

民族一路橋設計與分析

*周世勛¹ 莊家標²陳李銘²陳韋茹²胡翔宸²許嘉宸²

¹, 教授 土木工程系/義守大學(csku@isu.edu.tw)

², 學士 土木工程系/義守大學

一、前言

在三民區縱貫公路，附近擁有中小學游泳池住宅區等等，在我們觀察這條路段，發生他是**台灣十大交通事故多的路段**，其中更有與行人發生故障，更在附近有中小學學校，在放學時人人潮滾滾，在我們實地考量下發現學生走這條馬路，**使用率滿高**，所以我們決定避免學生與車有機會**直接接觸**，所以在這條路上做行人橋，以減少意外。

二、主題實務概述

基地位置：高雄市民族一路

規劃：人行天橋

橋總長：34m

跨距：30m

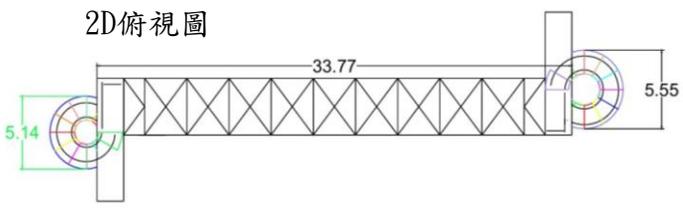
橋高：4.5m

橋寬：4m

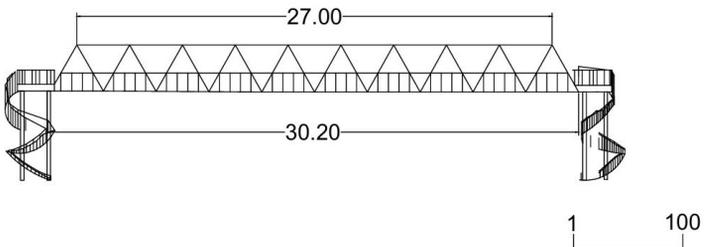


三、橋梁設計圖

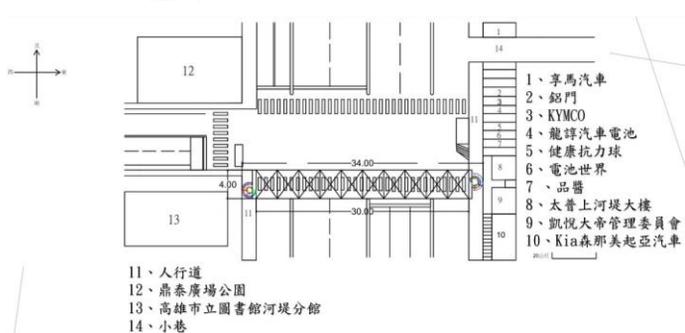
2D俯視圖



2D側視圖



2D配置圖

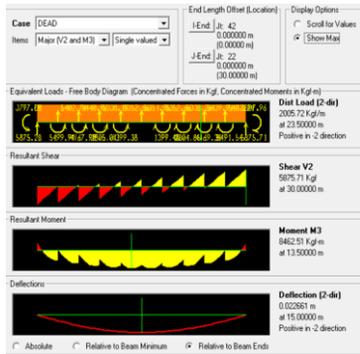


四、結構分析(SAP2000軟體)

總載重

H型鋼	鋼化玻璃	活載重	交通燈	扶手
84504 kg	12600k g	13400k g	41kg	114kg
總重量		110659 kg		

這是SAP2000模擬出來的結果，根據規範變位量要在千分之一，我們的橋長30米千分之一就是3cm，我們運算出來結果在2.26cm，在規範的允許變位量內



五、基樁分析與設計

每支樁之容許承载力

$Q_{all} * 8$ 支樁 在6M時容許承载力 > 橋身重量

容許承载力 = 137482kg > 橋身重 = 97259kg

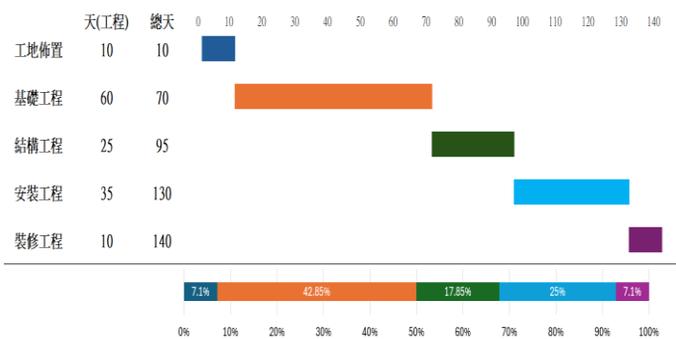
樁尖承载力 Q_p	摩擦阻力 Q_s	基樁極限承载力 Q_u	容許垂直承载力	樁數量(8支)
59.72	0.37	60.10	20.03	160.26
130.93	1.64	132.57	44.19	353.52
707.03	4.19	711.22	237.07	1896.58
490.33	7.63	497.96	165.99	1327.89
176.36	8.90	185.26	61.75	494.03
212.84	11.76	224.61	74.87	598.95
251.14	15.12	266.26	88.75	710.03
262.50	19.63	282.13	94.04	752.34
429.41	26.73	456.13	152.04	1216.35
1436.06	32.46	1468.52	489.51	3916.05

七、工期與工程估價

工程預算

工程流程包括工程費用，工地佈置10天(\$62萬)、基礎工程60天(\$73萬)、結構工程25天(\$337萬)、組裝工程35天(\$160萬)、裝修工程25天(\$20萬)、人力\$330萬

工程流程圖



八、結論與建議

1. 本橋樑為桁架結構，橋長34m，跨距30m，橋高4.5m，橋寬4m。
2. 橋梁興建完成後可以降低行人在該路段的事故發生率。
3. 使用SAP2000軟件分析，計算出來的變位量為0.0227米
4. 基樁設計的部分由於無實際工程案例與現地地質探勘資料，採用距離本案400多米遠的土層資料進行分析設計
5. 橋梁總材料估價為10979000元台幣，橋梁工期預估140天。



王偉筑¹ 陳子圻² 陳閔逸² 林少傑² 周昱廷² 蔡袁篆²

¹義守大學土木工程學系 助理教授
²義守大學土木工程學系 專題生

摘要

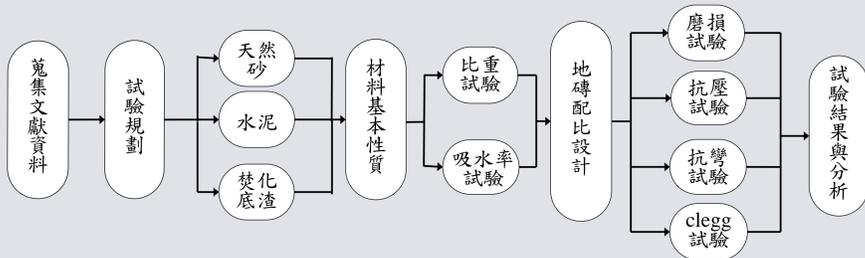
因人口持續增長，垃圾產量不斷增加，垃圾焚燒是許多國家處理都市廢棄物的主要方式，但產生的焚化底渣，因含有金屬、玻璃、陶瓷等物質，不僅佔用土地資源，並有可能釋放重金屬等有害物質，對土壤和地下水造成污染，如何妥善處理已成問題。傳統高壓混凝土地磚生產需要大量天然資源，如砂石、水泥，不僅對自然環境造成壓力，也增加生產成本，我國目前對於人行道設施高度重視，未來在人行道的材料上將會有大量需求，這讓我們看到了焚化底渣再利用的可能性，因此我們想探討焚化底渣應用於高壓混凝土地磚的可行性，透過分析添加焚化底渣的高壓混凝土地磚其抗壓、抗彎強度、磨損及CLEGG的結果，找出最適的配比，藉此開拓焚化底渣的新途徑，減少高壓混凝土地磚對天然資源的消耗。

關鍵字:焚化底渣、高壓混凝土地磚、Clegg衝擊試驗

一、前言

隨著垃圾量不斷增加，垃圾焚燒成為主要處理方式，但焚化底渣因含有金屬和有害物質，可能污染環境，如何妥善利用成為挑戰。傳統高壓混凝土地磚生產需要大量天然資源，對環境與成本造成壓力。由於我國人行道設施需求逐漸增加，本研究探索焚化底渣用於高壓混凝土地磚的可行性，通過分析其抗壓、抗彎、耐磨及性能測試，找出最佳配比，降低對天然資源的依賴，並推動廢棄物資源化。

二、研究流程圖

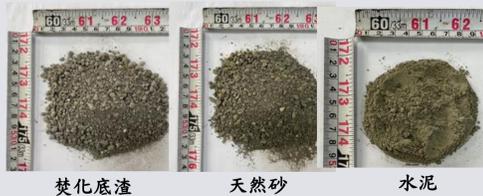


三、試驗材料與配比設計

- 不同水灰比0.5、0.6、0.7下，焚化底渣取代比例0%至100%對單位重的影響。
- 隨著取代比例增加，天然砂逐漸減少，總單位重呈現下降趨勢，反映焚化底渣密度較低的特性。該數據為材料配比設計與性能分析提供參考依據。

試驗材料基本性質

	天然砂	焚化底渣	水泥
視比重	2.65	2.27	3.14
虛比重	2.57	2.19	-
面乾內飽和比重	2.62	2.23	-
吸水率(%)	1.6%	3.7%	-



高壓混凝土地磚配比(水灰比0.5)

單位重(kg/m ³)					
取代量	焚化底渣	天然砂	水泥	水	合計
0%	0	1379	586	293	2258
20%	236	1103	586	293	2218
40%	472	827	586	293	2179
60%	709	552	586	293	2139
80%	945	276	586	293	2100
100%	1181	0	586	293	2060

高壓混凝土地磚配比(水灰比0.6)

單位重(kg/m ³)					
取代量	焚化底渣	天然砂	水泥	水	合計
0%	0	1233	586	352	2161
20%	210	979	586	352	2126
40%	419	734	586	352	2091
60%	629	489	586	352	2056
80%	838	245	586	352	2021
100%	1048	0	586	352	1986

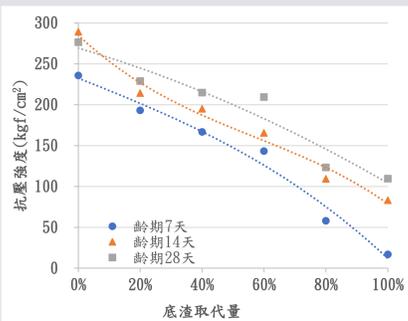
高壓混凝土地磚配比(水灰比0.7)

單位重(kg/m ³)					
取代量	焚化底渣	天然砂	水泥	水	合計
0%	0	1068	586	410	2065
20%	18	855	586	410	2034
40%	366	641	586	410	2003
60%	549	427	586	410	1973
80%	732	214	586	410	1942
100%	915	0	586	410	1911

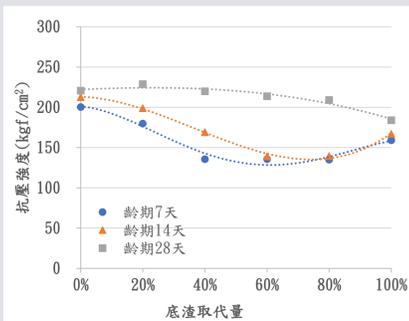
四、試驗結果與分析

4.1 抗壓試驗

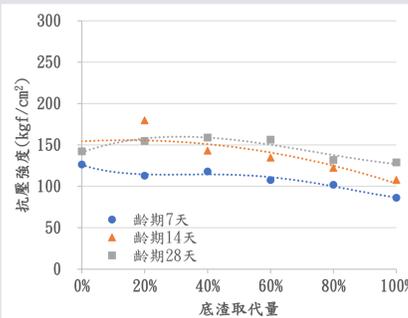
- 水灰比0.5整體抗壓強度最高，隨取代比例增加逐漸降低，28天強度維持在100 kgf/cm²以上。
- 水灰比0.6抗壓強度次高，取代比例增加時下降速度較平緩，28天強度約80~150 kgf/cm²。
- 水灰比0.7抗壓強度最低，28天強度均低於100 kgf/cm²，顯示高水灰比對結構性能影響較大。



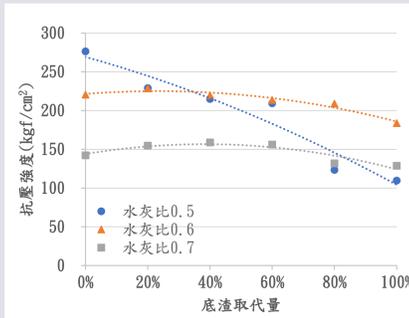
高壓混凝土地磚抗壓試驗結果(水灰比0.5)



高壓混凝土地磚抗壓試驗結果(水灰比0.6)



高壓混凝土地磚抗壓試驗結果(水灰比0.7)



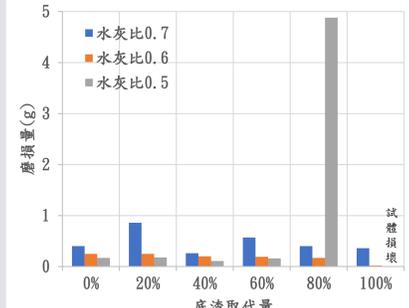
高壓混凝土地磚抗壓試驗結果(齡期28天)

