土木試驗所報告

第三十一號

昭和十年　第二冊

土砂の安定强度試驗……山田　元

本邦鋪裝用タールの性質（其の II）……西川榮三

道路鋪裝用タール乳劑に關する研究（第 1 報）……福島彌六 川畑健雄

擁壁裏込の土壓輕減の効果に關する試驗……松尾春雄

浦戸港々口の潮流に關する試驗（第 1 報）……本間　仁

1935 — VIII

內務省土木試驗所

正　誤　表

頁	行又は欄	誤	正
104	下より2	骨村と撒布	骨村に撒布
144	第1図中	龍王崎	龍王岬
144	〃	沖ノ浜	沖ノ磐

土木試驗所報告

第三十一號

序　　言

本報告は「土砂の安定强度試驗」「本邦鋪裝用タールの性質（其のII）」「道路鋪裝用タール乳劑に關する研究（第1報）」「擁壁裏込の土壓輕減の効果に關する試驗」「浦戸港々口の潮流に關する試驗（第1報）等を輯錄せるものである．

土砂の安定强度試驗　は土及土と砂との混合材に壓縮力と剪斷力とを同時に與へ許容荷重を測定して車輪に對する路面の安定强度測定の手段とし，配合，含水率又は壓力等と安定强度との關係を比較し以て土砂道又は砂利道の築造工法の改良に資せむとするものである．

本邦鋪裝用タールの性質（其のII）　はタールの性質に就き報告第25號に發表後新に得たる 15 種の試料の性質を研究し，タールの性質と用途との關係を討究して規格案を改訂し，併せて改訂せる規格案とタールの用途との關係を記述せるものである．

道路鋪裝用タール乳劑に關する研究（第 1 報）　は簡易鋪裝用材料としてのアスファルト乳劑が主として外國產原油よりのアスファルトを原料とするを以て，此際國產タールを原料とする鋪裝用タール乳劑の試製及其の性狀に就て研究し，第1報は主として試製方法に關し論述したものである．

擁壁裏込の土壓輕減の効果に關する試驗　は從來殆ど理論的に攻究されたるものなく專ら在來の慣習に從つて施工されてゐた擁壁の裏込に就て模型試驗を行ひ，計算の結果と相俟つて如何なる材料の裏込を如何に配置すれば最も有効なるかに就て推論したものである．

浦戸港々口の潮流に關する試驗（第 1 報）　は高知縣浦戸港防波堤の形狀と港口に於ける潮流の狀態との關係を實驗的に確めんとしたもので，第1報は其中の小型模型による實驗結果を述べたものである．

昭和十年八月

內務省土木試驗所長　內務技師　物　部　長　穗

目　　次

土砂の安定強度試験……1

内務技師　山　田　　元

本邦鋪裝用タールの性質（其の II）……25

内務技師　西　川　榮　三

道路鋪裝用タール乳劑に關する研究（第 1 報）……93

福　島　彌　六

内務技手　川　畑　健　雄

擁壁裏込の土壓輕減の効果に關する試驗……133

内務技師　松　尾　泰　雄

浦戸港々口の潮流に關する試驗（第 1 報）……143

本　間　　仁

土砂の安定强度試驗

内務技師　山　田　　元

目　次

緒　　言……（1）
I. 試驗方法……（1）
II. 試驗結果……（4）
III. 要　　約……（20）

緒　　言

土砂道は勿論，砂利道に於ても其結合材である土又は土と砂との混合材（以下便宜上一括して「土砂モルタル」と略稱する）の工學的性質を明にすることは其路面の築造竝に維持上極めて必要である．而して，斯種材料の路面が走行車輪より受ける作用は極めて複雜であるが最も主要なるものは支持力卽ち車輪の荷重に對する路面自身の安定さ，卽ち道路技術者間に所謂安定强度（Stability）と稱せられて居る問題である．路面が車輪を支持する場合は，比較的廣い受壓面に比較的狹い加壓面を通して壓力が働くから，壓縮力と剪斷力との結合せる場合であるが，斯種の材料に於ては一般彈性體に於けるが如く單純な强度試驗の結果のみから推論することは實際上困難である．故に實際の場合と其環境條件を等くする實驗の結果に據つて考察するを最も至當とするが，土質，配合，含水率及施工方法等を異にする數多の種類に對して一々斯かる比較的大規模の設備を要する實驗を行ふことは至難であるから，本報告に於ては比較的小なる供試體を用ひ之に部分的壓縮を與へて其抵抗力を安定强度と稱し多數の供試體につき其値を求めて之が比較を試みた．固より比較的の値であるから之より直に實際路面上の諸現象を解決し得るものではないが，配合，含水率又は施工方法等の相違に由る比較を明にして土砂道及砂利道の築造及維持工法に資すると共に將來本試驗に引き續き行はむとする實際的試驗の種別選定に備へむとするものである．

I. 試　驗　方　法

〔1〕試　驗　概　說

試驗は土，砂各1種のみを用ひ，配合，含水率を變へて種々の所定壓力の下で直徑 102 mm，高さ 約 83 mm の圓柱形に壓縮成形せる供試體上に直徑及高さ各 75 mm の木製圓柱の加壓片を通してアムスラー型壓縮試驗機を用ひて加壓し，破壞に至るまでの最大壓力を測定した．試驗時期を二大別し，A は成形直後其含水率の變化なき間に，B は氣乾狀態

に於て略最低の含水率に達したと推定される時に行つた．孰れも原則として製作日時を異にする3個の試驗結果中最高の値を採つた．

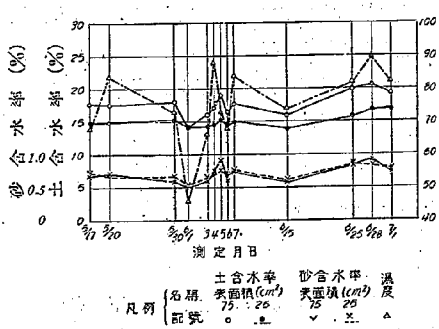
〔2〕 使用材料の性質

斯種の試驗結果は試料殊に土の原產地に由つて異る所大であるから多數の異種のものにつき試驗する必要があるが本試驗に於ては先づ土，砂各1種に止めた．

土　は「東京山手赤土」の1種[1]にして其性狀概要第1表に示すが如く，主として粘土より成り，既に本所に於て試驗報告せる[1]ものと同樣の特質を有するものである．其空氣中の水分に對する吸收力を知らむが爲に之を絕對乾燥せしめたる後空氣中に放置せる場合に於ける其含水率の變化は第1圖及第2表に示すが如く其外氣との接觸面積と全體積との比によつて異るが最大 20.4％ に達し晴天繼續せるも略 14％ を最低とす．

第1表　土試驗成績

試驗項目	數値	篩分成績（沈降法に據る） 篩番號 通過	篩番號 殘留	百分率	摘要
比重	2.415	5 mm	10 番	0.4	
收縮限界 ％	56.81	10 番	20 〃	0.2	
收縮比（乾燥材の見掛の比重）	1.03	20 〃	30 〃	0.3	
液狀限界 ％	129.6	30 〃	40 〃	0.6	
可塑性限界 ％	92.2	40 〃	50 〃	1.1	
可塑性指數	37.4	50 〃	80 〃	2.7	
遠心力含水當量 ％	67.0	80 〃	100 〃	1.9	
野外含水當量 ％	81.1	100 〃	200 〃	9.2	以上砂 16.4％
單位重量 (kg/m³)	672.0	200 〃	0.01 mm	22.4	淤泥
空隙率 ％	72.2	0.01 mm		61.2	粘土



第1圖　土砂含水率變化

砂　は埼玉縣北足立郡秋ヶ瀨地先荒川產にして其性狀第3表に示すが如く主として30番乃至50番のもの多く，其空氣中に於ける水分の吸收に由る含水率の變化は第1圖及第2表に示すが如く最大 0.9～0.8％ である．

〔3〕 供試體の製作

土は豫め充く粉粹して貯藏せるものゝ內より所定の含水率との差(±)2％ 以內のものを採り，之に室內乾燥の砂の所定量を加へて充分攪伴混合して一樣のもの

1) 土木試驗所報告第二十號 1～26 頁，第二十二號 116～121 頁

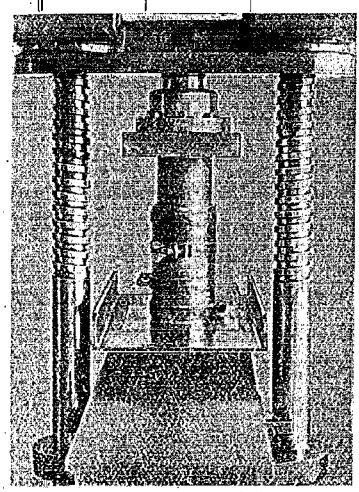
第 2 表 土及砂の空氣中に於ける含水率の變化

番號	月	日	天候	位置	平均濕度(%)	土含水率(%) 表面積 75cm²	土含水率(%) 表面積 25cm²	砂含水率(%) 表面積 75cm²	砂含水率(%) 表面積 25cm²	摘要
1	1	8	晴	室內	40	0	0	0	0	
2	1	10	雨	〃	〃	6.4	1.6	0.6	0.4	
3	1	11	晴	〃	〃	9.6	2.5	0.6	0.5	
4	2	2	曇	〃	50	15.0	8.8	0.6	0.5	
5	3	18	〃	〃	73	14.8	12.2	0.6	0.6	
6	5	15	〃	〃	73	18.0	14.7	0.8	0.8	
7	5	30	晴	室外	73	18.0	15.2	0.6	0.7	
8	6	5	曇	〃	73	18.9	15.2	0.9	0.8	雨後
9	6	28	〃	〃	90	20.4	16.6	0.9	0.8	雨後
10	7	1	〃	〃	82	19.2	16.8	0.7	0.8	

第 3 表 砂試驗成績

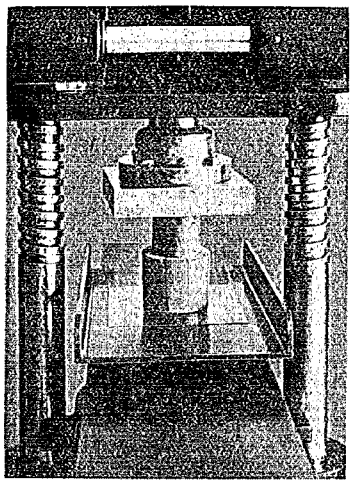
試驗項目	數値	摘要	篩分試驗 篩番號 通過	篩分試驗 篩番號 殘留	篩分試驗 百分率
比重	2.70		5mm	8番	0.5
單位重量(kg/m³)	1542	標準方法	8番	16〃	3.0
同上	1413	輕詰	16〃	30〃	18.0
空隙率(%)	42.9	標準方法	30〃	50〃	60.0
同上	47.7	輕詰	50〃	100〃	17.8
粒度率	2.06		100〃	200〃	0.7
			200〃		0.1

となし，混凝土耐壓試驗片製作用型（內徑 10.25 cm，高さ 20.50 cm の鋼製片開き中空圓筒を帶鋼にて 4 個所締付けたるもの）內に塡充し，第 2 圖に示すが如く樫材の端に眞鍮板を張つた圓柱（試驗用加壓片と同種のもの）を通して加壓し，所定の壓力に達せしめて高さ約 83mm，直徑102.5 mm の供試體を成形した．同一試料より常に略同時に同一種のもの 2 個を造り A，B 兩試驗に分ち，A は直に，B は室內に放置乾燥せしめ約 50 日を經て略最小重量に達せる後試驗に供した．



第 2 圖 供試體の製作

配合は土の乾燥重量に對する砂（室內乾燥）の重量の百分率を以て示し，0，50，100，150，



第 3 圖 安定强度試驗

200, 250 及 300 の 7 種とする. 含水量は土中の含水量のみを以て區別し土の乾燥重量に對する百分率を以て表はし 30, 40, 50, 60, 70, 及 80 の 6 種とした. 此範圍外の含水量は本製作法にては適當ならざるを以て除外した. 製作壓力は 10, 20, 30, 40 及 50kg/cm^2 の 5 種とし一旦所定壓力に達した後直に撤去した.

〔4〕 安定强度の測定

斯種の材料に對し道路技術者間に安定强度試驗と稱せらるゝものは其方法未だ一定して居ないが其主眼とする所は剪斷力と壓縮力とを同時に作用せしめて其支持力を測定するにあるから, 本試驗に於ては前掲の如く直徑 10.25cm を有する供試體の上面中央部に直徑 7.5cm, 高さ 7.5 cm, 上下に眞鍮板を張つた樫製の加壓片を通しアムスラー型 60 瓲壓縮試驗機を用ひて加壓した, 加壓上面は製作當時の上面とした. 安定强度は最大荷重を加壓片底面積 44.2 cm^2 を以て除した單位荷重を以て示す.

II. 試 驗 結 果

斯種の試驗結果は材料, 混合程度, 含水率及加壓方法等の變化により同一種類のものと雖ども其强度破壞狀況等必ずしも一致せず, 故に本試驗に於ては通常 3 個の內の最大値を採つた.

〔1〕 製作直後の試驗結果

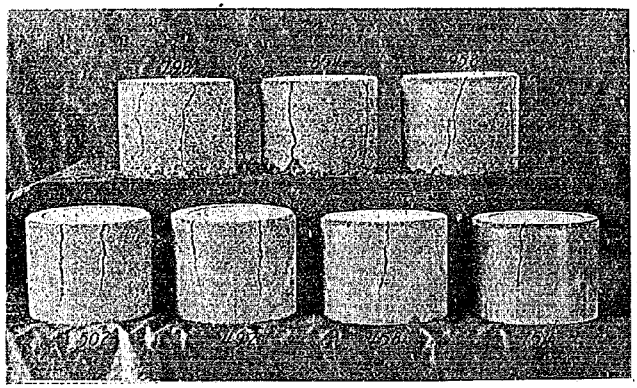
供試體製作當時の含水量を保有し其本質に變化なき間に施行せる試驗 (A 試驗) の結果は大體荷重增大して或る程度を超過すれば先づ供試體側面中央高の部分に縱に龜裂を生じ, 其後荷重增大して最大値に達したる後下降し始む. 龜裂及破壞の狀況は供試體の性質に由つて異るも大體第 4 圖に示すが如くである.

製作直後に於ける安定强度 (σ_a) を一括すれば第 4 表 (a) 乃至 (f) に示すが如く, 其土含水率, 配合及製作壓力等に對する關係を比較すれば第 5 圖に示すが如く之を要約すれば次の如くである.

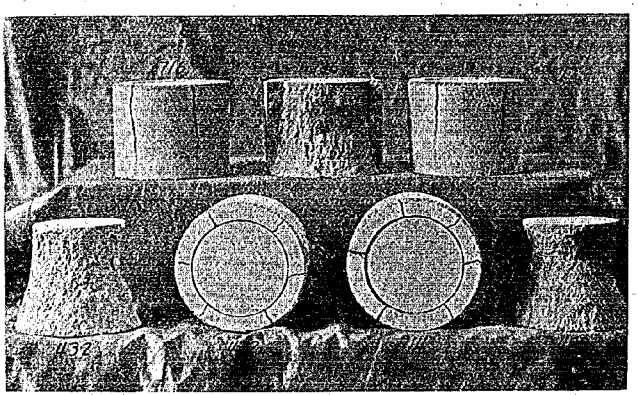
1) 製作直後の安定强度 σ_a は, 配合, 土含水率及製作壓力等に由つて異り, 一般に配

第4圖　試驗後の供試體

I



II



土揚供試體の性質

	供試體番號	798	854	958	502	492	458	754	
I	配合	0	250	200	150	100	50	0	
	標準土含水率	50	70	50	70	70	60	60	
	製作壓力(kg/cm²)	20	20	50	30	30	30	50	
	供試體番號	716	796	9	432	422	714	428	
II	配合	0	0	0	0	0	0	0	
	標準土含水率	70	50	70	30	50	70	50	
	製作壓力(kg/cm²)	20	20	30[1]	50	40	30	10	[1] 加壓3回

第 4 表 乾燥前後に於ける安定强度の比較

(a) 配 合 0 (( )内の數字は同時に製作せる一對に屬せざるものにして最大安定强度を與へしもの、値)

製作標準土含水率 (%)	製作壓力 po (kg/cm²)	A 製作直後 土含水率 (%)	A 安定强度 σ_a (kg/cm²)	A $100\frac{\sigma_a}{p_0}$ (α_a) (%)	B 乾燥後 土含水率 (%)	B 安定强度 σ_b (kg/cm²)	B $100\frac{\sigma_b}{p_0}$ (α_b) (%)	乾燥前後の比較 土含水率の差 (%)	$\frac{\sigma_b}{\sigma_a}$ (β)	$\sigma_b-\sigma_a$ (kg/cm²)	摘要
40	50	41.3	14.77	29.5	31.0	18.11	36.25	10.3	1.22	3.33	
	40	33.5	10.86	27.5	30.9	11.09	27.70	7.9	1.02	0.23	
	30	38.5	7.47	24.9	31.0	7.47	24.90	7.5	1.00	0.00	
	20	40.2	5.66	28.3	28.8	6.34	31.70	11.4	1.11	0.68	
	10	40.2	2.94	29.4	30.2	2.72	27.20	10.0	0.92	−0.22	
50	50	50.8	18.11	36.2	19.6	45.04	90.0	31.2	2.48	26.93	
	40	50.8	14.03	35.0	20.0	32.14	80.5	30.8	2.29	18.11	
	30	50.8	10.41	34.7	19.7	26.02	86.7	31.1	2.50	15.61	
	20	51.1	6.79	34.0	19.4	5.85	79.3	31.7	2.34	9.06	
	10	51.1	3.39	33.9	20.0	6.34	63.4	31.1	1.87	2.95	
60	50	62.1 (59.3)	12.67 (16.75)	25.4 (33.5)	23.4	49.56	99.2	38.7 (35.9)	3.92 (2.95)	36.89 (32.81)	
	40	62.1 (59.3)	11.54 (13.58)	28.9 (33.9)	21.8	42.10	105.3	40.3 (36.5)	3.65 (3.11)	30.56 (28.52)	
	30	62.1 (59.3)	9.28 (10.64)	30.9 (35.4)	25.0	33.72	112.2	37.1 (34.3)	3.63 (3.17)	24.44 (23.08)	
	20	62.1 (59.3)	6.34 (7.27)	31.7 (36.4)	25.7	19.92	99.6	36.4 (33.6)	3.15 (2.74)	13.58 (12.65)	
	10	62.1 (59.3)	3.39 (3.85)	33.9 (38.5)	22.1	9.05	90.5	40.0 (37.2)	2.66 (2.35)	5.66 (5.20)	
70	50	68.9	15.84	31.7	24.4	51.14	102.3	44.50	3.23	35.30	
	40	68.9	13.58	33.9	23.0	45.27	113.1	45.90	3.34	31.68	
	30	68.9	10.41	34.7	25.8	33.95	113.1	43.10	3.25	23.54	
	20	68.9	7.02	35.1	28.6	23.76	118.8	40.30	3.39	16.74	
	10	68.9	4.07	40.7	27.5	12.67	126.7	41.40	3.12	8.60	
80	30	80.7	5.21	17.4	22.4	27.84	92.9	58.3	5.34	22.63	50, 40, は製作不能
	20	80.7	4.53	22.6	23.8	23.99	119.9	56.9	5.29	19.46	
	10	80.7	3.62	36.2	25.4	16.52	165.2	55.3	4.56	12.90	

(b) 配 合 50

製作標準土含水率 (%)	製作壓力 po (kg/cm²)	A 製作直後 土含水率 (%)	A 安定强度 σ_a (kg/cm²)	A $100\frac{\sigma_a}{p_0}$ (α_a) (%)	B 乾燥後 土含水率 (%)	B 安定强度 σ_b (kg/cm²)	B $100\frac{\sigma_b}{p_0}$ (α_b) (%)	乾燥前後の比較 土含水率の差 (%)	$\frac{\sigma_b}{\sigma_a}$ (β)	$\sigma_b-\sigma_a$ (kg/cm²)	摘要
40	50	40.2	13.58	27.2	29.1	17.49	35.0	11.1	1.29	3.91	
	40	40.2	10.41	26.1	28.1	12.67	31.7	12.1	1.21	2.26	
	30	40.2	7.24	24.1	28.3	7.47	24.9	11.9	1.03	0.23	
	20	40.2	4.53	22.7	26.9	4.75	23.7	13.3	1.05	0.22	
	10	40.2	2.04	20.4	25.8	1.58	15.8	14.4	0.78	−0.46	
50	50	48.9 (50.4)	15.16 (15.84)	30.4 (31.7)	22.4	29.42	59.0	26.5 (28.0)	1.94 (1.86)	14.26 (13.58)	
	40	48.9 (50.4)	12.22 (13.35)	30.6 (33.4)	27.7	22.36	57.2	21.2 (22.7)	1.87 (1.71)	10.64 (9.51)	
	30	50.4	9.73	32.4	26.7	12.67	42.2	23.7	1.30	2.94	
	20	50.4	6.34	31.7	21.7	7.70	38.5	28.7	1.21	1.36	
	10	50.4	2.94	29.4	27.1	2.94	29.4	23.3	1.00	0.00	
60	50	61.5	13.58 (14.71)	27.2 (29.5)	24.1	39.83	79.8	37.4	2.94 (2.71)	26.25 (25.12)	
	40	61.5	11.54 (12.45)	28.9 (31.2)	20.7	30.10	75.3	40.8	2.61 (2.42)	18.56 (17.65)	
	30	61.5	8.83 (9.51)	29.4 (31.7)	25.8	22.96	76.2	35.7	2.59 (2.40)	14.03 (13.35)	
	20	61.5	6.56	32.8	19.0	14.03	70.0	42.5	2.14	7.47	
	10	61.5	3.39	33.9	21.4	6.34	63.4	40.1	1.87	2.95	
70	50	69.3 (63.9)	11.77 (14.26)	23.5 (28.5)	26.0	41.42	82.9	43.3 (42.9)	3.52 (2.90)	29.65 (27.16)	
	40	69.3 (68.9)	10.64 (12.22)	26.6 (30.6)	25.7	36.21	90.6	43.6 (43.2)	3.41 (2.96)	25.57 (23.99)	
	30	72.0 (71.5)	6.34 (10.18)	21.2 (34.0)	20.5	27.38	91.2	51.5 (51.0)	4.32 (2.69)	21.04 (17.20)	
	20	72.0 (71.5)	4.75 (7.02)	23.7 (35.1)	20.8	18.56	92.8	51.2 (50.7)	3.91 (2.64)	13.81 (11.54)	
	10	72.0 (69.3)	2.94 (3.62)	29.4 (36.2)	17.7	10.18	100.2	54.3 (51.6)	3.46 (2.82)	7.24 (6.56)	
80	40	80.2	5.83	14.7	21.3 (32.7)	21.96 (22.41)	55.0 (56.0)	58.9 (43.9)	3.74 (3.81)	16.03 (16.58)	50 は製作不能
	30	80.2	5.66	18.9	24.2 (32.5)	21.28 (23.31)	71.0 (77.7)	56.0 (49.1)	3.77 (4.11)	15.62 (17.65)	
	20	80.2	4.75	23.7	23.8 (31.0)	16.75 (20.37)	83.7 (103.7)	56.4 (50.6)	3.53 (4.29)	12.00 (15.62)	
	10	80.2	3.39	33.9	22.3 (24.5)	9.51 (11.34)	95.1 (115.4)	57.9 (57.1)	2.81 (3.41)	6.12 (8.15)	

(c) 配　合 100

製作標準土含水率 (%)	製作壓力 p_0 (kg/cm²)	A 製作直後 土含水率 (%)	A 製作直後 安定强度 σ_a (kg/cm²)	A 製作直後 $100\frac{\sigma_a}{p_0}(\alpha_a)$ (%)	B 乾燥後 土含水率 (%)	B 乾燥後 安定强度 σ_b (kg/cm²)	B 乾燥後 $100\frac{\sigma_b}{p_0}(\alpha_b)$ (%)	乾燥前後の比較 土含水率の差 (%)	乾燥前後の比較 $\frac{\sigma_b}{\sigma_a}(\beta)$	乾燥前後の比較 $\sigma_b-\sigma_a$ (kg/cm²)	摘要
40	50	41.2	11.77	23.5	26.8	18.11	36.3	14.4	1.54	6.34	
	40	41.2	9.51	23.8	25.6	12.90	32.3	15.6	1.36	3.39	
	30	41.2	7.02	23.4	28.6	9.28	30.9	12.6	1.32	2.26	
	20	41.2	4.75	23.7	27.3	5.66	28.3	13.9	1.19	0.91	
	10	41.2	2.04	20.4	27.3	2.04	20.4	13.9	1.00	0.00	
50	50	50.7 (49.4)	13.35 (13.81)	26.7 (27.7)	23.1	27.61	55.3	27.6 (26.3)	2.07 (1.99)	14.26 (13.80)	
	40	50.7	10.86	27.2	22.7	21.71	54.3	28.0	2.00	10.87	
	30	50.7	7.70	25.6	25.5	16.30	54.3	25.2	2.12	8.60	
	20	50.7	5.43	27.2	26.6	10.64	53.1	24.1	1.96	5.21	
	10	50.7	2.94	29.4	23.3	4.53	45.3	27.4	1.54	1.59	
60	50	59.8 (60.4)	12.90 (14.49)	25.8 (29.0)	26.7	27.84	55.7	33.1 (33.7)	2.16 (1.92)	14.94 (13.35)	
	40	59.8 (60.4)	11.09 (11.54)	27.8 (28.8)	31.6	22.63	56.7	28.2 (28.8)	2.04 (1.96)	11.54 (11.09)	
	30	59.8	8.60	28.7	28.1	15.84	52.8	31.7	1.84	7.24	
	20	59.8	5.88	29.4	25.3	10.41	52.0	34.5	1.77	4.53	
	10	59.8	2.94	29.4	32.9	4.30	43.0	25.9	1.46	1.36	
70	50	70.8 (71.5)	7.24 (14.03)	14.5 (28.1)	18.2	32.81	65.7	52.6 (53.3)	4.54 (2.32)	25.57 (18.78)	
	40	70.8 (71.5)	7.24 (11.32)	18.1 (28.4)	18.2	26.70	66.8	52.6 (53.3)	3.69 (2.36)	19.46 (15.33)	
	30	70.8 (71.5)	6.11 (8.60)	20.4 (28.7)	16.4	20.60	68.7	54.4 (55.1)	3.37 (2.39)	14.49 (12.00)	
	20	70.8 (71.5)	4.75 (5.88)	23.7 (29.4)	19.7	15.87	79.4	51.1 (51.8)	3.34 (2.70)	11.12 (9.99)	
	10	69.0	2.94	29.4	21.7	5.88	58.8	47.3	2.00	2.94	
80	50	79.4 (80.7)	4.75 (6.56)	9.5 (13.1)	28.6	30.55	61.2	50.8 (52.1)	6.45 (4.65)	25.80 (23.99)	
	40	79.4 (80.7)	4.98 (6.11)	12.5 (15.3)	28.6	28.74	72.0	50.8 (52.1)	5.77 (4.70)	23.76 (22.63)	
	30	79.4 (80.7)	4.53 (5.66)	15.1 (18.9)	24.1	21.36	71.3	55.3 (56.6)	4.71 (3.78)	16.83 (15.70)	
	20	79.4 (80.7)	3.85 (4.98)	19.2 (24.9)	25.6	15.39	76.9	53.8 (55.1)	3.90 (3.09)	11.54 (10.41)	
	10	79.4 (80.7)	2.26 (2.94)	22.6 (29.4)	27.3	7.92	79.2	51.7 (53.1)	3.50 (2.70)	5.66 (4.98)	

(d) 配　合 150

製作標準土含水率 (%)	製作壓力 p_0 (kg/cm²)	A 製作直後 土含水率 (%)	A 製作直後 安定强度 σ_a (kg/cm²)	A 製作直後 $100\frac{\sigma_a}{p_0}(\alpha_a)$ (%)	B 乾燥後 土含水率 (%)	B 乾燥後 安定强度 σ_b (kg/cm²)	B 乾燥後 $100\frac{\sigma_b}{p_0}(\alpha_b)$ (%)	乾燥前後の比較 土含水率の差 (%)	乾燥前後の比較 $\frac{\sigma_b}{\sigma_a}(\beta)$	乾燥前後の比較 $\sigma_b-\sigma_a$ (kg/cm²)	摘要
40	50	41.2	9.05	18.1	25.9	14.03	28.1	15.3	1.55	4.98	
	40	41.2	7.70	19.3	27.5	10.64	26.6	13.7	1.38	2.94	
	30	41.2	5.66	18.9	23.4	7.24	24.2	17.8	1.28	1.58	
	20	41.2	3.39	16.9	25.4	4.30	21.5	15.8	1.27	0.91	1)供試體の側面一部崩壞せしもの
	10	41.2	1.81	18.1	25.4	1.58[1]	15.8	15.8	0.87	−0.23	
50	50	52.2	11.32	22.6	25.3	22.63	45.2	25.9	2.00	11.31	
	40	52.2 (49.4)	8.37 (8.83)	20.9 (22.1)	28.5	16.98	42.8	23.7 (20.9)	2.03 (1.92)	8.61 (8.15)	
	30	52.2	6.56	21.9	24.7	12.22	40.8	27.5	1.87	5.66	
	20	52.2	4.53	22.6	26.0	7.47	37.3	26.2	1.65	2.94	
	10	52.2	1.81	18.1	24.5	3.85	38.5	27.7	2.13	2.04	
60	50	59.8	12.22	24.5	28.1	22.63	45.2	31.7	1.85	10.41	
	40	59.8	9.75	24.4	29.4	18.11	45.3	30.4	1.86	8.36	
	30	59.8	7.24	24.2	28.8	13.35	44.5	31.0	1.85	6.11	
	20	59.8	5.43	27.1	25.7	8.15	40.7	34.1	1.50	2.72	
	10	59.8	2.49	24.9	28.1	3.39	33.9	31.7	1.36	0.90	
70	50	69.0	9.96 (11.77)	19.9 (23.5)	24.0	27.38	54.7	41.6	2.75 (2.32)	17.42 (15.61)	
	40	69.0	7.92 (9.96)	19.8 (24.9)	23.7	22.63	56.7	45.3	2.86 (2.28)	14.71 (12.67)	
	30	69.0	6.79 (7.47)	22.6 (24.9)	22.3	15.39	51.3	46.7	2.27 (2.06)	8.60 (7.92)	
	20	69.0	4.53 (4.98)	22.6 (24.9)	20.6	9.96	49.8	48.4	2.20 (2.00)	5.43 (4.98)	
	10	70.6	2.72	27.2	25.7	4.53	45.3	44.8	1.67	1.81	
80	50	79.4	5.21	10.4	23.1	27.38	54.7	56.3	5.25	22.17	
	40	79.4	4.75	11.9	24.7	23.08	57.7	54.7	4.86	18.33	
	30	79.4	4.30	14.3	24.7	18.79	62.7	54.7	4.38	14.49	
	20	79.8	2.90	14.5	24.7	11.77	58.8	55.1	4.06	8.87	
	10	79.8	1.81	18.1	24.7	6.11	61.1	55.1	3.38	4.30	

(e) 配合 200

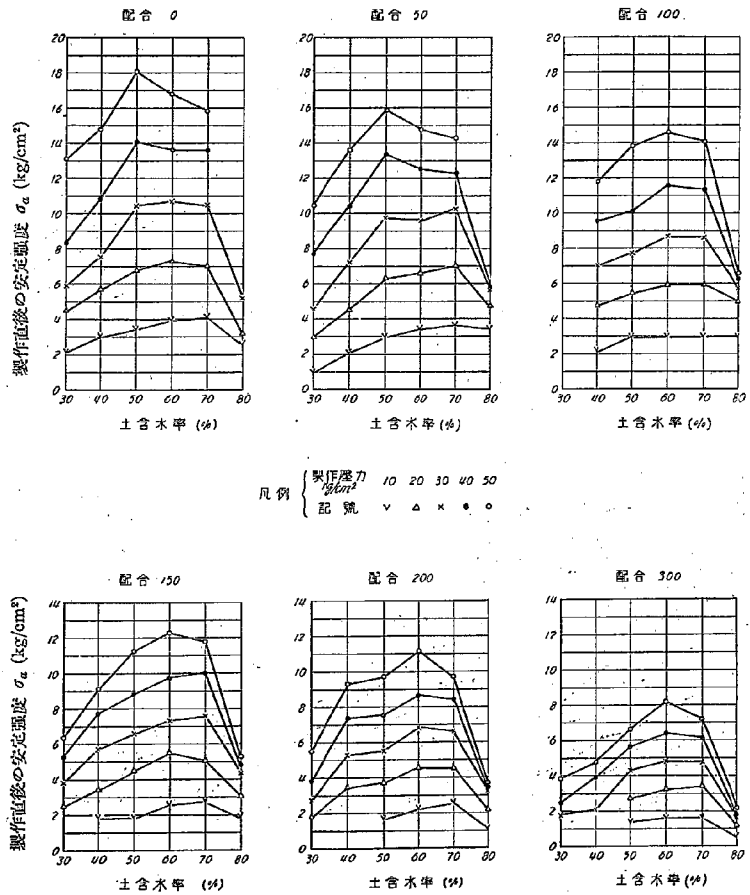
製作標準土含水率 (%)	製作壓力 p_0 (kg/cm²)	A 製作直後 土含水率 (%)	A 製作直後 安定強度 σ_a (kg/cm²)	A 製作直後 $100\frac{\sigma_a}{p_0}$ (α_a) (%)	B 乾燥後 土含水率 (%)	B 乾燥後 安定強度 σ_b (kg/cm²)	B 乾燥後 $100\frac{\sigma_b}{p_0}$ (α_b) (%)	乾燥前後の比較 土含水率の差 (%)	乾燥前後の比較 $\frac{\sigma_b}{\sigma_a}$ (β)	乾燥前後の比較 $\sigma_b-\sigma_a$ (kg/cm²)	摘要
40	50	40.0	9.23	18.5	28.7	11.32	22.7	11.3	1.23	2.09	
	40	39.8 (40.0)	5.88 (7.24)	14.7 (18.1)	28.9	8.60	21.5	10.9	1.46 (1.19)	2.72 (1.36)	
	30	39.8 (40.0)	4.30 (5.21)	14.4 (17.4)	27.3	6.38	21.3	12.5	1.49 (1.22)	2.08 (1.17)	
	20	39.8	3.17	15.1	30.8	3.85	19.2	9.0	1.21	0.68	
	10										製作不能
50	50	50.9	9.73	19.5	26.6	16.75	33.5	24.3	1.71	7.02	
	40	50.9 (50.5)	7.24 (7.47)	18.1 (18.7)	25.6	12.67	31.7	25.3 (24.9)	1.75 (1.70)	5.43 (5.20)	
	30	50.9	5.43	18.1	30.7	9.28	31.0	20.2	1.71	3.85	
	20	50.9	3.62	18.1	26.4	5.88	29.4	24.5	1.63	2.26	
	10	50.9	1.58	15.8	29.6	2.49	24.9	21.3	1.58	0.91	
60	50	62.0 (60.0)	9.96 (11.09)	19.9 (22.2)	34.2	18.33	36.8	27.8 (25.8)	1.84 (1.65)	8.37 (7.24)	
	40	62.0 (60.0)	8.37 (8.60)	20.9 (21.5)	27.6	15.16	37.9	34.4 (32.4)	1.81 (1.76)	6.79 (6.56)	
	30	62.0	6.79	22.6	30.7	11.09	37.0	31.3	1.63	4.30	
	20	62.0 (60.1)	4.07 (4.53)	20.3 (22.6)	31.4	6.11	30.5	30.6 (28.7)	1.50 (1.35)	2.04 (1.58)	
	10	62.0 (60.0)	2.04 (2.20)	20.4 (22.0)	29.6	2.72	27.2	32.4 (30.4)	1.33 (1.24)	0.68 (0.52)	
70	50	69.5	9.73	19.5	25.7	21.93	43.9	43.8	2.26	12.20	
	40	69.5	8.37	20.9	27.3	18.11	45.3	42.2	2.17	9.74	
	30	69.5	6.56	21.8	27.3	13.81	46.1	42.2	2.11	7.25	
	20	69.5	4.53	22.6	28.6	9.28	46.4	40.9	2.05	4.75	
	10	69.5	2.49	24.9	26.6	4.07	20.3	42.9	1.64	1.58	
80	50	79.8	3.62	7.2	27.2	17.20	34.5	52.6	4.75	13.58	
	40	79.8	3.39	8.5	29.0	15.62	39.1	50.8	4.60	11.73	
	30	79.8	3.17	10.6	26.4	12.67	42.2	53.4	4.00	9.50	
	20	79.8	2.04	10.2	27.3	7.47	37.3	52.8	3.66	5.43	
	10	79.8	1.13	11.3	22.7	4.30	21.5	57.4	3.81	3.17	

(f) 配合 300

製作標準土含水率 (%)	製作壓力 p_0 (kg/cm²)	A 製作直後 土含水率 (%)	A 製作直後 安定強度 σ_a (kg/cm²)	A 製作直後 $100\frac{\sigma_a}{p_0}$ (α_a) (%)	B 乾燥後 土含水率 (%)	B 乾燥後 安定強度 σ_b (kg/cm²)	B 乾燥後 $100\frac{\sigma_b}{p_0}$ (α_b) (%)	乾燥前後の比較 土含水率の差 (%)	乾燥前後の比較 $\frac{\sigma_b}{\sigma_a}$ (β)	乾燥前後の比較 $\sigma_b-\sigma_a$ (kg/cm²)	摘要
40	50	39.8	4.75	9.5	27.0	7.29	14.5	12.8	1.53	2.54	
	40	39.8	3.85	9.6	29.5	5.21	13.0	10.3	1.35	1.36	
	30	39.8 (40.9)	1.58 (2.04)	5.3 (6.8)	31.1	1.81	6.0	8.7 (9.8)	1.21 (0.87)	0.23 (−0.23)	以下製作不能
	20										
	10										
50	50	52.0 (50.9)	5.88 (6.56)	11.8 (13.1)	35.9	9.05	18.1	16.1 (15.0)	1.54 (1.38)	3.17 (2.49)	
	40	52.0	5.68	14.2	31.8	6.56	16.4	20.2	1.15	0.88	
	30	52.0	4.30	14.3	29.5	4.53	15.1	22.5	1.06	0.23	
	20	52.0	2.70	13.6	36.4	3.17	15.1	15.6	1.17	0.45	1)供試體取後中一部崩壞す
	10	52.0	1.36	13.6	34.7	1.13[1]	11.3	17.3	0.83	−0.23	
60	50	58.9 (59.8)	7.92 (8.15)	15.8 (16.3)	34.7	13.58	27.1	24.2 (25.1)	1.71 (1.67)	5.66 (5.43)	
	40	58.9	6.34	15.8	30.2	10.18	25.5	28.7	1.60	3.84	
	30	58.9	4.75	15.8	27.0	6.11	20.4	32.8	1.29	1.36	
	20	58.9 (59.8)	2.04 (3.17)	10.2 (15.8)	28.9	3.62	18.1	30.0 (30.9)	1.77 (1.14)	1.58 (0.45)	
	10	59.8	1.58	15.8	22.7	1.36[2]	13.6	37.1	0.86	−0.22	2)同上
70	50	70.2 (71.3)	6.79 (7.24)	13.6 (14.5)	22.4	14.03	28.1	47.8 (48.4)	2.07 (1.94)	7.24 (6.79)	
	40	70.2 (71.3)	5.88 (6.11)	14.7 (15.3)	26.4	12.22	30.6	45.8 (44.9)	2.08 (2.00)	6.34 (6.11)	
	30	70.2 (71.3)	4.30 (4.75)	14.3 (15.8)	27.4	8.37	27.9	42.8 (43.9)	1.95 (1.76)	4.07 (3.62)	
	20	70.2 (71.3)	3.17 (3.39)	15.8 (16.9)	22.9	5.88	29.4	47.3 (48.3)	1.86 (1.74)	2.71 (2.49)	
	10	70.2	1.58	15.8	31.8	2.72	27.2	38.4 (39.5)	1.72	1.14	
80	50	81.9	2.08	4.0	25.8	8.83	17.6	56.1	4.25	6.75	
	40	81.9	1.81	4.5	26.4	6.56	16.5	55.5	3.64	4.75	
	30	81.9	1.58	5.3	21.5	4.75	15.8	60.4	3.00	3.17	
	20	81.9	1.13	5.6	26.7	3.17	15.8	55.8	2.80	2.04	
	10	81.9	0.45	4.5	26.7	1.13	11.3	55.2	2.50	2.68	

合良きもの（混砂量尠きもの），製作壓力大なるもの常に大であるが就中製作壓力の影響著しい．併し，土含水率 40% 以下若くは 80% 以上に於ては常に必しもさうではない．最大の σ_a を與へる土含水率は配合と製作壓力とに由つて異り通常 50～70% の間に介在する．

2）本試驗中最大の σ_a は配合 0，土含水率 50%，製作壓力 50 kg/cm² の場合の 18.11 kg/cm²，最小は配合 300，土含水率 80%，製作壓力 10 kg/cm² の場合の 0.45 kg/cm² で



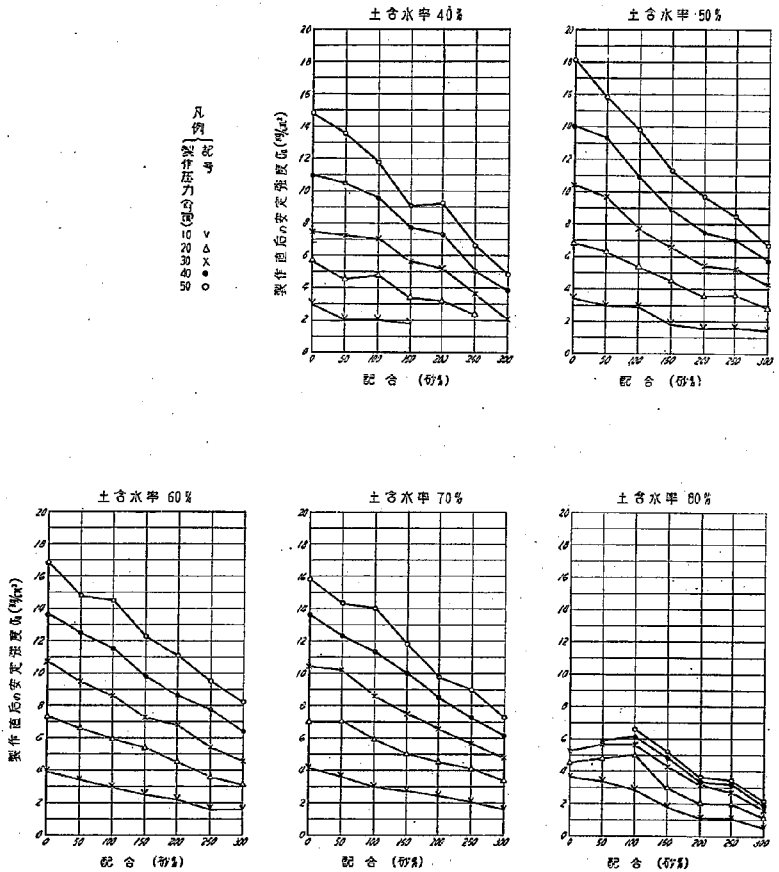
(a) 配　合　別

第 5 圖　製作直後の安定強度

ある.

3) 孰れの場合に於ても，その製作壓力に應じて，土含水率の或る範圍内に於ては σ_a の値の土含水率に由る變化が比較的緩であり，該範圍外に於ては變化比較的急激である．或る 1，2 の特例を除き一般に土含水率 80 % に達すれば σ_a は激減する．

4) σ_a の土含水率による變化は，各配合を通じ，製作壓力の大なるもの程急激である．



(b) 土含水率別

第 5 圖 製作直後の安定強度

又 σ_a の配合による變化も同一土含水率内では製作壓力の大なるもの程急激であり，土含水率異るものに就ては製作壓力によつて其趣を異にし製作壓力 50 kg/cm² のものでは土含水率 50 % のもの最も急激であるが製作壓力 10 kg/cm² のものでは土含水率 80 % のもの最も急激の變化を示して居る．

5) 配合 0 に於て示された σ_a の製作壓力，土含水率等に由る變化の趨勢は他の配合に於ても略同様の傾向を示し，砂を混合せし爲或は其分量の變化によつて，上記趨勢と背馳する様な激變を示す傾向はない．

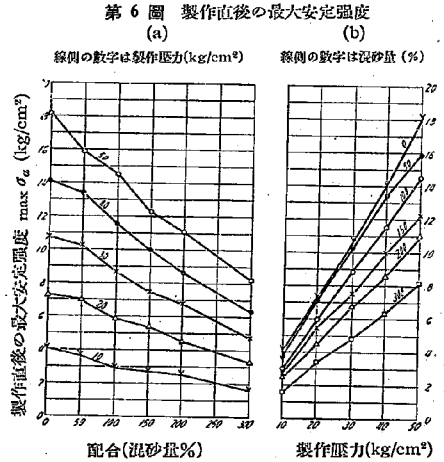
6) σ_a の値は混砂量の増加に伴つて減少するが土含水率 40 % 乃至 70 % の範圍内では其變化比較的規則的であつて製作壓力又は土含水率毎に略一定直線に沿つて減少する．

7) σ_a の配合 0 と 300 との差違は一般に製作壓力及土含水率によつて異り，製作壓力の大なるもの程大であり，最大は土含水率 50 % 製作壓力 50 kg/cm² の場合の 11.55 kg/cm² であるが，配合 0 の製作壓力 50 kg/cm² と 10kg/cm² との差 14.72 kg/cm² に比して小である．

8) 製作直後の最大安定強度 (max σ_a) は混砂量を増すに從ひ，又製作壓力を減ずるに從ひ第 5 圖 (a) に於て右へ移動する傾向があるが土含水率 80% を超過するものは稀である．

9) 最大安定強度 (max σ_a) を一括すれば第 5 表に示すが如く，最大は配合 0, 土含水率 50.8%, 製作壓力 50kg/cm² の場合の 18.11kg/cm², 最小は配合 300, 土含水率 59.8～71.3%, 製作壓力 10kg/cm² の場合の 1.58 kg/cm² である．

第 6 圖　製作直後の最大安定強度

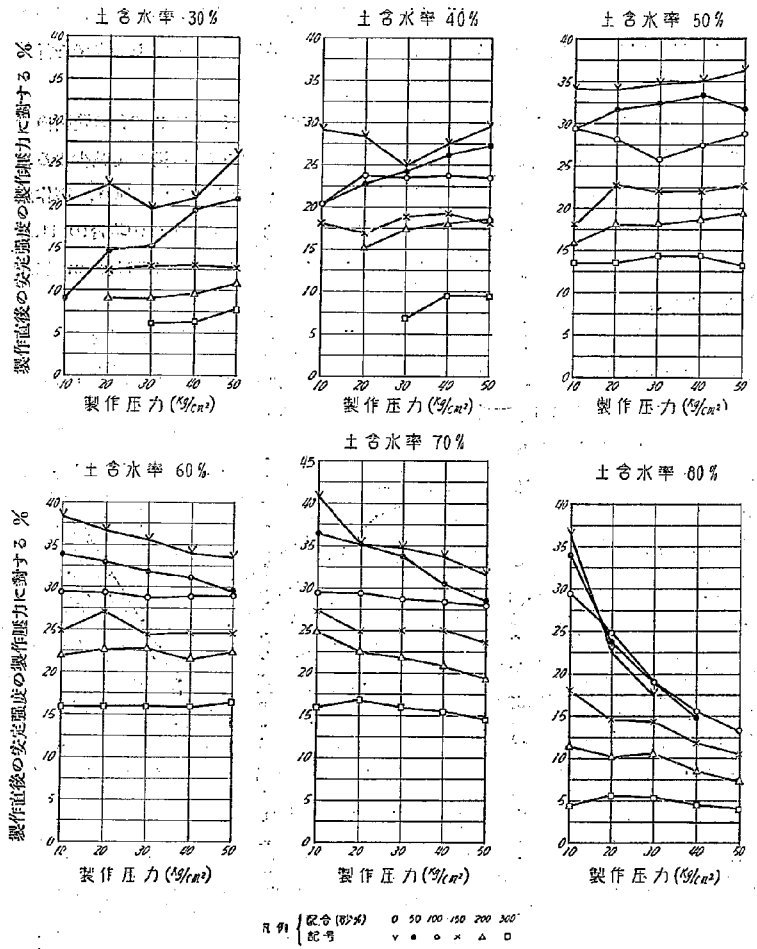


第 5 表　製作直後の最大安定強度

製作壓力 (kg/cm²)	配合 0		配合 50		配合 100		配合 150		配合 200		配合 300	
	土含水率 (%)	最大安定強度 (kg/cm²)	土含水率 (%)	最大安定強度 (kg/cm²)	土含水率 (%)	最大安定強度 (kg/cm²)	土含水率 (%)	最大安定強度 (kg/cm²)	土含水率 (%)	最大安定強度 (kg/cm²)	土含水率 (%)	最大安定強度 (kg/cm²)
10	68.9	4.07	69.3	3.62	50.7—80.7	2.94	70.6	2.72	69.5	2.49	59.8—71.3	1.58
20	59.3	7.27	71.5	7.02	59.8—71.5	5.83	59.8	5.43	60.1—69.5	4.53	71.3	3.39
30	59.3	10.64	71.5	10.18	59.8—71.5	8.60	69.0	7.47	62.0	6.79	59.8—71.3	4.75
40	50.8	14.03	50.4	13.35	60.4	11.54	69.0	9.96	60.0	8.60	58.9	6.34
50	50.8	18.11	50.4	13.84	60.4	14.49	59.8	12.22	60.0	11.09	59.8	8.15

10) 最大安定强度の配合又は製作壓力に由る變化は第6圖の如く大體直線的にして中間法に依つて未知の値を推定するに困難でない.

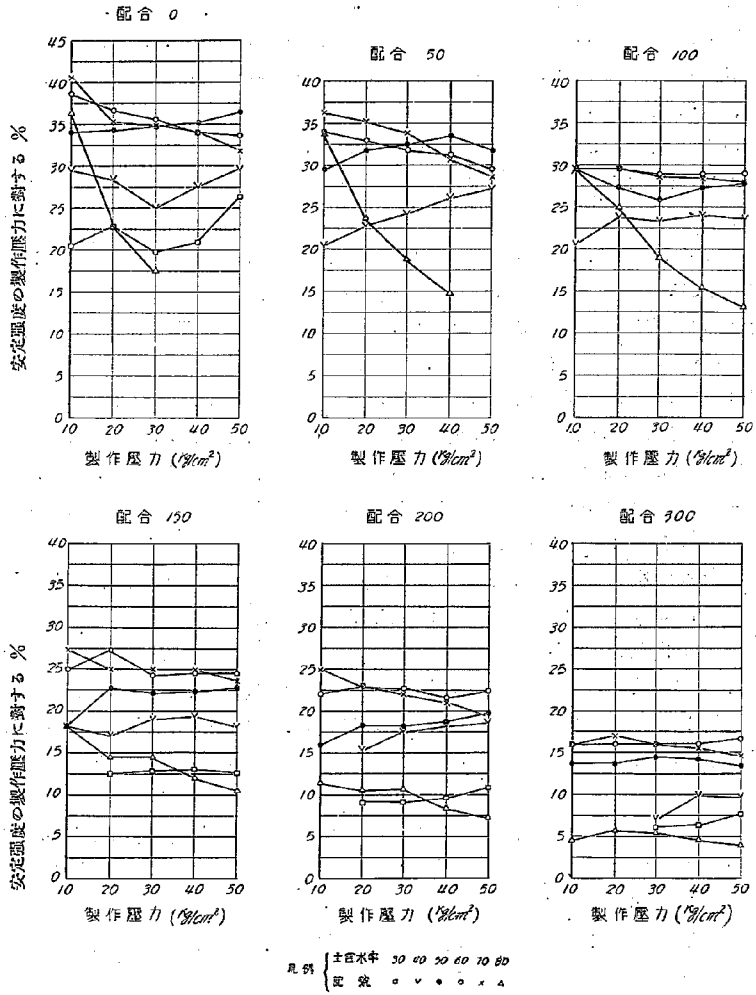
11) 最大安定强度は同一配合では製作壓力の大なるもの常に大であり，同一製作壓力の下では混砂量尠きもの程大である.



(a) 土 含 水 率 別

第 7 圖 製作直後の安定强度と製作壓力

12) 之等圖表より明な様に，土砂モルタルの築造直後の支持力は，其配合，土含水率又は製作壓力を適宜變更して或る範圍内に於て增減せしめることが出來る．假令へば，配合



(b) 配 合 別

第 7 圖 製作直後の安定强度と製作壓力

300 のものでも其築造壓力を 50 kg/cm² とすれば配合 0, 築造壓力 10 kg/cm² の 2 倍より大なる支持力を有せしめることが可能で, 又同一製作壓力の場合に於ても其配合を變化して或る場合に於ては其支持力を原支持力の 2 倍に達せしめることが出來る. 併し支持力に對して壓力の影響の如何に大なるかは圖表より一見して明であり, 如何に配合を改善しても其壓力を 10 kg/cm² 以下に止めては配合最悪の 300 の壓力 30 kg/cm² の支持力に及ぶことが出來ない.

13) 製作直後の安定强度に及ぼす製作壓力の影響は極めて重大であるが, 之等兩者の間には或る程度一定の關係あるもの > 如く之等を一括すれば第 7 圖 (a) 及 (b) に示すが如くである.

14) 製作直後の安定强度の製作壓力に對する百分率 (α_a と假稱) は土含水率の一定範圍内に於ては同一配合のものでは製作壓力に拘はらず殆ど一定である. α_a の略一定なる土含水率の範圍は配合によつて異るが土含水率 50 % 乃至 70 % の間にあつては同一配合のもの > 製作壓力による差は最大 10 % 以下であり, 5 % を越ゆるものは稀である, α_a の製作壓力によつて異る場合土含水率が該土の收縮限界 (此場合 56.81 %) より小なるときは其値大體高壓力の時大であり, 收縮限界より大なる場合は低壓力の時大である.

15) α_a の値は混砂量の尠きもの程大であり從つて其變化も比較的大である. α_a の値は同一配合のものでは一般に土含水率 50～70% の時最大であつて此範圍内では土含水率の相違に由る變化は極めて僅少である.

16) 土含水率 80 % 以上に於ては配合 0 乃至 150, 土含水率 40 % 以下に於ては配合 0 乃至 50 のものに對しては α_a は常數とは認められぬ.

〔2〕 乾燥後の試驗結果

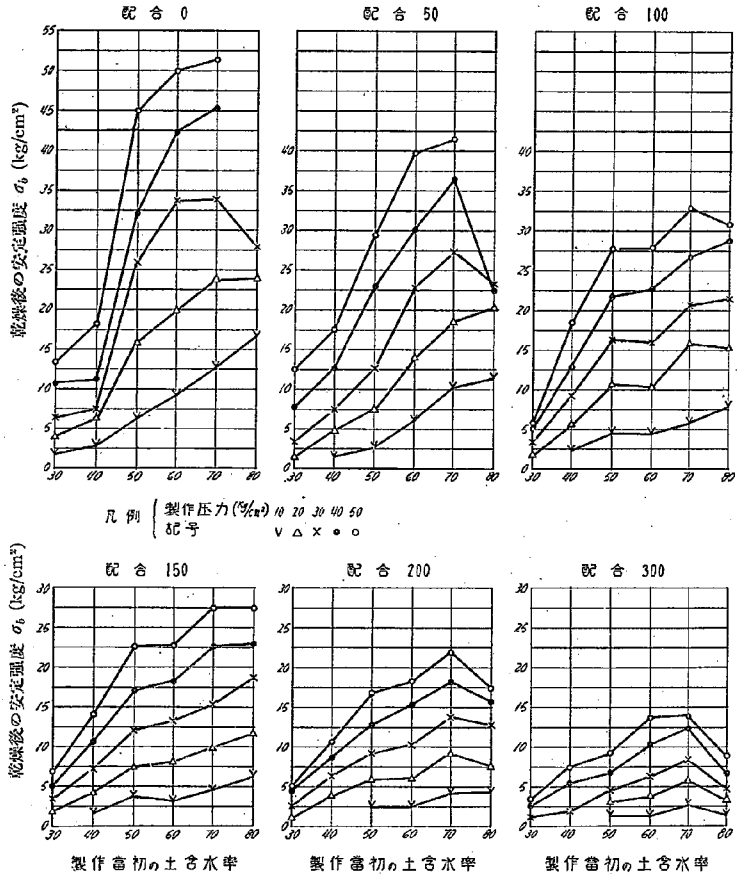
乾燥せる供試體の載荷による變形, 龜裂及破壞等の狀況は製作直後の場合に略似て居るが其安定强度は一般に著しく增大する. 併し, 前述の乾燥方法では乾燥後の土含水率を精確に統制することが困難であるから精細な結果を得難く大體の趨勢を知るに止めざるを得ない.

