

工程手冊

道路篇

一九五〇年八月初版

上海市人民政府工務局編

編 例

- 一、這本手冊僅僅是一個初稿，是本着「先求其有，再求其好」的原則下來進行編輯的，我們把它當作一塊坯鐵還需要實際的千錘百鍊。
- 二、關於施工及材料規範是本着兼顧本市實際情況并希望在可能範圍內把水準提高一步的條件下寫成的。
- 三、工料的分析視工程情形，工人技能，工作情緒及工具設備等條件而異。在解放後，職工的工作效率正逐步地普遍提高，因此所列的數字亦祇能作為一般的參攷。
- 四、至今尚有若干工程名詞無統一的普通的名稱，為避免混淆誤會起見，都在括號內加註原名說明。
- 五、由於工作習慣及實際應用上的便利，有些部份的數字暫時還不能全部採用公制，因此就採用英制或公英制並列的方法來註明。
- 六、圖片搜集還不够完美，希望在再版時能充實起來。
- 七、在彙編過程中雖事先將原稿一再徵求工作同志們的經驗意見來修正和補充，但是這個工作還是做得不够。
- 八、這本手冊匆匆編輯付印，錯誤和遺漏的地方在所難免，希望工程界先進和本局工作同志們多多賜予指正，俾在再版時修正和補充。

參攷書目

- 1 公路路面規範草案初稿——交通部交通技術標準委員會
- 2 公路土壤學——陳孚華
- 3 中國工程師手冊——汪胡楨
- 4 Asphalt Pocket Reference for Highway Engineers.-Asphalt Institute.
- 5 Bituminous Construction Handbook.-Barber Greene Co.
- 6 Construction & Routes of Communications. war Dept. FM-S-10.
- 7 Concrete Resurfacing for Old Pavements.-Portland Cement Association.
- 8 Concrete Pavement Manual.-Portland Cement Association.
- 9 Cement Bound Macadam.-Portland Cement Association.
- 10 Standard Specification for Pavements street & Alley Improvements. (1945)-District of Columbia.
- 11 Engineering Properties of Soil.-Hogentogler, C.A.
- 12 Field Practice-By Elwyn E. Seelye. Volumn III.
- 13 Highway Engineering.-Bateman, J.H.
- 14 Highway Materials.-Bauer.
- 15 Johnson's Materials of Construction.
- 16 Manual for Field Control of Concrete.-Public Roads Administration, Federal works Agency.
- 17 Standard Specifications for Road & Bridge Construction.-Michigan. (1942)
- 18 Specification's for Tar Paving.
- 19 Standard Specifications.-Missouri State Highway Commission.
- 20 Standard Specifications for Highway Materials.-A.A.S.H.O.
- 21 Standard Specifications for Roads and Structures. (1946)
-North Carolina-State Highway and Public works Commission.

工程手冊道路篇勘誤表

(一九五〇年八月初版)

頁次	行	誤	正
2	倒數 6	顆粒的大，	顆粒的大小
3	10	化學反應的分子	化學反應的顆粒
3—17		膠體土	膠質
3—17		壩姆	壩姆
23	18, 19, 24, 26, 27	磨擦	磨耗
23	19	磨擦試驗儀	磨耗試驗機
24	倒數 4, 6	試驗儀	試驗機
29	22	水泥漿和碎石	水泥漿和砂石
33	5	少于	小於
42	25	冷拌複製	冷拌或熱拌複製
44	倒數 5	最大徑寸1寸	最大徑寸1吋
46	6	CC14	CC L4
52	倒數 14	犁齒耙	犁，齒耙
52	倒數 10	凡是波浪狀	凡呈波浪狀
52	倒數 10	不得求其上	不得在其上
52	倒數 3	然再將	再將
55	2, 3	安置模板	(刪去)
55	6	半徑	半徑
60	倒數 1	煤磚碎磚面層	煤渣碎磚面層
62	18	最小限制	最少限度
64	3	彈街片	彈街石
68	2, 3, 4	單	第
68	26	75公分	7.5公分
70	13	疊層材料	墊層材料
73	16	均勻	用勻
77	16, 17, 20	鋪撒	鋪撒
77	18	配級	級配
77	19	泥土時石料	泥土的石料
77	24	滾面積	滾壓面積
78	17	5.3磅	5.3磅
78	26	0.3383	0.3383
78	27	0.0282	0.0282
80	25	放寬距離	(刪去)
81	2	路面	路面
81	4	應用吋	應用½吋
82	3	佈的	分佈
84	倒數 5	試驗化驗	試驗室化驗
85	10	砂抗壓強度試驗	砂漿抗壓強度試驗
88	20	3長呎	3呎長
89	26	兩度模型板	兩邊模型板
90	4	磅秤柄	磅秤
90	11	却把	都把

