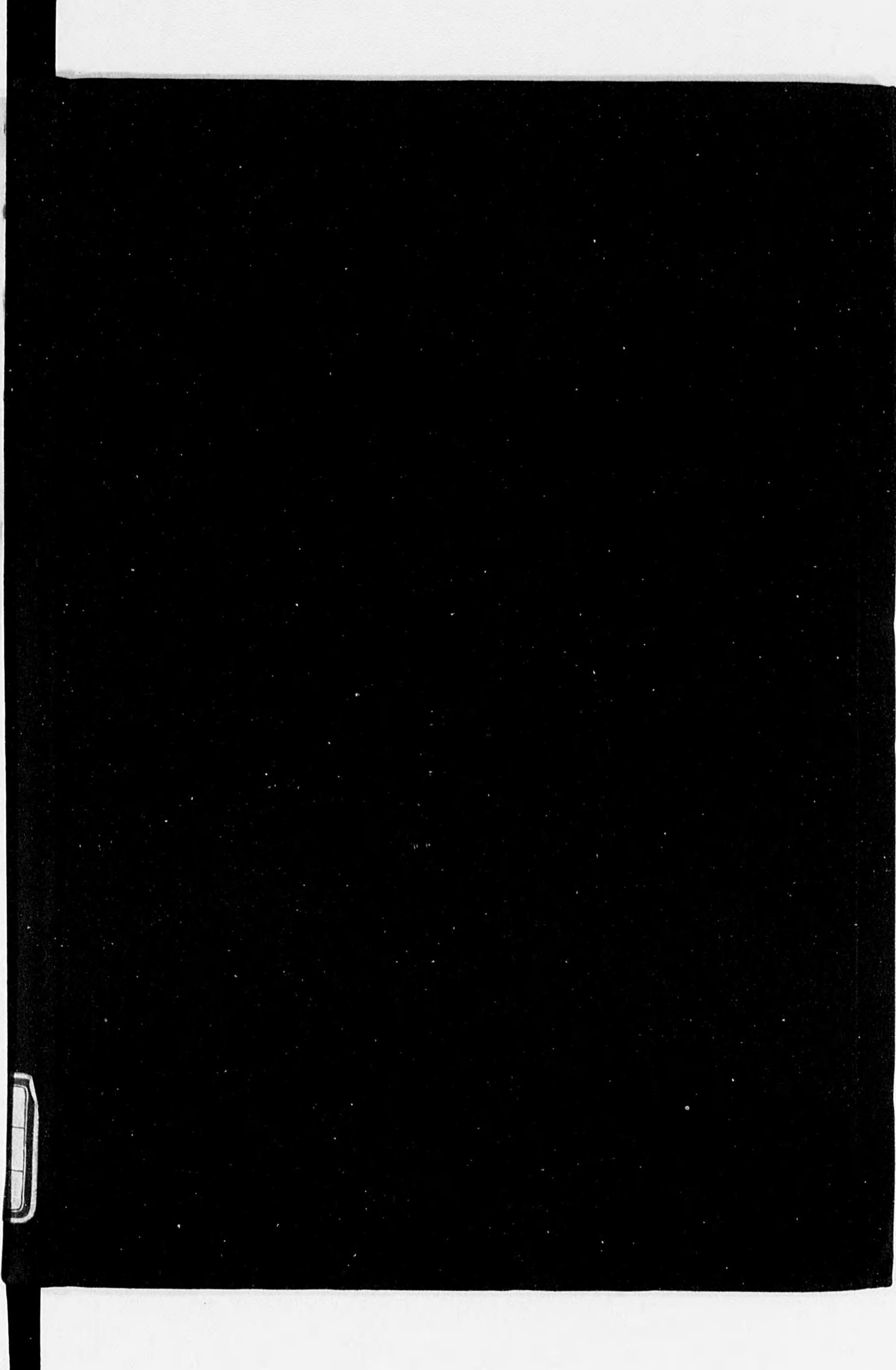




始





573.3  
D81

# 時局下に於ける土木施工法

内務省土木試験所編

東京

株式  
會社

コ ロ ナ 社

—2603—





56  
60

## 序

大東亞戰爭勃發して既に一有餘歳、聖戰遂行上あらゆる部門に亙り、資材、勞力不足の聲を聞く。土木工事の部門に於ても益々資材勞力の不足が切實になつて來た。然し現在は資材不足、勞力不足を徒に託つて拱手傍觀してゐる秋ではない。國土防衛に或は生産擴充に、高度國防國家建設に必要な土木施設は是が非でもやり遂げなくてはならない。これが爲には施工法を従來のやり方、考へ方から一步前進させ吾々の直面してゐる障壁を突破する心構へが必要である。

本書はかゝる意味に於て内務省土木試験所が事變當初以來進めて來た研究の一部を編纂し、土木関係者の參考に供せんとするものである。本書が聊かでも御國の爲に役立てば幸甚と思ふ次第である。

昭和十八年一月

内務省土木試験所長

工學博士 青 木 楠 男



## 目次

## 第一篇 道路舗装

<b>第一章</b>	<b>コンクリート舗装のセメント節約工法</b> .....	9
1.	総 説 .....	9
2.	従來のセメント使用量 .....	9
3.	貧配合コンクリートの強度 .....	10
4.	地耐力係数の測定値 .....	10
5.	自動車荷重に對するコンクリートの強度と路盤とに應ずる舗装厚の算定 .....	10
6.	コンクリート舗装の設計 .....	10
7.	セメント節約工法案 .....	12
8.	施行に關する示方 .....	13
9.	コンクリートの磨耗に關する考案 .....	13
10.	従來の貧配合コンクリート舗装 .....	13
<b>第二章</b>	<b>瀝青舗装のアスファルト節約工法に就て</b> .....	15
1.	瀝青舗装の發達の經過 .....	15
2.	瀝青舗装の在來の構成より見たる改良の方針 .....	15
3.	基層の耐力増進工法 .....	18
4.	瀝青舗装のアスファルト節約工法に就て .....	18
5.	透入工法の節約工法に就て .....	22
6.	路面維持に關する組織 .....	23
<b>第三章</b>	<b>砂利道の母體組成</b> .....	24
1.	緒 言 .....	24
2.	土 の 特 性 .....	24
3.	路面としての砂利道の組成及び施工方法 .....	28
4.	路面安定工法の母體としての砂利道の組成 .....	33
<b>第四章</b>	<b>砂利道を母體とする代用路面工法</b> .....	38
1.	緒 言 .....	38



2. 水硬性膠着材を利用する路面安定工法	39
3. 瀝青質材料を使用する路面安定工法	43
4. 諸化學的安定劑に依る工法	44
<b>第五章 トラマカダムに関する資料(石炭と火山灰を使ふ簡易舗装)</b>	47
<b>第六章 路盤と砂利道の地耐力測定方法</b>	51
1. 地耐力係数	51
2. 地耐力係数測定方法	52
3. 路盤の地耐力測定試験	53
<b>第七章 コンクリート舗装用振動機に就て</b>	57
1. 緒言	57
2. 實施報告	59
3. 使用上の注意	64
<b>第八章 安定處理道(砂利道の簡易舗装化)</b>	67
1. 土の安定處理に就て	67
2. 種々の路面安定處理法	68
3. 乳劑處理道の工法	72
4. セメント處理道の工法	85
5. マカダム工法	100
6. 外國に於ける施工法	110
7. 安定處理土の強度試験	117
8. 安定處理道の將來	134
<b>第九章 東京府に於ける節約工法の實例</b>	137
1. 緒言	137
2. 車道舗装基礎改正案の施工要領	140
3. 貧配合コンクリート舗装	141
<b>第十章 東京市に於ける路盤強度、交通量及び舗装厚との適當なる調和に基 く路面工費並に維持費の節約工法</b>	167
1. 推奨工法	167
2. 施工並に成績概要	168

## 第二篇 構造物

<b>第一章 木材防腐案(木材保存會)</b>	178
1. 概要	178
2. 材腐に關する木材保存會起草に掛る日本標準規格案(昭和14年)	179
<b>第二章 竹筋コンクリートの強度並に調査</b>	182
1. 序言	182
2. 試験目的	183
3. 試験體及び試験方法	183
4. 竹材及びコンクリートの品質	185
5. 引拔試験結果並に之に對する考察	187
6. 竹筋コンクリート梁の曲げ試験結果並に之に對する考察	188
7. 竹筋コンクリート工作物に關する調査	192
<b>第三章 擁壁の材料節減に就て</b>	197
1. 擁壁控杭の節減工法	197
2. 擁壁控壁の高さ	198
3. 控壁の擁壁からの距離	198
4. 控壁の傾き	199
5. 擁壁の滑出に對する最も有效な補強法	199
6. 裏込材料の節約に就て	200
<b>第四章 無筋コンクリート拱橋に就て</b>	201
1. 緒言	201
2. 最近に於ける無筋コンクリート拱橋の趨勢	201
3. 無筋コンクリート拱橋構造	203
4. 無筋コンクリート拱橋構造に對する考察	203
<b>第五章 溶接工法の基準と溶接棒の選定</b>	206
1. 鋼材の節約と溶接	206
2. 電弧溶接法	207
3. 溶接接手の構造とその應力計算	209
4. 溶接接手の許容強度と溶接構造物の安全率	210



5. 熔接鉄桁橋 .....211

6. 熔接トラス橋 .....212

7. 鉄筋の熔接接合 .....216

8. 電 極 棒 .....220

9. 電極棒規格案 .....225

10. 熔接工資格検定 .....227

11. 熔接の缺點判別 .....228

12. 電弧熔接鋼道路橋設計及び製作示方書案 .....230

13. 電弧熔接工資格検定規格 .....239

附 圖

第一篇 道路舗装

第一章 コンクリート舗装のセメント節約工法

1. 總 説 コンクリート舗装は、従来基層 1:3:6, 厚 15 cm, 上層 1:1 $\frac{1}{2}$ :3, 厚 5 cm のもの多く、そのセメント使用量 56 kg/m<sup>2</sup>, 333 ton/km 程度であつたが、そのセメント使用量を節約する爲に (1) 質配合のコンクリートを用ひ、その強度を増大する工法を適用し (2) 路盤の耐力を測定して一定の地耐力係数を有する路盤を基礎とし (3) 路盤の地耐力係数と質配合コンクリートの強度に應ずる舗装厚を求め、之等に基づくコンクリート舗装のセメント節約工法を求むる。

2. 従來のセメント使用量 従來のコンクリート舗装は二層式のもの多くそのセメント使用量は

基 層	1:3:6	厚 15 cm	34.5 kg/m <sup>2</sup>	207 ton/km
表 層	1:1 $\frac{1}{2}$ :3	厚 5 cm	21.0 kg/m <sup>2</sup>	126 ton/km
計		20 cm	55.5 kg/m <sup>2</sup>	333 ton/km

第 1 表

配 合	水 比	セメント量 (kg/m <sup>2</sup> )	圧 縮 強 さ		曲 げ 強 さ		曲げ強さ 壓縮強さ (%)
			標 準 (kg/cm <sup>2</sup> )	振 動 (kg/cm <sup>2</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )	
1:2:4	0.40	295	343	434	56	53	14.5
1:3:6	0.55	205	157	343	43	54	15.7
1:4:8	0.65	155	81	241	28	45	18.6
1:5:10	0.90	125	37	141	17	26.9	19.2
1:2:6	0.50	119	—	319	—	52	16.5
1:2:8	0.52	185	—	308	—	47	15.3
1:2:10	0.61	150	—	224	—	42.6	19.0
1:5:12	0.95	110	—	127	—	20	16.0



即ちコンクリート舗装のセメント使用量は  $50 \sim 60 \text{ kg/m}^2$  であり、そのセメント量を  $30 \sim 50\%$  節約して  $20 \sim 30 \text{ kg/m}^2$  とする法を目標とす。

**3. 貧配合コンクリートの強度** 舗装用コンクリートの強度は従来用ひられてゐる配合と貧配合のものにつき、通常の締固め工法と振動工法とのもの強度試験結果は次の如く、 $1:3:6$  のものは、振動工法の  $1:5:10$  のものと強度近似し、セメント量は  $60\%$  に節約し得る(第1表参照)。

**4. 地耐力係数の測定値** 路盤の耐力を測る爲に荷重と沈下量の関係を求め  $\text{kg/cm}^2/\text{cm}$  を以て地耐力係数  $K$  として表した。その實測結果は大體次の如く路盤を補強したものは  $K$  を  $5 \sim 10$  程度にとり得ると考へられる。

(1) 切取部分の路盤

砂 1cm	輾壓 10回	$K = 2.5 \text{ kg/cm}^2/\text{cm}$
砂利 5cm	同	4.5~7.7

(2) 盛土部分の路盤自然輾壓を加へたる後

砂利 3cm	輾壓 10回	7
砂利 5cm	同	13

(3) 砂利道の砂利を掻きとりたるものにつき

路床 (砂利層をはいだもの)	$\{0.20 \sim 0.40$ $\{2.0 \sim 4.5$
砂利厚 5cm を残せるもの	2~4
砂利厚 10cm を残せるもの	4.7~9.5

**5. 自動車荷重に對するコンクリートの強度と路盤とに應ずる舗装厚の算定** 自動車荷重  $5,500 \text{ kg}$  及び  $6,900 \text{ kg}^1)$  につきコンクリートの曲げ強さ、路盤の地耐力係数を考へて舗装厚を算定すれば第2表の如し。

$W = 5,500 \text{ kg}$  の場合の状の厚さ、 $K$ 、版の應力の関係を圖示すれば第1圖の如し。

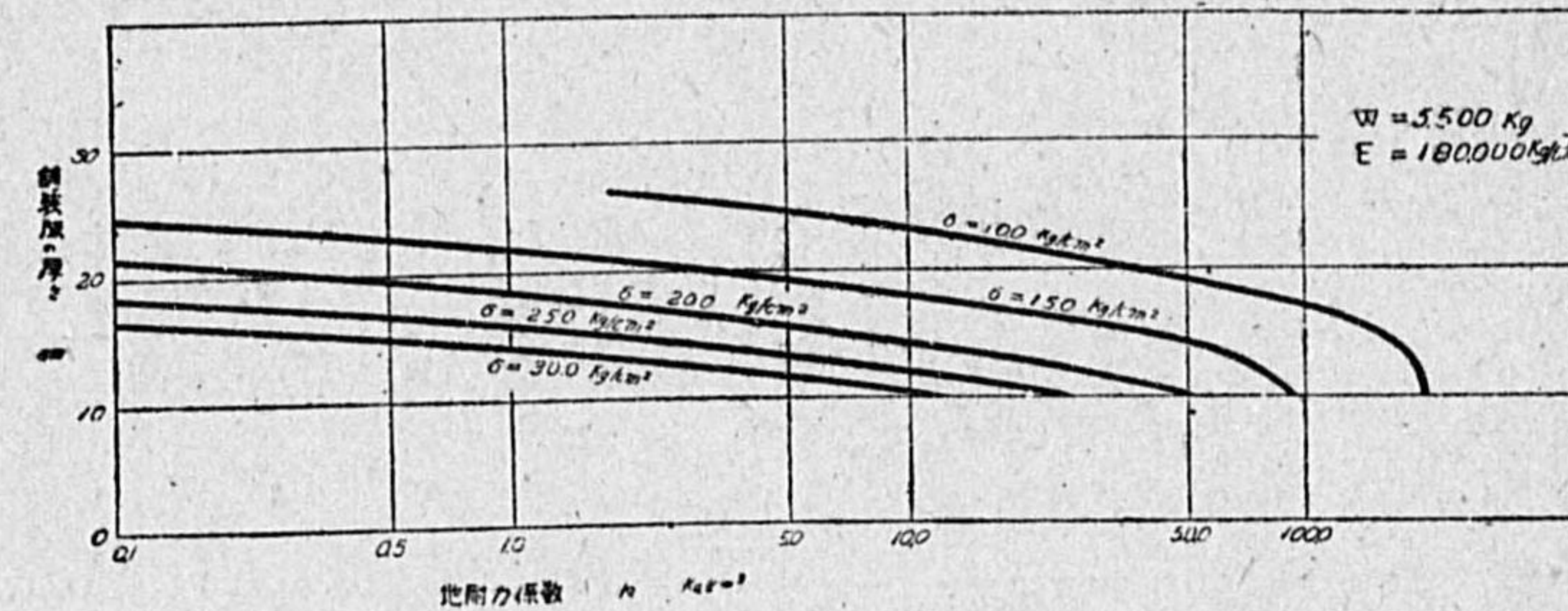
**6. コンクリート舗装の設計** コンクリートの曲げ強さの安全係数を 2

1) 荷重は鋼道路橋設計示方書に依る  $13 \text{ t}$  及び  $9 \text{ t}$  の自動貨車後輪に對し、 $1.54$  並に  $1.32$  の衝撃係数を考慮せるものである。

第 2 表

許容強さ <sup>1)</sup>	圧縮強さ ( $\text{kg/cm}^2$ )	曲げ強さ ( $\text{kg/cm}^2$ )	$W = 5,500 \text{ kg}$		$W = 6,900 \text{ kg}$		所要コンクリート圧縮強さ
			$K = 5$ ( $\text{cm}$ )	$K = 10$ ( $\text{cm}$ )	$K = 5$ ( $\text{cm}$ )	$K = 10$ ( $\text{cm}$ )	
60	10	24.5	22.75	—	—	120	
90	15	19.0	18.0	21.5	20.0	180	
120	20	15.75	14.75	17.75	16.5	240	
150	25	13.5	12.25	15.25	14.0	300	
180	30	11.75	10.0	12.5	12.0	360	

とし許容曲げ強さと地耐力係数 5 と 10 との場合につき舗装厚を算定し、その曲げ強さを有するコンクリートの配合を求め、之に應ずる舗装厚を定むれば第3表の如し<sup>2)</sup>。



第 1 圖

第 3 表

曲げ強さ	許容曲げ強さ	$K = 5$	$K = 10$	配合 (曲げ強さ)	厚さ	
					$K = 5$	$K = 10$
20	10	24.5	23	1:5:12 (20)	25	23
30	15	19	18	1:5:10 (27)	20	18
40	20	16	15	1:2:10 (33) 1:4:8 (45) 1:2:6 (52) 1:2:8 (47) 1:3:6 (54) 1:2:4 (63)	16	15
50	25	13.5	12.5		15	13.5
60	30	12	11		14	13
					13.5	12.5
					13	12
					12	11

1) コンクリートの強度に對し安全係数を 2 とした。

2) 使用荷重第二種  $9 \text{ t}$  自動貨車、衝撃係数を考慮すれば第一種荷重と近似するから之をとつた。



**7. セメント節約工法案** セメント節約の舗装工法の設計に當り 15 cm と 12 cm との 2 種をとり考へらるる工法につき、セメント使用量を求むれば第 4 表の如し。

第 4 表

	厚 15 cm		厚 12 cm	
	配 合	セメント使用量	配 合	セメント使用量
(1)	1:5:10	19.5 kg/m <sup>2</sup>	1:4:8	20.4
(2)	(10 cm) 1:5:10 (5 cm) 1:3:6	13.0 11.5 } 24.5	1:3:6	27.6 (K=10)
(3)	1:4:8	25.5 (K=5)	1:2:4	38.4 (K=5)
(4)	(10 cm) 1:4:8 (5 cm) 1:3:6	17.0 11.5 } 28.5	1:2:6	30.5 (K=10)
(5)	(10 cm) 1:5:10 (5 cm) 1:2:4	13.0 16.0 } 29.0	1:2:8	25.5 (K=10)
(6)	1:3:6	34.5	1:2:10	20.5
(7)	(10 cm) 1:4:8 (5 cm) 1:2:4	17 16 } 33.0		
(8)	1:2:10	25.6 (K=10)		

(K=5) 及び (K=10) は地耐力係数 5 及び 10 の場合に計算上耐えらるる設計である。之を大別して

第 5 表

セメント使用量	設 計 工 法		
	配 合	厚さ (cm)	セメント使用量 (kg/m <sup>2</sup> )
20 kg/m <sup>2</sup>	(1) 1:5:10	15	19.5
	(2) 1:4:8	12	20.4
	(3) 1:2:10	12	20.5
25 kg/m <sup>2</sup>	(1) 1:5:10 (10 cm)	15	24.5
	1:3:6 (5 cm)		
	○ (2) 1:4:8	15	25.5
	◎ (3) 1:3:6	12	27.6
	◎ (4) 1:2:8	12	25.5
◎ (5) 1:2:10	15	25.6	
30 kg/m <sup>2</sup>	(1) 1:5:10 (10 cm)	15	29.0
	1:2:4 (5 cm)		
	(2) 1:4:8 (10 cm)	15	28.5
35 kg/m <sup>2</sup>	◎ (3) 1:2:6	12	30.5
	(1) 1:3:6	15	34.5
	(2) 1:4:8 (10 cm)	15	33.0
	(2) 1:2:4 (5 cm)	15	33.0
	○ (3) 1:2:4	12	38.4

○ 印は K=5, ◎ 印は K=10 の場合に計算上安全の設計とす。

**8. 施工に関する示方**

(1) 表層は總て振動工法と同程度の搗固めを行ふか、轉壓を充分行ひセメントペーストが表面に滲出し、セメント乳皮を以て表面が被覆されるに至る迄之を行ふ。

(2) セメント乳皮が滲出するに至らざる場合はセメントペーストを表面に添加して轉壓し表面空隙なきコンクリート面となる様仕上ぐるものとす。

(3) 路盤は地耐力係数 5~10 の程度に仕上ぐるものとす。

(4) 継目の間隔は從來の設計よりも短縮し継目に接する版のコンクリートは數分富配合を用ふるものとす。

**9. コンクリートの磨耗に関する考案** 自動車交通に依る磨耗は著しくないと考へらるるが鐵輪交通に對する試験結果から考へると (第 6 表) 磨耗量は強度と略逆比例し、強度小なるものは磨耗量大である。之は瀝青質塗装によつて相當保護しなくてはならぬ。

第 6 表

コンクリート配 合	セメント使用量 (kg/m <sup>2</sup> )	ラトラー磨耗量 (%)	ラトラー磨耗深 (mm)	摘 要
1:0:1	1050	15.1	6.2	徑 15 cm のコンクリート球體に依るラトラー試験 總重量 66 gk の鐵球を入れ 30 r. p. m. の速度で 1800 回轉させ 6 個の球體の平均をとる。 高田技師試験
1:0:2	780	14.6	6.1	
1:1:2 1/2	510	21.8	8.6	
1:1.2:2 1/2	490	24.2	9.5	
1:1 1/2:3	390	28.3	11.1	
1:2:4	330	36.2	14.2	
	250	(46.0) 推定		
	200	(55.0) 推定		
	165	(66.0) 推定		

**10. 從來の貧配合コンクリート舗装** 昭和 8 年迄に 1:3:6 コンクリートを表層とするもの 16,183 m<sup>2</sup>、全面積の 3.7% を占め、昭和 8~11 年迄のもの同じく 250,930 m<sup>2</sup>、同じく 6.7% を占めてゐる。東京府に於て昭和 11 年に施工せる青梅街道の配合は 1:2:10 であつて今日迄異状なく重交通に耐えてゐる。



舗装厚は従来 9, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21cm の如く多様であつた。

## 第二章 瀝青舗装のアスファルト節約工法に就て

**1. 瀝青舗装の發達の經過** 自動車の發達に伴ひ各國とも路面問題の解決に直面する様になつた際に、1908 年國際道路會議第 1 回會議で「自動車の道路に及ぼす影響」と「路面の損傷及び塵埃防止法」の議題につき論究し、満足なる解決を與ふる原則を立て得ず主として塵埃防止の技術的問題を討議し、各種の試験舗装の結果を研究し合つた。

1910 年第 2 回會議で「車輪の重量と速度とが舗装設計に及ぼす影響」及び「路面に損傷を與へざる爲の車輛に対する條件」の議題を取り扱ひ、貨物自動車の速度、軸重の大きさ及びタイヤの壓力の限度を決定し國際的の基準を立てた。

1913 年第 3 回會議で「各種の原因に基く車道損傷に關する 1908 年以後の試験研究の經過」の議題につき、論議し、常置委員會で報告書をまとめ之によりて自動車の構造、之に對應する舗装の標準設計が略一定の目標に達した。

かくして瀝青舗装は現在の自動車に對しては、コンクリート基層上に厚 5cm が基準となつた。然し舗装の配合、混合方法、施工方法の熟練と經驗により著しく進歩をみたが、自動車の速度もその機能、能力に應ずるために増大する様になり、舗装の滑止工法の必要が叫ばれるに至り各國之が實施を行つた。従つて 1934 年第 7 回會議で再び前回以後 30 年間の各國の經驗及び研究の結果を討議し合つた。

然るにまた材料の不足により、舗装の配合、混合方法を検討して如何にして厚さを減じ、より少きアスファルトで構成せしむべきかの必要を生ずるに至つた。

### 2. 瀝青舗装の在來の構成より見たる改良の方針

#### (1) 土木試験所報告第 14 號報告より

乳劑透入マカダムの構成を考ふるに當り、砂利基層の上に乳劑マカダムを築造して行へる舗装の結果を見るに、



下層 碎石 60~20 mm, 厚 80 mm を敷均し, 輾壓し目潰材碎石 20~6 mm を加し輾壓し, 乳劑 3.5 l/m<sup>2</sup> 撒布し, 碎石 20~6 mm のものを加へ輾壓し

上層 下層の上に乳劑 3.5 l/m<sup>2</sup> を撒布し, 碎石 13~7 mm のものを加へ輾壓し, 之が安定した後に更に乳劑 2 l/m<sup>2</sup> と石屑 3~1 mm のものを撒布し輾壓して仕上を行ひ, 此の上に乳劑 2 l/m<sup>2</sup> と碎石 12~3 mm のもの 6 l/m<sup>2</sup> 加へ軽く輾壓し

表面仕上 この上に乳劑 1 l/m<sup>2</sup> と碎石 12~3 mm のものを 4 l/m<sup>2</sup> 加へて輾壓仕上げた。

此の構成を見るに

透入法	下層	骨材の乳劑被膜厚	90 μ
	上層		200 μ
	表層		20 μ
混合法			50 μ

一般に碎石又は砂利道の構成を考へるに, 路面層の母體をなす下層は車輪荷重を支持すべき主體で相當の厚さを有し, 表面の車輪荷重を路盤に廣き面積に互り分布せしむべき作用をなさしむべきもので, 相當の強度を必要とするものである。従つて瀝青被膜厚は薄い方が強さ大であり, 厚すぎれば骨材粒子の表面で瀝青が却つて潤滑作用をなし粒子が移動し易く安定を缺く恐れがある。

従つて下層の被膜厚は薄くして 90 μ である。

上層の目的は之と異り, 下層が相當の厚さと結合強度大なるものを必要とし, 従つて幾分空隙も大であるから, 之を保護する必要上上層は防水作用大なる緻密なる層として下層を被覆する爲に, 相當量の瀝青量を要し被膜厚 200 μ としたのである。

表層は之らの下層と上層とが車輪により, 直接に損傷されぬ様に保護する爲に車輪に対するクッション作用をなさしむるを目的とし, 常に維持を要する層である。

透入法で一樣に粒子を瀝青で被覆せしむるには 90 μ 程度の被膜厚となるが, 混合法による試験結果によれば 50 μ 程度で足りる。従つて透入工法は混合法を用ふる事により瀝青量を減じ得ると考へられる。

シートアスファルト等の如く高級舗装の混合に機械混合法パツグミルを用ふるものは, 粒子表面の被膜厚は計算によれば 8 μ 程度と考へられる。

之により瀝青量を減ずるには被膜厚を減じ, 定住性を増大せしむるには透入法より混合法に進むべきものである。然るに透入法の特質は骨材粒子の嚙合作用を利用するにある。嚙合作用は混合法によるよりも透入法によるものが大である。従つて透入法の技術進歩し粒子の嚙合作用を充分に保持せしめて, 之に被膜厚を減じ得る透入工法に関する經驗を得れば, 更に舗装の安定性大なる結果を得るに至ると考へられる。

#### (1) 砂利道の構造

基層(主體)	表層	封減層
厚 15 cm	厚 5 cm	厚 0

(イ) コンクリートベース アスファルト表層

(ロ) マカダムベース 透入又は混合マカダム 石屑被覆

(ハ) プレートガーダー 光明丹 色ペンキ

#### (2) 瀝青舗装のアスファルト節約工法 瀝青舗装の材料節約座談會に於ける意見を綜合して考へると

- 1) 砂利基層の耐力を増大せしめて舗装の厚さを減じ, アスファルト量を節約する。厚さを減ずれば脆弱となるから, 針度大なるアスファルトを使用し, 之をタフならしめる構造を與へる。
- 2) 軟質アスファルトを用ひて, 被膜を可及的薄く最小限度の量に止める様な工法を用ひる。透入マカダムより混合法マカダムへの段階である。
- 2) アスファルトの膠着力のみによらず骨材粒子の嚙合作用を利用する工法をとる。粗粒式又は透入マカダム式



**3. 基層の耐力増進工法** 表面の舗装に関しては相當の工事費をとるとも、基層として碎石又は砂利層を利用する場合、若くは路盤の工法は、従来極めて些少の工法を加へるに過ぎずしてその工費を閑却しての傾向もあつたので、基層又は路盤に對して相當の地耐力を有せしめて、之を路盤としてよりも「基盤」としての工法を與へ地耐力を有すれば表層の瀝青層も相當之を軽減する事ができる。

水締碎石層を充分締固め表面に石粉のペーストが滲出し、之が乾燥すれば表面が石粉で被覆さるゝに至るまで締め固める。

粒子の嚙合作用と石粉の締合作用とを同時に利用し得る様にすれば、瀝青質の表層は厚 2~3 cm で足りる。

**4. 瀝青舗装のアスファルト節約工法に就て** 先に述べた節約工法の方針として砂利基層の耐力を増大せしめて舗装の厚さを減じ、且つ厚の小なる爲に、脆弱とならぬ様に軟質アスファルトを用ひてタフならしめる工法にして、東京市に於て各種の試験舗装を昭和 12 年 5 月~13 年 11 月に互つて施工したがその結果は極めて有効であつた。

之等のうち最も成績良好なるものは次の如くである。

(1) 砂利基層上の粗粒式瀝青コンクリート舗装厚 3 cm

1) 砂利基層厚 15 cm の表面をタール 1.2 l 砂 2 l で処理し沈下量 4 mm 以下とす。

2) 配 合

アスファルト	針度 130~150	6%
碎 石	寸法 20 mm 級	66%
砂		28%
石 粉		0

3) 表面はシールコートとして瀝青モルタル 6 gk/m<sup>2</sup> を用ふ。

配合はアスファルト針度 130~150 のもの 12%、砂 58%、石粉 30% のものとす。

(2) コンクリート基層上に粗粒式瀝青コンクリート(り)全厚 2~3 cm

1) コンクリート基層厚 15 cm, 路盤沈下量 10 mm 以下

2) 配 合

アスファルト針度	130~150	8%
碎 石	13 mm のもの	55%
砂		24%
石 粉		13%

3) 表面にアスファルト・モルタル 5.4 kg/m<sup>2</sup> のシールコートを施工す。配合(れ)

(3) 砂利基層上に粗粒式瀝青コンクリート厚 3 cm (か)

1) 砂利基層 15 cm, タール 1.4 l, 砂 3 l で処理す。

2) 配 合

アスファルト針度は	130~150	7%
碎 石	20 cm	56%
砂		24%
石 砂		13%

3) 表面にシールコートとしてアスファルト・モルタル 7 kg/m<sup>2</sup> を施工す。配合(そ)

アスファルト 6%, 砂 68, 石粉 23%

(4) 細粒式瀝青コンクリート 厚 3 cm, トベカ式

1) コンクリート基層厚 15 cm

2) 配 合

アスファルト	針度 100~120	8%
碎 石	13 mm	21%
砂		58%
石 粉		13%

3) 表面にシールコートを施工せず。



(5) 瀝青モルタル厚 1.5~2 cm

1) コンクリート基層厚 15 cm

2) 配 合

アスファルト針度	130~150	10%
砂		68%
石 粉		22%

3) 表面にシールコートを実施せず

(6) 砂利基層上に瀝青モルタル 1.5 cm 準高級舗装として用ひられる。

1) 砂利基層 15 cm, 厚 枕下量 4 mm

2) 配 合

アスファルト針度	130~150	9%
砂		91%
石 粉		0%

3) シールコートを実施せず

表示すれば第 8 表の如し。

第 8 表 成績良好なる新規工法

舗 装 厚	混 合 材 の 組 成				表面処理				
	アスファルト	石 砂	石 粉						
粗粒式瀝青コンクリート	砂利道 1.5 cm タール 1.2 l 砂 2 l 沈下量 4 mm	針度 (%)	130~150	6	20 mm 66	28	—	瀝青モルタル処理 6 kg	
		大小 (%)	130~150	8	13	55	24	13	4.5 kg
		大小 (%)	130~150	7	20	56	24	13	7 kg
細粒式瀝青コンクリート	砂利道 15 cm タール 1.4 l 砂 3 l	針度 (%)	100~120	8	13	2	58	13	—
		大小 (%)	100~120	8	13	2	58	13	—
瀝青モルタル	コンクリート 15 cm	針度 (%)	130~150	10	—	68	22	—	—
		大小 (%)	130~150	9	—	91	—	—	—

之等の新規の工法と在來の工法とのアスファルト使用量及び工事費の比較は

第 7 表

舗装厚	材 質	路 理	混 合 材		針 度	石 砂	石 粉	表 面 處 理					
			アスファルト	石 砂									
3	砂利道 15cm	—	4mm	針度 130~150	5%	20mm 95%	—	—					
									250~300	5	95	—	—
									130~150	6	65.8	28.2	—
3	砂利道 15cm	—	4mm	針度 130~150	5%	20mm 95%	—	—					
									250~300	5	95	—	—
									130~150	6	65.8	28.2	—
3	砂利道 15cm	—	4mm	針度 130~150	5%	20mm 95%	—	—					
									250~300	5	95	—	—
									130~150	6	65.8	28.2	—
3	砂利道 15cm	—	4mm	針度 130~150	5%	20mm 95%	—	—					
									250~300	5	95	—	—
									130~150	6	65.8	28.2	—
3	砂利道 15cm	—	4mm	針度 130~150	5%	20mm 95%	—	—					
									250~300	5	95	—	—
									130~150	6	65.8	28.2	—
3	砂利道 15cm	—	4mm	針度 130~150	5%	20mm 95%	—	—					
									250~300	5	95	—	—
									130~150	6	65.8	28.2	—
3	砂利道 15cm	—	4mm	針度 130~150	5%	20mm 95%	—	—					
									250~300	5	95	—	—
									130~150	6	65.8	28.2	—
3	砂利道 15cm	—	4mm	針度 130~150	5%	20mm 95%	—	—					
									250~300	5	95	—	—
									130~150	6	65.8	28.2	—
3	砂利道 15cm	—	4mm	針度 130~150	5%	20mm 95%	—	—					
									250~300	5	95	—	—
									130~150	6	65.8	28.2	—
3	砂利道 15cm	—	4mm	針度 130~150	5%	20mm 95%	—	—					
									250~300	5	95	—	—
									130~150	6	65.8	28.2	—
3	砂利道 15cm	—	4mm	針度 130~150	5%	20mm 95%	—	—					
									250~300	5	95	—	—
									130~150	6	65.8	28.2	—
3	砂利道 15cm	—	4mm	針度 130~150	5%	20mm 95%	—	—					
									250~300	5	95	—	—
									130~150	6	65.8	28.2	—
3	砂利道 15cm	—	4mm	針度 130~150	5%	20mm 95%	—	—					
									250~300	5	95	—	—
									130~150	6	65.8	28.2	—
3	砂利道 15cm	—	4mm	針度 130~150	5%	20mm 95%	—	—					
									250~300	5	95	—	—
									130~150	6	65.8	28.2	—
3	砂利道 15cm	—	4mm	針度 130~150	5%	20mm 95%	—	—					
									250~300	5	95	—	—
									130~150	6	65.8	28.2	—
3	砂利道 15cm	—	4mm	針度 130~150	5%	20mm 95%	—	—					
									250~300	5	95	—	—
									130~150	6	65.8	28.2	—
3	砂利道 15cm	—	4mm	針度 130~150	5%	20mm 95%	—	—					
									250~300	5	95	—	—
									130~150	6	65.8	28.2	—
3	砂利道 15cm	—	4mm	針度 130~150	5%	20mm 95%	—	—					
									250~300	5	95	—	—
									130~150	6	65.8	28.2	—
3	砂利道 15cm	—	4mm	針度 130~150	5%	20mm 95%	—	—					
									250~300	5	95	—	—
									130~150	6	65.8	28.2	—
3	砂利道 15cm	—	4mm	針度 130~150	5%	20mm 95%	—	—					
									250~300	5	95	—	—
									130~150	6	65.8	28.2	—
3	砂利道 15cm	—	4mm	針度 130~150	5%	20mm 95%	—	—					
									250~300	5	95	—	—
									130~150	6	65.8	28.2	—
3	砂利道 15cm	—	4mm	針度 130~150	5%	20mm 95%	—	—					
									250~300	5	95	—	—
									130~150	6	65.8	28.2	—
3	砂利道 15cm	—	4mm	針度 130~150	5%	20mm 95%	—	—					
									250~300	5	95	—	—
									130~150	6	65.8	28.2	—
3	砂利道 15cm	—	4mm	針度 130~150	5%	20mm 95%	—	—					
									250~300	5	95	—	—
									130~150	6	65.8	28.2	—
3	砂利道 15cm	—	4mm	針度 130~150	5%	20mm 95%	—	—					
									250~300	5	95	—	—
									130~150	6	65.8	28.2	—
3	砂利道 15cm	—	4mm	針度 130~150	5%	20mm 95%	—	—					
									250~300	5	95	—	—
									130~150	6	65.8	28.2	—
3	砂利道 15cm	—	4mm	針度 130~150	5%	20mm 95%	—	—					
									250~300	5	95	—	—
									130~150	6	65.8	28.2	—
3	砂利道 15cm	—	4mm	針度 130~150	5%	20mm 95%	—	—					
									250~300	5	95	—	—
									130~150	6	65.8	28.2	—
3	砂利道 15cm	—	4mm	針度 130~150	5%	20mm 95%	—	—					
									250~300	5	95	—	—
									130~150	6	65.8	28.2	—
3	砂利道 15cm	—	4mm	針度 130~150	5%	20mm 95%	—	—					
									250~300	5	95	—	—
									130~150	6	65.8	28.2	—
3	砂利道 15cm	—	4mm	針度 130~150	5%	20mm 95%	—	—					
									250~300	5	95	—	—
									130~150	6	65.8	28.2	—
3	砂利道 15cm	—	4mm	針度 130~150	5%	20mm 95%	—	—					
									250~300	5	95	—	—
									130~150	6	65.8	28.2	—
3	砂利道 15cm	—	4mm	針度 130~150	5%	20mm 95%	—	—					
									250~300	5	95	—	—
									130~150	6	65.8	28.2	—
3	砂利道 15cm	—	4mm	針度 130~150	5%	20mm 95%	—	—					
									250~300	5	95	—	—
									130~150	6	65.8	28.2	—
3	砂利道 15cm	—	4mm	針度 130~150	5%	20mm 95%	—	—					
									250~300	5	95	—	—
									130~150	6	65.8	28.2	—
3	砂利道 15cm	—	4mm	針度 130~150	5%	20mm 95%	—	—					
									250~300	5	95	—	—
									130~150	6	65.8	28.2	—
3	砂利道 15cm	—	4mm	針度 130~150	5%	20mm 95%	—	—					
									250~300	5	95	—	—
									130~150	6	65.8	28.2	—
3	砂利道 15cm	—	4mm	針度 130~150	5%	20mm 95%	—	—					
									250~300	5	95	—	—
									130~150	6	65.8	28.2	—
3	砂利道 15cm	—	4mm	針度 130~150	5%	20mm 95%	—	—					
									250~300	5	95	—	—
									130~150	6	65.8	28.2	—
3	砂利道 15cm	—	4mm	針度 130~150	5%	20mm 95%	—	—					
									250~300	5	95	—	—
									130~150	6	65.8	28.2	—
3	砂利道 15cm	—	4mm	針度 130~150	5%	20mm 95%	—	—					
									250~300	5	95	—	—
									130~150	6	65.8	28.2	—
3	砂利道 15cm	—	4mm	針度 130~150	5%	20mm 95%	—	—					
									250~300	5	95	—	—
									130~150	6	65.8	28.2	—
3	砂利道 15cm	—	4mm	針度 130~150	5%	20mm 95%	—	—					
									250~300	5	95	—	—
									130~150	6	65.8	28.2	—
3	砂利道 15cm	—	4mm	針度 130~150	5%	20mm 95%	—	—					
									250~300	5	95	—	—
									130~150	6	65.8	28.2	—
3	砂利道 15cm	—	4mm	針度 130~150	5%	20mm 95%	—	—					
									250~300	5	95	—	—
									130~150	6	65.8	28.2	—
3	砂利道 15cm	—	4mm	針度 130~150	5%	20mm 95%	—	—					
									250~300	5	95	—	—
									130~150	6	65.8	28.2	—
3	砂利道 15cm	—	4mm	針度 130~150	5%	20mm 95%	—	—					
									250~300	5	95	—	—
									130~150	6	65.8	28.2	—
3	砂利道 15cm												



次の如くアスファルト量は約 5%~55% に減じ、工事費も同一基準の現在単價に換算して 66%~64.5% に減じ得た。

瀝青舗装の在來工法と新規工法とのアスファルト量と工事費の比較

在來工法

細粒式瀝青コンクリート 5cm 9.55 kg/m<sup>2</sup> 3.79 圓/m<sup>2</sup> 比重 2.2

新規工法

粗粒式瀝青コンクリート 3cm 5.28 / 2.45 アスファルト 7% 比重 2.2  
シールコート用アスファルト・モルタル 10%

細粒式軟質瀝青コンクリート 3cm 5.04 / 2.515 アスファルト 8% 比重 2.1

5. 透入工法の節約工法に就て 乳劑又は加熱式透入工法に對して考へられるのは

(1) 砂利基層の耐力を増大せしめ、出來れば水締マカダムと、輾壓により石粉のペーストが表面に滲出し得る様に仕上げ、その表面の仕上は一様ならしめ、之にターンプライマーを施行し乳劑層の附着を密ならしめ、表層の厚さは均一にならしめ、透入は 2 回に厚 3mm, 6.5 l/m<sup>2</sup> とす。

(2) 表面の工法は透入法よりも混合法によれば厚 2~3cm で足り、その混合も路面混合法とプラント混合法とがある。

(3) 既設の塗装上に軟質アスファルト・モルタル厚 1cm を施工したものは、相當の耐力を有する。

配合	アスファルト	針度 130~150 のもの	9~10%
	砂		91~90%
	石粉		0
	瀝青量	2kg/m <sup>2</sup>	

(4) 混合法を施工する場合に粗骨材 % 大であり、瀝青量 % 小なるものは先づ粗骨材の表面を被覆せしむれば均一性が得られる。

(5) 備考 現在の乳劑は略透入用 80%, 混合用 20% の割合であるが、混合用が非常に増加の勢にある乳劑の瀝青含有量は春 45%~48, 秋 55~60

%、一般に寒き北の地方は % 大で、南の地方は % 小なるものを用ひてゐる。

6. 路面維持に関する組織 此の種工法の路面は維持が緊要であるから修路工夫制 (Patrol system) と移動修理制 (Gang system) とで絶えず應急施設を行ふを要す。移動修理制の組織は本課の直屬として、ペンキ班、コンクリート班、アスファルト班、乳劑班、標識班、保護柵班、除草班等を必要に應じ移動して修理に應ぜしめ、各班はトラック其の他必要なる設備を有せしめ更に季節により補助班を加へる。之等の組織を順次完備せしめたい。



### 第三章 砂利道の母體組成

1. 緒言 砂利道の路面又は路面工の母體としての交通の破壊力に對する耐力は

- 1) 配合比即ち組成
- 2) 含水率
- 3) 材料, 殊に膠着材である土の性質
- 4) 構造(厚, 路床, 勾配, 側面支持状況, 排水等)
- 5) 施工方法
- 6) 維持方法
- 7) 氣象

等によつて異なるべきは想像するに難くないが, 之等の諸要素は相互に密接な關係にあり, 殊に 1), 2), 3) 及び 5) の關係は密接不離であり, 之等の間に正常の關係を與へなければ其の耐力を云々するも無意味であり, 土の性質が一定すれば他の要素は必ずや之に應ずるものがあるべき筈であり, 従つて先づ第一に取扱ふ土の性質を明かにする必要がある. 尙適應する組成が, 路面として利用する場合と他の路面工法の母體として利用する場合とで果して同一なりや, 或は如何に異にすべきやに就ては實驗によつて明かにするの外ない.

2. 土の特性 舗装材料としての土の工學的性質の試験に關しては未だ標準方法と目すべきものはないが, 本所に於て砂利道の膠着材としての土の性質の一部を明かにせむが爲に關東ロームを用ひ, 壓縮と剪斷との同時に働く所謂安定強度試験なるものを行つた結果, 中砂利道の築造に參考となし得る點を抄録すれば次の如くである.

土の性質は固より其の種類によつて大差があるから, 本試験の結果を總てどの土にも適用することは不可であるが, 一例として紹介するものである.

(1) 土の安定強度は其の配合, 土含水率及び供試體に加へられた壓力. 之を要約すれば次の如くである(製作壓力と假稱). 強度によつて異なること第 9 表に示すが如くである.

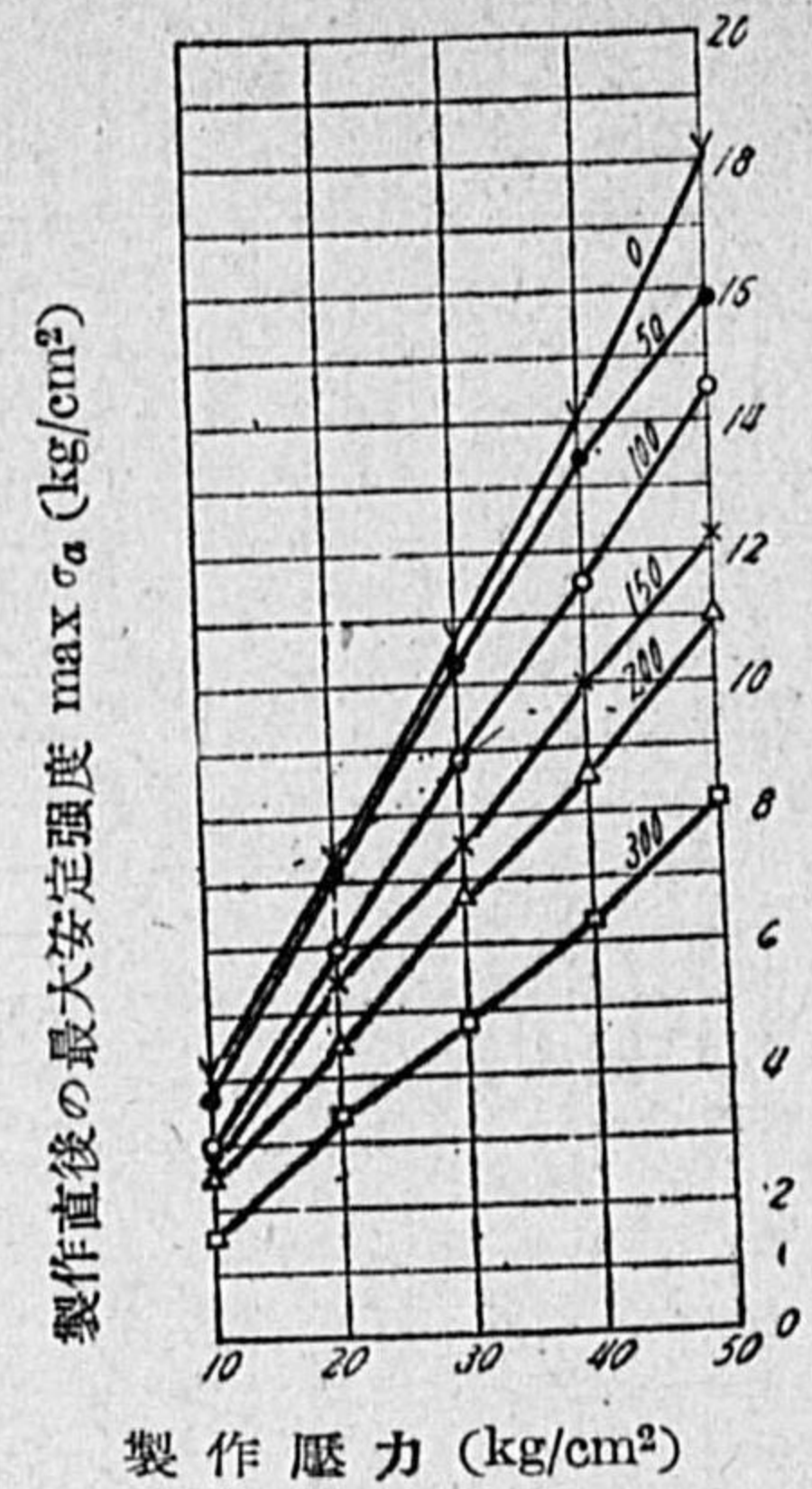
- 1) 製作壓力の及ぼす影響は極めて大であつて製作直後のみならず, 乾燥後に於て其の影響擴大するゝことは特に注目すべき現象である.

第 9 表

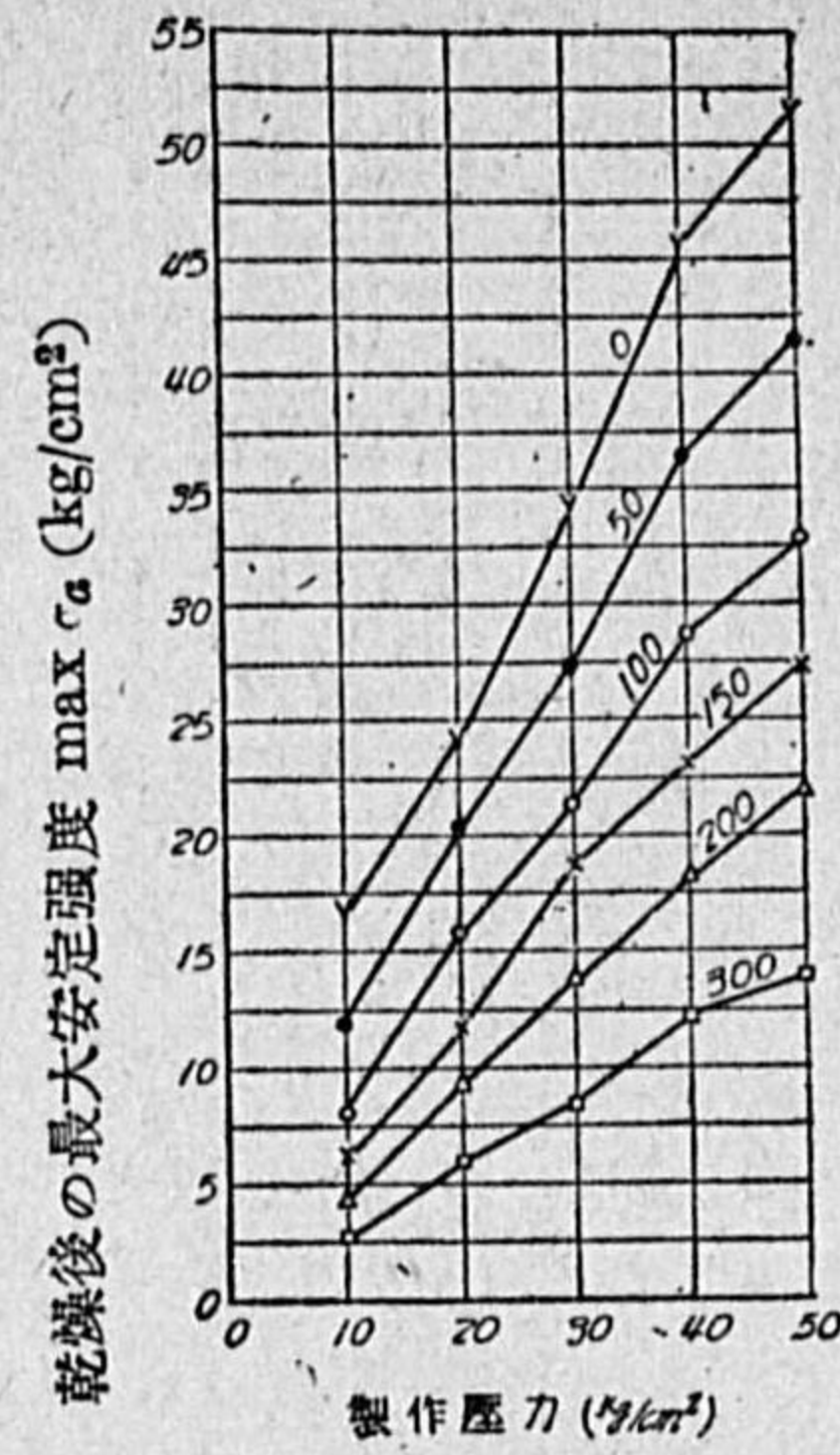
配合	標準土含水率 (%)	製作壓力 (kg/cm <sup>2</sup> )	製作直後		乾燥後		乾燥前後の比較		備 考
			土含水率 (%)	安定強度 $\sigma_a$ (kg/cm <sup>2</sup> )	土含水率 (%)	安定強度 $\sigma_a$ (kg/cm <sup>2</sup> )	土含水率の差	$\frac{\sigma_b}{\sigma_a}$	
0	50	50	50.8	18.11	19.6	45.40	31.2	2.48	
		30	50.8	10.41	19.7	26.02	31.1	2.50	
		10	51.1	3.39	20.0	6.34	31.1	1.87	
	60	50	59.3	16.75	23.4	49.56	35.9	2.96	
		30	59.3	10.64	25.0	33.72	34.3	3.17	
		10	59.3	3.85	22.1	9.05	37.2	2.35	
	70	50	68.9	15.84	24.4	51.14	44.5	3.23	
		30	68.9	10.41	25.8	33.95	43.1	3.25	
		10	68.9	4.07	27.5	12.67	41.4	3.12	
100	50	50	49.4	13.81	23.1	27.61	26.3	1.99	
		30	50.7	7.70	25.5	16.30	25.2	2.12	
		10	50.7	2.94	23.3	4.53	27.4	1.54	
	60	50	60.4	14.49	26.7	27.84	33.7	1.92	
		30	59.8	8.60	28.1	15.84	31.7	1.84	
		10	59.8	2.94	32.9	4.30	26.9	1.46	
	70	50	71.5	14.03	18.2	32.81	53.3	2.32	
		30	71.5	8.60	16.4	20.60	55.1	2.39	
		10	69.0	2.94	21.7	5.88	47.3	2.00	
	80	50	80.7	6.56	28.6	30.55	52.1	4.65	
		30	80.7	5.66	24.1	21.36	56.6	3.78	
		10	80.7	2.94	27.8	7.92	53.1	2.70	
200	50	50	50.9	9.73	26.6	16.75	24.3	1.71	
		30	50.9	5.43	30.7	9.28	20.2	1.71	
		10	50.9	1.58	29.6	2.49	21.3	1.58	
	60	50	60.0	11.09	34.2	18.33	25.8	1.65	
		30	62.0	6.79	30.7	11.09	31.3	1.63	
		10	60.0	2.20	29.6	2.72	30.4	1.24	
	70	50	69.5	9.73	25.7	21.93	43.8	2.26	
		30	69.5	6.56	27.3	13.81	42.2	2.11	
		10	69.5	2.49	26.6	4.07	42.9	1.64	
	80	50	79.8	3.62	27.2	17.20	52.6	4.75	
		30	79.8	3.17	26.4	12.67	53.4	4.00	
		10	79.8	1.13	22.7	4.30	57.4	3.81	
300	50	50	50.9	6.56	35.9	9.05	15.0	1.38	
		30	52.0	4.30	29.5	4.53	22.5	1.06	
		10	52.0	1.36	34.7	1.13 <sup>1)</sup>	17.3	0.83	1) 供試體取扱中一部崩壊す
	60	50	59.8	8.15	34.7	13.58	25.1	1.67	
		30	58.9	4.75	27.0	6.11	32.8	1.29	
		10	59.8	1.58	22.7	1.36 <sup>2)</sup>	37.1	0.86	2) 同上
	70	50	71.3	7.24	22.4	14.03	48.4	1.94	
		30	71.3	4.75	27.4	8.37	43.9	1.76	
		10	70.2	1.58	15.8	2.72	39.5	1.72	
	80	50	81.9	2.08	25.8	8.83	56.1	4.25	
		30	81.9	1.58	21.5	4.75	60.4	3.00	
		10	81.9	0.45	26.7	1.13	55.2	2.50	

- 2) 製作直後に於て最大の安定強度を與へる土含水率は配合と製作壓力とによつて異なるが, 通常 50~70% の間に存在する.
- 3) 供試體製作直後の安定強度(以下  $\sigma_a$  と略稱)の土含水率による變化は





第2圖 製作直後の最大安定強度  
線側の数字は混砂量(%)

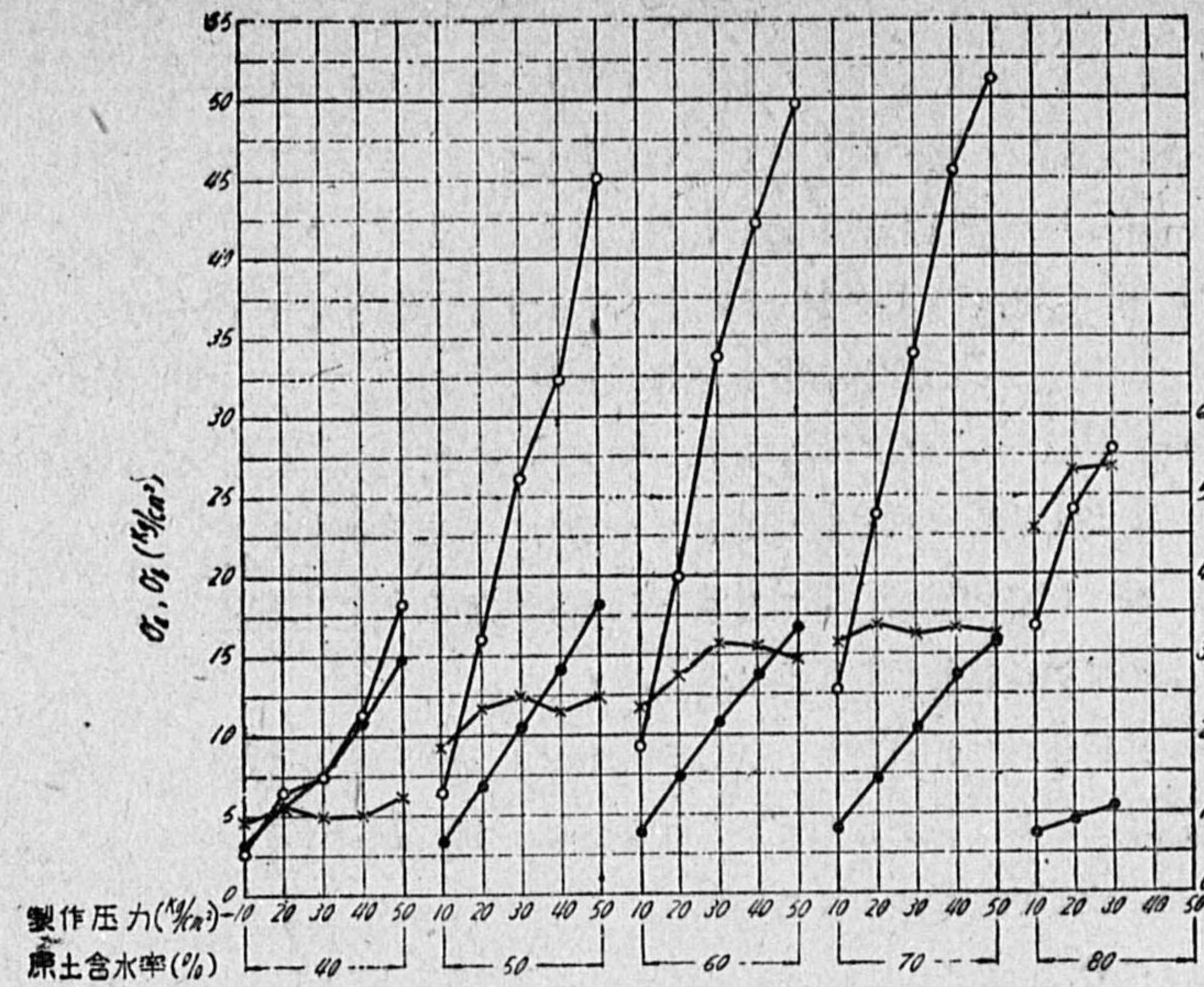


第3圖 乾燥後の最大安定強度  
(製作圧力による比較)  
線側の数字は配合即ち混砂量(%)

凡例 { 配合(%).....0 100 200 300  
記号.....x o Δ □

製作圧力に應じ、或る範囲内に於ては比較的緩かであるのに其の範囲外では比較的急激である。一般に土含水率以上となれば  $\sigma_a$  は激減する。

4) 土砂道の築造直後の支持力は、其の配合、土含水率又は加圧力を適宜變更して或る範囲内に於て増減せしめることが出来る。例へば配合 300 (土:砂を 1:3 とする意味)のものでも、其の築造圧力を  $50 \text{ kg/cm}^2$  とすれば配合 0 (砂を混合せぬもの) 築造圧力  $10 \text{ kg/cm}^2$  の 2 倍以上の支持力を有せしめることが可能であり、又同一築造圧力の場合に於ても其の配合を變化して、或る場合に於ては其の支持力の 2 倍に達せしめることが不可能ならざるを示唆して居る。併し支持力に対しては壓力の影響極めて大であつて如何に配合を改善しても、其の壓力を  $10 \text{ kg/cm}^2$  以下に止めては普通最大限度の砂量と看做される配合 300 の場合の壓力、 $30 \text{ kg/cm}^2$  の時の支持力に及ぶことは不可能と推定せられる。



第4圖 土の乾燥前後の安定強度の比較 (配合 0)

凡例 { 安定強度.....乾燥前  $\sigma_a$ , 乾燥後  $\sigma_b$   
同上乾燥前後比..... $c_b/a$ , x

- 5)  $\sigma_a$  の製作圧力に対する割合は、土含水率の一定範囲内では同一配合に屬する限り製作圧力に拘はらず略々一定である。
  - 6) 原土含水率の乾燥後の安定強度 (以下  $\sigma_b$  と略稱) に及ぼす影響は  $\sigma_a$  に対してよりも著しく大きく、時には製作壓力の影響より大なる場合があり、配合、製作壓力によつては激變を生ずる臨界的の値が存在する。而して多くの場合 80% は激減を與へる臨界値である。
  - 7) 配合及び製作壓力に拘はらず原土含水率 70% までは原土含水率の増加と共に  $\sigma_b$  を増す。
  - 8)  $\sigma_b$  の値に激變を與へるが如き配合の臨界的限界なるものは見出されぬ。
- (2) 上述の土の特性から之と同種の土を用ひて、土砂道又は砂利道を築造する場合参考となし得る點を要約すれば次の如くである。



- 1) 土砂道又は砂利道を混合加工して築造せむとする場合添加すべき水量は土と砂との配合によつて異なるが、通常豫想さるる配合の範囲内では土の乾燥重量の 50~70% の範囲を可とする。若し使用開始前に充分乾燥せしめ得る猶豫期間があれば、配合に拘はらず 70% を可とする。
- 2) 輾壓は許容し得る限り其の圧力度の大なるもの程有效である。強力なる輾壓の効果は、路面乾燥後更に擴大さる。
- 3) 一定配合に對しては其の支持力に對する適當なる土含水率の限度があり、之を超過すれば假令僅少でも大なる悪影響を及ぼす。  
併し配合の種別によつては斯る臨界的限界なるもの存在せず、中間法によつて其の支持力を想定し得る。
- 4) 土砂道又は砂利道を輾壓して到達し得る築造直後の支持力は輾壓の圧力度によること甚だ大で其の一定率になる様である。而して其の定率は配合、土含水率等によつて定まる。
- 5) 適當なる配合 原土含水率の下に於ては乾燥後の土砂道の支持力を施工中に與へた最大の圧力度より大ならしむることを得る様である。
- 6) 一定配合及び土含水率のものに於て乾燥後の支持力を最大ならしむるには、該含水率にて許容し得る限りの最大壓力を加へるにある。
- 7) 定まれる地點の乾燥後の支持力を最大ならしむるに最も有效な方法は、土含水率を 50% 以下にしない範囲内で輾壓力度を増加せしむるにあり、之が爲には乾燥材料（土又は砂）を混和するも一方法である。
- 8) 築造直後の配合 土含水率、輾壓力度等を知れば將來乾燥後到達し得べき支持力の限度は略々推定し得る。

### 3. 路面としての砂利道の組成及び施工方法

(1) 組成による砂利道の耐力の比較 砂利を 100 とし、之に對し土を 5~17.5, 砂を 0~30まで各種の割合に配合し乾燥、濕潤及び適度の濕潤状態に於て其の耐力を比較せる結果は第 10 表に示すが如く、之等より砂利道の築造及び維持に對し參考となし得る點を要約すれば次の如くである。

- 1) 東京若しくは之に似た氣象の地方に於ては、鐵輪帶に對する砂利路面工の耐力は乾燥と共に増大し、通常起り得る最大乾燥時の含水率より甚しく大なる含水率に於て最大耐力を有することはない。換言すれば所謂最適含水率 (Optimum Moisture Content) なるものは尠くとも鐵輪帶に對しては存在しない。
- 2) 乾燥状態に於て最大耐力を有する配合が濕潤状態に於ても常に耐力最大なりとは限らぬ。
- 3) 砂を混用しない場合、乾燥状態に於ては土量 (砂利乾燥重量の %) 17.5% までは土量を増すと共に耐力を増すが、濕潤状態に於ては 15% まで増大し 17.5% では 15% と略々同様にして寧ろ少しく劣るが如くである。
- 4) 土量 17% までの範囲内に於ては砂を混用する方乾、濕孰れの場合に於ても耐力遙かに大である。而して最適當の土砂の比率は土量及び乾、濕によつて異なるが土 1 に對し砂 1.5~2.0 の間にあり、土量 12.5~17.5% に於ては乾燥には 1:1.5, 濕潤には 1:2 を適當と認める。
- 5) 砂利 100 に對し土 10 若しくは之以下の土砂量の配合では假令乾燥充分なりとも充分なる耐力を得難い。
- 6) 砂利の空隙率に比し土砂モルタルの量が充分ならざる程度の配合でも、土 12.5%, 砂 12.5% に達すれば施工適當にして乾燥充分ならば鐵輪帶相當交通量 19,760 kg に及び、他のより適當なる配合のものゝ不適當なる施工又は乾燥不充分なるものに比し耐力大である。
- 7) 砂利 100 に對し土 17.5 を使用しても必ずしも土量過多ではなく、工法適當にして乾燥充分ならば鐵輪帶相當交通量 19,760 kg に及び若し之に適當量の砂を混用すれば、其の耐力更に増大し本試験の範囲内に於ける最大の耐力に近からしめ得る。
- 8) 本試験の結果土量 17.5% 以下の場合に於て適當と看做し得る配合は乾燥重量に於て下記程度の範囲である。







土	砂	砂利
12.5	18.7~25	100
15 (12)	30.25 (18)	100 (70)
17.5	26.2	100

- 9) 上記配合の内孰れが最も優れるかは未だ明確でないが其の差は軽微であり、地況に據つて最も経済的な配合を採り、之に應ずる施工法を用ふべきである。
- 10) 上掲の配合の範囲内に於ける配合の相違の耐力に及ぼす影響に比すれば、含水率の差が施工の差より遙かに大なる影響あることは、之等の試験中同一種類の区域内の路面状況の差の配合の異なる他區との差よりも著しきものあるに見て明かである。
- 11) 本試験の範囲内では土の分量の 25% 程度の配合の差は施工法又は含水率の差に比し寧ろ軽微である。

(2) **施工方法による砂利道の耐力の比較** 前述試験結果より乾燥状態に於て結果最良であつた配合の砂利、100 に對し土 12.5、砂 18.8 の砂利道を築造時の稠度を軟、中、硬に 3 分し各を充分搗固めたものと搗固めざるものとの施工方法により 2 種に分ち全部にて 6 種を築造し、其の耐力を測定せる結果は第 11 表の如く之を要約すれば次の如くである。

- 1) 乾燥すれば耐力を増すことは明かであるが、併し施工當時より試験時に至る間に乾燥せる含水率の大なるもの必ずしも耐力の増量が大であるとは限らず、乾燥による締合力を最大ならしめるに適當なる一定の含水率が存在するものゝ如くである。
- 2) 氣象による乾燥作用のみで本試験荷重の車輪に耐へる路面を築造することは困難である。
- 3) 土の含水率が 100% (土の乾燥重量と等量) 以上乾燥しても其の乾燥によつて得た耐力は築造の際其の材料の稠度に適する様搗固めたものにして、乾燥による含水率の減少 20% に満たぬものに及ばざること遠い。

- 4) 築造の際の本試験に用ひた様な搗固めを與へることは耐力を増す上に於て頗ぶる有効である。
- 5) 築造の際強く搗固め得る爲に材料の含水率を減じて硬練りとする事は最大耐力の路面を造るに適當なる施工方法とは認められぬ。
- 6) 築造の際搗固めたものよりも築造の際は搗固め得ざる程度の軟稠のものでも、乾燥と共に搗固めたものゝ方が遙かに耐力大である。
- 7) 耐力大なる砂利路面を造成する爲には乾燥、搗固め又は輾壓の何れの一つをも缺くべからずして、兩者を併用相應して施工するを要し、特に急を要せざる限り硬練りとして搗固め又は輾壓のみに依る事は得策ではない。
- 8) 本試験に用ひた方法による地床示数は必ずしも車輪に對する抵抗力の判断の資料とはならなかつた。
- 9) 輪帯の種別によつて施工方法を異ならしむる必要は認められぬ。
- 10) 徑 10 cm、高さ 20 cm の圓筒を用ひ、コンクリート壓縮試験の標準方法と同様の方法に據り製作せる壓縮試験片の示す壓縮強度は、尠なくとも搗固めを行つた路面に就ては大體の示針となし得るものゝ如くである。
- 11) コンクリートの軟度試験として用ひらるゝスランプ又はフロー・テーブル試験に於ては、殆ど表現し得ぬ程度の相違も路面の耐力に甚大の開きを生ずる。

4. **路面安定工法の母體としての砂利道の組成** 路面としての耐力の最大なる砂利道の組成が必ずしも安定工法の母體として最適であるかどうかは疑問であるが、各種の路面安定工法に對しての實驗は完了しないので同工法中最も普遍的に行はれつゝあり、且つ又時局下の工法として最も推稱すべき工法の一つなる、路面處理工法を行ふ砂利道の母體の組成に就て實驗せる結果を摘記すれば次の如くである。

(1) **試験工種** は 2 の結果より土含有量を砂利 10~20 の範囲内とし砂量は該砂利の空隙率を考慮し 18.8~40 に止めた。工種及び構造性能は第 12 表に示す通りである。



第12表 試験路面種別

工 種 番 號	配 合 比 (乾 重) 土 砂 砂利	施行年月日 (母體表層)	合 水 率(%)		地床示数 (kg/m <sup>3</sup> )	表 面 處 理 概 要			摘 要
			施行時 全含水率 (+ #)	乳劑撒布 の直前 全含水率 (+ #)		カール 使用量 上第1回 下第2回 (kg/m <sup>2</sup> )	乳劑 使用量 上第1回 下第2回 (kg/m <sup>2</sup> )	砕石使用量 上第1回 下第2回 (kg/m <sup>2</sup> )	
1	10 20 100	11 8 1	12.0	4.6		1.53	19.6		處理直前の母體表 面は適當の湿度、 以下同様
		8 29	(156.0)	(44.8)	46.5	1.33	9.6 3.9		
2	12.5 18.8 100	11 8 6	17.1	6.2		2.12	18.0		
		8 29	(156.5)	(53.6)	56.4	1.31	8.0 5.13		
3	12.5 25 100	11 8 10	19.4	7.8		1.58	19.4		
		29	(185.4)	(71.8)	59.7	1.31	9.3 3.7		
4	10 30 100	11 8 7	12.4	3.6		1.53	19.6		
		8 29	(133.6)	(38.8)	51.3	1.33	11.6 3.9		
5	17.5 26.3 100	11 8 8	22.8	8.1		1.98	19.5		
		8 29	(166.3)	(56.0)	58.0	1.30	5.9 4.7		
6	20 30 100	11 8 8	23.2	8.2		1.58	19.4		
		8 29	(154.0)	(51.5)	72.7	1.31	9.3 3.73		
7	17.5 35 100	11 8 10	23.7	7.0		1.98	19.5		
		8 29	(180.5)	(48.0)	76.9	1.30	6.5 4.7		
8	20 40 100	11 8 1	12.4	7.2		1.53	19.6		
		8 29	(133.6)	(41.5)	74.0	1.33	7.7 3.9		

(2) 試験結果の要約 上記8種の耐力を比較実験せる結果を要約すれば第13表に示す如く、之より瀝青乳劑を用ひて路面を處理する場合に於ける關東ロームを膠着材とする母體砂利道の組成に對し、参考に資し得る點を擧ぐれば次の如くである。

- 1) 砂利道の最大安定に適する組成は、同一膠着材を用ひた場合に於ても、路面處理の有無によつて異なるものゝ様である。

第13表 試験結果一覽

N, B (1) 含水率中下段 ( ) 内は土含水率 (2) 荷重欄中  
P はニウマチック, B はバルーン, G は固形ゴム,  
S は鐵輪帶を示す。摘要欄も亦同様

工 種 番 號	配 合 比 (砂利に 對する土 砂の%)	施 工 區 域	合 水 率 (試験終 了時の母 體)(%)	最後の路面概況	代表的路線の荷重 (t)		結 果 摘 要
					No.3路線	No.8路線	
(1)	土 10 砂 20	7/2	5.3 (53.9)	良好にして尙充分 餘力あり	P 1.344 B 3.480 S 43.3	G 1.328 B 3,420.4	鐵輪による沈下も他輪帶に比し特 に大ならず、凍害を被らず
(2)	12.5 18.8	2/1	6.4 (55.7)	鐵輪の影響ある部 分の表面破壊	同 上	同 上	鐵輪以外の荷重に對しては充分餘 力あり、2月中凍害のため表層母 體と離る。其の後定着せるも鐵輪 により表層破壊
(3)	12.5 25	6/1	7.3 (66.3)	鐵輪路線及び其の 外側の表層破壊 鐵輪路線は母體の 上部少しく破壊、 鐵輪路線内側安定	同 上	同 上	2月中凍害のため鐵輪路線及び其 の外側部分表層破壊 P, B 等に對 しては(凍害後も)支障なし G路線外内側に隆起を生ず鐵輪路 線より内側は表層も支障なし
(4)	10 30	8/1	6.7 (73.8)	良好にして尙充分 餘力あり	同 上	同 上	凍害を被らず S路線の沈下も他輪に比し時に大 ならず
(5)	17.5 26.3	4/1	11.0 90.0	第3回1時間30分 運轉し、G路線破 壞特に7.8路線大	P 1.227	G 1.212	G路線No.8沈下し路線外内側に 隆起を生じた。No.1路線もG荷 重僅かに231tにして沈下大きく 外側に隆起を生じた。P路線は大 なる異状なし
(6)	20 30	6/2	9.2 (59.0)	鐵輪路線及び其の 外側部分の表層破 壞	P 1.344 B 3.480 S 43.3	G 1.328 B 3,420.4	凍害を被り表層母體を離れ一定定 着せるも鐵輪のため破壊、鐵輪路 線の外側破壊せるも内側は沈下稍 大なるのみにて破壊せず(3)と略 同程度
(7)	17.5 35	4/2	12.8 (111.5)	G路線破壊、特に G荷重最大の8路 線の沈下大	P 1.227	G 1.212	(5)と同様
(8)	20 40	8/2	8.7 (57.1)	鐵輪路線及び其の 外側表層龜裂し5 ~8路線は異状な し	P 1.344 B 3.480 S 43.3	G 1.328 B 3,420.4	凍害のため鐵輪路線及び其の外側 部分表層破壊 P, B, G のみの路線 にしてSの影響なき部分は凍害後 も支障なし。(1)(4)に著しく劣り (2)に少しく劣り(3),(6)と同様

- 2) 膠着材としての土の量は砂利(空隙率 32.7%)の10%あれば、一輪の重量 1.3kg の鐵輪又は通常の各種ゴム輪帶に對して充分安定な路面を築造し得る。土量過少の虞はない。但し此の場合土の2~3倍の砂を混用すべきは勿論である。
- 3) 土砂の砂利に對する乾燥重量百分率の和が砂利の空隙率より小なる場合



に於ても、充分安定なる砂利道を造成し得る。

- 4) 土量を砂利の 10% 以上に増加せしめても其の安定度は増加しない。砂は増加することによつて土量の過剰による安定度の減少を償ふことは出来ない。
- 5) 土量 10% の場合に於ては砂量は 20~30 の間にある限り著しい相違は見出されない。孰れも特に吸水し易い環境ならざる限り（東京附近の気温では）凍害の影響を蒙らざるものゝ如くである。
- 6) 土量 10% の工種 [(1) 及び (4)] の沈下量が各路線によつて大差なきは、沈下の大部分が轉壓の代りに行つた第 1 回の空気入コード・ゴム輪帯の荷重によるため、第 2 回以後には大なる沈下を示さざりしを意味し、此の種工法は築造時の轉壓を充分に行へば爾後の沈下量は比較的尠なきことを示すものである。
- 7) 土量を砂利の 12.5%~20% 使用した時は假令砂量を通常許容の範囲内で加減しても、上記鐵輪の荷重に對し處理表層の安定を保證することは困難である。
- 8) 土砂の百分率の和が砂利の空隙率より大なる場合、土量が尠なくなれば荷重及び凍害の兩方面に對して充分なる安定を期し難い。
- 9) 土に對する砂の倍數 2 以内に於ては土量 12.5% 以上を使用すれば、特に吸水を容易ならしむる原因なき場合に於ても凍害を受ける虞なしとしない。但し此の程度のものゝ東京附近に於ける凍害は温暖と共にゴム輪帯の自然輾壓と表層の自癒的作用により、表層の破壊を來たす虞はないが上述の鐵輪に對しては安全を期し難い。
- 10) 土量 12.5% 以上の時は砂量はその 2 倍程度では充分なる安定を期し難い。従つて砂量を尠なくとも 2.5 倍程度に増加する必要があるが、斯くすれば土砂の和が砂利の空隙率を遙かに超過することゝなつて安定を失ふ。従つて適當なる組成としては次記範囲内と斷定しなければならぬ。

種別	土	砂	砂利
砂利に對する百分率	10~12.5	20~35	100

- 11) 通常範囲内の土砂の配合比に於て土含水率（全含水量の土に對する百分率）が 100% に近づけば、通常の貨物自動車の固形ゴム輪帯には不安定となる。
- 12) 排水の充分ならざる部分では土量を 17.5% とすれば砂量を加減しても支持力不十分の場合が生じ、上記鐵輪は勿論重量約 1kg 程度の固形ゴム輪帯の通過荷重 1,200 kg で安定を失ふ場合がある、但し空気入コード・ゴム又はバルーン輪帯に對しては其の虞れない。
- 13) 表面處理施行直前の地床示數（本所の支持力試験機により 1)<sup>1)</sup> 測定せる modulus of subgrade reaction 又は Bodengiffer のこと）は土量の多きもの比較的大なる値を示す傾向がある（之即ち (1) に掲げた條項の理由であらう）。然るに前述の如く土量の多いものは氣象作用の影響を受けることが大であるから、施工直前の數値は必ずしも決定的のものではない。
- 14) 處理直前の固結狀況（同一環境の）のみを以ては路面處理砂利道の母體の良否を決定し難い。

1) 土木試験所報告第 23 號參照。



## 第四章 砂利道を母體とする代用路面工法

**1. 緒言** 現下物資統制の緊喫なる時局を押切つて鋪装工事を完行せむとすれば、勢ひセメント又はアスファルト等の鋪装主要材料の節約又は代用工法を考慮しなければならない。然るに本邦現時の地方道の大部分を占める砂利道は充分な固結作用を受け、且つ適當な含水率を有する時は近代の重交通に對しても其の支持力充分であり、快適な路面たり得るものであるから先づ第一に此の在來砂利道の利用を考慮する必要があり、之に對して最も適當なる工法は所謂路面安定工法である。現行この種工法を大別すれば次の6種である。

- 1) 粒度の更正によるもの
- 2) セメント、石灰等の水硬性膠着材を利用するもの
- 3) 瀝青材を利用するもの
- 4) 上記2者以外の化學製品所謂安定劑を利用するもの
- 5) 電氣的方法
- 6) 熱的處理

之等の内

- 1) 粒度の更正によるものとは土に砂、砂利等の粗粒のものを混和して土のみの場合に有する性質上の缺點(例へば含水當量や液狀限界を減ずるとか)或は乾燥を促進するとかを是正する方法であるが、本方法のみによつて完璧を期することは困難である。
- 2) セメント又は石灰等の水硬性材料を利用するもの 從來のコンクリート鋪装の外 1920年頃から米國に始まり、最近唱導されつゝあるものにソイル・セメント、ソイル・セメント・コンクリート等があり、本邦に於ても石灰を利用する三和土、二和土等がある。
- 3) 瀝青材を利用するもの 所謂瀝青質高級鋪装の外、瀝青質材料を以て路面を處理し、又路面上にて路面に近い材料に瀝青材を混合して氣象作用

の影響を防ぐものにして、本邦の如く固結せる在來砂利道の多い所には極めて適切なる工法の一つである。

- 4) 瀝青材又はセメント以外の安定劑を利用するものとしては鹽、鹽化カルシウム、珪酸曹達、糖蜜、リグニン等がある。之等の一部は複用せられる。其の効果は土質によつて著しい差異がある。之等の内あるものは時局柄使用し難い。
- 5) 電氣的方法 Endell & Hoffmann 法<sup>1)</sup> といふのは陽極(Anode)にアルミニウムを、陰極(Cathode)に銅を用ひ 300~500 V の電壓で 8~14 A の直流を通ずると、アルミニウム陽極の附近では 8% の含水量のある粘土が固結して 10 kg/cm<sup>2</sup> の支持力を與へられ、且つ水中で數ヶ月間固結状態を持続したと報ぜられてゐる。
- 6) 熱的處理とは1種の路面加熱機(Surface heater)で濠洲の國土地帯に使用される方法で、極めて緩速で路面上を進行するガス發生機から生じた高温ガスを路表面に吹き流して、路面を乾燥固結せしめるもので、砂、砂利の運搬費高價な地方に用ひられる。

上述の1)に述べた如く粒度の更正のみを以て路面を 100% 安定せしむることは出来ないが、正しき砂利道を造ることは總ての安定工法の基本的問題であるから之を明かにする必要がある。

**2. 水硬性膠着材を利用する路面安定工法** セメント又は石灰等の水硬性の膠着材を利用する路面安定工法の基づく所は其の水硬性を利用するは固よりであるが、一面には之等を混和することによつて土の不安定性を緩和すると共に、他面土の特性(砂利道の母體組成 1 参照)を利用する所に存するかから之等の工法に於ては特に其の施工方法を、使用せられる土の特性に順應せしむる必要がある。

(1) **セメントを使用する路面安定工法** 本工法に於て試験せる結果は第

1) 1st Internal Cong on Soil Mechanics Procdgs Vol. 1, P. 275/1936 Hav Univ. U. S. A.