4.2 磨損試驗

- 當焚化底渣取代量為80%時磨損量最高，符合強度最低。
- 當焚化底渣取代量為100%時因為水分不夠導致試體破壞。



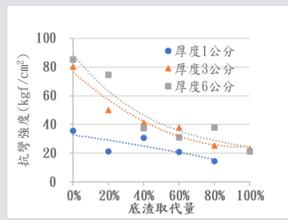
焚化底渣100%高壓混凝土地磚(水灰比0.5)



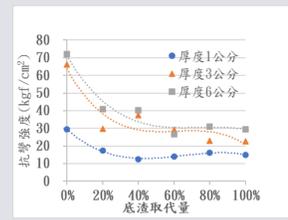
高壓混凝土地磚磨損試驗結果

4.3 抗彎試驗

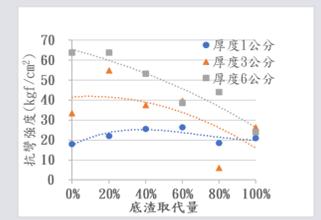
- 水灰比越高，抗壓強度下降越快，反之水灰比越低時，抗壓強度表現提升。
- 1公分試體抗壓強度下降最明顯，6公分試體對取代量的變化降低。



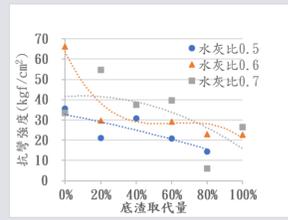
高壓混凝土地磚抗彎試驗結果(水灰比0.5)



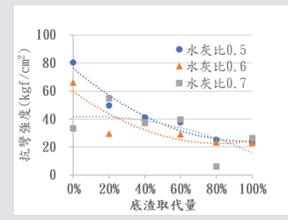
高壓混凝土地磚抗彎試驗結果(水灰比0.6)



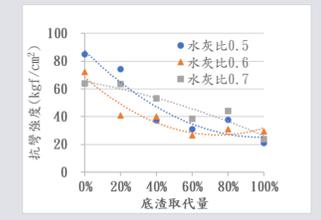
高壓混凝土地磚抗彎試驗結果(水灰比0.7)



高壓混凝土地磚抗彎試驗結果(厚度1公分)



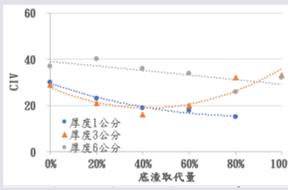
高壓混凝土地磚抗彎試驗結果(厚度3公分)



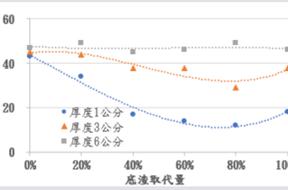
高壓混凝土地磚抗彎試驗結果(厚度6公分)

4.4 Clegg衝擊試驗

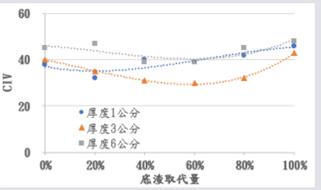
- 水灰比0.5時，混凝土抗壓強度最佳，28天齡期仍超過100 kgf/cm²，隨取代比例增加逐漸下降。
- 水灰比0.6時，抗壓強度次高，28天齡期約80~150 kgf/cm²，隨取代比例增加下降幅度較小。
- 水灰比0.7時，抗壓強度最低，28天齡期均低於100 kgf/cm²，顯示高水灰比顯著削弱結構性能。



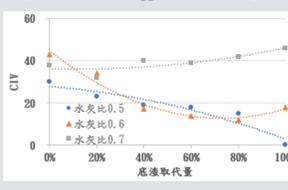
高壓混凝土地磚Clegg試驗結果(水灰比0.5)



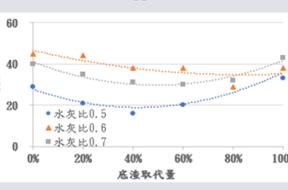
高壓混凝土地磚Clegg試驗結果(水灰比0.6)



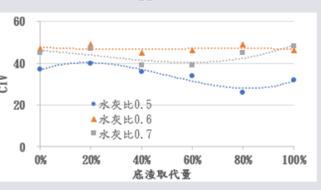
高壓混凝土地磚Clegg試驗結果(水灰比0.7)



高壓混凝土地磚Clegg試驗結果(厚度1公分)



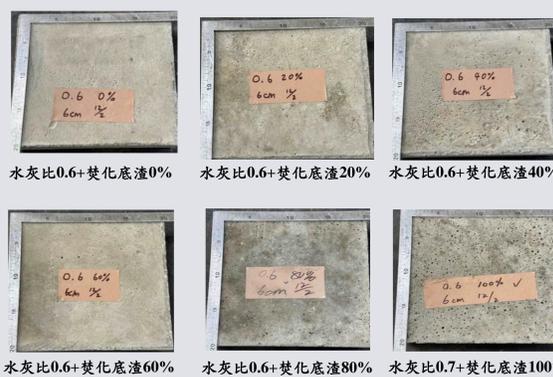
高壓混凝土地磚Clegg試驗結果(厚度3公分)



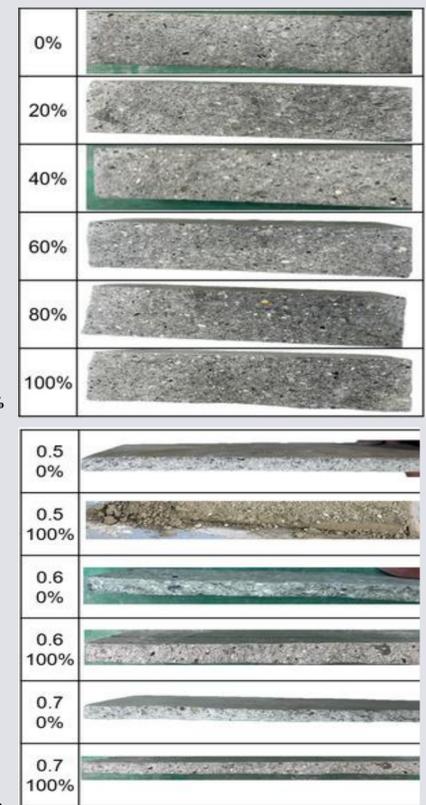
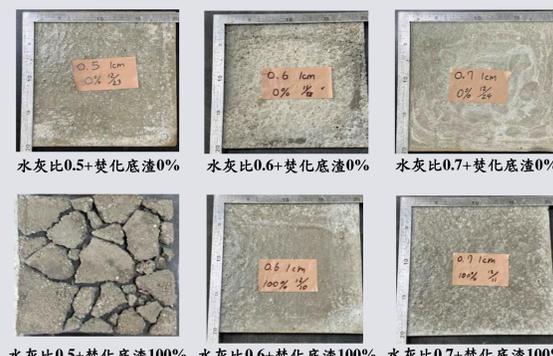
高壓混凝土地磚Clegg試驗結果(厚度6公分)

4.5 高壓混凝土地磚外觀分析

(1) 焚化底渣取代量對高壓混凝土地磚外觀的影響



(2) 水灰比對高壓混凝土地磚的影響



四、結論

- 透過比重與吸水率試驗可以得知焚化底渣的吸水率是天然砂的兩倍。
- 發現在水灰比0.5時，焚化底渣取代量不可以超過40%，可以在齡期28天抗壓強度圖發現，在取代量40%超過後，試體的強度會下降許多。
- 進行clegg試驗過程中發現水灰比越高的試體，其抗衝擊次數會有越低的表現，但由於試驗次數與數據過少，此試驗數值精確度不夠，因此參考性質較低。
- 經過磨損試驗發現，水灰比越高磨損量越高，但在水灰比0.5取代量80%時，磨損量突然上升，這點對應了前面的抗壓試驗強度不足表現。
- 焚化底渣可以取代部分天然粒料作為高壓混凝土地磚之材料使用，但是不能完全取代。建議水灰比0.5以下焚化底渣取代量都不超過40%，若水灰比0.6以上則焚化底渣取代量不超過60%。

賴思婷 林久玳 馮葦婷 蔡孟珊

土木工程學系/義守大學

指導教授：古志生

摘要

本專題使用新竹寶山軟岩區的壓力試樁案例，分別和理論分析法及數值模擬法比較，希望能夠深入了解不同方法在軟岩地層中應用結果的差異，並為未來的工程設計提供更為可靠的參考依據。大口徑鑽掘樁在軟岩中的載重試驗可以採用O' NEILL REESE(1999)及NG等人(2001)提出的極限承載力判釋法。PLAXIS 2D模擬極限承載力約為24MN，最大變位約為98.84MM，兩者均在理論分析法範圍內。

一、前言

台灣西部麓山地區有大量的軟岩地層，其岩質膠結性差，遇水時易軟化或崩解，對基礎設計構成挑戰。隨著重大建設推進，軟岩地層問題逐漸浮現，然而台灣在軟岩基礎的相關研究較為有限，使得大家對軟岩基樁承載力的了解並不充分。本研究新竹寶山軟岩區的壓力試樁案例，比較理論分析法、現地試樁結果和數值模擬法三種方式之間的差異。

二、探討流程

本研究先整理出完整的現地試樁資料，接著分別和理論分析法及數值模擬法進行比較，然後再比較理論分析法和數值模擬法之間的差異；最後估算出一根基樁所需的鋼筋價格和工時。



圖1 流程圖

三、試驗區資料

試驗樁嵌入之地層皆以頭料山層香山相之膠結不良砂岩或頁岩為主，其平均單軸壓縮強度約為1.04MPa。除了試驗區之回填土層的 SPT-N 值較低外，其餘膠結不良砂岩或頁岩之 SPT-N 值均大於100。本研究採用了新竹科學園區（寶山用地）計畫的鑽孔EB19回填層土壤參數，以及高鐵工程地質鑽探報告中的鑽孔BH1黃棕中細粒砂夾泥岩的岩層參數。

表2 軟岩之單軸壓縮強度

取樣深度 (m)	單位重 (kN/m ²)	含水量 (%)	單軸壓縮強度 qu(kPa)	註記
6.4~6.5	20.26	10.67	750	粉砂岩
10.0~10.1	20.78	4.22	972	粉砂質砂岩
10.4~10.5	20.12	10.93	998	泥岩
15.3~15.4	22.84	9.85	1255	含砂泥岩
15.5~15.6	21.71	7.08	981	粉砂質砂岩
18.0~18.1	21.79	10.93	1297	泥岩

表3 岩層參數

	統體單位重 (kN/m ³)	飽和單位重 (kN/m ³)	孔隙比	彈性模數 (MPa)	凝聚力 (kN/m ²)	摩擦角 (°)	單軸壓縮強度 (MPa)
新竹科學園區(寶山用地)第2期擴建計畫實質計畫							
EB19	19.82	22.73	0.45	1.41	17.65	24.30	0.18
C1-15-001標 高鐵里程TK83+500西側邊坡鑽探調查及穩定評估工作							
BH01	20.90	22.84	0.44	77.02	98.07	29.70	1.26

四、理論分析結果

由試驗樁數據以及各個不同學者提出的摩擦阻抗建議式計算出極限承載力的範圍，Hooley的Qu範圍為24.65~34.86MN，Horvath的Qu範圍為30.91~59.53MN，Kulhawy和Goodman的Qu範圍為22.14~38.28MN以及AASHTO的Qu範圍為9.64~16.76MN。綜合以上數據可得極限承載力範圍大約是21.83~37.36MN。再藉由各個不同學者提出的樁載重試驗之極限承載力判釋試驗樁數據，得出Ng 等人(2001)的極限荷重下之樁頭位移量為90mm，O' Neill 和Reese(1999)的極限荷重下之樁頭變位量為100mm。綜合以上數據可得極限承載力下之最大變位範圍大約是90~100mm。

五、現地試樁結果及判釋

本試驗為驗收樁載重試驗，主要是檢核基樁之安全性，通常試驗樁不會發生破壞或降伏。在最大荷重18.74MN之時，最大沉陷值為65.21mm，相當於3.2%的樁徑，荷重完全解壓後，最終沈陷量為58.45mm。本試驗的試樁曲線沒有明顯的降伏，因此需透過判釋方法判釋較恰當的極限承載力。根據O' Neill&Reese (1999)所定義，極限承載力發生於樁頭變位達5%樁徑之時；及Ng 等人(2001)提出的試樁破壞荷重發生時之樁頭變位公式，可以推估此樁之極限承載力會大於18.74MN。

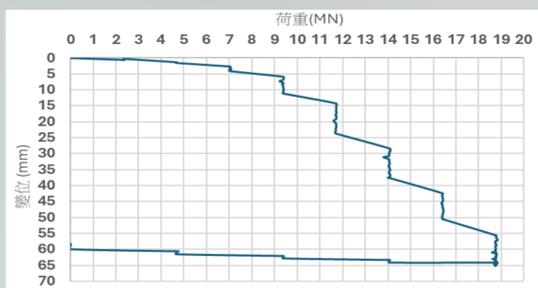


圖2 試樁曲線

六、數值模擬結果

使用PLAXIS軟體，輸入地質資料，進行壓力樁載重模擬和載重結果分析。在試驗荷重18.79MN時，最大變位量為27.42mm。因為樁身摩擦力偏大，所以造成荷重-變位曲線怪異，若要改善需要再進一步的研究。