頁次	行	誤	正
91	4	稠度(用滑瀉度試驗)	稠度(用滑瀉度試驗)2—3吋
92	26	鉸鏈式偽縫,鎖縫	鉸鏈式假縫和鎖縫
93	1	鉸鏈式偽縫	鉸鏈式假縫
93	13	用鐵紮	用鐵紮牢
95	11	徹底清出	徹底清出
95	13	撒熟石灰一層	撒熟石灰一層
95	15	夯實在與修理	夯實與修理
96	1	定	規定
96	24	不得超過 $\frac{1}{2}$ 吋時	不得超過 $\frac{1}{2}$ 吋
97	1	路角邊緣做圓	路面邊緣做圓
97	16	徹底	徹底
97	20	2,500	2,500
98	2	每平方公碼	每平方碼
101	7,8	徹底	徹底
118	7	$\frac{1}{4}$ 吋	$\frac{3}{4}$ 吋
120	6	砂岩砂石,	天然黃砂、
122	21	拌製機	拌缸
128	11	沿邊塗刷	沿邊塗刷
131	倒數 12	0.5%	0.5%
131	倒數 13	1.5%	1.5%
133	11	團結	固結
149	倒數 6	50公分細煤渣砌	5公分細煤渣砌
151	倒數 4	細煤屑	細煤渣
157	倒數 5	$18' \times 18'' \times 2\frac{1}{2}''$, $24'' \times 11\frac{3}{4}'' \times 2\frac{1}{2}''$	$18'' \times 18'' \times 2\frac{1}{2}''$, $24'' \times 11\frac{3}{4}'' \times 2\frac{1}{2}''$
158	4	$24' \times 5'' \times 14''$	$24'' \times 5'' \times 14''$
158	6	0.007	0.007
170	7	0.0000	9.0000
170	15	0.1500	0.1500
170	16	6.6667	6.6667
170	17	40.4694	40.4694
171	11	單位體積容量算換表	單位體積容量換算表
174	15	46.656	46,656
175	8	10,983	10,938
175	14	86.810	86,810
175	14	7.234	7,234
177	32	268.2	228.2
178	15	2699—2800	2600—2800
178	18	礦碎磚	礦滓磚
179	12	38,5826	38.5826
179	17	104.14	104.14
181	6	$\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{4}$
181	6	$\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$
181	6	$\frac{3}{4}$	$1\frac{3}{4}$

工程手冊

道路篇目錄

一 道路材料

1 土壤.....	1—17
2 砂.....	18—19
3 石.....	20—25
4 水泥混凝土.....	26—39
5 瀝青類材料.....	40—50

二 路面基層施工規範草案

1 土壤基層.....	51—53
2 泥結碎石基層.....	54—56
3 大石塊基層.....	57—58

三 路面面層施工規範草案

1 煤渣碎磚面層.....	59—60
2 泥結碎石面層.....	61—63

3	彈街石面層.....	64—66
4	石塊面層.....	67—69
5	煉磚面層.....	70—73
6	水泥結碎石面層.....	74—83
7	水泥混凝土面層.....	84—101
8	瀝青透層.....	102—103
9	瀝青黏層.....	104—105
10	瀝青封層.....	106—112
11	熱灌柏油澆瀝青碎石面層.....	113—117
12	雙層熱鋪柏油混凝土面層.....	118—128
13	地瀝青粗砂面層.....	129—132
14	片地瀝青砂面層.....	133—136

四 路面基層工料分析參考

1	碎磚基層.....	137
2	大石塊基層.....	137

五 路面面層工料分析參考

1	煤渣面層.....	139
2	泥結碎石面層.....	139
3	彈街石面層.....	140
4	小方石面層.....	140
5	木塊面層.....	141
6	水泥結碎石面層.....	141
7	水泥混凝土面層.....	142
8	灌瀝青碎石面層.....	142
9	澆瀝青敷面.....	143
10	複拌瀝青砂面層.....	143

