土木試驗所報告

第四十三號

路線路面の經濟的價値に關する
試驗(1)……內務技師　藤井眞透…　1

神崎川分流に關する模型試驗……內務技師　松尾春雄
內務技手　柄澤郡治…　27

砂防堰堤の洗掘防止に關する水理實驗
(第1報)……內務技師　安藝皎一
內務技師　横田周平…　47

混成タールの性質に及ぼす氣象作用の影響,特に薄層の場合に於ける性質變化……內務技師　西川榮三
內務技手　山田耕之助…　65

江戸川河水統制水門附近の河水の鹽分含度試驗……福島彌六…107

新京濱國道多摩川架橋地點に於ける河水の水質化學試驗……福島彌六…117

鋪裝用アスファルトの溫度傳導率に關する試驗……內務技師　島田八郎…137

昭和十三年十一月

內務省土木試驗所

建設省沼津支所圖書
分類 II－K 番号 1－35
購入 年月日 年　月　日

庶務科

土木試驗所報告第四十三號正誤表

頁	行	誤	正
12	表—11上から6行目右端	841.2	847.2
23	表—30右端	V_b	V_o
33	圖—3の說明	(追　加)	斷面はすべて上流より下流に向つて見る.
42	表—5, 第1枠	合流堤上流 No.58	分流堤上流No.58
50, 51	圖—7, 8		圖のみ入換へ
50	上から3行目	(不 明 瞭)	(圖—3, (1))
53	〃　15行目	20cm(の模型	20cmの模型
127	下から5行目	試驚結果	試驗結果
136	〃　4行目	附記した.	參照した.

路線路面の經濟的價値に關する試驗（1）

千葉縣に於ける試驗結果

內務技師　藤　井　眞　透

道路の路線及路面の經濟的價値を明らかにするは，道路改良の計畫の基準を立つる基本的調査であつて，その爲には凹凸係數，衝撃係數，摩擦係數，牽引抵抗，ガソリン消費量等の測定を要するが，そのうち最も直接的のものはガソリン消費量である．ガソリン消費量は自動車の走行抵抗に打ち勝つ爲に費さるゝものであり，走行抵抗は凹凸係數により著しく左右せらるゝものであるが，玆にガソリン消費量と凹凸係數とを測定して經濟價値の主たる要素を求めた．

試驗には乘用自動車を用ひて路面の凹凸係數とガソリン消費量とを同時に測定して，各種路面の經濟的價値の比較を行ひ，更に道路の全線に亙りて是等の測定を爲し路線の經濟的價値を明らかにせんとする．また道路改良の効果を明らかにする爲改良濟の道路とその舊道とを比較し，未改良の路線に就て是等の測定を行ひ改良に要する經費の限度を求め，更に進んで改良の順位決定の資料を求め，路面改良濟の道路に就ては經過年數に應ずる經濟價値の低下の程度を明らかにし，維持工法に關する資料を求めんとして此の試驗を行つた．而して試驗は曩に千葉縣，東京府，愛知縣，靜岡縣に於て之を行つた．玆に千葉縣に於ける結果を報告す．

目　　次

I.　總　　說……（1）
II.　選定路線及その交通量……（3）
III.　路線の經濟價値に關する試驗……（5）
[1]　府縣道千葉 銚子線 中千葉東金間の道路……（5）
[2]　府縣道千葉 北條線 中千葉姉ヶ崎間の道路……（8）
[3]　府縣道船橋佐倉線 中津田沼佐倉間及千葉佐原線 中佐倉成田間の道路……（11）
[4]　府縣道木下 松戸線 中松戸六實間の道路……（13）
[5]　國道第6號線 中松戸 葛飾橋我孫子大利根橋間の道路……（15）
[6]　國道第7號線中 市川 千葉間の道路……（17）
IV.　路面種別による路面凹凸係數及ガソリン消費量……（20）
V.　路面構造と交通量との經濟的關係……（21）
[1]　鋪裝施工を 經濟とする 最小交通量……（22）
[2]　路面 築造に用ふべき 經費の限度……（23）
[3]　路面改良の 順位 決定……（24）

本試驗は宮崎千葉縣土木課長の時に本所試驗用自動車を用ひ兵藤技師，船山技手，川合屋之に從事し，千葉縣猪瀨道路技師之に協力し，報告は猪瀨技師を煩はしたものである．

I.　總　　說

千葉縣の道路は大都市に近接する地理的位置より見て特殊の重要性を有するに拘らず，近年に至る迄その改良

進捗せず効果の上らなかつたのは，主として土質の不良と骨材類の不廉とに起因する事大である．土質は海岸地方と縣南部地方とに砂質と土丹岩層があるのみで，その他の大部分は粘土質と腐蝕土とよりなり砂分を殆ど含有しない．骨材としての砂利は極く局部的に山砂利を產するに過ぎず，又碎石に用ふる岩石も南部に僅に產するのみで多くは縣外よりの供給に仰ぐの實狀にある．從つて相當高價となり充分の量を使用する事は困難である．

而して一面大都市に隣接する關係上自動車交通量の急激なる增加を見，路面の損傷は著しく目立ち路面の經濟價値は低下した．

之が爲に昭和7年第1期道路改良計畫を樹立し，5年繼續事業にて500萬圓，內250萬圓を改修，250萬圓を重要路線の鋪裝に當て，引續き昭和10年第2期計畫を樹立し7年繼續事業にて目下着々進行中で已に相當の改良を行つた．

之等の道路路線の經濟價値を測定し効果を明らかならしめ，將來の改良計畫の資料を得んがために主要路線を選定しその路線路面につき次の如く試驗を行つた．

（1） 試驗期日 昭和12年6月21日～23日

（2） 試驗路線 7路線 25區間

（3） 試驗方法 土木試驗所試驗用乘用自動車を用ひヴァイアログによる路面凹凸係數の測定
ガソリン量計によるガソリン消費量の計量
風速計による走行中の自動車に及ぼす風壓の測定

等の各試驗を行つた．

千葉縣の道路の現況を參考のために述ぶれば 表—1，表—2 に示すが如し．

表—1 道路の延長

種別	路線數	主要延長(m)	內譯			
			道路延長(m)	隧道延長(m)	橋梁延長(m)	渡船場延長(m)
國道	2	50,119	49,273		846	
軍事國道	2	13,508	13,505		3	
府縣道	311	2,676,649	2,652,829	7,822	12,464	3,534
內						
指定府縣道	28	683,527	678,680	4,535	4,262	250
市道	2,188	621,892	620,975		843	74
町村道	56,538	18,917,968	18,849,110	10,843	28,373	29,642
計	59,041	22,280,136	22,185,692	18,665	42,529	33,250

表—2 鋪裝部分

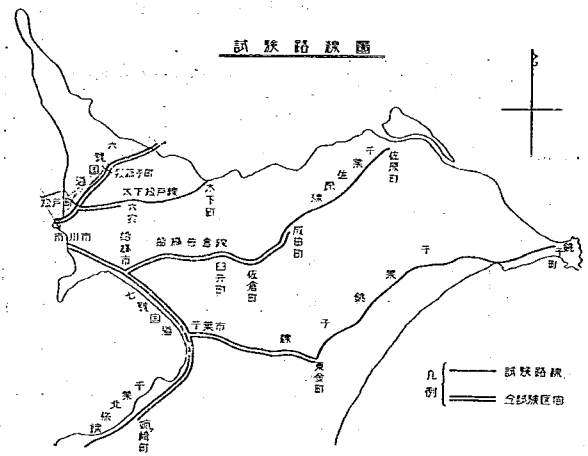
種別	全延長(m)	鋪裝延長(m)	全延長との比 %	鋪裝面積(m²)
國道	63,627	28,620	45.0	252,400
府縣道	2,676,649	109,570	4.1	766,553
市町村道	19,539,860	1,400	0.007	7,207
計	22,280,136	139,590	0.63	1,026,160

道路の密度は國道 9.9 m/km²，指定府縣道 135.0 m/km²，一般府縣道 535.0 m/km² となり，國道に於ては本邦各府縣の平均値 22 m/km² に比して僅に 45% に過ぎないのは，東京千葉間を結ぶ7號線，縣北の一局部を通過する6號線及び津田沼四街道間を結ぶ特1號線と船橋市

地内に於て無線電信局に通ずる特 26 號線のみなる結果であり，府縣道の平均値 260 m/km² に比し 535 m/km² を有するのは概ね丘陵平坦地方で，全國の人口密度の平均値 168.7 人/km² に比し，本縣が 290 人/km² を有し人口密度の大なる當然の歸結であり，從つて指定府縣道も全國平均値 54 m/km² に比し 135 m/km² に及んでゐる．

表—2 は鋪裝工の割合を示し，國道は 45% に達するが府縣道は 4.1% にすぎず，之が鋪裝は將來の急務である．

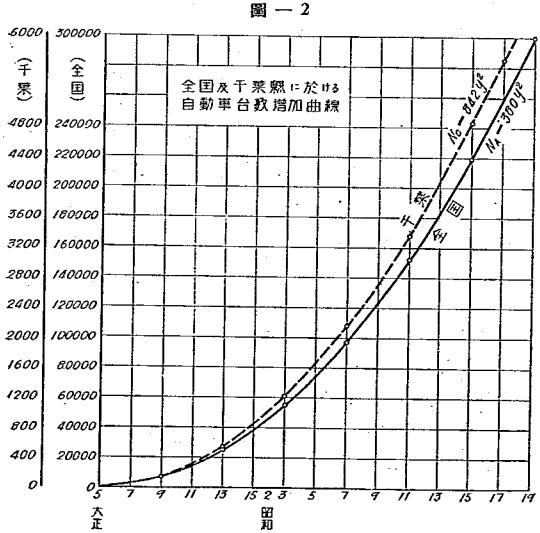
圖 — 1



II. 選定路線及その交通量

試驗路線は國道と特に重要なる府縣道及び路面改良を施行せる府縣道を選び，各種路面の經済價値を比較する事にした．選定路線は次の如し（圖—1）．

圖 — 2



國道第 6 號線　松戸—我孫子間
國道第 7 號線　千葉—市川間
府縣道千葉北條線中　千葉—姉ケ崎間
府縣道千葉銚子線中　千葉—東金間
府縣道千葉佐原線中　佐倉—成田間
府縣道船橋佐倉線中　津田沼—佐倉間
府縣道木下松戸線中　松戸—六實間

昭和 3, 7 及 8 年に行へる交通調査の結果は表—3 の如し．

交通量の增加率を算出するために先づ全國及千葉縣の自動車總臺數を調査し．次に代表的路線たる 7 號國道の千葉市，船橋市及市川市に於ける昭和 3, 7, 8, 10 及 11 年の自動車通行臺數を用ひた．その結果は圖—2 及圖—3 に示す如くにして，大正 5 年を原點として自動車總臺數は 2 次曲線に自動車通行臺數は 3 次曲

表—3 交通調査表

路線名	觀測番號	觀測地點 郡市	町村	大字	年次	歩行者	牛馬	人力車	自轉車	荷車	牛馬車	自動自轉車	自動車	換算重量	占用値
千葉銚子線	1	千葉		千葉	昭和3	1,132	26	4	819	129	174	14	94	382	3,137
					7*					181	265	5	185		
					8*	5,760	14	27	3,290	169	179	30	517	976	7,340
同上	2	山武	東金	豪方	3	1,093	179	1	1,014	89	91	16	89	306	2,900
					8	1,907	4	2	2,790	197	102	24	340	716	4,530
千葉北條線	3	千葉		寒川	8*	3,874	4	10	3,676	322	233	62	610	1,262	8,003
同上	4	市原	姉ヶ崎	姉ヶ崎	7*					54	14	15	198		
					8	818	2	1	897	74	25	16	188	354	1,724
船橋佐倉線	5	印旛	臼井	臼井	3	1,802	45	1	362	150	36	3	52	190	2,449
					7*					36	71	11	130		
					8	1,515	11	1	485	81	86	9	157	325	2,377
同上	6	千葉	大和田	萱田町	8	987	13	—	629	45	81	15	267	472	2,049
千葉佐原線	7	印旛	佐倉	新町	3	2,834	23	22	887	89	105	4	123	391	3,361
					8	2,610	10	5	1,357	40	29	18	304	491	2,861
同上	8	同上	成田	不動岡	3	2,976	8	15	742	85	70	12	110	336	3,928
					8	954	5	4	1,005	61	79	16	277	481	2,268
木下松戸線	9	東葛飾	高木	日暮	8	350	15	—	398	66	69	3	206	344	1,563
國道6號線	10	同上	松戸	葛飾橋東詰	8*	1,751	37	2	3,184	176	106	92	1,075	2,031	6,033
同上	11	同上	同上	松戸	3	4,922	189	12	2,321	286	217	21	322	1,001	7,930
					7*					201	38	34	413		
					8	2,496	6	7	3,413	139	76	111	1,080	1,925	6,307
同上	12	同上	我孫子	柴崎	3	2,852	148	1	509	35	54	5	47	151	2,815
					8	540	7	—	453	45	22	17	267	486	1,329
國道7號線	13	市川		市川	3	2,586	128	10	2,229	226	336	35	532	1,556	7,529
					7*					79	160	111	1,718		
					8*	2,132	23	1	5,207	314	186	440	1,990	3,739	10,023
同上	14	船橋		海神	3	3,098	44	7	1,300	251	132	15	194	626	5,096
					8	2,017	18	1	2,972	214	96	109	1,032	1,907	6,027
同上	15	千葉		千葉	3	553	26	2	398	91	111	16	172	508	2,182
					8	7,439	17	31	5,114	207	175	89	984	1,687	9,850

備考 昭和3年の調査は10月に於ける3日間交通量の1日平均値
昭和7年の調査は8月に於ける2日間交通量の1日平均値
昭和8年の調査は10月に於ける3日間交通量の1日平均値
觀測時間は午前6時より午後8時に至る14時間
但し年次に*印をつけたるものは午前0時より翌日午前0時に至る24時間觀測
昭和3年度の換算重量は昭和8年度の係數を使用したり.

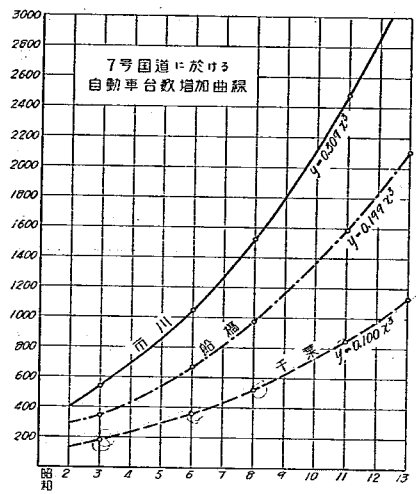
線に假定し得る．即ち自動車1臺の1日に於ける平均運轉回數が年に比例して增加するものである．

次に他の路線に就ても同樣の增加率を有するものと考へて，昭和8年の交通調査の結果を基準として昭和12年に於ける1日の通行臺數を算出した．即ちその增加率は

$$\frac{(\text{昭和12年の臺數})}{(\text{昭和8年の臺數})}=\frac{21^3}{17^3}=1.88$$

である．尙昭和8年の交通調査は春秋平均15時間觀測であるが，これを24時間觀測に換算する係數は各路線の性質により異なるも府縣道に於ては一律に20%增，6號國道はその東京に近接する重要產業路線なる特殊性に鑑み40%增とし，それにより算出した數値を1日の總通行臺數即ち昭和12年に於ける推定自動車臺數とし，これより1日1車線幅の通行自動車臺數に換算して交通量を求めた．以上の數値を砂利道區間に就き表示すれば表—4の如し．

圖 — 3



平均幅員は各試驗區間に就き實測し，延長に比例して求めた．

表 — 4

試驗區 路線名	番號	觀測自動車數(臺) 昭和3年	觀測自動車數(臺) 昭和8年	推定自動車臺數(臺/日)	平均幅員(m)	自動車臺數 臺/車線/日
千葉銚子線	3	83	157	400	8.07	150
	4	—	180	400	6.87	175
	5	—	—	400	7.05	170
千葉北條線	9	40	176	400	6.59	180
	10	—	—	400	6.83	175
船橋佐倉線	12	—	332	500	6.41	235
	13	107	201	400	6.37	190
	14	52	125	400	5.99	200
	15	—	245	450	6.03	225
六號國道	20	—	291	750	7.00	320
	21	—	—	700	6.63	315
	22	47	233	700	7.75	270

但し昭和3年に於けるものは14時間觀測　昭和8年に於けるものは16時間（6月）及14時間（10月）の平均．

III. 路線の經濟價値に關する試驗

[1] 府縣道千葉銚子線中，千葉東金間の道路

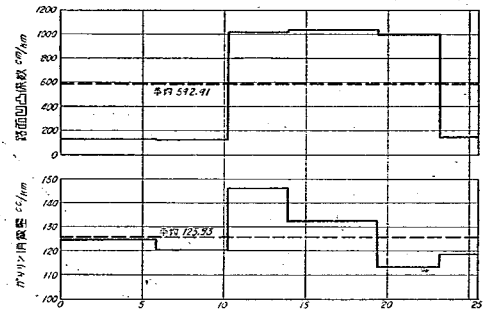
本路線は千葉市より東金町，成東町，八日市場町を經て銚子市に達するもので，銚子及九十九里沿岸地方の海

産物を中央市場に搬出する要路をなし，バスの運轉も行はれ産業交通上より見て重要路線の一つである．

昭和7年より昭和 11 年に亘り千葉市より白井村間，東金，成東，横芝，八日市場，旭及銚子の各都邑内の重

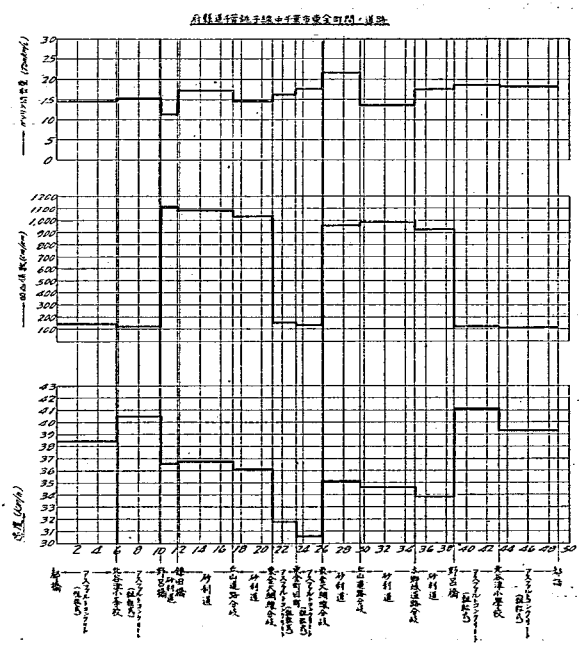
圖 — 4

(a) 県道千葉銚子線の内千葉～東金間の道路



舗装種別	コンクリート(縦方式)	コンクリート(円方式)	砂利道	砂利道	砂利道	コンクリート(縦方式)
区間	1	2	3	4	5	6
実速度 km/h	33.00	40.83	35.28	35.60	35.56	31.23

圖 — 5



要なる部分に鋪裝を施行してより交通量は激增するに至つたが，此の中交通量最も大なる千葉東金間に於て試驗を行つた．その結果は表—5，表—6 及圖—4，圖—5 の如し．

表—5　府縣道千葉銚子線中　千葉市東金町間の路面凹凸係數

番號	區間	路面種別	延長(m)	走行時間 往	走行時間 復	實速度(km/h) 往	實速度(km/h) 復	實速度(km/h) 平均	ヴアイアログ指數(/km) 往	ヴアイアログ指數(/km) 復	ヴアイアログ指數(/km) 平均	凹凸係數(cm/km) 往	凹凸係數(cm/km) 復	凹凸係數(cm/km) 平均
1	都橋東詰—北谷津小學校前橋	瀝青コンクリート(粗粒式)	5,820	〃 9–7	〃 8–53.2	38.31	39.30	38.80	19.07	15.64	17.36	136.0	115.6	125.8
2	同上—野呂橋西端	同　上	4,410	〃 6–31.8	〃 6–26	40.53	41.14	40.84	15.87	14.74	15.31	123.3	117.2	120.3
3	鎌田橋東詰—本郷城(往) 本郷城—野呂橋(復)	砂利道	1,570 3,700	〃 2–34	〃 6–33	36.68	33.88	35.28	167.52	160.81	164.17	1,105.6	929.5	1,017.6
4	本郷城道路分岐—丘山道路分岐	同　上	5,480	〃 8–57	〃 9–29.8	36.73	34.61	35.68	163.69	165.70	164.70	1,085.2	989.2	1,037.2
5	同上—東金大網線分岐	同　上	3,800	〃 6–19.4	〃 6–30.4	36.05	35.06	35.56	161.05	157.90	159.48	1,032.4	963.2	997.8
6	同上—東金町田間	瀝青コンクリート(粗粒式)	2,360	〃 4–27	〃 4–37.2	31.81	30.65	31.23	30.51	27.12	28.82	157.7	132.3	145.0
	計又は平均		往 **23,440** 復 **25,570**					**36.23**			**91.61**			**592.9**

表—6　府縣道千葉銚子線中　千葉市東金町間のガソリン消費量

番號	區間	路面種別	速度(km/h) 往	速度(km/h) 復	速度(km/h) 平均	ガソリン消費量(cc/km) 往	ガソリン消費量(cc/km) 復	ガソリン消費量(cc/km) 平均	同 (ton km/l) 往	同 (ton km/l) 復	同 (ton km/l) 平均	風壓 kg/m²
1	都橋東詰—北谷津小學校前	瀝青コンクリート(粗粒式)	38.31	39.30	38.80	139.2	109.9	124.6	14.41	18.25	16.33	4.185
2	同上—野呂橋西詰	同　上	40.53	41.14	40.84	131.5	108.8	120.2	15.25	18.44	16.85	2.500
3	鎌田橋東詰　本郷城(往) 本郷城　野呂橋(復)	砂利道	36.68	33.88	35.28	178.4	113.5	146.0	11.24	17.67	14.46	2.228
4	本郷城道路分岐—丘山道路分岐	同　上	36.73	34.62	35.68	116.8	147.8	132.3	17.17	13.57	15.37	3.058
5	同上—東金大網線分岐	同　上	36.05	35.06	35.56	134.2	92.1	113.2	14.95	21.78	18.37	3.647
6	同上—東金町田間	瀝青コンクリート(粗粒式)	31.81	30.65	31.23	122.9	114 4	118.7	16.32	17.53	16.93	2.769
	平　均				**36.23**			**125.8**			**16.39**	**3.065**

路線の線形形狀の大要表—7 の如し．

區間—1 は往復共速度略々等しく，ガソリン消費量は復路に比し往路に於て 29.3 cc/km 多き結果を得たるは主として都橋より北谷津に向ひ 0.12% の平均上り勾配を有するためによるものと思考せらる．

表—7 府縣道千葉銚子線中 千葉市東金町間の線形大要

番號	區間	幅員(m) 平均	幅員(m) 最狹	勾配(%) 平均	勾配(%) 最急	線形	交通量 換算重量	交通量 自動車數	路面種別	維持費 (錢/m²/年)
1	自都橋東詰 至北谷津小學校前	7.62	6.1 (540)	+ 0.12	+ 1.78 (180)	稍〻屈曲	—	—	粗粒式アスファルトコンクリート	1.251
2	自北谷津小學校前 至野呂橋西詰	8.06	7.0 (900)	+ 0.31	+ 4.39 (320)	稍〻直線	313	157	同上	0.417
3	自野呂橋西詰 至本鄕城道路分岐	8.07	5.5 (270)	+ 0.75	+ 2.66 (720)	稍〻屈曲	—	—	砂利道	4.512
4	自本鄕城道路分岐 至丘山道路分岐	6.87	4.7 (270)	— 0.19	— 1.91 (990)	稍〻屈曲	393	180	同	4.551
5	自丘山道路分岐 至東金大網線分岐	7.05	5.8 (900)	0	0	稍〻屈曲	—	—	同	4.281
6	自東金大網線分岐 至東金町田間鋪裝終點	7.46	6.3 (380)	0	0	稍〻直線	427	214	粗粒式アスファルトコンクリート	0.625

交通量は昭和8年の調査に依る．括弧內は各〻延長を示す．

區間—2 は往復共速度略々等しく，ガソリン消費量は復路に比し往路に於て 22.7 cc/km 大なり，これ主として北谷津より野呂橋に向ひ 0.31 % の平均上り勾配を有するためによるものと思考せらる．

區間—3 は試驗の都合上往復の延長を變更したるも，往路に於て鎌田橋より本鄕城に向ひ 1.26 % の上り勾配を有し而も往路に於ては復路より稍々高速度にて試驗を行ひたるため，往路のガソリン消費量は復路に比し 64.9 cc/km 大となつた．

區間—4 に於ては往路は復路に比し稍々高速度にて試驗を行ひたり．然れ共復路のガソリン消費が往路に比し 31.0 cc/km 大となりたるは，本鄕城より丘山に向ひ 0.19 % の平均下り勾配を有するためによるものと思考せらる．

區間—5 は殆ど平坦にして往路速度は 1.0 km/h 多いのに，ガソリン消費量は往路が 42.1 cc/km 多い．

區間—6 は往復共速度稍々等しくガソリン消費量も略々等し．本區間は瀝青コンクリート鋪裝道なるも他の鋪裝道路に比し高速度の試驗を行ひ得ざりしは，本區間が東金町內なるため自動車，馬車等の妨害物多かりしためによる．

[2] 府縣道千葉北條線中，千葉姉ケ崎間の道路

本路線は千葉市より木更津町，保田町を經て館山 北條町に至るものにして，大部は海岸に沿ひ房總一周道路の一部をなす主要幹線の一つにして，海產物と一圓の豐富なる農產物は大部分之により中央市場に搬出せられ．又バスの運轉路線に當り產業交通上極めて重要なる路線であり同時に軍事的にも重要なる使命を有す．

昭和7年より千葉—五井間，姉ケ崎，木更津，保田，館山，北條町等の重要なる部分の鋪裝を施行し，橋梁も千葉木更津間は總て永久構造に改築を了り更に五井—姉ケ崎間，岩井—勝山間，竹岡—金谷間の國有鐵道との平面交叉を除却し，路線として相當面目を改むるに至つた．

本試驗に於ては此の中交通量の最も大なる千葉—姉ケ崎間を區間に選定し試驗を行つた．その結果を示せば表—8，表—9 及圖—6，圖—7 の如し．

路線の線形狀の大要 表—10 の如し.

區間—7 は往復共速度略々等しく，ガソリン消費量は復路に比し往路に於て 10.0 cc/km 多きは，五田保より村田橋に向ひ 0.02％ の平均上り勾配を有するためによるものと思考せらる.

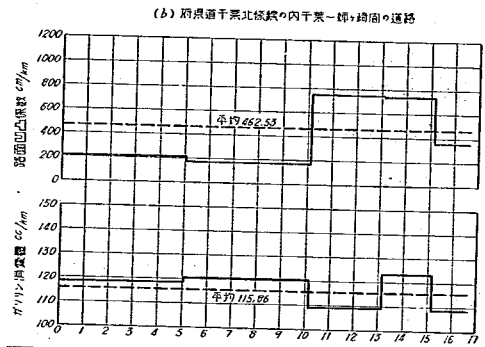
區間—8 は八幡宿より五井町に向ひ 0.08％ の平均上り勾配を有するも，往復共速度ガソリン消費量何れも略々等しき結果を得たり.

區間—9 は養老橋際より白塚踏切に向ひ 0.12％ の平均下り勾配を有するも，往復共速度ガソリン消費量何れも略々等しき結果を得たり.

區間—10は略々平坦にして往復共速度竝にガソリン消費量何れも略々等し.

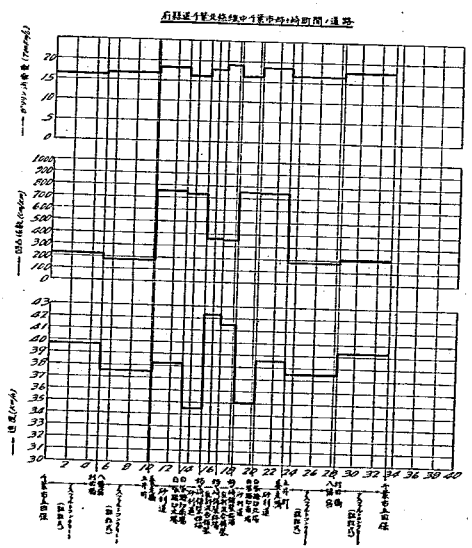
區間—11は往復共速度略々等しくガソリン消費量は復路に比し往路に於て 6.5cc/km 多きは，姉ケ崎鋪裝始端より同町鋪裝終端に向ひ 0.08％ の平均上り勾配を有するために依るものと思考せらる.

