

# 目錄

目錄 .....	I
圖目錄 .....	V
表目錄 .....	IX
第一章 緒論 .....	1
1.1 計畫緣起 .....	1
1.2 研究背景及目標 .....	2
1.3 研究項目、內容及預期成果 .....	5
1.3.1 研究項目 .....	5
1.3.2 研究內容 .....	5
1.3.3 研究成果 .....	6
第二章 文獻回顧 .....	9
2.1 市區道路人行道設計 .....	12
2.2 自行車道執行現況 .....	15
2.3 無障礙空間執行現況 .....	23
2.4 空間改善設計原則 .....	24
2.5 國外執行現況 .....	28
2.5.1 自行車道 .....	28
2.5.2 無障礙空間 .....	29
2.6 再生材料於鋪面材料之應用 .....	35
2.6.1 國外再生材料再利用狀況 .....	35
2.6.2 國內再生材料再利用狀況 .....	40
第三章 市區道路人行與自行車道空間現況問題探討及改善策略 .....	51
3.1 市區道路路權使用狀況 .....	51
3.2 市區道路人行空間現況與問題 .....	60
3.3 無障礙空間現況與問題 .....	67
3.4 自行車空間現況與問題 .....	72

3.5 市區道路設計問題與改善策略之擬定 .....	76
3.5.1 人行道改善策略之擬定 .....	76
3.5.2 無障礙改善策略之擬定 .....	79
3.5.3 自行車道改善策略之擬定 .....	84
第四章 市區道路人行與自行車道鋪裝材料及施工技術探討 .....	91
4.1 市區道路人行與自行車道鋪面材料特性 .....	92
4.1.1 混凝土鋪面 .....	92
4.1.2 磚材鋪面 .....	94
4.1.3 瀝青混凝土鋪面 .....	97
4.1.4 天然石材鋪面 .....	99
4.1.5 人造鋪面 .....	100
4.2 市區道路人行與自行車道配合設計 .....	105
4.2.1 基底層材料 .....	105
4.2.2 透水性混凝土 .....	106
4.2.3 瀝青混凝土 .....	110
4.2.4 多孔隙瀝青混凝土 .....	111
4.2.5 彩色瀝青混凝土 .....	113
4.3 材料供應商 .....	113
4.3.1 環保標章 .....	114
4.3.2 綠建材標章 .....	116
4.4 市區道路人行與自行車道施工技術 .....	117
4.4.1 磚材鋪面、天然石材鋪面、人造鋪面標準作業程序 .....	118
4.4.2 可滲透式混凝土人行道鋪面施工程序 .....	119
4.4.3 瀝青混凝土標準作業程序 .....	123
4.4.4 多孔隙瀝青混凝土施工技術 .....	125
4.5 市區道路人行與自行車道預算編制 .....	128
4.5.1 市區道路人行與自行車道施工方式單價分析及施工大樣圖 .....	128

4.6.2 各種工法分析比較 .....	141
4.7 人行與自行車道維護管理 .....	143
4.7.1 人行道鋪面完工後損壞的種類 .....	143
4.7.2 人行道鋪面養護 .....	143
4.7.3 自行車道鋪面養護 .....	144
4.7.4 磚材鋪面、天然石材鋪面、人造鋪面維修工法 .....	145
4.8 再生材料應用於人行與自行車道 .....	149
4.8.1 「資源回收再利用法」公告之再生材料 .....	150
4.8.2 再生材料應用於市區道路人行及自行車道 .....	153
第五章 市區道路人行與自行車道案例分析 .....	155
5.1 透水磚 .....	155
5.2 高壓透水磚 .....	158
5.3 透水瀝青混凝土 .....	161
5.4 三區工法比較分析 .....	164
第六章 市區道路人行與自行車道推廣研討會 .....	165
第七章 結論與建議 .....	177
7.1 結論 .....	177
7.2 建議 .....	183
參考文獻 .....	185
附錄一 「市區道路人行與自行車空間改善策略暨鋪裝材料技術研究」期末報告審查意見回覆表 .....	189
附錄二 「市區道路人行與自行車空間改善策略暨鋪裝材料技術研究」期中報告審查意見回覆表 .....	197



## 圖目錄

圖 1-1 國家永續發展計畫分工圖 .....	3
圖 1-2 市區道路相關性計畫整合圖 .....	4
圖 1-3 研究流程圖 .....	6
圖 2-1 生態綠廊道整體規劃架構示意圖 .....	25
圖 2-2 各類型剩餘土石方處理場所分佈圖 .....	42
圖 2-3 歐洲國家煉鋼爐石的利用狀況(2004).....	44
圖 2-4 德國煉鋼爐石利用狀況(2001) .....	44
圖 2-5 美國煉鋼爐石的利用狀況(2003) .....	45
圖 2-6 日本煉鋼爐石利用狀況(2005) .....	45
圖 3-1 主要道路(類型一) .....	53
圖 3-2 主要道路(類型三) .....	53
圖 3-3 主要道路類型分類圖 .....	54
圖 3-4 次要道路(類型一) .....	55
圖 3-5 次要道路(類型三) .....	55
圖 3-6 次要道路類型分類圖 .....	55
圖 3-7 集散道路(類型一) .....	56
圖 3-8 集散道路(類型二) .....	56
圖 3-9 集散道路類型分類圖 .....	57
圖 3-10 巷道(類型一).....	58
圖 3-11 巷道(類型二).....	58
圖 3-12 巷道類型分類圖 .....	58
圖 3-13 騎樓為商家佔用 .....	62
圖 3-14 騎樓為機車佔用 .....	62
圖 3-15 騎樓落差太大造成行走障礙 .....	63
圖 3-16 入口設置路障未能與人行道串聯 .....	63
圖 3-17 攤販佔據人行道空間 .....	64
圖 3-18 人行道平整度不佳 .....	64
圖 3-19 人行道淨寬不足 .....	65
圖 3-20 道路兩旁未設置人行道 .....	65
圖 3-21 行道樹樹根隆起、盤根錯節之現象 .....	66
圖 3-22 無障礙環境之涵蓋層面 .....	67
圖 3-23 太蜿蜒的出入口通道不利於行動不便者 .....	69
圖 3-24 蓋板與行進方向平行(左圖)，孔蓋設計不良(右圖).....	69
圖 3-25 導盲磚鋪設錯誤(左圖)，無導盲磚鋪設(右圖).....	69

圖 3-26 坡道坡度不符規定 .....	70
圖 3-27 地面過於光滑及缺乏扶手 .....	70
圖 3-28 不細膩施工品質 .....	71
圖 3-29 住家附近停車問題 .....	74
圖 3-30 市場入口停車問題 .....	75
圖 3-31 引導磚及定向斜線之使用 .....	80
圖 3-32 路口斜坡之設置 .....	81
圖 3-33 與建築物及道路銜接處設置斜坡 .....	81
圖 3-34 人行道及騎樓均需使用平整之鋪面 .....	81
圖 3-35 孔蓋縫隙不宜太寬且須與行進垂直 .....	82
圖 3-36 自行車道型式選擇流程圖 .....	85
圖 3-37 自行車獨立專用道 .....	86
圖 3-38 自行車道設置分隔線 .....	87
圖 3-39 設置於人行道上之自行車道 .....	88
圖 4-1 市區道路鋪面設計流程架構圖 .....	91
圖 4-2 市區道路人行與自行車道鋪面材料 .....	92
圖 4-3 混凝土鋪面實例 .....	93
圖 4-4 透水混凝土多孔隙堆聚結構 .....	93
圖 4-5 磚材鋪面實例 .....	94
圖 4-6 磚材鋪面實例 .....	96
圖 4-7 一般鋪面、排水性、透水性鋪面之比較 .....	97
圖 4-8 瀝青鋪面實例 .....	97
圖 4-9 彩色瀝青混凝土鋪面材料選擇 .....	98
圖 4-10 彩色瀝青鋪面實例 .....	98
圖 4-11 彩色瀝青混凝土斷面示意圖 .....	99
圖 4-12 天然石材鋪面實例 .....	100
圖 4-13 瀝青混凝土拌合廠之產製流程 .....	123
圖 4-14 瀝青混凝土拌合廠生產流程範例 .....	124
圖 4-15 瀝青混凝土現場鋪設流程 .....	125
圖 4-16 高壓混凝土磚(硬底透水性鋪設)施工大樣圖 .....	129
圖 4-17 高壓混凝土磚鋪設(軟底鋪設)施工大樣圖 .....	130
圖 4-18 混凝土鋪面(硬底鋪設)施工大樣圖 .....	131
圖 4-19 表面處理之混凝土鋪面(硬底鋪設)施工大樣圖 .....	132
圖 4-20 紅磚鋪面(軟底鋪設)施工大樣圖 .....	133
圖 4-21 石材鋪面(硬底鋪設)施工大樣圖 .....	134
圖 4-22 石材鋪面(軟底鋪設)施工大樣圖 .....	135
圖 4-23 一般瀝青混凝土鋪面(軟底鋪設)施工大樣 .....	136
圖 4-24 透水性瀝青混凝土鋪面(軟底鋪設)施工大樣圖 .....	137

圖 4-25 彩色瀝青混凝土鋪面(軟底鋪設)施工大樣圖 .....	138
圖 4-26 再生瀝青混凝土鋪面(軟底鋪設)施工大樣 .....	139
圖 4-27 枕木(軟底鋪設)施工大樣 .....	140
圖 4-28 標定欲維修之範圍 .....	145
圖 4-29 填縫砂之清除 .....	146
圖 4-30 首塊透水磚之移除方法 .....	146
圖 4-31 透水磚移除工具及大範圍之透水磚、連鎖磚鋪面移除 .....	147
圖 4-32 T-型斷面示意圖 .....	147
圖 4-33 墊層砂回填砂鏟平方法示意圖 .....	148
圖 4-34 透水磚鋪面接縫調整、確定及夯實 .....	149
圖 4-35 「資源回收再利用法」之運作管理模式 .....	151
圖 5-1 觀音國小透水鋪面斷面圖 .....	155
圖 5-2 內灣停車場車道斷面圖 .....	158
圖 5-3 中正大學停車場車道透水鋪面斷面示意圖 .....	161
圖 6-1 綠建築保水指標之探討 .....	167
圖 6-2 綠建築保水指標修正值之探討 .....	167
圖 6-3 透水性綠建材及保水性指標評訂審查 .....	167
圖 6-4 高性能合理透水鋪面結構之探討 .....	167
圖 6-5 再利用透水性鋪面基本材料特性分析 .....	167
圖 6-6 綠建材透水性鋪面認證 .....	167
圖 6-7 人行道無障礙改善 .....	168
圖 6-8 市區道路、人行道無障礙空間之建立 .....	168
圖 6-9 人文優質地區透水性鋪面之建立 .....	168
圖 6-10 研討會開幕 .....	168
圖 6-11 余濬助理教授演講 .....	168
圖 6-12 林志棟教授主持會議 .....	168
圖 6-13 頒發中央大學感謝狀 .....	169
圖 6-14 頒發中央大學感謝狀 .....	169
圖 6-15 研討會綜合座談 .....	169
圖 6-16 來賓提問 .....	169
圖 6-17 研討會現場 .....	169
圖 6-18 姚志廷研究員演講 .....	169
圖 6-19 市區道路附屬工程規劃設計 .....	171
圖 6-20 市區道路無障礙空間及人行道之佈設理念 .....	171
圖 6-22 綠建築保水指標之探討 .....	171
圖 6-23 綠建築保水指標修正值之探討 .....	171
圖 6-24 綠建築保水指標之申請與審查 .....	171
圖 6-25 高性能合理透水鋪面結構之探討 .....	172

圖 6-26 再利用透水性鋪面基本材料特性分析.....	172
圖 6-27 綠建材之材料試驗項目介紹.....	172
圖 6-28 研討會會場.....	172
圖 6-29 參與人員簽到.....	172
圖 6-30 參與人員簽到.....	172
圖 6-31 參與人員.....	173
圖 6-32 營建署長官開幕致詞.....	173
圖 6-33 參與人員.....	173
圖 6-34 會場相關看板展示.....	173
圖 6-35 宋柏勛經理演講.....	173
圖 6-36 岳巧珺組長演講.....	173
圖 6-37 羅文彥組長演講.....	174
圖 6-38 林志棟教授演講.....	174
圖 6-39 余濬教授演講.....	174
圖 6-40 王婉芝經理演講.....	174
圖 6-41 劉耀斌組長演講.....	174
圖 6-42 陳世晃教授演講.....	174
圖 6-43 莊英棠組長演講.....	175
圖 6-44 綜合討論時間.....	175
圖 6-45 綜合討論時間.....	175
圖 6-46 頒獎.....	175
圖 6-47 頒獎.....	175
圖 6-48 頒獎.....	175



## 表目錄

表 2-1 計畫審查評估原則 .....	12
表 2-2 臺灣發展自行車道的政策演變 .....	16
表 2-3 國內自行車道系統表 .....	17
表 2-4 市區道路層級及問題分析 .....	26
表 2-5 日本資源回收再利用現行稅制與融資之相關制度 .....	36
表 2-6 德國再生材料應用於道路工程統計表 .....	37
表 2-7 荷蘭再生材料應用於道路工程統計表 .....	38
表 2-8 各國焚化底碴資源化應用方法 .....	40
表 2-9 營建剩餘土石方各年度產出量 .....	41
表 2-10 各年度可作為磚瓦場之剩餘土石方數量 .....	41
表 2-11 使用廢棄混凝土再利用率績效指標 .....	47
表 2-12 營建廢棄混凝土再利用於公共工程示範案例相關資料 .....	47
表 2-13 公共工程產出營建廢棄混凝土一覽表 .....	48
表 2-14 公共工程使用再生混凝土資源類別一覽表 .....	48
表 2-15 底碴再利用技術的比較與建議 .....	50
表 3-1 市區道路規劃單元設置尺寸表 .....	52
表 3-2 市區道路路權範圍使用狀況分析表 .....	60
表 3-3 人行道設置標準建議 .....	61
表 3-4 人行道缺失項目與問題 .....	66
表 3-5 無障礙設置標準建議 .....	68
表 3-6 無障礙設施常見缺失項目及問題 .....	72
表 3-7 96 年台北市民眾使用交通工具比例表 .....	73
表 3-8 人行道空間缺失及改善建議 .....	79
表 3-9 無障礙空間缺失及改善建議 .....	83
表 3-10 自行車空間缺失及改善建議 .....	90
表 4-1 預鑄高壓混凝土土塊磚種類規格 .....	95
表 4-2 高壓混凝土連鎖地磚種類規格 .....	96
表 4-3 各種彩色路面綜合比較 .....	99
表 4-4 市區道路人行及自行車道適用鋪面材料定量特性分析表 .....	101
表 4-5 人行道碎石級配表 .....	105
表 4-6 統一土壤分類表 .....	106
表 4-7 無細粒料混凝土之水泥、粒料等之要求 .....	107
表 4-8 細粒料混凝土之設計參考 .....	108
表 4-9 透水混凝土材料試驗 .....	108

表 4-10 瀝青混凝土所用瀝青膠泥 .....	110
表 4-11 粗粒料質量表 .....	112
表 4-12 碎石粒徑級配表 .....	112
表 4-13 多孔隙瀝青混合料級配範圍表 .....	112
表 4-14 多孔隙瀝青混合料配合設計要求及滲透係數表 .....	113
表 4-15 環保標章-第一類環保標章產品-資源化磚類建材 .....	114
表 4-16 環保標章-第一類環保標章產品-資源回收再利用建材 .....	115
表 4-17 環保標章-第二類環保標章產品 .....	116
表 4-18 高性能透水綠建材標章磚類產品 .....	117
表 4-19 再生綠建材標章磚類產品 .....	117
表 4-20 單元鋪材施工方式比較 .....	121
表 4-21 磚材鋪面、天然石材鋪面、人造石材鋪面工法分析比較 .....	141
表 4-22 瀝青混凝土工法分析比較 .....	142
表 4-23 「資源回收再利用法」之源頭管理規範 .....	150
表 4-24 各部會資源再生利用管理辦法頒布現況 .....	152
表 4.25 再生材料運用於鋪面工程一覽表 .....	153
表 5-1 觀音國小人行道施工規範比較表 .....	156
表 5-2 觀音國小人行道回填透水材料級配要求 .....	157
表 5-3 觀音國小人行道單價分析 .....	157
表 5-4 新竹縣橫山鄉施工規範比較表 .....	159
表 5-5 新竹縣橫山鄉內灣村回填透水材料級配要求 .....	159
表 5-6 新竹縣橫山鄉內灣村路面工程單價分析 .....	160
表 5-7 中正大學施工規範比較表 .....	162
表 5-8 中正大學材料級配要求 .....	162
表 5-9 中正大學單價分析 .....	163
表 6-1 「人行與自行車道材料及空間特性研討會」議程與講題 .....	166
表 6-2 「人行與自行車道材料及空間特性研討會」議程與講題 .....	170

# 第一章 緒論

## 1.1 計畫緣起

道路交通是都市賴以生存和運作的動脈，台灣地區市區道路之形成，早期受限於傳統都市計畫、政策方向及經濟發展需求影響，往往僅以道路建設車行便利為單一向度考量，為了容納日益增加的車流，道路不斷地拓寬，空間結構亦遭紊亂的切割而支離破碎，此外，在交通擁擠、污染嚴重與能源逐漸消耗殆盡，對於一個城市而言是一個極大威脅。

永續都市與生態都市（eco-city）目前已成為世界先進國家都市發展之潮流與趨勢，鑑於個人對健康的追求、無障礙空間、能源危機與資源再利用之永續發展等理念的興起，並配合「挑戰 2008--國家發展重點計畫」之推動，促使生態、藝術文化、美質與人性因子融入公共建設與城鄉環境當中，步行等零污染綠色交通、綠建材等鋪裝材料亦重新受到重視，符合人性尺度的空間再度成為討論的焦點，而人行道與自行車道等設施能否反應這些不同的需要，則是決定兩者是否符合多元向度--「生態、再生、景觀、健康休閒、防災」功能，亦符合行政院規劃「2015 年經濟發展願景第一階段三年衝刺計畫（2007-2009 年）」之公共建設重點計畫中以便捷網、安全行達成「快易通」及健康樂、環境美達成「好生活」之目標。

步行與騎乘自行車是最基本的交通方式，但以往交通建設及相關研究對相關交通系統之設計維護課題並不太重視，但隨著『人本交通』觀念的萌芽，如何創造一個舒適、人性化的人行與自行車使用空間，成為國內外各都市積極推動之公共建設之一；人行道與自行車道係屬都市中的虛體空間，係街道與兩旁建築物間之介面，欲鼓勵上述綠色交通，便需改善現有之人行與自行車使用空間及針對鋪裝材料技術進行研究探討，最重要的且最基本的應屬鋪裝材料及設計之工作，好

的鋪面設計，除了利用不同色彩與材質，塑造都市豐富景觀並建立公共空間品質外，其最基本要求，則是具有適當的強度及耐久性，能於長時期內保持良好平整性，以保障市民『行的安全』，並透過維護管理以維持鋪面服務品質。故本研究除了對人行與自行車空間進行調查、檢討與研提改善策略外，更希望對鋪裝材料及設計提出初步建議與構想，以利後續規劃設計、施工及維護階段之依循，並為本類研究之先鋒。

## 1.2 研究背景及目標

### 1. 研究背景

前行政院長蘇貞昌宣布啟動的「大投資大溫暖」計畫，包括產業發展、金融市場、產業人力、公共建設、社會福利等 5 大套案，以 2015 年國家總體發展為目標，交通建設是公共建設套案的重點計畫。負責督導的政務委員吳澤成表示，其中的重點項目「一日通」計畫，是希望在高鐵通車之後，台灣主要城市能達成「一日生活圈」的目標。為了因應「後高鐵時代」來臨，估計將在 3 年內投入 1,319 億元，興建高鐵站區的聯外交通，建設高鐵站區為轉運中心，包括建構苗栗、彰化、雲林聯外軌道運輸，左營站事業發展專用區、台北車站交通用地開發等，並藉著便利的交通條件，再吸引民間投入開發。在此通同時，如何在此建設之時整合人行與自行車道之應用，並充分考量無障礙空間之設置，實為一重點項目。

「永續發展」(Sustainable development)已是全世界耳熟能詳的觀念，其基本定義為「能滿足當代的需求，同時不損及後代子孫滿足其本身需求的發展」，它是建構在「環境保護、經濟發展及社會公義」三大基礎之上。其範圍廣泛，舉凡土地資源、水資源、能源、農業、海洋資源、環境保護、健康風險、教育、社會福祉、城鄉發展、經濟發展、科技研發及國際合作等，均為其範疇。行政院國家永續發展委員會將「永續發展」、「能源節約」、「廢棄物減量」與「資源回收再利用」列為四大目標。

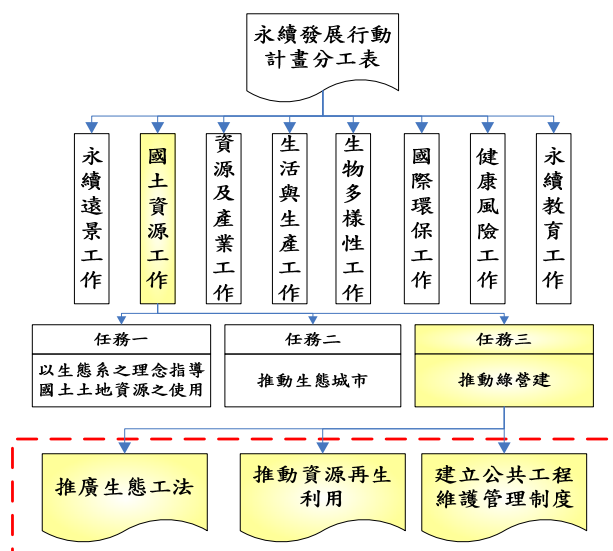


圖 1-1 國家永續發展計畫分工圖

綠色交通體系與原則以「步行優先」以及增加自行車與公共運輸，儘量減少私人機動車的使用，提供多元化的運輸工具選擇，藉以改善交通擁擠、空氣污染與溫室效應等。近年由於社會意識的覺醒及生活空間品質的推動，人行步道與自行車道的整頓與辟建漸有起色，但一般多著墨於休閒遊憩之用，中心商業區部分道路劃歸人行徒步區，減少空氣污染，在各個休閒設施週遭亦設置自行車之停放區，提供民眾利用自行車於交通上或休閒所使用，並考量行動不便之族群，重新規劃人類與自行車空間之改善策；在配合政府政策推行之時，亦面臨到其他需要整體配合之相關事宜，經過各單位之努力之下，不論在法規面、執行面、施工上皆有卓越之成效，但在如此龐大之建設背面，漸漸顯現出來的便是各介面間之整合問題，以及後續相關之維護事宜。

人行與自行車道之使用生命週期到達維護之時，由更新而投入的人力、物力及財力相當可觀，如何有效掌握優先施作順序、重新配置適當的空間設施、導入透水性鋪面的觀念及在更新期間內保證施工品質、獲得廣大民眾的支持與肯定，為目前政府努力目標。

本研究之主要目的為整合人行道與自行車道空間之問題進行調查，並探討無障礙空間與其之關係，進行檢討與研擬改善策略，以綠色建築之環境生態觀點，將透水性材料導入，更考量「永續發展」之觀念，將再生材料應用於各式人行道

及自行車道之研究，期使達永續發展之長遠目標，並對鋪裝材料及設計提出初步建議與構想，以利生命週期中之營運維護階段之進行。

## 2. 研究目標

政府各單位大力推動人行及自行車道之建立，在建立的同時亦需考量景觀、文化建設、城鄉風貌、綠美化等等，除提供民眾於週休二日時之最佳去處之外，亦將交通問題列為考量重點，如減少汽機車而改以步行或自行車為主要交通工具，亦可將自行車立位為休閒及交通上。

在生命週期之營運維護階段，其維護問題於今亦慢慢浮現於檯面之上，不論原設計為採用透水或非透水，是磚類鋪面或是瀝青混凝土鋪面，亦遇到維護之問題，在面臨此重大問題之際，正逢全世界能源危機之產生，永續發展亦為人人在暢談，如何讓現有鋪面在最少的花費及最不浪費資源的情形下來恢復其功能性，

本研究之目標於人行道的部分，主要考量無障礙空間之建立等問題，自行車道部分則考量其功能定位，考量此兩種車道之特性，提出一整體發展定位及建構目標，提出改善策略，並參考各國之再生材料應用，以及國內各項廢棄物之資源再利用，將各類資源予以妥善運用。

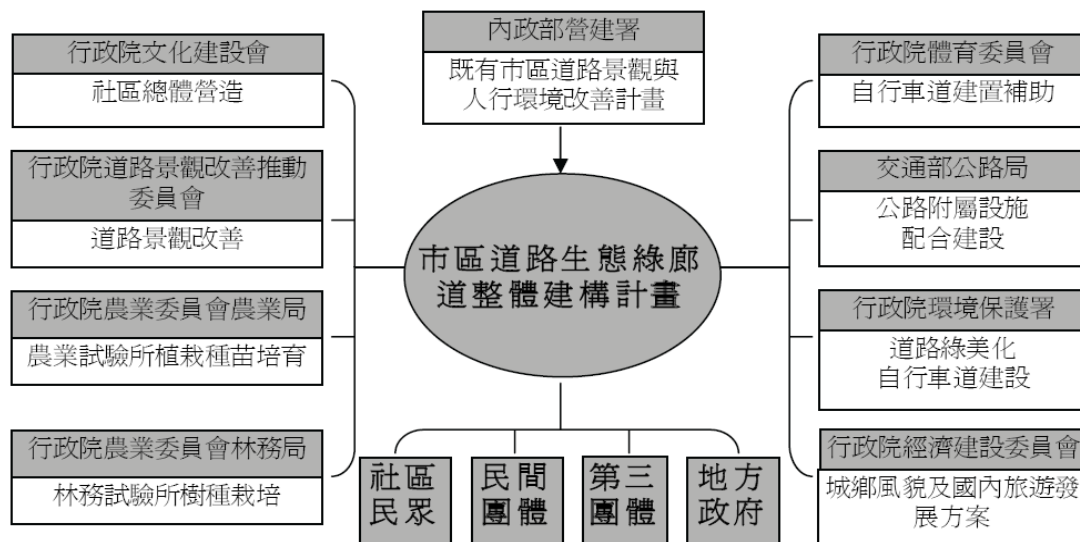


圖 1-2 市區道路相關性計畫整合圖

## 1.3 研究項目、內容及預期成果

### 1.3.1 研究項目

本研究之主要項目包括下列幾項：

1. 蒐集、彙整國內外人行與自行車空間及鋪裝發展狀況文獻，並針對再生鋪裝材料之研究與應用作分析探討，以利後續相關研究之發展分析。
2. 重新檢視並確立市區道路人行與自行車空間整體發展定位及建構目標，並由技術、環境、生態、無障礙空間、再生利用資源及社會接受標準等各方面探討現行空間及鋪裝材料改善策略。
3. 為符合人性尺度有效提升人行與自行車空間再造及「生態」效益，以營造永續經營之發展理念，利用營建事業廢棄物或工業副產物搭配摻配作為，針對不同再生資源再生利用材料應用於人行道與自行車道之鋪裝材料技術探討與建議。
4. 落實以多元向度--「生態、再生、景觀、健康休閒、防災」功能之人行道與自行車道工程建設。
5. 透過研討會的方式將鋪裝材料技術再升級，除推廣於業界廠商外，更可加強承辦相關業務人員對於市區道路人行與自行車空間建置及改善課題對策之瞭解度，並朝更專業方向邁進。

### 1.3.2 研究內容

本研究收集國內外人行與自行車空間及鋪裝技術之文獻，並整合各縣市推行時所遇到之問題以進行分析，採符合人性尺度之角度出發，更加考量無障礙空間之建立，自行車道於舒緩交通流量及設計原則，提出具體之改善策略，以及鋪裝技術及材料之研究。

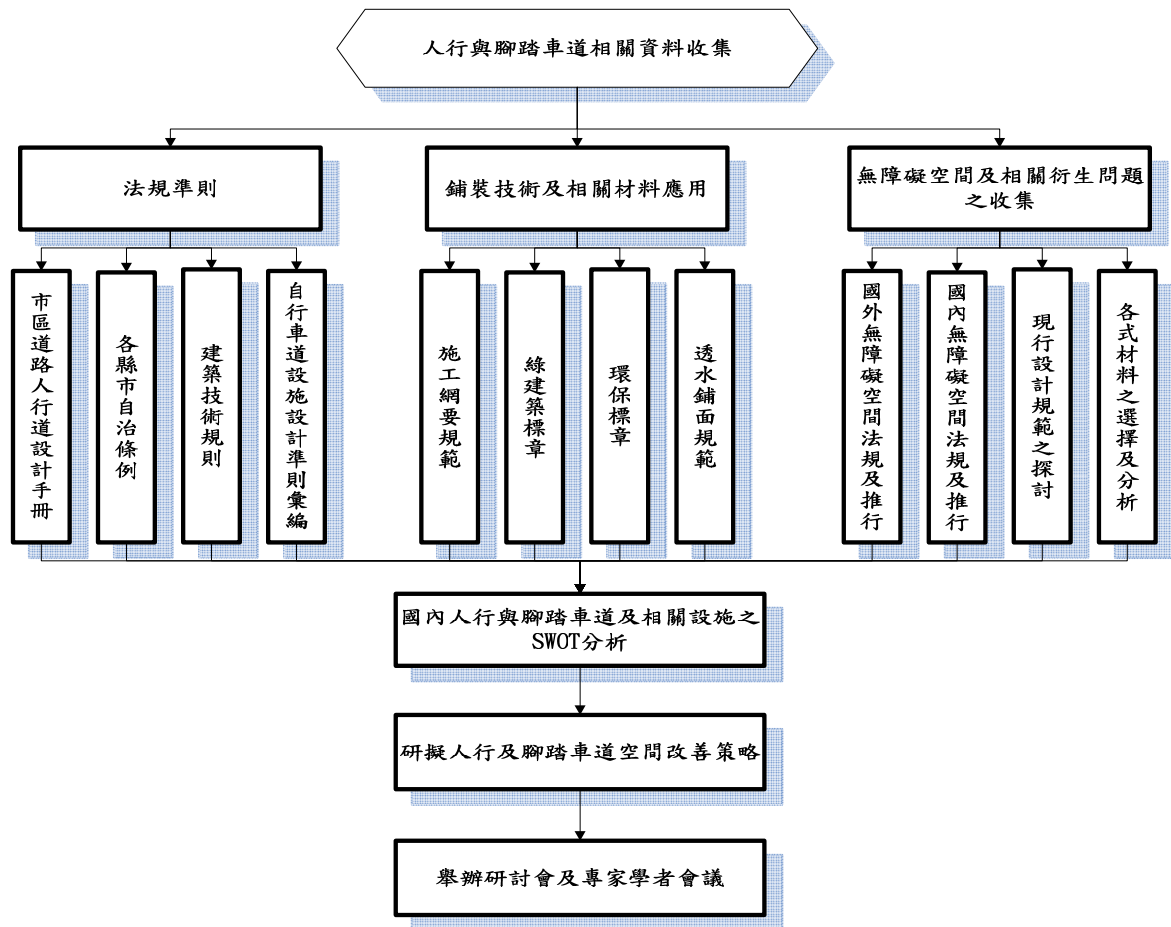


圖 1-3 研究流程圖

### 1.3.3 研究成果

1. 確立市區道路人行與自行車空間整體發展定位及建構目標。
2. 由技術、環境、生態、無障礙空間、再生利用資源及社會接受標準等各方面探討現行空間及鋪裝材料改善策略。
3. 以營造永續經營之發展理念，利用營建事業廢棄物或工業副產物搭配摻配作為，提出不同再生資料再生利用材料應用於人行道與自行車道之鋪裝材料技術評估與建議。
4. 以人本為主之角度來探討現行人行道與自行車道工程建設缺失改進，並提出改善對策。



5. 舉辦研討會將鋪裝材料技術再升級，除推廣於業界廠商外，更可加強承辦相關業務人員對於市區道路人行與自行車空間建置及改善課題對策之瞭解度，並朝更專業方向邁進。



## 第二章 文獻回顧

台灣地區都市因應國家永續發展目標之策略，未來皆須以邁向生態都市（eco-city）為規劃建設目標。生態都市是一個具健康生態特質的都市，在「多樣性即為健康」的生態概念之下，人類應保留較大且面積完整的自然地區以確保生物與環境間之互利共生。本計畫期藉由市區道路綠帶與綠地等綠資源間能相互緊密串連，以達到提供生物移動、棲息的功能，並同步提升都市環境景觀及自然綠化品質，此為落實景觀生態理論回饋到生態都市實踐裡的重要課題，亦是市區道路生態綠廊道重要之實踐目標。

但在既有的市區道路發展格局中，因為道路建設以車行便利為發展導向，致使綠帶空間過度狹小，最終呈現破碎、不連續的狀況，難以達到都市環境當中「大面積」、「完整度」的生態廊道需求。為遏止市區道路持續切割都市空間之現象，必須先確實了解市區道路之空間發展與現況環境，以便從中歸納市區道路發展生態綠廊道之潛力與限制因子為何，俾利後續進行規劃原則與指標評估之研擬。

依前行政院長宣布啟動的「大投資大溫暖」計畫，包括產業發展、金融市場、產業人力、公共建設、社會福利等 5 大套案，以 2015 年國家總體發展為目標，訂出以下三個計畫：

1. 依據行政院 94 年 7 月 13 日院壹建字第 0940027961 號函核定「既有市區道路景觀與人行環境改善計畫」
2. 行政院 95 年 8 月 8 日院壹體字第 0950036386 號函核定「千里自行車道、萬里步道計畫」。
3. 行政院 95 年 10 月 31 日院臺工字第 0950093076A 號函核定「2015 年經濟發展願景第一階段三年衝刺計畫（2007-2009 年）-公共建設套案」。

其計畫範圍包括以下幾點：

1. 台灣地區各縣市主要都市已開發區。

2. 都市市區既有道路中具地方特色之路段。
3. 未納入中央相關單位補助計畫範圍內之路段。
4. 與「創造台灣城鄉風貌示範計畫」、「全國景觀道路建設計畫」、環保署等單位相關計畫之都市既有市區道路可相銜接之市區道路及學校周邊之通學步道、自行車道，將優先納入實施計畫。
5. 其它經縣市政府列為重點發展改善之既有市區道路。

主要重點為配合行政院推動「2015年經濟發展願景第一階段三年衝刺計畫(2007-2009)」公共建設套案計畫已將人本交通列為重點計畫，及考量高齡化社會的來臨，與社會福利團體與身障者對於通行空間無障礙之要求，以人行道無障礙相關設施之改善列為重點補助項目，實際增進市區人行環境之安全性、連續性及可及性，並在提升地方市區道路之景觀與人行環境改善及學校周邊通學環境改善，非屬地方基礎公共設施及基層零星工程建設，為維護都市生態景觀與市區道路人行環境之重要性與公益性，包含全縣(市)型市區道路景觀與人行環境改善綱要計畫、各縣(市)政府規劃設計案件及工程案件等，其補助項目之原則包括下列幾點：

1. 辦理「全縣(市)型市區道路景觀與人行環境改善綱要計畫」
2. 辦理「人行徒步及休閒環境改善計畫」
  - (1) 新闢或拓寬人行道、自行車道
  - (2) 變更車道為行人徒步空間及自行車空間
  - (3) 人行徒步空間改善
3. 增設植栽綠美化之面積與效果
  - (1) 新闢或拓寬人行道及分隔島進行植栽綠美化
  - (2) 現況無植栽之人行道及分隔島，欲增加空間進行植栽綠美化
  - (3) 已進行綠美化，但未採複層次植栽進行補強者
4. 運用簡易規劃、設計，進行舊有設施整併減量與共構設置者
  - (1) 以共桿、共面方式整併路燈、號誌及交通指示標誌

- (2) 清除損壞及廢棄之公共設施
- (3) 公共設施遵循減量原則，並集中劃設於人行道之公共設施帶
- 5. 辦理「學校周邊通學步道、自行車道改善計畫」
  - (1) 增加行人通行動線或自行車騎乘空間
  - (2) 加強實施市區人行道整平
  - (3) 檢討各校區設置通學巷範圍及需求並設置通學巷
  - (4) 新增或拓寬學校周邊 500 公尺範圍內之通學步道、自行車道
- 6. 應用生態工法且能融入新工法、新創意、新技術者
  - (1) 生態工法之應用
  - (2) 環保材料之應用
  - (3) 新工法之應用
  - (4) 新技術之應用

表 2-1 計畫審查評估原則

執行項目	執行重點	評估原則
人行徒步及休閒環境改善	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 新闢或拓寬人行道、自行車道</li> <li>■ 變更車道為行人徒步空間及自行車空間</li> <li>■ 人行徒步空間改善</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 重要都會人口聚集區</li> <li>■ 接近大眾運輸交集點，可連接成完善人行系統及自行車道系統</li> <li>■ 行人密度高，使用強度強</li> <li>■ 具示範性的典型空間型態</li> <li>■ 可結合周邊之開放空間</li> <li>■ 具結合文化、古蹟或地方特色以促進地方觀光、產業及經濟發展者</li> <li>■ 行人（學生）密度高，使用強度強、可提昇通學安全性及暢行性（連續無阻斷）</li> </ul>
增設植栽綠美化之面積與效果	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 新闢或拓寬人行道、自行車道及分隔島進行植栽綠美化</li> <li>■ 現況無植栽之人行道及分隔島，欲增加空間進行植栽綠美化</li> <li>■ 已進行綠美化，但未採複層次植栽進行補強者</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 具門戶地位之道路</li> <li>■ 具提昇都市綠覆率之示範效果</li> <li>■ 空間環境體質完善且可結合週遭綠帶、開放空間為一系統潛力者</li> <li>■ 採用符合當地生態環境之綠化植栽</li> <li>■ 以多樣性、複層次、低維護為植生原則</li> <li>■ 採用原生、本土植栽種類或以誘蝶、誘鳥之植栽種類來提昇生物多樣性</li> </ul>
舊有設施整併減量與共構設置者	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 以共桿、共面方式整併路燈、號誌、交通指示標誌</li> <li>■ 清除損壞及廢棄之公共設施</li> <li>■ 公共設施遵循減量原則，並集中劃設於人行道之公共設施帶</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 經減量及整併後可提供行人無障礙行走環境</li> <li>■ 實施地點具門戶地位</li> <li>■ 可配合台電及中華電信道路修繕建設工程採地下化處理者</li> </ul>
應用生態工法且能融入新工法、新創意、新技術者	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 生態工法之應用</li> <li>■ 環保材料之應用</li> <li>■ 新工法之應用</li> <li>■ 新技術之應用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 可達成減廢、保水及節能等環境保護效益</li> <li>■ 增市區道路及人行道透水面積</li> <li>■ 省能設備、再生及環保材料之應用</li> </ul>

## 2.1 市區道路人行道設計

市區道路設計涉及廣泛，且限制條件較多，法規僅能作原則性規範，為期有一致之設計理念，需有手冊予以補充，藉由體系完整之作業流程與豐富之設計案例，能廣為規劃設計者參考運用。

市區道路人行道設計手冊係針對人行道寬度、坡度及區隔方式等加以探討、訂定，並歸納人行道設計之基本元素提出具體的建議。

#### 1. 人行道寬度

人行道寬度需視行人流量、道路兩側土地使用及土地限制等因素決定。

#### 2. 公共設施帶寬度

為保持行走之安全、順暢，步行帶應排除一切突起障礙物，保持步行帶之淨空；所有突出物，包括燈柱、街俱、行道樹等，建議設置在靠車道邊緣之"公共設施帶"上。公共設施帶之寬度除取決於人行道寬度，並依照各類突出物中最寬設施之需求而定。

#### 3. 人行道高度

人行道雖屬無遮簷之戶外空間，無高度限制，然往往人行道上之設施物高度會影響行人之安全（例如植物之樹冠高度、候車亭之簷高、公車站牌之牌面高度等等）。因此除了保持平面的淨空外，亦應考慮高度的淨空，建議人行道的高度淨空應不小於 2 公尺。

#### 4. 人行道坡度

人行道的坡度分別有縱坡、橫坡、斜坡道及路口轉角斜坡道等多種狀況，應視實際環境考慮其坡度斜率，以建立安全、無障礙環境為設計原則。

#### 5. 人行道與車道間的區隔

為確保人行道之使用者不受車輛之威脅且獲致有效之保護，人行道與車道間應有所區隔。區隔的方式有緣石、標線加車道屏、圍欄、植槽綠籬等四種方式，工程師應視設置的環境，因地制宜選擇適當之區隔方式，或將以上幾種建議方式

做不同之組合運用，以達最佳之區隔效果。

## 6. 地坪鋪面

鋪面的主要功能除提供安全、防滑、堅硬、耐磨的路面外，並透過鋪砌圖案達成方向感及景觀性；而目前國內使用之人行道鋪材種類繁多，不同的單價、產地來源、施工難易度等，各有其優缺點，因此欲符合上述功能應針對各項鋪材定量定性分析其性質，並設定評估基準。

欲維持人行道鋪面的平整及耐用，鋪面材料的抗壓強度要求是為關鍵，一般僅考慮人之區域，抗壓強度達 350 kgf/cm<sup>2</sup> (5000psi) 以上即可；若人行道上有機車行駛、停放之情況發生之區域，建議人行道鋪面材料之抗壓強度要求達 500 kgf/cm<sup>2</sup> (7000psi) 以上。

## 7. 植栽

目前一般地方政府大多參考民國五十八年公佈施行(八十二年修正頒布)之『台灣省公路行道樹栽植管理辦法』作為道路植栽之權責單位、植栽及管理規定之依據。依據上述之管理辦法第四條明確規定：新闢或拓寬之道路，其寬度 25 公尺以上者均應預留植栽空間；又依據台灣省示範道路整理標準：25 公尺寬道路兩側各留設 3 公尺之人行道，此標準應有足夠之空間於人行道栽植行道樹。

為保持人行道之淨空，植栽應種植在人行道側或公共設施帶上，提供行人遮蔭等功能。人行道植栽受到都市高溫、乾燥、浮塵、強風、廢氣、植穴空間不足等之限制，以及人為破壞等。因此於規劃設計時，應對人行道植栽可能發生之各種限制因素加以瞭解，使人行道植栽能充分發揮其功能

## 8. 街道傢俱設計準則

街道傢俱的配置應以『無障礙環境』為優先考量，公共空間應給予所有的可能使用者，有公平使用的機會。



## 2.2 自行車道執行現況

緣於都會地區的車輛不斷增加，導致空氣污染、噪音與停車的問題日益嚴重，進而使得生活環境急遽惡化。不僅影響民眾健康，也降低生活品質。在這樣的背景下，所謂「綠色道路」或「綠色運輸」等永續發展的概念，應運而生。鼓勵都會民眾步行、騎乘自行車，或以其作為大眾運輸的接駁工具，不僅已成為在都市規劃中之政策重點，也是歐美先進國家藉以推展交通性（或通勤性）身體活動（transportation or commuting physical activity），以提升民眾身體活動量，進而促進健康的重要策略之一。

台灣有良好的自行車研發、製造與銷售體系。行銷全球的產品，不僅為台灣賺進了許多外匯，也建構了具有國際競爭力的自行車產業。以 2004 年為例，該產業即有新台幣 488 億元的產值（包含 357 億元的出口值）。近年來，行政院體育委員會基於推動運動、休閒、健康與觀光等考量，結合地方政府與業界大力推展自行車運動。於各地公園、河濱與鄉間綠地等空間，鋪設自行車步道與連結路網，鼓勵民眾於閒暇時間騎乘。

然而，自行車道之規劃依其服務功能，除競賽型外，主要可分類為遊憩型及運輸型等兩種。惟截至目前，政府所建構的自行車步道，仍以「遊憩型」的自行車運動為主。仍無法將自行車深入民眾日常生活中，成為通勤上學的「運輸型」自行車，這與打造台灣成為一個全方位的「自行車島」，仍有相當大的差距。爰此，行政院體育委員會於 94 年 10 月擬定的健康台灣－我國體育發展策略中，具體將「推動運輸型的自行車」列為未來體育政策的重點。

自行車道除可達成環保及便捷之交通往返，更可提供民眾滿足體健、假日休閒遊憩之適意生活需求。而完善的自行車道規劃為都市中重要生態廊道之一，更是都市綠地系統中重要的一環。

## 1. 自行車道發展現況

回顧過去，台灣發展自行車道的政策演進，從早期的交通功能，到滿足休閒遊憩的需求，目前更努力結合自行車與觀光旅遊的發展。台灣的自行車專用道發始於台北市，以交通功能為主，於 1991 年建造敦化北路至民權東路至南京東路分隔島兩側各一米，當時以試辦為主，惟自行車騎士仍騎在慢車道或紅磚道上；晚期淡水河-新店溪專用道之規劃，為全台第一條以遊憩功能為主的自行車專用道；1997 年關山鎮環鎮自行車專用道的成功，帶動全台各鄉鎮以自行車發展鄉村遊憩的風潮，此一時期以營建署為主辦單位，透過城鄉新風貌建設補助，各縣市亦積極進行自行車道之規劃。

表 2-2 臺灣發展自行車道的政策演變

目的	地點	區位/計畫特性	備註
通勤休閒	敦化北路-民權東路-南京東路	交通分隔島	北市第一條於 1991 年試辦
遊憩	淡水河-新店溪	河濱高灘地	第一條遊憩用
觀光遊憩	關山等	城鄉新風貌	第一條專用道完成於 1997 年
通勤休閒	淡水捷運線	捷運沿線	完成於 2000 年
觀光遊憩	國家公園	國家級	陽明山、墾丁、金門，其它無
觀光遊憩	國家風景區	國家級	多已規劃
運動休閒	環島性、區域性	國家重要體育建設	2002 年提出

資料來源：張馨文，2004；本研究整理

表 2-3 國內自行車道系統表

國家公園	陽明山國家公園	桃園縣	龍潭三坑自行車道	
	玉山國家公園		大溪慈湖自行車道	
	太魯閣國家公園		大園段自行車道	
	雪霸國家公園	新竹縣	頭前溪自行車道	
	墾丁國家公園		新竹市濱海自行車道	
國家級風景特定區	金門國家公園	新竹縣	鳳山溪枋寮區自行車道	
	東北角海岸國家風景區		新竹寶山水庫自行車道	
	東部海岸國家風景區		苗栗縣	貓狸山自行車道
	澎湖國家風景區	永和山水庫自行車道		
	大鵬灣國家風景區	西湖鄉自行車道		
	花東縱谷國家風景區	旗山溪沿岸自行車道		
	參山國家風景區	後龍溪自行車道		
	馬祖國家風景區	銅鑼九華山自行車道		
	日月潭國家風景區	三義龍騰斷橋自行車道		
	阿里山國家風景區	南勢山自行車道		
	茂林國家風景區	台中市		高美溼地自行車道
	安平國家風景特定區			東豐自行車道
	台北市		捷運淡水沿線自行車道	台中縣
景美溪自行車道		潭雅神自行車道		
新店溪自行車道		梨山自行車道		
淡水河自行車道		台中市	台中市工業區自行車道	
社子島自行車道			台中大坑登山自行車道	
基隆河自行車道			台中市東光自行車道	

表 2.3 國內自行車道系統表(續)

台北市	關渡口自行車道	南投縣	貓羅溪自行車道	
	南港單車自行車道		集集自行車道	
台北縣	金色水岸自行車道		竹山自行車道	
	八里左岸自行車道		水里自行車道	
	坪林金瓜寮自行車道		草屯自行車道	
	二重環狀自行車道		埔里自行車道	
	大漢溪兩岸自行車道		國姓自行車道	
	新店溪自行車道		彰化縣	長青自行車道
	關渡漁人碼頭自行車道			二水自行車道
桃園縣	新屋綠色自行車道		雲林縣	離島工業區
	龍潭大池環湖自行車道	湖口濱海自行車道		
嘉義縣	蒜鰲自行車道	台東縣	黑森林自行車道	
	八掌溪河堤自行車道		關山自行車道	
	朴子溪隄邊自行車道		馬亨亨自行車道	
	東石至布袋自行車道		鹿野鄉自行車道	
	嘉義市垂楊路至啟明路		池上自行車道	
台南縣	白河自行車道		綠島環島自行車道	
	四草自行車道		中華大橋自行車道	
	新化鎮自行車道、競技場		花蓮縣	花蓮市自行車道
	玉井綠色自行車道			花蓮南北濱自行車道
	黃金海岸自行車道			七星潭自行車專用道
	東豐至林森路自行車道	七角川溪自行車道		
高雄縣	高屏溪岸河堤自行車道	馬太鞍自行車專用道		
	美濃煙廠段自行車道	鯉魚潭自行車專用道		
	三地門北向自行車道	宜蘭縣	宜蘭礁溪環山自行車道	
高雄市	愛河自行車道		宜蘭羅東自行車道	
	旗津自行車道		冬山河自行車道	
屏東縣	沿山公路自行車專用道		宜蘭河自行車道	
	東港鎮海公園自行道	澎湖縣	環島自行車道	
	墾丁悠活自行車道	金門縣	環島自行車道	