14 表に示すが如く之を要約すれば次の如くである。

- 1) 路面工の母體を土又は土砂のみにて築造するは一般に不經濟的にして、出來得る限り砂利を混合せしめて母體自身の粒度更正に依る安定策を講すべきである。
- 2) 關東ロームの如きものに於ても之に其の 1.3 倍以上の砂を混合すれば 16 kg/m<sup>2</sup> 程度のセメントを混和することによつて、施工後 3 日にして道路構造令の鐵輪荷重に堪えしめることが出来る。
- 3) 關東ロームの如く比較的ソイル・セメント・工法に不適當のものでも、在來砂利道と大差なき粒度を有する場合には 10 kg/m<sup>2</sup> 程度のセメントを混和することによつて、鐵輪荷重を支持し得る路面を得られる。
- 4) 在來砂利道にセメントを混和して所謂ソイル・セメント・コンクリート路面を造り之をそのまま（瀝青的路面處理を行はずに）交通に許容する場合に於ては、表層のセメント混合量は骨材（土を含む）乾重量の 10% 以上とするを要す。
- 5) 在來砂利道をソイル・セメント・コンクリートとして利用する場合に於て、瀝青的路面處理を行はざる場合に於ても表層のセメント量を 8% としても或る程度迄交通に堪え得る。
- 6) 在來砂利道をソイル・セメント・コンクリートとして利用する場合に於て、路面に瀝青的處理をなす場合に於てはセメント量は 5% 位まで低下することを得る（試 No. 15 参照）。
- 7) 在來砂利道に對し 13 kg/m<sup>2</sup> 程度の早強セメント（鹽化カルシウム混和）を使用することによつて、施工後 3 日にして相當荷重の交通を許容し得る。
- 8) 在來砂利道を改良して急速に交通を許容せんとするには、現今考へらるる道路材料中セメントを利用するのが最も有利である。
- 9) ゴム輪帶のみの交通に對しては母體土砂のみより成る場合に於ても、セメント混和量 12 kg/m<sup>2</sup> 程度のソイル・セメントにて足るものゝ如くである。

第 14 表 セメント使用試驗路路面一覽

名 稱	表層工法の大要	番 號	基 礎 層	表 層			構 造 大 要			材 料 費 (圓/100m <sup>2</sup> )	許容通過荷重 (t)	日 月 日	結 果 大 要		
				下 層	上 層	厚 度 (cm)	厚 度 (cm)	厚 度 (cm)	厚 度 (cm)					厚 度 (cm)	厚 度 (cm)
ソイル・セメント	土 43% 砂 57% にセメントを 混和固む。	(16)	コン クリ ート	5	10	5	6.71	23.894	424.4	348.3	107.8	3/13	未	施工後 5 日バルーンに堪へ同 7 日鐵輪に堪へた。鐵輪路構造令に下せしのみにて未耐久力充分に存在	
ソイル・セメント	(即ち 15:20 にして砂利道 の配合より砂 利を除きたる もの)	(23)	砂利道	5	20	8	12.77	45.506	93.6	75.1	26.1	4/4	4/10	施工後 3 日バルーンに對しても不安定、同 6 日バルーンに耐へ、鐵輪 26.t にて略破壊	
ソイル・セメント・コンクリート	砂利 100% に 砂 20% と 土 15% と より成る砂利 道にセメント を混和固む	(24)	砂利道	3	20	8	15.61	55.618	171.1	136.6	49.0	5/17	5/20	施工後 3 日バルーン及鐵輪に堪へ同 5 日鐵輪に堪へた。5mm 以下、其外側とバルーン路表面の表面一掃制機、何れも充分あり	
ソイル・セメント・コンクリート		(15)	砂利道	3	5	3	3.25	9.396	2,359.5	2,267.8	124.1	1/26	1/31	5/20	施工後 5 日バルーンに堪へ同 5 日鐵輪に堪へた。鐵輪路構造令に下せしのみにて未耐久力充分に存在
ソイル・セメント・コンクリート		(17)	コン クリ ート	6.5	5	6.5	6.44	22.948	424.4	348.3	107.8	3/13	3/18	未	施工後 5 日バルーンに堪へ同 7 日鐵輪に堪へた。鐵輪路構造令に下せしのみにて未耐久力充分に存在
ソイル・セメント・コンクリート		(18)	コン クリ ート	6.5	8	6.5	9.17	32.674	424.4	348.3	107.8	3/13	3/18	未	同上、稍優る
ソイル・セメント・コンクリート		(21)	砂利道	15	10	18	19.05	67.886	264.7	211.7	75.1	4/4	4/10	未	施工後 3 日バルーンに對し不安定、6 日鐵輪に堪へた。鐵輪路構造令に下せしのみにて未耐久力充分に存在
ソイル・セメント・コンクリート		(22)	砂利道	5	10	8	12.71	45.286	264.7	211.7	75.1	4/4	4/10	未	同上、稍優る



第 15 表

名 稱	路 床	支 撐 力 (kg/cm <sup>2</sup> )	配 合	層 厚 (cm)	工 法	材 料 費 (圓/100m <sup>2</sup> )	許 容 通 過 荷 重 (t)		施 工 了 結 束 日	結 果 大 要		
							バールン の重量	バールン の重量				
石 灰 コ ン ク リ ー ト	コ ン ク リ ー ト		1 : 15 : 3	12	水/石灰比 60% 2 層に施工	281,090	< 1,583.4		12/26	1/10	近隣するに及び砂利が露 出りて交通に阻へず、降 雨に依り「クム」状塵土 なり汚次換固むれば交通 に阻へ	
	砂 利 層	50	1 : 2 : 4	12	同 上	233,690	> 1,583.4		12/26	1/10	同 上	
土 石 灰 コ ン ク リ ー ト	砂 利 層	14.5	1 : 2 : 4	12	同 上 瀝青乳劑 5mm 以 下の石屑にて厚 1 cm の表面處理	258,990	> 4,660.2	> 10.6			3/5	バールン 4,660.2t に堪ゆ るも、鉄輪 12.1t にて破 壊バールンには支障なし
	砂 利 層	19.6	砂利100 砂 20 土 15 配合合計 乾重の10%	12	水(砂利、砂、土) 15.4%、2層に施工 瀝青乳劑 5mm 以 下の石屑にて厚 1cm の表面處理	240,180	> 4,660.2	> 7.1				バールン同上 鉄輪 8.1t にて破壊、バールンには 支障なし
	砂 利 層	27.2	同 上	12	水(砂利、砂、土) 16%、2層に施工	296,240	> 4,038.2	> 15.3	1/15	1/29		バールン 4,038.2t に堪ゆ るも、鉄輪 17.5t にて破 壊バールンには支障なし
	砂 利 層	10.6	同 上	12	水(砂利、砂、土) 16.6%	341,050	> 4,660.2	> 8.2	12/26	1/10		バールン 4,660.2t に堪ゆ るも、鉄輪 9.4t にて破壊 バールンには支障なし
	砂 利 層	10.6	同 上	12	水(砂利、砂、土) 16.6%	315,750	> 77.7	> 89.0				数ヶ所砂利分薄せし部分 あるも充分交通に堪ゆ

(2) 石灰を使用する路面安定工法 可溶性珪酸の適量を含むし適當の粒度を有する土砂と石灰とを混合し、之に適當なる壓力を加へれば相當の固結力を有することは本邦に於ても古くから知られたことであるが、關東ロームは此の意味に於て決して適當の土の部類に屬するものではないが、本所に於て施工せるこの種の工法及び石灰コンクリート(セメントの代りに石灰を用ひたもの)に就ての試験結果は第 15 表の示す如く、之より本工施工に對し参考に資すべき點を擧ぐれば次の如くである。

- 1) 關東ロームの如き性質の土を膠着材とする砂利道に於ても、其の組成適當ならば其の全乾燥重量の 20% の石灰を混和すれば、構造令規定の鐵輪荷重に充分耐え得る路面を築造し得る。
- 2) セメントの代りに石灰を混和する場合に於ては、砂利の 15% 程度の土を混和する方が交通に對する耐力大なるが如き傾向あるも其の詳細は未だ明かにするを得ない。
- 3) 本工施工直後アスファルト乳劑の路面處理を施したものは、結果良好ならざる傾向があるから相當期間養生後施工するを可とする。其の施工の最適の時期に就ては未だ明かでない。
- 4) セメントの代りに石灰を使用し土を混和する場合に於ては水量を尠なくし且つ築造時に出來得る限り大なる壓力を加へつゝ施工するを可とする。

3. 瀝青質材料を使用する路面安定工法 瀝青質材料を使用し且つ之を節約して路面の安定を計るに最も適當せるは、瀝青乳劑を使用する工法であり之を分つと

- 1) 路面處理工法
- 2) 透入マカダム工法
- 3) 路面混合式
- 4) プラント混合式

等になるが、之等に関し本所に於て試験の一應完了せる 1), 3) 等に関する結果を摘録すれば第 16 表の示す如く、之よりこの種の工法に資する點を要約す







第 17 表 各種安定剤使用試験路面一覽 母體は總て砂利道とし、砂利 100 に對し砂 20, 土 15 (乾重比) より成る

名 稱	番 號	路 床	母 體 厚 (cm)	工 法	大 要	單 價 (圓/100m <sup>2</sup> )	許 容 通 過 荷 重 (t)		施 工 了 結 束 日	大 要		
							パルメーの 灰の荷重	混合 パルメー				
鹽化カル シウム滲 透	(7)	コンク リート	5	加工層厚 (cm)	表面厚 2cm の骨 材の 2% を溶液と して撒布	5.088	> 2,188.4	> 2,131.2	1/23	1/31	4/10	鹽化カルシウム使用料最少 にして影響明ならす
鹽化カル シウム敷 布	(8)	"	5	"	表面 2cm の骨材 2% を粉状のま 撒布	5.088	"	"	1/25	"	"	No. 7 同 様
珪酸曹達 混 合	(14)	砂利層	8	3	表面 3cm の含有土 砂の 10% の珪酸曹 達を厚 3cm に混合	24.167	"	"	1/27	"	"	瀧沢状態にてパルメー 灰のため路面硬化
珪酸曹達 及鹽化カ ルシウム 混合砂利 道	(19)	コンク リート	5	5	砂利道厚 5cm の全 骨材に對し、珪酸 曹達 10% 鹽化カル シウム 5% を混合	173.993	93.6	75.1	3/29	4/7	"	施工後 12 日にしてパルメー 灰 10% に増へるも、鋪設後 26 日にして破壊、但し破壊後パ ルメー灰 10% による自動作 用あり
	(20)	"	5	5	同上、珪酸曹達、 鹽化カルシウム共 に 10%	212.073	"	"	"	"	"	No. 19 に比し鹽化カルシ ウムを増したるも結果は寧 ろ稍劣る

第五章 トラスマカダムに関する資料  
(石灰と火山灰を使ふ簡易鋪装)

經濟國難の 1930 年前後に於て獨逸の道路技師が (1) 安價で併も耐久力がある (2) 快速で滑らぬ (3) 國産品ばかりで出来る (4) 施工簡易であつて従來の水締マカダムで得た熟練を利用し得る (5) 修路工夫にも容易に修繕が出来る等の特徴をモットーにして案出した簡易鋪装の一つにトラス・マカダム鋪装がある。本鋪装は粗粒碎石の空隙に、石灰と火山灰とに砂を加へたモルタルを填充せしめて輾壓固結せしめたマカダム鋪装であつて、一言にして言へば、セメント・マカダム鋪装のセメントの代りに火山灰と石灰との混合物を結合剤とするもので、新時代の交通にノックアウトされた水締マカダムの改良工法として案出されたものである。

元來石灰と或る種の土とを鋪装材料として利用することは、決して獨逸人最近の創意ではなく古くは羅馬時代から用ひられて居り、本邦に於ても三和土等と稱して火山灰又は或る特殊の土の豊富な地方には、橋面の鋪装等に創意に富む天才的道路技術者に依つて夙に用ひられて居ることは能く人の知る所であるが、マカダム工法の改良として新時代に適應せしめたことに對しては獨逸技術者の巧績を認めざるを得ない。

本邦現在の地方に對して鋪装選擇の一般的基準を算定することは至難のことであつて、要するに適材適所の原則によるの外ないのであるから、本工法も亦主として火山灰又は或る特殊の土、碎石等の容易に得られる地方に適用すべきは勿論のことである。

一體透入法によるマカダム鋪装は、工法の性質上主骨材間の空隙が非常に多いから乳劑の如く極めて透入し易く、従つて特殊の工法を用ひ得る場合の外一般に比較的多量の結合材を必要とする。例へばセメント・マカダムの如きでも同厚のセメントコンクリート基礎層と略同量のセメントを要し、アスファル



ト。マカダムに於ては粗粒のアスファルト・コンクリート等に比しては却つて多量のアスファルトを必要とする。従つて本邦の如く碎石の比較的高價な國では結合材が餘程安價でない限り、マカダム舗装は經濟的に不利となるのであるが、幸に石灰と火山灰とは本邦に於ては比較的安價に得らるゝ材料であるから、本工法は將來比較的普遍的に使用し得られる舗装の一つであらう。

トラスマカダム（從來本邦の一部に行はれた似寄の工法三和土から取つて三和マカダムとも名付けたいのであるが、暫く此の儘にして置く）は前記の特徴の外、其の凝結が極めて緩慢であると云ふ特徴を有して居る。セメントマカダムの大きな缺點の一つは前日終工の部分に持續せる部分を輾壓するに際し、前日の部分は凝結はして居るが併しローラーの荷重には堪えられないから、此の部分にローラーを乗入れない様に警戒する必要上之に接續する部分の輾壓が不充分となり、將來の禍根を藏することゝなるを免れないのであるが、トラスマカダムでは幸にして凝結が遅いために前日施工済の部分にもローラーを乗入れて差支へないばかりか、寧ろ必要であるから前記セメントマカダムに於けるが如き憂ひは全然ないのみならず施工中及び施工後數日間も別に交通を禁止する必要なく、非常に激甚で施工の妨害にならない限り交通に由る自然輾壓を利用し得るのである。

本工法は本邦に於ては未だ大規模に實施された例を聞かないので、本邦現行の工法も定つてゐないから假りに獨逸に於て本工法に先鞭を付け、實際上の經驗に最も富んでゐるラインランドの工事方法書の大要を示すと次の如くである。

(1) 適用範圍 トラスマカダム舗装は水締マカダムでは持ち切れない様な所に一般的に使用されるが、濕氣に對し不感受性を有し、組織緻密であり其の表面を適宜の粗鬆度になさしめ得る等の特徴を有して居るから、密林内、切取部分等比較的濕氣の多い所、赤土、粘土其の他排水の悪い路床、工場地帯の如き汚れ易い所、坂路の多い地方、屈曲部等に好適である。ゴムタイヤに對しては耐久力充分であるが、鐵輪に對しては磨耗の爲塵埃を生じ易いから、

鐵輪車の交通の激しい地方に於ては瀝青乳劑の表面處理を行ふを可とする。許容交通量は1日1車線、2,000t程度を標準とする。

(2) 基礎 基礎は水締マカダム、セメントマカダム等の場合と略同様の支持力を要する。固結せる在來路盤を基礎とするは極めて適切であるが、輾壓の不均一を避ける爲豫め凹凸を均し表面を所定の路面に並行に整形して置く必要がある。

(3) 勾配 横断面勾配は比較的急なるべく3%を標準とする。縦断勾配は車輛の牽引力の許容範囲内ならば關係はないが5%以上ならば2回以上の路面處理を廢し、7%以上ならば骨材を目地以上5mm位突出せしめる様に仕上げる必要がある。

(4) 使用材料 碎石は46~60mmの大きさのものを主骨材とするが、特に細粒の物を含まないことの外他の碎石舗装用材と同様でよい。砂は荒目の川砂を可とする。

火山灰及び石灰は特に嚴密な規格を必要としないから最寄産出の市販のものによいが、重量比にて石灰2に對し火山灰3の割合に混合したもの1容積に對し2容積の砂を混じて作製せるモルタルの7日後の耐壓強度80kg/cm<sup>2</sup>を標準とする（石灰2:火山灰3:砂10）。

(5) 材料の所要量 本舗装は通常出來上り厚さ7cmを標準とし100m<sup>2</sup>に對し碎石9m<sup>3</sup>を使用する。火山灰モルタルは底面用に厚さ2~2.5cm、表面用に1~1.5cm計3.5cm厚を標準とし、其の配合は前記石灰2、火山灰3の重量比にて混じたもの50kgを1袋（約54l）として交通の輕重に依つて、砂に對する容積比率を加減し大體次表の如くにする。

砂1m<sup>3</sup>に對する所要袋數

交通量 (1日1車線 t)	< 100	=	< 1000
基層用	8		10
表層用	10		12

砂所要量は100m<sup>2</sup>に對しモルタル用3.5m<sup>3</sup>、養生の爲表面撒布用1m<sup>3</sup>計



4.5 m<sup>3</sup> である。

(6) 施工 前記の配合で豫め混合した火山灰及び石灰の混合物と砂とを前表の割合で乾燥のまま鐵板上で混合し、厚さ 2.5 cm 基礎面上に敷均したる上に前記碎石を厚さ 9 cm に敷均し、施工上支障なき限り交通を許したまゝ 12t マカダムローラーを以て充分輾壓したる後、均一に撒水しつゝモルタルが碎石間隙に充分填充するに至るまで輾壓を續行し、次に表面に厚さ約 1 cm に前表表面用乾燥モルタルを撒布し、碎石間隙に掃込み撒水しつゝ輾壓しモルタルが碎石間隙面上に少しく突出するに止まる程度に至つて止む。輾壓終了前玄武岩程度の堅さの細粒碎石を撒布すれば、表面仕上げを粗鬆にする爲、乳劑路面處理の附着を増す爲等に有效である。

路面處理を行はぬ通常の場合は輾壓終了後直に砂厚 1 cm を撒水し撒水濕潤ならしめて養生せしめる。養生期間中は交通を許可して差支へないが施工後 2~3 日間は日々輾壓して充分固結せしめる。

路面處理を行ふには竣工後 2~4 日経過して充分固結し、且つ表面が相當乾燥した後通常の方法で行ふが乳劑は 1 回 1.5 kg/m<sup>2</sup> を標準とし、目潰砂石も通常の水締マカダムの場合に比し少量を用ふ。

以上で通常の工法を明かにしたが、火山灰の利用に關する最近の研究に依ると本邦産火山灰中には石灰を混和せずして、單に鹽化カルシウム溶液を混合の際使用することに依つて相當の強度を出すものがあるから、本工法の實施に伴つて研究の歩を進めて行けば、火山灰に恵まれてゐる本邦に於ては更に安價にして耐久力のある鋪裝を得ることが出来るであらう。地方鋪裝の第一線に立つ技術者の創案を鶴首する次第である。

## 第六章 路盤と砂利道の地耐力測定方法

1. 地耐力係數 剛質鋪裝版を一般に力學的に取扱ふ場合には、之を彈性床上の版として解かれる。彈性床とは「力を受けた時の垂直反力が、その點の垂直變位に比例する様な連續支承」であつて、鐵道軌道の道床等もこの一例である。

この場合の基礎方程式は次の如くである。

$$r^2 r^2 \omega = -\frac{p}{D} + \frac{q}{D}$$

$$p = K \omega$$

$\omega$ : 垂直變位

$p$ : 反力

$q$ : 版上の分布荷重

$D$ : 版の剛性係數

$K$ : 地耐力係數

上式に於て反力と變位との比例常數  $K$  が地耐力係數である。上式を解いて  $K$  の値の鋪裝版の應力に及ぼす影響が算定出来る。

$K$  の値は換言すれば、單位面積を單位長さ沈下せしめるに要する荷重で表はされ、その單位は一般に  $\text{kg/cm}^2/\text{cm} = \text{kg/cm}^3$  である。この數値は路盤の荷重に對する力學的性質を表はすのであるが、同一土質、同一状態に於ても表面壓力の大いさ、載荷面積の大いさ等に依り異なり、特に此の種の塑性のものとしては時間的影響に依つて異なる。併し路盤に對しては車輛の載荷状態はほぼ一定してゐるから、この載荷状態に近い或る一定の方法で測定した路盤の  $K$  の數値は、路盤の強さを表はす一つの尺度となり得る。

一例を示すと、茲に厚さ 15 cm の鋪裝版を考へた場合、路盤の地耐力係數  $K = 5 \text{ kg/cm}^3$  なら、最大曲げ應力度が丁度許容曲げ強さの範圍にあると算定出来れば、厚さ 15 cm のコンクリート鋪裝版の路盤には少なくとも  $K = 5 \text{ kg/cm}^3$



の強さを持たせなくてはならないと云ふ規格が考へられる。こゝに於て路盤施工に當り  $K$  の値を測定することは舗装設計上必須の要件となつて来る。

2. 地耐力係数測定方法

- a) 路床支持力試験機に依る方法 夫々 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50 cm<sup>2</sup> の圓形底面積を有する 10 個の加壓版の一を路床上に置き、之に 100 kg 以内の荷重を與へて、其の沈下を測定し地耐力係数を測定す。
- b) ローラーに依る方法 輾壓機に依る路盤及び路床の支持力の分布を拋物線状をなすと假定すれば

$$p = \frac{2}{2} \frac{P}{2b\sqrt{D\omega - \omega^2}}$$

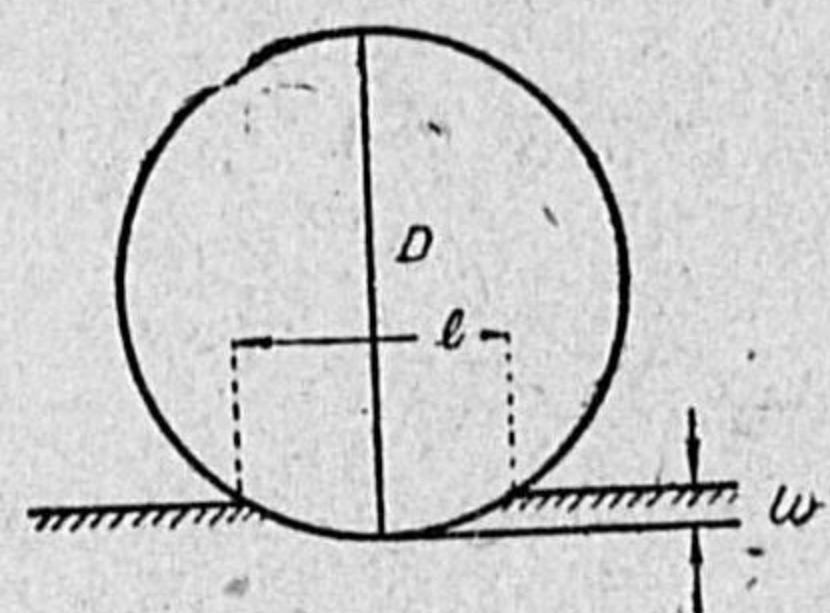
$p$ : ローラー輪荷重 kg

$\omega$ : 沈下量 cm

$b$ : ローラー車輪幅 cm

$D$ : ローラー車輪直徑 cm

$p$ : 最大反力 Kg/cm<sup>2</sup>



第 5 圖

故に地耐力係数  $K$  は

$$K = \frac{p}{\omega} = \frac{3}{4} \frac{P}{b \cdot \omega \cdot \sqrt{D\omega - \omega^2}}$$

- c) 貨物自動車に依る方法 この装置は加壓面直徑 20 cm, 厚さ約 6 cm の鋼圓板を用ひ自動車の自重を荷重として利用し、2t 内外の荷重を加へ Dial gage に依り沈下量を測定し  $K$  を求める方法で東京市に於て用ひられた方法である。

- d) 當所に於て實施せる測定方法 當所に於て先般各種路盤並に砂利道の地耐力を測定する際用ひた方法は(c)の方法に類似してゐるが、沈下量大なる場合にもその測定をなし得る様な装置を考案した Dial gage に換へた。荷重は徑 20 cm, 15 cm, 10 cm の 3 種のコンクリート圓壘形に依り、これを貨物自動車の後尾下に置き、ロードメーターを夾み、ジャツキをのせ自動車の自重を以て載荷した。荷重の測定はロードメーターに依り、沈

下の測定は圓壘形より 3 本の水平な腕を出し、この移動を讀んで平均した。この方法は同一の基準を以て沈下量を正確に測定が出來且つ簡単に各所に移動して測定試験を爲し得る便がある。但し荷重を加へる際に圓壘が垂直に沈下しないことがあるから、この點注意を要する。

3. 路盤の地耐力測定試験

- a) 路床支持力試験機に依る測定 この方法は實驗室内にて行ふ場合に適し、野外の試験に於ては載荷面積の小なる爲、測定個所の一寸した不均質さの影響が試験結果に大きく表はれるので、満足な結果を得ることが出來なかつた。
- b) 輾壓機に依る測定試験 この方法は路盤施工中に輾壓を實施しつゝ、地耐力を測定可能なる故、施工中に於ける測定方法として便利である。但し輾壓機の種類により測定値變する點、正確な沈下量の測定困難、地耐力係数誘導計算に假定を設けてある點等に依り完璧を期することは出來ないが、猶有用の一方法である價値がある。この方法に依つた測定試験を東京府で行つた結果は第 18, 19 表の如くである。

輾壓機による地耐力試験結果

- 1) 場所 葛飾區 東京府施工土路盛土部
- 使用輾壓機 鈴木式輾壓機 型式 T・H・38
- 後輪直徑及び幅  $D = 1,210$  mm  $b = 1,210$  mm
- 後輪荷重 5,500 kg

第 18 表

輾壓回数	後輪沈下量 (mm)				載荷 5 分後の沈下量に對する地耐力係数	摘要
	載荷直後	載荷 5 分後	載荷撤去後	累計沈下量		
直前	55	56	32	32	0.24 kg/cm <sup>2</sup>	土壤含水率 10%
2	25	26	11	51	0.73	
4	24	25	6	58	0.78	
20	18	19	5	67	1.17	



2) 場 所 葛飾區 東京府施工道路盛土部  
 使用輾壓機 アサノケルプレ輾壓機 型式 38 K・C・M  
 後輪直径及び幅  $D = 1,420 \text{ mm}$   $b = 400 \text{ mm}$   
 後輪荷重 7,000 kg

第 19 表

輾壓回数	後 輪 沈 下 量 (mm)				載荷5分後の沈下量に對する地耐力係數	摘 要
	載荷直後	載荷5分後	載荷撤去後	累計沈下量		
直 前	96	114	89	89	0.15 kg/cm <sup>3</sup>	土壌含水料27.3%, 輾壓14回附近に至つて輾壓機滑り始め, 效かなくなつた
2	31	33	16	108	0.98	
4	28	30	6	114	1.07	
10	33	36	7	130	0.82	
14	32	33	3	141	0.93	

c) 當所に於て實施せる測定方法に依る試験 主として2(d)の方法で測定試験を行つたが, その結果は第20, 21表の如くである。

第 20 表

路盤處理方法	荷載斷面積 (cm <sup>2</sup> )	荷 重 (kg)	沈 下 量 (mm)			平均沈下量 (mm)	地耐力係數 (kg/cm <sup>2</sup> )
			No. 1	No. 2	No. 3		
盛土部自然輾壓其の儘	176.72	2,550	27.5	33.0	39.0	33.3	4.3
盛土部自然輾壓地盤に	砂利 2cm	3,000	17.5	22.3	6.5	15.4	11.0
	3cm	3,100	43.5	20.3	12.2	25.3	6.9
砂利, 玉石	4cm	2,600	51.5	13.0	0.8	9.6	14.9
	5cm	2,600	24.2	9.8	0	11.3	13.0
撒布後 10 回輾壓	玉石 5cm	2,600	15.0	24.0	8.5	15.8	9.3
	6cm	2,850	12.0	41.1	10.4	21.2	7.6
	7cm	3,000	50.5	1.0	8.5	20.0	8.5
	8cm	2,800	10.0	19.2	18.5	15.9	10.0

第 21 表

路盤處理方法	荷重斷面積 (cm <sup>2</sup> )	荷 重 (kg)	沈 下 量 (mm)			平均沈下量 (mm)	地耐力係數 (kg/cm <sup>3</sup> )
			No. 1	No. 2	No. 3		
切取部10回輾壓其の儘	176.72	2,100	67.9	60.0	41.5	56.5	2.1
切取部地盤其の儘砂利撒布10回輾壓	砂利 2cm	2,580	34.3	23.5	35.2	31.0	4.1
	3cm	2,350	11.6	10.4	41.5	34.8	3.8
	4cm	2,900	7.5	65.6	31.3	31.2	7.7
切取部4回輾壓砂, 砂利撒布後10回輾壓	洗砂 1cm	1,860	53.0	50.4	30.2	44.5	2.4
	2cm	1,930	45.5	51.5	34.9	40.6	2.7
	3cm	2,290	45.2	47.5	27.5	40.1	3.2
砂利 3cm	3cm	2,350	50.0	35.7	19.4	35.0	3.8
	5cm	2,600	39.0	34.9	22.0	32.0	4.6
切取部10回輾壓砂利撒布10回輾壓	砂利 1cm	2,680	42.9	33.5	9.0	28.6	5.3
	2cm	2,700	36.5	19.3	8.1	21.2	7.2
	3cm	2,600	18.0	34.3	10.2	20.8	7.1
	4cm	2,550	33.2	39.1	23.5	31.9	4.5

4. 砂利道の地耐力測定試験 地耐力係數が路盤の強さを表はすこと

第 22 表 砂利道地耐力係數測定試験

場 所 大・塚 東京府第三道路出張所前 (東京府豊島区産場前)										
時 日 昭和14年11月6日 月 曇 自 A.M. 10.45 至 P.M. 4.30										
地 層 断 面 間	番 號	断 面 位 置	荷 重 (kg)	断 面 積 (cm <sup>2</sup> )	沈 下 量 (mm)		地 耐力 係 數 (kg/cm <sup>2</sup> )	摘 要		
					載 荷 前	載 荷 後				
	1	表 面	2,678	314.00	0	+ 1.8	7.0	4.738	6.317	
	2	"	"	"	- 0.9	+ 0.9	1.8	4.738		
	3	"	"	"	"	- 2.0	- 1.1	0.9		9.476
	4	表面より	5cm	2,680	"	0	+ 7.0	7.0	1.219	1.888
	5	"	"	"	"	+ 0.2	+ 5.0	4.8	1.978	
	6	"	"	"	"	7	+ 3.2	3.2	2.667	
	7	表面より	10cm	2,688	"	- 3.2	- 0.2	3.0	2.853	3.213
	8	"	"	"	"	- 0.9	+ 1.0	1.9	2.506	
	9	"	"	"	"	0	+ 2.0	2.0	4.280	
	10	表面より	15cm	2,699	"	- 0.5	+ 2.9	3.4	1.917	0.426
	11	"	"	"	"	- 0.9	+ 2.3	3.2	2.692	
	12	"	"	"	"	0	+ 1.8	1.8	4.775	
	13	表面より	20cm	2,700	"	0	+ 23.0	23.0	0.373	0.443
	14	"	"	"	"	0	+ 18.0	18.0	0.477	
	15	"	"	"	"	+ 1.0	+ 21.0	20.0	0.429	
	16	表面より	25cm	2,702	"	0	+ 17.0	17.0	0.506	0.331
	17	"	"	"	"	+ 2.0	+ 24.0	22.0	0.396	
	18	"	"	"	"	+ 4.0	+ 25.0	21.0	0.499	
	19	表面より	30cm	2,703	"	+ 3.0	+ 28.0	25.0	0.344	測定不可
	20	"	"	"	"	0	+ 27.0	27.0	0.318	
	21	"	"	"	"	0	+ 26.0	26.0	0.331	
	22	表面より	35cm	2,705	"	0	+ 27.1	27.1	0.317	測定不可
	23	"	"	"	"	+ 1.0	+ 30.0	29.0	0.297	
	24	"	"	"	"	+ 2.0	"	"	"	
	25	表面より	40cm	2,707	"	+ 3.0	"	"	"	測定不可
	26	"	"	"	"	24.0	"	"	"	
	27	"	"	"	"	7.0	"	"	"	

註 舊開渠を暗渠としたる後埋立て築造せる道路なるも可成の交通量あり



は前に述べたが、砂利道を瀝青質舗装の基礎たらしめる場合に、砂利道の地耐力係数を測定し、これを以て瀝青質舗装設計に資せんとするものである。

砂利道を瀝青質舗装の基礎たらしむるには表面を一定の定規にならす必要がある。この際に舊表面の儘の個所と削つた個所や埋めた個所とではその地耐力係数は大いに異なる。

この測定試験は(d)の方法に依り砂利層の底面を基準面として、表面、砂利厚一定厚、砂利層の下の路盤、路盤を一定の深さに削つた面に就て各々地耐力を測定した。

その結果の一例は前表(No. 1)の示す如くである。

## 第七章 コンクリート舗装用振動機に就て

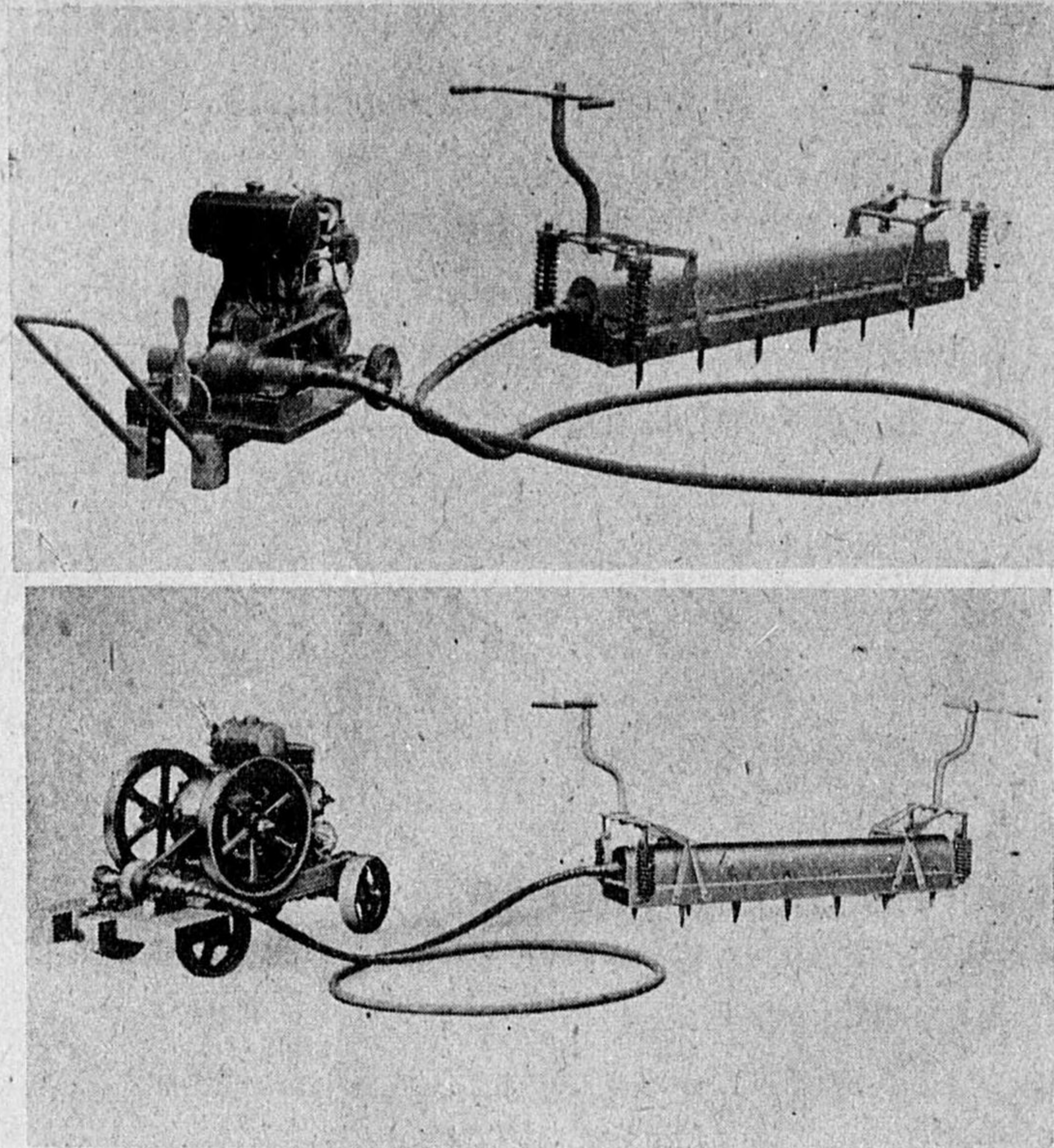
**1. 緒言** コンクリート施工の際振動機を使用すれば、水セメント比の小なる、即ち固練りコンクリートをワーカブルにし、良性質のコンクリートを作ることが可能である。良性質とは大體次の如く要約することが出来る。

- (1) 壓縮強さ及び曲げ強さを増加出来る。即ち同一強度を得るにはセメント量を減じ得るから経済的である。
- (2) 密度が増大する結果として、吸水性が減少し水密性が向上する。従つて風化に依つて害せらるゝこと少なく、耐久性に富んだコンクリートが得られる。
- (3) 型枠を除去する時間を短縮することが出来、従つて養生期間も少なくてすむ。
- (4) 打継間の結合がよくなり硬密性を増す。
- (5) 容積の變化が小となり、又セメントが硬化に伴つて發生する熱量が少なくなつて、温度の上昇が減少する。

容積の變化の小なる時はコンクリート舗装版に於て屢々發生する龜裂を防止し得るを以て、耐久性に富めること及び容積の變化の小なることの二つは舗装用コンクリートとして最も望ましき性質なるを以て、振動機使用により節約し得るセメント量と振動締め固めに要する費用の増加とを比較し、経済的に多少不利益である場合に於てさへ、尙コンクリート舗装工事には振動機に依る締め固め工法を採用すべきである。

諸外國に於ては舗装工事には種々の振動機が使用され、その大きさはロードファイニシャーに取り付けた大型のものより、一人持ちの小型のもの迄種々ある。我國內地のコンクリート舗装工事は多く小規模であつて、その多くは1日に300平米以下を施工するを普通としてゐる。従つてその程度の工事に使用する目的の下に製作したのが本文にて報告する振動機にて、昭和13年の秋



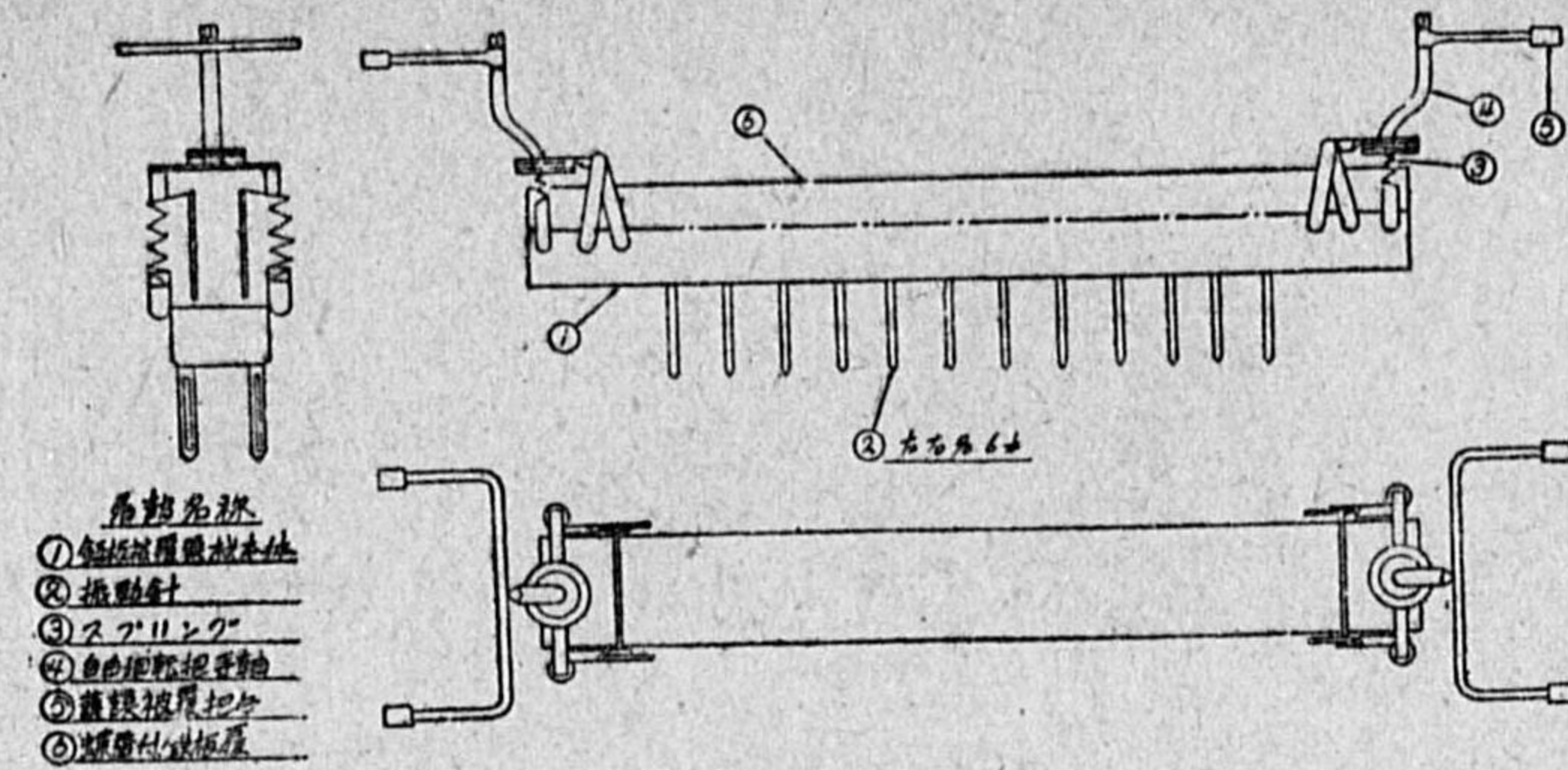


第 6 圖

より東京新京濱國道事務所のコンクリート舗装工事に使用されてゐる。振動機は總て淺野物産にて製作したものである。

構造は振動機、動力及び兩者を連結するフレキシブルシアフトの三部分よりなつてゐる(第6圖参照)。

振動機は第7圖に示す如き構造にて、振動臺はその上部に取り付けたる振動軸(偏心荷重を有し回轉運動を行ふ)の回轉運動に依り、上下振動を行ひ、コンクリートに振動を與へる。臺の下部に左右二列に合計12本の振動針を付けたのは、振動によりコンクリートの上部のみが締め固められ、下部の水又は



第 7 圖

空気の上方へ逃げるのを妨げるのを防止する目的にて、下部の水又は空気は振動針に沿つてコンクリート表面に流れ出る。當事務所に於ては動力は目下ガソリン機關又はモーターを使用してゐるが、ディーゼル機關使用のものも製作されてゐる(第8圖)。

東京新京濱國道事務所に於ては三種の異なるものを使用してゐる。その大きさは大體次の如くであつて、第1號、第2號、第3號と漸次に改良せるものである。

第1號 振動臺、長さ176 cm、幅19 cm、高さ22.5 cm、重量63.5 kg、針、徑19 mm、長さ60 cm、總數12本、モーター  $\frac{1}{2}$  馬力、振動數約3000回/分。

第2號 振動臺、長さ120 cm、幅24 cm、重量93.75 kg、針、徑22 mm、先端12 mm、總數10本にして、長さは三種あり調節し得る。モーターは1馬力、振動數約3000回/分。

第3號 振動臺、長さ152 cm、幅24 cm、重量78.00 kg、針、徑22 mm、先端12 mm、總數10本にて長さを調節し得るごとくなつてゐる。動力はSNK 1.5型高速輕發動機にて公稱馬力1.8、標準馬力2 H.P、2000 RPMにて、振動軸の回轉數は約2,500回/分。

## 2. 實施報告

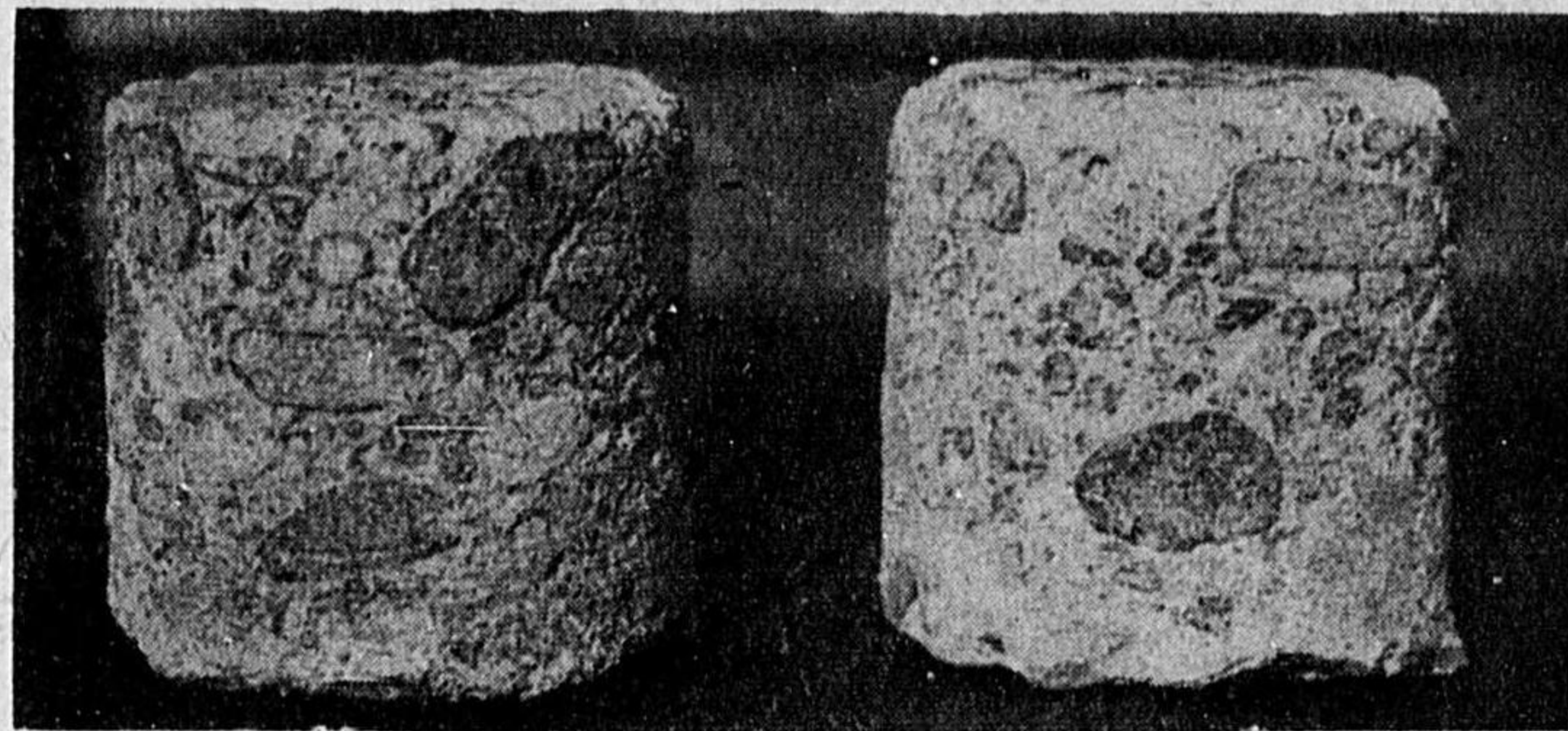
A. 第1號の振動機を用ひて昭和13年10月より新京濱國道、中延地内延



第23表 供試體の壓縮強さ  
配合 1:3:6 (容積比)

水セメント比	材 齡	壓縮強さ
58 %	56 日	194 kg/cm <sup>2</sup>
40	29	207

長約 900 m に亘り、高速車道の基礎コンクリートを施工した。施工方法は路床仕上げ後砂を撒布し、セメント袋を敷き、その上にコンクリートを約 12 cm 厚さに敷均し振動機にて締め固め、更にコンクリートを所要高に鋪設し、ロードファイニッシャーにて表面を仕上げた。



第 8 圖

セメントは高爐セメント(日本製鐵)、細骨材及び粗骨材は多摩川より直接採取せるものにて、大體 B に使用せるものに類似し粒度は良好でない。粗骨材の大きさは 40 mm、版の長さは 10~25 m、繼目は總て施工繼目とした。コアボーリングに依り供試體を採取し、壓縮試験を行ひ、ゴンナーマン氏の曲線を用ひて供試體の高さの補正を行ひ、標準供試體(高さ約 30 cm)としての壓縮強さを第 23 表に示した。

第 8 圖にコアボーリングにより採取した供試體を示した。供試體の表面に近き部分(ロードファイニッシャーにて締め固めた部分)は下部より氣泡多く、振動締め固めの程度を推定し得る。本試験は振動締め固め工法により鋪装コンクリートがどの程度迄締め固められてゐるかを見る目的の下に行はれたので、その個數も唯 2 個に過ぎないが、その成績は可成り良好であつた。

B. 前回實施の結果、振動機の重量が軽く且つ振動が充分でなく考へられたので、改良して第 2 號の振動機を製作した。實施施工を振動機の製作が遅れ、且つセメントの配給が殆どなかつた爲に、時期としては悪い昭和 14 年

第 24 表 セメントの強さ

(1) モルタルの強さ (kg/cm<sup>2</sup>)

日 數	標準規格 1:3 モルタル		軟練 1:3 モルタル (水-セメント比 65%)		軟練 1:1 モルタル (水-セメント比 45%)	
	引張強度 水量 27%	壓縮強度 水量 29%	曲げ強さ (フロー%214)	壓縮強さ (フロー%214)	曲げ強さ (フロー%206)	壓縮強さ (フロー%206)
3	19.8	171(150)	10.9 (20)	36.4 (50)	26.5 (30)	86.5(100)
7	21.9 (20)	249(220)	22.1 (30)	73.5 (110)	42.7 (50)	158 (220)
28	26.0 (25)	356(300)	50.7 (45)	170 (200)	81.7 (70)	368 (360)

但し 括弧内は規格強度を示す

(2) コンクリートの強さ (kg/cm<sup>2</sup>)

配合 1:3:6 (容積比), 水-セメント比 55% 養生温度 21°C

日 數	壓縮強さ			曲げ強さ
	7	28	90	
A	96	180	272	44
B	96	150	243	33

12 月に行つた。駒込地内延長約 300 m の高速車道の基礎コンクリートの鋪設に第 2 號の振動機を使用し、各版毎に配合、水量等を變へて、コアボーリ

第 25 表 骨材の單位重量

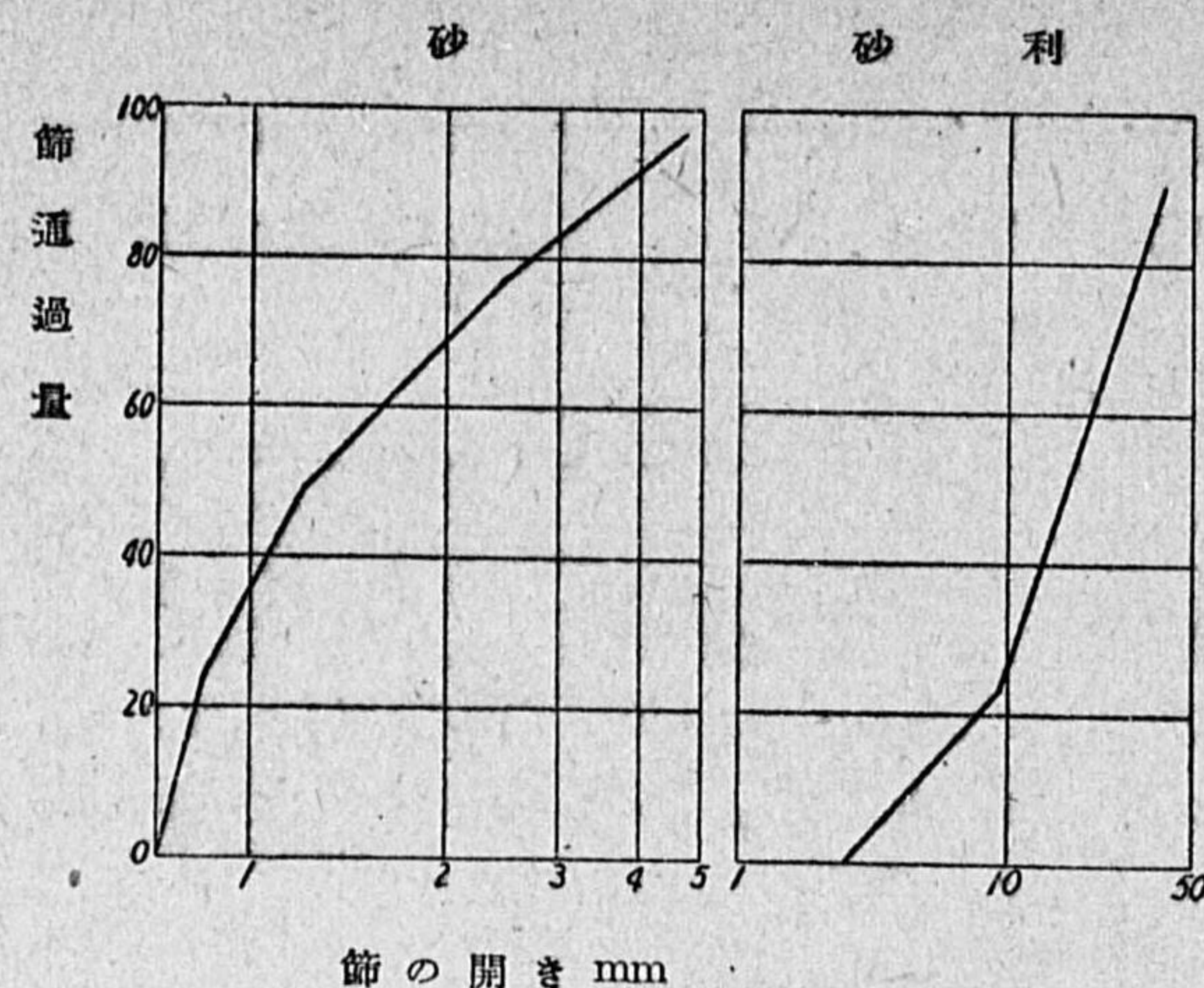
	砂	砂 利
輕裝單位重量 (kg/m <sup>3</sup> )	1,544	1,710
輕裝容積率 (%)	42.0	34.7
容積壓縮率 (%)	7.1	4.9
中位裝單位重量 (kg/m <sup>3</sup> )	1,619	1,750
中位裝空隙率 (%)	39.1	33.3

ングに依り供試體を採取し、壓縮強さを求めたが満足すべき結果は得られなかつた。

(1) 使用材料 前述の如くセメントの配給なき結果 200 日近くも貯藏し、多少風化の疑ひあるものを

使用したる爲に、その性質を確める目的の下に規格試験、軟練りモルタル試験





第 9 圖

並に配合 1:3:6 の  
コンクリート強度試  
験(実験室内)を行  
つた。その結果は  
第 24 表に示す如く  
である。  
但しセメントは總  
網篩 0.3 にて篩分け  
通過せるもののみを

使用した。第 24 表に於て A は網篩 0.3 に残留せるもの 22%, B は 36% なるセメントを使用せるもので B の方が風化の程度著しい分である。前記の試験の結果セメントは規格試験には合格してゐるが、その強度は低く、硬化も遅いことを示してゐる。

砂利及び砂は何れも多摩川より直營採取せるもので試験の結果単位重量は第 25 表に、篩分曲線は第 9 圖に示す。

砂利は比較的 25mm 以上のもの多く粒度は良好でない。砂も亦粗目である。

(2) 試験結果 施工方法は A の場合と同様であつて、ミキサはランサム の 12 切練りを使用し、一回の練り量は 0.284 m<sup>3</sup>、練り時間は 1 分 20 秒~2 分に及んでゐる。床版 1 個より 1 個の供試體を採取し、壓縮試験を行つた。施工期日は 12 月 4 日より 22 日迄にて、1 日の施工面積は第 1 日目の 135 平方米を最小とし、毎日 180 平方米又は 240 平方米であつた。1 日の出来高の小なるは第 26 表に示した如く 1 日の最低気温が 0 度以下なるを以て、朝はなるべく遅く、夕方はなるべく早く工事を終へた爲である、配合は大體 1:3:6

第 26 表

現場配合比	水セメント 重量比 (%)	施工 軟度	天候	気温		生コンク リートの 温度(°C)	材齡 (日)	壓縮強さ (kg/cm <sup>2</sup> )	補正值長 (kg/cm <sup>2</sup> )
				最高 (°C)	最低 (°C)				
1:3:6	54	良	晴	13°	-1°	-	42	160	150
"	"	"	"	"	"	-	"	152	144
"	"	"	"	10°	-1.5°	-	"	157	146
"	"	"	"	"	"	-	"	189	177
"	"	"	"	"	"	-	"	206	192
1:2.7:6	52	"	"	"	"	-	"	179	166
1:3:6.5	54	佳	曇	9°	-1°	8°	43	144	132
"	55	"	"	"	"	"	"	216	190
"	"	"	小雨	"	"	"	"	141	125
"	54	良	晴	11°	-1°	"	"	177	161
"	"	"	"	"	"	10°	"	147	131
"	50	"	"	"	"	13°	45	157	142
1:2.9:6.5	52	優	"	"	"	9°	"	168	144
1:3:6.5	"	優良	"	12°	-1°	6°	"	155	141
"	"	"	"	"	"	10°	"	237	216
1:2.9:6.5	50	優	"	"	"	12°	56	240	197
"	"	"	"	"	"	11°	"	120	112
"	54	佳	"	11°	-1°	7°	55	154	139
"	"	"	"	"	"	12°	"	223	205
"	52	優良	"	"	"	13°	"	177	168
"	"	"	"	15°	-2°	7°	56	202	189
"	"	"	"	"	"	8°	"	203	191
"	"	"	"	"	"	10°	"	238	219
1:3:6.5	"	優良	"	14°	-1°	6°	52	186	170
"	50	優良	"	"	"	10°	"	159	145
"	"	優良	"	"	"	8°	51	171	156
"	54	佳	"	15°	-1°	9°	"	211	190
"	"	"	"	"	"	14°	"	202	189
"	"	良	"	"	"	9°	52	157	137
"	52	優良	"	"	"	9°	"	165	149
"	54	優良	"	11°	-1°	10°	"	178	156
"	"	"	"	"	"	10°	"	200	186
"	52	優	"	"	"	10°	56	164	147
"	"	"	"	"	"	5°	"	141	126
"	"	"	"	9°	0°	5°	"	140	130
"	"	"	"	14°	0°	13°	"	134	122
"	"	"	"	"	"	14°	"	166	152
"	"	良	"	"	"	6	57	167	154
"	"	"	"	12°	-1°	7	"	168	152
"	54	"	"	"	"	10	61	160	145
"	"	"	"	"	"	-	"	156	144

を標準とし、水セメント比は 50~55% であつた。第 26 表に現場配合比、水セメント重量比、施工軟度の良否、天候、気温の最高、最低、コンクリートの温度、壓縮強度試験の材齡、壓縮強さ及びゴンナーマン氏の曲線を用ひて補正せる値を示した。第 26 表より壓縮強さ(補正值)は材齡を無視するとき是最小 112 kg/cm<sup>2</sup>、最大 219 kg/cm<sup>2</sup> にして、最大は最小のものゝ 2 倍に近い強



度を示し、非常に不均等であつた。それは齊等なるコンクリートが得られないことと、振動締め固めが一樣ならざりしに原因するもので、強度の著しく低きものは總て締め固め不十分なるものにて、締め固めが殆ど行はれてゐない供試體もあつた。今水セメント比の等しきもの平均値をとれば 50% は  $172 \text{ kg/cm}^2$ 、52% は  $160 \text{ kg/cm}^2$ 、54% は  $153 \text{ kg/cm}^2$ 、55% は  $161 \text{ kg/cm}^2$  (此の場合は 2 個の平均) にて、55% を除けば壓縮強さは大體水セメント比に比例してゐる。又配合に就ての平均値を採れば 1:2.7:6 は  $192 \text{ kg/cm}^2$  (1 個のみ)、1:3:6 は  $153 \text{ kg/cm}^2$ 、1:2.9:6.5 は  $173 \text{ kg/cm}^2$ 、1:3:6.5 は  $150 \text{ kg/cm}^2$  にて、1:3:6 (第 1 日目) にのみ施工した) を除いては大體比例的の關係にある。前述の如く長期貯蔵によるセメントの強度の低下と、施工が冬季にて養生氣温の低きこととを考へ合すれば、普通のセメントを使用し、振動締め固めを十分にすることは A にて得られたる結果が大體妥當なることが分る。

(3) 振動機に要する經費 振動機の價格は別として、振動機を使用するに要する費用を實施結果より求むる。振動機附員は二人を要し、駒込舗装の場合には舗設勞力費の大體 5% を占めてゐた、而して 1 舗装面積が増大する時は減少する。モーター附振動機は約 200 m 毎に電線を取り付ける装置及びメーターを設備する必要がある、電力使用料以外に設備費を餘分に見込む必要がある。大體 300 m 施工せる駒込地内の舗装にては設備費は 13.94 圓、電力及びメーター使用料 4.25 圓 (1 馬力の最低料金)、 $100 \text{ m}^2$  當り設備費 0.52 圓、電力料 0.16 圓を要した。又 A に述べた中延地内の舗装 (延長約 900 m) にては設備費 21.53 圓、電力及びメーター使用料 2.84 圓にて  $100 \text{ m}^2$  當り、設備費 0.275 圓、電力料 0.069 圓であつた。従つて延長大にして連續的に施工する場合には  $100 \text{ m}^2$  當りの設備費及び電力料は更に遞減し得る。

ガソリン發動機關付振動機は昭和 15 年秋より使用し始めたが、ガソリン及びモビール油の使用量は  $7104 \text{ m}^2$  施工せる平均値は、 $100 \text{ m}^2$  當り 0.62 l 及び 0.028 l にて、金額にして約 0.20 圓を要した。

3. 使用上の注意 コンクリート舗装用振動機を使用し始めてより 2 ケ年しか経過せず、従つてその經驗も不十分であるが、今日迄使用し來つた經驗より得たる必要なる注意事項は次の如くである。

振動機は決して直接コンクリートの性質そのものを改良するに役立つのではなく、普通の施工方法にては取扱ひ得ない程の固練りコンクリート、即ち水量の少ないコンクリートを容易に施工し得る一種の施工機械にすぎないのである。換言すれば水量の少ないと云ふことが伴つて始めて振動機はその効果を十分發揮出来るのである。従つて振動機の効果を過信して假りにも施工を疎にしない様十分注意しなければならぬ。例へば水量の多い軟練りコンクリートを振動締め固めをする時は分離を起して、却つてコンクリートの性質を著しく悪化せしめる結果になる。

振動機の使用上最も必要なるはコンクリートの分離を生ずることなく、十分締め固め得る様施工する點にある、即ち配合、水量及び振動繼續時間との間の適當なる關係を見出すことである。然し實際上は振動繼續時間は一日の舗設面積に依つて支配されるものであつて、餘りその時間が大であると不經濟になつてくる。本施工の經驗によると 20~30 秒が適當であつて、モルタルが表面に浮び出る程度を標準とすべきである。一般に振動締め固めの場合は分離を防止する爲に、細骨材に比し粗骨材の割合を大とするのが普通である。然しどの程度減すべきかは骨材の粒度、使用水量、振動繼續時間に關係するので一概には云へないが、施工せる舗装コンクリートの表面にモルタルが著しく浮び出る時は細骨材の割合を減少して防止し得る。水量は出来る限り少とすべきであるが、振動機の能率に關係する故にその限度がある。一般の施工に於ては 1 日の舗設面積が  $300 \text{ m}^2$  以下の場合には、振動機は一臺にて足るを以て、毎日の舗設面積より 1 回の振動繼續時間が定められ、その時間にて分離を起すことなく十分締め固め得る如く、水量及び細骨材との割合を試験舗設により決定するが至當であると考へられる。

前述の如く振動締め固めコンクリートは、水量の變化は著しく影響する故に



混合水量は各バッチ毎に一樣なる様に特に注意すべきであり、又比較的固練りを使用するを以て混合時間も多少一般の場合よりも延長する必要がある。

舗設に當つては取扱ひは出来る限りコンクリートを齊等ならしむる如くし、一樣なる厚さに敷き均す時は一樣なる締め固めが可能となり良結果が得られる。特に粗骨材の多く集まれる部分は注意して之を除去する必要がある。

振動針の長さはその先端がコンクリートの下面より 1~1.5 cm の距離に至るが適當であつて、餘り短き場合は下部の締め固めが不十分であり、餘り長き時はその先端が地盤中に入り泥交りの水を浮び上らしめる。

振動機は内部振動機に較べて故障は少ないが、出来るならば豫備として1臺餘分に備へる方が至當であるが、然らざる時は振動機の故障が生じた場合、コンクリートを締め固め得るに足る撞槌、テンプレート等を用意する必要がある。

本施工に於てはトペカの基礎コンクリートを目的としたるを以て、表面の仕上げには餘り注意を拂はなかつた。然し施工の結果に依れば兎角表面にモルタルが餘分に浮び出る傾向が見受けられ、従つて直接磨減層としての路面を施工するには特に配合、水量に注意し、振動繼續時間を調節する必要がある、その施工には一段の工夫を要する。

振動締め固めに當つては、施工法の適否がコンクリートの性質に影響する所著大なるを以て、現場責任者は必ず現場に立會ひ、出来上りコンクリートに絶えず注意し、配合、水量及び振動繼續時間を適當に調節すべきであつて、決して人夫任せにすべきでない。

モーター付振動機とガソリン機關付振動機とを比較するに、後者の使用日數少なき爲に十分なる判定を下し得ないが、前述の如くモーター付のものは設備費に多くの経費を要し、又電線を引き張る手数を必要とするから、電壓 100 Volt の電力が自由に得られる場所にては經濟的には不利である。然し回轉一樣なるを以て振動軸に故障の生ずることが僅少である。之に反しガソリン機關は經濟的ではあるが、回轉一樣ならざるを以て振動軸に故障を與へる惧れがある。

