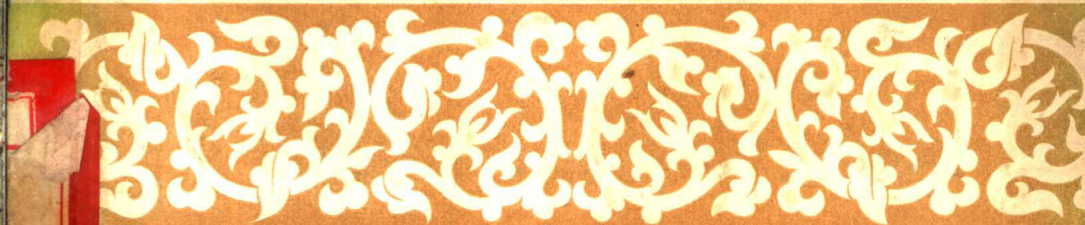


公路工程材料試驗方法

中央交通部公路總局編

人民交通出版社



公路工程材料試驗方法

中央交通部公路總局編

人民交通出版社

再版序言

本書出版後，原擬根據讀者意見和我們繼續得到的資料，於再版時修正補充。但因初版印數太少，不敷分配，各方來信需索，無法應付；我們又因工作繁忙，抽不出整理補充的時間。爲了爭取時間，適應各方面的迫切需要，我們只校對了一下錯字，付印再版。新添的木材橫順紋抗剪試驗及柏油酚萘含量試驗，也只好補入附錄中。

至希讀者指出錯誤，并提意見，以爲將來修正補充根據；使本書漸臻完善，作材料試驗工作的參考。

1954年3月

前 言

要把我國廣大土地上極豐富的工程材料，有效的利用於大規模的經濟建設，首先必須從事材料試驗，研究瞭解各種材料的性能，否則就無法決定材料的正確使用，無法保證設計施工的合理，更談不上工程的經濟與安全。在基本建設程序中，材料試驗是設計與施工必經的步驟，而且要做到互相保證，因此各公路建設單位正積極加強或籌辦材料試驗室。跟着這種情況所產生的急待解決的問題，便是採用何種方法來試驗。和其他技術一樣，在優越的社會主義制度下，蘇聯在工程材料試驗上有着無可比擬的成就，既有高度的科學理論基礎，又能密切的聯系着實際施工。因此本局材料試驗所將所採用的蘇聯材料試驗法編輯成冊，以供全國公路建設單位採用和推廣。

本書共分二部份；第一部份為工程材料試驗方法，共計八種，均由蘇聯原文書譯出編纂而成。其中水泥與集料試驗法早在1951年春即由本局蘇聯專家別路包羅多夫同志介紹，由試驗所試用。兩年以來承別路包羅多夫和畢丘金兩位專家多方協助，代為搜集資料，解答疑難問題，使試驗法漸臻完備，這是應當向蘇聯專家致謝的。第二部份為附錄，是與材料試驗有關的各項資料，其中試驗機的校準頗為重要，因缺乏資料，係試驗所根據已往經驗編成；又試樣採選法中一部份資料乃試驗所根據試驗法與實際經驗相結合而編出，例如樣品的數量，包裝方法與應說明事項等。其他均係根據蘇聯資料編纂的。

除上述八種工程材料外，在公路工程中還有若干種常用的材料，如磚和石灰等，又已編的八種材料試驗法中，例如混凝土的滲透和彈性模量試驗，木材的防腐和大件試驗，土壤的變形率和三軸試驗以及金屬的扭轉，疲勞和電焊試驗等等試驗，或因資料不全，或因時間急迫，未能編入本書，以後當另印續編，以供試驗者的參考。

所用專門名詞係根據「中國科學院編譯局印行的鐵路與公路名詞

草案」，該項草案正在討論修正中，如有更動，當以科學院正式頒佈之名詞為準。又波特蘭水泥雖經重工業部全國水泥技術會議建議改名為「矽酸鹽水泥」，惟尚未正式頒佈，故本書仍用原名。

各試驗法係由多種參考書譯編而成，為盡量保持原文真像，所以所有公式中的符號未強求一致。

水泥的成份與砂漿，混凝土的強度和其他性質有關，故水泥的化學分析在試驗中亦佔相當重要的地位。經商得重工業部基本建設局籌備組的同意，將全國水泥技術會議所擬定的「水泥化學分析試行方法草案」及「中央人民政府重工業部水泥暫行標準草案」轉載附錄中；因尚未正式頒佈，故僅供試驗者的參考。

