

# 道路工程學

何維華編

上海南華書局

1 9 3 1

# 道 路 工 程 學

—\*—  
何 維 華 編

版  
權



所  
有

道 路 工 程 學

---

何 維 華 編

全書壹冊實洋壹元二角

2000—4000冊 民國二十年四月再版

印 刷 者 新 國 民 印 書 館

發 行 者 上 海 南 華 書 局

# 道路工程學

## 目 次

緒 言 .....	1~6
道路的使命 .....	1
道路與汽車及鐵路的關係 .....	2
良好道路的利益 .....	3
第一章 設計上一般之注意 .....	7~29
第一節 路線的選定 .....	7
第二節 交通調查 .....	9
第三節 牽引阻力 .....	10
一. 輪軸磨擦 .....	11
二. 轉動阻力 .....	11
三. 坡度阻力 .....	15
第四節 車輛的重量 .....	19



第五節	公路的寬度	20
第六節	曲綫	23
第七節	坡度	25
一.	極大坡度	25
二.	極小坡度	26
第八節	橫截面	27
<b>第二章</b>	<b>路基及除水</b>	31~34
第一節	路基	31
一.	天然路基	31
二.	人工路基	31
第二節	除水	32
一.	除水之目的	32
二.	除水之設備	33
<b>第三章</b>	<b>泥路及砂粘土路</b>	35~44
第一節	泥路	35
一.	設計	35
二.	建築	38
三.	養路	38
四.	道路築造機具	38
第二節	砂粘土路	42
一.	設計	43
二.	建築	43
三.	養路	44
四.	特質	44

第四章 砂礫路	35~50
第一節 材料	45
一. 砂礫	45
二. 結合物	46
第二節 建築	47
一. 設計	47
二. 建築法	48
三. 工費	49
第三節 養路	49
第四節 鎮塵	50
第五章 水固碎石路	51~66
第一節 碎石	52
一. 良好碎石的要性	52
二. 石材的試驗法	52
三. 選擇碎石的注意	54
四. 碎石的大小	54
第二節 碎石機	55
一. 顎式碎石機	55
二. 旋轉式碎石機	55
第三節 設計	57
一. 路寬	57
二. 厚度	57
三. 坡度	58
第四節 建築	58

第五節	路轆	61
第六節	結合物	62
第七節	帳壓法	63
第八節	養路	64
第六章	混凝土路	67~80
第一節	材料	68
第二節	配合計算法	69
一.	Fuller 氏的算式	69
二.	Taylor 和 Thomson 氏的算式	70
三.	例題	71
四.	混凝土的配合比率	72
第三節	設計	72
一.	除水	72
二.	路寬，厚度及坡度	72
三.	橫截面	72
第四節	建築	74
一.	混凝土的調製	74
二.	路盤的築造	74
三.	路基的築造	75
四.	路面的築造	76
五.	混凝土路面完成工作	78
第五節	養路	78
第六節	硬性水泥混凝土路	79
第七章	瀝青路材料	81~98

第一節	地瀝青	81
一.	解釋	81
二.	地瀝青的種類	82
三.	良好地瀝青的要性	84
第二節	瀝青材的試驗	85
一.	泡沫試驗	85
二.	比重	85
三.	發火點試驗	86
四.	稠度試驗	86
五.	熔融點試驗	87
六.	蒸發減量試驗	88
七.	蒸溜	88
八.	溶解試驗	88
九.	固定炭素	89
十.	延伸度	89
第三節	各種地瀝青品質說明表	90
一.	Texas 產的 Oil Asphalt	90
二.	Mexican 產的 Oil Asphalt	91
三.	Trinidad, California 產的 Oil Asphalt	92
四.	日本產的 Oil Asphalt	92
第四節	鎔劑	93
第五節	地瀝青膠灰	93
第六節	焦油	96
第八章	瀝青碎石路	99~106

第一節	材料 .....	99
一。	骨材 .....	99
二。	地瀝青膠灰 .....	100
第二節	機具 .....	100
第三節	建築 .....	102
一。	路基 .....	102
二。	磨耗層 .....	102
三。	輾壓方法 .....	104
四。	封緘層 .....	104
第四節	養路 .....	106
第九章	地瀝青鋪路 .....	107~142
第一節	地瀝青版鋪路 .....	108
一。	材料 .....	108
二。	設計 .....	109
三。	路基 .....	109
四。	結合層 .....	110
五。	磨耗層 .....	112
六。	施工注意 .....	115
七。	失敗與修整 .....	117
八。	工費 .....	117
第二節	地瀝青混凝土鋪路 .....	118
一。	地瀝青混凝土鋪路 .....	118
二。	Amiesite 式鋪路 .....	119
三。	Bitulithic 式鋪路 .....	119

四。	Topeka 式鋪路 .....	124
第三節	地瀝青塊鋪路 .....	127
一。	塊的組織與配合 .....	128
二。	塊的製作 .....	129
三。	鋪設 .....	129
四。	養路 .....	130
五。	特徵 .....	130
第四節	地瀝青岩鋪路 .....	130
一。	材料 .....	131
二。	製材 .....	132
三。	鋪設 .....	132
四。	特徵 .....	132
第五節	地瀝青混合機 .....	133
一。	良好混合機的要件 .....	133
二。	Iroquois 式瀝青混合機 .....	134
三。	Wagon 式瀝青混合機 .....	138
第六節	瀝青鋪路破壞的原因 .....	139
第十章	鋪磚路 .....	143~158
第一節	磚 .....	144
一。	磚的製造 .....	144
二。	磚的種類 .....	144
三。	良磚的要件 .....	145
四。	磚的試驗 .....	145
第二節	建築 .....	147

一、	坡度及鋪路之厚	147
二、	路盤及路基	147
三、	褥層	148
四、	磚的鋪置	150
五、	接縫填充物	153
六、	膨脹接縫	155
第三節	養路	155
第四節	工費實例	156
第十一章	鋪石路	159~170
第一節	鋪石路的種類	159
一、	圓石鋪路	159
二、	Balian 式石塊鋪路	160
三、	長方形石塊鋪路	160
四、	嵌工鋪石路	160
第二節	石材	161
一、	石塊的要性	161
二、	石塊的製作	161
三、	石塊的寸碼	162
第三節	長方形石塊鋪路	164
一、	坡度與路基	164
二、	褥層	164
三、	石塊的鋪設	164
四、	填充物	165
第四節	嵌工鋪石路	166

一。	坡度與石塊之大	167
二。	路基與褥層	167
三。	Mossaik 模樣	167
四。	施工法	168
第五節	養路	169
第六節	工費實例	169
第十二章	鋪木路	171~184
第一節	木材	172
一。	使用的木材	172
二。	良好木塊的要性	172
三。	木塊之大	172
四。	木塊腐蝕的原因	172
第二節	木材的處理	173
一。	防腐劑	173
二。	防腐劑的滲注	176
三。	滲注後木塊的試驗	176
四。	滲注後的注意	177
五。	蒸木油的滲出及其預防	177
第三節	建築	178
一。	路基與褥層	178
二。	木塊的鋪設	179
三。	膨脹接縫	180
四。	輾壓	180
五。	接縫填充	181



第四節	養路 .....	182
第五節	工費實例 .....	182
第十三章	選擇道路的方針 .....	185~192
第一節	理想鋪面的要件 .....	185
第二節	對於諸要件的討究 .....	186
一.	初築費 .....	186
二.	耐久力 .....	186
三.	牽引阻力 .....	188
四.	易滑性 .....	189
五.	清掃 .....	189
六.	騒音 .....	189
七.	外觀 .....	189
第三節	鋪面的選定 .....	190
第十四章	步道與街樹 .....	193~202
第一節	步道 .....	193
一.	良好步道的要性 .....	193
二.	寬度及坡度 .....	193
三.	步道鋪裝的種類 .....	194
第二節	街路樹 .....	199
一.	良好街路樹的要件 .....	199
二.	適於街路樹的樹類 .....	200
三.	植種街路樹的得失 .....	201
第十五章	欄石，旁溝，抑塵池及下水 管 .....	203~210

第一節	欄石	203
第二節	旁溝	204
第三節	抑塵池	206
第四節	下水管	209
第十六章	市街軌道	211~214
第一節	鋪設前的考慮	211
第二節	軌條及枕木	212
一.	軌條	212
二.	枕木	212
第三節	鋪設	213
第十七章	橋樑及溝橋	215~224
第一節	橋樑	215
一.	橋樑的功用	215
二.	設計時應調查的事項	215
三.	橋樑位置的選定	216
四.	橋樑的寬度	216
五.	橋樑的種類	217
第二節	溝橋	219
章第十八章	清道與灑水	225~230
第一節	清道	225
第二節	灑水	228
第十九章	街路統系與公園統系	231~240
第一節	街路統系	231
一.	街路統系的種類	231

二.	街路統系的選定.....	232
第二節	公園統系 .....	235
一.	公園的需要 .....	235
二.	公園用地的選定.....	237
三.	公園的種類 .....	237
四.	公園統系 .....	238
	附錄 .....	241~288
附錄一.	關於購置築路機械的計算書例 .....	241
附錄二.	關於各種道路預算設計書例 .....	245
附錄三.	日本東京市復興局街路設計標準.....	255
附錄四.	廣東公路處訂定全省公路建築法規.....	259
附錄五.	廣東公路處訂定全省公路行車章程.....	275
附錄六.	譯名對照表 .....	281

# 道路工程學

## 緒 言

公路(Highway)大別可分爲道路(Road)和街路(Street)二種：用以連絡這個鄉鎮與那個鄉鎮，或這個都市與那個都市的路，名曰道路，多是由泥，砂礫，及碎石所造成；在鄉鎮或都市內的路，稱爲街路，其表層多具有混凝土，地瀝青，鋪磚，石塊，木塊等鋪路(Pavement)。

道路的使命 總理說：「……民生的需要，從前經濟學家都說是說衣食住三種。照我的研究，應該有四種，於衣食住之外，還有一種就是行，行也是一種很重要的需要，行就是走路。……」這話真說得透澈；假使人們沒有這種路，那末，人們的往來，貨物的運

輸，商市的交易等，便行不通，便不能使衣食住期成美滿的結果。

道路，不僅爲人們及物質的交通機關，在軍事上，政治上，文化上都具有莫大的使命；試觀歐戰期中汽車——汽車路——運軍的偉跡，政治修明與文化進步的地方，莫不備有最多最良好的道路。由道路之良否多少，不難看出其國之強弱盛衰。

道路與汽車及鐵路的關係 道路在既往人類的文化史上，已經有了不少顯著的貢獻，19世紀以前，人們的交通機關，差不多全靠道路；邇後，鐵路發達，汽笛一聲，卽千里長途，朝發夕至，快便莫比，於是鐵路事業，遂爲國家之最大急務，現在除幾處文化落後的地方外，鐵路路網，殆遍全球。自19世紀末葉，內燃機關發明，長足進步的結果，到了現在，遂一躍而爲最新最良的交通機關。汽車事業最發達的美國，據近來的報告，說現在有汽車千萬多台，農業者每三人，便有一台汽車，工人到工場去，學童到學校去，都是乘汽車。照美國的情勢看來，可說由鐵路時代而移到道路——汽車路——時代了。這個情況，自然不止美國，恐怕旁的國都有這種趨勢罷。

緣由不外是；鐵路乃專門的通路，要巨額的初築費和經常費，而且運輸只限於沿路各站；反之，道路是一般的通路——除火車而外，不僅各種機動車，牛馬車，可以通行，還可供住民往來通衢之用——，費

用低廉，運輸無地域，時間上的制限。今後道路的優勢，誠無足怪。

但是我們不能一筆抹煞，道路與鐵路自有各自的擅長存在：遠距離，多量貨物的運輸，前者不如後者經濟；短距離，少量貨物時，則後者不若前者便利，在現狀之下，這是顯著的事實。惟火車站貨物之集散，似不得不有賴道路，纔能完成其鐵路的任務，鐵路與道路的關係，猶如身體的動脈與血管一樣。總括說來，在沒有鐵路的地方，道路的需要，固不待言；就是鐵路發達極點的地方，亦須賴道路而益發揮其鐵路的特効。

良好道路的利益 因各地方依各自的需求主觀之不同，從而所認為良好道路的利益，自不一樣，茲就一般觀得的，概括如次：

- 1, 得減少搬運費，且能增大其搬運速度。
- 2, 商工業在一年四季內，得圓滿的發達。
- 3, 鐵路運輸業，在一年四季內，得平等運輸。
- 4, 沿路地價增高。

（以上係關於經濟上的利益）

- 5, 便於人們間之交際，郵電得迅速遞送。
- 6, 較偏僻的地方，漸漸地都市化；又都市近郊人口漸漸地增殖。
- 7, 減少交通上的危險；又失火時，便於消防。
- 8, 改良衛生狀態；增豔都市或鄉鎮之美觀。

(以上係關於社會上的利益)

參考附表：

(一) 美國汽車的發達情狀表

1916年 2,423,788輛      1919年 5,945,442輛

1917年 3,544,952輛      1920年 7,904,271輛

1918年 4,949,376輛      1921年 8,887,572輛

(二) 美國主要都市之各種鋪道之延長哩數及其變遷表(見下頁表)

觀上表變遷，哩數增加最著的是地瀝青版路，次則水固碎石，鋪磚，石塊等路，這全基因於汽車發達的結果。

(三) 歐美四大都市各種鋪道面積及百分率表

(1913年調查)

都 市	鋪路總面積 (sq. yard)	各種鋪路百分率				
		花崗石	碎石	鋪木	地瀝青	合計
New York	36,500,000	18 %	32 %	2 %	48 %	100 %
London	34,520,000	21 "	64 "	12 "	4 "	"
Paris	10,050,000	57 "	14 "	23 "	7 "	"
Berlin	7,790,000	54 "	3 "	2 "	42 "	"

由上表可知 New York 以地瀝青路，London 以碎石路，Paris 和 Berlin 以花崗石路為最多。

都市別 路別	Washington		New York		Chicago		Philadelphia		Boston		St. Louis	
	1890年	1914年	1890年	1915年	1890年	1915年	1890年	1914年	1891年	1915年	1890年	1915年
地源吉敷	51.80	182.96	16.34	416.53	9.24	710.46	43.40	511.96	4.65	22.13	3.95	69.82
石塊	23.50	25.58	273.75	160.98	23.10	111.28	119.60	348.32	69.97	124.24	42.46	68.57
圓石	11.50	4.12	3.33	—	—	—	375.10	7.13	5.95	—	—	—
粗石	—	—	—	—	—	—	115.50	4.63	—	—	—	—
鋪磚	—	1.34	—	0.04	—	269.37	19.80	171.57	0.35	5.25	—	182.21
水固碎石	8.00	122.12	24.23	127.49	227.01	552.32	88.80	248.10	204.57	388.32	290.08	252.06
杉圓柱	0.30	—	—	—	401.29	24.55	—	—	—	—	5.26	—
普通混凝土	23.21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
防腐鋪木	—	—	—	38.30	—	53.91	—	8.16	—	6.61	—	13.94
鋪磚塊	—	—	—	1.55	—	7.13	—	8.13	—	—	—	—
混凝土	—	1.66	—	—	—	40.03	—	11.03	—	—	—	—
護岸碎石	—	—	—	—	—	66.11	—	60.96	—	—	—	—
運寄混凝土	—	6.16	—	17.00	—	32.16	—	—	—	—	—	—
其他	—	—	—	—	—	2.00	—	—	—	8.02	—	55.79
總計	133.31	343.94	317.65	761.69	369.64	2,059.32	762.20	1,379.79	284.78	554.57	341.75	642.39





## 第一章 設計上一般之注意

(General remarks on designing highway)

### 第一節 路線的選定

關於路線的選定，不論開設新路或改築舊路，是不能拘於一定之規則的，須要討檢該路通過地方的地形，及占有之地位；又要適應於該路之特種目的，即通過貨物之性質及數量；對新設路線，豫想得於後人有沒有使用的價值。

選定路線，不僅關於經濟方面要考慮，且須顧及社會方面，如新設的路，多能給與居民以利便和慰安，但是這裏所欲申述的，單就經濟方面而言。

由經濟方面看來，內面包含有下列三個因素，

- 1, 築造費（工費）
- 2, 維持費（養路費）
- 3, 運轉費（事業費）

然而討究起來，這三個因素，都有互相的連關。譬如：若專圖築造費要低廉的時候，也許以少額的資金可以竣其工。不過日後，或者道路的一部分釀成崩壞，或者表層的鋪面被受損傷，却把維持費增大。超過豫定以上之多額；還有，車輛的磨擦阻力因此增大，使空耗了許多的運搬力，又車軸也破壞得快，結局下

來，反成爲不經濟了。所以良好的路線，是切望三者一同低廉，且其三者之和爲最少額。

連結甲乙二目的地的路線，如其間經過的地方，很平坦，沒有崗坡阻撓，沒有河川橫隔，當然以採用直線式——最短距離——的路線，爲最經濟，可以節省對過長路段之工費及維持費，短縮通過之時間。若其間經過的地方，高低不平，峯谷起伏，那就不能採用直線式，若勉強採用，則路線通過，時昇(Rise)時降(Fall)，上坡或下坡的時候，比平面時需力要得多，倒不如路線迂迴使路線平坦些，反爲有利。

又繼續過長的直線路線，前景失於單調，容易減煞行人興趣，而生厭倦，在路線設計當事，須留意此點，不妨稍稍迂迴，給與行人旅途的快感，尤其在風景幽勝的地方。

路線宜接近於築材——碎石，砂礫，石等——產出地方，可以減少築造費及維持費，

路線宜儘量地利用地形，可減少築堤，填溝，橋梁等工費。

路線宜選定不受水害，當風當日的處所；又路線架橋的位置，宜於水流無變化之所，且務宜與河流成直角。

新設的長途汽車路線，其間不關重要的村落鄉鎮，可不必繞道相就，甯若別設新路，較爲得策，因鄉村的居民很悠閒，行動也很弛緩，一旦途逢汽車，他們

同他們的曳車，若無其事一樣，仍舊的遲遲不進，也不讓路，致妨害汽車之前進，一不當心，便惹起碾斃的危難。

## 第二節 交通調查

路線既經選定，其次便是設計路面之種類的決定了。而決定的第一步，便須明瞭設計道路地點的交通狀態，施行交通調查。這項調查，不僅在設計路面為必要，還可藉此得窺知該路的磨耗狀態，以定改良路面的方針。

交通狀態，常依各地的情形而異，有的地方於一年中之某季節，特別頻繁，如避暑遊覽地方的夏季，農業地方的秋季；有的地方於每日中之某時間，特別擁擠，如大工場區域，在出勤，散工的時間，路上的行人，特別的多。如欲得精確的調查，事實上是不可可能的，只得於比較的無大變化的時期內行之。美國交通調查所採用的時期：是年中之4, 5, 6月；每星期內之星期5, 6, 1或星期6, 星期日，星期1三天。

調查內容：即調查該路的各種車輛通行之數量，及車輛互相的讓路次數，記錄表的樣式如次：

車輛類別	午前	午後
馬車類（一匹輕馬車，一匹重馬車，數匹輕馬車，數匹重馬車等）		
機動車類（公共汽車，搬貨汽車，遊覽汽車等）		

## 總計

### 天候

#### 調查者簽名

得知交通調查的報告後，再推定將來的交通增加量，由此便可決定路面之種類了。

各種鋪面與一日間通行各種車輛數之關係表：

鋪 面 類 別	車 輛 通 行 數			
	輕貨馬車 乘用馬車	一匹重 貨馬車	二匹以上 重貨馬車	機動車
良質砂礫路	50~75	25~30	10~15	50~75
撒油表裝砂礫路	50~75	25~30	10~15	75以上
撒油砂礫路	75~100	30~50	20	500~700
水固碎石路	175~200	175~200	60~80	50以下
撒油碎石路	175~200	175~200	60~80	50~500
瀝青表裝水固碎石路	100~150	50~75	25~30	1,500

### 第三節 牽引阻力

(Tractive resistance)

如要車輛在路面上走得快，而且實效很佳，那就要車輛在路上的牽引阻力很小，纔能做得到，所以牽引阻力，便成爲應研究的問題了。牽引阻力，係由三個獨立的阻力——輪軸磨擦，轉動阻力，坡度阻力——而成。

### 一. 輪軸磨擦 (Axle friction)

輪軸上轉動的輪轂 (Hub) 之阻力，同在輪軸承受處中轉動的軸頸之阻力，一樣地與道路表面之狀態及車輛之速度，不生關係；然同在一車輛，則此種磨擦阻力與車輛所載之貨重為正比例。

軸頸之磨擦係數，(Coefficient of friction) 常依軸頸及輪轂的材質，減磨劑之如何而異。據 Baker 氏的說明：軸的磨擦係數，約與壓力之平方根成逆比例。在輕車的時候，約當軸上之重量之 0.02；在載有貨物重車的時候，約 0.015，這都是指塗有良好的減磨劑的車輛而言。不良的時候，其軸磨擦，有大於上之數值之 2~3 倍的。

普通美國式車，勝過輪軸磨擦所需的牽引力，就輪軸上所載貨重每 ton 約要 3~3.5 lbs；而在平常良好的輪軸的貨車，每 ton 約要 3.5~4.5 lbs

### 二. 轉動阻力 (Rolling resistance)

車輛在道路上轉動的阻力，因路面凸凹不平，或者輪箍 (tire) 因載重而陷進路面中去的緣故而生。可由車的自身舉揚起來越過障礙物，車輛上必需的水平力，測得。然此數值，依車輪直徑之大小，輪箍之寬度，速度，路面之性質，而變動。

#### 1. 車輪直徑之大小

轉動阻力，視車輪之大小而異，大概輪徑愈大，則車輪越過障礙物所要之阻力愈小。究竟兩者之關係，據法國 M. Morin 氏的試驗，謂阻力與輪徑成反比例。較近之 M. Duprit 氏試驗，謂與輪徑之平方根成反比例。而英國 D. K. Clark 氏謂與輪徑之立方根成反比例，結果不同，大抵因路面及其他情形而異。

## 2, 輪箍之寬度

輪箍寬度與轉動阻力之關係，視路面的鋪砌而不同，大抵較寬之輪箍，在碎石路及平整之泥路上，可減少轉動阻力，但在鬆浮的或路基堅固而鋪有厚層之泥者，則寬的輪箍，適足增加其阻力。

次表係米滋里農業實驗所關於輪箍寬度與牽引阻力的實驗報告

輪箍寬度於牽引阻力之影響：（阻力單位為 lb/ton）

路的種類	$1\frac{1}{2}$ 寬輪箍	6 $\frac{1}{2}$ 寬輪箍
碎石路：		
堅，滑，無塵，少散緩的石的……	121	98
砂礫路：		
堅，滑，有少許胡桃大散緩石的……	182	134
新築，乾爽，還未成緻密的……	330	260
濕潤，散緩的砂，砂厚 $1\frac{1}{2}$ ~ $2\frac{1}{2}$ 的……	246	254
泥路：		
壤土——乾爽，鬆緩塵埃厚 $2\frac{1}{2}$ ~ $3\frac{1}{2}$ 的……	90	106

” ”	乾爽, 堅, 無鬆緩塵埃, 水平的	149	”	109
” ”	堅泥, 表面乾, 下層濕的	497	”	307
” ”	泥厚 $2\frac{1}{2}$ 質粘, 下層硬的	251	”	325
粘土——	泥厚 $3^2 \sim 4^2$ , 下層硬的	286	”	406
” ”	表面乾, 下層濕, 輪箍	472	”	422
” ”	表面乾, 下層狹的	618	”	464
” ”	堅且深泥的	825	”	511

註：此表各箇實驗時，貨重為 1 ton

### 3, 轉動之速度

車輛在不規則的路面上行走，自然會起震動，速度快則震動劇，從而轉動阻力便增大。這種阻力的增加：在無有鐵彈條——彈條能減少震動，即間接的減輕牽引阻力——的車輛較備有鐵彈條的為大；在平勻的道上比在粗面的道上為小；又空氣輪箍較金屬輪箍的時候為小。

次表係摩領斯氏就備有鐵彈條的車輛，實驗的結果：

速度於牽引阻力之影響（阻力單位 lb. ton）

道 面 種 類	驛 馬 車			馬 車		
	普通步	快步	最快步	普通步	快步	最快步
碎石路：						
乾爽, 緻密, 良好的	42	49	50	41	48	49
極堅硬, 看得見大石的	59	75	81	58	73	81
有些少之水, 稍稍不潔的	49	75	88	48	74	88



堅，有些少之軟泥的.....	77	92	100	76	91	99
堅，凸凹不平，有多量之泥的.....	95	108	117	93	108	116
局部磨耗，有厚泥的.....	112	127	134	110	126	132
大部分磨耗，凹深3 <sup>2</sup> ，有厚泥的...	146	161	169	145	160	168
最壞，凹深4 <sup>2</sup> ，且極粗雜的.....	164	180		162	202	
鋪石路：						
極平勻，狹接縫的.....	32	48	55	31	47	54
乾爽，良好的.....	35	52	61	34	51	67
濕潤，祇有塵泥的.....	35	49	56	44	60	67

註：表中所記之三種速度——普通步，快步，最快步——約當每秒間2.5, 5.0, 7.5 ft.；即每時間2, 4, 6 miles。

表中所記之數值，是示其貨重 (Load) 轉動後，速度於牽引阻力之影響。故對開始轉動保持如每點鐘2~3哩之速度連續地運動，須要有2~8倍之力，因為貨重當開始轉動，因一方面車輛在靜止中有幾分陷入路面中去，一方面當將要開動時，輪軸摩擦比轉動後為大，又一方面要與的貨重以加速度，故需多量的能力 (Energy)。

次示其各種路面上之標準牽引阻力，以資比較。

路面種類：	牽引阻力	以貨重表之
地瀝青版的.....	30~70 lbs/ton	$\frac{1}{67} \sim \frac{1}{30}$
鋪磚的.....	15~40 ”	$\frac{1}{133} \sim \frac{1}{50}$
普通水泥混凝土的.....	27~30 ”	$\frac{1}{75} \sim \frac{1}{67}$

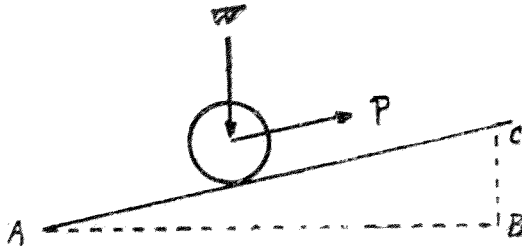
圓石的 .....	50~100	”	$\frac{1}{40}$	$\sim$	$\frac{1}{20}$
泥路 —— 普通的 .....	50~200	”	$\frac{1}{40}$	$\sim$	$\frac{1}{10}$
砂礫路 .....	50~100	”	$\frac{1}{40}$	$\sim$	$\frac{1}{20}$
水固碎石路 .....	20~100	”	$\frac{1}{100}$	$\sim$	$\frac{1}{20}$
板路 .....	30~50	”	$\frac{1}{67}$	$\sim$	$\frac{1}{40}$
鋪石路 .....	30~80	”	$\frac{1}{67}$	$\sim$	$\frac{1}{25}$
鋪木路 —— 矩形的 .....	30~50	”	$\frac{1}{67}$	$\sim$	$\frac{1}{40}$
” ” ” —— 圓形的 .....	40~80	”	$\frac{1}{50}$	$\sim$	$\frac{1}{25}$
砂路 —— 普通的 .....	100~200	”	$\frac{1}{20}$	$\sim$	$\frac{1}{10}$

上表地瀝青鋪路與溫度頗有關係，溫度高時較低時所生阻力為大。

### 三．坡阻度力 (Grade resistance)

坡度阻力：是當貨重在坡度上轉動，有保持不至落下起見，所要的力。這個力與路面之性質及輪徑之大小不生關係，僅與傾斜角度有關。參照次圖，設  $P$  為坡度阻力， $W$  為車之重量及其貨重，照力學原理  $P=W \times BC \div AC$ ，

第一圖



然通常情形，傾斜角的正弦等於正切即 $AC=AB$ ，又傾斜路面上的垂直壓力與其重量相等，即傾斜角之餘弦為一，故  $AC=AB$

$$\text{故 } P=W \times BC \div AB$$

坡度常以每水平 100 ft 單位內所昇降之 ft 數表示之；換言之，即以平面距離之百分率表示之。

故 坡度阻力 = 貨重  $\times$  坡度之百分率

是以牽引一物體上行斜坡之牽引力，等於同一路面在水平線上之牽引力，外加坡度之牽引阻力。

若車輛向斜坡下行，則坡度發生反向的阻力。足以增加車輛之速度而促其前行，而牽引阻力之總數，變為二種阻力之相差。若二種阻力之相差為 0，則車輛不須外力牽引，即能向下行動。倘坡度之反向阻力大於路面之轉動阻力，則牽引阻力為反向的，即須向車輪行動反對方向牽引，方足免車輛向下漸增速度。

坡度之影響 馬匹在斜坡路面上的有效牽引力，同時因一部分之能力耗於牽引其自己之重，亦因坡度

上步履難於穩固，因此而減少。

今設  $T =$  牽引力，  $W =$  馬匹的重量，

$t =$  以馬匹的重量表示的水平面  
上之牽引力

$g =$  水平距離之每單位長的坡度

則： $T = tW - gW = (t - g)W \dots \dots (1)$

假定，馬匹之平均許容牽引力為其重量之1/10，  
即： $t = 10\%$ ，依(1)式1%的坡度上時，可知馬匹的有效  
牽引力為其重量之9%，而在10%的坡度上時，則恰合  
運得其自身之重而已。

照(1)式，若  $t$  及  $g$  為既知值時，則在任意的坡度  
上，得求出馬匹的有效牽引力。

現在再由有效牽引力，可算出馬匹在任意的坡度  
上得牽引之貨重。今  $L =$  得牽引之貨重

$u =$  路面阻力之係數

然  $(t - g)W = uL + gL \dots \dots (2)$

故  $L = \frac{t - g}{u + g} W \dots \dots (3)$

坡度於馬匹在各種路上得牽引貨重的影響  
(貨重以馬匹之重量表之)

坡度之 百分率 (%)	鐵軌路	地瀝青 板路	碎石路	鋪石路	泥 路		
	$u = \frac{1}{200}$	$u = \frac{1}{100}$	$u = \frac{1}{60}$	$u = \frac{1}{50}$	最良	軟濕	泥土
	$u = \frac{1}{200}$	$u = \frac{1}{100}$	$u = \frac{1}{60}$	$u = \frac{1}{50}$	$u = \frac{1}{33}$	$u = \frac{1}{20}$	$u = \frac{1}{10}$
(水平)0	20.00	10.00	6.00	5.00	3.00	2.00	1.00
1	6.00	4.50	3.33	3.00	2.09	1.50	0.91
2	3.20	2.67	2.16	2.00	1.51	1.14	0.67
3	2.00	1.75	1.49	1.40	1.11	0.87	0.54
4	1.33	1.20	1.05	1.00	0.82	0.66	0.43
5	0.91	0.83	0.75	0.71	0.60	0.50	0.33
6	0.62	0.57	0.52	0.50	0.43	0.36	0.25
7	0.40	0.38	0.34	0.33	0.29	0.25	0.18
8	0.24	0.22	0.21	0.20	0.18	0.15	0.11
9	0.15	0.10	0.09	0.09	0.08	0.09	0.05
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

表中之數位，設  $t =$  馬匹重量之  $\frac{1}{10}$ ，依(3)式而算得。表中之最上列(坡度=0)之數，是示其馬匹在各種水平路上得牽引的貨重；以下(即坡度由1%乃至10%)之數，是示其在各種路面之任意坡度上得牽引的貨重。

次表設水平的面貨重為一，所表之坡度及於貨重的影響：

坡度之百分率 (%)	鐵軌道	地瀝青版路	碎石路	鋪石路	泥 路		
	$u = \frac{1}{200}$	$u = \frac{1}{100}$	$u = \frac{1}{60}$	$u = \frac{1}{50}$	最良	軟濕	泥土
					$u = \frac{1}{33}$	$u = \frac{1}{20}$	$u = \frac{1}{10}$
(水平)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1	0.30	0.45	0.56	0.60	0.62	0.75	0.91
2	0.16	0.27	0.36	0.40	0.50	0.57	0.67
3	0.10	0.18	0.25	0.28	0.37	0.44	0.54
4	0.07	0.12	0.17	0.20	0.27	0.33	0.43
5	0.04	0.08	0.12	0.14	0.20	0.25	0.33
6	0.03	0.06	0.08	0.10	0.14	0.18	0.25
7	0.02	0.04	0.06	0.06	0.10	0.12	0.18
8	0.01	0.02	0.04	0.04	0.06	0.08	0.11
9	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

說明：如表中坡度3%之鐵軌道上，馬匹得以牽引的貨重，只牽引得如在水平同種道上之10%之貨重；又如在坡度3%之水固碎石路上得以牽引的貨重，當在水平同種道上之25%。

#### 第四節 車輛的重量

路面上通行的車輛，其重量常有適度的範圍，據美國 Philadelphia 公路局的設定，內分馬車與機動車 (Motor Vehicles) 二種，其重量範圍如次：

車輛種類

重量範圍

## 馬車：

馬匹重量	0.50 ton
一匹馬的輕車	1.20 "
一匹馬的重車	2.00 "
二匹馬的輕車	2.00 "
二匹馬的重車	4.00 "
三匹馬的車	5.00 "
四匹馬的車	6.00 "

## 機動車：

兩輪汽車, 腳踏車	0.15 ton
二人坐的汽車	1.30 "
二人以上坐的汽車	2.20 "
搬貨的輕汽車	3.30 "
搬貨的普通汽車	6.00 "
搬貨的重汽車	8.50 "

又據日本的道路構造規程, 關於輪箍寬度的規定, 牛車須在3寸5分以上, 馬車在3寸以上, 大貨車在2寸以上。載重規定: 機動車為5.0 ton, 四輪牛車2.0 ton, 四輪馬車1.7 ton, 大貨車1.4 ton,

## 第五節 公路的寬度

(Width of Highways)

公路的寬度, 依通行車輛的寬度及其交通量而定。歐美各國採用諸車輛的寬度, 概數如次:

車輛種類	車輛寬度
搬場貨車	7'-6"
公共馬車	7'-2"
公共汽車	7'-6"
自家用汽車	6'-8"
出租用汽車	5'-9"
電車	8'-0"

所要公路的寬度，須使二個車輛相逢，能安然通過為要，今設車傍之餘地為4"，二個車輛間間隔為8"。即公路之最小寬度 =  $2 \times (\text{車輛的寬度} + 4") + 8"$

然汽車比普通馬車速度快過3倍，從而車輛間間隔應為  $8" \times 3 = 24"$  纔能安全無虞。又實際上車傍4"之餘地，失之過少，因同時還有其他的通行；萬一車輛故障時，應留有躲置修整的餘裕，所以普通公路最小寬度須在20 ft 以上。

又美國方面，機動車頻繁的路寬，準照每一車線，需路寬9~10 ft 之比例，求算公路的寬度云。如二車線的路，應寬18~20 ft

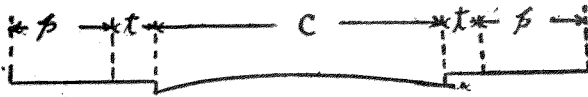
又在建築長距離的道路，為節省工費起見，不能於路的全部，惟於車輛通行的部分，敷置良好面鋪裝，其敷裝之寬度一般稱此部分為“改善的路寬”，茲舉法國的實例如次：

道路種類	道路敷地寬	改善的路寬
國道 (national road).....	66 ft.	22 ft.



縣道 (departmental road).....	40	”	20	”
鄉道 (provincial road).....	33	”	20	”
近鄰道 (neighborhood road).....	26	”	16	”

以上是單言道路之寬度，現在再說及街路，街路寬度，可依下表推定。



第 二 圖

(單位 = Meter公尺)

路道等級	C	P	t		總寬度	
			有樹時	無樹時	有樹時	無樹時
主要街路	25	7.5	1	0.6	42	41.2
一等街路	20	6.0	1	0.6	34	33.2
二等街路	15	4.5	1	0.6	26	25.2
三等街路	10	3.0	1	0.6	18	17.2
住宅街路	5	1.5	1	0.6	10	9.2

註： c = 車道的寬度

t = 街路樹與欄石間的距離

P = 徒步部分的寬度

## 參考附表：

## (一) 諸外國大都市各種街路寬度表

都市名	主要街路	二等街路	地方街路
London(英).....	140 ft.	80 ft.	60 ft.
Berlin(德).....	95 ”	65~95 ”	40~65 ”
Washington(美)...	160 ”	120 ”	60~90 ”
Tokyo(日).....	>120 ”	770 ”	>35 ”

## (二) 諸外國大都市著名的街路寬度

所在地	街路名	路寬
London	White hole	120~145 ft
”	Oxford street	64 ”
Berlin	Unter den linden	190 ”
”	Potsdamer	110 ”
Paris	Avenue des Champs Elysees	260 ”
”	Avenue Henri Martin	130 ”
New York	Queens Boulevard	200 ”
Tokyo	Tokyo Station Avenue	240 ”

## 第六節 曲線 (Curve)

我們時常經驗得到的，當我們在直線的道路上行走，每每易感著單調和疲勞。反之，行走在有變化的連續的曲線的路上，只見路旁的景色向眼前轉換，感到不少的慰安，這就是曲線之美的功效。所以在公園或其附近，多曲線的道路，來助雅緻的情趣。但在一

般的道路及街路，為搬運上，地價上的經濟關係，以採用直線的道路為有利。然直線的道路，有時因地形上或計劃上等關係，於某處須灣曲之必要時，則非灣曲不可。這種曲線的灣曲度究竟要如何才算適當呢？這個問題，尤其在汽車通路上，非常重要，如在峻急轉角的道路，汽車仍照舊地快速度開駛前進，那末，不是碾傷行人，便是相互衝突，危險已極。所以汽車將駛到轉角的道路，須預先減少速度，徐徐地通過。然因此往來車輛遲遲不進，致阻礙交通，尤其在夜間，濃霧，煙雨的時候特甚。一般為通行的安全起見，故有容許曲線的最小半徑之設定。

道路容許曲線的最小半徑，依路面的寬度，通行車輛的長度及其速度而定。例如：聯有四匹馬的50 ft 長的車，在12 ft 寬之路上，使得保持安全的通過，須要約內半徑100 ft 寬之曲線；在16 ft 寬之路上時，約要75 ft 之內半徑；在18 ft 寬之路上時，要66 ft 之內半徑。

法國關於這種曲線的規定，在20 ft 或22 ft 寬度的主要及縣道 (Main and departmental road)，最小內半徑為165 ft。又依日本的規定，於國道及縣道，最小內半徑180 ft 以上；於街路曲線之內半徑為300 ft 以上。

又在汽車路上，路的曲線，尤要特別的平緩，務使兩方汽車於200 ft。距離範圍之內，互相見得到，

故普通汽車路曲線內半徑為 300~400 ft 萬一得不到如這樣的平緩的餘地時，亦須設置信號識標，立於易見的處所。

### 第七節 坡度 (Grade)

坡度可分為二段說明：

#### 一. 極大坡度 (maximum grade)

不待言，人們所希望的，是水平的道路，然而因為自然的地形上，工費的經濟上等關係，難以有水平的。斜坡的路，不利於車輛的運轉，因貨物牽引在斜坡的路上比在水平的路上，所需的力要大，且所載重也有一定的制限。於是便有極大坡度之規定的必要。

極大坡度一名制限坡度 (Ruling grade)，大部視乎車輛及馬匹的牽引能力，即斜坡路面的長度及峻峻的狀況而決定。

次表是示其各種路面之極大許容坡度，即言之，築造道路時，採用坡度，不得超過如次表的設定。

各種路面之極大許容坡度表：

路面種類	極大許容坡度
鋪石路 .....	$\frac{1}{6.6}$
填有瀝青的鋪磚路 .....	$\frac{1}{8.3}$
泥路 .....	$\frac{1}{10}$
填有水泥的鋪石路 .....	$\frac{1}{11}$

地瀝青塊路.....	$\frac{1}{12.5}$
瀝青混凝土路.....	$\frac{1}{12.5}$
水泥混凝土路.....	$\frac{1}{12.5}$
瀝青碎石路.....	$\frac{1}{12.5}$
填有水泥的鋪磚路.....	$\frac{1}{16.6}$
瀝青製的表層.....	$\frac{1}{16.6}$
地瀝青板路.....	$\frac{1}{20}$
鋪木路.....	$\frac{1}{25}$

築路遇到山崗的地方，可依下記兩個方法，減少其坡度，其一法：迴繞山腹；或依山的斜面作成鋸齒狀，以減少之。此法適用於長距離的崗坡處。其二法：將山的傾斜峻急的部分鋤去，以減少之。此法適用於短距離的坡面處，且較前法為經濟。

## 二．極小坡度 (minimum grade)

單就車輛的運輸上着想，誰都知道以水平道路為最宜，然若路面帶有稍微的坡度，則於維持費——養路費——上為有利。我們常看得各種路面，路的中央常高於兩旁，其用意在於使降下來的雨水，易向兩旁溝流去，然而在水平的路上，難免有許多局部的水窪，有礙表面除水，貯水不流，浸入路裏面去，致路面軟

化，一遇車轍馬跡，立即污爛毀壞，增加不少的維持費用，若於此時，稍與以適當的縱向坡度——路向上的坡度——，使各局部水窪的貯水，有所依歸下流，則此弊立除。所以當築設易於軟化的路——如泥路，砂礫及碎石路——時，須與以適當的縱向坡度。

茲示其水固碎石路之極小坡度如下，換句話說，沒有如下記之坡度，便不能使路面得完全的除水。

在 <u>英</u> 國	$1\frac{1}{4}$ %
在 <u>法</u> 國	0.8 %
在 <u>美</u> 國	0.5 %

### 第八節 橫截面 (Cross Section)

在前節內曾說及過，為除水便利起見，路面之中央常高於兩旁，換句話說，凡路須有適當的橫坡度——路冠，一路面的橫坡度依其路面的性質而不同，在平滑及較堅硬的路面，橫坡度可較小；反之，則須較大。又在寬廣的路面，橫坡度可較小；反之，在狹隘的路面，須較大。

Andrew Ross Water 氏(美國工程師)求算橫坡度的實驗公式：

$$C = \frac{W(100-4G)}{5000} \dots\dots\dots \text{用於地瀝青版路}$$

$$C = \frac{W(100-4G)}{6000} \dots\dots\dots \text{用於地瀝青版路以外之路面}$$

註：式中 C = 路心的高度 (inch)

W = 路之寬度 (inch)

G = 縱向坡度(%)如4% = 4

下表係普通常用的各種路面之橫坡度：

路面種類	橫坡度 (in/ft.)
泥路	$\frac{1}{2} \sim 1$
砂礫路	$\frac{1}{2} \sim 1$
水固碎石路	$\frac{1}{2} \sim \frac{3}{4}$
瀝青碎石路	$\frac{1}{4} \sim \frac{1}{2}$
瀝青混凝土路	$\frac{1}{4} \sim \frac{1}{2}$
瀝青製的表層	$\frac{1}{4} \sim \frac{1}{2}$
鋪石路	$\frac{1}{4} \sim \frac{1}{2}$
水泥混凝土路	$\frac{1}{4} \sim \frac{3}{8}$
鋪磚路	$\frac{1}{4} \sim \frac{3}{8}$
鋪木路	$\frac{1}{8} \sim \frac{1}{4}$
地瀝青版路	$\frac{1}{8} \sim \frac{1}{4}$

橫坡度不宜過大，過大則通行者恆集於路面之中央，反使中央部分，早日磨損，致成凹面。

路面既有橫坡度，則橫截面自有一種曲線的形式，普通有用圓弧 (Circular) 形的，有用拋物線 (Parabola) 形的，其中尤以拋物線形為最多。





道路工程學

## 第二章 路基及除水

( Foundation and Drainage )

### 第一節 路基

無論那種道路或街路，路基是很重要的，路的耐久力，全係乎此。若路基薄弱，其後路面便陷於不均勻，此凸彼凹，破壞得快，且修整困難。反之，路基堅固，後來鋪砌就是材料稍些遜色，施工稍些疎忽，却不見得有甚大的害處。爲一勞永逸計，當工程伊始，路基務求堅固，實爲緊要。

路基大別可分爲天然的與人工的兩種：

#### 一． 天然路基 (Natural Foundation)

路線經過的地盤，如是堅固岩石或硬質之所，則天然路基築造，非常簡便，不成問題；若是遇到不良的地方，即濕潤多水之處，應設法將水卸除；有腐朽及鬆浮的物質存在時，須完全清除；又在砂質的地方，應加以適量之粘土；軟弱的地盤，須敷以相當之碎石，砂礫，以固其基；然後應用適當重量之路轆，充分輾壓，使之平整而結實，以備今後鋪砌施工之用。故有稱此種天然路基表面爲路盤面 (Sub grade) 的。

#### 二． 人工路基 (Artificial Foundation)

人工路基，用得最多的，便是混凝土路基 (Concr-

ete Foundation)，現在除泥路，砂路及碎石路而外，其餘各種高級道路，無不樂用之。因為混凝土路基為一個堅實固結的人造石材，堪荷重貨的壓力而不破壞；又裝置地下管類等事，挖掘亦屬容易。

路基用的混凝土之配合比率，一般為1:3:6；或1:2:5；1:2.5:7。

混凝土路基的厚度，當以天然地質陷落後，尚堪抵抗路面及所荷重量之壓力，而不破壞為衡，在除水得宜的土層，4 inch 厚度似可足用；而在濕潤鬆浮的泥土，即 1 ft 亦不為多。

此外，還有瀝青混凝土路基 (Bituminous Concrete Foundation)，構造與前者略同，惟配合前者用的水泥，茲則代以地瀝青或焦油。強度比前者為弱，而韌性 (Flexible) 較富。施工後即可從事鋪砌，不似前者定須待延時日。

### 一． 除水之目的

道路工程上，次要緊的，便是除水了，有完善的除水設備，然後纔有良好的道路。請看下列五個目的，便知曉了。

(1) 使路面之雨水，有所依歸，立即向旁溝流卸，以免害及路面之鋪砌。

(2) 使土壤中的水位低下，即路面之雨水，可藉日光及風之力，得以乾爽。——不然，若路基濕潤，

則一時難乾，而為軟化，經過車轍馬跡，即生轍跡的凹窪，一遇降雨，則凹窪之水貯溜不動，道路便成泥污。

(3) 除去地下水的潛流 (Underflow)，即入了結冰期以後，地面凍結，地下水依著高位的靜水壓，徐徐地從土壤中上昇，若於此時，不以地下除水設備，把牠除去，則水通通浸在土壤裏面，飽和起來，俟到翌春冰解，則路面上異常濕潤。

(4) 當路面結冰後，路下未結冰之水，得立即除去；又春間溶雪的時候，雪的溶解，上層與下層是一樣的溶化，於此時，有地下除水之設備，則下層所溶化之水，得立即流去，不致停滯於路上。

(5) 除水設備，不僅為的是除水，以防止路面軟化污爛；還可以藉此減少其結冰的破壞力。因為水結成冰，體積膨脹，路面因是而隆起，土壤也凍得如蜂巢一般。翌春冰解，便鬆軟落下，遂成破壞道路原因之一。

## 二． 除水之設備

除水設備，得分為路面除水及路底除水二種：

路面除水 (Surface drainage) 使在路面之雨水，得速為流卸，以免浸入路體。路面除水之設備，其一：於路面中心向兩旁傾斜——即路冠 (Crown)——，表面光滑，俾水易向兩旁溝去。詳細參照第一章第八節。其二：設置旁溝 (Gutter)，使路面流來之水，聚會流注抑