圖 — 6



路面種別	一部コンクリート（粗粒式）	一部コンクリート（粗粒式）	砂利道	砂利道	一部砂利道
区間	7	8	9	10	11
実速度 km/h	39.52	37.54	38.41	34.80	41.94

圖 — 7



表—8 府縣道千葉北條線中千葉市姉ケ崎町間の路面凹凸係數

番號	區間	路面種別	延長(m)	走行時間 往	走行時間 復	實速度(km/h) 往	實速度(km/h) 復	實速度(km/h) 平均	ヴアイアログ指數(/km) 往	ヴアイアログ指數(/km) 復	ヴアイアログ指數(/km) 平均	凹凸係數(cm/km) 往	凹凸係數(cm/km) 復	凹凸係數(cm/km) 平均
7	千葉市五田保 B.M.〜村田橋北端	瀝青コンクリート(粗粒式)	5,030	〃 7-36.6	〃 7-40.6	39.70	39.33	39.52	29.03	27.83	28.43	218.3	206.0	212.2
8	八幡宿北端〜五井町南端	同	5,120	〃 8-10.8	〃 8-11.4	37.56	37.51	37.54	25.39	24.61	25.00	173.9	168.3	171.1
9	養老橋南端〜白塚踏切北端	砂利道	2,980	〃 4-40.8	〃 4-38	38.21	38.60	38.41	105.37	104.70	105.04	745.0	750.0	747.5
10	白塚踏切南端〜姉ケ崎鋪裝始端	同	2,030	〃 3-31.8	〃 3-28.4	34.52	35.06	34.80	123.15	120.20	121.68	732.8	751.2	742.0
11	同上〜姉ケ崎鋪裝終端	乳剤混合鋪裝	1,520	〃 2-9.4	〃 2-11.6	42.34	41.53	41.94	43.42	44.08	43.75	361.3	356.6	359.0
	計又は平均		**16,680**					**38.44**			**64.78**			**462.53**

表—9 府縣道千葉北條線中 千葉市姉ケ崎町間のガソリン消費量

番號	區間	路面種別	實速度(km/h) 往	實速度(km/h) 復	實速度(km/h) 平均	ガソリン消費(cc/km) 往	ガソリン消費(cc/km) 復	ガソリン消費(cc/km) 平均	同(ton km/l) 往	同(ton km/l) 復	同(ton km/l) 平均	凪歷(kg/m²)
7	千葉市五田保 B. M.〜村田橋北端	瀝青コンクリート(粗粒式)	39.70	39.33	39.52	123.3	113.3	118.3	16.27	17.71	16.99	2.377
8	八幡宿北端〜五井町南端	同上	37.56	37.51	37.54	119.1	121.1	120.1	16.84	16.56	16.70	3.363
9	養老橋南端〜白塚踏切北端	砂利道	38.21	38.60	38.41	110.7	107.4	109.2	18.12	18.68	18.40	3.702
10	白塚踏切南端〜姉ケ崎鋪裝始端	同上	34.52	35.06	34.79	123.2	123.2	123.2	16.28	16.28	16.28	2.688
11	同上〜姉ケ崎鋪裝終端	乳剤混合鋪裝	42.34	41.53	41.94	111.8	105.3	108.6	17.94	19.05	18.50	2.260
	平均				**38.44**			**115.86**			**17.37**	**2.810**

表—10 府縣道千葉北條線中 千葉市姉ケ崎區間の線形大要

番號	區間	幅員(m) 平均	幅員(m) 最狹	勾配(%) 平均	勾配(%) 最急	線形	交通重 換算重量	交通重 自動車數	路面種別	維持費(錢/m²/年)
7	自千葉市五田保 B. M. 至村田橋北端	6.88	6.3 (2790)	+ 0.02	− 0.45 (180)	屈曲多	1,103	535	粗粒式アスファルトコンクリート	1.251
8	自八幡宿北端 至五井町南端	6.68	5.5 (1260)	+ 0.08	+ 0.62 (180)	稍直線	506	234	同上	0.625
9	自養老橋南端 至白塚踏切北端	6.59	6.1 (910)	− 0.12	− 0.47 (730)	稍直線	374	176	砂利道	2.222
10	自白塚踏切南端 至姉ケ崎鋪裝始端	6.83	5.5 (360)	0	+ 1.11 (90)	稍直線	—	—	同上	2.289
11	自姉ケ崎鋪裝始端 至同終端	6.62	6.5 (1250)	+ 0.08	+ 0.33 (360)	稍屈曲	364	188	混合式瀝青乳剤	0.834

交通量は昭和8年の調査による．括弧内は各々延長を示す．

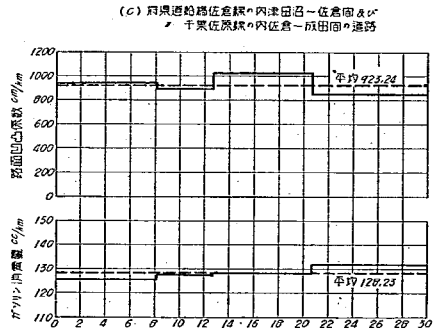
［3］ 府縣道船橋佐倉線中，津田沼佐倉間及千葉佐原線中，佐倉成田間の道路

船橋佐倉線は船橋市より大和田町，臼井町を經て佐倉町に至るものにして，成田町，佐原町より東京方面に至る捷路として重要なる意義を有し，同時に習志野佐倉等軍鄕一帶を通過し軍事上の見地からも重要にして特種車輛の交通のために路面の修繕に特に苦心を要する部分である．

本試驗に於ては此の路線中津田沼佐倉間及本路線に連絡する千葉佐原線中の佐倉成田間を區間に選定し試驗を行つた，

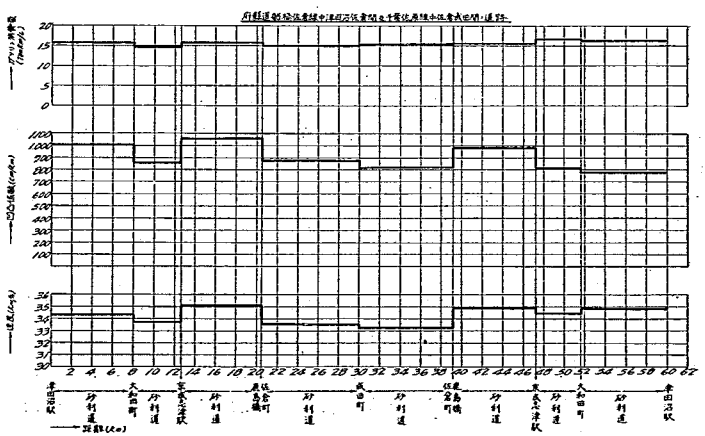
その結果を示せば表—11，表—12 及 圖—8，圖—9 の如し．

圖 — 8



路面種別	砂利道	砂利道	砂利道	砂利道
区間	12	13	14	15
実速度 km/cm	34.56	34.03	34.94	33.37

圖 — 9



表—11 船橋佐倉線の内 津田沼佐倉間及千葉佐原線の内 佐倉成田間の路面凹凸係數

番號	區間	路面種別	延長 (km)	走行時間 往	走行時間 復	實速度 (km/h) 往	實速度 (km/h) 復	實速度 (km/h) 平均	ヴァイアログ指數(/km) 往	ヴァイアログ指數(/km) 復	ヴァイアログ指數(/km) 平均	凹凸係數 (cm/km) 往	凹凸係數 (cm/km) 復	凹凸係數 (cm/km) 平均
12	津田沼驛四街道分岐 岐 大和田町幕張道分岐	砂利道	8,090	〃 〃 14-9	〃 〃 13-56.8	34.31	34.81	34.56	170.3	144.5	157.4	1,001.5	874.2	937.9
13	同上 京成志津驛前	同上	4,590	〃 〃 8-10.2	〃 〃 8-1	33.70	34.36	34.03	151.4	155.1	153.3	864.6	912.1	888.4
14	同上 鹿島橋船橋寄	同上	8,000	〃 〃 13-42.4	〃 〃 13-45	35.03	34.90	34.97	174.6	161.5	168.1	1,063.5	980.3	1,021.9
15	佐倉町成田寄 成田町佐倉寄	同上	9,330	〃 〃 16-44.4	〃 〃 16-48.6	33.44	33.30	33.37	155.8	146.9	151.4	875.8	818.5	841.2
	計又は平均		30,010					34.23			157.55			923.24

表—12 府縣道船橋佐倉線の内 津田沼佐倉間及千葉佐原線の内 佐倉成田間のガソリン消費量

番號	區間	路面種別	實速度 (km/h) 往	實速度 (km/h) 復	實速度 (km/h) 平均	ガソリン消費量 (cc/km) 往	ガソリン消費量 (cc/km) 復	ガソリン消費量 (cc/km) 平均	同 (ton km/l) 往	同 (ton km/l) 復	同 (ton km/l) 平均	風壓 kg/m²
12	津田沼驛前四街道分岐 大和田町幕張道分岐	砂利道	34.31	34.81	34.56	127.3	123.6	125.5	15.76	16.23	16.00	3.926
13	同上 京成志津驛前	同上	33.70	34.36	34.53	135.1	119.8	127.5	14.85	16.74	15.80	2.285
14	同上 鹿島橋船橋寄	同上	35.03	34.90	34.96	126.2	130.0	128.1	15.90	15.43	15.67	2.283
15	佐倉町成田寄 成田町佐倉寄	同上	33.44	33.30	33.37	132.9	130.7	131.8	15.09	15.35	15.22	3.248
	平均				34.35			128.23			15.67	3.011

路線の線形形狀の大要表—13の如し.

區間—12は津田沼より急勾配にて上り，以後幕張方面に向ひて緩に下り區間の始點と終點とを結ぶ直線は 0.01 %の勾配にして殆ど水平と考へて支障なし. この結果速度竝にガソリン消費量何れも往復共略々等しき結果を得たるものと思考せらる.

區間—13は大和田町より京成志津驛に向ひて平均 0.03 % の下り勾配を有するもガソリン消費量は反對に復路の方 15.3cc/km 少なき結果となりたり. これ路面狀態，風壓，局部的勾配等の影響によるものと思考せらる. 速度は往復共稍々相等し.

區間—14は京成志津驛より鹿島橋に向ひて 0.21 % の下り勾配を有す. ガソリン消費量は往路に比し復路が 3.8 cc/km 大なるは，此の影響によるものと思考せらる. 速度は往復共略々相等し.

區間—15は中間に相當の高低を有するも，始端と終端とをつなぐ直線は佐倉町より成田町に向ひ 0.08 % の上り勾配を示し，全體としては大なる高低なきものと見て支障なし. 速度竝にガソリン消費量が往復共略々相等しき結果となりたるはこの結果によるものと思考せらる.

[4] 府縣道木下松戸線中，松戸六實間の道路

本路線は松戸町より木下町に至るものにして　松戸方面より利根川畔に至る捷路であり沿線に東京市の八柱靈園，六實ゴルフリンクス等あり，東京方面との交通多く一種のドライヴウエイをなす．

昭和8年より八柱六實間に乳劑による簡易鋪裝を行ひ，昭和10年より松戸八柱間にコンクリート及セメントマカダム鋪裝を行ひ，著しく面目を新にし交通量も爲に增加した．

本試驗に於ては松戸六實間に區間を選定し試驗を行つた．

その結果を示せば表—14．表—15 及 圖—10，圖—11に示すが如し．

路線の線形形狀の大要表—16の如し．

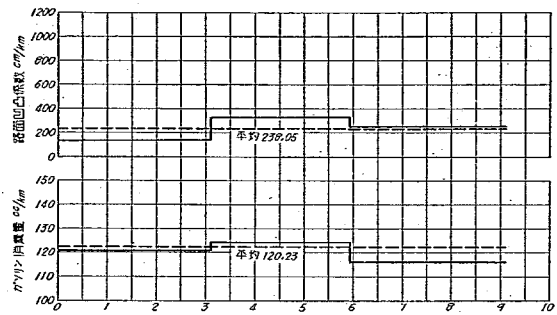
區間—16は松戸町竹ノ花より日暮に向ひ 0.65％ の平均上り勾配にして，ガソリン消費量が復路に比し往路に於て 41.8cc/km 大なる結果を得たるは，主として之に基因するものと思考せらる．速度は往復共相等し．

區間—17は日暮より五香に向ひ 0.2％ の平均上り勾配を有するも，速度は往復共略々相等しくガソリン消費量は全く相等しき結果を得たり．

區間—18は五香より六實に向ひ 0.12％ の平均上り勾配を有するも，ガソリン消費量は復路の方が往路より 6.4 cc/km 多き結果となれり．これ路面狀態，風壓，局部的勾配等の影響によるものと思考せらる．速度は往復共略々相等し．

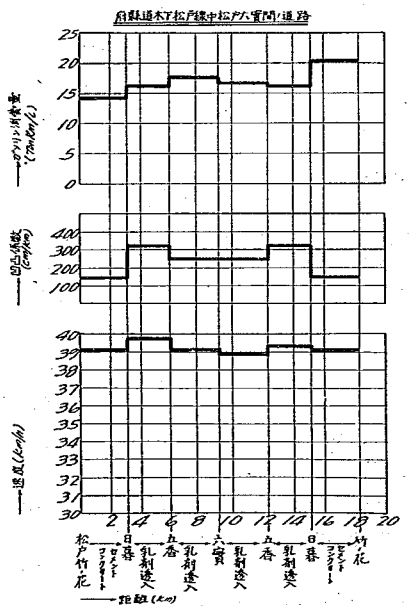
圖 — 10

（d） 府縣道木下松戸線の內松戸—六實間の道路



路面種別	セメントコンクリート及びマカダム	乳劑透入塗裝	乳劑透入塗裝
區間	16	17	18
延長 km	34.12	34.55	34.05

圖 — 11



表—13 府縣道船橋佐倉線中 津田沼町佐倉町間及
府縣道千葉佐原線中 佐倉町成田町間の線形大要

番號	區間	幅員(m) 平均	幅員(m) 最狹	勾配(%) 平均	勾配(%) 最急	線形	交通量 換算重量	交通量 自動車數	路面種別	維持費 (錢/m²/年)
12	自津田沼驛前四街道分岐 至大和田町慕張道分岐	6.41	6.0 (2420)	+0.01	+2.89 (180)	稍屈曲	584	332	砂利道	6.714
13	自同上 至京成志津驛前	6.37	6.0 (3460)	−0.03	+2.50 (160)	屈曲少	402	201	同上	7.363
14	自同上 至鹿島橋船橋寄	5.99	5.0 (720)	−0.21	±3.33 (+180) (−90)	屈曲多	278	125	同上	7.471
15	自佐倉町成田寄 至成田町佐倉寄	6.03	5.0 (540)	+0.08	+4.45 (90)	屈曲多	417	245	同上	7.525

交通量は昭和8年の調査に依る．括弧內は各々延長を示す．

表—14 府縣道木下松戸線の內松戸町六實間の路面凹凸係數

番號	區間	路面種別	延長 km	走行時間 往	走行時間 復	實速度(km/h) 往	實速度(km/h) 復	實速度(km/h) 平均	ヴアイアログ指數(/km) 往	ヴアイアログ指數(/km) 復	ヴアイアログ指數(/km) 平均	凹凸係數(cm/km) 往	凹凸係數(cm/km) 復	凹凸係數(cm/km) 平均
16	松戸町竹ノ花 日暮軍用軌道交叉		3.110	〃 4-46.2	〃 4-46.2	39.12	39.12	39.12	18.65	19.29	18.97	136.3	141.0	138.7
17	同上 五香軍用軌道交叉	乳劑透入鋪裝	2.820	〃 4-15.6	〃 4-18	39.72	39.33	39.53	42.90	43.97	43.44	322.2	325.4	323.8
18	同上 六實踏切松戸寄	同上	3.190	〃 4-53.4	〃 4-55	39.14	38.95	39.05	34.48	34.48	34.48	252.7	251.7	252.2
	計又は平均		**9.120**					**39.23**			**32.30**			**238.05**

表—15 府縣道木下松戸線の內松戸町六實間のガソリン消費量

番號	區間	路面種別	實速度(km/h) 往	實速度(km/h) 復	實速度(km/h) 平均	ガソリン消費量(cc/km) 往	ガソリン消費量(cc/km) 復	ガソリン消費量(cc/km) 平均	同(ton km/l) 往	同(ton km/l) 復	同(ton km/l) 平均	風壓 kg/m²
16	松戸町竹ノ花 日暮軍用軌道交叉	セメントコンクリート セメントマカダム	39.12	39.12	39.12	141.5	99.7	120.6	14.18	20.12	17.15	1.128
17	同上 五香軍用軌道交叉	乳劑透入鋪裝	39.72	39.33	39.53	124.1	124.1	124.1	16.16	16.16	16.16	3.955
18	同上 六實踏切松戸寄	同上	39.14	38.95	39.05	112.9	119.1	116.0	17.78	16.84	17.31	2.636
	平均				**39.23**			**120.23**			**16.87**	**2.570**

表—16 府縣道 木下松戸線中 松戸町六實間の線形大要

番號	區間	幅員(m) 平均	幅員(m) 最狹	勾配(%) 平均	勾配(%) 最急	線形	交通量 換算重量	交通量 自動車數	路面種別	維持費 (錢/m²/年)
16	自松戸町竹ノ花 至日暮軍用軌道交叉	7.10	6.0 (770)	÷0.65	+3.78 (270)	屈曲少	326	156	セメントコンクリート セメントマカダム	0.292
17	自同上 至五香軍用軌道交叉	5.73	5.0 (270)	+0.20	−2.22 (90)	稍屈曲	—	—	乳劑鋪裝(透入式)	0.834
18	自同上 至六實踏切松戸寄	6.01	5.4 (270)	+0.12	±0.78 (+90) (−90)	屈曲少	—	—	同上	0.834

交通量は昭和8年の調査に依る．括弧內は各々延長を示す．

［5］ 國道第6號線中，松戸葛飾橋我孫子大利根橋間の道路

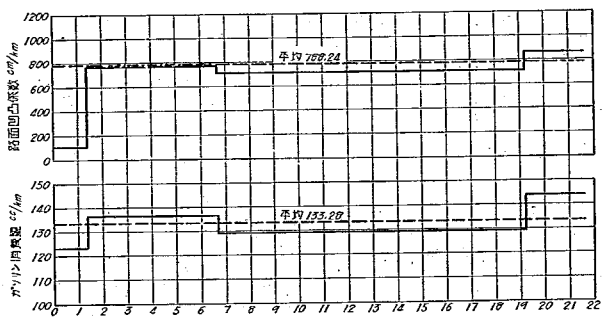
本路線は所謂陸前濱街道の一部であり，本邦重要幹線の一つである．物資の東京方面に搬出せらるもの相當に多く，交通上產業上のみならず軍事的にも重要なる意義を有する．

その交通も自動車による遠距離輸送のもの多く，重量も比較的大であり路面の損傷も著しい．

而して未だ砂利路面であるから之を有効に維持する事極めて困難であり，加之土質の不適のために砂塵發散も多く鋪裝施行を必要と考へるものである．

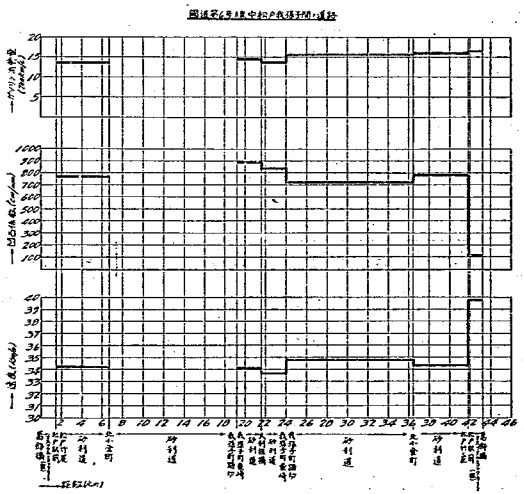
圖 — 12

(c) 国道第6号の内松戸葛飾橋～大利根橋間の道路



路面種別	砂利道	砂利道	砂利道
区間	20	21	22
実測延長 km	34.26	34.75	33.85

圖 — 13



本試驗に於ては區間を松戸葛飾橋，我孫子大利根橋間に選び試驗を行つた．

その結果を示せば表—17，表—18 及圖—12，圖—13 の如し．

表—17 國道第6號の內 千葉縣管內の道路の路面凹凸係數

番號	區間	路面種別	延長(km)	走行時間 往	走行時間 復	實速度(km/h) 往	實速度(km/h) 復	實速度(km/h) 平均	ヴァイアログ指數(/km) 往	ヴァイアログ指數(/km) 復	ヴァイアログ指數(/km) 平均	凹凸係數(cm/km) 往	凹凸係數(cm/km) 復	凹凸係數(cm/km) 平均
19	葛飾橋東詰 松戸驛前	瀝青コンクリート(粗粒式)	1.380	—	〃 2–5	—	39.77	—	—	13.7	—	—	103.6	—
20	松戸町竹ノ花交叉 北小金町道路元標	砂利道	5.310	〃 9–18.6	〃 9–17.4	34.21	34.30	34.26	131.2	133.5	132.4	769.2	783.8	776.50
21	同上 我孫子町省線踏切	同上	12.520	—	〃 21–39	—	34.75	—	—	118.2	—	—	711.6	—
22	我孫子町柴崎分岐 大利根橋南詰	同上	2.430	〃 4–17.2	〃 4–20	34.03	34.66	33.85	153.5	146.9	150.2	890.3	834.5	862.40
	計又は平均		往 7.740 復 21.640					34.29			133.4			788.24

備考 19 號は短距離のため平均せざるものとす．

表—18 國道第6號の內 千葉縣管內の道路のガソリン消費量

番號	區間	路面種別	實速度(km/h) 往	實速度(km/h) 復	實速度(km/h) 平均	ガソリン消費量(cc/km) 往	ガソリン消費量(cc/km) 復	ガソリン消費量(cc/km) 平均	同(ton km/l) 往	同(ton km/l) 復	同(ton km/l) 平均	風壓(kg/m²)
19	葛飾橋東詰 松戸驛前	瀝青コンクリート	—	39.77	—	—	123.2	—	—	16.28	(16.28)	3.047
20	松戸町竹ノ花交叉 北小金町道路元標	砂利道	34.21	34.30	34.26	146.9	126.2	136.5	13.66	15.90	14.78	2.160
21	同上 我孫子町省線踏切	同上	—	34.75	—	—	129.4	—	—	15.50	(15.50)	1.429
22	我孫子町柴崎分岐 大利根橋南詰	同上	34.03	33.66	33.85	139.9	148.1	144.0	14.34	13.54	13.94	3.335
	平均							133.28			14.74	2.493

路線の線形形狀は大要表—19の如し．

表—19 國道第6號中 千葉縣管內の路線の線形大要

番號	區間	幅員(m) 平均	幅員(m) 最狹	勾配(%) 平均	勾配(%) 最急	線形	交通量 換算重量	交通量 自動車數	路面種別	維持費(錢/m²/年)
19	自葛飾橋東詰 至松戸驛前	11.49	11.0 (780)	— 0.20	— 2.22 (180)	稍屈曲	1862	959	粗粒式アスファルトコンクリート	2.085
20	自松戸町竹ノ花 至北小金町道路元標	7.00	5.5 (450)	+ 0.49	+ 3.78 (270)	稍屈曲	604	291	砂利道	8.376
21	自同上 至我孫子町省線踏切	6.63	5.0 (630)	+ 0.24	+ 7.35 (65)	稍屈曲	—	—	同上	8.917
22	自我孫子町柴崎分岐 至大利根橋南詰	7.75	6.0 (180)	— 0.07	— 2.22 (90)	屈曲多	471	233	同上	8.278

交通量は昭和8年の調査による．括弧內は各々延長を示す．

區間—20は松戸町竹ノ花より北小金に向ひ 0.49％ の平均上り勾配を有す．ガソリン消費量が往路に於て復路に比し20.7 cc/km 多く要したるは主として之に基因するものと考察せらる．速度は往復共略々相等し．

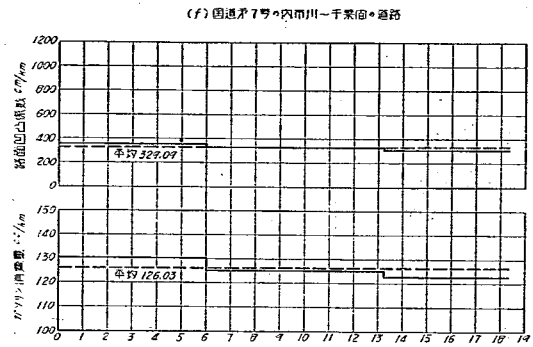
區間—22は我孫子町柴崎より大利根橋に向ひ 0.07％ の平均下り勾配を有す．ガソリン消費量が復路に於て往路に比し 8.2 cc/km 多くなりたるは主として之に基因するものと考察せらる．速度は往復共略々相等し．

［6］ 國道第7號線中市川、千葉間の道路

本路線は所謂千葉街道であつて，之によりて東京灣及大平洋方面の水產物或は縣內の豐富なる農產物は自動車を以て連日連夜中央市場に搬出せらるゝ狀況にある．更に帝都と衞星都市千葉との連絡道路として軍事的にも重要なもので全線の鋪裝は已に完成して居る．

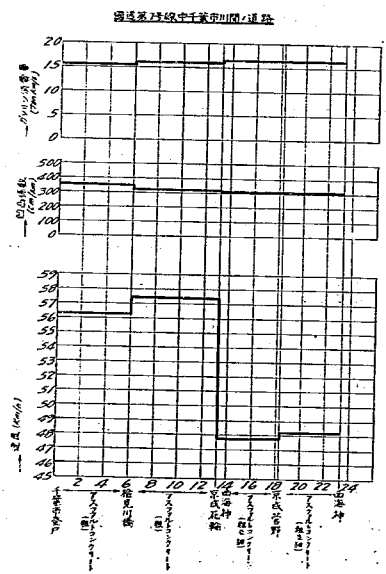
本試驗に於ては區間を千葉市，市川市間に選定し試驗を行つた，その結果を示せば表—20，表—21及圖—14，圖—15 の如し．

圖 — 14



路面種別	汀青コンクリート（粗敷式）	汀青コンクリート（粗敷式）	汀青コンクリート（粗敷及び細敷式）
区間	23	24	25
平均速度 km/h	56.3	57.4	49.0

圖 — 15



表—20 國道第7號の內 千葉縣管內の道路の路面凹凸係數

番號	區間	路面種別	延長 km	走行時間 往	走行時間 復	實速度 (km/h) 往	實速度 (km/h) 復	實速度 (km/h) 平均	ヴァイアログ指數(/km) 往	ヴァイアログ指數(/km) 復	ヴァイアログ指數(/km) 平均	凹凸係數 (cm/km) 往	凹凸係數 (cm/km) 復	凹凸係數 (cm/km) 平均
23	千葉市登戶町村道分岐 檢見川橋西詰	瀝青コンクリート粗粒式	5.990	〃 〃 6–22.9 (往2回平均)	—	56.3 (同左)	—	56.3	27.5 (同左)	—	27.5	357.2	—	357.2
24	同上 京成花輪際鋪裝端	同	7.230	〃 〃 7–33.5 (同上)	—	57.4 (同左)	—	57.4	24.5 (同左)	—	24.5	327.7	—	327.7
25	西海神神社前 京成菅野驛入口角	瀝青コンクリート及細粒式	5.090	〃 〃 6–24.5	〃 〃 6–20.2	47.7	48.2	48.0	30.9	30.0	30.5	311.9	307.1	309.5
	計又は平均	往 復	18.31 5.09					52.4			27.5			329.09

表—21 國道第7號の內千葉縣管內に於けるガソリン消費量

番號	區間	路面種別	實速度 (km/h) 往	實速度 (km/h) 復	實速度 (km/h) 平均	ガソリン消費量(cc/km) 往	ガソリン消費量(cc/km) 復	ガソリン消費量(cc/km) 平均	同 (ton km/l) 往	同 (ton km/l) 復	同 (ton km/l) 平均	風壓 (kg/m²)
23	千葉市登戶町村道分岐 檢見川橋西詰	瀝青コンクリート，粗粒式	56.3 (往2回平均)	—	56.3	130.2 (往2回平均)	—	130.2	15.41	—	15.41	2.536
24	同上 京成花輪際鋪裝端	同上	57.4 (同上)	—	57.2	125.1 (同上)	—	125.1	16.04	—	16.04	3.570
25	西海神神社前 京成菅野驛入口角	瀝青コンクリート，粗及細粒式	47.7	48.2	47.7	122.8	122.8	122.8	16.34	16.34	16.34	3.819
	平均							126.03			15.93	3.310

路線の線形形狀を示せば大要次表の如し.

表—22 國道第7號中 千葉縣管內の路線の線形大要

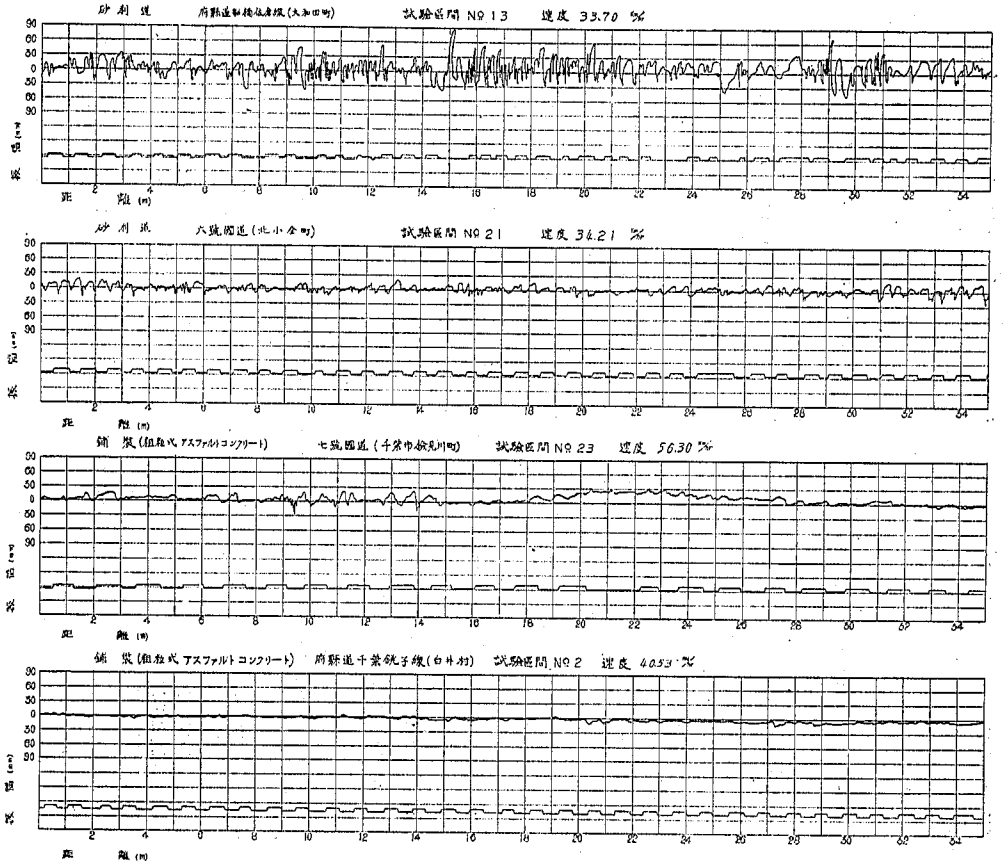
番號	區間	幅員 (m) 平均	幅員 (m) 最狹	勾配 (%) 平均	勾配 (%) 最急	線形	交通量 換算重量	交通量 自動車數	路面種別	維持費 (錢/m²/年)
23	自千葉市登戶道路分岐 至檢見川橋西詰	11.70	9.3 (570)	−0.02	+0.89 (170)	概直線	1055	486	アスファルトコンクリート，トペカ式	1.043
24	自同上 至京成花輪際鋪裝端	10.08	9.2 (4490)	−0.01	−0.67 (180)	屈曲少	1968	953	同上	2.085
25	自西海神神社前 至京成菅野驛入口	10.41	8.0 (1080)	−0.29	−1.11 (270)	屈曲少	2127	1117	アスファルトコンクリート，トペカ式及粗粒式	2.502

交通量は昭和8年の調査に依る. 括弧內は各々延長を示す.

