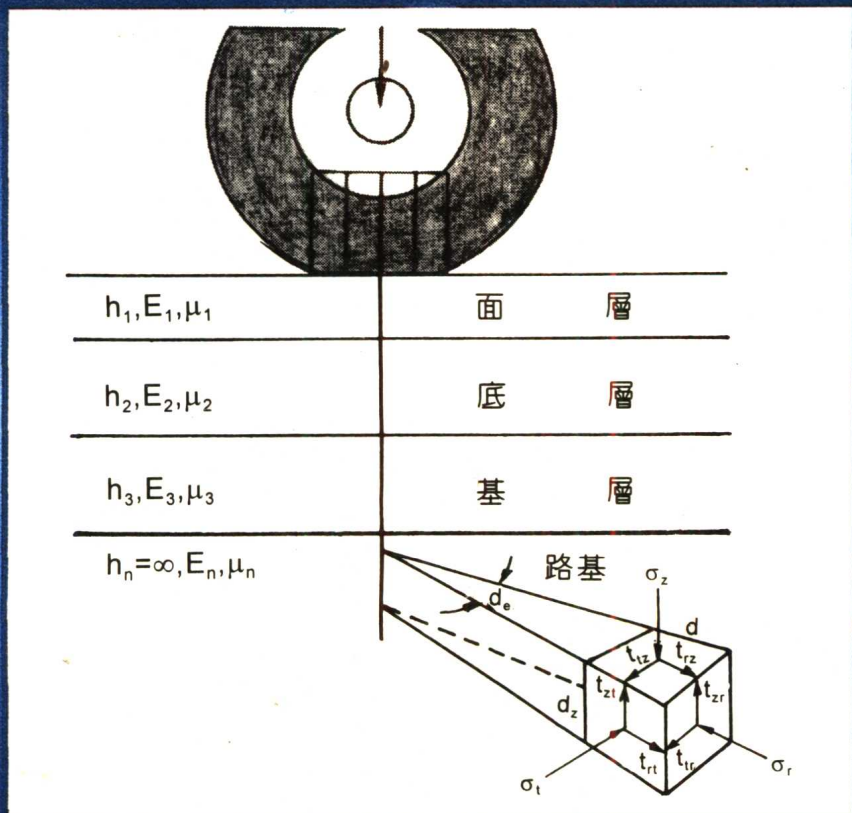


鋪面、材料工程實務

吳學禮 編著



詹氏書局

鋪面、材料工程實務

吳學禮 編著

詹氏書局

國立中央圖書館出版品預行編目資料

鋪面、材料工程實務／吳學禮編著．——初版

——臺北市：詹氏，民 85

面； 公分

參考書面：面

ISBN 957-705-096-4（平裝）

1. 工程材料

440.3

85003949

版
權
所
有



翻
印
必
究

鋪面、材料工程實務

編著者：吳學禮

發行人：詹文才

發行所：詹氏書局

登記證：局版台業字第三二〇五號

郵政劃撥：0591120-1

戶名：詹氏書局

地址：台北市和平東路一段一七七號九樓之五

電話：(02)3918058.3967077.3412856.3938879

傳真：(02)3964653.3938869

印刷：海王彩色印刷製版公司

再版 中華民國八十五年五月初版

定價：新台幣 950 元

I.B.S.N. 957-705-096-4（平裝）

石 序

著者吳主任工程師學禮歷經石門水庫工程檢驗隊土壤試驗，公路局材料試驗所路面試驗與檢驗，台北市改制後新建工程處路面設計及試驗，然後於62年5月投入中華顧問工程司服務迄今35年以來，心無旁騖一直與土壤、材料及鋪面工程為伍，故經驗豐富，堪稱此一方面的專家。

著者自從民國58年發表論文以來，由於中華顧問工程司工作環境多元化，及在公司培育下，多次參加國內外鋪面工程研討會，加上他個人的興趣，如今已發表論文85篇，并於民國78年得到中華民國道路協會論文獎，現又於公餘之暇，以鋪面工程及材料工程為主揮筆成書，甚具實用價值，將為同行所先睹為快。

本書共分九章七十二節，都50萬言，凡室內試驗、工地檢驗及鋪面設計等皆涵蓋在內。時值政府大力倡導品質之際，諒可供各界參考、引以為範，而達到提昇工程品質之目的，故樂以為序。

石 中 光

中國工程師學會理事長

民國84年11月 日

蔡 序

台灣近代化之公路建築，在數十年來政府積極推動之下，無論在工程技術，或結構設施上，都有正面的成就，也由此促進今日台灣經濟高度的發展及各項建設突飛猛進。但為適應未來現代化的工程技術的開發，重型車輛可能的演變，以及對要求日高的行旅舒適性等等需求，追求更高品質的公路交通為從事公路建設所努力的目標。