塵池或下水管去。詳細參照第十五章第二節。

路底除水 (Under Drainage) 係排除路底之水及導去由旁溝流來之水，以免浸及路基。方法：有用除水管 (Drain Pipe) 的，有用盲溝 (Blind drain) 的。惟後者常有泥漿塞閉之虞，少有採用。現在所用的殆屬前者。

除水管設置於道路之一側，或兩側的路面下深 3 ~ 4 ft 之處，除水管之內徑普通為 3~30 inch，為便利除水計，須置有相當的傾斜普通以 2.5~3.0 inch 每 100ft 之傾斜，認為適度云。

除水管管徑之計算公式：

據 Bakers, Formular

$$A = 19 \sqrt{\frac{ED^5}{L}}$$

A 是表有 D 直徑 (inch)，L 長 (ft)，E 落差 (ft) 的除水管，在 24 時間內所除去 1 inch 深之水的面積 acres 數。

又據 Poncelots, Formular

$$V = 48 \sqrt{\frac{F D}{L + 54 D}}$$

設 V 為速度 (ft sec)，D 為管徑 (ft)，L 為管長 (ft)，F 為差 (ft)。

## 第三章 泥路及砂粘土路

(Earth and Sand Clay Road)

由天然的泥土——壤土(Loam)及粘土(Clay)——所造成的，名曰“泥路”；就砂路或粘土路上鋪布粘土或砂而成的，稱為“砂粘土路”。這兩種都可說是最初級的道路，惟建築費較其他道路遙低。所以尚適用於經費不裕而且交通閉寂的鄉鎮道路。

### 第一節 泥類

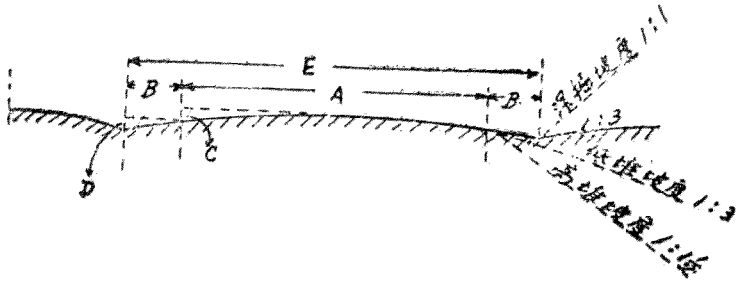
#### 一. 設計

路寬 路之寬度，依交通之狀況，泥土之性質，氣候等而定，在多雨且土質易軟化的地方，比較的要得寬；反之，在氣候乾爽且土質良好的地方，就是狹小些，也儘足適用，普通路地寬度，約在40~66 ft之間。如66 ft之路地，在兩側旁溝之外方，置留約6 ft之步道，剩下的54 ft為附有坡度的車馬道。又如40 ft之路地，則兩側步道部分6 ft，車馬道部分28 ft。

坡度 關於坡度的主要問題，即在決定極大容許坡度。在多山的地方，採用25%坡度比較的多；再峻的時候，竟有達33%坡度的；在平原的地方，多採用12.5%坡度。據搬運重貨的經驗，貨物在12%坡度的道上，不論天氣怎樣的不佳，可得以自由地調節，不

會發生危險；但超過12%坡度以上時，那就難保其安全了。這單指縱向坡度而言。至於橫向坡度，為完全使路面除水起見，最少須有1.3 inch 每1ft 之坡度，即1ft 每24ft 之坡度。但不得超過1 inch 每1ft，即1ft 每12ft 以上之坡度。

橫截面 橫截面是與路面除水相關的，茲記泥路代表的樣式如次：



第 三 圖

泥路橫截面之形狀，可依下表而決定。

$A$  = 通行路之寬度  $10 \times n$  ft

$n$  = 依貨物而定之 1, 2, 3, 4, 5, 6 等之整數

$B = 3\frac{1}{3}\sqrt{n}$  ft (但於掘鑿或堆堤時，可減少  $1/2$ )

$C$  = 路頂之高度 = 4 吋

$D$  = 旁溝之深度 =  $2B$  吋

$E$  = 兩旁溝間之距離

n	A	B	C	D	E
1	10 ft	3.5 ft	4 inch	5 inch	17 ft
2	20 "	5.0 "	8 "	10 "	30 "
3	30 "	6.0 "	12 "	12 "	42 "
4	40 "	7.0 "	16 "	14 "	54 "
5	50 "	7.75 "	20 "	16 "	66 "
6	60 "	8.5 "	24 "	17 "	77 "

掘鑿及堆堤之側面坡度 築路時常遇着小坡或淺窪的地方，為適合道路之位置起見，須施行掘鑿或堆堤等工程。而其側面坡度，將以何度為適當呢？今舉一般所使用的如次。此項坡度，以其水平距離與垂直距離之比表示之。

掘鑿之側面坡度：

在岩石的地方 =  $\frac{1}{4} : 1$

在普通泥土的地方 =  $1 : 1$

在砂礫的地方 =  $1\frac{1}{2} : 1$

在細砂的地方 =  $2:1$ 或 $3:1$

堆堤之側面坡度：一般為  $1\frac{1}{2} : 1$

掘鑿或堆堤之斜面上，為防止崩壞起見，常植以草類。

又當峻峻的山側時，為免除山側流下之水起見，可在比道路較高之所，設置導水溝(Catch Water)，導之



他去。

## 二. 建築

祇要上述設計各項方針已經定妥，此後建築工事，便不成問題，藉鶴嘴斧，平鏟，均路機，築路機等（詳細參照本節第四項）機具，堆掘泥土，平坦其表面即成。

除水，在土道建築上，為極重要的事項，因泥路較其他道路容易被水浸透。泥路除水的方法：可分為路面除水和路底除水兩種，（詳細請參閱第二章第二節）。

## 三. 養路

泥路上為防止塵埃和保持光滑起見，常撒布以油類——焦油，原油——，撒油務須均勻遍布，故現有用壓力撒油槽車（Pressure Distributor Tank Wagon）的，其結果甚佳。所撒油量，路面每 sq. yard 需油  $\frac{1}{4} \sim \frac{1}{2}$  gallon。

## 四. 道路築造機具

這裏所敘的道路築造機具，不僅限於泥路建築，在其他道路之路盤工作，亦莫不用之；不僅限於建築道路，在修整時亦莫不用之。

A, 平鏟 (Shovel) 用以鏟掘鬆弛的泥土或砂土，重量約 6.6 lbs，如第四圖 (b)

B, 鶴嘴斧 (Pick) 用以啄鑿硬質的泥土，重量約 6~9 lb，如第四圖 (a)

C, 均路機 (Scraper) 用以鋤鬆泥土，同時依此作

搬運泥土之用。內有下列數種：

(1) 拖鋤均路機(Drag Scoop Scraper)一名滑走均路機(Seip Scraper)如第五圖，其容量最小的為3 cub ft最大的為5~7 cub ft 適用於表面之掘鑿及短距離所之搬運。此機多用於昔日及今之小工程。然現今大工程多採用下述二種。

(2) 舌形均路機(Tongue Scraper) 如第六圖，適用於掘鑿時，削均路面；鋪砌時，築造施工基面；又在短距離時，也可供運土之用。

(3) 附輪均路機(Wheel Scraper) 此機有兩種形式，即二輪的與四輪的。上面均吊有鋼鐵函箱。二輪的有三樣No. 1, No. 2, No 3, 即 9, 12, 16 cub ft 之容量；四輪的有兩種，即  $\frac{1}{2}$  cub yard 及 1 cub yard 之容量。適於長築距離(60~300 yards)之運土。

D, 築路機(Grader) 用以鋤土及平坦路面之用。內有下列二種：

(1) 刮削築路機(Scraping Grader) 如第七圖，A 為削刀(Scraper-blade)，B 為調整輪，削刀前緣鋤得的土順次地壓向後緣，散布於路之中心，造成一樣平滑的表面。

(2) 揚土築路機(Elevating Grader) 如第八圖機框的下端，備有大形的犁嘴，鋤鬆之泥土，藉傾斜的搬運帶(belt)，揚舉上來，直接的拋在土堤上或投入運土車中。此機適用於開溝，堆堤及修築工事。

第四圖



GRADING-PICK.



CLAY-PICK



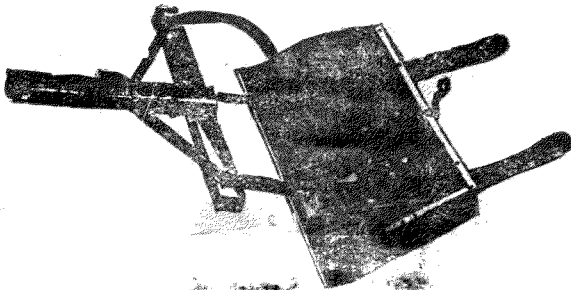
SHOVELS

第五圖



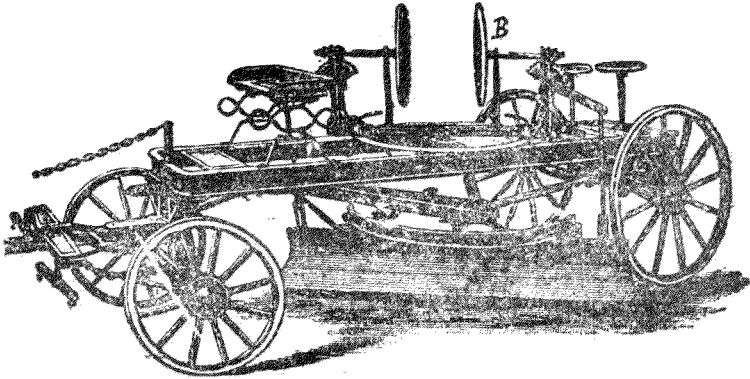
DRAG-SCOOP SCRAPER.

第六圖



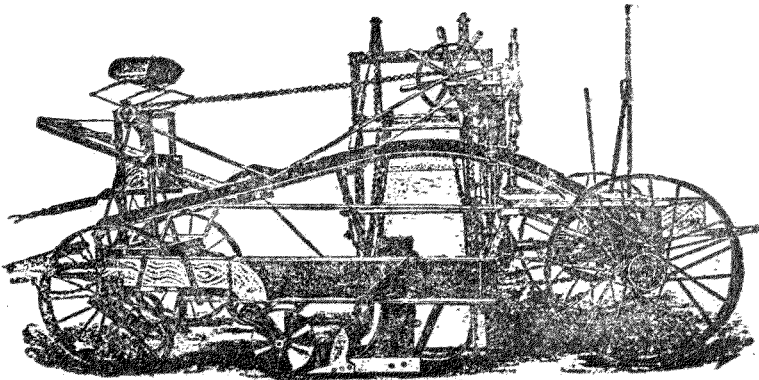
POLE OR TONGUE SCRAPER.

第七圖



—SCRAPING GRADER.

第八圖



—ELEVATING GRADER.

參考附錄：

壤土，粘土，沉泥 (Silt)，砂，砂礫 (Gravel)  
等名稱之界說，茲錄原文如次：

[A Committee of the American Society for Testing

Material has proposed the definition :

Clay—Finely divided earth, generally Silicious and alluminous which will pass a 200 mesh sieve ,

Loam—Finely divided earthy material containing a considerable proportion of organic matter .

Sand—Finely divided rock detritus , the particles of with pass a 10-mesh sieve and be retained on a 200-mesh sieve .

Silt—Naturally deposited fine , earthy material , with pass a 200-mesh sieve .

Gravel—Small stone or pebbles with will not pass a 10-mesh sieve .

The differentiation between gravel , sand , silt and clay should be made on the following basis :

Sizes of particles	name
Retained on a 10-mesh sieve	“Gravel”
Passing a 10 mesh and held on a 200-mesh sieve	“Sand”
Passing a 200-mesh Sieve	“Silt and Clay”]

## 第二節 砂粘土路

砂與粘土的個性，各不相同，砂在濕態的時候，支持力（Support Power）最大；而粘土却在乾態時為佳。所以若將兩者作適當的配合，使各發揮其長所，而補其

短處，便能得良好的道路，且初築費及後日的養路費也很便宜。

### 一. 設計

路寬 普通路面改善的寬度，在單車線路約10~12 ft；在複車線路約14~16 ft。

厚度 路心厚度約6~10 inch，普通為6~8 inch；兩側方面約4~8 inch，普通為4~6 inch。

路頂 約要 $\frac{1}{2}$ ~ $\frac{3}{4}$  inch每1 ft之坡度。

配合 我們既知道，利用砂與粘土之所長，配合起來，便能得良好的砂粘土路，然則兩者將以何比率配合為適當呢？就理論上，說是使用的粘土量，恰足將砂間的空隙（Void）填滿就好了。但是砂間的空隙之側面又怎樣呢？可先將砂裝滿到一個既知量的容器內，次徐徐地注水於其中，而測其所要的吸收水量即得。還有一個測觀配合之適否的簡便方法：實驗，先將砂與粘土分為種種的配合，作成球體，而後將這球體浸入水中，測驗其散碎度，以砂量過多的散碎得最先，其次是粘土過量的，以最後散碎的為最良好的配合。普通砂粘土路所認為良好的配合，粘土：砂 = 4:6 或 3:7

### 二. 建築

建築砂粘土路有三個方法：

(1) 將砂與粘土之混合物，敷加於砂路或粘土路之路面中央用刮削築路機或拖鈹以平滑之，由這個方

法作成的，名曰“Top soil road”

(2) 將砂層撒布粘土路之路盤上，也用築路機同拖鈹，數回平坦之。在路面鬆弛的處所，可加粘土，又粘土多的地方，可再加砂，務使達到良好的狀態。這種道路，稱為“Sanded road”

(3) 又路盤是砂質的，為增大砂粒的支持力起見，敷布粘土於其上，即所謂“Clay road”

### 三． 養 路

粘土過量的砂粘土路，在雨季易生凹窪，此時可用粗砂披蓋於上，以築路機布配均勻使成平整的路面。反之，砂量過多時，可加上粘土，以修整之。

### 四． 特 質

砂粘土路實際就是優秀的泥路，他的好處：是無騷聲，少灰塵，建築手續簡單。壞處：是耐不得較重的貨物；車輛的輪箍稍些狹小，便易壓入到路面裏去；尤其在雨季，路面易瀆泥化。

## 第四章 砂礫路

(Gravel Road)

砂礫路的建築費和養路費比較低廉；適用於通行輕貨的鄉鎮公路及交通不大頻繁的小都市的街路。

特徵 美點：是比較的利於汽車的通行容易修整；缺點：是天氣乾燥時，易生灰塵。

砂礫路盛用於美國，約占改良道路之全哩數之 $\frac{1}{3}$ 云。

### 第一節 料材

#### 一. 砂礫

優良砂礫必具的要件：

1 要富於硬性及韌性，遇車輪，馬蹄等的衝撞，不至容易粉碎。

2, 砂礫的大小，要不一樣，小的砂礫填充於大的砂礫間之空隙，以便各砂礫間容易結合。

砂礫的大小，最大的 1 inch 以下，若超過此數，須篩別出來，供造路基之用。

3, 礫的形狀，與其圓形的，寧若有稜角形的，色澤青色的比赤色的好些。

4, 要含有相當的有結合性的物質——粘土，壤土，鐵之養化物等——，但不得超過 20% 以上。



普通以河川砂礫 (River gravel) 爲比較的適合這個要件，使用得較廣；石灰質的砂礫，結合力 (Cementing power) 很大，但嫌其太柔軟；而石英的砂礫，硬性甚強，却無結合力，故有石英含量不得超過 50% 以上的規定。

## 二． 結合物 (Binder)

建築良好的砂礫路，砂礫相互間要充分地膠結和凝固，不然，則車輪易陷入到路面裏去，致增大牽引阻力；又遇到雨水時則路盤易浸濕軟化。因此，對於各砂礫相互間的空隙，須得填充結合爲要，即大礫之間依小礫，小礫之間藉砂粒，最後，砂粒之間由結合物，相次的填充。

普通使用之結合物，最多的爲粘土，次爲壤土，砂石，石粉，養化鐵及其他之微細粉末等：

粘土——粘土之使用量，不得超過其全量之 20% 以上，因爲粘土的結合力，依天氣之狀態，大起變化：即雨天的時候，易吸收水分，失去其結合力，路面軟爛；又天乾的時候，則起收縮，生罅裂，與砂礫分離，使路面疎鬆。

壤土——即砂與少量之植物質及石灰等混合的粘土，用作結合物，其性質與粘土同。

砂石粉——砂礫裏面常含有細微的砂石粉，爲優良的結合物。

養化鐵——即含有鐵分的砂礫，用爲結合物，則

堅固凝結，而成爲不浸水且硬滑的路面。

上面所述的結合作用，差不多都是機械的作用，這就是砂礫路與水固碎石路（參照第五章）間主要的不同點，因爲後者之結合，除了機械的作用而外，還有化學的作用。

## 第二節 建築

### 一. 設計

路盤 砂礫路的路盤，須備有適當的縱向坡度及橫截面，設置旁溝，埋裝除水管於旁溝之下方。

寬度及厚度 應配布砂礫的寬度；在單車線路爲 10 ft，複車線路爲 15～16 ft。應配布砂礫的厚度；這是依路盤之土質，砂礫之品質，交通之狀態等而異，然在普通除水良好的路盤有 8 inch 厚之固定的砂礫層，儘夠了；又在複車線路時，其左右兩端之厚，可減爲 4～5 inch

配布時砂礫層之厚，因了外力的緣故，漸漸地減落下去，這種壓縮減量，雖難一定，然欲得設計的厚度，須在建築時預加壓縮所減的厚度，如：設計厚度定爲 8 inch，則建築時的配布厚度要 12 inch。

路頂 橫截面的坡度；最少值  $\frac{1}{4}$  inch / 1 ft，最大值  $\frac{3}{4}$  inch / 1 ft，前者適用於通行輕貨物的公園附近車道，後者適用於通行重貨物的鄉鎮公路。

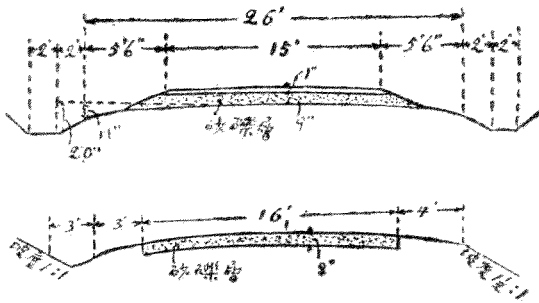
坡度 許容極大縱向坡度以 12‰ 爲適當。

## 二。建築法

建築砂礫路有兩種方式，即：表面構造法和溝式構造法。

表面構造法 (Surface construction) 把砂礫敷布於沿泥路的中央表面上，或者在欲敷布砂礫部分的兩緣，圍以板框，填砂礫於其中，填好了，將板框取開，則砂礫擴散成爲自然的傾斜。後來，經過雨水的浸潤，與下方的土層相混凝，再經表面上所受之外壓力——來往車馬之壓力——，遂成堅固的路面。第一層砂礫完全堅固以後，再敷布第二層，以求達所要的厚度。參觀第九圖：

第九圖 表面構造橫截面圖



第十圖 溝式構造橫截面圖

溝式構造法 (Trench Construction) 先就道路掘深 10~12 inch 及所要寬度的溝形，溝的底面要與成後的路面曲線同一形狀。敷裝砂礫於溝內，然後用路轆輾平之。完成的路面如第十圖所示。

## 二法的比較：

	表面構造法	溝式構造法
建築費 ……	低廉	昂貴
砂礫使用量 ……	多	少
適用 ……	宜於交通頻繁的道路，及產砂礫豐富的地方。	宜於交通閒寂的道路，產砂礫不豐的地方。

## 三．工費

砂礫路之工費，依其構造之方式，砂礫之價格，及路面之寬狹，砂礫層之厚度之不同，沒有一定。據外國既成的實例；砂礫路之建築全工費，每 1 mile 要 800 ~ 3500 dollars；又分別說來，10ft 寬的單車線路，每 1 mile 要工費 800 ~ 1800 dollars；15 ft 寬的複車線路，每 1 mile 要 1500 ~ 2500 dollars 云。

## 第三節 養路

砂礫路的表面，因受雨水，冰凍及其他外力的作用，容易破損，故須時常修整；對於凹窪的處所，先鉋去其周圍的舊跡，填充新的同樣的砂礫於其凹所，用路輓輾平；對凸的處所，可用鋤鏟平之。從事此項修整，宜於雨後濕濡的時候施行。又須留意路面除水，流向兩旁之雨水，務求立刻流注旁溝，旁溝內面，要時常清掃。須僱備常年養路夫專司此項工作。預置砂礫於貯砂場，以應臨時的需要。

養路費：據外國實例，每年每 mile 約要 40 ~ 100 dollars。

#### 第四節 鎮塵

鎮塵的目的，不外是空際無塵，使行人舒快，路面光滑，便於通行；及維持道路自身的壽命。

用於砂礫路上的鎮塵物 (Dust Palliative) 有下列數種：

新鮮的撒水——這是最簡單且常用的鎮塵方法。

鹽水——海水裏面因為含有不少的潮解性的鹽類。鎮塵的効力較淡水為大。但在雨天，易生泥漿。

有潮解性的鹽類——一般使用的為 Calcium Chloride 最初的使量，粒狀的，路面每 1 sq yard 約要  $\frac{3}{4}$  lb；液狀的；15% 濃度之溶液。但此種鹽類，不適用於過乾燥或過濕濡的地方，太乾燥，則空中無水可吸水；反之，太濕濡則鹽類易被雨水沖去，均不能發揮鎮塵的効力。

輕油——多用於公園乘車道及郊外道路，使用油量，路面每 1 sq yard 約要 0.3 ~ 0.4 gallon。

焦油——焦油不僅有鎮塵的効功，且能供結合物之用，使用量，最初的時候每 1 sq yard 約要  $\frac{5}{8}$  gallon，以後，每 1 sq yard 約要  $\frac{1}{5}$  gallon。

## 第五章 水固碎石路

( Water-Bound Macadam Road )

Macadam Road 即是 Broken Stone Road 18 世紀中葉，法人 Fresquet 氏已採用之；不過真正的實用化，到 19 世紀的初葉英國建築工程師 John Loudon Macadam 氏 (1756-1836) 始告成功。後人爲紀念的意味，指由碎石而造成的道路，名之曰“Macadam Road”，稱碎石爲“Macadam”，建築這種道路的工事，曰“Macadamizing。”

碎石路的原理 配布在道路上的碎石，受了交通或路轆等的重壓，碎石間相互磨擦，其接觸點間，生出極細的粉末來，此時若與以濕潤，加以壓力，遂成爲膠固的道路。細別說來，用水和石粉，而成的稱爲“Water-Bound Macadam Road”（水固碎石路）；逐漸進步，及到 20 世紀初葉以後，用焦油或地瀝青作結合物，而成的，名曰“Bituminous Macadam Road”（瀝青碎石路）。現在將前者先敘，後者另章述於次之第八章。

水固碎石路，在既往的百年間，公認爲最優秀的道路，但洎乎現代，有其他各種高級的鋪砌出世後，不無有落後的傾向，然而近年以來，用這種材料築路的方法，大有進境。在沒有載重車輛，交通閒寂的四郊道路；在經費不裕的以及不大開發的市埠的街路，尙多採用的。

尤其在中國目下情況：一方，凡百工業不振，缺少建築高級道路的材料——如焦油（Tar）地瀝青，水泥等；一方，各地多是公金窮乏，少有建築高級道路的財力。所以我以為這種水固碎石路，在中國今後的道路築建上，却實尚有充分採用的價值。

碎石路的利弊 利的方面：（1）步履（foothold）安穩，（2）狀態良好時，頗平滑而便於車輛之牽引，（3）建築費低廉，（4）比較的無噪音。 害的方面：（1）路面潮濕時，甚為溜泥，（2）路面乾燥時發生塵埃，（3）交通頻繁的道路，養路費極鉅，（4）掃除潔淨之困難。

## 第一節 碎石

### 一。良好碎石的要性

石質要緻密堅硬，能耐壓縮；要富於韌性，能堪磨擦；不受天候變化的影響；膠著結合力大。

合於這個要性的石材，要算安山岩，花崗岩，玄武石，石灰石等數種；頁岩和石盤石，初時雖堅硬強韌，但易風化崩壞。

### 二。石材的試驗法

判定道路用石材的品質，有種種試驗的方法，茲述其主要的如次：此項方法不僅適用於碎石路，對於其他道路所使石材，亦得應用。

（1）硬度試驗（Hardness test）依此試驗，測計石材

的硬度，用陀列氏硬度計(Dorry machine)以試驗之。其硬度在14以下的為軟質石材；17以下的為半硬石材，17以上的為硬質石材。

(2) 韌性試驗(Toughness test)這個試驗用以測定該石材對衝撞的抵抗力，依柏紀氏衝撞機(Page impact machine)實驗之，測其圓壩形的試驗體，到破碎為度，所受鐵錘的衝撞次數。衝撞的次數在13次以下的為低韌石材；19次以下的為中韌石材；19次以上的為高韌石材。

(3) 磨耗試驗(Abrasion test)這個試驗，在石材的試驗法中，最為重要，因缺乏磨耗性的石材，為破壞道路之最大原因。用特華爾氏磨耗試驗機(Deval machine)去測量他。測其石材在旋轉的傾斜的圓筒中被磨耗去之量，其磨耗量在8以下的為低耗；13以下的為中耗；20以下的為高耗；20以上的為極高耗。

(4) 膠結試驗(Cementation test)本試驗係測定石粉與粗石片的膠結力。試驗法：先將石材之小片，裝入球磨機(Ball mill)內面，加水，磨粉，將此捏成小圓壩形，乾燥之；而後，依衝撞機，測其到破裂為度，所受的衝撞次數。其次數在10次以下的為低結；25次以下的為貧結；75次以下的為半良結；100次以下的為良結；100以上的為極佳。

石材的試驗法，已如上述，現在專就適於碎石路的石材的試驗結果於次：



交通種類	硬度	韌性度	磨耗度	膠結度
閑寂.....	10~17	5~9	5~8	>25
中庸.....	>14	10~18	9~15	>25
頻繁.....	>17	>19	>16	>25

### 三 . 選定碎石的注意

(1) 碎石要清淨，若附着有灰塵泥土，則有害碎石與結合物的膠結力；若碎石中存有粗鬆軟弱的或腐敗性的物質及其他之有機物，則路面易磨耗。碎石路之壽命，因此而短促，須宜留心。

(2) 碎石要等質緻密，一樣的硬度。——不然，其中若混有不一樣的且異質的碎石；則築後的道路硬度低的部分，磨滅度大，致生凹凸不平的路。

(3) 碎石的破面，愈粗糙愈優；因平滑的破面，有減碎石與結合物的膠結力。

(4) 碎石的形狀以立方形和富於稜角的為佳；因細長扁平的碎石，不堪外力的衝撞。

### 四 . 碎石的大小

碎石的大小，不宜一樣；應在最大的限內，參差不齊，俾小石可補填大石的空隙，而路面全部得以緊結；又建築時得以減少路轆輾壓工程的利益。

用在道路下層的碎石，自然要比上層的大些；就是以同在上層的碎石而言，對通行重貨的路得比輕貨的為大；又在軟質的石材得比硬質的為大。

築造碎石路使用碎石的大小，可分下記四種：

第一號碎石	2 <sup>寸</sup> ~ 3 <sup>寸</sup>
第二號碎石	1 <sup>寸</sup> ~ 2 <sup>寸</sup>
第三號碎石	0,2 <sup>寸</sup> ~ 0,6 <sup>寸</sup>
第四號碎石	0,2 <sup>寸</sup> 以下，至於粉末，

## 第二節 碎石機 (Crusher)

打碎石材，以作鋪路，昔日多以人力爲之，手執重約 1 lb 的鐵錘，從事敲擊。現在大規模的鋪路，大都用的是碎石機。普通用的碎石機，有顎式的與旋轉式的兩種：

### 一． 顎式碎石機 (Jaw Crusher)

把要碎破的石材，藉顎板壓碎，碎得的碎石，經過旋轉圓筒篩——備有各種大小的篩孔——，篩別分貯，以供築路之用。

爲碎得約 2<sup>寸</sup> 大的碎石，所用顎式碎石機之容量如次。

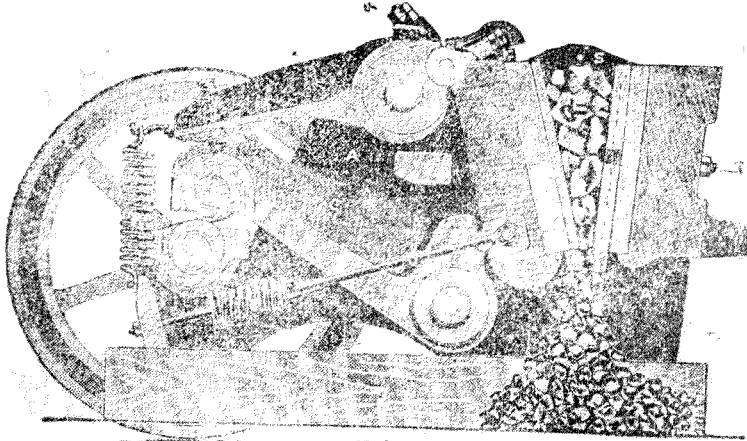
頂部顎空的大小 (inch) ...	8 × 16	9 × 18	10 × 22
碎石能力 (tons/hr) ...	9 ~ 14	12 ~ 20	16 ~ 25
所需動力 (H.P.) ...	12	15	25

顎式碎石機的種類繁多，如 Blake, Bremen, Tairrel, Champion, Climax, Reliance, Western, Austin 等。第十一圖所示係 Climax Crusher 的側面圖。

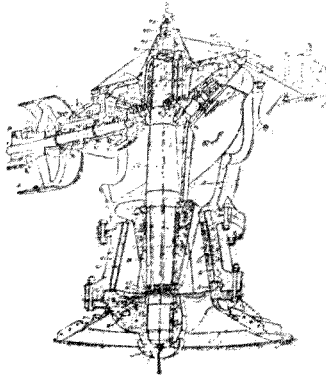
### 二． 旋轉式碎石機 (Gyratory Crusher)

此種碎石機比顎式的耐用，且碎石能力也大，所

碎得的碎石甚均勻。第十二圖所示，係 Gater Crusher 的側面圖。



第 十 一 圖 Clinax crusher 側面圖



第 十 二 圖 Gates Crusher 側面圖

可移動的旋轉式碎石機：

進口 (inch) ..... 7 × 32    8 × 35    10 × 40

石能力 (tons, hr) ... ..	10 ~ 20	20 ~ 40	30 ~ 60
所需動力 (H. P.) ... ..	15 ~ 20	18 ~ 25	30 ~ 60
固定的旋轉式碎石機：			
進口 (inch) ... ..	10 × 38	12 × 44	14 × 52
碎石能力 (tons, hr) ... ..	30 × 70	50 ~ 90	80 ~ 120
所需動力 (H. P.) ... ..	22 ~ 30	28 ~ 45	50 ~ 75

### 第三節 設計

#### 一. 路寬

應鋪碎石部分的寬度，可根據前述的公路之寬度而決定。一般為保持碎石的位置和給與車輛通過時以餘裕的空地起見，於旁溝側近，須留置相當的部分，此部分名曰肩部 (Shoulder)，普通肩部之寬度約3~7ft

#### 二. 厚度

理論的厚度 據瑪薩丑色特公路委員所說：

假設——集中的貨重一樣地配布在等於圓石層之厚的二倍之平面積上，即圓錐之邊與垂直成爲 $48\frac{1}{2}$ 度的角度壓力一樣地配布於基礎上面。從此理論，得導出下之公式，依此計算，能獲較為信賴的結果云。

$$T = \sqrt{\frac{W}{4p}}$$

T = 碎石層之厚 (inch)

W = 每個車輪的極大重量 (b.)

$P =$  土壤的支持力 (Lbs /  $\square^2$ )

據經驗的結果，土壤的支持力；

在除水不佳的地方為 4 lbs /  $\square^2$ ；在

在除水良好的為 20 lbs /  $\square^2$

實際的厚度 據現在碎石路的實例：成後碎石層的總厚，約在  $4^{\circ} \sim 16^{\circ}$ 。若從路基的土質說來：天然良質的路基  $4^{\circ}$  以上；除水良好的路盤  $5^{\circ}$  以上；硬質粘土  $9^{\circ}$  以上；軟質粘土或沼地時，還須採用特種施工，以固基礎。又依路基的方式說來：於 Macadam 式路面基礎，碎石層厚為  $4^{\circ} \sim 12^{\circ}$  一般為  $6^{\circ}$ ；於 Telford 式路面基礎，其厚為  $8^{\circ} \sim 12^{\circ}$ ，一般為  $8^{\circ}$ 。

### 三． 坡度

橫向坡度 此項坡度，依養路修整的方法而異。

如對連續修整的林蔭路 (boulevard)，平均橫向坡度為  $\frac{1}{30} \sim \frac{1}{25}$ ，即從路側向路心的昇度，每 ft 要  $0.4^{\circ} \sim 0.5^{\circ}$  又對定期修整的軟質碎石路，平均橫向坡度為  $\frac{1}{12}$  即由路側向路心的昇度，每 ft 要  $1^{\circ}$ 。

縱向坡度 據法國的標準：國道不得超過 3%；縣道不得超過 4‰；又 New York 的公款築路所規定的極大坡度，不得超過 5‰

## 第四節 建築

建築道路，路基的重要，在第二章內，曾經說過。用石材敷築路盤的方法，有二：即表面構造法和溝式

構造法，大概的解說，同前之砂礫路章內所述的無異。不過在砂礫路時，用的是砂礫，敷作路面；這裏所用的是碎石，敷作路盤，這乃不同之處。現在使用的，似以溝式構造法的較多。

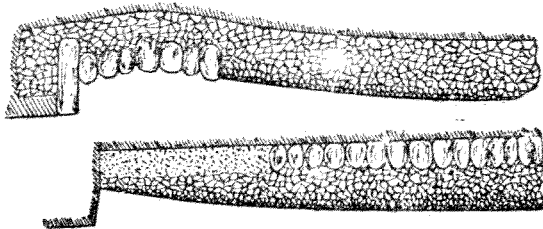
至於關於下層敷布石材料方式，亦有兩種——Macadam式和 Telford 式——，前式由二層至三層之碎石而成，且碎石層的下方，直接與土質路基相接觸：如第十三圖。後式乃是英國技師 Thomas Telford 氏之創造故名，顯著的特點，是由一層乃至二層之碎石，而下層之碎石，位於有大石塊層的路基面上，如第十四圖。就二式孰善與否？當視地質而異：Telford 式適用於除水不易的土質，且碎石工費得節省；Macadam 式適用於除水容易的土質，且除水設備費低廉。當事者各從其宜而定度可也。

路盤築造：照所定路盤之厚，用鶴嘴斧挖掘地面，挖到將達所定之厚度，尙距 1<sup>2</sup> 之高時，則改用平鏟鏟掘，注意勿使超過所定之厚度。若路基面下有粗鬆或易腐性的物質及其他能使路盤軟弱的物質時，例須預先除去，填以他種適宜的材料。掘成的路盤要平坦，普通用 8 ~ 10 tons 的 Tandem type 路輓輓壓之，（輓壓法參照次之第七節）又近於路旁，路輓輓壓不到之處，可用重量 40 lbs 以上之搗錘（底面積 1 sq ft 以下），搗固之。路盤表面，須同將來成後的路面，相似平行。

路盤築好了，然後均勻地配布第一號碎石於路盤

上，此時之厚，約當路之總厚度 $2/3$ ，一般為 $3^{\circ} \sim 8^{\circ}$ 。碎石的配布，多是每一區劃地逐次施行之，每一區劃之長約60 ft以上。次用Macadam Roller充分輾壓（在一個處所須經25回以上的輾壓），同樣輾壓不到之所，可用搗錘搗固之。

第 十 三 圖 Macadam 式碎石路



第 十 四 圖 Telford 式碎石路

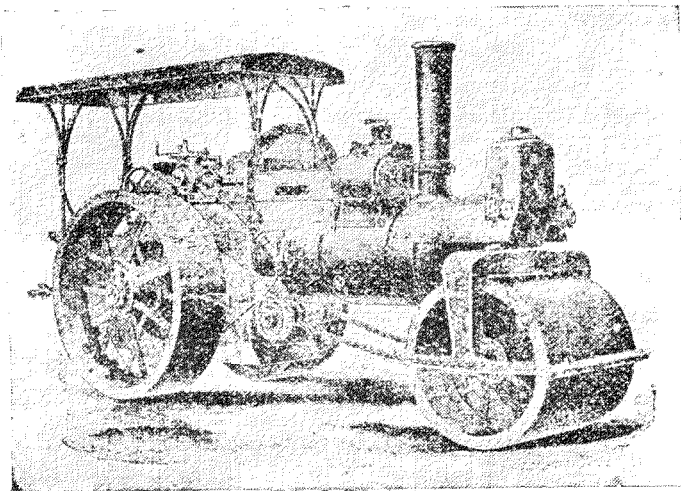
配布碎石，為便於搗固起見，常分為一層或二層三層的配布，各層之厚約 $3^{\circ} \sim 4^{\circ}$ 。在配布次層之先。須先將前次之層，完全輾壓。第一層搗固後，從此敷加薄的小石層於其上，再用路轆輾壓之。最後加布第四號碎石或石粉於上面，是為第三層，同樣地輾壓之。輾壓的當中，撒之以水，——撒水量：路面每 sq yard 要水 2 ~ 4 gallons 為適度；過多則碎石粉易粘到路轆面上去。——同時又加以石粉，又再施輾壓，輾壓的次數，在一個處所約要20次以上，務使其細微的物質——結合物，補填碎石之空隙中去，俾成形一固結的塊體。此項適當的結合，在碎石路建築上極關重要；然在施工方面，亦非易事。從事此項工程者，須特地

留意爲要。

### 第五節 路轆(Road Roller)

路轆一名道路輾壓機。昔日用的，其重量重，而速度速；至今日則喜用其重量輕而速度遲的。因爲遲且輕的輾壓，能增大石粒間的固定性，不遭移動；又能防止波形路面的發生。

路轆的種類：在以前雖多有用獸力的，然今日所用的，差不多都是動力的了。動力機裏面，大別可分爲蒸汽發動的和瓦斯發動的兩種。但是瓦斯發動機的，因爲是瓦斯爆發而運動，運轉不能自由地前進或後退；也難得臨時地休止或始動。故現在所用的，還是應用蒸汽發動的路轆居多。

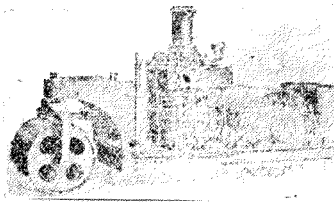


第十五圖 三輪式路轆



蒸汽發動的路輾裏面，也可大別為兩個型式：

其一，即三輪式路輾 (3 Wheel Roller)，構造如第十五圖所示，前軸有輾輪一個，後軸有動輪兩個。其總重量約7~15 tons，一般用的為10 tons。專用於築堤之固定及築造路基和碎石路面等之輾壓。



第十六圖 Tandem Roller

其二，即是 Tandem Roller，構造，示如第十六圖前軸有一個輾輪，後軸有一個動輪。本機的總重量25~10 tons，普通用得多的為5 tons及8 tons的兩種。輕的，專用於地瀝青及瀝青混凝土路面之最初輾壓及未注加填隙物以前的鋪磚路之輾壓；重的，適用於築堤之輾壓及瀝青鋪砌面之最後輾壓等。

## 第六節 結合物

結合物的必要 結合物與碎石路面的良否，所關甚大。因為結合物填充到碎石間的空隙裏面去，一方面能防止雨水的滲透；一方面能膠結碎石成爲一個固塊，並能防止其破壞。

結合物的種類 用做結合物的有粘土，壤土上，頁岩，砂，石灰岩，綠泥岩 (drap) 及由碎石機得來碎石粉等。

粘土及壤土——價廉，富有膠結力，就是不用路輾去輾壓，亦能使路面平滑。但缺點是，乾燥的天氣，

易生灰塵；下雨天，便成泥濘。故用粘土或壤土以作結合物的時候，要特別注意，勿使過量。

頁岩——即是硬質的粘土，性質與粘土同。

砂——常用為填充物。由石英或矽酸而成的砂，膠結力甚小；然若含有多少的養化鐵的砂，有大的膠結力，為優秀的結合物。

石灰岩——膠結力極富，惟質軟易碎。

綠泥岩——膠結力亦大，質硬，能耐久。

碎石粉——如  $\frac{1}{2} \sim \frac{1}{4}$  的粉，亦為良好的結合物。

結合物的使量 結合物的使用量，依地方的情狀，石材的硬度，結合物的種類，及路面路輾壓程度而不同。雖難有一定，然使充分填充碎石間的空隙為度，以用量愈小愈佳。路面全部堅固後，剩餘的結合物及水，須淨掃之。

## 第七節 輾壓法

碎石路的輾壓，可照下記諸條項施行，庶不有誤。

1. 輾壓宜從路側，漸向路心，與路軸平行，往復運動的進行。

2. 輾壓中，不斷地撒布結合物，使其均勻的，充分的補填於石粒間之空隙。

3. 輾壓的時候，路輾之前後輪，須半分以上重的逐漸的前進。

4. 輾壓後，尚須檢閱碎石間已否充分的結合；又路面上，有無浮散的碎石及生出轍跡等事。期達到一樣平坦的路面，繼續輾壓。

5. 當輾壓中，若生出凸凹不平的路面時，須將原有的全部挖除，另以新的碎石填補，再行輾壓。

路輾輾壓的程度，亦視乎路輾的重量，石材的硬度，結合物及撒水之量而異。照美國 New York 的實例：Telford 式路基上，敷配 5<sup>寸</sup> 厚層之片麻岩 (gneiss)，次敷以綠泥岩，結合物用的是綠泥岩粉。此時，採用 15 tons 蒸汽發動路輾，能力：約 40.6 sq yards/hr 即 10 cub yards/hr；速度：2 ~ 2.5 miles/hr；所得的工程：0.553 ton mile/sq yard，即 2.246 ton mile/cub yard。

又在修整時，對 2<sup>寸</sup> 大的綠泥岩之 6<sup>寸</sup> 層。以能力 26.2 sq yards/hr 即 4.4 cub yards/hr 的路輾輾壓之，所得的工程 0.859 ton mile/sq yard，即 5.177 ton mile/cub yard。

## 第八節 養路

碎石路的修整法，有兩種：即

隨時補修法 道路之需隨時修整，不問在那種道路，都是必要的。小的破損，隨時發見，即隨時修整，不致有大的損壞，得以便保道路的壽命和節省養路費。碎石路的隨時補修法：賴養路工夫，隨時巡閱所管理的路段，即每當雨後，如有破損的處所，在路面上便可發現窪所或小窩。其面積不大時，可用鶴嘴斧將其

周圍啄鬆，掃清內面的舊泥土，填補以新的碎石，加以適量的結合物和水。然後，藉輕的路輓輓平之，或任來往交通自然地緊壓亦可。

從新改造法 道路的磨耗甚薄，却面積極廣的時候，則可將舊路全部鋤翻，從新造過，鋪裝新的石材於上面，輓壓而成再新的路面。

工費——一般碎石路的建築工費，每sq. yard面積，約要 0.57 ~ 1.40 dollars，又據 1898 年建 New York 建築碎石路例，每 sq yard 約要 0.648 ~ 1.085 dollars，平均為 0.84 dollars。



## 第六章 混 凝 土 路

(Portland Cement Concrete Road)

混 凝 土 (Concrete) 一名三合土，因為是由普通水泥 (Portland Cement) 砂及碎石三者混成凝固而成的一種人造石。用此築路，在 1894 年頃，美國纔開始實用。然因初築費太鉅，修整又甚困難的緣故，及到 1909 年還是遲遲沒有進步。

至於近時，一方，因為水泥工業，極形發達，價廉物美；他方，因技術者苦心的研究，技術上，亦甚進步的結果，故混 凝 土 路 之 建 設，亦從而發達起來。尤其是美國。觀次表概況，不難知曉了。

美國混 凝 土 路 築 造 之 概 況 表 (單位 = sq yard)

年次 \ 路別	道 路	街 路	小 路	合 計
1909年以前	34,061	444,864	112,491	591,416
1910年	151,148	682,637	107,874	941,659
1911年	291,077	0,000,440	136,674	1,439,191
1912年	1,869,486	3,326,029	185,703	5,381,218
1913年	3,339,185	3,946,219	308,365	7,593,769
1914年	10,608,421	4,830,604	300,138	15,739,163
1915年	12,050,909	5,933,897	612,920	18,587,709
1916年	16,533,129	7,500,730	890,280	24,929,148

混 凝 土 路 的 得 失 長 所：有相當的耐久力；牽引

阻力小，不生塵埃。短所：易生龜裂，這是最大的短所，大半由於氣溫的變化，路盤的沉陷，化硬的遲速等因所致；其次，是對車轍馬跡的抵抗力弱，容易磨耗。所以補救短所的方策是：其一，為防止龜裂起見，預先於道路上每 200 ~ 300 ft 距離之所設置膨脹接縫 (Expansion joint)，接縫的寬度為  $\frac{1}{4}$ ，內面填以重焦油或熱的地瀝青。其二，設置良好的路盤，即路盤須乾爽，須有平等的支持力。

## 第一節 材料

水泥 —— 用以築造混凝土路的水泥，即是一般所用的 (Portland Cement, 現在抄錄英國 The Engineering Standard Committee) 所定的試驗標格 (August 1920) 在下面，作個參考：

粉末度，  $\frac{76 \times 76}{i_{1.2}} < 1\%$ ，  $\frac{080 \times 080}{i_{1.2}} > 14\%$

凝結：(Vicat. 針) 凝始  $> 20$  min 凝終間  $> 10$  hr。

膨脹性龜裂：(Le Chatelier 法)  $> 10$  min

$> 5$  min (Aerated)

耐伸強度：7 日間  $S_7 > 450 \frac{\text{lbs}}{\text{in}^2}$ ，28 日間  $S_{28} > S_7 \times \frac{40000}{\text{in}^2}$ 。

化學成分： $\text{MgO} < 3\%$ ， $\text{SO}_3 > 2.75\%$ ，不溶解分  $> 1.5\%$ 。

砂 —— 用於混凝土路的砂，要潔淨，而富有硬質

的石英及砂質。砂粒之大，須在 $\frac{1}{4}$ 以下；通過 50 - mesh 篩的量，不得超過 20%；又通過 100 - mesh 篩的量，不得超過 5% 以上。

碎石及小圓石——石質須均齊，不可有軟硬兩質混在一同。石材之大，以小而等質的為佳，大的不得超過 $1\frac{1}{2}$ 以上。

## 第二節 配合計算法

混凝土調製的先決問題，便是對於各原料——水泥沙，砂礫或碎石——的使用量及配合率，要如何才算適當？那就不得不端賴理論的計算和實驗的結果了。

原來成後混凝土的體積，就未必等於配合時各原料的體積之和。普通總要比各原料的體積之和，減少約 3-10，雖然依各原料的種類，配合率，及製造法，多少有些差異。我們可看作水泥和砂恰當填充砂礫（或碎石）的空隙之用，混凝土的體積恰等於砂礫（或碎石）的體積。從這個假定，再去求其概算。算式有兩種：

一。Fuller 氏的算式 (Fuller's rule)

這係 Wm. B. Fuller 氏所考案出來的算式，設欲造得 1 cub. yard 體積的混凝土，而算出其所需的各原料的配合量。

$$C = \frac{1}{c \times s \times c};$$



$$S = c \times s \times \frac{3.8}{27};$$

$$G = c \times g \times \frac{3.8}{27};$$

註：c = 水泥的部分數，

s = 砂的部分數，

g = 砂礫（或碎石）的部分數，

C = 造得 1 cub. yard 的混凝土，所需的水泥之桶數（一桶容量為 4 cub ft）

S = 造得 1 cub. yard 的混凝土，所需的砂量（cub. yard）

G = 造得 1 cub. yard 的混凝土，所需的砂礫（或碎石）（cub. yard）

二. Taylor 和 Thomson 氏的算式（Taylor and Thomson's rule）

這是 Taylor 和 Thomson 氏由實驗得來的算式。

$$B = \frac{27}{2.61 \times 0.723S \times 1.08(0-V)G};$$

註：B = 對造得每 cub. yard 的混凝土，所需的水泥之桶數，

S = 砂之體積（cub. ft）

G = 碎石（或砂礫）之體積（cub. ft）

v = 依重量法而測得的石中之實在空隙。

今以 c, s 及 g 示其混合物中的水泥，砂及碎石（或砂礫）之配合比率，則：

$$\text{砂 (cub. yard)} = B \times s \times \frac{4}{27};$$

$$\text{碎石或砂礫 (cub. yard)} = B \times g \times \frac{4}{27}$$

### 三. 例題

今欲築造其長  $\frac{1}{4}$  mile, 寬 18 ft, 厚 6" 的一種混凝土路, 假定混凝土用的各原料配合比率為 1 : 2 : 3; 又石中之實在空隙為 40% 試求其各原料的需要量?