室内乾燥の程度に於ける乾燥後の安定强度 (σ_b と略稱) の値を一括すれば前掲第 4 表に示すが如く, 其の配合, 製作壓力, 原土含水率 (製作當初の土含水率), 及含水率差等との關係を示せば第 8 圖の如く, 之等の結果を要約すれば

1) 乾燥後の安定强度 σ_b の値は同種の製作直後の安定强度 σ_a に比し一般に著しく大きく, 配合, 製作壓力, 原土含水率及乾燥の程度卽ち土含水率の差等に由つて異り, 一般に, 配合の良きもの (混砂量の尠きもの), 製作壓力の大なるもの及土含水率の差の大なるものが大であるが乾燥の程度異る場合は稀に異例がある. 製作壓力の影響の大なることは

製作直後の如くであるが之より遙に顯著である.

2) 本試驗結果中 σ_b の最大は配合 0, 原土含水率 70%, 製作壓力 50 kg/cm² の場合



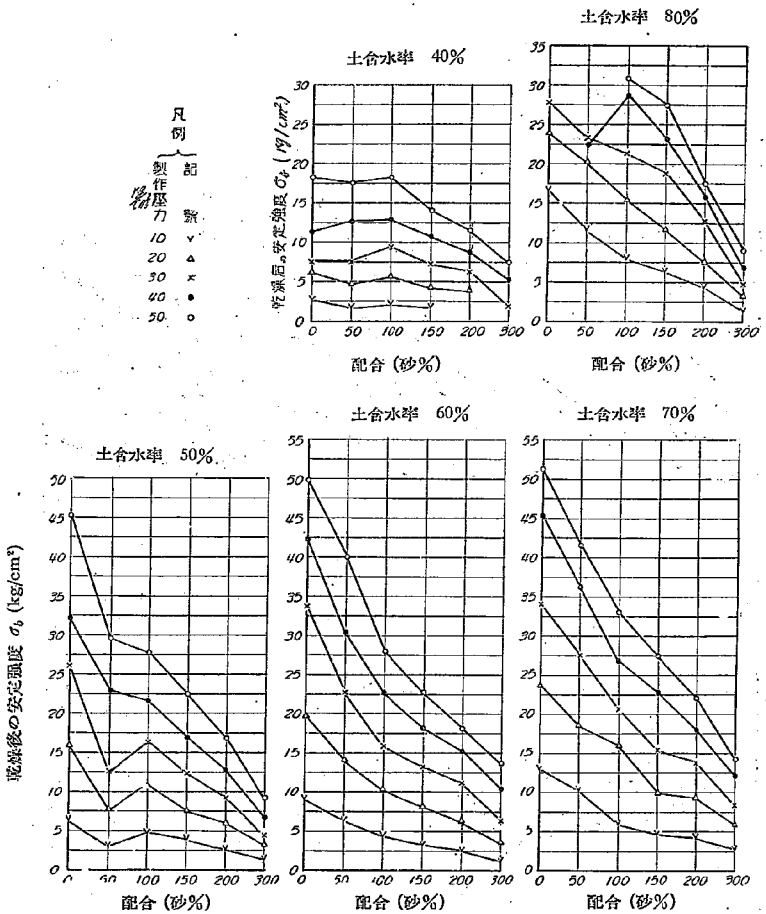
(a) 配 合 別

第 8 圖 乾燥後の安定强度

の 51.14 kg/cm² にして製作壓力を超過して居る. 配合 0 の原土含水率 60, 70%の殆ど全部及 80% の一部, 配合 50 の原土含水率 70% 及 80%の一部に於ては σ_b は製作壓力に略等しきか或は之より大なるものがある. 原土含水率 50%以上の中の最小は配合

300, 製作壓力 10 kg/cm², 原土含水率 80% の 1.13 kg/cm² である.

3) 原土含水率の σ_b に及ぼす影響は σ_a に比して著しく大きく, 時には製作壓力の影

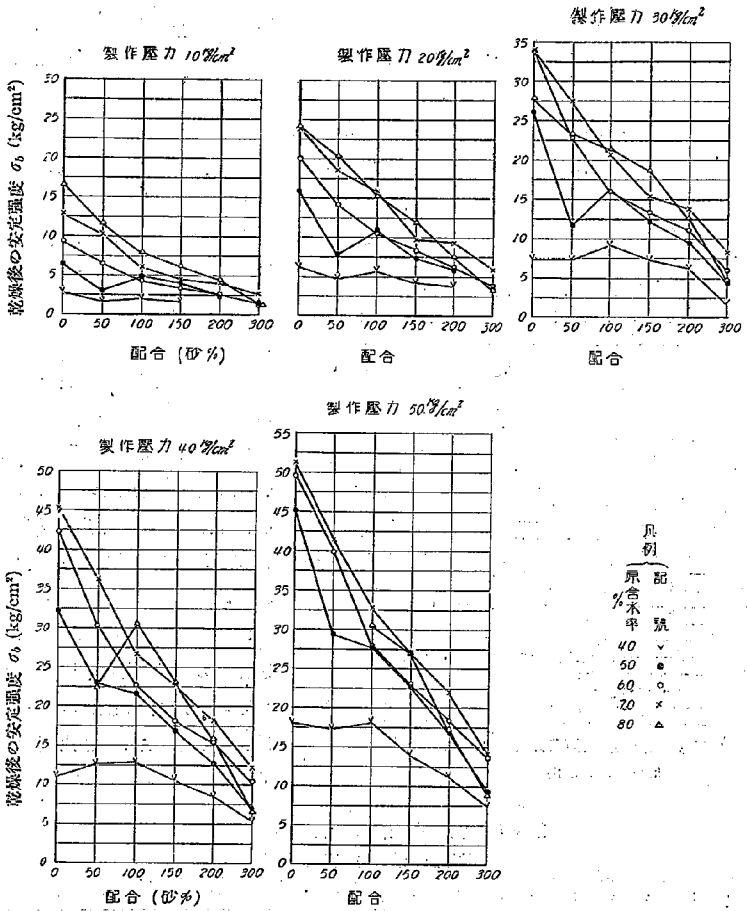


(b) 土含水率別

第 8 圖 乾燥後の安定強度

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. 配合 0, 壓力 30 kg/cm² 以上に於ては 50% 及 80% は夫々激增若くは激減を生ずる臨界的原土含水率である. 配合惡化するか, 壓力低下すれば激增する臨界的原土含水率は現

はれないが多くの場合 80% は激減を與へる臨界値である．最大の σ_b を與へる原土含水率は σ_a の場合と異り一定範圍内に止まらず，配合と製作壓力とによつて移動する．原土含水率 40% 以下のものに就ては σ_b の値は不精確たるを免れない．



(c) 製作壓力別

第 8 圖 乾燥後の安定强度

4) 配合及製作壓力に拘はらず原土含水率 70% までは原土含水率の增加と共に σ_b を增すが，原土含水率 80% 以上に於ては配合，製作壓力の如何によつて異り，一般に好配

合低壓力のものは增大し，貧配合高壓力のものは減少する．但し，配合 200 以上砂を增せば原土含水率 80% に達すれば此傾向を示さなくなり唯一つ配合 200，製作壓力 10kg/cm² を除く外全部原土含水率 70% に於て σ_b 最大に達する．

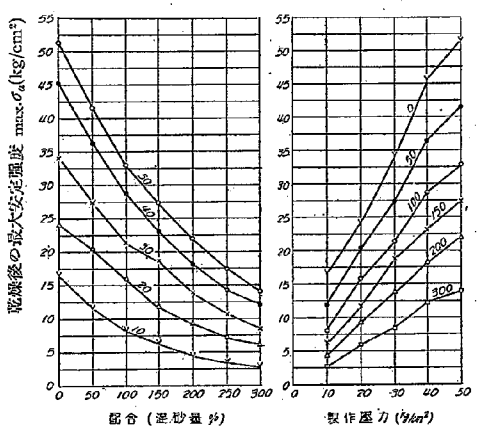
5)　σ_b の原土含水率による變化は配合の良きもの程，又製作壓力の大なるもの程急激である．σ_b の配合による變化も同一原土含水率のものでは製作壓力の大なるもの程急激であり，原土含水率の異るものに就ては製作壓力によつて其趣を異にし，製作壓力 50kg/cm² では原土含水率 70%，10 kg/cm² では 80% が最急である．而して σ_b の値に激變を與へるが如き配合の臨界的限界なるものは見出されぬ．之等の傾向は σ_a の場合と略似て居る．

6)　同一製作壓力のもの > σ_b の配合による變化は原土含水率の大なるもの程，即ち乾燥水量の大なるもの程大であり，製作壓力の小なるものに於て此傾向が特に顯著である．

第 9 圖　乾燥後の最大安定强度

(a)　配合による比較　〔線側の數字は製作壓力(kg/cm²)〕

(b)　製作壓力による比較　〔線側の數字は配合即ち混砂量(%)〕



7)　所定の配合に於て最大の σ_b を與へる原土含水率は製作壓力度によつて異り大體に於て，低壓の場合は好配合の 1，2 の特例を除き 80%，高壓の場合は 70% であるが多少の例外がある．

8)　配合 0 に於て見る σ_b の製作壓力，原土含水率又は土含水率の差等に由る變化の趨勢は略他の配合に於ても相似と認められるが σ_a の場合の如く精確

第 6 表　乾燥後の最大安定强度の比較

max.σ_b 乾燥後の最大安定强度 (kg/cm²)

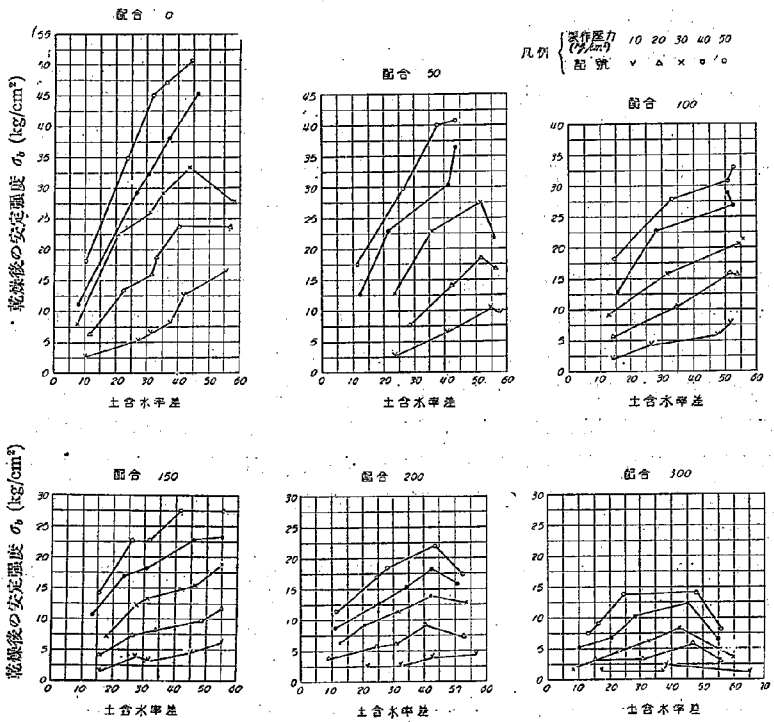
製作壓力 (kg/cm²)	配合 0			配合 50			配合 100			配合 150			配合 200			配合 300		
	土含水率(%) 原土	乾燥後	max.σ_b	土含水率(%) 原土	乾燥後	max.σ_b	土含水率(%) 原土	乾燥後	max.σ_b	土含水率(%) 原土	乾燥後	max.σ_b	土含水率(%) 原土	乾燥後	max.σ_b	土含水率(%) 原土	乾燥後	max.σ_b
10	80.7	25.4	16.52	81.6	24.5	11.54	79.4	27.8	7.92	79.8	24.7	6.11	80.1	22.7	4.30	70.2	31.8	2.72
20	80.7	23.8	23.99	81.6	31.0	20.37	70.8	19.7	15.87	79.8	24.7	11.77	69.5	28.6	9.28	70.2	22.9	5.88
30	68.9	25.8	33.95	72.0	20.5	27.38	79.4	24.1	21.36	79.4	24.7	18.79	69.5	27.3	13.81	70.2	27.4	8.37
40	68.9	23.0	45.27	69.3	25.7	36.21	79.4	23.6	28.74	79.4	24.7	23.03	69.5	27.3	18.11	70.2	26.4	12.22
50	68.9	24.4	51.14	69.3	26.0	41.42	70.8	18.2	32.81	69.0 79.4	24.0 23.1	27.38	69.5	25.7	21.93	70.2	22.4	14.02

ではない.

9) 最大安定强度 ($_{max}\sigma_b$) は配合 0, 製作壓力 50 kg/cm² のもの最大にして混砂量の增加, 製作壓力の減少に從ひ第 8 圖 (a) に於て右へ移動する傾向あること製作直後と同樣であるが此場合には配合 200 以上に於ては原土含水率 70 % に止まる.

10) 最大安定强度を一括すれば第 6 表に示すが如く, 其配合及製作壓力による變化は第 9 圖に示す通りであつて, 乾燥の程度一定ならざるが爲に些少の例外はあるが夫々特定の趨勢を示し, 急激な增減を示す臨界的の配合又は製作壓力なるものは存在しない. $_{max}\sigma_b$ の最大値は配合 0, 製作壓力 50 kg/cm² の場合の 51.14 kg/cm², 最小は配合 300, 製作壓力 10 kg/cm² の場合の 2.72 kg/cm² である.

11) 乾燥前後に於ける土含水率の差と σ_b との關係は第 10 圖に示すが如く, 原土含水



第 10 圖 乾燥後の安定强度と土含水率差

率 80% のものを除けば殆ど兩者比例すると看做し得る．而して，其增率は一般に配合良きもの程，又製作壓力の大なるもの程，大である，

〔3〕 乾燥前後の安定强度の比較

製作直後の安定强度 σ_a と乾燥後の安定强度 σ_b とを比較すれば前掲第4表及第 11 圖乃至第 13 圖に示すが如く，之を要約すれば次の如くである．

1) 土砂モルタルが乾燥の爲其土含水率を減少すれば，配合，製作壓力又は原土含水率を問はず安定强度を增す，而して其乾燥水量を知れば其强度の增加量を略推知することが出來る．

2) σ_a も σ_b も共に製作壓力の影響を受けること大であるが特に σ_b に於て著しいものがある．σ_b の σ_a に對する比を β とすれば β は製作壓力の增加と共に增加する傾向はあるが原土含水率 80% のものを除いては比較的輕微で配合及原土含水率同一のものにあつては殆ど常數のものが尠くない．

3) β は原土含水率の增加につれて增加する傾向はあるが 40% 及 80% を除いては極めて輕微である．β は又一般に配合の惡化につれて減少するが其變化は緩慢である．

4) β の最大値は配合 0，原土含水率 80%，製作壓力 30 kg/cm² の場合の 5.34 であるが供試體製作方法を改善して 50 kg/cm² の製作壓力を與へ得れば更に增大すべきは明である．σ_a の比較的大なる原土含水率 50～70% に於ては配合 0 の β は悉く 2 乃至 4 の間にある．

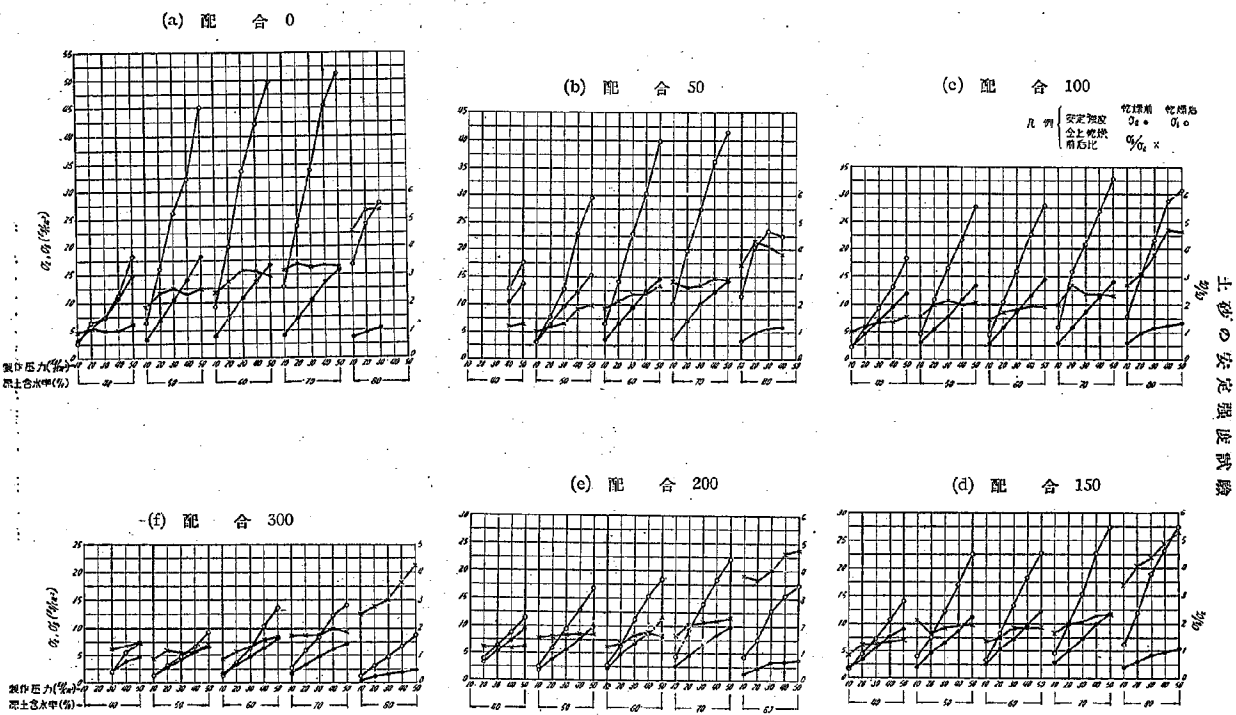
5) β と土含水率の差との關係は配合，製作壓力によつて異るが配合 0 のものに於ては略相比例するもの＞如く，其他のものに於ても原土含水率 80% の場合を除き大體含水率の差の增加に伴つて增大する傾向を示し增勢は配合の惡化と共に低下する．

6) 乾燥前後の安定强度の差は大體土含水率の差の增加に伴つて增加するもの＞如く，其增勢は配合，製作壓力によつて異る．最大の增加を示すのは配合 0，製作壓力 50kg/cm² 原土含水率 60% の場合の 36.89 kg/cm² で原土含水率 70% の場合の最高 35.30 kg/cm² に近い．配合 0 に於て土含水率の差 40% 以內ならば 5 kg/cm² 以下の誤差で σ_a より σ_b を推定しし得る．

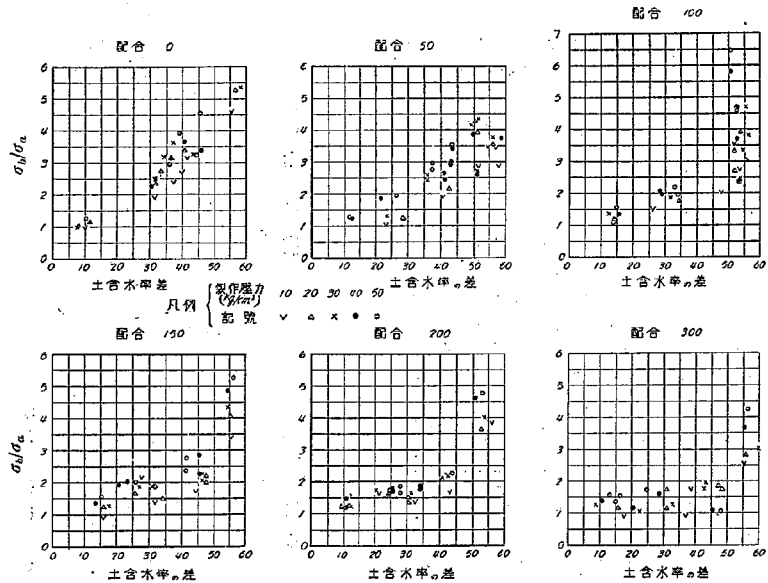
7) 乾燥による安定强度の增加の配合，製作壓力及土含水率の差等との關係は β と略同樣の傾向を示す．

III. 要 約

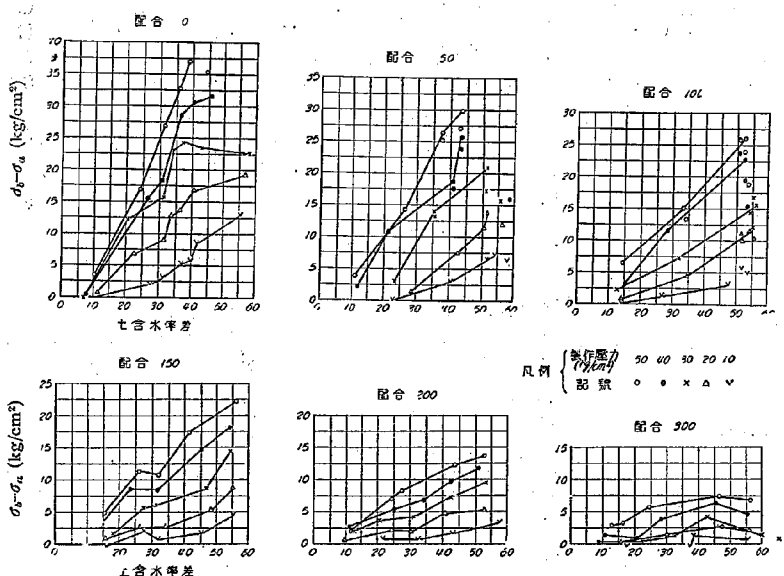
以上の試驗に據り，東京山手赤土若くは之と同種の土を用ひて，土砂道又は砂利道を築造する場合參考とする點を要約すれば次の如くである．



第 11 圖 乾燥前後の安定强度の比較



第 12 圖　乾燥前後の安定强度の比と土含水率の差



第 13 圖　安定强度の變化と土含水率の差

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，通常豫想さるゝ配合の範圍内では土の乾燥重量の 50～70% の範圍を可とする．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壓力度の大なるもの程有效である．强力なる輾壓の效果は路面乾燥後更に擴大さる．

3) 一定配合に對しては其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惡影響を及ぼす，併し，配合の種別に由つては斯かる臨界的限界なるもの存在せず，中間法によつて其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壓力度によること甚だ大で其の一定率になる樣である．而して其定率は配合，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壓力度より大ならしむることを得る樣である．

6) 一定配合及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% 以下にしない範圍内で輾壓力度を增加せしむるにあり，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推定し得る．

本邦鋪裝用タールの性質(其のII)

內務技師　西　川　榮　三

目　次

I. 試　料……(1)
II. 比重及比粘度……(2)
III. タール粘度……(5)
IV. 軟化點……(8)
V. 引火點及燃燒點……(8)
VI. 水分及蒸溜溜出液……(10)
VII. 引火點及燃燒點と蒸溜溜出液との關係……(14)
VIII. 蒸溜殘留物軟化點……(15)
IX. タール酸及ナフタリンの量……(18)
X. 遊靑量，灰分，遊離炭素……(27)
XI. 蒸溜殘留物及自然風化物中の遊靑量，灰分量，及遊離炭素……(30)
XII. 鋪裝用タール製法と其性質との關係……(34)
XIII. 鋪裝用タールの用途と規格案の考察及規格案と實例との比較……(40)
XIV. 本邦鋪裝用タールの一般試驗成績概括……(55)
XV. 要　約……(55)
鋪裝用タール規格改訂案……(59)

昭和8年本所報告第25號に於て本邦鋪裝用タールの性質に就いて記述し，併せて鋪裝用タールの規格案を提示して居るが，其の後，骸炭爐タールより製出せられたる諸種稠度の鋪裝用タール，瓦斯爐タールより製出せられたる2，3種の鋪裝用タールを得たるを以て，其の性質を研究することゝし，且つ之を規格案と比較し，更に他國に於て使用せるタール規格及其の試驗成績並に使用方法例の概略を一瞥して，本邦鋪裝用タールが如何なる工法に使用し得らるべきやを考へ，使用方法と其の規格との關係を明かにせんとするものである．

I. 試　料

本試驗に使用したる試料は，次の15種にして前後3回に亘りて收受せるもので，其の一部は日本製鐵株式會社八幡製鐵所の骸炭爐タールを原料とし，他は東京瓦斯株式會社の瓦斯爐タールを原料とせる鋪裝用タールである．(第1表參照)

第1表中(1)K，(2)K，(4)K，(6)K，(11)K，(12)K，(15)K｛卽ち試驗番號No. 2015K乃至No. 2021K｝の7種は骸炭爐タールを原料とせる試製品にして(3)T，(7)T，(9)T，(13)

T {卽ち試驗番號 No. 2124T 及 No. 2121T 乃至 No. 2123T} の 4 種は瓦斯爐タールよりの製品，(5)Y，(8)Y，(10)Y，(14)Y {卽ち試驗番號 No. 2128Y 及 No. 2125Y，No. 2126 No. 2127Y} の 4 種は骸炭爐タールよりの製品である．以上 3 組の製品を區別する便宜の爲に夫々 K 製品，T 製品，Y 製品の略語を用ゐることゝす．第 1 表は K，T,Y 等の製品別によらず，其の稠度 (比粘度 50°C 及 80°C) を準據として稠度の上昇順 (Accending order) に配列したものである．從て參考として同表中には 50°C 及 80°C の比粘度を附記して置いた．

第 1 表　試　料

材質番號	試料名稱	試驗番號	エングラー比粘度	
			50°C	80°C
(1) K	1 號タール A	No. 2015 K	4.8	1.9
(2) K	2 號タール B_1	No. 2016 K	5.1	1.9
(3) T	脱水タール T	No. 2124 T	16.2	3.1
(4) K	3 號タール B_2	No. 2017 K	17.0	3.2
(5) Y	脱水タール Y	No. 2128 Y	32.0	4.7
(6) K	4 號タール C_1	No. 2018 K	57.7	6.6
(7) T	鋪裝タール D T	No. 2121 T	89.2	9.2
(8) Y	鋪裝タール D Y	No. 2125 Y	90.1	9.5
(9) T	鋪裝タール E T	No. 2122 T	158.5	13.5
(10) Y	鋪裝タール E Y	No. 2126 Y	…	15.2
(11) K	5 號タール C_2	No. 2019 K	173.0	15.3
(12) K	6 號タール D_1	No. 2020 K	378.4	22.1
(13) T	鋪裝タール F T	No. 2123 T	…	27.9
(14) Y	鋪裝タール F Y	No. 2127 Y	…	28.8
(15) K	7 號タール D_2	No. 2021 K	…	37.8

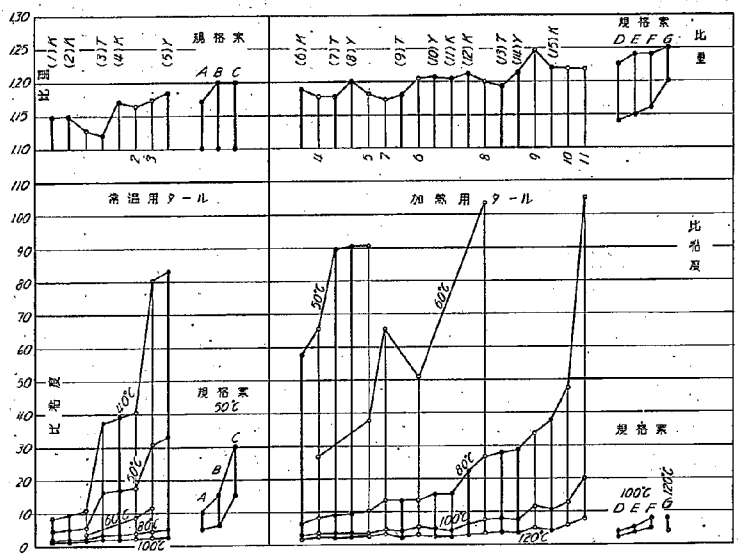
上記の如く其の比粘度のみより見る時は (1)K 乃至 (5)Y は，鋪裝用タール規格案の中常溫用タール程度の製品にして，(6)K 乃至 (15)K は加熱用タール程度の製品である．

II. 比 重 及 比 粘 度

上記諸種タールの比重及諸種溫度の比粘度を見るに第 2 表及第 1 圖の如くである．

第 2 表は大略，比粘度の順位に試料を配列し，更に第 25 號に報告せるものをも加へ，比較に便にしたものである．之に依つて見る時は鋪裝用タールの比重は，大體に於ては比粘度と共に增加する傾向を示し，大約 1.15～1.25 の範圍にあるが，比粘度と比重とは必

ずしも平行はして居ない．之は鋪裝用タール中の溜出油分の分量，比重，及殘留物の比重等によりて支配せらるゝもので，その原料とせるタール及鋪裝用タール製造の方法等の異るものに於ては，特に比重と粘度とは相平行しない．例へば，同程度の比粘度を有する製品にして原料或は製法を異にするものゝ比重の異ることは，(3)T と (4)K；(7)T と (8)Y；(13)T と (14)Y の如くである．而して常温用タールの比重は 1.15～1.182 を示し加熱用タールの比重は 1.174～1.247 を示し，第 25 號中の規格案 (31 頁) に於ける，常温用タール 1.10～1,20 及加熱用タール 1.14～1.25 の範圍にある．



第 1 圖　比重 25°/25°C 及各温度に於ける比粘度

第 1 圖に於て，其の上部は各種タールの比重 (25°/25°C) を示し，且つ比重規格案 (15°/15°C) を 25°/25°C の比重に換算して圖示したものである．其の中黑點及太き黑線にて示せるものは，上記の 15 種の試料及規格案を示し，白點及細き黑線は參考試料に關するものである．第 1 圖の下部は，40°C, 50°C, 60°C, 80°C, 100°C, 120°C に於ける各試料の比粘度を比較せるもので，比粘度のみより考察すれば，(1)K 及 (2)K は規格案 A に，(3)T, (4)K 及 (5)Y は規格案 C に相當する程度のものであるが，(3)T 及 (4)K は其の最低限度附近にあり，(5)Y は最高限をやゝ超過して居る．

(6)K, (7)T, (8)Y は，規格案 D に，(9)T, (10)Y, (11)K は規格案 E に，(12)K, (13)T,

第2表 比重及比粘度

番號	試料 材質番號	参考試料 試験番號	比重 25°/25°C	比粘度 (エングラー, 50cc) 25°C	40°C	50°C	60°C	80°C	100°C	120°C
			常温用タール							
1	(1) K		1.147	…	(8.5)	4.8	…	1.9	1.5	1.4
2	(2) K		1.149	…	(9.3)	5.1	…	1.9	1.5	1.3
3		No. 932 (t)	1.128	57.0	10.3	5.6	3.4	2.1	1.7	…
4	(3) T		1.120	…	(37.2)	16.2	…	3.1	1.9	1.5
5	(4) K		1.171	…	(39.0)	17.0	…	3.2	1.9	1.6
6		No. 1188 (h)	1.164	…	40.3	17.7	8.6	3.6	2.2	…
7		No. 1187 (k)	1.168	…	80.1	30.9	11.4	4.4	2.3	…
8	(5) Y		1.182	…	(83.0)	32.0	…	4.7	2.3	1.7
			加熱用タール							
9	(6) K		1.189	…	…	57.7	…	6.6	2.8	1.9
10		No. 1189 (k)	1.179	…	234.5	65.5	26.8	8.2	3.6	2.5
11	(7) T		1.178	…	…	89.2	…	9.2	3.5	2.1
12	(8) Y		1.202	…	…	90.1	…	9.5	3.7	2.3
13		No. 1190 (k)	1.182	…	340.0	92.7	37.9	10.2	3.6	2.6
14		No. 931 (t)	1.174	…	…	154.1	65.5	13.6	4.6	3.3
15	(9) T		1.180	…	…	158.5	…	13.5	4.3	2.6
16		No. 1342 (o)	1.205	…	…	138.2	50.9	13.6	5.5	3.0
17	(10) Y		1.207	…	…	256.8	…	15.2	5.0	2.6
18	(11) K		1.205	…	…	173.0	…	15.3	4.7	2.4
19	(12) K		1.212	…	…	378.4	…	22.1	6.3	3.0
20		No. 1191 (k)	1.199	…	…	481.2	103.6	26.6	7.7	3.5
21	(13) T		1.193	…	…	…	…	27.9	8.0	3.8
22	(14) Y		1.215	…	…	…	…	28.8	7.7	3.2
23		No. 1353 (h)	1.247	…	…	…	…	33.8	11.5	5.3
24	(15) K		1.220	…	…	…	…	37.8	10.4	4.1
25		No. 1343 (o)	1.219	…	…	…	…	47.3	12.9	6.0
26		No. 1192 (k)	1.217	…	…	…	…	105.0	20.0	8.0
			常温用タール規格案							
1	常温用 A	…	1.10～1.17	…	…	5～10	…	…	…	…
2	タール B	…	1.10～1.20	…	…	6～15	…	…	…	…
3	規格案 C	…	1.10～1.20	…	…	15～30	…	…	…	…
			加熱用タール規格案							
4	加熱用 D	…	1.14～1.225	…	…	…	…	…	2.5～4.0	…
5	タール E	…	1.15～1.240	…	…	…	…	…	4.0～5.0	…
6	規格案 F	…	1.16～1.240	…	…	…	…	…	5.0～8.0	…
7	G	…	1.20～1.250	…	…	…	…	…	…	4.0～8.0

(14)Y は規格案 F に，(15)K は規格案 G の最低限に相當して居る．

比粘度の上より見れば (1)K 及 (2)K は，プライマー或は瀝青質鋪裝上の常溫路面處理等に使用しうべき稠度を有し，嚴寒の候を除きては，使用に際し全く加熱の必要なきものである．

(3)T, (4)K は (1)K 及 (2)K よりも粘度高く，やはり路面處理用として使用することが出來る程度の稠度を示して居る．(5)Y は更に粘度高く小パッチング用等に使用し得べき稠度のものである．

(6)K, (7)T, (8)Y はシール・コート用或は加熱路面處理用程度の粘度を有し，100°C 前後に加熱すれば，比粘度 2.5～4.0 なる流動自由の液狀品として使用することが出來る．

(9)T, (10)Y, (11)K は 100°C に於て比粘度 4.0～5.0 にして，120°C に於ては比粘度 2.0～3.0 を示し，110°C 前後に加熱して路面處理或は透入式マカダム用に供しうべき稠度の製品である．

(12)K, (13)T, (14)Y は比粘度は 100°C に於て 6.0～8.0; 120°C に於ては 3.0～4.0 にして，100～115°C に加熱して混合マカダム工法或は透入マカダム工法に使用し得べき程度の稠度を有する．

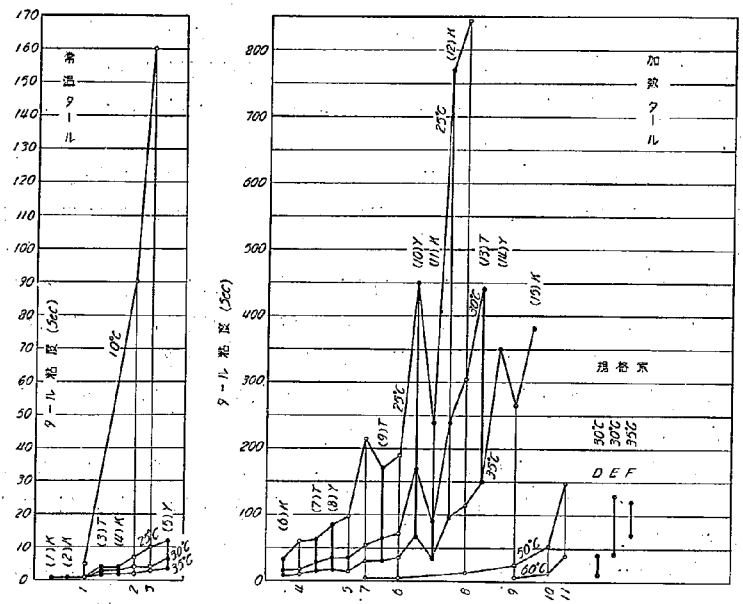
(15)K は，比粘度 100°C に於て 10.4, 120°C に於て 4.1 にして，之を 100～120°C に加熱して混合マカダム或はタール・コンクリート用其の他の用に供し得る程度の稠度を有する．

III. タ ー ル 粘 度

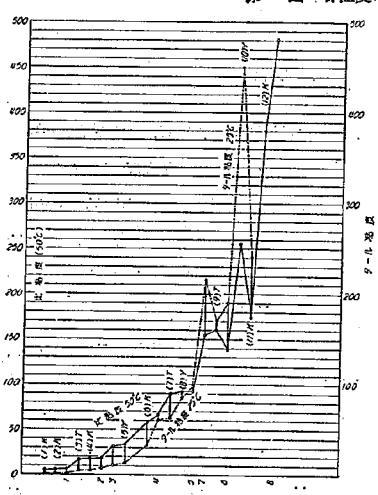
上記諸種タールの 25°C, 30°C, 35°C に於けるタール粘度を見るに第 3 表及第 2 圖の如くである．第 3 表及第 2 圖は，前述の順位に試料を配列し，且つ參考試料をも加へ，比較に便にせるものであるが，之に依つて觀れば，常溫用タールに於ては略比粘度の增加するに從つてタール粘度も增加して居る．加熱用タールにありては，大體に於ては，比粘度の增加に伴つて，タール粘度の增加することは，常溫用タールと同樣であるが，1, 2 の試料に於ては必ずしも然らざるものがある．而してタール粘度より觀る時は (6)K, (7)T, (8)Y は大體規格案 D 程度の稠度を示し，(9)T, (11)K は E 程度の稠度を示し，(10)Y, (13)T は F に近く，(14)Y 及 (15)K はそれ以上粘稠である．

尙第 3 圖及第 4 圖は比粘度及タール粘度の關係を圖示したものである．

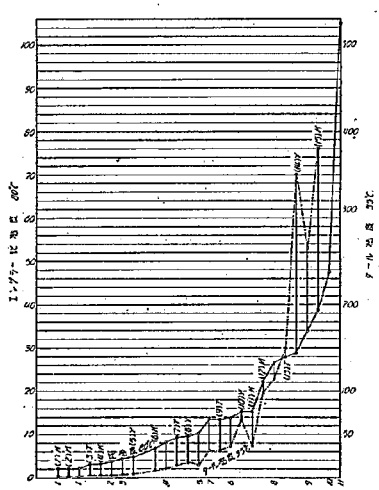
比粘度 50°C 及タール粘度 25°C の比較に於ても，比粘度 80°C 及タール粘度 35°C の比較に於ても，大體に於て比粘度とタール粘度とは竝行してゐるが，中には必ずしも然らざるものもある．



第 2 圖 各温度に於けるタール粘度



第 3 圖 比粘度 50°C 及タール粘度 25°C の比較



第 4 圖 比粘度 80°C 及タール粘度 35°C の比較

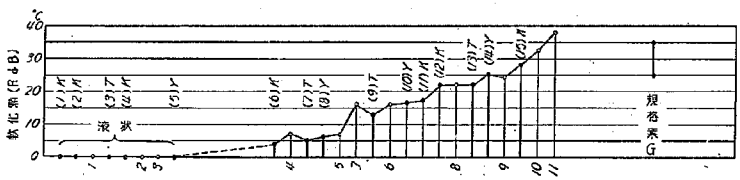
第3表 タール粘度及軟化點

番號	試料 材質番號	參考試料 試驗番號	軟化點 °C R & B	タール粘度 10°C	25°C	30°C	35°C	50°C	60°C	80°C
			常温用タール							
1	(1) K		液状	…	1	1	1	…	…	…
2	(2) K		液状	…	1	1	1	…	…	…
3		No. 932 (t)	液状	5.0	1	1	1	…	…	…
4	(3) T		液状	…	4	3	2	…	…	…
5	(4) K		液状	…	4	3	2	…	…	…
6		No. 1188 (k)	液状	90	7	4	2	…	…	…
7		No. 1187 (k)	液状	160	10	4	3	…	…	…
8	(5) Y		液状	…	12	6.5	3.5	…	…	…
			加熱用タール							
9	(6) K		4.0	…	32	14	7.5	…	…	…
10		No. 1189 (k)	>7.0	…	60	17	10	1.5	1.0	…
11	(7) T		5.0	…	62	27	14	…	…	…
12	(8) Y		6.0	…	85	35	17	…	…	…
13		No. 1190 (k)	>7.0	…	97	35	15.5	2.0	1.5	…
14		No. 931 (t)	16.0	…	215	55	31	4.0	1.5	0.5
15	(9) T		13.0	…	170	65	31	…	…	…
16		No. 1342 (o)	16.0	…	189	72	36	5.0	1.4	…
17	(10) Y		16.5	…	450	170	67	…	…	…
18	(11) K		17.0	…	240	90	36	…	…	…
19	(12) K		22.0	…	770	240	98	…	…	…
20		No. 1191 (k)	22.0	…	845	305	115	12.5	3.5	1.0
21	(13) T		22.0	…	1170	440	150	…	…	…
22	(14) Y		25.0	…	…	1140	350	…	…	…
23		No. 1353 (h)	24.5	…	…	…	265	24	6.0	1.0
24	(15) K		28.0	…	…	1060	280	…	…	…
25		No. 1343 (o)	32.5	…	…	…	…	52	12	1.0
26		No. 1192 (k)	38.0	…	…	…	…	148	39	3.0
			常温用タール規格案							
1	A		…	…	…	…	…	…	…	…
2	B		…	…	…	…	…	…	…	…
3	C		…	…	…	…	…	…	…	…
			加熱用タール規格案							
4	D		…	…	…	10～40	…	…	…	…
5	E		…	…	…	40～130	…	…	…	…
6	F		…	…	…	…	70～120	…	…	…
7	G		25～35	…	…	…	…	…	…	…

IV. 軟化點 (R & B)

各試料の軟化點は第 3 表 4 行目及第 5 圖に示した如く，常溫用タールの軟化點は極めて低く，常溫に於ては測定しがたく，液狀を呈して居る．(7 頁參照)

加熱用タールの軟化點 (R & B) は 4°C～28°C を示し，アスフアルトに比すれば遙かに低い．この中 (14)Y, (15)K は軟化點 28°C を示し，規格案 G に合格する程度のものである．



第 5 圖 軟化點 (R & B)

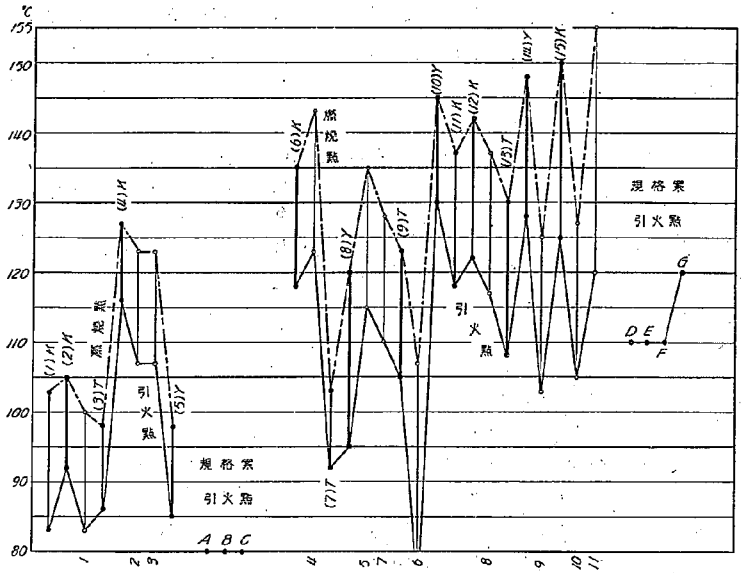
V. 引火點及燃燒點

上記諸種タールの引火點及燃燒點は第 4 表及第 6 圖の如し．

第 4 表及第 6 圖に依れば，常溫用タールの引火點は 82°C～116°C を示し，規格案最低限度 80°C よりは孰れも高く，燃燒點は 98°C～127°C を示し，引火點よりも 11°C～20°C 高い．從つてこれ等の常溫用タールは，60°C 迄の溫度に於ては必要に應じて，多少あたゝめて使用するも引火，燃燒等の危險はない．

加熱用タールに於ては，引火點 92°C～130°C, 燃燒點 103°C～150°C を示し，引火點の規格案最低限度 110°C 或は 120°C よりも低い引火點を有つたものがある．然しながら (7)T を除く他の材料は燃燒點は概ね 120°C 以上である．從て 110°C 位迄の加熱には耐へ得るものであり，(15)K の如きは引火點が既に 127°C を示して居るので，120°C 迄の加熱は可能である．第 25 號に於ても既に述べた通り，鋪裝用タールの引火點はアスアフルトに比して遙かに低く，之を使用する際に加熱する溫度は引火點に近いものであるから，タールを加熱使用する場合には，火焰がタール蒸氣に接觸しない樣充分なる注意を要する．

尙燃燒點は引火點より高いことは勿論であるが，概して引火點の高いタールは燃燒點も高い．第 6 圖に示したタール 26 種の燃燒點及引火點の差は 11°C 乃至 35°C で，平均 18.6°C を示して居る．從てタール加熱に際して，其の溫度が引火點を超過するが如き



第 6 圖　引火點及燃焼點

第 4 表　引火點及燃焼點

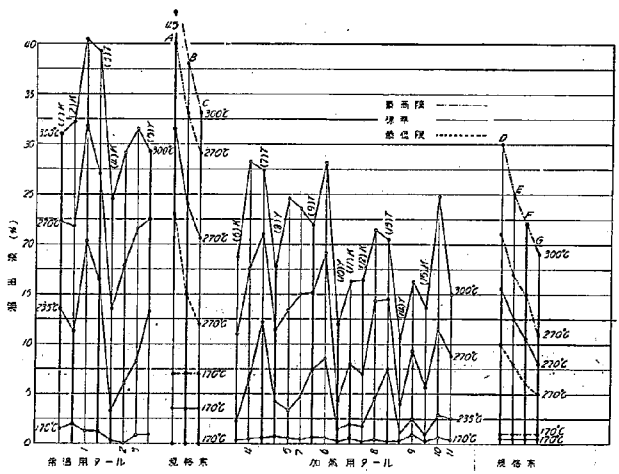
番號	試料材質番號	參考資料試驗番號	引火點開放式 °C	燃焼點 °C	燃焼點と引火點の差 °C
		常温用タール			
1	(1)K		83	103	20
2	(2)K		92	105	13
3		No. 932 (t)	83	100	17
4	(3)T		86	98	12
5	(4)K		116	127	11
6		No. 1188 (k)	107	123	16
7		No. 1187 (k)	107	123	16
8	(5)Y		85	98	13
		加熱用タール			
9	(6)K		118	135	17
10		No. 1189 (k)	123	143	20
11	(7)T		92	103	11
12	(8)Y		95	120	25
13		No. 1190 (k)	115	135	20
14		No. 931 (t)	110	128	18
15	(9)T		105	123	17
16		No. 1342 (o)	75	107	32
17	(10)Y		130	145	15
18	(11)K		118	137	19
19	(12)K		122	142	20
20		No. 1191 (k)	117	137	20
21	(13)T		108	120	12
22	(14)Y		133	148	15
23		No. 1353 (h)	103	125	22
24	(15)K		125	150	25
25		No. 1343 (o)	105	127	22
26		No. 1192 (k)	120	155	35

		常温用タール規格案		
1	A		≧80	備　考
2	B		≧80	
3	C		≧80	燃焼點と引火點との差は
		加熱用タール規格案		最少　11°C
4	D		≧110	最大　35°C
5	E		≧110	平均　18.6°C
6	F		≧110	である.
7	G		≧120	

場合には，約 10°C の範圍の超過に止むるが安全である．但しかゝる場合一度引火すれば其の發生する熱によりて溫度が高まる虞があるから，タール使用に際しては引火を絶對に防止する必要がある．

VI. 水分及蒸溜溜出液

今回試驗せる試料 15 種のタール中には水分を含むもの少く，又多少の水分を含むものと雖も其の量は 0.2% を出でない．この程度の水分は加熱使用に當つても泡立ち吹零るゝ虞れはないから，あまり煩累を及ぼすものと考へられない．



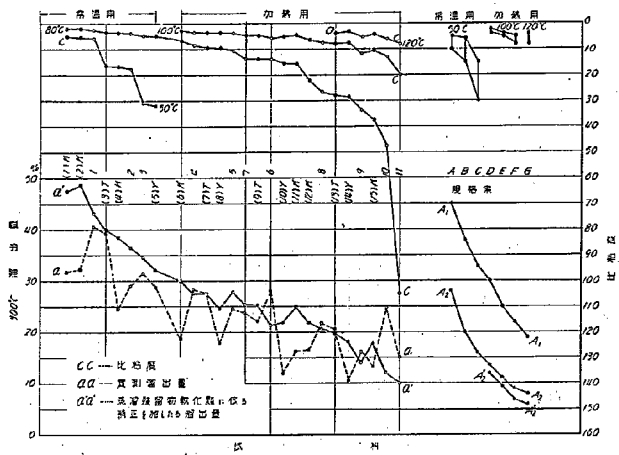
第 7 圖 蒸溜試驗成績

蒸溜試驗の成績を一括表示すれば第 5 表 (12 頁) の如く，之を圖示すれば第 7 圖の如くである．第 5 表及第 7 圖はタールを略稠度の順位に配列したものであるが，其の 300°C 迄の溜出量は，極めて大體の見地より見れば，溜出量少きものが，粘度大なることを表して居るが，其の個々について見るに，必ずしも 300°C 迄の溜出量と稠度とは並行して居ない．この事柄は 300°C に於ける蒸溜殘留物の稠度が，タールの稠度に甚大なる影響を與ふるものなるに依る．

今，任意のタール I の稠度と，蒸溜試驗の結果とを比較するに當りて，タールの稠度は次の各項によりて定まるものと假定す．

タールI
1. 300°C 迄の溜出液の總量……a%
2. 300°C 迄の總溜出液の稠度
(但し 80°C に於けるエングラー比粘度にて之を表す)……c'
3. 300°C 蒸溜殘留物の量……$(100-a)$%
4. 300°C 蒸溜殘留物の稠度 (但し軟化點 R & B にて之を表す) ……b °C

而して，軟化點 (R & B) が b°C なる蒸溜殘留物 $(100-a)$% が，タールの稠度に及ぼす影響は，軟化點 (R & B) 60°C なる蒸溜殘留物 $(100-a)+x(b-60)$ %と等しきものと考ふるものとす．この場合溜出液の量は $a-x(b-60)$% となるものとす．



第 8 圖　補正せる 300°C 溜出量と比粘度との對照

之を換言すれば，軟化點 60°C の殘留物を以て置き換ふる時は，實測軟化點と 60°C との差 1.0°C 毎に x% だけ殘留物の量を增加して考へたる場合と其の効果等しきものと假想する．但しこの場合溜出物の量は變ずるも，其の稠度には變化なきものとす．然る時は原タール I の稠度は次の如きタール II の稠度と等しい．即ち

タールII
1. 300°C 迄の溜出液の總量……$a-x(b-60)$%
2. 300°C 迄の溜出液の稠度
(但し 80°C に於けるエングラー比粘度にて之を表す)……c'
3. 300°C 蒸溜殘留物の量……$(100-a)+x(b-60)=100-\{a-x(b-60)\}$%
4. 300°C 蒸溜殘留物の稠度 (但し軟化點 R & B にて表す)……60°C

今殘留物軟化點 (R & B)……°C が，60°C より 1°C 高まる毎に 0.45% だけ溜出量

第 5 表 蒸溜試驗成績

番號	試料材質番號	參考試料試驗番號	溜出液 % 170°C(a) 迄	235°C 迄	270°C 迄	300°C 迄	殘留物 % 300°C 以上
			常温用タール				
1	(1) K		1.43	13.63	22.29	31.84	68.16
2	(2) K		1.86	11.30	21.72	32.20	67.80
3		No. 932 (t)	1.26	20.24	31.80	40.38	59.62
4	(3) T		1.21	16.48	26.98	39.31	60.69
5	(4) K		0.33	3.20	13.58	24.60	75.40
6		No. 1188 (k)	0.00	6.00	17.80	29.10	71.90
7		No. 1187 (k)	0.84	8.24	21.64	31.40	68.60
8	(5) Y		0.78	13.18	22.42	28.70	71.30
			加熱用タール				
9	(6) K		0.30	2.20	11.06	18.70	81.30
10		No. 1189 (k)	0.45	6.66	17.62	28.30	71.70
11	(7) T		0.57	12.15	20.97	27.54	72.46
12	(8) Y		0.72	4.30	11.39	17.69	82.31
13		No. 1190 (k)	0.56	3.24	13.36	24.40	75.60
14		No. 931 (t)	0.38	4.66	15.06	23.66	76.34
15	(9) T		0.55	7.44	15.14	22.11	77.89
16		No. 1342 (o)	0.62	8.51	19.11	28.09	71.91
17	(10) Y		0.20	1.39	4.30	12.01	87.99
18	(11) K		0.48	1.84	7.91	16.17	83.83
19	(12) K		0.24	1.75	7.01	16.43	83.57
20		No. 1191 (k)	0.40	4.46	14.26	21.56	78.44
21	(13) T		0.22	7.39	14.40	20.43	79.57
22	(14) Y		0.28	1.10	3.94	10.39	89.61
23		No. 1353 (h)	0.88	2.56	9.31	16.17	83.83
24	(15) K		0.24	1.16	5.56	13.56	86.44
25		No. 1343 (o)	0.69	2.96	11.49	24.70	75.30
26		No. 1192 (k)	0.44	2.60	8.86	15.08	84.92
			常温用タール規格案				
1	A	…	3.5±3.5	…	31.5±8.5	≦45.0	≧55.0
2	B	…	3.5±3.5	…	24.0±9.0	≦38.0	≧62.0
3	C	…	3.5±3.5	…	20.5±8.5	≦33.0	≧67.0
			加熱用タール規格案				
4	D	…	0.5±0.5	…	15.5±5.5	≦30.0	≧70.0
5	E	…	0.5±0.5	…	12.5±4.5	≦25.0	≧75.0
6	F	…	0.5±0.5	…	10.5±4.5	≦22.0	≧78.0
7	G	…	0.5±0.5	…	8.0±3.0	≦19.0	≧81.0

備 考 (a) 水分及實際損失を含む.