欲得完善之公路建築，則公路材料之研究，試驗及路面結構等之開發實不可缺，無論是從事理論研究或實務工作者不能不研究公路材料、路面結構及其相互間關係。本書作者吳學禮先生，數十年來以其參與實務工作，從事於路面材料研究，主持路面材料試驗品管，以及路面結構分析等理論與實務性工作，並以其多次在路面研討會及期刊發表之研究成果，及接受外界的專題研究心得；著者也搜集中外有關資料，參考各家著作，一方面加以整理，一方面配合所參與實務工作所得，適應實際需要，著作「鋪面／材料工程實務」一書，全書分成九章 72 節，內容豐富詳盡，舉例印証，系統嚴謹分明，誠屬不可多得之佳著。本書不但適合大專土木科系教學之用，亦為公路人員實用價值之參考手冊。在本書發行欣喜之餘，特為之序。

蔡 攀 磐

序於成功大學土木系

1995 年 11 月

林 序

台灣地區鋪面工程自光復以來已有長足進步，五十年來經農業土木、經濟土木、都市土木，進入環境土木時期，而土木工程中的結構、大地、運輸、水資源、環境工程、營建管理、測繪工程，材料工程的發展亦一日千里，而影響國計民生關係重大的鋪面工程亦沒有例外。由於鋪面工程為一門具本土化氣息濃厚的學問，實務經驗與學理理論并重，本書的出版正可彌補以往偏重學理之缺失。

本書作著吳學禮經理為本人任職於公路局材料試驗所的前輩同事，本人於國立成功大學土研所進修期間，對於公路材料及路面厚度設計倍感興趣，當時國內相關之文獻甚為缺乏，“台灣公路工程月刊”是唯一的中文，具有深度及廣度之雜誌；民國六十年代吳君即為該雜誌的作著，舉凡「各種柔性路面厚度方法之比較」，「重交通量對鋪面材料之影響」，「路基土壤 MR 承载力分析」，「瀝青混凝土粒料防剝性探討」，「鋪面工程品質實務」，「剛性路面混凝土抗彎強度評估」等近三十篇論文佳作，皆出自吳君之手筆，這些都是作者任職於石門水庫公路局材料試驗所，台北市新建工程處材料室，中華顧問工程司等近三十五年的工作心得與體會。這些大作不僅對國內鋪面工程技術之提昇佔一席之地，并給予國內從事鋪面工程研究的研究生，提供最新之資訊，而本人也因拜讀吳君大作之際，以及公路局公路月刊佳作給予當年年青的我甚多的啓示，在研究所畢業後自然投入鋪面工程之領域，迄今已二十年，而終生以此為職志。本人對吳君當年給予的啓發在此表示敬意并予感謝。

本書為吳君近三十五年之工作結晶，內容涵蓋土壤試驗，瀝青材料及配比試驗，水泥材料試驗，水泥混凝土材料及配比試驗，水泥材料試驗，材料檢驗規範，營建工程施工品質管制，柔性路面厚度設計，剛性路面厚度設

Antepol/04

計、鋪面加鋪等章節，以實務經驗及範例為主。鑑於國內大學，專科及高工土木工程科系相關課程，在鋪面工程領域確實甚少，祇有在公路工程科中以少數篇幅介紹，其餘則有賴工程師進入工程界後的在職教育。由於十二項建設積極展開，第二條高速公路，西部濱海快速公路，十二條東西向快速公路，十四個民航機場之路道，興建改進，以及省縣道之擴建及維修，而行政院自民國八十四年七月起正式宣佈為公共工程品質年，隨著針對台灣地區公共工程進行全面品質評鑑，本書之出版正可提供承包商、業主的鋪面從業人員一份最佳獻禮，以全面提昇公共工程鋪面水準。吳君與本人相識近廿年，吳君的土木工程生涯，由技工、助理工程員，監工員，幫工程師、試驗室主任、副理、經理，由基層至管理階層。吳君的學歷由高工、大學，以及赴印尼、中東、中南美及越南，等地擔任顧問從事鋪面工程相關工作，這些經歷的累積值得肯定，令瀏覽全書之際本人非常欽佩，樂予題序。