區間—25は西海神より京成菅野驛方面に向ひ 0.29% の平均下り勾配を有するも，ガソリン消費量は往復共相等しき結果を得たり. 速度も亦往復共略々相等し.

尙ヴァイアログ試驗の記錄の代表的のもの二，三を圖—16に集めた.

圖 — 16


砂利道　府縣道新橋依原線（大和田町）　試驗區間 No 13　速度 33.70 %
砂利道　六號國道（北小金町）　試驗區間 No 21　速度 34.21 %
鋪裝（粗粒式アスファルトコンクリート）　七號國道（千葉市檢見川町）　試驗區間 No 23　速度 56.30 %
鋪裝（粗粒式アスファルトコンクリート）　府縣道千葉銚子線（白井村）　試驗區間 No 2　速度 40.53 %
振幅 (mm)
距離 (m)

IV. 路面種別による路面凹凸係数及ガソリン消費量

試験を行へる路線 7，區間數 25 の結果より砂利道，瀝青コンクリート鋪裝，瀝青乳劑による透入鋪裝と混合式鋪裝竝にコンクリート鋪裝につき路面凹凸係數，ガソリン消費量及走行速度を比較すれば表—23～25に示すが如し．

表—23 砂利道の凹凸係數及ガソリン消費量

番號	速度 (km/h)	凹凸係數 (cm/km)	ガソリン消費量 (cc/km)	ガソリン消費量 (ton km/l)
3	35.28	1,017.6	△ 146.0	○ 13.73
4	35.68	△ 1,037.2	132.3	15.37
5	35.55	997.8	113.2	17.72
9	△ 38.41	747.5	○ 109.1	△ 18.40
10	34.80	742.0	123.2	16.28
12	34.56	937.9	125.5	16.00
13	34.03	888.4	127.5	15.80
14	34.97	1,021.9	128.1	15.67
15	○ 33.37	847.2	131.8	15.22
20	34.25	776.5	136.5	14.78
21	34.75	○ 711.6	129.4	15.50
22	33.85	862.4	144.0	13.94
平均	**34.96**	**882.3**	**128.9**	**15.56**

△は各最大値を示す．○は各最小値を示す．

表—24 瀝青コンクリート鋪裝の凹凸係數及ガソリン消費量

番號	速度 (km/h)	凹凸係數 (cm/km)	ガソリン消費量 (cc/km)	ガソリン消費量 (ton km/l)
1	38.80	125.8	124.6	16.33
2	40.84	○ 120.3	120.2	16.85
6	○ 31.23	145.0	118.7	16.93
7	39.52	212.2	○ 118.3	△ 16.99
8	37.54	171.1	120.1	16.70
25	48.00	309.5	122.8	16.34
23	56.30	△ 357.2	△ 130.2	○ 15.41
24	△ 57.40	327.7	125.1	16.04
平均	**43.70**	**221.10**	**122.5**	**16.31**

△は各最大値を示す．○は各最小値を示す．

表—25 乳瀝鋪裝及コンクリート鋪裝の路面凹凸係數及ガソリン消費量

番號	鋪裝種別	速度 (km/h)	凹凸係數 (cm/km)	ガソリン消費量 (cc/km)	ガソリン消費量 (ton km/l)
11	乳劑混合鋪裝	41.94	359.0	108.6	18.50
17	乳劑透入鋪裝	39.53	323.8	124.1	16.16
18	同上	39.05	252.2	116.0	17.31
平均		**40.17**	**311.7**	**116.2**	**17.32**
16	コンクリート及セメントマカダム	39.12	138.7	120.6	17.15

各種の路面種別につきその經濟價値の平均値を求むるれば表—26に示すが如し．

表 — 26

路面種別		砂利道	瀝青コンクリート鋪裝	乳劑鋪裝	コンクリート鋪裝
速度 (km/h)	最大値	38.41	57.40	41.94	—
	最小値	33.37	31.23	39.05	—
	平均	**34.96**	**43.70**	**40.17**	**39.12**
凹凸係數 (cm/km)	最大値	1,037.2	357.2	359.0	—
	最小値	711.6	120.3	252.2	—
	平均	**882.3**	**221.1**	**311.6**	**138.0**
ガソリン消費量 (cc/km)	最大値	146.0	130.2	124.1	—
	最小値	109.0	118.3	108.6	—
	平均	**128.9**	**122.5**	**116.2**	**120.6**
同上 (ton km/l)	最大値	18.40	16.99	18.50	—
	最小値	13.73	15.41	16.16	—
	平均	**15.56**	**16.31**	**17.32**	**17.15**
同cc/kmでの比		100	95	90	93
試驗數		12	8	3	1

V. 路面構造と交通量との經濟的關係

試驗結果により鋪裝及砂利道に於ける自動車の ton km 當りのガソリン費を求むれば表—27 の如し.

表—27 路面種別によるガソリン費

路面種別 / ガソリン量	砂利道	鋪裝		
		瀝青コンクリート	乳劑鋪裝	コンクリート
cc/km	128.9	122.5	116.2	120.6
cc/ton km	64.3	61.1	57.8	60.2
錢 / km	2.204	2.095	1.987	2.062
錢 / ton km	1.103	1.049	0.995	1.032
ton km/l	15.56	16.31	17.32	17.15
ton km/gal	59.66	61.74	65.56	62.50

但しガソリン 1 ガロン 65 錢とす.

砂利道と鋪裝との路面築造費に對する金利1年間の維持費及1年間の交通車輛の運搬費の總計を比較して，先づ鋪裝施行を經濟と認めらる，交通量の最少限度を求め，更に鋪裝の種類を如何に選擇すべきやに關し，交通車輛の量質，築造費及維持費に及ぼす地方的條件を基準として論及し，以て將來の改良計畫の方針，改良時期の緩急を定める資料とすべきも，本試驗に於てはその回數少なく各種鋪裝に關し比較檢討し全面的に論ずるには資料不足なるため，單に國家經濟的見地より見て許容し得る路面築造費の限度を求め，次に路面改良の施行順序の決定資料を求めた.

［1］ 舗装施行を経済とする最小交通量

舗装施行を経済なりと認めらるゝ交通量の最小限度は次式により與へられる.

$$T=\frac{m\,(C_p-C_g)-(M_g-M_p)}{365\,(K_gF_g-K_pF_p)}$$

$$V_0=\frac{T}{W}$$

T ＝交通量 (ton/lane/day)

C ＝1 車線幅延長 1 km の路面築造費 (圓)

M＝1車線幅延長 1 km の1年平均維持費 (圓)

F＝自動車ガソリン費 (圓/ton km)

K＝運搬費係數

m ＝金利

V_0＝平均自動車臺數 (臺/lane/day)

W＝自動車1臺の平均重量 (噸)

suffix p, g は各々舗装及砂利道を示す.

砂利道の試驗區間毎に路面築造費，維持費を求め，それから交通量の最小限度を算出する.

路面築造費：舗装（粗粒式アスファルトコンクリート）は厚さ 5 cm とし，その下に 5 cm の水締め轢壓を見込み，砂利道は仕上厚 10 cm としたもので，各試驗區間毎に材料の產地，運搬距離等の地方的條件を考慮して算出した．舗装にては最高 2.91 圓/m², 最低 2.22 圓/m², 砂利道にては最高 0.73 圓/m², 最低 0.55 圓/m² なる數値を得た．而してこれ等を 1 車線幅 (3.00 m), 延長 1 km 當の路面築造費とせるものが表—30 の C_p, C_g である.

維持費：維持費も亦舗装，砂利道の場合に就き各試驗區間毎に地方的條件を考慮して算出したもので，砂利道の 1 年平均維持費は各區間に於ける實施額で 2.22～8.92 錢/m²/年にて，舗装の維持費は縣下に於ける實施額よりその路面種別及交通量を考慮して算出せるに 1.15～2.03 錢/m²/年なる數値を得た.

自動車ガソリン費：本試驗の結果にて表—27より

F_g=0.01103 圓/ton km

F_p=0.01049　　同上

運搬費係數：運轉費中 路面種別の如何に直接關係を有する費用のガソリン費に對する割合にして，代表的

表—28　1 粁當り自動車運轉費調査表

種別 / 費目	バス	トラック
	錢	錢
ガソリン〔Q〕	4.50 *	6.00 *
モビール	0.20 *	0.50 *
600W 及グリース	0.05 *	0.07 *
車體及タイヤー修繕費	0.69 *	1.20 *
車體償却費	2.62 *	3.00 *
人件費	2.33	3.42
雜費	0.71	0.85
計（運轉費）	11.10	15.04
路面に關係せる費用〔Q〕	8.06	10.77
運搬費係數〔K=Q/O〕	1.791	1.795

摘要 1. *印は路面構造に關係を有する費用

2. 人件費は運轉手並に助手の給料，賞與，支給品一切を含む.

3. 雜費は稅金，道路損傷負擔金，保險金，事故費等を含む.

4. ガソリン (0.65 圓/gal), モビール (1.40 圓/gal), 600W (1.2 圓/gal), タイヤーチューブ付 (80 圓/本) とす.

表—29　平均重量比率

	平均重量	重量比率 (w)	實數百分率 (p)	$w\times p\times\frac{1}{100}$
貨物自動車	7.113 t	3.55	60	2.13
乘合自動車	5.195	2.59	25	0.65
乘用自動車	2.006	1.00	15	0.15
			100	2.93

バス及トラックに就き調査した數値は表—28に示す如くにて，兩者に關し大略相等しき結果を得た．尙運搬費係數は自動車の種類のみならず，路面構造の如何により異なる係數なるも次表の調査は一般的に爲せるを以て同一であると考へ

$$K_p = K_g = K = 1.79$$

とした．

金利：$m=0.04$

自動車1臺の平均重量：

$$W = (\text{試驗車重量}) \times (\text{平均重量比率})$$
$$= 2.006 \times 2.93$$
$$= 5.878\ \text{t}$$

平均重量比率は昭和12年5月縣下の國道及府縣道に於て貨物自動車並に乘合自動車に就き重量調査した結果より平均値を求めたもので表—29 に示せる如し．

斯くして求めた數値から最小經濟交通量 T 及び V_b を各砂利道區間に就き求むれば表—30 の如し．

表 — 30

試驗區間		路面築造費		一年平均維持費		$m(C_p-C_g)-(M_g-M_p)$	最小經濟交通量	
路線名	番號	C_p (圓/km/lane)	C_g (圓/km/lane)	M_p (圓/km/lane)	M_g (圓/km/lane)		T (ton/lane/day)	V_b (臺/lane/day)
千葉銚子線	3	7 080	2 160	34.50	135.30	96.00	268	46
	4	7 140	2 190	34.50	136.50	96.00	268	46
	5	7 080	2 070	34.50	128 40	106.50	298	51
千葉北條線	9	6 660	1 830	34.50	66.60	161.10	450	76
	10	6 690	1 890	34.50	68.70	157.80	441	75
船橋佐倉線	12	8 310	1 890	43.20	201.30	98.70	277	47
	13	8 610	2 040	34.50	220.80	76.50	214	36
	14	8 730	2 070	34.50	224.10	76.80	215	37
	15	8 730	2 070	36.30	225.90	76.80	215	37
6號國道	20	7 890	1 680	62.10	251.40	59.10	165	28
	21	8 130	1 770	57.90	267.60	44.70	125	21
	22	8 040	1 650	57.90	248.40	65.10	182	31

$$T_{max} = 450\ \text{ton/lane/day},\quad T_{min} = 125\ \text{ton/lane/day}$$

即ち1日1車線 76 臺の自動車交通を有する路線は，國家經済よりして鋪裝施行必要なるもので，全路線とも既に現在交通量は最小經濟交通量の數倍を有し，鋪裝は目下の急務であると思考せられる．而して T_{min} を得た區間に就き考察するに，本區間は6號國道の一部で現在交通量はその 15 倍を有し，砂利道として存置するは多大の維持費を要し又運轉費の損失多く，これを放置するは極めて國家的不經濟で早急に鋪裝を要する區間である。要するに全區間を通じ現在の交通量を以てして既に鋪裝施行をなすは經濟價値を增大するものである．

［2］ 路面築造に用ふべき經費の限度

砂利道を鋪裝せる場合，ガソリン費及それに附隨する運轉費の節約を利息と考へたときの還元基本金を工事費に全額充當すると，どの程度の路面築造が可能であるかは次の式によつて與へられる．

表—31

試驗區間 路線名	番號	交通量 V_e (臺/lane/day)	路面築造費の限度 C_p' (圓/km/lane)	C_p'' (圓/m²)
千葉銚子線	3	150	7890	2.60
	4	175	9210	3.10
	5	170	8940	3.00
千葉北條線	9	180	9470	3.20
	10	175	9210	3.10
船橋佐倉線	12	235	12360	4.10
	13	190	10000	3.30
	14	200	10520	3.50
	15	225	11840	3.90
6號國道	20	320	16830	5.60
	21	315	16570	5.50
	22	270	14200	4.70

$$C_p' = 365(K_gF_g - K_pF_p) \times W \times V_e \times \frac{1}{m}$$

C_p' = 許容最大路面築造費 1 車線幅延長 1 km 當り (圓)

V_e = 現在交通量 (實自動車臺數 臺/lane/day)

其の他は前項の通り即ち

$K_p = K_g = K = 1.79$

F_g = 0.01103 圓/ton km

F_p = 0.01049 圓/ton km

m = 0.04

W = 5.787 t

故に

C_p' = 52.6085 × V_e (圓/lane/km)

C_p'' = 0.01753 × V_e (圓/m²)

これを各試驗區間に求めたるは表—31の如し.

[3] 路面改良の順位決定

最小經濟交通量の平均自動車臺數 (V_o) と現在交通量の自動車臺數 (V_e) との比率は, 鋪裝施行の必要性の緩急を示す基準となる. 即ち V_e/V_o の大さは施行の順位を表すものと考へられる. それ等を表示すれば表—32の如し.

表—32 交通量より見たる場合の鋪裝施行順位

試驗區 路線名	番號	交通量 (臺/lane/day) V_e	V_o	V_e/V_o	施行順位 區間別	路線別
千葉銚子線	3	150	46	3.26	10	3
	4	175	46	3.80	8	
	5	170	51	3.33	9	
千葉北條線	9	180	76	2.37	11	4
	10	175	75	2.33	12	
船橋佐倉線	12	235	47	5.00	7	2
	13	190	36	5.28	6	
	14	200	37	5.40	5	
	15	225	37	6.08	4	
6號國道	20	320	28	11.42	2	1
	21	315	21	15.00	1	
	22	270	31	8.71	3	

又許容最大路面築造費 (C_p') と初めに假定した路面築造費 (C_p) との比率は, 路面構造の重要性を判定する有力なる一資料となる. それ等を表示すれば表—33の如し. 但しこれは前述の如くガソリン費及其他の運轉費の節約を全額築造費に充當するものと仮定したもので, これは試驗區間相互間に於て地方的條件を考慮した場合の許容し得る路面構造の程度の順位を決める標準を示すに過ぎない.

表—33　交通量及材料の地方的條件を考慮せる場合の路面構造順位

試驗區		路面築造費（圓/lane/km）		C_p'/C_p	順位	
路線名	番號	C_p'	C_p		區間別	路線別
千葉銚子線	3	7 890	7 080	1.11	12	4
	4	9 210	7 140	1.29	8	
	5	8 940	7 080	1.26	9	
千葉北條線	9	9 470	6 660	1.42	5	2
	10	9 210	6 690	1.38	6	
船橋佐倉線	12	12 360	8 310	1.49	4	3
	13	10 000	8 610	1.16	11	
	14	10 520	8 730	1.20	10	
	15	11 840	8 730	1.35	7	
6 號國道	20	16 830	7 890	2.13	①	1
	21	16 570	8 130	2.03	②	
	22	14 200	8 040	1.77	③	

表—32，33は何ら相關的關係を有する順位でないが，6 號國道の改修は路線の經濟價値から考慮して最も急を要するもので，路面構造も亦假定した斷面より更に高級鋪裝を施行し得るものである．又府縣道千葉北條線は交通量の關係から見た場合は比較的急施を要しないが，路面構造から考へる場合は施行材料が他區間に比較して廉價な爲，割合高級な構造と爲し得るものである．

以上は土木行政的見地を全然考慮せず，單にガソリン消費量に主眼を置いて土木經濟的見地から，砂利道鋪裝の必要性及その路面築造の程度を考察したもので，計畫決定上極めて有力な資料にして，合理的路面改良計畫樹立の一方法として數量的根據を附與するものである．

神崎川分流に關する模型試驗

內務技師　松尾春雄
內務技手　柄澤郡治

目　次

I. 總　說……（1）
II. 試　驗……（4）
III. 結果の綜合……（13）
［1］ 相似關係及試驗結果の解釋……（13）
［2］ 分流堤根本の洗掘に就て……（17）
［3］ 橋脚の影響に就て……（17）
［4］ 要　約……（18）

本試驗は大阪府土木部の依頼により昭和12年10月より昭和13年2月の間に行つたものである.

I. 總　說

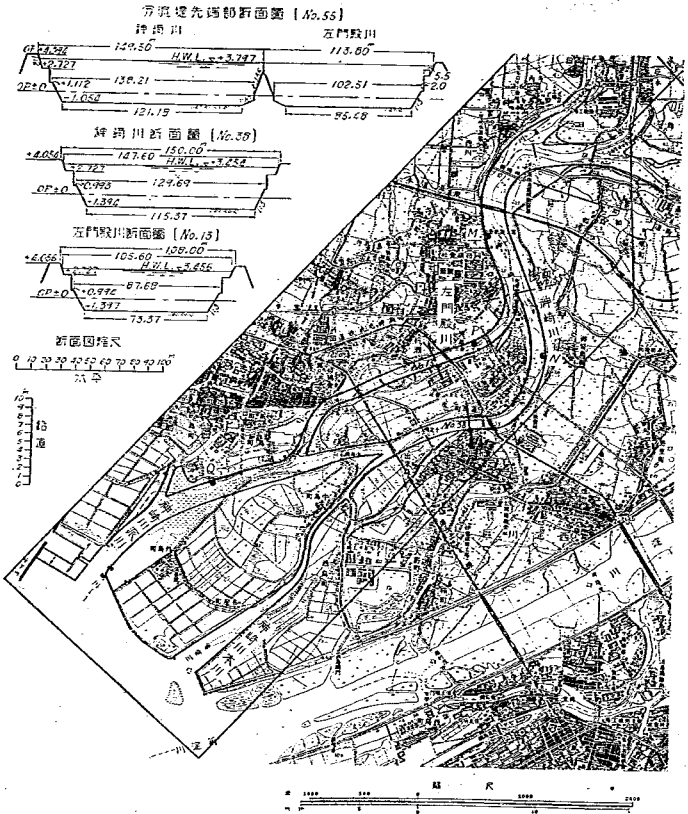
神崎川水系改良工事の中神崎川下流部改良工事は大阪府土木部河港課直營の下に工費約585萬圓を以て昭和7年に工事を開始し，昭和15年完成の豫定の下に工事施行中のものであるが，その中分流堤の形狀につき研究の餘地ある事が當事者によつて認められ，之に對し模型試驗による研究を昭和11年9月當所に依頼された．當時下流部の工事は概ね竣工し，分流點附近より上流の工事が殘されてゐた狀態であつて當所に於ては，專ら分流堤の形狀に就き試驗を行つた．卽ち洪水時に於ける兩川の洪水流量を所定の量に分流する爲には分流堤の形狀を如何にすべきかに就て研究したのである．從つて高潮其他に原因する汎濫に對し堤の高さを如何にすべきか等の問題には全然觸れてゐない．

同工事は猪名川及藻川より流出する高水を流出すると同時に平時に於ける舟運に便なる樣計畫されたものであつて，高水量は神崎橋上流部に於て藻川1113 m³/sec（4萬個），猪名川417 m³/sec（1.5萬個）合計1530 m³/sec（5.5萬個）であるが，洪水波の合流點までの到達時間は藻川の方が約3時間早い爲この合流點以下の計畫最大高水量は1392 m³/sec（5萬個）となつてゐる．この合流點以下に於ける「神崎川左門殿川改良工事計畫概要」は次頁以下に示す通りである．

試驗の要點は神崎左門殿兩川の洪水流量を約3：2の比に分流する爲には分流堤の形は設計の通りにて差支ないか，若し之が不適當ならば如何なる形を適當とするかに就てである．試驗は初めに工事竣工の狀態の下に既定設計の分流堤に就き行ひ，次に分流堤の形を變へたもの，次に分流より上流の河川敷が洗掘された狀態に就て行ひ，最後に試驗の初期に於て現地にて測量した結果と比較する爲，その當時の地形に改造したものに就て行つた．模型は何れも固定の川底を有するものである．

尙本報告の圖面はすべて神崎川の改測以前の舊O. P. に依つたものである．從つて毛馬閘門のO. P. と連絡せしめて新らしく改測された基準面のO. P. よりは0.449 mだけ低い．

圖—1 神崎川，左門殿川，平面及縱面圖
平面圖の太い直線は模型に取入れた範圍を示す



神崎川，左門殿川改良工事計畫概要

1. 神崎川は計畫高水量 50,000 個にして左門殿川に 20,000 個を流下せしむる計畫にて幅員は神崎川 230m，左門殿川 108m を基準とす.

堤防は天端勾配，神崎川は 1/5000，左門殿川は 1/4154，法勾配は表裏共 2 割とし法面は筋芝工を施し天端幅は 7 m とし堤防餘裕高 0.6 m とす.

堤防前面には平均滿潮位上約 80 cm の高さに幅 5.50 m の荷揚用小段を設け其の前端には全區域に亘り鐵筋コンクリート製板掛工護岸を施工す.

河底は勾配神崎川 1/5000，左門殿川 1/4154 にして平均干潮位以下 2.0 m に浚渫するものとす.

神崎川本川，左門殿川兩川の分流點には分流堤を設置し計畫流量に依る分流を爲さしめんとす.

2. 神崎川本川，左門殿川分流に關する水理調書

神崎川の計畫流量は 50,000 個にして神崎川本川と左門殿川に分流せしめ夫々 30,000 個，20,000 個を流下せしむる計畫とす．分流計畫次の如し．

A. 分流計畫設計概要

（1） 分流に關する改修計畫概要

河　川　名	計畫分流量	計畫勾配	分流點の計畫高水法線幅	分流前及後の計畫高水法線幅
神崎川（分流點より上流）	50,000 個	1/5000	—	227.60m
神崎川本川	30,000 個	1/5000	149.50 m	147.60 m
左門殿川	20,000 個	1/4154	113.80 m	105.60 m

神崎川本川及左門殿川は其の分派點より再び合流する點に至る迄に落差 65 cm を有し，長さは夫々 3,250 m 及 2,700 m にして右兩分流，合流の二點に於て計畫高水位，同河底高を一致せしむる樣勾配を定む．

（2） 計畫分派點に於て兩川の流水斷面積より流量計算を爲し流入量の比を求むれば次の如し．但兩川とも計畫勾配を 1/5000 とす（計算書一號參照）．

河　川　名	流　入　量	百　分　率	摘　　要
神崎川本川	36,540 個	57.96 %	計畫流入量　60 %
左門殿川	26,503 個	42.04 %	同　　40 %

B. 分流計畫設計說明

分流點下流の左門殿川，神崎川本川兩者の河肰を見るに前者は分流後直ちに河心の半徑約 400 m の急曲線にて右に彎曲せり，一方後者は殆んど直線にて流下約 500 m にして緩かなる曲線に接續せり，而して河幅は約 1 : 1.5 の割合なり（前項 (1) 參照）．

以上より見る時は分流點の流入割合を其の點の兩川流水斷面のみより流量算出をなし，既定計畫の割合となす時は流入後の兩川の河肰より來る摩擦の差より必ず神崎川本川へ過大の分流行はるゝものと推定さるゝを以て本計畫に對しては前項 (1) に記載の如く分流點の斷面にては左門殿川を過大となし以て所期の割合の流入をなさしめんとするものなり．而して分流點より上流へは長さ 150 m 石張に依る導水堤を設置し分流の完全を計れり．

尙計算書二號に明かなる如く右分流點以下の兩川の河積は夫々計畫流量に對して相當の餘裕を有せしめたり，即竣功後の不慮の原因に依る分流の不正確を豫想し治水の萬全を期せんとするものなり．

計　算　書　一　號　（要約）

先づ分流堤先端部（分流點）に於ける斷面に依る 神崎川本川流入量を計算，高水面を O. P. +3.794 m, 底の高さを O. P. −1.054 m として，Kutter の略公式に依り流速 V 及び流量 Q を次の通り算出してある．

$V=\dfrac{N\sqrt{R}}{\sqrt{R}+D}$　玆に $D=23\,n+\dfrac{0.00155}{S}$;　$N=\left(23+\dfrac{1}{n}\right)\sqrt{I}$

R は徑深 (m);　$R=\dfrac{A}{P}=\dfrac{670.72}{154.81}=4.332$ m

n は Kutter の粗度係數，$n=0.025$;

S は勾配；　$S=1/5000$

$$V=\frac{0.998\times4.332}{2.081+0.769}=1.52\ \text{m/sec}$$

$$Q=AV=670.72\times1.52=1016.80\ \text{m}^3/\text{sec}=36540.9\text{個}$$

次に分流堤先端部（分流點）に於ける斷面に依る左門殿川流入量を同様に計算して（水面高 O. P. +3.794 m, 底面高 O. P. −1.054 m）

$$R=\frac{497.64}{119.11}=4.177\ ;\quad n=0.025\ ;\quad S=\frac{1}{5000}\ ^{1)}$$

$$V=\frac{0.998\times4.177}{2.043+0.769}=1.48\ \text{m/sec}$$

$$Q=497.64\times1.48=737.50\ \text{m}^3/\text{sec}=26503.7\text{個}$$

計算書二號（要約）

神崎川本川（計畫丁杭 No. 38 の斷面）及左門殿川（斷面 No. 13）の流量を同様に算定する．この斷面は何れも分流の略々中流部に相當する．

神崎川本川　水面高 O. P. +3.454 m

底面高 O. P. −1.394 m，　$R=\frac{630.55}{152.18}=4.143$ m

$n=0.025$，　$S=1/5000$

$$V=\frac{0.998\times4.143}{2.035+0.769}=1.474\ \text{m/sec}$$

$$Q=630.55\times1.47=929.43\ \text{m}^3/\text{sec}=33400.9\text{個}$$

左門殿川　水面高 O. P. +3.456 m，

底面高 O. P. −1.392 m，　$R=\frac{426.94}{110.18}=3.874$ m

$n=0.025$，　$S=1/4154$

$$V=\frac{1.077\times3.874}{1.968+0.736}=1.542\ \text{m/sec}$$

$$Q=426.94\times1.54=658.34\ \text{m}^3/\text{sec}=23658.9\text{個}$$

II. 試　驗

（a）**模型**　赤羽分所屋內 4 m 工法試驗樋增設部に圖—2 の如き幅 4 m，長 11 m の範圍に水平縮尺 1/600 の模型を作つた．模型の鉛直縮尺は初めに 1/100 とし，此の試驗完了後に更に之を 1/200 に變更した．模型は水位の測定及流量測定等の關係より試驗樋底上 40 cm に床板張りをなし，之へ藻川，猪名川の合流點附近より海に至る區間を收めた．

初めの水平 1/600，鉛直 1/100 の模型に於ては，計畫斷面通りの形狀に作る事は甚だ手數を要するので圖—3 の如く單斷面となし（但し分流點上流右岸のみは物置場小段を設く）且つ模型試驗を行ふ場合に於ける，水位の調節等の關係から，堤防天端上一律に 5 cm の餘盛をなした。單斷面とした爲の通水斷面積の差は僅かである．

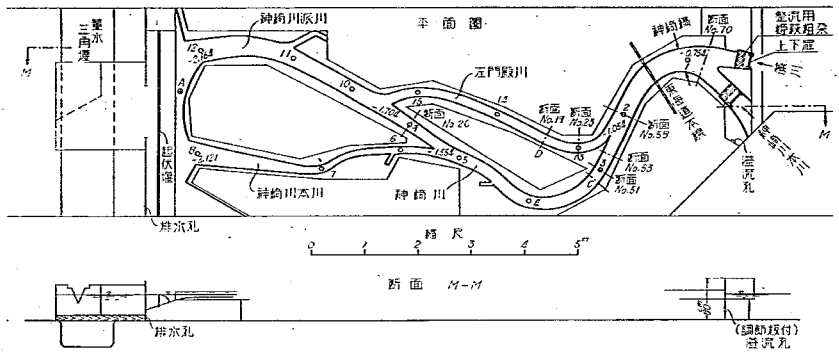
次に水平 1/600，鉛直 1/200 に改造の際は兩岸を其の儘殘し底勾配のみを變更した．