が減じたるものと稠度等しきものと假定すれば，$x=0.45$ である．斯くして，60°C の軟化點を有する殘留物と溜出液とよりタールが成り立つものと考へたる時の溜出量を算出して見ると第 6 表の如くになり，之を圖示して見ると第 8 圖の如くになる．この曲線は多少の例外はあるが略稠度の順位に合致するのを見る．其の多少の歪曲は溜出液の稠度が各場

第 6 表　蒸 溜 殘 留 物

軟化點 (R & B) を 60°C としたる時の 300°C 溜出液量の補正

番號	試料材質番號	參考試料試驗番號	タール比粘度 80°C	300°C 蒸溜溜出液 % 實測値	實測軟化點 (R&B) と 60°C との差 °C	溜出液量に對する補正 −0.45 m %	補正せる 300°C 溜出量 %
			(c)	(a)	$(b-60)=m$		
1	(1)K		1.9	31.8	−34.5	15.5	47.3
2	(2)K		1.9	32.2	−36.0	16.2	48.4
3		No. 932 (t)	2.1	40.4	−6.0	2.7	43.1
4	(3)T		3.1	39.3	−1.5	0.7	40.0
5	(4)K		3.2	24.6	−31.0	13.9	38.5
6		No. 1188 (k)	3.6	29.1	−16.5	7.4	36.5
7		No. 1187 (k)	4.4	31.4	−7.5	3.4	34.8
8	(5)Y		4.7	28.7	−7.5	3.4	32.1
1〜8	平均		3.11	32.2	−17.56	7.9	40.1
9	(6)K		6.6	18.7	−25.5	11.2	29.9
10		No. 1189 (k)	8.2	28.3	+1.5	−0.7	27.6
11	(7)T		9.2	27.5	0.0	0.0	27.5
12	(8)Y		9.5	17.7	−15.0	6.8	24.5
13		No. 1190 (k)	10.2	24.4	−7.5	3.4	27.8
14		No. 931 (t)	13.6	23.7	−3.5	1.6	25.3
15	(9)T		13.5	22.1	−7.0	3.2	25.3
16		No. 1342 (o)	13.6	28.1	+15.5	−7.0	21.1
17	(10)Y		15.2	12.0	−22.0	9.9	21.9
18	(11)K		15.3	16.2	−17.5	7.9	24.8
9〜18	平均		11.49	21.9	−8.05	3.6	25.6
19	(12)K		22.1	16.4	−12.0	5.4	21.8
20		No. 1191 (k)	26.6	21.6	+2.5	−1.1	20.5
21	(13)T		27.9	20.4	+1.0	−0.5	19.9
22	(14)Y		28.8	10.4	−17.5	7.9	18.3
23		No. 1353 (h)	33.8	16.2	+5.0	−2.3	13.9
24	(15)K		37.8	13.6	−9.5	4.3	17.9
25		No. 1343 (o)	47.3	24.7	+28.0	−12.6	12.1
26		No. 1192 (k)	105.0	15.1	+11.5	−5.2	9.9
19〜26	平均		41.2	17.3	1.13	−0.5	16.8

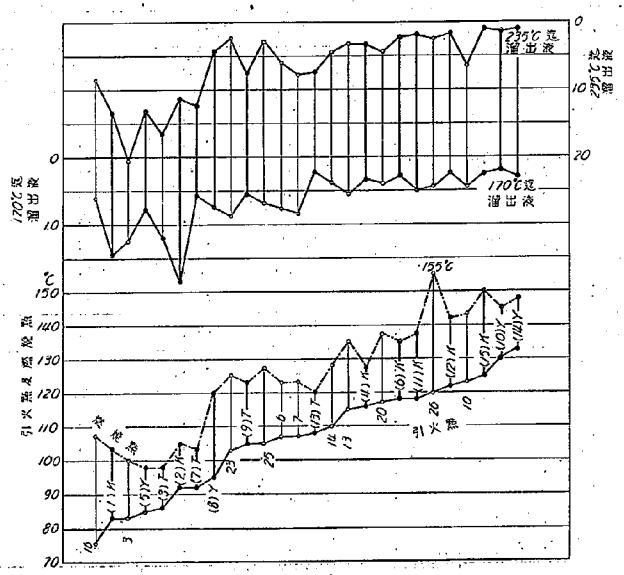
合に多少異るによる爲めと考へなければならない.

上記の如く蒸溜殘留物の稠度(軟化點 R & B)を考慮に入れ,すべての蒸溜試驗の結果を,蒸溜殘留物軟化點 60°C のものに引きなほして考ふる時は, タールの稠度は, 大體に於て 300°C 迄の溜出量多きものほど軟質である. 從て蒸溜試驗の結果より略其の稠度が推定し得らるゝ譯である.

今回試驗せる 15 種の試料は 300°C 蒸溜殘留物の軟化點概して低く, 從て溜出液量比較的少きにもかゝはらず, 其の稠度は, さして硬質のものとなつて居ない.

VII. 引火點及燃燒點と蒸溜溜出液との關係

タールの引火點は, タールを加熱しゆく時に, タールより發生する可燃性瓦斯及蒸氣の量が一時引火し得る程度の一定量に達したる時の溫度を示すものである. 從てタール中に含まるゝ低沸點の化合物の量が多き程, 引火點は低からざるを得ない. 今引火點及 170°C溜出液量を圖示すれば, 第 9 圖の如く, 引火點は極めて大體の傾向ではあるが, 170°C 溜出液の少いもの程高い傾向を持つて居る. 第 9 圖中でこの傾向と反するものは 170°C 溜出液測定の際, 凝縮せられずして逃げ去れる瓦斯の存在するに由るもので, タール中に常



第 9 圖　引火點及燃燒點と溜出液量との關係

温に於て凝縮せられざるが如き可燃性瓦斯を多く含むものは當然引火點の低かるべき理である．大體に於て引火點 110°C 以上のタールは，概して 170°C 溜出液の量が 0.5% 以下のものに多い．

タールの燃燒點は，蒸氣の量が燃燒を繼續し得るに足るだけに至れる溫度である．之には常に可燃性蒸氣の供給を要する，從て其の源は相當多量のもので，而も比較的低沸點のものであらねばならない．斯かる部分として 235°C 迄の溜出液を考へ，燃燒點と 235°C 迄溜出液量とを比較すれば，第 9 圖の如く，略兩者が並行せるを見る．第 9 圖の例によれば，タールの 235°C 溜出液 8% 以下のものは概ね燃燒點 120°C 以上を示して居る．

これ等の事柄より考ふるに，加熱用タールの引火點を 110°C 以上，燃燒點を 120°C 以上に保たんと欲すれば，170°C 溜出液 0.5% 以下，235°C 迄の溜出液 8.0% 以下位に保つのが安全である．

VIII. 蒸溜殘留物軟化點

前述の如く 300°C 蒸溜殘留物の軟化點は鋪裝用タールの稠度に關係するものであるが，之と同時に蒸溜殘留物は，全然そのまゝの狀態ではないがタール硬化後の殘留物の大部分を占むるもので其の軟化點高きものは概してタールの自然硬化後の軟化點高き理である．上記 26 種のタールの 300°C 蒸溜殘留物の軟化點を表示すれば第 7 表 4 行目の如くである．常溫用タールに於ては最低 24.0°C 最高 58.5°C である．加熱用タールに於ては，最低 35.0°C，最高 88.0°C を示して居る．この中 (3)T 及 (5)Y は脫水タールにして其の 300°C 蒸溜殘留物軟化點は夫々 58.5°C 及 52.5°C を示して居る．然るに (3)T 程度のタールを原料とせる鋪裝用タール (7)T，(9)T，(13)T の 300°C 蒸溜殘留物軟化點は夫々 60.0°C, 53.0°C, 61.0°C にして，原料タールに近似して居るが，(5)Y 程度のタールを原料とせる鋪裝用タール (8)Y，(10)Y，(14)Y の 300°C 蒸溜殘留物軟化點は夫々 45.0°C, 38.0°C, 42.5°C を示し，概して原料タールよりも低い傾向がある．又この 2 列のタール中同程度の稠度のもの > 300°C 殘留物の量を取りて比較するに，(7)T 及 (8)Y に於ては夫々 72.46% 及 82.31% を示し，(9)T 及 (10)Y に於ては夫々 77.89%; 及 87.99% を示し，(13)T 及 (14)Y に於ては夫々 79.57%; 及 89.61% を示し，概して Y 製品は 300°C 蒸溜殘留物の量が多い．この事實を尙明にするために表示比較すれば第 8 表 (17 頁) の如くなる．

第 8 表を通覽するに，原料タールに於ては，300°C 蒸溜殘留物軟化點の差は 6.0°C に過ぎざるに反し，其の他のタールにありては，T 製品と Y 製品とにては 15.0 乃至 18.5°C の差を示して居る．又蒸溜殘留物の量は T 製品と Y 製品とにては約 10% 內外の差

第7表 鋪裝用タールの蒸溜殘留物軟化點及自然硬化後の軟化點

番號	試料 材質番號	參考試料 試驗番號	蒸溜殘留物軟化點 300°C蒸溜	270°C蒸溜	235°C蒸溜	空氣中硬化物 6ヶ月	日光下硬化物 6ヶ月	原タール軟化點
			常温用タール					
1	(1)K		25.5	…	…	°C	°C	液狀
2	(2)K		24.0	…	…	…	…	〃
3		No. 932 (t)	54.0	…	…	…	…	〃
4	(3)T		58.5	…	…	…	…	〃
5	(4)K	(No. 2017)	29.0	15.0	<10.0	<10.0	33.0	〃
6		No. 1188 (k)	43.5	…	…	…	…	〃
7		No. 1187 (k)	52.5	…	…	…	…	〃
8	(5)Y		52.5	…	…	…	…	液狀
			加熱用タール					
9	(6)K	(No. 2018)	35.0	25.0	11.0	18.0	40.5	4.0
10		No. 1189 (k)	61.5	…	…	…	…	>7.0
11	(7)T		60.0	…	…	…	…	5.0
12	(8)Y		45.0	…	…	…	…	6.0
13		No. 1190 (k)	52.5	…	…	…	…	>7.0
14		No. 931 (t)	56.5	…	…	…	…	16.0
15	(9)T		53.0	…	…	…	…	13.0
16		No. 1342 (o)	75.5	…	…	…	…	16.0
17	(10)Y		38.0	…	…	…	…	16.5
18	(11)K		42.5	…	…	…	…	17.0
19	(12)K	(No. 2020)	48.0	40.0	28.0	25.0	41.0	22.0
20		No. 1191 (k)	62.5	…	…	…	…	22.0
21	(13)T		61.0	…	…	…	…	22.0
22	(14)Y		42.5	…	…	…	…	25.0
23		No. 1353 (h)	65.0	…	…	…	…	24.5
24	(15)K	(No. 2021)	50.5	41.0	33.0	30.0	44.5	28.0
25		No. 1343 (o)	88.0	…	…	…	…	32.5
26		No. 1192 (k)	71.5	…	…	…	…	38.0
			常温用タール規格案					
1	A	…	<60	…	…	…	…	…
2	B	…	<60	…	…	…	…	…
3	C	…	<60	…	…	…	…	…
			加熱用タール規格案					
4	D	…	<63	…	…	…	…	…
5	E	…	<63	…	…	…	…	…
6	F	…	<65	…	…	…	…	…
7	G	…	<65	…	…	…	…	…

があるが，其の溜出液の量を比較すると，原料タールに於ては，300～270°C, 270～235°C, 235°C 以下溜出量の差は夫々 6.25, 1.26, 3.30% にして，各種温度の溜出量は相當多いが，其の他の製品にありては，T 製品は，原料タールに比して，300～270°C の溜出量は約半量に減じ，235°C 以下溜出量は半量或は其れ以内の減少を示して居るが，270～235°C の溜出量は減少率が少い．之等の點より見る時は T 製品は原料タールを或る程度まで蒸溜して得たる殘留タールなるか或は之に 270°C 以下の溜出油を適當にカット・バックして得たるもの＞如くに思はる．之に反して Y 製品は，原料を 235°C 以下或は 270°C 以下まで蒸溜して得たる殘留タールに 300～360°C のアントラセン油（アントラセンを除去せるもの）或は脱酸中油をカット・バックして製せるもの＞如し．

斯く考ふる時は T 製品に於ては，300°C 以上の蒸溜殘留物の軟化點は當然原料タールの夫れと同程度ならざるべからず，又 Y 製品に於ては 300°C 以上殘留物中にはカット・バックに用ゐられたるアントラセン油が混入し來るを以て其の軟化點は原料タールの夫れよりも低からざるを得ない譯である．

第 8 表　同程度の稠度を有する異種の鋪裝用タールの 300°C 蒸溜殘留物の量及軟化點の比較

試料	比粘度 (100°C)	300°C 蒸溜殘留物軟化點 °C	300°C 蒸溜殘留物 %	蒸溜溜出液 %		
				300～270°C	270～235°C	235～0°C
(3) T	1.9	58.5	60.69	12.53	10.50	16.48
(5) Y	2.3	52.5	71.30	6.28	9.24	13.18
差	−0.4	6.0	−10.61	6.25	1.26	3.30
	(50°C)					
(7) T	89.2	60.0	72.46	6.57	8.82	12.15
(8) Y	90.1	45.0	82.31	6.30	7.09	4.30
差	−0.9	15.0	−9.85	0.27	1.73	7.85
	(80°C)					
(9) T	13.5	53.0	77.89	6.97	7.70	7.44
(10) Y	15.2	38.0	87.99	7.71	2.91	1.39
差	−1.7	15.0	−9.90	−0.74	4.79	6.05
	(80°C)					
(13) T	27.9	61.0	79.57	6.03	7.01	7.39
(14) Y	28.8	42.5	89.61	6.45	2.84	1.10
差	−0.9	18.5	−10.04	−0.42	4.17	6.29

尙 (4)K, (6)K, (12)K, (15)K 等のタールにつき，其の實驗室中自然硬化 6 ケ月後，日光下自然硬化 6 ケ月後のタールの軟化點を見るに原鋪裝用タールの軟化點よりも著しく高くなつて居る (第 7 表). この中日光下に於けるものは 300°C 殘留物軟化點と同程度或は其れ以上に迄達して居る．之に依つて見れば，タールが日光下に自然硬化を行ふ時は，其の軟化點卽ち其の稠度は著しく硬質となるもので，300°C 蒸溜殘留物軟化點は大體に於て日光下 6 ケ月の稠度を暗示して居るものと考へることが出來る．タールを鋪裝に使用した場合，鋪裝の表面に近き部分のタールは時の經過と共に 300°C 蒸溜殘留物の程度或は其れ以上まで硬化するものである事が分る．但し鋪裝の內部に於ては日光及空氣等の作用を受くること少きを以て，斯かる甚しき硬化現象は起り得ないものと考へられる．

空氣中 6 ケ月硬化のものは，270°C 以下の溜出量多きもの {(4)K, (6)K} にありては原タールに比して軟化點著しく上昇して居るが，270°C 以下の溜出量の少いものでは其の程度が少い．

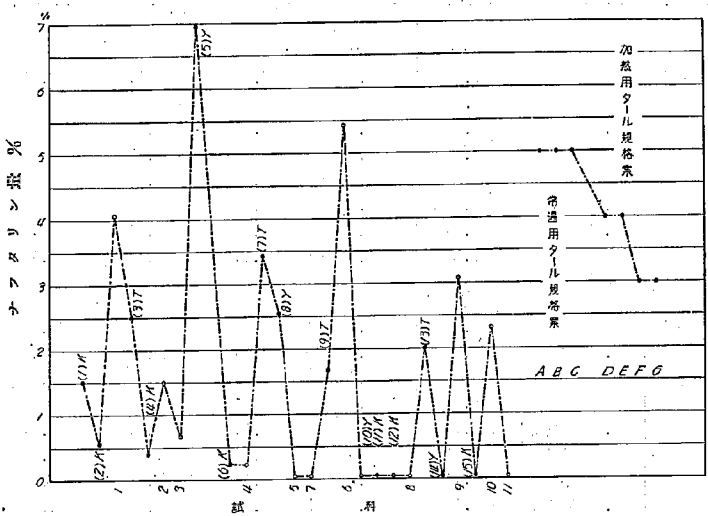
これ等の點より考ふれば，鋪裝用タール蒸溜殘留物の軟化點は，なるべく低きをよしとし，之が爲には，鋪裝用タール製造に當りて直溜法に依るよりは，カット・バック法に依りて，其の原料たるタール蒸溜殘留物は，他に支障なき程度に於て軟化點低きものを選び，カット・バック用溜出油としては少くも 270°C～360°C の範圍の溜出分多きものを用ゐるがよろしい．唯其の流動性を增し，急速硬化を望む場合には 235°～270°C の溜出液を比較的多量に使用する要あるものと考へられる．

IX. タール酸及ナフタリンの量

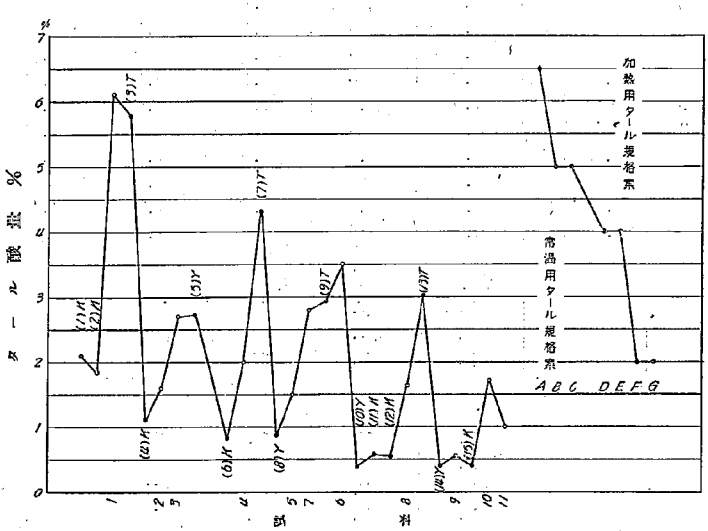
本試驗に於てはタール酸 (容積 %), ナフタリン (重量 %) は 270°C 迄の溜出液に就て測定した．之を表示すれば第 9 表の如くで，圖示すれば第 10 圖及第 11 圖の如くである．タール酸及ナフタリンの量は必ずしも其タールの稠度には關係ないことが分る．而してタール酸の量は 1, 2 の試料を除いては概ね 4.0% 以下である．ナフタリンの量も其の中の 1, 2 種の試料を除いては概ね 4.0% 以下である．而してタール酸及ナフタリンの量の間には特種の關係を見出し難く，其の兩者共に多きものもあり，其の一方が多くして，他方が少きものもあり，又兩者共に少きものもある．タール酸の量を重量百分率に換算し (但しタール酸の比重=1.04 とす), タール酸及ナフタリンの合量を表示すれば同表の 7 行目の如くなり，本實驗範圍では最大 9.65% である．

これ等の量を，170～270°C の溜出量と比較して見ると第 10 表の如くで，タール酸及ナフタリン合量の多いものは概して，溜出液量の多いものに多い傾向があるが，之と全く並行してはゐない．溜出液 15% 以下のものに就てはタール酸は 3.0% 以下，ナフタリン

は 3.0% 以下位に止まつて居る．この程度の溜出液量は規格案に於ては E, F, G 等に相當する．



第一〇圖　ナフタリン量



第一一圖　タール酸量

第 9 表 タール酸及ナフタリンの量

番號	試料 材質番號	參考試料 試驗番號	タール酸 容積 %	ナフタリン 重量 %	タール酸 重量 %	ナフタリン及タール酸合量 重量 %	170～270°C 溜出液 %
			常温用タール				
1	(1)K		2.11	1.50	1.92	3.42	20.86
2	(2)K		1.83	0.56	1.66	2.22	19.86
3		No. 932 (t)	6.10	4.03	5.62	9.65	30.54
4	(3)T		5.85	2.51	5.45	7.96	25.77
5	(4)K		1.12	0.37	0.99	1.36	13.25
6		No. 1188 (k)	1.60	1.50	1.43	2.93	17.80
7		No. 1187 (k)	2.68	0.67	2.39	3.06	20.80
8	(5)Y		2.73	6.94	2.40	9.34	21.64
			加熱用タール				
9	(6)K		0.82	0.26	0.72	0.98	10.76
10		No. 1189 (k)	2.00	0.23	1.76	1.99	17.66
11	(7)T		4.32	3.42	3.83	7.25	20.40
12	(8)Y		0.88	2.51	0.76	3.27	10.67
13		No. 1190 (k)	1.50	…	1.32	1.32	12.80
14		No. 931 (t)	2.80	…	2.48	2.48	14.68
15	(9)T		2.95	1.67	2.60	4.27	14.59
16		No. 1342 (o)	3.49	5.42	3.02	8.44	18.49
17	(10)Y		0.41	0.02	0.35	0.37	4.10
18	(11)K		0.57	…	0.49	0.49	7.43
19	(12)K		0.53	…	0.46	0.46	6.77
20		No. 1191 (k)	1.61	…	1.40	1.40	13.86
21	(13)T		3.02	2.01	2.63	4.64	14.18
22	(14)Y		0.41	…	0.35	0.35	3.66
23		No. 1353 (h)	0.55	3.07	0.46	3.53	8.43
24	(15)K		0.41	…	0.35	0.35	5.32
25		No. 1343 (o)	1.72	2.31	1.47	3.78	10.80
26		No. 1192 (k)	1.00	…	0.86	0.86	8.42
			常温用タール規格案				
1	A		≦6.5	≦5.0	≦5.8	≦10.8	23～33
2	B		≦5.0	≦5.0	≦4.5	≦9.5	15～27
3	C		≦5.0	≦5.0	≦4.5	≦9.5	12～24
			加熱用タール規格案				
4	D		≦4.0	≦4.0	≦3.5	≦7.5	10～20
5	E		≦4.0	≦4.0	≦3.5	≦7.5	8～16
6	F		≦2.0	≦3.0	≦1.7	≦4.7	6～14
7	G		≦2.0	≦3.0	≦1.7	≦4.7	5～10

タール酸及ナフタリンの量を 170～270°C 溜出液を 100 とせる場合の百分率に換算すれば同表 6～8 行の如くになり，タール酸及ナフタリン合量の最大 45.6% 最小 6.6% を示し，タール酸の最大，最小値は夫々 21.2%; 5.5%; ナフタリンの最大最小値は夫々 36.4%; 痕跡; である．而してこの量は溜出液の溜出量とは並行してゐない．

これ等の事實を綜合すれば，鋪裝用タール中のタール酸及ナフタリンの量は，必ずしもタールの稠度及 170～270°C の溜出液の溜出量にのみ關係するものでなく，むしろ，原料たるタールの性質，鋪裝用タール製造の工程等に關係するものと考へなければならない．

第 10 表　タール酸及ナフタリンの 170～270°C 溜出液に對する百分率

番號	試料及参考試料	タールに對する %			170～270°C 溜出液に對する %			170～270°C 溜出液 %
		タール酸	ナフタリン	合量	タール酸	ナフタリン	合量	
3	No. 932 (t)	5.62	4.03	9.65	18.4	13.2	31.6	30.54
4	(3)T	5.45	2.51	7.96	21.2	9.7	30.9	25.77
8	(5)Y	2.40	6.94	9.34	11.1	32.0	43.1	21.64
1	(1)K	1.92	1.50	3.42	9.2	7.2	16.4	20.86
7	No. 1187 (k)	2.39	0.67	3.06	11.5	3.2	14.7	20.80
11	(7)T	3.83	3.42	7.25	18.8	16.8	35.6	20.40
2	(2)K	1.66	0.56	2.22	8.4	2.8	11.2	19.86
16	No. 1342 (o)	3.02	5.42	8.44	16.3	29.3	45.6	18.49
6	No. 1188 (k)	1.43	1.50	2.93	8.0	8.4	16.4	17.80
10	No. 1189 (k)	1.76	0.23	1.99	10.0	1.3	11.3	17.66
15	(9)T	2.60	1.67	4.27	17.9	11.5	29.4	14.59
21	(13)T	2.63	2.01	4.64	18.5	14.2	32.6	14.18
14	No. 931 (t)	2.48	…	2.48	16.9	…	16.9	14.68
20	No. 1191 (k)	1.40	…	1.40	10.1	…	10.1	13.86
5	(4)K	0.99	0.37	1.36	7.5	2.8	10.3	13.25
13	No. 1190 (k)	1.32	…	1.32	10.3	…	10.3	12.80
25	No. 1343 (o)	1.47	2.31	3.78	13.6	21.4	35.0	10.80
12	(8)Y	0.76	2.51	3.27	7.2	23.5	30.7	10.67
9	(6)K	0.72	0.26	0.98	6.7	2.4	9.1	10.76
23	No. 1353 (h)	0.46	3.07	3.53	5.5	36.4	41.7	8.43
26	No. 1192 (k)	0.86	…	0.86	10.2	…	10.2	8.42
18	(11)K	0.49	…	0.49	6.6	…	6.6	7.43
19	(12)K	0.46	…	0.46	6.8	…	6.8	6.77
24	(15)K	0.35	…	0.35	6.6	…	6.6	5.32
17	(10)Y	0.35	0.02	0.37	8.5	0.49	9.0	4.10
22	(14)Y	0.35	…	0.35	9.6	…	9.6	3.66

今比較的原料或は製法を等しくすると思はるゝタールを取り纏めて，其のタール酸及ナフタリンの量を檢すれば第 11 表の如くである．

常溫タール中 I は瓦斯タールを原料とし，單に之を脫水し，或は多少の處理を施せる程度のもので，特にタール酸，ナフタリン等の除去を行はざりしものと推定せられる．II は

第 11 表　原料或は製法の類似するタールのタール酸及ナフタリンの量

	番號	試料及參考試料	タールに對する %			170～270°C溜出液に對する %			170～270°C溜出液 %
			タール酸	ナフタリン	合量	タール酸	ナフタリン	合量	
常溫用タール									
I	3	No. 932 (t)	5.62	4.03	9.65	18.4	13.2	31.6	30.54
	4	(3) T	5.85	2.51	7.96	21.2	9.7	30.9	25.77
II	8	(5) Y	2.73	6.94	9.34	11.1	32.0	43.1	21.64
III	7	No. 1187 (k)	2.39	0.67	3.06	11.5	3.2	14.7	20.80
	6	No. 1188 (k)	1.43	1.50	2.93	8.0	8.4	16.4	17.80
IV	1	(1) K	1.92	1.50	3.42	9.2	7.2	16.4	20.86
	2	(2) K	1.66	0.56	2.22	8.4	2.8	11.2	19.86
	5	(4) K	0.99	0.37	1.36	7.5	2.8	10.3	13.25
加熱用タール									
V	11	(7) T	3.83	3.42	7.27	18.8	16.8	35.6	20.40
	15	(9) T	2.60	1.67	4.27	17.9	11.5	29.4	14.59
	21	(13) T	2.63	2.01	4.64	18.5	14.2	32.6	14.18
	14	No. 931 (t)	2.48	…	2.48	16.9	…	16.9	14.48
VI	16	No. 1342 (o)	3.02	5.42	8.44	16.3	29.3	45.6	18.49
	25	No. 1343 (o)	1.47	2.31	3.78	13.6	21.4	35.0	10.80
	23	No. 1353 (h)	0.46	3.07	3.53	5.5	36.4	41.7	8.43
VII	12	(8) Y	0.88	2.51	3.27	8.2	23.5	30.7	10.67
VIII	10	No. 1189 (k)	1.76	0.23	1.99	10.0	1.3	11.3	17.66
	20	No. 1191 (k)	1.40	…	1.40	10.1	…	10.1	13.86
	13	No. 1190 (k)	1.32	…	1.32	10.3	…	10.3	12.80
	26	No. 1192 (k)	0.86	…	0.86	10.2	…	10.2	8.42
IX	9	(6) K	0.72	0.26	0.98	6.7	2.4	9.1	10.76
	18	(11) K	0.49	…	0.49	6.6	…	6.6	7.43
	19	(12) K	0.46	…	0.46	6.8	…	6.8	6.77
	24	(15) K	0.35	…	0.35	6.6	…	6.6	5.32
X	17	(10) Y	0.35	0.02	0.37	8.5	0.49	9.0	4.10
	22	(14) Y	0.35	…	0.35	9.6	…	9.6	3.66

骸炭爐タールを原料とせるものである.

III 及 IV は骸炭爐タールを原料とせるもので,原料タールに比較して,著しくナフタリンの量が少い.これ等は蒸溜殘留タールを,脱酸及ナフタリン除去後の溜出油にてカット・バックして製したるものゝ如き性狀を呈して居る.

加熱用タール中 V 及 VI は瓦斯タールを原料とせるもので,概してタール酸及ナフタリンの量は比較的多く,170～270°C の溜出液に對する其の百分率も概して多い.之を以て見れば,この種のタールは,主として直溜製品で,カット・バック法に依らざるものゝ如くである.唯この中 No. 931(t) だけはナフタリンの除去を行つた油でカット・バックせるものゝ如く,ナフタリン量が少い.VII は骸炭爐タールを原料とせるものであるが,ナフタリン除去はあまり行はれて居ない.

VIII, IX, X の 3 者はナフタリン量極めて少く,タール酸の量も少い.これ等は恐らく,殘留タール或は軟ピッチをタール酸及ナフタリンを除去せる溜出油にてカット・バックして製せるものゝ如くである.

上記の如き考へ及タールの諸性質より考慮するに,鋪裝用タールの製法としては次の如く區別して見ることが出來る.

1. 原料タールを單に脱水せるに止まるもの
2. 脱水タールを溜出液にてカット・バックせるもの
   a. カット・バック用溜出液に特別處理を行はざるもの
   b. カット・バック用溜出液として,脱酸或は其の他の處理を行ひたるもの
3. 原料タールを脱水せる後,ある溫度迄蒸溜して適當の稠度となせるもの
4. 原料タールを適當なる溫度迄蒸溜して,軟ピッチ或は殘留タールを得,之を溜出油中の適度の性質のものにてカット・バックせるもの
   a. カット・バック用溜出液に特別處理を行はざるもの
   b. カット・バック用溜出液として,脱酸或は其の他の處理を行つたもの

原料タールを單に脱水せるに止まるものは,原料タールの性質を其の儘受けついで居るもので,この中にはタール酸及ナフタリン等を相當に有するものと見なければならない.かくの如きものゝ中でもし性質比較的良好のものありとすれば,常溫用タール A 或は B 程度の製品が得られる.

脱水タールをカット・バックする場合には,主として常溫用タールを得るのが目的である.從てカット・バック用溜出液としては,170～235°C, 235～270°C 或は 270～360°C 程度の溜出液が用ゐられるものと考へられる.これ等の溜出液をそのまゝ使用するとせば,カット・バック用溜出液中にも,タール酸及ナフタリン等が存在するから,(但し

第 12 表 タール酸及ナフタリン類の性質

物質	化學式及分子量	比重	熔融點 °C	沸騰點	熔解度 水	熔解度 アルコール	熔解度 エーテル	備考
I タール酸類								
1. フエノール	$C_6H_5 \cdot OH$ 94.05	1.071 (25/4°C)	40.92	182.24	9.48(25°C) ∞(65.7°C)	∞	∞	
2. o-クレゾール	$CH_3 \cdot C_6H_5 \cdot OH$ 108.06	1.0415 (25/4°C)	30.95	191.1	2.51(20°C) 5.42(100°C)	∞	∞	
3. m-クレゾール	同上	1.0295 (25/4°C)	11.8	201	2.24(20°C) 5.57(100°C)	∞	∞	
4. p-クレゾール	同上	1.0295 (25/4°C)	34.6	202.32	1.99(20°C) 5.2(100°C)	∞	∞	
5. キシレノール (1, 3) (5)	$(CH_3)_2C_6H_3 \cdot OH$ 122.08	…	69或64	219.5	幾分可溶	可溶	…	
6. キシレノール (1, 4) (2) (1, 2) (4)	同上	1.169 (15°C) …	74.5 62	211.5 225.0	可溶 …	可溶 …	可溶 …	
7. α ナフトール	$C_{10}H_7 \cdot OH$ 144.06	1.224 (4°C)	95.0	288.01	幾分可溶	可溶	可溶	
8. β ナフトール	同上	1.217 (4°C)	120.6	294.85	0.074(25°C)	12.5(25°C)	76.9(25°C)	
II ナフタリン類								
9. ナフタリン	$C_{10}H_8$ 128.06	1.0040 (25/4°C)	80.22	217.96	0.004(25°C)	5.29(15°C)	C_6H_6 に 56.3(20°C)	
10. α メチルナフタリン	$C_{10}H_7 \cdot CH_3$ 142.8	1.0005 (19°C)	−22	244.6	不溶	可溶	可溶	常温にて油狀
11. β メチルナフタリン	同上	1.029	34.1	245	不溶	可溶	可溶	
III アントラセン及フエナントレン								
12. アントラセン	$C_6H_4 \cdot (CH)_2 \cdot C_6H_4$ 178.08	1.250 (20/4°C)	216.1	339.9	不溶	0.328(25°C)	1.42(25°C)	
13. フエナントレン	$(C_6H_4 \cdot CH)_2$ 178.08	1.063 (100°C)	99.6	340.2	…	…	…	

備考 1. 上の表は，タール酸類及ナフタリン類として極めて普通のものを掲げたもので，コールタール中にはこの外にも之に類する化合物が存在する．

2. タール酸中 (5) キシレノール {(1, 3) (5)} 及 α 及 β ナフトールは水に對してあまり溶解しないから，舗装用タール中のタール酸を考ふる時にはあまり問題としなくともよからう．

3. 其の他のタール酸の主なるものの沸騰點は 180～220°C の範圍にある．

4. ナフタリン類の中 α メチルナフタリンは常温にて液狀をなす．主なるナフタリン類の沸騰點は 210～250°C の範圍にある．ことに多量に存在するものは通常のナフタリン $C_{10}H_8$ である．

5. 從つてコールタールを 235°C まで蒸溜する時は有害なるタール酸及ナフタリン類の多量を除去することが出來る．250°C まで蒸溜すればなほ効果がある．270°C まで蒸溜すれば，可なり其の大部分を除去し得るものである．

270～360°C 重油或はアントラセン油は然らず} 出來上つたタール中には相當量のタール酸及ナフタリンが含まれることとなる.

もしカット・バック用溜出液として脱酸, ナフタリン除去の處理を經たるもの或は 270～360°C 溜出油を使用すれば, 其の性質は良好となり得るであらう.

脱水タールを更に蒸溜して適當稠度となして造れる鋪裝用タールは, 其の稠度に依つて蒸溜終了の溫度を異にするを以て, 其の蒸溜試驗に於ける溜出液量は異り, 從てタール酸及ナフタリンの量は稠度に依つて異る理となる.

例へば No. 1343(o) の如きタールは, 170～270°C 溜出液中のタール酸及ナフタリンの含有量は夫々 21.4; 35.0 % の高き數値を示して居るにも拘らず, 其の溜出液量が 10.80% の少量なる爲, タールに對するタール酸及ナフタリンの量は夫々 1.47; 2.31% を示し, 且つ稠度はすこぶる粘稠性にして, 120°C の比粘度 6.0 を示して居る. これ等の點より考へて本タールは相當高き溫度迄蒸溜を行つて造られたもの〻如く推測せられる.

原料タールの蒸溜によつて得られたる軟ピッチ或は比較的粘稠なる殘留タール中にはタール酸及ナフタリンは極めて少量なるか, 殆ど實際的には存在しないと考へてもよろしい. タール酸及ナフタリンの沸騰點は, 純品にありては, 夫々第 12 表の如くで, 多くは 235°C 以下である. 之等がタール中に存在する時は, 蒸溜溫度が其の沸騰點を過ぐるも, 其の全部が溜出し來るものとは速斷出來ないが, 其の大部分は除去せられる. 從て 235°C 以下の溜出液を除去せる殘留タール中にはタール酸, ナフタリンは甚しく減少して居る. 270°C 以下の溜出液を除去せる殘留タール (或は軟ピッチ) 中には, タール酸, ナフタリンは更に少い理である. 300°C 以下の溜出液を除去せる軟ピッチ中にはタール酸, ナフタリンは皆無と考へてよろしい.

これ等の殘留タール或は軟ピッチを原料とし, 之に適度の溜出油の適量を加ふれば, 所要とする種々稠度の鋪裝用タールが得られる. この場合カット・バック用油として溜出油を豫め脱酸或は其の他の處理を行つたもの或はアントラセン油を用ゐれば, 出來上つたタール中にもタール酸及ナフタリンの少いものが得られる譯である.

今任意の殘留タール或は軟ピッチの溜出成分を第 13 表 2 行目の如きものとし, 又脱酸及ナフタリン除去を行へる溜出油の溜出成分を同表 3 行目の如きものとすれば, この 2 者を $100m$ %; $100n$ % ($m+n=1$) の割合にて混合して造れる鋪裝用タールの溜出成分は同表 4 行目の如くになる,

2 者を混合すれば, 液の粘稠性に變化を來す結果, 實際に於ては, 上記計算通りの溜出液を得がたき事あるも, こ〻には事柄を簡單ならしむる爲暫く上記の如く假定する.

通常の場合, 殘留タール及軟ピッチに於ては $a=0$, $b=0$ とし, 溜出油に於ては $A=0$

第 13 表 カット・バック・タール溜出成分

溜出温度	殘留タール或は軟ピッチ	溜出液	カット・バック・タール
	%	%	%
0～170°C	a	A	$am+An$
170～235°C	b	B	$bm+Bn$
235～270°C	c	C	$cm+Cn$
270～300°C	d	D	$dm+Dn$
300°C 殘留物	p	E	$pm+En$
配合割合	$100m$%	$100n$%	100%

とすれば $am+An=0$ $bm+Bn=Bn$

$cm+Cn=C+(C-c)n$ $dm+Dn=d+(D-d)n$

$pm+En=p+(E-p)n$

なるを以て，カット・バック・タールの溜出液量は第 14 表の如くなる．タール酸及ナフタリンの含有量について考ふる場合には，170～270°C 溜出液量のみを考ふれば足るを以て，同表中 (8), (9), (11), (12) についてはタール酸及ナフタリンの問題は生じない．卽ち 270°C 以上の蒸溜殘留物を 270°C 以下の溜出液なきタール油卽ち重油或はアントラセン油にてカット・バックせる場合は當然，タール酸及ナフタリンは少量であつて問題とするに足りない．

今殘留タール中のタール酸 (或はナフタリン) の含有百分率を x%；カット・バック用油中のタール酸 (或はナフタリン) の含有百分率を y% とすればカット・バック・タール中のタール酸 (或はナフタリン) の含有百分率は，$xm+yn=x(1-n)+yn=x-(x-y)n$% である．このタール酸 (或はナフタリン) は $C+(B+C-c)n$% の溜出油 (170～270°C 溜出) 中に含まれて來る．從てカット・バック・タール中の 170～270°C 溜出油に對するタール酸 (或はナフタリン) の量は

$$\frac{x-(x-y)n}{c+(B+C-c)n}\% \quad 或は \quad \frac{x-(x-y)n}{c+(C-c)n}\% \quad \left\{\begin{array}{l}カット・バック用油が\\235°C\ 以上のもの\end{array}\right\}$$

である．而してカット・バック用油が完全に脫酸 (或はナフタリン除去) を施されたるものなる時は，大體に於て $y=0$ として上記の量は

$$\frac{x(1-n)}{c+(B+C-c)n}\% \quad 或は \quad \frac{x(1-n)}{c+(C-c)n}\%$$

に近きものとなる．而して殘留タール中のタール酸及ナフタリンの量 x は原タール中の量よりも少きを以て，タール酸或はナフタリンの量は遙かに少いものとなる．

第 14 表 カット・バック・タールの溜出液量

カット・バック油	殘留タール或は軟ピッチ		170～235°C 溜出油 %	235～270°C 溜出油 %	270～300°C 溜出油 %	300°C 以上 殘留物 %
170°C 以上 $A=0$	235°C 殘留タール $b=0$	(1)	Bn	$c+(C-c)n$	$d+(D-d)n$	$p-(p-E)n$
	270°C 殘留タール $c=0$	(2)	Bn	Cn	$d+(D-d)n$	$p-(p-E)n$
	300°C殘留物 $d=0, p=100$	(3)	Bn	Cn	Dn	$100-(100-E)n$
235°C 以上 $B=0$	235°C 殘留タール $b=0$	(4)	0	$c+(C-c)n$	$d+(D-d)n$	$p-(p-E)n$
	270°C 殘留タール $c=0$	(5)	0	Cn	$d+(D-d)n$	$p-(p-E)n$
	300°C殘留物 $d=0, p=100$	(6)	0	Cn	Dn	$100-(100-E)n$
270°C 以上 $C=0$	235°C 殘留タール $b=0$	(7)	0	$c(1-n)$	$d+(D-d)n$	$p-(p-E)n$
	270°C 殘留タール $c=0$	(8)	0	0	$d+(D-d)n$	$p-(p-E)n$ $=d-(D-d)n$
	300°C殘留物 $d=0, p=100$	(9)	0	0	Dn	$100-Dn$
300°C 以上 $D=0$ $E=100$	235°C 殘留タール $b=0$	(10)	0	$c(1-n)$	$d(1-n)$	$p-(p-100)n$
	270°C 殘留タール $c=0$	(11)	0	0	$d(1-n)$	$p+dn$
	300°C殘留物 $d=0, p=100$	(12)	0	0	0	100

從てタール酸及ナフタリンの含有量の點のみより言へば，235°C 或は其れ以上の溫度(270°C 或は 300°C) まで蒸溜して得たる殘留タール (或は軟ピッチ) を，蒸溜範圍，235 °C 或は其れ以上の處理油 (脫酸或はナフタリン除去を施せる溜出油) を以てカット・バックして製せるものをよしとする．殘留タール及カット・バック用溜出油の溜出範圍及配合量は所要タールの性質に應じて適度に選定する必要がある．

X. 瀝青量，灰分，遊離炭素

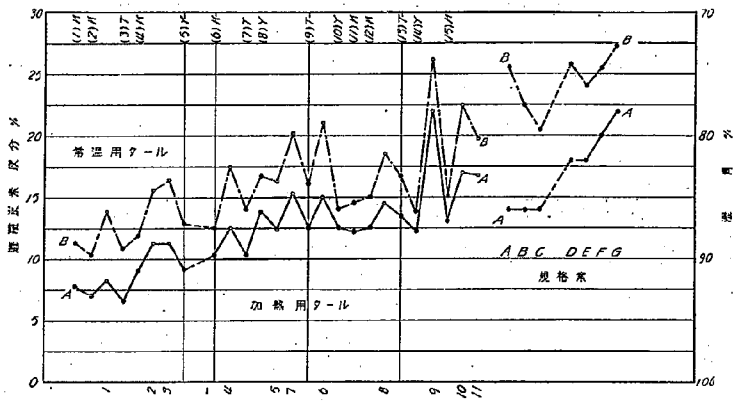
上記諸種のタールの瀝青量及灰分，遊離炭素は第 15 表及第 12 圖の如し．第 12 圖中 AA はタールに對する百分率，BB は 300°C 蒸溜殘留物に對する百分率を示す．

鋪裝用タール中の灰分は 0.10% 以下にして殆ど問題とするに足りない．從て第12圖に於ては 灰分＋遊離炭素 の量を示して居る．之を 100 より減じたるものは，瀝青の百分率を表す．

之によりて見れば，灰分及遊離炭素或は遊離炭素の量は大體に於て稠度が粘稠となるに從て增大する傾向を示して居るが，兩者が全く並行して居る譯ではない．これ等の量は原料たるタール及鋪裝用タールの製法によつても異るもので，概して今回試驗せる 15 種の試料にありては，遊離炭素少く，最小 6.57，最大 13.73% を示し，カット・バック法に

第 15 表 瀝青量，灰分，遊離炭素

番號	試料材質番號	參考資料試驗番號	瀝青 %	灰分 %	遊離炭素 %	300°C 蒸溜殘留物	灰分及遊離炭素の蒸溜殘留物に對する%
			常温用タール				
1	(1)K		92.30	0.05	7.65	68.16	11.3
2	(2)K		92.99	0.05	6.96	67.80	10.3
3		No. 932 (t)	91.77	0.04	8.19	59.62	13.8
4	(3)T		93.42	0.01	6.57	60.69	10.8
5	(4)K		91.56	0.05	8.93	75.40	11.9
6		No. 1188 (k)	88.84	0.04	11.12	71.90	15.6
7		No. 1187 (k)	88.79	0.03	11.18	68.60	16.4
8	(5)Y		90.91	0.04	9.05	71.30	12.8
			加熱用タール				
9	(6)K		89.83	0.06	10.11	81.30	12.5
10		No. 1189 (k)	87.50	0.05	12.45	71.70	17.4
11	(7)T		89.77	0.01	10.22	72.46	14.1
12	(8)Y		86.22	0.05	13.73	82.31	16.7
13		No. 1190 (k)	87.66	0.06	12.25	75.60	16.3
14		No. 931 (t)	84.65	0.04	15.31	76.34	20.1
15	(9)T		87.58	0.04	12.38	77.89	15.9
16		No. 1342 (o)	84.98	0.03	14.99	71.91	20.9
17	(10)Y		87.58	0.04	12.38	87.99	14.1
18	(11)K		87.83	0.07	12.10	83.83	14.5
19	(12)K		87.51	0.07	12.42	83.57	15.0
20		No. 1191 (k)	85.44	0.10	14.47	78.44	18.6
21	(13)T		86.59	0.04	13.37	79.57	16.8
22	(14)Y		87.72	0.02	12.26	89.61	13.7
23		No. 1353 (h)	78.12	0.05	21.83	83.83	26.1
24	(15)K		87.04	0.06	12.90	86.44	15.1
25		No. 1343 (o)	83.13	0.02	16.85	75.30	22.4
26		No. 1192 (h)	83.24	0.06	16.70	84.92	19.7
			常温用タール規格案				
1	A		≧85.0	…	≦14.0	≧55.0	≦25.5
2	B		≧85.0	…	≦14.0	≧62.0	≦22.6
3	C		≧85.0	…	≦14.0	≧67.0	≦20.9
			加熱用タール規格案				
4	D		≧82.0	…	≦18.0	≧70.0	≦25.7
5	E		≧82.0	…	≦18.0	≧75.0	≦24.0
6	F		≧80.0	…	≦20.0	≧78.0	≦25.6
7	G		≧78.0	…	≦22.0	≧81.0	≦27.2



第 12 圖　瀝青量; 遊離炭素及灰分の量
AA……タールに對する %　　BB……300°C 殘留物に對する %

よりて製せられたるもの〻多い事を暗示して居る. 而してこの遊離炭素は 300°C 殘留物中に含まる成分であるが, 之を 300°C 殘留物に對する百分率にて表せば第 15 表 8 行目に示す如く, 最低 10.3 最高 26.1% を示し, 之を今回試驗せる 15 種について見れば, 最低 10.3 最高 16.8 %; 前回試驗せる試料 11 種について見れば, 最低 13.8 ; 最高 26.1% を示し, 前後 2 回の試料が, 其の性狀に於て異なる所あるを明かにして居る.

註　遊離炭素はタール中に不定形の固體として懸留せられて居るもので, 粘度低きタールを放置しておけば, 幾分は沈澱する. タールを溶劑にて稀釋して放置すれば, 沈澱を促進することが出來る. この場合, 使用せる溶劑の種類によりて, 遊離炭素の量に多少の變化あることは, 報告第 25 號に既に述べてある. 二硫化炭素を溶劑とする時は, タール中の瀝青の全部を除き得るを以て, 測定せられし遊離炭素中には, 瀝青を全く含まない. かくして得たる遊離炭素は純非瀝青質の物質で, 黑色粉末狀の固體をなし, 其れ自身は膠着性を有しない (報告第 12 號 66 頁), 從て遊離炭素はタール中に於て塡充劑としてのみ作用するに過ぎないものである. 其の比重を純炭素と比較すれば第 16 表の如くである.

第 16 表　純炭素及遊離炭素の比重

	金剛石	グラファイト	無定形炭素
純炭素	3.47—3.56	2.55	1.75—2.10
遊離炭素*	No. 135(7)	No. 102(2)	No. 118(B)
	1.52	1.77	1.45

備考　* ピッチ及其の中の瀝青の含有量及各の比重より, 算出せるものにして多少の誤差をまぬかれない.