資料來源：各縣市政府，行政院公共工程委員會，「台灣地區自行車道系統規劃與設置」2002；輪彥國際有限公司

## 2. 「自行車道設施設計準則彙編」

「自行車道設施設計準則彙編」主要延續『台灣地區自行車道系統規劃與設置』之理念，針對目前台灣環境條件、道路模式與相關政策，擬定自行車道設施之分析類型、分析項目與設計準則及相關計畫政策、國內外相關案例探討與整體課題對策等詳加說明，其主要內容架構如下：

- (1) 彙整國內相關計畫政策並進行國內外案例說明與分析。
- (2) 考量不同環境條件、不同使用形式之自行車道設施類型，並依據其不同設施特性與使用需求，擬定分析向度。
- (3) 針對不同類型自行車道設施擬定具規範性、適地性與適用性之設施設計準則。
- (4) 收集並彙整自行車道相關設施之配置原則、形式、材質與單價分析等多元參考資料。

## 3. 教育部國民小學推廣自行車道

### (1) 法規面

- A. 「道路交通安全規定」第 124 條：「慢車道不得侵入快車道或人行道行駛」。
- B. 「道路交通管理處罰條例」第 74 條：「慢車駕駛人行駛在人行道或快車道上處新台幣 300 元以上至 600 元以下罰鍰」。
- C. 「道路交通標誌標線號誌設置規則」第 67-1 條及 69 條：設置專用到十或人行道共用時，應以行人通行優先。另需配合設置標誌牌面，如有其他規定(如時段限制者)，應於附牌內說明。
- D. 「市區道路及附屬工程設計標準」第 11 條：「自行車道寬度不得小於一點二公尺」、第 16 條：「人行道允許自行車通行者，其設計不得有礙行人通行」。

## (2) 對策

- A. 建議交通部修訂相關規定，准許自行車行駛在人行道上。
- B. 依交通部運輸研究所 86 年辦理之「自行車道系統可行性研究暨先期規劃」，鄰里型自行車道路網主要係利用現有既存之巷道，提供簡易自行車道之相關設施，例如：交通號誌、標誌、標線等，基本上其目的是銜接大部份林里地區內的市場、學校與公園，故鄰里型自行車道路網是以提供地區性短距離上學上班通勤與購物為主，以休閒活動為輔。目前在尚無自行車道相關設施設立情形下，這部份之自行車直接佈設於混合車流之街道時，建議將機動車輛之速限降低，以減少機動車與自行車行車速度差之方式，保障自行車騎士之安全。
- C. 過去對於自行車道相關法規與研究頗多，亟待整合中央與地方法規，訂定合乎實際需求規範，以作為日後自行車道設計之準則。
- D. 現有道路增設自行車道時需考慮下列道路特性：
  - (a) 道路寬度足夠，且沿線土地使用區位較為單純。
  - (b) 沿路自行車交通量大，例如鄰近學校、觀光景點及遊憩區等。
  - (c) 道路較為平順且橫向交叉路口較少。
- E. 未來將針對自行車道型式、寬度、線行與交叉路口處理等幾何設計訂定規範，期能當作各縣市劃設自行車道時之依據，並依民國 94 年頒布之「市區道路及附屬工程設計標準」訂定相關規範，新增人行自行車混合車道，期能在道路寬度較為狹窄處也能設置自行車道，並兼顧人行需求。

### (3) 建議事項

- A. 由於台灣地小人稠，部分學校附近巷道不足 8 公尺，設置自行車道較為困難目前教育部推動之「校園自行車運動及走路上學計畫」可配合各縣市通學巷設置辦法一並考慮。
- B. 國內自行車道設計原則可參考行政院體委會的「自行車道設施設計準則彙編」，整體規劃時亦可參考「台灣地區自行車道系統規劃與設置」。
- C. 請教育部於校園內增設自行車停車空間。

## 4. 自行車道設計方向

### (1) 功能分析

- A. 鋪面需具有支撐地基結構、穩固路面的主要功能。
- B. 鋪面造型與色彩的連續性可以產生視覺引導效果。
- C. 鋪面的鋪設是串連動線的基本元素。
- D. 正確的鋪面設計具有水土保持與生態保固功能。
- E. 鋪面應具有提供人行走舒適，自行車行駛安全與騎乘舒適的雙重附加價值。

### (2) 設計準則

#### A. 鋪設原則

- (a) 自行車道鋪面的防滑、防炫光與平緩是基本要素。
- (b) 自行車道鋪面的透水、保土與低維護性是重要考量，鋪設方式包含透水性及不透水性，設計時仍應以透水性鋪設為優先考量。
- (c) 於透水性不佳之基地，需於碎石層下增設一過濾砂層，並增加碎石級配厚度達 15 公分以上。

- (d) 為避免車輪打滑，鋪面鋪設應避免產生與車行方向平行之溝縫，垂直方向之溝縫寬度亦不得大於 12mm，且鋪面之表面平整度上下不得大於 20mm。
- (e) 專用道車道應保持一定寬度，以有高度差之緣石界定空間使用，或以無高差但具警示作用之緣石、植栽或護欄收邊。
- (f) 鋪面鋪設應保持整條路段的一致性，但於地形危險區域應加強鋪面保固措施。

#### B. 鋪面造型與材料

- (a) 選用原則：以具耐久性、經濟性、抗壓性及維護容易為重點。
- (b) 依劃設自行車道環境自然度之等級，選用泥土路、碎石路、紅磚、石片磚材或混凝土為材質。
- (c) 材質選用可為當地現有或當地慣用材質。
- (d) 應避免過度平滑的鋪面材質(如磨光大理石)或鋪面孔隙過大、過度尖銳粗糙，均可能提高騎乘危險。
- (e) 材料取得可為現地開發之回收材，如開挖之碎石、拆除建物之回收磚再利用等。
- (f) 材料本身特性(如膨脹係數、是否易生青苔等)應能適應當地氣候條件限制。
- (g) 於高密度使用區域如休憩賞景區，建議採較具耐用性與趣味變化之鋪面設計。

#### C. 鋪面色彩

- (a) 鋪面的質感與色澤應可與環境結合，不突兀於環境中。
- (b) 避免具反光性或太過明亮的材質或色彩，容易產生騎乘炫光。
- (c) 鋪面是整條路段中的基本元素，應避免過度花俏的色彩或粗糙



的圖案，造成視覺的不安定感。

#### D. 排水

- (a) 自行車道排水路設計應儘量採用自然排水。
- (b) 若為結合車道一併設置之自行車道應配合道路之排水方式，尤須特別注意自行車行駛之安全性。
- (c) 自行車道的排水方式可採橫向路拱或單斜洩水，其洩水坡度至少 1%。
- (d) 排水設施型式及設置位置不同，會影響行駛自行車之安全性，因此車道的排水設施應設至於自行車行進動線之外。
- (e) 排水蓋的型式不應採用與自行車行進方向平行者，以避免使自行車車輪陷入排水蓋細縫中

### 2.3 無障礙空間執行現況

民國 79 年殘障福利法修正，規定公共建築物、設施、活動所、交通工具接應考慮無障礙設計，未符合規定者，不得核發使用執照，而就有建築物須在五年內改善，以期全面推動無障礙環境之建置與改善。84 年完成舊有建築物改善工作跳票後，內政部社會司於民國 85 年特別積極宣示進行「全面推動無障礙生活環境後續計畫」希望能加速舊有公共建築物無障礙設施之改善。

配合無障礙環境之推動，營建署除積極修正建築技術規則外，為有效推動建立公共建築物無障礙生活環境，積極督促直轄市、縣(市)政府落實執行清查及改善工作，於 85 年開始辦理「無障礙生活環境督導」活動，93 年以後更擴大辦理，進行全國性督導，另外，部分機關，如教育部也逐年編列預算支應改善。

無障礙設施包含之項目甚廣，舉凡輔助行動不便者所使用之設備均可屬之。其實質項目包括無障礙通路、公共場所建築物出入口、停車位、導引設施、無障礙坡道、路緣斜坡、樓梯扶手、昇降設施、衛浴設備、通訊設備、輪椅觀眾席位、

公用電話、飲水機、點字板…等等。

無障礙通路係連接道路或人行道、各無障礙空間、無障礙設施與設備，通往各建築物並與建築物無障礙出入口相連之連續不受阻的通路。

無障礙通路之設置須符合下列規定：

1. 無障礙通路最小淨寬為 0.9 公尺，有持拐杖者通行需求時最小淨寬為 1.3 公尺，供雙向通行者最小淨寬為 1.5 公尺，最小淨高 2.1 公尺。
2. 無障礙通路淨寬不足 1.5 公尺者，應擇適當地點設置長寬各 1.5 公尺以上之等待平台，等待平台間距宜 30 公尺以下。
3. 無障礙通路之一側或兩側應提供導盲邊界線，鋪面應平順並具有堅實、穩固及止滑之特性以防止意外發生。
4. 通路如無側牆且與相鄰地面高低差在 0.16~0.75 公尺之間，應設置高度 0.05 公尺以上之防護緣；高低差超過 0.75 公尺時，除防護緣外應加設高度 1.1 公尺以上之安全護欄或護牆。
5. 無障礙通路上應儘量避免設置排水溝進水格柵，無法避免時，柵孔間隙短邊應小於 13 公厘，長邊應與行進方向垂直，以免輪椅或拐杖陷落。

在建築技術規則第十章為公共建築行動不便者使用設施之各項規範，主要精神以人本為出發點，提供予行動不便者更暢通的環境，如坡道之設計、扶手之高道、各項無障礙標誌等，皆有詳細之規定。

## 2.4 空間改善設計原則

### 1. 人行道空間配置原則

市區道路之道路空間環境應考量生態綠廊道之整體規劃原則，以建構兼具生態、文化、景觀與遊憩之多元化角色與功能之網絡，作為發展生態都市之骨幹架構，以有效串連都市生態資源的連接，維持都市地區生物多樣性之特質，同步提升國家整體都市生態效益，促成都市永續發展之願景實踐，其主要原則包括下列幾點：

- (1) 藍帶與綠帶系統的串連
- (2) 結合綠色交通網路之設置
- (3) 生物遷徙廊道之建構
- (4) 都市微氣候的改善及風廊暢通
- (5) 重塑或強化舊街區聚落歷史意象
- (6) 古道及古圳之修復再生與串接

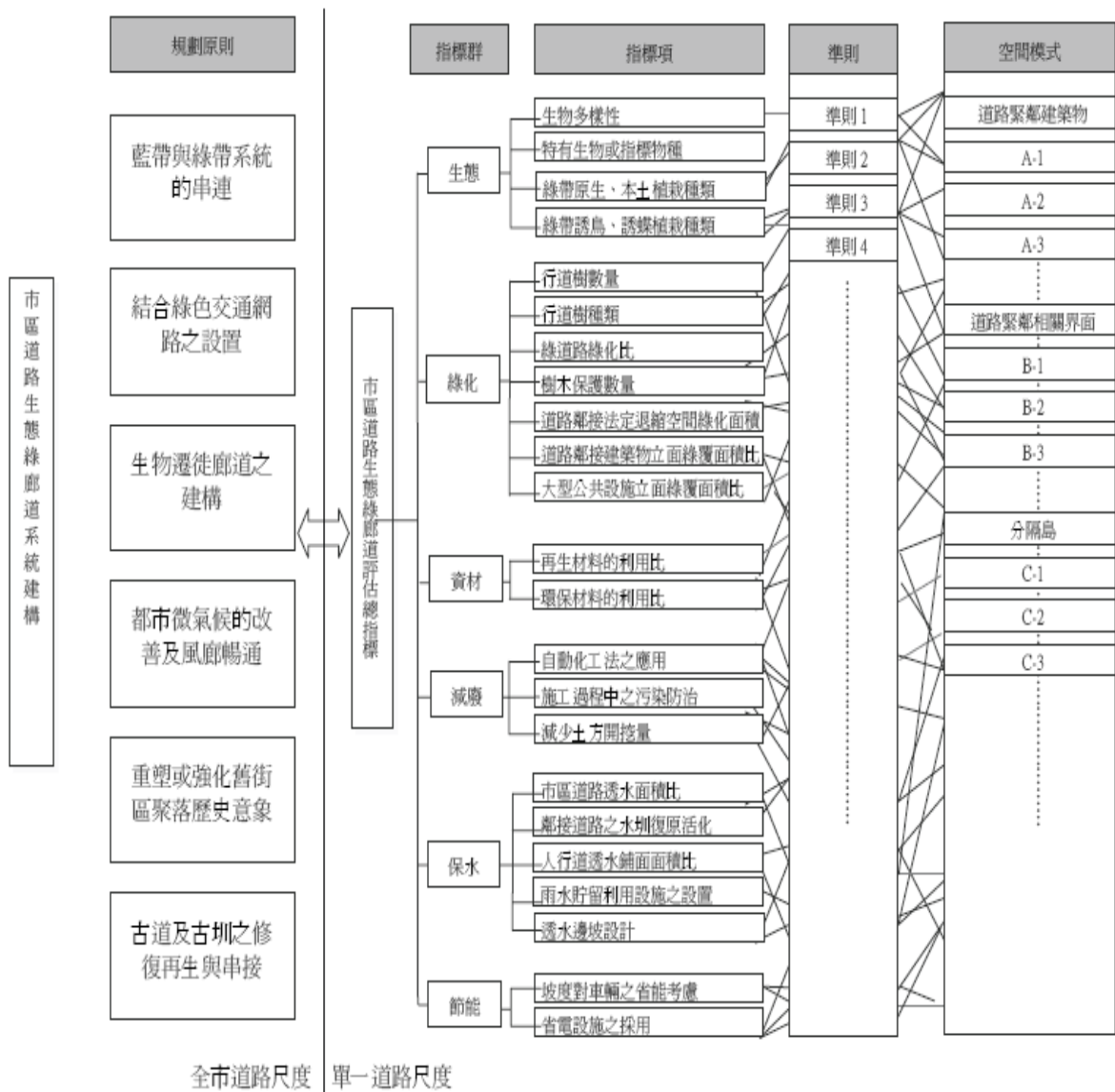


圖 2-1 生態綠廊道整體規劃架構示意圖

表 2-4 市區道路層級及問題分析

	現行問題	改善建議
主要市區道路	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 大型都市市區主要道路多屬此道路形式，寬度多在 22~46 米之間。</li> <li>● 因車流量大，故車道規劃數多，佔都市大量空間。</li> <li>● 此類道路多已複層綠化，但綠化植栽選取種類少且配置方式單調。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 宜考量使用度調整車道數及寬度，增加綠化面積以及人行空間。</li> <li>● 道路寬度增加促使車輛湧入增多，應考量都市發展空間規劃，減少不必要之道路空間使用。</li> <li>● 植栽建議選取原生種或馴化種栽植，選取樹型優美、符合地方特色之樹種，以複層配置、三角型簇群種植，非單一種類樹種種植。</li> </ul>
次要市區道路	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 近十年興闢之主、次要市區道路多屬此類，寬度多在 19~28 米之間。</li> <li>● 為較適宜台灣多數城市之市區道路尺度。</li> <li>● 植栽綠化品質低劣、樹種選取種類少與配置方式單調。</li> <li>● 人行道缺乏服務性休憩設施。</li> <li>● 檳榔攤、攤販、廢棄汽車佔用道路空間。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 考慮人行空間可與騎樓整合，以增加人行與自行車行之使用寬度與舒適度。</li> <li>● 車道配合未來大眾運輸系統健全、車輛減少，車道可考量實際需求縮減寬度或車道數。</li> <li>● 縮減車道騰出之空間，建議劃設林蔭綠園道及設置服務設施，以提升道路景觀綠化與服務品質。</li> <li>● 嚴加取締，禁止攤販非法就地營業。</li> </ul>
與高架橋共構之主、次要道路	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 主、次要道路上架設之高架橋量體佔據並切割都市視覺景觀。</li> <li>● 高架橋周圍植栽生長狀況不良，景觀美化效益大打折扣。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 增加立體綠化面積減緩硬性設施之視覺充斥感。</li> <li>● 植栽選取抗污染、耐蔭、耐旱、耐落塵之植栽種類。</li> <li>● 高架橋兩側空間，應避免遮蔽性設施或植栽設置，以減少目前視覺景觀之阻絕。</li> </ul>
舊街更新整治之集散道路	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 傳統道路改善後之狹窄道路，寬度多在 10~18 米。</li> <li>● 已實施簡易綠化並劃設人行道之道路，因人行空間狹小且植栽根系常突出於地面，威脅車行與人行安全。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 車道需配合車輛使用管制方能維持道路機能。</li> <li>● 建議非必要車道可規劃為行人徒步區。</li> <li>● 植栽應選取深根樹種，栽植應搭配導根設施共同設置。</li> </ul>
傳統舊式道路及巷道	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 傳統舊式道路，寬度多為 6~14 米。</li> <li>● 道路狹窄寬度不一，無配置人行道，形成車輛阻塞。</li> <li>● 騎樓商業活動與人行常延伸至車道上構成危險。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 不宜設置路邊停車設施。</li> <li>● 禁止汽機車輛停靠路邊。</li> <li>● 限制車輛種類進出。</li> <li>● 依據道路周邊環境條件，可修改為車輛單行道或人行徒步區。</li> </ul>

整理自內政部營建署「市區道路生態綠廊道整體建構計畫」

空間模式的改善，除依 A.生態指標群、B.綠化指標群、C.資材、指標群 D.減廢、指標群 E.保水與指標群 F.節能等六個指標群外，亦需從減少（reduce）、再利用（reuse）與再循環（recycle）之生態與環保思維開始著手，需從施工方法與材料的改善與生態環境基礎的建置，才能真正提升道路之生態性，其中綠帶寬度因人行道需考量公共使用與提升生態效益之兩種需求，故其配比係以各尺度最經濟規模為基礎，以平衡兩者之需求。

## 2. 自行車空間配置原則

基本之自行車配置，應包含入口廣場空間、車道空間及休憩停留（自行車停放）等空間。

### (1) 入口廣場空間

- A. 自行車入口廣場處應鄰近大眾運輸工具之轉運停靠點。
- B. 應視使用需求與機能設置汽機車之停放空間及自行車租賃空間。
- C. 應有等候集合之廣場空間、緊急聯絡及環境路線說明等設施。

### (2) 車道空間

- A. 設置完善自行車道鋪面，以提供安全舒適之騎乘空間。
- B. 路程中應避免過於陡峭之動線設置。
- C. 自行車道沿線及重要路口應設置方向指引、危險警告等標誌、號誌及標線等交通管制設施。
- D. 提供安全之騎乘環境，亦應考量舒適、具景觀美質之行車空間。
- E. 車道空間可運用植栽界定、形塑，另一方面亦可提供引導、遮陰之效果。
- F. 自行車專用道與車道配合應有適當區隔，且依據車道系統自身規劃理念又可區分為『單車道』與『雙車道』二種，應視環境條件與規劃構想而有所交錯變化。

### (3) 休憩停留空間

- A. 在自行車道間之景觀遊憩點、一定之路程距離等應劃設休憩停留空間。
- B. 其空間可適需要設置休憩座椅、賞景亭台、遮蔭、美化植栽、簡易之自行車
- C. 停放架等設施。
- D. 其設施色彩、造型應與當地環境融合，並與自行車道有相同之意象。

綜上所述，可以看出影響自行車道設施設計合宜與否的因素主要在於與一般車道的分隔、連接與識別，以確保在現有交通運輸系統中能取得明確定位與設施支援。而在自行車普及的國家中，都市生活通勤的自行車道路網大多在道路闢建之初就已規劃在內，目前新興發展的多為郊區或風景區的自行車道，主要以休閒、賞景、運動或健身為使用目的，成為現代休閒活動主流之一。

## 2.5 國外執行現況

### 2.5.1 自行車道

1990 年代以來，歐美許多先進國家陸續推動所謂「城市自行車」(city bike) 的概念。哥本哈根市從 1995 年起推動 White Bike 計畫，該市在市中心區放置 1000 輛經特別設計的白色自行車，車上出售廣告。市民於取用只需投幣約 3 美元，歸還於指定位置時則可取得退幣（類似於超市的推車）。如未依規定停放，他人可牽回適當地點而獲得退幣。所以，歸還率高。此外，車體構造係經特殊設計與一般自行車不同，並裝置晶片，因此有防竊功能。此計畫由於實施成功，因此，許多國家陸續跟進，如：挪威 Sadnes 市的 Green Bike 計畫，或是美國丹佛市的 Checker Bike 計畫（由捐贈者捐出不用或故障的自行車，由義工教導青少年負責整修或重新塗漆，並放置於市區供市民使用）。至於，芬蘭赫爾辛基則將城市自行車納入觀光客倍增的項目中，希望在夏季來旅遊的觀光客能夠透過騎乘自行

車，了解城市的文化與風貌（莊惠宜等人，民 93 年）。

1998 年 9 月 22 日於法國發起的「在都市，我不開車」(In town, without my car) 運動，不僅強化了都會自行車的正当性，同時受到歐洲許多國家的響應。「無車日」的目的在於提供政府與民眾省思過度使用車輛所造成的交通與環境問題，衍生出「歐洲易行週」(自 2002 年起，每年九月中、下旬) 的系列活動。其活動重點在於：鼓勵步行、使用自行車，以及使用大眾運輸工具與共乘，進而打造一個清新、寧靜、安全與環保的城市（台北市政府交通局，民 94）。

除了交通與環保的考量，推動都會自行車不僅有運動休閒與通勤代步的作用，且能提供民眾近便的身體活動機會，進而培養良好的身體活動習慣。此種作法呼應了世界衛生組織所推動的「動態生活、邁向健康」(Move for Health) 之政策，也體現了生活型態身體活動 (lifestyle physical activity) 中的交通性 (或通勤性) 身體活動 (transportational or commuting physical activity)。有鑑於騎乘自行車對於健康具有諸多好處，世界衛生組織歐洲區辦公室 (WHO Regional Office for Europe)，已積極鼓勵民眾以騎自行車或走路作為主要的交通方式 (WHO Regional Office for Europe, 2002)。

## 2.5.2 無障礙空間

歐洲國家與美國在無障礙生活環境之推動建置相較於世界各國較為完備，至於亞洲國家除了日本配合高齡社會需求推動外，其他國家進展皆較為緩慢。以下主要針對英國、美國、日本有關無障礙生活環境法令規定，就其實質規定內容及技術規範作比較分析。

### 2.5.2.1 英國無障礙建築環境法令規範

英國與北歐各國比較，法治化的過程進展較為緩慢，但是 1999 年修正之法令，全國規定所有建築物包括集合住宅共用部分皆須符合無障礙要求，即使自用住宅亦需達到一定水準，反而領先世界各國。以下分別就其法令規定及技術規範

說明如下。

1. 實質規範內容：

英國有關無障礙建築環境部分之規定，可以分成兩部分，一部分舊有建築物，另一部份新建或改建等建築物涉及建築行為者。其規範之法令及規定實質內容如下：

- (1) 目的：使障礙者可接近及使用建築物空間及設備、設施。
- (2) 障礙者範圍：行動障礙或使用輪椅者、聽障或視障者。
- (3) 規範之範圍：
  - A. 舊有建築物：依據反障礙歧視法，當有使用者提出需求時，建築物所有人必須盡量配合改善。
  - B. 建築行為之建築物：新建、改建、增建或變更使用者，所有建築物皆須符合無障礙建築環境之規定。例外：僅作檢修維護之空間、建築材料變更或住宅非地面層之擴建。
- (4) 技術規定：強制性技術規定。
- (5) 罰則：依建築法堆映，違反建築法規者得處以罰款，且 28 日內若不改善，則由政府代為執行後，再向建築物所有人收取相關費用。

2. 技術規範：

英國建築技術規範只做原則性規定，規劃設計明定應依據無障礙建築技術規範，該規範於 1988 年發佈，接著於 1992 年、2000 年配合技術規則修正。重點概要如下：

- (1) 目的：做為建築物依建築技術規則規定，辦理規劃設計之依據。
- (2) 內容：主要分為二部份，第一章至第五章針對非住宅建築物，第六章至第十章針對住宅建築物。

3. 值得參考之處：

- (1) 法令適用範圍完整：強制性法令規定所有新建之建築物皆須符合無障礙標準，即使住宅自用部分主入口樓層仍須達到障礙者可參訪之程度，真



正達到整體無障礙生活環境之建置。

- (2) 法令規定務實：舊有建築物除少數障礙者使用率較高之建築物外，其他建築物在改建、重建或擴建等時，使需考慮。
- (3) 技術規周延詳盡：各項無障礙設施之作法、技術規定等皆有詳細之規定，並輔以圖說，提供完整的技術規定供遵循。且針對住宅部分另訂專章，分別對共用部分及自用部分提供詳細之規定。

### 2.5.2.2 美國無障礙建築環境法令規範

美國在無障礙生活環境之法令規定部分，可分成兩個層次，一部份為全國通用的法律，只做原則性規定；另一層次為州政府參考模式法規自行制訂之建築法。以下分別就其法令規定及技術規範說明如下。

#### 1. 實質規範內容：

美國對建築無障礙化之實質規定，綜合身心障礙法、公平住宅法及國際建築模式法規相關規定，整理其實質內容規定如下：

- (1) 目的：提供身體障礙者通行無阻之環境、建築空間與可及性之設備與設施。
- (2) 適用之對象：肢障、聽障、視障者或身體尺寸特別者如小孩等。
- (3) 規範之範圍：
  - A. 舊有建築物：並未規定需限期改善，但依據身心障礙者法，當有人提出需求時，建築物所有權人需儘量配合改善。在住宅部分，依據公平住宅法，當租賃者有需求時，房東不得拒絕其改善。
  - B. 建築行為之建築物：所有建築物，有新建、改建、增建或變更使用之建築行為者，皆須符合無障礙建築環境之規定。
- (4) 應設置之設施：建築物中應設置無障礙通道、出入口、停車位、浴廁之設置場所及其數量等，另外針對居住、醫療使用之建築物，皆有詳細之規定。
- (5) 技術規定：建築模式法規明文規定，規劃設計應依據美國「可及與可用之建築及設施設計標準」。

## 2. 技術規範：

美國身心障礙者法、公平住宅法及建築模式法規下，皆有詳細的設計指引或標準，其中以美國國家標準訂定歷史最為悠久，應用最為廣泛且自 1998 年起該標準之研修工作，由國際建築法規委員會負責，因此除配合國際建築法規修訂外，與另二規範亦整合，為美國日前最常用之技術標準，所以本小節以該技術規範為主要探討對象。其重點如下：

- (1) 訂定目的：主要為使行動、聽覺、視覺、感知有障礙者、身體尺寸特別者、或無法獨立行動的人等，可以進入及使用建築物及設施、設備。
- (2) 內容：一般建築物需符合第三章至第九章，居住單元則需符合第十章之規定。

## 3. 值得參考之處

- (1) 以法規定：以聯邦法律及以建築法令規定，主要差別在於建築管理係事先許可制，而聯邦法律則可在任何時間提出控訴，促使業主(建築物所有者)及建築師皆須兢兢業業，對無障礙設施作完善之規劃設計及維護。
- (2) 技術規範完整：所有法律皆提供參考規範，而其中美國國家標準有關技術規定週延詳盡，且輔以清楚之圖例說明，值得參考引用。
- (3) 住宅技術規範另訂專章：考慮住宅無障礙化之需求與一般供公眾使用建築物未盡相同，針對住宅部份技術標準另以專章規範之。
- (4) 新舊建築物兼顧：法令規定皆明定期適用日期(通常皆為公布後一定時間)，同時對舊有建築物提供適度之改善彈性，但非適用同一技術標準。
- (5) 立法目的明確：無障礙生活環境為達到協助弱勢團體的手段，目的清楚，自然對何種建築物應做何種規範可以有清楚的依據。

### 2.5.2.3 日本無障礙建築環境法令規範

日本早在 1949 年及制定身體障礙者福利法，但社會上真正開始關心「無障礙生活環境」的問題，並制定相關規範及推動鼓勵措施是再 1970 年代。因受「居家福祉」理念之影響 1969 年由仙台市發起呼籲擴大障礙者生活圈，「考慮障礙者

需求的鄉鎮建造運動」揭開了推展「無障礙生活環境」的序幕，隨後，因高齡人口比例急劇增加，而高齡者與障礙者在居家環境所遭遇之問題極為類似，因此「無障礙生活環境」結合「福祉鄉鎮建造」，急速在全國展開，而相關之法令規定也隨著陸續訂定修正。以下分別就其法令規定及技術規範說明如下。

1. 實質規範內容：

(1) 規定內容：

- A. 立法目的：提升建築物之品質，讓高齡者、身體障礙者方便使用建築物及相關設備及相關設施，以協助增進公共福祉。
- B. 適用對象：肢障、視障、聽障及高齡者。
- C. 規範之範圍：建造(新建、增建、改建或變更改用途)不特定且有多數人利用，或主要由高齡者、身體障礙者等所利用自特別特定建築物且總樓地板面積在 2000m<sup>2</sup> 以上。
- D. 應設之設施：特定設施包括出入口、走廊、樓梯、斜坡、升降機、廁所、基地內之通路、停車場等。
- E. 技術規定：特定標準訂於「促進高齡者與身障者便利使用特定建築物相關法律施行令」，為強制性規定。
- F. 罰則：建築物之建造違反設置特定設施規定，且未於一定期限內改善者處一百萬元以下罰金。

(2) 特別之處

- A. 建議規定：建造(或變更改用途)多數人所利用的特定建築物，但不在強制規範之建築物範圍內者法明文規定「盡量採取必要措施，以達到符合方便使用基準之目的」。
- B. 容積計算之放寬：對已經接受認定之特定建築物，為方便使用至特定設施超過一般該項設施之面積部分，不計入總樓地板面積。

## 2. 技術規範：

技術基準分成兩種，一種為施行令所規定之「方便化基準」，為特殊特定建築物必須達到之基準，另一種為施行規則所規定之「方便化誘導基準」，為依據法律第六條規定，為達到方便基準規定以上，應引導特定建築物盡量達到之基準，其中方便化基準為最低之無障礙化標準，至於誘導基準之規定則除方便化基準規定之內容外，另外有較為周延完整之規定。

## 3. 可參考之處：

日本有關無障礙生活環境之建造及推動，相對於歐美而言，在法令之強制規定上，確實較為落後，且因日本之生活習慣及居住特性，在無障礙問題上更是雪上加霜，但日本在面對此問題之解決策略上，其整合相關單位，以整體推動建立福祉社會之作法實質為我國引以參考，綜合其可參考處說明如下。

- (1) 持續的研究調查：具長期而穩定的調查研究，由於技術規範涉及身體尺寸之計測，日本有專責單位定期每兩年做一次全國性抽樣調查，使設計尺寸之訂定有明確可靠的依據。
- (2) 有關措施的配合：日本除了強制法令規定外，在促進法中即有鼓勵性的用語，如法律中規定「儘量設置」，並由國土交通省訂定參考性的建議基準以作為規劃設計之技術參考。
- (3) 新舊兼顧：強制性規定以新建之供不特定使用之建築物為主，但是在建築物部分，法律明確提出改善設施，得不計入容積率之規定。
- (4) 技術規定：日本住宅無障礙相關規定尚未全面法制化，惟相關之參考技術規範極多，尤其「對應高齡社會住宅規劃設計指針」及其補充基準，與「住宅性能標示制度」中有關之規定，皆有一般基準及建議或分級標準，尤其日本人之身材與國人較為接近，在國內尚缺乏全面性人體尺寸統計資料前，可提供本案研訂技術規範之參考。

## 2.6 再生材料於鋪面材料之應用

再生材料應用於各式鋪面之技術迅速發展的主要原因在於資源短缺壓力。由於地球資源的過渡開來使用，人類已經普遍認識到可利用資源正在枯竭，資源性材料的再生利用得到普遍重視。尤其在美國礦山開採法發佈後，道路用碎石生產受到極大限制。

在環境要求方面，日益增多的廢棄材料堆放、遺棄、焚燒、掩埋帶來的環境污染問題已經得到高度重視。發達國家中不僅要求廢棄瀝青路面材料必須再生利用，甚至要求築路工業大量消耗工業副產品、工業廢渣，廢棄物、回收廢料等 4 類 19 種可利用材料(如玻璃、塑膠、橡膠輪胎、工業廢渣等)築路，以減少環境壓力。

### 2.6.1 國外再生材料再利用狀況

瀝青路面再生技術早在 1930 年代便已開始應用，但發展一直比較緩慢。1973 年石油危機為轉捩點，國外道路產業開始大規模推廣應用瀝青路面再生技術。至 1980 年代，利用於路面再生技術發展比較成熟。至 1990 年代，再生技術獲得更進一步發展，除歐美外，在日本和亞大地區也得到普遍的應用。

#### 1. 日本

日本在建築廢棄物再利用管制法規方面已行多年，主要是以「再利用」、「減量化」、與「處分」三種方式為主軸，並藉由以下四點措施達再利用之最佳目的。

- (1) 明確法令制度，供政府及民間相關業者遵循
- (2) 財務獎勵辦法，以補足再生市場缺乏的經濟誘因
- (3) 強制工程使用，以創造再生市場打通回收再利用管道

於西元 2000 年發表《建設廢棄物副產物對策行動計畫--Recycle Plan 21》，須達成『最終處置量減半』之目標，使再利用達率 90%，進而向零最終處置量邁進。在再利用方面，對於採用再生或再使用製品的集合住宅可獲政府之優惠貸

款。此外，並針對從事再生處理之處理場給予稅制、融資上之優待，其相關制度彙整如表 2-5 所示。

表 2-5 日本資源回收再利用現行稅制與融資之相關制度

適用事業項目	瀝青再生廠 相關稅制
主旨	從事道路建設工程，而可達到公害防治，節省資源、能源之行為者
設備	對瀝青再生廠的稅制措施設備包含： 1.破碎設備 2.加熱碎解設備 3.加熱混合設備
融資條件	●國稅減輕：機械等特別折舊為14% ●固定資產稅之評定額減輕2/3
適用業者	要提出青色申告單之公司

在建築廢棄物管理方面，日本相關單位成立『建設廢棄物交換中心』之全球資訊網，促進各類廢棄物項目之處理、數量與去處等方面資訊之快速流通。

## 2. 德國

德國聯邦政府於 1975 年在其廢棄物再生計畫中，首次提出將原物料循環再生的構想。1994 年 9 月 27 日德國政府公告「循環經濟與廢棄物管理法」，執行機關以聯邦政府為主。

德國再利用於道路工程的技術仍然是處於領導地位，表 2.4 是德國聯邦交通部 2000 年國內再生材料應用於道路工程統計表，從中發現許多我國目前仍屬於研究開發階段的再生材料，如煉鋼爐渣或氣冷爐石，在德國已達到 90% 以上的再利用率，部分更達到 100% 應用在道路工程上，整體再生材料於道路工程的利用率高達 40% 左右。

表 2-6 德國再生材料應用於道路工程統計表

材料	年產量 (單位：百萬公噸)	應用在道路上數量 (單位：百萬公噸)	再利用百分比 (%)
氣冷爐石	8.3	8.3	100
煉鋼爐渣	4.8	4.4	92
煤渣	64.8	13.6	21
鍋爐爐渣	2.8	2.7	98
粗灰	0.4	0.3	74
飛灰	3.1	2.7	86
石膏	1.8	1.8	100
再生瀝青	12.0	6.0	50
道路碎塊	20.0	11.0	55
瓦礫	23.0	4.0	17
總計	141.0	54.8	39

資料來源：German Federal Ministry of Transport-BMV

### 3. 荷蘭

荷蘭於 1979 年，市政府開始主管廢棄物管理，而省政府的責任為規劃、許可、控制及執行。1990 年廢棄物管理委員會 (Waste Management Council, AOO) 成立，其工作為協調、執行、規劃區域及國家的計畫。

AOO 其工作主要為規劃全國性的廢棄物管理、規劃廢棄物管理十年計畫、商議省廢棄物管理計畫、規劃分別收集的計畫、協商跨省運送廢棄物、協商個人與公眾間的行為。

由於實施國家十年整體計畫的緣故，使得廢棄物整體生命週期均有相當完善的規劃，也因此荷蘭成為歐洲國家中再生材料應用率最高的國家，連美國也遠遠落後了將近 30%，其用途從著名的填海造地漸漸轉移到道路工程上，如表 2-7 所示，荷蘭的再生瀝青、電廠灰渣、各類爐石、建築廢棄物等均已達到百分之百的再利用率，甚至部分再生材料更製成再生產品外銷到鄰近國家，是典型的資源再利用楷模。

表 2-7 荷蘭再生材料應用於道路工程統計表

種類	產量 (單位:百萬公噸)	再利用量 (單位:百萬公噸)	應用
瀝青混凝土	7.700	7.700	熱拌再生瀝青混凝土
挖(刨)除粗料	3.000	3.000	熱拌再生瀝青混凝土,部分用於水泥混凝土粗料
焚化爐底灰	0.800	0.800	基、底層級配料或築堤
焚化爐飛灰	0.080	0.020-0.030	水泥填充料
氣冷爐石	1.200	1.200	生產水泥產品,少量用於道路基、底層
煉鋼爐石	0.500	0.500	基、底層料或取代砂
電廠飛灰	0.850	0.850	水泥或瀝青填充料,部分充當細料級配
電廠底灰	0.080	0.080	輕質骨材,部分製成水泥塊外銷比利時
廢棄土	0.160	0.157	清潔後回填或填海造地
河川污泥	0.023	少量	--
含磷爐石	0.600	0.600	基、底層或瀝青材料
建築廢棄物	9.200	9.200	基、底層材料,少量為水泥混凝土粒料
廢混凝土細料	0.300	0.300	基層材料取代天然砂

資料來源：The Dutch Ministry of Transports, 2001.

#### 4. 丹麥

丹麥對於焚化爐底渣的管理政策為在對環境無不可接受之影響前提下,焚化底渣皆可進行再利用,然而對於底渣與飛灰理論上或許可被再利用,實際上卻無法通過化學組成之再利用要求,因此底渣與飛灰分開收集,始可使其再利用具效益性。

在 1993~1994 年間,丹麥之底渣再利用量達到 40~45 萬噸再利用率為 90%。除篩分及磁選後 10%金屬可回收使用外,底渣通常應用於相關土木工程,如一般道路、停車場路基、自行車道、覆土材料等,做為瀝青混凝土骨材取代物,降低天然石材使用量,估計底渣掩埋每噸費用約為 150 美元,大量的資源回收再利用,亦為丹麥節省龐大的處理費用。



## 5. 法國

法國於 1994 年間焚化處理之廢棄物量約為 18,000,000 噸，產生約 2,160,000 噸之底渣，在 2,160,000 噸底渣中，有 45%（約 1,000,000 噸）被再利用於土木工程。法國法規規定，僅有底渣可進行再利用，飛灰則必須經固化處理，進行掩埋場棄置，法國是歐洲第一個如此要求的國家。

在法國，底渣之再利用率約為 64%，經淋洗測試（NFX31-210）後，可將底渣區分為以下三類：

- (1) V (Valorization) 類：可利用類，此類的底渣溶出濃度較低，可作為道路工程路基材料。
- (2) M (Maturation) 類：成熟類，屬於中等材質底渣，通常需經過處理或儲存 12 個月以上，以使污染物溶出行為達到穩定狀態，方可再利用。
- (3) L (Landfilling) 類：儲存/掩埋類，底渣溶出濃度較高，必須送至掩埋場處置。

## 6. 美國

美國聯邦政府對於灰渣之認定並無公告之法令規定，因此乃由各州依據該地區之相異特性，自行訂定相關法規標準，以致出現對於灰渣之處理方式要求寬嚴不一之情形。

然而在美國由於既有掩埋場使用空間逐漸減少，新建掩埋場則因安全問題之考量，導致掩埋處理費用提高，因此灰渣資源再利用目前備受重視，相關的再利用研究陸續提出，並在加州、紐約、佛羅里達等州均有應用實例，包括利用底渣於建築物混凝土磚、路基材、掩埋場覆土、停車場底層材料、人工魚礁、海岸侵蝕防護應用等，以及作為瀝青混凝土骨材取代物等。

表 2-8 各國焚化底渣資源化應用方法

國 別	資源化應用方法
日 本	道路骨材、步道用磚、無筋混凝土製品
美 國	道路基底層材料、結構用磚、人工漁礁、消波塊等。
法 國	回收玻璃、含鐵物質以及且他非鐵金屬、道路路基底層材料。
德 國	土壤改良劑、高速公路隔音牆填充材料、道路路基底層鋪設。
荷 蘭	基底層材料、提防、水泥骨材、瀝青骨材等。
瑞 典	基底層材料、建築輕質骨材
丹 麥	基底層材料、混凝土骨材
英 國	水泥原料、瀝青混凝土骨材、混凝土製品、回填材、地盤改良材、陶瓷製品

## 2.6.2 國內再生材料再利用狀況

### 1. 營建剩餘土石方處理及再利用情形

內政部於 80 年 5 月 2 日頒布「營建廢棄土處理方案」以來，已歷經 8 次修正，於 96 年 3 月 15 日頒佈修正「營建剩餘土石方處理方案」，目前已有 16 縣市政府依據方案之指導原則制定自治條例及 7 縣市政府制訂管理規定，針對營建剩餘土石方進行相關管理。

根據營建署統計國內 94 年度營建剩餘土石方產出量達到 4254.7 萬立方公尺的產量（如表 2-9 所示），這些剩餘土石方經由暫屯、堆置、填埋、轉運、回收、分類、加工方式、土方交換等處理方式進行再利用，其中可作為磚瓦場料源的剩餘土石方亦有相當比例的可使用量，根據營建署營建剩餘土石方資訊服務中心統計，自民國 91 年以來每年約有 1 千多萬立方公尺（如表 2-10）的 B3、B4 類的剩餘土石方可做為磚瓦場的原料。

由表 2-9 可知，國內營建剩餘土石方產出之可直接再利用於磚瓦製品的數量佔剩餘土石方為相當大的比例（約為 30%~40%），但實際上磚瓦業收受由剩餘土石方產生之可直接在利用於磚瓦業之再生材料比例仍為較低的情況，若能有效

利用由剩餘土石方所產生之再生材料，若能將此部分的再生材料充分應用於再生透水鋪面，不僅能節省天然砂石的消耗，更可達到再生材料再利用的目標。

表 2-9 營建剩餘土石方各年度產出量

單位：立方公尺

年度	建築工程產出量	公共工程產出量	總計產出量
90	732.5	851.4	1,583.9
91	655.5	2,498.7	3,154.2
92	1,159.8	2,756.8	3,916.6
93	1,662.5	2,348.7	4,011.2
94	2,069.9	2,185.2	4,255.1
95	2,151.7	1,875.1	4,026.8
96.1~96.6	864.4	877.6	1,742.0

資料來源：營建署營建剩餘土石方資訊服務中心

表 2-10 各年度可作為磚瓦場之剩餘土石方數量

單位：立方公尺

年度	產出量	可作為磚瓦場料源(B3+B4)			
		直接再利用數量	佔剩餘土石方產出量比例(%)	磚瓦窯場收受剩餘土方數量	磚瓦窯場收受剩餘土方數量佔直接再利用比例(%)
91	27,685,315	12,055,007	43.54	314,159	2.61
92	36,990,909	14,667,331	39.65	515,900	3.52
93	38,358,127	13,586,090	35.42	437,999	3.22
94	37,690,254	14,267,289	37.85	449,690	3.15
95	39,378,300	12,890,690	32.74	222,021	1.72
96.1~96.6	16,586,466	5,427,256	32.72	275,022	5.07

資料來源：營建署營建剩餘土石方資訊服務中心

依據內政部於頒佈之「營建剩餘土石方處理方案」，剩餘土石方必須依照該方案辦理，進行暫屯、堆置可供回收、分類、加工、轉運、處理、再生利用者，屬有用之土壤砂石資源，依據管理辦法所示可利用土石方資源堆置處理場、目的

事業處理場所及其他經政府機關依法核准之場所進行處理，目前國內各類行處理場所分佈如圖 2-2 所示，其中可用於磚瓦業使用之 B3（粉土質土壤(沈泥)）、B4（黏土質土壤），可由土石方資源堆置處理場及目的事業處理場所進行再生利用之處理。

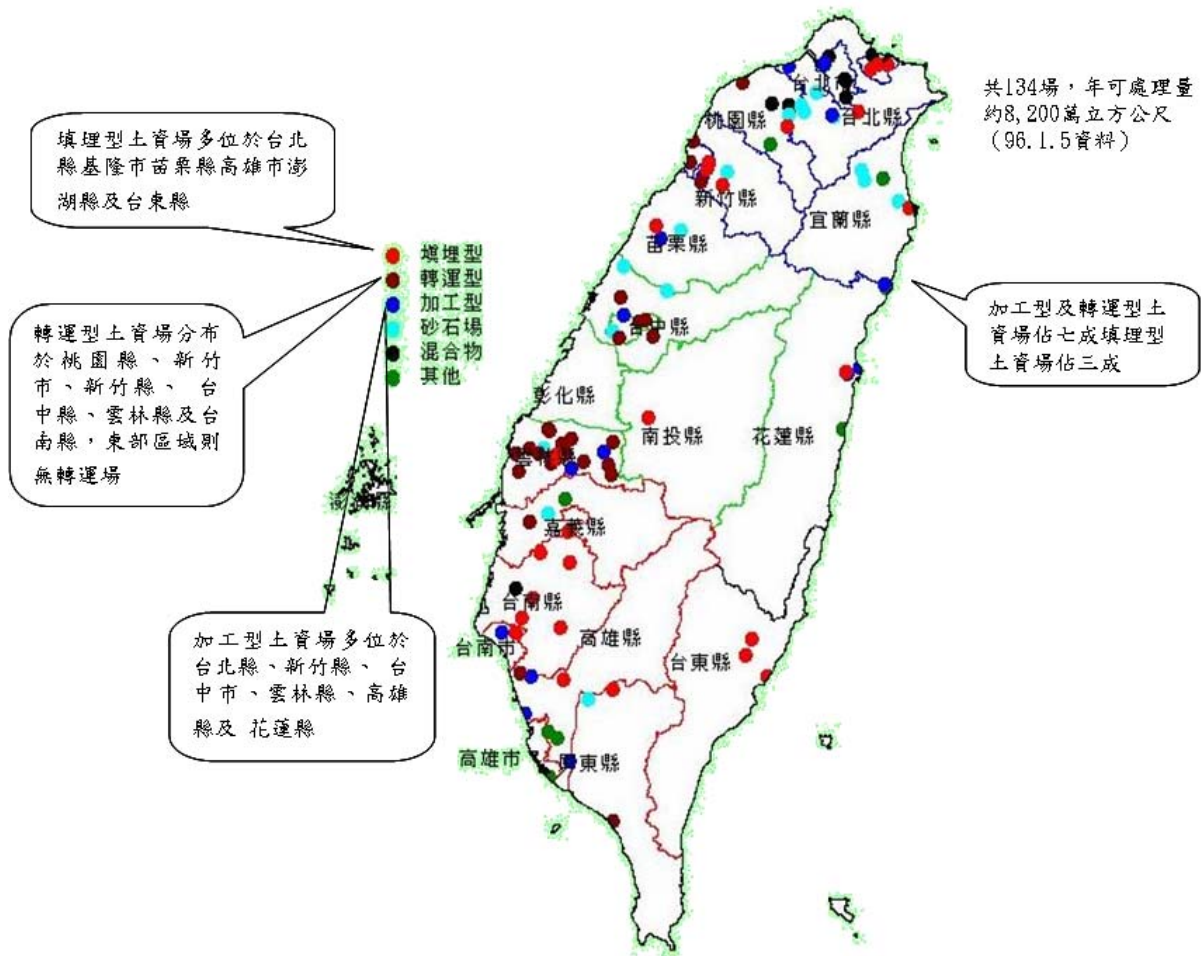


圖 2-2 各類型剩餘土石方處理場所分佈圖

內政部建築研究所研已於 95 年 9 月 15 日起修訂公告「碎石級配料」為再生綠建材評定項目之一，其評定標準為以下所示，並需經過相關規範之試驗：

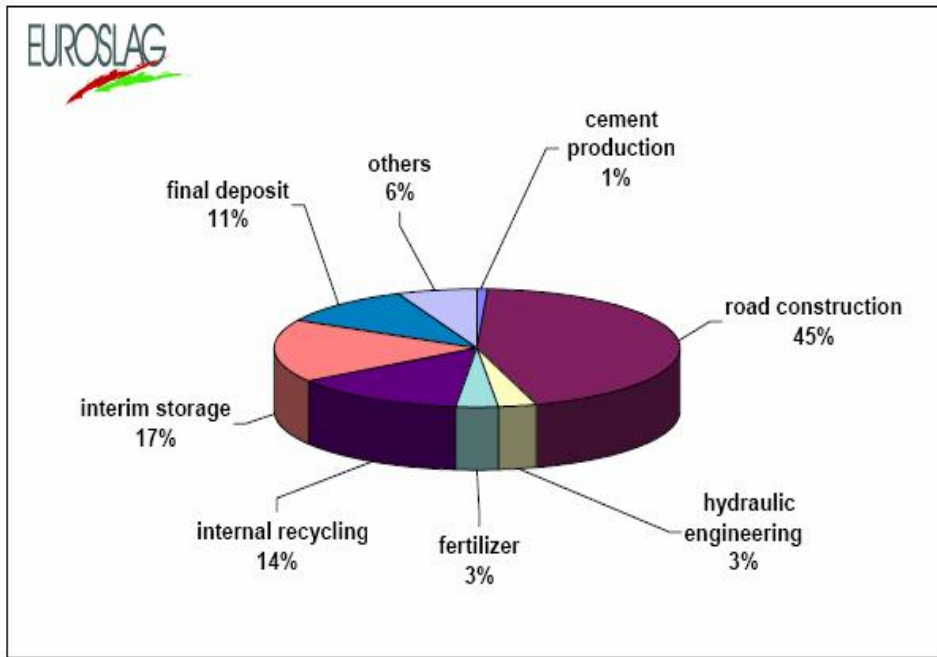
- (1) 再生材料：營建剩餘土石方、污泥、淤泥、無害性之石質廢棄物、廢玻璃等。
- (2) 再生材料使用比例（重量百分比）：細粒料應佔 80%以上；粗粒料應佔

