



道路挖掘施工品質管理

簡 報 者 陳 建 達 經 理
單 位 國立中央大學綠營建產業
永 續 發 展 中 心

中 華 民 國 一 〇 四 年 六 月 十 日

簡報綱要

1

前言

2

平整度調查方式

3

調查結果與分析

4

工法與示範道路鋪設

5

結論與建議



一、前言

挖掘道路問題



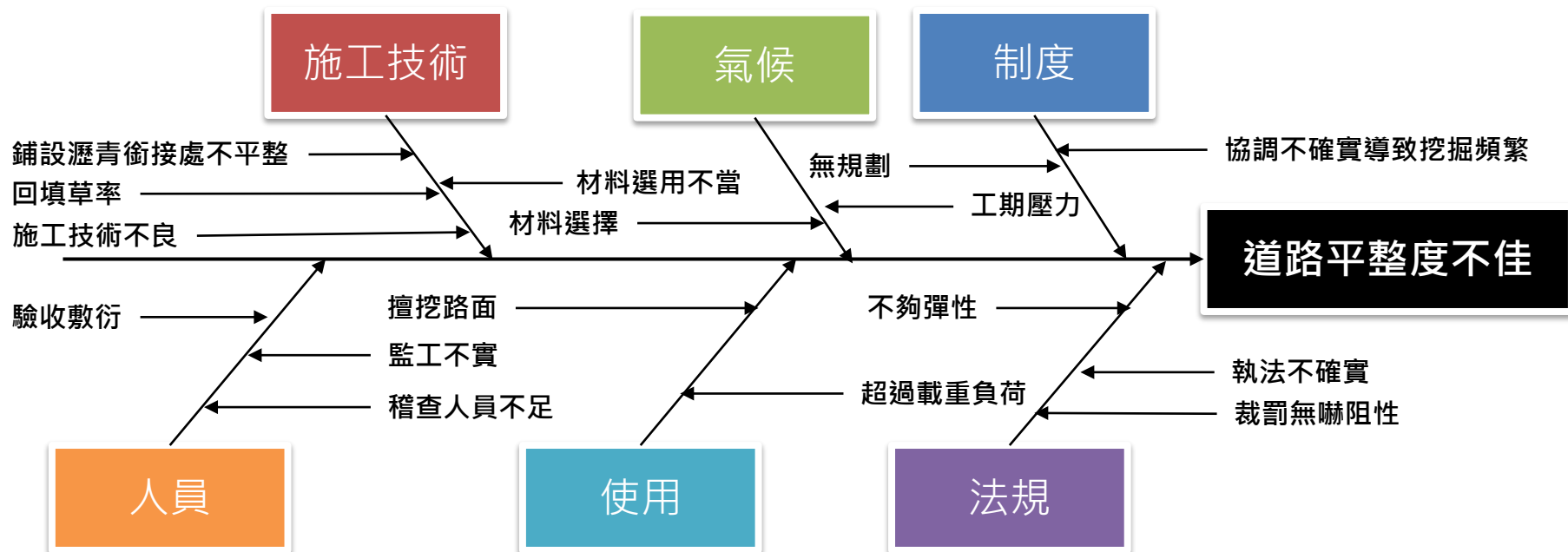
人手孔問題

基、底層回填作業 不確實

- 孔蓋周邊凹凸於路面
- 鋪面厚度不足
- 夯實度不足

孔蓋鬆脫及 傾斜破壞

- 孔蓋材料
- 周邊材料
- 結構物體固定方式
- 整合方式



國內現行法規與臺北市法規



道路開挖施工申請範圍

1. 計畫性道路挖掘申請案件
2. 民生用電或臨時用電
3. 緊急性道路挖掘案件

臺北市
政府



臺北市道路挖掘管理自治條例

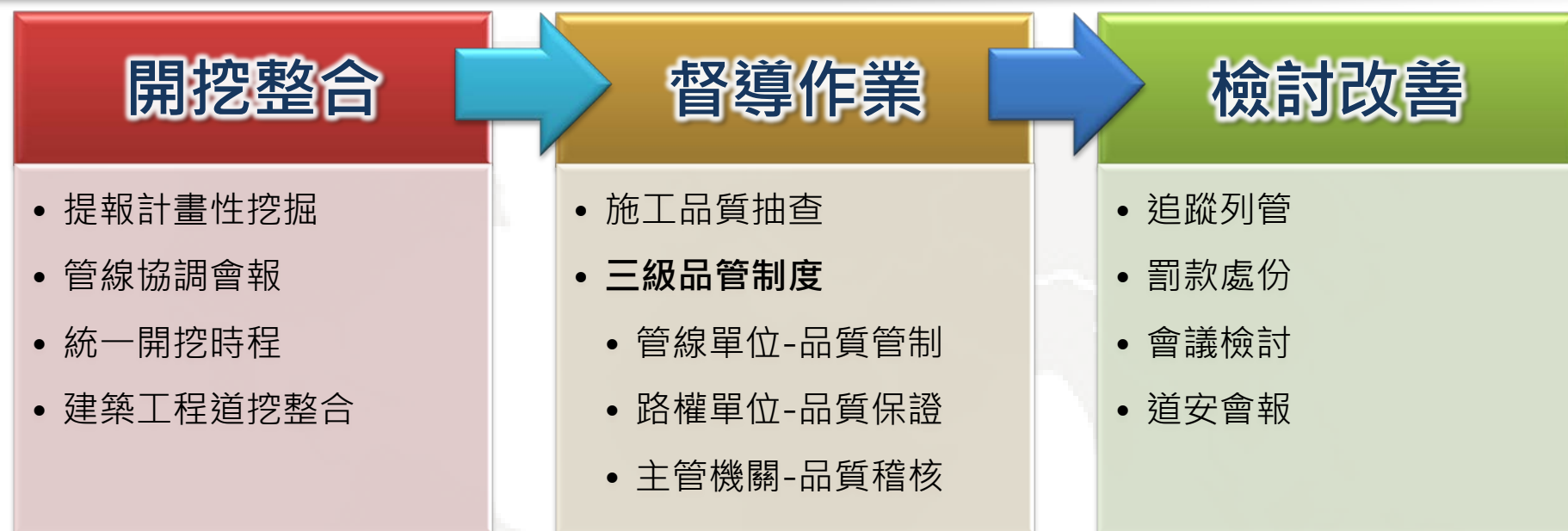
臺北市道路挖掘施工維護管理要點

臺北市市區道路既設人、手孔啟閉管理方案

管線種類	管線機構
電力	臺灣電力股份有限公司
電信	中華電信股份有限公司等
自來水	臺北自來水事業處
雨水	水利工程處
汙水	衛生下水道工程處
路燈	公園路燈工程管理處
輸油	臺灣中油股份有限公司等
輸氣	大臺北區瓦斯股份有限公司等
有線電視	大安文山有線電視等
交通號誌	臺北市交通管制工程處