(a) 據 Fuller's rule 計算: 如下

$$\begin{aligned} \text{所需混凝土的體積} &= 1760 \times \frac{18}{3} \times \frac{6}{36} \times \frac{1}{4} \\ &= 440 \text{ cub. yard} \end{aligned}$$

$$\text{然 } C = \frac{11}{1+2+3} = \frac{11}{6}$$

$$\begin{aligned} \text{故 此時所需的水泥量} &= \frac{11}{6} \times 440 = 805 \text{ 桶} \\ &= 119 \text{ cub. yard} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{即 所需的砂量} &= \frac{11}{6} \times 2 \times \frac{4}{27} \times 440 \\ &= 239 \text{ cub. yard} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{同根, 所需的碎石量} &= \frac{11}{6} \times 3 \times \frac{4}{27} \times 440 \\ &= 359 \text{ cub. yard} \end{aligned}$$

(b) 據 Taylor and Thomson's Rule 計算:

因 混凝土各原料的配合比率 = 1 : 2 : 3

又  $S = 2 \text{ 桶} = 8 \text{ cub. ft}$

$G = 12 \text{ cub. ft}$

$$\text{從而 } B = \frac{27}{2.61 + 0.724 \times 8 + 1.08(1.04)12} = 1.67$$

故對於全體工程所需的:

$$\text{水泥量} = 1.67 \times 440 = 735 \text{ 桶}$$

$$\text{砂量} = 735 \times 2 \times \frac{4}{27} = 218 \text{ cub. yard}$$

$$\text{碎石量} = 735 \times 3 \times \frac{4}{27} = 320 \text{ cub yard}$$

#### 四. 混凝土路的配合比率

混凝土的配合比率，一般所採用的為 1 : 2 : 3 ; 1 : 2 : 5 ; 1 : 3 : 6 ; 1 : 2 :  $\frac{1}{2}$  : 7 等。

### 第三節 設計

#### 一. 除水

地盤土質濕潤的時候，可於混凝土路面的兩側，設置淺的縱溝，溝深約  $8^\circ \sim 12^\circ$ ，內面填以砂礫或碎石。若土質極濕潤時可於路的一旁或兩旁下面，布設除水管，如同築泥路時一樣。

#### 二. 路寬，厚度及坡度

路寬在單車線路，應敷混凝土之寬為 10 ft；在複車線路為 18 ft。

厚度 有的主張，要路心厚於兩旁；有的主張，厚度要一樣。然而實際其厚度變化之範圍約  $5^\circ \sim 8^\circ$ 。又一般所用得多的，是路心厚度  $7^\circ \sim 8^\circ$ ；兩旁之厚為  $6^\circ$ 。

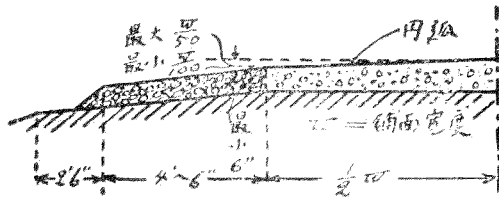
坡度 一般所推獎的極大縱向坡度為 8 %。

#### 三. 橫截面

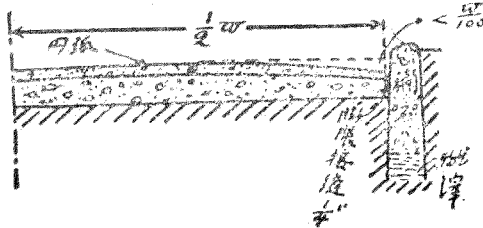
橫截面可分作兩層來說：其一，路盤的橫截面：路盤有平坦的，也有同成後的路面曲線一致的。然

而普通以平坦的居多，因為平坦路盤的鋪面，在縱的方向少有龜裂的機會。其二，路冠的橫截面：路面之附有路冠，目的是在乎得以路面除水，在前面已經說過了。然路冠過大時，往往使來往的交通集中於路的中央部分，因之，中央部分較兩旁磨耗得快，不能一樣。故以得以完全路面除水為度，路冠愈小為得策。

混凝土路的路冠；在鄉間路，可預計將來中央部分，稍稍磨耗後，尤能得以充分除水為度，而定其路冠之坡度；對市街路，如有欄石的街路，可預計將來路面不良的部分出現後，降雨中不被水淹為度，而定其路冠。普通用於無有欄石的混凝土路的路冠坡度，為路寬之  $\frac{1}{24} \sim \frac{1}{200}$ ；附有欄石的，為路寬之  $\frac{1}{50} \sim \frac{1}{150}$ 。第十七圖係 1916 年混凝土路會議所推獎的混凝土路截面圖；第十八圖是附有欄石的混凝土路截面圖。



第十七圖 混凝土路截面圖



第十八圖 附有欄石的混凝土路面圖

## 第四節 建築

### 一. 混凝土的調製

調製混凝土的方法，有兩種：即填充法和搗固法。前者適用於水中工事；後者應用於陸上工事，築路上所用的，自然屬於後者了。茲就搗固法略敘於次：

先把各原料，依着所定的配合比率混合，加水再充分地攪拌，然後將此搬運到工事的地點，敷布，搗固，使其凝結。但於此，還得申敘一段，就是混合原料的方法，普通可分為人力的混合法，和機械的混合法。

人力的混合法：這裏面又可分為兩種：其一，是將各原料同時混合，然後注水法。其二是，把各原料，分別混合，分別注水——如：先以水泥與砂，製成膠泥（mortar）後，再加以含有水分的碎石或砂礫，與膠泥——法。

機械的混合法：先把砂擴置於揉練板（係鐵板或木板）上，次撒以水泥，用平鏟交互地混合之，（至少須在4回以上）；混合好了，再加以砂礫，重復地揉練；徐徐地加水，宜如細雨似的平均的撒布，不可一次注入，以防沖散水泥。最後尚混合揉練數次。

不問由人力或機械混合的與否，混合好了的混凝土，務須從速運到工事場去，以供使用。

### 二. 路盤的築造

如築的新路，那末，先就測定路線範圍內，均坦其地盤，剷除當衝的一切的障礙物——如樹，石等。遇有土質軟弱的地盤，須敷加石材，砂礫等於上面，以補其強力。路盤的寬度：如建造15 ft寬的鋪面，應要25 ft寬的路盤，再寬的鋪面，可依此比例類推。

也有由舊有的道路（如碎石路或砂礫路等）改築的，此時，無需建築新的路盤，可直接將混凝土鋪置在上面。

### 三. 路基的築造

路基的任務，是將由路面承受的交通之全貨重，傳達於路盤。所以路基的目的，可說是防止路面破壞的安全裝置。關於混凝土路路基的築造，有下列二種：

水泥混凝土路基 築造法與普通的混凝土無異，請參看本節之第一項，惟此種路基的缺點，仍是因為凝結收縮性太甚，易生龜裂。如1：3：6配合比的混凝土，其收縮率為0.00068，即100 ft長的混凝土，將生出 $\frac{3}{4}$ 的罅隙。如此種罅隙過多，從而其組織脆弱，便失去使用路基的原定目的。所以在築造時，宜加倍的注意，務使盡量的減輕其罅隙，勿影響於實際。

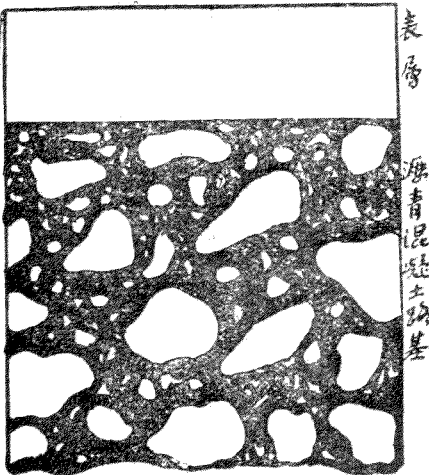
普通認為良好的混凝土的標格：（但這只指1：3：6的混凝土而言）耐壓力600 lbs/12<sup>2</sup>，耐伸力50 lbs/□<sup>2</sup>，耐剪力65 lbs/□<sup>2</sup>，彈性率2,000,000 lbs/□<sup>2</sup>，重量150 lbs/cub.ft。

水泥混碎石路基，一般須7<sup>2</sup>以上，始為安全。

瀝青路基 一名 "Black base", 美國多用之。大別可分為二類：

其一，瀝青碎石路基 敷置碎石的層數，新闢路時為二層；在舊路上，一層。路基總厚 $5^{\circ} \sim 7^{\circ}$ ，使用碎石的標格，大概同瀝青碎石路所使用的一樣，惟此時所用碎石之大，無須均一等大。又當築造時，每敷均一層，須十分輾壓，次注入地瀝青膠灰(Asphalt cement)於上面，用量每面積 sq. yard 需 1,2 ~ 1,5 gallon。

其二，瀝青混凝土路基 使用材料，與瀝青混凝土路同。方法：先將路盤掃清，次把配合好的混合材



——此時混合材的溫度  $120 \sim 170^{\circ}\text{C}$

——，均勻敷填上去。敷竣後，及到鋪設表面層以前，須清潔保護，禁止通行，務期鋪設表面層時，表面層與路基得以密着。

第十九圖 瀝青混凝土基  
四。路面的築造

築造路面的方面：有用二層式的，即下層用 1 : 3 : 6 混凝土，而路面用的是  $1 : 1 \frac{1}{2} : 3$  混凝土，即是

用於路面的混凝土裏面的砂礫（或碎石）和砂量大減，能製得較為緻密而平整的路面；有的，如造瀝青碎石路一樣，先製成碎石鋪面，然後注入水泥的膠泥在上面，即所謂“注入式混凝土路”。

然而現在認為最優秀最實用的方法，要算震動法（Vibro-lithic method）的了。特茲簡述於次：

震動法的主眼點，就是在於能夠增大普通混凝土的密度。我們試將富有稜角的碎石，裝入一個容器中，此時因為各個稜角相互的鈎鬪着，看來似乎盛滿了；若經過一度的震動，則其間之空隙頓減，體積立即減小，即密度因此而增大。這即是震動法的原理所在。

原來因 Portland Cement 的收縮力很大，所以在普通混凝土的配合內，稍許過量些，便為增大混凝土的罅裂之因；而且對磨耗的抵抗力甚弱。

還因，混凝土的調製，無論怎樣的依照理論去配合，去混合；施工，無論怎樣的敷配，但是要完全使骨材（Aggregate）同膠泥均勻的分配，到底不可能，結局路面軟硬不齊，從而磨耗程度，亦不一樣。

為補救上述缺點起見，才有震動法的考案出現。震動法的施工：就普通混凝土的表面將完成時，撒布適度的碎石屑（硬質的石灰岩，花崗岩，硬砂等），上面置以富有彈性的敷板，再於板上藉震動機左右前後的與以震動。此際混凝土表面的碎石或砂礫，受震動的結果，擠入到表面裏去；同時內面的碎石間的空



隙減小；又同時，表面藉新加來的碎石屑，填充益增緻密，所製得混凝土的密度，自然要比普通的爲大。不待言，對車輪的磨耗，外力的抗拒等自然要比普通的爲大了。這個震動法發明後，誠不啻給混凝土築路上開一個新紀元。

#### 五. 混凝土面路面完成工作

路面施工竣後，掃清表面上殘留的不純物——棒片，石灰，屑石，粘土塊等——。工夫立即在適當的台上，以木鏟（wood float），平滑其表面：或者站於路之兩旁，以長約6 ft 直徑約8"，鋼鉄板製的，重約75 lbs，附有長柄的路轆，在路面上，往復輾壓，使其平坦亦可。

混凝土的路面完成後，不可曝露於烈日強風之中。防表面乾燥，生出罅裂。宜覆以濕潤的麻布包或筵席等，俟徐徐硬化好了，再行取去。次撒以細砂於鋪面上，時時以水潤之，置放期間約10~15日。

完全竣工後，二星期間，不許通行，以貴保護。

如斯的期間上的制限，在寬闊的且交通頻繁的街路，頗感不便。此時，可於街路的中央，設置縱的接縫，每半分的半分的分別施工。

### 第五節 路養

時常看護，可以減少養路費。若路上遇有罅裂

孔凹，可就患處，清淨掃除，塗以焦油（溫度 $107^{\circ}\text{C}$ ），俟數分鐘後，次補填以粗砂。

又在安置或修整自來水管，煤氣管及送電路時，常有破壞或鑿穿混凝土路面之事。其後，恢復工事，與新造時同樣。

## 第六節 硬性水泥混凝土路

(Soliditit Cement Concrete Road)

硬性水泥混凝土路，現在似乎還不大盛用，照下記的特長看來，可預測將來的發達，殊未有艾。

Soliditit 係 1907 年意大利人 G. Ghini 氏的發明，其要點是：『……其中含有適量的煨燒花崗石粉（即依一定的時間煨燒後得來的粉細的花崗石），便於與遊離石灰反應而結合，故其水硬作用甚大。無有如普通水泥中含有遊離石灰的缺點。……』

硬性水泥混凝土路的特長：

1. 有最大的耐壓強度及對磨耗的抵抗力。
2. 適於車輪的運轉，從而車輛的牽引力大。
3. 伸縮性甚小，無需膨脹接縫之必要。
4. 建築費及養路費低廉。

現在就硬性水泥混凝土路的築造簡敘於次：

路基築造 就路盤挖掘所定設計的深度，均勻的敷布砂礫或碎石於內面，以路轆輾壓平坦之。如在地盤軟弱的地方，於前記路基上，須更敷以 $2^{\circ} \sim 2,5^{\circ}$ 厚

度的普通水泥混凝土，搗固後，約經過 6 ~ 12 鐘點，俟稍稍凝固時，即施行硬性水泥混凝土的鋪裝。路基面的坡度約  $\frac{1}{30} \sim \frac{1}{50}$ 。

硬性水泥混凝土的調製 先把硬性水泥同花崗岩質的碎石，預為配合。至於配合率，視平鋪路的種類而異。例如：在重量貨車且交通頻繁的路，或地盤不良的路時，就 1 cub.m. 之花崗碎石要 1000 kg 以上的硬性水泥；又於普通道路，有 700 ~ 800 kg 的硬性水泥儘夠了。

使用碎石之大，約  $0.3^{\circ} \sim 0.8^{\circ}$

又配合材料的容積比例：硬性水泥 1 對碎石 1.2 ~ 1.7；注水量，雖有季候乾濕之不同，大概約當硬性水泥重量之  $\frac{2}{10} \sim \frac{3}{10}$ 。

路面築造 若路基是普通混凝土作的時候，為路基與路面容易密着起見，撒水於路基面上；而後將配合好的硬性水泥混凝土的混合物，均勻的敷配於其上。次用鉄鏈，搗固之，搗到表面現出泥樣的粘質物出現為度。最後用輕的路轆滾平。完成後，覆以濕潤的麻布，蓆筵，時時撒水於其上。

路面鋪裝的厚度約  $2^{\circ} \sim 3^{\circ}$ 。

## 第七章 瀝青路材料

在未入瀝青築路正論之先，且讓我就瀝青路材料，作個簡明的敘述。現在無論在汽車路上，在市街路上，這種瀝青路都有絕對的優勢（關於瀝青路的特長，請參照後章，茲不贅言），值茲化學工業進步未已的現在，將來瀝青路的發達，更難預料。我可斷言：今後道路的趨勢，是向着瀝青路的方面來了。然而瀝青路的良否之關鍵，全在使用瀝青路材料的適否上面。若無良好的瀝青材，或有而不知所選擇；那末，就是理論怎樣的高妙，也定不能達成其目的。所以我覺得從事瀝青築路的工程者，關於瀝青材料的預備知識，却實有通曉的必要。以下便是關於預備知識的敘述：

### 第一節 地瀝青 (Asphalt)

#### 一. 解釋

照辭書上面說：“Asphalt”——Mineral Pitch；compact native bitumen. “Bitumen”——Mineral Pitch；an infalmmable tarry substance，看來，似乎不大明瞭，現在記錄斯界的專門學者所下的解釋如次：

瀝青 (Bitumen) —— 是一種天然的氫炭化合物 (hydrocarbon) 及其非金屬誘導體的混合物。其狀；有氣

態的，液態的，固態的三種；又固態的時候，能溶解於二硫化炭素（Carbon disulphide）。

瀝青材料（Bituminous materials）是含有多量瀝青的物質之謂；即由此可製得瀝青的物質。

普通用於築路的瀝青材料：有地瀝青，石油，焦油等。

從此，再就地瀝青來說：

地瀝青（Asphalt）——這是一種固態或半固態的氫炭之化合物；加熱能鎔解而變成液態。有天然的即：天然地瀝青（native asphalt）；有人造地瀝青（oil asphalt）即由蒸餾地瀝青系或半地瀝青系石油（asphaltic petroleum or Semi-asphaltic petroleum）製成的。且都能溶解於二硫化炭素。

備考：元來由石油蒸餾而得的石油瀝青（Pitch），系有地瀝青系，半地瀝青及礦蠟（Paraffin）系三種。不過能取得地瀝青的，唯前二系而已；由礦蠟系採得的，曰“Paraffin”，而不曰地瀝青。

## 二． 地瀝青的種類

天然地瀝青 屬於這類的，有 Trinidad asphalt, Bermudez asphalt, California asphalt 等。

Trinidad asphalt —— 產於南美 Trinidad 島，島的西南，有所謂“Pitch lake”，該湖面積 115 acrer，平均深度 78 ft，最深處有 138 ft，採掘法極簡單，從 1875 年至 19

00年間，此地產出的地瀝青量，約占全世界需要的 $\frac{9}{10}$ 云，即現在猶為美國天然地瀝青的重要產地。

天然的地瀝青，常含有不少的土質，砂，水分及些微的植物質，色呈暗褐色。使用的時候，須經一度精製。

精製法：將天然地瀝青，裝入於鍋釜中，在不以惹起化學變化限度內，加熱3日或4日。此際水分蒸發散去；植物質浮於表面；土質沉於底部，遂得精製的地瀝青（refined asphalt）。精製的地瀝青因質太硬，用時還須加適度的軟化熔劑（Flux）

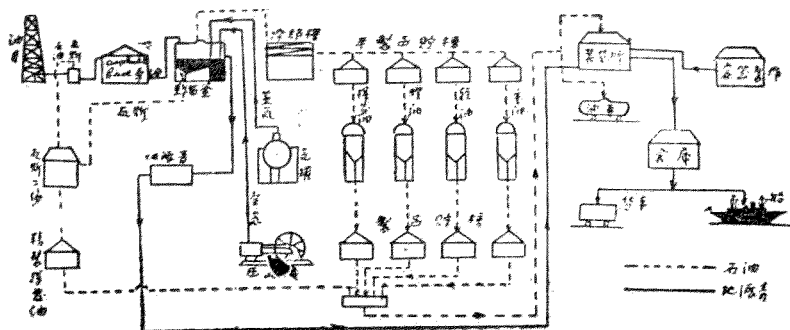
Bermudez asphalt —— 產於南美 Bermudez 地方，地青湖的面積，1000 acres，深10 ft，產出的地瀝青較 Trinidad asphalt 含水為少。精製法與前同樣。

California asphalt —— 產於美國 California 州，亦為同國出產地瀝青的主要產地。且出產的種類頗多，如：有固態及液態的地瀝青；也有瀝青的石炭岩（Bituminous limestone）——其色褐或黑，普通含有瀝青量1~20%；也有瀝青的砂岩（Bituminous sandstone）——含瀝青量約1~70%。

其他天然地瀝青的產地，德法瑞意等國亦產，如 Rock asphalt 即是：從前歐洲大陸多用以造瀝青路，即所謂“Rock asphalt Pavement”。

人造地瀝青 這是由蒸餾 asphaltic base 石油而製得。California, Texas, Mexico, 日本豐川等地方產生的石

油，適於造這類地瀝青。



第二十圖 地瀝青製造順序圖解

備考：asphalts 同 coal tar 的鑑別：— asphalt 的外觀同 Coal tar 很相類似，但是只要留心觀察，也很容易鑑別：即 coal tar 常發出刺銳的臭氣；而 asphalt 冷時唯發出一種微弱的粘土臭；摩擦生熱時，才發出明確的瀝青臭來。又當鋪在路面上時，如 tar 則發出青色的蒸氣；而 asphalt 則發出白色的蒸氣。

### 三． 良好地瀝青的要性

依其用途的不同，而所要求的地瀝青的性分，自不一樣。現在就一般所用的，必備的要性，列述於下：

1. 化學的安定 其材料依標準溫度狀態，得示其蒸發之度。因為地瀝青膠灰的硬化，常基於蒸發和酸化的緣故。

2. 不含分解物質 當精製時，注意溫度不可過高，因過高，則組織破壞，生成分解物，致失去其結

合力。

3. 有大的結合力 在夏季炎暑之際，瀝青材須有大的結合力；有大的結合力，才能與骨材充分的密着結合。

4. 富有彈性 地瀝青膠灰，能和緩外來的衝擊，從而得防止車輪馬蹄的衝擊，致破壞路面。

5. 富有水密性 富有水密性的瀝青材，則路面之水不至滲透到路面中去，得免軟化路面。

## 第二節 瀝青材的試驗

### 一. 泡沫試驗 (Foam Test)

這是觀測材料中含水量的試驗。水之于瀝青材，是有害的，因水當熱至沸點以上時，便變成蒸氣，致內面生出泡沫來，不適於處理。

### 二. 比重 (Specific Gravity)

這是調查材質時必要的試驗。測定法：與普通物理學上所述的液體比重測定法無異；不同之點，惟此時瀝青之比重，乃是與25°C水的重之比而已。又所用的比重瓶，是圓筒狀的玻璃製的，瓶的口經16 m. m.，塞栓後的容量約24 cub m. m.，空瓶的重量約28 grs. 附記各種瀝青材比重表如下。

瀝青材種類	比重
天然地瀝青	1.04~1.4
地瀝青膠灰	0.96~1.06



天然石油	0.73~0.98
天然焦油	1.00~1.22
水瓦斯焦油	1.00~1.10
石炭焦油	1.10~1.22

### 三. 發火點試驗 (Flash Point Test)

發火點的試驗方法，有開蓋式 (open-cup) 和閉蓋式 (Closed-cup) 兩種，茲就美國農務部所頒佈的開蓋式試驗器，說明如次：試驗器是由一個容量約 100 cub m.m. 黃銅製的容器與包圍外部的空氣浴 (air bath) 及懸垂在容器中心的寒暖計而成。發火使用的火焰，由玻璃管出來，火焰之長，約為 5 m.m.。試驗：首先裝瀝青試驗材於容器，約距頂部 5 m.m 之處為止；然後，徐徐加熱，加熱的速度，約每一分鐘間上昇 5 °c 的樣子，發火用的火焰須時時接近於瀝青材的表面，俟到表面得認識明瞭的光閃時，此際寒暖計所示之溫度，即該試驗材的發火點。

### 四. 稠度試驗 (Consistency Test)

稠度之於瀝青材，甚關重要。就用途的不同，而定度其適當的材料之種類。測定稠度，普通有三個方法，即有三種機器，以試驗之，即英格爾式粘度計 (Engler Viscosimeter)，紐約材料試驗所浮標器 (New York Testing Laboratory float apparatus) 及針入度計 (Penetrometer)

粘着性試驗 藉粘度計，測驗材料的粘着性。就

英格爾粘度計而言：於一定溫度之下，一定量的材料，流過標準小孔所要的時間，與同量的水，流過同樣的標準小孔所要時間之比。以此表示其粘着度。此試驗適用於液態的瀝青材。

浮標試驗 試驗材料依水之溫度，而觀測由浮游至沉降所要的時間數，以表其稠度。本試驗法適用於有高稠度硬質的材料。

針入度 ( Penetration ) 藉 Penetrometer 的鋼針，在一定時間之下，穿入到試驗材料中去的深度，即所測之針入度。不待說，試驗時，鋼針的大小，針上所加的重量，材料的溫度，須在先預定標準為要。

據美國材料試驗所頒佈的條例所說：在針上之重量 100 grs.，時間 5 sec.，溫度 25 °c 之下，穿入深度為  $\frac{1}{10}$  m.m.，時，則針入度為一度。換言之，穿入深度 1 m.m. 時，即針入度為 10 度。但 Penetrometer 的內容：盛試驗材料的筒皿直徑 55 m.m.，皿深 35 m.m.，鋼針長 508 m.m.，針徑 1.01 m.m.。

本試驗器，適用於試驗地瀝青，而不適於焦油。

五. 熔融點試驗 (Melting Point Test) 本試驗，嚴格來說，也是屬於稠度試驗中的一個。為識別材料種類的有效方法。在一般瀝青材，多半是熔融點上昇，從而硬性和脆性益增加。然而，用於築路，認為適當的地瀝青要求的是：要不硬不脆；且要有高度的熔融點。

測定融點的方法，有多種多樣，現就立方體法（Cube method），敘述於茲。其法：用黃銅線懸吊製成小立體的瀝青材，於盛水之玻璃杯中，立方體之下邊距杯底面之高 $1\frac{1}{2}$ ；杯中插有寒暖計。然後，漸次將水加熱，小立體的瀝青材，受水熱的作用，熔融往下流；恰好流到杯之底面的瞬間，此時，寒暖計上所表的溫度，即是該材料的熔融點。

#### 六． 蒸法減量（Loss by Evaporation）

地瀝青，或焦油及其他油類，常因受日光的熱度，而起蒸發作用，致影響於其物理的化學的性狀。故蒸發減量的檢查，亦係瀝青材的緊要試驗。要之，蒸發減量大的材料，不適於築造當強烈日光直射的路面。

本試驗法：取 50 grs. 重量的試料，在  $163^{\circ}$  溫度之下，繼續加熱 5 點鐘。測稱其試驗前後試料重量之差，即所求的蒸發減量。

#### 七． 蒸溜（distillation）

本試驗，專用於試驗焦油。蒸溜溫度較行蒸溜減量試驗時為低。蒸溜後，還可藉此測定殘滓（Pitch）的融點及其稠度。

#### 八． 溶解試驗（Solubility Test）

1 溶解於二硫化炭素（carbon disulphide）的瀝青：一般所稱的 bitumen，差不多都能溶解於二硫化炭素。不溶解的便是遊素炭素，或者其他的礦物性質。

2. 溶解於四氯化炭素 (tetrachloride of carbon) 的瀝青：溶解於二硫化炭素，而不溶解於四氯化炭素的瀝青，稱為“Carbenes”。天然瀝青尤其是 Grahamite 含此獨多；又當精製石油系瀝青，溫度過高或酸化過度時，亦常產出。此種瀝青，於築路不大適宜。

3. 溶解於石腦油 (naphtha) 的瀝青：溶解於  $88^{\circ}$  之石腦油的瀝青，稱曰“Malthenes”；不溶解的，名曰“Asphaltenes”。一般，瀝青製品愈堅，而溶解於石腦油的量愈少，稠度亦增。不溶解物質（對溶解於石腦油而言）在 4% 以下的油，除供鎮塵劑用外，於築路工事不合用。

#### 九. 固定炭素 (Fixed Carbon)

固定炭素之量，與前項所述的不溶解於石腦油中的瀝青量，同一結果。有相當的固定炭素的瀝青，必有相當的稠度；而且有相當的機械的安定度 (mechanical Stability)；為良好的路材。

#### 十. 延伸度 (Ductility)

本試驗，亦為測定稠度的重要方法。試驗法；先將熔融的試料，注於模型中，形成一個結固體 (briquette)；然後置於機具上，加以外力，測其到破壞為度，所延伸之長。據 1918 年美國土木協會雜誌所記：試材結固體之大，厚 1 cm. 兩端寬度 3 cm.，中央寬度 1 cm；試驗時試材的溫度  $25^{\circ}\text{C}$ ，螺旋齒車的速度為 5 cm/min。

### 第三節 各種地瀝青品質說明表

(一) Texas 產的 Oil Asphalt:

品 性	塗 別	鋪木路用的	地瀝青混凝土路用的	地瀝青碎石路用的		
比重(15.5°c)...		> 1.003	> 1.000	> 1.000~1.03	> 1.000	
熔點點 (a)...		77° 88°	57°~66°c	54°~66°c	49°~57°c	44°~49°c
延伸度 (b)...		3cm	40~75.m	50~85cm	>50cm	>50.m
針入度 (c)...		30°~40°	40°~50。	50°~60°	90°~100°	100°~120°
蒸發減量(d)...		< 0.7%	< 1.0%	> 0.17%	< 0.8%	< 1.0%
發火點 (e)...		> 243°c	> 260°c	> 249°c	> 243°c	> 216°c
溶解於二硫化碳 素的瀝青量(f)...		> 99.5%	> 99.5%	> 99.5%	> 99.5%	> 99.5%

- 註： (a) ... 溶解測定，用 Ball and Ring法，  
 (b) ... 延伸度，試驗片之最小截面 1 sq cm，  
 溫度 25 °c  
 (c) ... 針入度，用 New York Testing Laboratory  
 標準試驗器，二號鋼針，重 100 grs, 時  
 間 50 Sec, 溫度 25° c。  
 (d) ... 蒸發減量，試驗片重 50 grs, , 溫度  
 1630°c。  
 (e) 發火點，用 Open-cup 式，  
 所註各項，以下準此，不再贅述。

二. Mexican 產的 Oil asphalt:

用途別 品性	地瀝青混凝土路用的		地瀝青碎石路用的	
	比重(26°c)	1.025~1.055	1.025~1.055	>1.03
延伸度.....	>80cm	>80cm	>60cm	>80cm
針入度.....	45°~55°	55°~65°	80°~100°	100°~120°
蒸發減量...	<1.0%	<1.0%	<1.0%	<1.0%
溶解於二磺 化炭素的瀝 青量.....	>99.9%	>99.9%	>99.5%	>99.5%
溶解於四磺 化炭素的瀝 青量(f).....	>99.8%	>99.8%	>99.0%	>99.0%
含礦蠟量...	>1.0%	>1.0%		

註： (f) ... 熔解時溫度常溫。

## 三。 Trinidad, Union, Califoia 等地方產的 Oil Asphalt:

產地別	Trinidad	Union	Califoria	
用途別 品 性	精製地瀝青	地瀝青混凝土 路用的	地瀝青混凝土 路用的	地瀝青碎石 路用的
比重(25°C)	1.35~1.42	1.03~1.05	>1.00	>1.01
熔融點.....	180°~190°F	>43°C	43°~49°C	>42°C
延伸度.....		>130cm	>100cm	>100cm
針入度.....		40°~50°	40°~50°	90°~110°
蒸發減量...	>3.0%	>0.7%	>1.0%	<1.0%
溶解於二硫化 炭素的瀝 青量.....	>54%	>99.9%	>99.5%	>99.95%
溶解於四氫 化炭素的瀝 青量.....		>99.8%	>99.0%	>99.95%
固定炭素...	>10.0%	>15.0%	>16.0%	>8.0%

## 四。 日本產的 Oil Asphalt:

品 性	地瀝青碎石路用的		地瀝青混凝土路用的	
	用途別			
比重 (15.5°C)	>1.00	>1.00	>1.00	>1.00
熔融點.....	>43°C	>42°C	>43°C	>45°C
延伸度.....	>100cm	>100cm	>100cm	>100m
針入度.....	80°~100°	100°~120°	45°~55°	55°~65°
蒸發減量.....	<1.0%	<1.0%	<1.0%	<1.6%
發火點.....	>200°C	>200°C	>220°C	>220°C
溶解於二硫化炭 素的瀝青量.....	>99.55%	>99.5%	>99.5%	>99.5%
溶解於四氫化炭 素的瀝青量.....	>99.0%	>99.0%	>99.0%	>99.0%
固定炭素.....	<16.0%	<10.0%	<18.0%	<18.0%
礦蠟含量.....	<0.3%	<0.3%	<0.3%	<0.3%

#### 第四節 鎔劑 ( Flux )

這裏所謂之鎔劑，乃是指蒸溜石油的時候所得的殘滓——heavy oil——而言，用以與稠度高的瀝青混合，減少其稠度為目的。如：Trinidad 產的精製地瀝青：因其針入度過堅，難以直接使用於鋪裝，須和以適量的鎔劑，使成為有適當針入度的地瀝青膠灰，以資實用。下面所錄的係日本東京市市廳所頒佈，認為合格的鎔劑之說明書。

秋田產的瀝油：—比重 ( 25°C ) > 0.9595 ;

發火點 ( Closed cup ) > 177°C ; 針入度 ( 25°C, 50 Grs. 1Grs. ) > 50° ; 蒸發減量 ( 163c, 20Grs. 5 hrs ) > 5 % ; 溶解於二硫化炭素的瀝青量 > 99.8 % 。

#### 第五節 地瀝青膠灰 (Asphalt Cement)

地瀝青膠灰為一種精製地瀝青與鎔劑的混合物。因精製地瀝青過於堅硬，須藉鎔劑以增加其粘著力及粘韌性。調製法：先將地瀝青約以 163°C ~ 177°C，又鎔劑約以 65°C ~ 93°C 溫度，分別熱之；然後裝入於溶解槽中，由槽的底部，吹送空氣或蒸氣，俾使完全混合。但加熱不可過度，恐膠灰有變硬之虞，致空耗鎔劑。

良好的地瀝青膠灰的品性：

1. 品質均齊，不含水分；



2. 熱至  $175^{\circ}\text{C}$  時，不生泡沫；
3. 比重 ( $25^{\circ}\text{C}$ )  $> 1.04$ ；
4. 發火點 (閉蓋式)  $> 163^{\circ}\text{C}$ ；
5. 延伸度 ( $25^{\circ}\text{C}$ )  $> 40\text{cm}$ ；
6. 針入度 ( $25^{\circ}\text{C}$ , 100 grs; 5Sec)  $2.5\text{mm} \sim 7.5\text{mm}$ ；
7. 蒸發減量 ( $163^{\circ}\text{C}$ , 5grs; 5hrs.)  $> 99.0\%$ ；
8. 不溶解於二硫化炭素的不純物  $< 3\%$ ；

現將更就適用於各種道路的地瀝青膠灰之標格，細別說來：

(A) 用於瀝青碎石路的地瀝青膠灰之標格 (據日本石油株式會社道路部的說明書)：

品質均一；不含水分；在  $175^{\circ}\text{C}$  時，不起泡沫；發火點  $> 175^{\circ}\text{C}$ ；針入度 ( $25^{\circ}\text{C}$ , 100grs. 5sec.)  $80 \sim 150$ ；延伸度 ( $25^{\circ}\text{C}$ )  $> 30\text{cm}$ ；蒸發減量 ( $163^{\circ}\text{C}$ , 50grs. 5hr.)  $< 3.0\%$ ；溶解於四氯化炭素的瀝青量 (對全瀝青量而言)  $> 99.0\%$ 。

(B) 用於地瀝青混凝土路的地瀝青膠灰之標格 (據日本東京市市廳的說明書)：

等質無水； $175^{\circ}\text{C}$  時，不起泡沫；比重 ( $25^{\circ}\text{C}$ )  $1.04 \sim 1.07$ ；針入度 ( $25^{\circ}\text{C}$ , 100 grs. 5sec no.2 針)  $> 60^{\circ}$ ；熔融點 (Ball and Ring 法)  $45^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$ ；蒸發減量 (開蓋式, 50grs,  $163^{\circ}\text{C}$ , 5hrs)  $< 1.0\%$ ；溶解於二硫化炭素的瀝青量 (常混)  $< 99.5\%$ ；溶解於四氯化炭素的瀝青

量（常溫） $> 94.0\%$ ；固定炭素 $14\sim 18\%$ 。

(C) 用於地瀝青混凝土路表層的地瀝青膠灰之標格（據日本石油株式會社道路部的說明書）：

等質無水； $175^{\circ}\text{c}$ 時，不起泡沫；發火點 $> 175^{\circ}$ ；針入度（ $25^{\circ}$ ， $100\text{grs.}$ ， $5\text{sec.}$ ） $50\sim 70$ ；延伸度（ $25^{\circ}$ ） $> 30\text{m.}$  蒸發減量（ $163^{\circ}$ ， $5\text{hrs.}$ ） $< 3.0\%$ ；溶解於四氯化炭素的瀝青量 $> 99.0\%$ 。

(D) 用於 Warrenite Bitulithic 鋪裝的地瀝青膠灰之標格（據日本石油株式會社道路部的說明書）：

品質一樣，無水； $175^{\circ}\text{c}$ 時，不生泡沫；比重（ $25^{\circ}\text{c}$ ） $> 1.02$ ；發火點（開蓋式） $> 200^{\circ}$ ；熔融點 $40^{\circ}\sim 60^{\circ}\text{c}$ ；針入度（ $25^{\circ}$ ， $100\text{grs.}$ ， $5\text{sec.}$ ） $40\sim 100$ ；延伸度 $> 100\text{cm}$ ；蒸發減量（ $163^{\circ}$ ， $5\text{hrs.}$ ） $< 1.0\%$ ；溶解於二硫化炭素的瀝青量 $> 99.5\%$ ；不純物 $< 0.2\%$ 。

(E) 用於地瀝青版鋪砌的中間層及表層的地瀝青膠灰之標格（據日本石油株式會社道路部的說明書）：

品質均齊，無水； $175^{\circ}\text{c}$ 時，不起泡沫；發火點 $> 175^{\circ}$ ；針入度（ $25^{\circ}$ ， $100\text{grs.}$ ， $5\text{sec.}$ ） $30\sim 60$ ；延伸度（ $25^{\circ}$ ， $100\text{grs.}$ ， $5\text{hrs.}$ ） $30\sim 60$ ；延伸度（ $25^{\circ}\text{c}$ ） $> 30\text{m.}$  蒸發減量（ $163^{\circ}\text{c}$ ， $5\text{hrs.}$ ） $< 3\%$ ；溶解於四氯化炭素的瀝青量（對全瀝青量而言） $> 99.0\%$ 。

(F) 用於地瀝青版及地瀝青混凝土鋪砌的地瀝青膠灰之標格（據1915年10月，The American Society of

municipal Improvement 的說明書)：

等質無水；針入度：用於交通頻繁的街路的，33~55；用於交通閑寂的街路的，55~85；發火點（閉蓋式） $> 177^{\circ}\text{c}$ ；蒸發減量（ $163^{\circ}\text{c}$ ，50grs，5hrs） $< 5\%$ ；延伸度（ $25^{\circ}\text{c}$ ，5m/min.） $> 30\text{cm}$ 。

(G) 作填充材 ( Filler ) 用的地瀝青之標格：一

性 質	用 途 別	
	用於填充鋪磚路的接縫的	用於填充鋪石路的接縫的
品質.....	均一，無水， $175^{\circ}$ 時，不起泡沫，	
比重( $25^{\circ}\text{c}$ ).....		$> 1.00$
發火點.....	$> 200^{\circ}\text{c}$	$> 175^{\circ}\text{c}$
針入度 ( $25^{\circ}$ ，100 grs，5 sec.)	30~50	50~100
熔融點(Ball and Ring法)...	$65^{\circ}\sim 100^{\circ}\text{c}$	
蒸發減量 ( $163^{\circ}\text{c}$ ，5hrs).....	$< 3.0\%$	$< 3.0\%$
溶於二硫化炭素的瀝青量...	$> 99.0\%$	
溶於四氯化炭素的瀝青量...	$> 99.0\%$	$> 99.0\%$

## 第七節 焦油 (Tar) :

焦油是製造燈用瓦斯或焦煤 (coke) 時，乾溜瀝青煤 ( bituminous coal ) 或石油而得的副產物。焦油之種類：

石炭焦油 ( coal tar ) 乾溜石炭時的副產物；

焦煤爐焦油 ( coke-oven tar ) 煉焦煤時的副產物；

瓦斯焦油 ( gas-house tar ) 由石炭製造燈用瓦斯時的副產物；

油瓦斯焦油 ( Oil gas tar ) 由石油製造燈用瓦斯時的副產物！

瀝青 ( Pitch ) 由焦油的蒸溜或蒸發，剩得的殘滓；

無水焦油 ( dehydrated tar ) 普通焦油，失去水分後之謂；

水瓦斯焦油 ( water-gas tar ) 由石油製造炭化瓦斯時的副產物。

焦油雖有如上的種類，不過道路工程上的所用，似以石炭焦油，焦煤爐焦油，用得最多，因為這兩種焦油，含有多量的重油 ( heavy oil ) 而少固形瀝青及遊離炭素的緣故；瓦斯焦油，因製造時，多是高溫度，由此產生出來的焦油，重油量少，而遊離素量却多，於築路，不大適宜；水瓦斯焦油，因含有重油量比較的多，而 pitch 量却比較的少，所以不能如石炭焦油或焦煤爐焦油一樣的用作築路的結合物；祇能用之以作鎮塵劑。

現在更就焦油各項用途之標格，細別申述：

(A) 用於瀝青碎石路的焦油之標格 ( 據 The American Society of Municipal Improvement 的說明書 )：

性 質	水瓦斯焦油	石炭焦油
如在本項所記之溫度,不得起泡沫	121°	121°c
比重(25°c).....	1.15~1.30	1.180~1.300
粘着性(依 N. Y. 浮標試驗器).....	120~150sec	150~180sec
溶解於二硫化炭素的瀝青量.....	> 95%	80.0~95.0%
至170°c止,所生的蒸溜液.....	0.5%	<0.5%
至270°c止,所生的蒸溜液.....	< 12.0%	<10.0%
至300°c止,所生的蒸溜液.....	< 25.0%	20.0%
全蒸溜液之比重.....	0.98~1.02	1.02
殘滓熔融點.....	<75°c	75°c

(B) 用於瀝青混凝土路的焦油之標格(據同上)

性 質	水瓦斯焦油	石炭焦油
如在本項所記之溫度,不得起泡沫	150°c	150°c
比重(25°c).....	1.160~1.200	1.200~1.300
粘着性(依 N. Y. 浮標試驗器).....	140~170sec	140~170sec
溶解於二硫化炭素的瀝青量.....	> 95%	<75.0~90.0%
至170°c,所生的蒸溜液.....	0.0	0.0
至270°c止,所生的蒸溜液.....	7.0%	<10.0%
至300°c止,所生的蒸溜液.....	< 20.0%	<20.0%
全蒸溜液之比重.....	1.00~1.02	1.03
殘滓熔融點.....	< 75°c	<75°c

## 第八章 瀝青碎石路

( Bituminous Macadam Road )

瀝青碎石路：原是水固碎石路改良而成的，不過築水固碎石路，藉撒水而結固的；而此時用的是瀝青材料，即鋪張一定的碎石，於既成的路盤上，各碎石之稜角，經過路轆輾壓，互相的密接起來，然後撒布瀝青材料於表面上，填充碎石間的空隙，形成爲固結的瀝青碎石路。

瀝青碎石路的特徵 屬於利點的：(1) 工費比較的低廉；(2) 容易築造；(3) 無需要高價的機械；(4) 外觀美；(5) 適於交通稀少的地方。 屬於不利：(1) 敷布結合物，難得均勻；(2) 天氣太寒或太熱的時候，不能使用，因太寒，瀝青的結合力弱；太熱，則表面易生波狀，凸凹不平；(3) 不適於多雨的地方。

### 第一節 材料

#### 一. 骨材 ( Aggregate )

瀝青碎石路的骨材，普通使用的是碎石（由良質的安山岩，花崗岩，石灰石碎破而成的）；其他依地方的情形，也有用礦石屑的。骨材必具條件：要品質等質，均齊，清淨沒有附着塵芥；形狀以富於稜角

的爲佳，扁平或細長的，則不適宜。骨材，依篩別得分爲粗粒骨材，中粒骨材，細粒骨材三種：

粗粒骨材 ( $1\frac{1}{2}$ ~ $2\frac{1}{2}$ )		
通過	$2\frac{1}{2}$ 篩孔的	95~100%
通過	$1\frac{1}{4}$ 篩孔的	0.15%
中粒骨材 ( $\frac{3}{4}$ ~ $1\frac{3}{4}$ )		
通過	$1\frac{3}{4}$ 篩孔的	95~100%
通過	$1$ 篩孔的	25~75%
通過	$\frac{3}{4}$ 篩孔的	0.02%
細粒骨材 ( $\frac{1}{4}$ ~ $\frac{3}{4}$ )		
通過	$\frac{3}{4}$ 篩孔的	95~100%
通過	$\frac{1}{2}$ 篩孔的	25~75%
通過	$\frac{1}{4}$ 篩孔的	0.0~15%

## 二. 地瀝青膠灰

詳細請參照第七章五節。

## 第二節 機具

瀝青碎石路工程用的機，現在抄錄日本東京市

應的說明書如次：

機具名稱	重量及容量	數量
瀝青熔解爐	150 gallons	1
手撒布罐	3 gallons	3
小形手撒布罐	2 gallons	2
寒暖計	300°c	5
地瀝青壓力撒布車	4600 lbs	1
鶴嘴斧		4
平鏟		4
Tanden Roller	8~10 tons	1
Macadam roller	10 ton	1
搗錘 (tamper)	>40 lbs 面積1s qft	3
鐵耙 (Rake)		3
筭		若干

上表所記，單指鋪裝一個處所，應需機具的數量而言，若鋪裝的處所增多，當然可以依照表記之數量，去添置所需的機具。

(參考) 日本東京市使用的 Macadam Roller 例：總重量 10 tons；前輪徑 23.5<sup>〃</sup>，後輪徑 69<sup>〃</sup>；前輪寬 23<sup>〃</sup>，後輪 20<sup>〃</sup>，前後輪心的距離 10'-1.；前輪重量 4 tons，後輪重量 6 tons。

又同市使用的地瀝青壓力撒布車例：— 容量 60 gallon 總全量 4.25 tons；前輪徑 36<sup>〃</sup>；後輪徑 48<sup>〃</sup>；前後輪寬 5<sup>〃</sup>；前後輪心的距離 61<sup>〃</sup>；使用時的速度與壓力，如