50%以上粗粒料為停留於 8 號篩—2.36mm 以上者；細粒料為通過 8 號篩而停留於 200 號篩者。

## 2. 轉爐石

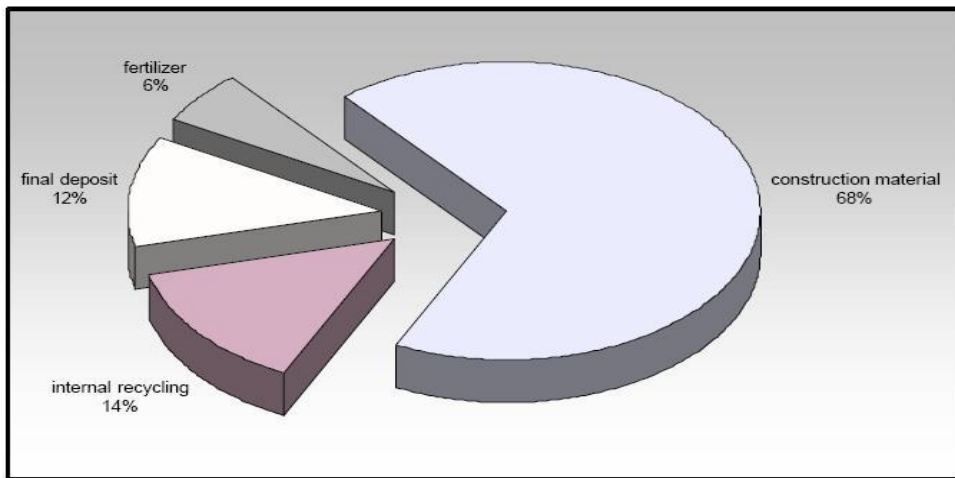
轉爐石為煉鋼過程中產生之副產物，在台灣每年約有 130 萬噸的產出量，早在 16 世紀即有爐石應用之案例紀錄，歐美等先進國家在 19 世紀開始將爐石材料運用於鋪面工程當中，而日本也於二十世紀初起開始著手研發爐石之相關利用，直自今日為止，各國對煉鋼爐石的利用上，絕大多數為鋪面工程所使用，其次為營建材料、肥料等。

根據歐洲爐石協會(The European Slag Association) 2006 年資料，煉鋼爐時產生約 1500 萬噸，利用情況資料如圖 2-3；顯示煉鋼爐石以用在道路方面最多，約有 45%，其次是暫存、內部回收、肥料與水利工程少量做為取代水泥用。在德國，煉鋼爐石每年產生超過 350 萬噸，其中 68%用營建材料、14%內部回收、12%掩埋及 6%肥料，如圖 2-4；根據 USGS(U.S. Geological Survey) 統計資料，美國 2003 年產生約 880 萬噸煉鋼爐渣，47%利用於道路材料，17%使用於替代瀝青混凝土粒料、其他再利用佔 25%與掩埋 11%，如圖 2-5。日本鋼鐵爐石協會的資料顯示，日本使用情形為 47%營建材料(含混凝土粒料)、13%再利用、26%道路用、4%取代水泥用，剩餘則為地盤改良、掩埋及其他使用等，如圖 2-6。



資料來源: The European Slag Association, 2006年1月

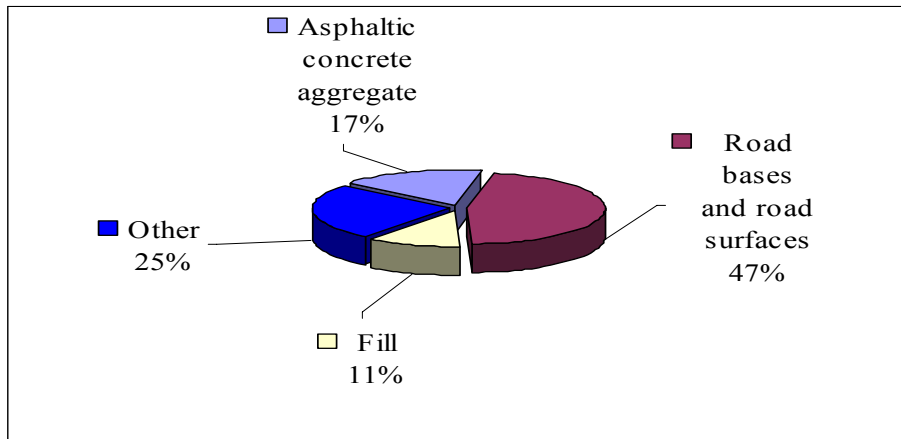
圖 2-3 歐洲國家煉鋼爐石的利用狀況(2004)



資料來源: Report des Forschungsinstitut der Forschungsgemeinschaft Eisenhüttenschlacken,

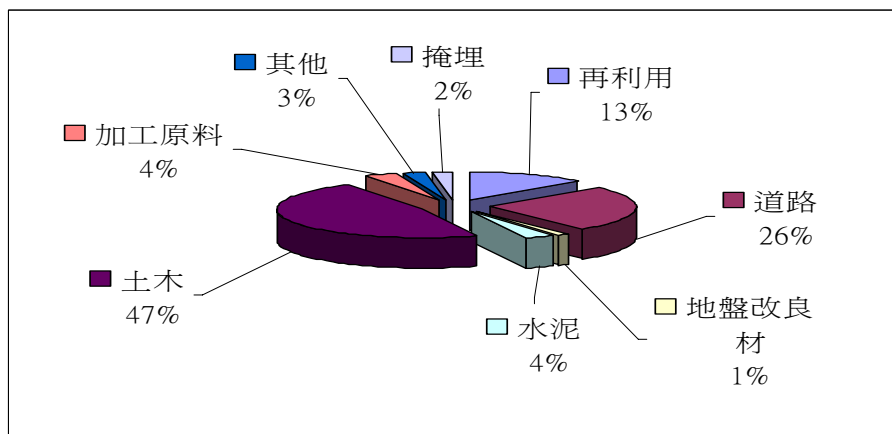
2002年1月

圖 2-4 德國煉鋼爐石利用狀況(2001)



資料來源: Iron and Steel Slag End-Use Statistic 2005 年 9 月

圖 2-5 美國煉鋼爐石的利用狀況(2003)



資料來源:日本鋼鐵爐石協會 2007 年 3 月

圖 2-6 日本煉鋼爐石利用狀況(2005)

國內中鋼公司煉鋼廠冶煉鋼鐵的過程中，每冶煉一噸的生鐵，大約有 310 公斤的高爐石伴隨而生；而冶煉一噸鋼，則大約有 130 公斤轉爐爐石伴隨而生，估計一年約有 130 萬噸產量。早期煉鋼廠，並不重視爐石之再利用，故大多數的爐石皆採拋棄或是掩埋的方式處理。但經過多年的研究，經過適當處理後之爐石，可應用於工程或農業如水泥取代、農業土壤改良、陶瓷製作、混凝土拌製、道路鋪築等。

### 3. 廢棄混凝土塊 (B5)

行政院公共工程委員會為落實國家永續發展政策，特擬定「推動營建資源再利用於公共工程行動計畫」，協調各相關部會訂定配套措施、規範、標準及推廣等事宜，推動營建資源廢棄混凝土再生利用於公共工程，以達成公共工程節能、減廢及資源再利用之目標。

目前廢棄混凝土再利用尚屬示範推廣階段，以中央各部會主辦之公共工程為對象，基於各工程主辦機關對於廢棄混凝土製成之再生材料或再生產品接受度相當低，多數觀念上仍停留在次級品或替代品之等級。雖然營建署已於今年(95年9月)發行「再生混凝土使用手冊」供工程單位使用，後續正著手進行「再生混凝土施工規範」之研擬，但目前正為推廣初期，多數基層工程人員尚未熟悉規範，加上對再生混凝土產品之採購標單無範本模式可供參考，所以不敢貿然採用，避免遭受檢調單位質疑，故除應儘速完成建置相規範或標準，並辦理相關推廣教育之訓練及其他配套措施，藉此調整基層人員之心態，提昇廢棄混凝土再生利用執行成效。

廢棄混凝土再生利用於公共工程，將採取逐漸提高率之方式，工程會訂定各部會年度使用廢棄混凝土之再利用率及協調交通部、經濟部及行政院農業委員會等機關提出九個使用廢棄混凝土資源再利用於公共工程之示範案例，加速達成廢棄混凝土減量逐年遞增之目標，表 2-11 為各年度使用廢棄混凝土再利用率之績效指標，表 2-12、表 2-13、表 2-14 為廢棄混凝土資源再利用於公共工程示範案及公共工程產出及再利用營建廢棄混凝土相關資料。

$$\text{再利用率} = \frac{\text{目標年度使用廢棄混凝土數量}}{\text{目標年度產標年度產出土數量}} \times 100\%$$



表 2-11 使用廢棄混凝土再利用率績效指標

目標 \ 年度	再利用率(%)
94	10
95	30
96	50
97	70

表 2-12 營建廢棄混凝土再利用於公共工程示範案例相關資料

單位	案例名稱	預估產出	實際產出
		預估需求	實際需求
國工局	國道六號南投段工程（台中縣－南投縣）	2150	1000
		20700	3333
	國道八號銜接西濱公路道路工程（台南市）	610	1610
		9220	3333
高公局	國道一號員林高雄拓寬第 532 標八掌溪橋工程	5148	6216
		5148	未申報
	第 542A 標急水溪橋改善工程	9923	16190
		10283	3500
	第 542B 標曾文溪橋改善工程	12313	13893
12313		未申報	
公路總局	台七乙線 7K+787~8K+100 彎道改善工程（台北縣三峽鎮）	514	514
		514	514
水利署	東埔蚋溪木屐寮一號水岸整理工程（南投縣竹山鎮）	0	未申報
		770	未申報
水保局	台中縣霧峰鄉北坑溪整治二期工程	0	未申報
		300	未申報
	南投市深坑野溪整治加強工程	0	未申報
		293	未申報
	總計 (m <sup>3</sup> )	30658	-
		59541	-

\*由「營建廢棄混凝土再利用管理系統查詢」所得之申報數目，未申報代表本管理系統無此紀錄。

表 2-13 公共工程產出營建廢棄混凝土一覽表

工程名稱		土質	數量	混凝土比例(%)	工程起始日	工程結束日
公路總局	94 年度彰化段代養 135 線、139 線、139 甲線、142 線、152 線路面整修工程	B8	10955	0	2006/4	2006/4
	台 19 線朴子溪橋改建工程(重新發包)	B8	15707	0	2006/4	2006/10
	143 線 12K+250-21K+200 挖掘路面局部修復工程	B8	15920	0	2006/4	2006/4
	台 1 線大度橋改建及耐震補強工程	B5	21809	95	2006/5	2006/10
	134 線 0K+000-5K+730 及 7K-10K 挖掘路面局部修復工程	B8	22507	0	2006/4	2006/4
	台 1 線 204k-205k+600 及台 1 丙線金馬陸橋路面整修工程	B8	139057	0	2006/4	2006/4
台電	新工~新崙.竹工~新工 161KV 線電纜管路工程(第四期)	B5	11588	100	2006/5	2006/12
民航局	松山機場及北竿機場圍牆等工程	B8	14686	0	2006/4	2006/4

表 2-14 公共工程使用再生混凝土資源類別一覽表

工程名稱		類別註 1	數量	混凝土比例(%)	工程起始日	工程結束日
台電	龍門(核四)計畫第一.二號機附屬廠房結構工程	R1	11983	0	2006/1	2006/12
	敏督利颱風景山溪及哆囉固溪尾水路段修復工程	R6	13665	0	2006/5	2006/5
	龍門(核四)計畫核廢料隧道新建工程	R1	14240	0	2006/1	2006/12
	龍門(核四)第一.二號機汽機廠房結構工程	R1	25000	0	2006/1	2006/12
	龍門(核四)計畫第一.二號機核島區廠房結構工程	R1	25585	0	2006/1	2006/12
公路總局	台 22 線里嶺大橋 A1~P29 間橋梁改建工程	R6	12131.5	100	2006/5	2006/12
	玉長公路 12K+420~13K+978 新闢道路工程	R6	63800	0	2006/1	2006/9
高鐵局	高鐵桃園車站特定區區段徵收公共工程景觀工程第一標	R6	35000	0	2006/11	2006/11
	高鐵台南車站特定區區段徵收公共工程景觀工程	R6	50000	0	2006/12	2006/11
聯合大學	國立聯合大學八甲校區公共設施-水土保持、雜項及公共機電工程	R6	455648	0	2006/2	2006/5
台東大學	國立台東大學知本校區人文學院新建工程	R1	18781	0	2006/11	2006/12

註 1：R1-水泥混凝土拌合粒料、R2-瀝青混凝土拌合粒料、R3-水泥製品(地磚、水溝蓋、路緣石、水泥箱涵、消波塊...等)、R4-級配填方(借土)(或稱為基底層)、R5-回填料(借土)、R6-工區內自行回填平衡。

#### 4. 焚化爐底渣

國內目前只有台北縣及台北市底渣有經過資源處理廠處理進行再利用，其他各縣市還是採取掩埋的方式處理，未來環保署將在台灣地區分中南二區各興建一座「灰渣再生利用廠」，第一座選定設在台南市城西垃圾焚化廠區內，該廠面積達十四公頃，將以其中五公頃興建再生利用廠。環保署規畫包括台南市、高雄縣、高雄市、屏東縣的城西、中區、南區、仁武、岡山、崁頂等共六座焚化爐的底灰，將來都直接送進城西再生廠當作原料使用，僅這六座焚化爐每天就產生兩千多噸灰渣。

而目前環保署也規定再利用用途，主要作為無筋混凝土添加料、瀝青混凝土添加料、磚品添加料、道路工程級配料及掩埋場每日覆土替代材料等用途。

從以上國內或國外再利用策略來看，垃圾焚化廠的灰渣如要再利用，一開始就要從垃圾分類做起，這樣可使垃圾性質較為單純，生產的飛灰與底渣最好採取分開處理的方式，如此可減少重金屬的含量，這樣底渣對於之後的再利用政策才能更容易推行。由於熔融及燒結等高溫處理法之建造成本及操作成本太高，雖然國外在推廣回收再利用之考量下有部份應用實例，但若經熔融或燒結所產生之成品無法覓得適當市場予以消化，最終仍需掩埋處置，似乎更不符經濟效益。惟完全不處理即全量掩埋，又恐影響環境品質，且喪失再利用機會而甚為可惜，故若得將灰渣再利用，可利用磁選與篩分技術，由磁選得回收出售廢鐵金屬，篩分析則將其餘顆粒區分為 5mm 以下，5~25mm 及 25mm 以上三種尺寸，小於 5mm 之細顆粒因可能含重金屬濃度較高，不宜再利用而與飛灰合併處理，5mm~25mm 之顆粒則可符合 CNS 6298 C-20 級道路用碎石級配粒徑之規定，得直接應用於道路工程，作為基層或底層之級配填料，至於大於 25mm 之顆粒，因所佔比例少（僅 5%）可直接掩埋，或經壓碎後併入 5mm~25mm 之分類中。上述方案之特點為設備簡單，造價不高，且操作容易，即使於未來相關單位採用磁選篩分成品之意願不高，經磁選與篩分後之灰渣仍具有雜質少、掩埋填地容易及兼顧環保與投資效益之特性。表 2-15 為目前底渣再利用技術的比較與建議。

表 2-15 底渣再利用技術的比較與建議

處理技術	優點	缺點	綜合評估
燒結	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 再利用產品，可用機會最高</li> <li>2. 減容率高(1/2~1/2.5)</li> <li>3. 抗壓强度高(1000kg/cm<sup>2</sup> 以上)</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 備料與鍛燒流程較複雜，且批式操作，佔用空間大</li> <li>2. 燒製過程中，部份重金屬揮發，應捕集處理</li> <li>3. 成品市場不穩定</li> <li>4. 處理費用高(13,000 元/公噸灰渣)</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 費用太高，空間需求大</li> <li>2. 成品市場不穩定</li> <li>3. 國外實績有限</li> </ol>
熔融	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 減容率高(1/1.6~1/2)</li> <li>2. 高溫直接熔融，不需添加其他物質</li> <li>3. 抗壓強度達 250kg/cm 以上，適合再利用</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 熔融過程中，部份重金屬揮發，應補集處理</li> <li>2. 成品市場不穩定</li> <li>3. 處理費用高(10,000~15,000 元/公噸灰渣)</li> <li>4. 技術等級要求較高</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 費用太高，不經濟</li> <li>2. 成品市場不穩定</li> <li>3. 於日本雖具多座實績，但國內尚未具應用實例</li> </ol>
篩分	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 設備簡單，處理費用低</li> <li>2. 篩除可能含重金屬濃度較高之細粒物質</li> <li>3. 按粒徑篩分，提供品質較佳之道路基材或填地級配</li> <li>4. 篩分後底渣需分別貯存，貯坑佔地較大</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 市場及用途不穩定</li> <li>2. 若作為混凝土製品，其外觀與品質不佳</li> </ol>	<p>綜合考量處理設備之經濟性、灰渣再利用性及環保要求，若能順利覓得下游使用者，得採用</p>
直接掩埋或填海	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 不需任何處理設備與空間</li> <li>2. 不增加建設費用</li> <li>3. 若得直接掩埋或填海，作業最方便</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 細粒物質所含重金屬濃度較高，影響灰渣整體品質</li> <li>2. TCLP 試驗中，Pb、Zn 可能超過標準</li> <li>3. 金屬類物質未回收</li> <li>4. 缺乏再利用機會</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 恐被認定為有害事業廢棄物</li> <li>2. 再利用性不足</li> </ol>

### 第三章 市區道路人行與自行車道空間現況問題探討及改善策略

由於我國之道路規劃建設密度日漸提升，而早期規劃重點多為交通對於經濟發展之助益，強調道路功能之機動性，以車輛為主之建設原則，在有限的道路面積中，行人可使用的空間相對被壓縮，因而形成今日種種問題。近年來，由於「人本政策」觀念已為交通專業所接納且積極推行，中央道路主管機關對於行人使用率較高的市區道路人行環境也格外重視，道路之建設養護觀念也逐步推展至人行環境，因此建立有尊嚴、安全、舒適之無障礙人行環境遂成為道路建設及養護之當下重點課題與挑戰。

在既有的市區道路發展格局中，因為道路建設以車行便利為發展導向，致使人行空間過度狹小，最終呈現破碎、不連續的狀況，難以達到都市環境當中「大面積」、「完整度」的人行空間及無障礙空間之需求。為遏止市區道路持續切割都市空間之現象，必須先確實了解市區道路之空間發展與現況環境，俾利後續進行規劃原則與指標評估之研擬。

#### 3.1 市區道路路權使用狀況

目前台灣地區既有市區道路層級分類、主要配置之空間單元與其規範尺寸主要依循「市區道路工程規劃及設計規範之研究」(許添本，2001)擬定如表 3-1，其中並將道路型態為分主要道路、次要道路與服務性道路等三種，因應道路空間不同，使用方法及所衍生之問題亦大不相同，以下分列介紹：

表 3-1 市區道路規劃單元設置尺寸表

道路分類設置需求	主要道路 (快速道路*)	次要道路	服務道路	
			集散道路	巷道
分隔帶開口間距長	300 (600*)	100	-	-
人行道寬	4-1.5	3.5-1.5	2.5-1.5	1.5
汽車道寬	3.5-3 (3.75-3.5*)	3.5-3	3	2.5
混合車道寬	5-3.5	5-3.5	5-3.5	5-2.5(單向)
機車道寬	1.25-2	1.25-8	-	-
腳踏車道寬	1.5	1.5	1.5	1.5
公車專用道寬	3.5-3.25	3.5-3.25	-	-
臨近路口車道寬	≥3	≥3	≥2.5	≥2.5
中央分隔帶寬	4-0.5	1.5-0.5	-	-
車道分隔帶寬	≥0.5	≥0.5	-	-
公車停靠空間寬	3.5-3	3.5-3	-	-
上下車停車區空間寬	2	2	2	2
路邊汽車縱向停車空間寬	2.5	2.5	2.5	2.5
路邊機車橫向停車空間寬	2	2	2	2
公共設施帶寬	1.5	1.5	1.5	1.5

註：

1. 分隔帶開口間距，宜大於表中之規定。
2. 巷道其整體可通行空間至少應符合消防車及垃圾車通行之需要。
3. 設計車輛主要道路及次要道路以大客車為主，集散道路及巷道以小客車為主
4. 快速道路如括號內所示。
5. 「機車道寬」欄中，在只有一機車道可以採較大值規劃；在有二條機車道以上可採較小值計算。
6. 市區新建之主、次要道路，如用地許可時，可設寬度3.5 公尺以上邊緣帶。其最小寬度為1.5 公尺，一般採用2.5~3.0 公尺。
7. 公共設施帶寬，宜以該路段上所有公共設施中最寬者為設計依據。
8. \*表示快速道路之適用值。

資料來源：市區道路工程規劃及設計規範之研究，2001.12。

## 1. 市區主要道路

主要道路之功能定位為供交通繁忙地區與外圍重要鄉鎮市間之聯絡道路，並兼供穿越城市交通，或聯絡都市內各分區間之幹線道路。一般主要道路人行道係採道路兩側設置方式。

大型都市市區主要道路多屬此道路形式，寬度多在 22~49 米之間，近年來並發展出林蔭大道、綠園道等道路型態，不僅提升道路景觀美質，並提供休憩、自行車等多元化使用功能。但依空間特性所衍生之現況為：

- (1) 車流量大，車道規劃數多，佔去都市大量空間
- (2) 綠化植栽選取種類不佳，易佔去太多空間且易導致危險
- (3) 人行道、步道、自行車道、候車站等多為硬鋪面，透水性不佳，且設計無明顯區隔
- (4) 大多無專屬機車及自行車道，易導致交通混亂且增加行車危險

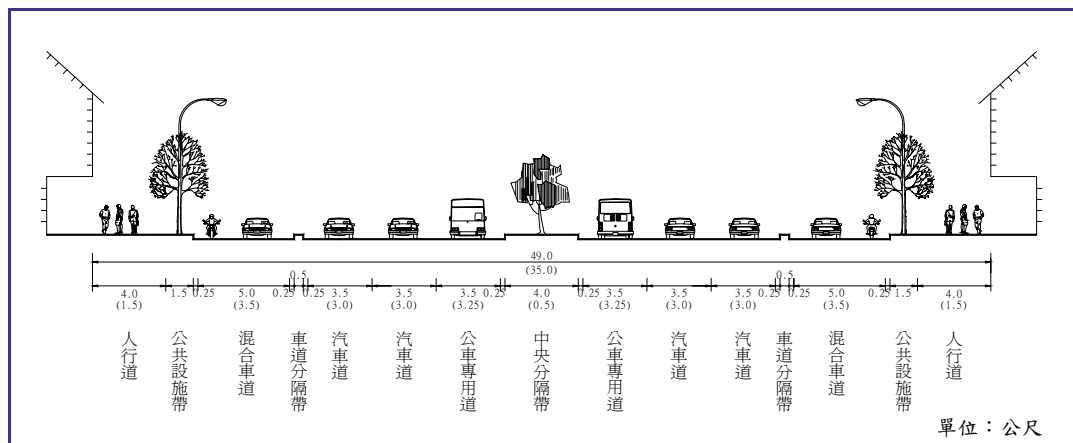


圖 3-1 主要道路(類型一)

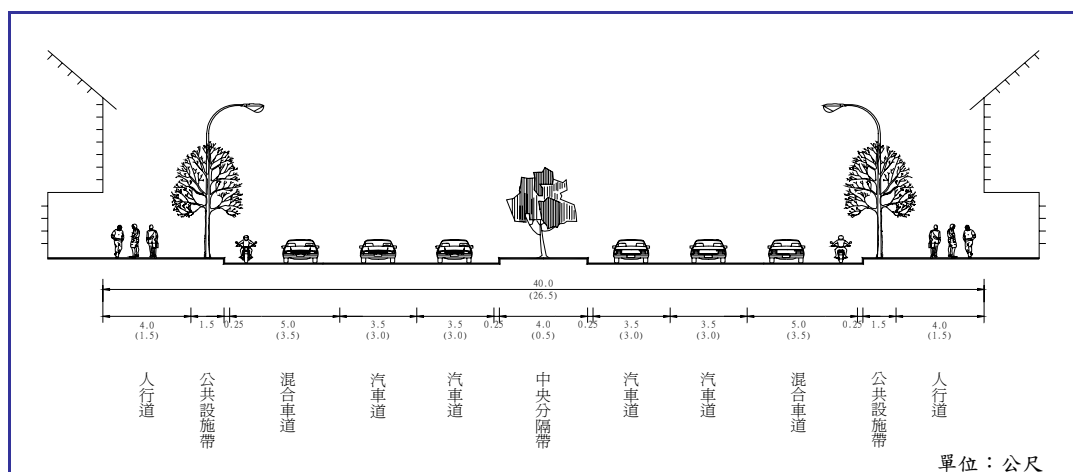


圖 3-2 主要道路(類型三)

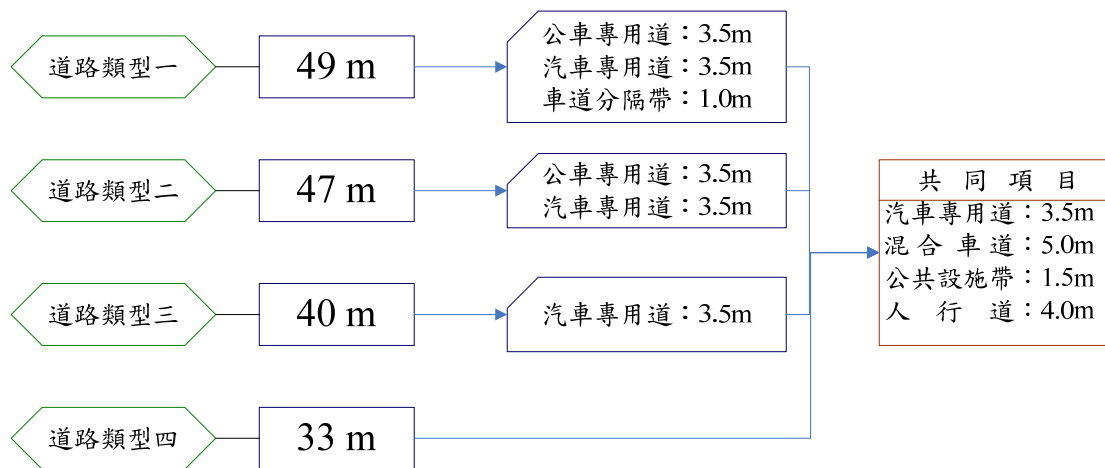


圖 3-3 主要道路類型分類圖

## 2. 市區次要道路

次要道路之功能定位為提供鄰近社區、鄉鎮市或村里聚落間之聯絡道路，有連絡主要道路與服務道路之功能，一般次要道路人行道係採道路兩側設置方式。

道路寬度在 19~40 米之間，常見於縣轄市或鄉鎮之道路尺度，道路空間多為車道雙向分隔+人行道之形式。依空間特性所衍生之現況為：

- (1) 人行空間與騎樓缺乏整合
- (2) 植栽綠化品質不佳、樹種選取種類不佳，易佔去太多空間面積
- (3) 人行道缺乏服務性休憩設施
- (4) 腳踏車及人行道多為硬鋪面，透水性不佳，設計與色彩單調，缺乏特色
- (5) 道路公共設施佔據人行空間



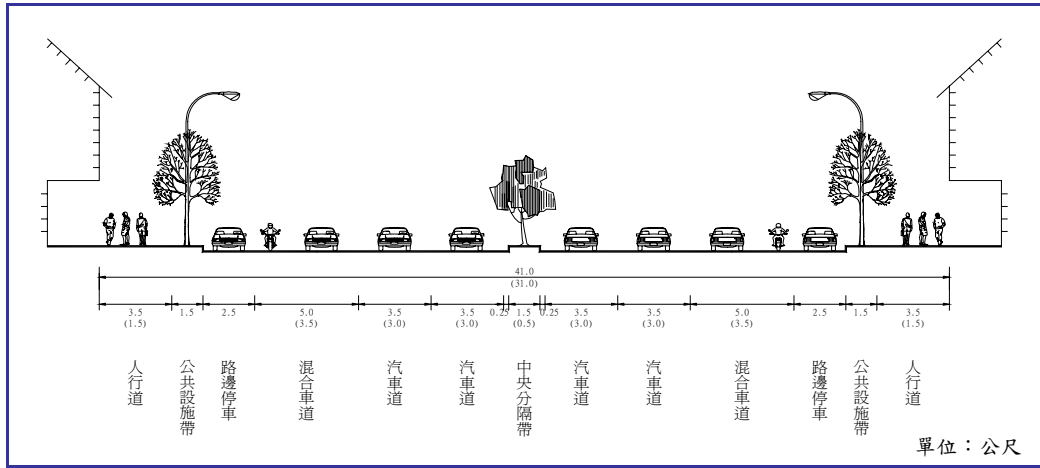


圖 3-4 次要道路(類型一)

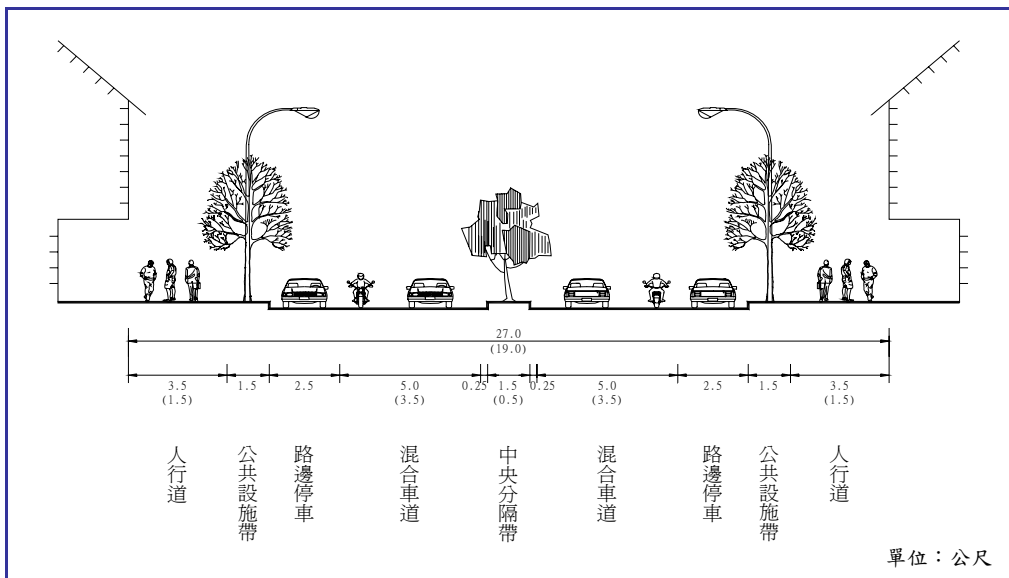


圖 3-5 次要道路(類型三)

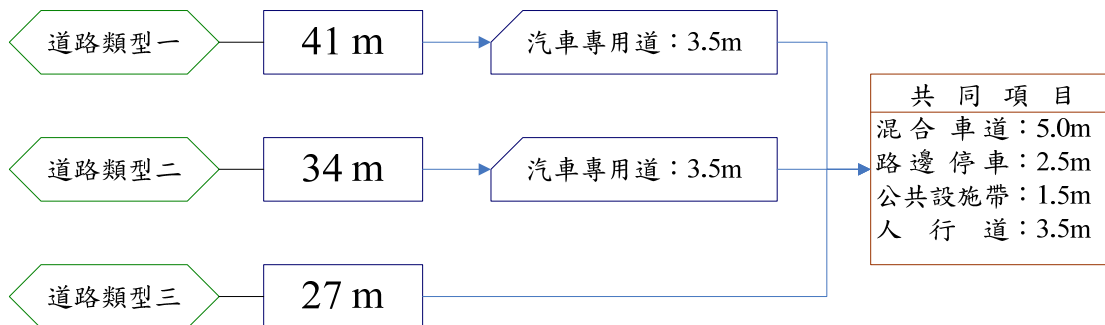


圖 3-6 次要道路類型分類圖

### 3. 服務性道路

#### (1) 集散道路

為服務性道路之一，一般道路寬在 25 公尺以下，約在 14~23 米之間，主要供鄰里、社區活動性使用之道路，並連接次要道路與巷道。仍應考慮佈設人行道。依空間特性所衍生之現況為：

- A. 綠帶面積通常不足
- B. 人行空間狹小，且與綠帶空間相互干擾
- C. 部分植栽根系常突出於地面，威脅使用安全
- D. 招牌突出侵佔道路空間

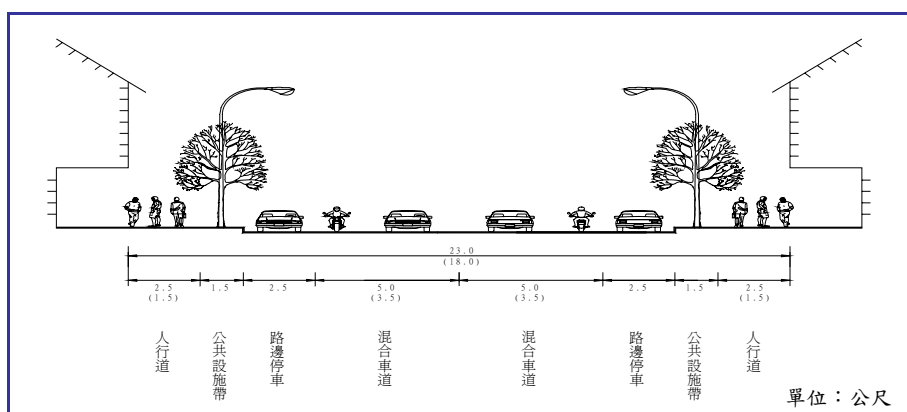


圖 3-7 集散道路(類型一)

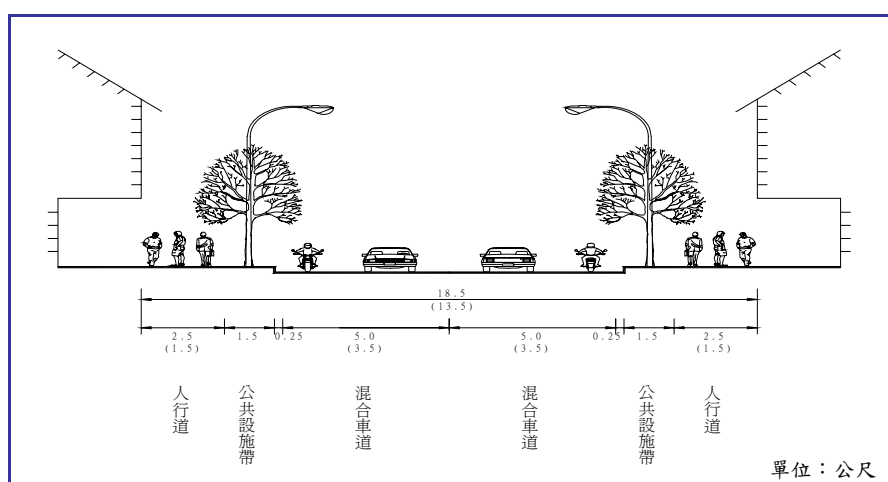


圖 3-8 集散道路(類型二)

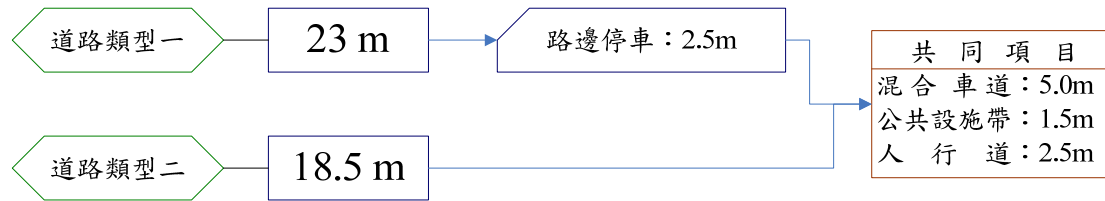


圖 3-9 集散道路類型分類圖

## (2) 巷道

巷道亦屬於服務性道路，提供道路兩旁建築物人車直接出入之功能。一般巷道寬度通常小於 15 公尺，約為 7~15 米寬，主要提供鄰里、社區住戶人、車直接出入之道路，故目前的作法大多未設置人行道，造成行人使用上安全與便利的顧慮。

故巷道之規劃仍應依據實際需求考慮人行道之設置，如路寬確實不足或兩側土地使用不同，則可考慮人行道兩側不對稱之設計，將人行道留設於使用較為頻繁之一側。若巷道受限於實質條件無法劃設人行道，則路側也不應劃設停車格位。巷道依其空間特性所衍生之現況為：

- A. 未配置人行道，造成行人使用上的不便
- B. 道路狹窄，且寬度不一，常有人車爭道之情形
- C. 商業活動延伸道路空間
- D. 路邊停車阻礙交通
- E. 無植栽配置
- F. 無休憩、服務設施
- G. 招牌、電纜電線杆佔據

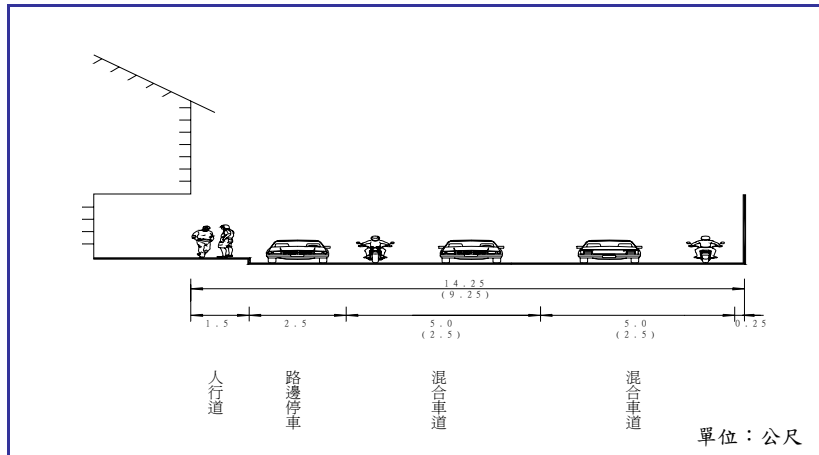


圖 3-10 巷道(類型一)

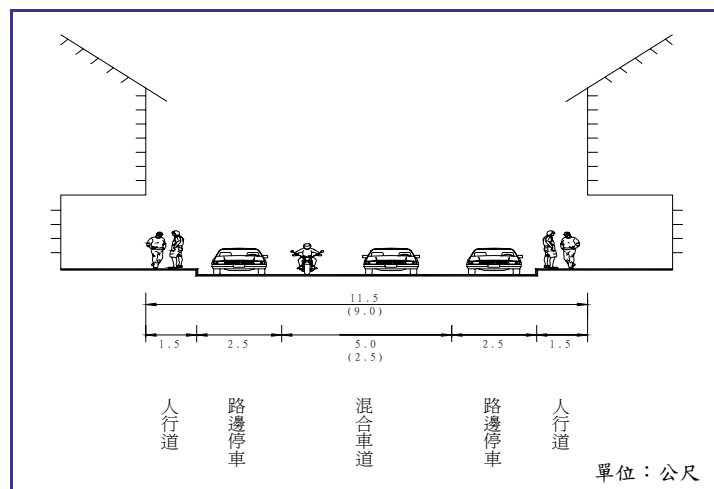


圖 3-11 巷道(類型二)

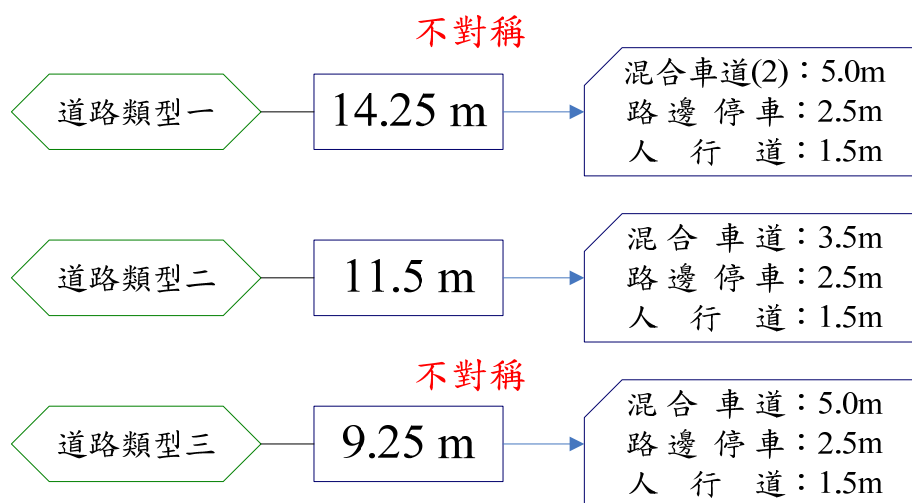


圖 3-12 巷道類型分類圖

本研究所區分之四種市區道路所代表之車道規劃、空間配置、及綠化配置各有不同，依據對現況之分析內容可知，路權範圍之車道寬度越大，車道規劃道數越多，空間配置越複雜，植栽配置數量越多，綠帶越寬。而不論何種空間形式之市區道路，皆存在下列共同問題：

### 1. 空間面

- (1) 車道寬度與人行道寬度比例相差懸殊，人行空間拮据窄小。
- (2) 車道劃設過多，縮減綠帶面積與人行空間。
- (3) 車道之綠帶，多以單一寬度佈設，未能視道路週邊環境適時調整。
- (4) 路幅較狹窄的道路，路邊停車常阻礙交通與行人安全。
- (5) 商業活動常佔據人行空間。
- (6) 無障礙設施未能落實。

### 2. 規劃及政策面

- (1) 車行導向的運輸規劃，缺乏人本思維。
- (2) 長期重視道路硬體建設，忽略軟體管理問題。
- (3) 缺乏整體規劃，個別計畫效益不彰。
- (4) 地方政府不重視，交通執法不彰。
- (5) 人行道與自行車道設計過多的硬鋪面，且設計與色彩呆板缺乏特色及分隔作用。

### 3. 使用者方面

- (1) 交通環境長期養成民眾偏好使用私人運具，尤其是機車。
- (2) 公共空間私有化，造成人行道不連續。

表 3-2 市區道路路權範圍使用狀況分析表

形式	道路寬度	車道規劃	空間配置	綠化配置
市區 主要 道路	22~49 米	大客車為主，車道 寬度約 3~3.5m。	汽車道+公車道 +機車道+公共 設施帶+人行道	人行道綠帶較 寬，但多以狹小 植穴種植。
市區 次要 道路	19~40 米	大客車為主，車道 寬度約 3~3.5m。	汽車道+機車道 +公共設施帶+ 人行道	分隔島綠帶缺乏 複層植栽與多樹 種配置。
巷道	7~15 米	小客車為主，車道 寬度約 3m。	多為混合車道或 單向車道	無。
集散 道路	14~23 米	小客車為主，車道 寬度約 3m。	雙向車道+公共 設施帶+人行道	不具連接性之喬 木植栽。

### 3.2 市區道路人行空間現況與問題

「步行」是都市中最基本之運輸方式。使用者無論使用任何運輸工具，皆需要經過「步行」此項過程。所以「步行空間」應該是從事都市運輸規劃與設計時最應受到重視的內容，但卻往往最容易被忽視。

「人行空間」狹義的定義包含人行道、行人穿越設施、無障礙空間、行人廣場；廣義的定義還包含進出建築物之走道、上下運具之等候與停留空間、大眾運輸場站內之空間、候車空間等。在規劃與設計「人行空間」時，需考量之交通量特性，包括：行人流量、步道淨寬、無障礙環境、步道可及性、連續性等物理需求外，還需要注意資訊、天候防護設施、休憩空間之提供、環境綠美化等等心理與生理需求。

回顧我國都市運輸規劃，明顯偏向「以車為本」的小汽車導向之都市發展。新的都市交通空間的規劃總是以道路規劃優先，最後才考慮人行空間。都市運輸發展以興建道路為主要考量，先進行道路的選線，路線選定之後才是其他設施的佈設。但是針對人行空間，行人的要求總是被忽略或挪後處理。屬於行人角度出發的人行空間規劃與設計罕有；非行人角度出發的人行空間的規劃與設計僅提供

行人基本的通行能力，至於安全、舒適、美觀、便利、迅速等行人空間的要求受到忽視，以致行人常需穿梭於重重障礙之中。

對於人行道之規定，包括「市區道路及附屬工程設計標準」、「台灣省市區道路工程設計規範」、「市區道路及附屬工程設計標準之訂定」等中央所訂定之條例之外，台北市、高雄市之道路自治條例也都有明文規定關於人行道各項目之建議標準。

表 3-3 人行道設置標準建議

項目	設置標準建議
人行道淨寬	1.5 公尺以上
人行道淨高	2.1 公尺以上
坡度	橫坡度：0.5%~5%，一般採用 2% 縱坡度：12%以下
鋪面	堅實平順，表面平整防滑
區隔方式	人行道緣石、車止、欄杆、植槽綠籬、標線

若根據對「人行空間」之定義，只要是行人走動、停留之場所，均可歸類為「人行空間」，但若作如此探討，則會對人行道之問題失焦，因此本研究僅針對人行道的問題做研究探討，也就是單指人行道(包含騎樓)的部分做討論，包含與人行道或騎樓相接之進出通道，但不包含廣場、公園、或其他人行設施等。

依據台灣地區對於人行道之各規範，本研究整理出各縣市市區道路現況未根據標準之下列幾種較典型造成人行道人空間不良之現狀，茲將其現況使用問題說明如下：

1. 人行道騎樓為商家、攤販佔用嚴重，人行空間品質降低

專屬於台灣的騎樓空間，其實是很獨特的行人空間。目前人行道旁之店家或流動攤販，為利其營業目的而非法佔用人行道、騎樓)，當作店面的延伸的現象卻普遍存在於各都市，企圖將人行公共空間私有化之行為亦經常出現。顯現目前

市區人行空間被嚴重非法佔用情形嚴重，導致行人通行困難，致行人經常被迫使用車行空間，進而產生人車爭道的危險現象。



圖 3-13 騎樓為商家佔用

## 2. 人行空間與騎樓為住家汽機車佔用。

騎樓空間應專為行人步行之空間，不應被大量的機車作為停放之空間。目前利用人行道作為路邊停車空間之現象，除佔據人行空間外，亦使人行道上的有效步行淨寬大幅縮小，甚至也已成爲現況人行道上的重要障礙物，對於行人的通行權益與安全造成危害。此外，汽、機車在人行道上合法或非法停放，除壓縮人行空間外，汽、機車為利停車而於人行道上的行駛行為，亦容易產生人、車衝突問題，對行人的安全問題亦產生嚴重威脅。