本書編輯工作包括補充資料，翻譯原稿，編纂，修改，照像，製圖與謄寫等工作。因試驗所幹部不多，經常任務較為繁重，倉促之間完成編輯工作，難免有遺漏和錯誤之處，希讀者提出意見及建議，逕寄北京本局，以便修正。

公 路 總 局

1953年1月

目 錄

第一章 水泥試驗法

1—1	正常稠度試驗.....	1
1—2	凝結時間試驗.....	5
1—3	耐固性試驗.....	6
1—4	細度試驗.....	10
1—5	比重試驗.....	12
1—6	硬練砂漿之抗拉強度試驗.....	14
1—7	硬練砂漿之抗壓強度試驗.....	23
1—8	軟練砂漿之抗拉強度試驗.....	28
1—9	軟練砂漿之抗壓強度試驗.....	30
1—10	軟練砂漿之抗折與抗壓強度試驗.....	31
1—11	水泥全部試驗結果總表.....	36
1—12	水泥標號快速試驗法.....	37
1—12.1	試驗步驟.....	37
1—12.2	試驗記錄.....	39
1—12.3	水泥快速試驗結果的應用.....	40
1—13	合乎工地應用的水泥快速試驗法.....	43
1—13.1	說明.....	43
1—13.2	試樣的採取.....	43
1—13.3	試樣製備.....	43
1—13.4	凝結時間試驗.....	43
1—13.5	固定性試驗.....	43
1—13.6	抗折試驗.....	44
1—13.7	水泥標號的近似值.....	44

第二章 集料試驗法

(一) 砂試驗法

2—1	礦物成份	48
2—2	粘土及粉砂質含量試驗	48
2—3	粘土之近似含量試驗	49
2—4	有機物含量檢驗	51
2—5	三氧化硫含量檢驗	52
2—6	篩析試驗	53
2—7	單位體積重量試驗	55
2—8	比重試驗	56
2—9	空隙率計算	58
2—10	滲透係數試驗	58
2—11	體積膨脹試驗	61
2—12	含水率試驗	61

(二) 礫石試驗

2—13	礦物成份	62
2—14	粘土及粉砂質含量試驗	63
2—15	篩析試驗	64
2—16	鬆軟顆粒含量試驗	65
2—17	針狀及片狀顆粒試驗	66
2—18	單位體積重量試驗	66
2—19	比重試驗	66
2—20	空隙率計算	67
2—21	凍融試驗	67
2—22	固定性試驗	68
2—23	磨耗試驗	70

第三章 混凝土試驗法

3—1	稠度及工作度試驗	73
-----	----------	----

3— 1.1	截頭圓錐筒測定沉落度法	73
3— 1.2	活動平板測定瀉度法	75
3— 1.3	震動台測定工作度法	75
3— 1.4	三種試驗結果的對照	76
3— 2	抗壓強度試驗	77
3— 2.1	混凝土的成份配合比與拌和	77
3— 2.2	試件製備——震動法；夯搗法；搗搗法	77
3— 2.3	抗壓強度	80
3— 3	抗折強度試驗	81
3— 3.1	試件製備	81
3— 3.2	抗折強度	82

第 四 章 石料試驗法

4— 1	岩石特徵檢驗	85
4— 2	比重試驗	87
4— 2.1	比重瓶法	87
4— 2.2	李氏比重瓶法	89
4— 3	單位體積重量試驗	89
4— 4	空隙率計算	91
4— 5	吸水率試驗	92
4— 6	飽和度試驗	93
4— 6.1	真空法（在低於大氣壓力下之吸水試驗）	93
4— 6.2	煮沸法	94
4— 7	散水速度試驗	94
4— 8	凍融試驗與耐凍係數	95
4— 9	固定性試驗	96
4—10	膠結能力試驗	99
4—10.1	定義	99
4—10.2	衝擊機試驗法	99

4—10.3	水溶試驗法	102
4—11	磨耗試驗	103
4—11.1	德法爾磨耗機試驗法	103
4—11.2	洛杉磯磨耗機試驗法	104
4—12	硬度試驗	106
4—13	韌度試驗	108
4—14	抗壓強度試驗	109