次表：

	進行速度	壓 力		
		10'bs	15 bs	20 bs
第一次地瀝青撒布 (撒布量 1.25 gallons/sq. yard)	1 分鐘間	4.81ft	5.94ft	6.85ft
	1 點鐘間	0.0546miles	0.0675miles	0.775miles
第二次地瀝青撒布 (撒布量 0.5 gallon /sq. yard)	1 分鐘間	12.05ft	14.8ft	17.1525ft
	1 點鐘間	0.136miles	0.1688miles	0.194miles

### 第三節 建築

瀝青碎石路的建築，得分爲三段——路基，磨耗層，封絨層——施行。

#### 一. 路基

關於路基的構造，大抵與水固碎石路時所用的相同，請參照第五章第四節。此時認爲適宜的縱向坡度  $\frac{1}{32}$ ，又橫向坡度每 1 ft 約要  $\frac{3}{8}$ 。

#### 二. 磨耗層 (Wearing Coat)

在先把路基上散在的碎屑掃清，次均勻敷布粗粒骨材於上面，厚約  $2\frac{1}{4}$ 。用 10 tons 以上的路轆輕輕地輾壓；但不可輾壓過度，過度則結合物 (binding material) 不容易滲透進去；反之，若壓之不足，便多空隙，即所需的瀝青材要得多，這樣，不僅工費上不

經濟，而且路面上常生波狀不平的缺點。又當輾壓中或輾壓後，若發見該路面有工程不周到的處所，須注意修理，務使構成爲均一的表面。

輾壓好了，便行使地瀝青膠灰的撒布，即：把預熱（約 $135\sim 177^{\circ}\text{C}$ ）的地瀝青膠灰（但用焦油的時候預熱溫度爲 $93\sim 121^{\circ}\text{C}$ ）以 $20\sim 75\text{ lbs } \square^2$ 的壓力，均勻地撒布於各部。撒布量約 $1.5\sim 1.75\text{ gallons/sq. yard}$ 。盛地瀝青膠灰的槽上，備有寒暖計；又撒布器上，置有壓力計，以供測驗之用。當一段撒布了，再從事次段撒布時，要留意二段間，勿使有顯然的境界接縫。在撒布器撒布不及之處，可改用手注入罐撒布之。

第一次撒布後，便執行第二次撒布，即：迅速地撒布乾爽的中粒骨材，厚約 $\frac{1}{4}\sim\frac{3}{4}$ ，於其表上，以填充表面空隙；若有不均不及之處，可用筲掃勻。次行路輾壓，使其完全緊密結合。

撒布地瀝青時的注意（1）撒布線的方向：第一次撒布時，撒布線的方向是與街軸成 $45^{\circ}$ 的角度；那末，到第二次撒布時，當與前次之方向成 $90^{\circ}$ 直角。怎麼呢？因爲撒布線的方向，若同路軸平行，則相鄰的撒布線之接觸部，常致地瀝青的撒布狀態，有過量或不足之弊，構成路面的弱點，交通開通後，而凸凹不平的病狀立現。所以撒布線的方向，最要注意的。

（2）行次回的撒布時，須沿着前回的撒布線，細心地撒布，注意不可有前後重疊撒布的事。（3）撒布

時，如氣溫太低，或碎石過冷，都有害於地瀝青滲透的進行，所以行撒布時的氣溫，須在  $15^{\circ}\text{C}$  以上，方能施行。

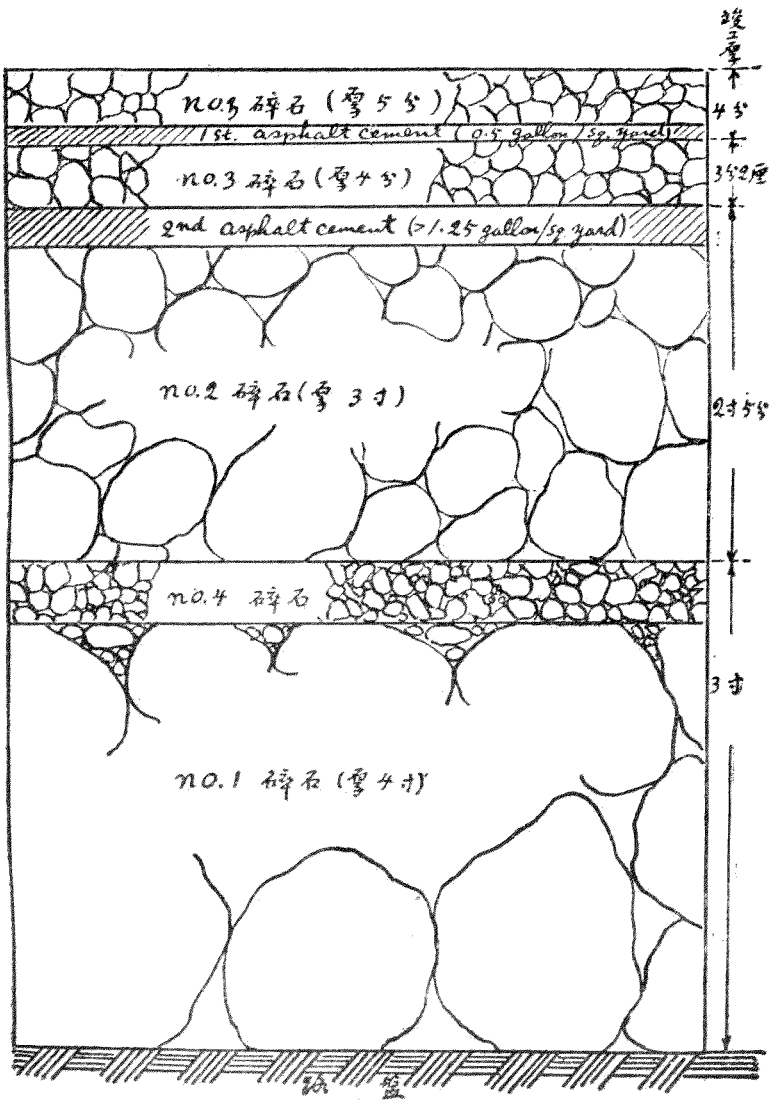
### 三。 輾壓方法

這裏所述的輾壓方法，不僅限於本章的工程；後章的各種瀝青鋪砌工程上，亦得準此應用。

輾壓瀝青路的時候，預先試試看瀝青有不有粘附轆輪的事；如有，可在轆輪上撒以適量的水，以防止之；如沒有，自然無撒水的必要。輾壓開始，宜用輕的路轆，同路軸相平行，輾壓一回。次同路軸成  $45^{\circ}$  角度的方向；又次，同前回之斜方向成直角的方向，依次各輕輕地輾壓一回。然後，才以重量較大的路轆，充分地輾壓，使表面平坦，不再留有路轆的轍痕。爲防止起見，轆輪的前進，須半分的半分的，重疊地依次進行。當始動或停住，須徐徐地運轉。又當鋪裝材料溫度尚高的時候，在輾壓行進中，不可陡然停止，恐轆輪陷沉下去，現出輪跡來。

### 四。 封絨層 ( Seal Coat )

磨耗層做好後，掃淨鋪道上散在的碎屑，次如第一次撒布地瀝青膠灰一樣的，使行第二次的撒布。惟撒布量，較前次爲少，約  $0.5 \sim 0.75$  gallon/sq. yard。趁地瀝青膠灰尚未冷卻時，迅速地播布乾爽的細粒骨材於其面上，厚約  $\frac{1}{4}$  吋  $\sim \frac{3}{4}$  吋，以俾吸收過剩的地瀝青膠灰。路轆輾壓，遂成爲竣工的路面。



第二十一圖 瀝青碎石路橫截面

工費 瀝青碎石路的全工費約 5.5\$/sq.yard, 其中, 路基工費占 2.26\$; 表層工費占 3.24\$。

#### 第四節 養路

瀝青碎石路，比較有相當的抵抗力。但是如果材料不良，或者因受交通的磨損等關係，經一度破壞的時候，立即粉碎。修路方法：唯有先將破壞的部分，鑿去，次塗以地瀝青膠灰，再次補填以地瀝青和碎石的混合物，施行輾壓。

圖註：

- no 1 碎石 ( 2 寸 ~ 3 寸 )
- no.2 碎石 ( 1 寸 ~ 2 寸 )
- no.3 碎石 ( 2 分 ~ 5 分 )
- no.4 碎石 ( 5 分 以下 )

## 第九章 地瀝青鋪路

(Asphalt Pavements)

地瀝青鋪路，差不多有五十餘年的歷史了。始見於 Paris，邇後 30 年，歐洲各都市，才漸次使用，至於美國，更爲後進的了。然參照本書緒言欄內附表(三)所載：New York 地瀝青路占全鋪路之 48%，Berlin 方面占同市之 42% 美德 兩國地瀝青路的發達，不難推知。近年來，化學工業日益進步，則此種道路的盛用，當更勝於昔了。

一般地瀝青鋪路的特徵 屬於利的：(1) 路面平整，光亮，很美觀；(2) 車輛的牽引阻力少，便於各種運輸；(3) 不吸收水分，路面所有的不衛生的污水及雨水，立即向旁溝流卸；(4) 少騷音，無灰塵；(5) 易於清掃或修整。 屬於不利的：(1) 初築費和養路費比較的大；(2) 在不良天氣的時候，路面油滑，不適用於高峻的坡度；(3) 天氣過熱，易於軟化；若天氣過寒，則路面易於破損；(4) 路面不能久濕，灑水過量，亦足使路面破裂。

地瀝青鋪路，可依其工程方法的不同，可分作下面四類：

1. 地瀝青版鋪路 (Sheet Asphalt Pavement)
2. 地瀝青混凝土鋪路 (Asphalt Concrete Pavement)

3 地瀝青塊鋪路 (Asphalt Block Pavement)

4. 地瀝青岩鋪路 (Rock Asphalt Pavement)

這四類裏面，主要的不同之點，我們可從其磨耗層的構造上，看得出來：(1)類的，係砂與地瀝青膠灰的混合物而製得。(2)類乃是碎石與地瀝青膠灰所造成；而且這兩類，都是趁着混合物尚熱的時候施工的。(3)類是同用於(2)類的混合物一樣；不同的地方，唯趁在熱的時候，裝入模型中，形成塊狀，冷時鋪用。至於(4)類，用的是礦物質的瀝青混凝土，鋪時，無需再要許多的結合物。

現在使用的，以(1)和(2)類為最多；(4)類僅限於歐洲。

## 第一節 地瀝青版鋪路

地瀝青版鋪路，可說是由三個部分，——路基，結合層磨耗層——構成的。

### 一. 材料

結合層用的碎石——要堅硬，品質均一，不附塵埃；篩分標格： $1\frac{1}{4}$  以下的須在95%以上； $\frac{1}{4}$  以下的10%以下。

結合層用的砂——要堅硬，清淨，不含塵土；篩分標格 $\frac{1}{4}$  以上。

磨耗層用的砂——不可含有粘土和泥土，堅硬，清淨，篩分標格如次：

< 10-mesh	98~100%	}	14~50%
10 ~ 20-mesh	2~15 %		
20 ~ 30-mesh	4~15 %		
30 ~ 40-mesh	5~25 %	}	30~60%
40 ~ 50-mesh	5~30 %		
50 ~ 80-mesh	5~40 %		
80 ~100-mesh	6~20 %	}	16~40%
100 ~200-mesh	10~25 %		
< 200-mesh	0~0.5%		

磨耗層用的填充物——普通用的多屬粉碎的石灰岩或者 Portland cement。篩分標格：30-mesh 以下的 100%；200-mesh 以下的 65%。

地瀝青膠灰——參照第四章第五節。

### 二. 設計

縱向坡度：極大的容許坡度為 5 ~ 6 %

橫向坡度：據美國土木協會的說明：每 1 ft 需  $\frac{1}{8} \sim \frac{1}{4}$ 。

### 三. 路基

地瀝青版面，雖富於彈性，然只止於磨耗層，為圖路面的安定起見，須備置強固的路基而後可。用於地瀝青版鋪路的路基，普通在新的工程，多用水泥混凝土基礎；在改築工程，也有利用舊的鋪磚路或舊的鋪塊路，當作路基的。

水泥混凝土路基：混凝土的配合比率；一般所

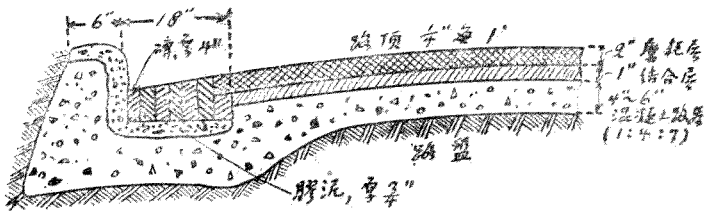


用的爲 1:3:6, 1:1:2:4, 2 5:5 等。所用石粒之大； $\frac{1}{4}$  ~  $1\frac{1}{2}$ 。混凝土層的厚度；在商業地域和重貨的地方爲 6<sup>寸</sup>，輕貨通行之處，有 4<sup>寸</sup> 儘夠了。

#### 四. 結合層 ( Binder Course )

磨耗層很不容易直接地附着於水泥混凝土路基上，須設置結合層，介在兩者之間，以全其結合的任務。結合層之厚：在較閑寂的街路 1<sup>寸</sup>。重貨通行的街路 2<sup>寸</sup>。

結合層的種類 結合層有兩種樣式：即開結合 ( Open binder ) 和閉結合 ( Closed binder )。前者用的水泥，不要如後者那麼多；用的碎石，也沒有如後者那麼嚴格的麻煩碎石之大，較後者爲大。所以由開結合築造的鋪面，比較的價廉，頗爲一般所賞用。但耐不得重貨，是其缺點。反之，閉結合有相當的安定度，適於通行重貨的路。



第二十二圖 地瀝青版鋪路橫截面

#### 結合層的配合

(A) 據日本石油株式會社道路部說明書所載的例  
10-mesh 以上的，即粗粒骨材 60~80% (依重量而言)

10-mesh 以下的，即砂粒骨材 15~35%  
 地瀝青量 4~60%

(B) 據美國的實例：

地瀝青膠灰		結合層的材料			結合層中的瀝青量%
成分	%	成分	lb.	%	
Mexican asphalt.....	40	地瀝青膠灰	122	7	
Tinidad asphalt.....	40	砂.....	438	25	
Indian flux.....	20	碎石.....	1190	68	
總量.....	100	總計.....	1750	100	58

(備考) 混合物(結合層)中的瀝青量算法：

現瀝青材中的純粹瀝青如次：

Mexican asphalt..... $99.6\% \times 40 = 39.84\%$

Tinidad asphalt..... $56.0\% \times 40 = 22.40\%$

Indian flux..... $99.6\% \times 20 = 19.92\%$

即地瀝青中的瀝青總量.....82.16%

故結合層中的瀝青總量..... $82.16 \times 7 = 5.8\%$

材料的預熱與混合 混合之先，將骨材同地瀝青膠灰，各別加熱。即：骨材在旋轉乾燥機中，溫度約 $107 \sim 177^{\circ}\text{C}$ 熱之，次依照配合比率，精確的稱量。於此，加入應需的預熱好的地瀝青膠灰(溫度約 $120 \sim 170^{\circ}\text{C}$ )進去。然後，將兩者在混合機(混合機的詳細，

參照本章第五節)中混合，溫合時間，最少須在30秒鐘以上，繼續地行之。務使骨材所有的粒子，都通被地瀝青均勻的被覆着，看得出一種瀝青的光澤來。混合好了，迅速地運送到施工的地點去。此時混合材的溫度，須保持其 $107\sim 163^{\circ}\text{c}$ 之間。

結合層的施工 開首，充分地使既成的混凝土路基乾爽。因為若路基濕潤，到後，遇着熱的混合材時，水分便化爲蒸氣，生出水泡或氣泡來，結合層常因此而破壞。所以在築造時。要特別的注意。路基十分的乾後，掃清基面上一切的散在碎屑，次以平鏟，敷布預熱的混合材於上面，再用鉄鈹或平鏟使其平坦。待稍冷(因過熱，易粘附轆輪，當然過冷，也是不行的，)立即以 $5\sim 7\text{tons}$ 的Tandem roller，準着與路軸平行方向，從路側漸次向路心，徐徐地往復輾壓，壓到至無可壓縮的餘地爲度。此時輾壓的速度：每路轆一座約 $250\text{sq. m/hr}$ 。又路轆不及之處，可用預熱的鉄錘搗固之。有時爲防止混合材粘附轆輪起見，可用水或油將它潤濕。輾壓後，表面密度須均一，不可有地瀝青膠灰過剩之處；如有，須就該所掘鬆，從新造過。

#### 五. 磨耗層

磨耗層係砂同細粒的礦物性粉末(fine mineral dust)即填充物及地瀝青膠灰三種材料而成。磨耗層之厚：在輕貨通行路 $1\ 5^{\circ}$ ，重貨通行路 $2^{\circ}$ 。

磨耗層的配合 茲錄磨耗層的配合比率例如次：

(A) 據日本石油株式會社的說明書所記例：

- 地瀝青量 ..... 9.5~12%
- 200-mesh以下的 ..... 10 ~20%
- 200~80-mesh 的 ..... 12 ~30%
- 80~40 mesh 的 ..... 22 ~45%
- 40~10-mesh 的 ..... 10 ~40%

(B) 據美國都市改良協會所頒布的例(1915年10月)：

- 地瀝青量 ..... 9.5~13.5%
  - 200-mesh以下的 ..... 10% 以上
  - 80-mesh以下的 ..... 10~35%
  - 50-mesh以下的 ..... 4~35%
  - 40-mesh以下的 ..... 4~25%
  - 30-mesh以下的 ..... 4~20%
  - 20-mesh以下的 ..... 4~12%
  - 10-mesh以下的 ..... 2~8%
  - 8-mesh以下的 ..... 0~5%
- } 25% 以上
- } 15~50%
- } 10~25%

(C) 據美國之一實例

地瀝青膠灰		磨耗層的材料			磨耗層 中的瀝 青量%
成 分	%	成 分	lds.	%	
Mexican asphalt.....	40	地瀝青膠灰	285	14.2	
Trinidad asphalt.....	40	lime stone dust	300	15.0	
Indian flux.....	20	砂.....	1415	70.8	
總計.....	100	總計.....	2000	100	
					11.7

(備考) 磨耗層中的瀝青量計算；

即，Mexican asphalt .....  $99.6 \times 40 = 39.84\%$

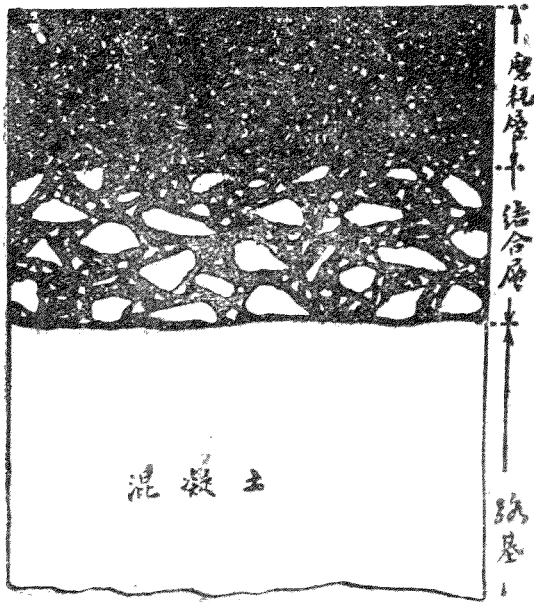
Trinidad asphalt .....  $56.0 \times 40 = 22.40\%$

Indian flux .....  $99.6 \times 20 = 19.92\%$

故，地瀝青中的瀝青總量 .....  $82.16\%$

故，磨耗層中的瀝青總量 ...  $82.16 \times 14.2 = 11.7\%$

材料的預熱與混合 將砂與地瀝青膠灰分別加熱，熱砂溫度  $135^{\circ} \sim 205^{\circ}c$ ，熱地瀝青溫度  $120^{\circ} \sim 170^{\circ}c$ 。  
準所定之配合比率，各種稱一回所需之量，投入混合



第二十三圖 地瀝青版鋪路橫截面

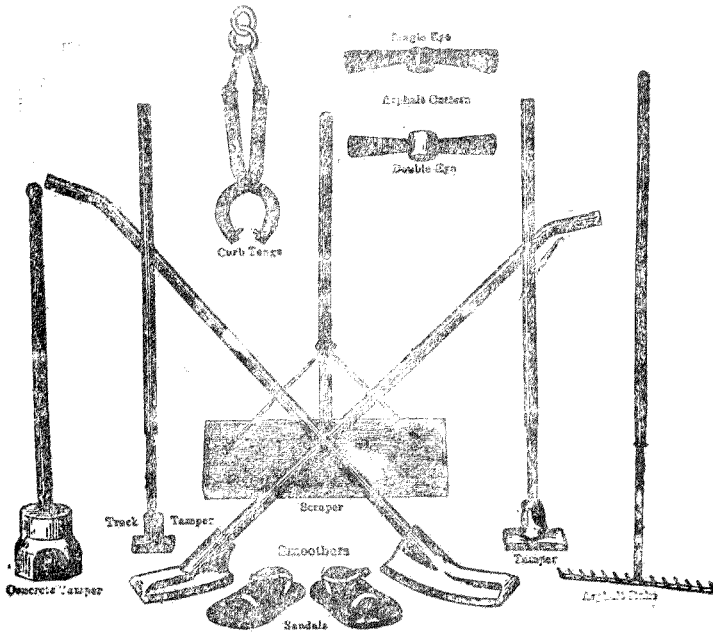
機中，繼續的混合約 10~15 分鐘間。混好後，從速地運到施工地點去，此際溫度，須保持在 120~170° 之間。

磨耗層的施工 當結合層施工完竣，立即將表面清掃。趁尚在熱態中，趕緊用平鏟配布預熱的磨耗層混合材於上面，以鐵爬勻；俟稍冷，先以 3 tons 的，順次以 5 tons 的，8 tons 的，10 tons 的，Tandem roller，準路軸平行方向，由路側漸次向路心輾壓。復次，與路軸成 45° 的方向輾壓。若在寬的路面，還須同路軸成直角的方向，輾壓一次。壓到至看不出路轆的痕跡為度。輾壓速度每：路轆一座約 165 sq. m. / hr.。為防止混合材粘膠路輪，可濕潤以水或油。又路轆不及之所，如在人孔 (man hole) 及欄石附近，可用預熱的 Tamper 搗固之；（參照下圖）。又如在旁溝及邊緣之處，可用預熱的 Smoothers 壓固，同時使其光滑。值將要完工之先，於表面上，撒布少許的石灰岩粉或普通水泥。然後，再加一次輕的輾壓。

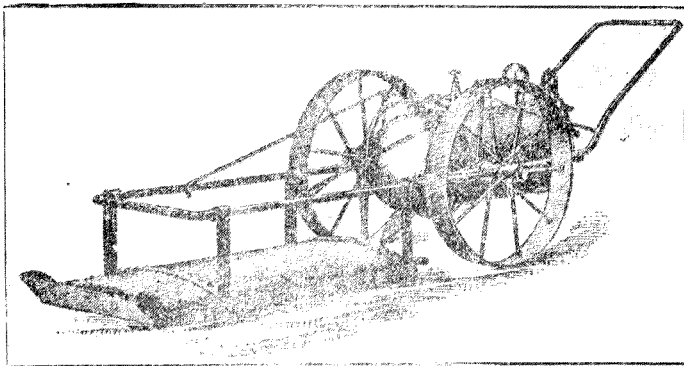
竣工後一日間，不許交通，保護新鋪面，使其完全硬化。

#### 六. 施工注意

- (1) 雨天，和在 10°C 以下的氣溫時，不宜施工；
- (2) 當敷結合層之先，預淨掃混凝土路基面；敷磨耗層之先，須清掃結合層面；又結合層與磨耗層的敷設，須在同日施工；
- (3) 地瀝青混合物，運到鋪裝地



第二十四圖 用於鋪裝地瀝青路的器具



第二十五圖 用於修整地瀝青路面的表面加熱器

點時的溫度，須在 $110^{\circ}\text{C}$ 以上；（4）遇有新舊接合的處所，或欄石，境界石，人孔，水管及其他各種地面露出物的附近，須以溶融的地瀝青，周密塗布，留心地加以預熱 tamper 的搗固，使其密結。

### 七. 失敗與修整

關於地瀝青鋪路失敗的原因，不外下面幾種：（1）路盤與路基軟弱；（2）材料不良；（3）地瀝青膠灰，加熱過度，（4）混合不適當；（5）鋪裝時混合材的溫度過冷；（6）鋪裝及輾壓的不注意；（7）由交通之磨耗；（8）因雨水，烈日生出的罅裂。

失敗原因既知道了，從此再述對付修整的方案：

修整方案：（1）若路盤或路基沈陷，此時可將路面全部挖翻，從新造過，（2）表面組織分解時，可將分解的部分鑿去，填補新的材料；（3）如表面凹窪不深，可用表面加熱器（Surface heater），將患部熔融，再加以新材料；（4）有罅裂的時候，可將疎鬆的部分鑿去，掃淨，然後再加預熱的地瀝青於其中；（5）表面呈波狀不平或殘留車跡時，可用表面加熱器，熔融使其平整。

### 八. 工費

地瀝青版鋪路的初築費，據美國 1916年的例，約 $1.50\sim 3.00\$/\text{sq yard}$ ；又平均養路費，約 $6.46\text{centss}/\text{Sq yard}/\text{year}$ 。



## 第二節 地瀝青混凝土鋪路

地瀝青混凝土鋪路，是由瀝青混凝土或普通混凝土的路基和混凝土的磨耗層所構成。地瀝青混凝土鋪路與地瀝青版鋪路之區別，在本章的開首，已經說過，得了一個概念；現在再明確的說來，就是：前者的磨耗層是碎石，碎石之大，有  $1\frac{1}{2}$  的，無需結合層；而後者是砂的，砂的粒度 8-mesh 以下，須用結合層。一般為明瞭起見，有稱地瀝青版鋪路為“Sand asphalt Pavement”或“Asphalt Mortar Pavement”的。

地瀝青混凝土鋪路，依其發明的過程和配合的不同，大別可分為下列四類：

- 第一類 地瀝青混凝土式路 (Asphalt Concrete Pavement)
- 第二類 Amiesite 式鋪路 (Amiesite Pavement)
- 第三類 Bitulithic 式鋪路 (Bitulithic Pavement)
- 第四類 Topeka 式鋪路 (Topeka Pavement)

### 一、地瀝青混凝土鋪路

這種鋪路的磨耗層由碎石石屑同地瀝青之混合物構造而成。據美國都市改善協會說明書所載標準配合如次：

瀝青量	5~8%
$1\frac{1}{4}$ 以上的骨路	0.0%
$1\frac{1}{2}$ 以上的骨材	1~10%

$\frac{1}{4}$ " 以上的骨材…………… 90~97%

### 二. Amisite 式鋪路

這種鋪路，係以  $1\frac{1}{4}$ " 前後的碎石，和砂及地瀝青的混合物所組織；且無需混凝土路基的必要。路面普通分兩層：下層厚  $2\frac{1}{2}$ " ~ 3"；上層厚 1" ~  $1\frac{1}{2}$ "。下面錄的，係據 State Highway Dept. 1917 Specification 所載的配合例：

	下層	上層
地瀝青	5 ~ 6 %	5 ~ 7 %
石灰石	$\frac{1}{2}$ " ~ 1 %	$\frac{1}{2}$ " ~ 1 %
填充材 ( $\frac{1}{4}$ " 以下)	4 ~ 6 %	5 ~ 6 %
骨材 ( $\frac{1}{4}$ " ~ 2")	86 ~ 90 %	
骨材 ( $\frac{1}{4}$ " ~ $\frac{5}{8}$ " )		86 ~ 90 %

### 三. Bitulithic 式鋪路

Bitulithic 式鋪路，係美國 Warren 公司所創製，保有專賣特權。磨耗層由粗細二種之瀝青混合物鋪設而成的，即：細粒的混合物，鋪裝在粗粒的混合物上面，經過輾壓，兩者相膠結合，遂形成爲一體的鋪面。換句話說，磨耗層的下部，是比較多量的粗粒骨材和少量的瀝青，因此比較堅牢；上部，是比較多量的細粒骨材和多量的瀝青，所以富於韌性。又上下兩部沒有

劃然的區別，融合錯綜為一體，故能耐磨耗，同時安定度亦大。這就是 Bitulithic 式的特長所在。磨耗層之厚，普通約 2<sup>〃</sup>。

### (1) 材料

骨材——粗粒骨材為堅硬的岩石，或清潔的硬砂礫；細粒骨材為砂或碎石粉末；其中不可含有脆性或易風化及不純的物質。篩分標格如次：

$\frac{1}{2}$  〃 ~  $1\frac{1}{4}$  〃 的 30 ~ 60 %

4-mesh ~  $\frac{1}{2}$  〃 的 15 ~ 25 %

10~4--mesh 的 5 ~ 15 %

10-mesh 以下的 20 ~ 35 %

再就 10-mesh 以下的，篩分如次：

40 ~ 10-mesh 的 15 ~ 40 %

80 ~ 40-mesh 的 22 ~ 53 %

200~80-mesh 的 15 ~ 40 %

200-mesh 以下的 5 ~ 15 %

地瀝青膠灰——詳細參照第七章第五節。

### (2) 設計

街市路的橫向坡度內  $\frac{1}{30}$ ；近郊路的橫向坡度為  $\frac{1}{36}$   
 例：如街市路路寬 30 ft 時，則路頂為 6<sup>〃</sup>，近郊路路寬 20 ft 時，則路頂應為  $3\frac{3}{8}$  〃。

### (3) Warrentie Bitulithic mixture 之標格

下標所計，係 1910 年 Warren 公司獲得專賣特種的配合標格：

$\frac{3}{4} \text{ 吋} \sim 1 \frac{1}{4} \text{ 吋}$ 的	15~45%	}	55~65%
$\frac{1}{4} \text{ 吋} \sim \frac{3}{4} \text{ 吋}$ 的	15~45%		
200-mesh $\sim \frac{1}{4} \text{ 吋}$ 的	25~35%		
200-mesh 以下的	4~6%		
瀝青量	5~8%		

(4) Bitulithic式鋪路磨耗層的配合實例

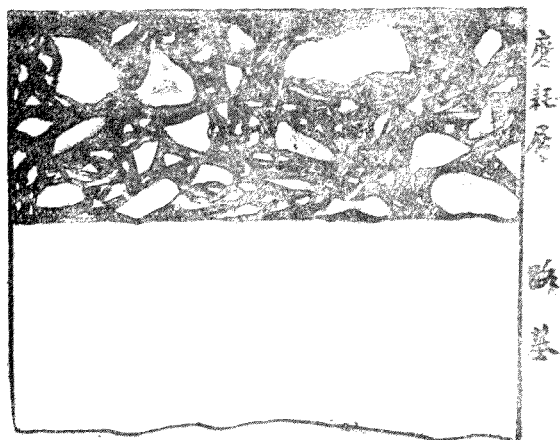
(1)                      (2)

瀝青量.....	7.6%	7.02
200-mesh 以下的骨材 .....	4.9	4.58
100-mesh 以下的骨材 .....	4.6	3.99
80-mesh 以下的骨材 .....	3.2	2.76
50-mesh 以下的骨材 .....	7.3	7.88
40-mesh 以下的骨材 .....	3.1	1.27
30-mesh 以下的骨材 .....	2.4	2.39
20-mesh 以下的骨材 .....	2.2	2.13
10-mesh 以下的骨材 .....	5.1	3.77
$\frac{1}{4} \text{ 吋}$ 以下的骨材.....	9.1	4.85
$\frac{1}{2} \text{ 吋}$ 以下的骨材 .....	19.3	12.76
$1 \frac{1}{2} \text{ 吋}$ 以下的骨材.....	31.2	46.61
合計 .....	100%	100%

(5) 預熱與混合

預熱溫度： 95~180°

混合：依著配合比率，秤稱各種骨材一回之需要量，裝入迴轉乾燥機中，加熱乾燥，由乾燥機出來的骨材，迅速加以預熱熔融的地瀝青膠灰，以完全被覆骨材的各粒子為度。然後將此移入旋轉式圓筒混合機中，混合使成為均一的地瀝青混凝土。



第二十六圖 Warrenite bituminous 式鋪 橫截面

#### (6) 鋪設

以預熱的平鏟敷配粗粒混合材作既設的路基上，搔均均勻，趁尙未冷凝固之間，其上再撒布以細粒混合材。細粒混合材使用量約  $30 \sim 50$  lbs/sq. yard。次以  $10 \sim 12$  tons 的三輪式路機，充分的輾壓，使構成緻密的鋪面。

【參考】地瀝青混凝土混合材的配合稱量實例：

這個例，係日本東京市現在所行使的。因為各骨材的混合，要如所定配合比率，正確的稱量出來，很不容易；所以只得藉木製之箱，來計量牠，還可得到比較正確的結果。東京市使用木箱之容積，如次：

$$\begin{aligned} \text{石粉箱} & 3'-0'' \times 1'-0'' \times 11 \frac{1}{2} \\ \text{砂箱} & 3'-0'' \times 1'-0'' \times 3'-3'' \\ \text{碎石箱} & 3'-0'' \times 1'-0'' \times 2'-2 \frac{1}{2} \end{aligned}$$

從此，再計算各骨材每單位體積之重量，

設此時，使用石粉之粒度，是：

各粒度（篩孔之大） 50-mesh 80-mesh 100-mesh 200-mesh

通過各篩之量 11.5% 7.5% 16.0% 65.0% = 100%

此時，使用碎石（秩父產石灰石）之粒度，是：

$1 \frac{1}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	10-mesh	20-mesh	30-mesh
6.6%	16.7%	29.0%	21.7%	1.38%	4.2%	2.2%
40-mesh	50-mesh	80-mesh	100-mesh	200-mesh		
1.4%	1.4%	0.5%	0.8%	1.7%	= 100%	

此時，使用砂之粒度是：

$\frac{1}{4}$	10-mesh	20-mesh	30-mesh	40-mesh	50-mesh
3.6%	3.3%	8.4%	19.0%	25.9%	31.0%
80-mesh	100-mesh	200-mesh			
5.0%	2.8%	0.4%	= 100%		

如上記各樣粒度的骨材，測驗每 1 cub.ft 體積之重量如次：這不過是平均數值罷了，自然不能說是一

定不變，因為其填裝的緊鬆和材質的乾濕等，難有一定的。

石粉 1 cub ft. 的重量	73 lbs
砂 1 cub.ft. 的重量	90 lbs
碎石 1cub. ft. 的重量	80 lbs

各骨材單位體積的重量，既已知道，再依一定容積的木箱，去計量，便可得到正確的配合了。

#### 四。 Topeka 式鋪路

Topeka 式鋪路，乃是地瀝青混凝土鋪路裏面的一種，同 Bitulithic 式很相類似。不過後式的骨材，以  $1\frac{1}{4}$  的碎不為主要；而前式，則以砂及  $\frac{1}{4}$  ~  $\frac{1}{2}$  的碎石為主要骨材。所以 Topeka 式之長所，就是做出來的鋪面，有最大的密度（max. density）能耐車輪的擊撞，然其表面，因還有相當的粗粒骨材存在著，不能說，對車輪完全無損；有時且因防水力不足，每每在交通頻繁之處，難免無潰滅之虞。為改善這項缺點起見，Abbott 氏曾試以封絨層（Seal Coat）即瀝青塗敷於表面上，能增加幾分磨耗抵抗力云。到現在，多是使用普通水泥，不消說，其効力更大。這種封絨層的採用，不僅對 Topeka 式鋪路為必要；就是在其他的道路如舊的鋪木路路面，亦得到良好的成效。

##### （1）材料

碎石或礫滓——材質要堅硬，均一；篩分標格：

$\frac{1}{2}$ 以下的	95% 以上
$\frac{1}{4}$ 以下的	75% 以上

砂——要堅硬，不含泥土；篩分標格：

10-mesh 以下的	98~100%
20~10-mesh 的	3~15%
30~20-mesh 的	4~15%
40~30-mesh 的	5~25%
50~40-mesh 的	5~30%
80~50-mesh 的	5~40%
100~80-mesh 的	6~20%
200~100-mesh 的	10~25%
200-mesh 以上的	0~5%

填充材——即乾爽的石灰石粉，或普通水泥。篩分標格：

30-mesh 以下的	100%
200-mesh 以下的	65.0% 以上

地瀝青膠灰——參照第七章第五節

(2) Topeka 式的配合標準（據美國都市改善協會的說明書 1916），

瀝青量（溶解於二硫化炭素的）	7~9%
200-mesh 以下的	7~10%
80-mesh 以下的	10~20%
40-mesh 以下的	10~25%
20-mesh 以下的	10~25%



8 -mesh 以下的	10~20%
4 -mesh 以下的	15~20%
2 -mesh 以下的	5 ~10%

### (3) 上式混合材的配合實例

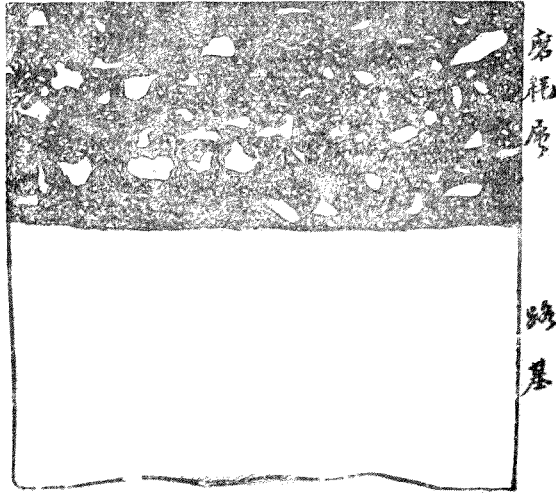
材料粒度	(A)	(B)
瀝青量 (全前)	8.9%	89.9%
200-mesh 以下的	11.9%	12.3%
80 -mesh 以下的	14.5%	10.8%
40 -mesh 以下的	18.6%	24.2%
10 -mesh 以下的	18.9%	16.3%
4 -mesh 以下的	19.1%	21.5%
2 -mesh 以下的	8.1%	5.4%

### (4) 預熱與混合

預熱： 骨材預熱溫度.....130°~190°c  
 地瀝青膠灰預熱溫度... 120°~177°c  
 到施工地時溫度.....120°c 以上

混合： 與前項同。

(5) 鋪設 先把路基面掃清，乾爽，次用平鏟撒配預熱的混合材，於面上；立即以 7 tons 以上的 Tandem Roller，均一的輾壓，壓到至看不出轍跡為度。俟輾壓將竣之先，次以石灰石粉或普通水泥，均勻的撒布於面上，然後，以 5 tons 以上的路輾輾壓，便成為緻密的鋪面。



第二十七圖 Topcka式鋪路磨耗層橫截面

(6) 特徵

利點： 富於彈性；無塵，無音；工費較地瀝青版鋪路為廉。

不利點： 油滑；缺乏耐久性。

### 第三節 地瀝青塊鋪路

地瀝青塊鋪路，在 1878 年美國 San Fancisco 市，才開始使用；到現在亦不愧為良好街路鋪裝之一。

就地瀝青塊，單獨說來，已經是個製品，所以在任何特定工場都可製得多量而且等質的；又因牠製造時所受壓力，較版鋪路鋪裝時所受路轆的輾壓力為

大，所以塊路面的密度較版鋪面為大。

### 一、塊的組織與配合

關於塊 (Block) 的組織，在本章的開首，大體說過一下，用的混合材，完全同地瀝青混凝土鋪路用的一樣。換句話說：即同為地瀝青膠灰與碎石所構成。詳細的申述：可說是與 Topeka 式的混合材，大同小異；也可說於所定地瀝青版的配合中再添加以 mesh  $\sim \frac{1}{4}$  的小碎石，便是用於塊的混材。

塊之配合：據 Ballantine 氏所推獎的配合例，如次：

	(A)	(B)
純瀝青量	73 %	7.0%
200-mesh 以下的	16.7%	14.0%
80-mesh 以下的		8.0%
40-mesh 以下的		7.0%
10-mesh 以下的	39.6%	28.5~44.5%
8-mesh 以下的	7.0%	
4-mesh 以下的	26.4~33.4%	35.5%
4-mesh 以下的	3.0%	

註：此時所用瀝青膠灰的針入度 (100grs. 5 sec. 25°C) 為 25 度；熔點須在 121°C 以上。

又據 National Moulding Corp. 公司的廣告，所記之配合，如次：

純瀝青量	6~8%
石粉	10~20%

碎石及砂 72~84%

## 二. 塊的製作

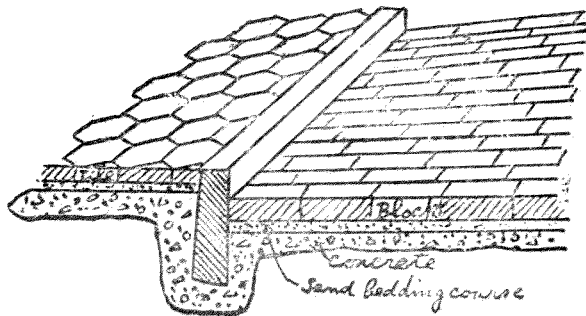
準着前述之配合比率，將各材料混合起來，如版鋪路時一樣的加熱，熱度約在 $150^{\circ}$ 左右，趁熱態中，裝入模型內加以 $2 \sim 3\text{tons/口}^2$ 的大壓力，壓縮成形。製品的比重：使用堅石的時候 2.5 以上；石灰石的時候 2.35 以上。

塊的大小；普通使用的， $5^{\circ} \times 12^{\circ} \times 2^{\circ}$ ； $5^{\circ} \times 12^{\circ} \times 2 \frac{1}{2}^{\circ}$ ； $5^{\circ} \times 12^{\circ} \times 3^{\circ}$ ； $5^{\circ} \times 12^{\circ} \times 4^{\circ}$  等。

敷石（用以鋪裝步道的）的大小；普通使用的， $8^{\circ} \times 8^{\circ} \times 2^{\circ}$ ； $8^{\circ} \times 8^{\circ} \times 2 \frac{1}{2}^{\circ}$  等正方形的；或 $10^{\circ} \times 2 \frac{1}{2}^{\circ}$ ； $6^{\circ} \times 1^{\circ}$  等方方形的。

## 三. 鋪設

用作塊鋪路的路基的，以砂礫，碎石，混凝土都



第二十八圖 地氈青塊鋪面

可以。然要算混凝土的路基為最佳。在鋪塊之先，於路基面上，布設褥層 ( Bedding Course )。此種褥層，普通以 $1\frac{1}{2}$ ~ $2\frac{1}{2}$ 厚的砂層；或者 $\frac{1}{2}$ 厚的膠泥層為之。但後者須在水泥未硬化前施行。褥層敷好了，然後將塊鋪置於上，塊之長邊與路軸成直角；隣接的塊端，約 $4\frac{1}{2}$ 相錯的，儘量地使其密接。然後，撒布富有稜角的細砂薄層於表面上，務使細砂十分的填充到接縫中去。

#### 四． 養路

塊面如現出凹凸或窪孔時，可將破損部分挖出，另以新塊補整；塊之使用過久，每易脆碎，尤其在冬季，塊緣容易破碎，為防止起見，可用熔融的瀝青油，塗布於其面上，次撒布以石屑和砂。

#### 五． 特徵

利點：外觀雖似地瀝青版鋪面，但沒有如版鋪面之油滑及易生罅裂；容易鋪裝；容易修整；很衛生；很美觀；適用於住宅地域。

不利點：初建費較大；塊緣易破碎；接縫易貯塵埃；掃路費大；乏耐久性。

### 第四節 地瀝青岩鋪路

地瀝青岩鋪路，是以天然產含有瀝青的石灰岩或砂岩，粉碎，加熱，在熱狀態中直接敷設於路基上，輾

壓而成的。法德意瑞等國，盛產岩瀝青，所以這種鋪路，較爲發達。在歐州普通所謂瀝青路，大都是指這種而言。

### 一. 材料

用於鋪路的岩瀝青，以粒度粗度的，溶解於二硫化炭素的瀝青量 9% 以上的，在 205°C 以下揮發物質甚少的爲佳。岩瀝青有兩種即瀝青質石灰岩和瀝青質砂岩。茲揭其粒度及組織如次：

種 別	歐州產瀝青質石灰岩				美國產瀝青質砂岩
	法國產	德國產	意國產	瑞國產	California 產
瀝青量	6.1%	7.5%	10.0%	8.5%	1.85%
200-mesh 以下的	42.9	17.5	40.0	37.5	5.5
100-mesh 以下的	9.0	25.0	12.0	15.0	4.0
80-mesh 以下的	6.0	20.0	8.0	12.0	27.0
50-mesh 以下的	7.0	15.0	10.0	14.0	40.0
40-mesh 以下的	8.0	8.0	7.0	4.0	3.0
30-mesh 以下的	8.0	3.0	6.0	4.0	2.0
20-mesh 以下的	7.0	2.0	4.0	3.0	—
10-mesh 以下的	6.0	2.0	3.0	2.0	—
合 計	100.0	100.0	100.0	100.0	1000

碳酸鈣	91.3	80.0	88.2	88.4	——
碳酸錳	痕 跡	0.5	0.9	痕 跡	——
瀝青稠度	極 軟	極 軟	極 軟	極 軟	極 軟

## 二. 製材

由山採來的岩瀝青，用碎石機，碎成粉末。次將此移入旋轉圓筒的乾燥器中。該圓筒直徑  $6' \frac{1}{2}$ ，筒外加熱，圓筒自動的旋轉，粉碎的岩石，藉筒中備有的鉄刷，與熱空氣，十分的接觸，此時加熱的溫度約  $150^{\circ}\sim 177^{\circ}$ ；加熱時間約 2 時間。熱好的粉末，立即搬送到施工地點去，以供敷設之用。此時之溫度須在  $121^{\circ}$  以上。

## 三. 鋪設

鋪設法與版鋪路相同，即將運來之預熱的岩瀝青粉末，敷布於基礎面上；用鉄鈹平坦之。次以輕的手動路轆輾壓；再次以 5 ~ 10tons 的氣動路轆輾壓之，便成。

## 四. 特徵

地瀝青岩鋪路的性質同版鋪路，很相類似。惟前者不若後者之易滑，且在炎天之下，不若後者之容易軟化。

## 第五節 地瀝青混合機

( Asphalt Mixing Plant )

在地瀝青鋪路的築造上，最當緊且最難行的工務，要算材料的加熱和材料的混合了。如果前項得不到適宜的處理，則不是混合材難以結合，滲透，便是地瀝青易硬化失效；如果後項得不到充分的混合，則日後既成的路面，難免軟硬不均。所以對於行使加熱與混合任務的混合機，特地在此，再作個申述。

### 一、良好混合機的要件

1, 各骨材能得正確的加熱。若熱得不平均，此熱彼冷，便失其所要加熱的主旨。

2, 混合器 ( Mixer ) 要備有相當的容量，在工務進行中，得有各骨材充分的供需。

3, 使用於各配合的骨材，不依體積計量，要備有秤稱重量的秤量器。

4, 瀝青加熱，不宜直接以火當之；要有間接的加熱和攪拌的設備。

5, 就是天氣寒冷的時候，瀝青供給管不宜冷卻，要得有充分的供給到瀝青膠灰混合器去的設備。

6, 混合器得適當的轉動，使混合材同瀝青膠灰能充分的附著混合。

其他的要件，還多得很，上面述的，不過其主要



的罷了。從此，再述混合機的種類。

混合機的種類，普通使用的有兩種，即 Iroquois Asphalt Mixer 和 Warren Asphalt Mixer。不待言，在工程規模甚小的地方，仍有用構造簡單的混合機的，如第二十九圖所示。