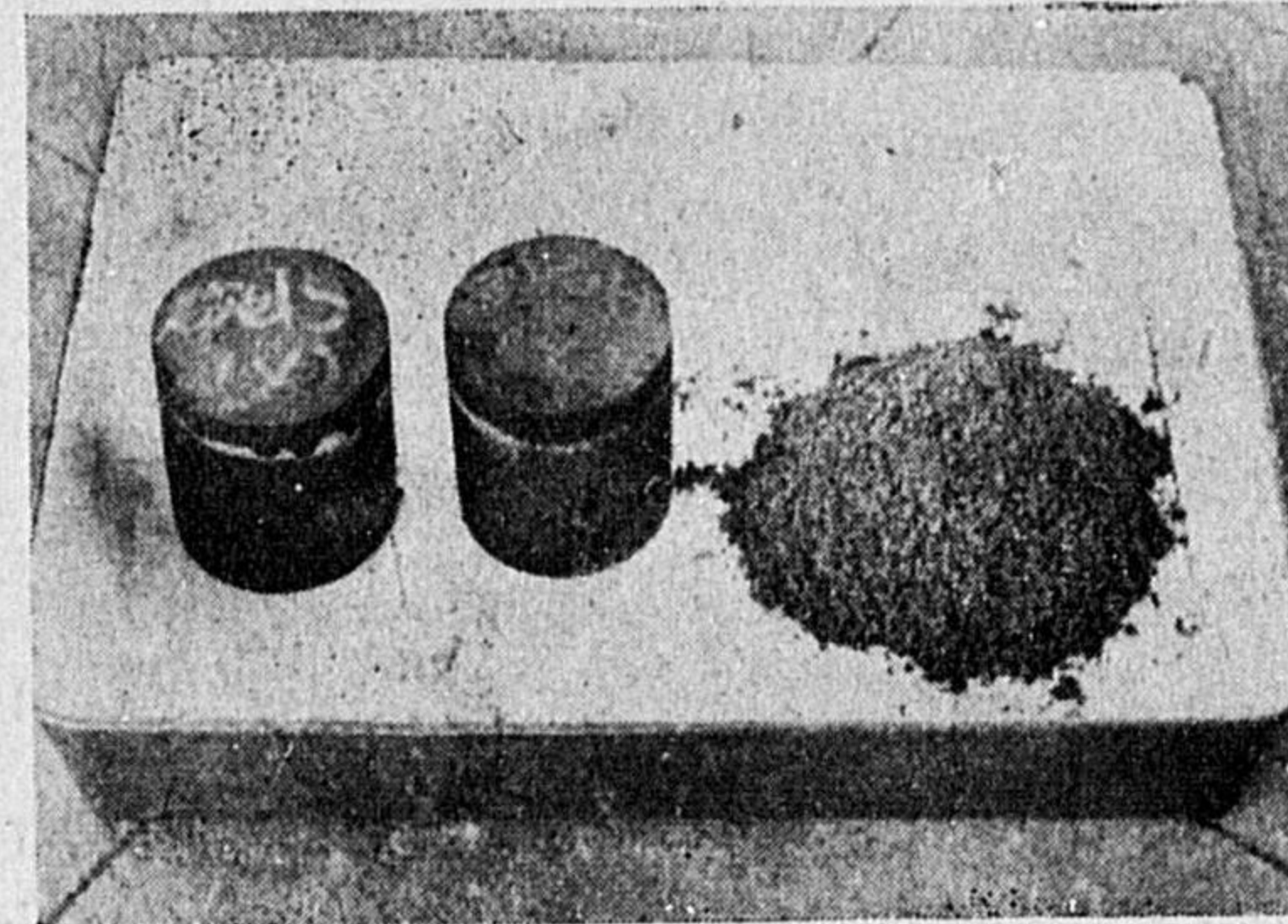
## 第八章 安定處理道(砂利道の簡易舗裝化)

**1. 土の安定處理に就て** 乾いた砂濱は一足毎に砂が崩れて歩きにくい。適當に濕つた波打際は足跡も止めず快よい。田舎道に多く見受ける粘土道は、好天の間は快適な遊歩道であるが雨天が続けば泥濘種を没して歩けない。此の二つの現象を、砂は乾燥により、粘土は濕潤によつて何れも不安定になると解する。

砂利道が或る程度の濕潤乾燥に耐え得るのは、粘土、砂、砂利の混合物が、それぞれの特徴の發揮によつて、各自單獨の場合よりも著しく安定度を高めるからであつて、此の意味に於て、砂利道は低度の安定處理道と云ふことが出来る。

土は顯微鏡的微粒より相當の粗粒子まで色々の寸法のものによつて構成され、而もその混合の割合は千差萬態であるから、砂の如き粗粒子が主な時は砂濱の如くになり、粘土、沈泥等の微粒分が多い時は田舎道の例の如くなる。然し如何なる土に於ても或る範圍の水分を含む時は著しく安定で、此の限界を外れるに従つて次第に不安定となる。

土の安定處理とは、此の適當水分の範圍を擴大することを意味する。換言すれば、濕潤、乾燥等の影響に對する感受性を出来る限り低減して、最適條件に於て發揮する土の最高能力を常に保持せんとすることであり、更に進んでは土自體の能力より一層高度の性能をも與へんとするものである。



第 10 圖



安定處理の簡単な一例は第 10 圖に見る如くで、セメント處理土、乳劑處理土及び素土の各小塊を同時に水中に浸した場合、土のみのものは僅か數分乃至十數分間に全く崩壊してその形を失ふが、他の二者は些さかも形を變へることなく全く安定であることが判る。なほこの様に適當な處理を施した土は、力學的にも優れた能力を發揮するのである。

之等の現象はいづれもセメント若しくはアスファルトの微粒子が、土の粒子の間に介在して獨特の能力を發揮することに基因するのであるから、セメント、乳劑の極く少量を用ひて經濟的工法を計るためには、土の中に砂利碎石等の粗粒骨材を適當に含んで居ることが望ましく、安定材の効果を甚しく増大することとなる。

又我國道路の大半を占めて居るところの、砂利、碎石道は、少なくとも數年或は數十年の永きに亘つて維持されて居るため、その粒度組成も自然の中に甚だ良好な状態を得て居り、その厚さも相當なものであるから普通の交通荷重に對し十分の耐力を有する筈である。

砂利道の缺點とする處は要するに、濕潤、過乾燥に對する安定を欠き、之に種々の交通作用が加はつて粒子相互間の結合が破られ、急速に破壊に導かれることにある。

適當な安定材の處理によつて斯かる缺陷が除去せられるならば、砂利道をその儘準鋪裝化することとなり、經濟的にも甚しく有利であることは論ずる迄もない。

路面安定工法の當面の問題は先づ此處にある。

## 2. 種々の路面安定處理法

(1) 粒度の補正 既に述べた通り砂と粘土の適當な混合物はそれぞれ單獨の場合よりも遙かに安定であり、之に砂利、碎石等の粗粒材を添加すれば道路として一層勝れた性能を發揮し得ることは云ふ迄もない。

砂利道の構成材を粒子の大きさによつて概括的に分けると、砂利、砂、沈泥及び粘土であることは衆知の通りであつて、前者は路盤構成の主體、後者は

第 29 表 安定なる表層及び基層構成材の粒度の一例

節目の寸法	A—砂 粘土モルタル		B—砂 利			C—碎 石	
	表層用	基層用	表層用	基層用		表層用	基層用
				最大粒 1 吋	最大粒 2 吋		
2 吋(50.8 耗)篩通過	%	%	%	%	100 %	%	%
1 1/2 吋(38.1 耗) "					70~100		
1 吋(25.4 耗) "	100		100	100	55~85		
3/4 吋(19.0 耗) "			85~100	70~100	50~80	100	100
3/8 吋(9.5 耗) "			65~100	50~80	40~70		
4 番(4.7 耗) "			55~85	35~65	30~60	70~100	70~100
10 吋(2.0 耗) "		100	40~70	25~50	20~50	35~80	35~80
20 吋(0.83 耗) "	65~	55~90	55~90				
40 吋(0.42 耗) "	100	35~70	35~70	25~45	15~30	10~30	25~50
200 吋(0.074 耗) "		8~25	8~25	10~25	5~15	5~15	8~25

同上の物理的性質

項 目	表層用 (A, B, C 共)	基層用 (A, B, C 共)
粒 度	200 番篩通過分 < 3/4 40 番篩通過分	200 番篩通過分 < 1/2 40 番篩通過分
40 番篩	液狀限界 < 35	< 25
通過分	塑性指數 4~9	< 6

その結合材、兩々相俟つて一體の作用を営み、それ等の配合が最も適當である時耐荷力も安定度も最高となる。

安定處理の第一階梯たる粒度補正の方法は、夙に道路技術者の腐心しつゝあるところであつて改めて云ふべきではないが、此の事は又他のあらゆる安定方法に於ても同時に成り立つことがらであつて、もともと優秀な粒度を有するところの砂利道を利用して之に他の安定工法を加へることは、大いに意義のあることである。

(2) 瀝青材の利用 路表土に瀝青材を混合するものであつて、瀝青材としては、乳劑、タール、道路油其の他の油類が利用されるが、アスファルト乳劑によるものが最も多い。

本書に於て詳述せんとする工法の一つである。



(3) **セメントの利用** 同じく路表土にセメントを混合するのであつて、近時遽かに喧傳されつゝある資材節約工法の優秀な一部門たる、ソイルセメント若しくはソイル・コンクリート道路は之である。

前項と同じく本書の目標とする工法である。

(4) **石灰の利用** 三和土若しくはタ、キの類である。

必ずしも新らしい考案に屬するものではないが、之を広く道路に應用せんとするのであつて、實驗的に又試験道路に於て現在種々試みられつゝある。

現在迄の成績を概念的に云へば、セメントと同様の方法によつて道路にも使用し得ると云ふ程度であつて、石灰の使用量も少なくなく工費の點は必ずしも低廉とは云ひ難い。同一量のセメントを使用した場合に比較して強度に相當の開きがある。

然し時局下セメント拂底の時に於て、その代用として豊富な石灰を利用することには少なからぬ意義があり、なほ今後の研究によつて如何に優秀な工法となり得るかも測り知れない。

日本古來の工法として、大いにその特徴を廣めその活用を計り度いものである。

(5) **パルプ廢液、糖蜜の利用** パルプ工場から多量に排出される亞硫酸パルプ廢液及び製糖工場から出る糖廢汁はいづれも相當の粘結力を有するから、之を混用して路表土を安定せしめんとするものである。

亞硫酸鹽による木パルプの製造工程中、木纖維は粉碎されて稀薄な淡褐色の液となり、之を加熱するときはゴム狀の殘渣を生ずる。外國に於ける例では種々の岩石粉を此の濃縮液を以て處理し、支持力を  $300 \sim 400 \text{ lb/in}^2$  から約  $2,000 \text{ lb/in}^2$  に増加したと云ふ。

パルプ廢液は前述の如く稀薄な液であつて、安定材として使用に供するには著るしく濃縮せねばならないが、此の加熱によつて發散する臭氣は實に甚しいものがある。

なほパルプ廢液を安定材とする場合の大なる缺點は水に溶解し易いことであ

つて、之が利用に際しては特に考慮の必要がある。或る説によれば半アスファルト性油をパルプ廢液に混用して、此の缺點を幾分補足し得ると云ふことである。

糖蜜とは砂糖黍から砂糖を製造する際副産されるところの、樹脂性の無機物質を含んだ濃いシロップ狀の液體を云ふのであつて、石灰の適量を加へて結合性のある混合物を作ることが出来ると云ふ。

(6) **化學的操作によるもの** 珪酸ソーダと鹽化ナトリウム及び鹽化第二鐵とアムモニヤをそれぞれ組合せ、又は單獨に土に作用させると短時間の中に土は相當固結する。

パルプ廢液と同様小規模な著者の實驗の範圍では、之等の安定劑を多量に使用すれば兎も角、經濟的に成立つ程度の量では乳劑及びセメント等に比較して効果は遙かに劣るものであつて、之等の工法が街頭に進出する迄にはなほ幾多の研究を要するものと思はれる。

(7) **燒土法** オーストラリアの black soil と稱する土に試みられ、高價な砂利碎石の運搬を行はず現場の土を固めて代用せんとした方法である。大型の加熱機を 1 時間約 10 呎の速度で路面上に移動し、機の底より路面に向つて高熱のガスを吹きつけ、土を燒いて一種の煉瓦様のものに變化せしめるのである。火熱に先立ち路面を約 4 吋の深さに掘起し、所定の形狀に整形して置くのである。

巾 6 呎の機械を晝夜兼行で動かし、巾 18 呎、長さ 500 呎の路面を深さ 6 吋に處理するに 1 週間を要したと報じてゐる。この上にローラーを運轉し、細粗の土を噛み合はせ結合させた後交通に供したのである。

(8) **電氣的作用によるもの** アルミニウムを陽極、銅を陰極とし、適當の間隔を置いて之を土中に挿し込み、直電流を兩極間に通じて土を固結せしめる方法である。

或る實驗によると含水約 80% もある殆ど液狀の粘土を容器に入れ、之に  $300 \sim 500$  ボルトの電壓で  $8 \sim 14$  アンペアの電流を數時間作用せしめた結果、



粘土は固結して断面1平方糎の鐵棒を10 疋の力で突き刺すことが出来ず、且つアルミニウム電極の近くから取つた土塊は數ヶ月間水中に浸しても分解や膨脹を生じなかつたと報じてゐる。

此の方法は特許になつてゐる由である。

以上の各方法の内、(1) は既に實施の永い歴史を有するものであるが、(2)、(3) 及び(4) はそれぞれ我國に於て漸く緒に着き今後の發達に期待すべきところが大きい。其の他に於ては一部試みられつゝあるものもあるが、多くは尙今後の問題に屬する。

本書に於ては専ら(2) 及び(3) に就て實施施工を主とし、現場向きに述べ度いと思ふのである。

**3. 乳劑處理道の工法** 瀝青乳劑による路面の安定工法は、我國に於ては未だ實施の例が甚だ少ない。以下著者の些少の經驗を基として聊か詳述し度い。施工の方法に就ては讀者も直ちに感知せられるであらう如く、甚だ幼稚の域を脱しないし缺陷も少なくないが、たゞ施工が簡易であり特殊の技能と機具とを必要としない點に於て、何れの現場にも直ちに移すことが出来ると思ふ。

施工の主眼とするところを生かしつゝ方法の改善、缺陷の除去を計ることはすべて今後の研究に俟つものである。

(1) **施工の大要** 先づ在來の路面を必要の深さに搔き起し、之に一定量の乳劑を加へて混合する。混合物が漸次乾燥して、適當な含水状態に達した時ローラーを以て緊め固める。施工の骨子としては之だけである。

たゞ交通の激しい磨耗作用に對抗せしめる爲に、表装工として一枚の瀝青材の被膜を必要とする。此の表装工は交通量とその種類とに應じて適當に選定さるべきであり、場合によつては全然省略することも出来る。

鋪設の厚さは大體4~6 cm を標準とする。之に要する乳劑の量は厚さにより、又在來路面を構成してゐる土砂と粗骨材との割合によつても當然異なるが、普通の砂利、碎石道として永く維持されて來た路面の場合は、凡そ厚さ

1 糎につき  $1\text{l/m}^2$  を目標として大過がない。

在來路面の状態によつては、厚さは更に低減の餘地がある。

表装工は普通の乳劑マカダム工の場合と殆ど同様であつて、状況に應じ  $1.5\sim 3\text{l/m}^2$  の乳劑と僅少の粗粒砂、又は微碎石を用ひて1層若しくは2層に施工する。

乳劑に代ふるに、加熱アスファルトを使用して種々の工法を行ふことももとより差支へない。此の種の工法を相當の厚さに施工する場合は、安定處理道そのものは一種の基礎工と見做さるべきであつて、斯かる場合は乳劑配合量の節減に關して相當の考慮を拂ふ必要がある。

施工の詳細に移るに先立ち、先づ土と瀝青乳劑との混合に就て述べなければならぬ。この事は本工法の成否を決定する根本であるから。

(2) **土と乳劑との混合** 瀝青乳劑は衆知の如く、アスファルトの顯微鏡的微粒子を水中に分散せしめたもので、各微粒子はそれぞれ特殊の薄膜に包まれてゐる爲、互に附着することなく分散状態を保つてゐるのであるが、一旦之が石材其の他の物體に觸れると、その状態が破れて所謂分解作用を起し、アスファルトの微粒子相互及び接觸せる物體との間に粘着力を生じ、水分の散逸に伴ひ次第にその力を増大して固結することとなる。

土の如き微粒物質に乳劑を加へる時此の現象は極めて急激に營まれ、時には混合不能に陥入る。最も甚しい場合は乳劑中のアスファルトと土とが一塊となつて水と分離して了ふが、これ程でない場合でもアスファルトはそれ自身相互に凝着し、肉眼で容易に見分け得る程度の微細な粒状を呈して散在し、満足に土と混合することが出来ない。土の粒子が小さい程この傾向が顯著である。

之を回避して土と乳劑との混合を満足せしめるには、乳劑の分解作用を緩和することが必要である。この目的に對する緩和劑としては色々のものがあらうが、著者の經驗した範囲内ではゼラチンが最も效果的であり、費用少なく入手も比較的容易であり、且つ取扱ひの甚だ簡単な點で目的に叶つたものと考へ



られる。

その外、カリ、ソーダの類で効果のあるものもあるが、費用がやゝ高價である。酪乳工場の在る地方では、脱脂乳を使用してゼラチンと同様の目的をより安價に遂げることが出来る。但し之は凝結、腐敗が甚だ早いから、取扱ひ上に時間的制限を受けることを免れない。

ゼラチンは最下級品で足る。之を豫め水に溶解したものを乳劑中に加へ、よく攪拌して用ふるのである。その適當量は乳劑の種類によつて異なり、同一種の乳劑でも貯藏期間の関係などによつて、やゝ相異なるやうであるから正確に決定することは出来ないが、重量で凡そ乳劑の0.1%程度で甚だ微量である。

經濟的有效量を求めんとすれば、所定の乳劑に種々の割合にゼラチン溶液を混和し、それ等を現場の土と混合して見ることで如何なる處でも直ちに試み得る容易なことである。

斯かる緩和劑を使用した場合でも、なほ土との混合に失敗することがある。明かにアスファルトの凝結を生じてゐる如き場合は兎も角、判別し難い程度の失敗に陥つてゐることが往々にしてある。此の種の混合物は乾燥後にその一片を取つて割つて見ると、断面に點々として無数の微細な黒斑を見ることが出来る。即ちアスファルトの凝結であつて、混合不十分のしるしである。完全な混合物は殆ど斯る現象を認めることが出来ぬ程、土とアスファルトとは一體のものとなつてゐる。

なほ良好な混合物は、全體一様に粘稠性を示し色澤に富んでゐるが(第17圖参照)、混合不十分のものは一見して粗雑な感じを受け色含ひ悪く、なほ甚しい場合は水の分離する傾向さへも認めることが出来る。

この程度の鑑別としては土と混合して見る迄もなく、緩和劑混入後の乳劑のみに就てもほゞ同様に云ふことが出来る。

以上はすべて現在市販の普通乳劑に對しての問題であるが、乳劑中には特に土の如き微粒物質との混合を目的として作製されたものがあり、斯かる乳劑を

使用した場合は勿論緩和劑の必要は無い。

現在の處此の種の乳劑は用途少なき關係上やゝ高價であるが、需要量の如何によつては普通乳劑の程度まで低下の見込みはあるものと思はれる。

緩和劑を加へた乳劑を土に混合する場合、緩和劑の効果が完全であれば乾燥した土にそのまま乳劑を注入しても支障なく混合することが出来るが、一般には土に適當な水分を與へて置く方がよい。即ち一定量の水を徐々に加へながら全體一様の濕潤状態となるまで土を練り返へすのであるが、斯くすることによつて土粒子の凝固を解きほぐすことにも役立つ。

土に含有する水分の多い程、乳劑の分解は緩和せられて混合容易となるため、實際現場に於てはやゝもすれば水分過剰に流れやすい。混合物が甚しく流動状態に陥入ることは、これを鋪設する際一定の形状を保たしめることが困難になる許りでなく、施工時季の如何によつては乾燥が遅れて、工事の進捗上可なり障害を及ぼすこととなり、その他にも悪影響を及ぼす點が少なくないから、土に加へる水量は混合上必要な最小限に止めるやう心掛けるべきである。

然し一面此の種の安定處理工法では土の緊固めを甚だ重視するものであり、土の緊固めはまたその時の含水状態に支配されることが著しく、最大の緊固め効果を得る爲の含水度は一定であるから(セメント處理道の工法——土の含水度と緊固め効果、参照)此の點を考慮し、混合上別に土を加へる必要が無くとも緊固めの目的上乳劑中の水分のみで不足の場合は、新たに相當量の水を注加する必要が生ずる。然し、一般には上述の如く土の凝固を解く爲と混合を容易にする爲に、豫め土に相當多くの水分を與へてあるから、鋪設後の混合物が緊固めに適當な含水状態まで乾燥するには相當の時間を要するのが普通である。

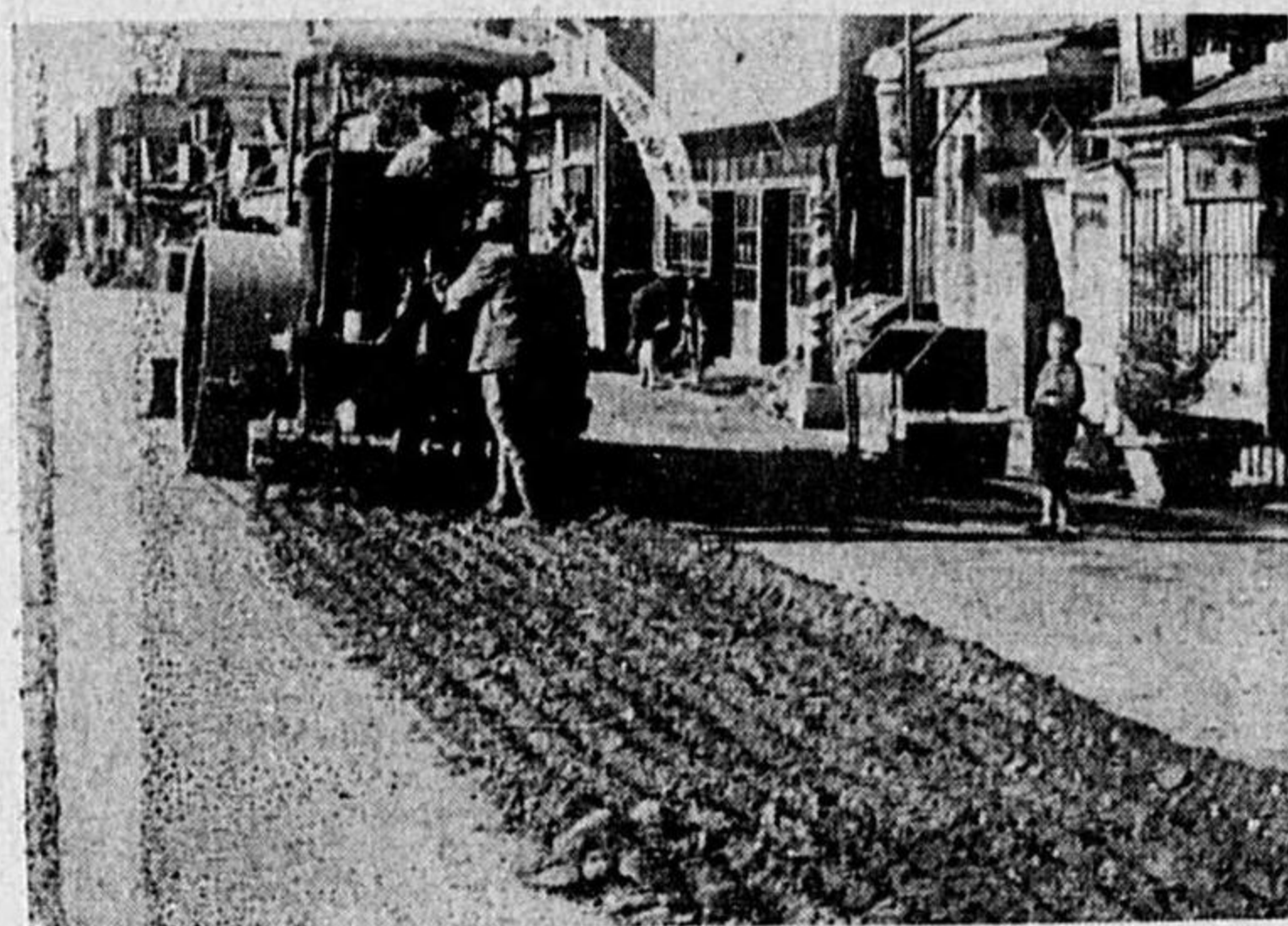
### 施工法の詳細

曩に述べた通り、砂利道若しくは碎石道の構成體をそのまま有効に生かし、これに適當な處置を加へて強化することが安定處理工法の主眼であるから、在



來路面の土礫は全部工事の主材として用ひられる。必要に応じて、適當な粗骨材を補填することは粒度の改善、安定材の節約などの意味に於て有意義な手段ではあるが、工法の本質上要求するところでは決してない。

(1) 路面の掘鑿 乳劑を混合する爲に先づ道路面の土礫を一旦掻き起すことが必要である。掘鑿の深さは安定處理體の鋪設厚さに等しい。即ち鋪設厚 5cm ならば掘鑿深同じく 5cm である。但し在來路面の不陸を修正する爲に、部分的に掘鑿深の變動を生ずることは免かれぬ。斯かる場合は、土を相互に流用する爲の小運搬が餘分の仕事となることは止むを得ない。



第 11 圖

掘鑿は人力手掘りによると甚だしい勞力を費す上土塊を十分に破碎することも困難であるが、ローラーに附隨したスカリファイヤーを利用すれば著しく能率的である上、ローラーの運行によつて掘鑿土もよく破碎せられる。

且つ人力掘鑿は部分的に深掘りとなるを免がれず、掘鑿後の路盤に不陸を生ずる虞れがあるが、スカリファイヤーを使用すれば此の缺點が大いに減ぜられる。

(2) 掘鑿土の整理 掘鑿の深さが 5cm 以上にも及ぶときは、表面の遊離土を取除けつゝ、掘鑿を續けねばならない。又掘鑿後の路盤表面を輾壓、修正する爲にも掘鑿土を一旦取除く必要がある。

此の場合も同様人力によるを妨げないが、ローラー附隨のグレーダーを利用することが望ましい。

掘鑿土は鋪設區域の兩側に連續して平均に堆積する。乳劑處理に於ては降

雨の爲、土の濡ることを苦にしないが、降雨が引續く時は土の一部が流出し、又雨天と晴天の繰返へされる時は切角破碎した土礫が再び凝固することを考慮し、餘り長期の堆積を避けるべきであるが、一面掘鑿後の路盤を一般交通に供し自然輾壓を受けしめることも有効であるから、路面掘鑿の時期は鋪設作業の進捗程度、交通の要求及び天候其の他四圍の狀勢を考慮して適當に判定する必要がある。

混合、鋪設 豫め、所定の補設厚さに對する單位面積當りの土礫の容積を定めて置き、同じく容積計量による乳劑の一定量と混合して、これを所定の面積に鋪設するのである。

混合、鋪設 豫め、所定の補設厚さに對する單位面積當りの土礫の容積を定めて置き、同じく容積計量による乳劑の一定量と混合して、これを所定の面積に鋪設するのである。

混合作業はコンクリートの手練りと同様に、練鐵鈎の上で簡單に行ふことが出

る。



第 12 圖



第 13 圖



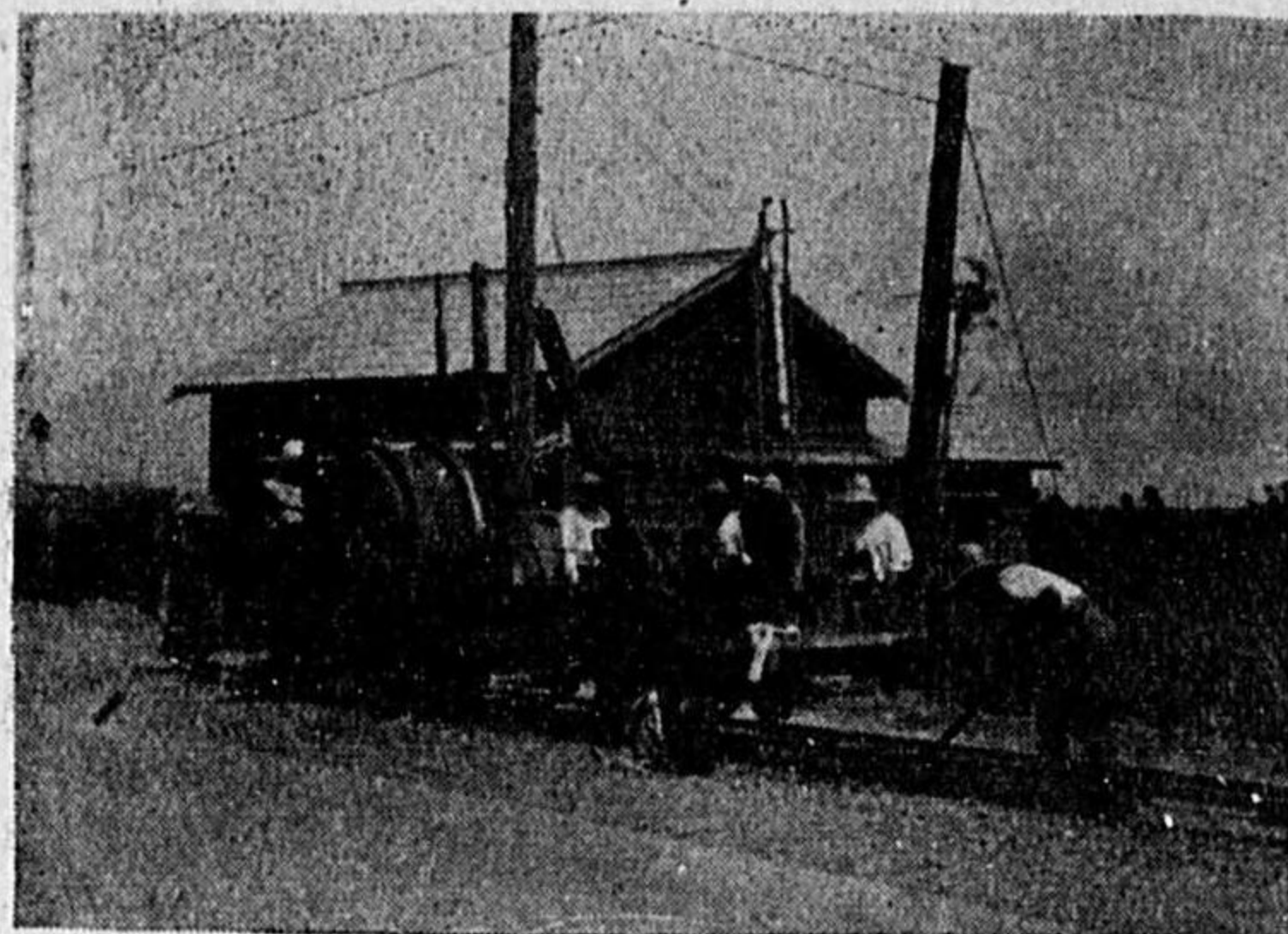
第 14 圖



来る。舗設区域の両側に堆積した掘鑿土の中より、一定量をとつて鐵板上に擴げ、乾燥状態の時は前述の如く適當の水を漏斗を以て灌ぎつゝ數回空練りした後、豫め緩和剤を加へた乳劑を注入し全面一様の状態となるまで數回切り返して混合を爲すのである。

混合物は直ちに整正路盤の上に輾壓減りを見込んで敷き均し、適度の乾燥を俟つて後輾壓するのである。

コンクリートミキサーを利用して混合する場合も、同様の順序に従つて行ふことが出来、ミキサーに簡単な移動装置を施して使用すれば能率的であり、



第 15 圖

路側に取りのけ、再び計量しつゝ運び返へす手間を省いて次の如く簡略に處理することも出来る。



第 16 圖

勞力を省くことが出来る。但し、混合物が相當粘着性に富み、ミキサーから排出し難い爲、勢ひ多量の水を加へる弊に陥り易いから、此の點十分の考慮を要する。

若し處理厚が 2~3cm 程度の場合は掘鑿土を一旦路側に残置して土塊をよく破碎しつゝ、レーキを以て一様の厚さに、且つ不陸なき様に掻き均し必要に應じて適當の灌水を行つた後、直ちに乳劑撒布器を以て所定量の乳劑を一様に撒布し

レーキを以て鋤き返へし混合を行ふのである。

レーキを以て鋤き返へし混合を行ふのである。

此の種の方法は勿論處理厚が極めて僅少な特殊の場合にのみ行はるべきで、後に述べる「土瀝マカダム工法」の一部に試みて最も適當と思はれる。

本工法には全然接ぎ目を設けない。前日に引續く個所を翌日打ち足す場合にも、一般にはそのまゝ連續して舗設し何等の手段を要しない。たゞ舗設後數日を経て既に凝結した部分に新らしく打ち足す場合は、相當の考慮を拂ふ必要があると思はれる。舊舗設體の小口を少しく切り去つて少量の乳劑を塗布した上、新しい混合物を繼ぎ足すのも一方法であらう。然し著者の經驗の範圍内では、斯かる場合にも特別の手當を行はずして格別の害が無かつた。

(4) 乾燥 舗設直後の混合物は、恰かも軟練りコンクリートと同様の状態であるからそのまゝ靜置して乾燥を俟つ。

乾燥は當然表面のみ促進され内部と不均等な状態になるを免れず、一部は過乾燥により、一部は乾燥不十分の爲輾壓効果が不満足に陥り易い。之を補正する爲には舗設物の上下を入れ替へることが最も適當で、輾壓



第 17 圖

仕上げを行ふ迄の間に二三度、適當の時間を置いてスカリフアイヤーを以て舗設物を掻き起すことが効果的である。

外國の實施例では混合物を直ちに舗設せずに、之を高さ 1m 位に積上げたものを一定の小間隔に配列し (wind row と稱して居る)、風通しを計つて乾燥を早めその後に敷均す方法がある。人力を主とする本施工方法の如き場合



では、斯かる手段は甚しく労力を要するのみで採用し難い。なほ此の外國の例は、粗粒骨材を含有することの少ない微粒土質を主とする路面の工法であるに反し、砂利道處理の場合は乾燥も比較的容易で、夏季好天の時季では僅か1日乃至2日を以て十分輾壓に供し得る程度となるから、此の點左程の苦慮を必要としない。

但し雨季濕潤の時特に北部寒冷の地方にあつて、施工時季が晩秋ともなれば容易に晴天を望むことが出来ぬ爲、乾燥が著るしく遅延し工事の進捗を阻害するのみならず、乾燥の不十分は惹いては安定處理土の強度を低下し損傷を早める要因ともなるのであるが、上述の如く施工の時季宜しきをさへ得れば何等の懸念なく容易に目的を達し得るのであるから、施工の時期を適當に選定することが肝要である。

次に乳劑處理土は乾燥中收縮して多くの龜裂を生ずる。此の龜裂は表面のみの場合もあり、内部に迄及ぶ場合もある。乾燥中にスカリフアイヤーによる鋤き返へしを行ふならば、斯かる龜裂は勿論問題でないし、又鋤き返へしを行はない場合でも、その後のローラー輾壓によつて龜裂は全く痕跡を残さなくなる。たゞ幾分考慮されるのは鋪設厚さの極く薄い場合にあつて、而も甚しい龜裂を生じた部分は、輾壓によつても之を完全に除去することは難しく過痕を残すことゝならうから、斯かる部分には新しい混合土を補填した上で輾壓するのも一方法であらう。

一般には收縮による龜裂は左程問題とするに當らない。

若し輾壓の時期を失して混合物が過乾燥に陥入つたときは、一旦スカリフアイヤーを以て掻き起して、最適含水度に必要な水量を均等に灌水した後輾壓すればよい。然しこれは止むを得ぬ場合の手段であつて、常に用ふべきではない。

輾壓前の混合物が乾燥中豪雨に遭へば、表面の乳劑を幾分洗ひ流される虞れあることは免れない。又降雨が内部に迄浸透して、その爲乾燥の阻害遅延されることも亦止むを得ない。前記の如く乾燥促進の爲スカリフアイヤー

による掻き起しを行つた場合など、若し降雨を豫知されたならば、その全面を軽く輾壓し、滑かに且つ緻密にして置けば、雨水の害を著しく減殺するに役立つ。

一旦輾壓仕上げを行つた後の乳劑處理土は甚だ水密性であつて、連日の降雨に曝されても内部に浸透する水の量は極く些少に過ぎない。なほ乾燥及び輾壓によつて土と固く結び付いた乳劑中のアスファルト分は、降雨の爲に流出されることは絶対にない。

(5) 輾壓仕上げ 混合物が次第に乾燥して最適含水状態となつた時を見計ひ、車輪跡を残さぬ程度迄十分に輾壓して仕上げを終る。最適含水度に就ては、後にセメント處理の項に於て詳述する積りであるが、要するに輾壓効果を最大ならしめる状態に外ならない。

含水の程度は乾燥土に対する水分の重量百分率で表はされるから、鋪設中の混合物を時々少量づゝ加熱して水分を除き、前後の重量差より含水率を算出しその値が豫め實驗によつて定められた最適含水の値と合致する時、輾壓を実施するのである。

たゞセメント處理と異なり、乳劑處理に於ては格別凝結硬化の時間的制限を受けることなく、一旦仕上げを終へた後の鋪設物と雖も、尙その後にも引續き管まれるところの自己收縮と、外部よりの交通輾壓とによつて、一層の緊硬性を得ることが期待し得るのであるから、ローラーによる輾壓及びその緊固め効果は必ずしもセメント處理の場合程、完全なることを望まずともよいわけである。

若し現場にローラーを使用する事が出来ず、而かも混合物の鋪設厚さが2~3cm程度に過ぎぬ場合は、單に乾燥による收縮と交通輾壓のみに委せて、ローラー輾壓を省略することもあながち不可ではない。

以上のことは決してローラーによる輾壓を輕視してよいと云ふ意味ではない。單にセメント處理に較べて、ローラー輾壓の重要性に幾分か許容の餘地があり得ると云ふのみであつて、ローラーによつて十分に緊固められた處理土



が、然らざるものに比較して優秀な能力を發揮し得るであらうことは云ふまでもない。

以上を以て、乳劑處理道施工の概要を述べたわけであるが、些細な點に就ては現場の状況、施工の目的に應じて、それぞれ工夫研究されなければならない。

なほ、茲に土の乳劑處理に對する一つの興味ある説がある。即ち土と乳劑とを混合した直後は、乳劑中のアスファルトは極微粒子の状態で、水と共に土の間隙及び表面に存在して居るが、漸次此の水分が土の細隙をつたつて逸出する際強力な毛管吸引力を生じ、之が爲アスファルトの粒子が引き伸ばされ最小限度の薄膜状となつて土の表面を包むこととなり、之によつて土粒子は相互に凝結せられるに到ると云ふのであつて、アスファルトが單に固有の粘着性を以て土粒子を連結するのみでなく、微薄な膜状となつて存在すると云ふことは、恰かも少量の水滴とそれを挟む二枚の硝子板との關係に見る如く、その作用の如何なるものであるかを、想定するに難くない。

此のことは土中に粗粒材を含有することの少ない場合、一層切實に考慮されるのであつて、乳劑處理土の本質的特性は實に斯かる點に大なる意義を有するものではあるまいかと著者は思ふ。

混合後の乾燥に就てさへ適當の處置を取り得るならば、砂利道の處理より更に數歩を進めて、粗骨材を殆ど有しない土、支那の黄土の如きものに適用される事が望ましく、乳劑處理道の眞價は斯くてこそ發揮されるものであらう。

(6) 表裝工 表裝工は安定處理道の本體とは無關係であつて、單に交通による磨耗、擦搔に耐え得る程度を以て足る。

安定處理道自體は激しい交通の磨耗に對し、十分な能力を有しないことはその構造上當然と云はなければならぬ。

表裝工は、 $1.5 \sim 2.5 \text{ l/m}^2$  程度の乳劑と、少量の砂、若しくは微碎石を用ひ、

普通の乳劑マカダムの場合と同様に、一層又は二層に施工することが出来る。

即ち一層の場合は、安定處理道の表面に所定量の乳劑を撒布し、直ちに砂又は微碎石の少量を以て覆ひ、必要に應じて輾壓を行ふ。二層式の場合は之を繰返へすのみであるが、此の場合は最後の輾壓を十分に行つて、上下層の骨材の噛み合せを良好ならしめることが好ましい。浮動せる砂粒を後に掃き取ることも、マカダム工の場合と異なる。

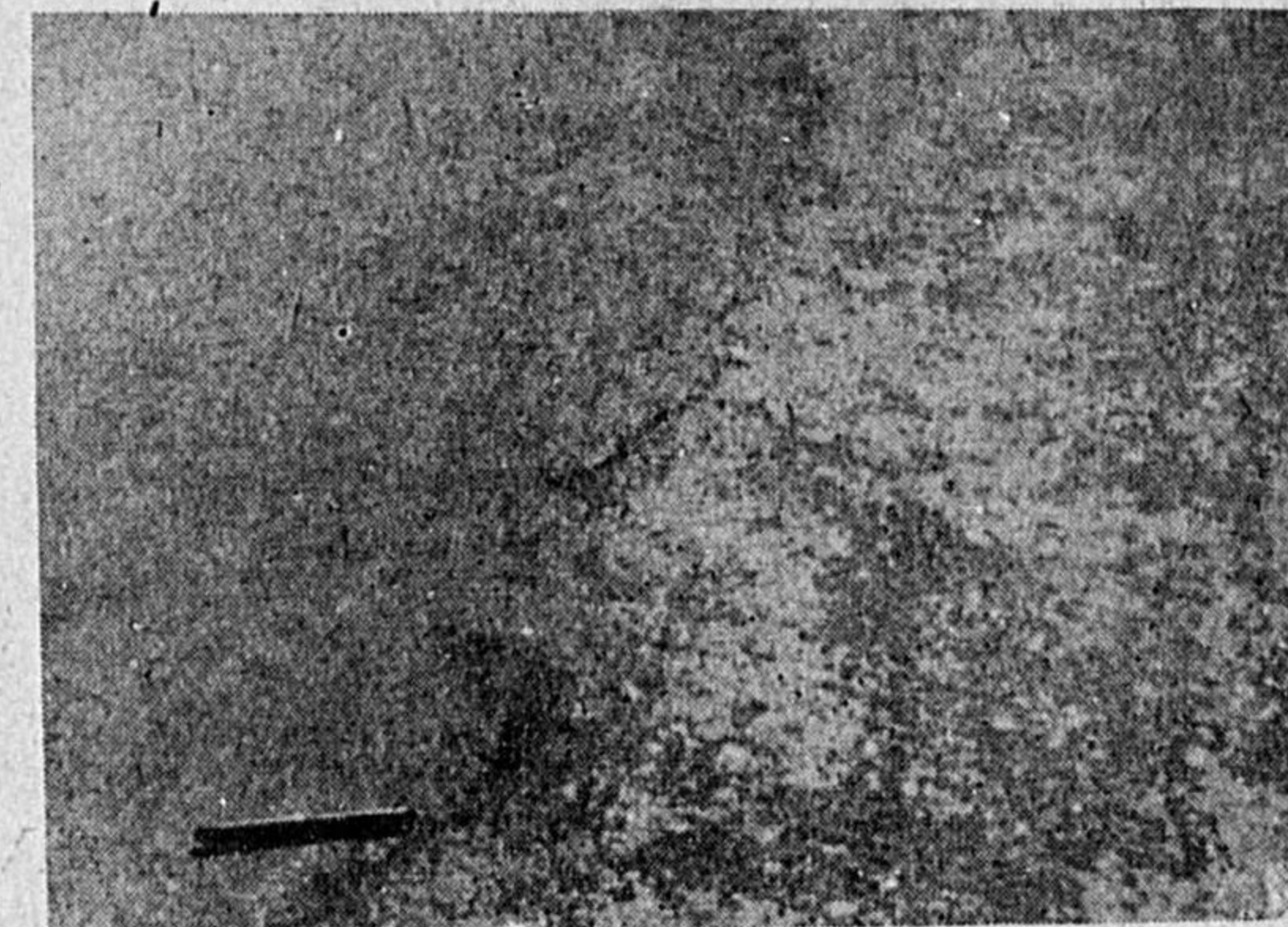
施工の時期は下層の安定處理工と同時に進行ふか、或は相當期間その表面を交通に曝した後に行ふかの何れかであつて、それぞれの場合に應じ適宜に選ばれて良いわけであるが、餘り長期間放置されると安定處理道表面の損



第 18 圖

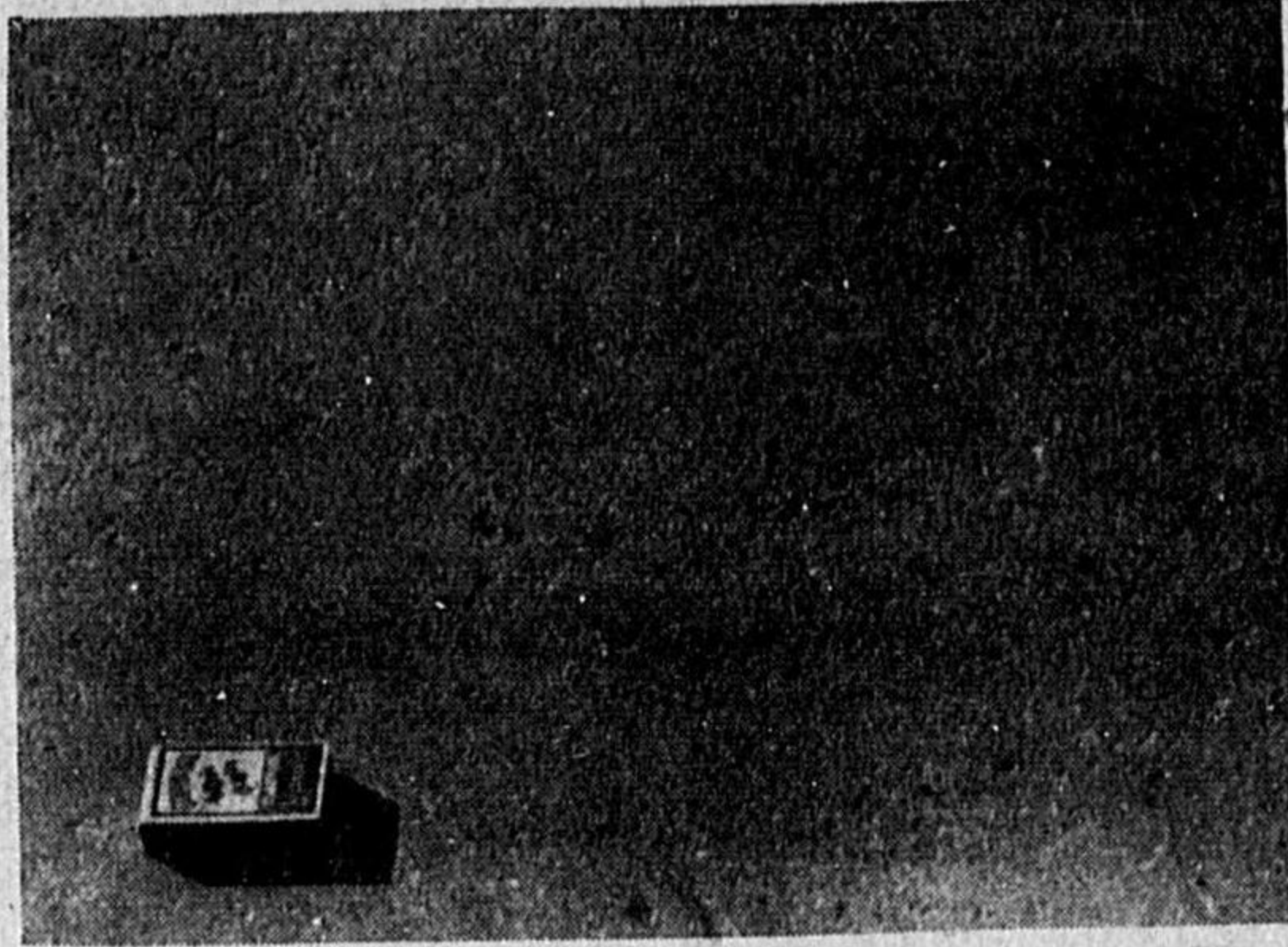


第 19 圖



第 20 圖





第 21 圖



第 22 圖

傷が著しくなつて不利であること勿論であるし、いづれ必要なものとすれば、下層と同時に施工することが却つて妥當であらうと思はれる。

然し此の場合も、乳剤処理道の仕上げ輾壓後直ちに表層を施設す

ることは面白くない。仕上げ後なほ数日間（乾燥不良な気候の場合は更に長期間）放置して十分な乾燥を與へると同時に、出来得ればこの上に交通を許し、混合不良その他の原因による弱點を明らかにし、極度に不良の個所は補正し、交通によつて生じた些少の損傷や僅少の不陸は、後に表装施工の場合之を修正する方法をとるこ

とが望ましい。

表装工施設前に交通を許すことは、弱點を早く見出して補修し得る點、及び安定處理土の表面を幾分粗鬆にして、表装工との連結を計り得る點などに於て有効であるが、その期間が餘り長過ぎては前記の如く却つて不利に陥ひる。

(7) 實施例 著者の關係した範圍に於ける施工の實例を概括し、材料の使用量及び  $m^2$  當りの實施額を掲上すれば第 30 表の如くである。勞力、材料の各單價は年度によつて異つてゐるが、大體人夫 1 人に付 2.50~3.00 圓、

乳劑 1 l に付 7.4~8 錢、及び碎石、砂の平均單價は  $1 m^2$  に付それぞれ 6 圓及び 4 圓となつてゐる。

更に之等の中の一部、1,2.5 及び 8 の工種に就て、歩掛り其の他の詳細を揭示すれば第 31 表の如くである。

工種 9 以下、昭和 15 年施工の分は表面に粗骨材を壓入した特殊工法であつて、之に關しては後に改めて記述し度い。

4. セメント處理道の工法 セメント處理道は、ソイルセメント(soil-cement) 或はソイル・コンクリート道路と稱せられ、吾邦に於ても、最近各地に試験道路が試みられつゝあり、漸次普及せんとする輝かしい前途を有してゐる。

昭昭 13 年 10 月、北海道廳が札幌市中に約  $1,600 m^2$  の試験施工を爲したのに始まり、年々引續き相當の規模を以て實施研究を進めて居り、次いで、昭和 14 年 3 月、堺市に約  $1,000 m^2$ 、大阪市に於て 8 月より 11 月に亘つて三ヶ所、約  $1,700 m^2$ 、京都市に於ては 14 年 10 月約  $1,400 m^2$  の試験區域中に 15 種の工法を施行し、15 年 9 月には岐阜縣高山市に  $1,500 m^2$  のソイル・コンクリート基礎工法が採用された。

東京に於ても同様種々の研究が試みられて居り、遠く滿洲、支那に於ても、熱心なる考究が進められつゝあると報ぜられ、セメント處理道の問題は、今や道路技術者にとつて常識化せんとしつゝある。

然し乍ら之を適用すべき土の性状と、セメントの經濟的使用量との關係を始め、構造及び施工法等が或る標準的階梯に達する迄には、なほ幾多の試練を経ねばならぬものであつて今後に屬する問題が多い。

(1) 施工の概要 工法は曩に述べた乳劑處理の場合と殆ど大差がない。在來路面を必要深さに掻き起し、之に一定のセメントを加へて混合輾壓することは前者と全く同様である。

但し乳劑の場合は、土との混合にやゝ特殊の考慮を拂ふ必要があつたに反し、セメントに於ては一般に斯かる問題は生じない。而して乳劑處理に於て



第 30 表 乳 劑 處

施 工 年 度	工 種	施 工 面 積 平 米	鋪 設 厚 厘	一 平 米 當 り				
				基 層 (乳 劑 安 定 處 理)				
				乳 劑 立	粗 碎 石 立 米	摘 要		
和 昭 十 三 年	乳 劑 處 理	1	2,200	8	7.5	—	1 層 式 及 び 2 層 式	
昭 和 十 四 年	乳 劑 處 理	2	300	5	5	—	1 層	
		3	300	5	7	—	〃	
		4	300	8	6	—	〃	
		5	900	8	8	—	〃	
		6	300	5.5	6.2	0.03	—	1 層 マカダム式
		7	900	8	9	—	—	1 層
		8	300	8	12	—	—	〃
		9	800	3	4.5	0.02	—	1 層 マカダム式
		昭 和 十 五 年	乳 劑 處 理	10	1,400	6	4	0.03
11	200			5	7	—	路盤土を細粗に篩分け粗材を 壓入せるマカダム式	
12	200			5	4	—	〃	

はことさらに土を相當の濕潤状態としたが、セメント處理に於ては、土は出来る限り乾燥状態に於て混合すべきであることは、セメントの性状よりして當然である。

又乳劑の場合は、混合土が漸次乾燥するを俟つて輾壓したが、セメントの場合は混合土に最適水分を與へて、直ちに輾壓仕上げを了するのであつて、之亦セメント固有の凝結時間に關連する當然の處置である。

特に注目すべきことは輾壓の問題であつて、曩にも述べたところであるが、セメント處理土は乳劑のそれと異なり、乾燥に伴ふ凝固や、交通作用に因る密度の漸増等を期待することは全く望まれないのであつて、一旦セメントが凝結した後は些さかもその密度を變へることは出来ない。即ち凝結時間内に總ての作業を迅速に完了し、十分な輾壓緊固めを與へ得る様特に考慮する必要が

理 道 の 實 施 例

使 用 材 料						工 費				
乳 劑 立	粗 粒 立 尺	表 裝			砂 又 は 微 碎 石 立 米	摘 要	勞 力 圓	材 料 圓	其 他 圓	計 圓
		碎 石								
		20 耗 級 立 米	15 耗 級 立 米	6 耗 級 立 米						
3.5	—	—	0.01	—	—	二 回 撒 き	0.276	0.765	0.140	1.18
4	—	—	0.01	—	0.005	〃	0.186	0.745	0.128	1.06
3	—	—	〃	—	〃	〃	0.186	0.820	0.134	1.14
3	—	—	〃	—	〃	〃	0.243	0.746	0.161	1.15
3	—	—	〃	—	〃	〃	0.243	0.895	0.173	1.31
3	—	—	〃	—	0.007	〃	0.203	0.956	0.163	1.32
1.5	1.5	—	〃	—	0.009	〃	0.243	0.955	0.176	1.37
2	—	—	〃	—	0.005	一 回 撒 き	0.243	1.116	0.151	1.51
2	—	—	—	—	0.005	〃	0.073	0.628	0.028	0.73
4	—	—	0.006	—	0.005	二 回 撒 き	0.325	0.880	0.228	1.43
—	—	—	—	—	—	—	0.241	0.588	0.184	1.01
3	—	—	0.003	—	0.005	二 回 撒 き	0.295	0.725	0.228	1.24

ある。

セメント處理道をそのまま交通の磨耗面に供することは、現在のところ不適當であつて、乳劑處理道と同様表裝工を施設するが得策である。

屢々述べる通り、安定處理道は云ふ迄もなくその本質が土であり、交通に對する抵抗力は、土自體の發揮し得る最高能力を基準としてゐるのであつて、セメント若しくはアスファルトの膠着力、結合性に必ずしも依存するものではない。セメント、アスファルトは名の如く安定材であつて、濕潤、過乾燥による土の不安定化を防止し得れば、その第一の目的を達するものである。なほ進んで、セメント、アスファルトの有する強力な結合力を有効に活用し、土自體の發揮し得る能力よりも、一段高度の性能を土に附與せんとすることが第二の目的である。



第 31 表 乳 劑 處 理

工 種 番 號	工 法 概 要	區 分	百 平 米				
			勞 力		材		
			員 數	金 額	員 數	金 額	員 數
人	圓	立	圓	立	圓	立	
1	鋪設厚 8 種 表裝乳劑 2 回撒き	堀 鑿	2.50	3.64			
		鋪 設	6.10	10.42	750	49.50	
		表 裝	2.56	3.27			350
		其 他	5.65	10.32			× 60
		計	16.82	27.65	750	49.50	410
2	鋪設厚 5 種 表裝乳劑 2 回撒き	堀 鑿	1.15	2.88			
		鋪 設	4.15	10.37	500	37.00	
		表 裝	2.13	5.32			400
		其 他					
		計	7.43	18.57	500	37.00	400
5	鋪設厚 8 種 表裝乳劑 2 回撒き	堀 鑿	1.85	4.62			
		鋪 設	5.75	14.37	800	59.20	
		表 裝	2.13	5.32			300
		其 他					
		計	9.73	24.31	800	59.20	300
8	鋪設厚 8 種 表裝乳劑 1 回撒き	堀 鑿	1.85	4.62			
		鋪 設	5.75	14.37	1,200	88.80	
		表 裝	2.13	5.32			200
		其 他					
		計	9.73	24.31	1,200	88.80	200
10	鋪設厚 6 種 マカダム式 表裝乳劑 2 回撒き	堀 鑿	1.80	5.40			
		鋪 設	5.10	15.30	400	33.60	
		表 裝	1.80	5.40			400
		其 他	2.15	6.45			
		計	10.85	32.55	400	33.60	400

土はそれぞれ密度の最も大なる時、交通に對して最も優れた性能を發揮し得る。その意味に於て安定處理道は、如何なる工法に於ても緊固めを甚だ重要

道 の 實 績 (一 部)

當 り							計	摘 要
料					消 耗 品 其 他	雜 費		
用 乳 劑	碎 石 類	砂 類						
金 額 圓	員 數 立米	金 額 圓	員 數 立米	金 額 圓	圓	圓	圓	
23.10	1.00	—			2.08		5.72	×印は施工 時季及び天 候の不順に 因る修理の 分 碎石、砂 計上せず
× 3.94					4.41		64.33	
27.04					1.61		27.98	
					1.36	4.58	20.20	
					9.46	4.58	118.23	
					3.20		6.08	
					3.44		50.81	
29.60	1.00	6.00	0.50	2.00	1.58		44.50	
						4.61	4.61	
29.60	1.00	6.00	0.50	2.00	8.22	4.61	106.00	
					5.14		9.76	
					5.69		79.26	
22.20	1.00	6.00	0.50	2.00	1.58		37.10	
						4.88	4.88	
22.20	1.00	6.00	0.50	2.00	12.41	4.88	131.00	
					5.14		9.76	
					3.44		106.61	
14.80	1.00	6.00	0.50	2.00	1.58		29.70	
						4.93	4.93	
14.80	1.00	6.00	0.50	2.00	10.16	4.93	151.00	
					4.40	2.00	11.80	
	3.00	18.00			2.20	2.00	71.10	
30.80	0.60	3.60	0.50	2.00	4.40	1.00	47.20	
					1.80	5.00	13.25	
30.80	3.60	21.60	0.50	2.00	12.80	10.00	143.35	

視すべきであると、著者は信ずる。

土の緊固めに重大な關係を有するものは含水量である。之れに就て少しく



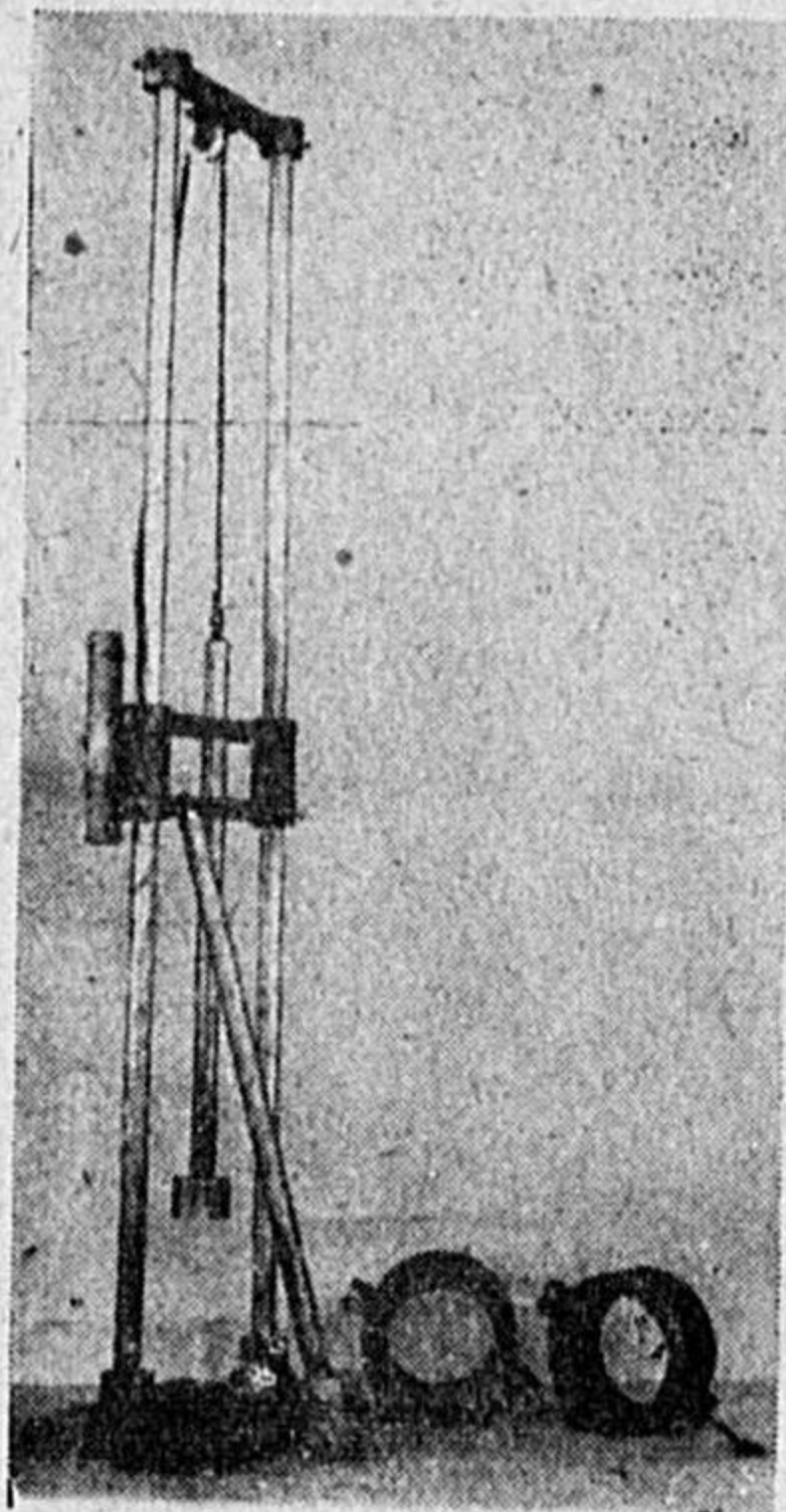
詳述し度い。

(2) 土の含水度と緊固め効果 ローラーによつて土の緊固めを行ふ場合土に適度の水分を與へることが効果的である事は、吾々の屢々體驗する常識である。

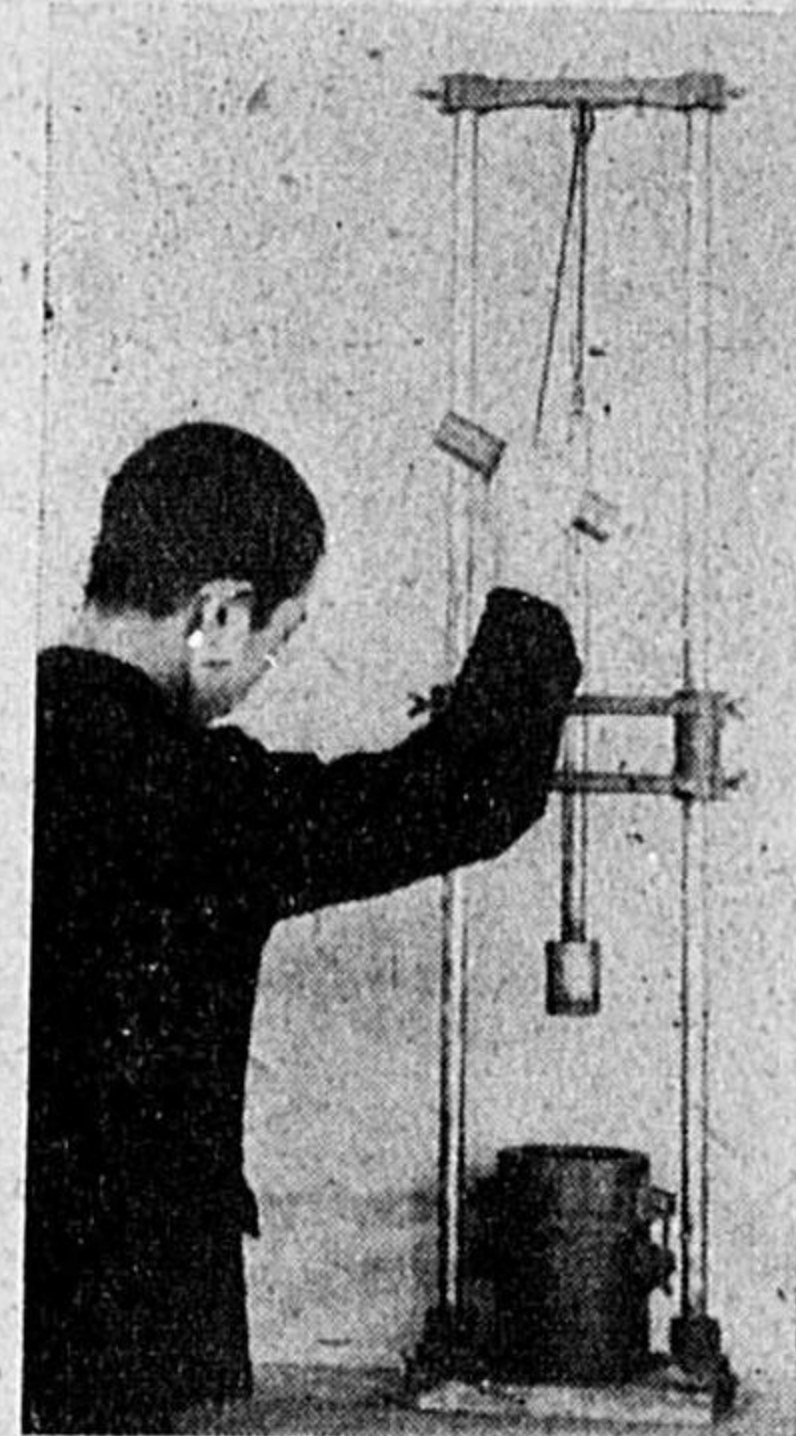
安定處理道の施工に於ては、緊固めを甚だ重視するが故に、土に與ふべき水分を、單なる推定に依らず、何等かの方法により、定量的に定めることが望ましい。

最も實際的な方法としては、現場の土を種々異なつた含水状態とし、之をローラーによつて均等に輾壓した後、それぞれの個所から一定容積の土を切り取つて秤量し、既知の含水量を計算により控除したる乾土重量の中、その最大のものゝ有したる含水を求めれば、之が所要の最適含水度である。(第26圖参照)

然しながら、此の方法を必要に應じて度々行ふことは、必ずしも容易でない。



第 23 圖



第 24 圖

之を比較的簡単な試験装置によつて求める方法の一つとして、次の如きものがある、即ちローラー輾壓の代りに一定重量の錘を一定高さから落下して、土を搗き固めその時の含水と搗固め効果との関係を見出さんとするのであ

る。(Proctor device と稱せられる)。

第32圖及び第24圖はその装置であつて、土を入れる圓筒は斷面積  $80 \text{ cm}^2$ 、容量  $1,000 \text{ cm}^3$  に作られ、上部に同径の杵を取り付け得るものである。此の中に、既知の含水量を有する土を二層に分けて投入し、各層毎に搗き固めたる後、上杵を靜かに取外し、圓筒の表面に、はみ出た土を水平に切取つて、圓筒内の土の重量を秤り、既知の含水量を控除すれば  $1,000 \text{ cm}^3$  に對する土の乾重量が求められる。含水量の種々のものに就き同様に行つて之を圖に表はせば、最適含水を示す點が明らかに求められる。(第28圖参照)

ところで、此の最適含水度、即ち圖の頂點となる位置は、土の緊固め程度によつて一定でないことは當然であつて、上記の方法に於て、錘の搗き固め回数若しくは、錘の重量を増せば、圖の頂點は次第に左方へ移つて行く。即ち、現場に就いて云へば、ローラー輾壓回数、若しくは、ローラーの重量が大となれば、それに適當する土の含水度は小なるを良しとすることを示すもので、常識的にも背かれるところである。

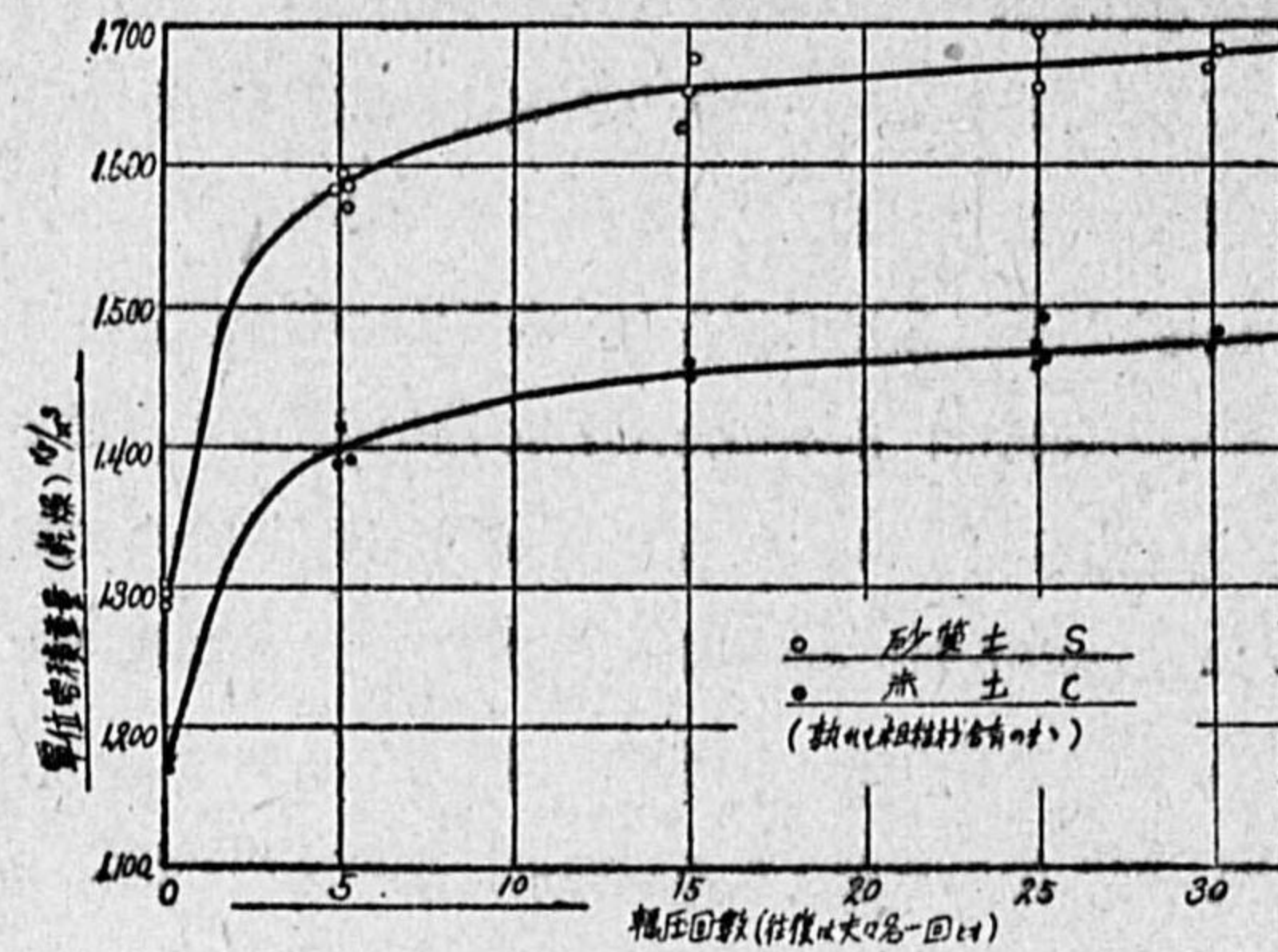
故に、此の搗き固め装置によつて、土の最適含水度を求めんとするには、錘の落下回数、落下高及び錘の重量を一定にする必要がある、なほ、搗き固めの効果が、ローラー輾壓のそれと同等であることを要する。

先づ、現場に使用されるローラーを以て、實際に土を輾壓し、各輾壓回数毎に、一定容量の土を抜き取り、その重量を測定して、輾壓回数と壓縮効果の關係を求めると、第25圖の如き曲線を得る。

(輾壓個所より一定容量の土を抜き取るには、直徑  $10 \text{ cm}$  高  $5 \text{ cm}$  程度の金屬製リングの一方の圓周をやゝ鋭くし、之を木槌の類で軽く土中に打ち込み周りの土を掻き取り、リング内部に押し入れられた土と一緒にリングを抜き取つて、上下にはみ出た土を水平に切り均す)。

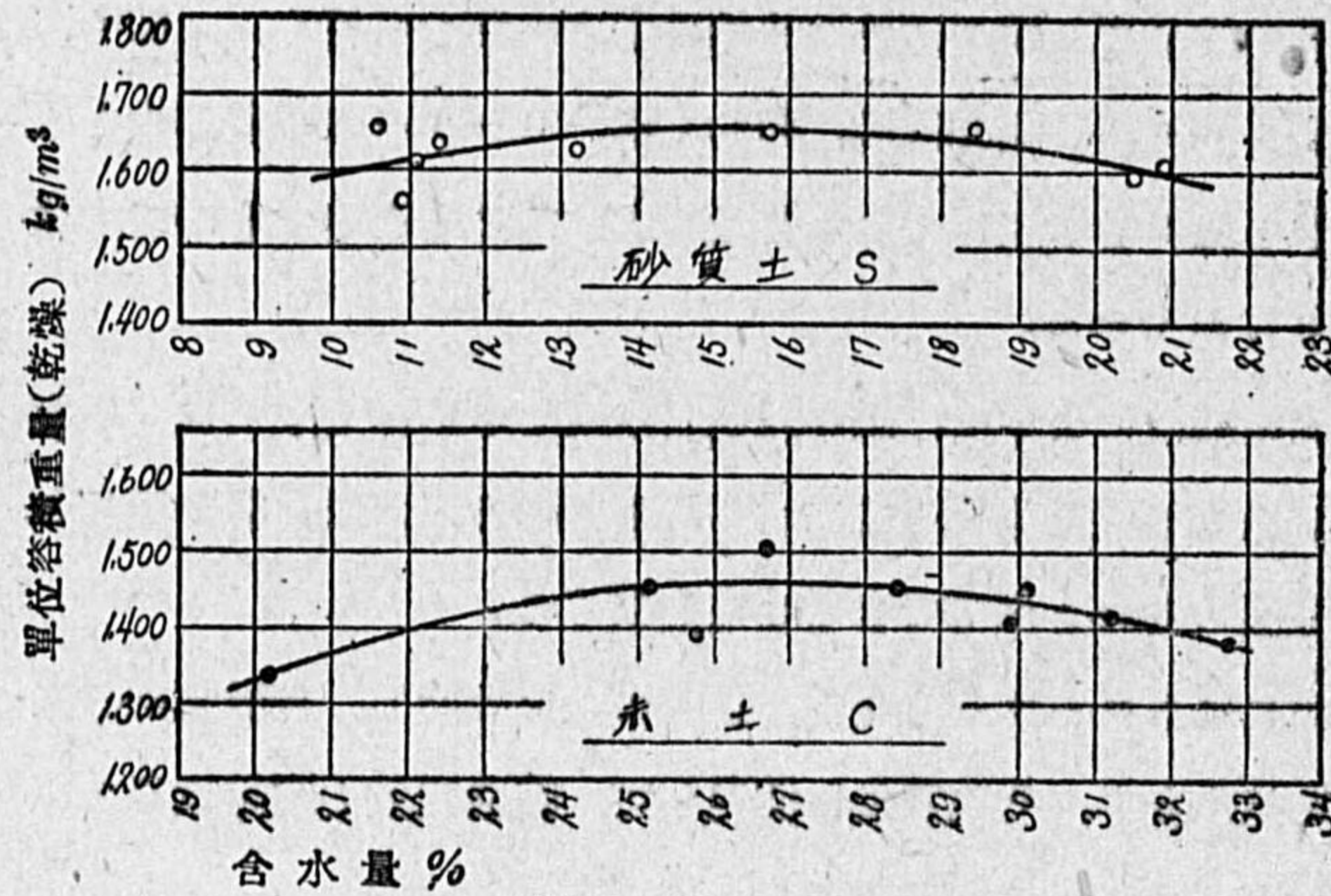
此の結果と、現場に於ける實施とを斟酌して、ローラー輾壓回数を20回と決定する。なほ、此の場合、輾壓に對する土の最適含水度を同時に求めることが出来る。