道路挖掘回填品質管控流程

管理面分析探討：



主管機關

掌握抽查合格率與實際路面**破壞發生比例是否相對降低**藉此辨別是否有效執行三級品管制度

監造單位

多數零星開挖案件無法設置監造人員於現場掌握施工及復原之品質，只可以**增加抽驗次數**加強二級品管

施工單位

目前因每日申請道路挖掘案件數量眾多，**施工品質多數依賴現場第一級品管**之自主檢查。



管線挖掘施工要點

管溝開挖

- 管溝位置、深度及寬度確認
- 切割面須平齊

管線埋設

- 避免管線淺埋
- 管障申報制度及制定查驗

管溝回填

- 回填材料符合施工規範
- 避免回填不實產生孔隙

面層修復

- 修復AC材料須符合規範
- 相鄰路面之平整度符合標準

施工過程注意項目





二、調査方法

管線平整度調查作業

材料

- 環保
- 配比

施工

- 品質
- 檢驗

制度

- 法規
- 執照

管理

- 成本
- 維護



管線回填平整度調查

平坦度
指標選定

國際
糙度
指標

參考
高程
標準
差

現地
情況
分析

建議驗收儀器

三米
直規

A
R
R
B

慣性
式
平坦
儀

相關標準訂定

驗收
指標
擬定

現場
施工
要求

長期
追蹤

法規制度與
證照推廣

現行
法規
探討

教育
訓練

證照
推廣

道路挖掘回填品質調查

傳統式平整度量測方式

水準儀



三米直規



高低平坦儀



電子式剖面儀(國外驗收常用)

ARRB WP



ICC

RP



Dipstick

本工作項目預計使用檢測設備

項目	儀器名稱			
	三米直規 單點	高低平坦儀 單點	WP 單點	慣性平坦儀 單點
量測範圍				
量測高度 (mm)	-	0-300	-	200-400
取樣間距(cm)	150	150	24.13	25
預估檢測 速度(km/hr)	0.3	3.0	0.8	5-100
解析度	0.01mm	0.01mm	0.005mm	0.0014mm
長距離量測可行性	難	中	中	易
操作人員數	5	3	3	2
供計	路政工程局	國際公認	國際公認	TAF認證

各式平坦儀及指標適用範圍

指標	適用儀器	建議量測範圍	效率
標準差	三米直規	短距離道路	低
	高低平坦儀		
輪廓指數	加州平坦儀	短距離道路	低
行駛指數	-	一般道路	低
國際糙度指標	ARRB WP	短距離道路	中
	單點雷射慣性 式平坦儀	省道、縣道、高速公路	高
	二維雷射慣性 式平坦儀	鄉道、一般市區道路	高

國際糙度指標之優點

時間性

- 無論任何時間變化，將不影響其量測。

有效性

- 任何設備皆可以計算IRI之公式求得，將不會因儀器誤差造成IRI之差異。

指標性

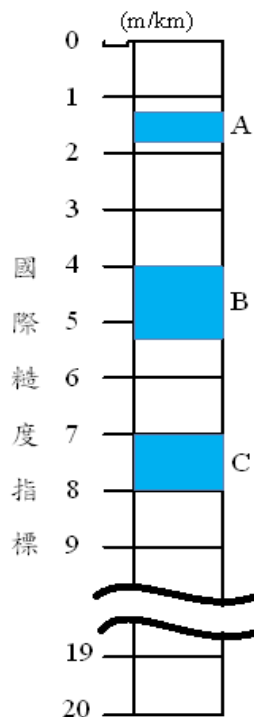
- 任何道路等級或不同材料之道路皆可使用該指標來評估。

簡單性

- 可簡單的表示目前鋪面狀況，對使用者成本、使用品質或安全可直接反應。

普及性

- 目前已廣泛使用於相關機構，給予民眾正確之道路鋪面資訊。



A：IRI值約在1.3~1.4m/km之間

- (1) 在IRI值1.3~1.8之間，若以80kmh速度行駛僅感受輕微上下震動。
- (2) 表面無任何坑洞、凹陷、或波浪型不平整處。
- (3) 面層若為高級瀝青其IRI值約1.4~2.3，若為高級之表面瀝青處理則為2.0~3.0。

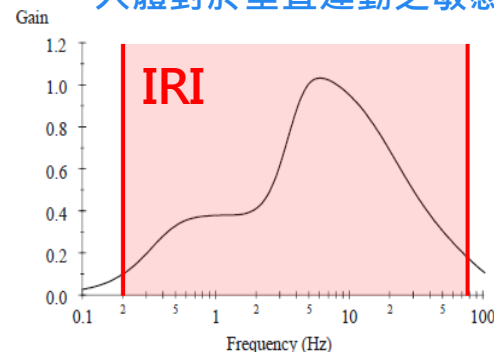
B：IRI值約在4~5.3m/km之間

- (1) 感受到車身中等程度之晃動。
- (2) 表面若有損壞大都為：偶而下陷、補綻或坑洞。
- (3) 表面若無任何損壞則可能形成中至大型的波浪型路面。

C：IRI值約在7~8m/km之間

- (1) 感受到車身強烈程度之晃動。
- (2) 表面已有損壞發生：常有中型不均勻凹陷、補綻，也偶而發生坑洞現象。
- (3) 若尚無任何損壞則可能形成強烈等級波浪型路面。

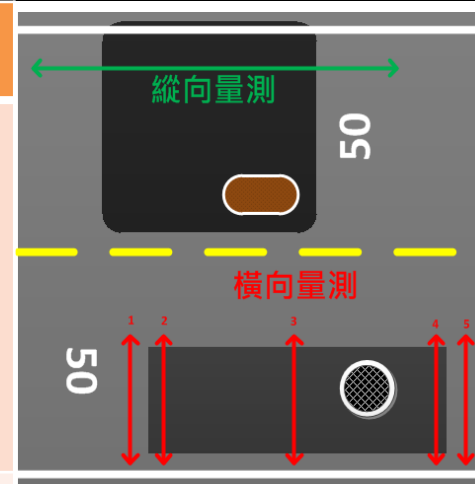
人體對於垂直運動之敏感性



平坦度指標	波長間距	檢測速度
SD	1.5~4.00	慢
PI	0.5~10.6	尚可
RN	2.0~10.0	尚可
IRI	1.6~30.0	快

儀器與指標選擇

	優點	缺點	備註
IRI	<ol style="list-style-type: none"> 1. 國際公認指標 2. 不因時間之變化 3. 改變其特性 4. 各平坦儀皆可計算 5. 較具客觀性 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 對道路波型敏感 2. 國內尚未普及 3. 計算繁瑣 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 縱斷面評估標準 2. 橫斷面評估標準
三米直規 單點高低差	<ol style="list-style-type: none"> 1. 計算方法容易 2. 普及性高 3. 不受環境條件影響 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 費時費工 2. 無法完全反映真實道路狀況 3. 無法明確反映人體舒適性之波長 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 縱斷面評估標準 2. 目前驗收標準
橫斷面參考 高程標準差	<ol style="list-style-type: none"> 1. 計算方法容易 2. 短距離計算 3. 橫斷面參考 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 費時費工 2. 可能無法明確反映人體舒適性之波長 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 計算於短距離 2. 橫斷面評估標準 3. 本研究自行設定