之によりて見れば，遊離炭素は大體に於て無定形炭素に近い比重を持つて居るものなることだけは分るが，純粹なる炭素であるとは言ひ切れない．恐らく極めて炭素含有量高き炭化水素，其の他の炭素化合物及炭素等の混合物であらう．いづれにしても其の物理的性狀は前述の如く，化學的には溶劑に溶解せられず，其の存在は主としてタール或はピッチの稠度を硬質ならしめる作用あるものである．

XI. 蒸溜殘留物及自然風化物中の瀝青量，灰分量，及遊離炭素

前述の如く蒸溜殘留物の軟化點は，タール硬化後の稠度を推測せしむべき媒となるものであるが，蒸溜殘留物が單にタール中の蒸發性成分を除去せる後に殘る所の物質なりや，或は其の他の影響を受け居るものなるか，卽ち蒸溜の際の加熱の影響を受け居るものなるか否かは，之を知り置く必要あるものである．今 (4)K，(6)K，(12)K，(15)K 4 種の試料につき，全く加熱による品質の變化なき場合を假定し，各種溫度に於ける蒸溜殘留物中の遊離炭素の量を算出し，之を實測數値と比較して見ると第 17 表の如くになる．

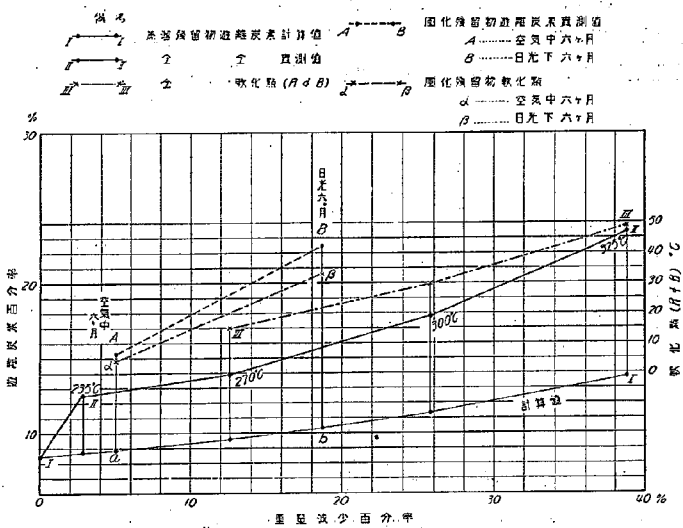
第 17 表によりて見るに，實測値は計算値に比して一般に高い値を與へて居る．卽ち加

第 17 表　蒸溜殘留物中の遊離炭素の量

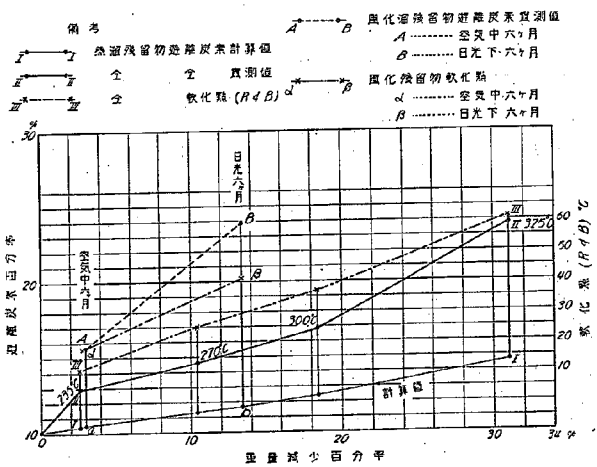
試料		原タール中遊離炭素	蒸溜殘留物中遊離炭素			
			235°C	270°C	300°C	325°C
		%	(2.85)	(12.61)	(25.82)	(38.77)
(4)K	計算値	8.39	8.64	9.60	11.30	13.70
	實測値	8.39	12.52	13.89	17.83	23.42
	差	0.0	3.88	4.29	6.53	9.72
			(2.53)	(10.32)	(18.37)	(31.02)
(6)K	計算値	10.11	10.37	11.28	12.40	14.65
	實測値	10.11	12.90	14.62	16.81	23.83
	差	0.0	2.53	3.34	4.41	9.18
			(2.05)	(8.75)	(12.88)	(21.08)
(12)K	計算値	12.42	12.68	13.61	14.26	15.75
	實測値	12.42	15.48	19.10	21.67	27.08
	差	0.0	2.80	5.49	7.41	11.33
			(1.77)	(6.27)	(12.61)	(18.57)
(15)K	計算値	12.90	13.15	13.75	14.75	15.85
	實測値	12.90	17.81	21.92	26.70	31.34
	差	0.0	4.66	8.17	11.95	15.49

備考　括弧内は重量減少 % を示す．

熱によりて遊離炭素が増加して居ることは爭はれない、換言すれば、蒸溜試驗の際の加熱はタールのクラッキング（熱分解）を起さしむる作用があることが分る。

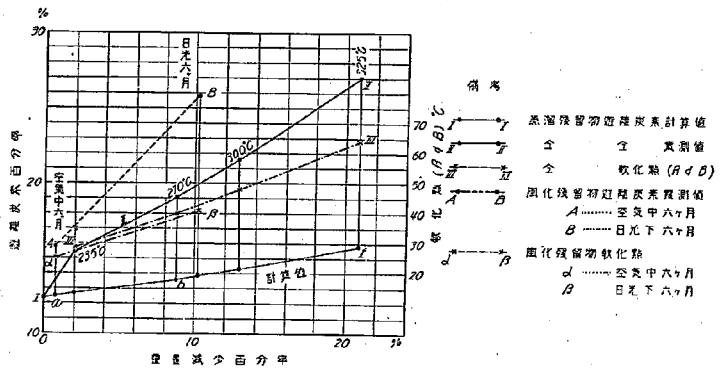


第 13 圖　殘留物中遊離炭素及軟化點　タール (14)K

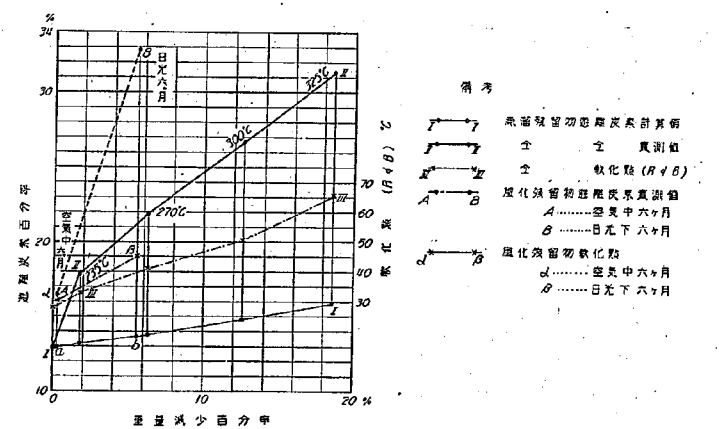


第 14 圖　殘留物中遊離炭素及軟化點　タール (6)K

尙之を空氣中風化物，日光下風化物中の遊離炭素と比較すれば（第 18 表）の如く，これ等風化物に於ては，遊離炭素の增加が一般に多い．而して，蒸溜或は自然風化殘留物の重量減少と，其の中の遊離炭素の量とを比較して見ると第 13 圖，第 14 圖，第 15 圖，第 16 圖に示す如く，全然熱分解其の他の化學的變化なく單に揮發分の發散のみに依りて重量に變化を來したるものと假定せる場合の殘留物中遊離炭素の量は圖中 I—I（計算値）に



第 15 圖　殘留物中遊離炭素及軟化點　　タール (12)K



第 16 圖　殘留物遊離炭素及軟化點　　タール (15)K

第 18 表　空氣中及日光下風化物中の遊離炭素

試料		原タール中遊離炭素	風化物中遊離炭素 空氣中6ケ月	風化物中遊離炭素 日光下6ケ月
(4)K	計算値	8.39	(5.04) 8.83	(18.71) 10.24
	實測値	8.39	15.26	22.51
	差	0.00	6.37	12.27
(6)K	計算値	10.11	(3.02) 10.42	(13.35) 11.67
	實測値	10.11	15.67	23.87
	差	0.0	5.25	12.20
(12)K	計算値	12.42	(0.69) 12.52	(10.25) 13.85
	實測値	12.42	15.75	25.74
	差	0.0	3.23	11.89
(15)K	計算値	12.90	(0.23) 12.92	(5.50) 13.65
	實測値	12.90	16.44	32.77
	差	0.0	3.52	19.12

備考　括弧内は重量減少 % を示す。

示すが如く，之に對して實際の蒸溜試驗殘留物中の遊離炭素の量は曲線 II—II の如く，一般に高き値を示し，更に風化殘留物 (6 ケ月經過) に於ては AB の如き一層高い値を示して居る．之は蒸溜試驗の際のクラッキングによる化學變化よりも自然風化物に於ける化學變化が尙一層激甚なることを示すもので，日光下に於ける風化物に於て殊に其の作用の顯著なることが認められる．圖中鎖線は軟化點 (R & B) を示すものである．これ等の遊離炭素量の變化，軟化點の變化等を見る時は，單に重量減少のみを以てしては，タールの變化を推測することが出來ないことが分る．自然風化殘留物に於ては，重量の減少は蒸溜殘留物程多からざるに拘らず，其の遊離炭素の增加，軟化點の上昇は却つて大である．例へば圖中の B (日光下 6 ケ月風化物) と 300°C 蒸溜殘留物とを比較して見れば一見この關係は明瞭である．之を換言すれば，鋪裝用タールを路面處理の如き工法に使用したる場合，或は，其の他の工法に於て直接日光風化を受くるが如き場所にあるタールは，少くも 6 ケ月以上を經過すれば，其の重量に於ては，20% 以內 (タールの性質によりて，其の減量には甚しき差がある．例へば (4)K……18.7%; (6)K……13.4%; (12)K……10.2%; (15)K……5.5% の程度) の減少を見るが，其の減少量は 300°C 蒸溜殘留物程多くないと共に，其

の稠度は，蒸發以外の自然的化學變化の爲，300°C 蒸溜殘留物以上の硬さに達する．卽ち鋪裝用タールを道路工事に使用したる後6ケ月以上期間を經過せる路表面に於けるタールは著しい硬化を受けるものであるから，使用前の稠度は概して軟質のものを選ぶ必要がある．特に路面處理の如き工法に使用するタールに於ては，この注意が必要である．(但しタール・マカダム，タール・ミックスト・マカダム等の下層にタールを使用する場合は直接日光の作用を受けず，又空氣に接することも少きを以て，其の變化は遙かに少く，かゝる場合に於ては，全然考へ方を變へてかゝらねばならない)．

XII. 鋪裝用タール製法と其性質との關係

〔1〕概　說

既に記述する如く，鋪裝用タールの製法としては大別して4種の方法がある．

(1)　この中原料タールを單に脫水せるに止まるものは，原料タールの質によりては比粘度概して低く，常溫に於て撒布し得るものが得られる．然しながら，タール酸及ナフタリンは除去せられて居ないから，あまり優良なるものとは認められない．概して比較的低溫に於て乾餾せられたるコークス・タールは，タール酸は比較的尠く，ナフタリンに富み，比較的高溫に於て乾餾せられたる瓦斯タールは，タール酸に富みナフタリンは比較的少い傾向がある．

(2)　原料タールを脫水し，更にある溫度迄蒸溜して適當の稠度となして造りたるタールは，稠度の上からは思ふが如きものが得らるゝが，低粘度のものは，蒸溜の最終溫度を比較的低溫に止めなければならず，從て，タール酸及ナフタリンは取り切れない．高粘度のものは比較的高溫迄蒸溜を行ふ必要があるから，タール酸及ナフタリンは少くなる．然しながらこの程度迄蒸溜せるものは，その儘では多くの場合稠度が高きに失するか或は蒸溜殘留物の軟化點が高きに失する眞がある．

從て單なる蒸溜法では，低粘度にして且つタール酸，ナフタリン等を含有すること少く，膠着性よろしきタールを自由に造ることに對して，種々の制限が加へられる．

(3)　原料タールを適當なる溫度迄蒸溜して，殘留タール或は軟ピッチを得，之を溜出油にてカットバックして鋪裝用タールを製造する方法は次の點を自由に選ぶ事が出來る．

1.　殘留タール或は軟ピッチを得る爲に行ふ蒸溜の最終溫度を適宜に選ぶことが出來る．從て其の稠度を適當につくる事が出來る．又其の溫度を 240～250°C 位に選ぶ時は，其の中のタール酸及ナフタリンの量は著しく減少し，殘留タールより來るこれ等のものゝ量を深く考慮するに當らない．

2.　カット・バックに用ゐる溜出油は，自由に之を選ぶ事が出來る．170°C 以下の溜出

成分殆ど皆無にして，170～235°C 溜出分少き溜出油を用ふれば，製造せられたる鋪裝タールは引火點，燃燒點比較的高きものが得られる．

之に脫酸及ナフタリン除去の處理を行ひて用ふれば，鋪裝用タールとしてタール酸及ナフタリンの少きものが得られる．

最低溜出溫度 235°C 以上の溜出油を用ゐれば尙良好である．最低溜出溫度 270°C の溜出油 (卽ち，溜出範圍大體 270～360°C) 中のアントラセンを除去せるもの，卽ちアントラセン油或は重油を以てカット・バックを行へば，タール酸及ナフタリンの含量は問題としなくともよろしい．而してこの油は比較的高沸點を有するものであるから，かゝる油を以てカット・バックして製せる鋪裝用タールは，揮發成分の發散による硬化現象があまり急激でない．而して 300°C 蒸溜殘留物中にはアントラセン油の一部が殘留するを以て，其の殘留物軟化點は比較的低いものとなり，タール硬化後の稠度を適當に保たしめ得べく，冬期嚴寒に際して，鋪裝の脆化する憂が少いのみならず，300°C 殘留物卽ちタール硬化後鋪裝本體內に殘る分量を多からしめる．

3. 鋪裝用タールの稠度は上記の如き殘留タールと溜出油との配合量を適宜に定むる事に依りて自由に之を調節し得る．

上記の如く，カット・バック・タールは殘留タール，カット・バック用溜出油の性質，其の配合量を適宜ならしむることによりて，稠度，タール酸及ナフタリンの量，300°C 殘留物の量，其の性質，タール硬化の速度，其の他の點を適當につくり得る利點がある．從て鋪裝用タール製法としては最も當を得たものである．加之，この操作中藥品或は化學原料として使用し得べき，フエノール，ナフタリン，アントラセン等を一方に得べく，他に用途少きアントラセン油，殘留タール，軟ピッチの如きものを道路用として有効に使用し得るものである．

上記の如く考へ來る時は，鋪裝用タールのあるものは粗タールを單に脫水せる儘にて用を便じ得る場合もあり，又單なる直溜法によりて得らるゝ場合もあり得るが，之等の方法には，種々避くべからざる制限が存するに反しカット・バック・タールの方法に依る時は，硬軟種々の製品を自由につくり得る便宜がある．

〔2〕 考慮すべき諸點

鋪裝用タールの製造に關しては，次の諸點を考慮するを要する．

1. 稠度， 稠度は直接蒸溜法による時は蒸溜最終溫度を適當に選ぶ事によりて調節する，カット・バック法による時は，殘留タールの稠度，カット・バック用溜出油の稠度に從ひ，兩者の配合量を變ずることによりて自由に如何なる稠度のものをも得る便宜がある．

2. 引火點， 常溫用タールに於ては引火點の規格低きを以て，多くの考慮を費す必要

がないが，加熱用タールに於ては，引火點について充分考慮しなければならない．引火點の規格に合格せしむる爲には 170°C 以下にて溜出する油の量は 0.5% 以下なるをよしとする．而してタール中には可燃性の瓦斯の溶存しない事を必要とする．(14 頁參照)

3. **燃燒點**，　常溫用タールに關しては引火點と同樣，多くの考慮を費す必要なきも，加熱用タールに於ては，少くとも燃燒點は 120°C 以上に保たしむる必要がある．之には 235°C 以下の蒸溜溜出油の量は 8.0% 以下に止むるをよしとす．(14 頁參照)

4. **蒸溜溜出液量**，　蒸溜溜出液量については，上記引火點及燃燒點に關して述べたる如く，一般にすべての加熱用鋪裝タールに對しては，170°C 以下溜出油 0.5% 以下，235°C 以下 8.0% 以下とし，且つ規格に定めらるゝ範圍の溜出成分を有し，300°C 以上蒸溜殘留物の量をなるべく多からしむるをよしとする．

5. **蒸溜殘留物軟化點**，　蒸溜殘留物の軟化點は，鋪裝內或は鋪裝表面に於けるタールの蒸發硬化後の稠度を推測せしむるもので，其の餘りに高きに失するものは，冬期嚴寒の候に於て鋪裝が脆弱となるを免れない．從て殘留物軟化點は出來得る限り低きを要する譯である．

この點より考ふる時は直接蒸溜法によりて鋪裝用タールを造るよりも，カット・バック法によりて製造するをよしとし，他に惡影響なき限り，カット・バック原料たる殘留タール或は軟ピッチは軟化點の低いものを用ゐるを要する，從て其の最終蒸溜溫度は 300°C 以下，可能なる場合は 270°C 以下或は 250°C 以下をよしとす．カット・バック用溜出油は蒸溜溜出溫度の高きものを用ゐるをよしとし，少くも 300～360°C の溜出範圍の油を含有するをよしとす．

6. **タール酸及ナフタリン**，　常溫用タール及稠度比較的低きものにありては，タール酸及ナフタリンの量を低からしめんが爲には，直接蒸溜法にては不充分である．從てカット・バック法によらなければならない．カット・バック法に依る場合には，カット・バック原料たる殘留タール中にはタール酸及ナフタリンの少きことを要するを以て，其の最終蒸溜溫度は少くとも 235°C 以上であることを要する．カット・バック用溜出油が 270～360°C の重油なる場合はアントラセン除去後のものを用ゐるべく，235～360°C のものゝ場合，又は 235°C 以下の溜出分を含む場合には，脫酸及ナフタリン除去を行ひたるものを用ゐる必要がある．

7. **瀝青及遊離炭素**，　直接蒸溜法による時は，稠度が硬質の鋪裝用タール程瀝青分少く遊離炭素多きものとなる．且つ蒸溜最終溫度が高き場合は，クラッキングによりて遊離炭素の增加を來す傾向顯著である．このことは鋪裝用タールの性質上餘り望ましい事でない．

カット•バック法による時は，カット•バック用溜出油中には，殆ど遊離炭素を含まざるを以て，直接蒸溜法によるものよりも遊離炭素少きものが得られる．但しこの際殘留タール或は軟ピッチ中には遊離炭素のなるべく低きを望むを以て，其の最終蒸溜溫度は能ふべくんば 270°C 以下でありたい．

上記の如き各項の考慮を費す時は，一般的鋪裝用タールの製法としては，カット•バック法によるをよしとし，直接蒸溜法は其の使用可能の場合にのみ用ふべきものゝ如くである．かくの如き考へに基きカット•バック法を各種の鋪裝用タールについて一々檢討すれば次の如くになる．

常溫用タール A, B, C は，比粘度低く，引火點の制限も低く，300°C 殘留物も比較的少く，170～270°C 溜出油の相當量を含むを以て，カット•バック•タールの原料たる殘留タールは最終蒸溜溫度 235°C 或は其以下で充分である．カット•バック用溜出油も 235～270°C 或は，この部分を相當量含む油を用ゐてよろしい 但し脫酸或はナフタリン除去を經たるものがよろしい．其の配合量は，比粘度，溜出液量等の標準に應じて適宜に選ぶべきものとす．

加熱用タール D は，殘留タールとして最終蒸溜溫度 250°C 以下のものに，脫酸及ナフタリン除去を施せる 235～360°C 溜出油或は重油 (270～360°C) を適度に混合して得られる．加熱用タール E は略同樣にして其の配合量を變じて得られる．加熱用タール F は最終蒸溜溫度 270°C 以下の殘留タールにカット•バック用溜出油としては重油を用ゐる．加熱用タール G は最終蒸溜溫度 300°C 或は其以下 (なるべく低きをよしとす) の軟ピッチ或は殘留タールに重油 (アントラセン油) に多少の 235～270°C 溜出油を混じたるものをカット•バックしてつくる．場合によりては，カット•バックを必要とせぬこともある．

上記の方法の要旨を表示すれば第 19 表の如し．

而してカット•バック•タールを實際に製造するに當つては，次の2つの方法が考へられる．

(1) 先づ脫水タールを蒸溜して，殘留タール或は軟ピッチを得，之に處理後の溜出油を混合して製造する方法

(2) 脫水タールに處理後の溜出油を混合して，この混合物を適度に蒸溜して製造する方法

(1) の方法は，殘留タール及軟ピッチは粘稠或は半流動體なるを以て溜出油と混合するに，加熱及攪拌其の他の操作が比較的複雜である．

(2) の方法は，カット•バック用溜出油の最低溜出溫度が，殘留タール或は軟ピッチの最終蒸溜溫度に等しきか，之より高き場合には使用可能である．然らざる場合は，もし殘

留タール或は軟ピッチの豫定最終蒸溜溫度まで混合物の蒸溜を行ふ時は，カット・バック用溜出油中の一部分は溜出し去るを以て，豫期の製品を得がたい．

然しながら，この方法に於ては，脱水タールと溜出油とを混合するものなるを以て，兩者の混合上操作簡便であり，又流動性多き液狀物質を蒸溜することゝなるを以て，蒸溜操作上も煩累少く，且つ水分，其の他の不要部分の除去上にも便利が多い．

斯くの如く考へ來る時は，實際的製法としては，止むを得ざる場合を除きては，カット・

第 19 表　カット・バック・タール製法に關する要點

タール種類	殘留タール或は軟ピッチ	カット・バック用溜出油	備考
タール A タール B タール C	最終蒸溜溫度 235°C 或は其れ以下．但し 200°C 以上	235～270°C 或はこの油を含むもの	カット・バック用溜出油は脱酸或はナフタリン除去を行つたものをよしとす
タール D	最終蒸溜溫度 250°C 以下 235°C 以上	235～360°C	同上
		270～360°C	カット・バック用油の脱酸及ナフタリン除去の必要なし
タール E	最終蒸溜溫度 250°C 以下 235°C 以上	235～360°C	D と同樣
		270～360°C	但しタール D に比してカット・バック用油量をやゝ少くする
タール F	最終蒸溜溫度 270°C 以下 235°C 以上	270～360°C	カット・バック用油の脱酸及ナフタリン除去の必要なし
タール G	最終蒸溜溫度 270°C 以下 235°C 以上	270～360°C	カット・バック用油の脱酸及ナフタリン除去の必要なし，時としてはカット・バックの必要なかるべし
	最終蒸溜溫度 300°C 以下 235°C 以上	300～360°C	カット・バック用油の脱酸或はナフタリン除去の必要なし

備考 1. カット・バック用溜出油の配合量は所要鋪裝タールの稠度，溜出液量等に從ひて定む．
2. 270～360°C の溜出液はタール酸及ナフタリン除去の必要なけれど，アントラセンを除去せるものたるべし．
3. 殘留タールの最終蒸溜溫度は，常溫タールにありては 200°C 以上たるべし．
加熱用タールにありては 235°C 以上たるべし．如何なる場合と雖 300°C を超ゆべからず．能ふべくんば 270°C 以下の殘留タールを用ふるをよしとす．
4. カット・バック用溜出油（270°C 以下を含むもの）は脱酸及ナフタリン除去を行つたものを用ゐる．

パック用溜出油の最低溜出温度を常に，殘留タール或は軟ピッチの最終蒸溜温度に等しきか，或は其れ以上のものとし，(2) の方法によりてカット・パック・タールを製造するを得策とすべし.

第 20 表はこの意味に於て，カット・パック用溜出油の最低溜出温度を常に殘留タール或は軟ピッチの夫れよりも低からしめざる様定めたものである.

即ち同表によりて，實際的カット・パック・タールの製法を表示すれば次の如くになる.

第 20 表　カット・パック・タール實際的製法に關する要點

鋪裝用タール種類	原料混合物 脱水タール	原料混合物 カット・パック用溜出油	混合物蒸溜最終温度	備考
タール A タール B タール C	脱水タール	235～270°C 或はこの油を含む溜出油	200～235°C	カット・パック用溜出油は脱酸或はナフタリン除去を行つたもの
タール D	脱水タール	235～360°C(1) 270～360°C(2)	235～250°C	(1) は脱酸及ナフタリン除去を行つたもの. (2) は其必要なし，アントラセン除去を要す.
タール E	脱水タール	235～360°C(1) 270～360°C(2)	235～250°C	(1), (2) につきては前項通り，D に比しカット・パック油の量やゝ少くして可なり.
タール F	脱水タール	270～360°C(2)	235～270°C	(2) は脱酸及ナフタリン除去の必要なし，アントラセン除去を要す.
タール G	脱水タール	270～360°C(2) 300～360°C(2)	235～270°C 270～300°C	(2) は脱酸及ナフタリン除去の必要なし，但しアントラセン除去を要す.

備考　溜出油の溜出範圍は上記の間に於て一層狹くとるも差支なし. 例へば 270～360°C の代りに場合によつては 300～360°C を用ゐるも差支なし.

第 20 表に於ては，脱水タールにカット・パック用溜出油を混じ，之を混合物蒸溜最終温度の行に示したる程度迄蒸溜して所要のタールを得るものとす. 但しカット・パック用溜出油の混合量は，所要タールの各種温度の溜出液量及稠度等によりて豫備試驗の後定むるを要し，蒸溜最終温度は表示の範圍に於て適當稠度となる様定むるものとす. かくの如き方法に依る時は，鋪裝用タールの陷りやすきすべての欠點を除去したる優良品を得べし.

XIII. 鋪裝用タールの用途と規格案の考察及規格案と實例との比較

〔1〕 鋪裝用タールの用途

鋪裝用タールの用途として考へ得らるゝ數例を列擧すれば，次の如くである．

1. 整形せる路床上に常溫にて撒布して，之に滲透せしめ，其の固結を助け，且つ其の上に施さるべき瀝青質鋪裝本體とのなじみを良好ならしむる．
2. 瀝青質基礎上に常溫にて撒布し，上層とのなじみを良好ならしむ．
3. 瀝青質鋪裝上に常溫にて撒布して，シール・コートを造る．
4. 固結せる路盤上に常溫にて路面處理（厚 1 cm 以下のものゝ中薄目のもの）を行ふ．
5. 常溫にて小修繕 (Patching) を行ふ．（以上常溫使用）
6. 瀝青質鋪裝上に加熱撒布してシール・コートを造る．
7. 固結路盤上に加熱撒布して路面處理（厚 1 cm 以下）を行ふ．
8. 加熱透入マカダム工法の膠着材 (Binding material) として使用する．
9. 路上混合マカダム工法 (Retread bituminous macadam) の膠着材として使用する．
10. 加熱混合マカダム工法 (Premixed bituminous macadam) の膠着材として使用する．
11. タール・コンクリート工法 (Tar concrete) の膠着材として使用する．（以上加熱使用）
12. タール被覆骨材を製造するに使用する．
13. タール被覆骨材を以て鋪裝を行ふ時に之と共に使用する．

上記數例の他にも，鋪裝用としてタールの用途はありうべきも，其の中の主たるものとして上記の各場合について考察すれば次の如くである．

タールを鋪裝用に使用する場合には，使用當時の稠度と使用後時日を經過せる後の稠度とは，一般的には異ることは上記の實驗の示すが如し．使用當時の稠度は，目的とする作業を行ふに最も適當せるものでなければならない．使用後時日を經過せる後の稠度は鋪裝の諸耐力を大ならしめ，鋪裝の耐久性を良好ならしむるものでなければならない．從て鋪裝用タールの性質を研究し，之が規格を考察するには，常にこの兩方面よりタールを檢討するを要する．而して前記の各場合に於ては，其の必要とする所の使用當時の稠度の異るは勿論であるが，使用後時日の經過と共にタールの硬化する程度はタールの質，及び使用せられたるタールの受くる外界狀況の相異によりて異るを以て，この兩者を合せて考へなければならない．

〔2〕 上記各種の場合に要する鋪裝用タールの性質

A. 常温或は微温にて使用する場合

タールを常温或は比較的弱き加熱狀態卽ち微温 (60°C 以下) に於て使用する場合には，撒布，滲透，混合等を良好ならしむる爲には，低粘度のものたることを必要とする．

1. 整形せる路床上に常温にて撒布し，幾分之に滲透せしめて其の固結を助くると共に，其の上に施さるべき瀝青質鋪裝本體とのなじみを良好ならしむるを目的とする場合，卽ちタール・プライマーとして使用する場合．

路床に滲透するが爲には，タール中最も低粘度のものたることを要し，常温に於てかゝる作業を行ひ得る爲には，比粘度 (50°C) の 10 以下なることを要する．滲透後路床の固結を助け，且つ上層との附着に資する爲には，幾分の粘稠性を有し，且つ自然硬化の速かなることを必要とする．之には比粘度 (50°C) 5 以上を要し，且つ揮發分の發散迅速にして，其の發散後には，粘稠性殘留物を殘すものなるを要する．從て其のタールの成分は比較的低温 (170°C 以下及 170～270°C) に於ける溜出成分多く，235°C 乃至 270°C の蒸溜殘留物は或る程度の粘稠性を有することを要する．

而してこの程度の比粘度を有する直溜製品或は不處理溜出油 (170～270°C) によるカット・バック製品中にはタール酸及ナフタリンを多量に含むが故に出來得る限りは，脫酸及ナフタリン除去を行つた 170～270°C 溜出油によるカット・バック・タールをよしとするも，この用途のものは，鋪裝の下部に使用せらるゝものなるを以て，タール酸及ナフタリンに對しては，他の鋪裝用タール程嚴重に考へる必要はないから，當分は夫々 6.5(vol%); 5.0(wt%) 以下位に規定してよろしい．

上記の理由からこの目的に對しては，規格案中の常温用タール A が適當して居る．

2. 瀝青質基礎上に常温にて撒布し，上層とのなじみを良好ならしむるを目的とする場合，卽ちタール・プライマーとして使用する場合．

この場合は 1 の場合と多くの點で類似して居るが，之を瀝青質基礎上に撒布するのであるから，撒布容易なるのみならず，基礎の中への滲透を豫期して居ない點で 1 の場合と稍異る．從て 1 ほどの極端な低粘度を用ふる必要はなく，規格案中常温用タール B 程度のものが用る得られる．

3. 瀝青質鋪裝上に常温にて撒布してシール・コートを造る場合．

この場合は，2 の場合に類似して居るが，鋪裝の表面に使用せられるものであるから，使用後，日光，空氣等による化學的硬化を受くることが多い點に於て 1 及 2 の場合と異る．この場合は急速硬化の行はるゝことは差支なきも，使用後時日の經過に依り極端に硬化して脆化するものは避くべく，永く軟質性を保つて居ることが必要である．從て風化

第 21 表　タール・プライマー及常溫シール・コート用タール規格及實例比較

項目		本邦規格案 A	北米 TC—1	北米 TC—2	A.S.T.M. D104—30	A.S.T.M. D105—30	本邦タールの實例 (1)K	(2)K	No. 932 (t)	參考 アスファルト・プライマー MC—1
1. 比重	25°C	1.10～1.17	1.10～1.18	1.10～1.18	…	…	1.147	1.149	1.128	…
2. 比粘度エングラー	25°C	…	…	…	…	…	…	…	57.0	[10.3～40.5]
	40°C	[9.2～21.5]	8～13	13～18	8～35	8～35	[8.5]	[9.3]	10.3	…
	50°C	5～10	…	…	[4.4～15.4]	[4.4～15.4]	4.8	5.1	5.6	…
3. 粘度セイボルト・フロール	25°C sec	…	…	…	…	…	…	…	…	40～150
4. 浮游試驗	32°C sec	…	…	…	…	…	…	…	…	…
5. タール粘度	25°C	…	…	…	…	…	1	1	1	…
	30°C	…	…	…	…	…	1	1	1	…
6. 引火點	°C	80	…	…	…	…	83	92	83	…
7. 水分	%	≦1.5	≦2.0	≦2.0	≦2.0	≦2.0	痕跡	痕跡	0.42	…
8. 蒸溜試驗 0～170°C	重量 %	≦7.0	≦5.0	≦5.0	≦7.0(1)	≦5.0(1)	1.23	1.72	0.64	0～225° <10
170～270°C	,,	23.0～33.0	…	…	≦30.0	≦35.0	20.86	19.86	30.54	0～315° >25
270～300°C	,,	5.0～15.0	…	…	≦35.0	≦45.0	9.55	10.48	8.58	0～360° <50
0～300°C	,,	[≦45.0]	≦40.0	≦35.0	≦35.0	≦45.0	31.84	32.06	40.38	…
300°C 殘留物	,,	≧55.0	[≧60.0]	[≧65.0]	[≧65.0]	[≧55.0]	68.16	67.80	59.62	360° 殘留物 ≧50
9. 300°C蒸溜殘留物 R & B	°C	≦60.0	…	…	≦60.0	≦60.0	25.5	24.0	54.0	…
軟化點	立方形法 °C	…	≦65.0	≦65.0	…	…	…	…	…	…
10. 同 針度	25°C	…	…	…	…	…	…	…	…	360°C 殘留物針度 70～300
11. タール酸	vol %	≦6.5	…	…	…	…	2.11	1.83	6.1	…
12. ナフタリン	%	≦5.0	…	…	…	…	1.50	0.56	4.03	…
13. 遊離炭素	%	≦14.0	2～10	2～10	[3～12]	[0～5]	7.65	6.96	8.19	≦0.5
14. 溶剤 CS_2	%	≧85.0	[98～90]	[98～90]	88～97	>95	92.30	92.99	91.77	99.5

備考　(1) A.S.T.M. の蒸溜試驗成績は 0～170°C, 0～270°C, 0～300°C を表す. 0～235°C は ≦20% とせり.
(2) 括弧内の數字は著者の推測に依る大略の數値にして比較の便宜に供したものである.

殘留物軟化點のあまりに高からざるもの換言すれば蒸溜殘留物軟化點の餘りに高からざることを要する．もしかゝるタールをカット・バック法によりて作るとすれば，170～270°C 溜出油の他に 270～360°C の溜出油をも併用してカット・バックするをよしとする．而してこの場合はタール酸及ナフタリンは一般的には少き程よろしいから，カット・バック用 170～270°C 溜出油は脱酸及ナフタリン除去を行つたものを用ゐることが望ましい．但し道路の附近に河海水田等なき場所に於てはタール酸について殊更に嚴重にする必要がない．

この目的に對しては大體に於て常溫用タール A 或は B 又は C の規格案が適用せられる．

上記 1 及 2 に相當するタールの諸規格及之に近き實例と規格案 A とを比較すれば第

第 22 表　タール・プライマー及常溫シール・コート用タール規格及實例

項目	本邦規格案 B	北米 TC—3	北米 TC—4	A.S.T.M. D104—30	A.S.T.M. D105—30	本邦タールの實例 (3)T	(4)K	No. 1188 (k)
1. 比重	1.10～1.20	1.10～1.18	1.10～1.18	…	…	1.120	1.171	1.164
2. 比粘度 25°C	…	…	…	…	…	…	…	…
エングラー 40°C	[11.5～33.8]	18～25	25～35	8～35	8～35	…	…	40.3
50°C	6.0～15.0	…	…	[4.4～15.4]	[4.4～15.4]	16.2	17.0	17.7
3. 粘度セイボルト・フロール 25°C sec	…	…	…	…	…	…	…	…
4. 浮游試驗 32°C sec	…	…	…	…	…	…	…	23.0
5. タール粘度 25°C	…	…	…	…	…	4	4	7
30°C	…	…	…	…	…	3	3	4
6. 引火點 °C	≧80	…	…	…	…	86	116	107
7. 水分 %	≦1.5	≦2.0	≦2.0	≦2.0	≦2.0	0.20	痕跡	痕跡
8. 蒸溜試驗 重量 %								
0～170°C ,,	0～7.0	≦5.0	≦5.0	≦7.0(1)	≦5.0(1)	0.34	0.32	0.00
170～235°C ,,	15.0～27.0	…	…	≦20.0	≦20.0	15.27	2.87	6.00
235～270°C ,,		…	…	≦30.0	≦35.0	10.50	10.38	11.80
270～300°C ,,	5.0～13.5	…	…	≦35.0	≦45.0	12.53	11.02	10.30
0～300°C ,,	≦38.0	≦35.0	≦40.0	≦35.0	≦45.0	39.31	24.60	28.10
300°C 殘留物 ,,	≧62.0	[≧65.0]	[≧60.0]	[≧65.0]	[≧55.0]	60.69	75.40	71.90
9. 蒸溜殘留物軟化點 R & B °C	≦60.0	…	…	…	…	58.5	29.0	43.5
立方形法 °C	…	≦65.0	≦65.0	…	…	…	…	…
10. 同針度 25°C	…	…	…	…	…	…	…	…
11. タール酸 容積 %	≦5.0	…	…	…	…	5.85	1.12	1.60
12. ナフタリン %	≦5.0	…	…	…	…	2.51	0.37	1.50
13. 遊離炭素 %	≦14.0	2～10	2～10	[3～12]	[0～5]	6.57	8.93	11.12
14. 瀝青 CS_2 %	≧85.0	[90～98]	[90～98]	88～97	≧95	93.42	91.56	88.84

21 表の如くになる．規格案 B について同様の比較を取れば第 22 表の如くである．

第 21 表に依れば，本邦規格案 A は，比粘度の上より見て，大體北米 TC—1 及 TC—2 の兩者を包含し，A.S.T.M. D104 及 D105 の一部分に相當して居る．實例として掲げられたるものは，規格案最低限度の比粘度を示して居る．

水分の規格はいづれも略同程度で，實例は極めて少い．

蒸溜試驗の成績中實例 (1)K, (2)K は 170～270°C 溜出液少く，No. 932 (t) は多く，300°C 蒸溜殘留物軟化點は (1)K, (2)K は低く，No. 932(t) は高い．これ等の點より考へて，其の性質はむしろ (1)K, (2)K の方が No. 932(t) に優る．從て規格案 A の 170～270°C 溜出分 23.0～33.0% は其の範圍を擴大して 17.0～33.0% 位に改むるを至當とする．其の他の點については別に考慮すべき所を見ざるも，特種の場合にはタール酸の量を更に少く制限すべきことは勿論である．改訂せる規格案 A は第 30 表 2 行目の如くである．

第 22 表によれば，本邦規格案 B は，比粘度の上より見て A. S. T. M. 規格 D104 及 D105 に比較し得る．實例は規格案 B より稍比粘度高く規格案 C の最低に屬するものあるが，B の比粘度の最高限に接近して居るものである．蒸溜殘留物の軟化點より判斷すれば (4)K 程度のものが良好である．(4)K に於ては 170～270°C 溜出液は 14.25% を示して居る．この溜出分が若干增加すれば，比粘度も從て規格案 B の範圍に落つるものと考へられる．タール酸の量については，1 の場合にのべたると同様である．

4. 固結路盤上に常溫にて路面處理 (厚 1 cm 以下) を行ふに使用する場合．

この場合は路盤上に先づタール・プライマー (規格案 A) を施し，路盤の固結を助け，且つ上層との密着に便にし，然る後に路面處理用のタールを撒布し，之に適當の細粒碎石 10 mm 以下) を撒布して輾壓するものにして，更にシール・コートを施すこともある．

路面處理の主層は薄けれども，シール・コート程極端に薄きものに非るを以て，其のタールは，日光其の他の風化作用を受くる事あるも，シール・コートに於ける程著しく迅速でない．從て常溫用タールを使用するよりも加熱用タールを使用するをむしろ適當とするも，常溫用タールにて之を行はんとする場合には，其の中比較的粘稠なるタールを選ぶ事を要する．かゝるタールを使用するものとすれば其の撒布を容易ならしむる爲に微熱を加ふることを要する．但し其の溫度は 60°C 以下で充分であると共に，之以上に加熱することは引火の危險，其の他の不利を伴ふを以て，絕對に避けなければならない．多くの場合には 50°C 以下の加熱にて充分である．かゝる條件に適するタールの比粘度は 50°C に於て 15～30 程度のものにして，使用直後に於ては，其れ自身の粘稠性によりて路面の狀況を保ち，時日の經過と共に揮發分の蒸發及風化によりて硬化する性質のものであらねばならぬ．從て其の成分は 170～270°C 溜出物を相當程度に含有し，且つ自然硬化後，あ

まりに脆弱とならざる爲に 300°C 殘留物軟化點の高からざることを必要とする．もしかゝる製品をカット•バック法によりてつくるとすれば，170～270°C 溜出油の他に 270～360°C 溜出油をも併用したものをよしとする．

而してこの場合タール酸及ナフタリンについてはシール•コートの場合に述べたると同樣である．

この目的に對しては，大體に於て規格案中常溫用タール C が適用せられる．

5. 常溫にて小修繕を目的とする場合．

この場合は，修繕個所を掃除し，濕氣あらば乾燥したる後，之にタールを撒布し，骨材を敷きて搗きならしおくか，或は豫め骨材及タールを混合して之を修繕個所に撒布して搗きならしおき，タールの自然硬化を待つて小修繕の目的を達せんとするものである．

この目的の爲には常溫或は微熱の程度で簡單に撒布，混合等のなし得る位の低比粘度を必要とすると共に，施工當時の路面溫度で搗きならしにより，骨材及タール混合物が多少一體となりて，タール硬化後に相當形體を保ち得る程度の粘稠性を必要とする．この意味に於て，常溫用タール中の稠度最も粘稠なるものを用ゐる．而して小修繕個所は一日も早く，或る程度迄……卽ち交通に許し得る程度迄……硬化することを要するを以て，蒸發による硬化相當迅速なることを必要とし，從て，比較的低溫（170°C 以下及 170～270°C）に於ける溜出物に富めることが肝要である．之と同時に其の 235°C 或は 270°C 殘留物は或る程度の粘稠性を有しなければならない．大體に於て，カット•バック製品による時は其の性狀は，軟質の殘留タールを 170～270°C の脫酸竝にナフタリン除去を行ひたる溜出油にてカット•バックせるもので，適當稠度を有するものがこの條件に該當して居る．上記の理由から常溫用タール C 中の低溫溜出分多きものを用ゐる．(小修繕には加熱の煩を避くる爲常溫用タールを用ゐるも，もし加熱を厭はざる場合には，加熱タールによりて迅速なる仕事をなし得ることは勿論である．)

常溫シール•コート用，タール中のやゝ粘稠なるもの，常溫路面處理用タール，常溫小修繕用タールに略適用せらるべき本邦規格案 C と其の他之に類する規格竝に本邦タール中之に近きものを比較すれば第 23 表の如くである．

これによれば，本邦規格案 C は大體北米 TC—5，TC—6 を包含し，A.S.T.M. D107 及 108 に類似するもので，路面處理用としては，其の中の粘稠なるもの卽ち TC—6 に相當する位のものを選ぶを可とする．シール•コート用としては，この中のやゝ流動性なるもの卽ち TC—5 に相當する位のものをよしとする．實例は，規格案 C の範圍に非るも，之に極めて近いものである．實例は直溜製品なるか，或はカット•バックせるも其の程度少きものなるべし．もしカット•バック製品による時は，規格案 C の示す蒸溜試驗の範圍

第 23 表　常溫シール•コート，常溫路面處理，常溫小修繕用タール規格及實例

項目		本邦規格案 C	北米 TC—5	北米 TC—6	A.S.T.M. D106—28T	A.S.T.M. D107—28T	本邦タールの實例 No. 1187 (k)	本邦タールの實例 (5)Y	參考 アスファルト系液狀材料規格 RC—1.
1. 比　重	25°/25°C	1.10～1.20	1.10～1.18	1.10～1.18	…	…	1.168	1.182	…
2. 比粘度　エングラー	25°C	…	…	…	…	…	…	…	…
	40°C	[33.8～77.2]	35～50	50～65	35～80	35～80	80.1	[83.0]	…
	50°C	15.0～30.0	…	…	[15.4～30.8]	[15.4～30.8]	30.9	32.0	[21.6～26.8]
3. 粘度　セイボルト•フロール	50°C	…	…	…	…	…	…	…	80～100
4. 浮游試驗	32°C　sec	…	…	…	…	…	32.5	…	…
5. タール粘度	25°C	…	…	…	…	…	10	12	…
	30°C	…	…	…	…	…	4	6.5	…
6. 引火點	°C	≧80	…	…	…	…	107	85	…
7. 水　分	%	≦1.5	≦2.0	≦2.0	≦2.0	≦2.0	痕　跡	痕　跡	…
8. 蒸溜試驗	0～170°C　重量 %	0～7.0	≦5.0	≦5.0	(1)1～8.0	(1)1.0～8.0	0.64	0.60	0～190°C　>5
	170～235°C　,,	12.0～24.0	…	…	8.0～20.0	8.0～20.0	7.40	12.40	0～225°C　>12
	235～270°C　,,		…	…	16.0～28.0	16.0～28.0	13.40	9.24	0～315°C　>25
	270～300°C　,,	4.0～13.0	…	…	≦36.0	≦36.0	9.76	6.28	0～360°C　<40
	0～300°C　,,	≦33.0	≦40.0	≦40.0	≦36.0	≦36.0	31.40	28.52	…
	300°C 殘留物　,,	≧67.0	[≧60.0]	[≧60.0]	[≧64.0]	[≧64.0]	68.60	71.30	360°殘留物　>60
9. 蒸溜殘留物軟化點　R & B	°C	≦60.0	…	…	…	…	52.5	52.5	…
立方形法	°C	…	≦65.0	≦65.0	≦65.0	≦65.0	…	…	…
10. 同　針度	25°C	…	…	…	…	…	…	…	…
11. タール酸	容積 %	≦5.0	…	…	…	…	2.68	2.73	…
12. ナフタリン	%	≦5.0	…	…	…	…	0.67	6.94	…
13. 遊離炭素	%	≦14.0	2～10	2～10	[5～12]	[0～5]	11.18	9.05	≦0.5
14. 瀝　青	%	≧85.0	[90～98]	[90～98]	78～95	0～95	88.79	90.91	≧99.5

に於て充分其の比粘度を規格案Cの程度に保つことが出來る．これには 300°C 蒸溜殘留物の軟化點を低からしむる樣タールを製造すればよろしい．卽ち 170～270°C の溜出油と共に 270～360°C の溜出油を並用すればよろしい．タール酸については，前述の場合と同樣であるが，小修繕用に供する場合には，あまり嚴重に考へる必要はないものと思はれる．

B. 加熱して使用する場合

タールを加熱して使用する場合には 80°C 以上，120°C 以下に加熱すべきである．この場合には，撒布，滲透，混合等に必要なる流動性は主として加熱の程度を加減して，之を適當に保つものであるから，其の常溫に於ける稠度は，之等の操作に對しては，其の關係が比較的少い．

6. 固結せる路盤上に加熱撒布して路面處理 (厚 1 cm 以下) を行ふ場合．

この場合は，其の撒布に必要なる流動性は旣述の如く加熱の程度によりて，自由に變へ得るが，この際注意を要することは，タールの引火點が加熱溫度より高きにあることである．上記の如き加熱程度に於て引火，燃燒の危險を少くするためには，170°C 以下の蒸溜溜出物 0.5% 以下，235°C 以下の溜出物 8.0% 以下位に保つことを要する．かゝるタールを使用し路面處理を行つた場合には，撒布冷却直後のタールの稠度は，略其のタールの常溫に於ける稠度にて示される．この常溫稠度は，タール撒布後其の上に撒布した細粒碎石 (12.5～6.3 mm) を輾壓せる場合に其の間際によく滲入しゆき得る軟質のものたるを要する．使用後時日が經過すれば，一部の蒸發，風化等によりて硬化しゆくが其の硬化の程度は鋪裝の諸耐力を大ならしめ，鋪裝の耐久性を良好ならしむる程度の柔軟性を具ふるものでなければならない．卽ち其の 300°C の殘留物の軟化點はあまりに高からざることを要する．

上記の如き諸點を考ふれば，この種の鋪裝用タールとしては，規格案 D, E 等が適用せられる．

而して處理路面層の厚さは大體に於て，之に使用せらゝ骨材の粒子の大さによりて支配せられるものであるが，粒子大にして厚さやゝ多きものに於ては，之に用ゐるタールは冷却直後の稠度比較的硬質なるもの (E) を選ぶべく，骨材粒子小にして路面層の厚さ小なるものは稠度稍軟質のもの (D) を選んでよろしい．規格案 D と其の他之に類する規格並に本邦タール中之に近きものとを比較すれば第 24 表の如くである．

7. 瀝青質鋪裝上に加熱撒布してシール・コートをつくるを目的とする場合．

この場合は加熱時の稠度，加熱の程度，比較的低溫の溜出物等に關しては，6 の場合に述べたると略同樣である．その撒布冷却直後の稠度についても又同樣の考へ方をしなければならない．ことにこの場合は蒸發及び風化による硬化が共に最も甚しいから，この點については 3 の場合 (常溫シール・コート) に述べたことが其の儘適用せられる．この目的に對

第 24 表　加熱シール・コート及加熱路面處理用タール規格及實例

項目			本邦規格案 D	DIN 1929 アントラセン油タール 50/50	DIN 1929 道路用タール I	B.S.S. 1930 No. I タール	DIN 1929 アントラセン油タール 60/40	本邦タール實例 (6)K	No. 1189 (k)	(7)T	(8)Y	No. 1190 (k)
1. 比重	25°/25°C		1.136～1.221	≦1.221	>1.221	1.136～1.221	≦1.221	1.189	1.179	1.178	1.203	1.182
2. 比粘度	80°C		…	…	…	…	…	6.6	8.2	9.2	9.5	10.2
エングラー	100°C		2.5～4.0	…	…	[2.5～4.0]	…	2.8	3.6	3.5	3.7	3.6
	120°C		…	…	…	…	…	1.9	2.5	2.1	2.3	2.6
3. 粘度 セイボルト・フロール			…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
4. 浮游試驗	32°C	sec	…	…	…	…	…	…	65.0	…	…	77.5
	50°C	sec	…	…	…	…	…	…	…	38	39	…
5. タール粘度	25°C	sec	…	…	…	…	…	32	60	62	85	97
	30°C	sec	10～40	ハツチンソン25° 1.0～15.0	同 3.0～15.0	10～40	ハツチンソン25° 20～80	14	17	27	35	35
	35°C	sec	…	…	…	…	…	7.5	10	14	17	15.5
6. 引火點		°C	≧110	…	…	…	…	118.0	123	92.0	95.0	115
7. 水分		%	≦0.5	≦1.0	≦1.0	≦0.5	≦1.0	痕跡	0.06	痕跡	0.16	痕跡
8. 蒸溜試驗	0～170°C	重量 %	0～1.0	0～1.0	0～1.0	0～1.0	0～1.0	0.28	0.40	0.44	0.36	0.30
	170～235°C	,,	10.0～20.0	1.0～15.0	12.0～24.0	9.5～21.0	1.0～10.0	1.90	6.20	11.58	3.58	2.68
	235～270°C	,,						8.86	10.96	8.82	7.09	10.12
	270～300°C	,,	3.5～12.0	4.0～12.0	4.0～12.0	3.5～12.0	4.0～12.0	7.64	10.68	6.57	6.30	11.04
	0～300°C	,,	≦30.0	…	…	…	…	18.68	28.30	27.41	17.33	24.40
	300°C 殘留物	,,	≧70.0	…	…	…	…	81.30	71.70	72.46	82.31	75.60
9. 蒸溜殘留	R & B	°C	≦63.0	…	…	…	…	35.0	61.5	60.0	45.0	52.5
物軟化點	立方形法	°C	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
	K. & S	°C	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
10. 同 針度	25°C		…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
11. タール酸		容積 %	≦4.0	≦3.0	≦5.0	≦5.0	≦3.0	0.82	2.00	4.32	0.88	1.50
12. ナフタリン		%	≦4.0	≦3.0	≦5.0	≦6.0	≦3.0	0.26	0.23	3.42	2.51	…
13. 遊離炭素		%	≦18.0	5.0～18.0	5.0～18.0	≦20.0	5.0～18.0	10.11	12.45	10.22	13.73	12.25
14. 瀝青		%	≧82.0	[82～95]	[82～95]	≧80.0	[82～95.0]	89.83	87.50	89.77	86.22	87.66

しては一般には規格案 D 或は E が之に相當する．然しながら，タール鋪裝施工の場合，加熱路面處理にありては，路面處理に使用したるものと同じタールを使用しても差支ない．

第 24 表に依れば本邦規格案 D は，アントラセン油タール 50/50 中のやゝ粘稠なるものゝ一部分を含み，DIN 道路用タール I の一部をも含み，B.S.S. No. I タールに酷似し，DIN アントラセン油タール 60/40 の粘度低き一半を含むものであるが，其の 170～270°C の溜出液の量の最低限はやゝ高きにある．之を實例に徵すれば，規格案 D の示す蒸溜試驗成績の範圍に於て，其の所要稠度のものを得ることはもとより可能であるが，170～270°C 溜出液の量 10% 以下にても，猶適當稠度のものを得る可能性あるを以て，最低限を幾分低下して可なるものと思はる．ことに 270～360°C 溜出油によるカット・バック・タールに於ては然るものであるから，170～270°C 溜出油は 5～20% 位に規定してよろしい．而してこの種タールにありては，撒布に要する溫度は 90～100°C にて充分なるを以て，引火點の規格はしばらく 105°C 以上位に定むるも差支ない．タール酸及ナフタリンの規格は低き程可とするも，製品によりては，稍多量を含むものもあるを以て暫く原規格案通りとし，製品の向上をまつて其の規格を漸次嚴にするをよしとする．上記の主旨により改訂せる規格案 D は第 30 表 5 行目に示すが如し．

8. 加熱透入マカダム式工法の膠着材とする場合．

この場合は，其の必要とする性質は前掲諸種の場合と甚しく異る．

この工法に於ては，碎石，其の他の基礎の上に，適當粒子大の碎石を撒布輾壓したる上に加熱せるタールを撒布して其の間隙に透入せしむるものであるが，碎石及タールの撒布は必ずしも 1 回とは限らず，且つ透入層が出來上つた後にはシール・コートを施すを普通とする．

上記の如く，本工法に用ゐるタールは撒布透入を目的とするものであるから，使用時の加熱狀態に於て低比粘度なることを必要とする．而して路床上に撒布せる碎石に接觸して多少冷却した後もある程度迄の流動性を有する要ある點に於ては，6 路面處理用タールにつきて述べたる所と略同樣である．これ等の點のみよりすれば，本工法には稠度の上にて規格案 D より F に至る迄の鋪裝用タールが使用せられ得る．

而して本タール撒布透入冷却直後の稠度は略其の常溫に於ける稠度を以て表されるもので，この稠度は，鋪裝の安定度の上から考へて，相當粘稠性の强いものたることを要する．この點を考慮に入るれば，規格案 F (或は E) 程度のものが之に該當することゝなる．

鋪裝施工後漸次時日の經過する場合には，タール中路面に近き部分は，蒸發及風化による硬化を受けやすいが，鋪裝の下部に位するタールは，蒸發も少く．日光及空氣による風化も少く，永く原タールに近い狀態に保たるゝものと考へなければならない．從て本タ

ールは其の常温稠度相當粘稠性で，ある程度の膠着力を必要とするものである．然しながら，路面のタールの蒸發，風化による硬化及脆化を考慮に入るゝ時は，到底アスファルトマカダムに於けるアスファルトの如き，軟化點高きもの（40°C 前後或は其以上）を用ふることは出來ない．從てタール透入マカダムに用ゐる骨材は，極めて軟質の膠着材に適する粒度のものを用ゐ主として骨材の噛み合せによりて鋪裝の安定度を保つ必要がある．

かくの如き考慮よりして，加熱透入工法に用ふる鋪裝用タールは大體に於てF（或はE）

第 25 表 加熱透入マカタム，加熱路面處理，

項目			本邦規格案 E	DIN 1929 アントラセン油タール 60/40	B.S.S. 1930 No. 2 タール	A.S.T.M. 規格 1930 D108—30
1. 比重	25°/25°C		1.146～1.236	<1.221	1.146～1.236	…
2. 比粘度	80°C		…	…	…	…
エングラー	100°C		4.0～5.0	…	[4.0～5.1]	…
	120°C		…	…	…	…
3. 粘度 セイボルト・フロール			…	…	…	…
4. 浮游試驗	32°C	sec	…	…	…	60～150
	50°C	sec	…	…	…	…
5. タール粘度	25°C	sec	…	…	…	…
	30°C	sec	40～130	ハッチンソン 25° 20～80	[40～125]	[15～100]
	35°C	sec	…	…	…	…
	40°C	sec	…	…	…	…
6. 軟化點	R & B	°C	…	…	…	…
7. 引火點		°C	≦110	…	…	…
8. 水分		%	≦0.5	≦1.0	≦0.5	0.0
9. 蒸溜試驗	0～170°C	重量 %	0～1.0	0～1.0	0～1.0	<1.0
	170～235°C	,,	8.0～16.0	1.0～10.0	8.0～16.0	<10.0
	235～270°C	,,				<15.0
	270～300°C	,,	3.0～12.0	4.0～12.0	3.5～12.0	<25.0
	0～300°C	,,	≦25.0	…	…	<25.0
	300°C 殘留物	,,	≧75.0	…	…	>74.0
10. 蒸溜殘留物軟化點	R & B	°C	≦63	…	…	≦65
	立方形法	,,	…	…	…	…
	K & S	,,	…	…	…	…
11. タール酸		容積 %	≦4.0	<3.0	<4.0	…
12. ナフタリン		%	≦4.0	<3.0	<5.0	…
13. 遊離炭素		%	≦18.0	5.0～18.0	6.0～21.0	[5.0～22.0]
14. 瀝青		%	≧82.0	[88～95]	[79～94]	78～95
15. 全溜出液比重	38°C		…	…	…	≧1.02

程度のものを選ぶ必要がある.

本邦規格案 E と他の規格及實例とを比較すれば第 25 表の如くである.

第 25 表によれば, 本邦規格案 E は, DIN アントラセン油タール 60/40 中の高粘度のもの及 A.S.T.M. 規格 D108 及 D109 の高粘度のものを包含し, 北米 TH—1 をも包含して居るもので, 大體に於て B.S.S. No. 2 タールに酷似して居る. 而して透入マカダム用としては, 粘度これよりも高きものを使用すること可能なるを以て, 比粘度 100°C

加熱シール•コート用タール規格及實例

右 同 D109—30	北米 TH—1	本邦タールの實例					項目番號
		No. 931 (t)	(9)T	No. 1342(o)	(10)Y	(11)K	
…	…	1.174	1.180	1.205	1.207	1.205	1
…	…	13.6	13.5	13.6	15.2	15.3	2
…	…	4.6	4.3	5.5	5.0	4.7	…
…	…	3.3	2.6	3.0	2.6	2.4	…
…	…	…	…	…	…	…	3
60～150	90～150	123	…	120	…	…	4
…	…	…	55	…	65	…	5
…	…	215	170	189	450	240	…
[15～100]	…	55	65	72	170	90	…
…	…	31	31	36	67	36	…
…	…	13.5	13.5	17.0	…	…	…
…	…	16.0	13.0	16.0	16.5	17	6
…	…	110.0	105.0	75.0	130.0	118	7
0.0	0.0	0.04	0.2	痕 跡	痕 跡	痕 跡	8
<1.0[1]	<1.0[1]	0.14	0.28	0.06	0.17	0.20	9
<4.0	<10.0	4.28	6.89	7.89	1.19	1.36	…
<13.0	<15.0	10.40	7.70	10.60	2.91	6.07	…
<26.0	<25.0	3.60	6.97	8.98	7.71	8.26	…
<26.0	…	…	21.84	…	11.98	15.89	…
>74.0	>75.0	76.34	77.89	71.91	87.99	83.83	…
≦65	…	56.5	53.0	75.5	38.0	42.5	10
…	<75.0	…	…	…	…	…	…
…	…	…	…	…	…	…	…
…	…	2.80	2.95	3.49	0.41	0.57	11
…	…	…	1.67	5.42	0.02	痕 跡	12
[0～5]	5～18.0	14.47	12.38	14.99	12.38	12.10	13
≧95	82～95	85.44	87.58	84.98	87.58	87.83	14
…	>1.03 (25°C)	…	…	…	…	…	15

を 4.0～6.0 としタール粘度 30°C を40～200位に改むるも差支なし．蒸溜試驗に於て 170～270°C 溜出液につきては，規格案 D につきて述べたると同樣の理由により，其の最低限を 4.0% 位迄ひきさげるを適當とする．タール酸及ナフタリンにつきても略 D の場合と同樣に考へてよろしい．引火點については 105°C を最低限としてよろしい．かくして改訂せる規格案 E は第 30 表 6 行目の如くである．

第 26 表　加熱混合タール・マカダム，加熱透入マカダム用タール規格及實例

項目		本邦規格案 F	B.S.S. 1931 No. 3 タール	獨逸アントラセン油タール 65/35	本邦タールの實例 (12)K	No. 1191 (k)	(13)T	(14)Y
1. 比重 25°/25°C		1.156～1.236	1.156～1.256	<1.24	1.212	1.199	1.193	1.215
2. 比粘度	80°C	…	…	…	22.1	26.6	27.9	28.8
エングラー	100°C	5.0～8.0	[5.5～8.0]	…	6.3	7.7	8.0	7.7
	120°C	…	…	…	3.0	3.5	3.8	3.2
3. 粘度セイボルト・フロール		…	…	…	…	…	…	…
4. 浮游試驗	32°C sec	…	…	…	…	221	…	…
	50°C sec	…	…	…	…	65	88	110
5. タール粘度	25°C sec	…	…	…	770	845	1170	…
	30°C sec	…	…	ハツチンソン 25°C >100	240	305	440	1140
	35°C sec	70～120	70～120	…	98	115	150	350
	40°C sec	…	…	15～40	…	62	…	…
6. 軟化點 R & B	°C	…	…	…	22	22	22	25
7. 引火點	°C	≦110	…	…	122	117	108	133
8. 水分	%	≦0.5	≦0.5	≦0.5	痕跡	痕跡	痕跡	痕跡
9. 蒸溜試驗	重量 %							
0～170°C	,,	0～1.0	0～1.0	0～1.0	0.22	0.20	0.18	0.14
170～235°C	,,	6.0～14.0	6.0～12.0	1.0～8.0	1.51	4.06	7.17	0.82
235～270°C	,,				5.26	9.80	7.01	2.84
270～300°C	,,	3.0～8.0	3.0～8.0	3～10	9.42	7.30	6.03	6.45
0～300°C	,,	≦65	…	アントラセン油 17～27	16.41	…	20.39	10.25
300°C 殘留物	,,	≧78.0	…	…	83.57	78.44	79.57	89.61
10. 蒸溜殘留物軟化點								
R & B	°C	≦65	…	…	48.0	62.5	61.0	42.5
立方形法	°C	…	…	…	…	…	…	…
K & S	°C	…	…	…	…	…	…	…
11. タール酸	容積 %	≦2.0	≦2.0	≦2.0	0.53	1.61	3.02	0.41
12. ナフタリン	%	≧3.0	≦3.0	≦3.0	0.0	…	2.01	…
13. 遊離炭素	%	≦20.0	8～22	5～18	12.42	14.47	13.37	12.26
14. 瀝青	%	≧80.0	[78～92]	…	87.51	85.44	86.59	87.72
15. アントラセン	%	…	…	≦3.5	…	…	…	…

9. 路上混合タール・マカダム工法の膠着材として使用する場合.

本工法は北米に於て行はるゝ所にして，以前は比粘度 (40°C) が 8～13 程度卽ち常溫用のタールが使用せられたが，其の硬化に多くの日子を要する不便がある．本工法も鋪裝に相當厚みを有するものなるを以て，施工を短時間に了へんとするには，或る程度の硬質タールを使用することを要するものである．之には，タール E 或は F 程度を用ふべきものである．規格案 F についての比較は第 26 表の如くである．

10. 加熱混合式マカダム法の膠着材とする場合.