第 五 章 木 材 試 驗 法

5— 1	試件之採取	111
5— 1.1	圓木之劃分與鋸切	111
5— 1.2	樣板之標號	111
5— 1.3	樣板分成試件	112
5— 2	物理性試驗	113
5— 2.1	木質緊密度	113
5— 2.2	單位體積重與體積收縮	115
5— 2.3	含水率	117
5— 2.4	絨收縮	118
5— 3	力學性試驗	120
5— 3.1	順紋壓力試驗	120
5— 3.2	橫紋抗壓試驗	122
5— 3.3	順紋抗拉試驗	126
5— 3.4	靜彎試驗	127
5— 3.5	順紋抗剪試驗	130
5— 3.6	硬度試驗	132
5— 3.7	縱壓彈性模量試驗	134
5— 3.8	劈開試驗	136

第 六 章 土 壤 試 驗

6— 1	土壤級配的工地簡易鑑別法	139
------	--------------------	-----

6— 2	比重試驗	140
6— 3	比重計求土壤級配試驗	142
6— 4	液限試驗	152
6— 4.1	標準手作測定法	152
6— 4.2	瓦西列夫平衡錐測定法	153
6— 5	塑限試驗	154
6— 6	塑性指數	155
6— 7	毛細上升高度試驗	155
6— 7.1	直接觀測法	155
6— 7.2	毛細試驗儀測定法	156
6— 8	以河伯列夫、俄惹烈茲可夫斯基儀測定滲透係數	157
6— 9	以卡敏斯基管測定滲透係數	160
6—10	土壤的沉陷測定法	164
6—11	按休止角求砂的內摩擦角	168
6—12	土壤標準壓實試驗	169

第七章 瀝青試驗法

7— 1	貫入度（針入度）試驗	173
7— 2	延性試驗	176
7— 3	軟化點試驗	179
7— 4	引火點及着火點（布林肯氏法）試驗	181
7— 5	含水率試驗	182
7— 6	加熱損失量試驗	185
7— 7	溶解試驗	186
7— 8	比重試驗	188
7— 8.1	定義	188
7— 8.2	威氏天秤測比重法	188
7— 8.3	比重瓶測比重法	191

7— 9	液體瀝青及柏油黏滯度試驗.....	193
7—10	蒸溜試驗.....	196
7—10.1	定義.....	196
7—10.2	液體瀝青材料	196
7—10.3	柏油及煤焦油	198
7—11	柏油或煤焦油中游離碳試驗.....	200

第 八 章 金屬材料試驗法

8— 1	冷彎試驗.....	203
8— 2	柏來氏硬度值試驗法.....	205
8— 3	抗壓試驗.....	212
8— 4	抗剪試驗.....	217
8— 5	撞擊試驗.....	219
8— 6	抗拉試驗.....	224

附錄一 試樣採選法

1— 1	水泥.....	241
1— 2	集料.....	241
(一)	砂	241
(二)	碎石或礫石	242
1— 3	混凝土.....	242
(一)	試配各級混凝土	242
(二)	工地澆製混凝土試件	243
1— 4	石料.....	244
1— 5	木材.....	244
1— 6	土壤.....	246
(一)	公路土壤縱斷面測定	246
(二)	建築物基礎	247
1— 7	瀝青.....	247
1— 8	鋼材.....	248

附錄二 試驗機的校準

附錄三 混凝土概論

3— 1	緒論.....	252
3— 2	材料的選擇.....	252
3— 2.1	水	253
3— 2.2	水泥.....	253
3— 2.3	集料.....	255
3— 3	混凝土標號及其設計強度限值.....	258
3— 3.1	混凝土的標號	258
3— 3.2	各種標號混凝土的強度限值	260
3— 4	稠度(或工作度).....	261
3— 4.1	定義及種類	261
3— 4.2	影響混凝土稠度的主要因素	262
3— 4.3	稠度的選擇	262
3— 5	水灰比.....	264
3— 5.1	水化作用	264
3— 5.2	水灰比.....	266
3— 6	混凝土強度的計算公式.....	266
3— 6.1	別爾也夫博士公式	267
3— 6.2	別羅米博士公式	268
3— 6.3	強度換算公式	269
3— 7	混凝土成份配合比的設計.....	269
3— 7.1	阿哇克夫法	269
3— 7.2	斯克拉姆泰夫漸近選擇法	274
3— 7.3	配合成份的實驗選擇法	276
3— 8	每立方公尺混凝土用料的計算.....	282
3— 8.1	重量配合比計算	282
3— 8.2	體積配合比計算	283