第 25 圖

之と同一状態の土を、搦き固め試験装置に移し、搦き固めの条件を種々變更して試験し、囊のローラー 20 回輾壓の場合と同一の搦き固め効果を表はすものを以て、此の場合の試験条件と決定するのである。



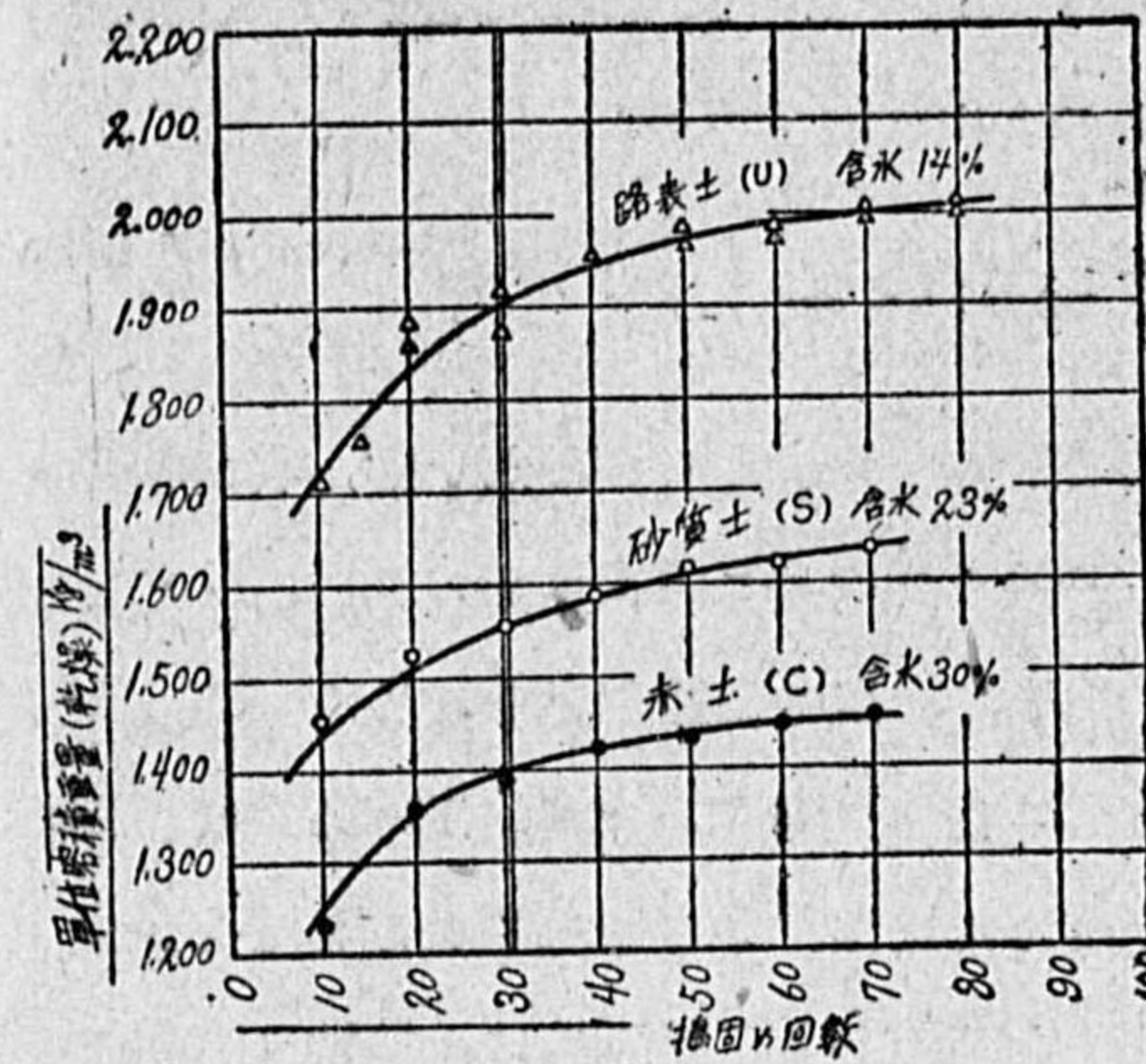
第 26 圖

以上に於て、試験に供する土は、必らずしも現場の路表土を用ふることを要せず、任意の土を以て試みる事が許される。

斯くして、一旦、試験条件を決定すれば、随時に任意の土を、任意の含水状態に於て試験し、この結果から土の湿度—密度の関係を容易に求めることが出来る。

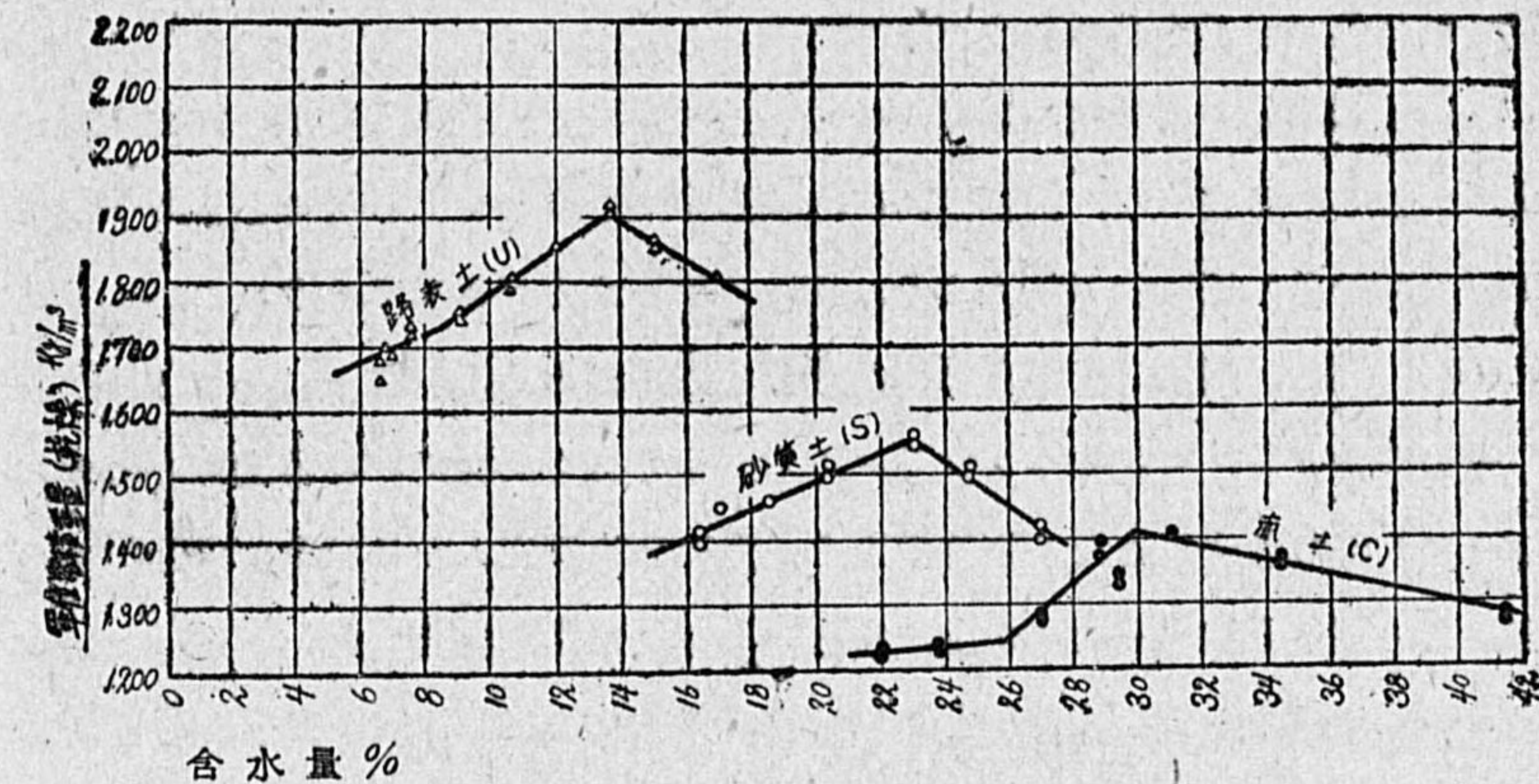
第 27 圖及び第 28 圖に例示のものは、土の単位容積重量が、ローラーによる第 25 圖及び第 26 圖のものと、やゝ相異して居るが、之は兩者に於ける土の粒度の差異に基くものであつて、搦き固め試験装置の場合、土を 4 番篩（篩目 4.699 粒）で篩分け、粗粒分を除去して用ひた爲である。この粒度による差異を補整すれば、兩者の単位容積重量は、略同等となるのであつて、此の場合

の試験条件は次の通りであつた。



第 27 圖

鏈の重量 2,500 瓦  
 鏈の底面積 20 cm<sup>2</sup>  
 落下高 土の表面より 25cm  
 土は 2 層に搦き固め、各層それぞれ 15 回、計 30 回  
 土を入れた圓筒の位置を適當に動かし、全面を均等に搦き固める。  
 最適含水状態にある土を、ローラー輾壓する時は、壓縮の効果が明瞭に認められ、車輪に附



第 28 圖

着したり、車輪に従つて波動したりする傾向が殆どない。

最適含水状態を、最も簡単に判別する方法として、土を掌にとりかたく握つて塊まりとなり、而かも掌に附着することなく、僅かに濕り氣を残す程度、と指示して居る處がある。

含水は、土の絶対乾燥重量に對する、含有水の重量百分率によつて表はされ



るが、普通の砂利道に於ては、粗粒骨材を相當に含有して居るため、最適含水の値は比較的小さく、極く大略的に云へば、10~13程度である。細粒分の増加に伴つて、此の値の大きくなることは勿論である。

### 施工法の詳細

施工法は、乳劑處理の場合と、殆ど同様で重述の必要はないが、特に相異なる点もあるから、以下順を追ふて、一通り述べることにする。

(1) 路面の掘鑿 乳劑處理に於けると全く同様である。

(2) 掘鑿土の整理 セメントとの混合に供する土は、出来る限り乾燥状態を保たしめる必要があり、濕氣を帯びた土は、小さな塊状を爲してセメントの均等な分布を妨げ、混合不良に陥らしめるから、降雨後は、乾燥に特に留意し、又交通によつて踏み固められることを避けねばならぬ。懸念ある時は、混合前に再び土を十分破碎すべきである。

掘鑿後の路盤を、適當の期間、交通に供することも望ましいが、敍上の弊を少なからしめる爲には、混合直前に、掘鑿作業を進行せしめることも考へられ工事の時季と、四圍の状勢とより、適當に實施さるべきであらう。

(3) 混合、舗設 混合には、種々の方法がある。

練臺手練りは、普通のコンクリートの場合と全く同様に、初め土礫とセメントとを均等な色合ひとなる迄空練りし、之に豫め測定した最適の水を加へ、再び切り返へし混合を行つた上、輾壓減りを見込んで敷き込む。

コンクリート・ミキサーによる混合も、同様にして行はれ、適當な移動装置を施すことによつて、手練りよりも經濟的に、且、混合が一層良好に爲されることは明らかで、出来得れば、機械混合によることが好ましい。

茲に、特殊の方法として、路上混合がある。

一旦路側に堆積した土礫を、舗設すべき路盤上に返へし、セメントを撒布して、鍬其他の器具を以て數回掘り返へし空練り混合した後、所定の水量を撒布して再び混合するのであつて、練臺混合に較べて、混合状態のやゝ劣る缺點は

免れないが、作業簡易である外、次の如き小間割式混合法を採用することによつて、混合物の各部分に時間的差異の生ずることを避け得ることは練臺混合或はミキサー混合に優る特點である。

小間割式路上混合法は1人で約1時間以内に混合を完了し得る面積を定め、此の區劃割を縦斷的に連續して之れに各1人宛の人手を配置し、同時に混合を開始するのであつて、全區間の混合完了後、前記の如く撒水し、再び混合する。(第31圖参照)

現場の都合とか、作業員數の關係で、此の方法の適當に採用し難い場合は、作業員を一列横隊にして、數回往復、混合する方法によることも出来る。(第32圖参照)

一回に混合を許し得る



第 29 圖



第 30 圖



第 31 圖





第 32 圖



第 33 圖



第 34 圖

厚さは、大體 8cm 程度までとすべきで、それ以上の厚さを強ひて一度に扱ふ時は、混合不良に陥る懸念があるから、舗設厚さに應じ、2層乃至3層に分けて、空練りを行ふことが必要である。但撒水及び撒水後の混合は全厚に對し一時に行ひ分割することを許さないから、此の場合の混合は特に注意深く行はねばならない。

手撒き撒水には、乳劑撒布器を利用するとよい。

(4) 輾壓 混合が完全に終つたならば、ローキの類を以て表面の形狀を正し、直ちに輾壓に移る。

ローラーは、初め輕量のものを使用し、數回輾壓の後、重量のものを作らかすことが好ましいが、ローラーの

重用を望まれぬ場合は、可及的重量の (8ton 以上) ものを使用する方が良いと思ふ。

輾壓時の土の含水は、豫め測定せる最適度のものを選ぶべきであることは、既述の通りであるが、施工中に逸散する水分をも考慮して、多少餘分に加へて置く必要がある。路上混合の場合は、正確に均等な濕潤状態を與へることは必らずしも期待し難いから、水分過少となるよりは、寧ろやゝ餘分となる程度に與へる方が無難である。

夏季好天の候では、先づ最適含水の約 1 割増し程度を目標として試み、その結果を見て、適宜に按配することが必要である。

(5) 養生 輾壓仕上げ後の養生は、一般のコンクリート工事に準じて行へばよい。養生期間に就ても、殆ど同様に考へて差支へないやうである。

たゞ、此の工法は、經濟的に且つ簡易に施工することを主眼とするから、養生法の如きも、出来る限り輕易であることを特に望むのである。甚だしい暑熱の候でなくば、1 日數回表面に十分な撒水を行ふのみでも、或る程度、満足し得る。

(6) 表装工 表装工は、交通磨耗に對する抵抗を受持つのみであるから交通の要求に應じて、最も經濟的に選定さるべきである。

少量の乳劑、又はアスファルトを用ふるもよく、又タールの入手容易な地方ならば、その少量を以てしても、中級程度の交通には十分である。

しかし、出来得るならば、セメント處理道の表装には、矢張りセメントを用ひて、効果ある工法を行ひ度いものである。單にモルタル若しくはコンクリートの薄い層を置くのみでは、明らかに失敗を免れまいが、今後の研究によつて此の種の方法にも何等か適當な解答が與へられることを望んで止まない。

表装工施設の時期に就ては、乳劑處理道と同様に云ふことが出来る。

(7) 接ぎ目 其他 乳劑處理道の場合と同様、一切の接ぎ目を必要としない。溫度、濕度に因る伸縮も、普通のセメントコンクリートに較べて遙かに小さいものと思はれる。



施工接ぎ目、即ち、作業の終端に生ずる横接ぎ目、片側施工の場合の中央縦接ぎ目にあたる部分に対しては、施工の際相當の工夫を必要とする。

所定の厚さに敷込んだ處理土を、そのまま輾壓する時は、各縁邊の部分は押し出されて、目的の厚さを失ふばかりか、作業も甚だ困難であるから、少なくとも縦斷方向の兩縁邊は、堅固な仕切り枠を設けるか、或は在來路面の掘鑿幅を正確に鋪設巾に一致させ兩側の路盤をそのまま仕切りとすることによつて、輾壓の際土の押し出されるのを妨がねばならない。

横斷小口の部分では、豫め掘鑿土を巾 60 cm 程鋪設物と同高に敷き込んで仕切りとし同時に輾壓する、新しく打ち足す時は、此の土礫を取り除け、必要に応じて舊鋪設物の小口を少しく搔きとればよい。



第 35 圖

要するに、施工接ぎ目を、出来る限り弱點として残さぬことが肝要である。

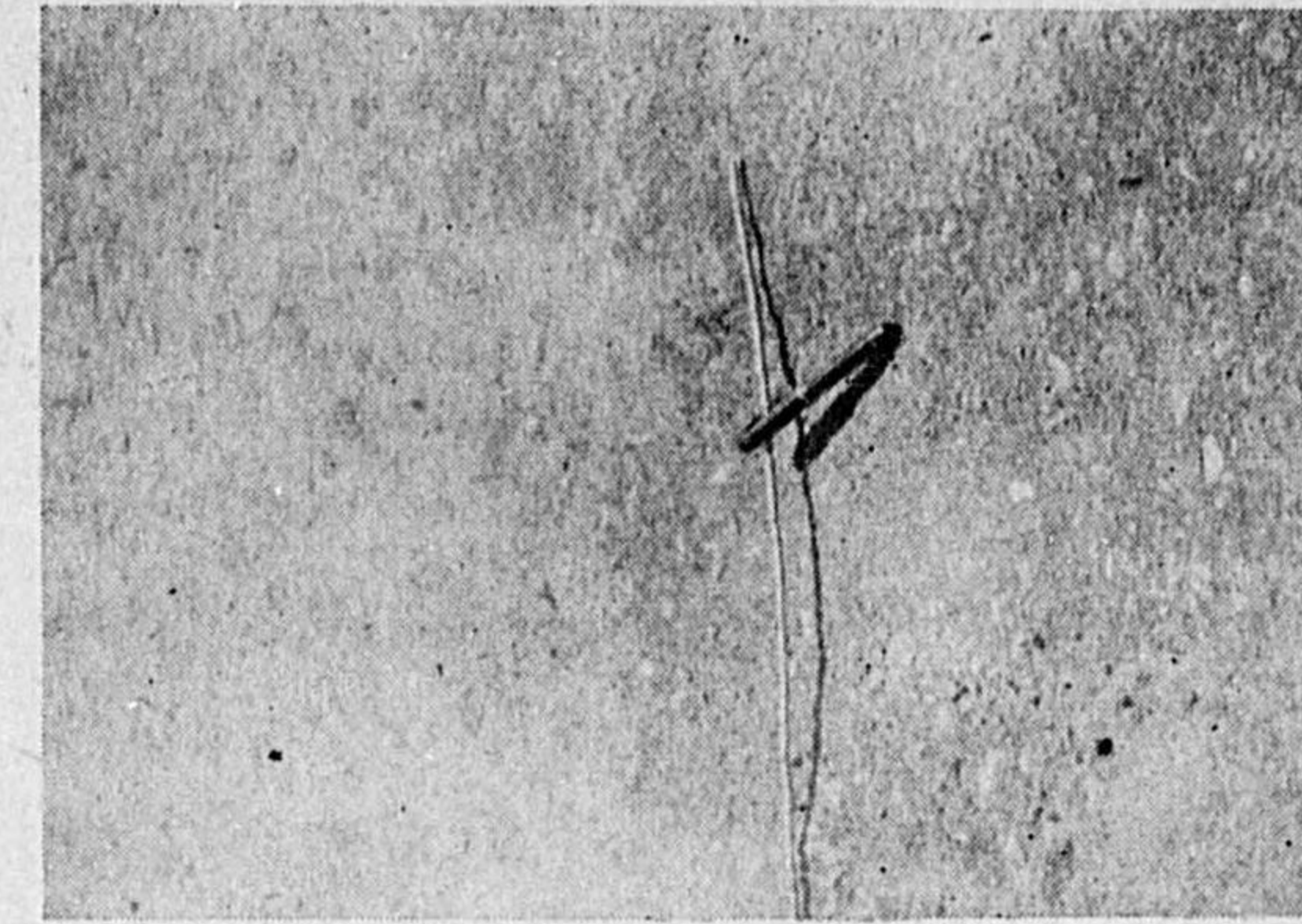
施工接ぎ目の部分は輾壓時の鋪設物の移動或は之れに関連する輾壓不十分等が原因となつて、やゝもすれば、後日の損傷を早める一

因となり易いからである。第 35 圖は、横斷方向の施工接ぎ目個所に生じた損傷の状態である。

一般に、混合不十分若しくは混合不均等、輾壓の不足等が、損傷の重大な原因を爲すことは當然であつて、路上混合法は、簡易ではあるが、又缺點も大きいから實施に際しては十分の注意を以てしなければならない。第 36 圖は斯かる原因に基く損傷の一つである。

鋪設厚が 10 cm 以上にもなると、ローラーの輾壓効果を十分に期待するこ

とは難かしく、表面に近い部分のみ早く固結して、深部に迄輾壓効果の徹底し難い虞れがあり、ローラーの重量大なる程、比較的此の傾向が大きいといふことである。輕重二種のローラーを適度に使ひ分けることは、此の弊害を除くのに相當役立つものと思はれる。



第 36 圖

もともと、此の種の輾壓には、普通の平滑輪ローラーは不向きであつて、後に述べる如き、脚付きローラー (sheep's foot roller) 或はゴム輪輾壓機の如き特殊のものを必要とするのであるが、之等は、吾邦に於てもいづれ本工法が大量に機械的操作によつて行はれるやうになれば、必然的に使用されることと思ふが、發達の初期に屬する現在のところ、早急の使用は望み難い。

一面に於て、理想的施工法の研究を爲しつゝ、現在實行し得る範圍に於て、能ふ限りの成果を収めるやう、吾々は努力せねばなるまい。

安定處理道の損傷個所に對しては、本體と同様の材料と方法とを以て簡単に修理することが出来る。此の際、既設の部分の少しく削りとり、乳劑、セメント糊の少量を塗布した上に、修理用の處理土を補綴すれば良好である。

(8) 實施例 セメント處理道即ち、ソイルコンクリート若しくはソイルセメント道の實施例は、前述の如く各地に在り、それぞれ發表せられて居るから、此處には省略する。著者の経験した範圍のものは大體第 32 表に掲げた如くであり、更にその一部 1.3.5 及び 7 に就いて、歩掛り其の他の詳細を示したものは、第 33 表である。

勞力、材料の各單價は施工年度によつて、多少相異して居るが、大體のど



第 32 表 セメント

施 工 年 度	工 種	施 工 面 積 平 米	鋪 設 厚 厘	一 平 米 當			
				基 層 (セメント安定處理)			
				セメント 一 疋	粗 碎 石 立 米	摘	要
昭 和 十 三 年	セメント 處 理	1	1,600	15	18	—	1 層式及び 2 層式
昭 和 十 四 年	セ メ ン ト 處 理	2	300	15	14.4	—	1 層
		3	600	15	18	—	"
		4	600	15	18	—	2 層 上 5 厘 下 10 "
		5	300	15	21.6	—	1 層、
		6	600	12	18	—	1 層マカダム式
昭 和 十 五 年	セ メ ン ト 處 理	7	1,300	10	12	0,03	1 層マカダム式
		8	200	10	18	—	1 層
		9	200	10	14	—	路盤土を細粗に篩分け 粗材を壓入せるマカダム式

る、人夫 1 人 2.50~3.00 圓、セメント 1 袋 1.30 圓 (13 年は早強セメントを使用した爲 1 袋 1.50 圓) 乳劑 1 立 7.4 錢、タール 1 疋 5.5 錢及び碎石砂の平均單價 1 立米につきそれぞれ 6 圓及び 4 圓となつて居る。

表面に粗骨材を壓入したマカダム式工法に就いては、次の項に述べることにする。

**5. マカダム工法** 乳劑若しくはセメントによる安定處理道の表面に、粗粒碎石を壓入する工法で、碎石埋込みの目的は、之れによつて、安定處理道路面の交通に對する直接抵抗力を増大することを主眼とし、なほ、乳劑、セメント等の、安定材の節約をも企圖するものである。

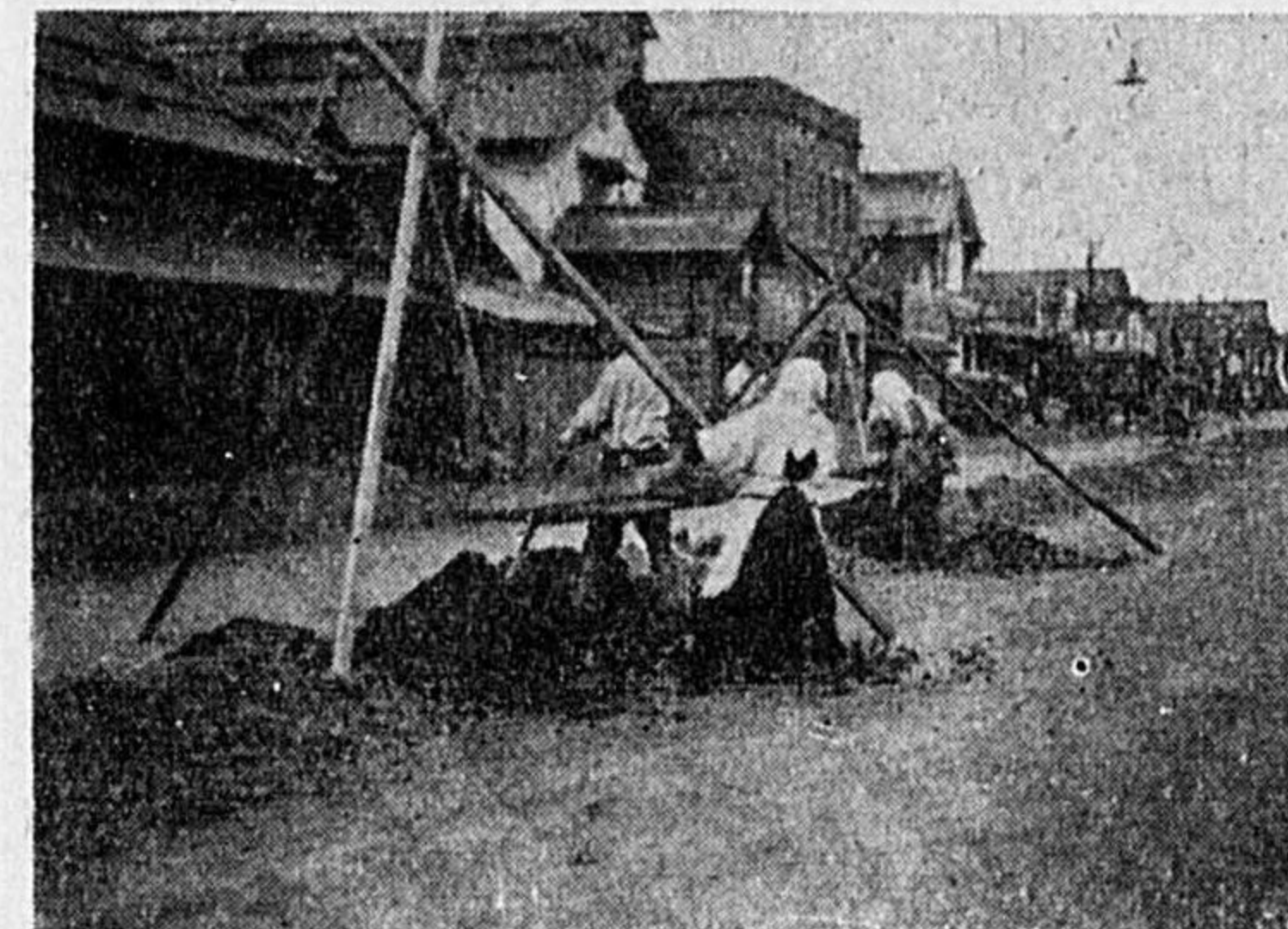
即ち、本工の主體は粗粒碎石であつて、安定處理された土は、碎石を保持するところの母體であり、結合材の作りきをなすものである。

必要に應じては、表装工を施すが、その目的は、碎石相互間の間隙を補填して、之れを強化せんとするのであつて、表装工それ自身を以て磨耗層に役立て

處理道の實施例

リ 使 用 材 料							工 費			
乳劑 立	粗タール 一 疋	表 装				摘 要	勞力 圓	材料 圓	其他 圓	計 圓
		碎 石	砂又は 微碎石	20 耗級 立米	15 耗級 立米					
3	—	—	0.01	—	—	2 回 撒 き	0.365	0.716	0.152	1.23
2	2	0.01	—	—	0.005	2 回 撒 き	0.273	0.770	0.197	1.24
—	4.5	0.01	—	—	"	"	0.273	0.868	0.199	1.34
2	2	—	0.01	—	"	"	0.291	0.878	0.201	1.37
2	2	0.01	—	—	"	"	0.273	0.986	0.201	1.46
4	2	—	0.01	0.005	"	3 回 撒 き	0.300	1.236	0.204	1.74
4	—	—	0.006	—	0.005	2 回 撒 き	0.397	0.861	0.250	1.50
—	—	—	—	—	—	—	0.403	0.475	0.206	1.08
—	セメント 4 疋	—	—	—	—	セメントモル タル 目潰し	0.472	0.495	0.206	1.17

んとするのではない。此の點、安定處理道上に直接施工した表装工の場合とやゝ主旨を異にするのである。



第 37 圖

出来る。但、この場合は、粗骨材の表面が汚れて居り、そのまま壓入すれば結合を不良ならしめるから適當な處置を採らなければならない。骨材を洗滌

在來路盤中に多量の粗粒碎石を含有する場合は、更に表面に骨材を壓入することは困難でもあり、且在來のものを利用する意味に於て、堀鑿路盤土を適當の篩を以て簡単に篩分け、その粗粒分を壓入用に供することも



第 33 表 セメント

工種 番 號	工 法 概 要	區 分	百 平					
			勞 力		材			
			員數	金額	セメント		表装用乳劑	
					員數	金額	員數	金額
人	圓	袋	圓	立	圓			
1	鋪設厚 15 糎 表装乳劑 2 回撒き	堀 鑿	4.63	7.84				
		鋪 設	7.10	12.15	36.0	51.84		
		表 装	2.56	3.27			300	19.80
		其 他	7.46	13.30				
		計	21.75	36.55	36.0	51.84	300	19.80
3	鋪設厚 15 糎 表装タール 2 回撒き	堀 鑿	2.63	6.58				
		鋪 設	6.17	15.43	36.0	54.00		
		表 装	2.13	5.32				
		其 他						
		計	10.93	27.33	36.0	54.00		
5	鋪設厚 15 糎 表装乳劑及びタール 各一回撒き	堀 鑿	2.63	6.58				
		鋪 設	6.17	15.43	43.2	64.80		
		表 装	2.13	5.32			200	14.80
		其 他						
		計	10.93	27.33	43.20	64.80	200	14.80
7	装設厚 10 糎 マカダム式 表装乳劑 2 回撒き	堀 鑿	3.20	9.60				
		鋪 設	6.10	18.30	24.0	31.68		
		表 装	1.80	5.40			400	30.80
		其 他	2.15	6.45				
		計	13.25	39.75	24.0	31.68	400	30.80

することも當然考へられるが、又篩分けた粗骨材を、適量の乳劑で被覆して壓入する方法も一案であらう。

其他、種々の優秀な方法が案出されることであらう。

前述のものと聊さか重複する嫌ひはあるが、以下形式を幾分仕様書風にとり一通り記述することゝしたい。なほ「土瀝マカダム」「ソイル、セメント、マカダム」は著者の假稱であつて、適當な名稱でないかも知れない。

處理道の實績(一部)

米 當		リ		料		消耗品 其 他	雜 費	計
表装用タール 員數	金額	碎 石 類 員數	金額	砂 類 員數	金額			
疋	圓	立米	圓	立米	圓	圓	圓	圓
						5.03		12.87
		1.00	—			0.83		64.82
						1.61		24.68
						1.88	5.84	21.02
						9.35	5.84	123.39
						11.06		17.64
450	24.75	1.00	6.00	0.50	2.00	1.92		71.35
						1.58		39.65
							5.36	5.36
450	24.75	1.00	6.00	0.50	2.00	14.56	5.36	134.00
						11.06		17.64
						1.92		82.15
200	11.00	1.00	6.00	0.50	2.00	1.58		40.70
							5.51	5.51
200	11.00	1.00	6.00	0.50	2.00	14.56	5.51	146.00
						6.60	2.00	18.20
		3.00	18.00			2.20	2.00	72.18
		0.60	3.60	0.50	2.00	4.40	1.00	47.20
						1.80	5.00	13.25
		3.60	21.60	0.50	2.00	15.00	10.00	150.83

土瀝マカダム簡易鋪装工

(1) 構造 在來路盤土の表層に瀝青材(乳劑)を混合して安定ならしめたる土を母體とし、之れに粗粒碎石を壓入して堅固なる表殻を作り、尙表面に乳劑の表装を施すものとす。

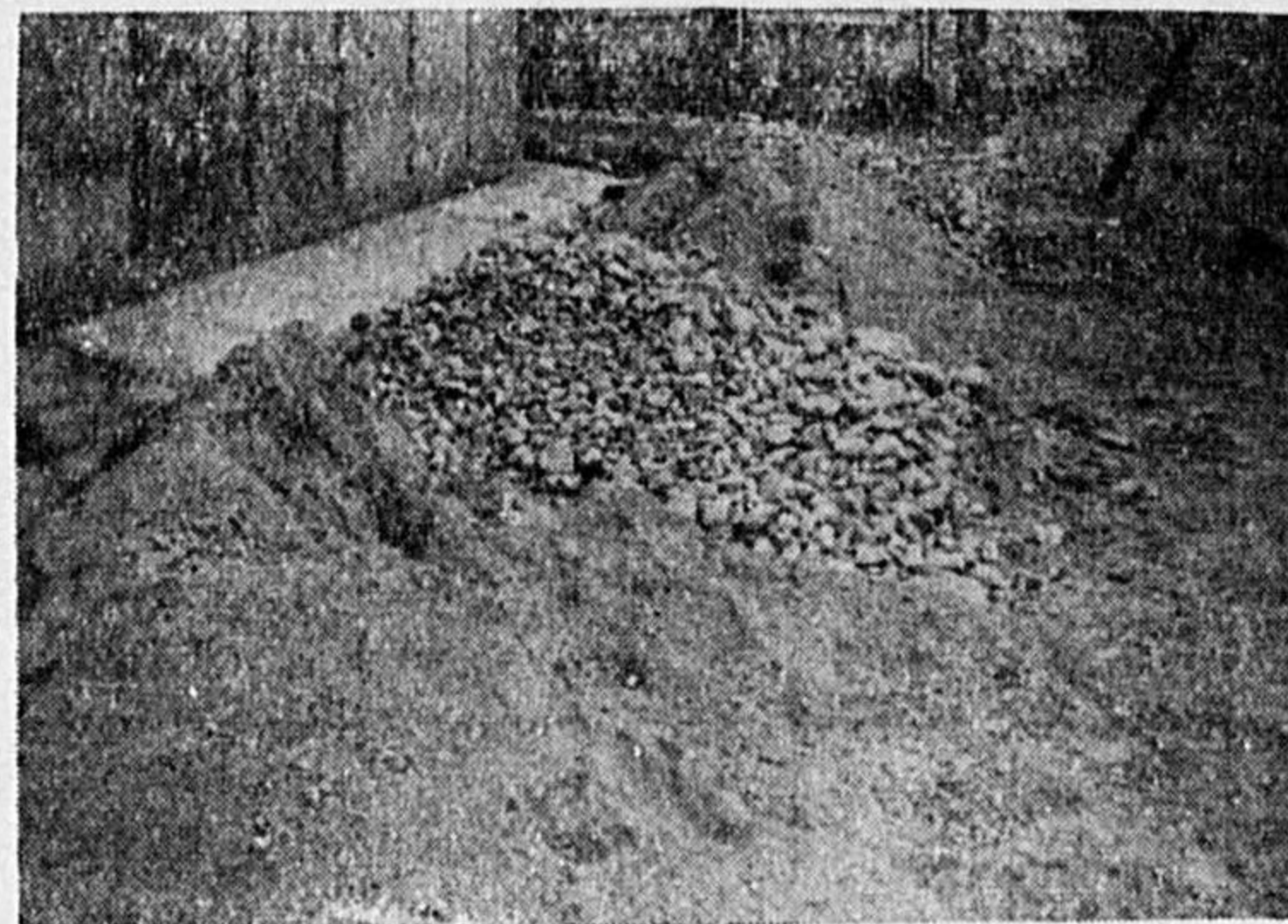
鋪設厚は次の2種を標準とし、状況に應じて適宜増減するものとす。

工事に要する主要材料其他次の如し。



第 34 表

種 別	仕 上 厚	3.5 種	仕 上 厚	5 種
瀝青乳劑 (混合用)	1 平米に付き	3.5 立	1 平米に付	5.0 立
同 (表装用)	同	1.5 立	同	1.5 立
粗粒碎石 30 又は 40 耗級 (在來路面掘き起し深さ)	同	0.025 立米	同	0.03 立米
		2 種		3 種



第 38 圖



第 39 圖

例示す.)

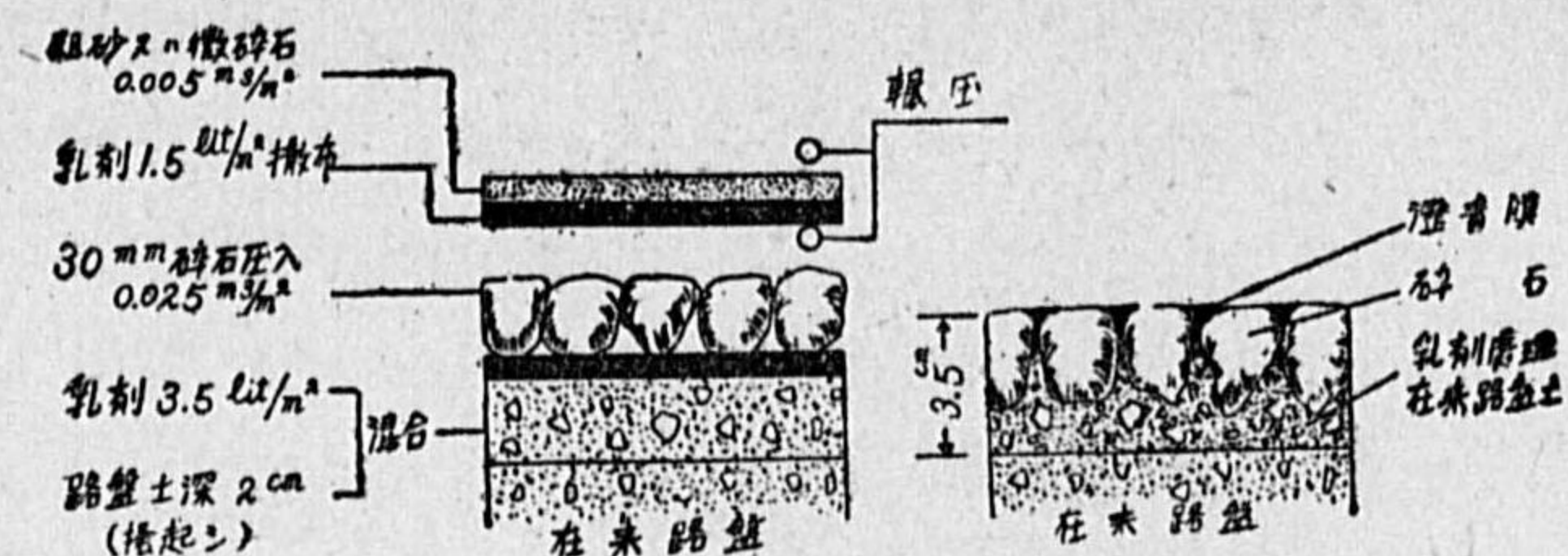
(i) 路盤土掘起し 在來路面の掘起し深さは約 2 種とし、スカリファイ

(2) 特徴 本工の主眼とする處は、路盤土に安定處理を施すことにより、水分及び過乾燥の影響を防止し、路盤土の有する耐荷能力を一定に保持せしめるにあり。

尙、交通に直接對抗する爲、表面に粗粒碎石を埋込み、簡易なる塗裝を施す。

砂利道維持費程度の僅少な工費を以て、遙かに優れたる路面を構成し中級以下の交通に十分ならしむ。

(3) 施工方法 (仕上厚 3.5 種の場合に就き



第 40 圖

ヤーを用ふれば作業簡易にして、掘起土も良く破碎せられ良好なり。人力による場合は、深堀りとならざる様留意し、土塊は十分破碎するを要す。

(ii) 乳劑混合 掘均したる掘起土上に平米當り 3.5 立の瀝青乳劑を均等に撒布し、直ちにレーキを以て鋤き返へしつゝ、混合物が一様の色澤を呈する迄入念に混合す。

特殊のものを除き、乳劑をそのまま混合に供する時は、土粒子と接觸の際、分解を生じ混合困難となるを以て、豫め乳劑に對し適當の緩和劑を添加する必要あり。(一例としては、乳劑の千分の一量のゼラチンを溶液として乳劑に混合しておく)

掘起土に對しても、豫め適當に撒水して濕潤状態と爲しおけば、混合を容易ならしむ。

(iii) 碎石壓入 乳劑混合土上に 30 耗内外の碎石を、重複せざる様一層に、密に敷均し、混合土が碎石の間隙を満たして、僅かに上方に滲み出る迄、6 種以上のローラーを以て十分に碾壓す。

碎石壓入困難にして、乳劑處理土の滲出不十分なる個所ある時は、その部分



第 41 圖



に少量の灌水を爲しつゝ更に輾壓し、なほ、十分ならざる場合は、上部より同一材料による乳劑處理土を注入して、碎石の間隙を填充し、輾壓を續行す。

處理土が碎石表面を被覆する如きは、施工後の結果に悪影響を及ぼすを以て上部より處理土を添加するは、止むを得ざる場合のみに限り、輾壓時に於ける處理土の含水状態を適當に加減する事に依り碎石壓入を容易ならしむる様留意す。輾壓輪跡の消去し得ざる部分及びローラーの使用困難なる個所に對しては、タムバーを以て十分搗固めを行ふものとす。

(iv) 乾燥養生、交通開放 輾壓後の路面は、そのまま靜置して(夏季1~2日間)乳劑處理土が乾燥凝固せる後、一旦交通に開放す。

(v) 表装工 約2週間交通に供し、充分なる緊固めと乾燥による凝固とを與へたる後、路面を清掃し、之れに平米當り1.5立の乳劑を撒布し、粗砂又は微碎石を同じく0.005立米以下に薄く撒布して輾壓し、乳劑の分解凝結するを俟つて(2~6時間)交通に開放す。

表装工の目的は、碎石相互の間隙に、充分なる瀝青膜を形成せしめるにあり乳劑撒布の際、ブラシ等を以て乳劑を碎石目地間に掃き込む様、適當に處置

第35表 土瀝マカダム簡易舗装工百平米當り單價書 仕上厚3.5糎

種別	寸法	員數	單價	金額	摘要
乳劑		500立	0.08圓	40.00圓	路盤土混合用350立 表装用150立
緩和劑		0.4疋	5.00	2.00	乳劑混合用セラチン
碎石	30糎内外	2.5立米	5.00	12.50	壓入用
粗砂又は微碎石		0.5立米	4.00	2.00	表装用
路盤搔起し	深2糎	100平米		2.50	スカリフアイヤー使用
碎石壓入表面輾壓		100平米		2.00	ローラー6疋以上
混合及碎石敷均し		100平米		6.00	人夫8人1日400平米1日3圓
表装施工		100平米		2.00	人夫4人1日600平米
雜費		100平米		1.00	
計				70.00	

す。

(4) 歩掛り及び工費

1平米當り工費の大約は次記の如く、その内譯は次の二表の通りである

舗設厚 3.5糎の場合 0.70圓 (第35表)

同 5.0糎の場合 0.88圓 (第36表)

第36表 土瀝マカダム簡易舗装工百平米當り單價書 仕上厚5糎

種別	寸法	員數	單價	金額	摘要
乳劑		650立	0.08圓	52.00圓	路盤土混合用500立 表装用150立
緩和劑		0.5疋	5.00	2.50	乳劑混合用セラチン
碎石	40糎内外	3.0立米	5.00	15.00	壓入用
粗砂又は微碎石		0.5立米	4.00	2.00	表装用
路盤搔起し	深3糎	100平米		3.50	スカリフアイヤー使用
碎石壓入表面輾壓		100平米		2.00	ローラー8疋以上
混合及碎石敷均し		100平米		8.00	人夫8人1日300平米1日3圓
表装施工		100平米		2.00	人夫4人1日600平米
雜費		100平米		1.00	
計				88.00	

ソイルセメントマカダム簡易舗装工

(1) 構造 在來路盤土の表層にセメントを混合して安定ならしめたる土を母體とし、之れに粗粒碎石を壓入して交通作用に直接抵抗せしむるものとす。

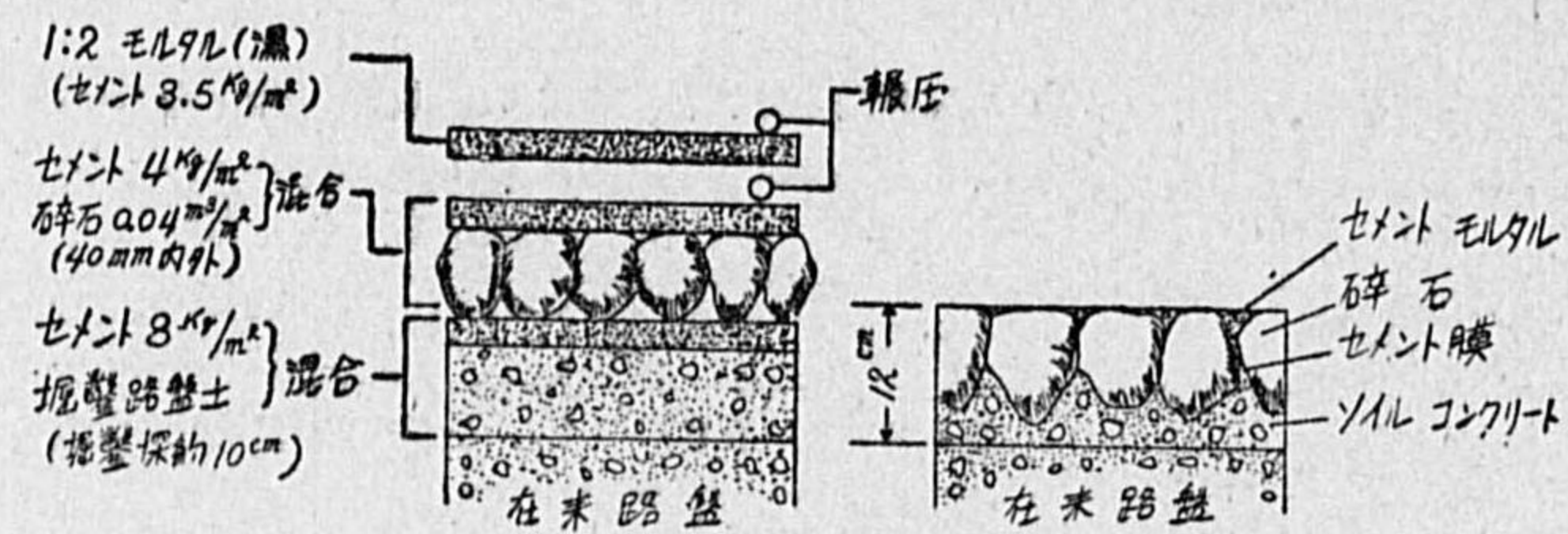
主要材料 其他次の如し

混合用セメント	1平米に付	8疋
碎石被覆用セメント	〃	4疋
表装用セメント	〃	3.5疋
40糎級碎石	〃	0.04立米



在來路面掘鑿深 約 10 糎  
 仕上厚 12 糎

(2) 適用範圍 土質中にセメントの水硬性を妨ぐる如き成分ある場合を除き、普通の砂利、碎石道に適用し、その粒度組成状態を選ばず。



第 42 圖

(3) 施工法

(i) 路盤土掘鑿 路盤の掘鑿深は約 10 糎とし、スカリフアイヤーによれば簡易にして、掘鑿土もよく破碎せられ良好なり。人力掘鑿の場合は、深掘りとならざるやう留意し、土塊は十分破碎するを要す。

(ii) セメント混合 セメント混合量は、1 平米に對し 8 疋（掘鑿土の枳計量 1 立米に對し 64 疋、土礫に對する重量比約 4%）とし、混合はミキサーを用ふるか、又は練臺上にて手練り混合を行ふを可とするも、路上混合によるを妨げず。但、この場合は、特に入念に施工し、均等なる混合に努むるを要す。

十分空練りの後、最適含水度を僅かに（2% 内外）超ゆる程度の水を注加し更に混合して、所定の厚さに敷均す。

(iii) 碎石壓入 ソイル、コンクリート敷均し後、直ちにセメント糊にて被覆せる 40 耗内外の粗粒碎石を、重複せざるやう一層に密に敷並べ、8 疋以上のマカダムローラーを以て、碎石表面の殆んど埋没する程度迄、十分に輾壓す。

セメント使用量は、碎石 1 平米分に對し 4 疋（碎石 1 立米に對し 100 疋）と

し、適當なる濃度の糊状として碎石表面を被覆せしむ。

尙、輾壓に際して、碎石壓入の困難なる個所ある時は、少量の灌水を爲しつつ更に輾壓を繼續す。此の際、水分過剰に陥る時は、ソイルコンクリートの輾壓効果に悪影響を及ぼすを以て、灌水は除々に注意して行ふを要す。碎石壓入の尙困難なる場合は、上部より同一材料によるセメント處理土を注入して、碎石の間隙を填充し、輾壓を續行す。處理土が碎石表面を覆ふ如きは、施工後の結果に悪影響を及ぼすを以て、上部より處理土を添加するは止むを得ざる場合のみに限るものとす。

(iv) モルタル目潰し 碎石の壓入終らば、直ちに所定のセメントモルタル（濕潤）を 1 平米當り 0.005 立米の割に撒布し、箒を以て碎石の間隙中に入念に掃き込み、尙表面に残存せるモルタルは、之を掃き取りつつ輾壓仕上げを行ふ。

輾壓輪跡の消去し得ざる部分及びローラー輾壓を行ふこと困難なる個所に對しては、タムパーを以て十分搗き固め整正するものとす。

第 37 表 ソイルセメント マカダム簡易鋪裝工百平米當り單價書 仕上厚 12 糎

種 別	寸 法	員 數	單 額	金 額	摘 要
セメント	50 疋袋入	31 袋	1.60 圓	49.60 圓	混合用 800 疋碎石被覆用 400 疋モルタル用 350 疋
碎石	40 耗内外	4.0 立米	5.00	20.00	壓入用
モルタル用砂 又は微碎石		0.5 立米	4.00	2.00	表装目潰しモルタル用
路盤掘鑿	深 10 糎	100 平米		8.00	スカリフアイヤー使用
碎石壓入、表面輾壓		100 平米		2.00	ローラー 8 疋以上
ソイルコンクリート施工	厚 12 糎	100 平米		12.00	人夫 8 人 1 日 200 平米 1 日 3 圓
碎石混合敷込み	4 立米分	100 平米		2.10	4 立米に付人夫 0.7 人
目潰しモルタル敷込み		100 平米		1.50	人夫 0.5 人
雜 費		100 平米		0.80	
計				98.00	



(v) 養生, 交通開放 養生は, 普通のセメントコンクリート舗装に準じ, 適当期間之れを行ひたる後, 交通に供す。

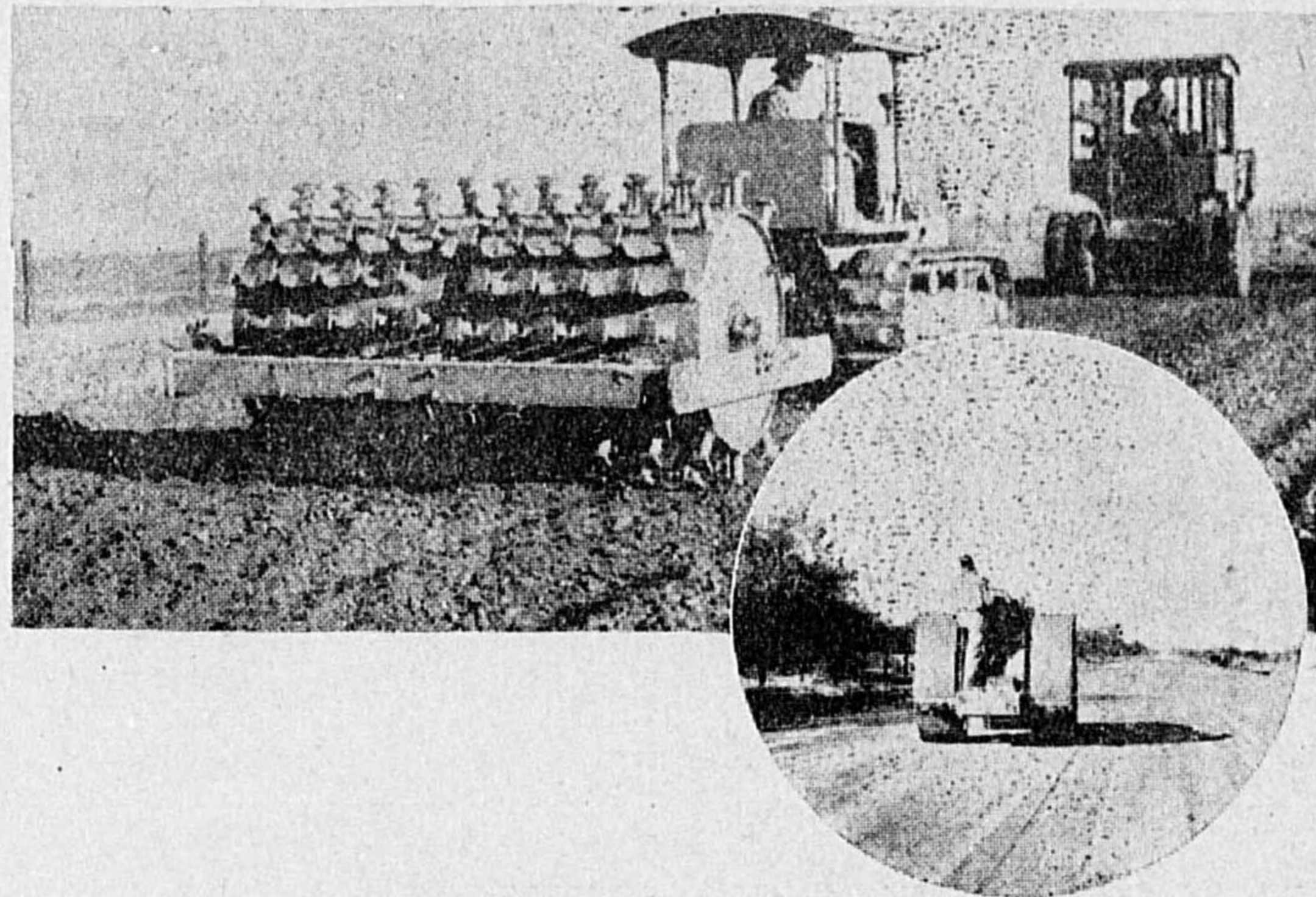
(4) 歩掛り及び工費 百平米當り工費及びその内譯の大約は第 37 表の通り。

## 6. 外國に於ける施工法

米國に於てはセメント若しくは瀝青材による路面の安定處理工法が最近數年間に著るしく普及され, 各州競つて工法の研究と之が根底をなす實驗とに意を傾けて居るやうである。

彼等が施工の對象として居る道路は殆ど砂利, 碎石等の粗粒材を含んで居らないのであつて, 本書に既述の各工法が總て多量の粗粒材を有する砂利, 碎石道の利用を目標として居るので較べると可なり趣きを異にする。

施工の大部分は機械力により能率的に行はれて居る。之等施工機械の大半は従來のセメント若しくはアスファルト舗装に用ひられて來たものとは構造及び作用が全く相違し, 施工機自體が道路上を自由に走行することによつて, 土



第 43 圖

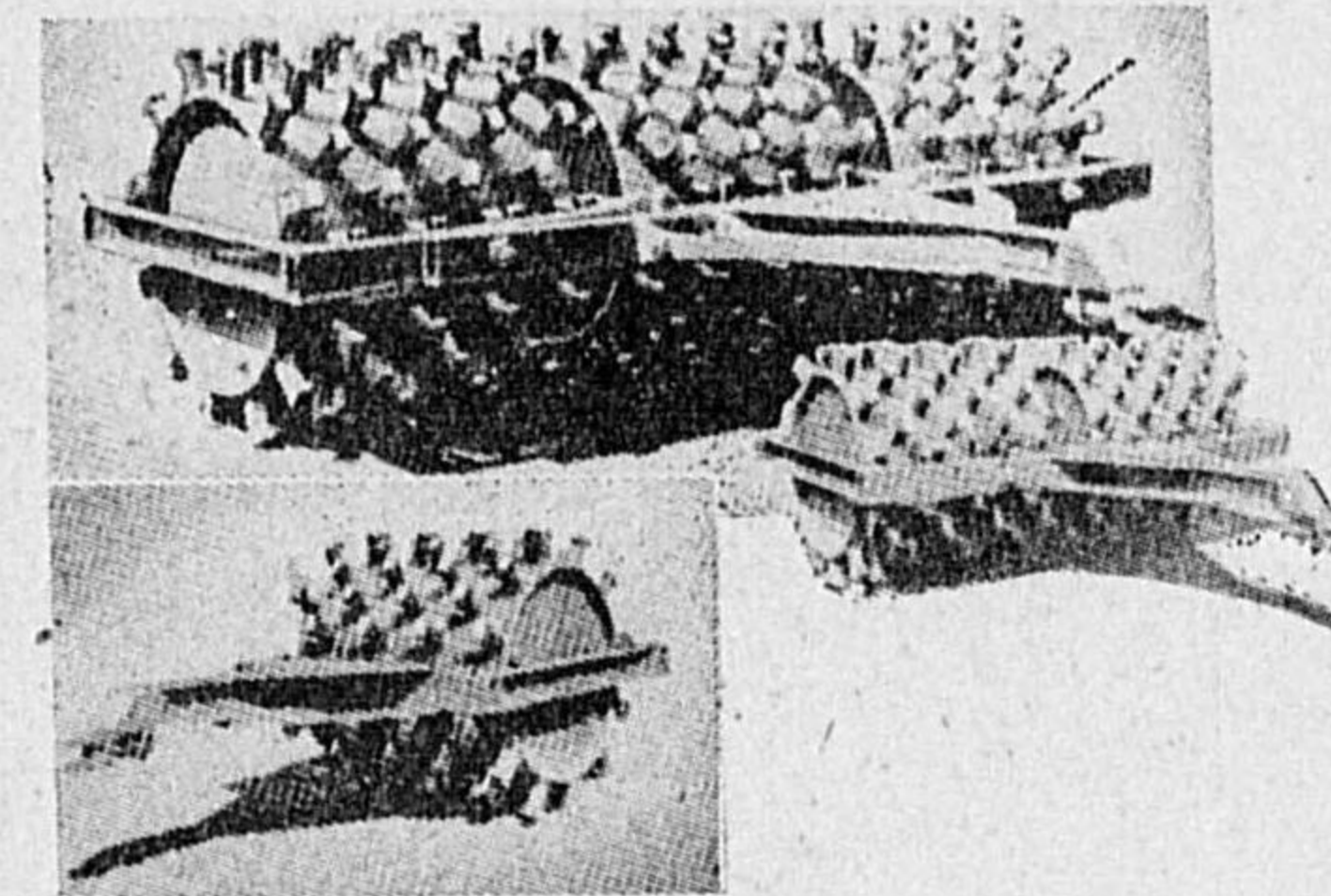
を掘り, 搥ね返へし, 搥き固め, 仕上げを爲すのである。之等の内, 主なものを擧げて見やう。

(1) 脚付きローラー sheep's foot roller と稱せられ, 第 43 圖に見る如くローラーの表面に頑丈な數十本の羊蹄型の脚を有するもので土の緊固め効果は頗る強力なものである。

脚の長さ, 脚の底面積等は, ローラーの種類によつて夫々違つて居り, 土の種類と施工の目的に従つて適當なものを選定するのであるが, 最も重要なことは, ローラーの支持面積と, 之れに加はる單位壓力の關係であつて, 支持面積が過少である場合は, 搥き固めらるべき土が, 脚の下より押し出されることとなり, 砂分の多い場合は殊に然りである。又, 支持面積が過大である時は, 脚が必要の深さに入らず, 效を爲さぬこととなる。

脚の底面積は, 大體  $35 \text{ cm}^2$  より  $80 \text{ cm}^2$  の範圍であり, 單位壓力は  $7 \sim 200 \text{ kg/cm}^2$  程度であつて, 地面とローラーの接觸程度によつて, その値が異なることは當然である。

此のローラーを以て土の緊め固めを行ふとき最初は, 脚の根元まで全部土の中に没入し, ドラムが地面と接觸して居るが, 緊め固めの進捗につれて, ローラーは漸次上昇し, 終には脚の殆んど全長が露出される状態となる。



第 44 圖

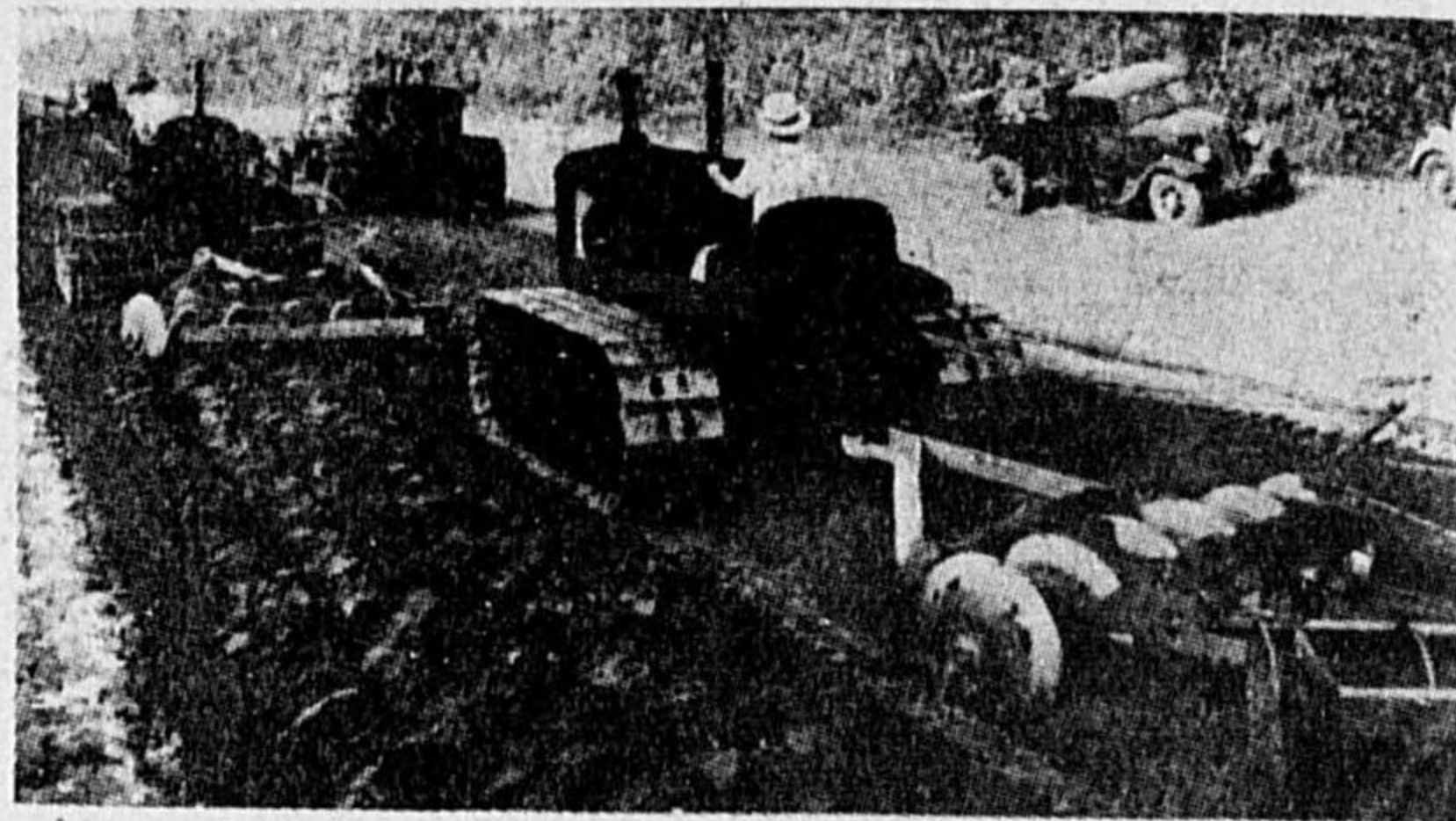
ローラーの重量は, 多くはドラム内に水を充たすことによつて與へられ, 不要の際は之を吐き出して運搬する。

第 44 圖の如くドラム 1 個のものより, 3 個のもの迄あり, 輕量のものには馬力によつて牽引することもあるが, 速度其他の關係上主としてトラクターによつて牽引される。道路用のは, 多く二輪式である。



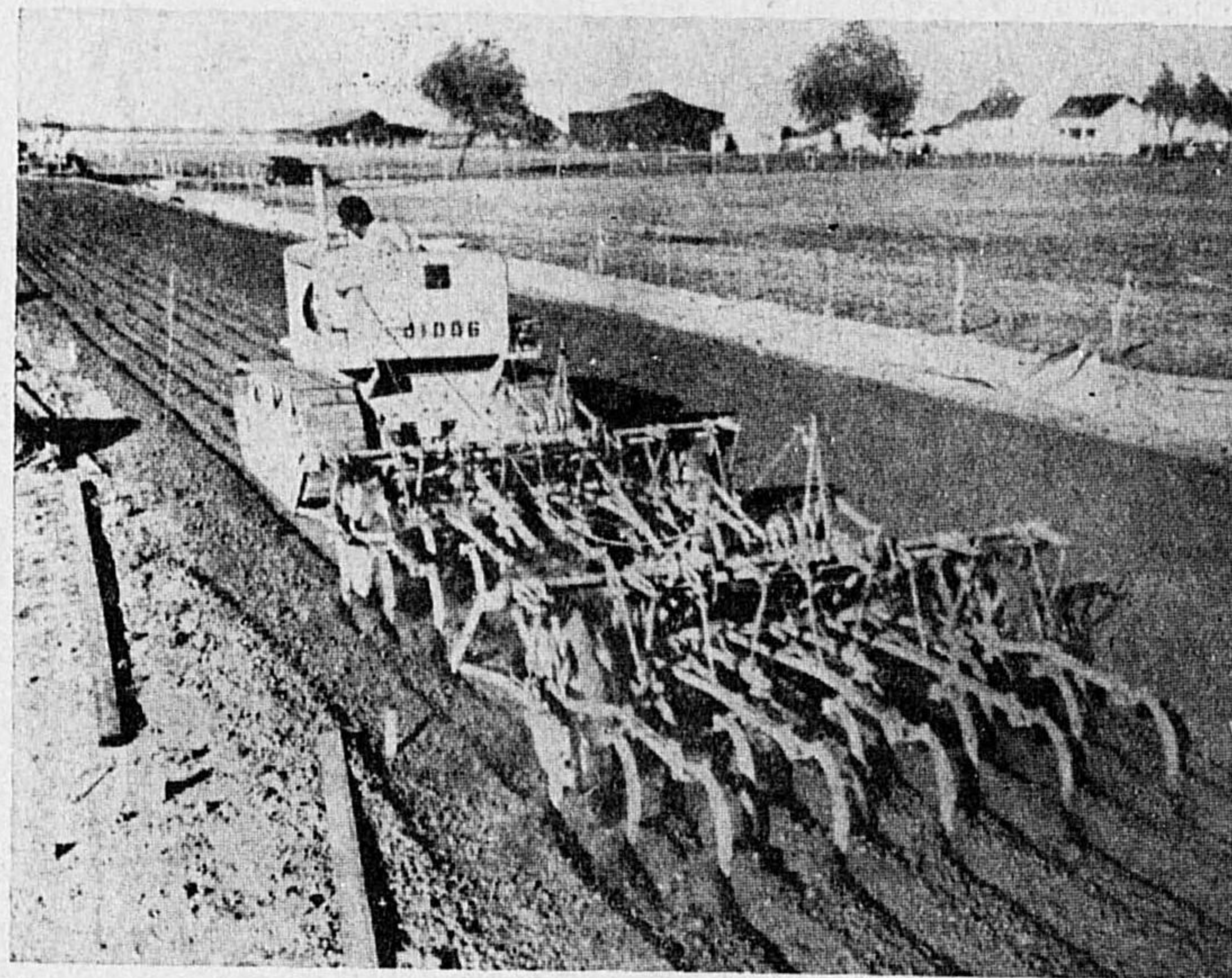
なほ、脚付きローラーの用途は、たゞに本工事に限らず、むしろ、土堰堤其他の大規模な盛土の搗き固めに用ひられて、大いに機能を發揮して居るのである。

(2) **ディスク・ハロウ** (disk harrow) 直径 60 cm 内外の皿状圓鋸 6 個乃至 12 個を有する二つの軸が、進行方向に對し互にく型にやゝ傾斜して取付けられ、之れをトラクターにて牽くとき、圓鋸の回轉により土が捏ね返され、粉碎される装置である。



第 45 圖

(3) **カルチベーター** (spring tooth cultivator) 土の場合に供せられ

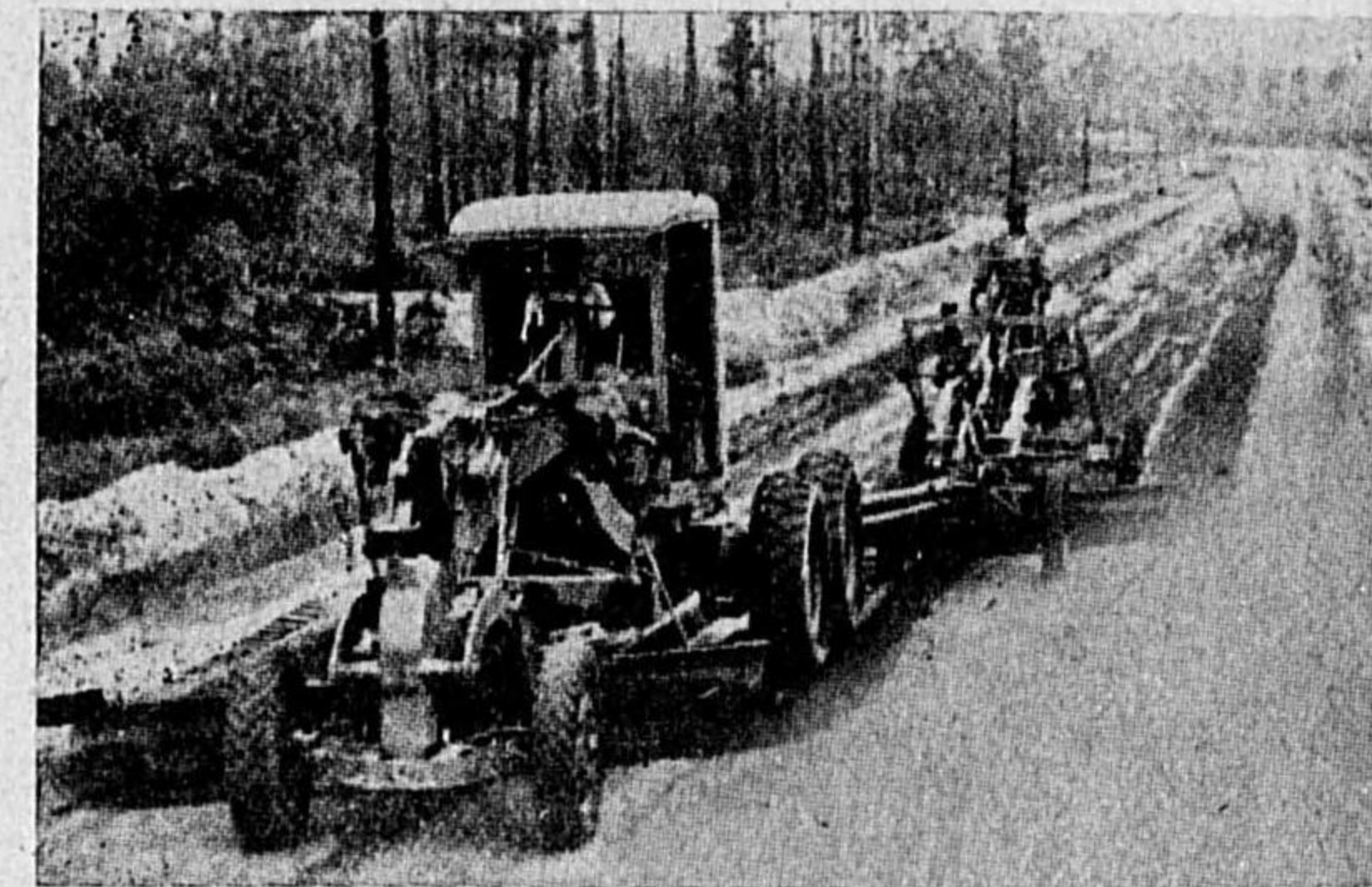


第 46 圖

るもので、第 46 圖の如き、數十本の齒型の犁が定間隔に並列して進行し、掻き起された土は左右交互に回轉し、攪拌されるのである。

(4) **グレーター** (blade grader) 吾國で普通、ローラーの一部に取付けられてゐるものと同様で、土を鋤き返へし、掻き寄せ、或は路表面に一定の形状を與へるのに使用する。

