型平整儀於硬體設備方面甚為單純，關鍵在於經過多年研發之 AARI 計算邏輯與軟體，得以運用簡單的加速度值與速度資料計算出與 IRI 指標具有相同趨勢與數值範圍之平整度指標。本團隊配合本計畫執行需求，將指標運算過程撰寫為英文期刊論文並進行專業學術期刊投稿，已獲接受發表（相關內容可參見本報告 7.2 節）；此外，亦將運算程序申請我國專利，亦已獲核准（中華民國專利發明第 I685758 號），顯見該運算程序具有相當之獨特性。為保障智慧財產權，避免不當之改寫或使用，於軟體方面亦比照硬體進行授權管理。

2.3.1　授權方式規劃

軟體授權方式係配合硬體取得目的進行規劃，本團隊設計簡易型平整儀授權方式如表 2-1 所示，取得目的區分為「製造銷售」、「製造自用」與「洽購使用」等三類。「製造銷售」指取得簡易型平整儀硬體授權目的為製造簡易型平整儀並銷售給有需求者，取得授權者本身不一定有使用簡易型平整儀需求，此類取得授權者於製造硬體方面須向營建署申請授權，獲得營建署授權後可依授

權規範與專利內容進行簡易型平整儀之製造與銷售，但若製造者本身無使用需求，則無須取得軟體與軟體授權。「製造自用」係指取得簡易型平整儀硬體授權目的為進行製造供自身使用，因此亦須向營建署申請授權，獲得營建署授權後可依授權規範與專利內容進行簡易型平整儀之製造，並向本團隊周家蓓教授申請軟體授權，以取得軟體進行檢測使用。第三類「洽購使用」係指使用者雖有使用簡易型平整儀之需求，但本身無製造能力或意願，因此可直接向已取得營建署授權之製造廠商洽購硬體，無須向營建署申請硬體授權，另須向本團隊周家蓓教授申請軟體授權，以取得軟體進行檢測使用。

表 2-1　簡易型平整儀授權方式規劃

取得目的	授權方式	
	硬體	軟體
製造銷售	向營建署申請授權，取得授權後可依授權規範與專利內容製造並銷售	若無使用需求，無須取得軟體
製造自用	向營建署申請授權，取得授權後可依授權規範與專利內容製造並自行使用	向本團隊周家蓓教授申請軟體授權
洽購使用	不須向營建署申請授權，逕向已取得營建署授權之製造廠商洽購硬體使用	

於規劃時考量多數簡易型平整儀使用者應係採第三類「洽購使用」方式取得硬體，為有效掌握設備採購者之身分，因此採取軟體與硬體分別取得方式管理，亦即軟體授權須由使用者向本團隊另行申請授權方式獲得，此方式亦可令使用者於遭遇使用問題時，得以直接向本團隊接洽進行諮詢。因此雖較一般設備購置流程複雜，但多年來仍得以持續運作。由於觀察設備採購高峰期已過，且目前之硬體製造廠商對於平整度檢測亦有相當長期之專業經驗，因此自 110 年起將軟體授權程序與硬體採購整併，雖仍為本執行團隊周家蓓教授申請軟體授權，但於程序上係與硬體採購同步、同窗口進行，以簡化使用者之採購程序。

2.3.2　軟體授權契約內容 [3]

為保障智慧財產權，避免不當之改寫或使用，於軟體方面亦比照硬體進行

授權管理，軟體契約內容共有八條條文，簡介如下。

第一條、標的物：說明契約授權標的，即搭配「簡易型道路平整度檢測裝置」使用之資料擷取軟體及資料分析軟體。

第二條、授權內容與使用限制：說明本項授權原則及使用上允許與不允許之行為。由於採非專屬授權，因此取得授權者可複製軟體供本身使用，但不得轉予第三者或進行散布；此外亦釐清軟體更新後甲方並無主動告知乙方更新內容或通知改版之義務。

第三條、保證期間：說明軟體交付後之保證期間為三十日，乙方應於期間內試用，若認為不合使用則可終止本契約。

第四條、著作權與權利瑕疵擔保：說明著作權歸屬與權利瑕疵擔保範圍。

第五條、無擔保條款：排除非契約規定範圍之甲方擔保責任。

第六條、契約效期：與硬體專利授權相同，首次申請採二年效期，並考量軟體更新之可能性，續約則以一年為期。

第七條、契約終止：說明契約得終止之情事與處理程序。

第八條、其他：說明契約執行之其他事項，如資料正確性保證、契約變更、生效、爭議處理、份數等。

2.4 軟體契約簽訂情形及使用情形追蹤

為使簡易型平整儀功能之完整發揮，除硬體設備外，軟體亦為關鍵，簡易型平整儀所搭配之運算邏輯於完善後亦申請專利並獲得核准，但於 1.0 版軟體授權時與硬體相同均為無償授權。

於前期計畫開始授權至本期計畫結束（107 年 10 月至 110 年 12 月）共有 94 個單位完成取得軟體授權，主要集中於 108 年 1 月至 12 月期間，共有 39 個單位於此期間取得授權，約近整體申請量之四成。而於使用單位類型方面，共有 23 個政府單位、48 家工程顧問公司或工程公司、22 間營造廠商與 1 個學術單位取得授權。依獲得授權者之登記地址整理自開始授權至今各地之授權數

量如圖 2- 14 所示，以了解簡易型平整儀於全國之分布情形，由統計中可知目前全國各縣市中僅有基隆市與馬祖尚無單位取得，然由於本項係以獲得授權單位之登記地址為準，故僅代表目前申請授權者尚無登記於此二縣（市）者，不代表此二縣(市)未曾使用簡易型平整儀進行檢測。數量較多者包括嘉義縣市、新竹縣市、新北市與臺中市，而嘉義縣因多個鄉鎮市公所各自採購，因此總數較高。新北市、新竹縣市與臺中市之數量約略相當，但新北市與新竹縣市以營造廠為主要申請者，臺中市則以顧問公司為主要申請者，各縣市間獲得授權者之組成有所差異。而由此分布情況可知，經過數年推廣，簡易型平整儀已於我國全面推行，各縣（市）多具有自行檢測或委辦檢測能量，可見推廣成效。

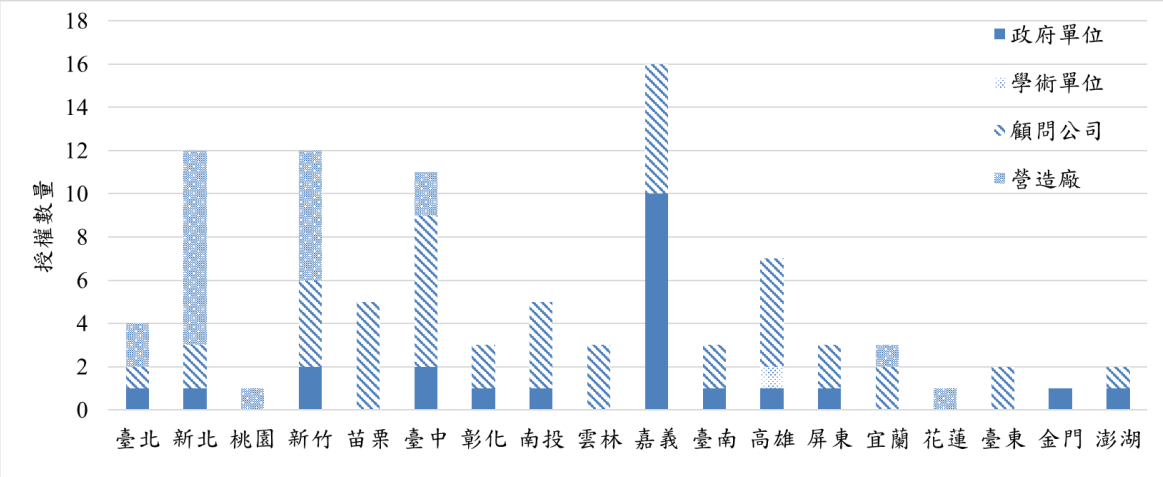


圖 2- 14　依地區別與單位別統計軟體授權數量

若以獲得授權時間進行單位類型之統計，可得結果如圖 2- 15，由圖中數據可知，於前幾期計畫執行過程中，政府單位購買及申請授權數量甚高，而本期計畫則以顧問公司與營造廠之採購與申請授權數量較高，顯示有許多機關可能將簡易型平整儀之採購或檢測工作委由營造廠或顧問公司執行。

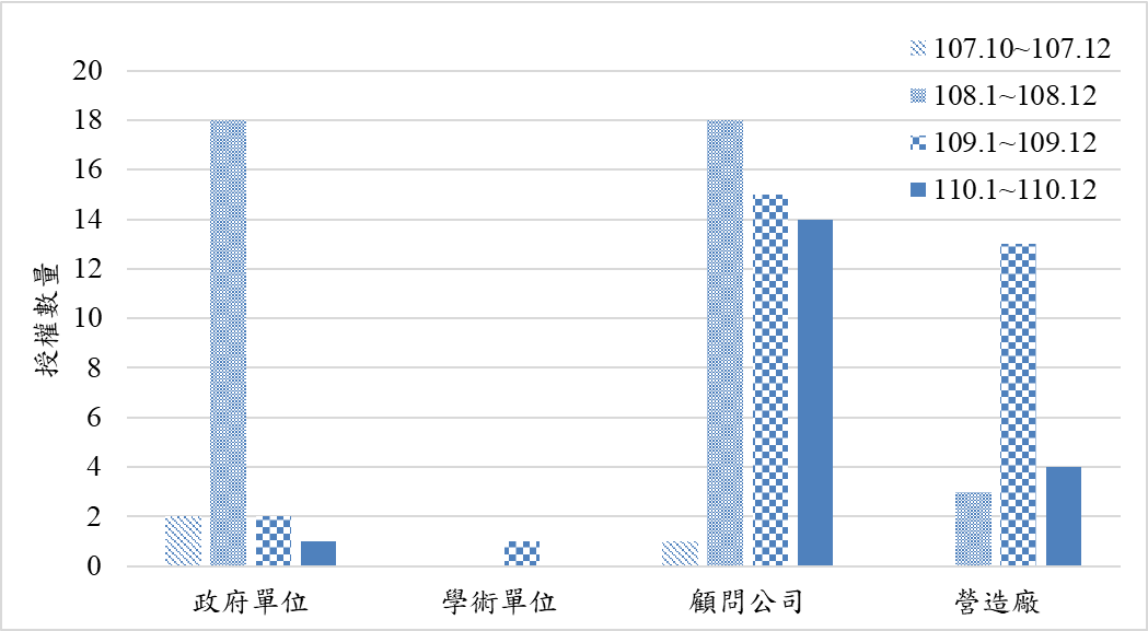


圖 2- 15　依單位別與計畫期別統計軟體授權數量

除數量統計外，為了解實際簡易型平整儀之使用狀況，本團隊透過儀器授權製造廠商儀衡工程技術顧問股份有限公司獲取共 94 個購買單位名單，本團隊以電子郵件寄送網路問卷至有提供電子郵件信箱之 72 個單位進行使用狀況調查，一共收到 16 份有效回應，約占發放數量之 22%，由於回收比例較低，可能並非充分反映購買單位的實際使用情況，因此報告本文未呈現問卷中關於使用情況之統計分析。但考量使用者之使用心得與操作問題方面仍具參考價值，統整此部分回饋如表 2-2 所示，詳細問卷調查結果則整理於附錄二。由於使用者所回饋意見已納入 2.0 版軟體之改版規劃中，所以從本次使用者調查之結果與改版項目之比對亦可顯示本團隊於 2.0 版軟體中解決了大部分使用舊版軟體使用上的待改善之處。另外針對建議第 3 點提到檢測車速是否可低於時速 30 公里以下，此項狀況一直是平整度檢測之限制，現況僅能於使用手冊與教育訓練中提醒使用者必須採 30 公里/小時以上速度檢測，並於 2.0 版軟體中新增附註與檢測品質功能，令使用者可檢視檢測時之速度並判斷未達時速要求之資料是否仍予以參採。於本期計畫中，針對此檢測速度問題，以實測方式進行比較探討，所得結果整理於本報告 4.7 節，由此次檢測實驗結果顯示，若採略低於 30 kph 速度（約為 20~29 kph）檢測，則所得結果與正常檢測速度時所得結果

相近但有低估情況，即會測得較低之 AARI 值，使評估時可能誤以為路況更為平整，因此建議道路主管機關仍應盡可能採用正常檢測速度（大於 30 kph）進行檢測，但若於檢測過程中因受臨時性干擾導致少數數據檢測速度未達 30 kph 時，則所得結果應仍可使用。而若受限於道路路型（如巷道或山路）或速限而須採略低於 30 kph 速度進行檢測時，應留意此結果有低估可能，並於歷次檢測時盡可能保持相同速度範圍以使各次檢測結果具有可比較性，但若擬與採正常檢測速度之路段進行結果比較仍須謹慎。

表 2-2　簡易型平整儀之使用者針對 1.0 版軟體之問題與建議及改善說明

編號	問題與建議	改善說明
1	分析程式速度慢	2.0 版軟體已改善
2	操作介面的按鍵太小、常因車輛震動造成滑鼠隨意移動、無法及時準確按下 (操作介面改善)	2.0 版軟體已改善
3	整合資料擷取介面及資料分析介面	2.0 版軟體已改善
4	輸入及輸出資料夾，建議改為不須特定名稱(讓使用者自行指定)。	2.0 版軟體已改善
5	檢測時車速希望能低於時速 30 公里	1. 於使用手冊與教育訓練時提醒應盡可能採取正常檢測速度（30 kph 以上）； 2. 採略低於 30 kph 速度檢測可行但有低估情況，應慎用； 3. 2.0 版軟體新增附註與檢測品質資訊。

第三章 規劃執行簡易型平整儀檢測教育訓練課程

對應於 1.3 節所規劃之工作執行進度規劃，本計畫重點工作之一即為規劃執行簡易型平整儀檢測教育訓練課程，其中項目包括進行教育訓練工作，以及製作使用手冊教材等。於期中階段已進行軟體 1.0 版之電子版使用手冊與初步影音教材之製作，並分別於 109 年 12 月 1 日及 110 年 1 月 12 日完成第一、二場次的實體教育訓練課程，而期末階段則針對簡易型平整儀軟體部分進行改版，再製新版使用手冊及對應之新版影音教材。然因新冠疫情於 110 年 5 月中情勢趨於嚴峻，故原計畫於 110 年 5 月及 7 月至中區及南區辦理第三、四場次的課程，經計畫主管機關同意，調整於 110 年 12 月 1 日及 110 年 12 月 24 日假臺灣大學土木系館辦理，並考慮減低學員交通移動之必要性，同步採取實體與線上授課的方式進行，其內容上加入新版軟體的資訊及比較新舊軟體間的操作差異，相關成果彙整於本章說明。

3.1 教育訓練課程規劃

延續營建署之前相關計畫成果與計畫中各項課程之參訓者回應，本計畫重點工作之一為持續開辦簡易型平整儀檢測教育訓練課程，以做為推廣簡易型平整儀之重要基礎，令後進之簡易型平整儀使用者得以獲得更完整訓練，並令尚未使用簡易型平整儀之道路主管機關有機會認識此設備。

表 3- 1 整理自 106 年以來簡易型平整儀教育訓練與現地觀摩場次數、參訓人次與該期計畫課程主要特點，由此表整理可知，於簡易型平整儀發展初期，課程內容以介紹基本概念令路權機關得知此設備之功能為主。至 107 年度工作則以培養三個種子學校並進行全國檢測，於檢測過程中辦理各縣（市）現地觀摩，而 108 年度之計畫工作則是擴展檢測能量並全面辦理教育訓練與現地觀摩，以期全國各地路權機關與執行道路工程之營造廠商得以獲得正確之檢測知能，於此階段 6 場次教育訓練中，安排半日課程進行鋪面管理養護觀念之說明，希望參訓人員不僅了解簡易型平整儀應如何操作，更可掌握道路鋪面績效變化之可能原因與進程，以於正確時機使用簡易型平整儀，而非僅為因應計畫

提報需求而使用。

表 3-1　歷年簡易型平整儀教育訓練與現地觀摩統計

年度	場次數	參訓人次	特點
106	3	158	以介紹簡易型平整儀基本概念為主，以室內試驗方式展演
107	種子學校訓練 3 場	30	培養三個種子學校並進行全國檢測，於檢測過程中辦理各縣（市）現地觀摩
	現場觀摩 16 場	40	
108	6	360	全面辦理六場次教育訓練，課程內容涵蓋鋪面管養概念與簡易型平整儀應用
總計	28	588	—

雖於 106-108 年度計畫中已開辦 28 場次之教育訓練與觀摩活動，且已有 588 人參與訓練，然於課前與課後問卷得知，多數人員均為首度參與本項課程，且亦反映於單位人員內部或外部工作調動時，常未能妥善交接導致簡易型平整儀之使用產生斷層，因此，受訓者多數認為持續辦理教育訓練實為必要。此外，由簡易型平整儀使用者使用時之輔導與回饋意見中亦得知，部分使用者對於課程中反覆提醒之檢測注意事項仍有未能遵循因而導致檢測結果異常情況。經了解部分原因為檢測者本人並未參加教育訓練，透由同事轉達產生誤差；另有部分檢測者雖參與課程但於檢測時未能完全掌握重點。有鑑於此，於本期計畫中，除延續教育訓練之辦理需求外，亦因應前期計畫中參訓人員之回饋意見，於課程中加入實測演練示範，並增加更詳盡之簡易型平整儀操作課程，供已取得簡易型平整儀之使用單位得以學習正確完整之使用方法。

綜合前述背景，本課程之實施目標包含下列六項，規劃之目標參訓人員以具有道路檢測與養護經驗或業務需求之第一線人員為主，包括以各縣（市）與鄉鎮市公所負責道路管養人員、工程顧問公司、工程公司或營造公司等。

1. 瞭解鋪面生命週期與管養作業之關鍵；

2. 熟悉簡易型平整儀之儀器架構、校正與驗證、檢測程序；

3. 掌握 AARI 與 IRI 之指標意義與資料應用；

4. 瞭解營建署後續辦理簡易型平整儀推廣相關作業內涵；

5. 發展簡易型平整儀電子版使用手冊與影音教材。

6. 新版軟體操作介紹

本教育訓練課程依契約工作要求須至少辦理四場，於期中階段規劃於 109 年 12 月 1 日與 110 年 1 月 12 日假臺灣大學土木系館 203 室辦理場次 1 與場次 2 教育訓練。本教育訓練課程預計每場次為 6 小時 15 分（未含休息與用餐時間），自上午 9:30 開始（9:00 開始報到），至下午 5:00 結束。課表規劃依據前述實施目標，訂定內容主軸有二，其一為鋪面生命週期與管養作業關鍵等基本觀念，其二為簡易型平整儀之原理、操作與檢測結果應用，最後將透過測驗、問卷填寫與綜合討論方式了解參與者之學習情形並進行意見交流，以供研究團隊做為後續研究或辦理課程之參考。課程安排如表 3- 2 所示。

表 3- 2 「簡易型平整儀檢測教育訓練」場次 1 與場次 2 之課程安排

時程	議程/課程內容
09:00～ 09:30	報到
09:30～ 10:30	**鋪面基本力學特性、破壞機制與生命週期養護管理觀念** 1. 鋪面功能與設計原理 2. 鋪面破壞機制與績效劣化進程 3. 現況養護管理之執行方式與考量生命週期養護管理之差異
10:30～ 10:45	休息
10:45～ 12:15	**績效表現之意義、重要性與量測** 1. 鋪面功能與對應績效類別 2. 不同績效類別之量測與應用 3. 平整度指標（AARI 指標、IRI 指標與三米直規標準差之比較）意義與應用 4. 採用科學化儀器評估結果規劃養護計畫對於養護管理之助益
12:15～ 13:15	午餐/午休

時程	議程/課程內容	
13:15～ 14:15	**簡易型平整儀簡介** 1. 開發目的與儀器軟、硬體架構 2. 儀器操作概要 3. 檢測程序	
14:15～ 15:45 （本時段課程將學員分為兩群同時進行）	**簡易型平整儀硬體校正、軟體安裝與操作** 1. 資料擷取與分析軟體安裝方法 2. 硬體校正方法 3. 軟體改版情形	**簡易型平整儀實測示範** 1. 示範資料擷取軟體操作 2. 說明檢測注意事項 3. 實測演練檢測程序
15:45～ 16:30	**簡易型平整儀資料分析、結果判讀與應用** 1. 操作軟體功能介紹 2. 檢測資料後處理步驟 3. AARI 檢測資料解讀	
16:30～ 17:00	**成果驗收、問卷填寫與綜合討論** 1. 課程測驗 2. 填寫課程問卷 3. 就後續擬了解主題交換意見	

於期中報告完成後至期末階段，疫情雖仍未舒緩，然本團隊藉此時機進行精進簡易型平整儀軟體介面功能之各項內容，推動軟體改版之作業，得以於後兩場次之教育訓練前完成。依據前述實施目標在後續兩次訓練課程內容上作調整，加入新版軟體操作介紹。有別於前兩場次之課程，基於疫情關係不建議密閉空間聚集，故場次 3、4 並未進行車上實體檢測操作，更改為於教室內安排實體參訓人員分組，利用軟體 1.0 及 2.0 版練習操作檢測數據，分享、討論與交流其分析之結果，期使參訓人員能了解實務上該如何判讀數據，並藉此對新舊版軟體間之差異性更加深刻。課程安排如表 3-3 所示，而針對新版軟體之最終成果可參閱 2.2 節及附錄一。經與計畫主管單位溝通討論及評估疫情狀況，本團隊於場次 3 與場次 4 教育訓練採線上與實體課程同步進行，實體上課地點為臺灣大學土木系館，線上則以 U 會議室進行直播。

表 3-3 「簡易型平整儀檢測教育訓練」場次 3 與場次 4 之課程安排

時程	議程/課程內容
09:00～ 09:30	報到
09:30～ 10:30	**鋪面基本力學特性、破壞機制與生命週期養護管理觀念** 1. 鋪面功能與設計原理 2. 鋪面破壞機制與績效劣化進程 3. 現況養護管理之執行方式與考量生命週期養護管理之差異
10:30～ 10:45	休息/茶點時間
10:45～ 12:15	**績效表現之意義、重要性與量測** 1. 鋪面功能與對應績效類別 2. 不同績效類別之量測與應用 3. 平整度指標（AARI 指標、IRI 指標與三米直規標準差之比較）意義與應用 4. 採用科學化儀器評估結果規劃養護計畫對於養護管理之助益
12:15～ 13:15	午餐/午休
13:15～ 14:00	**簡易型平整儀簡介** 1. 開發目的與儀器軟、硬體架構 2. 儀器操作概要 3. 檢測程序
14:00～ 14:50	**舊版軟體安裝與操作&簡易型平整儀硬體校正** 1. 資料擷取軟體與分析軟體安裝方法 [軟體 1.0 版本] 2. 硬體校正方法
14:50～ 15:10	**實體參訓人員利用舊版軟體練習檢測數據之操作** 1. 實測演練檢測程序
15:10～ 15:25	休息/茶點時間
15:25～ 16:00	**新版軟體安裝與操作&新舊版軟體差異處之比較** 1. 軟體安裝方法 [軟體 2.0 版本] 2. 說明、比較兩版本軟體之優缺點
16:00～ 16:40	**簡易型平整儀資料分析、結果判讀與應用** 1. 操作軟體功能介紹 2. 檢測資料後處理步驟 3. AARI 檢測資料解讀
16:40～ 17:00	**成果驗收、問卷填寫與綜合討論** 1. 課程測驗 2. 填寫課程問卷 3. 就後續擬了解主題交換意見

3.2 簡易型平整儀使用手冊與影音教材製作

為因應部分單位反映因人員異動導致先前接受教育訓練人員已離職，且教育訓練開辦並非定期，較難於有需要時即時接受訓練。此外，亦考量若製作可供使用者隨時查閱之教材，更有利於後續推廣。因此將製作簡易型平整儀電子版使用手冊與影音教材納入本計畫工作項目中，並因應軟體更新將新、舊版軟體之操作皆納入使用手冊中，本節分別說明二者之辦理情形。

3.2.1 電子版使用手冊製作

電子版使用手冊方面將採網頁版（html 格式）與 pdf 版格式兩種進行。首先將進行現行使用手冊之再檢視並進行必要之調整，例如部分重點提醒與執行細節之補充；再將調整好之手冊轉為適當格式，後續將以電子檔提供予營建署，於適當平台置放公開。本手冊修訂製作流程如圖 3-1 所示，首先檢討舊版手冊架構、內容與呈現方式，再進行手冊修正並同步評估電子化方式，而後製作電子版手冊並於定稿後提供檔案以利營建署使用。

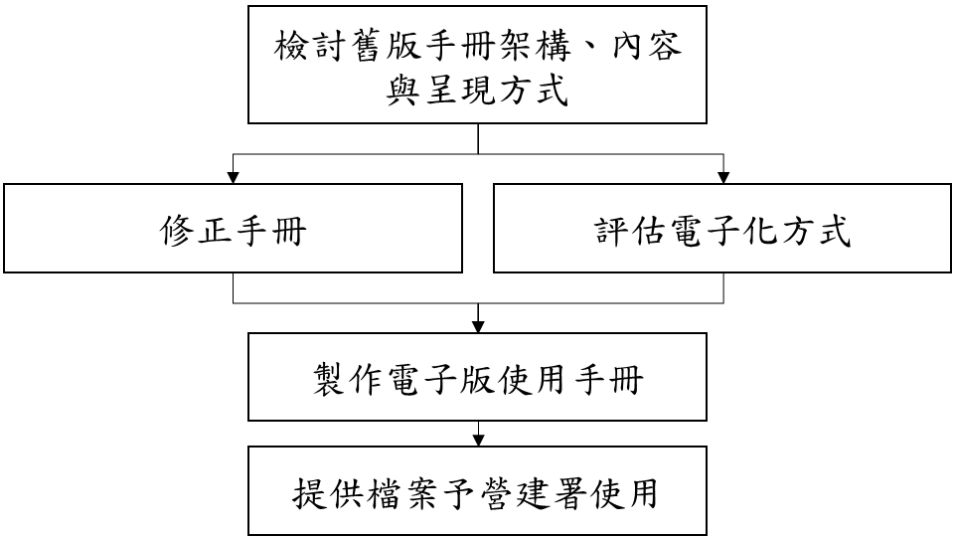


圖 3-1 電子版使用手冊製作方式

本計畫依上述流程首先進行手冊修訂工作，舊版手冊共分為五章，第 1 章為「總則」，概述簡易型平整儀之功能與特點。第 2 章為「儀器組成」，說明關鍵零組件—加速度規與 GPS 接收模組之功能與建議規格。第 3 章為「安裝與軟體操作」，說明簡易型平整儀與電腦之連接、連接後正異常情況之判斷、資

料擷取軟體之操作步驟。第 4 章為「檢測程序」，說明安排檢測時自檢測計畫規劃至完成檢測後之內業資料處理與分析程序之各步驟。第 5 章為「檢測須知」，提醒操作人員於使用時可能出現或可能導致檢測結果不正確之問題，並得以判斷問題與處理。

此次修訂首先檢討架構，認為既有架構中較不易令使用者快速查詢所需內容，且部分與使用簡易型平整儀需求知識關聯較低之內容出現於較前面的章節，恐令使用者較不易使用，因此有重新調整之必要。其次於內容方面，經再次以使用者角度檢視手冊內容，並彙整推行簡易型平整儀以來所接獲之各類使用諮詢或意見反應，發現於儀器使用方面仍有說明不夠完整清楚之處；同時所呈現方式均為文字，亦使部分內容較難理解。經上述檢討後，本團隊即進行內容編修，改版後手冊章名調整為「1.簡介」、「2.儀器使用」、「3.檢測程序」、「4.檢測須知」與「5.障礙排除」，各章內容均有調整及文字修正，彙整說明如表 3-4。

表 3-4　簡易型平整儀使用手冊修訂內容說明

改版後章名	主要修訂內容
1.簡介	a. 原章名為「總則」，改稱「簡介」較符合內容亦較為親民。 b. 將原「1.3 節儀器專利」改以附錄呈現。 c. 原「儀器組成」為第 2 章，考量本項對簡易型平整儀使用者所需知識應僅為設備功能，故僅將關鍵內容保留，縮減為一節，其餘補充內容納入附錄 2。
2.儀器使用	a. 本章原名「使用步驟與軟體操作」，但內容較為簡要，此次修訂將簡易型平整儀使用方式依步驟分開撰寫，並搭配照片以更詳細方式進行介紹。 b. 將 1.0 版軟體、2.0 版軟體均納入使用手冊中。
3.檢測程序	配合調整章序並酌修文字。
4.檢測須知	配合調整章序並酌修文字，另將原「5.3 異常情況處理」獨立為第 5 章。
5.障礙排除	本章新增，彙整使用者詢問問題與使用經驗，並將排除方法整理為本章內容。
附錄 1：儀器專利	原為 1.3 節，考量本項對簡易型平整儀使用者之迫切程度較低，改以附錄呈現。

改版後章名	主要修訂內容
附錄 2：設備規格	原為第 2 章，考量本項對簡易型平整儀使用者之迫切程度較低，改以附錄呈現。

於手冊編修同時，本團隊亦討論電子版使用手冊之製作方式，為便於使用與傳播，本計畫所製作之電子版手冊擬以最廣為使用且多無須下載讀取軟體的方式製作，製作方式有二，其一為採 pdf 格式供下載，其二為採網頁版（html 格式），兩種方式相比較之優缺點如下表。

表 3- 5　電子版使用手冊製作方式比較

方式 / 比較項目	採 pdf 格式供下載	網頁版（html 格式）
優點	◆ 使用者可一次完整下載，對於不方便經常使用網路者較為方便。 ◆ 製作較為容易，僅須提供 pdf 檔，並於網頁上提供下載連結即可。	◆ 可直接點選想閱讀的主題或章節。
缺點	◆ 查找須透過目錄或 pdf 文件搜尋功能。 ◆ 改版時須全份重新下載（可透過提供增訂比對改善）。	◆ 使用時須有網路。 ◆ 製作稍為複雜。 ◆ 若使用者想下載或列印格式可能較不易閱讀。

本團隊已完成電子版手冊編修與電子檔案製作，其中 pdf 格式可參見報告附錄一，於本報告定稿後亦將提供兩項電子檔予營建署。

3.2.2　影音教材製作

除以圖文方式進行教學外，另希望以影音方式做更清楚的說明，於本計畫中所採用之教材製作方式為先規劃適當腳本，再依腳本內容進行拍攝及後製剪輯。由於影音教材之強項為可以完整連續之動作指導，以及配合動作之口述或簡要文字說明，令學習者更清楚得知執行細節。例如本計畫之簡易型平整儀之校正與儀器操作，即適合以此方式呈現供人員學習；不僅拍攝人員使用過程，並於其中提醒檢測注意事項。

於拍攝前先行確認演出人員對檢測流程之熟悉與正確性，並依使用手冊之檢測流程編寫拍攝腳本，而後依據腳本進行拍攝與後製剪輯作業，同時也聘請受過訓練的黃薇玲同學擔任配音員，為影片旁白作聲部。此次所規劃腳本分為「儀器介紹 」、「連接硬體 」、「軟體介面說明 」、「加速度規校正操作」、「車輛檢查」、「儀器架設」、「出路檢測」與「輸出報表」八部分，首先是針對簡易型平整儀的硬體設備作介紹，並示範如何將此設備連接至檢測用的筆記型電腦上；接著對於軟體程式的介面進行說明；隨後則是示範操作軟體，將已連接上筆記型電腦的加速度規進行校正；每次車輛出外檢測前，須對車輛進行相關的設備確認；隨後則是示範將簡易型平整儀放置在車輛內，最後說明實務檢測上的流程，以及分析報表的輸出呈現，腳本內容如表 3-6 所示，教材封面則如圖 3- 2 所示。

表 3- 6　簡易型平整儀影音教材拍攝腳本

影片封面與目錄		
畫面敘述	影部	聲部（旁白摘要）
片頭	影片名稱	簡易型平整儀，影音使用手冊
單元介紹	單張投影片	簡介八個部份的內容
一、簡易型平整儀的簡介		
畫面敘述	影部	聲部（旁白摘要）
設備介紹	拍攝硬體	介紹裝有加速度規之元件本體及全球衛星定位系統 GPS 接收模組，後者可以藉由磁吸方法置放在加速度規元件本體上
	拍攝軟體	集資料擷取與分析處理為一程式，軟體介面呈現於筆記型電腦的螢幕上
二、連接硬體與電腦設備		
畫面敘述	影部	聲部（旁白摘要）
設備連接	拍攝連接環境全景	須提供一個平面作為加速度規校正的平台，並利用氣泡水平尺來確認校正設備時所採用的平臺之水平性，即可將簡易型平整儀以及電腦設備放在此平臺上。
設備連接	連接硬體與電腦設備	簡易型平整儀的本體與 GPS 各有一條連接線，各自可連接至筆記型電腦的 USB 插槽。

注意事項提醒	拍攝校正環境全景	平整儀的插孔較為細小且具方向性，請小心連接。
	拍攝校正與檢測時的連接情形	校正時僅須連接簡易型平整儀本體與電腦設備，進行加速規之校正，此時 GPS 可暫時不連接上電腦設備；檢測時則須同時連接本體與 GPS。
	確認連接情況	設備的燈號亮起，表示簡易型平整儀與電腦設備已正確連接。
三、軟體介面說明		
畫面敘述	影部	聲部（旁白摘要）
開啟程式	點擊開啟軟體程式	完成連接後，點擊電腦設備上的簡易型平整儀軟體程式，成功開啟軟體後會看到如畫面顯示出的介面。
介面說明	顯示軟體三個分頁	針對這部份，依序說明軟體中三個分頁的細項內容，包含：「資料擷取」、「參數設定」及「加速度規校正」。
	點擊「資料擷取」分頁	首先在軟體的「資料擷取」分頁中，左側方框內為即時資料顯示。會顯示檢測當下的車輛行駛速度及所行駛的總里程長度，並且即時運算使用者設定最小單位長度下之 AARI 數值。畫面右上方框內，顯示的是使用該軟體當下的日期、時間及車輛所在位置之經緯度資料。
	呈現基本資料填寫區	軟體介面下方則可輸入檢測的基本資料，包含檢測單位、檢測人員、檢測日期、檢測地點、備註及設定預設檢測資料的儲存位置。
注意事項提醒	呈現基本資料填寫區	記得請在按下「檢測啟動」按鍵前完成所有資訊的填寫，不可在按下後中途進行更改，否則將導致無法順利產生報表。
功能說明	拍攝「資料擷取」分頁中，區域切割長度功能區	在此分頁中，軟體設計讓使用者可自行設定檢測路段之區域切割長度，同時確認儀器的連接狀態。
	拍攝「資料擷取」分頁中，區域切割長度功能區	區域切割長度代表在輸出報表時分析檢測長度的最小單位，建議設定每 100 公尺運算一筆 AARI 值。
功能說明	顯示儀器連接狀態區域之不同顏色意義	儀器連接狀態可以確認 GPS 和加速度規是否成功與電腦設備連接，使其成功收到訊號。黃底色表示 Not Ready，需要重新確認電腦的設定或是否正確連接，綠底色則表示 Ready，已成功連接

		可以開始進行檢測的操作。
	呈現檢測操作區的按鍵	進行檢測的操作區包含：①檢測啟動、②檢測開始、③檢測結束，這三個方框按鍵。按下「檢測啟動」，確認儀器連接狀態皆在 Ready 的狀態時，且檢測人員已完成檢測前的預備動作，便可按下「檢測開始」鍵，程式即開始檢測目標路段。
	呈現檢測操作區的按鍵	行駛完目標路段或是當前方號誌轉為紅燈時，按下「檢測結束」便可完成此次的檢測，而報表也會在按下該按鈕時，產出該路段之檢測分析成果。
介面與功能說明	點擊「參數設定」分頁	可於畫面左上角，能讓使用者選擇加速度頻道及 GPS 連接埠，完成簡易型平整儀的設定。
	呈現「參數設定」分頁中之成果後續功能區	右下角可見檢測成果後續功能有兩部分，首先第①部分 「讀取儀器訊號輸出報表」：表示當軟體未能於檢測結束後即時順利產出報表或需重新調整區域切割長度時，此處的功能鍵可以重新輸出檢測報表；第②部分「核驗報表檔」：則可檢驗報表是否為不可竄改之原始加密檔案。
	呈現「資料擷取」分頁中，校正功能區	最後介紹「加速度規校正」分頁，此分頁是出發檢測前最重要的操作介面，需進行三種不同擺放方式下之校正，並得到各自的電壓值。而三種擺放方式分別為「正放」、「倒放」及「側放」。
注意事項提醒	拍攝不同側放方式	正確的側放方式，不可使插孔朝上。
功能說明	拍攝「資料擷取」分頁中，校正完成後的畫面	校正完成後，程式會自動計算加速度規量測的電壓值與重力值之間的線性迴歸式。
四、加速度規校正操作		
畫面敘述	影部	聲部（旁白摘要）
注意事項提醒	拍攝校正環境全景及點擊切換「加速度規校正」分頁	校正時須先確認欲置放簡易型平整儀的位置為水平且無振動干擾，即可點擊「加速度規校正」分頁，進行加速度規之校正。
校正步驟 1	拍攝軟體「儀器校正」之「正放」操作與運作情形	按下「正放」，電腦會自動蒐集 10 筆加速度規資料，並進行標準差與平均值的計算

校正步驟 2	拍攝「簡易型平整儀」反放於水平平臺動作	將簡易型正面向下擺放
	拍攝軟體「儀器校正」之「反放」操作與運作情形	按下「(反放)」，電腦亦將再蒐集 10 筆數據並進行標準差與平均值之計算
校正步驟 3	拍攝「簡易型平整儀」側放於水平平臺動作	將簡易型立起擺放
	拍攝軟體「儀器校正」之「側放」操作與運作情形	按下「側放」，電腦亦將再蒐集 10 筆數據並進行標準差與平均值之計算
校正步驟 4	拍攝軟體「儀器校正」之完成畫面，並按下「確認」後回到主畫面	當三種擺放方式的加速度規校正全部結束且無錯誤訊息出現時，程式會自動計算加速度規量測的電壓值與重力值之間的線性迴歸式。
五、出發檢測前進行車輛檢查		
畫面敘述	影部	聲部（旁白摘要）
車輛檢查	拍攝該車輛胎壓標準	在出發進行檢測前，需先確認車輛狀況。
	拍攝車輛目前胎壓是否落在正常範圍	尤其是檢查車輛胎壓是否落在正常範圍內，以確保檢測人員及其他用路人之安全。
輪胎充氣	拍攝輪胎充氣之畫面	若車輛胎壓不符合正常範圍，則須前往灌氣以補足胎壓，充足的行前準備是必要的流程。
六、檢測車輛內之儀器架設		
畫面敘述	影部	聲部（旁白摘要）
注意事項提醒	拍攝車前平台	於執行檢測前確認置放儀器處是否平整穩固且空間充足。
注意事項提醒	拍攝車前平台	建議放置於副駕駛座前方平台，並淨空儀器周邊避免遭其他物品碰撞而影響檢測正確性。

連接與放置儀器	拍攝連接儀器與放置情況	此時要特別注意，平台本身傾角不能超過 10 度角，若較不穩固需要使用膠帶或雙面膠將其固定貼牢固，避免於檢測中產生滑動、移動位置。
注意事項提醒	拍攝連接儀器與放置情況	建議每次檢測均放置於車輛內相同位置。
設備連接	拍攝儀器連接亮燈情況	GPS 與簡易型平整儀與電腦連接成功時，可見燈亮起。
七、檢測車輛內之儀器架設		
畫面敘述	影部	聲部（旁白摘要）
現場車流觀察	拍攝軟體畫面與現場檢測情況	在開始檢測前須先確認該路段的路況(是否有在施工等)、號誌與交通流量，因為過多的干擾會影響我們的車輛運行以及檢測操作。
確認狀態正常並檢測	拍攝軟體畫面以及現場檢測情況	當車輛行駛至檢測路段時，按下「檢測啟動」按鈕，等待下方的「GPS」與「加速度規」兩個部分均由黃色變為綠色後，代表 GPS 與加速度規連接正常，隨時可開始檢測。
功能說明	拍攝軟體畫面以及現場檢測情況	確認 GPS 與加速度規連接正常並保持穩定速度（高於 25kph），當車輛通過預定的檢測起點時，按下「檢測開始」按鈕，進行加速度值之蒐集。資料蒐集過程中，介面右側上方會即時顯示行駛速度與行駛距離。資料蒐集過程中，介面左側會即時顯示行駛速度與行駛距離。當檢測距離每完成 100 公尺時，會在介面灰底方框中顯示即時運算的每 100 公尺 AARI 值與平均速度。
功能說明	拍攝軟體畫面以及現場檢測情況	當一路段檢測完成時，按下「檢測結束」按鈕，則該筆資料會自動記錄於電腦中，軟體將自動匯出檢測的報表。
八、輸出報表		
畫面敘述	影部	聲部（旁白摘要）
功能說明	拍攝報表畫面	報表中會顯示檢測單位、檢測時間、檢測地點、檢測人員及本次檢測的品質等資訊。檢測品質所代表的意義，為檢測時對於檢測車輛行駛速度的掌控狀況，僅供檢測人員做參考。此外該報表也會產出經緯度等資訊，以利於後續分析之使用。
功能說明	拍攝報表畫面	報表當中最重要的資訊，為檢測路段最小設定單位長度之 AARI 值，除了數字以外，並且用顏色顯示、區分其等級，根據平整度的狀況，共五個

		等級。
	拍攝報表畫面	藍色表示 AARI 量測範圍小於 1.5、綠色表示 AARI 量測範圍介於 1.5-3.5、黃色表示 AARI 量測範圍介於 3.5-5、橘色表示 AARI 量測範圍介於 5-7、最後，紅色則表示 AARI 量測值大於 7。
	拍攝報表畫面	在檢測過程中若最小設定單位長度的平均時速低於每小時 30 公里，則表格最右側之附註區會在該路段區域切割段格子內，註記方才檢測過程不符合行駛速度之要求。
	拍攝報表畫面	本次改版之簡易型平整儀軟體輸出報表，特別設計防偽浮水標記，一旦檢測完成，路段之平整度即會於有浮水印之報表上呈現，作為該路段平整度之佐證
影片封底		
畫面敘述	影部	聲部（旁白摘要）
片尾	影片名稱	以上是簡易型平整儀影音使用手冊之教學影片，謝謝大家的觀看。



圖 3-2　簡易型平整儀影音教材首頁

3.3 教育訓練課程執行情形

如 3.1 節所述，本計畫已於計畫期限完成四場教育訓練之規畫執行，本節說明四場次之教育訓練課程執行情形，包括參與人數、形式與上課概況，並於

本節分別以三個小節說明課前問卷、課後問卷與課後測驗之統計結果，以了解參訓者背景、上課學習情形與成果。

於期中階段原擬僅辦理一場教育訓練，但由於場次 1 開放報名後迅速額滿，並有許多單位人員表達期待，因此再加開場次 2；場次 2 於報名時先行以電子郵件通知場次 1 報名候補人員，並保留部分名額由其優先報名，再開放剩餘名額進行公開報名。場次 3 及場次 4 之課程報名消息則同時公布，使參訓人員可以自行選擇場次及授課型式，且於課程前 3~5 天前致電報名實體型式的人員進行提醒，同時以電子郵件通知報名線上型式的人員課前資訊（如會議室連結及簽到與登錄學習時數方式）等，雖已盡力提醒，然可能因此兩場次於年末辦理，少數原本報名之人員回覆事務繁忙不克出席抑或是由實體轉為線上上課，而亦有部分報名人員則可能因授課日與填表報名時日相差近一個月以致當日未能出席。

各場次人數統計如表 3- 7 所示，總計前兩場次之課程共有 93 位報名，實際完成參訓人數為 71 人，報到率為 76%，後兩場次共有 47 位報名實體課程，實際完成參訓人數為 30 人，報到率為 64%，報名線上型式者則共有 82 位，實際完成參訓人數為 42 人，報到率僅 51%，後兩場次之報到率較前兩場次為低，推測除因公忙原因外，另可能因採取混成課程形式，部分實體報名者認為可改以線上參與較具彈性，但線上參與更容易因公務等因素而導致無法參與課程，此亦可由線上報到率較實體課程更低而得知。各場次簽到單如本報告附錄 三。

表 3- 7 「簡易型平整儀檢測教育訓練」課程報名與參訓人數與組成

場次	時間	報名人數		實際參訓人數		參訓者組成
		現場		現場		
1	109.12.1	53		42		全為營建署與縣市政府代表
2	110.1.12	40		29		除 6 位廠商代表外，餘皆為營建署與縣市政府代表
場次	時間	報名人數		實際參訓人數		參訓者組成
		現場	線上	現場	線上	

場次	時間	報名人數		實際參訓人數		參訓者組成
		現場		現場		
3	110.12.1	19	33	15	19 (參與 23 人，4 人未全勤)	11 位顧問公司及 10 位營造廠商，8 位鄉鎮市公所及 6 位縣市政府代表、1 位營建署代表。
4	110.12.24	28	49	15	23	21 位鄉鎮市公所及 6 位縣市政府代表，餘皆為顧問公司。
總計		140(現場) 82(線上)		101(現場) 42(線上)		



圖 3-3　室內課程執行情形（一）



圖 3-4　室內課程執行情形（二）

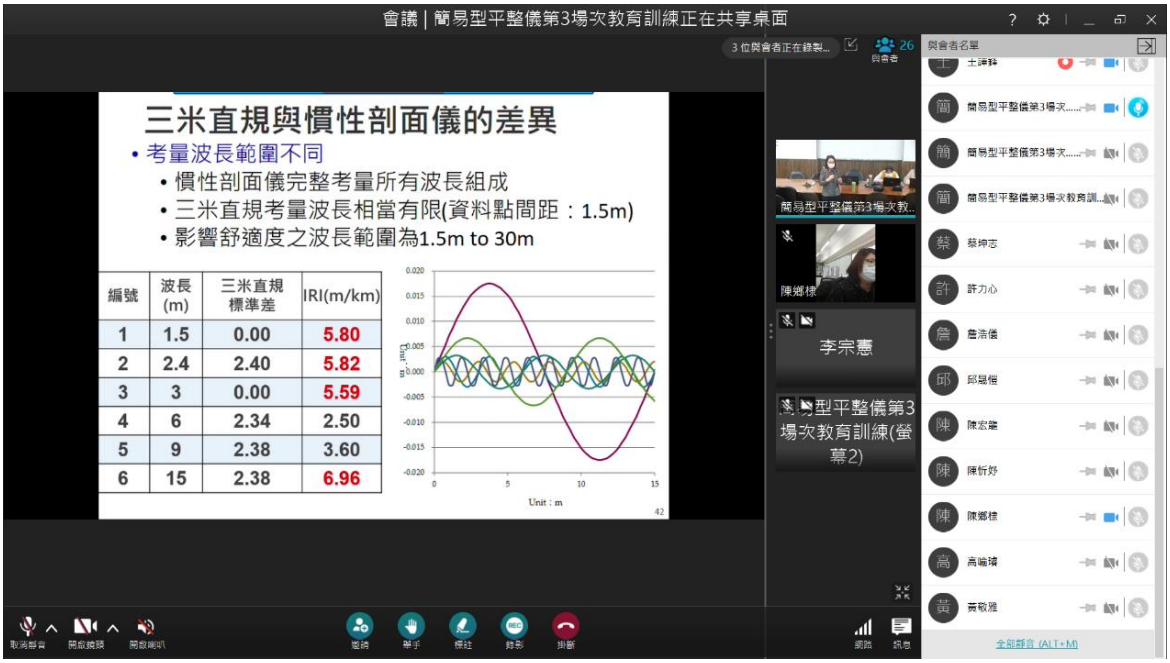


圖 3-5　線上課程執行情形（三）

3.3.1　課前問卷統計

課前問卷為於課程執行當天、參訓人員報到後、課程開始前請參訓人員先行填答之網路問卷，目的為進一步掌握參訓人員背景，以使課程內容更符合所

需。於前兩場次教育訓練中，發現並未能取得所有參訓人員的填答回覆，可能因為多數人員集中於課程即將開始前才報到，因此壓縮到填答時間；且因屬無記名問卷，也無要求填答之強制力，於場次 1 回收 34 位學員的回覆，約八成填答率，而場次 2 則僅有 16 人填答，佔該場次參訓人數五成之填答率。期末階段所辦理之後兩場次教育訓練中，則保留較充裕之作答時間，且於課程開始前再三提醒，並於實體課程參與者全數填答後才開始正式課程，因此填答率較場次一與場次二更高。於場次 3 填答率達百分之百，而場次 4 回收 36 位學員的回覆，僅 2 位線上學員未填答，近九成五的填答率。為能收集較為精確學員個人資訊，後兩場次之問卷內容相較前兩場次做了些微調整，以收集對參訓人員相關工作現況及是否先前即對本教育訓練之授課目標有初步瞭解，有些問題則針對填答選項進行微調整。以下就問卷內容中部分項目分成五大類別「工作年資」、「單位與年資交叉分析」、「簡易型平整儀相關課程參與經驗」、「工作相關性與求學經驗」、「簡易型平整儀之持有與使用」之分析，以下依序說明這四場次教育訓練課前問卷之填答結果，而問卷完整內容請詳見附錄四。

一、 工作年資：經統計前兩場次參訓者之工作年資之比例趨勢相近，均以 5 年內年資人員為主，場次 1 比例為五成，場次 2 比例逾六成；若加總第 1 年比例，則 0~5 年工作年資者於兩個場地合計比例為 66%，顯示各單位人員多派訓較資淺者參與本課程之傾向，分析結果可見圖 3-6。

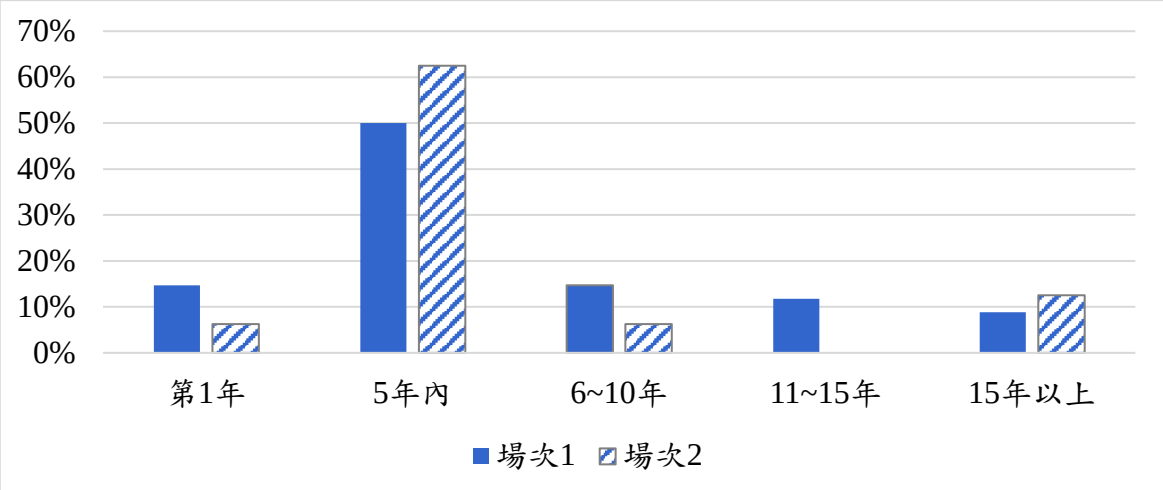


圖 3-6　場次 1 與場次 2 教育訓練參訓者工作年資統計

後兩場次雖不更動詢問之題目，然填答選項新增「從未」的選擇項目，

其餘則維持 5 年的區間值，並更改敘述為「1~5 年」、「6~10 年」、「10 年以上」，分析結果可見圖 3-7。經統計，後兩場次參訓者之工作年資亦以 5 年內人員為主，同樣顯示各單位傾向派遣較資淺者參與受訓本教育訓練，或者單位中較為資深之鋪面工程人員並不多。

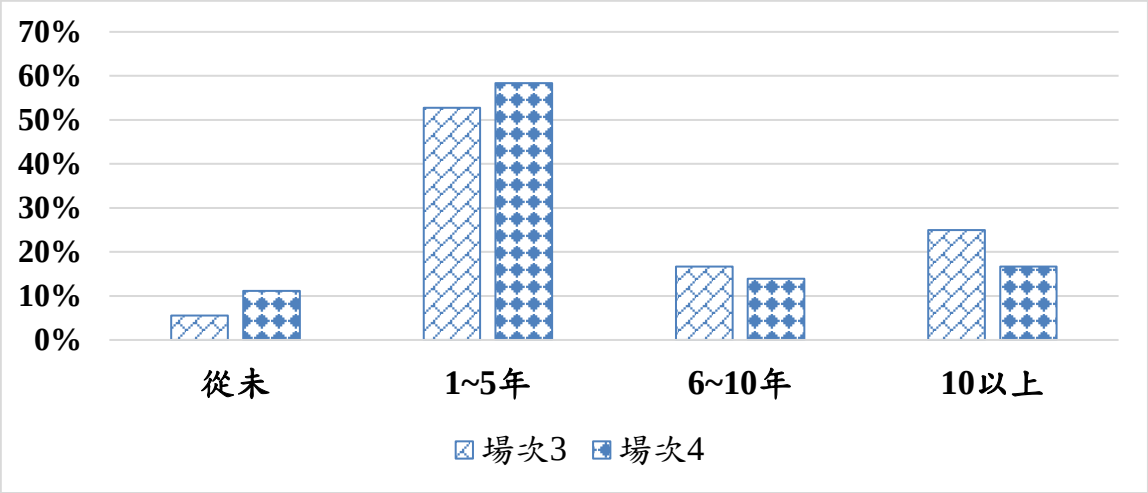


圖 3-7 場次 3 與場次 4 教育訓練參訓者工作年資統計

二、單位與年資交叉分析：合併前兩場次資料並進行所屬單位與工作年資統計，所得結果如表 3-8 所示，其中占比最高者為年資 5 年內且為鄉鎮市公所人員，占此兩場次教育訓練比例為 38%；其次亦為 5 年內年資範圍且為縣(市)政府及所屬單位人員。此次教育訓練以此兩單位之占比為絕對多數，僅有不及一成人員為其他單位，與前期計畫中有多數名額係由廠商參訓之情況非常不同，經了解除機關更積極派訓外，另亦由於此次報名相當踴躍，當教育訓練公文通知由機關再轉至廠商時，多為報名已額滿情況，因此亦形成此次教育訓練以機關代表為主組成情況。

表 3-8 場次 1 與場次 2 教育訓練參訓者所屬單位與工作年資統計

工作年資	營建署	鄉鎮市公所	縣(市)政府及所屬單位	廠商（工程顧問公司、工程科技公司、工程公司、營造廠等）
第 1 年	0%	8%	4%	0%
5 年內	2%	**38%**	15%	2%
6~10 年	0%	10%	2%	0%
11~15 年	0%	6%	2%	4%
15 年以上	0%	2%	4%	0%

同樣針對後兩場次資料進行合併，對所屬單位與工作年資統計，所得結果如表 3-9 所示，其中同樣是以年資 5 年內之鄉鎮市公所人員占比最高者，占場次 3、4 教育訓練比例 26%；其次為同一年資範圍且為廠商人員占比 17%，而工作年資 10 年以上的廠商參訓人員比例占此兩場次人數之 14%，位居第三。與前兩次相比，由於場次 3、4 課程內容上新增新版軟體之介紹，故有多數廠商報名者由業界、朋友轉告得知本訓練課程消息，使總受訓人數近乎五成。

表 3- 9　場次 3 與場次 4 教育訓練參訓者所屬單位與工作年資統計

工作年資	營建署	鄉鎮市公所	縣(市)政府及所屬單位	廠商（工程顧問公司、工程科技公司、工程公司、營造廠等）
從未	0%	6%	0%	3%
1~5 年	1%	**26%**	11%	17%
6~10 年	0%	6%	1%	9%
10 年以上	0%	3%	4%	14%

三、 簡易型平整儀相關課程參與經驗：經前兩場次於課堂中及表單內得知有 90%參訓人員均為首次參與此課程，顯示雖如前述營建署與本團隊自 106 年以來已辦理 28 場次教育訓練或現場觀摩，亦有 588 人次參訓，但仍有許多機關人員並未能獲得相關訓練。於後兩場次中亦得知逾九成之參訓者為首次參與，當請問學員們是否聽過、看過、或操作過簡易型平整儀，總體參訓學員有逾六成的人曾耳聞過此設備，說明之前推廣設備獲得些許知名度，然仍有進步之空間；期望本課程內容能夠此使縣(市)政府及所屬單位及鄉鎮市公所等單位在參訓完此課程後，加以推廣至各縣市、鄉鎮，令簡易型平整儀的功能更廣為相關單位所熟知。統計之結果請參見表 3- 10。

表 3- 10　場次 3 與場次 4 之參訓者是否聽聞或操作過該設備之統計

所屬單位	曾聽聞或操作使用	未曾聽聞或操作過
營建署	100%	0%
鄉鎮市公所	34%	66%
縣(市)政府及所屬單位	58%	42%
廠商（工程顧問公司、工程科技公司、工程公司、營造廠等）	90%	10%

四、 工作相關性與求學經驗：詢問參訓人員目前工作是否鋪面養護管理或設計施工，以及求學階段是否上過鋪面相關課程，以了解參訓人員之工作現況及更重要的是，是否於學校正規教育中得以獲得鋪面養護管理或設計施工之完整訓練。結果發現前兩場次之參訓者中有 86%之日常工作與鋪面養護管理或設計施工相關，但僅有 36%曾於學校正規教育受過相關訓練，此顯示人員之基礎訓練甚為不足，藉由各類在職訓練與教育訓練進行補強實為必要。後兩場次則於問卷上獲知有約兩成的學員未曾修過鋪面相關課程，且工作環境中缺乏對於道路相關工程及鋪面維護方法與管理等實務經驗豐富之同仁，然還是有近八成的學員自身已是或是單位中已有資深人員。由於參訓者之組成中，工作內容並非皆為負責鋪面維護作業及執行道路平坦度調查，故表 3-11 初步了解後兩場次學員及其工作環境概況之使用。

表 3- 11　場次 3 與場次 4 參訓者求學經驗與單位內工作知能之調查

		貴單位中是否有資深道路相關工程人員對鋪面維護方法及管理有充足經驗？	
		否	是
請問您在學校求學階段，是否上過鋪面相關課程？(有學分的課程，不包括演講)	否	21%	47%
	是	13%	19%

五、 簡易型平整儀之持有與使用：綜合四場教育訓練簡易型平整儀持有與使用情形之統計情況，請參見表 3-12，可得知參訓人員中機關持有簡易型平整儀且有使用經驗之比例僅有一成；而未持有或不清楚的狀況下，亦有少數兩成之人員具有使用經驗，但整體而言，仍以機關未持有且人員亦無使用經驗情況為主。

表 3- 12　簡易型平整儀之持有與使用情形

		使用簡易型平整儀經驗(人次)		
		是	否	總計
機關是否持有簡易型平整儀(人次)	是	23	3	26
	否	31	62	93
	不清楚	0	3	3
	總計	54	68	122

綜觀整體填答結果可知，此次教育訓練參訓人員以機關派訓之較資淺人員為主，且多為首度參與簡易型平整儀教育訓練，於機關內未持有且人員亦無使用經驗情況為主。而目前雖從事鋪面養護管理或設計施工相關工作，但多數於求學階段並未受到相關訓練，推測從事工作所需知能應多為於工作中經由資深同事教導所得。

3.3.2　課後問卷統計

實施課後問卷調查目的在於了解參訓人員對於課程之吸收情形與辦理方式建議，總計於場次 1 回收 26 份問卷，場次 2 回收 22 份問卷，但由於前兩場次各有 1 份問卷為無效問卷，因此有效問卷數合計為 46 份。後兩場次中，場次 3 回收 34 份問卷，場次 4 回收 32 份問卷，有效問卷數合計為 66 份。問卷題目完整內容如附錄 五，本小節就填答結果進行統計說明。

一、 簡易型平整儀課程了解程度：本問卷以四分等級詢問參訓人員對於課程內容中之「目的與組成」、「操作」、「資料分析」、「校正」、「檢測程序與注意事項」等五項之了解程度，四場教育訓練的填答結果分別如圖 3-8 至圖 3-11 所示，由統計結果得知，參訓人員自評對於課程了解程度主要為「多數已了解」，合計「多數已了解」與「非常了解」之比例皆已達 90%以上，且均無填答「完全不了解」者。若比對 3.3.3 節課後測驗結果可知，場次 1 與場次 2 之測驗平均成績約為 72~73 分，與此自評結果相符，屬於多數已了解情況；然因測驗得分集中於 70~79 分區間，80 分以上比例甚低，因此填答「非常了解」者或許仍有部分高估。由於

課程現場係先完成測驗再進行課後問卷，因此亦可能於測驗過程中，參訓人員對於本身答題狀況甚有信心，導致出現自評結果甚佳的情況。

進一步比較「目的與組成」、「操作」、「資料分析」、「校正」、「檢測程序與注意事項」等五項間之評估情形，可知場次 1 針對校正方面認為「多數不太了解」之比例高於其餘四項；場次 2 則餘資料分析與校正兩項有人員選填，由於校正步驟對於檢測結果正確性甚為重要，資料分析雖簡易型平整儀軟體已處理到相當程度，人員僅須就欲調整區段長度或加值使用部分進行分析，但仍影響最終結果呈現；若對比課後測驗答錯率較高題目亦可得知，前兩場次中此兩項的確為參訓人員掌握程度略微較不理想的部分，因此後續場次 3、4 的課程針對此「資料分析」與「校正」兩項再做強化，得資料分析項目中，了解程度之「多數不太了解」的比率從原本的場次 2 的 10%降至 3%，以及校正項目中，了解程度於場次 4 中並無人填答「多數不太了解」，惟可惜的是原於場次 2 中並無人對於「操作」項目不太了解之處，卻於場次 3、4 中有 6%及 3%的比率，探究其原因可能是因為後兩場次帶學員並未如前兩場次帶領學員實際乘坐車輛至校外實際操作並蒐集數據之過程(簡易型平整儀實測示範)，而係規劃室內操作軟體分析實際檢測數據之課程，以致後兩場次參與人員對於資料擷取軟體之操作，即實際上路蒐取平整度資料過程，不若前兩場次實際參與時之了解程度。

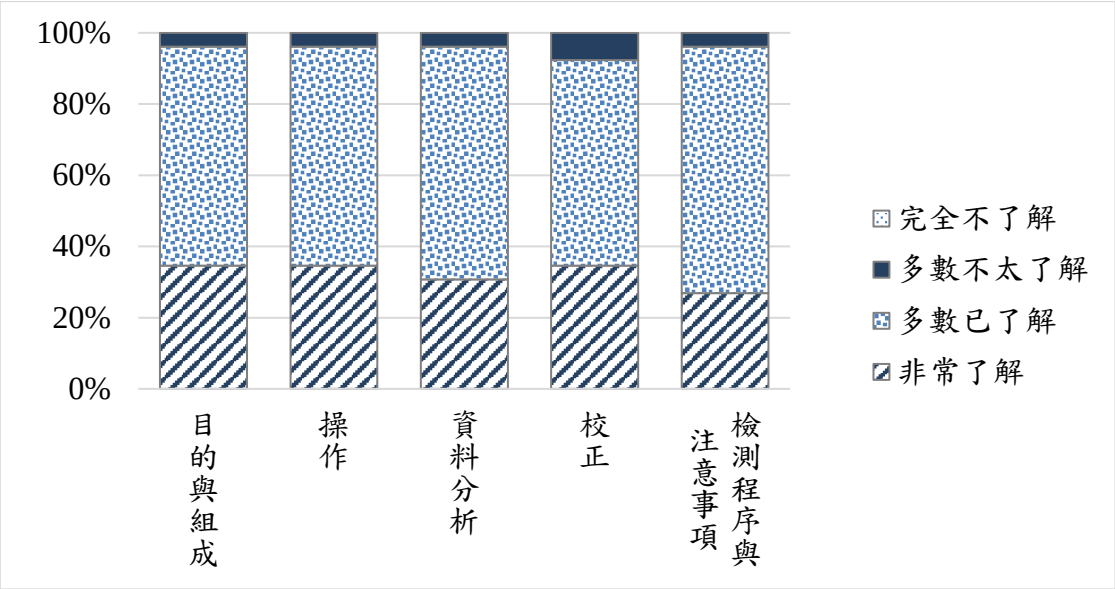


圖 3-8　場次 1 參訓人員課程了解程度統計

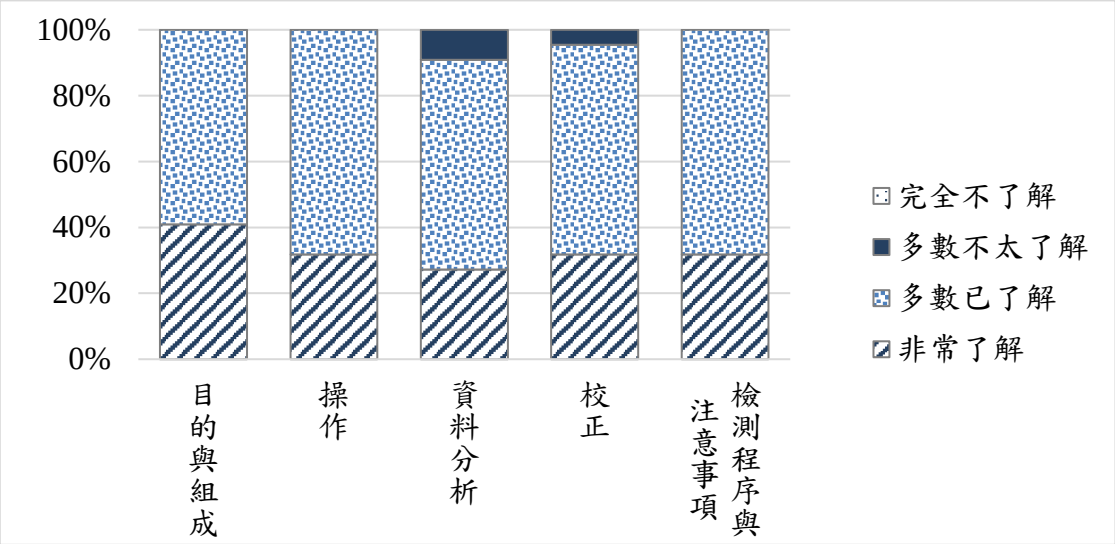


圖 3-9　場次 2 參訓人員課程了解程度統計

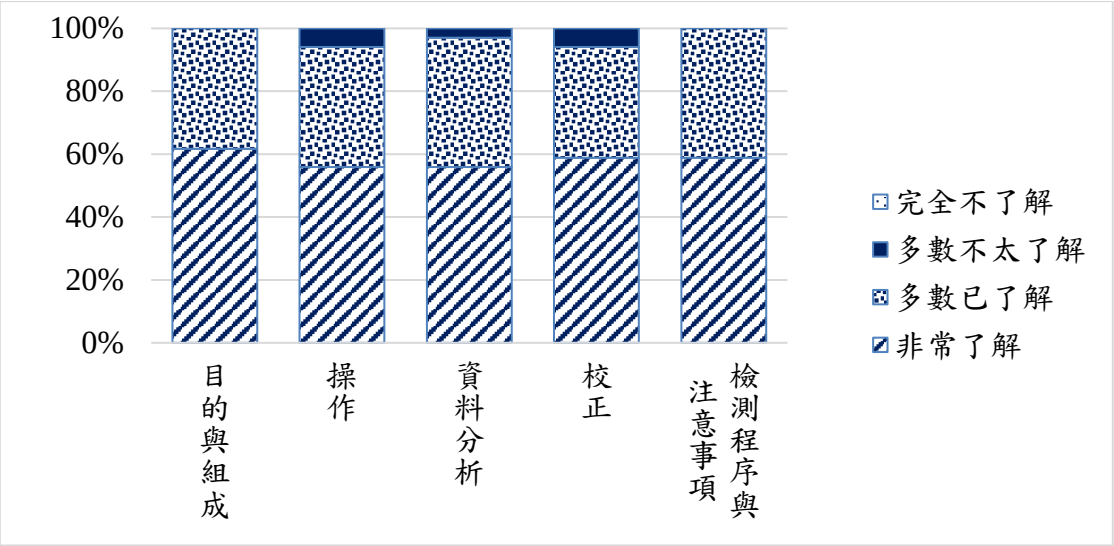


圖 3- 10　場次 3 參訓人員課程了解程度統計

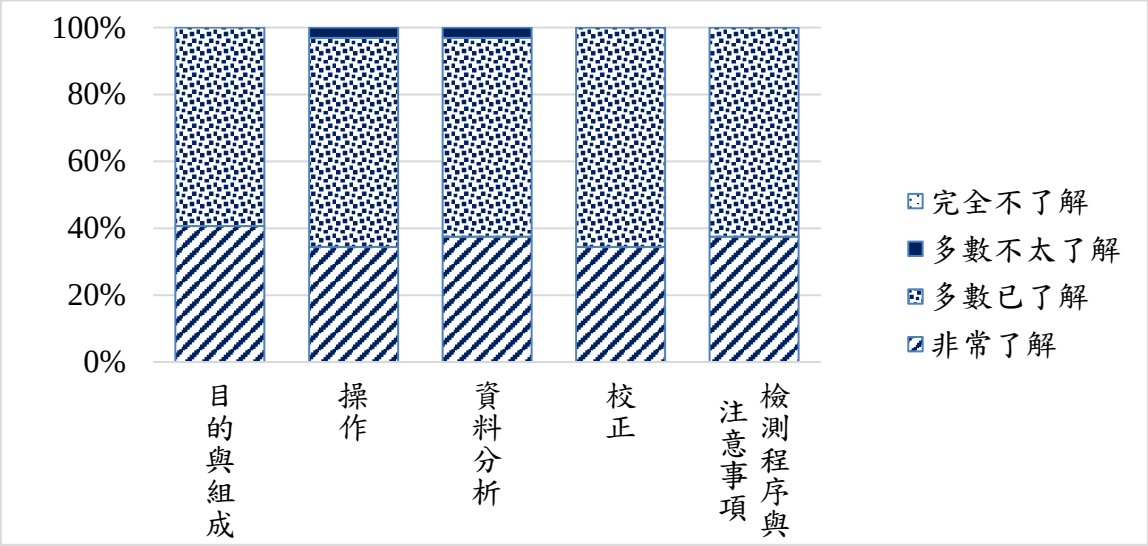


圖 3- 11　場次 4 參訓人員課程了解程度統計

二、 對於簡易型平整儀的使用還需要的協助：此題為複選題，提供「標準制定」、「持續開授人員訓練課程」、「其他縣市的示範成果」、「內部長官與同仁支持」、「儀器採購的補助」、「儀器製造或採購資訊」、「使用介面改善」等七個選項，人員亦可再選擇「其他」選項開放填答。將四場次合併統計結果如圖 3-12，圖中由選填比例高至低排列，比例最高者為「持續開授人員訓練課程」，有超過半數人員填答此項，顯示各單位人員普遍認為訓練課程確實有加強推廣之必要。此外亦有逾四成人員認為外部機關之示範、標準制定、內部長官與同仁支持與儀器採購的補助對於使用簡易型平整儀是甚為重要之課題。

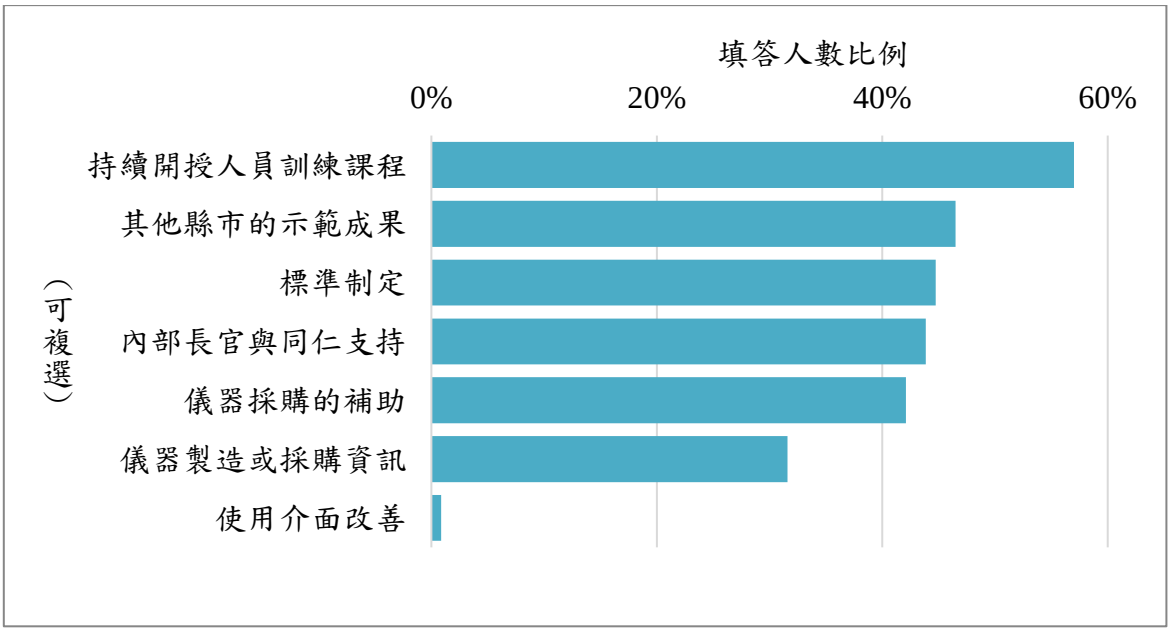


圖 3- 12 參訓人員認為於使用簡易型平整儀方面還需要之協助

三、 對辦理方式之滿意與不滿意項目：提供「場地」、「課程時間安排」、「課程活動設計」、「教材內容」、「講師」、「現地實測」、「餐點」等七個選項與一個開放式之「其他」選項供人員填答，合併統計四場次之滿意與不滿意項目分別如圖 3-13 與圖 3-14 所示，亦以填答人數高低排列項目。整體而言，多數參訓人員對於課程應為滿意，於 113 份中對於「講師」與「教材內容設計」均有 86%的人認為滿意，為教育訓練中滿意程度最高之兩項目，課程活動設計亦有 73%認為滿意，但相對而言場地、現地實測與餐點部分勾選人數較少，為可進行檢討項目。在分析不滿意之項目，則以場地之不滿意度為最高，且進一步檢視場次 1 與場次 2 之填答結果，發現場次 2 僅有 1 位因希望場地更寬敞而勾選不滿意，其餘（包含其他項目）均為場次 1 結果，由於場次 1 於開放報名之初希望如工作執行計畫書中所規劃，將每一場次實際上課人數控管於 30 名以內，但因應眾多期望參與訓練者之要求，最終開放至 42 人，場地確實太過擁擠。而經由前兩場次之經驗，本團隊努力嘗試於所提及的項目中找出可改進之處，並於辦理場次 3、4 的教育訓練中，不滿意的填答率大幅下降，多數的參訓員並無填答不滿意之項目，顯示後

兩場之課規劃軟硬體均受到學員們的肯定，極少數填答「其他」並留下建言的內容，將於下一點「四、其他建議中」說明。

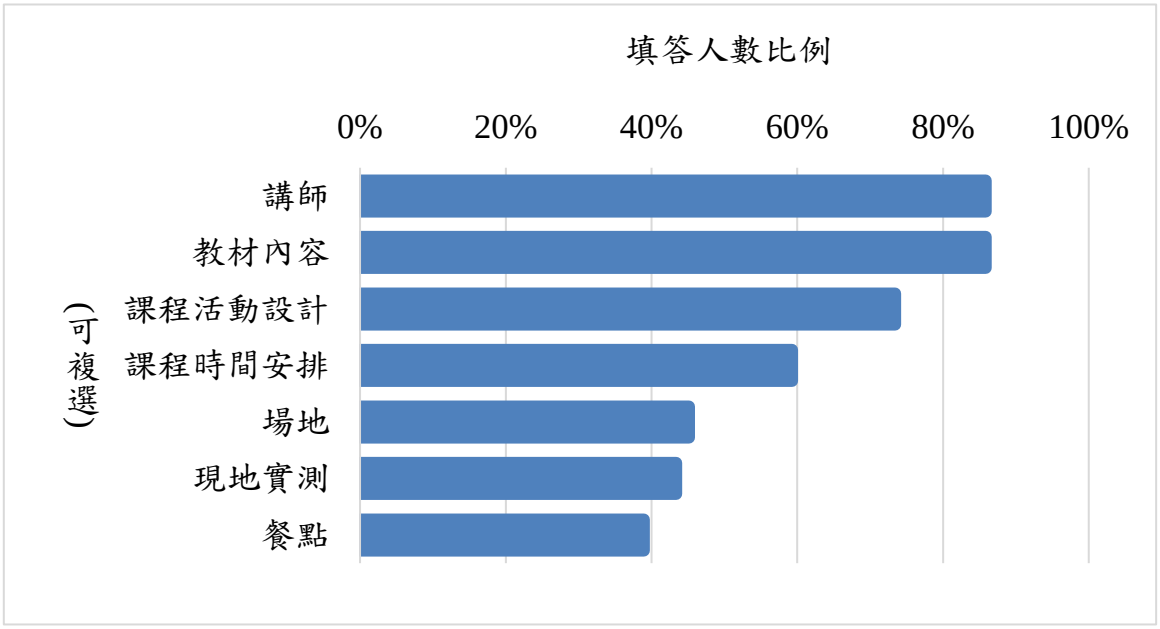


圖 3-13　四場次教育訓練參訓人員對於規劃之滿意項目

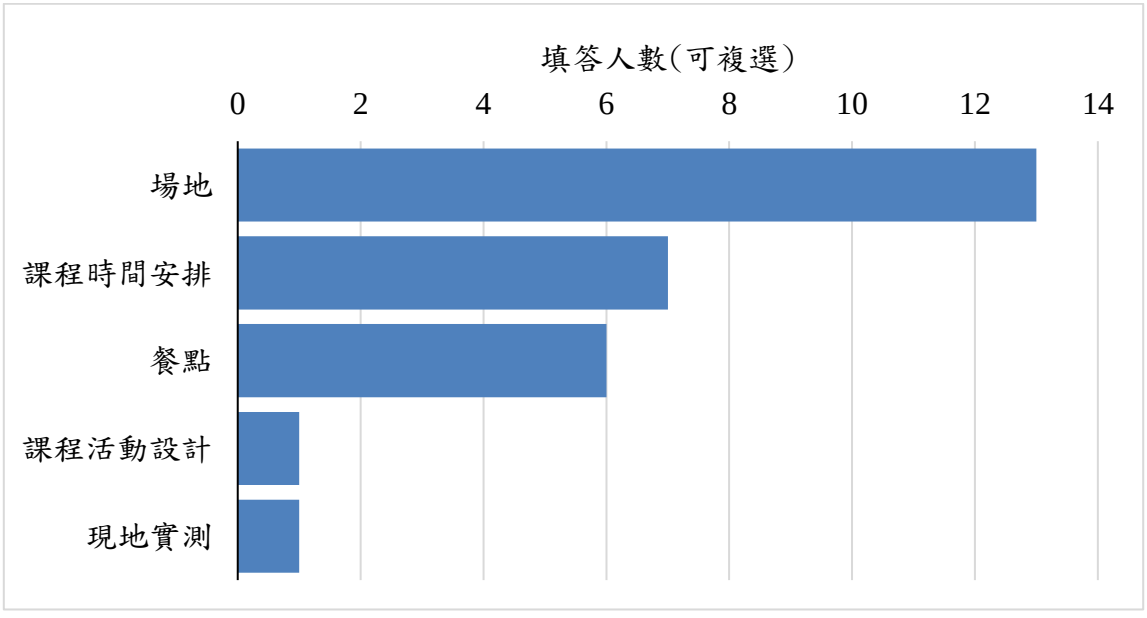


圖 3-14　場次 1 與場次 2 之參訓人員對於規劃之不滿意項目

四、 其他建議：本項為開放問題，且未強制回答，因此僅有少數參訓者填答，綜合前兩場次之主要意見包括可再推廣或再辦研習（3 人填答）；或認為臺北太遠，希望至各地方開課（2 人填答）。本計畫後續兩場課程原預計安排於中、南部各辦理一場，以回應期待，然因新冠疫情於年中變得嚴

峻，在主管機關同意下，後兩場教育訓練之場地不得不仍選擇與場次 1、2 同樣地點辦理。本團隊也積極利用這段期間推動軟體之改版，使得以在場次 3、4 中呈現出新的授課內容供學員們學習。此外，為維持受訓品質與因室內空間之限制及保持防疫社交距離的前提下，提供實體與線上同步授課的方式進行，使遠在台灣東岸及南部、離島之有意願報名者，仍可以此管道進行課程的訓練，故於場次 3 與場次 4 中參訓人員對於此次教育訓練，均無對場地之不滿意表達。有部分線上參訓人員希望能夠於課前事先拿到講義，然為避免講義被不當使用，故在報名階段時給各位參訓者的課前通知中，已經說明不先行提供電子檔講義，但只要學員要求，均會在課程後寄送參訓證書時一併提供紙本講義。後兩次課程線上直播時，授課教師均向線上學員說明不可錄影，但仍有部分線上學員採錄影方式記錄課程，此為難以控制之情事，且經由課後測驗確知，實體授課之學員所測得成績明顯高於線上學員，而報到率方面亦以實體報到率高於線上報到率，顯示雖採線上課程擬兼顧防疫管制與學習需求，但若考量學習效果，建議辦理教育訓練時仍應採實體課程，不僅效果較佳，且也能夠使學員親自接觸軟硬體之操作。

3.3.3 課後測驗統計

簡易型平整儀之新版 2.0 軟體以及 AARI 指標受車型影響之校正模式為本團隊於 2021 年下半年完成之研究成果，因此將相關內容新增於教育訓練場次 3、4 中，課後測驗內容亦配合調整。新增的題目如表 3-13 以及刪減之項目如表 3-14 所示。主要新舊軟體差異相關題目 2 題；簡易型平整儀相關題目 5 題，減少鋪面績效相關題目 3 題，將訓練之課後測驗問題更著重於簡易型平整儀之功能、操作、與指標解讀。

表 3- 13 場次 3、4 教育訓練課後測驗之新增題目

題號	題目	選項 (粗體底線者為正確解答)
1	道路平坦度的優劣與下列何者無關?	1. 用路人的舒適度 2. 道路損壞速率

題號	題目	選項 (粗體底線者為正確解答)
		3. 車輛機械耗損率 4. **道路設計曲率半徑**
2	簡易型平整儀量測值不宜作為下列何種應用？	1. 評估路況平整度優劣 2. 評估路網服務水準 3. 評估道路服務舒適度之變化 **4. 評估施工驗收通過與否**
3	在出發檢測前要完成下列哪些必要校正檢測或確認? A.加速度規校 B.胎壓檢測 C.置放平台角度檢測確認 D. GPS 連線狀況確認	1. AB 2. ABC 3. ACD 4. **ABCD**
4	新舊版本之簡易型平整儀操作軟體有何不同?	1. 新版(2.0)可較長距離(10km)量測後再儲存 2. 新版可輸入人員、路名等檢測基本資料並呈現在報表上 3. 新版輸出資料報表有浮水印防偽 **4. 以上皆是**
5	簡易型平整儀較慣性式平坦儀之數據收集之各項硬體設備中主要少了哪項?	1. 資料截取 2. 加速度規 **3. 雷射測距儀** 4. 電腦設備
6	AARI 的量測數值受到車型影響而需校正，下列哪一向不是車型校正迴歸公式裡面的變數？	1. **車輛年齡** 2. 車輛重量 3. 車輛排氣量 4. 車輛高度

題號	題目	選項 (粗體底線者為正確解答)
7	在 AARI 的各等級分類當中，3.5 到 5.0 是屬於哪個等級？	1. 很舒適 **2. <u>有些不舒適</u>** 3. 極為不舒適 4. 難以判斷

表 3- 14　課後測驗之刪減題目

編號	題目
1	下列關於多孔隙瀝青鋪面的敘述，何者不正確?
2	與其他各層比較起來，鋪面面層的強度是？
3	以下關於抗滑能力的敘述，何者正確?