三、調查成果與分析

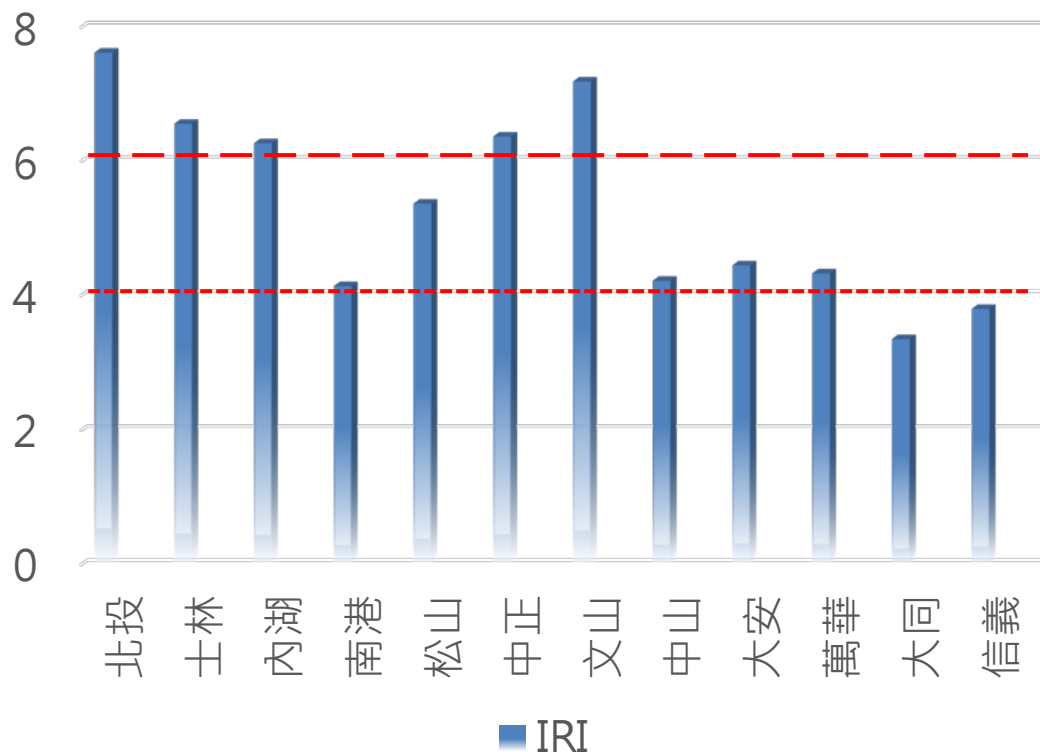
道路寬度大於8公尺平坦度分析



平坦度優良：大同區、信義區

平坦度略可：南港區、中山區、大安區、萬華區、松山區

平坦度不佳：北投區、士林區、文山區、內湖區、中正區



平坦度優良

路平專案

人手孔下地

平坦度不佳

山區路段

品質不穩定

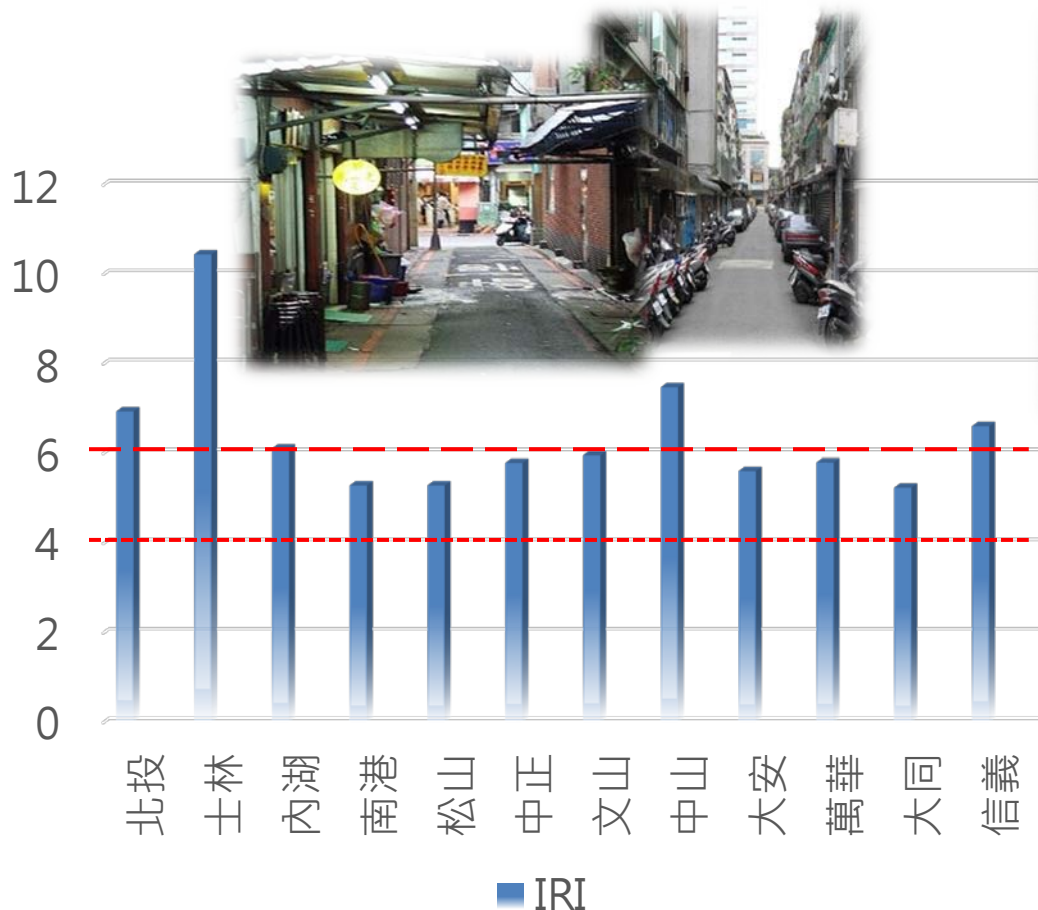


施工品質

道路寬度小於8公尺平坦度分析

平坦度略可：南港區、松山區、中正區、文山區、大安區、萬華區、大同區

平坦度不佳：北投區、士林區、內湖區、中山區、信義區



1. 人手孔數量過多
2. 施工環境受到限制
3. 部份重車經過
4. 施工品質

不同管線單位平坦度分析

變異係數過大

平坦度差

平坦度佳



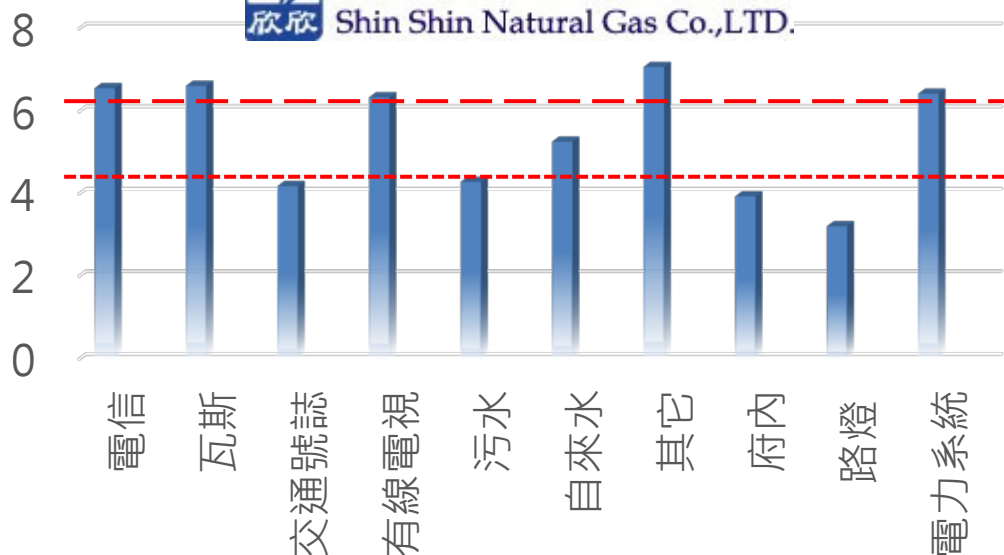
臺北市工務局
衛生下水道工程處



臺北市工務局公園路燈工程管理處
Parks and Street Lights Office,
Public Works Department, Taipei City Government



欣欣天然氣股份有限公司
Shin Shin Natural Gas Co., LTD.



IRI

□ 其它
□ 府內
□ 路燈

□ 電力
□ 瓦斯
□ 電信
□ 自來水

□ 交通號誌
□ 污水



	電信	瓦斯	交通號誌	有線電視	污水	自來水	其它	府內	路燈	電力系統
變異係數	49.82	55.97	56.72	53.30	18.65	47.80	91.79	66.43	91.21	54.56