圖 3-14 騎樓為機車佔用



3. 騎樓與騎樓或騎樓與人行道落差過大，造成行走障礙。

騎樓之間平整度不佳，造成行人在行走時的不順暢，形成通行障礙及危險，此現象亦是目前市區人行道普遍存在的嚴重問題，不只會降低沿街商家之可行性與便利性，影響經營效益，亦會損及行人權益，使行人處於危險中。

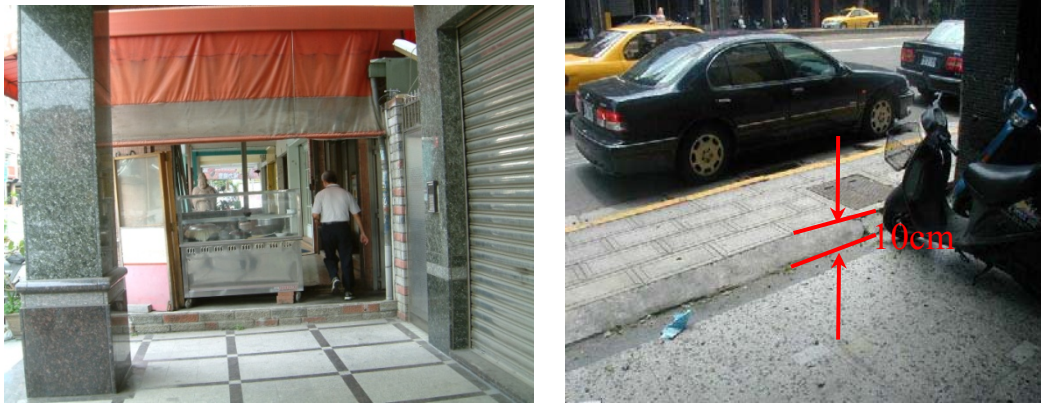


圖 3-15 騎樓落差太大造成行走障礙

4. 人行進出口未能與人行道串聯(如公園、廣場)

- (1) 公園綠地、廣場、校園封閉，未能與人行道進出入口串連。
- (2) 攤販佔用人行道。



圖 3-16 入口設置路障未能與人行道串聯



圖 3-17 攤販佔據人行道空間

#### 5. 人行道空間平整度不佳

人行道之平整度不佳，其影響與騎樓平整度不佳之影響大致相同。會造成行人在行走時的不順暢，形成通行障礙及危險。



圖 3-18 人行道平整度不佳

#### 6. 人行道寬度不足

目前各都市之市區道路雖有設置人行道，但因公共設施設置位置不佳，或因隨意停放之機車、自行車會導致人行道(淨)寬度普遍不足，人行空間不足，便無法達到人行道設計淨寬在 1.5m 以上的標準。無形中也增加行人行走的窒礙性。因此，除應加強整頓人行道上現存障礙物外，適當拓寬人行道(淨)寬度，以改善人行空間不足問題，恐亦為未來市區人行道需加強改善的方向。



圖 3-19 人行道淨寬不足

#### 7. 未設置人行道

在服務性道路的巷道時，通常會因道路寬度不足，而未設置人行道，此時會發生行人與車輛爭道的情形產生，大大增加了行人的不安全與危險感，亦容易導致交通意外事故的產生。



圖 3-20 道路兩旁未設置人行道

#### 8. 樹穴、樹種之問題

目前國內樹種大部分仍採用榕樹、黑板樹，此類樹種之共通性為易產生盤根錯結、樹根隆起之困擾，易導致綠帶需加大處理，進而增加公共設施帶之寬度，縮減了行人行走之空間。而且此類樹種易產生盤根錯結之現象，使其上方之排水蓋撐開，不僅有礙觀瞻，也易導致危險。



圖 3-21 行道樹樹根隆起、盤根錯節之現象

表 3-4 人行道缺失項目與問題

缺失項目	問題
人行道騎樓為商家、攤販佔用嚴重，人行空間品質降低	導致騎樓空間變的髒亂及擁擠，且易使路面過於濕滑導致危險
人行空間與騎樓為住家汽機車佔用	機車佔用人行空間，使行人行進路線產生不舒適感，且易破壞鋪面材料
騎樓與騎樓或騎樓與人行道落差過大，造成行走障礙	造成行人在行走時的不順暢，形成通行障礙及危險，也會降低沿街商家之可行性與便利性，影響經營效益
人行進出口未能與人行道串聯	造成行人在行走時的不順暢，形成通行障礙及危險
人行道空間平整度不佳	鋪面不平整，易形成通行障礙及危險
人行道寬度不足	淨寬不足，造成行走時的不舒適感
未設置人行道	人車爭道，增加行人之不安全感
樹穴、樹種之問題	行道樹盤根錯節、樹根隆起，易導致危險

由以上八項人行道現況問題可知，目前台灣人行道在主要集次要道路中，淨寬面積通常是足夠的，但關於鋪面的平整度，以及攤販違規擺攤、機車及自行車任意停放之問題仍有待加強；騎樓的整平淨空，也依都市各政府的政策而有所不同，如：台北市、桃園縣、高雄市有較完整的政策，輔已有相當經費的補助，正持續地實施騎樓整平措施，但其他縣市則因為實施騎樓整平時，所需經費較為龐大，且尚無法建立相當完整的政策補助，因此若要進行騎樓整平作業，仍有其人、經費與政策上相輔相成之困擾。

在服務性道路，如巷道及集散道路，人行道淨寬通常不足，或是根本無設置

人行道，這都會導致行人在行走時的不安全。尤其是無設置人行道之巷道，更經常是交通事故發生頻繁之原因。

### 3.3 無障礙空間現況與問題

目前國內無障礙空間的推動多依照各類法規層面，如「殘障福利法」及其施行細則、「特殊教育法」及其施行細則、「建築技術規則建築設計施工編」第十章「公共建築物殘障者使用設施條文」、「身心障礙者保護法」等條文做推動。

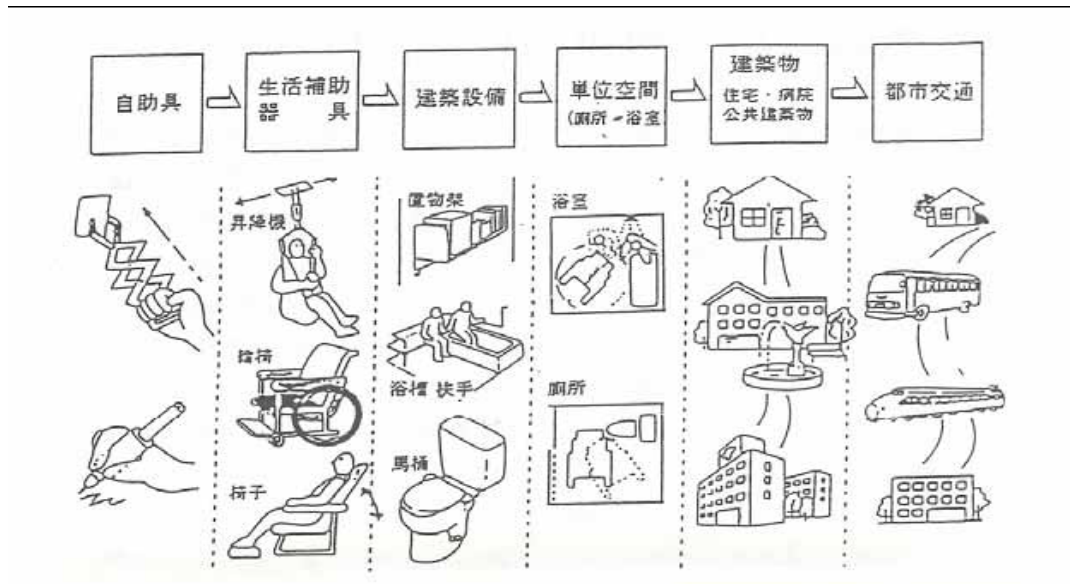


圖 3-22 無障礙環境之涵蓋層面

無障礙的生活環境包括無障礙建築環境、無障礙交通環境、都市環境等，以構建出行動不便之個人可不受生理條件或能力之限制，而可以獨立到達、進出及使用的人造物理環境，無障礙設備實屬進步且符合社會公平正義的想法。對於行動不便之個人，除了肢障、視障及聽障人士以外，還包括暫時行動不便者，包括孕婦、生病者、提重物者或高齡者。

對於無障礙環境及其設施之規定，除保障身心障礙者之法令規定之外，尚有「市區道路及附屬工程設計標準」、「市區道路及附屬工程設計標準之訂定」等中央所訂定之條例，明文規定關於無障礙設施各項目建議標準。其標準如下表所示：

表 3-5 無障礙設置標準建議

項目	設置標準建議
無障礙通路淨寬	單向：0.9 公尺以上 雙向：1.5 公尺以上
無障礙通路淨高	2.0 公尺以上
無障礙坡道	1. 橫坡度：8.33%以下，縱坡度：2%以下 2. 需於坡頂、坡底、轉向處，設置平台 3. 平台長度>1.5 公尺，寬度不小於坡道寬
鋪面	堅實平順，表面平整防滑
導盲設施	1. 無障礙通道至少一側供視障者依循前進之導盲邊界線 2. 邊界線應採直角與直線設計 3. 顏色、材質、觸感或敲擊聲應有明顯區別 4. 材質應堅實、穩固及止滑

有時這些無障礙設備並無法提供實質上的幫助。目前台灣對於無障礙設施常見之缺失問題如下：

1. 室外引導通路不佳

多為路面不平順，鋪面有突起物或鋪設材料導致顛簸、鋪面連接處產生高低差或設路障等，導致輪椅使用者或視障者行進時產生不舒適感；水溝格柵蓋板孔隙太寬不合規定，易使輪椅前輪卡入縫隙裡，蓋板安置錯誤，柵欄方向與行進方向平行，易造成輪椅陷入孔洞內，孔蓋設計不良導致中間凹陷、四周翹曲，都易使輪椅陷落或無法順利行進；無引導設施指示如：無障礙坡道指示標誌或愛心服務鈴損壞，導盲磚鋪設錯誤或無導盲磚鋪設等，均不利於行動不便者或視障者辨識坡道或出入口等通道。



圖 3-23 太蜿蜒的出入口通道不利於行動不便者



圖 3-24 蓋板與行進方向平行(左圖)，孔蓋設計不良(右圖)



圖 3-25 導盲磚鋪設錯誤(左圖)，無導盲磚鋪設(右圖)

## 2. 坡道及扶手不符規定

常見坡道未設置防護緣或坡度不符規定，高低差 16cm 以上之坡道未設置兩側扶手；扶手過粗，未做水平延伸 30cm 及防撞處理；銜接坡道地面過滑，容易

導致危險；平台迴轉空間不足，易卡住輪椅。



圖 3-26 坡道坡度不符規定



圖 3-27 地面過於光滑及缺乏扶手

### 3. 避難層出入口未設警示設備

避難層出入口及室內出入口未設置視覺警示設備。

### 4. 樓梯不符規格

多數無障礙樓梯僅設置單邊扶手，且扶手無連續不中斷，或直徑過粗無法滿握，及未做水平延伸 30cm 及防撞處理，於樓梯前 30cm 處無設置警示設施。



5. 無障礙電梯設置不當

點字位置設置不當，且電梯內扶手多為扁平扶手不易抓握，或無設置後視鏡等。

6. 不細膩的施工品質

營造廠監工人員或專業技術人員，對於無障礙設施之施工，應該重新培訓，並給予證書，且驗收單據上有其簽字負責之欄位，以示負責。否則放任非專業之工人隨便施工，無法究責。因不細膩之施工品質，會危害身心障礙的生命。



圖 3-28 不細膩施工品質

表 3-6 無障礙設施常見缺失項目及問題

缺失項目	問題
室外引導通路不佳	路面不平順，水溝格柵蓋板孔隙太寬，蓋板安置錯誤，都易使輪椅陷落。導盲磚鋪設錯誤等，均不利於行動不變者辨識坡道或出入口等通道
坡道及扶手不符規定	坡道未設置防護緣或坡度不符規定，銜接坡道地面過滑導致危險產生，平台迴轉空間不足，易卡住輪椅。
避難層出入口未設警示設備	未設置視覺警示設備易使身心障礙者陷入危險，導致不安全情況發生
樓梯不符規格	僅設置單邊扶手，且扶手無連續不中斷，或直徑過粗無法滿握，都很容易使身心障礙者在行進過程中發生可避免之危險
無障礙電梯設置不當	點字位置設置不當使操作電梯困難，扁平扶手不易抓握、無設置後視鏡都易導致危險。
不細膩的施工品質	無障礙設施之施工品質不細膩，會危害身心障礙者的生命安全

自無障礙空間開始實施後，所有公共空間都可以見到導盲磚、斜坡道、扶手、護欄等設施，但其中多為有名無實的裝飾品，或因為私人用途（例如擺設物品、占用空間等）而喪失實質上的功用，形成無謂之障礙，進而導致「無障礙空間更障礙」。無障礙空間並非只是聊表一格的口號，而是反應社會對弱勢族群的尊重關懷與平等對待，因此對需要無障礙空間的使用者，重要的是能真正感受到被關照、真正無障礙的無障礙設備；對社會大眾而言，最重要的是能夠將心比心，使更多人體認到無障礙設備的重要性，進而達到「無障礙空間真正無障礙」。

### 3.4 自行車空間現況與問題

近幾年來，許多已開發國家都把自行車看作是都市的綠色交通工具，作為「以人為本」之首要交通工具。其最大優點在於減少污染、節省能源，短程移動性又便利，又可在移動時運動，因此備受人們的青睞。因此，騎乘自行車的民眾越來

越多，為了保障騎自行者的安全，使自行車可與機車分開行駛，在歐美各國也普遍開闢自行車專用道路，來保障騎乘自行車者的安全。

目前台灣雖然在政府大力提倡及發展大眾運輸及自行車之結合，希望將目前以機動車輛為主之交通規劃及建設方向，轉變為綠色交通的建設思維，達到「以人為本」的交通環境及「永續發展」的目標。期望以車行為主的交通模式在大眾運輸持續建設中，轉變為以人行(行人、自行車)為主的交通模式。唯目前根據台北市政府 96 年 4 月對台北市民交通習慣之調查，如下表 3-7 顯示，雖然搭乘大眾運輸的比例最高，但以自行車及步行的比例卻很低，約只有 3%。

表 3-7 96 年台北市民眾使用交通工具比例表

交通工具	大眾運輸	汽、機車	自行車	步行	其他
使用率(%)	48.8	45.3	1.9	1.1	2.9

在提倡騎乘自行車的同時，仍有許多的課題需要被克服：

#### 1. 停車空間問題

停車對於一般大眾在交通上的問題通常是不便利的，尤其對於車輛越大的交通工具來說越是困難，對於自行車來說，雖然沒有這樣的困難，但由於目前自行車專用停車位並不普及，於都市空間來說是無法被管理的，因此容易造成都市空間的混亂。

##### (1) 捷運停車空間

捷運對於上班通勤或藉由捷運站做轉運站民眾提供自行車停車空間，在選擇捷運站時，必須要於捷運站周邊規劃設置自行車停車空間。對於目前捷運站本身所提供的停車空間來說，似乎仍舊不足，因此可發現四周還是有亂停的現象。

## (2) 自家停車空間

對於自行車而言，住家是一個重要的出發點。對於住家附近的自行車停車空間大多是不被重視的，而是比較重視汽車或機車停車空間，主要的原因是汽車體積大，停車空間在寸土寸金的土地上較難找到，而自行車是可以停放在自家院子裡，因此停車較為容易，也比較不佔空間。但仍舊有一些住家是無法停放自行車，必須要將自行車停放至住家以外的空間時，即會產生停車空間的問題。



圖 3-29 住家附近停車問題

## (3) 商業辦公空間

商業空間是以市場與區公所停車場佔最大的使用比率，再者是其他次要如銀行或商業使用行為，例如：傳統市場是每天家庭主婦購物時會去的地方，而一般家庭主婦會選擇步行、自行車或機車等來當交通工具，但對機車或自行車而言，在市場周邊通常沒有完善的規劃給自行車停車，因此自行車通常會選擇與機車停放在一起，而產生停車混亂問題。



圖 3-30 市場入口停車問題

## 2. 自行車於道路口連接問題

自行車在騎乘時，最常遇到的就是路口與汽、機車接觸的問題。在目前的環境下，雖然講求大車要禮讓小車，但常常會遇到汽、機車車速過快，汽、機車不遵守路口號誌所發生之交通事故。因此在路口時，就會出現自行車禮讓大車的現況產生。然而，自行車、路人與汽機車在禮讓上，應該是彼此的，路人跟騎乘自行車騎士相對於機動車輛，是屬於弱勢團體，因此在路權上應有優先的權力。

## 3. 自行車路權問題

在路權的處理上，自行車是極易被忽略的一群。當自行車行駛於道路上與機車共道時，由於速度不及汽、機車，非常容易被欺壓，且道路上機動車輛速度十分快速，動輒 40 km/hr 以上，而自行車之速度不過 10~12km/hr，大大增加了自身之危險；若自行車行駛於人行道上，由於人行道是以行人為主，10~12 km/hr 之速度已經會對行人造成危險，限制了自行車的行使權益。

## 4. 自行車違規探討

根據台北市政府於 96 年統計指出，台北市自行車違規比例最高之四大項分別為逆向行駛、闖紅燈、違規駛入快車道、以及穿越快車道。從上述四項可以發

現自行車違規之項目與機車違規之項目符合度相當高。此四項都市極度容易發生重大交通事故的行為，因此執法單位如何有效抑制重大違規項目之發生，有助於日後提倡自行車使用之標的。

## 5. 自行車速度探討

關於自行車行駛速度問題，根據 96 年修訂之「道路交通安全規則」，目前自行車仍是歸類為「慢車」，依 96 年修訂之「道路交通管理處罰條例」第 90 條之 3 第 2 項，在可供自行車行駛之人行道上，道路主管機關得在不妨害行人之原則，於人行道設置必要之標誌或標線供慢車行駛。因此目前政府機關仍是將人行道視為自行車行駛之主要道路，為了不妨害行人，在自行車可通行之人行道上，自行車的速度應有所限制。

## 3.5 市區道路設計問題與改善策略之擬定

### 3.5.1 人行道改善策略之擬定

近幾年，在國外人行空間已經逐漸的受到重視。比如說：新傳統鄰里設計（Neo-Traditional Neighborhood Design）、交通寧靜區（Traffic Calming）、大眾運輸導向之都市發展（Transit-Oriented Development）等等交通設計理念，除了以往只重視人行空間通行之機能外，人行空間的「安全」、「便利」、「舒適」、「景觀」、「環境」亦漸漸受到重視。

在台灣，「以人為本」的交通理念也已逐漸被重視，根據表 3.5 所列出之人行道設置標準來做為人行道設計之重點。

#### 1. 鋪面材料

使用混凝土鋪面除施工較為簡易外，其成本相對較低，但亟易因工作性欠佳與搗實工作的疏忽致而產生蜂巢、孔洞、不平、裂紋、斜面及空隙等缺陷，另完

成後倘因使用頻率低亦易產生青苔，不僅景觀不雅且容易使人滑倒情事，另與建物銜接處如未妥設界面處理，在細膩上會有所打折，直接影響都市景觀。鋪設高壓塊磚，一般市民接受度較高，對都市整體景觀而言，價值感會提昇，但相對地，其施作之造價及維護成本較高。透水磚部份，因須配合透水之需求，故強度無法提昇，僅適合於使用強度較低之公園設施區內。

## 2. 設施帶設置

過往人行道上設施雜亂，行人行走困難，為求行走空間淨空，故設計時將相關設施統一遷移至規劃設施帶內。由於人行道改善為依現況辦理，目前各類設施均已定型，於現有空間範圍內數整合移動，確有其主、客觀之困難因素存在，惟設計時對於設施物不凸出地表鋪面，諸如瓦斯、自來水開關閥，均僅要求調升降，至於台電之變壓器佔用人行道部分，除前述之困難外，配置用地取得亦非短期所能解決，此缺陷亟待後續努力，另人行道內之街道家具係由各單位視需要而設置，較缺乏整體設計，為提昇都市景觀，故納入統一設計，目前台北市都市發展局已研擬認養或外包維護，應可提供市民良好的服務並對企業商業廣告空間活絡商機共創雙贏。

## 3. 自行車與大眾運輸發展之配合

若要提倡國人使用自行車為日常代步工具，則自行車與大眾運輸(如：捷運、公車、火車)的串聯必須要十分的完善。若我們以「停車→行進→停車」之方式來做簡單探討。首先要解決的就是自行車停放空間不足的問題，因停車位置之不足，導致自行車騎士無法安心地停放自行車，便會大大降低騎乘自行車之意願；其次則是與大眾運輸的接駁系統網路的建立，若無法使自行車騎士順利且方便之使用大眾運輸轉乘至目的地，亦會降低騎乘自行車之意願。由此可知，這些都是目前政府還須仔細規劃之問題。完善之自行車路網，以及與大眾運輸之串聯，還需中央及地方政府的彼此配合及大力推行。

#### 4. 照明設備

在台大所研究之「市區道路暨公園人行環境無障礙考評實施計畫」中，將照明設備列入考評項目之一，顯示國內重視照明設施對用路人之影響，在評鑑結果中顯示，國內人行道及道路之照明，做得相當不錯，並獲得評審委員的高度肯定。唯對於服務性道路，尤其是巷道等寬度較小之道路，照明設備更須格外注意，因巷道屬於在夜晚較僻靜之狀況，若照明設備不佳，除對自行車騎士易造成視線不良摔車外，對於安全亦有危險性。



表 3-8 人行道空間缺失及改善建議

	缺失	改善
鋪面材料	孔蓋設計不良導致中間凹陷、四周翹曲，易危害鋪面平整性。	良好的孔蓋施工，除孔蓋應平整外，四周的收尾動作也應與道路平整無突起或裂縫。
	混凝土鋪面易因工作性欠佳與搗實工作的疏忽致而產生鋪面破壞	可採用透水磚、或高壓磚等鋪面，以增加與水滲透能力，但強度方面須多做考量
公共設施帶	國內樹種，普遍使用榕樹。但榕樹有盤根錯結之困擾，易導致綠帶需加大處理，也易導致危險。	可使用樹根較不易凸出、直幹直根之樹種取代榕樹，可加寬人行道之空間。
	樹穴無平面集水之功效，因樹蓋阻擋土壤集水之面積。	樹穴之孔蓋不會阻擋平面集水之功效。孔洞不應太大，以免造成輪椅行走不便，及白杖折斷之危險。
機車彎設置	機車佔用騎樓位置	機車退出騎樓，停放在機車停車位或機車彎。
	機車之腳架幾乎為破壞鋪面材料之主因，易使鋪面壽命下降	於人行道寬度 3.4 公尺以上即設置機車彎，除可延長鋪面壽命，亦可達到人車分離之效
解決人行道攤販之擺設	攤販佔用人行道空間	政府機關加強宣導人行道淨空之理念，並配合加強取締
	攤販之擺設易影響市容觀瞻	如在人潮集中之地點有大量流動攤販擺設，建議可於定點做攤販擺設位置，可減少對市容之影響，對攤販之控管也較好掌握。
	攤販之衛生及品質不易掌握控管	家長應教育孩子不要隨意購買攤販所販賣之產品，政府也應定期對攤販做品質抽查。

### 3.5.2 無障礙改善策略之擬定

建構完善的無障礙空間，一直是政府大力宣導的目標。尤其台灣已漸漸邁入高齡化社會。無障礙空間已不再只是身心障礙者的需求，更多的是老年人的心聲。該如何建構順暢、通行無阻的安全無障礙空間，以下有幾點可做參照：

## 1. 導盲磚之正確使用

導盲磚的使用應是當作引導、警示之功能。依其形狀可分為長型引導磚、圓形之警示磚或警示帶。引導磚是使用於空曠之場所，其作用為引導盲人行走於安全、正確之路線，若是在有整齊邊界線之場所，則引導磚之鋪設可免；警示帶之使用則是在有階梯或高低差變化時，做為警示之用途。目前政府卻大多將導盲磚胡亂使用，在輪椅使用者須經過之斜坡處鋪設導盲磚，不但無法幫助視障者行進，反而造成了輪椅使用者的不舒適感。導盲磚其實不需太氾濫之使用，但須以正確之觀念，使用於正確之地點，且導盲磚鋪設之方向須與路口或行進路線垂直，始可正確指引視障者安全過馬路及行進。而國外常用之路口定向斜線，除做為警告之用外，亦為引導視障者行進之一種方法。



圖 3-31 引導磚及定向斜線之使用

## 2. 人行道銜接建築物及連接路口之高低差改善

人行道或騎樓在與建築物或路口銜接處不應有高度差，會導致輪椅或盲人發生危險，最佳的方式可以設置坡度不大於 1:12 之斜坡；目前台灣多使用之三面坡，由於斜坡太陡且寬度不足，並不是良好的斜坡設置方式。可以人行道寬為半徑的方式設置斜坡，既不易察覺坡度，對輪椅使用者也較安全。且斜坡上並不用設置導盲磚，經過導盲磚所造成之顛簸，會影響輪椅行走，使輪椅使用者不舒服。



圖 3-32 路口斜坡之設置



圖 3-33 與建築物及道路銜接處設置斜坡

### 3. 人行道之整平

人行道路上不應有高低差，任何的坡度與不平順的鋪面，均會使輪椅使用者或盲人感到不舒適，也不適宜使用空隙太大之磚瓦，其行走時所造成的顛簸，都會產生不舒適性。



圖 3-34 人行道及騎樓均需使用平整之鋪面

#### 4. 人孔、手孔之規劃

關於人孔、手孔之問題，國內產品柵孔均太粗，水溝柵欄空隙太寬輪椅前輪會卡入縫隙裡。因應政策為儘量使用細柵孔的孔蓋，以防止輪椅或白杖陷入、折斷；孔蓋的設計不良易導致中間凹陷、四周翹曲，使孔蓋成為輪椅行進之陷阱。良好的孔蓋施工，除孔蓋應平整外，四周的收尾動作也應與道路平整無突起或裂縫；柵欄方向應調整為與行進垂直之方向，可防止輪椅陷入孔洞內，造成輪椅行進的困難；連接道路預設之排水孔仍須加裝溝蓋，孔蓋方向應與行進方向垂直。



圖 3-35 孔蓋縫隙不宜太寬且須與行進垂直

表 3-9 無障礙空間缺失及改善建議

	缺失	改善
導盲磚之使用	導盲磚之顛簸，會影響輪椅行走，使輪椅使用者不舒服。	路口斜坡不需要導盲磚，因導盲磚是給視障者使用，而非肢障者。
	無整齊邊界線的廣場，應有導盲磚引導前進。	路口斜坡不需要導盲磚，因導盲磚是給視障者使用，而非肢障者。
	路口無設置引導磚，視障者無法辨識	視障者不需過多之導盲磚，只需在路口設置引導磚，且引導磚之方向與路口垂直。
高低差改善	人行道連接處有高差，且不平整	人行道連接處應平整無高低差，且沒有阻礙物。
	人行穿越道及路口不連接，且不平整	人行穿越道與人行道路口應順平處理。
	三面帶斜坡且寬度不足	路緣斜坡設置比應為 1：12，且寬度應大於 1.5m。
	人行道出入口設路障	可設置護欄或車止，但以不阻擋行人或輪椅為主。
人行道整平	騎樓內地坪過滑，且與人行道有高差。	騎樓內地坪止滑，且與人行道平順無高低差。
	騎樓間有 10 公分之高差	打通騎樓地，使騎樓間無高差、平整銜接順暢
	建築物出入口有 15 公分高差	建築物出入口與騎樓以緩斜坡順接，以符合無障礙要求。其通路寬度不可小於 1.3m。
人孔、手孔之規劃	國內柵孔均過粗，水溝柵欄空隙太寬輪椅前輪會卡入縫隙裡。	柵孔縫隙應低於 1.3 公分，以防止輪椅或白杖陷入、折斷。
	孔蓋設計不良導致中間凹陷、四周翹曲，易使孔蓋成為輪椅行進之陷阱。	良好的孔蓋施工，除孔蓋應平整外，四周的收尾動作也應與道路平整無突起或裂縫。
	柵欄方向與行進方向平行，易造成輪椅陷入孔洞內。	柵欄方向應調整為與行進垂直之方向，可防止輪椅陷入孔洞內。
	連接道路預設之排水孔，只要 2 公分的高低、孔洞，輪椅前輪就會卡住不得動彈。	連接道路預設之排水孔，仍須加裝溝蓋，且孔蓋方向應與行進方向垂直。

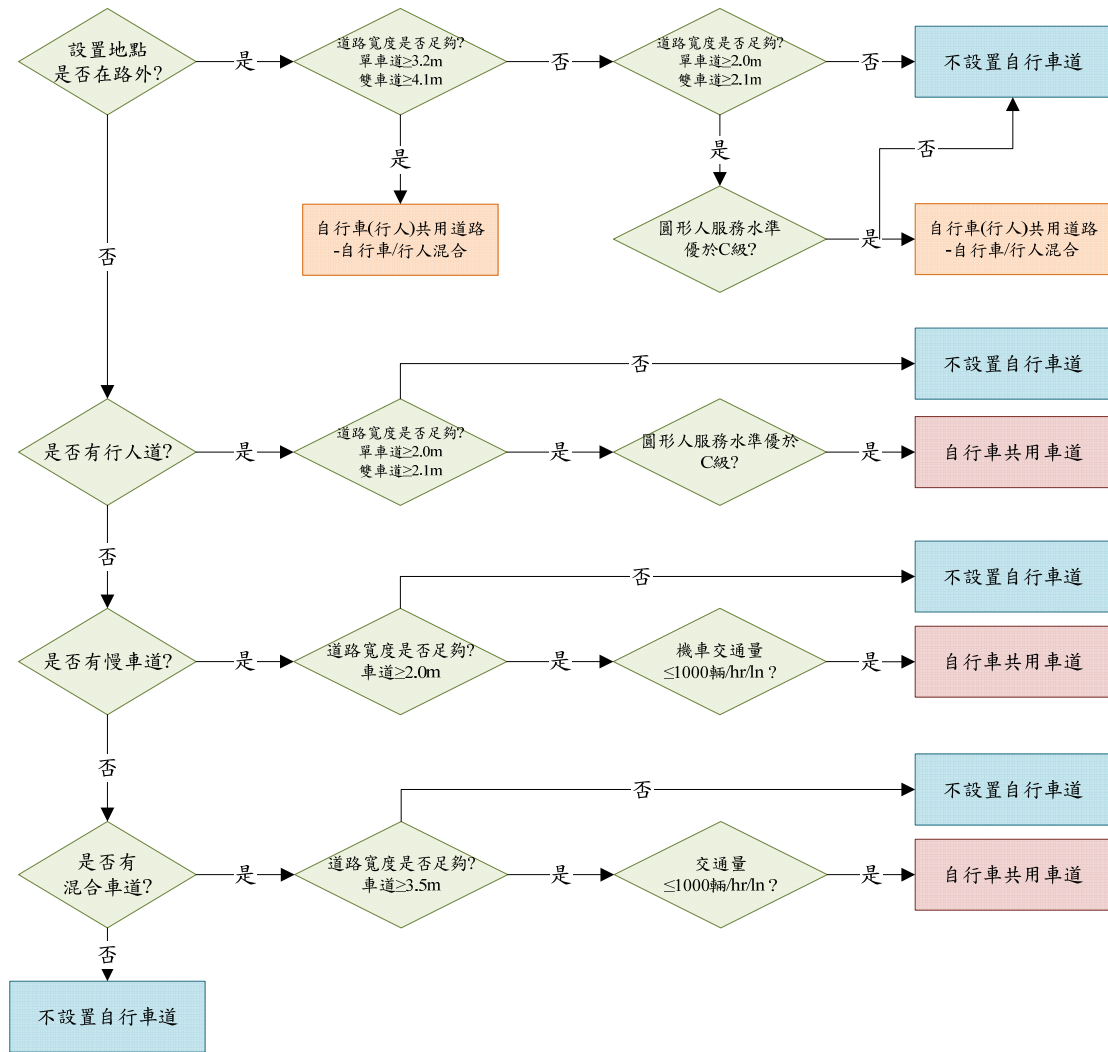
### 3.5.3 自行車道改善策略之擬定

自行車在市區道路所會遭遇到的問題，不外乎是停放空間不足，行經路口的危險、自行車違規問題、自行車在市區道路上的路權問題、以及自行車轉乘工具不連續等問題。

雖然，無法立即改善這樣的空間問題，但其實在短程的規劃中，可以選擇一段路線，考慮來排除道路被汽車佔據的問題，先進行自行車規劃，當民眾可以接受自行車當代步工具時，再逐步減少私人汽車的使用比率，提倡大眾交通工具或無污染的交通工具等。

#### 1. 自行車路權問題

對於自行車路權選擇問題，本研究大致分為三種，分別是自行車獨立專用道、利用分隔線或路障與汽機車道做分隔、以及與行人專用道共同設置，以上三項均屬於自行車共用車道，亦即在人行道或車道外側闢建自行車專用車道。而對於自行車道形式之選擇，本研究參考台北市交通管制工程處「台北市腳踏車道設置規範」，由於本研究不考慮遊憩休閒之自行車用途，對自行車道形式選擇流程圖稍做修改如下圖所示：



資料來源：「臺北市腳踏車道設置規範」，臺北市交通管制工程處，民國 92 年 10 月。

圖 3-36 自行車道型式選擇流程圖

### (1) 自行車獨立專用道

本研究所提之自行車獨立專用道，指的是在人行道上設置之專用道，利用原有人行道空間劃設之自行車專用車道，單向行駛之自行車道以 1.2 公尺寬為原則，雙向道以 2.1 公尺寬為原則，加上人行道(最小)寬度要求 2.0 公尺，扣除設施帶與機車彎，原人行道淨寬度分別為 3.2 公尺及 4.1 公尺。

很多自行車道的規劃報告中指出，單向行駛約在 1.5 公尺，雙向行駛約在 2.5 公尺以上，但對於都市而言，道路的擁擠與狹小連帶使得人行道淨寬度普遍不足，使得在都市設計自行車道時之自行車道道路面寬將會被受限。

檢視目前台灣地區各都市之市區道路系統的實質狀況，對於利用現有人行道空間佈設自行車專用車道，建議以劃設「單向」自行車專用車道為原則，除非受限於主客觀條件，或在特別考量下，方考量劃設「雙向」自行車專用車道作為過渡路段。



圖 3-37 自行車獨立專用道

## (2) 與汽機車道分隔線或路障

主要是避免汽機車輛與自行車共同使用道路，而產生對於自行車的危害性。並須要立法禁止其他車輛行駛自行車道，保留專用空間給予自行車騎士的安全性，但須注意執法性，需要政府大力支持。

若是在慢車道上設置專用車道，不建議在一邊設置雙向之自行車道，其安全間距應較人行道之自行車道為寬，自行車道以 1.5 公尺寬為原則，加上慢車道(最小)寬度要求 2.0 公尺，其車道寬度應大於 3.5 公尺。

若是在混合車道上設置專用車道，仍舊不建議在一邊設置雙向之自行車道，其安全間距應較人行道之自行車道為寬，自行車道以 1.5 公尺寬為原則，加上混合車道(最小)寬度要求 3.5 公尺，其車道寬度應大於 5.0 公尺。





圖 3-38 自行車道設置分隔線

### (3) 與行人專用道共同設置一起

自行車共用道路指一條道路為自行車及行人共同使用，需要考慮道路寬度及行人量。

自行車與行人專用道若共同設置，自行車速限須要限制，約在 8~15km/hr 左右，一般行人行走的速度約在 3~4km/hr，限制自行車的速度，可讓行人與自行車均安全的使用人行道。

利用人行道之空間來規劃設置「單向」自行車與行人共用道時，因單向自行車道最小寬度為 1.2 公尺，但人行空間之寬度建議值為 2.0 公尺，為滿足兩者需求，故以 2.0 公尺為最小標準。於人行道規劃佈設自行車與行人共用道時，應考量其原有行人服務水準，一般建議其服務水準應在 C 級以上。

利用人行道之空間來規劃設置「雙向」自行車與行人共用道時，因雙向自行車道最小寬度為 2.1 公尺，但人行空間之寬度建議值為 2.0 公尺，為滿足兩者需求，故以 3.0 公尺為最小標準。另於人行道規劃佈設自行車與行人共用道時，應考量其現有行人服務水準，一般建議其服務水準應在 C 級以上。



圖 3-39 設置於人行道上之自行車道

檢視目前台灣地區各都市之市區道路系統的實質狀況，以及基於人行道上之人行與車行(自行車)動線的複雜性與安全性考量，對於利用人行道空間佈設自行車與行人共用道，建議以劃設「單向」自行車與行人共用道為原則，除非是受限於主客觀條件，或是在特別考量下，方考量劃設「雙向」自行車與行人共用道作為過渡路段。此外，若道路及人行道之寬度均甚寬，而現有行人服務水準亦甚優，在此情況下，亦可考量「雙向」自行車與行人共用道的規劃設置。

## 2. 改善自行車違規策略

由前一小節可知，自行車最常遇到的交通重大事故為逆向行駛、闖紅燈、違規駛入快車道、以及穿越快車道四大項。由於台灣目前想將自行車發展為日常代步工具，因此行駛自行車的騎士勢必會越來越多，建議各縣市政府的大力宣導及加強執法，才能有效杜絕自行車所造成的重大交通違規事項。

## 3. 自行車與大眾運輸發展之配合

若要提倡國人使用自行車為日常代步工具，則自行車與大眾運輸(如：捷運、公車、火車)的串聯必須要十分的完善。若我們以「停車→行進→停車」之方式來做簡單探討。首先要解決的就是自行車停放空間不足的問題，因停車位置之不足，導致自行車騎士無法安心地停放自行車，便會大大降低騎乘自行車之意願；

其次則是與大眾運輸的接駁系統網路的建立，若無法使自行車騎士順利且方便之使用大眾運輸轉乘至目的地，亦會降低騎乘自行車之意願。由此可知，這些都是目前政府還須仔細規劃之問題。完善之自行車路網，以及與大眾運輸之串聯，還需中央及地方政府的彼此配合及大力推行。

#### 4. 照明設備

營建署之「市區道路暨公園人行環境無障礙考評實施計畫」中，將照明設備列入考評項目之一，顯示國內重視照明設施對用路人之影響，在評鑑結果中顯示，國內人行道及道路之照明，做得相當不錯，並獲得評審委員的高度肯定。唯對於服務性道路，尤其是巷道等寬度較小之道路，照明設備更須格外注意，因巷道屬於在夜晚較僻靜之狀況，若照明設備不佳，除對自行車騎士易造成視線不良摔車外，對於安全亦有危險性。

表 3-10 自行車空間缺失及改善建議

	缺失	改善
路權問題	自行車於道路上安全易受威脅，易發生與汽、機車爭道情形	自行車若為道路上行駛，須以分隔線或路障與汽機車道做分隔，以避免發生危險
	自行車於人行道上之行進，無明確速限之規定，易危害行人之安全	自行車若為人行道上行駛，可以公共設施帶作分隔，或以不同顏色之鋪面作區隔，並訂出速限，一般以不大於 10 公里為原則。若無法作區隔，則應註明應以行人為優先
	自行車於交叉路口易發生與汽、機車之安全事故	可仿照行人穿越道，於行人穿越道旁加畫自行車穿越道，已避面與汽、機車之直接接觸
違規問題	自行車於道路上易發生逆向行駛、闖紅燈、違規駛入快車道、以及穿越快車道等重大違規	除規劃自行車專用道之外，政府也應加強取締自行車違規事項，以防止自行車應違規而發生之重大交通事故
與大眾運輸發展之配合	在轉運站(捷運站、車站)之停放空間不足，導致騎乘意願低	於轉運站(捷運站、車站)增加自行車停放空間，並做好空間配置及安全措施，以增加騎乘意願
	與轉運站之接駁工具無時程配合，使運具使用的轉換有問題	加強大眾運輸的準確性，並提供多項可供轉換之大眾運輸系統，以便隨時之突發狀況
	大眾運輸系統不發達	規劃大眾運輸系統路網，並加強宣導，鼓勵大眾搭乘大眾運輸系統

## 第四章 市區道路人行與自行車道鋪裝材料及施工技術探討

本研究以市區道路主體，參考生命週期(Life Cycle Cost Analyze, LCCA)之概念，建構出可供使用者參照及使用之鋪面設計流程，流程架構圖如圖 4-1 所示，其分為材料特性、配合設計、材料供應商、施工技術、預算編制、維護管理等項目以進行探討。以下就本鋪面設計流程概念進行說明。

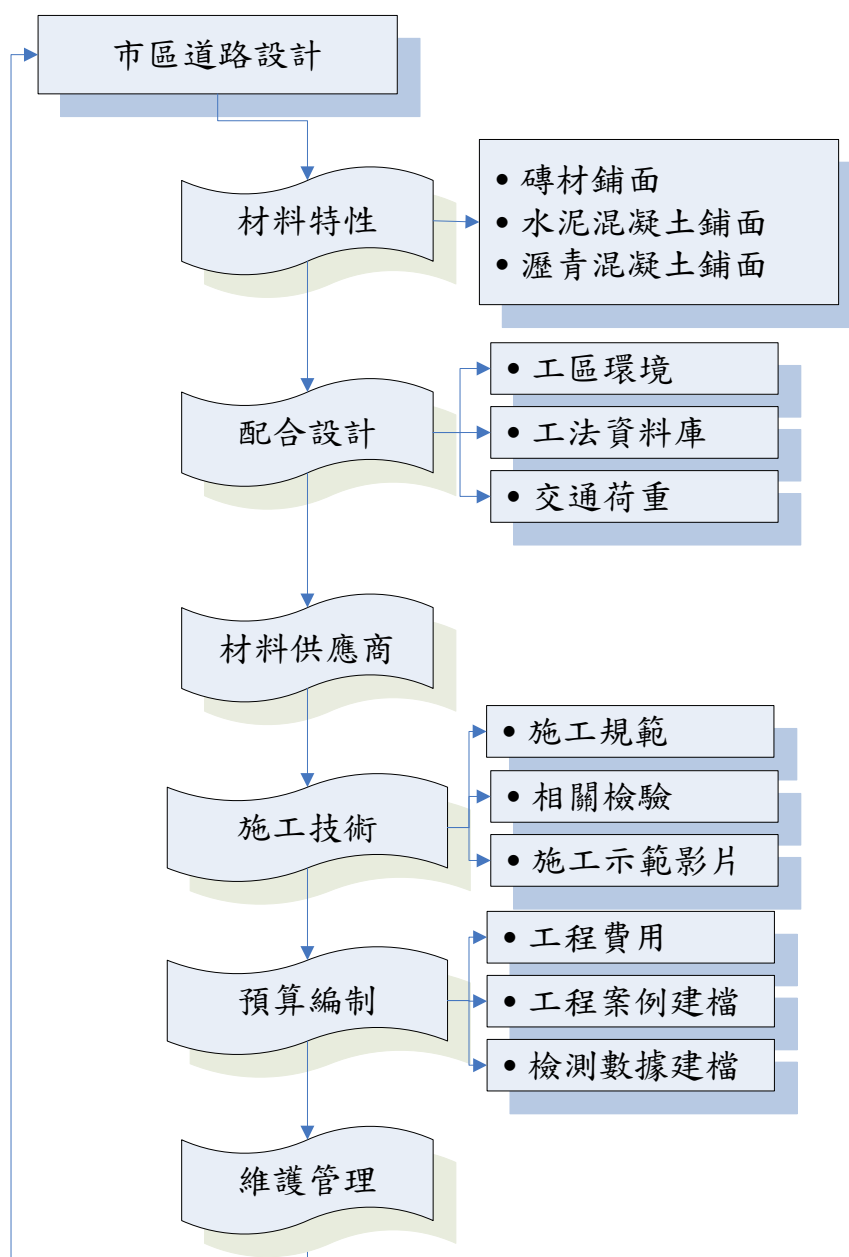


圖 4-1 市區道路鋪面設計流程架構圖

## 4.1 市區道路人行與自行車道鋪面材料特性

材料特性之分析為日後施工、維護有非常的重要性，其面層材料大致上可分成混凝土鋪面、磚材鋪面、瀝青混凝土鋪面、天然石材鋪面、人造鋪面等，其中混凝土鋪面之整體澆置可做為硬底鋪設之材料，其中透水混凝土亦可視為底層材料，用以與其他面層材料相互搭配使用。以下就市區道路人行與自行車道鋪面可用材料做分析及介紹。

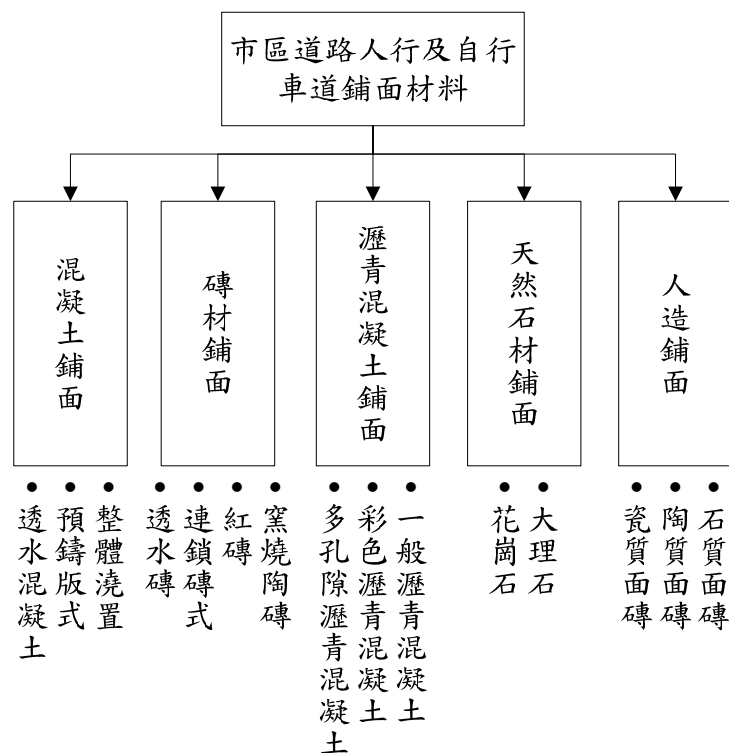


圖 4-2 市區道路人行與自行車道鋪面材料

### 4.1.1 混凝土鋪面

混凝土鋪面主要由砂、礫石或碎石、水及水泥四種材料組成，混凝土鋪面依其施工方式有：場鑄混凝土鋪面及預鑄混凝土鋪面。混凝土於灌注前可使用染料或灌注後使用染色劑，使混凝土表面有顏色的變化；也可採用圖案壓模處理或表面仿石材處理等使表面更富變化。混凝土鋪面採預防熱漲冷縮的隔離縫及伸縫的設計，能防止因溫度變化所造成的鋪面破壞，詳圖 4-3。



圖 4-3 混凝土鋪面實例

透水混凝土一般定義為由均勻級配之粗粒料、微量或無細粒料、再生粒料且無足量水泥漿之混凝土材料，因此亦稱為無細粒料混凝土。藉由配比設計與製程控制其特性以達合適強度、高透水性、無析離等工程需求，主要作為無須壓密之回填材料或水工結構物，其抗壓強度約在200 psi(1.5 Mpa)至2000 psi(14 Mpa)之間，藉由粗粒料表面的一般水泥漿體使之粒料表面接觸互相固結而發揮強度，同時形成多孔隙的結構體，因此具有相當大的透水性。其滲透係數隨含砂量而不同，一般混凝土為增加透水性而犧牲強度，因此無法承受太大的載重，一般使用於載重較小的區域，如人行道、自行車道、停車場或行人廣場等。

透水混凝土水泥將最佳的用量理論上是以能黏結粒料接觸點，或是以能夠完全包裹粒料表面，但不填充粒料間孔隙為原則，形成粒料顆粒與水泥膠結成的多孔堆聚結構，如圖4-4所示。