3—9	拌製混凝土應注意事項	284
3—10	混凝土的養治	285
3—10.1	養治的重要及其影響	285
3—10.2	混凝土在工地上的養治方法及期限	289
3—11	混凝土的若干性質	290
3—11.1	混凝土的彈性模量	290
3—11.2	單位重	292
3—11.3	耐火性	293
3—11.4	抗凍性	293
3—11.5	各種係數	293
3—12	混凝土中水泥經濟使用的指標	294

附錄四 瀝青材料規格及其應用範圍

4—1	蘇聯鋪路用各級瀝青材料規格	296
4—1.1	固體及半固體瀝青	296
4—1.2	液體瀝青	297
4—2	蘇聯鋪路用各級煤焦油、柏油及煤瀝青材料規格	299
4—2.1	柏油	299
4—2.2	煤焦油及煤瀝青	300
4—3	蘇聯各級瀝青材料應用範圍	301

附錄五 柏來氏硬度值表

附錄五 柏來氏硬度值表

附錄六 中央人民政府重工業部水泥暫行標準草案

附錄七 水泥化學分析標準方法草案

補充資料Ⅰ	木材橫順紋剪斷試驗法	345
補充資料Ⅱ	柏油中酚與萘含量測定法	346
參 考 書 籍		

第一章 水泥試驗法

試驗中一般應注意的事項

1. 水泥在試驗室中應保存在乾燥盛器中，勿使受潮，如盛器易受潮濕或破裂時，應移貯蓋閉嚴密之金屬或玻璃器中。作試驗記錄時應註明盛器之種類及情況。

2. 試驗前，每一試料應用850號（ 0.85×0.85 公厘）篩篩之，留存於篩上部份，記錄其重量的百分數及其情況（凝塊，砂，石，金屬塊或木片等），透過篩孔部份應混合均勻，從中採取試樣。

3. 在試驗前所有水泥，標準砂及水應達到並保持在 $20 \pm 5^\circ\text{C}$ 的室溫中，並每日登記試驗室之溫度。

4. 試驗前水泥及標準砂應在 $110 \pm 5^\circ\text{C}$ 之電烘箱中烘至恒重。

5. 試驗用水應為新鮮飲水。

6. 與試樣接觸之器皿，如刀，模型等，不應用鋁、鋅製者。

7. 所有試驗記錄，應將樣品之來源、用途與試驗時日等註明於記錄表上。

8. 測量量筒中的液體，均以凹形液面上緣為準。

1—1 正常稠度試驗

1—1.1 儀器

1. 金屬拌和鍋 如圖1—1所示為拌和水泥漿用的拌和鍋，直徑400公厘，高100公厘，厚2—3公厘。

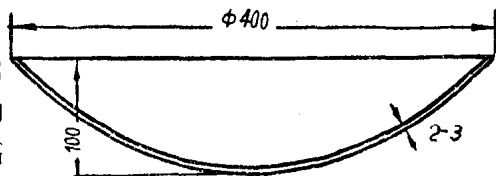


圖1—1

2. 鋼鏝 如圖 1—2 所示，圓形，直徑 100 公厘，厚 1 公厘。

3. 維卡特儀 此儀如圖 1—3 所示。包括一支架及可在此支架兩圓圈中自由上下滑動之金屬棒，擰緊螺絲即可依需要高度使棒固定。棒之一邊附有指針，由固定於支架上之標尺指示棒上下移動的距離。標尺刻度