延續前兩次計畫教育訓練進行方式，此次課後亦採用線上測驗方式即時進行測驗並回饋結果。考量採用具有提高測驗趣味與專注力效果平台（Kahoot）可能會造成部分閱讀速度較慢的參訓者來不及做答，或在競賽的作答過程中網路中斷使一半以上之測驗無法進行。因此第三場及第四場之教育訓練課程於每一題開始時進行題目講解以提升參訓者之題目判讀之外，課後的測驗統計將刪除一半以上未作答之數據，降低網路穩定度對整體課程理解狀況之統計分析。

題目設計共 20 題，以滿分 100 分計算，其中與鋪面績效相關題目共 8 題，配分為 40 分；簡易型平整儀相關題目共 10 題，配分為 50 分 ；新舊軟體差異相關題目共 2 題，配分為 10 分。兩場次答題情形如圖 3-15 所示，兩場次之現場實體答題狀況約 60%以上超過 80 分，線上之分數則分布於 70 分以下。由得分分布可知此次題目設計應具有鑑別度，可分辨出參訓者於課程中之學習吸收程度，同時由現場與線上學員的測驗得分可明顯看出實體課程的互動確實大大有助於提升學員對課程的理解。一般而言，線上課程或會議常易造成與會者一心多用，對於課程的專注力與學習效果均大打折扣，圖 3-15 的兩場次線上學員表現即可窺知此現象。

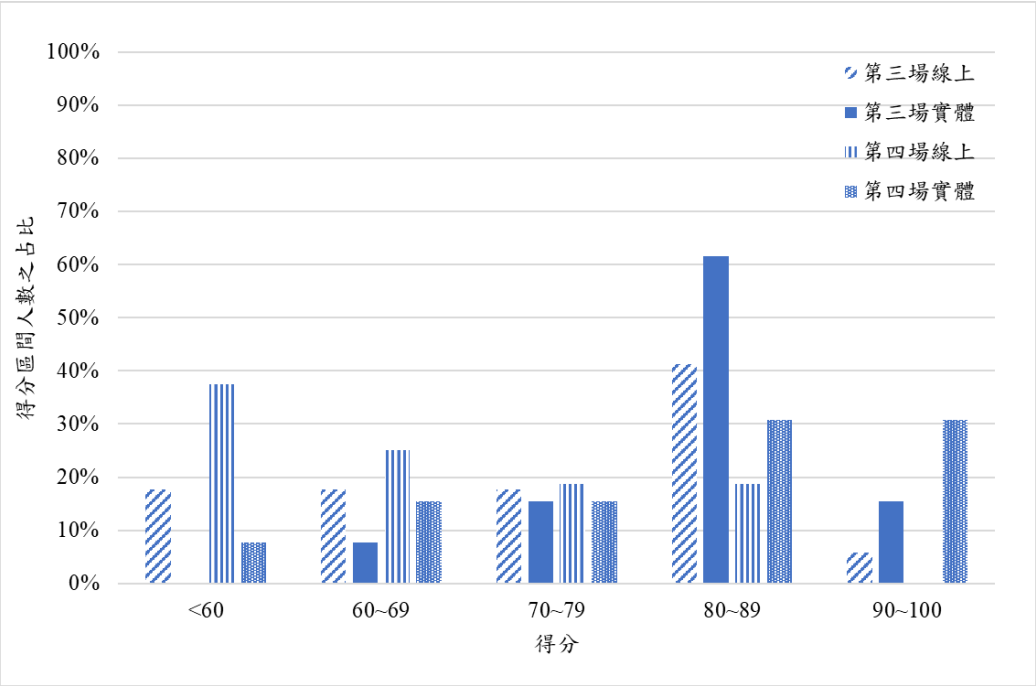


圖 3- 15　課後測驗得分情形

此外，透過課後的統計分析，研究團隊進行滾動式修改，將第三場答錯率較高之題目於第四場次訓練過程中加強說明以提高參訓人員之理解。兩場次線上與實體之平均答錯率較高的比對題目統計如表 3-15 所整理，其中第 1 題及第 12 題都有明顯提升答對率。第 12 題為 AARI 的量測數值校正，其需要考量複雜之影響因子，本為較不容易的題目。因此於第四場次特別加強說明之下，結果顯示確實有提升學習效果。至於第十八題為鋪面績效相關題目，統計結果顯示仍有參訓人員尚未掌握其關鍵。

表 3- 15　線上與實體之課後測驗平均答對率的比對題目統計

題目	選項 (粗體為正解)	答對率	
		場次 3	場次 4
1．道路平坦度的優劣與下列何者無關?	1．用路人的舒適度 2.　道路損壞速率 3.　車輛機械耗損率 4.　**道路設計曲率半徑**	44%	72%

題目	選項 (粗體為正解)	答對率	
		場次 3	場次 4
12. AARI 的量測數值受到車型影響而需校正，下列哪一向不是車型校正迴歸公式裡面的變數？	**1. 車輛年齡** 2. 車輛重量 3. 車輛排氣量 4. 車輛高度	40%	63%
18. 下列哪幾種破壞通常與瀝青混凝土的老化有關？	1. 車轍、反射裂縫 **2. 鬆散、骨材磨光** 3. 崩角、塊狀裂縫 4. 冒油、龜裂	50%	56%

第四章　檢測直轄市、省轄市與縣轄市區道路平整度

相較於營建署前期計畫係於多個縣（市）進行檢測，並由縣（市）政府提出檢測需求，且於檢測時亦開放縣（市）政府與鄉鎮市區公所進行觀摩，以展示簡易型平整儀檢測操作與驗證簡易型平整儀於不同等級道路上檢測之可行性為目的，本年度檢測計畫係由計畫執行團隊自行選點，並將檢測能量集中於三個縣（市），以期可較接近抽樣需求，得到較可反映縣市道路狀況之檢測結果。其中，本團隊共規劃執行臺北市、新竹市與宜蘭縣三個縣（市）之道路平整度檢測，並分為兩階段進行。第一階段於 109 年 9 月至 11 月執行，共計完成 163.2 車道公里；第二階段選擇第一階段中之部分道路進行再次檢測，並於 110 年 8 月至 10 月執行，共計完成 116.5 車道公里，以比較相隔近一年後之平整度變化。本章首先說明檢測計畫規劃，而後分析三個縣（市）兩階段之整體與個別檢測結果，並於其中針對既有養護評估標準進行檢討；此外亦利用兩個案例實測探討同一道路長期檢測之平整度變化，與於同一時間採不同檢測速度進行檢測之結果，以了解檢測速度對結果之影響。

4.1 檢測計畫規劃

如前所述，於前期計畫中雖已蒐集逾三百車道公里之檢測數據，但因計畫執行目標主要為推廣簡易型平整儀之使用，故檢測縣（市）較為分散，部分縣（市）檢測數量甚少，尚難以表達出較完整之整體分布。因此本期計畫集中選擇 3 個縣（市），了解該縣（市）市區道路平整度之整體表現。於工作執行計畫書之初步規劃為選擇直轄市、省轄市與縣各至少 1 個，基本檢測數量為每縣（市）50 車道公里，即至少檢測 150 車道公里，雖相較於各縣（市）之道路長度而言，50 車道公里之占比仍低，但期可反應該縣（市）之道路概況。

於縣（市）選擇方面，考量抽樣比例與車程時間之耗費，以及前期計畫資料比對之可能應，挑選北部地區之臺北市、新竹市與宜蘭縣為縣市代表，檢測路段清單則由前期計畫與道路踏勘後以路型為優先選擇考量，盡可能選擇道路干擾較少路段施測。本次計畫分為兩階段，第一階段於 109 年 8 月 24 日向營

建署提出檢測縣（市）與檢測路段計畫，經營建署同意後，於 109 年 9 月至 109 年 11 月陸續安排道路檢測，此階段之提送路段長度與最終完整檢測長度整理如表 4- 1 所示，總計本階段共完成三個縣（市）163.2 車道公里之檢測。其中各縣（市）之完成檢測比例分別為 78%、75%、75%，此比例為完成檢測分析之道路長度（單位為車道公里）與檢測計畫提報道路長度（單位為車道公里)之比值，未能全數依檢測計畫提報道路長度完成檢測之原因主要包括二類，其一為檢測計畫估算長度誤差，因於編擬檢測計畫時，本團隊除少部分路段已進行踏勘外，多依憑網路地圖進行路型（車道數）與長度估算，部分道路車道數因非全線一致，且長度估算時亦有誤差，因此實際檢測時所得長度未達檢測計畫預估，此為較主要之差亦來源。其二為檢測時之現場干擾，常見干擾包括停等號誌與受路側活動（例如路邊停車車輛之停入或起駛）所致之耗損，並以前者為主要，於編擬檢測計畫時係估算檢測道路全線未扣除路口之長度，且當須停等號誌時，須於未達路口前即減速，因此將有至少須扣除一個百公尺區段。於第二階段檢測時（請參見表 4-2）由於第一類原因已消除，故可大幅提升完成檢測比例。

表 4-1　第一階段各縣（市）檢測數量與占比

縣（市）	臺北市	新竹市	宜蘭縣
道路長度（公里）[註1]	1,117	490	453
檢測計畫提報道路長度（車道公里）	102.8	60.4	51
完成檢測分析之道路長度（車道公里）	80	45	38.2
完成檢測比例[註2]	78%	75%	75%
占市區道路長度比例[註3]	7.16%	9.18%	8.43%

註 1：資料來源：交通部統計查詢網，108 年底資料，僅統計市區道路。

註 2：完成檢測分析之道路長度/檢測計畫提報道路長度（單位均為車道公里）

註 3：即「完成檢測分析之道路長度（車道公里）/道路長度（公里）」，暫不計車道數之影響。

第二階段選擇第一階段數據較為代表性之道路，於 110 年 7 月 29 日向營建署提出檢測縣（市）與檢測路段計畫，經營建署同意後，於 110 年 8 月至 110

年 10 月陸續安排道路檢測，此階段之提送路段長度與最終完整檢測長度整理如表 4-2 所示，此階段總計於三個縣（市）完成 116.5 車道公里。兩階段檢測總計完成 279.7 車道公里檢測，個別縣市皆超過 50 車道公里，已達成契約規範要求。其中，完成檢測比例係指完成檢測分析之道路長度（車道公里）與檢測計畫提報道路長度（車道公里）之比值，本比例未達 100%之原因包括檢測時可能因路邊停車干擾、停等紅燈、其他因素使得檢測速度未達 30 公里/小時等因素而須將檢測數據剔除；此外，第一階段提報檢測計畫時，部分道路係根據網路地圖資料判斷其長度與車道數，至現場比對後發現長度或車道數與初始估計不甚相同，亦造成完成檢測比例較低，而此現象於第二階段已不復存在，故第二階段之完成檢測比例已相當接近 100%。本計畫分析時係採百公尺為路段分析單元，因此共計有近 2,800 筆數據，於報告本文中將著重探討各縣（市）之整體表現，以及部分較須探討路段之結果，其餘路段之檢測結果則整理於附錄六中。此外，本計畫亦於計畫執行過程中，為掌握新刨鋪路段之施工資訊，選擇新北市八里區中華路探討市區道路平整度之歷時變化，選擇此路段之原因在於本路段鄰近台北港，重型車輛比例較高，因此可能於檢測過程中出現較明顯之平整度變化，所得結果整理於 4.6 節。另針對檢測速度低於 30kph 之情況，本團隊亦採實測方式進行評估，所得結果整理於 4.7 節。

表 4-2　第二階段各縣（市）檢測數量與占比

縣（市）	臺北市	新竹市	宜蘭縣
道路長度（公里）[註1]	1,117	490	453
檢測計畫提報道路長度（車道公里）	56.8	33.0	32.0
完成檢測分析之道路長度（車道公里）	54.6	32.6	29.3
完成檢測比例[註2]	96%	99%	92%
占市區道路長度比例[註3]	4.89%	6.65%	6.47%

註 1：資料來源：交通部統計查詢網，108 年底資料，僅統計市區道路。

註 2：完成檢測分析之道路長度/檢測計畫提報道路長度（單位均為車道公里）

註 3：即「完成檢測分析之道路長度（車道公里）/道路長度（公里）」，暫不計車道數之影響。

4.2 整體檢測結果分析比較

本節針對三縣（市）兩階段合計完成之 279.7 車道公里之整體檢測結果進行分析比較。表 4- 3 整理本計畫兩階段所有檢測路段於不同舒適度等級分類所占之比例，其中主要集中於舒適之等級 B，占全數檢測路段之 47.2%，其次為有些不舒適之等級 C，占全數檢測路段之 37.3%，二者合計占 84.5%，顯示多數路段之平整度上在可接受範圍之內。若比較兩階段之檢測結果可知，整體分布趨勢相近，皆以 B、C 兩等級占比為最高，且二階段數值較低一階段稍低；但於 A 等級之數量與占比方面，第二階段有明顯增長，顯示於此一年間，部分路段可能已經進行了道路改善。由此檢測結果觀之，若依既有養護評估標準（AARI 5.0），則整體須進行養護路段長度占 12.9%，即約為整體路段的八分之一，顯示若以平整度檢測結果依此標準進行初步篩選，可明確區分出平整度狀況不佳之待養護路段，且其數量應屬縣（市）政府於每年經常性養護可處理之數量，故經此次檢測結果推論，此既有之建議養護標準尚無更動之必要。

表 4- 3　所有檢測路段 AARI 值於不同舒適度等級分類比例

AARI 對應範圍	分級	行車舒適度描述	各等級區段數 / (%)		
			第一階段	第二階段	兩階段合計
<1.5	A	非常舒適	33 / 2.0%	44 / 3.8%	77 / 2.8%
1.5-3.5	B	舒適	777 / 47.6%	542 / 46.5%	1319 / 47.2%
3.5-5.0	C	有些不舒適	611 / 37.4%	431 / 37.0%	1042 / 37.3%
5.0-7.0	D	不舒適	190 / 11.6%	134/ 11.5%	324 / 11.6%
>7	E	非常不舒適	21 / 1.3%	14/ 1.2%	35 / 1.3%

進一步區分各縣（市）檢測結果，將各縣（市）檢測路段於不同舒適度等級分類數量與所占比例分別以表 4- 4 與圖 4- 1 整理，雖此次檢測仍屬抽樣調查，但如前所述，此次納入檢測之道路長度約為整體長度之 7%~9%，已具有一定抽樣代表性。若以此次檢測路段觀之，宜蘭縣檢測路段之整體平整度最佳，其中等級 A 占比約近 10%，最差的 D、E 兩等級合計則未達 10%，而等級 B 以上占比超過六成，顯示整體狀況甚為良好；若道路主管機關隨時可掌握道路

平整度狀況，將預算運用於少數 D、E 等級之道路改善，可進一步提升道路平整度。道路平整度等級居次者為新竹市，僅有非常少數（於圖中幾乎難以辨認出）區段屬於等級 A 與等級 E，而約有九成區段均為等級 B 與等級 C，等級 A、B 合計已逾五成。相對而言，臺北市檢測路段平整度較不理想，出現較多等級 E 路段，合計等級 D 與等級 E 之占比則約 16%，較其他兩個縣（市）高出許多；等級 A、B 合計則約四成，亦較其他兩個縣（市）比例為低。由此整體結果可知，既有之等級分級評估標準可區分出不同道路平整度之差異，亦有助於道路主管機關快速得知整體道路平整度分布情況，現階段亦尚無更動分級評估標準之必要。

表 4- 4　各縣（市）檢測路段於不同舒適度等級分類數量

AARI 對應範圍	分級	行車舒適度描述	各等級區段數		
			臺北市	新竹市	宜蘭縣
<1.5	A	非常舒適	3	8	66
1.5-3.5	B	舒適	554	408	357
3.5-5.0	C	有些不舒適	565	279	198
5.0-7.0	D	不舒適	196	79	49
>7	E	非常不舒適	28	2	5

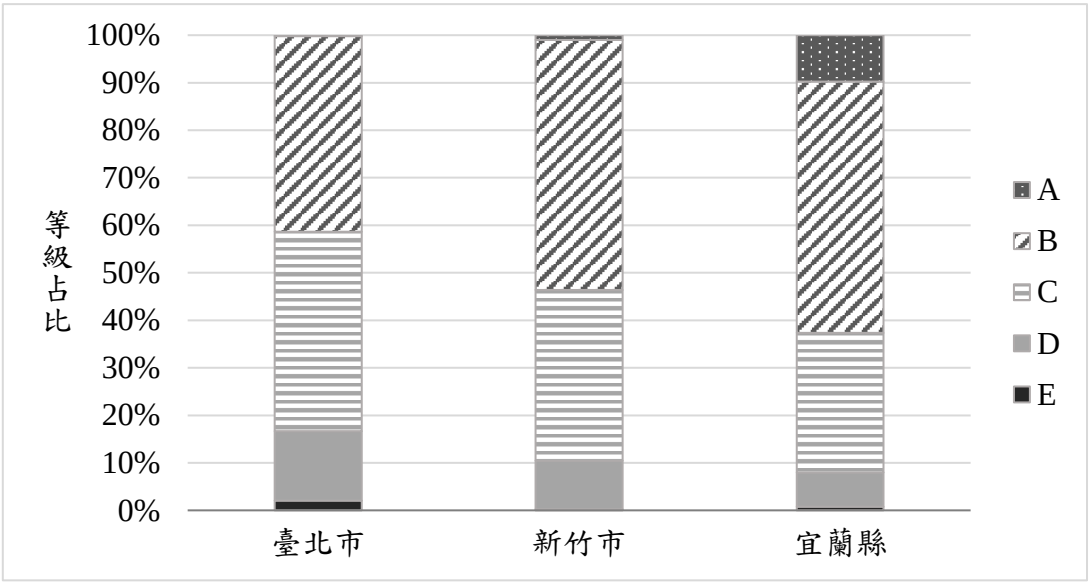


圖 4- 1　各縣（市）檢測路段 AARI 值於不同舒適度等級分類比例

於臺北市所檢測的 80 車道公里當中，大約有 16%左右的長度屬於不舒適以及非常不舒適路段。一般而言，各個縣（市）市區道路年度最佳維護比例以 1/8 至 1/7 為佳，換言之整修工作約以每 7 至 8 年為一個循環較為恰當。若以 AARI (5.0)為建議之鋪面整修門檻，並以此次檢測範圍為抽樣時，則本次研究團隊完成之臺北市路段高於 AARI (5.0)之比例（16%）已高於 1/7（14.3%）。因此建議臺北市道路主管單位可在既有之鋪面管理養護做法上，增加平整度普查，以全面了解市區道路各路段、各車道之平整度水準，並依此納入適時與適量之維修計畫中。然考慮台北市相較其他縣市所需要管養的市區道路面積相當龐大，雖然養護經費也相對最多，但因車流甚為繁忙，故在維護管養上的難度也相對為高。整體來看，臺北市在行車能夠接受的範圍內（AARI＜5.0）所占道路比例有 83%以上，道路服務之績效尚屬良好。其次比較兩階段檢測結果差異，由於第二階段係選取第一階段中較具代表性與較少檢測干擾之道路進行檢測，因此整體檢測數據有效性較高，縱使其數據量未若第一階段多，其仍然具一定之代表性。圖 4-2 比較三個縣（市）於兩階段檢測整體等級占比，由此圖比較可知，臺北市與新竹市之整體狀況較為相近，於兩階段檢測路段占比並無明顯變動，宜蘭縣之變動則較為明顯，等級 A 路段比例增加、等級 B、C、D 路段比例減少，且略出現等級 E 路段。雖兩階段檢測路段非完全相同，故此變動亦可能因為抽樣差異所致，然宜蘭縣於第一階段檢測完成道路長度為 38.2 車道公里，第二階段檢測完成道路長度為 29.3 車道公里，二者差距有限，因此仍推論道路整體平整度雖然可能因部分路段進行改善而有提升至等級 A 的些微變化，但整體而言隨著時間變化仍出現平整度降級情況。相較於臺北市與新竹市於舒適等級分佈上未有明顯變動，宜蘭縣雖於此次檢測道路之整體平整度較佳，但的確於相隔近一年之兩階段檢測中出現較明顯之等級變動，因此建議宜蘭縣道路主管單位可著重考量道路養護經費之配置，以於道路劣化至相當不舒適程度之前及時安排養護計畫。然綜合三縣（市）比較結果，宜蘭縣之道路平整度整體表現仍然為此次檢測三個縣（市）中最佳者，等級 A 之占比最高且於兩階段間有所提升，道路平整度績效仍為良好。

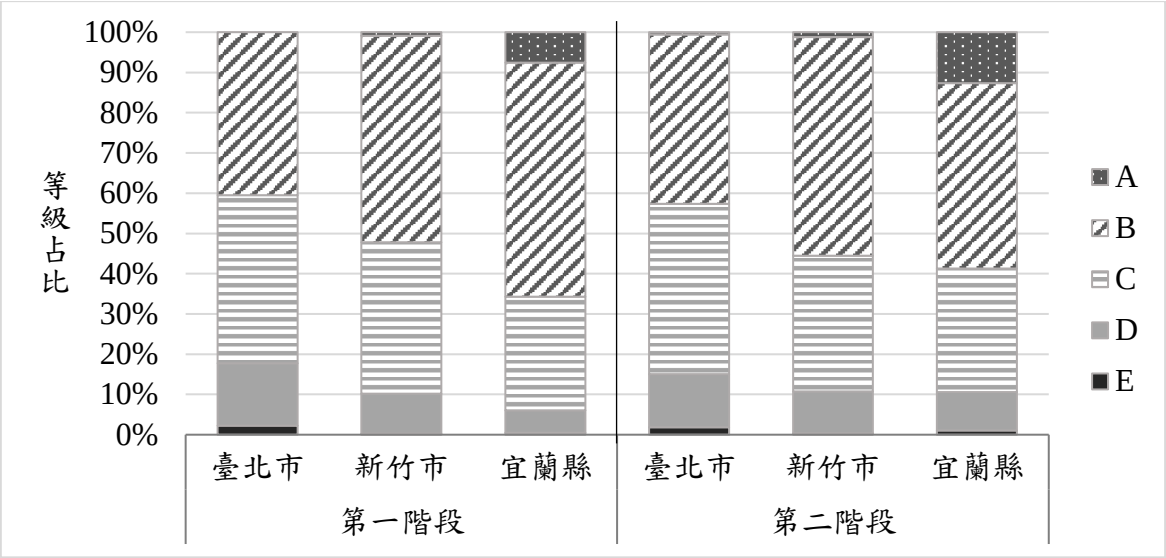


圖 4- 2　兩階段各縣（市）等級占比整體比較

特別值得強調的是，本計畫此次調整進行道路檢測的目標，藉由採用簡易型平整儀在三個縣（市）中進行較長距離檢測，提高檢測路段占全縣（市）道路長度比例，以增加檢測結果於該縣（市）整體道路平整度概況之代表性。本次檢測長度約 280 車道公里，倘若委以一般檢測公司進行平整度檢測，所需費用約為新台幣 140 萬元（根據廠商所提供參考報價，以每車道公里 5000 元估計），因此採用簡易型平整儀可大幅節省檢測經費，且在時間掌握上更為即時，無須受到招標時間或受委託廠商排程與檢測能量之影響。

本團隊利用 Matlab 軟體合併各路段檢測數據，再利用 Microsoft Excel 內建 Power Map 增益集讀取檢測數據中之經緯度資料與 AARI 值，將每百公尺之舒適度等級代表顏色套繪於三個縣（市）的地圖上。由於兩階段檢測道路有部分重疊，且第一階段抽樣比例較高，故採用第一階段檢測結果進行套繪，其結果如圖 4- 3 至圖 4- 5 所示，由於擬將檢測路段做更清楚之呈現，因此三個地圖之比例尺並不一致，而以檢測範圍可做最大化呈現方式繪圖。經由平整度分級圖之地理資訊地圖展示，各道路之平整度良莠即刻顯現，對管養單位可有效率的判斷整修規劃優先順序，然若有其他重要因素需納入考慮者須一併討論方可得最佳養護經費分配方案。

比較圖 4- 3 至圖 4- 5 之三個縣（市）間表現，可以清楚分辨各檢測道路之平整度。臺北市之各道路狀況較新竹市及宜蘭縣更為一致，即道路間等級差

異較小，但整體平整度較不理想，僅在新生南路、信義路、與復興南路之局部路段有較佳之表現。反觀新竹市及宜蘭縣所檢測路網中，外圍道路之平整度明顯較市中心處更佳，而平整度不佳道路多有全段情況均不理想之狀況，由此亦可反映出簡易型平整儀之檢測結果對於年度維護計畫之選擇與經費編列有絕佳助益，可先經由平整度檢測結果快速篩選出道路狀況較不理想的路段，再進行路段損壞狀況之調查與較適工法之研判，可期於有限人力下對資源做最有效運用，並將有限經費投入最關鍵路段之改善上。

本計畫相較先行計畫調整道路選取目標，並將檢測時程分為相隔一年之兩階段。藉由採用簡易型平整儀在三個縣（市）中進行較長距離檢測，提高檢測路段占全縣（市）市區道路長度比例，提升檢測結果於該縣（市）整體道路平整度概況之代表性。經由本年度計畫之執行，再次顯現出簡易型平整儀使用之方便性與高效率，並可藉由其檢測結果進行路網級道路分級與長期之道路績效追蹤。對於主管單位來說，工程人員只要經過一天的訓練，即可熟練的操作儀器收集平整度資料，作為路網評估之工具與年度維護優先排序之重要參考依據，機關首長亦可依此掌握管轄道路之整體狀況，強化行政長官的認知及提供民意代表科學評斷數據。



圖 4-3　臺北市檢測路段平整度分級地圖

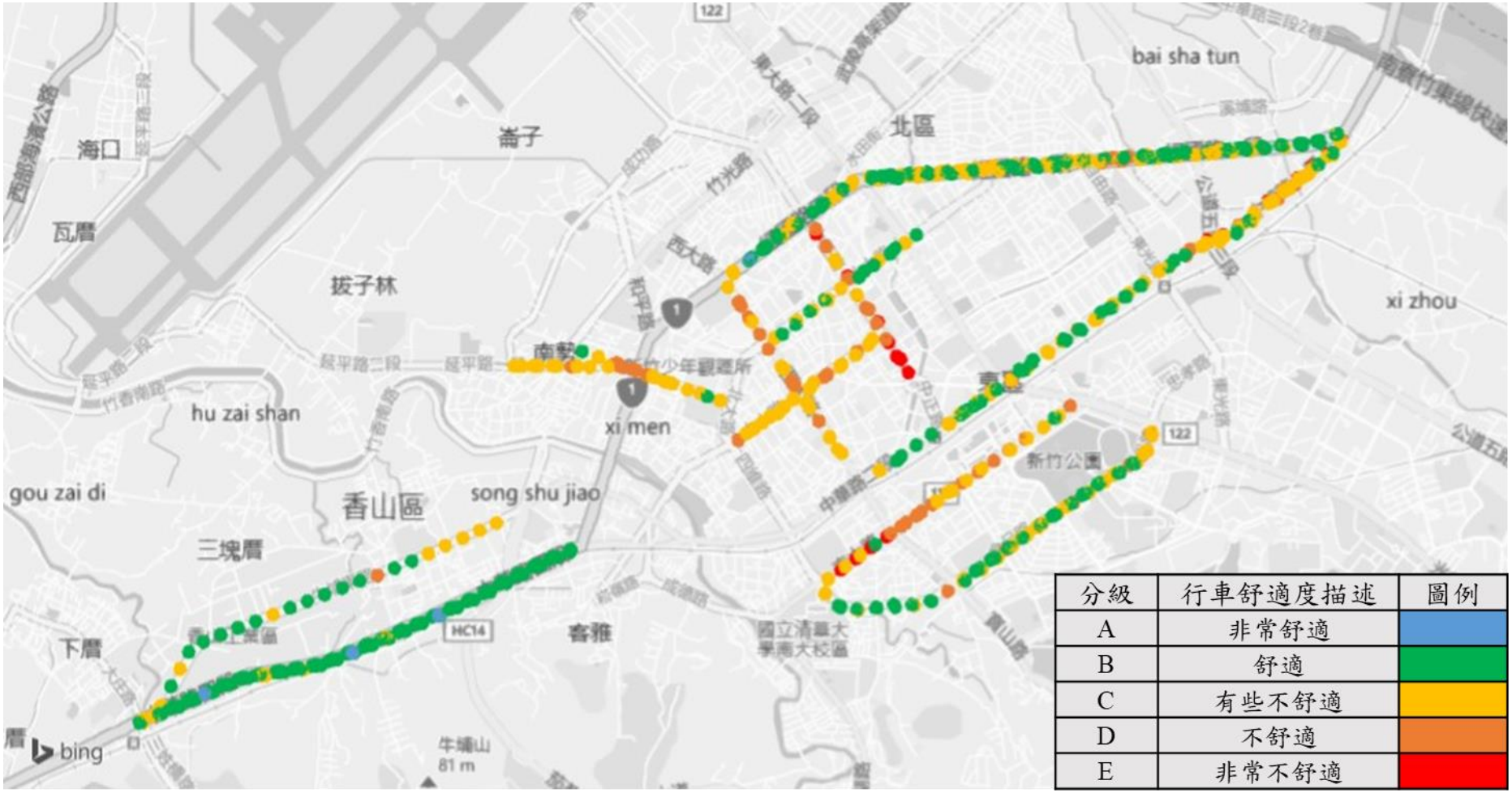


圖 4- 4　新竹市檢測路段平整度分級地圖

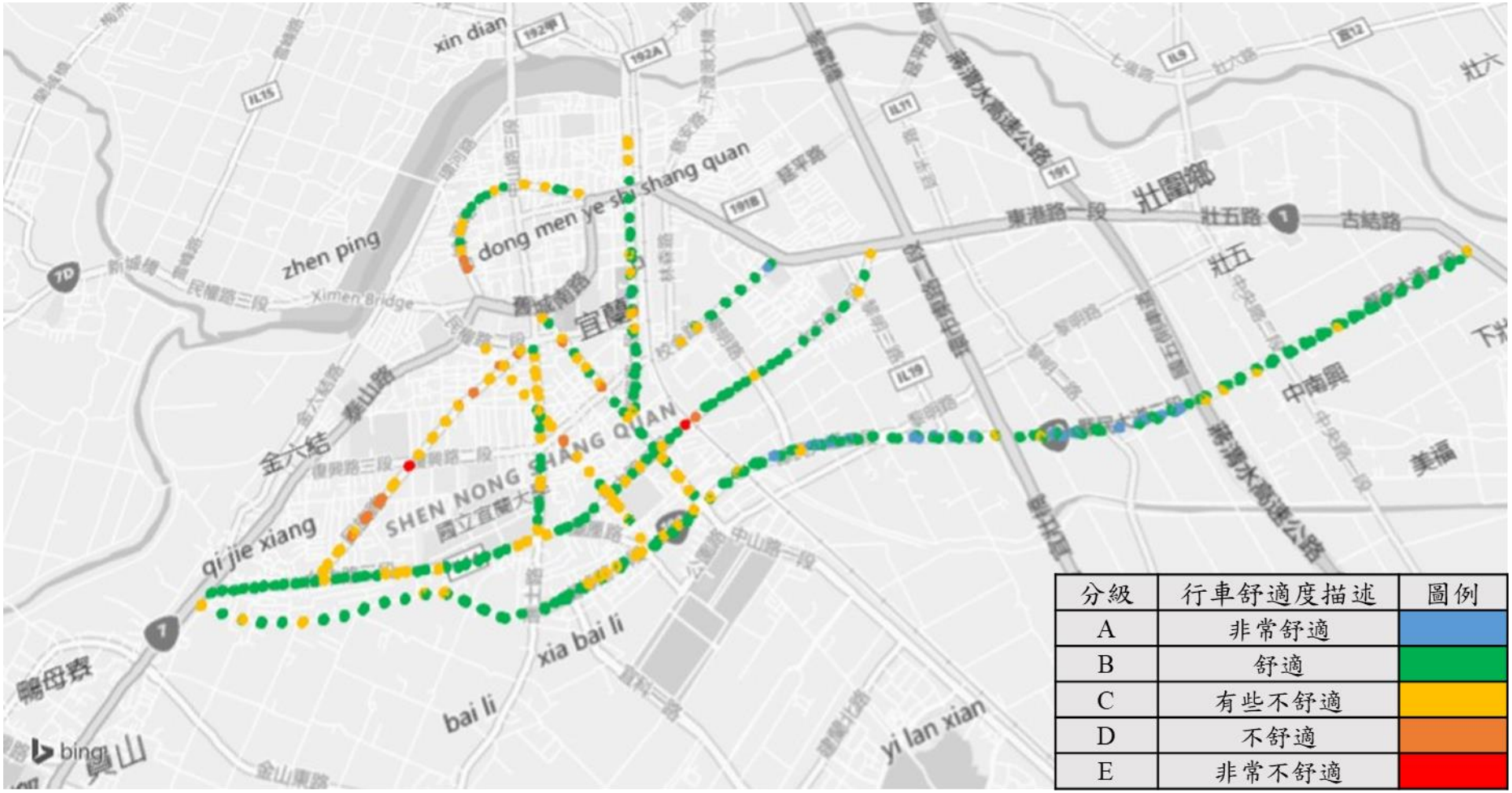


圖 4- 5　宜蘭縣檢測路段平整度分級地圖

4.3 臺北市檢測結果分析

本計畫於間隔 1 年之時間，分別於 109 年 9~10 月與 110 年 10 月共兩階段完成臺北市路網級 AARI 檢測，其中第一階段完成 80 車道公里（800 個百公尺路段），第二階段檢測為從第一次檢測道路中挑選較有代表性且檢測干擾較少之六條道路，共計 568 個百公尺區段進行檢測，並完成其中 546 個百公尺區段，合計兩階段共檢測 134.6 車道公里，遠大於初始規劃之 50 車道公里，整理各檢測道路長度統計如表 4-5。兩階段檢測完成比例分別為 77.82%與 96.13%，完成比例之提升除因排除檢測干擾較大之道路外，亦因檢測經驗致對於檢測區段切割、號誌變化掌握、時段與車道選擇等方面之進步，而使得六條道路中有三條道路可完全依初始規劃達到 100%檢測，其餘三條道路亦達 90%之完成比例，且較第一階段均有所提升。

表 4- 5　臺北市檢測長度統計

道路名稱	第一階段			第二階段		
	檢測計畫提報道路長度 (100m)	完成檢測分析之道路長度 (100m)	完成比例 (%)	檢測計畫提報道路長度 (100m)	完成檢測分析之道路長度 (100m)	完成比例 (%)
羅斯福路	80	75	93.75	80	80	100
和平東路	120	94	78.33	120	112	93.33
濱江街	100	65	65.00			
信義路	80	67	83.75			
仁愛路	120	95	79.17			
新生南路	60	52	86.67	60	60	100
復興南北路	70	64	91.43	70	70	100
忠孝東路	160	48	30.00			
南京東路	164	136	82.93	164	152	92.68
敦化南路	74	104	140.54	74	72	97.30
總計	1028	800	77.82	568	546	96.13

為巨觀比較兩次檢測之變化，本節於第一階段檢測部分僅摘取與第二階段檢測路段相同者進行分析。圖 4-6 為兩階段之 AARI 值累積百分比之比較，可見此兩條曲線幾乎重合，僅有 AARI 值於 2~3 處有較為明顯的差異，顯示僅有少比例之路段產生變動，而此處差異係為 AARI 值之提升，推測可能於兩次檢測間有部分路段進行鋪面工程致使平整度改善。整體而言，即使兩次檢測時間相隔一年，整體數據仍相當接近。推測此乃因為臺北市於 97 年起推動路平專案，大幅改進道路維護工法，包括設計、材料、施工、養護等各階段均有所著力，並成立道路挖掘管理中心，統一管線挖埋時程並遏止擅自挖掘，因此已改善道路基礎體質，此次檢測亦發現本計畫針對臺北市主要市區道路相隔一年間之道路平整度變動甚微，並未造成明顯劣化，惟若對照 4.2 節之圖 4-2 可知，於各等級數量比例仍有微幅變動。

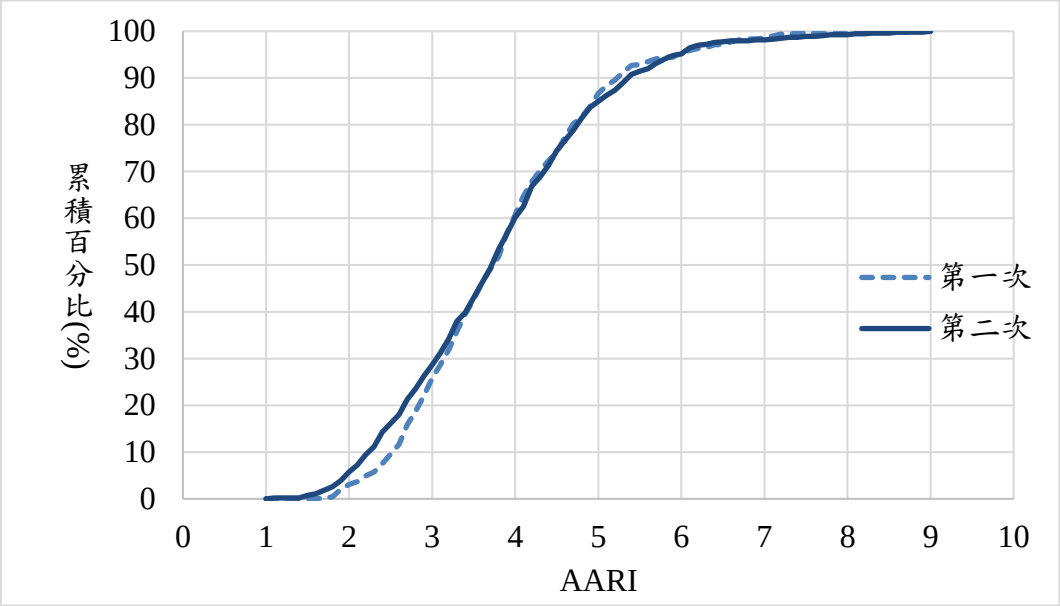


圖 4-6　臺北市兩階段檢測之 AARI 累積百分比比較

進一步比較兩階段均檢測之六條道路之盒鬚圖如圖 4-7 與圖 4-8 所示，由圖中可知於此六條道路中，羅斯福路之盒寬（即四分位距）有較明顯縮小情況，顯示可能有部分路段進行改善；新生南路、復興南北路與敦化南路之盒寬則有較明顯增加情況，且增加原因均為盒下緣（即其第一四分位數）降低，亦即平整度較佳路段增加。而除和平東路外，其餘道路之最大值均為增加，但盒上緣(即其第三四分位數)並無明顯提升，顯示仍有局部路段平整度劣化情況，

變動幅度以復興南北路較大，AARI 值自約 6.5 增加至 7.5，此亦反映於圖 4-2 之等級分佈，出現少數路段落入行車感受「非常不舒適」之等級 E。

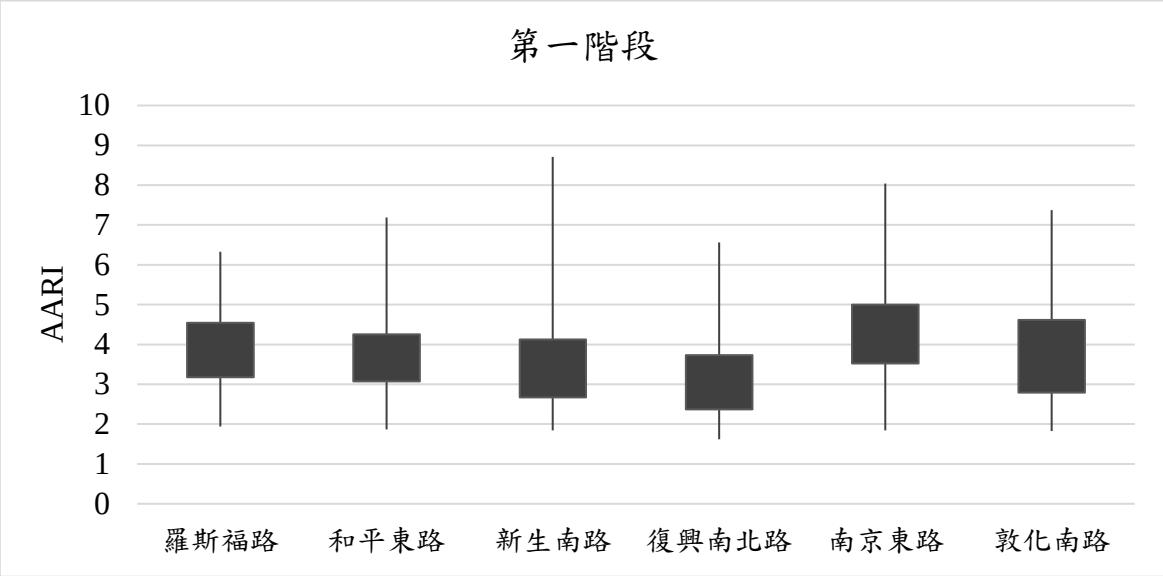


圖 4-7　臺北市第一階段 6 條道路之盒鬚圖

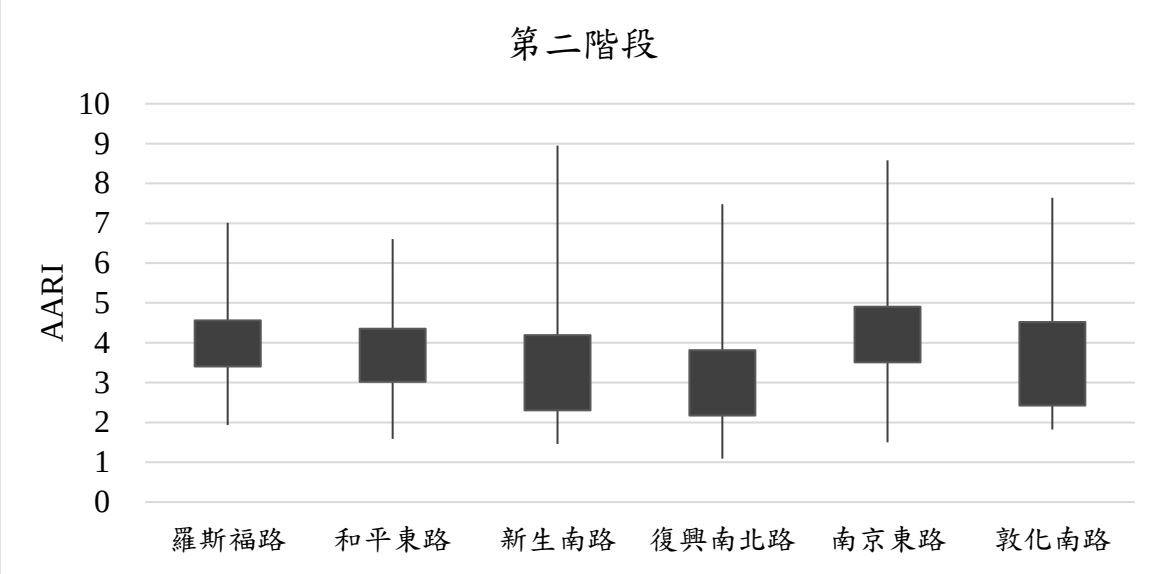


圖 4-8　臺北市第二階段 6 條道路之盒鬚圖

4.4　新竹市檢測結果分析

本團隊於 109 年 11 月與 110 年 9 月共兩階段完成新竹市路網級 AARI 檢測，如前圖 4-4 所示，本團隊所選擇的道路相當集中於新竹市中心，其中第一階段完成 45 車道公里，即 450 個百公尺區段；第二階段檢測路段係從第一次檢測路段中挑選較具代表性且檢測干擾較少路段共八條道路、33 車道公里，

即 330 個百公尺區段，並完成 326 個百公尺區段，完成比例達 98.79%，重複檢測比例達 72%。兩階段合計完成 77.6 車道公里，大於初始規劃與合約要求之 50 車道公里，整理兩階段檢測道路長度統計如表 4- 6。與前節臺北市檢測情況相近，由於本團隊檢測經驗累積，第二階段之完成比例明顯較第一階段提升。於本小節檢測結果分析方面，亦與前小節相同，為巨觀比較兩次檢測變化，將就兩階段檢測中重複檢測道路整體表現進行探討，各道路詳細檢測結果則依路段、階段整理於附錄六，可供道路主管機關參考使用。

表 4- 6　新竹市檢測長度統計

道路名稱	第一階段			第二階段		
	檢測計畫提報道路長度 (100m)	完成檢測分析之道路長度 (100m)	完成比例 (%)	檢測計畫提報道路長度 (100m)	完成檢測分析之道路長度 (100m)	完成比例 (%)
經國路一、二段	110	82	74.55	78	76	97.44
中華路一、二段	60	72	120.00	52	52	100.00
中華路四段	100	100	100.00	100	100	100.00
延平路一段	18	14	77.78			
中正路	16	16	100.00	16	16	100.00
中山路	16	16	100.00	16	16	100.00
西大路	24	16	66.67	24	24	100.00
北大路	16	16	100.00	16	16	100.00
南大路	28	30	107.14	28	26	92.86
食品路	80	66	82.50			
牛埔東、南路	44	22	50.00			
總計	512	450	87.89	330	326	98.79

圖 4-9 為兩階段 AARI 值累積百分比分佈圖，兩次檢測之曲線幾乎重合，僅於 AARI 值 5~6 處略有比例增加情況，顯示整體道路平整度狀況並無明顯變化，僅有少數路段平整度劣化，推測可能屬正常使用情況下之微幅變動。雖可能亦有道路改善工程而使部分路段平整度提升，但可能因數量較少或改善與劣化速度相當，致使整體分佈幾無差異，且若對照 4.2 節之圖 4-2 可知，於各等級分佈比例上亦無差異。因此推測本計畫所檢測之新竹市市區道路因以小型車

與機車使用為主，於相隔 11 個月期間因車輛輾壓與環境等因素所造成之道路平整度影響較小，並未有明顯劣化。

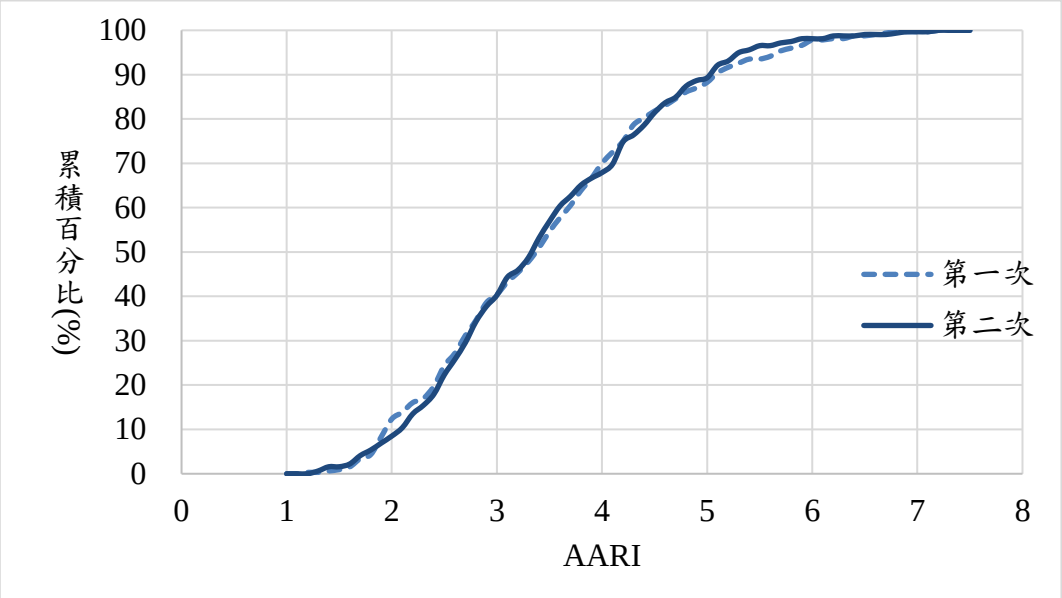


圖 4-9　新竹市檢測 AARI 累積百分比圖

進一步由兩階段重複檢測之八條道路中，選擇檢測路段數較多之經國路一、二段、中華路一、二段與中華路四段等 3 條道路繪製盒鬚圖，所得結果如圖 4-10 與圖 4-11 所示。由第一階段 3 條道路之盒鬚圖比較可知，經國路一、二段與中華路一、二段兩道路平整度狀況相近，但後者平整度略優於前者；三條道路中則以中華路四段平整度最佳，其平均 AARI 值約為 2.5，前兩條道路之平均 AARI 值則約為 3.5，亦屬良好之平整度。相較於第一階段，經國路一、二段之盒寬有明顯增加情況，且主要因盒上緣(即其第三四分位數)提高，即 AARI 值增加，且其之數值亦為升高，顯示該道路平整度有劣化情形；中華路一、二段與中華路四段於第二階段整體平整度分佈大致而言與第一階段相近，但於中華路四段可見高 AARI 值處之離群值增加，顯示亦有部分路段出現平整度劣化現象，然由於中華路四段整體平整度狀況甚為良好，於第二階段之平均 AARI 值仍維持為 2.5，且盒寬（即四分位距）僅有 0.9，整體狀況相當良好。由此兩階段三條道路之盒鬚圖比較可知，雖前述整體檢測平整度於兩階段間無明顯變動，但若分析個別道路情況仍可見出現劣化情形，建議仍需定期追蹤檢測掌握平整度變動情形。

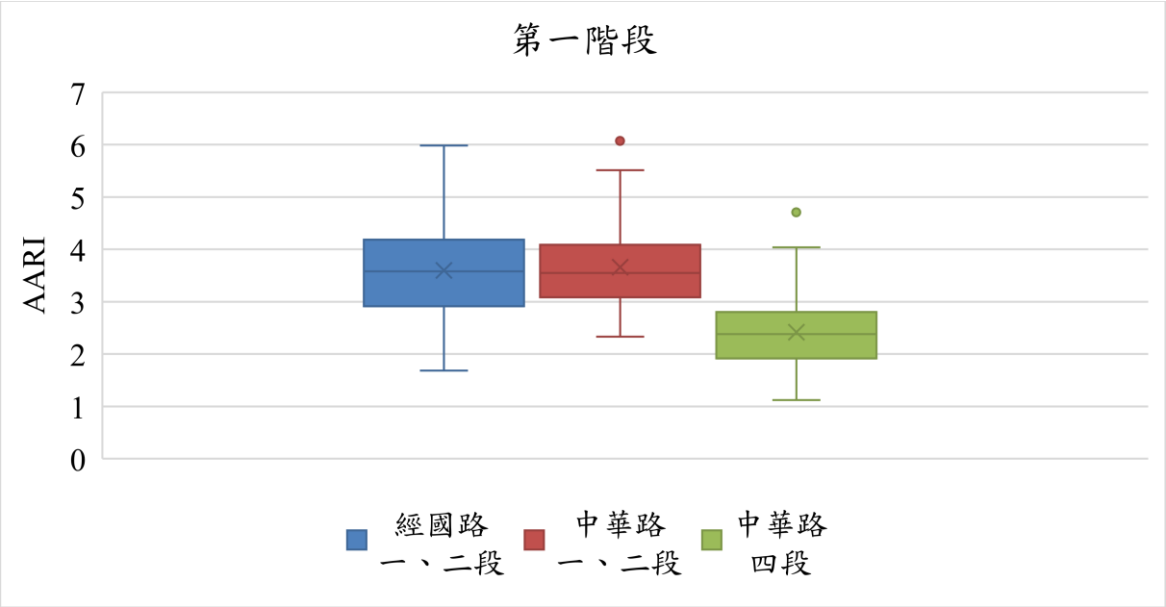


圖 4- 10　新竹市第一階段 3 條道路之盒鬚圖

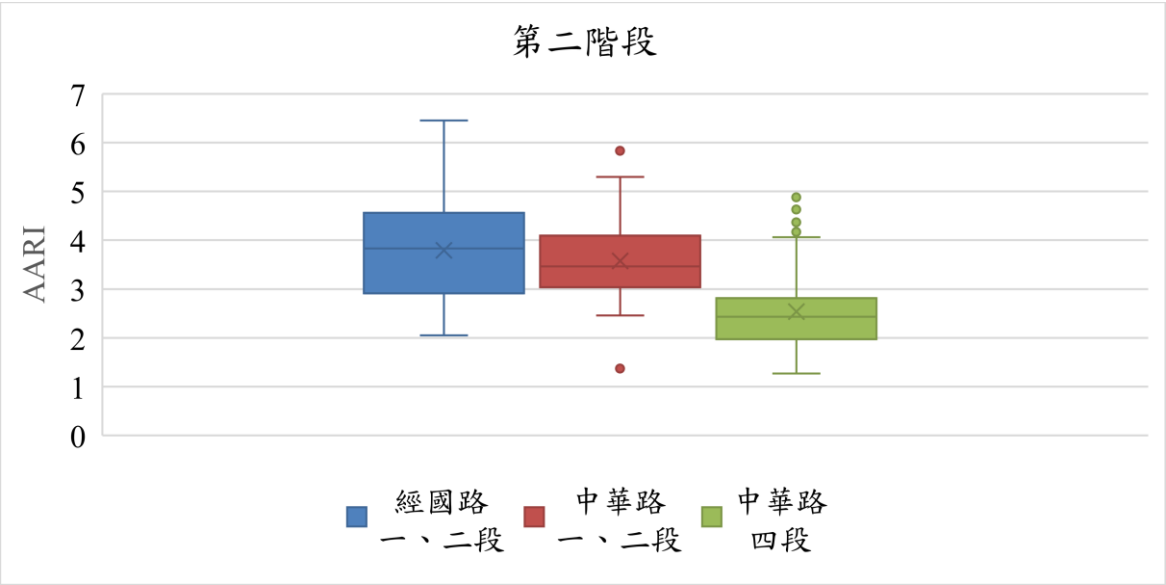


圖 4- 11　新竹市第二階段 3 條道路之盒鬚圖

4.5　宜蘭縣檢測結果分析

與前兩縣（市）相同，宜蘭縣之檢測亦進行兩階段，第一階段檢測於 109 年 11 月執行，共檢測 13 條道路，總計完成檢測分析路段為 38.2 車道公里，即 382 個百公尺路段；第二階段檢測於 110 年 8 月執行，自第一階段檢測道路中選取較具代表性且較無檢測干擾之道路，總計完成 7 條道路共 29.3 車道公里（293 個百公尺路段）之檢測分析，重複檢測比例為 76%。合計兩階段共完

成 67.5 車道公里，亦大於初始規劃與合約要求之 50 車道公里。所選擇路段對照 4-2 節圖 4-4 可知，集中於宜蘭縣宜蘭市中心，屬人口稠密、交通量高之區域，整理兩階段檢測道路長度統計於表 4-7。與前兩節相同，於宜蘭縣之檢測結果分析方面，亦將兩階段各道路詳細檢測結果整理於附錄六，可供道路主管機關參考使用。本小節則將兩階段重複檢測之 7 條道路進行巨觀比較，以了解兩階段間之整體變化。

表 4-7　宜蘭縣檢測長度統計

道路名稱	第一階段			第二階段		
	檢測計畫提報道路長度 (100m)	完成檢測分析之道路長度 (100m)	完成檢測比例(%)	檢測計畫提報道路長度 (100m)	完成檢測分析之道路長度 (100m)	完成檢測比例(%)
宜興路	48	36	75.00	48	36	75.00
中山路二段	24	22	91.67	24	22	91.67
嵐峰路一、二段	64	64	100.00			
神農路	20	18	90.00	20	18	90.00
健康路	26	19	73.08	26	24	92.31
縣民大道	112	91	81.25	92	92	100.00
民族路	30	28	93.33	30	28	93.33
女中路一、二、三段	80	74	92.50	80	73	91.25
舊城西路	10	10	100.00			
舊城北路	12	8	66.67			
校舍路	18	12	66.67			
總計	444	382	86.04	320	293	91.56

圖 4-12 為宜蘭縣兩階段重複檢測道路之 AARI 值累積百分比圖，相較於臺北市與新竹市而言，宜蘭縣之整體狀況有較明顯之平整度分佈差異，其中 AARI 值介於 2.5~7 之路段數比例上升，顯示整體平整度有劣化情形，但仍較其他兩縣市整體為佳，與 4.2 節所述之等級分佈狀況相符，亦即不論就等級區分或個別路段之 AARI 值而言，均可發現宜蘭縣道路平整度出現較明顯變化。出現此變化之原因推測可能因道路使用狀況、環境因素與原始平整度較佳所致，

由於檢測道路之整體平整度於三個縣（市）中為最佳，且檢測數量略低於其他兩個縣（市），故其變動將更為明顯。因此雖整體平整度狀況甚佳，但仍建議宜蘭縣政府可參考本計畫檢測經驗，對所轄道路進行定期平整度追蹤檢測，以掌握平整度劣化趨勢，及時規劃道路養護作業。

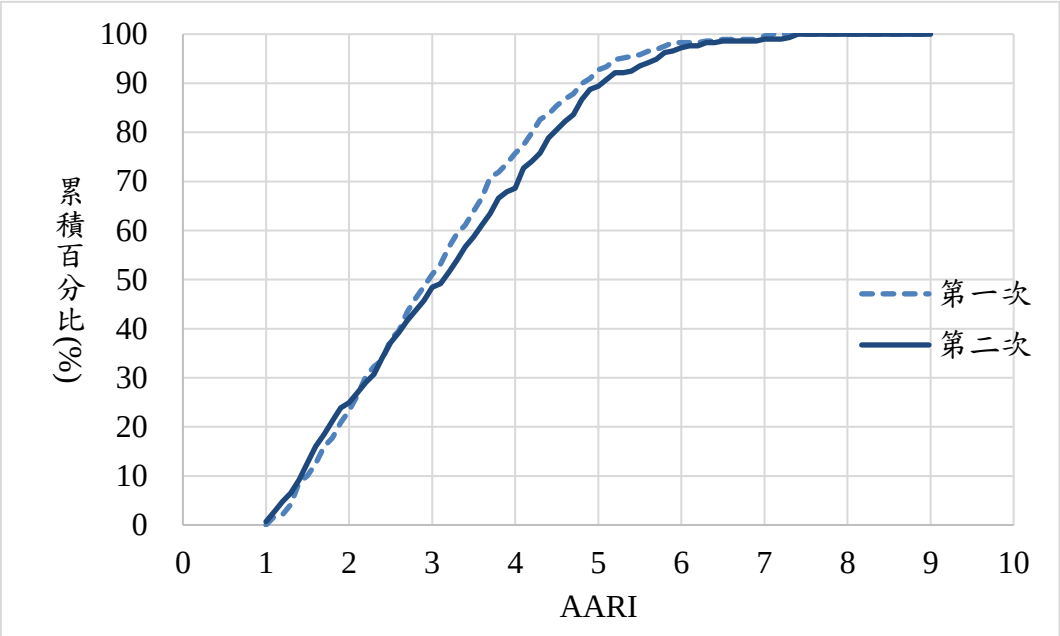


圖 4- 12　宜蘭縣檢測 AARI 累積百分比圖

於各路段比較方面，由兩階段重複檢測之 7 條道路中選擇檢測路段數較多之宜興路、民族路、女中路一~三段與縣民大道等 4 條道路繪製盒鬚圖，所得結果如圖 4- 13 與圖 4- 14 所示。由 4 條道路之比較可知，民族路之整體平整度較不理想，其整體分佈範圍較高，平均 AARI 值約為 4.8，且盒寬（即四分位距）亦較其餘道路更寬。其次於宜興路與女中路一~三段具有相近之分佈範圍，縣民大道之整體平整度則為 4 條道路中最佳者。進一步比較兩階段各道路之差異，可知女中路一~三段有較明顯之劣化現象，其 AARI 平均值上升，盒寬亦有加寬現象，且盒之整體分佈亦有提高現象，顯示 AARI 值多為增加。而縣民大道於兩階段中均為平整度最佳者，但於第二階段檢測時可發現離群值增加，且分佈範圍亦有提高趨勢，然平均 AARI 值自 1.8 降至 1.6，經詢問道路主管機關得知此 4 條道路中，於兩階段檢測間僅有縣民大道曾執行部分路段之道路鋪面改善，因此於檢測資料中亦反映部分路段 AARI 值下降，即平整度有

所提升。

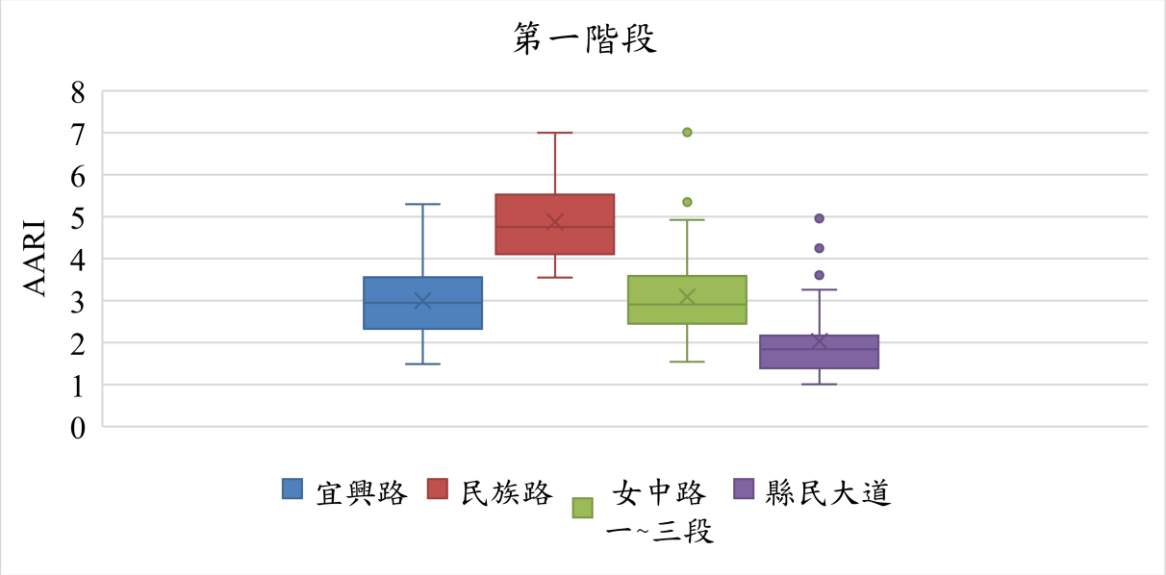


圖 4- 13　宜蘭縣第一階段 4 條道路之盒鬚圖

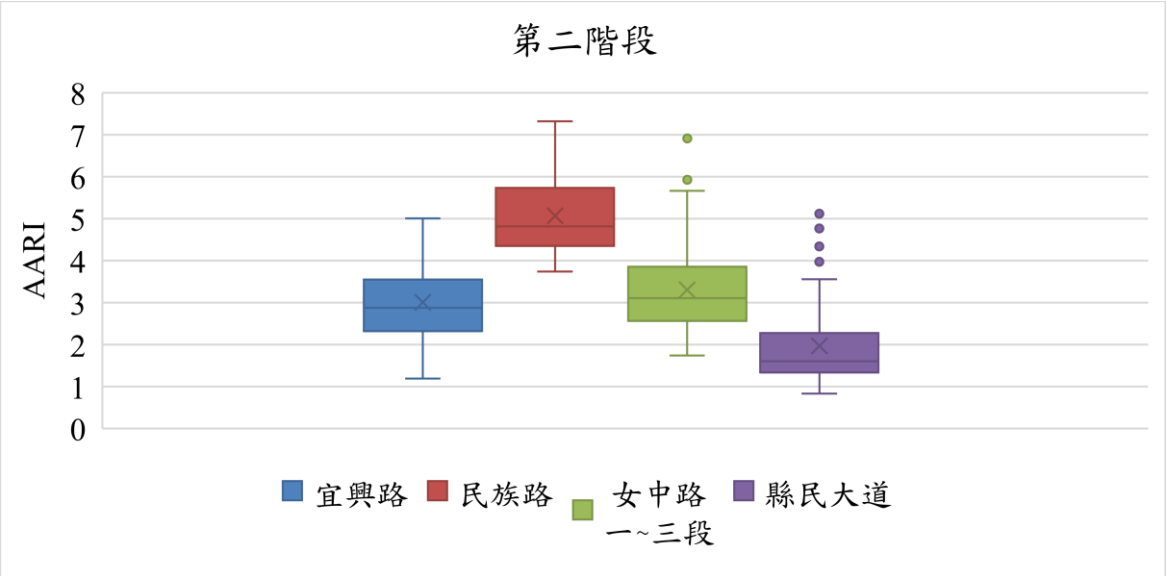


圖 4- 14　宜蘭縣第二階段 4 條道路之盒鬚圖

雖道路改善原因需整體考量，非僅就道路平整度做判斷，然平整度係為反映道路劣化之良好指標，若採平整度為評估標準，於此 4 條道路中應優先改善者為民族路，其平均 AARI 值已接近等級 C，亦表示有約半數路段已屬於行車感受「不舒適」或「非常不舒適」狀況，建議可排入近期之養護計畫中。

4.6 市區道路平整度長期追蹤案例探討：新北市八里區中華路

為了解簡易型平整儀運用於道路平整度於道路鋪面刨鋪前後以及長期變化情形，本計畫選擇新北市八里區中華路為檢測對象，選擇此路段之原因有三，其一為掌握道路刨鋪時間，配合其施工時間可完整測得施工前後之平整度以進行比較；其二為該路段以通過性交通為主，且路段平直、街廓長度較長，較少有車輛停放與號誌干擾問題；其三為該路段鄰近台北港，且有客運總站，大型車輛交通量高，或許於檢測期間可看出道路平整度之變化。

該路段為雙向四車道、長 600 公尺，於 109 年 6 月 15 日~20 日期間進行道路面層改善，改善厚度為 25~45 公分不等，本團隊於施工前後均檢測道路平整度，其後持續檢測至 110 年 4 月，共計取得 10 個月之追蹤檢測結果。本團隊將歷次檢測結果同樣以 100 公尺為區段單位進行分析，因此每次檢測均取得 24 筆數據，圖 4- 15 為施工前、施工後、施工 10 個月後等三個關鍵時間點之 AARI 值累積分佈比較，由圖中可明顯看出於施工前後平整度有相當程度改善，於施工前約有半數路段 AARI 值高於 5、20%路段之 AARI 值高於 7，亦即落入「非常不舒適」等級。而於施工後，全數路段之 AARI 值均小於 5，且有 70%路段之 AARI 值小於 3.5，屬於行車「舒適」等級；此平整度表現於其後追蹤檢測期間均持續維持，至施工 10 個月後亦僅有小幅變動。

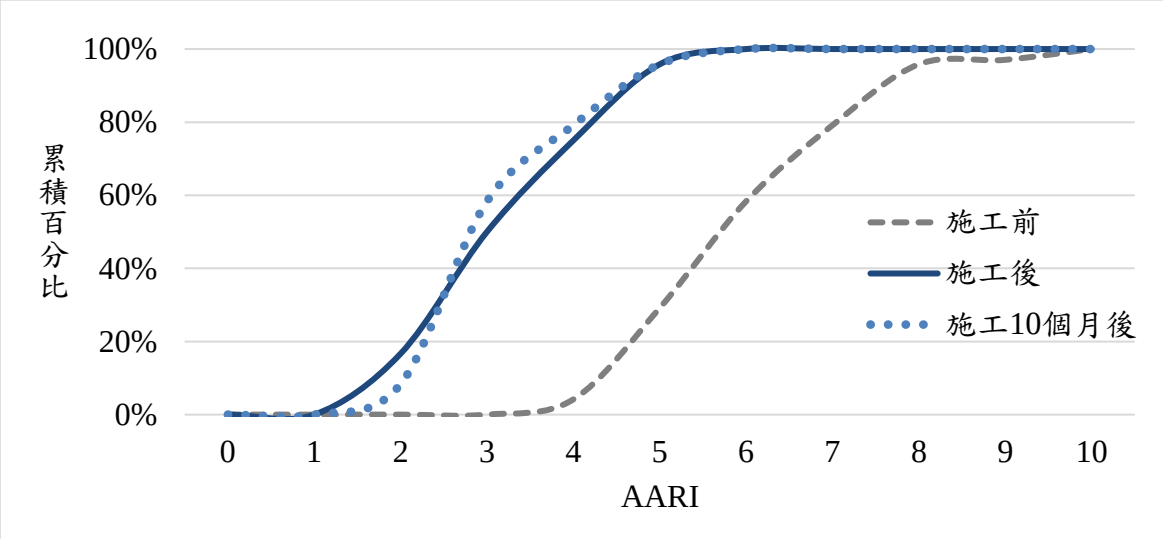


圖 4- 15　新北市八里區中華路施工前、施工後、施工 10 個月後之 AARI 值累積分佈比較

進一步比較各車道於刨鋪前後之各路段數值如圖 4- 16 所示，由此圖亦可見各路段 AARI 值均為降低，且內側車道雙向各車道 AARI 數值均低於 3，約較施工前降低 2，即有約 40%之改善率。外側車道雙向於施工前平整度較不理想，多數路段之 AARI 值大於 6，其中外側南向車道 500 公尺處之 AARI 值已逾 9，於行車時應可感受到明顯振動；而於施工後亦皆有明顯改善，原本平整度最差之外側南向車道 500 公尺處 AARI 已降至 3.68，但較值得注意的是外側南向車道 200 公尺處之 AARI 值於施工前為 5.61，於施工前為外側車道相對平整度較佳之路段，但此路段於施工後 AARI 僅略微降低，改善幅度不若其他路段明顯，推測應有非屬道路施工或材料因素之外在影響。

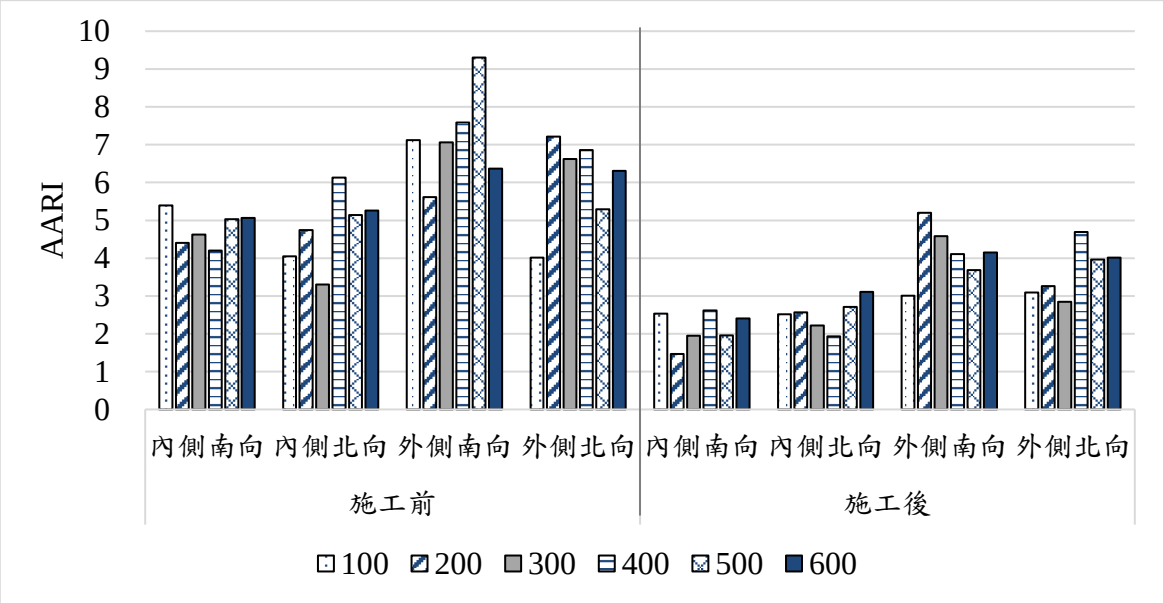


圖 4- 16　新北市八里區中華路各車道鋪面刨鋪前後 AARI 值

本團隊於完工後持續檢測，初期以半個月至 1 個月頻率檢測，而後以每兩個月一次頻率檢測，圖 4- 17 至圖 4- 20 為新北市八里區中華路雙向四個車道各路段於施工後長期追蹤檢測期間之 AARI 值。其中圖 4- 17 與圖 4- 18 為內側車道檢測結果，由於內側車道平整度較佳，此兩圖之縱軸範圍 AARI 值 0~4，由兩圖中可知各路段於歷次檢測中歷經 10 個月，其 AARI 值相對平穩，雖有些微劣化，但不甚明顯；較特別的是在內側北向車道 600 公尺處於 8 月出現一處較大幅跳動，但於次月檢測時恢復前四次檢測範圍，推測可能受道路檢測時的臨時性因素所干擾，例如地面有外物所致之跳動影響。

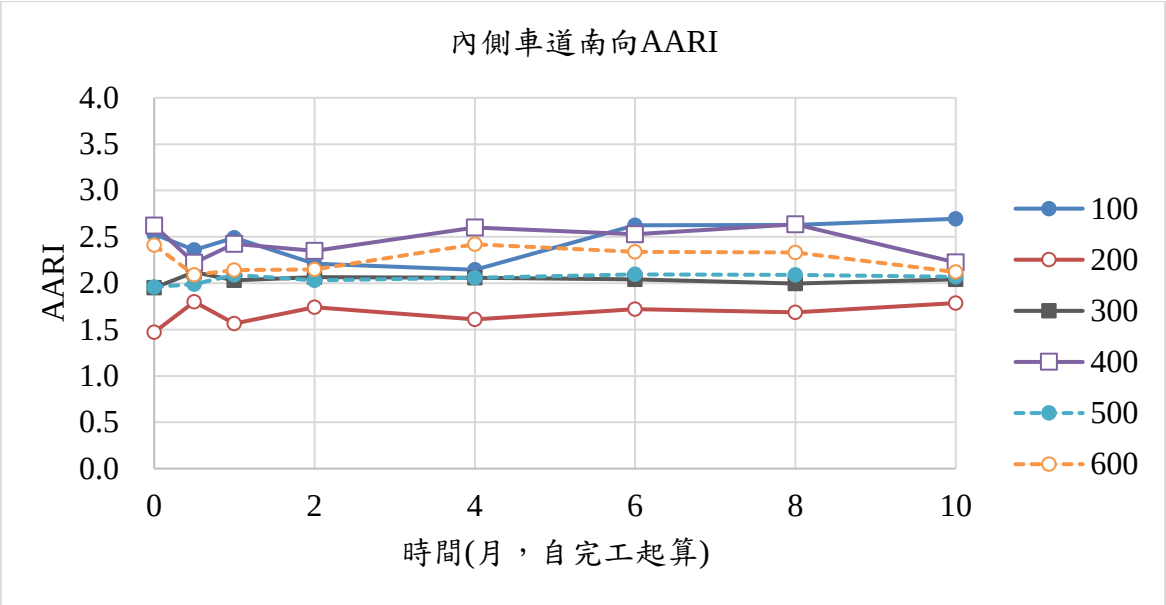


圖 4- 17　新北市八里區中華路內側車道南向 AARI 值長期檢測結果

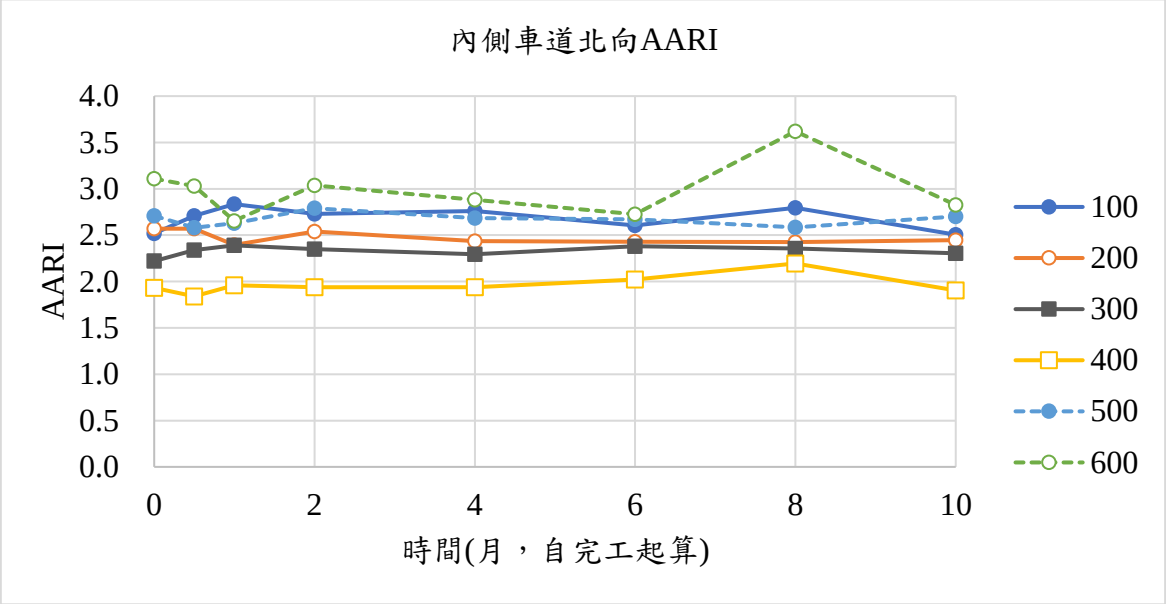


圖 4- 18　新北市八里區中華路內側車道北向 AARI 值長期檢測結果

圖 4- 19 與圖 4- 20 為外側車道檢測結果，由於外側車道平整度較內側車道不理想，此兩圖之縱軸 AARI 範圍為 2~6，亦即此四圖縱軸全距相同、但盡量放大主要分佈範圍以利比較。相較於內側車道，除數值較高外，各路段間之差距亦較大，南向以 100 公尺路段為最佳，前述改善幅度較小之 200 公尺路段於追蹤檢測期間 AARI 值均處較高位置；北向則於前 300 公尺之 3 個路段之平整度較佳，約與內側車道具有相當之平整度水準，但 400 公尺路段之平整度卻

為北向各路段中平整度最不理想者。於雙向均有平整度較佳路段銜接平整度差的路段之現象，對駕駛者與乘客而言，由於相對性之平整度變化可能使平整度不佳的路段得到更差之乘坐感受。

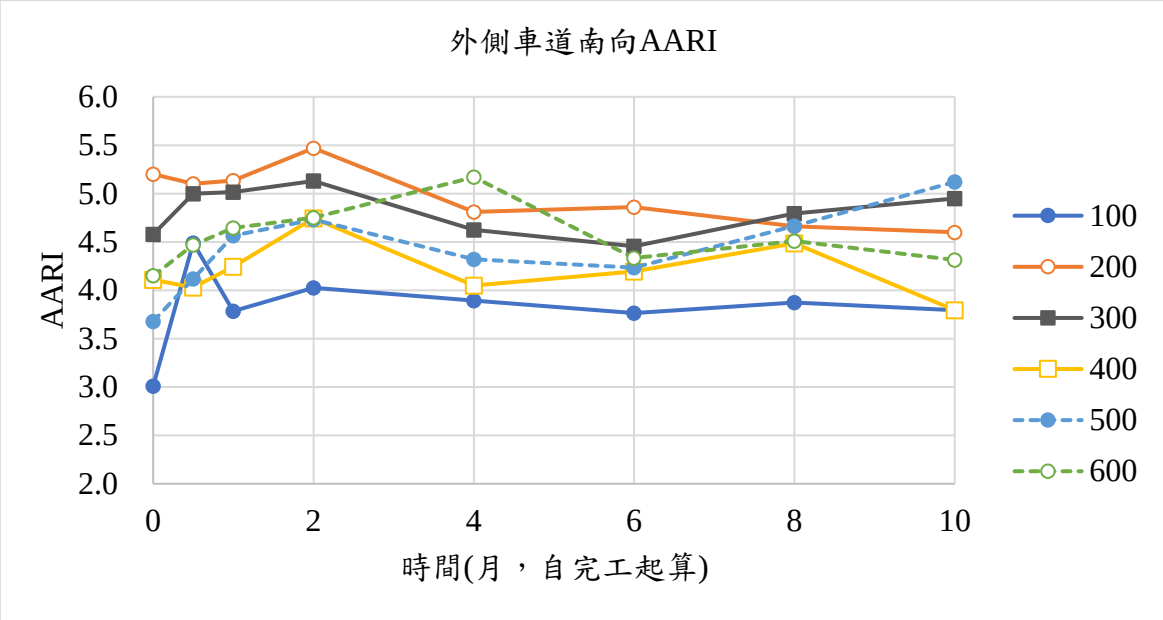


圖 4- 19　新北市八里區中華路外側車道南向 AARI 值長期檢測結果

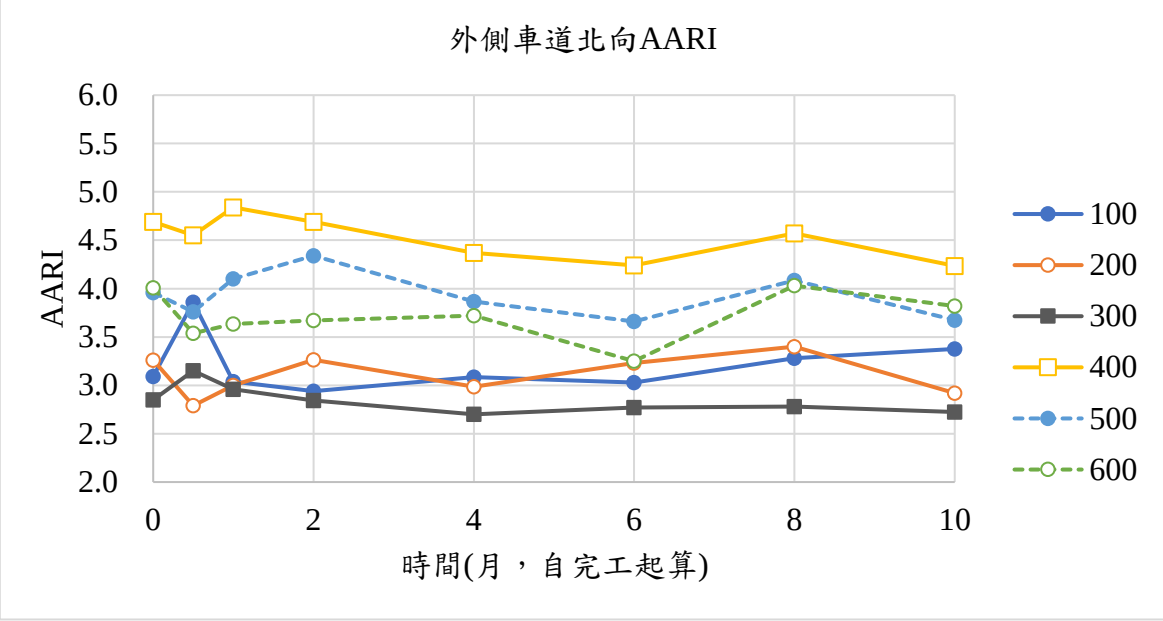


圖 4- 20　新北市八里區中華路外側車道北向 AARI 值長期檢測結果

除路段間之比較外，由外側車道雙向較特別之現象為多個路段於施工後第 4 個月出現平整度降低情況，甚至較剛完工時之 AARI 值更低，而後則保持較平穩之平整度變化，推測雖於道路施工時已達壓實度驗收要求，但於通車後仍

受車輛輾壓而持續壓實，因此造成平整度降低情況，由於此路段大型車輛交通量較高，又多行駛外側車道，推測因而產生此現象，故內側車道則未見有此趨勢。此外，於施工前外側車道南向 500 公尺路段出現高達 9.30 之 AARI 值，於施工後降至 3.68，但經 10 個月之交通輾壓影響後，此路段 AARI 值升高至 5.12，較其他路段維持平穩或小幅升高，此路段之 AARI 值變動幅度值得關注，由於全體路段係於相近期間採相同材料與工法施作，且前後路段之交通量大致相等，因此若無其他因素，平整度變動幅度亦應相近，而此路段出現較大變動幅度，宜考量是否存在非僅面層之因素，例如基底層甚至路基問題，或以目視檢查方式檢視本段是否出現破壞跡象，以期可徹底解決鋪面問題，避免反覆採用無法根治問題之方式進行改善，造成使用者與管理者雙方之困擾。

4.7 簡易型平整儀檢測速度限制探討

於簡易型平整儀推廣使用期間，許多使用者反應因現行簡易型平整儀具有檢測速度至少須為 30 公里/小時以上，因此於應用於特定環境（例如山區道路或巷道）時較受限制，希望可以突破此限制。本團隊針對此課題，利用道路檢測實測資料進行探討，期可對於簡易型平整儀的速度限制提出更具體的建議，並擴增簡易型平整儀之適用範圍。執行時根據第一、二階段之實測結果，選取道路平整度變化較大路段進行檢測，以了解在不同道路平整度下不同檢測速度對檢測結果之影響。

經第一、二階段檢測後，本團隊選擇臺北市和平東路自羅斯福路至基隆路段為本項課題之實驗路段，該路段第一、二階段之 AARI 累積分布圖如圖 4-21 與圖 4- 22 所示，於 15%、50%、85%間之 AARI 值有明顯區分，且於兩階段間之平整度表現穩定，且由於鄰近本團隊位置，較了解其於第二階段檢測後是否進行鋪面改善，可掌握其平整度現況，因此選擇該路段做為本實驗路段。

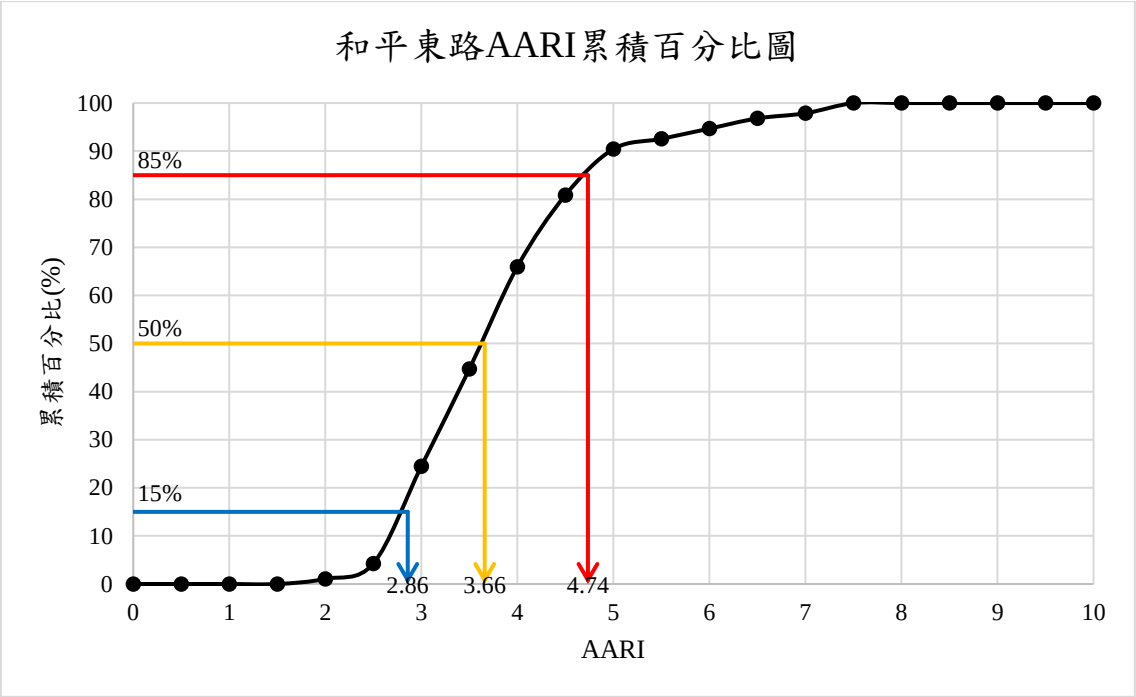


圖 4- 21　第一階段和平東路 AARI 累積分布圖

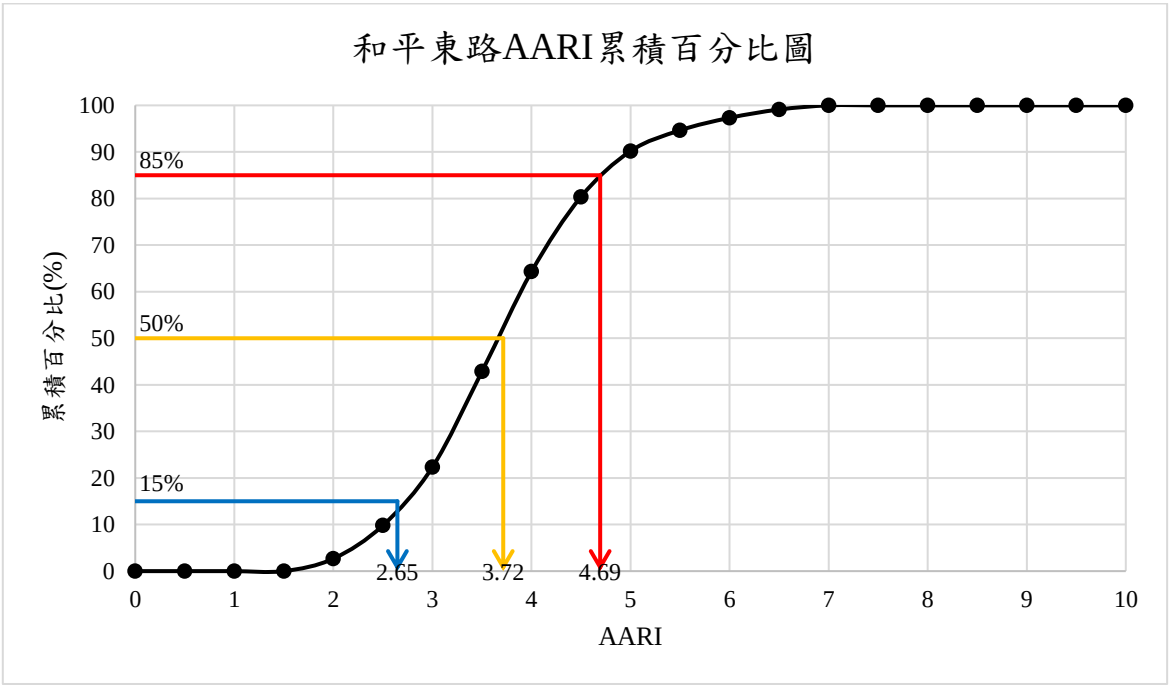


圖 4- 22　第二階段和平東路 AARI 累積分布圖

本次實驗距第二階段實驗約兩個月，整體路況並無明顯變化。為比較速度影響，於同一天針對此路段分別採用 30~45 kph、20~30 kph 兩種速度區間進行兩次檢測，前者經檢測後實測速度落於 31.3 kph~44.0 kph 間，各區段檢測平均速度為 36.2 kph；後者經檢測後實測速度落於 20.5 kph~29.7 kph 間，各區段檢

測平均速度為 26.2 kph，二者速度顯有差距，且符合初始實驗設定之速度區間。

首先針對 AARI 值之表現予以討論，可得各車道之平均 AARI 值如圖 4-23 所示，由各車道間低速與高速檢測結果之比較可知，於低速所得之檢測結果略低於高速檢測結果，但二者差距相當有限，內車道之差距分別為 0.38 與 0.31，外車道之差距則較內車道更小，分別為 0.1 與 0.23，可知若以整體狀況評估，採用略低於 30 kph 之速度進行檢測所造成之影響相當有限。圖 4-24 與圖 4-25 為東向與西向各車道於兩種速度下之盒鬚圖，呈現完整檢測路段長度各區段之分布情況，圖中以編碼代替以利於判讀，以「東向-1-H」為例代表東向第 1 車道以正常檢測速度時之檢測結果，其餘各筆數據可依此類推。由此二圖亦可見於平均 AARI 值所呈現之結果，就平均值而言各車道採用低於 30 kph 速度檢測時，將測得較低之檢測結果。而若區分各車道可知，各車道檢測結果分布略有差異，以東向為例，第 1 車道於兩種速度檢測結果之分布盒寬約略相等，而正常檢測速度檢測結果之鬚上緣與鬚長較低於 30 kph 速度時較高且更長，推測可能因採較低速度檢測時車輛整體跳動較小所致。而東向第 2 車道之分布狀況則有較明顯差異，雖亦有正常檢測速度時平均值略高之情況，但低於 30 kph 速度時之盒寬明顯較寬，也可依此得知導致平均值較低之原因在於較低 AARI 值之數值更低所造成。而於西向亦有類似分布情況，第 1 車道之分布範圍較第 2 車道接近，但卻為低於 30 kph 速度時之分布盒寬較正常檢測速度時為小之情況，與東向狀況不同，尚無法由檢測結果與現場觀察獲得合理解釋。

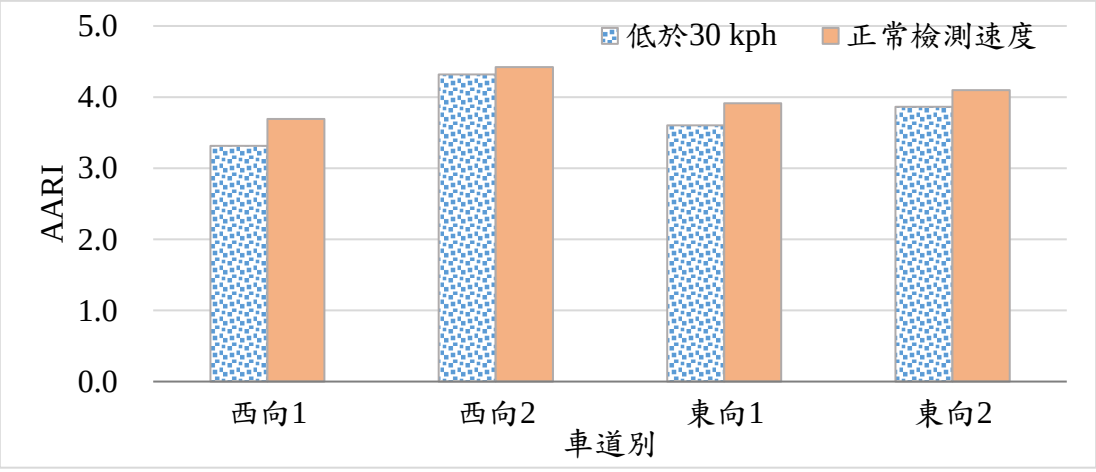


圖 4-23　和平東路速度探討實驗結果：各車道平均 AARI

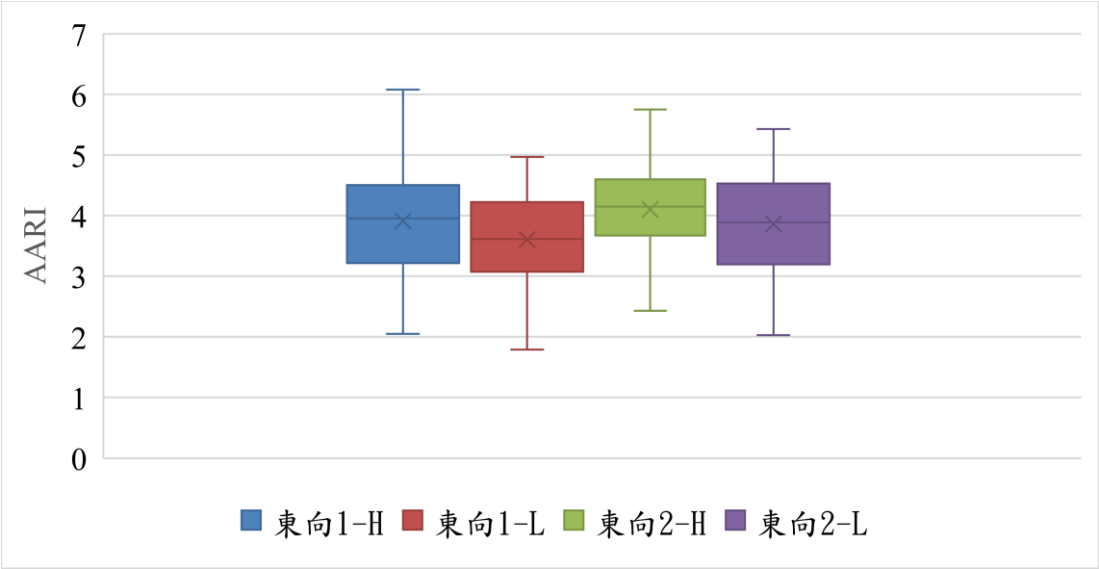


圖 4- 24　和平東路速度探討實驗結果：東向各車道、兩種速度之盒鬚圖

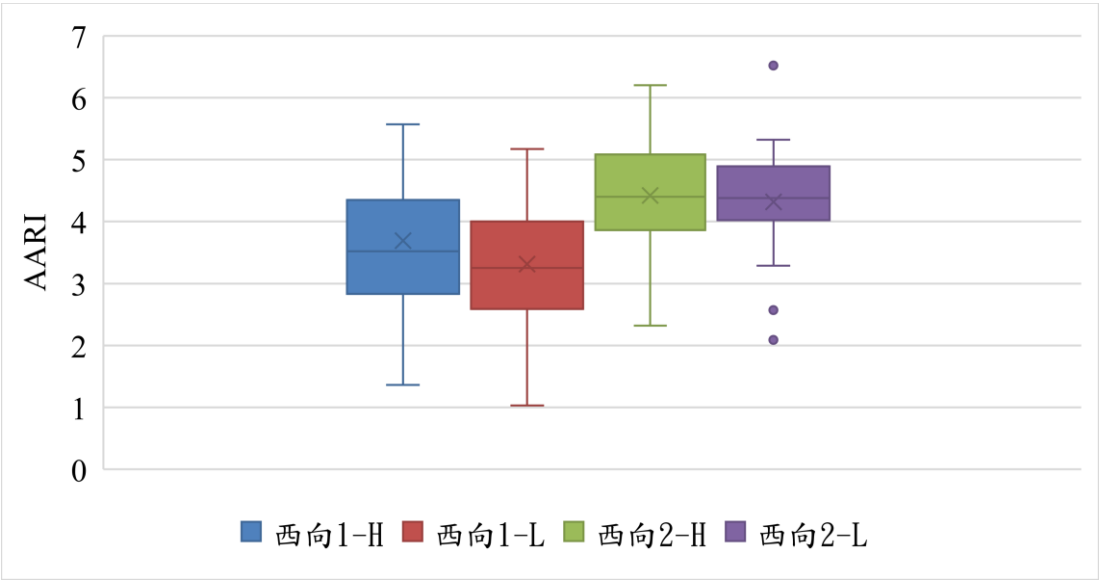


圖 4- 25　和平東路速度探討實驗結果：西向各車道、兩種速度之盒鬚圖

進一步比較百公尺區段之結果可知，各百公尺區段雖有相近 AARI 值但仍有些微差距，圖 4- 26 與圖 4- 27 分別為東向第一車道與西向第二車道之百公尺檢測結果，由兩圖中均顯示路段之整體 AARI 值分布於相同範圍，且部分區段亦有相近 AARI 值，但各區段數值並非相同，亦有部分區段差異較大，如西向第 2 車道自 600 公尺後各區段數值即難以對應，但仍可見局部極大值（如西向第 2 車道正常檢測速度時之第 900 與 1300 公尺處）出現位置附近出現數值相近之局部極大值，推測可能因各趟次檢測時停等號誌狀況不一，因此於檢測剛開始時具有較一致之檢測結果，但隨檢測距離拉長、通過的路口增加，即可

能產生較大差異。

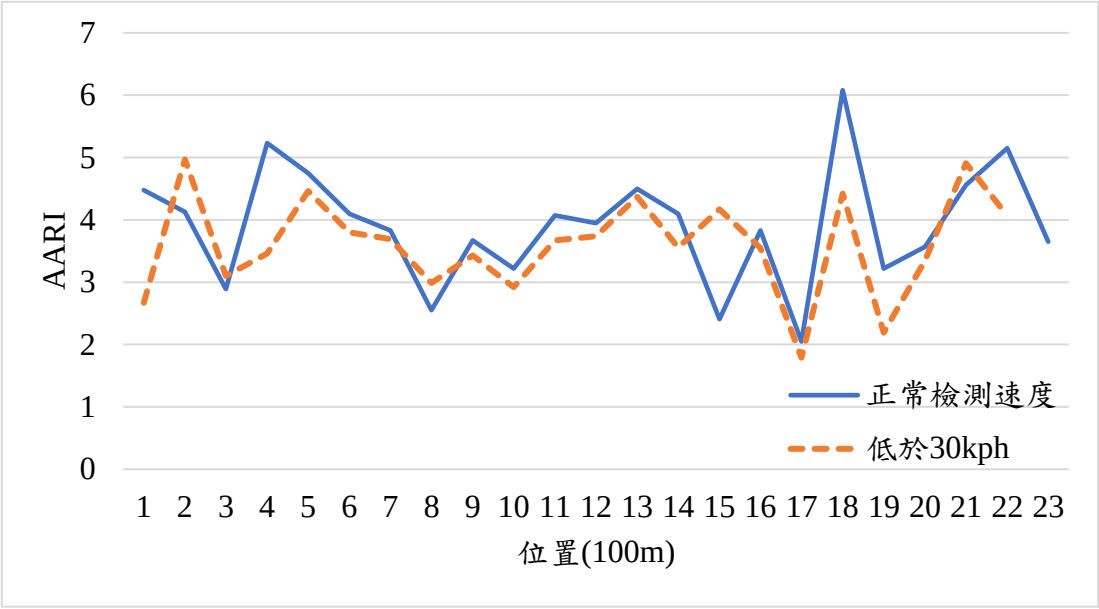


圖 4- 26　和平東路速度探討實驗結果：東向第一車道百公尺區段比較

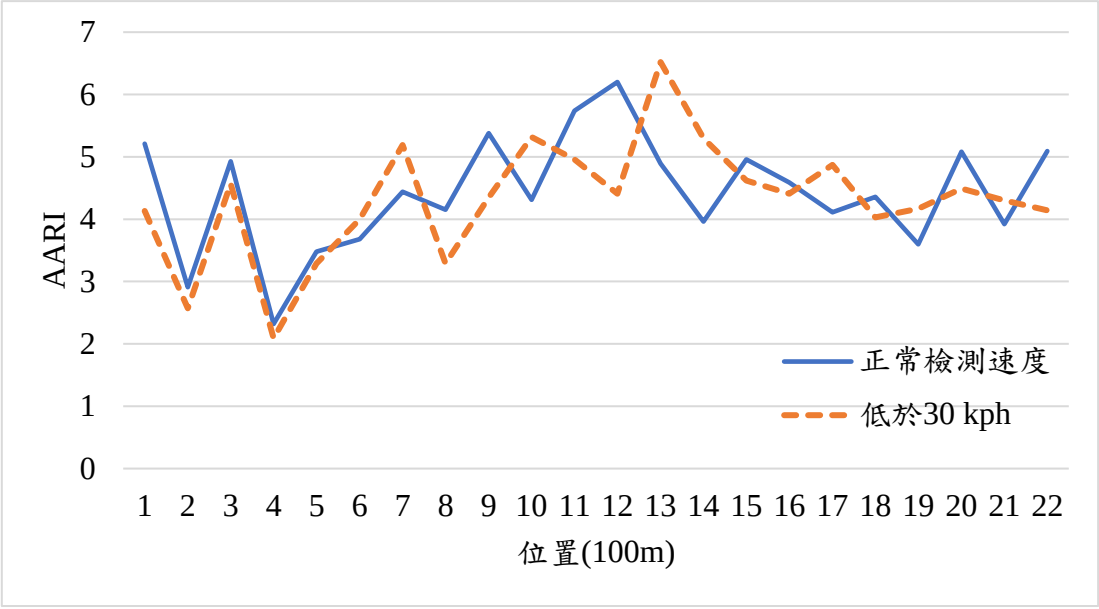


圖 4- 27　和平東路速度探討實驗結果：西向第二車道百公尺區段比較

除採逐筆比對外，本團隊亦採用成對 t 檢定對各百公尺路段之 AARI 值進行比較，並將四個車道之資料合併以提高數據數量，共計有 90 個百公尺區段，所得結果顯示採用低速與高速進行檢測之平均值並沒有顯著差異，p=0.102，大於所設定之顯著水準 0.05。圖 4- 28 計算同一區段兩種速度之 AARI 值差值，可見其分布主要集中於±0.5 範圍內，約占整體之三分之一，且雖如前述統計結

果顯示低於 30 kph 速度之平均檢測結果略低於正常檢測速度所得，但於各百公尺區段之差值分布可知，分布於正數與負數之比例約略相等，且於±1.5 範圍內約占九成，顯示二者差距有限，且應非系統性誤差。

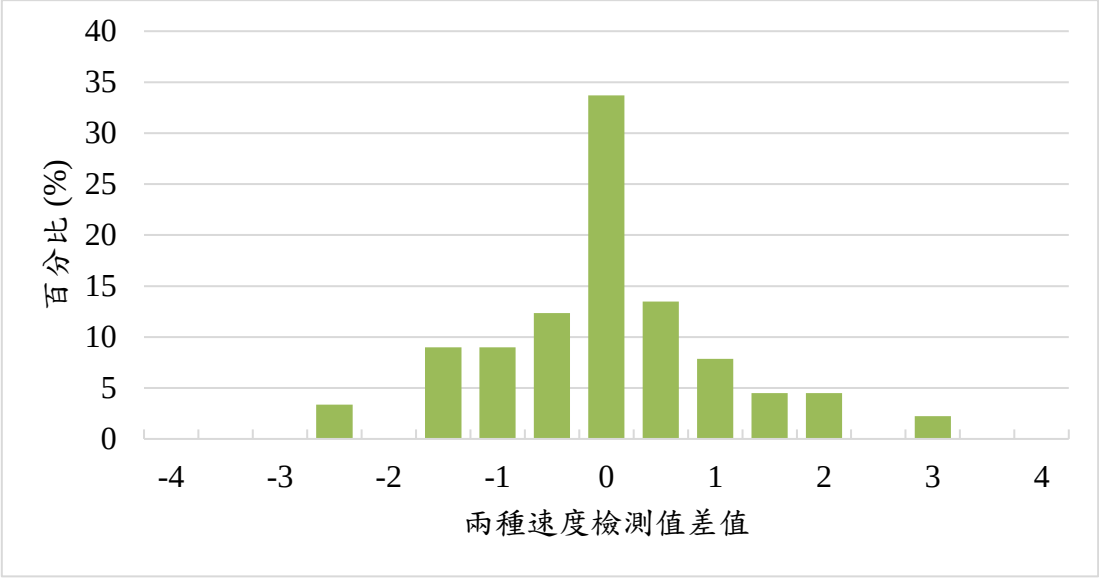


圖 4- 28　和平東路速度探討實驗結果：兩種速度檢測差值分布

由前述各項分析可知，根據此次檢測結果顯示，採用略低於 30 kph 速度檢測對於檢測結果有所影響但差距有限，與本團隊於 103~104 年計畫所得結果有差異，經檢討其可能原因後，推測因於 105~107 年計畫中針對簡易型平整儀檢測指標計算方法有相當大幅度之調整，並經多次濾波與速度校估去除資料雜訊之影響，可能因此而改變數據分析結果，然本團隊於該期計畫 AARI 指標開發完成後，並未再度進行檢測速度探討，且由於平常檢測時速度常受車流狀況與路型等因素影響，較不易針對同一路段採用不同速度進行檢測，例如前述檢測速度較低之巷道與山路等路型，若採較高速檢測有其危險性；而本團隊為提高檢測品質，於第一、第二階段之檢測則皆選擇深夜時段進行，此時因交通干擾較少，車速亦可維持較平穩水準，但相對而言採用低速檢測反有遭其他車輛追撞風險，因此不易進行。另一方面，原開發簡易型平整儀係針對都市計畫範圍內之市區道路為對象，並未將巷道或山路等路型需求納入考量，雖後續經應用發現仍具可行性，故亦未限制使用者之使用範圍，但也因此獲取較多希望

可以降低檢測速度之回饋。根據此次實驗結果顯示，依據目前軟體所搭載之運算方法計算而得之 AARI 值於略低於 30 kph 速度下之檢測結果仍與正常檢測速度時所得結果具有相近之檢測範圍，但的確略有低估現象，因此建議若道路主管機關受限於道路路型或速限，無法採用正常檢測速度時，採用略低於 30 kph 速度（仍建議高於 20 kph）進行檢測應為可行，並於歷次檢測時盡可能保持相同速度範圍以使各次檢測結果具有可比較性，但仍應了解此非正常檢測速度所得結果，若擬與其他道路進行比較仍應謹慎，且對於可採用正常檢測速度之道路，仍應依使用手冊內之建議，採用高於 30 kph 之速度進行檢測。

4.8 本章小結

本計畫為更清楚瞭解各縣(市)市區道路之整體平整度表現，針對臺北市、新竹市與宜蘭縣等三個縣（市）進行較高比例之抽樣檢測，抽樣比例約為 7%~9%，並於第一階段完成約一年後進行第二階段之重複檢測，重複檢測路段比例約為七成，以了解一年間之道路平整度變化情形。

由各縣（市）之檢測結果中，可顯示簡易型平整儀確可反映出各路段之平整度變化，亦可由分析中掌握整體與個別平整度較不理想之道路與路段，且根據本團隊之檢測時間估算，約可於 2~3 天夜間完成該縣（市）所規劃之路段檢測，每日檢測能量約為 20~50 車道公里，依路型與道路間距離而略有差異。當檢測道路屬多車道路段、有適當的橫交道路可做迴轉，且較少有號誌等干擾原因時，可達較高之檢測能量；若檢測計畫中各道路較為分散、距離較為遙遠，則需較長之移動時間，或因干擾因素較多，難以一次完成所規劃之檢測時，則檢測能量較低。若以平均檢測能量 35 車道公里/日估算，根據表 4-1 所蒐集之各縣（市）市區道路長度以兩車道進行估算，則三個縣（市）分別需 64、28、25 個工作天以完成全數路段檢測，此時間需求若分散至各月份執行，應不至於造成過大之工作負擔，且簡易型平整儀之檢測對於人員體力消耗甚低，應屬可行。因此建議市區道路主管機關可採用簡易型平整儀安排道路平整度之普查計畫，並以 1~2 年檢測一次頻率進行追蹤，對於大型車輛交通量較高路段可考慮採用較高之檢測頻率，以掌握平整度劣化趨勢，及時規劃養護作業。本研究

充分展現了以簡易型平整儀進行道路平整度檢測的優勢，不僅機動性高、操作簡易、且性價比甚高，同時若由主管機關自行檢測，更可以獲得第一手檢測心得與經驗，持續將平整度改善成果回饋於後續改善作業中。

於 4.6 節則以大型車輛交通量較高之新北市八里區中華路為案例，說明本團隊採用較高頻率進行長期追蹤之成果。此路段於計畫執行期間進行鋪面改善工程，屬較完整之改善，重新鋪築厚度約為 25~45 公分，可預期其於施工後應有較為理想之平整度。由施工前後之比較可知確有明顯改善，且獲得具體的平整度 AARI 數據資訊，而可計算改善率約為 40%。根據檢測結果顯示，於追蹤至完工後 10 個月時，整體平整度僅有小幅變動。進一步分析各車道間之差異亦可知，外側車道之劣化速度較內側車道為高，且有局部路段出現較其他路段更顯著之劣化速度，宜持續追蹤觀察。