建議驗收標準



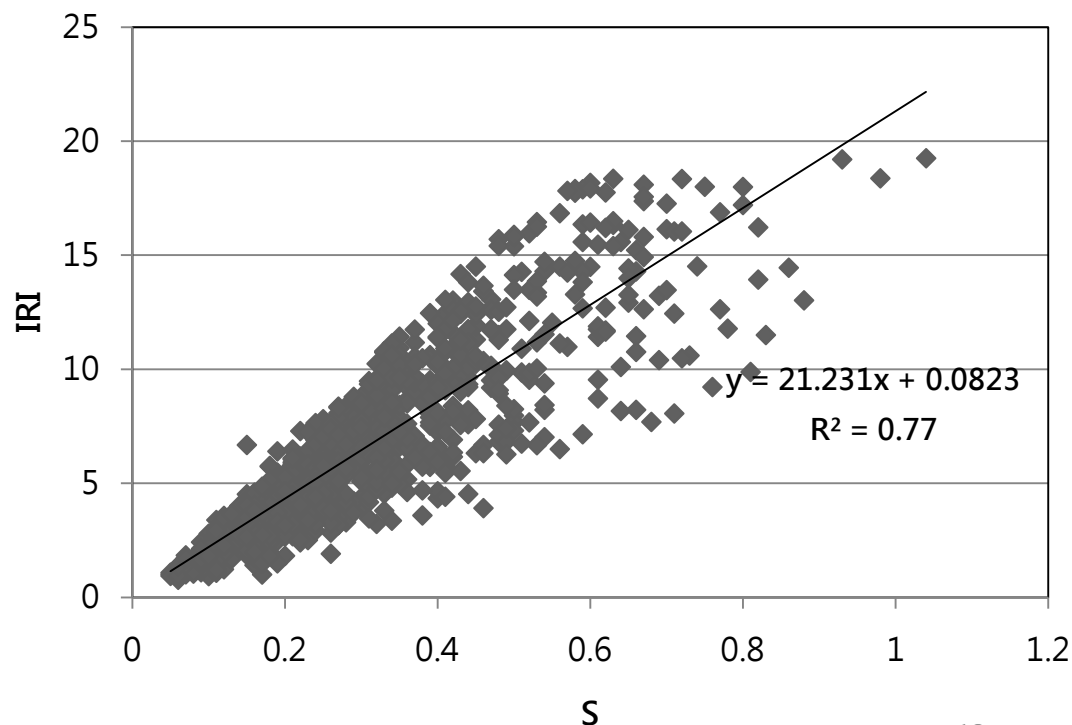
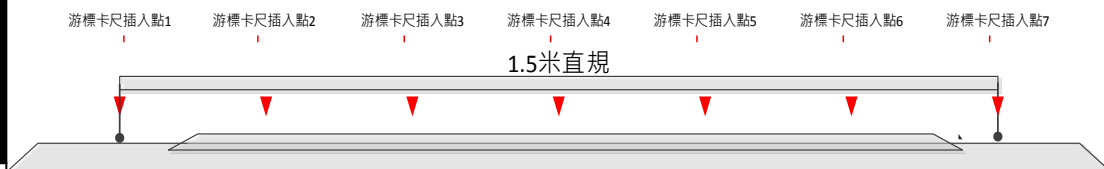
國際糙度指標驗收

建議自主品管方法

本研究調查及建議 驗收標準

1. 本案其調查全路段整體平坦度平均數為5.85。
2. 山區道路IRI建議不列入考量。
3. 道路寬度大於8公尺建議未來要求IRI小於4。
4. 道路寬度小於8公尺，建議未來要求IRI小於6。

以三米直規或一。五直規進行橫斷面量測，
對各高程直接取標準差後，換算IRI。





四、工法與示範道路鋪設

維生管線施工流程



現行回填材料比較表

回填材料	土壤與碎石級配料	CLSM	MRC
工程會施工綱要規範	第02726章	第03377章	第03377章
檢驗方式	1. 分層夯實 2. 鋪設厚度檢查 3. 含水量 4. 壓實度	1. 坍流度試驗 2. 管流度試驗 3. 氯離子試驗 4. 抗壓強度試驗	1. 坍流度試驗 2. 抗壓強度試驗
工程會施工規範 品質要求	壓實度90%以上	鋪面管溝工程強度不建議超過50kgf/cm ²	鋪面管溝工程強度不建議超過50kgf/cm ²
臺北市施工規範 品質要求	壓實度90%以上	28天抗壓強度 40~80kgf/cm ²	-
材料來源與施工方式	施工需分層夯實， 檢驗項目複雜。	混凝土廠拌生產，施工 方式與進度較易掌握。	採用開挖原土拌合， 資源再生優點， 強度不易控制。
材料成本	低	高	低

控制性低強度回填材料

- 控制性低強度回填材料 (Controlled Low Strength Material , 簡稱CLSM) 係由水泥、卜作嵐材料、粒料及水，按設計比例拌合而成。