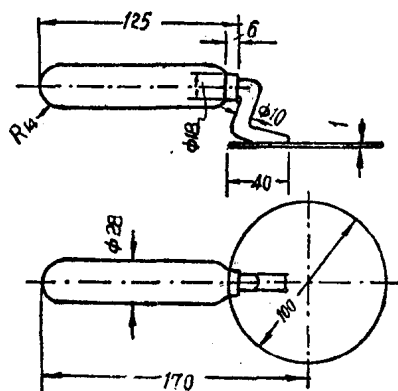


圖 1—2

為 40 公厘。棒之下端中空，用作標準針針座。標準針有二種，如圖 1—4 所示。一為用以試驗水泥漿稠度之歧爾摩針，針長 150 公厘，直

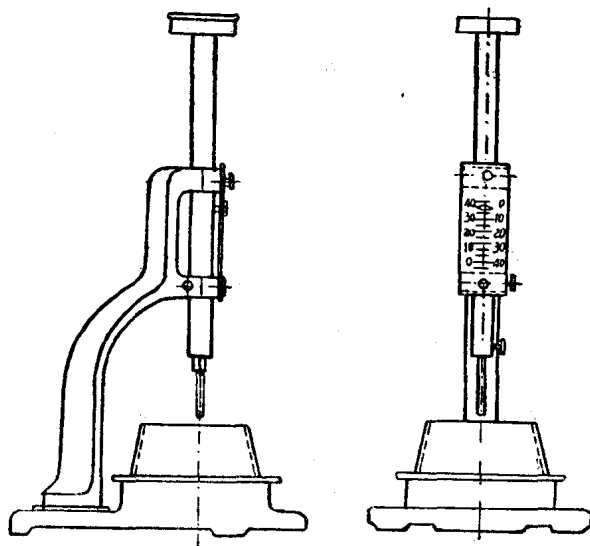


圖 1—3

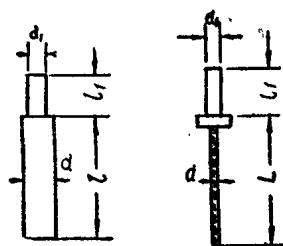


圖1-4

徑 $d 10 \pm 0.1$ 公厘，其可插入針座部份直徑 d_1 為 5 公厘，長 l_1 14 公厘，全長為 64 公厘。一為用以試驗凝結時間之維卡特針，針長 150 公厘，直徑 $d 1.1 \pm 0.04$ 公厘，其可插入針座部份直徑 d_1 及長度 l_1 與歧爾摩針相同，全長亦為 64 公厘。針由硬鋼做成，表面必須平滑乾淨。棒與歧爾摩針合重 300 ± 2 克。以維卡特針代替歧爾摩針時，棒之上端可附加重量，以達到 300 ± 2 克之總量。

維卡特儀器各部份之重量如表1—1所列：

表1—1

名 稱	正 常 重 量 (克)	容 許 重 量 (克)	
		最 大	最 小
金 屬 棒	365	366	364
歧 爾 摩 針	35	36	34
維 卡 特 針	7.5	8	7
附 加 重 量	27.5	28	27
總 量	300	303	298

如歧爾摩針與維卡特針同時裝置在金屬棒兩端上，則歧爾摩針之重量應減為 27.5 克，使棒針之總重仍為 300 ± 2 克。

水泥漿盛器為一截頭圓錐體之金屬或硬橡皮圈，如圖1—5所示，其內徑上端 d 為 65 ± 5 公厘，下端 d_1 為 75 ± 5 公厘，高 h 為 40 ± 0.5 公

厘，用時置於 10×10 公分之玻璃板上。

4. 天秤（稱量500克，感量0.5克）。

5. 停錶。

6. 橡皮手套。

7. 量筒 容積 250 立方公分，刻度 1 立方公分， 20°C 。

8. 匙。

9. 刀。

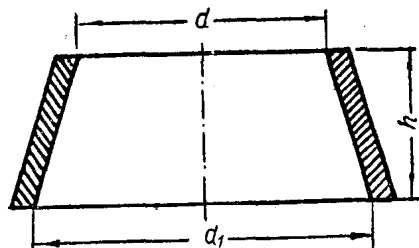


圖1-5

1-1.2 試樣準備

稱 400 克水泥（準確至 1 克）放入拌和鍋內，將中間弄成凹形，加水其中，記錄加水量（準確至 0.5 克或 0.5 立方公分）。用鏟將周圍之乾水泥刮入凹處，停半分鐘，用力拌和，用鏟自一邊拌向他邊，然後在垂直方向攪拌，如此反覆進行，自開始加水起連續拌和 5 分鐘。

將拌好之水泥漿作成圓球形，一次塞滿圈內。以內徑較大一端放置玻璃板上，將圈推動 5—6 次，並輕敲桌板，使水泥漿充滿此圈。圈上端溢出之水泥漿，用刀刮平之。

1-1.3 試驗方法

拌和水泥漿前應先檢查維卡特儀之金屬棒是否能自由下降。然後裝歧爾摩針，校正指標，使針尖觸及玻璃板時，指標正對標尺下端零點。

移置試樣於歧爾摩針下，使針頭與試樣中部表面相切，擰緊螺絲使棒固定，然後急速鬆開螺絲，使棒自由下降，滿 30 秒鐘時，記錄標尺讀數，計算貫入值。

水泥漿拌和完畢至針棒開始下降時間不應超過 30 秒鐘。

正常稠度為歧爾摩針在水泥漿內滿 30 秒鐘時降至離玻璃板 5—7 公厘處之稠度，如稠度不適當，應另取試樣，變更加水量，重行試驗，至達到正常稠度為止。所需水量以水泥重量百分數表示之，準確至