洗掘時の試驗に於ては兩岸は前試驗の儘とし分流點より上流の川底のみを現狀に改造した．

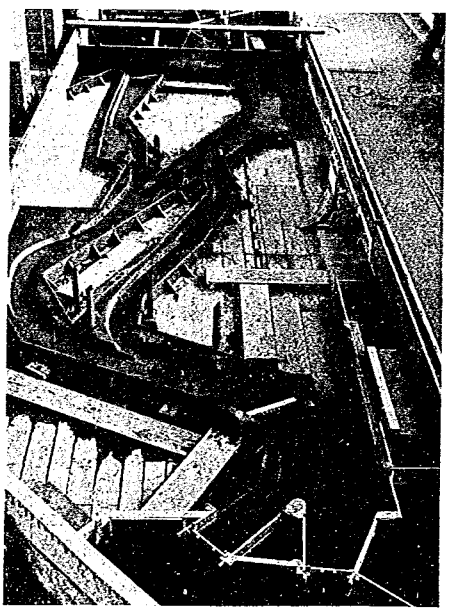
更に實測との比較試驗は洗掘時模型の分流點より下流部を，實地測量當時の地形に改造して行つた．

1）玆では上流部の縱斷勾配の影響が大なるものと考へて此の様にとつてあるものと思ふ．

圖—2　a）模型平面及斷面圖



圖—2　b）模型の寫眞



模型は何れの場合も側壁及底面共に主體はセメント1，砂2，鍘屑3のモルタルを以て作り，其の上を厚約 2 mmのセメント1，荒川砂3，黒色著色劑混入のモルタルにて仕上げをなした．

概要に述べた通り，藻川より 40,000 個，猪名川より 15,000 個の洪水流量あるも，到達時間に差ある爲，藻川 40,000 個，神崎川本川 10,000 個，計 50,000 個 の洪水流量あるものとし，模型の神崎川本川及藻川への流入口に上下扉を設け，之の開き加減により約 4 : 1 の割合に流入せしめた．尙本模型範圍內の橋梁の橋脚は特に問題とされる東海道本線鐵道橋々脚の影響を檢するに止め他は設置しないこととした．

模型各部の水位關係を測定する爲圖—2に示す如く 1～15 の 15 個所に內徑 6 mmの銅管を埋込み，之へゴム管を接續しゴム管の他端は硝子管製水位計に導いた．水位計の讀みを正確に取る爲，スーダンII號色素を以て著色せるベンゾール液を注入し，約 8 倍に擴大して相互水位を測定した．

水位の調節は斷面 No. 58（圖—2）を上流水位觀測點とし海面水位は（圖—2）A點を觀測點として各々水面測定器を以て實驗水位を指示せしめ，上流溢流孔及下流起伏堰の調節により實驗水位に合致せしめた．

表—1

實驗番號	模型の狀態 模型縮尺 平面	模型縮尺 鉛直	分流堤	橋脚	河川敷	水位(No. 58 に於ける O.P. 上の高さ) cm	水位差(No.58 とAとの) cm	流量 l/sec	流速から算定した各斷面流量 l/sec;( )内は平均流速cm/sec 太字は No. 51 と 23 の流量の割合 No. 58	No. 51	No. 23	No. 26	備考
1	1/600	1/100	原設計	有	原設計	+3.84	0.04	2.05					水位計により水面勾配測定
2	〃	〃	〃	〃	〃	+3.60	0.08	1.97～1.92					各斷面流速測定
3	〃	〃	〃	〃	〃	+3.69	0.08	2.18～2.22	2.25 (13.8	1.34 12.6	1.04 14.6)		〃
4	〃	〃	〃	〃	〃	+3.59	0.08	2.20		**0.563**	**0.437**		〃
5	〃	〃	〃	〃	〃	+3.85	1.17	6.80～6.70	7.31 (42.1	4.04 40.6	3.12 42.4)		〃
6	〃	〃	〃	〃	〃	+4.00	1.13	6.72～6.70		**0.564**	**0.436**		〃
7	〃	〃	〃	〃	〃	+3.81	1.09	6.62～7.00				2.58 (35.9)	〃
8	〃	〃	〃	〃	〃	+3.85	1.00	6.75～6.51					流向寫眞撮影
9	〃	〃	〃	無	〃	+3.85	1.06	6.53	6.90 (41.30)				水位計により水面勾配測定
10	〃	〃	〃	〃	〃	+3.80	1.10	6.45～6.40		4.03 (41.1	2.83 40.2	2.49 34.9)	各斷面の流速測定
11	〃	〃	〃	〃	〃	+3.70	1.04			**0.588**	**0.412**		〃
12	〃	〃	〃	〃	〃	+3.85	0.15	2.27～2.28	2.41 (14.0	1.38 12.9	1.05 14.7)		〃 この試驗中水面は著しく不安定であつた
13	〃	〃	〃	〃	〃	+3.87	0.02	2.25		**0.567**	**0.433**		〃 〃
14	〃	〃	〃	〃	〃	+3.76	0.06	2.26					水面勾配測定
15	〃	〃	改造	〃	〃	+3.85	1.15	6.73	7.12 (41.8	4.24 42.5	2.89 40.3)		斷面流速測定
16	〃	〃	〃	〃	〃	+3.89	1.18	6.70～6.75		**0.595**	**0.405**	2.66 (36.6)	〃
17	〃	〃	〃	有	〃	+3.90	1.20	6.62～6.65	7.04 (41.2)				〃
18	〃	〃	〃	〃	〃	+3.90	1.20	6.70		4.01 (41.3	2.96 41.8	2.49 34.6)	〃
19	〃	〃	〃	〃	〃	+3.86	1.16	6.63～6.61		**0.575**	**0.425**		〃
20	〃	1/200	〃	無	〃	+1.98	0.47	1.49～1.51	1.64 (18.2)				〃
21	〃	〃	〃	〃	〃	+1.90	0.58	1.51～1.53		0.95 (18.1	0.69 19.3)		〃
22	〃	〃	〃	〃	〃	+1.93	0.60	1.53		**0.579**	**0.421**		〃
23	〃	〃	〃	有	〃	+1.92	0.59	1.49～1.50	1.61				この管驗値に疑があつたので次の管驗を反復した
24	〃	〃	〃	〃	〃	+1.97	0.60	1.45～1.51		1.01	0.708		
23′	〃	〃	〃	〃	〃	+1.82	0.52	1.43	1.67 (19.7	0.94 19.1	0.69 19.9)		斷面流速測定
24′	〃	〃	〃	〃	〃	+1.85	0.55	1.45		**0.576**	**0.424**		〃
24″	〃	〃	〃	〃	〃	+1.87	0.55	1.46	1.71	0.97 **0.578**	0.71 **0.422**		〃
25	〃	〃	〃	〃	上流河川敷を昭和12年末の現狀にする	+1.92	0.59	1.64～1.65	1.83				〃
26	〃	〃	〃	〃	〃	+1.93	0.59	1.62～1.63		1.06 (20.3 **0.582**	0.76 21.9) **0.418**		〃
27	〃	〃	昭年12年10月の地形に改造	〃	〃		0.077	0.070	0.0800 (3.28	0.0741 1.92 **0.734**	0.0269 1.45) **0.266**		表面流速を浮子にて測定し斷面の流量と分流前の流量とを一致せしめる爲表面流速の 0.473及0.48S を平均流速として流量を算出したので算定流量は概ね概算
28	〃	〃		〃	〃	+0.97～0.99	0.05～0.08	0.08～0.087	0.0870 (3.55	0.0845 2.19 **0.712**	0.0343 1.84) **0.288**		

流速の測定は內徑 1.5 mm のニッケル管製ピトー管に依り之をベンゾールで擴大して測定をなした.

試驗の種類及主なる結果は表—1に示す通りである. 表の試驗番號 No. 1～4 は流速を Froude の相似律によつて實際の値から模型に換算した狀態であり, No. 5～8 は水位差を縱の縮尺に從つて附した場合である. No. 5 以下はすべてこの後者に從つた. 表—1の流量の關の値と流速分布から出した斷面 No. 58 の値と異るのは流速分布測定點の數が十分多くなかつた爲の誤差と思ふ.

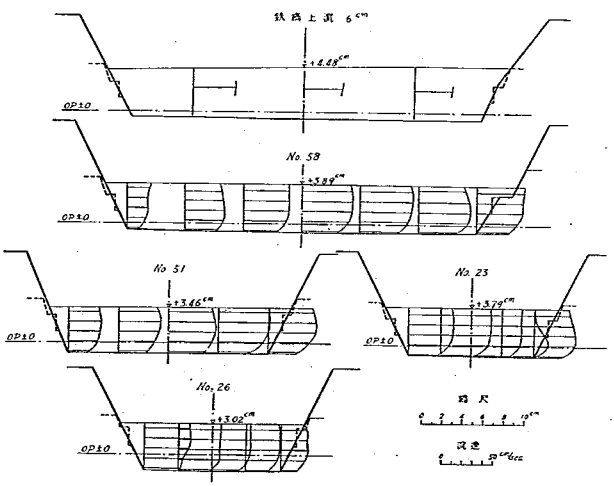
（b） **既定計畫に關する試驗**　水平縮尺 1/600, 鉛直縮尺 1/100 の模型による東海道本線鐵道橋々脚の有る場合は流速を換算して一致せしめた場合と水位差を一致せしめた場合の2つに就て行つたのであつて, その各分流への流量は表に示す通りである. 水位差を一致せしめた場合, 卽ち實驗番號 No. 5～8 の結果に就て見るに, 神崎川本川へ (斷面No. 51) 4.04 l/sec, 左門殿川へ (No. 23) 3.12 l/sec にてその分流割合は本川 56.4%, 左門殿川 43.6% となり設計と比較し左門殿川へ 3.6% 餘計に流入するといふ結果を得た. 此の流速分布を示すと圖—3 の如くである. 河川各部の水位關係は圖—5 實線を以て示す. No. 1～4 でも略々同樣の結果を得た.

尙此の本川流入量 4.04 l/sec が中島町地先で, 本川と派川とに分流する量は本川 1.46 l/sec, 派川 2.58 l/sec で其の比は本川 36.1% 派川 63.9% である.

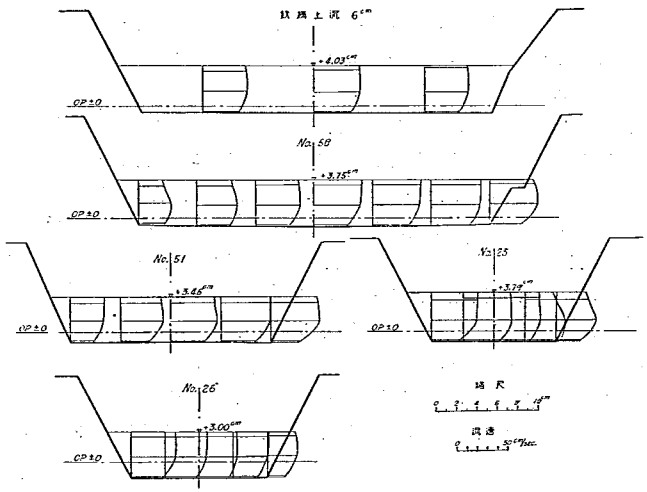
東海道本川鐵道橋々脚の無い場合は, 神崎川本川へ 4.03 l/sec, 左門殿川へ 2.83 l/sec となり其の分流割合は 58.8%, 41.2%で割合設計に近く分流した. 此の場合の流速分布は圖—4に又水位關係は圖—5 點線に示す如くである.

圖—3　改修計畫設計原案による流速分布.

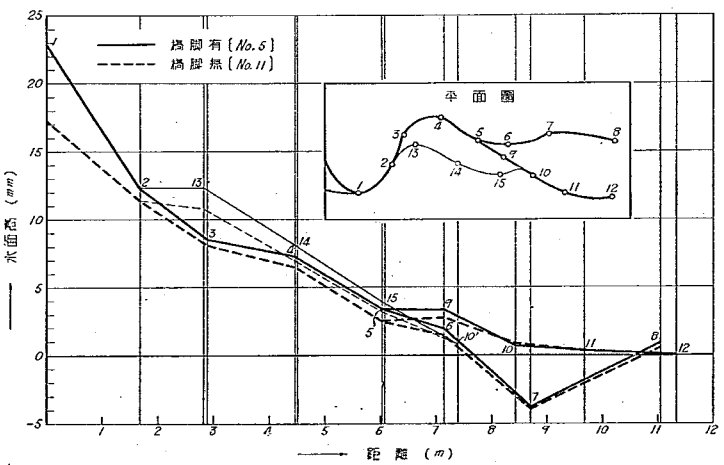
東海道線鐵道橋々脚のある場合. 表—1 實驗番號 No. 5～7.
太い破線は設計斷面を示し實線は模型の單斷面を示す.



圖—4 同上 橋脚なし. 實驗 No. 10及11



圖—5 水路の縦斷水面勾配 圖中の 1, 2 等は測點; 實驗 No. 5～7及No. 9～11

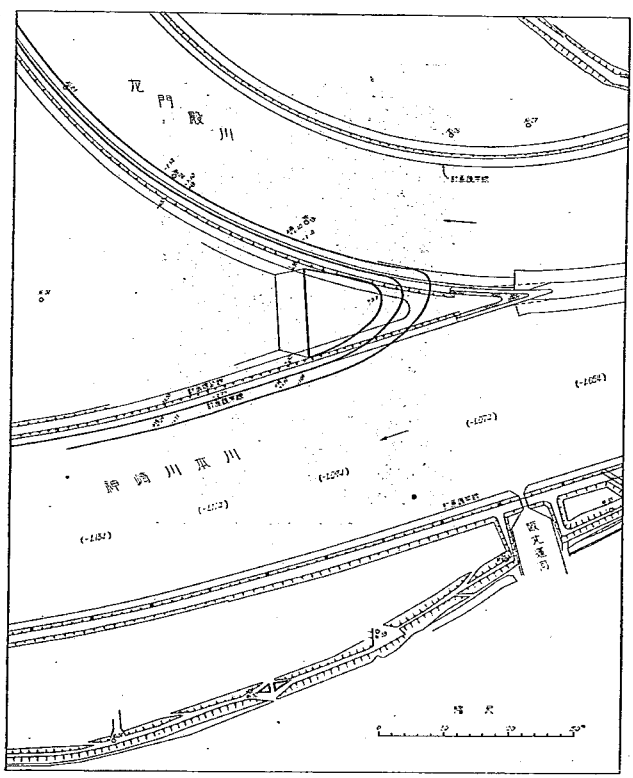


（c） 分流點設計變更の影響

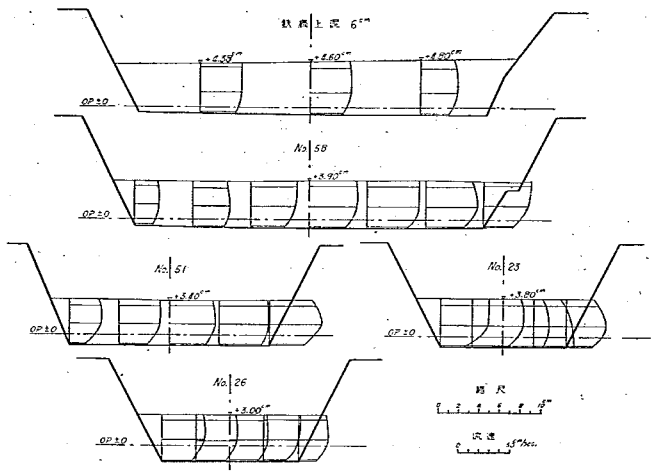
(i) 水平 1/600, 鉛直 1/100 に於ける模型では，左門殿川の方へ稍々多く流入する傾向にあるので分流點の形狀を改造し圖—6 の如くした．之は分流堤附近に於て河と平行の方向よりも稍々左岸寄りに向ふ流れが認められたので，神崎川本川に餘計に流す爲には，寧ろ分流堤を短くした方が適當と考へたからである．試驗の結果は東海道本線鐵橋々脚の在る場合，本川へ 57.5%，左門殿川へ 42.5%，橋脚の無い場合は本川へ 59.5%，左門殿川へ 40.5% で此の場合には橋脚の無いものが，計畫の分流比と略々同値になつた．此の流速分布は圖—7 に示す通りである．水面の縱斷勾配は圖—5 と著しい差異は認められなかつた．此の場合分流堤前面に於ては局部的に水位が上昇して圖—8 a), b) に示す狀態となつた．

(ii) 水平 1/600, 鉛直 1/200 模型による分流堤改造後に於ける試驗に於ては橋脚の有る場合は本川へ 57.8%，左門殿川へ 42.2% で橋脚の無い場合は本川へ 57.9%，左門殿川へ 42.1% で此の流速分布竝に水位關係は圖—9 及圖—10 に示す．圖—11 は分流堤附近の流向を示す．

圖—6　分流堤附近平面圖，細線は原設計，太線は改造の新設計

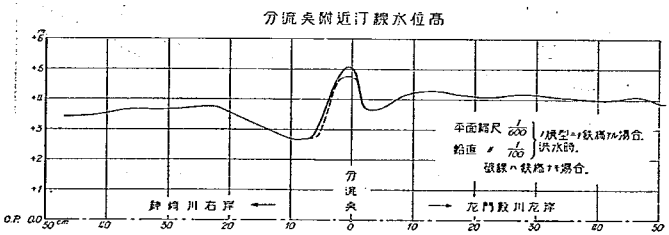


圖—7 分流堤改造後の流速分布，橋脚のある場合 No. 17～19

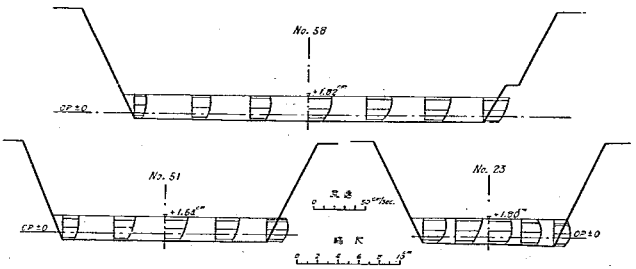


圖—8 a) 改造分流堤前面に於ける水位上昇の狀況

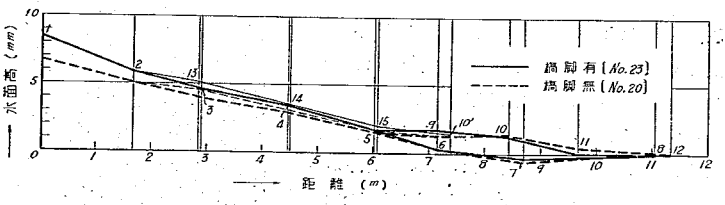
圖—8 b) 分流堤改造後の汀線水位高



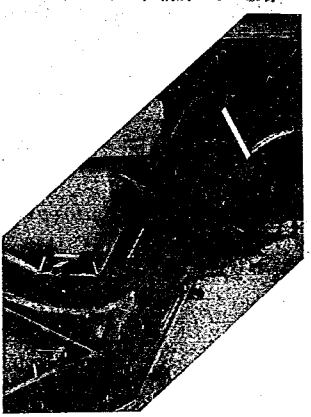
圖—9　分流堤改造，鉛直の縮尺 1/200，橋脚のある場合の斷面流速（試験番號 No. 23′～24′）



圖—10　同上の縦斷勾配圖（No. 20 及 23）橋脚のない場合とある場合



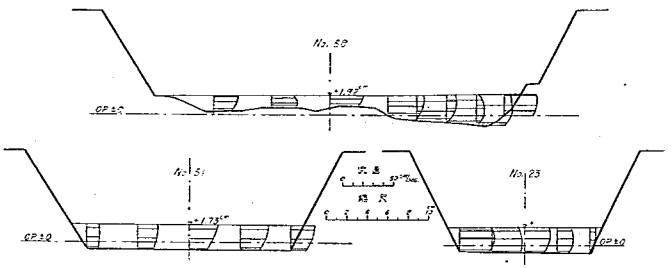
圖—11　分流堤附近の流向（試験番號 No. 23 及 24）
鉛直縮尺 1/200，橋脚のある場合



圖—12　上流部河川敷を改造して
昭和 12 年末の現狀にした狀態

（d）　**分流點上流部河床洗掘の影響**　水平 1/600，鉛直 1/200．分流點設計變更のものに就て，分流點より上流部河床が現在の狀態，即改修前の如く，流心が右岸に片寄り深くなつたとの假定の下に圖—12 に示す如き河床によつて行つた實驗である．此の場合は，橋付のものゝみに就て試驗をしたのであるが，其の分流比は本川へ 58.2%，左門殿川へ 41.8% となり其の流速分布は圖— 13 の如くである．

圖—13 斷面流速（試驗番號 No. 25 及 26）

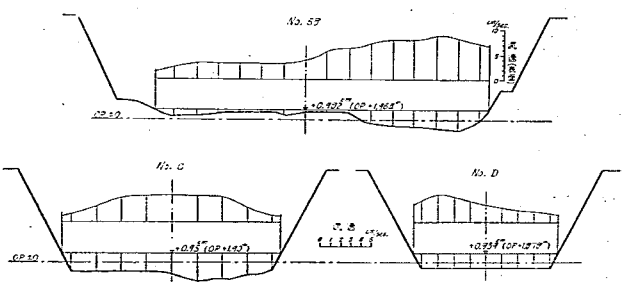


圖—14 分流堤附近を昭和12年10月の實測當時の地形に改造した狀態

（e） **現在の狀態による試驗** 此の試驗は昭和12年10月現地に於て實測せるものとの比較をする爲に行つた試驗で，模型は(d)のものを更に分流點より下流をその時の狀態に改造したもので(圖—14)水位は現地實測の場合最大流速を生じた時の水位となした．而して流速は5 cm/sec 以下の部分が大部分であつて，ピトー管による流速測定が困難な爲直徑約5 mmの紙片を流し，表面流速を測定し，其の場所の平均流速は之に一定の係數を乘じて計算した．

其の結果は本川へ71.2～73.4% 左門殿川28.8～26.6%なる結果を得た．

圖—15 斷面流速（試驗 No. 28）即ち鉛直縮尺 1/200，橋脚のある場合．平水時試驗；但しこの場合は表面流速だけ測定，斷面 No. C は神崎川本川，D は左門殿川（圖—2參照）．



III. 結果の綜合

[1] 相似關係及試驗結果の解釋

初めに Chezy の流速公式のみに依る相似律を考へる．係數には簡單の爲に Manning の値を採れば，水位差を鉛直方向の縮尺に一致せしめた場合に實際と模型との間には次の關係が成立つ筈である．

$$\frac{V}{v}=\frac{\frac{1}{N}R^{\frac{2}{3}}I^{\frac{1}{2}}}{\frac{1}{n}r^{\frac{2}{3}}i^{\frac{1}{2}}}=4.22,\qquad \frac{Q}{q}=\frac{AV}{av}=253{,}200;\quad \text{水平縮尺 1/600，鉛直縮尺 1/100 の場合}$$

$$\frac{V}{v}=9.48,\qquad \frac{Q}{q}=1{,}138{,}000;\quad \text{水平縮尺 1/600，鉛直縮尺 1/200 の場合}$$

玆に V 及 v は夫々實際及模型の流速；N 及 n は實際及模型の粗度係數（玆では夫々 0.025 及 0.012 にとる）R 及 r は夫々の徑深，I 及 i は水面勾配，Q 及 q は流量，A 及 a は斷面積

試驗の初めに Froude の相似律と Manning 相似律と兩者が同時に成立する爲の鉛直方向の縮尺を次式により概算した．

卽 $\frac{V}{v}$ の關係式から

$$\left(\frac{H}{h}\right)^{\frac{7}{6}}=\left(\frac{H}{h}\right)^{\frac{1}{2}}\left(\frac{N}{n}\right)\left(\frac{L}{l}\right)^{\frac{1}{2}}\quad \text{卽}\quad \left(\frac{H}{h}\right)^{\frac{2}{3}}=\left(\frac{N}{n}\right)\left(\frac{L}{l}\right)^{\frac{1}{2}}$$

なる關係式を得て，之から算定すると，

$$\frac{H}{h}\fallingdotseq 365 \text{ となる．}$$

玆に H 及 h は夫々實際及模型の鉛直方向の長さを表し L 及 l は同じく水平方向の長さとする．

この縮尺では水深が最も大なる場合で，1 cm 程度となり，底の影響が大になると同時に斯かる縮尺では水位差を一定に保つ事が困難な事を考へて，上記の如き縮尺を選び實際との相似關係を明にする爲に特に 2 種類の異なる縮尺にて行つた．既記の試驗結果の中同一狀態で縱の縮尺だけを變へた 2 種の試驗に就て比較するに No.15～16 及 No. 20～22 の斷面 58 の平均流速をとれば前者（鉛直縮尺 1/100 の場合）は v=41.8 cm/sec，後者（1/200 の場合）は18.2 cm/sec となり，その比は 2.29 である．又 No. 17～19 及No. 23～24″ は夫々 41.2cm/sec 及 19.7 cm/sec. 比は 2.09 である．然るに Manning の相似律によればこの比は既記により $\frac{9.88}{4.22}=2.24$ となる筈である．一方 Froude からはこの比は $\frac{\sqrt{200}}{\sqrt{100}}=1.41$ となるべきであつて，明かにこの試驗の相似律が Manning に支配されてゐる事を示してゐる．Froude の相似律とは一致しないから橋脚前後の水位差の如きはその儘之によつて換算して實際と比較する事は出來ない．

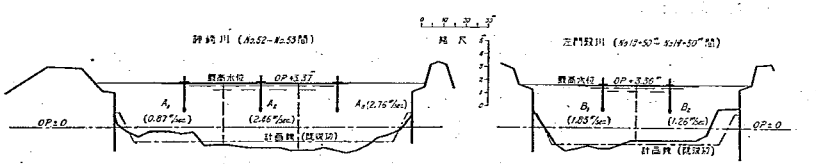
次に實驗の當初に於て模型試驗と比較する爲の實測を行つたもの及び試驗後に偶々起つた洪水時に實測したものとの結果を掲げ之に就て比較檢討を試みやう．

昭和 13 年 7 月 5 日の洪水時及その前日に，更に 8 月 2 日の出水時に神崎川工營所に於て現場の流速を測定した結果は 表—2，3 及 4 に示す（圖—16，17 參照）．

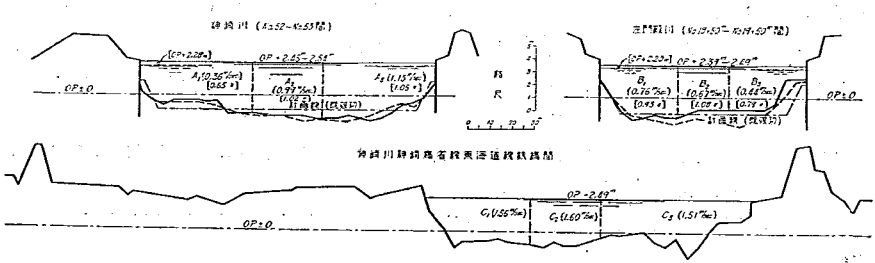
表—2 7月5日實測結果

流速觀測位置	神崎川本川 No. 52～53 (分流堤下流)			左門殿川 No. 18+50 m～19+50 m (國道下流～阪神本線間)	
同時日	昭和13年7月5日 午後5時30～50分			同日 午後5時20～55分	
同方法	浮子流下 距離 100 m			同左	
同當時水位	O.P.+3.29～3.27 m			O.P.+3.30 m	
浮子流下速度 (m/sec)	左岸側	中央	右岸側	左岸側	右岸側
	0.98	2.17	2.78	1.66	1.35
	0.79	2.50	2.56	1.92	1.35
	0.84	2.70	2.94	1.78	1.09
				1.96	
平均流速 (m/sec)	0.87	2.46	2.76	1.83	1.26
斷面積 (m^2)	204.6	168.6	238.2	207.6	168.0
流量 (m^3/sec)	178.00	414.76	657.43	379.91	211.68
全斷面積 (m^2)	611.4			375.6	
全流量 (m^3/sec)	1241.19			591.59	
全體平均流速 (m/sec)	2.04			1.58	

圖—16 昭和13年7月5日洪水時に於ける實測結果. 神崎川は斷面 3 ヶ所に於て左門殿川は 2ヶ所に於て記入の長さの竹浮子を流して測定した (表—2參照). ( )內に記入の數字は A_1, A_2 … 等の各斷面を代表すべき竹浮子の平均流速.



圖—17 昭和13年7月4日(實線)及8月2日(破線)出水時に於ける實測結果, 實測方法は 圖—16 と同樣, ( )內は7月4日の流速, [ ]內は8月2日の流速.



表—3　7月4日實測結果

流速觀測位置	神崎川本川 No. 52～53（分流堤下流）			左門殿川 No. 18+50m～19+50m（國道下流～阪神本線間）			神崎川神崎橋～省線東海道線鐵橋間		
同時日	昭和 13 年 7 月 4 日 自 午後 2 時 35 分 至 午後 4 時 25 分			昭和 13 年 7 月 4 日 自 午後 2 時 13 分 至 午後 4 時 53 分			昭和 13 年 7 月 4 日 自 午後 4 時 36 分 至 午後 5 時 36 分		
同方法	浮子流下による；浮子流下距離 100 m			同左			浮子流下による；浮子流下距離 約420m		
同當時水位	O. P.+2.54～2.45 m			+2.49～2.39m			+2.49m		
浮子流下速度 (m/sec)	左岸側	中央	右岸側	左岸側	中央	右岸側	左岸側	中央	右岸側
	0.41	1.05	1.00	0.75	0.58	0.48	1.57	1.65	1.62
	0.34	1.03	1.11	0.77	0.54	0.40	1.54	1.62	1.35
	0.33	0.83	1.23	0.72	0.74		1.60	1.65	1.31
	0.35	0.96	1.05	0.77	0.62		1.61	1.59	1.55
	0.37	1.00	1.19	0.76	0.74		1.50	1.51	1.50
	0.38	1.04	1.19	0.76	0.67				1.75
				0.79	0.60				
					0.79				
					0.78				
平均流速 (m/sec)	0.36	0.99	1.13	0.76	0.67	0.44	1.56	1.60	1.51
斷面積 (m^2)	163.2	130.2	192.0	126.0	84.0	87.0	133.2	105.6	180.0
流量 (m^3/sec)	58.75	128.90	216.96	95.76	56.28	38.28	207.79	168.96	271.80
全流量 (m^3/sec)	404.61			190.32			648.55		
全體平均流速 (m/sec)	0.83			0.62			1.56		

表—4　8月2日實測結果

流速觀測位置	神崎川本川 No. 52～53（分流堤下流）			左門殿川 No. 18+50 m～19+50 m		
同日時	昭和 13 年 8 月 2 日 午後 1 時 17 分～25 分			昭和 13 年 8 月 2 日 午後 1 時 15 分～42 分		
同方法	浮子流下；流下距離 100 m			同左		
同當時水位	O. P.+2.28 m			O. P.+2.20 m		
流下速度 (m/sec)	左岸	中央	右岸	左岸	中央	右岸
	0.73	0.98	1.05	0.95	1.10	0.81
	0.64	1.01	1.06	0.97	1.09	0.77
	0.68	1.00	1.05	0.89	1.06	0.80
	0.61	1.08	1.05	0.89	1.09	0.79
	0.60	1.01	1.04	0.96	1.08	0.80
平均流速 (m/sec)	0.65	1.02	1.05	0.93	1.08	0.79
全體平均流速 (m/sec)	0.91			0.93		

尙當日の潮信は大阪處に於て次の通りである.