項目	試驗方法	規定
高流動性	CNS 14842	[40以上][]
凝結速率	ASTM D6103	[15-20][20-30][]
再生 再利用	ASTM D6024	一般型[12][24][] 早強型[3][4][]
工作性	ASTM D4832	[90][]以下
成本	CNS 13465	符合CNS 3090之規定， 如無鋼材腐蝕疑慮時， 報請工程司同意後，得 免辦理本項試驗。

國外實務應用



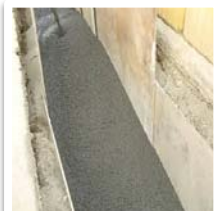
管溝回填



廢棄管道
回填



一般或結構回填



核能設施



抗侵蝕材料



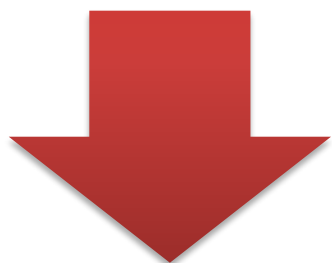
鋪面底層



橋樑改建



瀝青混凝土面臨問題

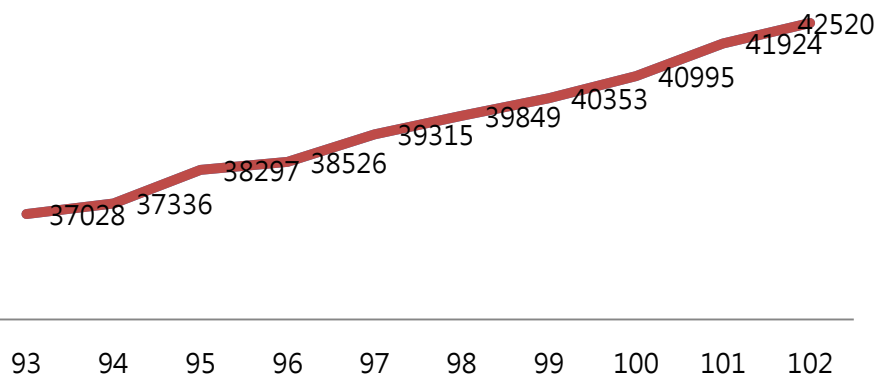


刨除料
使用量

刨除料
刨除量

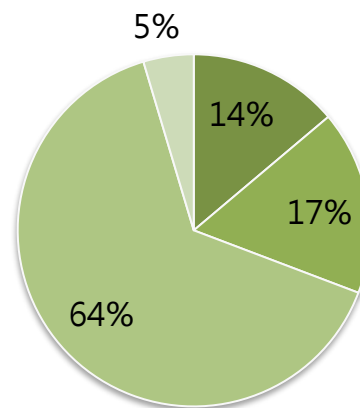


臺灣區道路長度（公里）



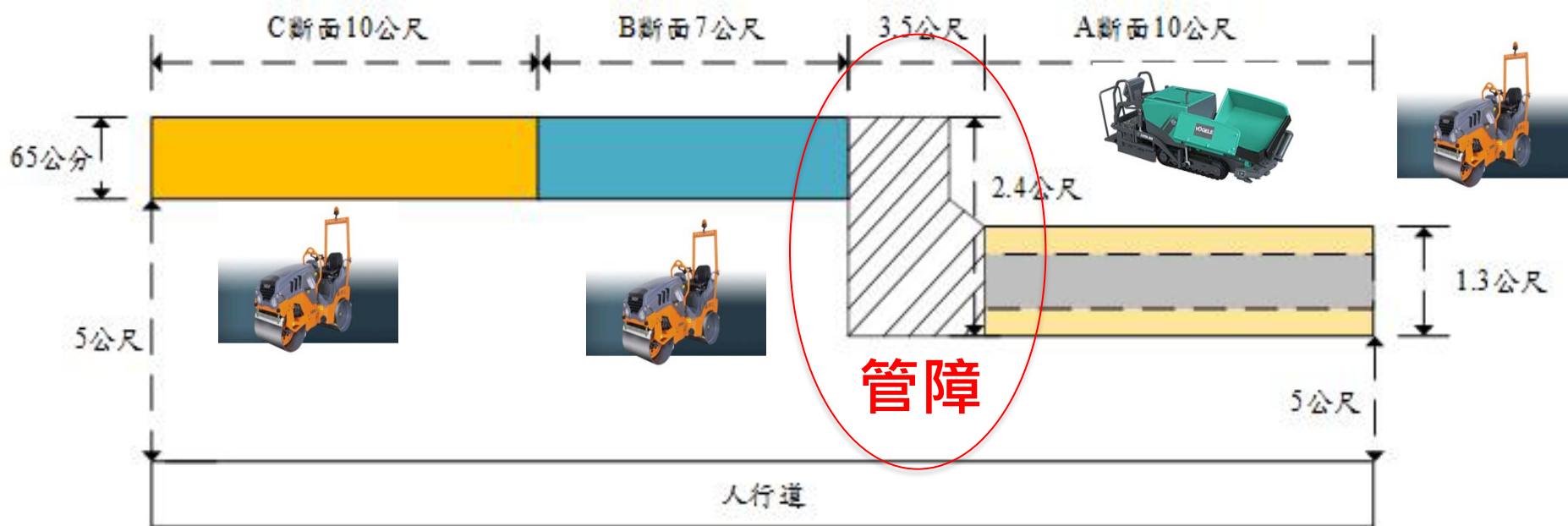
添加量現行比率

■ <20% ■ 25% ■ 30% ■ 40%



試驗道路介紹

- 地點：台北市吉林路396號~410號(雙號側)
- A斷面：配比I(飛灰)
- B斷面：配比II(藥劑)
- C斷面：配比III(50%RAP+藥劑)



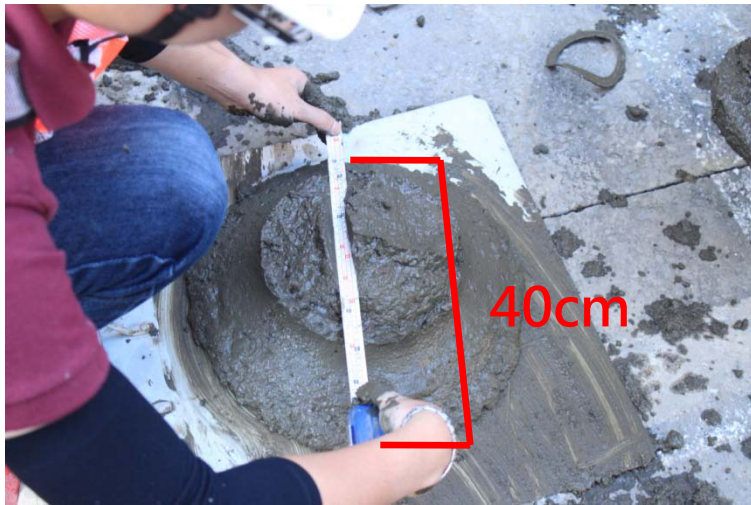
實驗室結果

材料	配比I (飛灰)	配比II (6%藥劑-氯化鈣)	配比III (50%RAP+6%藥劑)	規範
坍流度	48cm	44cm	42cm	40 cm以上
管流度	15cm	17cm	18cm	15-20cm
氯離子含量	0.183kg/ m ³	0.585 kg/m ³	0.574 kg/m ³	-
7天強度	16.36kg/ m ³	59.33kg/m ³	25.01kg/m ³	-
28天強度	24.79kg/ m ³	78.57kg/m ³	60.24kg/m ³	90kg/m ³ 以下
初凝時間	2.5	2.75	2.75	一般12-24小 時 早強3-4 小時
是否符合 規範	符合	符合	符合	