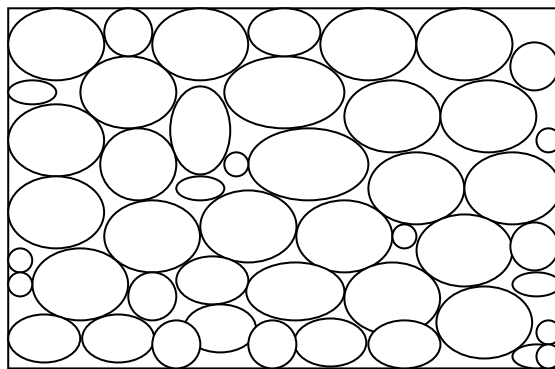


圖 4-4 透水混凝土多孔隙堆聚結構

透水混凝土所採用的骨材粒徑一般文獻中多以雙粒徑互相搭配較多，如果採用單粒徑所製做出的透水混凝土其所要求的強度很難達到所要求的預設目標強

度，因為孔隙過多骨材接觸點較少的原因所導致，因此會採用單一粗骨材粒徑搭配一細骨材，然而細骨材不可採用太小或多，以免提升的強度而犧牲了透水性能。

透水混凝土另一重要的影響條件為水泥漿，水泥漿不可有太高的流動性，以免孔隙被水泥漿填滿降低孔隙率，然而光靠水灰比來控制漿體的膠結性能是非常難控制的，因此一般大都會增加附加劑的使用，來改善水泥漿「質」的方面，例如添加強塑劑、卜作嵐材料等，甚至有時為了將強度提升更高會採用單價較高的膠結劑，但往往會使得整體構築單價過高。

#### 4.1.2 磚材鋪面

傳統常用的人行道磚材鋪面有清水磚、紅磚、窯燒陶磚等，目前市面上已較少生產清水磚，反之各種陶磚相繼進口，價格也漸趨平實，往往使用於具歷史風貌之地區，均有不錯之效果，詳圖4-5。



圖 4-5 磚材鋪面實例

磚材鋪面使用材料，主要以砂、石、水泥為主要材料，其中除水泥之外，亦可採用再生材料以取代天然材料，國內亦有許多廠商進行研發各類磚材鋪面添加各式再生材料，或是提高磚材本身孔隙率以製作高性能透水磚，國內對此類產品之推動不遺餘力，除了相關檢試驗規範之訂定外，亦有正式標章可供申請，如環保標章及綠建材標章等，使用相關產品時，並可具永續發展之效益，以下將介紹相關磚材鋪面之種類。



## 1. 預鑄高壓混凝土磚

- (1) 製品由卜特蘭一號水泥、矽砂、堅硬耐久之大理石、蛇紋石、花崗石或其他堅硬耐久之天然石等碎粒及各種添加劑，經拌合、澆置、機械高壓成型，養生，表面顏色層至少 2 公分以上並需經噴砂處理。
- (2) 抗壓強度以材齡 28 天  $f_c'$  為 500 kg/cm<sup>2</sup> 一般較常使用規格各為 10 cm×10 cm×6 cm、20 cm×20 cm×6 cm、15 cm×15 cm×6 cm、30 cm×30 cm×6 cm、及 60 cm×60 cm×6 cm、等五種，製品長、寬尺寸大於 20 cm 者，須加作彎曲破壞試驗，彎曲破壞荷重須大於 1500 kg  $f_c'$ 。

表 4-1 預鑄高壓混凝土土塊磚種類規格

種類規格 (長×寬×厚)(單位：cm)	數量 (個/m <sup>3</sup> )	重量 (個/kg)
10×10×6	100	1.32
20×20×6	25	5.2
15×15×6	44.4	3.3
30×30×6	5.6	13.2
40×40×6	6.3	22.7
60×60×6	2.8	50

## 2. 高壓混凝土連鎖地磚

- (1) 製品底層材料為卜特蘭水泥、砂、碎石、面層則為水泥、矽砂、色料組合，經高壓強力振動，使面層與底層緊密結合，一體成型，其中色料採用無機性氧化鐵顏料，面層厚度最少應為 6 mm 以上。
- (2) 抗壓強度以材齡 28 天  $f_c'$  為 500 kg/cm<sup>2</sup>，一般較常用規格為 20 cm×12 cm×6 cm、20×17×6、20×47×6、10×17×6、22.2×11.1×6、21.2×10.6×6、20×20×6、20×1.2×6、22×19×6。

表 4-2 高壓混凝土連鎖地磚種類規格

種類規格 (長×寬×厚)(單位：cm)	數量 (個/m <sup>2</sup> )	重量 (個/kg)
20×12×6	41	3.2
20×17×6	33.33	4
20×17×6	31.25	4.3
22.2×11.1×6	40	3.2
20×20×6	30.8	4.6
20×12×6	63	2.2
8×8×6	151.4	0.85
22×19×6	30	4.3

### 3. 高壓混凝土透水磚

在鋪面表層採用耐壓而孔隙率高的透水性地磚，配合透水性高的砂石基層，則雨水可由表層面材及其縫隙滲入地表下，使得鋪面整體具有良好的透水性能，目前國內之相關規範為 CNS 14995，使用該材料，不僅可以提高鋪面保水之功能，亦能降低都市熱島效應之溫度，其主要材料組成與相關物性分析如下。

- (1) 製品底層材料為水泥、碎石，面層則為水泥、粗砂、色料組合，經高壓強力振動，使面層與底層緊密結合，一體成型。
- (2) 抗壓強度以材齡 28 天  $f_c'$  為 170 kg/cm<sup>2</sup> 以上，透水係數在 1×10<sup>-2</sup> cm/sec 以上，面層厚度至少 6 mm 以上，色料為無機色料。

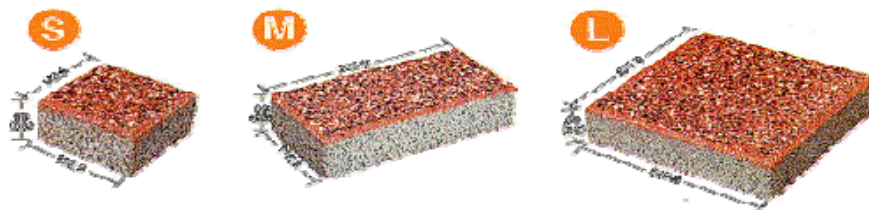


圖 4-6 磚材鋪面實例

### 4. 人行道紅磚

- (1) 製品底層為普通卜特蘭水泥，砂粒按 1：3 成份混合，面層採顏料與水泥拌合後再與砂拌合，以油機加壓成型。
- (2) 抗壓強度以材齡 28 天  $f_c'$  為 210 kg/cm<sup>2</sup>，規格為 28.5 cm×28.5 cm×2.5

cm。

### 4.1.3 瀝青混凝土鋪面

瀝青鋪面具有防水、耐久、抗酸鹼鹽等特性，但在夏季受高熱照射之情況下，會有軟化、移動等缺點，且遇汽油或類似流體會有溶解之虞。現行運用於鋪面材料，以其級配設計之不同，大致可分成密級配瀝青混凝土、開放級配瀝青混凝土、石膠泥瀝青混凝土、多孔隙瀝青混凝土等，人行及自行車道所需承受之荷重不若一般車道，國外亦常使用多孔隙瀝青混凝土鋪設於人行及自行車道，其具有高度透水功能，詳圖 4-7。

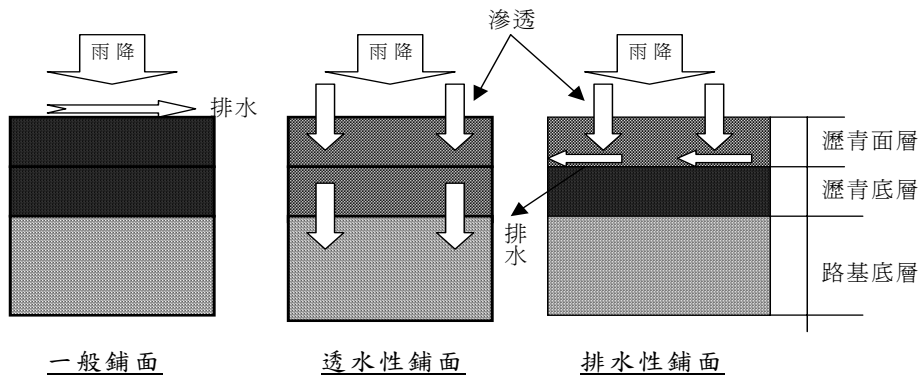


圖 4-7 一般鋪面、排水性、透水性鋪面之比較



圖 4-8 瀝青鋪面實例

瀝青混凝土鋪面可依其選用材料之不同，再細分為一般瀝青混凝土及再生瀝青混凝土，亦可選用不同色系之骨材或是採用不同瀝青，亦可添加色料，創造多樣化的圖案色彩，但費用及施工之人工量亦較一般瀝青混凝土高，詳圖4-9。

彩色瀝青混凝土於國內之分類，主要分為熱拌型與常溫鋪設型兩種。熱拌型可選擇的材料包括脫色瀝青或一般瀝青，而脫色瀝青又有彩色石與一般石兩種選擇。脫色瀝青的優點是色彩較鮮豔，而彩色石的優點是色彩永久。熱拌的好處是可以搭配其他的功能性鋪面(配合設計)；常溫鋪設的優點是適合小面積。

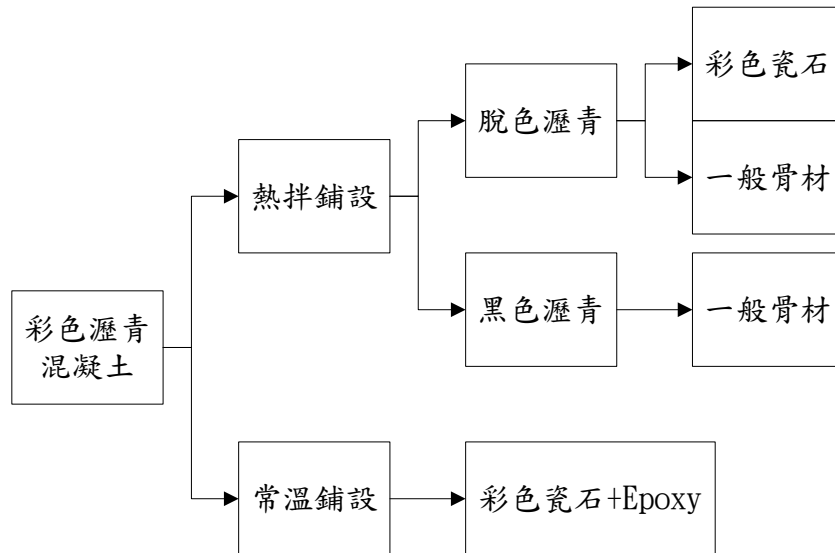


圖 4-9 彩色瀝青混凝土鋪面材料選擇



圖 4-10 彩色瀝青鋪面實例

使用符合規範之脫色瀝青、粒料及耐候性優良之無機顏料，以熱拌方式鋪裝。使用人工鍛燒彩色瓷石更能增加色彩的耐久性；配合設計採空隙率12~15%的透水性鋪裝或密級配鋪裝，其特點為可選擇適當的顏色搭配沿路的景觀，並具有耐久性佳，其鋪裝方式和一般瀝青混凝土相同。

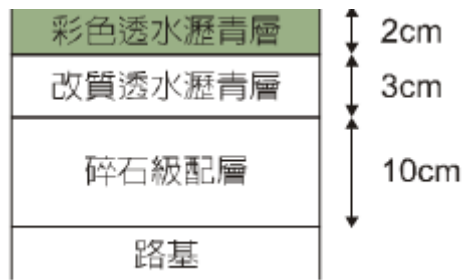


圖 4-11 彩色瀝青混凝土斷面示意圖

表 4-3 各種彩色路面綜合比較

種類	熱拌鋪設			常溫鋪設
使用材料	<ul style="list-style-type: none"> <li>人工鍛燒彩色瓷石</li> <li>脫色瀝青</li> <li>無機物顏料</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>天然骨材</li> <li>脫色瀝青</li> <li>無機物顏料</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>天然骨材</li> <li>一般瀝青</li> <li>無機物顏料</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>人工鍛燒彩色瓷石</li> <li>樹脂系黏著劑</li> <li>耐候性樹脂面材</li> <li>無機物顏料</li> </ul>
適用場合 (◎優 ○良 △標準)				
重車道	◎	○	△	○
停車場	◎	○	△	○
十字路口	◎	○	△	◎
商店街	◎	◎	△	○
人行步道	○	◎	◎	△
腳踏車專用道	○	◎	◎	△
使用特性 (◎優 ○良 △標準)				
美觀性	◎	◎	○	◎
耐久性	◎	○	△	◎
價格	高	中	中	高
配合設計種類	排水性、透水性、SMA、密級配			常溫塗佈鋪面

#### 4.1.4 天然石材鋪面

天然石材鋪面主要為面層材料，其底層材料主要可選擇為硬底施工或是軟底施工，於面層再搭配天然石材以構成整體鋪面，但由於天然石材之鋪面，在講究復古的型式時，其表面較不平整，對於無障礙空間之推廣較為不利，且自行車行駛於其上時，有顛簸的感覺，較不適宜鋪設於自行車道。天然石材在尺寸、形狀、顏色及紋理上都有許多種選擇，常見的天然石材有沈積石、大理石、板岩、花崗石、火山岩及黑色火成岩等，詳圖 4-12。



圖 4-12 天然石材鋪面實例

#### 4.1.5 人造鋪面

人造鋪面有石質面磚、陶質面磚、瓷質面磚等，其中石質面磚採用天然花崗石微粒子為主材，除去雜質後高壓成型，再經高溫還原燒成，其硬度高、磨損率低具高止滑效果。

枕木早期傳統鐵路軌道所普遍採用，但木枕容易因蟲害及長期日曬雨淋而腐爛，故需做防腐處理，一般常看到路線上的木質枕木都是黑色的，主要是因這些枕木做過防腐處理，以加熱的柏油泡煮過，且事先會在枕木上鑿洞，以便柏油可以滲到木材組織內，柏油的防水與黏滯性、彈性，正好可使木枕達到最佳性質，這就是為什麼大家所看到的木質枕木多為黑色。

優點：能用作製造枕木的木材種類甚多，傳統枕木具有材料容易取得、製造容易、價格低廉等優點。另外，枕木具環保性。

缺點：枕木容易腐朽，原因多來自蟲害、環境和氣候的影響，而且枕木上的道釘孔會因使用日久而鬆弛，所以一般的木枕最多只有十數年的壽命，自行車騎在枕木上舒適性低。

適用方式：軟、硬鋪面皆可。

適用範圍：環境自然度高之區域、特殊型自行車道、高維護管理地區。

表 4-4 市區道路人行及自行車道適用鋪面材料定量特性分析表

分類	鋪面材料	相關規範	施工規範	抗壓強度	抗彎強度	吸水率	止滑性	施工難易度及產品品質	景觀性	管理維修性
混凝土鋪面	整體澆置	CNS 12891 CNS 3090 CNS 1232 CNS 1233 CNS 1234 CNS 1238 CNS 13465	第 02751 章 第 02778 章 第 03050 章 第 03310 章	210 kgf/cm <sup>2</sup> 以上	視有無配置鋼筋補強而定	7%	視表面處理可達良好效果	<ul style="list-style-type: none"> <li>●一般混凝土濕式施工，需做伸縮縫</li> <li>●現場施作，施工簡易</li> <li>●品質視施工及維修情形而定</li> <li>●適用於各種形狀平面，可做多種質感處理</li> <li>●易達成平整度要求</li> <li>●表面堅硬無彈性</li> <li>●管道維修挖掘後，回補之混凝土顏色、質感難以與原來相同</li> <li>●施工後需數天維護期，故不適用於人行稠密地區施工</li> <li>●施工時需劃分分割深縫，以為日後龜裂位置</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●顏色單調</li> <li>●利用溝縫可排列圖案</li> <li>●可染色色調屬低明度但色彩不易均勻持久</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●易污損、清理容易</li> <li>●延展性低，容易碎裂</li> <li>●整體破壞性維護</li> </ul>
	預鑄版式	CNS 13295 CNS 3090 CNS 4016	第 03410 章 第 03390 章	140~560 kgf/cm <sup>2</sup>	視有無配置鋼筋補強而定	6%	視表面處理可達良好效果	<ul style="list-style-type: none"> <li>●預鑄品質穩定</li> <li>●單元可視設計需求而改變</li> <li>●施工視設計單元尺寸而定</li> <li>●可軟底或硬底施工，軟底施工無需伸縮縫。硬底施工時應連同底部一起做伸縮縫</li> <li>●表面處理包括質感、止滑、粗糙係數選擇性大</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●顏色單調</li> <li>●利用單元形狀排列圖案</li> <li>●可染色色調屬低明度</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●易污損、清理容易</li> <li>●單元暨週邊維修度</li> </ul>
	透水混凝土	CNS 13295 CNS 13298	第 02794 章	280 kgf/cm <sup>2</sup>	1200kgf 以上	透水係數 $\geq 1 \times 10^{-2} \text{c} / \text{m} / \text{sec}$	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>●使用水泥、粒料、添加劑及水，依適當配比拌合，以模壓或鑄模成形，並經適當養護所製成。具有良好之耐久性(durable)及排水性，初期廣泛被使用在停車場及</li> <li>●植物、生物等地下生態環境改善，維持生態系成長。</li> <li>●減少地表逕流，降低都市河川洪患。</li> <li>●減少公共水域的污染及降低車行噪音。</li> <li>●減輕排水管負擔及減少路面排水設施。</li> <li>●地下水之涵養，有助於水資源永續經營。</li> <li>●降低熱島效應，減少能源損耗。</li> <li>●增大路面抗滑性能，改善步行條件。</li> <li>●減輕因日光漫反射造成之目眩。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●顏色單調</li> <li>●使用於載重較小的區域，如人行道、行人廣場以及停車場鋪面等。廣泛應用於道路之透水層等工程上。若底層不透水，則為排水性路面。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●孔洞阻塞</li> <li>●混凝土表面缺失不易改善</li> </ul>

分類	鋪面材料	相關規範	施工規範	抗壓強度	抗彎強度	吸水率	止滑性	施工難易度及產品品質	景觀性	管理維修性
磚材鋪面	窯燒陶磚	CNS 3319 CNS 1178 CNS 13431	第 02333 章 第 02780 章	560 kgf/cm <sup>2</sup>	50kg/cm <sup>2</sup> 以上	特級 2% 以下	良好 靜摩擦係數 乾燥時 0.5 以上 濕潤時 0.36 以上	<ul style="list-style-type: none"> <li>●預鑄、量產、惟品質均齊度不一</li> <li>●單元尺寸固定</li> <li>●品質視施工情形而定</li> <li>●可軟底或硬底施工，軟底施工無需伸縮縫。硬底施工時應連同底部一起做伸縮縫</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●色調為紅棕、橙黃及暗褐色</li> <li>●質感樸實、色澤自然</li> <li>●適用於特殊歷史地區</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●易污損、清理容易</li> <li>●不均勻沈陷、碎裂</li> <li>●單元抽換修護</li> </ul>
	紅磚	CNS 382 CNS 3319 CNS 1178	第 02333 章 第 02780 章 第 04211 章	140 kgf/cm <sup>2</sup> 以上	40kg/cm <sup>2</sup> 以上 (厚度 4 公分)	7% 以下	良好	<ul style="list-style-type: none"> <li>●施工品質穩定</li> <li>●單元尺寸有變化</li> <li>●濕式施工</li> <li>●品質視施工情形而定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●色調為紅、橙等暖色系</li> <li>●可排列圖案</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●易污損、不易清理</li> <li>●碎裂型破壞</li> <li>●單元暨週邊修護</li> </ul>
	連鎖磚式	CNS 13295 CNS 1178 CNS 3319	第 02333 章 第 02780 章 第 02786 章 第 04220 章	140~560 kgf/cm <sup>2</sup>	60kg/cm <sup>2</sup> 以上	6% 以下	視表面處理可達良好效果	<ul style="list-style-type: none"> <li>●預鑄、量產、品質穩定</li> <li>●單元隨設計需求而改變</li> <li>●可軟底或硬底施工，軟底施工無需伸縮縫。硬底施工時應連同底部一起做伸縮縫</li> <li>●滲水性佳不易積水</li> <li>●若底土夯實不足、砂層深度不夠或砂層流失，將造成塌陷，施工實需考量下方管線與土質之條件</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●顏色、材質、尺寸均可變化</li> <li>●可排列各種圖案色調變化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●易污損、清理容易</li> <li>●不均勻沈陷</li> <li>●單元抽換維修</li> <li>●軟底施工如做管道維修時，影響面易擴張</li> </ul>
	透水磚	CNS 13295 CNS 14995	第 02333 章 第 02780 章 第 02794 章	140 kgf/cm <sup>2</sup> 以上	-	透水係數 ≥ 1×10 <sup>-2</sup> cm/sec	好	<ul style="list-style-type: none"> <li>●亦可使用再生資源(如廢陶瓷、廢磚瓦、廢玻璃、廢鑄砂、煤灰、石材廢料、爐渣、鈦鐵礦氧化爐渣等)為無機物質添加物所製成之透水磚</li> <li>●具多孔結構</li> <li>●減低溫室效應所造成之環境溫度</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●顏色、材質、尺寸均可變化</li> <li>●可排列各種圖案色調變化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>易斷裂</li> <li>易沉陷</li> <li>易鬆動</li> <li>易隆起翹曲</li> <li>可挖除、置換</li> </ul>



分類	鋪面材料	相關規範	施工規範	抗壓強度	抗彎強度	吸水率	止滑性	施工難易度及產品品質	景觀性	管理維修性
瀝青鋪面	一般瀝青混凝土	AI MS-2	第 02742 章 第 02966 章 第 02778 章	穩定值 810kgf 以上	流度值 (0.25mm) 8~14	無	良好	●可使用再生資源(如再生瀝青混凝土、廢陶瓷、廢磚瓦、廢玻璃、廢鑄砂、煤灰、石材廢料、爐渣、焚化爐底灰、鈦鐵礦氯化爐渣等)為無機物質添加物所製成之瀝青混凝土	●一般為黑色	●不易維修 ●瀝青刨除後重新加鋪
	彩色瀝青混凝土	AI MS-2	第 02742 章	穩定值 810kgf 以上	流度值 (0.25mm) 8~14	無	良好	●常溫鋪設 ●Epoxy + 彩色瓷石樹脂材料使用	●提高行車安全 ●增加行車順暢 ●降低環境溫度 ●提昇生活感受	●不易維修 ●瀝青刨除後重新加鋪
	多孔瀝青混凝土	日本道路建設協會-透水性瀝青路面	第 02794 章	穩定值： 400kgf (人行道) 500kgf (車行道)	流度值 (0.25mm) 20~40	透水係數 $\geq 1 \times 10^{-2}$ cm/sec 以上	佳	●現場施工 ●透水性佳 ●有臭味、高溫、噪音等公害 ●品質需視工法及技術而定 ●不須伸縮縫 ●光、熱反射率低 ●常使用於中低承載道路，如社區步道、自行車道等。特性為透水性強、排水快等特點。若底層不透水，則為排水性路面。	●色調灰黑 ●可調色但手續繁複 ●可拼染各種圖案	●易污損、不易清理 ●整體性破壞，維修費用低 ●高溫易軟化 ●受限於壓平路面機械之寬度，接到淨寬太窄時，須以人工施工 ●可用水柱沖洗
天然石材鋪面	大理石	CNS 3897 CNS 6300 CNS 11320 CNS 11321 CNS 11322	第 02778 章 第 04400 章 第 04110 章	2100 kgf/cm <sup>2</sup>	70kg/cm <sup>2</sup> 以上	0.45% 以下	視表面處理良好效果	●疊砌施工 ●品質視產地、加工情形而定 ●單元重量大、耗費人工 ●可做軟底或硬底施工 ●材料可重複做永續使用	●色調灰白至深黑，亦有粉紅色系 ●質感隨品質價值而定 ●可拼圖案	●耐酸性弱，於戶外光澤會逐漸消逝 ●不易污損、清理容易 ●單元暨週邊修護
	花崗石	CNS 3897 CNS 6300 CNS 11320 CNS 11321 CNS 11322	第 02778 章 第 04400 章 第 04110 章	1750 kgf/cm <sup>2</sup> ~2100 kgf/cm <sup>2</sup>	40kg/cm <sup>2</sup> 以上	0.3% 以下	視表面處理良好效果	●疊砌施工 ●品質視產地、加工情形而定 ●單元重量大、耗費人工，材料切割較困難 ●材料堅硬密度高，可承受較高之交通負荷，適用於各種天候環境 ●可做軟底或硬底施工 ●材料可重複做永續使用	●色調有多種選擇 ●圖案尺寸可彈性設計 ●質感細緻至粗糙兼具	●不易污損、清理容易 ●單元暨週邊修護

分類	鋪面材料	相關規範	施工規範	抗壓強度	抗彎強度	吸水率	止滑性	施工難易度及產品品質	景觀性	管理維修性
人造鋪面	石質面磚	CNS 9744	第 02778 章	350 kgf/cm <sup>2</sup> 以上	300kg/cm <sup>2</sup> 以上	一級 3% 以下 二級 6% 以下	良好	<ul style="list-style-type: none"> <li>●預鑄、量產、品質穩定</li> <li>●單元尺寸、顏色隨設計需求而改變</li> <li>●硬底施工</li> <li>●圖案施工較繁複</li> <li>●質料堅硬</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●色調豐富、中高明度、中低彩度</li> <li>●單元形態變化多</li> <li>●質感細緻至粗糙兼具</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●不易污損、清理容易</li> <li>●脫落型破壞</li> <li>●單元暨週邊修護</li> </ul>
	陶質面磚	CNS 3299	第 02778 章	350 kgf/cm <sup>2</sup> 以上	50kg/cm <sup>2</sup> 以上	16% 以下	普通	<ul style="list-style-type: none"> <li>●預鑄、量產、品質穩定</li> <li>●單元尺寸、顏色隨設計需求而改變</li> <li>●硬底施工</li> <li>●圖案施工較繁複</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●色調豐富、中高明度、中低彩度</li> <li>●單元形態變化多</li> <li>●質感細緻粗糙兼具</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●不易污損、清理容易</li> <li>●脫落型破壞</li> <li>●單元暨週邊修護</li> </ul>
	瓷質面磚	CNS 9737	第 02778 章	350 kgf/cm <sup>2</sup> 以上	50kg/cm <sup>2</sup> 以上	0.5% 以下	稍差	<ul style="list-style-type: none"> <li>●預鑄、量產、品質穩定</li> <li>●單元尺寸、顏色隨設計需求而改變</li> <li>●硬底施工</li> <li>●圖案施工較繁複</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●色調豐富、中高明度、中低彩度</li> <li>●單元形態變化多</li> <li>●質感細緻粗糙兼具</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●不易污損、清理容易</li> <li>●脫落型破壞</li> <li>●單元暨週邊修護</li> </ul>

## 4.2 市區道路人行與自行車道配合設計

此配合設計意指如何設計出適合人行與自行車道，主要可分成兩大類，第一類為面層材料為磚類鋪面、天然石材鋪面或人造鋪面等，此類之基底層可為硬底施工、軟底施工或是硬底透水施工(透水混凝土)等，於厚度設計時計算其各層厚度，依工程會之施工綱要規範進行施作；第二類為面層材料為瀝青混凝土類，由於此類之產品屬於現場施工，不若第一類為工廠製成成品後再運送至工地現場鋪設，故需要進行相關試驗以判定其物理性質。

### 4.2.1 基底層材料

基底層的土壤性質對於透水性鋪面整體的滲透性影響很大，從目前有關的實驗來看，面層的透水性是可以藉由製造及材料加以控制，然而基底層因多使用現地材料，往往會因土壤的性質而影響了滲透的性能，所以一般在施工之前必須先做基本的實驗，一般對土壤最簡單的分析實驗就是統一土壤分類法，此種方法可以迅速的判斷出該土壤的透水性能，甚至如果當地土壤不透水還可藉由透水性良好土質利用摻配的方式達到改良的效果，表4-6為常見土壤的分類。

人行及自行車道所採用之底層材料，可使用未過篩的碎石或粒徑大的碎石，通過ASTM 40號篩(孔徑0.425mm)的部份，塑性指數須小於[6]。其級配如下表一：

表 4-5 人行道碎石級配表

試驗篩(mm) 名稱	通過重量百分率(%)				
	25	19	13.2	4.75	2.36
碎石級配	[100]	[95~100]	[60~90]	[20~50]	[10~33]

表 4-6 統一土壤分類表

土層分類描述	統一土壤分類	滲透係數 (cm/s)	透水性質	PI
不良級配礫石	GP	$10^{-1}$	最佳	N. P.
良級配礫石	GW	$10^{-2}$	最佳	N. P.
沈泥質礫石	GM		尚佳到劣	6以下
黏土質礫石	GC		劣到不透水	6以下
不良級配砂	SP		$10^{-3}$	最佳
良級配砂	SW	最佳		N. P.
沈泥質砂	SM	$10^{-5}$	尚佳到劣	10以下
黏土質砂	SC		劣到不透水	11以上
泥質黏土	ML	$10^{-6}$	劣到不透水	11以上
黏土	CL	$10^{-7}$	不透水	11以上
高塑性黏土	CH	$10^{-9}$	不透水	11以上

#### 4.2.2 透水性混凝土

透水混凝土 (pervious concrete) 或稱無細骨材混凝土 (no-fines concrete)，其成分由水泥、粗粒料和水拌合而成，有時也會加入少量砂，粗粒料可以是碎石、卵石，也可以是人工輕粒料或再生粒料。其膠結過程是藉著粗粒料表面之水泥漿體，由於粒料之接觸而互相凝結形成多孔隙之結構體，因此作為鋪面材料其透水性相當好。無細粒料混凝土鋪面一般而言載重能力會受到限制，因增加透水性就會犧牲抗壓強度，因此並不能承受太大的載重，一般都使用於載重較小之區域，如人行道或行人廣場等。

無細粒料混凝土是採用卵石或碎石、水泥和水製成之多孔性混凝土，有時也摻入少量之細砂作為改善水泥漿之輔助材料而並非用以填充石子之空隙。其粗粒料之選擇以卵石最好，碎石次之，理想之粒料是顆粒間接觸點盡可能多，接觸點面積盡可能大，而顆粒總面積不應過份增大。粒徑1~3cm或1~4cm天然顆粒級配較適宜，並應符合ASTM C33 (CNS1240 [混凝土用粒料]) 之有關規定。無細粒料混凝土之水灰比(w/c)可變範圍較小，超過一定區間，就會形成水泥漿流失和不

能成型，比較理想範圍是0.45~0.6之間，較低者可選用0.35。

## 1. 材料

### (1) 粒料

粗粒料之選擇以卵石最好、碎石次之，而顆粒的總面積不應過份增大。粒徑1~3cm或1~4cm的天然顆粒級配較適宜，並應符合CNS 1240[混凝土用料]之有關規定。

### (2) 水泥

水泥使用卜特蘭第 I 型水泥，需符合CNS61[卜特蘭水泥]之有關規定。

## 2. 水灰比

無細粒料混凝土的水灰比可變範圍較小，超過一定區間，就會形成水泥漿流失和不能成型。比較理想範圍是 0.45~0.6 之間，較低者可選用 0.35。

## 3. 配合設計

傳統 ACI 配合設計法應用於透水混凝土配合設計無法使用，所以設計時先以 ACI 配合設計法中體積法先估計粗粒料體積，然後換算重量，再把握要使每一粒料都有足夠的水泥漿包裹的原則進行試辦調整水泥與粒料之間最佳重量比，水泥漿不可過多以避免滲流至底層影響透水性能。

表 4-7 無細粒料混凝土之水泥、粒料等之要求

原料名稱	性能要求
水泥	1. 水泥應符合第 03052 章「卜特蘭水泥」之規定。 2. 使用的粒徑越小，水泥顆粒亦應相對變小。
粒料	1. 粗粒料應為跳躍級配。如 10mm~20mm、10mm~30mm 等不宜小於 5mm 或大於 40mm。 2. 以卵石最好，碎石次之，粗粒料至少須含[90%]（重量比）破碎顆粒，且該破碎顆粒至少須具[一個]破碎面。 3. 碎石型粗粒料之針、片狀總量最好小於 15%，粒料含泥量不宜大於 1%。

表 4-8 細粒料混凝土之設計參考

水泥：粒料	水灰比	水泥 Kg/m <sup>3</sup>	用水量 Kg/m <sup>3</sup>	碎石 Kg/m <sup>3</sup>
1:10	0.364	157	57	1570
1:10	0.582	152	88	1520
1:12	0.408	133	54	1597
1:15	0.41	107	44	1598
1:8	0.35	201	70	1608
1:10	0.36	158	57.5	1580

(註) 水灰比之理想範圍介於 0.45~0.6 之間，較低者可選用 0.35。

#### 4. 材料試驗

透水混凝土之檢、試驗進行之方法，與一般混凝土相比並無太大的差異，其主要仍以國家規範規定之內容為主加上透水試驗的方法，規範整個材料的性質。其主要試驗如表 4-9 所示。

表 4-9 透水混凝土材料試驗

實驗名稱	試驗方法
抗壓試驗	CNS 1232
抗彎試驗	CNS 1233
劈裂試驗	CNS 3801
透水試驗	-

##### (1) 抗壓試驗

本試驗目的為測試混凝土的抗壓強度

##### A. 試驗方法：

依據準則為 CNS 1232

##### B. 試驗原理：

抗壓強度 (磅/平方英吋) = 試體破壞時之最大荷重/試體斷面積

##### (2) 抗彎試驗

本試驗目的利用三點荷重法求得混凝土抗彎強度。

A. 試驗方法：

依據準則為CNS 1233

B. 試驗原理：

如破裂位置在張力面中間1/3 跨度內，其破裂模數，可由下式計算：

$$R=PL/bd^2$$

其中 R=破裂模數 kgf/cm<sup>2</sup>

P=最大載重

L=跨度 cm

b=破裂處試體之平均寬度cm

d=破裂處試體之平均厚度cm

(3) 劈裂試驗

本試驗目的為以萬能試驗機測定混凝土圓柱試體之抗張強度

A. 試驗方法：

依據準則為CNS 3801

B. 試驗原理：

試體應力抗張強度如下：

$$T=2P/\pi Ld$$

其中 T=抗張應力強度kgf/ cm<sup>2</sup>

P=最大載重

L=長度cm

d=直徑cm

(4) 透水試驗

試驗試拌時之透水係數的求取，可依據Darcy 公式，使用圖3.12之簡易試驗架設。量測試體長度L、截面積A並量取單位時間內之流量Q 後，則可計算透水係數 $K = \rho \times L \times Q / (A \times H)$ ，式中  $\rho$  為水的密度。

### 4.2.3 瀝青混凝土

依工程會施工綱要規範第2742章瀝青混凝土鋪面所定義，瀝青混凝土是指將加熱之粗粒料、細粒料、瀝青膠泥及乾燥之礦物填縫料，按配合設計所定配合比例拌和均勻後，依設計圖說所示之線形、坡度、高程及橫斷面，分一層或數層鋪築於已整理完成之底層、基層、路基或經整修後之原有面層上，滾壓至所規定之壓實度而成者。

#### 1. 瀝青材料之種類及等級

用於瀝青混凝土路面之瀝青材料均為瀝青膠泥，如表 4-10 所示，其實際所用種類及等級，應依設計圖之規定，或依工程司之指示辦理。

表 4-10 瀝青混凝土所用瀝青膠泥

瀝青膠泥之種類及等級		路面分類(面層底層)		
		公路 ／街道	停車場	街坊、人行步 道、自行車道
原始黏度等級	AC-5	V		
	AC-10	V	V	V
	AC-20	V	V	V
	AC-40	V	V	V
殘餘黏度等級	AR-4000	V	V	
	AR-8000	V	V	

#### 2. 瀝青材料之性質

黏度分類必須符合 AASHTO M226、ASTM D3381、CNS 15073 或相關瀝青規範之規定。

#### 3. 粒料

粒料可採用符合相關規範之再生粒料，如營建剩餘土石、廢混凝土塊、廢鑄砂、廢陶瓷及廢磚瓦材料，經碎裂解分選或高爐爐渣、鋼爐渣等軋製而成之粒料



等等，用以取代天然或碎石級配粒料為限。

#### 4. 瀝青混凝土混合物之組成

瀝青混凝土所用粒料經混合後之級配及其瀝青含量，依設計圖說之規定，一般而言可分成第一類型密級配、第二類型密級配、第二類型底層粗級配、第三類型密級配、第四類型粗片瀝青砂、第五類型細片瀝青砂、第六類型開放級配等六類，主要之差別為其粗、細粒料及瀝青之組成比例不同。

#### 4.2.4 多孔隙瀝青混凝土

多孔隙瀝青鋪面由下至上，分別由路基層、雨水貯留層、過濾層及多孔性瀝青層等四層所構成，各層之規定性質需符合設計圖說，其原則如下：

1. 路基層：由原來土壤構成，土壤具有良好之透水性。
2. 雨水貯留層：由粒徑約[2.54~5.08cm(1~2in)]之礫石所構成，厚度視雨量設計強度而定。
3. 過濾層：由粒徑約[1.27cm]之碎石夯實約[5.08cm(2in)]厚。
4. 多孔隙瀝青層：厚度視使用需求而定，一般約為 6.35cm(2.5in)厚。

##### (1) 瀝青

多孔隙瀝青混合物中瀝青之規格，係經CNS 10090 K6755瀝青物針入度試驗，其為針入度60~80之路用石油瀝青。欲改善瀝青之性質，可加入適當之橡膠的瀝青或樹脂。欲防止剝離時，可加入礦質材料總重量約2%之消石灰或水泥。

##### (2) 粒料

粒料之品質需符合CNS A1026道路用碎石之規定，其質量與級配之要求如下表所示。

表 4-11 粗粒料質量表

項 目	規 定
比重	2.45 以上
吸水率%	3.0%以下
磨損率%	30.0%以下

表 4-12 碎石粒徑級配表

稱號	粒徑範圍 mm	通過篩網之重量百分率(%)					
		26.5mm	19mm	13.2mm	4.76mm	2.36mm	1.18mm
S-13(6 號)	13-5	-	100	85-100	0-15	-	-
S-5 (7 號)	5-2.5	-	-	100	85-100	0-25	0-5

(3) 瀝青混合料

多孔隙瀝青混凝土之混合料級配範圍與一般瀝青混凝土不同，主要以較多的粗粒料及較少的細粒料組成，以提高其孔隙率，使水份可快速向下排散。

表 4-13 多孔隙瀝青混合料級配範圍表

CNS386 試驗篩 (mm)	通過重量百分率(%)
19	100
13.2	95 ~ 100
4.75	20 ~ 35
2.36	12 ~ 25
0.3	5 ~ 13
0.075	3 ~ 6
瀝青用量(%)	3.5 ~ 5.5

表 4-14 多孔隙瀝青混合料配合設計要求及滲透係數表

項 目	特 性 值		備 註
	人行道	車行道	
穩定值[N(kgf)公斤]	400 以上	500 以上	夯實次數，上下兩面各 50 次。
流度值 (0.1mm)	20~40		
空隙率 (%)	12 以上		
滲透係數 (cm/sec)	$1.0 \times 10^{-2}$ 以上		
飽和度 (%)	40~55		

多孔隙瀝青混凝土需參考馬歇爾試驗的特性及經過瀝青膜厚度計算及拌和試驗。適當的膜厚，一般為8~10 $\mu$ 左右。由瀝青的重量和粒料的表面積求出膜厚之經驗，公式如下：

$$\text{瀝青重量} = \frac{\text{瀝青重量 (占粒料的\%)}}{2 + 0.02a + 0.04b + 0.08c + 0.14d + 0.3e + 0.6f + 1.6q} \times 48.74$$

其中，a、b、c、d、e、f、q分別為4.75、2.36、1.18、0.6、0.3、0.15、0.075mm篩的通過重量百分率。由此公式求得之瀝青量可作為上限值。

#### 4.2.5 彩色瀝青混凝土

彩色瀝青混凝土與一般瀝青混凝土及透水性混凝土之差別，主要在使用材料上採用彩石及搭配脫色瀝青，其使用之材料及級配相關規範可參考一般瀝青混凝土及透水性混凝土之規定。

#### 4.3 材料供應商

行政院公共工程委員會委託台灣營建研究院出版雙月刊之營建物價，其內容包括各主要資材之價格趨勢分析，分為「材料」、「機具」、「勞務」、「工料費」等四大類，其中細分為北、中、南、東等四個區域的價格。

除上述之材料供應商外，為讓世界永續發展，國內亦推動環保標章及綠建材標章等之認可與推廣，其中亦有許多鋪面材料使用再生材料或是研發出具高孔隙之鋪面材料，並通過標章之認可，通過之廠商公佈於各標章之網站中，讓鋪面材

料之選擇更具多元化。

### 4.3.1 環保標章

我國自1993年起推動環保標章制度，至2007年10月底止，產品規格標準已達99項，在世界各國排名第3，而至2006年底止獲准使用環保標章產品共3,303件，全球名列第5，且環保標章使用枚數已突破48.7億枚。另我國亦於1998年通過「政府採購法」，納入綠色採購條款，成為世界上第一個立法推動綠色採購的國家，公家機關採購比例至2006年底已達88%。

環保署為加強綠色消費推廣經驗之交流及進行國際合作，於11月13日及14日在台北市集思會議中心台大館蘇格拉底廳舉辦「2007綠色產品商機國際研討會

民國88年行政院環保署會同行政院採購暨公共工程委員會制定綠色採購法源，企圖藉由政府綠色採購，達到提倡國人綠色消費風氣。對於於綠建築材料推廣使用，規定於第九十六條：「機關得於招標準文件中，規定優先採購取得政府認可之環境保護標章使用許可，而其效能相同或相似之產品，並得允許百分之十以下之價差。產品或其原料之製造、使用過程及廢棄物處理，符合再生材質、可回收、低污染或省能源者，亦同。其他增加社會利益或減少社會成本，而效能相同或相似之產品，準用前項之規定。」

表 4-15 環保標章-第一類環保標章產品-資源化磚類建材

產品名稱 (標章編號)
窯燒瓷質透水磚 (758)
窯燒花崗瓷質透水磚 (1866)
窯燒花崗瓷質透水導盲磚 (1867)
環保生態磚 (1868)
環保透水磚 (1869)
窯燒崗石環保磚 (2782)
窯燒環保透水磚 (2784)
鋪路陶磚 E0 系列 (3397)

表 4-16 環保標章-第一類環保標章產品-資源回收再利用建材

產品名稱 (標章編號)	產品規格	備註
高壓混凝土地磚 (1936)		
透水磚 (1940)		
高壓混凝土地磚 RC 系列 (2242)		
環保磚 RC 系列 (2245)		
EP 透水磚 (2998)		
環保高壓混凝土地磚 (3020)	12.5*12.5*6、 39*19*19、 30.5*45.7*20、 110*91.5*40 cm...	*抗壓強度 175kg/cm <sup>2</sup> 以上
環保高壓混凝土地磚 (3357)	可依客戶需求 製作規格	*採用 70%以上 的回收料製造而 成
環保透水性混凝土地磚 (3359)	可依客戶需求 製作規格	*採用 70%以上 的回收料製造而
高壓混凝土地磚 JH614B-1 (3356)		
透水磚 AM-601 (3412)	60, 80, 100mm	*材料基層可添 加各種土木、混 凝土或建築材料 之廢棄物使用 *符合 CNS14995, A2288 之標準規範
透水磚 AM-602 (3413)	60, 80, 100mm	
透水磚 AM-603 (3414)	60, 80, 100mm	
透水磚 AM-701 (3415)	60, 80, 100mm	
透水磚 AM-702 (3416)	60, 80, 100mm	
透水磚 AM-703 (3417)	60, 80, 100mm	
透水磚 (本色) (3418)	60, 80, 100mm	

表 4-17 環保標章-第二類環保標章產品

產品名稱	用途	備註
道路工程爐石級配料	道路工程級配料	環保訴求：100%煉鋼爐渣及脫硫渣再利用
道路工程再生級配料	道路工程級配料	* 環保訴求：底渣回收再利用 * 本產品為垃圾焚化底渣經篩分、篩選及穩定化技術處理後之級配骨材，其重金屬溶出均可符合環保標準，粒徑分佈符合公共工程道路施工規範第三類 A 級基層級配料規範，落杉磯磨損率及健性等物理性質符合道路基底層規範，並適合替代部份比例之天然砂做為瀝青混凝土粒料 * 級配粒徑小於 4.75mm 約佔 70%、小於 0.075mm 約佔 3%

#### 4.3.2 綠建材標章

內政部建築研究所為推動採用健康、再生、生態、高性能之綠建材，建立舒適、健康、環保之居住環境，於中華民國94年11月9日建研環字第0940005709號核定訂定綠建材標章推動使用要點，並於中華民國95年8月7日建研環字第09500042711號修正。

從文獻中可以得知綠建材材料的概念於1988年第一屆國際材料科學研究會上首次提出。直到1992年國際學術界才為綠建材下定義：在原料採取、產品製造、應用過程和使用以後的再生利用循環中，對地球環境負荷最小、對人類身體健康無害的材料，稱為綠建材。目前國際間對於綠建材的概念，可大致歸納為以下幾種特性：再使用（Reuse）、再循環（Recycle）、廢棄物減量（Reduce）、低污染（Low emission materials）。

國內於1999年開始推動綠建築政策，並且於2002年起所有新建公有建築物受中央機關或其補助達二分之一以上，且工程總造價在新台幣五仟萬元以上者，應先行取得候選綠建築證書，始得申請建造執照。並同時規定申請綠建築標章或候選綠建築證書至少必須通過「日常節能指標」及「水資源指標」兩項指標。而為

了使綠建築政策更容易推動，內政部建築研究所於2003年7月將開始徵選「綠建材標章」標誌，9月中旬選出之後最遲今年底便可受理民間建材廠商申請認證，以後工程在新建時便可以明確使用有此標章的建材。

表 4-18 高性能透水綠建材標章磚類產品

產品名稱 (型號)	產品規格
環保透水磚 (WB6201)	200*100*60mm
高壓透水磚 (GN-P)	---
高性能透水磚 (BQ6)	---
EP 透水磚 (C2)	---

表 4-19 再生綠建材標章磚類產品

產品名稱 (型號)	產品規格
高壓混凝土磚 A 級 (JH 系列仿觀音石 灰色)	299mm*299mm*60mm
高壓混凝土地磚 (L24)	---

#### 4.4 市區道路人行與自行車道施工技術

此施工技術是依據「公共工程施工綱要規範」及「建築技術規則」整理之，包括相關施工規範及準則等。

人行道鋪面的成效，由底層的結構至鋪面的完成，有其一貫整體的關連，依目前磚材類之鋪面材料計有混凝土鋪面、混凝土加塊磚收邊鋪面、預鑄高壓塊磚鋪面、預鑄高壓連鎖式塊磚鋪面、窯燒花崗磚鋪面及透水磚鋪面等等，施工方式對開挖後路床滾壓夯實特別重要，其次是混凝土結構，一般混凝土鋪面為 140 kg/cm<sup>2</sup> 之水泥混凝土；透水磚底層先鋪設澆築 10 cm 厚無細骨材混凝土、再鋪設不織布透水層，最後鋪設透水磚，連鎖式地磚下部膠結部分可採鋪砂後排列塊磚。鋪面施工採軟底工法，施工要領及作業方式影響後續維修，以下就各施工技術做一說明。

#### 4.4.1 磚材鋪面、天然石材鋪面、人造鋪面標準作業程序

##### 1. 施工前作業

承包商於工程決標後，即應依照規定時間將施工計劃書(含品質管制計劃、交通維持計劃、勞工安全衛生計劃)送請業主審核，另相關材料檢驗，範圍內各種妨礙施工之地上、下桿線設施，應邀請各單位辦理會勘，待交維計劃函送交通局備查後，即準備開工。此時應將施工通報單函送轄區里長轉送沿線各住戶、並將範圍內之停車格、標線公告塗銷，且豎立告示牌確定開、竣工時程。

##### 2. 路面切割

人行道鋪面施工均一併將溝蓋版更新，故首先於日間就路面開挖線做全厚度切割。

##### 3. 開挖作業

首先將溝蓋版更換並清疏既有溝內淤積物，(側溝新築應挖除從底部依規定順序施工)其次將既有紅磚鋪面挖除，此時應採隨挖隨運棄方式，同時做妥路樹保護，(施做纜溝時應於開挖時併施工)開挖後發現管路埋設深度不符規定時，即應協調管線單位配合昇降妨礙施工之管路。

##### 4. 人行道路床夯實及 PC 底層澆築

開挖整平後，即應隨後做夯實作業，由於受限於人行道寬度、地下管線及作業空間，故夯實工作使用機具可較具彈性，一般小型路床滾壓機或手持壓實機均可准予使用，惟夯實壓密度應達 90% 以上。經檢查平整度後即可澆置 140kgf/cm<sup>2</sup> 混凝土。設計範圍內倘設有纜線管路埋設，則應待埋設完成回填壓實後，再一併澆築 PC 底層。