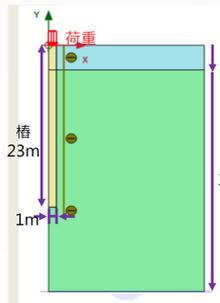


圖3 土體模型

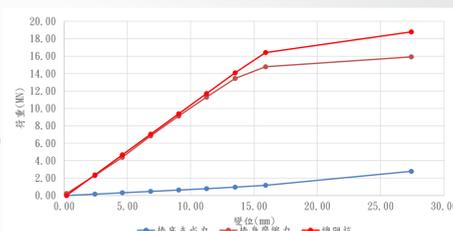


圖4 總阻抗與樁身摩擦力及樁底支承载力關係

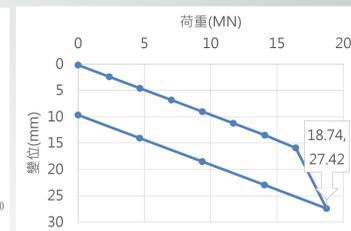


圖5 荷重-變位關係圖

七、基樁承載力評估方法之比較

- 理論分析結果皆大於現地試樁結果是因為理論分析都是計算極限狀態下的結果；而現地試樁為驗收樁載重試驗，試驗樁不會發生破壞，意即基樁的極限承載力會大於18.85MN，連帶最大位移量也會大於64.21mm。
- 同樣加載荷重之時，現地試驗結果遠大於數值模擬結果，是因為樁頭變位量的大小除了跟加壓荷重有關，也與保壓時間有關，所以也造成最終沈陷量會比於一般認知的25mm還大。
- 為了進一步驗證極限承載力大於18.79MN，使用PLAXIS 2D加載荷重至25MN，仍未有明顯的降伏現象，但樁頭變位已超過5%樁徑，所以推估此樁之極限承載力大約為24MN，有在理論分析法的極限承載力21.83~31.30MN之間；對應的最大沉陷量約為94.84mm，也有在最大沉陷量90~100mm的範圍內。

表4 最大荷重及變位之比較

	理論分析法	現地試樁結果
最大變位 (mm)	90~100	64.21
最大荷重(MN)	21.83~31.3	18.74

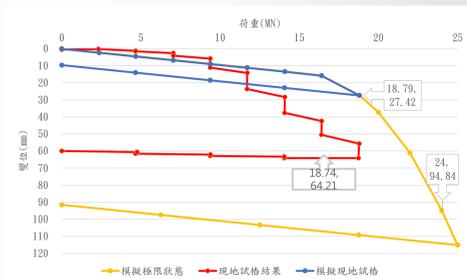


圖6 荷重-變位關係圖

八、軟岩基樁結構分析結果

因短期配筋結果比長期配筋結果更為安全，故採用短期配筋結果。一根基樁總共需要82支D22鋼筋，主筋一層，樁尖每9公分一支D10鋼筋，樁身每35公分一支D10鋼筋，混凝土72.27m³，總鋼筋數10.08t。

表5 短期配筋結果

	每支材料數量		
	上樁尖	樁身	下樁尖
混凝土(m ³)	72.27		
主筋(t)	1.91	1.91	1.91
	1.94	0.47	1.94
鋼筋總數量(t)	10.08		

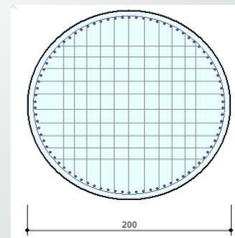


圖7 基礎結構配筋

九、成本分析

由結構分析之短期配筋結果，使用112/12北區的鋼筋市場價格，落在21,900元/t，及112/12北區混凝土市場價格，落在3,400元/m³。估算出一支基樁的總價約為466,470元。工期約5個工作天。

表6 成本分析結果

數量		價格		
混凝土 (m ³)	鋼筋 (t)	混凝土 (3,400 元/m ³)	鋼筋 (21,900 元/t)	總價
72.27	10.08	245,718元	220,752元	466,470元

十、結論與建議

- 計算軟岩基樁的極限承載力時，由各個學者提出的樁身摩擦阻抗公式計算出來，將所有數據取平均較為精準。
- O' Neill Reese(1999)及Ng 等人(2001)提出的極限承載力判釋法，較適合判釋大口徑鑽掘樁在軟岩中的載重試驗。
- PLAXIS 2D模擬極限承載力約為24MN及最大變位約為98.84mm，均在理論分析法範圍內。
- 基樁結構因短期的箍筋相較長期的較密集、數量較多且較安全，因此選擇使用短期的數量。
- PLAXIS 2D模擬分析結果，樁身摩擦力偏大，可能是軟岩凝聚力較大導致，需再進一步研究找出問題點。

高雄市人行道行人流量之推估與預測方程式

王偉筑¹柯福展²邱昱傑²詹茗凱²林欣弘²黃宥文²

義守大學土木工程學系 助理教授¹

義守大學土木工程學系 專題生²

摘要

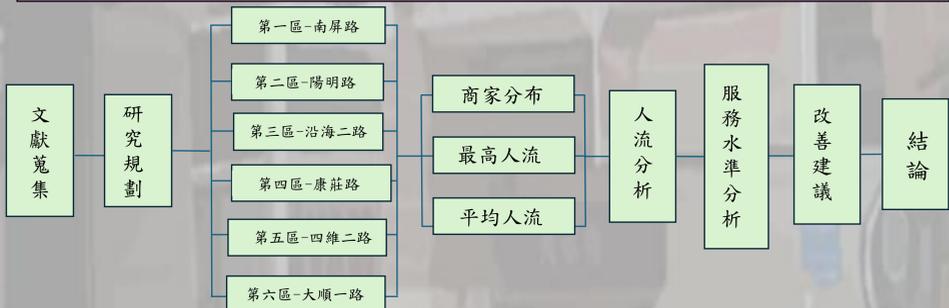
本調查在透過人行道人流調查，分析行人流量在不同時段、區域及條件下的分布與流動特性，探討現有城市步行環境的使用效率與存在的問題。挑選了六區不同的區域來調查，分別有夜市周邊、區域型住商混合區、捷運、密集住宅、文教區，我們分別會在這些區域上，取好幾段人行道，並用攝影機架設在交叉路，並從早上06:00到晚上22:00行人主要使用的時段進行拍攝，統計所有人流並歸納出三大種類，一般人、行動不變者與腳踏車。本調查得出的結果為假日的平均人流量會比平日還要來的高，人流尖峰時段會集中在中午12:00~13:00和下午16:00~17:00。並給本調查提出建議，清除人行道障礙物應優先清除佔用人行道的障礙物（如違停車輛、路邊攤販或臨時設施），確保行人通道的暢通，設置有效管理措施加強對人行道的管理，例如增設警告標誌、規劃專用區域或加強執法，避免障礙物再次出現，人行道設計優化若空間允許，可考慮拓寬人行道或重新規劃步行區域，以提升人行道的承載能力與安全性，行人安全教育提高行人的安全意識，避免因障礙物而冒險行走至車道，並鼓勵民眾舉報影響人行道使用的情況。

一、前言

台灣因交通安全問題被外界譽為「行人地獄」，其中，交通事故率遠高於鄰近日韓，甚至高出2至6倍不等。這樣的數據不僅反映了現行交通規劃與管理的問題，也顯示出人行道設計在行人安全與便利性上的不足。隨著大眾對行人安全與公共空間品質的要求不斷提升，這些無法應對新時代需求的人行道設計問題必須立即獲得重視與改善。

本議題在透過人行道人流調查，分析行人流量在不同時段、區域及條件下的分布與流動特性，探討現有城市步行環境的使用效率與存在的問題。透過蒐集與分析的數據，期望能為城市人行道規劃提供參考依據，協助優化、改善人行道設施，並提升行人通行的安全性與舒適性，研究目的有以下幾點：1.調查特定人行道人流量2.當日高峰期與非高峰期3.假日、平日人流量比較4.不同的實驗因子

二、專題流程圖



三、研究對象

3.1 調查路段：

我們分別取附近有商業大樓、夜市周邊、輕軌、文教、百貨商場地段進行統計。第一區高雄市左營區南屏路起點明華路口；終點裕誠路口鄰近夜市周邊、住商大樓。第二區高雄市三民區陽明路起點九如一路口；終點覺明路口鄰近區域型住商混合區。第三區高雄市小港區沿海二路起點鼓山一路口；終點立雄街口鄰近輕軌、捷運。第四區高雄市小港區康莊路起點沿海一路口；終點金府路口鄰近密集住宅、商店混合。第五區高雄市苓雅區四維二路起點光華一路口；終點和平一路口鄰近住宅、文教區。第六區高雄市鼓山區大順一路起點博愛一路口；終點大順一路口鄰近輕軌、百貨商場。

項次	路段	起點	終點	備註
1	高雄市左營區南屏路	明華路口	裕誠路口	夜市周邊、住商大樓
2	高雄市三民區陽明路	九如一路口	覺明路口	區域型住商混合區
3	高雄市小港區沿海二路	鼓山一路口	麗雄街口	輕軌、捷運
4	高雄市小港區康莊路	沿海一路口	金府路口	密集住宅、商店混合
5	高雄市苓雅區四維二路	光華一路口	和平一路口	住宅、文教區
6	高雄市鼓山區大順一路	博愛一路	大順一路	輕軌、百貨商場

圖a:各區周邊設施

路段	行人淨寬(m)
第一區	YY.E 4.3 Y1.E 2.8 Y43Y56.E 2.8 JY.E 6.3
第二區	XCN 2.03 XCS 2.03 YCES 2.81 YCEWN 2.11
第三區	GZN 2.6 GZS 2.6 GGN 2.5 GGS 2.6 HGN 2.48 HGS 2.7
第四區	BD.S 2.2

圖b:各區人行道淨寬



第一區



第二區



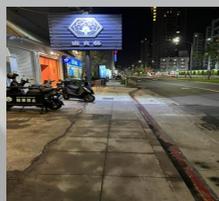
第三區



第四區



第五區



第六區

3.2 現場調查結果：

圖a、b分別是第一區WC、E路段的平日、假日人流圖。由圖a、b圖表可知人流主要分布在中午12點與下午5點且假日的人流比平日還要高出許多。且由圖二各區人行道人流總表可知鄰近夜市周邊的與百貨周邊的人流比其他地區的還要來得多。



圖a:WC•E路段平日人流

圖b:WC•E路段假日人流

圖一:現場人流調查示意圖

3.3 商業模式：

主要都是以食跟住為多。以圖三各區店家類型總表可知住宅區附近的店家相對比較多。

圖a:第一區商業模式

圖b:第二區商業模式

圖c:第三區商業模式

圖d:第四區商業模式

圖e:第五區商業模式

圖f:第六區商業模式

四、行人流量預測方程式初步建立

4.1 里人口數

由中華民國內政部戶政司全球資訊網-人口統計資料查詢

4.2 商業因子

由SPSS軟體求得各商業因子並分析每條人行道上平日、假日尖、離峰人流時段。作出每條人行道各細項在該人行道上的佔比。

KMO與Bartlett檢定	
KMO	0.674
顯著性	0.002

圖4.1 KMO與顯著性

初始固有值			
種類	總計	權重百分比%	累加%
食	2.096	29.943	29.943
衣	1.280	18.291	48.234
住	0.910	12.995	61.230
行	0.832	11.888	73.117
育	0.760	10.861	83.978
樂	0.579	8.272	92.251
其他	0.542	7.749	100

圖4.2 商業因子權重分析

4.3 回歸分析

*現地調查樣本組數:44組

由上述標準化回歸方程式與最大人流數據進行回歸分析，我們將帶入44條人行道最大人流數據進行分析

*現地調查驗證組數:22組

將22組驗證平均人流數據代入回歸方程式，我們計算了驗證數據與回歸方程式的距離，來計算標準差。

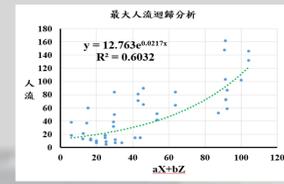
最大人流分析
 $R^2 = 0.6032, \sigma = 19.66$
平均人流分析
 $R^2 = 0.6293, \sigma = 10.28$

4.4 驗證

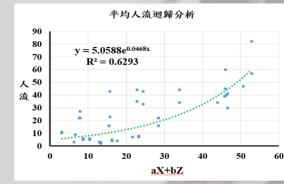
右邊圖片是驗證各點到回歸方程式的距離，將不合理的數據剔除之後由他們的誤差做出標準差得知最大人流標準差=19.66，平均人流標準差=10.28。

4.5 相關性評估

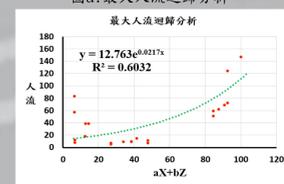
以六十六條人行道取44條作樣本取回歸方程式最大人流標準差為8.49，平均人流標準差為5.18。另外，剩下的22條人行道做驗證最大人流標準差19.66，平均人流標準差為10.28。以驗證數據來看最大人流與平均人流都介在三個標準差以內。