驗廠品管照片



現場試驗



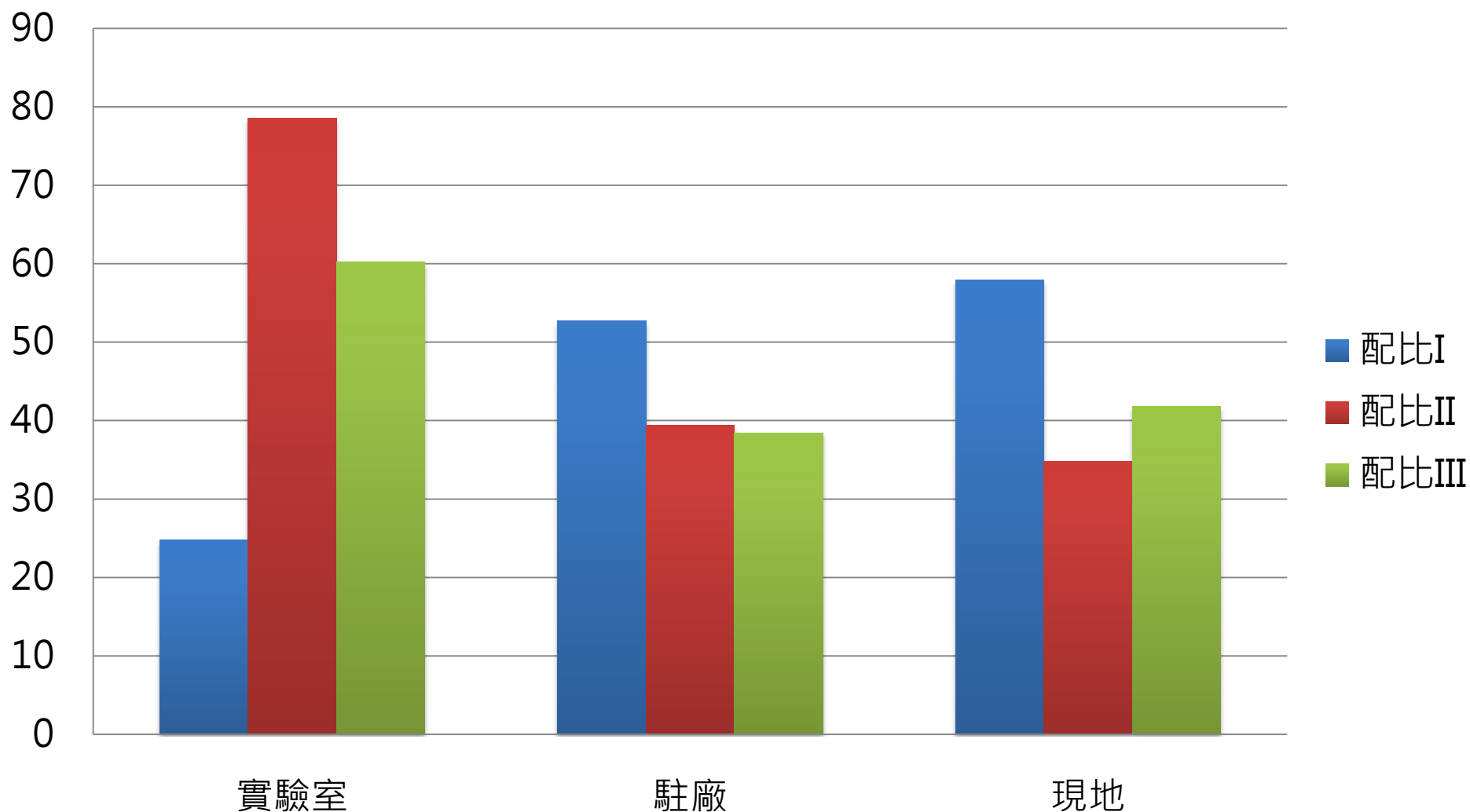
駐廠試驗結果

項目	配比斷面	斷面A (配比I)	斷面B (配比II)	斷面C (配比III)	規範值
坍流度(cm)		41	41	42	40以上
管流度(cm)		-	-	-	15-20cm
氯離子含量		0.086kg/m ³	0.567kg/m ³	0.572kg/m ³	-
7天強度		25.06kg/m ³	23.15kg/m ³	24.87kg/m ³	-
28天強度		52.73kg/m ³	39.44kg/m ³	38.42kg/m ³	90kg/m ³ 以下
初凝時間		2.5	3.25	3	早強3-4 小時

現地取樣試驗結果

項目	配比斷面	斷面A (配比I)	斷面B (配比II)	斷面C (配比III)	規範值
坍流度		43cm	40cm	41cm	40 cm以上
管流度		19cm	16cm	16cm	15-20cm
氯離子試驗		-	-	-	-
7天強度		24.33kg/m ³	21.18kg/m ³	23.80kg/m ³	-
28天強度		57.93kg/m ³	34.83kg/m ³	41.82kg/m ³	90kg/m ³ 以下
初凝時間		2.5	3	3	早強3-4 小時