單獨のものが普通であるが、第 47 圖の如く 2 段に装置して用ひられる場合もある。

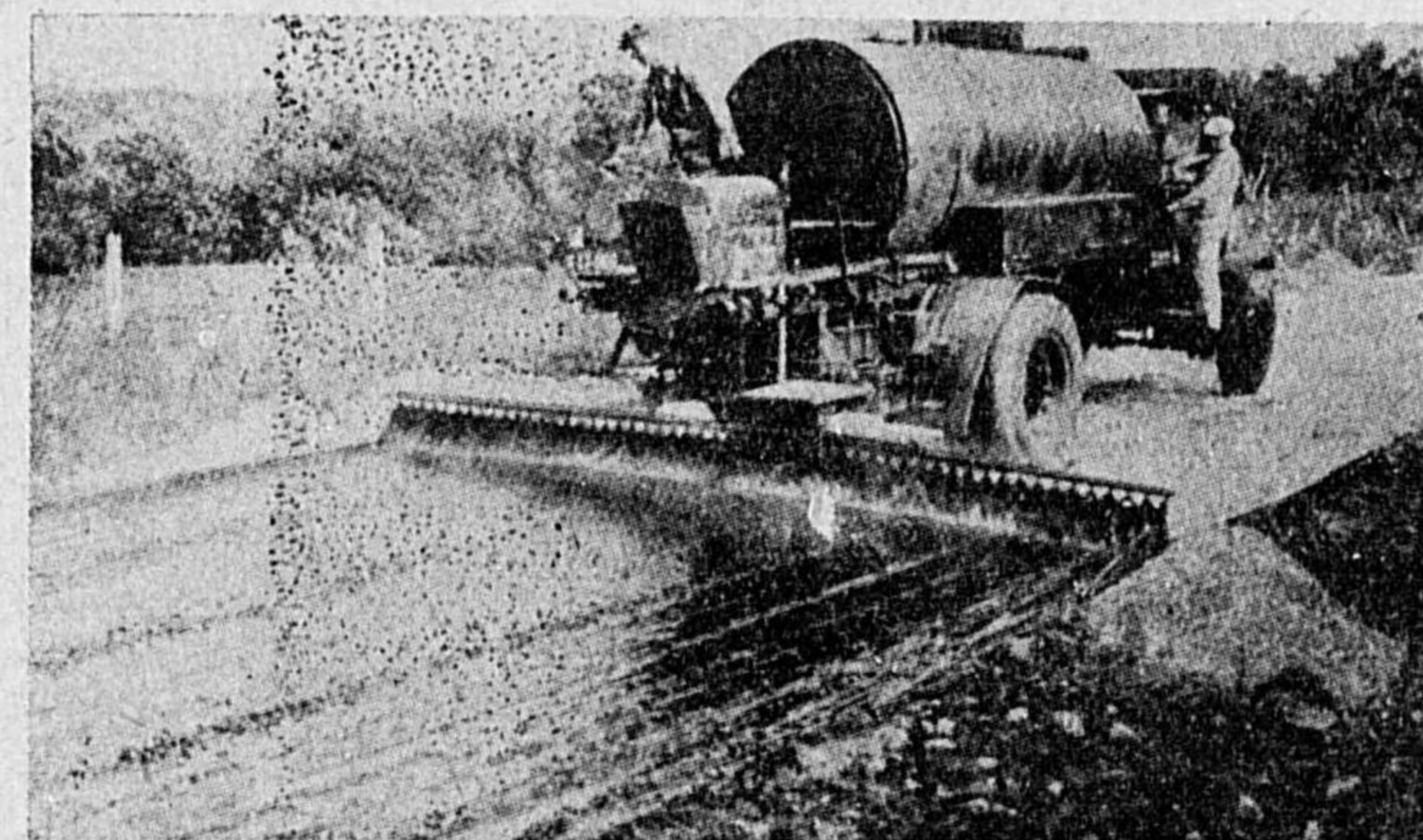


第 47 圖

(5) **撒布機** (distributor) 水又は乳劑の撒布に供せられ、

壓力式のもの、重力式のものがあるが、多く前者が使用される。

タンクの容量は普通 1,000 ガロンである。



第 48 圖

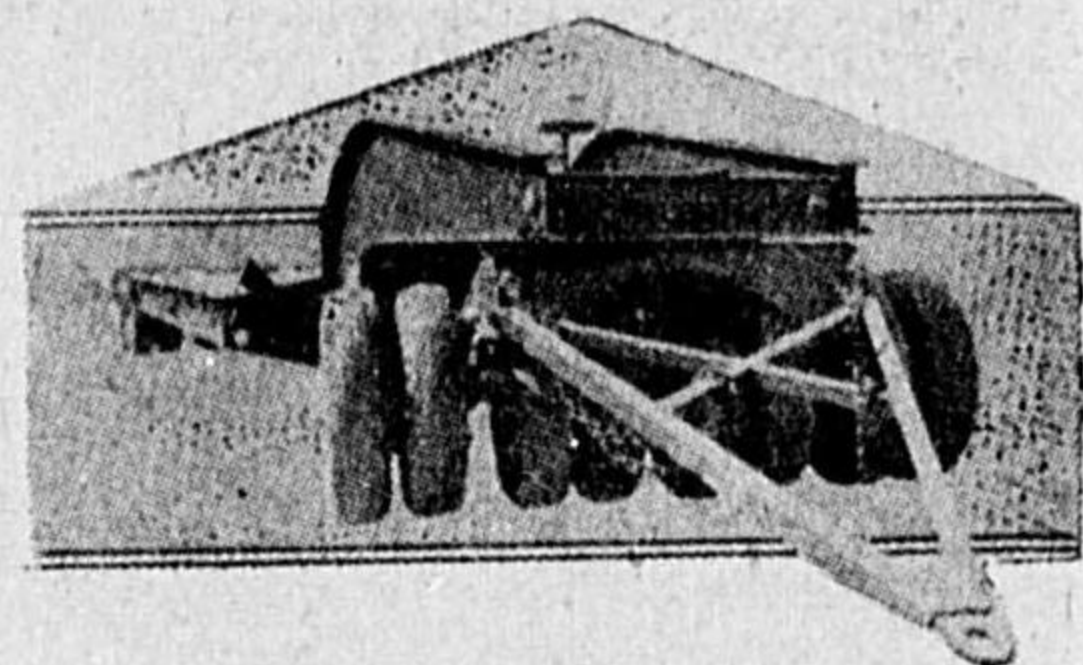
(6) **ゴム輪輾壓機** 第 49 圖の如く、一軸に數個のゴム車輪を並列し適當の荷重を載せて、路面輾壓に供するのである。普通の平滑鐵輪ローラーに



比較して、甚だ効果が大きいである。

なほ、第 50 圖の (1)～(4)の如く、一臺に數種の装置を具備して居るものもある。

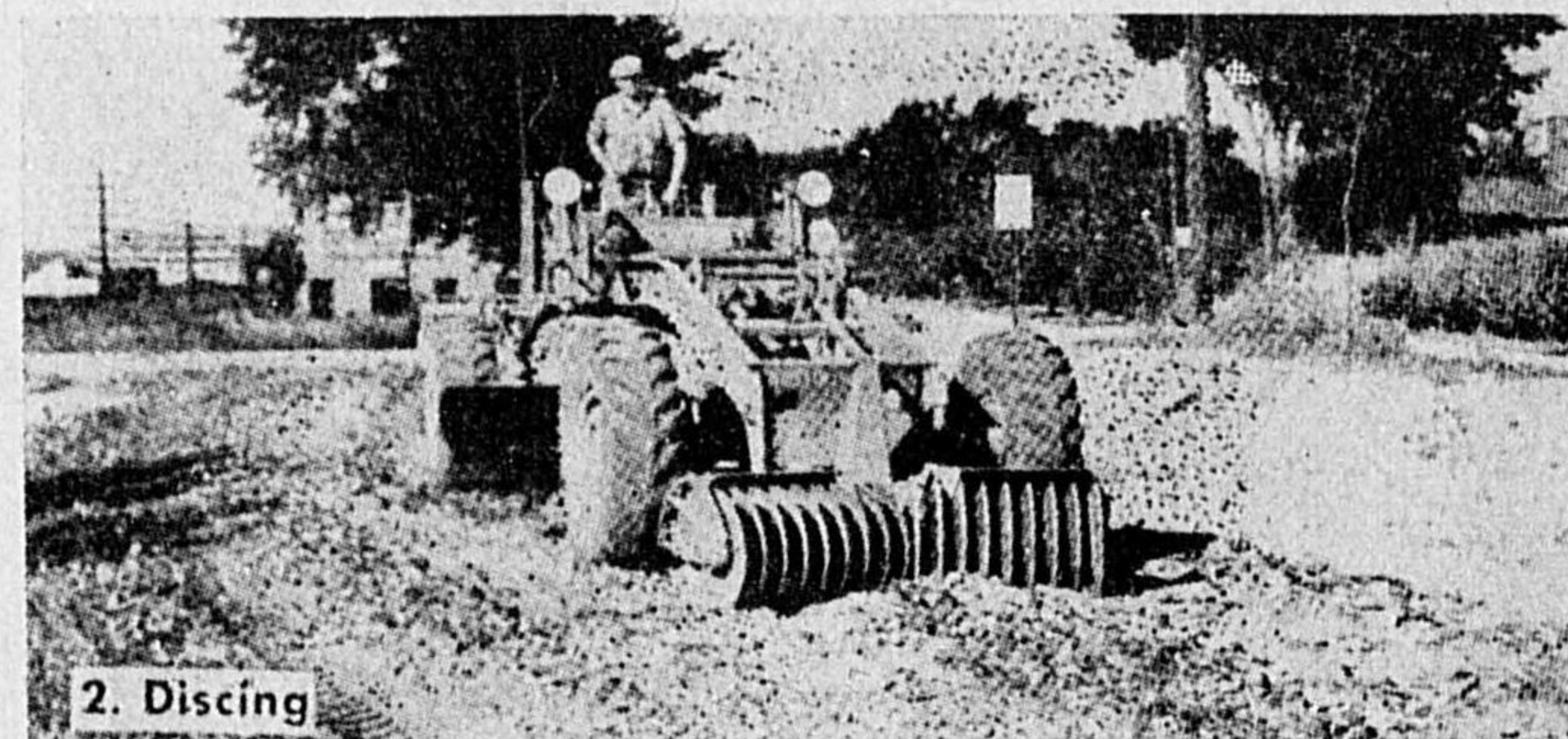
兩端に夫々、ディスクハロウ及び仕上用ローラーを有し、中間にスカリフアイヤーとグレーダーとを取付けて居り、必要に應じ夫等を交互に、自由に使用し得る構造としたものである。



第 49 圖



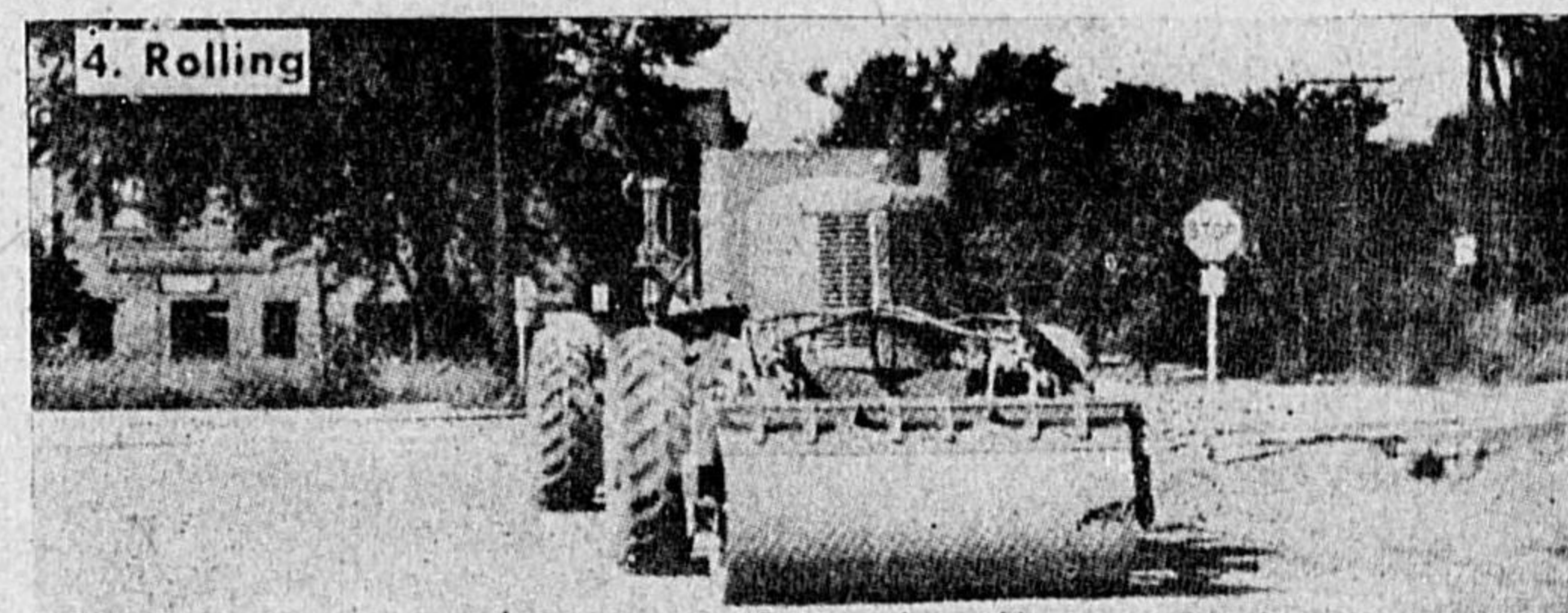
第 50 圖 (1)



第 50 圖 (2)



第 50 圖 (3)



第 50 圖 (4)

(7) 施工の概要 セメント處理の場合は、先づ路面をスカリフアイヤーによつて所要の深さに掻き起し、ディスクハロウを運轉して、土を十分に粉碎する。

セメントの撒布は、人力による場合と自動車に Sand Spreader の装置を設けて行ふのとあるが、布袋入りのセメントを豫め一定間隔に配置して、人力撒布を爲す方が、寧ろ良好であると云ふ、

土とセメントとの混合には、主としてカルチベーターを用ひ、必要に應じて gang plow 及びディスクハロウを併用し、一樣の色合ひとなる迄、往復運行して十分に混合する。

次に、撒水機が走つて、混合物に最適度の水分を供給し、再びカルチベーター及びディスクハロウが活躍して、之れを切り返へし、均等な濕潤状態を與へる。

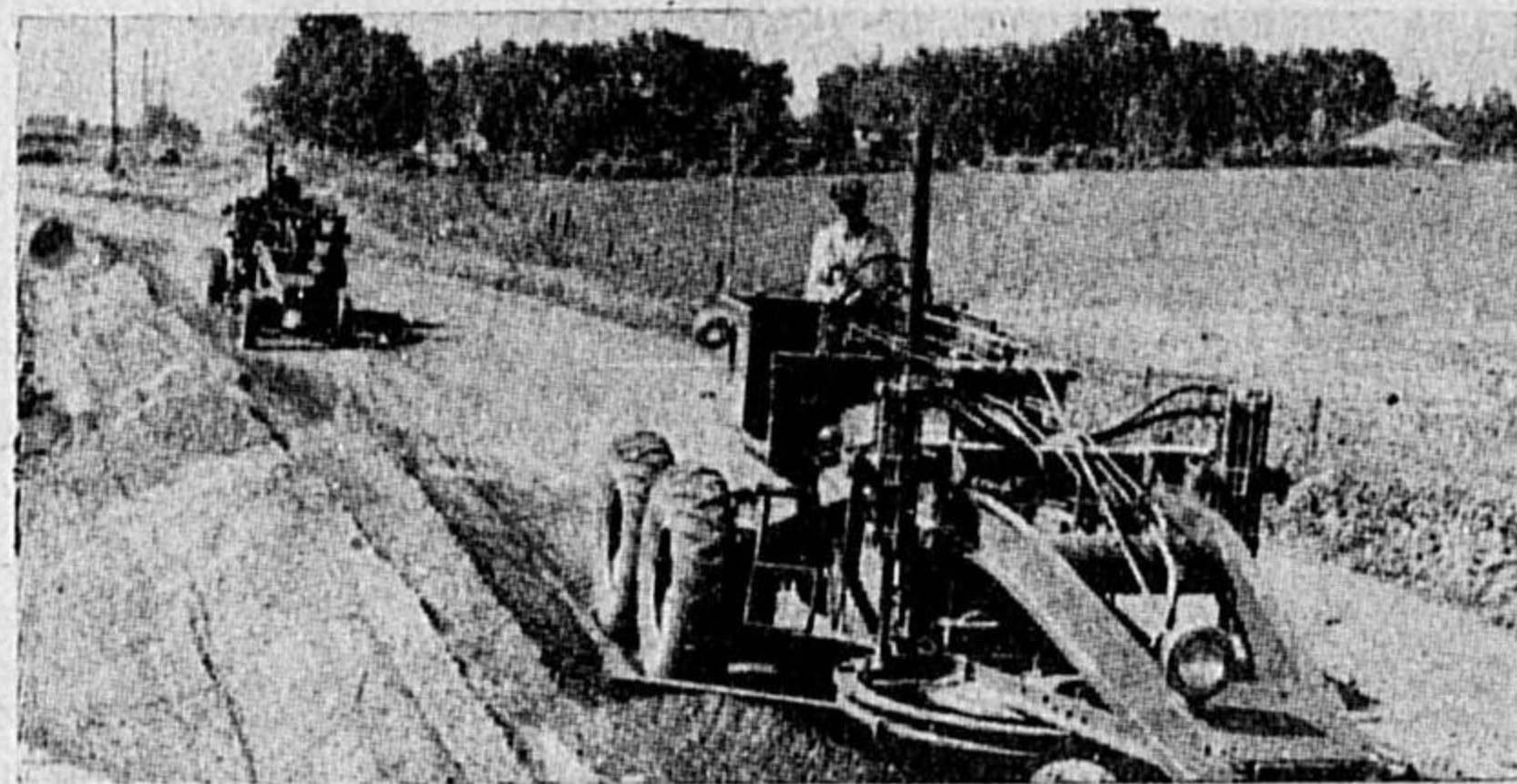


搗固めの役を受持つ脚付きローラーは、始め低速に漸次速度を増しつつ、脚が殆んど土中に喰ひ込まぬ程度となる迄之れを繼續する。

路面に横斷形狀を與へる爲には、脚付きローラーと同時にグレーダーを使用し、なほ、一部表面の不陸を修正するには、Spike tooth harrow を牽いて搔均らしを行ふ。

最後に、表面的 25 耗程は、なほ緊固められず弛緩して居るから、普通の平滑ローラーによつて輾壓し、仕上げをなす。

養生としては、藁若しくは枯草を以て表面を覆ひ濕潤状態を保たしめる。その後約 4~6 週間交通に開放し、損傷を受けた個所には、瀝青材を以て之れを補正し、なほ、必要によつては、全面に表装を施す。



第 51 圖

乳劑處理の工法も、殆んど以上と近似したものであるが、土と乳劑との混合には、グレーダーを大いに利用し反復鋤き返へしを行ふ方法を採用して居る。

その一例としては、

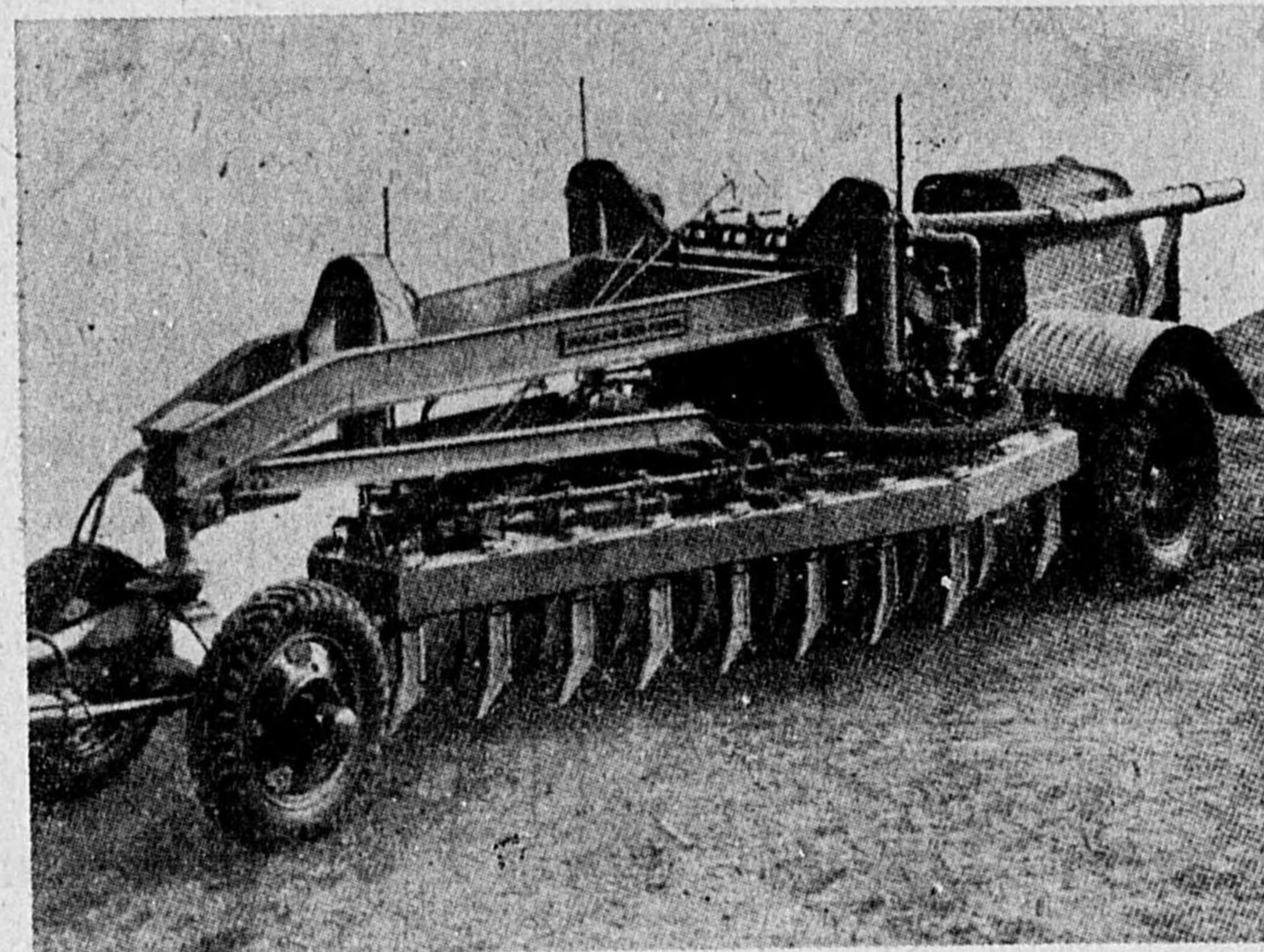
搔き起した土に適當の水を加へ、鋤き返へしてよく混合する、乳劑は水を以て 4 倍に稀釋し、6 回に分けて土に混合する。即ち、土層の厚三分の一宛に、各回所定の乳劑を加へつゝグレーダーを以て路側の一方に搔き寄せ、又逆に之れを元の路面上に鋤き擴げた後、再び同様に乳劑を加へつゝ三回に分つて反對路側に搔き寄せる。更に之れを薄層づゝ元の路面に鋤き返へし、所定の形狀に仕上げるのである。

混合土の緊固めには、前述の方法の外、ゴム輪ローラーが多く用ひられ、時には施工中交通止めを行はず、混合土を交通輾壓に委せる方法を探つて居る。

以上は、米國に於けるセメント若しくは乳劑處理工法の代表的一例である

が、作業の方法、施工機械等、未だ固定的のものでなく、地方により現場施工者の考へにより、多少の變更が加へられつゝある。

乳劑の外、各種の瀝青材料が利用せられて居り、又第 52 圖の如き装置により、土を搔き起すと同時に、齒型の先端から瀝青材を注出し得るやう考案されたものもある。



第 52 圖

### 7. 安定處理土の強度試験

現場施工と平行し或は之れに先行して、工事のよき先達となり指針となる爲に、種々の室内試験が必要である。

一般に、交通作用に對する鋪裝體の抵抗力を具體的に測定することは、相當困難な問題に屬し、未だ確定された試験方法がない。

安定處理土の場合も、全く同様に云ふことが出来るが、更に安定處理道の本體たる土の性状が、甚だ多様であるため、それぞれの土質に應じ最も適當する



第38表 路床土質ノ分類

分類項目	A~1	A~2	A~3	A~4
一般性状	<p>細粗粒混合・適度結合材……適量ヲ含有 内部摩擦力 凝集力……大 有害ナル収縮・膨脹……ナシ 毛管現象 弾性……ナシ 含水ノ如何ニ不拘 輪荷重下ニ……著シク安定</p>	<p>細粗粒ノ混合……不適 又ハ結合材……悪質 A-1ヨリ粘性大ナル plastic ノモノト 粘性小ナル friable ノモノト friable(碎脆性)ノモノハ 毛管壓力ニヨル凝集力ニヨリ安定トナルカラ濕潤時……安定 早乾時ハ弛緩シ……埃狀トナル plastic(柔軟性)ノモノハ 晴天時……安定 降雨時又ハ下層ヨリ上ル 毛管水ガ表層上ニ拔ケラレヌ時……軟化</p>	<p>粗粒材ノミ結合材……ナシ 内部摩擦力……大 凝集力……ナシ 有害ナル毛管現象 弾性……ナシ 凍上・膨脹・収縮……殆ンドナシ 輪荷重下ニテ不安定ナルモ 時ニ濕度如何ニヨリテハ良 分布荷重ノ支持層トシテ……良</p>	<p>沈泥ヲ主體トシ粗粒材料及ビ粘着性膠質物ノ含有少シ 内部摩擦力……不定 凝集力……0~中等程度 弾性……少 毛管現象大ニシテ不安定トナリ易シ 乾濕共ニ固キ路面ヲナスモ 冬期ノ凍上大ニシテ融雪時ニ不安定 剛性表層ニハ凍上ノタメ龜裂ヲ生ジ 柔性表層ニハ支持力不足ニシテ破損ス</p>
粒 度	<p>10番篩(2mm) 殘留物) &lt; 50% 10番通過ノ土モルタル性質 { 粘土…5~10%  沈泥…10~20%  砂……70~85%  ……内40番(0.42mm)止  粗砂35~50 有效徑 約……0.01mm 均等係數…&gt;15</p>	<p>土モルタル中ノ砂 &gt;55%</p>	<p>有效徑 &gt;0.10mm</p>	<p>砂……… &lt; 55%</p>
液 狀 限 界 (L.L)	14~25	<35 (14~35)	<p>&lt;35 (10~35) L.L. 10~14 海岸砂及ビ丸砂ニシテ滑動ス L.L. 30~35 粗面砂ニシテ容易ニ滑動セズ L.L. &lt; F.M.E 少量含水ニテ流動ス // = // full</p>	20~40  L.L. < C.M.E. 水ヲタメ不安定トナル

American Association of State Highway Officials 制定

A~5	A~6	A~7	A~8
<p>A-4ニ類似 弾性大 乾燥時ニモ大 荷重下ニ急變形シ荷重撤去後ノ弾復性大ナリ 故ニマカダムノ輾壓ヲ妨グソノ結合ヲ遲滯セシメル</p>	<p>粘土分ノミ 粗粒分ナシ 内部摩擦小 含水少キトキハ凝集力大 弾性ナシ 膨脹収縮大 塑性狀態ノモノハ混担ニ依ツテノミ更ニ吸水液狀化シテマカダムノ間隙ニ滲入シ盛土ノ滑動ヲ起ス 緊硬度大ナル場合ニ限リマカダムヲ適用シ得ル 變形緩慢ニシテ荷重撤去ニヨル弾復性極小 野外ニ於ケル乾濕ノ繰返シニヨル容積變化大ナリ</p>	<p>A-6ニ類似 或含水量ニテ弾性的トナリ 荷重撤去ニヨリ急激ニ變形又ハ彈復スルコトA~5ノ如シ 容積變化ハA~6ヨリ大ニシテ コンクリート鋪裝ノ凝結前ニ龜裂ヲ生ジ破壞ヲ招ク</p>	<p>極ク軟質ノ泥炭性粘土ト腐植性粘土 内部摩擦凝集力 小有害ナル毛管現象 弾性 大 搗固メ其他ニヨル安定法ヲ施サネバ路面ヲ支持出來ヌ</p>
砂……… < 55%	粘土……一般ニ > 30%	粘土……一般ニ > 30%	
>35	>35	>35	>45



			hydrostatic uplift =ヨリ流動スル average sandナリ L.L. > F.M.E. 粗 骨材ノミヨリ成リ F.M.E. ノ状態以 下ノ結合状態ノト キニノミ流動ス	
塑性指数 (P. I.)	一般 = < 8	収縮限界 アルトキ 同及ビナ キトキ 0~15	0	< 17
収縮限界 (S. L.)	14~20		0	< 25 S.L. > 20... 膨脹性大
遠心含水當量 (C.M.E.)	< 15	< 25	< 12	12~25 C.M.E. < F.M.E... ...膨脹性大
野外含水當量 (F.M.E.)				約 > 30
其 他				
備 考	表層用) (P.I. < 6 基礎用) ナラバ) ...良 柔剛凡ユル舗装ノ 路床 = ...適 盛土材 = ...適	排水良好ナルトキ ハ 柔剛凡ユル舗装ノ 路床 = ...適 盛土材 = ...適	柔質舗装ノ厚ガ中 等以上 剛質舗装ノ厚ガ割 合 = 薄イ時...支 持層トシテ良 水 = 濡サレザルト キハ盛土材トシテ ...良	表層基礎用トシテ... 不良 取扱ヒ良好ナラバ 路床及ビ盛土材トシ テ...適

工法、若しくは安定材の經濟的適正量等の研究が、又甚だ重要な目標となる。

之等の問題に深く立ち入ることは、本書の目的でないから、以下成可く簡略に、その一部を記述することとし度い。

既に述べた通り、米國に於ては安定處理道の研究が盛であり、路床土の調査試験も相當進んでゐるため、セメント處理工法に於ける、土質とセメント量との關係も、或る程度標準化し得るまでに到つて居る。

セメント處理土の durability test として、彼等は、小圓壘形の供試體に、乾燥、濕潤の反復作用、若しくは冷凍、融解の反復作用を與へ、之れをワイヤ

	< 13	> 20		
悪質ノモノハ > 30 > 50		< 15		S. L. 大ナルモノハ凍 上性アリ
> 12	湛水ス			C. M. E. ノ大ナル時 モ湛水セズ 湛水スルモノハ粘土 膠質分ヲ含ム腐植土 當量値ノ大ニシテ湛 水セヌモノハヤ、分 解セル泥炭
				S. L. 小ニシテ F.M.E ノ大ナルモノハ膠質有 機物存在ス
		> 17		
				野外 = 於ケル乾濕繰返 シ作用ノタメ收縮量大 ニシテ剛舗装 = 龜裂ヲ 生ズ

表層或ハ路床 = 不適  
液狀限界 < 45... 調節セル状態 = 於テハ路床及ビ盛土 = 適ス  
" 45~65... 不良材ナルモ含水量及ビ搗固メヲ十分調節シタルモノハ使用シ得  
" > 65... 路床土 盛土材トシテ全ク不適

ーブラシで軽く摩擦し、表面に遊離された土粒を除去し、その磨耗減量によつて抵抗度を比較する方法を採つて居る。 試験値に對する判定の限界は操作方法によつても異なるが、一部では、乾濕反復試験 15 回以内及び凍解反復試験 10 回以内に、磨耗量 50% 以上となるものは不合格として居る

試験操作の一例は

- 乾濕反復試験 1) 160°F にて 42 時間乾燥
- 2) 水中に 5 時間浸漬
- 3) ワイヤーブラシにて摩擦
- 凍解反復試験 1) -15°F にて 20 時間冷凍



第 39 表 供 試 土 の

種 別	粘土以下	沈 泥		
	0.005 耗 以下	0.005 ~ 0.074 耗	200 番篩止 耗 0.074~0.104	150 番篩止 耗 0.104~0.246
在 來 路 表 土 U (工 事 實 施 個 所)	8.839	9.495	6.388	14.230
	8.839 %	9.495 %		
砂 質 土 S	7.239	9.312	7.197	27.378
	7.239 %	9.312 %		
赤 土 C	23.248	28.311	10.911	17.878
	23.248 %	28.311 %		

供 試 土 の 物 理 的 性 質 (32 番 篩)

種 別	比 重	稠	
		液 狀 限 界	塑 性 限 界
在 來 路 表 土 U	2.55	20.6	15.0
砂 質 土 S	2.61	27.5	21.6
赤 土 C	2.64	34.3	29.0

第 40 表 安 定 處 理 土 の 吸 水 に よ る 強

安 定 材	配 合 重 量	路 表 土 U				
		容 積 比 に 換 算 せ る 配 合 %	含 水 % (重)		浸 水 前 に 對 する 浸 水 後 の 強 度 低 減 %	容 積 比 に 換 算 せ る 配 合 %
			浸 水 前	浸 水 後		
セ メ ン ト	8	9.1	8.0	11.4	28	8.0
	10	11.3	8.9	11.9	22	10.0
	15	17.0	9.2	12.2	23	15.0
	平均		8.7	11.8	24	

粒 度 (4 番 篩 通 過 の も の 重 量 百 分 率)

砂			礫		計
60 番 篩 止 耗 0.246~0.495	32 番 篩 止 耗 0.495~0.991	16 番 篩 止 耗 0.991~1.651	10 番 篩 止 耗 1.651~2.362	8 番 篩 止 耗 2.362~4.699	
11.033	19.286	11.621	5.535	13.573	100%
62.558 %			19.108 %		
21.292	21.046	5.313	0.586	0.637	100%
82.22%			1.223 %		
8.468	8.055	2.471	0.352	0.306	100%
47.783 %			0.658 %		

通 過 試 料 に よ る . 比 重 の み 10 番 篩 通 過 の も の

度			含 水 當 量	
塑 性 指 數	收 縮 限 界	收 縮 比	遠 心	野 外
5.6	18.7	1.6	6.6	21.5
5.9	28.9	1.4	9.1	20.3
5.3	32.8	1.4	16.2	24.5

度 の 低 減 (48 時 間 浸 水)

砂 質 土 S			赤 土 C			
浸 水 前	浸 水 後	浸 水 前 に 對 する 浸 水 後 の 強 度 低 減 %	容 積 比 に 換 算 せ る 配 合 %	含 水 % (重)		浸 水 前 に 對 する 浸 水 後 の 強 度 低 減 %
				浸 水 前	浸 水 後	
14.5	18.9	23	7.2	16.2	28.9	53
14.7	20.2	21	9.0	16.7	27.9	43
14.8	19.0	21	13.5	16.3	24.5	41
14.7	19.4	22		16.4	27.1	46



乳 劑 中 瀝 青 分	3	5.1	3.3	9.1	26	4.5
	4	6.8	1.6	4.4	25	6.0
	5	8.5	1.1	4.4	26	7.5
	6	10.2	1.2	4.5	24	9.0
	平均		1.8	5.6	25	

供試體の養生  
セメント処理 乾燥のもの………  
                  濕潤のもの………  
乳劑處理 乾燥のもの………  
                  濕潤のもの………

- 2) 濕つたフェルト上に 24 時間静置
- 3) ワイヤブラシにて摩擦

此の試験方法は甚だ示唆に富み、有效なものと思はれるが、冷凍、乾燥の装置を厳密にし、ブラシ摩擦の操作に相當熟練を要することを著者は経験した。砂利交り土の如き場合は、勿論豫め適當な篩を以て篩分け、細粒分のみを供試土として用ひるのであるが、なほ粗粒の砂を多く含む場合は、操作を相當困難ならしめるものゝやうである。

瀝青處理土に対しては、Habbard Stability test と稱し、圓筒内に填めた處理土を、底に設けた小徑の圓孔より押し出す時の抵抗度を求める方法を採用してゐるものもある。

現在迄のところ、瀝青處理に対しては、明確な判定を與へて居らないが、セメント處理の場合は、土が次の條件を満足する限り、之れに添加すべき理論的なセメントの量を見出し得ると報告して居る。

- 1) 土の液狀限界 (Liquid Limit) は 50 以下なること
- 2) 土の塑性指數 (Plastic Index) は 25 以下なること
- 3) 粘土含有量は 35 以下なること
- 4) 最大密度に於ける、固體の百分率は 60 又はそれ以上なること
- 5) 土は規則的な、濕度密度曲線を有すること (第 28 圖参照)

4.2	9.7	40	4.1	4.8	14.5	53
4.0	8.5	34	5.4	4.2	11.4	36
3.4	7.7	29	6.8	3.1	8.2	27
2.8	6.2	26	8.1	2.7	5.3	21
3.8	8.0	33		3.7	9.9	36

濕氣養生 7日 空氣養生 7日 浸水 2日 計 14日  
" 7日 " 5日 " " 14日  
空氣乾燥 28日 浸水 2日 計 28日  
" 28日 " 30日

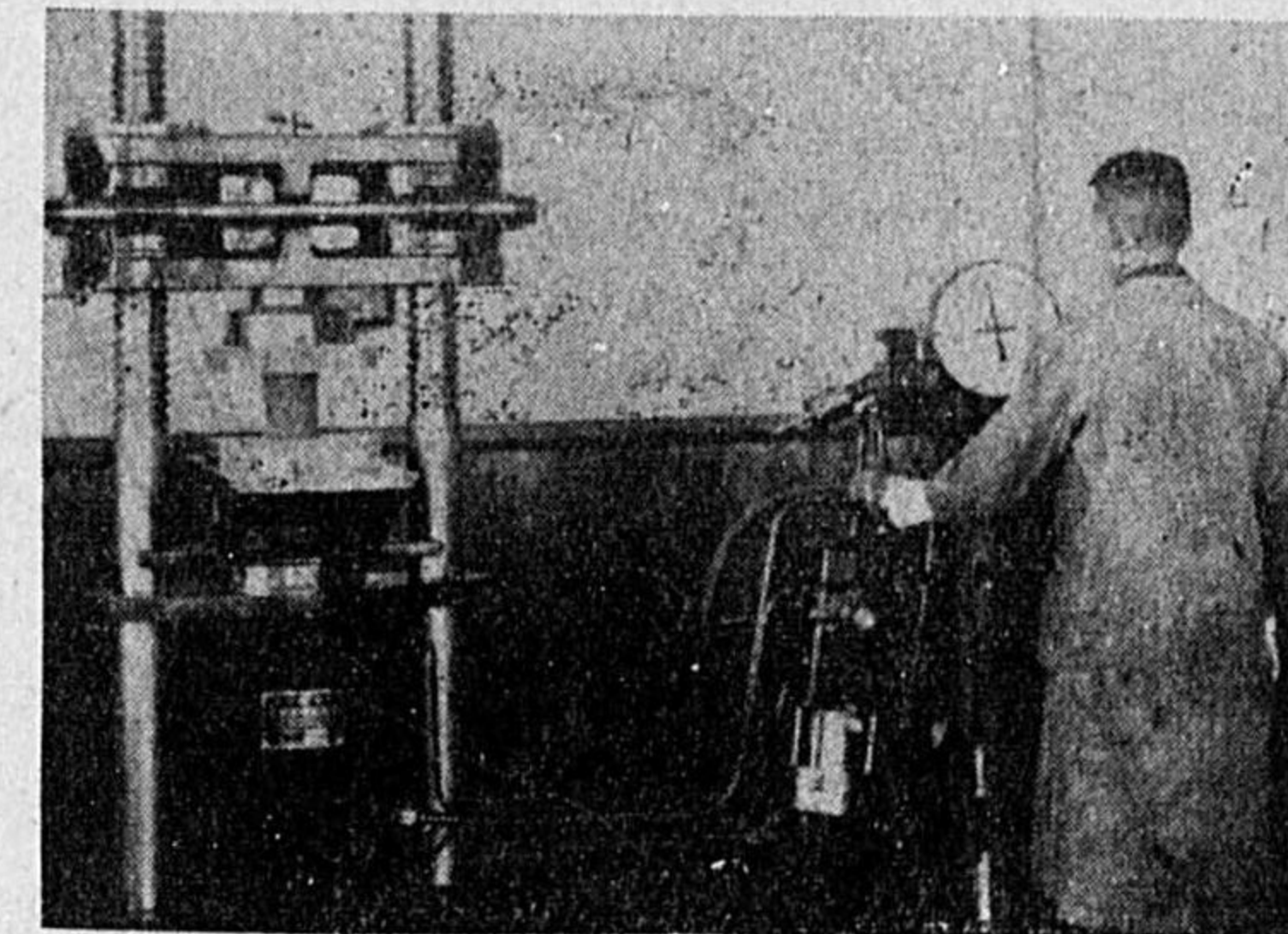
以下は、乳劑及びセメント處理土に對し、著者の關係した試験の概要であつて、何等か示唆し得るところあらば幸甚と考へ、茲に加へることとした。

(1) 供試土 路表土として最も普通に存在し、而かもその性状を異にすると思はれる三種の土を選定し 4 番篩通過を以て供試土とした。第 39 表及び 40 表は夫れである。

(2) 供試體 供試體の作製装置は、既述の「セメント處理道の工法」中「土の含水度と緊固の効果」の項に示したものと略々同様である (第 24 圖参照)。

即ち、乳劑若しくはセメント混合土を、斷面 80 cm、容量 1,000 cm<sup>3</sup> の鐵製圓筒内に填め、底面積 20 cm<sup>2</sup>、重量 2.5 匁の搗き棒を、試料面上 25 厘の高さから落し、均等に搗き固めたのである。

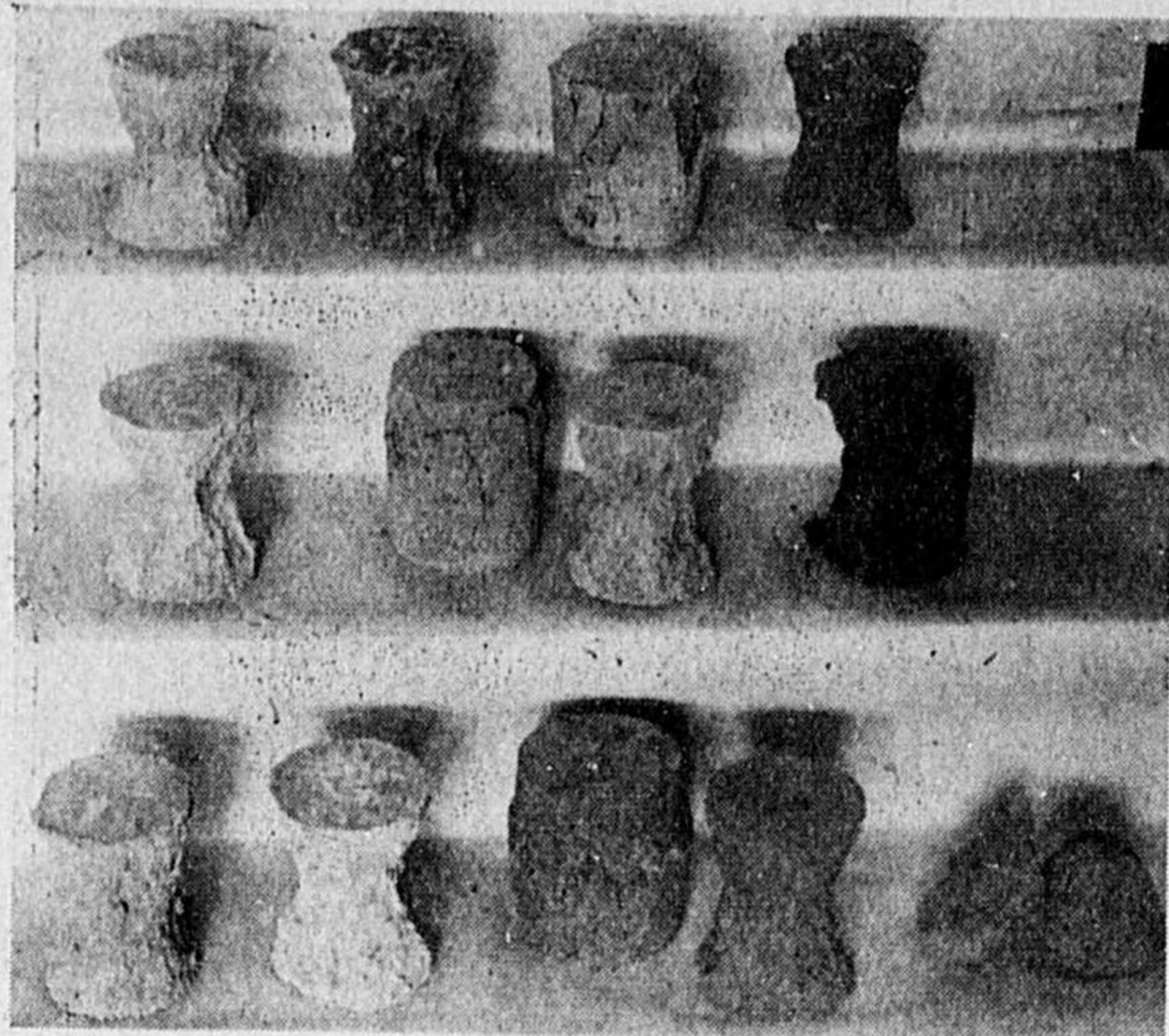
なほ、試料は 2 層に填め、搗き固めは各々 15 回計 30 回で、その結果は 6 ton ローラー 20 回



第 53 圖

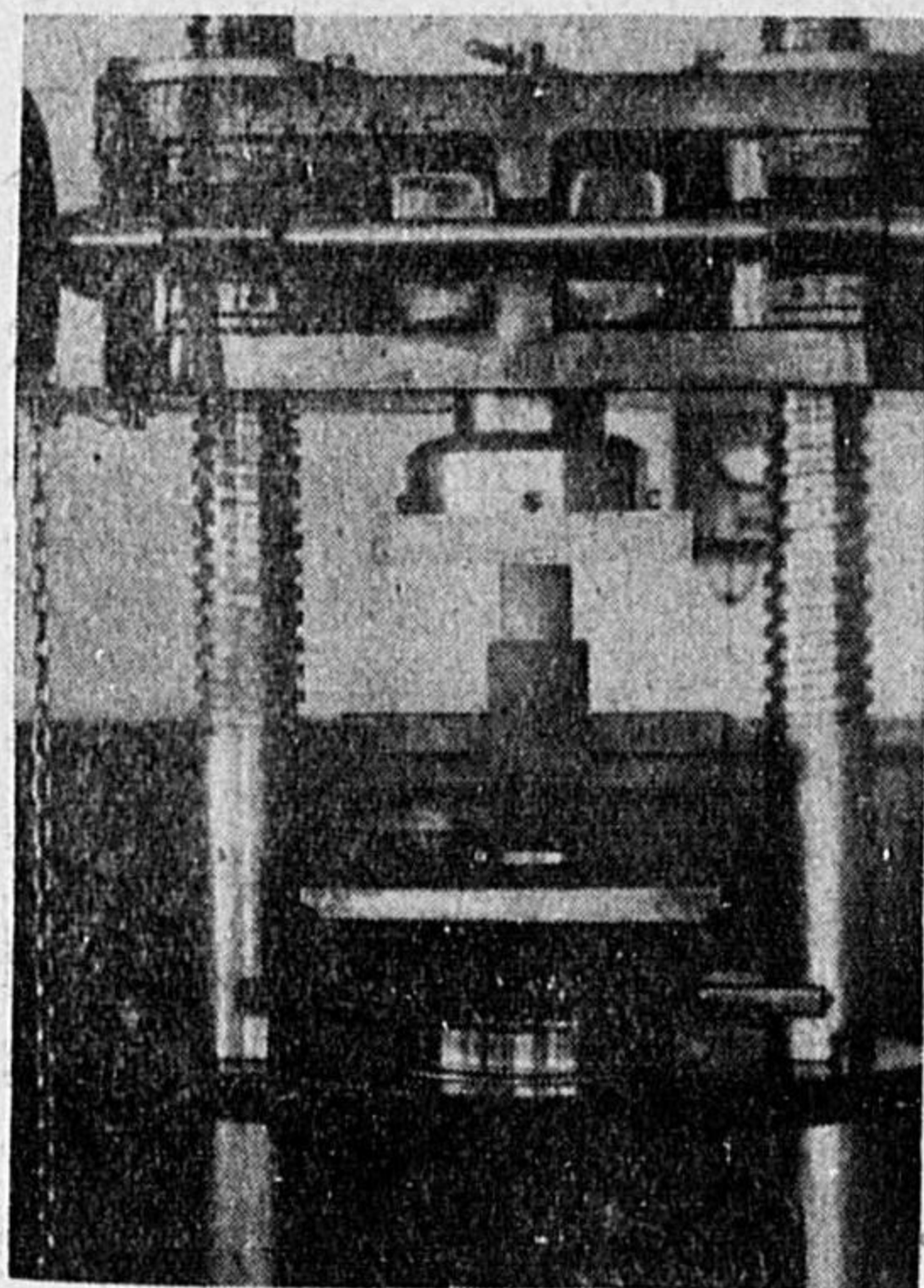
輾壓と略々同様の状態となるものであつた。





第 54 圖

結果を早く求めるため、セメントは早強セメントを使用し、濕氣養生1週間室内空氣養生1週間、計2週間とし、乳劑處理に於ては、約4週間の室内乾燥養生を與へた後、それぞれ試験に供したのである。



第 55 圖

(3) 強度試験 強度試験として試みたのは、主として次の4つである。(名稱は著者の假稱であることを諒承せられ度い)

壓縮試験 徑 101 耗, 高 125 耗の前記供試體の全面に加壓し, その最高荷重を供試體の面積で除し, 壓縮強度とした。

耐荷試験 同様供試體の上面に, 徑 71 耗の圓壙形ブロックを載せてその上より加壓し, 最高荷重をブロック面積で除し, 耐荷強度とした。

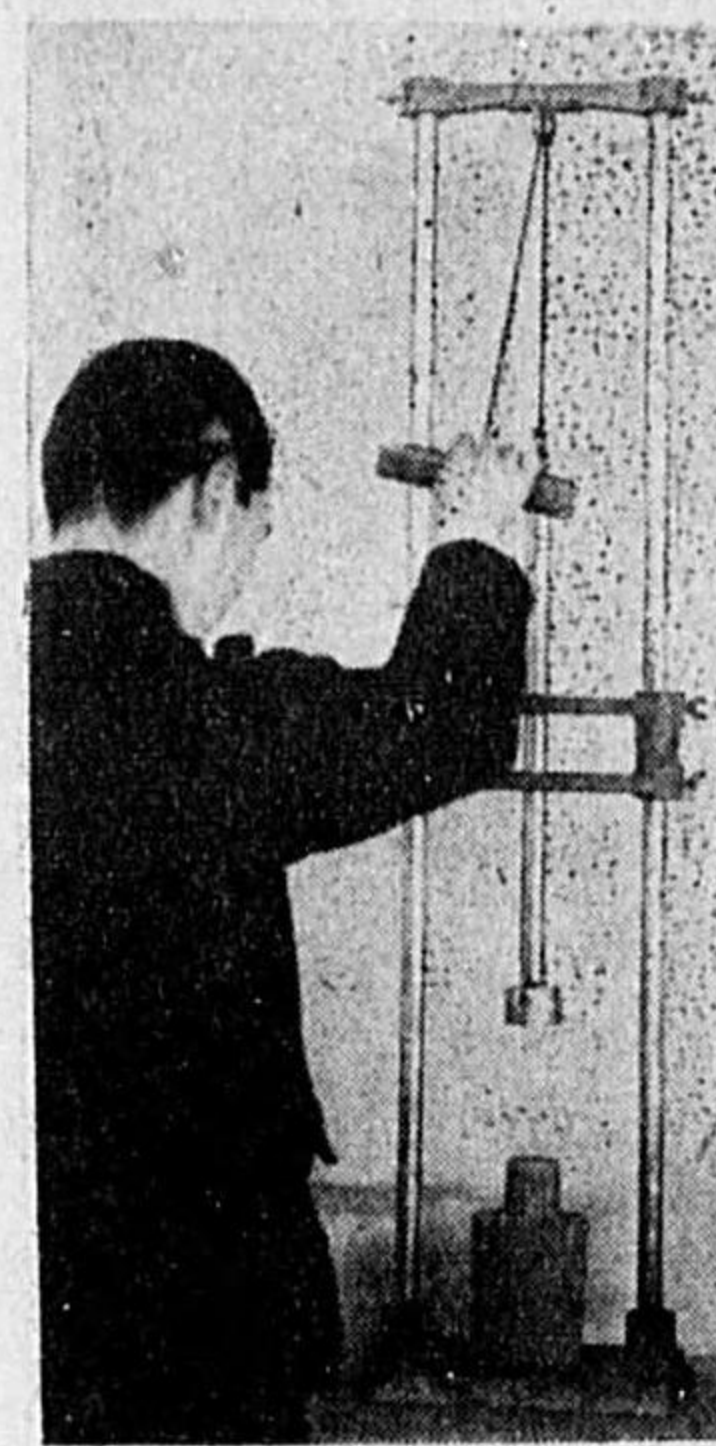
締合力試験 (衝擊疲勞試験) 同様供試體の上面に, 徑 49 耗の圓壙形ブロックを固定し, 重量 2 疋の鐵鎚を, ブロック上 30 厘の高さから落して供試體

に反復衝擊を與へ, 供試體が反撥抵抗し得ざる迄の打撃回數を求めて, 締合強度とした。但, 圖に於ては, 便宜上此の打撃回數を, ブロックの面積で除した數値を掲げてある。

押貫き剪斷試験 徑 78 耗, 高さ 30 耗の供試體を, 中央に 29 耗徑の圓孔を有する版



第 56 圖



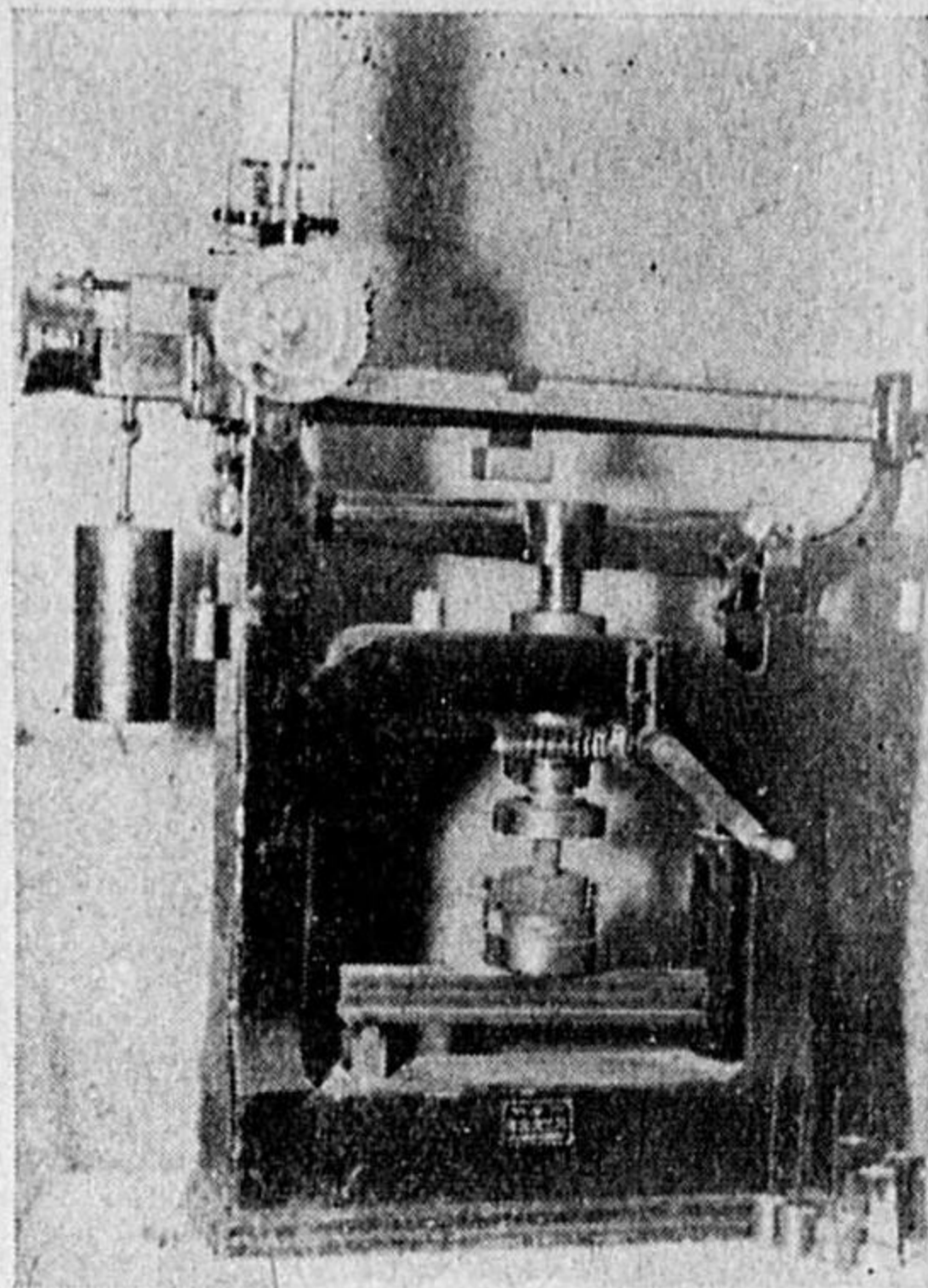
第 57 圖



第 58 圖

上に置き, 供試體の上面中央に 24 耗徑の圓壙形ブロックを載せて加壓し, 供試體の中央部を押し貫く時の最大荷重を, 剪力抵抗面積で除し, 押貫き剪斷強度とした。



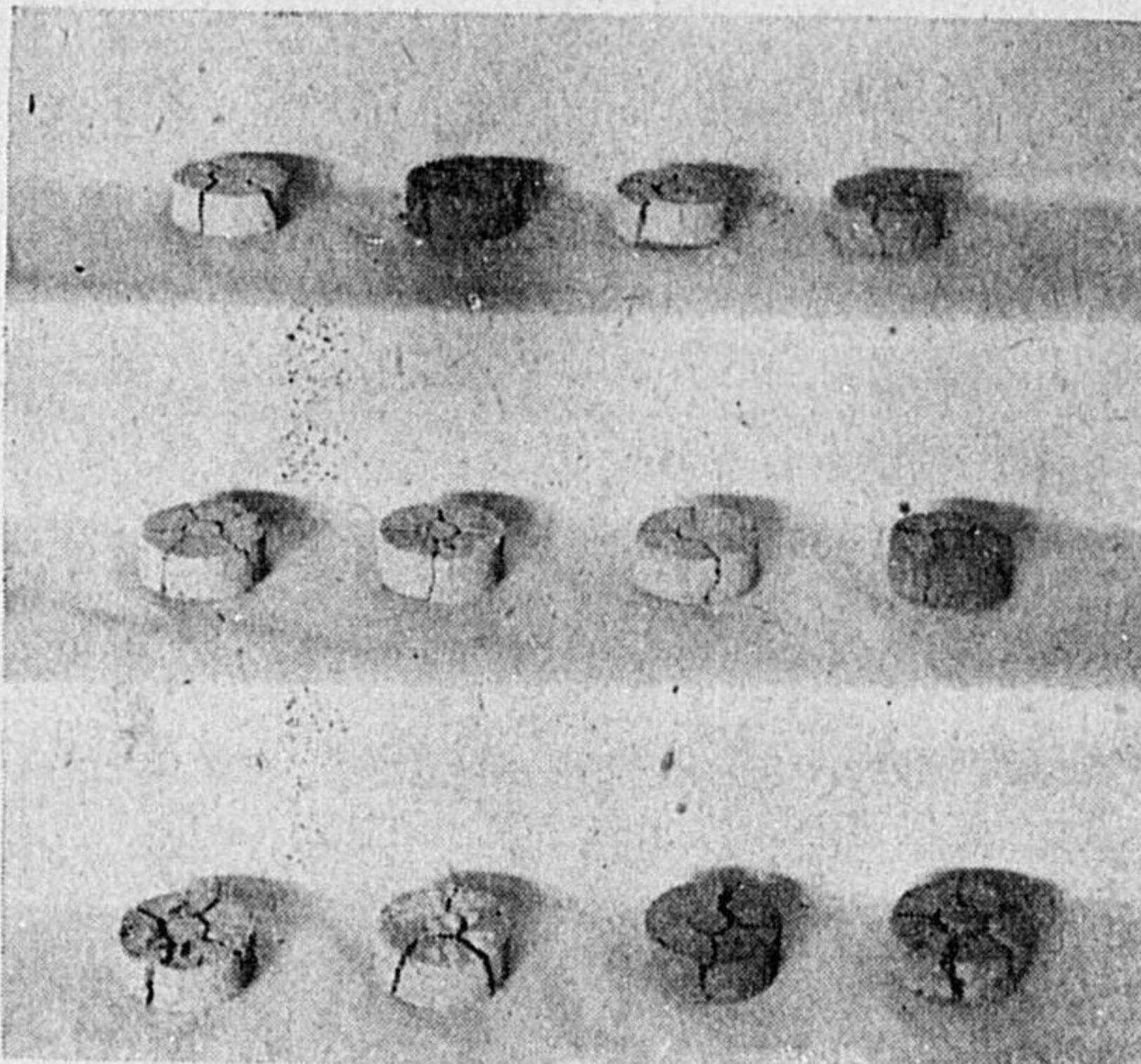


第 59 圖

以上の試験装置及び破壊後の供試體は、夫々寫真に見る通りであるが、なほ各試験による破壊の状況を取纏め一覽にすると、第61圖の如くである。

試験の経過其他の詳細は、茲に省略することとし、各試験の結果を示すと第62圖乃至第65圖の如くである。

なほ、供試體に於ける、セメント或ひは（乳劑中）瀝青分の配合量は、總て重量比で行つたのであるが、單位容積重量を異にする各供試土に關する結果を、綜合的に比較する爲、それを容積比に換算



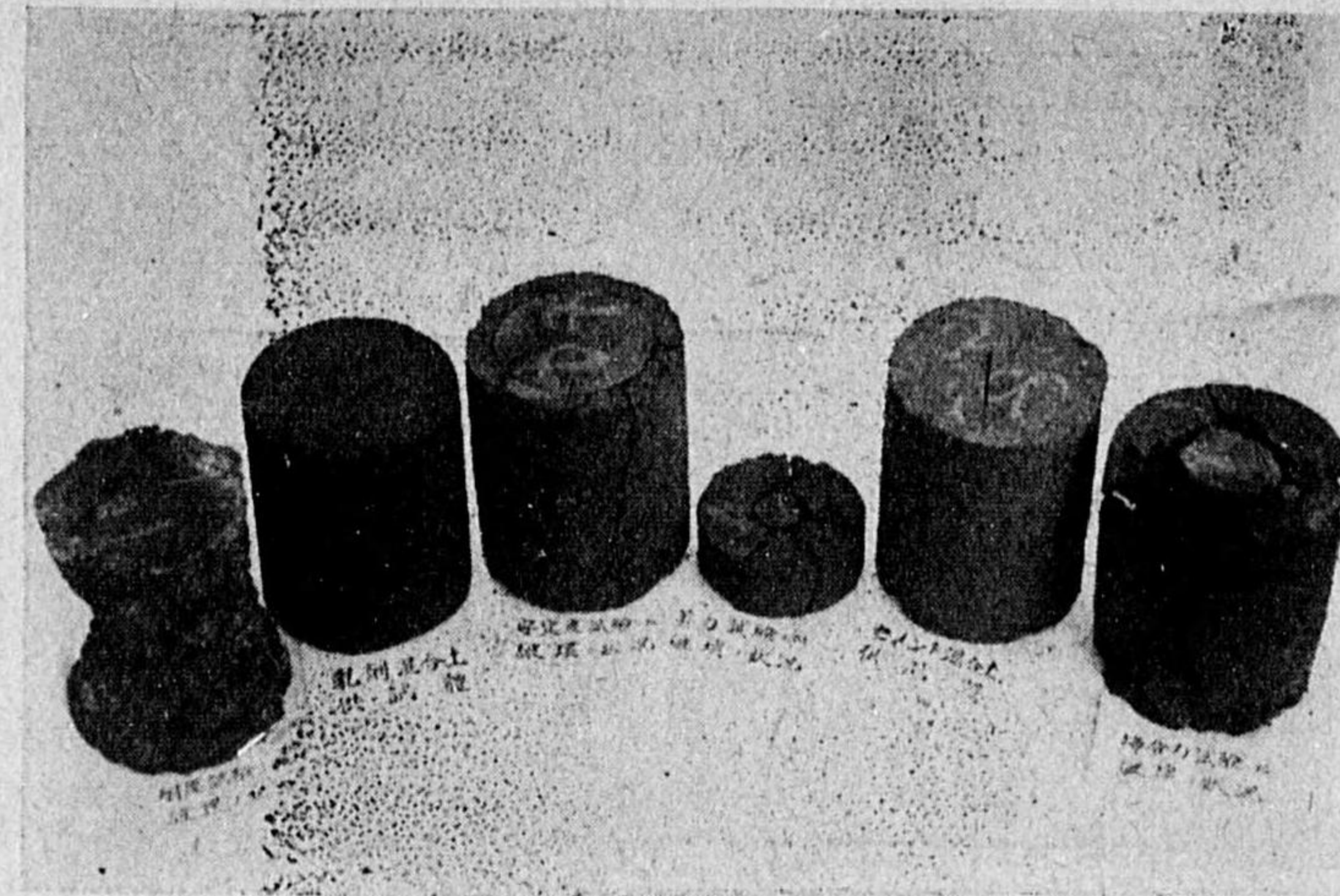
第 60 圖

して圖に示したのであるが、それ等相互の關係は第40表の一部に記載の數値を参照され度い。

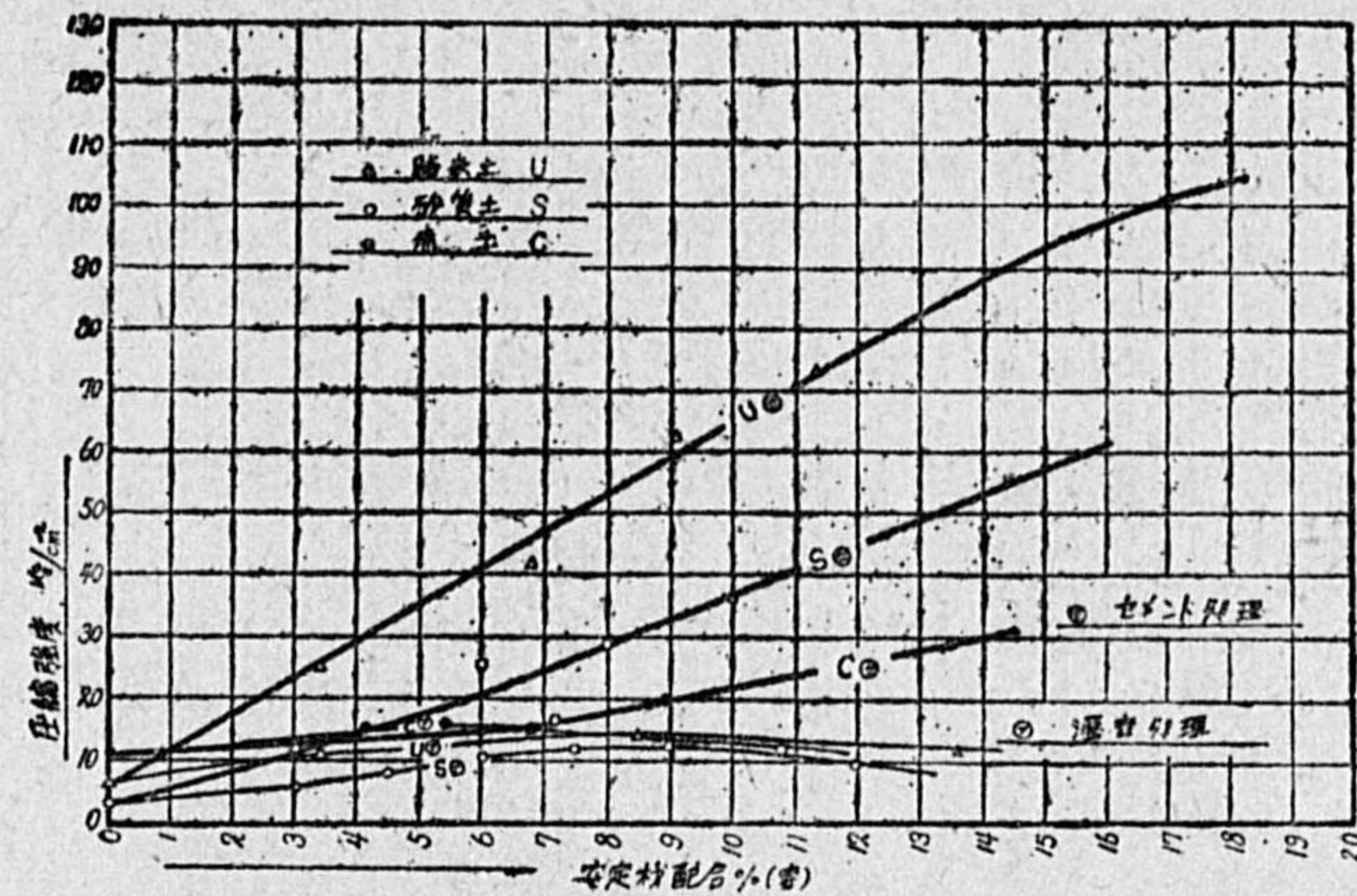
圖中の記號セはセメント處理、アは乳劑處理である。又 U は路表土、S は砂質土、C は赤土の各供試土を示すものである。

(4) 強度試験結果

**に對する考察** 以上の試験結果に就いて考察される主なものは、先づ安定材としてセメントは乳劑よりも遙かに上位にあるかのやうに見えることである。事實安定材を相當多量に使用する場合は、いづれの強度に於ても然りであるこ



第 61 圖

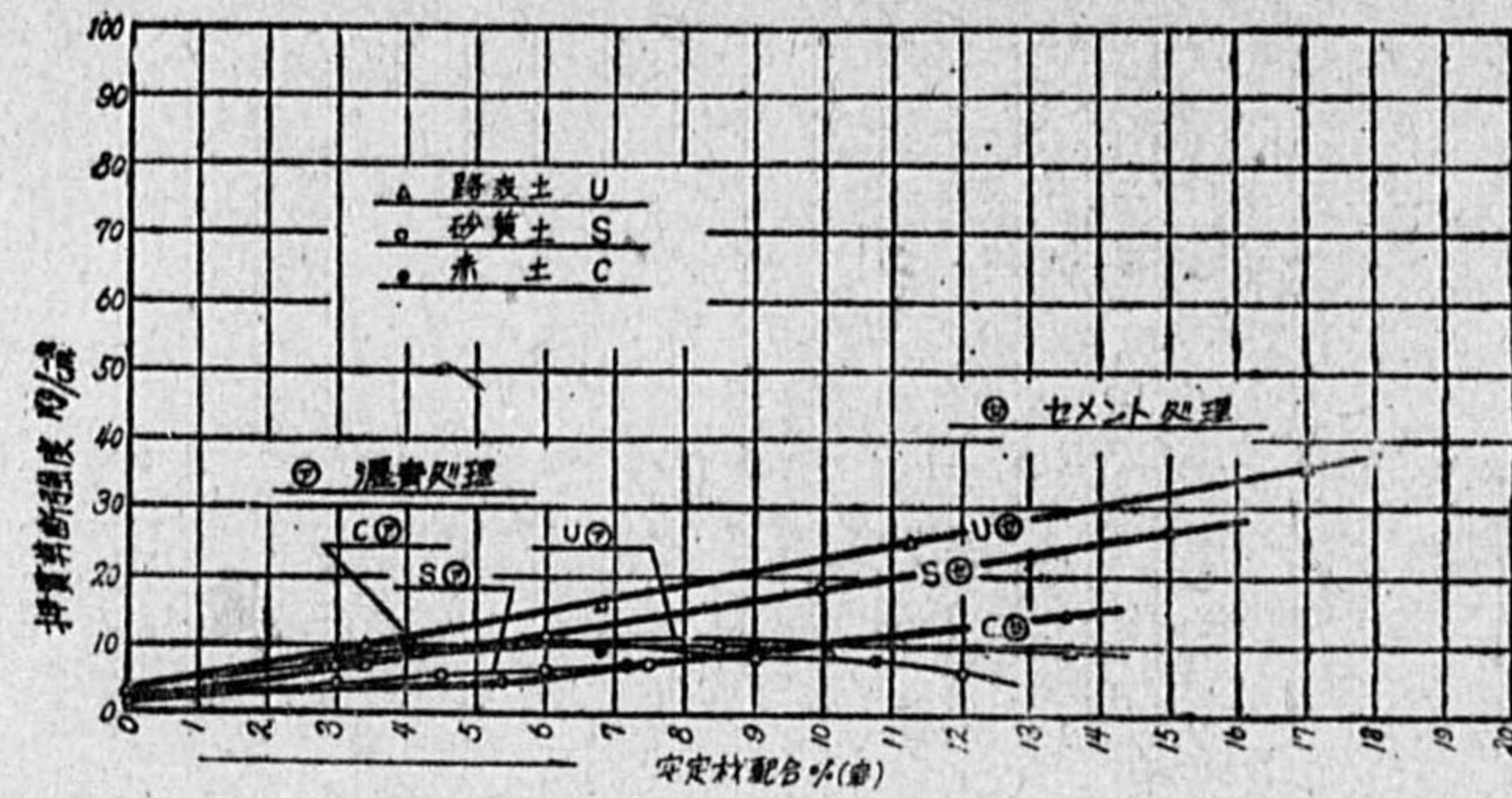


第 62 圖

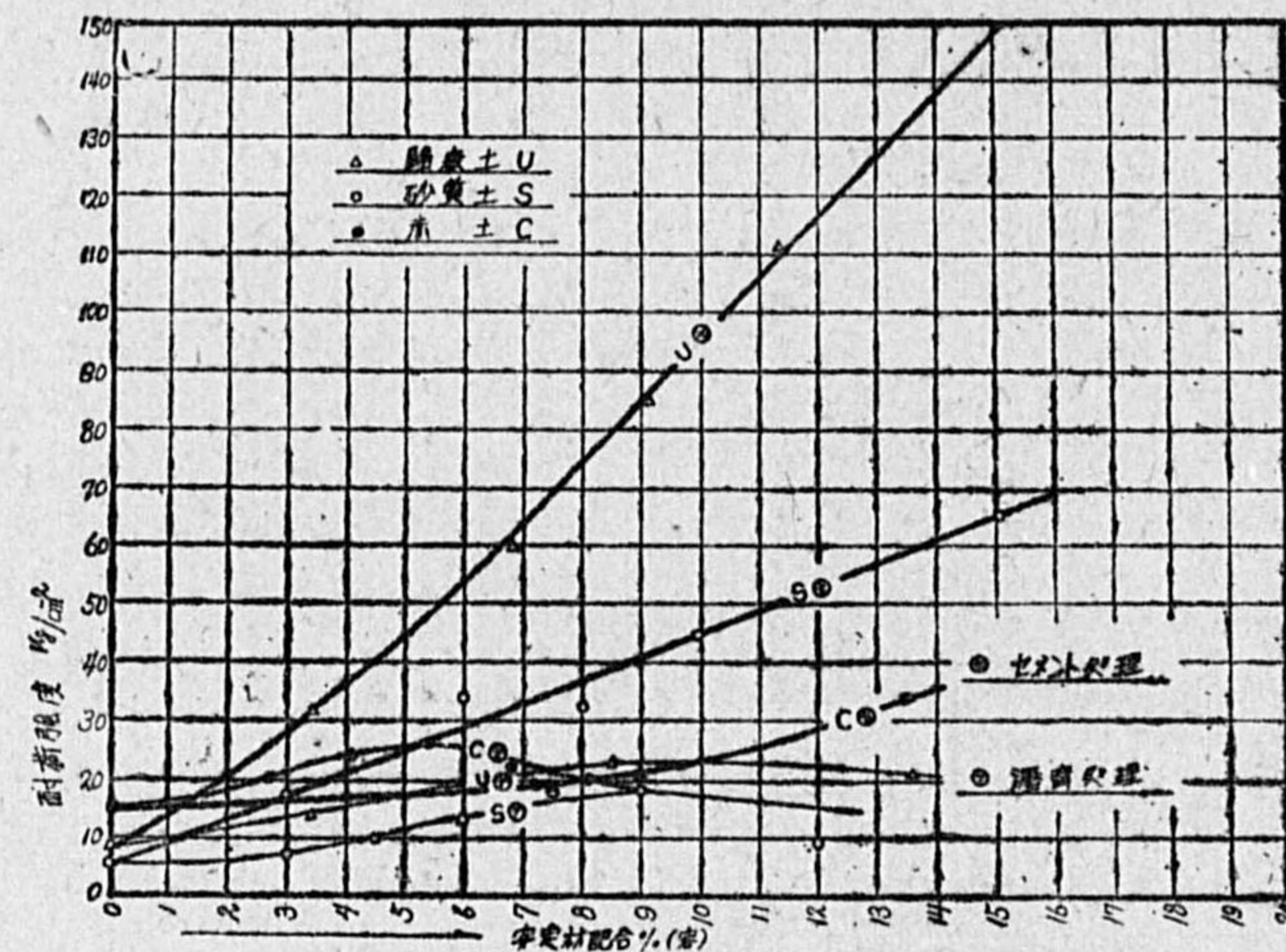
とは否まれない。然し、圖の左半に屬する、安定材の比較的少量の場合に注目すれば、却つて乳劑處理土がセメントの夫れを凌駕する事も亦明らかに認められる。