この場合には，骨材とタールとを豫め混合して之を所要の厚さに基礎上に撒布し，其の上に細粒碎石を撒布し間隙に掃き込みて輾壓し，之にシール・コートを施すものである．この場合は碎石とタールとの混合は，前揭路上混合の場合と異り全く加熱狀態で行はれるものであるから，常溫近くに於て多少の流動性を必要とする程度は，透入式工法に於けるよりも遙かに少い．この意味に於て F,G のいづれのタールも使用し得る．鋪裝冷却直後に於ては其の常溫の稠度が，鋪裝の安定度に關係する．而して透入法マカダムに於けると同樣に路面附近を除いては，本タールの自然硬化は比較的緩慢であるから，其の常溫稠度は許し得る範圍でなるべく硬質なるを要する．

これ等の諸點を考慮する場合，加熱混合式マカダムに用ゐるタールは規格案 F 或は G を以て適當とする．規格案 F につきて比較を取れば第 26 表の如くである．

本邦規格案 F は大體に於て B.S.S. No. 3 タールに酷似して居るが，其の 170～270°C 溜出液の最低限は，D，E 等の場合と同樣の理由により 3.0% 位に引下ぐるを適當とする．本タールを使用するに當りては 100～110°C 位に加熱するを要するを以て，引火點は原案の如くでよろしい．改訂せる規格案 F は第 30 表 7 行目の如くである．

11. タール・コンクリート工法の膠着材とする場合.

この場合，骨材が粗粒のものなる時は，前述の加熱混合式タール・マカダム工法と，或る點に於て類似して居るが，この工法は，大體に於て，骨材間の間隙を，タールを以て充塡するを主旨として居る點で，混合式マカダム工法と異る．タール・コンクリート鋪裝に於ては，路面附近のタールを除いては，蒸發，風化等の作用を受くること最も少く，且つ鋪裝のタール含有率は比較的多く，鋪裝の安定度はタールの硬軟に關係する所大なるを以て，この工法に用ゐるタールの常溫に於ける稠度は，鋪裝を脆弱ならしめざる範圍に於てなるべく硬質なるを可とする．この意味より，本工法に用ゐるタールは，規格案 G が之に適合する．而して鋪裝用タール G の日光下風化による硬化物は，他の軟質タールよりも一層脆弱であるから，タール・コンクリート鋪裝にありては，アスファルト・コンクリート鋪裝と異り，他の軟質タール或はアスファルト系材料を以てシール・コートを行ふを可とする．

尙本タールは，アスフアルト•コンクリートに於けるアスフアルト（軟化點 45°C 以上）よりも其の軟化點遙かに低く，概して軟質であるから，之に配合する骨材の量，ことに塡充材の量を適宜增加し，適當配合割合を得ることによりて鋪裝の安定度を保つ樣施工する必要がある．

第 27 表　加熱混合マカダム，加熱タール•コンクリート用タール規格及實例

項目	本邦規格案 G	A.S.T.M. D110-30	A.S.T.M. D 111-30	獨逸アントラセン油タール 70/30	本邦タールの實例 No. 1353 (h)	(15)K	No. 1343 (o)	No. 1192 (k)
1. 比重 25°/25°C	1.196～1.246	…	…	<1.25	1.247	1.220	1.219	1.217
2. 比粘度 80°C	…	…	…	…	33.8	37.8	47.3	105.0
エングラー 100°C	…	…	…	…	11.5	10.4	12.9	20.0
120°C	4.0～8.0	…	…	…	5.3	4.1	6.0	8.0
3. 粘度セイボルト•フロール	…	…	…	…	…	…	…	…
4. 浮游試驗 32°C sec	…	…	…	…	…	…	…	…
50°C sec	100～220	100～220	100～220	…	102	…	168	244
5. タール粘度 25°C sec	…	…	…	…	…	…	…	…
30°C sec	…	…	…	…	855	1060	1470	…
35°C sec	…	…	…	ハツチンソン 25°C >100	265	380	540	…
40°C sec	…	…	…	40～80	112	…	262	…
6. 軟化點 R & B °C	25～35	30～40	30～40	…	24.5	28	32.5	38.0
7. 引火點 °C	≧120	…	…	…	103	125	105	120
8. 水分 %	≦0.5	0.0	0.0	≦0.5	痕跡	痕跡	痕跡	痕跡
9. 蒸溜試驗 重量 %								
0～170°C ,,	0～1.0	<1.0	<1.0	0～1.0	0.38	0.22	0.20	0.24
170～235°C ,,	5.0～10.0	…	<2.0	1.0～6.0	1.68	0.92	2.27	2.16
235～270°C ,,		<10.0	<10.0		6.75	4.40	8.53	6.26
270～300°C ,,	3.0～8.0	<20.0	<20.0	2.0～8.0	6.86	8.00	13.21	6.22
0～300°C ,,	≦19.0	…	…	アントラセン油 15～25	…	13.54	…	…
300°C 殘留物 ,,	≧81.0	>80.0	>80.0	…	83.83	86.44	75.30	84.92
10. 蒸溜殘留物軟化點 R & B °C	≦65	≦65	≦65	…	65.0	50.5	88.0	71.5
立方形法 °C	…	…	…	…	…	…	…	…
K & S °C	…	…	…	67	…	…	…	…
11. タール酸 容積 %	≦2.0	…	…	≦2.0	0.55	0.41	1.72	1.00
12. ナフタリン %	≦3.0	…	…	≦2.0	3.07	0.0	2.31	…
13. 遊離炭素 %	≦22.0	[5～22.0]	[0～5.0]	5～18	21.83	12.90	16.85	16.70
14. 瀝青 %	≧78.0	78～95	95～100	[82～95]	78.12	87.04	83.13	83.24
15. 全溜液比重 38°C	…	>1.02	…	…	…	…	…	…
16. アントラセン %	…	…	…	≦4.0	…	…	…	…

規格案 G と他の規格及實例とを比較すれば第 27 表の如くである.

第 27 表によれば本邦規格案 G は, A.S.T.M. D110 及 D111 に類似するものであるが, 規格案 F との關係上比粘度 120°C 最低限は 3.5 位に取るをよしとす. 又 170～270 °C 溜出液の最低限は, D, E, F の場合と同樣の考より 2.0% 位に取るを至當とす. 引火點 120°C のものを得ることは多くの場合困難を伴ふを以て, 其の最低限は暫く 115°C 位に定め, 良品の出現と共に之を高むるを適當とする. 改訂せる規格案 G は第 30 表 8 行目に示すが如し. (60 頁參照)

12. タール被覆骨材を製造する場合.

この場合には, 骨材にタールを被覆後, 骨材各粒子が相互に膠着し合はざるまでタールを硬化せしむることを要する. 之が爲に常溫用タールの如きものを用ゐる時は, 其の後の蒸發に長時間を要する嫌あるを以て, 加熱用タールを使用し, 且つタール被覆骨材を加熱するか, 之を空氣中に撒布して骨材面のタールを幾分自然硬化せしむるかを要すべし. いづれにしても, 之に使用するタールとしては, 規格案 G より硬質ならざることを望むものである.

13. タール被覆骨材による鋪裝施工を目的として使用する場合.

この場合は, 既に撒布せられたるタール被覆骨材 (或は之にタール被覆を行はざる骨材を加へたるもの) の上に撒布するを目的とするものにして, 多くの場合, 其の厚さは路面處理程度の鋪裝より大である. 從て之に用ゐるタールは加熱用タールを必要とし且つ撒布遂入に便にして, タール被覆骨材の各粒子面にあるタールと合して, 膠着材を形成するものなるを以て, 之よりやゝ軟質のタールを必要とする. この意味に於て規格案 D, E, F の間に於て, 之を選定するを要する.

XIV. 本邦鋪裝用タールの一般試驗成績概括

上記の鋪裝用タール 15 種の試驗成績中の要點を拔萃して列擧表示し, 一覽に便にすれば次の如し (第 28 表及第 29 表).

XV. 要 約

1. 本報告に於ては, 報告第 25 號發表以後の本邦鋪裝用タール 15 種の試驗を行ひ其の性質を明かにしたもので, 大體に於て漸次優良品の製造可能なることが認められた. 而して前後兩度の試驗成績より次の如き結論が得られる.

2. 鋪裝用タールのあるものは, 粗タールの直溜によりても製し得れども, カット・バック法による時は, 尙自由に希望するが如き製品が得られる.

第 28 表 本邦鋪裝用タール一般試驗成績 (常温用タール)

項目			(1)K	(2)K	(3)T	(4)K	(5)Y
			No. 2015K	No. 2016K	No. 2124T	No. 2017K	No. 2128Y
1. 比重	25°/25°C		1.147	1.149	1.120	1.171	1.182
2. 比粘度エングラー	50°C		4.8	5.1	16.2	17.0	32.0
	80°C		1.9	1.9	3.1	3.2	4.7
	100°C		1.5	1.5	1.9	1.9	2.3
	120°C		1.4	1.3	1.5	1.6	1.7
3. タール粘度	25°C	sec	1	1	4	4	12
	30°C	sec	1	1	3	3	6.5
	35°C	sec	1	1	2	2	3.5
4. 軟化點	R & B	°C	液狀	液狀	液狀	液狀	液狀
5. 引火點	開放式	°C	83	92	86	116	85
6. 燃燒點		°C	103	105	98	127	98
7. 水分		%	痕跡	痕跡	0.20	痕跡	痕跡
8. 蒸溜試驗	0～170°C	%	1.23	1.72	0.34	0.32	0.60
	170～235°C	%	12.20	9.44	15.27	2.87	12.40
	235～270°C	%	8.66	10.42	10.50	10.38	9.24
	270～300°C	%	9.55	10.48	12.53	11.02	6.28
	0～170°C	%	1.23	1.72	0.34	0.32	0.60
	0～235°C	%	13.43	11.16	15.61	3.19	13.00
	0～270°C	%	22.09	21.58	26.11	13.57	22.24
	0～300°C	%	31.64	32.06	38.64	24.59	28.52
	實驗損失	%	0.20	0.14	0.67	0.01	0.18
	300°C 以上殘留物	%	68.16	67.80	60.69	75.40	71.30
9. 蒸溜殘留物軟化點	R & B	°C	25.5	24.0	58.5	29.0	52.5
10. タール酸	容積	%	2.11	1.83	5.85	1.12	2.73
11. ナフタリン	重量	%	1.50	0.56	2.51	0.37	6.94
12. 遊離	CS_2 〃	%	92.30	92.99	93.42	91.56	90.91
13. 灰分	〃	%	0.05	0.05	0.01	0.05	0.04
14. 遊離炭素	〃	%	7.65	6.96	6.57	8.93	9.05
15. 蒸溜殘留物比重			1.213	1.212	…	1.219	…
16. 浮游試驗	32°C	sec	…	…	38	…	34
	50°C	sec	…	…	17	…	22

第 29 表　本邦鋪裝用タール一般試驗成績 (加熱用タール)

項目		(6)K	(7)T	(8)Y	(9)T	(10)Y	(11)K	(12)K	(13)T	(14)Y	(15)K
		2018K	2121T	2125Y	2122T	2126Y	2019K	2020K	2123T	2127Y	2021K
1. 比重	25°/25°C	1.189	1.178	1.203	1.180	1.207	1.205	1.212	1.193	1.215	1.220
2. 比粘度 エングラー	50°C	57.7	89.2	90.1	158·5	256.8	173.0	378.4	…	…	…
	80°C	6.6	9.2	9.5	13.5	15.2	15.3	22.1	27.9	28.8	37.8
	100°C	2.8	3.5	3.7	4.3	5.0	4.7	6.3	8.0	7.7	10.4
	120°C	1.9	2.1	2.3	2.6	2.6	2.4	3.0	3.8	3.2	4.1
3. タール粘度	25°C sec	32	62	85	170	450	240	770	1170	…	…
	30°C sec	14	27	35	65	170	90	240	440	1140	1060
	35°C sec	7.5	14	17	31	67	36	98	150	350	380
4. 軟化點 R & B	°C	4.0	5.0	6.0	13.0	16.5	17	22	22	25	28
5. 引火點開放式	°C	118.0	92.0	95.0	105.0	130.0	118	122	108	133	125
6. 燃燒點	°C	135.0	103.0	120.0	123.0	145.0	137	142	120	148	150
7. 水分	%	痕跡	痕跡	0.16	0.19	痕跡	痕跡	痕跡	痕跡	痕跡	痕跡
8. 蒸溜試驗 0～170°C	%	0.28	0.44	0.36	0.28	0.17	0.20	0.22	0.18	0.14	0.22
170～235°C	%	1.90	11·58	3.55	6.89	1.19	1.36	1.51	7.17	0.82	0.92
235～270°C	%	8.86	8.82	7.09	7.70	2.91	6.07	5.26	7.01	2.84	4.40
270～300°C	%	7.64	6.57	6.30	6.97	7.71	8.26	9.42	6.03	6.45	8.00
0～170°C	%	0.28	0.44	0.36	0.28	0.17	0.20	0.22	0.18	0.14	0.22
0～235°C	%	2.18	12.02	3.94	7.17	1.36	1.56	1.73	7.35	0.96	1.14
0～270°C	%	11.04	20.84	11.03	14.87	4.27	7.63	6.99	14.36	3.80	5.54
0～300°C	%	18.68	27.41	17.33	21.84	11.98	15.89	16.41	20.39	10.25	13.54
實驗損失	%	0.02	0.13	0.20	0.08	0.03	0.28	0.02	0.04	0.14	0.02
300°C 殘留物	%	81.30	72.46	82.31	77.89	87.99	83.83	83.57	79.57	89.61	86.44
9. 蒸溜殘留物軟化點 R & B	°C	35.0	60.0	45.0	53.0	38.0	42.5	48.0	61.0	42.5	50.5
10. タール酸	容積 %	0.82	4.32	0.88	2.95	0.41	0.57	0.53	3.02	0.41	0.41
11. ナフタリン	重量 %	0.26	3.42	2.51	1.67	0.02	痕跡	0.0	2.01	痕跡	0.0
12. 瀝青	CS_2 %	89.83	89.77	86.22	87.58	87.58	87.83	87.51	86.59	87.72	87.04
13. 灰分	%	0.06	0.01	0.05	0.04	0.04	0.07	0.07	0.04	0.02	0.06
14. 遊離炭素	%	10.11	10.22	13.73	12.38	12.38	12.10	12.42	13.37	12.26	12.90
15. 蒸溜殘留物比重		1.227	…	…	…	…	1.238	1.245	…	…	1.248
16. 浮游試驗	32°C	55	70	86	115	170	126	194	265	445	445
	50°C	29	38	39	55	65	58	75	88	110	113

3. カット・バック法に依る時は，タールの稠度はカット・バック油及殘留タールの性質及配合量を變ずることによりて如何樣にも調節し得る.

4. タールの蒸溜殘留物 (300°C) 軟化點は，カット・バック法によりアントラセン油を使用する時は，之を低きに保つことが出來る. 從てタール風化後の脆化を防ぐ事が出來る.

5. タール酸及ナフタリンの量は，カット・バック法による時は，中油の脱酸，ナフタリン除去，アントラセン油 (アントラセン除去を行ひたるもの)を用ふることによりて，之を少量に止むることが出來る.

6. 加熱鋪裝用タールにありては 0～170°C 溜出物 0.5% 以下，170～235°C 溜出物 8.0% 以下位のものが概して引火點高く，燃燒の危險性が少い.

7. 鋪裝用タールの硬化は，加熱狀態より常溫に冷却すること(加熱用タール) 及蒸發性成分の散逸に依る外，日光，空氣，風雨等による自然硬化 (化學的硬化)に依る場合多し，ことに路面に近き部分のタールはこの作用の爲，300°C 蒸溜殘留物以上の粘稠性を生ずる場合がある. 從てタール鋪裝にありては，この點に留意して施工法及材料の選擇を必要とする.

之を換言すれば，シール・コート，路面處理，及一般タール鋪裝の路表面附近に使用せらるゝタールと，透入マカダム，混合マカダム，ブラック・ベース等の相當厚みを有するタール鋪裝の下部に使用せらるゝタールとは，其の硬化の速度，程度に差がある. 之等の點はアスファルト鋪裝と全然趣を異にするもので，鋪裝用タールとしては，アスファルトよりも其の稠度軟質のものを使用し得べき利點がある. (鋪裝用タールの化學的硬化については，尙別に研究することゝした)

8. 本報告に於ては上記の諸項目を酌酌して，報告第 25 號の規格案中數項を改訂し，且つ各種タールの用法其の他に關する說明及注意事項等を改訂して，規格案の意義を一層明にするに努めた. (59 頁以下參照)

9. 鋪裝用タールは上述の如く，ある場合は常溫或は微溫程度にて使用し得べきも，場合によりては，加熱法に依らなければならぬこともある. 之を常に常溫に於て使用せんと欲せば，現今考へ得べき方法は，鋪裝用タールを水乳劑とする方法あるのみで，鋪裝用タールの全部を全く常溫に於て使用することは不可能である.

附記 本實驗に當りては，豐見芳雄君を多く煩したるを謝する.

鋪裝用タール規格改訂案

本所報告第 25 號中に鋪裝用タールの規格案が掲げられて居るが，該案提案以後，鋪裝用タールとして製出せられたる製品の性狀を檢するに，其の或るものは極めて優秀なる性質を具へて居る．而して該案は直溜タール及多少のカット・バックを行ひたるタールを目標とせるも，更にカット・バックの程度の進みたる製品も得らるべき見込が立つに至つた．從て今日に於ては，之等の優秀品をも包含して規格案を定め，再び之に關する諸方面の意見を求むるを可とする．これまで得たる諸方面の意見及上記試驗よりの考察及タールの用途及使用後のタールの變化等を考へ合せて規格案を改訂すること次の如し．

(1) 鋪裝用タール規格案 (改訂)

鋪裝用タールは (i) 骸炭爐タール或は石炭瓦斯爐タールを精製し，或は (ii) 殘留タール又は軟ピッチに中油又はアントラセン油をカット・バックして製造したるものにして，之に 20% 以上の他系瀝青質材料を含有せざるものとす．カット・バックに用ゐる軟ピッチは軟化點 (R & B) 60°C 以下のものたるべく，中油又はアントラセン油は，脱酸及ナフタリン除去若くはアントラセン除去を行ひたるものをよしとす．

鋪裝用タールの種類は大別して常溫用及加熱用の 2 種とし，更に別ちて次の 7 種とす．

1. 常溫用タール　A, B, C　　2. 加熱用タール　D, E, F, G

附記　常溫用タールは，加熱用タールに比して比較的低溫に於て撒布混合等をなし得るものにして必要に應じては，之を 60°C 以下の溫度にあたゝめて使用するも妨なし．

上記各種の鋪裝用タールに對する規格案 (改訂) は第 30 表の如し．第 30 表中のタールの用途次の如し．

常溫用タール	A	プライマー，常溫シール・コート等
同	B	プライマー，常溫シール・コート等
同	C	常溫シール・コート，常溫路面處理，常溫小修繕等
加熱用タール	D	加熱シール・コート，加熱路面處理等
同	E	加熱路面處理，加熱シール・コート，加熱透入マカダム等
同	F	加熱混合マカダム，加熱透入マカダム等
同	G	加熱混合マカダム，加熱タール，コンクリート等

附記　上記各種タールは場合によりて，適宜上記以外の用途にも使用し得．

第30表 鋪裝用タール規格案

項目	常温用タール			加熱用タール			
	A	B	C	D	E	F	G
1. 一般性質	品質均等たるべし			品質均等たるべし			
2. 比重 15°/15°C	1.10～1.17	1.10～1.20	1.10～1.20	1.14～1.225	1.15～1.240	1.16～1.240	1.20～1.25
3. 比粘度エングラー 50°/25°C	5.0～10.0	6.0～15.0	15.0～30.0	…	…	…	…
100°/25°C	…	…	…	2.5～4.0	4.0～6.0	5.0～8.0	…
120°/25°C	…	…	…	…	…	…	3.0～8.0
4. タール粘度 50 cc, 30°C sec	…	…	…	10～40	40～200	…	…
50 cc, 35°C sec	…	…	…	…	…	70～300	…
5. 浮游試驗 50°C sec	…	…	…	…	…	…	100～220
6. 軟化點 R&B °C	…	…	…	…	…	…	25～35
7. 引火點開放式 °C	≧80	≧80	≧80	≧105	≧105	≧110	≧115
8. 水分 %	≦1.5	≦1.5	≦1.5	≦0.5	≦0.5	≦0.5	≦0.5
	…	…	…	110°C に於て泡起せず	110°C に於て泡起せず	110°C に於て泡起せず	110°C に於て泡起せず
9. 蒸溜試驗 重量% 0～170°C	0.0～7.0	0.0～7.0	0～7.0	0～1.0	0～1.0	0～1.0	0～1.0
170～270°C	17.0～33.0	15.0～27.0	12.0～24.0	5.0～20.0	4.0～16.0	3.0～14.0	2.0～10.0
270～300°C	5.0～15.0	5.0～13.5	4.0～13.0	3.5～12.0	3.0～12.0	3.0～8.0	3.0～8.0
300°C 殘留物	≧55.0	≧62.0	≧67	≧70	≧75.0	≧78.0	≧81.0
10. 300°C 殘留物軟化點 R & B °C	≦60	≦60.0	≦60	≦63	≦63	≦65	≦65
11. タール酸 容積%	≦6.5	≦5.0	≦5.0	≦4.0	≦4.0	≦2.0	≦2.0
12. ナフタリン 重量 %	≦5.0	≦5.0	≦5.0	≦4.0	≦4.0	≦3.0	≦3.0
13. 溶青 CS_2 %	≧85.0	≧85.0	≧85.0	≧82.0	≧82.0	≧80.0	≧78.0
14. 遊離炭素 CS_2 %	≦14.0	≦14.0	≦14.0	≦18.0	≦18.0	≦20.0	≦22.0

備考 1. 上記規格中の數値は，其の範圍内に於て，氣候，風土，施工時期，施工法等の差異により適當に變更指定するを妨げず．

2. 本規格案に對する試驗法は，本所報告鋪裝用タール及ピッチ標準試驗方法に從て行ふものとす．タール粘度の試驗は，同報告中の 48～49 頁の方法に依るものとす．

3. 鋪裝用タール G は最低氣温 −10°C 以下の場所には使用すべからず．但しアスファルト混合タールはこの限りにあらず．

4. 引火點は規格最低限より高き程よきも暫く上記の如く規定す．水分は少き程よし．300°C 殘留物軟化點は低き程安全なるも，暫く上記の如く規定し，製品の向上をまつて更に考ふることゝす．

5. タール酸及ナフタリンの量は低き程よきも，暫く上記の如く規定す．但しタール酸につきては，施工場所の關係より，特に其の低きことを望む場合には，規格案中この項目のみを變更し嚴格に指定するを要す．

6. 20% 以内のアスファルトを混合せる鋪裝用タールにありては，比重最低限及蒸溜試驗の成績は多少の變更を加へ指定するを妨げず．この種鋪裝用タールの性質及規格變更の限度に關しては別に報告する所あるべきも，大體に於て上記規格案に準ずることを得るものにして，別種の規格を創定する程の必要を認めず，上記規格案に僅少の變更を加ふる程度にて充分なり．

（2） 規格案中各種タールの特性，用途及注意事項

1. **常溫タール A**　は粘度最も低く，流動性に富み，常溫に於て撒布し得るものである．又低溫溜出分多きを以て使用後は其の蒸發によりて急速硬化をなすと共に，使用場所によりては漸次自然硬化をも受くるものである．

本タールは，之を固結せる路盤上に撒布する時は，一部は路盤中に滲透し，路盤の固結を助くると共に一部は路盤面に殘りて上層との密着を良好ならしめる．この場合は上層施工後自然硬化を受くることは少いから過剩撒布を避くべきである．上層の施工は，幾分の蒸發硬化後行ふべし．加熱路面處理，其の他の加熱鋪裝工法に於ける路盤處理用卽ちプライマーとして上記の如く本タールを使用し得る．

又瀝青質鋪裝上に常溫シール・コート用として撒布使用できる．この場合は本タール 0.5～1.0 l/m^2 位を撒布し，之に細粒骨材（5 mm～20 番篩）約 0.5 $m^3/100\ m^2$ を撒布し，輾壓して仕上げる．この用途に於ては，本タールは，蒸發により急速に硬化すると共に，自然風化による硬化の爲半年を出でずして，半固狀膠着材に變化し，其の目的を達するものである．この用途に於ても過量の使用は害がある．

2. **常溫用タール B**　は A に次ぎて粘度低く，蒸發性成分多きもので，あまり滲透を期待せざる場合のプライマーとして，もしくは基礎に空隙稍多くして滲透容易なる場合のプライマーとして使用し得る．其の變化，用法は大體タール A に準ずる．

又常溫シール・コート用としても A に準じて使用し得る．

3. **常溫タール C**　は，常溫タール中最も粘度高きもので，蒸發成分も比較的少いものであるが，之を 50°C 以下の溫度にあたゝめて撒布，混合し得るものである．

本タールは常溫小修繕に用ゐるほか，常溫路面處理及本タールにて路面處理を行ひたる場合の常溫シール・コート用に供し得る．

常溫小修繕にこのタールを用ゐる場合には，修繕個所を淸掃乾燥したる後，本タールを薄く塗り，然る後適當粒度の骨材を撒き，之にタールを撒布滲透せしめ，其の上に細粒骨材を撒布して搗き固め，一晝夜以上（相當固結する迄）保護したる後交通に開放するか，或は豫め本タールと骨材とを混合し置きタール塗布後之を修繕個所に敷きて同樣に固結せしめるもので，この場合は蒸發成分の發散及風化による硬化の兩者によりて，膠着性を發揮するものであるが，大體に於て過量タールを使用せざること，骨材の粒度を適當に選ぶことは必要である．

常溫路面處理に使用する場合は，タール・プライマーの處理を行ひたる路盤上に本タールを 1.5～2.5 l/m^2 の割合に撒布し（必要あらば 60°C 以下にあたゝむ）之に 5～15 mm

の碎石を 1.5 m^3/100 m^2 の割合に撒布し，輾壓して更に本タール及細粒骨材を以てシール・コートを行ふものである．この場合も蒸發，自然風化兩作用によりて漸次固結するものであるが，3 晝夜位は保護する必要がある．シール・コートに用ふる目潰材は細粒なるものを選ぶ．路面處理に於ては鋪設後 3 日間は時々輾壓整形するをよしとす．

4. **加熱用タール** D は，常溫に於ては粘稠性半液狀を呈し，90～100°C の加熱によりてはじめて撒布し得べき流動性を與へ得るものである．常溫用タールに比すれば，低溫溜出分遙かに少く，其の硬化は幾分の蒸發成分の發散によることは勿論なれども，一つには加熱狀態より冷却するに從ての稠度の變化及其の後の自然硬化にもよるものである．

本タールは，加熱シール・コート及加熱路面處理等に使用せらるゝもので，加熱シール・コートに用ふる場合は，路面を清掃したる後本タールを 1.0～1.2 l/m^2 の割合に 90～100°C 溫度にて撒布し，其の上に細粒骨材を撒布し，輾壓して仕上ぐるものである．

之を加熱路面處理に用ゐる場合は，大體加熱用タール E の場合に準ずる．但しタール加熱溫度は 90～100°C とす．

上記のシール・コート，路面處理に於ては，時日の經過と共にタールは漸次硬化して軟質膠着材に變化するものであるから，其 300°C 殘留物軟化點はなるべく低きものをよしとする．

本タールを以て施工せる鋪裝は其の冷却をまちて交通に開放するを得れども，鋪設後 3 日間位は時々輾壓整形するをよしとす．

5. **加熱用タール** E は，タール D よりもなほ粘稠性にして，蒸發成分も少く，蒸發による硬化は之より少いものである．從て加熱狀態よりの冷却及其後の自然硬化により軟質膠着材に變ずるものである．

本タールは，加熱路面處理（厚 1cm 以下）に最も適し，加熱シール・コート及加熱透入マカダム，路上混合マカダム等の工法にも使用せられる．

之を加熱路面處理に使用するには，路床にプライマーを施したる後，90～110°C に本タールを加熱したるものを 1.5～2.5 l/m^2 の割合に撒布し，其の上に 5～15 mm の碎石を約 1.5 m^3/100 m^2 の割合に撒布し，之を輾壓し，然る後に本タール或は他のタール（C 或は D）及細粒骨材によりてシール・コートを施すものである．

之を加熱シール・コートに使用する場合は大體タール D に準ずる．上記のシール・コート及路面處理に用ゐる材料の數量を要約すれば次の如し．(63 頁參照)

下記の數値は，これ等工法に要する數量を例示せるものに過ぎざるを以て，場合により適宜之を變更するを要する．

タール E を加熱透入工法に使用する場合は，プライマーを施せる路床上に碎石を撒布

シール・コート及路面處理材料及其の使用量の例.

材料	シール・コート 常温	シール・コート 加熱	路面處理 常温	路面處理 加熱
タール l/m^2	A, B, C	D, E	C	D, E
	0.5～1.0	1.0～1.2	1.5～2.5	1.5～2.5
碎石 $m^3/100\,m^2$				
5 mm～20 番	0.5	0.5	…	…
15 mm～5 mm	…	…	1.5	1.5

輾壓し，100～110°C に加熱したる本タールを適當の割合に撒布し，目潰を施して輾壓するものであるが(目潰材の一部をタール撒布前に施す場合もある)，この場合に於ては，鋪裝が相當厚みを有する時は，其の比較的下部に位するタールは，加熱狀態より冷却するに從て常溫に於ける半流動性の膠着材となるもので，其の後に於ける蒸發成分の發散による硬化，日光風雨等による自然硬化の度は甚だ緩慢であるから，これ等の作用による硬化にはあまり多くの期待がかけられない．從てこの部分のタールは比較的長く原タールに近い稠度を有し，其の物理的性質の變化少きを以て，本工法に於ては鋪裝の安定度は，特に碎石其の他骨材の嚙み合せにまつべく，タールの量を過多に使用することを絶對に避くべきものとす．

然るにシール・コート及鋪裝の表面に近き所に於ては，蒸發成分の發散及風化による自然硬化を受くること多きを以て，タールの稠度は半年を出でずして軟質半固狀膠着材の程度に變ずるものである．從て加熱透入タール・マカダムに於て，鋪裝の厚さ大なる時は，之を2層或は3層として施工し，其の下層及中層に於ては，特に碎石の嚙み合せ及過剩タール使用の回避を心掛くべく，上層に於ては比較的細粒骨材の配合を多くして，其の緻密性を增加し，之に必要なるタール量を撒布するをよしとす．

本タールを以てせる鋪裝は施工後 24 時以上を待ちて交通に開放するを得れども，鋪設後3日間は輾壓整形することを要する．

タール透入マカダム工法に於ける材料使用量を例示するに第 31 表の如くである．

本タールを路上混合マカダム工法に使用するには，次の例の如くに行ふ．(但し厚 7.5 cm の例)．先づ 12.5～32 mm ($\frac{1}{2}''$～$1\frac{1}{4}''$) 程度の碎石を路床上に撒布し，直ちに路上混合を行ふものである．厚 7.5 cm (3 in) の鋪裝にありては，タールの使用量は 3.4 l/m^2 (3/4 gal/yd^2) 位である．路上混合終了後之を輾壓するものであるが，この際輾輪にタールの附着を防ぐ爲，少許の水氣を之に與ふる必要がある．目潰材としては，碎石或はスラッグ等のチッピングス又は小砂利 (3.2～6.3 mm＝1/8～1/4 in 程度) を用ゐ，最初幾分の輾壓を行ひたる後に之を加へ，更に輾壓を繼續するものである．輾壓後は 1.1 l/m^2 (1/4 gal/yd^2)

位のタールを撒布し，(このタール撒布は翌朝をよしとす) チッピングスを撒布して輾壓し，更に同樣のシール・コートを行ひて仕上ぐるものとする．本工法に於ては，鋪裝厚 7.5 cm に對して，タール使用總量 5.6 l/m^2 となり，鋪裝厚 1 cm 當り平均約 0.75 l/m^2 となる．

鋪裝厚の異る場合は大體上記の主旨に準じ，主骨材，目潰材の粒度及量，タールの量等を適當に定めて施工することが出來る．

6. **加熱用タール F** はタール E よりも尙粘稠性にして，蒸發性成分少きもので，常溫に

第 31 表 タール・マカダム材料使用量 (內務省瀝青マカダム道示方書 昭和6年6月に依る)

材料	大約數量 5 cm 厚鋪裝	大約數量 8 cm 厚鋪裝	大約數量 單位	大約數量 5 cm 厚鋪裝	大約數量 8 cm 厚鋪裝	大約數量 單位	摘要
80 mm 級	…	8.0	$m^3/100\,m^2$	…	120～136	kg/m^2	主骨材
50 mm 級	5.0	…	〃	75～85	…	〃	主骨材
20 mm 級	1.5	3.0	〃	22.5～25.5	45～51	〃	目潰材
計	6.5	11.0	〃	97.5～110.5	165～187	〃	主層骨材合計
第 1 回瀝青材	4.0	5.0	l/m^2	4.8	6.0	〃	主層瀝青材
計	…	…	…	102.3～115.3	171～193	〃	骨材及瀝青材
瀝青材 %	…	…	…	4.69～4.16	3.51～3.11	%	
20 mm 級	1.5	2.0	$m^3/100\,m^2$	22.5～25.5	30～34	kg/m^2	上層骨材
第 2 回瀝青材	2.0	3.0	l/m^2	2.4	3.6	〃	
15 mm 級	1.0	1.0	$m^3/100\,m^2$	15～17	15～17	〃	目潰材
第 3 回瀝青材	2.0	2.0	l/m^2	2.4	2.4	〃	
細骨材	0.5	0.5	$m^3/100\,m^2$	7.5～8.5	7.5～8.5	〃	表面撒布
上層骨材合計	3.0	3.5	〃	45～51	52.5～59.5	〃	
上層瀝青材合計	4.0	5.0	l/m^2	4.8	6.0	〃	
計	…	…	…	49.8～55.8	58.5～65.5	〃	骨材及瀝青材
瀝青材 %	…	…	…	9.55～8.61	10.25～9.17	%	
骨材總量	9.5	14.5	$m^3/100\,m^2$	142.5～160.5	217.5～246.5	kg/m^2	全鋪裝
瀝青材總量	8.0	10.0	l/m^2	9.6	12.0	〃	全鋪裝
合計	…	…	…	152.1～161.1	229.5～258.5	〃	
瀝青材 %	…	…	…	6.3～6.0	5.2～4.7	%	
鋪裝厚 1 cm 當り							
骨材量	1.9	1.8	$m^3/100\,m^2$	28.5～32.1	27.2～30.8	kg/m^2	
瀝青材量	1.6	1.25	l/m^2	1.92	1.5	〃	

備考 骨材の kg/m^2 の數値は $m^3/100\,m^2$ の數値に 15～17 を乘じて算出したものである．タールの kg/m^2 の數値は l/m^2 に 1.2 を乘じて算出したものである．

第 32 表　タール・マカダム材料使用量 (米國例)

材　料	大約數量 3 in =75 cm	單位	大約數量 3 in=75 cm	單位	備　考
1¼～2½ in(32～63 mm)	7.5	$m^3/100m^2$	115～127以上	kg/m^2	主骨材の量は充分輾壓後に於て規定厚(7.5 cm)となるに必要なる量を用ゐるものとす
タール	6.24	l/m^2	7.5	,,	本工法に於けるタールは，上記規格案 E, F よりも更に硬質なるものを目標とせる關係上，其の量稍大である．
計	…	…	122.5～134.5以上	,,	
瀝青材 %	…	…	6.12～5.58以下	%	
⅝～¼ in(16～6.3 mm)	…	…	…	…	數量不明．
タール	2.27	l/m^2	2.73	kg/m^2	
⅛～⅓ in(3～6 mm)	…	…	…	…	數量不明．
タール總量	8.51	l/m^2	10.23	kg/m^2	
舗裝厚 1 cm 當りタール	1.14	,,	1.37	,,	

備考　第 31 表に同じ．

於ては流動極めて緩慢なるものである．從て蒸發による硬化はタール E よりも一層少いもので，主として加熱狀態よりの冷却及其の後の自然硬化によつて軟質膠着材に變ずるものである．

本タールは加熱混合タール・マカダム，路上混合マカダム及加熱透入マカダム等の工法並に之等の工法によるブラツク・ベースに使用せられる．

之を加熱混合タール・マカダム工法に使用するには，充分輾壓せる基礎或はタール・プライマーを施して固結せる路床上に，本タールと適當粒度の骨材とを加熱混合して撒布し，目潰材を施して輾壓し，この上にシール・コートを施すものである．この場合タール加熱の溫度は 100～110°C 位とし，タールの量は骨材の粒度に應じ決定すべきも，過量とならざる樣注意すべきものとす．之を加熱透入マカダム工法或は路上混合マカダム工法に用ふる場合は，タール E について述べたる所に準ずるものとす．

混合マカダム法に於ても，透入マカダマ法に於ても，舗裝の比較的下部にあるタールと路面に近き部分にあるタールとは硬化の具合及程度の異ることは，タール E に關する透入マカダムに於て述べたると同樣である．

いづれの工法に於ても施工後 24 時間を經て交通に開放して差支ないが舗設後 3 日間は時々輾壓整形することを要する．ブラツク・ベースの場合は輾壓完了後直ちに上層を施工

して差支ない.

混合マカダム工法に於ては，透入マカダム工法の場合と異り，タールの過剰を用ゐるが如きことを避け易きと共に，骨材とタールとの混合が充分に行はるゝ利點があるのみならず，骨材も大小各粒子がよく混合せられ得るを以て，骨材の嚙み合せの上にも良效果を期待し得るものである．從てタールの量は，骨材各粒子の表面を完全に被覆するに足る量を使用すれば充分である．骨材間の間隙をタールを以て塡充する程の多量を使用するときは，タール過剰の弊に陷る．E, F の如きタールは，常溫に於ける移動性の全くなきものに非るを以て，其の過剰使用は，鋪裝を軟弱ならしむるに過ぎない．

7. 加熱用タール G はタール F よりも尙粘度高く，蒸發成分少く，常溫に於ては殆ど半固狀を呈し，從て蒸發による硬化は極めて少く，主として加熱狀態よりの冷却によりて，其の膠着性を發揮し，路面に於ては，僅かなる蒸發及其の後の風化作用による自然硬化によりて，尙一層軟化點高き膠着材に變ずるものである．本タールは加熱混合タール・マカダム，加熱タール・コンクリート等竝に之等の工法によるブラック・ベースに使用し得るものである．

之を加熱混合タール・マカダムに使用する場合は，タール F の混合マカダムについて述べたる所に準ずる．

之を加熱タール・コンクリートに用ゐる場合は，充分輾壓せる基礎或はタール・プライマーを施して固結せる路床上に，本タールと適當粒度の骨材及塡充材とを混合したるものを撒布し，之を輾壓するもので，この場合はアスファルト・コンクリートと異り，常溫タール A 或は其の他のシール・コート用タール或はアスファルトを以てシール・コートを施すをよしとする．而してタール・コンクリート混合の場合，タール加熱の溫度は 110～120°C 位をよしとし，骨材塡充材の粒度的配合は，タール・マカダムの場合とことなり最少空隙を目標とし，タールの量は輾壓後空隙を略充塡するも，過多となることを避くべきは勿論である．鋪裝は輾壓，冷却してタールの固化せる後，直ちに交通に開放して差支ない．

この種のタールは －10°C 以下に於ては脆弱に過ぐるを以て，氣溫が之以下となり得る土地には使用せざるものとす．(但しアスファルト混合の鋪裝用タールの場合は別とす)

ブラック・ベースに使用する場合は，輾壓完了後直ちに上層を施工して差支ない．

8. タール鋪裝に用ふるシール・コート用瀝青質材料 鋪裝用タールの路面附近に存在するものは，その揮發性成分の發散により，硬化するのみならず，日光，空氣，水分等風化の作用によりても硬化して漸次脆弱となる傾向あることは前述の如くである．從てタール鋪裝にありては，一般にシール・コートを施して，その表面を保護するをよしとする，シー

ル・コート用材料としては，比較的軟質のタールが使用せられるが，場合によりては，アスファルト系材料を使用するも差支ない，アスファルト系材料と雖も全然上記の如き風化作用を受けざるものに非ざるも，タール系材料に比して其の變化の度が一般に少い傾向がある．然しながら，如何なる材料を用ゐる場合と雖も，シール・コートは，其の磨耗の狀況を點檢して，必要に應じ，其の修繕或は再塗布を行ふべきことは論を俟たない．

9. ブラツク・ベース用瀝青質材料としての鋪裝用タール 前述の如く，鋪裝の下部，或はブラツク・ベース等に使用せられた瀝青質材料は，日光，空氣，水等の風化作用を受くること比較的尠く，且つ蒸發成分の發散も遲い爲，鋪裝施工當時の狀態に近き性狀を永く保存して居る．從て，鋪裝用タールをかゝる場所に用ゐる場合には，其の中の比較的硬質のものを選んで差支ない．而して鋪裝用タールは，石油アスファルトに比して，使用簡易なるを以て，かゝる場所に使用する材料としては好適である．この意味でブラツク・ベース用としては主としてF或はG程度のものが適合する．

(3) 規格案中各種タールの長短比較

規格案 A, B, C, D, E, F, G 7種のタールは，其の稠度より言へば，A は常溫に於て液狀を呈し G は半固狀を呈し，A より G に近づくに從て其の粘稠性は增加して居る．この中 A, B, C は常溫用タールとして常溫乃至 50°C 或は 60°C 以下の微熱の下に使用せらるゝものであるから，加熱裝置其の他に多くの煩累がない．之を多量に遠隔の地に輸送するに當りては，粘度低きものはタンク・カーを以て輸送し得る．

然るに D, E, F, G は加熱用タールとして，使用に際しては 90～100°C，或は 100～115°C の溫度に加熱することを要する．從て常に加熱裝置を必要とするもので，之をタンク・カーにて輸送せんとすれば，其の積込，流出に際しては，80°C 以上の加熱を要するを以て，タンク・カーに其の設備を要する不便がある．

常溫用タール，加熱用タールいづれにしても，タンク・カーを用ふることを得ざる場合は，鐵板製ドラム其の他の容器を必要とするもので，容器よりタールを取り出すに際しては，粘稠性の大なるものほど加熱を必要とすることは，アスファルト・ドラムの場合と同樣である．

之等の輸送其の他の取り扱ひ上よりする時は，加熱用タールは常溫用タールに比して一歩を讓るもので，工事の性質が常溫用タールにて行ひ得るものたる場合は，A, B, C の中のいづれかを選び使用すべきである．然しながら，常溫用タールは其の性質上，加熱用タールに比して使用直後の膠着力少く，其の使用の範圍は，(i) プライマー (タール A, B), (ii) シール・コート (タール A, B, C), (iii) 路面處理 (骨材ことに細粒にして路層滯きも

の) (タール C), (iv) 小修繕 (タール C) 等のみに限られ，且つ概してタール酸，ナフタリン等は比較的多量に含まるゝ傾向あるを以て，これ等の特に少きタールを必要とする場合に於ては，時として使用しがたき場合をも生ずるの不便がある．(但し常温用タールと雖もタール製法如何によりては，タール酸，ナフタリン等の少きものを得べき可能性はあるもので，例へば前掲 (2)K, (4)K の如き製品はこの點に於て比較的優良である)．

上記の如く常温用タールを使用しがたき場合に於ては，加熱用タールに依らなければならない．

加熱用タールは，其使用に當りて加熱を要することは勿論なるも，其の加熱の程度は 90～120°C にして之をアスファルトを加熱使用する場合の加熱溫度 140～160°C に比較すれば遙かに低く，且つ其の幾分冷却せる後と雖も，多くは半流動性を有するを以て，鋪設の際の輾壓はアスファルトに比し便益が多い．

加熱用タールの用途は，(i) 路面處理 (1 cm 以下) (タール E 或は D)；(ii) シール・コート (タール D 或は E), (iii) 透入マカダム (タール F 或はE), (iv) 混合マカダム (タール F 或は G), (v) タール・コンクリート (タール G), (vi) ブラック・ベース等にして，この中路面處理の如きは，ある場合常温用タールを以て行ひ得ざるに非るも，其の鋪裝を早く交通に開放し得る安全性よりして加熱用タールを使用するを優るものとする．透入マカダム，混合マカダム，タール・コンクリート等の如く，鋪裝が相當の厚さを有する場合には，常温用タールの使用は避くべく，主として加熱用タールに依るをよしとする．而して加熱工法に於て，タールが冷却せる直後は一般に多少の流動性を有するを以て，この點に於て加熱アスファルト鋪裝と其の趣を異にし，タールの過剩を使用することは，概して嚴禁しなければならない．從てやゝもすれば，其の弊に陷りやすく且つ骨材とタールとの混合不均一となりやすき透入マカダムの如き方法は，出來得べくんば，他の方法卽ち混合マカダムの如き方法を以て代ふるをよしとす．而して混合マカダム法に於ては，この點のみならず，透入マカダムに於けるよりも硬質のタールを使用し得るの便あるを以て，鋪裝冷却直後の安定度を増加し，交通を早く開始せしめ得るの利がある．

タール鋪裝に於てタール酸及ナフタリンの少量なるを望む場合，(特にタール酸の少きことを望む場合) には，カット・バック・タールによるをよしとし，その中にてもアントラセン油，カット・バック・タールを最良とする．而してタール，E, F, G 等はアントラセン油カット・バック・タールを以て製するに最も適當せるものであるから，かゝる場合に於ては殊更にこれ等のタールによる加熱工法を選び，購入規格中に於てタール酸の限度を必要とする範圍に限定指示することが出來る．

道路鋪裝用タール乳劑に關する研究（第1報）

タール乳劑の試製に就て（1）

福　島　彌　六
内務技手　川　畑　健　雄

目　次

I 緒　論 ……（1）
II 乳化方法及び裝置 ……（3）
〔1〕概要 ……（3）
〔2〕ハーレル乳化機（連續法）……（4）
〔3〕加熱式壓力釜（不連續法）……（5）
〔4〕連續法及び不連續法の乳化操作の比較 ……（6）
III 試料鋪裝用タール ……（7）
〔1〕概要及び種類 ……（7）
〔2〕材料性狀の試驗 ……（8）
〔3〕一般性狀 ……（8）
IV 乳化劑（及び安定劑）……（11）
A 種類及び化學成分 ……（11）
〔1〕概要及び種類 ……（11）
〔2〕化學分析及び化學成分 ……（13）
B 乳化溶液の性質 ……（16）
〔1〕粘度 ……（16）
〔2〕表面張力 ……（18）
〔3〕界面張力 ……（19）
〔4〕酸及び鹽類に對する抵抗性 ……（20）
〔5〕水素イオン濃度測定 ……（22）
V 市販瀝青乳劑より分取せる乳化溶液の性質 ……（23）
〔1〕粘度 ……（23）
〔2〕表面張力 ……（24）
〔3〕界面張力 ……（25）
〔4〕市販瀝青乳劑及び分取乳化溶液の水素イオン濃度 ……（26）
VI タール乳劑の試製（1）……（28）
〔1〕乳化實驗 ……（28）
〔2〕試製タール乳劑の性質 ……（30）
(1) 安定度試驗 ……（30）
(2) 分解試驗 ……（37）
VII 要　約 ……（39）
§ 參考文獻 ……（40）

I. 緒　論

現今本邦に於て道路鋪裝用瀝青質材料として使用されて居るものは石油の蒸溜によつて得らるゝ石油アスファルトが其の大部分を占め，石炭の乾溜に依つて得らるゝコール・タールの使用は極めて小量にして其の使用の範圍も未だ比較的に狹い狀態である．元來我國は

石油の產出極めて乏しく僅に一地方に限られ，從つて今日未だ乳劑用アスファルトの原料の大部分は主として外國產原油に仰いで居る．然るに最近コール・タールを鋪裝用材料として使用する傾向が現れ既に 2, 3 の鋪裝用タールが產出される狀態になつた．此のものは原料を石炭に仰ぎ石炭乾溜に依る副產物たるコール・タールより製造され，又之が乾溜工場も全國各地に散在して居る．從て本邦の如く石油に乏しく且つ之を貴重視する國に於て之れに代ふるにコール・タールを利用せんとする事は國產奬勵の上より肝要なる事項と考慮されるのである．

翻つて，今日簡易鋪裝用材料として使用されて居る瀝青乳劑を觀るに，其の大部分はアスファルト乳劑にして之が產額は歲と共に增加した．卽ち，一製造會社の統計に依れば，同社に於ける年額は昭和 3 年に凡そ 2,000 瓲，同 3 年より 7 年まで凡そ 3,000～4,000 瓲，同 8 年より 10 年まで凡そ 6,000～10,000 瓲に增加し，更に全國的に見れば昭和 10 年に於ける總產額は凡そ 60,000 瓲程度と豫想せらるると云ふ．而して，その種類は現場製造による路面處理用乳劑はもとより撒布・透入法用乳劑及び骨材混合法用乳劑に至り又其の品質も歲と共に進步改良されて今日に於てはアスファルト乳劑は長足の發達をしたものと云ふ事が出來る．

次に，タール乳劑に就て觀るに，上述のアスファルト乳劑の發達に比すれば，寧ろその發達は遲く本邦に於ては未だ適當なる乳劑の製造を見ず，僅かに路面處理用として或る特殊の場所に於て製造が試みられたる程度に過ぎない．今此れを歐洲諸國の事情と比較して見るに石油の產出比較的に乏しきも石炭の埋藏豐富にして略我國と事情を同じうする英・獨に於ては既に道路鋪裝用材料として盛にタールを使用し，同時にタール乳劑も發達し既に數年前より比較的に良質なるタール乳劑の製造に成功して居る狀態である．

更にアスファルト或はタール乳劑，卽ち一般に瀝青乳劑の鋪裝用材料としての性質に關する基本的な研究竝にその製造技術の方面を見るに，其の研究は漸くその緖に就きたる程度であつて又製造技術は各國或は各會社は各々獨自の立場より之を研究し，その製法は特許に依つて之を保護し從つてその製造技術の詳細に就ては寧ろ秘密に屬し此に關する詳細なる文獻竝に組織的なる研究の發表に就ては今猶極めて稀である．

著者は上述の如き事情に鑑みて，從來本所にて試みたる瀝青乳劑に關する基本的なる研究に就ての知識を基礎とし，尙次の方法に依り先ず國產材料を使用してタールの乳化を實驗的に試み，同時にタール乳劑の道路鋪裝用材料としての諸性質竝に之が膠質化學的組織及び特性に就ての研究を試み，將來此方面開發の第一階程に資せんとした．

偖て，本研究の實施方法の大要に就て略述すれば次の如くである．先づ乳化方法としてはコロイド・ミルを使用しての連續法と特殊の乳化槽を使用しての不連續法との二者に依

り之を行つた．次に，試料タールは骸炭爐及び石炭瓦斯爐より得たるものにして之を適當に精製したる國產鋪裝用タールを使用した．而して此のものに就ては先づ本所規定の土木工事用材料標準試驗方法[1]に依り鋪裝用材料としての一般性狀を試驗した．乳化劑としては各種の石鹼類，硫酸化油類及び其等の類似物質のアルカリ性溶液を使用し，安定劑としては種々の無機或は有機保護膠質を使用した．此等の乳化劑の主なる者に就ては，先づ化學分析に依りその組成を確め，次に之が水溶液に就ては粘度，表面張力，界面張力及びアルカリ性度等を測定し乳化に關係せる溶液の諸性質を檢察した．而して上述各種の試料を使用して種々のタール乳劑を小規模に試製し，此のタール乳劑に就ては先づ鋪裝用材料としての貯藏に對する安定度と骨材による分解性とを簡單に試驗しその性質を比較し同時に，此に關係する乳化の方法及び條件或は試料相互の性質及び分量並に乳化の難易等に關しての考察を行つた．猶本所に於ては更に外國製道路鋪裝用アスファルト及びタール乳劑の代表的なる市販品 2, 3 種を購入し之が鋪裝用材料としての性質を試驗し，而して國產アスファルト乳劑及び上述の試製タール乳劑の各種とその性質を比較研究し，同時にタール乳劑の特徵を明にし，之が合理的なる鋪裝用材料試驗方法の設定及びその用途の方面に就ても考察を進めた．

次に，研究者の一人（島田技師）は各種のアスファルト乳劑及び試製タール乳劑の一部に就て水素イオン濃度並に電氣傳導度の精密なる測定及び電氣泳動實驗 (Cataphoresis) 等の膠質化學的實驗を行ひ乳劑の組成並に特性に關して實驗並に理論的の考察を行つた．

之を要するに，斯の如くし各種のタール乳劑を試製してその乳化方法及び其の鋪裝用材料としての工學的性質及び膠質化學的諸性質を研究せんと試みたものである．

最後に，上記の研究事項の詳細に就ては本所報告に於て逐次發表するも先づ此れが第 1 報としては，本研究に關する乳化方法並に操作及び材料鋪裝用タール並に乳化劑及び乳化溶液に就ての研究事項を記載し，更にタール乳劑の試製及び此れが性狀に關する研究事項の一部を記述した．而して此れに續く研究事項は逐次發表する豫定である．

II. 乳化方法及び裝置

〔1〕概　要

一般に乳劑の乳化に就ては種々の乳化方法が考案され從つてその乳化裝置も多種多樣である．此に就て Otto Lange の著書[2]に於ては此等を分散乳化機 (Apparate zur Erzeugung von Emulsion)，均整機 (Maschinen zur Homogenisierung von Emulsion)，分散調節機 (Einrichtungen zur Zerstörung von Emulsion) に分類し此に關する數多の乳化裝置を記載して居る．今之を瀝青乳劑の工業的製造の方面より觀れば，H. Abraham[3]

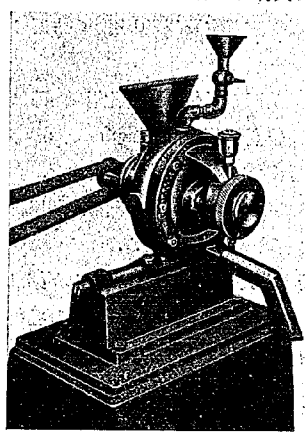
及び Wilkinson & Forty[4] の著書に記載せる如く一般にその製造方法は次の2方法に大別され從つて之に關する乳化器が考案されて居る．卽ち，

(1) 連續法（或はミル法 mill process） (2) 不連續法（或はバッチ法 batch process）

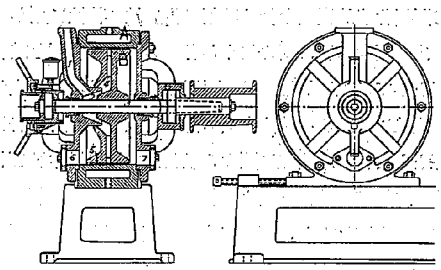
である．而して (1) は瀝青質物質及び乳化溶液の一定の割合を特別の設計により高速度に回轉する所謂コロイド・ミル (Colloid mill) に注入し之を連續的に乳化する方法であり，(2) は此の一定量を乳化槽 (batch) 中に入れ攪拌機の作用により常壓或は加壓の下に於て烈しく攪拌して乳化する方法である． 尙此の他に (3) 上述の兩者を適當に組合したるもの或は或種の噴霧器 (atomiser) に依り熔融瀝青質材料を乳化溶液中に高壓水蒸氣の壓力に依り噴霧狀に分散せしめて乳化する特殊の裝置によるものもある．著者は上述の事項を考慮して供試タール乳劑の試製に當り先づ連續法としてハーレル乳化機 (Hurrell Homogeniser) を使用し，次に不連續法としては加熱式壓力釜 (Autoclave)を乳化槽として使用した．

〔2〕 **ハーレル乳化機（連續法）**

本機は液狀，半固體狀の瀝青質材料を微粒子に分散して乳劑を造る場合に一般に廣く使用されて居るコロイド・ミルである．此れに就て本所に設備せるものは英國製モネル金屬張りL型である．本機の構造及び乳化作用の大略を述ぶれば次の如くである．此れは極めて高速度