11	路拌瀝青碎石面層.....	144
12	瀝青混凝土面層.....	144
13	片地瀝青砂面層.....	145

六 人行道工料分析參考

1	煤渣人行道.....	147
2	彈街石人行道.....	147
3	灌瀝青碎石澆瀝青敷面人行道.....	148
4	水泥混凝土人行道.....	148
5	水泥混凝土斜坡.....	149
6	水泥混凝土板人行道.....	149

七 路溝工料分析參考

1	側平石邊溝.....	151
2	彈街石邊溝.....	151

八 瀝青材料廠拌工料分析參考

1	片地瀝青砂.....	153
2	瀝青粗砂.....	154
3	瀝青混凝土.....	155
4	複拌瀝青砂.....	156
5	地瀝青漆.....	156
6	柏油漆.....	156

九 道路材料製成品工料分析參考

1	水泥混凝土板.....	157
2	水泥混凝土平石.....	158
3	水泥混凝土側石.....	158

4	水泥混凝土路界石	159
5	水泥混凝土標誌石	159

道路工具簡圖

附表

1	上海市道路長度面積表	163
2	本局現有壓路機性能及所需工料表	164—165
3	本局現有水泥拌和機性能及所需燃料表	166
4	本局道路工場主要機械調查表	167

實用換算表

1	單位長度換算表 (1,2,3.)	169
2	單位面積換算表 (1,2,3.)	170—171
3	單位體積容量換算表 (1,2.)	171—172
4	單位重量換算表	173
5	單位長度重量換算表	174
6	密度換算表	174
7	壓力換算表	175
8	力距換算表	175
9	速率換算表	176
10	運輸量換算表	176
11	溫度換算表	177
12	材料重量表	178
13	公英制尺寸對照表 (1,2,3,4.)	179—181

1. 土 壤

(一) 概 言

土壤是一種極複雜的工程材料，各種土壤因其結構及組織的不同，故其性質亦各不同，而且同一類土壤，因其所含水份的不同，或所含顆粒大小的不同，或所受處治的不同，則其性質亦各異。

研究土壤的範圍往往按其致用的目標而定，例如農業學僅研究地殼上的一薄層，以可資種植為目的，地質學家則專注意於地殼的構成及其變遷的過程，土木工程學者則注重土壤的壓力、應力及如何利用並改善土質，以達到能荷承載重的目的。

土壤研究對於道路工程至為重要，因為土壤是路面的基礎，某種土壤的上面是否可以建築路面，或者需要先加以適當的處治後方可適用，此種問題必須在路面修築之先，妥為解決，則將來完成的路面可保無虞，苟若對於土壤的性質，不加注意，盲目設計，結果就難保其安全。

土壤的種類甚多，而各種土壤受天然環境的影響而所起的變化亦各不相同，在自然界絕難覓得有兩種性質完全相同的土壤，其複雜的情況斷非能用一二公式即可總括表明，亦決不可僅根據一二種土壤的性質而斷定全部土壤的行為，故研究路基土壤時應採取若干種土壤，詳加試驗再作比較，方可得到比較正確的結論。

(二) 土壤的構成

土壤的來源大致可分類如下：

表(一)

岩石分解		風化岩石—砂，黏土，礫石。
累 積 物		有機物累積—泥炭，腐泥土，沼泥土，腐植土。
搬 動	冰 川	堆石，丘陵—被冰冲散的岩石，含礫質黏土、砂和礫石。
	冲 積	冲積平原，三角洲沙灘—沉積黏土及粉砂土，冲積砂和礫石。
	風 積	由風吹來堆積物—風砂，砂土，黃土。
	天然形成	天然堆積物—懸崖碎岩，崩岩。
	火 山	火山爆發形成—火山黏土。

構成土壤的分子可分為固體、液體與氣體三部份，固體部份又可分為有機物與無機物，有機物在岩石分解時起重要作用，腐泥土或沼澤池中恒有多量的有機物，該類泥土在可能範圍內應避免採取，土壤中的無機物，大半為礦物顆粒及碎礫，是構成土壤固體的最重要部份，土壤的性質亦係根據此成份而來決定，改變此成份，則土壤的性質亦將因之而改變，空氣在土壤中所佔的體積完全視土壤的虛鬆和壓實程度而定，虛鬆的土壤，空隙可多至70%以上，堅實的土壤空隙僅佔極小的百分比。液體所佔的體積並無一定，少時極少，多時可滿佔土壤的全部空隙。