## 二. Iroquoi 瀝青混合機

構造 全機由下記諸部分組合而成。布置如第三十圖。



第二十九圖 地瀝青結合層混合機

Cold elevator (冷材搬上器) —— 用以將骨材，搬送到烘乾釜中去，搬送能力：每 1 分鐘間，得搬送 7cub ft 體積的骨材。

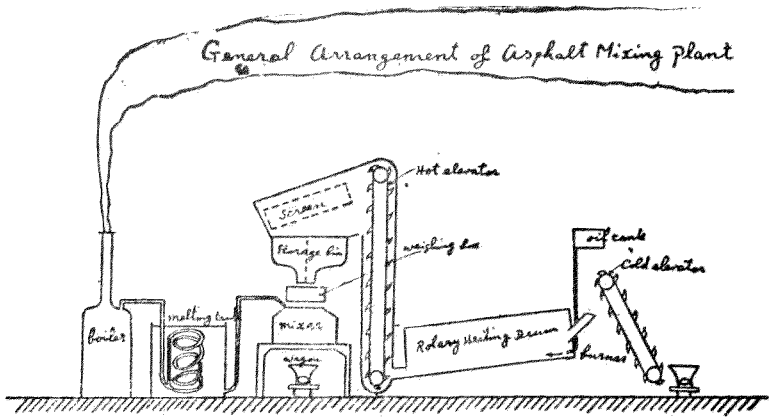
Heating Drum (烘乾釜) —— 在 800sq.ft 能力的混合機時，釜的直徑為 48<sup>2</sup>，長為 10 ft。釜的內部，備有多數的條溝，以俾骨材容易撒布；釜的兩端，置有 drum spider，俾容易出入。

Hot Material Chute (熱材樋槽) —— 由烘乾釜出來的熱材，經此送運熱材搬上器去。

Hot Elevator (熱材搬上器) —— 為防止熱材積集在

熱材搬上器之底部起見，此際搬運速度，宜較冷材搬上器為大。熱材經此向篩送去。

Screen (篩) —— 篩位於貯倉 (Storage Bin) 之上。一般此篩分為兩部，即砂同碎石各別篩分，各入於貯倉以待秤量；又大於篩孔的碎石，可藉卸除裝置卸去。



第三十圖 瀝青混合機一般配置圖

Sand and Sand storage bin (砂和碎石的貯倉) —— 係鐵板所製，內分二室，小室貯砂或石粉；大室貯碎石。各室的底部置有放材口，依口之開閉度的大小，可得隨意地使砂或碎石卸入到秤量箱去。

Measuring box (秤量箱) —— 亦係鐵板所製。內面備有三個秤量桿，即依照混合材所定之配合，一回所需各材料之重量，與秤桿上之數值相符合。即以後，便可藉此秤取石粉，砂，碎石所需量。秤箱的底部也有放材孔，放材到混合器中去。

Asphalt mixer (瀝青混合器)——器的容量約 7 cub. ft，能裝容得 600~700 lbs 的混合物。器內面有二根軸槓，軸上附有 universal blade 不住的轉動，使混合材得以充分的混合。混合器的外套 (Jacket)，係由二重鐵板所製，送入蒸氣於套間，以保持混合器的熱度。器的下方，置有放材口，熱材由此裝入到搬運車去。

Asphalt melting tank (瀝青溶解槽)——槽的容量約 2,400 gallons。槽內置有兩種旋迴管；一管作為溶解瀝青；他管以供其攪拌之用。

Fuel oil tank (燃油貯槽)——油槽有管，與烘乾釜下部之焚火口連結，燃油得依其自身的重力而流下。槽內亦置有旋迴管，以備預熱之用。槽內容量約 110 gallons。

使用時的注意 使用時的注意，現在分作數項述於下。

1. 對於溶解槽的注意：在最初溶解新的瀝青時，至少須通以 8 點鐘以上的蒸氣 (壓力 = 125 lbs)；若翌日還是繼續使用，那就可以節省些時間，只要 5 點鐘就夠了。在瀝青的溫度，未達  $100^{\circ}\text{C}$  之先，不可開動攪拌機，因為在未及水之蒸發點溫度的瀝青中，如送以蒸氣，開始攪拌，則蒸氣觸着冷氣，便成水蒸氣，瀝青體積立即膨脹，致溢出釜外，所以攪拌時，要特地注意。溶解的瀝青之表面，浮有木片或其他之夾雜物時，可以鉄網除去之，免有塞閉瀝青通管之

虞。

2. 對於燃油貯槽的注意：在開始工作以前，要檢點槽內重油之有無；預通蒸氣於旋迴管，使重油熱有相當的溫度，便於燃燒。次將槽底部的瓣塞開放，除去沈溜在槽底的水分。因為燃油如含有多量水分，便減殺燃燒力，甚至失滅。這點亦須留意。

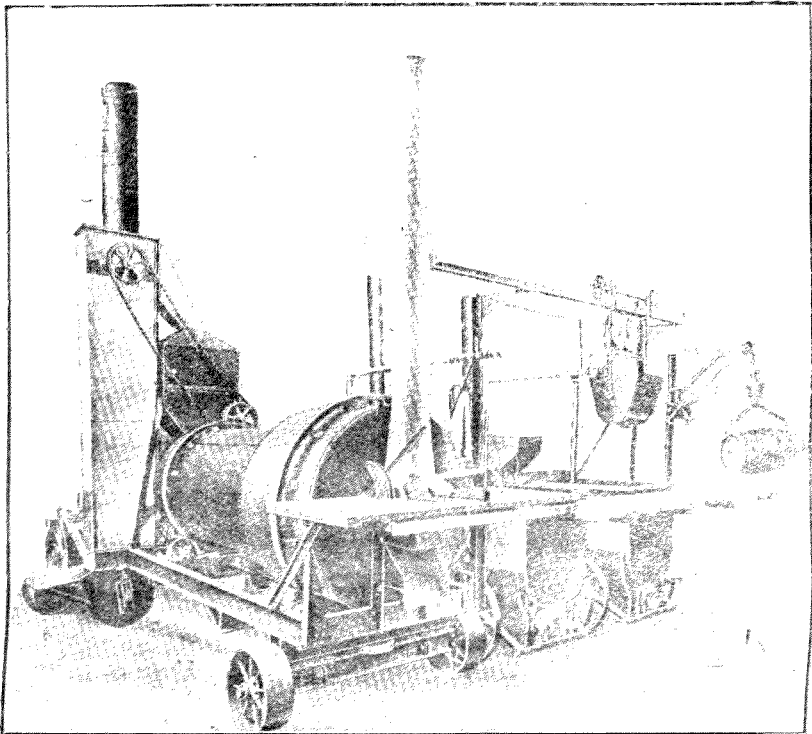
3. 對於火口點火的注意：當烘乾釜開始轉動，同時火口點火；在冷材未裝入之前，須使 drum 有相當的溫度；又在未點火以前，燃油噴出口和蒸氣口須盡量的開放，方纔點火，俟到發出黑煙的長焰，然後將蒸氣量減少，呈為白焰時，便是最強火力的表現。

4. 對於搬上氣的注意：當冷材搬上器正在運轉之際，同時須留意熱材搬上器方面，尙在轉動與否。若是前者仍繼續的運轉，而後者的轉動停止或遲緩時，其結果，釀成由烘乾釜而來的熱材，堆積在熱材搬上器的底部。二次始動時，致遭破壞的損害。

5. 對於混合器的注意：混合器的旋動速度，以 70/min. 為適當。裝入碎石和砂之後，立刻加混石粉，行 15 秒鐘以上的旋動。此時石粉常有飛散的減損，故混合時須有加添此項減損量的預算。次注加瀝青膠灰混合約 45~60 秒鐘之久，使混合材之各粒都均勻被覆，色彩一樣。將要停工的時候，須趁混合器尙保有充分溫度之際，清掃器內所附着的殘滓。

6. 其他的注意：當休工後，爲使烘乾釜徐徐地冷卻起見，至少須行30分鐘以上的空旋動；不然，若是急激的冷卻，則 drum 之鐵板，易變成不規則的橢圓形。又當火口點火時，同時須將烟筒的抽風器放開，便於烟之飛散。

以上所述的，不過使用時大略的注意。就是在旁的混合機上，亦可以準此應用，不必一一說及了。



第三十一圖 Warren 式瀝青混合機

### 三。 Warren 式瀝青混合機

普通以其構造簡單的，為便於使用；不過在混合器與烘乾釜一同旋動構造的時候，往往使混合材的組織，難得均齊一樣。因之，也有別用混合器為宜的。大體的構造與使用法，同前項所述的無異，不再贅言。下面所錄的，係日本東京市使用之可動式的 Warren 混合機的內容實例：

能力（10點鐘間）	650~700 sq. ft.（厚2 <sup>2</sup> ）
烘乾釜之直徑及長度	3'-11 <sup>2</sup> × 8'-0 <sup>2</sup>
混合器之直徑及長度	5'-66 <sup>2</sup> × 3'-4 <sup>2</sup>
貯倉之大	17 $\frac{1}{2}$ cub ft
燃油槽之容量	34 gallons
瀝青溶解器	1500 gallons
蒸汽釜	22 H.P.
全長度	22 <sup>2</sup>
全寬度	18'-2 <sup>2</sup>

### 第六節 瀝青鋪路破壞的原因

如欲設計最良好的鋪面，或在決定養路的方針上，便不可不丁解關於引起破壞的原因。現在就瀝青鋪路破壞的原因，總括說來，不外是：

(1) 凡物差不多都要受自然破壞力的影響。同樣，用於鋪路的瀝青，也不能在此例外。鋪面經年過久；或遇極寒，極暑，降雨時，皆能使瀝青變質，失

去其結合性，致生罅裂。

(2) 路基材料，多孔性甚大時，依物理的毛細管作用，一到冬寒冰結，則路基面與表層之底部，或在同一鋪面的上下層之間，便分離起來，遂為表層滑動之因。

(3) 因為脆弱的路基，鋪面亦因之而陷下，生出罅裂；又依往來通行，與日俱進的，罅裂逐漸擴大起來；雨水因而浸入，浸到鋪面的底部去，一到結冰期，則鋪面受冰的膨脹作用，便拱掛起來，成為破壞之因。

(4) 鋪面的底部，或有時接近市街瓦斯管或自來水管的接絨處，遇着瓦斯或水洩漏時，為破壞之因。

(5) 居民在鋪面上，不注意地燒棄物件時，亦能使鋪面破壞。

(6) 由鋪面上的軌道或不良欄石的振動，致被破壞的

(以上(1)~(6)係外來的原因)

(7) 使用 flux 不良，單是機械的混合，而不是化學的結合時，製出來的鋪面很脆弱，一遇車輛重壓，便易破壞。

(8) 使用骨材之粒度，過粗或過細；又或含有多量之粘土，植物性物質時，為破壞之因。

(9) 使用的瀝青，質過硬，到冬時易生罅裂；過軟時，受交通的重壓，鋪面便成波狀。

(10) 精製瀝青時，因溫度過高，製出來的瀝青，缺乏結合性。

(11) 混合不充分時，則骨材的各粒間，不能充分的密接。

(12) 混合材在搬送途中，溫度低下；或搬運之距離過遠時，瀝青膠灰，易沉於底部，依此製出的鋪面，各部多是軟硬不均，為日後破壞之因。

(以上(7)~(12)由於選材時的不注意)

(13) 敷布之先，沒有將路基面上，掃得清淨，或沒有弄得乾爽的緣故，後來鋪設表層，便不能密着。

(14) 輾壓不充分時，雨水便易浸入到表層裏面去，為破壞之因。

(15) 混凝土路基面，太不平整，致鋪面之厚，亦從此多變化，依沈陷的深淺之不同，便為生出波狀的原因。

(以上(13)~(15)由於施工時的不注意)

(16) 瀝青鋪層，厚過其度時，為呈波狀之因。

(17) 表面橫向坡度過緩，得不到充分的除水，而受損害。

(18) 使用瀝青量過少時，脆弱的處所，易遭破壞；又到冬季時，缺少粘着力，致生罅裂。

(19) 鋪面上所受交通之重壓，比築造時，所受路轆之壓力為大。可見到在築造後二年的鋪面的密度，大於新建的鋪面，便是個明證。所以在夏季所築的新



鋪面，常有些微細的罅裂或空隙，乃是難免的事實，到後，自然會緻密起來。有不明於這個道理的，當夏季初築的時候，充分的使其堅硬，看不出轍跡的微痕；却到冬季，都嫌其堅硬過度，反因之，短促全路的生命。

(20) 瀝青膠灰，好像橡皮物品一樣，若長久的不使用牠，便失去其彈性，以後不堪復用。同樣，瀝青膠灰如在交通量比較少的處所——境界石欄石附近，往往易生罅裂。此種現象，尤以地瀝青版鋪路為特甚。為改善這項缺陷起見，惟有於此等局部，另行鋪裝他種材料——如鋪磚，鋪木，碎石等。

(以上(16)～(20)由於設計的不注意)

## 第十章 鋪 磚 路

( Brick Pavement )

以磚鋪路，於幾百年前已經有使用的；然而因為牠不堪重壓，所以除了不產天然石材的地方——如荷蘭，德國北部之外，鮮有用的。洎乎近年，技術臻進，磚質改良的結果，鋪磚路，已成為現代都市主要的鋪路。如：在美國這種鋪路，殆占街路總面積之半數。

鋪磚路的得失 得點：(1)對於車輛的牽引阻力甚小（參照下記備考），故利於機動車的行駛；(2)表面不油滑，適於馬匹步履；(3)不生塵埃，不大喧鬧，清掃易，外觀美，合於衛生；(4)若要設置或修整地下之下水道，自來水管及瓦斯管時，開掘復舊施工，亦甚便利。失點：(1)難得等質的多數鋪磚；(2)若是鋪磚質軟多孔，便易破損，甚至影響於全部；(3)在結冰的時候，常易破碎。

（備考）各種道路牽引阻力的比較，現在就貨重 1ton 應需的水平牽引力（lbs）表示之。如次：

道路的種類	貨物應需的牽引力(lb, ton)
砂礫泥路	200 ~ 400
不良的砂礫路或水固碎石路	100 ~ 200
良的砂礫路或水固碎石路	30 ~ 60

鋪石路	20 ~ 60
鋪木路	30 ~ 40
瀝青版鋪路或 Topeka 式鋪路	20 ~ 40
鋪磚路	20 ~ 40

由此，便知鋪磚路對於車輛的牽引力要得少，殆與瀝青鋪路相伯仲。

### 第一節 磚 ( Brick )

以前用在鋪路的磚，同普通建築用的，是一樣的品質，耐不得重貨的通行。所以現在用得最多的，且認為適當的磚，大都是由泥板石 ( Shale ) 和不純的耐火粘土 ( Fire Clay ) 所製造而成。

#### 一. 磚的製造

先將泥板石碎成粉末，混以耐火粘土，加水揉捏；揉捏好了，裝入模型內面，壓之成形；然後；在  $1100^{\circ}\text{C}$  前後高溫之下，加熱 7 ~ 10 日間。此際，粘土之一部分，熔解而成爲矽酸鹽的合成物 ( Silicate Compound )，即成所謂“玻璃化鋪磚” ( Vitriified Paving Brick )。

良好鋪磚的組織成分例：

矽酸	56,0%
礬土	22,5%
鐵，鈣，鉄等之養化物	13,0%
結晶水及有機物質	8,5%

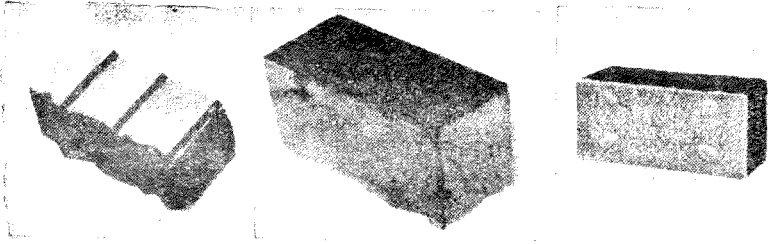
二. 磚的種類 照製造和形式上，可分爲四種：

再壓磚 ( repressed brick ) 如第三十二圖

線截磚 ( Wire-cut lug brick ) 如第三十三圖

直維磚 ( Vertical-fibre brick )

山側磚 ( Hill-sidebrick ) 如第三十四圖



第三十二圖 再壓磚

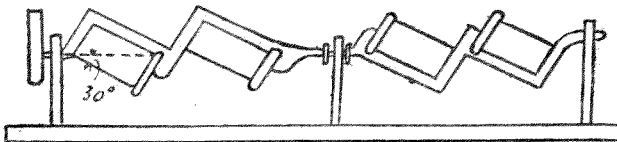
第三十三圖 線截磚

第三十四圖 山側磚

### 三. 良磚的要件

(1) 有大的耐壓力；(2) 富於韌性；(3) 不易被酸類侵蝕；(4) 吸水量小 (試驗：) 置磚於水中，浸溺48點鐘之久，所吸收水量之重，不得超過浸水前之重之 2.5 % 以上)；(5) 等質緻密，不含氣泡及石屑；(6) 形體端正，稜角互成直角。

### 四. 磚的試驗



第三十五圖 Deval 式磨耗試驗器

磚的試驗，可分為機械的試驗和肉眼的檢查兩種：

機械的試驗——這即是所謂“Rattler test”。依此以測定磚的硬度，強度及韌性等。試驗法：上圖所示，係 Deval 式磨耗試驗器，由數個鐵製凹筒而成。凹筒的內徑 20cm. 長 34cm.；筒的一端，閉鎖着，他端以鉄蓋封緘之；旋動軸與凹筒的中軸成 30° 角度，各個地旋動。

先把欲測定的試材（以十個為一組，且各個的大小，須同樣為要），裝入凹筒內，以每分鐘 30 ~ 33 轉的旋動速度，約經過 10,000 轉旋動之後，以  $\frac{1}{16}$  之篩，篩分其破碎的試材，測其通過此篩的粉末量，與試驗前所測得試料的重量之比，以百分率表之，即求得之磨耗率。不待言，硬度，強度，韌性大的磚，自然磨耗率小；反之，便大。

鋪路用磚其減量界限：

使用處所	減量
頻繁的街路.....	20 ~ 24
中庸的街路.....	22 ~ 26
閑寂的街路.....	25 ~ 28

肉眼的檢查（Visual inspection）——即憑視力，檢閱關於磚的寸碼，形狀，色澤諸事項，而決定該磚之物理的性質，能適合於使用與否。

磚的寸碼：常用的標準寸碼 3<sup>2</sup> × 4<sup>2</sup> × 8<sup>2</sup> ~ 9<sup>2</sup>。寬，長之差異度， $\frac{1}{8}$  以內，否則認為不合格；又表面之窯標（Kiln mark）或罅裂的深度，不得超過  $\frac{1}{16}$ ，否則

為不合格；又磚角之半，不得超過  $\frac{1}{8}$ ，否則為不合格。

形狀：各稜角互成直角；各對面互平行；表面平整。

色澤：色個的色澤，組織須一樣；若互相敲擊時，發出一種清亮的音響，便是無罅裂，氣泡，燒疵的證明，否則為不合格。

## 第二節 建築

### 一. 坡度及鋪路之厚

坡度 據美國土木協會的說明：對用瀝青填充材的鋪路，極大許容坡度為12%；對注膠泥填充材的為6%云。

鋪路之厚 依褥層的不同，分別說來。

	用砂褥的鋪路	用膠泥的鋪路
路基	6°	6°
褥層	2° (砂褥)	1° (膠泥)
磨耗層	4°	4°
總厚	12°	11°

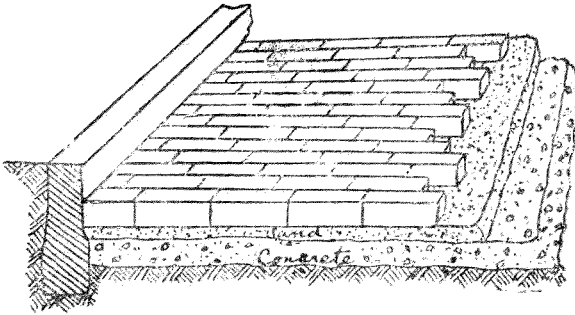
### 二. 路盤及路基

路盤 應地形行使挖掘或堆土，使其地面平坦；次撒砂礫於面上，以8~10 tons 路輓充分地輓壓之。路盤須使完全除水，即路表之水，悉向除水管流去，不可浸透到路盤裏面去。又當卑濕的路盤時，須應用

地下除水法，設置除水管。

路基 用於鋪磚路的路基，有利用原有舊路——如舊的水固碎石路砂礫路，作為新鋪磚路的路基，比較的經濟。不過現在鋪設新的磚路時，差不用的都是混凝土路基。

混凝土路基：一般用的混凝土之配合為1:3:6；在薄層時為1:2  $\frac{1}{2}$ :5。路基之厚，在地質堅硬之所為5<sup>寸</sup>，地質軟弱的地方為6<sup>寸</sup>。



第三十六圖 鋪磚路構造圖

### 三、褥層

築造路基，無論如何的留意，總難免有些凸凹不平之處；又在鋪設磚路表面之平整與否，全視乎路基面而定。換句話說，就是因為磚的厚度，已經是一定，沒有緩和加減的可能，現在路基面的形狀怎樣，便是日後路面的形狀怎樣。為得到平整的，磚路面

起見，所以有使用褥層的必要。褥層可為下列三種：

砂褥層 ( Sand bedding Course )

砂褥層之厚：通常為  $1\frac{1}{2}'' \sim 2''$ 。

砂的品質：用於褥層的砂，粒度以愈細愈好，不可含有壤土和其他的不純物質；須乾爽，因為砂中若有水分，就是極少量，亦能使其體質膨大，尤其在細砂時，更為特著，如用此以作褥層，一俟乾後，則表面不平之情狀立現。

砂褥的鋪設：用平鏟敷配細砂於路基面上，次以同鋪面的截面曲線相一致的型板，緩緩的曳刮，使砂面平坦均勻；然後以長  $30''$ ，直徑  $24''$  的手動路轆輾壓之。據說：如對  $2''$  厚的砂層，經過這番完全的輾壓後，要壓縮  $\frac{1}{2}$  云。

然砂褥於有軌道的街路上，沿條道近旁的鋪磚，受車輛來往震動的影響，疎鬆起來，生出間隙；一遇雨水浸入，達於砂褥，轉向攔石方面流注，同時致將砂褥洗去。還有，就是在無軌道的街路上，即是普通車輛的交通，亦生出震動來，致乾爽的砂褥移動他去，磚面沉陷，成為窪所的主因。故現在，這種褥層已經不大使用。多用下記兩種：

① 膠灰砂褥層 ( Cement Sand Bedding Course ) 即是 dry mixture of cement and sand 而成的褥層。膠灰與砂之配合率為 1:3，或 1:4。鋪設法：將頂乾爽的配合好的膠灰與砂之混合物，均勻地撒布於路基面上，厚約  $1\frac{1}{2}'' \sim$



$1\frac{1}{2}$ 。次置鋪磚於其上，行輾壓：輾壓好了，撒之以水；水到之處，便凝結硬化起來；最後，注以稀淡的膠泥漿於鋪磚接縫間。

這種褥層的缺點，是在於撒水難得適度。若撒之過多，便易把膠灰沖散；反之，太少，則水不能達到褥層裏去，這都有妨膠泥之形成的。因之，才有膠泥褥層的產生。

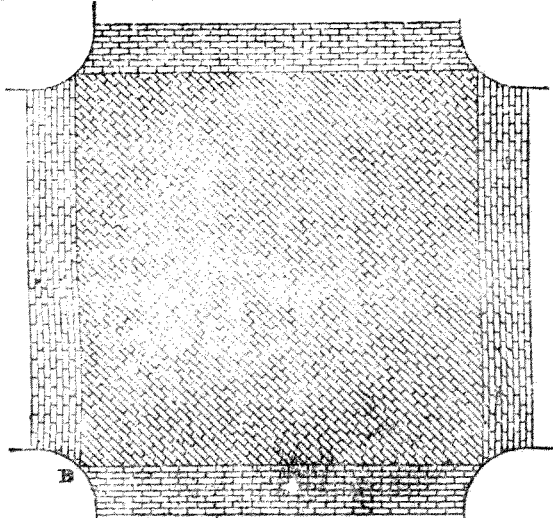
膠泥褥層 ( Mortar Bedding Course ) 這是現在一般所賞用的褥層。膠灰同砂之配合率，同前者一樣，不過此時所用的是 Wet mixture of cement and sand, 所謂“膠泥”(mortar) 鋪設法：敷布膠泥於路基面上，在未硬化以前，從速鋪置鋪磚於上面，行輾壓；次填注膠泥漿於其接縫間。膠泥與路基的表面及鋪磚的底面相附着，結合化硬，不管把路基同鋪磚實際上成爲一個固塊。如這樣的鋪面，故常有稱牠曰“一體鋪磚路”(Monolithic Brick Pavement)的。

#### 四. 磚的鋪置

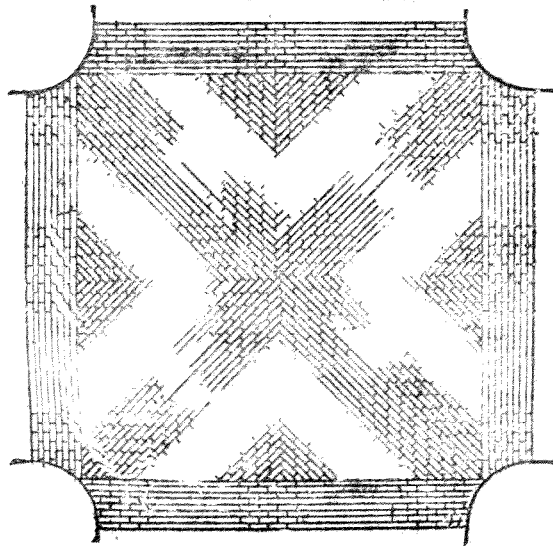
排列法 鋪磚的排列法，一般慣用的是：各磚的長邊與路軸成直角橫列的居多。有時也有用各磚的長邊與路軸成  $45^\circ$  或  $67\frac{1}{2}^\circ$  角度排列的，其理由，說是車輪在磚面上走，可以減少生轍跡的傾向云。

又街路交叉點處鋪磚的排列法；普通有三個樣式，即：單斜形 (Single-diagonal brick intersection) 如第三十七圖；複斜形 (Double-diagonal brick intersection) 如第三十八

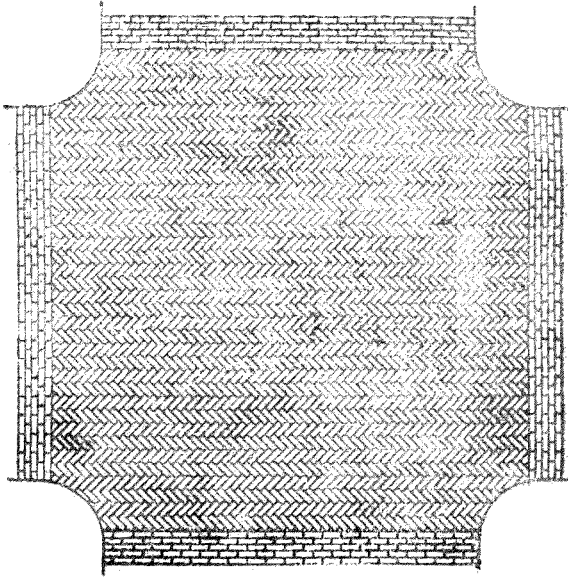
圖；鯊骨形(Herring bone brick intersection)如第三十九圖。



第三十七圖 單斜形



第三十九圖 複斜形



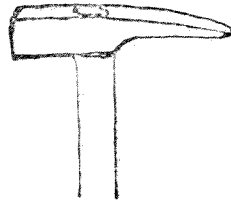
第三十九圖 鯢骨形

鋪置 鋪磚無論依何方向排列，各磚的兩端，須對正隣列磚之中央，依序鋪置。半截磚，除每列的起點及終點處以外，不可使用；又磚面平滑的向上，不良的向下，以資美觀。

每鋪置五，六列之磚後，須以如上圖所示磚鎚，注意的敲緊之，使各磚間充分的密接。

全部鋪置後，掃清表面之殘磚塵泥；檢查有無缺點，如發見有不良的磚時，可以良質的置之。

輾壓 掃清鋪面後，以路轆輾壓，使磚面一樣嵌入褥層中去。若褥層是砂或膠灰砂的混合物時，則用



第四十圖 磚錘

4~6 tons 兩軸兩輪的路輾；若是膠泥的時候，則用直徑 30"，長 24"，重 600~900 lbs 的手動路輾輾壓之，輾壓到鋪面平整為度。於此時，如發見有不良的磚，須換以良好的；又磚較鋪面突出或陷下時，可將下面褥層減削些或增敷些。輾壓方向：先從路頂起，與路軸相平行，徐徐地輾壓，漸及於旁溝附近，往復行之；次依與路軸成直角或 45° 角度之方向，最後，再依與路軸平行之方向各輾壓一次。

#### 五. 接縫填充物 (Joint filler)

輾壓後，立即施行填充。填充物大別有四種—(1) 砂；(2) 膠灰漿 (Gum cement)；(3) 瀝青膠灰 (Bituminous cement)；(4) 焦油漿 (Tar mastic)。填充的目的：在於保持鋪磚之位置；減少磚緣之磨耗；防止雨水之浸透。

砂填充 僅用於通行輕貨物的路。此種填充，結

合力甚弱，仍然難免磚緣不受損傷。

填充用的砂，要極細而乾爽的，沒有其他的夾雜物。撒砂：普通撒砂於鋪面，用帚掃進磚縫裏去；餘剩的砂，仍照舊的均敷放置在面上，日後經過往來交通的壓力，益加充分的填充。

膠灰漿填充 膠灰漿的配合，為普通水泥 1 分與潔淨細砂 1 ~ 1.5 分之比。充分地混合後，裝入長 4<sup>2</sup> 幅  $2\frac{1}{2}$ ，深 1~2<sup>2</sup> 的混合箱內，漸次加水攪拌，使為適度的膠灰漿。填注：填注以前，於鋪面上須撒水，使其全面濕潤；然後少量的少量的注加膠灰漿於鋪面以帚掃入磚縫裏去，趁未硬化之先，用壓磨器，沿着鋪面刮去剩餘的膠灰漿；同時各磚縫間正藉此得十分的填充；可防表面上有膠灰漿殘留硬化的小突起。

各磚縫間的填充物，要同鋪面一樣的平坦。填充後，撒播  $\frac{1}{2}$  厚的細砂層於全鋪面。為使膠灰完全硬化起見，敷後 7 ~ 10 日間，禁止通行。

膠灰漿填充之得失：對磚緣有相當的保護力，從而增大鋪面的耐久力。缺點是膨脹性大，常惹鋪面隆起；又修整時，鋪磚不易剩落。

瀝青膠灰填充 即是用地瀝青或焦油的填充。材料標格參照第七章第六節。注加：注加之先，要使鋪面乾爽；又為要使瀝青得容易流注和附着起見，須先預熱，熱的溫度：對地瀝青填充物為 177° ~ 230°；對焦油填充物為 150° ~ 177°。次將熱好的瀝青材，裝入於凹堆

形的注加罐內，從罐之尖端流出，注於磚縫中，趁尚在熱態當中，立即撒布薄的砂於其上。

瀝青填充的利點：造出的鋪面不透水，注加後即可通行；磚緣的保護力，較砂填充為強，但較膠灰漿填充為弱。

焦油漿填充 焦油漿 ( Tar mastic ) 乃 Pitch 或 Tar 與細砂之混合物。配合：Pitch 或 Tar 1 分與細砂 1 分之比。混合；加熱度為  $150^{\circ}\sim 205^{\circ}\text{C}$ 。注加法：與瀝青膠灰填充同樣。惟此法，係近來的新考案，經歷尚淺，可否如何，尚少評論。

#### 六. 膨脹接縫

膨脹接縫，為防因氣溫的變化，調節鋪面之變形而設。設置在兩路側的欄石附近。其寬度：街路寬 14' 以上時，要  $\frac{1}{2}$ " 以上；又路寬 25'~40' 時，要 1" 以上。

設置：在鋪磚以前，嵌入類似楔形的木片（木片厚即相當膨脹接縫之厚），於各應設之所。俟鋪磚面填充施行後，撤去其木片，以瀝青物（asphalt 1 與 Sand 1 之混合物）填補於空跡之處，與鋪面同樣平坦。

### 第三節 養路

鋪磚路破壞的原因：

- (1) 因磚質軟弱，生出凹面。
- (2) 因砂褥之砂，被水洗去；或被震動逸散，致

鋪面不平。

- (3) 因路盤或路基的陷落，生出凸凹不平來。
- (4) 因膨脹或收縮，致鋪面隆起（多在街路交叉地點）或呈縱的罅裂（多在近於路面之中央部分）。
- (5) 因填充物不足，致磚易遭損傷。
- (6) 因經日過久，全鋪面一樣的磨耗。

就如上破壞的原因，現在再述其修整法：

對(1)因，只得挖去損壞的部分，另以新磚補換。

對(2)因，將凹所之從翻起，添砂，從事砂褥敷設。

對(3)因，卸開鋪磚及褥層，從事路盤或路基修整。

對(4)因，隆起時，用鑿或鎚切去其破損的部分，再從新築造。

對(5)因，將破磚撤去，換置新磚。

對(6)因或由(1)至(5)因之破壞範圍極廣不堪修整時，則須將全鋪面築換。築換的方法。有三：

- A. 設置地瀝青鋪裝於舊的鋪面上。
- B. 將舊鋪面的磚，翻轉起來，改築。
- C. 於舊鋪面上，從新重置一層新鋪面。

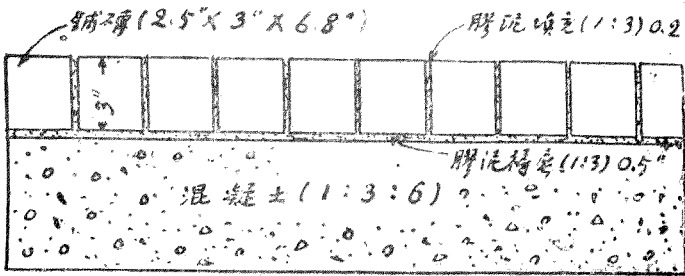
#### 第四節 工費實例

日本東京市鋪磚路每1坪（參照下註）所要的工

費及材料例：

工費： 總工費 = 45元. 坪  
 就中： { 基礎工費 = 16元.  
           { 表層工費 = 29元.

構造詳細，如下圖。



第四十一圖 鋪 磚 路 構 造

材料： 築造鋪磚路。每坪所需的材料概數如次：

材料 \ 部 別	路 基	褥 層	表 層
水泥	0.62桶	0.17桶	0.27桶
砂	0.04立坪	0.01立坪	0.012立坪
砂礫	0.08立坪	—	—
鋪磚	—	—	191個

1 坪 = 3.95 sq. yard = 3.306 sq. metre.

1 立坪 = 7.86 cub. yard = 6.01 cub. metre





## 第十一章 鋪石路

( Stone Block Pavement )

鋪石路，在諸道路中要算爲最古的了；就是現在無論那國，仍然使用得最多最爲普通。與瀝青路鋪木路同爲現代高級鋪路之一。

鋪石路的特徵 利點是：(1) 適於重貨通行。如在碼頭，車站，堆棧等地區，差不多要以鋪石路爲唯一的道路，(2) 耐久力大。就是常常通行重貨的車輛，也可供四十餘年之用。(3) 無需修整；即修整也很容易。(4) 容易清掃。

不利點是：(1) 初築費大；(2) 油滑，尤其在雨天；(3) 發生騷音；(4) 外觀不美；過於堅硬，常給行人不以快之感。

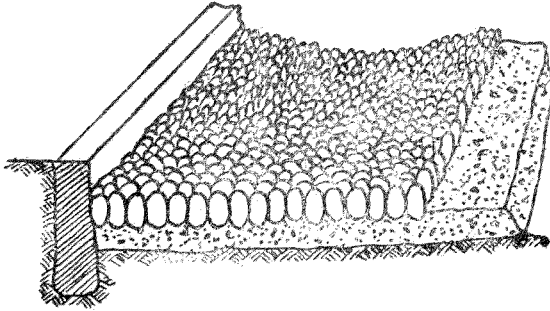
### 第一節 鋪石路的種類

鋪石路的種類，大別可分爲下列四種：

#### 一. 圓石鋪路 ( Cobble-stone Pavement )

這是最簡便的鋪石路。把圓石豎立列置於砂層或壤土之上，上面再撒布以砂或細的砂礫，俾得填圓石間的空隙。構造圖如第四十二圖。這種石路，以前歐美舊都市多採用之；但到現在，因牠完全背乎現代優良道路的要件，不僅再沒有採用的，而且有些都市，

竟有明令禁止其建設的。



第四十二圖 圓石鋪路的截面

## 二. Belgian 式石塊鋪路 (Belgian-block Pavement)

這是以邊長  $5^{\circ} \sim 7^{\circ}$  的立方石塊所作成的鋪路，在歐美各國，曾盛用一時；然因其石之位置易變動，和不適於馬匹步履等缺點的緣故，現在已經不大使用。

## 三. 長方形石塊鋪路 (Oblong block Pavement)

這是為長  $8^{\circ} \sim 12^{\circ}$ ，寬  $3\frac{1}{2} \sim 4\frac{1}{2}$ ，厚  $4^{\circ} \sim 5^{\circ}$  的長方形石塊，排列：長邊與路軸成直角，鋪設在混凝土路基上而成的鋪石道。現在一般所使用的，差不多都屬此式。

## 四. 嵌工鋪石路 (Mosaik Pflasterung)

嵌工鋪石路，一名“Klein-Pflaster”以極規則的長方形平行六面體（如： $14 \text{ cm} \times 20 \text{ cm} \times 16 \text{ cm}$ ）或者類似立方體的小形石塊，依照 Mosaik 模樣——多是半圓形或鱗形的——，鋪設於路基上而成的鋪石路。為

現今最高級的鋪路。爾來，世界各都市，賞用日廣，大有一日千里之勢。

鋪石路的種類，概述如上。前面(一)(二)兩種，已成遺物，勿庸申說；惟就現在使用的(三)(四)兩種，另分節詳述於本章之第三節和第四節。

## 第二節 石材

這裏所述的，只就適用於長方形石塊鋪路將嵌工鋪石路的石材而言。

### 一. 石塊的要性

鋪石路大都用在通行重貨，和衝擊擦剝最激烈的地方，因是對鋪路用石材的性質，要質密堅硬且富於韌性。能適合此等要性的，惟有花崗石(Granite)，玄武石(Basalt)，硬砂石(hard sand stone)，石灰石(lime stone)等，尤以花崗石為最適用，且普通也用得最多。

### 二. 石塊的製作

由山上直接運來的石塊，不消說，要比鋪路用的石塊大得多，且甚不規則，須經過加工製作，方能合用。規模大的，用機械製作；規模小的，用人工製作。製作程序：分先大分塊，次造版，次整形三段。製出的石塊，上面要平坦，隣面之稜角及其隅角務成直角。惟製作的粗細程度天與工費有關。換句話說，工作太細，則不合算，太粗，則不合用。所以一般特訂

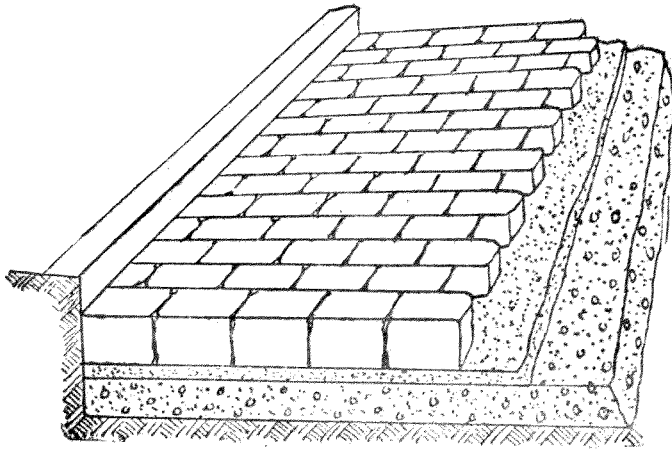
有許容的限度：即對寬和高得  $\frac{1}{4}$  以內的增減；各面得  $\frac{1}{4}$  以內的參差不齊；又上下兩面的寬度之差異，以  $1''$  以下為限，超過此限度，則為不合格。

### 三. 石塊的寸碼

石塊之長：不可過長，過長則鋪面難得密接，或受重貨，便生傾斜；又不可過短，過短則不堪重壓，變動位置。石塊的寬度：多是準據適應於馬匹的步履為原則，故過闊有滑走之虞；過狹，則易遭磨耗。石塊之高：在歐美古法，以為圖安全起見，用極大的高度—— $6'' \sim 8''$ ；然而，現在已經知道：鋪面的破壞，並不一定是由於石塊磨耗到不堪使用，實因路面之不平。所以現在對於鋪面之下部，設置強固良好的路基，特別留意。而石塊之高度，亦因此得以減小。茲舉諸外國所使用石塊的寸碼如次。

國 別	形 狀	長	寬	高
美 國 例	小形的.....	$6''$	$3\frac{1}{2}$	$4''$
	大形的.....	10	$6''$	$8''$
	平均值.....	—	$4''$	$5''$
英	矩形的.....	$5'' \sim 7''$	$3\frac{1}{4}$	$6\frac{1}{4}$
		$5'' \sim 7''$	$3\frac{1}{4}$	$7\frac{1}{4}$

國 例	立體的……………	$3\frac{3}{4}$	$3\frac{3}{4}$	$3\frac{3}{4}$
	柱形的……………	$4\frac{4}{4}$ $4\frac{4}{4}$ $3\frac{1}{4}$	$4\frac{4}{4}$ $4\frac{4}{4}$ $3\frac{1}{4}$	$4\frac{4}{4}$ $6\frac{6}{4}$ $6\frac{1}{4}$
法國例	矩形的……………	$6\frac{1}{4}$	$4\frac{4}{4}$	$6\frac{1}{4}$
日本例	矩形的……………	$5\frac{5}{4} \sim 10\frac{10}{4}$	$3.5\frac{3.5}{4}$	$4\frac{4}{4}$
德 國 例	步道用的……………	$2\frac{2}{3} \sim 2\frac{1}{3}$	$2\frac{2}{3} \sim 2\frac{1}{3}$	—
	輕車路用的……………	$2\frac{1}{3} \sim 3\frac{1}{8}$	$2\frac{1}{3} \sim 3\frac{1}{8}$	—



第四十三圖 長方形石塊鋪路的截面

### 第三節 長方形石塊鋪路

長方形石塊鋪路，即普通所謂之鋪石路。構造如第四十三圖。

#### 一. 坡度與路基

坡度 鋪石路的極大許容坡度，普通10%以下。

路基 鋪石路的路基，如同他種鋪路一樣，用的是混凝土路基。混凝土配合率為1:3:6。路基之厚 $6^{\prime\prime} \sim 8^{\prime\prime}$ 。

#### 二. 褥層

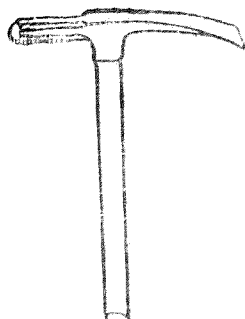
鋪石路用的褥層，分砂褥和膠泥褥兩種：

砂褥 用砂要清淨，乾爽。砂褥之厚：依石塊底面加工的精緻與否而異，在粗糙的石塊時， $2^{\prime\prime}$ 以上不為多；若在精緻的石塊且路基面平滑時，就是 $1^{\prime\prime}$ 以下也不算少。

膠泥褥 近來有使用乾的膠泥即 dry mixture of cement and sand 以代砂褥的。膠泥的配合率：膠灰1與砂3之比。先把褥材混合物均敷於路基面上；次鋪置石塊；然後撒之以水，使膠泥凝固硬化。

#### 三. 石塊的鋪設

石塊的排列：普通，石塊之長邊與路軸或直角；且各石塊的兩端須與隣列石塊之中央正對，次用一端備有彎曲刃的鐵鎚，如第四十四圖，藉及端挖褥層作成窪所，恰適合於石塊的安置。安置後，次以鐵鎚輕



第四十四圖 石塊錘

輕地擊敲，一面使與鋪面同高；又一面使各接縫十分的密接。然後以重 30 kgs 以上的搗錘，搗固之。如在施工中，瀝見凹處時，可將凹處的石塊，暫行取出，再行敷砂，使成為適之褥層，再後鋪石搗固。

#### 四. 填充物

用於鋪石路的填充物，有四種：

1. 小砂礫 接縫寬  $\frac{3}{4}$  ~ 1" 時，常用小砂礫（粒度  $\frac{1}{4}$  ~  $\frac{1}{2}$ ）填充之。填好後，於鋪面上撒布以  $\frac{1}{2}$  ~ 1" 厚之細砂層，任往來車輛之壓輾，細砂會自然地填滿到接縫裏去。今日以前，差不多都係以此為唯一的填充物，就是現在也還有用的。不過這種填充，仍不能藉此以保持石塊的位置和防止雨水的浸透。

2. 焦油和砂 屢用於  $\frac{3}{8}$  寬的接縫填。注法，與鋪磚路時同。需要焦油量 1 ~ 3.5 gallon/sq. yard。這種填充，不透水，能保持石塊之位置，且能增大其鋪面的耐久力。

3. 地瀝青和砂 這是為現在最理想的填充物，既可使鋪面不透水；更可減少騷音；和增大鋪面的耐久力。茲錄美國都市改良協會關於此種的說明如次：

〔用於接縫的填充物。將地瀝青膠灰與多量預熱



的乾砂（愈多愈佳，但砂的體積，不得超過地瀝青膠灰的體積）完全混合。砂之粒度 20·mesh 以下；加熱度  $150^{\circ} \sim 200^{\circ} \text{C}$ 。填充：流布熱好的混合物於石塊表面，以適當的器具，把牠壓進接縫中去。填滿後，清掃，勿使混合物殘留在表面上……」

4. 膠灰漿 這也是最廣用的填充物之一。施工：以普通水混漿，注入於接縫中。由此完成的鋪面，不透水，耐久力强，能保持位置。

#### 第四節 嵌工鋪石路

嵌工鋪石路，係約距今40年前，德人 Gravenhorst 氏所發案的所謂“klein-pflaster”（小鋪石路）按當時的情形：焦油路為重要街市的鋪路。然而，不久因機動車日益發達，在交通繁殷之處，則此種焦油路，易遭破損，不堪實用了。據 Gravenhorst 氏著的 Das klein-plaster 書上所說：

「……焦油路若一遭破損，則鋪面上的小石片，便不能再堪車輪的衝擊；抑或因之，而使用大的石片，却徒增其鋪面的粗糙，不見何等效果，終被磨耗，形成凸凹不平……依此，若就軍用汽車通行上著想，我料及焦油路，到底難以勝任。……」因此，Gravenhorst 氏纔有小鋪石路的發案。乃今日嵌工鋪石路的矯矢。邇來，技術進步，使用日廣，已一躍而為近代唯一的鋪石路。茲述其構造梗概如次：

一. 坡度與石塊之大

坡度 極大的縱向坡度，須在10%以下。

石塊之大 石塊形狀，為類似的立方體。相對面務平行；各邊之長7~10 cm；石塊之高，應合使用，撰別分三種：7~8 cm，8~9 cm；9~10 cm。

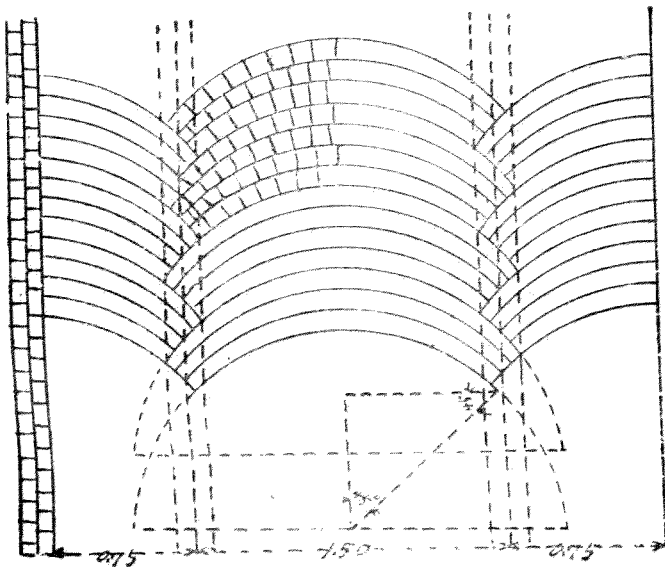
二. 路基與褥層

路基 混凝土路基，或由舊的碎石路改造而成的路基。

褥層 用良質的細砂，砂層厚  $2\frac{1}{2} \sim 3$  cm.