	滿潮				干潮			
	時刻	潮高	時刻	潮高	時刻	潮高	時刻	潮高
7月4日（舊6月7日）	前 11:40	1.1			前 6:45	0.9	後 5:40	0.8
5日（同 8日）	前 0:30	1.4	後 1:40	1.0	前 8:15	0.8	後 6:20	1.0
8月2日（同7月6日）	前 11:20	1.3	後 11:10	1.4	前 5:35	0.8	後 42:5	1.0

7月5日の洪水位は計畫洪水位より稍〻低く合流點附近(No. 55)に於て計畫洪水位は O. P. +3.797 m なるに對し當日のものは約 O. P. +3.44m と推定され計畫よりも約 36 cm 低い.

試驗の No. 5~7 及 23′ では計畫洪水位と略一致せしめたが, この流速から前記 Manning 相似律によつて實際を算出すれば 表—5 の通りとなる.

表—5 洪水時試驗結果

斷面	模型(鉛直)	試驗番號	平均流速 (cm/sec) 左岸 試驗	左岸 實際	中央 試驗	中央 實際	右岸 試驗	右岸 實際	全體平均 試驗	全體平均 實際
合流堤上流 No. 58	1/100	No. 5~7	38.1	**161**	46.4	**196**	46.7	**197**	42.1	**177**
	1/200	No. 23′	16.7	**158**	20.9	**198**	23.1	**219**	19.7	**187**
神崎川本川 No. 51	1/100	No. 5~7	38.4	**164**	43.5	**183**	46.8	**197**	40.6	**171**
	1/200	No. 23′	18.3	**173**	19.7	**187**	21.5	**204**	19.1	**181**
左門殿川 No. 23	1/100	No. 5~7	46.4	**196**	47.2	**199**	37.4	**158**	42.4	**179**
	1/200	No. 23′	22.8	**216**	21.3	**202**	18.3	**173**	19.9	**189**

圖—18 左門殿川阪神電車鐵橋々脚に堆積した漂流物, 橋の危險を救ふ爲に多數の人夫をかけて除却に努めてゐる.

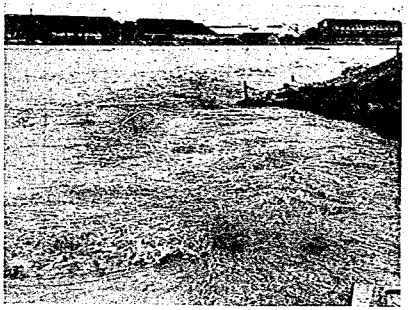
卽7月5日の實測の結果は本川の流速が左門殿川に比し實驗値よりも著しく大である. 但此の場合次の事柄を考慮の中に入れなければならぬ. 卽ち7月5日に著者が見た時には漂流物が極めて多く, 特に左門殿川に於ては斷面 No.17 附近の阪神電車鐵橋橋脚が川に對して非常に skew に (約23°) なつてゐる爲夥しい漂流物が之に附き, 圖—18 の寫眞に見る如き狀態となつてゐた. 之に對し神崎川本川は左程著しい漂流物は認められなかつた. その理由は洪水の初めに漂流物は流速の大なる左門殿川に入り, 而して堆積するに從つて分流堤附近の左門殿川の水位が上り本川の方に多く流れる樣になつた爲であると思ふ. 又分流堤は尙完成せず, 當所提案の改造案に從つて下部工事の大部分竣工し, 當時上部工事施工中で5日の洪水時は 圖—19 及 20 に示す如き狀態で, 計畫通りの形をしてゐなかつた事も本川の流速が大になつた他の原因の樣に思ふ.

7月4日の水面は斷面 No. 52~No. 53 間に於て O.P.+2.45~2.54 m であつて計畫洪水位より著しく小であり, 8月2日の水面は更に之より 20~30cm 低い. 表—4 の 8月2日の實測結果は實驗に於ける洪水時の兩川の平均流速の割合に非常によく似てゐる. 7月のは漂流物が著しく8月には之が殆どなかつた爲に實驗の結果と一致したのであらう. 然し此の點に就いては分流堤完成後現場當局の協力を得て更に調査を續け模型と實際との相似關係の有力な資料を得たいと願つてゐる.

流速の右岸, 中央及左岸の割合は實際と模型とは必ずしも十分は一致しない. 是等は此處で使用した程度の縮

圖—19　分流堤尖端部附近より上流を望む，工事中の分流堤に轉覆した小舟が漂流し更に之に流材が懸つて河狀を變へてゐた．（昭和 13 年 7 月 5 日午後 5 時半頃撮影）

圖—20　分流堤尖端より神崎川本川側を望む．工事中の分流堤の上部土砂は本川側に著しく押し流された．



尺では尙十分の一致を望む事は出來ないと思ふ．分流堤下流に於ける本川では右岸側の流速が大であり，左門殿川では左岸側の流速が大であることは實物，模型ともさうなつてゐるのであるが，今の處此の程度の相似關係を以て滿足しなければなるまい．

尙平水時に於ける流速を知る爲に昭和 12 年 8 月及 10 月の平水時大潮退潮時に實測した結果は 圖—21 の通りである．風の影響が著しい樣で所期の結果を得られなかつたが參考資料として玆に揭げる．尙當日は月齡 15 であつて河川各點に於ける水位は圖に記入した通りである．表—6 は平水時に於けるこの實測當時の狀態に相當する試驗である．之に就て見るに水位が低くなるに從つて徑深の影響が大となり本川の流速が左門殿川に比し大となる傾きがある事が窺はれる．圖—21 の結果もその傾向を示してゐる．

表—6　平水時試驗結果

斷面	模型（鉛直）	試驗番號	平均流速 cm/sec							
			左岸		中央		右岸		全體平均	
			試驗	實際	試驗	實際	試驗	實際	試驗	實際
分流堤上流 No. 58	1/200	No. 28	2.78	**26.4**	5.73	**54.3**	7.51	**71.2**	6.53	**61.9**
神崎川本川斷面 C	1/200	No. 28	4.26	**40.4**	4.56	**43.2**	4.19	**39.7**	4.02	**38.2**
左門殿川斷面 D	1/200	No. 28	4.23	**40.1**	3.20	**30.3**	2.06	**19.5**	3.38	**32.0**

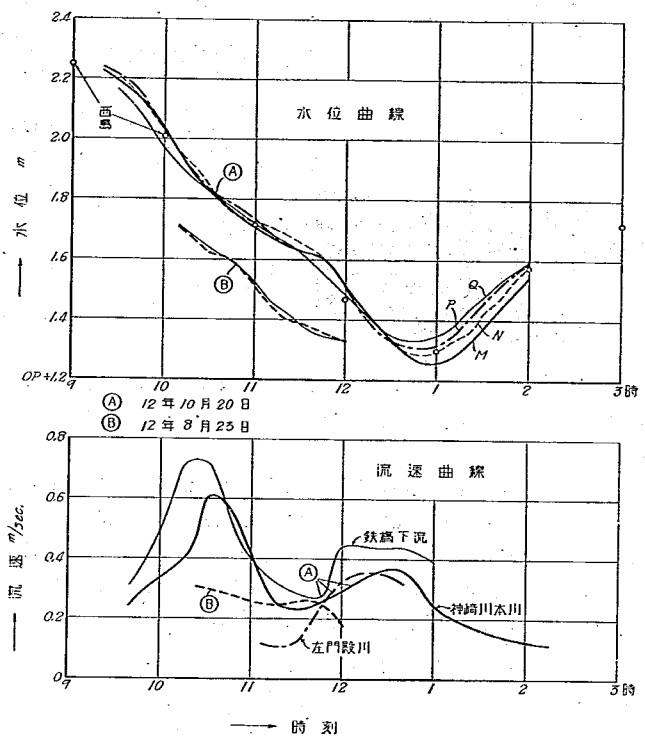
［2］ 分流堤根本の洗掘に就て

左門殿川への流量を多少でも減くする爲に改造案の形を提案し，現場に於てこの形を以て施工中であるが之は原案に比し堤頭への水當りが强く圖—8 に見る如き狀態となり從つて根本の洗掘力は相當にあると思ふから之に對し相當の注意をすることが肝要である．

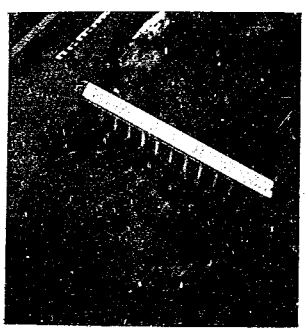
［3］ 橋脚の影響に就て

東海道本線鐵橋々脚は本川に對し約 19° の skew になつて居り且全部 solid な橋脚である爲に水流に對し相當の妨げをしてゐる．從つて橋脚下流は圖—22 に見る如き狀態となつて前後に相當の水位差を生ずる．卽ち實驗

圖—21 平水時實測結果．測定は表面浮子の觀測による．測定箇所の神崎川本川は斷面 No. 51 附近，左門殿川は No. 19 附近である．Aは 10 月の測定値，Bは 8 月の測定値である．



圖—22 東海道鐵橋々脚下流の狀態（實驗 No. 19）



No. 5 及 11 を比較するに（圖—5）橋脚前後に於て約 4.4 mm（換算して 44 cm）No. 20 及 23（圖—10）では約 0.9 mm（換算して 18 cm）の水位差を生じてゐる．而して兩川の分流に對する影響も鉛直縮尺 1/100 のものは 1/200 のものに比し著しく大である．實際の河川ではこの割合で行けば分流量に對しては左程影響はない樣に思ふ．

[4] 要　約

以上を要約するに分流堤は改造案にすれば計畫洪水時の兩川の分流量を設計に近くなし得る．この場合分流堤頂部附近の洗掘に對しては十分の注意を要する．高潮に對しては全然考慮してゐないから，高潮と同時に洪水が來た場合に就ては別個に考へなければならない．試驗した範圍內に在る橋脚は水流に對し著しく skew のも

のが多い．就中東海道本線，阪神電車本線に於て之が著しい爲河には非常に悪い影響を與へてゐる．又橋脚自身も洗掘に對し危險が多いから成可く近い將來に河の流れに平行な，而も數少ない橋脚に換へることを奬める．

洪水時の漂流物の影響は比較的斷面積の小さい川の方が大であるから將來分流計畫を樹てる場合には之を考慮に入れる事が必要であると思ふ．

以上の試驗は大阪府土木部河港課より資料の提供を受け實測は同課神崎川改修工營所の協力を得た．改造案を採用した爲工費約3萬5千圓を節約し得たとの事であるが，初めから之を目的とした事でないことは勿論である．

砂防堰堤の洗掘防止に關する水理實驗（第1報）

内務技師　安藝皎一
同　横田周平
渡部藁

目　次

I. 緒　言……（1）
II. 實驗裝置……（1）
III. 實　驗……（3）
[1] 流　況……（3）
[2] 洗掘狀態……（3）
IV. 要　約……（7）

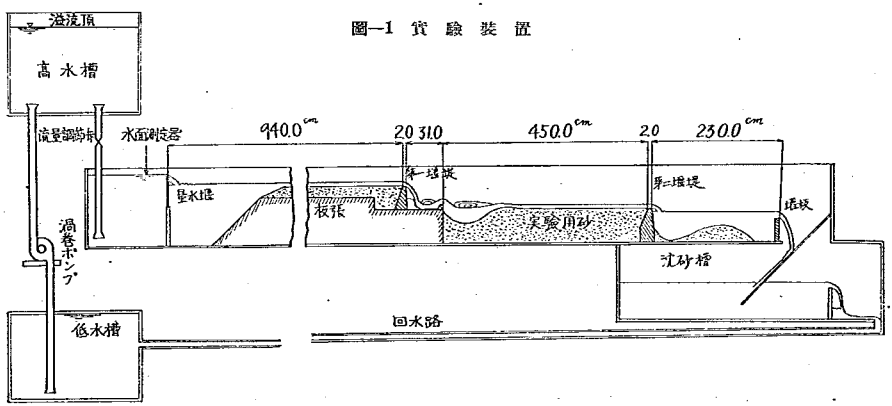
I. 緒　言

本實驗は砂防堰堤の下流に生ずる洗掘を如何にして輕減すべきかを模型實驗に依つて研究せんとするものである．昭和 12 年 10 月模型製作に取掛り 12 月より實驗を開始した．玆に第1報として今日迄に行つた十數回の實驗に於て砂防堰堤下流の洗掘されるに到る過程に關する報告を取纏めた．更に本論たる洗掘防止工法に進む豫定である．

II. 實驗裝置

實驗裝置は圖—1 に示す如くであつて實驗用水量は高水槽より流量調節バルブを經て樋頭水槽に到り量水堰を

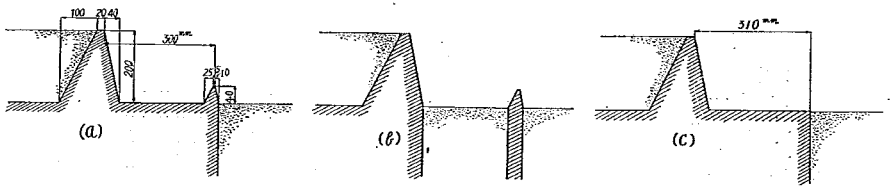
圖—1 實驗裝置



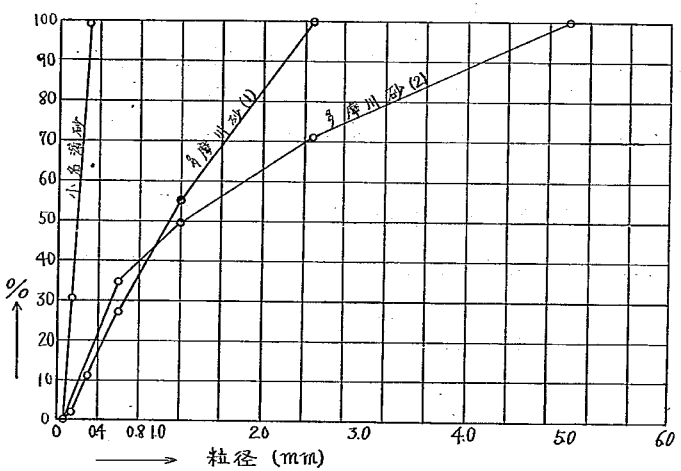
溢流して幅 1 m の實驗水路に入る．實驗水路は量水堰の下流約 9 m より 7.5 m の間の側壁を硝子張りとせる區間であつて，此の間に 4.5 m 間隔に第1堰堤と第2堰堤を設け兩側より流水の狀態，洗掘堆積の經過を觀察し得る如くした．水路終端の堰板を溢流する水は沈砂槽に入り砂を沈澱せしめた後低水槽に還り 30 馬力渦卷ポンプに依り再び高水槽に揚水される．

實驗せる堰堤の寸法及び形狀は圖—2 (a), (b), (c) の3種である．亦實驗用砂は最初は福島縣小名濱產の細砂（平均徑 0.3 mm 程度）を使用したが，後には多摩川產の徑 2.5 mm 以下及び 5 mm 以下のものを圖—3 に示す如き篩分曲線を持たせる如く混合して使用した．

圖—2 實驗せる堰堤の寸法及び形狀



圖—3 實驗用砂の篩分曲線



此の實驗裝置に於てはナップと堰堤と側壁に圍まれた部分の空氣は外部の大氣と絕緣されてゐる．此の部分の空氣は氣泡となつて徐々に流し出され壓力は減少しナップは堤體に引附けられる．或る程度迄引附けられるとナップの一部が破れて外氣が入りナップは元の狀態に戻る．此の樣な振動が約 20 秒の周期で起つた．此の振動現象を防ぐ爲に堰堤に穴を穿ちゴム管に依り外氣と連絡した．

流量は全實驗を通じて 22 l/sec に一定した．此の流量の時第1堰堤より約 0.5 m 上流に於ける溢流深は 4.2 cm であつて，模型堰堤の水叩表面より溢流頂までの高さは 20 cm であるから實際の堰堤に於て高さの 21% に相等する厚さで落下する場合に相當する譯である．本模型實驗の結果が實際の堰堤に適應せられるや否やに關しては此種の落差の大なる實驗に於ては重力の作用が內部摩擦力，表面張力等水理實驗に大なる障碍を與へる方系に比較して遙かに優勢である事は直ちに認められる事であるから縮尺の過少に起因する誤差を伴ふ程度の適用性を認めて差支へ無いと思はれる．今後更に大型模型實驗及び現地よりの諸資料に依つて之を檢討する積りで，

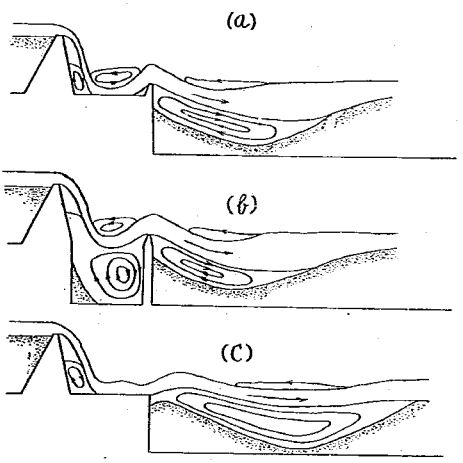
ある.

III. 實　　驗

[1] 流　況　圖—2 (a), (b), (c) の3通りの場合の流れの狀態を略圖式に比較して見れば圖—4 (a), (b), (c) の如くである. 實驗の最初に於ては河床と水流とは平衡しない爲瞬間毎に異る流況を示すが約 10 分の後には河床は流水の狀態に應じた形狀となり一定した流れとなる. 圖—4 (a), (b), (c) は此の狀態に於けるものである.

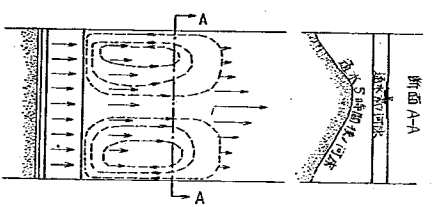
(a) と (b) とを比較すれば副堰堤を越えて後は略, 同樣の流況を示すが (b) に於ては主堰堤と副堰堤の間に床固を施さない爲其の間の土砂が流し出され特異の狀態を示してゐる. (a), (b) と (c) とを比較すれば (c) に於ては水叩の直ぐ下流に於て明瞭な波狀跳水を行ふが大なる表面渦を生じないのに對し (a), (b) に於ては波狀跳水を行はず主堰堤と副堰堤との間及び副堰堤の直ぐ下流に明瞭な表面渦を生ずる.

圖—4　(a), (b), (c) 各型式に於ける流況



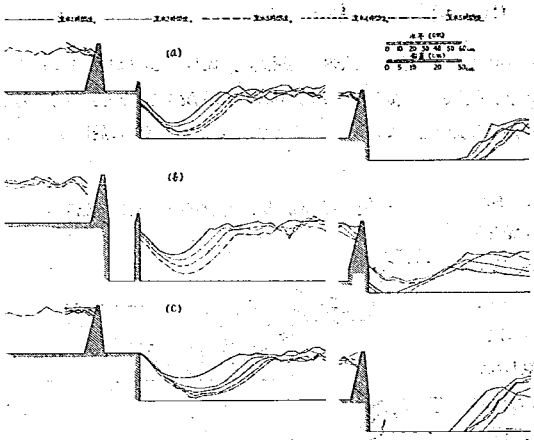
(a), (b), (c) を通じて床固の下流には底渦を生じ之が堰堤下流の洗掘形狀を支配する主因となつてゐるが, 底渦は (a), (b) に於けるよりも (c) に於ける方が大きい. 尙 (c) に於ては下流の土砂が細粒である時は各縱斷面に就き圖—4 (c) の如き流線を示し渦の軸は水平で流れの方向に垂直であるが, 土砂の粒度が大となり水流に對する抗抵性が增加すれば, 水路中心線に對照な橫方向の流れが加はり, 非常に複雜した底渦を生ずる. 此の場合硝子張りの側壁より之を觀察すれば流線は圖—4 (c) と同樣であるが, 鉛直上方より觀察せる流線は圖—5 の如くなる. 圖中實線は表面近くの流水を示し點線で底渦を示してゐる. 從つて床固の直ぐ下に於ては上層の水は水路中心線に並行に流れてゐるに對し下層の水は之に直角の方向に流動してゐる. 然も流線の集中してゐる狀態或は實際に砂の動きの觀察からも推論せられる事であるが, 此の部分で非常に早い流速を有してゐる. 模型實驗に於て現れた之等の事實は實際の堰堤, 洗堰, 床固等の下流の洗掘は吾々の想像以上の複雜な水流に起因するものである事を豫想せしめてゐる. 寫眞—1, 2, 3 は夫々 (a), (b), (c) の洗況を側面より見たものである.

圖—5　橫方向の流れを生ずる場合の流況

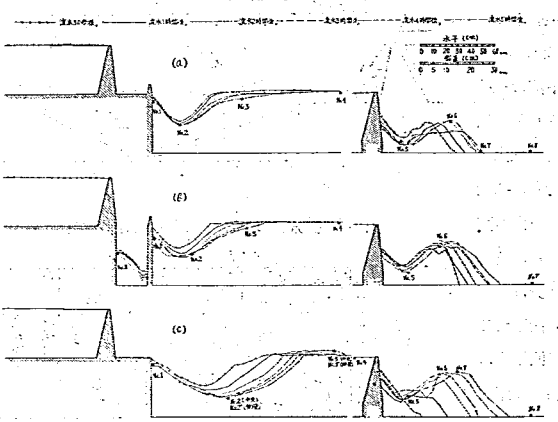


[2] 洗掘狀態　堰堤下流の洗掘狀態を圖—2 (a), (b), (c) に就き比較すれば圖—6, 7, 8 の如くである.

圖—6　小名濱產細砂を使用せる時の洗掘狀態の時間的變化



圖—7　多摩川產粗砂（圖—3(1)）を使用せる時の洗掘狀態の時間的變化



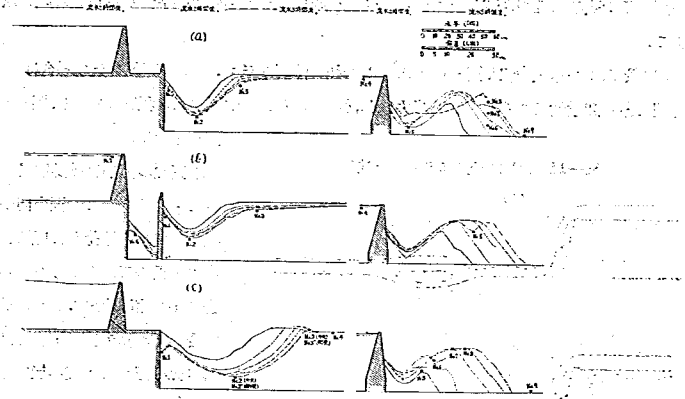
圖—6は小名濱產細砂（圖—3）を使用せる時，圖—7は多摩川產粗砂（圖—3,(1)），圖—8は同じく（圖—3,(2)）を使用せる時の洗掘狀態の時間的變化を示すものである．(a), (b), (c)の3種の型式に就き洗掘土砂量の時間的變化を圖示すれば圖—9, 10の如くである．洗掘土砂量は硝子張側壁に於ける洗掘面積を圖—6, 7, 8よりプラニメーターで求積し之に水路幅1mを乘じて算出せるものである．小名濱產細砂を使用せる場合は砂の流水に對する抵抗性小なる爲橫方向の流れを生ぜず洗掘面は大略流れに直角な水平母線を有する壞面を成してゐる．從つて上述の方法に依つて算出せる洗掘土砂量は實際の洗掘土砂量に近きものと推定される．

多摩川產粗砂を使用せる場合は砂の流水に對する抵抗性は大となり(c)の型式に於ては强き橫方向の流れを生じ5時間後の洗掘面は寫眞—5の如くなり計算せる洗掘土砂量は實際と異つて來るが，斯の如く複雜した洗掘狀態に於て洗掘量の實際の時間的變化を求め樣とする事は困難であるので，此の場合も側壁の觀測値より同樣に算出せる量を洗掘土砂量と假定した．洗掘土砂量の絕對値が必要ではなく，洗掘狀態の時間的變化を比較する爲の數値として必要なのであるから斯く假定して差支へ無いと思ふ．

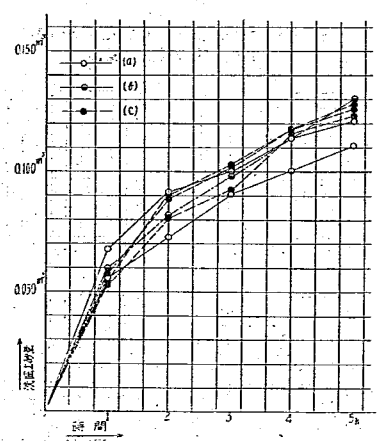
粗砂を使用せる場合に於ても(a), (b)の型式では副堰堤を越えて落ちる時の流向が水平と或る角度をなす爲直接水が河床に當り，一樣な厚さで流下する時は一樣な掘れ方をし橫方向の流れを生じない．寫眞—4は(a)の型式の5時間後の洗掘狀態である．

圖—9に於て(a), (c)の型式を比較すれば(a)の方が洗掘量の時間的減少が大である．圖—10に於ては，即

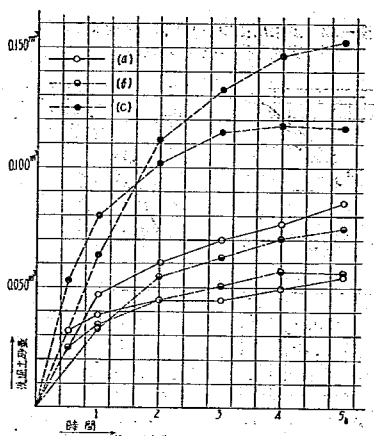
圖－8　多摩川產粗砂（圖—3(2)）を使用せる時の洗掘狀態の時間的變化



圖—9　小名濱砂を使用せる時の洗掘土砂量の時間的變化



圖—10　多摩川砂(1), (2) を使用せる場合の洗掘土砂量の時間的變化



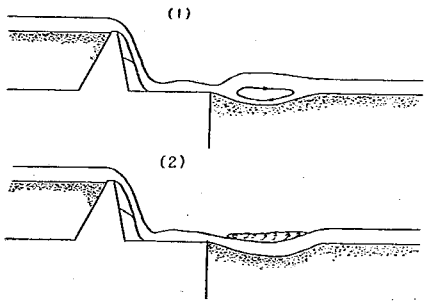
ち砂が粗となれば (a), (b) と (c) との差は顯著となる．又圖—10 に於て (1) 及び (2) は夫々篩分曲線が 圖—3 (1) 及び (2) に依る砂を使用せる場合を區別したものであるが (2) は (1) に比較して細砂を多く含む爲に洗掘の初期に於ては洗掘量が大であるが，細砂を掃流せられて後は (1) より粒徑の大なるものが殘る爲に 1.5 時間以後には洗掘量は (1) より小となり 5 時間後には略平衡狀態に達してゐる．

洗掘過程に就て各型式を比較すれば (a) に於ては副堰堤を越えて落ちる時の流向が水平と或る角度をなす爲直接水が河床に當り河床を攪亂し强い渦に依り土砂を運び出してゐる．

(b) に於ては主堰堤と副堰堤の間の土砂が先づ流し出される爲に副堰堤の下流は最初堆積する．主堰堤と副堰堤の間が平衡狀態に近づき流し出される土砂量が減少すれば副堰堤の下流が洗掘され始め以下 (a) の場合と同じである．

(c) に於ては洗掘の初期は圖—11 (1), (2) の如き流況を示す．(2) の流況を示す場合は (1) の場合に比較して短時間であり間歇的であるが，洗掘能力は非常に著るしい．洗掘が或る程度迄進めば圖—4 (c) の如き一定した流れとなる．

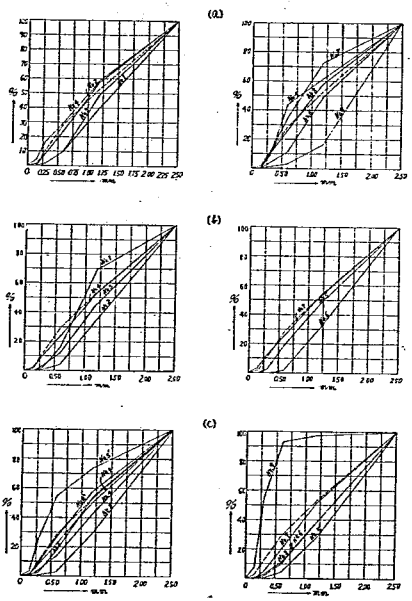
圖—11　(c) に於ける洗掘の初期



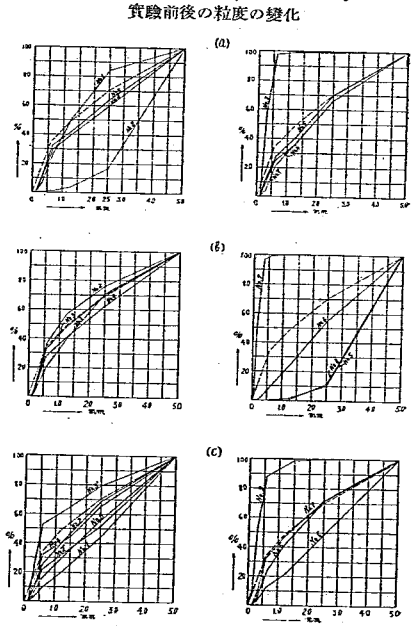
本實驗の模型は砂防堰堤の一部分を切取つて考へたものであつて，横方向の流れを生ずる場合の起る事は豫め期待した處では無く，側壁の狀態が實際と異つてゐるから (c) の場合を其儘實際の場合に移す事は出來ないが，然しながら副堰堤無き場合の方が横方向の流れを誘發する可能性の多い事は充分認めて差支へ無いと思はれる．

多摩川砂を使用せる實驗 圖—7, 8 に於ては實驗前の河床材料の粒度は豫定した篩分曲線に一致せしむる樣に配合し實驗中或は實驗後に 圖—7,

圖—12　多摩川粗砂 (1) を使用せる時の實驗前後の粒度の變化



圖—13　多摩川粗砂 (2) を使用せる時の實驗前後の粒度の變化



8 に標した箇所より試料を採取し篩分け，實驗前後の粒度の變化を調べた．圖—12, 13 は之等の結果を纏めたものである．圖—12 (a), (b), (c) は圖—7 (a), (b), (c) に，圖—13 (a), (b), (c) は圖—8 (a), (b), (c) に夫夫相應し，破線は最初の狀態を示してゐる．

(a), (b) の型式の No. 2 の點は水の直接當る箇所であつて砂粒の大なるものゝみが殘る事は實驗中明瞭に觀取し得るのであるが，實驗後通水を停止すると底渦に依り安定を保つてゐた洗掘面は平衡を保ち得ずして崩れ落ちる爲に 圖—12 (a), b) 圖—13 (b) に於ける No. 2 の粒度は最初の狀態と餘り大きな變化は無い．圖—13 (a) (寫眞—4) に於ては崩れ方が小であつた爲に此の點の粒度の變化が明瞭に出てゐる．

(c) の型式に於ては傾斜が緩かである爲に通水停止後洗掘面が崩れ落る事はない (寫眞—5). No. 2′ の點に於ては (a), (b) の場合と異なり唯底渦に依り掃流せられるのみであるから粒度に大なる變化はないが No. 1 の點は流線の集中し彎曲する箇所であるから粒度は大となつてゐる (圖—12, 13 (c)).