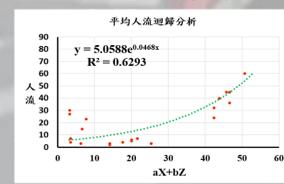
圖a:最大人流迴歸分析



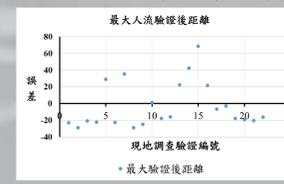
圖b:平均人流迴歸分析



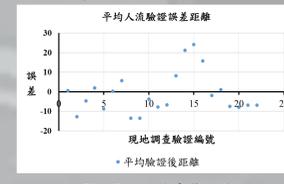
圖a:最大人流驗證迴歸分析



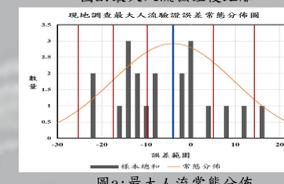
圖a:平均人流驗證迴歸分析



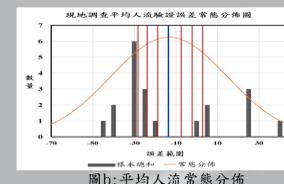
圖a:最大人流驗證後距離



圖b:平均人流常態分佈



圖a:最大人流常態分佈



圖b:平均人流常態分佈

五、結論

- 第一區路段YE.E最大人流為147(p)，第二區路段Y16J.W最大人流為11(p)，第三區路段JL.N最大人流為41(p)，第四區路段XC.N最大人流為15(p)，第五區路段HG.S最大人流為90(p)，第六區路段BD.S最大人流為146(p)。
- 平均人流回歸曲線： $R^2 = 0.6293, R^2$ 大於0.6，標準差為10.28，小於三倍平均人流樣本標準差。由此可知，平均人流迴歸分析具有參考價值。
- 最大人流回歸曲線： $R^2 = 0.6032, R^2$ 大於0.6，標準差為26.62，小於三倍最大人流樣本標準差。由此可知，最大人流迴歸分析具有參考價值。
- 由上述迴歸分析可以得知使用平均人流的迴歸分析會比較精準。

探討不同膠結材料對水泥水化過程二氧化碳濃度之影響

王偉筑¹ 羅辰揚² 李倫倫² 吳俊勳² 王啟宇²

¹義守大學土木工程學系 助理教授
²義守大學土木工程學系 專題生

摘要

本研究探討飛灰及HSC301部分取代水泥對砂漿性能與減碳效果之影響，並提出配比建議。結果顯示，飛灰可提升流動性與減碳效果，但降低強度並延長凝結時間；HSC301則有效提升抗壓與抗拉強度，但降低流動性。飛灰取代20%至40%為最佳碳吸收率，超過40%則吸收效率降低。水泥40% + HSC301 60% 配比強度最佳，水泥60% + 飛灰40% 配比減碳效果最顯著。本研究建議依性能需求調整配比，以降低水泥用量、減少碳排放，實現水泥製品永續發展。

關鍵字:膠結材料、水化過程、二氧化碳濃度

一、前言

近期在關注各產業對全球環境變化與減碳議題時，水泥製品材料龐大且持續的使用量，使水泥製品也成為關注領域。因水泥製品中最主要的組成原料為卜特蘭水泥，卜特蘭水泥生產過程具高耗能和碳排放特性，產生碳排放量約占目前人為二氧化碳(CO₂)排放的5-8%左右，因此如何減少水泥製品對水泥的依賴，為產業界關注與永續發展之目標。本研究規劃利用飛灰與HSC301取代部分水泥用量，以降低水泥製品所用的膠結料的水泥比例，並探討飛灰與HSC301在不同使用量的情況之下，對水泥砂漿強度及工程性質之影響，以及評估水化過程的減碳量及減碳濃度，最後提出不同膠結材料之使用比例。

二、試驗材料與配比設計

- 本研究所用之膠結材料分別有水泥、HSC301以及飛灰。
- 各膠結材料之使用比例則以每20%為一單位進行調整，共有21種比例之膠結料組合。

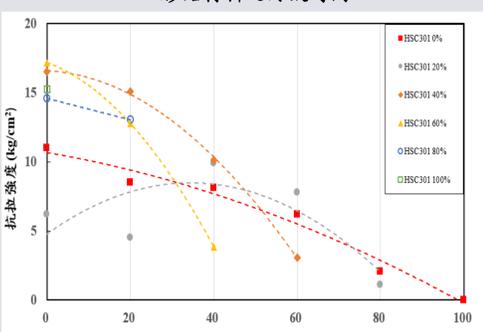
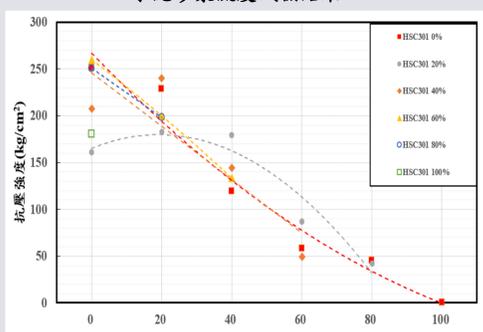
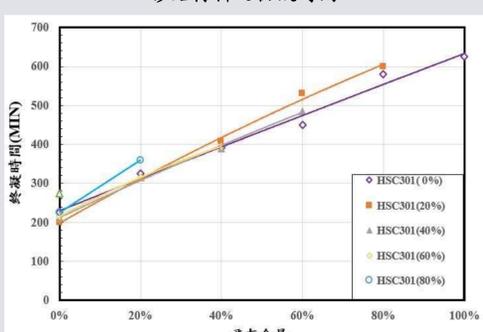
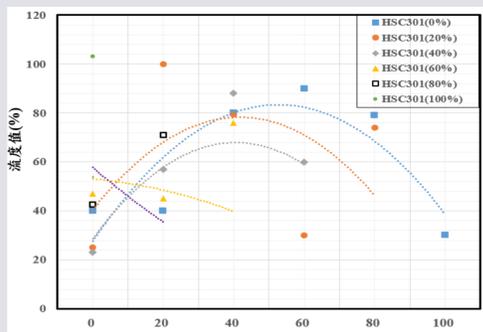
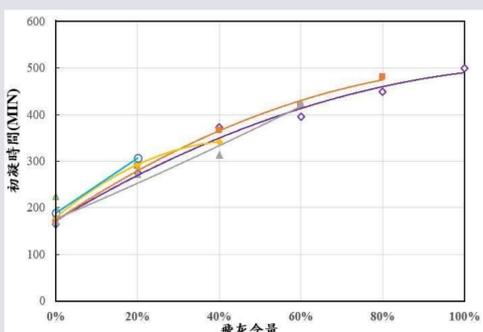
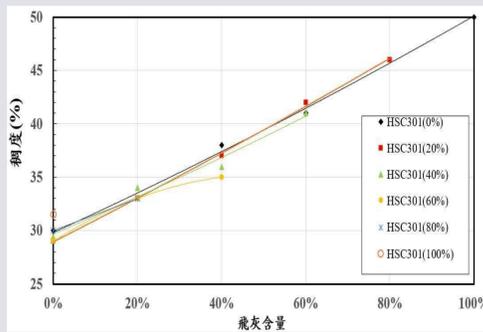
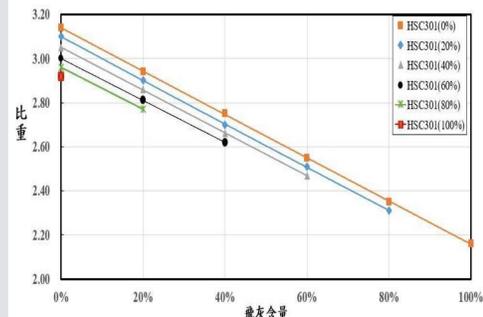
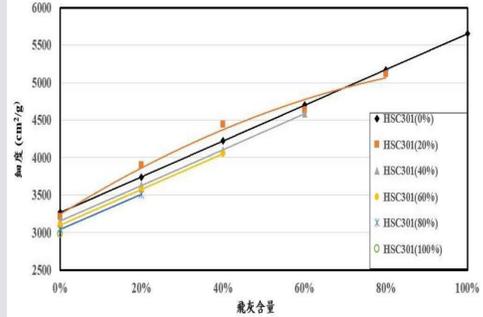
不同膠結料之配比設計(共21種組)

次數名稱	第一種	第二種	第三種	第四種	第五種	第六種	第七種	第八種	第九種	第十種	第十一種
水泥	0%	0%	0%	0%	0%	0%	20%	20%	20%	20%	20%
HSC301	0%	100%	60%	40%	20%	80%	20%	60%	80%	0%	40%
飛灰	100%	0%	40%	60%	80%	20%	60%	20%	0%	80%	40%

次數名稱	第十二種	第十三種	第十四種	第十五種	第十六種	第十七種	第十八種	第十九種	第二十種	第二十一種
水泥	40%	40%	40%	40%	60%	60%	60%	80%	80%	100%
HSC301	40%	20%	60%	0%	20%	0%	40%	0%	20%	0%
飛灰	20%	40%	0%	60%	20%	40%	0%	20%	0%	0%

三、膠結材料工程性質分析

- 從這四個基本試驗(比重、稠度、細度、凝結時間)可以得知兩種替代膠結料，飛灰的影響是最大的。
- 以水泥砂漿(水灰比0.485，膠結材料:粒料比例為1:2.75)形式進行流動、抗壓以及抗拉試驗。
- 從流動試驗發現，飛灰增加，流動性增加，HSC301增加，流動性減少。
- 水泥40%+HSC301 60%擁有最佳的抗壓與抗拉強度，而當飛灰含量增加，其強度則會遞減。



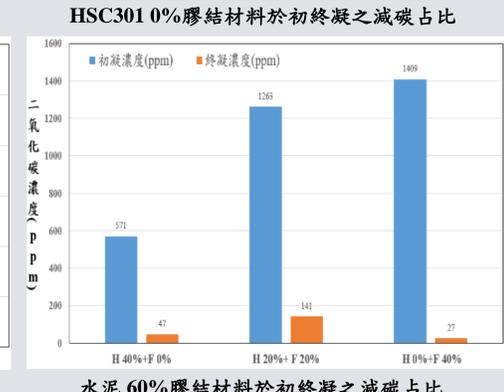
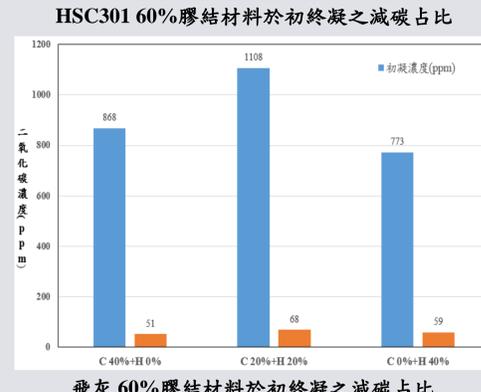
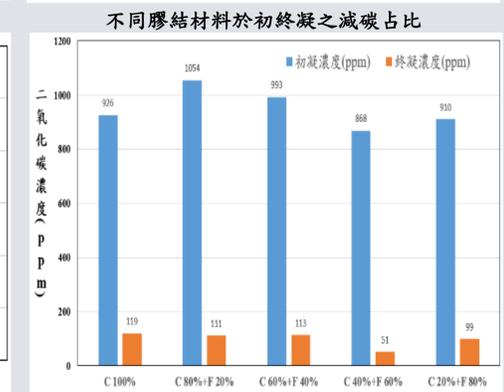
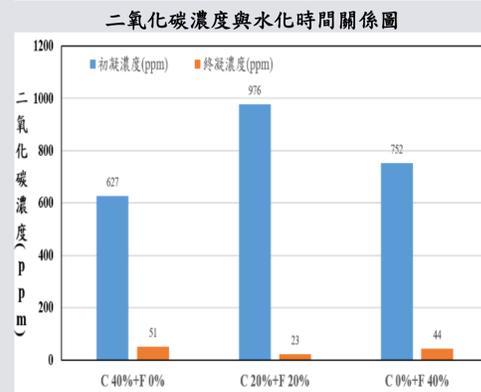
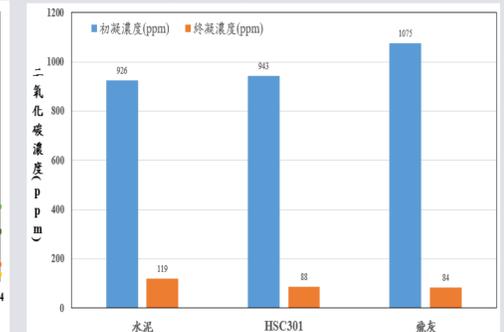
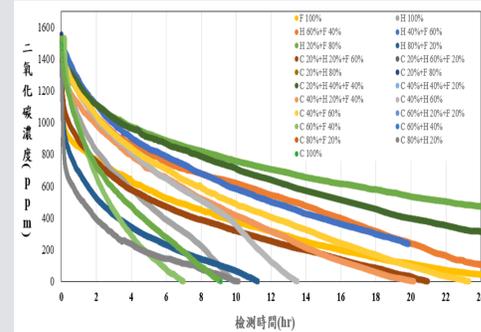
四、水化過程之二氧化碳濃度分析

5.1 二氧化碳濃度檢測結果

- 將CO₂濃度起始值設定為1500ppm，檢測最大時數為24小時，觀測試體在時間內吸收了多少碳以及是否會歸零。C:水泥、H:HSC301、F:飛灰
- 凝結時間與二氧化碳濃度關係:探討水化過程與二氧化碳濃度的關聯。
- 可以發現當飛灰取代量為20%的時候吸收二氧化碳的量都特別高，因飛灰含CaO成分越多，活性越強，水化反應越佳，且CaO可吸附CO₂，通過反應生成CaCO₃，展現良好的吸附效果及反應特性。代表取代量20%的效果最好。