4.7 節針對簡易型平整儀之檢測速度進行探討，主要針對使用者反映部分路段無法採用正常檢測速度（大於 30 kph）進行檢測，例如巷道或山路等。根據本次實測結果顯示，若採略低於 30 kph 速度（約為 20~29 kph）檢測，則所得結果與正常檢測速度時所得結果相近但有低估情況，即測得較低之 AARI 值使評估時可能誤以為路況更為平整。故建議道路主管機關若因受限於道路路型或速限而須採略低於 30 kph 速度進行檢測時，應留意此結果有低估可能，並於歷次檢測時盡可能保持相同速度範圍以使各次檢測結果具有可比較性，但若擬與採正常檢測速度之路段進行結果比較仍須謹慎。且對於可採用正常檢測速度之道路，仍應盡可能於多數情況下保持正常檢測速度，然若因臨時性干擾，如號誌或路邊停車等，導致少數數據檢測速度低於 30 kph，則所得結果應仍可使用。

第五章　車型對 AARI 檢測影響模式建立

車型差異對於 AARI 檢測結果之影響，長期以來都是簡易型平整儀應用推廣尚待加強之處。本團隊在本階段研究過程中，以文獻回顧、實驗、數據分析、統計模型等方法成功建立車型對 AARI 檢測影響模式，對檢測使用之車輛差異可以進行有效率之校正，相關成果彙整於本章節說明。

5.1 背景與目標

本計畫使用之簡易型平坦儀與其對應指標改良式平整度指標 AARI，在營建署多年推動下已於國內許多縣（市）及鄉鎮市單位採購使用，進行檢測之單位包括政府機關、顧問公司、營造廠商、及學術單位等，累積共計完成全國上千車道公里之檢測，其對應指標 AARI 亦已經納入前瞻計畫「提升道路品質計畫」的設計審查指標。然也由於推廣成效斐然使用單位數量明顯增加，其使用之檢測車輛種類也各有不同，因此解決車型差異對於 AARI 檢測之影響日益重要。

AARI 主要計算根據來自於車輛反應垂直加速度，受車輛型式之影響其檢測結果或有差異，甚至可能造成其落入不同道路平整度分級位置。過去之相關研究嘗試以不同車輛均行駛於相同路段上，將所得指標進行線性迴歸校正，以降低車型間之 AARI 檢測結果之差異，然分別因地理環境限制與難以推展至其他單位普遍應用等因素，在校正工作上效益較低。本期計畫針對簡易型平整儀之軟硬體改善方面，工作項目之一即是發展有效且易推廣之方式解決車型之間之差異，以擴增簡易型平整儀之應用。主要工作內容如下：

1. 蒐集整理各車型之差異，包含車體尺寸資料與懸吊系統資料，以尋找對 AARI 影響顯著性較大之參數。
2. 探討車型差異對於 AARI 之影響，並以實驗方式數據化呈現不同車型之檢測結果差異。

3. 建立一簡單易推廣之 AARI 車型校正方式，以去除 AARI 檢測時不同車型造成之結果差異。

4. 以實驗方式驗證 AARI 車型校正模型之適用性，以期應用於實際檢測與後續推廣。

5.2 相關研究說明

此節介紹對於建立 AARI 車型校正模型之相關文獻，與前人研究可應用結果，以下即就此兩部分進行說明。

5.2.1 車型差異對車輛反應加速度值相關研究

為期有效改善 AARI 指標車型之間差異，因此先整理車型差異對於車輛反應加速度值影響之相關研究。然由於使用車輛反應加速度之相關研究除車型差異外，亦有人為因素或道路狀況之相關變因，因此直接探討車型差異之文獻並不充裕，以下回顧三篇相關文獻。

一、 2013 年 Rafał Burdzik 等人研究車輛懸吊系統對於車身震動之影響。其針對不同懸吊系統之阻尼參數，進行整體結構與震動傳播之分析，並評估乘客通過車體底板所接收之振動感受。該研究結果表明可藉由變數轉換計算車體震動對於人體之影響，然其需要使用懸吊系統之細部參數如阻尼係數才可獲得。

二、 2016 年 John Stribling 研究以各相異車型進行車輛反應加速度量測，並與 IRI 進行比較分析，並納入簧下重量、簧上重量、懸吊彈簧係數、輪胎係數及懸吊緩衝係數共 5 項參數。其中，可得到車體重量較重或懸吊系統較複雜堅固則對於道路平坦度量測表現較佳。然其未能有效量化相異車型之間差異與 IRI 之關係，僅能於不斷調整下提高其相關性，但可明確得知車體重量與量測結果為負相關關係。

三、 2020 年 Guanyu Wang 研究以電腦軟體模擬手機量測道路平坦度之影響變因，納入包含行車速度、車輛類型、車體質量、懸吊系統參數與輪胎壓力等因素，再以 IRI 為標準下以多元線性迴歸之方式分析各項

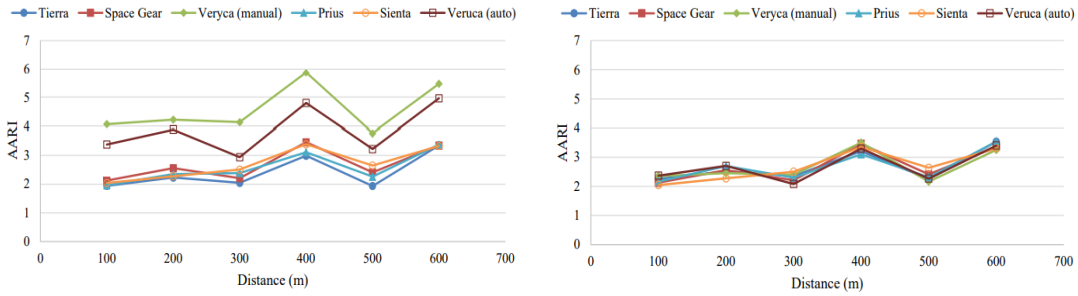
量測變因之影響。其於最佳結果能得到 0.83 之相關係數，且與目視判斷有一定之相符性。該研究基於以手機量測之車輛反應加速度與 AARI 原理相同，雖分析指標演算方式並不相同，仍有一定之參考性。

根據近年對於車型差異與車輛反應加速度之相關文獻，部分文獻嘗試以數學理論或電腦軟體探討標準車之車輛震動之狀況，然其與現實車輛並非完全相符，其推廣可能性較低。本計畫則將嘗試以文獻為基礎，探討可更易執行與推廣之車型差異校正方法。

5.2.2 AARI 先期研究校正方法

由於 AARI 指標之原理來自於車輛反應加速度，因此對於車輛垂直震動量之大小有直接的影響，故與車輛震動與車型之間差異如車重、懸吊系統等因素相關。故經由實測數據顯示，不同檢測車輛之 AARI 檢測結果縱使整體趨勢相近，其數值上仍存在些許之差異。過去營建署計畫支持之相關研究曾嘗試進行校正，以下即彙整介紹採用相同路段線性迴歸校正之執行方法及其限制。

為解決 AARI 指標對於車型之限制，前期研究團隊嘗試以車體尺寸與懸吊系統差異較大之 6 種車型，於新北市市區道路 600 公尺路段進行 AARI 檢測。於完成初始 AARI 計算後，以研究單位開發 AARI 指標所使用車輛為標準對其他 5 種車型進行線性迴歸，除車型差異較大之貨車外，皆可得到相當理想的校正結果，顯示可經由各自車型線性迴歸公式進行線性變換，其結果如圖 5-1 所示。由校正前後圖形分布比較顯示以同路段線性迴歸校正有良好之結果，可將不同車型之 AARI 檢測數據校正至相當一致，獲知此方法有後續發展價值。然由於僅以 600 公尺數據進行 6 輛車型探討，仍然有待更大量之數據驗證。另外，此方法之最大限制為需以同樣的路段車道進行校正，若須廣泛應用於各區域之車型係數探討，地理環境上之限制即為挑戰，因而難以普遍應用於後續校正。



(A)原始 AARI　　(B)校正 AARI

圖 5- 1　多種車型檢測同路段後進行線性迴歸以校正車型影響之結果[1]

5.3　校正模型發展所需數據蒐集

本期研究首先仍以前期車型校正方法為始，先就較大範圍之相同路段進行 AARI 量測實驗，利用同路段線性迴歸結果比較車型之間之差異，以期由此漸進發展更佳模型改善車型因素之限制。

5.3.1　場地與車輛

實驗場地選定臺北市市區道路 4 路段共 1,800 公尺作為校正參數標準實驗場域，並以選定之實驗車型個別量測各路段之 AARI。實驗車輛納入 11 種包含不同廠牌、車重、車高、懸吊系統等參數之車型進行實驗，其基本資料如表 5- 1 所示。研究過程中，原曾構想以獲取各種車型懸吊相關參數為車型校正之基準，然經由嘗試與多個車輛原廠詢問後得知其屬內部機密數據無法提供。考量本計畫之後續推廣與實用程度，僅以懸吊系統之分類進行後續分析，而不考量懸吊系統相關參數之差異。

表 5- 1　實驗選定車輛基本資料

編號	車型	車長 (mm)	車寬 (mm)	車高 (mm)	軸距 (mm)	車重 (kg)	排氣 (cc)	前懸吊類型	後懸吊類型
A1	*Volkswagen* Caddy	4878	1793	1868	3006	1554	2000	MacPherson Strut	Trailing Arm
B1	*Toyota* Sienta	4260	1695	1675	2750	1350	1800	MacPherson Strut	Trailing Arm

1　蕭冠箴，車輛反應式平坦儀之平坦度指標演算法，臺灣大學 土木工程學研究所碩士論文，107 年 7 月。

編號	車型	車長 (mm)	車寬 (mm)	車高 (mm)	軸距 (mm)	車重 (kg)	排氣 (cc)	前懸吊類型	後懸吊類型
B2	*Toyota* VIOS	4425	1730	1475	2550	1100	1500	MacPherson Strut	Trailing Arm
B3	*Luxgen* U7	4800	1930	1760	2910	1960	2200	MacPherson Strut	Torsion Beam
B4	*Lexus* ES300h	4975	1865	1445	2870	1735	3000	MacPherson Strut	Double Wishbone
B5	*Toyota* Camry	4885	1840	1445	2825	1510	2000	MacPherson Strut	Double Wishbone
B6	*Mazda* Tribute	4480	1835	1735	2620	1660	3000	MacPherson Strut	Multi Link
B7	*Toyota* PriusC	4050	1695	1445	2550	1140	1500	MacPherson Strut	Trailing Arm
B8	*Toyota* Yaris	4145	1730	1500	2550	1100	1500	MacPherson Strut	Trailing Arm
B9	*Toyota* Altis	4630	1780	1435	2700	1290	1800	MacPherson Strut	Double Wishbone
B10	*Nisson* Livina	4308	1734	1630	2600	1173	1600	MacPherson Strut	Torsion Beam

5.3.2 標準數據建立

為探討各車型對於 AARI 之車型校正參數，本計畫選擇同時配備簡易型平整儀與慣性式平整儀之 A1 車型（Volkswagen Caddy），A1 車型在收集 AARI 之際也同步收集 IRI，以經過 IRI 校正過後之 AARI 數據為基準，對於各車型之 AARI 數據進行校正分析。經過兩儀器量測值得比較與校正，可以獲得相當好之相關性如圖 5-2。

而於確認 A1 車型所檢測 IRI 與 AARI 間具有良好對應關係後，利用所選擇之 11 種車型搭載簡易型平整儀於 18 個百公尺路段上進行 AARI 檢測，檢測時之儀器放置位置均為車前平台，並皆依簡易型平整儀使用手冊進行標準操作。各車型、各路段之檢測結果如圖 5-3 所示。可明顯發現各項車型之 AARI 檢測結果相對趨勢吻合，但於數值上有差異存在。因此以 A1 車型所得之 AARI 值為基準，將其他車型分別測得之 AARI 數值與 A1 車型量測值逐一進行相關性分析，並各自建立以 0 為截距之線性迴歸關係，並發現關係十分穩定。

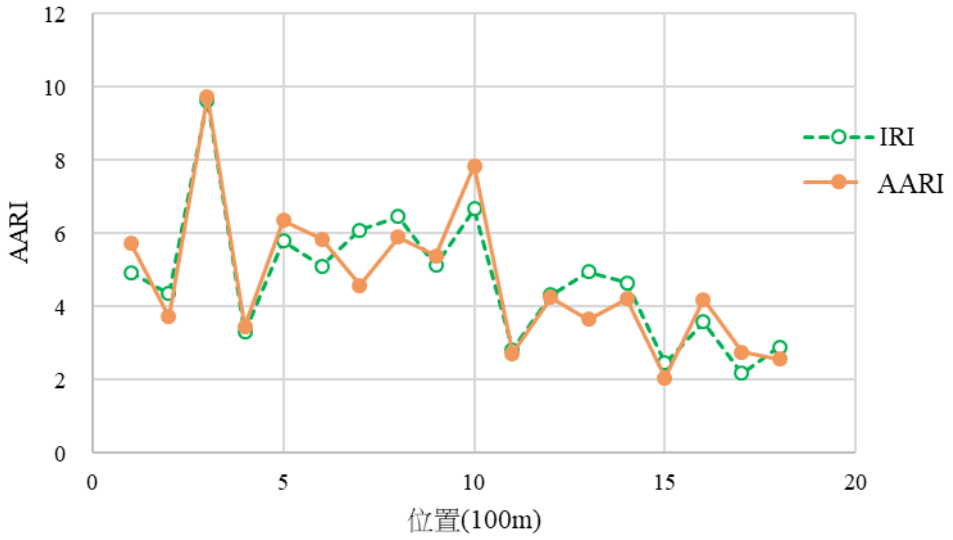


圖 5- 2　A1 車型於相同路段所檢測之 IRI 與 AARI

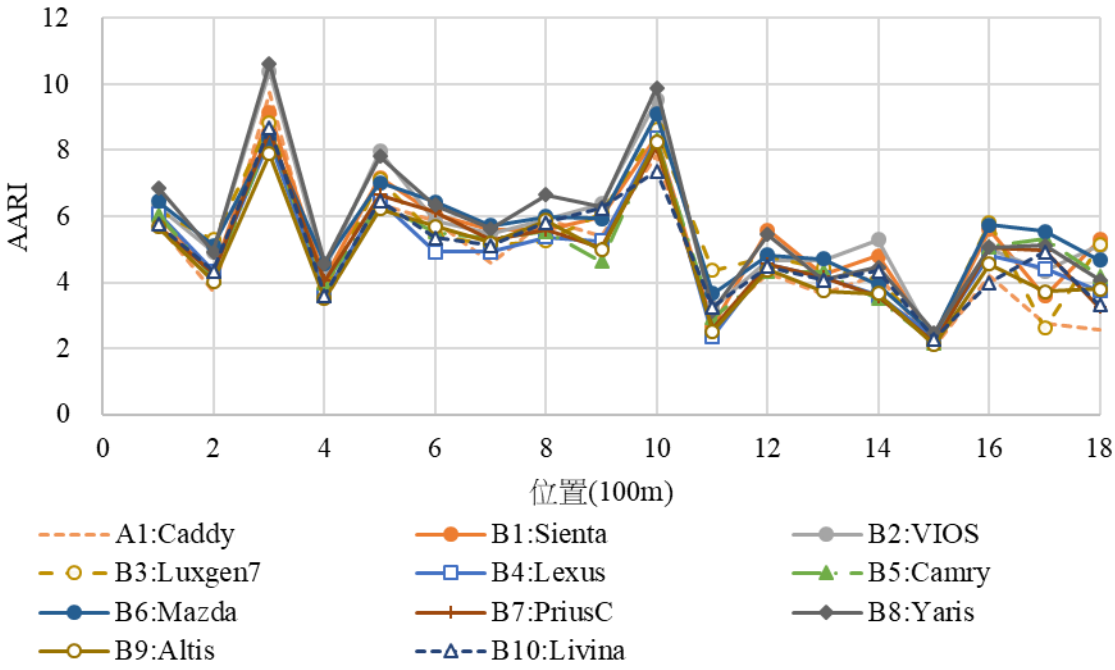


圖 5- 3　各車型於 18 個路段實測之原始 AARI

表 5- 2 顯示各車型與 A1 車型建立線性迴歸分析之相關係數及線性方程式之斜率，因為各相關方程式截距均為 0，所以斜率即代表校正係數，亦即若將各車型檢測之 AARI 數據乘上該係數即可調整至最為近似標準車型 A1 檢測結果之數值，且致整體 18 個路段之調整後 AARI 與 A1 車所測得值之殘差平方和為最小。

表 5-2　各車型與 A1 車型 AARI 關係表

車型	係數	R^2	車型	係數	R^2
B1	0.9255	0.9085	B2	0.8644	0.9565
B3	0.9204	0.8637	B4	0.9730	0.9070
B5	0.9529	0.8771	B6	0.8542	0.8990
B7	0.9396	0.9425	B8	0.8447	0.9700
B9	0.9973	0.9542	B10	0.9508	0.9398

5.4　校正模型建立

校正模型建立分為目標值確認與多元線性迴歸模型建立兩部分，以達到消除車型變因對於 AARI 影響之目標，以下即就這兩部分進行討論。

5.4.1　目標值確認

此目標值為校正時做為標準之數值，因此於使用前須先確認其正確性，本項工作係以前述表 5-2 之各車型對應係數先行進行校正。圖 5-4 為各車型所測得之 AARI 值經校正後之結果，相較於圖 5-3 可知各車型間之檢測結果更為接近。圖 5-5 為校正前後與 A1 車型之誤差百分比比較，可明顯發現經由表 5-2 各車型校正係數調整後，誤差百分比已大幅下降。

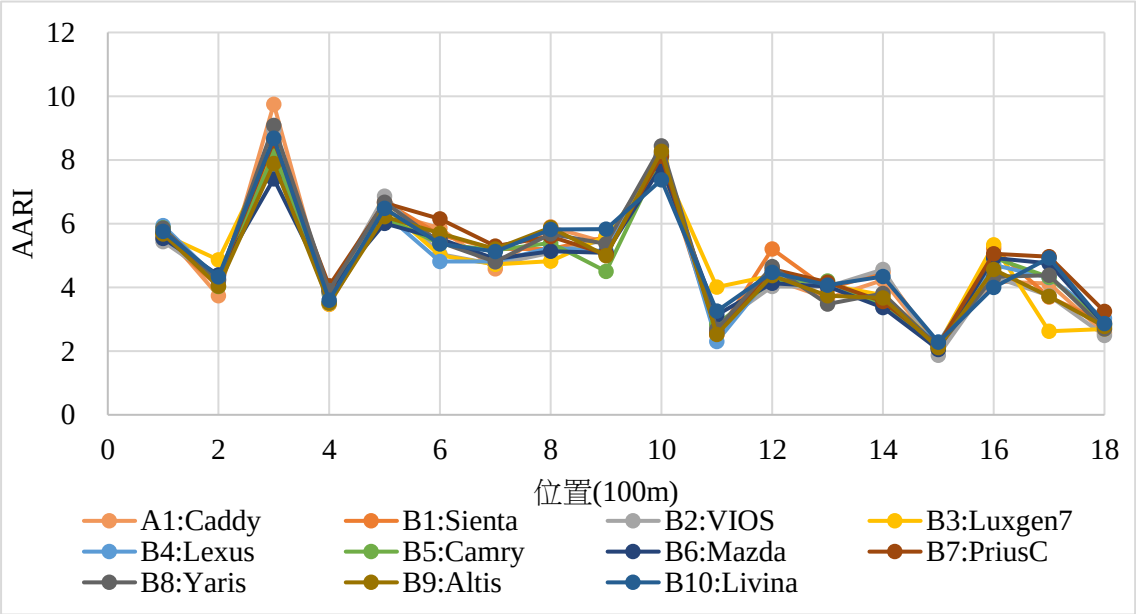


圖 5-4　各車型校正後之 AARI 值

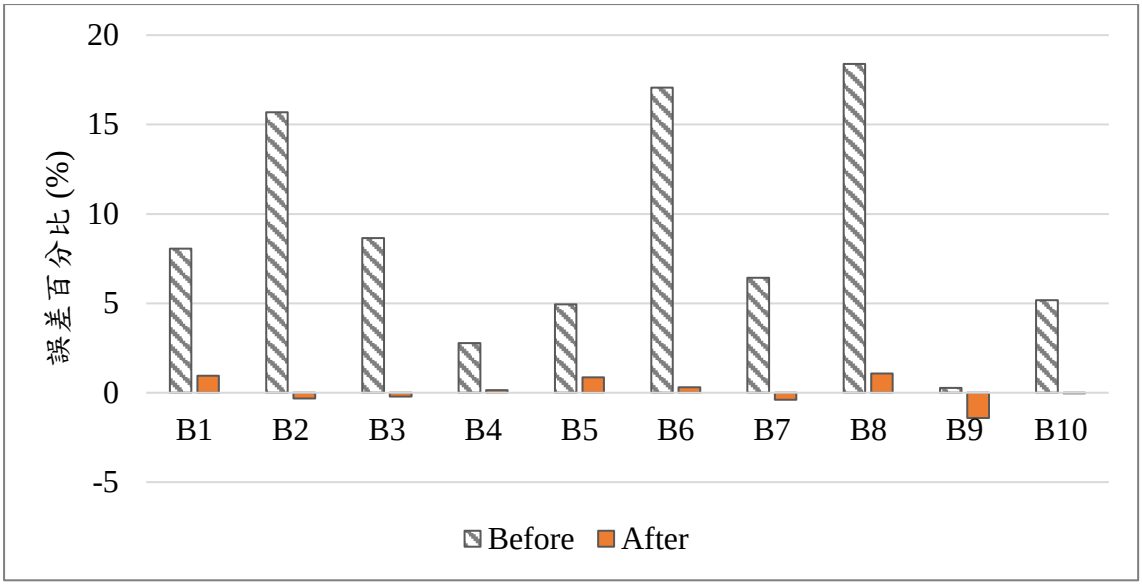


圖 5- 5　各車型校正前後與 A1 車型檢測值之誤差百分比

根據此方法，各車型間的 AARI 量測值可採用單一校正係數進行轉換，校正工作甚為簡便，但此乃藉由各車輛均行駛至相同之 18 路段進行 AARI 實際大樣本路況實測所得，執行方式非常費時且費力。且若未來出現須轉換之新車型，因時空條件不同，無法再於相同平整度狀況之相同路段上檢測，因此本方法相當不便且不實際；因此如何能夠建置出具物理意義卻又不失簡易之方法，使各車型、乃至新車型都可以經由所發展之方法直接將路段上檢測之 AARI 值轉換成標準數值，此即為最為重要之目標，也是本研究之重點。

5.4.2　車體參數之多元線性迴歸分析

為建立一適用較廣泛車型之迴歸分析校正模型，本節採用本計畫中所有實驗車型之表 5- 1 相關資料，並納入懸吊系統因素。依據 5.4.1 節建立之標準數據，即以該標準數據計算出各車型對應之係數作為目標值，並以所有車型之各項參數作為變數建立模型。以下公式為相關係數最高之多元線性迴歸結果：

$$V_{AARI} = a + a_1 W + a_2 H + a_3 Wt + a_4 ES + a_5 RS_B + a_6 RS_{DW} + a_7 RS_{ML} \quad (5\text{-}1)$$

V_{AARI}:車型 AARI 校正參數(10^{-4}) W: 車體寬度(mm) H: 車體高度(mm) Wt: 車體重量(kg)				ES: 引擎標準排氣量(cc) BS_B:後懸吊，Torsion Beam 為 1，否為 0 RS_{DW}:後懸吊，Double Wishbone 為 1，否為 0 RS_{ML}:後懸吊，Multi Link 為 1，否為 0			
a	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7
34006	-14.11	-3.08	3.92	-0.50	1248	1204	791

公式 5-1 即為符合前述限制之所有數據線性迴歸合理最佳解，其 R^2 值為 0.93。校正公式中車體重量與懸吊系統參數與車型 AARI 校正參數存在正向關係，意指其隨數值增加可使垂直震動程度減輕；反之，車體寬度、車體高度與引擎標準排氣量則是隨數值增加會使垂直震動程度增加，其各項變數所代表之正負關係物理意義均合乎自然認知。

表 5-3 為各車型使用公式 5-1 之 AARI 校正公式所計算參數，並將該參數與原設定校正參數之目標值之誤差計算表。以該表觀察，可發現各車型之計算值與目標值差全部小於 2%，可推斷該結果與目標值之數據非常相符。

表 5-4 則是以各車型校正後 AARI 數據與 A1 車型之對應點位進行截距為 0 之線性迴歸斜率值，及兩組數據 AARI 差值百分比之平均。由表 5-4 中可發現所有車型校正後之數據差距均遠較校正前為低，並可使各車型與標準差行相對差距縮小至正負 1.5%之範圍內，相較校正前高達 18.39%之差異明顯低了許多，顯示公式 5-1 之 AARI 車型校正模型有其實用價值，並可明顯改善車型變因造成 AARI 檢測結果之差異。

表 5- 3　各車型 AARI 校正公式計算參數表

車型	Target Adjusted Coefficient	Predicted Adjusted Coefficient	差值 (%)	車型	Target Adjusted Coefficient	Predicted Adjusted Coefficient	差值 (%)
B1	0.9255	0.9323	0.73	B2	0.8644	0.8615	-0.34
B3	0.9204	0.9184	-0.22	B4	0.9730	0.9745	0.16
B5	0.9529	0.9716	1.96	B6	0.8542	0.8569	0.31
B7	0.9396	0.9358	-0.41	B8	0.8441	0.8538	1.07
B9	0.9973	0.9831	-1.42	B10	0.9508	0.9565	0.60

表 5- 4　各車型校正後 AARI 與 A1 車型差異表

車型	修正後係數	校正前差距 (%)	校正後差距 (%)	車型	修正後係數	校正前差距 (%)	校正後差距 (%)
B1	0.9906	8.05	0.95	B2	1.0033	15.69	-0.33
B3	1.0022	8.65	-0.22	B4	0.9985	2.77	0.15
B5	0.9915	4.94	0.86	B6	0.9969	17.07	0.31
B7	1.0040	6.43	-0.40	B8	0.9893	18.39	1.08
B9	1.0144	0.27	-1.42	B10	1.0003	5.17	-0.03

5.5 校正模型驗證與後續發展

為確認 5.4 節所建立之車型校正模型之正確性，本團隊另選擇與公式發展階段不同之車型與路段進行驗證，本節說明該校正公式之驗證實驗結果以及後續發表與推廣狀況，並提出未來可能應用推廣方向。

5.5.1　校正實驗結果

本計畫選擇與 5.3.1 節校正公式發展階段不同之另三種車型做為驗證車型，此三種車型之車輛基本資料與預測校正係數整理於表 5-5，其中預測係數即為將三種車型之基本資料套用 AARI 車型校正模型(公式 5-1)計算而得。該三種車型連同標準 A1 車型同時在台北市區道路新選擇的路段共 5 公里（50 筆百公尺區段）上進行檢測，以驗證校正公式的正確性與適用性。

表 5- 5　AARI 車型校正模型驗證車型基本資料與校正係數表

編號	車型	車長 (mm)	車寬 (mm)	車高 (mm)	軸距 (mm)	車重 (kg)	排氣 (cc)	前懸吊類型	後懸吊類型	校正係數
C1	*Toyota* Cross	4460	1800	1620	2640	1400	1800	MacPherson Strut	Trailing Arm	0.8206
C2	*Luxgen* U5	4395	1783	1607	2620	1283	1556	MacPherson Strut	Trailing Arm	0.8150
C3	Nissan iTiida	4296	1760	1520	2700	1206	1600	MacPherson Strut	Torsion Beam	0.9666

經檢測後將原始 AARI 值以校正係數校正後，以散佈圖方式與原始數據及標準值（即 A1 車型檢測值）進行比較，所得結果如圖 5- 6 所示，由圖中數據分布可知，校正後之數據點位(實心部分)明顯較校正前(空心部分)接近 45 度線，即校正後數據更接近標準值，亦顯示校正係數的確發揮校正效果。

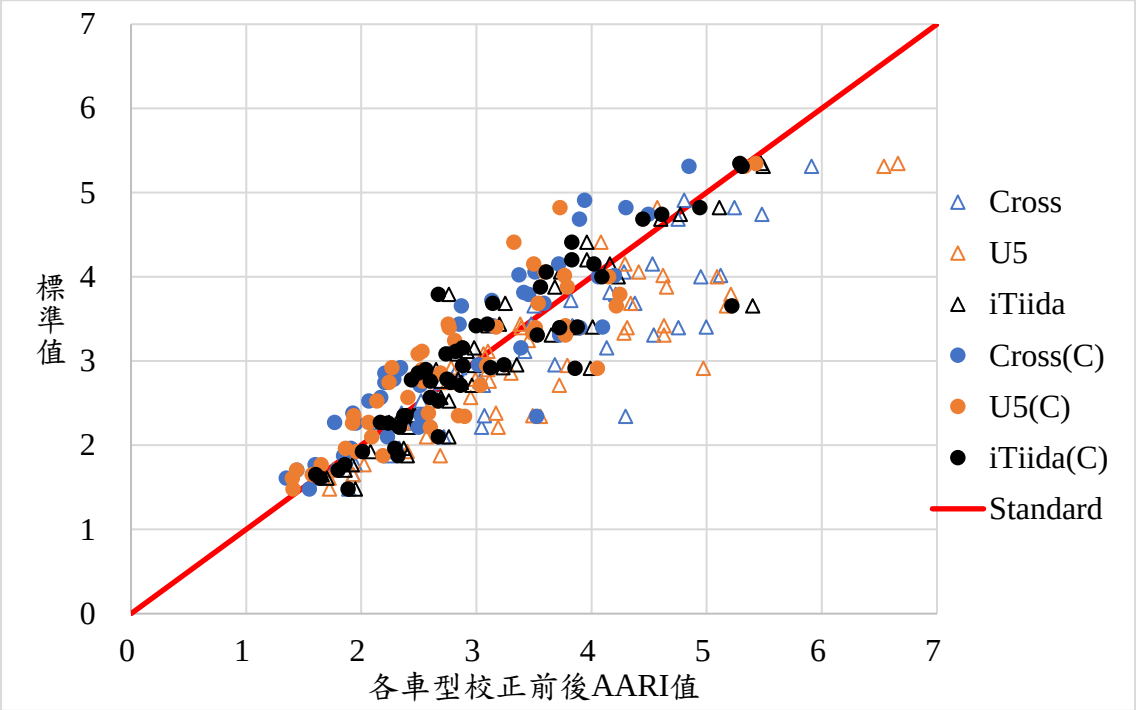


圖 5- 6　各驗證車型校正前後 AARI 值與標準值之比較

表 5- 6 則以數據方式呈現各車型以 AARI 車型校正模型校正前後與標準值之差異，可明顯發現經此方式校正確可大幅降低誤差，且因此變因公

式僅須蒐集該車型公開可得之基本資料，即可代入公式計算出校正係數，且同一車型僅須計算一次即可重複使用於不同道路上，因此可推論 AARI 車型校正模型於實際道路檢測應用有其適用價值。

表 5- 6　各驗證車型校正前後 AARI 值與標準值之誤差百分比

車型	校正前誤差(%)	校正後誤差(%)
C1	-12.55	+6.65
C2	-16.49	+2.47
C3	-2.75	+0.61

5.5.2　AARI 車型校正模型適用性結果討論

本章以對於AARI車型校正模型之實際檢測適用性討論為目標，其中，模型發展階段以標準車型 A1 車型與 9 種實驗車型，於驗證道路共 18 個百公尺路段進行 AARI 檢測，並將 A1 車型之 AARI 數值以 IRI 作為比較標準，確認其檢測結果正確性，並據此作為各車型檢測值之標準，並採用車型基本資料發展車型校正模型，可據此計算不同車型之校正係數。再以 3 種驗證車型於 5 公里之驗證道路上進行檢測，所得結果分別以各車型對應 AARI 車型校正模型前後之數值與標準值比較其差異比率之變化，最終可發現校正後之差異比率可有效降低，得知本研究所建立之 AARI 車型校正模型於實際檢測中具有相當高之一致性，並能在驗證實驗中取得良好結果。故以改良式平整度指標 AARI 車型差異之限制為目標之實驗與校正模型建立相當成功，可作為國內各檢測單位做為應用參考。

第六章　簡易型平整儀專利權維護與申請他國專利可行性評估

為保護簡易型平整儀之使用權利，於 107 年完成後即申請硬體專利並順利取得核可，歷年來持續進行專利權維護，於本期計畫亦持續本項工作。此外，為增加簡易型平整儀之國際能見度，亦於本計畫中規劃多項相關工作，其中申請他國專利可行性之評估作業因屬專利權相關內容，一併彙整於本章說明，其餘有關增加簡易型平整儀之國際能見度工作成果則請參見本報告第七章。

6.1 硬體專利權維護情形

為將簡易型平整儀納入實務應用，除須制訂設備軟硬體之校正以及驗證等程序外，提高縣（市）政府採用之意願與便利性亦相當重要，但簡易型平整儀設備組成相較慣性式平坦儀為簡易，為避免廠商先行申請專利而導致後續各縣（市）政府採用時需支付權利金，使縣（市）政府無法以合理之費用應用簡易型平整儀進行道路平整度檢測，因此營建署於完成系統開發後委託本團隊進行專利申請之工作，再規劃妥適專利釋出作業流程，以供各縣（市）政府或各級道路主管機關得以使用簡易型平整儀進行道路鋪面平整度檢測，提升道路平整度檢測能量。該項專利已於 106 年 3 月 21 日獲專利證書新型第 M538518 號，於專利證書上記載之有效專利權至 115 年 11 月 15 日止。

「簡易型道路平整度檢測裝置」專利為規範此裝置之組成及功能，組成包括：資料擷取主機、加速度感測單元、全球定位系統接收模組（GPS）以及資料分析主機。本裝置之功能則為可提供道路路段平整度之量化數值，建構出一種成本合理、操作容易、輸出結果直觀之簡易型道路平整度檢測裝置。專利範圍則包含下列四項。

一、一種簡易型道路平整度檢測裝置，包括有：

1. 一資料擷取主機，用以擷取數據資料；

2. 一加速度感測單元，容置於一外殼體內，電連接該資料擷取主機，用以

偵測因路面起伏而產生之振動幅度變化量；

3. 一全球定位系統接收模組，電連接該資料擷取主機，用以提供該車輛之定位座標資料；

4. 一資料分析主機，電連接該資料擷取主機，藉由後端處理程式進行檢測資料的處理與分析。

二、如申請專利範圍第一項所述之簡易型道路平整度檢測裝置，其中，該外殼體包括一卡槽，使該全球定位系統接收模組可卡合於該外殼體上。

三、如申請專利範圍第一項所述之簡易型道路平整度檢測裝置，其中，該資料擷取主機包括有一資料擷取介面卡。

四、如申請專利範圍第一項所述之簡易型道路平整度檢測裝置，其中，該加速度感測單元係為單軸加速度感測器。

本計畫之專利維護工作有二，其一為持續繳交年費維持專利有效期，另一為了解是否遭侵權並進行對應作為，執行情形分述如下。

一、持續繳交年費維持專利有效期

專利有效期於計畫開始時為至 110 年 3 月 20 日，而本計畫執行期限預計將達 111 年初，因此於計畫執行期間再繳交本項專利之第五年與第六年年費，以維持專利權之有效。此項工作已於 110 年 1 月 21 日執行，因此本專利年費有效期已延長至 102 年 3 月 20 日，如附錄七所示。

二、了解是否遭侵權並進行對應作為

本項工作規劃於執行期間以網路搜尋方式了解我國市面上是否出現類似儀器，若發現有類似儀器將再了解其組成與功能，確認是否與本專利相同或相似，以利進行後續對應作為；但若未發現類似儀器，則本項工作將不執行。經於計畫執行期間數次搜尋，發現目前於市面上雖有採用手機系統進行道路平整度檢查之類似儀器，但與簡易型平整儀於外觀及操作方式上均有不同，因此並

無侵害專利之疑，故尚無須進行後續對應作為之必要。同時本團隊亦於計畫執行期間多次於專利檢索系統搜尋相關關鍵字，了解專利申請與核准情況，經檢視本計畫執行期間並無類似專利進行申請或獲證。

6.2 硬體專利授權檢討與修訂

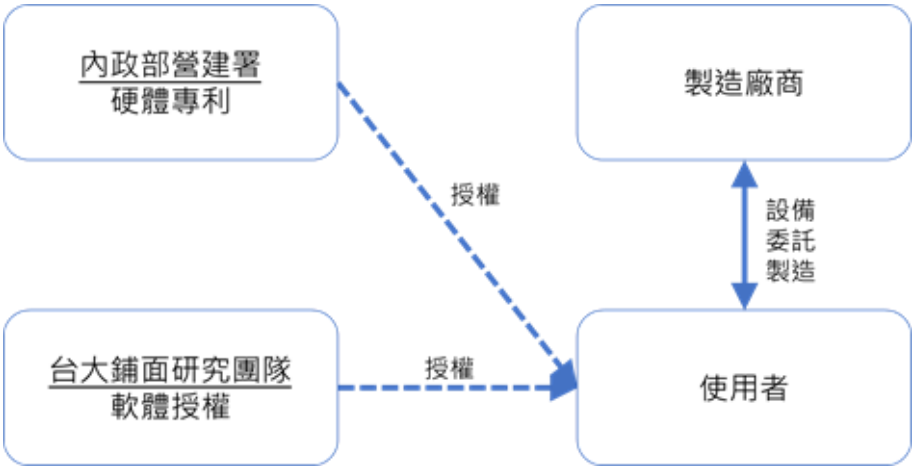
本計畫與硬體專利有關之另一項工作為針對授權方式與契約內容進行檢討與修訂，本節首先介紹硬體專利之授權方式規劃，再說明硬體授權契約內容，並彙整本期計畫中之契約檢討與修訂工作進行說明，最後則為已取得授權單位之整理與使用情形追蹤。

6.2.1 授權方式規劃

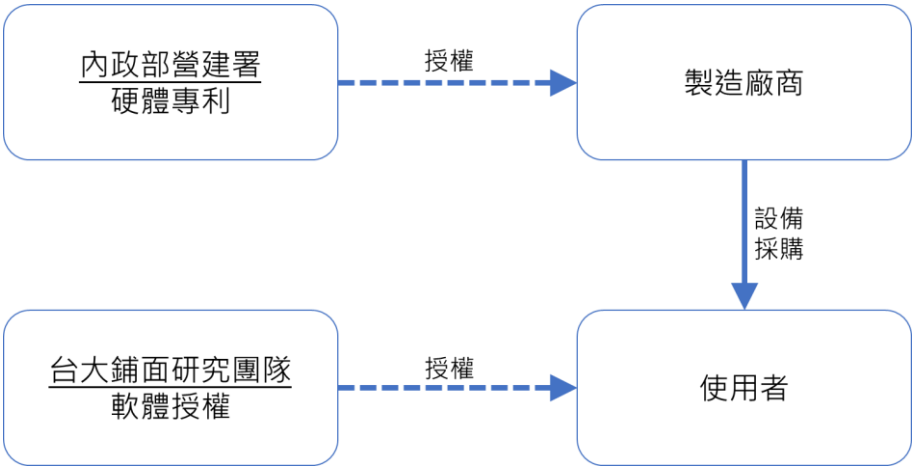
為執行有效且正確之簡易型平整儀硬體專利授權與軟體使用授權，本團隊於 107 年完成之計畫中，提出整理縣（市）政府與民間單位未來申請專利授權之可能情境，並參考多個機關之專利授權契約與相關研究，規劃後續授權作業流程並研擬授權契約與「『簡易型道路平整度檢測裝置』專利授權申請表」、「『簡易型道路平整度檢測裝置』專利運用資料表」等專利運用管理文件，以保障營建署研究成果及使用權益，藉由規劃妥當之程序可使各道路主管機關得以合理經費採購簡易型平整儀。於前期計畫執行之初，亦再度與營建署共同討論專利硬體授權契約內容，修正其中較有疑義或易致生誤解之處，而後據以與有意申請者進行契約簽訂與授權。於該契約中有兩種可行之模式，整理如圖 6-1 所示，就使用者觀點而言，可採 a 模式直接向營建署取得專利後，委託製造廠商進行設備製造（若使用者本身即具有製造能力亦可自行製造）；或採 b 模式向已取得授權之製造廠商直接採購設備。軟體授權方面則如本報告第二章所述一律向本團隊洽詢授權，以利掌握簡易型平整儀之使用狀況。

申請授權單位須填妥「『簡易型道路平整度檢測裝置』專利授權申請表」與「『簡易型道路平整度檢測裝置』專利運用資料表」等專利運用管理文件，並簽署「『簡易型道路平整度檢測裝置』專利非專屬授權契約」交予營建署承辦人，經營建署就其申請目的與所檢附文件完備與否等進行評估後，若同意授

權則進行用印，即完成授權程序。獲得授權單位即可於授權範圍內循前述模式進行簡易型平整儀之製造或採購。



(a) 授權模式 a：使用者向營建署取得專利後委託廠商製造



(b) 授權模式 b：使用者直接向取得硬體授權製造廠商採購

資料來源：[1]

圖 6-1　簡易型平整儀授權模式

此模式經 107 年 9 月推行以來，均可順利執行，於本報告 6.2.4 節將就授權與使用情形進行介紹。而由於將硬體與軟體授權分開處理，確實減少營建署承辦人員之簡易型平整儀授權管理負荷，雖偶有授權或儀器相關詢問，但相較於軟體管理單位所處理之諮詢量顯然較低，達到當初授權模式之規劃目標。另

1 周家蓓主持，陳艾慦協同主持，「路面平整度績效檢測增能計畫」，內政部營建署委託研究，109 年 2 月。

於本期計畫執行期間進行授權模式與契約之檢討時,評估專利運用狀況應非屬契約授權範圍，應獨立於契約之外，因此於契約修訂時刪除「『簡易型道路平整度檢測裝置』專利運用資料表」，相關內容將於本報告 6.2.3 節說明。

6.2.2 硬體授權契約內容[1]

簡易型平整儀硬體契約內包含契約本文，以及「『簡易型道路平整度檢測裝置』專利授權申請表」與「『簡易型道路平整度檢測裝置』專利運用資料表」兩項管理表格，後者於本期計畫契約檢討時已刪除。契約本文共有七條條文，內容概述如下：

第一條、授權標的：說明本契約之授權標的，即「簡易型道路平整度檢測裝置」之專利名稱、申請國家、編號、與專利權期間等。

第二條、授權內容：說明本契約之專利授權方式與內容，由於採非專屬授權方式，原則上被授權人不得再行授權或移轉給第三人，但考量縣（市）政府於實務作業上較難以自行製造簡易型平整儀，因此對於此等行為予以開放，同意被授權人得委託第三人製造，但須以公文書回報營建署有關轉授權之對象，同時並提供委託契約影本存參，以納入專利權所有者（營建署）之檔案紀錄。此外，亦禁止被授權人於國內外將此授權標的進行專利或智慧財產權申請之行為。

第三條、授權期限：說明本契約之執行期限，考量簡易型平整儀使用情況，於單次申請以二年為一期，並得續約二年方式為期限約定，避免因過長或過短之期限導致管理與執行困難。

第四條、保密與回饋義務：說明被授權人於執行專利權時應負之保密義務，包括擴及乙方員工、受託者及因業務接觸授權標的者；以及於契約執行過程之專利運用情形資訊回饋義務，主要為運用專利進行製造或販售情形，以及設備驗證情形，另可由填表人自行反映其他事項，例如設備組裝或使用問題與改善建議等。

第五條、無擔保條款：說明於本契約執行時專利權人不擔保任何責任，亦即對於被授權人能否依照專利完成簡易型平整儀之組裝、製造，及簡易型平整儀之商品化可能性等，皆由被授權人自行評估。

第六條、契約終止與解除：說明契約得以終止之情事與執行程序。

第七條、其他：說明契約執行之其他事項，如契約變更、生效、爭議處理、份數等。

6.2.3 授權契約檢討與修訂

於執行兩年後，本團隊依據硬體專利與軟體授權執行經驗與使用者回饋意見，與營建署於 109 年 11 月 4 日召開工作會議共同檢討現行授權流程、契約與各項文件內容之可行性與完整性，並依檢討結果進行修正。經檢討修正項目整理如表 6-1 所示，主要變動為刪除「專利運用資料表」並修正「專利授權申請表」內容，以更符合執行情形，並使申請、授權與續約情況更為明確。經修正之契約為第 3 版契約，其全文可參見本報告附錄八。

此次主要調整項目有二，說明如下：

一、 刪除「專利運用資料表」：主要考量為專利運用情況並非簽訂授權契約時已知內容，應回歸於專利運用期間之回饋，因此於此次修訂時修正第四條條文，增列乙方（請求授權方）應於契約期間回饋專利運用情形，並刪除原訂在簽約前填寫之要求。

二、 修正「專利授權申請表」內容：主要考量為原契約中續約時機不明確之處，雖於條文本文中有兩年之授權期間，但於「專利授權申請表」中亦有「擬執行期間」、「擬製造數量」兩項資訊，因此出現若授權期間與擬執行期間不一時應如何認定授權時間？以及若實際製造數量已達擬製造數量時是否為授權屆滿？等兩項問題，為釐清此等問題，並檢討當初納入此兩項資訊之目的後，將前者刪除，並將「擬製造數量」改為「預估製造數量」，同時增加備註說明此數量不影響授權期間。

表 6-1 「簡易型道路平整度檢測裝置」專利非專屬授權契約第 3 版修正條文對照表

條號	修正條文	原條文	說明
第四條	四、乙方應於契約期間依甲方需求提供授權標的運用情形予甲方，乙方不得拒絕。	四、乙方應於簽約前詳實填寫「『簡易型道路平整度檢測裝置』專利運用資料表」(如附件)，並於契約期間不定時、於期限屆滿時、或依甲方需求提供授權標的使用情形予甲方，對於甲方要求提供專利運用資料時，乙方不得拒絕。	考量提供資料彈性，刪除「『簡易型道路平整度檢測裝置』專利運用資料表」之提供義務，但採更具彈性之要求與提供方式。
附件：「簡易型道路平整度檢測裝置」專利授權申請表	1.刪除擬執行期間 2.預估製造數量 3.註 1 4.註 2：「預估製造數量」係申請單位自行估列之製造數量以供甲方統計所需，與本專利授權範圍及准駁無涉。	1.擬執行期間 2.擬製造數量 3.註	1.於契約第三條已明定授權期限，為避免衝突或誤解，刪除擬執行期間之填寫要求。 2.酌修文字使文義更加精確。 3.配合新增註 2，增加原註解編號。 4.新增註 2 說明本契約之執行不因製造數量而受影響。
附件：「『簡易型道路平整度檢測裝置』專利運用資料表」	(刪除)	「『簡易型道路平整度檢測裝置』專利運用資料表」	本附件配合第四條第四款修正刪除。

於計畫執行後期再度檢討契約內容，並擬藉由專業法律人士與道路工程領域專業學者之參與提高契約內容之嚴謹度，故於 110 年 8 月 11 日召開專家學

者座談會，邀請俞大衛律師、宜蘭大學張家瑞教授、中央大學陳世晃教授三位專家學者與會就本契約內容進行討論，因正值新冠肺炎疫情管制期間，故本次專家學者座談會係透過網路會議方式進行。主要討論議題為專利授權內容，並由俞律師逐條檢視條文並提供修訂建議，後整理為本次之條文修正對照表提送營建署審核，經審核完成之契約為第 4 版契約，其全文與修正條文對照表如附錄九，整理主要修訂內容如下。

一、 授權內容：為此次主要議題，於原契約雖規範本授權為無償之非專屬授權本授權標的，或依本授權標的製造之產品，但對於具體授權內容則較不明確；另於原契約之授權期間則包含「委託製造、為販賣之要約或販賣」等授權內容，故於此次修正時，將「委託製造、為販賣之要約或販賣」等授權內容納入第二條，使授權內容更形明確且完整。

二、 專利行使之地點：原契約第二條內容同意授予乙方於我國境內非專屬使用專利，但由於廠商提出銷售至國外之可行性課題，經討論後認為雖本專利權未擴及國外，但此等方式亦屬推廣且增進國際能見度之一種方式，因此同意依本專利所製造產品得於境外銷售，但須遵守我國產品出口管制規定，以清楚界定專利行使之地點範圍。

三、 再授權行為之說明方式調整：如本報告 6.2.1 節圖 6- 1 之授權模式(a)所示，乙方得向營建署取得專利後委託廠商製造，為規範此種使用模式，於原契約中納入相關條文，然所使用之文字稱為「再授權」，經討論後修改為「委託製造」，使敘述更為直接明確。

6.2.4 硬體專利授權及使用情形追蹤

於前期計畫執行之 17 個月期間，計有 4 個單位取得硬體專利授權，包含 1 個縣（市）政府、2 家工程顧問公司或營造工程公司、1 家儀器製造廠商，迄今並無新增。相較之下，軟體授權至本期計畫結束，則有 23 個政府機關、48 家工程顧問公司或工程公司、22 間營造廠商與 1 個學術單位取得授權。由此數據可知，多數單位係循模式 b 取得設備進行應用。由於 4 個取得硬體專利授權單位之授權期間（兩年）均於本計畫執行期間屆滿，因此須詢問其續約意願

並提醒辦理;此外亦須持續接受有意取得授權或使用簡易型平整儀的單位之詢問並協助取得設備。彙整與簡易型平整儀硬體專利授權相關工作如下，並逐項說明本計畫辦理情形。

一、 簡易型平整儀相關專利授權與使用問題之輔導與諮詢：

本項工作為計畫全期持續不定期執行工作，內容為輔導有意取得授權者循已訂定之流程完成授權，並負責回覆於授權與使用期間與本設備相關之各項疑問，若所提出之詢問與專利與軟體授權相關者，亦將納入本計畫後期檢討授權流程、契約與相關文件之參考。

於本計畫執行期間，曾接獲三項詢問，其一為透過硬體製造廠商詢問本設備銷售至海外問題,經內部討論認為本設備專利權尚未擴及國外,但設備銷售至海外尚須克服問題為現行軟體為中文介面，若銷售至國外勢必須改變使用者介面語言,並配合使用國外語言(例如英語)之使用手冊，此部分目前尚非計畫辦理項目。另一為硬體製造廠商詢問擬於製造時不循硬體專利上所列之示意外觀組裝設備，並擬納入無線傳輸功能等硬體改進，經確認專利內容後認為原專利規範範圍並未涉及此部分，因此其改進應非侵權，且於專利有效期間執行此改進亦無侵權之虞。第三為洽詢營建署擬申請專利授權,但其目的為取得授權後將研究如何改進,由於進行研究無須取得授權，因此經營建署與本團隊討論後認為此非專利授權範圍而未予授權。

二、 簡易型平整儀相關專利授權諮詢、已取得專利授權單位之使用情形回報管理，以及授權到期後之續約管理：

於本計畫執行期間亦持續協助營建署完成專利維護事宜，包括有關專利授權問題之諮詢,並代為整理歷年授權資料。同時,對於已取得硬體專利的 4 個單位亦於專利授權屆期前，調查其簡易型平整儀使用現況與續約需求，並協助有意續約者完成續約。

本項工作於 109 年 9 月間進行，以網路問卷與電話聯繫方式了解各單位情形(問卷內容如附錄十),除其中一個單位因人員異動未取得聯繫

外，其餘三個單位均完成網路問卷填寫。三個單位中包含一家硬體製造廠商與兩家營造公司，前者因持續有製造銷售需求，因此於授權契約屆滿前已提前辦理續約；兩家營造公司因僅有使用需求，於取得簡易型平整儀後無須再行使用硬體專利，因此並未進行續約，但仍有繼續使用簡易型平整儀之需求。

於設備使用方面，硬體製造廠商主要為接受委託並製造銷售，故僅進行設備測試，較少進行檢測；兩家營造公司則因承接新北市政府之道路巡查計畫，於巡查時均進行檢測，使用頻率非常高，亦與本團隊保持密切聯繫，其所提出之多項軟硬體可改進建議亦擇關鍵部分納入本計畫之軟體改版作業，例如希望可採用無線傳輸方式進行資料傳輸、希望可搭配平板電腦以減輕負擔、以及期望可將可靠之區段分析長度縮短至 20 公尺，以做更精細之分析等。

6.3 申請他國專利可行性評估

除於國內持續推動簡易型平整儀之使用外，營建署亦擬增進簡易型平整儀之國際能見度，其中工作之一為研議申請他國專利之可行性。為了解簡易型平整儀於其他國家申請簡易型平整儀之可行性，本團隊規劃以下列步驟進行：

1. 了解他國專利管理制度，初步規劃將至少包含美國、歐盟、日本、韓國等四地，將就專利申請程序、取得時間、涵蓋程度、專利公開方式等項目進行比較，並嘗試由此篩選後續工作之執行地區；
2. 相較於專利取得，專利取得後之專利維護（例如繳交年費以維護專利有效性、了解是否有侵權行為並執行對應作為、專利授權等）更形重要也相對更為困難，而跨國專利於此部分之執行難度更高，經常是令人卻步之主因，因此於本項工作中亦將專利維護之難易程度納入評估；
3. 申請專利之要件之一為可專利性之探討，包括該技術於該國是否已有類似技術已申請專利，因此本項工作亦將由專利搜尋系統中搜尋相關技術，以評估簡易型平整儀於該目標地區申請專利之可行性；

4. 了解「專利審查高速公路（Patent Prosecution Highway, PPH）計畫」之做法並評估簡易型平整儀依循此專利進行申請之可行性：「專利審查高速公路 PPH 計畫」為因應各國專利申請案量增加且同一專利於二國以上申請情況，使不同國家間可互相利用專利審查結果，以簡化申請手續之計畫，目前我國與美國、日本、西班牙、韓國、波蘭、加拿大簽有雙邊協議，可藉由 PPH 計畫就已通過實質審查獲准專利之案件，令申請人提供相關資料予另一國之專利局，以利用檢索與審查結果，加速後者之審查[2]。於較早開辦之美國與日本，執行約七年來已有逾三千件之申請案。若簡易型平整儀可循此方式申請他國專利，將可縮短申請時間。但由於簡易型平整儀於我國係取得新型專利，未經實質審查過程，因此具體執行方式與程序尚待釐清，本團隊將於研究期間就此方式之可行性一併納入評估。

5. 於完成可行性評估後，若經評估為具可行性，為利營建署後續進行專利申請作業，將於本計畫執行期間協助製作相關申請文件，並將後續作業程序說明於計畫成果報告中。但若經評估不具可行性，則本項工作亦將不繼續進行。

本項工作經委由專業專利事務所協助評估申請國外專利可行性後，確認簡易型平整儀已不適合申請他國專利，因此亦無進行後續評估之必要，整理所得成果於本節。

6.3.1 美國、歐盟、日本、韓國等四地專利制度比較

比較美國、歐盟、日本、韓國等四地之可申請之專利類型、發明專利申請程序、所需文件、取得時間、發明專利申請費用、涵蓋程度等，整理如表 6-2。於「可申請之專利類型」方面，美國與歐盟均為發明專利與設計專利，日本與韓國則多一項新型專利，與我國項目相同。「發明專利申請程序」方面，各國間之程序相近，亦與我國相近，包括提出、審查（及可能有之修正與答辯）、

2 經濟部智慧財產局，專利審查高速公路(PPH)計畫，https://www1.tipo.gov.tw/ct.asp?xItem=633152&CtNode=6714&mp=1，擷取時間 109 年 4 月 12 日。

准駁三階段，歐盟則增加國際檢索程序，此點與我國做法相同。「所需文件」均為專利說明書，語言方面須以該國/地區官方語言撰寫。「取得時間」於美、日、韓均為 2 至 3 年，與我國情況相近，歐盟則須 3 至 4 年，為各國/地區中最長者；但需補充的是，取得時間受審查過程影響甚大，若反覆修正與答辯次數較多，取得時間會較長。「申請費用」介於 20 至 50 萬元，「涵蓋國家」皆為該國/地區，歐盟專利可涵蓋國家數量最多，費用亦最高。由此比較可知，此次所蒐集之四個國家/地區之專利制度於所比較項目間差異不大，亦與我國制度相近，因此若就制度而言，於申請他國專利方面主要差異僅為專利書的使用語言及所需之申請費用差異。

表 6-2　美國、歐盟、日本、韓國等四地專利制度比較

比較項目	美國	歐盟	日本	韓國
專利局名稱	美國專利商標局(USPTO)	有二：歐洲專利局(EPO)、歐洲智慧財產局(EUIPO)	日本特許廳(JPO)	韓國智慧財產局(KIPO)
可申請之專利類型	發明專利 設計專利	發明專利(由EPO 負責)、設計專利(由EUIPO 負責)	發明專利 新型專利 設計專利	發明專利 新型專利 設計專利
發明專利申請程序	提出→審查(修正/答辯)→准駁	提出→國際檢索(修正/答辯)→審查(修正/答辯)→准駁	提出→審查(修正/答辯)→准駁	提出→審查(修正/答辯)→准駁
所需文件	英文專利說明書	英文專利說明書	日文專利說明書	韓文專利說明書
取得時間	2 至 3 年	3 至 4 年	2 至 3 年	2 至 3 年
發明專利申請費用[註1]	約 30 萬	約 50 萬	約 35 萬	約 20 萬
涵蓋程度	美國	歐盟[註2]	日本	韓國

註 1：含政府規費及事務所費用

註 2：英國脫歐後發明專利仍可涵蓋英國，但設計專利不涵蓋英國

如前所述，「專利審查高速公路(PPH)」係為加速專利審查，其運作方式為於已簽訂 PPH 的專利局同意當申請人收到第一個國家的專利局之最終決定

（有至少一個請求項核准)時,申請人可據此向第二個國家的專利局提出申請,針對審查中的相應專利申請案的相應請求項進行加速審查。PPH 利用有加入的專利局之間建立好的加速審查程序,使申請人比正常審查程序更快速、更有效地完成專利申請案的最終處理。因此,PPH 的先決條件有三:(1)一項發明在兩個國家申請專利;(2)這兩個國家皆有加入 PPH 的計畫;(3)當其中一國的專利申請案經實質審查而有至少一個請求項核准時,申請人可向另一國家申請加速審查。由於臺灣與前述比較之美國、日本、韓國均已簽訂 PPH,因此若有專利先於台灣提出申請,後於美國、日本、韓國等地提出申請時,可向美國專利商標局、日本特許廳、韓國智慧財產局申請 PPH 以加速審查。然因簡易型平整儀於我國所取得之專利為新型專利,未經實質審查過程,因此並無法適用 PPH。

6.3.2 專利維護之難易程度

相較於專利取得,專利取得後之專利維護(例如繳交年費以維護專利有效性、了解是否有侵權行為並執行對應作為、專利授權等)更形重要也相對更為困難,而跨國專利於此部分之執行難度更高,經常是令人卻步之主因,因此於本項工作中亦將專利維護之難易程度納入評估。

依我國《專利法》第 58 條之規定,專利權人專有排除他人未經其同意而製造、為販賣之要約、販賣、使用或為上述目的而進口該物品之權利。因而,若發現專利侵權人(即仿冒者)存在,可就近於國內向其採取法律行動。且我國專利侵權訴訟的第一審、第二審並不強制由律師來代理,且無語言隔閡,故專利權的行使彈性較廣。

然而,若欲於他國行使專利權,則須於他國申請並取得專利。而跨國專利權的行使,包括最基礎之授權業務,以及發現(疑似)侵權情事時須進行確認、鑑定、警告及可能必須之訴訟等工作,均須委託該國律師執行,於時間與成本之花費均是相當負荷。此外,尚有制度的差異及語言的隔閡,故若該專利之商業潛力不明,例如尚未找到專利買家(如合作廠商或投資者),先行申請專利將形成後續管理之負荷與困難。

6.3.3 可專利性之探討

申請專利之要件之一為可專利性之探討，包括該技術於該國是否已有類似技術已申請專利，因此本項工作亦將由專利搜尋系統中搜尋相關技術，以評估簡易型平整儀於該目標地區申請專利之可行性。

可專利性，或申請後能否獲得專利，通常仰賴本發明是否具備「新穎性」及「進步性」，此又仰賴有無發現「先前技術文獻」。另外，「新穎性」及「進步性」的認定是採「絕對主義」，亦即世界各地的公開文獻皆可作為先前技術文獻。舉例而言，美國專利審查可引用我國公開專利文獻，反之，我國專利審查亦可引用美國公開專利文獻。然因本發明已於 106 年 3 月 21 日公告為我國新型專利第 M538518 號，故於「現在時點」其已成為「先前技術文獻」，因此，無法再持「完全相同」的本發明於他國申請專利。對此，須將本發明再作「改良」，產生區別特徵，始可於他國申請專利。

簡易型平整儀由於已於我國取得專利，因此無法再以相同發明於他國申請專利，亦即不具可專利性。

6.3.4 小結

根據前述評估可知，簡易型平整儀於他國申請專利之主要問題在於不具可專利性，因此即使提出申請亦無法獲得核准。且於國外進行專利維護有其困難點，除非已有專利買家可協助於該國進行維護，否則授權管理與侵權訴訟等工作之跨國作業均為極大之人力負擔。有鑑於此，評估簡易型平整儀申請他國專利不具可行性，因此亦無再繼續準備他國專利申請文件之必要性。

第七章　簡易型平整儀國際能見度提升

簡易型平整儀之國際能見度提升為本期計畫工作重點方向之一，為達成此目標，除本報告第六章所述研議申請他國專利外，另規劃三項工作，其一為服務建議書徵求說明書所要求之國際研討會論文發表，另二項為本團隊提出之創意事項，分別為國際期刊投稿與協助營建署申請國際獎項，本章首先說明申請國際獎項之執行情形，再說明國際研討會與期刊投稿執行情形。

7.1 國際獎項申請

本團隊提出協助營建署申請世界道路協會（International Road Federation, IRF）之全球道路貢獻獎（Global Road Achievement Awards, GRAA），此獎項始於 2000 年，每年均會選出在各個獎項下之若干計畫，以表彰全球道路領域具有顯著貢獻之創新計畫與產品，目前已有超過 120 個計畫與產品獲獎。由於本項工作進行與否將視營建署之參與意願而定，本團隊可提供之協助為了解該獎項之申請需求、評估具有得獎潛力之獎項、彙整歷年研究成果與營建署所提供之各項資料、撰寫申請所需文件等。於計畫執行過程中完成評估並提送營建署後，營建署經內部會議確認申請意願，由本團隊製作申請所需文件並由營建署報名參與，本小節說明執行情形。

7.1.1　獎項介紹

世界道路協會（IRF）為一國際性之道路組織，共有 118 會員國遍布全球 6 大洲，總部設在美國華盛頓區維吉尼亞州，自 1948 年成立以來，致力於全球各地道路工程之技術與品質提升，我國之中華民國道路協會亦為其會員。

IRF 自 2000 年起設立全球道路成就獎（GRAA），該獎項旨在表彰將公路行業置於世界社會和經濟發展最前沿的創新項目和模範人物，自設立以來已頒發了來自世界各地的 120 多個程序，項目和產品。

每年獎項類別可能微調，但比較近幾年獎項發現幾無差異，2021 年度獎項包含下列 12 項：

1. Asset Preservation & Maintenance Management 資產保存與維護管理
2. Construction Methodology 施工方法
3. Design 設計
4. Environmental Mitigation 環境（衝擊）減緩
5. Program Management 計畫管理
6. Project Finance and Economics 計畫財務與經濟
7. Quality Management 品質管理
8. Research 研究
9. Safety 安全
10. Technology, Equipment & Manufacturing 技術、設備與製造
11. Traffic Management and Intelligent Transportation Systems 交通管理與智慧型運輸系統
12. Urban Planning & Mobility 都市規劃與機動性

評分標準包括下列 11 項：（但並未公布各項配分或更具體的評分準則）

1. Complexity 複雜度
2. Replication capability 重現性
3. Cost and efficiency considerations 成本與效率
4. Technical value to road development industry 對道路發展產業之技術價值
5. Contributions to social, economic and sustainability concerns 對社會、經濟與永續性之貢獻
6. Original or innovative use of existing technologies 原創性或對既有技術之創新應用
7. Original or innovative application of new technologies 原創性或新技術

之創新應用

8. Development of new technologies, products or equipment 新技術、產品或設備之開發
9. A successful program, concept, or product on a specific project 於特定專案成功應用之計畫、概念或產品
10. The surpassing of minimum regulatory requirements or industry standards 超越最低規範要求或工業標準
11. Degree to which the project, meets the needs of the public, industry, owner or client 該專案滿足公眾、產業、業主或客戶之程度

我國歷年 GRAA 得獎紀錄，計有五項，分別介紹如下：

一、 National Freeway No. 1 Widening Project from Wugu to Yangmei 國道 1 號五股至楊梅段拓寬工程計畫

計畫目的為增加國道1號中山高速公路從五股至楊梅路段的交通服務容量，以解決北部路段嚴重的交通堵塞問題。此拓寬工程總長度 40 公里，於 2009 年 10 月動工，並於 2013 年 4 月完工通車。本工程原則採中山高兩側高架拓寬，惟於泰山至林口路段因須迴避北上側地質敏感區，部分北上線調整與南下線共構，須兩度跨越中山高速公路。因緊鄰中山高施工空間受限、施工時必須維持中山高交通、部分路段須迴避地質敏感區外，並且工期由原規劃 6 年縮短為 4 年等各種條件限制。

二、 FETC Innovation from Highway Toll to ITS Taiwan Smart City 電子收費系統創新：自公路收費至台灣智慧城市構建

從智慧高速公路邁進智慧城市，提升國道智慧化交通運輸管理。車輛在高速公路的完整行車歷程都會被記錄下來,透過分析,能統計出精準的旅次起訖表，使得智慧型交通系統能夠更精準控制車流，此外也能針對路況預測提供個人化服務，只要提供旅程出發的時間以及地點，便能算出行車時間，建議民眾出發時間，以節省交通成本，此外亦對於減少收費站區交通事故發生機率。估計北高一趟 350 公里單趟於交通順暢時之平

均旅行時間可節省 10~20 分鐘，進而減少碳排量。

三、 A JW Eco-City by JW Breathing Ecological Road　以 JW 生態工法打造生態智慧海綿城市

JW 生態工法為一種透水性鋪面之新材料與設計方法，目的為讓建設過後的土地，能打開地球表面的毛細孔，利用透水透氣的功能，讓道路自主呼吸，使大自然能自我循環，達到防洪抗旱、氣候調節、改善熱島效應並過濾汙染空氣、回收雨水、鋪面高透水、鋪面下高保水、可防止地層下陷、土壤涵養活化、鋪面下微生物活躍..等，從根本解決水泥現象而阻絕生態循環問題，同時徹底解決劇烈極端氣候環境下的惡化危機。

四、 West Coast Expressway: Ba-Dong-Liao to Jiu-Kuai-Chou Project 西濱快速公路八棟寮至九塊厝工程碳管理及環境衝擊減緩策略

本計畫為台灣第一個獲得 ISO/TS 14067 碳足跡查證聲明的公路工程，從規劃設計階段便導入環境衝擊減緩措施，如綠化植披、地下水入滲、既有紅樹林保護與棲地補償等，並檢討工程施作與後續車流轉移所產生的排放量，更分析不同設計對碳排放的影響，如路線調整、替代材料、結構體減量等手段。經透過實際盤查成果發現，工程的材料碳排放量占比雖高達 94% ，機具與運輸各約占 6% ，但透過以飛灰、爐石粉取代水泥、加勁擋土牆取代一般擋土牆、機具運用最佳化、場電取代柴油發電機及多孔隙瀝青混凝土取代密級配瀝青混凝土等措施，並配合交通量的轉移、樹木與植披的種植，可減少約 164 座大安森林公園年吸附量，發揮減碳最大效益。

五、 SUHUA Highway Improvement Project 蘇花公路山區路段改善計畫工程

蘇花公路為我國東部重要幹線，但因崎嶇的地形與經常遇到颱風等天然災害影響，管理不易。為提升東部運輸之效率與安全，本計畫鎖定蘇花公路中最需維護之山區路段，範圍涵蓋多個長隧道與橋梁，包括一座以 60 公尺長圓柱形框架橋梁所連接之長隧道系統,經改善後將路線長度自 77 公里縮短至 53 公里，車程減少 60 分鐘，大幅改善通行效率。此外該

計畫亦藉由多種方法落實環境保護目標，包括選線、工法、施工監控、招標方式等。

整理我國國道與省道得獎之計畫名稱、獎項類別、獲獎時間與獲獎單位如下表 7-1，由彙整表資料可知，除電子收費系統為系統建置外，其餘均為公路建設或改善計畫，而其內容多強調於計畫中涵蓋多元目標及工程施作之困難度。電子收費系統創新主要強調其效益，包括該系統對於節省行車時間與提升收費站區安全的績效，以及未來拓展做為智慧城市基礎之潛力。

表 7-1　我國國道與省道得獎紀錄

計畫名稱	國道 1 號五股至楊梅段拓寬工程計畫	電子收費系統創新：自公路收費至台灣智慧城市構建	西濱快速公路八棟寮至九塊厝工程碳管理及環境衝擊減緩策略	蘇花公路山區路段改善計畫工程
獎項類別	Design 設計	Traffic Management and Intelligent Transportation Systems 交通管理與智慧型運輸系統	Environmental Mitigation 環境（衝擊）減緩	Design 設計
時間	2015	2016	2019	2020
獲獎單位	世曦工程顧問公司 交通部國道新建工程局	遠通電收公司	中興工程顧問公司 交通部公路總局	交通部公路總局 世曦工程顧問公司 中興工程顧問公司

另經搜尋歷年各國與簡易型平整儀開發推廣較為近似之得獎紀錄計有三件，彙整如表 7-2 所示，皆為申請「1. Asset Preservation & Maintenance Management 資產保存與維護管理」類別，包括一項基礎設施管理系統與兩項道路檢測設備，而檢視其計畫特色可知，除重視系統與設備功能外，亦強調設備的應用情形與實施效益。

表 7- 2　與簡易型平整儀開發推廣較為近似之得獎紀錄彙整

計畫名稱	Ascendi	PEHKO Project	RoadWay
時間	2017	2018	2019
獎項類別	Asset Preservation and Maintenance Management		
獲獎單位	Ascendi	Roadscanners Oy	RoadBotics
	由 Ardian 管理，Ardian 是一家獨立的私人投資公司	芬蘭專門開發用於交通基礎設施資產管理的工具和服務的私人公司	於 2016 年從美國匹茲堡卡內基梅隆大學（CMU）機器人學院分離出來的公司
計畫特色	SustIMS 是永續基礎設施管理系統的簡稱，是 Ascendi 用於管理道路基礎設施維護的解決方案。 該平台會提出最佳維護或修復策略建議，以期在長壽命期內實現最具成本效益的解決方案，並確保服務水準。	道路掃描儀活動的主要重點是對道路，街道，橋梁和機場的結構和功能狀況進行監視和分析。 而此計畫由歐盟資助的，來自芬蘭，冰島，愛爾蘭，挪威，蘇格蘭和瑞典的北歐道路組織的合作，旨在改善農村道路狀況。	RoadBotics 使社區能夠針對其道路和基礎設施做出客觀的、以數據為依據的決策。該系統將自動進行檢查並產生有關道路網絡的可操作數據，包括識別諸如坑洞和龜裂之類的單個破壞。

7.1.2　申請程序

GRAA 為每年辦理之獎項，其申請方式為透過網路報名表填寫資料、上傳申請文件並繳交申請費用（IRF 會員為美金 400 元，非 IRF 會員為美金 875 元）。每年既定之申請時間如下：

5 月 8 日：申請截止

6 月 17 日：通知評選結果

7 月 15 日：繳交獲獎計畫資料

9 月 15 日：繳交介紹影片

11 月 8 日：頒獎

7.1.3 建議申請獎項

經蒐集歷年獲獎紀錄與獎項評獎重點後，先初步篩選符合簡易型平整儀特色之候選獎項如表 7-3，經評估考量後，建議營建署開發推動簡易型平整儀之歷程適合申請「1. Asset Preservation & Maintenance Management 資產保存與維護管理」，可更完整呈現營建署自設備開發（資產保護解決方案）與推動使用（有效的維護管理計畫），經營建署內部討論及與本計畫執行團隊會議溝通後，確定申請本獎項。

表 7-3 候選申請獎項類別彙整

獎項類別	評獎重點	評估考量
1. Asset Preservation & Maintenance Management 資產保存與維護管理	結合創新的資產保護解決方案與有效的維護管理計畫，旨在表彰提供這些解決方案的公私部門主管機關，尤其是規劃與實現道路耐久性、維護道路功能性與安全性、能源效率和材料回收方面的創新。	注重解決方案與管理計畫，符合營建署推動簡易型平整儀之努力方向，為首要建議獎項。2017~2019 三個獲獎計畫均與簡易型平整儀發展與推動方向相符。
7. Quality Management 品質管理	獎勵開發並實施創新品質管理系統的機構，用此系統透過品質監督、品管計畫、品質控制、品質保證、品質改善等方式達到最低成本最大利益化。	較注重品質計畫之設計與實施，因此不僅止於成果之品質提升，更強調品管系統，與簡易型平整儀方向略微不同。
10. Technology, Equipment & Manufacturing 技術、設備與製造	獎勵發明/銷售使道路營造業進步的產品/儀器的發明者及製造商。產品/儀器能提高品質、效率、安全性、使用新設計及建造技術等。	較注重產品與儀器之創新及對營造業者之幫助，因此較偏向大型機具，與簡易型平整儀方向略微不同。

7.1.4 申請文件項目與準備

GRAA 之申請文件甚為簡化，於第一步申請時僅需繳交「報名表格」、「計畫概要」、「計畫特點與獎項類別之符合度說明」、「計畫介紹（30 頁以內的簡報）」等四項文件，第一項報名表格為在網頁上填寫，隨附後三項文件繳交。

後三項文件由本團隊負責彙整簡易型平整儀之介紹、特點與報名獎項類別之符合度說明等資料，並製作計畫介紹簡報，如本報告附錄十一所示。所提供內容經營建署審核確認後，由營建署承辦人員向 GRAA 主辦機關提出獎項申請，最後定案之報名獎項為：Asset Preservation & Maintenance Management；報名計畫名稱為：A Reliable and Affordable Method to Assess Roadway Network Serviceability；報名完成及繳費時間約為 5 月 4 日下午 6 時左右 (GMT+8)。

7.1.5 申請結果與檢討

除提供前述各項建議並準備文件外，本團隊亦積極參與 IRF 所辦理之網路研討會活動，期可藉此提升簡易型平整儀之國際能見度，提升對於所報名計畫之了解，例如參與 2021 年 3 月 18 日所舉辦之 IRF 亞太區線上研討會（詳如 7.2 節說明）。然經 2021 年評選結果，本計畫並未獲獎，所申請獎項之得獎計畫為紐約市資產管理系統（NYC DOT Asset Management Portal (AMP)），根據其計畫說明顯示，該系統於獎項提報時管理超過 200 萬件道路資產，目標為於 2020 年底提高管理數量至 500 萬件。同時該系統所影響之預算金額高達 144 億美元，亦即該系統係為妥善運用此 144 億預算進行龐大道路資產之新建、更新與維護之關鍵。而系統採物聯網基礎，使得資產之管理與預測更加準確，並將預算運用情形亦納入分析中；且於 Covid-19 疫情管制期間，系統亦展現遠端操作之穩定性。

比較本計畫與該得獎計畫內容可知，於計畫規模方面有極大差距，簡易型平整儀雖經多年推廣，並由營建署結合前瞻計畫之推行促使縣（市）政府加強對道路平整度與鋪面改善績效之重視，但相較於該得獎計畫而言，規模仍較受限。此外，自 2019 年底以來衝擊全球之 Covid-19 疫情成為各領域關注焦點，於各領域（非限醫學領域）許多期刊及國際研討會紛紛開展以 Covid-19 疫情影響為題之專刊或專門會議，該得獎計畫能以強調系統遠端連結穩定性方式加強說明其與疫情連結，於受疫情衝擊情況下仍能正常運作，推測亦成為獲獎因素之一。檢討本次所提出之申請文件，雖全面強調簡易型平整儀特點與優勢，但仍難彌補執行規模較為不足之弱點；此外，簡易型平整儀屬單機運作模式，

與近年我國與國際上普遍發展之智慧城市尚未能連結，較缺乏網路運作前例。若擬再次提出申請，或可加強期實施績效之範圍或提升比例，另可考慮對其結合智慧城市運作之潛力進行發想與說明。

7.2 國際研討會與期刊論文投稿發表

本計畫提升國際能見度之另一種方式為透過國際上之論文發表來執行，本團隊歷年來雖多數計畫為應用研究，且為我國在地化之課題探討，早期投稿時有時亦較不受重視，認為臺灣經驗對於其他國家之幫助有限。但經多年來之耕耘，並調整研究方向，使其兼顧實務應用性與理論上之進展，同時於論文寫作上精進，使得論文價值更可突顯並令他國研究者更易掌握本團隊成果，因此近年來均可順利將研究成果發表於國際研討會與期刊中，歷年所發表之研討會論文近百篇，其中約半數為發表於國際研討會。於受營建署委託研究計畫方面，自 2006 年起即多次將所得成果進行整理發表，歷年來共計有 12 篇國際研討會論文發表於美國、韓國、新加坡等地舉辦之研討會。於簡易型平整儀自 105 年完成儀器組裝與軟體開發後，本研究團隊於後續推廣應用期間即同時強化國際能見度工作，包括於 2017 年在美國華盛頓之美國運輸委員會第 96 屆年會（Transportation Research Board, TRB, Annual Meeting）上發表，在文章中都曾特別註明此為我國內政部營建署主導計畫所得成果。

延續此一方向，本團隊延續前述投稿經驗，自計畫開始後即持續整理研究成果，並密切注意研討會辦理期程，配合期程進行投稿與發表，以增進簡易型平整儀研發與應用之國際能見度。然受 Covid-19 疫情影響，2020 年與 2021 年之國際研討會停辦者眾，於 2021 年起部分會議改以線上會議方式辦理，本團隊亦積極尋找合適研討會進行投稿發表，惟因無法參與實體會議，減少相互討論、展示設備之機會，亦無法拜會舉辦城市或鄰近地區之道路主管機關，進一步推廣簡易型平整儀。

7.2.1　國際研討會論文投稿發表

基於前述背景，本團隊自計畫初期即積極進行資料整理及撰寫論文工作，並配合研討會進行投稿，截至本報告撰寫時共進行十一次發表，其中九次為研討會論文，詳列其作者、論文名稱、研討會名稱、舉辦日期與地點如下，其中自第 4 篇以降皆為線上會議。針對下列第一至第三篇研討會議，除了本國學者專家以外，尚有美國、香港學者及在台求學之外籍學生（尼泊爾、衣索匹亞等）參與；而第四篇之 IRF Asia-Pacific Virtual Conference 參與的包括日本、香港、新加坡、印尼、馬來西亞、澳洲、與紐西蘭。第五篇會議參與的國家有日本、韓國、菲律賓、越南、印尼等國；第六篇則是台大、新加坡國立大學、與馬來西亞拉曼大學三校線上會議；第七篇之發表者尚包括美國、希臘、香港及澳洲等國。另外，第八篇主要為台灣三校與中國同濟大學師生論文交流發表；而第九篇除了我國學者外，另外包括巴西及紐西蘭等國專家共同參與。

1. 吳東縉、周家蓓、陳艾勳、張禾，國道北部路段 AARI 平整度預測模式之建立，第十四屆鋪面材料再生及再利用學術研討會暨 2020 永續與創新基礎建設國際研討會，2020 年 10 月 22-23 日，台南市。（研討會全程時間約 15 小時，參與者國籍除本國外達兩國以上）
2. 張禾、周家蓓、陳艾勳、吳東縉，國道橋梁與路堤路段平整度探討，第十四屆鋪面材料再生及再利用學術研討會暨 2020 永續與創新基礎建設國際研討會，2020 年 10 月 22-23 日，台南市。（研討會全程時間約 15 小時，參與者國籍除本國外達兩國以上）
3. Rabi KC and Chiapei Chou, Evaluation of Pavement Roughness by Using Response-Based Measuring Device in Roads of Nepal, the 2nd International Conference on Sustainable and Innovative Infrastructure, October 2020, Tainan, Taiwan. （研討會全程時間約 15 小時，參與者國籍除本國外達兩國以上）
4. Chiapei Chou, “The Compact Roughness Evaluation Device and Its Application,” Invited Speech, IRF Asia-Pacific Virtual Conference，online

conference, March 18th, 2021。（研討會全程時間約 18.5 小時，參與者國籍除本國外達兩國以上）

5. Chiapei Chou, ”Response-Based Road Smoothness Measurement Device,” Invited Speech, Asian Civil Engineering Coordinating Council (ACECC) 40th Executive Committee Meeting, online conference, March 27th, 2021。（會議參與者國籍除本國外達兩國以上）
6. Ho Chang, Chiapei Chou, The enhancement of vehicles factor on adjusted acceleration roughness index, 1st NUS-UTAR-NTU Graduate Student Research Webinar in Transportation, April 9th, 2021. （會議參與者國籍除本國外達兩國以上）
7. Chia-pei Chou, Tung-Chin Wu, Ai-Chin Chen, Ho Chang, Performance Prediction Model of Adjusted Acceleration Roughness Index, International Airfield & Highway Pavements conference, June 2021. (Online conference)（研討會全程時間約 16 小時，參與者國籍除本國外達兩國以上）
8. 張禾、周家蓓、陳艾勳，載具對量測之平整度指標 AARI 之影響，上海同濟大學兩岸學術交流研討會，2021 年 10 月 23 日，線上及線下混合會議（上海同濟大學主辦）。
9. 張禾、周家蓓、陳艾勳，載具對量測之平整度指標 AARI 之影響，第二十一屆中華民國鋪面工程學術研討會暨第三屆永續與創新基礎建設國際研討會，2021 年 10 月 29 日，線上會議。獲得優秀論文獎。（研討會全程時間約 7.5 小時，參與者國籍除本國外達兩國以上）

其中較為特別的是第 3 篇係將簡易型平整儀應用於尼泊爾首都加德滿都道路之檢測結果分析，發揮簡易型平整儀輕巧可攜又可搭載於不同載具上之特點，本團隊之尼泊爾籍研究生利用暑假期間將設備攜回母國進行檢測，完成約 27 公里檢測，除對所檢測路段平整度狀況進行評估外，亦運用於分析道路改善對於節能減碳之效益。

此外有兩次係為受主辦機關邀請參與發表，適逢本團隊彙整簡易型平整儀

資料進行 GRAA 獎項申請期間，此兩次會議分別為 2021 年 3 月 18 日舉辦之 IRF 亞太區會議（IRF Asia-Pacific Virtual Conference），以及 2021 年 3 月 27 日舉辦之亞洲土木學會聯合會第 40 屆執行委員會會議（Asian Civil Engineering Coordinating Council (ACECC) 40th Executive Committee Meeting），前者如 7.1 節所述為亞太地區各國道路主管機關所參與之會議，後者為包含美國、菲律賓、日本、韓國、澳大利亞及我國等共 15 個國家之土木工程師協會為會員組成，均為相當重要之國際組織。

而於 IRF 亞太區會議所參與之議程主題為「道路資產管理中可負擔且有效之道路績效監測技術」，恰與本計畫簡易型平整儀之發展目標不謀而合，該議程之重點在於如何在有限預算下，運用更為經濟有效技術來監控道路績效，因為並非所有路權主管機關均有適當的系統來管理其道路資產，若可取得經濟實惠且勞動密集度更低之監測技術，則可更有效率進行監測檢測並以所得數據研判維護決策。經獲邀請後，本團隊先向營建署報告並取得同意後，於該會議上，由計畫共同主持人周家蓓教授代表營建署與研究團隊進行報告，並與與會代表進行意見交流，充分介紹簡易型平整儀之特點與優勢。圖 7-1 為當天參與會議情形。



圖 7- 1　周家蓓教授代表營建署與研究團隊參與 IRF 亞太區線上會議

圖 7-2 則是於 2021 年 3 月 27 日受邀參加亞洲土木學會聯合會第 40 屆執行委員會會議（Asian Civil Engineering Coordinating Council (ACECC) 40th Executive Committee Meeting），並於其中發表專題演講，講題即是本計畫簡易型平整儀硬體發明與推廣應用之成果。雖為線上會議，參與之國家亦甚多，均為亞洲先進國與發展中國家。



圖 7- 2　周家蓓教授代表營建署與研究團隊參與亞洲土木學會聯合會第 40 屆執行委員會會議線上會議

7.2.2　期刊論文投稿發表

國際研討會之投稿與發表雖可於即時展示研究成果，但多數研討會論文並非公開，因此於網路搜尋時常無法獲得完整內容，對於未參與會議之研究者而言並無法了解具體內涵。因此本計畫擬於參與研討會發表後，彙整會中所得意見進行論文修改，再於符合智慧財產權範圍下進行國際期刊之投稿，若獲刊登將可使更多研究者獲知簡易型平整儀之應用。

本團隊將簡易型平整儀所搭配之檢測指標 AARI 的計算機制整理為期刊論文並投稿國際著名 SCI 期刊：Journal of Transportation Engineering: Part B Pavement，該期刊為美國土木工程學會（American Society of Civil Engineering）對於鋪面工程之專門期刊，為少數以鋪面工程與管理為主題之專門期刊。該論文經審查修改後已獲接受發表於 2020 年 9 月之 146 卷第 3 期中，截至本報告撰寫時該論文已有 155 次下載（論文永久網址 https://doi.org/10.1061/JPEODX.0000183）。於論文之致謝中特別感謝內政部營

建署之計畫支持，使得研究成果得以發表。

第二篇期刊投稿內容為探討車型載具對量測之平整度指標 AARI 之影響，因為其為 2021 年 7 月甫完成之碩士論文，故現正進行其英文撰稿編輯中，預計將於 2022 年 2 月完成並進行國際期刊之投稿工作，亦將於稿件中註明對內政部營建署支持本計畫執行之感謝。

第八章　結論與建議

本計畫之研究基礎架構於營建署 105-107 年所委託完成之「市區道路鋪面平整度管理精進作為」，以及 107-109 年度之「路面平整度績效檢測增能計畫」兩計畫成果，更進一步針對下列各個工作項目進行優化及推廣；包括硬體之專利授權申請與管理制度、鋪面管養與平整度檢測內涵與執行方法兩項重點進行課程研擬與教育訓練、軟體精進改版以更人性化友善介面操作及分析、同時拓展簡易型平整儀應用在國際化上之能見度，包括探討申請他國專利之可行性、爭取國際道路機構年度獎項、發表國際論文於研討會及期刊上等等。雖然執行期間遇上國內因為 COVID 疫情於 110 年 5 月 11 日起警戒升為二級，且於同月 28 日起又升為三級至 7 月 27 日方降為二級，致使多項研究工作因分流居家辦公之規定而受影響，但是不僅所有工作要項均於計畫期限內逐一完成，並且還在數項工作項目上有超越原計畫預定內容，獲得具體豐碩成果。本章謹就所完成之各項主體工作提出結論及後續工作上之建議，以為計畫研究單位及委託單位內政部營建署之參考。

8.1 結論

本節謹就研究所獲重要結論說明如下。

一、 基於前期研究過程中之各次教育訓練所獲回饋與本團隊歷年軟硬體之操作經驗，本期計畫針對簡易型平整儀軟體進行大範圍改版，除了各操作介面清楚易懂外，對於使用者於資料收集過程中有更人性化的思維與介面，方便操作人員因應不同檢測情況而及時改變。同時在軟體運算能力大幅提升，於每個路段檢測完成後即可迅速算出路段 AARI 指標，即使是連續長路段之量測，亦可於完成檢測後一分鐘內即獲知各個分段長度之指標數值及指標所屬平整度分級比例。

- 二、 在檢測資料分析過程中，新版 2.0 軟體可以一氣呵成在原有檢測路段檔名下完成資料分析檔，使用者無需如舊版軟體使用時須自

創若干檔案名稱存檔，對於檢測行進間的工作減輕許多。同時，在完成檢測輸出報表時，軟體 2.0 版之報表格式亦做大幅度修改，不僅有完整路段資訊、AARI 指標數字與分級顏色顯示、還有各路段平均檢測數度、及速度未達 30 公里/小時之備註欄說明。為了使各縣（市）鄉鎮市區公所單位自行檢測及委外檢測時都能獲得最為正確之檢測數據呈現之目的，本次 2.0 版之輸出報表也兼具防竄改浮水印功能，使得原始檢測數據以 PDF 檔案格式顯現在有浮水印之報表紙上，無法以人為方式進行調整；且具有具備「核驗報表檔」功能，可確認檢測單位提交之報告檔是否為本軟體輸出之加密報告。

三、 經由多年研究過程中營建署之推廣、研究團隊多次教育訓練、及其他宣傳方式，我國已有近百台簡易型平整儀設備為公家機構、顧問公司及營造廠所採購使用。本期計畫中特別針對軟、硬體專利授權現況進行檢討並修訂，包括授權方式及授權契約內容檢討與修訂；同時也針對已在使用中之設備所有公私立單位進行問卷請教，以了解其使用情形。雖然回收有效問卷僅有 16 份，但均表示在持續使用中且對設備之平整度檢測功效表示肯定。另外，使用者亦提出若干寶貴的軟體改善建議方向，均已納入在新版 2.0 中。

四、 依據研究計畫之規劃，本期計畫執行期間須完成至少四場次的教育訓練，並至少令 100 位學員完成訓練；考量到新冠肺炎疫情狀況於 110 年 5 月下旬進入三級警戒並持續到七月底方恢復二級，原本預計於此期間擬辦理的第三場教育訓練亦同步後延。基於軟體大幅改版，研究團隊利用此時段進行改版實測測試並反覆修正，以確認軟體之功效及實用性。故本計畫前兩場教育訓練分別於 109 年 12 月及 110 年 1 月辦理，而後兩場舉行時間則為 110 年 12 月；前兩場因為疫情狀況輕微，實體參訓學員人數即有 71 人，第三及第四場雖報名現場受訓總人數有近 50 人，實到人數則各為 15 人，共 30 人，合計共 101 人次完成訓練。亦因疫情原因，後兩場課程採混成課程方式，同步開

放線上學習，此為計畫原所未規劃之加乘效果，線上學習者完成全天各節課程者共 42 人，故兩者合計達 143 人。

五、 除製作上課講義外，研究團隊更為自主學習者或複習者製作了電子版書面使用手冊，一併納入 1.0 及 2.0 版軟體，適用採用不同版本的使用者。此外，更完成了專業配音之軟硬體操作教材，俾使簡易型平整儀的使用者非常容易自主學習。將配合營建署規劃，將此影音教材上傳至適當網路平台作為簡易型平整儀使用者的自主學習參考，可望加速新手對設備軟硬體的了解與實地應用，同時亦可提供已參與教育訓練之學員在有需要時自主複習。

六、 本期所規劃之市區道路平整度檢測集中於三個縣（市），分別於直轄市（台北市）、省轄市（新竹市）與縣（宜蘭縣）各進行兩次檢測，時間間隔約為一年。第一階段於 109 年 9 月至 109 年 11 月進行，此階段總計共完成三個縣（市）163.2 車道公里之檢測。第二階段選擇第一階段數據較為代表性之道路，於 110 年 8 月至 110 年 10 月陸續安排道路檢測，此階段總計於三個縣（市）完成 116.5 車道公里。兩階段檢測總計完成 279.7 車道公里檢測，個別縣市皆超過原預定之 50 車道公里。若比較各縣（市）檢測結果，發現以宜蘭縣平整度落入舒適及非常舒適兩等級的占比最高，占全縣檢測長度之 65.7%。一般而言，各個縣（市）市區道路年度最佳維護比例以 1/8 至 1/7 為佳，換言之整修工作約以每 7 至 8 年為一個循環較為恰當。若以此次檢測結果檢討，則既有養護評估標準建議值（即 AARI 5.0）約篩選出整體檢測路段之 12.9%，即約為 1/8，因此評估應仍為適切，暫無更改之必要；後續若持續進行較大規模之市區道路檢測，可再檢討落入待養護範圍之路段數量，尤其是近幾年各縣（市）於營建署協助下辦理行政院核定之「前瞻基礎建設-城鄉建設-提升道路品質計畫」，投入資源進行道路品質改善，預期應可提升道路平整度，未來可持續追蹤並評估此標準之調整需求。在第 4.2 節的分析中，本團隊將第一階段

分析所得之每百公尺舒適度等級代表顏色經由再處理方式套繪於三個縣（市）的地圖上，將檢測路段做更清楚之呈現，對使用者而言提供了相當有效的路網整體管理資訊。

七、 針對檢測車輛載具對簡易型平整儀檢測結果之影響，一直是使用者關注焦點，亦為本團隊待完成的挑戰，此課題在本期計畫中終獲顯著突破，為擴增簡易型平整儀使用範圍之重要創新。經由選擇的 12 種國內常見的自用車車型進行市區道路 18 個路段 AARI 量測及 IRI 量測，發現各車型之間的 AARI 值存在相當良好的線性相關，只須將各車型所獲得之 AARI 指標乘以某個轉換係數即可高度近似為另一種車型的 AARI 檢測值，但各車型間之轉換係數均不相同，須經由系統性之分析獲得。研究選擇同時具備簡易型平整儀及慣性式平坦儀之車輛為標準車型，發展出車型校正模型之多元線性迴歸方程式，並獲得相關係數為 0.93 之高相關性。迴歸式之主要自變數包括車輛高度(mm)、車重(公斤)、車寬(mm)、排氣量(cc)、前懸吊類型(虛擬變數)、及後懸吊類型(虛擬變數)。車型校正模式建立後再選擇 3 種他類車型進行模式驗證，獲得非常肯定之應用結果，相對於標準車型的量測誤差值由校正前的 2.57%～16.49%可明顯降至校正後的 0.61%～6.65%，誤差百分比平均減少了 70%，有效減低了車輛載具對 AARI 量測值之影響，使得簡易型平整儀的應用價值更為提高。

八、 為能提高本研究軟硬體成果於國際市場的應用，在本期過程中深入探討申請他國專利可行性評估，重點國家包括鄰近的日本、韓國，及擁有專利數量最多的美國及歐盟。本項工作經委由專業專利事務所協助評估申請國外專利可行性後，確認簡易型平整儀已不適合申請他國專利，除因費用龐大、耗費時日、成效有限而專利維護甚為困難等管理課題外，主要因該專利已於 106 年獲得我國專利，因此就新穎性方面已不具可專利性，因此判斷無進行國外專利申請之利基與可行性。

九、 為拓展簡易型平整儀之國際能見度，本團隊協助內政部營建署於 110 年 5 月完成申請世界道路協會（International Road Federation, IRF）之全球道路貢獻獎（Global Road Achievement Awards, GRAA）。研究團隊仔細評估歷年來本獎項之各申請項目之得獎紀錄，在與營建署商議後於 GRAA 的 12 項申請項目下選擇「Asset Preservation & Maintenance Management 資產保存與維護管理」進行投件。本計畫後雖得知並未入選，且獲知所申請獎項之得獎計畫為紐約市資產管理系統（NYC DOT Asset Management Portal (AMP)），根據該計畫說明顯示，該系統於獎項提報時管理超過 200 萬件道路資產，目標為於 2020 年底提高管理數量至 500 萬件。同時該系統所影響之預算金額高達 144 億美元，亦即該系統係為妥善運用此 144 億預算進行龐大道路資產之新建、更新與維護之關鍵。比較本計畫與該得獎計畫內容可知，於計畫規模方面有極大差距，簡易型平整儀雖經多年推廣，並由營建署結合前瞻計畫之推行促使縣（市）政府加強對道路平整度與鋪面改善績效之重視，但相較於該得獎計畫而言，規模仍較受限。

十、 國際化的能見度展現的另一種常見形式為參與國際研討會及國際期刊論文投稿發表。本團隊自計畫初期即積極進行資料整理及撰寫論文工作，並配合研討會進行投稿獲得豐碩成果，共進行十一次發表，其中九次為研討會論文，其中有三次獲得該研討會之最佳論文獎。另外國際期刊發表較費時日，但亦已於 110 年 9 月成功接受刊登於國際著名 SCI 期刊：Journal of Transportation Engineering: Part B Pavement 之 146 卷第 3 期中；另一篇國際期刊投稿現正整理撰寫中，預計 111 年 2 月下旬完成並進行投稿。

8.2 建議

本期計畫總歷時 18 個月，在計畫各項目的工作執行上均獲得圓滿成果，尤其在進行三縣（市）的兩階段檢測，總計完成 279.7 車道公里檢測，遠超過工作執行計畫書中所擬完成的 150 車道公里，而個別縣（市）亦遠

高於預設之 50 車道公里。同時大幅改進軟體進階功能，並製作影音教材及電子版使用手冊以利自主學習或使用時之參照；於教育訓練課程中增列了同步線上訓練，以擴大學員之參與機會；並針對多年來難以突破之車型載具影響，獲得具實用性且有效精準量測結果；更大力推廣研究成果於國際專業舞台上，致力研討會及國際期刊論文發表。在營建署長期驅策市區道路養護管理系統建置與執行，並積極推動平整度檢測與維護的努力之下，本研究得以獲得本期計畫各項豐碩成果，於此基礎上，本團隊提出如下之後續發展建議，期可進一步推升市區道路品質管理，令近年來已逐漸萌芽之鋪面管理概念得以生根，尤其是近幾年各縣（市）於營建署協助下辦理行政院核定之「前瞻基礎建設-城鄉建設-提升道路品質計畫」所改善之道路，應於後續採取更積極方式進行道路品質之管養，以使此投資獲得更耐久之成果。

1. 建議營建署鼓勵各縣市鄉鎮、學術機構、顧問公司及營造公司廣為應用簡易型平整儀進行日常性及專案性檢測，並採用新版 2.0 軟體，藉由精進的軟體功能以增加使用意願與操作便利性，更可以加強數據之真實性。
2. 建議營建署定期自辦或委辦有關簡易型平整儀設備應用單位之使用者工作坊（Response-Based Device User Workshop），藉由經驗分享、問題探討、數據分析與管理、指標功能應用等等課題，增強各單位間的資訊交流與加深使用效能。於國外（如美國與加拿大）對鋪面檢測儀器（如慣性式平坦儀及落重式撓度儀等設備）之使用者均會定期舉辦此類工作坊，令各單位可交換使用心得與經驗，並提出設備改進建議，以強化應用成效與使用者意願。
3. 現階段之車型影響校正雖已經有了突破性的成果，但囿於研究過程中所租用的 12 種模式建構車型及 3 種驗證車均屬於一般小自客車型，建議營建署持續精進後續車型校正發展，可以增加小型工程車及休旅車型，以更擴及不同車型的涵蓋面。