三. Mossaik 模樣

石塊的排列模樣，意匠繁多。然現今所用的以四



第四十五圖 小碎石路平面圖

分圓弧(弧之絃長約1.5 metre, 即圓之半徑約1.0 metre)——俗稱為“蠔殼型”(Oyster Shell Pattern)——為最普通。其圓弧凹側之朝向：在傾斜緩的地方，可面著進行之方向，排列之；在峻急的坡度時，則不問車輛進行的方向之如何，凹側宜朝向下。用於四分圓弧鋪石列的石塊寬度：在兩端起點處為7 cm；在頂點處為10 cm。

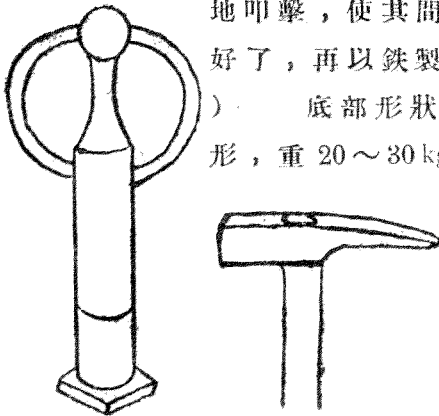
#### 四. 施工法

沿著 Mossaik 型範，鋪置石塊，以輕鎚從塊側緩緩

地叩擊，使其間的接縫密接緊迫。鋪置好了，再以鐵製的搗錘（如第四十六圖）

底部形狀為18 cm~20 cm. 的正方形，重20~30 kgs

，注意的打拍，使鋪面平整。其次，以砂或膠灰漿，瀝青材，填滿其接縫。再後，撒布約厚1 cm. 之砂層於其上面。即成。



第四十六圖 小石路用鐵錘

從用途上看來，小鋪石路恰當在碎石路與長方形石塊鋪路的中間樣子。較碎石路更堅固，比瀝青鋪路為粗糙；然較長方形石塊鋪路的抵抗為低，耐久力也及不上，但工費比較的廉。

附記：“Durax Pavement”也是 *mossaik Pflaster* 裏面之一個方式，不過在英國所呼的名稱不同罷了。英國例：用邊長 7~8 cm 立方體之花崗石塊，鋪置在敷有 3~8 cm 厚的 *bituminous mastic* 層上面，注意的搗整，使其接縫密接。最後以 *pitch* 及瀝油填充其接縫。

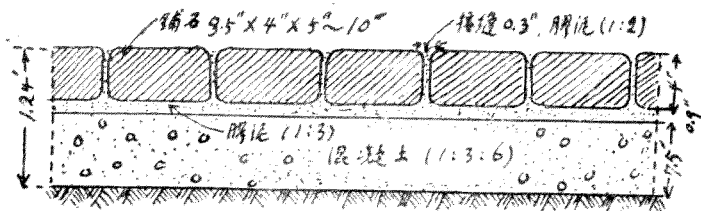
### 第五節 養路

用瀝青材作填充物的時候，近於路頂處之接縫裏面的填充物易流瀉出去；或因車輛之往來，同時把填充物一同粘着帶去。在此情狀之下，須有再行填充的必要。

又當鋪置石塊的時候，沒有鋪置得好，或者沒有十分搗緊；後來，因交通的撞衝，生出凹面來。對於此時修整，只得將凹所的石塊翻起，從新敷砂改築。

### 第六節 工費實例

日本東京市例：



第四十七圖

工費： 長方形石塊鋪路每1坪面所要的工費—  
82元

就中： { 基礎工費—23元  
          { 表層工費—59元

構造圖如第四十七圖。

材料： 築造鋪石路每1坪所需的材料概數如左。

材料	部分	路 基	礮 層	表 層
水泥		0.91桶	0.3桶	0.53桶
砂		0.06立坪	0.018立坪	0.022立坪
砂礫		0.12立坪	—	—
鋪石		—	—	135個

註：

1坪 = 3.95 sq. yard = 3.306 sq. metre,

1立坪 = 7.86 cub. yard = 6.01 cub. metre.

## 第十二章 鋪木路

( Wood Block Pavement )

使用鋪木路，要算俄國為最古。從前鋪木路的構造，是用粗厚的木版，橫列平鋪而成的；且用的木材要格外堅硬。邇後，逐漸改良，把木材一段一段地鋸斷，鋸成圓壩形的木塊，直樹排列，再覆以瀝青材的填充物。照施工法看來，確乎進步不少。不過現在所認為高級鋪裝的鋪木路，這全因乎其木塊由圓壩形改變為矩形的六面體，和木材防腐術成功的結果，所以近來歐美使用極多，而尤其是美國。

鋪木路的特徵 利點是：(1) 有相當的耐久力；(2) 對車輛的牽引阻力小（但較瀝青鋪路為大）；(3) 表面光滑不發騷音；(4) 易清掃，不生灰塵；(5) 養路費少。

不利點是：(1) 鋪面濕潤時，易滑走；不適於4%以上之坡度的道路；(2) 天氣炎暑時，Tar 常滲出外流；(3) 建築工費比較的價高。

鋪木路的種類，就木塊的形狀看來，有圓形，正方形，矩形，斜方形，多角形等；就中，圓形塊鋪路 ( Round-block Pavement ) 以前歐美方面，在木材便宜的地方，曾盛用之。惟現在一般所採用的，殆屬矩形塊

鋪路 ( Pentangular-block pavement ) 了。即本章所欲敘述的。

## 第一節 木材

### 一. 使用的木材

鋪木路使用的木材，種類繁多；要之，須視乎該地方的情形之如何，要經濟，又要耐用。大概，歐洲多用赤松，杉，檜；美國多用黃松 ( yellow pine )，柏；日本以用赤松，落葉松，山毛櫸為多。

### 二. 良好木塊的要性

1. 有適當的堅硬，( 但太硬，則表面易光滑，不適於步履。
2. 木質組織均勻。
3. 膨脹及收縮性少的。
4. 沒有節痕，劈裂，心腐，及脂孔等疵的。
5. 要纖維緻密的心材 ( heart wood )；且就經線 $1^\circ$ ，要具有6層以上的年輪 ( annual range )。
6. 價格要便宜。

### 三. 木塊之大

一般使用的木塊之大；寬 $3^\circ$ ；長 $5^\circ \sim 8^\circ$ ；厚多依交通的情狀而定，在交通繁盛之所 $4^\circ$ ，普通 $3^\circ$ 。木塊寸碼差度之許容範圍：對寬 $\frac{1^\circ}{8}$ ，對厚 $\frac{1^\circ}{16}$ ，超過此值，便為不合格。

### 四. 木塊腐蝕的原因

木塊之所以腐蝕，就是因有所謂“菌”的下等植物存在的緣故。空氣，熱及水分乃菌的營植生活之三要素。我們欲要使菌不至發生，或生而使其死滅，則唯有對這三項要素，設法限制，使牠再沒有殖營生活的餘地。然而，空氣和熱是自然環境的存在，限制是絕對不可能的；所以對木材防腐的手段，惟有從除去水分上著想了。換言之，除水的成功，即是防腐的成功。

一般對於木材除水的方法，用熱空氣，或竈火去烘乾牠。但木材就是既經烘乾過，然若遇著水分，却仍有再吸收水分的可能，所以單是靠著烘乾，還是一個不完美的方法。現在認為有效的方法。只有滲透一種物質（即防腐劑）到木材中去，使木材中的有機物質變化，而不再為菌的滋養料，也便無法營殖了。關於防腐的陳述，請參照次節。

## 第二節 木材的處理

這裏所說，木材的處理，先就防腐劑說說，次述及如何將防腐劑滲注到木材中去的方法。

### 一、防腐劑

防腐劑之於木塊，不光是能殺菌防腐，且能防水護木。試觀經過滲注防腐劑的木塊，吸濕之量，恆較未施防腐劑的為少，即木塊的膨脹收縮之變化，得以減輕，而藉以減少鋪面及欄石之變形。茲示其滲注防



腐劑（滲注時間48點鐘）的木塊與未施防腐劑木塊之膨脹率（%）比較表如次：作個證明。

木塊部位	滲注過的	未滲注的
長的方面	0.10	0.60
寬的方面	0.57	0.83
高的方面	0.15	0.31

用作木材防腐劑的：有綠化鋅（Zinc chloride），昇汞（Corrosive sublimate），水瓦斯焦油（water-gas tar）蒸木油（Creosote oil）等。現今常用的是後段三種，尤以蒸木油用得最多。

蒸木油 用作防腐劑的蒸木油，可分為兩種；其一，是輕油即純粹的蒸木油；其二，是重油即蒸木油和石炭焦油的蒸溜液。然而普通使用的，以後者為多。因為若單由前者滲注的木塊，日後易漸漸地蒸發散去，木之吸水量，便增大起來，有背乎防腐之目的，所以特加用石炭焦油，藉以增加其水密性，且其價格亦廉。

關於蒸木油的詳細，茲揭兩例如次，以代說明。

據 The American Wood-preservers Association 所頒布的蒸木油標格說明書：

1. 須為煤氣焦油（Coal gas tar）或焦煤爐焦油（Coke oven tar）的蒸溜液（distillate）
2. 含水量不得超過3%以上。

3. 不溶解於安息油 (bonzol) 的物質量，不得超過 0.5% 以上。
4. 38°C 時，油的比重 (即與 15°C 水重之比較) 不得小於 1.03。
5. 235°C ~ 315°C 間之比重 (即 15°C 時水重之比較)，不得小於 1.03; 又 315°C ~ 355°C 間之比重，不得小於 1.10。
6. 355°C 以上的殘滓，若起過 5% 以上時，則於 70°C 之浮標試驗，不可大於 50 秒鐘。
7. 油不可有 2% 以上的焦煤殘滓。

據日本東京市防腐用蒸木油標格說明書：

1. 用於滲注木塊的蒸木油，是於精純的蒸溜液，混以約全量之 25% 之石炭焦油，焦煤爐焦油而成。
2. 蒸木油須得適合於下列各條：
  - A. 15°C 時之比重 1.8 ~ 1.10。
  - B. 焦油酸的含有量 8% 以上。
  - C. 依分溜試驗蒸溜量，不得超過如下所規定的範圍。
 

到 150°C 爲止時	3% 以內
到 230°C 爲止時	30% 以內
到 315°C 爲止時	63% 以內
  - D. 315°C 時之殘滓量 37% 以內

E. 遊離炭素量 2.5% 以內

## 二. 防腐劑的滲注

滲注之方法，有兩種：即開槽法 (Open tank Process) 和壓力法 (Pressure process)。前法：是將木塊浸漬於盛有防腐劑的槽內，經過數分鐘乃至一點鐘，俾防腐劑浸透。惟此法，効力極少，因為木質內尚存的樹液，(sap) 反被防腐劑所包圍，難得澈底的滲透。從前法國美國曾盛用於一時，然現在鮮有用此者。現在盛用的是壓力法。重申如次：

壓力法 將欲待處理的木塊，裝置於密閉的大鐵圓筒內，通以溫度  $105^{\circ} \sim 116^{\circ}$  壓力  $22 \sim 25 \text{ lb/ft}^2$  的水蒸氣，蒸熟約  $2 \sim 4$  點鐘，然後開放筒底之管口，使蒸氣與水噴出。次將筒內之空氣排出，成為真空 (真空度水銀柱  $560 \text{ m.m}$  以上) 使木塊內含有的濕氣和樹液，從此抽出，俟全然抽出即乾爽後，便把預熟 (此時溫度  $82^{\circ} \sim 105^{\circ} \text{c}$ ) 好的蒸木油，注入於筒內，注到完全充滿為度，留意勿使空氣侵入。次漸漸地加以壓力，俾木塊得吸收所要的蒸木油起見，須保持其壓力  $100 \sim 150 \text{ lb/ft}^2$  繼續3個點頭。滲注後，再以唧筒吸出其剩餘的油。次將木塊從筒內取出，滲注施工告竣。蒸木油的須要量：這是依木材的種類而異。不消說，軟壓的較硬壓要得多。近來美國方面的例：為  $16 \text{ lbs/cub. ft}$  以下；日本方面  $10 \sim 12 \text{ lb/cub. ft}$ 。

## 三. 滲注後木塊的試驗

滲注度檢察： 檢察法，由各部分採取25個滲注過的木塊，從各塊的纖維成直角，半分的劈開兩截，檢察其截面的現狀。若有一個以上未滲注得到，即顯示出白的部分時，便是未得均勻滲注的表現。須將全部木塊從新滲注。

吸水量試驗： 在預測日後木塊鋪設後的吸水量之如何，即膨脹度之如何上，實為必要的試驗。試驗法：把滲注好的木塊，在38°C溫度的籠中，約24點鐘，乾燥之。然後，沉入於清水中，經過24點鐘後，所增加的重量，在普通松材，不得超過3.4%以上；又在落葉松時，不得超過4.5%以上。

#### 四. 滲注後的注意

木塊滲注後，最好以即刻鋪用為佳。若隔二日以上而不用時，須將滲注過的木塊，集成一堆，蓋以覆物，防其乾燥，如能時時撒之以水更佳。又為防止木塊鋪裝後的膨脹起見，在鋪設前約兩日間須施以充分的撒水。

#### 五. 蒸木油的滲出及其預防

在蒸木油沒有完善滲注好的木塊，當天氣炎熱的時候，焦油常從木塊中滲出，流到鋪面上來，粘着行人的鞋底，甚至於污穢衣服，這是一個意外的缺點。

推考其滲出的原因，不外是：

1. 由於使用的蒸木油裏面，焦油量含得太多；
2. 由於使用蒸木油量過多；

3. 由於木塊之乾燥及防腐不完全；
4. 由於鋪設木塊時，膨脹接縫不充分；
5. 由於使用有能溶解於蒸木油中的性質之填充材料。

滲出的原由說完了，再述對此的預防法。預防法是：蒸木油的使用量，不得超過 16% cub. ft 以上；蒸木油裏面的遊離炭素，定在 2.5% 以內；須使用完全乾燥和完全滲注的木塊；留意設置充分的膨脹接縫；勿使用有在蒸木油溶解性質的填充材料。

### 第三節 建築

#### 一. 路基與褥層

路基 新築的時候，多是用混凝土路基。路基厚度。須在 5' 以上；繁般的街路，有 6' ~ 8' 的。

褥層 用於鋪木道的褥層，亦有數種。即砂褥，膠泥褥，瀝青膠灰褥等。現在分別述在下面：

砂褥——敷法很簡單。同以前述的一樣。砂厚之厚約 1' ~ 2'。惟砂褥的缺點是：(1) 乾燥時，易移動；(2) 易被水沖散；(3) 在有軌道設備的街路，受車輛的震動，沿軌道附近，易疎鬆；(4) 吸水性大，從而增加木塊之吸水量，為鋪面膨脹之因。因有這麼多的缺點，在現在實際上，已經不用了。

膠泥褥——敷法：在敷褥之先，將混凝土路基面掃清；次撒水使全部濕潤；然後撒布乾爽的膠泥（配

合水泥 1 與砂 3 之比) 於上面, 層厚  $\frac{1\frac{1}{2}}{2}$  以下; 次撒以適量之水, 使其充分硬化為度。膠泥褥的缺點是: 當敷設膠泥後, 為使硬化起見, 是必要撒水的, 然在此際不能如鋪磚路那樣鋪設後即可撒水, 那末發生効力, 因為一撒水, 便被木塊吸收去, 膠泥方面便得不到所要求的水量; 且在鋪木路用以填接縫的多是瀝青膠灰, 尤不宜於有水, 所以膠泥褥, 雖似乎可以補救如砂褥的缺點, 然亦不能目為理想的褥層。

瀝青褥——這是現代最善良的最普遍的褥層。因為牠不僅能夠補救上述的兩種褥層之缺點, 還能夠藉瀝青膠灰得填充木塊間的空隙和防止表面水通過磨耗層(木塊的罅裂), 浸入到路基面上去。敷法: 先塗布薄的膠泥(配合 1:2) 層於混凝土路基面上, 用鐵鍤叮嚀地平滑之, 俟膠泥硬化, 掃清表面, 使完全乾爽後; 次塗抹以預熱好的 Coal tar pitch, 厚約  $\frac{1\frac{1}{2}}{8}$  以下, 一樣的均敷, 經過約其 30 分鐘, 然後從事於木塊的鋪設。

## 二. 木塊的鋪設

木塊的鋪設, 應使木塊之纖維, 豎立在褥層上。因為豎立的木塊比橫臥或斜臥木塊, 磨耗少而耐力久。茲錄一實驗的結果, 證明如次: (但實驗時, 通行的貨重同一, 且在同一厚度的路基上)。

木塊鋪置狀況	經過 18 個月後的磨耗深度
纖維豎置時	0.125 <sup>吋</sup> 即約 $\frac{1\frac{1}{2}}{8}$

75度傾置時	………	0.147°	即約	$\frac{6^\circ}{40}$
60度傾置時	………	0.182°	即約	$\frac{3^\circ}{16}$
45度傾置時	………	0.241°	即約	$\frac{1^\circ}{4}$
30度傾置時	………	0.312°	即約	$\frac{5^\circ}{16}$
15度傾置時	………	0.379°	即約	$\frac{3^\circ}{8}$
橫置平臥時	………	0.480°	即約	$\frac{1^\circ}{2}$

排列：木塊之長邊與路軸成直角或成65度斜度，一列一列地鋪置之，尤以後者為一般所採用。但沿欄石附近，須鋪置以2~3列之平行列，即木塊之長邊與路軸相平行。

### 三. 膨脹接縫

若木塊的長邊，依著斜度排列時。則沿欄石而置縱的膨脹接縫，寬度約3°~5°；又若木塊的長邊與路軸成直角而排列時，則依路之中心線，每50ft. 距離之處，設厚約 $\frac{1^\circ}{2}$ 之橫的膨脹接縫。此等接縫均以瀝青膠灰填滿之。

### 四. 輾壓

鋪設木塊後，檢查有無不妥貼之處。如有，應從速換置，次掃清其面；用3~6 ton的Tandem Roller行使輾壓，最初由路側，依著與路軸平行的方向，向中央，緩緩

地輾壓。俟全路面都經過一次之輾壓，後於是增大路轆的速度，再行輾壓，使其達到完全輾壓為度。至於輾壓不能直達之處，可置以長6<sup>2</sup>，寬10<sup>2</sup>~12<sup>2</sup>，厚2<sup>2</sup>的木板覆於其上，用50 lbs以上的鐵錘，在此板上搗擊，使其平坦。

五. 接縫填充

接縫填充的施工，大體同鋪石路一樣，惟在鋪木路接縫填充之如何，常關係於鋪木路之良否的判定。因為木塊不單是在傳達車輪之擊衝於路基之際，要具有幾分作為緩衝物的能力；還要有耐得車輪之截切的構造。又木塊的接縫填充，不僅要備有能緩和膨脹的能力，且須有防水的用意。現在能夠滿足此種目的者。除了瀝青的填充材料縫外，便無其他的適材了。

瀝青材填充施工法：將tar pitch就在鋪置地點以竈或槽中加熱，熱的溫度120~150°C，然後從事注入，注入法與鋪磚路時相同；惟在此須注意的是：鋪木路面上的瀝青材殘留量，以少為佳，以免成為粘着性的物質，使行人生出不快之感。

用於鋪木路接縫填充各種瀝青材料試驗成績例：

瀝青材料 試驗成績	Texas oil asphalt (針入度88)與Trinidad asphalt之混合物	Texas oil asphalt (針入度50)與硅藻土之混合物	Oil pitch與Creosote oil 土之混合物			
配合比率	Texas asphalt 100 100	Texas asphalt 100 100	oil pitch	100	100	
(重量)	Trinidad asphalt 90 100	硅藻土 20 25	Creosote oil	12	14	



針入度	0°C...	14	12	13	11	35	6.0
	25°C...	35	31	32	29	13	16
	46°C...	126	122	76	70	70	118
溶融點.....	60°	62°	69°	74°	64°	54°	
延伸度.....	32cm	26cm	10cm	9cm	3cm	35cm	
上之混合物中， 加有其全量之 6%之蒸木油 時之針入度？ (5°C)		146	127	110	93	30	47

填充接縫瀝青材後，再撒播以約厚1<sup>5</sup>之薄層的細砂於其表面上。

#### 第四節 養路

鋪木路除於新設的鋪面，撒播細砂以吸收由木塊滲出來的蒸木油及焦油而外，往後3~4年間，差不多用不著別的修整。萬一有路基的沈陷，或木塊磨耗而生出凹面，又或因膨脹作用而呈出凸面的時候，則可將該患部改舊換新，如同鋪磚路一樣。

#### 第五節 工費實例

日本東京市鋪木路例：

鋪木路每坪面積所需的總工費 = 59元

基礎工費 = 19元

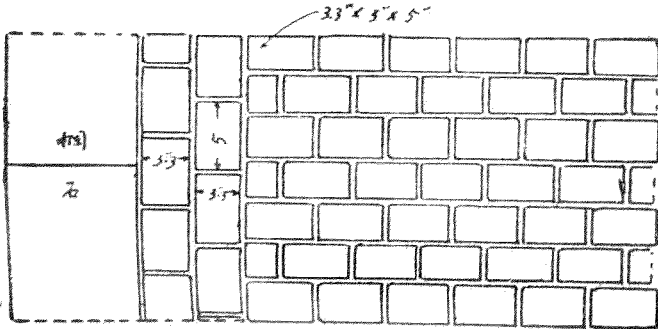
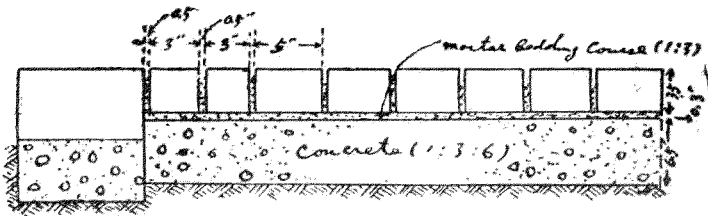
就中

上層工費 = 40元

構造示如第四十八圖。

鋪木路每坪面積所需的材料概數：

材料別	部分別	路基	褥層	表面
水泥		0.8桶	0.15桶	—
砂		0.05立坪	0.01立坪	0.001立坪
砂礫		3.10立坪	—	—
鋪木塊		—	—	227個
瀝青		—	—	4.2貫
Pitch		—	—	1.05貫
石粉		—	—	1.05貫



第四十八圖 鋪木路 截面圖及例面圖

註：

1 坪 = 3.306 sq. metre = 3.95 sq. yards

1 立坪 = 6.01 cub. metre = 7.86 cub. yards

1 貫 = 3.75 kgs. = 8.267 lbs.

## 第十三章 選擇道路方針

關於各種道路的專論，大體已經述完了。我現在特就關於我們將要採用何種道路，就是將要採用何種道路纔能達成我們的願望的選擇方針問題，拿來說說；順便也可說，作為以上諸章的一個結論。

### 第一節 理想鋪面的要件

理想的鋪面，須備下列之要件：

1. 初築費低廉。
2. 堅牢耐久，即路面狀況良好，養路費得以節省。
3. 表面平滑而堅硬，從而對車輛之牽引阻力甚小。
4. 適於馬匹步履，以免滑墜。
5. 表面平整，便易清掃。
6. 比較的少有騒音。
7. 不滲透性，因是得保持良好衛生狀態。
8. 不生塵埃泥漿。
9. 給來往行人，以愉快的心緒。
10. 不過度的吸收熱量。

實際上，良好的鋪面，要通通的符合如上述理想的諸要件，那是難能而僅有的；不過在設計鋪面的當事者，總宜努力的求與理想的諸要件相接近，而且多多具備纔好。

## 第二節 對於諸要件的討究

### 一. 初築費

這個自然沒有一定，是準據地方的情形，築材的價格等而定的。現在姑且就各種鋪面的初築費（但欄石，旁溝，集水渠等建築費不在此內），舉個例證如次，也自然不能說到無論何時何地都是這樣，不過藉此作個比較的參考資料罷了。

水固碎石路	1.25 sq.yard
地瀝青版鋪路	1.75 "
鋪磚路	1.80 "
施有防腐劑鋪木路	2.75 "
花崗石塊鋪路	3.00 "

### 二. 耐久力

即是說鋪面的使用壽命，這也是根據交通的種類及其數量，建築法的巧拙等，而磨耗的程度，自各有異同的。茲錄各項統計表如次。

#### A. 美國諸都市的各種鋪面壽命之豫定年數表：

都市名	地瀝青版路		鋪 磚 路		鋪 木 路	
	商業區域	住宅區域	商業區域	住宅區域	商業區域	住宅區域
New York	12	15	11	11		
Boston	10	15	5	10	15	20
Cleveland	—	14	—	25	11	—

Columbus	11	14	18	18	13	
Toldo	10	20	10	25	—	30
Atlanta	11	14	12	25	17	
Oakland	15	25	—	—	15	18
Cambridge	12	—	12	12	10	—
Springfield	12	—	15	18	10	
Holyok	10	10	15	—	8	
平均值	13	16	12	18	12	23

B. 歐洲諸都市鋪石路之耐久年限表：

都市名	耐久年限
City of London	20~25
Liverpool	25~30
Paris	15~30
Berlin	20~35

C. 各種路面豫想的耐久年限表：

路面種類	耐久年限
鋪石路	25年
鋪木路	15年
地瀝青版鋪路	13年
地瀝青混凝土鋪路	10年
鋪磚路	9年
混凝土路	8年

Solidity concrete road	9年
瀝青碎石路	8年
焦油碎石路	7年
簡易地瀝青版鋪路	6年
簡易焦油碎石路	5年

### 三. 牽引阻力

若同在優級的鋪面，則牽引阻力，沒有多大的差異，可無需考慮的必要；然而普通在各種鋪面之下，則此種阻力，變化大的時候，雖然難得到比較精確的數字，其平的值，得舉如次：

路面種類	每貨重1 t n所要的牽引力
泥路（乾爽搗固的）	100 lbs
泥路（覆有塵埃的）	106 "
泥路（覆有泥土的）	190 "
砂路（鬆弛的）	320 "
砂礫路（良質的）	51 "
砂礫路（鬆弛的）	147 "
灰滓路（搗固的）	92 "
油固路面（乾爽的）	61 "
油固路面（濕潤的）	108 "
碎石路（最良的）	38 "
碎石路（普通的）	46 "
地瀝青版鋪路	38 "
地瀝青混凝土鋪路	40 "

鋪磚路（新設路）	56 lbs
鋪木路（良質的）	33 ”
鋪木路（劣質的）	42 ”
圓石子路	54 ”
花崗石軌路	27 ”
地瀝青塊路	52 ”
花崗石塊鋪路	47 ”

#### 四。 易滑性

於此可判定適於馬匹的步履與否。地瀝青版，地瀝青混凝土，磨耗的花崗石等鋪面，在濕潤的時候，滑性特著。其結果，致交通車輛在下坡時，需多的制動力；在上坡時，要多的牽引力。而且一不當心，便有滑墜的危險。

#### 五。 掃清

這是關於街路清掃費的問題。清掃不易的路面，自然易流於污穢。而清掃之難易，全視乎路面的組織及接縫或罅裂多少之如何。

#### 六。 騷音

路面的發音度，依鋪面的性質之如何而異。現在交通頻繁之街區，和醫院，學校所在的區域，不待言，是很希望築設騷音少的路面。

#### 七。 外觀

有時，於某一個處所，常有調和其周圍之情緻的必要。如色彩，燈光的反射作用，接縫的有無，及路



面的組織等，都是造成外觀的因素。

### 第三節 鋪面的選定

由前兩節，關於鋪面所要求的要件，已經得了一個明確的概念。現在我再就各種鋪面所持有的要件，列舉如下，作個比較。即間接的供給選擇道路的一個方針。

（註：下表中所記之數字，小的數字，是表示其良好方面的；大的數字，是表示其不良方面的；數字愈小的愈良好，數字愈大的愈不良。）

鋪 面 種 類	a 初築	b 耐久	c 保健	d 聲音	e 非滑	f 無塵	g 美觀	h 保潔	i 牽引阻力	j 修整
砂礫	1	8	6	3	2	4	8	7	7	5
水固碎石	2	9	6	3	2	4	9	7	7	4
瀝青碎石	3	7	3	2	5	1	3	4	4	6
混凝土	4	6	1	5	3	2	5	2	1	4
填石地瀝青版	6	5	1	1	7	1	1	1	4	2
地瀝青版	7	5	1	1	8	1	1	1	4	2
地瀝青塊	8	5	3	1	5	1	1	1	4	5
鋪磚	9	4	4	5	3	2	4	3	1	6
鋪木塊	10	3	2	1	4	1	2	1	2	1
砂石塊	11	2	5	4	1	3	6	5	5	4
花崗石塊	12	1	5	4	3	2	7	6	6	4
瀝青混泥土	5	5	1	1	2	1	1	1	3	3

在前面曾經說過一次，良好的鋪面要通通的符合

所謂理想的諸要件，那是難得而僅有的。所以在計劃鋪面者只好擇其適合於本路所希望所必具的二個或二個以上之要件之鋪面去定妥。且各項要件，常依著交通量，位置，及周圍之狀況而異。比方：交通頻繁的商業區域與河岸車站附近的堆棧區域的，交通量，差不多是一樣；然而適應於前者的鋪面，未必就能適應於後者。因前者所希望的要件，最要的是美觀，無騷音，保健，保清和易修整；次要的是耐久和不滯。而後者所希望的要件，是耐久，不滯和易修整；至於騷音，保清和保健，則不大關緊要。講到初築費，則兩者都無需要算盤上的打算。然若在住宅區域的鋪面，那末初築費，就非切實的打算不可了。我現在就大都市和小都市的各種區域所需鋪面之要件比較如次；藉以知道各種區域所需鋪面的要件。

（註：下表中要件之順序欄內所記的 1, 2, 3 …… 9 等數字，「1」是表示最希望最需要的要件；由「2」……依序下來到「9」是表示其比較的次要了。）

大的都市各種區域所需鋪面之要件比較表：

要件之順序	事務所區域 小賣商區域	批發商區域	船渠區域 堆棧區域 車站區域	廣路區域 優等住宅區域	次等住宅區域
1	無騒音	耐 久	耐 久	無騒音	工 費
2	美 觀	無騒音	非 滑	美 觀	耐 久
3	耐 久	非 滑	易牽引	非 滑	易修整
4	保 健	保 清	易修整	耐 久	無 塵
5	保 清	保 健	工 費	保 清	保 健
6	非 滑	易修整	保 清	工 費	保 清
7	易修整	易牽引	保 健	保 健	美 觀
8	易牽引	工 費	無騒音	易修整	易牽引
9	工 費	美 觀	美 觀	易牽引	非 滑

小的都市各種區域所需鋪面之要件比較表：

要件之順序	商業區域	廣路區域 優等住宅區域	次等住宅區域
1	耐 久	工 費	工 費
2	工 費	耐 久	耐 久
3	無騒音	無騒音	無 塵
4	美 觀	美 觀	易修整
5	易修整	保 清	保 清
6	保 清	易修整	保 健
7	保 健	非 滑	無騒音
8	非 滑	保 健	美 觀
9	易牽引	易牽引	非 滑

## 第十四章 步道與街路樹

( Side walk and Street Trees )

### 第一節 步道

步道：是專備行人而設的。一方，使行人可得到一個安全步履的地域，以避免車輛撞衝的危險；同時，行人和車輛分開以後，而交通還得以增大其能率。他方，步道自然要比車路清潔、滑些，徒步的人可以得到步行的快感。

#### 一. 良好步道的要性

良好的步道，必具的要性是：(1) 光而不滑，便於步行；(2) 不吸收雨水，故雨後即能乾爽；(3) 堅固耐久；(4) 具有快感的色彩；(5) 各部的磨耗度一樣；(6) 易清掃；(7) 初建費和養路費低廉；(8) 容易修整。

#### 二. 寬度及坡度

寬度 步道的寬度，是指由私有地之境界線起到車路欄石間的距離而言。各側步道之寬，除特別情形以外，普通約當車路的寬度之  $\frac{1}{6} \sim \frac{1}{4}$ 。細別說來，可分下列三種。

郊外街路兩側步道寬各 4' ~ 6'

住宅區街路兩側步道寬各 8' ~ 12'

繁盛街路兩側步道寬各  $15' \sim 20'$

坡度 爲著使降下的雨水，易於流卸起見，步道表面向欄石須有適當的橫坡度。這種橫坡度。常依鋪裝材料之性質而異。普通爲  $\frac{1}{48} \sim \frac{1}{24}$ 。例：混凝土步道時爲  $\frac{1}{48}$ ；鋪磚步道時爲  $\frac{1}{24}$ 。

### 三. 步道鋪裝的種類

步道的種類，依鋪裝用的材料來分類，大別爲地瀝青版，鋪磚，燃滓，混凝土，砂礫，小方石塊，平石，焦油混凝土及他人造石等步道。

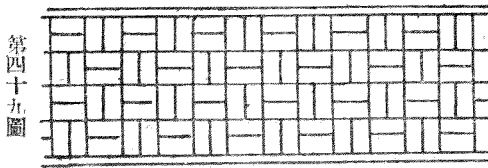
#### A. 地瀝青版步道

這種步道，多用於法國。其材料：於熔煤的精製地瀝青中，混以同國特產的地瀝青岩（含有瀝青量約20%）。將此混合物鋪設於抹有膠泥褥層（厚約1"）的混凝土路基面上；趁其尙在熱的狀態中，撒播以細粒的砂礫；然後，徐徐地輾壓之，這種步道，特長多得，即不吸收水分，平整，無接縫，步行舒暢，養路易，耐久力大。

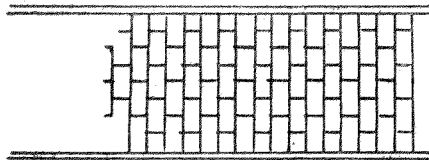
#### B. 鋪磚步道

鋪設步道用的磚，係由粘土燒製而成；又因爲添增鋪後之美觀起見，常有印種種花樣的。用磚的寸碼：法國用的是  $5\frac{1}{2} \times 5\frac{1}{2} \times 1.4\frac{1}{2}$ ；荷蘭用的是  $7\frac{1}{2} \times 3\frac{1}{2} \times 2\frac{1}{2}$ ；美國用的是同普通建築用磚一樣。鋪設法：與鋪磚路時的築造，大同小異：即鋪磚敷

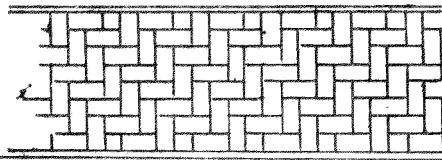
置於布有薄層（厚 $1\frac{1}{2}$ ）砂褥之平滑的混凝土路基（厚4）上；次以瀝充材填充各接縫。磚的排列樣式。普通用的有如下列四種。



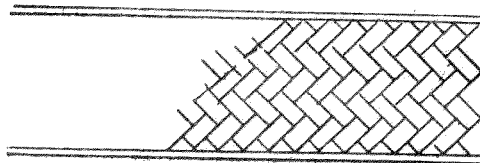
第四十九圖



第五十圖



第五十一圖



第五十二圖

此種步道，平整不滑，利於步行，磨耗平等；修整亦易；鋪磚敷成各樣花紋，美觀可愛。

### G. 燃滓步道

美國 Chicago 市用的燃滓步道，由三層敷成：即低

層是9寸厚之粗滓，中層3寸厚之細滓，表層細滓，經過充分地搗固和輾壓。這種步種，因是廢物利用，故工費廉，適用於郊外道，將來若鋪設更高級的鋪裝步道時，亦可用此以作路基。

#### D. 混凝土步道

這種步道，為現在步道中的最實用且最通用的。因為以水泥混凝土製出來的步道，其堅固，平穩，清潔，美觀，實為其他各種材料之冠。

混凝土步道，由路基和混凝土層而成。路基，係以清淨堅硬的碎石，成礫所築，其厚度，在寒的地方12寸；暖的地方3寸。混凝土層，普通分低表兩層。各層之厚，依交通之情勢，氣候之狀況等而定。不過一般總厚約為 $3\frac{1}{2}$ （內低層3寸，表層 $\frac{1}{2}$ 寸），又在交通頻繁之處，總厚為6寸也有的（內表層1寸~2寸）

鋪設法：與普通混凝土鋪路，無有差異，不過在步道之混凝土的施工，常常分塊鋪置，每分塊之大，約9~36 sq. ft. 即置木製或鐵製的型框於路基上，然後裝填混凝土（配合1:3:6框於內，次加以搗固；在未凝固之前，被覆膠泥（配合1:2）表層，以規矩，廣布整形之。次徐徐地撒播以細砂於上面，用木鏝或鐵鏝使其光平。一塊完成後，再照樣次第的施行。混凝土鋪設後，二三日間，須覆以篷席，時時撒之以水，且在一星期內，禁止通行。

此種步道的優點是：（1）耐久力大；（2）建築材

料，到處易得；(3)不滑；(4)不易透水；(5)易於清掃；(6)凝混凝土容易造成各種形式；(7)凝混凝土可與各種顏料相配合；得以使各種美麗的著色。

凝混凝土的著色顏料及其配合量如次：

著色	顏料	配合量 (就水泥一桶所要的量)
黑色	過氧化錳	48 lbs.
青色	紺青色顏料	20 "
褐色	褐色顏料	24 "
灰色	烟煤	2 "
綠色	紺綠色顏料	24 "
紅色	養化鐵	24 "
菜青色	菜青色養化鐵	23 "
黃色	黃赭色顏料	24 "

凝混凝土步道面，也時有因隆起，以致破裂的事情。原因是：(1)由於使用水泥及碎石的不良；(2)由於水泥和碎石之配合不恰當；(3)由於路基排水的不暢達；(4)由於膨脹接縫大小；(5)由於路基面與表層面之間，缺乏粘結力；(6)由於分塊的接縫，建築的不得當。

#### E. 砂礫步道

砂礫步道之總厚：在良質的路盤上 $3\frac{1}{2} \sim 4\frac{1}{2}$ ，在不良的路盤上 $8\frac{1}{2}$ 。表層使用細砂礫之粒度，約 $\frac{1\frac{1}{2}}{4} \sim \frac{1\frac{1}{2}}{2}$ 。敷法與砂礫路相同。此種步道，如在交通不甚繁盛的地方，尙能經久不壞。惟此種步道，於步行時，略覺



費力。

#### F. 小方石塊步道

此種步道，廣用於德國和葡萄牙。以小方的石材，恰如嵌工石一般，嵌設各樣的模紋，外觀甚麗。

#### G. 平石步道

這種步道，現今最為廣用，適用於商業區域及住宅區域的步道。石材的種類：普通用是花崗石，硬砂石或混凝土製的人造平石。寸碼：美國 New York 用的砂石平石各邊4'以上，厚3'以上，面積10 sq. ft 以上；英國用的平石寸碼規定，約就面積每 sq. ft. 須要厚 $\frac{1}{2}$ '，且14塊以內之平石，須得覆被100 sq. ft. 的面積；法國 Paris 用的花崗石之厚，為6'以下；人造平石之寸碼為每邊2'~4'之正方形。鋪設法：將天然或人造的平石，鋪設於塗有褥層的混凝土的路基上，使適合於街路的縱橫坡度。次以膠泥（配合1:4）填充其間的接縫。

這種步道的特點是：耐久力極大（在英國平石步道能耐用25~30年間的實例，不在少數）。惟石質重笨，處理不易，且價格不廉。

#### H. 焦油混凝土步道

此種步道，普通分為二層或數層築設，各層所使用的材料的粒度，亦不一樣。例如美國，用的是三層法——路基層，結合層，表面層——，路基層用的是熟

焦油混好的大砂礫，粒度 $2^{\circ} \sim 4^{\circ}$ ；結合層用的是熱焦油混好的細砂礫，粒度 $1^{\circ}$ 以下；表面層用的是熱焦油混好的普通之細砂。其總厚為 $3^{\circ}$ （就中下部二層約 $2\frac{1}{4}$ ，表層 $\frac{3}{4}$ ）。各層敷設，須各搗固滾壓，最後撒布水泥於表面上，再行滾壓。此種步道的特質是：不滑，富於彈性，步行舒快；惟使用的焦油不良時，遇寒天則易罅裂，遇熱天則易軟化。

## 第二節 街路樹

街路樹植在步道與街路間的隙地上，距電柱之遠，最少須在2.5 m. 以上；距消防龍頭（fire hydrant）3 m. 以上；樹與樹間的間隔，約8 m.  $\sim$  12 m.