28 天強度比較圖



現行標準作業流程

道路切割



管道開挖



管線埋設



孔蓋埋設



回填夯實



路面假修復



道路剷除



車道加封



示範道路施作流程



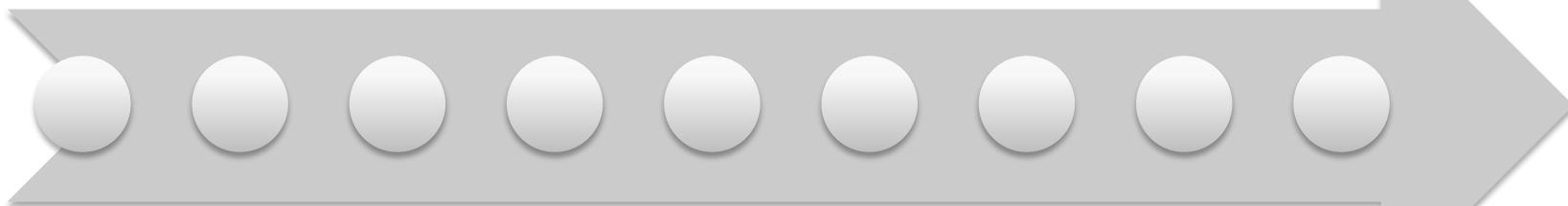
開挖道路

回填保護層

C
L
S
M
初凝

鋪設調整層

面層狀況
確認新鋪設



維修管線

填充
C
L
S
M

調整
剖面
高程

鋪設
AC
面層



T型溝槽回填

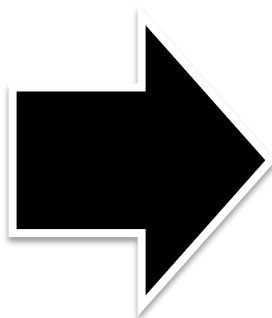
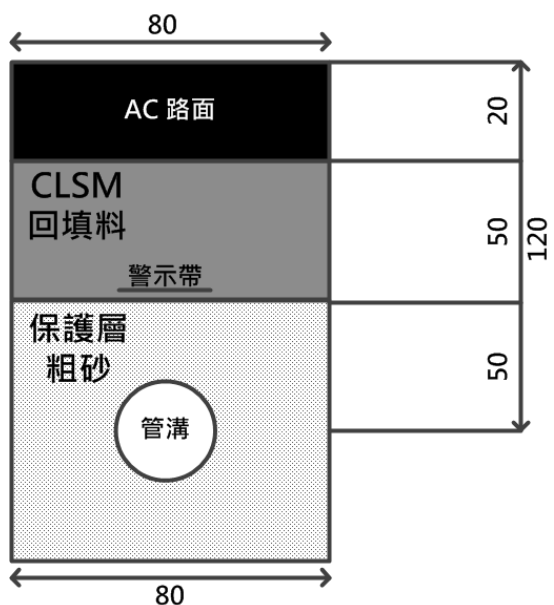
○ 回填後鋪面問題

- 反射裂縫
- 平坦度不良
- 整段刨除重鋪
- 成本考量

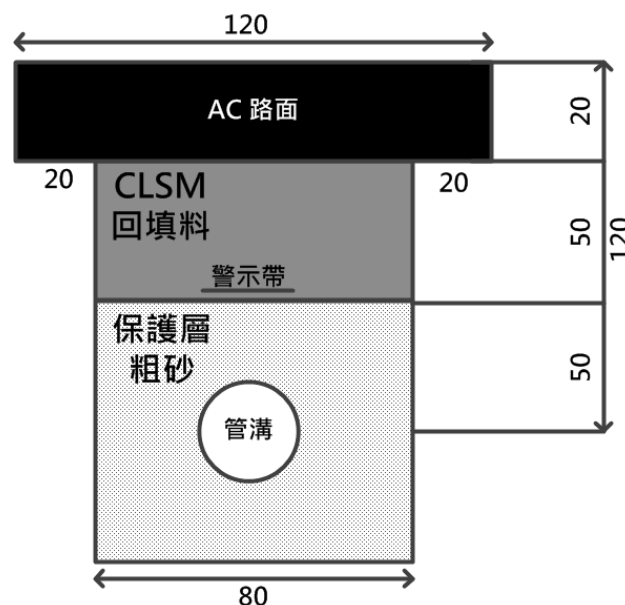
□ 預期成效

- 延緩反射裂縫產生時間
- 回填之平坦度提升
- 提高服務年限
- 降低總成本

傳統回填方式



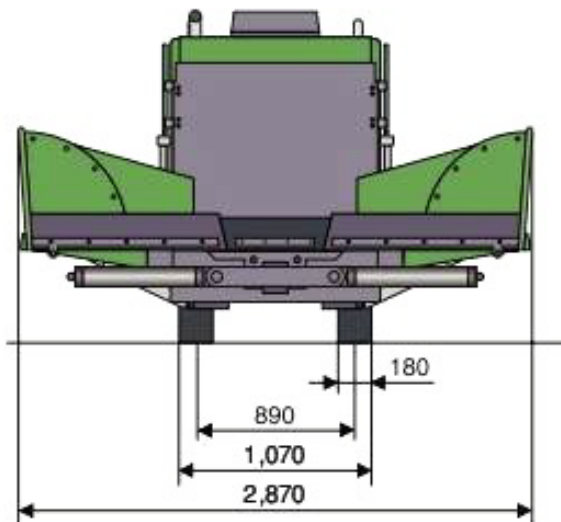
T型回填方式



面層處理機具

- 履帶式攤鋪機

- 型號：超級800
- 攤鋪寬度：0.5-3.2 m
- 攤鋪厚度：20 cm
- 攤鋪能力：250 t/h



面層處理機具

- 滾壓機-I

- 型號：HD 8VV
- 滾壓寬度：0.8 m
- 特性：小面積施作



- 滾壓機-II

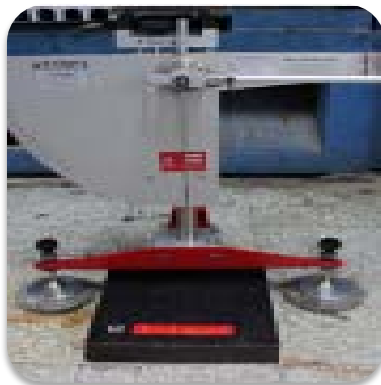
- 型號：HD 13VT
- 滾壓寬度：1.6 m
- 特性：前鐵後膠



面層成效調查試驗儀器

鋪面服務效能

- 道路平坦度



鋪面安全性

- 英式擺錘抗滑試驗



結構能力評估

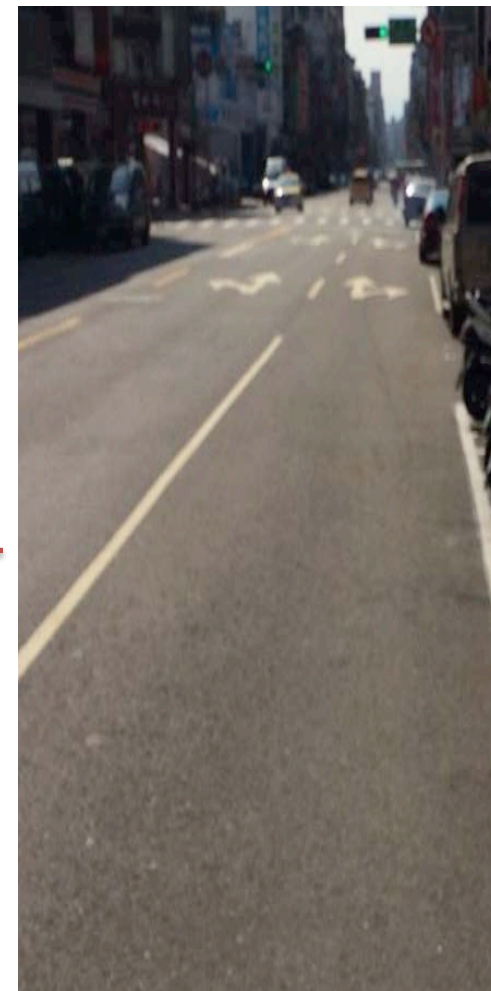
- 電子密度儀
- 鑽心試驗



路面成效調查



施工前



施工後



面層成效試驗-試驗前

路段	斷面A (配比I)	斷面B (配比II)	斷面C (配比III)	規範
平坦度 (IRI)	2.09	2.33	2.17	8公尺寬道路 低於4
摩擦力 (BPN)	68	46	52	標線規定 高於45 路面無規定
壓實度 鑽心	-	-	-	新鋪路面96% 假修復無規定