#### 5. 混凝土面層(基層)施工

- (1) 混凝土鋪面：於底層 PC 面層鋪設  $\phi$  4mm7.5x7.5 鋼絲網，(注意墊塊)再予澆築 140kg/cm<sup>2</sup> 混凝土並予粉光。
- (2) 高壓塊磚鋪面：於底層 PC 面鋪鋼絲網，澆築 140kg/cm<sup>2</sup> 混凝土。
- (3) 透水磚使用混凝土應為多孔隙。

#### 6. 高壓塊磚鋪設及混凝土面切割

- (1) 混凝土鋪面於澆築完成初凝後，即進行粉光，並做線條圖案之切割。
- (2) 高壓塊磚鋪面於底層混凝土澆置達強度時，緊接鋪磚，此時應注意砂漿配比及磚面之夯實。
- (3) 透水磚應注意底部之回填砂壓密度及磚塊之連鎖，表面平整及坡度。

#### 7. 完成後續整理

磚面勾縫回填，伸縮縫處理，樹圍石收邊，斜坡道花紋處理，管線單位人、手孔昇降，阻車柱裝設線等，應注意同步處理。

### 4.4.2 可滲透式混凝土人行道鋪面施工程序

#### 1. 施工要領

##### (1) 路床整理：

人行道路床夯實前，除依規定得予保留之公共設施外，應先將其範圍內之樹木、雜草、樹根、混凝土塊、石塊及其他一切障礙物，全部予以清除，並將原有地面整修平順，然後予以夯實，經乙方檢測後，並報甲方指派之工程司勘驗簽認後，鋪設符合CNS11228規範中第一類別之不織布透水層後，方可進行無細骨材混凝土之澆築工作。

##### (2) 無細骨材混凝土層：

A. 鋪築無細骨材混凝土層前，乙方應先測量放樣，在基礎面標示出各

部份高程及範圍，經乙方檢測後，並報甲方指派之工程司勘驗後再行施做，其施做厚度則依照工程圖說之規定。

- B. 無細骨材混凝土層之相關做特性與機能(如透水性、壓實度、相關強度等)需符合以下(三)~(五)的相關性能要求。施做前，乙方需先進行試拌，並提供無細骨材混凝土材料之場、試拌試驗紀錄與材料之檢驗報告，以保證無細骨材混凝土切實符合實需。現場施做時，應於現場採樣進行試驗。試驗是體製做數量以每一批次、每一試驗項目取樣五只為原則，甲方得依實際需要予以增加。
- C. 抗壓強度要求：依據CNS1232規範進行試驗，製作之直徑15cm\*30cm圓柱試體二十八天抗壓強度達140kgf/cm<sup>2</sup>以上。
- D. 抗壓強度要求：依據CNS1233規範進行試驗，製作之15cm\*15cm\*53cm抗彎試體二十八天之抗彎強度達140kgf/cm<sup>2</sup>以上。
- E. 透水性能要求：依定水頭滲透試驗裝置檢驗之，透水係數應0.001cm/sec以上。

(3) 黏結層：

將鬆散墁材(水泥1對砂3之比例混合)以混練機充分混練之，對於垂直面磚鋪設方向上已調狀方式鋪上適當寬度及厚度之黏結層以利黏結透水面磚，再於其表面以磨刀壓平並同時調整水平。

(4) 面磚層：

- A. 鋪透水磚時需先以木槌或橡皮榔頭輕擊透水磚表面使其緊密接觸，同時調整高度。
- B. 磚石塊均依照設計圖說之平面配置圖鋪設，鋪貼時需使磚石塊與水泥砂漿緊密接合。
- C. 透水面磚之品質詳「CNS 14995透水性混凝土磚規範」。

表 4-20 單元鋪材施工方式比較

種類	施作方式	優點	缺點	施工時注意事項	適用之環境條件
軟底	鋪面單元(厚 6cm 以上) + 沙層(厚 5cm) + 不織布層 + 級配(厚 12cm)(90%夯實) + 底土夯實(85%夯實)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 滲水及排水性佳，雨後較無積水問題</li> <li>• 維修簡易，維修費低</li> <li>• 鋪材可重覆使用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 底土夯實不足易形成人行道表面下陷或高低不平之現象</li> <li>• 不適合管線埋設深度不足之環境</li> <li>• 基層為黏土，則滲水率不佳</li> <li>• 不適合街俱多或有基座之地上突出物多的設施帶。因在設施物之開口周圍仍須改為硬底鋪作，以利設施之安裝</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 沙層與級配之間加一層不織布，可減少沙層流失</li> <li>• 確實控制夯實度</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 管線埋設深度足夠之人行道</li> <li>• 管線維修頻繁之人行區域，或街俱及有基座之地上突出物少的設施帶</li> <li>• 無汽、機車高壓行駛之人行區域，如徒步區</li> <li>• 植樹之區域</li> <li>• 夯實度可控制之情況</li> </ul>
硬底	鋪面單元(厚 6cm 以上) + 1:3 水泥砂漿(厚 3~4cm) + 3000psi 混凝土或瀝青(厚 10cm) + 級配(厚 12cm)(90%夯實) + 底土夯實(85%夯實)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 表面平整</li> <li>• 較適合管線埋設深度不足之現況</li> <li>• 適用街俱多或有基座之地上突出物多的設施帶，因其安裝需要堅硬的地面</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 黏結材料強度不足，鋪材容易破損掉落</li> <li>• 排水性較差</li> <li>• 不易維修，費用較高，耗時長</li> <li>• 鋪材在修挖後大多無法重覆使用</li> <li>• 必需設伸縮縫、切割縫</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 黏結材料強度、材料配比必須詳細規範</li> <li>• 鋪材之抗壓程度必須考慮機車之壓力，以防止鋪材容易破損壓壞</li> <li>• 3000psi 混凝土層不設鋼筋或鐵絲網</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 管線埋設深度不足</li> <li>• 人行道上無任何管線埋設</li> <li>• 街俱或有基座之地上突出物多的設施帶</li> <li>• 汽、機車高壓行駛頻繁之人行區域，如車庫出入口、人行道上機車停車位</li> <li>• 夯實度不易控制之情況</li> </ul>

種類	施作方式	優點	缺點	施工時注意事項	適用之環境條件
硬底軟面	鋪面單元(厚 6cm 以上) + 沙層(厚 3~4cm) + 3000psi 混凝土或瀝青(厚 10cm) + 級配(厚 12cm)(90%夯實) + 底土夯實(85%夯實)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 兼具軟底及硬底鋪作之優點，具部份排水性、鋪材可重覆、表面平整、適合管線埋設</li> <li>• 深度不足環境維修時底部雖需鑽開或鋸開，但因上層為軟鋪，復原後表面仍可調整恢復平整美感</li> <li>• 無需伸縮縫、切割縫</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 成本較高</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3000psi 混凝土層不設鋼筋或鐵絲網</li> <li>• 混凝土或瀝青層若採用多孔隙透水材，此施工法將可達到軟底施工之透水效果</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 管線埋設深度不足</li> <li>• 管線維修頻繁之人行區域，或街俱及有基座之地上突出物少的設施帶</li> <li>• 汽、機車高壓行駛頻繁之人行區域，如車庫出入口、人行道上機車停車位</li> <li>• 夯實度不易控制之情況</li> </ul>

資料來源：市區道路人行道設計手冊。

#### 4.4.3 瀝青混凝土標準作業程序

瀝青混凝土之生產方式主要分為工廠與現地兩部份，一個瀝青混凝土鋪面之完成需要靠著工廠生產、運送至現地、現地施工等環節的緊密結合方可成功，不論該瀝青混凝土為一般之瀝青混凝土，亦或是透水瀝青混凝土、彩色瀝青混凝土等，皆可以此流程鋪設完成。

以下就工廠生產及現地施工等兩部份做一簡單介紹。

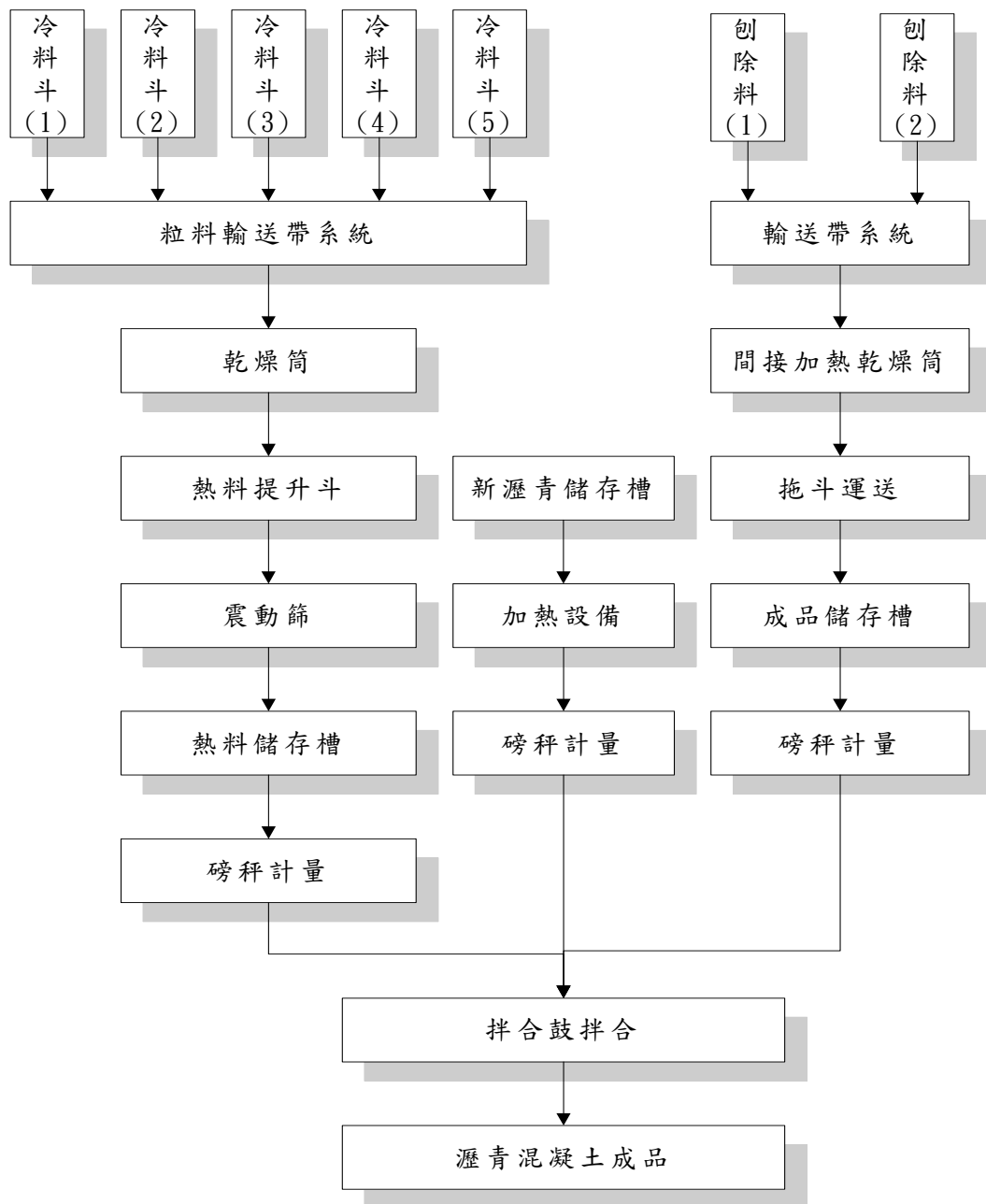


圖 4-13 瀝青混凝土拌合廠之產製流程

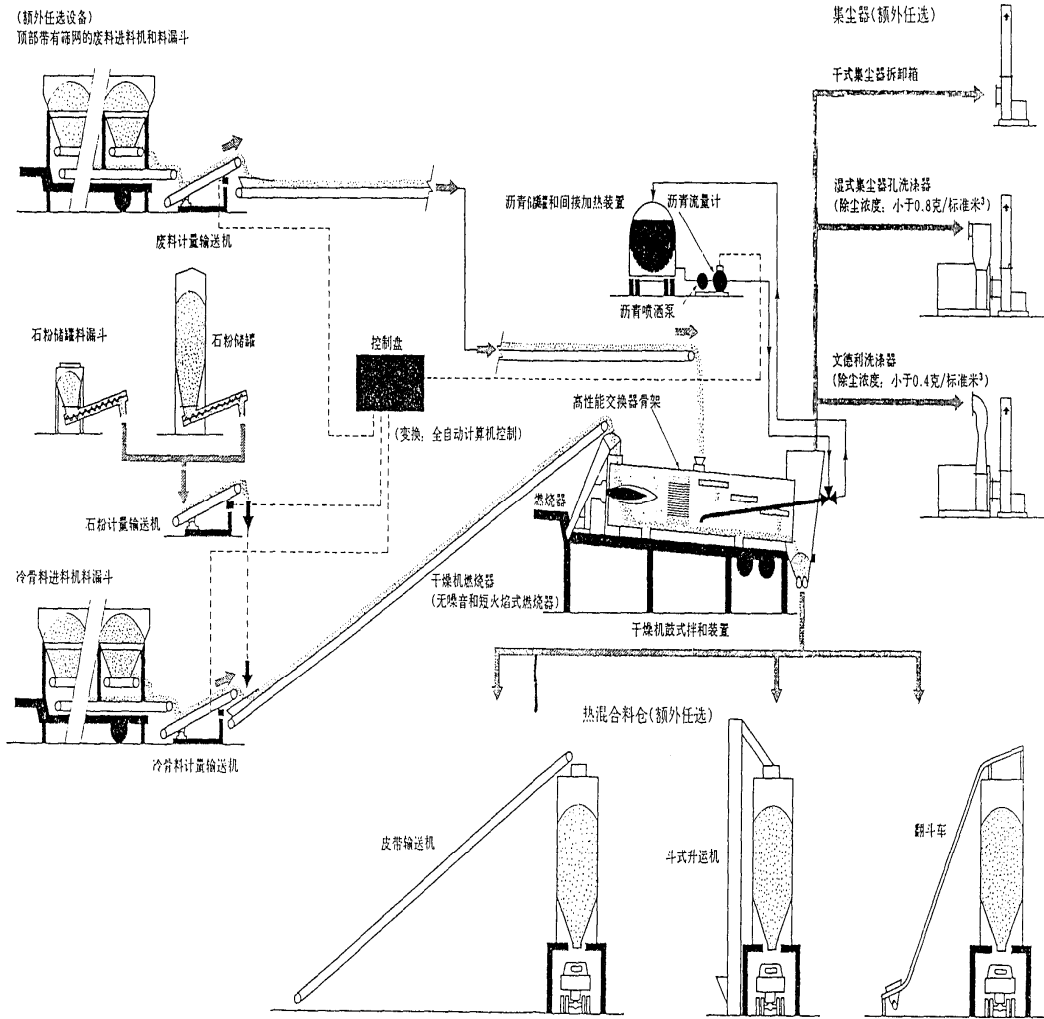
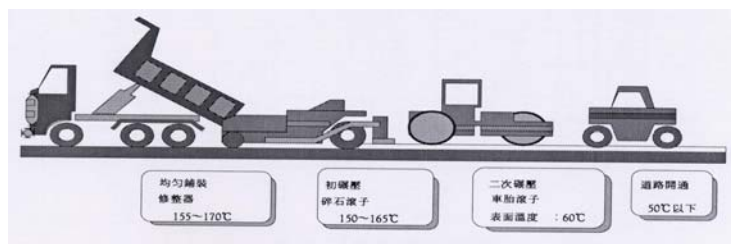


圖 4-14 瀝青混凝土拌合廠生產流程範例



刨除流程示意圖



刨除固定厚度鋪面



噴灑黏層



卸料至鋪裝機



澆置瀝青混凝土



鋪面初壓



鋪面次壓



鋪面終壓

圖 4-15 瀝青混凝土現場鋪設流程

#### 4.4.4 多孔瀝青混凝土施工技術

##### 1. 施工規範：

##### (1) 路基整修(路床整理)：

- A. 路基面要做成規定的形狀原路基土與設計的假定路基土不同或路基土的狀態分佈不勻時，應和工地技術管理人員研究處理。
- B. 人行道路路床夯實前，除依規定得予保留之公共設施外，應先將其範圍內之樹木、雜草、樹根、混凝土塊、石塊及其他一切障礙物，全部予以清除，並將原有地面整修平順，然後予以夯實。

- C. 經乙方檢測後，並報甲方指派之工程司勘驗簽認後，鋪設符合 CNS11228 規範中第一類別之不織布透水層後，方可進行透水瀝青之澆築工作。
- D. 若需壓實時，以小型堆土機或壓土機壓實，尤其粘性土和含水量大的土，注意不要揉搓和過分的滾壓。
- E. 降雨時避免雨水進入工地。
- F. 對較不易滲透路基可用垂直透水孔，內填砂以助滲透或以地下透水管收集水或溢滿滲透水並導至滯洪池或過濾池。

## (2) 基、底層

### A. 人行道

底層用小型推土機或人工攤鋪，依規定作成形狀。在最佳含水量的情況下，可用小型壓路機滾壓，須注意到適當的密度和透水能力。

### B. 停車場、廣場等其他路面

(a) 材料的析離影響底層的透水功能很大，因此在攤鋪時必須充分注意。因此，在攤鋪過程中，要注意滾壓的厚度，一層約為 20cm，超過 20cm 時需要分兩層攤鋪，由於碎石所鋪成基、底層被視為儲水層，碎石須經清洗。

(b) 鋪面層前，需要保持其底層表面清潔，防止被灰塵、泥土、垃圾等污染。

(c) 基層：基層的材料，一般採用未過篩的碎石，其施工要點如人行道底層，滾壓時使用雙輪或三輪壓路機進行壓實。

(d) 底層：底層材料在採用碎石時，可按照基層的施工方法進行，使用透水性的瀝青處理過的混合料時，須按照面層施工方法。



(3) 過濾層(黏結層)：

- A. 為確保透水層與其下不透水層間增進接觸面接著力及防水滲透功效，尤指加鋪層，在兩者之間的透層或黏層均勻澆鋪乳化橡膠瀝青，其用量每平方公尺約0.4~0.6公升，依設計圖規定或工程司之指示辦理。
- B. 在低溫氣候澆鋪時，為使縮短養護時間，可用路用加熱器加溫，或分二次澆鋪。
- C. 塗抹黏層任何構造物或既有鋪面之切割面應平順以避免妨礙透水。
- D. 對原有加鋪面或刨除面，若發現有縫隙，龜裂等等能產生滲水現象者，應對該等現象先予處理，以確保不透水層之不透水性。

2. 拌和與運輸

透水性的瀝青混合料另須注意下列事項：

- (1) 要特別注意拌和時乾燥鼓內粒料的加熱溫度及拌和溫度不可過熱，控制在 180°C 以下。因透水性的瀝青混合料中，細顆粒成份較少，於鼓內易過熱，待拌和時會促使瀝青老化。
- (2) 為確保達到目標孔隙率 20%±1%，須嚴加控制通過 2.36mm 篩號之粒料通過量在設計值內維持不變。
- (3) 高黏度改質瀝青混凝土較易黏著於搬運車上及施工車輛輪胎上，若使用防黏著油，其用量以不使瀝青產生分離現象為原則。
- (4) 運送、施工時不使溫度下降，透水性的瀝青混合料比一般的瀝青混凝土，較快冷卻，易形成團塊，攤鋪時造成拖痕或粘接不良的現象，導致面層粒料的剝落。
- (5) 於氣溫 15°C 以上，混合料溫度介於 110°C~127°C 間，用攤鋪機攤鋪之後，若須施以人工修整，常不能保持其均勻性。因此在用機械攤鋪時，要儘可能攤鋪平整，避免人工修整。

(6) 滾壓完成，須避免車輛進入，直至鋪面足夠堅硬，一般至少須一天。

#### 4.5 市區道路人行與自行車道預算編制

預算編制之目的在於使設計師或工程師能在完成整個鋪面斷面設計後，立即得知概估工程估價以提供設計使用之參考，主要針對工程範圍及設計之施工方法，透過施工斷面、施工範圍、施工規範及成本分析得到完整之施工預算。

##### 4.5.1 市區道路人行與自行車道施工方式單價分析及施工大樣圖

此部分所提供之單價，主要以「營建物價 2007 年/11 月」所提供之單價為依據，以下所試算之價格以北部為主，因各地施工預算單價會依地域性材料、工資、運送成本與供需考量有所差異，故各項預算單價應適時適地調整，屆時於實際應用時仍須反映市場實際單價水準，以免影響工程進行及品質。

1. 高壓混凝土磚(硬底透水性鋪設)單價分析：

工程項目	高壓混凝土磚 (硬底透水性鋪設)	單位	M <sup>2</sup>		
項目	說明	單位	數量	單價	總價 備考
高壓混凝土磚		M <sup>2</sup>	1	650	650 (TH=8cm)
襯墊砂	(淨粗砂)	M <sup>3</sup>	0.03	680	20.4 (TH=3cm)
140(kg/cm <sup>2</sup> )-PC		M <sup>3</sup>	0.1	1940	194 (TH=10cm)
整地挖方		M <sup>3</sup>	0.36	150	54 (TH=36cm)
模版及組立		M <sup>2</sup>	1	463	463
鋼筋加工及組立		Kg	6.7	29	194.3
碎石級配回填夯實		M <sup>3</sup>	0.15	800	120 (TH=15cm)
震動夯實		式	1	20	20
3/2" PVC 管及安裝		式	1	150	150
大工	(熟練之勞力工人)	工	0.1	2100	210
小工	(一般之勞力工人)	工	0.15	1500	225
工具損耗及其他		式	1	9.23	9.23
總計(元/M <sup>2</sup> )					2309.9

備註：單價係參考營建物價(2007/11)，北部。

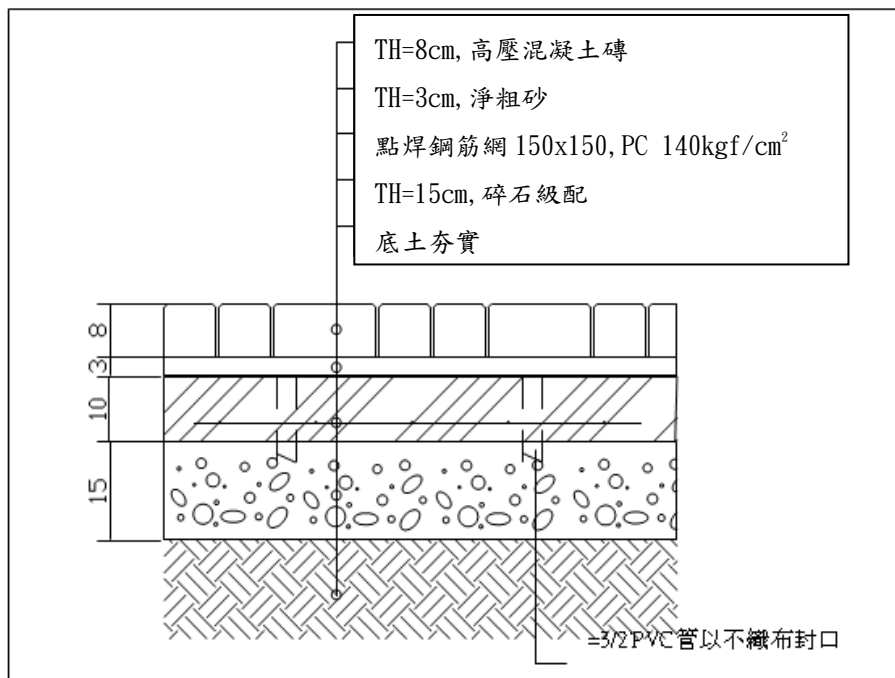


圖 4-16 高壓混凝土磚(硬底透水性鋪設)施工大樣圖

2. 高壓混凝土磚(軟底鋪設)單價分析：

工程項目	高壓混凝土磚	(軟底鋪設)	單位 M <sup>2</sup>			
項目	說明	單位	數量	單價	總價	備考
高壓混凝土磚		M <sup>2</sup>	1	650	650	(TH=8cm)
襯墊砂	(淨粗砂)	M <sup>3</sup>	0.03	680	20.4	(TH=3cm)
整地挖方		M <sup>3</sup>	0.26	150	39	(TH=26cm)
碎石級配回填夯實		M <sup>3</sup>	0.15	800	120	(TH=15cm)
震動夯實		式	1	20	20	
不織布		M <sup>2</sup>	1	12	12	
大工	(熟練之勞力工人)	工	0.1	2100	210	
小工	(一般之勞力工人)	工	0.15	1500	225	
工具損耗及其他		式	1	10.84	10.84	
總計(元/M <sup>2</sup> )					1307.2	

備註：單價係參考營建物價(2007/11)，北部。

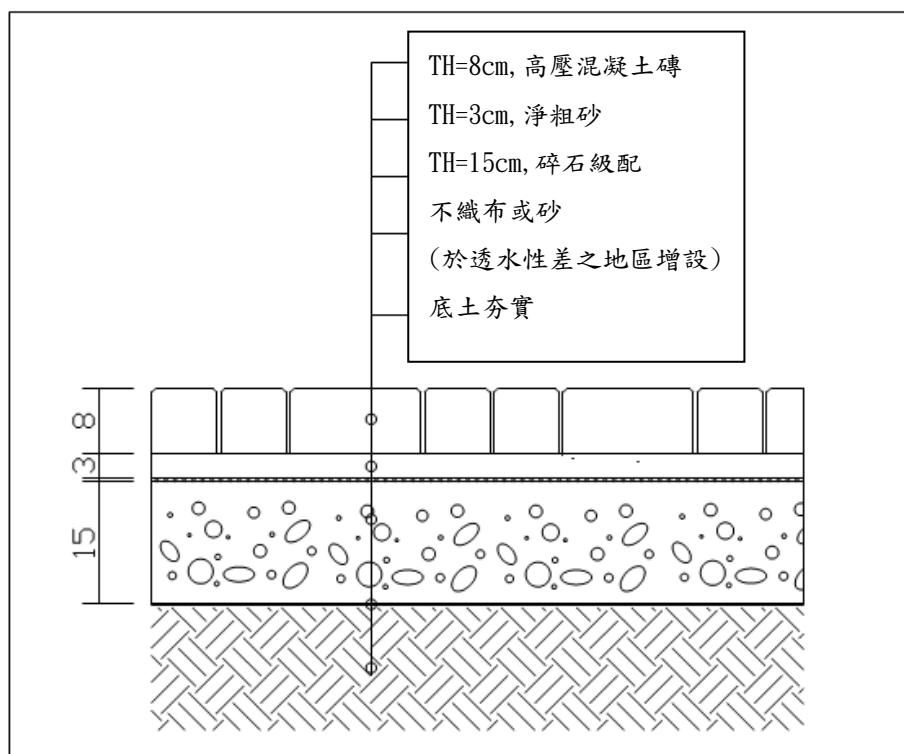


圖 4-17 高壓混凝土磚鋪設(軟底鋪設)施工大樣圖

3. 混凝土鋪面(硬底鋪設)單價分析：

工程項目	混凝土鋪面 (硬底鋪設)	單位	數量	單價	總價	M <sup>2</sup>	備考
項目	說明	單位	數量	單價	總價		
140(kg/cm <sup>2</sup> ) PC		M <sup>3</sup>	0.1	1940	194		
整地挖方		M <sup>3</sup>	0.25	150	37.5		
模版及組立		M <sup>2</sup>	1	463	463		
鋼筋加工及組立		Kg	6.7	29	194.3		
碎石級配回填夯實		M <sup>3</sup>	0.15	800	120		
震動夯實		式	1	20	20		
大工	(熟練之勞力工人)	工	0.1	2100	210		
小工	(一般之勞力工人)	工	0.1	1500	150		
工具損耗及其他		式	1	9.99	9.99		
總計(元/M <sup>2</sup> )							1398.8

備註：單價係參考營建物價(2007/11)，北部。

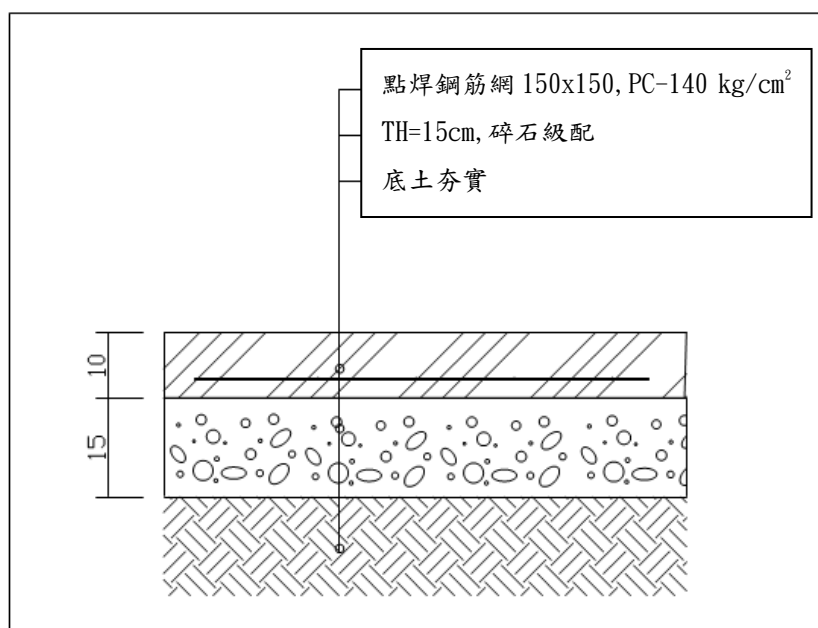


圖 4-18 混凝土鋪面(硬底鋪設)施工大樣圖

4. 表面處理之混凝土鋪面(硬底鋪設)單價分析：

工程項目	表面處理之 混凝土鋪面	(硬底鋪設)	單位：M <sup>2</sup>		
項目	說明	單位	數量	單價	總價 備考
140(kg/cm <sup>2</sup> ) PC		M <sup>3</sup>	0.1	1940	194 (TH=10cm)
1:3 水泥粉刷		M <sup>3</sup>	0.03	283	8.49
洗石子	(含工資)	M <sup>2</sup>	1	1300	1300
整地挖方		M <sup>3</sup>	0.25	150	37.5 (TH=25cm)
模版及組立		M <sup>2</sup>	1	463	463
鋼筋加工及組立		Kg	6.7	29	194.3
碎石級配回填夯實		M <sup>3</sup>	0.15	800	120 (TH=15cm)
震動夯實		式	1	20	20
大工	(熟練之勞力工人)	工	0.1	2100	210
小工	(一般之勞力工人)	工	0.15	1500	225
工具損耗及其他		式	1	10.75	10.75
總計(元/M <sup>2</sup> )					2783.0

備註：單價係參考營建物價(2007/11)，北部。

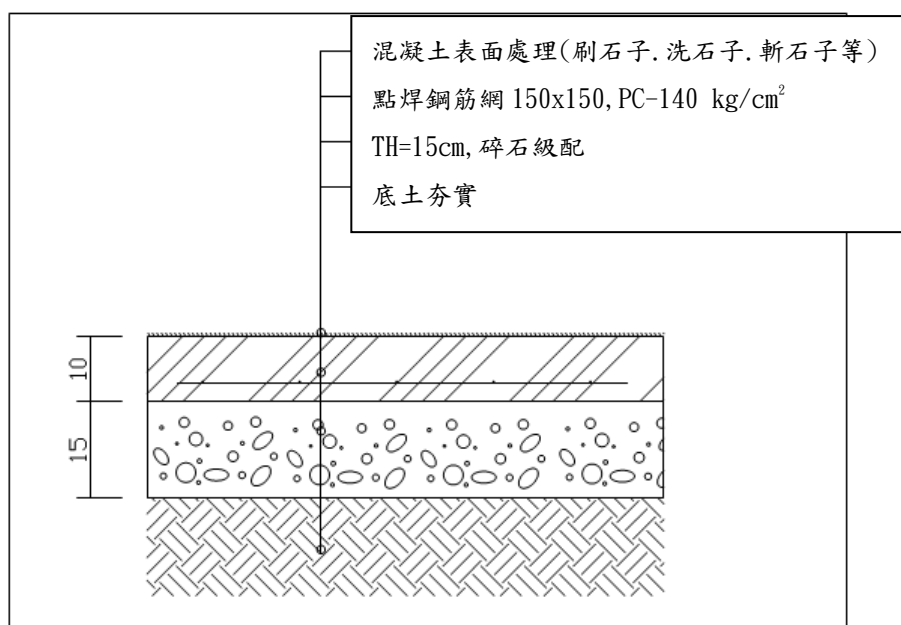


圖 4-19 表面處理之混凝土鋪面(硬底鋪設)施工大樣圖

5. 紅磚(軟底鋪設)單價分析：

工程項目	紅磚	(軟底鋪設)			單位	M <sup>2</sup>
項目	說明	單位	數量	單價	總價	備考
紅磚	(20x9.5x5cm)	塊	53	2.3	122	(TH=5cm)
襯墊砂	(淨粗砂)	M <sup>3</sup>	0.03	680	20.4	(TH=3cm)
整地挖方		M <sup>3</sup>	0.19	150	29	(TH=19cm)
碎石級配回填夯實		M <sup>3</sup>	0.1	800	80	(TH=10cm)
震動夯實		式	1	20	20	
小工	(一般之勞力工人)	工	0.25	1500	375	
工具損耗及其他		式	1	14.98	15	
總計(元/M <sup>2</sup> )					661.4	

備註：單價係參考營建物價(2007/11)，北部。

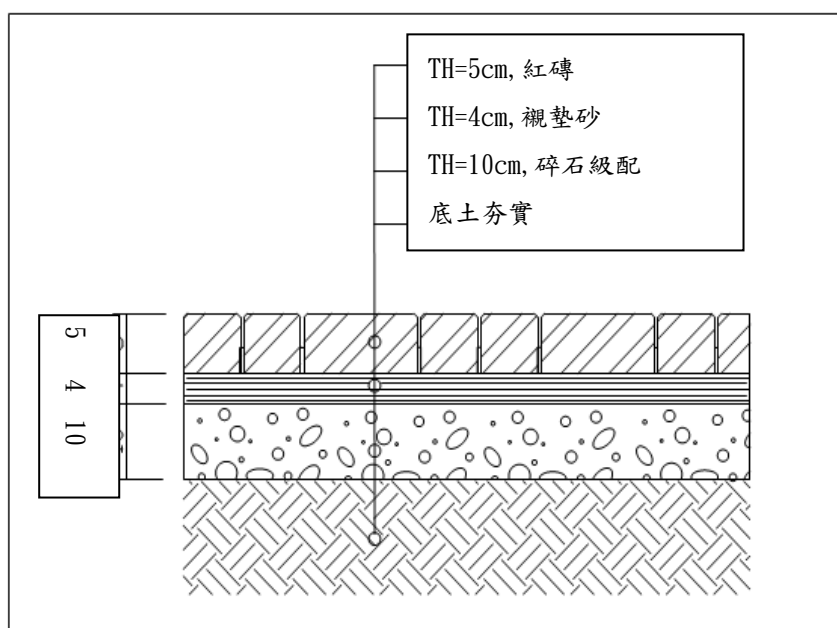


圖 4-20 紅磚鋪面(軟底鋪設)施工大樣圖

6. 石材鋪面(以花崗石為例)(硬底鋪設)單價分析：

工程項目	石材鋪面 (以花崗石為例)	(硬底透水性鋪設)	單位	M <sup>2</sup>		
項目	說明	單位	數量	單價	總價	備考
花崗石		M <sup>2</sup>	1.05	1400	1470	
1:3 水泥砂漿		M <sup>3</sup>	0.04	2800	112	(TH=4cm)
140(kg/cm <sup>2</sup> ) PC		M <sup>3</sup>	0.12	1940	232.8	(TH=12cm)
整地挖方		M <sup>3</sup>	0.34	150	51	(TH=34cm)
模版及組立		M <sup>2</sup>	1	463	463	
鋼筋加工及組立		Kg	6.7	24	160.8	
碎石級配回填夯實		M <sup>3</sup>	0.1	800	80	(TH=10cm)
震動夯實		式	1	20	20	
大工	(熟練之勞力工人)	工	0.1	2100	210	
小工	(一般之勞力工人)	工	0.25	1500	375	
工具損耗及其他		式	1	15.25	15.25	
總計(元/M <sup>2</sup> )					3189.9	

備註：單價係參考營建物價(2007/11)，北部。

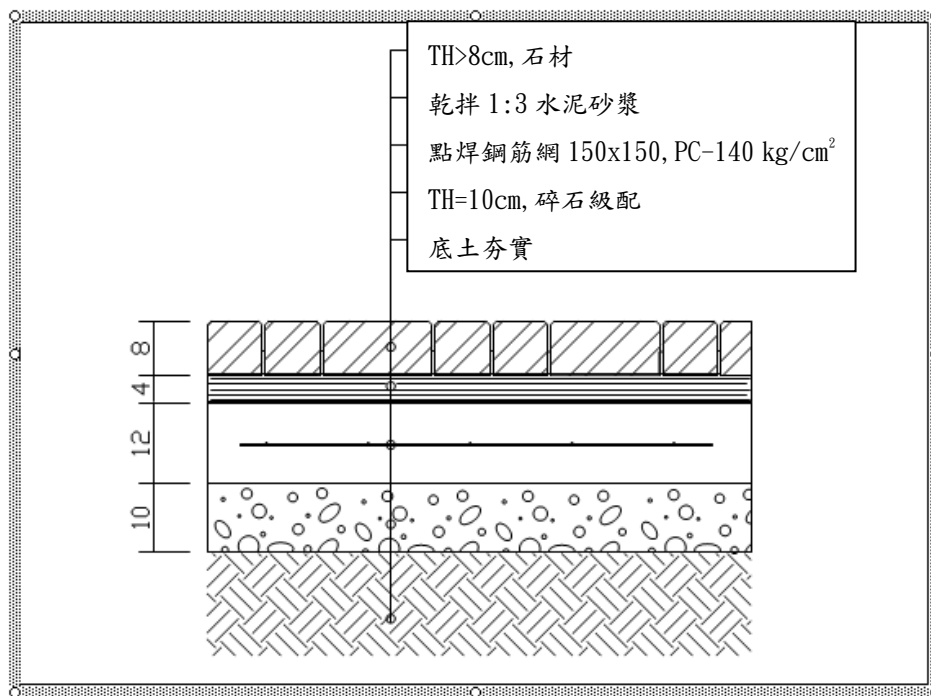


圖 4-21 石材鋪面(硬底鋪設)施工大樣圖



7. 石材鋪面(以花崗石為例)(軟底鋪設)單價分析：

工程項目	石材鋪面(以花崗石為例)(軟底鋪設)	單位	M <sup>2</sup>			
項目	說明	單位	數量	單價	總價	備考
花崗石		M <sup>2</sup>	1.05	1400	1470	
襯墊砂	(淨粗砂)	M <sup>3</sup>	0.04	680	27.2	(TH=4cm)
整地挖方		M <sup>3</sup>	0.22	150	33	(TH=22cm)
碎石級配回填夯實		M <sup>3</sup>	0.1	800	80	(TH=10cm)
震動夯實		式	1	20	20	
大工	(熟練之勞力工人)	工	0.1	2100	210	
小工	(一般之勞力工人)	工	0.25	1500	375	
工具損耗及其他		式	1	14.98	14.98	
總計(元/M <sup>2</sup> )					2230.2	

備註：單價係參考營建物價(2007/11)，北部。

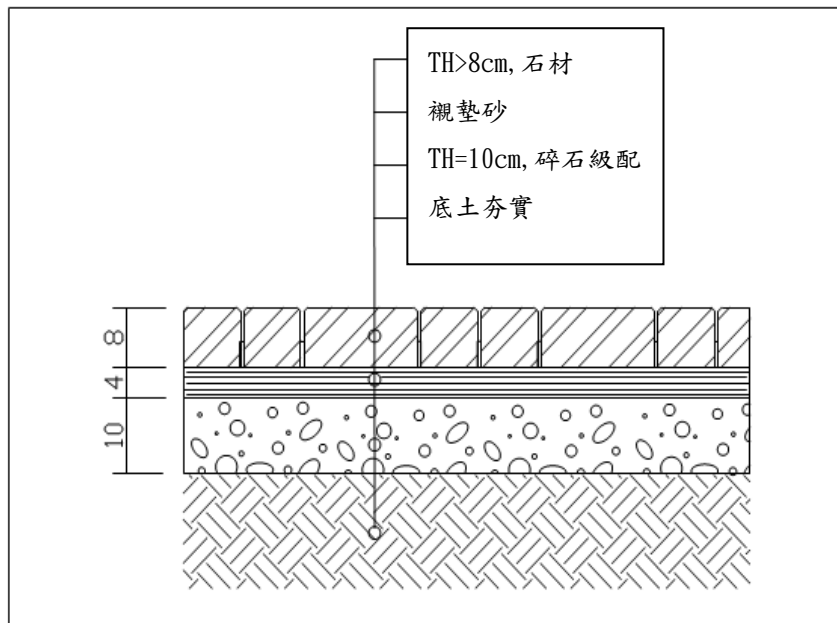


圖 4-22 石材鋪面(軟底鋪設)施工大樣圖

8. 一般瀝青混凝土鋪面(軟底鋪設)單價分析：

註：以 500M<sup>2</sup> 工區為例

工程項目	一般瀝青混凝土鋪面 (軟底鋪設)	以 500 M <sup>2</sup> 工區為例	單位	M <sup>2</sup>		
項目	說明	單位	數量	單價	總價	備考
一般瀝青混凝土		M <sup>3</sup>	0.1	4368	436.8	(TH=10cm)
整地挖方		M <sup>3</sup>	0.2	150	30	(TH=20cm)
碎石級配回填		M <sup>3</sup>	0.1	600	60	(TH=10cm)
碎石級配夯實		M <sup>3</sup>	0.1	150	15	(TH=10cm)
鋪築及滾壓		M <sup>3</sup>	1	1000	100	
大工	(熟練之勞力工人)	工	0.004	2500	10	
小工	(一般之勞力工人)	工	0.01	2000	20	
工具損耗及其他		式	0.02	10.75	70	
總計					741.8	

備註：單價係參考營建物價(2007/11)，北部。

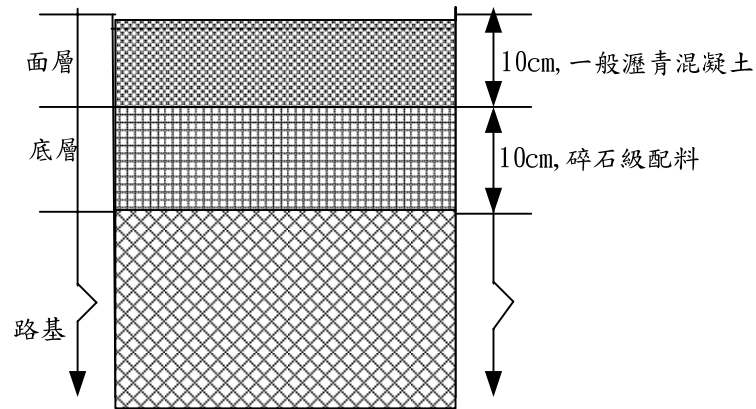


圖 4-23 一般瀝青混凝土鋪面(軟底鋪設)施工大樣

9. 透水瀝青混凝土鋪面(軟底鋪設)單價分析：

註：以 500M<sup>2</sup> 工區為例

工程項目	透水性瀝青混凝土鋪面 (軟底鋪設)	以 500 M <sup>2</sup> 工區為例	單位	M <sup>2</sup>		
項目	說明	單位	數量	單價	總價	備考
透水性瀝青混凝土		M <sup>3</sup>	0.1	5599	559.9	(TH=10cm)
整地挖方		M <sup>3</sup>	0.3	150	45	(TH=30cm)
碎石級配回填		M <sup>3</sup>	0.2	600	120	(TH=20cm)
碎石級配夯實		M <sup>3</sup>	0.2	150	30	(TH=20cm)
鋪築及滾壓		M <sup>3</sup>	0.1	1000	100	
大工	(熟練之勞力工人)	工	0.004	2500	10	
小工	(一般之勞力工人)	工	0.01	2000	20	
工具損耗及其他		式	0.02	3500	70	
總計					954.9	

備註：單價係參考營建物價(2007/11)，北部。

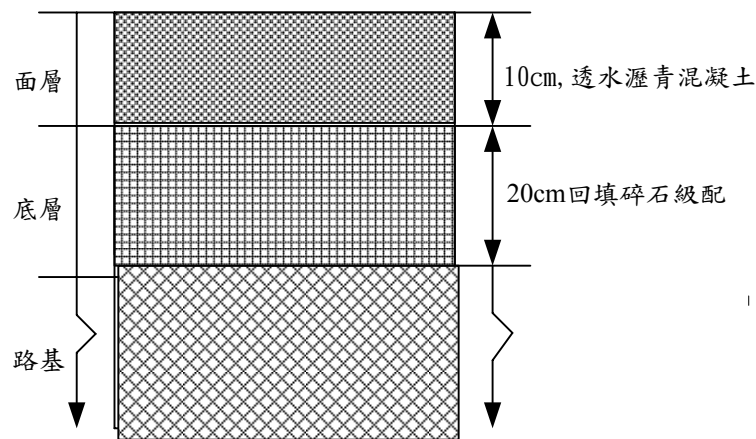


圖 4-24 透水性瀝青混凝土鋪面(軟底鋪設)施工大樣圖

10. 彩色瀝青混凝土鋪面(軟底鋪設)單價分析

註：以 500M<sup>2</sup> 工區為例

工程項目	彩色瀝青混凝土鋪面 (軟底鋪設)		以 500 M <sup>2</sup> 工區為例		單位	M <sup>2</sup>
項目	說明	單位	數量	單價	總價	備考
彩色瀝青混凝土	(為天然之彩色瓷石)	M <sup>3</sup>	0.05	11400	570	(TH=5cm)
一般瀝青混凝土		M <sup>3</sup>	0.05	4368	218.4	(TH=5cm)
整地挖方		M <sup>3</sup>	0.2	150	30	(TH=20cm)
碎石級配回填		M <sup>3</sup>	0.1	600	60	(TH=10cm)
碎石級配夯實		M <sup>3</sup>	0.1	150	15	(TH=10cm)
鋪築及滾壓		M <sup>3</sup>	0.1	1000	100	
大工	(熟練之勞力工人)	工	0.004	2500	10	
小工	(一般之勞力工人)	工	0.01	2000	20	
工具損耗及其他		式	0.02	3500	70	
總計(元/M <sup>2</sup> )					1093.4	

備註：單價係參考營建物價(2007/11)，北部。

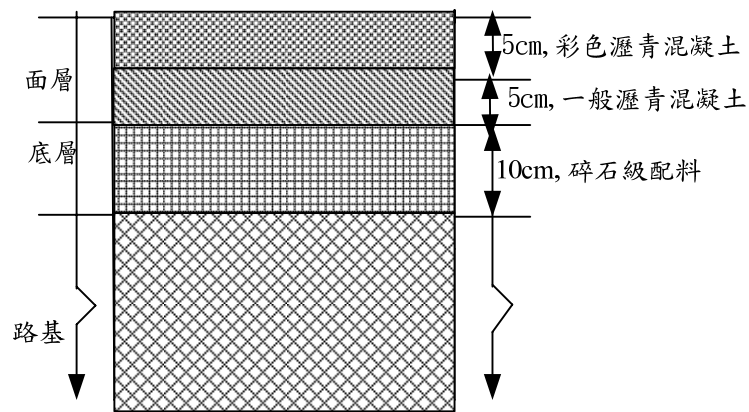


圖 4-25 彩色瀝青混凝土鋪面(軟底鋪設)施工大樣圖

11. 再生瀝青混凝土鋪面(軟底鋪設)單價分析：

註：以 500M<sup>2</sup> 工區為例

工程項目	再生瀝青混凝土鋪面 (軟底鋪設)	以 500 M <sup>2</sup> 工區為例	單位	M <sup>2</sup>		
項目	說明	單位	數量	單價	總價	備考
再生瀝青混凝土		M <sup>3</sup>	0.05	3336	166.8	(TH=5cm)
整地挖方		M <sup>3</sup>	0.2	150	30	(TH=20cm)
碎石級配回填		M <sup>3</sup>	0.15	600	90	(TH=15cm)
碎石級配夯實		M <sup>3</sup>	0.15	150	22.5	(TH=15cm)
鋪築及滾壓		M <sup>3</sup>	0.1	1000	100	
大工	(熟練之勞力工人)	工	0.004	2500	10	
小工	(一般之勞力工人)	工	0.01	2000	20	
工具損耗及其他		式	0.02	3500	70	
總計(元/M <sup>2</sup> )					509.3	