林 志 棟

序於中央大學土木系

1995 年 11 月

倪 序

交通是科技與文化發展的先驅，肩負著華路藍縷的責任，台灣能有今日的國富民強，交通的發達是主因之一。在所有運輸設施之中，公路是最方便的交通工具，對民生品質及工業發展貢獻很大。因此，如何設計及構築新建公路以及維護現有公路，就是一門專業知識。本書作者，在公路工程界歷經三十餘年實務的磨鍊，從基層一步一步晉昇至中華顧問工程司的試驗中心主管，可謂是在鋪面與材料工程方面的專家；作者祈望能與工程界的先進切磋琢磨的機會，同時又能提攜在校的莘莘學子，特將個人數十年來的實務工作經驗與研究成果，參酌國內外有關資料，著作“鋪面／材料工程實務”一書，誠屬不可多得之佳作。

本書分為九章七十二節，內容涵蓋與鋪面／材料有關的規劃、設計、施工與監造各階段的作業內容。為了針對實務性及節省篇幅，材料品質管制試驗篇介紹土壤、粒料、水泥、瀝青、及混凝土的相關試驗；同時，各種試驗與檢測又區分為室內與工地兩類，配合規劃、設計與監造各階段所需。道路施工品質管制則又包含柔性與剛性鋪面工程；在路面設計篇，則納入國外五種以上設計方法，互作比較，內容非常豐富。因此，對於公路工程人員而言，本書是不可多得的參考手冊，對於在校學生而言，本書也是有價值的教材。在有好書大家共享之時，特以為序。

倪 志 寬

序於台北技術學院土木系

1995年11月 日

自序

作者為台灣省台南縣距海 1.5 公里之農村子弟。初中就讀於北門中學，每天赤足 1 小時前往學校，故村中就讀初中者當時僅佔 1/10。因數學成績較好，雙親文盲，家兄安排就讀於高雄工職土木科，為此導致學生生活之艱辛，在民國 60 年才完成大學教育（中原大學土木系夜間部）。民國 48 年因乙種土木技術人員考試及格被派在鄉公所從事村幹事、兵役課等工作；二年後因志趣所趨，離鄉赴石門水庫工程檢驗隊與土壤試驗為伍（技工），歷一年因普考及格而晉升為助理工程員，惟深感學術不足之苦，在水庫完工後放棄農牧局正式工程員而在公路局材料試驗所就任雇用監工員，或許因此導致 34 年來一直從事土壤及材料之試驗、品管及鋪面設計等工作，亦是本書付梓之緣源，尤以公路局 4 年、台北市新建工程處 5 年（35 歲任試驗室主任）及中華顧問工程司 23 年之國內外工作（印尼、約旦、海地、賴比瑞亞及越南），更令自己覺得責無旁貸，提出所知。

本書共分九章 72 節，第一章縮寫與名詞解釋，為從事土木、建築、鋪面工程者須知之常識。第二章乃營建工程材料工程師及鋪面工程師所需要之經驗。第三章室內基本試驗，為中心試驗室該有之配備，亦是從事鋪面工程設計及工程材料應知之試驗項目，作者在每項試驗中皆提出工作者認知之程度。第四章材料調查、施工規範及鉗探監工須知，提出設計階段所需之資料、工程人員該注意事項。第五章工地基本試驗、檢驗共有 20 節，以公路、機場及建築工程中，必須試驗、檢驗之混凝土、瀝青混凝土、級配料、水泥處理土壤等為主。第六章營建工程施工品質管制，以混凝土、鋪面工程品質管制圖之類別及應用公式等提出說明。第七章路面設計，包括柔性與剛性，以台灣地區常用且最新版為主，目的在於使讀者可實際從事設計工作。第八章剛性道面設計，以台灣地區常用之 FAA 及 PCA 設計方法予以敘述。

第九章加鋪設計方法，共列 AI、AASHTO、FAA 及 PCA 等各種方法，并予以比較分析。

本書資料來自於 AASHTO、AI、ACI、ASTM、CNS、BS、FAA、JIS、PCA、中華顧問工程司路面工程手冊及作者 85 篇論文之精華。至於部份圖表仍用英文，係因國外工作時較為方便計，惟疏漏難免，見解有異，謹請各教授、先進不吝指正。

承蒙中華顧問工程司石董事長中光（中國工程師學會理事長）、成大土木工程研究所蔡所長攀鰲、中央大學土木工程系林教授志棟、台北技術學院土木工程系倪教授志寬等為之作序，令我銘感五內，亦感謝中華顧問工程司試驗中心同仁協助。