赤土 C の如きは、最も明確に、總ての試験結果に於て、此の傾向が表はれ





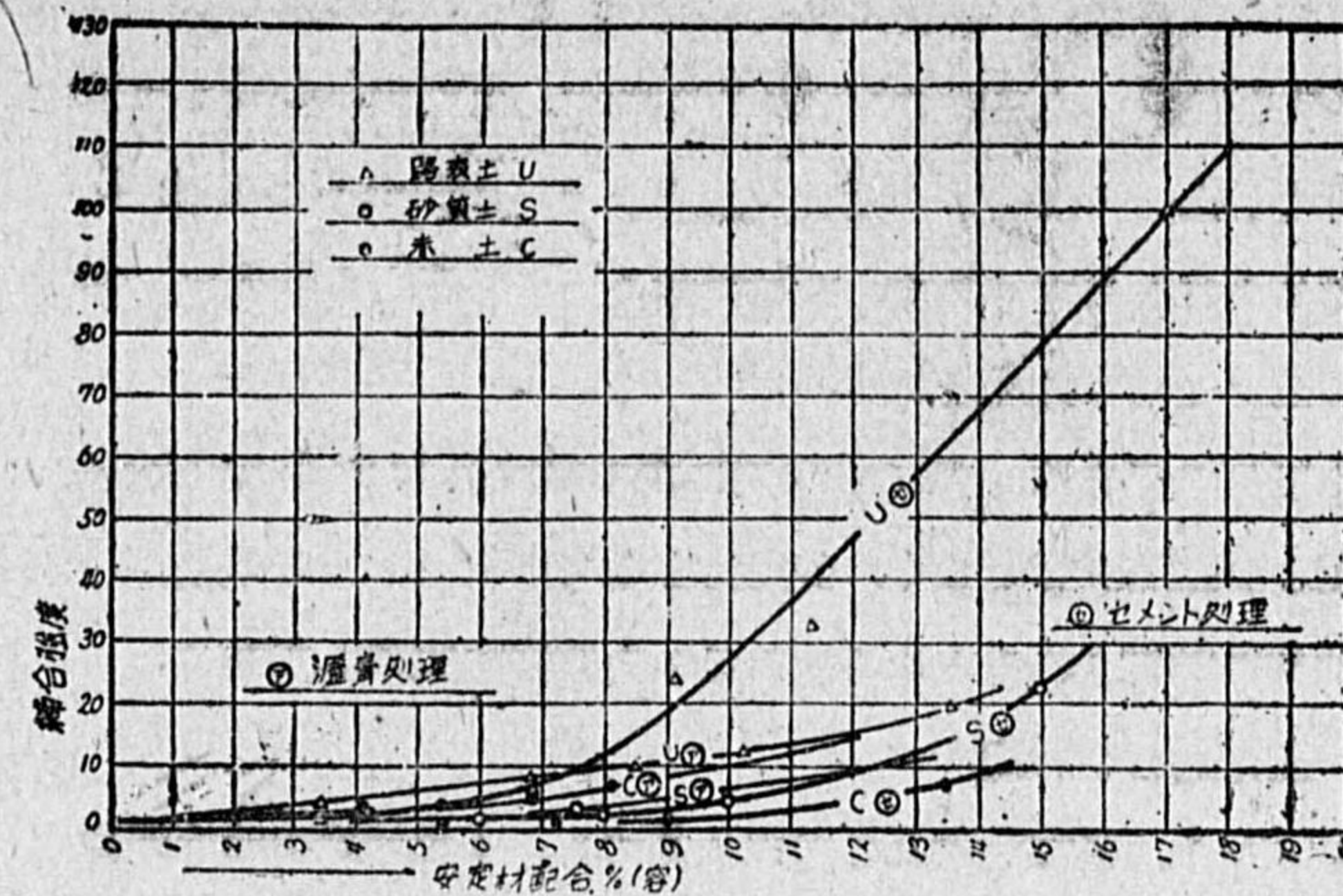
第 63 圖



第 64 圖

て居ることは注目の価値がある。

次に、各試験別にそれぞれの結果を観察すると、圧縮、耐荷、押貫き剪断の三試験結果は、略々その性状を一にして居り、セメント処理に於てはセメント量に比例して強度を漸増するに反し、瀝青処理に於ては、強度を最大ならしむべき瀝青含有量に、或る限界の存することが認められる。



第 65 圖

即ち、過少の場合は安定効果に乏しく、過剰となれば、處理土は次第にプラスチックフロウを生じ易くなるものゝやうで、斯る事象は、瀝青材の本質として吾々の常識からも肯づき得るところである。但、試験に用ひた土の粒子は甚だ微細であるから、之れに對し圖に表はれた程度の瀝青量が既に過剰であるとは俄かに斷じ難く思はれる。

たゞ、最後の締合力試験のみは、他と異つた様相を呈し、瀝青量と強度とは比例的に進んで居る、なほ更に興味あることは、微粒分の多い砂質土 S 及び赤土 C に於て、安定材配分量 12~15% (容) 程度迄は瀝青処理の強度は、セメント處理の強度を遙かに超え、反復衝撃に對する抵抗性の優秀を示してゐることであつて、瀝青材の柔軟性とセメントの堅脆性とを、或る程度茲に認め得るやうに考へられるのである。

次に、供試土の種類に對する安定材の効果に就いて見るに、前掲の第 39 表の如く、路表土 U は粒度最も優れ、砂質土 S は 0.1 耗より 0.5 耗の範圍に大部分が集中し、所謂粒揃ひであつて、粒度配合不良である、赤土 C は沈泥以下の微粒分が甚だ多量である。



乳劑處理に於て、壓縮、耐荷、剪斷の各強度とも、砂質土が最下位にあり、赤土 C が最も優れ、土自體の有する凝結性が、乳劑處理の後も有効に作らいてゐることを物語つて居るが、締合強度のみは、路表土 U が赤土 C の上位に上つて居ることは注目すべきで、衝撃抵抗と土の粒度との關係に、何等かの示唆を與へて居るものゝ如く思はれる。

セメント處理の場合は、總ての強度に於て路表土 U が最上位を保ち、而かも他の強度との差隔が著るしく、安定材としてのセメントの効果が、土の粒度によつて如何に影響されるところ大なるかを明確に表示して居る。

以上を、更に約言すれば

(イ) セメント、乳劑いづれの處理に於ても、土は適當の粒度組成を有することが望ましく、セメント處理に於て特に然りである。

砂利、碎石を以て永年維持された路表土の多くは、相當良好な粒度組成を有するものと思はれ、多少の考慮を以てすれば、セメント處理を施工して大なる失敗に陥ることは少いと思はれる。

(ロ) 粘土質微粒子を多く含有し、粒度組成の良好ならざる赤土の類には、安定材としてのセメントの効果は最も薄弱であるが、乳劑處理の場合は之れに反する。此の種の土自體が有する凝結力は、乳劑處理の後も有効に作らき、安定處理の効果を助長するものと思はれる。但、他の一面に於て此の種の土が有するところの乾燥不良等の缺點は又別の問題として取扱はるべきであつて、上述の長所によつて、必ずしも庇護せられるものではない。

(ハ) セメントの與へる堅脆性と、瀝青材の有する柔靱性とは、それぞれ兩者の本質的特性であつて、實施々工に於ても、強度試験に於ても、同一の概念によつて取扱はるべきでよい。

(ニ) 瀝青(乳劑)處理の場合、靜荷重による試験結果では、強度を最大ならしめる爲の瀝青量に一定の範圍が認められるのに、反覆衝撃を與へる締合力試験に於てのみ、強度が瀝青量に比例して居ることは注目すべきで、試験方法に對し示唆するところがあると思はれる。

(5) 吸水による強度の低下 安定處理道の根本的目標が、濕潤のため土自體の有する能力の低下を妨止することにあるから、上述の如き安定處理土の各強度が吸水後如何に變化するかを調べることは、極めて重要な問題となる。

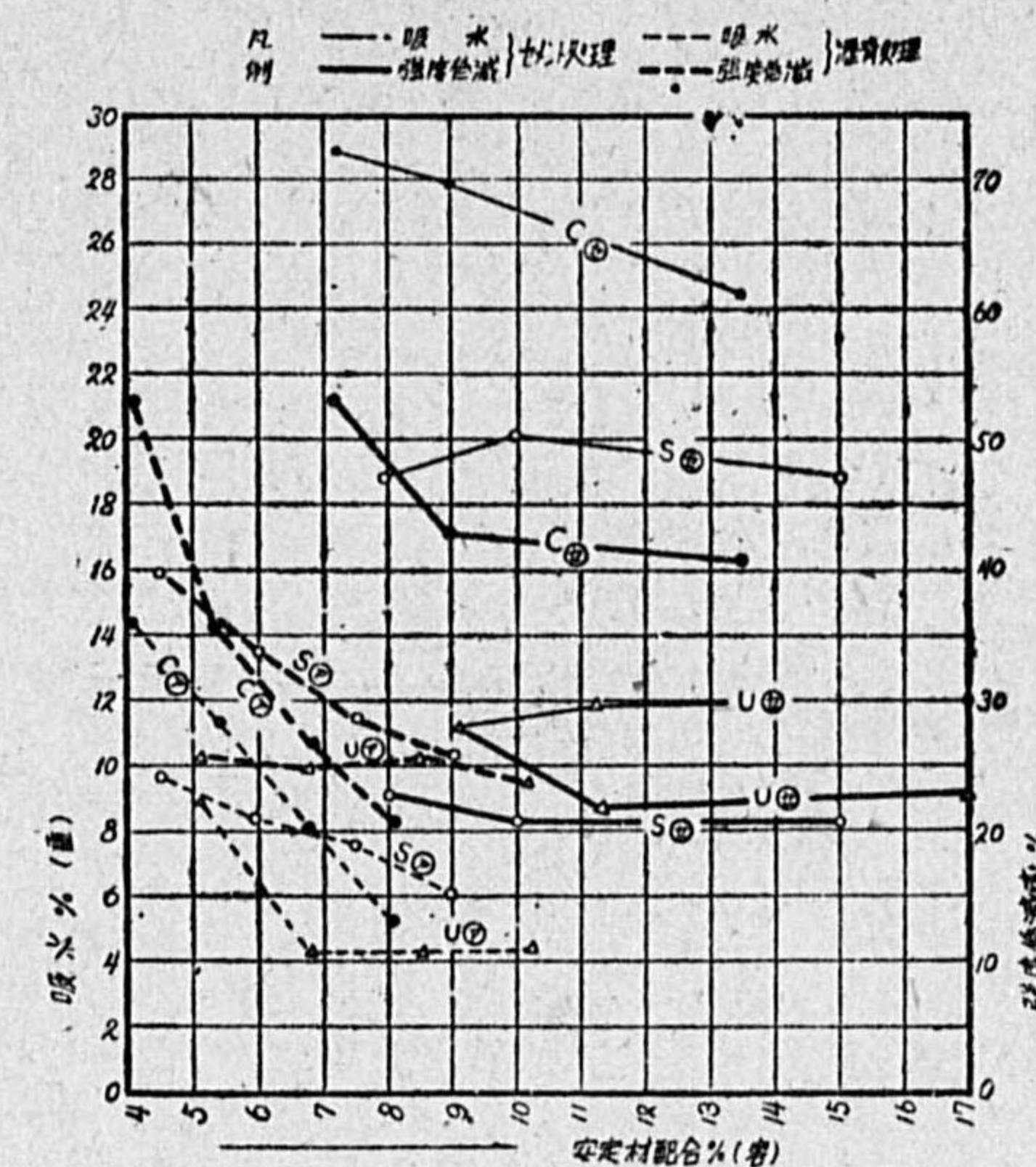
依て、前記と同様の供試體により、之れを養生後 48 時間水中に浸し強度試験を行つた。なほ、現場の調査によれば、連続 3 日の降雨によつて安定處理道の内部に吸水される量は、供試體 48 時間浸水の場合よりも少量であつたから、此の試験は最悪條件の下に行つたものと云ふことが出来る。

結果は第 40 表及び第 66 圖に取纏めた通りである。

これによつて明らかな如く、強度に對する水分の影響は著るしく、最も良好な場合

で約 20%、最悪の場合は約 50% も強度が低下して居る、

即ち、土に安定處理を加へた後も、なほ、水分の悪影響を十分に免れること



第 66 圖

第 41 表

區 分	路 表 土 U	砂 質 土 S	赤 土 C
セメント % (重)	約 6 以上	約 10 以上	約 15 以上
乳劑中瀝青分 % (重)	約 4 以上	約 5 以上	約 5 以上

は出来ぬのであるが、茲に重視すべきことは、斯かる最悪の條件に於ける安定處理土の強度が、素土の最高強度よりもなほ十分安全側にある爲には、何程の安定材を必要とするか、と云ふことであらう。



明確な解答を得るには、今後多くの研究に俟たねばならないが、假りに以上の実験結果より（特に締合力を主として）推定すれば、大凡第 41 表の程度と思はれる。

安定材の増量につれて、吸水が低下し、強度に対する水分の影響も減少することは表及び圖によつて察知されるところであるが、特に赤土 C を乳剤処理した場合は、此の傾向が特に整然として居る。

以上は、著者の携はつた試験の範囲に於てのみ云ひ得ることがらであつて、もとより之れを以て輕々に他を斷することは出来ない。

曩に述べた實施工事に於ける安定材の配合量は種々あるが、試験結果との關連を求めるため、その主なものを取上げて見ると、セメント處理に於ては厚 18 糎に對し  $18 \text{ kg/cm}^2$ 、乳剤處理に於ては厚 8 糎に對し  $8 \text{ lit/m}^2$ （乳剤中瀝青分 50%）であつて、之れを供試體の場合と同様 4 番篩（4.7 糎）以下の細粒土に對する容積比に換算すると、大約セメント 12%（重量比 10.6%）、乳剤 8%（重量比 4.7%）に該當することを附言しておかう。

## 8. 安定處理道の將來

安定處理道の歴史は日未だ淺く、搖籃の域を脱しない。特に吾邦に於ては、漸く一部に認識され始めたばかりであつて、總てが今後に屬する問題である。

吾邦道路の現状は、こと新らしく論ずるまでもない。砂利道の時代も既に久しいものであるが、乾いては黄塵の源となり、濕つては忽ちに損傷を早めるため、年々少なからぬ費用を投じつつ、而かも路面は十年一日の如く車輛の輸送能率を阻害し、行人沿道を悩ましてゐる有様である。

交通的にも、經濟的にも、道路に鋪裝の必要なことはもはや常識であつて議論の時代ではない。にも拘はらず、之れが遅々として進まぬ原因の多くは工費にあらう。現代、鋪裝の二大系であるところの、セメントコンクリート及びアスファルトコンクリートは、いづれも未だ十分價格低廉とは云ひ難い。

幹線道路は兎も角として、少なくとも中級以下の地方道路に對しては、耐久度の多少の低下を忍んでも、初經費の負擔を輕減し、作業の簡捷な工法を普及せしめることによつて、鋪裝の進展を計ることが必要であらう。

斯かる意味に於て、吾邦道路の大部分を占めて居る砂利道をそのまま利用し、僅少な費用と安易な手段とを以て、之れを準鋪裝化せんとする安定處理道は、當面の事宜に適した工法と信するのである。

なほ進んでは、骨材を有しない路面の固定工法として、大陸方面の一部に活用を廣めるべく、研究の進められんことを著者は念願して止まない。

安定材として最も効果あるは、現在のところ、セメント及び瀝青乳剤の二者であり、石灰も相當實用し得ることは認められて居るが、其の他は未だ實用價値が明らかでない。

セメントと乳剤といづれが勝るかは輕々に斷することは出来ないが、大體次の如く云ふことは出来やう。

兩者の根本的特徴たる剛性と柔軟性の外、セメントに於ては損傷部分の自然回復は絶対にあり得ないが、乳剤の場合は、外界の作用により或る程度迄は、破損面が再び凝着して自癒することを望み得る。然し實際問題として、安定處理に使用される瀝青分は既述の通り甚だ僅少に過ぎないのであるから、なほ斯かる能力を有するか否かは、多くの實例によつて確められねばならぬ。

それぞれの特性からして、乳剤處理は可なり極端にまで厚さを薄く施設することが出来るが、セメント處理は厚さに最低の限度があり、極度に薄くすることは許されない。このことは延いて工費にも關係することである。

比較的多量の安定材を使用した場合は、乳剤處理と比較してセメント處理が遙かに優れた性能を發揮し、セメント量増加の影響が顯著に認められるが、少量の安定材を以て處理した場合は、兩者の對照が甚だ興味深いものとなる。

前項に於て概述した強度試験の結果は、之れに對する何等かの示唆を興ふる如く考へられ、微粒子の多量な土質に對しては、セメントよりもむしろ乳剤を適當とする場合があり得るものゝやうである。粘土質地帯の飛行場を、僅少



の乳劑を以て處理し、満足すべき成果を得た外國の實例もある。たゞ吾邦の氣象的條件を考慮すれば、斯かる微粒土を乳劑處理した場合、混合物の乾燥に對し適當な方策が講ぜられなければならない。此の點を解決し得るならば、微粒土質の乳劑處理工法は、十分進展的な將來を豫想することが出来る。

たゞ、アスファルト材料に乏しい吾邦に於て、之れを多少とも使用する工法を選ぶことの可否は、又別に重要な問題となるが、少なくともアスファルトを用ふものとするならば、最も經濟的に、效果ある方法を研究すべきであることは云ふまでもない。

土の安定處理は、單に道路々面に限らず、上述の如く飛行場に用ひ、或は水路の法面及び水路敷に應用し、流水に對する土の安定を計るのみならず、安定處理土の防水性を利用して、水路中より散逸する滲透水を著るしく減ずることが可能であり、斯かる實例も既にある。

土は、その名の如く土木工事のあらゆる部門に於て、絶對不可分の關係を有し、土の性狀と之れが取扱ひ如何は、工事上に影響するところ頗る甚大である。之れを欲するがまゝに改善し、處置することが出来るならば如何。あながち一片の夢想と云ひ去ることは出来まい。必ずや實現の可能性があると信ずる。

現在行はれつゝある安定處理道の如きは、此の彼岸への第一歩に過ぎない。近き將來、土の安定處理は、水路、河川、堰堤、基礎工其他各種の方面に應用せられ、現代のコンクリート工學の如く、土木工學の一常識となり得るであらう。

大地を根底とする土木工事が、土を敬遠し、土の缺點を虞れるのみではなるまい。進んで之れを改善し、土自體を工事の主材料となすべく、技術の進展を計ることが、土木技術者の責務の一つではあるまいか。(昭16年3月)

## 第九章 東京府に於ける節約工法の實例

1. 緒言 我が國は支那事變以來、東亞の新秩序建設に邁進し、東亞永遠の平和の確立を目的として立ち、國民はあらゆる苦難と戦ふの覺悟を爲してゐる。従つて吾々土木事業に従事する者は物資の不足を克服する爲に一段の考慮と工夫が必要である。殊にセメント及びアスファルトの品不足は最も致命的なものであり、今後の施工方法の如何によつては土木事業の遂行不完全の爲め國力の進展を害する事大なるものありと信ずる。故に吾人に荷せられた責務は少い資材を以て必要なる最大限の工事の完成を計らねばならぬ事にある。即ち更に一段と實施方法の研究を積み資材の節約を圖るのが目下の急務である。

筆者は東京府の道路工事に資材の節約を目的とする工法の研究と、其の過程たる過去の道路工事の狀況を説明し、街路改築工事中に資材の中最も多量を要するセメントの節約工法に就て述べる。

東京市域擴張前の東京府の道路改修は、八ヶ所の土木出張所は普通の改修及び路面舗装を執行し、二ヶ所の道路改修事務所は都市計畫街路の改修を執行してゐたが、其の内五ヶ所の土木出張所は都市計畫地域内にある關係上、此の地域内は土木出張所と道路改修事務所を併設し、普通改修及び路面舗装と都市計畫に依る改修の二本建となつてゐた。前者は幅員 5.5 m 乃至 11 m の道路を砂利道に改築又は簡易舗装を施工し、後者は幹線街路幅員 22 m, 25 m の二種と、補助線幅員 18 m, 15 m, 11 m の三種の改修を行ひ、全部剛質舗装を施工した。

兩者の舗装の種別は大體道路の重要性を基本として定めたものであるが、同じ 11 m 道路を採つて比較すれば、其の重要性は普通改修の方が上位の場合があるにも不拘、舗装の程度には格段の差があつた。而も昭和7年東京市域を



都市計畫施行地域と一致する迄擴張したので、舊郡部即ち新市域の發展著しくなり、交通量は益々増加し、兩者の關係は愈々理論と合致しなくなつたが、同じ地域内に爲した高級と簡易の二工法の併用が節約工法研究の基となつたのは、全く偶然の結果であるとは云へ吾人に對しては良き研究の命題を與へたのである。尙東京市域擴張後も依然其の儘残された北多摩・南多摩及び西多摩の三郡も、日と共に發展して重要路線の交通量の増加は益々著しくなり、其の間に於て簡易舗装の効果を切實に知る事を得たのである。

今高級舗装と簡易舗装の施工面積の割合を掲ぐれば、都市計畫事業に依る舗装施工面積の 26% はコンクリート舗装で、残り 74% はコンクリート基礎の上に瀝青系材料を表層とした所謂高級舗装である。

之に反して郡部にあつては大部分が在來の砂利道を基礎とし、其の上にアスファルト乳劑舗装を施工した程度のもので、コンクリート舗装は僅かに全面積の 10% に過ぎない状態であつた。

前述の如く工法の選擇は交通量の相違に比例せず、極端に相違せる姿に施工されたが、併し舗装後の結果を見れば、必ずしも簡易舗装を施工せる個所は其の成績悪く、高級舗装施工個所が成績良好と限らず、簡易舗装も相當な成績をあげて居る。之等から判斷すれば市内の高級舗装は、或は交通量に對してオーバーストロングでありはしないかと云ふ疑問を持つものである。

コンクリート舗装は、施工方法の進歩に依り益々改造され、其の強度は昭和 9 年以降著しく増加し、昭和 12 年度の現場抜取試験片の壓縮強度は、配合 1:3:6 コンクリート基礎に於て最高 230 kg/cm<sup>2</sup> を示したにも不拘依然として在來の工法、即ちコンクリートの基礎配合 1:3:6 厚 15 cm、表装の厚さはコンクリート、トベカ共に 5 cm を其のまま採用するは、セメント品不足の時でなくとも、當然考究すべきものたる點に着目し、街路の幅員別並に路盤との關係を考慮して研究を進めたのであるが、コンクリート舗装の缺點とも云ふべき舗装後の龜裂は、コンクリートの配合・舗装厚及び伸縮目地等の改良工夫に依つても未だ完全に防止するまでには達して居ない。併しコンクリートの配合

を以前より貧弱なものとなし、施工方法の改良並に路床の改良等に依つて、其の強度の低下を補ひ得る事が可能ならば、或は龜裂防止の目的も亦達成出来るやも不圖として、節約工法の方針を決定したものであるが、更にセメントの品不足をつけるに至つて、一層この考へ方に拍車をかけ失敗を覺悟の上で、セメントの品質低下の際にも不拘、經濟第一主義の下に貧配合コンクリート舗装の施工を進め、又貧配合コンクリート基礎工上にトベカ式軟質アスファルト・コンクリート舗装を施し、アスファルトの節約を圖る事にした。

幸にこの決断をつけるに當り、適切なる實例として昭和 10 年 6 月施工の 1:2:10 コンクリート舗装を有してゐる。本舗装は將來複線軌道を敷設せんとする個所に、假にコンクリート舗装を施工したもので、近き將來に於て撤去される運命にあるもの故、高級舗装を施工する事は不經濟と考へ、かくの如き貧配合のコンクリートに依る假舗装を行つたものである。

所が 5 年後の今日其の状態を見ると、交通量は東京府下の重要道路の一つとして相當多い所なるにも不拘充分良く維持され、コンクリート舗装の缺點たる龜裂も極めて僅かしか發見せぬ有様であつて、4 年 6 ヶ月経過の抜取試験の結果其の壓縮強度は 426 kg/cm<sup>2</sup> である。

此の良い實例を持つ事によつて、貧配合コンクリート舗装及基礎施工の決意を固め、其の配合及び施工方法を定めたのであるが、この場合舗装の基礎たる路床の改良の重要性を強調して、在來砂利道に舗設し充分良く維持された簡易舗装の路盤と同様程度の支持力を有する基盤を人工的に造らんとしたのである。

即ち良く固結したる在來の砂利道の地耐力係數 20 乃至 30 を標準として、之れに相當する地耐力係數を有する基盤を築造し、其の上に貧配合のコンクリート舗装を施工すれば安全な舗装を得る事が可能であるとして、基盤の改良工法を施工する事とし、下記の如き車道舗装改正案の施工要項を定めトベカ式軟質アスファルトコンクリート舗装又は乳劑舗装の基礎として實施したのである。



## 2. 車道舗装基礎改正案の施工要領 昭和15年6月決定

(1) 總説 本改正案はセメント供給不足の現下の情勢に對應するため臨時に定めむとする工法にして輾壓せる路盤上に下記の如き順序に施工し車道舗装の進捗を圖らむとするものなり。

而して従來の路盤・基礎・表装を路盤・基盤・基礎・表装に分ち施工せむとするものなり。

(2) 路盤工 路盤は10t以上のマカダムローラーにて輾壓し輪轍を残さざる程度に仕上げ地下水位高き場所には盲下水を設け或は切込砂利厚3乃至5cmを撒布し水締輾壓をなし地耐力の増加を圖るものとす。

(3) 基盤工 地耐力係數18以上を標準とし下記の如くなす。

(I) 一層式基盤工 路盤仕上をなしたる後徑60mm級の玉石を間隙なき様一粒並に張立て玉石が約2.5cm路盤に喰込む程度に輾壓し表面泥狀と化する迄十分撒水し水分の吸収十分にして稍々落付くを俟ちて再び輾壓を開始し玉石の上面が路盤中に覆はるゝ迄充分輾壓し厚5cmの玉石層を造成す。

(II) 二層式基盤工。

(イ) 玉石二層式 本工法は一層式の工法に依り第一層を施工したる後表面の乾燥を俟ちて赤土1, 砂1の割合を以て混合したる土砂を厚5cm通りに敷均し徑60mm級の玉石を間隙なき様一粒並に張立て土砂が最適含水量に達する迄撒水し落付くを俟ちて輾壓を開始し玉石を土砂中に完全に埋没せしめ厚10cmの玉石層を造成す。

(ロ) 玉石砂利混合二層式 本工法は一層式の工法に依り第一層を施工したる後表面の乾燥を俟ちて砂利10, 赤土2, 砂2の割合を以てミキサーを用ひ最適含水量を加へて混合したるものを敷均し, 充分輾壓し厚5cmに仕上げをなす。最適含水量は混合物を固く握りて塊狀となる程度とす。

(4) 基礎工

(I) コンクリート基礎工 主として幹線道路の高速車線の基礎に採用せむ

とするものにして厚さは10cmを標準としセメント使用量 $1\text{m}^2$ に付15kg以下の貧配合のコンクリートを舗設し3t~6tのタンデムローラー又はマカダムローラーを以て輾壓仕上げをなす。

コンクリートに使用する粗骨材は原則として玉石碎石徑60mm以下細粗適度を有するものとす。

(II) 粘土コンクリート基礎工 厚さは7.5cm及び5cmの二種とし其の配合比は $1\text{m}^3$ に付切込砂利 $1\text{m}^3$ , 粘土 $0.25\text{m}^3$ , 石灰(20kg入)3袋にして粘土は糊狀となし適當の位置に貯藏し置き含有水量が最適水量を超過せば適當なる方法を以て剩餘水分を除去し最適水量となし前述の配合にてミキサーを以て2分以上混合し敷均し8t以上のタンデムローラー又はマカダムローラーを以て十分輾壓し所定の厚さに仕上げたる後15mm級の碎石を $100\text{m}^2$ に付 $1\text{m}^3$ の割合を以て撒布し碎石の半分程度喰込む迄輾壓す。

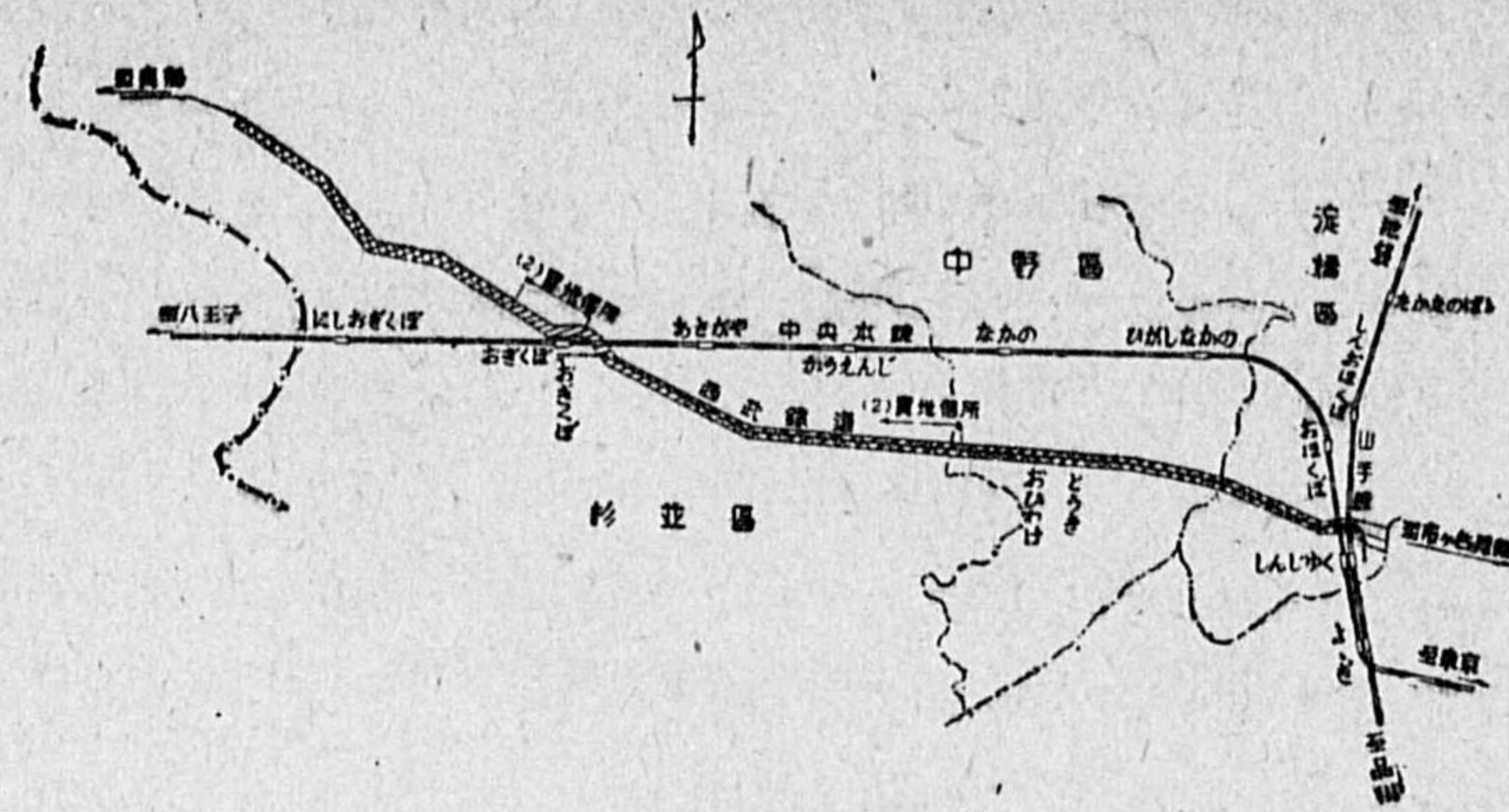
(5) 使用材料 本工法に使用する玉石・砂利及び砂は多摩川産又は之と同等のものにして其の粒度は下の如し。

玉石	徑60乃至40mm
砂利	徑40乃至3mm
切込砂利	徑40mm以下(砂含有量28乃至35%)

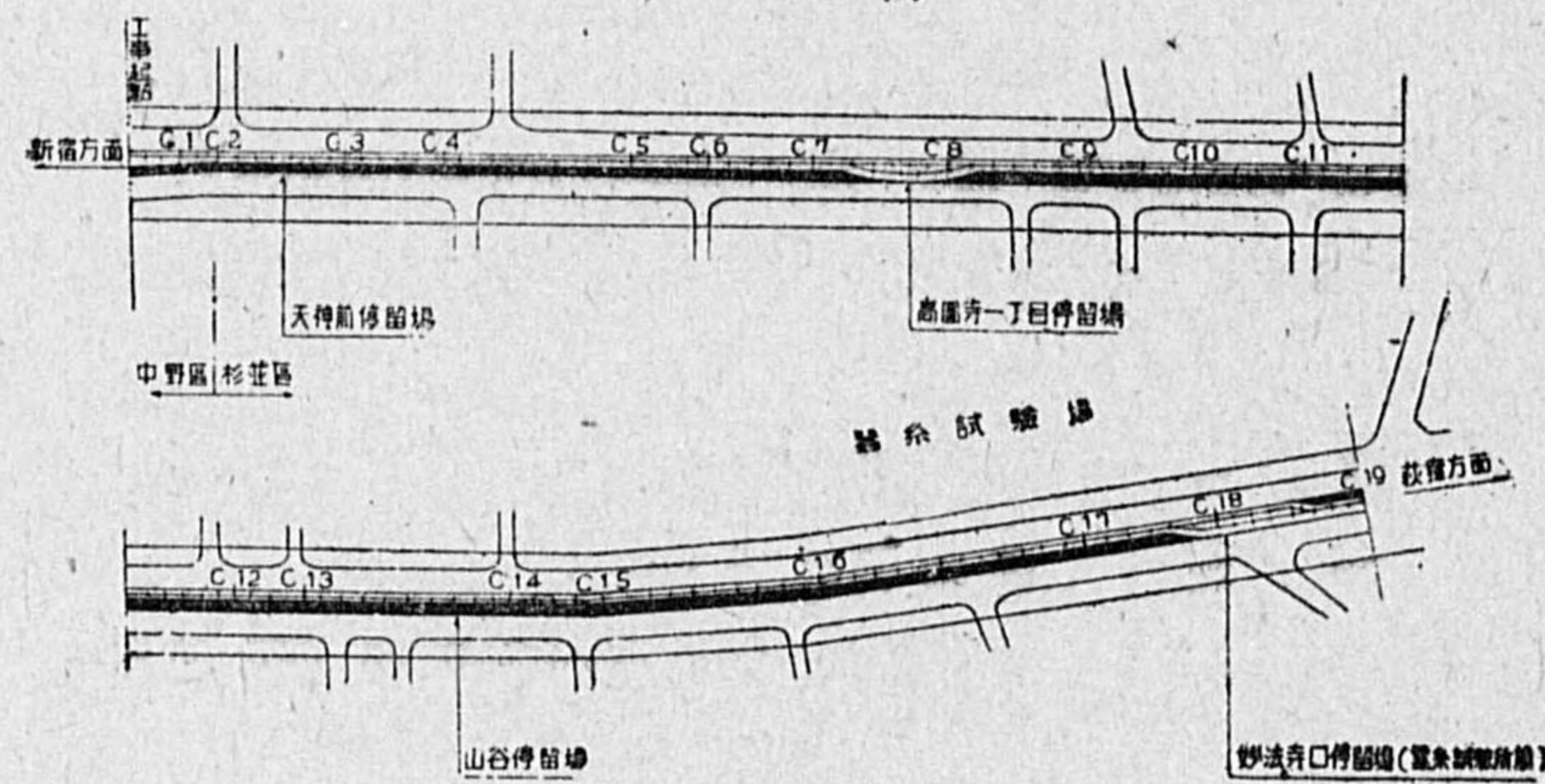
## 2. 貧配合コンクリート舗装

本路線は昔から青梅街道と呼ばれ東京市より青梅町に達する東京府管内の道路中屈指の交通量の多い路線である。而も立川市を中心として諸種の工場の建設相次ぎ交通量は昭和13年10月25, 26, 27日の1日平均乗用自動車1926臺, 乗合2445臺, トラック1505臺, 電車366輛である。因つて都市計畫事業の一部として幅員25mに改築計畫樹立せられ, 其の延長約10kmの區間中淀橋區角第一丁目より杉並區馬橋二丁目に至る間と杉並區荻窪二丁目より同區新町に至る區間はすでに完了し, 馬橋二丁目より荻窪二丁目



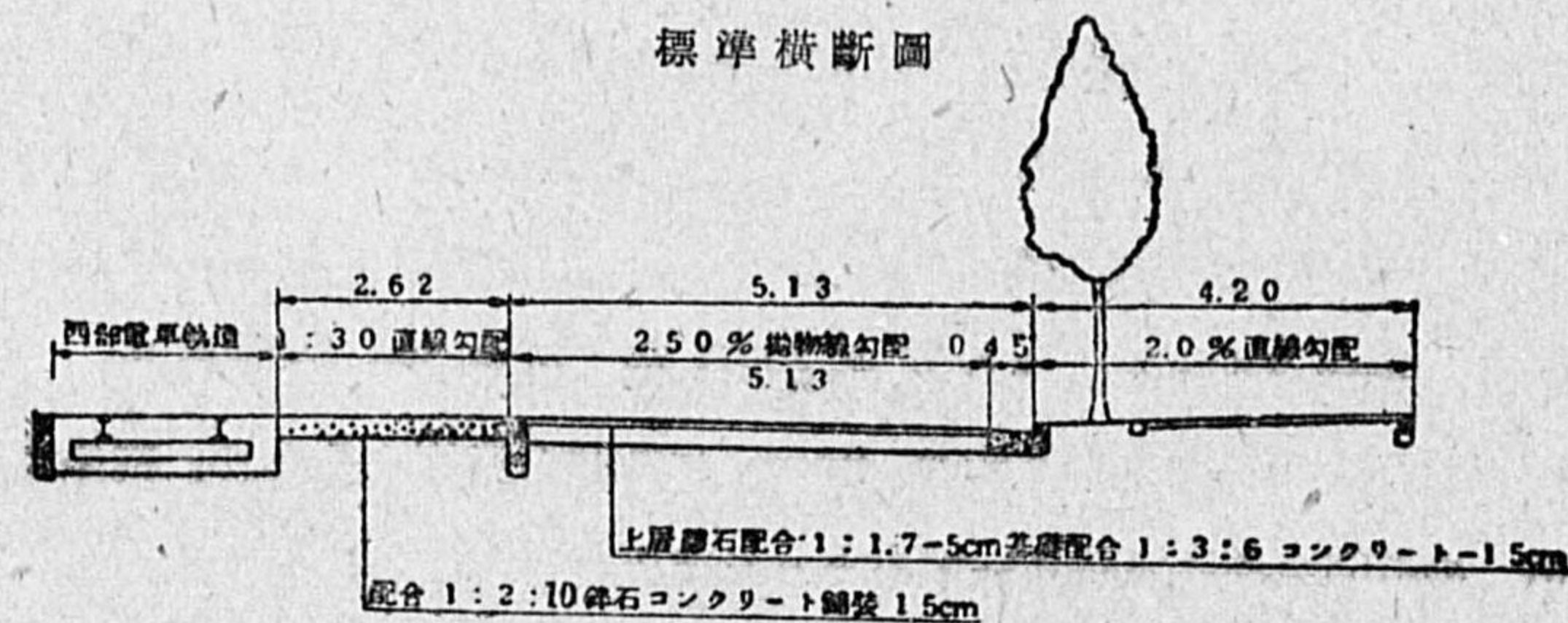


第 67 圖



第 68 圖

標準横断圖



第 69 圖

に至る區間は省線中央線との高低交叉部分と共に目下工事中である(第 67 圖)。

本改築區域内には新宿驛東口より荻窪驛西口を連絡する路面電車(西武軌道)あり、本軌道は追分停留所を界として始點方面は複線、終點方面は單線であるが、將來擴張の場合の用に供する爲め道路の横斷形は複線敷とした關係上、單線軌道の殘餘の部分に假鋪裝として貧配合コンクリート鋪裝を施工したものである(第 68 圖)、(第 69 圖)。

(1) 概要 路線名。 指定府縣道第 2 號(都市計畫幹線放射第 6 號線)。

施工區間。 杉並區高圓寺二丁目地内(西武軌道天神前停留所—妙法寺前停留所間)。

延長及び幅員。 延長 634 m, 幅員 25 m (歩道 4.2 m, 車道 16.6 m, 内本鋪裝部分の幅 2.62 m)。

縦斷勾配。 1/90 ~ 1/600。

横斷勾配。 車道の横斷勾配 1/40 拋物線, 本鋪裝部分の勾配 1/80 直線。

配合。 1:2:10 碎石コンクリート, 表面仕上及び目地用 1:2:4 碎石コンクリート。

仕上厚。 15 cm とす。

目地間隔。 目地間隔は試驗的に第 72 圖の如く不同。

材 料。 セメント字部。 細骨材—熊川洗砂(直轄採取)

粗骨材第 1 號(1:2:10 コンクリート用) } (購入)  
同 第 2 號(1:2:4 コンクリート用)

施工年月。 昭和 10 年 6 月。

粗骨材の購入規格。

比重—2.6 以上, 吸水率—3.0% 以下, フレンチ係數—14 以上。

粒度—第 1 號用 60 mm 篩通過 95% 以上, 30 mm 篩通過 20~40%, 1.2 mm 篩通過 5% 以下。

第 2 號用 19 mm 篩通過 95% 以上, 1.2 mm 篩通過 5% 以下。

(2) 施工準備 路盤。 計畫高より稍々高目に切り均し 12t マカダム

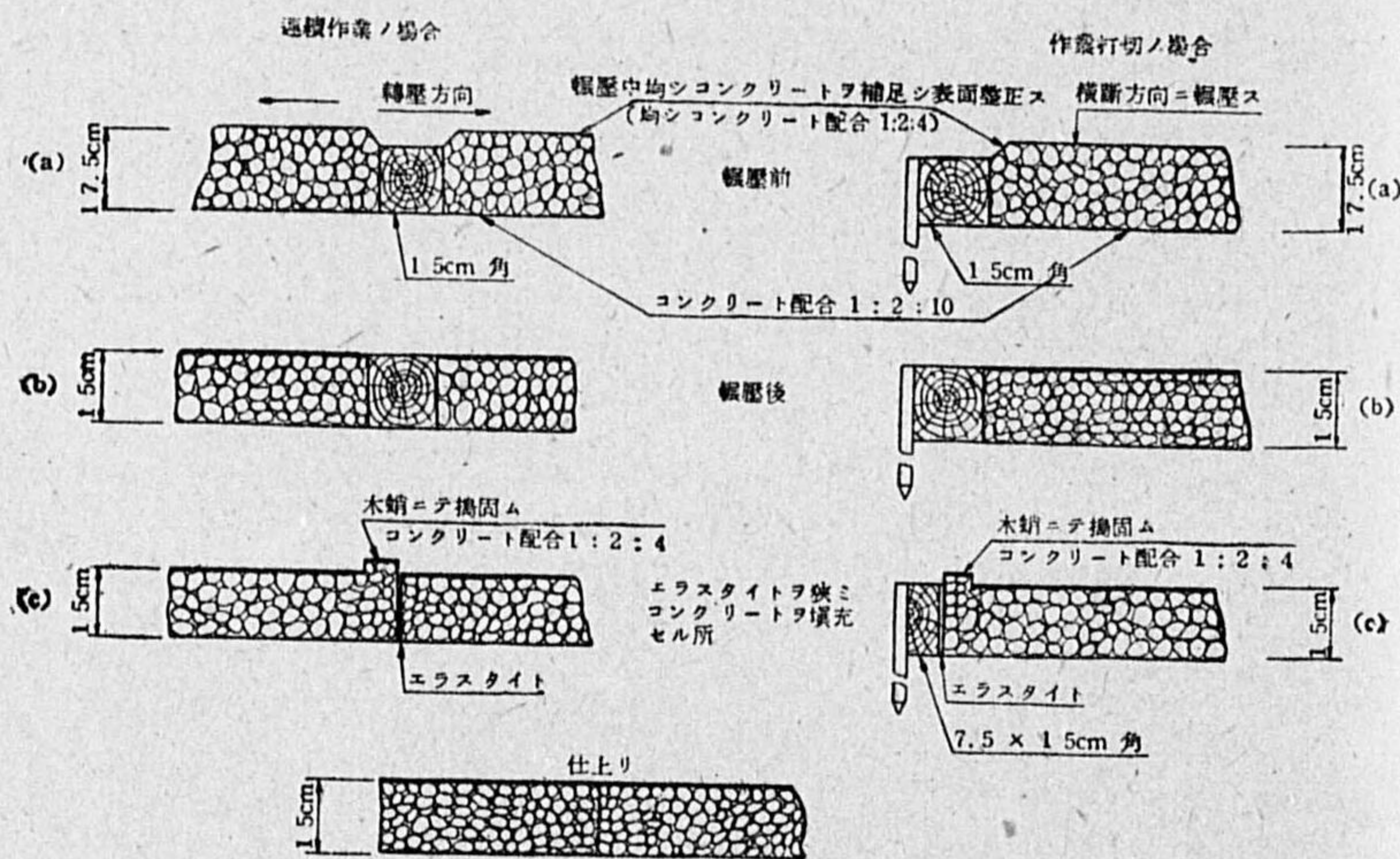


ローラーにて輾壓し、横断定規を用ひて所定の高さに切り均したる後再び8t タンデム ローラーにて輾壓せり。

コンクリート混合。 食配合コンクリートの水量の計量は特に厳格になす必要あるを以て、水セメント比は充分なる輾壓に依つてセメントペーストが舗装の表面に滲み出る程度を標準として加減し、セメントペーストを豫め造り、之を混合機に流し込み1分間以上混合せり。

作業機械及び器具。 13切練コーリングペーパー1臺、8t タンデムローラー1臺、12t マカダムローラー1臺、120kg 三輪手引ローラー1臺、容量0.2m<sup>3</sup>の後開式リヤカー3臺、その他ショベル、鋤簾、レーキ、木蛸、横断定規、表面仕上げ用鋺。

(3) 施工の概要 輾壓仕上げを終りたる路盤上に第70圖の如き型木を設置したる後、路盤に適度の撒水をなし1:2:10コンクリートを厚さ17cm



第70圖 施工順序及び目地仕上圖

程度に敷均し、その上に1:2:4コンクリートを丁寧に敷均し、周邊を木蛸にて十分に搗固め、全面を8t タンデムローラーにて表面にセメントペースト

ストの滲み出る迄數回輾壓す。 其の途中に配合1:2:4のコンクリートを用ひて凸凹を均しつゝ續けた。 次に手引ローラーの車輪に適度の水を注ぎつゝ縦横に引き廻し第70圖(b)の如く仕上げた後型木を取除き、第70圖(c)の如くエラストイトをはさみ、其の兩側に1:2:4コンクリートを填充し、十分搗固めて丁寧に仕上げ、然る後全面に互り鍍仕上げをなせり。

養生期間は2週間として、仕上げ後藎を以て覆ひ1週間撒水して濕潤状態を保たしめ、3週間經過の後交通を開始せり。

(4) 平方米當工費 昭和10年6月の施工當時は物價の低廉な時代故平方米當り1.70圓を要したに過ぎないが、昭和14年11月調査當時の價格に換算すれば平方米當り2.72圓となり、10m<sup>2</sup>當りの材料及び勞力は第42表の通りである。

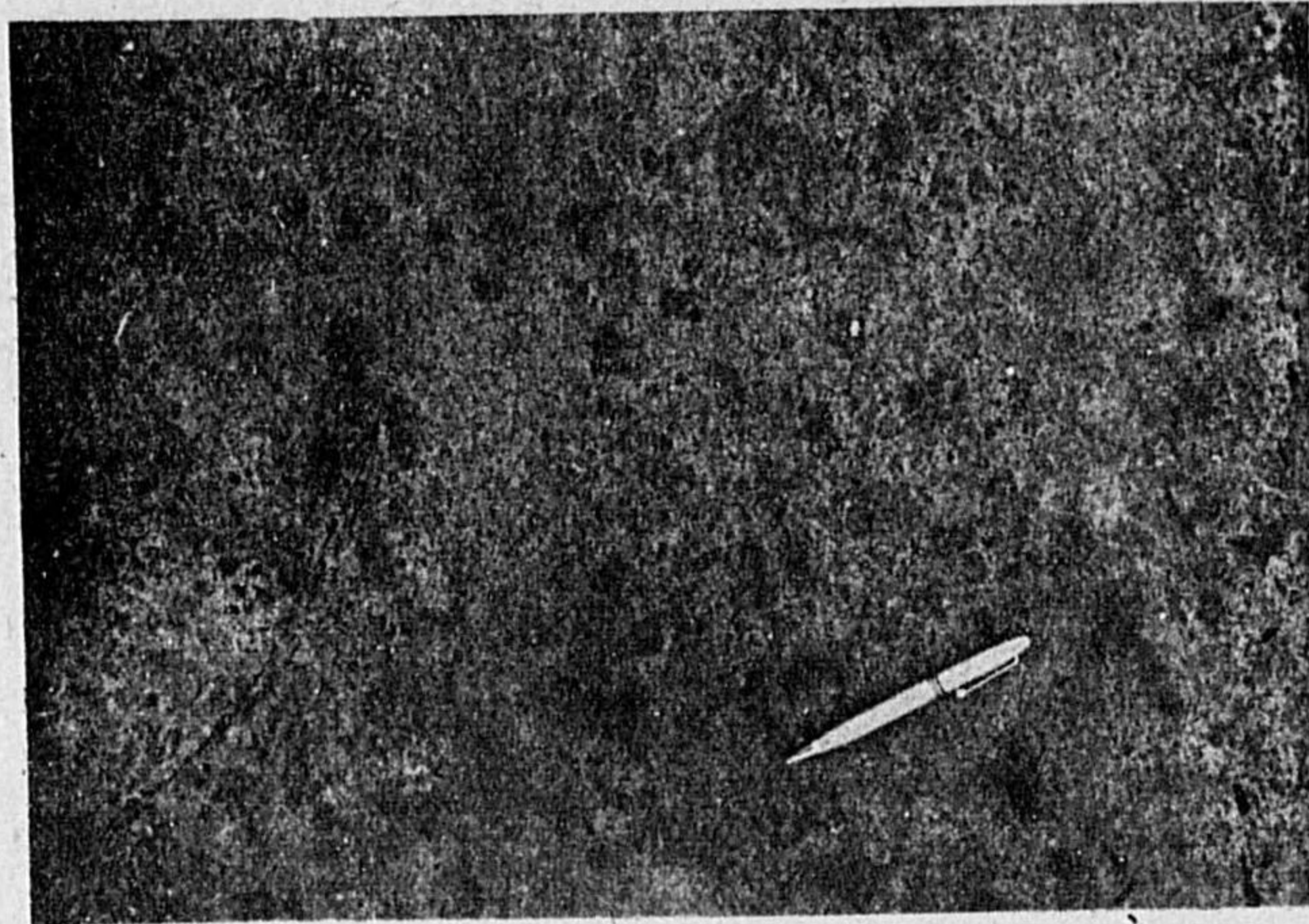
第42表 100m<sup>2</sup>當り材料及び勞力内譯

工種内譯	材料, 勞力	形狀寸法	數量	摘要
1:2:10 碎石コンクリート 16.5m <sup>3</sup> /100m <sup>2</sup>	碎石	徑60~12mm	16.5m <sup>3</sup>	コンクリート1m <sup>3</sup> = 付 1.0m <sup>3</sup> 〃 〃 〃 〃 〃 〃 〃 〃 〃 〃 〃 〃 〃 〃 〃 〃 〃 〃
	洗砂		3.3 "	
	セメント	50kg入	49.5袋	
1:2:4 碎石コンクリート 1.15m <sup>3</sup> /100m <sup>2</sup>	碎石	徑19~12mm	1.0m <sup>3</sup>	コンクリート1m <sup>3</sup> = 付 0.9m <sup>3</sup> 〃 〃 〃 〃 〃 〃 〃 〃 〃 〃 〃 〃 〃 〃 〃 〃 〃 〃
	洗砂		0.5 "	
	セメント	50kg入	6.9袋	
勞力	左官		1.0人	表面仕上一式 機械練, 混合, 舗設, 輾壓手傳, 養生一式 ローラー, ミキサ運轉一式
	人夫		14.0 "	
	運轉助手		1.0 "	

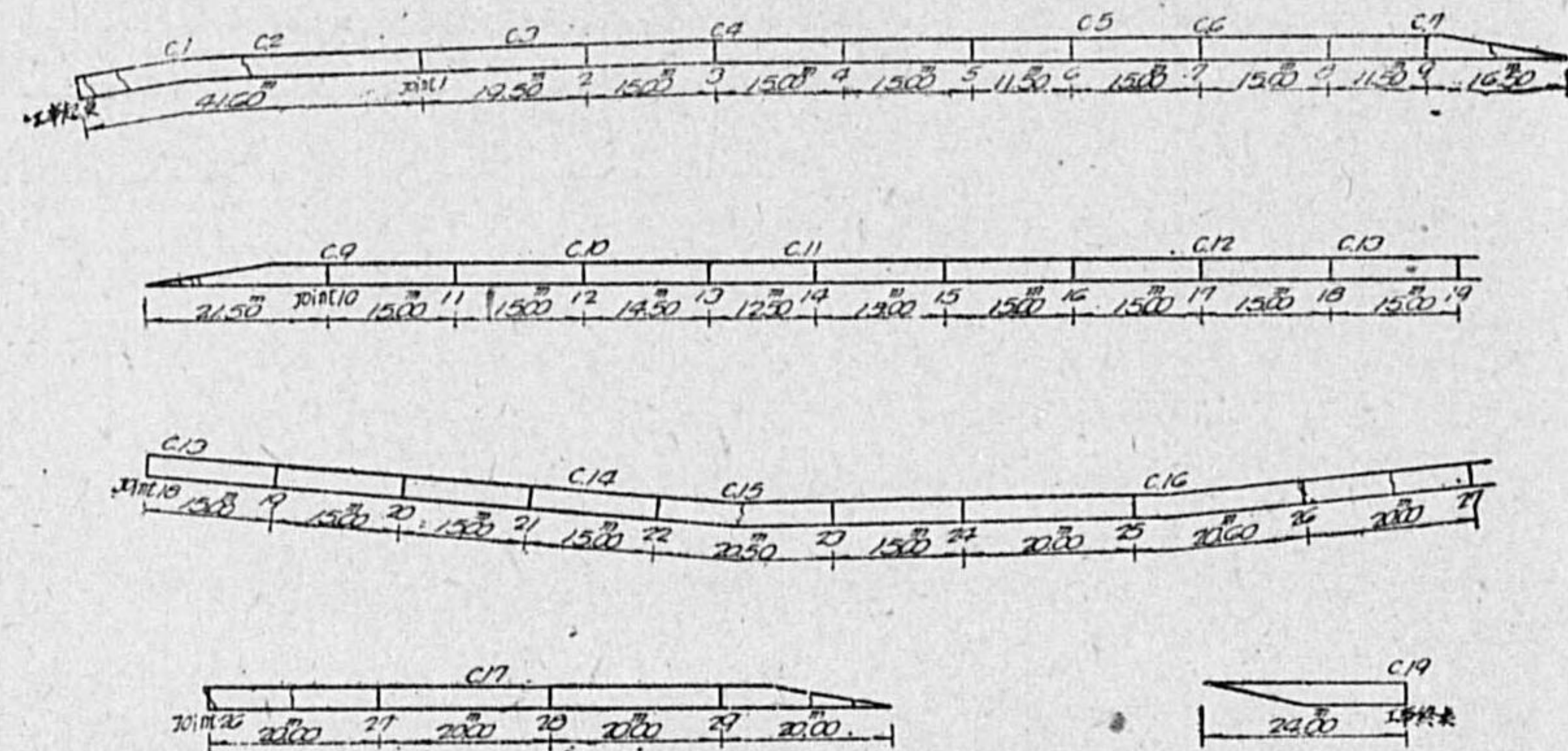
(5) 現在の路面状態 本舗装施工後4ヶ年半經過した昭和14年11月路面状態を調査せるに、磨滅は極めて少なく龜裂も第72圖に示す程度にして、現在(昭和16年2月20日調査)の状態も少しの變化も認め得ず(寫真第71圖及び第72圖)、其の兩側車道部分に施工した配合1:1.7の膠石舗装の龜裂状態の甚だしきに比すれば誠に良好である。

(6) 壓縮強度 昭和14年11月4個の抜取り試験片(第73圖)を採





第 71 圖 1:2:10 コンクリート舗装の表面の現況



第 72 圖

り、3個に付試験せる處其の強度は I -  $424 \text{ kg/cm}^2$ 、II -  $412 \text{ kg/cm}^2$ 、III -  $442 \text{ kg/cm}^2$ 、其の平均  $426 \text{ kg/cm}^2$  にして、實驗式に依つて換算せる 28 日の強度は  $190 \text{ kg/cm}^2$  で、此の値は 1:2:6 配合のコンクリートの標準試験強度に相當してゐる。

註記 結果より見て今日の如くセメントの入手困難なる時代には 1:2:10

コンクリート一層式として、  
1:2:4 コンクリートは伸縮目  
地用と少量の面均し用程度に減  
すべきである。

或は 1:2:10 コンクリート  
のみを用ひ、ローラー輾壓回数  
の半分位の回数を輾壓した頃、  
水-セメント比 150% 位のセ  
メントペーストを  $1.5 \text{ l/m}^2$  位  
の割合にアスファルト乳劑撒布  
器を用ひて適量撒布し、再び輾  
壓すれば良き表面を得られると  
考へる。

本舗装は金鍍仕上げとなせる  
も、木鍍仕上げの後デツキブラ  
ツシュ又は棕梠箒を用ひて横斷  
方向に粗面に仕上げる方が良い。

貧配合コンクリートの強度は粗骨材の嚙合が主となるからぜひ碎石を用ひる  
必要がある。若し砂利を用ひる場合は、其の粒度の組合せを研究する必要が  
ある。本府試験に於て骨材を碎石とせる 1:3:20 コンクリートを輾壓仕  
上げをなせる 28 日の壓縮強度は  $125 \text{ kg/cm}^2$  にして、砂利を骨材とせる 1:  
3:10 配合のコンクリートのセメント使用量は 1:3:20 より多量なるに不拘  
28 日の壓縮強度は  $106 \text{ kg/cm}^2$  であつた事に依つても示される。従つて碎  
石を經濟上得難き地方に於て、已むを得ず砂利を使用する場合は、後述の例  
(1) の如く粗骨材は 40 mm 以下と 60 mm の小玉石を混合して、空隙を最小  
ならしめ且つ混合、締固め及び養生は特別の考慮を拂ふ必要がある。

第 73 圖 1:2:10 コンクリート舗装  
の現場採取試験片



トベカ式軟質アスファルト コンクリート  
舗装の基礎工法例

本府にて昭和 15 年に実施せる経済工法 3 例に就て述べる。其の内 (1) は吾國至る處の河川に於て容易に採取出来る小玉石利用の基盤工と、配合 1:3:8 コンクリート基礎の實施例にして、(2) は粘土コンクリート(二和土)と、石灰混入粘土コンクリート(三和土)の二層式基礎にして、(3) は本府に於て極めて高價なる石灰岩碎石の代用として硬質砂岩の碎石に、目潰として採取地に出る粘土混り石屑を用ひて水締輾壓をなせるものである。而も 3 工法共幅員 25 m の幹線街路に用ひた處に特色がある。

(1) 貧配合コンクリート基礎工法 前項の貧配合コンクリート舗装實施箇所と同一の路線中省線中央線荻窪驛前に位し(第 67 圖), 昭和 13 年 10 月 25, 26, 27 日間の調査の一日平均交通量は, 乗用自動車 490 臺, 乗合自動車 301 臺, トラック 705 臺である。

本路線の竣功部分の舗装は膠石又はトベカ式アスファルト舗装にて, 本箇所も 1:3:6 コンクリート基礎厚 15 cm, トベカ式アスファルト表装厚 5 cm の計畫の處, 第 74 圖の如く基盤に 60 mm 級小玉石二層を施工し, 其の上に 1:3:8 配合のコンクリート厚 10 cm を施工した。基盤に小玉石を使用したのは, 本府熊川及び多摩川砂利採取場に於ては砂利・砂・玉石を採用し, 其の中間にある 6 cm 内外の小玉石は不用材として, 相當多量に蓄積しかへつて採取場の支障物として無用の長物視されてゐたもので, 資材愛護の意味合から之れが使用を試みたものである。

(a) 概要

路線名. 指定府縣道第 2 號(都市計畫幹線放射第 6 號線).

施工區間. 杉並區自天沼一丁目至清水町地内.

延長及び幅員. 延長 693.3 m, 幅員 25 m (歩道 4.2 m, 車道 16.6 m, 内本舗装部分の幅 15.7 m).

縦斷勾配.

1/350 ~ 1/1 000

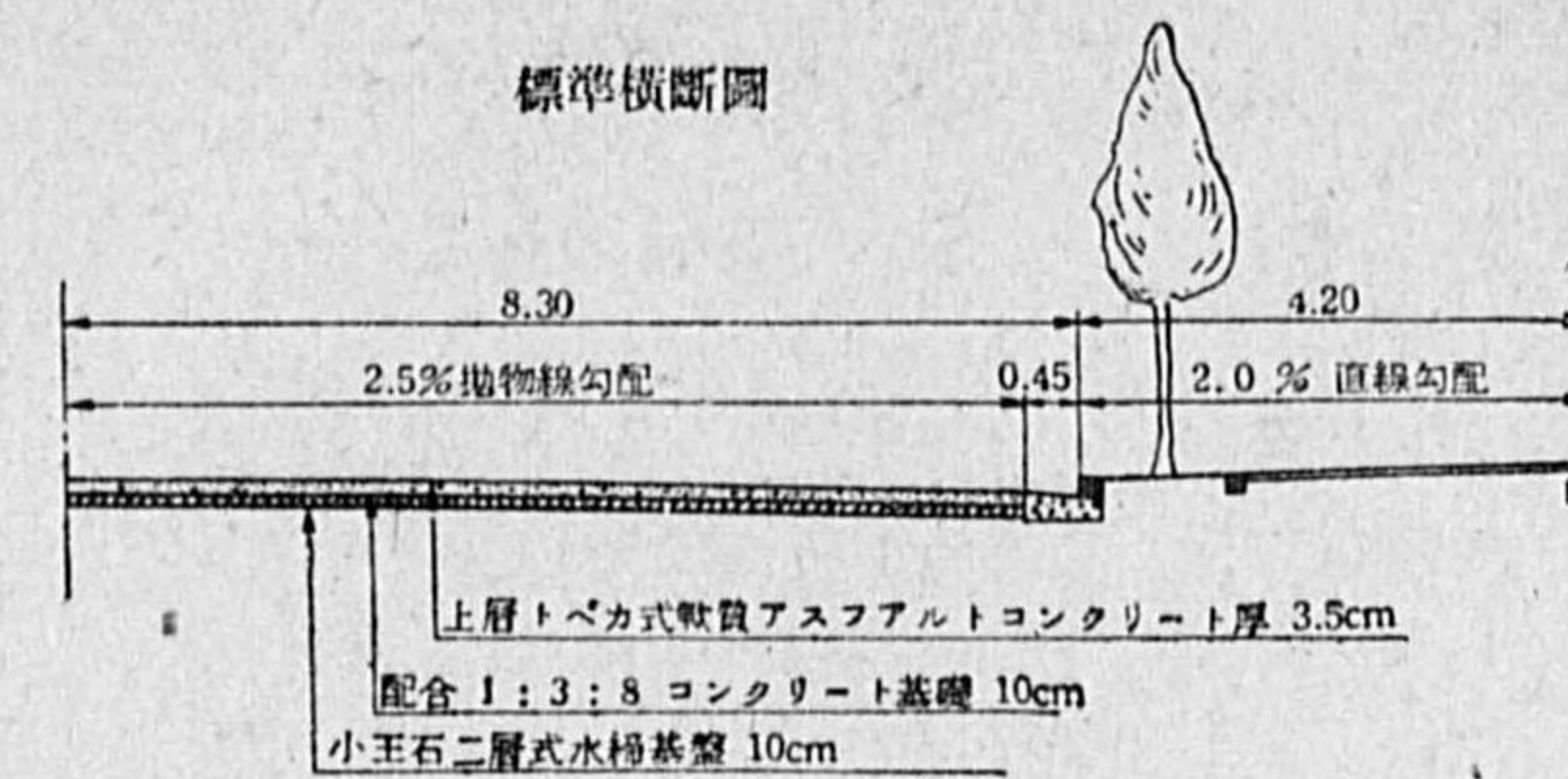
横斷勾配. 車道

1/50 拋物線, 歩

道 1/50 直線勾配,

施工年月. 昭和

15 年 8 月.



第 74 圖

(b) 舗装の種類

玉石基盤, 6 cm 級玉石

二層仕上げ厚 10 cm.

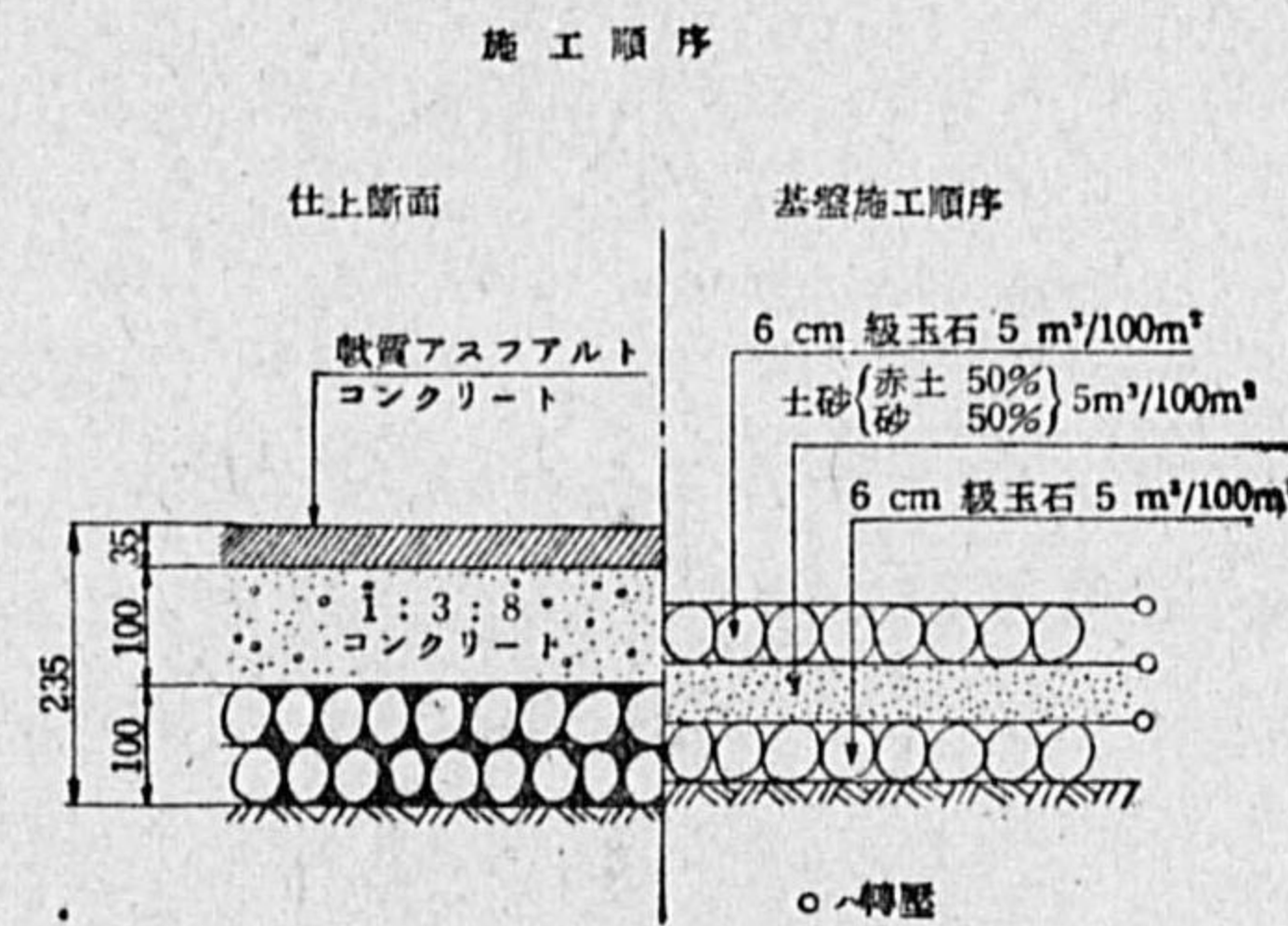
コンクリート基礎. 配合

1:3:8 コンクリート厚 10 cm

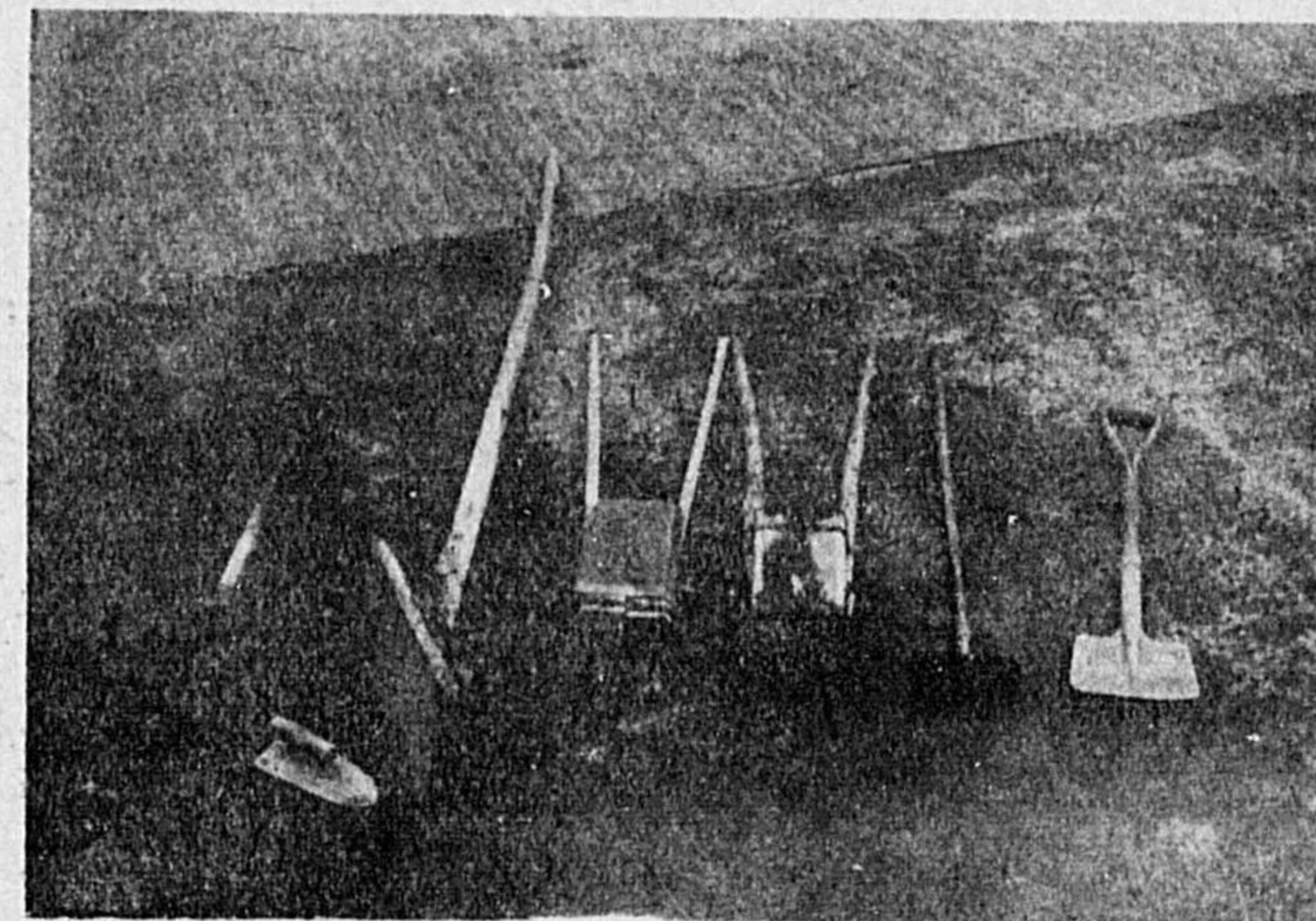
表層. 軟質アスファルト

コンクリート厚 3.5 cm.

施工順序. 第 75 圖



第 75 圖

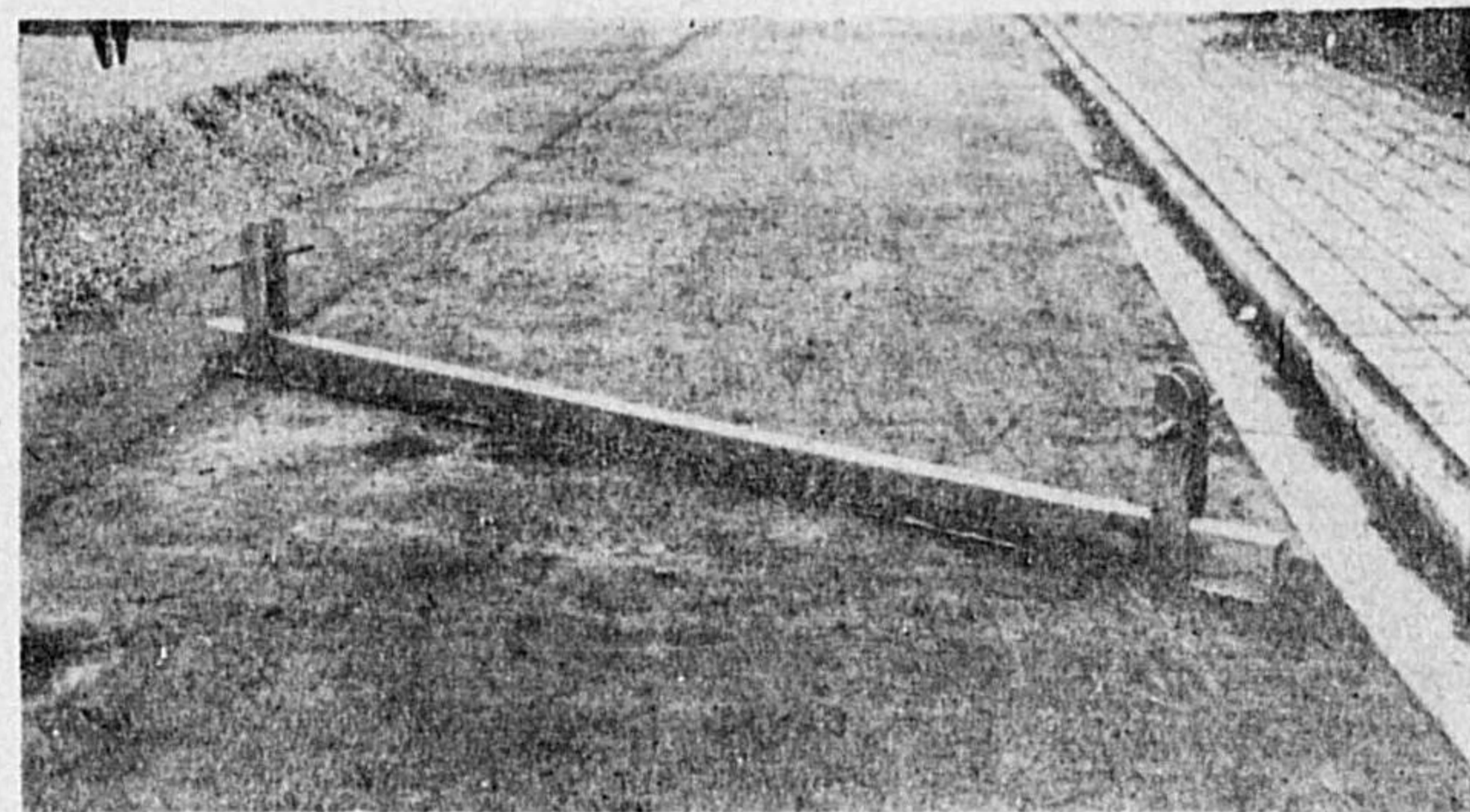


第 76 圖 コンクリート施工用具(其の一)





第 77 圖 コンクリート施工用具 (其の二)



第 78 圖 コンクリート施工用具 (其の三)

## (c) 材料及び施工用機械器具

材料. セメント. 秩父セメント, 細骨材多摩川産洗砂 (直轄採取), 粗骨材. (1:3:8 コンクリート用) / 多摩川産洗砂利径 4cm 以下 (直轄採取), 多摩川産玉石径 6cm ~ 3cm (直轄採取).