寫眞第 1



第 1 圖 Hurrell Homogeniser

に回轉せる受軸の遠心力に依つて瀝青質を分散して乳化する機械にして A は固定子，B は回轉子である．然して回轉子は附屬電動器に依り高速度（約 7,500～14,000 回轉/分）* に回轉する．5 は間隙にして調節ナットにてその間隙を 1/1000 吋づゝ調節する事が出來，試料

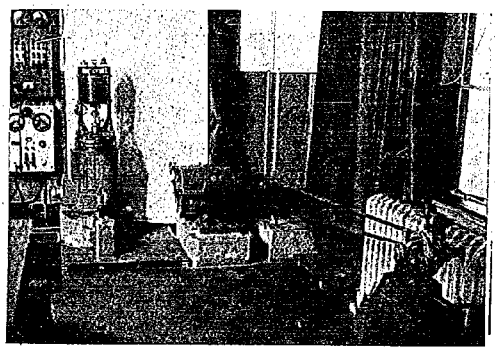
* 乳化實驗に際して用ひたる回轉數はタコメーターにて測定し，凡そ次表の通りである．此の內 † はタール乳化に最も適當せる回轉數である．

附屬モーター（回轉/分）	1,600	1,800	2,000	2,200	2,400
ハーレル乳化機（回轉/分）	10,000	10,600†	12,000†	13,300†	13,900

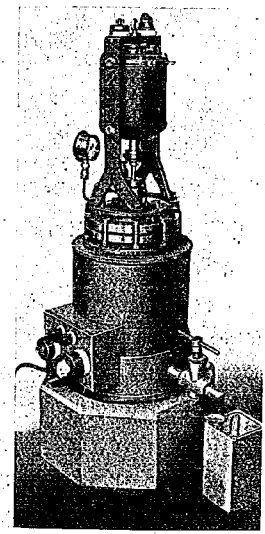
は此處にて分散乳化される．先づ加熱熔融せる瀝青質材料及び乳化溶液は同時に入口(1)より入り(2)を經て(4)に至り回轉子の高速度回轉に依る强力なる遠心力に依り間隙面の(5)に壓入されその間を通過するに際しその電氣力率並に破壞的作用により乳化され直徑μ(0.001mm)程度の微粒子に分散し乳化して出口(6)より流出する．此の他に蒸氣套が附屬し加熱せる水或は水蒸氣を通じ乳化作用中內容物の冷却を防ぎ又附屬電動器(M)は超三相分捲電動機にして2 H.P.；回轉數400～2,400回轉/分の範圍を自由に調節し得るものである．（寫眞第3參照）

〔3〕 加熱式壓力釜（不連續法）

本機は粘稠性なる鑛油又はアスファルト及びタール質材料を熔融混合し或は軟質瀝青物質と乳化溶液とを比較的に高溫高壓の下で攪拌乳化するに使用するものにして次にその構造の大略を記す．



寫眞第3



寫眞第2

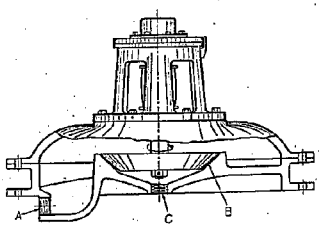
釜の容量：約10 l；內徑約210 mm；深さ約300 mm，材質は耐壓性鋼にして內側は耐酸の目的にクロム鍍金をしたるものである．釜の150～200°Cまで自由に加熱し得るものにして此れに必要なる電氣加熱器，電壓計及び電流計等が附屬して居る．釜の壓力は常用氣壓25 A.P.及び試驗氣壓50 A.P.まで耐へ得るものにして此に必要なる壓力計及び安全瓣等が附屬して居る．次に攪拌は電動器直結のプロペラー式攪拌器により毎分500～2,000*回轉にしてその速度は自由に調節し得るものである．其の他試料を入れる送入口，流出コック及び溫度計・ポケット等一切を附屬せるものである．

本器は單に加熱の下で加壓乳化機として使用し得る以外に常壓の下で直に混合攪拌機と

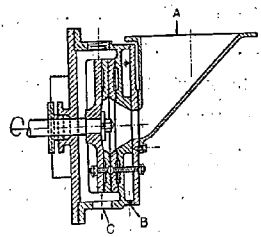
* タール質の乳化に際しては回轉數の不足なるを認め之に就て少しく改造中のものである．

しても使用し得るものにして，殊に試料タールに他系の瀝青物質或は脂肪物質等を混じ之を充分に攪拌混合して質の均等なるものとなす場合に便なるものである．

以上の他に實際上瀝青乳劑の乳化に際して使用されて居るコロイド・ミルには "Premier" colloid mill (第2圖) 及び Follows and Bates "Circular" mill (第3圖) 等があるが其の構造及び作用は上述のハーレル乳化機と略同樣なるものである．



第2圖 Premier Colloid Mill



第3圖 Follows and Bates Circular Mill

〔4〕 連續法（ミル法）及び不連續法（バッチ法）の乳化操作の比較

先づ實際上の操作より見て，兩法を比較すれば次の如く考慮し得る．

1. バッチ法は加熱及び加壓の程度の調節に相當の手數を要し且つ製造が常に不連續的 (discontineous) である．此れに反しミル法は上述の操作が比較的に簡單にして短時間に連續的 (contineous) に多量の乳劑を造り得る便がある．

2. バッチ法は乳化の形式が簡單なる故に分散粒子の大小及び分散度を自由に變へる事が比較的に難しく，從つて或る試料又は乳化溶液が著しくが粘稠なる如き場合或は攪拌に際して泡起の著しき場合には乳化の極めて困難なる事がある．ミル法は之に反して試料の混入又はミルの回轉の速度，間隙面の調節等により分散粒子の大小及び分散度等を比較的自由に變へ且つ高度分散の乳劑を製し得る便がある．

3. バッチ法は試料を攪拌乳化する中に其の溫度，壓力，乳化時間及び試料の割合等を比較的容易に變ずる事が出來，從つて乳化操作中にその條件を種々に變更し得る便がある．ミル法は之に反して乳化は極めて短時間に遂行される故に試料混合の割合及び乳化條件は豫め一定して置く必要がある．

4. バッチ法は攪拌及び乳化に充分なる時間を費し得る故に長時間に亘つて混合或は乳化の充分なる完結を期し得るが，ミル法は乳化は殆んと瞬間的に行はれる故に少許の乳化機の故障及び操作の不調によつて不完全なる乳化を惹起する虞が最も多い．著者の經驗によればミル法に於て1回の乳化操作にて乳化の不完全なるものは2回或は數回に亘つてこの操作を繰返すも却つて乳劑の泡起を促すのみにして其の效果の寧ろ少き事を觀察した．

5. 何れの場合に於ても乳化作用中にてその内容物の泡起が著しき場合には乳化が非常に障害されて其の完全を期し得ざる傾がある．而してコロイド・ミル使用に際しては殊に此れが抑制は困難にして其の影響が著しく乳化の完結を期し得ざる缺點あり．

以上の乳化裝置の他に試料加熱用爐，試製したるタール乳劑の分散度試驗用顯微鏡，貯藏安定度試驗用目盛圓筒，及び乳劑貯藏の廣口壜及び其の他の鋪裝材料試驗用器具の一切を使用した．（寫眞第4參照）．

III. 試料鋪裝用タール

〔1〕 概要及び種類

本研究に使用したる鋪裝用タールは，八幡製鐵所の骸炭爐より得たる骸炭爐タール，及び東京瓦斯株式會社の石炭瓦斯爐より得たる石炭瓦斯爐タールを加工精製したる純國產の鋪裝用タールである．而して其の種類は內務省土木試驗所鋪裝用タール規格案[5]中加熱用タールD種（路面處理用），E種（透入法用），F種（混合法用）に相當するものである．一般にコール・タールは原料石炭の種類，乾溜方法及び爐式の相違等により相當にその性質が變化せられ又鋪裝用タールはその精製及び加工の方法及び程度に依つても相違するものであると考慮される．此れに關して Routte 誌[6]の報ずる處によれば，一般に鋪裝用タールは之を瓦斯爐タール，骸炭爐タール，熔鑛爐用骸炭爐タールより得たるものに分類され，その內特に瓦斯爐タールはその原料なる石炭は勿論，その爐式

第1表 (A)

試驗項目＼タール種類	水平式爐タール (12試料)	傾斜式爐タール (5試料)	垂直式爐タール (8試料)
水分含有量 (%)	1.1～15.7	0.5～ 6.4	1.2～ 7.1
輕油分　初溜～170°C (%)	0.3～ 4.0	0.2～ 2.8	0.1～ 5.0
中油分　170～250°C (%)	4.4～11.4	5.3～ 8.8	3.8～16.5
重油分　250～270°C (%)	5.9～11.2	5.6～12.7	8.9～17.2
アンスラセン油 270～350°C (%)	10.7～20.9	13.6～17.9	19.2～31.4
蒸溜殘留物 (%)	53.2～76.0	60.5～71.8	47.3～63.7
遊離炭素 (%)	6.6～31.5	17.0～22.2	2.8～ 5.0
比重	1.13～1.20	1.17～1.22	1.09～ 1.14

第1表 (B)

試驗項目＼タール種類	骸炭爐脫水タール	石炭瓦斯爐脫水タール
水分含有量 (%)	痕跡	0.20
水分及び輕油分 初溜～170°C (%)	0.60	0.34
中油分　170～270°C (%)	21.64	25.77
重油分　270～300°C (%)	6.28	12.53
蒸溜殘留物　>300°C (%)	71.30	60.69
遊離炭素 (%) CS_2	9.05	6.57
タール酸 (% V)	2.73	5.85
比重 25°/25°C	1.182	1.120

(水平・傾斜・直立・室式) 及び乾溜溫度並に時間によつて其の性質に著しい相違のある事を記載し，Schlapfer 氏は斯の如きタールを試驗し，第1表 (A) の結果を發表した．本所に於ては同樣に上述の骸炭爐及び瓦斯爐より得たる脫水タールに就て試驗し第1表 (B) の結果を得た．次に，著者の使用したる鋪裝用タールの中石炭瓦斯爐タールを原料とせるものに就てはその精製方法の詳細は明でないが，骸炭爐タールは精製アンスラセン油を使用してカット・バック法 (cut back) に依つて製造したものである．

〔2〕 材料性狀の試驗

著者は上述の鋪裝用タールの6種類に就て鋪裝用材料としての一般性狀の試驗を行つた．而して試驗方法は本所規定の土木工事用材料標準試驗方法に依つて行ひ，其の結果は鋪裝用タール規格案と對照して第2表に表記した．(第2表參照)

本表より明なる如く一般に此の6種の試料タールは大體規格案の要求を滿し加熱鋪裝用タールとしては先づ適當せるものであると考慮し得る．

而して，乳劑製造の立場より少しく之に關係すべき諸性質に就て論ずれば次の如くである．

〔3〕 一般性狀

(1) 比重　瀝青質物質を乳化して得る瀝青乳劑の靜置或は長期間の貯藏によつて生ずる主として乳劑の底部に於ける分散粒子の沈積及び凝結に對する安定度を良くする爲めの一方法としては材料瀝青質の比重が乳化溶液の比重に等しきか或はそれに近似する程度であることが望ましい．先づ道路鋪裝用瀝青質の比重 (25°/25°C) を見るに，各種のフラックス油類が 0.80～0.90 程度にして最も低く；石油アスファルト類が 1.010～1.050 程度にして中位を占め，鋪裝用タール類は 1.140～1.260 程度にして最も大きい．從つて一定の容積に就て最も重量の大なるはタール類である．次に，本邦に於ける石油アスファルトと鋪裝用タールとの比重を比較せるものに西川技師による試驗がある (本所報告第 25 號)．同氏は兩者の比重 (15°/15°C) を比較し，一般に石油アスファルトは，1.01～1.06; 鋪裝用タールは 1.08～1.25 程度なるを確め，後者の比重大なるは單に遊離炭素を含むのみに非ずして之を除きたる膠着性の主體なる瀝青の性質を異にし從つて其れ自身が大なる比重を有する事を指摘し，同一容積に對してタールが重量に於て凡そ 10～20% だけ重き事を記述して居る．而して本試料に於ては 6 種類を通じ比重 (25°/25°C) は，1.178～1.215 の程度にしてその中瓦斯爐タールの比重幾分小さく骸炭爐タールの方少しく大である．

斯の如く一般に石油アスファルトの比重は乳化溶液のそれに略近似し，依つて，此の場合には上述の如き安定を期待し得るもタールの場合は此れに反する．從つて，後の場合には特別にタールそのものに加工して比重を石油アスファルト程度に近似せしめるか，或は乳化溶液の比重又は粘度を高くするか，又は特殊なる安定劑を使用する事が必要なりと考慮

第 2 表

試料種類 / 試驗項目	骸炭爐タール (加熱用タール) D	骸炭爐タール (加熱用タール) E	骸炭爐タール (加熱用タール) F	瓦斯爐タール (加熱用タール) D	瓦斯爐タール (加熱用タール) E	瓦斯爐タール (加熱用タール) F	舗裝用タール規格案 (加熱用タール) D	舗裝用タール規格案 (加熱用タール) E	舗裝用タール規格案 (加熱用タール) F
1. 一般性質	カット・バツク製品にして其質均等なり			其質は均等なり			カット・バツク製品或は蒸溜製品にして其質均等なるものたるべし		
2. 比重 25°/25°C	1.203	1.207	1.215	1.178	1.180	1.193	1.14～1.225	1.15～1.240	1.16～1.240
3. 比粘度 (エングラー)									
50°/25°C	90.1	—	—	89.2	158.5	—	—	—	—
80°/25°C	9.5	15.3	28.8	9.2	13.5	27.9	—	—	—
100°/25°C	3.7	5.0	7.7	3.5	4.3	8.0	2.5～4.0	4.0～5.0	5.0～8.0
120°/25°C	2.3	2.6	3.2	2.1	2.6	3.8	—	—	—
比粘度 (タール粘度)									
50 cc, 25°C, sec.	85	450	—	62	170	1170	—	—	—
50 cc, 30°C, sec.	35	170	1140	27	65	440	10～40	40～130	—
50 cc, 35°C, sec.	17	67	350	14	31	150	—	—	70～120
4. 軟化點 (B & R) °C	>6.0	16.5	25.0	>5.0	13.0	22.0			
5. 引火點 (クリーブランド開放式) °C	95	130	133	92	105	108	≧110	≧110	≧110
6. 燃燒點 (クリーブランド開放式) °C	120	145	148	103	123	120			
7. 水分 (%)	0.16	痕跡	痕跡	痕跡	0.19	痕跡	≦0.5	≦0.5	≦0.5
8. 蒸溜試驗									
a. 初溜～170°C (%)	0.36	0.17	0.14	0.44	0.28	0.18	0.～1.0	0.～1.0	0.～1.0
b. 170～235°C (%)	3.58	1.19	0.82	11.58	6.89	7.17	10.0～20.0	8.0～16.0	6.0～14.0
c. 235～270°C (%)	7.09	2.91	2.84	8.82	7.70	7.01			
d. 270～300°C (%)	6.30	7.71	6.45	6.57	6.97	6.03	3.5～12.0	3.0～12.0	3.0～8.0
e. 殘留物 >300°C (%)	82.31	87.99	89.61	72.46	77.89	79.57	≧70.0	≧75.0	≧78.0
9. 蒸溜殘留物試驗									
軟化點 (R & B) °C	45.0	38.0	42.5	60.0	53.0	61.0	≦63	≦63	≦65
10. タール酸 (V%)	0.88	0.41	0.41	4.32	2.95	3.02	≦4.0	≦4.0	≦2.0
11. ナフタリン (%)	2.51	0.02	痕跡	3.42	1.67	2.01	≦4.0	≦4.0	≦3.0
12. 遊離含量 CS_2 (%)	86.22	87.58	87.72	89.77	87.58	86.59	≧82.0	≧82.0	≧80.0
13. 灰分 (%)	0.05	0.04	0.02	0.01	0.04	0.04	—	—	—
14. 遊離炭素 CS_2 (%)	13.73	12.38	12.26	10.22	12.38	13.37	≦18.0	≦18.0	≦20.0

されるのである．卽ち此の場合にたとへ遊離炭素を除くも瀝青質材料自身が重き故にその効が少く却つて此に前述の如き比重の小なるフラックス油類或は軟質アスファルト類を少許添加混合したるものを乳化する方が更に有効ならんと考慮される．著者は後に述ぶるタール乳劑の試製に際して少しく上述の關係を試驗した．

（2） **粘度（溫度と粘度との關係）**　常溫で粘稠性の大なる液體或は半固體なるタールを乳化溶液の液相中に分散せしめて乳化を容易にするには加熱熔融してその粘度を減じ此の兩者を液相の下で烈しく混合攪拌し破壞分散せしめて乳化する．從つて，加熱溫度と粘度との關係を考慮する要がある．今瀝青質材料の加熱溫度と粘度との關係を考ふるに，西川技師は（本所報告第 14 號）各種のアスファルトの溫度に依るエングラー比粘度の變化を試驗し比較的軟質直溜アスファルト（針度 25°C, 100～120）は 160°C に於ては撒布或は混合容易にして且つ使用上 200°C 以上の加熱はその品質を損傷する慮あると報じ，G. Linckenhyl[7] 氏はレッドウッド粘度計を使用し同上の關係を試驗しアスファルトの使用に就ては一般に加熱溫度は 175°C 程度が最も適當せりと述べ，又 R. Gatinois[8] 氏は之が乳化の場合は 110°C 程度が最も適當せる事を報じて居る．著者は此等の事項より考慮してタール乳劑の乳化實驗に際して或る必要に應じて極めて小量混入すべき軟質アスファルトの加熱は 95～125°C の程度に止めた．鋪裝用タールの加熱溫度と粘度との關係に就ては最近西川技師の報告あり（本所報告第 25 號）．同氏は各種のタールに就て溫度 20～160°C の範圍に於てエングラー及びタール粘度を測定しその結果加熱用タールに就ては 80～110°C の程度の加熱により撒布及び混合容易なりと報じて居る．次に試料タールの比粘度（エングラー）は第 2 表より明なる如く 2 種類を通じて 80°C に於て 9.2～28.8; 100°C に於て 3.5～8.0; 120°C に於て 2.1～3.8 の程度にして 100～120°C に於ては極めて軟質になる．著者は上述の事項及び次の引火燃燒に依る危險を考慮して軟質タールの場合には，加熱の溫度を最高 80～95°C に止め，比較的硬質タールの場合には之を最高 100～110°C の程度とした．

（3） **引火點及び燃燒點**　一般にタールはアスファルトに比して溫度に對する感受性が非常に大であり又引火及び燃燒點が低い．依つて加熱に際して發火及び燃燒の危險が遙に多く加熱の過度に至らぬ樣充分なる注意を必要とする事明である．次に本試料タールは其の引火點及び燃燒點は夫々 90～133°C 及び 103～148°C の程度である．著者は本實驗に於ては特に加熱に周到なる注意を拂ひ，而してその溫度は最高 80～120°C の範圍に制限し加熱操作は出來るだけ敏速に行ひ此れに依る試料の變質竝に毀損及び發火の危險等を防止した．

（4） **水分及び蒸溜試驗**　瀝青質材料中に含有せられて居る水分は加熱に際して水蒸氣となり膨張し泡起して火災或はその他の傷害を起す原因となる場合が最も多い．故に

出來るだけ水分の無いことが望ましい．而して試料はその含有量痕跡～0.2%以内にして大部分は殆んど無水に近きものなる故に上述の如き危險はなきものと考慮される．次に輕油分(初溜～170°C 溜出分)の割合に就てはその含有量の大なる時は加熱乳化の操作中に之が氣化飛散して臭氣を伴ひ且つ發火する危險があり，更に膠着材たるタールの質を甚だしく害する虞がある．從つて此の場合にも輕油分の少き事を必要とする．而して本試料タールはその含有量すべて ≦0.5 % にして上述の如き危險を比較的免れたるものと考慮し得る．

（5） **瀝青全量，遊離炭素，タール酸**　瀝青全量は膠着材の主體をなすものなる故に鋪裝用材料としてその含有量の最も多き事が望ましく，又遊離炭素はタール中に必然的に伴ふべき成分にして自身は膠着性なきもタールの塡充材としてその働を有し之が或程度の含有量は差支ひなきものと考慮されて居る．然し此が乳化の見地よりすれば後者の存在はタールの比重及び粘度を增加せしめ且つ其自身は乳化性に乏しきものと考慮されて居る故に遊離炭素が著しく含有されて居る事は望ましくない．本試料に就ては，瀝青全量 >86.0%；遊離炭素 <14% にして加熱用タールとして從來のものよりは良質である．タール酸は前述の西川技師の報告よりも明なる如く鋪裝用材料として此のもの>存在は全く不必要と考慮され，又之が乳化に際しても酸性物質はその中和に餘分のアルカリを必要とする故に寧ろ試料としては出來るだけそれを除去したるものが望ましい．元來此れは鋪裝用タールの精製に注意すれば容易に除去し得らる>ものにして一方化學藥品としては重要なる物質である故に精製に際して出來るだけその除去が望ましい．本試料に就ては瓦斯爐タールD種を除きタール酸 <3.0% にして殊に骸炭爐タールに於ては僅にその量 <1.0% にして此の目的に適するものと考慮される．之を要するに，以上に論じたる如く本試料は鋪裝用タールとしては比較的その精製に注意したるものを選擇したのであり就中骸炭爐タールが乳化の材料として適當するものと考慮し得られる．

IV. 乳化劑（及び安定劑）*

A. 種類及び化學成分

〔1〕 概要及び種類

今日市販瀝青乳劑の製造に使用されて居る乳化劑（Emulsifier）は種々樣々の無機或は有機物質が使用されその數も甚だ多い．此に關しては Otto Lange の著書に依ると一般に乳濁膠質（Emulsoid）は此れを油中水乳劑（Water in oil emulsion）及び水中油乳劑（oil in Water emulsion）の 2 種類に分け此に關する各種の乳化物質を記載して居る．次に之をアスファルト或はタール乳劑の如き瀝青乳劑に限つて考ふるに，此者は明に水中油

* 本章に於ては主として乳化劑に就て論じ安定劑は後報に於て論ずる．

乳劑の1種にして水中に瀝青質材料を分散せしめたる1種の疎水膠質 (Hydrophobic colloid) と見做され其の分散瀝青質微粒子は「−」に帶電して居ると考慮されて居る．此れが乳化劑に就ては Abraham の著書に於ては種々の無機及び有機のアルカリ性物質の記載あり．又近來急速に發達せる瀝青乳劑の性狀に關する最近の內外に於ける文獻[9][10][11][12]及びその製造に關する特許[13][14][15][16][17]等を見るも之に使用せる瀝青質材料及びこれが乳化劑は種々にしてその種類及び分量に就ても區々にして內容の判然たるものが少い．

著者は先づ瀝青乳劑の性狀に關する既往の研究事項よりして斯の如き疎水乳濁膠質の製造に際して使用すべき乳化劑としては，常溫に於て容易に水或はアルカリ性水溶液に可溶，或は膠質狀に分散し且つ水の表面張力を減少せしむる所謂表面活性物質 (Surface active substance) にして同時に此れが稀釋水溶液は外界よりの作因特に溫度の變化及び少許の電解質の添加等に對して多少の化學的抵抗性を有するものが必要であると考慮した．更に瀝青乳劑の如き疎水乳濁膠質の凝結 (Coagulation) 並に分解作用 (Breaking) を防止し此に一定の安定性を與ふる爲めには安定劑 (Stabiliser) として或種の保護膠質 (Protective colloid) の添加が當然必要になり，此の爲めには比較的に強い保護作用を有しコロイド分散粒子が水溶液に於て「−」に帶電せる或種の親水膠質 (Hydrophilic colloid) の存在が必要であると考慮した．勿論多くの乳化劑は多少の保護膠質としての性質を有するものにして，一乳化劑にして上述の兩作用をなすものも少くない．而して，タール乳劑はアスファルト乳劑とは多少趣を異にし前述の如きタールそれ自身の性質の相違よりして之が乳化作用及び乳化したタール乳劑の分離並び凝結或は分解に對する安定性の保持には相當の困難を豫想される故に乳化劑及び安定劑はその性質及び分量に於て當然アスファルト乳劑の場合と相當の相違あるべきものと考慮されるのである．次に，此れを乳劑使用上より見る時には，乳劑が路面に於て骨材と撒布或は混合せられ分解したる後は乳化劑及び安定劑の大部分は分離瀝青質材料

第3表 (A)

	乳化劑及びアルカリ鹽類
(1) 石鹼類	1 O. Na 1′ O. K 2 Se. Na (M) 3 Se. Na (B) 4 F. Na (O) 5 R. Na (1) 6 R. Na (2) ……etc.
(2) 硫酸化油類及びその類似物質	1 R. O 2 M. Se (1) 3 M. Se (S) 4 R. S. Na 5 H. (C) 6 A. A. (H) ……etc.
(3) 無機アルカリ鹽類	1 KOH 2 NaOH 3 Na_2CO_3 4 Na_3PO_4 5 $Na_2B_4O_7$ 6 Na_2SiO_3 ……etc.

第3表 (B)

	安定劑 (保護膠質)
(4) 炭水化物及び蛋白質類似物質 ゴム質物類 ゼラチン等	1 Dx, Sk 2 K, Ab 3 G. GL 4 Sp. T. 5 AG. G. 6 Lg. ……etc.
(5) 無機質膠土	1 膠質粘土 (1) (ベントナイト) 2 膠質粘土 (2) ……etc.

（タール）中に殘留する故に骨材を被覆せるタール被膜の膠着力その他の性質を毀損せざる事，及び若し降雨その他の爲め一部分流出したる場合にも動植物に有害ならざる事を要し，又經濟的の見地よりしても價格の低廉なるものを必要とするのである．

著者は上述の事項を考慮して主として次の如き種類の乳化劑及び安定劑（保護膠質）を使用した．

本實驗に使用せる乳化劑は主として (1) 各種の石鹼類，(2) 硫酸化油類及びその類似物質，(3) 無機アルカリ性鹽類等であり，次に安定劑としては (4) 炭水化物，蛋白質及び其の類似物質，ゴム質及びリグニン化合物等の保護膠質にして此の他に (5) ベントナイト及び膠質粘土等の膠質性無機物質を使用した．その内主なるものに就ては略名を用ひ第3表 (A), (B) に表示した．

〔2〕 **化學分析及び化學成分**

先づ乳化及び乳化溶液の調製に際しては，豫め乳化劑の化學成分を明にして置く必要ある故に著者は主なる石鹼類及び硫酸化油類に就て次の如き化學分析を行つた．

(A) **石鹼類** (1) 水分，(2) 脂肪質總量，(3) 無機物質總量，(4) アルカリ總量，(5) 遊離アルカリ或は脂肪酸，(6) 分取脂肪酸の性質（酸價，鹼化價，沃素價の測定）等に關して試驗を行ひ，その方法は主として鹼友會規定の基準分析法[18] に依つた．

(B) **硫酸化油類** (1) 水分（キシロール蒸溜法），(2) 酸價，(3) 鹼化價，(4) 總脂肪酸（鹽酸煮沸法），(5) 總硫酸（硫酸バリウム法）a) 無機硫酸（食鹽抽出法），b) 有機硫酸，(6) 總アルカリ（硫酸法），(7) 硫酸化度 a) 計算値 b) 測定値等の試驗を行つた．次に此のものに關しては未だ一定の標準分析法なき故に著者は A. Grün[19] 及び Lewkowitsch[20] の著書以外に猪口氏の硫酸化油類に關する研究[21] を參考とした．然してその内測定に特に考慮したる事項を述ぶれば次の如くである．

總脂肪酸　此の場合に問題となるは硫酸化油類の主成分なるリシノレイン酸硫酸エステル Rizinolsäureschwefelsäure Ester，或はその曹達鹽の酸に依る鹼化である．卽ち，

$$\begin{array}{l} CH_3\cdot(CH_2)_5\cdot\underset{\displaystyle O-SO_3H(Na)}{\underset{|}{CH}}\cdot CH_2\cdot CH=CH\cdot(CH_2)_7\cdot\underset{(Na)}{COOH} \quad + \quad H_2O \\ \longrightarrow \quad CH_3\cdot(CH_2)_5\cdot\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}}\cdot CH_2\cdot CH=CH\cdot(CH_2)_7\cdot COOH \quad + \quad \underset{(Na)}{H_2SO_4} \end{array}$$

なる反應を與ふべき條件である．此に就ては添加する酸の濃度，分量，加熱溫度及び時間に依り分解速度に著しき相違あり．猪口氏の此に就ての研究に於てはエステル或は曹達鹽は沸騰湯浴内の溫度に於て不安定にして，0.5 N 鹽酸同容の添加によつては 1 時間にて猶

分解不充分なるも，N 鹽酸にては約 30 分；2 N 鹽酸にては 15～20 分の處理にて完全に鹼化され一般に此のものは高溫度に於ては OH^- に對して相當に安定なれど H^+ に對しては著しく不安定なる事實を認めて居る．著者は之れを考慮に入れ 2 N 鹽酸同容を添加して沸騰湯溶内に於て $^1/_2$～1 時間微沸する程度に加熱しこの場合の鹼化條件とした．而して，その後の操作に關しては Grün 氏法によつた．

總硫酸　上述の如くして總脂肪酸を分離せる水溶液に就て硫酸をバリウム法に依り總硫酸を定量し而して無機硫酸は別の試料に就て食鹽飽和溶液による抽出法を用ひた．此の場合試料の 2, 3 (M. Se (S); R.S. Na; A.A. (H)) は分別漏斗の下層の食鹽水に混濁を生じ分離困難に遭遇した，依つて同氏に依る方法を考慮してメチル・オレンジにて微に酸性になる程度に稀鹽酸を添加する方法を行つた．

硫酸化度　近來，硫酸化油類が乳化劑並に洗滌劑として盛に使用され從つて各種の高度硫酸化物も製造されるに際し，その品質の評價に關して硫酸化エステル鹽類の存在が重要なる成分なりとの見地から有機結合硫酸量の多寡が考慮せられ，之が表示法として硫酸化度 (Sulfurierungsgrad) による場合が多い．今硫酸化度を (S_g)，有機結合硫酸量を (S_o)，リシノレイン酸硫酸エステルを (E_s)，總脂肪酸量 (F)，エステル化されたる脂肪酸量 (f) とし其等の計算に依り求めたる値に $'$ を附して表せば次の如き種々の表示法が提案されて居る．

1. $E_s' = S_o \times \dfrac{C_{18}H_{33}O_2 \cdot O \cdot SO_3H}{SO_3}\left(\dfrac{378}{30}\right) = S_o \times 4.725$

2. $S_g = \dfrac{E_s'}{F + S_o} \times 100$

3. $S_g = \dfrac{E_s'}{E_s''} \times 100$　　E_s': 有機結合硫酸より算出
　　E_s'': 總脂肪酸より算出 (理論數)

4. $S_g = \dfrac{S_o \times \dfrac{C_{18}H_{34}O_3}{SO_3} \times 100}{F} = \dfrac{S_o \times 3.73 \times 100}{F} = \dfrac{f'}{F} \times 100$

5. $S_g = \dfrac{f}{F} \times 100$

左記の内 1～4 はエステル部をすべて單なるリシノレイン酸硫酸エステルと假定したる點に不合理あり然して 5 が最も合理的であると考慮されて居る．然し 4 はエステル化されたる脂肪酸を基礎とする點に 5 と相通ずる故に，a) 計算値として 4 に依り，b) 實測値として 5 に依るものを掲げた．上述より明なる如く硫酸化度は油の水分に關係せざる特數である．

斯くして上述の化學分析により得たる結果は第 4 表 (石鹼類)，第 5 表 (硫酸化油類) 及び第 6 表 (水分含有量及び硫酸化度の比較表) に表示した．而して第 6 表は著者の實驗によるものと從來の文獻に表れたるものに對して比較對象したものである．

第 4 表

試料＼試驗項目	1	2	3			4	5	6
	水分*(%)	脂肪質總量(%)	分取脂肪酸の特數			アルカリ及び無機物質の總量(%)	遊離アルカリ或は脂肪酸	0.25%水溶液の反應(フェノールフタレイン)
			酸　價	鹼化價	沃素價†			
1 O·Na	—	83.73	197.83	200.76	83.51	—	—	無　色
1′ O·K	28.30	80.50	191.48	196.02	72.13	11.78	遊離アルカリ微量	微赤色
2 Se·Na(M)	70.80	83.12	185.12	211.96	77.03	9.93	遊離脂肪酸微量	無　色
3 Se·Na(B)	24.10	73.50	192.24	201.03	109.15	13.12	同　上	同　上
4 F·Na	28.60	84.24	189.16	198.41	110.54	13.31	同　上	同　上
5 R·Na(1)	28.50	85.48	163.16	166.36	131.43	11.75	遊離アルカリ微量	微赤色
6 R·Na(2)	26.20	86.18	199.15	200.86	75.18	12.39	同　上	同　上

水分は重量法に依り水分以外はすべて無水物に換算したものである．

† 沃素價の測定は主としてウイス氏法 (Wijs) に依つた．

第 5 表

試料＼試驗項目	1	2	3	4	5	5′		6	7	
	水分*	酸　價	鹼化價	總脂肪酸	總硫酸	a) 無機硫酸	b) 有機硫酸	總アルカリ	硫酸化度	
									a) 計算値	b) 測定値
1 R·O	60.82	15.16	61.79	78.64	5.29	0.38	4.91	7.37	23.31	—
2 M·Se(1)	39.20	—	40.76	82.62	5.37	0.85	4.53	9.02	20.43	—
3 M·Se(S)	21.00	67.32	97.79	83.77	8.96	0.79	8.13	7.78	36.13	—
4 R·S·Na	39.00	156.00	249.73	79.38						
5 H·(C)	44.10	—	12.91	77.46	12.60	1.28	11.29	8.01	54.36	—
6 A·A·(H)	49.70	20.97	135.27	75.89	13.26	1.21	12.04	6.74	58.24	—
7† M·O	51.53	8.71	58.41	83.49	7.54	0.86	6.68	9.18	(29.86)	19.38
8† M·So	42.36	2.17	37.95	86.38	6.04	1.26	4.78	9.89	(20.64)	17.52
9† M·Se	4.58	35.61	118.00	75.01	11.94	5.43	6.51	8.87	(32.37)	36.82
10† A·A(E)	41.40	32.71	110.10	71.55	11.30	1.25	10.05	13.02	(52.40)	51.88

* 水分はキシロール蒸溜法に依り水分以外はすべて無水物に換算したものである．

† は從來の文獻に表れたるものである．

次に，此等の石鹼類は總て工業用石鹼にしてその質は不純なるもの多く一般に小量の遊離アルカリ或は脂肪酸を含有して居る．而して凡そ 25～30% の水分 (Se·Na(M) を除く) を含有する軟質石鹼である．その内 O·Na 及び O·K は主としてオレイン酸より成るオイレン酸曹達 (或は加里) を主成分とするものであり，Se·Na (B) は普通の滑青乳劑用或は洗滌用曹達石鹼である．次に Se·Na(M) 及び F·Na(O) は特殊の動物油を主成分とする曹達石鹼であり，R·Na(1) 及び (2) は主として樹脂を含める曹達石鹼である．

第 6 表

	試料 ＼ 水分及び硫酸化度	水分 (%)	硫酸化度 計算	硫酸化度 測定	比較		
本邦製品	R·O	60.82	23.31	—	下級	15～30	硫酸化度
	M·So	42.36	20.43	17.52			
	M·Se(1)	39.19	20.12	—			
	M·O	51.13	29.86	19.38	中級	30～50	
	M·Se(S)	21.03	36.13	—			
	S·Na	47.45	81.06	—	上級	＞50	
獨†逸製品	* M·Se	4.58	32.37	17.52	下級	15～30	
	* I·Se	10.63	14.31	10.82			
	* S·O	47.74	20.62	19.93	中級	30～50	
	* M·B·O	53.10	29.37	32.29			
	A·A(H)	49.70	58.24	—	上級	＞50	
	A·A(E)	41.40	52.40	51.88			
	H(C)	44.33	54.36	—			
	* Pr·O	46.15	—	88.94			

* は從來の文獻に表れたものである. † 獨逸製品は本邦製品と比較參考に掲げたにすぎない.

次に，硫酸化油類に就て本邦製品は一般に中性或は弱酸性にして水に極めて良く溶解し稀釋水溶液は微黄色透明にして白濁を示さない. 水分は全量の大凡 1/4～1/2 を占め各製品に就てその量は一定しない. 總脂肪酸は無水物に就て凡そ 75～85% を占め黄褐色透明にして蓖麻子油類似の臭氣を有する故に原料油脂は蓖麻子油を主成分とせるものと推測せられ又含有アルカリは焔色反應により總て曹達なるを確め得た. 硫酸化度は R·S·Na 最高にして，M·Se(S) 之に次ぎ一般の製品なる M·Se(1) 及び R·O 等は最低である. 次に著者の試驗せる獨逸製品 A·A(H) 及び H(C) に就ては夫々酸性及び中性にして共に水に透明に極めて良く溶解し水分がその凡そ半分を占め概して本邦製品より多く，總脂肪酸は 75～80% にして略同樣なるも殊に有機硫酸の含有量が大にして從つて硫酸化度が遙に高い. 第6表より明なる如く硫酸化度は本邦製品の大部分が ＜30 の者なるに反し獨逸製品は ＞30 或は ＞50 の者が多く一般に高硫酸化度の者であるを認めた. アルカリは2者すべて曹達である.

B. 乳化溶液の性質

上述の各種乳化劑に就ては稀釋水溶液を調製し次の諸試驗を行ひその乳化作用に關係せる諸性質を試驗した.

〔1〕 粘度

オストワルド粘度計を使用して 25°C 或は 30°C に於ける恒溫槽中にて其の比粘度

(Relative Viscosity, η_R) を測定し而して必要に應じて絶對粘度 (Absolute Viscosity, η) を算出した.

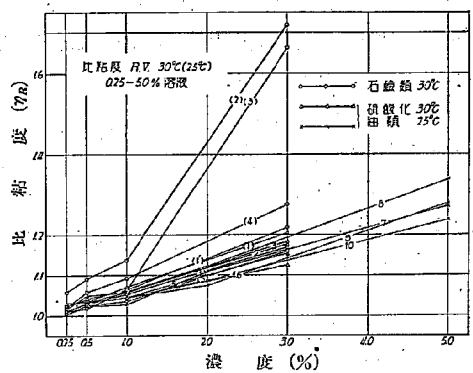
今，蒸溜水の一定溫度に於ける粘度係數 (η_w)，比重 (d_w) 及び一定量の流出時間 (t_w) とし且つ測定すべき溶液の其等を (η), (d), (t) とせばオストワルド粘度計に於ては，

$$\frac{\eta}{\eta_w}=\frac{dt}{d_w t_w},\quad \eta=\eta_w\frac{dt}{d_w t_w}\cdots\cdots(1)$$

然して石鹸類の稀釋水溶液に於ては $\frac{d}{d_w}\fallingdotseq 1$ と見做される故に $\frac{d}{d_w}=1$ と置けば，

$$\eta\fallingdotseq\eta_w\frac{t}{t_w}\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(2)$$

$$\therefore\ \eta_R=\frac{\eta}{\eta_w}\fallingdotseq\frac{t}{t_w}\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(3)$$



第 4 圖

第 7 表 (A)

比粘度 R.V. (η_R) 30°C

石鹸＼溶液濃度		0.25%	0.5%	1.0%	2.0%	3.0%
1	O·Na	1.012	1.028	1.051	—	1.171
1′	O·K	1.021	1.040	1.062	—	1.218
2	Se·Na(M)	1.061	1.089	1.137	—	1.663
3	Se·Na(B)	1.010	1.012	1.062	—	1.662
4	F·Na(O)	1.021	1.057	1.090	—	1.278
5	R·Na(1)	1.004	1.019	1.032	—	1.166
6	R·Na(2)	1.486	—	—	—	—

第 7 表 (B)

比粘度 R.V. (η_R) 30°C ; 25°C

硫酸化油＼溶液濃度		0.25%	0.5%	1.0%	2.0%	3.0%	5.0%
1	R·O	1.023	1.028	1.069	—	1.208	—
2	M·Se(1)	1.021	1.050	1.059	—	1.169	—
3	M·Se(2)	1.028	1.034	1.058	—	1.178	—
4	R·S·Na	1.012	1.021	1.047	—	1.124	—
5	H(C)	1.012	1.022	1.042	—	1.153	—
6	A·A(H)	1.012	1.013	1.036	—	1.124	—
7*	M·O	—	1.029	1.035	1.111	—	1.273
8*	M·So	—	1.030	1.060	1.121	—	1.334
9*	M·Se	—	1.023	1.037	1.075	—	1.280
10*	A·A(E)	—	1.022	1.040	1.086	—	1.240

＊は從來の文獻によるものである．(測定溫度は 25°C)

一般に斯の如き溶液の粘度の比較には比粘度 (η_R) を以てする故に本文にても之により粘性を比較した．而してその試驗結果は第 7 表 (A), (B) 及び第 4 圖に示した．

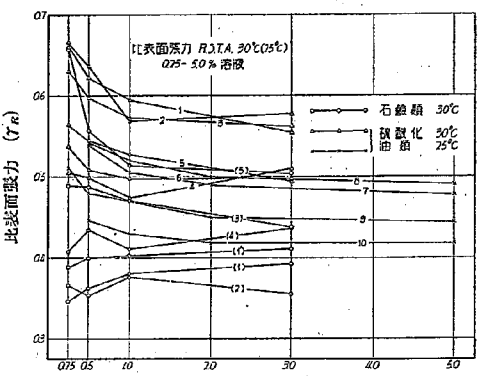
〔2〕 表面張力

表面張力はトラウベ滴數計 (Traube Stalagmometer) を使用して同上溫度にて滴下法に依つて比表面張力 (γ_R) を測定し必要に應じて絕對表面張力 ($\gamma \frac{dyn}{cm}$) を算出した．今，一定溫度に於ける蒸溜水の一定量が滴下する際の滴數 (n_w), 一滴の容積 (v_w), 比重 (d_w), 及び表面張力 (γ_w) とし且つ測定すべき溶液の其等を (n), (v), (d), (γ) とせば此の滴數計に於ては，

$$\gamma = \frac{w}{2\pi r} = \frac{dvg}{2\pi r}$$

$$\frac{\gamma}{\gamma_w} = \frac{w}{w_w} = \frac{dn_w}{d_w n}$$

$$\therefore \quad \gamma = \gamma_w \frac{dn_w}{d_w n} \cdots\cdots\cdots\cdots(1)$$



第 5 圖

第 8 表 (A)

比表面張力 R.S.T.A. (γ_R) 30°C

石鹼＼溶液濃度		0.25%	0.5%	1.0%	2.0%	3.0%
1	O·Na	0.3446	0.3646	0.3841	—	0.3928
1′	O·K	0.3897	0.4003	0.4030	—	0.4103
2	Se·Na(M)	0.3690	0.3523	0.3780	—	0.3584
3	Se·Na(O)	0.4860	0.4860	0.4690	—	0.4390
4	F·Na(M)	0.4079	0.4348	0.4134	—	0.4429
5	R·Na(1)	0.6570	0.5587	0.5157	—	0.5034
5	R·Na(2)	0.4627	—	—	—	—

第 8 表 (B)

比表面張力 R.S.T.A. (γ_R) 30°C ; 25°C

硫酸化油＼溶液濃度		0.25%	0.5%	1.0%	2.0%	3.0%	5.0%
1	R·O	0.6570	0.6237	0.5960	—	0.5556	—
2	M·Se(1)	0.6689	0.6371	0 5830	—	0.5796	—
3	M·Se(2)	0.6290	0.5772	0.5706	—	0.5608	—
4	R·S·Na	0.5069	0.5000	0.4758	—	0.5104	—
5	H(C)	0.5651	0.5473	0.5350	—	0.5130	—
6	A·A(H)	0.5383	0.5122	0.5077	—	0.4958	—
7*	M·O	—	0.5383	0.5052	0.4877	—	0.4815
8*	M·So	—	0.5442	0.5180	0.5010	—	0.4925
9*	M·Se	—	0.5146	0.4816	0.4527	—	0.4451
10*	A·A(E)	—	0.4472	0.4286	0.4229	—	0.4199

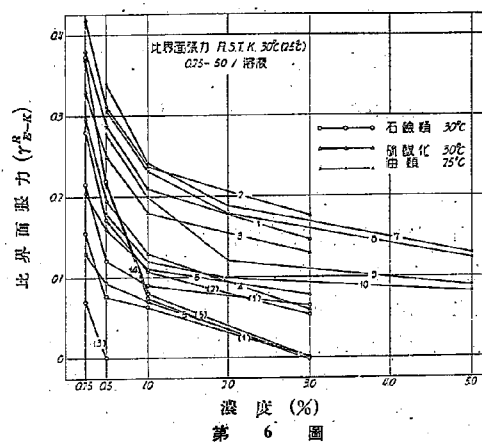
$$\frac{d}{d_w} \fallingdotseq 1 \text{ と見做して,} \quad \gamma \fallingdotseq \gamma_w \frac{n_w}{n} \quad \cdots\cdots(2)$$

$$\therefore \quad \gamma_R = \frac{\gamma}{\gamma_w} \fallingdotseq \frac{n_w}{n} \quad \cdots\cdots(3)$$

前と同様，表面張力の比較には比表面張力（γ_R）を以てした．然してその結果は第8表(A),(B)及び第5圖に示した．

〔3〕 界面張力

乳化溶液の乳化力は2液間の界面張力を測定する事により比較される．著者はその場合にヒリヤー氏ピペット[22] (Hillyer Pipette) を使用同一温度に於て滴下法により燈油 (b.p. 150～250°C) に對する滴數を讀み，之を蒸溜水の場合と比較して比界面張力 (γ^R_{E-K}) を算出し之を以て乳化能を比較した．今乳化溶液の



第 6 圖

第 9 表 (A)

比界面張力 R.S.T.K (γ^R_{E-K}) 30°C

溶液濃度 / 石鹸	0.25%	0.5%	1.0%	2.0%	3.0%
1 O·Na	0.1561	0.0787	0.0631	—	流出
1′ O·K	0.2177	0.1230	0.0935	—	0.0645
2 Se·Na(M)	0.2768	0.1675	0.1059	—	0.0534
3 Se·Na(B)	0.0679	流出	流出	—	流出
4 F·Na(O)	0.2373	0.1633	0.1065	—	流出
5 R·Na(1)	0.3726	0.2164	0.0756	—	流出
6 R·Na(2)	0.1867	—	—	—	—

第 9 表 (B)

比界面張力 R.S.T.K. (γ^R_{E-K}) 30°C；25°C

溶液濃度 / 硫酸化油	0.25%	0.5%	1.0%	2.0%	3.0%	5.0%
1 R·O	0.3740	0.2934	0.2202	—	0.1485	—
2 M·Se(1)	0.4170	0.3151	0.2444	—	0.1779	—
3 M·Se(2)	0.3278	0.2456	0.1822	—	0.1282	—
4 R·S·Na	0.2997	0.1980	0 1295	—	0.0636	—
5 H(C)	0.1288	0.0913	0.0732	—	流出	—
6 A·A(H)	0.2050	0.1580	0.1121	—	0.0795	—
7* M·O	—	0.3395	0.2419	0.1886	—	0.1314
8* M·So\	—	0.3099	0.2294	0.1841	—	0.1278
9* M·Se	—	0.2835	0.2033	0.1221	—	0.0895
10* A·A(E)	—	0.1835	0.1191	0.1014	—	0.0809

完全なる滴が燈油中に於て平衡を保てるものとし蒸溜水及び乳化溶液の燈油に對する界面張力を (γ_{w-K}) 及び (γ_{E-K}) とすれば,

$$2\pi r\gamma_{w-K}=W=v_K(d_w-d_K)g\,;\quad \gamma_{w-K}=\frac{v_K(d_w-d_K)}{2\pi r}g \quad\cdots\cdots(1)$$

次にヒリヤー氏ビペットによる滴數測定より,

$$\frac{\gamma_{E-K}}{\gamma_{w-K}}=\frac{d_E n_w}{d_w n_E}\,,\quad \therefore\ \gamma_{E-K}=\gamma_{w-K}\frac{d_E n_w}{d_w n_E} \quad\cdots\cdots(2)$$

$\frac{d_E}{d_w}\fallingdotseq 1$ と見做して,　$\gamma^R_{E-K}=\frac{\gamma_{E-K}}{\gamma_{w-K}}\fallingdotseq\frac{n_w}{n_E}$ ……(3)

此の場合にも乳化能の比較は比界面張力 (γ^R_{E-K}) を以てし, その結果は第 9 表 (A), (B) 及び第 6 圖に示した.

〔4〕 酸及び鹽類に對する抵抗性

乳化溶液が電解質に對する化學的抵抗性を試驗したるものにして之れには一定濃度の乳化溶液の一定量 (10 cc) を小試驗管に採り此に一定濃度の電解質溶液を除々に添加し良く攪拌し透明なる水溶液が白濁或は凝集物の生じたる點 (T_1), 更に液全體が全く白濁化したる點 (T_2) を裏面に貼りたる黑紙に依り讀み次に溶液 100 cc に要したる電解質の mg 數を算出し抵抗性を表したり. 此の場合に使用したる酸及び鹽は稀硫酸 (1/2N H_2SO_4), 石炭酸 (1 MC_6H_5·OH) 及び鹽化石炭 (1/10 N $CaCl_2$) である. 然して此の結果は第 10 表 (A), (B) に表示した.

第 10 表　(A)

石鹼 ＼ 溶液濃度		酸 (H_2SO_4)				鹽 ($CaCl_2$)				石炭酸 (C_6H_5OH)			
		0.25%	0.5%	1.0%	3.0%	0.25%	0.5%	1.0%	3.0%	0.25%	0.5%	1.0%	3.0%
1 O·Na	T_1	4.7	4.7	11.7	23.5	0.6	0.6	0.8	0.8	∞	∞	∞	∞
	T_2	37.6	47.0	61.1	145.6	25.8	37.0	49.9	62.5	—	—	—	—
1′ O·K	T_1	7.1	7.1	11.7	23.5	0.8	0.8	0.8	2.8	∞	∞	∞	∞
	T_2	35.2	42.3	71.0	152.7	28.0	31.4	31.4	26.6	—	—	—	—
2 S·Na(M)	T_1												
	T_2												
3 S·Na(B)	T_1	58.7	75.2	169.1	411.4	0.8	0.8	1.4	5.0	∞	∞	∞	∞
	T_2	131.5	145.6	249.0	681.2	—	28.0	37.0	82.1	—	—	—	—
4 F·Na(O)	T_1												
	T_2												
5 R·Na(1)	T_1	7.1	7.1	7.1	7.1	0.8	0.8	0.8	0.8	白濁	白濁	白濁	白濁
	T_2	18.8	18.8	35.2	70.4	9.2	11.2	21.0	37.8				
6 R·Na(2)	T_1												
	T_2												

第 10 表　(B)

石鹸 ＼ 濃度		硫酸 (H_2SO_4) 0.25%	0.5%	1.0%	2.0%	3.0%	5.0%	10.0%	鹽 ($CaCl_2$) 0.25%	0.5%	1.0%	2.0%	3.0%	5.0%	10.0%	石炭酸 (C_6H_5OH) 0.25%	0.5%	1.0%	2.0%	3.0%	5.0%	10.0%
1 R·O	T_1	2.4	5.6	5.6	—	7.0	—	—	3.6	4.2	6.4	—	12.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	T_2	75.2	37.5	35.3	—	23.5	—	—	25.2	25.2	30.8	—	44.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2 M·Se(1)	T_1	11.7	23.5	39.9	—	61.1	—	—	1.1	1.7	4.8	—	11.2	—	—	*						
	T_2	1409.4	798.7	622.5	—	237.2	—	—	19.6	21.3	23.5	—	30.8	—	—	∞	∞	∞	—	∞	—	—
																∞	∞	∞	—	∞	—	—
3 M·Se(S)	T_1	14.0	18.8	58.5	—	141.0	—	—	0.5	0.8	2.3	—	4.2	—	—	∞	∞	∞	—	∞	—	—
	T_2	188.5	72.9	164.5	—	210.6	—	—	11.2	11.2	14.0	—	21.0	—	—	∞	∞	∞	—	∞	—	—
4 R·S·Na	T_1	7.1	14.1	16.5	—	18.8	—	—	1.4	2.5	5.6	—	14.0	—	—	微白濁	微白濁	微白濁	—	微白濁	—	—
	T_2	1856.5	1010.5	705.0	—	47.0	—	—	65.8	38.1	34.7	—	38.9	—	—							
5 H(C)	T_1	893.0	893.0	916.5	—	904.8	—	—	1.7	2.3	2.8	—	5.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	T_2	∞	∞	∞	—	∞	—	—	36.9	29.4	35.8	—	21.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6 A·A(H)	T_1	74.9	70.2	93.6	—	444.6	—	—	12.6	16.8	30.8	—	49.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	T_2	304.2	269.1	315.9	—	666.9	—	—	44.8	49.0	70.0	—	119.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7 M·O	T_1	—	19.86	29.3	29.3	—	59.6	198.6	—	0.84	0.95	1.1	—	1.9	3.93							
	T_2	—	73.0	1290.0	1609.0	—	1768.0	675.0	—	7.29	0.73	6.7	—	10.9	18.50							
8 M·So	T_1	—	20.5	43.1	43.1	—	86.2	140.0	—	0.28	0.52	1.12	—	2.52	5.6							
	T_2	—	1077.0	780.2	430.0	—	269.3	570.9	—	5.68	5.60	6.72	—	9.80	14.0							
9 M·Se	T_1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—							
	T_2	—	1995.6	908.2	780.2	—	66.7	156.1	—	∞	∞	∞	—	343.5	137.4							
10 A·A(E)	T_1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—							
	T_2	—	4224.0	7183.0	13110.0	—	28930.0	56590.0	—	76.25	53.43	60.95	—	97.25	189.6							

＊は如何に電解質水溶液を添加するも全く變化を見ざる事を示す.

〔5〕 水素イオン濃度の測定

後章に於て記述するタール乳化實驗に使用する此等の乳化溶液は勿論更に一般の市販瀝青乳劑並に之れより分取したる乳化溶液（濾液）の一部のものに就てはその水素イオン濃度を直讀水素イオン濃度測定器或は特にアンチモン電極を使用したるポテンショ・メーターにて測定した．此に關しては，後章〔V～VI〕及び後報に於て記述する．

上述の乳化溶液の試驗結果を括むれば次の如くである．

1. 粘度　一般に石鹸類及硫酸化油類稀釋水溶液の粘度は 25°C或は 30°C に於ては濃度の增加に伴ひ直線的に增加し，一般に無色或は黃色透明にして白濁或は纖狀浮遊物の存在を認めず．然し石鹸類の 2, 3 のものはその質の不純なるか或は鹸化の不充分なるかに依りその水溶液は少量の分離油狀或は纖狀沈澱物を伴ひ白濁を生じ頗る膠質性が强くその 2～3% 溶液は測定溫度に於て寒天狀に凝結せるを認めた．而して硫酸化油類は溶解度が極めて良く且つ散亂度大にしてその粘度は無機鹽類溶液の粘度に類似するが此に反し石鹸類の 2, 3 のものは膠質狀に溶解し散亂度小に異常粘性を表せるものと考慮し得る．次に，此等の試料の比粘度 (η_R) の範圍は前表より，$\eta_R=\frac{\eta}{\eta_w}=1.004\sim1.663$ にして，30°C に於ける蒸溜水の絕對粘度 (η_w) を $\eta_w=0.008$ とすれば，凡そその絕對値 (η) は，$\eta=0.008\sim0.013$ である．

2. 表面張力　第 8 表 (A) (B) 及び第 5 圖より明なる如く此等の稀釋乳化溶液の表面張力は一般に石鹸類の方が小にして硫酸化油類にして硫酸化度の小なるものは比較的に大である．此は硫酸エステル含有量の小なるに依るべく比較的高度の硫酸化油は兩者の中間を占めて居る．從つて硫酸化油類にして稀釋溶液に於て表面張力減少の大なるを必要とするには高硫酸化油のものを必要とするを考慮し得られる．然して一般に斯の如き稀釋溶液に於ては石鹸は濃度が增すに從ひ少許增加する傾あるに反して硫酸化油類はすべて減少する傾向を示して居る．次に此等試料の比表面張力 (γ_R) は，$\gamma_R=0.345\sim0.669$ にして 30°C に於ける蒸溜水の絕對表面張力 (γ_w *dym/cm*) $\gamma_w=69.10$ とすれば凡そ其の絕對値 (γ) は，$\gamma=25.08\sim46.23$ である．

3. 界面張力　燈油に對する界面張力は一般に上述の如き乳化溶液の乳化能を表すものと考へられて居る．此れに就ては第9表 (A), (B) 及び第6圖に示せる如く一般に石鹸溶液の方が强い乳化力を示し，然かも此の關係は前述の表面張力の場合と多くは類似の傾向を表して居る．但し石鹸類及び硫酸化油の 2, 3 にはその測定中に流出し滴數を數へ得ざるものがあり共に鑛油に對して著しい乳化力を有するものと推測せられるものがある．次に此等試料の燈油に對する比界面張力 (γ^R_{E-K}) は 2, 3 の例外を除き $\gamma^R_{E-K}=0.063\sim0.417$ である．

4. 酸及び鹽類に對する安定度　前述の結果より觀るに，石鹸類は一般に全く抵抗を

有せず從つて酸及び鹽に依つて直に分解せられ溶解度を變じ容易に不溶性白濁物を生ずる. 硫酸化油の低級物も此と略同樣の傾向を表すも高級物なる A·A(H) 及び H(C) 等は相當の抵抗性を有する. 次に有機酸なる石炭酸に就ては試料中の 2, 3 を除きて何れも變化を見ず之の少量の存在はその溶解度に影響なきものと考慮される.