吳 學 禮

敬誌於台北

中華民國 84 年 12 月

目 錄

第一章 縮寫與名詞解釋	1
第一節 國內外常用之規範及機構之縮寫	1
第二節 一般名詞解釋	3
第三節 鋪面工程常用名詞	4
1.3.1.鋪面	
1.3.2.鋪築結構	
1.3.3.面層	
1.3.4.底層	
1.3.5.基層	
1.3.6.全厚度鋪築	
1.3.7.透層	
1.3.8.粘層	
1.3.9.路基(道基)與路床(道床)之涵義	
1.3.10.路面現況服務指數	
1.3.11.設計年數、績效年限、分析年限	
1.3.12.瀝青類名詞	
1.3.13.粒料	
1.3.14.瀝青混合料	
1.3.15.瀝青混凝土	
1.3.16.水泥混凝土	
1.3.18.表面處理	
1.3.19.加鋪設計	
第一章 參考資料	11
第一章 習題	12
第二章 鋪面 / 材料工程師所需之經驗	13
第一節 營建工程材料工程師	13
2.1.1.簡述	
2.1.2.營建工程材料工程師工作範圍	
2.1.3.全程(全方位)材料工程師	
第二節鋪面工程師	15

2.2.1.簡述	
2.2.2.鋪面工程師之工作範圍	
2.2.3.全程(全方位)鋪面工程師	
2.2.4.P/M工程師工作上配合單位	
第三章室內基本試驗	17
第一節試驗項目分類	17
3.1.1.概述	
3.1.2.公路工程須知之試驗項目	
3.1.3.鋪面/材料工程師常用之規範與試驗方法	
3.1.4.鋪面/材料工程師室內及工地試驗須知程度	
第二節篩分析及顆粒分析	20
3.2.1.簡述	
3.2.2.試驗方法與用途	
3.2.3.粒料與級配料的取樣與試驗重量	
3.2.4.顆粒分析試驗重量	
3.2.5.篩分析試驗器具	
3.2.6.篩分析試驗步驟及計算	
3.2.7.顆粒分析試驗器具	
3.2.8.顆粒分析試驗步驟及計算	
第三節比重試驗	35
3.3.1.簡述	
3.3.2.試驗方法	
3.3.3.粗細粒料之分界	
3.3.4.粗粒料比重及吸水率試驗	
3.3.5.細粒料比重及吸水率試驗	
3.3.6.土壤比重試驗	
3.3.7.比重值類別與相互關係	
3.3.8.試驗注意事項及重點	
第四節阿太堡限度試驗	46
3.4.1.簡述	
3.4.2.阿太堡限度試驗涵意	
3.4.3.液性限度試驗	
3.4.4.塑性限度試驗	

3.4.5.塑性指數	
3.4.6.阿太保限度試驗值應用	
3.4.7.試驗注意事項及重點	
第五節含沙當量試驗	53
3.5.1.簡述	
3.5.2.試驗方法	
3.5.3.主要儀器及化學藥劑	
3.5.4.試樣準備與試驗步驟	
3.5.5.計算及報告表	
3.5.6.含砂當量的應用	
3.5.7.試驗注意事項	
第六節洛杉磯磨損率試驗	57
3.6.1.簡述	
3.6.2.試驗方法	
3.6.3.主要儀器	
3.6.4.試樣準備與試驗步驟	
3.6.5.計算及試驗報告	
3.6.6.洛杉磯磨損率之應用	
3.6.7.試驗應注意事項	
第七節健度試驗	62
3.7.1.簡述	
3.7.2.試驗方法	
3.7.3.主要試驗器具	
3.7.4.試樣準備	
3.7.5.試驗步驟	
3.7.6.定量檢驗	
3.7.7.品質檢驗	
3.7.8.試驗報告	
3.7.9.健度試驗之應用	
3.7.10.試驗注意事項	
第八節夯壓試驗	68
3.8.1.簡述	
3.8.2.試驗方法	

3.8.3.各種夯壓試驗方法之比較及使用條件	
3.8.4.主要試驗器具	
3.8.5.試樣準備	
3.8.6.試驗步驟	
3.8.7.計算及報告	
3.8.8.夯壓試驗之應用	
3.8.9.夯壓試驗重要事項	
第九節工地密度、最大乾密度、壓實度及相對密度	76
3.9.1.簡述	
3.9.2.工地密度試驗方法之類別與限制	
3.9.3.砂錐法工地密度試驗	
3.9.4.最大乾密度	
3.9.5.壓實度及相對密度	
3.9.6.超大尺寸處理	
3.9.7.工地密度、壓實度及相對密度之應用	
3.9.8.重點及注意事項	
第十節CBR試驗	90
3.10.1.簡述	
3.10.2.試驗方法	
3.10.3.擾動樣品CBR試驗	
3.10.4.現場(工地)CBR試驗	
3.10.5.CBR值應用及施工規範	
3.10.6.重點及注意事項	
第十一節路基土壤、級配料MR試驗	100
3.11.1.簡述	
3.11.3.MR試驗方法	
3.11.3.影響路基土壤及級配料MR值之因素	
3.11.4.MR定義	
3.11.5.土壤類別與試驗方法關係	
3.11.6.試驗儀器	
3.11.7.試樣準備	
3.11.8.試驗步驟	
3.11.9.資料整理及MR值決定	