寫眞—6～39 は (b) の型式に於て主堰堤と副堰堤との間に何の程度の大きさの石を詰めて置けば流し出されないかを見る爲に行つた實驗である．實驗は粒徑 (mm) 5～7, 7～10, 10～15, 15～20, 20～25, 25～30, 30～40, 40～50 の 8 種に就て流量を 7, 14, 21, 28, 35 l/sec の 5 階段に變化せしめて行つた．一定の流量に保ち最早石粒が流し出されなくなつた處で寫眞に記錄した．

高さ 20 cm (の模型堰堤に就て石粒の大きさと之が流し出されない限界流量との關係は正確には判定が困難であるが大體の見當は次の通りである．

石　粒 (mm)	5～7	7～10	10～15	15～20	20～25	25～30	30～40	40～50
限界流量 (l/sec/m)	9	10	11	14	18	21	13	35 以上

單位幅當りの流量，落差，及び流し出されない爲の石の大きさの間には一定の相對的關係がある事は確實であるが小型の模型實驗に於ける相對的關係を其儘重力に關する相似率に依り擴大し得るや否やは甚だ疑問である．現地の諸資料と大型の模型實驗に依り更に此の關係を檢討して行き度いと思ふ．

粒徑が小であれば夫れに對する限界流量は比較的正確に判定し得るが粒徑が大となるに從つて不明瞭になる．限界流量以下では全然石は流出しないが限界流量を越えれば急激に流出する．或る程度迄水褥が深くなれば其處で安定する．

IV. 要　　約

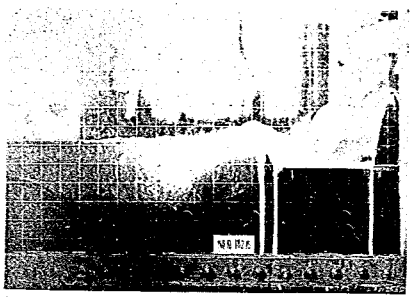
本實驗は主として副堰堤の有無が洗掘狀態に及ぼす影響に就て行つたものであつてその差異を擧げれば次の如くである．

副堰堤を設ける時は橫方向の流れを生じない．副堰堤を越流する水は水平と或る角度をなして落ちる爲に深掘されるが洗掘される範圍は比較的狹く又早く平衡狀態に近づく．

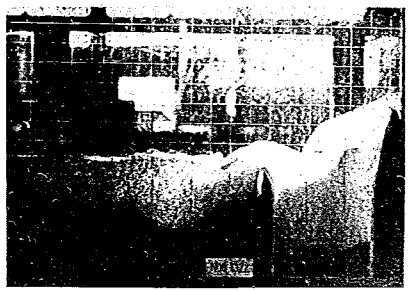
床固を施し副堰堤を設けない場合は射流の儘流下する爲に強い底渦を生じ洗掘される範圍は廣くなる．土砂の粒度が大であつて流水に對する抵抗が大となれば橫方向の流れを生じ兩側が甚だしく深掘される．副堰堤ある場合に比較して河床の平衡狀態に到達するに長時間を要する．

以上の比較より副堰堤を設置する方が洗掘範圍の狹い點，橫方向の流れの生じない點で洗掘防止には有利であると見做された．從つて副堰堤を設けた場合，副堰堤下流の洗掘を如何にして輕減すべきかに就て實驗を進める豫定である．

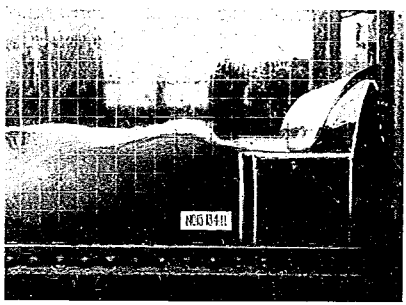
寫眞—1 (a) に於ける流況，多摩川產粗砂 (1)



寫眞—2 (b) に於ける流況，多摩川產粗砂 (1)

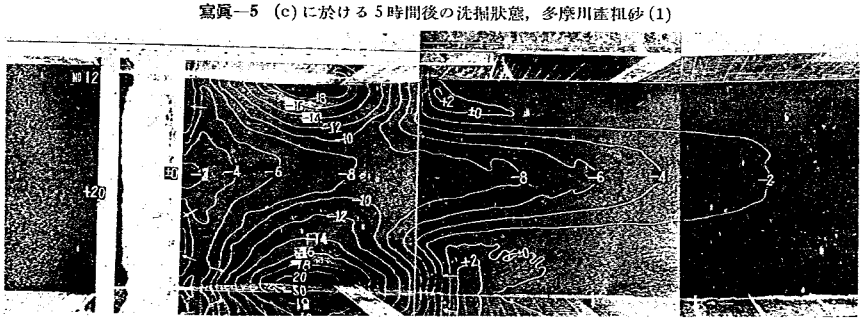


寫眞—3 (c) に於ける流況，多摩川產粗砂 (2)

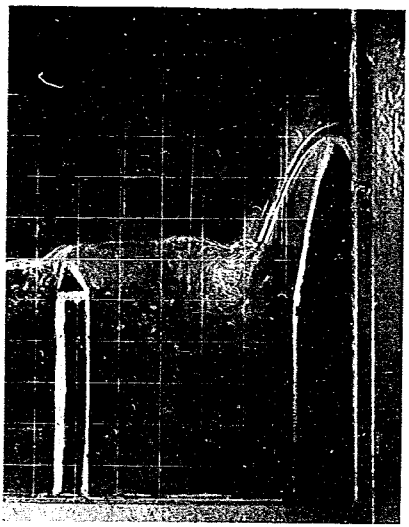


寫眞—4 (a) に於ける 5 時間後の洗掘狀態，多摩川產粗砂 (2)

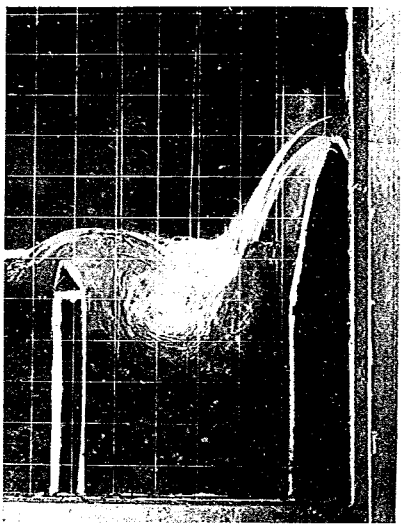
寫眞—5 (c) に於ける 5 時間後の洗掘狀態，多摩川產粗砂 (1)



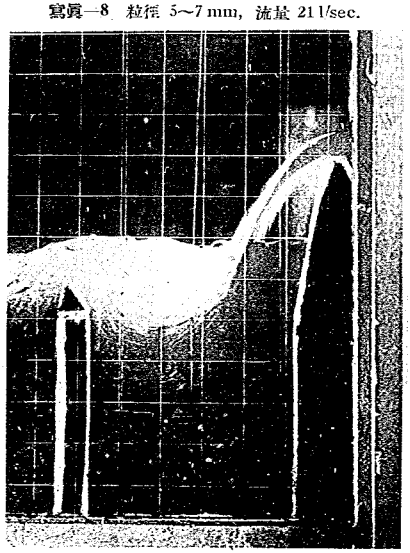
寫眞—6 粒徑 5～7 mm, 流量 7 l/sec.



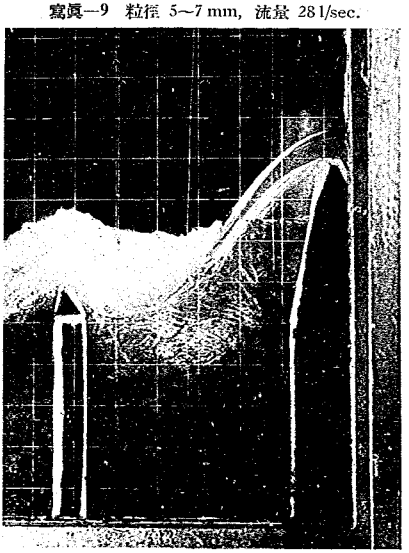
寫眞—7 粒徑 5～7 mm, 流量 14 l/sec.



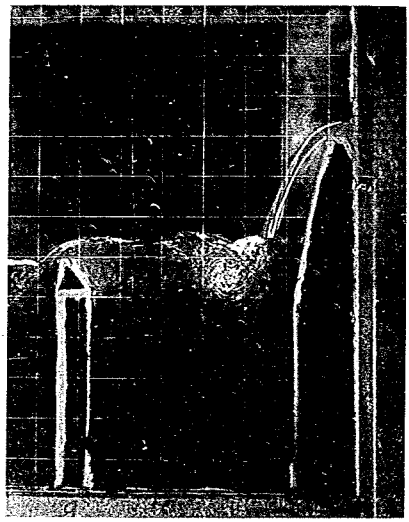
寫眞—8 粒徑 5～7 mm, 流量 21 l/sec.



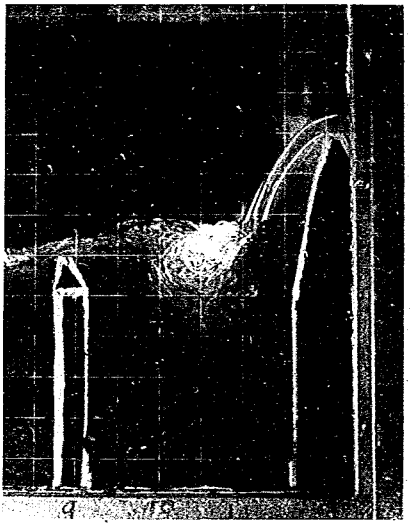
寫眞—9 粒徑 5～7 mm, 流量 28 l/sec.



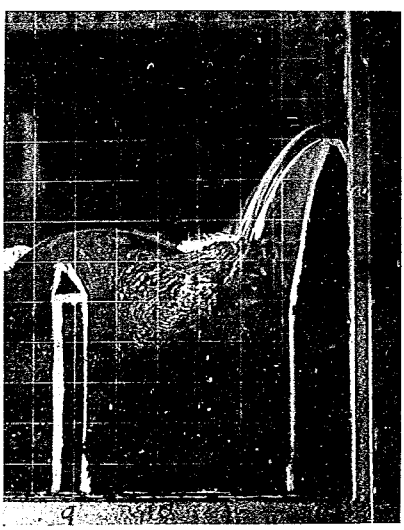
寫眞—10 粒徑 7～10 mm, 流量 7 l/sec.



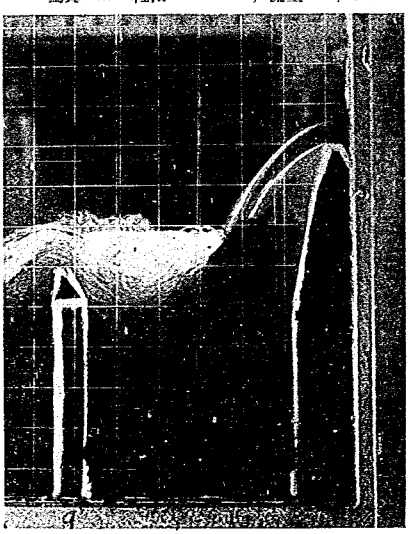
寫眞—11 粒徑 7～10 mm, 流量 10.2 l/sec.



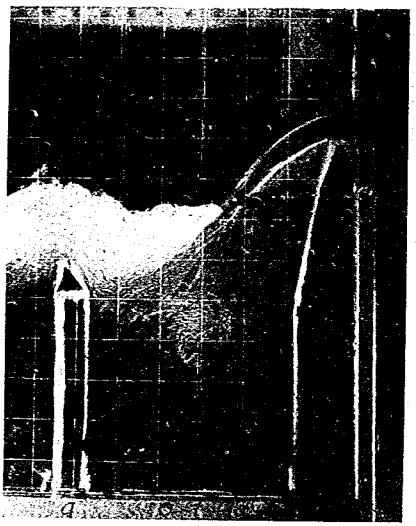
寫眞—12 粒徑 7～10 mm, 流量 14 l/sec.



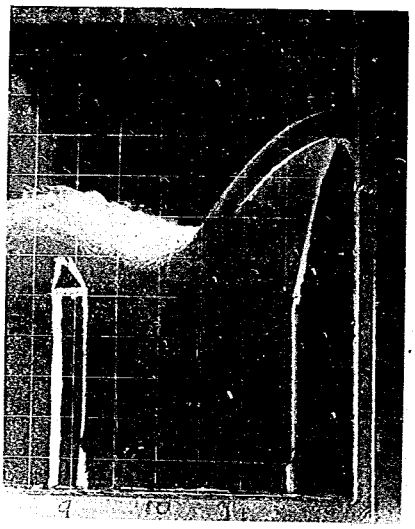
寫眞—13 粒徑 7～10 mm, 流量 21 l/sec.



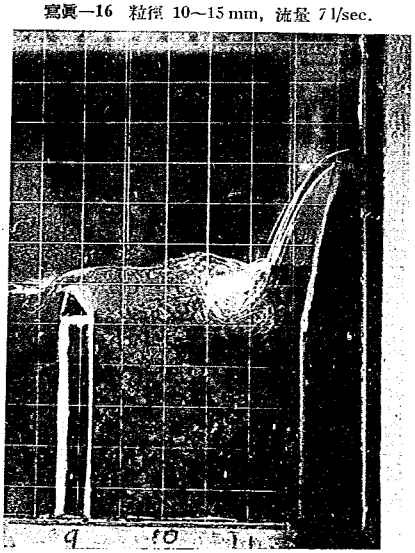
寫眞—14 粒徑 7～10 mm，流量 28 l/sec.



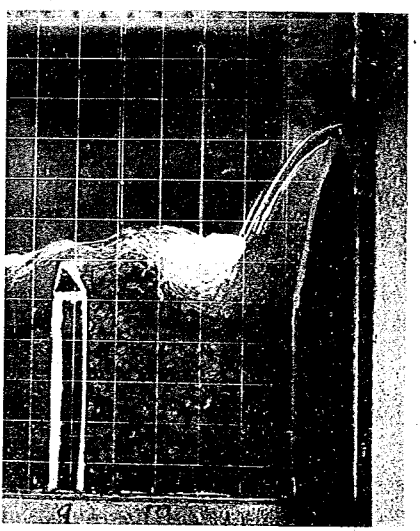
寫眞—15 粒徑 7～10 mm，流量 35 l/sec.



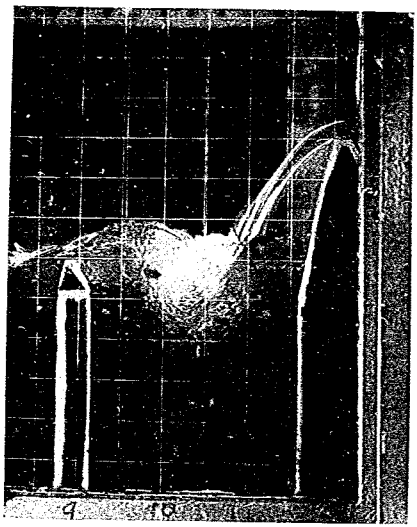
寫眞—16 粒徑 10～15 mm，流量 7 l/sec.



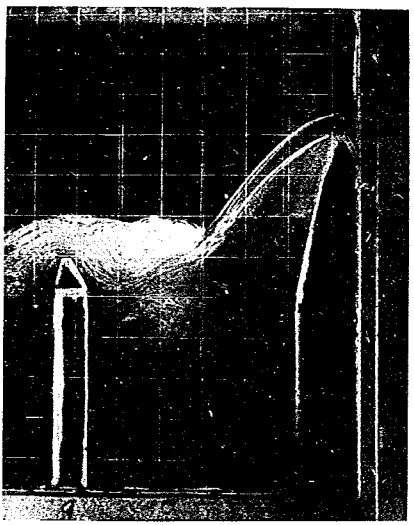
寫眞—17 粒徑 10～15 mm，流量 10.6 l/sec.



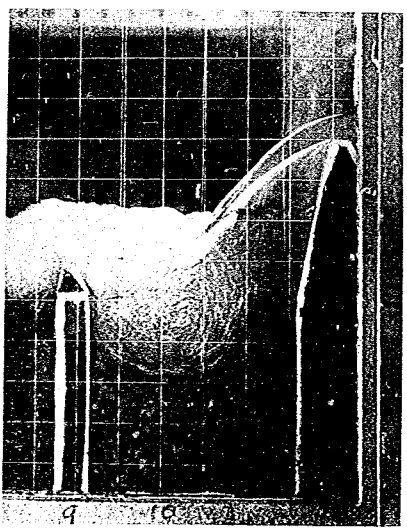
寫眞—18 粒徑 10～15 mm, 流量 14 l/sec.



寫眞—19 粒徑 10～15 mm, 流量 21 l/sec.

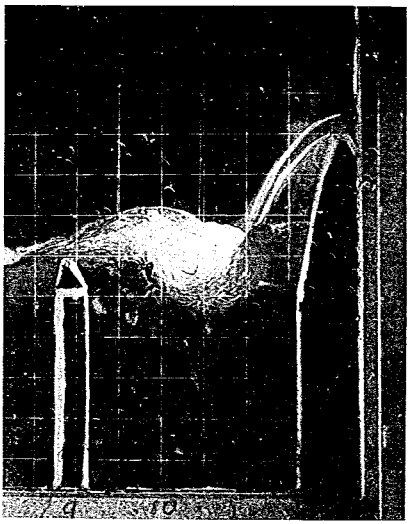


寫眞—20 粒徑 10～15 mm, 流量 28 l/sec.

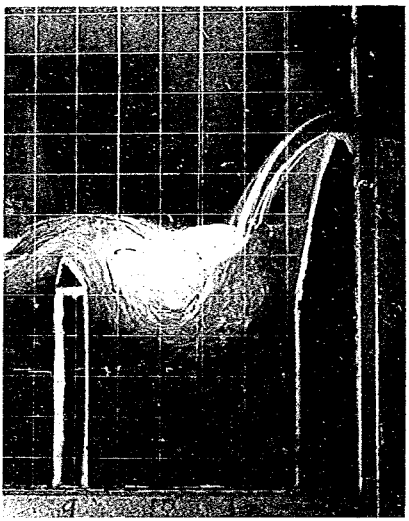


寫眞—21 粒徑 10～15 mm, 流量 35 l/sec.

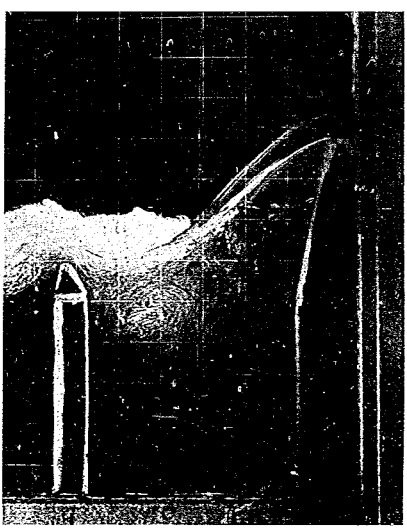
寫眞—22 粒徑 15～20 mm, 流量 14 l/sec.



寫眞—23 粒徑 15～20 mm, 流量 21 l/sec.

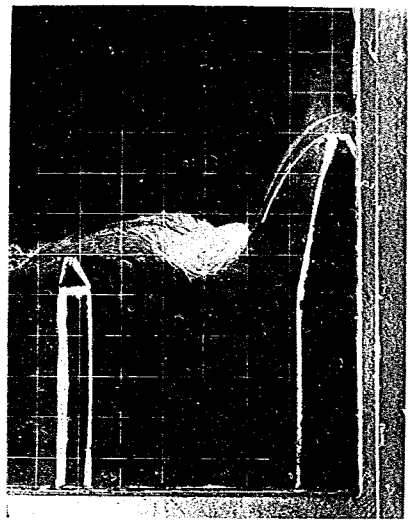


寫眞—24 粒徑 15～20 mm, 流量 28 l/sec.

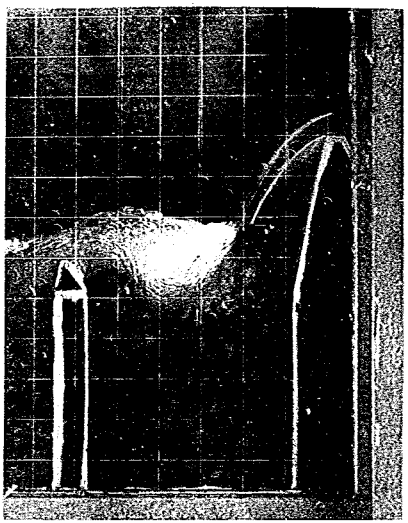


寫眞—25 粒徑 15～20 mm, 流量 35 l/sec.

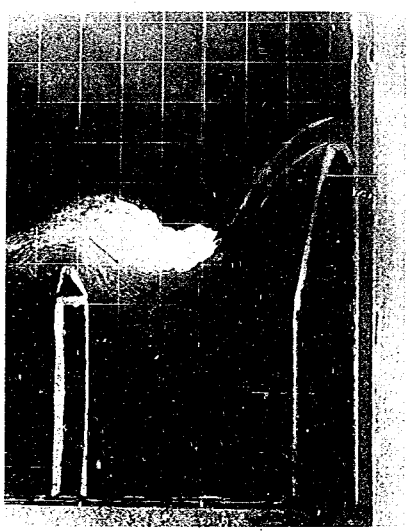
寫眞—26 粒徑 20～25 mm, 流量 14 l/sec.



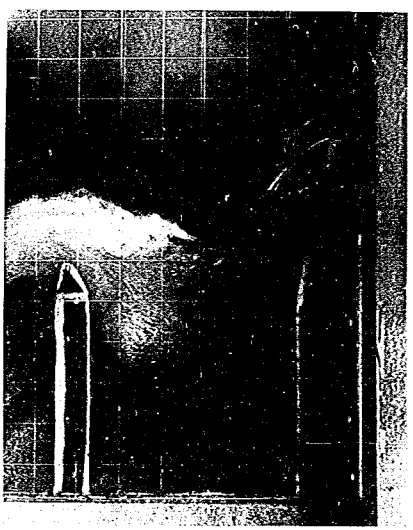
寫眞—27 粒徑 20～25 mm, 流量 21 l/sec.



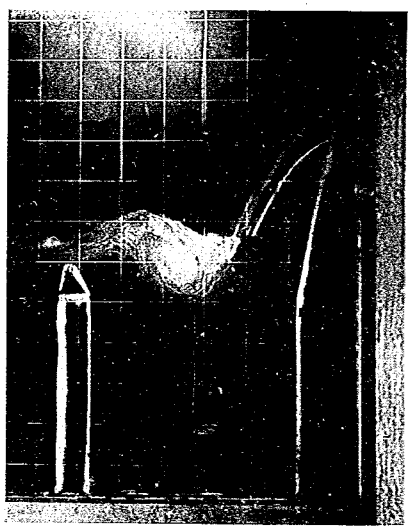
寫眞—28 粒徑 20～25 mm, 流量 28 l/sec.



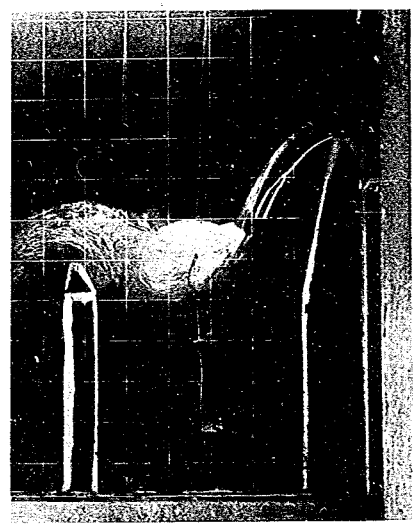
寫眞—29 粒徑 20～25 mm, 流量 35 l/sec.



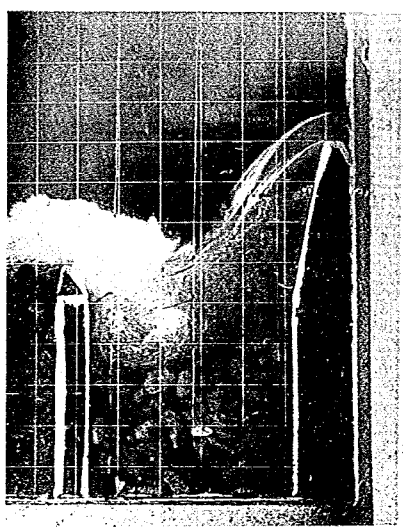
寫眞—30 粒徑 25～30 mm, 流量 21 l/sec.



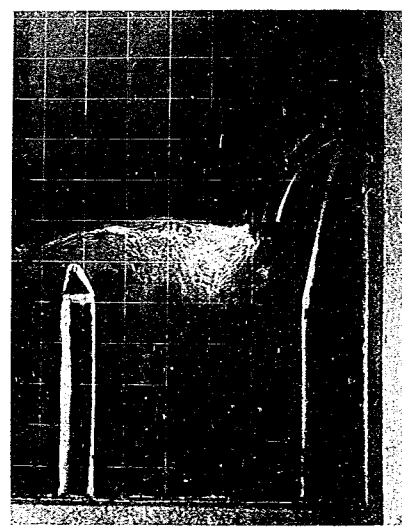
寫眞—31 粒徑 25～30 mm, 流量 28 l/sec.



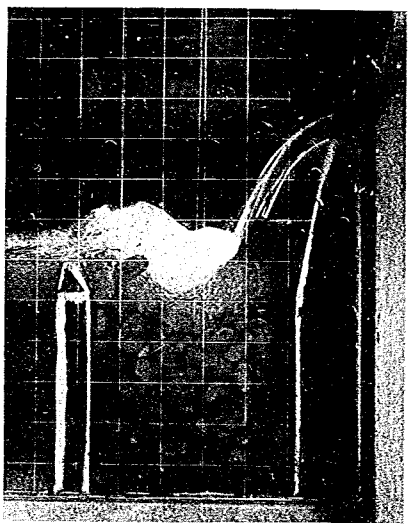
寫眞—32 粒徑 25～30 mm, 流量 35 l/sec.



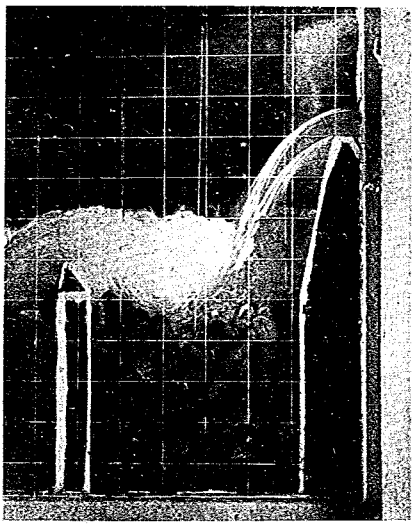
寫眞—33 粒徑 30～40 mm, 流量 21 l/sec.



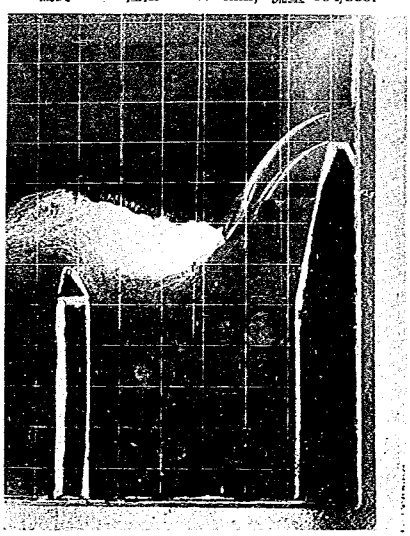
寫眞—34 粒徑 30～40 mm, 流量 21.6 l/sec.