(三) 土壤的組織

土壤的固體部份，是由各種大小不同的顆粒所組成，其所含顆粒的大，和分佈的情形，稱謂土壤的組織，土壤的主要組織成份可分為五種。

(1) 礫石—經水冲刷的卵石或圓石無塑性及黏性，其粒徑大於2公厘。

(2) 砂—粒狀材料，粒徑由0.05公厘至2公厘，無塑性和黏性，乾燥時鬆散，濕時可用手捏成團，若輕觸立即破碎，粗粒者多

爲圓形，細粒者多稜角形。

(3) 粉砂—細粒材料，粒徑由0.005公厘至0.05公厘，有輕微塑性或無塑性，無黏性，水量極易滲透而自由流動，且易察見，如和水混合後，在1小時內即行沉澱，咬之有粒狀感覺，不能搓成帶狀。

(4) 黏土—細微顆粒結晶體材料，顆粒爲魚鱗形，粒徑在0.005公厘以下，不能察見，有黏性，潮濕時塑性高，可以用手搓成極細的長條，乾時成堅硬的土團，咬之無粒狀感覺，無滲透性，若水份不能在孔隙中間流動，與水混合後，可浮懸而不沉澱黏土是土壤中能呈化學反應的分子。

(5) 膠體土—粒徑在0.001公厘以下的極微小材料，成膠體狀，爲土壤中最富黏性者，黏土的所以富於塑性，因其含有多量的膠體土。

美國公路局羅絲氏按土壤粒徑的大小，將土壤分爲十種主要組織，此十種土壤組成均由砂土，粉砂，黏土三種土壤分別配合而成。

表(二) 十種土壤主要組織

土壤組織類別	砂 土	粉 砂	黏 土
砂土(Sand)	80—100	0—20	0—20
砂土質壤姆(Sandy Loam)	50—80	0—50	0—20
砂土質黏土壤姆(Sandy Clay Loam)	50—80	0—30	20—30
砂土質黏土(Sandy Clay)	50—70	0—20	30—50
壤姆(Loam)	30—50	30—50	0—20
黏土質壤姆(Clay Loam)	20—50	20—50	20—30
粉砂質壤姆(Silty Loam)	0—50	50—80	0—20
粉砂質黏土壤姆(Silty Clay Loam)	0—30	50—80	20—30
粉砂質黏土(Silty Clay)	0—20	50—70	30—50
黏土(Clay)	0—50	0—50	30—100

土壤組織類別的鑑別方法，在實驗室內可用機械分析法來測定，在野外可由手指指端觸覺來約略判定，茲將用手指鑑別的方法簡述如下：

砂土 砂土爲鬆散粒料，顆粒清晰可辨，乾時用手團之，鬆手即散，潮濕時可團成模，輕觸即破碎。

砂土質礫姆 稍具黏性，顆粒清晰可辨，乾時可團成模，輕觸即破碎，濕時團成之模，若小心移動，不致破碎。

礫姆 用手指搓之，有融和含砂感覺，略具塑性，在乾時團成之模，小心移動不致破碎，潮濕時團成之模，可任意移動而不破碎。

粉砂質礫姆 乾時呈塊狀，甚易破碎，研碎之粉末，用手搓之，有柔輭細微粒狀的感覺；乾時或微濕時可團成模，任意移動，不致破碎，捏於兩指之間，不能捏成連續之帶狀。

黏土質礫姆 是細組織土壤，乾時易碎，碎塊堅硬，濕時捏於兩指間，成薄帶狀，具塑性可團成堅固的模，壓之成餅狀，而不破碎。

黏土 是細組織土壤，乾時成極堅的塊狀，濕時捏於兩指之間，可搓成線條。

土壤分類圖的應用—若已知某種土壤所含的黏土、粉砂土和砂的百分比，可用土壤分類圖求得該種土壤的組織類別。

「例」如有一種土壤含黏土28%，粉砂之45%，及砂27%，求它的類別。

答：從土壤分類圖上的黏土百分率28%和粉砂土百分率45%得交點○。

故該種土壤爲黏土質礫姆。

壤，因其分子間的吸引力較之其分子的質量爲大，則其黏力就大，所以顆粒愈細的土壤其黏力就愈大，土壤中的水份愈多，則其分子間隔的距離愈大，分子間的吸引力就愈小，故黏力亦因之減少，至土壤成爲液體狀態時，黏力就完全失去，若土壤中水份過少，則其分子間無表面張力，雖分子間的距離甚小，但其黏力仍甚小，例如乾砂鬆散無黏性，濕砂可團成圓形，而不易鬆散，皆由於水份的表面張力所構成的外表黏性，若將砂團放入水中，則分子被大量水份隔離，表面張力全失，砂團亦即分散。