3.11.10.MR值應用	
3.11.11.MR試驗重點及注意事項	
第十二節R值試驗	117
3.12.1.簡述	
3.12.2.試驗方法	
3.12.3.試驗儀器	
3.12.4.試樣準備及試驗步驟	
3.12.5.R值計算公式	
3.12.6.R 值應用	
3.12.7.重點及注意事項	
第十三節瀝青混凝土動彈性模數試驗	121
3.13.1.簡述	
3.13.2.試驗方法	
3.13.3.試驗儀器	
3.13.4.試體準備及試驗步驟	
3.13.5.試驗結果及報告	
3.13.6.影響 $E^{\otimes}$ 因素	
3.13.7. $E^{\otimes}$ 應用	
第十四節土壤分類	127
3.14.1.簡述	
3.14.2.土壤分類之類別與工程師的關係	
3.14.3.AASHTO土壤分類方法	
3.14.4.美國統一分類方法(USCS)	
3.14.5.FAA分類方法	
3.14.6.土壤分類之應用	
3.14.7.各種土壤分類方法比較及相互關係	
第十五節水泥混凝土配合設計	146
3.15.1.簡述	
3.15.2.混凝土種類及配合設計方法	
3.15.3.決定混凝土配比需要考慮因素	
3.15.4.混凝土抗壓配合設計所需之因子	
3.15.5.混凝土配合設計原則	
3.15.6.ACI 211.1-91配合設計方法	

3.15.7.美國墾務局混凝土配合設計方法	
3.15.8.混凝土抗彎配合設計	
3.15.9.混凝土配合設計注意事項	
3.15.10.低強度水泥混凝土配合設計	
3.15.11.LCB配合設計注意事項	
第十六節瀝青類別及用途	173
3.16.1.簡述	
3.16.2.瀝青類別及其來源	
3.16.3.地瀝青膠泥分類及分級	
3.16.4.油溶瀝青之分類及用途	
3.16.5.乳化瀝青之分類及用途	
3.16.6.重點及注意事項	
第十七節瀝青系材料試驗	195
3.17.1.簡述	
3.17.2.地瀝青膠泥試驗項目	
3.17.3.油溶瀝青試驗項目	
3.17.4.乳化瀝青試驗項目	
3.17.5.選擇試驗項目及注意事項	
第十八節瀝青混凝土面乾內飽和比重試驗	199
3.18.1.簡述	
3.18.2.試驗方法	
3.18.3.主要用途	
3.18.4.試體準備	
3.18.5.試驗步驟	
3.18.6.重點及注意事項	
第十九節瀝青混合料最大理論密度試驗	202
3.19.1.簡述	
3.19.2.試驗方法	
3.19.3.主要用途	
3.19.4.主要試驗器具	
3.19.5.試樣準備	
3.19.6.試驗瓶加水之校正曲線	
3.19.7.試驗步驟	

3.19.8.計算	
3.19.9.多孔性粒料之補充步驟	
3.19.10.重點及注意事項	
第廿節瀝青混凝土配合設計－馬歇爾方法	209
3.20.1.簡述	
3.20.2.熱拌式瀝青混凝土配合設計方法	
3.20.3.瀝青混凝土之性質	
3.20.4.瀝青混凝土配合設計的用途	
3.20.5.馬歇爾配合設計方法	
3.20.6.重點及注意事項	
第廿一節大顆粒瀝青混凝土配合設計(LSAM)	249
3.21.1.LSAM之涵意	
3.21.2.使用LSAM作為鋪面材料之目的	
3.21.3.LSAM配合設計方法	
3.21.4.級配規格	
3.21.5.配合設計準則	
第三章參考資料	251
第三章習題	255
第四章材料調查、施工規範及鉗探監工須知	261
第一節材料調查	261
4.1.1.簡述	
4.1.2.材料調查的類別與範圍	
4.1.3.材料調查的用途	
4.1.4.材料調查的流程及規劃	
4.1.5.材料調查的項目、方法與工具	
4.1.6.材料調查試驗項目	
4.1.7.現場試驗與取樣	
4.1.8.報告	
4.1.9.材料調查重點及注意事項	
第二節施工規範	270
4.2.1.簡述	
4.2.2.施工規範涵意與用途	