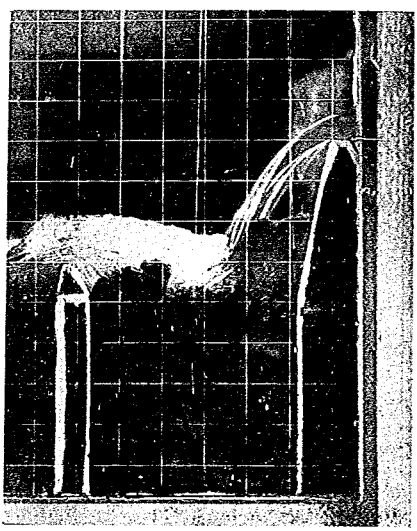
寫眞—35 粒徑 30～40 mm, 流量 28 l/sec.



寫眞—36 粒徑 30～40 mm, 流量 35 l/sec.

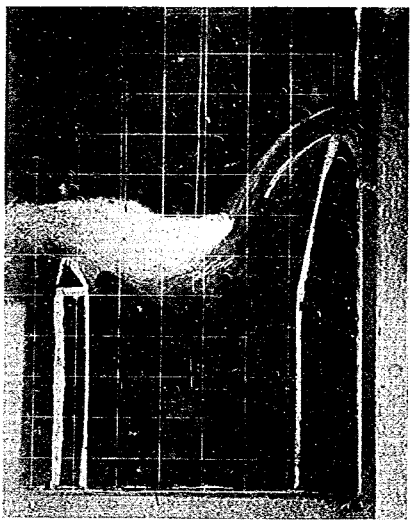


寫眞—37 粒徑 40～50 mm, 流量 22.1 l/sec.



寫眞—38 粒徑 40～50 mm, 流量 28 l/sec.

寫眞—39 粒徑 40～50 mm, 流量 35 l/sec.



混成タールの性質に及ぼす氣象作用の影響
特に薄層の場合に於ける性質變化

內務技師　西　川　榮　三
內務技手　山　田　耕　之　助

目　次

Ⅰ. 緒　言……（1）
Ⅱ. 試　料……（3）
Ⅲ. 薄層の重量變化……（3）
［1］ 實驗室空氣中に於ける重量變化……（3）
［2］ 日光下に於ける重量變化……（4）
［3］ 清水中に於ける重量變化……（4）
［4］ アスファルトの抑制作用……（5）
Ⅳ. 薄層の稠度變化……（9）
［1］ 實驗室空氣中に於ける稠度變化……（10）
［2］ 日光下に於ける稠度變化……（13）
［3］ 清水中に於ける稠度變化……（17）
［4］ 各種風化の比較……（20）
［5］ 各種試料の稠度變化比較……（25）
［6］ アスファルト混合の影響……（25）
Ⅴ. 薄層の成分變化，軟化點の變化……（25）
Ⅵ. 蒸溜殘留物の稠度，成分，軟化點……（28）
［1］ 蒸溜殘留物の量……（28）
［2］ 蒸溜殘留物の軟化點……（29）
［3］ 蒸溜殘留物中遊離炭素の量……（29）
［4］ 各種溫度蒸溜殘留物稠度……（29）
Ⅶ. 日光下風化殘留物と蒸溜殘留物との比較……（32）
［1］ 重量減少と遊離炭素及軟化點との關係……（32）
［2］ 重量減少と稠度變化との關係……（34）
Ⅷ. 原試料，蒸溜殘留物，1ヶ年風化物の諸性質一覽表……（38）
Ⅸ. 上記の實驗より混成タールの使用に關する考察……（39）
Ⅹ. 要　約……（40）

Ⅰ. 緒　　言

石油アスファルト及鋪裝用タールの薄層に於ける性質の變化については，曩に本所報告第37號 29—86 頁に其の詳細を記載した．又タール，アスファルト混合物の一般性質については，報告第 32 號 91—116 頁に記載し，混合割合が當を得たる場合には，其の性質が鋪裝用材料として良好なるを認め得るに至つた．本報告に於ては，鋪裝材料として良好なる性質を示す範圍の混合割合を示す混成タール（タール，アスファルト混合物）と原タール

との薄層が受くる性質の變化を究めんとするもので，タール中に比較的少量のアスファルトが存在する場合に，其の性質の變化，殊に酸化其の他の化學的作用に對する抵抗性，硬化狀態等につき研究せるものである．

既往の研究に於て，清水中，稀薄なる鹽類液中，酸液中，アルカリ液中の變化は，其の變化の性質及程度に多少の差はあるが，大體に於ては，其の差は比較的少く，清水中の變化を以て他の稀薄溶液中の變化を類推し得べきを知りたるを以つて，本研究に於ては，單に清水中變化について實驗を行ひ，他の溶液中變化の實驗は之を省略することとした．即ち本研究に於ては，（3 頁へつゞく）

表—1 試 料 の 性 質

試料		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
		タール	タール	混成タール			
試驗番號		No.2018	No.2020	No.2018 No.2300	No.2020 No.2300	No.2018 No.2298	No.2020 No.2298
1. 比重 25°/25°C		1.189	1.212	1.150(1)	1.166(1)	1.151(1)	1.167(1)
2. エングラー比粘度							
50°C		57.7	378.4	＞ 100	…	＞ 100	…
80°C		6.6	22.1	17.4	48.0	20.5	49
100°C		2.8	6.3	5.6	11.9	6.4	13.2
120°C		1.9	3.0	2.7	5.0	3.1	5.9
3. タール粘度							
25°C		32	770	153	…	186	…
30°C		14	240	48	1090	66	1120
35°C		7.5	98	22	336	34	358
40°C		…	…	11	95	16	103
50°C		…	…	…	40	…	45
4. 引火點，開放式	°C	118	122	＞ 119(2)	＞ 123(2)	＞ 119(2)	＞ 123(2)
5. 燃燒點	°C	135	142				
6. 水分	%	痕跡	痕跡	痕跡	痕跡	痕跡	痕跡
2. 蒸溜試驗	%						
0～170°C	%	0.28	0.22	0.27(1)	0.21(1)	0.27(1)	0.21(1)
170～235°C	%	1.90	1.51	1.52	1.21	1.52	1.21
235～270°C	%	8.86	5.26	7.08	4.21	7.08	4.21
270～300°C	%	7.64	9.42	6.12	7.54	6.12	7.54
300°C殘留物	%	81.30	83.57	85.01	86.83	85.01	86.83
8. 300°C殘留物軟化點	°C	35	48	40.5	48.0	40.0	47.5
9. 原タール軟化點	°C	4	22	17.0	32	16.0	31
10. 300°C殘留物比重 25°/25°C		1.227	1.245	…	…	…	…
11. タール酸 voi.	%	0.82	0.53	0.64(1)	0.43(1)	0.64(1)	0.43(1)
12. ナフタリン	%	0.26	痕跡	0.24(1)	痕跡	0.24(1)	痕跡
13. 遲青，CS_2	%	89.83	87.51	91.8(1)	89.9(1)	91.8(1)	89.9(1)
14. 灰分	%	0.06	0.07	…	…	…	…
15. 遊離炭素	%	10.11	12.42	＜ 8.2(1)	＜ 10.1(1)	＜ 8.2(1)	＜ 10.1(1)

備考 (1) は計算値，(2) は推定値

1. 薄層を實驗室空氣中に放置せる場合
2. 薄層を日光下に放置せる場合
3. 薄層を清水中に放置せる場合

の3種の狀況下に於ける性質の變化を比較したものである．

II. 試　　料

本研究に使用せる試料は，下記の6種である．其の一般性質は表—1 (2頁)*，表—2(3頁)の如くである．

試料 (1)　タール No.2018　(路面處理，透入マカダム用)
試料 (2)　タール No.2020　(混合マカダム用)
試料 (3)　タール No.2018 及アスファルト No.2300 (80 : 20) 混合物
試料 (4)　タール No.2020 及アスファルト No.2300 (80 : 20) 混合物
試料 (5)　タール No.2018 及アスファルト No.2298 (80 : 20) 混合物
試料 (6)　タール No.2020 及アスファルト No.2298 (80 : 20) 混合物

試料とせるタール No.2018 及 No.2020 は其の性質表—1 の如くである．之に混合せるアスファルトの性質は表—2 に示してある．即ち試料 (1) (2) は純タールで，試料 (3), (5) はタール (1) にアスファルト 20% を混合せるもの，試料 (4), (6) はタール (2) にアスファルト 20% を混合せるものである．

III. 薄層の重量變化

上記6種の試料を厚 2—3 mm 程度の薄層に擴げ，實驗室空氣中，日光下，清水中に靜置し，其の重量の變化を試驗せる結果は 表—3 乃至 表—5 の如し．試料は徑約 55 mm，表面積 23.7 cm^2 の銅製或は硝子製の器に厚約 3 mm となる樣 7—9 g を採取して供試體となし，0, 3, 7, 15, 30, 90, 180, 270, 365 日目毎に其の重量を測定した．

[1] 實驗室空氣中に於ける重量の變化

實驗室空氣中に於ける重量の變化は，表—3 (4頁) 及 圖—1 (5頁) の如くである．

表—3 では，タール (1), (2), 混成タール (3), (5) は日數の經過に從つて重量減少を示し，揮發成分發散の現象を證して居る．混成タール (4), (6) は重量增加の場合あるを示し，揮發成分の發散量よりも，酸素吸收量の大なることを表して居る．各試料間には程度の差はあるが，重量增減率が案外少く，本試驗に於ては最高 3.0 % に達して居ない．この事實より考ふるに，タール透入マカダム，タール混合マカダム等に於て，其の下部にあるタール殊に混成タールは，揮發成分の發散は極めて緩慢であり，又化學變化による硬化も遲鈍なることを想像し得る．從つてかかる所に用ゐるタールは最初より相當硬質のものを用ゐて然るべきである．

尙上記の事實を圖示すれば，圖—1 (5頁) の如くになる．

表—2 アスファルトの性質

試　　料	No. 2300	No. 2298
1. 比重 25°/25°C	1.012	1.016
2. 針度 0°C, 200 g, 60 sec	…	7.6
25°C, 100 g, 5 sec	168	44
46°C, 50 g, 5 sec	…	152.5
3. 延性 10°C	…	0
12.5°C	…	> 100
15°C	> 100	> 100
4. 引火點，開放式 °C	246	281
5. 軟化點，R&B °C	41.5	51
6. 蒸發減 163°C %	0.03	0.02
7. 蒸發殘留物針度 25°C	149.5	40.5
原針度に對する %	89.0	92.1
8. 溶青全量，CS_2 %	99.93	99.95
9. 感 應 比	…	1:6.3:21.8

* 本文中括弧內の頁數は拔刷頁數（每頁の下部に印刷す）を示すものである．

[2] 日光下に於ける重量變化

日光下に於ける重量の變化は，空氣中に於けるものと比較して其の温度の上昇，光線の影響等が大であり，表—4 (4 頁) の如き結果を示す．

表—4 (4 頁) では，實驗室空氣中の場合と異り著しい重量の減少を示して居る．然し混成タールでは，アスファルトの存在により揮發量が甚しく抑制せらるゝことが見られる．シール・コート，路面處理に用ゐらるゝタール或は混成タール，其の他路層の表面部に用ゐられたこれ等瀝靑材は，甚しく其の量を減ずるもので，其の爲及び其の他の原因から硬化變質する可能性多き事が推察せられる．之を圖示すれば 圖—3 (5 頁) の如くである．尙圖—3 と圖—34 (30頁) とを比較すれば，日光下風化による重量變化と，主として揮發分蒸發のみによる重量變化との相違を明かにし得べし．

[3] 清水中に於ける重量の變化

清水中に於ける重量の變化は表—5 (6 頁) 及 圖—2 (5 頁) の通りである．(5頁につゞく)

表—3 實驗室空氣中に於ける重量の變化

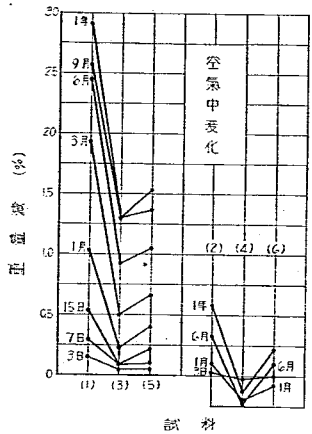
試料	タール		混成タール				測定日附
試驗番號	No.2018	No.2020	No.2018 No.2300	No.2020 No.2300	No.2018 No.2298	No.2020 No.2298	
番號	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	
0日	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	10. 6. 24
3〃	− 0.14	− 0.02	− 0.05	+ 0.02	− 0.06	0.00	10. 6. 27
7〃	− 0.30	− 0.02	− 0.09	+ 0.09	− 0.11	0.00	10. 7. 1
15〃	− 0.53	− 0.04	− 0.09	+ 0.13	− 0.22	+ 0.03	10. 7. 9
1月	− 1.03	− 0.09	− 0.23	+ 0.20	− 0.40	+ 0.08	10. 7. 24
3〃	− 1.93	− 0.24	− 0.49	+ 0.41	− 0.66	+ 0.07	10. 9. 24
6〃	− 2.44	− 0.33	− 0.92	+ 0.23	− 1.06	− 0.11	10. 12. 24
9〃	− 2.57	− 0.35	− 1.29	+ 0.09	− 1.37	− 0.26	11. 3. 24
1年	− 2.91	− 0.63	− 1.29	+ 0.13	− 1.53	− 0.22	11. 6. 24

表—4 日光下に於ける重量變化

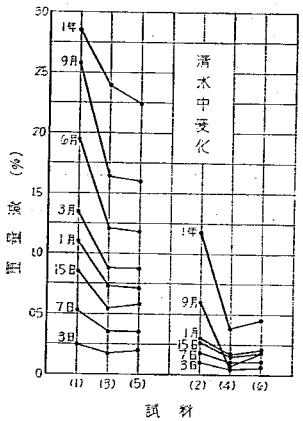
試料	タール		混成タール				測定日附
番號	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	
0日	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	10. 7. 17
3〃	− 1.20	− 0.41	− 0.61	− 0.27	− 0.58	− 0.31	10. 7. 20
7〃	− 6.65	− 3.63	− 3.34	− 2.11	− 3.86	− 2.26	10. 7. 24
15〃	−10.69	− 6.35	− 6.84	− 4.10	− 7.24	− 4.48	10. 8. 1
1月	−12.19	− 7.42	− 8.18	− 4.79	− 8.55	− 5.36	10. 8. 17
3〃	−15.21	− 9.57	− 9.99	− 5.38	−10.36	− 6.14	10. 10. 17
6〃	−15.67	− 9.72	− 9.76	− 5.53	−10.59	− 6.18	11. 1. 17
9〃	−15.97	− 9.73	− 9.81	− 5.54	−10.69	− 6.19	11. 4. 17
1年	−18.25	−11.24	−11.22	− 6.44	−12.38	− 6.97	11. 7. 17

清水中に於てはいづれの試料も重量減少を示すが，混成タールは，其の減少率が少い．水中に於ける重量變化の程度は空氣中の重量變化と酷似して居る．即ち，水中溶出成分は實驗室空氣中の揮發成分と其の本質が略々類似せるものゝ如く想像せられる．換言すればタール及び混成タール中の水可溶成分は揮發成分に多い樣である．

圖—1　空氣中重量變化



圖—2　清水中重量變化

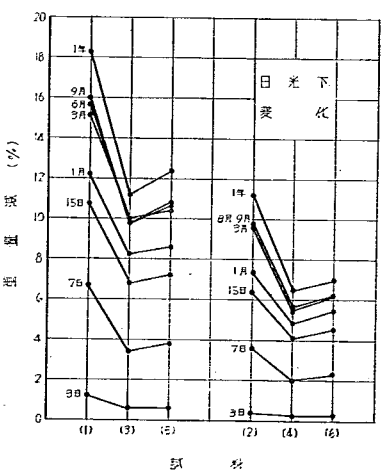


［4］ アスファルトの抑制作用

上記3通りの重量變化を見るに，混成タールにありては其の變化が著しく減少せしめられてゐる．今混成タール中のタール分が，原タールと同率の重量變化を行ふものと假定せる場合の其の重量變化（W_I）と實測値（W_D）とを比較すれば表—6（6頁）の如し．

即ち，實驗室空氣中，日光下，清水中いづれの場合に於ても，タールの重量減少率は，比較的少量のアスファルトの混合により著しく抑制せらるゝもので．之を換言すれば，アスファルトの存在は，タール中揮發分の發散を遲延せしめ，可溶成分の溶出を妨ぐる作用あるものである．これ等の作用は鋪裝用タール使用上重大なる意味を生ずる．上記の計算に於てはアスファルト自身の重量變化を考慮して居ないが，之をも計算に入るゝ時は表—8，9，10（8頁）の如くになる．

圖—3　日光下重量變化



表—3, 4（4頁), 5（6頁）中の試料 (1), (2) は純タールにして, (3), (4), (5), (6) は之に 20% のアスファルトを混合せる混成タールで，この4者の中 (3), (5)はタールとして(1)を使用し，(4), (6)は(2) を使用したものである．使用アスファルトは (3), (4) にては軟質（針度168)のもの，(5), (6)にては硬質(針度44)のものである．實驗室空氣中に靜置せるタールは，日數の經過と共に漸次重量を減少するがタール (1) は (2) に比して其の程度が大である．タール(1)にアスファルトを混合せる (3), (5)に於ては(1)に比して重量減少の割合が少い．又タール(2) と之にアスファルトを混合せる (4), (6) とを比較するに，(2) は重量減少し居るも，(4), (6) は僅少なが

表—5　清水中に於ける重量變化

試料	タール		混成タール				測定日
番號	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	
0日	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	10. 10. 9
3〃	− 0.26	− 0.10	− 0.18	− 0.05	− 0.19	− 0.06	10. 10. 12
7〃	− 0.52	− 0.18	− 0.36	− 0.10	− 0.34	− 0.11	10. 10. 16
15〃	− 0.85	− 0.26	− 0.55	− 0.14	− 0.58	− 0.17	10. 10. 24
1月	− 1.11	− 0.29	− 0.73	− 0.16	− 0.72	− 0.19	10. 11. 9
3〃	− 1.35	− 0.30	− 0.87	− 0.06	− 0.87	− 0.11	11. 1. 9
6〃	− 1.95	− 0.37	− 1.21	− 0.07	− 1.18	− 0.12	11. 4. 9
9〃	− 2.57	− 0.64	− 1.68	− 0.08	− 1.66	− 0.18	11. 7. 9
1年	− 2.86	− 1.18	− 2.39	− 0.39	− 2.24	− 0.46	11. 10. 9

表—6　アスファルトの抑制作用　アスファルト混合タール (3) (5); (4) 及 (6)

實驗室空氣中

	タール（1）による混成タール				タール（2）に依る混成タール			
	(3)		(5)		(4)		(6)	
	W_I	W_D	W_I	W_D	W_I	W_D	W_I	W_D
	%	%	%	%	%	%	%	%
1 月	− 0.82	− 0.23	− 0.82	− 0.40	− 0.07	+ 0.20	− 0.07	+ 0.08
3 〃	− 1.55	− 0.49	− 1.55	− 0.66	− 0.19	+ 0.41	− 0.19	+ 0.07
6 〃	− 1.95	− 0.92	− 1.95	− 1.06	− 0.26	+ 0.23	− 0.26	− 0.11
9 〃	− 2.06	− 1.29	− 2.06	− 1.37	− 0.28	+ 0.09	− 0.28	− 0.26
1 年	− 2.33	− 1.29	− 2.33	− 1.53	− 0.50	+ 0.13	− 0.50	− 0.22

日光下

	タール（1）に依る混成タール			タール（2）に依る混成タール		
	(3) 及 (5)	(3)	(5)	(4) 及 (6)	(4)	(6)
	W_I	W_D	W_D	W_I	W_D	W_D
	%	%	%	%	%	%
1 月	− 9.75	− 8.18	− 8.55	− 5.94	− 4.79	− 5.36
3 〃	−12.15	− 9.99	−10.36	− 7.65	− 5.38	− 6.14
6 〃	−12.55	− 9.76	−10.59	− 7.78	− 5.53	− 6.18
9 〃	−12.80	− 9.81	−10.69	− 7.79	− 5.54	− 6.19
1 年	−14.60	−11.22	−12.38	− 8.98	− 6.44	− 6.97

表—6 (續き)　清　水　中

	タール（1）に依る混成タール			タール（2）に依る混成タール		
	(3) 及 (5)	(3)	(5)	(4) 及 (6)	(4)	(6)
	W_I	W_D	W_D	W_I	W_D	W_D
	%	%	%	%	%	%
1 月	− 0.89	− 0.73	− 0.72	− 0.23	− 0.16	− 0.19
3 〃	− 1.08	− 0.87	− 0.87	− 0.24	− 0.06	− 0.11
6 〃	− 1.56	− 1.21	− 1.18	− 0.30	− 0.07	− 0.12
9 〃	− 2.19	− 1.68	− 1.66	− 0.51	− 0.08	− 0.18
1 年	− 2.29	− 2.39	− 2.24	− 0.90	− 0.39	− 0.46

表—7　アスファルトの空氣中に於ける重量增加率

	No. 2300　針度 168		No. 2298　針度 44	
	重量增加	其の 20 %	重量增加	其の 20 %
0 日	0.00 %	0 %	0.00 %	0 %
3 〃	+ 0.18	+ 0.04	+ 0.14	+ 0.03
7 〃	+ 0.35	+ 0.07	+ 0.29	+ 0.06
15 〃	+ 0.43	+ 0.09	+ 0.41	+ 0.08
1 月	+ 0.63	+ 0.13	+ 0.71	+ 0.14
3 〃	+ 1.14	+ 0.23	+ 1.46	+ 0.29
6 〃	+ 1.19	+ 0.24	+ 1.55	+ 0.31
9 〃	…	…	…	…
1 年	+ 1.57	+ 0.31	+ 1.98	+ 0.40

ら重量增加を示して居る．この事實は次の 3 つの原因に依るものと解せられる．

1. アスファルト中には揮發性成分乏しき爲，混成タール中の揮發性成分は原タールに比し約 80% に減少して居ること．
2. アスファルトの混合により，タール中の揮發性成分の蒸發が妨げらるゝ事
3. アスファルトは空氣中に於て重量增加を來すものなる事

今アスファルトの空氣中重量增加の率を表—7 (7 頁) の如く假定し，混成タールの重量變化を下記の (1) 式により算出して見ると 表—8 及 表—9 (8 頁) の如くなる．

混成タールの風化後 重量變化を P_{xy}% とし，n 日風化後のタール重量變化，アスファルト重量變化を夫々 P_x, P_y% とすれば，

$$P_{xy}=0.8\,P_x+0.2\,P_y$$

を以て計算上の混成タールの重量變化を示すことが出來る．かくして，アスファルト自身の重量變化をも考慮せる場合の混成タール重量變化の計算値と實測値との比較を實驗室空氣中の試料につき取れば 表—8 (8 頁) の如くになる．

表—8 によれば，試料 (3), (4), (5) はいづれも，アスファルトの存在のために，揮發成分の發散が阻止せられて居ることが見られる．試料 (6) では，この關係が逆になつて居るが，其の差は極めて少い．

日光下試料に於て，アスファルトのみの重量變化は 表—9 (8 頁) の如くである．

表—9 の値を用ゐて，混成タールの日光下重量變化の計算値及實測値を比較すれば 表—10 の如くになり，日光下の試料についても，アスファルトの抑制作用を見ることが出來る．

清水中に於けるアスファルトの重量變化は 表—11 (9 頁) に示すが如し．表—11 の値を用ゐて，混成タールの清水中重量變化の計算値及實測値を比較すれば，表—12 (9 頁) の如し．

清水中に於ても，僅かではあるが，アスファルトの抑制作用が認められる．然しこの場合はあまり顯著でない．之を要するに，タールにアスファルトを混合すれば，其の揮發分の發散，其の水中への溶出を遲延せしめる作用が見られ，それだけ其の變質を抑制するものと考へられる．

表—8 アスファルトの抑制作用 實驗室空氣中

	(3)		(5)		(4)		(6)	
	計算値	實測値	計算値	實測値	計算値	實測値	計算値	實測値
	%	%	%	%	%	%	%	%
1 月	− 0.69	− 0.23	− 0.68	− 0.40	+ 0.06	+ 0.20	+ 0.07	+ 0.08
3 〃	− 1.31	− 0.49	− 1.25	− 0.66	+ 0.03	+ 0.41	+ 0.09	+ 0.07
6 〃	− 1.71	− 0.92	− 1.64	− 1.06	− 0.02	+ 0.23	+ 0.05	− 0.11
9 〃	…	− 1.29	…	− 1.37	…	+ 0.09	…	− 0.26
1 年	− 2.02	− 1.29	− 1.93	− 1.53	− 0.19	+ 0.13	− 0.10	− 0.22

表—9 日光下に於けるアスファルトの重量變化

	No. 2300 針度 168		No. 2298 針度 44	
	重量增加	其の 20 %	重量增加	其の 20 %
	%	%	%	%
0 日	0.00	0.00	0.00	0.00
3 〃	0.17	0.03	0.25	0.05
7 〃	1.30	0.26	0.92	0.18
15 〃	1.62	0.32	1.22	0.24
1 月	2.05	0.41	1.73	0.35
3 〃	2.65	0.53	1.98	0.40
6 〃	2.65	0.53	1.98	0.40
1 年	2.68	0.54	2.15	0.43

表—10 アスファルトの抑制作用 日光下試料

	(3)		(5)		(4)		(6)	
	計算値	實測値	計算値	實測値	計算値	實測値	計算値	實測値
	%	%	%	%	%	%	%	%
3 日	− 0.93	− 0.61	− 0.91	− 0.58	− 0.30	− 0.27	− 0.28	− 0.31
7 〃	− 5.06	− 3.34	− 5.14	− 3.86	− 2.65	− 2.11	− 2.73	− 2.26
15 〃	− 8.22	− 6.84	− 8.30	− 7.24	− 4.76	− 4.10	− 4.84	− 4.48
1 月	− 9.34	− 8.18	− 9.40	− 8.55	− 5.53	− 4.79	− 5.69	− 5.36
3 〃	−11.62	− 9.99	−11.75	−10.36	− 7.12	− 5.38	− 7.25	− 6.14
6 〃	−12.02	− 9.76	−12.15	−10.59	− 7.25	− 5.53	− 7.38	− 6.18
1 年	−14.06	−11.22	−14.17	−12.38	− 8.44	− 6.44	− 8.55	− 6.97

表—11　清水中に於けるアスファルトの重量變化

	No.2300　針度 168		No. 2298　針度 44	
	重量變化	其の 20 %	重量變化	其の 20 %
	%	%	%	%
3 日	+ 0.06	+ 0.01	+ 0.06	+ 0.01
7 〃	+ 0.11	+ 0.02	+ 0.11	+ 0.02
15 〃	+ 0.22	+ 0.04	+ 0.18	+ 0.04
1 月	+ 0.28	+ 0.06	+ 0.23	+ 0.05
3 〃	+ 0.53	+ 0.11	+ 0.40	+ 0.08
6 〃	+ 0.72	+ 0.14	+ 0.64	+ 0.13
1 年	+ 1.43	+ 0.29	+ 1.23	+ 0.25

表—12　アスファルトの抑制作用　清水中試料

	(3)		(5)		(4)		(6)	
	計算値	實測値	計算値	實測値	計算値	實測値	計算値	實測値
	%	%	%	%	%	%	%	%
3 日	− 0.20	− 0.18	− 0.20	− 0.19	− 0.07	− 0.05	− 0.07	− 0.06
7 〃	− 0.40	− 0.36	− 0.40	− 0.34	− 0.12	− 0.10	− 0.12	− 0.11
15 〃	− 0.64	− 0.55	− 0.64	− 0.58	− 0.17	− 0.14	− 0.17	− 0.17
1 月	− 0.83	− 0.73	− 0.84	− 0.72	− 0.17	− 0.16	− 0.18	− 0.19
3 〃	− 0.97	− 0.87	− 1.00	− 0.87	− 0.13	− 0.06	− 0.18	− 0.11
6 〃	− 1.42	− 1.21	− 1.43	− 1.18	− 0.16	− 0.07	− 0.17	− 0.12
1 年	− 2.00	− 2.39	− 2.04	− 2.24	− 0.61	− 0.39	− 0.65	− 0.46

IV. 薄層の稠度變化

第 III 章に記載したると同樣の試料が日數の經過と共に其の表面性質を變化しつゝある供試體につき表面稠度の變化を檢した．其の方法は，大體に於て本所報告第 37 號 41～63頁 に記載せる如くであるが，測定溫度は，1℃，15℃ 及 25℃ を選び，プランヂャー及其の他の試驗條件は次の如き組合せの中の適當なるものを選んだ．

稠度試驗の條件要約

	プランジャーの徑	荷重	載荷時間
1	10 mm	50 g	5 sec
2	5	50	5
3	3	50	5
4	1	50	5
5	1	150	5
6	1	250	5
7	0 (備考)	50	5
8	0	150	5
9	0	250	5
10	0	350	5

備考　プランヂヤーの徑 0 mm と記したるものは通常の針度試驗用針を用ゐたることを示す．

[1] 實驗室空氣中に於ける稠度變化

各試料の實驗室空氣中に於ける稠度の變化は，表—13 (10頁), 表—14 (11頁) に示すが如くである.

(1) 各試料の 1.0°C 稠度變化 {表—13, 圖—4, 圖—5 (11頁) 參照}

實驗室空氣中の各試料 1.0°C の稠度に於ては，時日の經過と共に表面硬化の傾向を見る．純タールと混成タールとは最初著しき稠度の相異があるが，この相違は次第に減少し，1年後に於ては接近する．同一タールに異種アスファルトを混じたる兩試料は，アスファルトの針度が甚しく相異するに拘らず，原稠度及日數の經過による稠度變化は略同樣で，其の性質に著しい差違は認められない.