4. 本研究發展之車型校正模式雖為突破性之擴增簡易型平整儀使用範圍，因其研究發展階段與軟體改版為平行進行的工作項目，故在軟體改版中尚不具有同步車型校正檢測 AARI 指標的功能，建議能繼續進行軟體精進功能，併同發展前述小型工程車與休旅車之車型校正功能，在軟體演算 AARI 時能加入車型自動校正工作項目，俾使檢測分析發揮一步到位成效。

5. 本研究於報告中將三縣市檢測分析所得之每百公尺舒適度等級代表顏色套繪於三個縣（市）的地圖上，更便於道路管理者清楚判斷現狀與維修所需；然此功能乃經由研究者再處理而得，目前 AARI 分析軟體仍無法自動完成地圖圖像分析。為能持續推動簡易型平整儀的使用與發揮更廣泛且深入之功效，建議能將此分析結果繪圖功能納入軟體工作項目之中，此舉將令檢測路段成果呈現方式更系統化，對管理者提供更人性化的管理機制。

6. 經本計畫依各縣（市）道路檢測結果之評估，既有養護評估標準與各等級之分級標準暫無更動之必要，但考量近年來各縣（市）投入資源進行道路品質改善，建議未來持續進行大範圍、長期市區道路平整度檢測，並再度評估此標準調整之需求。

簡易型平整儀使用手冊

目錄

1. 簡介 3

1.1 目的 3

1.2 適用範圍 3

1.3 儀器組成 3

2. 儀器使用 5

2.1 程式安裝 5

2.2 連接電腦並設定連接 6

2.3 儀器校正 8

2.4 檢測 10

2.5 資料分析 13

3. 檢測程序 15

4. 檢測須知 29

4.1 人員人數與能力需求 29

4.2 注意事項 29

5. 障礙排除 31

5.1 程式安裝時可能出現的問題 31

5.2 連接電腦時可能出現的問題 31

5.3 校正時可能出現的問題 31

5.4 檢測時可能出現的問題 32

附錄 1：儀器專利.....34

附錄 2：設備規格.....35

一、 加速度規.....35

二、 GPS 接收模組.....36

三、 資料擷取主機.....37

1. 簡介

1.1 目的

簡易型道路平整度檢測裝置（以下簡稱簡易型平整儀）之開發目的係為各道路主管機關或施工廠商提供一種成本合理、操作容易、輸出結果直觀之道路平整度檢測裝置，為令使用者得以妥善安裝與使用儀器進行檢測，特訂定「簡易型平整儀使用手冊」（以下簡稱本手冊）說明儀器組成、儀器使用、檢測程序、檢測須知與障礙排除等事項，使執行檢測人員有所依循，以確保檢測結果之正確性。

1.2 適用範圍

本手冊適用於道路主管機關或受其委託之檢測人員使用簡易型平整儀進行轄管道路之路面平整度檢測，但不包含後續資料加值應用。

1.3 儀器組成

簡易型平整儀為一簡單可攜式儀器，量測車輛行駛於道路之振動所產生加速度，配合 GPS 位置資訊，以分析判斷路面的平整狀況，從而為道路養護提供依據。簡易型平整儀包含硬體與軟體二部分，整體架構圖 1 如所示。硬體部分包括加速度規、全球衛星定位系統（Global Positioning System, GPS）接收模組及資料擷取主機三個主要部分，並藉由資料分析主機進行後續資料分析。軟體部分包含資料擷取程式與後處理程式二部分，其中資料擷取軟體供使用者於檢測時進行相關參數設定以及控制檢測之開始與結束，同時亦具有即時顯示畫面，可讓使用者隨時監看檢測情形，以便判讀目前設備狀態，並可供使用者同步判讀其實際感受與輸出結果間之關係，若有不符情況則可另行註記回饋以供後續做為重測或儀器調整之依據。資料分析軟體功能為將資料擷取軟體所接收到的數據進行 GPS 校正、資料篩選與區段長度換算，使加速度檢測結果得以為人員所判讀與使用。

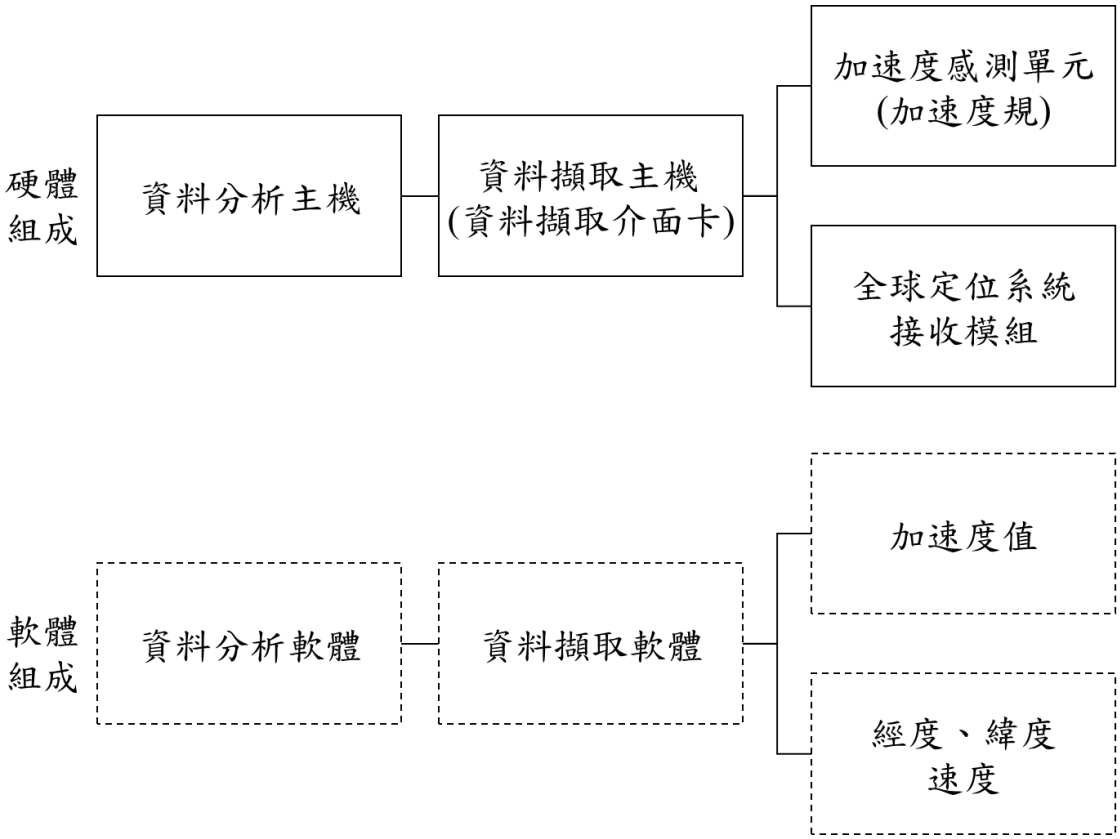


圖 1　簡易型平整儀軟、硬體組成

2A. 儀器使用（1.0 版軟體）

儀器使用步驟如圖 2 所示，第 1~3 個步驟為儀器準備與安裝，第 4 個步驟為現地檢測，最後為資料分析。



圖 2 簡易型平整儀使用步驟

2A.1 程式安裝

程式包含①NI 擷取卡驅動程式、②GPS、③簡易型平整儀資料擷取軟體、④簡易型平整儀資料分析軟體等四個軟體；其中簡易型平整儀檢測時應使用「資料擷取軟體」、分析時應使用之「資料分析軟體」，安裝步驟如下：

1. 先將所有檔案複製於所擬使用之電腦上。
2. 點選 NIDAQ1450f0.exe（建議）或 NIDAQ1860f2 資料夾中的 setup.exe（若前述版本無法安裝）安裝資料擷取卡驅動程式。
3. 執行 GPS 資料夾中的 auto.exe 安裝 GPS 驅動程式。
4. 程式安裝後，可打開「簡易型平整儀資料擷取軟體」，其介面如圖 3 所示。其中包括「設定與校正」、「檢測起終操作」、「即時資料顯示 1：GPS 與加速度」、「即時資料顯示 2：行駛速度與距離」、「即時資料顯示 3：每百公尺 AARI」等功能。



圖 3 「簡易型平整儀檢測程式」軟體介面

2A.2 連接電腦並設定連接

1. 簡易型平整儀的本體與 GPS 各有一條連接線，將連接線插至筆記型電腦的USB插槽。(校正時僅須連接本體，檢測時須同時連接本體與GPS)



圖 4 簡易型平整儀與電腦連接

2. 若 GPS 與簡易型平整儀的燈亮起，代表與電腦連接成功（如圖 5）。若燈未亮，請依 5.2 進行障礙排除。



圖 5　簡易型平整儀連接正確時亮燈情形

3. 找出加速度規頻道並填寫入「簡易型平整儀資料擷取軟體」：連接本體後，打開 NI 擷取卡程式「NI MAX」，展開「Devices and Interfaces」，找出此時連接的加速度規頻道，以圖 6 為例，此時連接的頻道為 Dev6。找出頻道後將頻道填寫入「簡易型平整儀資料擷取軟體」（圖 3 左上之「設定與校正」區塊第二項）。

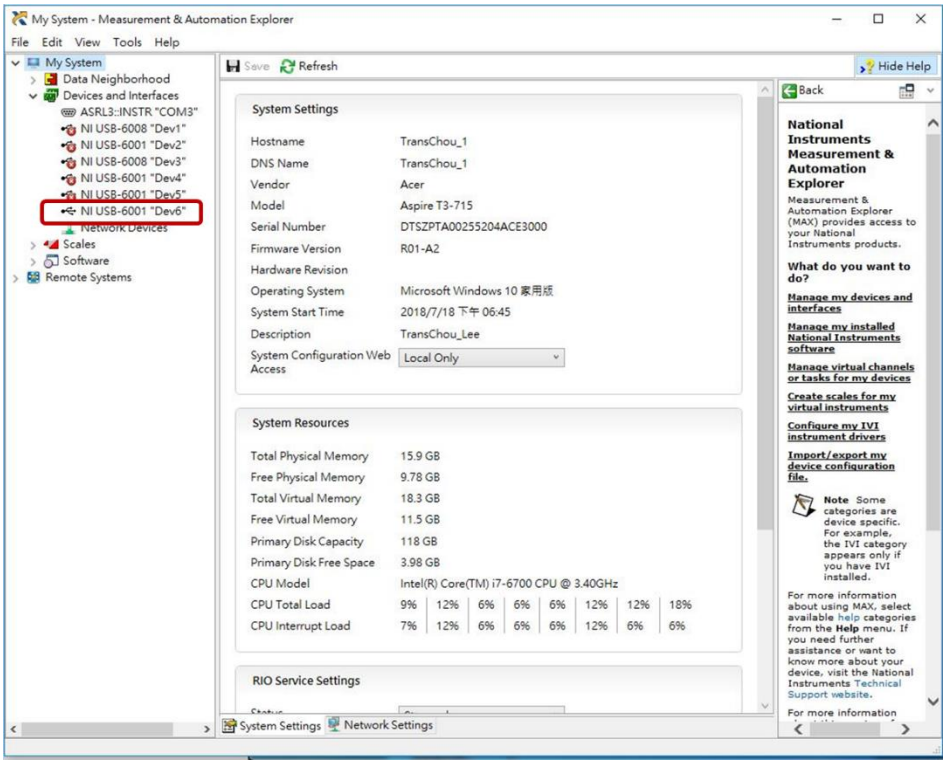


圖 6　找出加速度頻道之 NI MAX 畫面

4. 按下「簡易型平整儀資料擷取軟體」之「選擇 GPS USB 埠」（如圖 7），電腦將自動搜尋 GPS 的資料信號，並跳出搜尋結果視窗，若不擬更換

則選擇「OK」。加速度頻道則會根據加速度規自動識別選擇。

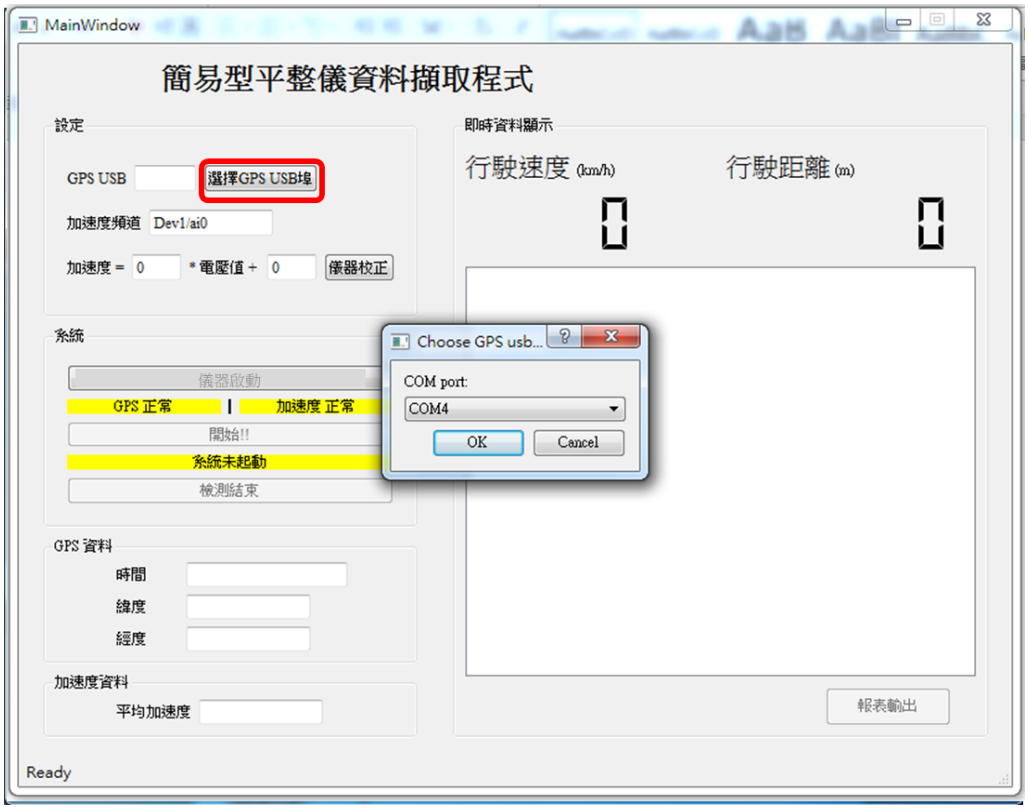


圖 7　GPS USB 埠選擇畫面

2A.3　儀器校正

儀器校正的目的是建立加速度規之電壓與加速度關係式，須將簡易型平整儀（不含 GPS）正放、反放與側放以獲得三筆數據，再經由軟體自動計算校正參數，各步驟說明如下。

1. 連接好簡易型平整儀與電腦後，打開「簡易型平整儀資料擷取程式」軟體。
2. 按下「儀器校正」切換至儀器校正介面，如圖 8 所示。將簡易型平整儀放置於水平平臺上，正面向上，擺放方式見圖 9，然後按下「+1(正放)」，電腦會自動蒐集 10 筆加速度規資料，並進行標準差與平均值的計算。



圖 8　儀器校正介面

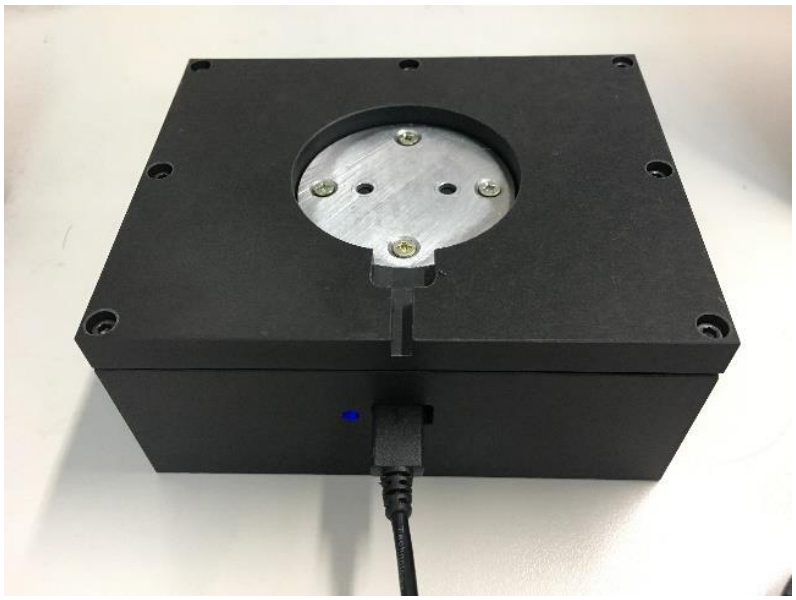


圖 9　儀器校正—簡易型平整儀正放

4. 計算完成後，若儀器校正介面下方之「線性回歸式」處出現錯誤訊息「1g error」，表示正放狀態下所量測 10 筆數據之標準差或平均值與 1g 之差距過大，須檢視平臺水平狀態並重新校正。

5. 將簡易型正面向下擺放（如圖 10），並按下「-1（反放）」，電腦亦將再蒐集 10 筆數據並進行標準差與平均值之計算，結果判斷與處理方式同

步驟 4。

6. 將簡易型立起擺放（如圖 10），並按下「0（側放）」，電腦亦將再蒐集 10 筆數據並進行標準差與平均值之計算，結果判斷與處理方式同步驟 4。



(a)簡易型平整儀反放



(b)簡易型平整儀側放

圖 10　加速度規校正時簡易型平整儀(a)反放與(b)側放情形

7. 當三種擺放方式的加速度規校正全部結束且無錯誤訊息出現時，程式會自動計算加速度規量測的電壓值與重力值之間的線性迴歸式。之後按下「確認」即可。

2A.4　檢測

1. 須先儀器校正完成後，方可進行檢測。由於校正時須將簡易型平整儀放置於水平且無振動干擾之處，建議於室內先完成校正後，再將簡易型平整儀固定至檢測車輛上。
2. 固定儀器：如圖 11 所示，於車輛上之固定位置（建議每次檢測均放置於相同位置）以雙面膠帶黏貼簡易型平整儀，應檢查黏貼是否牢固，避免於檢測中產生滑動、移動位置或與車體不同之額外振動。
3. 連接 GPS：將 GPS 放置於簡易型平整儀上，確保 GPS 與簡易型平整儀[透過磁鐵]穩固連接。

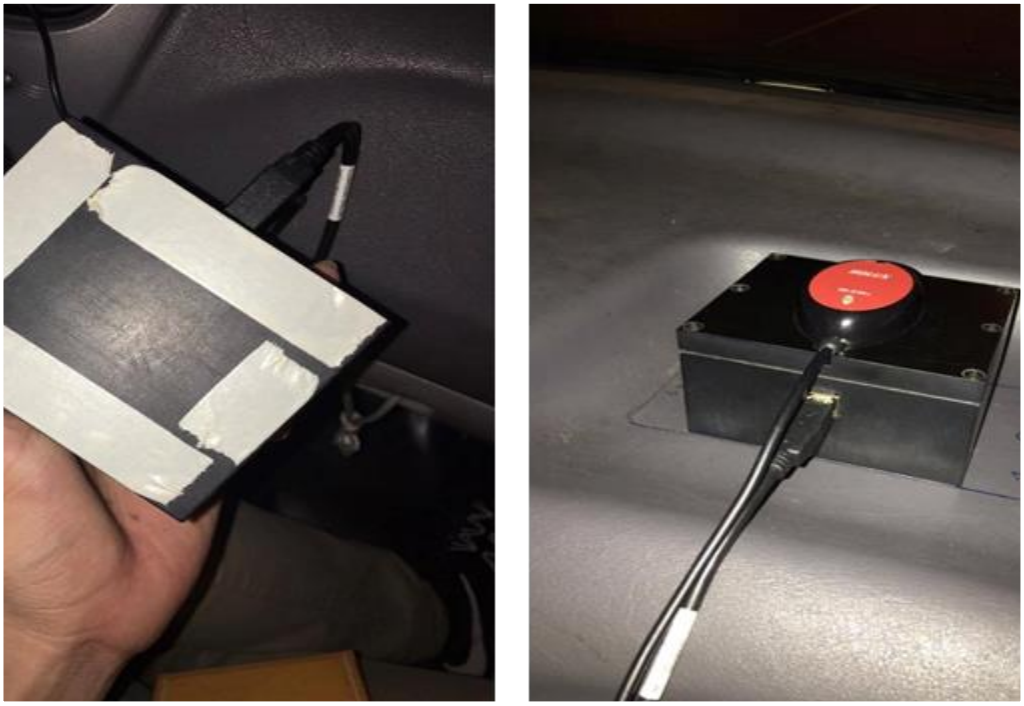


圖 11　儀器固定與 GPS 連接

4.當車輛行駛至檢測路段後，按下「儀器啟動」按鈕，如圖 12 所示。等待下方的「GPS 正常」與「加速度規正常」兩個部分均由黃色變為綠色後，代表 GPS 與加速度規連接正常，可開始檢測。



圖 12　儀器啟動後加速度規與 GPS 正常顯示

5. 確認 GPS 與加速度規連接正常並保持穩定速度（高於 25kph），按下「開始!!」按鈕（如圖 13），進行加速度值之蒐集。資料蒐集過程中，介面右側上方會即時顯示行駛速度與行駛距離。當距離達到 100 公尺時，會在介面右側下方顯示剛行駛過的 100 公尺的 ARI 值與平均速度。

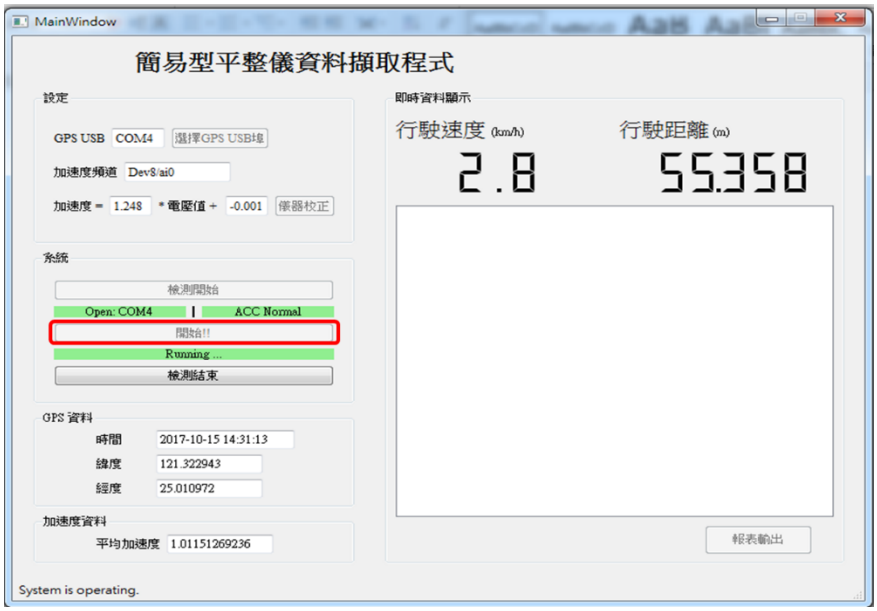


圖 13　檢測開始按鈕位置

6. 當一路段檢測完成時，按下「檢測結束」按鈕（如圖 14），則該筆資料會自動記錄於電腦中。

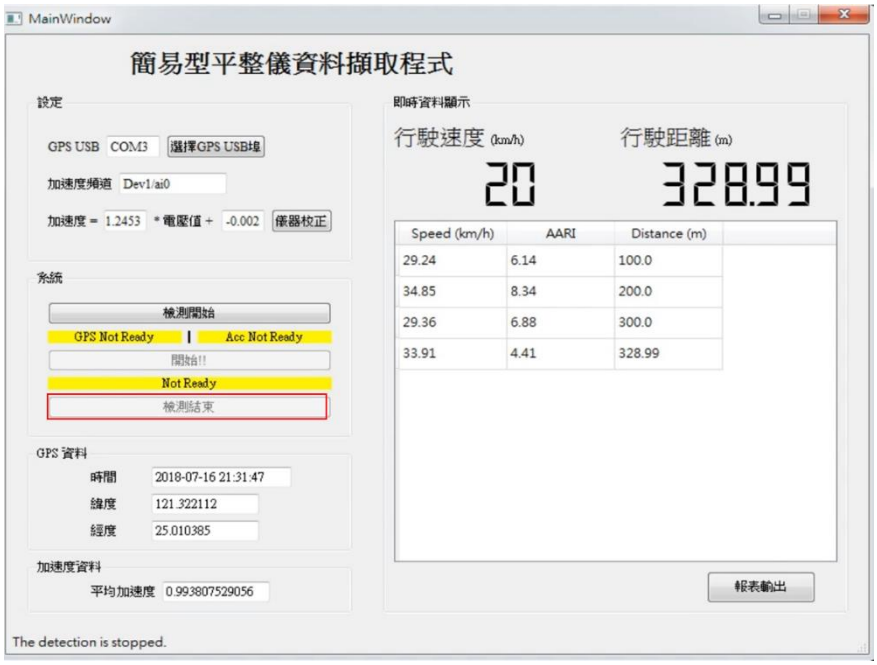


圖 14　檢測結束按鈕位置

2A.5 資料分析

若需將記錄資料匯出為 Microsoft Excel 格式檔以進行加值應用，可藉由軟體設計之匯出功能，本軟體將匯出二種內容檔案，其一為僅有 AARI 結果之簡要檔案，另一為包含原始加速度值之完整檔案。檔案匯出之操作方式與介面介紹如下。

1. 按下軟體介面右下角「報表輸出」按鈕，則會彈出儲存報表路徑之選擇畫面，如圖 15 所示。此畫面會顯示二次，第一次儲存簡要 AARI 檔，第二次儲存完整原始檔，因預設檔名不同，故可存於同一路徑中，無須擔心檔案遭覆蓋。

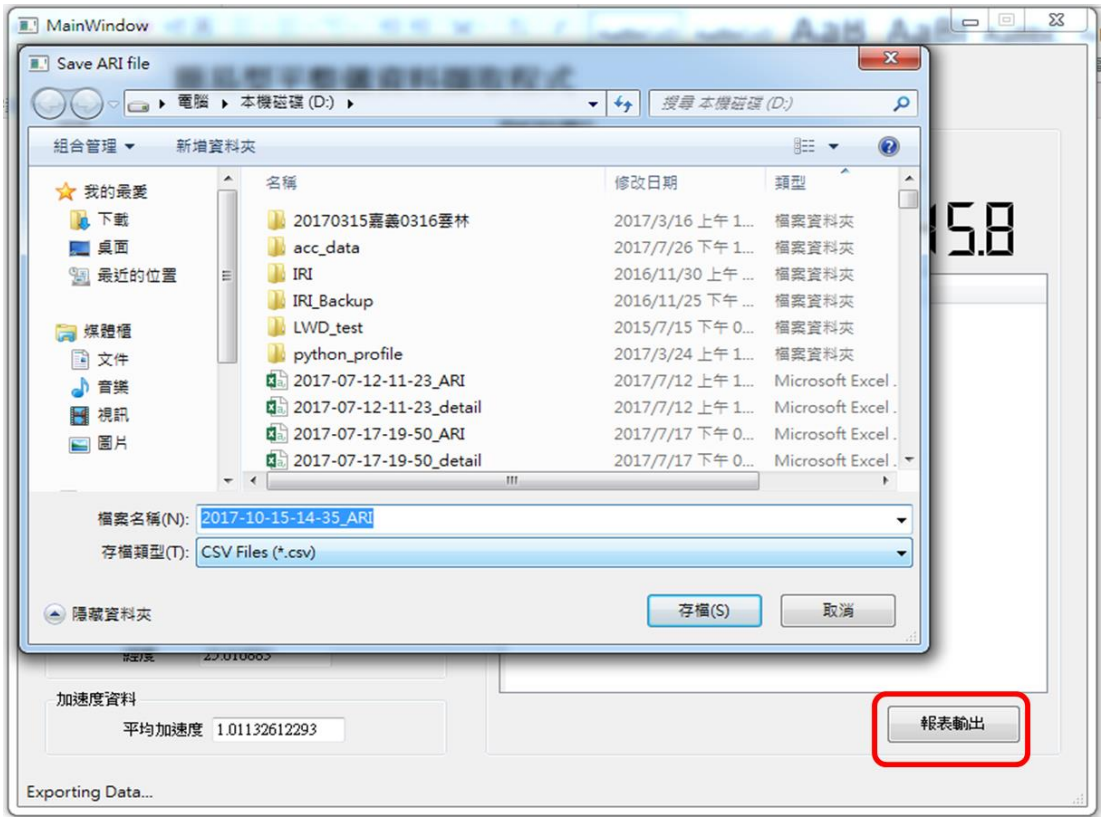


圖 15 報表輸出之儲存路徑選擇畫面

2. 簡要 AARI 檔之預設檔名為「西元年-月-日-時-分_AARI」，其內容包括序號、距離、AARI 以及速度，每一橫列代表 1 筆百公尺檢測數據。因 GPS 測量距離之微小誤差，於第二欄距離所顯示數據並不會為正好 100 之倍數，但會極為接近 100 之倍數。AARI 與速度皆為該百公尺區間之計算結果，速度為平均速度。

3. 完整原始檔之預設檔名為「西元年-月-日-時-分_detail」，其內容包括時間、加速度值、距離、經度、緯度以及速度，每一橫列代表 1 筆檢測數據。資料筆數依擷取頻率設定而定，例如若為擷取頻率為 800Hz，代表每秒鐘將蒐集 800 筆數據，因此本檔案之資料筆數相當龐大。

2B. 儀器使用（2.0 版軟體）

本小節依序說明 2.0 版檢測軟體於檢測前之儀器校正、檢測中之程式起終與檢測結束後之報表重新匯出步驟，由於 2.0 版軟體已將各程式彙整為一，因此無須進行程式安裝，直接點選執行檔開啟即可使用，故無如 2A.1 節之儀器安裝說明。

2B.1 儀器校正

1. 連接好簡易型平整儀與電腦後，打開電腦上已經安裝好之「簡易型平整儀」軟體。開啟後其介面如圖 16 所示，其中包括「資料擷取」、「加速度規校正」、「參數設定」三個分頁。



圖 16 「簡易型平整儀」開啟後之軟體介面

2. 進入「參數設定」分頁，點擊「加速度頻道」右方下拉選單，如圖 17 紅框處所示，若檢測單位僅擁有一套設備，則選單中僅會有一個選項，若擁有兩部以上的設備，則在下拉選單中選擇其中一項後，點擊下方「測試」按鈕，如紅框處所示，即可確認所選擇之頻道是否為當前連接的儀器。

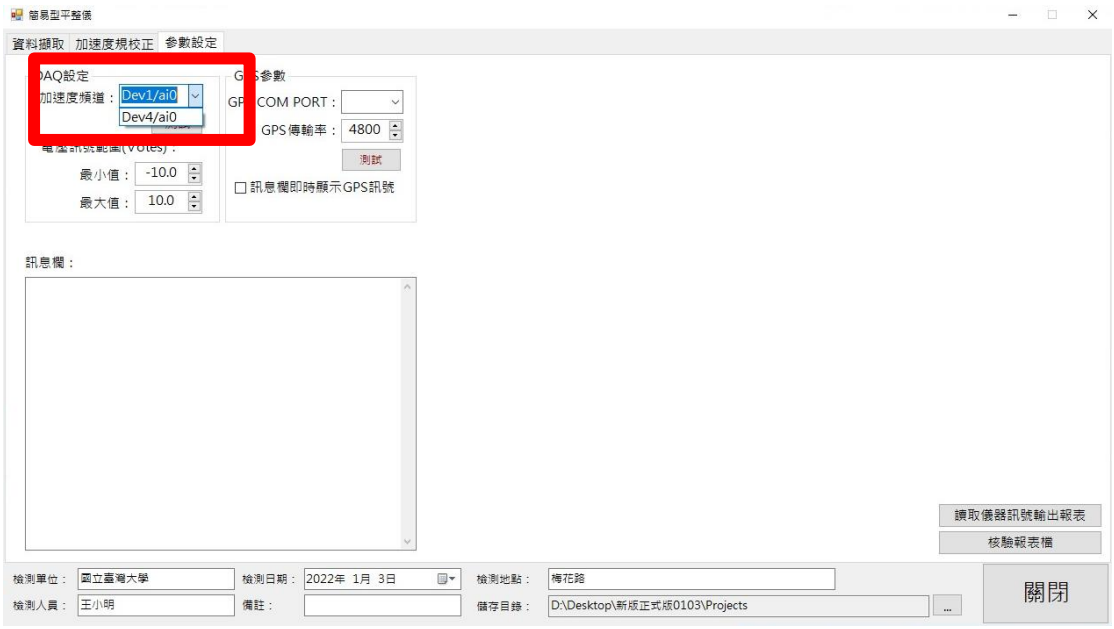


圖 17　加速度規頻道選擇畫面

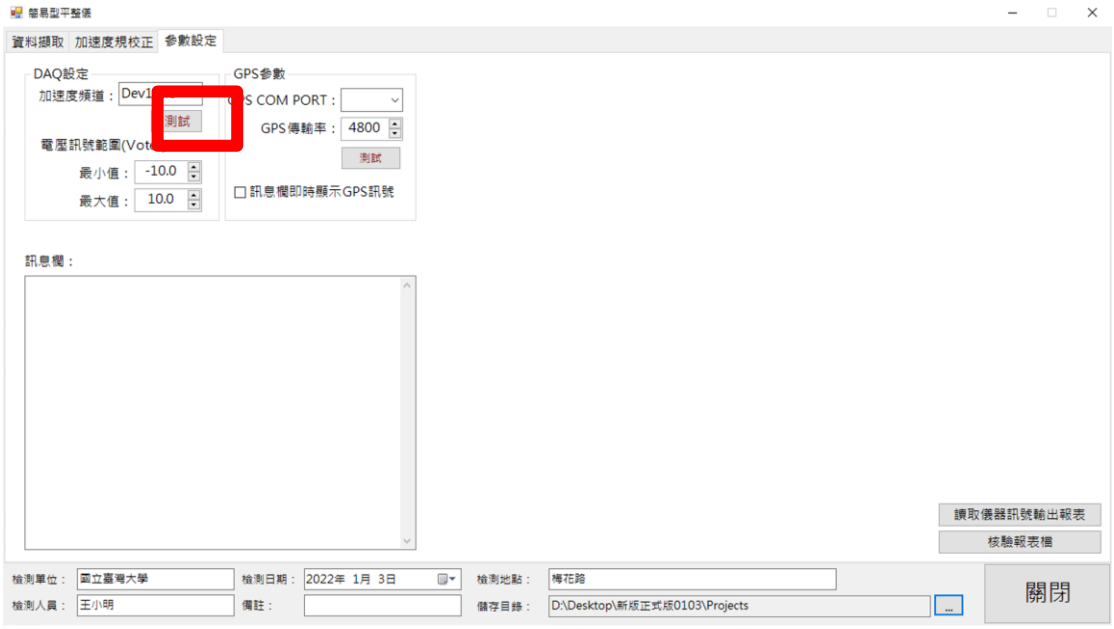


圖 18　點擊「測試」按鈕確認選擇之頻道為當前連接的儀器

3. 切換至「加速度規校正」分頁，按下按鈕後即可得如圖 19 畫面，並按下「重新校正」。

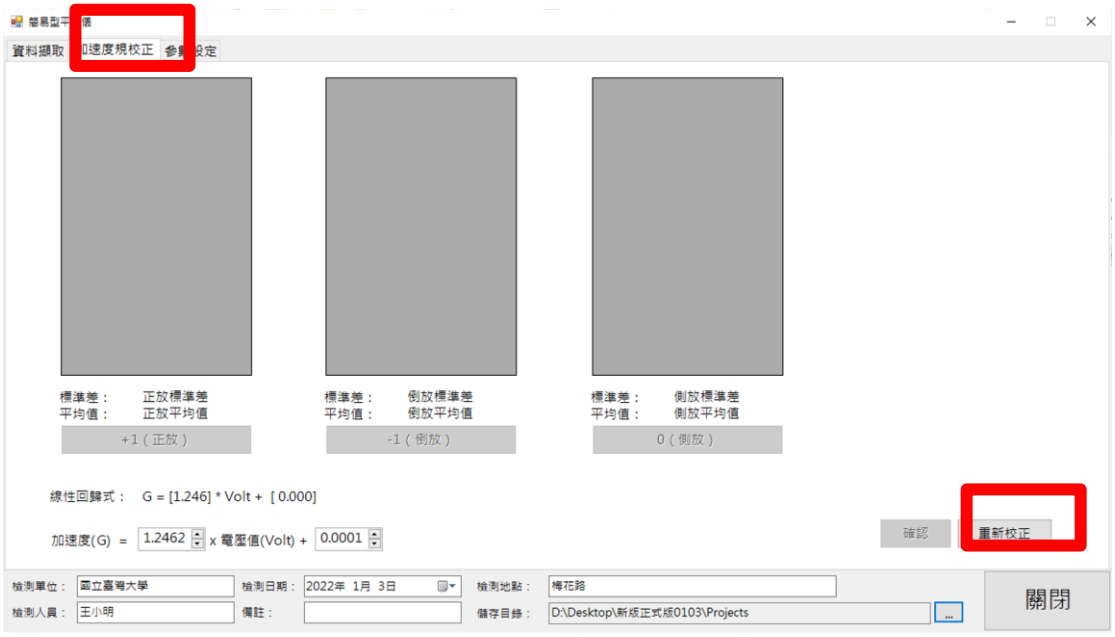


圖 19　加速度規校正—按下「重新校正」

4. 將簡易型平整儀放置於水平平面上，正面向上，擺放方式見圖 20，然後按下圖 21 中最左偏下方畫面中的「+1 (正放)」，按下後電腦會自動蒐集 10 筆加速度規電壓資料，並進行標準差與平均值的計算。

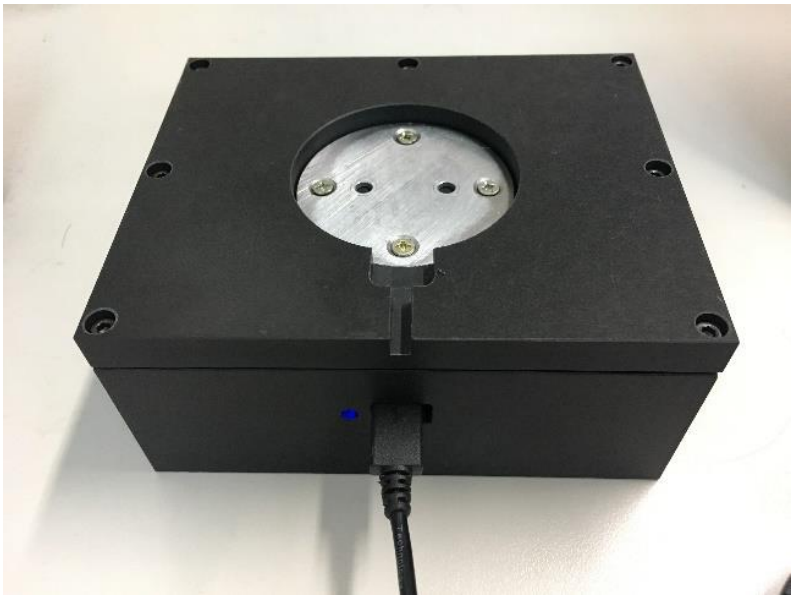


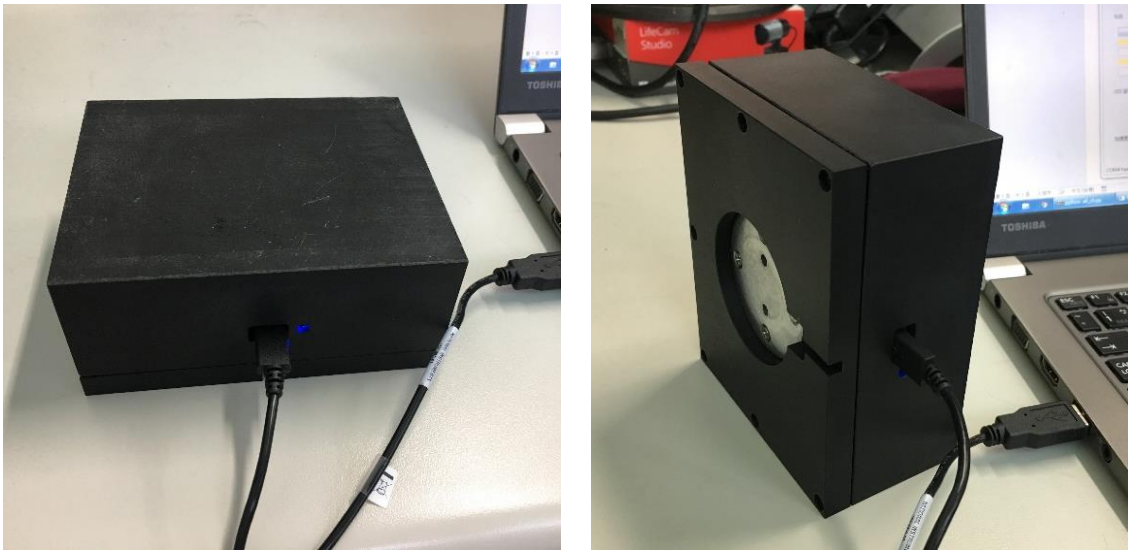
圖 20　加速度規校正—正放情形



圖 21　加速度規校正—按下「+1（正放）」

5. 將簡易型正面向下擺放(如圖 22a)，並按下圖 21 中間的「-1(反放)」，電腦亦將再蒐集 10 筆電壓數據並進行標準差與平均值之計算。

6. 將簡易型平整儀側向立起擺放（如圖 22b），並按下圖 21 中最右方的「0（側放）」，電腦亦將再蒐集 10 筆電壓數據並進行標準差與平均值之計算。側向擺放時，有傳輸線的一側必須是在側邊方為正確。



(a)簡易型平整儀反放　　(b)簡易型平整儀側放

圖 22　加速度規校正時簡易型平整儀反放與側放情形

7. 計算完成後，若軟體彈出錯誤訊息「1g error」視窗，表示所量測 10 筆數據之標準差或平均值與 1g 之差距過大，須檢視平臺水平狀態並重新校正。

8. 當三種擺放方式的加速度規校正全部結束且無錯誤訊息出現時，程式會自動計算加速度規量測的電壓值與重力值之間的線性迴歸式。之後按下「確認」即可。

2B.2 檢測起終操作步驟

1. 加速度規需先於室內水平處校正完成後，方可將簡易型平整儀固定至檢測車輛上。

2. 切換至「參數設定」分頁，選擇「加速度頻道」及「GPS COM PORT」右方之下拉選單，如圖 23 所示，完成加速度規及 GPS USB 埠連接。若檢測單位僅擁有一套設備，則選單中僅會有一個選項，若擁有兩部以上的設備，可以在下拉選單中選擇其中一項後，點擊下方「測試」按鈕，如紅框處所示，即可確認所選擇之頻道是否為當前連接的儀器。

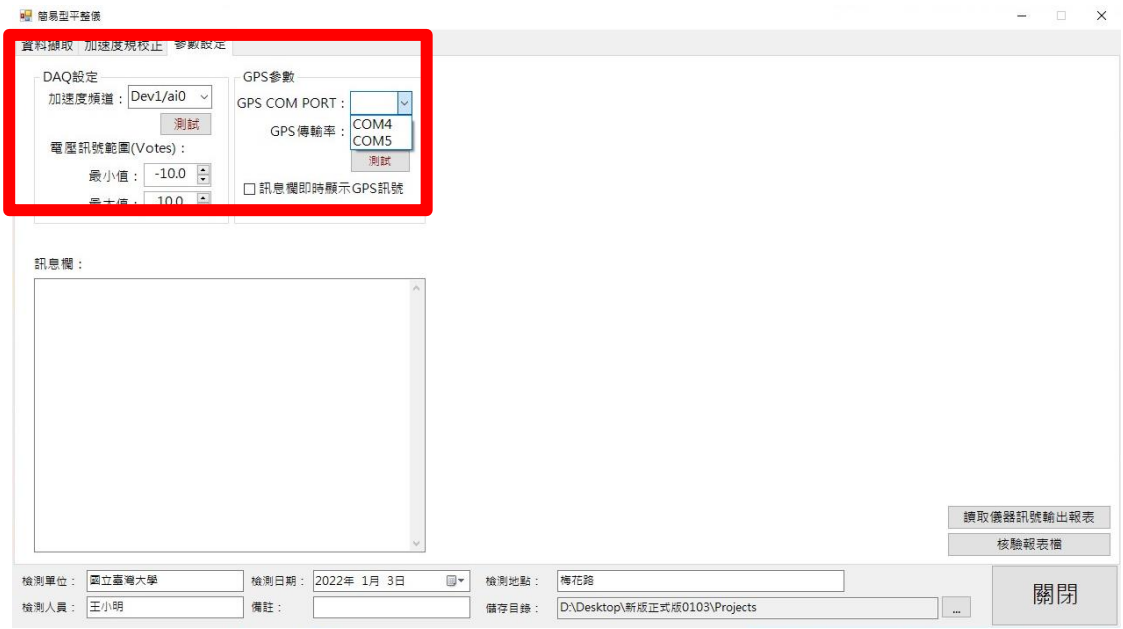


圖 23 連接加速度規及 GPS USB 埠

3. 切換至「資料擷取」分頁，即可獲得如同圖 24 之畫面。此刻，可以開始駛入待檢測路段。當車輛行駛至檢測路段並保持穩定速度後，按下

「檢測啟動」按鈕，如圖 24 中紅色框所示。等待上方 GPS 及加速度規狀態的「GPS Not Ready」與「ACC Not Ready」兩部分均由黃色變為綠色後，代表 GPS 與加速度規連接正常，方可開始檢測。

❖ 請注意：按下「檢測啟動」後便不可再更改區段切割長度與基本資訊欄位，否則檢測數據無法存入。若需更動資訊欄位，請先按下「檢測結束」再行更改，更改完成再按下「檢測啟動」即可。



圖 24　按下「檢測啟動」確認儀器連接正常

4. 確認 GPS 與加速度規出現綠色底後，代表連接正常，此刻已進入檢測路段後即可按下「檢測開始」按鈕，如圖 26 紅色框所示，進行加速度值之蒐集。資料蒐集過程中，介面左側上方會即時顯示行駛速度與行駛距離。當距離達到 100 公尺時，會在介面左側下方顯示剛行駛過的 100 公尺的即時運算 AARI 值與平均速度，如圖 27。

5. 當一路段檢測完成時，按下「檢測結束」按鈕，如圖 27 紅色框所示，則該筆資料會自動記錄於指定的資料夾中。同時軟體將自動完成運算並輸出加密過之檢測報告 PDF 檔，如圖 28 所示。



圖 25　儀器若有連接成功，狀態將顯示為綠色



圖 26　按下「檢測開始」，進行加速度值之蒐集



圖 27　檢測當下示意圖



圖 28　加密過之檢測報告 PDF 檔

6. 若需接續進行同一道路之下一路段檢測，直接按下「檢測啟動」再按下

「檢測開始」按鈕即可繼續檢測。若改變檢測地點，則於更改介面下方基本資料欄位之「檢測地點」後，便可重複步驟 4 及步驟 5。

2B.3 檢測報表重新匯出方式

若需將記錄資料進行不同區段切割長度之計算，又或是檢測時軟體發生當機問題導致未能完成報表輸出，可切換至「參數設定」分頁，按下「讀取儀器訊號輸出報表」，如圖 29 所示，於彈出之視窗中選擇欲重新計算之該筆檢測，即完成報表輸出。

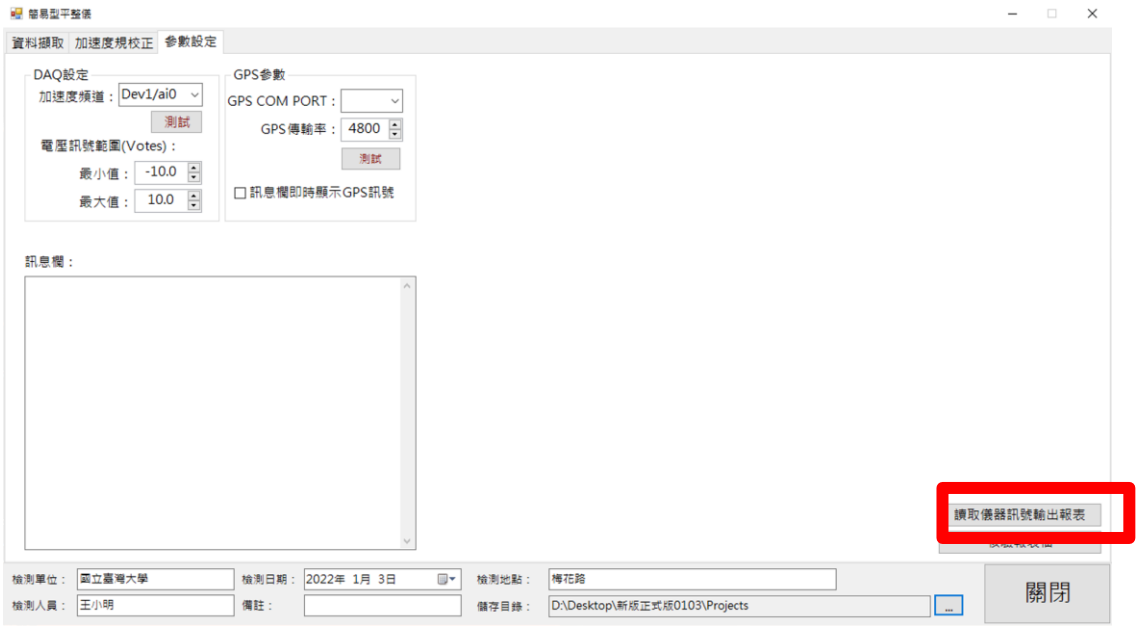


圖 29 按下「讀取儀器訊號輸出報表」，重新輸出檢測成果

2B.4 檢測檔案簡介

1. 按下「檢測結束」按鈕後，軟體將自動彈出該筆檢測之儲存資料夾，內容包含加密過之原始檢測檔「NIRaw」資料夾及檢測報告 PDF 檔之「報告」資料夾，如圖 30 所示。



圖 30 加密過之原始檢測檔「NIRaw」資料夾及檢測報告 PDF 檔之「報告」資料夾

2. 檔案儲存資料夾位置依序為「檢測地點」→「檢測時間」→「NIRaw」及「報告」。「檢測時間」命名方式為「西元年-月-日_時分秒」，如圖 31 所示，因此即使在檢測完成後馬上進行下一路段之檢測，無須擔心檔案遭覆蓋。



圖 31 「檢測時間」命名方式為「西元年-月-日_時分秒」

3. 檢測報告 PDF 檔命名方式為「路名_西元年-月-日-時-分-秒_檢測單位」，內容包含防偽浮水印、檢測單位、時間、人員、地點等基本資料，及檢測品質、檢測距離、AARI、速度等檢測成果，如圖 32 所示。檢測品質將顯示該次檢測速度未達 30 km/h 之區段百分比，而未達檢測速度之區段也將標註於下方表格之「附註」欄位。


檢測單位： 國立臺灣大學
檢測時間： 2022-01-03 12點58分54秒
檢測地點： 梅花路
檢測人員： 王小明
檢測品質： 本次檢測全部達檢測速度標準
備註： 無
等級圖例： -AARI量測範小於1.5 -AARI量測範1.5-3.5 -AARI量測範圍3.5-5 -AARI量範5-7 -AARI量測範圍大於7

Distance (m)	AARI	等級	Avg. Speed (kph)	S.D. Speed (kph)	Latitude	Longitude	附註
100	8.53		40.60	2.42	25.026588	121.534947	
200	7.87		41.53	0.81	25.027522	121.534835	
300	6.24		43.02	0.94	25.028317	121.53453	
400	4.70		43.16	0.56	25.02924	121.534182	

圖 32 檢測報告 PDF 檔內容

4. 本軟體 2.0 版輸出之報告 PDF 檔為經過加密處理的報表檔，無法於文件編輯器進行竄改，以確保提供檢測單位提交給管理單位的報告未經竄改。管理單位可透過「參數設定」分頁右下方之「核驗報表檔」按鈕（如圖 33 中紅色框所示），點擊後於彈出視窗選擇欲核驗的該

筆檢測報表，確認檢測單位提交之檢測報告是否軟體 2.0 版輸出之為未經修改之檔案核驗，通過核驗將顯示如圖 34 之視窗，核驗不通過則會彈出如圖 35 之視窗。

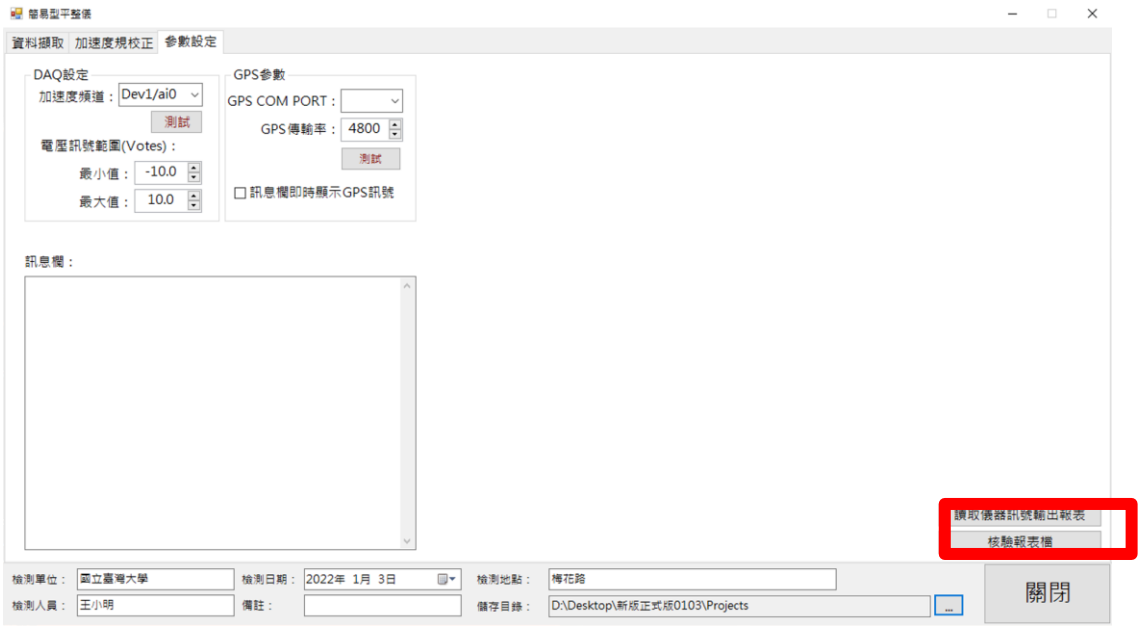


圖 33　「核驗報表檔」按鈕位置示意

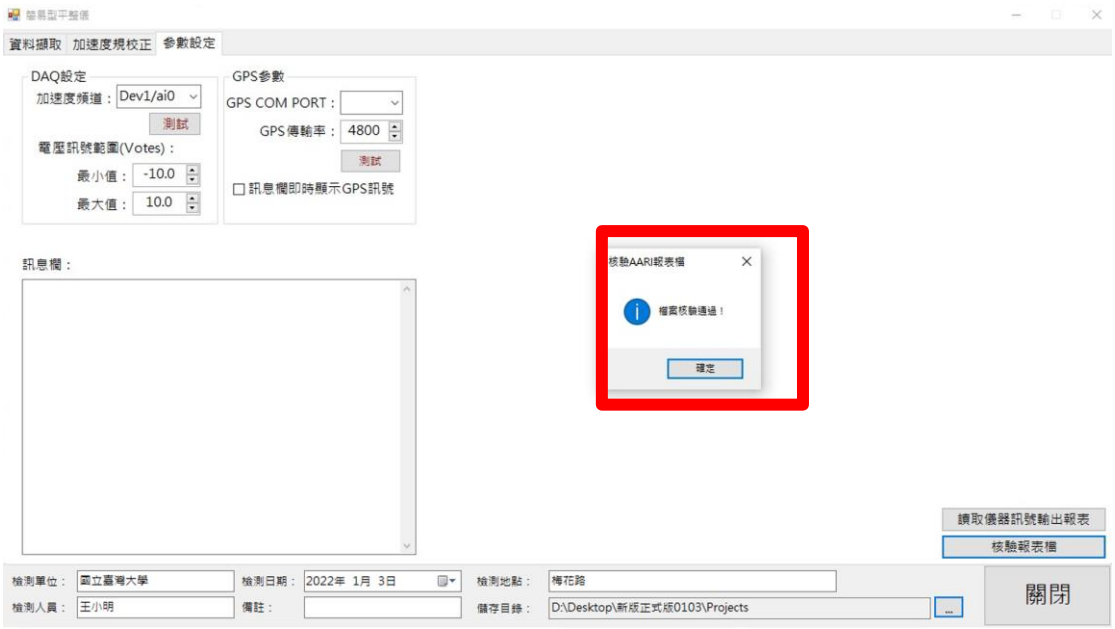


圖 34　報告檔為軟體 2.0 版輸出之加密報告檔時將彈出「檔案核驗通過！」之視窗

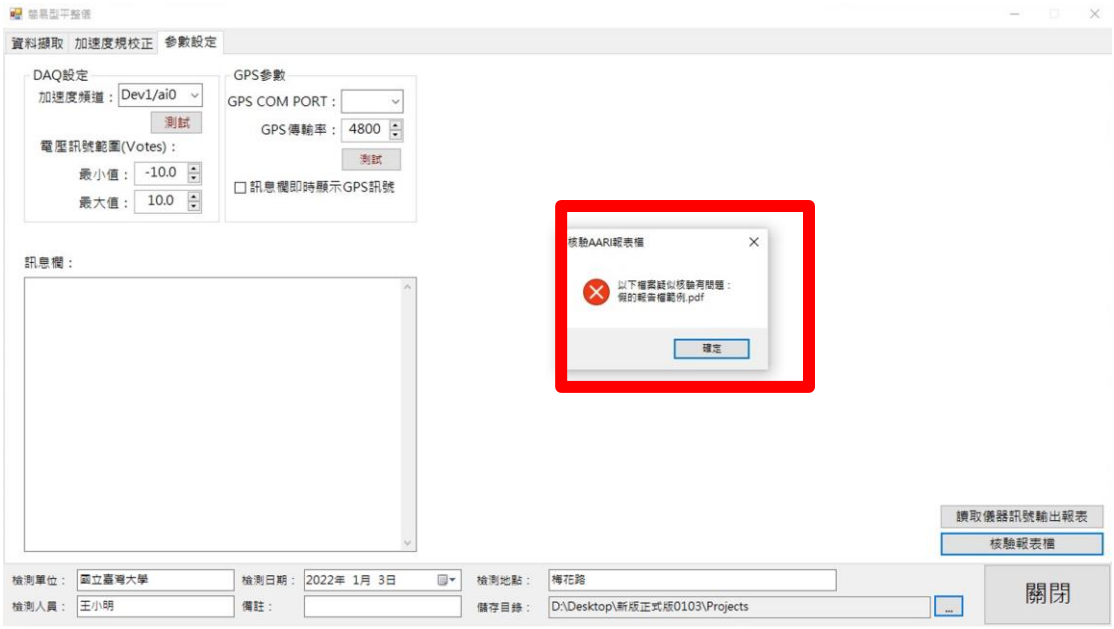


圖 35　報告檔非軟體 2.0 版輸出之加密報告檔時將彈出顯示錯誤之視窗

3. 檢測程序

在確定檢測日期與檢測路段後，可參照如圖 36 程序進行檢測，各部分對應說明如下。

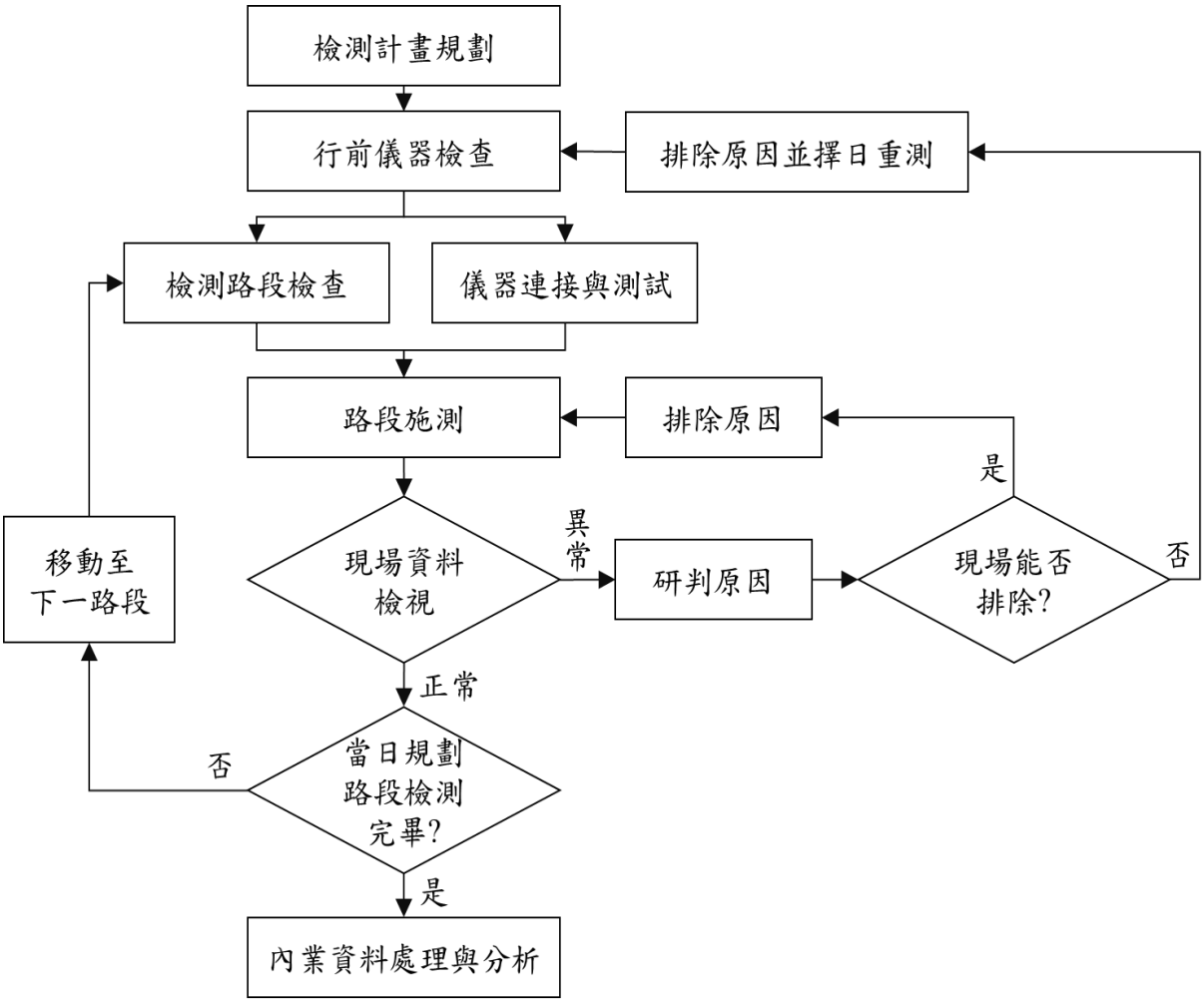


圖 36　簡易型平整儀檢測程序

1.檢測計畫規劃：針對擬檢測路網進行檢測計畫安排，應包括檢測時間、檢測路段起訖、檢測車道、人員安排等。其中檢測路段起訖應以車輛不進行轉向為原則，即不同路段建議切割為二筆數據，以避免轉向行為或轉向時之減速或加速影響檢測結果之正確性。

2.行前儀器檢查與校正：於檢測出發前先行確認儀器硬體與軟體狀況，並完成 2.3 節之儀器校正。

3. 現場檢查：抵達檢測路段後，可同步進行路段檢查以及儀器連接與測試

（如 2.4 節所述）。路段檢查時建議使用檢測時預計採行之車速及行駛狀態駕駛檢測車輛，並計算可通過之路口及檢測路段長度，盡量避免受交通號誌管制以及交織或穿越車流過多之干擾。

4. 路段施測：進行正式檢測，檢測時若有各類路況，包含被迫須變換車道、閃避車輛與路人、突發之減速、遇號誌管制、遇路口，以及人/手孔蓋、伸縮縫、減速標線或減速丘等所導致之跳動等，建議另行註記以利日後之資料判讀。

5. 現場資料檢視：於檢測時檢測人員應留意三個欄位之即時顯示資訊是否持續正常顯示，並於每一路段檢測後建議於離開前先行檢視資料，確認資料量並初步判讀數據。若資料正常則可進行下一個規劃路段的檢測，待全數路段完成檢測後即可結束當日施測作業。若資料有異常，請依 5.4 障礙排除建議處理，倘可於現場即行排除原因，則應於排除後重測；若無法現場排除，則須先行中斷當日檢測計畫，待原因排除後再行檢測。

6. 內業資料處理與分析：建議應於完成檢測後盡速進行資料處理與分析，以避免於分析後發現資料異常但路況可能已改變而無法重測之情況。

4. 檢測須知

本節說明檢測時須留意事項，包括人員人數與能力需求、檢測時之注意事項等。

4.1 人員人數與能力需求

使用簡易型平整儀檢測時人員建議須為固定專業人員，原則上由 1 名駕駛者及 1 名軟體操作人員組成。駕駛者建議選擇駕駛習慣較佳者擔任，且應熟悉檢測程序與 4.2 節所述之注意事項；軟體操作人員應熟悉簡易型平整儀之驗證、使用步驟與軟體操作，於檢測過程中除正確啟閉軟體外，亦須持續監控數據顯示，並具有判斷數據正、異常之能力。

4.2 注意事項

於檢測前與檢測時應遵循並留意下列事項，以確保檢測結果之正確。

1. 保持駕駛路徑（軌跡）：

(1) 於檢測前應先試跑確認路徑上是否有障礙物或干擾因素（如道路施工），並盡可能排除干擾，若無法排除應考慮更換檢測路徑（如選擇另一車道）或擇日再測。

(2) 檢測時應依循正常輪跡行駛，儘可能使左右輪距車道邊線距離相等，亦即保持車輛於車道中間，勿偏左或偏右行駛。

(3) 駕駛路徑應於檢測期間保持於待測車道內，不可故意閃躲避開坑洞及人手孔等致鋪面不平整之因素，若因突發情況須變換車道，應註記發生位置或時間，並視影響程度考慮重測。

2. 控制檢測車速：

(1) 於檢測期間應控制速度於 30kph 以上至不超過速限範圍，於檢測中不應低於 20kph。若遇彎道或其他突發情況為行車安全考量降低速限至 20kph 以下時，應註記發生位置或時間。

(2) 盡量保持平穩之速度變化，避免緊急煞車或猛起步。如遇號誌管

制而須煞停，應於路口前平緩減速，綠燈起步亦須平緩加速。

(3) 若因突發情況而緊急煞車，應註記發生位置或時間。

3. 確實完成行前準備：

(1) 檢查車輛胎壓為正常範圍（依車輛原廠建議胎壓）內，並應與整體檢測驗證（2.4.2 節）時所使用之胎壓相同。

(2) 完成簡易型平整儀校正，確認儀器能正常運作。

(3) 筆記型電腦完成充電（若有外接電源可免）。

(4) 規劃檢測計畫。

4. 特殊情況註記：註記目的為後續進行內業分析時得以判斷此處平整度變化是否受其他因素干擾而可能有誤，藉以評估該處是否與其他地點採用相同之處理方式（例如道路養護），建議可註記項目（不限於此）如下：

(1) 高差較明顯之人/手孔蓋；

(2) 車轍、坑洞或其他鋪面明顯破壞；

(3) 管挖後回填不佳處；

(4) 橋梁伸縮縫或橋台銜接處；

(5) 乘坐感受有明顯跳動或晃動，建議一併註記人員研判之可能原因。

5. 其他注意事項：

(1) 簡易型平整儀放置位置建議為副駕駛座前、儀表板上方平台，並於執行檢測前確認此放置位置之平整（水平傾角小於 10°）與空間充足（得以使簡易型平整儀完全置於其上，無懸空或傾斜情況）。若所使用車型無此空間或空間過小，建議可加裝支架平台，以利簡易型平整儀水平且穩固放置。

(2) 檢測時應確認前述放置位置之水平與穩固，且建議淨空儀器周邊，避免遭其他物品碰撞而影響檢測正確性。

5. 障礙排除

5.1 程式安裝時可能出現的問題

可能問題一、軟體來源（例如光碟）毀損，導致電腦無法正常讀取，建議重新獲取軟體。

可能問題二、軟體雖可下載或載入電腦，但無法安裝驅動程式，建議選擇軟體來源中之其他適用於電腦系統版本之驅動程式。

5.2 連接電腦時可能出現的問題

儀器連接時未正常啟動（電源顯示燈未亮）：建議排除步驟為：

1. 重新連接（同一或另一 USB 埠）或重新開啟電腦，看異常狀況是否排除，若否；
2. 連接至另一台電腦，確認是否為筆記型電腦 USB 埠問題，若仍未排除；
3. 更換其他簡易型平整儀或 GPS 以研判可能問題來源，或送原廠進行檢修。

5.3 校正時可能出現的問題

加速度規無法完成 2.3 節之校正，即於任何一種擺放狀態出現「error」訊號，無法得到線性迴歸式。請檢查有問題部分屬於平均值或標準差，並依下列方法調整。

1. 出現較大差距者為平均值：表示簡易型平整儀之擺放處可能非水平，建議改換擺放位置，必要時應使用可調水平之平台，於調整後重新校正。若調整為水平後仍有相同問題，則可能為組裝線路或加速度規有異，應送原廠檢修。
2. 出現較大差距者為標準差：須檢查或留意校正地點周邊是否有導致微小振動因素（如冷氣、持續發出低頻的馬達、大型車輛通過），因工業用加速度規甚為敏感，此等振動皆可能影響校正結果。若此振動可以排除（例如為臨時性因素），則待振動排除後再行校正；若無法排除則須改換地

點再行校正。若確認已無環境振動後仍有相同問題，則可能為組裝線路或加速度規有異，應送原廠檢修。

5.4 檢測時可能出現的問題

在檢測過程中，檢測人員須隨時關注檢測程式之狀態，觀察車速、經緯度、加速度值是否正確顯示且處於合理範圍。檢測過程中可能出現的異常情況與處理建議如下。

1. 加速度規或 GPS 異常，無法開始檢測：
   (1) 加速度規異常：須送原廠檢修。
   (2) GPS 異常：可先更換地點確認是否為遮蔽影響，若否建議更換 GPS。
2. 開始檢測後加速度讀值未顯示：可能是線路連接不良，建議重新連接。
3. 經緯度或速度顯示為零或持續不變：
   (1) 請先檢查接線是否穩妥，或重新連接線路；
   (2) 當陰天雲層較厚或遮蔽較嚴重時，可能會遮蔽衛星致使無法收到 GPS 訊號，若為天候問題建議改天再進行檢測，若為局部遮蔽（如高樓）可嘗試移動檢測起點位置。
3. 經緯度或速度短暫異常：檢測過程中部分時刻經緯度數據顯示為零或幾秒內不改變，代表 GPS 訊號中斷，此情況在資料分析軟體中將根據線形內插之方法對遺失資料進行補足，但若此情況持續 5 秒以上，則該路段需重新測量。
4. 數值過大或過小：
   (1) 雖超出常見範圍，但與路況相符：例如乘坐感受舒適時得到非常小的數值，或乘坐感受不舒適時出現非常大的數值，此可能為正常情況，無須調整，但於同天檢測中可留意其他路段的數值變化。
   (2) 偶發出現的數值異常：如 AARI 數值過大，或速度與實際檢測車

速有極大差異，則可能是加速度規或 GPS 異常（一般而言以 GPS 出現異常機率較大），建議檢查其他區段數值，若其他區段數值正常，表示很可能為局部之 GPS 訊號問題，可考慮重測有問題的路段；若其他區段數值亦有問題，建議重新校正以確認是否為加速度規問題，若重新校正無誤，則應可再行檢測。

附錄 1：儀器專利

簡易型平整儀已取得中華民國新型專利，專利編號為第 M538518 號，有效專利權為民國 105 年 11 月 16 日至民國 2026 年 11 月 15 日止。擬製造、販賣本儀器者應向專利權所有人（內政部營建署）提出授權申請。

「簡易型道路平整度檢測裝置」之專利範圍包含下列四項：

一、一種簡易型道路平整度檢測裝置，包括有：

1. 一資料擷取主機，用以擷取數據資料；
2. 一加速度感測單元，容置於一外殼體內，電連接該資料擷取主機，用以偵測因路面起伏而產生之振動幅度變化量；
3. 一全球定位系統接收模組，電連接該資料擷取主機，用以提供該車輛之定位座標資料；
4. 一資料分析主機，電連接該資料擷取主機，藉由後端處理程式進行檢測資料的處理與分析。

二、如申請專利範圍第一項所述之簡易型道路平整度檢測裝置，其中，該外殼體包括一卡槽，使該全球定位系統接收模組可卡合於該外殼體上。

三、如申請專利範圍第一項所述之簡易型道路平整度檢測裝置，其中，該資料擷取主機包括有一資料擷取介面卡。

四、如申請專利範圍第一項所述之簡易型道路平整度檢測裝置，其中，該加速度感測單元係為單軸加速度感測器。

附錄 2：設備規格

一、　加速度規

簡易型平整儀採用單軸加速度規做為主要量測工具，用以量測車輛行駛於道路上時受鋪面起伏而產生之垂直向加速度。此為簡易型平整儀最關鍵之設備，於選擇加速度規時主要比較其規格差異之量測範圍、頻率響應範圍、敏感度、非線性度、雜訊、輸入電壓、操作溫度等項目，其中應用於簡易型平整儀時，使用者選用硬體設備時應特別注意各項因素之差異，並選用適合之設備，茲將各項因素之意涵與選用建議說明如下。

1. 量測範圍係指該顆加速度規所可量得之加速度值範圍，以重力加速度（G）為單位，量測範圍越大的加速度規表示可量測到更大幅度的振動，考量因道路不平整所產生之車輛震動範圍，建議採用至少±4G 範圍。
2. 頻率響應範圍為加速度規可以測得之頻率範圍，單位為赫茲（Hz，即為每秒量測次數）。應用於道路檢測時採用低頻加速度規即可反映道路之起伏振動，建議組裝簡易型平整儀之加速度規的響應頻率應包含 0~400Hz 之範圍，且不應超出過多，即應確保此範圍為最主要之量測範圍。
3. 擷取頻率為加速度規測量時之數據紀錄頻率，單位亦為赫茲。若頻率越高則可得越精細的結果，但最終擷取頻率不僅考量加速度規定，亦須配合資料擷取主機，若頻率設定過高，將造成資料量增加，於連續檢測時恐因資料儲存時間而中斷檢測或使資料處理速度降低而導致資料延遲，因此二者須互相搭配。於設定取樣頻率時，應考慮道路環境之一般車速範圍之精度要求，例如以市區道路 50kph 時速估算，每秒約行進 14 公尺，若以 1Hz 取樣頻率檢測時，每 14 公尺方蒐集一筆資料，對於評估平整度甚為不足，除此之外，根據取樣定理，取樣頻率必須大於被取樣訊號頻寬的兩倍，依據前項建議響應頻率為 0~400Hz，故選用之取樣頻率應以 800Hz 以上為宜。

4. 加速度規的靈敏度即為解析度，係與加速度規之量測範圍及輸出電壓有關，靈敏度愈高代表解析度愈高，即可以獲得精度愈高之加速度資料。
5. 非線性度為加速度規的準確度，以量測範圍的百分比表示，非線性度愈小即代表獲得之誤差越小。
6. 輸入電壓則為加速度規所需之電力供應電壓，若透過擷取卡經由電腦 USB 進行直接供電，應留意其電壓是否充足。若電壓輸入規格超出電腦可供電範圍，則應添加外部供電系統，以使加速度規正常運作。
7. 操作溫度：即加速度規可正常操作之容許溫度範圍。此操作溫度須考量實際操作情況決定，若擬於日間實施檢測，由於簡易型平整儀須放置於車內進行檢測，尤其因放置位置為車前儀表板上方平臺時，將受陽光直接照射，雖開啟空調仍處於相對較高溫狀態，因此其操作溫度應足可負荷夏日車內高溫環境。但若於夜間施測，則可較不考慮操作溫度限制。此外，雖已選擇操作溫度得以負荷高溫環境之加速度規，仍不建議於非檢測時將設備留置於車內，以降低設備損壞機率。

整理加速度規建議規格如表 1 所示，可供後續組裝選用。

表 1　簡易型平整儀加速度規建議規格

量測範圍	± 4G
頻率響應範圍	0 ~ 400 Hz
靈敏度	800 mV/g
非線性度	0.15 % of 10g
輸入電壓	5 V （此電壓可由電腦直接供電）
0 G 輸出電壓	0 V
輸出電壓範圍	±4 V
操作溫度	包含 0°~ 60°C 範圍

二、　GPS 接收模組

GPS 接收模組之功能為判斷檢測位置之經緯度座標及行車速度，應用於簡易型平整儀使用環境與目的，GPS 之精度小於三公尺即已符合需求。同

時其接收頻率亦為選擇時應考量因素，因車行軌跡具有連續性，故其頻率可較加速度規為低。目前市面上販售的 GPS 接收模組的接收頻率大約為 1Hz 到 10Hz 不等，以 1Hz 的更新頻率而言，若同樣以每小時 50 公里的行車速度計算，即約每 14 公尺系統可獲取一筆 GPS 座標以及速度資料，此一資料產出密度已足以供道路檢測使用，而且必要時距離（座標）可以內插計算。建議 GPS 接收模組規格如表 2 所示。

表 2　簡易型平整儀 GPS 建議規格

定位精度下限	位置：3 公尺 速度：0.1 公尺/sec
更新頻率	1Hz （1 筆/秒）以上
工作溫度	包含 0°~ 60°C 範圍

三、　資料擷取主機

資料擷取主機之主要功能為將類比（analog）訊號轉換為數位（digital）訊號，並將其傳入資料分析主機中進行後續分析。簡易型平整儀之資料擷取主機功能即為將加速度規所蒐集的加速度資料與 GPS 接收模組的座標及時間資料，傳輸至電腦中進行數據分析。可採用資料擷取介面卡（Data acquisition, DAQ），其包括訊號處理（signal processing）、類比數位轉換器（analog-to-digital transducer）及微電腦匯流排（microcomputer bus）等元件。

簡易型平整儀使用者問卷調查結果(共 16 份有效回覆)

問題一:單位所屬類型、購入時間與使用現況

編號	所屬單位	何時購入此硬體設備 (ex: 2021 年 3 月)	請問現今是否有繼續使用本設備呢?	過去一年內的使用/檢測頻率	單次出行檢測之平均里程數
1	顧問公司	2019 年 7 月	是	平均每月使用 1 次以下	2 - 5 公里
2	營造廠商	2017 年 9 月	是	平均每月使用 5 次以上	10 公里以上
3	顧問公司	2020 年 4 月	是	平均每月使用 1 - 5 次	5 - 10 公里
4	政府單位	2019 年 5 月	是	平均每月使用 1 次以下	5 - 10 公里
5	政府單位	2021 年 1 月	是	平均每月使用 1 - 5 次	2 - 5 公里
6	學術單位	2020 年 11 月	是	平均每季使用 1 - 5 次	10 公里以上
7	顧問公司	110 年 6 月	是	平均每月使用 5 次以上	10 公里以上
8	學術單位	2021 年 10 月	是	平均每月使用 1 次以下	10 公里以上
9	政府單位	2019 年 8 月	是	平均每月使用 1 - 5 次	2 - 5 公里
10	顧問公司	2021 年 9 月	是	平均每月使用 1 次以下	5 - 10 公里
11	顧問公司	2021 年 9 月	是	平均每月使用 1 次以下	5 - 10 公里
12	顧問公司	2020 年 7 月	是	平均每月使用 1 - 5 次	2 公里以內
13	營造廠商	2020	是	平均每月使用 1 - 5 次	10 公里以上
14	顧問公司	2019	是	平均每月使用 1 - 5 次	5 - 10 公里
15	顧問公司	2020 年 1 月	是	平均每月使用 1 次以下	5 - 10 公里
16	顧問公司	2019 年 8 月	是	平均每月使用 1 - 5 次	10 公里以上

分析:均持續使用，平均每月使用 1 次以下者居最大多數，其次為每月 1-5 次及五次以上。

問題二: 檢測道路類型及使用經驗

編號	最主要檢測道路的類型（可複選）	在過往的使用經驗中，本設備對於道路平坦度資訊提供是否有幫助 ？
1	市區巷道, 一般道路	有幫助
2	市區主幹道, 市區巷道, 縣道, 省道	非常有幫助
3	市區主幹道, 市區巷道, 縣道	有幫助
4	市區主幹道, 市區巷道, 村里聯絡道路	有幫助
5	高 / 快速道路	非常有幫助
6	市區主幹道, 市區巷道, 縣道, 鄉道	非常有幫助
7	市區主幹道, 縣道	非常有幫助
8	市區主幹道, 市區巷道	有幫助
9	市區主幹道, 市區巷道	有幫助
10	市區主幹道, 市區巷道, 縣道	非常有幫助
11	市區主幹道, 市區巷道	非常有幫助
12	市區主幹道	非常有幫助
13	市區主幹道, 市區巷道, 縣道, 省道	有幫助
14	市區主幹道, 縣道	非常有幫助
15	市區主幹道, 縣道	有幫助
16	市區主幹道, 市區巷道, 縣道	有幫助

分析:於 16 份問卷中有 15 份均為檢測市區主幹道與巷道；僅有一政府單位購置設備以檢測高/快速道路為主；且全數問卷均認為本設備對於道路平坦度資訊提供（非常）有幫助。

問題三:使用上曾遇過的問題

編號	在校正或檢測時，您曾遇過哪些問題?（可複選）
1	軟體操作界面可再改善
2	無法接收數據，例如:GPS 有時不穩定、檢測距離不正確, 加速度規之校正無法通過
3	無法接收數據，例如:GPS 有時不穩定、檢測距離不正確, 加速度規之校正無法通過
4	沒有任何問題
5	無法接收數據，例如:GPS 有時不穩定、檢測距離不正確
6	沒有任何問題
7	沒有任何問題
8	沒有任何問題
9	沒有任何問題
10	沒有任何問題
11	無法接收數據，例如:GPS 有時不穩定、檢測距離不正確
12	沒有任何問題
13	無法接收數據，例如:GPS 有時不穩定、檢測距離不正確
14	無法接收數據，例如:GPS 有時不穩定、檢測距離不正確, 加速度規之校正無法通過
15	沒有任何問題
16	加速度規之校正無法通過

分析:半數使用單位未遇到任何使用上的問題；曾遇問題者以 GPS 接收訊號為主，致使檢測距離計算不正確，其次為加速度規之校正無法通過,此與校正之擺放位置的水平性有關,若非校正位置傾斜及不平整等因素,需聯絡儀器廠商確認其穩定性，此點亦凸顯本設備對於檢測結果之保障，若未設計校正程序或使用者未落實，則可能隱藏設備實未獲得正確結果之可能性。

問題四:檢測車輛廠牌型號

編號	檢測時曾放置在何種車廠牌車型上 (例如: 車廠牌-Toyota，車型-Sienta)，可填多輛不同廠牌型號
1	現代 Santa Fe
2	中華三菱 A180
3	Toyota VIOS、Honda 喜美 9
4	Mitsubishi Outlander
5	現代 Santa Fe、福斯 Sportline
6	Nissan Tiida
7	TOYOTA
8	Toyota Tercel、三菱得利卡
9	Toyota INNOVA
10	Ford Escape
11	福斯 Passat
12	Toyota Rav4 、Nissan March
13	中華
14	Toyota
15	MITSUBISHI
16	Toyota

分析:採用車型為小自客與休旅車約為各半，也有少數採用輕型貨車。

問題五:是否有不同檢測車型的差異經驗

編號	是否在使用不同車型進行檢測而發現其中之差異?	使用上的心得，給設計者及製造者的建議
1	只使用過一種車型進行檢測	
2	是	
3	是	分析程式速度慢 擷取程式無法立即分辨該路段是否可測設
4	否	無
5	是	
6	只使用過一種車型進行檢測	暫時沒有
7	否	
8	否	
9	只使用過一種車型進行檢測	1、建議可以整合資料擷取介面及資料分析介面。2、輸入及輸出資料夾，建議改為不須特定名稱(讓使用者自行指定)。
10	只使用過一種車型進行檢測	無
11	只使用過一種車型進行檢測	無
12	是	操作介面按鍵太小、常因車輛震動造成滑鼠隨意移動、無法及時準確按下
13	是	
14	只使用過一種車型進行檢測	數據分析有時有誤差
15	只使用過一種車型進行檢測	介面親和性的改善
16	否	

分析:有 7 位回應只使用過一種車型，有 4 位或許使用過不只一種車型但未發現車型在檢測上差異，5 位覺得有差異。車型差異之狀況，已於本期計畫中獲得改善。按鍵太小及介面親和性之問題亦已於軟體 2.0 版中改進。

“場次1 第一頁”

內政部營建署「簡易型平整儀檢測教育訓練」場次 1 簽到表

時間：109 年 12 月 1 日（二）

地點：臺灣大學土木系舊館樓 203 室（台北市羅斯福路四段 1 號）

單位機關	職稱	姓名	簽到	簽退
內政部營建署	工務員	簡佑鈞	簡佑鈞	簡佑鈞
內政部營建署道路組	課長	詹加欣	詹加欣	
新北市政府養護工程處	專員	許淑聖	許淑聖	許淑聖
新北市政府養護工程處	助理工程員	曾繹豪		
新北市政府養護工程處		劉惠文		
新北市八里區公所	僱員	劉美妙	劉美妙	
新北市土城區公所	技士	雷聖祥	雷聖祥	雷聖祥
新北市板橋區公所	技士	周育昀	周育昀	
新北市板橋區公所	技士	陳心硯	陳心硯	
新北市金山區公所	約僱人員	孫經威	孫經威	
新北市新店區公所		楊朝凱		
新北市新莊區公所	技士	涂亦峻	涂亦峻	涂亦峻
新北市新莊區公所工務課	技士	廖乃慧	廖乃慧	廖乃慧
新北市新莊區公所工務課	技士	廖志隆	廖志隆	✓ 16:00離開
新北市瑞芳區公所	技士	彭俊文	彭俊文	
新北市瑞芳區公所	技士	童慕文	童慕文	童慕文
新北市萬里區公所	課長	林雨寰	林雨寰	林雨寰

內政部營建署「簡易型平整儀檢測教育訓練」場次 1 簽到表

時間：109 年 12 月 1 日（二）

地點：臺灣大學土木系舊館樓 203 室（台北市羅斯福路四段 1 號）

單位機關	職稱	姓名	簽到	簽退
基隆市政府工務處	技士	黃文洋	黃文洋	
基隆市政府公有建築科	技士	關允斌	關允斌	關允斌
宜蘭縣五結鄉公所		康柏文		
宜蘭縣冬山鄉公所	技士	郭思宏	郭思宏	郭思宏
宜蘭縣冬山鄉公所	課長	游以民	游以民	游以民
宜蘭縣冬山鄉公所	技術員	賴志韋	賴志韋	賴志韋
宜蘭縣羅東鎮公所	約僱人員	吳秀文	吳秀文	吳秀文
宜蘭縣蘇澳鎮公所	技佐	吳尚謙		
新竹市政府	工程師	施秉宏	施秉宏	施秉宏
新竹市政府	技士	賴傳詠	賴傳詠	賴傳詠
苗栗縣政府	工程助理員	陳政壕	陳政壕	陳政壕
苗栗縣政府工務處養護科	代理技士	林彥宇	林彥宇	林彥宇
臺中市政府建設局道路管理科	幫工程司	曾曉亘	曾曉亘	曾曉亘
臺中市大里區公所	技士	林建穎	林建穎	林建穎
臺中市大雅區公所	技士	康芳慈	康芳慈	康芳慈
臺中市北屯區公所	技佐	薛明彥		
臺中市豐原區公所	技士	周文政	周文政	周文政

內政部營建署「簡易型平整儀檢測教育訓練」場次 1 簽到表

時間：109 年 12 月 1 日（二）

地點：臺灣大學土木系舊館樓 203 室（台北市羅斯福路四段 1 號）

單位機關	職稱	姓名	簽到	簽退
彰化縣政府工務處道路管理科	臨時約僱人員	林育聖		
彰化縣線西鄉公所		黃聖順		
雲林縣二崙鄉公所	課員	劉忠侖		
雲林縣大埤鄉公所	技士	李奇績	李奇績	李奇績
雲林縣元長鄉公所	技士	田承霖	田承霖	田承霖
雲林縣水林鄉公所	臨時人員	李淑芬	李淑芬	李淑芬
雲林縣水林鄉公所	臨時人員	李雪煌	李雪煌	李雪煌
雲林縣水林鄉公所	技佐	黃合詔	黃合詔	黃合詔
雲林縣水林鄉公所		楊雅婷	楊雅婷	楊雅婷
雲林縣水林鄉公所	技士	蘇裕評	蘇裕評	蘇裕評
雲林縣四湖鄉公所	技士	陳慶和	陳慶和	陳慶和
雲林縣虎尾鎮公所	課員	許臨雲		
雲林縣褒忠鄉公所	約聘人員	張小燕	張小燕	張小燕
雲林縣褒忠鄉公所	課員	~~劉德賢~~	丁康弘	丁康弘
臺南市政府工務局	副工程司	謝明宏	謝明宏	謝明宏
屏東縣政府工務處	定雇人員	尤延		
澎湖縣政府	技士	洪照旂	洪照旂	洪照旂

“場次1 第四頁”

內政部營建署「簡易型平整儀檢測教育訓練」場次 1 簽到表

時間：109 年 12 月 1 日（二）

地點：臺灣大學土木系舊館樓 203 室（台北市羅斯福路四段 1 號）

單位機關	職稱	姓名	簽到	簽退
內政部營建署	幫工程司	柯致正	柯致正	
雲林縣水林鄉公所	技士	黃品誠	黃品誠	黃品誠
			共42位學員出席	

“場次2 第一頁”

內政部營建署「簡易型平整儀檢測教育訓練」場次 2 簽到表

時間：110 年 1 月 12 日（二）

地點：臺灣大學土木系舊館樓 203 室（台北市羅斯福路四段 1 號）

單位機關	職稱	姓名	簽到	簽退
內政部營建署	工務員	陳慧玲 TA=006 P=37	陳慧玲	陳慧玲
內政部營建署	副總工程司	陳志偉	陳志偉	陳志偉
營建署道路工程組	副隊長	詹加欣		
營建署北區工程處	督導工程師	黃詩弦	黃詩弦	黃詩弦
桃園市政府養護工程處	副工程司	黃昱穎	黃昱穎	黃昱穎
桃園市政府養護工程處	副工程司	蘇晉陞		
桃園養工處	隊長	蕭宗璿		
桃園養護工程處	工程員	劉懷澤	劉懷澤	劉懷澤
新北市金山區公所	約僱人員	孫經威	孫經威	
新北市八里區公所		劉冠賢	劉冠賢	劉冠賢
新北市坪林區公所	技士	鄭友勝		
新北市烏來區公所		李明隆	李明隆	李明隆
新北市蘆洲區公所	技士	黃育洲	黃育洲	黃育洲
新北市蘆洲區公所	課長	楊博翔	楊博翔	楊博翔
新北市鶯歌區公所		廖中正		
雲林縣二崙鄉公所	課員	劉忠侖	劉忠侖	劉忠侖
雲林縣土庫鎮公所	技士	周建璋	周建璋	周建璋

內政部營建署「簡易型平整儀檢測教育訓練」場次 2 簽到表

時間：110 年 1 月 12 日（二）

地點：臺灣大學土木系舊館樓 203 室（台北市羅斯福路四段 1 號）

單位機關	職稱	姓名	簽到	簽退
宜蘭縣南澳鄉公所	約僱人員	莊志華		
宜蘭縣南澳鄉公所	技工	陳大慶		
宜蘭縣南澳鄉公所	臨時技術員	莊哲寧		
宜蘭縣員山鄉公所	技佐	李承哲		
宜蘭縣五結鄉公所	約僱人員	郭政安		
金門縣金城鎮公所	約用人員	蔡宗儒		
金門縣金寧鄉公所	約用人員	洪羽宸		
金門縣金寧鄉公所	專案約用	郭怡欣		
屏東縣枋寮鄉公所	技士	劉昌宇		
苗栗縣政府		蔡元博		
苗栗縣政府工務處	技士	蕭光勛		
苗栗縣頭份市公所	技士	翁慕涵		
嘉義市政府工務處	技士	涂寶傑		
嘉義縣政府	技士	黃建彰		
臺東縣太麻里鄉公所	技士	葉文欽		
臺東縣政府	技士	阮彙美		
臺東縣政府建設處土木科	約僱	尤盈喻		

“場次2 第三頁”

內政部營建署「簡易型平整儀檢測教育訓練」場次 2 簽到表

時間：110 年 1 月 12 日（二）

地點：臺灣大學土木系舊館樓 203 室（台北市羅斯福路四段 1 號）

單位機關	職稱	姓名	簽到	簽退
昱城工程顧問有限公司		陳盈蓁	陳盈蓁	陳盈蓁
虹橋工程顧問有限公司		彭永光	彭永光	彭永光
家凱營造有限公司	工務經理	陳桂芬	陳桂芬	陳桂芬
雲橋工程技術顧問有限公司	測試工程師	周廉明	周廉明	周廉明
臺灣鑽基工程顧問有限公司	工程師	陳彥同	陳彥同	陳彥同
儀衡工程技術顧問股份有限公司	專案經理	陳弘章	陳弘章	陳弘章
			共29位學員出席	

簡易型平整儀檢測教育訓練

“場次3 第一頁”

110年12月1日　9:00~17:00

編號	單位	姓名	簽到	簽退
1	台創工程技術顧問有限公司	洪懋澍		
2	台創工程技術顧問有限公司	陳祈毓		
3	台灣檢驗科技股份有限公司	曾柏諺		
4	立向營造有限公司	李東輝		
5	立向營造有限公司	施亞彣		
6	和鑫工持顧問股份有限公司	張坤棋		
7	宜蘭縣羅東鎮公所	吳秀文		
8	屏東縣九如鄉公所	陳信霖		
9	高雄市政府工務局新建工程處	蔡旻諺		
10	陸輝瀝青股份有限公司	張致嘉		
11	陸輝瀝青股份有限公司	湯濰		
12	新工處第五分隊	黃星誠		
13	新工處養護工程隊第四分隊	王駿晟		
14	新北市政府養護工程處	王品傑		
15	新竹市政府工務處	曾嘉文		
16	嘉義市政府養護工程科	高以庭		
17	磐碩營造股份有限公司	邹佳琪		
18	磐碩營造股份有限公司	羅佩丰		
19	磐碩營造股份有限公司	黃硯楷		
20				

簡易型平整儀檢測教育訓練

“場次3 第二頁”

110年12月1日　9:00~17:00

編號	單位	姓名	簽到	簽退
1	內政部營建署	詹加欣		
2	內政部營建署	柯致正	柯致正	柯致正
3	內政部營建署	蔡瀚陞	蔡瀚陞	蔡瀚陞
4				
5				
6			共15位學員出席	
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				

“場次3 第三頁”

「鋪面平整度品質提升精進計畫」教育訓練—第三場次
時間：中華民國110年12月1日(星期三) 9 時 至 17 時
(線上出席情況)

編號	單位	姓名	簽退	一簽到	二簽到	三簽到	四簽到	*(全勤)且須公務人員登錄時數者*
1	聖東營造股份有限公司	李宗憲			☑			
2	宜蘭縣政府交通處	周盛偉		☑	☑	☑	☑	
3	臺中市中區區公所	邱晟愷	☑	☑	☑	☑	☑	☑
4	臺中市西屯區公所	房哲宇	☑	☑			☑	未全勤
5	臺中市西區區公所	黃敬雅	☑	☑	☑	☑	☑	☑
6	新竹縣竹北市公所	蔡坤志	☑	☑	☑	☑	☑	☑
7	內政部營建署中區工程處	許力心	☑	☑	☑	☑	☑	☑
8	遠盟材料檢驗有限公司	王譯鋒	☑	☑	☑	☑	☑	
9	黃敏修土木技師事務所	周鴻恩	☑	☑	☑	☑	☑	
10	金門縣金沙鎮公所	林忠佑	☑	☑	☑	☑	☑	☑
11	中區工程處 道中隊	陳忻妤	☑	☑	☑	☑	☑	☑
12	苗栗縣後龍鎮公所	高喻璿	☑	☑	☑	☑	☑	☑
13	連宏工程技術顧問有限公司	余竑言	☑	☑	☑	☑	☑	☑
14	源隆技術顧問有限公司	湯華鈴	☑	☑	☑	☑	☑	
15	立向營造有限公司	劉慧君	☑	☑	☑	☑	☑	
16	佰城工程顧問股份有限公司	陳宏龍	☑	☑	☑	☑	☑	☑
17	中華環境檢測股份有限公司	洪博浚	☑	☑	☑	☑	☑	
18	神緯	叢培復	☑	☑	☑	☑	☑	
19	土水工程顧問有限公司	詹浩儀	☑	☑	☑	☑	☑	
20	惇陽工程顧問有限公司	陳鄉棣	☑	☑	☑	☑	☑	
21	中區工程處道中隊	任佑禹	☑	☑	☑	☑	☑	
22	立向營造有限公司	李東輝	☑	☑	☑	☑	☑	
23	屏東縣新園鄉公所	劉志鋒		☑	☑			未全勤