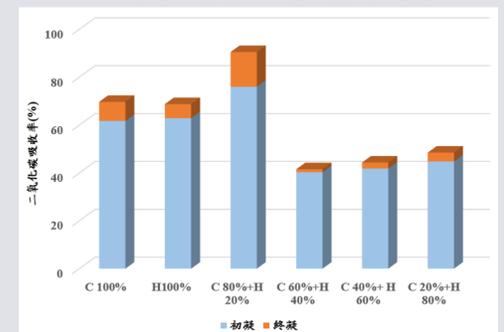
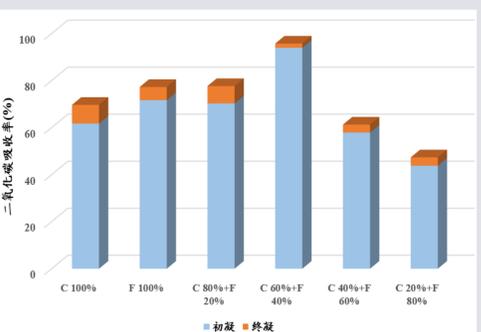
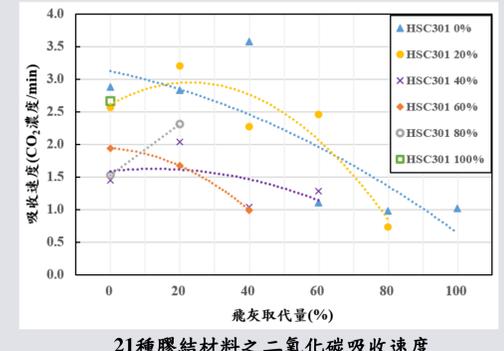


二氧化碳濃度量測過程



5.2 二氧化碳吸收率

- 吸收率(%)=各組別24小時吸收總濃度/起始濃度(1500ppm)*100%
- 由於飛灰的初凝時間比其他兩種膠結料還長，所以在達到初凝前吸收的量會最多。
- 可以分為兩個時期，初凝前為"快速吸碳期"，初凝到終凝之間為"吸碳趨緩期"。
- 得知飛灰含量在20%-40%的吸收率的效果是最好的。
- 右圖為吸收速度圖，可以發現每分鐘吸收最多二氧化碳的為水泥60%+飛灰40%。
- 從右圖趨勢線來看，當飛灰含量超過20%，吸收速度會有遞減的趨勢。



五、結論

- 飛灰含量的增加會影響材料的特性，比重會減少，稠度與細度提高。另一方面，飛灰含量越高，初凝與終凝時間也會延長。
- HSC301的增加會使得流度減少；飛灰的增加會使得流度增加。
- 試體初凝前吸收大部分的二氧化碳，在初凝後被吸收的二氧化碳較少，飛灰含量為20%-40%的吸收率最佳，但當飛灰含量超過20%，吸收速度會有遞減的趨勢。

再生材料作為道路基底層級配料可行性之研究

王偉筑¹ 郭展躍² 陳伊莉² 潘虹辰² 簡柏元²
 義守大學土木系 助理教授¹
 義守大學土木工程學系 專題生²

摘要

鋼鐵業產量逐年增加，其副產物鋼爐渣又因環保法令的限制，去化管道不足，累積了大量爐渣。當中氣冷高爐石國內每年產量約為15萬公噸，滾筒轉爐石每年產量約為150萬公噸。隨著道路總長及面積的增加，各廠商對於道路剷除料的貯存已經飽和，儲存空間已然不足。本研究以再利於於級配料的方式，解決氣冷高爐石、滾筒轉爐石以及道路剷除料這三項的存放問題。本研究將進行材料基本試驗了解三種材料各基本性質，然後測試作用於級配料的力學強度，確認是否符合各項規範，最後綜合以上結果評估可行性。在基本試驗中，滾筒轉爐石因密度較大，因此在比重試驗具有較大的比重、單位重試驗中，單位重大於其他粒料。氣冷高爐石因孔隙率高，在吸水率與磨損率大於其他粒料。剷除料因粒料外層有瀝青包裹，吸水率較氣冷高爐石與滾筒轉爐石低。在配比設計中，依據CNS15305、CNS15358、CNS11827等規範做配比設計。有符合規範之配，將進行力學試驗。在夯實試驗中可發現滾筒轉爐石取代量愈高，乾密度有上升趨勢。在最佳含水率部分，可發現氣冷高爐石取代量愈多吸水率愈高。在膨脹試驗中，所有級配皆符合膨脹相關規範。在加州承載比試驗中，可發現氣冷高爐石取代量愈高，CBR值有上升趨勢。在CLEGG衝擊試驗中，氣冷高爐石增加，CIV值有上升，但用量過多，CIV值會下降。透水試驗中，氣冷高爐石與滾筒轉爐石皆有較佳透水量。綜合以上結果，建議在進行級配料配石，氣冷高爐石不宜使用過多，造成過度夯石導致氣冷高爐石破碎，級配料強度下降。

一. 前言

鋼鐵業產量逐年增加，其副產物鋼爐渣又因環保法令的限制，去化管道不足，累積了大量爐渣。當中氣冷高爐石國內每年產量約為15萬公噸，滾筒轉爐石每年產量約為150萬公噸。隨著道路總長及面積的增加，各廠商對於道路剷除料的貯存已經飽和，儲存空間已然不足。本研究以再利於於級配料的方式，解決氣冷高爐石、滾筒轉爐石以及道路剷除料這三項的存放問題。本研究將進行材料基本試驗了解三種材料各基本性質，然後測試作用於級配料的力學強度，確認是否符合各項規範，最後綜合以上結果評估可行性。

二. 研究流程

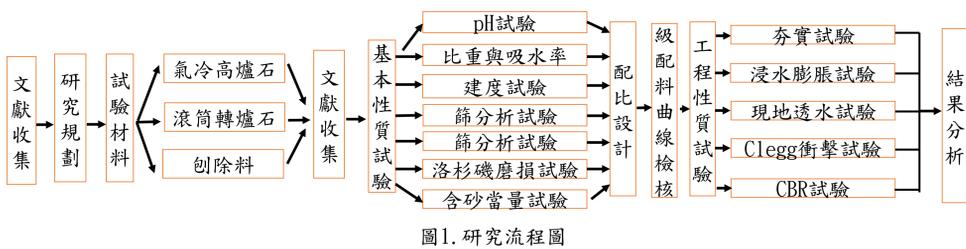


圖1. 研究流程圖

三. 試驗材料配比設計

3.1 試驗材料基本性質

- 在基本試驗中，滾筒轉爐石與氣冷高爐石具有較佳的比重與吸水率。
- 在洛杉磯磨損試驗中，氣冷高爐石因多孔特性，磨損率較其他粒料高，但有符合規範(50%)。
- 在單位中試驗中，滾筒轉爐石最高，這與滾筒轉爐石比重較大有關。
- 在扁平率、pH直、含砂當量皆有符合相關規範。



圖2. 氣冷高爐石

圖3. 滾筒轉爐石

圖4. 細剷除料

圖5. 粗剷除料

	滾筒轉爐石	氣冷高爐石	粗剷除料	細剷除料
比重	3	2	2	2
吸水率(%)	2	2	1	1
磨損率(%)	-	36	19	-
單位重(kg/m ³)	2028	1330	1236	1559
扁平率(%)	-	9	9	-
pH值	12.5	8.7	9.1	8.9
含砂當量(%)	90	-	-	92

表1. 基本性質試驗表

3.2 試驗材料粒徑分析

- 篩分析試驗可了解粒料粒徑分布曲線，並以此作為後續配比設計之參考。
- 氣冷高爐石粒徑分析主要集中於0.5mm到50mm之間。
- 粗RAP粒徑分布主要集中於1mm到2mm之間。
- 細RAP粒徑分布主要集中於0.4mm到4mm之間。
- 滾筒轉爐石粒徑分布主要集中於0.4mm到2mm之間。

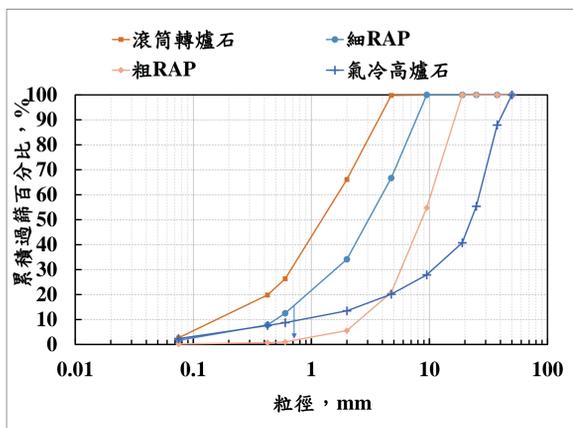


圖6. 粒料粒徑分析圖

3.3 試驗材料粒徑分析

- 在級配料設計中，粗細粒料比例為6:4。並且會依據CNS15305、CNS15358、CNS11827等規範做配比設計。
- 在配設計時，會依據以上規範畫出上限與下線並選取於上限與下限內的配。
- 本研究有通過規範之配比有：
 RAP60%+BSSFS40%、
 RAP60%+ACBFS20%+BSSFS40%
 RAP40%+ACBFS20%+BSSFS40%
 RAP40%+ACBFS40%+BSSFS20%
 RAP40%+ACBFS60%
 RAP20%+ACBFS40%+BSSFS40%
 RAP20%+ACBFS60%+BSSFS20%

配次	剷除料 (RAP)	氣冷高爐石 (ACBFS)	滾筒轉爐石 (BSSFS)	CNS15305						CNS15358		CNS11827		
				第一型		第二型		基層	CS-40	MS-40	MS-25	HM S-25		
				A	B	C	D						E	F
1	60%	0%	40%						V					
2	60%	20%	20%						V					
3	60%	40%	0%						V					
4	40%	0%	60%						V					
5	40%	20%	40%						V	V				
6	40%	40%	20%						V					
7	40%	60%	0%						V					
8	20%	0%	80%						V					
9	20%	20%	60%						V					
10	20%	40%	40%	V					V	V				
11	20%	60%	20%	V					V					
12	20%	80%	0%											
13	0%	0%	100%											
14	0%	20%	80%											
15	0%	40%	60%											
16	0%	60%	40%	V					V					
17	0%	80%	20%	V					V					
18	0%	100%	0%											

圖7. 符合級配曲線規範圖

四. 試驗分析

4.1 夯實試驗

- 在夯實試驗中，可以發現滾筒轉爐石取代量增加，最大乾密度愈高，這可能與滾筒轉爐石比重較大有關。
- 而在最佳含水率部分，可以發現氣冷高爐石使用愈多，含水率有上升趨勢，這可能與氣冷高爐石的高空隙率有關。

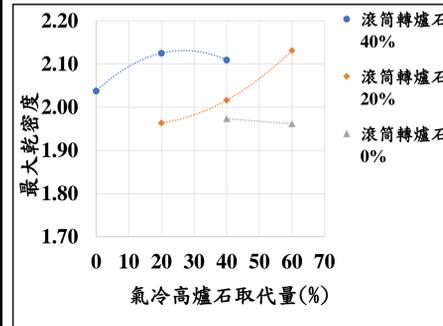


圖8. 夯實試驗最大乾密度圖

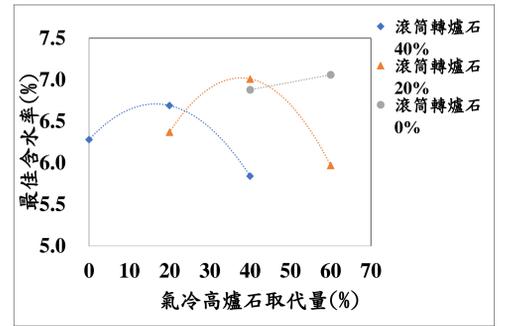


圖9. 夯實試驗最佳含水率圖

4.2 浸水膨脹試驗

- 在浸水膨脹試驗中，所有配皆符合膨脹相關規範(膨脹率<50%)。
- 在浸水膨脹試驗中，可發現滾筒轉爐石取代量愈多，膨脹率又增加趨勢，這與滾筒轉爐石含有氧化鎂等高活性成分有關。

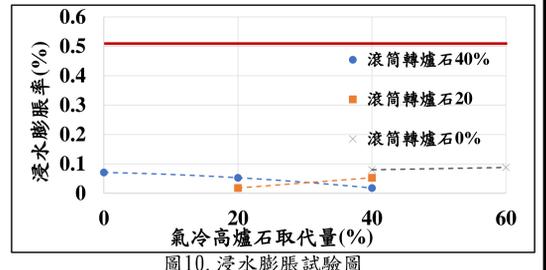


圖10. 浸水膨脹試驗圖

4.3 加州承載比試驗

- 在加州承載比試驗中，可發現氣冷高爐石去量上升，CBR值有上升趨勢，這與氣冷高爐石具有較強承載力有關。
- 如右圖，所有級配料中，除了RAP60%+BSSFS40%配比因強度未達基層標準外，其餘配比皆適用於基層。
- 而在底層規範中，僅RAP20%+ACBFS60%+BSSFS20%符合規範。

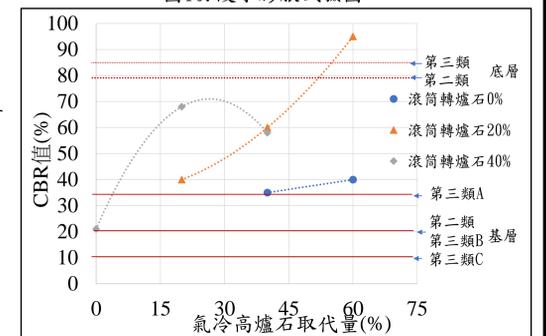


圖11. 加州承載比試驗試驗圖

4.4 Clegg衝擊試驗

- 在CLEGG衝擊試驗中，可發現剷除料取代量愈高，CIV值有上升趨勢，代表剷除料有較佳的抗衝擊能力。
- 在試驗中也發現氣冷高爐石增加，CIV值有上升趨勢，但隨著取代量持續增加，CIV下降。這與氣冷高爐石多空隙率有關，造成級配料在敲擊時出現過度夯實，粒料破裂，導致CIV值強度降低。