玉石 (基盤用). 多摩川産玉石 径 6cm 内外粒揃ひのもの (直轄採取).

機械器具. 10切練コーリングペーパー 1臺, 12t マカダム ローラー

1臺, 8t タンデム ローラー 1臺, 3.5t タンデム ローラー 1臺, 450kg 手引ローラー 1臺, 容量 0.2m<sup>3</sup> の後開式リヤカー 2臺, 其他半樽, ショベル, 鋤簾, セメントペースト攪拌用具, 木蛸, テンプレート, 表面仕上げ用木鏡.

## (d) 施工概要

路盤. 計畫高より稍々高目に切均し 12t マカダム ローラーにて輾壓し, 横斷定規を用ひ所定の高さに仕上げ, 更に 8t タンデム ローラーにて輾壓せり.

玉石基盤. 6cm 級の玉石を 1粒並べに敷詰め 12t マカダム ローラーにて輾壓し, 玉石を約半分位地盤に壓入したる後, 20 ~ 30 l/m<sup>2</sup> の割合にて撒水し, 地盤中に水分の吸収するを俟ちて再び 12t マカダム ローラーを以て十分輾壓し, 玉石の空隙を路床土の上昇に依つて完全に満し且つ土の粘性を十分發揮する迄續け, 次に赤土 (粘土は附近に求め難きため切取土を流用す) 及び砂を等量に混合せる土砂を 5cm 厚に敷均し 8t タンデム ローラーにて軽く輾壓し, 再び 6cm 級玉石を 1粒並べに敷詰め 8t タンデム ローラーを以て水締輾壓をなし, 第一層と密着せしめて厚約 10cm の玉石層を造成せり.

基盤上の地耐力係数を 6ヶ所につき試験せるに 12~14 であつた. 尙此の儘公設市場に通ふトラック並に工事用トラックの交通に依る試験をなしたが別に異状を認めず, 別して基盤仕上げ後砂を撒布した部分の成績は良好である.

コンクリート基礎. 第 43 表の如き配合にてセメント ペーストを用ひ, 10切練ミキサーを以て混合せる 1:3:8 コンクリートを基盤上に均一に敷均し, 周邊を木蛸にて丁寧に搗固め, 全面を凹凸を均しつゝ 3.5t タンデム ローラーを以て表面にセメント ペーストの滲み出る迄數回輾壓す.

次に手引ローラー及びテンプレートを用ひ規定の横斷勾配に仕上げ木鏡を以て表面仕上げをなせり. 養生はコンクリート打立後二日間莖を以て覆ひ撒水し, 三日目より莖を取除き赤土を厚 6cm 程度に敷均し表層アスファルト コ



ンクリート施工直前迄養生せり。

強度は現場抜取に依るものを試験の結果、供試體二個の平均壓縮強度は 153 kg/cm<sup>2</sup> である。

表層軟質アスファルト。厚 3.5 cm とし、本府瀝青混合所より運搬し、到着温度は 110° c 内外にして、敷均し後 90° c 位にて 8t マカダム ローラーを以て輾壓し、次に 12t マカダム ローラーを以て輾壓仕上げをなせり。1 日の施工面積は平均 700 m<sup>2</sup> なり。

(e) 材料及び勞力。工費は 1 m<sup>2</sup> 當り 4.42 圓にして其の内基盤 1.62 圓、基礎 1.20 圓、上層 1.60 圓を要し、基盤並に基礎工 100 m<sup>2</sup> 當りの材料及び勞力内譯は第 43 表の如くである。

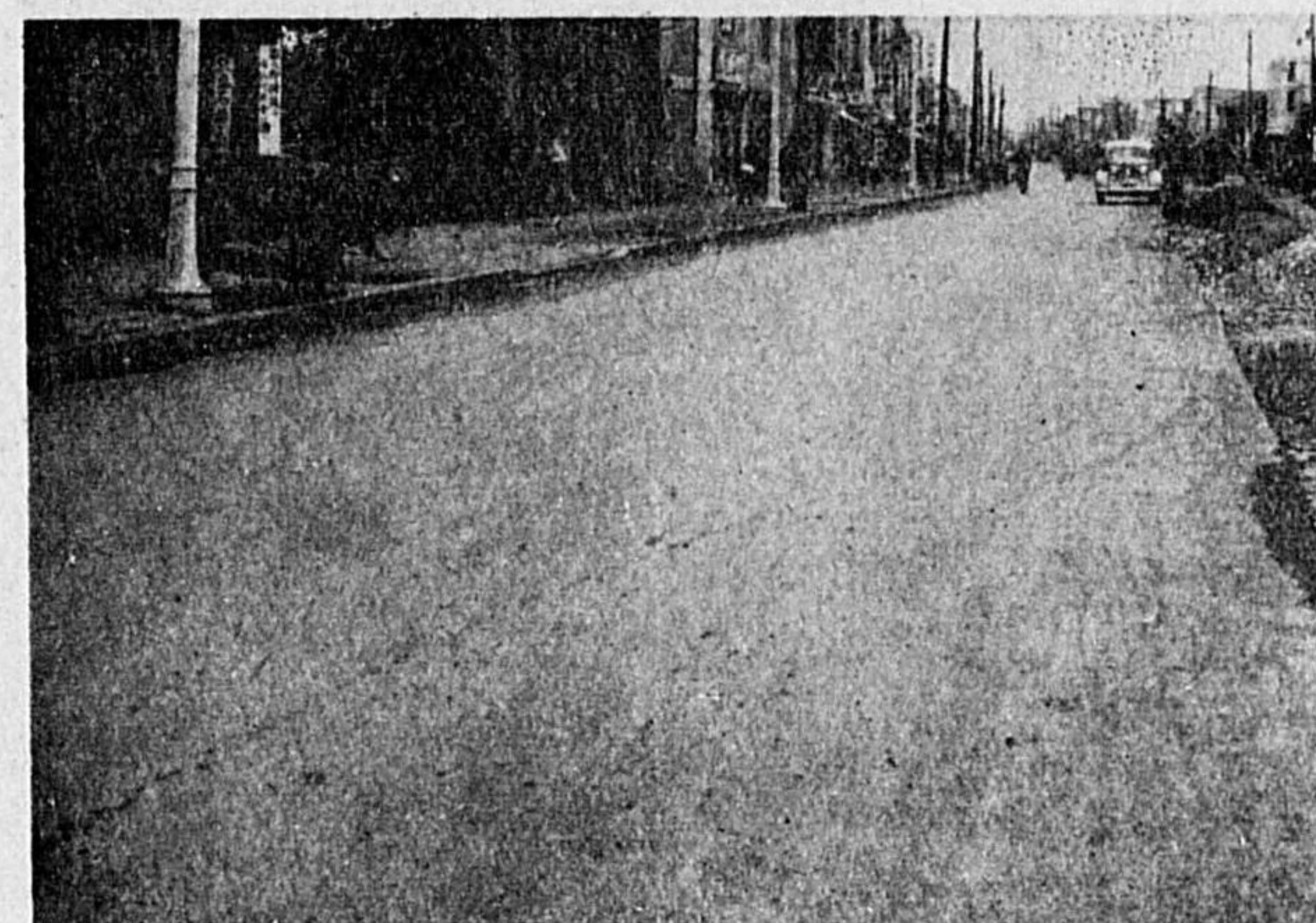
第 43 表 100 m<sup>2</sup> 當り材料及び勞力内譯

工種内譯	材料勞力	形状寸法	數量	單位	摘 要
玉石基盤	玉石	徑 6 cm 級	10.0	m <sup>3</sup>	上下層各 5 m <sup>3</sup> 上層目潰用 玉石小運搬、張立テ、目潰 用土砂混合敷均シ、撒水、 輾壓手傳一式
	土砂	赤土 50% 砂 50%	5.0	〃	
	人夫		12.0	人	
コンクリート 基礎(配合 1:3:8)	セメント	1 袋 50 kg 入	30.0	袋	1 m <sup>3</sup> = 付 3 袋 〃 0.25 m <sup>3</sup> 〃 0.70 m <sup>3</sup> 〃 0.35 〃 ペースト製造ヨリ混合、敷 均シ輾壓手傳、養生迄一 式
	玉石	徑 6 cm ~ 3 cm	2.5	m <sup>3</sup>	
	洗砂利	徑 4 cm 以下	7.0	〃	
	洗砂		3.5	〃	
	人夫		10.0	人	
	運轉助手			0.6	

(f) 現在の状態。施工完了部分は車道幅員の 1/2 幅 7~8 m, 延長 55 0m, 面積 4 000 m<sup>2</sup> にして、現在反対側の施工中故全交通量はこゝに集中してゐるが、全面積の内幅 3 m, 延長 30 m, 面積 90 m<sup>2</sup> の部分は舗装表面に龜甲形の龜裂が出来た、其の原因として考へられる事は附近の排水悪く其の部分は常に濕潤の箇所にして、玉石基盤施工は天氣續きの頃であつた關係上左程異



第 79 圖



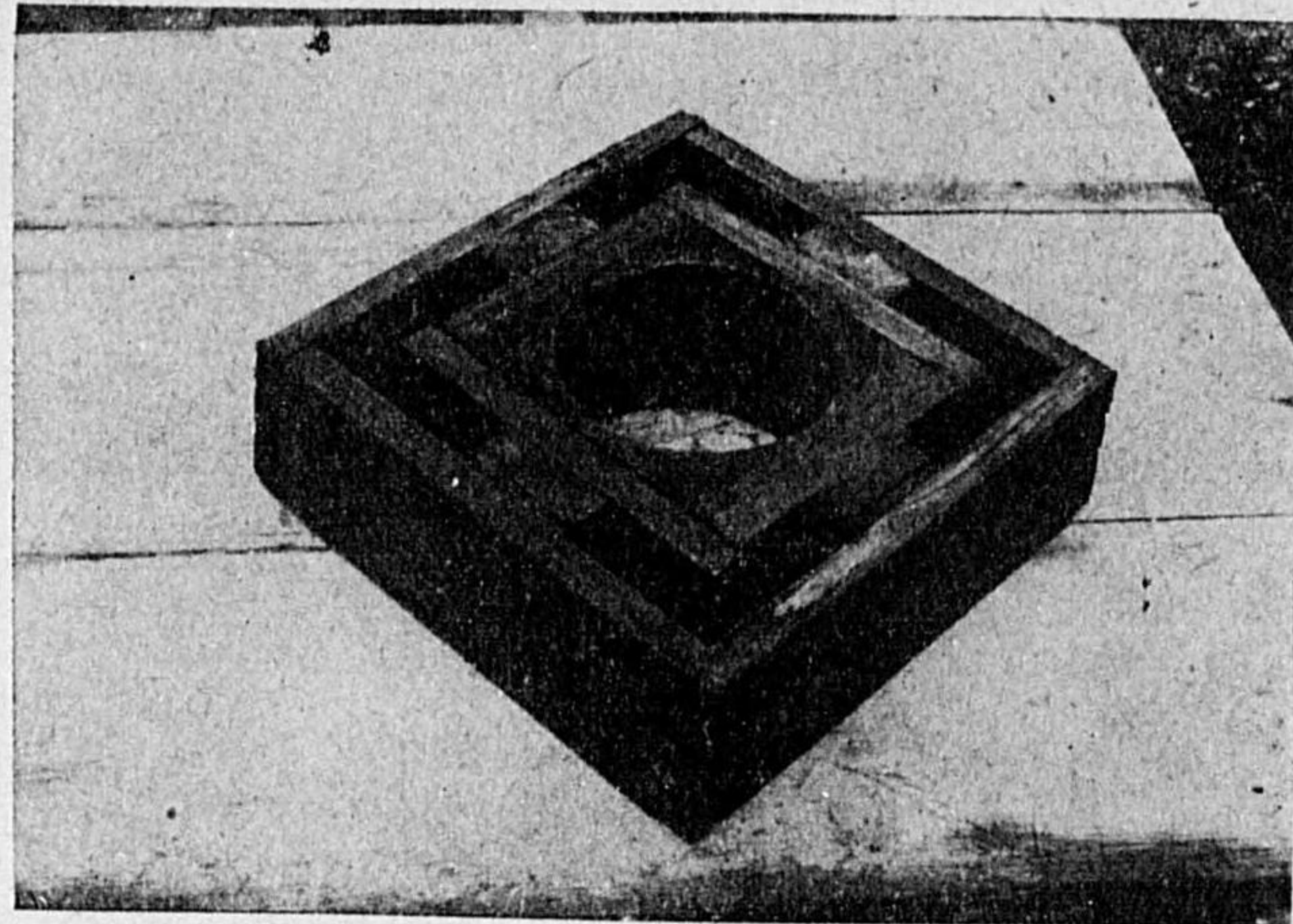
第 80 圖 貧配合コンクリート基礎上のアスファルト  
コンクリート舗装表面の現況

状を認めなかつたが、完了後豪雨後他の部分に比較して乾燥遅く地耐力低下の傾向を認めたるを以つて、側溝際に盲下水を施工し他の部分と同時に舗装を進めたのであるが、現在施工中の反対側施工完了後其の原因に就て調査を進め真相を發見したいと考へてゐる。筆者は濕潤地盤なりし爲相當深く不良土の存

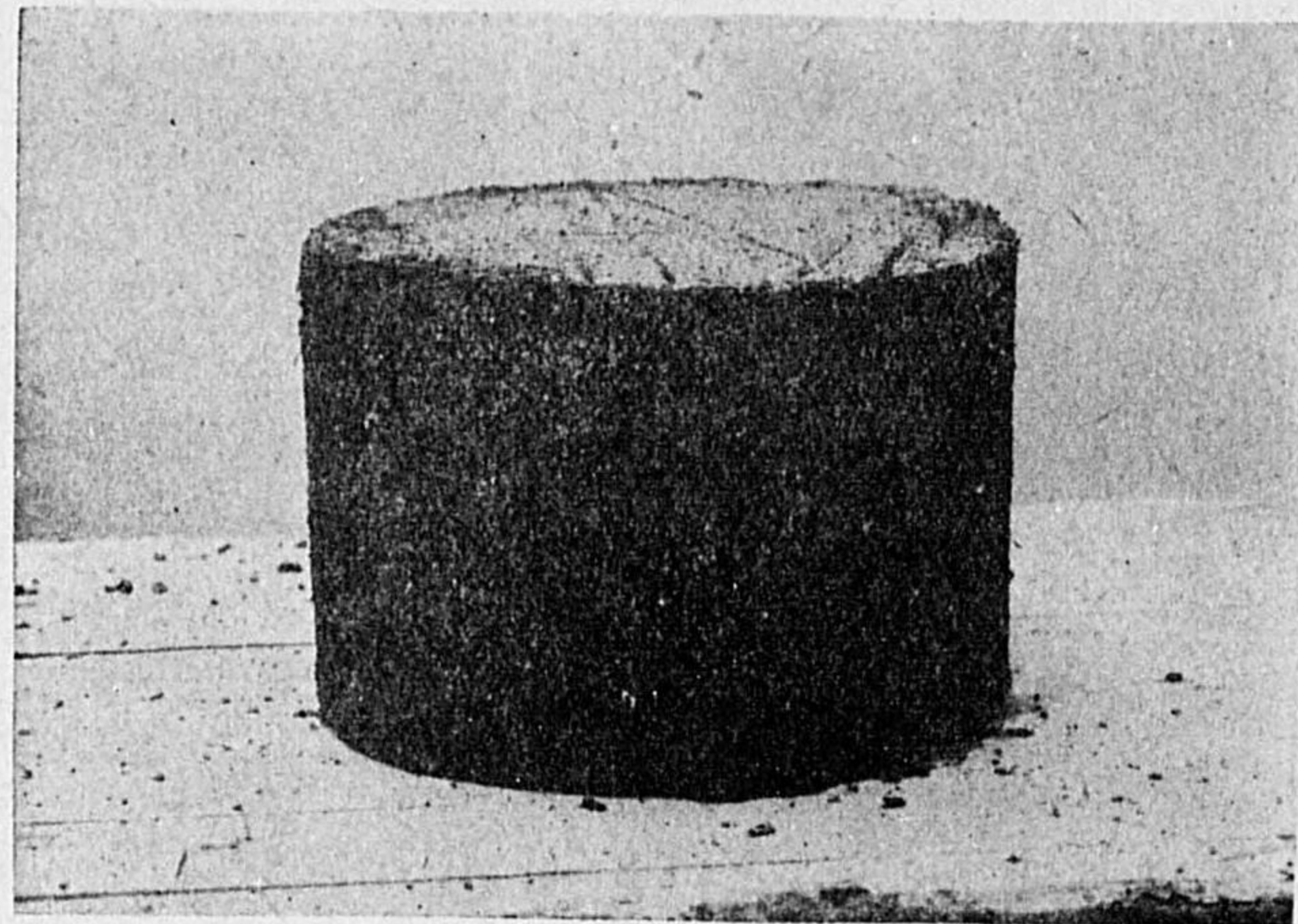


在する爲めと考へてゐる。 其の他の大部分は異状を認めず寫眞第 80 圖の如くである。

註記 貧配合コンクリートの締固めは底部に迄十分ならしめる爲寫眞第 76 圖の如き鋏付き木蛸を用ひた。 理想としては「ヴァイブレーター」締固め



第 81 圖 現場採取型枠



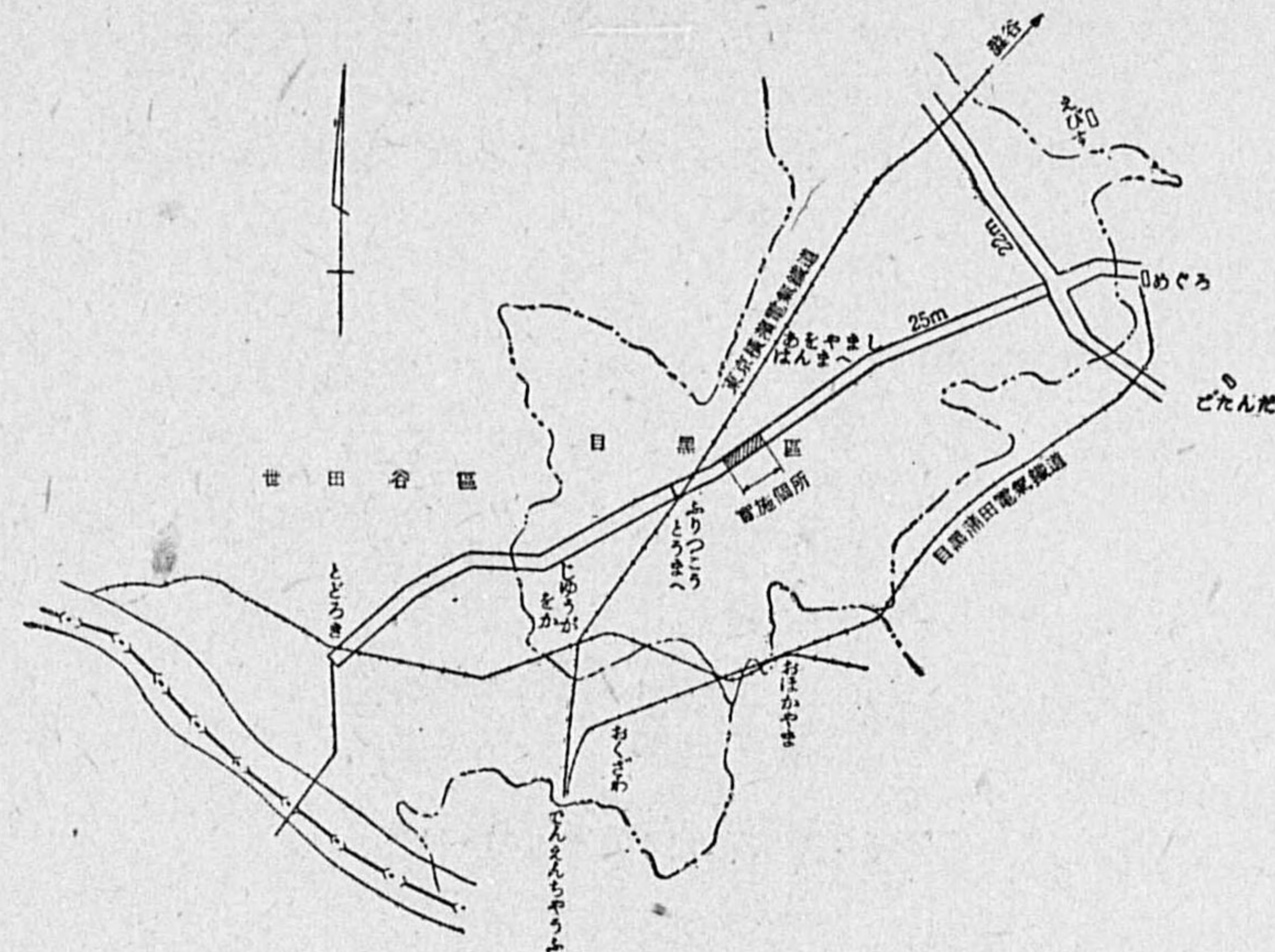
第 82 圖 配合 1:3:8 コンクリート採取試験片

をなしたい。

採取試験片を機械力にて採る事は、震動を與へる關係上、貧配合コンクリートに於ては無理と考へ、寫眞第 81 圖の如き型枠を造り實際のコンクリートと全く同様の輻壓及養生をなした。

貧配合コンクリートの成績は現場技術者の施工上の熱意の如何に左右せらるるもの故、安全率を見込んで玉石一層式基盤上に、幅員 11 m ~ 15 m に貧配合コンクリート基礎厚 10 cm, 幅員 18 m に厚さ 12 cm, 幅員 22 m ~ 25 m に厚さ 15 cm となせば十分と考へる。

(2) 粘土コンクリート式基礎 本路線は東京市中心部より山ノ手線目黒驛を経て目黒蒲田電氣鐵道等々力驛に達し、將來神奈川県川崎市と連絡する重要路線にして、目黒驛を起點として幅員 25 m に改築中で其の延長 8.0 km, 其の内 6.5 km は既に竣功し、現在東京横濱電氣鐵道と高低交叉個所附近を施工



第 83 圖

中にして、其の内粘土コンクリート式基礎を施工しトベカ式軟質アスファルト



コンクリート舗装を完了せる面積は 3970.0 m<sup>2</sup> である。施工後の路盤状態は良好である (第 87 圖)。

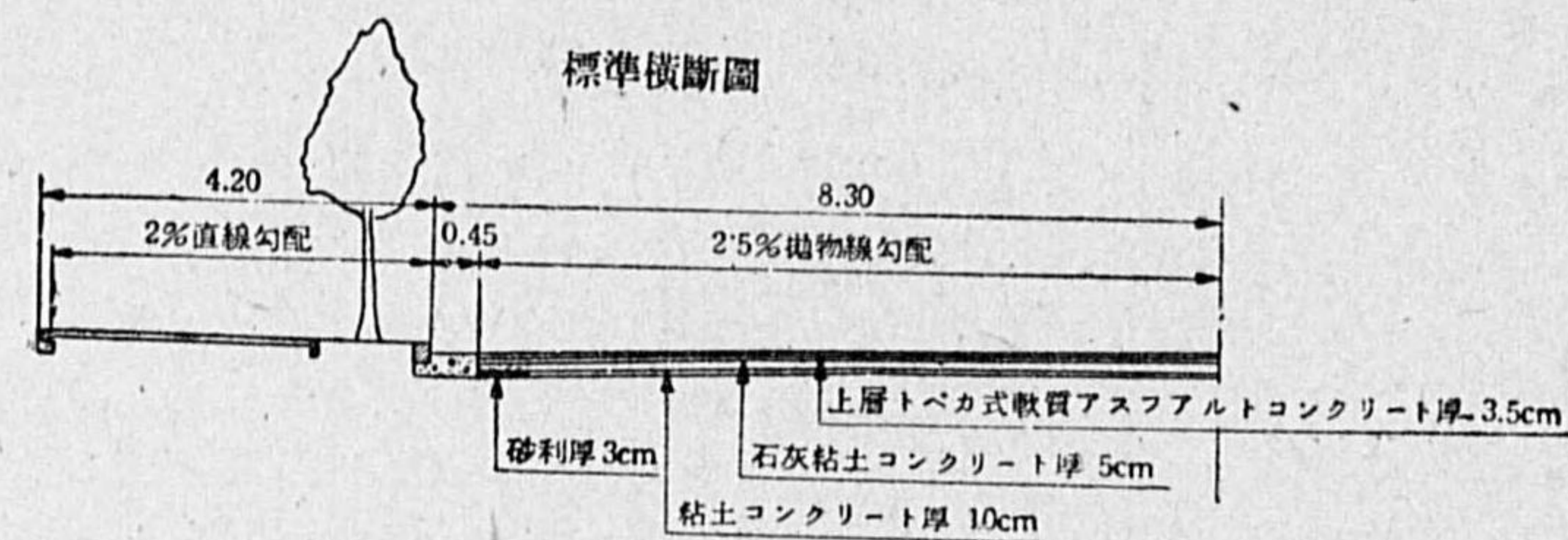
昭和 13 年 10 月 25, 26, 27 日一日平均の交通量は乗用自動車 654 臺, 乗合自動車 155 臺, トラック 354 臺である。

(a) 概要

路線名. 指定府縣道第 14 號 (都市計畫幹線放射第 3 號線)。

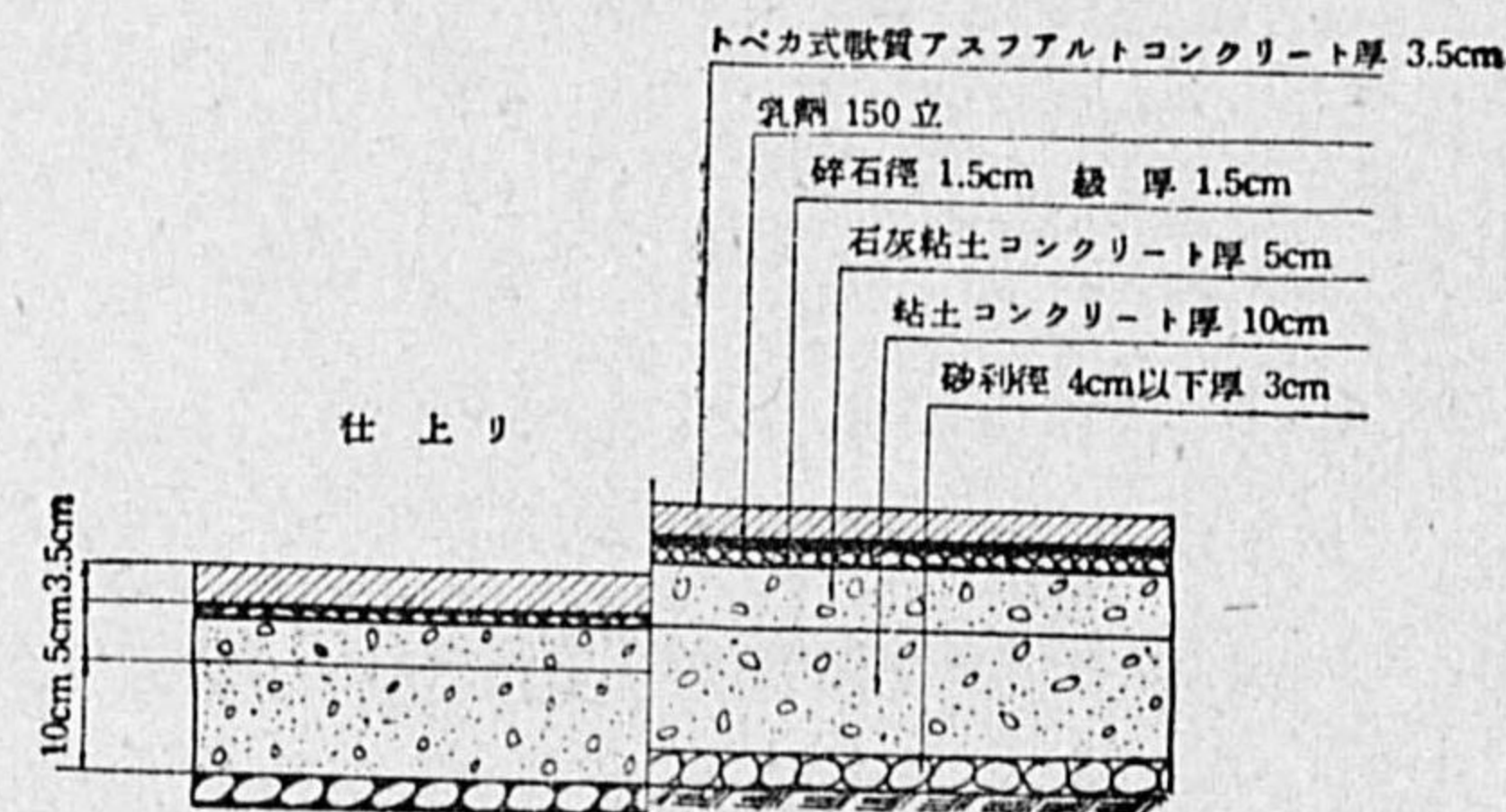
施工區間. 目黒區本郷町地内。

延長及び幅員. 延長 479.93 m, 幅員 25 m (歩道 4.2 m, 車道 16.6 m, 内本舗装部分の幅 15.7 m) 第 84 圖。



第 84 圖

施工順序



第 85 圖

縦斷勾配. 最急 4%, 最緩 1%。

横斷勾配. 車道 2.5% 拋物線。

施工年月. 昭和 15 年 9 月。

(b) 舗装の種類

基礎. 下層粘土コンクリート厚 10 cm (配合砂利 0.7 m<sup>3</sup>, 砂 0.3 m<sup>3</sup>, 粘土 0.2 m<sup>3</sup>), 上層粘土コンクリート厚 5 cm (配合砂利 0.7 m<sup>3</sup>, 砂 0.3 m<sup>3</sup>, 粘土 0.2 m<sup>3</sup>, 石灰 3 袋)。

表層. トベカ式軟質アスファルト コンクリート厚 3.5 cm。

施工順序. 第 85 圖。

(c) 材料及び施工用機械器具。

材料. 粘土 - 世田谷區等々力町産粘土。

洗砂利 - 多摩川産徑 4 cm 乃至 0.3 cm。

洗砂 - 多摩川産。

碎石 - 多摩川産玉石碎石徑 15 mm 敷。

機械器具. 10t マカダム ローラー 1 臺, 8t タンデム ローラー 1 臺, 13 切練コーリング ペーパー 1 臺, 粘土ペースト製造用樽, シヨベル, 鋤廉, 横斷定規, 木蛸。

(d) 施工の概要

路盤. 本施工箇所地質は山手ロームにして主として切取り部分である。

輾壓には 10t マカダム ローラーを用ひ、輪轍の附かざる程度になし、念の爲め四箇所につき地耐力試験を行ひたるに、地耐力係數 6.63 ~ 3.67 を得た。

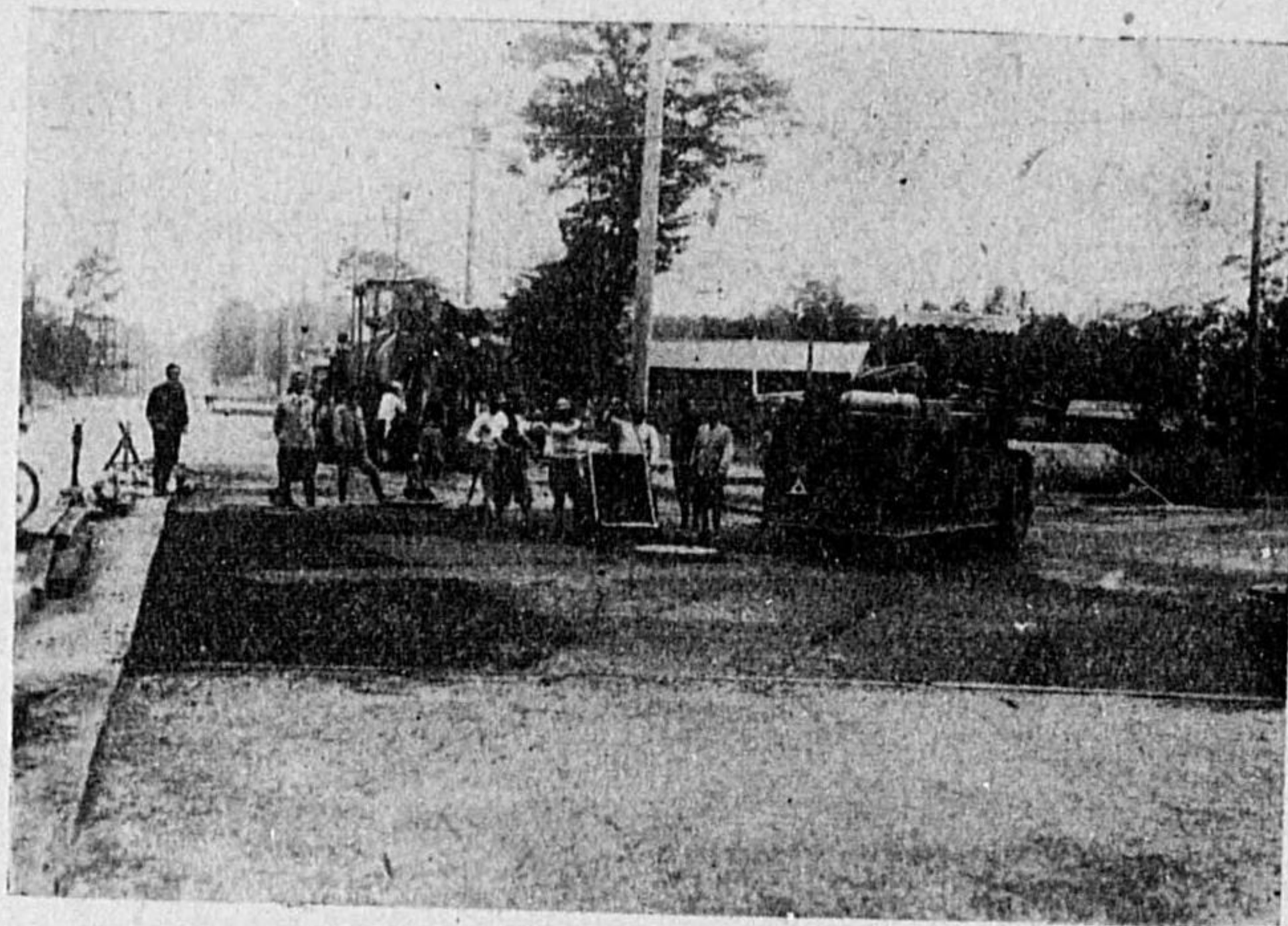
次に路盤に 4 cm 以下の切込砂利を 3.0 cm 厚に撒布し 10t マカダム ローラーを以つて十分輾壓し、路盤の改良を圖り地耐力の増加を圖つた。

粘土粉末. 既設道路の片側に粘土を擴げ數回之れを切り返し十分乾燥せしめたる後 10t マカダム ローラーにて碎き、之れを 3 mm 乃至 9 mm 篩にかけ其の通過物を採收し倉庫内に貯藏し置き使用せり。

下層粘土コンクリート配合は砂利 0.7 m<sup>3</sup>, 砂 0.3 m<sup>3</sup>, 粘土粉末 0.2 m<sup>3</sup> の配合とし、水量は粘土コンクリートを固く握つて掌に僅かの水分のつく程度に



し且つ握固め可能の程度とし、大體骨材の含有水分を除き、水-粘土比 60 乃至 70% となる。



第 86 圖 粘土コンクリート(三和土)施工状況  
(前面は前日仕上完了箇所)

混合時間は材料投入後 1.5 乃至 2.0 分にて、混合物の壓縮を見込みて路盤上に均一に敷均し、輾壓可能の程度に落付くに至つて(敷均し粘土コンクリートの表面にある砂利に附着せる粘土が乾燥する程度)初の軽いローラーにて輾壓し(本例には 8t タンデム ローラーを用ひる)8 回乃至 10 回續け、次に 10t マカダム ローラーを用ひ 3 回乃至 4 回輾壓す。輾壓は 9 月の季節では午前中施工の分は午後に、午後に施工せる分は翌日に行ふ事が適當であつた。夏季と云へ共 3 時間位の経過を待つ必要がある。

上層粘土コンクリート上層は前日施工せる下層粘土コンクリート上に施工し、其の配合は砂利  $0.7\text{m}^3$ 、砂  $0.3\text{m}^3$ 、粘土  $0.2\text{m}^3$  に對し石灰 3 袋の割合とし、水量は下層の水量の割合と更に石灰の 45.0% を加へ、水-粘土比 100 乃至 120% とし、上下層の密着を圖るため下層粘土コンクリートの表面に撒水し、其の上に輾壓減を見込んで均一に敷き均し、8t タンデム ローラーに

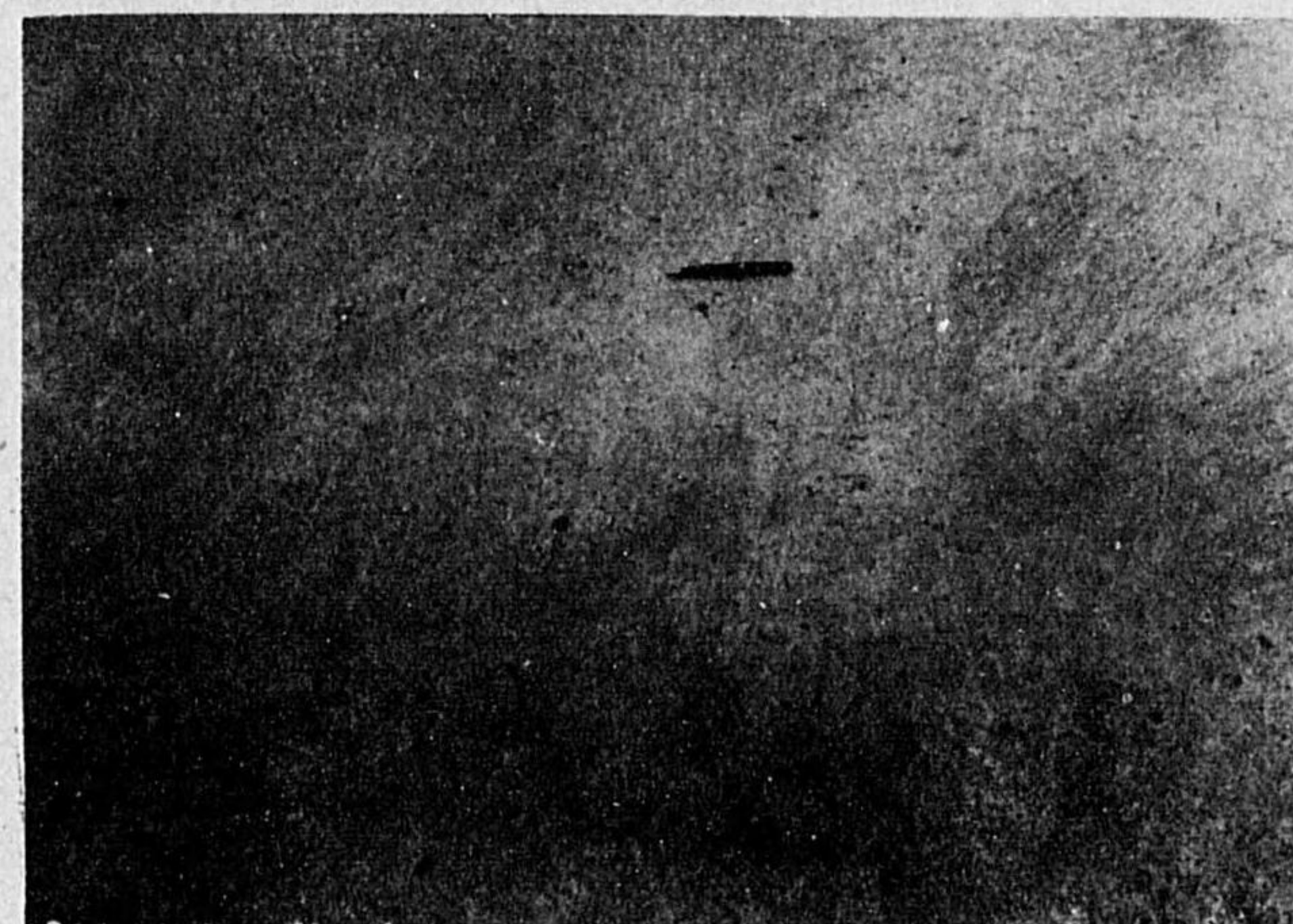
て 14 回乃至 15 回輾壓し、次に 10t マカダム ローラーを用ひ 6 回乃至 8 回輾壓せり。

上層施工 10 日經過後の地耐力係数は 16.5 ~ 27.6 を得た。此の結果を見るに甚しく不同なるも、之れは乾燥状態の差異に依るものにして上層施工可能の状態には地耐力係数 25.0 ~ 30.0 を得た。

構造目地。下層の構造目地は一日の施工面積を午前と午後之二區劃に分ち一日分の終點に幅 15cm、高 10cm の型木を堅固に据付け、上層には幅 15cm 高さ 5cm の型木を用ひ、上下層の目地は一箇所に集めず 1m 以上喰違ひとせり。

前日に施工せる目地部分は翌日の輾壓に際し盛上る傾向を生ずるもの故、車道の直角方向に數回輾壓し仕上げるを要す。

輾壓の注意。初めの輾壓は上下層共に街渠側より中央に向つて始め、仕上



第 87 圖 粘土コンクリート(三和土)基礎上の  
アスファルトコンクリート舗装表面の現況

げ輾壓は中央より街渠に向つて行ひ、能ふ限り直線的運轉をなし、支道部分に於ても大きい方向の變換は絶対に行はざることが肝要である。

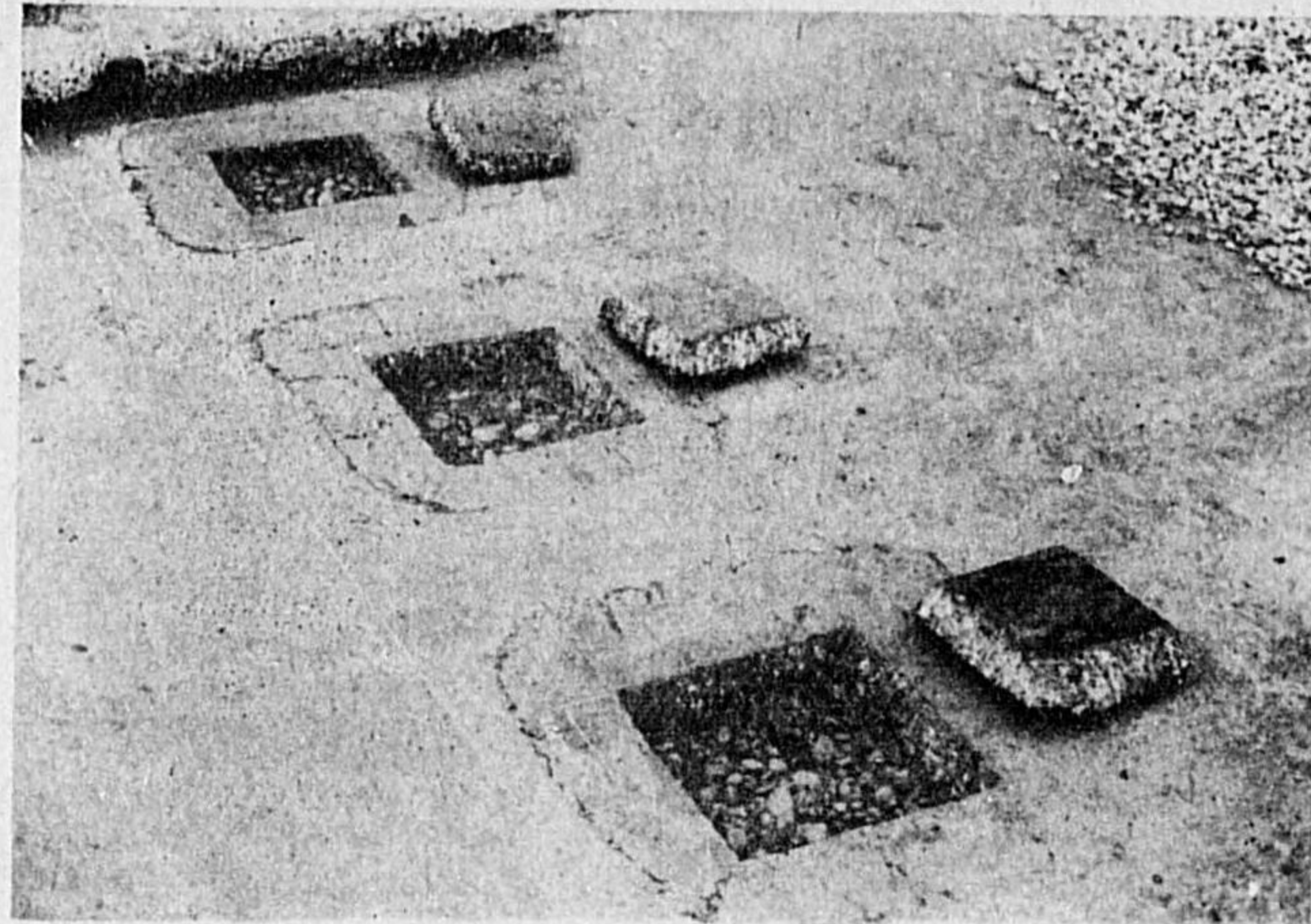
碎石撒布。上層施工の翌日表面状態最良の場合に 15mm 級碎石を撒布し



少量の撒水をなし、輾壓は碎石の約 3 分の 2 程度喰込む程度とせり。輾壓には 10t マカダム ローラーを用ひ 8 回乃至 10 回續け、仕上に 8t タンデムローラーを用ひ 4 回乃至 6 回續けた。

乳劑撒布。上記の地耐力試験をなした状態に於ける粘土コンクリート基礎含有水分は 4.0 乃至 7.0% なるも、雨季に於ける路盤の含有水分増加の場合、基礎を通して毛細管現象による水分の上昇を防止するために乳劑を撒布す。

碎石撒布後適當なる状態に乾燥した頃を見計つて 1.0 l/m<sup>2</sup> の割合に撒水



第 88 圖 粘土コンクリート(三和土)基礎の含水量の變化状態監視孔

す。尙過度に乾燥せる場合は少量の撒水をなす。輾壓は 8t タンデムローラーを用ひ 4 回乃至 5 回行ふ。

表装。表装は 3.5 cm 厚の軟質トベカ式アスファルトコンクリートを施工せり。

成績。施工後の成績は未だ分明ならざるも降雨後の表面の乾燥時間は全面大體に均一にして、現在何等異状を認めず(寫眞第 87 圖)。

尙支道沿の交通に支障なき箇所 3 箇所を選定して、冬季及び雨季の基礎の變化状態を看視し、上装に對する影響も併せて調査中である(寫眞第 88 圖)。

第 44 表 100 m<sup>2</sup> 當り材料及び勞力内譯

工種内譯	材料勞力	形状寸法	數量	單位	摘 要
路床用切込砂利	切込砂利	徑4cm以下	3.0	m <sup>3</sup>	路床用 厚 3 cm
粘土コンクリート	砂 利 砂 粘 土	徑40mm~ 3mm	10.0	"	基礎用 厚 10 cm
			7.0	"	
			3.0	"	
			2.0	"	
石灰粘土コンクリート	砂 利 砂 粘 土 石 灰	徑40mm~ 3mm	5.0	"	基礎用 厚 5 cm
			3.5	"	
			1.5	"	
			1.0	"	
			1.5	袋	
基礎表面處理	碎 石 乳 劑		1.5	m <sup>3</sup>	
			150.0	立	
材料及び勞力	運轉助手		1.3	人	混合機及び輾壓機用 粘土粉末製作 6 人, コンクリート 1.3 人, 碎石乳劑撒布手傳 2 人, 輾壓手傳 2 人
	乳劑工		1.0	"	
	人 夫		27.0	"	
	揮發油		27.0	立	
	モビール油		3.0	"	
	洗 油		3.0	"	
	晒ボロ		4.0	kg	

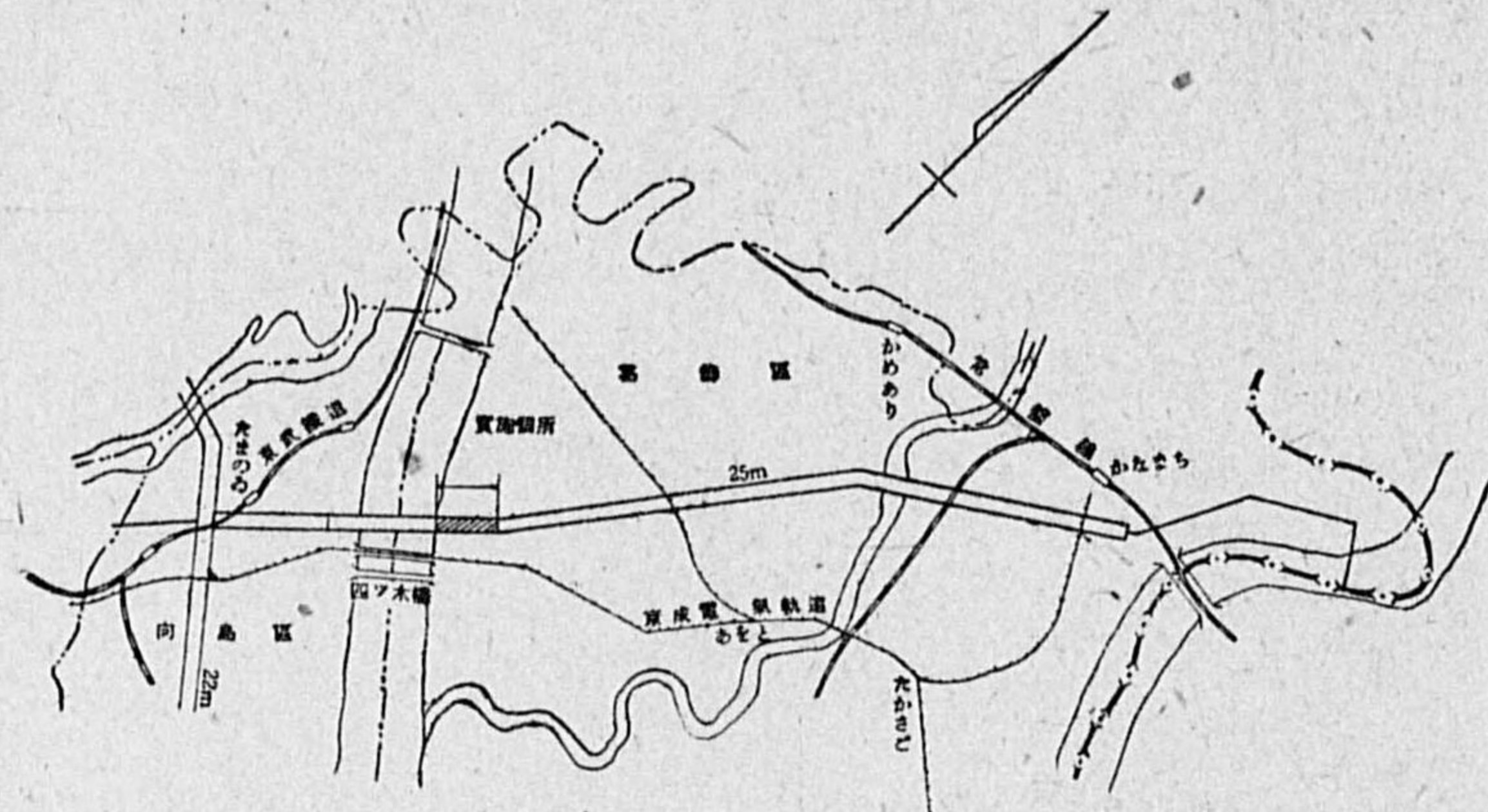
(e) 工費。100 m<sup>2</sup> 當りの材料及び勞力は第 44 表の如くなり、1 m<sup>2</sup> 當りの工費は 3.70 圓を要し、其の内譯は基礎 2.15 圓、表層 1.55 圓である。

(3) 水締碎石基礎 本路線は東京市より宮城縣廳所在地に達する國道第 6 號線にして、東武鐵道玉の井驛附近にて幹線環狀線第 5 號に交叉し、省線常盤線金町驛前に至る延長 7.2 km、幅員 25 m の都市計畫事業路線にして、今回施工部分より金町寄の區間は、内務省の直轄を以て竣功し、之と環狀線寄の竣功部分を加ふれば 5.8 km にして、殘餘の部分は四ツ木橋架橋工事と共に目下施工中である(第 89 圖)。

昭和 13 年 10 月 25, 26, 27 日に於ける交通調査の 1 日平均は、乗用車 776 臺、乗合自動車 564 臺、トラック 1553 臺である。



本個所計畫は厚 20 cm の二層式舗装の處、セメント節約工法として碎石基礎を採用せるも、從來用ひたる石灰岩碎石は輸送の関係上購入不可能となり而も高價なる爲、千葉縣金谷産硬砂岩は原價も低廉にして、且つ船を利用しての



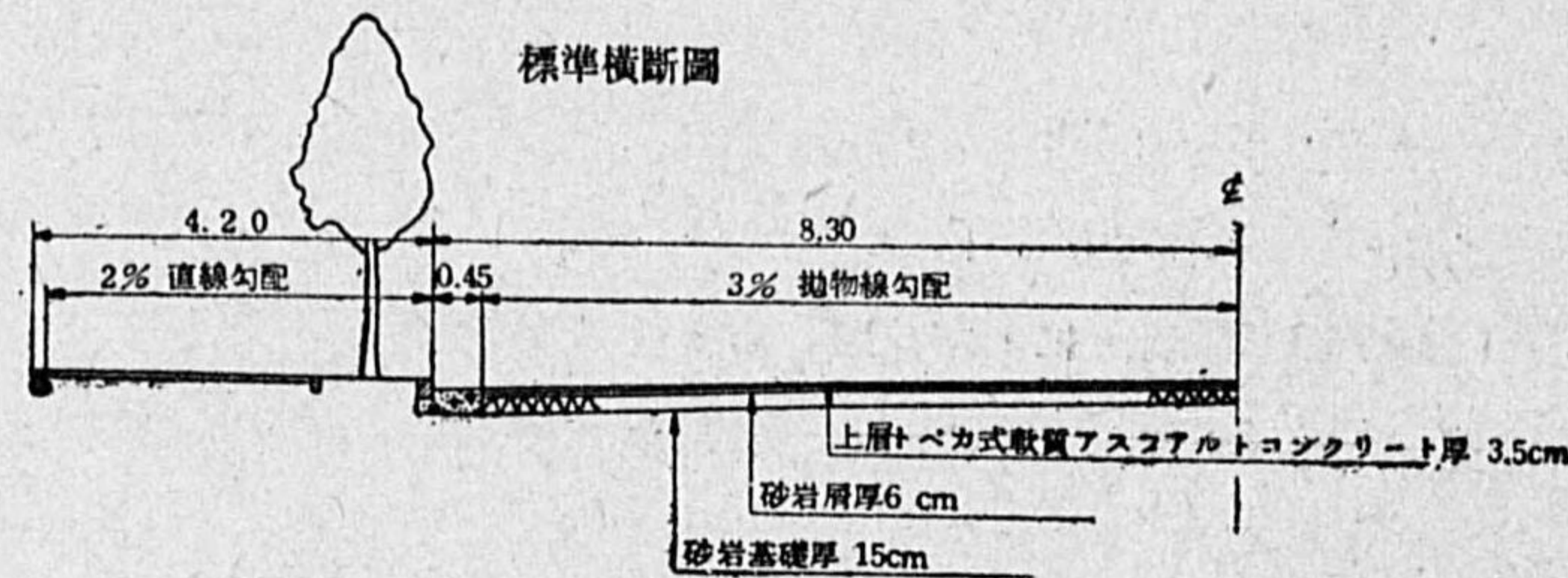
第 89 圖

輸送故比較的安價に入手出来、且つ他にアスファルト乳劑舗装の基礎として用ひたる際の成績に徴して、軟質トベカ式アスファルト・コンクリート舗装の基礎として採用した。

(a) 概要.

路線名. 國道第 6 號 (都市計畫幹線放射道路第 13 號線).

施工區間. 葛飾區自本田澁江町至四ツ木町間.



第 90 圖

延長及び幅員. 延長 397.25 m, 幅員 (歩道 4.2 m, 車道 16.6 m, 内本舗装部分の幅員 15.7 m).

縦斷勾配. 最急 3.3%, 最緩 0.2%.

横斷勾配. 車道 3% 拋物線.

施工年月. 昭和 15 年 7 月.

(b) 舗装の種類.

基礎. 下層-砂岩徑 15 cm 碎石を用ひ厚 15 cm, 上層-砂岩徑 6 cm 碎石を用ひ厚 6 cm.

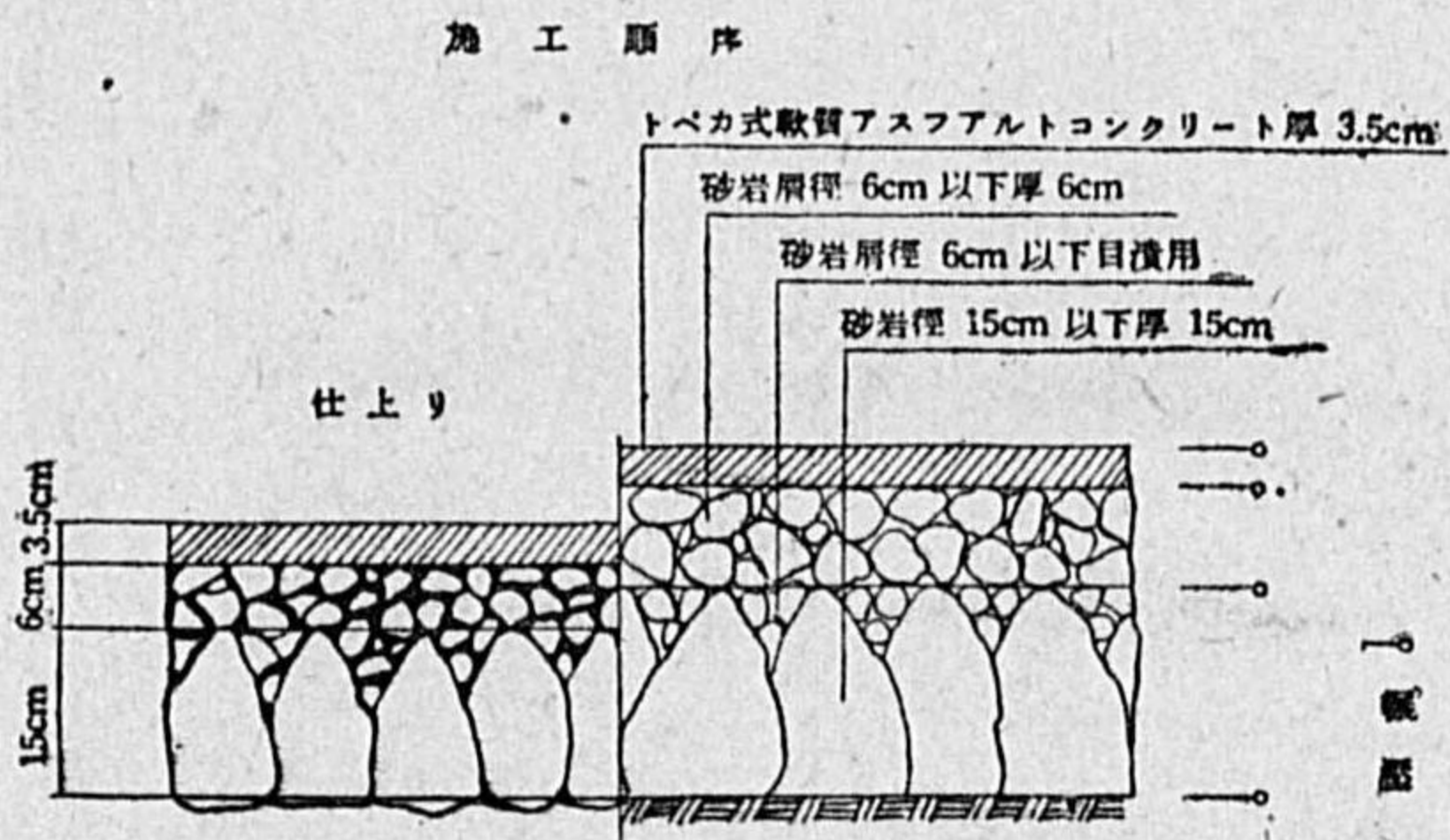
表層. トベカ式軟質アスファルト・コンクリート厚 3.5 cm

施工順序. 第 91 圖.

(c) 材料及び施工用機械器具.

材料. 軟岩-千葉縣金谷産硬砂岩.

機械器具. 8t マカダム・ローラー, 8t タンデム・ローラー, 大ハンマー, 手割ハンマー,



第 91 圖

車道横斷定規.

(d) 施工概要.

路盤. 横斷定規を用ひ計畫高より少々高目に切均し 8t マカダム・ローラーにて輾壓し, 規定形状に輾壓仕上げをな

せり.

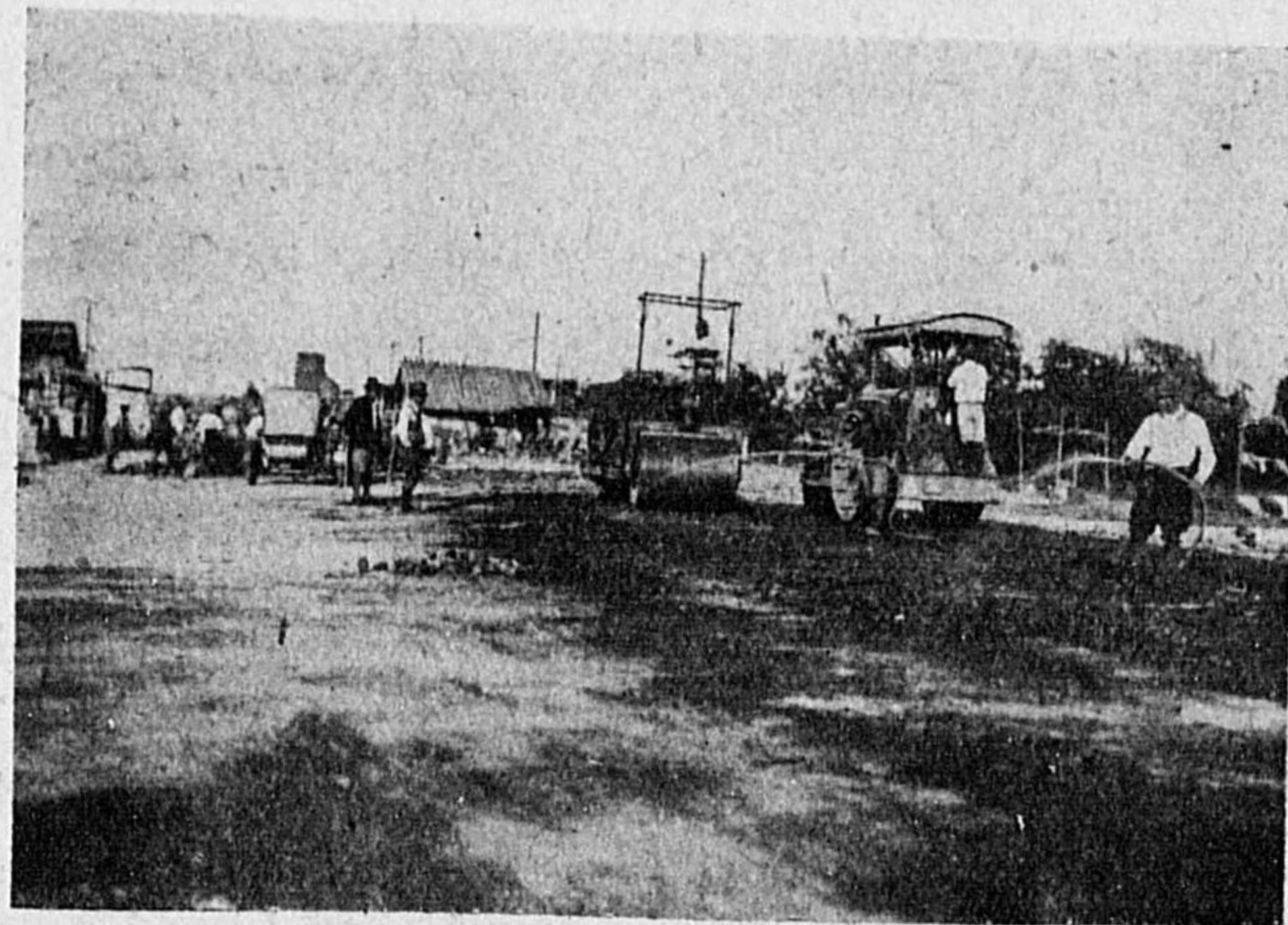
基礎. 下層用徑 15 cm 碎石を丁寧に張立て(寫眞第 92 圖). 8t マカダム・ローラーにて 1 回輾壓をなし, 目潰として砂岩屑徑 6 cm 以下を碎石の 30% 撒布し 1 回輾壓せり.