共23位學員出席，有2位學員上線時間未過一半。

「鋪面平整度品質提升精進計畫」教育訓練—第四場次

時間：中華民國110年12月24日(星期五) 9 時 至 17 時

“場次4 第一頁”

地點：台北市大安區羅斯福路四段一號臺灣大學土木工程學系館 203室

編號	單位	姓名	簽到	簽退
1	苗栗縣頭屋鄉公所	劉仲豪	劉仲豪	劉仲豪
2	金門縣金沙鎮公所	盧佩詠	盧佩詠	盧佩詠
3	宜蘭縣員山鄉所	李承哲	李承哲	李承哲
4	新北市新店區公所工務課	嚴耀湘	嚴耀湘	嚴耀湘
5	新北市蘆洲區公所	蕭惠凌	蕭惠凌	蕭惠凌
6	苗栗縣政府	劉劼彥	劉劼彥	劉劼彥
7	苗栗縣政府	胡子凡	胡子凡	胡子凡
8	新北市新店區公所	王保羅		
9	新北市石碇區公所	張依倩		
10	基隆市政府工務處	關允斌		
11	綠島鄉公所	陳博峰	陳博峰	陳博峰
12	宜蘭縣羅東鎮公所	吳秀文		
13	新北市土城區公所	蘇慧嫻	蘇慧嫻	蘇慧嫻
14	新北市政府養護工程處	劉穎叡	劉穎叡	劉穎叡
15	新北市坪林區公所	陳炳翰	陳炳翰	陳炳翰

「鋪面平整度品質提升精進計畫」教育訓練—第四場次

時間：中華民國110年12月24日(星期五) 9 時 至 17 時

“場次4 第二頁”

地點：台北市大安區羅斯福路四段一號臺灣大學土木工程學系館 203室

編號	單位	姓名	簽到	簽退
16	新北市坪林區公所	洪志忠		
17	新北市坪林區公所	蔡宙耕		
18	新北市汐止區公所	石仲維		
19	新北市汐止區公所	陳世閔		
20	新北市汐止區公所	彭櫳漢		
21	彰化縣員林市公所	陳郁民	陳郁民	陳郁民
22	彰化縣員林市公所	黃聖詠	黃聖詠	黃聖詠
23	新北市中和區公所	劉彥志		
24	新北市政府養護工程處	廖澤禎	廖澤禎	廖澤禎
25	新北市永和區公所	魏士淵	魏士淵	魏士淵
26	新北市林口區公所	游安頡		
27	新北市中和區公所	楊勝評		
28				
29			共15位學員出席	
30				

“場次4 第三頁”

「鋪面平整度品質提升精進計畫」教育訓練—第四場次
時間：中華民國110年12月24日(星期五) 9 時 至 17 時
(線上出席情況)

編號	單位	姓名	簽退	一簽到	二簽到	三簽到	四簽到	*(全勤)且須公務人員登錄時數者*
1	新向榮工程顧問有限公司	徐圳凱	☑	☑	☑	☑	☑	
2	嘉義縣政府	葉駿宏	☑	☑		☑	☑	未全勤
3	土水工程顧問有限公司	陳建智	☑	☑	☑		☑	
4	宜蘭縣蘇澳鎮公所	邱柏瑜	☑	☑	☑	☑	☑	☑
5	金門縣政府	蔡美欣	☑	☑				未全勤
6	屏東縣長治鄉公所	趙智偉	☑	☑	☑	☑	☑	☑
7	後龍鎮公所	林意騰	☑	☑	☑	☑	☑	☑
8	後龍鎮公所建設課	周哲銘	☑	☑	☑	☑	☑	☑
9	苗栗縣三義鄉公所	徐韻惠	☑	☑	☑	☑	☑	☑
10	苗栗縣三義鄉公所建設課	王韋凱	☑	☑	☑	☑	☑	☑
11	高雄市阿蓮區公所	鐘博暉	☑	☑	☑	☑	☑	☑
12	新北市瑞芳區公所	施建維	☑	☑	☑			未全勤
13	新光工程	黃毓晴	☑	☑	☑	☑	☑	
14	嘉義縣大林鎮公所	黃品彰	☑	☑	☑	☑	☑	☑
15	彰化縣秀水鄉公所	鍾婷丞	☑	☑	☑	☑	☑	☑
16	鈺盛工程顧問有限公司	林啟銘	☑	☑	☑	☑	☑	
17	鈺盛工程顧問有限公司	蔡政緯	☑	☑	☑	☑	☑	
18	鈺盛工程顧問有限公司	陳靜璇	☑	☑	☑	☑	☑	
19	鈺盛工程顧問有限公司	李沄蔚	☑	☑	☑	☑	☑	
20	鈺盛工程顧問有限公司	蕭楚駿	☑	☑	☑	☑	☑	
21	鈺盛工程顧問有限公司	高碧穗	☑	☑	☑	☑	☑	☑
22	鈺盛工程顧問有限公司	陳麒文		☑	☑	☑	☑	
23	三星鄉公所	鄭亦珊		☑	☑	☑	☑	

共23位學員出席，有1位學員上線時間未過一半。

此為場次1、2所使用之課前問卷



簡易型平整儀檢測教育訓練-課前問卷

一、基本資料與鋪面管理經驗

*必填

請問您從事鋪面或土木工程相關工作的年資約多久? *

- 第1年
- 5年內
- 6~10年
- 11~15年
- 15年以上

請問您的單位是? *

- 縣(市)政府所屬單位
- 鄉鎮市公所
- 工程顧問公司、工程科技公司、工程公司、營造廠等
- 學校或研究機構
- 其他:

請問您是第幾次參加簡易型平整儀相關教育訓練課程? *

- ○ 第1次
- ○ 第2次
- ○ 第3次以上

請問您平常的工作是否為鋪面養護管理或設計施工？ *

- ○ 是
- ○ 否

請問您在學校求學階段，是否上過鋪面相關課程？(有學分的課程，不包括演講) *

- ○ 是
- ○ 否

請問您的單位較常進行(每年進行二次以上)的鋪面維護作業為何?(可複選)

- ☐ 刨5鋪5
- ☐ 冷料填補
- ☐ 局部(方正)修補
- ☐ 較厚(超過5公分)的刨鋪
- ☐ 未進行鋪面相關工作所以不清楚
- ☐ 其他：

在鋪面養護工作中，讓你感到困擾或困難的課題有哪些？(可複選) *

- [ ] 相同位置反覆破壞
- [ ] 突然發生破壞（例如大雨過後突然有大量坑洞)
- [ ] 經費不足以修好所有破壞
- [ ] 競爭者削價競爭
- [ ] 驗收通過還是會有民眾抱怨
- [ ] 不管什麼狀況都只用刨5加5的方式維修
- [ ] 對鋪面專業還不熟悉，有些狀況不知如何處理
- [ ] 通常都照之前的規範或做法，不知道好不好
- [ ] 其他：

繼續

請勿利用 Google 表單送出密碼。

Google 並未認可或建立這項內容。 檢舉濫用情形 - 服務條款 - 隱私權政策

Google 表單

此為場次3、4所使用之課前問卷



簡易型平整儀檢測教育訓練-課前問卷

一、基本資料與鋪面管理經驗

您的大名 *

簡答文字

請問您從事鋪面或土木工程相關工作的年資約多久? *

- 從未
- 1-5年
- 6~10年
- 10以上

請問您的單位是? *

- 縣(市)政府所屬單位
- 鄉鎮市公所
- 顧問公司
- 營造廠

請問您是第幾次參加簡易型平整儀相關教育訓練課程? *

- 第1次
- 第2次
- 2次以上

請問您平常的工作是否為鋪面養護管理或設計施工? *

- 是
- 否

請問您在學校求學階段，是否上過鋪面相關課程？(有學分的課程，不包括演講) *

- 是
- 否

請問您在學校求學階段，是否上過鋪面相關課程？(有學分的課程，不包括演講) *

- 是
- 否

請問您的單位是否負責鋪面維護作業？ *

- 是
- 否

請問貴單位是否執行道路平坦度調查？ *

- 是
- 否

請問您是否聽過、看過、或操作過簡易型平整儀？ *

- 是
- 否

請問您的單位目前是否有簡易型平整儀？ *

- 是
- 否

請問您如何獲知今天的教育訓練？ *

- 機關公文
- 業界、朋友轉告

提交 清除表單

請勿利用 Google 表單送出密碼。

Google 並未認可或建立這項內容。 檢舉濫用情形 - 服務條款 - 隱私權政策

Google 表單



簡易型平整儀檢測教育訓練--課後問卷

感謝您今日撥冗參與「簡易型平整儀檢測教育訓練」，由於希望能於日後舉辦相關訓練課程時能更加完善與豐富，請填寫本問卷以供作業單位彙整並改進。

*必填

1. 您的單位 *

您的回答

2. 您的大名

您的回答

3. 簡易型平整儀課程內容瞭解程度 (請於適當空格中勾選) *

	非常了解	多數已了解	多數不太了解	完全不了解
目的與組成	○	○	○	○
操作	○	○	○	○
資料分析	○	○	○	○
校正	○	○	○	○
檢測程序與注意	○	○	○	○

事項

4. 對於簡易型平整儀的使用，您認為還需要哪些方面的協助：（可複選） *

- [ ] 儀器製造或採購資訊
- [ ] 標準制定
- [ ] 持續開授人員訓練課程
- [ ] 內部長官與同仁支持
- [ ] 其他縣市的示範成果
- [ ] 儀器採購的補助
- [ ] 其他：

5. 此次訓練您認為滿意的有：（可複選） *

- [ ] 場地
- [ ] 課程時間安排
- [ ] 課程活動設計
- [ ] 教材內容
- [ ] 講師
- [ ] 現地實測
- [ ] 餐點

6. 此次訓練您認為不滿意的有：（可複選） *

- [ ] 場地
- [ ] 課程時間安排
- [ ] 課程活動設計
- [ ] 教材內容
- [ ] 講師
- [ ] 現地實測
- [ ] 餐點

7. 其他建議或意見

您的回答

提交

請勿利用 Google 表單送出密碼。

Google 並未認可或建立這項內容。 檢舉濫用情形 - 服務條款 - 隱私權政策

Google 表單

各縣（市）所有路段檢測結果

壹、臺北市檢測資料.....1

貳、新竹市檢測資料.....34

參、宜蘭縣檢測資料.....68

壹、臺北市檢測資料

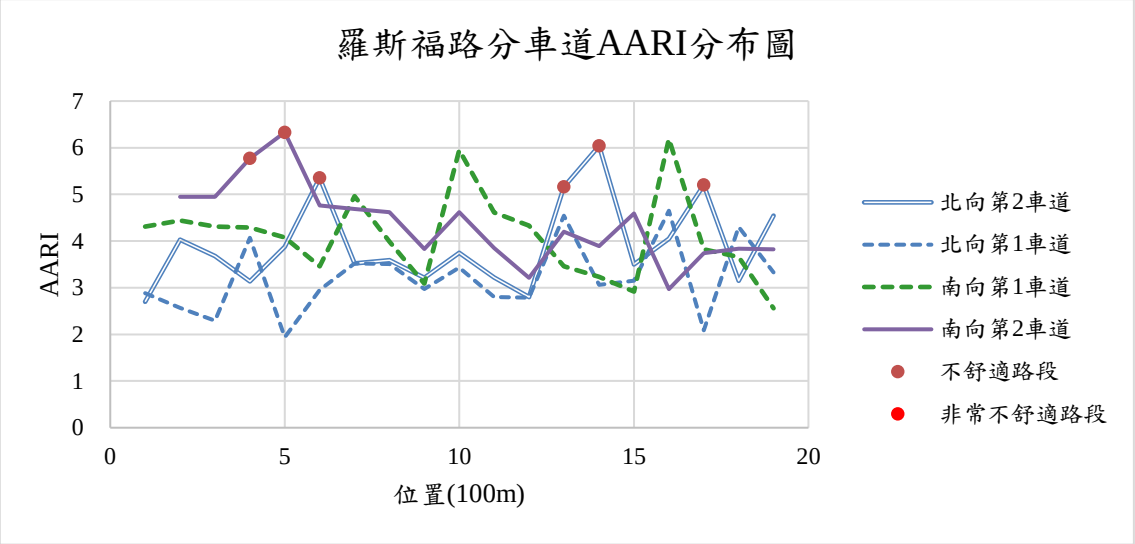
一、 羅斯福路：起點基隆路，迄點和平東路 2
二、 和平東路：起點羅斯福路，迄點基隆路 6
三、 濱江街：起點復興北路，迄點撫遠街 10
四、 信義路：起點建國南路，迄點光復南路 12
五、 仁愛路：起點敦化南路，迄點林森南路 14
六、 新生南路：起點和平東路，迄點市民大道 16
七、 復興南北路：起點民生東路，迄點和平東路 20
八、 忠孝東路：起點建國南路，迄點基隆路 24
九、 南京東路：起點中山北路，迄點三民路 26
十、 敦化南路：起點民權東路，迄點和平東路 30

一、 羅斯福路：起訖點基隆路～和平東路

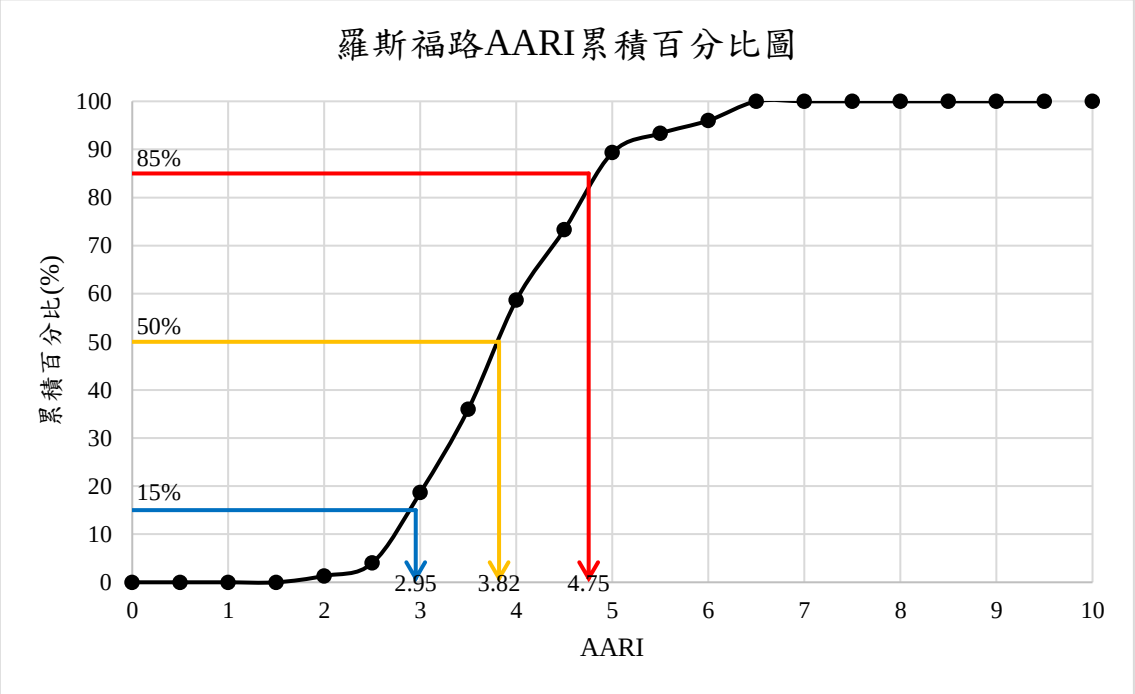
1.1 第一階段羅斯福路各車道每 100 尺 AARI 平整度分析結果

羅斯福路				
路段(100m)	北向第 2 車道	北向第 1 車道	南向第 1 車道	南向第 2 車道
	起訖路口：基隆路			
1	2.70	2.88	**4.31**	
2	**4.03**	2.57	**4.44**	**4.95**
3	**3.68**	2.29	**4.31**	**4.95**
4	3.14	**4.07**	**4.29**	**5.77**
5	**3.88**	1.94	**4.08**	**6.33**
6	**5.35**	2.95	3.46	**4.76**
7	**3.52**	**3.52**	**4.96**	**4.69**
8	**3.59**	**3.51**	**3.99**	**4.62**
9	3.21	2.97	3.09	**3.83**
10	**3.75**	3.43	**5.95**	**4.62**
11	3.22	2.80	**4.61**	**3.85**
12	2.80	2.79	**4.33**	3.21
13	**5.16**	**4.54**	3.46	**4.20**
14	**6.04**	3.06	3.23	**3.89**
15	**3.50**	3.15	2.92	**4.59**
16	**4.05**	**4.65**	**6.19**	2.97
17	**5.20**	2.09	**3.82**	**3.74**
18	3.15	**4.30**	**3.66**	**3.84**
19	**4.54**	3.33	2.56	**3.82**
	起訖路口：和平東路			

1.2 第一階段羅斯福路各車道 AARI 分布圖



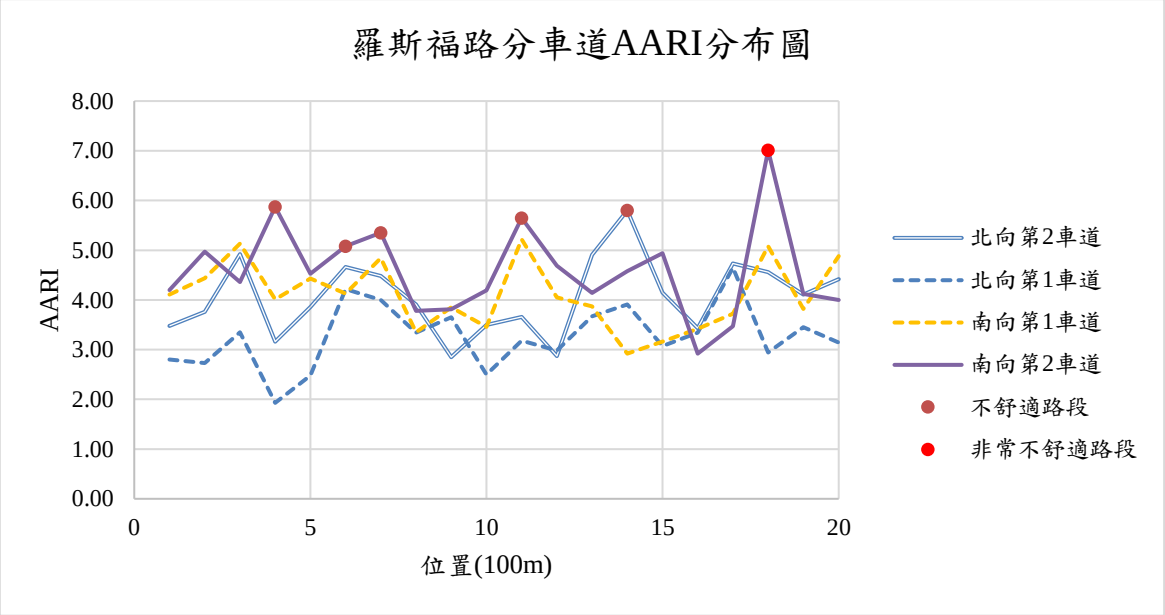
1.3 第一階段羅斯福路 AARI 累積分布圖



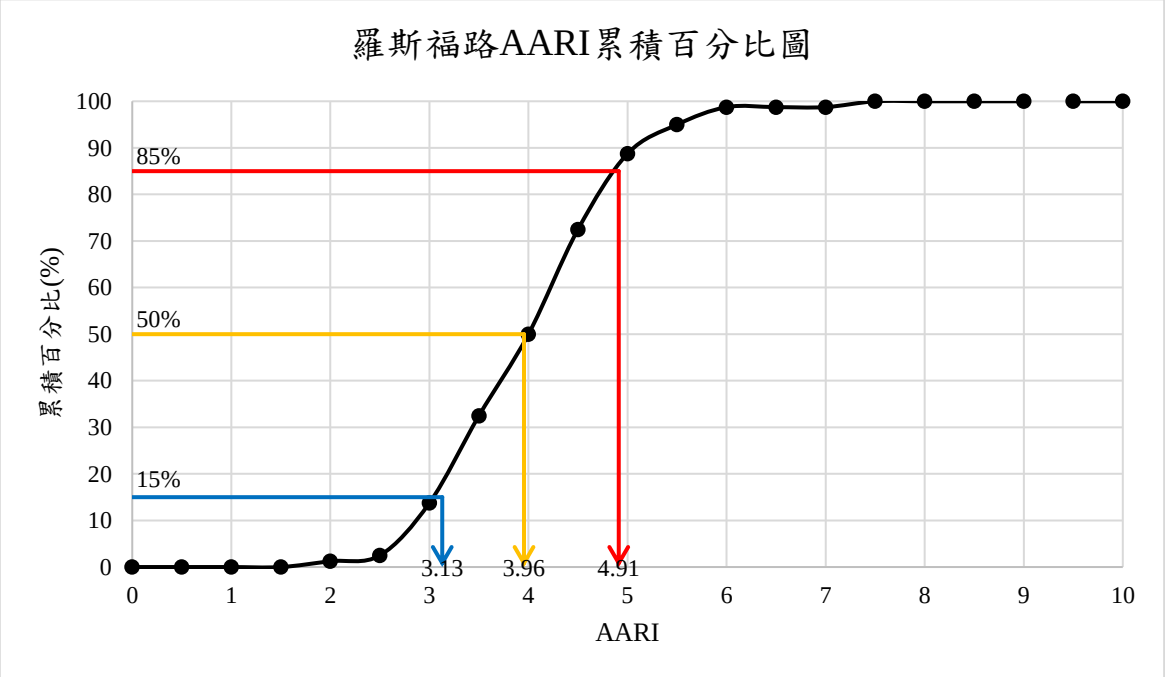
1.4 第二階段羅斯福路各車道每 100 尺 AARI 平整度分析結果

羅斯福路				
路段(100m)	北向第 2 車道	北向第 1 車道	南向第 1 車道	南向第 2 車道
	起訖路口：基隆路			
1	3.48	2.80	**4.11**	**4.20**
2	**3.76**	2.73	**4.44**	**4.97**
3	**4.92**	3.35	**5.13**	**4.36**
4	3.16	1.93	**4.01**	**5.87**
5	**3.86**	2.48	**4.43**	**4.53**
6	**4.66**	**4.22**	**4.13**	**5.08**
7	**4.48**	**4.00**	**4.84**	**5.35**
8	**3.91**	3.34	3.35	**3.78**
9	2.85	**3.65**	**3.85**	**3.81**
10	**3.50**	2.50	3.46	**4.19**
11	**3.66**	3.18	**5.22**	**5.65**
12	2.87	2.98	**4.05**	**4.69**
13	**4.91**	**3.67**	**3.87**	**4.14**
14	**5.80**	**3.91**	2.92	**4.58**
15	**4.15**	3.07	3.16	**4.94**
16	3.43	3.34	3.42	2.92
17	**4.73**	**4.65**	**3.72**	3.47
18	**4.56**	2.94	**5.08**	**7.01**
19	**4.11**	3.45	**3.82**	**4.12**
20	**4.42**	3.14	**4.88**	**4.00**
	起訖路口：和平東路			

1.5 第二階段羅斯福路各車道 AARI 分布圖



1.6 第二階段羅斯福路 AARI 累積分布圖

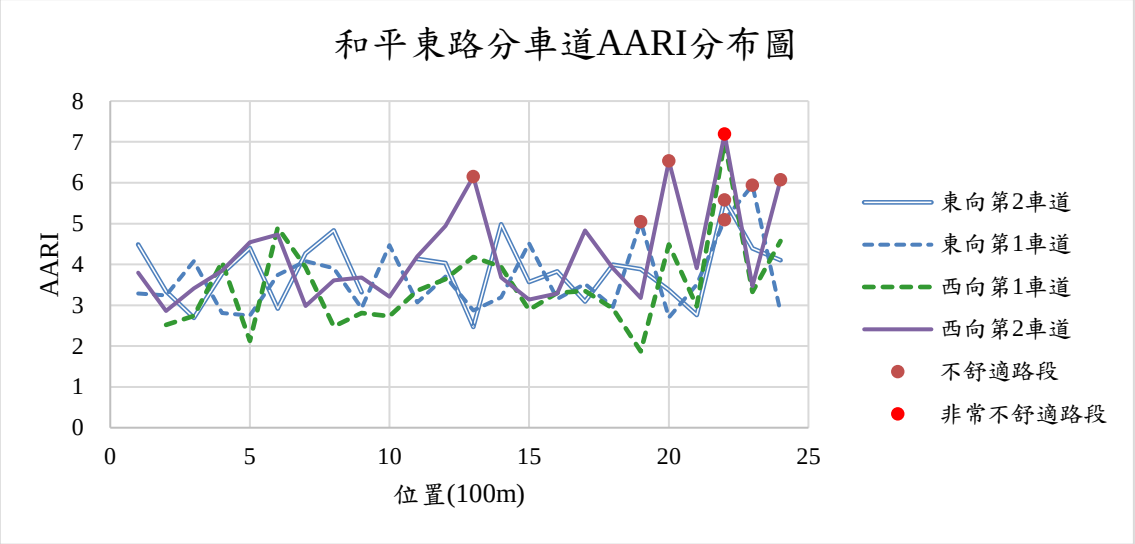


二、 和平東路：起訖點羅斯福路～基隆路

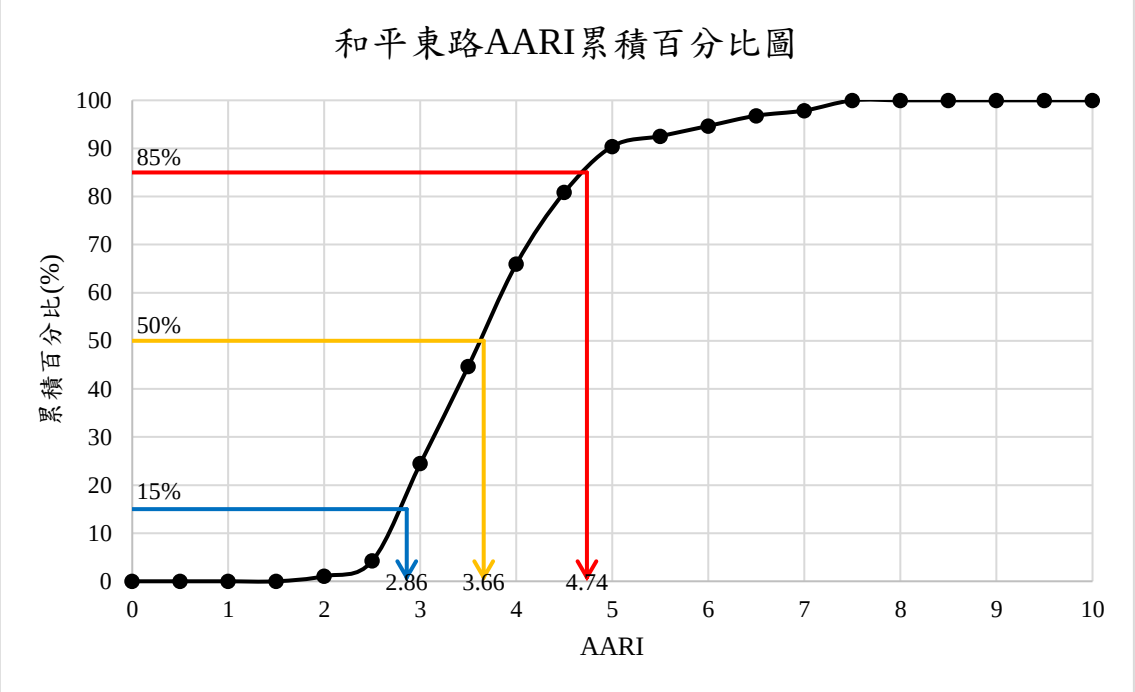
2.1 第一階段和平東路各車道每 100 尺 AARI 平整度分析結果

和平東路				
路段(100m)	東向第 2 車道	東向第 1 車道	西向第 1 車道	西向第 2 車道
	起訖路口：羅斯福路			
1	**4.49**	3.29		**3.80**
2	3.34	3.24	2.52	2.86
3	2.69	**4.08**	2.74	3.41
4	**3.77**	2.81	**4.06**	**3.84**
5	**4.40**	2.75	2.13	**4.54**
6	2.92	**3.74**	**4.90**	**4.73**
7	**4.27**	**4.08**	**3.93**	2.98
8	**4.83**	**3.91**	2.48	**3.61**
9	3.32	2.93	2.81	**3.68**
10		**4.47**	2.73	3.21
11	**4.13**	3.07	3.36	**4.20**
12	**4.03**	**3.70**	**3.64**	**4.94**
13	2.47	2.87	**4.18**	**6.15**
14	**4.98**	3.19	**3.94**	**3.68**
15	**3.57**	**4.52**	2.89	3.14
16	**3.83**	3.15	3.30	3.29
17	3.09	**3.52**	3.35	**4.83**
18	**3.99**	2.96	2.92	**3.91**
19	**3.88**	**5.04**	1.87	3.18
20	3.37	2.70	**4.49**	**6.53**
21	2.76	**3.51**	2.97	**3.91**
22	**5.58**	**5.09**	**7.01**	**7.19**
23	**4.39**	**5.94**	3.33	3.47
24	**4.10**	2.83	**4.57**	**6.07**
	起訖路口：基隆路			

2.2 第一階段和平東路各車道 AARI 分布圖



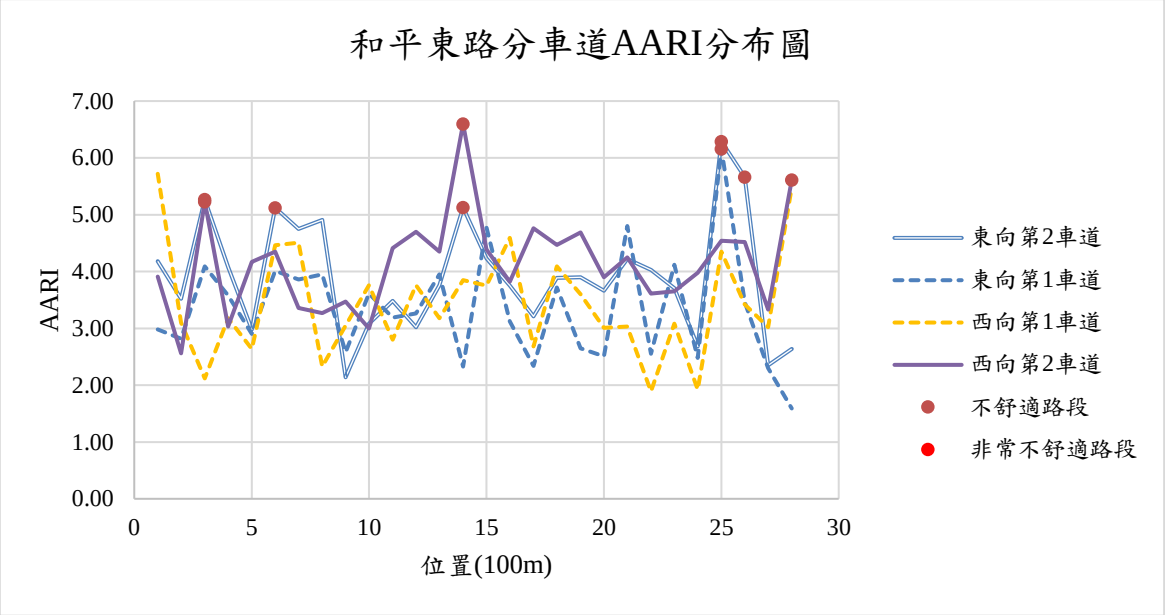
2.3 第一階段和平東路 AARI 累積分布圖



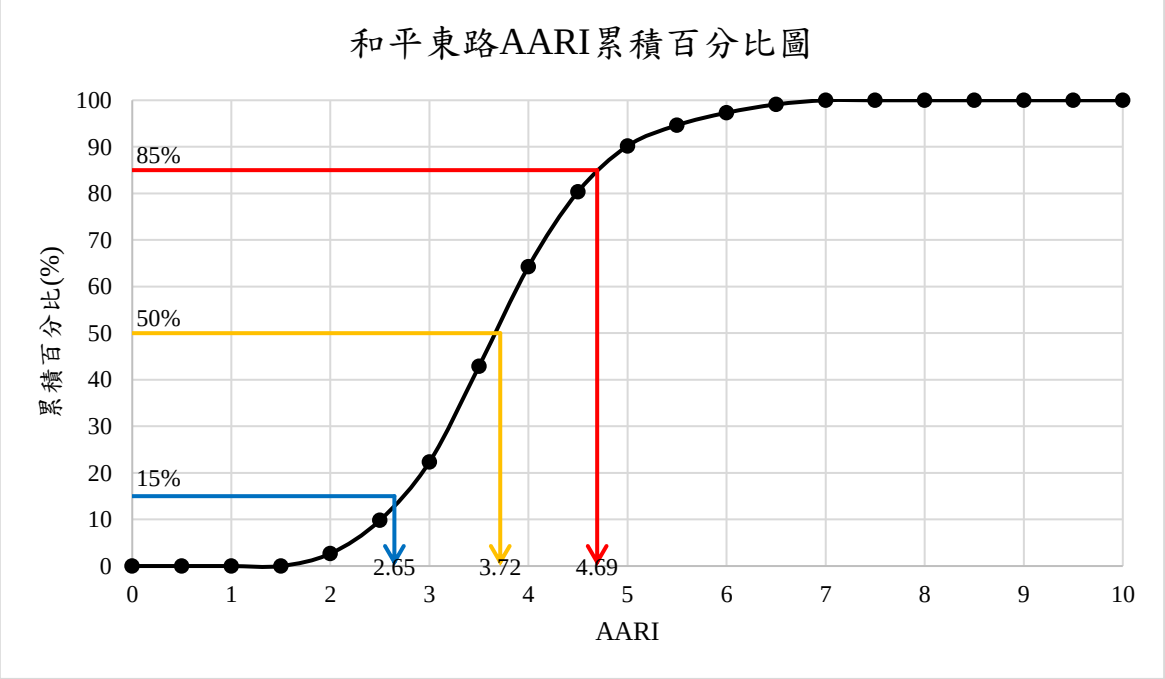
2.4 第二階段和平東路各車道每 100 尺 AARI 平整度分析結果

和平東路				
路段(100m)	東向第 2 車道	東向第 1 車道	西向第 1 車道	西向第 2 車道
	起訖路口：羅斯福路			
1	**4.18**	2.98	**5.72**	**3.91**
2	**3.52**	2.82	3.10	2.56
3	**5.27**	**4.09**	2.12	**5.23**
4	**4.08**	**3.58**	3.18	3.03
5	2.98	2.90	2.64	**4.17**
6	**5.12**	**4.01**	**4.46**	**4.35**
7	**4.75**	**3.86**	**4.51**	3.36
8	**4.91**	**3.95**	2.33	3.27
9	2.14	2.58	3.05	3.47
10	3.08	**3.61**	**3.76**	3.00
11	3.48	3.19	2.80	**4.41**
12	3.02	3.26	**3.76**	**4.70**
13	**3.76**	**3.95**	3.18	**4.35**
14	**5.13**	2.33	**3.85**	**6.60**
15	**4.23**	**4.78**	**3.75**	**4.39**
16	**3.75**	3.12	**4.59**	**3.82**
17	3.21	2.34	2.68	**4.76**
18	**3.89**	3.72	**4.09**	**4.47**
19	**3.90**	2.65	**3.60**	**4.69**
20	**3.66**	2.51	3.01	**3.90**
21	**4.22**	**4.80**	3.03	**4.25**
22	**4.03**	2.55	1.89	**3.61**
23	**3.71**	**4.12**	3.08	**3.65**
24	2.68	2.48	1.92	**3.98**
25	**6.29**	**6.16**	**4.35**	**4.54**
26	**5.66**	3.46	3.42	**4.52**
27	2.35	2.30	3.02	3.33
28	2.64	1.59	**5.48**	**5.61**
	起訖路口：基隆路			

2.5 第二階段和平東路各車道 AARI 分布圖



2.6 第二階段和平東路 AARI 累積分布圖

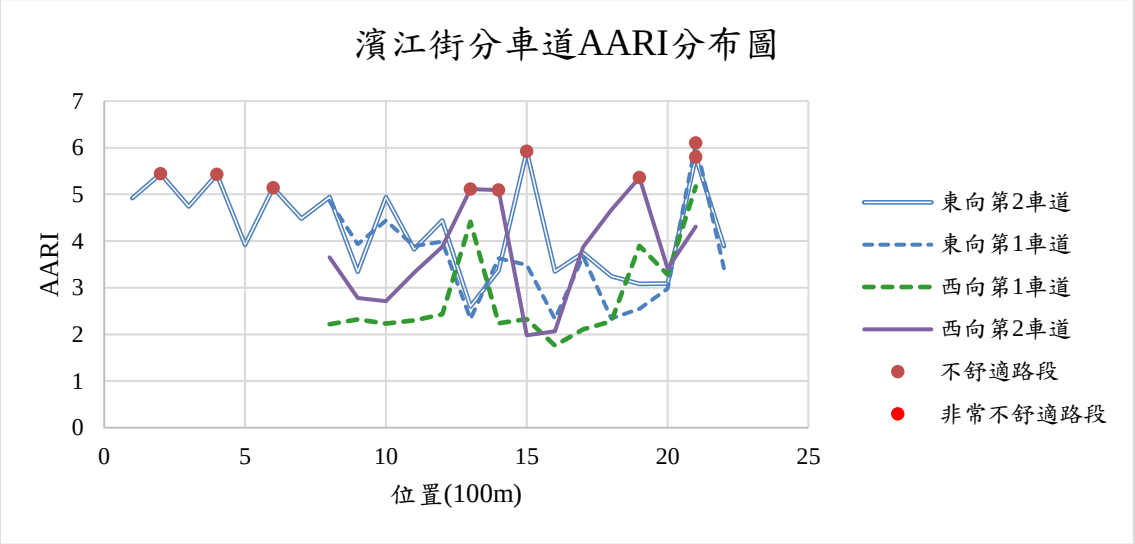


三、 濱江街：起訖點復興北路～撫遠街

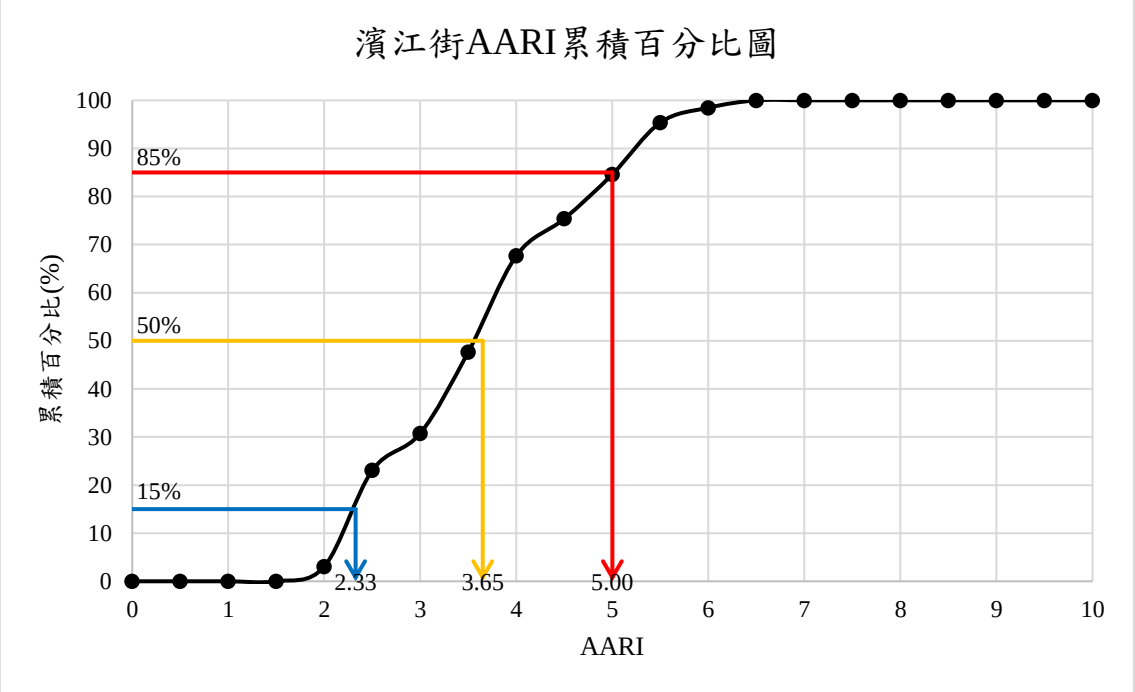
3.1 濱江街各車道每 100 尺 AARI 平整度分析結果

濱江街				
路段(100m)	東向第 2 車道	東向第 1 車道	西向第 1 車道	西向第 2 車道
	起訖路口：復興北路			
1	**4.92**			
2	**5.44**			
3	**4.74**			
4	**5.43**			
5	**3.92**			
6	**5.14**			
7	**4.48**			
8	**4.94**	**4.86**	2.22	**3.65**
9	3.34	**3.93**	2.32	2.78
10	**4.94**	**4.44**	2.23	2.71
11	**3.82**	**3.89**	2.30	3.32
12	**4.44**	**3.99**	2.43	**3.88**
13	2.60	2.33	**4.41**	**5.11**
14	3.37	**3.63**	2.24	**5.09**
15	**5.92**	3.49	2.33	1.98
16	3.35	2.33	1.76	2.07
17	**3.75**	**3.67**	2.11	**3.87**
18	3.25	2.34	2.28	**4.67**
19	3.08	2.55	**3.90**	**5.36**
20	3.09	2.98	3.28	3.41
21	**5.8**	**6.1**	**5.17**	**4.31**
22	**3.89**	3.42		
	起訖路口：撫遠街			

3.2 濱江街各車道 AARI 分布圖



3.3 濱江街 AARI 累積分布圖

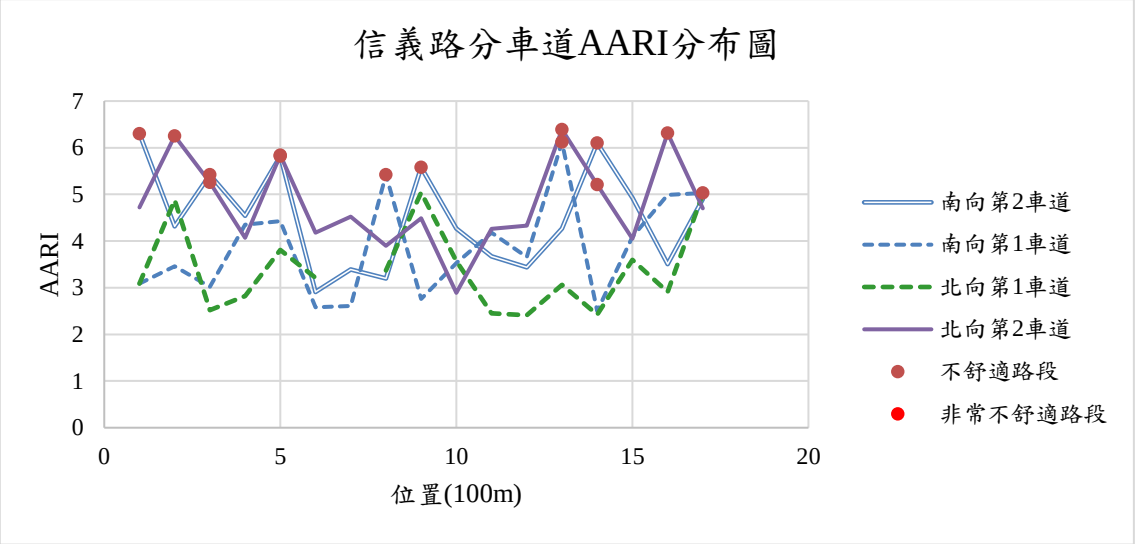


四、 信義路：起訖點建國南路～光復南路

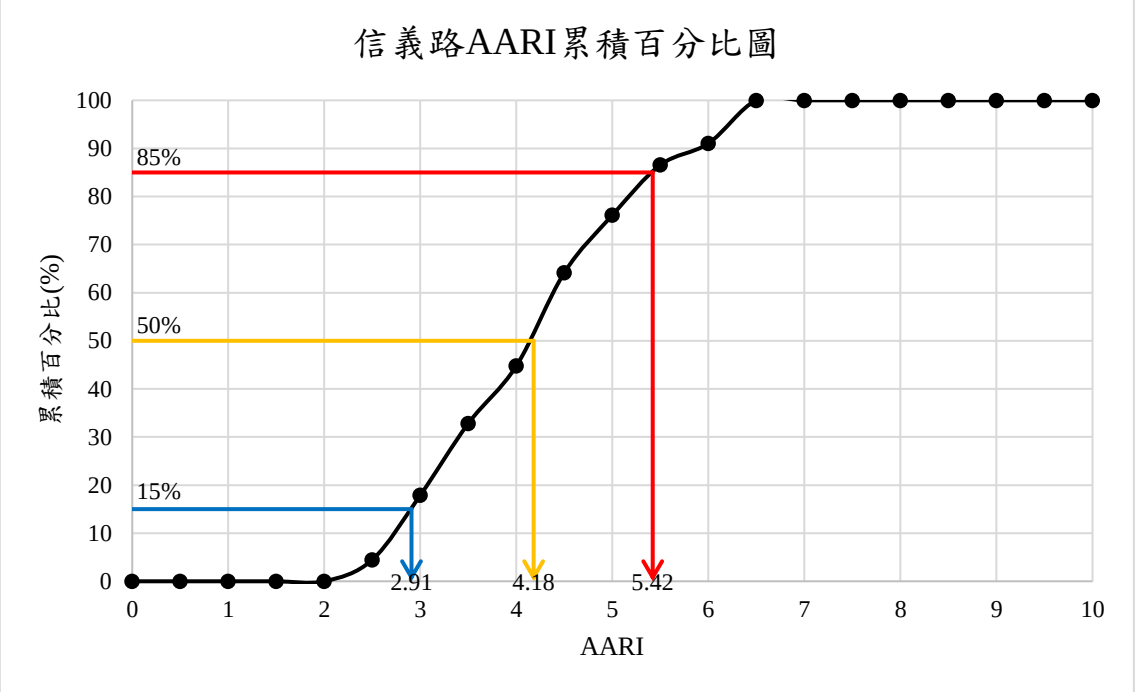
4.1 信義路各車道每 100 尺 AARI 平整度分析結果

信義路				
路段(100m)	南向第 2 車道	南向第 1 車道	北向第 1 車道	北向第 2 車道
	起訖路口：建國南路			
1	**6.3**	3.09	3.09	**4.72**
2	**4.32**	3.46	**4.88**	**6.25**
3	**5.42**	3.02	2.52	**5.26**
4	**4.54**	**4.35**	2.82	**4.07**
5	**5.82**	**4.43**	**3.81**	**5.84**
6	2.91	2.58	3.21	**4.18**
7	3.39	2.61		**4.52**
8	3.2	**5.42**	3.37	**3.90**
9	**5.58**	2.76	5.04	**4.49**
10	**4.27**	**3.53**	**3.57**	2.89
11	**3.67**	**4.18**	2.45	**4.26**
12	3.44	**3.66**	2.41	**4.33**
13	**4.27**	**6.12**	3.06	**6.39**
14	**6.10**	2.5	2.42	**5.21**
15	**4.93**	**4.09**	**3.60**	**4.05**
16	**3.51**	**4.99**	2.91	**6.31**
17	**4.90**	**5.03**	**5.01**	**4.70**
	起訖路口：光復南路			

4.2 信義路各車道 AARI 分布圖



4.3 信義路 AARI 累積分布圖

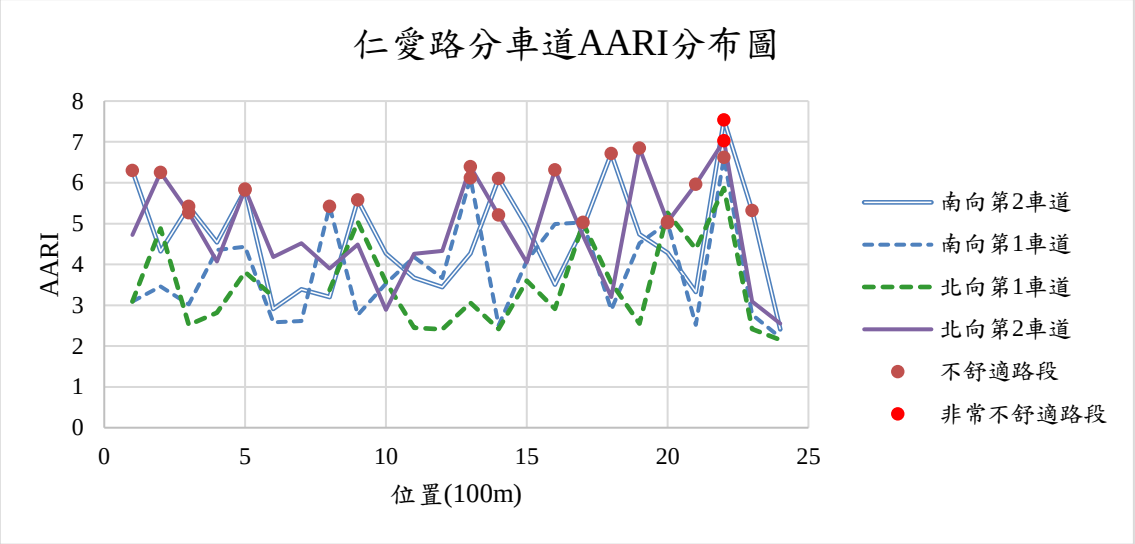


五、 仁愛路：起訖點敦化南路～林森南路

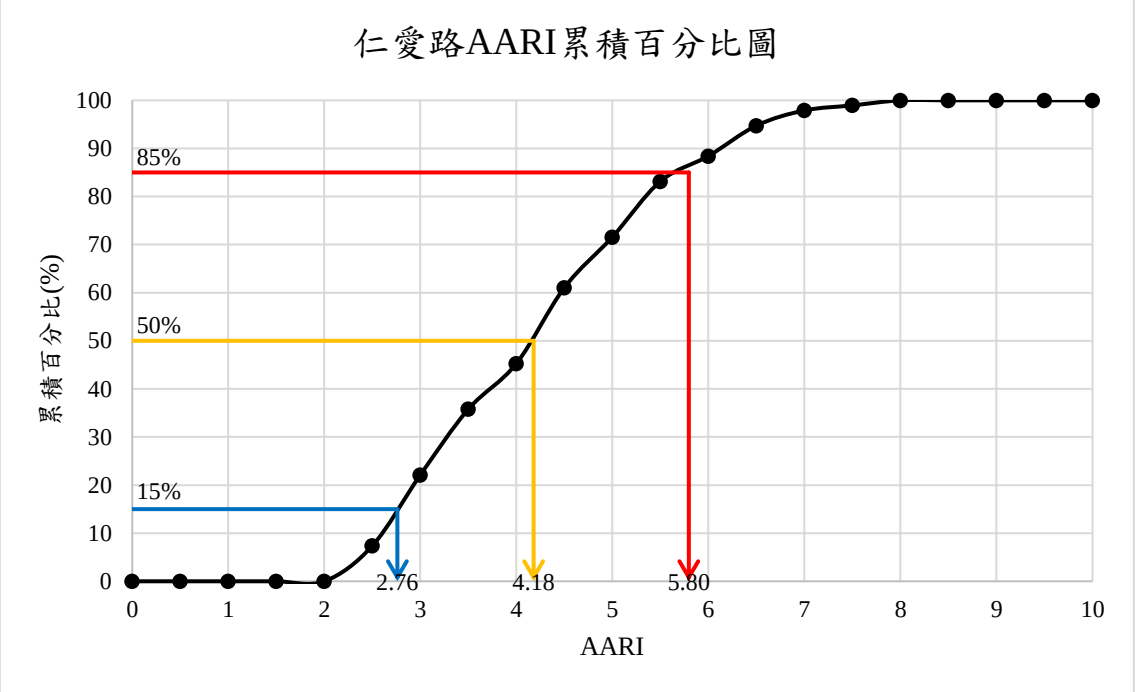
5.1 仁愛路各車道每 100 尺 AARI 平整度分析結果

仁愛路				
路段(100m)	南向第 2 車道	南向第 1 車道	北向第 1 車道	北向第 2 車道
	起訖路口：敦化南路			
1	**6.3**	3.09	3.09	**4.72**
2	**4.32**	3.46	**4.88**	**6.25**
3	**5.42**	3.02	2.52	**5.26**
4	**4.54**	**4.35**	2.82	**4.07**
5	**5.82**	**4.43**	**3.81**	**5.84**
6	2.91	2.58	3.21	**4.18**
7	3.39	2.61		**4.52**
8	3.2	**5.42**	3.37	**3.90**
9	**5.58**	2.76	**5.04**	**4.49**
10	**4.27**	**3.53**	**3.57**	2.89
11	**3.67**	**4.18**	2.45	**4.26**
12	3.44	**3.66**	2.41	**4.33**
13	**4.27**	**6.12**	3.06	**6.39**
14	**6.10**	2.5	**2.42**	**5.21**
15	**4.93**	**4.09**	**3.60**	**4.05**
16	**3.51**	**4.99**	2.91	**6.31**
17	**4.90**	**5.03**	**5.01**	**4.70**
18	**6.71**	2.89	**3.55**	3.20
19	**4.74**	**4.52**	2.55	**6.85**
20	**4.28**	**5.02**	**5.26**	**5.04**
21	3.33	2.52	**4.38**	**5.96**
22	**7.54**	**6.62**	**5.87**	**7.03**
23	**5.32**	2.77	2.42	3.09
24	2.41	2.21	2.15	2.55
	起訖路口：林森南路			

5.2 仁愛路各車道 AARI 分布圖



5.3 仁愛路 AARI 累積分布圖

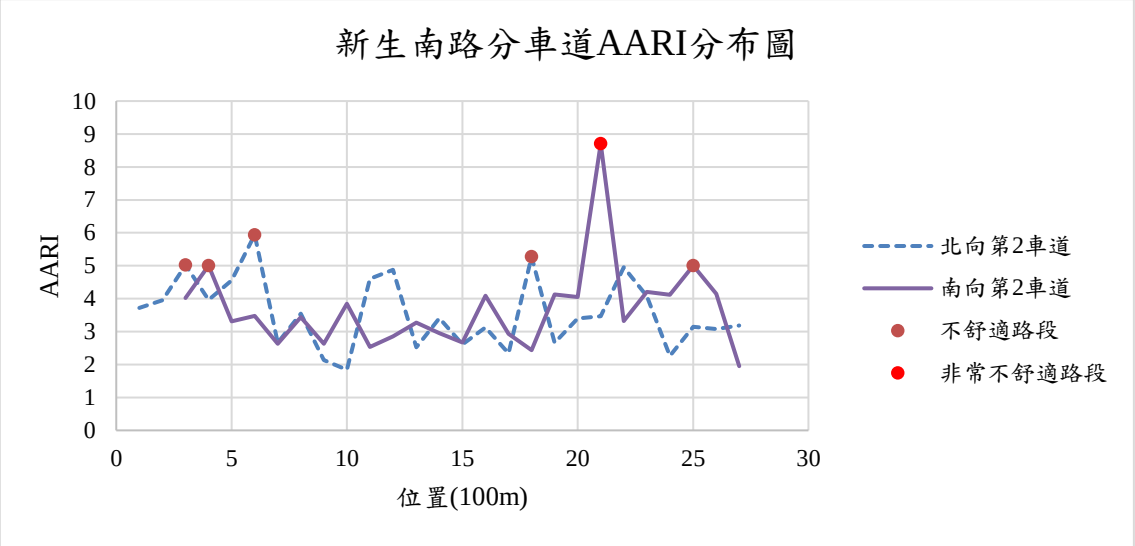


六、 新生南路：起訖點和平東路～市民大道

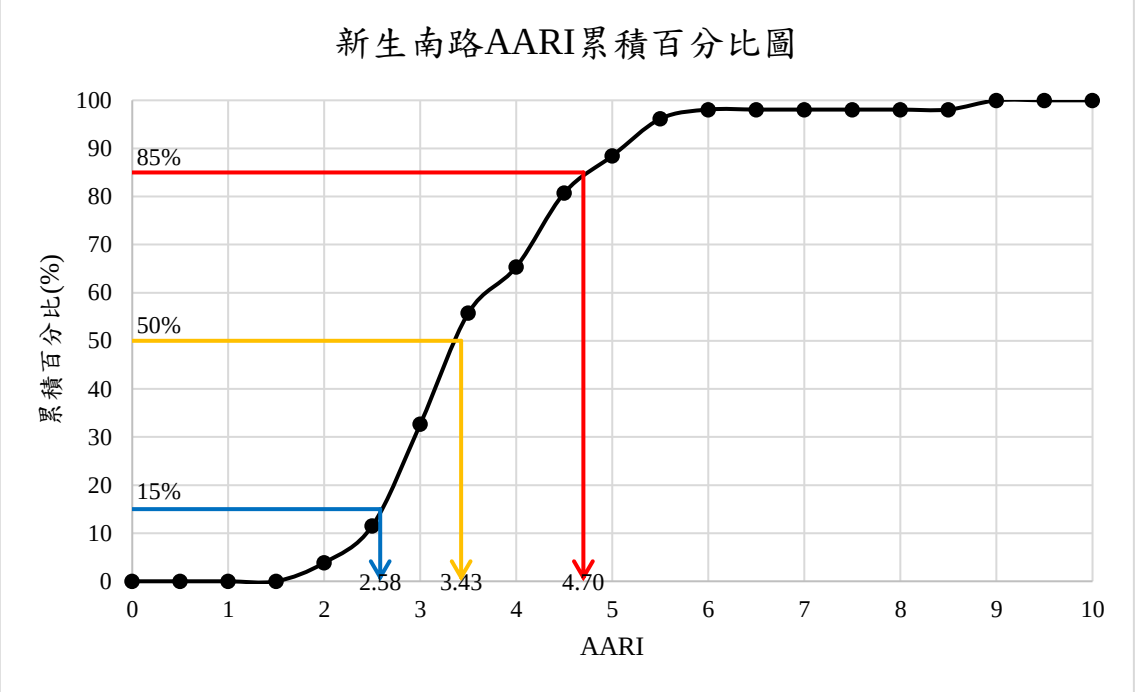
6.1 第一階段新生南路各車道每 100 尺 AARI 平整度分析結果

新生南路		
路段(100m)	北向第 2 車道	南向第 2 車道
	起訖路口：和平東路	
1	**3.72**	
2	**3.95**	
3	**5.02**	**4.02**
4	**3.96**	**5.00**
5	**4.56**	3.31
6	**5.94**	3.48
7	2.66	2.63
8	**3.54**	3.44
9	2.13	2.63
10	1.84	**3.85**
11	**4.60**	2.53
12	**4.88**	2.85
13	2.52	3.27
14	3.41	2.95
15	2.61	2.67
16	3.13	**4.09**
17	2.34	2.93
18	**5.27**	2.44
19	2.66	**4.13**
20	3.40	**4.05**
21	3.47	**8.71**
22	**4.95**	3.32
23	**4.08**	**4.21**
24	2.26	**4.12**
25	3.15	**5.00**
26	3.08	**4.15**
27	3.18	1.95
	起訖路口：市民大道	

6.2 第一階段新生南路各車道 AARI 分布圖



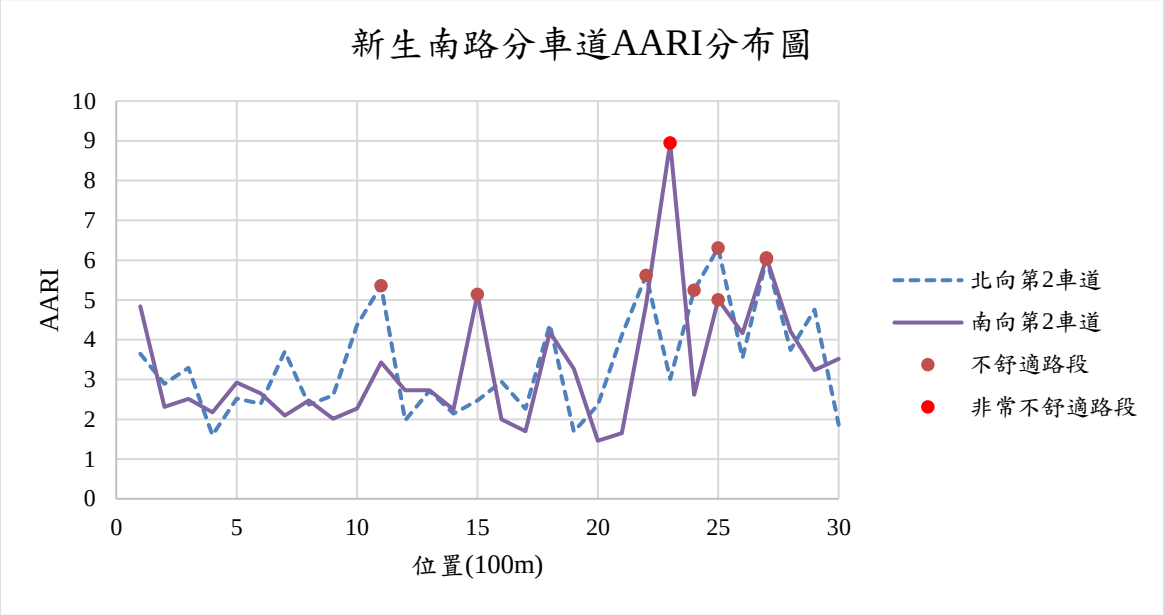
6.3 第一階段新生南路 AARI 累積分布圖



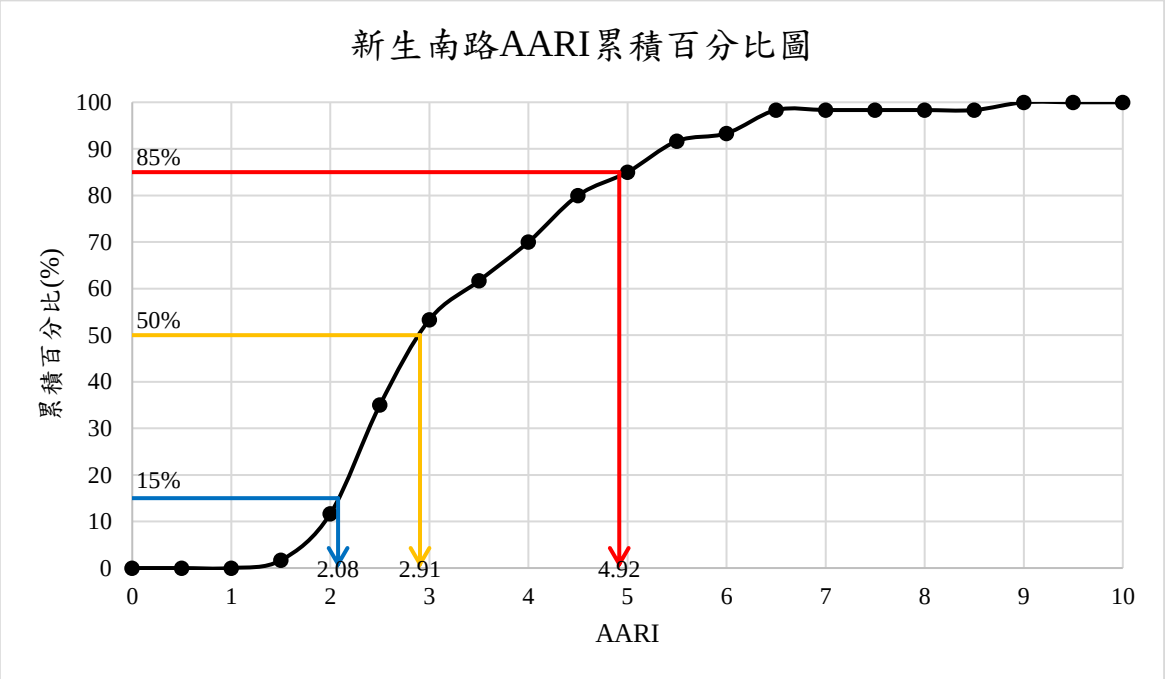
6.4 第二階段新生南路各車道每 100 尺 AARI 平整度分析結果

新生南路		
路段(100m)	北向第 2 車道	南向第 2 車道
	起訖路口：和平東路	
1	**3.65**	**4.84**
2	2.89	2.31
3	3.29	2.51
4	1.60	2.17
5	2.52	2.92
6	2.39	2.65
7	**3.70**	2.09
8	2.37	2.47
9	2.60	2.01
10	**4.37**	2.27
11	**5.36**	3.43
12	1.97	2.73
13	2.71	2.73
14	2.14	2.25
15	2.47	**5.14**
16	2.95	2.00
17	2.26	1.70
18	**4.38**	**4.19**
19	1.69	3.27
20	2.36	1.46
21	**4.11**	1.65
22	**5.62**	**4.90**
23	3.01	**8.95**
24	**5.25**	2.62
25	**6.31**	**5.01**
26	**3.54**	**4.16**
27	**6.03**	**6.06**
28	**3.74**	**4.21**
29	**4.76**	3.24
30	1.86	**3.52**
	起訖路口：市民大道	

6.5 第二階段新生南路各車道 AARI 分布圖



6.6 第二階段新生南路 AARI 累積分布圖

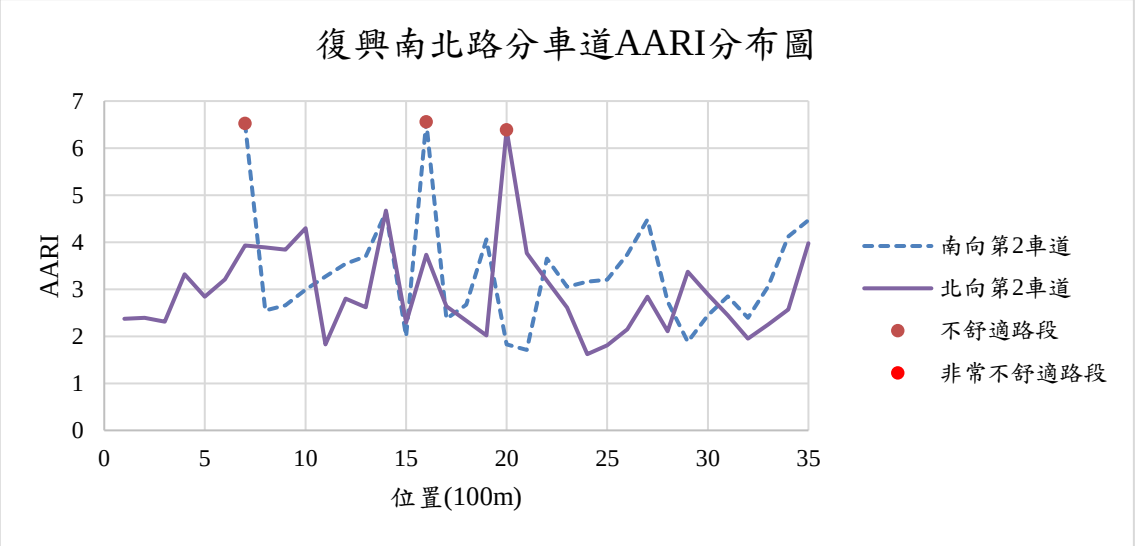


七、 復興南北路：起訖點民生東路～和平東路

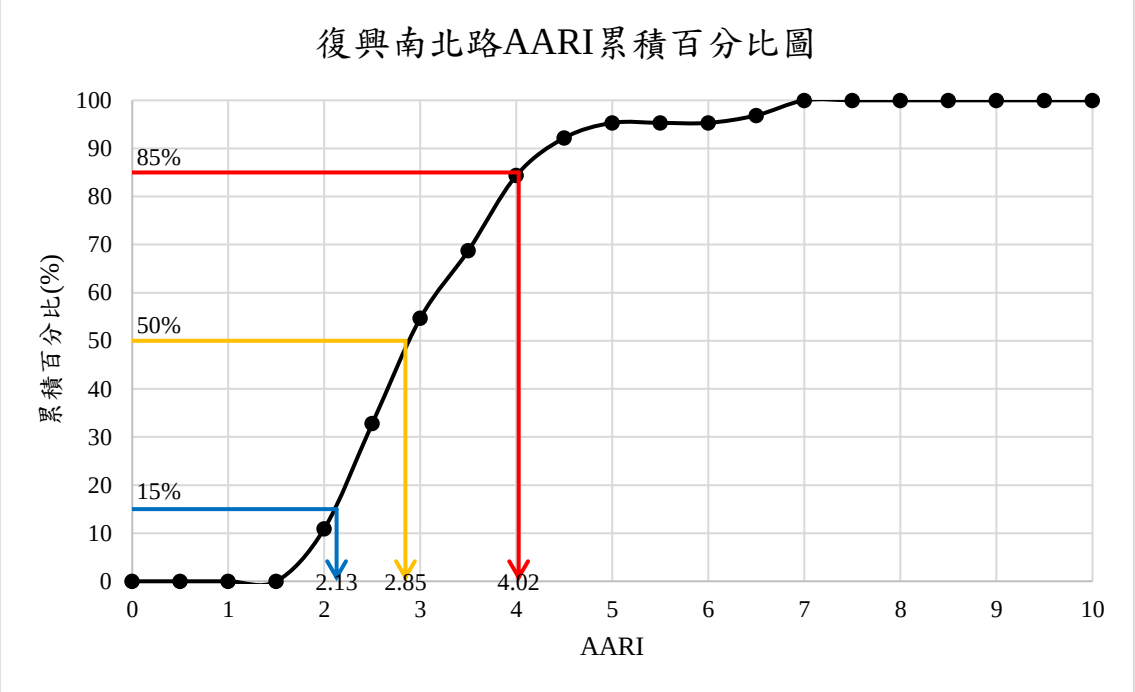
7.1 第一階段復興南北路各車道每 100 尺 AARI 平整度分析結果

復興南北路		
路段(100m)	南向第 2 車道	北向第 2 車道
	起訖路口：民生東路	
1		2.37
2		2.39
3		2.31
4		3.32
5		2.84
6		3.21
7	**6.52**	**3.93**
8	2.55	**3.89**
9	2.66	**3.84**
10	2.99	**4.30**
11	3.27	1.83
12	**3.54**	2.80
13	**3.70**	2.62
14	**4.64**	**4.67**
15	2.00	2.29
16	**6.56**	**3.73**
17	2.37	2.64
18	2.67	2.33
19	**4.06**	2.02
20	1.83	**6.39**
21	1.71	**3.77**
22	**3.65**	3.18
23	3.05	2.61
24	3.16	1.62
25	3.20	1.81
26	**3.74**	2.15
27	**4.48**	2.84
28	2.74	2.11
29	1.88	3.37
30	2.45	2.89
31	2.85	2.45
32	2.39	1.95
33	3.06	2.25
34	**4.12**	2.57
35	**4.47**	**3.98**
	起訖路口：和平東路	

7.2 第一階段復興南北路各車道 AARI 分布圖



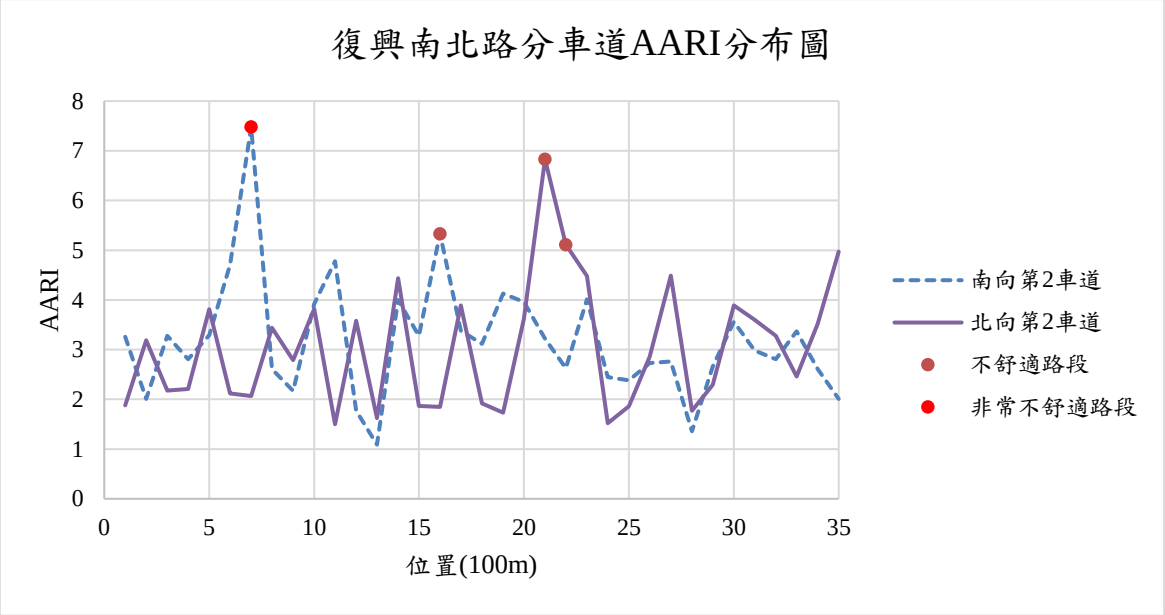
7.3 第一階段復興南北路 AARI 累積分布圖



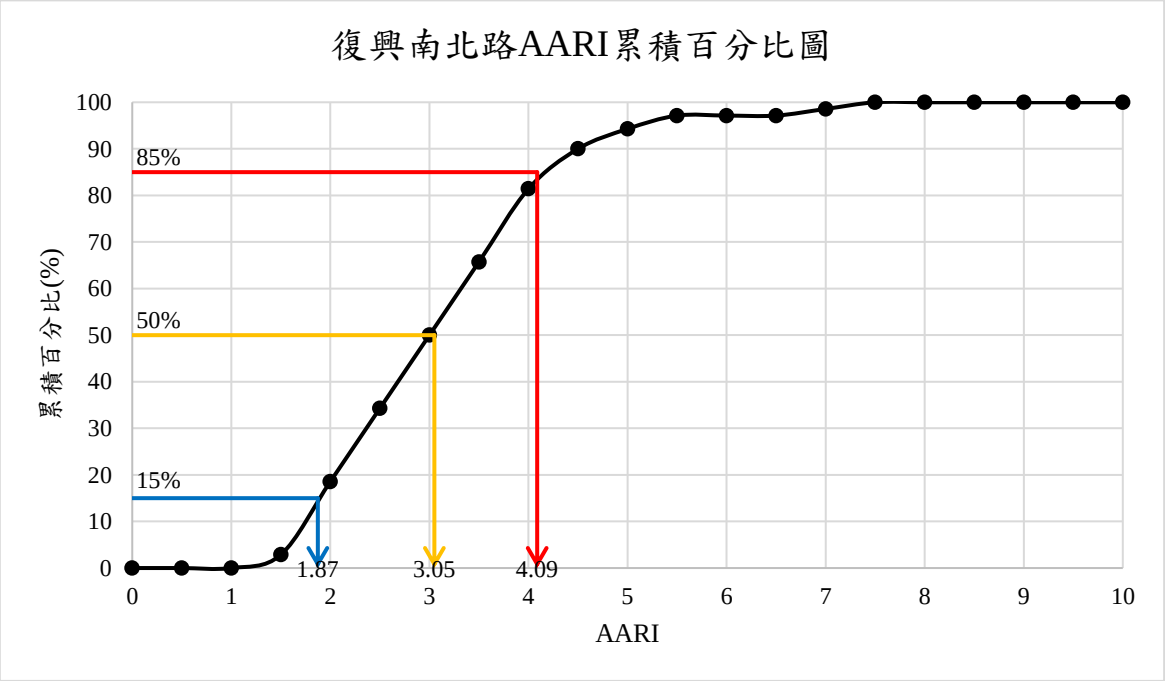
7.4 第二階段復興南北路各車道每 100 尺 AARI 平整度分析結果

復興南北路		
路段(100m)	南向第 2 車道	北向第 2 車道
	起訖路口：民生東路	
1	3.26	1.88
2	2.01	3.19
3	3.28	2.18
4	2.81	2.21
5	3.29	**3.81**
6	**4.71**	2.12
7	**7.48**	2.07
8	2.61	3.44
9	2.17	2.79
10	**3.92**	**3.82**
11	**4.78**	1.50
12	1.77	**3.58**
13	1.09	1.62
14	**4.00**	**4.44**
15	3.28	1.87
16	**5.33**	1.85
17	3.38	**3.89**
18	3.12	1.92
19	**4.13**	1.73
20	**3.96**	**3.62**
21	3.22	**6.83**
22	2.63	**5.11**
23	**4.01**	**4.48**
24	2.45	1.52
25	2.38	1.86
26	2.73	2.86
27	2.76	**4.49**
28	1.36	1.77
29	2.66	2.29
30	**3.56**	**3.89**
31	2.98	**3.60**
32	2.81	3.28
33	3.37	2.46
34	2.61	**3.52**
35	2.01	**4.97**
	起訖路口：和平東路	

7.5 第二階段復興南北路各車道 AARI 分布圖



7.6 第二階段復興南北路 AARI 累積分布圖

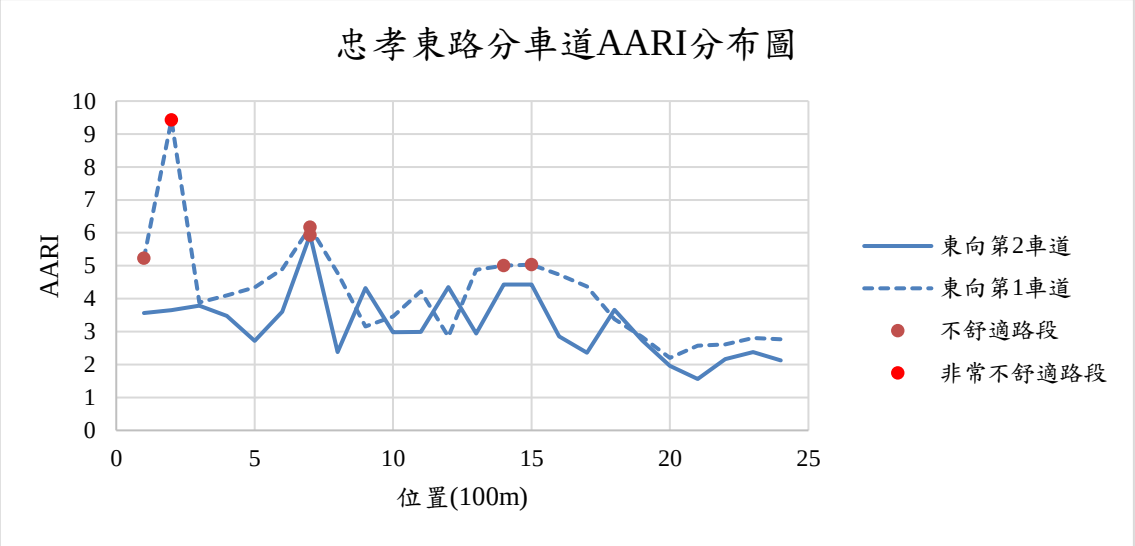


八、 忠孝東路：起訖點建國南路～基隆路

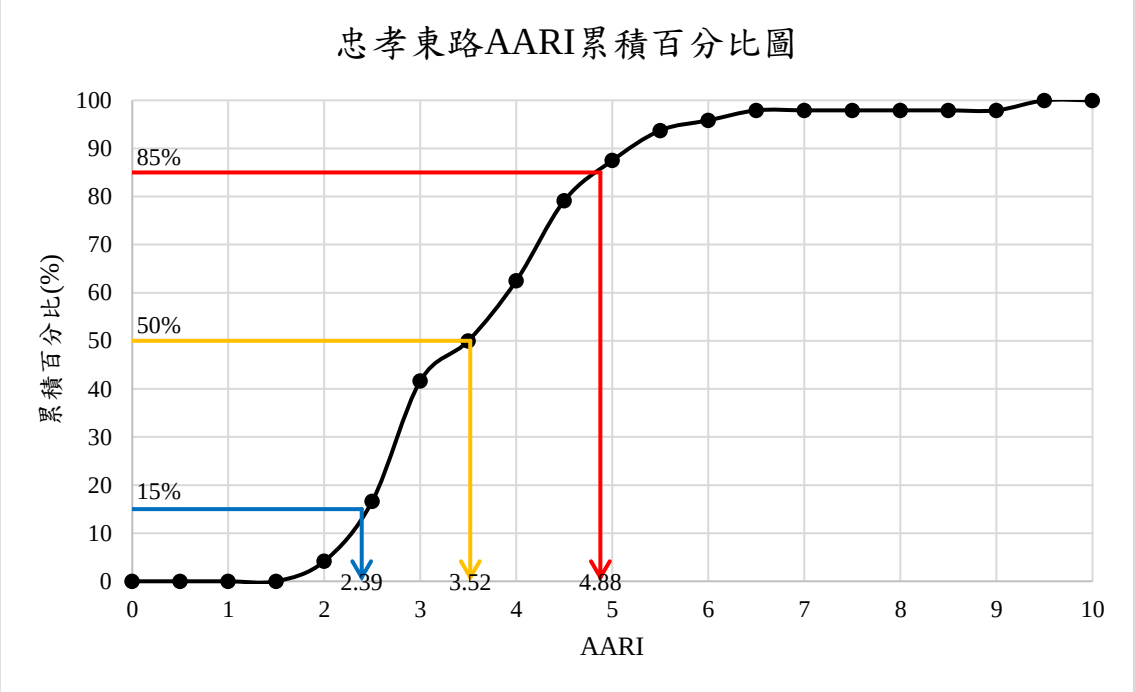
8.1 忠孝東路各車道每 100 尺 AARI 平整度分析結果

忠孝東路		
路段(100m)	東向第 2 車道	東向第 1 車道
	起訖路口：建國南路	
1	**3.56**	**5.23**
2	**3.65**	**9.43**
3	**3.79**	**3.88**
4	3.48	**4.10**
5	2.72	**4.34**
6	**3.60**	**4.90**
7	**5.93**	**6.17**
8	2.38	**4.78**
9	**4.32**	3.16
10	2.98	3.46
11	2.99	**4.22**
12	**4.35**	2.84
13	2.94	**4.88**
14	**4.43**	**5.00**
15	**4.43**	**5.03**
16	2.85	**4.73**
17	2.36	**4.37**
18	**3.66**	3.38
19	2.73	2.83
20	1.96	2.20
21	1.56	2.57
22	2.16	2.61
23	2.38	2.81
24	2.12	2.77
	起訖路口：基隆路	

8.2 忠孝東路各車道 AARI 分布圖



8.3 忠孝東路 AARI 累積分布圖

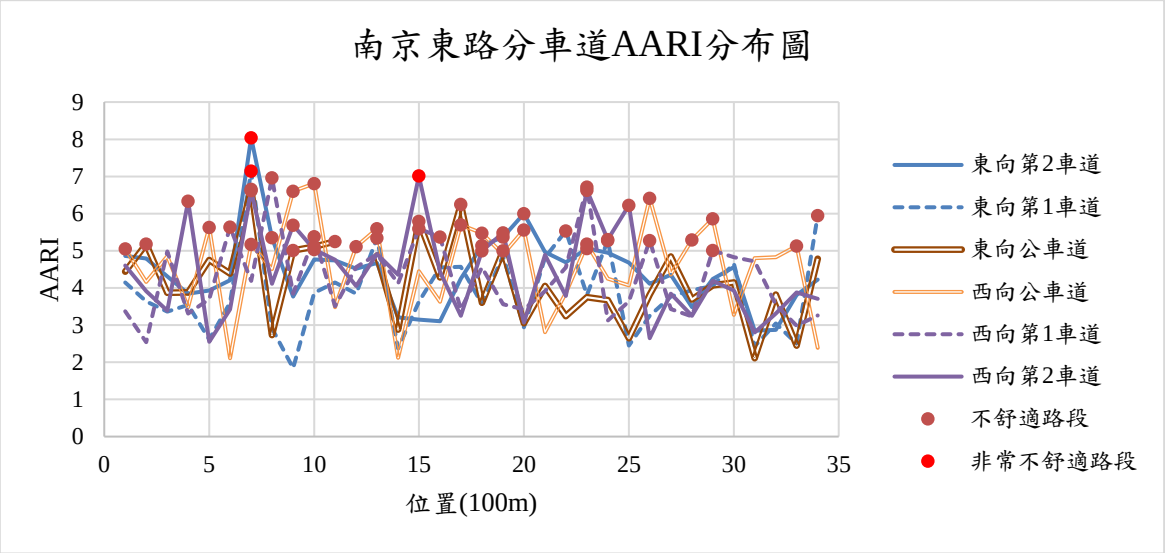


九、 南京東路：起訖點中山北路～三民路

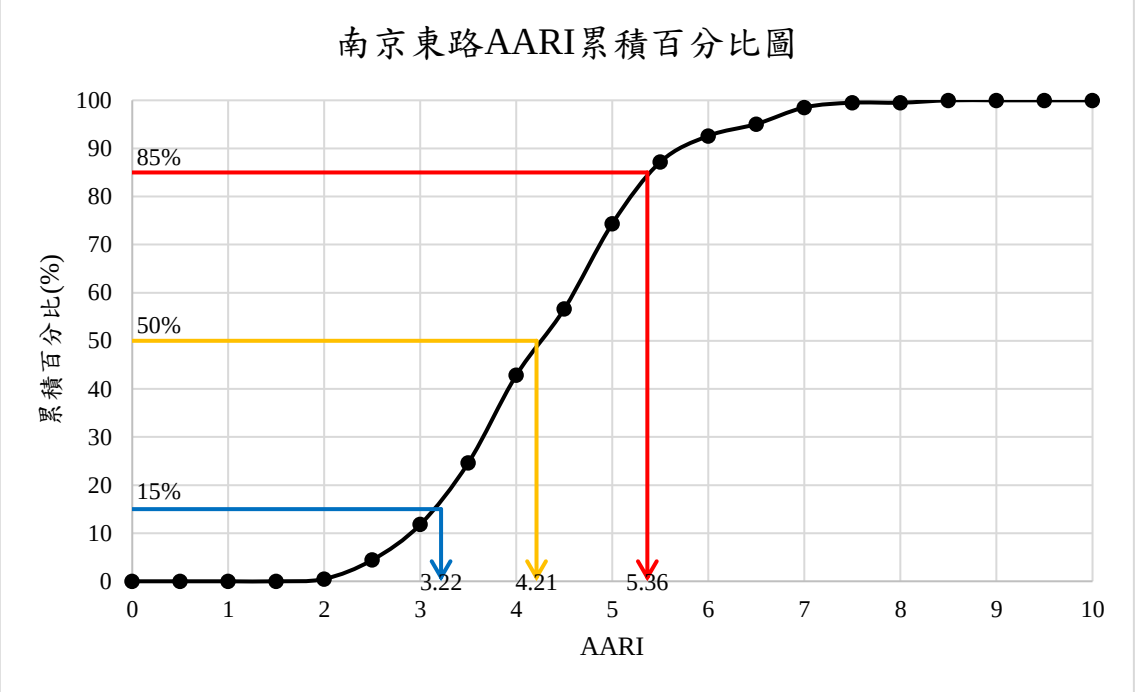
9.1 第一階段南京東路各車道每 100 尺 AARI 平整度分析結果

南京東路						
路段(100m)	東向第 2 車道	東向第 1 車道	東向公車道	西向公車道	西向第 1 車道	西向第 2 車道
	起訖路口：中山北路					
1	**4.86**	**4.15**	**4.44**	**5.05**	3.37	**4.60**
2	**4.79**	**3.64**	**5.18**	**4.16**	2.54	**3.91**
3	**4.31**	3.36	**3.87**	**4.85**	**4.98**	3.39
4	**3.84**	**3.54**	**3.88**	3.48	3.31	**6.33**
5	**3.93**	2.61	**4.75**	**5.63**	**3.70**	2.55
6	**4.21**	**3.60**	**4.39**	2.11	**5.64**	3.42
7	**8.04**	**7.14**	**6.65**	**5.17**	**4.19**	**6.62**
8	**5.35**	2.91	2.73	**4.51**	**6.96**	**4.11**
9	**3.77**	1.84	**5.01**	**6.60**	**3.84**	**5.69**
10	**4.77**	**3.87**	**5.11**	**6.81**	**5.38**	**5.03**
11	**4.74**	**4.15**	**5.25**	3.48	**3.51**	**4.76**
12	**4.52**	**3.84**		**5.11**	**4.56**	**4.05**
13	**4.67**	**5.34**	4.87	**5.59**	**4.90**	**4.91**
14	3.21	2.37	2.88	2.12	**4.12**	**4.35**
15	3.15	**3.63**	**5.79**	**4.45**	**5.59**	**7.01**
16	3.10	**4.55**	**4.28**	**3.63**	**5.37**	**4.43**
17	**4.25**	**4.57**	**6.25**	**5.70**	3.42	3.25
18	**5.14**	**3.57**	**3.60**	**5.47**	**4.55**	**5.00**
19	**5.37**	**4.87**	**5.00**	**4.90**	**3.56**	**5.48**
20	**6.00**	2.94	3.05	**5.56**	**3.42**	3.07
21	**4.96**	**4.82**	**4.05**	2.81	**3.91**	**4.89**
22	**4.69**	**5.53**	3.24	**3.86**	**4.55**	**3.78**
23	**5.06**	**3.81**	**3.75**	**5.18**	**6.71**	**6.63**
24	**4.95**	**5.27**	**3.67**	**4.25**	3.12	**5.30**
25	**4.68**	2.45	2.65	**4.07**	**3.64**	**6.22**
26	**4.11**	3.25	**3.82**	**6.41**	**5.27**	2.65
27	**4.35**	**3.77**	**4.84**	**4.36**	3.43	**3.84**
28	3.48	**3.94**	**3.69**	**5.29**	3.23	3.25
29	**4.24**	**4.05**	**4.07**	**5.86**	**5.01**	**4.19**
30	**4.56**	**4.65**	**4.15**	3.28	**4.83**	**3.93**
31	2.85	2.43	2.11	**4.80**	**4.71**	2.80
32	2.87	3.04	**3.82**	**4.83**	**3.55**	3.31
33	**3.81**	2.50	2.45	**5.13**	2.98	**3.88**
34	**4.22**	**5.95**	**4.78**	2.39	3.26	**3.71**
	起訖路口：三民路					

9.2 第一階段南京東路各車道 AARI 分布圖



9.3 第一階段南京東路 AARI 累積分布圖

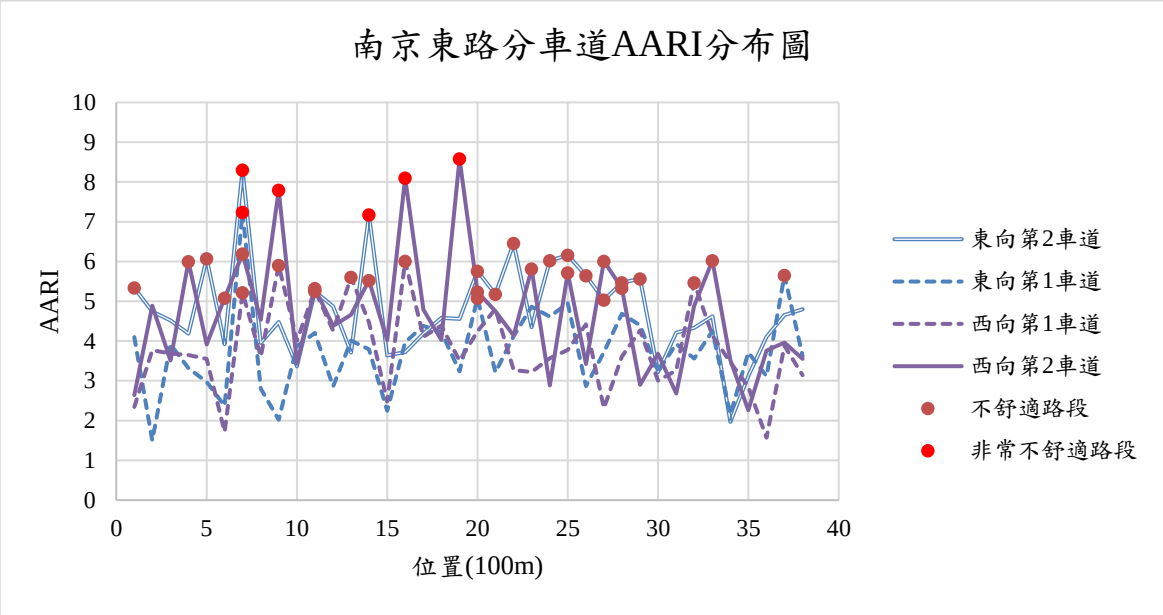


9.4 第二階段南京東路各車道每 100 尺 AARI 平整度分析結果

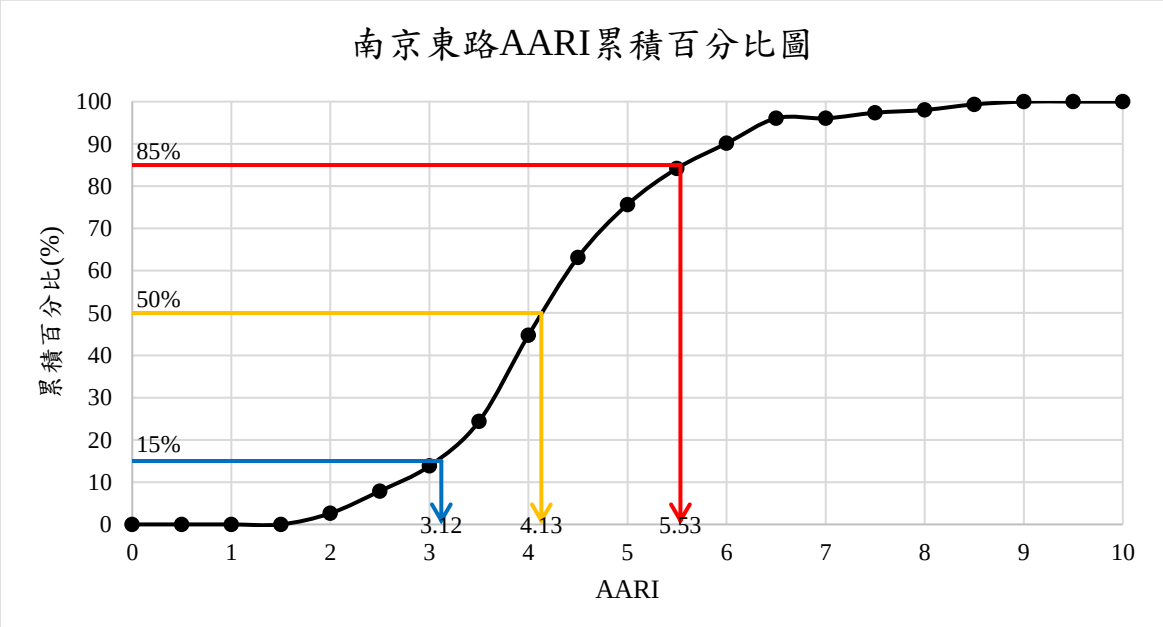
南京東路						
路段(100m)	東向第 2 車道	東向第 1 車道	東向公車道	西向公車道	西向第 1 車道	西向第 2 車道
	起訖路口：中山北路					
1	**5.34**	**4.1**			2.34	2.64
2	**4.74**	1.5			**3.77**	**4.89**
3	**4.52**	**3.91**			**3.69**	**3.51**
4	**4.19**	3.32			**3.65**	**6.00**
5	**6.07**	2.97			**3.55**	**3.91**
6	**3.92**	2.37			1.72	**5.08**
7	**8.3**	**7.24**			**5.22**	**6.19**
8	**3.95**	2.80			**3.61**	**4.53**
9	**4.48**	2.02			**5.90**	**7.79**
10	3.37	**3.87**			**4.01**	3.43
11	**5.25**	**4.20**			**5.28**	**5.32**
12	**4.87**	2.86			**4.26**	**4.38**
13	**3.71**	**4.01**			**5.60**	**4.66**
14	**7.17**	**3.79**			**4.47**	**5.52**
15	**3.64**	2.25			2.48	**4.02**
16	**3.72**	**3.97**			**6.01**	**8.10**
17	**4.19**	**4.38**			**4.11**	**4.79**
18	**4.58**	**4.23**			**4.39**	**4.03**
19	**4.56**	3.24			**3.50**	**8.58**
20	**5.76**	**5.08**			**4.24**	**5.23**
21	**5.18**	3.21			**4.81**	**4.75**
22	**6.46**	**4.12**			3.27	**4.14**
23	**4.35**	**4.86**			3.22	**5.81**
24	**6.02**	**4.61**			**3.57**	2.88
25	**6.16**	**4.95**			**3.78**	**5.72**
26	**5.64**	2.87			**4.42**	3.42
27	**5.03**	**3.72**			2.31	**6.01**
28	**5.47**	**4.69**			**3.61**	**5.33**
29	**5.56**	**4.40**			**4.27**	2.90
30	3.22	3.23			3.00	**3.68**
31	**4.21**	**3.93**			3.26	2.68
32	**4.33**	**3.56**			**5.47**	**4.89**
33	**4.62**	**4.25**			**4.14**	**6.02**

南京東路						
路段(100m)	東向第 2 車道	東向第 1 車道	東向公車道	西向公車道	西向第 1 車道	西向第 2 車道
34	1.97	2.15			3.46	**3.52**
35	3.12	**3.71**			2.85	2.26
36	**4.11**	3.12			1.57	**3.76**
37	**4.65**	**5.65**			**3.88**	**3.96**
38	**4.8**	**3.62**			3.14	**3.55**
	起訖路口：三民路					