### 一. 良好街路樹的要件

據美國 Washington City 所頒布關於街路樹的要件。如下：

1. 要莊嚴而雅潔，且對稱的生長；葉不擴散曳垂，幹具適當的高度，俾枝下的空氣，得以自由循環。
2. 當明媚的春光溢滿翠綠的簇葉；到清朗的秋季化裝美麗的豔色。
3. 夏季期內，簇葉當茂，且清澄；不受昆蟲類的侵害。
4. 搬運容易，且具有相常的生長力；又根或幹的下部，不可有發芽的傾向；格別繁茂很盛的樹，却一般壽命很短的居多。

5. 枝幹要不脆，富有彈性，堪耐暴風猛雨；不由葉或花發出不快的惡臭來。

據日本林學博士白澤保美氏所叙的街路樹的要件如次：

1. 要在夏季樹葉繁茂，到冬季全部落葉，所謂落葉性的樹。
2. 葉極繁茂，葉形務大，且能耐強風。
3. 落葉期間很短。
4. 樹幹一時雖受傷害，立得恢復原狀。
5. 樹幹圓形而端正；樹皮斑斕而雅緻。
6. 宜適於風土；且無害蟲之虞。
7. 生育，與其長得高，甯若向橫擴張。

二. 適於街路樹的樹類

樹 名	用 途	最 高 度	最 大 年 齡	間 隔	生 長	記 事
Ash, (槐) white.....	(3)(4)	ft. 120	年 150	ft. 40	快	
Elm, (榆) American	(2)(3)(4)	120	200	50	普通	
Elm, European...	(2)(3)(4)	100	200	40	普通	
Ginkgo, (公孫樹)...	(1)(2)	100	100	30	快	極易生長
Hackberry (朴).....	(1)(3)(4)	100	200	30	普通	比較易生長
Linden (菩提樹)	(1)(2)(3)	100	150	35	快	有蟲傷

Maple(楓) ashleaved	(3)(4)	80	90	35	快	有蟲傷
Maple, Norway.....	(2)(3)(4)	70	100	40	快	
Maple, sugar.....	(3)(4)	100	100	40	普通	} 比較的 易生長
Oak,(橡) red.....	(3)(4)	120	300	45	初二年間 遲最快	
Oak, scarlet.....	(4)	120	300	50	普通	
Oak, pink.....	(2)(3)(4)	120	300	38	初二年間 遲後快	
Oak, white .....	(4)	120	300	50	緩	
Tulip tree(鬱金香樹)	(4)	130	100	50	普通	容易生長
Plane, (楓楊樹)	(1)(2)(3)	80	150	45	普通	

註：表中用途欄內所記之(1)(2)(3)(4)等符號，是表示(1)…商業區域，(2)…市內之正式大路，(3)…住宅街路，(4)…公園道路及其附近路。

Silver maple, American linden, European Sycamore maple, American elm 等，若無昆蟲類的侵害時，很能適合上述之良好街路樹的要件。

Tulip tree, Sugar maple, Sweet gum 及 red maple 等為樹木中最美麗的樹，但唯一的缺點。是不容易移植。

Butt n-wood, Planes 等生長甚快，適於寬的並樹路。

三. 植種街路樹的得失

植種街路樹的利點：

1. 外觀美麗。

2. 藉樹蔭，緩和太陽的熱度。
3. 防止塵埃。
4. 藉樹葉之蒸發作用，使周圍的空氣，冷爽，濕潤。
5. 吸收地中之有機物。
6. 明顯道路的境界，降雪或夜間通行，得以安全。

植種街路樹的不利點；

1. 使道路狹小，有碍交通。
2. 有妨空氣的流動。
3. 路面常濕潤。
4. 雨季時，從葉滴落之水，有損路面。

## 第十五章 欄石旁溝 抑塵池及下水管

(Curb, Gutter, Catch Basin and Drain Pipe)

### 第一節 欄石

使用欄石的目的，不外是(1)車道與步道整然的區別，防止交通車輛侵入步道；(2)添裝街路的美觀；(3)保護花苑芝土不至崩壞；(4)藉此作為旁溝的一側。所以設計或築設欄石時，要留意其外觀和利用兩點。欄石常使用於鋪裝的街路；然在普通道路，鮮有用的。

欄石之高 不僅關於美觀上和防止車輛之侵入步道打量；還要關心向旁溝流來的水量。欄石之高：普通住宅街 $6^{\circ} \sim 8^{\circ}$ ，於商業街 $6^{\circ} \sim 10^{\circ}$ 。

做欄石材料的，有天然石和水泥混凝土兩種，前者適用於出產天然石材的地方；近來混凝土技術長足進步的結果，故後者的使用益廣。

天然石欄石 現在使用之天然石材，以花崗石為最優，惟價格稍高；次則石灰石，砂石，亦可使用，惟易破損。天然石欄石的寸碼：普通厚 $4^{\circ} \sim 6^{\circ}$ ，長 $4^{\circ} \sim 8^{\circ}$ ，深 $18^{\circ} \sim 24^{\circ}$ 。於石路轉角，或兩路相交處所用欄石，為便宜來往交通和使車輛容易轉運起見，須使用

圓形曲線的，名曰“圓曲欄石”。其曲度半徑：在小路為3'~4'；在商業街為6'~9'；在住宅街為6'~12'

欄石普通皆安置於砂層或膠泥層之上；也有安置於混凝土層上的。

混凝土欄石 普通寸碼：厚6'，長約6'，深約18'~20'。用於做欄石的混凝土之配合率1:2:3；或1:3:4。表面抹塗用的膠灰之配合為1:2，其中碎石之粒度為 $\frac{1'}{4}$ ~ $\frac{3'}{4}$ 。製造：將混凝土填充於所定形之鐵框或木框內，次以鐵鋸砌光其面部，然後將框板取開，則所得欄石表面，自然會平滑。

當在交通頻繁及車輛雜踏的街路，混凝土欄石，易於磨耗而破壞。為預防起見，常於其上鑲以鐵板以任保護。此種欄石，特名曰“鑲裝欄石”。又當街路鋪裝與欄石係同質的混凝土製造時，則欄石可同鋪面一體製造，此時欄石還有附設旁溝的，得名曰“附溝欄石”。

又在鋪設混凝土欄石時，為免除膨脹作用致潰裂起見，須於6'~7'長之間隔處，預置膨脹接縫，這接縫的寬度約 $\frac{1'}{8}$ ~ $\frac{1'}{16}$ 。

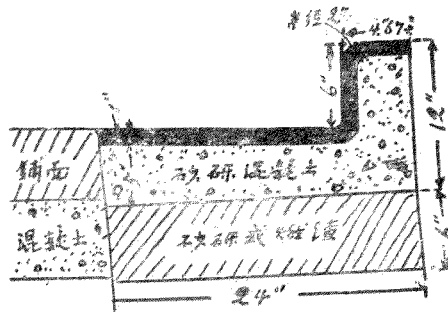
## 第二節 旁溝

旁溝是路面除水不可少的東西，牠的任務，即是承受路面流來的雨水，送向下水渠去。假使沒有這種旁溝，那末，路面之水，便無從宣洩。就是無論地下

除水方法怎樣的完善，而路面一定仍然被水浸濕，溼泥不堪。

旁溝的築造：在泥和砂礫的道路上，最為簡單，祇須於路旁掘一適當的溝槽就行了。不過，在街路方面比較高級的鋪面上，那就沒有這樣簡單了。現在特就街路的旁溝，申言之：建築旁溝的材料，須與該鋪面材料有同等的強度，不然一剛一柔，後來經過車輪之碾撞，便易生出凸凹不平來。如鋪面係鋪木路或鋪磚路的時候，則該鋪面儘可準據既定的橫向坡度，直與兩旁欄石緊接，沿欄石附近的鋪面，也可說就是旁溝，無需再有特殊設置的必要。但是鋪面若係地瀝青鋪路或碎石路的時候，則須設置適當的旁溝——石塊，鋪磚，混凝土製的——以防地瀝青之腐蝕及碎石之流散。

旁溝的深度：不可過深，使行人感着不便；也不可太淺，致雨水因此泛濫，一般所所認為適合的深度



第五十三圖 混凝土附溝欄石



爲 $4^{\circ} \sim 8^{\circ}$ 。但在下水口之處，宜低陷約 $2^{\circ}$ 左右，使水易於下流。

### 第三節 抑塵池

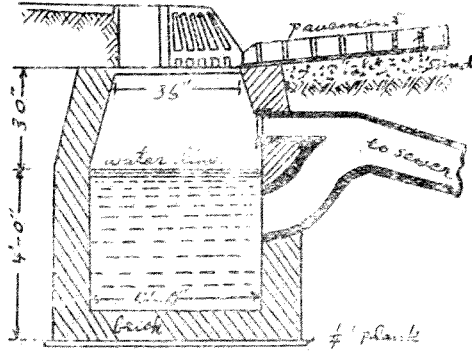
目的 由路面沿着旁溝向下水管注入的雨水，常夾雜有種種的碎屑，泥砂等，若一逕讓地放流，便有塞閉下水管之虞。所以設置抑塵池的目的，就是在收容路面流來之水，俾夾雜來的固形物，在此沉澱堆積；唯水則經此流向下水管去。

位置 抑塵池多設在旁溝的下方，或鋪道的下面，也有置在欄石的背後，或住宅街的草地中的。抑塵池相互的間隔，普通約 $150'$ 內外。

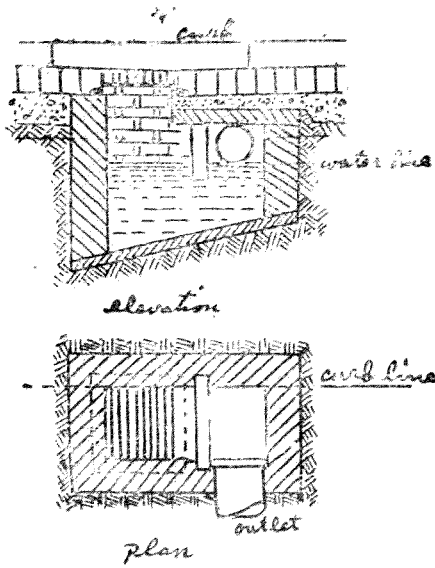
設置 抑塵池一般爲磚，混凝土或陶器所造，其上面備有鐵製的有孔蓋。設置時，要注意下列事項；

1. 入水口勿使有碍交通；且勿被木葉，紙屑等塞閉的事情。流來之水，須即經此流下。
2. 流出口以下的容積，須考量其排水面積，在清掃期間，有充分的收容沉澱物的能力。
3. 爲防止池內冰結起見，位置宜低些。
4. 要便於清掃。
5. 連絡抑塵池和下水管間的流出管，須有適當的容積，且須備有便於清掃的構造。

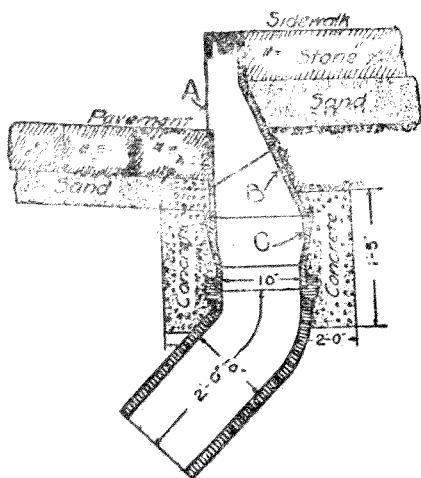
第五十四圖和第五十五圖係兩種抑塵池例；第五十六圖和第五十七圖是兩種無抑塵池的通水口例。



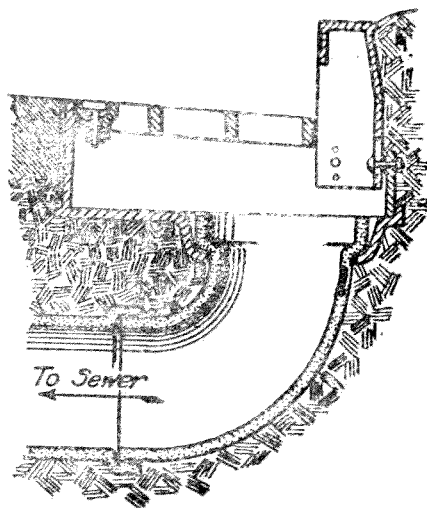
第五十四圖 Milwaukee 式抑塵池



第五十五圖 London 式抑塵池



第五十六圖 Omaha 無抑塵池的通水口



第五十七圖 Commercial 無抑塵池的通水口

## 第四節 下水管

目的 下水管的任務，是導送由路面流來之水，或由各家屋流來的廢水，向瀉棄的地方——河，海，池沼等——去。

位置 一道水管時，普通多位於街路的中央之下面，但於住宅街，也有置在草地外側之下方的；又二道水管時，常設於各步道之下。

構造 下水管普通用的是瓦管，混凝土管為最多，磚砌渠溝次之。然而在水量不多的地方，還是用鐵管為最好，因牠建築容易且比較堅牢。

下水管，不論牠是什麼材料做的，裝置的時候，應當有適當的坡度，一方面可使水容易流瀉；一方面可防冬天因為水流阻滯而結冰，這是對於水管自身和水的流通上，都有妨害的。還有，兩管啣接的地方，應當嚴密而結實，不然，流水會從罅縫裏流出，致傷路基。

下水管之大小：視乎降雨量的多寡及其敷設管之坡度而定。

普通作下水管用的瓦管之長，約  $1' \sim 2'$ ；管徑  $4'$  以上。

次表所示的，是瓦管在各種坡度之下，每分鐘間所導流得的水量 (cub. ft.)

坡 度 (inch/100ft.)	管 徑				
	4"	6"	8"	10"	12"
2	4.0	12.0	27.0	49.0	81.0
4	5.5	16.5	38.0	70.0	114.0
6	6.5	21.0	46.5	86.5	143.0
9	8.0	25.5	57.5	106.5	176.0
12	9.5	29.5	66.0	122.5	204.0
24	13.5	41.5	92.5	173.0	288.0
36	16.5	51.0	114.0	212.0	353.0
48	19.0	59.0	132.0	245.0	408.0
60	21.0	66.0	148.0	275.0	456.0

## 第十六章 市街軌道

( Street Railway )

用於市街的軌道，大別有三種，即：高架軌道(Overhead railway)，路面軌道(Surface railway)，地下軌道(Subterranean railway)。不過現在單就與道路有關聯的街軌道述之。

路面軌道裏面，還可分為輕便軌道(Light railway)和電氣軌道(Electric railway)兩種。前者係用小形的蒸氣機關車頭或牛馬力拖曳；後者用的是電動機。

### 第一節 鋪設軌的考慮

敷設路面軌道前應考慮的事項：

- (1) 軌道須與路面，有同樣的高度；
- (2) 如路的兩旁，都是軒戶毗連，則軌道應設在路的中央；若萬不得已，無寬裕的鋪地時，則宜偏設於路的一旁，而軌道旁邊所留的餘地之寬度，要在3'以上；
- (3) 可鋪設軌道的道路寬度；在單線軌道(Single track railway)要18'以上，尤其當路旁軒戶毗連的地方，要24'以上；又於複線軌道(Double track railway)時，要24'以上，尤其當路旁軒戶毗連的地方，要30'以上；

(4) 若軌道沿山麓鋪設時，則軌道宜置於靠山方面。

## 第二節 軌條及枕木

### 一. 軌條

用於軌道的軌條，有三種樣式，即：T形軌條(T rail)，平頭軌條(Flat rail)。溝形軌條(Grooved rail)不過到現在前兩種已經少用了，廣用的是溝形軌條，緣由不外是：使用溝形軌條的沿軌道近旁的鋪面，比較的難得破壞；又在軌條上行走的車輛，也比較的少有出軌的事情。

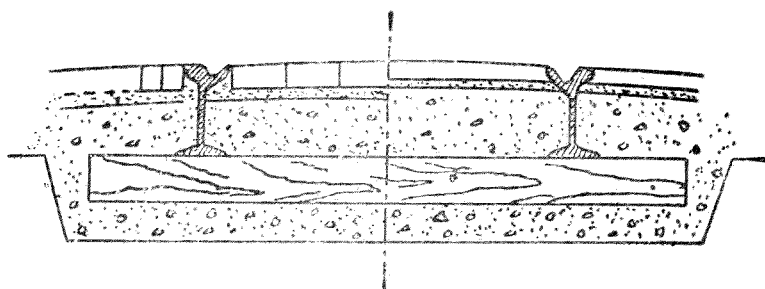
用於軌道的軌條，因若時時修整，很要工費，且也不容易施工。所以在鋪設的時候，軌條接合之處，要充分的注意，使其堅牢，最當緊要。接合的方法：普通用的，如同鐵路一樣，以挾接飯(Fish plate)挾於軌條的兩端，用繫釘(bolt)。或鉸釘(revet)緊接它。其他的接合法：有用電氣的接合和鑄造的接合的，在這兩種接法，不要挾飯，繫釘，鉸釘。前者於軌條的兩端，通以高壓電流，使兩端鎔解而接合；後者是於兩端，鑿穿孔，藉鑄型，灌注以鎔解融的鐵湯，使其互為接合。

### 二. 枕木

枕木 有用木的，有用鐵的，現在一般所用的，似以前者居多。因木製枕木，施以防腐的處理，埋置在混凝土路基裏面，亦能保持有相當的壽命。

### 第三節 鋪設

路基上面已經說過，鋪面最易破損之處，是在沿軌道近旁的部分，其原因多半由於路基不堅固，纔使軌條因往來車輛震動的結果，軌條同鋪面，便鬆弛起來，加之雨水浸入，則路床更易軟化，致軌條和鋪面，一同破損得快。所以對市街軌道的路基設置時，要特別注意。一般用作路基材料的，砂礫，碎石或者混凝土。惟砂礫路基，易生移動，若要免軌條之震動，



第五十八圖 市街軌道截面

是不可能的；碎石路基，自然比砂礫的好些，然亦非完全盡善。所以現代市街的軌道路基，要以混凝土為唯一的適材了。

軌旁路面的鋪砌 在通行重貨車的交通頻繁的街路，須要耐久力極大的高級鋪面——石塊，木塊，磚等——，此際，軌旁路面用與鋪面同質的材料就可以了。若在輕重兩車混合的且交通不大繁般的地方，鋪



面多是瀝青路，碎石路等，此時於軌旁路面，須用比該街路較高級的材料——石塊，磚等——的鋪面。據多數經驗者的主張，對於軌道路面，都推獎以石塊鋪砌為最佳。不過還有一點要注意的，就是在鋪砌時，塊和塊中間的接縫，切不要嵌滿它，使它有膨脹的餘地。

## 第十七章 橋樑及溝橋

( Bridge and Aqueduct bridge )

### 第一節 橋樑

#### 一. 橋樑的功用

橋樑的功用，誰都知道，是在聯絡道路的交通，使道路的交通，不致中斷。所以橋樑在道路裏面，實在占有重要的地位，也可說牠就是道路的一部分。

用在道路的橋樑，雖也有不少的架設在鐵路線或路線上面，然一般還是以架設在水路上居多數。故本節單就這方面說說。

#### 二. 設計時應調查的事項

當設計的時候，應調查下列事項：

1. 水路之決定 即決定對流水通過應要的水路之斷面積。

水路斷面積之求算，Talbot 氏實驗公式：

$$A = C \sqrt[4]{D^3}$$

設： A = 應要水路之斷面積 ( sq. ft. )

D = 排水面積 ( acres )

C = 係數 …… 峻峻的岩礁地方 =  $1.0 \sim \frac{2}{3}$   
 …… 平坦的耕地，至溶雪期便大；  
 水泛濫，谷之長為其寬之 3

$$\sim 4 \text{ 倍的地方} = \frac{1}{3};$$

……同上，惟不受溶雪的影響，

谷之長爲其寬之數倍的地方

$$= \frac{1}{5} \sim \frac{1}{6}。$$

2. 調製架橋地點附近之平面圖，高低圖和其橫截面圖。
3. 調查架橋地點附近河川的方位，坡度，低水位，高水位；大水時候的汎濫區域，及其流況。
4. 河流裏面航行的船舶及其情狀。

### 三. 橋樑位置的選定

橋樑位置的選定，爲建築工程上最重要的問題，不可不詳加考慮。下舉六點，便是選定時應須考慮的要件：

1. 須在河流之無彎曲，且寬狹一樣之所。
2. 須在河寬無變化之所。
3. 架橋之方向，務與河的中心線成直角之所。
4. 當施行前後，無需深的開鑿和高築堤工事之所。
5. 須在河底地質良好之所。
6. 不可設於河川甚狹隘之所。

### 四. 橋樑的寬度

橋樑既然是道路裏面的一部分，則須有使各種車輛充分的通行之能力。不過橋樑寬度的規定，和道路有點不同。在道路上所預備兩旁停駐車輛的地位，於橋

樑上，可以省去，因為車輛通過橋樑時無停駐的必要，祇要適合於現在交通上的需要，就可以了。但是無論如何，為交通的便利起見，橋的寬度，至少須在16′，又為橋身的安全起見，寬度應至少要有其長度之 $\frac{1}{10}$ 以上。

趁此，還附說一句：若橋樑跨架在街路上面的時候，則街路距橋之高，至少宜在15′以上；又若橋樑下方是河川，則橋桁下端距最大水位之水面，至少須在14′以上。

#### 五. 橋樑的種類

關於橋樑的種類，可從兩個觀點去分類他：一是從形式上而言；一是從材料上而言。

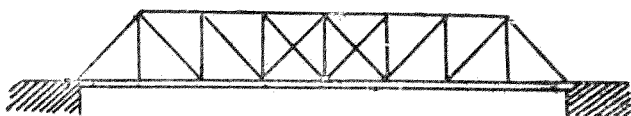
A. 從構造上來看，可分為上軌式橋 (Deck bridge)，下軌式橋 (Through bridge)，拱橋 (Arched bridge)，吊橋 (Hanging bridge)，可動橋 (Moveable bridge)……等。

在道路的橋樑上，最好以能採用上軌式橋為得策，因為牠的橋桁均在路面之下，所以牠的優點便是：

(1) 不致阻礙交通，免與車輛衝撞；(2) 全橋面都可以用作路面；(3) 劃分車馬道，步道和電車軌道比較容易；(4) 橋上無視線的障礙，可以減少行路的危險；(5) 比較美觀，不過在事實上，往往因橋下空間的需要，如通行船舶，水面高漲，致此，往往不能採用這種形式，而用下軌式橋，也有的。



第 五 十 九 圖 上 軌 式 橋



第 六 十 圖 下 軌 式 橋

拱橋適用於跨度較短的地方，多是用石材或混凝土去做成，做出來的，外觀上很壯麗。吊橋，不過用之於崇山峻嶺之間，以濟道路交通之窮的；然而現在有些都市，爲着調和周圍的景緻起見，也有不少用的。可動橋，常用在極寬闊的河川地方，爲着使水路船舶的交通便利起見，有不得不用。

B. 從材料上看來，可分爲木橋 (Wooden bridge)，石橋 (Stone bridge)，鐵橋 (Iron bridge)，混凝土橋 (Concrete bridge)，鐵骨混凝土橋 (Reinforced concrete bridge) ……等。

木橋 構造甚簡單，初築費亦廉，惟易於破損及腐朽，又易遭火災。除鄉村小鎮而外，鮮有用者。

石橋 形貌壯麗，且比較的耐久故近代仍有採用的。惟不適於跨度長的橋，且限於出產石材的地方。

鐵橋 在今日橋樑工程上，用之極廣。因其載貨力強，耐久力大；又便於建築和修換；不問跨度的長或短，均得採用隨意。惟其初築費昂；又須時常檢查，檢查各部結構之處，有無弊病，栓釘有無鬆動，鋼質有無銹蝕，橋基有無罅裂或沉陷等，此為鐵橋的弱點，不可不加以注意。

混凝土橋 在今日也有不少使用的，惟僅適於築造跨度較短的拱橋。其價格較石橋為廉，其耐久力同石橋不相上下。

鐵骨混凝土橋 在現在道路用的橋樑上，要算鐵骨混凝土橋用得最多，且最適用於用的了。因為他的長處是：（1）初築費比較便宜；（2）對外的抗抵力甚強；（3）所造各種樣式，可以隨心所欲；（4）外觀美麗，內部堅固；（5）耐久力極大。

橋樑的種類，大概如上的，說完了。然則我們將要採用何種橋式當最良呢？簡單說來，唯有在初築費和修整費廉否；適應該所的交通狀況否；美觀否這三個要素上面，詳細的考究，以定取舍。

## 第二節 溝橋

這裏所謂溝橋，是指跨度10'未滿的小橋而言。普通分管形暗溝（Pipe culvert），函形暗溝（Box culvert），及拱形暗溝（Arch culvert）三種。

溝橋樣式的選定，也同述橋樑時一樣，其主要的

關鍵，還是在經濟上和耐久力上打算。

管形暗溝 係指瓦管，鉄管，混凝土管，磚及木材等槽所造而成。在水量較小之處，使用頗為便利。建築容易，且較耐用。

敷設時，管的上方，須蓋被以 $1\frac{1}{2}$ 以上之掩土，換句話說，即下水管應設在路面下方之 $1\frac{1}{2}$ 以上。因為若過薄，則受往來通過車輛的集合貨重，不能平均的廣布，以致管身破壞。又管之上游的起點，應以石砌保護它，俾不至被水所浸害；須置以適當的坡度，俾水暢流；管的啣接處，宜置向上方，然後用膠泥或粘土充分地周圍堅密之，否則，流水將從啣接空隙洩漏，致傷及路盤。

瓦管，適用於小流量之所；若稍大的流量時，則須用鉄管，或者鐵骨混凝土管。茲示其普通用的各種管類寸碼如次：

瓦管的寸碼：

內 徑	長	厚	重 量	截 面 積
尺	尺	尺	貫	平方尺
0.5	2.0	0.05	5.0	0.196
0.75	"	0.07	8.0	0.442
1.0	"	0.10	14.5	0.785
1.2	"	0.11	16.0	1.31
1.5	"	0.12	25.0	1.767
2.0	"	0.15	36.0	3.142

註： 上表中所記單位都是日本制。

1尺 = 0.303 mere = 0.9942 ft.

1平方尺 = 0.0918 sq. m. = 8.9885 sq. ft.

1貫 = 3.75 kgs. = 8.267 lbs.

鐵管的寸碼：

內 徑	長	厚	1 ft. 長的重量	截面積
12 <sup>〃</sup>	12 <sup>〃</sup>	$\frac{33}{64}$	75 lbs.	0.785 sq. ft
18 <sup>〃</sup>	”	$\frac{47}{64}$	167	1.767
24 <sup>〃</sup>	”	1 <sup>〃</sup>	250	3.142
30 <sup>〃</sup>	”	$1\frac{1}{16}$	334	4.909
36 <sup>〃</sup>	”	$1\frac{1}{8}$	450	7.069
42 <sup>〃</sup>	”	$1\frac{3}{8}$	600	9.621
48 <sup>〃</sup>	”	$1\frac{7}{16}$	725	12.566

鐵骨混凝土管的寸碼：

內 徑	長	厚	重 量
6 <sup>〃</sup>	18 <sup>〃</sup>	1 <sup>〃</sup>	4,100 貫
8	18	1	6,600
10	24	$1\frac{3}{8}$	14,100



12	24	$1\frac{1}{2}$	18,400
15	24	$1\frac{5}{8}$	24,500
18	24	$1\frac{3}{4}$	31,600
24	24	2	50,400
30	36	3	135,000
36	36	3	158,700

函形暗溝 有石造的，有磚造的，也有鐵骨混凝土，木材造的。石造函形暗溝，水路的兩旁同上方，均用石材築造，溝底以小圓石鋪嵌。其頂部之厚 24<sup>寸</sup>；上方石蓋寬度 4<sup>尺</sup> 以下，厚約 12<sup>寸</sup> 內外。若沒有寬大的石蓋，用鐵骨混凝土板代之亦可。

磚和鐵骨混凝土函形暗溝，構造上差不多同石造暗溝的一樣，不過所用的材料，這是磚和鐵骨混凝土罷了。

木造函形暗溝，全部用木材造的，僅用於缺乏他種材料——石材，磚，水泥等——的地方。缺點是：易腐朽，不經濟。

拱形暗溝 這種暗溝，近年來，殆全是由混凝土所造，在跨度小的地方，只用純混凝土就夠了；然在跨度大的地方，則須插入鐵骨在裏面，以增其強度。

磚造拱形暗溝表：一

跨 度	拱環厚度	內法高度	抑拱厚度	側壁厚度
2'	9 <sup>〃</sup>	24 <sup>〃</sup>	$4\frac{1}{2}$	18 <sup>〃</sup>
3	9	42	9	24
4	$13\frac{1}{2}$	60	9	27
5	$13\frac{1}{2}$	72	9	27
6	13	84	9	31
7	18	108	$13\frac{1}{2}$	36

石拱樑石厚度 (it) 表：一

跨 度	拱 矢 ÷ 跨 度						
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{10}$
2	0.55	0.56	0.58	0.60	0.61	0.64	0.68
4	0.70	0.72	0.74	0.76	0.79	0.83	0.88
6	0.81	0.83	0.86	0.89	0.92	0.97	1.03
8	0.91	0.93	0.96	1.00	1.03	1.09	1.16

鐵骨混凝土正形暗溝表：--

跨 度	蓋板厚度	內法高度	蓋板長度	側壁厚度
3	8 <sup>寸</sup>	36 <sup>寸</sup>	52 <sup>寸</sup>	14 <sup>寸</sup>
4	10	48	64	18
6	15	72	90	27
8	19	96	120	37

## 第十八章 清道與灑水

### 第一節 清道

道路的不清潔的，大半由於一般住民衛生思想不普及的緣故，往往不留意地將廢紙，死鼠及其他污穢物品，拋撒在路上；又在交通繁般的處，牛馬車很多，自然牠們排泄出來的糞尿，也會不少，不僅使行人觸目難堪；而且一遇揚風，便到處吹送，浮游空際，其有害衛生，實非淺鮮。若路途雜穢堆積太多，甚至有礙來往交通。所以清掃道路，在衛生上，在交通上，都認為必要的。

清道路的手段，不外清掃法和鎮塵法兩種。如碎石路砂礫路及泥路般的粗糙的路面，可兩法兼用；對磚，石塊，木塊，瀝青路樣平滑的鋪面，只用清掃法就夠了。關於鎮塵法的詳細，請參照第四章第四節。現在單就清掃法，略述於次。

清道的方法和掃除用的機具，因路之性質的不同，也就不一樣，普通可分作如下列幾種：

人工清掃 在道路的清潔上着想，應施行繼續不斷的清掃才好，然而於實際上，有不可能。所以現在這裏，將它分為間歇法和巡回法兩種。間歇法：即是每隔數日，清掃一次，其不好的地方，在間歇那數日間，其路面，便污穢不堪。巡回法：即是每日清道

夫各就其所指定的服役區域內巡回的執行清掃之謂，每日將掃得的塵埃，集聚路旁，俟搬送車到來，便運之棄去，此法在歐洲各部市，多採用之。人工清掃，多在晝間行之。所用的手帚，頭部係竹，藤，或鋼絲所造，一端備有鐵飯製的集塵器。

機力清掃 這時所用的，是備有旋動帚或者旋動帚與灑水裝置合載的馬車或機動車，一面灑水，同時行清掃。此種清掃，多在交通漸寂的黃昏或夜間行之。（因為都市的主要街道。晝間交通太繁，不便清掃），每次清掃能及的寬度約 $6^{\circ} \sim 9^{\circ}$ 。旋動帚亦係竹，藤，或粗棕所製。

自來水瀉洗 道路經機力掃除後，仍遺下不少的極細微之塵埃在路面上，一遇灑水，即成一薄層的泥漿，為免除這項缺點起見，宜於掃除之後，再用自來水瀉洗，用時以附有橡皮版的剝削器，一邊瀉洗，一邊把固着在鋪面上的泥漿剝削，使與瀉水一同流向附近的集水溝去。但是此法，在碎石路上，則絕對不可使用，以致路面的固結物被水沖去而鬆弛。還有，在石塊鋪砌的路面，接縫的地方用細砂填充的，也不宜用瀉洗。

清掃法的選定 這是依路面的種類及其交通的繁寂和沿道的狀況而定。大概對於泥路，砂礫路及碎石路，祇可依間歇法或巡回法以手力推進帚或機力轉動帚車清掃之，但不可過頻，致損傷路面；路面上的微

塵，可時灑之以水或油類，以防其飛揚，惟灑水不可過度，致生塵泥。對於灑青，良質磚及木塊等鋪面，晝間用間歇法或巡回法去清掃；到夜間併用瀉水器和轉動削剝器，使其清淨。又對劣質磚，及石塊等鋪面等，晝間用間歇法或巡回法。到夜間用轉動毛刷器和灑水器，以清掃之。

掃雪法 對於道路上的雪，只得任其氣候的支配。若降雪量甚多，又是酷寒，不俟翌春，便難融解的地方，可無掃雪的必要，倒不如用鏟把他鏟平，再以輕的路轆滾平他，反利於交通。但是在商業街路，那就非迅速的厲行掃雪不可，以利電車及兩旁其他車輛的交通。否則，便有阻礙商業的發達。

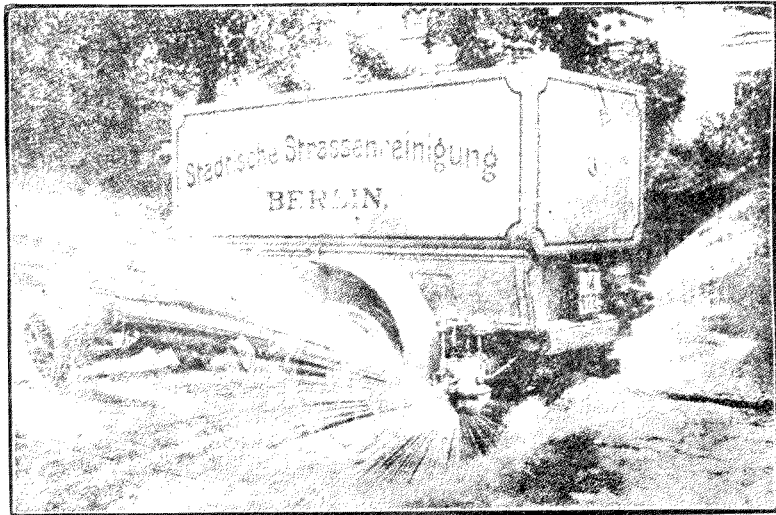
掃雪的方法，有四種：

1. 犁機掃雪，適用於厚雪的地方。
2. 箒機掃雪，適用於輕雪的地方。
3. 用鹽掃雪：對於這種有不少人的反對，說：用鹽反益增酷寒，且有害於鞋底及馬蹄；然在法國Paris，當降雪之際，使人夫撒播岩鹽於路面上，此鹽經了往來的交通與雪相混合，雪的冰點下降，成爲融溶狀態，再藉箒機將他掃集於旁溝，從此用瀉水器，流送到下水管去。
4. 瀉水掃雪：這是在歐洲最通用的掃雪法，然在氣溫過度低下時，下水管難免不有凍結之虞，所以這種法，在寒氣太甚的地方，不能適用。

## 第二節 灑水

灑水的目的：一則能暫止塵埃之飛揚，一則能緩和一時的溽暑。尤其在烈風，炎暑的時候，每日須灑水多次，方能有效。因灑完一次後，不到一兩個鐘頭，水量即便完全蒸發殆盡，而道路面仍恢復其乾燥原狀；但也不能灑得太多，弄得路面泥濘不堪，有礙通行。所以良好的灑水：係在乎不使路面生出溜泥，也不致塵埃因過乾而飛揚；灑出來的水，要如噴霧般的噴出，又幼細又均勻；噴出力不宜多大，亦不宜太小。

灑水用車，在鄉鎮或小的市街，多是用手曳灑水



第六十一圖 2-ton 灑水車

車或牛馬曳灑水車；然在大的都市裏面，用的是汽車灑水車。又在電車軌道經過的街路，常用電車灑水車。灑水車的容量約 $2 \sim 4 \frac{1}{2}$  Cub. m. 可隨時由於路旁的自來水龍頭，以充滿它。上圖所示的，是 Berlin 市所用的  
Trot on Sprinkling Wagon 圖。





## 第十九章 街路統系 與公園統系

( Street System and Park System )

### 第一節 街路統系

街路統系，乃是都市的脈絡所在，藉此以連絡各部之交通，與日後該都市的隆替，攸關甚大。且無論何種統系方式，一經採用，便為永久的建設，雖然日後路面也許可以放寬些，或可開闢支路；然而主要街路統系，實難改變了。所以當都市計劃的開首，對於街路統系，不可不慎重的打量，切實的研究，而選定其方式。

在一個都市須有適當的街路面積，纔可完成各部交通之便利。茲特將歐美各國大都市，街路（包括全市中所有的街路而言）佔全市面積之百分率，於次，作個計劃街路時的參考。

市 名	街路佔全市面積之百分率
Washington.....	54%
New York .....	35%
Boston .....	26%
Berlin .....	26%
Paris .....	25%

#### 一. 街路統系的種類

街路統系，大概的可以分作下列四種：

1. 紆路式 ( Meandering type ) 。
2. 同心式 ( Concentric type )
3. 長方式 ( Perpendicular type )
4. 放射式 ( Radial type )

紆路式統系：嚴格的來說，這式就說不上統系，它的構成是由於該都市以前沒有何等的街路統系計劃，到後，爲時勢所趨，驟急發展的結果，只得無規則的無亂擴張。如 London 市的街路統系，便於屬這式。如下圖 ( a )。

同心式統系：這式，在歐洲方面，有些舊都市，以前繁盛的街路，多聚集於他們的皇室所駐在的地方——城廊，所以街路，也不知不覺地依此作了中心。同心的向周圍發展了。如 Vienna 市，便是這式的證明。示如下圖 ( b )。

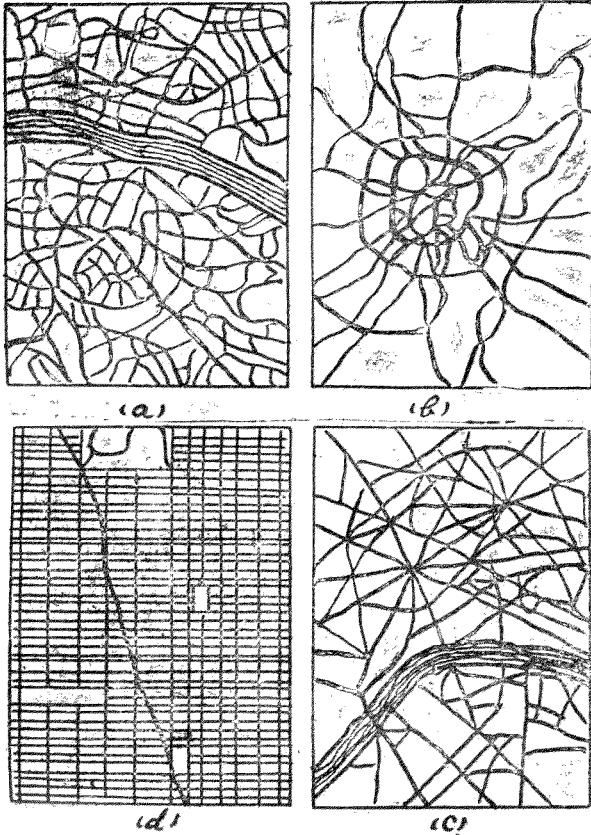
長方式統系：卽一方向的街路通通平行，而且同他方向的平行街路，差不多都是直角的正交着。例如北平，日本之京都，New York 市。示如下圖 ( c )。

放射式統系：這是現代新都市的常用統系。內面設置幾處交通的中心地點，而各街路輻輳於各中心地點，且各中心地點間，有互相的直線的連絡。如 Washington 市，Paris 市，就是這式。示如下圖 ( d )。

## 二. 街路統系的選定

四種街路統系的概說，既如上述。然而我們當計

劃新的都市時，將要採用那種為優呢？說起來，直難得斷定。因各式各有各的優點，同時也各有各的缺點；不



第六十二圖 各種街路統系的樣式

能說那式是絕對的好，也不能說那式有絕對的害，所以我們唯一的指針，祇有應着所欲計劃的都市之地形和其交通狀態，去求比較適當的統系。所以為着適合

於種種條件起見，多有將幾種統系並用的。現在把他們的利弊，分述在下面，作個參考。

A. 紆路式的利弊：

這式，可說是弊有餘而利不足。它是將錯就錯，沒有辦法的辦法；目為歷史的遺物則可，於新都市的計劃上，簡直沒有取法的價。

B. 同心式的利弊：

利點是：(1) 縮短對角交通的路程；(2) 增加趨向都市中心的途徑；(3) 增加臨街的地面，可利零售商業；(4) 光線充足，空氣流通。弊點是：(1) 增多街路的地面，因而減少可作建築物的地面；(2) 斜角交點的不便；

C. 長方式的利弊：

利點是：(1) 節省地面；(2) 街路簡單而整齊，不易迷途；(3) 劃分建築段落 (Block) 的便利，弊點是：(1) 沒有對角斜道，致增加對角交通的路程，在時間上，經濟上，均感不便，這是最大的弊點。(2) 因為他形式呆板，不能適應地方，致耗工費。

D. 放射式的利弊：

在這裏所謂之放射式，不是說專就一個中心的放射。乃是指由幾處的中心地點向外放射而言，所以有稱此為連星式的。在街路的各統系中，要以此式為最好的了，兼備長方和同心兩式之長處，而無其短所。歐美各國的大都市多採用之，誠為近代都市街路中最

好的統系。

然而當計劃放射式街路時，還有一點應當注意，就是不要使各斜行道路集中於一點。因為若集中於一點，其結果必使中心處的交通，擁擠得不堪。而且實際上有一部分的交通，並不必定要通過中心點的，往往到離中心一兩段落的地方，就分散了。所以我們計劃放射式街路的時候，可以使多數的斜道從離中心點一兩段落的地方出發，俾趨向中心而來的交通，先行分散，這樣，自然會舉得良好的效果。

## 第二節 公園統系

### 一. 公園的需要

近代都市發達的結果，各色人等都集中到都市的地方來，市民數，大的數百萬，小的數十萬，公園的設置，愈覺需要。公園的功効，不單止於美化都市；且足以增進市民之健康，和陶養其性情。所以都市的公園，與都市的街路，上水道，學校等一樣的當市民日常生活不可缺的要項。

都市所需之公園面積，當視乎其都市的情狀而定。在人煙稠密，街路狹小，屋宇比鱗，空地稀少的地方，則所需公園面積，應當多些，即都市面積中公園用地的百分率亦應大；反之，每房屋均有隙地，街路也寬敞，且路旁植有樹木的地方，則所需之公園地，可以減少些。茲揭歐美各大都市公園之統計表，如次：

都 市	都市人口	都市面積 (acres)	公 園		人 口	
			面積 (acres)	對全市 面積的 %	都市每 acres 的人口	公園每 acres 的人口
New York	5,620,048	191,589	8,108	4	29	639
Paris	2,888,110	19,279	5,014	26	150	576
Chicago	2,701,705	124,448	4,388	4	22	616
Berlin	1,902,509	15,696	1,034	7	121	1,840
Philadelphia	1,823,158	84,933	6,989	8	21	261
Birmingham	897,516	43,601	1,414	3	21	635
Liverpool	804,888	21,219	1,282	6	38	628
St. Louis	772,897	39,100	2,890	7	20	267
Boston	748,060	30,656	3,562	12	24	210
Baltimore	833,826	58,835	2,707	5	12	271
Cologne	633,904	29,001	745	3	22	851
Leipzig	604,380	19,217	570	3	31	1,060
Washington	437,571	39,200	5,600	14	11	78
Dasseldorf	407,338	27,562	2,733	10	15	149
Kanass city	324,410	38,144	1,988	5	9	163
Rochester	295,750	20,894	1,675	8	14	173

由上表看來，人口的密度以法Paris為首，而其公

園的百分率亦最大；美 Washington 人口的密度最小，却公園的百分率亦甚大。

## 二. 公園用地的選定

現今一般都市工程學者所認定的公園用地的選定原則，概簡述於次：

1. 於都市之各所，得最經濟的使用，且容易接近的小空地，作為地方運動場或休養中心地。

2. 務求在現時雖比較的難以接近，然以小額的工費得易連絡的富於天然風景的大空地。

3. 大公園地址的收用，應求之於尙少住居近鄰郊外的地方。

4. 從地形上看來，宜置於不適於築路及建築物的地方。

5. 公園，運動場等，應散在全市的各處，俾各區市民，都得享受公園的利益。

## 三. 公園的種類

公園：就廣義的說來，是包含所有的公共地而言。例如，市廣場（Square），共同地（Common），運動場，公園道，林蔭路近郊的大森林，以及一般所謂之公園等都得稱為公園。

市廣場和共同地，面積不甚大，常設在市之商業及住居區域，俾給與來往行人以優雅的景色，或者愉快的休憩所；也有時對公共建築物而設，作為舒散開展的前景的。



運動場，便與市廣場不同，他的主要目的，在於遊戲和運動，增進市民的健康。一般分此為三種，即：幼兒用遊戲運動場，學齡學童用運動場，和成人男女用運動場。

公園道和林蔭路（boulevard），是愉快的遊步地，為由市的諸所到公園去，或者公園與公園連繫的舒快的通路。公園道的兩旁，置有大的芝草地，植有各種可觀賞的植物。性質很與公園相類似。林蔭路兩旁，植有整然的蔭樹，其間，配列有整然的徒步和車馬的平行通路。

公園統系裏面，實包含有不少的種類，現從簡明上，可將他分為下列六種：

1. 幼兒遊戲場（Playground for Small Children）
2. 棍球場，其他（Playfield for Baseball, etc.）
3. 近鄰公園（Neighborhood Park）
4. 公衆公園（Community Park）
5. 森林公園（Forest）
6. 公園道（Parkway）

#### 四. 公園統系

無論市內外的公園，如孤立的散在，便不能夠發揮公園的功効的。須要以公園道和林蔭路，使市內外的諸公園間，互相連繫，成為一個公園統系。所以在公園統系完善的都市，由市內公園到市外公園去，都有華麗雅緻的道路，市民隨時可以得到幾點鐘愉快的

步行，或十幾分鐘的乘車的賞樂。

又如欲充分的發揮公園的功効，不僅止要增加公共地的面積而已；還要宜增加各種公園的種類，換句話說，就是上述的各種公園，都能應所需之目的，性質，而設置。

美國建築家 Charles Downing Lay 氏 1914 年於 New York 舉行的各市長大會上，所提出的就都市每十萬市民，應需要的各種公園面積標準如次：

森林公園	700 acres
近鄰公園一處	400 ”
小公園十處	250 ”
遊戲場五十處	100 ”
花園及廣場	50 ”
共計	1500 acres

又據歐美諸都市工程學者，所述的標準，謂約市民每 115~250 人，須要公園面積 1 acre 為適當云。



# 附 錄

## 附錄一 關於購置築路機械的計算書例

現在假設我們欲建築一道瀝青混凝土路，施工路面為 200,000 sq.yard。計算應需要的築路機械數量如次：

一年四季，自然不能說天天都能施工作業，因為裏面在冬寒，雨天或臨時發生的故障等關係，那就難以施工，現在假定實際施工可能的日數為 200 日。所以每日應施工的的路面為  $200,000 \div 200 = 1,000$  sq. yard.

一. 鋪設機

今設每一施工期間為 100 日，又每期裏面，鋪築路基費去 10 日，即實際瀝青施工可能的日數為 180 日。故一日應施工的瀝青路面為

$$200,000 \div 180 = 1,111 \text{ sq. yard.}$$

又現鋪設機一座的能率為一日 700 sq. yard 的時候，故所應需的鋪設機的數量

$$1,111 \div 700 = 1.587 \text{ 即 2 座。}$$

## 二． 混凝土混合機

設挖掘地盤輾壓期間為 5 日，則實際混凝土施工日數為 190 日。又設路基的厚度為 6"，故混凝土的體積為

$$200,000 \times \frac{6}{12} \div 3 = 33,333 \text{ cub. yard.}$$

即一日應混合的混凝土量為

$$33,333 \div 190 = 175.4 \text{ cub. yard.}$$

設混合機的能率（工務每日 8 點鐘運轉，每點鐘 20 次混合）為一日 20 cub. yard. 故需要混合機 為

$$175.4 \div 20 = 8.75 \text{ 即 9 座。}$$

## 三． 輾壓機

每一施工期間，裏面有 4 日用在挖掘地盤的工事上，實際輾壓的日數祇有 192 日，故一日應行使輾壓的路面為

$$200,000 \div 192 = 1040 \text{ sq. yard.}$$

設 6~12 tons Tandem Roller, 寬 4', 速度 1 點鐘 1 mile, 1 日運轉 4 點鐘, 輾壓延長面積約 7,000 sq. yard. 然輾壓施工, 於路基需 14 次, 於路表需 16 次, 結局輾壓的能率一日 233 sq. yard. 故需要輾壓機為

$$1040 \div 233 = 4.46 \quad \text{即 5 座}$$

#### 四. 運搬用汽車

##### 1. 用於運搬殘土的：

設總厚為 8', 故殘土量為

$$200,000 \times \frac{8}{12} \div 3 = 44,444 \text{ cub. yard.}$$

然運搬時的殘土, 是鬆弛的狀態, 其體積要比原來的約增漲  $\frac{3}{10}$ , 所以運搬時的殘土量應為 54,777 cub. yard. 從而一日應運搬的量為

$$54,777 \div 200 = 274 \text{ cub. yard.}$$

設運搬汽車載重為 2 t n, 其速度每點鐘 7 miles, 運搬的距離平均為 1 mile, 一往復時間為 30 分鐘(內往復行駛 18 分鐘, 積卸 12 分鐘), 又設每日工務時間為 8 點鐘, 即每日運搬 16 次, 汽車運搬量為 25 cub. yard. 故所要汽車數為

$$274 \div 25 = 11 \text{ 部}$$

##### 2. 用於運搬碎石, 砂礫, 砂的：

瀝青混凝土用碎石量  $200,000 \times \frac{2}{12} \div 3 = 11,111$  cub. yard.  $11,111 \times 0.85 = 9,444$  cub. yard.

同砂量 4,722 cub. yard.

又路基用砂礫量  $33,333 \times 0.96 = 32,000$  cub. yard.

用砂量 16,000 cub yard.

碎石，砂礫，砂合計 61,666 cub. yard.

一日應運搬的碎石，砂礫，砂量爲

$$61,666 \div 200 = 308 \text{ sq. yard.}$$

故所要汽車數爲

$$308 \div 25 = \text{約} 13 \text{ 部}$$

### 3. 用於運搬水泥的

需用水泥量  $33,333 \times 0.93 = 31,000$  桶

即一日應運搬的水泥量爲

$$31,000 \div 200 = 155 \text{ 桶}$$

設汽車一次10桶，1日16次，即汽車1部運搬能率爲160桶，故所要汽車約1部

即三項合計，需要汽車數爲25部

## 附錄二 關於各種道路豫算設計書例

(本項所取的資料，係譯自日本東京市第一期路面改良工事記錄，故所有單位稱呼，仍襲抄日制，爲明瞭起見，並附記英制於表次，以資換算。)

## (一) 瀝青碎石路豫算設計書

路種類 瀝青碎石路

建築費 面路每10坪，需費252圓。即每1坪要25.2圓。

類別	材料寸碼	單位	使用數量	單價(圓)	金額(圓)	摘要
碎石	2~3.5寸	坪	0.750	68,000	44,200	用於下層，均敷厚3.9寸。竣工厚3寸
同	1~2寸	同	0.433	75,000	32,475	用於中層，均敷厚2.6寸。竣工厚2寸
同	>0.70.8寸	同	0.217	90,000	19,530	用於上層，均敷厚1.3寸。竣工厚1寸
同	>0.4寸	同	0.033	100,000	3,300	用於路面，均敷厚0.2寸
Asphaltum		貫	102.400	0.450	46,080	路面每坪95 gallons.
計					145,585	
水作工		人	0.200	2,500	0,500	
同帮工		同	0.100	2,000	0,200	
泥作工		同	7.500	2,000	15,000	
鋪設工		同	4.800	2,500	12,000	



路轉	轆運	坪	10,000	1,150	11,500	
碎運	石送	同	1,333	17,820	23,754	運送距離20町
殘運	土搬	同	1,200	25,820	30,984	
計					93,938	
雜費					12,477	Asphaltum, 加熱用燃料等費
合計					252,000	

## (二) 瀝青混凝土路豫算設計書

路種類 瀝青混凝土路

建築費 路面每10坪需360圓，即每坪36圓。

構造 路基——混凝土(配合1:3:6)厚6.5寸

路面——瀝青混凝土厚2寸

類別	材寸	料碼	單位	使用量	單價	金額	摘要
混凝土			立坪	1,083	(圓)	(圓)	用於路墊, 厚6.5寸, 配合1:3:6.
內	砂礫		同	1,040	38,500	40,000	
	砂		同	0,520	19,000	9,880	
	水泥		桶	7,800	6,950	54,905	
瀝青混凝土			立坪	0,333			用於路面, 厚2寸
內	碎石	>0.6寸	同	0,283	75,000	21,225	
	砂		同	0,142	19,000	2,698	
	石粉		切	13,460	1,000	13,460	

Asphalt	貫	101,200	0.500	50,600		
計				192,808		
水作工	人	0,200	2,500	0,500		
同帮工	同	0,100	2,000	0,200		
鋪設工	同	3,700	2,700	9,450		
同帮工	同	7,000	2,000	14,000		
泥工作	同	13,900	2,000	27,800		
內		同	8,500		挖掘地盤	
		同	5,400		揉練及搗固混凝土。	
砂運	礫送	立坪	1,323	16,260	21,511	運送距離8町
砂運送		同	0,662	13,550	8,970	同 上
水運	泥送	桶	7,900	0,371	2,930	
殘運	士送	立坪	1,842	21,550	39,695	
路輻	轆壓	坪	10,000	0,877	8,770	
計					133,826	
雜費					33,366	燃料費等
合計					360,000	

(三) 鋪石路豫算設計書

路種類 鋪石路

建築費 路面每10坪需833圓，即每坪83.3圓

構造 路基——混凝土厚7寸，配合1:3:6

路面——花崗石（或安山岩）厚4寸

接縫——瀝青膠灰小砂礫

類 別	材 料	單 位	使 用 量	單 價	金 額	摘 要
混凝土		方坪	1.167	(圓)	(圓)	用於路基。厚7寸。配合1:3:6。
內	砂礫	同	1.120	38,500	43,120	
	砂	同	0.560	19,000	10,640	
	水泥	桶	8.500	6,950	59,075	
膠 泥		立坪	0.083			用以嵌付石塊。厚0.5寸。配1:4。
內	砂	同	0.091	10,000	1,729	
	水泥	桶	1.100	6,950	7,645	
花崗石	7×4×4寸		123,200	2,500	308,000	用於路面。每坪需110個
小砂礫		立坪	0.200	43,500	8,700	用以填充接縫。每坪需2勺。
瀝 青 膠 灰		切	26,000	4,000	104,000	用以填充接縫。每坪需2.6立方尺
計					542,909	
水作工		人	0.200	2,500	0,500	
同帮工		同	0.100	2,000	0,200	
石 工		同	37,000	3,200	118,400	
同帮工		同	18,000	2,100	38,850	
泥作工		同	16,300	2,000	32,600	

內		同	10,500			
		同	5,800			距運距離7町
砂運	礫送	立坪	1,320	7,500	9,900	同
砂運送		同	0,652	6,250	4,068	同
花崗石運送		車	20,500	6,250	4,068	
水運	泥送	桶	9,600	0,225	2,160	
殘土	運送	立坪	2,490	14,250	35,482	
路運	機轉	坪	10,000	0,540	5,400	
計					252,685	
雜費					37,406	
合計					833,000	

(四) 鋪木路豫算設計書

路種類 鋪木路

建築費 路面每10坪需597圓，即每坪59.7圓。

構造 路基——混凝土厚6.5寸，配合1:3:6.