(2) 內阻力：抵抗土壤中顆粒互相滑動的力量，稱謂土壤的內阻力，造成土壤內阻力的因素有二，第一是由於顆粒與顆粒間的磨擦力所造成者，表面光滑的顆粒，如久經水流磨蝕的卵石及沖積砂等，其磨擦力數值較小，顆粒表面粗糙者如尖銳的粗砂，其磨擦力數值較大；第二是由於顆粒與顆粒間的連鎖力所造成者，連鎖力數值的大小，則視土壤的壓實程度而定，土壤愈緊密，則其顆粒愈接近，連鎖力就愈大，顆粒亦愈難滑動。

(3) 毛細作用：把細長的玻璃管豎立於水中，水就從管上升，且高出管外的水面若干，上升的高低與管的孔徑成反比例，即孔徑愈小，上升愈高，此種現象稱謂毛細作用。

毛細作用使土壤中的水份向各方面傳佈，並不因地心吸力而改變其傳佈方向，土壤的顆粒愈小，其毛細作用愈大，故在建築土壩時應注意選擇毛細作用較小的土壤，以減少水份由壩的面滲透到對面的水量，在路基工程上亦應注意，因爲路基坍塌，路面破裂，大部份均由於水份滲透路基的緣故。

黏土因其顆粒細微，毛細管徑甚小，故其毛細作用極強，惟其蔓延率甚緩，凡具黏性的土壤均具有毛細作用，惟凡有毛細作用的土壤，則未必均具黏性，粉砂土的顆粒較之黏土爲大，故其毛細作用較弱，但其蔓延率甚大，故粉砂土路基，一受毛細作用的影響，立即失去其穩定性。

毛細作用對於土壤有三種直接影響：

甲、如土壤中水份增加，其分子間離愈遠，毛細管張力減低，土壤即發生膨脹現象。

乙、如土壤中水份減少，其分子逐漸接近，毛細管張力增加，土壤即發生收縮現象。

丙、土壤中毛細管被水份充滿後，如遇嚴寒，則凝結為冰，體積劇增，稱為凍脹現象。其力量甚大，有足以掀起路面的危害。

(4) 可壓實性：土壤的構成可分為氣體液體和固體三個部份，減少土壤的體積即是減少土壤中的空隙，因為土壤的固體體積受壓力後的影響極小，如土壤中含有水份，則其體積的減少，須視其所含水份的減少程度，故所謂壓實，即指將土壤中的水量排出的意思，如水量洩出愈速，則壓實愈速，故土壤的壓實程度，全視其空隙的多寡而定，粗粒土壤如砂土的壓實度極小，但是其中的水份洩出甚易，所以壓實迅速；細顆粒土壤如黏土與粉砂土等其壓實度極大，惟其中的水份洩出甚難，所以壓實極慢。

(5) 彈性：具彈性作用的土壤，由於其中含有如雲母土及殼土等具彈性的分子，若加重力於彈性土壤上，土壤即告下沉，惟在重量四週的土壤隆起，在重量除去後，土壤仍恢復原來形狀。具彈性的土壤對於路基工程為害極大，具可壓性的土壤滾壓可使土壤堅實，若施滾壓於彈性土壤，其表面上似乎已堅實，如稍遇潮濕，即起不平均的反彈作用，路面因此而告破裂。

(五) 土壤的物理性試驗

用土壤的物理性試驗法測定土壤的幾種常數(Soil Constants)，由土壤的常數可測知土壤的物理性，路基土壤常數包括有液限(Liquid limit)、塑限(Plastic Limit)、離心含水當量(Centrifuge moisture equivalent)、野外含水當量(Field moisture equivalent)、縮限(Shrinkage limit)直線及體積收縮(Linear and Volumetric