9.5 第二階段南京東路各車道 AARI 分布圖



9.6 第二階段南京東路 AARI 累積分布圖

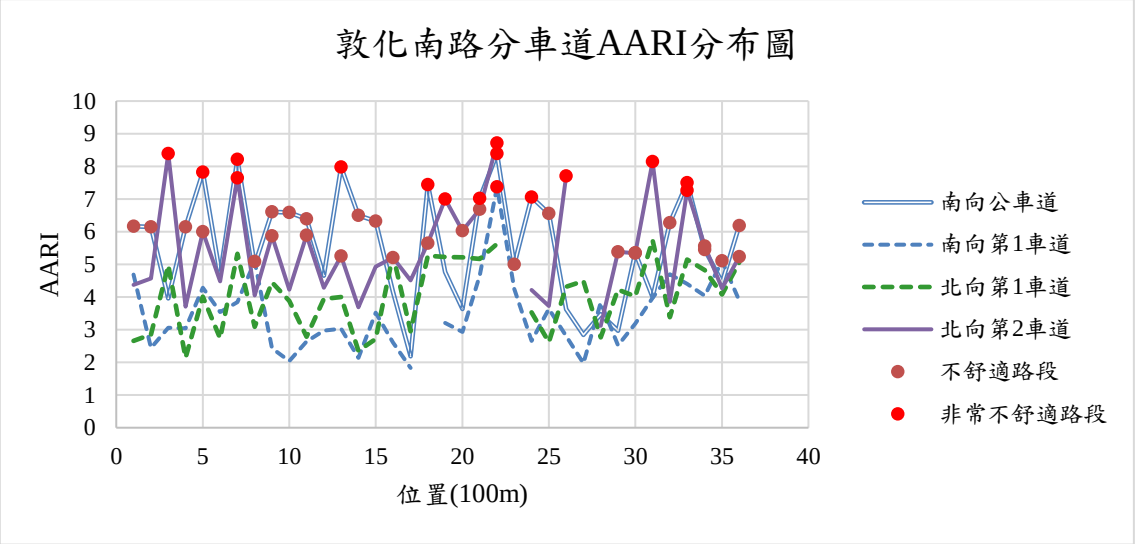


十、 敦化南路：起訖點民權東路～和平東路

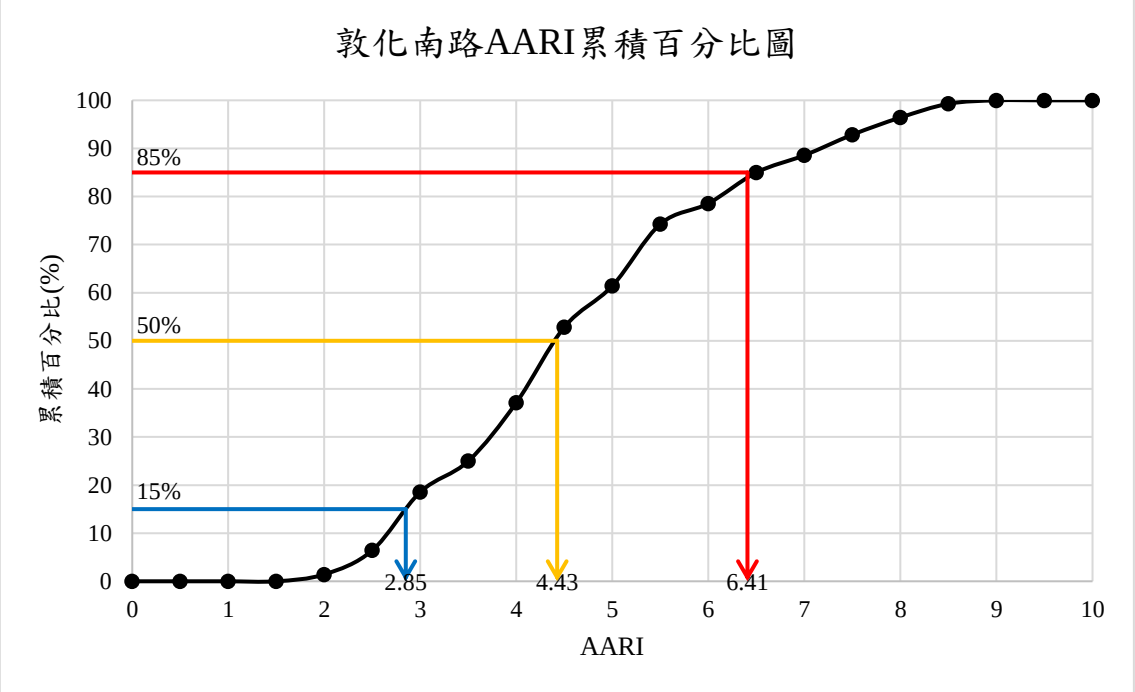
10.1 第一階段敦化南路各車道每 100 尺 AARI 平整度分析結果

敦化南路				
路段(100m)	南向公車道	南向第 1 車道	北向第 1 車道	北向第 2 車道
	起訖路口：民權東路			
1	**6.17**	**4.69**	2.66	**4.37**
2	**6.15**	2.44	2.85	**4.57**
3	**3.96**	3.06	**4.97**	**8.39**
4	**6.15**	3.04	2.14	**3.71**
5	**7.82**	**4.29**	**4.01**	**6.00**
6	**4.68**	**3.54**	2.74	**4.48**
7	**8.22**	**3.84**	**5.32**	**7.65**
8	**4.98**	**5.09**	3.09	**4.05**
9	**6.61**	2.43	**4.45**	**5.87**
10	**6.59**	2.04	**3.88**	**4.23**
11	**6.39**	2.64	2.79	**5.89**
12	**4.66**	2.97	**3.94**	**4.29**
13	**7.98**	3.03	**4.00**	**5.26**
14	**6.50**	2.14	2.35	**3.69**
15	**6.32**	**3.52**	2.72	**4.93**
16	**4.16**	2.61	**5.29**	**5.21**
17	2.19	1.83	2.95	**4.51**
18	**7.44**		**5.27**	**5.65**
19	**4.77**	3.21	**5.23**	**7.00**
20	**3.64**	2.93	**5.22**	**6.03**
21	**7.02**	**4.66**	**5.17**	**6.69**
22	**8.39**	**7.37**	**5.63**	**8.72**
23	**5.00**	**4.25**		
24	**7.06**	2.66	**3.53**	**4.22**
25	**6.56**	**3.64**	2.62	**3.73**
26	**3.63**	2.81	**4.31**	**7.71**
27	2.84	1.97	**4.49**	
28	3.47	**3.83**	2.77	3.12
29	2.97	2.52	**4.23**	**5.38**
30	**5.35**	3.19	**4.02**	**5.34**
31	**4.00**	**3.97**	**5.74**	**8.15**
32	**6.27**	**4.70**	3.38	**3.85**
33	**7.5**	**4.40**	**5.15**	**7.26**
34	**5.45**	**4.04**	**4.82**	**5.56**
35	**4.45**	**5.11**	**4.08**	**4.27**
36	**6.19**	**3.89**	**5.06**	**5.24**
	起訖路口：和平東路			

10.2 第一階段敦化南路各車道 AARI 分布圖



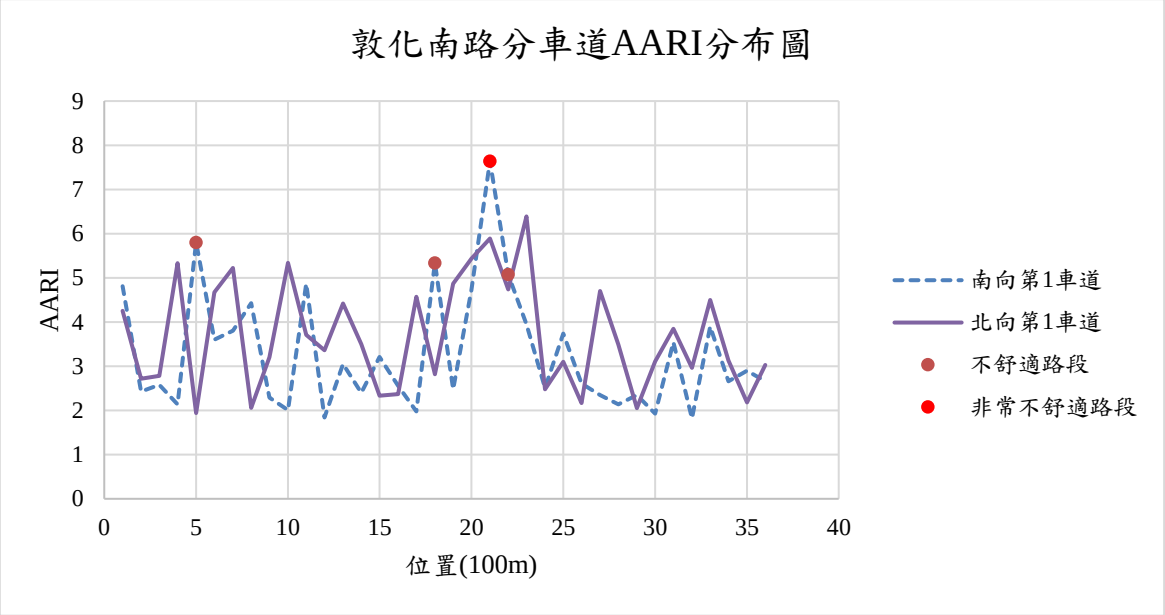
10.3 第一階段敦化南路 AARI 累積分布圖



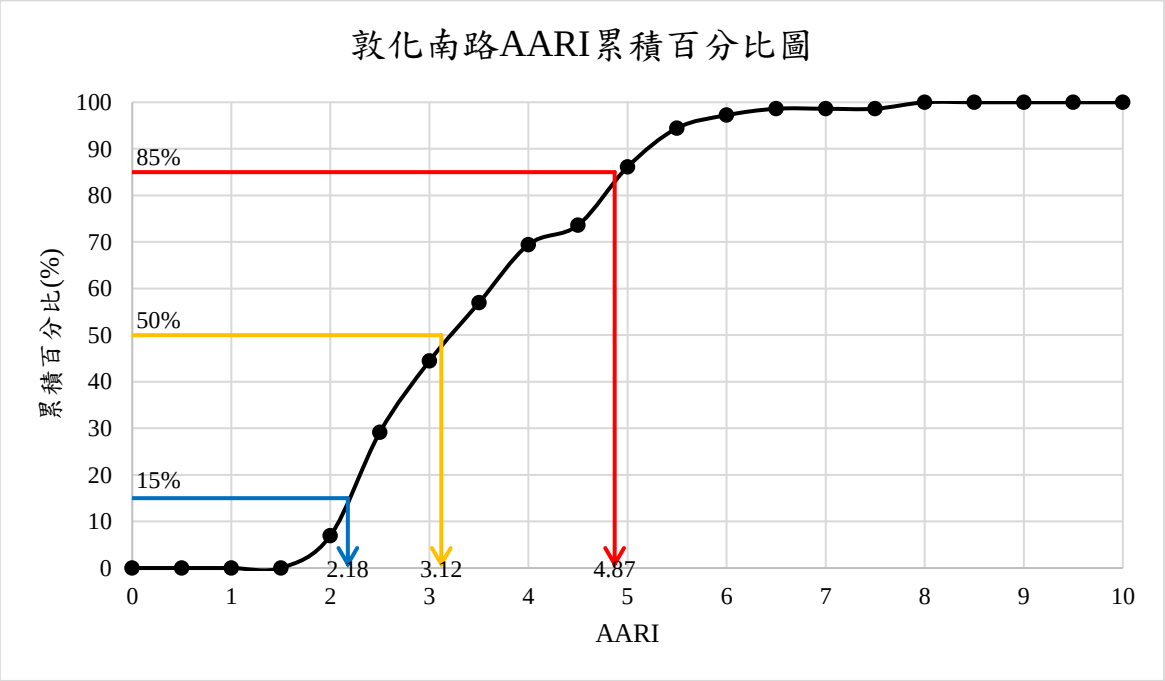
10.4 第二階段敦化南路各車道每 100 尺 AARI 平整度分析結果

敦化南路				
路段(100m)	南向公車道	南向第 1 車道	北向第 1 車道	北向第 2 車道
	起訖路口：民權東路			
1		**4.81**	**4.25**	
2		2.43	2.72	
3		2.58	2.78	
4		2.14	**5.33**	
5		**5.80**	1.94	
6		**3.60**	**4.67**	
7		**3.80**	**5.22**	
8		**4.43**	2.06	
9		2.29	3.20	
10		2.01	**5.34**	
11		**4.87**	**3.71**	
12		1.84	3.36	
13		3.05	**4.42**	
14		2.4	**3.50**	
15		3.21	2.33	
16		2.56	2.37	
17		1.98	**4.57**	
18		**5.34**	2.82	
19		2.48	**4.87**	
20		**4.72**	**5.43**	
21		**7.64**	**5.89**	
22		**5.08**	**4.74**	
23		**3.95**	**6.39**	
24		2.51	2.48	
25		**3.74**	3.10	
26		2.61	2.17	
27		2.35	**4.70**	
28		2.14	3.49	
29		2.35	2.05	
30		1.93	3.11	
31		**3.54**	**3.85**	
32		1.82	2.96	
33		**3.90**	**4.50**	
34		2.66	3.13	
35		2.90	2.18	
36		2.66	3.03	
	起訖路口：和平東路			

10.5 第二階段敦化南路各車道 AARI 分布圖



10.6 第二階段敦化南路 AARI 累積分布圖



貳、新竹市檢測資料

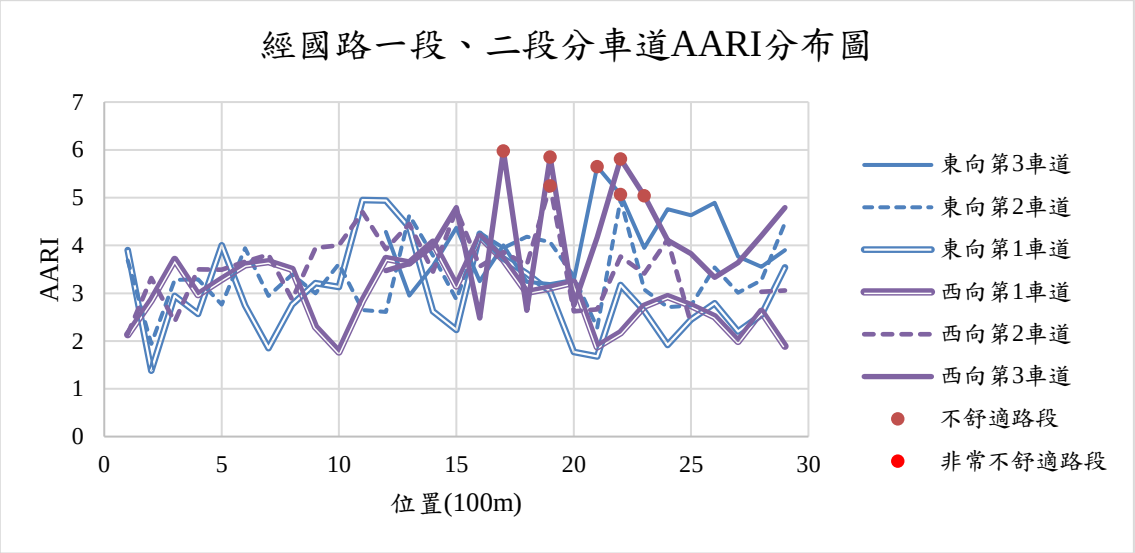
一、　經國路一段、二段：起點西大路，迄點中華路..... 35
二、　中華路一段、二段：起點武昌街，迄點經國路..... 39
三、　中華路四段：起點經國路三段，迄點大庄路..... 43
四、　延平路一段：起點成功路，迄點北大路..... 47
五、　中正路：起點經國路，迄點東門圓環..... 49
六、　中山路：起點四維路，迄點中正路..... 52
七、　西大路：起點經國路，迄點勝利路..... 55
八、　北大路：起點西大路，迄點光復路..... 58
九、　南大路：起點食品路，迄點光復路..... 61
十、　食品路：起點南大路，迄點光復二路..... 64
十一、　牛埔東南路：起點中華路四段，迄點公道三路..... 66

一、 經國路一段、二段：起訖點西大路～中華路

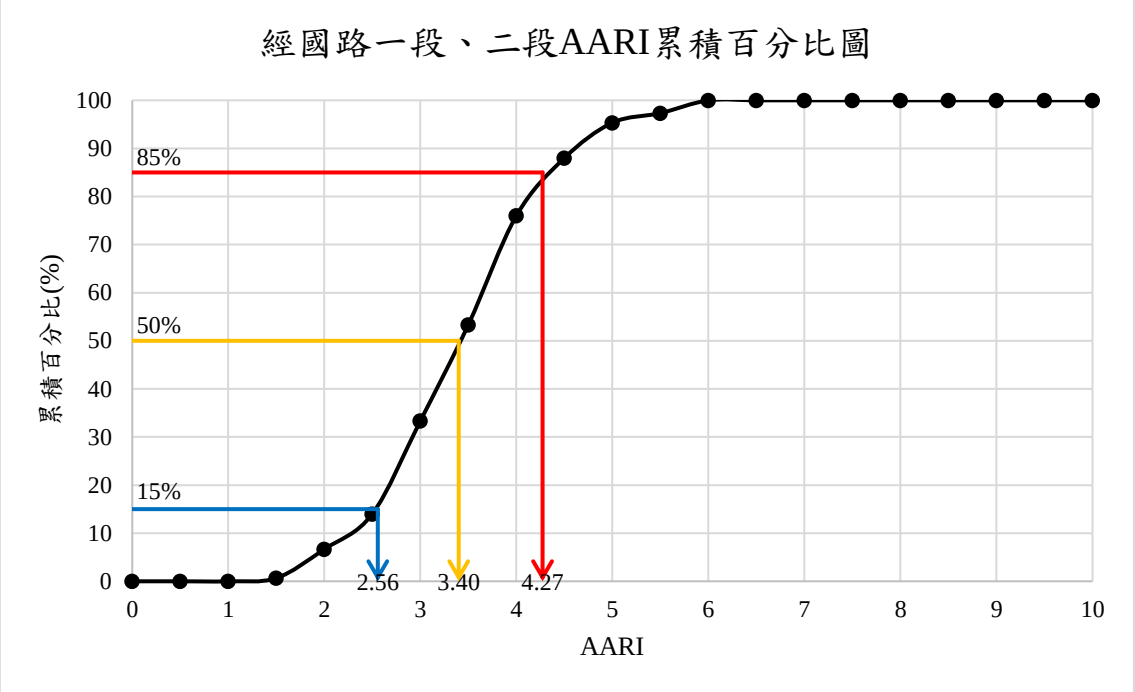
1.1 第一階段經國路一段、二段各車道每 100 尺 AARI 平整度分析結果

經國路一段、二段						
路段(100m)	東向第 3 車道	東向第 2 車道	東向第 1 車道	西向第 1 車道	西向第 2 車道	西向第 3 車道
	起訖路口：西大路					
1		**3.69**	**3.90**	2.13	2.15	
2		1.94	1.38	2.85	3.32	
3		3.28	2.94	**3.71**	2.41	
4		3.29	2.57	2.97	**3.50**	
5		2.76	**4.00**	3.29	3.49	
6		**3.94**	2.74	**3.59**	**3.66**	
7		2.94	1.85	**3.66**	**3.81**	
8		3.39	2.76	**3.50**	2.87	
9		3.00	3.21	2.29	**3.95**	
10		**3.61**	3.13	1.77	**4.00**	
11		2.65	**4.95**	2.84	**4.70**	
12	**4.28**	2.61	**4.94**	**3.73**	**3.92**	3.47
13	2.95	**4.63**	**4.38**	**3.63**	**4.45**	**3.62**
14	**3.57**	**3.79**	2.62	**4.07**	3.45	**3.98**
15	**4.37**	2.87	2.23	3.15	**4.75**	**4.79**
16	3.25	**4.26**	**4.24**	**4.19**	**3.56**	2.48
17	**4.00**	**3.95**	**3.73**	**3.70**	**3.86**	**5.98**
18	3.24	**4.18**	3.41	3.02	**3.59**	2.64
19	3.19	**4.07**	3.04	3.11	**5.25**	**5.85**
20	3.28	3.35	1.77	3.23	2.62	2.75
21	**5.65**	2.28	1.68	1.88	2.66	**4.17**
22	**5.07**	**4.96**	3.17	2.17	**3.77**	**5.81**
23	**3.95**	3.08	2.63	2.73	3.41	**5.04**
24	**4.76**	2.71	1.92	2.93	**4.12**	**4.11**
25	**4.63**	2.74	2.45	2.74	2.37	**3.83**
26	**4.89**	**3.54**	2.79	2.51		3.33
27	**3.77**	3.01	2.20	1.99		**3.64**
28	**3.55**	3.27	2.55	2.62	3.03	**4.20**
29	**3.90**	**4.47**	**3.54**	1.89	3.06	**4.79**
	起訖路口：中華路					

1.2　第一階段經國路一段、二段各車道 AARI 分布圖



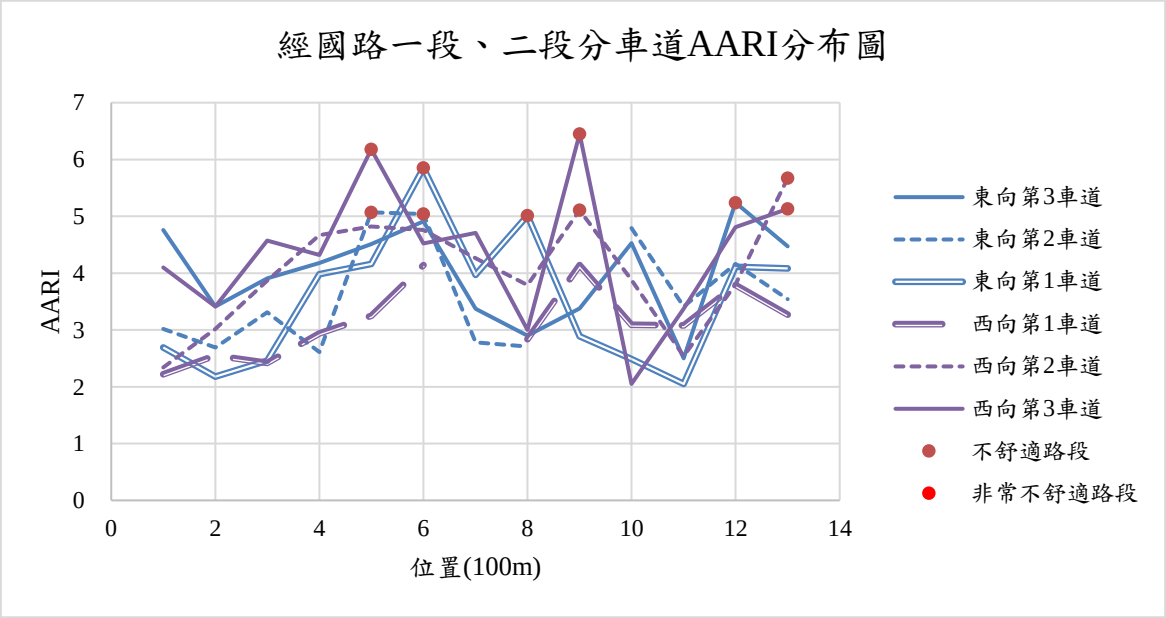
1.3　第一階段經國路一段、二段 AARI 累積分布圖



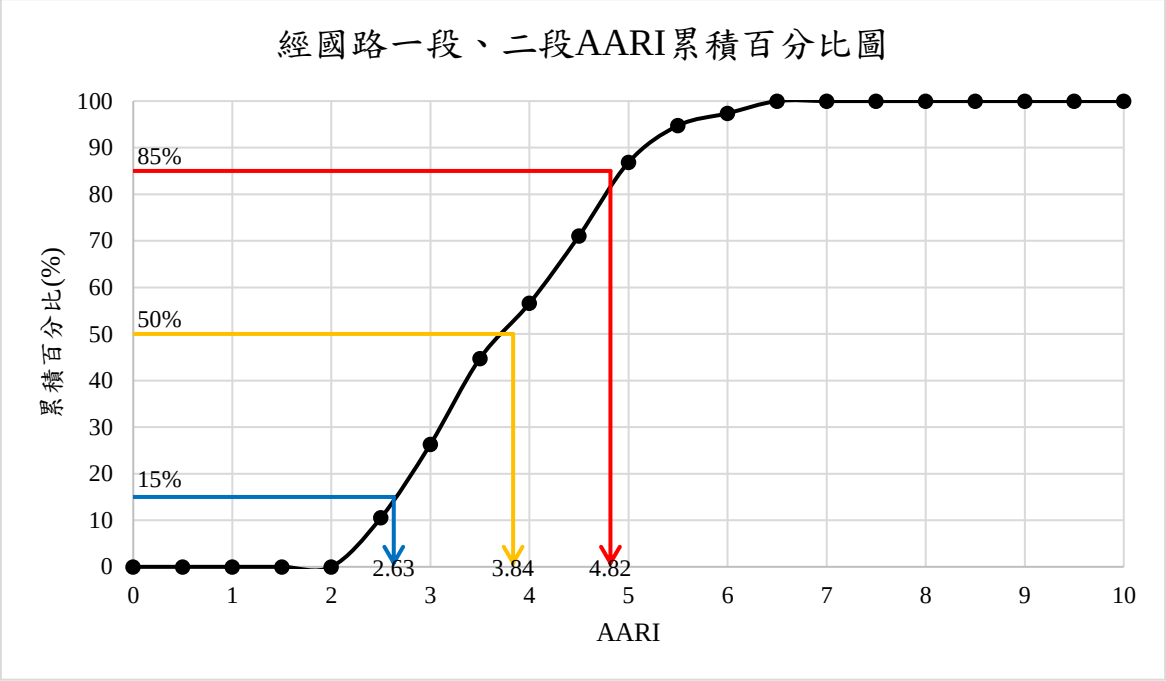
1.4　第二階段經國路一段、二段各車道每 100 尺 AARI 平整度分析結果

經國路一段、二段						
路段(100m)	東向第 3 車道	東向第 2 車道	東向第 1 車道	西向第 1 車道	西向第 2 車道	西向第 3 車道
	起訖路口：東大路					
1	**4.76**	3.02	2.69	2.22	2.34	**4.10**
2	3.41	2.69	2.18	2.55	3.02	3.41
3	**3.91**	3.31	2.46	2.42	**3.87**	**4.57**
4	**4.18**	2.61	**3.98**	2.94	**4.67**	**4.32**
5	**4.51**	**5.07**	**4.16**	3.25	**4.82**	**6.18**
6	**4.91**	**5.04**	**5.85**	**4.14**	**4.76**	**4.52**
7	3.37	2.78	**3.97**		**4.26**	**4.71**
8	2.90	2.71	**5.01**	2.84	**3.79**	3.00
9	3.38		2.89	**4.14**	**5.11**	**6.45**
10	**4.53**	**4.79**	2.49	3.09	**3.88**	2.05
11	2.50	3.41	2.05	3.08	2.54	3.37
12	**5.24**	**4.16**	**4.11**	**3.79**	**3.80**	**4.81**
13	**4.47**	**3.54**	**4.08**	3.27	**5.67**	**5.13**
	起訖路口：鐵道路					

1.5　第二階段經國路一段、二段各車道 AARI 分布圖



1.6 第二階段經國路一段、二段 AARI 累積分布圖

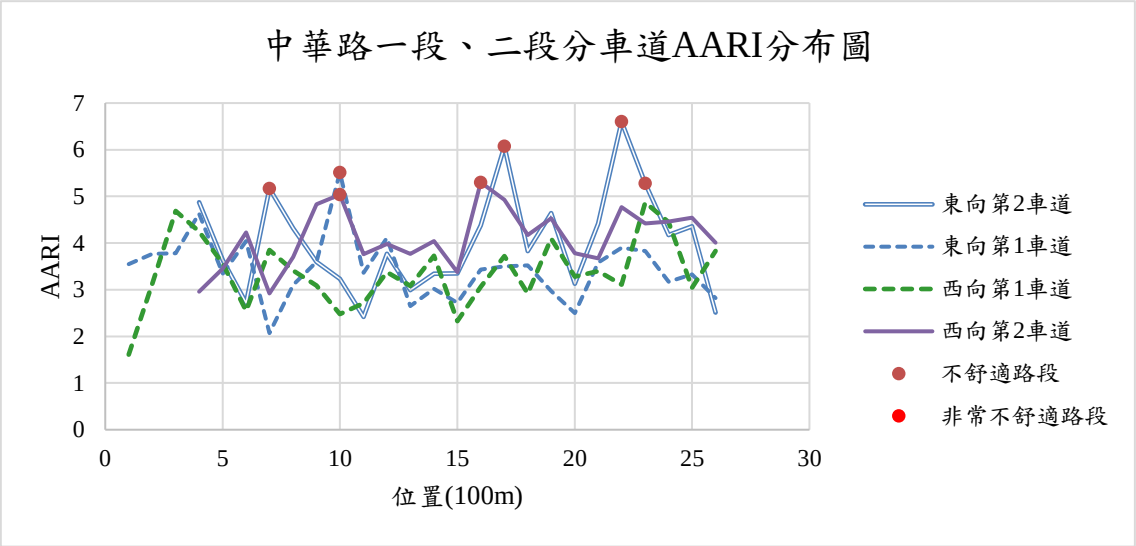


二、 中華路一段、二段：起訖點武昌街～經國路

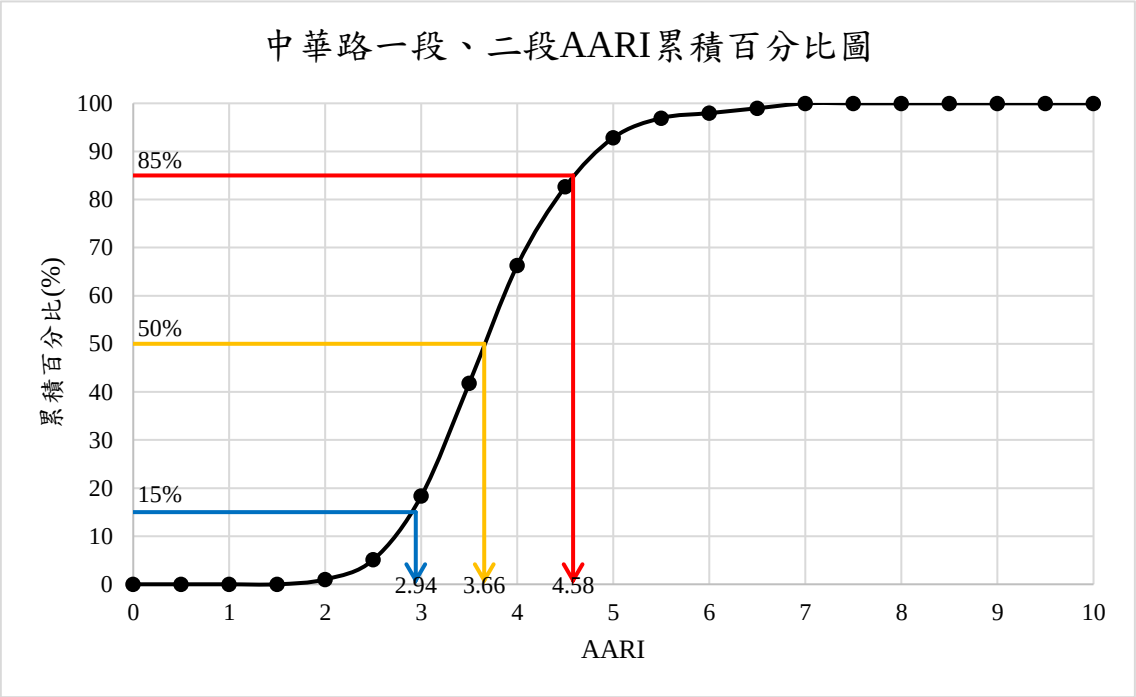
2.1 第一階段中華路一段、二段各車道每 100 尺 AARI 平整度分析結果

中華路一段、二段				
路段(100m)	東向第 2 車道	東向第 1 車道	西向第 1 車道	西向第 2 車道
	起訖路口：武昌街			
1		**3.55**	1.61	
2		**3.77**	3.13	
3		**3.78**	**4.69**	
4	**4.87**	**4.63**	**4.25**	2.96
5	**3.64**	3.34	**3.56**	3.45
6	2.72	**4.04**	2.55	**4.23**
7	**5.17**	2.07	**3.85**	2.92
8	**4.32**	3.10	3.41	**3.70**
9	**3.6**	**3.60**	3.09	**4.83**
10	3.23	**5.51**	2.48	**5.04**
11	2.42	3.36	2.71	**3.76**
12	**3.77**	**4.11**	3.38	**3.98**
13	2.99	2.65	3.08	**3.77**
14	3.34	3.02	**3.73**	**4.04**
15	3.35	2.72	2.33	3.38
16	**4.38**	3.43	3.06	**5.30**
17	**6.07**	**3.5**	**3.72**	**4.93**
18	**3.83**	**3.52**	2.92	**4.17**
19	**4.64**	2.97	**4.10**	**4.53**
20	3.13	2.5	3.28	**3.78**
21	**4.42**	**3.58**	3.40	**3.67**
22	**6.60**	**3.9**	3.11	**4.77**
23	**5.28**	**3.83**	**4.87**	**4.42**
24	**4.17**	3.17	**4.45**	**4.46**
25	**4.36**	3.33	3.04	**4.54**
26	2.51	2.82	**3.83**	**4.01**
	起訖路口：經國路			

2.2 第一階段中華路一段、二段各車道 AARI 分布圖



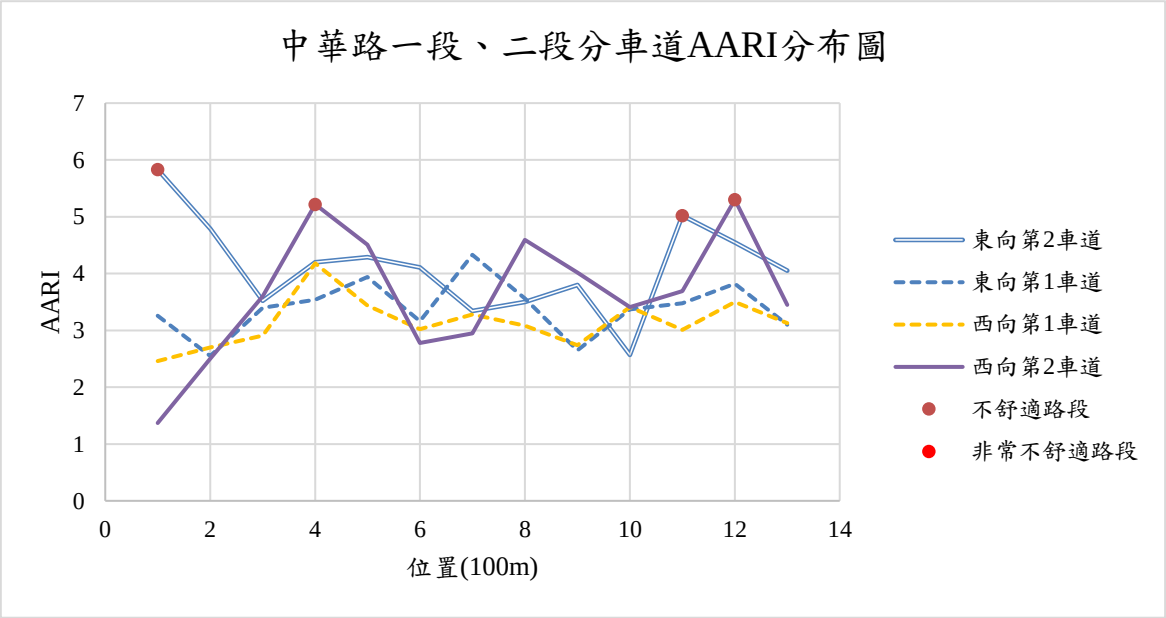
2.3 第一階段中華路一段、二段 AARI 累積分布圖



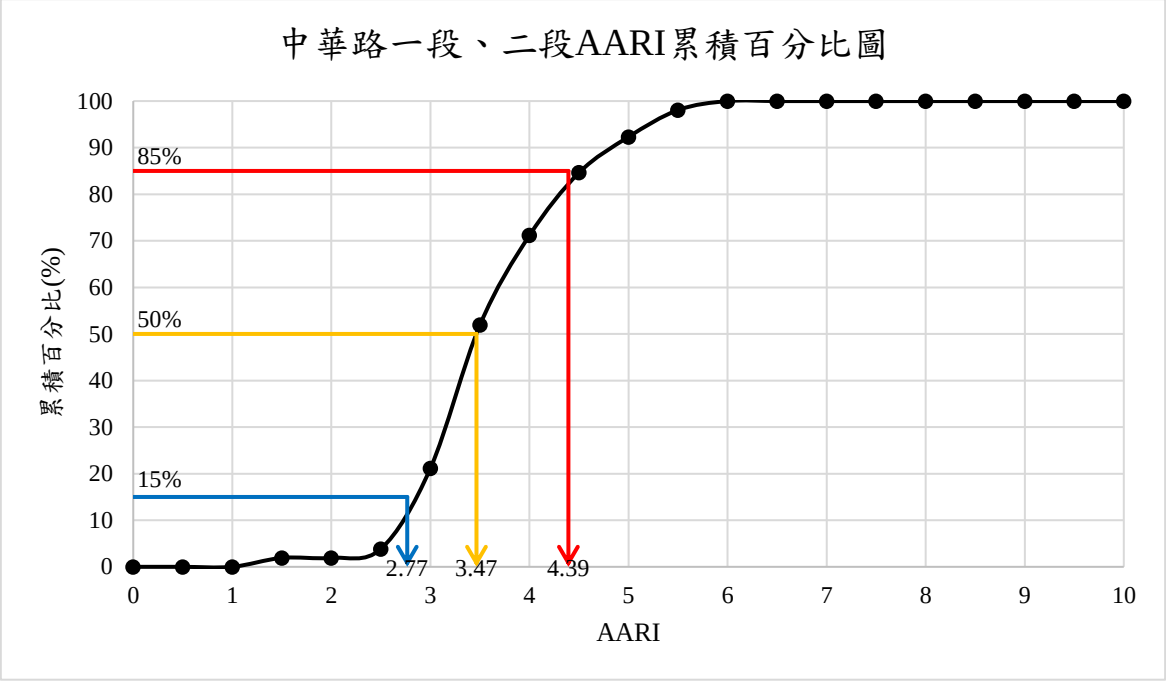
2.4　第二階段中華路一段、二段各車道每 100 尺 AARI 平整度分析結果

中華路一段、二段				
路段(100m)	東向第 2 車道	東向第 1 車道	西向第 1 車道	西向第 2 車道
	起訖路口：東大路			
1	**5.83**	3.26	2.46	1.37
2	**4.79**	2.55	2.70	2.50
3	**3.52**	3.4	2.91	**3.60**
4	**4.2**	**3.54**	**4.18**	**5.22**
5	**4.29**	**3.94**	3.44	**4.51**
6	**4.11**	3.16	3.02	2.78
7	3.34	**4.33**	3.28	2.95
8	**3.5**	**3.56**	3.08	**4.59**
9	**3.8**	2.65	2.74	**4.02**
10	2.57	3.37	3.41	3.41
11	**5.02**	3.48	3.01	**3.69**
12	**4.55**	**3.82**	**3.50**	**5.30**
13	**4.05**	3.1	3.13	3.45
	起訖路口：公道五路			

2.5　第二階段中華路一段、二段各車道 AARI 分布圖



2.6 第二階段中華路一段、二段 AARI 累積分布圖

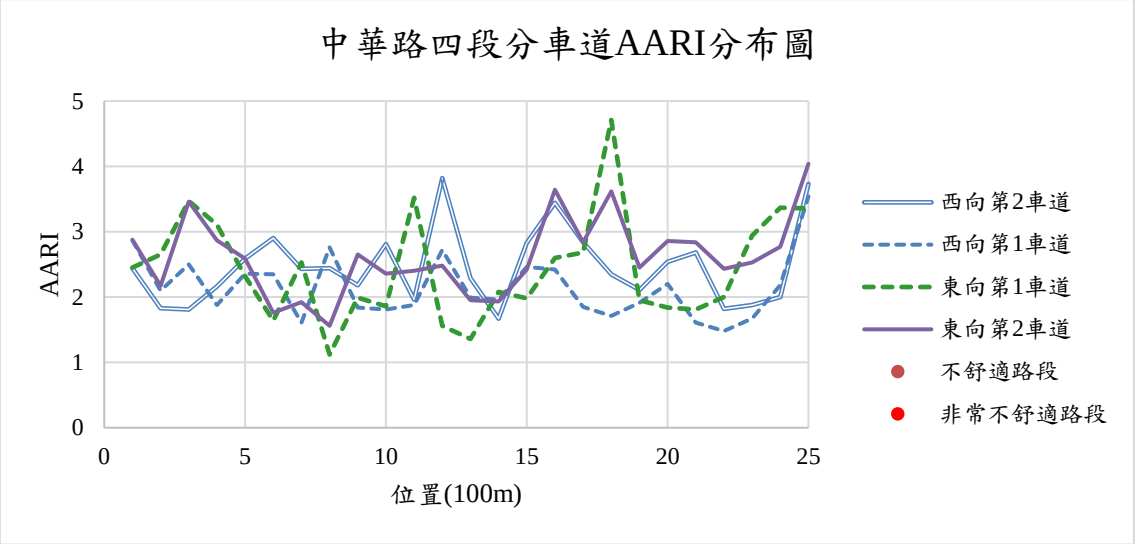


三、 中華路四段：起訖點經國路三段～大庄路

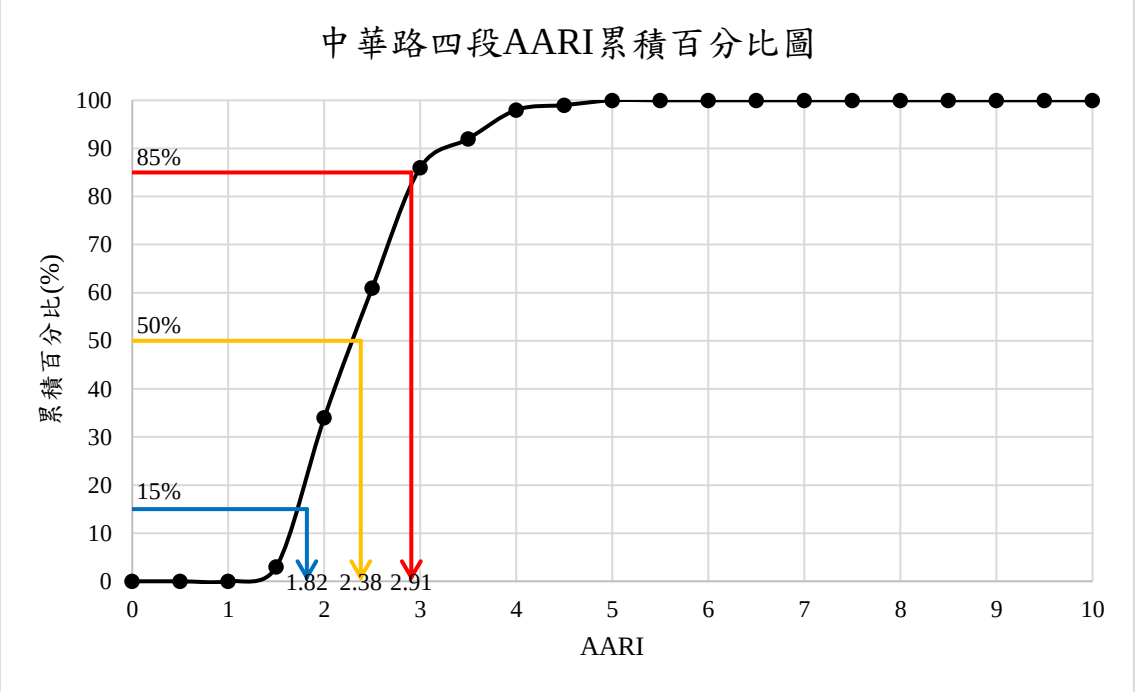
3.1 第一階段中華路四段各車道每 100 尺 AARI 平整度分析結果

中華路四段				
路段(100m)	西向第 2 車道	西向第 1 車道	東向第 1 車道	東向第 2 車道
	起訖路口：經國路三段			
1	2.44	2.87	2.45	2.88
2	1.83	2.1	2.65	2.17
3	1.81	2.5	3.47	3.46
4	2.16	1.88	3.11	2.87
5	2.59	2.36	2.32	2.59
6	2.9	2.35	1.64	1.76
7	2.43	1.61	2.53	1.92
8	2.44	2.76	1.12	1.56
9	2.18	1.84	1.99	2.65
10	2.81	1.81	1.86	2.36
11	1.96	1.88	**3.52**	2.40
12	**3.82**	2.72	1.56	2.48
13	2.29	1.99	1.36	1.95
14	1.67	1.96	2.08	1.93
15	2.83	2.46	1.98	2.42
16	3.44	2.42	2.60	**3.64**
17	2.84	1.85	2.68	2.84
18	2.35	1.71	**4.71**	**3.62**
19	2.11	1.91	1.95	2.45
20	2.54	2.2	1.84	2.86
21	2.68	1.61	1.81	2.84
22	1.82	1.48	2.00	2.43
23	1.88	1.67	2.94	2.53
24	2	2.18	3.37	2.77
25	**3.73**	**3.54**	3.36	**4.04**
	起訖路口：大庄路			

3.2 第一階段中華路四段各車道 AARI 分布圖



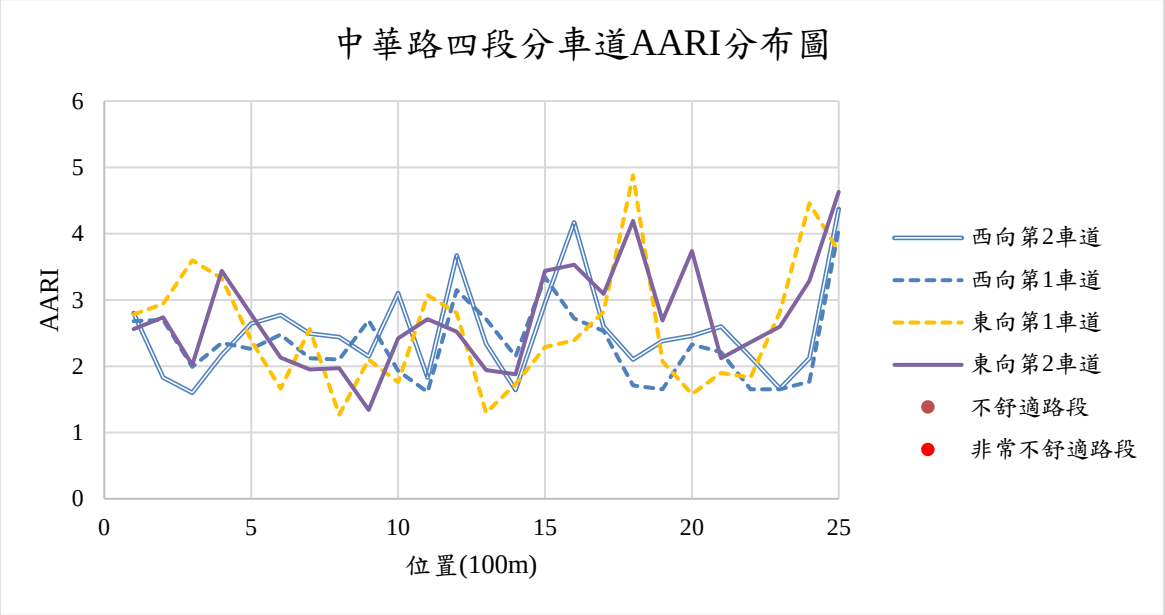
3.3 第一階段中華路四段 AARI 累積分布圖



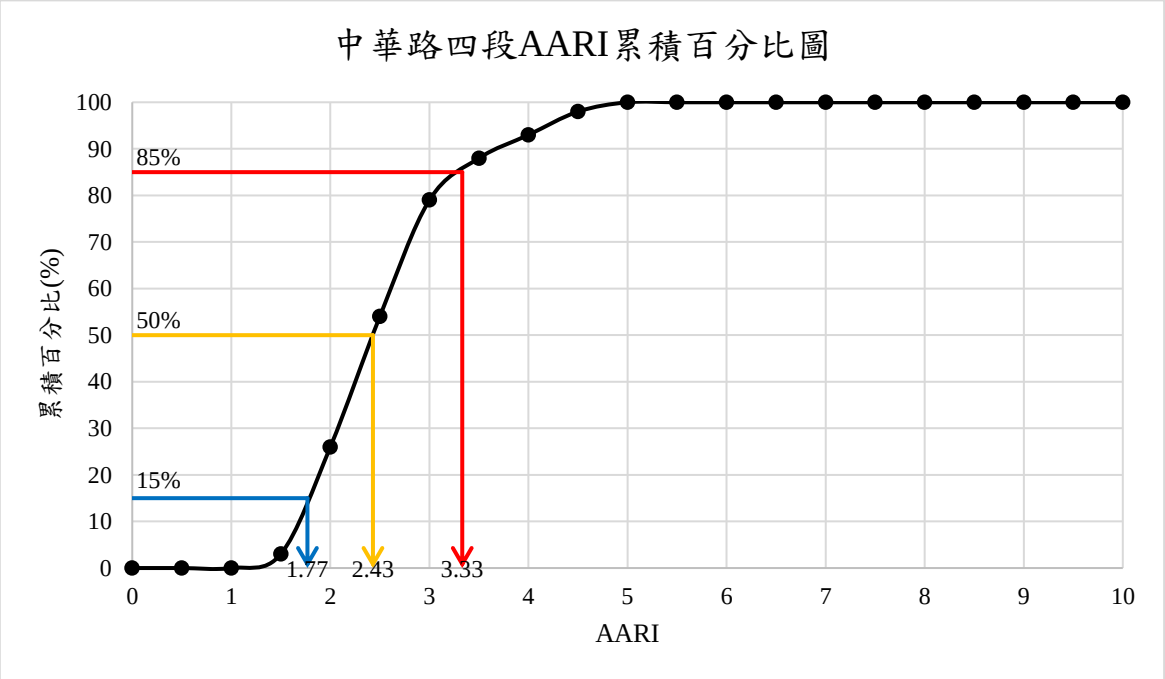
3.4 第二階段中華路四段各車道每 100 尺 AARI 平整度分析結果

中華路四段				
路段(100m)	西向第 2 車道	西向第 1 車道	東向第 1 車道	東向第 2 車道
	起訖路口：經國路三段			
1	2.8	2.68	2.78	2.56
2	1.83	2.7	2.94	2.74
3	1.6	1.99	**3.60**	2.02
4	2.17	2.35	3.33	3.44
5	2.64	2.26	2.39	2.78
6	2.77	2.48	1.66	2.13
7	2.49	2.12	2.56	1.95
8	2.44	2.10	1.27	1.97
9	2.15	2.69	2.10	1.34
10	3.1	1.93	1.76	2.42
11	1.83	1.61	3.07	2.71
12	**3.67**	3.15	2.80	2.52
13	2.34	2.71	1.30	1.94
14	1.64	2.15	1.73	1.88
15	2.95	3.34	2.29	3.44
16	**4.17**	2.72	2.39	**3.53**
17	2.60	2.53	2.82	3.09
18	2.10	1.71	**4.88**	**4.19**
19	2.38	1.65	2.07	2.69
20	2.46	2.33	1.58	**3.74**
21	2.6	2.21	1.90	2.12
22	2.14	1.65	1.83	2.36
23	1.66	1.65	2.82	2.60
24	2.12	1.77	**4.46**	3.29
25	**4.37**	**4.06**	**3.73**	**4.63**
	起訖路口：大庄路			

3.5 第二階段中華路四段各車道 AARI 分布圖



3.6 第二階段中華路四段 AARI 累積分布圖

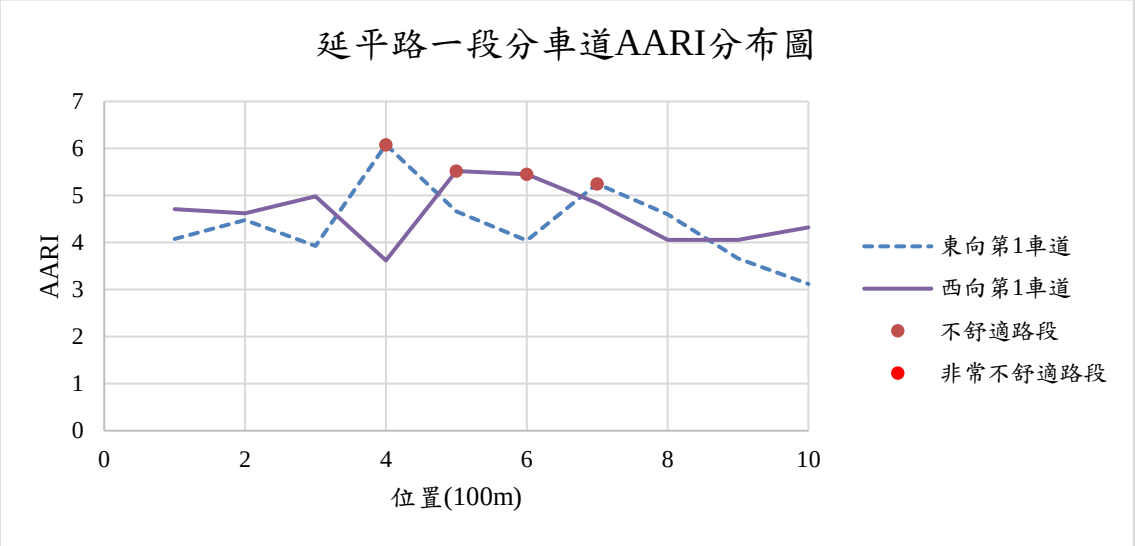


四、 延平路一段：起訖點成功路～北大路

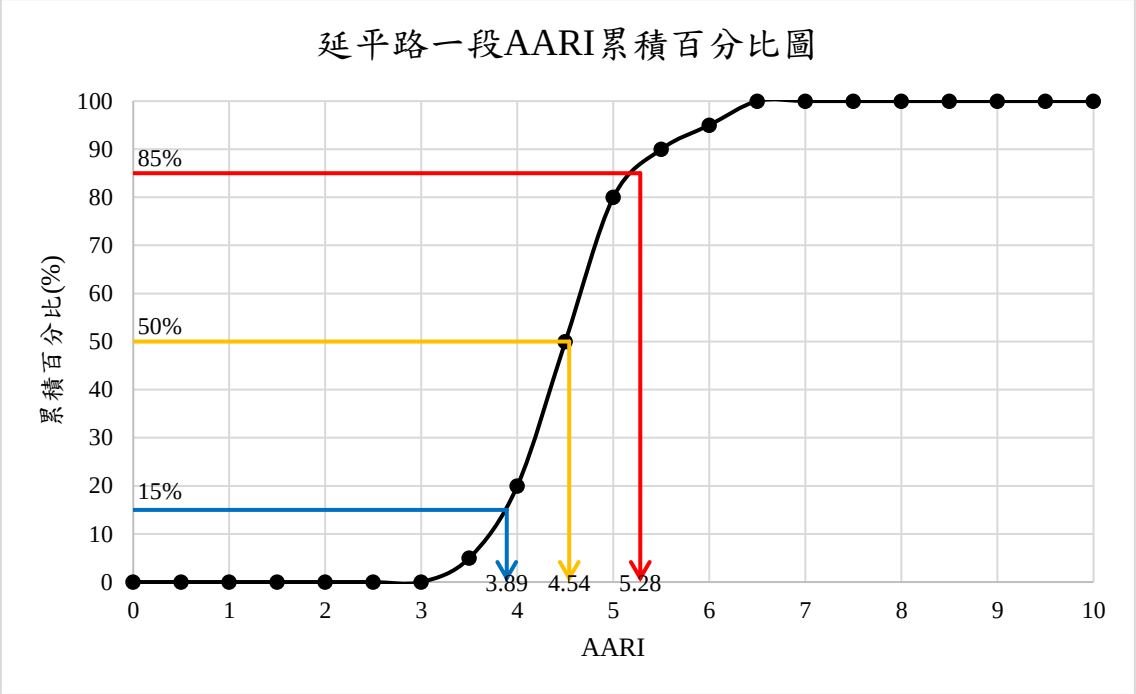
4.1 延平路一段各車道每 100 尺 AARI 平整度分析結果

延平路一段		
路段(100m)	東向第 1 車道	西向第 1 車道
	起訖路口：成功路	
1	**4.08**	**4.71**
2	**4.48**	**4.62**
3	**3.93**	**4.98**
4	**6.08**	**3.62**
5	**4.66**	**5.52**
6	**4.04**	**5.45**
7	**5.25**	**4.84**
8	**4.60**	**4.06**
9	**3.66**	**4.06**
10	3.12	**4.32**
	起訖路口：北大路	

4.2 延平路一段東向與西向共兩車道之 AARI 分布圖



4.3 延平路一段 AARI 累積分布圖

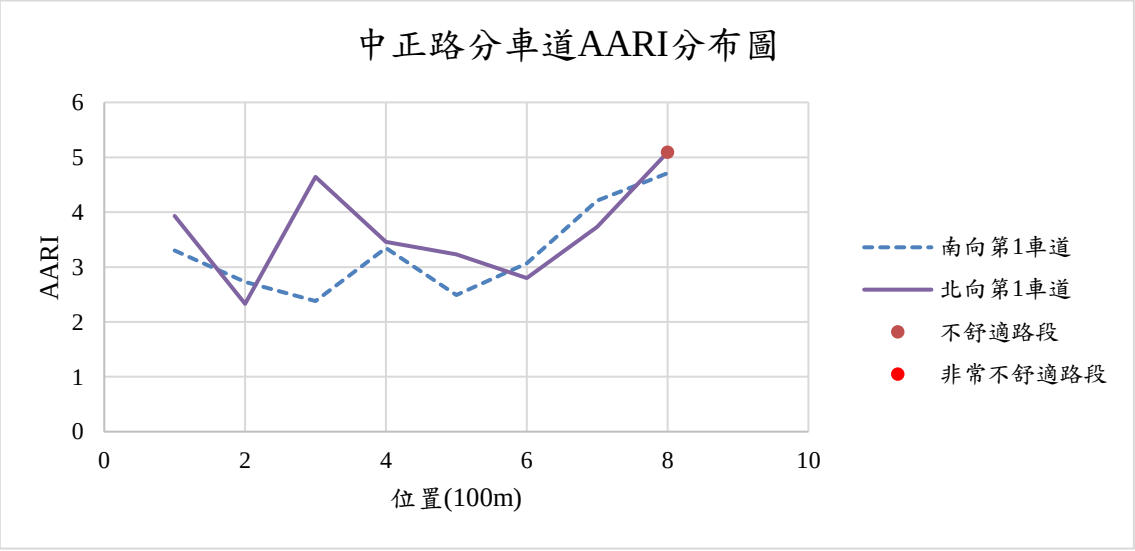


五、 中正路：起訖點經國路～東門圓環

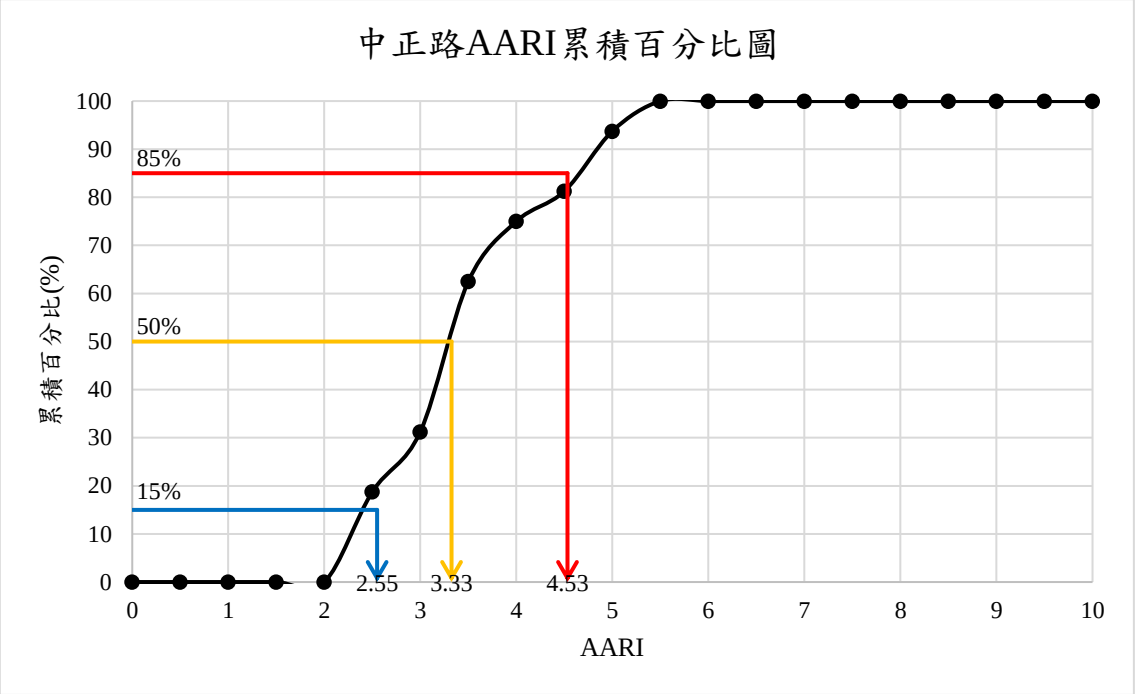
5.1 第一階段中正路各車道每 100 尺 AARI 平整度分析結果

中正路		
路段(100m)	南向第 1 車道	北向第 1 車道
	起訖路口：經國路	
1	3.30	**3.93**
2	2.73	2.33
3	2.38	**4.64**
4	3.35	3.46
5	2.49	3.23
6	3.07	2.80
7	**4.21**	**3.73**
8	**4.71**	**5.09**
	起訖路口：東門圓環	

5.2 第一階段中正路各車道 AARI 分布圖



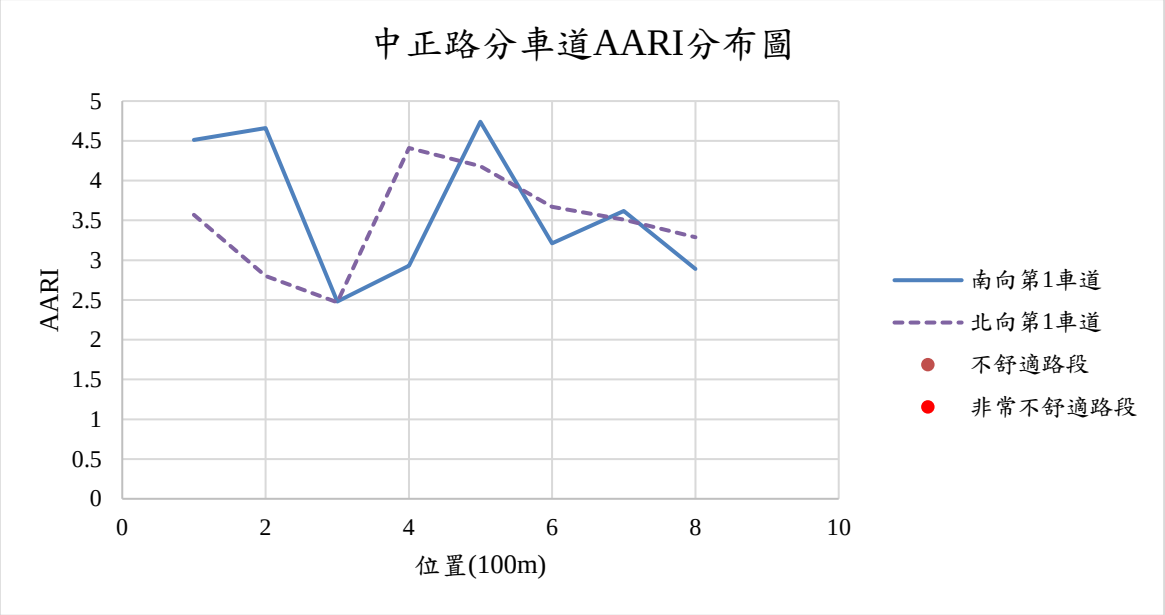
5.3　第一階段中正路 AARI 累積分布圖



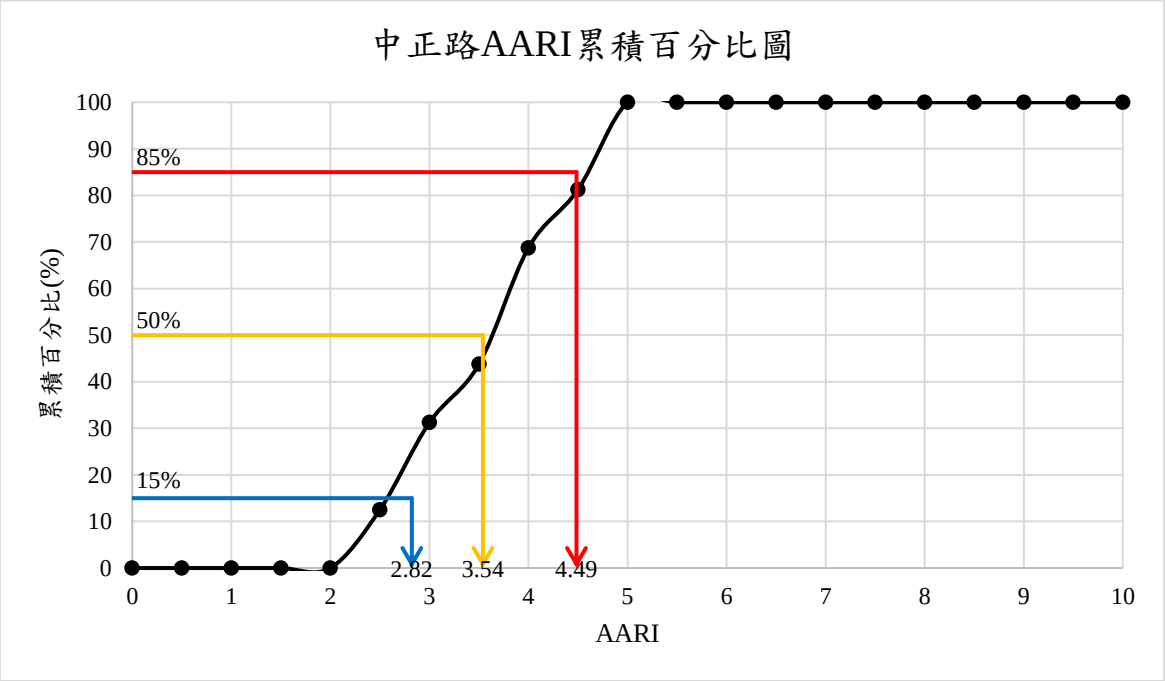
5.4　第二階段中正路各車道每 100 尺 AARI 平整度分析結果

中正路		
路段(100m)	南向第 1 車道	北向第 1 車道
	起訖路口：經國路	
1	**4.51**	**3.57**
2	**4.66**	2.80
3	2.48	2.47
4	2.93	**4.41**
5	**4.74**	**4.18**
6	3.21	**3.67**
7	**3.62**	**3.51**
8	2.89	3.29
	起訖路口：東門圓環	

5.5 第二階段中正路各車道 AARI 分布圖



5.6 第二階段中正路 AARI 累積分布圖

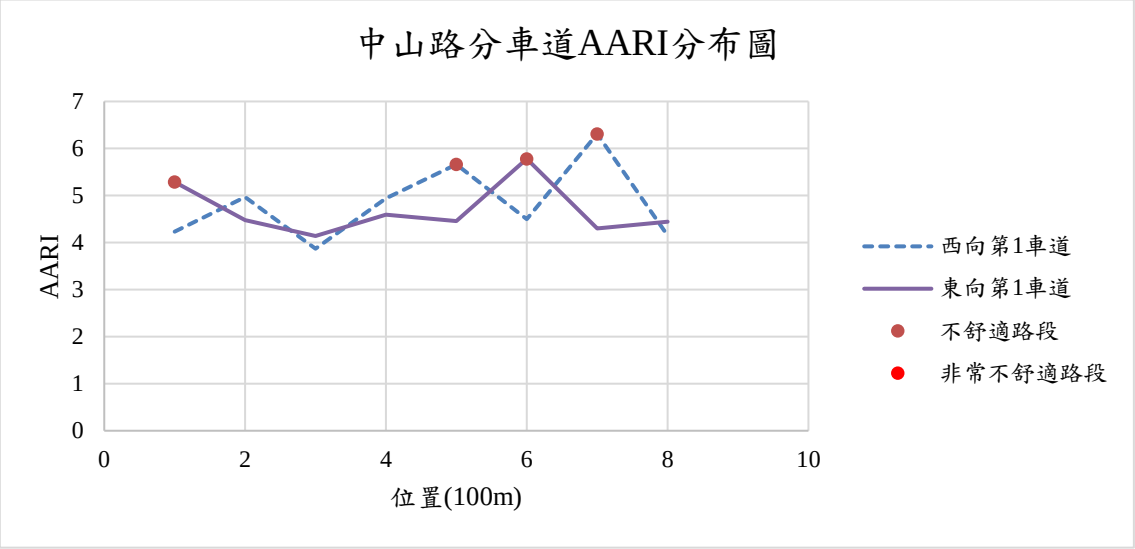


六、　中山路：起訖點四維路～中正路

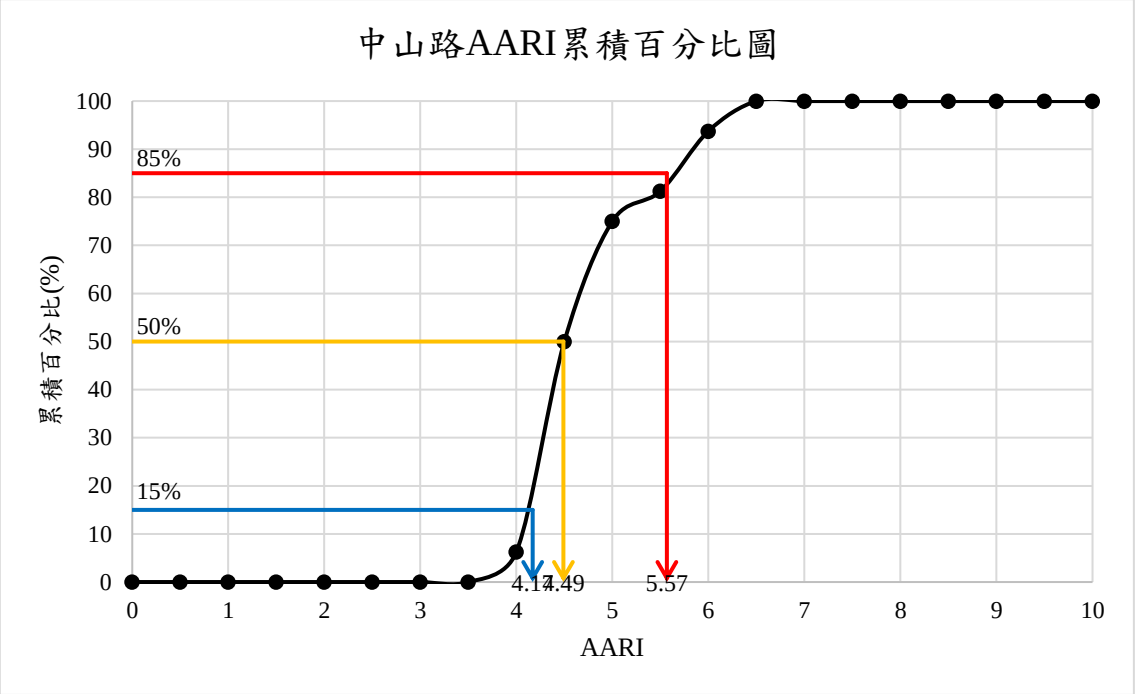
6.1　第一階段中山路各車道每 100 尺 AARI 平整度分析結果

中山路		
路段(100m)	西向第 1 車道	東向第 1 車道
	起訖路口：四維路	
1	**4.23**	**5.29**
2	**4.97**	**4.48**
3	**3.87**	**4.14**
4	**4.94**	**4.59**
5	**5.66**	**4.46**
6	**4.50**	**5.78**
7	**6.31**	**4.30**
8	**4.15**	**4.44**
	起訖路口：中正路	

6.2　第一階段中山路各車道 AARI 分布圖



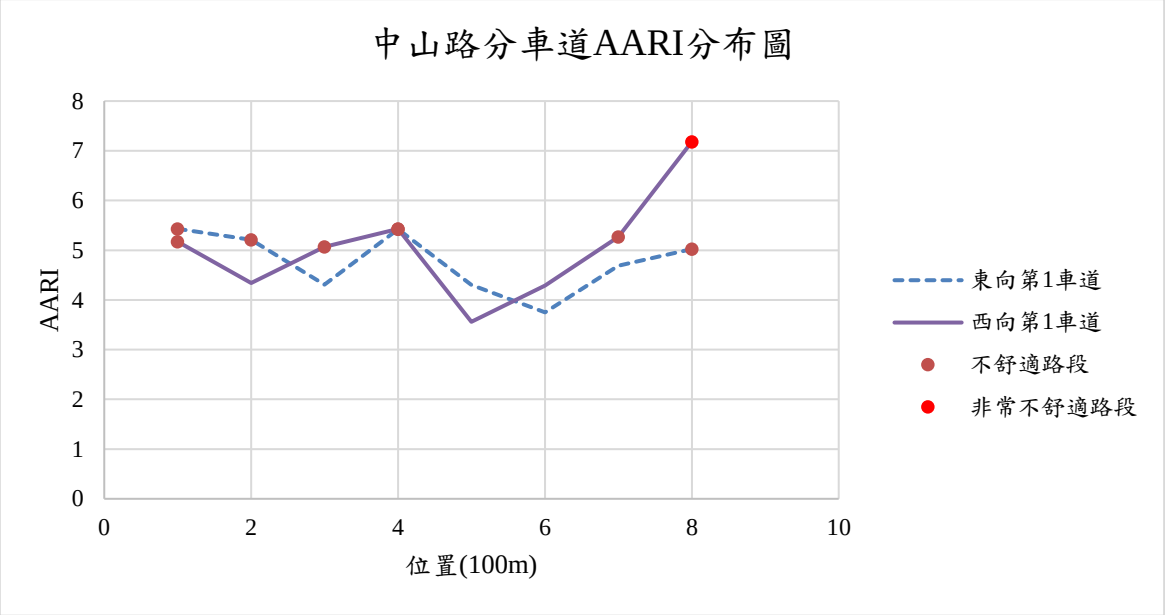
6.3 第一階段中山路 AARI 累積分布圖



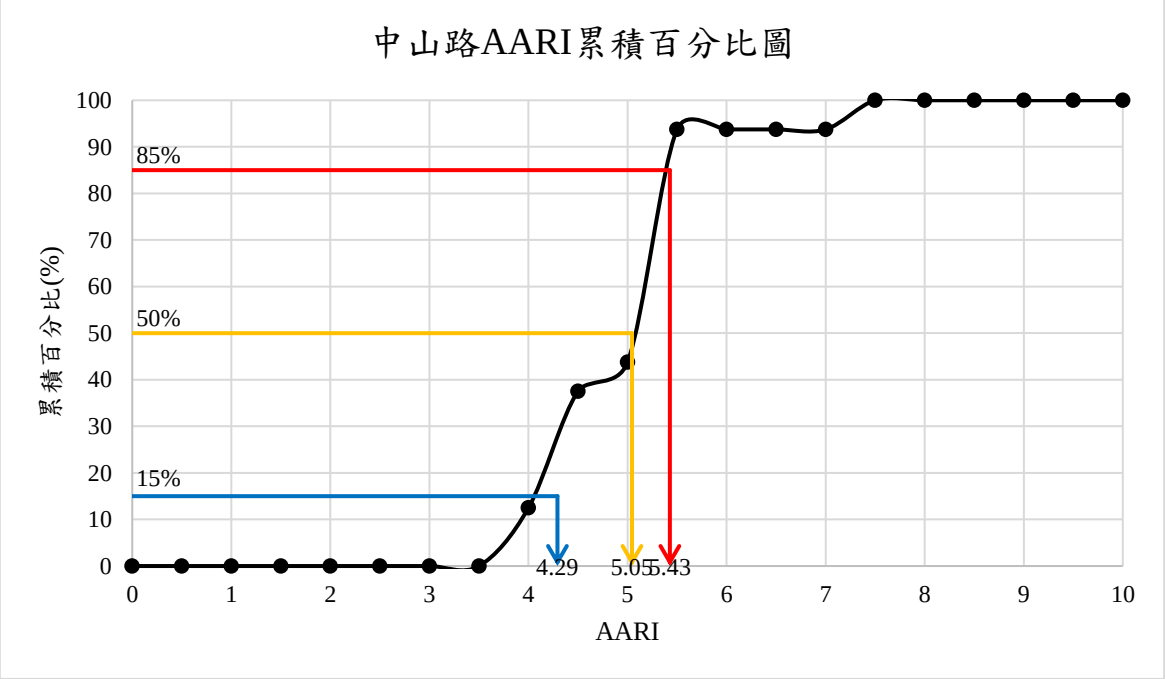
6.4 第二階段中山路各車道每 100 尺 AARI 平整度分析結果

中山路		
路段(100m)	西向第 1 車道	東向第 1 車道
	起訖路口：四維路	
1	**5.43**	**5.17**
2	**5.21**	**4.34**
3	**4.31**	**5.07**
4	**5.42**	**5.43**
5	**4.30**	**3.56**
6	**3.75**	**4.29**
7	**4.69**	**5.27**
8	**5.02**	**7.18**
	起訖路口：中正路	

6.5 第二階段中山路各車道 AARI 分布圖



6.6 第二階段中山路 AARI 累積分布圖

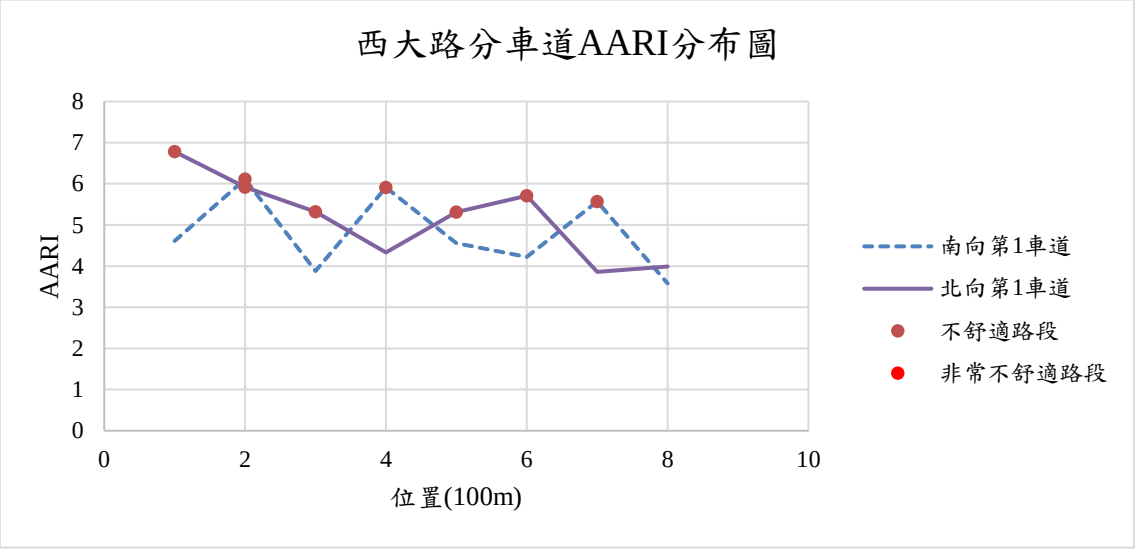


七、 西大路：起訖點經國路～勝利路

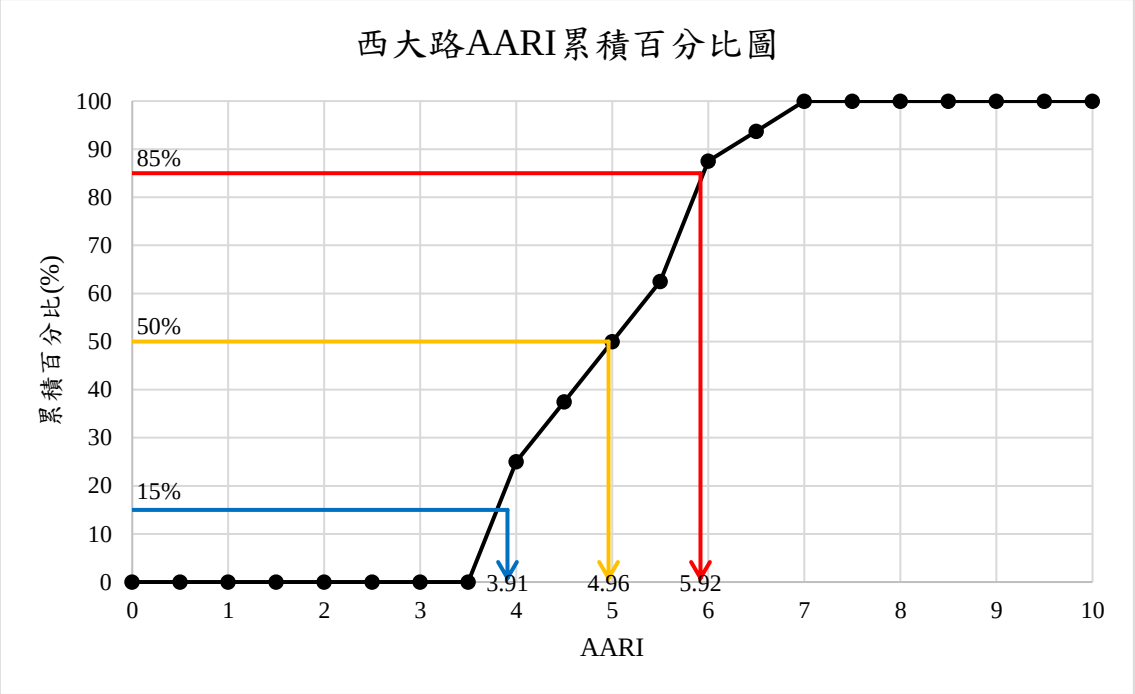
7.1 第一階段西大路各車道每 100 尺 AARI 平整度分析結果

西大路		
路段(100m)	南向第 1 車道	北向第 1 車道
	起訖路口：經國路	
1	**4.61**	**6.78**
2	**6.11**	**5.92**
3	**3.88**	**5.32**
4	**5.91**	**4.33**
5	**4.56**	**5.31**
6	**4.22**	**5.71**
7	**5.57**	**3.86**
8	**3.58**	**3.99**
	起訖路口：勝利路	

7.2 第一階段西大路各車道 AARI 分布圖



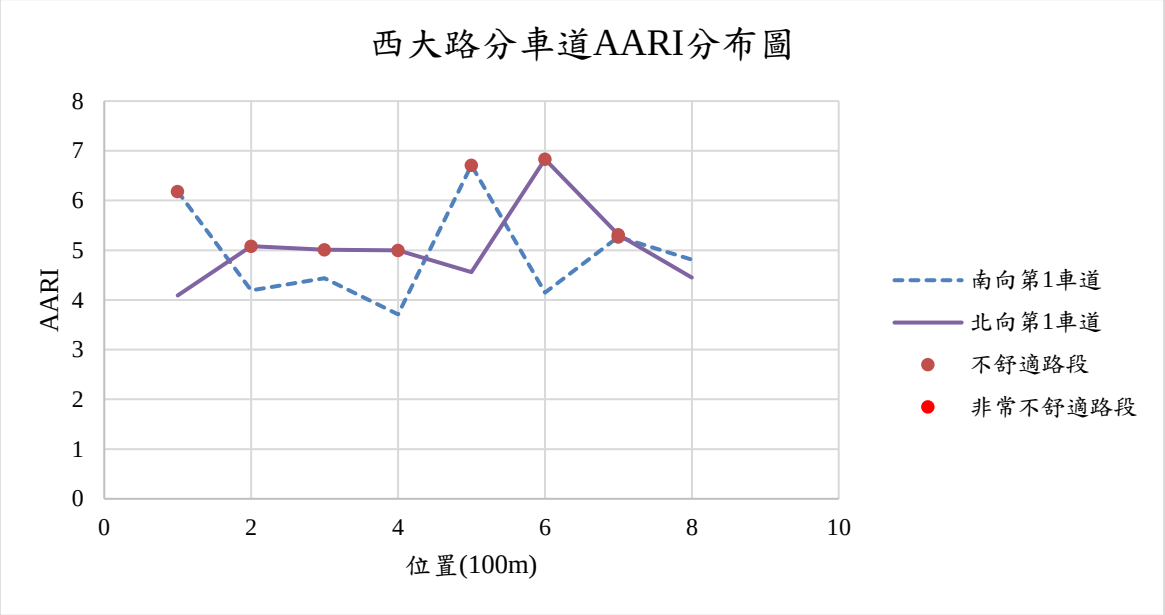
7.3　第一階段西大路 AARI 累積分布圖



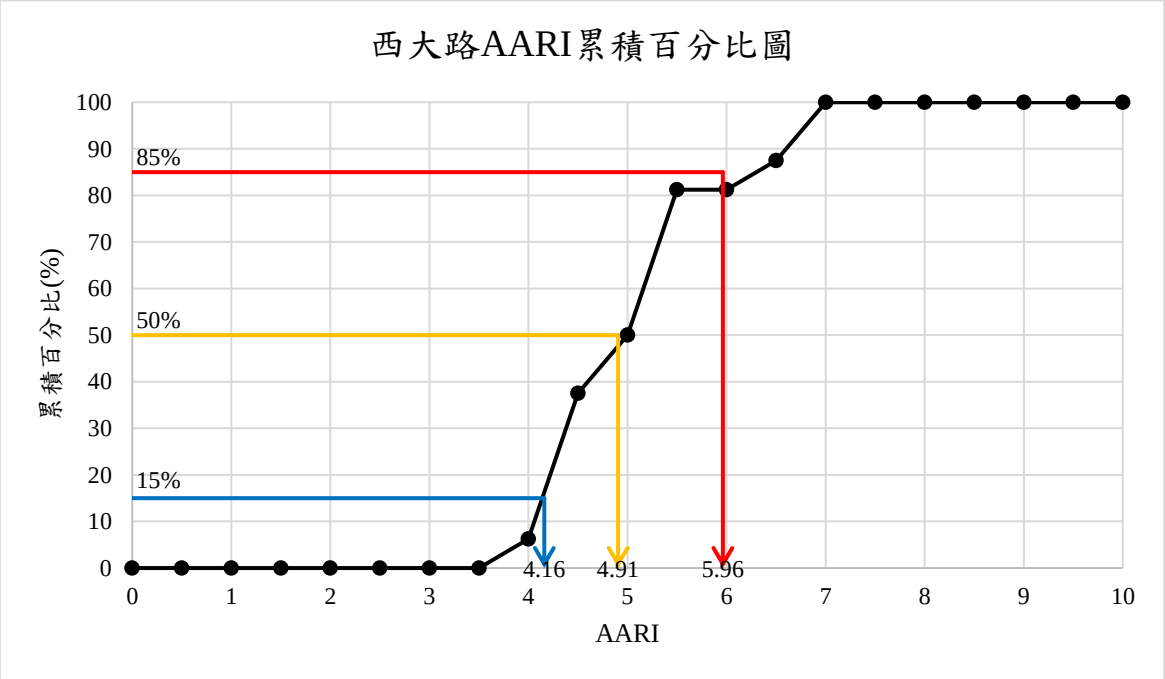
7.4　第二階段西大路各車道每 100 尺 AARI 平整度分析結果

西大路		
路段(100m)	南向第 1 車道	北向第 1 車道
	起訖路口：經國路	
1	**6.18**	**4.09**
2	**4.19**	**5.08**
3	**4.44**	**5.01**
4	**3.71**	**5.00**
5	**6.71**	**4.56**
6	**4.15**	**6.83**
7	**5.27**	**5.31**
8	**4.81**	**4.45**
	起訖路口：勝利路	

7.5 第二階段西大路各車道 AARI 分布圖



7.6 第二階段西大路 AARI 累積分布圖

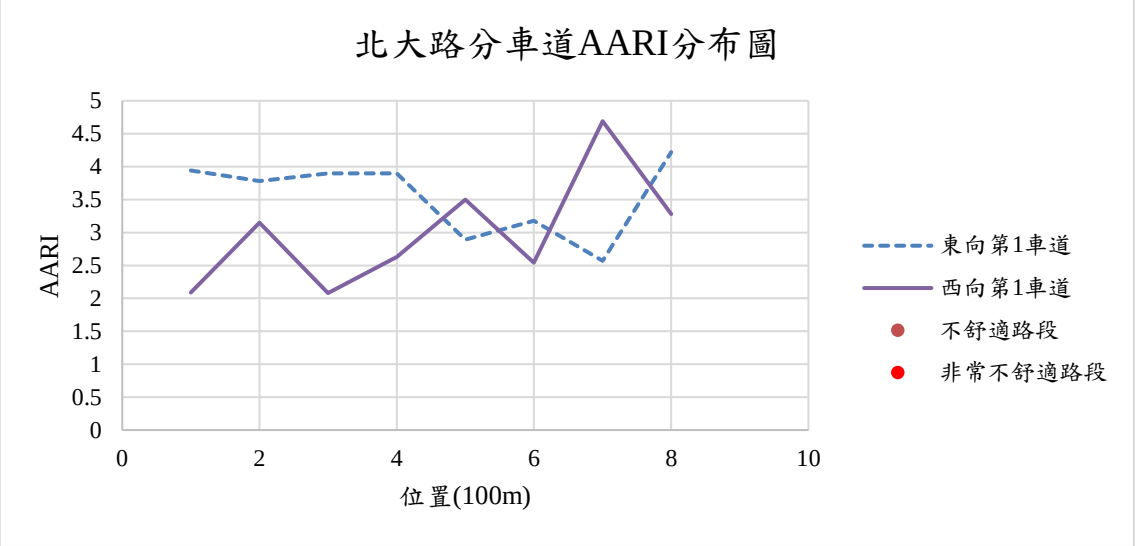


八、 北大路：起訖點西大路～光復路

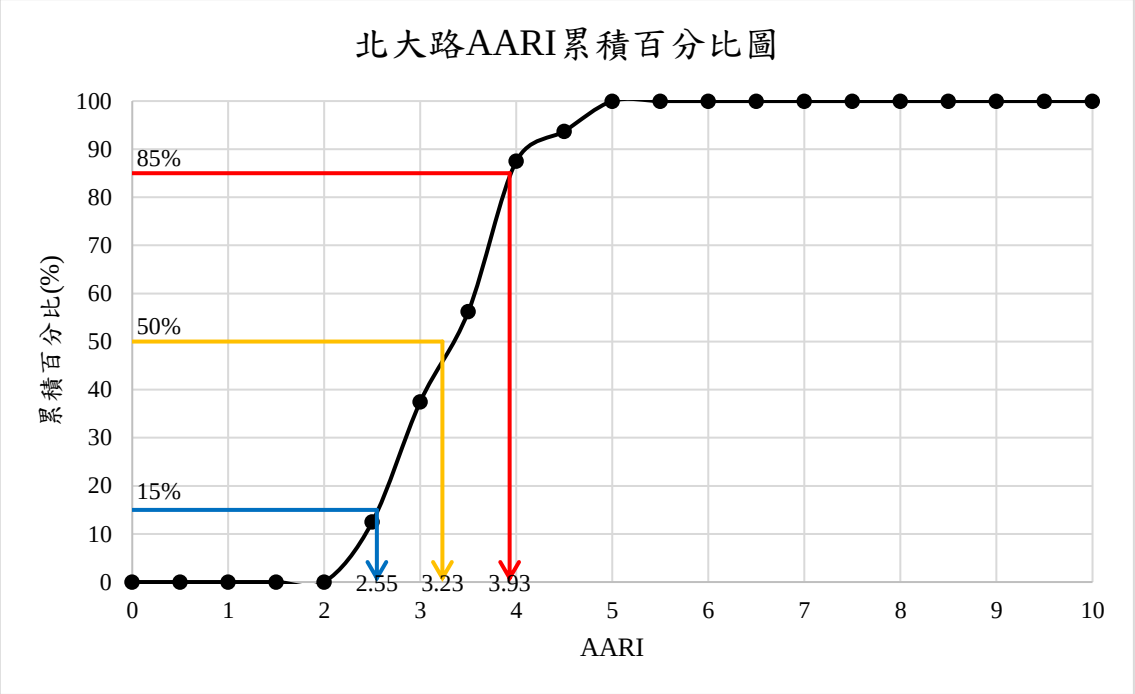
8.1 第一階段北大路各車道每 100 尺 AARI 平整度分析結果

北大路		
路段(100m)	東向第 1 車道	西向第 1 車道
	起訖路口：西大路	
1	**3.94**	2.09
2	**3.78**	3.15
3	**3.90**	2.08
4	**3.90**	2.63
5	2.89	**3.50**
6	3.18	2.54
7	2.57	**4.69**
8	**4.22**	3.28
	起訖路口：光復路	

8.2 第一階段北大路各車道 AARI 分布圖



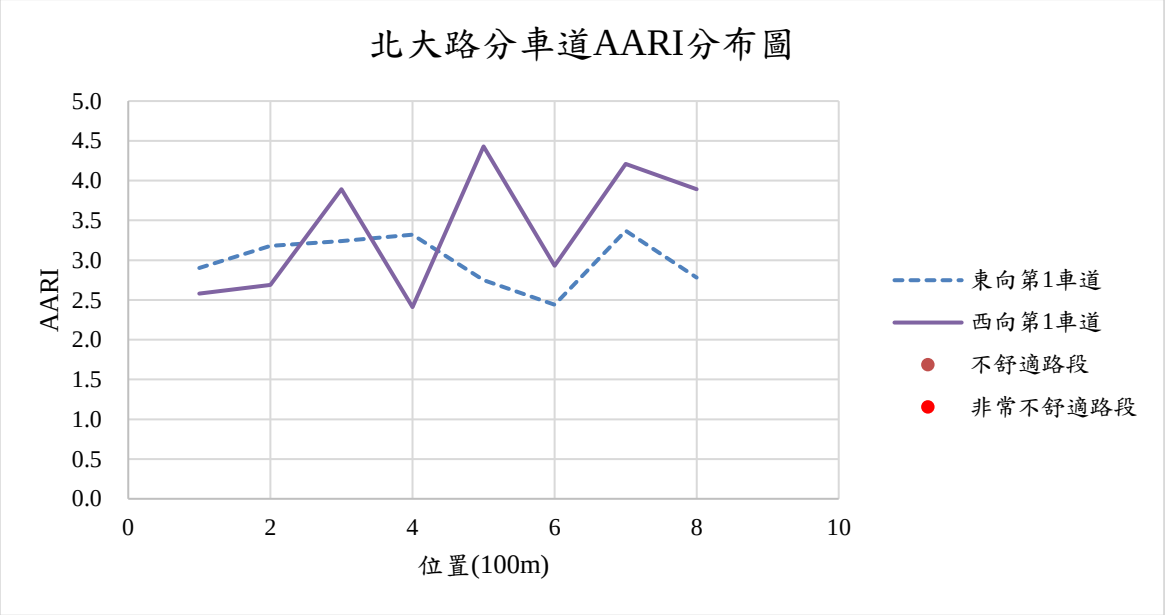
8.3 第一階段北大路 AARI 累積分布圖



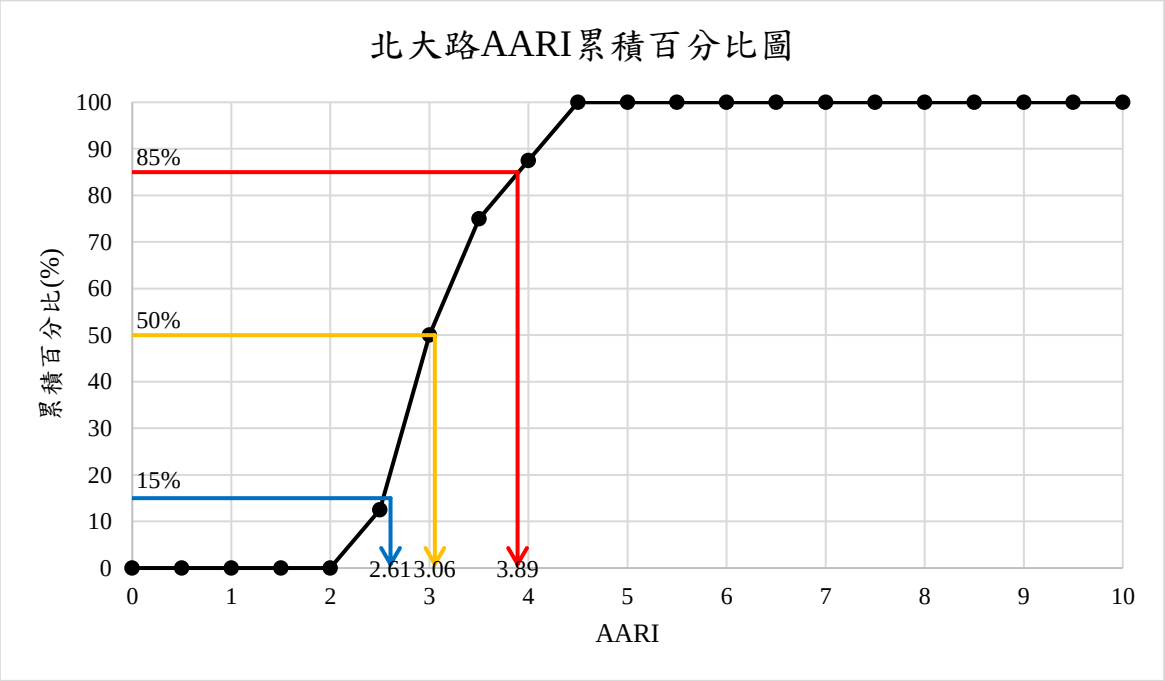
8.4 第二階段北大路各車道每 100 尺 AARI 平整度分析結果

北大路		
路段(100m)	東向第 1 車道	西向第 1 車道
	起訖路口：西大路	
1	2.90	2.58
2	3.18	2.69
3	3.24	3.89
4	3.32	2.41
5	2.75	**4.43**
6	2.44	2.93
7	3.37	**4.21**
8	2.78	**3.89**
	起訖路口：光復路	