備註：單價係參考營建物價(2007/11)，北部。

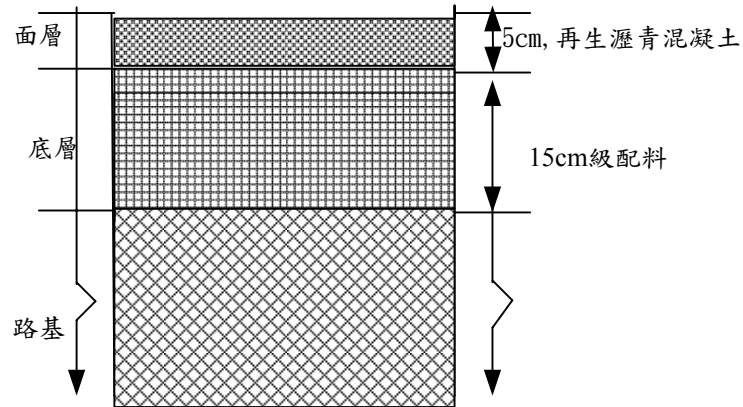


圖 4-26 再生瀝青混凝土鋪面(軟底鋪設)施工大樣

12. 枕木(軟底鋪設)單價分析：

工程項目	枕木鋪面	(軟底鋪設)	單位	M <sup>2</sup>	
項目	說明	單位	數量	單價	總價 備考
枕木	(含安裝組立)	支	4	700	2800 (TH=20cm)
襯墊砂	(淨粗砂)	M <sup>3</sup>	0.03	680	20.4 (TH=3cm)
整地挖方		M <sup>3</sup>	0.38	150	57 (TH=38cm)
碎石級配回填		M <sup>3</sup>	0.15	600	90 (TH=15cm)
碎石級配回填		M <sup>3</sup>	0.15	150	22.5
不織布		M <sup>2</sup>	1	12	12
大工	(熟練之勞力工人)	工	0.1	2100	210
小工	(一般之勞力工人)	工	0.2	1500	300
五金零件		式	1	30	30
工具損耗及其他		式	1	10.52	10.52
總計					3552.4

備註：單價係參考營建物價(2007/11)，北部。

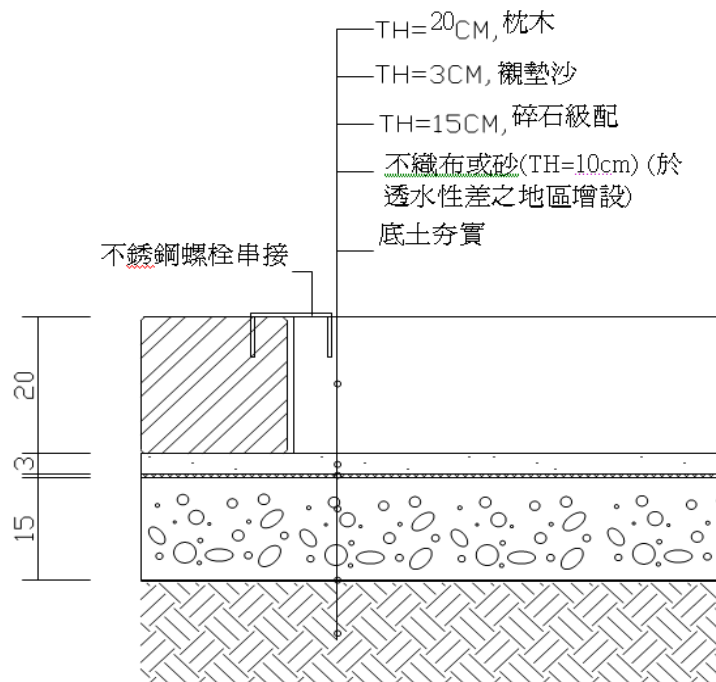


圖 4-27 枕木(軟底鋪設)施工大樣

#### 4.6.2 各種工法分析比較

由各式工法之單價分析可知，瀝青混凝土類之單價大致上較磚材鋪面、天然石材鋪面、人造石材鋪面低，原因為磚材鋪面等之施工方式及鋪設方式較瀝青混凝土類複雜許多，磚材鋪面之結構設計上需加鋪不織布、砂層等材料，且需要眾多人工於現地鋪設，相較之下，瀝青混凝土類從工廠生產後，現場鋪設之工法較不需要眾多人力，若是使用透水瀝青混凝土或是彩色瀝青混凝土，其單價亦較磚材類之單價為低。

表 4-21 磚材鋪面、天然石材鋪面、人造石材鋪面工法分析比較

工程項目	單價 (元/M <sup>2</sup> )	承載 能力	易發生之 問題	維修方法	維護方式
高壓混凝土磚 (硬底透水性鋪設)	2309.9	高	斷裂、沈陷 隆起、翹曲 鬆動、阻塞	複雜 (挖除、置換 PVC管阻塞物清除)	複雜 (挖除、置換)
高壓混凝土磚 (軟底鋪設)	1307.2	高	斷裂、沈陷 隆起、翹曲 鬆動	簡單 (挖除、置換)	簡單 (挖除、置換)
混凝土鋪面 (硬底鋪設)	1398.8	高	坑洞	簡單(填補)	簡單(填補)
透水混凝土鋪面 (軟底鋪設)	1760.6	低	斷裂、沈陷 隆起、翹曲 鬆動、阻塞	複雜 (挖除、置換)	複雜 (挖除、置換)
表面處理之混凝土鋪面 (以洗石子為例) (硬底鋪設)	2783.0	高	撥脫	複雜 (切割混凝土版塊 後,打除重新鋪築)	簡單 (水柱沖洗)
石材鋪面 (以花崗石為例) (硬底性鋪設)	3189.9	最高	斷裂、沈陷 隆起、鬆動	簡單 (挖除、置換)	簡單 (挖除、置換)
石材鋪面 (以花崗石為例) (軟底鋪設)	2230.2	最高	斷裂、沈陷 隆起、鬆動	簡單 (挖除、置換)	簡單 (挖除、置換)
枕木 (軟底鋪設)	3552.4	低	腐蝕	簡單 (挖除、置換)	簡單 (挖除、置換)
紅磚 (軟底鋪設)	661.4	高	斷裂、沈陷 隆起、翹曲 鬆動	簡單 (挖除、置換)	簡單 (挖除、置換)

表 4-22 瀝青混凝土工法分析比較

工程項目	單價 (元/M <sup>2</sup> )	承載 能力	易發生之 問題	維修方法	維護方式
一般瀝青鋪面 (軟底鋪設)	741.8	高	粒料剝脫 車轍	複雜 (刨除後重新加鋪)	複雜 (刨除後重 新加鋪)
透水性瀝青鋪面 (軟底鋪設)	954.9	高	孔隙阻塞 粒料剝脫 車轍	複雜 (刨除後重新加鋪)	簡單 (水柱沖洗)
彩色瀝青混凝土 (軟底鋪設)	1093.4	高	孔隙阻塞 粒料剝脫 車轍	複雜 (刨除後重新加鋪)	複雜 (刨除後重 新加鋪)
再生瀝青混凝土 (軟底鋪設)	509.3	高	孔隙阻塞 粒料剝脫 車轍	複雜 (刨除後重新加鋪)	複雜 (刨除後重 新加鋪)



## 4.7 人行與自行車道維護管理

鋪面完成後，使用維護係隨時間的拉長而增加維護成本，且須依不同之鋪面材質而有不同的維護方式，一般混凝土鋪面只要施工期中材料工法控制得宜，且依規定有足夠的養生期，則後續維護成本即可降低；其次為高壓預鑄混凝土鋪面，除施工中使用材質控制外，最主要是底層混凝土面與磚底之砂漿黏著度；最後是透水磚方面，因其透水之保水力為鋪設厚度與孔係率相乘的量，由於時間久後，其孔隙阻塞致滲透力降低，故本工法之表面整潔及底部路床土壤粒料往上滲透阻塞透氣孔須注意，一般以加鋪一層地工材濾料予以控制，應特別注意。

### 4.7.1 人行道鋪面完工後損壞的種類

1. 施工不良所導致混凝土鋪面龜裂，不平.預鑄高壓地磚鬆動，破裂致坑洞積水.鋪面與緣石頂不等高致積水，不平。
2. 機械車輛擅闖上人行道鋪面上施工、載卸貨物，致壓損鋪面而有下陷，龜裂等破損情形。
3. 管線挖掘回填不實及鋪面未依規定材質復原，致而下陷破裂。
4. 行道樹根竄起，破壞週邊鋪面，造成隆起破裂。
5. 鄰近新建築工程破壞鋪面。
6. 表面受垃圾及砂土污染而阻塞透水磚之空隙，或污染鋪面表層，另挖掘或地下水而影響透水磚底層之透水。

### 4.7.2 人行道鋪面養護

#### 1. 水泥混凝土人行道養護

- (1) 小面積龜裂修補時，需切割以小型破碎機挖除，其中應注意路床之壓實，再採以水泥砂漿塗抹兩側既有混凝土，打毛後再以同配比之混凝土澆築搗實並注意鋪築後之養生。

- (2) 大面積龜裂下限不平之修補時，應於界面先全斷面切割，並以破碎機或小型挖掘機將鋪面板打除，檢查其破壞原因並注意路床之管線與人孔，同時應就路床壓平整後先鋪設 pc 底層，再鋪設鋼絲網及砂漿墊塊，最後依規定澆置同配比、強度之混凝土並鏟平，注意與周邊既有混凝土之銜接及人、手孔之平整。
- (3) 施工中應注意不可妨礙行人及住家之進出，須架設安全等警告措施，挖掘廢料應即運棄。
- (4) 換鋪之底層材料，以小型震動搗固機或小型壓路機夯實。
- (5) 混凝土鋪面採以人工施做，養護中之養生應保持濕潤，另住家進出應暫以木板或鐵板鋪設供使用，同時保護結構物。
- (6) 使用大量混凝土應注意配比並以拌合車為之，小數量之修補應採用機器拌合機嚴禁人工拌合

## 2. 預鑄高壓塊磚人行道養護

- (1) 發生局部鬆動、缺角及裂縫等情形，應先將塊磚鏟除，再就舊水泥砂漿去除並將該等位置之基礎鋪面清掃乾淨，並予灑水泥漿，務必使新鋪之水泥砂漿與基礎混凝土結合良好，並貼上塊磚適時夯壓並待水泥漿硬固達到強度再開放使用。
- (2) 發生局部不平及下限情形，需將破損之基礎混凝土翻修後再鋪設版塊磚，如果開挖修補發現破壞原因係其他因素所造成，則應就其他因素先與排除，再依規定程序修補。
- (3) 若全面發生不平或破裂時，應全面剷除重鋪。

### 4.7.3 自行車道鋪面養護

1. 自行車道鋪面應儘量利用當地自然材質，以透水、保土為主要考量，妥善反映環境特色，減低日後維護管理成本。
2. 應避免鋪面的經常性修補與重複施工易所造成的高差不平現象。

3. 避免使用高維護成本鋪面材料如木材，及避免過於複雜之鋪面圖案。
4. 應預留管線之通路，於上層統一留設檢修孔，或與排水溝共構等方式，以減少路面之破壞。
5. 鋪面之選擇應考量各維護管理單位之經費與能力。

#### 4.7.4 磚材鋪面、天然石材鋪面、人造鋪面維修工法

一般而言，透水磚鋪面在經由鋪設完畢開放交通後，經過長時間的交通載重後，若發生大範圍嚴重的磚塊破損、鬆動以及磚塊翹起的現象，即可利用維修方法使其回復原本之服務品質。台灣於透水磚鋪面之維修尚無一可供參考之施工程序，本研究於此參考美國連鎖磚鋪面協會以及 InterPave 設計手冊中之維修方法提出建議，其建議之維修方法程序如下：

##### 1. 維修區域之標計

在進行透水磚鋪面維修之前，需先行針對其欲維修之區域進行標計，其標計範圍可分為預計挖除區域以及挖除延伸區。由於在進行挖除時，恐影響其餘支撐良好之透水磚區域，因此在進行挖除時，需向外延伸 2 個磚塊長度之區域，如此可保護其餘區域之墊層砂 (bedding sand) 以及基底層。

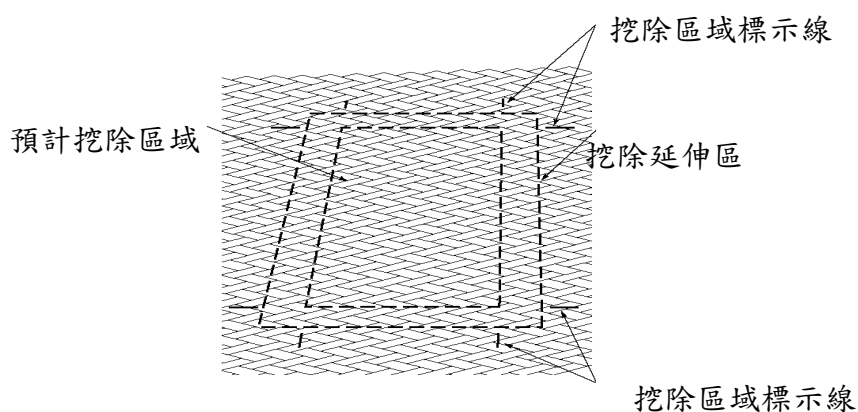


圖 4-28 標定欲維修之範圍

## 2. 首塊透水磚移除

在進行標計確定欲維修之區域後，即可進行首塊透水磚之移除。其移除方法首先利用小螺絲起子或是刮刀，清除第一塊移除透水磚之填縫砂 (joint sand)，如同圖 4-29。填縫砂清除完畢後，即可利用大螺絲起子進行首塊透水磚之移除，其移除方法示意圖如同圖 4-30 所示。其亦有專用之移除工具，可更快速的對其透水磚進行移除。

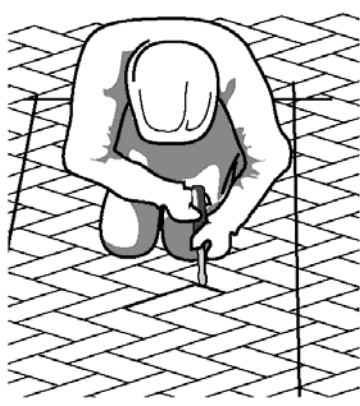


圖 4-29 填縫砂之清除

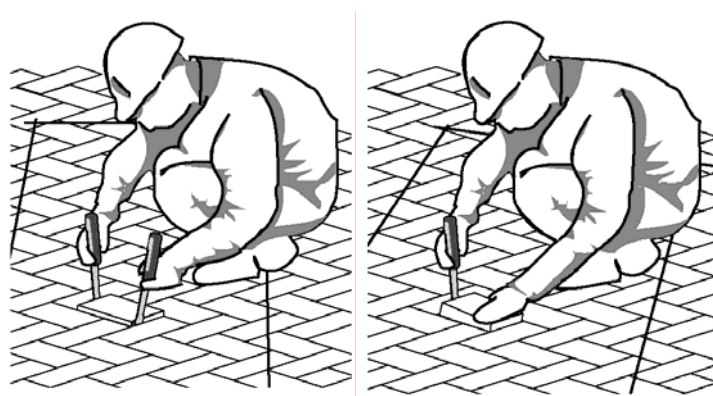


圖 4-30 首塊透水磚之移除方法

## 3. 其餘透水磚移除

當第一塊透水磚移除後，其餘透水磚由於喪失旁邊之支撐能力，因此可非常容易對其進行移除。為使可快速的移除透水磚，可利用振動之方式使其旁邊之透水磚之互鎖 (interlock) 效應降低。若為大範圍之透水磚鋪面之移除，亦有專用

之移除機械可供使用，其可一次移除 1 平方公尺的面積，如此可更加快速的移除其餘欲維修之透水磚。



圖 4-31 透水磚移除工具及大範圍之透水磚、連鎖磚鋪面移除

#### 4. 墊層砂 (bedding sand)、基底層材料之移除

當透水磚移除完畢後，其下一層即為墊層砂。在移除前需先將其墊層砂的砂耙鬆，才可進行移除。移除的砂可再使用，需特別注意若其砂中有混合到其餘材料則不可再使用。而若欲將移除的砂再使用需先將其完全耙鬆才可再使用。需特別注意在進行挖除墊層砂的砂時，其挖除範圍需距離良好的透水磚鋪面最少 15~30 公分，以確保其餘透水鋪面之墊層砂保持不被擾動且穩定之狀態。

若底層之材料亦需要進行移除，可利用挖土機或是人工方式進行挖除，其挖除範圍亦如同墊層砂之範圍，最少需距良好透水磚鋪面最少 15~30 公分。當墊層砂與底層完全移除後，會型成一 T 型斷面。

地下管線 挖除延伸區

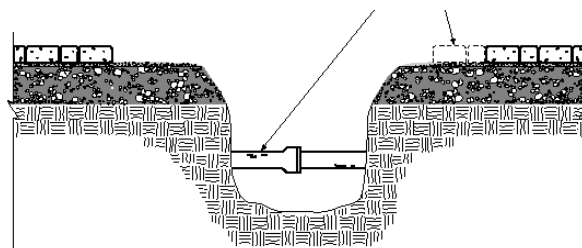


圖 4-32 T-型斷面示意圖

## 5. 基底層材料回填

在其基底層材料回填方面，在美國連鎖磚鋪面協會以及 InterPave 設計手冊中，建議亦可利用低強度高控制性材料（Controlled Low-Strength Materials, CLSM）進行填補，然而其本身並不透水，因此本研究於此並不建議採用其材料做為透水鋪面修補之用。本研究建議應該採用與原先基底層相同之級配進行填補，而在回填時應以每層厚度 5~10 公分回填並逐層夯實，應達到 95%之壓實度。在基底層夯實完成過後，利用工地密度儀配合 TDR 檢驗其含水量並求得其壓實度，如此才可確保未來基底層之結構強度。且利用葛洛夫滲透儀（Guelph permeameter）求得其基底層之水力傳導係數，以確保其基底層材料之滲透功能與原設計相同。

## 6. 墊層砂（bedding sand）回填

墊層砂回填時其材料，應為乾淨、未混合其餘材料的砂。在回填時應先以一木版對鋪澱的砂進行鏟平（圖 4-33），其填補處邊緣最低高度應高於原先路床最少 7mm，中央高度最少應高於原先路床 13mm。鏟平過後即可對路床進行夯實，在夯實過後填補處邊緣最底高度應高於原先路床最少 2mm，中央高度最少應高於原先路床 5mm。如此可確保透水磚填補後不至因為墊層砂厚度不足而產生磚塊翹起、鬆動之情形，而導致再次破壞之情況發生。

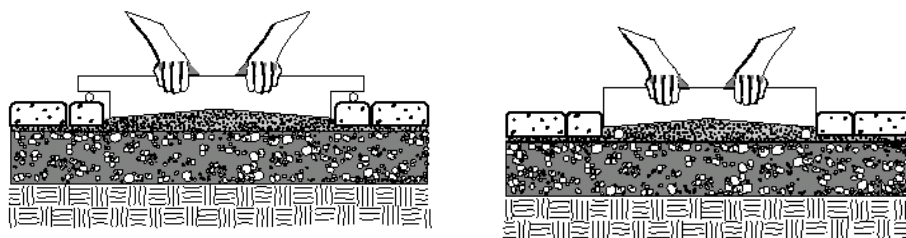


圖 4-33 墊層砂回填砂鏟平方法示意圖

## 7. 透水磚填補與填縫砂回填

墊層砂回填後即可進行透水磚的填補，依照原來透水磚之排列方式，逐一進行填補。填補完成後在其接縫處回填填縫砂 (joint sand)，確定其接縫亦保持原始設計間距相同並且利用夯實機以最小 5000 lbf (22 KN) 之力量進行震動夯實，以確保透水磚以及填縫砂可牢固的固定於墊層砂之上，與相接之透水磚產生互鎖效應。並且在透水磚鋪設完成後，以三米直規量測其與原始透水磚鋪面之高低差，以確保其平整度。如此即可完成透水磚鋪面維修。

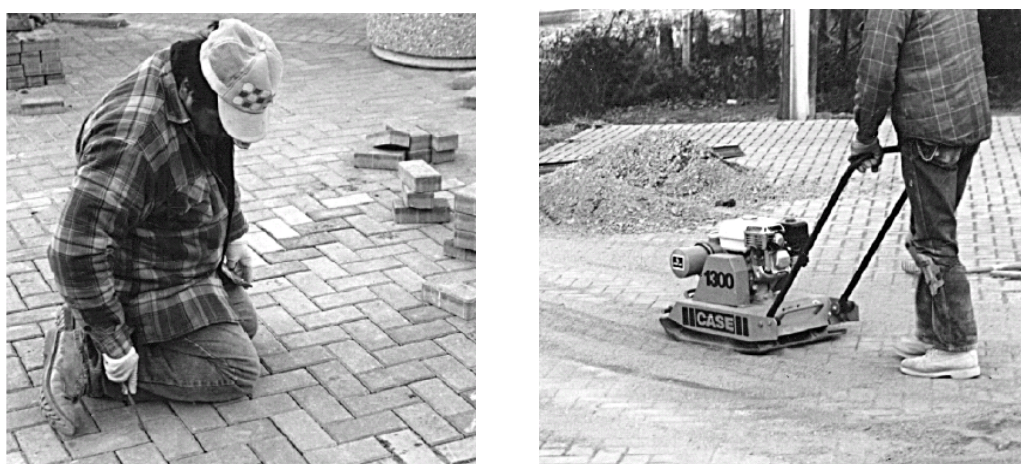


圖 4-34 透水磚鋪面接縫調整、確定及夯實

## 4.8 再生材料應用於人行與自行車道

目前國內推動再生材料使用於道路工程中不遺餘力，在法規方面有「廢棄物清理法」及「資源回收再利用法」等，於其中規範了相關之管理辦法，而在政策面則推動「環保標章」及「綠建材標章」等，在施工方面，由公共工程委員會所制訂之「施工綱要規範」中亦指出相關使用再生材料所須滿足之規範要求，從基層、底層起，乃至於各式面層材料之選用，均有相關之檢、試驗規範，只要所選用之材料能符合其檢、試驗規範要求，便可將之使用於其中，達到政府推廣永續發展之目的。

#### 4.8.1 「資源回收再利用法」公告之再生材料

環保署為推動為節約自然資源使用、減少廢棄物產生及促進物質回收再利用，進而減輕環境負荷建立資源永續利用之社會，於 91 年 7 月公布「資源回收再利用法」簡稱「資再法」，並於 92 年 7 月實施，其管理架構如圖 4.2 所示，內容包括第一章總則、第二章源頭管理、第三章運作管理、第四章輔導獎勵措施、第五章罰則、第六章附則，全文共計三十一條條文。

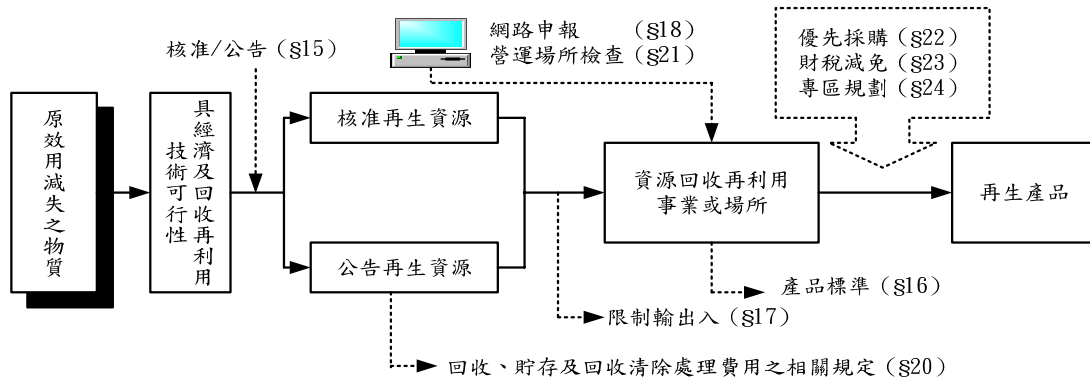
「資源回收再利用法」將再生資源與廢棄物予以區隔，專法管理失去原效用但仍為有用之「物質」之再利用，改變過去環境保護思維之末端管制，以源頭管理之精神，強制規定再利用之事業引入產品生命週期之觀念，要求業者從產品之設計、製造、銷售到使用、棄置，都須考慮資源回收再生之可行性，並納入輔導獎勵及罰則等相關措施，將資源回收再利之管理體系做整體性完整規範，表 4-23 為「資源回收再利用法」之源頭管理規範，圖 4-35 為「資源回收再利用法」整體之運作管理模式。

表 4-23 「資源回收再利用法」之源頭管理規範

「資源回收再利用法」第二章源頭管理規範		
公告管制對象	規範內容	主管機關
公告指定事業 (§11)	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆回收再生資源之種類及回收方式</li> <li>◆產品標示使用之材質及再生資源比例</li> <li>◆產品標示分類回收標誌</li> </ul>	環保署
公告指定產品、營建工程 (§12)	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆使用易分解、拆解或回收再利用之材質</li> <li>◆使用一定比例或數量之再生資源</li> <li>◆使用可重複填充之容器</li> </ul>	中央目的事業 主管機關
公告指定場所 (§13)	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆限制或禁止使用物品、包裝或容器</li> </ul>	環保署

【資料來源：「資源回收再利用法」】





【資料來源：「資源回收再利用法」】

圖 4-35 「資源回收再利用法」之運作管理模式

為推動資源性廢棄物或物質之回收再利用，將原效用減失之物質，在具經濟及回收再利用技術可行性之基礎下，公告或核准其為再使用或再生利用之再生資源，以提昇再生資源回收再利用之效率。環保署及各中央目的事業主管機關依「資源回收再利用法」第 15 條第 4 項規定【再生資源再生利用之清運、貯存方法、設施規範、紀錄及其他應遵行事項之管理辦法，由中央目的事業主管機關會商中央主管機關、再生利用用途目的事業主管機關訂之】；第五項及第六項規定【未經公告為再生資源項目者，事業得檢具再生利用計畫向中央目的事業主管機關申請核准為再生資源項目，及再生利用計畫書格式及內容，分別由中央主管機關或中央目的事業主管機關定之】，陸續訂定發布「資源再生利用管理辦法」，並研析公告再使用或再生利用之再生資源項目，目前由經濟部公告水淬爐石（碴）、鈦鐵礦氯化爐碴為再生利用再生資源項目，此外，環保署於 95 年 10 月 12 日公告鐵、銅、鋁、玻璃、塑膠等五項再生資源項目及管理方式，並於 95 年 12 月 1 日開始實施以作為緩衝，故屬公告指定範圍之事業均需依規定回收再利用，表 4-24 各部會資源再生利用管理辦法發布現況。

表 4-24 各部會資源再生利用管理辦法頒布現況

再生資源再生利用管理辦法-「資源回收再利用法」第十五條第四項規定訂定			
管理辦法發布現況	部會	發布日期	管理辦法名稱
	環保署	92.06.25	行政院環境保護署再生資源再生利用管理辦法
	經濟部	92.10.08	經濟部再生資源再生利用管理辦法
	農委會	92.11.14	農業再生資源再生利用管理辦法
	國科會	93.01.19	科學工業園區再生資源再生利用管理辦法
	交通部	93.04.05	交通部再生資源再生利用管理辦法
	衛生署	93.07.01	行政院衛生署再生資源再生利用管理辦法
	內政部	94.10.31 96.04.23	營建事業再生資源再生利用管理辦法 營建事業再生利用之再生資源項目及規範
再生資源項目	公告單位	公告項目	
	經濟部	◆水淬爐石(碴) ◆鈦鐵礦氯化爐碴	
	環保署	◆鐵 ◆銅 ◆鋁 ◆玻璃 ◆塑膠	
	內政部	◆廢木材(板、屑) ◆廢玻璃屑 ◆廢鐵 ◆廢單一金屬(銅、鋅、鋁、錫) ◆廢塑膠 ◆廢橡膠 ◆營建混合物	

【資料來源：本研究整理（統計至 96.10）】

目前國內之瀝青混凝土挖(刨)料為一熱門之再利用材料，不論國內或國外皆使用其添加入瀝青混凝土鋪面之中，其可使用之範圍除磚類材料以及不含瀝青之碎石級配外，均可將天然粒料摻配瀝青混凝土挖(刨)料以使用於各式鋪面工程之中，其品質及穩定度表現良好，不失為一優選之再利用材料。

表 4.25 再生材料運用於鋪面工程一覽表

鋪面種類 再生材料	水泥混凝土 類材料	瀝青混凝土 類材料	磚材類材料	基、底層材料
水淬爐石（碴）	V	V	V	V
鈦鐵礦氯化爐碴	V	V	V	V
玻璃		V	V	
焚化爐底灰(碴)	V	V	V	V
營建混合物	V		V	V
瀝青混凝土挖(刨) 除料		V		V
廢棄混凝土	V		V	V

#### 4.8.2 再生材料應用於市區道路人行及自行車道

世界各國應用各式再生材料於鋪面工程已行之多年，其適用性及價格不若以往高不可攀，以瀝青混凝土挖(刨)除料而言，其經濟價值在現在能源危機的狀況下，更是讓每個單位、每個廠商皆想盡辦法地去利用其剩餘價值，目前國內在使用再生材料方面，主要以摻配方式進行，在添加再生材料於該製品後，其製品符合相關規範之要求便可使用。

為了鼓勵綠色消費，各先進國家莫不推行各項措施，其中以推動政府機關之「綠色採購」為最重要。所謂政府機關綠色採購是利用政府機關的龐大採購力量，優先購買對環境衝擊較少之產品，用以鼓勵綠色產品的生產及使用，帶動綠色消費風氣，達到環境保護的效益。目前我國政府綠色採購行動方案適用範圍已擴大至全部行政機關、國營事業、及公立學校等單位，環保署自 91 年起奉行政院核定實施「機關綠色採購推動方案」。市區道路人行及自行車道所可選用之材

料，與環保標章中之第一類及第二類環境保護產品(環保標章產品)習習相關，並於第 4.3.1 節中詳細陳述之，另外亦可選用綠建材標章之產品，於第 4.3.2 節中陳述之，選用這些材料，不僅可達到永續發展之目的，其成效及功能性與天然材料之差異不大，價格方面卻可較天然材料低，且市區道路人行及自行車道之承載力之要求不若一般車道高，故在選用人行及自行車道之材料時，建議可將再生材料列入選擇材料之

## 第五章 市區道路人行與自行車道案例分析

### 5.1 透水磚

透水磚可分為單元透水磚透水鋪面及單元高壓磚透水鋪面，前者是以塊狀材料具透水孔隙，以連續拼接方式鋪設。如：透水磚、單元性透水混凝土；後者則是塊狀材料不具透水孔隙，依靠磚間孔隙透水，以連續拼接方式鋪設。如：連鎖磚、植草磚等。

以觀音鄉觀音國小前人行道工程為例，觀音鄉人行道路寬為 3-2.5m，全長約 252m。此工程採用之透水磚為高壓彩晶透水磚，此透水磚面層材料為水泥、透水玻璃珠粒料及色料，底層為水泥及 0.8 cm 玻璃珠粒料、碎石，經高壓強力震動結合而成，經加工後使面層粒料裸露。面層質感有明顯光線折射效果，透水係數達  $1 \times 10^{-2}$  cm/sec，抗壓強度  $230 \text{ kgf/cm}^2$ 。

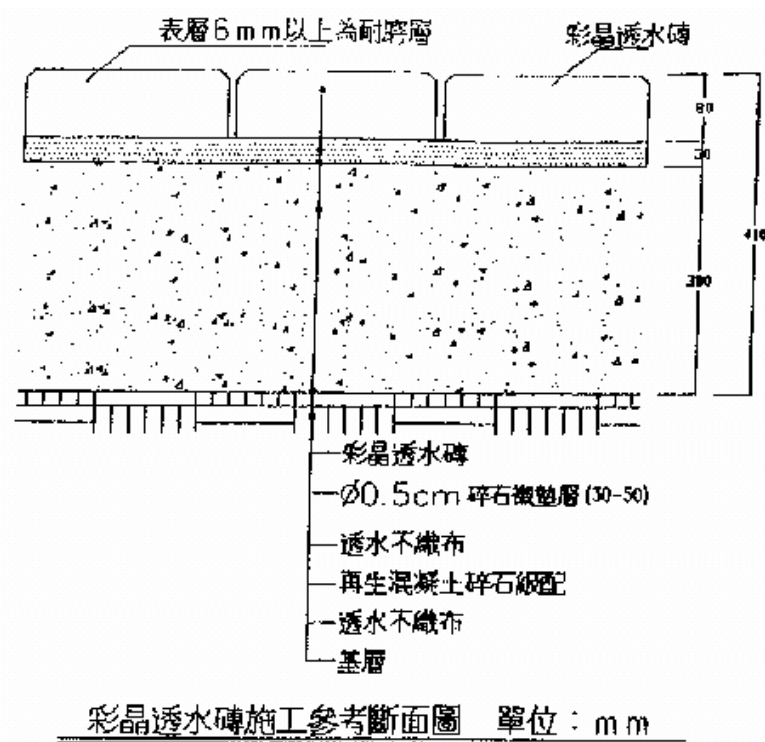


圖 5-1 觀音國小透水鋪面斷面圖

表 5-1 觀音國小人行道施工規範比較表

	觀音國小	營建署人行道設計手冊	本校
面層	透水磚 抗壓 230 kgf/cm <sup>2</sup> 透水係數 10 <sup>-2</sup> cm/sec	透水磚 抗壓>140 kgf/cm <sup>2</sup> 透水係數 10 <sup>-2</sup> cm/sec 以上	透水磚 抗壓強度>170 kgf/cm <sup>2</sup> 透水係數 10 <sup>-2</sup> cm/sec 以上
接縫砂	震動機來回夯實 2 次 0.3 mm~2.5mm 之潔淨河砂	僅說明要夯實	僅說明要夯實 縫隙 0.3cm 0.3 mm~1.2mm
墊砂層	厚度 2-3 公分 至少為 0.5cm 以下之碎石	5 公分	壓實後 3-5 公分 0.3 mm~1.2mm
底層	<ol style="list-style-type: none"> <li><b>現地試驗</b> 工地密度 葛洛夫儀—透水係數</li> <li><b>試驗室試驗</b> 定水頭試驗 篩分析 洛杉磯磨損試驗&lt;50% 土壤塑性限度及塑性指數 <i>AASHTO T90</i> 通過 0.425mm 液性限度&lt;25 通過 0.425mm 塑性限度&lt;6</li> </ol>	90%壓實度	<ol style="list-style-type: none"> <li>95%壓實度</li> <li>夯壓試驗 AASHTO T180</li> <li>現地透水試驗 滲透係數最少 10<sup>-3</sup></li> <li>CBR AASHTO T193 基層&gt;20% 底層&gt;60%</li> <li>調整土壤夯實密度方法 AASHTO T224</li> <li>土壤液性限度試驗法 AASHTO T89</li> <li>土壤塑性限度及塑性指數 AASHTO T90 <u>塑性限度</u> 基層&lt;6，底層&lt;4 通過 0.425mm 液性限度&lt;25 通過 0.425mm 塑性限度&lt;6</li> <li>定水頭試驗 AASHTO T215</li> </ol>
基層	95%壓實度	85%壓實度	

表 5-2 觀音國小人行道回填透水材料級配要求

篩號	觀音國小案
2"	100
1"	--
3/8" (0.075mm)	30-65
#4(4.75mm)	25-55
#10(2.0mm)	15-40
#40(0.425mm)	8-20
#200(0.075mm)	2-8

表 5-3 觀音國小人行道單價分析

項目	工料名稱	單位	單價	數量	總價
面層	高壓彩晶透水磚	M <sup>2</sup>	362.87	1	362.87
	工資	式	145.15	1	145.15
	震動機及油料	式	4.03	1	4.03
	震動夯實	M <sup>2</sup>	8.06	1	8.06
	填縫砂	式	12.10	1	12.10
	運費	式	76.61	1	76.61
	其它耗損	式	4.03	1	4.03
				小計	<b>612.85</b>
底層	再生混凝土碎石級配料 (含運費)	M <sup>3</sup>	370.94	0.3	111.28
	小工	工	645.11	0.185	119.35
	工具損耗	式	1.61	1	1.61
					小計
			面層+底層 =	總計	845.09 元

## 5.2 高壓透水磚

### 1. 新竹橫山鄉內灣停車場車道工程

本工程與其他工程不同之處，表面鋪面為高壓透水磚，底層施以蜂巢防陷格網，為克服一般透水性路面容易沉陷的缺點，同時能兼顧透水性的保水、透水優點，本路段兼為人行道及車道，所以必須考量重車對路面造成之破壞，也是與一般應用於人行道、廣場之透水鋪面不同之處(斷面圖如圖 5)。將其與新店試驗區及人行道設計手冊進行比較。

此工程施做地點為內灣之觀光景點，人潮、車潮往來眾多，如工程順利推動成效卓著，勢必讓一般民眾更加容易了解透水性路面之優點，使民間工程與人民更接近。

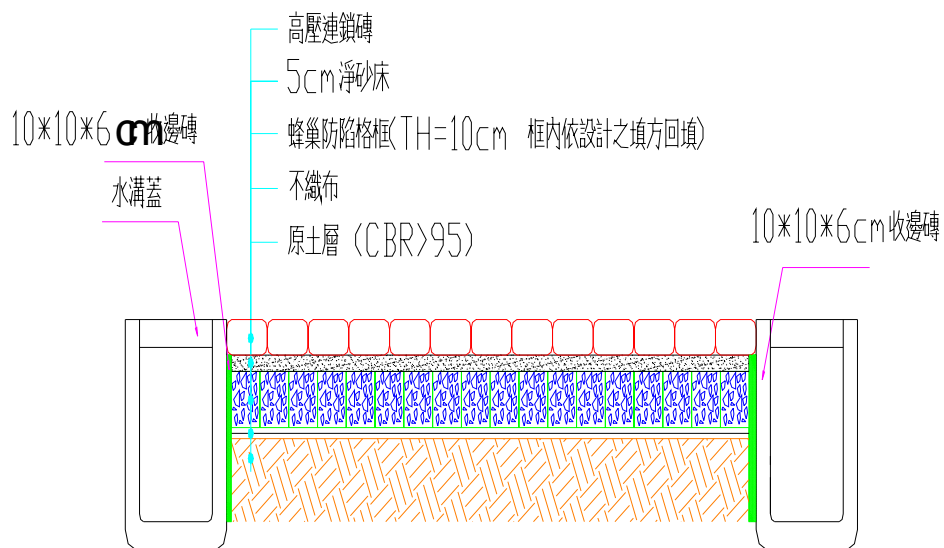


圖 5-2 內灣停車場車道斷面圖



表 5-4 新竹縣橫山鄉施工規範比較表

	新竹縣橫山鄉([沉陷格網工法])	營建署人行道設計手冊	中央大學研究成果
面層	<b>高壓透水磚鋪面</b> 抗壓強度(未註明)	<b>透水磚</b> 抗壓 > 140 kgf/cm <sup>2</sup>	<b>透水磚</b> 抗壓強度 > 170 kgf/cm <sup>2</sup>
混凝土	抗壓強度 > 210 kgf/cm <sup>2</sup>	抗壓強度 > 210 kgf/cm <sup>2</sup>	抗壓強度 > 210 kgf/cm <sup>2</sup>
底層	<b>95%壓實度</b> (不得小於 AASHTO T180 最大乾密度之 95%) 透水係數(未註明) C. B. R 值(最小) 100 R 值 液性限度(最大) 80 塑性限度 25~0 含砂當量(最小) 50	<b>90%壓實度</b>	1. 95%壓實度 2. 夯壓試驗 AASHTO T180 3. 現地透水試驗 滲透係數最少 10 <sup>-3</sup> 4. CBR AASHTO T193 基層>20% 底層>60% 5. 調整土壤夯實密度方 AASHTO T224 土壤液性限度試驗法 AASHTO T89 通過 0.425mm 液性限度 < 25 通過 0.425mm 塑性限度 < 6 6. 土壤塑性限度及塑性指數 AASHTO T90 通過 0.425mm 基層 < 6, 底層 < 4 7. 定水頭試驗 AASHTO T215
基層	<b>95%壓實度</b>	<b>85%壓實度</b>	
試驗	1. 現地試驗 工地密度 葛洛夫儀—透水係數 2. 試驗室試驗 高壓專透水係數 含水量試驗 定水頭試驗 實驗室夯實試驗(CBR) 篩分析 洛杉磯磨損試驗<50% 土壤塑性限度及塑性指數 3. 試驗標準 依 AASHTO 規範標準		

表 5-5 新竹縣橫山鄉內灣村回填透水材料級配要求

篩號	A	B	C
2" (50.8mm)	100	100	-
1" (25.4mm)	-	75-95	100
3/8" 9.51mm)	30-65	40-75	50-8.5
4" (4.76mm)	25-55	30-60	35-65
#10(2.00mm)	15-40	20-45	25-50
#40(0.420mm)	8-20	15-30	15-30
#200(0.074mm)	2-8	5-15	5-15

表 5-6 新竹縣橫山鄉內灣村路面工程單價分析

鋪面	高壓透水磚鋪面		單位：m <sup>2</sup>		
	工料名稱	單位	數量	單價	複價
面層	透水透氣鋪面	單位：m <sup>3</sup>			
	工料名稱	單位	數量	單價	複價
床整理 夯實	碎石級配料	M <sup>3</sup>	0.100	550.00	55.00
	路面整瓶及滾壓	M <sup>3</sup>	1.000	9.00	9.00
	小工	工	0.010	531.00	5.31
	工具搬運及損耗	式	1.000	-	0.69
	<b>小計</b>	<b>M<sup>3</sup></b>	<b>1.00</b>		<b>70.00</b>
碎石級配	碎石級配料	M <sup>3</sup>	12.500	550.00	6875.00
	普通工	工	0.100	531.00	53.10
	平路機	時	0.250	733.00	183.25
	灑水車	時	0.200	458.00	91.60
	10-15T 壓路機	時	0.380	550.00	209.00
	工具搬運及損耗	式	1.000	-	8.05
	<b>小計</b>	<b>100t</b>			<b>7420.00</b>
巢防陷格網	蜂巢防陷格網	M <sup>2</sup>	1.000	564.00	564.00
	10CM 碎石級配	M <sup>2</sup>	1.000	74.20	74.20
	普通工	工	0.080	531.00	42.48
	按裝鐵件	Kg	1.000	10.00	10.00
	工具搬運損耗	式	1.000	-	0.32
	<b>小計</b>	<b>M<sup>2</sup></b>	<b>1.00</b>		<b>691.00</b>
不織布	不織布	M <sup>2</sup>	1.000	12.00	12.00
	普通工	工	0.050	531.00	26.55
	工具搬運及損耗	式	1.000	-	0.45
	<b>小計</b>	<b>M<sup>2</sup></b>			<b>39.00</b>
高壓連鎖水泥磚	高壓水泥連鎖水泥磚	M <sup>3</sup>	1.000	458.00	458.00
	襯底細砂	M <sup>3</sup>	0.050	824.00	41.20
	一般技工	工	0.120	660.00	79.20
	普通工	工	0.140	531.00	74.34
	振動機夯實	式	1.000	-	110.00
	工具搬運及損耗	式	1.000	-	7.26
	<b>小計</b>	<b>M<sup>3</sup></b>			<b>770.00</b>

### 5.3 透水瀝青混凝土

透水瀝青混凝土為現場整體澆置之柔性透水鋪面，因為鋪面具彈性，其透水性可由鋪面材料配比組成之孔隙來達成。

以中正大學停車場工程為例，此工程為一停車場設計，設計之透水鋪面分為兩種，車道部分為透水性瀝青混凝土，停車格採用植草磚。因此在此只列出車道部分之透水性瀝青混凝土。

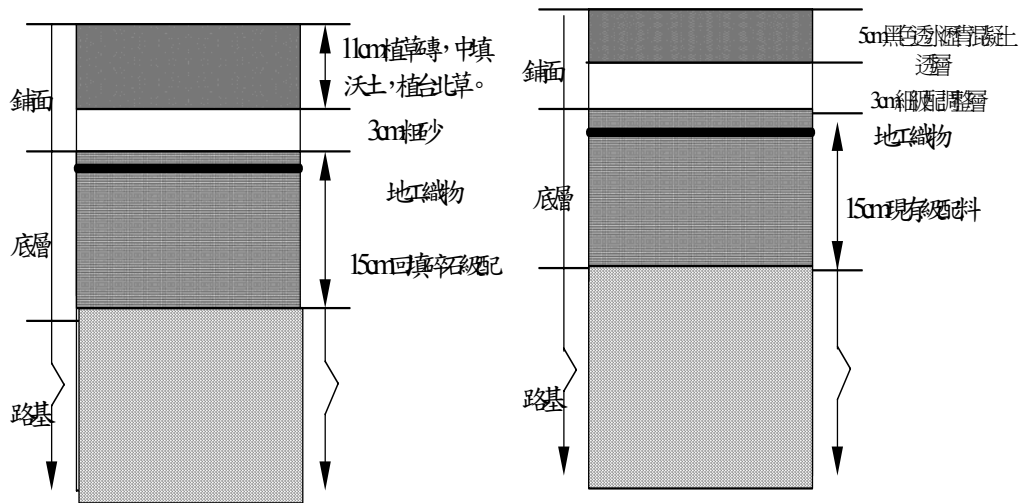


表 5-7 中正大學施工規範比較表

	中正大學	營建署人行道設計手冊	中央大學研究成果
面層	植草磚 抗壓強度 (未規定)	透水磚 抗壓 > 140 kgf/cm <sup>2</sup>	透水磚 抗壓強度 > 170 kgf/cm <sup>2</sup>
透水瀝青混凝土	抗壓強度 > 350 kgf/cm <sup>2</sup>	抗壓強度 > 210 kgf/cm <sup>2</sup>	抗壓強度 > 210 kgf/cm <sup>2</sup>
底層	壓實度 (不得小於 AASHTO T180D 最大乾密度之 98%) 透水係數(未註明)	90%壓實度	1. 95%壓實度 2. 夯壓試驗 AASHTO T180 3. 現地透水試驗 滲透係數最少 10 <sup>-3</sup>
試驗	1. 現地試驗 工地密度 葛洛夫儀—透水係數 2. 試驗室試驗 含水量試驗 定水頭試驗 實驗室夯實試驗 (CBR) 篩分析 洛杉磯磨損試驗<50% 土壤塑性限度及塑性指數 (依中 AASHTO 標準)		4. CBR AASHTO T193 基層>20% 底層>60% 5. 調整土壤夯實密度方法 AASHTO T224 6. 土壤液性限度試驗法 AASHTO T89 7. 土壤塑性限度及塑性指數 AASHTO T90 <u>塑性限度</u> 基層<6，底層<4 通過 0.425mm 液性限度<25 通過 0.425mm 塑性限度<6
基層	壓實度 (不得小於 AASHTO T180D 最大乾密度之 95%)	85%壓實度	8. 定水頭試驗 AASHTO T215

表 5-8 中正大學材料級配要求

篩號	甲式
2" (50.8mm)	100
1" (25.0mm)	-
3/8" (9.5mm)	30-65
#4" (4.76mm)	25-55
#10" (2.00mm)	15-40
#40" (0.425mm)	8-20
#200(0.075mm)	2-8

表 5-9 中正大學單價分析

工程項目	單位	數量	單價	總價
碎石級配級購運	M3	1.00	355.73	355.73
技工	工	0.04	646.75	25.87
小工	工	0.02	467.00	9.34
鋪裝費	M3	1.00	52.10	52.1
工具耗損	式	1.00	1.96	1.96
每 M <sup>3</sup> 單價計				445.00
工程項目	單位	數量	單價	總價
瀝青 ACI-20(含運費)	Kg	5.500	7.37	40.51
加勁礦纖	Kg	0.400	322.40	129.36
粗粒料	M <sup>3</sup>	0.050	672.80	32.69
細粒料	M <sup>3</sup>	0.010	852.00	8.53
石粉	kg	2.000	2.60	10.78
瀝青混凝土合成費	T	0.100	314.40	31.44
瀝青混凝土面層鋪築及壓實費	M <sup>2</sup>	1.000	17.97	17.97
瀝青混凝土合材運費	T	0.100	224.60	22.46
零星工料	式	1.000	1.00	1.26
每 M <sup>3</sup> 單價計				296.00
工程項目	單位	數量	單價	總價
乳化瀝青	Kg	0.800	5.39	4.31
技工	工	0.001	650.00	0.65
小工	工	0.004	467.50	1.87
工具耗損	式	1.000	0.12	0.12
零星工料	式	1.000	0.05	0.05
每 M <sup>3</sup> 單價計				7.00
工程項目	單位	數量	單價	總價
鋪磚工資	式	1.00	70.07	70.07
粗砂	M <sup>3</sup>	0.03	404.03	12.13
植草磚	M <sup>2</sup>	0.89	359.33	319.80
車道磚	M <sup>2</sup>	0.11	359.36	39.53
小搬運	式	1.00	8.98	8.98
填沃土	M <sup>3</sup>	0.04	134.75	5.39
植台北草籽	M <sup>2</sup>	0.50	89.84	44.92
工具耗損	式	1.00	2.18	2.18
每 M <sup>3</sup> 單價計				503.00
工程項目(含基底層的材料及施工)			單位	總計
透水瀝青混凝土			M <sup>2</sup>	922
植草磚			M <sup>2</sup>	1122