V. 市販瀝青乳劑より分取せる乳化溶液の性質

上述の各種の乳化劑を使用してタール乳劑の試製を行ふに先だち代表的アスファルト乳劑の市販品より分取せる乳化溶液 (濾過液) の性質を檢察する爲め次の試驗を行つた.

先づ, 新鮮なる試料乳劑に 96% アルコールを添加し瀝青質物質を凝結せしめ之をその儘濾紙 (東洋濾紙定量用) により除々に濾過して後濾過液の一部を以て殘留物を數回洗滌抽出し最後にアルコールにて洗滌す. 斯くして水溶性物質を充分に分離溶解し若し瀝青質物質の小量が混入せる時は此をベンゾールに溶かして分別し次に分取濾液よりアルコールを蒸發して試料濾液を收得した.

此の試料に就ては上述の方法により粘度, 表面張力, 界面張力及び水素イオン濃度 (P_H) の測定* を行つた.

〔1〕 粘 度

溫度 20°C 恒溫槽中に於て試驗した. 而して使用せるオストワルド粘度計 (No. 1 及び 2) の同溫度の水價 (t_w) 及び蒸溜水の密度 (ρ_w) 並に絕對粘度 (η_w) は第 11 表 (A) に示し, 又試料の比粘度 (η_R) 及び絕對粘度 (η) は第 11 表 (B), (C) に表示した.

第 11 表より明かなる如く試料濾液は 20 °C に於て

$$\eta_R = 1.015 \sim 1.218\ ;\ \eta = 0.0092 \sim 0.0111$$

第 11 表 (A)

オストワルト粘度計水價

溫 度 20°C, 蒸 溜 水 $\begin{cases}\rho_w = 0.9971 \\ \eta_w = 0.0089\end{cases}$

粘度計 No. 1		粘度計 No. 2	
t_w	$[t_w]_M$	t_w	$[t_w]_M$
1′13.2″ 1′13.2″ 1′13.4″ 1′13.2″	1′13.2″ (73.2″)	41.0″ 41.0″ 41.2″ 41.0″	41.0″

第 11 表 (B)

試料 H.C.M.				試料 H				試料 E.M.B.			
溫度 20°C 粘度計 No. 1				溫度 20°C 粘度計 No. 2				溫度 20°C 粘度計 No. 1			
t (sec)	$[t]_M$	η_R	η	t	$[t]_M$	η_R	η	t (sec)	$[t]_M$	η_R	η
1′18.6″ 1′18.6″ 1′18.8″	1′18.6″ (78.6″)	1.075	0.00976	1′14.2″ 1′14.2″ 1′14.2″	1′14.2″ (74.2″)	1.015	0.00915	1′26.8″ 1′26.8″ 1′27.0″	1.26.8″ (86.8″)	1.185	0.0108

* 本測定は島田技師に依るものにして本章記載の測定値は主として同氏より借用したものである. (第2報參照)

第 11 表 (C)

試料 H.R.M.				試料 H.F.				試料 V*			
温度 20°C 粘度計 No. 2				温度 20°C 粘度計 No. 2				温度 20°C 粘度計 No. 2			
t (sec)	$[t]_M$	η_R	η	t (sec)	$[t]_M$	η_R	η	t (sec)	$[t]_M$	η_R	η
46.8″ 46.8″ 46.8″	46.8″	1.141	0.01035	42.6″ 42.6″ 42.6″	42.6″	1.038	0.00941	49.8″ 49.9″ 49.9″	49.9″	1.218	0.0111

* 英國製アスファルト乳劑である.

の程度にし之を前章の乳化溶液の粘度 (30°C) と比較すれば略その 0.25～3.0% の水溶液に相當する値なるを認め得た.

〔2〕 表面張力

温度 20°C 及び 30°C の恒温槽中に於て行つた. 然して使用したるトラウベ氏滴數計 (No. 1, 2) の各温度に於ける水の滴數 (n_w) 及び蒸溜水の表面張力 (γ_w) は第 12 表 (A) に, 又試料濾液の滴數 (n), 比表面張力 (γ_R) 及びその絶對値 (γ *dyn/cm*)は第 12 表 (B), (C) に表示した. その結果は次の通りである.

γ_R=0.504～0.684 (20°C);

0.481～0.670 (30°C)

γ=37.10～50.46 (20°C);

35.45～49.44 (30°C).

之を前章の乳化溶液の 30°C に於ける

第 12 表 (A)

表面張力 トラウベ氏 Stalagmometer 水 (蒸溜水)			
温度 20°C γ_w=70.6 dy/cm		温度 30°C γ_w=69.1 dy/cm	
No. 1	No. 2	No. 1	No. 2
(n_w)	(n_w)	(n_w)	(n_w)
29.5 29.5 29.5 29.4	29.2 29.3 29.3 29.3	30.0 30.1 30.1 30.2	29.9 30.0 29.9 29.8

第 12 表 (B)

試料 H.C.M.				試料 H.X.				試料 H.E.			
温度 20°C Stalagmometer No. 2				温度 20°C Stalagmometer No. 1				温度 20°C Stalagmometer No. 2			
D.N.(n)	$[n]_M$	γ_R	γ	(n)	$[n]_M$	γ_R	γ	(n)	$[n]_M$	γ_R	γ
56.2 56.3 56.1	56.2	0.520	38.41	43.2 43.0 43.1	43.1	0.684	50.46	39.8 39.8 39.6	39.7	0.748	54.23
温度 30°C				温度 30°C				温度 30°C			
56.8 57.1 57.2	57.0	0.514	37.91	44.1 43.9 44.0	44.0	0.670	49.44	41.5 41.3 41.1	41.3	0.710	52.20

第 12 表 (C)

試料 EmA				試料 EmB				試料 N			
温度 20°C Stalagmometer No. 1				温度 20°C No. 1				温度 20°C No. 2			
(n)	$[n]_M$	γ_R	γ	(n)	$[n]_M$	γ_R	γ	(n)	$[n]_M$	γ_R	γ
43.5				45.1				58.6			
43.8	43.6	0.678	49.83	44.9	44.9	0.652	48.04	58.4	58.5	0.504	37.10
43.4				44.8				58.4			
温度 30°C				温度 30°C				温度 30°C			
45.1				46.1				61.2			
45.2	45.1	0.654	48.35	45.8	46.0	0.637	46.95	61.2	61.3	0.481	35.45
45.0				46.0				61.5			

ものと比較すれば主として硫酸化油類の 0.25～3.0% の水溶液の性質に相當するを認め得る.

〔3〕 界面張力

温度 20°C 及び 30°C に於てヒリヤー氏ピペットを使用し測定した. 而してその水の滴數 (n_w) は第 13 表 (A), 及び試料の滴數 (n), 流下 1 滴の容積 (v), 燈油に對する比界面張力 (γ^R_{E-K}) 及び絶對界面張力 (γ_{E-K}) は第 13 表 (B), (C) に表示した.

之の結果は次の如くである.

$\gamma^R_{E-K}=0.182\sim0.402$ (20°C); $0.165\sim0.358$ (30°C)

$\gamma_{E-K}=5.27\sim11.68$ (20°C); $5.19\sim11.32$ (30°C).

第 13 表 (A)

界面張力 (ヒリヤー氏 Pipette) 水質 (蒸溜水)			
Pipette No. 2			
温度 20°C		温度 30.C	
(n_w)		(n_w)	
10.3	10.2	9.8	9.8
10.2		9.8	
10.2		9.8	

第 13 表 (B)

試料 H					試料 H.X.					試料 H.R.M. 及 H.R.M.				
温度=20°C Pipette No. 2					温度=20°C Pipette No. 2					温度=20°C Pipette No. 2				
n	$[n]_M$	γ^R_{E-K}	v (cc/one drop)	γ_{E-K}	n	$[n]_M$	γ^R_{E-K}	v	γ_{E-K}	n	$[n]_M$	γ^R_{E-K}	v	γ_{E-K}
25.7					25.3					流出				
25.4	25.4	0.402	0.1962	11.68	25.4	25.4	0.402	0.1962	11.68	流出	—	—	—	—
25.2					25.6					流出				
温度=30°C					温度=30°C					温度=30°C				
27.5					27.8					流出				
27.4	27.4	0.358	0.1828	11.32	28.0	27.8	0.353	0.1792	11.11	流出	—	—	—	—
27.2					27.7					流出				

第 13 表 (C)

試料 EmA					試料 EmB					試料 N				
温度=20°C Pipette No. 2					温度=20°C Pipette No. 2					温度=20°C Pipette No. 2				
n	$[n]_M$	γ^{R}_{E-K}	v	γ	n	$[n]_M$	γ^{R}_{E-K}	v	γ	n	$[n]_M$	γ^{R}_{E-K}	v	γ
28.0					30.5					56.1				
28.3	28.1	0.363	0.1778	10.52	30.6	30.5	0.334	0.1638	9.68	56.2	56.1	0.182	0.089	5.27
温度=30°C					温度=30°C					温度=30°C				
29.6					33.4					59.5				
29.9	29.8	0.329	0.1679	10.32	33.2	33.2	0.295	0.1502	9.30	59.2	59.4	0.165	0.084	5.19
29.9					33.1									

之を前章の乳化溶液の 30°C に於けるものと比較すれば凡そ 0.25～1.0% の水溶液に相當する性質を表して居る.

〔4〕 市販瀝青乳剤及び分取乳化溶液の水素イオン濃度 (P_H)

瀝青乳剤及びそれより分取したる乳化溶液に就ては前章に記載したる方法に依り水素イオン濃度を室温にて測定して第 14 表に示せる測定値を得た.

第 14 表

試驗 / 試料	試料アスファルト乳剤 (A)		分取せる乳化溶液 (B)		差
	温度	P_H	温度	P_H	
H	13.2°C	12.67	13.8°C	12.34	0.33
H·X	14.2°C	12.46	14.5°C	12.34	0.12
H·C·M	15.2°C	12.72	16.0°C	12.46	0.26
H·R·M	16.5°C	12.51	15.5°C	12.31	0.20
Em·M	17.0°C	12.37	17.5°C	12.17	0.20
Em	17.4°C	12.34	17.5°C	12.21	0.13
Mk·M	17.5°C	12.10	16.8°C	11.94	0.16
Mk	16.5°C	12.16	16.0°C	11.86	0.30
N*	14.5°C	11.89	14.8°C	11.55	0.34
W†	15.5°C	10.33	15.5°C	10.37	−0.04

* 不安定なる分解し易い乳剤であつた. † 製造後日數の經たる少しく古い乳剤であつた.

本表より明なる如く,

瀝青乳剤……P_H: 12.72～10.33 (10～20°C)

分取乳化溶液……P_H: 12.46～10.37 (10～20°C)

の範圍にして 2, 3 のものを除き兩者共に $P_H>12.00$ のものが大部分を占むるを確認し得た.

斯の如く瀝青乳剤及び分取乳化溶液は共に比較的強アルカリ性にしてその水素イオン濃度は比較的に高い事實を判明し得た.

瀝青乳剤のアルカリ性度に關しては，著者は前報「道路鋪裝用瀝青乳剤の性狀に關する研究」に於て屢々論じたるものにして此は乳剤の安定性に關係すべき重要なる性質である. 而してその水素イオン濃度の測定に關しては曩に H. Walter 氏[23] に依る測定あるのみ

第 15 表　(A)

瀝青乳剤 (a)			瀝青乳剤 (b)		
分解値 (Z.W.)	遊離アルカリ KOH (%)	水素イオン濃度 (P_H)	分解値 (Z.W.)	遊離アルカリ KOH (%)	水素イオン濃度 (P_H)
0.2	0.25	12.67	0.5	0.26	12.72
0.5	0.20	12.51	1.0	0.21	12.52
1.0	0.12	12.33	3.0	0.13	12.51
1.2	0.06	11.57	5.5	0.07	12.06
2.0	0.02	10.97	10.1	0.03	10.92
9.1	0.01	10.25	17.2	0.01	10.36

第 15 表　(B)

	瀝青乳剤 (a)		瀝青乳剤 (b)	
貯藏期間 (日)	水素イオン濃度 (P_H)	分解値 (Z.W.)	水素イオン濃度 (P_H)	分解値 (Z.W.)
1	10.77	1.6	10.39	2.5
10	10.57	1.7	10.23	2.6
17	10.46	1.7	10.02	4.0
24	10.21	1.4	9.78	3.9
30	10.08	1.7	9.56	9.5
60	9.64	2.9	9.12	17.2

にして他に未だ上記の如き定量的測定の發表を見ない. 同氏は先づ實驗室に於て樹脂石鹼の一定量と種々の割合にアルカリを使用してアスファルト乳劑 (a) 及び (b) を製造しその各に於て乳劑の水素イオン濃度と石英斑岩に對する分解値 (Z.W.) とを測定し第 15 表 (A) の關係を得た. 卽ち，此は乳劑の水素イオン濃度は P_H=12.72～10.25 にして一般に P_H の小なるものは分解値の增加を表して居る. 而して此條件に於ては水素イオン濃度の低い乳劑が比較的に分解し易い傾向を示して居る事になる. 同氏は更に市販瀝青乳劑にして代表的なるもの 2 種 (*a*, *b*) を試料壜に入れ數ケ月間之を貯藏しその期間中乳劑の水素イオン濃度及び分解値を測定し第 15 表 (B) の結果を得て居る. 同氏は乳劑 (*b*) は 20 日間にして旣に多量の凝結沈澱物を生じ 60 日にして分解したるも乳劑 (*a*) は表面に僅に分離水層を生じたる程度であるを說明し，更に數個の乳劑に就てこの關係を試驗し何れにしても

貯藏期間中の老化作用に伴ひ乳劑の水素イオン濃度は略階段的に減少し反對に分解値は增加の傾向ある事を論述して居る．而して此等の事實よりして乳劑或は乳化溶液のアルカリ性度は乳劑の分解或は貯藏期間中の安定度に直接に影響すると考察し得られる．

之を要するに，上述の瀝青乳劑及びそれより分取せる乳化溶液に關する試驗により今日此種の乳劑製造に際して用ふる乳化溶液の粘度，表面張力，界面張力（乳化力）及び水素イオン濃度等の性質に就て推察するを得，同時に乳化劑の分量，濃度及びそのアルカリ性溶液の最適水素イオン濃度の範圍等を就て考察するを得た．

VI. タール乳劑の試製 (1)

著者は上に述べた鋪裝用タール及び各種の乳化劑を使用してタール乳劑を試製し其の性質に就て檢討を試みた．先づ之が第一階程として，撒布•透入法用乳劑にしてその安定性は比較的に短期（製造後3ヶ月以內）であるが路面の骨材に對して分解の速かなるもの〉試製を試みた． 現今撒布•透入法用乳劑は主に簡易鋪裝工事に使用され，乳劑は乳化後直に或は比較的短期日內に路面の骨材上に撒布して施工されて居る．然して此種は上述の目的の爲め普通瀝青乳劑が具備すべき諸性質は勿論，特に其の粘度の高きに失せざること及び分解が比較的に路面上に於て速かなることを必要とする．著者は豫め試製すべきタール乳劑に就て此の性質を考慮に入れた． 同時に又アスファルトに比してタール乳化の難易及び各種の乳化溶液，その他乳化條件のタール乳劑の性質に及ぼす影響等に就て實驗的方面より考察を試みた．而して試製タール乳劑に就てその性質の一部を試驗する爲め，乳化後の時間の經過に伴ふ分離及び凝結による質の均等性の變化及び骨材に撒布した場合の分解の傾向を比較する爲め簡單なる試驗を行つた．

〔1〕 乳化實驗

乳化操作は前述のハーレル乳化機を使用して連續法によつて之を試みた．乳化機の回轉數は凡そ 12,000～13,300 回轉/分にして豫め沸騰水を蒸氣套に入れ乳化機を加溫の狀態に保ち，乳化中內容物の冷却を出來るだけ防いだ．試料には先づ軟質タールを選び前述の骸炭爐タール D 種〔Y.D.〕を使用し，乳化劑は前記のものより次の 12 種類（第 I～XII

第 16 表 (I～XII)

乳化劑＼乳化溶液	I	II	III	IV	V	VI
略記號	O·K	M·Se(S)	R·Na(1)	M·Se(1)	F·Na(O)	R·O

乳化劑＼乳化溶液	VII	VIII	IX	X	XI	XII
略記號	Se·Na(B)	Se·Na(M)	H(C)	R·Na(2)	R·S·Na	A·A(H)

種）を選擇してその 0.5～3.0% 溶液を調製しその各を乳化溶液 (No. 1～No. 6) として使用した．タール及び乳化溶液の比は重量に於て 1:1，即ちタール含有量 50% の乳剤を試製した．此の乳化試驗は前述の如く比較的分解の早い撒布・透入法用乳剤を試製するを目的とする他に，各種濃度の乳化溶液によりタールに對する實際の乳化性並にタール乳剤の性質を比較考察する目的を有する故に安定剤として比較的に低級なる珪酸曹達及び膠質粘度 (1) の小量を乳化溶液に添加した．乳化溶液のアルカリ性度は水素イオン濃度に於て，P_H 12.00～12.50 の範圍に定め此れに必要なるアルカリ (KOH) を添加した．此の乳化實驗に際して使用した乳化溶液の種類 (I～XII) は第 16 表に表示した．

その内第 I～VI 種に就てその乳化溶液の各成分の割合は第17表 (I～VI) に示した．尙 (VII～XII) 種のものに就ては略此に準じたるものである故に省略した．斯の如く I～XII 種の乳化溶液に就て總計凡そ 60～72 個 (1 種類に就て 5～6 個) のタール乳剤を試製した．その量

第 17 表　(I)

I. O·K—Na_2SiO_3

番號	1	2	3	4	5	6
タール	Y.D	Y.D	Y.D	Y.D	Y.D	Y.D
乳化剤 O.K.	0.5%*	1.0%	2.0%	2.0%	3.0%	—
安定剤 Na_2SiO_3	0.5%	1.0%	1.0%	2.0%	1.0%	—
膠質粘度(1)	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	—
アルカリ性度 KOH	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	—
P_H	12.05	12.45	12.07	12.20	12.17	—

* 乳化溶液に對する % (以下同樣)

第 17 表　(II)

II. M·Se(S)—Na_2SiO_3

番號	1	2	3	4	5	6
タール	Y.D	Y.D	Y.D	Y.D	Y.D	Y.D
乳化剤 M·Se(S)	0.5%	1.0%	2.0%	2.0%	3.0%	—
安定剤 Na_2SiO_3	0.5%	1.0%	2.0%	1.0%	1.0%	—
膠質粘度(1)	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	—
アルカリ性度 KOH	0.35%	0.35%	0.45%	0.45%	0.45%	—
P_H	12.35	12.15	12.05	12.15	12.32	—

第 17 表　(III)

III. R·Na(1)—Na_2SiO_3

番號 No.	1	2	3	4	5	6
タール	Y.D	Y.D	Y.D	Y.D	Y.D	Y.D
乳化剤 R·Na(1)	0.5%	1.0%	2.0%	2.0%	3.0%	—
安定剤 Na_2SiO_3	0.5%	1.0%	1.0%	2.0%	1.0%	—
膠質粘度(1)	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	—
アルカリ性度 KOH	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	—
P_H	11.30	12.15	12.50	12.35	12.38	—

第 17 表　(IV)

IV. M·Se(1)—Na_2SiO_3

番號 No.	1	2	3	4	5	6
タール	Y.D	Y.D	Y.D	Y.D	Y.D	Y.D
乳化剤 M·Se(1)	0.5%	1.0%	2.0%	2.0%	3.0%	4.0%
安定剤 Na_2SiO_3	0.5%	1.0%	2.0%	1.0%	1.0%	1.0%
膠質粘度(1)	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%
アルカリ性度 KOH	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%
P_H	12.32	12.33	12.30	12.25	12.61	12.37

第 17 表 (V)

V. F·Na—Na_2SiO_3

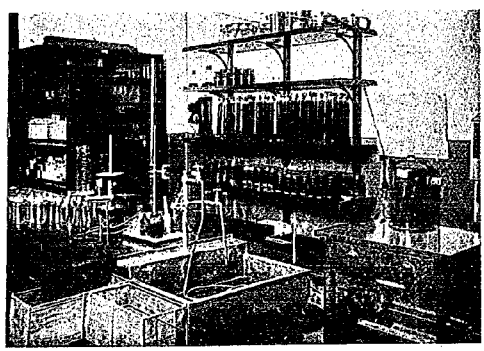
番號 No.	1	2	3	4	5	6
タ ー ル	Y.D	Y.D	Y.D	Y.D	Y.D	Y.D
乳化劑 F·Na	0.5%	1.0%	2.0%	2.0%	3.0%	4.0%
安定劑 Na_2SiO_3	0.5%	1.0%	2.0%	1.0%	1.0%	2.0%
膠質粘度(1)	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%
アルカリ性度 KOH	1.2%	1.2%	1.5%	1.5%	1.5%	1.5%
P_H	12.15	12.10	12.26	12.45	12.39	12.05

第 17 表 (VI)

VI. R·O—Na_2SiO_3

番號 No.	1	2	3	4	5	6
タ ー ル	Y.D	Y.D	Y.D	Y.D	Y.D	Y.D
乳化劑 R·O	1.0%	2.0%	2.0%	3.0%	3.0%	4.0%
安定劑 Na_2SiO_3	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%
膠質粘度(1)	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%
アルカリ性度 KOH	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	0.8%	0.8%
P_H	12.97	12.95	12.70	12.96	12.85	12.90

は各乳劑1個に就て 2kg である．タール乳化後直に第 80 番篩を通し浮遊せるタール質を除き表面の泡を充分に拭ひ取り此を實驗室中に一夜靜置し，翌日上部に少許分離した水層をサイホンに依り靜に取去り後硝子棒で充分に攪拌して質を均等にし，此の際同時にその色及び此の間に生じたる沈積或は凝結物の有無等を觀察した．斯くして乳化が完全であり質の均等なるものはその一部分（約 1kg）を硝子製廣口壜に入れ密封して之を貯へ又他の一部分（約 1/4 kg）は本所制定の貯藏安定度試驗用目盛圓筒に採り暗所に靜置して次に述ぶる安定度試驗用に供した（寫眞第 4 參照）．



寫眞第 4

尙殘部のタール乳劑に就ては本所規定の方法に依り硬質石灰岩（ϕ: 6～12 mm）に對する分解試驗を行ひ，同時に分離タール質被膜の骨材との膠着の狀態及び之を清水と振盪洗滌した場合の被膜の剝落並に再乳化現象の有無を試驗した．

〔2〕 試製タール乳劑の性質

試製タール乳劑に就て主として上述の如き安定度と分解性とを比較する爲め次の簡單な試驗を行つた．

（1） 安定度試驗　本試驗は乳化後，乳劑が貯藏期間中に主として分散タール質の沈

降に依つて生ずる乳劑の分離の傾向竝にタール質の沈積凝結の狀態を簡單に試驗したものであり此れに依つて乳劑の時間の經過による其の性質の變化を考察したものである．

今本所規定の貯藏安定度試驗用目盛圓筒に於て，乳劑より分離した水層の厚さを h (cm) とすれば，分離水層の重量 w_1 は，$w_1=\pi r^2 d_1 h$

而して，d_1 (水層の比重)=1.0；r (圓筒の半徑)=$\frac{3.2}{2}$ cm と見做して，

$$w_1=\pi\left(\frac{3.2}{2}\right)^2 h=8.04h \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

タール乳劑の全重量 W は，$W=Vd_2$

而して，d_2 (乳劑の比重)=1.10；V (圓筒の容積)=250 cc と見做して，$W=275$

前に述べた通り此のタール乳劑に於てはタール含有量 50% (重量) とした故に此の內乳化溶液の全重量は，

$$w_2=\frac{275}{2}=137.5 \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (2)$$

次に，乳劑が分離してタールと乳化水溶液とに完全に分れたる場合を分離率 100% とし，又此の場合の分離率を x % とすれば，

$$x=\frac{8.04h}{137.5}\times 100=5.83h \cdots\cdots\cdots\cdots (3)$$

即ち (3) 式に示した x の値を乳劑の分離率と名附けた．著者は試製タール乳劑に就て之が靜置貯藏後 (試製した翌日より算へ之を 0 週，次に 1 週，2 週……) その上層に分離したる分離水層の厚さ h (cm) を讀取り，上式 (3) より此の場合の分離率 (x) を算出しその分離の程度を比較した．

次に，著者は上述の試驗と同時に別に硝子廣口壜に密封して靜置した試料に就てその內容物を小硝子棒にて靜に攪拌して分離に伴ふ底部の濃厚，タール質の沈積及び凝結及び乳劑の分解の程度を定性的に觀察した．

即ち，a) 底部が少許濃厚になり粘稠になつた程度を濃縮 Concentration (第 7 圖に於て記號△で表す)，更に b) 底部に少許の軟質沈積物を生じたるも簡單なる振盪或は攪拌に依つて再び質が均等になり元の乳化狀態に復歸する程度を沈積 Deposition，(記號□で表す)，次に c) 分散タール質の一部分が完全に凝結して元の乳化狀態に戻らず或は小量のタール質を分離した程度を凝結 Coagulation (記號☑で表す)，及び d) 乳劑が完全に分解したか或は乳化頗る困難にして乳化後直に分解した程度を分解 Breaking，(記號☒で表す) としてその各を觀察したのである．

著者は以上に說明した試製タール乳劑に就ての貯藏中の安定度に關する試驗及び觀察事項の結果の一部を第 18 表 (I～VI) に表示し更に第 7 圖 (I～VI) に圖示した．

第 VII～XII 種タール乳劑は同樣にその安定度に關する上述の試驗を行つたがその結果略前者に類似せるものであつた．從つてその結果は圖示せざるも其等は一括して次の結果

第 18 表 (I～VI)

試料	貯藏安定度		No. 1 分離層 h(cm)	No. 1 分離率 x(%)	No. 2 分離層 h(cm)	No. 2 分離率 x(%)	No. 3 分離層 h(cm)	No. 3 分離率 x(%)	No. 4 分離層 h(cm)	No. 4 分離率 x(%)	No. 5 分離層 h(cm)	No. 5 分離率 x(%)	No. 6 分離層 h(cm)	No. 6 分離率 x(%)
I	貯藏期間(週)	0	0.2	1.2	0	0	0	0	0.2	1.2	0	0		
		1	3.4	19.8	0.5	2.9	0.2	1.2	1.4	8.3	0.2	1.2		
		2	4.5	26.2	0.8	4.7	1.5	8.7	3.5	20.4	1.7	9.9		
		3	5.5	32.1	1.5	8.7	3.0	17.5	4.5	26.3	4.0	23.3	—	—
		4	7.0	40.8	3.0	17.5	4.5	26.3	6.5	37.9	4.2	24.5		
		5	8.2	47.8	5.8	33.8	6.0	35.0	8.0	46.7	6.0	35.0		
		6	—	—	7.0	40.8	7.5	43.8	—	—	—	—		
		7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
II	貯藏期間(週)	0	0.2	1.2	0	0	0	0	0	0	0	0		
		1	3.0	17.5	0.9	5.3	1.2	7.0	0.9	5.3	1.0	5.8		
		2	4.5	26.2	1.7	9.9	2.7	15.8	2.0	11.7	2.2	12.8		
		3	5.0	29.0	2.5	14.6	3.7	21.6	3.0	17.5	3.0	17.5	—	—
		4	5.5	32.1	3.0	17.5	4.8	29.0	3.7	21.6	3.7	21.6		
		5	7.0	40.8	3.7	21.5	5.5	32.1	4.5	26.2	4.5	26.2		
		6	—	—	4.2	24.5	6.0	35.0	5.0	29.2	5.5	32.1		
		7	—	—	6.0	35.0	6.3	36.7	6.5	37.9	6.0	35.0		
III	貯藏期間(週)	0	0.2	1.2	0.3	1.7	0.3	1.7						
		1	3.5	24.5	4.5	26.2	4.5	26.3						
		2	7.5	43.8	5.0	29.2	6.3	36.7						
		3	8.3	48.4	7.5	43.7	7.8	45.5	×	×	×	×	—	—
		4	—	—	8.3	48.4	—	—						
		5	—	—	—	—	—	—						
		6	—	—	—	—	—	—						
		7	—	—	—	—	—	—						
IV	貯藏期間(週)	0	0.1	0.6	0.1	0.6	0	0	0	0	0	0	0	0
		1	3.6	21.0	3.4	19.8	2.3	13.4	2.3	13.4	2.0	11.6	1.8	10.5
		2	6.0	35.0	5.5	32.1	4.5	26.2	4.3	25.0	3.5	20.4	3.0	17.5
		3	7.5	43.7	7.3	40.8	6.3	36.7	6.3	36.7	5.0	29.0	4.3	25.0
		4	8.5	49.5	7.5	43.7	7.3	40.8	6.5	37.9	5.5	32.0	4.5	26.2
		5		—	8.2	47.8	7.5	43.7	6.8	39.6	6.5	37.9	5.2	30.3
		6		—	8.5	49.6	8.5	49.6	7.0	40.8	7.0	40.8	6.5	37.9
		7		—	—	—	—	—	8.2	47.8	8.0	46.7	6.7	39.0
V	貯藏期間(週)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		1	0.6	3.5	0.4	2.3	0.2	1.8	0.2	1.8	0.5	2.9		
		2	2.0	11.7	0.6	3.3	1.4	8.2	1.5	8.7	2.3	13.4		
		3	3.0	17.5	1.2	7.0	2.8	15.8	2.5	14.6	2.5	14.6	—	—
		4	4.0	23.3	1.3	7.6	4.3	25.1	3.5	20.4	4.5	26.3		
		5	4.5	26.2	2.8	16.9	4.5	26.3	4.5	26.2	4.8	29.0		
		6	5.0	29.2	3.5	20.4	4.8	29.0	5.5	32.1	5.0	29.2		
		7	5.5	32.1	4.0	23.3	5.3	31.0	6.3	36.7	—	—		
VI	貯藏期間(週)	0	0.1	0.6	0.1	0.6	0.1	0.6	0	0	0	0	0	0
		1	4.0	23.3	4.5	26.2	2.0	11.6	2.0	11.6	1.8	10.5	1.7	9.9
		2	6.0	35.0	5.8	33.8	3.0	17.5	3.0	17.5	2.5	14.5	2.0	11.7
		3	7.0	41.0	6.7	39.0	4.0	23.3	4.0	23.3	3.0	17.5	3.0	17.5
		4	—	—	7.5	43.8	4.2	24.5	4.8	28.0	4.0	23.3	4.2	24.5
		5	—	—	—	—	6.0	35.0	7.8	45.5	5.2	30.3	5.4	31.5
		6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

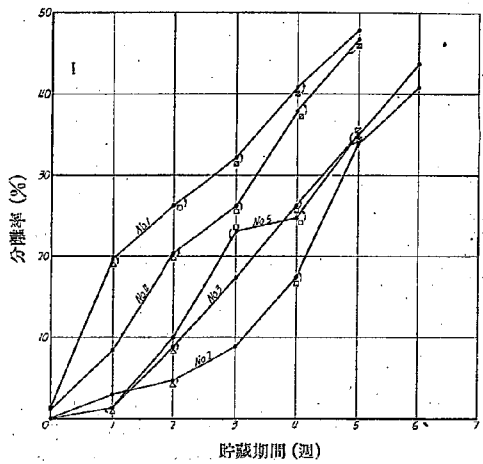
の説明に於て之を論ずる.

次に此の實驗結果の大要を一括して説明する.

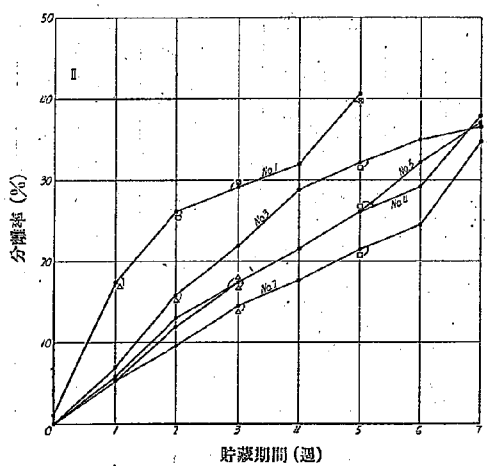
1. 第I種タール乳劑は乳化が比較的に容易であり色は黒色或は黒褐色である. 此の内No. 1 乳劑は乳化後僅に 1 週間にして既に上部に 3.4 cm の分離水層を表し同時に底部が少し濃厚になり, 2 週後に少量の沈積物を生じ, 3 週後は分散タール質の一部分が底部に凝結し攪拌に依り元に歸らず乳劑は一部分完全に分解した.

次に, No. 2 及び 3 の乳劑は乳化してより凡そ 2 週間は分離の傾向も少く質も均等であるがその後漸時底部に沈積物を生じ, 凡そ 4 週後は一部分之が凝結し小量のタール質が分離した. 而し之は No. 1 に比すれば少し安定なるものである. No. 4 及び 5 乳劑はその安定度略 No. 3 に類似せるものであるが分離の傾向が少し大である. 要するに, 此の種の乳劑は凡そ 3 週間は比較的に安定であるも, 以後は相當に凝結或は局部的分解を生じたるを觀察した. 試製タール乳劑 I～XII 種の内その安定度略之に類似せるものは第 VII, 及び VIII 種である.

タール乳劑安定度

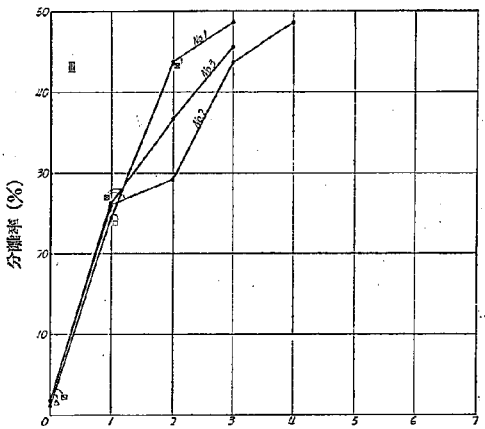


第 7 圖 (I)

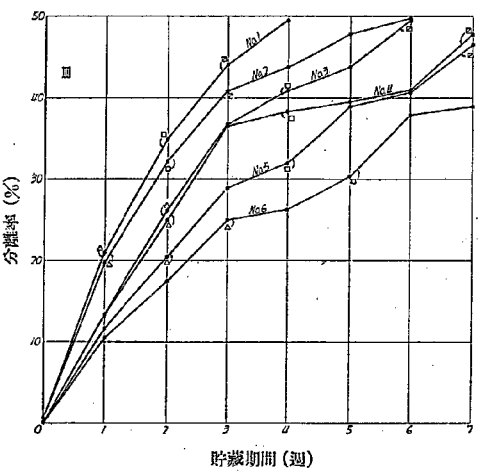


第 7 圖 (II)

2. 第 II 種タール乳劑は前者と同様乳化容易にして概ね黑褐色にして，質極めて均等である．No. 1 乳劑は乳化後 2 週間は比較的に安定であるが 3 週以後は質不均等になり底部に凝結及び分解タール質の沈澱を見た．次に，No. 2～5 の乳劑は 2～3 週にして底部に少許の沈積物を生じたが振盪或は攪拌によつて容易に元の乳化狀態に復し質均等となつた．而し凡そ 5 週以後は漸く分離著しくなり底部に凝結タール質を分離した．而し此の內特に No. 4 及び 5 のものは安定にして 12 週後に於ても上部に多量の分離水層を生じ著しく分離はして居たが未だに分解せず攪拌に依つて容易に質の均等な乳劑に復つた．之を要するに，此種の乳劑は前者に比して遙に安定であり試料乳劑 I～XII 種の內安定度中位の者である．尙他種の乳劑中その安定度之に準ずるものは第 IV 種である．



第 7 圖 (III)



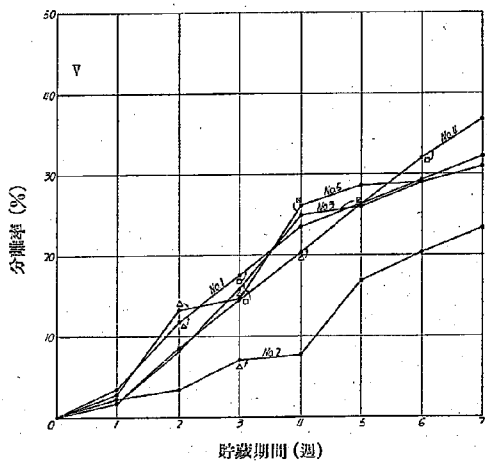
第 7 圖 (IV)

3. 第 III 種乳劑は乳化に際して著しく泡を生じ殆んど全部乳化不完全か或は乳化後直に一部分分解した．然し No. 1 及び 2 は比較的乳化したものであるが No. 3～5 は殆んど乳化せずタール質と乳化溶液は全く分離した．斯の如く，乳化の障害をなすは此種乳化溶液の著しい起泡性によるもの>如く，又一旦乳化した乳劑も泡の部分が著しく多量にして之は時間の經過

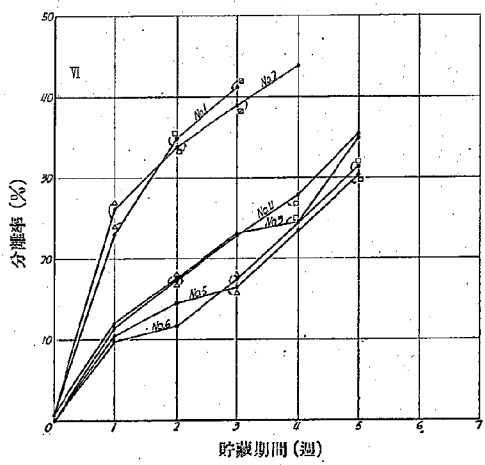
によつて漸時消失し從つて乳劑の質が頗る不均等になり分解タール質を生じ安定が甚だしく害された．一般に乳化後も泡を多く含める乳劑は不安定である．要するに，此種の乳劑はその乳化が困難であり且つ乳劑の安定度は試製タール乳劑中最も劣るものであつた．その他安定度が之に準すべきものは第 IX～XII 種である．

4．第 IV 種タール乳劑は一般に黑褐色にして質均等である．その内 No. 1 及び 2 は凡そ 2 週間は質均等にして安定であるが其の後は底部に比較的多量の沈積或は凝集物を生じ質不均等になり，その安定度が悪く第 I 種乳劑 No. 1, 2 と略同樣なる傾向を示した．次に，No. 3～6 の乳劑は之に比すれば比較的に安定であり凡そ 3～4 週にして底部に軟質沈積物を小量生じたが振盪或は攪拌に依つて容易に再乳化して原狀に復つた．要するに，此の種乳劑は No. 1 及び 2 は比較的に不安定であるが No. 3～6 は安定にして其の安定度は前述の第 II 種乳劑の No. 3～5 に略類似するものである．

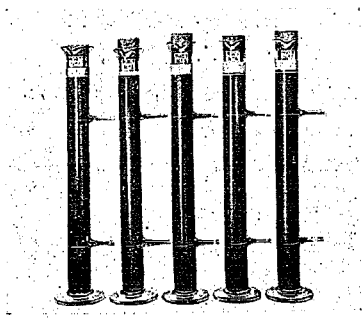
5．第 V 種タール乳劑は極めて乳化が良く色は黑褐色にして質は均等である。その内 No. 1 及び 5 は比較的不安定にして 2～3 週にして既に少許のタール質の沈積物を生じ凡そ 5 週後には一部分完



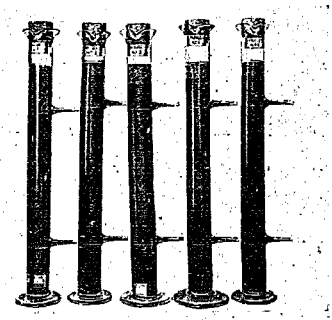
第 7 圖　(V)



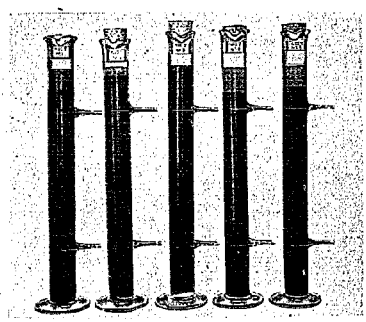
第 7 圖　(VI)



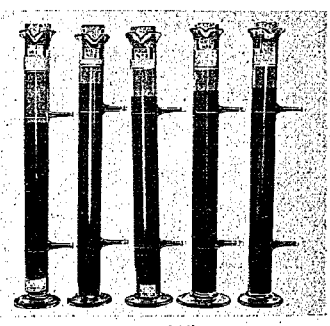
V. 1 週後



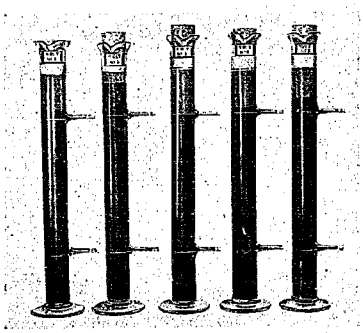
II. 2 週後



V. 3 週後

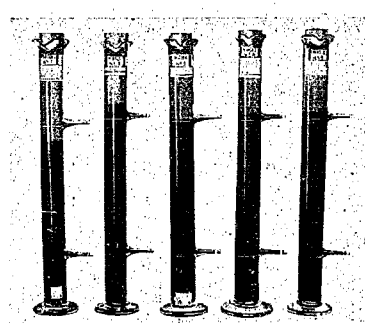


II. 3 週後



V. 6 週後

第 V 種乳劑 (A)



II. 6 週後

第 II 種乳劑 (B)

寫眞 第 5

全に分解した．然し No. 2～4 乳剤は凡そ 3 週にして底部が濃厚になりたるも攪拌に依り容易に元の乳化狀態に復りその後多少の沈積物を生じたが何れも簡單な攪拌により再乳化し質の安定に就て著しい變化を見なかつた．特に No. 2 及び 3 の乳剤は乳化最も良好にして約 3 ケ月後に於ても乳剤は相當に分離をし底部に少量の沈積物に生じたが未だ分解せず内容物を振盪する事により容易に元の均等な狀態に復つた．要するに，此種の乳剤は一般に乳化頗る良好にして均等なる黑褐色を呈し試製乳剤中最も長期間安定なものである．

6. 第 VI 種乳剤はその安定性は略第 IV 種に類似するものであつたが前者よりは一般に少しく不安定であつた．

最後に，寫眞第 5 (A), (B) は本實驗に於ける試製タール乳剤 I～XII 種中安定度の比較的に良好なるもの (第 V 種乳劑，寫眞 (A)), 及び比較的に中位なるもの (第 II 種乳劑，寫眞 (B)) の 1 週或は 2 週；3 週；及び 6 週後に於ける乳劑の分離の程度を比較する爲めに掲載したものである．

(2) 分解試驗 (骨材被覆試驗) 上述の各種のタール乳劑に就ては本所規定の瀝青乳劑標準試驗方法に依り骨材被覆試驗 (Stone coating test) を行ひ硬石灰岩 (ϕ: 6～12 mm) に對する乳劑の分解を試驗した．此の試驗に於ては先づ a) 乳劑が上述の骨材に作用して

第 19 表 (A) タール乳劑分解試驗

タール乳劑 / 分解時間	I		II		III	
	No. 2	No. 4	No. 2	No. 4	No. 1	No. 3
a) 分解速度 ca 20°C (分)	40～45	50	45～50	50～60	30	—
b) 分離被膜 ca 15°C	良 再乳化せず	良 同	優良 分解完結後は乳化せず	優良 同	不良 分離被膜の剝脫あり	—

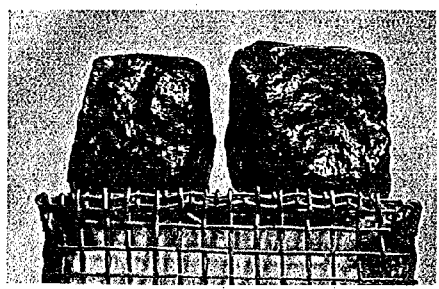
タール乳劑 / 分解時間	IV		V		IV	
	No. 2	No. 5	No. 2	No. 4	No. 2	No. 5
a) 分解速度 ca 20°C (分)	45	60	50～60	60～80	45～50	50～60
b) 分離被膜 ca 15°C	優良 再乳化せず	優良 再乳化せず	優良 分解完結後は再乳化せず	良 同	良 再乳化せず	良 同

第 19 表 (B) アスファルト乳劑分解試驗

アスファルト乳劑 / 分解時間	F	E	C	I	A	B	D	W
a) 分解速度 ca 20°C (分)	40～30	40～30	45～40	30～20	40～30	40～30	30～20	30～40
b) 分離被膜 ca 15°C	優良	優良	良	不良	良	良	優良	良

分解を初め分離タール被膜の生成に要する時間を測り之を分解速度とし，次に b) 之を室温中に3時間靜置し後廣口壜に入れ15°C の清水と3分間靜に振盪洗滌し膠着劑なる分離タール被膜の剝脫及び再乳化現象等の有無を觀察した．斯くして第 I～VI 種のタール乳劑の場合の分解試驗結果を第 19 表 (A) に表示した．次に第 VI～XII 種のものは略此と類似のものであつた故に此を省略し，撒布・透入法用アスファルト乳劑の分解試驗結果を之と比較對象する爲めに第 19 表 (B) に掲載した．

寫眞　第 6　(A)*



寫眞　第 6　(B)

此の試驗結果一般に試製タール乳劑の分解速度は 50～60 分にして 2 時間後に於ても未だ分解の完結しないものも 2, 3 ある．然し 3 時間後に於ては骨材を被覆したるタール被膜は概してその剝脫分離もなく充分に膠着性を示して居り又再乳化現象もなく分解が略完結せるものと觀察された．之をアスファルト乳劑の場合と比較すると一般に分解が稍遲い傾きがある．

寫眞第 6 (A), (B) は此の分解試驗に於てタール乳劑の分解に依り分離したタール質被膜が硬石灰岩に膠着した狀態を示したものである．

要するに，上述の試製實驗は本所研究の目的なるタール乳劑の性狀に關する研究の第一階程として試みたものに過ぎない，又試製したタール乳劑も其他の材料試驗に依つてその工學的性質を充分に檢討してない故に果して此れが直に撒布・透入法用乳劑として使用し得るかは未だ明ではない．一方上記の試製タール乳劑はその均等性及び安定度に就て未だ完全ならざる點であり未完成の域を脫してない．從つて此者に就ても乳化操作並に材料及び乳化溶液の配合，特に種々の安定劑を配合した場合等の多くの試製を必要とすること明である．

* W は硬石灰岩と混合して3時間後 15°C の清水と振盪洗滌したるものである．

著者は此等の事項を考慮して，種々のタール乳劑の試製及び材料試驗による工學的性質の檢討更に膠質化學的實驗に依る組成及び特性に關し猶研究續行中である．從つて此後の試驗竝に研究事項の詳細は逐次これが續報に於て記述する豫定である．

VII. 要　　約

1. 鋪裝用タールの乳化方法として連續法及び不連續法に依り此れにハーレル乳化機及び加熱式加壓釜を設備しその性能及び乳化操作に關して考慮すべき事項を論じた．

2. 骸炭爐及石炭瓦斯爐より得たる國產鋪裝用タール 6 種類に就て鋪裝用材料としての試驗を行ひ更に乳化の見地より其の性質を比較し此れが精製及び混合竝に加熱等の乳化條件に就て論じた．

3. 各種の無機及び有機物質の乳化劑（及び安定劑）を選擇し，その乳化劑として石鹼及び硫酸化油及びその類似物質に就て化學分析を行ひその化學成分を明にした．

4. 各種の乳化溶液を調製しその水溶液に就て各種の試驗を行ひ，特にその乳化性に關係する粘度，表面張力，及び界面張力等を比較研究した．

5. タール乳化の參考實驗として各種瀝青乳劑の乳化溶液を分取し上述の諸性質を試驗し，同樣に一般に瀝青乳劑の水素イオン濃度を測定し實際瀝青質物質の乳化に關係せる乳化溶液の性質を明にした．

6. 國產鋪裝用タールを材料とし種々の乳化溶液を使用して連續法に依り各種のタール乳劑を試製しその乳化操作及び材料竝びに乳化溶液の配合に就て考察を試みた．

7. 各種の試製タール乳劑に就てはその安定度及び骨材による分解性を試驗しその優劣を比較し且つタール乳劑の工學的性質の一部に就て考察した．

8. 試製實驗 (1) に依り比較的短期間（凡そ 3 ケ月間）安定なる撒布•透入法用乳劑の 2, 3 を試製し得た．

9. 猶上述各種のタール及び乳化劑及び安定劑を使用して比較的長期間安定なる撒布•透入法乳劑の試製實驗は引續き繼續中である．

〔附記〕 本研究を行ふに當り一部日本學術振興會の援助によつた，且つその性狀に就ては研究者の一人（島田技師）との共同研究によるものである． 猶ほ，試驗その他に就て所長物部博士竝に西川技師の御指導を給はりたる處が多い，錄して深く感謝の意を表す．

（昭和 10 年 6 月—1935）

§参 考 文 獻

1. 土木試驗所報告 (昭 7, 12 月): 土木工事用材料標準試驗方法.
2. Otto Lange: Technik der Emulsionen (1929).
3. H. Abraham: Asphalt and allied Substances (1929).
4. Wilkinson & Forty: Bitumineous Emulsion for use in road works.
5. 土木試驗所報告 (第 25 號): 本邦鋪裝用タールの性質に就て (西川榮三).
6. M. M. Pagés et Houlnick: Les goudron routiers: Revue générale des Route 8, N° 96, 461 (1933); 9, N° 99, 79 (1934); 9, N° 103, 337 (1934); 10, N° 110, 33 (1935).
7. M. G. Linckenheyl: Les bitume asphaltiques fluides: Revue générale des Route 9, N° 102, 204 (1934).
8. M. R. Gatinois: Les chauffage des liants: Revue générale des Routes 9, N° 102, 218, (1934).
9. 土木試驗所報告 (第 26, 28, 29, 30 號): 道路鋪裝用瀝青乳劑の性質に關する基本的研究 (島川八郎・福島彌六): 國産瀝青乳劑試驗成績 (西川榮三).
10. H. Wagner: Fortschritte in der Chemie der Strassenteere und Strassenteer-emulsionen: Ang. Chemie 46, Nr. 19, 263, (1933).
11. H. Weber: Die Entwicklung der Erkenntnisse über bituminöser strassenbau Emulsionen von 1923~1933: Kolloid Zeitschrift LXIV, 2, 237 (1933).
12. M. G. Levi: Studi sulle emulsioni bituminose: Annali d. Lavori Pubblici XII, N° 5, 419 (1934).
13. Aladin: Technisch verwendbare Emulsionen, mit besondener Berücksichtigung der bituminösen Emulsion (1928).
14. A van der Werth: Bitumen-Dispersionen, mit besondener Berücksichtigung der in Strassenbau verwendeten, in der neueren deutschen Patentliteratur: Asphalt u. Teer Strassenbautechnik 34, 50~51, 1016, (1934).
15. D.R.P.: Verfahren zur Herstellung einer haltbaren Kaltemulsion aus Teer, insbesondere für strassenbauzwecke: Asphalt u. Teer Strassenbautechnik 34, N° 17, 33, (1934).
16. R. Kitzling: Fortschritte auf dem chem-technischen Gebiete der Asphalt u. Teer industrie: Asphalt u. Teer Strassenbautechnik 34, N° 9, 143 (1934).
17. E. H. Kadmer: Die Strukture der Kaltasphalte: Asphalt u. Teer Strassenbautechnik 35, 9, 167, (1935).
18. 上野誠一: 油脂實驗法.
19. A. Grün: Analyse der Fett u. Wachse Bd. I.
20. Lewkowitsch: Chemical Technology and Analysis of oils fats and waxes vol. I (1921).
21. 猪口金次郎: 硫酸化油に關する研究 第 1~11 報: 工業化學雜誌 Vol. XXX~XXXIV, N° 358~410 (1927~1931).
22. H. W. Hillyer: A method of grading soaps as to thier detergent power; J. Am. Chem. Soc., Vol. 25, 511, 524, 1256.
23. H. Walther: Beiträge zur kenntnis bituminöser Emulsionen: Asphalt u. Teer Strassenbautechnik 33, N° 38, 698~703 (1933).

擁壁裏込の土壓輕減の効果に關する試驗

内務技師　松　尾　春　雄

梗　概

大規模な擁壁に作用する土壓力を輕減する目的を以て壁に接する部分に良質の裏込を置く場合，之を如何に配置すれば經濟的に最も有効であるかに就て推論し，之に關する簡單な試驗結果を述べ，實際の設計及施工に對する一資料たらしめやうとしたものである．

目　次

I　裏込に對する考察 …… (1)
〔1〕 裏込の効果 …… (1)
〔2〕 從來の施工例 …… (2)
II　模型試驗 …… (3)
〔3〕 裏込斷面の形狀が土壓力輕減に及ぼす效果の試驗 …… (3)
〔4〕 滑出試驗 …… (6)
III　試驗結果の綜合 …… (7)

I.　裏込に對する考察

〔1〕 裏込の効果

擁壁に接する部分に割栗石等の良質の裏込材料を置けば壁に作用する土壓が輕減される事は古來からの經驗に依つてよく知られてゐる處であり我國固有の優れた工法の一である所の間知石積に於ても巧に之を配置してゐる．大規模な擁壁に於てその配置の適否は壁の安定に及ぼす影響が大であり經濟的にも相當研究を要する問題であるに拘らず，從來は多くは地方的習慣に捉はれて施工され深く之に對する考慮が拂はれてゐない樣に思ふ．

裏込の効果として考へられる主なるものは次の如くである．

1.　裏込材料にはその背面の埋立土砂よりも良質のものを使用する爲に壁に作用する土壓が輕減される．

2.　裏込には比較的空隙の多い材料を使用する爲に擁壁背面の排水を良くし壁に作用する水壓を輕減する．港灣の岸壁に於ては潮の干滿の爲に背面から相當の水壓が作用する事があり，陸上の擁壁に於ても排水を良くする事は土壓を輕減する事となる．

裏込の効果が上記の如くであるとすればその結果裏込の材料としては次の如きものが選ばれる．

1.　單位容積の重量の成可く小なるもの――從て空隙率が大であつて材料自身の比重

の小なるもの.