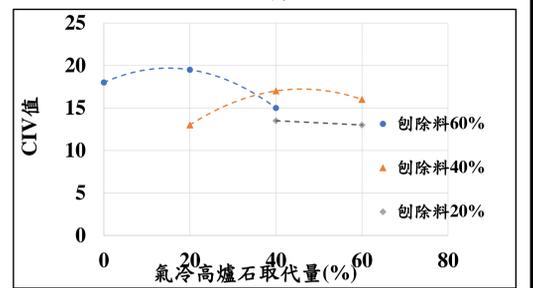


圖12. Clegg衝擊試驗圖

4.5 現地透水試驗

- 再現地透水試驗中，可發現隨著滾筒轉爐石與氣冷高爐石取代量上升，透水量有上升趨勢，這與以上兩種材料具有良好的吸水率與透水性質有關。

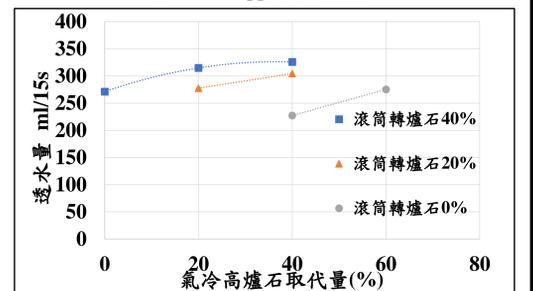


圖13. 現地透水試驗試驗圖

四. 結論

- 在夯實試驗中，滾筒轉爐石取代愈多，最大乾密度愈高。
- 在現地透水試驗中，平均每增加20%的滾筒轉爐石，透水量平均約增加25ml/15s。
- 在浸水膨脹試驗中，所有配級配粒料之膨脹率皆小於0.5%，符合膨脹試驗相關規範。
- 在加州承載比試驗中，CBR值會隨著氣冷高爐石增加上升，這和氣冷高爐石具有較強的承載力有關。
- 在CLEGG衝擊試驗中，可發現隨著氣冷高爐石增加，CIV值會先上升，但隨著氣冷高爐石比例持續增加，CIV值會下降，這與氣冷高爐石多空隙率的性質有關。
- 在加州承載比試驗中，除了RAP60%+BSSFS40%配比因強度未達基層標準外，其餘配比皆適用於基層。
- 在CLEGG試驗中，可看出氣冷高爐石取代過多時，強度會下降。所以在剷除料取代60%支配比中，建議使用RAP60%+ACBFS20%+BSSFS20%；在剷除料取代40%支配比中，建議使用RAP40%+ACBFS40%+BSSFS20%。

學校既有建築節能減碳之研究-以義守大學活動中心為例

指導教授：周仕勳

組員：楊顏榮 林琮杰 吳東諺 黃柏睿 陳逸杰



1 緒論

近年來由於汙染排放的飆升，我國積極推動永續發展相關宣導及政策，其中淨零碳排是關注的焦點之一。此專題是學校既有建築節能減碳之研究-以義守大學活動中心為例，由於是既有建築，因此更多的思考往用電製造碳排放這方面做數據統計與計算以及改善方案，採用內政部建築研究所之規範為標準，加上環境部氣候變遷署事業溫室氣體排放量資訊平台之試算工具計算各區域之碳排放量，最後提出各項盤查內容及外牆隔熱之改善方案。

2 研究動機與目標

在小組參加建築中心「淨零建築校園種子輔導計畫」第二次線上培訓課程後，意識到淨零碳排人人有責，所以對於碳盤查之內容深感興趣，有鑑於此，我們希望透過該專題研究之機會，對碳盤查有所認識，並學習如何使用政府機構提供之規範與試算工具，探討學校建築能源現況及能造成之碳排放並建議學校其耗能項目以利改善，以期提供學校節能減碳之各項改善方案。

3 研究方法



4 研究結果

此節列出具有代表性之結果並做出數據上的討論

一、活動中心盤查數據

活動中心為綜合型大樓，整棟的EUI(耗能密度)高達848.43(kWh/m².yr)大於240(kWh/m².yr)為能效第七級(最低等級)既有建築。內部區域各區皆有不同用途，因此用電數據需分開討論。以下為具有代表性之盤查成果。

1.一樓廚藝教室數據：

EEUI:19.56(kWh/ m².yr) ;
LEUI:3.11(kWh/ m².yr) ;
AEUI:40.54(kWh/ m².yr) ;
其中EEUI:19.56大於標準值9以及AEUI40.54大於標準值23為不合格者，其主要來源為高功耗廚房電器(冰箱、冷凍櫃、烤箱等...)與空調。

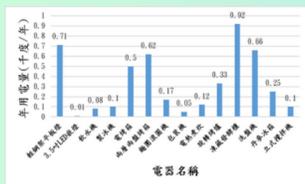


圖1 一樓廚藝教室麵包區年用電量

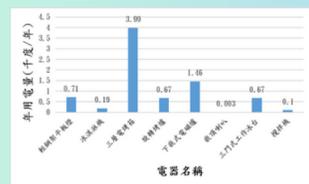


圖3 一樓廚藝教室座席區年用電量



圖4 一樓廚藝教室麵包區照片

2.二樓全家便利商店數據：

EEUI:132.63(kWh/ m².yr) ;
LEUI:9.60(kWh/ m².yr) ;
AEUI:26.38(kWh/ m².yr) ;
其中EEUI:132.63大於標準值59.7為不合格者，其來源為高功耗廚房電器(微波爐、冷藏開放櫃、電烤箱等...)。



圖5 一樓廚藝教室西點區照片

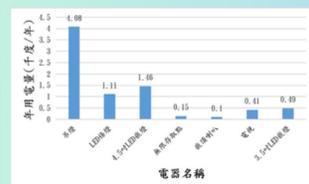


圖6 四樓休閒空間年用電量

3.四樓休閒空間數據：

EEUI:1.62(kWh/ m².yr) ;
LEUI:17.52(kWh/ m².yr) ;
AEUI:46.32(kWh/ m².yr) ;
其中LEUI:17.52大於標準值12.07以及 AEUI:46.32大於標準值17.20為不合格者，其來源為過量的燈具與空調。



圖7 四樓休閒空間照片

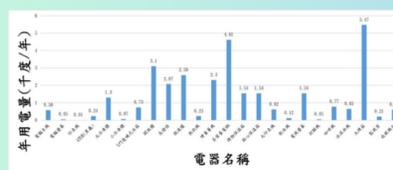


圖8 二樓全家便利商店年用電量

4.四樓社團教室數據：

EEUI:14.22(kWh/ m².yr) ;
LEUI:14.20(kWh/ m².yr) ;
AEUI:76.22(kWh/ m².yr) ;
其中EEUI:14.22大於標準值9.82以及 AEUI:76.22大於標準值46.01為不合格者，其來源為多種電器累加(最主要為冰箱、桌上型電腦、電風扇)與空調。

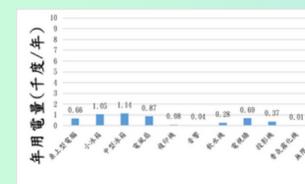


圖9 四樓社團教室年用電量

5.空調

空調為活動中心用電最高者，使用兩臺冰水主機中央空調，功耗分別為154kw與270kw，其使用時間與活動中心的開放時間一致，氣候不斷的變化造成溫度的不穩定，導致空調的使用效率並不高，在平衡溫度的過程中消耗大量的電力。另外，空間越大會讓空調使用效率越低，因此一樓廚藝教室、二樓大廳、四樓休閒空間及社團教室皆出現空調不合格的情況。

二、活動中心碳排放量

活動中心用電間接製造碳排放量每年預估高達282.4439公噸，其中二樓與四樓使用頻率最高，長期使用製造的碳排放量自然也會增加，在圖10 活動中心碳排放量圓餅圖中，四樓碳排放高達107.9034(公噸/年)，佔整棟活動中心38%；二樓則是103.0637(公噸/年)佔36%；一樓60.8509(公噸/年)佔22%；五樓為最低者僅有10.6259(公噸/年)佔4%。

義守大學活動中心各樓層碳排放量

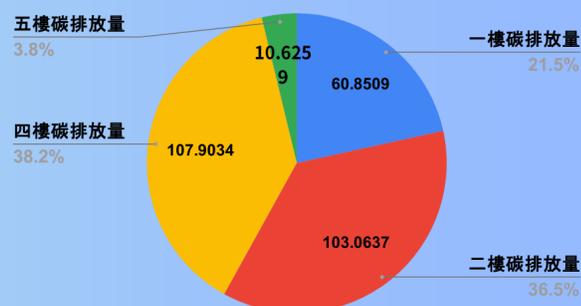


圖10 活動中心碳排放量圓餅圖

三、外牆隔熱改善方案

1.置入隔熱材：

外牆中置入隔熱材能使熱傳導大幅減少，留住室內的溫度，減少空調的負擔，以下將會分別在外牆中加入岩棉保溫材、玻璃棉保溫板、發泡聚苯乙烯後得知其隔熱效率與一般鋪磚外牆做比較。由表1、2以及圖8得知加入隔熱材可以大幅減少外牆的熱傳導，岩棉保溫材減少67.54%的熱傳導，間接少了111.53(公噸/年)的碳排放；玻璃棉保溫板減少68.6%的熱傳導，間接少了113.28(公噸/年)的碳排放；發泡聚苯乙烯減少70.26%的熱傳導，間接少了116.02(公噸/年)的碳排放。

表1 一般鋪磚外牆-熱傳導率數據表

材料	厚度d(m)	k(W/m ² .K)	熱阻係數 /k	熱阻R = d/k	熱傳導率U = 1/Ri
外氣膜	1	23	0.0431	0.0435	
磁磚	0.01	1.3	0.7692	0.0077	
水泥砂漿	0.015	1.5	0.6667	0.01	
普通混凝土	0.15	1.4	0.7143	0.1071	
水泥砂漿	0.01	1.5	0.6667	0.0067	
內氣膜	1	9	0.1111	0.1111	
			Σ=0.2861		3.4953

表2 加入隔熱材-熱傳導率數據表

加入材料	厚度d(m)	k(W/m ² .K)	熱阻係數 /k	熱阻R = d/k	加入後熱傳導率U = 1/Ri
岩棉保溫材	0.025	0.042	23.8095	0.5952	1.1346
玻璃棉保溫板	0.025	0.04	25	0.625	1.0975
發泡聚苯乙烯	0.025	0.037	27.027	0.6757	1.0397

表3 更換玻璃-熱傳導率數據表

更換玻璃	厚度d(m)	k(W/m ² .K)	熱阻係數 /k	熱阻R = d/k	加入後熱傳導率U = 1/Ri
一般玻璃	0.003	1.4	0.7143	0.0021	1.1346
灰色玻璃	0.005	0.61	1.6393	0.0082	1.0975
低輻射玻璃	0.006	0.62	1.6129	0.0097	1.0397

2.更換玻璃：

將玻璃置換成有色玻璃或low-e玻璃亦可減少些許的熱傳導，但效益不大。以下分別是一般單層玻璃、灰色玻璃與低輻射玻璃的數據及比較。由表3與圖5中得知，灰色玻璃可以減少3.72%的熱傳導，低輻射玻璃可以減少4.59%的熱傳導。雖然將熱傳導率降到符合標準6.32以下，但相對於在外牆中直接置入隔熱材效益少了許多。

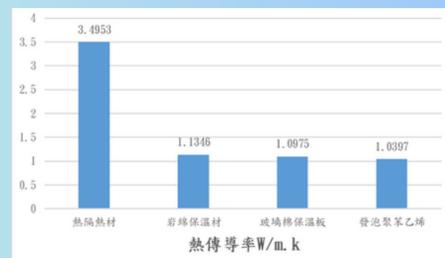


圖11 置入隔熱材熱傳導率比較柱狀圖

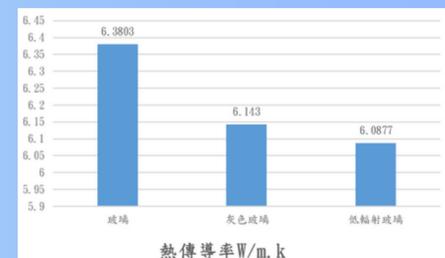


圖12 更換玻璃熱傳導率比較柱狀圖

5 建議

- 校內缺少太多的用電數據，可以安裝智慧電錶或額外標示電器資訊。
- 更新老舊設備，針對學校建築能源耗用設備 進行全面調查。
- 由於校內擁有的高雄工學院(現義守大學)活動中心平面圖過於老舊，建議校方可以重新製作新的平面圖。
- 建議校方直接參考本篇專題書面報告內改善方案，以著手制訂方案。

相關文獻

- 內政部建築研究所-110年12月-2022年版綠建築評估手冊-建築能效評估系統(E-EWH-BERS)
- 財團法人台灣產業服務基金會-111年2月-溫室氣體排放量盤查說明14064-1:2018
- 環境部氣候變遷署-事業溫室氣體排放量資訊平台-盤查指引與試算-試算工具