數面——滲注防腐劑的木塊（松）5寸×3寸×3寸

接縫——瀝青膠灰

類別	單位	使用數量	單價	金額	摘要
混凝土	立坪	1,083	(圓)	(圓)	用於路基厚6.5寸，配合1:3:6.

內	砂 礫	同	1,040	38,500	40,040	
	砂	同	0,520	19,000	9,880	
	水 泥	桶	7,900	6,950	54,905	
	膠 泥	立坪	0,100			用於据付木塊。 厚0.6分
內	砂	同	0,110	19,000	2,090	
	水 泥	桶	1,700	6,950	11,815	
	木 塊	個	2,300,000	0,133	305,900	用以鋪設路面。 每坪要230個
	瀝青膠灰	立尺	5,940	4,000	23,760	
	砂	坪	0,020	19,000	0,380	
	計				448,770	
	水工作	人	0,200	2,500	0,500	
	同帮工	同	0,100	2,000	0,200	
	木塊鋪設工	同	4,000	3,000	12,000	
	同帮工	同	4,000	1,800	7,200	
	泥工作	同	14,400	2,000	28,800	
內		同	9,000			挖掘地盤
		同	5,400			揉練混凝土,及 其施工
	木塊運送	車	11,400	0,386	4,400	運送距離12町
	砂礫運送	坪	1,040	11,580	12,043	同 上

砂運送	同	0,650	9,650	6,272	同 上
水泥運送	桶	9,600	0,293	2,802	
殘土運送	坪	2,297	17,650	40,542	
路轆輾壓	坪	10,000	0,540	5,400	
計				120,159	
雜 費				28,071	
合 計				597,000	

## (五) 各種步道預算設計書

## 1. 混凝土步道

建築費 路面每10坪需166圓，即每坪16.6圓。

構造 路基——砂礫厚1.5寸，混凝土厚3寸。

路面——膠泥厚3寸。

類 別	材 料	單 位	使 用 量	單 價 (圓)	金 額 (圓)	摘 要	
砂 礫	1寸	坪	0.250	37,500	9,375	用於路基，厚1.5寸	
混凝土		同	0.500			用於路基，厚3寸 配合1:3:6.	
內 砂	砂礫	0.3~ 0.8寸	同	0.480	39,500	18,960	
	砂		同	0.240	19,000	4,560	
	水泥		桶	3,700	6,950	25,715	
膠 泥		坪	0.830			用於路面，厚0.5寸 配合1:2	

內	砂		同	0.088	19.000	1.672	
	水泥		桶	2.000	6.950	13.900	
	計					74.182	
水	作工		人	0.300	2.500	0.750	
同	幫工		同	0.200	2.000	0.400	
泥	作工		同	9.800	2.000	19.600	
內			同	6.000			挖掘地盤
			同	3,800			揉練混凝土,及其搗固。
塗	作工		同	5,000	2,700	13,500	裝飾塗工
同	幫工		同	5,000	1,800	9,000	
砂	礫		坪	0.730	16,260	11,896	運送距離18町
砂	運送		同	0.328	13,550	4,444	同 上
水	泥		桶	5.700	0.371	2,114	
水	殘		坪	1,000	21,550	21,550	
運	土						
	運						
	計					83,223	
雜	費					8,595	
合	計					166,000	

## 2. 鋪磚步道

建築費 路面每坪需18.6圓。

類 別	單位	使用數量	單 價 (圓)	金 額 (圓)	摘 要
鋪 磚	個	235.000	0.045	10.575	
砂	立坪	0.027	20.000	0.540	
計				11.115	
水作工	人	0.020	3.300	0.066	
鋪磚工	同	0.470	3.500	1.645	
同帮工	同	0.240	2.300	0.552	
泥作工	同	0.230	2.700	0.621	
輾 壓	同			0.200	地盤輾壓須5次以上。
鋪磚運送	車	1.180	0.460	0.542	運送距離10町
砂運送	立坪	0.027	11.500	0.310	
殘土運送	同	0.092	20.000	1.840	
計				5.776	
雜 費				1.709	
合 計				18.600	

## 3. 混凝土塊 ( Block ) 步道

建築費 路面每坪13.8圓

類 別	單位	使用數量	單 價 (圓)	金 額 (圓)	摘 要
混凝土塊	個	36.000	0.240	8.640	塊之寸碼1.5寸×9.85寸×9.85寸



砂	立坪	0.020	20,000	0,400	用以嵌付混凝土塊及填充接縫
計				9,040	
水作工	人	0.020	3,300	0,066	
鋪設工	同	0.400	3,500	1,400	
泥作工	同	0.150	2,700	0,405	
輾 壓	同			0,200	地盤輾壓,須5次以上
混凝土塊運送	車	0.400	0,460	0,184	運送距離10町
砂運送	立坪	0.020	11,500	0,230	
殘土運送	同	0.050	20,000	1,000	
計				3,485	
雜 費				2,750	
合 計				13,800	

註：

1 坪 = 395 sq. yard

1 立坪 = 7.86 cub.yard

1 町 = 358 ft.

1 貫 = 8,267 lbs.

水泥一桶容量 = 4 cub.ft.

### 附錄三 日本東京市復興局街路設計標準

#### (一) 車道及步道的寬度

寬度在11 metre 以上的街路，車道和車道的寬度，依下記標準而決定。

街路寬度	車道寬度	兩側步道寬度
36 m.	24.0 m.	6.0 m.
33 m.	22.0 m.	5.5 m.
27 m.	18.0 m.	4.5 m.
25 m.	16.6 m.	4.2 m.
22 m.	14.6 m.	3.7 m.
20 m.	13.0 m.	3.5 m.
18 m.	11.0 m.	3.5 m.
16 m.	10.0 m.	3.0 m.
15 m.	9.0 m.	3.0 m.
11 m.	6.0 m.	2.5 m.

寬度在44 m. 以上的街路，各道之寬度，另行訂定。

又於地域的關係上，或其他特殊的情由的時候，得不必拘泥標準。

在寬度22 m. 敷設有路面電車軌道的街路，車道寬度為16.6 m. 兩側步道寬度為2.7 m.

(備考) 車道寬度是指步道境界石肩間之距離而言。

## (二) 橫向坡度

1. 車道的橫向坡度之標準如次：

路面種類	縱 向 坡 度		
	$< \frac{1}{50}$	$\frac{1}{50} \sim \frac{1}{25}$	$> \frac{1}{25}$
地瀝青板·····	$\frac{1}{50}$	$\frac{1}{75}$	$\frac{1}{100}$
鋪木·····			
水泥混凝土·····			
鋪磚·····	$\frac{1}{45}$	$\frac{1}{70}$	$\frac{1}{90}$
鋪石·····			
瀝青混凝土·····			
瀝青碎石·····	$\frac{1}{30}$	$\frac{1}{45}$	$\frac{1}{60}$
砂礫·····	$\frac{1}{25}$	$\frac{1}{35}$	$\frac{1}{50}$
碎石·····			

2. 鋪裝車道的橫截面曲線，須使用雙曲線（Hy-

perbola.) 但在有路面電車軌道的時候，以各外側軌條上端，為橫截面曲線的頂點。

3. 步道，除特殊的處所而外，向車道須有  $\frac{1}{60} \sim \frac{1}{30}$  的橫向坡度

### (三) 縱向坡度

1. 街路兩縱向坡的變化（代數差）在  $\frac{1}{100}$  以上的處所，大概依下記標準，插入縱向曲線。

坡度的變化	曲線長
$\frac{1}{100} \sim \frac{2}{100}$	10 m.
$\frac{2}{100} \sim \frac{3}{100}$	20 m.
$\frac{3}{100} \sim \frac{4}{100}$	30 m.
$\frac{4}{100} \sim \frac{5}{100}$	40 m.
$\frac{5}{100} \sim \frac{6}{100}$	50 m.
$> \frac{6}{100}$	60 m.

2. 在之向曲線用 10 m. 以下的拋物線時，每適當距離，算求其高度，其間以直線連絡之。

### (四) 地先下水和境界下水

1. 地先下水之內法外端，須同街的路境界線。

一致的設置。

2. 步車道境界石的高度，以 11 cm. 為標準高，不宜小於 9 cm. 也不可大於 20 cm.

3. L字形境界下水縱向坡度為  $\frac{1}{300}$  。

## 附錄四 廣東公路處訂定全省公路建築法規

### 第一節 路基

第一條 凡建築公路路基時，必須依照核准圖則所定路線之中線平水樁位及兩旁斜坡度數，填高或掘低之；施工時，不得稍有增減及錯誤。

第二條 凡路線經過須掘低處其高出路基兩傍之坭，必須削斜合度，關於此項斜坡之規劃，另節定之。

第三條 填掘路基時，其取坭及卸坭地點及掘地之深度，須經主管技士指定照辦，施工時不得任意爲之。

第四條 凡開始建築路基時，必須將路線經過處之樹木，草苗，街石及其他一切障礙物清除，然後施工興築。

前項路線經過之障礙物，如屬私人禾田，竹園，菓園，森林及他營造物者，須預先一個月，將路線經過應行收用面積數量佈告管有物產人，將地上附着物遷移或拆卸，以便興工建築，如逾期，應由主管工程機關派員督折之。

第五條 前條收用民業辦法，照本處呈准頒行建築公路收用土地章程辦理，但因特種情形，得由主管機關酌量擬定，呈報本處核飭遵照。

第六條 路線經過處，如遇有石山，禾田，高崖，深澗，等障礙，必須施行特別工作時，須將當地情形繪具圖說照片，呈報本處核飭遵辦。

第七條 建築路基取用泥土，須就近選擇粘質充足，或含有沙石勻合者用之。

第八條 照圖填築路基合度後，須用重量十噸以上三輪轆地機輾轆堅實，其轆地機不能輾轆者，得以重量五十磅以上，面積小過一百方寸之鉄錘春實之。

第九條 凡填築路基，須依照圖定平水加填高度四寸以上六寸以下，以脩泥土鬆陷，其掘低處亦不得低過規定斜度平水。

第十條 路基兩傍須建築水溝之規劃，另節定之，以便容納路面雨水，關於建築水溝之規劃，另節定之。

第十一條 路基基面拱形，須以路之中線最少須比兩傍路邊邊線，高過六寸以上，以便路面雨水易於瀉入水溝，關於建築路面拱形之規劃，另節定之。

## 第二節 路線斜度

第十二條 公路路線斜度，須因路線經過地勢如何，分別規定如下：(1) 路線經過平原或近河海者，每百尺最多高出百分之一至三；(2) 路線經過高埠及丘陵者，每百尺最多高出百分之四至六；(3) 路線經過崇山或高崗者，每百尺最多高出百分之六至八。

第十三條 前條斜度係就普通規定，如遇有特別情形時，得繪具圖說，呈請本處核定，或由本處派員勘明，臨時酌定之。但仍以不得過百分之八為限。

### 第三節 公路曲線

第十四條 公路路線，如須灣曲者，其曲灣半徑之長短，得因各種道路路面廣狹之不同，分別規定，最小限度如下：(1)省道由一百五十尺至一百二十尺；(2)縣道，由一百尺至六十尺；(3)鄉道，由六十尺至五十尺以上。

前項規定限度，如因地勢或行駛車輛數量，及其他特別情形，有不能依照時，得由主管技士，察酌情形，酌量增減，繪具圖說，呈請本處核定之，但甲項仍不得小過一百尺，乙項不得小過五十尺，丙項不得小過三十尺為限。

第十五條 路曲線灣處，其向外曲線，須比向內曲線應填高度若干，須因各種道路之不同，分別規定限度如下：(1)省道，偏高五寸；(2)縣道，偏高三寸；(3)鄉道，偏高二寸。

### 第四節 路傍斜坡

第十六條 凡填掘路基，其兩傍斜坡，須因氣候及所填掘材料本質如何，分別規定如下（現本節規定概以本省氣候為標準）：(1)坭質特殊堅實者，無論填掘概定為一與一之比例；(2)坭質普通者，無論填掘概定為一，五與一之比例，如坭質浮鬆者，須加至二或三與一之比例；(3)普通粗幼沙質者，掘低者定為二與一之比例，填築者定為三與一之比例；



(4) 堅實石卵者，掘低者定爲零五與一之比例，填築者定爲一.五與一之比例；(5) 大塊堅石者，掘低者定爲一尺四分之一與一尺之比例，填築者定爲一與一之比例；(6) 成塊石質而有浮泥參雜其間者，無論填掘概定爲一.五與一之比例。

第十七條 路線經過處，如須開鑿石山者，須以鑿至通車人行無礙爲限，但屬泥質者，無論填築或掘低，其斜坡，均須加植青草，以防泥土傾卸。

第十八條 路線經過處，掘低後，兩傍斜坡，如屬過高，須在斜坡上，開掘水坑，容納流水，並設法將水引出路外，以護路基。

#### 第五節 路基及路面闊度

第十九條 全省路基基面闊度，應照本處訂定全省省道縣道鄉道路線規制第二條，建築之。

第二十條 全省公路路面闊度，應照本處訂定全省省道縣道鄉道路線規制第三條，建築之，前項路面闊度，以路基完成後，鋪造材料者爲限。

第二十一條 全省公路路肩闊度，應照本處訂定全省省道縣道鄉道路線規制第四條，建築之。

#### 第六節 路面基礎

第二十二條 凡築路基完竣後，須即遵照本處規定各種圖則，建築路面基礎，然後鋪填路面材料，以資

堅實，路面基礎建材料種類，分別如下：(1)卵石沙泥混合者，泥質多過百分之十；(2)碎石體量由二寸至三寸大者，除沙質份量過多不用外，凡黑石白石及其他石質堅實者，均適用之；(3)碎石▽形者；(4)大塊石者；(5)大塊整石者；(6)水坭三合土者。

前項列舉材料種類，須就路線經過附近地方取給，務以運輸便利，工作容易為合用，但遇當地，有特別情形，須另採取本條規定所別種類以外材料建築者，須備具理由書，及將材料樣本，呈請本處驗明核定之。

第二十三條 前條列舉各種材料，鋪造厚度，須依照本處規定圖則辦理。

### 第七節 路面拱形

第二十四條 全省公路，鋪造路面拱形依路面闊度，每尺斜低若干，須視所用材料如何，分別規定如左：

(1)純坭質或沙石混合暨石卵者，須因路線之斜度如何，規定如下：(甲)路線平坦，由中線開闊度每尺斜低半寸；(乙)路線斜度，超過百分之五，由中線開闊度每尺斜低一寸；

(2)碎石或花沙者，須因材料大小規定如下：(甲)碎石體量，由一寸至三寸大者，由中線開闊度，每尺斜低半寸；(乙)碎石體量小過一寸者，由中

線開闊度，每尺斜低一寸四分之三；（丙）油和碎石者，由中線開闊度每一寸八分之三；（丁）水泥三合土者，由中線開闊度每尺斜低一寸四分之一；

### 第八節 路面材料

**第二十五條** 鋪造路面材料，應用何種為合，須就路線經過地，就地取給，并參酌當地交通情形繁簡，及輸運所載重量如何，而酌定之。

**第二十六條** 本省各公路鋪造路面材料，最低限度，須照左列規定辦理，如能採取上等材料，鋪造者聽，（1）省道以一寸大碎石與紅坭海沙混合鋪造，厚度六寸，或單層水泥三合土，厚度八寸，雙層水泥三合土厚度九寸，（五寸底四寸面，連路面基礎在內，）或瀝青油路面，（2）縣道以沙坭石卵或碎石合石卵沙坭混合鋪造，厚度六寸，（3）鄉道鋪造材料及厚度與前項同。

前項規定，如因地方情形，經濟狀況，或當地出產材料，及車輛載量，有不能依照建築時，得備具理由書，或將材料樣本；呈請本處核定之。

本條路面材料建築法，另定之。

### 第九節 道與路交接之角度

**第二十七條** 凡公路如與他公路或有軌鐵路線相交接者，其交接之銳角角度，不得少過七十度。

第二十八條 前條交接之處，須預收用較之土地，以備將來擴大灣度，並須清除障礙視線之樹木及一切營造物。

第二十九條 兩路相交處，由交點起，計路線須有直視線最少一百五十尺。

#### 第十節 兩路並行之距離度

第三十條 凡公路路線，如須在他公路或有軌鐵路傍經過時，公路中線須與原有公路，或鐵路產業界線距離五十尺以上。

第三十一條 凡有建築有軌鐵路，在公路之傍，其距離度亦須依照前條辦理。

第三十二條 公路路線如屬接駁鐵路車站者，亦須查明有無侵佔他路產業界線，方得施工。

#### 第十一節 路之洩水法

第三十三條 路線經過處，如須掘低以成路基者，兩傍須建築水坑，以便路面雨水，易於疏洩，水坑闊度之廣狹，須依該處斜度之高低，及水量之多寡，而酌定之。

第三十四條 前條水坑之設置，仍不能疏洩水量時，須即建築較闊之石卵或三合土水渠，以免流水浸傷路面。

第三十五條 凡積浸路面或面基基底之水，有不能宣

洩時，須照下列方法建築之：(1) 碎石鋪填水溝；  
(2) 土製水筒；(3) 碎石▼形路基。

第三十六條 面線經過處，如遇河流，深坑，或因農田灌溉水利關係，須建築橋樑，涵洞以宣洩之。前項橋樑涵洞之規劃，另節定之。

第三十七條 凡兩路交接，無論何路於建築時，不得導甲路路面之水，完全傾瀉乙路路傍水坑內。

第三十八條 路線經過處，如屬禾田，水塘及低窪地方，其滿溢之水量，不得任令流入路傍水坑。

#### 第十節 橋樑

第三十九條 公路路線所經處，如屬小溪或河流，為當地水道交通，或防止水患關係，必須建築橋樑者，均應查照本處審定橋樑圖則規劃，建築之。

第四十條 本處所定橋樑圖則，如因該處特別情形，不能依照建築或圖則所未規定時，得將該處實測情形，擬定規劃，繪具圖說，呈由本處審定發交辦理。

第四十一條 橋樑闊度得因各種道路路面闊度不同，分別規定如左：(1) 省道，定為二十四尺；(2) 縣道，定為十八尺；(3) 鄉道，為十四尺。

第四十二條 路線經過溪澗，其橫過闊度，由六尺以上，至二十五尺以下，必須建築橋樑者，須依本處審定圖則建築之。

前項建築橋樑之長度，須就溪間之闊度，按照圖表

形式，度數，伸縮計劃之。

第四十三條 前條所列溪澗闊度，超過二十五尺以上，其橋樑規劃，未經本處審定頒行者，須即分別調查測勘，當地水道闊度，最高平水線，排洩水量數，及水道交通情形，妥籌計劃，繪具圖說，呈報本處，審查妥協，方准建築。

第四十四條 凡橋樑長度，如超過二十五尺以上者，無論採用何種材料計劃時，須計算能抵禦十五噸至二十噸重量汽車壓力為適合。

前項橋樑之設置，如為資力所限，急於通車時，得為暫時建築之規劃，除橋墩須以水泥三合土或堅實石料建築外，其橋面橫陣直陣，得以雜木為之，但橋墩之計劃，仍以不得少過二十噸壓力為限。

第四十五條 公路橋樑如跨過鐵路者，所用建築材料，不得以木質或其他容易發生火險物料為之。

第四十六條 公路橋樑跨過鐵路者，橋底與鐵路軌面高度相距離，不得少過二十二尺，其跨過之鐵路，如屬單軌者，橋之長度不得少過十四尺；屬雙軌者，不得少過二十八尺，多少照此類推。

第四十七條 公路橋樑，如跨過鐵路而路線又屬灣曲者，其橋樑長度，須照曲線之大小，加長之，橋之高度，亦須查照鉄軌上之向外曲線偏高度加高。

第四十八條 鐵路橋梁跨過公路者，鐵路橋底與公路路面高度和距離分分別定如左：(1)省道縣道，不

得少過十五尺；(2)鄉道，不得少過十二尺六寸。

第四十九條 凡郊外電車及輕便鐵路，不得與公路同一橋梁行駛，其建築橋梁之位置，相互距離，不得少過五十尺。

### 第十三節 涵洞及水管

第五十條 公路路線所經之處，如為疏洩山潦兩水或水利關係，及其他特別情形者，其長度在二尺以上，六尺以下，均照本處審定涵洞圖則，依式伸縮，計算建築之。

前項涵洞之規劃如因特別情形不能依照本處審定圖則建築或本處未經規定者。得將該處水勢情形，繪具圖說，呈請本處核定（或另行計劃）。

第五十一條 規劃建築涵洞之闊度及計劃壓力，均照第四十一條四十四條辦理。

第五十二條 路線經過之水溪，其長度二尺以下者，應照本處審定管式涵洞圖則建築之，其水管直徑之大小，及敷設管數之多寡，須就該處水勢如何，按照圖表限度，計算辦理。

### 第十四節 水溝及暗渠

第五十三條 路之兩傍水溝如在平地掘成者，溝面闊度定為三尺，深度一尺，斜度每百尺斜低六尺。前項水溝之設置，如遇特別情形，必須用石或三合

土或磚料砌成者，得由主管機關，備具理由書，呈請本處核定之。

第五十四條 路線經過處，如屬附近山邊或有細流浸潤路基者，應設暗渠以宣洩之。

第五十五條 暗渠普通位置，應在路基二尺六寸至三尺以下，如因特別情形，其設置之方法，分別規定如左：（甲）路線經過屬於山崗者，應設於路肩之下；（乙）路線經過屬於城市者，應設於兩傍渠邊石之下。

第五十六條 前條暗渠面積之大小，應就該處水勢之緩急，水量之多寡情形，計劃之，但須呈報本處核定，方得興工。

#### 第十五節 護欄

第五十七條 公路完成後，於未通車前，應審查於沿路必要地點，設置護欄，以免危險。

第五十八條 前條護欄設置之必要地點，分別規定如下：（1）距離橋梁及涵洞兩傍之前後者，（2）路線斜度急峻者，（3）路基所填高度至五尺以上者，路線經過地方屬於山邊河邊及海邊者，（5）路線經過地方屬於灣曲者。

第五十九條 建築護欄之材料，得以堅實木料為之須高出地面三尺二寸，欄之直柱及欄杆上直條，定為正方形六寸，下直條闊五寸厚二寸，直柱豎入地面深



三尺六寸其距離度定爲中至中八尺，並概髹白油色二次。

前項適用之材料，因特別情形，得以別種材料代之，但須備具理由書，呈報本處核定。

### 第十六節 路牌

第六十條 凡屬公路於未通車前，須照本節規定，於沿路安設定牌，以導行旅，路牌方式之大小，須依本處審定圖則辦理。

第六十一條 製造路牌材料，得以水泥三合土，或堅實木料爲之。

第六十二條 安設路牌之位置，須於路之左傍，顯見地點設立之，牌之正面，須與路之中線相對平立，如右傍係屬鋤路者，須於右傍附近通過處，豎立「危險」符號牌。

第六十三條 公路沿路，應設里數牌，設置之數量，分別規定如左：(1)省道，每五華里，安設一牌；(2)縣道，每十華里安設一牌。

第六十四條 各種路牌之設備，因路線經過地點之不同，分別規定如左：(1)經過醫院，學校者，於車行距離到達地前後，各五百尺外，安設「醫院肅靜，學校慢行」符號牌；(2)經過曲線及斜度險峻地方者，於車行距離到達地三百尺外，安設「曲線斜度危險」符號牌；(3)經過各道交界縣界，或單行道

之應轉方向地方，及市區界線者，應設下列各牌：  
（甲）路界牌；（乙）縣界，（丙）單行道，（丁）  
向左向右轉灣之處；（戊）市區界線；（4）經過深  
坑或山邊或河海邊或迂道者，於車行距離到達地前  
後三百尺外，安設「危險」符號牌；（5）經過處與鐵路  
互相交接者於距離相接地前後二百五十尺至五百尺  
外，安設「危險」符號牌，如該處已有電力，供給設備  
者，須添設電燈於路牌之上，（6）經過處與別公路  
互相交接者於距離相接地前後三百尺外，安設「危  
險」符號牌，（7）凡附近城市之公路行駛車輛，須  
立速度限制符號牌。

第六十五條 路線經過處，如屬市鎮村落，或兩路相  
接者，須於路傍着眼處，安設「路名」，「道里」及  
「方向」符號牌，以便行旅。

第六十六條 路成，通車後，修路須於修整地點前後  
五十尺至七十尺內，安設「修路危險」符號牌，入夜  
後，並須安設紅燈以導行人。

#### 第十七節 護土牆

第六十七條 公路路線經過下列地方，必須建築護土  
牆，以防傾塌而杜危險；（1）屬於山邊而山上泥質  
浮鬆者，（2）屬於海邊，湖邊而路基填築高度超過  
四尺者。

第六十八條 護土牆建築之規劃，牆頂闊度，不得少

過一尺六寸，牆底闊度不得少過牆之高度十分之五。

第六十九條 護土牆建築之材料，如屬水泥三合土者，其分量定爲一，二，四，（即一份水泥二份淨沙四份碎石），如屬石塊等須石質堅實者爲限石體之厚度，不得厚過三十寸，薄過四寸，並須以水泥清水淨沙和勻成漿，結砌之。

第七十條 前條護土牆之建築，每距離五尺，須空出一寸大之小孔，以備疏洩泥土內含蓄之水量。

### 第十八節 植樹

第七十一條 植樹須於路傍爲之，每樹距離度若干，雖因樹之種類各有不同，茲照普通情形，分別規定如下：（1）省道定爲二十尺至三十尺；（2）縣道定爲二十五尺至三十五尺；（3）鄉道定爲三十尺至四十尺。

第七十二條 植樹之位置，不得浸入路基基面，應以附着路傍界線爲合。

第七十三條 路傍所植之樹，應以適合下列規定爲限：（1）吸水性微薄者，但路近海傍湖邊者不在此限；（2）樹植無橫生路中，致而損壞路面暗渠者；（3）樹身挺直者；（4）容易發育者；（5）樹葉濃厚者；（6）樹枝堅韌能禦風雨及蟲類，所不侵蝕者。

第七十四條 路傍斜坡，不得種植體量過大樹木，如栽植高度不過三尺之花草，小樹者聽。

第七十五條 兩樹之中，如再栽植小樹花木者，應與大樹全列每株距離七尺爲度。

第七十六條 新種樹時，須以竹木支架扶植以防摧折。如在冬令時，尤須用禾稈包裹，以禦霜雪之侵害。

第七十七條 所植如橫枝過多而致阻礙車輛通行者，須隨時修削，距離路面高度不得低過十二尺。

第七十八條 路傍樹木無論天然生成或人工種植，如與車輛通行無礙者，不得傷伐。

#### 第十九節 廣告

第七十九條 凡公路兩傍，所懸貼廣告，須由主管機關規定劃一位置，不得任意張貼或豎立。

第八十條 廣告牌須在路線界外豎立之。

第八十一條 廣告之大小及式樣，須由主管機關呈報本處核定之。

第八十二條 廣告牌之顏色，或所設之電燈光線，以不防害行旅之視線，及美術上之觀瞻爲限。

#### 第二十節 附則

第八十三條 本法規所稱度數，概以英尺爲標準。

第六十四條 前條度數，如以本國尺比例英尺者，另表定之。

第八十五條 本法規所用各種工程名詞，暫以本法規附列中英參照道路名詞表爲標準。

第八十六條 本法規，所未盡規定事宜，得由本處隨時訂定，或由各縣主管機關，呈請本處核定頒行遵守。

第八十七條 本法規，自呈准廣東建設廳核准公佈之日施行。

## 附錄五 廣東公路處訂定全省公路行車章程

### 第一章 總則

第一條 本章程以保障行旅,完全預防行車危險為宗旨。

第二條 本章程除有特別政令規定外,凡屬廣東全省公路及一切民辦或官督民辦普通車路均適用之。

### 第二章 載重之限制

第三條 凡在公路行駛之四輪汽車,(客車或貨車),人力車馬汽車轆地機洩物機,犁田機救火機單輪汽車,雙輪汽車,及其他人力或機械車輛,如車輪輪箍置有釘鉤鏃角或尖銳物質者,一概不准行駛。

第四條 前條所列車輛,除轆地機及一切修路機車外,其車輪輪箍如以銅鉄製成者,一概不准行駛。

第五條 凡在已鋪造硬性材料路面,各公路行駛車輛,每輛載重合車體之重量,每車輪受重壓力,不得超過三噸合四輪受重壓力不得超過十二噸,如違,即停止其行駛。

如各路未經鋪造路面,或以鋪造而材料非硬性者,每車輛載重合車體重量,不得超過四噸為限。

(說明)本條所稱硬性路面種類如下:

- (1) 以水坭三合土鋪造者;
- (2) 以火磚鋪造者;
- (3) 以石塊鋪造者;
- (4) 以整塊堅木鋪造者;
- (5) 以瀝青馬加頓鋪造者:(注射法或混合法均屬之,)
- (6)

以瀝青混合土鋪造者；(7)以整層瀝青鋪造者；(8)以整塊瀝青鋪造者(9)以碎石或鵝卵石與沙泥混合鋪造，而以瀝青油過面上者，統以建有路面基礎而言，所稱非硬性路面種類如下：(1)以泥鋪造者；(2)以砂泥混合鋪造者，(3)以碎石砂泥混合鋪造者，(4)以鵝卵石砂泥混合鋪造者，以上無論已未建築路面基礎均屬之。

第六條 凡在各公路行駛車輛，每輛載重合車體之重量，每車輪輪箍闊度，每吋所受重壓力，不得超過六百磅，如違即停止其行駛。

第七條 凡在各公路行駛各種車輛，除洩物機外，每車輛之闊度，不得超過九十噸。

第八條 凡在各公路行駛車輛其輪箍闊度少過左例規定者，不得行駛，(1)單馬牽引車，或人力拖車，載重二千磅者，不得少過二吋，(2)輕便雙馬牽引車，載重三千五百磅者，不得少過二吋半，(3)中等雙馬牽引車，載重四千五百磅者，不得少過三吋，(4)較重雙馬牽引車，載重六千六百磅者，不得小過四吋(5)最重雙馬牽引車，載重七千五百磅者，不得少過五吋。

第九條 牛騾及其他獸類牽引車，所載重量，其輪箍闊度，悉照前條各項規定。

第十條 如因輸運機械及特種材料所載重量，超過本章程規定限度以上者，輸運人須將特別緣由，呈准

本處或附近主管路政機關，給予特別通過證，方得行駛，如違，致發生損害時，輸運人須負賠償之責。

### 第三章 速度之限制

第十一條 凡在公路行駛車輛，載重合車體重量超過四噸者，行駛速度每小時，不得超過十五英里，超過六噸，其輪箍以硬樹膠或同樣物料製成，不得超過十二英里，如轆地機及一切修路機車其輪箍以鋼鉄製成者，不得超過六英里。

第十二條 凡在公路行駛車輛，經過左列地方，每小時行駛速度規定如下：(1)與他公路或鐵路相連接處距離五百尺前後者，不得超過五英里，經過醫院學校者亦同；(2)經過急峽斜坡或轉灣曲者，不得超過二英里；(3)經過橋梁或已豎有標誌，註明行駛速度者，不得超過所定限度；(4)經過城市及人行繁衆地方，車之載量合車體重量在四噸者，不得超過十英里。

第十三條 凡各種車輛在人行安全範圍內，行駛者，須減少速度徐行。

### 第四章 駕駛者之取締

第十四條 凡駕駛汽車之司機人，未經各屬主管路政機關考驗合格，給有憑照者，不得執行駕駛車輛業



務。

第十五條 司機人如發見有左列情形之一者，應停止其執行業務，或撤銷其憑照，(1)未滿十六歲者；(2)神經病者；(3)耳疾目疾或其他廢疾者。

第十六條 司機人於酒醉時，不得執行職務，如違應處以五十元以下，十元以上之罰金，或并於一定期間停止其執行業務。

第十七條 司機人不得將所御車輛橫置路中，如因修理機件，亦須停放路傍，但仍不得滯留過二十四小時。

第十八條 御馬車人於停車時，須將馬緊繫路傍，并看管，如違致發生損害時，由御車人負責。

## 第五章 行車之秩序

第十九條 凡在公路行駛車輛，上駛者靠左邊行，下駛者靠右邊行，不得稍有混亂。

第二十條 凡行駛車輛，向左轉灣者，須循灣角渠邊石左轉，向右轉灣者，須逕駛至路之中心點始向右轉。

第二十一條 凡有車輛二輛以上，同時均向同一方向行駛者，須魚貫而行，後車不得超過前車，前後兩車距離不得少過五呎。

## 第六章 燈號及警號之設置

第二十二條 凡車輛須在車前設置白色燈號，車後設置紅色燈號，司機人遠見紅色燈號，須立將行駛速度減少徐行。

第二十三條 前條所列燈號，於日出前，日沒後行駛車輛時，須即燃明，但日出後，如遇天色黑暗或大霧迷漫時，仍須燃明，以杜危險。

第二十四條 兩車相過將近時，司機人須將車前所燃燈號光力減少。

第二十五條 任何車輛不得裝設怪聲警號。

第二十六條 車輛行駛至十字路三百呎前，司機人須鳴警號，並減少行駛速度。

第二十七條 兩車相遇距離三百呎前，互鳴警號，並行駛速度減少。

第二十八條 凡車輛行駛至醫院或學校前，不得亂鳴警號。

第二十九條 御車人如違反本章程所規定，而致傷害人畜者，除依現行刑律處罰外，並撤銷其執業憑照，或於一定期間停止其執行業務，因違反本章程所規定而致損壞路基路面，或其他一切建築物者，由主管路政機關按其損害情節之重輕，科以一百元以下，十元以上之罰金，向車輛所有人或受僱人追繳撥充修理費用。

第三十條 本章程有未盡事宜，得由本處隨時訂定，呈報廣東建設廳核准修正之。

第三十一條 本章程自奉廣東建設廳核准公佈之日施行。

## 附 錄 六 譯 名 對 照 表

A		Bedding course 礫層
Abrasion test 磨耗試驗		Belgian block pav.
Acres 英畝		Permdaz asphalt
Aggregate 骨材		Binder 結合物
Air bath 空氣浴		B. course 結合層
Amisite pavement,		Binding material 結合物
Aqueduct bridge 溝橋		Bitumen 瀝青
Arch culvert 拱形暗溝		Bituminous 瀝青的
Arched bridge 拱橋		B. cement 瀝青膠灰
Artificial foundation 人工路基		B. concrete foundation 瀝青混凝土路基
Ash 灰		B. lime stone 瀝青石灰石
Asphalt 地瀝青		B. macadam road 瀝青碎石路
A. block 地瀝青塊		B. material 瀝青材
A. cement 地瀝青膠灰		Black base 黑色路基
A. concrete 地瀝青混凝土		Blind drain 盲溝
A. mixing plant 地瀝青混合機		Block 建築段落
A. melting tank 地瀝青溶解槽		Bolt 繫釘
A. pavement 地瀝青鋪路		Boulevard 林蔭路
Asphaltic petroleum 地瀝青系石油		Box culvert 函形暗溝
Axle friction 輪瀝磨擦		Brick pavement 鋪磚路
B		Bridge 橋梁
Ball mill 球磨機		Briquette 結團體
Basalt 玄武岩		Broken stone road 碎石路

## C

California asphalt  
 Carbaness  
 Carbon disulphid 二硫化炭素  
 Catch basin 抑塵池  
 Catch water 導水溝  
 Cement 水泥  
 Cement grout 膠灰漿  
 Cement sand bedding course 膠灰

## 砂礫層

Cementation test 膠結試驗  
 Cementing power 結合力  
 Climax crusher  
 Clay 粘土  
 Closed cup 閉蓋式  
 Closed binder 閉結合  
 Coal tar 石炭焦油  
 Cobble stone pav 圓石鋪路  
 Coken oven tar 焦煤爐焦油  
 Cold elevator 冷材搬上器  
 Concrete 混凝土  
 Concrete bridge 混凝土橋  
 Concrete foundation 混凝土路基  
 Concentric type 同心式  
 Commercial inlet without catch basin.

Common 共同地  
 Community park 公眾公園  
 Consistency test 稠度試驗  
 Crack 罅裂  
 Cross section 橫截面  
 Crown 路冠  
 Cubic method 立方體法  
 Curb 欄石  
 Curve 曲線

## D

Deck bridge 上軌式橋  
 Dehydrated 無水焦油  
 Departmental road 縣道  
 Deval machine 特華爾式磨耗試驗機  
 Distillation 蒸溜  
 Double diagonal brick intersection  
 複斜形  
 Double track railway 複線軌道  
 Dorry machine 排列式硬度計  
 Drag scoop scraper 拖鋤均路機  
 Drainage 除水  
 Drain pipe 下水管  
 Ductility 延伸計  
 Durax Pavement  
 Dust palliative 鎮塵物

E

Earth road 泥路  
 Electric railway 電氣軌道  
 Elevating grader 揚土築路機  
 Elm 榆  
 Engler viscosimeter 英格爾式粘度計  
 Expansion joint 膨脹接縫

F

Fine mineral dust 礦物性粉末  
 Fire hydrant 消防龍頭  
 Fish plate 挾接板  
 Fixed carbon 固定炭素  
 Flash point test 發火點試驗  
 Flange rail 平頭軌條  
 Flexible 軟性  
 Float apparatus 浮標裝置  
 Foam test 泡沫試驗  
 Foothold 步履  
 Forest 森林公園  
 Foundation 路基  
 Fuel oil tank 燃油貯槽  
 Fuller's rule 福勒氏計算式

G

Gas house tar 瓦斯焦油

Gates crusher  
 Ginkgo 公孫樹  
 Gneiss 片麻岩  
 Grade 坡度  
 Grade resistance 坡度阻力  
 Grader 築路機  
 Granite 花崗石  
 Grahamite  
 Gravel 砂礫  
 Gravel road 砂礫路  
 Grooved rail 溝形軌條  
 Gutter 旁溝  
 Gyrotory crusher 旋轉式碎石機

H

Hackberry 朴  
 Hanging bridge 吊橋  
 Hard sand stone 硬砂石  
 Hardness 硬度  
 Heating drum 烘乾釜  
 Heavy oil 重油  
 Herring bone brick intersection  
 鯨骨形  
 Highway 公路  
 Hill side brick 山側磚  
 Hot elevator 熱材搬上器  
 Hot material chute 熱材溜槽

Hub 輪轂

Hydrocarbon 氫炭化合物

I

Iron bridge 鐵橋

Iroquois asphalt mixer

J

Jaw crusher 顎式碎石機

Joint filler 接縫填充物

K

Kiln mark 窯標

Klein-pflaster 小鋪石路

L

Light railway 輕便軌條

Linden 菩提樹

Lime stone 石灰石

Loam 壤土

London catch basin

Loss by evaporation 蒸發減量

M

Macadam 碎石

Macadamizing 碎石築路

Macadam road 碎石路

Macadam roller

Machanical stability 機械的安定度

Malthenes

Man hole 人孔

Maple 楓

Maximum density 極大密度

Maximum grade 極大坡度

Meandering type 紆路式

Measuring box 秤量器

Melting point test 熔點試驗

Milwankeec catch basin

Minimum grade 極小坡度

Monolithic brick pavement 一體鋪  
磚路

Motor vehicles 機動車

Mortar 膠泥

Mortar bedding course 膠泥褥層

Mosaik pflasterung 嵌工鋪石路

Moveable bridge 可動橋

N

Naphtha 石腦油

National road 國道

Native asphalt 天然地瀝青

Natural foundation 天然的路基

Neighborhood park 近隣公園

Neighborhood road 近隣道

## O

- Oak 橡  
 Oblong block pavement 長方形石塊鋪路  
 Oil asphalt 人造地瀝青  
 Oil gas tar 油瓦斯焦油  
 Omahr inlet without catch basion  
 Open binder 開結合  
 Open cup 開蓋式  
 Oyster shell pattern 蠔殼型

## P

- Page impact machine 柏紀氏衝撞機  
 Park system 公園統系  
 Park way 公園道  
 Parraffin 磺蠟  
 Pavement 鋪路  
 Penetrometer 針入度計  
 Perpendicular type 長方式  
 Pick 鶴嘴斧  
 Pipe culvert 管形暗溝  
 Pitch 瀝青  
 Pitch lake 瀝青湖  
 Plane 楓楊樹  
 Play field for base ball 棒球場  
 Play ground for small children

## 幼兒遊戲場

- Portland cement 普通水泥  
 Provincial road 鄉道

## R

- Radial type 放射式  
 Rattler test  
 Reinforced concrete bridge 鐵骨混凝土橋  
 Repress d brick 再壓磚  
 Revet 釘  
 River gravel 河川砂礫  
 Road 道路  
 Road b d 路床  
 Road roller 路輥  
 Rock asphalt 瀝青岩  
 Rock asphalt pavement 瀝青岩鋪路  
 Rolling resistance 轉動阻力

## S

- Sand clay road 砂粘土路  
 Sand bedding course 砂褥層  
 Scraper 均路機  
 Scraping grader 刮削築路機  
 Screen 篩  
 Seal coat 封縫層  
 Sheet asphalt pavement 地瀝青版



- 鋪路
- Shoulder 肩部
- Shovel 平鏟
- Side walk 步道
- Silt 沉泥
- Single diagonal brick intersection  
單斜形
- Single track railway 單線軌道
- Slip scraper 滑走均路機
- Solidite cement 硬性水泥
- Solubility test 溶解試驗
- Specific gravity 比重
- Sprinkling wagon 灑水車
- Square 市廣場
- Stone block pavement 鋪石路
- Stone bridge 石橋
- Storage bin 貯倉
- Street 街道
- Street tree 樹市街
- Street railway 市街軌道
- Street system 街路統系
- Sub-grade 路盤
- Subterranean railway 地下軌道
- Support power 支持力
- Surface construction 表面構造法
- Surface drainage 路面除水
- Surface heater 表面加熱器
- Surface railway 路面軌道
- T
- Tar 焦油
- Tar mastic 焦油漿
- Tandam roller
- Taylor and Thomson's rule
- Tetrachloride of carbon 四氯化炭
- Three wheel roller 三輪式路機
- Through bridge 下軌式橋
- Tire 輪箍
- Tongue scraper 舌形均路機
- Toughness test 韌性試驗
- Topeka pavement,
- Traction resistance 牽引阻力
- Traffic census 交通調查
- Trail T形軌條
- Trap 緣泥岩
- Trench construction 溝式構造法
- Trinidad asphalt
- Tulip tree 鬱金香樹
- U
- Under drainage 路底除水
- Underflow 潛流
- V

Vertical fibre brick	直維磚	Water-bound macadam road	水 固碎石路
Vibro-lithic method	震動法	Water gas tar	水瓦斯油
Visual inspection	肉眼的檢查	Wearing coat	磨耗層
Vitrified paving brick	玻璃化鋪磚	Wheel scraper	附輪均路機
Void	空隙	Wire-cut lug brick	線截磚
W		Wood float	木綆
Warren asphalt mixer		Wooden bridge	木橋
Warronite Bitulithic pavement.			



# 刊 誤

第幾章	位 置		誤 排	訂 正
	第幾頁	第幾列		
緒 言	1	8	是說衣	是衣
1 章	7	23	車軸	車輪
，，	10	12,14	撒油	撒油
，，	13	5	籬…時	籬狹的
，，	13	6	狹的	澀的
，，	14	19	的貨重以	以貨重的
，，	24	10	煙雨	煙雨
3 章	35	1	粘路	粘土的
，，	35	8	泥類	泥路
，，	38	13	撒布	撒布
，，	43	14	側面	測量
5 章	57	16	匪石	碎石
，，	60		第十三圖，第 十四圖位置排 倒了	
，，	62	8	25	2.5
，，	63	23	的逐	壘的逐
，，	65	9	0:648~1085	0.648~1.085
6 章	68	14	>14%	<14%
，，	68	15	>10'hr.	<10'hr.

第幾章	第幾頁	第幾列	誤	排	訂	正
„	68	16	>10mim		<10mim	
„	68	17	>5mim		<5mim	
„	68	21	>2,75%		<2.75%	
„	68	22	>1.5%		<1.5%	
„	69	23	e×S×e		e×S×g	
„	70	1	e×s×…		U×s×…	
„	70	2	e×g×…		U×g×…	
„	70	23	碎礫		砂礫	
„	71	15	同根		同樣	
„	72	4	土路的		土的	
„	78	6	土面路		土路	
„	78	22	路養		養路	
7 章	86	21	紐約		紐約	
„	87	16	直經		直徑	
„	88	8	蒸法		蒸發	
„	88	23	遊素		遊離	
„	91	16	10%		1.0%	
„	91	19	>10%		<1.0%	
„	92	9	>30%		<3.0%	
„	92	9	>1.0%		<1.0%	
„	92	12	>16.%		<16.0%	
„	93	9	>0595		>0.595	
„	93	11	>5%		<5% <sup>2</sup>	
„	94	24	>99.5%		<99.5%	
„	96	18	第七節		第六節	
8 章	100	24	的機		的機具	