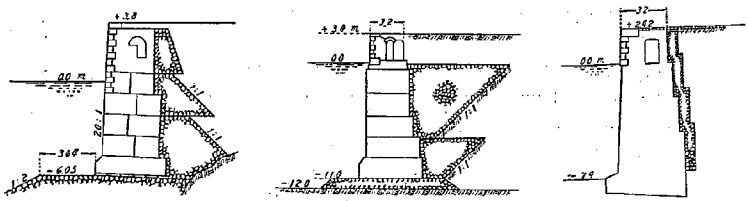
2.　内部摩擦角が大であつて含有水分に依る内部摩擦角の減少が尠ないもの.

3.　風化作用等の爲に形狀が崩される事なく初めの空隙率を保ち，且つその空隙に泥土等が侵入しない事.

尙裏込は一般に相當多量を要するから單價が低廉である事が主要な條件となる．我國に用ひられるものは割栗石，砂利等が多く京濱沿岸では浚渫の際に得られる所謂土丹岩が多く使用される.

〔2〕 從來の施行例

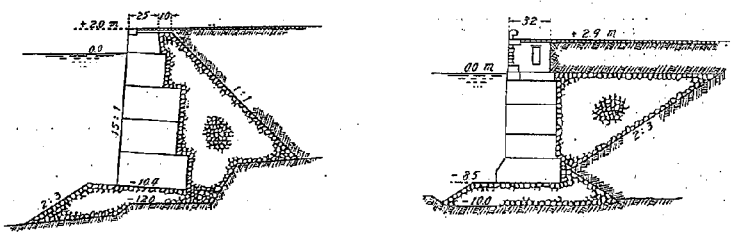
第 1 圖 (*a*) の如き配置は最も普通な裏込の一例であるが同じく壁に接した部分にのみ裏込を用ひたものでも第 1 圖 (*b*) の如き配置があり，更に裏込材料を充分に節約した第 1



(*a*) 横濱港　　(*b*) ゼノア港　　(*c*) マンチェスター港

第 1 圖　岸壁及裏込斷面

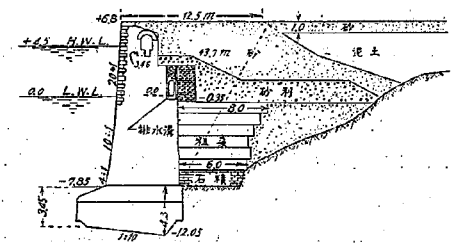
圖 (*c*) の如きものもある．英國では岸壁船渠等の築造は締切内で乾工事として施工する事が多く，埋戻しの際には締切内だけを良質裏込材料で滿す事が多い爲に 第 1 圖 (*c*) の如き配置を採る事となる．第 2 圖 (*a*) 及 (*b*) は稍豐富に裏込を使用した例であつて特に軟弱な地盤には第 3 圖の如き入念な裏込を施工した例もある.



(*a*) オラノ港 (アルヂェリヤ)　　(*b*) ゼノア港

第 2 圖

以上は代表的な裏込の 3,4 の例を示したに止まるがこの中に就て見るも第 1 圖の (a) と (b), 第 2 圖の (a) と (b) では各, 略同容積の材料を使用しながら, その用ひ方は全く反對である. 之は使用した裏込の性質, 各地の事情, 施工の順序等により影響を受ける事があるとしても同一量の裏込は如何に配置すれば最も有効であるかに就ての定見がない事にも依るのではあるまいか.



第 3 圖　アントワープ港岸壁裏込

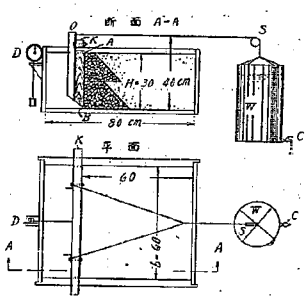
從來の土壓論の中でもランキンの假定に依るものとクーロムの土楔の假定に依るのとでは, 裏込の用ひ方が著しく異るのであつて結局裏込配置の問題は單に土壓輕減の目的のみからいへば, 如何なる假定の下の土壓論が最も實際に近い値を與へるかに歸著する.

裏込による排水の効果は何れの配置によるも差は尠ない樣に思ふから玆では單に良質裏込材料を如何に配置した場合に土壓輕減に對する効果が最も大なるかに就て簡單な試驗を行つた結果に依り一般の場合に對する推論を試みる事とする.

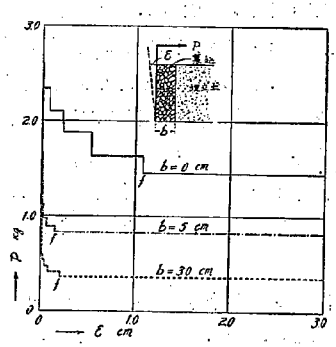
II. 模型試驗

〔3〕 裏込斷面の形狀が土壓力輕減に及ぼす効果の試驗

試驗裝置　第 4 圖の函の中に設けた壁 AB は函底部に取付けた蝶番の周りに自由に回轉する. AB を鉛直に支へて右側に裏込材料及埋立土に相當するものを詰めた後, 壁の頂



第 4 圖　試驗裝置



第 5 圖　壁の動き (ε) と力 (P) との關係

部に近い O に豫め加へた水平力 P を次第に減少せしめて壁頂 A の左方への移動量 ε と，その時の P との關係折線を作り(第5圖)之に依つて裏込斷面の優劣を比較する．AB に作用する土壓は P と平衡を保つのであるが P は，滑車 S を通つて重量 W なる水槽と平衡を保つ．即ち P は W より壁の自重に依る力率，滑車 S の摩擦力を差引いた値である．W は水を次第に出す事によつて徐々に減少する．第5圖の f は壁が急に傾く點であつて各種裏込斷面の比較は f に相當する P による．

裏込と埋立土との境界には裏込の中に土が侵入するを防ぐ爲に函の幅に相當する長さの幅約 10 cm. の薄い美濃紙數枚を敷く，試驗の結果にこの紙の影響らしいものが多少現はれてゐるものがあるけれども多くは殆ど無關係の樣に考へる．

試驗に使用した裏込材料　裏込材料と埋立土との性質が成可く顯著に異る事，即ち單位重量，內部摩擦角が成可く多く異るものを用ひる事とし裏込にはコークス，埋立土には乾燥砂を使用した．夫等の性質は次の如くである．

	裏込材料(コークス)	埋立土(乾燥砂)
單位重量 (kg/l)	0.41～0.49	1.26～1.48
實驗の場合の平均單位重量 w (kg/l)	0.41	1.33
內部摩擦角 φ	38°～43°	30°～36°
實驗の場合の內部摩擦角の平均値 φ	38°	33°
粒の大きさ (徑 mm)	5～15	0.05～0.4
粒の大きさの平均値 (徑 d. mm)	10	0.225

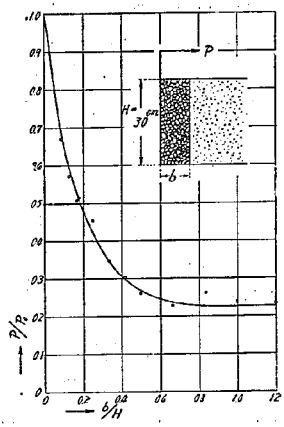
埋立土の試驗材料としては鉛の彈丸 ($w=6.68$ kg/l, $\varphi=23°$, $d=1.25$ mm) 裝飾用ガラス玉 ($w=1.7$ kg/l, $\varphi=25°$, $d=1.4$ mm) 等が適當であると考へたが經濟的な立場から結局上記の材料を選定した．

上記のコークス及砂は何れも乾燥したものを使用したのは此種の小型試驗に於ては粘着力を有する土砂の正土壓は測定不可能な事が多いからであつて大型試驗により粘着力ある土砂によつて試驗結果を慣める事が必要と思ふが玆には小型試驗の結果のみを述べる．

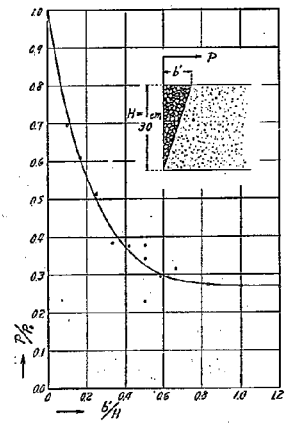
試驗の目的は裏込の諸種の形狀が土壓に及ぼす影響を見る爲であつて試驗に使用した裏込材料は w 及 φ が何れも埋立土に比し良質であつて，その各々の影響を區別して明にする事は出來ないが，裏込の配置が正土壓に及ぼす影響は之に依つて明にする事が出來ると考へる．

裏込の奧行の影響　初めに裏込の斷面が矩形なる場合に就き幅 b の影響を見た結果は第6圖に示した通りであつて圖の橫軸は b/H，縱軸は P/P_0 である．玆に H は壁の高さであつて試驗の場合 $H=30$ cm, $b=0$～36 cm; P_0 は $b=0$ 即ち埋立土のみで

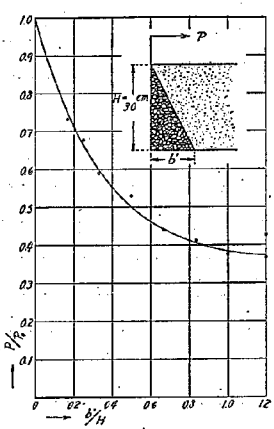
良質裏込を用ひない場合に相當する P であつて試驗の場合は $P_0=1.650$ kg である. 尙 P はすべて第 5 圖の f に相當する力をとる. 圖の實線は略實驗の平均値推定曲線である. 直角三角形の裏込を用ひた二つの場合に就き同樣に試驗した結果を第 7 及 8 圖に示した. 第 7 及 8 圖の實線は何れも前記の如き推定の曲線である. この場合 b' は底邊の全長で



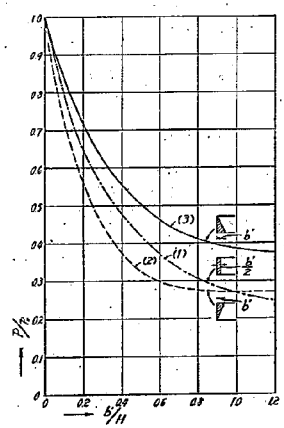
第 6 圖
矩形裏込の幅と土壓力との關係



第 7 圖
三角形裏込の底邊の長さと土壓力との關係



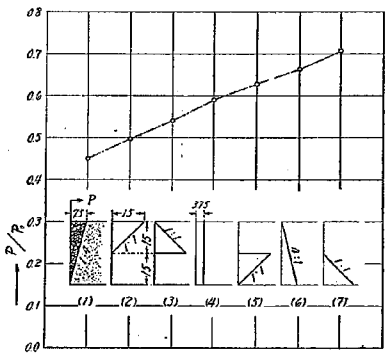
第 8 圖
三角形裏込の底邊の長さと土壓力との關係



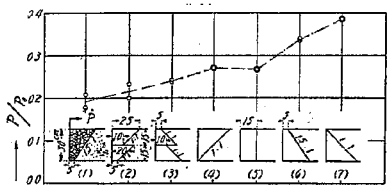
第 9 圖
同一斷面積の 3 種類の裏込の比較

あるから同一斷面積を有する場合に就て比較するには第 6 圖の $\frac{b}{2}$ に相當する P/P_0 をとらなければならない．第 9 圖の曲線 (1) (2) 及 (3) は上記の比較をなす爲に第 7 及 8 圖の値を記入したものであるが之に就て見るにその有効さは (2) (1) (3) の順序である．

斷面の種々の形狀比較　斷面積 112.5 cm² 及 450 cm² の 2 種類を有する裏込につき前記の外に尙異つた形を有するものにつき前と同樣に試驗し P/P_0 の小なるもの（卽ち裏込のより有効なる斷面）を左より順次列べれば第 10 及 11 圖に示す如く



第 10 圖　斷面積 112.5 cm²
の各種裏込の比較



第 11 圖　斷面積 450 cm²
の各種裏込の比較

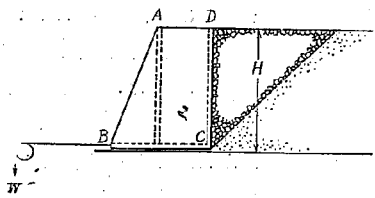
である．第 10 圖は斷面の形狀が比較的簡單なる爲試驗の誤差が尠く良好な結果が得られてゐるが第 11 圖は斷面の形狀が稍複雜してゐる爲同一斷面に就て數回試驗したものが相當に異つた値を示し充分に信頼し得る結果は得られなかつた．

上記試驗の結果によるに壁の底面附近の裏込に，ある幅を持たす事は土壓輕減に相當の効果があるやうであつて第 9 圖の $b/H=1.0$ 以上に於ける曲線 (1) と (2) との關係第 11 圖の (1) と (4) との關係は之を示してゐる．

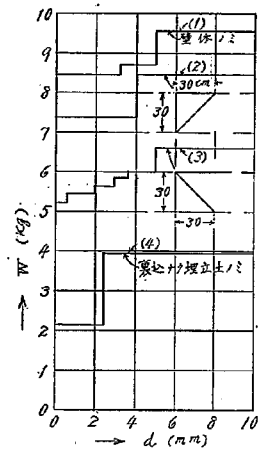
〔4〕 滑出試驗

上記は何れも底面の周りに回轉する壁に就て試驗した結果であつて，土壓の作用する高さは何れも同一との假定の下に結果を整理したのであるから若し上記の假定が成立たなければ全體の結果に疑を生じ得る．依つて別に次の如き裝置に依り試驗を行ひ之と上記のものとを比較する事とした．卽ち第 12 圖に於て ABCD は木製の中空擁壁模型であつて中空の部分には砂を充し，その底面には厚さ 2 mm，幅 25 mm，BC の長さの眞鍮板 2 枚を底面に適當の間隔に張り，尙之と相對して函の底面にも同一の眞鍮板 2 枚を張る．試驗せんとする狀態の裏込及埋立土を施した後荷重 W を順次增大して壁體 ABCD の滑出量とその時の W との關係を見る．第 13 圖は $b=30$ cm の場合に就て試驗した結果であつて (2) 及 (3) は 2 種類の直角三角形の裏込であつて之を (1) 及 (4) と比較するに前

に得たと略同樣であつて (2) が (3) に比して有効であるとの結論を裏書する．但しこの試驗は眞鍮板の間の摩擦係數が試驗の間は常に一定である事が必要であるに拘らず空氣の溫度及濕度の影響に依り一定に保つ事が困難であつたから多數の試驗を行ふ事が出來ず纔に第 31 圖に示した如き結果に依り第 4 圖の裝置に依る試驗の結果を確めるに止まつた．



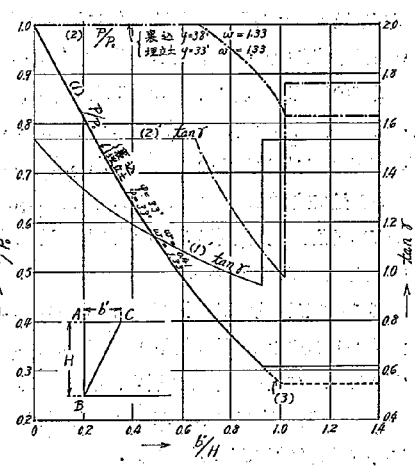
第 12 圖　滑出試驗裝置



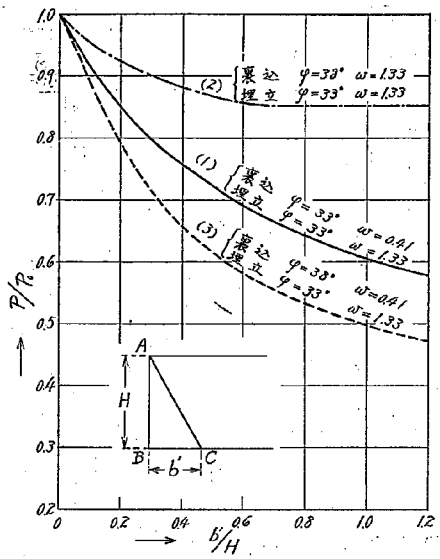
第 13 圖　滑出試驗の結果

III.　試驗結果の　合

以上の結果を綜合するに大體に於て壁底よりの正土壓崩壞面と壁面との間に挾まれる裏込の量の多少により壁に働く土壓が支配される事を示してゐる．之は土楔土壓論より推定し得られる結果に外ならないのであつて試驗の結果が示す處に依れば b'/H が小なる間は b' の增加に對する P の減少は著しいが b'/H が次第に大となるに從て減少の割合が減じ第 9 圖 (2) の場合に就て見るに $b'/H=0.7$ 以上では殆ど一定となり夫以上 b' を增大するも P は最早減少しない．第 9 圖 (1) 及 (3) に就ても夫々 $b'/H=1.3$ 及 1.0 以上は b' を何程大にするも P を減少せしめる効がない事は同一である．しかしこの數字は裏込と埋立土との性質の相違に依り異



第 14 圖　裏込と埋立土の w 或は φ 何れかの一のみが異つた場合に對する計算値．但し裏込の斷面は ABC なる直角三角形の場合



第 15 圖 第 14 圖の場合と同樣 但し裏込斷面の直角三角形が前とは反對の場合

つて來る事は勿論であつて實際に適用するには裏込土砂の單位重量 w の影響と內部摩擦角 φ の影響とを別々に考へなければならない.

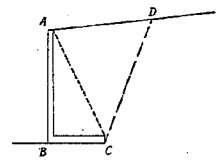
第 14 及 15 圖は裏込及埋立土の φ 及 w の影響を土楔論に依り別々に算定したものであつて第 14 圖曲線 (1) は裏込 $w=0.41$, 埋立土 $w=1.33$ とし φ は何れも 33° とした場合 ABC なる斷面內だけ上記の裏込を施した際 b'/H と P/P_0 との關係を示したもので (1)′ は之に相當する崩壞角を γ とし $\tan\gamma$ の値を示したものである. 更に裏込の性質を $\varphi=38°$ $w=1.33$, 埋立土は $\varphi=33°$, $w=1.33$ として ABC 內を上記の裏込にて滿したとして算出した P/P_0 及 $\tan\gamma$ は圖の (2) 及 (2′) に示した通りである. 之に就て見るに裏込と埋立土との內部摩擦角のみの相違に依る影響は b'/H の小なる間は全然現はれず $b'/H=0.66$ 以上に於てのみ現はれるに反し w の影響は非常に顯著である. しかして $w=0.41$, $\varphi=38°$ の裏込を使用した場合に就て考ふるに殆ど (1) の曲線と一致し $b'/H=1.0$ 附近に於て (2) の影響が僅に顯はれるのみである. 卽ち試驗の結果には殆ど專らこの w の影響が顯はれてゐると見て差支ない. しかしてこの曲線 (1) は第 9 圖曲線 (2) の値と一致すべきであるが P を讀んだ f 點 (第 5 圖) が必ずしも正土壓を示す點とは一致しない爲に兩者の間に差が生じた樣に考へられる.

第 15 圖は裏込が同圖中に示した ABC なる如き形に配置された時の計算値であつて, 曲線 (1) は埋立土に對し裏込の重量のみが異るとし (2) は內部摩擦角のみが異るとして算定したもの (3) は重量及內部摩擦角何れも異るとして算出したものであつて第 14 圖に反し φ の影響は b'/H の小なる時から旣に顯はれる. 卽ちこの裏込は前述のものに比し割合に φ の影響が大である事を知る.

裏込と埋立土の φ が主として異る時と w が異る時とでは裏込の用ひ方が自ら異つて來る事は上記の二つの計算例に就て見れば明であるが, 最も有効なるは單位重量の成可く小

なる裏込を第 14 圖の如き配置にした場合である事は試驗及計算の何れの結果からも明らかである.

以上は鉛直背面を有する重力擁壁に就て述べたものであるが壁背面が傾斜する場合に就ても上の結果から推論する事が出來る. 第 16 圖の如き L 型擁壁は近似的には圖の AC を結ぶ面を壁背面と考へ壁底後端を通る崩壞面と壁との間に含まれる部分を成可く單位重量の小なる裏込を以て充す事が最も有効 にAC 面に作用する土壓を輕減する方法である. この場合 ABC の部分は良質土砂を以て充さなければならぬ事は勿論である.



第 16 圖

擁壁の崩壞の起るのは地震時が多いから, この地震時の安定は最も愼重に考慮しなければならぬ. 而して上記の結果を適用する場合に前記 b' の有効限度が地震時に於ては常時よりも增す事の外は全く常時と同樣に取扱つて差支ないと思ふ.

相當に粘着力のある土砂の場合には上記の結果を適用するに相當の考慮を要する. 普通の適當に濕つた土砂に於ては相當の高さの鉛直面が土砂自身の粘着力に依り保ち得る事から推して割栗等を裏込として使用する事の効果に就ての疑を生ずる. しかし今裏込の排水の効果に就ては言はず且擁壁背面の土砂が常にかゝる適當の濕度を保ち得る事の困難を考慮の外に置くも粘着力の影響は深さの增大と共に減少し高さが大となれば土壓は主として內部摩擦角に支配される. 從てかゝる狀態に於ては前記の試驗結果を適用して差支ないと思ふ.

浦戸港々口の潮流に關する試驗（第1報）

本　間　　仁

内容梗概

高知縣浦戸港々口の潮流は高潮時に浦戸灣内に流入するものと，之によつて灣内に貯へられた水が低潮時に灣外に流出するものとの2種があるが本試驗はその中の後者のみを取扱つた．試驗の目的は浦戸港防波堤の形狀と潮流の狀態との關係を實驗的に確めんとしたものであつて，その結果より港口附近の海底土砂の移動を推論した．

目　　次

I　緒　論 ……（1）
II　試驗方法 ……（3）
III　試驗結果 ……（5）
IV　土砂の移動に關する考察 ……（7）

I. 緒　　論

〔1〕 浦戸港々口の潮流と漂砂

高知縣浦戸港の地形は第1圖に示す樣に極めて狹き入口を有する浦戸灣の奥部に在る入江であつて，灣内には境川，國分川等が注いでゐる．又浦戸灣の中心線はほゞ南北に向つてゐるが灣口に於ては西より龍王岬の突出する爲に東に向つてゐる．同地の潮汐は太平洋の潮波が直接傳播し來るのであつて，之が灣内に進入して其處に貯溜され退潮時には灣口附近にて相當著しい潮流を現出するのであるが，現在に於ては灣口の水深はこの潮流によつて維持されてゐるのである．即ち當地方の主風は南風であるが漂砂觀測の結果によれば灣口附近の漂砂はその西方に當る仁淀川河口方面より移動し來つたものと考へられて居り，この土砂が灣口を閉塞せんとする傾向を前記の潮流によつて防止してゐるとの判斷は大體に於て當を得てゐると考へられるのである．

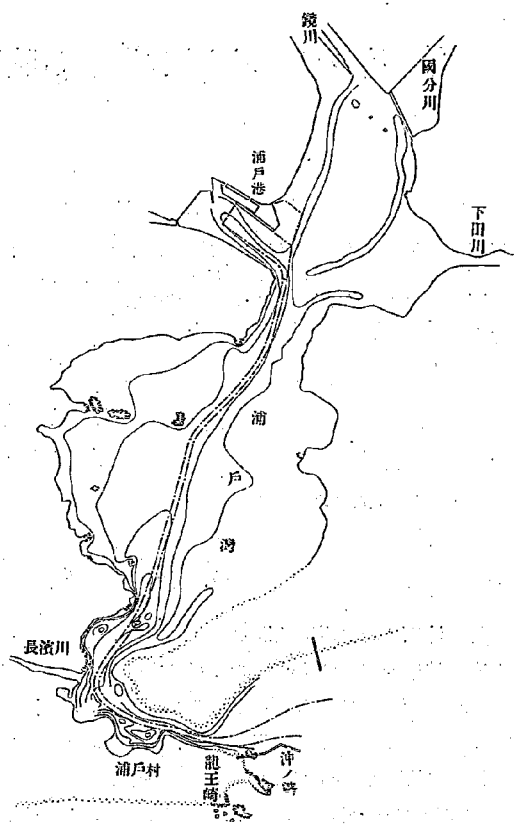
同地の潮汐は浦戸村檢潮所附近にて最大潮差 1.50 m 前後であつて，灣外の潮汐に關しては記錄がないが龍王岬附近にては最大潮差は檢潮所附近よりも多少小さく位相が相當に早くなつてゐるものと思ふ．第2圖には港口附近の潮流を浮標によつて實測せる結果の一例を示した．之は最高潮時の潮流の流速及び方向を示すものであつて水面より 2 m 及び 5 m の深さに於けるものである．

潮流は港口狹搾部にて最も著しくその方向はほゞ東向きであるが，灣外には沖の碆に到る一連の岩礁帶が存在する爲に流れの主方向は稍北東に偏し，岩礁帶を過ぎれば流れが南方に擴散して流速は著しく低下し漂砂は大體この部分に堆積してゐる．

〔2〕 試驗の目的

既に述べた樣に同地の主風は南風であるから港外の防波堤の計畫は龍王岬の北方蛭子堂を起點とする既設小防波堤を東方に延長せんとするものであつて玆に試驗を行はんとするのは次の2案の比較である．

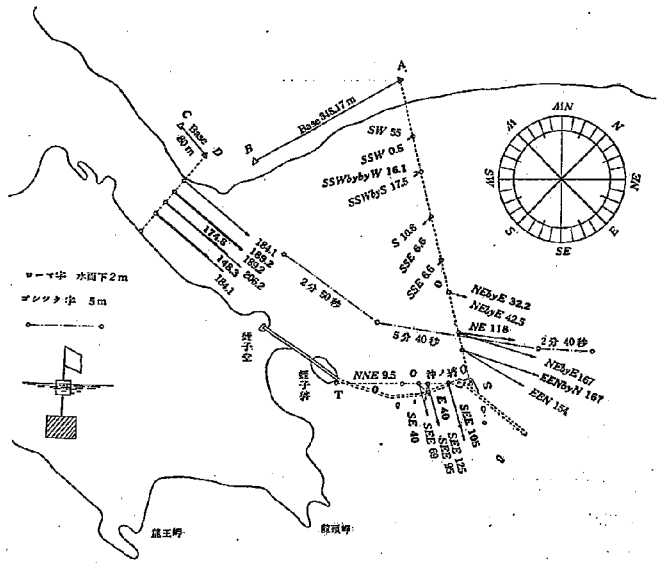
1） 第1案は第3圖にてIにて表はすものであつて既設堤先端より東北方に向ひ折線狀をなして岩礁帶を連ね沖の碆より東に向ふものである．



第 1 圖

2） 第2案は第3圖中にIIを以て示すものであつて既設堤先端より直線狀に東方に延びるものであつて，この計畫にては防波堤は第1案の南方に在り從つて岩礁帶は堤內に圍まれる事となるから之等は總て除去するものとする．

此處に第1案に比して工費の比較的大なりと思はれる第2案が比較試驗に供される理由はこの案によれば潮流は障害を受ける事が少く，從つて航路は單純となり且つその水深の維持は容易となる點にある．この點より見れば本試驗に於ては潮流の流速及び方向に就て比較を行ふのみならず土砂の堆積狀態に就ても比較試驗を行ふべきであるが，この種の試



第　2　圖

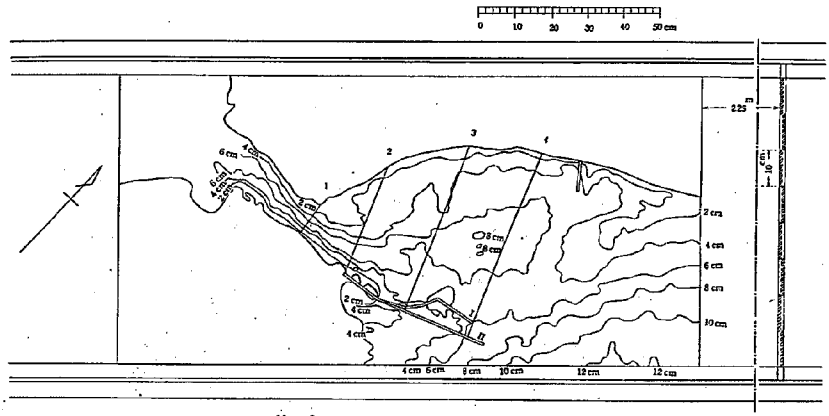
驗は非常に困難であるから此處には固形體の模型に水を流して流速及び方向を測定し，流速の大さより土砂の堆積狀態を推論する事とした．

II. 試　驗　方　法

〔1〕 試驗裝置

（1） 模型　本試驗は本所赤羽分所内 80 糎鋼製水路内に製作せる浦戸港々口の實物模型に就て行つたのであつてその範圍は第 3 圖の外廓内とし，縮尺は水平に 1/1,500，鉛直に 1/100 である．材料は彫塑用粘土であつて昭和 9 年度實測深淺圖に從つて海底面の形を造り適當に乾燥したる後にペンキ塗りを施した．防波堤の模型は圖に示す位置に厚さ 1 mm 程度の板を鉛直に立てゝゐる．

後に述べる樣に本試驗は總て定流狀態に於て行つたのであるが狹搾部の兩側の水位を與へられたる大さに保つ爲には水路の上流より（模型は灣内が水路の上流に向ひ，灣外が下流となる樣に設置した）一定量の水を流し，その時の模型の上下流側の水位が與へられたる大さとなる樣に流量を調節したのであるが，尙流量の不同を調節する爲に上流側に溢流堰を設けてこの部分の水位の變動を防止した．從つて狹搾部を通過する實際の流量は別に



第 3 圖　模型平面圖

水路の末端に小三角堰を設けて測定したのである.[1]

（2） **試驗方法**　港口の兩側の水位差に關しては實測値がない爲に幾何學的の相似を保つ事が出來ないが，本試驗の目的は2種の防波堤の機能を比較する點に在るのであつてこの比較の明瞭に行ひ得る樣な水位差を擇べばよいと思ふ．その意味に於て先づこの水位差を 5 mm に採り灣內の水位を平均水面上 +5 mm，灣外の水位を平均水面に一致する樣にした．尙念の爲にこの水位差が 4 mm の場合に就ても同樣の試驗を行つた．

斯の如き長さの小さい海峽の潮流は一般に次の形にて表はされる．

$$v=C\sqrt{2gh} \quad \cdots\cdots(1)$$

但し v……流速，C……1 より小なる常數，h……兩側の水位差

この試驗にては $h=0.5$ cm の時に狹搾部の流速は後に述べる樣に最高約 31.8 cm/sec，平均約 30.8 cm/sec の程度であつて (1) 式より計算すれば

$$v=31.305\,C$$

であるから C は殆ど 1 になつてゐる．實測の結果を見れば狹搾部の流速は最高 180 cm/sec，平均約 120～140 cm/sec の程度であるから (1) 式にて $v=180$ cm/sec とする爲には C を 1 に取れば水位差 h は 16.5 cm，C を 0.8 と取れば h は 25.8 cm になる．故に之を逆に模型縮小率にて縮小すれば模型の h は夫々 0.165 cm 及び 0.258 cm である

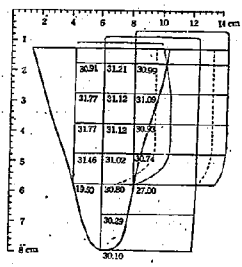
1) 之等の裝置は大體に於て本所報告第 30 號所載“下關海峽の潮流に關する模型試驗”中に述べてゐるものと同樣である．

がかゝる小落差では實際に現はれる樣な形の渦は到底現はれず，却つて實際より遠い狀態に就て試驗を行ふ樣な結果になる惧れがある．

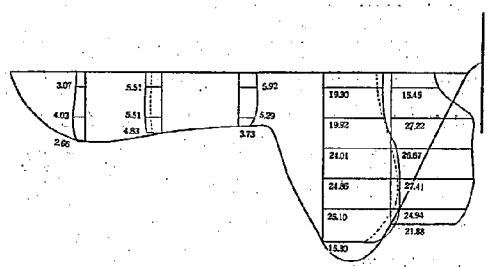
III. 試　驗　結　果

〔1〕 防波堤計畫第1案

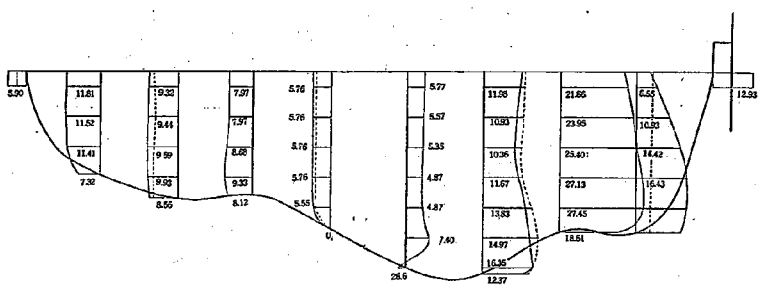
この計畫は旣に述べた樣に防波堤を岩礁帶に沿つて折線狀に築造するものであつて岩礁はそのまゝに殘されるのである．第 4 圖乃至第 7 圖はこの場合に對する模型試驗の結果を示すもので，第 3 圖に示す 4 箇所の斷面（狹搾部を 1，防波堤上流端を 2，防波點の中央を 3，防波堤下流端を 4 と名付ける）に就て之を横切る流速の絕對値を記入したものであつて數字は $h=5$ cm の時の流速を cm/sec 單位にては表はせるものである．斷面は何れも上流より見たるものを表はし流れの方向に關しては第 12 圖以下に於て示す．尙各圖の流速分布曲線中實線は $h=5$ mm の場合，點線は $h=4$ mm の場合であつて，分布曲線を鉛直線の右側に畫けるものは順流するもの，左側に畫けるものは逆流するものなる事を示してゐる．$h=4$ mm の場合は單に $h=5$ mm の場合と流れの狀態が著しく異る事なきか



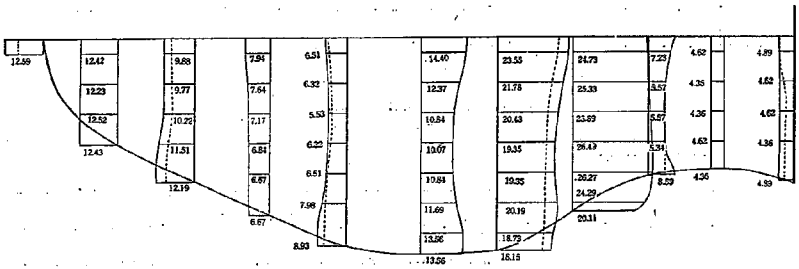
第 4 圖　斷面 1



第 5 圖　斷面 2



第 6 圖　斷面 3



第 7 圖　斷面 4

を確める爲に行つた實驗であるから流速の大さを表はす數字は記入しなかつた.

夫々の場合に就て海峽を通過する流量 Q を測定したがその結果は

$h=5$ mm　　の時に　　$Q=0.94$ l/sec

$h=4$ mm　　〃　　$Q=0.78$ l/sec

渦の形等に關しては後に掲げる第 12 圖以下によつて之を知る事が出來る.

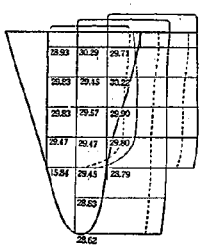
〔2〕 防波堤計畫第2案

この計畫に於ては防波堤は東方やゝ北に偏する方向に直線狀に延び, 之によつて內部に圍まれる岩礁は總て取り除かれる事となる. この場合に對しても第1案に對すると同じ方法により且つ同じ斷面に就て之等を橫切る流れの大さと方向を測定した. 其等の結果の中にて流速は第8圖乃至第 11 圖に示したが, 之は前の第 4 圖以下と同じく數字は落差 $h=5$ mm の時の流速を cm/sec 單位にて表はせるもの, 實線はその時の流速分布曲線, 點線は $h=4$ mm の時の流速分布曲線であつて, 流れの方向は第 12 圖以下に於て第1案の場合と比較し得る樣にする.

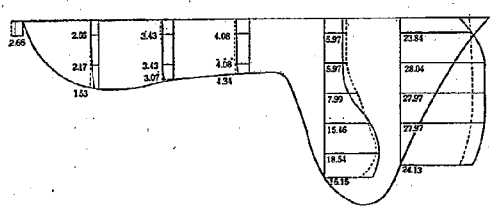
海峽を通過する流量を測定せる結果は次の如くである.

$h=5$ mm　　の時に　　$Q=0.89$ l/sec

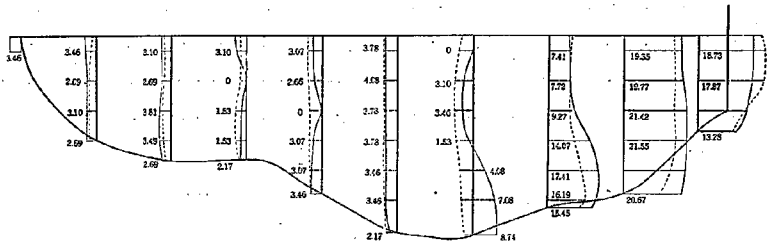
$h=4$ mm　　〃　　$Q=0.71$ l/sec



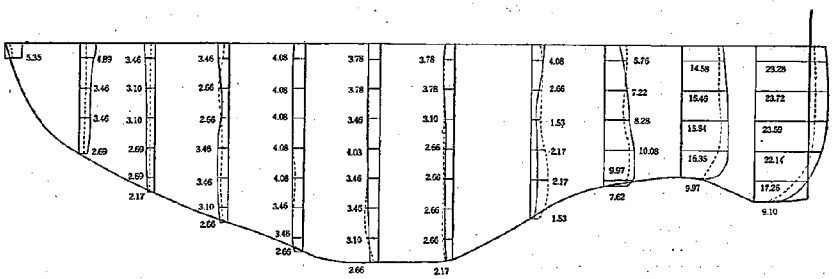
第 8 圖　斷面 1



第 9 圖　斷面 2



第 10 圖　斷 面 3



第 11 圖　斷 面 4

之を既に得たる結果と比較すれば流量の點に於ては何れも第2案の場合の方が少くなつてゐる．但しこの流量測定は本試驗の附屬試驗の如きものであつてその裝置も極めて簡單な木製三角堰によつたものであり，又水深を一定に保つ事の不充分なる時はその爲の誤差も含まれてゐるから之等の結果をその數字通りに信ずる事も出來難い．

何れの場合にも狹搾部たる斷面 1 にて流速が最大となつてゐるがその中の最大流速 v_{max} 及び最大の底流速 v_{bm} を見れば第1案にては之等が 31.77 及び 30.10 cm/sec となり第2案にては 30.29 及び 28.79 cm/sec となつてゐる．

IV.　土砂の移動に關する考察

〔1〕 潮流の流速と土砂の移動

海底の土砂は底流速によつて移動するのであるが試驗に於ては流速測定用のピトー管が或る管徑（約 1 mm）を有する爲と模型の底部に凹凸がある爲に眞の底流速は測り得ない．又假令何等かの方法によつてこの底流速を測り得たとしても之を直ちに實地に適用する事には却つて大なる疑問がある．卽ち實際と模型との間に相似を保つてゐるのは兩者の流速分布曲線が相似なる場合に限るのであつて，之は粗度の相異，模型の水平と鉛直の變形率

の差の爲に事實上得難いものと言はなければならない．斯くの如き理由により模型試驗によつて海底土砂の移動を推論せんとする時は潮流の平均流速を考へる方が當を得てゐると思ふ．卽ち平均流速によつて種々の場合の比較を行ひ，公式によつて底流速と平均流速の關係を知つて實際の土砂の移動を推論するのである．底流速 v_b と平均流速 v_m の關係式としては Boussinesq-Bazin の式を用ひれば

$$v_b = v_m - \frac{k}{3}\sqrt{HI} \cdots\cdots\cdots\cdots (2)$$

但し H は平均水深，I は水面勾配，k は常數で Bazin の實驗によれば約 48 である．この式より v_b を計算して底流速の大さの程度を知るのである．

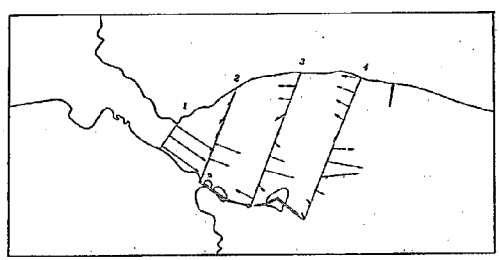
本試驗に於ては先づ2種の防波堤による潮流の方向及び大さの相異を比較して兩者の優劣を知らんとするのであつて，從つて土砂が何の程度まで推積するかの問題にまで及ぶ事は他の機會に讓る．又土砂の推積狀態を數量的に豫知する事はこの程度の試驗裝置を以てしては殆ど不可能と言はねばならないのである．

尙流砂量と流速の關係に就ては A. Schoklitsch その他の研究[1] があつてこの種の問題に對しても一資料となると思ふ．

〔2〕 試驗結果による兩計畫の比較

前章に揭げた第4圖乃至第7圖及び第8圖乃至第 11 圖を比較すれば二つの場合の流速の大さ及び分布狀態を見る事が出來る．又流れの方向に就ては別に第 12 圖以下に水位差 h が 5 mm の場合を示した．その中にて第 12 圖と第 13 圖は第 1 案の防波堤計畫に對するものであり前者は水面，後者は水面下 25 mm の處の流れの方向を示すものであつて，第 14 圖と第 15 圖は第2案の計畫に對するもので同じく水面及び水面下 25 mm の處のものである．

之等の結果より見れば最狹搾部（斷面 1）に於ける流速は第2案の方が僅かに少くなつて居り，その差は極めて小さいから防波堤の形狀はこの附近までも影響する事は甚だ少いことが知られる．而して何れの場合にもその流速は相



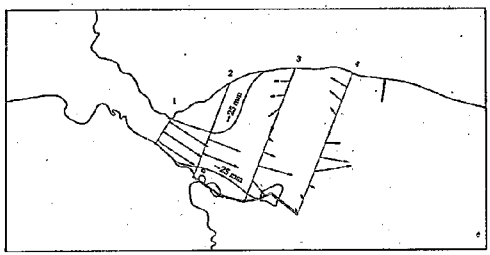
第 12 圖　第1案，水面

1) A. Schoklitsch; Geschiebebewegung in Flüssen und an Stauwerken. 物部; 水理學 253 頁以下

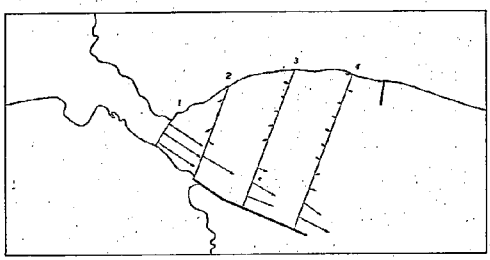
當に大きくこの附近に土砂の沈澱を生ずる惧れはない．

次に防波堤の上流端たる斷面2に就て見れば流れは大さ方向共に可成りの相異があり，最も著しいのは第2案に於ては岩礁が取り除かれた爲に最大流速の部分が防波堤の位置に近付き，その大さも第1案よりは多少大きくなつてゐる．

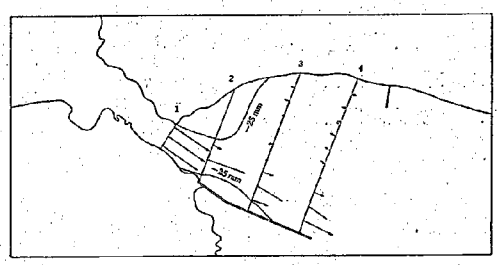
防波堤の中央部たる斷面3及び防波堤の先端部に當る斷面4に於ては第1案の場合には最大流速の部分はほゞ斷面の中央部にあり，その北側と南側には渦の爲に相當著しい逆流を生じてゐる．然るに第2案の場合には最大流速は防波堤の近くにて起りその北側には形の大なる渦を生じてゐるがその部分の流速は極めて小さい事が見られる，而して最大流速の大さに就て見れば兩者共に大差はない．



第 13 圖　第1案，水面下 25 mm



第 14 圖　第2案，水面



第 15 圖　第2案，水面下 25 mm

以上の觀測の結果より見れば第2案に於ては第1案に比して流速が若干增大する樣に豫想されるにも拘らず事實は之等が大差ない事を示してゐる．その理由として第一に擧げるべきものは海底の形狀であつて，現在の狀態にあつては潮流は岩礁の爲に稍北方に向けられ從つて斷面3及び4の部分にては中央部に深所を生じてゐる．故にこの狀態に於て單に岩礁を取り除き防波堤を直線狀にしても最大流速の生ずべき部分の水深は尙中央部に比して小さいのであるから（模型にては水深 4 m 乃至 6 mに該當す）流速はその爲に充分增大す事が出來ない．然し

第2案を實施すれば流速の增加せる部分の海底は洗掘され，中央部には土砂の沈澱を生じて海底の形狀は現在とは大に變化するものと見なければならない．それに伴つて最大流速も若干增加する事も當然豫想すべきであらう．

之等の結果より第1案と第2案の比較を行へば大要次の樣に言ふ事が出來る．

(1) 防波堤計畫第2案の實施に當り岩礁を取り除いてこの部分の水深を 7～8 m とするならば潮流の最大流速は第1案の場合よりも若干大きくなるものと思ふ．

(2) 第1案にては航路は北方を迂回し海岸線に近い爲に堆砂を生ずべき場所の水深が比較的小さいが，第2案にては航路は南方に偏し防波堤先端を離れゝば直ちに水深の相當に大なる部分に出るから堆砂によつて航路を閉塞される惧れが少い．

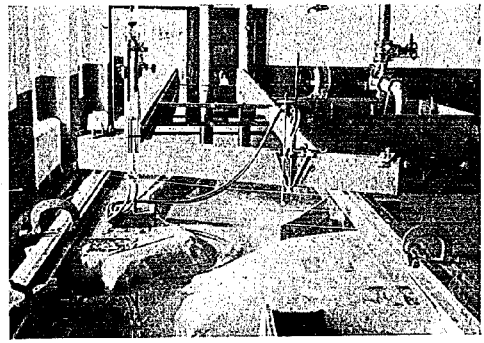
(3) 第2案に於ては北側の渦は形が大きくなるがその中の流速は甚しく低下するからこの部分の土砂の沈澱は相當に著しい．

(4) 何れの案にも狹搾部(斷面 1)の流速には著しい變化は起らないと思はれる．

〔3〕 附　言

以上に得たる結果は既に述べた樣な小さい模型によつて行つたものであるから更に正確なる結果を得んとすれば之よりも大型の模型によつて同樣の試驗を行ひ，この問題に關する水理學的相似律を確めて置く事が必要である．更に海底の形狀の變化等に就ても砂にて作れる模型によつてその變化する狀態を見る事も一つの方法であるが之に關する相似律は一層不明瞭である．

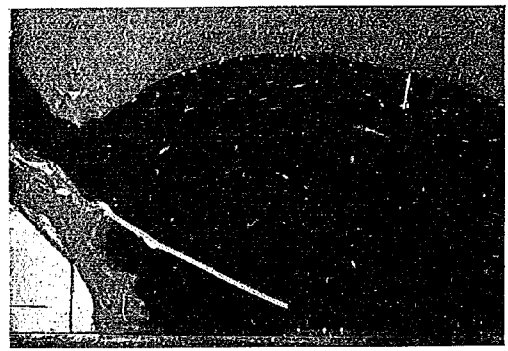
從つて第2段の試驗としては現在の約5倍程度の大さを有する簡單なる模型を



附圖第1

附圖第2

製作し，之によつて略同様の觀測を行ひ以てその相以律の一端を確めると共に現在の第一段の試驗に對する驗證をなす目的を以て當試驗所内に於てその準備を進めつゝある．然し現在までに得たる結果のみでも大體の結論は得られるのであるから此處に第1報としてその結果を發表する事とした．



附圖第3

本試驗は本年3月より5月に亘つて行つたものであつて觀測及び製圖に關しては本所々員岸田史雄氏を煩はし，又之に關する資料は總て内務省神戸土木出張所より提供されたものである事を附記する．

附圖說明

第1は試驗裝置を示すものであつて防波堤の模型は第2案の場合である．

第2及び第3は浮子によつて水面の流水の狀態を撮影したるものであつて落差は 5 mm の場合である．第2は防波堤第1案，第3は第2案に相當するものであつて流線の形が見られるが，流速の非常に大きい部分にては浮子の動きが速い爲に寫眞には殆ど現はれてゐない．

土木試驗所出版圖書

報告

第一號	路面及勾配が馬車運送に及ぼす影響に就ての研究 中間報告. 瀝青質材料竝瀝青質混合物に關する研究第一報	大正十四年三月發行
第二號	瀝青質材料針度に就て	大正十五年一月發行
第三號	「ヴァイアログ」に依る路面凹凸測定. 瀝青混合物に關する研究. 「アスファルト」合材混合の際に於ける「アスファルト」の粘度に就て	同　二月發行
*第四號	急硬セメントに關する試驗報告	同　五月發行
*第五號	簡易鋪裝に關する試驗報告	昭和二年三月發行
*第六號	混凝土及鐵筋混凝土抗扭力試驗報告	同　五月發行
*第七號	八幡製鐵所副產部製品, 瀝青質材料, 瀝青質鋪裝, 「セメント」類及抑發油に對する「アスファルト」の可溶率等に關する試驗成績	同　七月發行
*第八號	瀝青質材料標準試驗方法. 石材類標準試驗方法	同　十月發行
*第九號	急硬性「セメント」に關する試驗. 「ソリデチット」の耐壓强度に關する試驗. 「ブロック」に關する試驗. 高知縣黑瀨川產砂に關する試驗. 多摩川產砂利及砂に關する調査. 石材類試驗成績	同　十一月發行
*第十號	路面構造の運輸經濟に及ぼす影響に就て（第一） 道路橋振動試驗	昭和三年三月發行
*第十一號	瀝青滲透ブロック試驗成績. 鋪裝工事用サーフェス・ヒーターの碎石に及ぼす影響に關する試驗. 常願寺川產砂に關する試驗	同　七月發行
*第十二號	アスファルト・ブロック試驗成績. 各種アスファルト・ブロック比較試驗成績. 石油アスファルトとコール・タール・ピッチとの混合物に關する試驗. 瓦斯爐及製炭爐タール及ピッチに關する試驗成績. コール・タール・ピッチ中の純瀝青に就て. 大氣中に於けるアスファルト・セメントの變化. 石炭瓦斯のアスファルト・セメントに及ぼす影響. 標準砂モルタルの强度に及ぼす火山灰及石粉の影響	昭和四年一月發行
第十三號	ポートランドセメント混凝土鋪裝の磨耗試驗. 橋梁用敷板强度試驗. 舊厩橋鐵材の腐蝕に關する調査. 鋪裝用鑄鐵ブロック磨耗試驗	同　五月發行
*第十四號	瀝青乳劑及ビチュマルス鋪裝に關する試驗 瀝青滲透ブロックに關する試驗 瀝青質材料の滲透性に關する試驗 瀝青質材料の粘度及膨脹係數に關する試驗	同　十二月發行
*第十五號	北上川降開式轉動堰模型試驗. 電氣鎔接法による鐵筋の接合. 現場打混凝土の耐壓試驗報告	昭和五年二月發行
*第十六號	路面構造の運輸經濟に及ぼす影響に就て（第二） 瀝青滲透ブロック鋪裝試驗. 工事用石材試驗成績	同　五月發行
*第十七號	路面構造の運輸經濟に及ぼす影響に就て（第三）	同　五月發行

*第十八號	混凝土鋪裝の粗骨材別磨耗比較試驗．鋪裝混凝土工に及ぼす氣象作用の影響並に之に應ずる設計及工法に就て(一)．鬼怒川上流改修工事用角礫凝灰岩砂利及砂に關する試驗．鐵筋混凝土道路橋設計資料．各種土木工事用材料試驗成績	昭和五年十月發行
*第十九號	路面構造の運輸經濟に及ぼす影響並に之に基く道路設計の基本に關する研究（第四）	同　十一月發行
第二十號	東京山手赤土の彈性的性質に關する試驗(一)．基礎の沈下量算定法(一)．岩淵水門に關する水理試驗．單鉸拱橋模型試驗．國道鐵筋混凝土丁桁橋標準設計案	昭和六年六月發行
第二十一號	背水曲線の一般的解法．單鉸拱の振動に關する理論並に實驗混凝土鋪裝の繼目に關する試驗．河水のポルトランド・セメントに及ぼす影響．標準砂モルタルの强度に及ぼす石粉の影響．瀝青乳劑試驗成績	同　十二月發行
第二十二號	地震時土壓の實驗的研究．混凝土鋪裝繼目用エラスタイト試驗．高田馬場試驗鋪裝の路床土質に關する試驗．基礎の沈下量算定法(第二)．新土壓計算圖表．	昭和七年五月發行
第二十三號	簡易鋪裝に關する實地比較試驗．鋼矢板試驗．大和川筋龜ノ瀬地辷に關する調査(第一)	同　七月發行
第二十四號	道路の背向曲線の設計に就て．阻柱に關する試驗．乳劑の粘度に就て．府縣道鐵筋コンクリート丁桁橋標準設計案．碎石の磨損率に關する一試驗．三陸津浪調査報告．本邦產鋪裝用石材(附錄)．	昭和八年六月發行
第二十五號	本邦鋪裝用タールの性質に就て．横溢流堤流量試驗．擁壁の安定增大に關する一提案及之に關する試驗．砂利層の支持力に關する試驗（第一報）．鋼矢板試驗（續）．エタニット・パイプ試驗．	同　十一月發行
第二十六號	地震に因る動水壓を考慮せる重力堰堤の斷面決定法．田中村調節池溢流堤に關する水理試驗．瀝青鋪裝切取試驗體の性質．道路鋪裝用瀝青乳劑の性狀に關する基本的研究(第1報)．自動車の路面に及ぼす衝擊に關する研究(其一)	昭和九年三月發行
第二十七號	道路用骨材の性質に及ぼす粒子形狀の影響に就て．津浪の災害輕減に關する模型試驗．津浪の變形の理論．三陸津浪調査報告(追加)．自動車の路面に及ぼす衝擊に關する研究(其の二)．瀝青透入マカダムに關する試驗(第一報)	同　六月發行
第二十八號	地震動による土堰堤の變形．鎔着鋼引張試驗用小型驗片．國產瀝青乳劑試驗成績．骨材及び類似材料の靱性に關する研究．鐵筋コンクリート無鉸拱の經濟的並に耐震的設計（1）	同　十月發行
第二十九號	矢板擁壁の控板に作用する力に關する試驗．瀝青繼目材試驗成績．南洋村カポール並にターペンタインの物理的諸性質に關する試驗．道路鋪裝用瀝青乳劑の性狀に關する基本的研究（第2報）阪神地方沿岸風水害調査報告．	同　十二月發行

第三十號	道路鋪裝用瀝青乳劑の性狀に關する基本的研究（第3報）．鐘口狀河口に於ける水流に就て．下關海峽の潮流に關する模型試驗．基礎版の基本的研究（第1報）溢流堤下游洗掘防止に關する一試驗．國道鋲結鈑桁橋標準設計案	昭和十年四月發行

其他

本邦道路橋輯覽	大正十四年十二月發行
本邦道路橋輯覽（增補）	昭和三年三月發行
第六回國際道路會議に關する報告書	昭和七年四月發行
土木工事用材料標準試驗方法	昭和七年十二月發行

（*印は殘部なし）

昭和十年八月二十五日　印刷
昭和十年八月三十日　發行

內務省土木試驗所
東京市本郷區駒込上富士前町二十六番地
電話大塚(86)（自3101番 至3103番）

印刷者　守岡功
東京市本所區厩橋一丁目二十七番地ノ二

印刷所　凸版印刷株式會社本所分工場
東京市本所區厩橋一丁目二十七番地ノ二