次に上層用粘土混り砂岩屑徑 6 cm 以下を厚 9 cm 通り敷均し, 8t マカダ



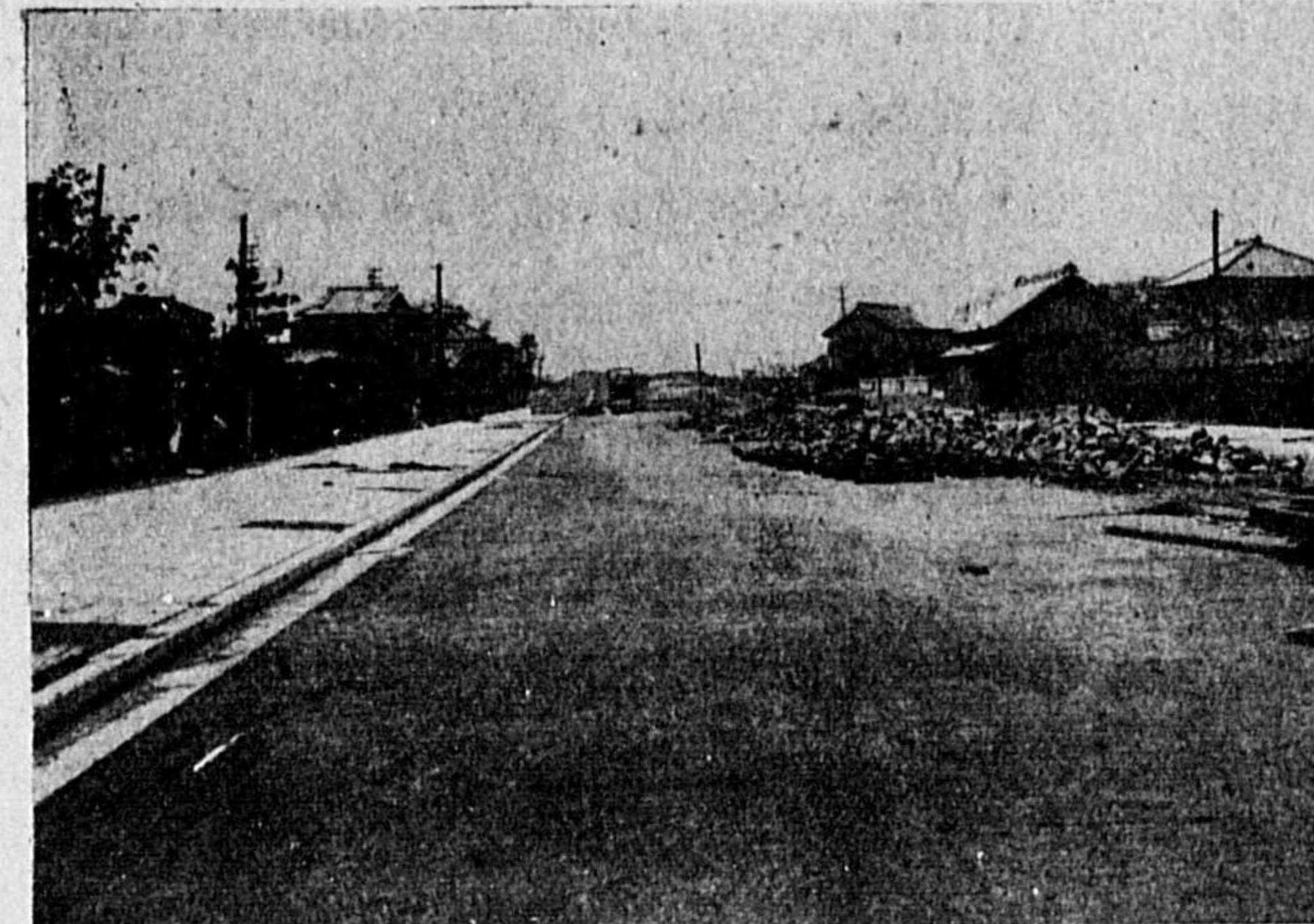


第 92 圖 硬砂岩碎石張立



第 93 圖 目潰を施し水締輾壓状況  
(左側輾壓仕上面を示す)

ム・ローラーにて1回輾壓し不陸を直し、次に撒水(寫真寫 93 圖)をなしつゝ、  
8t マカダム・ローラーにて 10 回程度輾壓をなしたる後、8t タンデム・ロ  
ラーにて輾壓し厚 21cm に仕上げた。



第 94 圖 碎石基礎上のアスファルト・コンクリート  
舗装表面の現況

撒水量は實施の結果 100 平米に付 2500 ~ 3000 l を適量とする。

施工完了後 3ヶ所に付地耐力係數の檢定をなし平均 30 を得、表面の状態並  
に碎石の嚙合の状態は良好であつた。

基礎完了後數日間乾燥したる後トベカ式軟質アスファルト・コンクリート鋪  
装を施工し、其の表面状態は良好である(寫真第 94 圖)。

(e) 材料及び勞力。

第 45 表 100 m<sup>2</sup> 當り材料及び勞力

材料, 勞力	形狀, 寸法	數 量	單位	摘 要
砂岩碎石	徑 15cm	15.0	m <sup>3</sup>	下層厚 15cm
岩 屑	徑 6cm以下	10.5	m <sup>3</sup>	目潰用碎石量の 30%, 上層 厚 6cm
揮 發 油		18.0	立	
モビル油		1.0	〃	
洗 油		1.0	〃	
晒 ボ ロ		1.0	疋	
運 輾 助 手		1.0	人	碎石張立 2.5 人, 岩屑目潰及び 上層敷均し 4 人, 撒水 2 人, 不 陸直し 2 人.
人 夫		10.5	〃	



工費は  $1\text{m}^2$  當り 3.38 圓、内基礎 1.80 圓、表装 1.58 圓にして、 $100\text{m}^2$  當り材料及び勞力は第 45 表の如くである。

**註記.** 水締輾壓をなす爲、路盤は所定の高さより 3~4cm 高くなす。  
撒水の不均一を避け可成全面均一に行渡らしめ、且つ路盤の損傷を成さざる様特に注意を要す。

**後記.** 本稿は昭和 16 年 3 月の記草にして、現在 (昭和 17 年 11 月) の貧配合コンクリート舗装は、本稿を基として一段と進歩した二種の施工を完了してゐるが、結局セメントの品不足と品質低下を克服するは、吾人現場技術者が熱情を持つて、施工に最善を盡すに存するのである。

## 第十章

### 東京市に於ける路盤強度、交通量及び舗装厚との適當なる調和に基く路面工費並に維持費の節約工法

先般來施工せられつゝあつた試験舗装の實績を参照し、更に最近の情勢等をも考慮の上道路の各條件に適應する最も經濟的なる舗装工法數種を選び、之等の實施に依り各道路條件とその舗装費 (維持費をも含む) との關係を合理化せんとするものである。

#### 1. 推 奨 工 法

向島區並に赤坂區内に於て昭和 12 年 7 月以降 (赤坂區内は昭和 14 年 8 月) 右目標の下に高級、中級、簡易舗装を夫々區別して約 23 種類を實施したるものゝ中より比較的好成績を収めたる工法に付き、其の概要を報告することとする。

**A. 高級舗装及び準高級舗装** 現在本市に於て行はれて居る瀝青質高級舗装は、厚 15cm 級のホワイトベースの上にハード・アスファルトを使用せる細骨材式 (トベカ) 厚 50mm の舗装である。然るに交通車輛によりて舗装面が磨損される量は極めて僅少と稱されるを以て、京濱國道並に環狀線の如き超幹線に對しては、前工種の厚 50mm は妥當と考へらるゝも、其の他幹線並に準幹線に對しては、此の厚さを低減する餘地が未だ殘存せるものと認め、此處に再検討を要するものである。

現行トベカ式舗装體を其の儘の組成で厚さを 2~3cm 級に低減した場合は舗装體の性質が脆いため、車輛の衝撃等に依り故障を生ずる虞は多分にあるから、舗装體には充分の靱性を具有せしむると共に夏季の安定度の點より、アスファルト量も可及的節減を計るべきである。特に近來の如きセメントの供給著しく圓滑を缺き、從來の如くホワイト・ベースを自由に採用することは可成



困難となりつゝある今日の場合に於ては、舊來のトペカ式鋪装を必要とする幹線道路にも、ホワイト・ベースの代用工法として(附圖参照)割栗基礎又は水締マカダム基礎を採用する他はない故、この場合は路盤の弾力性に順應せしむるため鋪装體の性質に關し特に右條件が要求されるものである。

以上の考の下に試験鋪装の成績を檢討中の處、附圖並に附表に示す軟質鋪装(主として粗骨材式)が準高級鋪装として有望なる工種と思はれる。

**B. 中級鋪装** 中交通程度の路線に適合する鋪装工種が從來極めて少く、該路線の眞の要求に對して實施せられて居る現狀に鑑み、之等の點を明確ならしむる爲數種類實施を試みたるに、其の内附圖に示す實例は前項同様好成績を収め、中級鋪装として適當なるものと思はれる。

**C. 簡易鋪装** 乳劑簡易鋪装中陽當り悪き路線並に浸水し易き路線は、破損比率高く鋪装後好成績を収め難き實績に徴し、其の對應策として熱式の簡易瀝青鋪装を試験的に實施中の處、附圖に示す實例は乳劑鋪装に比較し維持費も少なく格段の好成績を収めたるに依り、紋上の如き地域に適用して有望なる工種と信ずる。

2. 施工並に成績概要

**A. 路盤補強としては(附圖参照)** (イ)路盤構成材料の組成の改良(ロ)碎石による被覆工法(水締マカダム工)(ハ)割栗張立基礎工(ニ)セメント、瀝青乳劑又はコールタールによるソイルコンクリート並に同モルタル(ホ)コールタール・プライマーの如くであるが、其の内(ロ)(ハ)は既工法が大體確立してをり、(ニ)は目下検討中に付今回は之等を省略し、(イ)(ホ)に就き記述することとする。

(イ) 從來路盤材料は兎角無雜作に取扱はれ、殆ど等閑にされ勝ちであつたが、簡易又は中級鋪装を施す場合は明かに立派な基礎としての働きをせしむることになる故、高級鋪装に於けるセメント・コンクリート基礎と同様或はそれ以上慎重に築造さるべきであつて、この點は數年間の實績に徴しても極めて明

かである。依つて今回の試験鋪装に於ては、從來より行はれつゝあつた既鋪装の成績と路盤との關係を調査の結果、並に他の文獻を参照して次の如き組成が適當なるものと認め、之を目安として施工したものである。

組成

1. 水締マカダム基礎を施す場合

砂 利 (2.4 cm ~ 3.0 cm 級).....60 ~ 70 %

土 砂 { 砂質土 60 ~ 70 % .....30 ~ 40 %  
          粘質土 30 ~ 40 %

2. 割栗基礎並にコンクリート基礎を施す場合

土 砂 { 砂質土 60 ~ 70 %  
          粘質土 30 ~ 40 %

路盤強度

但し東京市路盤標準測定法による沈下量

1. 水締マカダム基礎を施す場合.....3 mm ~ 5 mm

2. 割栗基礎並に混凝土基礎を施す場合.....8 mm ~ 10 mm

(ホ) コールタール・プライマー 路盤表層並に碎石被覆面の目潰材にコールタールを塗布したる場合は(附圖参照)各粒子間の分離せんとする作用を防止し、従つて結合力を高め約 1 ~ 2 cm の滲透層を構成し、該層を著しく稠密性とし、防水の役目を果す外鋪装體を安定せしめ、車輛の壓縮、衝擊に對して路盤層の抵抗を高むる等、此の工法の効果は極めて顯著なものと認めらる。

因に此のプライマーの目的で同一工法を以て乳劑を使用したる場合、乳劑中の水分が蒸發したる後は、瀝青が一種の被膜を構成するのみで殆ど滲透しない故乳劑を使用する場合には、特殊の乳劑を使用するか 13 mm 級の碎石屑を使用し表面處理程度に施工するか又は適當な路面混合法に依るべきである。

**B. コンクリート基礎厚** 從來コンクリート基礎厚は新設道路には 15 cm、地下埋設物掘鑿跡には約 5 割増の 24 cm 程度に施工されて來たのであるが、今回の試験は後者に屬する路線、幅員 22 m の幹線(向島區寺島 6 丁目



放射線第13號)に就て、絛上の如き路盤の組成並に強度を目安として路盤拵を施し、コンクリートは舊工法厚の50~62%に低減して、12~15cmに打ち、尙水量、締固等を入念適正に施工したるものであるが、其の成果は施工後1年6月を経過したるも別に支障を認めず、良き路面状態を保持してゐる。

セメント・コンクリートの実績の判明するのは通常3~4年とも稱される故、右16cm厚基礎は將來尙その実績の観測を續け結論を得たいと思ふ。

併し暫定的に路線の輕重に應じ次の如くするを妥當と考へられる。

1. 超幹線(京濱國道及び環狀線).....20cm
2. 幹線.....18cm
3. 準幹線並に細道路網路線級.....15cm
4. 地下埋設物掘鑿跡輾壓可能の大區域.....前項に準ず
5. 輾壓不能の小區域.....前項の約3割増

尙配合に就ても從來の「1:3:6」の如き劃一的なものにせず適正なる水量、バイブレーターの使用、又は其の他の方法等に依り締固効果の増加に依り、以て絛上よりも更に貧配合にて施工し得る餘地あるものと思はる。

**C. コンクリート基礎面の處理** 厚3cm以下の薄い鋪裝にありては車輛の衝擊、壓縮並に氣象の爲め往々にして鋪裝體が剝脱又は移動し、波狀を發生する傾向があるから此の如き薄層を鋪裝せんとする場合は、ホワイトベース面は附圖に示す如くセメントのセツト前に線狀型を刻み込み、尙レイトランスを完全に除去し置き、乳劑又はコータールを薄く塗布したる後鋪設せば、鋪裝と基礎面をよく密着せしめ絛上の支障を大體防止し得。成績良好である。

#### D. 鋪裝成績概要(附表並に附圖参照)

##### (1) 高級鋪裝に就て

##### (a) コンクリート基礎面に直接鋪裝したる薄層軟質モルタルの成績

軟質アスファルトを使用し、鋪裝厚1.5~2.0cmのものゝ成績であるが、其の内11%(ね)~12%(む)は從來のシート・アスファルト(a)と、アスファルト量に相當するものである。從來(a)は硬質アスファルトの場合はこ

の量にて別に支障ないのであるが、本工法の如き軟質アスファルトを使用した場合は、アスファルト分が多過ぎ高氣温に際して相當軟化し、波狀並に小瘤を發生する傾向を示し、就中乗合自動車の發駐區域に於てこの傾向が顯著である。これは主として鋪裝體の安定度低きためと推定される。

次にアスファルト量9%(そ)~9.5%(つ)の成績であるが、之等はアスファルトのリツチなる前者に比較して鋪裝面の軟化比率が相當低く成績稍々良好である。併し乍ら此の種の薄層モルタルは何れも其の耐久性に未だ不明の點もあり、直ちに重交通路線に採用することに對しては考慮の餘地がある。

#### (b) コンクリートを基礎とする軟質瀝青コンクリート

##### (イ) 粗骨材式

別表はアスファルト7%~10%、厚15~40mm、針入度の影響を示した成績である。

成績としては右(り)を除く三者何れも鋪裝面が好状態を保持し、就中(ち)並に(り)は成績良好である。

仍て以上4種類の内アスファルトの硬さ、量並に粒徑に關聯して、交通車輛に依り磨損される比率及びシール・コートとして適正なるアスファルト量等、之等を綜合取捨して附表と幾分相異なるも附圖に示すものが最も優秀なるものと思惟する。

##### (ロ) 細骨材式(軟質トベカ)

從來のトベカの組成を以てしては、厚を其の儘低減することは妥當でない理由は前述の如くであるが、要は安定度を餘り損はず靱性を高める考の下に、附圖並に附表に示す軟質トベカの實施を試みたるものであるが、其の性質としては舊トベカ式の安定度約1,800kgに對して、1,480kgの80%に低減し、衝擊抵抗は前者の25に對し28の高率を示した。依て新規軟質トベカ式は前記の性状に鑑み、多少波狀を生起する傾向あるも、厚を3cmに低減するに依て幾分安定度の低さを補ひ得て、施工以來2ヶ月を経過したるも、良好なる



路面状態を保持したる実績に徴し、本工法は重交通路線に適應し得る可能性がある。

因に此の軟質トベカは紋上ホワイト・ベースの上に鋪装して效果的なるも、次項割栗基礎並に水締マカダム基礎上に對しては目下實施中に付、其の成績が判然するを俟つて更に報告をなす豫定である。

(c) 割栗並に水締マカダムを基礎とする軟質瀝青コンクリート並に乳劑鋪装軟質瀝青コンクリート中附圖に示す組成は、實施の結果路盤並に基礎の弾力性に順應し成績極めて良好である。附圖-3の乳劑鋪装も好成绩を収めたるも、陽當り悪き路線、浸水し易き路線には可及的避けるを妥當と考へられる。尙附圖に示す路盤並に基礎工法は、略々妥當と思惟するも之等の一層完璧を期せんが爲、水締マカダム層の厚並に割栗基礎と水締マカダム中間厚の組成並に厚に就き、更に検討を加へ工法の確立を期するを要する。

## (2) 中級鋪装に就て

### (a) 路盤處理有無の成績

附表中 (い), (ろ), (に) の如く未處理路盤に鋪装したる場合は混合材の組成に鑑み、輾壓中骨材が路盤に喰込み、又路盤土が鋪装體に浮出せる傾向がある。コールタール・プライマーを施したる場合は、右の如き支障なく鋪装の維持上極めて有利である。尙又水締マカダム層の上にコールタール・プライマーを施せる場合は一層效果的である。

### (b) 鋪装骨材組成の影響

#### (イ) 碎石のみの場合 (砂, 石粉抜き)

この場合はアスファルトとの均等混合が相當困難なる他施工の際敷均し、其の他に相當の熟練を要する、尙施工後の成績も骨材粒子が交通車輛に依り移動する爲龜裂を生じ易く、防水性少なき爲冬期等に於て往々全面的に崩壊を來す危険性がある故、一般的な工法としては適當でない。

#### (ロ) 碎石, 砂混合の場合

前記碎石のみの場合の缺點を補ひ一般的工法として適當と思はれる。

#### (ハ) 碎石, 砂, 石粉混合の場合

碎石量を多少多くしこれに適應するアスファルト量を使用すれば、軟質アスファルトでも安定度相當高く、且つ靱性に富む理想的な鋪装混合物が得られ、セメント・コンクリート基礎なしの幹線鋪装に使用され得るものと信ずる。

#### (c) シールコートなき場合

附表(ほ)の如くシールコートを施さざる鋪装にありては、雨水の滲透、馬糞、塵泥其の他の有幾物が介入し鋪装の耐久性を著しく減殺することは明かであるが故にシールコートは粗骨式コンクリートに於ては絶対に必要である。

#### (d) シールコート工種別成績

シールコートの成績順位次の如し。

1. 瀝青モルタル處理
2. アスファルト溶液處理
3. 瀝青乳劑處理
4. 碎石層處理

實施の結果右成績の通りであるが、瀝青モルタルは最も好成绩を収め次に軟質アスファルト (針入度 130 ~ 150) の加熱溶解したるものを塗布し、砂を撒布する工法が前者に次ぎ成績優良である。併し市街地に於て火氣を取扱ふことは、保安上の見地から不適當であるので此の工法を採用することは地理的の考慮を拂ふ必要がある。乳劑並に碎石層を個別に撒布したる工法は、作業簡易で相當効果を収むるも主骨材の熱式なる場合は、該材のボンドの點に於て其の優秀性を減退せしめるから、シールコートは之に順應する様ボンドの大なる熱式を採用するを妥當と思惟する。

次に(へ)の如く瀝青分を使用せず、碎石屑のみを以て處理したる場合は、主骨材によく突入又は嚙合するものゝ外は、タイヤ並に風雨のため剝離する量多く成績不良である。

#### (3) 簡易鋪装に就て

従來の瀝青乳劑簡易鋪装は陽當り悪き路線、浸水し易き路線、自然輾壓の少き個所等に實施したる場合は、好成绩を収めざる実績に鑑み、これを改善す可



第 45 表 新 鋪 裝 工 費 比

鋪裝等級	工 種	鋪裝厚 基礎 種 別
簡 易	S. A. M.	15 mm (圖-1)
	粗骨材式 A. C. (わ)	" ( " )
中 級	粗骨材式 A. C. (か)	30 一層式水締マカダム (圖-2)
	細骨材式 A. C. (れ) (軟質トベカ)	" "
	滲透二層式	" "
準 高 級	粗骨材式 A. C. (ち・り)	" 二層式水締マカダム (圖-4)
	細骨材式 A. C. (れ) (軟質トベカ)	" "
	滲透二層式	" "
	粗骨材式 A. C. (ち・り)	" 割栗並一層式水締マカダム(圖-5)
	細骨材式 A. C. (れ) (軟質トベカ)	" "
	滲透二層式	" "
	粗骨材式 A. C. (ち・り)	" 厚 15 cm 混凝土(1:3:6) (圖-6)
細骨材式 A. C. (れ) (軟質トベカ)	" "	
舊トベカ式		50 "
	(假 定 厚)	30 "

(註) 表中路盤工單價は新設道路に適用するものとす  
在來道路の場合は衣土層砂利分含有量に依り單價に  
コールタール・フライマー又は乳劑碎石屑處理工費

き工法として、熱式の軟質瀝青コンクリート並に瀝青モルタルを試みたのであるが、(附表参照)、其の内瀝青コンクリートとしてはアスファルト 8 (わ) ~ 10% (た) 厚 15 ~ 20 cm より成る粗骨材、或は何れも路盤の性質に順應し路面状態良好である。併しアスファルト量の節約並に實績より考へ、前記の内アスファルト 8% (わ) を採用するが宜しく、尙シールコートとしては碎石

較 表

昭和 15 年 3 月  
向島區役所土木課

工 費 100 m <sup>2</sup> 當	工 費 内 譯			アスファルト 使 用 量 (100 m <sup>2</sup> 當) (代表的のもの)
	路 盤	基 礎	表 層	
圖 227.60	圖 100.10	圖 19.30	圖 108.20	kg
250.80	"	"	"	
375.00	"	61.40	213.50	531.9
373.50	"	"	212.00	
280.50	"	"	119.00	
417.80	"	99.20	218.50	
411.30	"	"	212.00	599.4
318.30	"	"	119.00	
534.90	30.00	286.40	218.50	
528.40	"	"	212.00	
435.40	"	"	119.00	
682.50	"	434.00	218.50	
676.00	"	"	212.00	561.6
805.00	"	"	341.00	
683.00	"	"	219.00	638.8

變化を來す  
は基礎に算入せり

抜きのサンド・アスファルト、モルタルを使用しあるも、附圖に示す組成は鋪裝面の(被膜)水密性を高むる上に於て、一層效果的なりと思惟する。

次に瀝青モルタルは、石粉を抜きたるアスファルト量 8 ~ 9% (う) (S.A. M.) 並に 12% (な), 10% (ら) を實施したるに其の内、(な) はアスファルト過剰なる爲、鋪設中混合材が塊状となり、敷均に困難を來したる上に鋪裝面











中 級 鋪 装

圖 - 2

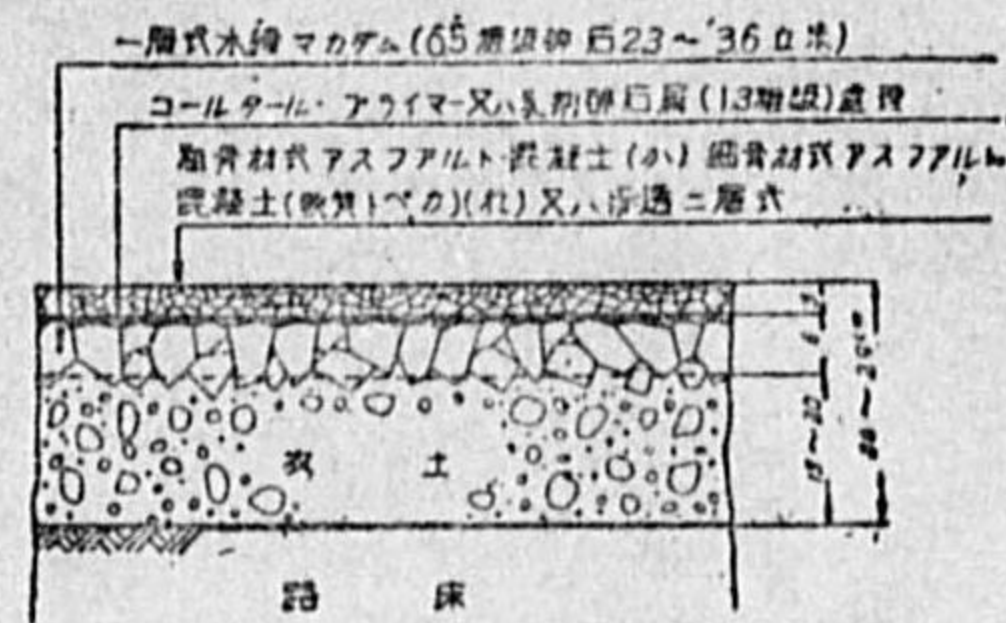


圖 - 3

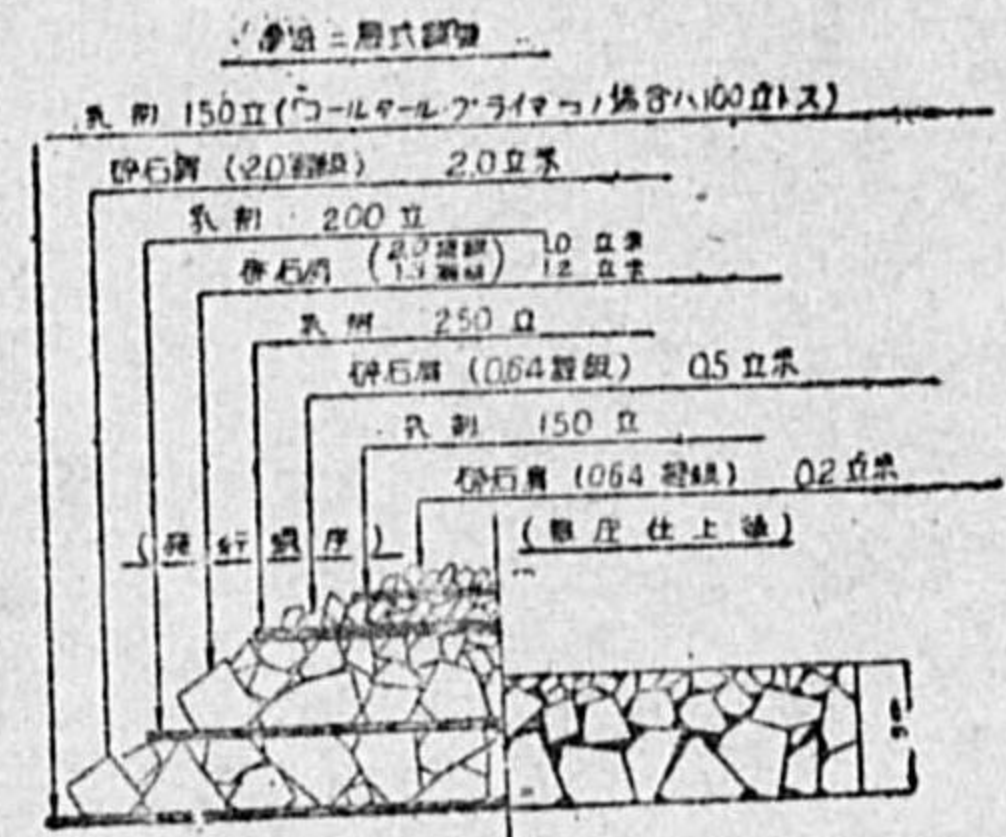


表 - 3

鋪 装 厚	アスファルト					混合材所要量 100m <sup>2</sup> 當
	針入度	%	粒 徑	%	%	
3.8m	130~150	2	20mm	55.8	24.2	13

表面處理アスファルト・モルタル組成は (表-1)(つ) を適用す

- 註 1. 附表参照  
2. 特に表示せざる材料の數量は總て 100m<sup>2</sup> 當りの所要量を示す

準 高 級 鋪 装

圖 - 4

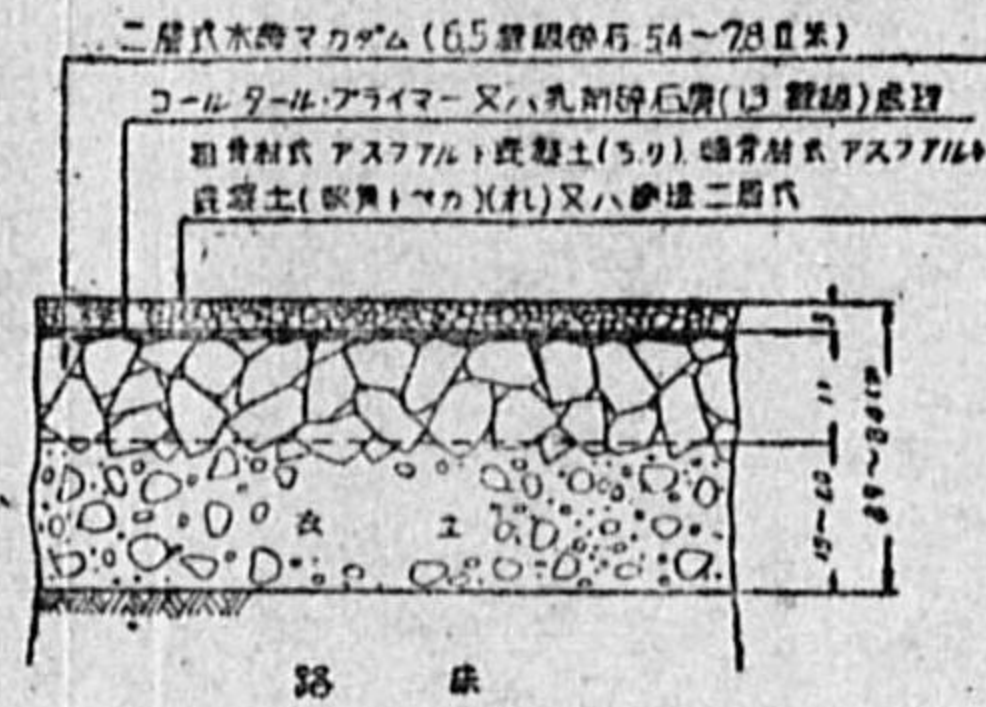


圖 - 5

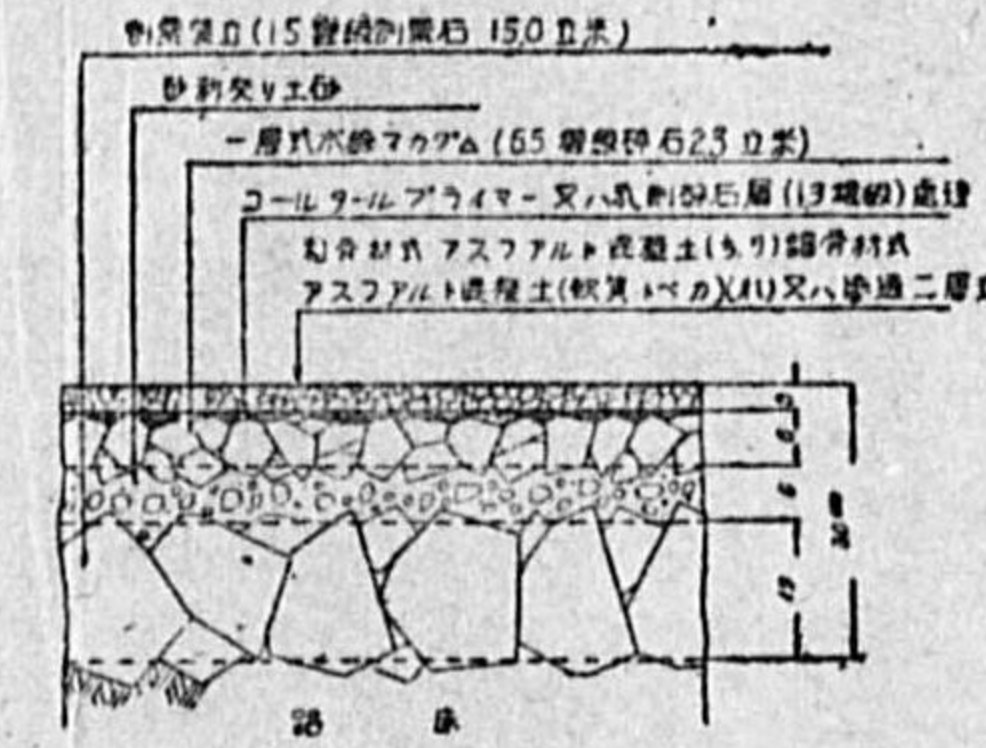


圖 - 6

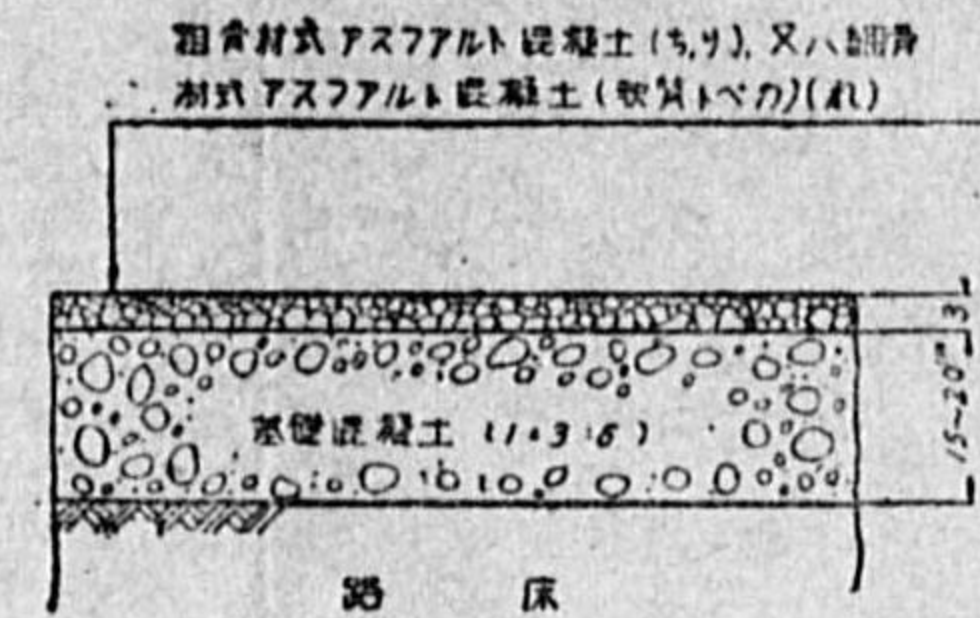


表 - 4

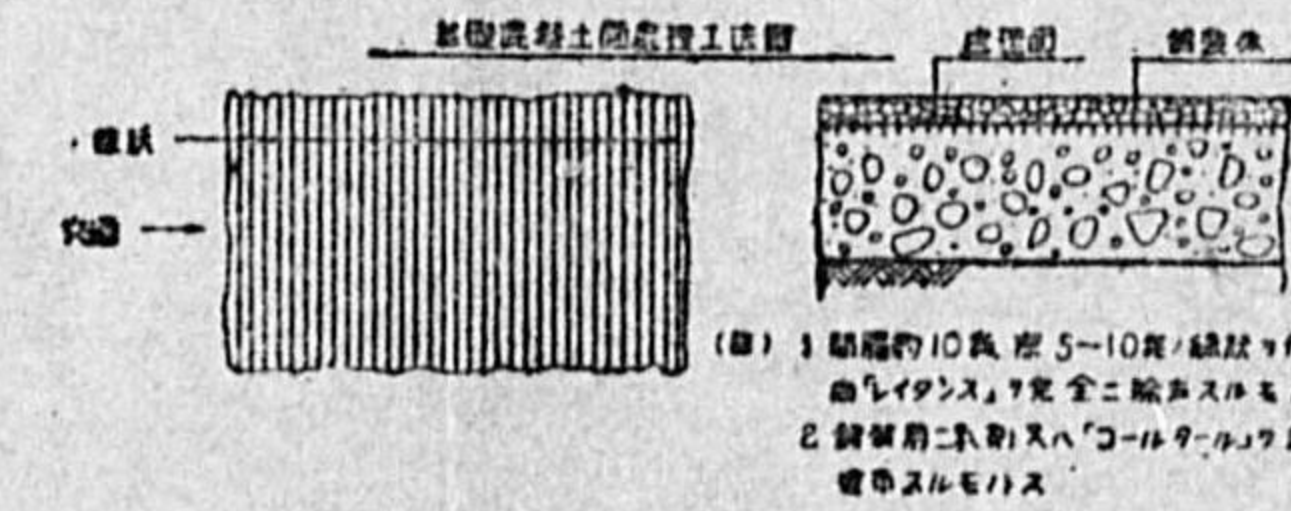
鋪 装 厚	アスファルト					混合材所要量 100m <sup>2</sup> 當
	針入度	%	粒 徑	%	%	
3.0cm	70~80	8	13mm	55.2	23.9	12.9

表面處理アスファルト・モルタル組成は (表-1).....(つ) を適用す

表 - 5

鋪 装 厚	アスファルト					混合材所要量 100m <sup>2</sup> 當
	針入度	%	粒 徑	%	%	
3.0cm	100~120	8	13mm	21	58	13

圖 - 7





が波状並に小瘤を發生し成績不良である。(ら)は局部的に細龜裂を僅少に發生するのみで成績良好なるも、路盤の弾力性に對して幾分ブリツトルの傾向がある。(う)……サンド・アスファルト、モルタルは路盤の性質に順應し、且施工が容易であつて表面積の比較的少き關係上、アスファルト量を他のモルタルより低減し得るもので、路面も好状態を保持してゐる。此の工種は自轉車のスタンド其の他器物の爲高温度に際して、點々と小瑕を發生するも、これは一般交通により自然と自癒する特徴がある。

尙鋪設仕上厚は 15 cm を妥當と認める。



## 第二篇

### 第一章 木材防腐案(木材保存會)

#### 1. 概 説

木橋は屋外構造物であるが故に、防腐を施すと否とはその耐久性に大なる關係あり。木道路橋示方書案に於ても防腐防蝕することを規定してゐる。即ち木橋は腐朽してゐる場合保安上危険と思はれる構造物であるが故に用材全部に防腐剤を注入することを原則とし已むを得ざる場合には塗布することにしたい。

##### (1) 防腐處理に就いて考慮を要する事項

1. 防腐剤塗布は大體加工後に之を行ひ、塗布後に木組をなすこと。木組後に塗布し得ざる接合部、仕口の柄及び柄穴、ボルト孔等の木口に特に充分なる塗布を要す。
2. 防腐剤注入材を使用する場合も加工後防腐剤を注入して後に木組をなすを原則とし、之を行ひ得ざる場合は防腐剤注入材を加工したる後、加工面には充分に防腐剤を塗布したる後に木組をするを要す。

##### (2) 木材の耐朽性比較

本邦の材種に就いて耐朽性の報告を集めれば次の如し。

第 46 表

發表者	樺	檜	栗	唐松	
森	20年	15年	20年	15年	土臺耐久年限の統計
坂 卷	(15)	12	—	8	電柱耐久年限の統計
中 村	11	9	5	3	枕木交換率 20% に至る年限

##### (3) 素材と防腐材耐久年限比較

鐵道省山田、中村兩技師の調査に依れば、次の如き結果を得た。

第 47 表

樹 種	無 處 理	クレオソート油注入	鹽化亜鉛注入
ク	9.1年	一年	一年
マ	8.4	—	6.0
ナ	6.6	8.31	—
ニ	5.5	9.40	4.2
ソ	3.5	12.09	3.6
ブ	2.3	18.03	4.3
カ	2.3	18.45	4.5

以上の表より見るとクレオソート油注入材が非常に良結果を示してゐる。而して昭和 14 年 8 月現在のクレオソート防腐處理するに要する費用は一般建築物の場合には 30 圓/米<sup>3</sup> を要すると云はれてゐる。

防腐處理をすると木材の強度は増加し發火點は大體に於て上昇するが大した差はない。

#### 2. 木材防腐に関する木材保存會起草に掛る

##### 日本標準規格案 (昭和 14 年)

##### (1) クレオソート油類

第一條 本規格は木材防腐を目的とするクレオソート油類に之を適用す。

第二條 クレオソート油類は之を分つて注入用クレオソート油及び塗布用クレオソート油の 2 種とす。

##### 第三條 品 質

クレオソート油類は石炭類の乾溜により製したるタールの蒸溜油にして次表の規格に合することを要す。



第 48 表

	注 入 用	塗 布 用
全 水 分 量 (備考 1)	3 %以下	5 %以下
比 重 (15°C)	1.03 以上	1.04 以上
流 動 性	95 %以上	95 %以上
分 溜 { 235°C 未満の溜出容量	25 %以下	30 %以下
235°C 乃至 315°C 未満の溜出容量	40 %以上	—
315°C に於ける残油容量(減失量を加算す)	45 %以下	55 %以下
ベンゾール不溶解分量	0.3 %以下	—

備 考

1. 全水分量とは浮遊水分量及び混和水分量の總和とし、浮遊水分とはクレオソート油の上層に明らかな層をなして浮ぶ水分にして混和水分とは明らかな層をなさずして油中に細粒となつて懸濁する水分とす。

尙全水分量が上表の規定量を超過する場合は改めて試料を採り直し再試験をなすものとす。

2. 不純分混入の疑あるときは次の規格を追加するものとす。 タール酸容量 (315°C 未満の溜出分につき) 1.0 %以上

第四條 注入作業中の品質

第三條に規定する注入用クレオソート油にして注入作業中のものにおいてはその全水分量及びベンゾール不溶解分量は次表の規格に合格することを要す。 其の他の品質は第三條注入用クレオソート油に規定するものに依るものとす。

全 水 分 量	5 %以下
ベンゾール不溶解分量	0.5 %以下

第五條 試験方法

クレオソート油類の試験は日本標準規格第 〇〇 號クレオソート油類試験方法に依り之を行ふものとす。

クレオソート油類試験方法

クレオソート油類試験方法は、第一條より第八條迄あり試験する事項を列挙すれば次の如し。

試料の採取、水分定量法、流動性試験、比重、分溜試験、タール酸定量法、ベンゾール不溶解分定量法。

(2) 木材防腐用硫酸銅

第一條 本規格は木材防腐を目的とする硫酸銅に之を適用す。

第二條 硫酸銅は深藍色斜稜柱形の結晶體にして次表の規定に合格することを要す。

結晶の大きさ	合 格
純 度	9.8.5 %以上
鐵 分	0.1 %以下

硫酸銅試験方法

試験項目を要約すれば次の如し。(第三條乃至第八條)

結晶の大きさ (0.5 cm 平方の節目の節の通過量 2 %を越えざること)

純度、不純分、試料、包装及び重量

(3) 水溶性木材防腐劑

第一條 本規格は水溶性木材防腐劑中次の 2 種に適用す。

一、マレニツト 二、バシリツト

第二條 マレニツト及びバシリツトは黄色の粉末にして其の成分は次表の規定に合格することを要す。

可溶性弗化物(%)	ヂニトロフェノール(%)
80 以上	65 以上

但しヂニトロフェノールはマレニツトに在りてはソーダ鹽、バシリツトに在りてはアニリン鹽として存するものとす。

マレニツト及びバシリツトの分析方法は第三條にあるが之を略す。



## 第二章 竹筋コンクリートの強度並に調査

### 1. 序 言

竹筋コンクリートと云ふのは、鐵筋を以て補強したコンクリートを鐵筋コンクリートと云ふのと同じ様に、竹を以て補強したコンクリートを云ふのである。即ち鐵筋の代りに、性質の全く異つた竹を使用せんとするのであるから、竹筋コンクリートは鐵筋コンクリートと同様に取扱ひ得ないことは云ふまでもないことである。

竹筋コンクリートに就いては由來或る一部の人によつて提唱されたのであるが、鐵筋の使用が比較的自由的な時代に於てはあまり顧られることなく、之が關係方面に於て本格的な研究の對象となつたのは、今時局下鐵鋼材統制以來のことで、極めて最近のことである。従つてその研究の成果は簡單にはまとまらぬであろうが、一方に於ては小範圍の試験的使用によつて既に實用化の第一歩を踏出したものもあつて、之に關する種々の考案も案出され、關係者の關心は日を追つて高まつて來た。

斯かる狀勢に鑑み、筆者は内務省土木試験所に於て昭和 14 年度に、竹筋コンクリートに關して試験を行つたのであるが、たゞこの試験が今日まで發表された他の試験と異なつてゐるところは、竹の伸びは大であつて又コンクリート中のアルカリによる腐蝕のため永久的重要構造物には使用し得ないことが豫想されるから、竹筋は富配合のコンクリートよりも貧配合のコンクリートに適用した方が有效適切であろうと考へ、どこまでも貧配合コンクリートの補強と云ふことを試験の目標としたことである。

以下は試験の大要であり、最後に竹筋コンクリート工作物に關する調査資料を附した。

### 要 旨

マダケを使用し、配合 1:2:4 及び 1:3:6 のコンクリートに就き、附着力及び梁に關する試験を行つた結果、竹筋は貧配合のコンクリートに於て有效なることを明かにし、更に竹筋コンクリート施工上の資料を求めたものである。

### 2. 試験目的

本試験はマダケを使用し、異なる配合のコンクリートに就き、引拔及び梁に關する試験を行ひ、竹筋コンクリートに使用すべきコンクリートの配合を求め、更に防水せる竹筋と素材のままの竹筋とを比較し、竹筋コンクリート施工上の資料を得んとしたものである。

### 3. 試験體及び試験方法

#### (1) 試験體

コンクリートは配合 1:2:4 及び 1:3:6 を採り、水セメント比はスランプ 4cm を標準として夫々 55% 及び 80% と定めた。

竹筋コンクリート試験體は、梁の試験に對しては 15 × 15 × 75 cm の梁形、引拔試験に對しては 15 × 20 cm の圓壙形を用ひた。

コンクリート強度試験體は、曲げ試験に對しては前記の梁形、壓縮試験に對しては 15 × 30 cm の標準形、引張試験に對しては 15 × 60 cm の兩端 18cm を膨徑せるものを用ひた。各試験體は、竹筋コンクリート試験體に對しては 2 個、その他のものに對しては 3 個を以て 1 組とした。

コンクリートの混合にはアイリツヒ式試験用ミキサを用ひた。竹筋コンクリート梁の作成に當つては、引張側コンクリートの被りに相當する厚さにコンクリートを充分突固めたる上に、豫め組立てた竹筋を配置したる後コンクリートを 2 層に填充し、各層 100 回宛徑 16 mm の鐵棒にて突き、凝結後鏝にて



上面仕上げを行つた。

引抜試験體は 15 × 30 cm の標準型を使用し、厚 5 cm にコンクリートを充分突固め、その上に長約 50 cm の竹片を立て、後 2 層に填充し径 16 mm の突棒で各層 20 回宛突き、上面を径 36 mm の鐵棒にて軽く叩いて平滑に仕上げた。

コンクリートの曲げ試験體の作成は 2 層に填充し、各層 100 回宛突き、凝結後鏝にて上面を仕上げ、引張試験體は 6 層に填充し、各層 30 回宛突き、上面を鏝にて仕上げ、壓縮試験體は土木學會制定の標準方法に依つた。

各試験體は作成後脱型に至る迄濡れボロ又は硝子板にて覆ひ 3 日後に脱型し、7 日間水中養生をなしたる後試験日迄實驗室内に於て藁にて覆ひ撒水養生をした。

竹の引張試験片は 5 ~ 7 節の範囲に於ける無節竹稈部より長約 25 cm、幅約 10 mm の竹條片を採り、半径方向の略中位にて切線方向に 2 分し、各條片の中央部分約 10 cm を幅約 5 mm に狭め、内外部の引張試験片となした。

(2) 試験方法

竹の引張試験は氣乾状態に於て松村式多能試験機に依り行つた。

此の際、變形を測定し之より引張に對するヤング係数を算定した。竹筋コンクリート及びコンクリート強度試験は材齡 28 日に行ひ、試験機は梁の試験に對しては 5 ton 油壓式試験機、その他のものに對してはオルゼン多能試験機を用ひた。

梁の試験は支間 60 cm となし、作成時の下面が引張側となる如く置き、支間中央に單一荷重を作用せしめた。引抜試験はコンクリート圓壩體を固定し、竹片を下方に引抜いて行つた。

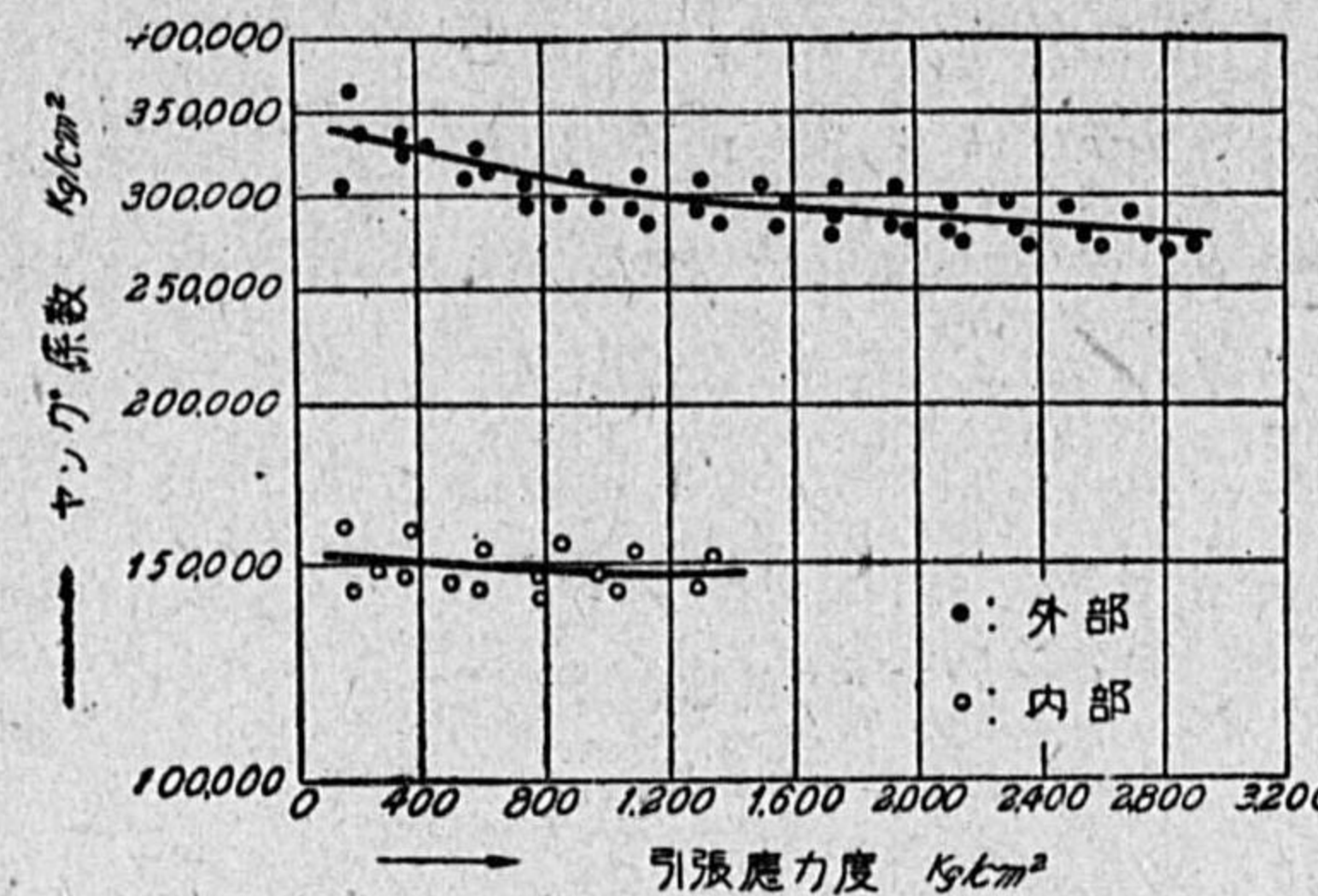
コンクリートの引張及び壓縮試験に際しては變形を測定し之よりヤング係数を算定した。

(3) 使用材料

竹は野州産 2 年生のマダケ (目通り徑約 3 cm) にして、セメントは磐城セ

メント、砂は多摩川砂、砂利は徑 30 mm 以下の荒川砂利を用ひた。砂の比重は 2.67、單位容積重量は 1,678 kg/m<sup>3</sup>、空隙率は 37.0%、粗粒率は 2.36 にして、砂利は比重 2.63、單位容積重量 1,726 kg/m<sup>3</sup>、空隙率 34.4%、粗粒率 7.12 であつた。

4. 竹材及びコンクリートの品質



第 96 圖 マダケの引張應力度と引張に對するヤング係数との關係

第 49 表 マダケの氣乾状態に於ける比重と引張強度

試験片の種類	氣乾比重	引張強度 kg/cm <sup>2</sup>
外 部	0.88	3,581
	0.89	3,717
	0.89	3,831
内 部	0.55	1,638
	0.61	2,020
	0.54	1,641

参考：竹の壓縮強度は外部、内部共に引張強度の約 1/2 と考へてよい。

木材の比重は松材で約 0.5 である。

マダケに就き、氣乾状態に於ける比重及び引張強度を求めた結果は表 49 の如く、引張に對するヤング係数を算定した結果は圖-96 の如くである。

引張強度は稈の内、外部に依り大差あり、内部の 1,600 ~ 2,000 kg/cm<sup>2</sup>

に對し外部は 3,600 ~ 3,900 kg/cm<sup>2</sup> に

して外部は内部の約 2 倍強く、氣乾状態

に於ける比重は内部の 0.56 に對し外部は 0.89 にして外部が大である。

ヤング係数は引張

強度と同様、稈の内外部に依り大差あり、内部の 150,000 kg/cm<sup>2</sup> に對し外部は 300,000 kg/cm<sup>2</sup> である。

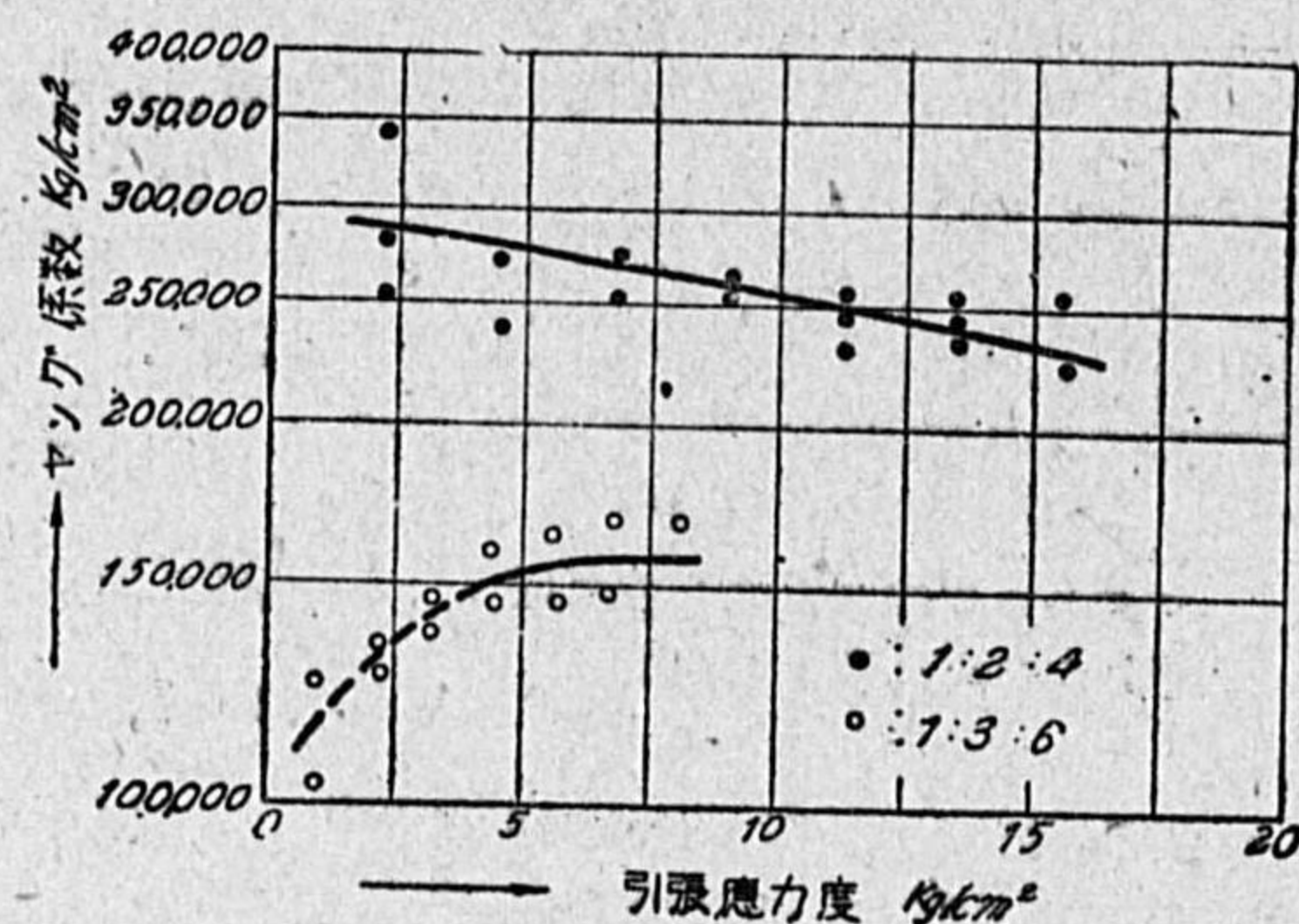


1:2:4 及び 1:3:6 コンクリートに就き、曲げ、引張及び壓縮強度を求

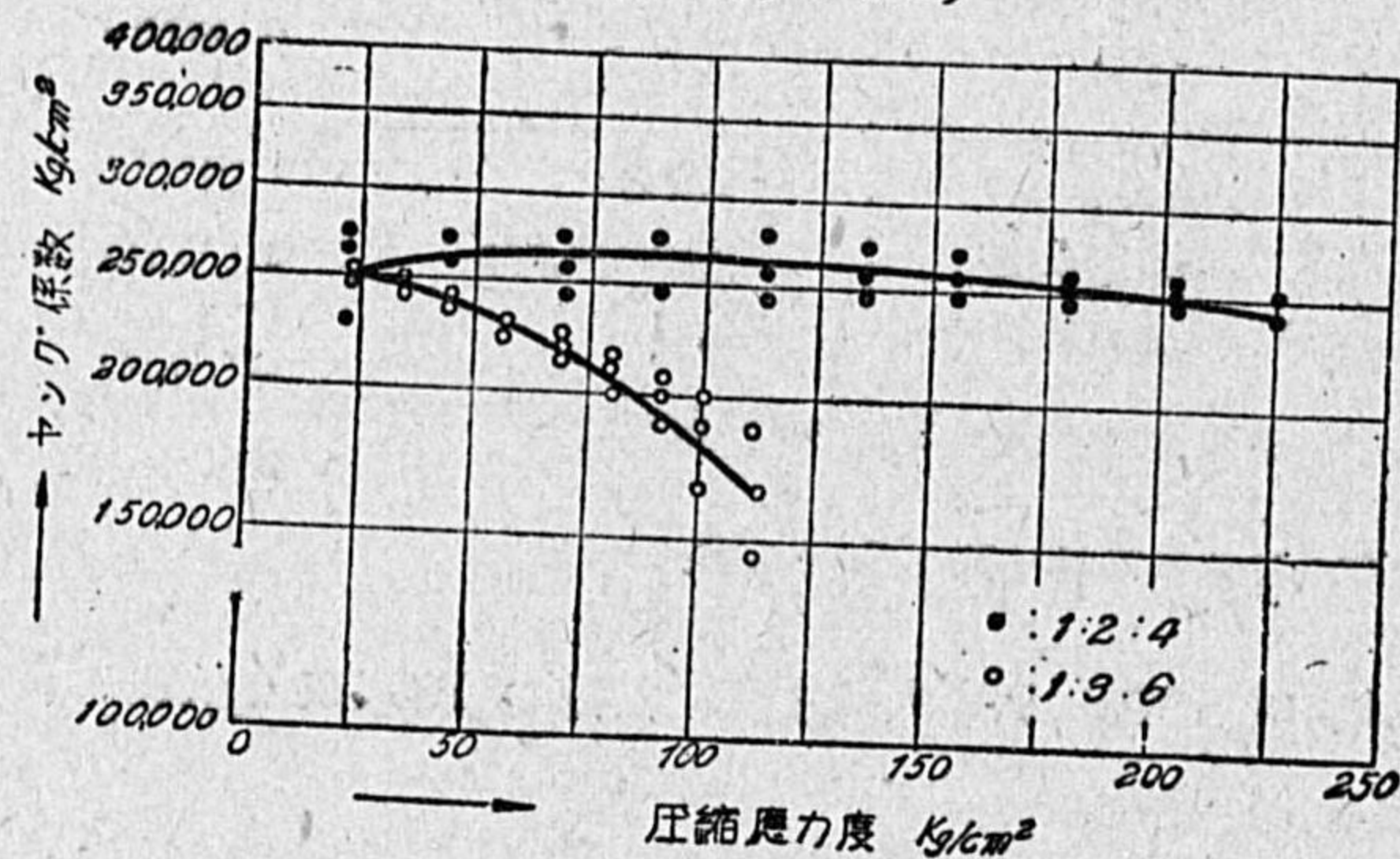
第 50 表 コンクリートの強度

配 合	水セメント比%	壓縮強度 kg/cm <sup>2</sup>	引張強度 kg/cm <sup>2</sup>	曲げ強度 kg/cm <sup>2</sup>
1:2:4	55	286	19.5	42.7
		320	21.9	46.7
		291	21.9	50.7
		299	21.0	46.7
1:3:6	80	120	10.3	20.0
		138	13.2	18.7
		153	—	21.3
		137	11.8	20.0

第 97 圖 A コンクリートの應力度とヤング係数との関係 (引張に対するもの)



第 97 圖 B 同上 (壓縮に対するもの)



めた結果は表-50 の如く、引張及び壓縮に對するヤング係数を算定した結果は圖-97 の如くである。

1:2:4 コンクリートは 1:3:6 コンクリートに比し強度大なると共に著しく弾性的現象を示し、破壊強度附近に於ける引張及び壓縮に對するヤング係数は共に 1:2:4 コンクリートに對しては略々 240,000 kg/cm<sup>2</sup>, 1:3:6 コンクリートに對しては略々 150,000 kg/cm<sup>2</sup> である。

5. 引抜試験結果並に之に對する考察

引抜試験に使用せる竹筋は 4 つ割にせる無節のもの、節を有するもの及び鈎の長さが 8 cm になる如く折り曲げたる鈎形を有するもの、3 種にして、之を素材のまま又は白鉛塗料を 2 回塗布して使用した。\*

1:2:4 及び 1:3:6 コンクリートに就き、引抜試験を行つた結果は圖-98 の如くである。

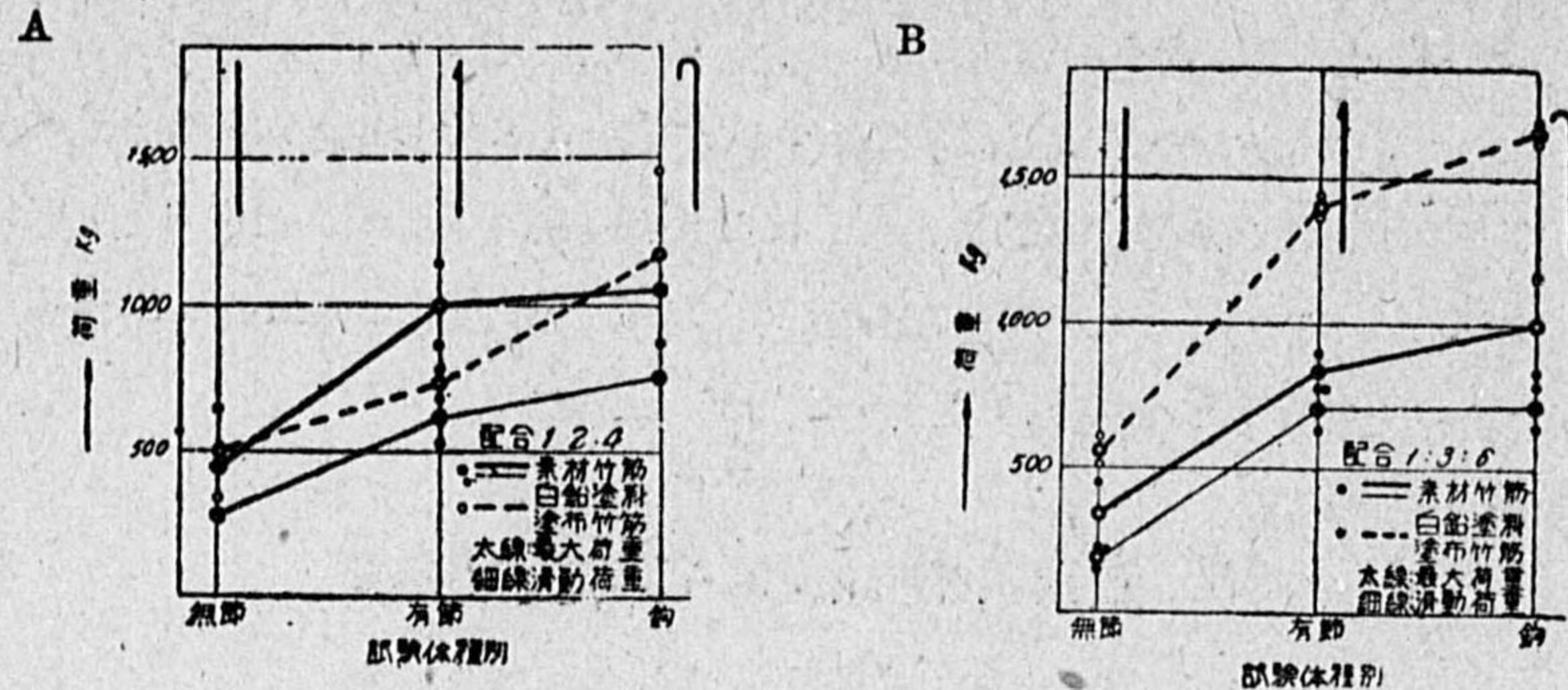
圖中素材のままのものに對する滑動荷重は肉眼に依り認められた滑りに對するものである。

素材のままのものゝ滑動及び最大荷重は配合に依る差が少い。白鉛塗料を塗布せるものは一般にコンクリートと竹筋との附着力大なるを示してゐるが、1:3:6 コンクリートに於ては 1:2:4 コンクリートに比し最大荷重却つて大なるを示した。又、節又は鈎のコンクリートと竹筋との附着力に及ぼす影響は著しく良好である。

\*註：白鉛塗料は竹材の吸水を防止するために塗布するのであるが、その防水効果は次の如くである。即ち素材のままであると 72 時間で約 40% 吸水し、その後の吸水は殆んどないが、白鉛塗料を 2 回塗布したものであると、120 時間で約 3.6% 吸水するに過ぎない。白鉛塗料のほかにサビナイト及びアスファルトを塗布してみたが、之等はあまり良好な成績が得られず、サビナイト塗布のものは 120 時間で約 12%、アスファルト塗布のものは 120 時間で約 18% の吸水を示した。白鉛塗料の塗り方は、竹を割つてから 1 週間位空氣中で乾燥した後第 1 回目を塗布し 1 日おいてから第 2 回目を塗布した。



第 98 圖 引拔試験結果



6. 竹筋コンクリート梁の曲げ試験結果並に之に對する考察

竹筋コンクリート梁に使用せる竹筋は總て四つ割とし、3 種の形（圖-99 参照）に組立て之を素材のまま又は白鉛塗料を 2 回塗布して使用した。

竹筋量は梁の全斷面積の約 1% である。

之等試験梁につき試験した結果は圖-100 の如くである。配合 1:3:6 なる竹筋コンクリート梁の龜裂荷重は無筋のものに比しあまり高まらないが、破壊荷重は著しく高まり 3~4 倍大となつてゐる。

白鉛塗料を塗布せるものは引拔試験に於けると同様、一般に龜裂荷重は素材のままのものに比して大である。

龜裂荷重の最も大なるものは 3 種の梁の中第 3 種のものにして、白鉛塗料を塗布せるものは無筋のものに比し 40% の増加を示してゐる。

配合 1:2:4 のものは、素材のままのものは無筋のものに比し龜裂荷重却つて小にして、破壊荷重もあまり高まらない。又白鉛塗料を塗布せるものゝ龜裂及び破壊荷重の増加は共に 1:3:6 のものに比し小である。

即ち 3 種の梁の中龜裂荷重の最も大なる第 3 種のものゝ増加は無筋のものに比し僅かに 11% にして、その破壊荷重も 1.9 倍であるに過ぎない。

斯くの如く貧配合のものが富配合のものに比し龜裂及び破壊荷重の増加大な

るは竹とコンクリートとのヤング係數比  $n$  の大なるため、又素材のままのものゝ龜裂荷重が無筋のものより小なるは竹材の吸水性大なるためと考へる。

配合 1:3:6 のものに對し、鐵筋コンクリートに於けると同じ假定のもとに、無筋の場合の破壊荷重 750 kg を竹筋を使用せる場合の許容荷重として、梁に關する計算を行ふときに次の如くである。但し  $n$  の値は試験の結果より  $n = 1.5$  として計算する。

1)  $P = 750 \text{ kg}$  とした場合の  $\sigma_c$  及び  $\sigma_b$

$$x = \frac{nA_b}{b} \left[ -1 + \sqrt{1 + \frac{2bd}{nA_b}} \right]$$

$$\sigma_c = \frac{2M}{bx \left( d - \frac{x}{3} \right)}$$

$$\sigma_b = n\sigma_c \frac{d-x}{x}$$

$n = 1.5, A_b = 2.2 \text{ cm}^2, b = 15 \text{ cm}, d = 12.3 \text{ cm}, M = \frac{1}{4} \times 750 \times 60 = 11,250 \text{ kg}\cdot\text{cm}$  を入れると

$$x = \frac{1.5 \times 2.2}{15} \left[ -1 + \sqrt{1 + \frac{2 \times 15 \times 12.3}{1.5 \times 2.2}} \right] = 2.12 \text{ cm}$$

$$\sigma_c = \frac{2 \times 11,250}{15 \times 2.12 \times \left( 12.3 - \frac{2.12}{3} \right)} = 61.1 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_b = 1.5 \times 61.1 \times \frac{12.3 - 2.12}{2.12} = 442 \text{ kg/cm}^2$$

2)  $d = 12.3 \text{ cm}, \sigma_c = 45 \text{ kg/cm}^2$  とした場合の  $\sigma_b$  及び  $A_b$

$$x = \frac{3d}{2} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{8M}{3bd^2\sigma_c}} \right]$$

$$\sigma_b = n\sigma_c \frac{d-x}{x}$$

$$A_b = \frac{\sigma_c bx}{2\sigma_b}$$

之に數値を入れれば



$$x = 2.95 \text{ cm}$$

$$\sigma_b = 218 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_b = 4.57 \text{ cm}^2$$

3)  $d = 12.3 \text{ cm}$ ,  $\sigma_b = 400 \text{ kg/cm}^2$  とした場合の  $\sigma_c$  及び  $A_b$

$$x^3 - 3dx^2 - \frac{6Mn}{\sigma_b b} (x - d) = 0$$

$$\sigma_c = \frac{\sigma_b x}{n(d - x)}$$

$$A_b = \frac{M}{\sigma_b \left( d - \frac{x}{3} \right)}$$

数値を入れれば

$$x = 2.23 \text{ cm}$$

$$\sigma_c = 58.9 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_b = 2.43 \text{ cm}^2$$

4)  $\sigma_c = 45 \text{ kg/cm}^2$ ,  $\sigma_b = 400 \text{ kg/cm}^2$  とした場合の  $d$  及び  $A_b$

$$C_1 = \frac{n\sigma_c + \sigma_b}{n\sigma_c} \sqrt{\frac{6n}{2n\sigma_c + 3\sigma_b}}$$

$$C_2 = \frac{\sigma_c}{2\sigma_b} \sqrt{\frac{6n}{2n\sigma_c + 3\sigma_b}}$$

$$d = C_1 \sqrt{\frac{M}{b}}$$

$$A_b = \frac{C_2}{C_1} b d$$

数値を入れれば

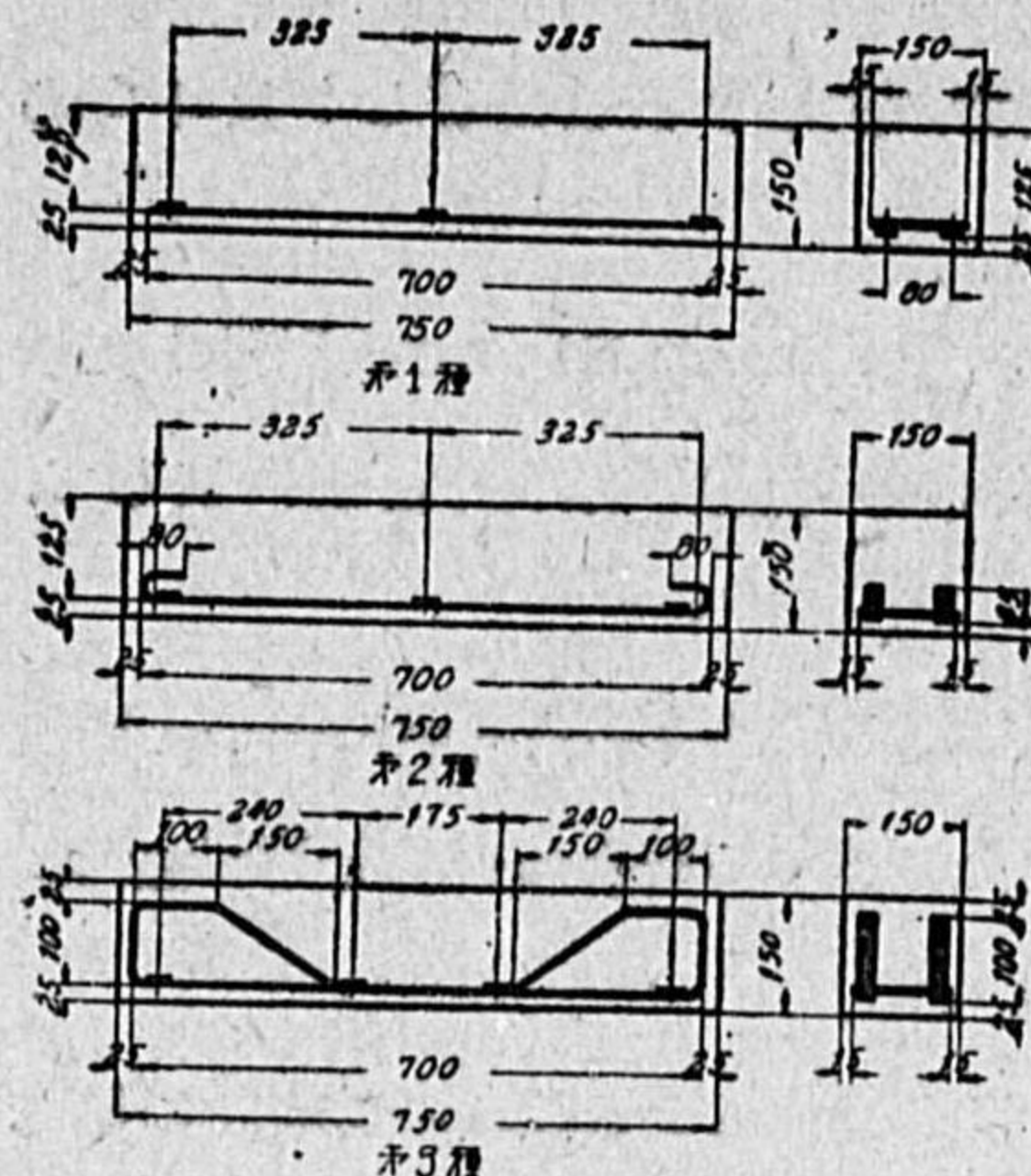
$$C_1 = 0.5^2$$

$$C_2 = 0.00462$$

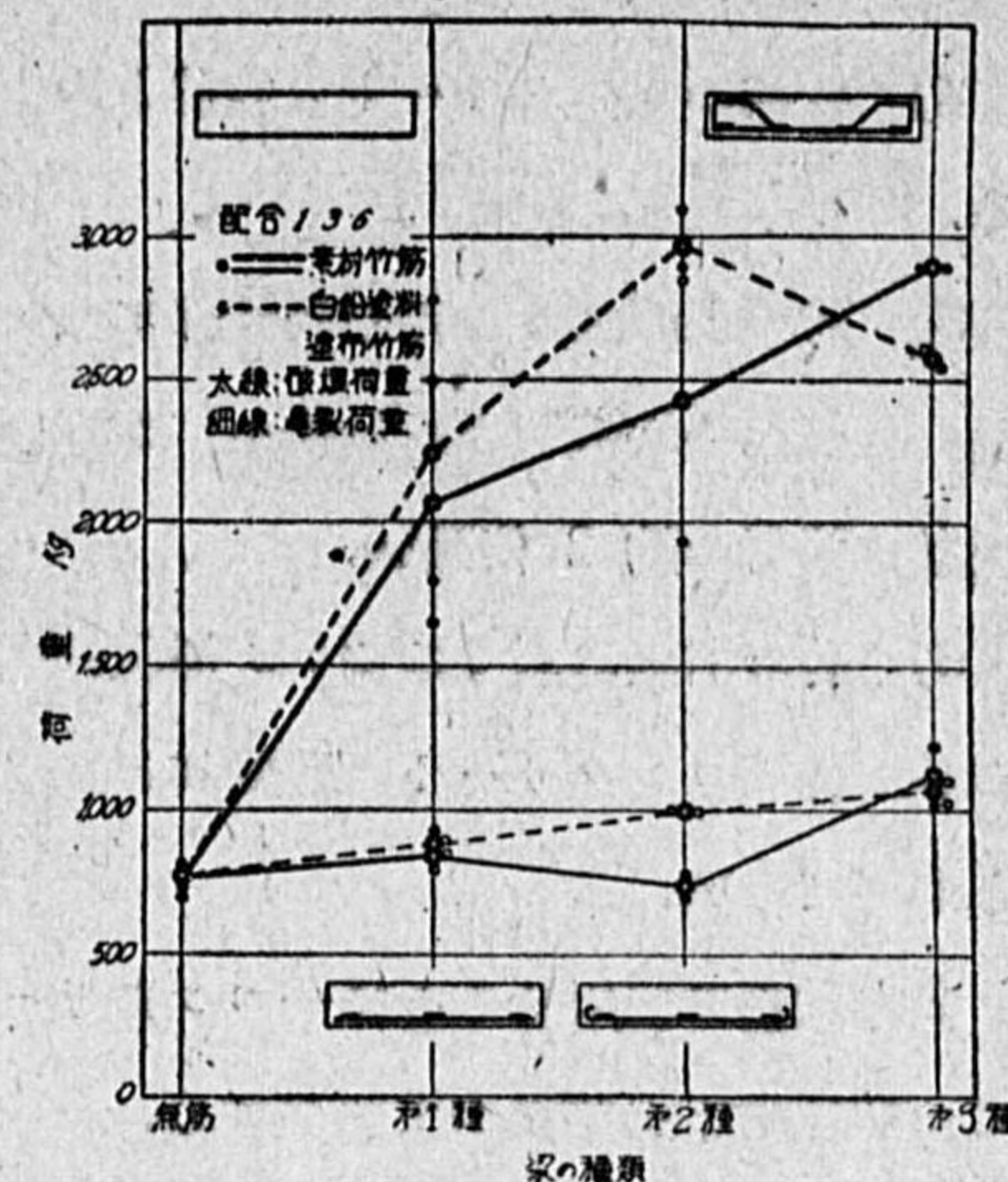
$$d = 14.25 \text{ cm}$$

$$A_b = 1.93 \text{ cm}^2$$

以上より設計に際しての大體の目安を知ることが出来る。竹筋があまり少いと有効でない。



第 99 圖 試験梁の種別



第 100 圖 竹筋コンクリート梁の曲げ試験結果 (1) (1:3:6)

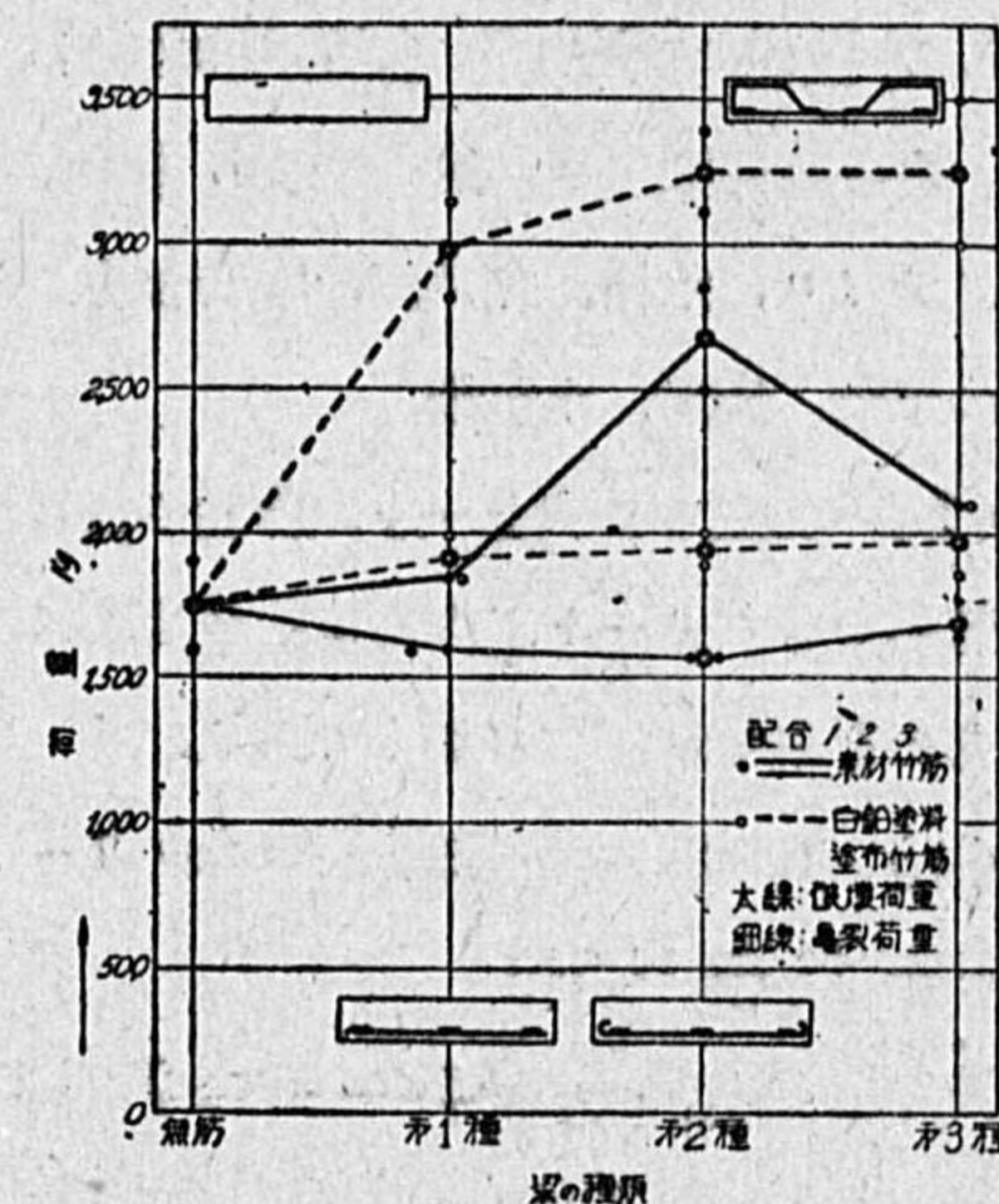
要 約

本試験結果を要約すれば次の如くなる。

1) 竹筋コンクリートに於て竹筋の存在は梁の龜裂荷重を餘り高めないが、破壊荷重は著しく高められる。

2) 竹筋は富配合のコンクリートに於けるより、貧配合のコンクリートに於て有効である。配合 1:3:6 の竹筋コンクリート梁の破壊荷重は無筋のもの、3~4倍であつた。

3) 竹は充分弾水性ならしむる必要がある。之には防水劑を塗布するのが



第 100 圖同上 (2) (1:2:4)