6 結論

- 我們盤查的過程發現永續校園與淨零碳排的實施是一件要動腦筋且花不少功夫的課題，校內缺少太多的用電數據，以至於許多數據需要特別估算，其精準度仍有待商榷。
- 活動中心為綜合型大樓，整棟EUI(耗能密度)高達848.43(kWh/m².yr)大於240(kWh/m².yr)為能效第七級(最低等級)既有建築，仍有許多的改善空間。



探討瀝青黏度對多孔隙瀝青混凝土力學性質之影響



王偉筑¹ 李承穎² 涂晉維² 黃泓達² 邱重愷² 劉冠翊²

義守大學土木工程學系 講師¹
義守大學土木工程學系 專題生²

摘要

因應極端氣候影響，應當提升城市適應環境變化的彈性空間，其中透水鋪面能夠有效應付強降雨所產生的災害。然而相較於一般密級配瀝青混凝土，開放級配之多孔隙瀝青混凝土在力學性質方面較為不理想，因此本研究目的為比較不同黏滯度之瀝青膠泥應用在多孔隙瀝青混凝土，評估不同膠結料對力學性質之影響，期望同時兼具透水及承受重載交通量之能力。實驗結果顯示，高黏度瀝青在所有力學試驗中皆比改質IV-F型瀝青有更優越的表現。

一、前言

近年來受到全球極端氣候影響，台灣氣候長期高溫且多雨經常產生間歇性暴雨，對鋪面之耐久性產生不利之影響。而多孔隙瀝青混凝土具有降低打滑與儲存水源之特性，能降低路面發生車轍以延長路面之使用壽命。但由於多孔隙瀝青混凝土強度無法達到重乘載交通量之標準，因此本研究使用不同瀝青膠泥應用於多孔隙瀝青混凝土，評估是否適用於重乘載交通量之潛力。

二、材料基本性質

表1粒料基本試驗可以得知，本次試驗所使用之天然粒料比重約為2.6。吸水率試驗可得知由於粒徑越小，比表面積越高，因此吸水率越高。另外透過磨損率、扁長率、健康損失率等試驗可發現，本次粒料及填充料皆符合規範標準。

表1 天然粒料與填充料基本性質

試驗項目	天然粒料六分石	天然粒料三分石	天然粒料碎石砂	水泥填充料	規範值	試驗規範
視比重	2.72	2.74	2.74	3.14	-	CNS 487 CNS 488
虛比重	2.65	2.63	2.60	-	-	
面乾內飽和比重	2.67	2.67	2.65	-	> 2.45	
吸水率(%)	0.94	1.48	1.91	-	≤ 2	CNS 490
磨損率(500轉·%)	12.49	26.84	-	-	≤ 35	
扁長率(%)	3.86	8.52	-	-	≤ 10	CNS 15171
健康損失率(%)	1.26	1.7	4.52	-	粗: ≤ 12 細: ≤ 15	CNS 1167
破碎面(二面·%)	91.44	92.64	-	-	> 90	ASTM D5821
液性限度(%)	-	-	22.67	-	≤ 25	CNS 5087
含砂當量(%)	-	-	81.59	-	> 45	AASHTO T176

藉由表2.針入度試驗中發現，高黏度瀝青由於稠度較高，因此針入度數值較低。另外浸水收縮試驗可以發現高黏度瀝青由於添加纖維的原因，使得剝脫面積僅有1.2%。黏滯度試驗中，在60°C時由於高黏度瀝青本身黏度較高之原因，傳統布魯克黏度試驗儀無法得知該溫度之黏滯度，因此另外做210°C和240°C以求出拌合溫度及夯壓溫度。

表2 瀝青膠泥基本性質

試驗項目	改質IV-F型		高黏度瀝青	
	試驗值	規範值	試驗值	規範值
比重	1.035	-	1.017	-
針入度(0.1mm)	58	35以上	44	40以上
浸水剝脫面積(%)	黑	59.4	-	25
	白	-	-	73.8
	透明	40.6	-	1.2
黏滯度(60°C·Poises)	26800	8000以上	-	200,000以上
黏滯度(135°C·Poises)	2770	3000以下	3460	-
黏滯度(180°C·Poises)	370	-	310	-
黏滯度(210°C·Poises)	-	-	140	-
黏滯度(240°C·Poises)	-	-	100	-



圖1 浸水收縮後之試樣

依據施工綱要第02798章多孔隙瀝青混凝土鋪面規定，多孔隙瀝青混凝土混合料之最佳拌和溫度與夯壓溫度是以黏滯度與溫度之關係曲線在黏滯170±20cSt及280±30cSt時之溫度，分別為拌和溫度與夯壓溫度。因此透過黏滯度試驗可以得知，改質IV-F型和黏度瀝青拌合溫度為198°C~207°C和203°C~215°C，夯壓溫度分別為183°C~190°C及178°C~189°C。

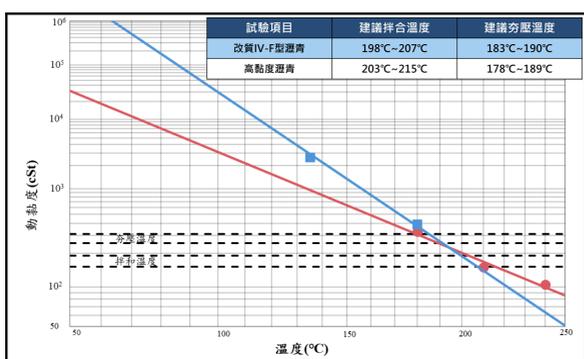


圖2 瀝青膠泥之建議拌合溫度與夯壓溫度

三、多孔隙瀝青混凝土配比設計

本研究以標稱最大粒徑19.0mm規格進行級配規格設計，選定使用六分料比例20%、三分料70%、碎石砂5%、填充料5%作為級配，並將工作拌合公式控制在規範值之上下限之中。

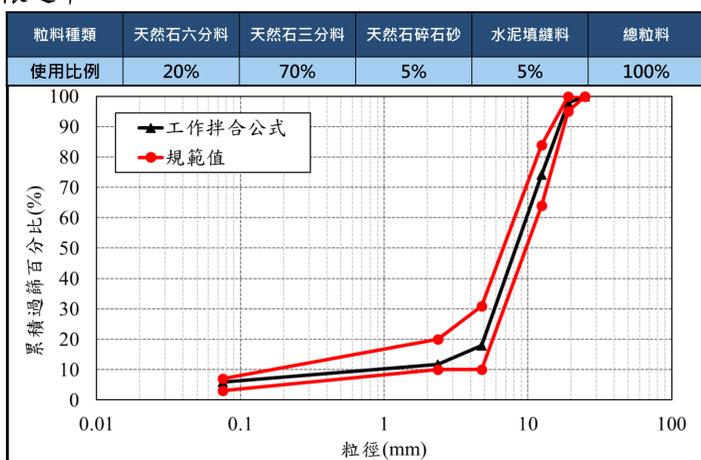


圖3 粒料使用比例與工作拌合公式

四、多孔隙瀝青混凝土最佳含油量

在圖4、圖5單位重和空隙率試驗中可以發現，隨著含油量增加，兩者分別呈現上升及下降的趨勢，原因為試體內部之孔隙隨著瀝青用量增加而逐漸被填滿，進而導致單位重上升，空隙率下降。

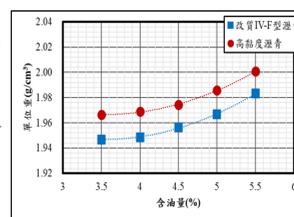


圖4 單位重試驗結果

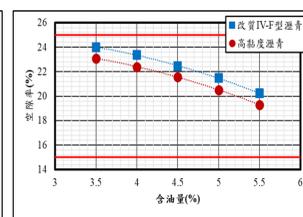


圖5 空隙率試驗結果

圖6之穩定值試驗中，在含油量較低時，黏結力低無法將骨材完全黏結起來，使得抗承載能力較差。在含油量較高時粒料表面油膜厚度過厚，使得試體在抗壓時內部粒料產生錯位，進而造成穩定值較低之情形發生。

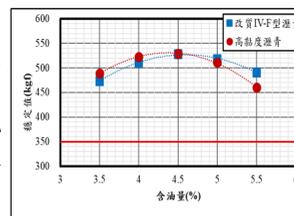


圖6 穩定值試驗結果

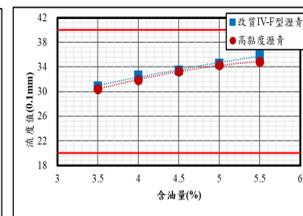


圖7 流度值試驗結果

流度值過低或過高都會對路面產生不同破壞。由圖7中可以發現，隨著含油量增加流度值逐漸提高，但都介在規範值之中。

滯留強度為了解試體的抗水侵害能力，透過圖8可得知兩種瀝青混凝土的TSR值皆符合試驗規範標準75%以上。

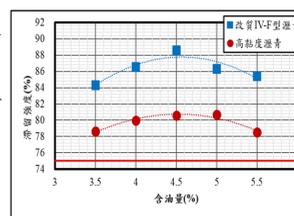


圖8 滯留強度試驗結果

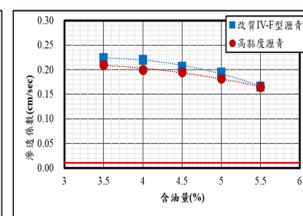


圖9 透水試驗結果

多孔隙瀝青混凝土之設計目的為有效的將路面積水滲透至地表，由圖9透水試驗可以發現兩者透水係數皆遠高於規範下限。

垂流試驗和飛散試驗之試驗目的為求取最佳含油量區間之上下限，觀察圖10和圖11兩者試驗結果可以發現，最佳含油量範圍落在4.4%到4.7%之間。

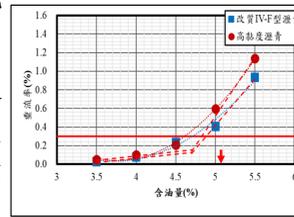


圖10 垂流試驗結果

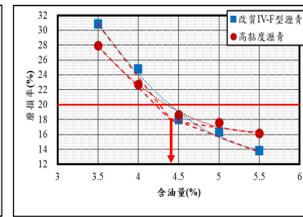


圖11 飛散試驗結果

藉由上述試驗符合規範之含油量取交集，得出最佳含油量範圍。在實務上符合施工規範前提下仍須考量成本，因此選定4.5%作為最佳含油量已符合實務需求。

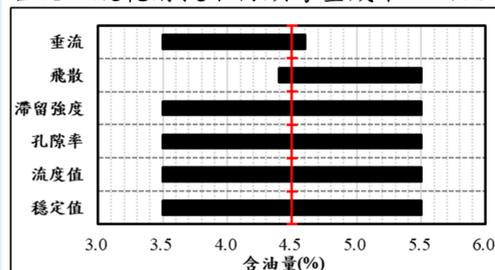


圖12 改質IV-F型瀝青之最佳含油量

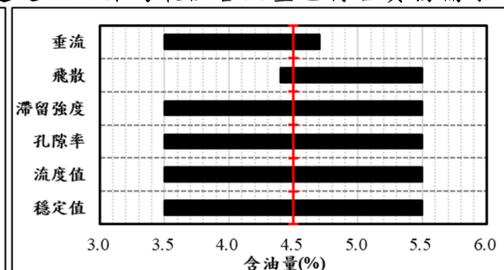


圖13 高黏度瀝青之最佳含油量

五、力學性質分析

從回彈模數試驗中可以得知，改質IV-F型瀝青之彈性變形能力較高黏度瀝青佳；從間接張力試驗、動態潛變試驗及靜態潛變試驗中可以得知，高黏度瀝青之極限張應力與抗車轍能力較改質IV-F型瀝青佳。

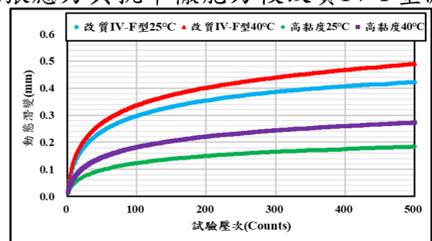


圖14 動態潛變試驗結果

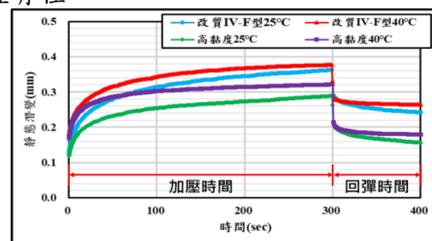


圖15 靜態潛變試驗結果

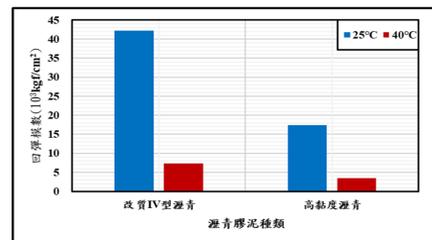


圖16 回彈模數試驗結果

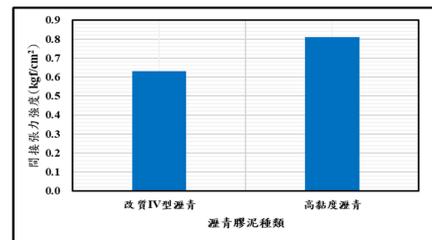


圖17 間接張力試驗結果

六、結論

- 從回彈模數試驗中可以得知，改質IV-F型瀝青之彈性變形能力較高黏度瀝青佳。
- 從間接張力試驗、動態潛變試驗及靜態潛變試驗中可以得知，高黏度瀝青之極限張應力與抗車轍能力較改質IV-F型瀝青佳。
- 本次所使用之高黏度瀝青在力學性質方面優於改質IV-F型瀝青，但透過滯留強度試驗可以初步推估高黏度瀝青的抗水侵害能力較差。