面層成效試驗-試驗後

路段	斷面A (配比I)	斷面B (配比II)	斷面C (配比III)	傳統人工 夯壓機	規範
平坦度 (IRI)	3.56	3.47	3.15	>4	8公尺寬道 路低於4
摩擦力 (BPN)	51	54	47	-	標線規定 高於45 路面無規定
壓實度 鑽心	96.2%	94.3%	93.8%	70-85%	新鋪路面 96% 假修復無 規定

施工中照片



施工後照片



小結

1. 在本次研究中CLSM中**添加RAP**可以符合相關CLSM的規範要求。
2. CLSM添加瀝青刨除料，尚未有相關規範制定；未來若制定相關使用配比或規範，可舒緩刨除料過多之問題。
3. 回填後修復後，雖然平坦度有受到一定影響，由於此次修復採用鋪裝機鋪設，還維持在3左右，非一般人工修補可以達到。
4. 壓實度部分使用小型鋪築機與夯實機可使假修復壓實度達到約**96%**左右，單純使用夯實機可達**93%**以上，較人工夯實之能量高。
5. RAP應用於CLSM中，不但能解決刨除料過多的問題，也能讓進行二次開挖的廠商能夠快速維修(汰換)管線。

零星修補示範路段



零星破壞修補工法

零星破壞

- 水侵蝕破壞
- 反射裂縫(管線)

大面積破壞

- 常溫型瀝青混凝土
- 路面不平

方正銑刨

- 路面不平
- 周圍裂縫

車道加鋪

- 成本過高
- 反射裂縫

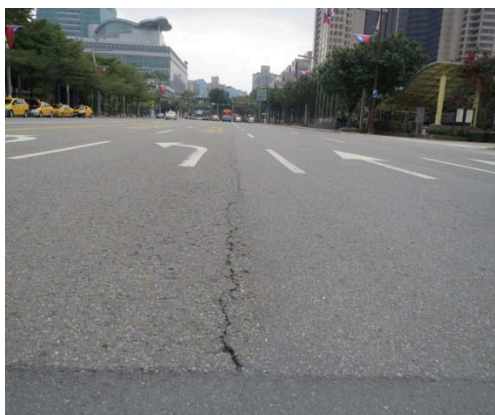


施用材料介紹



常溫型壓克力系髮絲裂縫填縫劑

- **適用地點：**一般道路、伸縮縫
- **特性：**
 - 防止水、細石侵入裂縫再次破壞。
 - 施工方便，養護時間短。
 - 滲透性佳，可注入細小裂縫中。



常溫型壓克力系髮絲裂縫填縫劑

混
合
A
B
劑



注
入
細
紋
中

常溫型壓克力系髮絲裂縫填縫劑

施工前



施工中



施工後

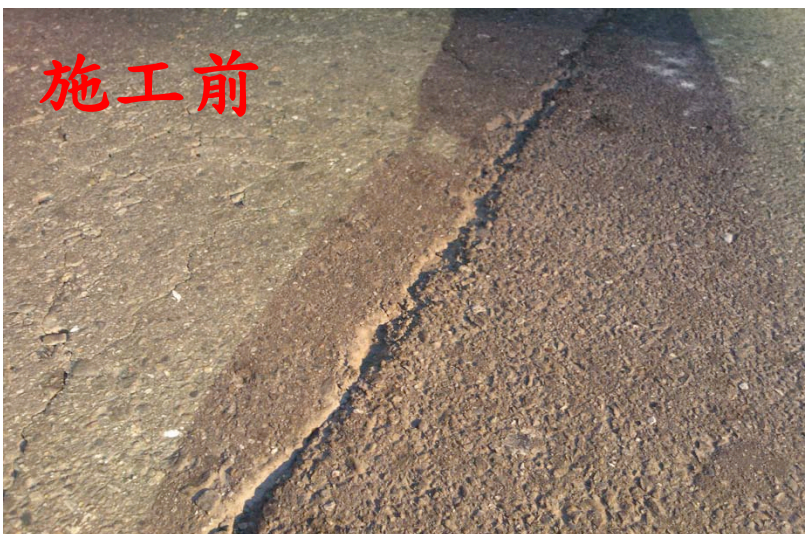


加熱型改值瀝青伸縮縫填縫膠

- **適用地點：**市區道路、高速公路、機場
- **特性：**
 - 彈性佳，防止水、細石侵入裂縫再次破壞。
 - 適合各天氣型態，反覆載重。
 - 施工方便，養護時間短。



加熱型改值瀝青伸縮縫填縫膠



常溫硬化型瀝青乳劑段差修補材料

- **適用地點：**市區道路、高速公路、機場
- **特性：**
 - 可作為修補前底部材料，提高鋪面強度。
 - 施工方便，流動性高，輕易修補高低差。
 - 抗車轍，摩擦力足夠。



常溫硬化型瀝青乳劑段差修補材料

調整層
施作



常溫硬化型瀝青乳劑段差修補材料

面層
施作



常溫硬化型瀝青乳劑段差修補材料

施工前



量測中



施工中



施工後



不同種類施工後路面





五、結論與建議

結論

- 1.道路寬度大於8公尺 表現最佳為信義區及大安區 (IRI:2-4)。
北投、士林、內湖、中正與文山區平坦度不佳(IRI:5-10+)。
- 2.道路寬度小於8公尺 人手孔皆暴露於路面上，部分路段路基或整體路面已破壞或變形，故難以施作及回復原本道路平坦度。
- 3.平坦度不佳原因 人手孔、原路面不平整、接縫處或回填處施工不良。交通量高及重車行經軌跡亦較差。
- 4.材料 施作三種不同材料之CLSM各成效均符合規範要求。
- 5.施工 可使用小型鋪築機及夯實機取代傳統人工壓實方法，提高壓實度，機具夯實後壓實度可達90%以上。
- 6.回填材料 本次施作之回填材料，成效顯著，但國內暫無明確規範限制，未來可朝規範制定發展。

建議

1.路證資料

部分路段施工地點與資料內之詳細資料不同，其中包含位置不明確、回填實際距離或已整路段加鋪，建議市政府於廠商申請後施工前，針對申請路段區域進確認地點。

2.檢驗儀器

未來建議應以半自動化慣性式平坦儀進行調查，並搭配EGPS系統進行定位，將管線挖掘點位準確定位，提升檢測效率及評估道路狀況。

3.定期巡查

各管線單位應配合市政府單位委外或定期巡查以下地之管線平坦度及其管線設施狀況，避免憾事再次發生。

4.教育訓練

推廣相關維生管線施工證照及品管人員證照，並定期舉辦相關研討會及教育訓練提升施工品質。

5.生命週期

因應路平專案，各管線單位於主要路段之相關管線已進行整合與換新，未來可依據五大民生管線之相關材料與道路生命週期分析，預測未來路面整體施工及翻新時間，減少路面維護成本。



簡報結束
敬請指教