8.5 第二階段北大路各車道 AARI 分布圖



8.6 第二階段北大路 AARI 累積分布圖

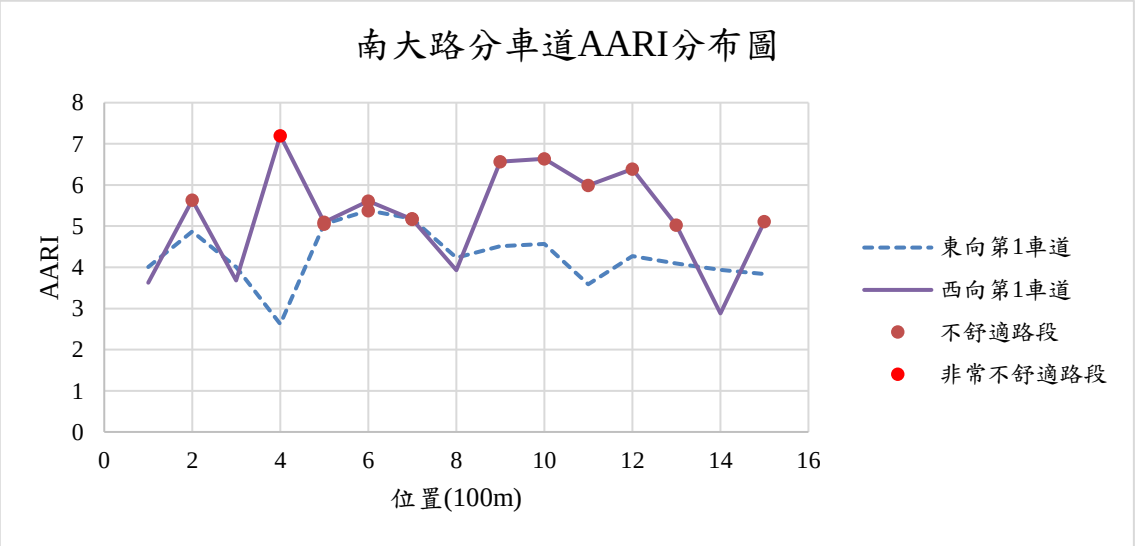


九、　南大路：起訖點食品路～光復路

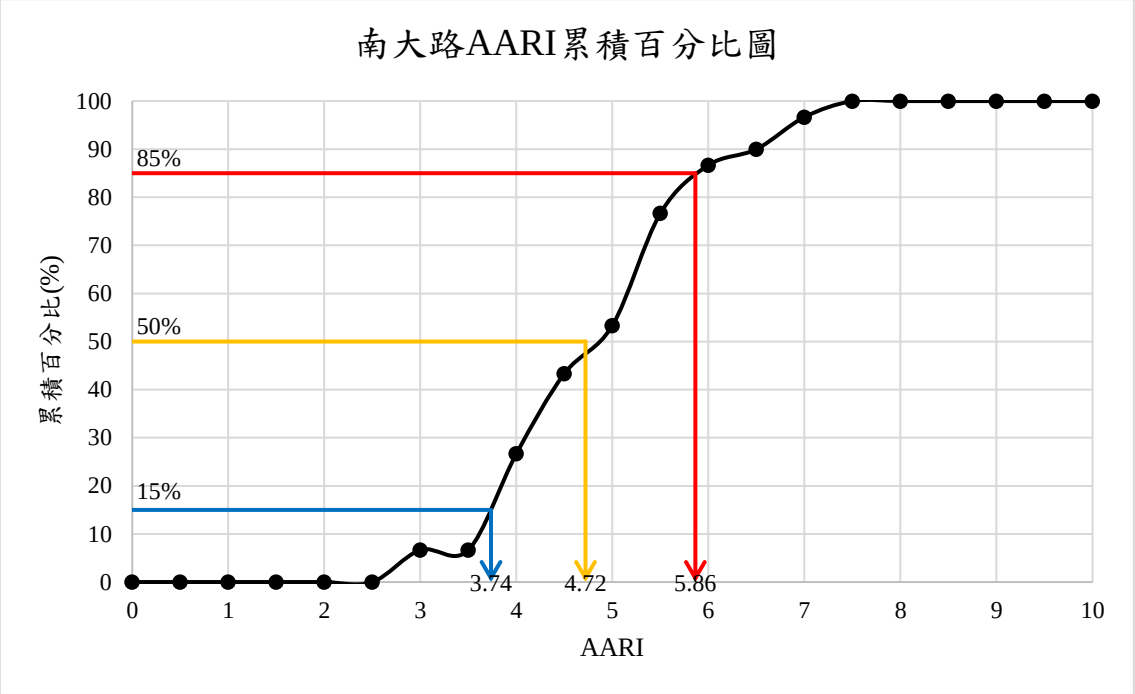
9.1　第一階段南大路各車道每 100 尺 AARI 平整度分析結果

南大路		
路段(100m)	東向第 1 車道	西向第 1 車道
	起訖路口：食品路	
1	**4.01**	**3.63**
2	**4.87**	**5.63**
3	**4.01**	**3.68**
4	2.62	**7.20**
5	**5.05**	**5.10**
6	**5.38**	**5.61**
7	**5.18**	**5.17**
8	**4.23**	**3.93**
9	**4.51**	**6.57**
10	**4.57**	**6.64**
11	**3.59**	**5.99**
12	**4.27**	**6.39**
13	**4.09**	**5.03**
14	**3.94**	2.88
15	**3.84**	**5.11**
	起訖路口：光復路	

9.2　第一階段南大路各車道 AARI 分布圖



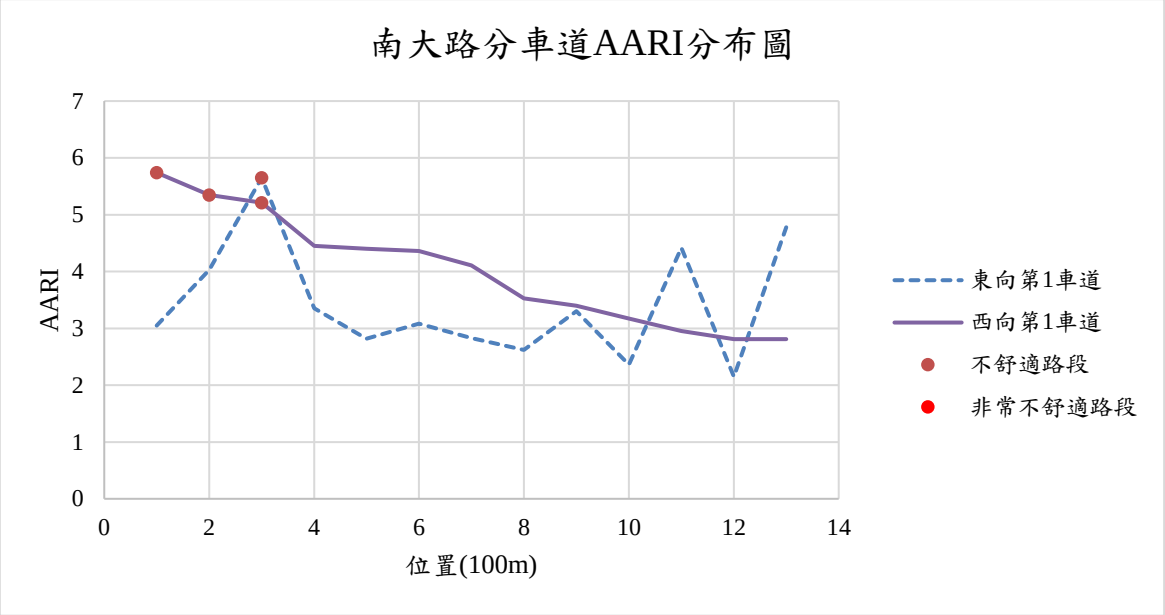
9.3 第一階段南大路 AARI 累積分布圖



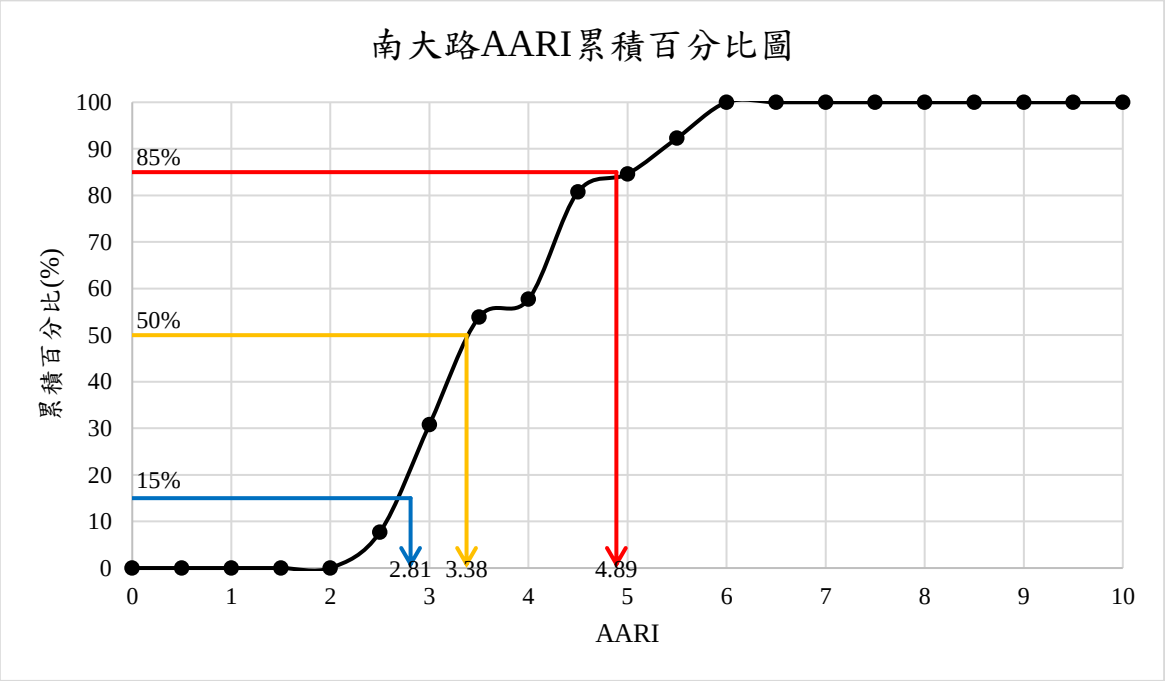
9.4 第二階段南大路各車道每 100 尺 AARI 平整度分析結果

南大路		
路段(100m)	東向第 1 車道	西向第 1 車道
	起訖路口：食品路	
1	3.05	**5.74**
2	**4.03**	**5.35**
3	**5.65**	**5.21**
4	3.35	**4.45**
5	2.82	**4.40**
6	3.08	**4.36**
7	2.83	**4.11**
8	2.62	**3.53**
9	3.30	3.40
10	2.36	3.17
11	**4.42**	2.95
12	2.15	2.81
13	**4.78**	2.81
	起訖路口：東大路	

9.5 第二階段南大路各車道 AARI 分布圖



9.6 第二階段南大路 AARI 累積分布圖

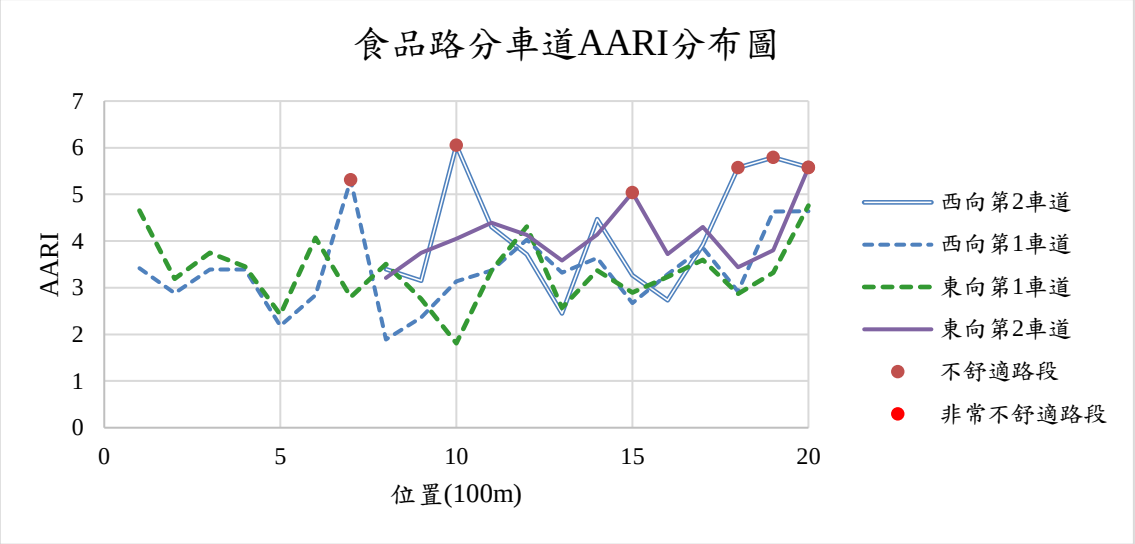


十、 食品路：起訖點南大路～光復二路

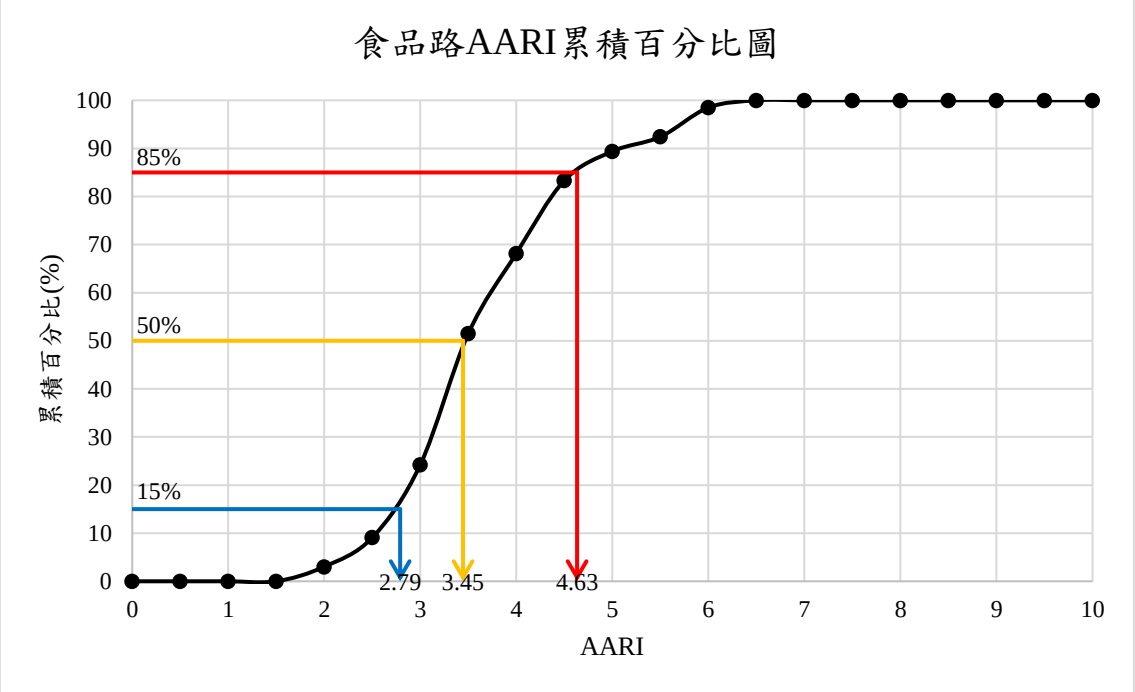
10.1 食品路各車道每 100 尺 AARI 平整度分析結果

食品路				
路段(100m)	西向第 2 車道	西向第 1 車道	東向第 1 車道	東向第 2 車道
	起訖路口：南大路			
1		3.42	**4.65**	
2		2.88	3.19	
3		3.39	**3.75**	
4		3.39	3.45	
5		2.18	2.42	
6		2.84	**4.07**	
7		**5.31**	2.80	
8	3.4	1.89	**3.51**	3.21
9	3.15	2.36	2.76	**3.75**
10	**6.05**	3.14	1.81	**4.05**
11	**4.30**	3.37	3.37	**4.39**
12	**3.71**	**4.03**	**4.31**	**4.13**
13	2.45	3.32	2.57	**3.58**
14	**4.47**	**3.64**	3.37	**4.14**
15	3.27	2.67	2.90	**5.04**
16	2.73	3.29	3.23	**3.72**
17	**3.92**	**3.86**	**3.60**	**4.30**
18	**5.57**	2.92	2.87	3.44
19	**5.79**	**4.63**	3.32	**3.80**
20	**5.58**	**4.64**	**4.76**	**5.57**
	起訖路口：光復二路			

10.2 食品路各車道 AARI 分布圖



10.3 食品路 AARI 累積分布圖

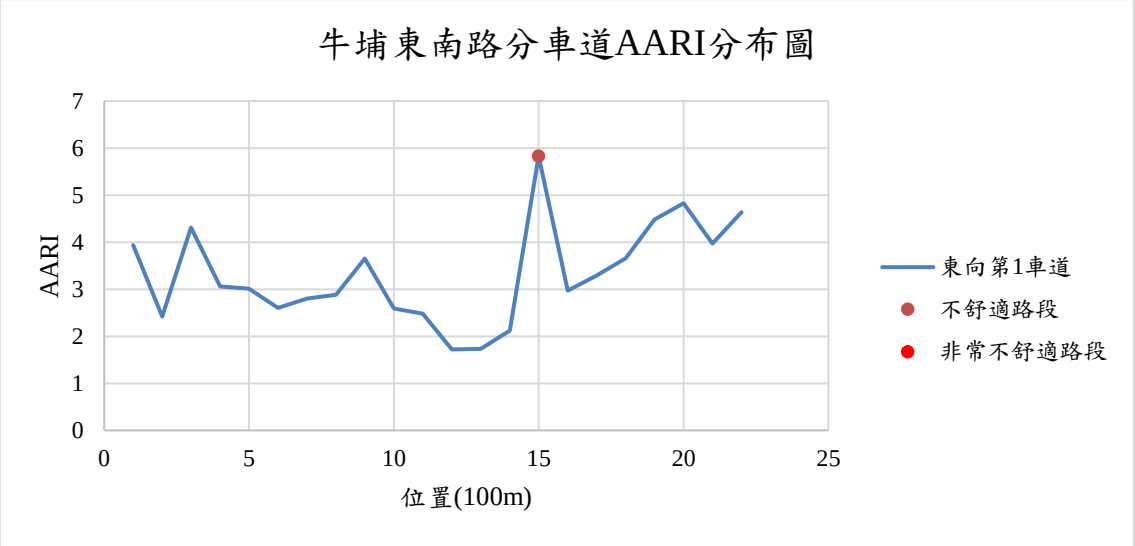


十一、牛埔東南路：起訖點中華路四段～公道三路

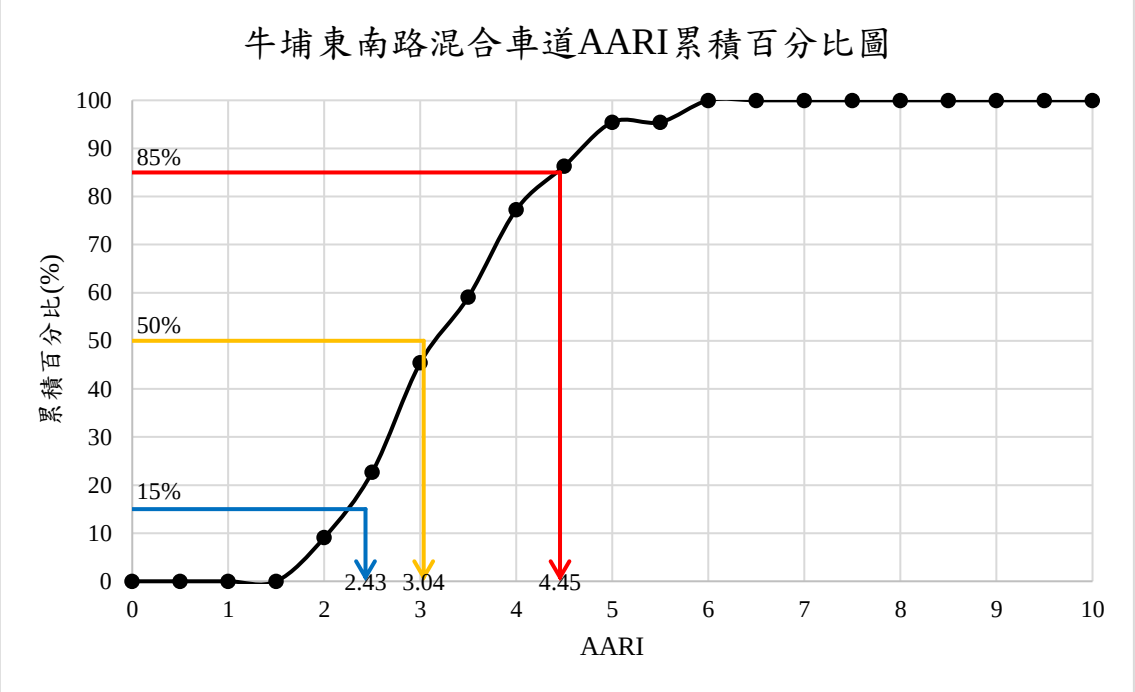
11.1 牛埔東南路各車道每 100 尺 AARI 平整度分析結果

牛埔東南路	
路段(100m)	東向第 1 車道
	起訖路口：中華路四段
1	**3.94**
2	2.42
3	**4.31**
4	3.06
5	3.01
6	2.60
7	2.80
8	2.88
9	**3.65**
10	2.59
11	2.48
12	1.72
13	1.73
14	2.12
15	**5.83**
16	2.97
17	3.29
18	**3.66**
19	**4.48**
20	**4.83**
21	**3.97**
22	**4.64**
	起訖路口：公道三路

11.2 牛埔東南路 AARI 分布圖



11.3 牛埔東南路 AARI 累積分布圖



參、宜蘭縣檢測資料

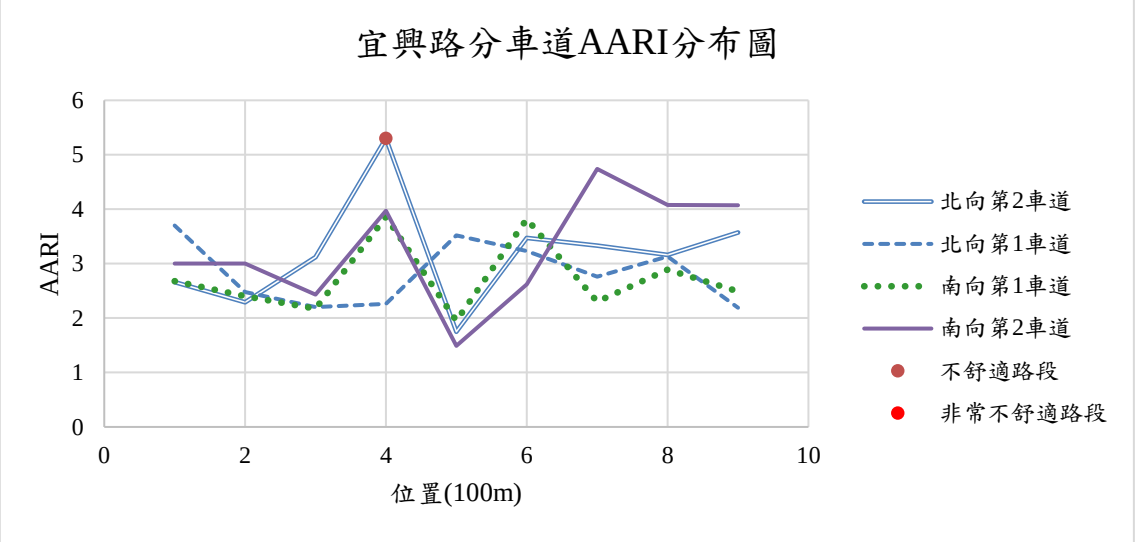
一、　宜興路：起點中山路，迄點新興路 69
二、　嵐峰路：起點中山路一段，迄點宜中路 72
三、　中山路：起點北橫路，迄點縣民大道 74
四、　神農路：起點民權路，迄點女中路 77
五、　健康路：起點民權路，迄點嵐峰路 80
六、　民族路：起點民權路，迄點女中路 83
七、　舊城北路：起點中山路，迄點小東路 86
八、　舊城西路：起點武營路，迄點中山路 87
九、　女中路一段、二段、三段：起點泰山路，迄點東港路二段 88
十、　校舍路：起點東港路，迄點林森路 92
十一、　縣民大道：起點中山路一段，迄點北橫公路 93

一、　宜興路：起訖點中山路～新興路

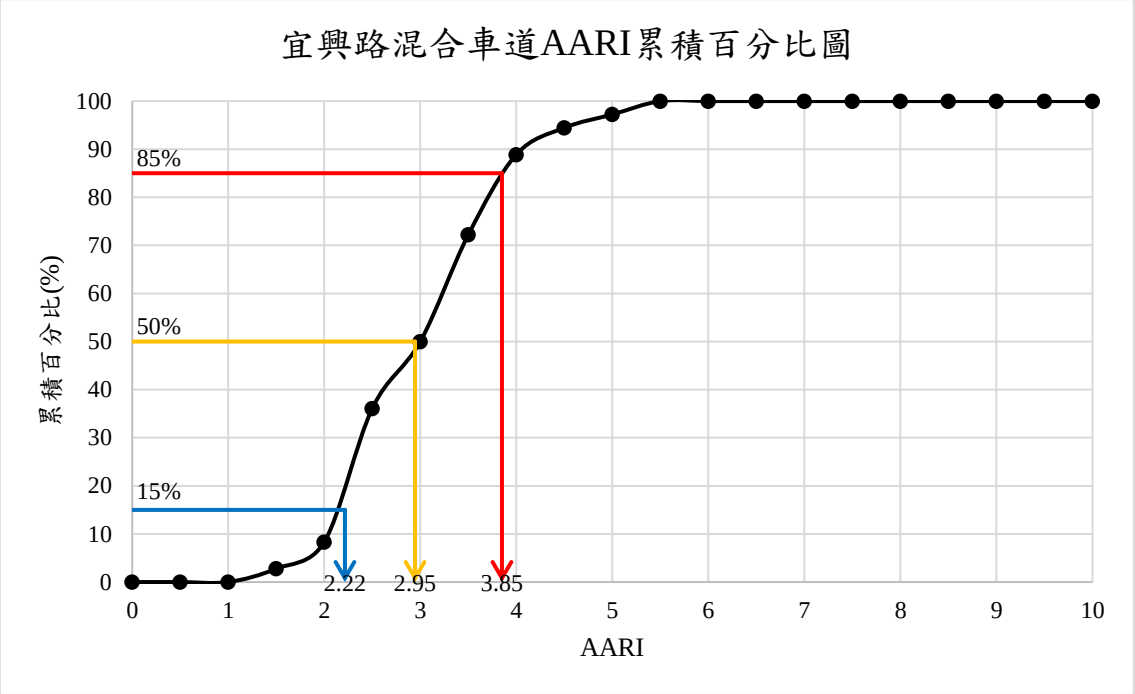
1.1　第一階段宜興路各車道每 100 尺 AARI 平整度分析結果

宜興路				
路段(100m)	北向第 2 車道	北向第 1 車道	南向第 1 車道	南向第 2 車道
	起訖路口：中山路			
1	2.66	**3.70**	2.68	3.00
2	2.29	2.48	2.40	3.00
3	3.12	2.2	2.17	2.43
4	**5.30**	2.26	**3.86**	**3.97**
5	1.75	**3.52**	1.95	1.49
6	3.47	3.23	**3.82**	2.62
7	3.33	2.76	2.30	**4.74**
8	3.16	3.13	2.89	**4.08**
9	**3.57**	2.19	2.49	**4.07**
	起訖路口：新興路			

1.2　第一階段宜興路各車道 AARI 分布圖



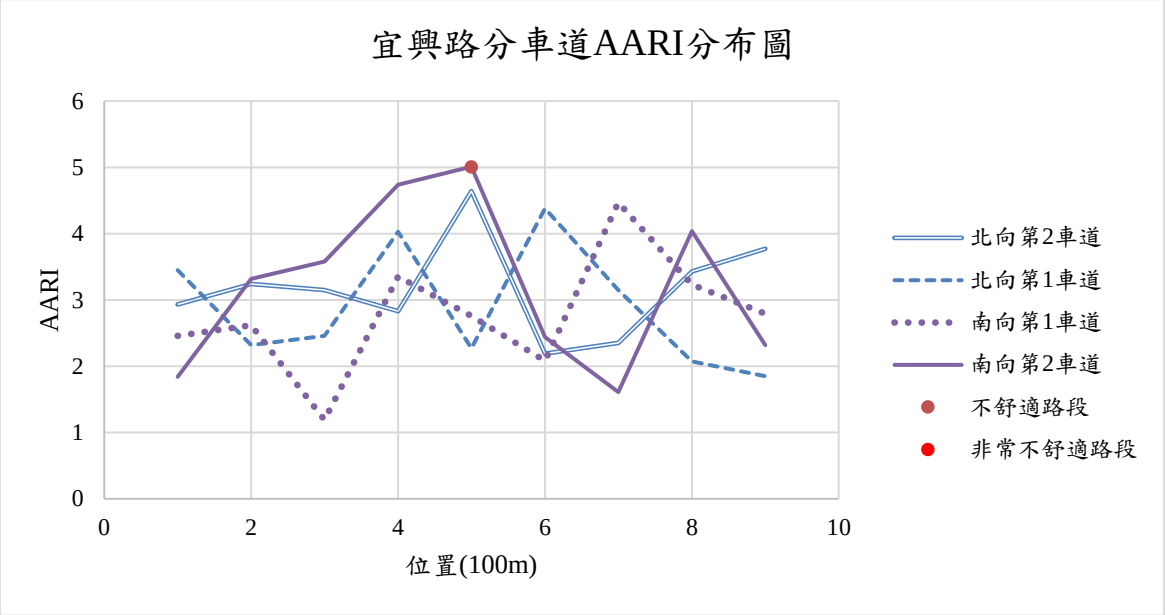
1.3 第一階段宜興路 AARI 累積分布圖



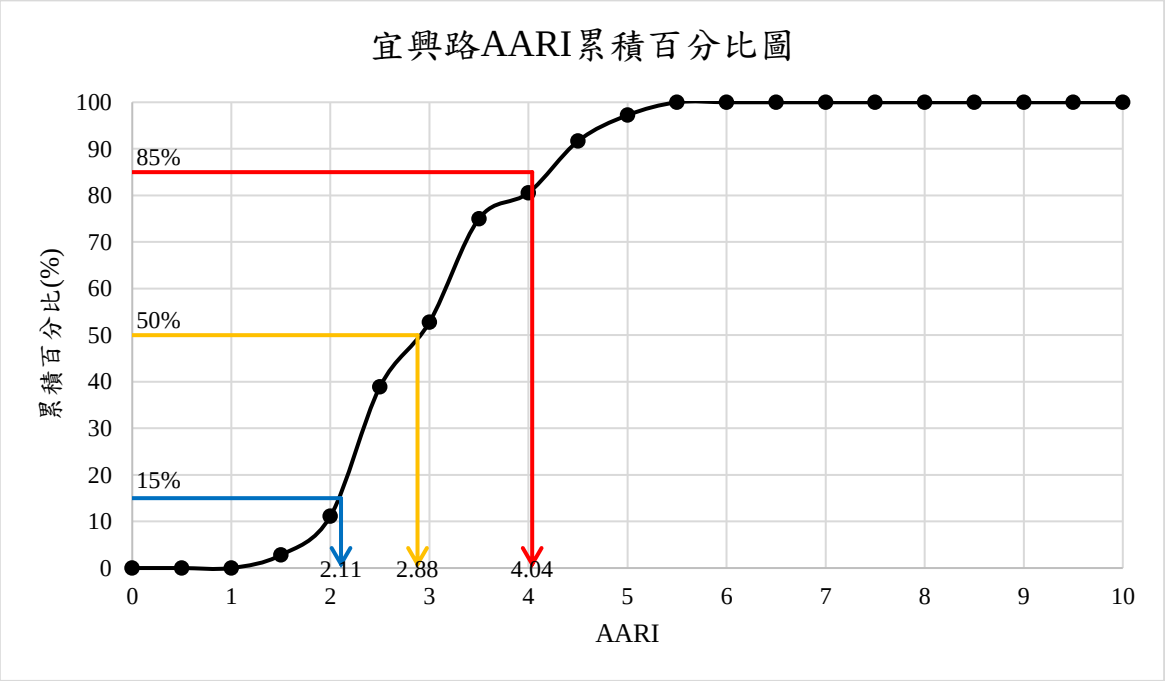
1.4 第二階段宜興路各車道每 100 尺 AARI 平整度分析結果

宜興路				
路段(100m)	北向第 2 車道	北向第 1 車道	南向第 1 車道	南向第 2 車道
	起訖路口：中山路			
1	2.93	3.45	2.46	1.84
2	3.24	2.32	2.62	3.32
3	3.15	2.46	1.19	**3.58**
4	2.83	**4.03**	3.35	**4.74**
5	**4.64**	2.27	2.76	**5.01**
6	2.19	**4.38**	2.08	2.44
7	2.35	3.15	**4.47**	1.61
8	3.43	2.07	3.23	**4.04**
9	**3.77**	1.85	2.79	2.32
	起訖路口：新興路			

1.5 第二階段宜興路各車道 AARI 分布圖



1.6 第二階段宜興路 AARI 累積分布圖

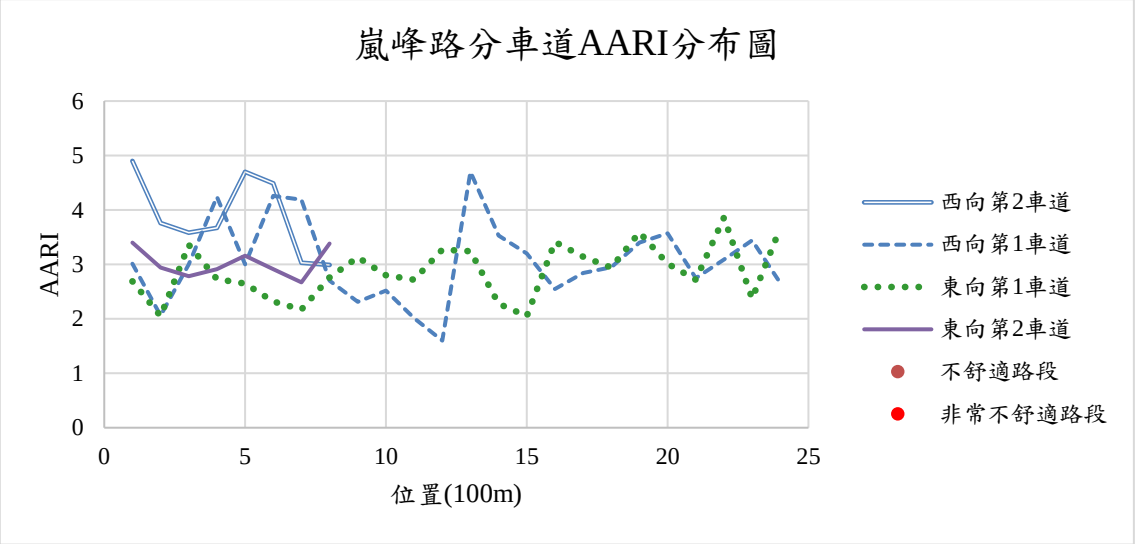


二、 嵐峰路：起訖點中山路一段～宜中路

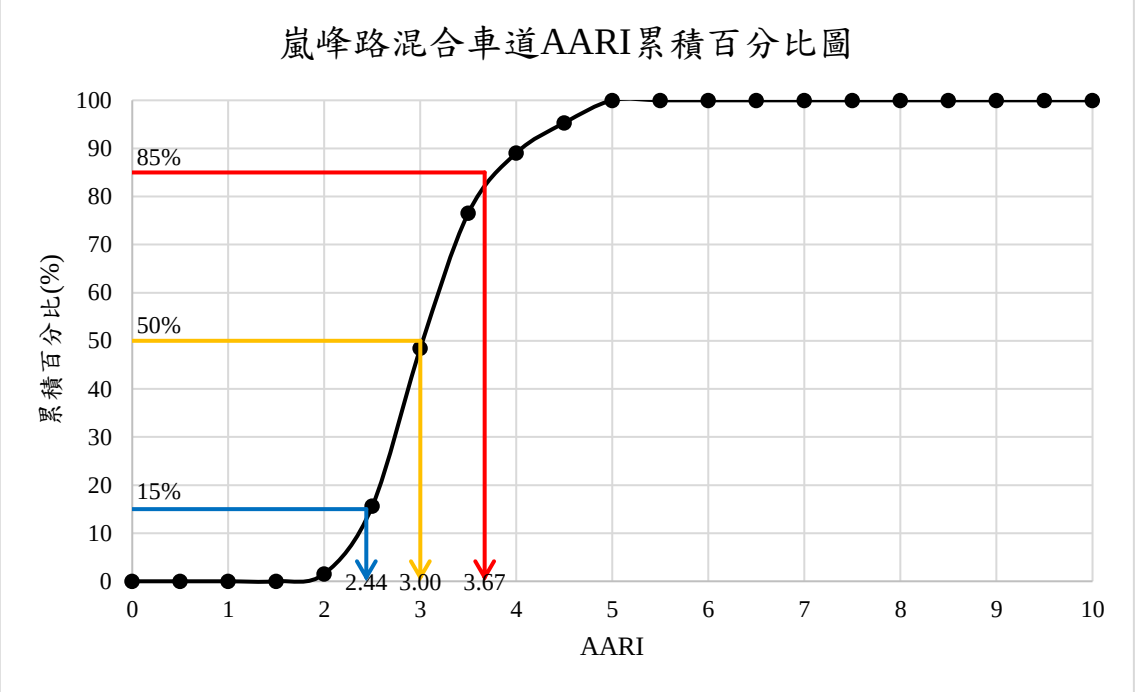
2.1 嵐峰路各車道每 100 尺 AARI 平整度分析結果

嵐峰路				
路段(100m)	西向第 2 車道	西向第 1 車道	東向第 1 車道	東向第 2 車道
	起訖路口：中山路一段			
1	**4.90**	3.01	2.69	3.40
2	**3.76**	2.06	2.05	2.94
3	**3.58**	3.00	3.36	2.78
4	**3.67**	**4.24**	2.73	2.91
5	**4.70**	3.00	2.65	3.16
6	**4.49**	**4.26**	2.32	2.91
7	3.03	**4.19**	2.17	2.67
8	2.99	2.70	2.76	3.38
9		2.31	3.13	
10		2.52	2.80	
11		2.01	2.72	
12		1.60	3.27	
13		**4.70**	3.24	
14		**3.53**	2.28	
15		3.20	2.05	
16		2.55	3.41	
17		2.84	3.14	
18		2.95	2.94	
19		3.4	**3.59**	
20		**3.57**	3.01	
21		2.75	2.72	
22		3.09	**3.86**	
23		3.44	2.37	
24		2.66	**3.67**	
	起訖路口：宜中路			

2.2 嵐峰路各車道 AARI 分布圖



2.3 嵐峰路 AARI 累積分布圖

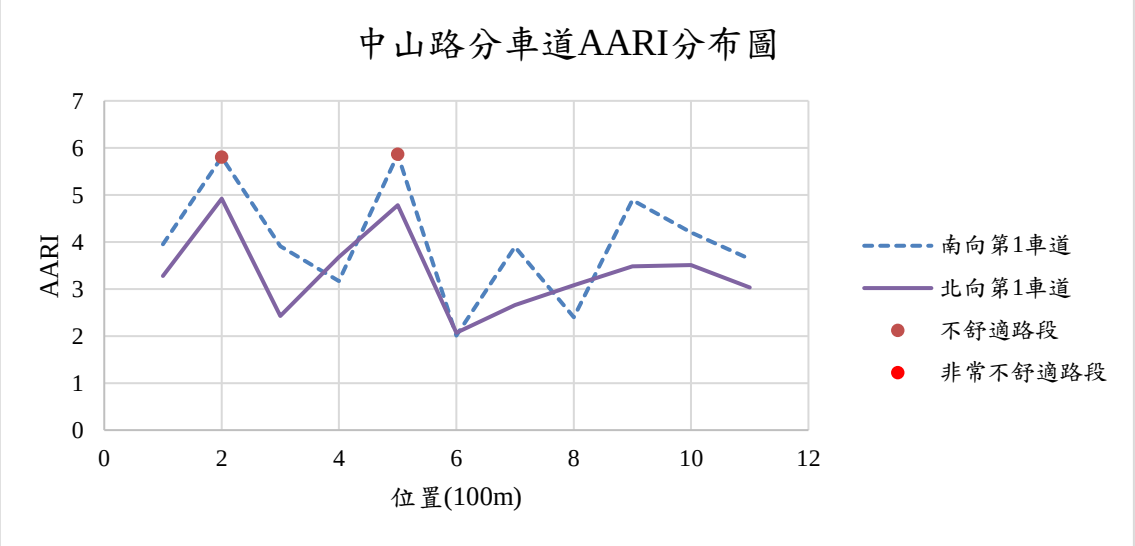


三、　中山路：起訖點北橫路～縣民大道

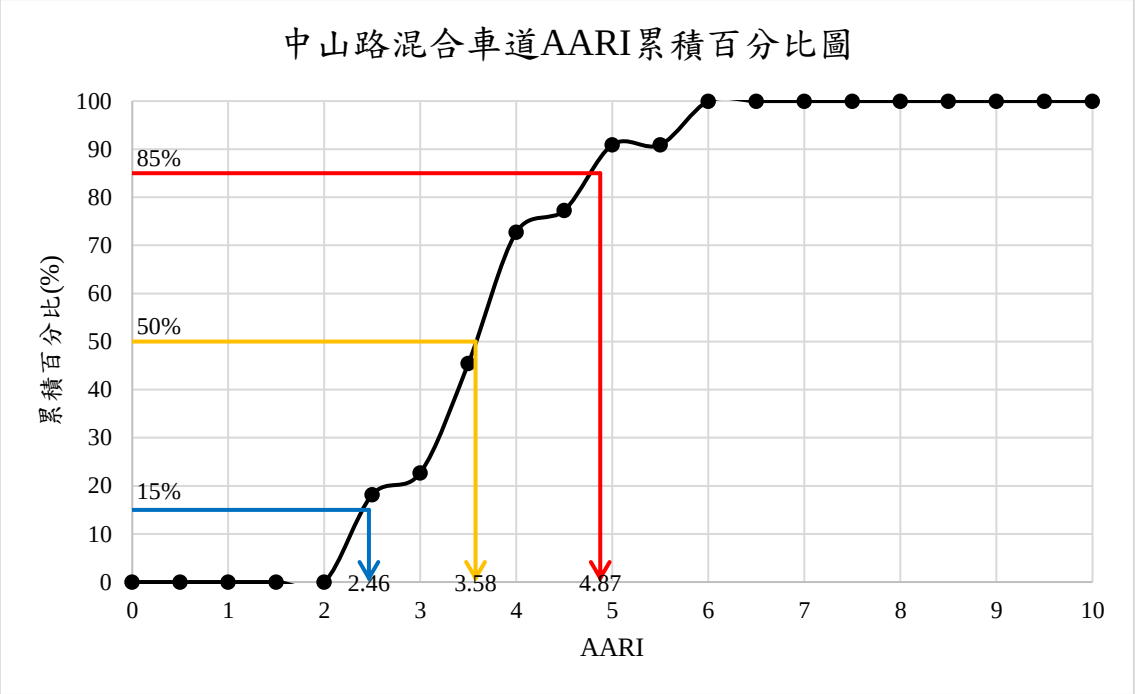
3.1　第一階段中山路各車道每 100 尺 AARI 平整度分析結果

中山路		
路段(100m)	南向第 1 車道	北向第 1 車道
	起訖路口：北橫路	
1	**3.95**	3.28
2	**5.80**	**4.92**
3	**3.91**	2.43
4	3.17	**3.68**
5	**5.86**	**4.78**
6	2.01	2.07
7	**3.90**	2.66
8	2.40	3.08
9	**4.89**	3.48
10	**4.20**	**3.51**
11	**3.64**	3.03
	起訖路口：縣民大道	

3.2　第一階段中山路各車道 AARI 分布圖



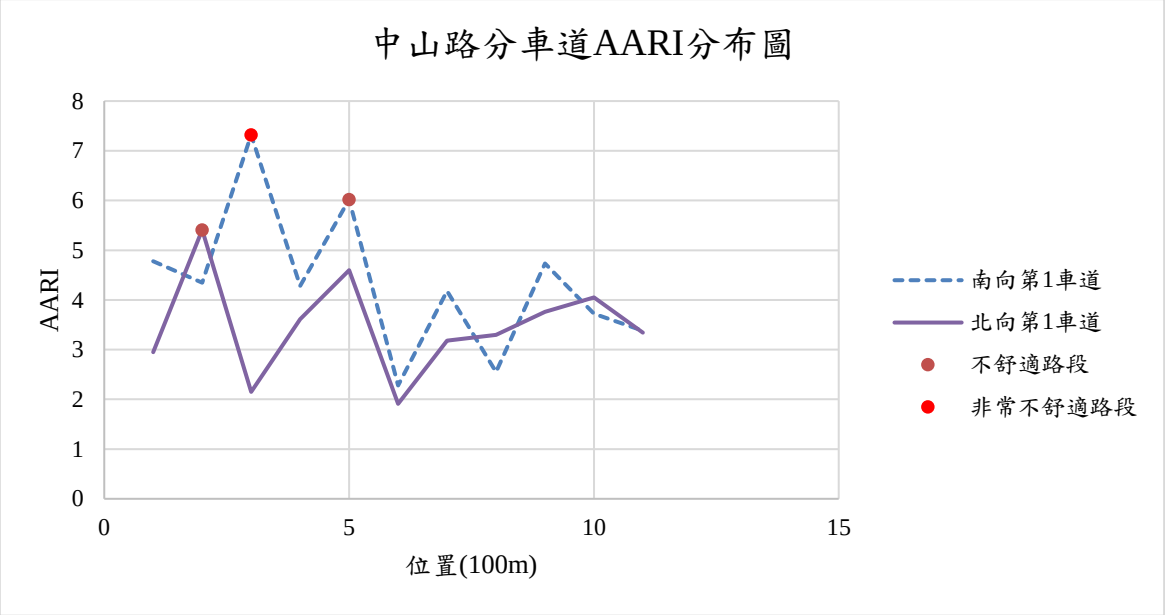
3.3　第一階段中山路 AARI 累積分布圖



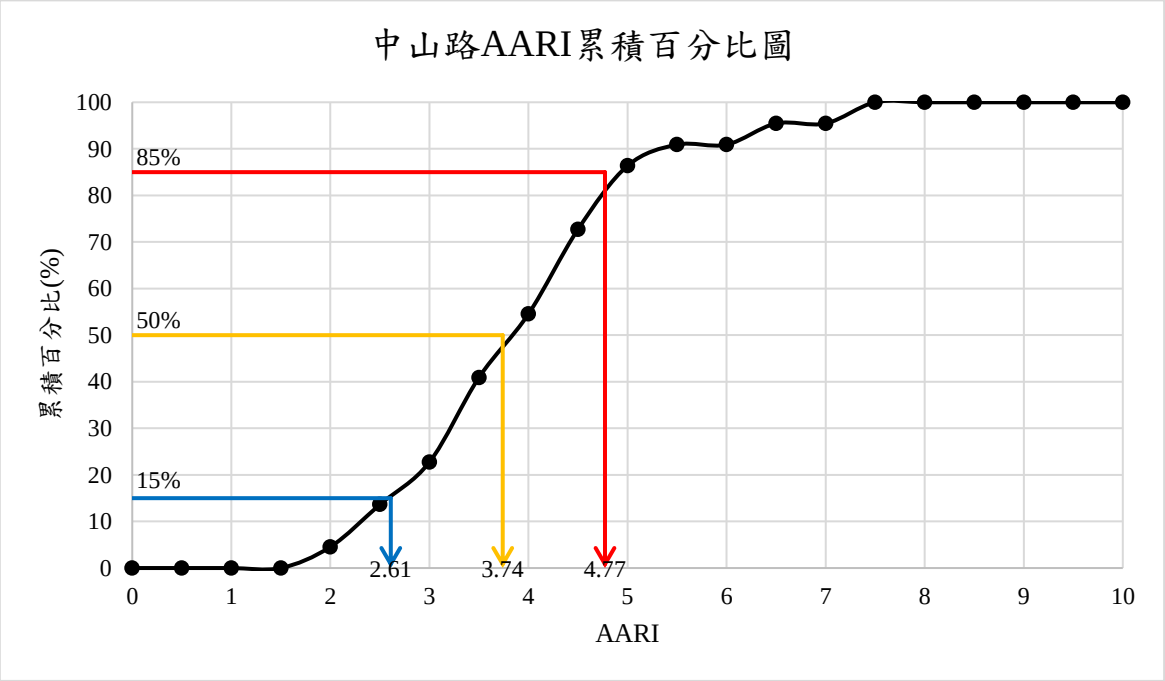
3.4　第二階段中山路各車道每 100 尺 AARI 平整度分析結果

中山路		
路段(100m)	南向第 1 車道	北向第 1 車道
	起訖路口：北橫路	
1	**4.78**	2.95
2	**4.35**	**5.41**
3	**7.32**	2.15
4	**4.28**	**3.61**
5	**6.02**	**4.60**
6	2.28	1.91
7	**4.18**	3.18
8	2.55	3.30
9	**4.73**	**3.76**
10	**3.72**	**4.05**
11	3.38	3.34
	起訖路口：縣民大道	

3.5 第二階段中山路各車道 AARI 分布圖



3.6 第二階段中山路 AARI 累積分布圖

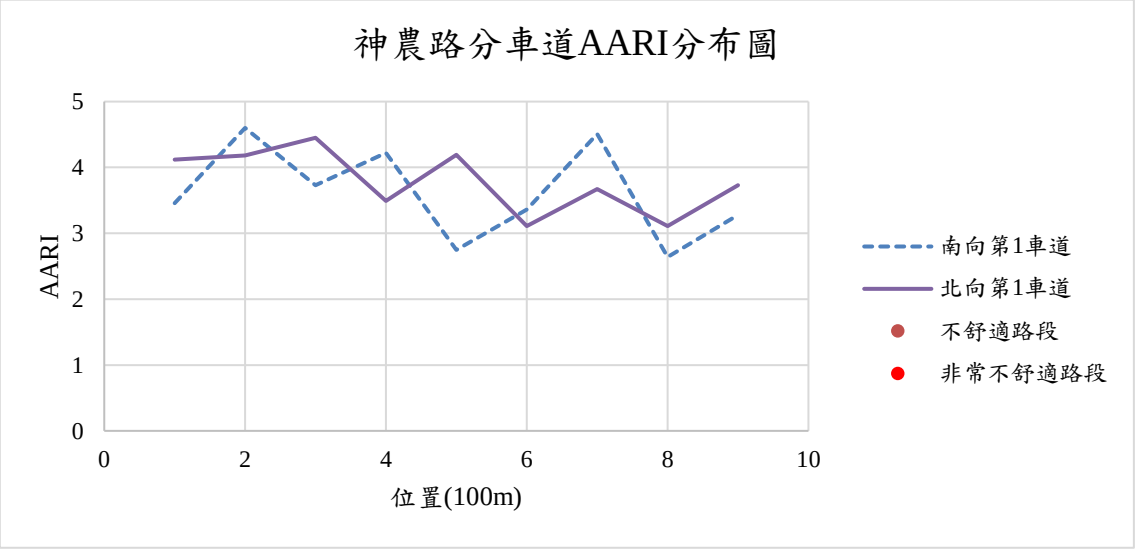


四、　神農路：起訖點民權路～女中路

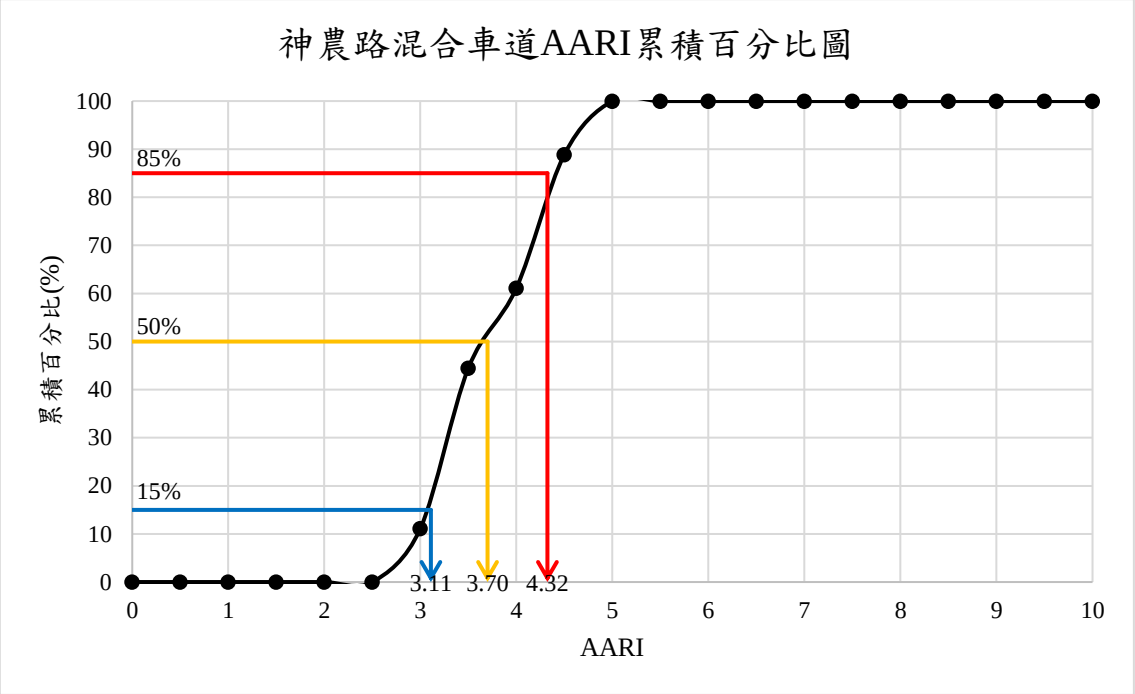
4.1　第一階段神農路各車道每 100 尺 AARI 平整度分析結果

神農路		
路段(100m)	南向第 1 車道	北向第 1 車道
	起訖路口：民權路	
1	3.46	**4.12**
2	**4.60**	**4.18**
3	**3.73**	**4.45**
4	**4.22**	3.49
5	2.75	**4.19**
6	3.36	3.11
7	**4.51**	**3.67**
8	2.64	3.11
9	3.28	**3.73**
	起訖路口：女中路	

4.2　第一階段神農路各車道 AARI 分布圖



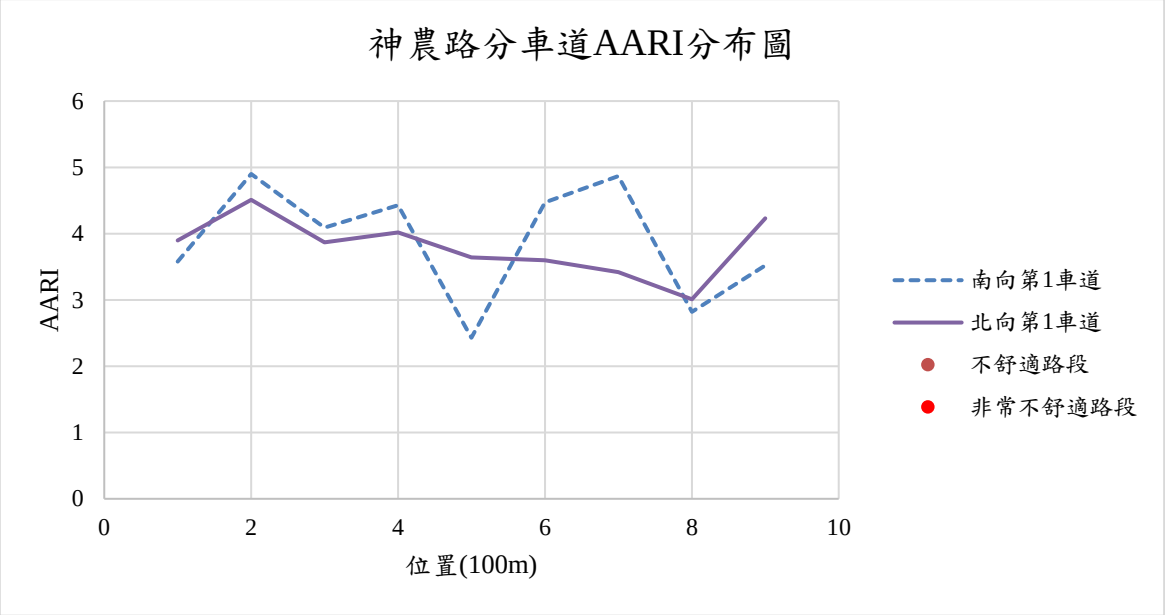
4.3　第一階段神農路 AARI 累積分布圖



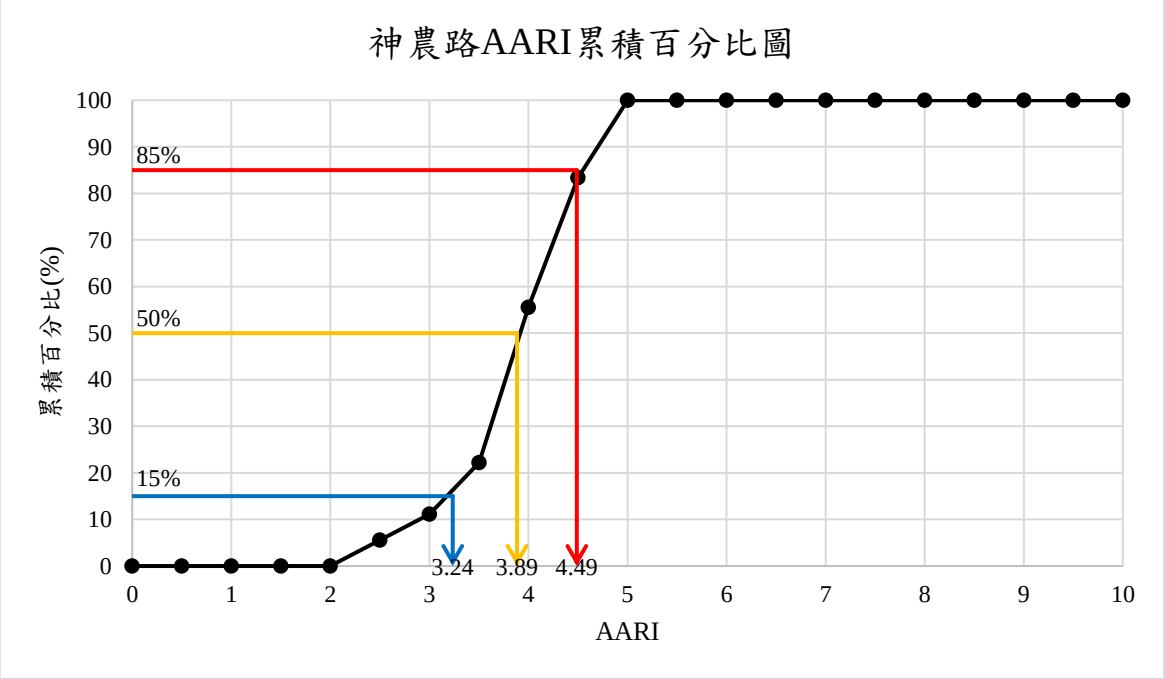
4.4　第二階段神農路各車道每 100 尺 AARI 平整度分析結果

神農路		
路段(100m)	南向第 1 車道	北向第 1 車道
	起訖路口：民權路	
1	**3.58**	**3.90**
2	**4.90**	**4.51**
3	**4.09**	**3.87**
4	**4.43**	**4.02**
5	2.43	**3.64**
6	**4.47**	**3.60**
7	**4.87**	3.42
8	2.82	3.01
9	**3.52**	**4.23**
	起訖路口：女中路	

4.5 第二階段神農路各車道 AARI 分布圖



4.6 第二階段神農路 AARI 累積分布圖

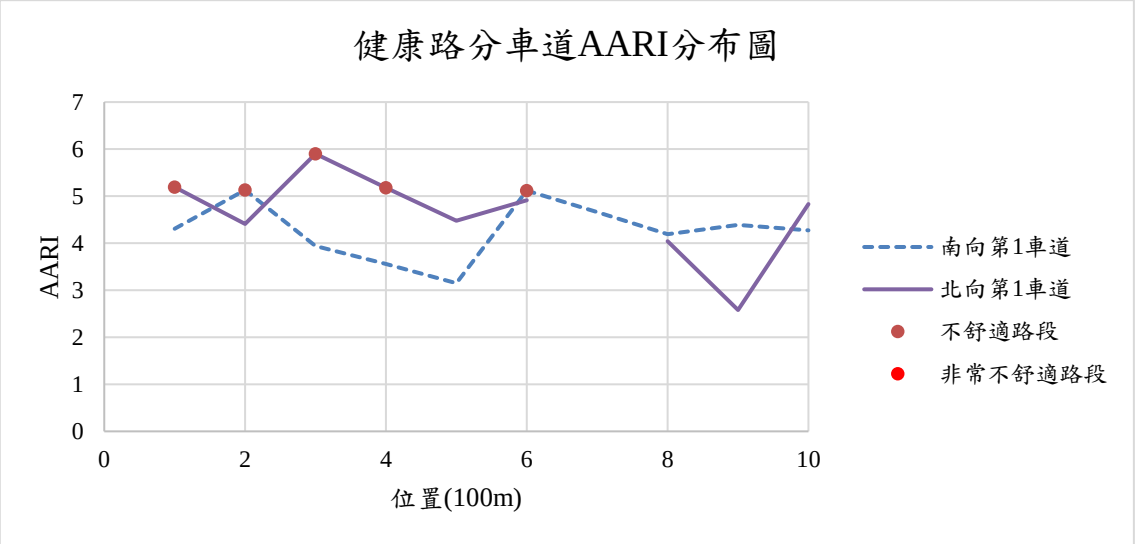


五、　健康路：起訖點民權路～嵐峰路

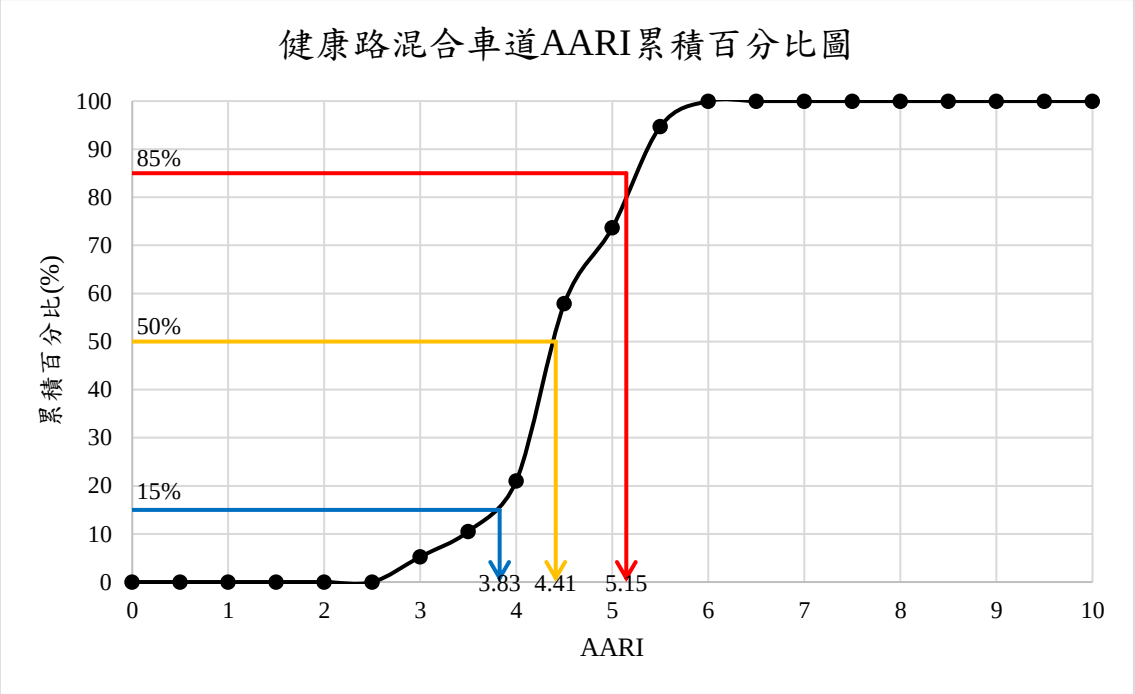
5.1　第一階段健康路各車道每 100 尺 AARI 平整度分析結果

健康路		
路段(100m)	南向第 1 車道	北向第 1 車道
	起訖路口：民權路	
1	**4.31**	**5.19**
2	**5.13**	**4.41**
3	**3.94**	**5.90**
4	**3.56**	**5.18**
5	3.15	**4.48**
6	**5.12**	**4.91**
7	**4.66**	
8	**4.19**	**4.04**
9	**4.39**	2.58
10	**4.27**	**4.83**
	起訖路口：嵐峰路	

5.2　第一階段健康路各車道 AARI 分布圖



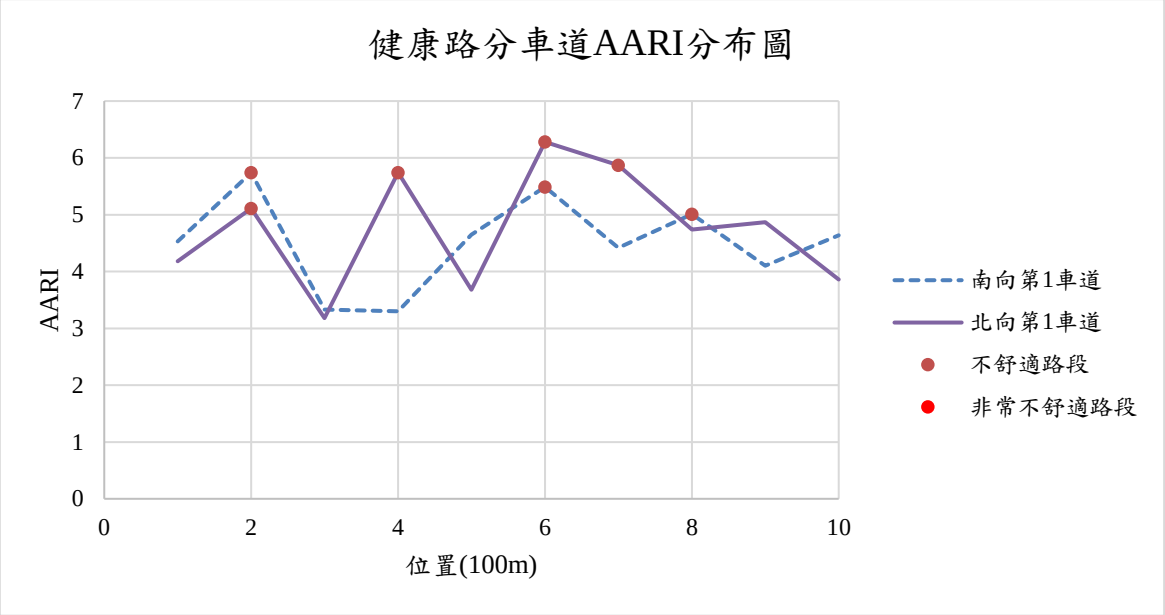
5.3　第一階段健康路 AARI 累積分布圖



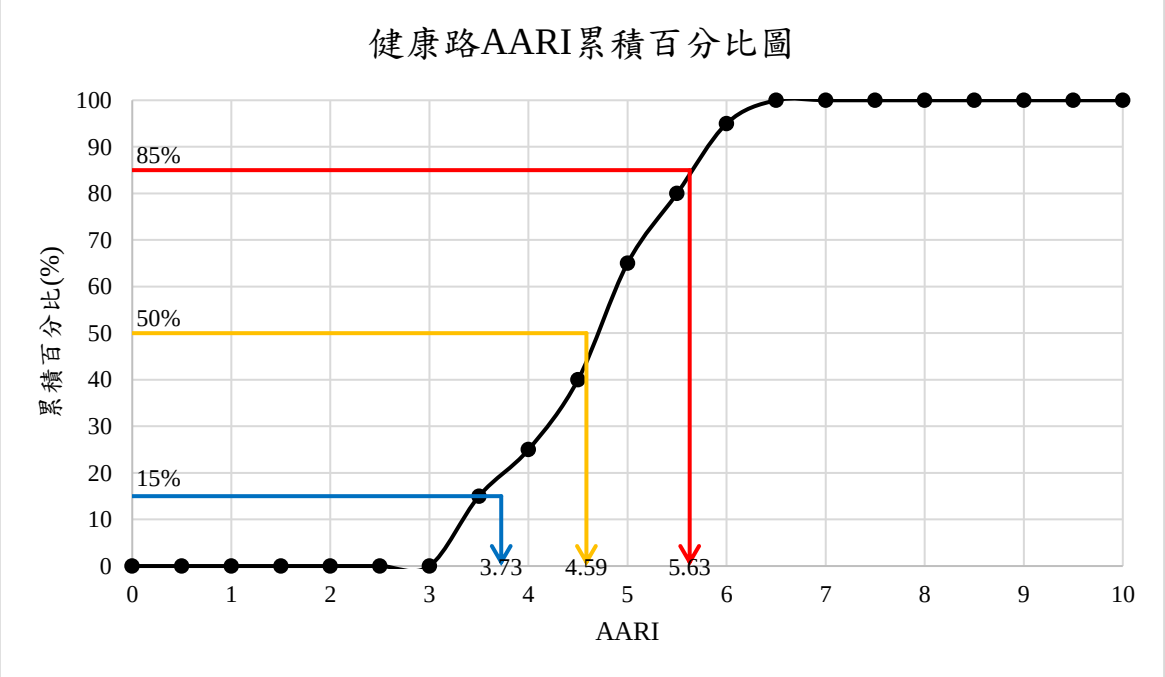
5.4　第二階段健康路各車道每 100 尺 AARI 平整度分析結果

健康路		
路段(100m)	南向第 1 車道	北向第 1 車道
	起訖路口：民權路	
1	**4.53**	**4.18**
2	**5.74**	**5.11**
3	3.33	3.18
4	3.30	**5.74**
5	**4.65**	**3.68**
6	**5.49**	**6.28**
7	**4.42**	**5.87**
8	**5.01**	**4.74**
9	**4.10**	**4.87**
10	**4.64**	**3.86**
	起訖路口：嵐峰路	

5.5 第二階段健康路各車道 AARI 分布圖



5.6 第二階段健康路 AARI 累積分布圖

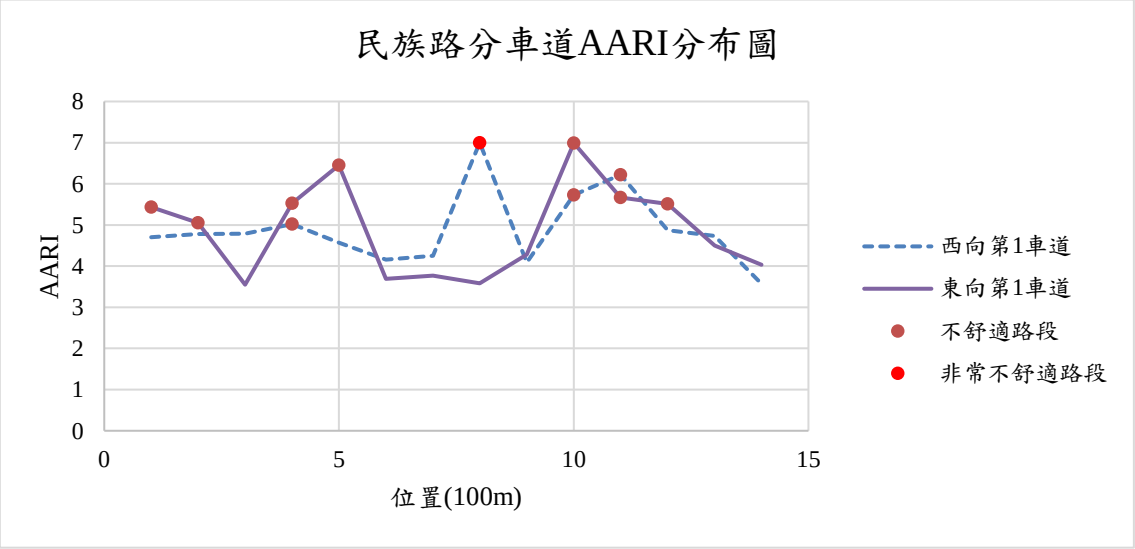


六、　民族路：起訖點民權路～女中路

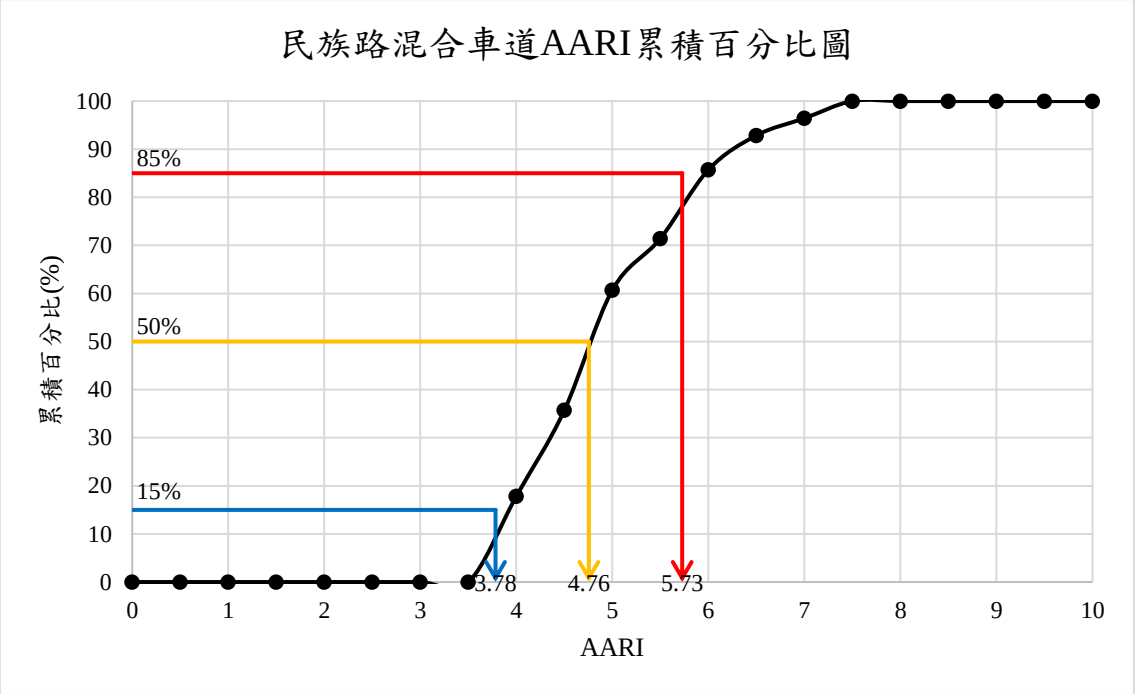
6.1　第一階段民族路各車道每 100 尺 AARI 平整度分析結果

民族路		
路段(100m)	西向第 1 車道	東向第 1 車道
	起訖路口：民權路	
1	**4.70**	**5.43**
2	**4.78**	**5.05**
3	**4.79**	**3.55**
4	**5.02**	**5.53**
5	**4.57**	**6.45**
6	**4.16**	**3.69**
7	**4.25**	**3.77**
8	**7.00**	**3.58**
9	**4.09**	**4.28**
10	**5.73**	**6.99**
11	**6.22**	**5.67**
12	**4.87**	**5.51**
13	**4.73**	**4.50**
14	**3.57**	**4.03**
	起訖路口：女中路	

6.2　第一階段民族路各車道 AARI 分布圖



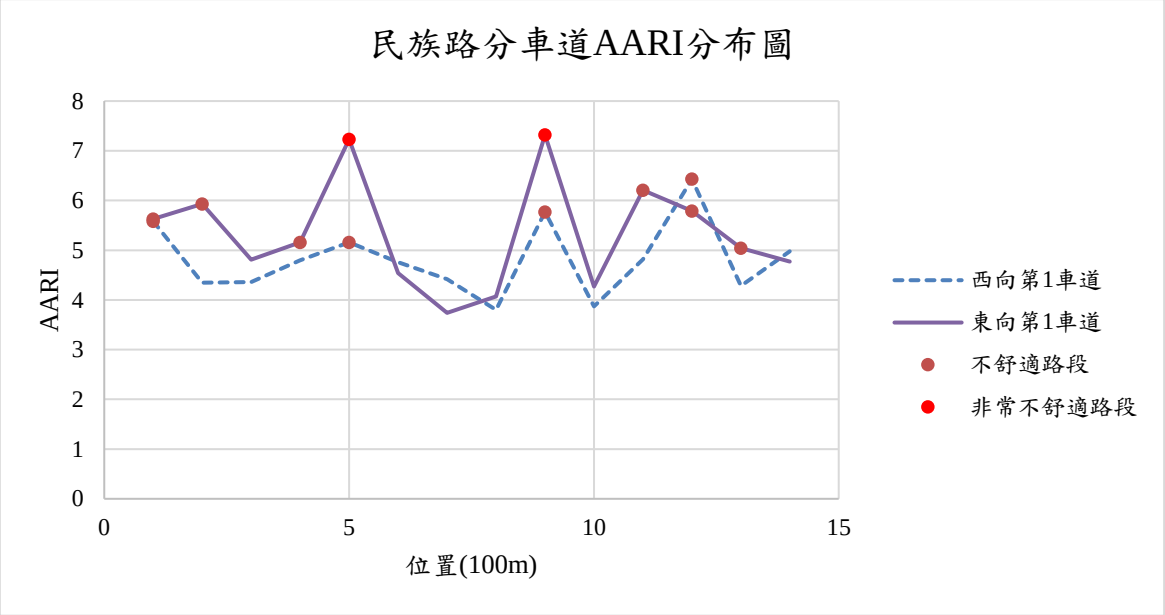
6.3　第一階段民族路 AARI 累積分布圖



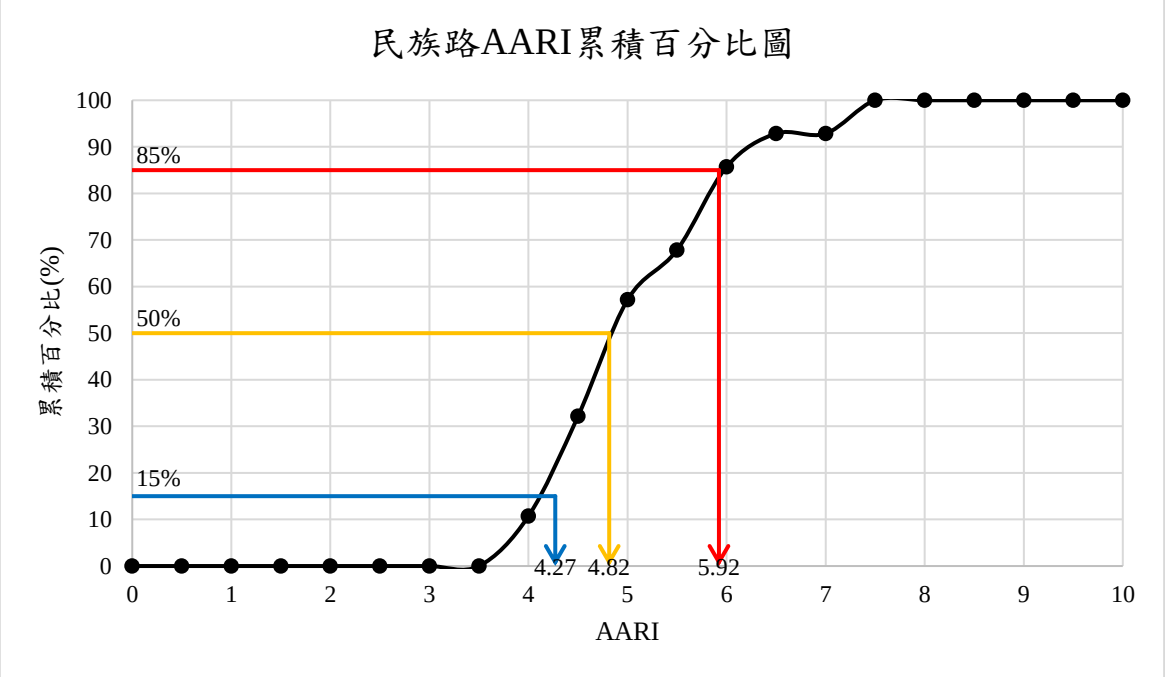
6.4　第二階段民族路各車道每 100 尺 AARI 平整度分析結果

民族路		
路段(100m)	西向第 1 車道	東向第 1 車道
	起訖路口：民權路	
1	**5.58**	**5.63**
2	**4.35**	**5.93**
3	**4.36**	**4.81**
4	**4.80**	**5.16**
5	**5.16**	**7.23**
6	**4.76**	**4.54**
7	**4.42**	**3.74**
8	**3.80**	**4.07**
9	**5.77**	**7.32**
10	**3.87**	**4.27**
11	**4.82**	**6.21**
12	**6.43**	**5.79**
13	**4.28**	**5.04**
14	**4.98**	**4.77**
	起訖路口：女中路	

6.5 第二階段民族路各車道 AARI 分布圖



6.6 第二階段民族路 AARI 累積分布圖

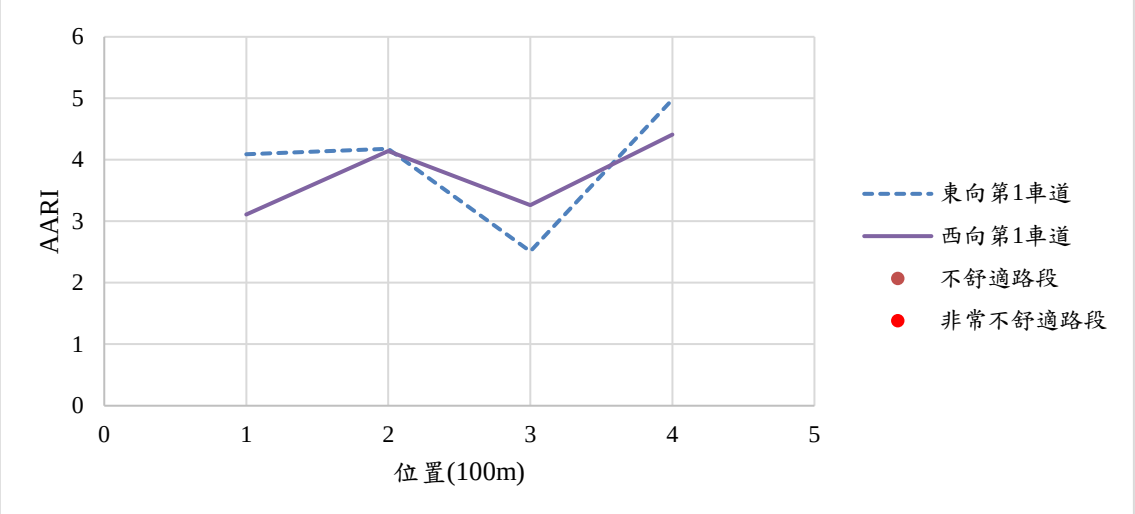


七、　舊城北路：起訖點中山路～小東路

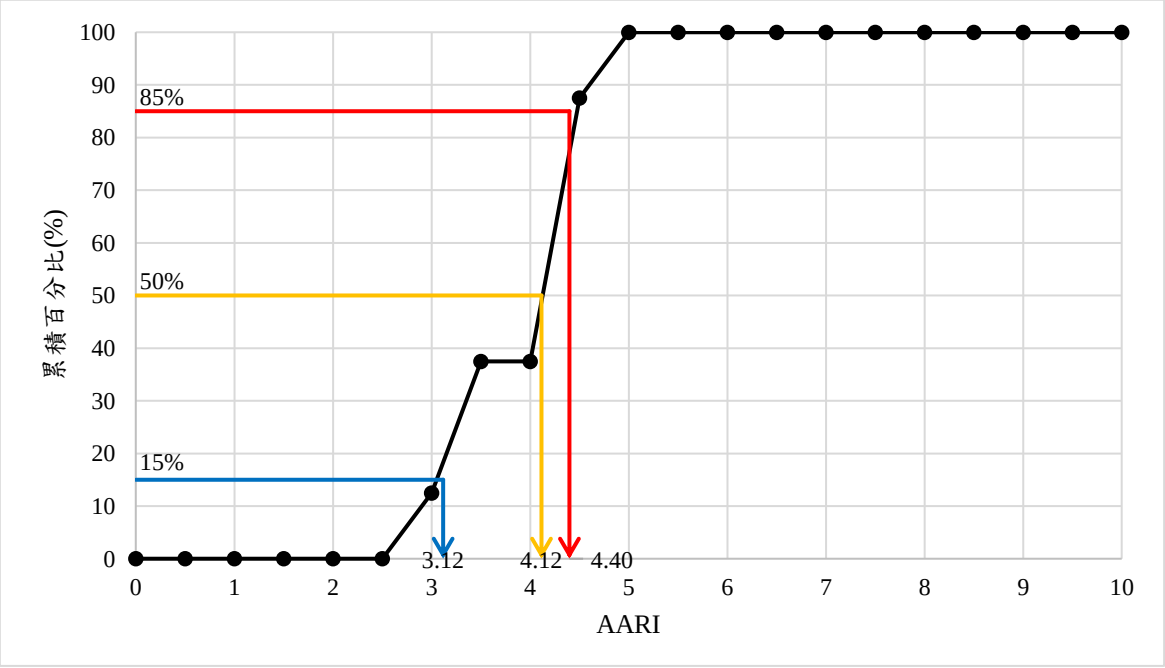
7.1　舊城北路各車道每 100 尺 AARI 平整度分析結果

舊城北路		
路段(100m)	東向第 1 車道	西向第 1 車道
	起訖路口：中山路	
1	**4.09**	3.11
2	**4.18**	**4.14**
3	2.51	3.26
4	**4.98**	**4.41**
	起訖路口：小東路	

7.2　舊城北路各車道 AARI 分布圖



7.3　舊城北路 AARI 累積分布圖

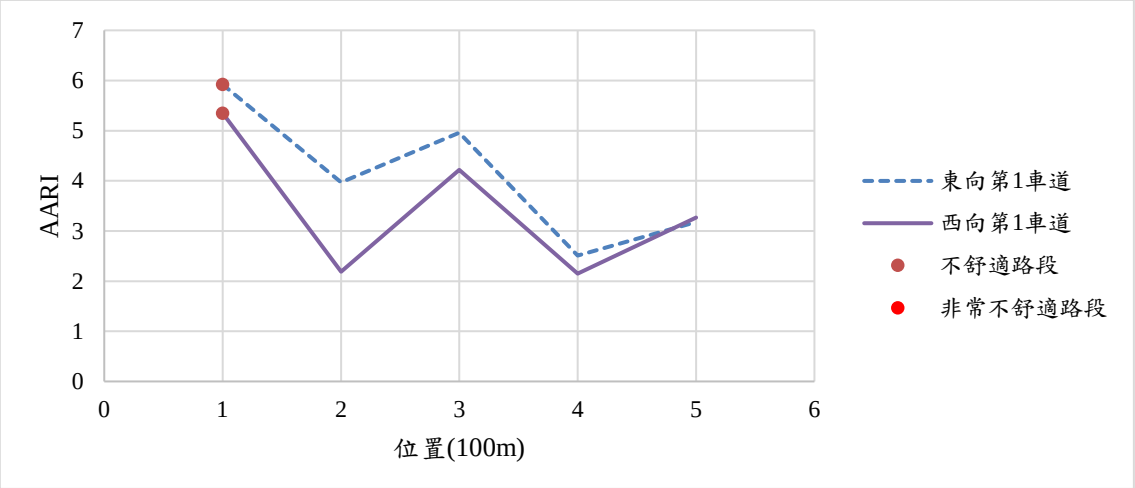


八、 舊城西路：起訖點武營路～中山路

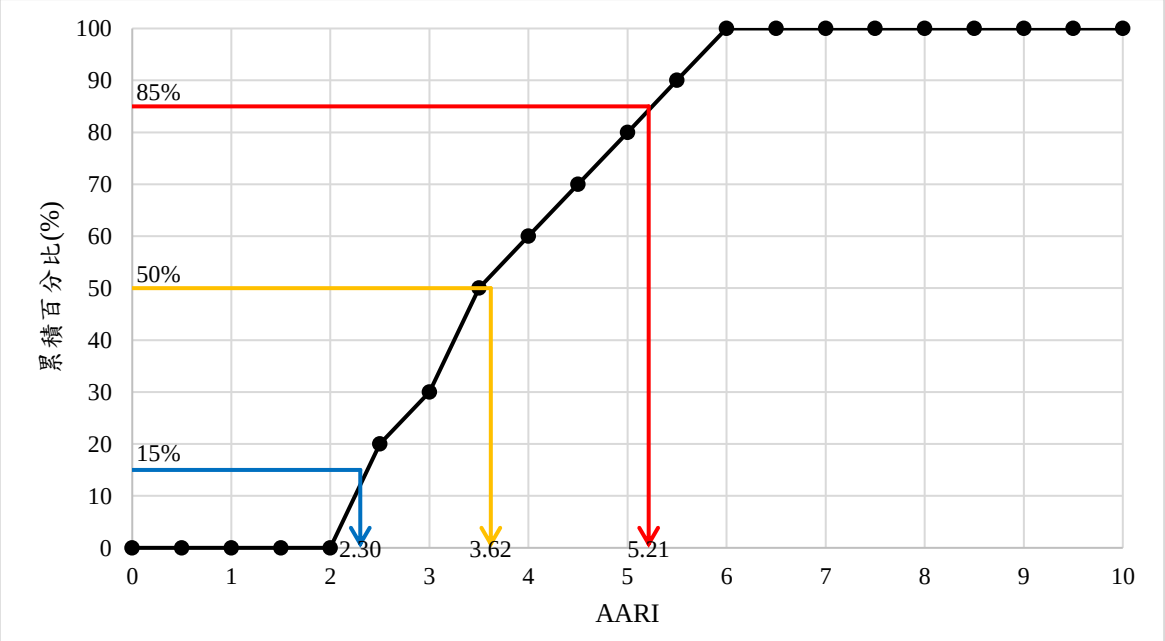
8.1 舊城西路各車道每 100 尺 AARI 平整度分析結果

舊城西路		
路段(100m)	東向第 1 車道	西向第 1 車道
	起訖路口：武營路	
1	**5.92**	**5.35**
2	**3.97**	2.19
3	**4.96**	**4.22**
4	2.51	2.15
5	3.18	3.27
	起訖路口：中山路	

8.2 舊城西路各車道 AARI 分布圖



8.3 舊城西路 AARI 累積分布圖

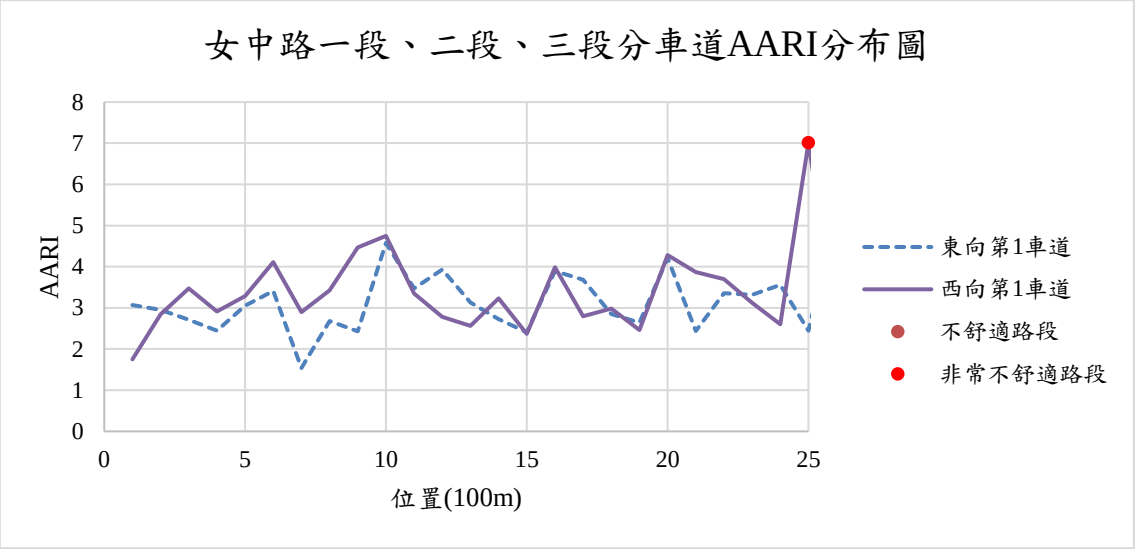


九、　女中路一段、二段、三段：起訖點泰山路～東港路二段

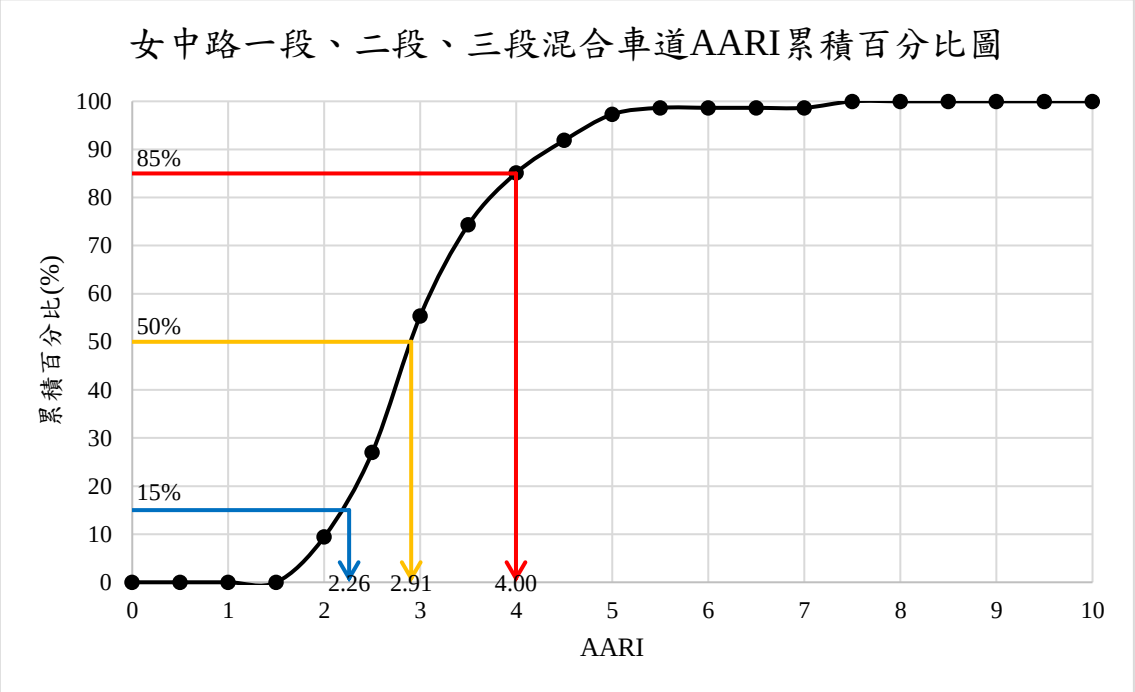
9.1　第一階段女中路一段、二段、三段各車道每 100 尺 AARI 平整度分析結果

女中路一段、二段、三段		
路段(100m)	東向第 1 車道	西向第 1 車道
	起訖路口：泰山路	
1	3.07	1.75
2	2.95	2.84
3	2.71	3.47
4	2.45	2.91
5	3.05	3.29
6	3.41	**4.11**
7	1.54	2.90
8	2.68	3.43
9	2.43	**4.47**
10	**4.58**	**4.75**
11	3.47	3.35
12	**3.93**	2.78
13	3.13	2.56
14	2.73	3.23
15	2.41	2.37
16	**3.89**	**3.99**
17	**3.68**	2.80
18	2.85	2.98
19	2.64	2.46
20	**4.21**	**4.28**
21	2.44	**3.87**
22	3.36	**3.70**
23	3.32	3.12
24	**3.56**	2.60
25	2.45	**7.01**
26	**5.35**	2.57
27	1.67	2.14
28	1.59	2.73
29	2.20	**3.67**
30	2.82	2.26
31	2.03	2.53
32	1.67	1.94
33	3.28	2.85
34	2.61	2.23
35	**4.92**	**4.61**
36	2.29	2.91
37	1.89	**4.23**
	起訖路口：東港路二段	