高雄市人行道障礙物調查與改善成本估算

指導老師：王偉筑¹

組員：王佑恩²、黃晟博²、蕭宇志²、江信德²

¹義守大學土木工程學系 助理教授

²義守大學土木工程學系 專學生

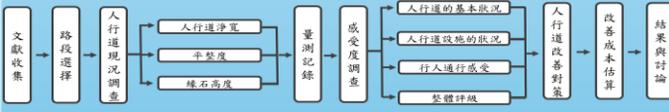
摘要

近年行人重大事故頻傳，人本交通議題逐漸受到重視。規劃擇定高雄市鼓山區大順一路、左營區南屏路、三民區陽明路、小港區康莊路、苓雅區四維二路上五個繁華路段，進行人行道各項調查數據，以科學方式探討來檢討是否需要改善之必要性。為改善現今生活品質，以人行道評估表、人行道調查數據，並評估「安全性」、「暢行性」二個指標為主要的項目。依照行人交通設施條例辦理徒步式進行平整度、線高、淨寬之調查。以上五個路段經過調查顯示，最大平整度分別為126 mm、209.3 mm、141.5 mm、160.9 mm、184.3 mm，由於平整度沒有相關規定，則參考道路平整標準+6mm，結果顯示單點高低差距太大都超過其標準路面須重鋪，改善行人道路之平坦度，其最小淨寬分別為1.04m、0.25m、1m、0m、0.75m，結果顯示都小於標準1.5m，需改善障礙物或拓寬人行道，改善行人道路之寬度；線高最大值分別為21cm、30cm、18cm、20cm、23cm，線石高度不得大於零點一五公尺，結果顯示五個路段分別最大值，都大於其標準行人專用道須重鋪，以改善人行道之高度。經過以上調查結果顯示，五條人行道的平均不良率為56.4%，依照以上的評估結果，人行道淨寬為2公尺計算，改善每10公尺人行道之成本約為37000元。

一.前言

近年行人重大事故頻傳，使得人本交通逐漸受到重視。其中與行人息息相關的人行道逐漸成為重要的課題。規劃擇定高雄市區行人眾多的路段，進行人行道各項調查數據，以科學方式探討來檢討是否需要改善之必要性。近年「人本交通」的意識抬頭，因改善現今生活品質，以人行道評估表、人行道調查數據，並評估「安全性」、「暢行性」三個指標為主要的項目。研究行人道障礙物現況是否符合現行法規，進行行人感受度的評估提出如何改善不符合現行法規的人行道並提出改善成本之評估。

二.流程



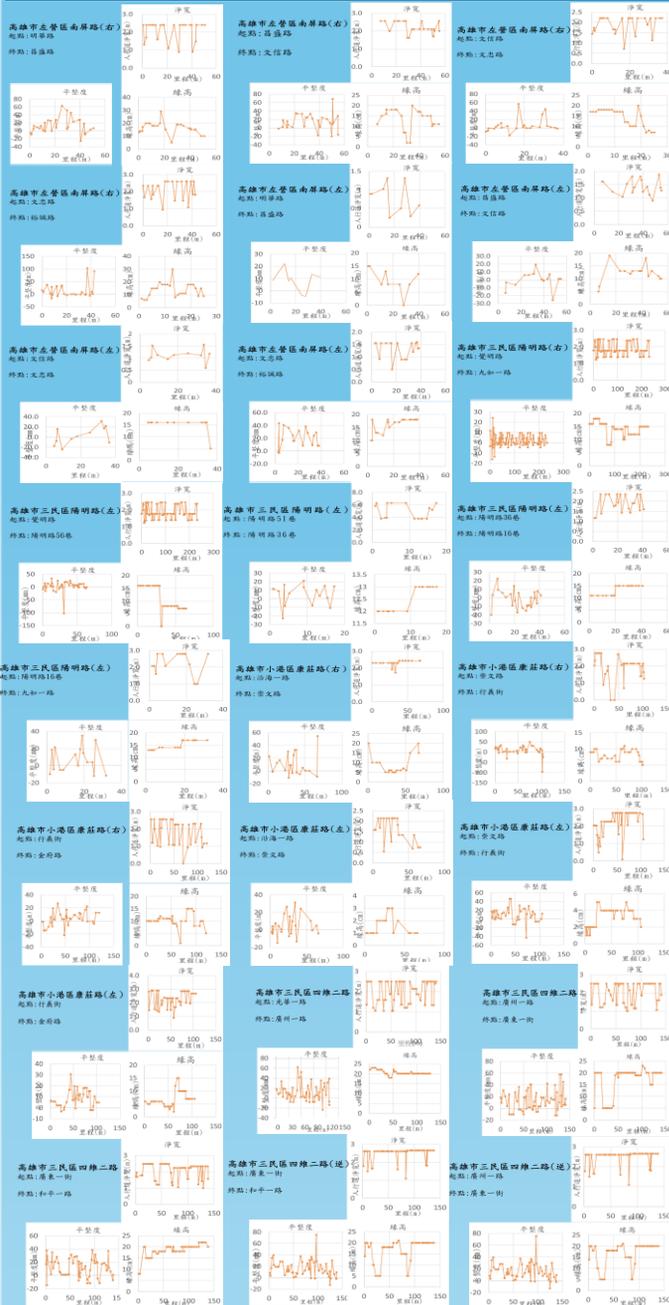
三.調查對象與法規

項次	路段	起點	終點	路段屬性
1	高雄市鼓山區大順一路	大順一路口	大順一路橋	幹線、捷徑
2	高雄市左營區南屏路	明華路口	裕康路口	區道、商業、生活
3	高雄市三民區陽明路	九如一路口	覺明路口	區域性商業區
4	高雄市小港區康莊路	沿海一路口	金華路口	商業區、商業、生活
5	高雄市苓雅區四維二路	光華一路口	和平一路口	住宅區、商業

中央與六都人行道相關規定

項目	國土署	台北市	新北市	桃園市	台中市	台南市	高雄市
人行道淨寬	最小1.5公尺，道路寬度12公尺以下可降至1.2公尺，最小0.9公尺	最小1.5公尺，道路寬度12公尺以下可降至1.2公尺，最小0.9公尺	無總行人道淨寬規定，均不得設障礙物	淨寬最小1.5公尺	最小1.5公尺，道路寬度12公尺以下可降至1.2公尺，最小0.9公尺	一般淨寬1.5公尺，特殊情況最小0.9公尺	最小1.5公尺，道路寬度12公尺以下可降至1.2公尺，最小0.9公尺
線石高度	最大0.15公尺，車流導引可至0.2公尺	最大0.15公尺，車流導引可至0.2公尺	高出道路境界10-20公分	最大0.15公尺，車流導引可至0.2公尺	最大0.15公尺，車流導引可至0.2公尺	最大0.15公尺，車流導引可至0.2公尺	最大0.15公尺，車流導引可至0.2公尺
障礙物設置	人行道上淨高2.1公尺以上，且於通道側淨寬0.6公尺以上，不得有0.1公尺之凸出物	不得設障礙物	騎樓與無障礙淨寬最小0.9公尺	無障礙空間淨寬最小0.9公尺	進行淨寬最小1.5公尺	附屬設施不得淨寬小於0.9公尺	自建築地面而向外牆面起算1.5公尺需保留行人空間
平整度	並無相關規定，參考道路以+6mm為標準						

四.結果與討論



個別缺失的對策

- 各項改善對策
 - 淨寬不足，需改善障礙物或拓寬人行道。
 - 平整度不佳，需進行人行道的重建或填補表面。
 - 線石高度過高，因線石高度與人行道齊平，需進行整段人行道的重建。
- 以上三點有一點不滿足就須重鋪。

感受度調查

大順一路感受度調查

- 人行道的現狀：
 - 障礙清除：小部分路段因私自佔用或停車問題造成阻礙。
 - 無障礙設施：設施完整且維護良好。
 - 人行道清潔：清潔良好，有些許樹枝未清理。
- 人行道設施的狀況：
 - 鋪面狀況：鋪面無損壞，保持良好。
 - 防護設施：設施齊全且維護良好，未影響通行安全。
 - 排水清潔：排水孔設置良好，且清理到位。
- 行人通行感受：
 - 單向與雙向通行：良好，但部分區域雙向通行可能需要改善空間。
 - 停車空間及避險設施：設置尚可，但舒適性稍弱。
- 整體評級：
 - 現場評估的通行便利與安全優良。
 - 9分(總分10分)

南屏路感受度調查

- 人行道的現狀：
 - 障礙清除：許多路段因私自佔用或停車問題造成阻礙。
 - 無障礙設施：設施部分路段破損。
 - 人行道清潔：大致整潔，有些許垃圾。
- 人行道設施的狀況：
 - 鋪面狀況：部分鋪面不平整，損壞面積10-50%。
 - 防護設施：缺乏部分設施。
 - 排水清潔：排水孔設置良好，且清理到位。
- 行人通行感受：
 - 單向與雙向通行：適中，但部分區域雙向通行可能需要改善空間。
 - 停車空間及避險設施：缺乏部分設施。
- 整體評級：
 - 現場評估的通行便利與安全尚佳。
 - 5分(總分10分)

陽明路感受度調查

- 人行道的現狀：
 - 障礙清除：許多路段因私自佔用或停車問題造成阻礙。
 - 無障礙設施：設施完整且維護良好。
 - 人行道清潔：大致整潔。
- 人行道設施的狀況：
 - 鋪面狀況：鋪面損壞適當，損壞面積10%以下。
 - 防護設施：設施齊全且維護良好，且清理到位。
 - 排水清潔：排水孔設置良好，且清理到位。
- 行人通行感受：
 - 單向與雙向通行：適中，許多區域因民眾占用無法通行。
 - 停車空間及避險設施：設置尚可，但舒適性稍弱。
- 整體評級：
 - 現場評估的通行便利與安全極佳。
 - 6分(總分10分)

康莊路感受度調查

- 人行道的現狀：
 - 障礙清除：大部分路段因私自佔用或停車問題造成阻礙。
 - 無障礙設施：設施維護尚可。
 - 人行道清潔：清潔不足，可能需要改善清潔與管理。
- 人行道設施的狀況：
 - 鋪面狀況：鋪面損壞適當，損壞面積10%以下。
 - 防護設施：設施缺少嚴重，行人安全較差。
 - 排水清潔：排水孔設置良好，且清理到位。
- 行人通行感受：
 - 單向與雙向通行：大部分區域單、雙向通行均需要改善。
 - 停車空間及避險設施：設置嚴重缺失。
- 整體評級：
 - 許多店家占用人行道，行人便利與安全極差。
 - 3分(總分10分)

四維二路感受度調查

- 人行道的現狀：
 - 障礙清除：部分路段因私自佔用或停車問題造成阻礙。
 - 無障礙設施：設施完整且維護尚可。
 - 人行道清潔：清潔不足，可能需要改善清潔與管理。
- 人行道設施的狀況：
 - 鋪面狀況：鋪面損壞適當，損壞面積10%以下。
 - 防護設施：缺乏部分設施。
 - 排水清潔：排水孔設置良好，但許多排水孔被放置膠墊，導致排水較差。
- 行人通行感受：
 - 單向與雙向通行：適中，但部分區域雙向通行可能需要改善空間。
 - 停車空間及避險設施：設置較差，但舒適性稍弱。
- 整體評級：
 - 現場評估的通行便利與安全尚佳。
 - 6分(總分10分)

編號	路段	總長	不符法規路段長	不良率
1	高雄市鼓山區大順一路	102.5m	58.7m	57%
2	高雄市左營區南屏路	375.8m	239.8m	64%
3	高雄市三民區陽明路	464.2m	189.3m	40%
4	高雄市小港區康莊路	605.4m	265.4m	44%
5	高雄市苓雅區四維二路	827.2m	640.2m	77%

- 單價資料來源是從公共工程雲端上查詢限從現有工程報價單上進行參考
- 重鋪道路淨寬預定2公尺

編號	路段	不符法規路段長	面積 (淨寬)	拆除費用	整地費用	鋪面費用	線石費用	人行道鋪面	總計
1	高雄市鼓山區大順一路	58.7m	117.4m ²	\$820.00	\$293.00	\$4805.00	\$13262.00	\$21790.00	
2	高雄市左營區南屏路	239.8m	479.6m ²	\$143880.00	\$21582.00	\$178950.00	\$41948.00	\$87260.00	
3	高雄市三民區陽明路	189.3m	378.6m ²	\$113580.00	\$17037.00	\$141975.00	\$42781.00	\$70410.00	
4	高雄市小港區康莊路	265.4m	530.8m ²	\$192440.00	\$23886.00	\$190950.00	\$59804.00	\$81980.00	
5	高雄市苓雅區四維二路	640.2m	1280.4m ²	\$84120.00	\$57618.00	\$480150.00	\$144852.00	\$238470.00	
			1393.4m ²					重鋪\$155580.00	

改善人行道淨寬為2公尺，每10公尺平均需\$37000元

五.結論

- 調查結果顯示，五條人行道的平均不良率為56.4%，表明超過半數的人行道需進行重鋪或改善。
- 公共與私人物品占用人行道，且有大量機車停放於人行道上，對行人安全及通行便利性造成顯著影響。
- 若人行道的淨寬、平整度或線石高度任一不符合標準，則須進行全面重鋪改善。
- 依照本研究的人行道路段的評估結果，以人行道淨寬為2公尺計算，改善每10公尺人行道之成本約為37000元。

參考文獻