### 5.4 三區工法比較分析

	觀音國小	橫山	中正大學
透水鋪面類型	透水磚	面層：透水磚 底層：加勁格網	透水瀝青 植草磚
鋪設位置	人行道	車道 人行道	停車場
鋪面承載能力	中	高	透水瀝青：高 植草磚：中
鋪面所需承載之荷重	輕	重	重
保水方式	半保水	全保水	半保水
發生之問題	磚塊斷裂 沈陷 磚塊隆起、翹曲、 鬆動	未有明確研究報告 本研究單位持續 評估其績效中	透水瀝青：阻塞、粒 料剝脫、車轍 植草磚：斷裂、鬆動
工程類別	現有工程維護	現有工程維護	現有工程維護
維修	簡單	簡單	透水瀝青：複雜 植草磚：簡單
維護方式	簡單	簡單	簡單
單價比較(m <sup>2</sup> )	881.38	835.20	922.00(AC) 1122.00(植草磚)

## 第六章 市區道路人行與自行車道推廣研討會

### 1. 人行與自行車道材料及空間特性研討會

本計畫於 96 年 8 月 31 日協助舉辦人行與自行車道材料及空間特性研討會，參與人員包含縣府各局處工程承辦人員、各鄉鎮市工程承辦人員、縣內各顧問公司、及縣內各相關業者，活動議程及課題如表 6-1，簡報封面如圖 6-1～6-9，活動照片如 6-10～6-18 所示。

表 6-1 「人行與自行車道材料及空間特性研討會」議程與講題

時間	議 程		講 員	主持人
8:30~8:50	報 到		林志棟 教 授 【中央大學土木系】	
時間	議 程		講 員	主持人
08:50~09:00	開 幕 典 禮		范良鏘 副縣長 【桃園縣政府】 簡修德 組 長 【內政部營建署】	
09:00~10:00	透水鋪面 與基地保 水指標之 探討	綠建築保水指標之探討  綠建築保水指標修正 值之探討  綠建築保水指標之申請 與審查	林志棟 【中央大學土木系 教授】  余 濬 【中央大學土木系 教授】  姚志廷 【內政部建築研究所 研究員】	簡修德 組長 【內政部營建署】
10:00~10:10	休 息			
10:10~11:10	提升綠建 築保水指 標之策略	高性能合理透水鋪面結 構之探討  再利用透水性鋪面基本 材料特性分析  綠建材透水性鋪面認證	劉耀斌 【中央大學土木系 博士候選人】  宋柏勳 【中華鋪面工程學會 經理】  陳一飛 【天九興業股份有限公司 經理】	王武烈 負責人 【王武烈建築師事務所】
11:10~11:20	休 息			
11:20~12:20	人本健康 永續人行 及自行車 道	縣市政府無障礙空間審 查與評比---以人行道為 例  保水、透水無障礙空間 及人行道  人文優質地區透水性鋪 面之建立	耿彥偉 【桃園縣政府土木課 課長】  王武烈 【王武烈建築師事務所 負責人】  林志棟 【中央大學土木系 教授】	郭蔡文 局長 【桃園縣政府工務局】
12:20~12:40	綜 合 討 論			簡修德 組長 【內政部營建署】 林志棟 教授 【中央大學】



## 綠建築保水指標之探討

簡報者：林志棟 教授  
簡報日期：96年8月31日

## 綠建築保水指標修正值之探討

簡報者：余濬 助理教授  
簡報日期：96年8月31日

圖 6-1 綠建築保水指標之探討

圖 6-2 綠建築保水指標修正值之探討



透水性綠建材及保水性指標評定審查

主講人：姚志廷  
內政部建築研究所

圖 6-3 透水性綠建材及保水性指標評訂審查

人行與自行車道材料及空間特性研討會

## 高性能合理透水鋪面 結構之探討

簡報者：劉耀斌

國立中央大學土木工程研究所

中華民國九十六年八月三十一日

圖 6-4 高性能合理透水鋪面結構之探討



圖 6-5 再利用透水性鋪面基本材料特性分析



圖 6-6 綠建材透水性鋪面認證



圖 6-7 人行道無障礙改善

## 市區道路、人行道無障礙空間之建立

王武烈建築師報告  
96.08.29

圖 6-8 市區道路、人行道無障礙空間之建立



圖 6-9 人文優質地區透水性鋪面之建立



圖 6-10 研討會開幕



圖 6-11 余濬助理教授演講



圖 6-12 林志棟教授主持會議



圖 6-13 頒發中央大學感謝狀



圖 6-14 頒發中央大學感謝狀



圖 6-15 研討會綜合座談



圖 6-16 來賓提問



圖 6-17 研討會現場



圖 6-18 姚志廷研究員演講

## 2. 人行與自行車道材料及空間特性研討會

本研究於 96 年 11 月 21 日假內政部建築研究所台南性能實驗中心舉辦一場「人行與自行車道材料及空間特性研討會」，相關議程及課題如表 6-2 所示簡報封面如圖 6-19~6-27，活動照片如 6-28~6-48 所示。

表 6-2 「人行與自行車道材料及空間特性研討會」議程與講題

時間	議 程		講 員	主持人
08:30~08:50	報 到		林志棟 理事長 【中華鋪面工程學會】	
08:50~09:00	開 幕 典 禮		林志棟 理事長 【中華鋪面工程學會】 簡修德 組 長 【內政部營建署】	
09:00~10:00	人本永續 人行與自 行車道空 間	市區道路附屬工程規劃設計 ---人行道及自行車道 市區道路無障礙空間及人行道 之佈設理念 縣市政府障礙空間審查與評比 ---以人行道為例	宋柏勛 經理 【中華鋪面工程學會】 岳巧瑤 組長 【綠營建檢測中心】 羅文彥 組長 【綠營建檢測中心】	林志棟 理事長 【中華鋪面工程學會】
10:00~10:10	休 息			
10:10~11:10	透水鋪面 與基地保 水指標之 探討	綠建築保水指標之探討 綠建築保水指標修正值之探討 綠建築保水指標之申請與審查	林志棟 教授 【中央大學土木系】 余 濬 教授 【中央大學土木系】 王婉芝 經理 【財團法人中華建築中心】	陳世晃 助理教授 【逢甲大學交通工程與管理學系】
11:10~11:20	休 息			
11:20~12:20	提升綠建 築保水指 標之策略	高性能合理透水鋪面結構之探討 再利用透水性鋪面基本材料特性分析 綠建材透水性鋪面認證	劉耀斌 博士候選人 【中央大學土木系】 陳世晃 助理教授 【逢甲大學交通工程與管理學系】 莊英棠 組長 【綠營建檢測中心】	王武烈 負責人 【王武烈建築師事務所】
12:20~12:40	綜 合 討 論			林志棟 理事長 【中華鋪面工程學會】 簡修德 組 長 【內政部營建署】
12:40~13:30	午 餐			
13:30~15:00	參 觀 性 能 實 驗 中 心			



圖 6-19 市區道路附屬工程規劃設計



圖 6-20 市區道路無障礙空間及人行道之佈設理念



圖 6-21 縣市政府障礙空間審查與評比—以人行道為例



圖 6-22 綠建築保水指標之探討



圖 6-23 綠建築保水指標修正值之探討



圖 6-24 綠建築保水指標之申請與審查

人行與自行車道材料及空間特性研討會

## 高性能合理透水鋪面 結構之探討

簡報者：劉耀斌

國立中央大學土木工程研究所

中華民國九十六年八月三十一日

1

圖 6-25 高性能合理透水鋪面結構之探討



圖 6-26 再利用透水性鋪面基本材料特性分析



圖 6-27 綠建材之材料試驗項目介紹



圖 6-28 研討會會場



圖 6-29 參與人員簽到



圖 6-30 參與人員簽到



圖 6-31 參與人員



圖 6-32 營建署長官開幕致詞



圖 6-33 參與人員



圖 6-34 會場相關看板展示



圖 6-35 宋柏勳經理演講



圖 6-36 岳巧瑤組長演講



圖 6-37 羅文彥組長演講



圖 6-38 林志棟教授演講



圖 6-39 余濬教授演講



圖 6-40 王婉芝經理演講



圖 6-41 劉耀斌組長演講



圖 6-42 陳世晃教授演講





圖 6-43 莊英棠組長演講



圖 6-44 綜合討論時間



圖 6-45 綜合討論時間



圖 6-46 頒獎



圖 6-47 頒獎



圖 6-48 頒獎



## 第七章 結論與建議

### 7.1 結論

1. 本研究以人本為主之角度來探討現行市區道路人行與自行車道工程建設缺失改進，並提出改善對策。

人行道空間缺失及改善建議

	缺失	改善對策
鋪面材料	孔蓋設計不良導致中間凹陷、四周翹曲，易危害鋪面平整性。	良好的孔蓋施工，除孔蓋應平整外，四周的收尾動作也應與道路平整無突起或裂縫。
	混凝土鋪面易因工作性欠佳與搗實工作的疏忽致而產生鋪面破壞	可採用透水磚、或高壓磚等鋪面，以增加與水滲透能力，但強度方面須多做考量
公共設施帶	國內樹種，普遍使用榕樹。但榕樹有盤根錯結之困擾，易導致綠帶需加大處理，也易導致危險。	可使用樹根較不易凸出、直幹直根之樹種取代榕樹，可加寬人行道之空間。
	樹穴無平面集水之功效，因樹蓋阻擋土壤集水之面積。	樹穴之孔蓋不會阻擋平面集水之功效。孔洞不應太大，以免造成輪椅行走不便，及白杖折斷之危險。
機車彎設置	機車佔用騎樓位置	機車退出騎樓，停放在機車停車位或機車彎。
	機車之腳架幾乎為破壞鋪面材料之主因，易使鋪面壽命下降	於人行道寬度 3.4 公尺以上即設置機車彎，除可延長鋪面壽命，亦可達到人車分離之效
解決人行道攤販之擺設	攤販佔用人行道空間	政府機關加強宣導人行道淨空之理念，並配合加強取締
	攤販之擺設易影響市容觀瞻	如在人潮集中之地點有大量流動攤販擺設，建議可於定點做攤販擺設位置，可減少對市容之影響，對攤販之控管也較好掌握。
	攤販之衛生及品質不易掌握控管	家長應教育孩子不要隨意購買攤販所販賣之產品，政府也應定期對攤販做品質抽查。

自行車空間缺失及改善建議

	缺失	改善
路權問題	自行車於道路上安全易受威脅，易發生與汽、機車爭道情形	自行車若為道路上行駛，須以分隔線或路障與汽機車道做分隔，以避免發生危險
	自行車於人行道上之行進，無明確速限之規定，易危害行人之安全	自行車若為人行道上行駛，可以公共設施帶作分隔，或以不同顏色之鋪面作區隔，並訂出速限，一般以不大於 10 公里為原則。若無法作區隔，則應註明應以行人為優先
	自行車於交叉路口易發生與汽、機車之安全事故	可仿照行人穿越道，於行人穿越道旁加畫自行車穿越道，已避面與汽、機車之直接接觸
違規問題	自行車於道路上易發生逆向行駛、闖紅燈、違規駛入快車道、以及穿越快車道等重大違規	除規劃自行車專用道之外，政府也應加強取締自行車違規事項，以防止自行車應違規而發生之重大交通事故
與大眾運輸發展之配合	在轉運站(捷運站、車站)之停放空間不足，導致騎乘意願低	於轉運站(捷運站、車站)增加自行車停放空間，並做好空間配置及安全措施，以增加騎乘意願
	與轉運站之接駁工具無時程配合，使運具使用的轉換有問題	加強大眾運輸的準確性，並提供多項可供轉換之大眾運輸系統，以便隨時之突發狀況
	大眾運輸系統不發達	規劃大眾運輸系統路網，並加強宣導，鼓勵大眾搭乘大眾運輸系統

無障礙空間缺失及改善建議

	缺失	改善
導盲磚之使用	導盲磚之顛簸，會影響輪椅行走，使輪椅使用者不舒服。	路口斜坡不需要導盲磚，因導盲磚是給視障者使用，而非肢障者。
	無整齊邊界線的廣場，應有導盲磚引導前進。	路口斜坡不需要導盲磚，因導盲磚是給視障者使用，而非肢障者。
	路口無設置引導磚，視障者無法辨識	視障者不需過多之導盲磚，只需在路口設置引導磚，且引導磚之方向與路口垂直。
高低差改善	人行道連接處有高差，且不平整	人行道連接處應平整無高低差，且沒有阻礙物。
	人行穿越道及路口不連接，且不平整	人行穿越道與人行道路口應順平處理。
	三面帶斜坡且寬度不足	路緣斜坡設置比應為 1:12，且寬度應大於 1.5m。
	人行道出入口設路障	可設置護欄或車止，但以不阻擋行人或輪椅為主。
人行道整平	騎樓內地坪過滑，且與人行道有高差。	騎樓內地坪止滑，且與人行道平順無高低差。
	騎樓間有 10 公分之高差	打通騎樓地，使騎樓間無高差、平整銜接順暢
	建築物出入口有 15 公分高差	建築物出入口與騎樓以緩斜坡順接，以符合無障礙要求。其通路寬度不可小於 1.3m。
人孔、手孔之規劃	國內柵孔均過粗，水溝柵欄空隙太寬輪椅前輪會卡入縫隙裡。	柵孔縫隙應低於 1.3 公分，以防止輪椅或白杖陷入、折斷。
	孔蓋設計不良導致中間凹陷、四周翹曲，易使孔蓋成為輪椅行進之陷阱。	良好的孔蓋施工，除孔蓋應平整外，四周的收尾動作也應與道路平整無突起或裂縫。
	柵欄方向與行進方向平行，易造成輪椅陷入孔洞內。	柵欄方向應調整為與行進垂直之方向，可防止輪椅陷入孔洞內。
	連接道路預設之排水孔，只要 2 公分的高低、孔洞，輪椅前輪就會卡住不得動彈。	連接道路預設之排水孔，仍須加裝溝蓋，且孔蓋方向應與行進方向垂直。

2. 市區道路之人行與自行車道空間之發展定位依其功能性及使用特性不同，可分為行人與自行車分道使用及共同使用等，其中人行道之空間設計亦需考量無障礙空間之考量，茲整理出各種不同道路寬度下之人行與自行車道空間設計標準。

人行道設置標準建議

項目	設置標準建議
人行道淨寬	1.5 公尺以上
人行道淨高	2.1 公尺以上
坡度	橫坡度：0.5%~5%，一般採用 2% 縱坡度：12%以下
鋪面	堅實平順，表面平整防滑
區隔方式	人行道緣石、車止、欄杆、植槽綠籬、標線

無障礙設置標準建議

項目	設置標準建議
無障礙通路淨寬	單向：0.9 公尺以上 雙向：1.5 公尺以上
無障礙通路淨高	2.0 公尺以上
無障礙坡道	4. 橫坡度：8.33%以下，縱坡度：2%以下 5. 需於坡頂、坡底、轉向處，設置平台 6. 平台長度>1.5 公尺，寬度不小於坡道寬
鋪面	堅實平順，表面平整防滑
導盲設施	5. 無障礙通道至少一側供視障者依循前進之導盲邊界線 6. 邊界線應採直角與直線設計 7. 顏色、材質、觸感或敲擊聲應有明顯區別 8. 材質應堅實、穩固及止滑

3. 政府大力推動「人本交通」及「綠色交通」，並配合「永續發展」之理念進行市區道路之人行與自行車道材料選擇，本研究回顧國內所採用之相關材料，並以挑選適合人行、自行車、無障礙空間等三方面之材料進行評估及探討，並進行鋪面成本試算，以供設計時之參考。

磚材鋪面、天然石材鋪面、人造石材鋪面工法分析比較

工程項目	單價 (元/M <sup>2</sup> )	承載 能力	易發生之 問題	維修方法	維護方式
高壓混凝土磚 (硬底透水性鋪 設)	2309.9	高	斷裂、沈陷 隆起、翹曲 鬆動、阻塞	複雜 (挖除、置換 PVC管阻塞物清除)	複雜 (挖除、置換)
高壓混凝土磚 (軟底鋪設)	1307.2	高	斷裂、沈陷 隆起、翹曲 鬆動	簡單 (挖除、置換)	簡單 (挖除、置換)
混凝土鋪面 (硬底鋪設)	1398.8	高	坑洞	簡單(填補)	簡單(填補)
透水混凝土鋪面 (軟底鋪設)	1760.6	低	斷裂、沈陷 隆起、翹曲 鬆動、阻塞	複雜 (挖除、置換)	複雜 (挖除、置換)
表面處理之混凝土鋪面 (以洗石子為例) (硬底鋪設)	2783.0		剝脫	複雜 (切割混凝土版塊 後,打除重新鋪築)	簡單 (水柱沖洗)
石材鋪面 (以花崗石為例) (硬底性鋪設)	3189.9	最高	斷裂、沈陷 隆起、鬆動	簡單 (挖除、置換)	簡單 (挖除、置換)
石材鋪面 (以花崗石為例) (軟底鋪設)	2230.2	最高	斷裂、沈陷 隆起、鬆動	簡單 (挖除、置換)	簡單 (挖除、置換)
枕木 (軟底鋪設)	3552.4	低	腐蝕	簡單 (挖除、置換)	簡單 (挖除、置換)
紅磚 (軟底鋪設)	661.4	高	斷裂、沈陷 隆起、翹曲	簡單 (挖除、置換)	簡單 (挖除、置換)

瀝青混凝土工法分析比較

工程項目	單價 (元/M <sup>2</sup> )	承載 能力	易發生之 問題	維修方法	維護方式
一般瀝青鋪面 (軟底鋪設)	741.8	高	粒料剝脫 車轍	複雜 (刨除後重新加鋪)	複雜 (刨除後重 新加鋪)
透水性瀝青鋪面 (軟底鋪設)	954.9	高	孔隙阻塞 粒料剝脫 車轍	複雜 (刨除後重新加鋪)	簡單 (水柱沖洗)
彩色瀝青混凝土 (軟底鋪設)	1093.4	高	孔隙阻塞 粒料剝脫 車轍	複雜 (刨除後重新加鋪)	複雜 (刨除後重 新加鋪)
再生瀝青混凝土 (軟底鋪設)	509.3	高	孔隙阻塞 粒料剝脫 車轍	複雜 (刨除後重新加鋪)	複雜 (刨除後重 新加鋪)

4. 本研究回顧國內、外再生利用材料使用情形，並整理相關法規、檢試驗規範及施工綱要規範，只要產品可符合相關檢、試驗規範便可使用，並檢索環保標章及綠建材標章，以提供設計者進行設計時之考考。

再生材料運用於鋪面工程一覽表

鋪面種類 再生材料	水泥混凝土 類材料	瀝青混凝土 類材料	磚材類材料	基、底層材料
水淬爐石（碴）	V	V	V	V
鈦鐵礦氯化爐碴	V	V	V	V
玻璃		V	V	
焚化爐底灰(碴)	V	V	V	V
營建混合物	V		V	V
瀝青混凝土挖(刨) 除料		V		V
廢棄混凝土	V		V	V

5. 本研究於 96 年 8 月 31 日假國立中央大學舉辦「人行與自行車道材料及空間特性研討會」，96 年 11 月 21 日假內政部建築研究所台南性能實驗中心各舉辦「人行與自行車道材料及空間特性研討會」，讓北部及南部的資訊同步，並將鋪裝材料技術再升級推廣於台灣業界廠商，更可加強承辦相關業務人員對於市區道路人行與自行車空間建置及改善課題對策之瞭解度，並朝更專業方向邁進。



## 7.2 建議

1. 自行車為發展「綠色交通」中重要的一環，政府亦大力推動國人使用自行車來上下班或上下學，其轉乘制度尚未建立完全，造成自行車由出發、轉乘、到達這三階段無法一氣呵成，故在相關交通法規及市區道路設計未成熟前，僅能將自行車拿來做休閒、遊憩之用，建議儘快訂定市區道路之自行車道配合措施，以發展市區道路自行車網，以完成「綠色交通」之遠景。
2. 市區道路之人行與自行車道可選用之鋪裝材料眾多，建議儘量使用再生材料及透水鋪面設計，除了減少天然材料之使用，並可增加鋪面之保水量，降低都市熱島效應，亦可達永續發展之效。
3. 建議多舉辦相關研討會，宣傳及討論市區道路之現況缺失及改進策略，讓民眾享有「行」的自由。



## 參考文獻

1. 行政院體育委員會，「自行車道設施設計準則彙編」，2004。
2. 內政部營建署，「市區道路生態綠廊道整體建構計畫」，
3. 內政部營建署，「市區道路人行道設計手冊」，2003。
4. 廖慧燕，「我國與英、美、日無障礙建築環境法令之比較研究」，內政部建築研究所，2005。
5. 呂奇龍，「台灣地區綠營建資源回收再利用策略之研究」，國立中央大學土木工程研究所碩士論文，2003.6。
6. 雷揚中，「焚化爐底渣應用於道路工程之研究」，國立中央大學土木工程研究所碩士論文，2004.6。
7. 黃琮荏，「綠建築材料資源化再利用產業製程品質管理之研究」，國立中央大學土木工程研究所碩士論文，2005.6。
8. 王世賢，「焚化爐底渣及廢混凝土塊應用於控制性低強度材料工程及環境效益評估之研究」，國立中央大學土木工程研究所碩士論文，2005.6
9. 吳政松，「透水鋪面對工程環境之影響效益分析」，國立中央大學土木工程研究所碩士論文，2005.6
10. 葉銘欽，「透水性鋪面專家諮詢系統建置之研究」，國立中央大學土木工程研究所碩士論文，2006.6。
11. 張耿禎，「營建剩餘土石方評估指標建立及成效提升」，國立中央大學碩士論文，2006.6。
12. 行政院公共工程委員會，「推動國內可再生營建資源市場機制產業化之研究」，2003。
13. 內政部營建署，「95 年度營建工程剩餘土石方資源回收處理與資訊交流及總量管制計畫」期中報告，2007。

14. 內政部營建署，「推動土方銀行設置及現有土資場輔導轉型實施計畫」成果報告，2006。
15. 內政部營建署，「推動土方銀行設置及現有土資場輔導轉型實施計畫」成果報告，2006。
16. 謝國正，「94年台灣地區土石採取總量推估及管制」，93年度營建剩餘土石方管理及資源再利用講習會論文集，2005。
17. 內政部營建署，「推動土方銀行設置及現有土資場輔導轉型實施計畫」期末報告，2005。
18. 「拌合廠鋪裝再生技術準則」，社團法人日本道路協會，昭和62年1月。
19. Pavement Recycling Guidelines for Local Governments, Federal Highway Administration, 1987.
20. Eighmy, T. T., D. L. Gress et al. The Laconia, New Hampshire Bottom Ash Paving Project: VOL 3, Physical Performance Testing Report. Environmental Research Group, University of New Hampshire, January, 1996.
21. IZQUIERDO Maria, 「Use of bottom ash from municipal solid waste incineration as a road material」, <http://www.flyash.info>, 2003.
22. Fly Ash Library Home, 「Use of bottom ash municipal solid waste incineration as a road material」, <http://www.flyash.info>, 2004.
23. 行政院公共工程委員會, <http://www.pcc.gov.tw/>
24. 內政部營建署, <http://www.cpami.gov.tw/>
25. 行政院環保署, <http://www.epa.gov.tw/>
26. 環保署廢管處事業棄物申報系統, <http://waste.epa.gov.tw/prog/index.htm>
27. 經濟部工業局「資源化工業網」網站 <http://www.iw-recycling.org.tw/>
28. 行政院永續發展委員會網站：<http://www2.epa.gov.tw/nsdn/>
29. 全國法規資料庫網站：<http://law.moj.gov.tw/>
30. 日本國土交通省 <http://www.mlit.go.jp/>

31. 香港減少廢物委員會，[http://www.info.gov.hk/wrc/c\\_index2.htm](http://www.info.gov.hk/wrc/c_index2.htm)
32. 英國 C&D 回收網站，<http://www.cdrecycler.com/>
33. 英國環保部，<http://www.defra.gov.uk/environment/index.htm>
34. 香港環保署 <http://www.epd.gov.hk/epd/>
35. 新加坡環保部 <http://app.mewr.gov.sg/home.asp?id=M1>
36. 加拿大 PAC 協會 <http://www.pac.ca/information/envIRON.html>
37. 澳洲環保部 <http://www.deh.gov.au/>
38. 澳洲「WasteWise Construction Program」  
<http://www.deh.gov.au/settlements/industry/construction/wastewise/index.html>
39. 澳洲再生粒料規範，「Guide to the use of recycled concrete and masonry materials」，HB155-2002
40. 德國規範 DIN 4226-100，「Aggregate for mortar and concrete Part 100: Recycled aggregates」，2002.



附錄一 「市區道路人行與自行車空間改善策略暨鋪裝材料技術研究」期末報告  
審查意見回覆表

項次	審查單位（委員）及意見	研究單位回覆
1	許書王委員	
1.1	新鋪路面容易有「起砂」或有廢棄物，對於自行車容易造成滑倒，請提出看法或對策。	此原因為鋪設時之溫度控制不良，造成道路表面之材料不被瀝青材料所包裹，造成自行車容易滑倒之故。
1.2	自行車容易因小小的高低差而導致方向盤扭動，因而導致摔車情形產生，而在視線不良的情況下最為明顯，請針對照明作探討。	關於照明設備視線不良之問題，在營建署之人行環境無障礙之考評計畫中，標號 BB3 項目將照明設備列為考評項目之一。本研究於 3.5.3 節做簡單說明與建議，建議後續研究可以對這一塊加強調查。
1.3	補充資料 P116，1：3 水泥粉刷單價請再檢討。	謝謝委員指正，其單價係參考 96.11 月營建物價 P234 頁
1.4	報告書 P160，建議 1，請研究單位明確指出需要哪些具體配合措施，以供參考。可採用「停車→行進→停車」之方式，作問題探討策略。	已於 3.5.3 節中，以「停車→行進→停車」做為考量方法做探討，但所有政策仍需政府大力執行，致力建構一完善之自行車路網，並配合轉運站之規劃
1.5	期末報告中及成果報告，請研究單位將委員所提之意見與回覆附於附錄中。	謝謝委員指正，已將期初報告、期中報告各委員之提問及回覆放入其中。
1.6	結論部分請再做修正，如空間改善策略研究成果扼述，以研究成果方向描述可能較妥。	謝謝委員指正，結論部分整理本研究之成果，將之放入其中
2	曾一平委員	
2.1	報告書中 P54，最後一句「不同意地方為人行道禁止攤販之擺設」，語意不清。	關於人行道攤販擺設之問題，已於期末定稿做調整，並於 3.5.1 人行道改善策略之擬定中加入人行道攤販之改善建議。
2.2	報告書中 P61，「無障礙設施之施工，給予證書」立意良好，但須審慎考量。	大多營造廠監工人員或專業技術人員對於無障礙設施之施工都非專業人員，如有經過培訓並給予證書，對於無障礙設施會有較好之品質，因此建議。
2.3	報告書中 P75 之流程圖，何謂設計流程第一步驟為「鋪面專家諮	謝謝委員指正，其第一步驟修正為「市區道路設計」；於施工技術中加入「施

項次	審查單位（委員）及意見	研究單位回覆
	詢系統」；施工技術應加「施工規範」；檢測數據建檔為何意？	工規範」，以工程會之施工綱要規範為資料來源；經由檢測數據之建檔，可得知該材料應用於該案例之成效狀況，若發生重大缺失時，便可提供其檢測數據以分析原因。
2.4	報告書中 P83 之過濾層 5~10cm，請檢核？	謝謝委員指正，已進行修正。
2.5	P91 表 4.7 中，粗粒料應為單一級配？	謝謝委員指正，已修正為跳躍級配。
2.6	P113 點焊鋼筋網 150x150，PC 210kgf/cm <sup>2</sup> (PC 強度 達 210kgf/cm <sup>2</sup> ?)	謝謝委員指正，已修正為 140kgf/cm <sup>2</sup> ，用在市區道路人行及自行車道中。
2.7	P123 15cm 現有級配料，是否代表其為現有或加鋪？請說明。	謝謝委員指正，其級配料為現地重新回填，或是經由工廠混合後鋪設皆可
2.8	報告書內容部分單位請統一，例如米改成公尺，P12 倒數第四行 90 年代，倒數第三行 1997 年，採用民國或西元？標題之次序也須更正。	謝謝委員指正，已進行修正。
3	交通部公路總局	
3.1	規劃報告中，可否列舉目前國內市區道路形式，相關人行道及自行車道之斷面配置圖及配置原則，以提供相關單位爾後設施之參考，建議以斷面圖方式呈現。	相關人行道及自行車道之斷面配置圖及配置原則之斷面圖，已於期末報告定稿中 3.1 節加入，對於配置問題會更清楚。
3.2	報告書中，針對人行道、無障礙空間與自行車道之缺失，均有詳細說明，唯於改善建議只述明應改善之建議，可增加較具體改善建議；如 P68 機車退出騎樓之方式、做法，人行道連接處有高低差，且不平整，建議應平整。其相關作法為何。	機車退出騎樓，可靠政府大力執法及對民眾及店家做加強宣導，目前國內已有許多縣市開始實施騎樓整平之政策，就是解決人行道、騎樓連接處有高低差，且不平整的辦法。
3.3	自行車道空間缺失改善中，路權問題及違規問題，建議加劃自行車穿越道以避免與汽、機車直接接觸，但若發生事故時，將如何	目前關於自行車違規之問題，尚無明確罰則訂出，並且國內各政府機關多採取柔性勸導之方式告誡。若要取締違規自行車，勢必需要大量人力及政



項次	審查單位(委員)及意見	研究單位回覆
	歸責?如何對違規之自行車取締提出具體建議。	府機關大力勸導，若要確切執行，仍需一段時程
4	營建署中區工程處	
4.1	本報告偏重於鋪裝材料技術研究，而市區道路人行與自行車空間改善策略的研究較少，且未具有較創新改善作為，大多僅作現況之敘述，現存之自行車行駛於道路上人與車之現況問題；如自行車與機車、自行車與行人之速度差，均有不安全之問題存在，未提出較具體之空間佈置之改善。	關於自行車道與機車道、人行道之速度差相關研究調查。台灣自行車事故，根據調查一年有 7000 多件行人受傷案例。已嘗試著收集國外關於速度差的類似資料，但因為國內較少這方面之資料，不太容易做。建議相關單位可再對此做加強。
4.2	報告書中 P13，台灣發展自行車道之統計表，其中除台北市、台中市屬於市區道路範圍，大部分均為都市計劃區外，建議將台北市、台中市，目前推動較成功之案例，作為案例分析，路型、路線、路寬、長度、及鋪面材料列入報告，以供參考。	謝謝委員意見，於 3.4 中將台灣發展自行車道之現況與問題整理於其中，於 3.5.3 中提出相關對策，並於 4.5.1 中將相關鋪面材料等列入其中。
4.3	報告書 P102，一般混凝土鋪面為 $141\text{kg}/\text{cm}^2$ ，底 PC 5cm(現均改為 $140\text{ kg}/\text{cm}^2$ )； $280\text{ kg}/\text{cm}^2$ 為何強度較高之混凝土要比較厚，此段語意不清，似乎有誤，請查明清楚。	謝謝委員指正，依本研究之成果，修正其為底層水泥混凝土設計為 $140\text{ kgf}/\text{cm}^2$ 。
4.4	預鑄高壓混凝土鋪面以 1:2 水泥砂漿厚 2cm 膠結預鑄塊磚，有妨礙透水之虞，是否適合。	謝謝委員指正，水泥砂漿應移除
4.5	補充資料 P115、P116、P118 等頁，混凝土鋪面(硬底透水性鋪設)單價分析以混凝土加鋼筋網，即無水可透水，是否有誤。	謝謝委員指證，P115、P116、P118 等頁應更正為硬底鋪設
4.6	單價分析表凌亂，請統一。	謝謝委員指正，已修正
5	營建署南區工程處	
5.1	簡報中所提之彩色瓷石，請問是	1.為天然彩色瓷石

項次	審查單位（委員）及意見	研究單位回覆
	一般石子加工或者是天然色彩之石子，其石材如何取得？台灣產或進口石子？	2.台灣有生產加工過的彩色瓷石，而天然色彩之石子係仰賴國外進口
5.2	報告中彩色瀝青混凝土單價分析始使用一般石材或使用彩色瓷石石材應註明清楚。又本署目前工程其單價採用一般石材每 M3 為 29000~33000 元，若採用彩色瓷石，每 M3 單價約為 120000~130000 元左右，單價相差太大。	1.謝謝委員指正，會於單價分析表中註明。 2.彩色瓷石係國外進口
5.3	研究報告書中，P120~P123，其單價分析表中是以每 M2 為計價單位，而其分析項目中混凝土數量以 M2 為單位是否有誤，是否應改為 M3 才對。	謝謝委員指正，會於單價分析表中修正。
5.4	有關第二點可參考本署預算(單價分析表)何台東縣成功鎮(公所)3-1 號路(公所前道路)【本署補助 90 或 91 年度工程】，他是使用彩色瓷石，可詢價。	謝謝委員提供資訊。
6	台灣世曦工程顧問公司	
6.1	針對無障礙設施，關於通路鋪面磚材縫隙須在 0.3cm 以下，平整度則是只用定性描述規定。	
6.2	建議參考市區道路設置規範結論，使兩者在數據上不會有衝突的情況產生。	遵照委員意見，已參考世曦顧問公司之市區道路設置規範及易瑋顧問公司之人行道整合計畫，於期末定稿中修正。
6.3	關於「自行車道」及「腳踏車道」用詞不統一，建議參照法規標準，統一在報告書中使用「自行車道」一詞。	遵照委員意見，已參照法規標準，統一在期末定稿中使用「自行車道」一詞。多謝委員指正
6.4	關於結論與建議部分，在空間尺度上在報告內容已有引述，做成相關建議部分，建議在結論部分再做引述一次，使日後在參考或	遵照委員意見，於結論中將本研究之成果整理成表格置入其中。

項次	審查單位（委員）及意見	研究單位回覆
	閱讀上都較為方便。	
6.5	對於透水性鋪面維護管理部分，是以針對自然降雨或水洗方式進行維護，是否會有衰減情形出現，對路基之穩定性不好，是否在方法上可以有所交代。日本是以真空吸引方式，建議可放入。	目前台灣僅採用掃街車進行道路清潔之用，以自然降雨或水洗方式進行維護，到後期會有孔隙阻塞之現象，採用日本以真空吸引方式進行清潔，可將其恢復透水功能，但其經濟效益不高。
6.6	日本道路規範裡有一些透水試驗的做法，建議可參考。	謝謝委員指正，目前主要以透水試驗儀為測試其透水能力之主要試驗
6.7	在鋪設透水混凝土時須注意的事項是否可說明。	在進行透水混凝土鋪設之重點，除一般水泥混凝土之注意事項之外，更需注意是否有析離現象發生。
7	台北市政府交通局	
7.1	建議以「自行車」取代「腳踏車」一詞，以符合相關法規之規定。	遵照委員意見，已參照法規標準，統一在期末定稿中使用「自行車道」一詞。多謝委員指正
7.2	本報告書中僅針對自行車行駛寬度與以訂值，無人行道開放人行與自行車共用時，行人量對自行車衝擊之行人量研究分析。	針對委員所提之意見，本研究團隊已於期末定稿，3.5.3節自行車道改善策略之擬定中做清楚之描述，多謝委員指正。
7.3	佈設自行車道寬度時，主、支道，與次要幹道，其寬度應如何決定？	針對委員所提之意見，本研究團隊已於期末定稿，3.5.3節自行車道改善策略之擬定中做清楚之描述，多謝委員指正。
8	嘉義縣政府：	
8.1	報告書中 P56，樹根亦為缺失項目之一，建議可列入。	關於樹種缺失之問題，已於期末定稿中補上，多謝委員意見
8.2	報告書中 P60，無障礙空間改善，建議可將廁所、電梯刪除。	遵循委員意見，無障礙廁所已於期末定稿中刪除，但電梯、部分建議仍應留著，目的在於使政府能夠重視、留意無障礙電梯之設立。
8.3	報告書中 P67，設施帶維護，建議加註縣市政府單位。	設施帶維護，已於定稿中加入政府機關單位，多謝委員指正。
8.4	報告書中 P91 表 3.9，人手孔柵孔寬度應低於 1.3 公分。	人手孔柵孔之寬度，已於期末定稿中修正，多謝委員指正。
9	新竹市政府	

項次	審查單位（委員）及意見	研究單位回覆
9.1	單價分析表可否加註調查日期，部分單價似乎與市府有所差異，建議修正。	謝謝委員指正，其單價係參考 96.11 月營建物價 P234 頁
10	基隆市政府	
10.1	簡報檔請標明頁碼。	遵照委員意見，會將簡報標明頁碼以利閱讀，多謝委員指正
10.2	第三章關於現況問題改善策略之篇幅，略嫌少了點。	遵照委員意見，已於定稿中將第三章關於現況問題改善策略之篇幅增加，多謝委員指正
10.3	關於人行道之缺失，建議加強改善策略之具體建議。	人行道之各項缺失改善，實為政府須傾注大量心力之工作，本研究僅能提供相關建議做為政府施政之參考。無論是鋪面材料之改善、機車退出騎樓等等之措施，若政府能夠大刀闊斧依法執行，必能收到一定之成效。
10.4	關於結論與建議，建議結論要較具建議性，策略不清楚，表達效果也較不好。	謝謝委員指正，結論部分整理本研究之成果，將之放入其中
11	營建署道路工程組	
11.1	報告書 P17，鋪面之平整度上下不得大於 20mm 似乎有錯誤，請再修正。	
11.2	報告書 P54，第五點詞意似乎不清楚，請再修正。	關於人行道攤販擺設之問題，已於期末定稿做調整，並於 3.5.1 人行道改善策略之擬定中加入人行道攤販之改善建議。
11.3	報告書 P59，圖 3.16 之說明表達不清楚，請再詳盡說明。	報告書中關於室外引導通路不佳之說明，在定稿中已經過修正，對於其缺失，及其對應圖示也已經做個別之說明。
11.4	報告書 P68~P69，關於導盲磚與引導磚的不同，請再詳細說明，以及關於路口定向斜線之設置與使用，也請多做說明。	導盲磚之相關說明，已於期末定稿中重新詳細註明，並說明其正確使用方法。而路口定向斜線之設立，其目的亦為警示作用，作為轉換行進方向之一種輔助工具，其作用與導盲磚大同小異。
11.5	報告書 P71 表 3.9 之順序，與之	關於表 3.9 之順序錯誤，已於期末定稿

項次	審查單位（委員）及意見	研究單位回覆
	前說明之順序並不一致，請研究單位就順序的部分再做調整。	中訂正，多謝委員意見
11.6	報告書 P76，關於鋪面材料是否可加入木棧道材料特性之研究，比較後若不適用，是否也可列出其缺點供縣市政府做為參考。	謝謝委員意見，於第四章加入木棧道之成本分析
11.7	報告書 P105，關於透水面磚之品質詳「透水磚材料補充規範」，但找不到此部分資料。	謝謝委員意見，其所指之規範為 CNS 14995 透水性混凝土磚規範。
11.8	報告書 P124 工法比較表，維修及維修方式僅以簡單方式呈現，不易了解其區隔，是否可列出適合之區域或優缺點。	謝謝委員意見，已修正於期末報告中。
11.9	結論與建議可再加強。無法容易從結論與建議中很清楚的了解到具體的建議呈現。	謝謝委員指正，結論部分整理本研究之成果，將之放入其中
12	主席	
12.1	關於報告書中 P98~99，廠商名可不寫	遵照主席意見，已於定稿中將廠商名稱去掉，多謝主席指正
12.2	各專家學者及機關代表之意見，請研究團隊檢討參處，並將處理結果對照說明後續執行方式，確認後提送過會審查，並於契約規定之期限完成。	意見回覆詳本回覆表。本研究計畫已遵照辦理。



附錄二 「市區道路人行與自行車空間改善策略暨鋪裝材料技術研究」期中報告  
審查意見回覆表

項次	審查單位（委員）及意見	研究單位回覆
1	台北市政府工務局	
1.1	鋪面種類、成本考量，無法真正落實預算編列。	謝謝委員指正，於期末報告第四章中進行材料種類及成本考量分析，並依營建物價之單價進行試算，於 P.112 中進行預算編列。
2	台北市政府交通局	
2.1	人行道開放自行車騎乘時，對止滑、尺寸、間隔、及接縫之限制。	人行道設計手冊中均有提供相關規範設計，其中間隙之規定，是以 3mm 為準。
3	高雄市政府	
3.1	人行道鋪面不安全，對自行車造成危險。	謝謝委員指導，於期末報告第四章中對於材料種類做詳細分析。
4	交通部公路總局	
4.1	建議提供範例以參考試算。	謝謝委員指導，於期末報告第四章進行試算(P.112)
5	交通部運輸研究所	
5.1	依據運研所之觀察，自行車與行人共用之狀況，應是人行道寬度夠寬時，至少需約 4m。	根據研究指出，台灣 4m 以上之人行道約只佔 4%。目前比例仍顯稍低。
5.2	關於行人與自行車共用，由於一般人行道狹窄，有些甚至沒有設置人行道，若將自行車放進人行道中，且沒有加以分隔，不僅會造成人行道之擁擠，同時會危及行人安全之虞。	規範上，關於自行車與人行道共用，人行道淨寬需在 2.5m 以上。因此在推動之初，所選擇符合規範之人行道推行。
5.3	目前我國法定車種中，自行車種類除一般之傳統自行車外，仍包括電動自行車，此車種續航能力高(法定速度為 25km/hr)，故建議應朝自行車與一般機動車輛共用之方向推動。	多謝委員指正，本研究所指之自行車，是以一般之傳統自行車為主，並未討論到電動自行車之範疇。

項次	審查單位(委員)及意見	研究單位回覆
5.4	有關期中報告中 P.25 的策略(一)，建議准許自行車行駛人行道乙節，目前交通部採取的例外開放，即設計單位須在不影響行人通行下以標誌、標線設置自行車之行駛空間。	謝謝委員指導，目前交通部是將自行車騎士歸類為”速人”，並於明年訂定相關規範。
5.5	有關期中報告中 P.25 的策略(二)，未來將訂定規範乙節，建議能建立各項標準的組合案例以及指導手冊。	
5.6	有關鋪裝材料的平整度、間隙、抗滑，可否納在施工規範或適當的建設過程中處理。	謝謝委員指正，於間隙之規定，是以 3mm 為準。規範方面，會再參酌國內相關規範。
6	營建署中區工程處	
6.1	本研究報告之內容似與主題不太符合，分為四個子題探討，但彼此似乎不串聯。建議運用邏輯加以連貫，如：市區人行道上，同時有行人及自行車行走會互相干擾，在有限之空間如何區隔，及改善之策略；人行道上所鋪設之材料的平整度，及如何施工等。須能有實用性之規劃原則。	謝謝委員指導，本研究期末報告中第四章中進行市區道路人行與自行車道相關材料性質分析，其第四節中亦提到施工技術等。
6.2	營建署權責為市區道路範圍，而在研究團隊之期中報告 P19~P24 已擴展到區域性、地方性路網，已超出權責範圍。	謝謝委員指正，期末報告中已將研究範圍縮小至市區道路人行與自行車道之研究範圍。
6.3	借就英國倫敦市區步道導引為例，建議是否能參照英國，就每一條道路之路寬、交通量、及路型加以探討，研究出可以汽車、機車、與自行車共用之路網。	謝謝委員指導，期末報告中之空間部分，主要將市區道路人行與自行車道之空間設計及分析進行相關研究
6.4	在法令之修改上，本研究報告亦有提及，推動仍有不及，如捷運、公車應可加以改善，將自行車以掛置方式與人共乘之規定，及對標誌、標線之法令修改。	謝謝委員指正，期末報告主要就市區道路人行與自行車道之空間探討及鋪裝材料進行研究
6.5	本報告關於透水性鋪面設計與本研究題目範圍似乎不符合，較偏重於鋪面工程，對人行道鋪面之探討較少。	謝謝委員指正，期末報告中主要以市區道路人行與自行車道為研究範圍。



項次	審查單位（委員）及意見	研究單位回覆
6.6	建議能朝向規劃設計手冊之方向來研究，較為實用。	謝謝委員指正，期末報告第四章中依材料特性、配合設計、施工技術及預算編列等。
7	營建署南區工程處	
7.1	有關期中報告 P.18，推動計畫重複，請修正。	謝謝委員指正，以於期末報告中修訂，多謝委員指正。
7.2	建議將汽車路邊停車之空間讓出給人行道及自行車道之規劃使用。	本研究範圍市區道路人行與自行車道之空間分析，於第三章提出現行缺失及改進策略等。
7.3	建議將鋪面所使用的材料之優缺點列出，並建議使用之材料種類。	謝謝委員指正，於期末報告第四章中列出市區道路人行與自行車道適合之材料及優缺點。
8	內政部營建署道路工程組	
8.1	建議研究團隊能加強材料之分析，並在期中報告 P.26、P31~P36、及 P56 等補充人行道之資料。	謝謝委員指正，於期末報告第四章中進行市區道路人行與自行車道之材料分析
9	劉委員立偉	
9.1	建議報告書章節所研究流程所示，先探討空間及鋪裝改善策略後，在聚焦材料及技術之探討，並以此為重點。	關於報告書章節流程，本研究團隊已遵循委員意見，先探討空間及鋪裝改善策略，再深入材料及技術，多謝委員指正。
9.2	市區道路人行與自行車的使用，在本案定位為休閒遊憩，或日常生活生產使用，必須先探討才能理解所能放置之空間區位，也會影響後續的材料及技術的選用。	謝謝委員指正，本研究於期末報告中進行相關探討。
9.3	是否可提供國內、外的案例分析。	謝謝委員指正，於期末報名第五章中進行國內相關案例分析
9.4	鋪面專家諮詢系統是靜態之諮詢查詢，還是可以動態取代地方設計自行車道或人行道的工作，查詢系統之材料、價格每隔多久會更新一次。	謝謝委員指導，此鋪面專家諮詢系統為整合本團隊歷年相關研究成果，相關材料、價格來源為營建物價，其每兩個月便更新一次資料
10	許委員書王	
10.1	本研究案建議先針對市區自行車道做定義，例如：為休憩道路或為交通道路，或區分車道、機車道、人行道，或為改善都市交通空間共用或環境品質，以何為主軸。	本研究團隊於這次計畫案對自行車的重點在於如何可將自行車路線從休憩道路擴大為交通道路，以此作為重點探討。

項次	審查單位（委員）及意見	研究單位回覆
10.2	鋪裝材料用於人行道與自行車道者，建議要將維護管理問題一併考量，因人行道與自行車道其防護能力不如汽車道等。因此對於面層材料粗糙度、平澹度、坑洞耐受度不同，在維護標準功能也不同，當維修道路時，若有三、四種材質，功能需考量，易增加管理成本，因此建議須加以考量。	謝謝委員指正，於期末報告第四章中進行市區道路人行與自行車道之材料分析
10.3	法規面之配套措施，如再生材料的適法性、適用性，宜提出修改建議，如：自行車之速限問題。	謝謝委員指正，於期末報告第四章中整理國內目前之相關檢驗及試驗規範及施工綱要規範等
11	簡主席修德	
11.1	關於彩色瀝青單價高之問題，請再做研究。	謝謝主席指示，於期末報告第四章中進行彩色瀝青混凝土相關性質分析與單價試算
11.2	本研究案請研究單位進行實際案例之分析，如：各縣市政府鋪面使用之材質，並做優缺分析。	本研究團隊已於期末報告第五章加入案例分析，多謝委員指正。
11.3	希望本研究案能以設計手冊形式進行。	謝謝主席指示，於期末報告第四章中進行彩色瀝青混凝土相關性質分析與單價試算
11.4	各專家學者及機關代表之意見，請研究團隊檢討參處，並將處理結果對照說明後續執行方式，確認後提送過會審查，並於契約規定之期限完成。	意見回覆詳本回覆表。本研究計畫已遵照辦理。