9.2　第一階段女中路一段、二段、三段各車道 AARI 分布圖



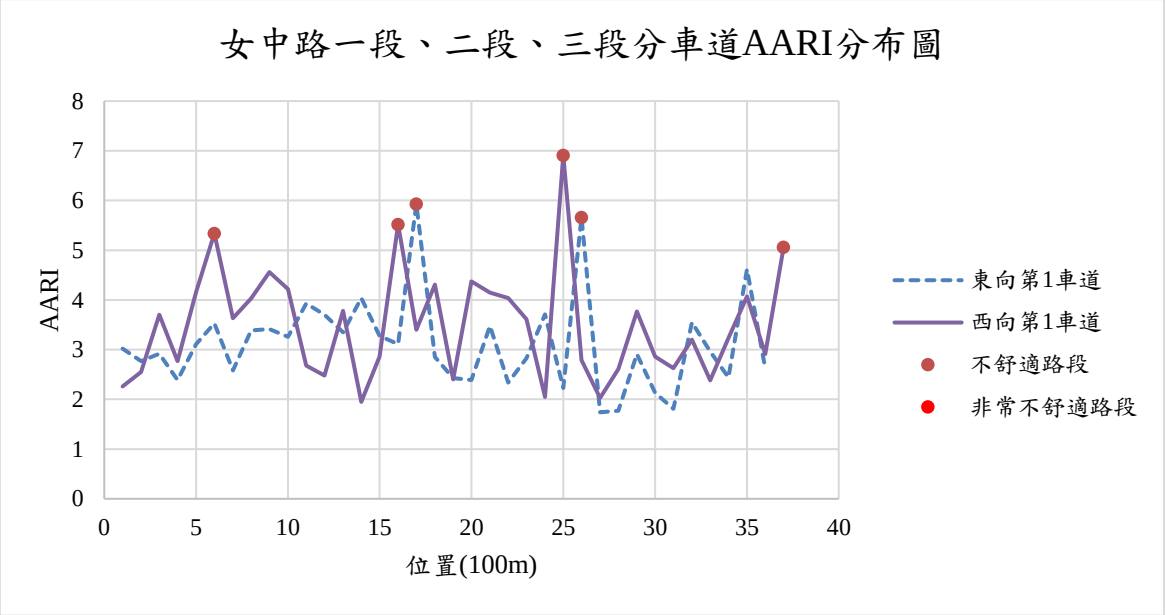
9.3　第一階段女中路一段、二段、三段 AARI 累積分布圖



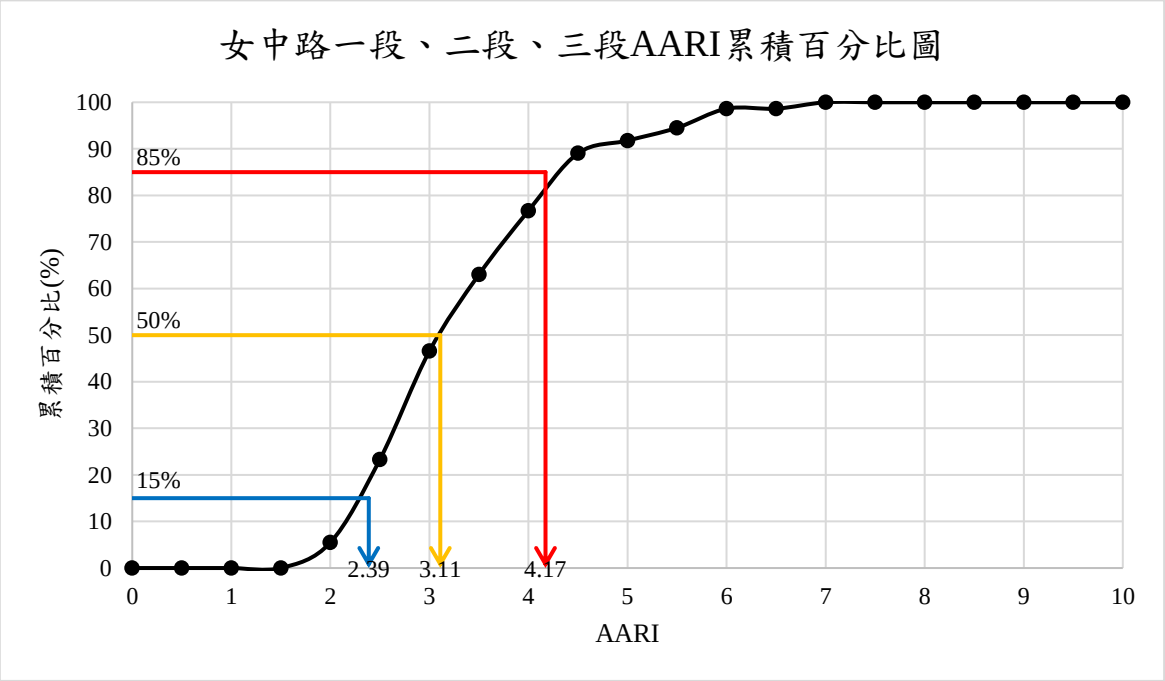
9.4 第二階段女中路一段、二段、三段各車道每 100 尺 AARI 平整度分析結果

女中路一段、二段、三段		
路段(100m)	東向第 1 車道	西向第 1 車道
	起訖路口：泰山路	
1	3.02	2.26
2	2.77	2.55
3	2.92	**3.70**
4	2.39	2.77
5	3.11	**4.16**
6	**3.53**	**5.34**
7	2.58	**3.63**
8	3.39	**4.03**
9	3.41	**4.56**
10	3.26	**4.22**
11	**3.93**	2.68
12	**3.70**	2.48
13	3.35	**3.78**
14	**4.04**	1.95
15	3.28	2.86
16	3.11	**5.52**
17	**5.93**	3.40
18	2.85	**4.31**
19	2.43	2.40
20	2.39	**4.37**
21	3.48	**4.15**
22	2.34	**4.04**
23	2.83	**3.61**
24	**3.71**	2.05
25	2.23	**6.91**
26	**5.66**	2.79
27	1.74	2.03
28	1.77	2.61
29	2.91	**3.77**
30	2.13	2.86
31	1.81	2.63
32	**3.55**	3.20
33	2.96	2.38
34	2.44	3.23
35	**4.62**	**4.07**
36	2.62	2.91
37		**5.06**
	起訖路口：東港路二段	

9.5 第二階段女中路一段、二段、三段各車道 AARI 分布圖



9.6 第二階段女中路一段、二段、三段 AARI 累積分布圖

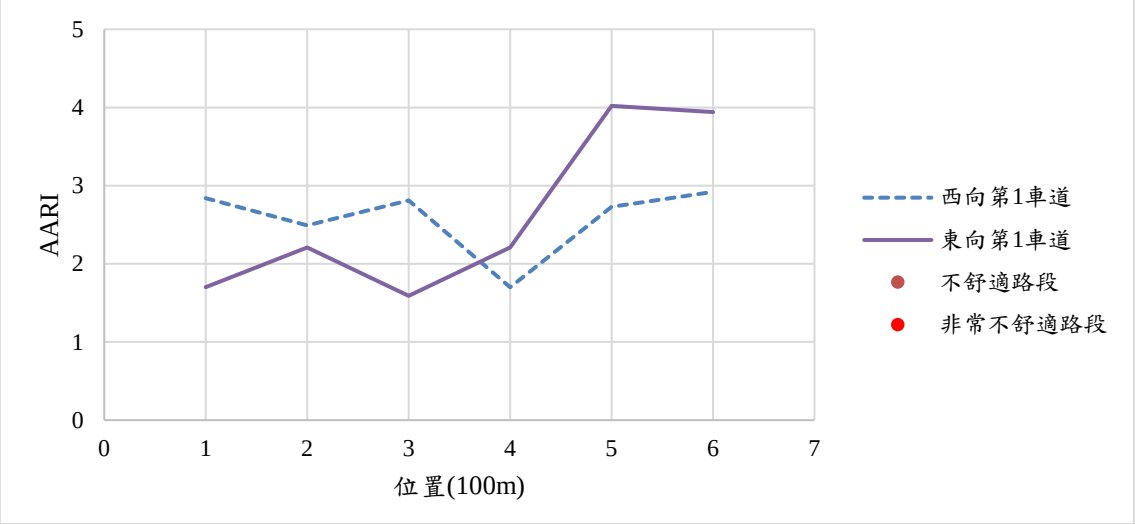


十、　校舍路：起訖點東港路～林森路

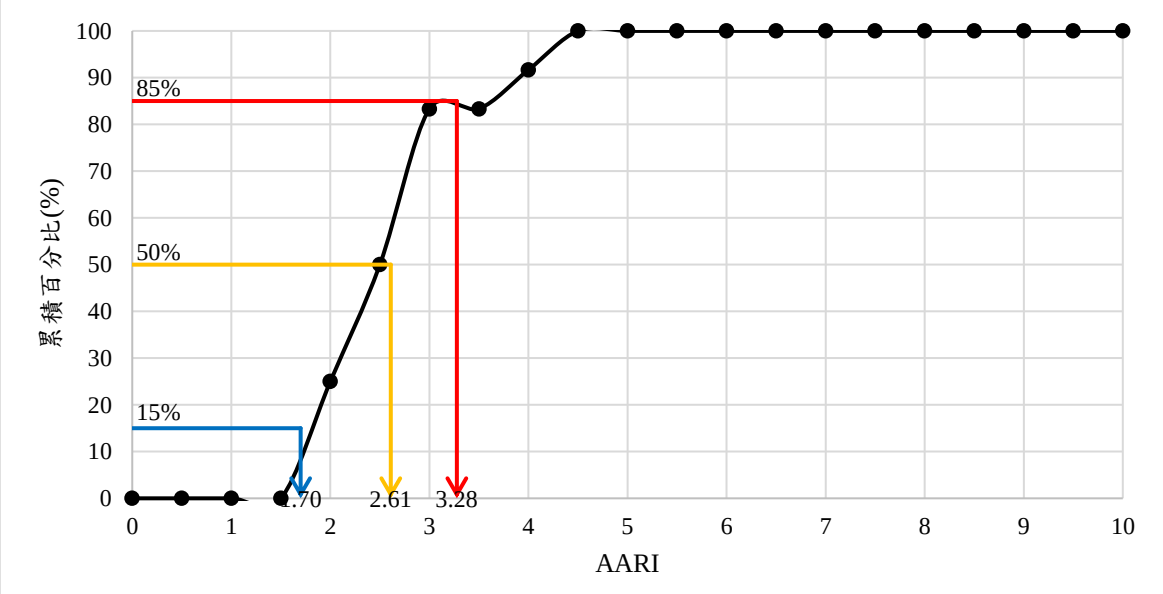
10.1 校舍路各車道每 100 尺 AARI 平整度分析結果

校舍路		
路段(100m)	西向第 1 車道	東向第 1 車道
	起訖路口：東港路	
1	2.84	1.70
2	2.49	2.21
3	2.81	1.59
4	1.70	2.21
5	2.73	**4.02**
6	2.92	**3.94**
	起訖路口：林森路	

10.2 校舍路各車道 AARI 分布圖



10.3 校舍路 AARI 累積分布圖

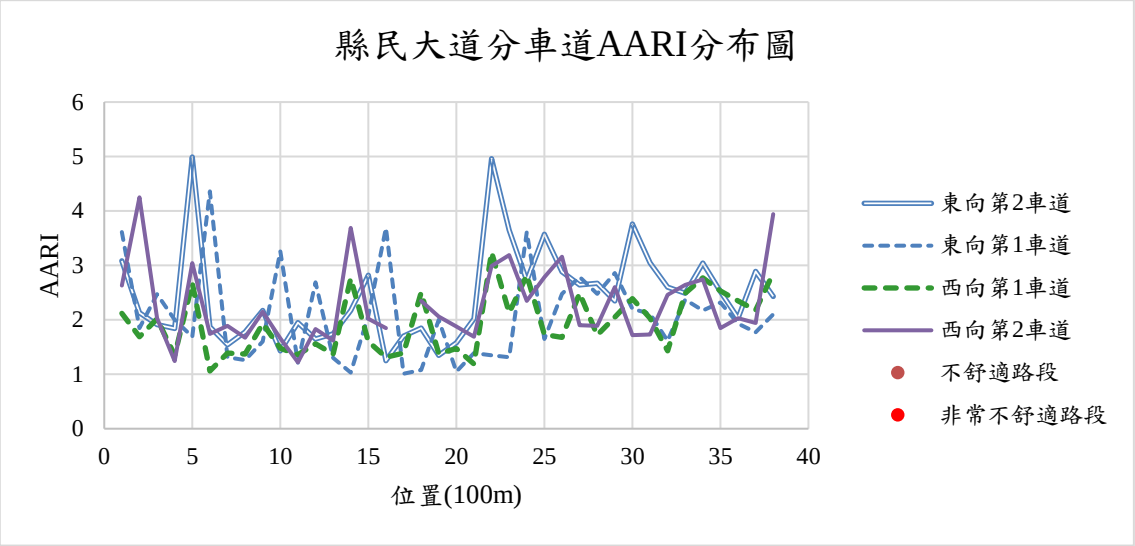


十一、 縣民大道：起訖點中山路一段～北橫公路

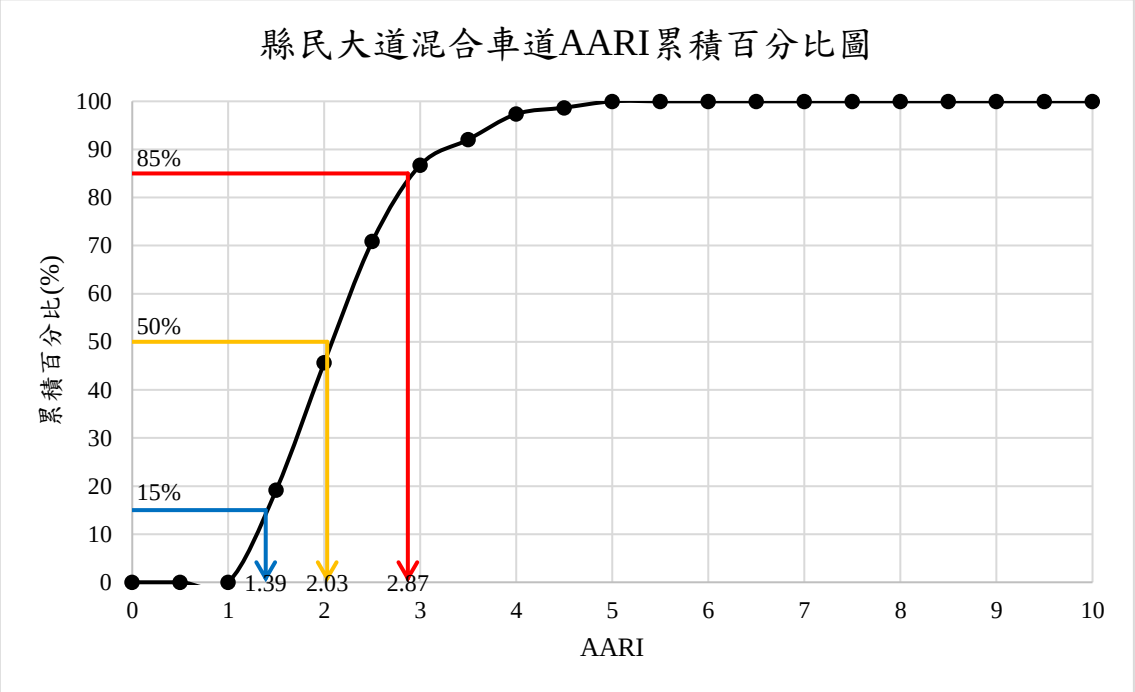
11.1 第一階段縣民大道各車道每 100 尺 AARI 平整度分析結果

縣民大道				
路段(100m)	東向第 2 車道	東向第 1 車道	西向第 1 車道	西向第 2 車道
	起訖路口：中山路一段			
1	3.08	3.61	2.12	2.63
2	2.13	1.85	1.69	**4.25**
3	1.91	2.47	2.02	2.03
4	1.84	2.00	1.35	1.24
5	4.99	1.69	2.67	3.04
6	1.87	**4.36**	1.06	1.74
7	1.54	1.31	1.39	1.89
8	1.78	1.26	1.37	1.67
9	2.17	1.60	1.93	2.15
10	1.43	3.26	1.48	1.66
11	1.95	1.21	1.36	1.22
12	1.65	2.69	1.56	1.83
13	1.74	1.30	1.37	1.62
14	2.17	1.03	2.76	3.69
15	2.82	2.08	1.60	2.02
16	1.25	3.69	1.31	1.85
17	1.70	1.01	1.39	
18	1.85	1.08	2.50	2.35
19	1.35	2.00	1.38	2.06
20	1.58	1.05	1.47	1.88
21	2.02	1.39	1.19	1.69
22	**4.96**	1.35	3.24	2.99
23	**3.65**	1.31	2.13	3.19
24	2.72	3.61	2.82	2.35
25	3.57	1.65	1.73	2.78
26	2.88	2.48	1.68	3.16
27	2.64	2.79	2.49	1.90
28	2.67	2.48	1.72	1.89
29	2.35	2.86	2.05	2.60
30	**3.76**	2.20	2.39	1.72
31	3.05	2.11	2.03	1.73
32	2.60	1.61	1.43	2.46
33	2.49	2.37	2.49	2.64
34	3.04	2.17	2.77	2.74
35	2.52	2.32	2.53	1.85
36	2.03	1.93	2.35	2.03
37	2.89	1.77	2.18	1.94
38	2.43	2.10	2.86	**3.94**
	起訖路口：北橫公路			

11.2 第一階段縣民大道各車道 AARI 分布圖



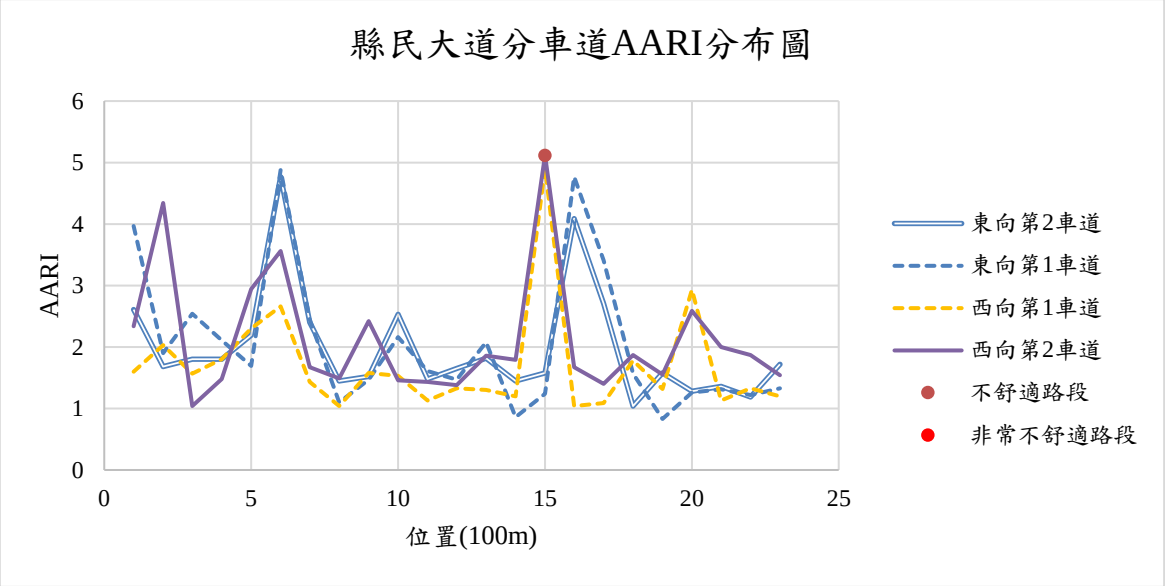
11.3 第一階段縣民大道 AARI 累積分布圖



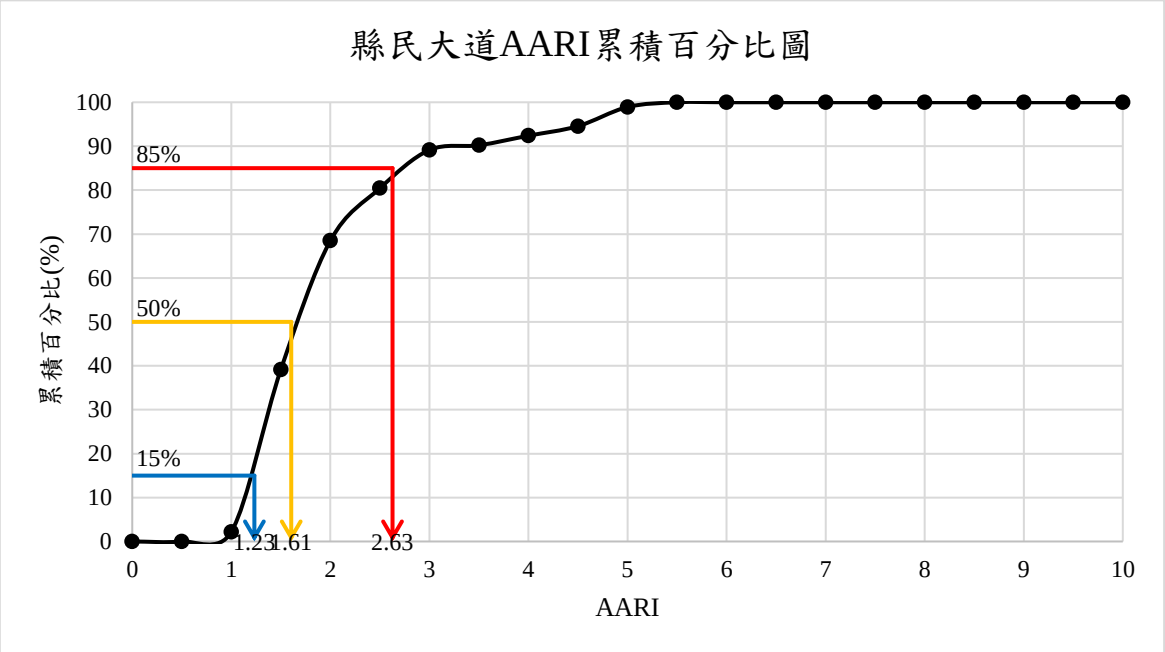
11.4 第二階段縣民大道各車道每 100 尺 AARI 平整度分析結果

縣民大道				
路段(100m)	東向第 2 車道	東向第 1 車道	西向第 1 車道	西向第 2 車道
	起訖路口：中山路一段			
1	2.61	**3.97**	1.60	2.34
2	1.68	1.9	2.03	**4.34**
3	1.8	2.54	1.57	1.04
4	1.8	2.11	1.80	1.48
5	2.19	1.69	2.30	2.94
6	**4.77**	**4.88**	2.66	**3.56**
7	2.4	2.45	1.43	1.67
8	1.45	1.10	1.04	1.49
9	1.52	1.47	1.58	2.42
10	2.53	2.16	1.53	1.46
11	1.48	1.61	1.13	1.43
12	1.65	1.47	1.33	1.38
13	1.82	2.08	1.30	1.86
14	1.45	0.86	1.20	1.79
15	1.58	1.24	**4.91**	**5.12**
16	**4.09**	**4.77**	1.04	1.67
17	2.71	3.41	1.09	1.40
18	1.04	1.57	1.78	1.87
19	1.58	0.83	1.32	1.55
20	1.28	1.26	2.93	2.59
21	1.36	1.31	1.13	2.00
22	1.19	1.22	1.33	1.87
23	1.72	1.33	1.20	1.54
	起訖路口：國道五號			

11.5 第二階段縣民大道各車道 AARI 分布圖



11.6 第二階段縣民大道 AARI 累積分布圖



簡易型道路平整度 檢測裝置

Simplified road flatness inspection device

資料庫更新時間：20

申請號	105217468
申請日	2016/11/16
公告號	M538518
公告日	2017/03/21
證書號	M538518
專利名稱	簡易型道路平整度檢測裝置
專利權人	內政部營建署 臺北市松山區八德路2段342號
發明人	周家蓓 (中華民國)
代理人	蘇清澤;吳爾軒;林志鴻
授權註記	無
質權註記	無
讓與註記	無
繼承註記	無
信託註記	無
異議註記	無
舉發註記	無
消滅日期	
撤銷日期	
專利權始日	2017/03/21
專利權止日	2026/11/15
年費有效日期	2023/03/20
年費有效年次	006

本系統資料僅供參考，不作為准駁之依據，所有資料以經濟部智慧財產局公告為準。
本系統書目資料為公告時原始資料，後續異動更新資料請至「權利異動」頁面瀏覽。
政府網站資料開放宣言 | 隱私權宣告 | 資訊安全政策 | 建議事項

智慧財產局
地址：10637 臺北市辛亥路2段185號3樓
服務時間 ：上午 08:30～12:30 , 下午 1:30～5:30
服務電話 ：(02)2738-0007
專利服務台：(02)8176-9009
資料服務組服務台：(02)2376-7164、(02)2376-7165

Copyright © Intellectual Property Office, MOEA / 經濟部智慧財產局 All rights reserved

「簡易型道路平整度檢測裝置」專利非專屬授權契約

立契約書人:內政部營建署（以下簡稱甲方）、

＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿（以下簡稱乙方），

緣甲乙雙方為特定專利之授權事宜，訂立本契約，並同意條件如下:

第一條： 授權標的

本授權標的為「簡易型道路平整度檢測裝置」，詳細資料如下列。

專利中文名稱：簡易型道路平整度檢測裝置

申請國家：中華民國

專利證號：新型第 M538518 號

專利權期間：自 2017 年 3 月 21 日至 2026 年 11 月 15 日止

第二條： 授權內容

一、本授權為無償之非專屬授權，甲方同意乙方得於我國境內非專屬使用本授權標的進行製造、委託製造、為販賣之要約或販賣。所製造產品得於境外銷售本產品，惟乙方應符合我國產品出口管制相關規定。

二、未經甲方事前書面同意，乙方不得將本授權標的之一部或全部再授權或移轉予任何第三人。但乙方為政府機關，因契約關係委由第三人承辦案件所需就授權標的進行客製化作業者，甲方同意於上開委託範圍內授權乙方進行委託製造，由乙方委託該承辦案件之第三人得依本授權標的製造「簡易型道路平整度檢測裝置」，並由乙方於委託範圍內善盡督導之責。乙方須於完成與第三人之契約簽訂後以公文書回報甲方該製造者，並提供委託契約影本存參。

三、本授權標的之專利權仍為甲方享有，不因本授權而移轉，乙方不得將其向國內外任何有關機關申請專利權或其他智慧財產權之註冊登記。

第三條： 授權期限

一、製造、委託製造、為販賣之要約或販賣自本契約簽訂日起 2 年；持有與使用依本授權標的製造之產品則無期限。

二、如乙方有續約意願者，乙方應於本契約期限屆滿前 2 個月起至前 1 個月前，以書面通知甲方續約，經甲方同意後本契約得續約 2 年，續約以乙次為限。

三、若乙方未以書面方式於前述期間通知續約，或續約期間已屆滿，本契約將於期間屆滿後終止。

第四條：保密與回饋義務

一、乙方應以善良管理人之注意，妥善保管本授權標的之相關技術資料，除本契約規範之授權內容範圍，非經甲方同意，不得交付或洩漏予任何第三人。

二、乙方應就本契約之義務，告知其員工、受託者及因業務接觸授權標的者，並確實訂約要求、確保其視同自己義務而遵守。若上開員工、受託者及相關因業務接觸授權標的者之行為，造成甲方損害者，乙方應與之負連帶責任。

三、為協助本授權標的之改善，乙方於契約期間若有任何問題與改善建議，得隨時提供予甲方。

四、乙方應於契約期間依甲方需求提供授權標的運用情形予甲方，乙方不得拒絕。

第五條：無擔保條款

一、除本契約有明文規定者外，甲方不負任何擔保責任，包括不保證乙方具有製造本產品之能力，亦不擔保本授權標的合乎乙方特定目的之用途或具商品化之可能性。

二、甲方就本技術不負任何瑕疵擔保責任，乙方因使用本授權標的，或依授權標的製造之產品而發生之產品責任、瑕疵擔保及侵權責任等，乙方應自行負責。

三、如乙方產品造成甲方之損害，包括但不限於甲方因消費訴訟、司法機關或主管機關之調查所支出之賠償、補償、律師費、行政成本等，乙方均應負擔之。

第六條：契約終止

一、於契約期間內甲、乙雙方得合意終止本契約。

二、契約期間有下列情事之一者，甲方得終止契約，乙方不得請

求任何賠償或補償：

（一）甲方因政策或其他因素須終止本契約時，得於 2 個月前以書面通知乙方終止契約。

（二）乙方違反本契約第二條或第四條規定者。

（三）乙方借用或冒用他人名義、證件、或偽造或變造契約或履約相關文件，經查明屬實者。

（四）乙方有停業、破產、解散等情事發生。

三、任何一方違反本契約任一條款約定時，無過失之一方得以書面通知他方於 30 日內改正。逾期未改正者，無過失之一方得以書面通知終止本契約。

四、乙方於本契約終止或屆期後，不得自行或委託他人製造之產品，但乙方具書面契約足證係於本契約終止或屆期前完成委託或製造者，得繼續完成契約。

第七條：其他

一、本契約之增刪或修改，非經甲、乙雙方合意，並以書面協議方式經雙方簽章者，不生效力。

二、本契約自甲、乙雙方代表人簽署後生效。

三、本契約應以中華民國之法律予以解釋與規範，本契約未載明之事項，依中華民國政府相關法令辦理。

四、因本契約履行所生之訴訟，甲、乙雙方同意以臺灣臺北地方法院為第一審管轄法院。

五、本契約計正本貳份、副本貳份，由甲、乙雙方各執正、副本乙份為憑。

立契約書人

甲　　方：　內政部營建署

代 表 人：

職　　稱：

地　　址：

乙　　方：

代 表 人：

職　　稱：

地　　址：

中 華 民 國　　年　　月　　日

授權編號：

附件

「簡易型道路平整度檢測裝置」專利授權申請表

填表日期：　　年　　月　　日

申請單位		
負責人姓名		
聯絡資訊	聯絡人姓名	
	地址	
	電話	
	電子郵件信箱	
申請時填寫	專利用途（可複選）	☐ 製造(自用) ☐ 製造(販賣或為販賣之要約) ☐ 委託製造 ☐ 其他，請敘明：
	預估製造數量	部
單位及負責人印 (政府機關為機關關防，其他單位為單位大小章)		
申請結果		☐ 核准授權，授權編號：＿＿＿＿＿＿＿＿ ☐ 補充資料項目：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿ ☐ 不核准，原因：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

註1：除「申請結果」外，其他項目皆由申請人填寫。

註2：「預估製造數量」係申請單位自行估列之製造數量以供甲方統計所需，與本專利授權範圍及准駁無涉。

「簡易型道路平整度檢測裝置」專利非專屬授權契約

立契約書人:內政部營建署（以下簡稱甲方）、

＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿（以下簡稱乙方），

緣甲乙雙方為特定專利之授權事宜，訂立本契約，並同意條件如下:

第一條： 授權標的

本授權標的為「簡易型道路平整度檢測裝置」，詳細資料如下列。

專利中文名稱：簡易型道路平整度檢測裝置

申請國家：中華民國

專利證號：新型第 M538518 號

專利權期間：自 2017 年 3 月 21 日至 2026 年 11 月 15 日止

第二條： 授權內容

一、本授權為無償之非專屬授權，甲方同意乙方得於我國境內非專屬使用本授權標的進行製造、委託製造、為販賣之要約或販賣。所製造產品得於境外銷售，惟乙方應遵守我國產品出口相關管制規定。

二、未經甲方事前書面同意，乙方不得將本授權標的之一部或全部再授權或移轉予任何第三人。但乙方如為政府機關，因契約關係委由第三人承辦案件所需就授權標的進行客製化作業者，甲方同意於上開委託範圍內授權乙方進行委託製造，由乙方委託該承辦案件之第三人得依本授權標的製造「簡易型道路平整度檢測裝置」，並由乙方於委託範圍內善盡督導之責。乙方須於完成與第三人之契約簽訂後以公文書將該製造者資訊回報甲方，並提供委託契約影本存參。

三、本授權標的之專利權仍為甲方享有，不因本授權而移轉，乙方不得將其向國內外任何有關機關申請專利權或其他智慧財產權之註冊登記。

第三條： 授權期限

一、製造、委託製造、為販賣之要約或販賣自本契約簽訂日起 2 年。

二、如乙方有續約意願者，乙方應於本契約期限屆滿前 2 個月起至前 1 個月前，以書面通知甲方續約，經甲方同意後本契約得續約 2 年，續約以乙次為限。

三、若乙方未以書面方式於前述期間通知續約，或續約期間已屆滿，本契約將於期間屆滿後終止。

第四條：保密與回饋義務

一、乙方應以善良管理人之注意，妥善保管本授權標的之相關技術資料，除本契約規範之授權內容範圍，非經甲方同意，不得交付或洩漏予任何第三人。

二、乙方應就本契約之義務，告知其員工、受託者及因業務接觸授權標的者，並確實訂約要求且確保其負擔及遵守與乙方相同之契約義務。若上開員工、受託者及相關因業務接觸授權標的者之行為，造成甲方損害者，乙方應與之負連帶責任。

三、為協助本授權標的之改善，乙方於契約期間若有任何問題與改善建議，得隨時提供予甲方。

四、乙方應於契約期間依甲方需求提供授權標的運用情形予甲方，乙方不得拒絕。

第五條：無擔保條款

一、除本契約有明文規定者外，甲方對乙方不負任何擔保責任，包括但不限於不保證乙方具有製造本產品之能力，亦不擔保本授權標的合乎乙方特定目的之用途或具商品化之可能性。

二、甲方就本技術不負任何瑕疵擔保責任（包括但不限於：可專利性、安全性及無侵權），乙方因使用本授權標的，或依授權標的製造之產品而發生之產品責任、瑕疵擔保及侵權責任等，乙方應自行負責。

三、如乙方依本授權標的所製造或委託他人製造之產品發生爭議或涉訟等情事，因而造成甲方損害，包括但不限於甲方因消費訴訟、司法機關或主管機關之調查所支出之賠償、補償、律師費、行政成本等，乙方均應負擔之。

第六條：契約終止

一、於契約期間內甲、乙雙方得合意終止本契約。

二、契約期間有下列情事之一者，甲方得終止契約，乙方不得請求任何賠償或補償：

（一）甲方因政策或其他因素須終止本契約時，得於 2 個月前以書面通知乙方終止契約。

（二）乙方違反本契約第二條或第四條規定者。

（三）乙方借用或冒用他人名義、證件、或偽造或變造契約或履約相關文件，經查明屬實者。

（四）乙方有停業、破產、解散等情事發生。

三、任何一方違反本契約任一條款約定，且違約情事得改正者，經無過失之一方以書面通知他方於 30 日內改正而逾期未改正，或違約情事依其性質無法改正且情節重大者，無過失之一方得以書面通知終止本契約。

四、乙方於本契約終止或屆期後，不得自行或由其所委託之第三人製造使用本標的技術之產品，但乙方具書面契約足證確係於本契約終止或屆期前業已與第三人簽訂委託製造契約，於取得甲方書面同意後，得繼續完成契約，否則仍應立即停止製造。

第七條： 其他

一、本契約之增刪或修改，非經甲、乙雙方合意，並以書面協議方式經雙方簽章者，不生效力。

二、本契約自甲、乙雙方代表人簽署後生效。

三、本契約應以中華民國之法律予以解釋與規範，本契約未載明之事項，依中華民國政府相關法令辦理。

四、因本契約履行所生之訴訟，甲、乙雙方同意以臺灣臺北地方法院為第一審管轄法院。

五、本契約計正本貳份、副本貳份，由甲、乙雙方各執正、副本乙份為憑。

立契約書人

甲　　方：　內政部營建署

代 表 人：

職　　稱：

地　　址：

乙　　方：

代 表 人：

職　　稱：

地　　址：

中 華 民 國　　年　　月　　日

授權編號：

附件

「簡易型道路平整度檢測裝置」專利授權申請表

填表日期：　　年　　月　　日

申　請　單　位		
負　責　人　姓　名		
聯絡資訊	聯絡人姓名	
	地　　址	
	電　　話	
	電子郵件信箱	
申請時填寫	專利用途（可複選）	☐ 製造 ☐ 委託製造 ☐ 其他，請敘明：
	預估製造數量	部
單位及負責人印 (政府機關為機關關防，其他單位為單位大小章)		
申　請　結　果		☐ 核准授權，授權編號：＿＿＿＿＿＿＿＿ ☐ 補充資料項目：＿＿＿＿＿＿＿＿ ☐ 不核准，原因：＿＿＿＿＿＿＿＿

註1：　除「申請結果」外，其他項目皆由申請人填寫。

註2：「預估製造數量」係申請單位自行估列之製造數量以供甲方統計所需，與本專利授權範圍及准駁無涉。

「簡易型道路平整度檢測裝置」專利非專屬授權契約

修正條文對照表

條號	修正條文	原條文	說明
第二條第一款	一、本授權為無償之非專屬授權，甲方同意乙方得於我國境內非專屬使用本授權標的進行製造、委託製造、為販賣之要約或販賣。所製造產品得於境外銷售，惟乙方應遵守我國產品出口相關管制規定。	一、本授權為無償之非專屬授權，甲方同意授予乙方於我國境內非專屬使用本授權標的，或依本授權標的製造之產品。	1. 新增「委託製造、為販賣之要約或販賣」，以釐清授權範圍。 2. 新增產品得於境外銷售，但須遵守我國產品出口管制規定，以清楚界定產品銷售範圍。 3. 配合上述新增內容酌作文字修正。
第二條第二款	二、...。但乙方如為政府機關，因契約關係委由第三人承辦案件所需就授權標的進行客製化作業者，甲方同意於上開委託範圍內授權乙方進行委託製造，由乙方委託該承辦案件之第三人得依本授權標的製造「簡易型道路平整度檢測裝置」，並由乙方於委託範圍內善盡督導之責。乙方須於完成與第三人之契約簽	二、...。但乙方為政府機關，因契約關係委由第三人承辦案件所需就授權標的進行客製化作業者，甲方同意於上開委託範圍內授權乙方進行再授權，由乙方授權該承辦案件之第三人得依本授權標的製造「簡易型道路平整度檢測裝置」，並由乙方於委託範圍內善盡督導之責。乙方須於完成與第三人之契約簽訂後	修正此再授權行為為委託製造行為，對應第二條第一款之修正。

條號	修正條文	原條文	說明
	訂後以公文書將該製造者資訊回報甲方，並提供委託契約影本存參。	以公文書回報甲方該轉授權對象，並提供委託契約影本存參。	
第三條第一款	一、製造、委託製造、為販賣之要約或販賣自本契約簽訂日起2年。	一、自本契約簽訂日起2年。	配合第二條第一款修正。
第四條第二款	二、乙方應就本契約之義務，告知其員工、受託者及因業務接觸授權標的者，並確實訂約要求且確保其負擔及遵守與乙方相同之契約義務。若上開員工、受託者及相關因業務接觸授權標的者之行為，造成甲方損害者，乙方應與之負連帶責任。	二、乙方應就本契約之義務，告知其員工、受託者及因業務接觸授權標的者，並確實訂約要求、確保其視同自己義務而遵守。若上開員工、受託者及相關因業務接觸授權標的者之行為，造成甲方損害者，乙方應與之負連帶責任。	1. 將原「視同自己義務」修正為「負擔及遵守與乙方相同之契約義務」，以使乙方義務範圍更為明確。 2. 酌作文字修正。
第五條第一款	一、除本契約有明文規定者外，甲方對乙方不負任何擔保責任，包括但不限於不保證乙方具有製造本產品之能力，亦不擔保本授權標的合乎乙方特定目	一、除本契約有明文規定者外，甲方不負任何擔保責任，包括不保證乙方具有製造本產品之能力，亦不擔保本授權標的合乎乙方特定目的之用途或具商	酌作文字修正。

條號	修正條文	原條文	說明
	的之用途或具商品化之可能性。	品化之可能性。	
第五條第二款	二、甲方就本技術不負任何瑕疵擔保責任（包括但不限於：可專利性、安全性及無侵權），乙方因使用本授權標的，或依授權標的製造之產品而發生之產品責任、瑕疵擔保及侵權責任等，乙方應自行負責。	二、甲方就本技術不負任何瑕疵擔保責任，乙方因使用本授權標的，或依授權標的製造之產品而發生之產品責任、瑕疵擔保及侵權責任等，乙方應自行負責。	舉例瑕疵擔保責任。
第五條第三款	三、如乙方依本授權標的所製造或委託他人製造之產品發生爭議或涉訟等情事，因而造成甲方損害，包括但不限於甲方因消費訴訟、司法機關或主管機關之調查所支出之賠償、補償、律師費、行政成本等，乙方均應負擔之。	三、如乙方產品造成甲方之損害，包括但不限於甲方因消費訴訟、司法機關或主管機關之調查所支出之賠償、補償、律師費、行政成本等，乙方均應負擔之。	釐清此損害原因範圍。

條號	修正條文	原條文	說明
第六條第三款	三、任何一方違反本契約任一條款約定，且違約情事得改正者，經無過失之一方以書面通知他方於 30 日內改正而逾期未改正，或違約情事依其性質無法改正且情節重大者，無過失之一方得以書面通知終止本契約。	三、任何一方違反本契約任一條款約定時，無過失之一方以書面通知他方於 30 日內改正。逾期未改正者，無過失之一方得以書面通知終止本契約。	先行區分為違反事項得改正與無法改正且情節重大二者，以使後續處理程序完備。
第六條第四款	四、乙方於本契約終止或屆期後，不得自行或由其所委託之第三人製造使用本標的技術之產品，但乙方具書面契約足證確係於本契約終止或屆期前業已與第三人簽訂委託製造契約，於取得甲方書面同意後，得繼續完成契約，否則仍應立即停止製造。	四、乙方於本契約終止或屆期後，不得自行或委託他人製造之產品，但乙方具書面契約足證係於本契約終止或屆期前完成委託或製造者，得繼續完成契約。	1. 明確指明受委託者為非訂約雙方之第三人。 2. 明確指明該產品係依本標的技術所製造。 3. 將原完成委託或製造者修改為業已簽訂委託製造契約，以使委託行為具可查證性。 4. 新增違反本條款規定時之應執行行為。

「簡易型道路平整度檢測裝置」
專利授權運用情況調查

感謝貴單位於「**簡易型道路平整度檢測裝置**」開放授權時即申請授權，本問卷擬了解貴單位之設備取得與使用情形，以及後續繼續使用與續約意願，麻煩請抽出約 2~3 分鐘時間填答，亦可連結填寫線上問卷，謝謝您。

線上問卷網址 https://forms.gle/j8xv3SuuGWQAZZLX7

一、基本資料

1-1. 單位名稱：_____

1-2. 聯絡人（調查表填答人）：_____

1-3. 聯絡人電話或 email：_____

二、專利運用情況

2-1. 於取得專利授權後，是否取得「簡易型道路平整度檢測裝置」？

☐ 是（**請續答 2-2 與 2-3**）　☐ 否（**請跳答 2-4**）

2-2. 請問取得「簡易型道路平整度檢測裝置」的方式為何？

☐ 自行製造（製造部數：_____部，）

☐ 向其他取得授權的廠商購買（購買部數：_____部）

☐ 委託廠商製造（製造者名稱：_____ ）

☐ 其他，請說明：_____

2-3. 請問取得「簡易型道路平整度檢測裝置」之後的使用情況如何？

☐ 經常使用（使用頻率約至少每個月一次）

☐ 偶爾使用（使用頻率約至少每 1~6 個月一次）

☐ 約使用過 1~2 次（約一年至二年使用一次）

☐ 未曾使用過（**請續答 2-4**）

2-4. 請問未取得設備或取得後未曾使用的原因為何？（請勾選或填答最主要的 1~2 項原因）

☐ 找不到廠商製造　　☐ 不知如何使用

☐ 因計畫未獲補助或沒有經費可採購

☐ 申請前評估有誤，其實沒有需求

☐其他，請說明：_____

三、續約意願：

3-1. 請問貴單位於「簡易型道路平整度檢測裝置」(硬體）專利授權到期後是否將與內政部營建署續約？

☐ 是　　☐ 否（請續答 3-2）

3-2. 請問不續約的原因是？（請勾選或填答最主要的 1~2 項原因）

☐ 沒有使用需求

☐ 設備自用已足夠，無須再製造

☐ 設備可洽其他取得授權的廠商購買，無須自行申請授權

☐ 其他，請填寫原因：

_____

四、其他建議：若您有關於本裝置之各項建議（不限於專利授權），歡迎提供以利改進

本問卷到此結束，感謝您抽空填寫

若有任何關於本裝置或道路平整度檢測問題與建議，歡迎與本團隊聯繫
計畫主持人：陳艾勳博士，E-mail: accpave@gmail.com

本附錄整理本計畫準備與申請 2021 年簡易型平整儀參加世界道路協會(International Road Federation, IRF)全球道路貢獻獎 (Global Road Achievement Awards, GRAA)所完成之相關文件，包括「計畫介紹」之中英文稿、100 字之「計畫概要」（Brief project summary）、500 字之「計畫特點與獎項類別之符合度說明」（Explanation of how project meets category-specific requirements）、「計畫介紹（30 頁以內的簡報）」（Powerpoint Presentation）及報名頁面。

其中「計畫介紹」方面，係於內部討論及營建署會議時使用，且說明較為完整，以利瞭解完整計畫梗概，作為初步評估與調整申請文件之基礎。經本團隊之提案建議及與營建署之討論後，決議報名獎項為：Asset Presvervation & Maintenance Management；報名名稱為：A Reliable and Affordable Method to Assess Roadway Network Serviceability；最終完成報名及繳費時間約為 2021 年 5 月 4 日，此外更感謝營建署及蘇育民教授給予許多申請上應注意之細節及寶貴的建議，更協助推動報名手續之流程。

各項文件及報名繳交之申請文稿的介紹、摘要以及簡報檔則分列如後。

計畫介紹（中文）

基於簡便、客觀、準確、低成本之開發目標，營建署自 2015 年開始與台灣大學合作發展簡易式平整儀，並於完成研發後藉由多元方式推廣設備使用，增進第一線市區道路主管機關對於道路品質管理之知識與能力。

根據台灣道路統計數據顯示，市區道路占比達 50%，其重要性不亞於國道與省道，且市區道路與民眾平時活動息息相關，市區道路品質更受到大眾的關注。然而，國道與省道皆有統一且技術水準、經費皆較佳之道路主管機關，市區道路之管養工作則分散於全國數百個縣（市）與公所管養。長期以來，身為市區道路中央主管機關之營建署致力於市區道路建設與管理制度之改善，但負責第一線養護的縣（市）與公所因人員多不具道路養護技術、流動頻繁且經費有限，往往僅能以刨除回鋪方式逐年少量修補鋪面破損，即使有意提升道路品質亦力有未逮。營建署為改善此現象，多年來已推動多項策略，並於 2005 年開始推動平整度檢測與改善。考量市區道路分布廣泛，且亦有多處離島，採用慣性式剖面儀雖準確但車輛移動成本高，難以普及運用，且儀器成本高且需相當的技術，亦非道路主管機關可自行購置使用。有鑑於此，營建署自 2015 年開始與台灣大學合作發展簡易式平整儀，台灣大學研究團隊所開發之 ARI 指標採用複雜的運算邏輯使簡易型平整儀之指標—AARI—可與 IRI 間存在良好的對應關係，降低使用者之學習門檻。簡易型平整儀以加速度規與 GPS 為主要構件，整台儀器之價格訂在 9 萬台幣（約為美金 300 元），且操作簡便，無須進行車輛改裝，可搭載於任何形式車輛上。檢測時採正常車流速度行進，亦不干擾交通。因為這樣的特性，可提供縣（市）政府、公所與工程（顧問）公司便於使用之設備，使其在日常維護或施工過程中隨時檢測並評估道路平整度。

營建署於完成設備開發後，持續推動下列多項工作以促使道路主管機關藉由採用此設備改善道路管養品質：

1. 申請取得國家專利並無償授權製造：為避免受專利影響而讓使用單位須付出高額代價，營建署於該設備開發完成後即申請國家專利並順利取得，而後採無償授權方式釋出給有意製造者使用。

2. 於補助計畫中要求申請者提出鋪面品質量化數據，於以往僅採定性敘述進行競爭評比之程序中增加量化數據要求，不僅可更客觀比較各計畫間之需求強度，更可評估改善效果，使計畫成效更易突顯。

3. 持續辦理教育訓練與現地觀摩：三年來已辦理 16 場教育訓練與 18 場現地觀摩，共計輔導 570 人，受訓者遍布台灣各縣（市）。教育訓練主題除簡易型平整儀之操作使用外，更納入鋪面養護管理之完整概念，期可藉此培養第一線人員正確養護觀念，從根本改善其採用科學化設備進行量測之意願，而後更有效且更經濟的鋪面管理養護方法和程序將引入並紮根於各機關，並使公眾受益於這些改革。

4. 應用於考評制度中：營建署對於各縣（市）道路管養成效之考評已行之有年，亦逐步朝向採用科學化儀器評估結果取代人為主觀判斷之方向，於簡易型平整儀開發後，原本無法採用 IRI 評估之偏遠及離島型縣（市）亦可採用簡易型平整儀進行平整度評估，使考評結果更為公平客觀。

自 2017 年中開始進行上述各項工作，至今已有逾 70 個單位購置簡易型平整儀，於此期間營建署補助計畫中，採用簡易型平整儀提供檢測前後量化平整度數據的計畫數占比達 60%，且全數申請補助的 17 個縣（市）均有至少一件計畫採用簡易型平整儀，顯示此設備之使用已普及全國。其中一處離島縣雖未申請補助計畫，但仍自行購置簡易型平整儀並完成全島主要道路之平整儀檢測，建立該縣首度之道路平整度普查，對於掌握鋪面績效狀況跨出十分巨大的一步。

本項工作自 2015 至今仍持續進行，其間涵蓋四個計畫，持續精進設備軟、硬體並推動第一線道路主管機關與工程廠商使用，使設備開發成果得以落實於道路養護管理現場，進而改善道路保存與維護品質，延長道路耐久性並提升用路滿意度。

計畫介紹（英文）

Based on the development objectives of simplicity, objectivity, accuracy and economy, the Construction and Planning Agency (hereinafter referred to as "the CPA") has cooperated with National Taiwan University since 2015 to develop and promote the compact roughness evaluation device (hereinafter referred to as "CRED"). These development and promotion efforts have enhanced pavement maintenance and management knowledge and ability of the forefront road authoritiesand improved the pavement evenness by conducted with the objective standard.

City roads in Taiwan account for half of the total road length, and they are as important than National and provincial highways. Moreover, city roads are around the publics and their quality attracts more attentions than intercity links. However, intercity highway authorities are unified and dedicated offices which have more resources and better pavement preservation and maintenance professional techniques. The city roads in Taiwan are constructed and maintained by hundreds of counties, cities, and districts governments, which suffered high turnover rate, limited budgets,and low capability of pavement management. To improve city roads' pavement quality and increase the capabilities, the CPA plans and fulfills several systems year by year for decades. Since 2005, the CPA started to improve the pavement roughness by creating National standard of profilers and acceptance specifications. However, as an island country, there are many city roads on small islands, and it is difficult to survey their roughness by traditional equipment. Even for the roads on the main island, it still has high barrier of cost and technique in using profiler. Given that, theCPA funded National Taiwan University to develop the CRED since 2015. The research team of National Taiwan University establishes a complex computational algorithm to increase the correlation of advanced acceleration root-mean-square index (AARI, the corresponding index of CRED) with IRI. The CRED, consisted mainly of accelerometer and GPS, is featured with compact, reliable, portable, easy to use, low cost (about USD 300), low maintenance, zero interruption of traffic flow, and fit all kind of vehicles. With such low barrier of acquiring and using, the counties, cities, and districts governments may quantify their pavement frequently and improve it in a better timing.

After the success of trial roughness evaluation in hundreds of lane-km, the CPA promoted the following tasks to encourage the road authorities applying the CRED to improve pavement preservation and maintenance quality.

1. In order to protect the research result and ensure that the CRED will be sold in a reasonable price, the CPA applied and obtained the patent of CRED and then licensed without payment or profit sharing.
2. A new essential requirement of providing quantitative pavement performance description is added in the CPA-aid road project. The road authorities in counties, cities, and districts have to collect pavement roughness or distresses date before application, and the CPA will review and compare these numbers to decide the financial support to these authorities. After construction, the authorities also have to report the quantitative improvement.
3. Over the past three years, 16 training courses and 18 field demonstration had been held, with a total of 570 participants in various counties, cities, and districts in Taiwan. In addition to the operation of the CRED, the training course also focused on complete concept of pavement maintenance management. It is hoped that the correct concept of front-line management personnel can be cultivated, and the willingness to use scientific equipment can be improved. Then more effective and economic method and procedure of pavement management and maintenance will be introduced and rooted in the road authorities, and the publics will benefit from these reforms.
4. The CPA has been evaluating road authorities on the effectiveness of road management for several years. The evaluation system is gradually moving towards to rate by objective measurements rather than subjective judgment. After the successful deployment of the CRED, the CPA applied it to assess pavement roughness in outlying and island counties, and it complete the evaluating system and make the system unbiased.

Since 2017, there are more than 70 units of the CRED have been sold. All seventeen counties which applied for the CPA-aid projects applied the CRED in at least one project. In total, there are 60% of CPA-aid projects used the CRED to evaluate pavement

roughness before and after pavement maintenance. Even not applying the CPA-aid, one of the island counties in Taiwan used the CRED to measure road roughness comprehensively and drew their first GIS-based pavement performance map.

Since 2015, the promote of the CRED has been ongoing and 4 projects are included. The hardware and software of CRED has been revised continuously to provide better support to the city road authorities and contractors. The research resultof university could be implemented in the real world and enhance the quality of pavement preservation and maintenance, increase road durability, and increase roadusers' satisfaction.

申請文件：「計畫概要」（Brief project summary）

A Reliable and Affordable Method to Assess Roadway Network Serviceability

Pavement Roughness is one of the most important factors in the evaluation of roadway serviceability. In many developing and under-developed countries, highway authorities cannot afford the inertial profiler to measure the International Roughness Index (IRI). The compact roughness evaluation device (CRED) not only provides a reliable IRI estimator but has the great advantage of being cost-friendly. It is an integration of an industrial-grade accelerometer and an accurate data processing algorithm. It is portable, easily-operable, and user-friendly. Taiwan counties have been using CREDs since 2017, and more than 3.9 M USD in roughness inspection costs has been saved annually. Most importantly, roadway performance has improved significantly ever since.

「計畫特點與獎項類別之符合度說明」（Explanation of how project meets category-specific requirements）

A Reliable and Affordable Method to Assess Roadway Network Serviceability

Pavement Roughness is one of the most important factors in the evaluation of roadway serviceability, particularly from the riders' point of view. In many developing and under-developed countries, most roadway authorities cannot afford the inertial profiler used to measure the International Roughness Index (IRI). In Taiwan, only two authorities, the National Freeway Bureau and Provincial Highway Bureau, use inertial profilers for roughness data collection and evaluation. However, more than 50% of Taiwan roadway network are city street systems that need a reliable and affordable roughness-measuring device for performance assessment.

Response-based roughness-measuring concept been in use for more than 3 decades. Mays Meter is one of the first generation of such equipment. Recently, researchers have studied the feasibility of using smartphones, with their built-in 3-axle accelerometer and GPS, to evaluate pavement roughness. However, due to the relatively low acceleration resolution of most smartphones, the results can hardly provide reliable estimations of IRI. The current invention, Compact Roughness Evaluation Device (CRED), uses an industrial-grade accelerometer that provides accurate accelerometer measurements. Furthermore, rather than using the usual algorithm that most researchers use to convert the measured acceleration to surface profile and again to calculate IRI, this device uses a new approach to process the measured acceleration data and obtain a very reliable roughness index "Adjusted Acceleration Root-mean-square Index" (AARI), which has a high correlation with IRI.

The data processing is composed of three major steps: speed normalization of acceleration data, applying Fourier Transformation to transfer the data from distance domain to frequency domain, and conducting Butterworth Filtering to find the optimal cutoff of low-pass and high-pass filters. After applying these three steps on the original acceleration data, the analyzed results indeed show a high correlation index, AARI, with

the IRI.

CRED not only provides a reliable IRI estimator, but also other great advantages such as low costs (US$ 3k), high efficiency, easy operation and stable, real-time response. The four major functions of this device, either carried out by private sections for project level or public agencies for network lever, are:

1. Self-evaluation of construction quality by comparing the before-and-after AARIs.
2. Performance evaluation and prediction through continuous measurements. In addition, problem locations can be identified.
3. Periodically conducting roughness surveys and finding out the current serviceability conditions of the entire roadway network.
4. Screening maintenance candidates by setting an AARI threshold.

The Construction and Planning Agency (CPA) of the Taiwan Ministry of the Interior owns the IP of CRED; however, it is free for all public agencies and private sectors to use. To promote the use of this device, thirty-two workshops have been organized in the past 5 years, and more than 660 engineers, consultants, and professionals have been trained. Furthermore, CPA requires that any funding applications for roadway maintenance by city or county agencies should be accompanied with AARI information.

Currently, 18 out of 22 counties have adopted CRED for county/city roadway network roughness periodical surveys. Due to its affordability, portability, ease-of-operation and user-friendliness, CRED has been applied not only on the Taiwan main island, but also on outlying islands such as Kinmen in their first roughness surveys.

The application of CRED in Taiwan counties since 2017 has helped save more than 3.9 million US dollars in roughness measurements costs annually. Most importantly, roadway roughness performance has improved significantly – the number of uncomfortable zones (AARI > 5) has decreased from 30% to less than 8% since then.



Construction and Planning Agency, MOI

National Taiwan University

A Reliable and Affordable Method to Assess Roadway Network Serviceability

Outlines

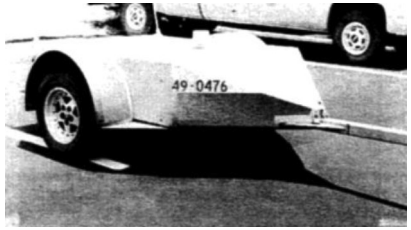
1. Background and Objectives
2. Response-based Device for Roughness Measurement
3. The features: hardware composition and computation algorithm
4. Advantages of the integrated "Compact Roughness Evaluation Device" (CRED)
5. How the integrated CRED help the roadway authorities?
6. Facts of contributions and achievements

Background and Objectives

- Roadway smoothness is one of the key factors of driving comfortability and safety.
- Pavement roughness inspection becomes necessary and important.
- International Roughness Index (IRI) which measured by Inertial Profiler is adopted worldwide.
- Due to its relatively high capital investment, only Freeway and Provincial Hwy Bureaus in Taiwan purchased the equipment for measuring.
- City street network occupies 50% of entire Taiwan roadway systems that need a *reliable and affordable* measuring device for roughness measurement.

Response-Based Road Roughness Measuring Devices

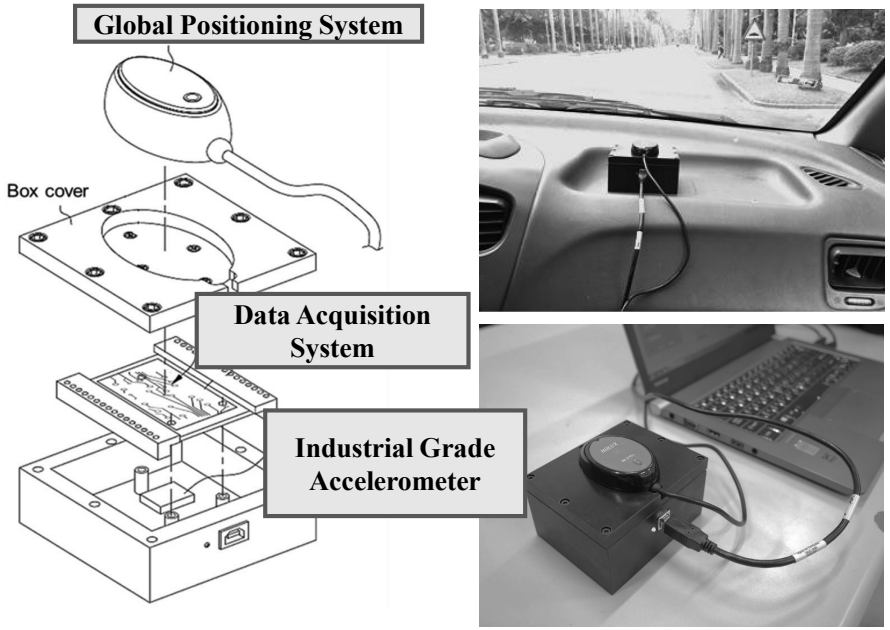
- Mays Meter (1990) – trailer towed by vehicle



- Smartphone (2015) – built-in 3-Axle accelerometer



◆ The Developed Response-Based Device (RBD)



Two Typical Algorithms for Roughness Evaluation by Response-Based Measurement

1. Acceleration Data ➡ Pavement Profile Data ➡ International Roughness Index (IRI)

☑ 2. Acceleration Data ➡ Acceleration Index (ARI) ➡ Build relation between ARI and IRI

Acceleration Root-Mean-Square Index, ARI

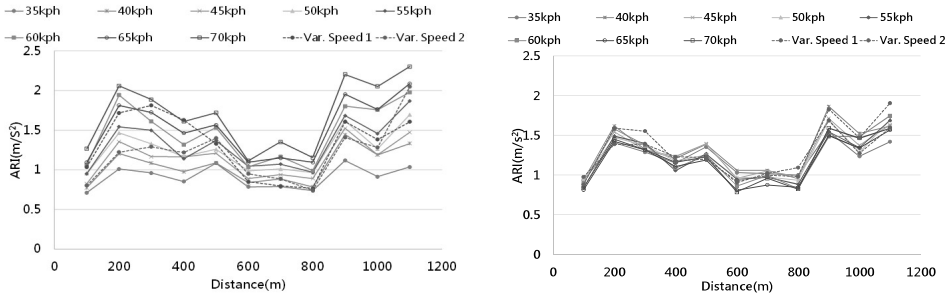
$$\mathbf{ARI} = \sqrt{\frac{\sum(a_i - 1)^2}{N}}$$

ARI：acceleration root-mean-square index
a_i：vertical acceleration collected by RBD, g
g : acceleration of gravity, 1g
N : No. of data points in one subsection (100m)

Three Steps Acceleration Data Processing

Step 1: Speed normalization of acceleration data that resulted in consistent ARI

Original Raw ARI Data　　After Speed Normalization　　$a_{n,i} = a_i \times \frac{50}{V_i}$



Source: Chia-Pei Chou, et al., "Algorithm for Estimating International Roughness Index by Response-Based Measuring Device," ASCE's Journal of Transportation Engineering, Part B: Pavements. Volume 146, Issue 3 - September 2020.

Step 2: Using Fourier Transform to transfer acceleration data from distance domain to frequency domain.

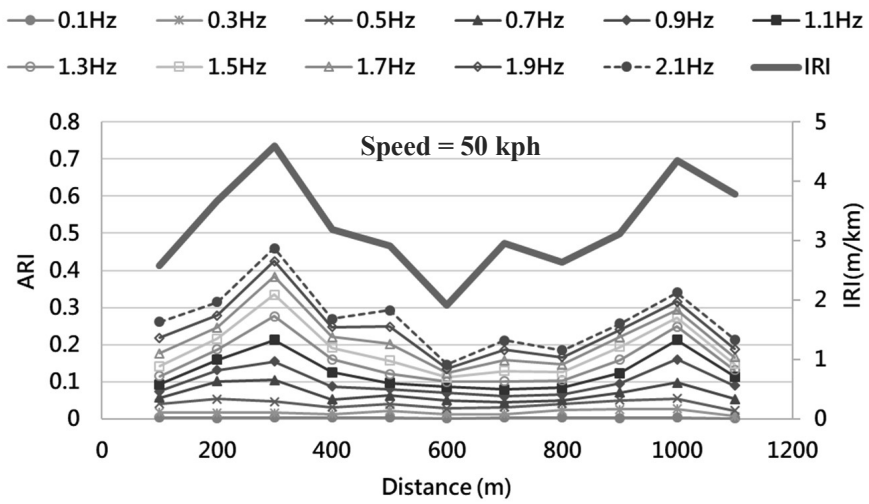
Step 3: Using Butterworth Filter to identify the most appropriate Low- and High- pass filters for obtaining the meaningful data range.

Source: Chia-Pei Chou, et al., "Algorithm for Estimating International Roughness Index by Response-Based Measuring Device," ASCE's Journal of Transportation Engineering, Part B: Pavements. Volume 146, Issue 3 - September 2020.

Butterworth Filtering on Acceleration Datum

Low-Pass Filtering Analysis and Results

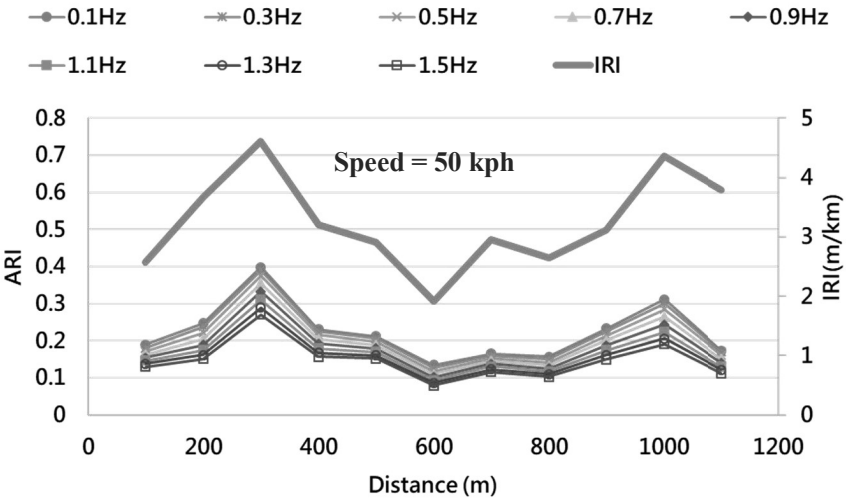
(High-Pass is set at 0.1 Hz)



Butterworth Filtering on Acceleration Datum

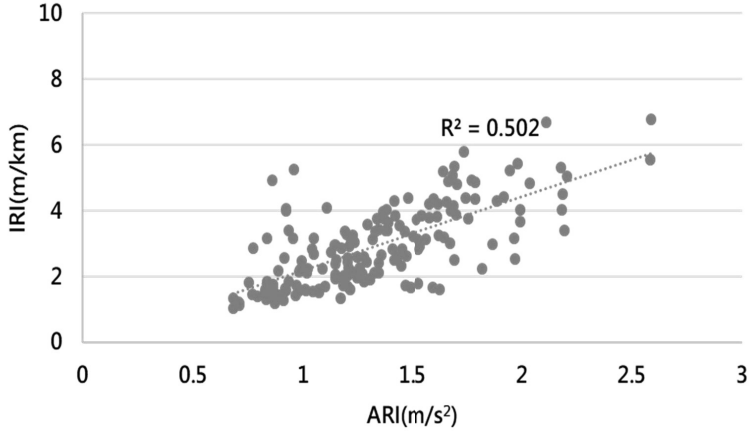
High-Pass Filtering Analysis and Results

(Low-Pass is set at 1.9 Hz)



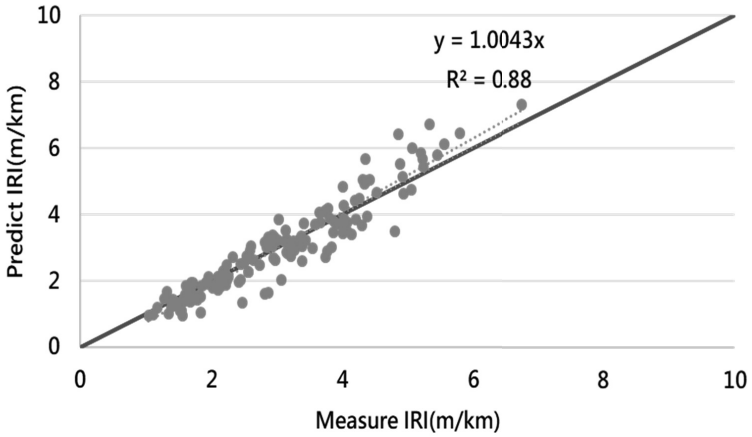
ARI vs. IRI

(Before Processing)



Source: Chia-Pei Chou, et al., "Algorithm for Estimating International Roughness Index by Response-Based Measuring Device," ASCE's Journal of Transportation Engineering, Part B: Pavements. Volume 146, Issue 3 - September 2020.

AARI vs. IRI
(After Filtering)



Source: Chia-Pei Chou, et al., "Algorithm for Estimating International Roughness Index by Response-Based Measuring Device," ASCE's Journal of Transportation Engineering, Part B: Pavements. Volume 146, Issue 3 - September 2020.

Advantages of the integrated RBD and AARI
Named as "Compact Roughness Evaluation Device" (CRED)

- ✓ Low cost (USD 3K)
- ✓ High Efficiency (Reg. Driving Speed)
- ✓ Easy Operation and Stable
- ✓ High Correlation with IRI
- ✓ Real Time Response

Current Applications of CRED

1. Public Agency Owns the Pattern & Free for P/P usage
2. Required AARI Measurement prior to Agency Fund Application
3. Free Training Workshops Provided
4. Adopted by Agency Annual Network Assessment

32 Free Training Workshops : 2017-2021

'17	'18	'19	'20 ~ '21



660 engineers/ consultants/ professionals

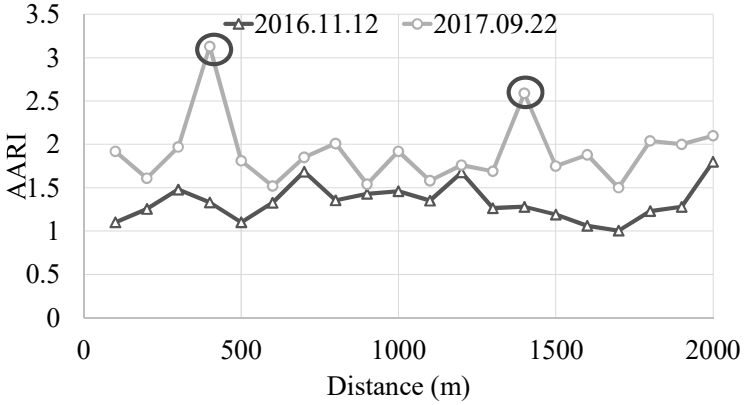
CREDs are popular for agencies and constructors due to its Reliable, Affordable, Portable, and User Friendly characteristics.



How can the integrated CRED help the roadway authorities?

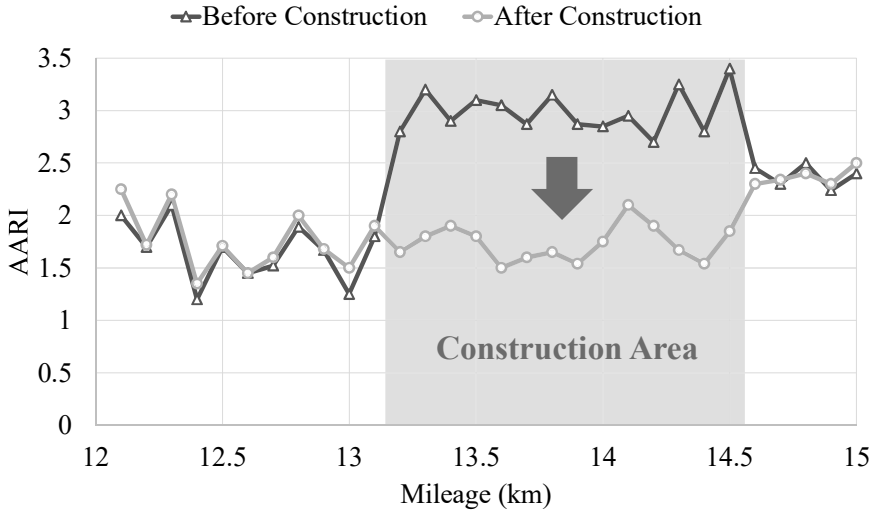
Project Level

1. Periodical Performance Inspection and Problem Identification



2. Quality Control / Assurance

Self-evaluation after construction

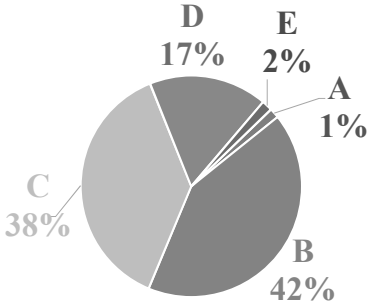


Network Level

3. Network Roughness Assessment

Eg. Taipei City AARI Annual Distribution

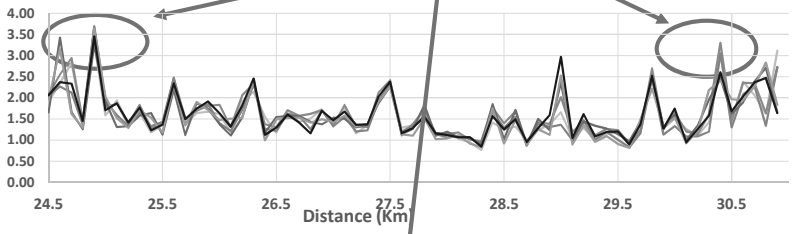
Levels	Riding Perception	AARI Range
A	Very Comfortable	0~1.5
B	Comfortable	1.5~3.5
C	Slightly Uncomfortable	3.5~5.0
D	Uncomfortable	5.0~7.5
E	Very Uncomfortable	7.5↑



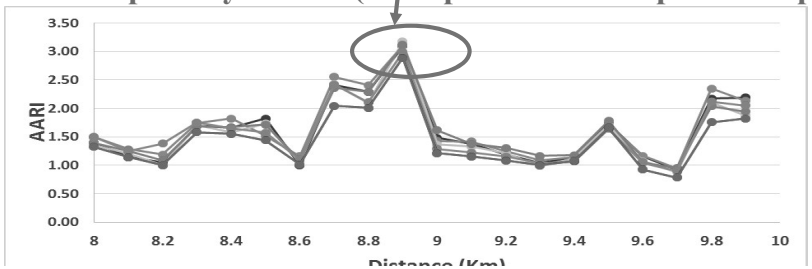
Examples of Periodical Inspection on

1. National Freeway System (high speed up to 112 kph)

Problem Locations

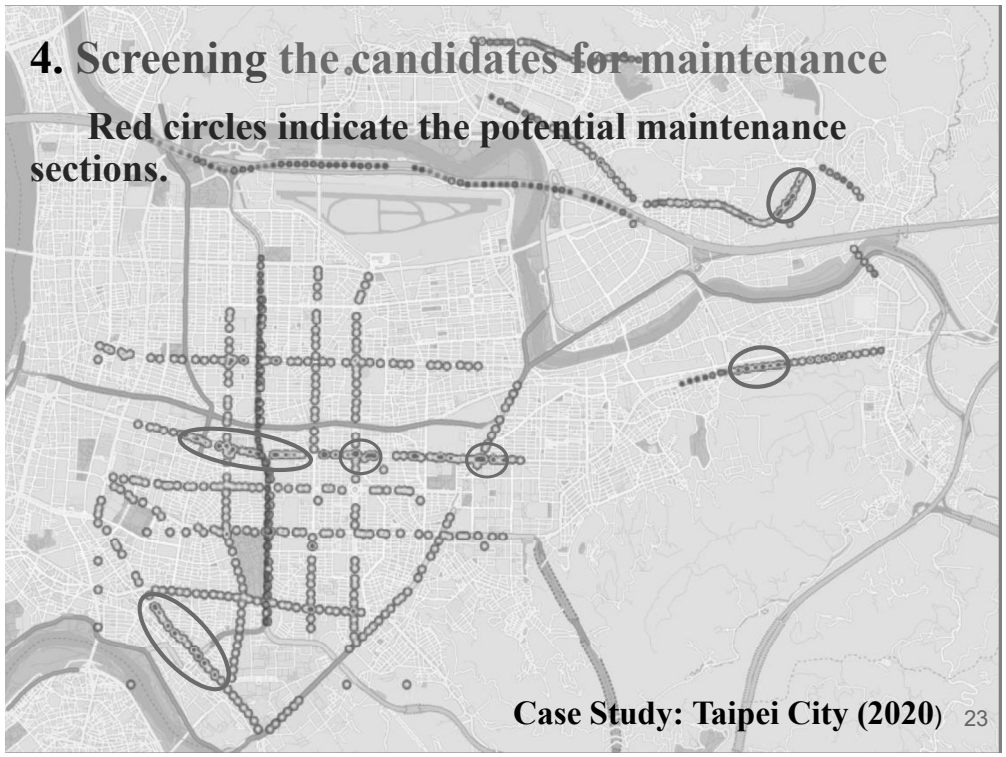


2.New Taipei City Streets (low speed from 30 kph to 70 kph)



4. Screening the candidates for maintenance

Red circles indicate the potential maintenance sections.



Case Study: Taipei City (2020)

Contributions and Achievements

- **80 CREDs have been applied by roadway authorities/ consultants/ universities in Taiwan.**
- **18 out of 22 Counties have adopted CRED for county/city roadway network roughness survey since 2017.**
- **Annual saving of roughness survey is more than USD 4.2 million.**
- **Convenient for outlying regions outside Taiwan main island. Island Kinmen applied CRED the first time ever for roadway network roughness survey.**

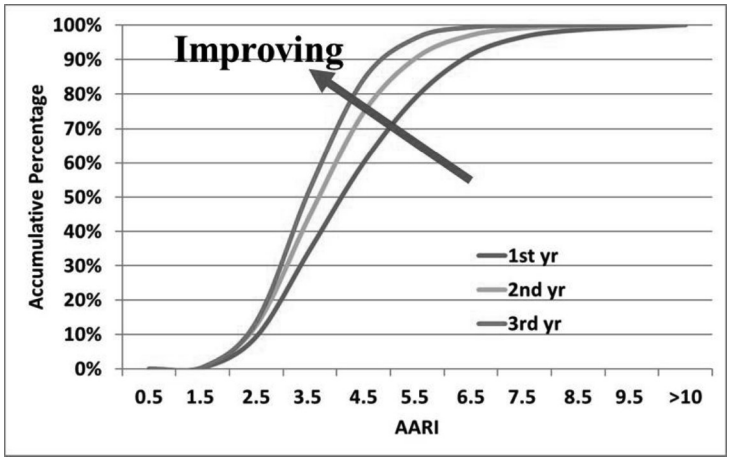
Annual Saving Analysis

	Out Sourcing IRI Survey	In House RBD Survey
Cost	US$ 4,300,000	US$ 420,000 (240,000+18,000)
Freq.	Once/ Year	Anytime As Needed
Following Year	US$ 4,300,000	US$ 18,000



Most importantly, ……

Roadway Network Roughness Performance has been improved even since.



申請 2021 GRAA 獎項報名頁面截圖

2021 GRAA Application

Submitting organization *	Construction and Planning Agency,Ministry of the Interior;National Taiwan University
Project name *	A Reliable and Affordable Method to Assess Roadway Network Serviceability
Contact name *	ZHI ZHENG KE
Email *	qq77415@cpami.gov.tw
Phone number *	886287712805
Address *	No. 342, Sec. 2, Bade Rd., Songshan Dist. Taipei City 15404 Taiwan
Entry category *	Asset Preservation & Maintenance Management
Brief project summary *	a_reliable_and_affordable_method_to_assess_roadway_network_serviceability500_words_description_f.docx 17.91 KB - DOCX
Explanation of how project meets category-specific requirements *	a_reliable_and_affordable_method_to_assess_roadway_network_serviceability100_words_description_f.docx 13.13 KB - DOCX
PowerPoint presentation *	a_reliable_and_affordable_method_to_assess_roadway_network_serviceability.pptx 29.75 KB - PPTX
Payment type *	Credit card
Application fee *	Non IRF Member (US $875)

「鋪面平整度品質提升精進計畫」
期中報告審議會議記錄

一、會議時間：110 年 5 月 5 日 上午 10 時

二、會議地點：內政部營建署 601 會議室

三、主持人：蔡副組長亦強

四、出席單位及人員：詳簽到表

五、主辦單位說明及委辦單位簡報：略

六、討論與意見回覆：

發言者	意見	回覆
主　席	請問於 Google 地圖上展現 AARI 檢測結果為人工點繪或自動產生？	為將檢測數據檔案依 Google 相關軟體所需格式整理後自動於地圖上產生。
臺北市政府	1. 臺北市係採 IRI 進行路網檢測，並完成 1296 車道公里，所需經費為 324 萬元，所得結果亦呈現於地圖上；驗收則採用高低平坦儀。 2. 簡易型平整儀的推廣應該比較針對外縣市。 3. 期中報告呈現臺北市路段平整度較不理想的情況是非戰之罪，羅斯福路於 10 年前首代路平專案時進行刨鋪，因早期技術與管控較不成熟，且已過 10 年，路況較不理想，今年準備重新刨鋪，即為研究單位所檢測路段。 4. 報告中的敦化南路應更正為敦化南北路，基隆路至信義路段亦預定於今年刨鋪。 5. 請問 AARI 是否能當作驗收標準？ 6. AARI 檢測是否有坡度限制？ 7. AARI 與 IRI 間相關性如何？	1. 感謝臺北市政府所提供資訊，希望今年羅斯福路與敦化南北路刨鋪後亦可讓本團隊再進行檢測，以比較改善效果。 2. 報告有誤之處感謝指正，將依意見修正。 3. AARI 因精準度與未有國家驗證制度，無法作為驗收之用，此點於歷次教育訓練皆會提醒參訓人員，以避免誤用致生爭議。 4. AARI 使用之坡度限制方面，經測試於 10 度（約為 18%）以下之道路皆可檢測出相近的結果，因此建議於此範圍內使用。 5. 藉由大量實測數據比較得知 AARI 與 IRI 之相關性達到 88%。

發言者	意見	回覆
臺中市政府	1. AARI 檢測是否有車速限制？若遇紅綠燈應如何處理？ 2. 本計畫是否有將本市納入檢測路網的機會？	1. 經檢測比較，於車速 30 公里/小時以上時具有穩定的檢測結果，此速度以下受較多車輛振動干擾，因此建議檢測時保持於 30 公里/小時以上。若於檢測時遇紅燈須停下時，建議平穩減速停止，若為較長停等，可利用此時間結束前一段的檢測並利用紅燈時間存檔。而路口前減速段時速未達 30 公里區段於分析時將剔除，若須此段數據須再重複檢測。 2. 目前未將貴市納入本計畫檢測計畫，另由於貴市已採購三部簡易型平整儀，亦可自行檢測，本團隊可提供採購單位資訊供參考。
臺南市政府	1. AARI 最後之目標，是否有大規模推廣如結合共享機車或無須搭配筆電操作？或能否以手機取代電腦操作？ 2. AARI 檢測是否有車速上限？ 3. 檢測時操作步驟繁複，例如檢測結束與檔案儲存分為兩步驟，能否納入改版？ 4. AARI 統計圖表與地圖疊圖是否納入教學？	1. 目前 AARI 仍處於推廣使用，前兩期計畫曾測試採用手機檢測，但不同廠牌手機中所搭載之加速規差異甚大，且規格亦遠遜於簡易型平整儀所使用者，考量推廣階段以建立使用者信心為優先，因此仍以簡易型平整儀為建議檢測設備。同理，簡易型平整儀中較不穩定、可能遺失訊號者為 GPS，雖曾考慮搭載更高規格之 GPS，但對檢測時之訊號遺失改善貢獻有限，而若無法即時監控，則難以得知是否順利獲得結果，因此現階段仍以搭配筆電檢視檢測結果為推廣。後續發展若可使系統更為簡化，本團隊樂觀其成，亦歡迎廠商研發改進。 對於搭載於機車上，本團隊曾採小規模試驗，發現因機車穩定性不佳，所檢測結果將與四輪（以上）車輛有較大差異，因

發言者	意見	回覆
		此並不建議以其為載具；本團隊另曾採用輔輪式機車為載具，則可得穩定且一致之檢測結果。 2. 如前所述，設定速度下限係因低速時受車輛影響較顯著，而高速時則無此影響，因此目前於高速公路上採速限檢測皆可順利獲取數據。高速檢測須留意影響為資料擷取頻率，由於採用工業級加速規，擷取頻率為 800 筆/秒，可於高速下獲得足夠分析數據。 3. 使用者介面與檢測啟閉等動作之簡化已納入改版需求。 4. 感謝建議，目前尚未納入教育訓練課程，將加入後續課程、使用手冊與影音教學中。
高雄市政府	1. 想進一步了解 AARI 與 IRI 間的數值比較。 2. 想進一步了解簡易型平整儀的使用限制。 3. 若檢測時遇人孔蓋是否須排除？目前於驗收時是會排除的。 4. 希望有機會到高雄市辦理教育訓練。	1. 除前述二者相關性達 0.88 外，於發展 AARI 指標時將其指標範圍調整為與 IRI 一致，降低使用者的學習難度，可直接以對 IRI 的認知來判斷。 2. 於前兩期研究中針對簡易型平整儀的車輛載具、操作環境、人員駕駛、感測器等皆已進行探討，並將檢測限制（速度 30 公里/小時以上、保持平穩加減速、坡度 10 度以下、考量電腦存取速度建議分段儲存等）納入使用手冊提醒檢測時留意。 3. 人孔及高差起伏較大的地點建議仍應循正常車行軌跡，不特別避開或行經其上，以測得較可反映一般用路人感受之檢測結果。 4. 本計畫後續兩場教育訓練將安排至中部與南部辦理，屆時再請高雄市政府同仁踴躍報名。

發言者	意見	回覆
新北市政府	因山區道路 IRI 檢測有限制，是否能將 AARI 應用於驗收或是刨鋪前後比較？	不建議使用簡易型平整儀於驗收，但若為檢視刨鋪前後比較則為可行，但山區道路若坡度超過 10 度（18%）數值與 10 度以下者不適合相比，若僅比較同一路段刨鋪前後變化可能仍為可行。
主　席	能否考量將輸出可匯入 Google 地圖所需資料格式檔案？	非目前改版項目，但可與工程師再討論可否納入。
營建署 南區工程處	建議可考量結合搭載於公車或計程車上，可蒐集更多數據。	感謝提議，過去曾考量此兩項之可行性，並嘗試與臺北都會區的首都客運合作，但目前簡易型平整儀仍須人工啟閉，因此尚未推動。此外由於公車與計程車有較多切換車道及加減速、停等行為，且市區公車時速限制為 40 公里/小時，因此於行駛軌跡與速度方面恐較難配合簡易型平整儀搭載需求。
營建署 王課長	簡易型平整儀於雨天能否檢測？	此亦為簡易型平整儀之優點，不同於 IRI 檢測時使用雷射會受地面積水影響，AARI 完全不受天氣因素影響，可於雨天中進行檢測。但提醒雨天時可能交通較為壅塞，因此仍須考量是否於雨天安排檢測計畫。 此外，簡易型平整儀的另一優點為其係量測車輛整體振動，而非如 IRI 僅檢測單邊或雙邊輪軌跡處約 1~2mm 寬範圍之剖面，因此與乘坐者感受更為接近，此點本團隊亦曾以實驗方式驗證。
主　席	是否可於統計檢測結果時排除臺北市公車專用道，以使結果比較更為公平？	於跨縣市比較（即期中報告 3.5 節小結）時已排除臺北市公車專用道之檢測結果，將於報告中加強說明。
營建署柯分隊長致正	1. 影音版手冊建議增加： (1) 故障排除內容；	1. 感謝建議，將依建議增加。 2. 軟體改版已納入防竄改功能，

發言者	意見	回覆
	(2) 字幕； (3) 章節片頭； (4) 時間表(於簡介中使用者)。 2. 軟體防竄改功能是否已納入改版？	目前設計方式為輸出加上浮水印的 PDF 檔。

七、會議結論：

1. 本案期中簡報及報告書本署原則同意，請依契約書規定辦理後續工作。
2. 請中華民國運輸學會將本次與會各單位出席代表意見以書面方式回應，並納入後續報告書內容。

八、散會：下午 12 時。

「鋪面平整度品質提升精進計畫」

期末報告審議會議記錄

一、會議時間：111 年 1 月 19 日 上午 10 時

二、會議地點：內政部營建署 105 會議室

三、主持人：張組長之明

四、出席單位及人員：詳簽到表

五、主辦單位說明及委辦單位簡報：略

六、討論與意見回覆：

發言者	意見	回覆
主席	1. 由計畫成果可知長期與廣泛檢測平整度之重要性，後續可規劃若擬申請營建署計畫補助，應依據長期檢測數據之分級地圖，從中擷取補助路段。 2. 若於檢測時檢測速度短暫低於 30 公里/小時，請問是否可接受其量測值，或是應重新檢測？ 3. 若檢測結果顯示平整度好壞路段交錯，例如 200 公尺不佳、100 公尺佳、又有 100 公尺不佳，則針對此平整度較佳之 100 公尺區段是否建議重鋪？ 4. 由於有些鄉鎮區公所之人員流動性高，不易培養道路平整度之檢測人員，因此部分公家機關傾向委託顧問公司檢測，未來教育訓練對象亦須推展至廠商。	1. 感謝主席肯定，此亦為研究團隊認為可行且應推動之方向。 2. 根據本次分析，本團隊認為若為短暫未達時速 30 公里/小時時，仍是可使用之數據，但須了解其數值可能為低估（即有較佳之平整度）。但若檢測路段 70%以上之時速未達 30kph 時，則建議重新檢測以確保檢測值能夠真實反映道路狀況。 3. 建議重鋪以使整體平整度改善，同時若為已確定要進行重鋪之路段，建議可採更小長度單位再進行檢測，確認重鋪之範圍。 4. 於本期計畫中之簡易型平整儀軟體授權與教育訓練對象即包含許多顧問公司，此外，本期所開發之影音與電子版使用手冊具有讓使用者自行學習之目的，對於人員異動頻繁之單位有一定之補強效果。儘管如此，仍建議後續持續辦理教育訓練，以提升公務機關人員對於鋪面之正確認識，以

發言者	意見	回覆
		使機關具有解讀及使用廠商檢測結果之能力。
台北市政府	現今台北市政府對施工廠商使用的鋪面材料、現場監控及施工等相關規定日漸重視，鋪面的品質不斷的提升，因此對於投影片 49 頁稱臺北市道路平坦度變化不大是因以小型車及機車為主持保留態度。	感謝指正，將參考臺北市政府代表意見修正報告相關內容。
新北市政府	1. 經過本日得知簡報的消息，覺得 2.0 版本對使用者更加友善，可以向內部機關之主管推廣增加 AARI 的使用，使普測數據更完整。 2. 過去未用 1.0 進行道路平整度普測是因為發現紅綠燈起停會造成量測值差異，請問新版 2.0 是否有改善路口起停之影響性呢？ 3. 是否建議考評可以 AARI 替代 IRI？ 4. 以 100 公尺為量測單位的 AARI，是否有方法改善經過路口及人孔蓋之數據？	1. 感謝肯定。2.0 版軟體大幅提升使用者友善程度，應有助於後續推廣使用。 2. 紅綠燈起停對平整度檢測之主要影響除車輛煞車啟動之振動外，亦包括車速低於 30kph 之影響，此於採 IRI 檢測時亦同樣須予以排除，因此並非簡易型平整儀獨有之限制。2.0 版軟體係針對使用者介面與輸出功能做改善，對於儀器原有之使用限制仍須維持。 3. IRI 之精準度較 AARI 為高，因此若已使用 IRI 進行道路普測，則不須重複採用 AARI。但據知多數機關即使採用 IRI 進行檢測，通常僅能採每年進行一次之頻率，因此若機關本身持有簡易型平整儀，則可隨時依需要進行檢測，更能即時幫助各單位了解道路狀況。 4. AARI 採車輛振動為量測標的，可更直接反映用路者之乘坐感受，因此建議若為普查道路狀況時，應納入路口及人孔蓋等因素。而若機關有其他需求，AARI 之分析單位可由使用者自行調整，且於 2.0 版軟體中可於檢測前即設定為擬採用之區段長度，較 1.0 版（須於檢測後重新分析）更為簡便。

發言者	意見	回覆
桃園市政府	1. 本市道路檢測數據是以委外辦理IRI和PCI為主。 2. 由於山區坡度陡，高低差大，量測的IRI數據普遍偏高，無法低於標準，請問AARI在坡度大之區域是否會有類似的情況嗎？ 3. 授權契約中甲方沒有義務通知乙方軟體更新，但軟體會與前瞻計畫等預算有關，因此想詢問未來該如何取得軟體2.0授權？ 4. 新版2.0是否無須進行教學手冊中建立資料夾等基本設定？ 5. 教學影片希望加入手冊中提到的開車之注意事項，以幫助年長者工班之學習。	1. 感謝提供資訊，IRI與PCI皆為重要道路績效指標，未來若有機會採用AARI，則可替代部分IRI之檢測。 2. 根據本團隊經驗，使用簡易型平整儀進行量測，於坡度10度（即17%）以內可得一致結果，但仍應注意檢測速度限制。 3. 與1.0版取得方式相同，向本團隊提出申請授權及簽約以取得軟體。 4. 2.0版軟體會根據使用者於介面中輸入的基本資料自動新增資料夾，且所有檔案可置放於同一資料夾中，無須如1.0版須限定建立之數個資料夾。 5. 駕駛的平穩性的確會影響檢測結果，而駕駛習慣之養成應非單次提醒可收效，本團隊已於2.0版軟體中加入檢測品質指標，建議可運用該指標對駕駛者提出提醒，若為委外檢測亦可做為是否通過驗收之標準，此等作法應較教學影片之提醒更具效果。
台中市政府	1. 簡易型平整儀是否有建議哪種車型進行量測，以獲得最標準數值？ 2. 如何取得軟體2.0授權，以及是否需要進行收費？	1. 為推廣使用並避免限制，並沒有建議哪種車型為標準車型，經過本計畫針對車型之研究可知，不同車型間多可得相近之檢測結果，若進一步將車型參數代入公式取得校正參數進行校正後，可得更接近IRI之檢測結果。 2. 目前規劃軟體須向本團隊申請授權並簽約，若為1.0版軟體為無償提供；2.0版之收費金額將再由本團隊內部檢討，授權期間與1.0版相同暫訂為2年，2.0版軟體若於授權期間進行改版，則已獲授權者得免費升級。

發言者	意見	回覆
高雄市政府	1. 希望設備可新增 3D 影像辨識功能，使檢測可得知道路平整度的同時也能反映道路的破損情況，提供更多客觀之指標。 2. 由於相較於 IRI 之標準量測，AARI 屬於參考數值，因此想詢問署內對AARI未來推廣之計畫，以及系統購置方面的經費？	1. 開發簡易型平整儀之目的為使道路主管機關得以採用合理成本取得具有客觀數據之平整度檢測設備，並經常性檢視所轄道路之平整度。3D 影像辨識系統於國內已有相關設備，本團隊亦曾於不同研究中使用，道路破損情況的確為評估道路破壞之重要指標，但 3D 影像辨識系統之價格相當昂貴，與簡易型平整儀之開發目標不同，而此等價格對多數道路主管機關而言應屬難以經常性採用的，因此即使開發亦不易推廣，敬請諒察。 2. AARI 之開發目標如同上述，因此所搭載之零組件亦與 IRI 不同，亦未要求如 IRI 須通過驗證，因此其精準度不若 IRI。但根據多年來累積上千公里之檢測結果顯示，AARI 檢測結果與 IRI 具有良好之正相關，此點亦經國際學術期刊肯定，應具有相當高之參考價值，且因其採購成本僅有 IRI 之十分之一，硬體費用應為九萬以下，軟體費用同上述，應為多數機關可負擔之費用。
北區工程處	若可將檢測結果與經費編列結合，應會有更多機關想採用，如長期檢測並採分級地圖呈現，可更精準篩選出須維護的路段，長期而言應有利於維護經費之妥善運用。	感謝肯定，本團隊亦欣見各道路主管機關可運用客觀之平整度檢測數據判斷道路之維護需求，以妥善運用經費提升道路品質。
中區工程處	報告中之平整度檢測應區分各縣（市）、各階段，建議使用第一、二階段的差異百分比進行平整度劣化分析，非單純從地圖判斷，方能發現主要劣化之區域，並針對該路	感謝提供建議，於報告 4.3 至 4.5 節已分別此次檢測之臺北市、新竹市、宜蘭縣進行分析說明，而此次第一、二階段檢測雖相距約一年，但多數路段之平整度並無明顯變

發言者	意見	回覆
	段進行維修，可能在經費的使用上較具有經濟效益。	化，且由於檢測時之路段起終點並非完全對齊，故無法比較單一百公尺路段於兩階段之數據差異；而地圖係根據路段數較多之第一階段檢測結果呈現，並無第二階段結果，本團隊亦未根據地圖結果提出維修建議，敬請諒察。
南區工程處	希望儀器檢測操作能簡化到只需按"開始"及"結束"鍵，更提升儀器使用的友善性。	新版 2.0 軟體已簡化許多操作流程，檢測時僅須按「檢測啟動」開啟 GPS 與加速度規，待加速至正常檢測速度後按「檢測開始」、檢測結束後按「檢測結束」，軟體即會自動完成儲存與報表製作程序。
詹加欣課長	除目前已改善之軟體方面，使用者針對硬體有沒有提出還可以再改善的部分？	根據本團隊檢測經驗與使用者回饋，主要針對下列兩項： 1. GPS：希望採用更高等級之 GPS，提高其精準度與收訊能力，此為研究團隊認為較可行亦較具急迫性之精進方向。 2. 希望採用無線傳輸，無須連接筆電：因若未搭載筆電，無法即時確認檢測是否成功，因此目前並未考量此精進方向。
主席	若遇車速未達時速 30 公里，抑或是紅綠燈等其他情況使該一小部分路段需重新檢測，請問起訖點該如何決定，是否需要重新整趟量測？	由於檢測時會記錄各點之經緯度資料，因此僅須檢測有問題之路段，無須全路段重新檢測。

七、會議結論：

1. 本案期末報告書本署原則審查通過，請業務單位及執行團隊依契約書規定辦理後續工作。
2. 請執行團隊將本次與會各單位出席代表意見及回應內容，並納入成果報告書。

八、散會：下午 12 時。