表—13　實驗室空氣中に於ける稠度變化 1.0°C　試料 (1), (3), (5)

試驗條件	10, 50, 5			5, 50, 5			3, 50, 5			1, 50, 5		
試料	(1)	(3)	(5)	(1)	(3)	(5)	(1)	(3)	(5)	(1)	(3)	(5)
0 日	85	35	35	194	114	108	…	213	197	…	…	…
3 〃	85	31	30	170	105	112	…	205	185	…	…	…
7 〃	73	28	30	170	94	109	…	196	167	…	…	…
15 〃	55	22	22	126	62	79	…	150	151	…	…	…
1 月	34	14	18	111	57	54	…	129	112	…	…	…
3 〃	16	9	12	43	22	30	99	56	56	>230	168	>200
6 〃	9	…	8	15	10	10	48	26	28	170	80	117
9 〃	…	…	…	15	9	12	30	22	21	109	72	93
1 年	…	…	…	17	12	13	…	28	18	110	67	82

試　料 (2), (4), (6)

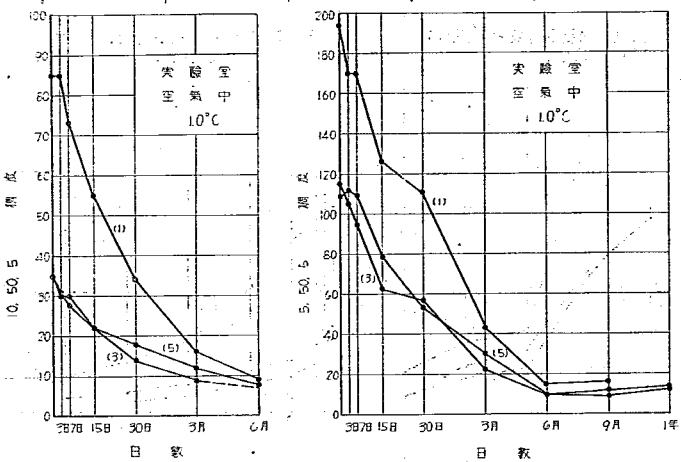
試驗條件	5, 50, 5			3, 50, 5			1, 50, 5			0, 50, 5			0, 150, 5		
試料	(2)	(4)	(6)	(2)	(4)	(6)	(2)	(4)	(6)	(2)	(4)	(6)	(2)	(4)	(6)
0日	15	10	8	44	13	11	129	33	41	…	100	112	…	…	…
3〃	15	…	…	44	11	11	123	28	39	…	89	102	…	…	…
7〃	14	…	…	40	7	10	119	26	40	…	78	100	…	…	…
15〃	11	…	…	37	…	11	94	23	37	…	73	95	…	195	…
1月	12	…	…	37	…	11	82	21	34	188	59	93	…	196	>250
3〃	9	…	…	18	…	7	47	11	16	132	45	55	…	153	196
6〃	4	…	…	10	…	…	23	7	9	56	28	43	…	108	176
9〃	…	…	…	7	…	…	18	4	7	…	21	23	…	100	133
1年	…	…	…	11	…	…	21	5	7	45	27	29	…	98	120

(2) 各試料の 15.0°C 稠度變化 {表—14 (11頁及12頁) 圖—6, 圖—7, 圖—8 (12頁) 參照}

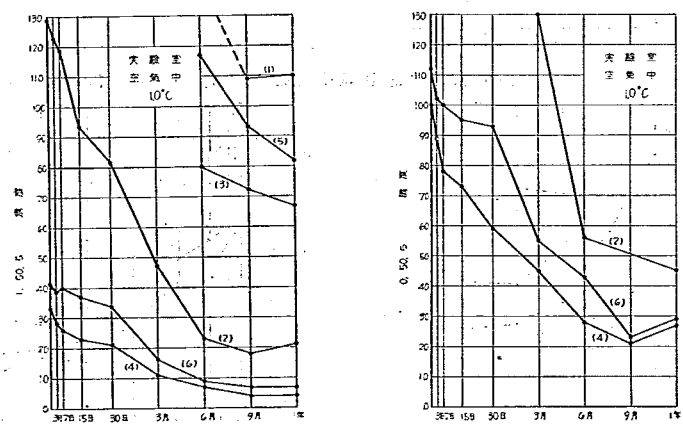
15°C 稠度の變化についても略 1.0°C 稠度變化と同樣の傾向を見る．即ち 10mm プランデヤーによる稠度の變化及 5mm プランデヤーによる稠度の變化は 表—14 (11頁及12頁) の如くで，之を圖示すれば 圖—6, 圖—7, 圖—8 (12頁) の如くである.

表—14　實驗室空氣中に於ける稠度變化 15℃　試料 (1), (3), (5)

試驗條件	10, 50, 5			5, 50, 5		
試　料	(1)	(3)	(5)	(1)	(3)	(5)
0 日	＞ 250	…	…	…	…	…
3 〃	〃	…	＞ 230	…	…	…
7 〃	〃	＞ 200	＞ 200	…	…	…
15 〃	…	170	163	…	…	…
1 月	＞ 180	134	140	…	…	…
3 〃	177	109	106	…	…	…
6 〃	79	69	60	＞ 170	＞ 170	＞ 190
9 〃	73	61	55	＞ 170	＞ 170	＞ 190
1 年	59	44	45	175	160	171



圖—4　實驗室空氣中 試料(1)及(3)、(5) 10°C 稠度變化

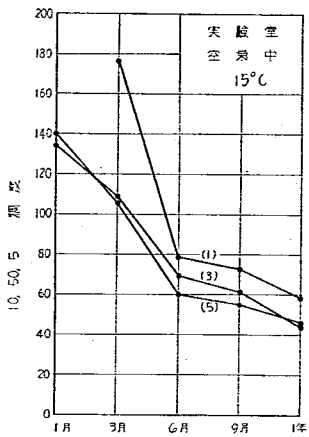


圖—5　實驗室空氣中 試料(2)及(4)、(6) 10°C 稠度變化

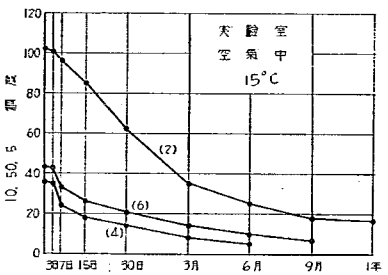
表—14 (續き)　試料 (2), (4), (6)

試驗條件	10, 50, 5			5, 50, 5			3, 50, 5		
試料	(2)	(4)	(6)	(2)	(4)	(6)	(2)	(4)	(5)
0 日	101	36	43	203	115	135	>300	210	>200
3 〃	101	36	43	203	115	135	…	…	…
7 〃	96	23	33	178	108	120	…	…	…
15 〃	85	18	28	165	91	111	…	…	…
1 月	62	14	21	144	82	99	…	166	192
3 〃	35	8	14	108	47	69	…	115	147
6 〃	25	5	10	67	30	45	140	68	103
9 〃	18	…	7	55	33	39	144	53	80
1 年	17	…	…	60	23	36	126	51	81

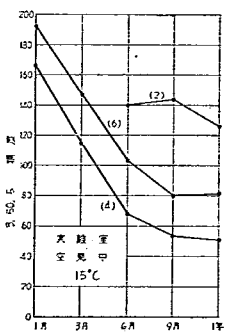
圖—6　實驗室空氣中 試料(1)及(3),(5) 15°C 稠度變化

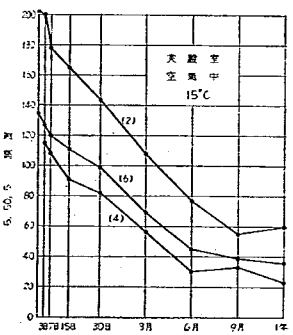


圖—7　實驗室空氣中 試料(2)及(4),(6) 15°C 稠度變化



圖—8　實驗室空氣中 試料(2)及(4), (6) 15°C 稠度變化





［2］ 日光下に於ける稠度變化

各試料の日光下に於ける稠度の變化は 表—15 (13 頁), 表—16 (14 頁及 15 頁), 表—17 (15 頁), 表—18 (16 頁), 表—19 (16 頁) の如くである.

(1) 各試料 1.0°C 稠度變化 {表—15, 表—16, 圖—9, 圖—10 (14 頁) 參照}

日光下各試料の 1.0°C 稠度は，之を實驗室空氣中試料と比較すれば，表面の硬化甚だ急速である.

(1), (3), (5) 等の軟質試料は，15 日にして既に (2), (4), (6) 等の硬質試料の原稠度程度迄硬化し，1 ケ月に至れば，(2), (4), (6) の實驗室空氣中 1 ケ年後稠度よりも硬質となる. 而して，6 ケ月，9 ケ月，1 ケ年後に於ては，混成タール (3), (5) は最初之より軟質なりし純タール (1) よりも遙かに軟質にして，アスファルトの混入がタールの脆化を防ぐに效力があることを示して居る.

(2), (4), (6) 等の試料も，日數と共に急速に硬化し，15 日に至れば，實驗室空氣中 1 ケ年後試料よりも硬くなる. 1 ケ月以後に於ては，最初 (2)より硬質なりし混成タール (4). (6) は，逆に (2) よりも軟質となり，この場合にもアスファルトの混合がタールの脆化を防ぐ上に良好なるを示して居る.

日光下 1.0°C の稠度變化に於ては，混合せるアスファルトの硬軟の影響を幾分認め得るが如きも其の差はあまり大でない. 日光下試料の 1.0°C 稠度の變化を圖示すれば 圖—9 及び 圖—10 (14 頁) の如くである.

表—15　日光下に於ける稠度變化 1.0°C　試料 (1), (3), (5)

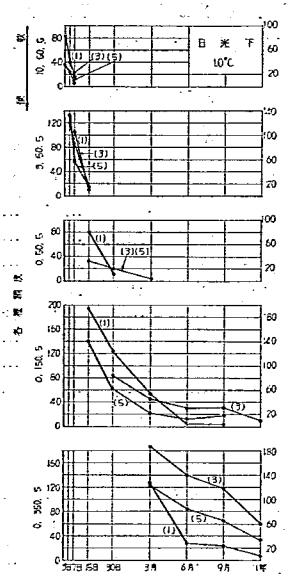
試驗條件	10, 50, 5			5, 50, 5			3, 50, 5			1, 50, 5		
試料	(1)	(3)	(5)	(1)	(3)	(5)	(1)	(3)	(5)	(1)	(3)	(5)
0 日	85	35	35	194	114	108	…	213	197	…	…	…
3 〃	41	23	24	106	74	71	…	120	133	…	…	…
7 〃	15	15	< 7	31	46	26	106	86	55	…	…	…
15 〃	5	< 5	< 5	7	5	8	10	12	15	25	17	…
1 月	…	…	…	…	…	…	…	…	…	9	12	7
3 〃	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
6 〃	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
9 〃	…	…	..	…	…	…	…	…	…	…	…	…
1 年	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…

試驗條件	0, 50, 5			5, 150, 5			0, 250, 5			0, 350, 5		
試料	(1)	(3)	(5)	(1)	(3)	(5)	(1)	(3)	(5)	(1)	(3)	(5)
0 日	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
3 〃	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
7 〃	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
15 〃	81	32	32	193	>230	139	…	…	…	…	…	…
1 月	9	19	18	123	84	62	181	>230	>200	…	…	…
3 〃	…	3	4	54	46	21	56	118	78	126	185	123
6 〃	…	…	…	5	31	12	25	89	65	28	139	83
9 〃	…	…	…	3	34	18	20	55	47	24	118	66
1 年	…	…	…	…	9	…	2	32	9	7	60	34

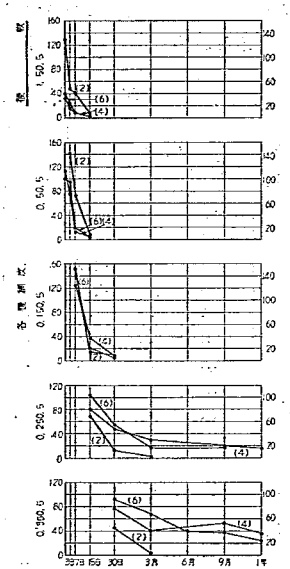
表—16　日光下に於ける稠度變化 1.0℃　試料 (2), (4), (6)

試驗條件	5, 50, 5			3, 50, 5			1, 50, 5			0, 50, 5		
試料	(2)	(4)	(6)	(2)	(4)	(6)	(2)	(4)	(6)	(2)	(4)	(6)
0 日	15	10	8	44	13	11	129	33	41	…	100	112
3 〃	10	…	…	22	7	9	48	17	23	142	96	78
7 〃	< 10	…	…	12	4	9	42	9	9	69	13	17
15 〃	…	…	…	2	…	…	7	4	4	6	3	3
1 月	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
3 〃	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
6 〃	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
9 〃	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
1 年	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…

圖—9　日光下試料(1)及(3),(5)1.0℃稠度變化



圖—10　日光下試料(2)及(4),(6)1.0℃稠度變化



(2) 各試料 15°C 稠度變化 {圖—11, 圖—12 (17 頁) 參照}

各試料 15°C の稠度變化は 表—17 (15 頁) 及 表—18 (16 頁) に示してある. 表—17 は軟質タール (1) 及び之にアスファルト 20 %を混合したる混成タール (3), (5) の各種稠度を表して居る.

15°C 稠度の變化に於ても, (1), (3), (5) は次第に硬化し, 15 日後は實驗室空氣中 1 ケ年後試料よりも硬質となる. 而して日光下 3 ケ月後に於ては, 最初 (1) より硬質なりし (3), (5) は却つて (1) より軟質なるか, 或は略之と等しき稠度を示し, アスファルトの混合がタールの脆化を防ぐことを表して居る.

表—16 (續き) 試料 (2), (4), (6)

試驗條件	0, 150, 5			0, 250, 5			0, 350, 5		
試料	(2)	(4)	(6)	(2)	(4)	(6)	(2)	(4)	(6)
0 日	…	244	256	…	…	…	…	…	…
3 〃	…	239	244	…	…	…	…	…	…
7 〃	230	125	152	…	…	…	…	…	…
15 〃	21	37	15	69	80	105	…	…	…
1 月	5	7	7	11	47	52	43	76	93
3 〃	…	…	…	2	29	17	3	39	69
6 〃	…	…	…	…	…	…	…	…	39
9 〃	…	…	…	…	21	18	…	53	38
1 年	…	…	…	…	17	…	…	35	24

表—18(16頁)はタール (2) 及 之にアスファルトを混合せる混成タール(4), (6)の 15℃ 稠度變化を示して居るが, 表—17 の場合と同樣に 15 日以後は, 實驗室空氣中 1 ケ年後試料よりも硬化して居る. 混成タール (4), (6) は, 最初 (2) より硬質なりしに拘らず, 3 ケ月以後之より却つて軟質である.

軟質タール (1) にアスファルトを混合せる混成タール (3), (5) と硬質タール (2) にアスファルトを混合せる混成タール (4), (6) とを比較すれば, 初期稠度に格段の差ありしに拘らず 1 ケ年後に於ては其の稠度甚しく接近し居るを見る.

表—17 日光下に於ける稠度變化 15℃ 試料 (1), (3), (5)

試驗條件	10, 50, 5			5, 50, 5			3, 50, 5		
試料	(1)	(3)	(5)	(1)	(3)	(5)	(1)	(3)	(5)
0 日	>250	>250	>250	…	…	…	…	…	…
3 〃	170	160	148	…	…	…	…	…	…
7 〃	111	104	107	189	235	198	…	…	…
15 〃	31	32	24	99	135	83	190	162	141
1 月	12	11	11	42	58	51	110	72	70
3 〃	2	2	1	6	9	9	9	11	10
6 〃	…	…	…	…	…	…	…	…	…
9 〃	…	…	…	…	…	…	…	…	…
1 年	…	…	…	…	…	…	…	…	…

試驗條件	1, 50, 5			0, 50, 5			0, 150, 5		
試料	(1)	(3)	(5)	(1)	(3)	(5)	(1)	(3)	(5)
0 日	…	…	…	…	…	…	…	…	…
3 〃	…	…	…	…	…	…	…	…	…
7 〃	…	…	…	…	…	…	…	…	…
15 〃	…	…	…	…	…	…	…	…	…
1 月	…	>250	…	…	…	…	…	…	…
3 〃	20	24	27	32	35	36	>250	>200	>200
6 〃	22	16	21	28	24	…	>200	>170	>200
9 〃	23	13	18	30	26	63	>170	>170	>200
1 年	3	3	4	5	24	21	74	147	97

表—18 日光下に於ける稠度變化 15℃ 試料 (2), (4), (6)

試驗條件	10, 50, 5			5, 50, 5			3, 50, 5		
試料	(2)	(4)	(6)	(2)	(4)	(6)	(2)	(4)	(5)
0 日	101	36	43	203	115	135	>300	210	>200
3 〃	101	18	30	138	77	108	…	171	206
7 〃	18	7	12	38	26	50	100	59	98
15 〃	4	…	7	9	8	20	37	18	44
1 月	…	…	…	…	…	14	9	10	21
3 〃	…	…	…	…	…	4	4	3	4
6 〃	…	…	…	…	…	…	…	…	…
9 〃	…	…	…	…	…	…	…	…	…
1 年	…	…	…	…	…	…	…	…	…

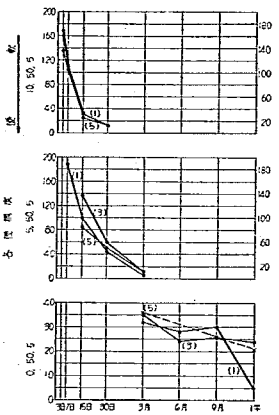
試驗條件	1, 50, 5			0, 50, 5			0, 150, 5		
試料	(2)	(4)	(6)	(2)	(4)	(6)	(2)	(4)	(5)
0 日	…	…	…	…	…	…	…	…	…
3 〃	…	…	…	…	…	…	…	…	…
7 〃	235	200	238	…	…	…	…	…	…
15 〃	81	38	74	151	78	172	…	…	…
1 月	25	20	40	125	41	87	…	…	…
3 〃	9	6	23	7	8	18	>150	>200	>200
6 〃	…	…	17	5	6	18	124	>150	>200
9 〃	…	…	15	5	7	9	115	…	150
1 年	…	…	5	2	2	6	47	113	97

表—19 日光下に於ける稠度變化 25℃

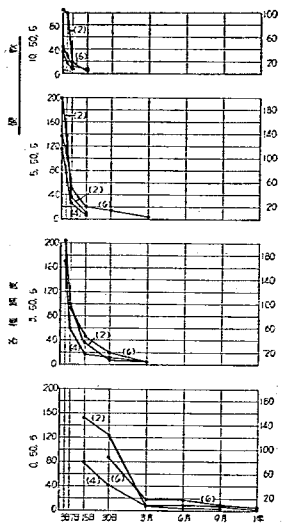
試驗條件	5, 50, 5			3, 50, 5			2, 50, 5			1, 50, 5			0, 50, 5		
試料	(1)	(3)	(5)	(1)	(3)	(5)	(1)	(3)	(5)	(1)	(3)	(5)	(1)	(3)	(5)
0 日	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
3 月	48	56	63	77	102	97	…	29	…	>200	>200	>200	…	…	…
6 〃	13	23	40	55	102	…	…	…	…	105	>150	>170	…	…	…
9 〃	17	18	19	36	74	51	…	…	…	100	>150	>170	…	…	…
1 年	…	…	…	6	16	14	…	…	…	20	48	29	23	>200	>100

試驗條件	3, 50, 5			2, 50, 5			1, 50, 5			0, 50, 5			10, 50, 5		
試料	(2)	(4)	(6)	(2)	(4)	(6)	(2)	(4)	(6)	(2)	(4)	(6)	(2)	(4)	(6)
0 日	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	162	175
3 月	18	22	41	32	29	51	78	…	…	…	…	…			
6 〃	15	15	29	…	…	…	38	48	76	…	>200	>200			
9 〃	20	13	27	…	…	…	53	52	87	…	…	…			
1 年	7	10	12	…	…	…	18	28	35	22	> 50	> 30			

圖—11　日光下 試料(1)及(3),(5) 15°C 稠度變化



圖—12　日光下 試料(2)及(4),(6) 15°C 稠度變化



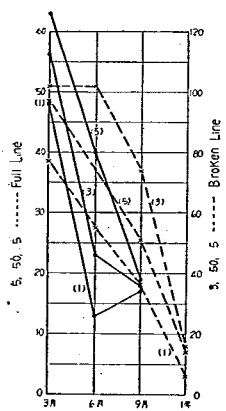
(3)　各試料 25°C 稠度變化

{圖—13，圖—14 (17 頁) 參照}

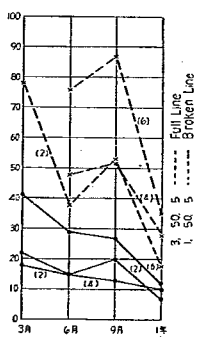
各試料の 25°C 稠度變化は表—19 (16 頁) の如くで，既に 1°C 及15°Cの稠度變化に見たると同樣に，(3), (5)の試料は1年後に於て(1)より軟質であり，(4),(6) の試料は(2) より軟質である．而していづれの試料も日數の經過に從つて硬化して居る．尙硬質タール (2) を原料とせる混成タール (4), (6) の１年後風化物は軟質タール (1) の１年後風化物より軟質である．

［3］　清水中に於ける稠度變化

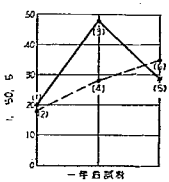
各試料の清水中に於ける稠度の變化は表—20 (19 頁) 及表—21 (20 頁) の如くである，



圖—13　日光下風化 25°C 稠度變化



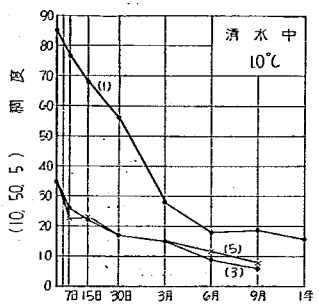
圖—14　日光下１年後試料 25°C 稠度比較



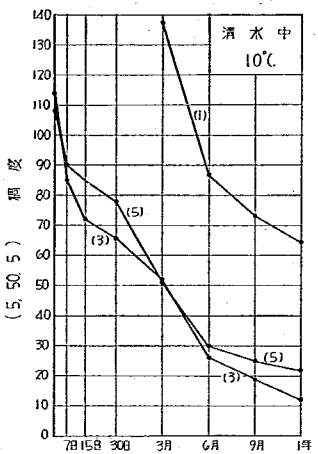
(1)　各試料 1.0°C 稠度變化

1.0°C 各種稠度の變化は 表—20 (19 頁) 及び 圖—15 乃至 圖—19 (18 頁) の如くで，略實驗室空氣中の變化に類するが，其の變化の程度は之より少く，日數と共に幾分の硬化を示して居る．(3), (5) 及 (4), (6) は 1ケ年後に於ても夫々(1),(2) よりも硬質である．

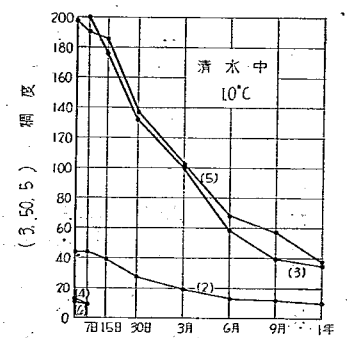
圖—15 清水中試料(1)及(3),(5)1.0°C稠度變化



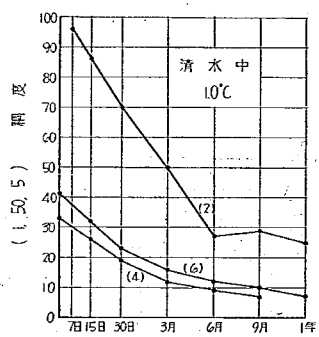
圖—16 清水中試料(1)及(3),(5)1.0°C稠度變化



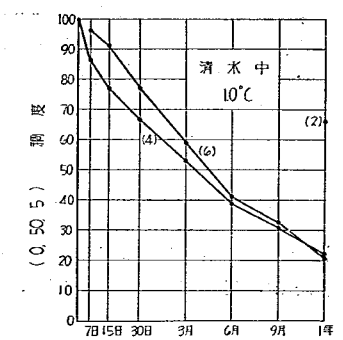
圖—17 清水中試料(3),(5)及(2),(4),(6)1.0°C稠度變化



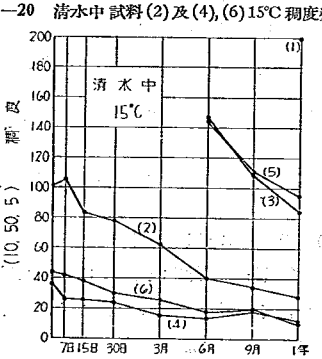
圖—18 清水中試料(2)及(4),(6)1.0°C稠度變化



圖—19 清水中試料(2)及(4),(6)1.0°C稠度變化



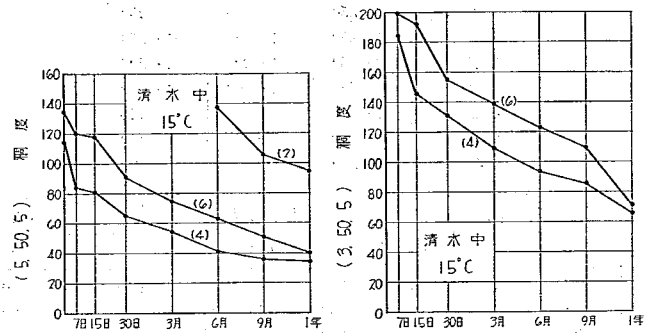
圖—20 清水中試料(2)及(4),(6)15°C稠度變化



(2) 各試料 15°C 稠度變化

15°C 各種稠度は 表—21 (20頁) 及び 圖—20, (18頁), 圖—21 (19頁) の如くで，清水中に於ける稠度變化は實驗室空氣中に於ける稠度變化より緩漫なるを示して居る．而して (3), (5) 及 (4), (6) は 1 ケ年後に於ても夫々 (1), (2) よりも硬質なることは 1.0°C 稠度變化と竝行して居る．

圖—21　清水中 試料 (2) 及 (4), (6) 15°C 稠度變化



表—20　清水中に於ける稠度變化 1.0°C

試驗條件	10, 50, 5			5, 50, 5			3, 50, 5			1, 50, 5		
試料	(1)	(3)	(5)	(1)	(3)	(5)	(1)	(3)	(5)	(1)	(3)	(5)
0 日	85	35	35	194	114	108	…	213	197	…	…	…
3 〃	92	43	34	…	108	92	…	210	199	…	…	…
7 〃	77	26	22	…	85	90	…	203	190	…	…	…
15 〃	68	22	23	…	72	85	…	176	185	…	…	…
1 月	56	17	17	216	66	78	…	132	137	…	…	…
3 〃	28	15	15	137	52	51	…	100	102	…	…	…
6 〃	18	9	12	87	26	30	…	59	68	…	…	…
9 〃	19	6	8	73	19	25	…	40	57	…	…	…
1 年	16	…	…	64	12	22	…	33	37	…	88	>100

試驗條件	5, 50, 5			3, 50, 5			1, 50, 5			0, 50, 5			0, 150, 5		
試料	(2)	(4)	(6)	(2)	(4)	(6)	(2)	(4)	(6)	(2)	(4)	(6)	(2)	(4)	(6)
0日	15	10	8	44	13	11	129	33	41	…	100	112	…	…	…
3〃	17	…	…	45	15	11	124	30	33	…	110	119	…	…	…
7〃	16	…	…	…	9	9	96	23	25	…	86	96	…	…	…
15〃	15	…	…	40	…	…	103	26	32	…	77	91	…	…	…
1月	13	…	…	27	…	…	70	19	23	183	67	77	…	189	227
3〃	8	…	…	19	…	…	50	12	16	…	53	59	…	176	214
6〃	9	…	…	13	…	…	27	9	12	…	39	41	…	165	200
9〃	7	…	…	12	…	…	29	7	10	…	31	33	…	137	178
1年	…	…	…	10	…	…	25	…	7	66	22	21	…	99	110

表—21 清水中に於ける稠度變化 15°C

試驗條件	10, 50, 5		
試料	(1)	(3)	(5)
0 日	> 250	…	…
3 〃	> 250	…	> 250
7 〃	> 250	…	> 250
15 〃	> 250	> 250	> 250
1 月	> 250	> 200	> 200
3 〃	> 250	> 200	> 200
6 〃	> 200	146	144
9 〃	> 200	109	110
1 年	約 200	64	95

試驗條件	10, 50, 5			5, 50, 5			3, 50, 5		
試料	(2)	(4)	(6)	(2)	(4)	(6)	(2)	(4)	(6)
0 日	101	36	43	203	115	135	> 300	210	219
3 〃	110	28	35	200	105	121	…	180	212
7 〃	105	26	42	200	84	120	…	184	203
15 〃	83	26	39	200	81	118	…	146	193
1 月	79	24	30	200	65	91	…	131	155
3 〃	62	16	26	200	55	75	…	109	163
6 〃	40	13	18	137	41	63	…	94	123
9 〃	33	18	19	106	36	51	…	86	110
1 年	27	12	11	95	35	40	…	65	71

[4] 各種風化の比較

實驗室空氣中，清水中，日光下の3種の風化試驗がタール及び混成タールの稠度に及ぼす影響を見るに，圖—22 (21頁) 乃至 圖—29 (24頁) の如くである．

タール (1) 圖—22 (21頁) 及 圖—23 (21頁) のごとく，タール (1) にありては，清水中試料は，稠度の變化最も少く，實驗室空氣中試料は，之より稍硬化して居る．日光下試料は，上記兩種の場合よりも硬化甚だ迅速である．

混成タール (3) 圖—24 及 圖—25 (22頁) に見る如く，この場合に於ても，タール (1) について述べたると同樣の傾向が見られる．

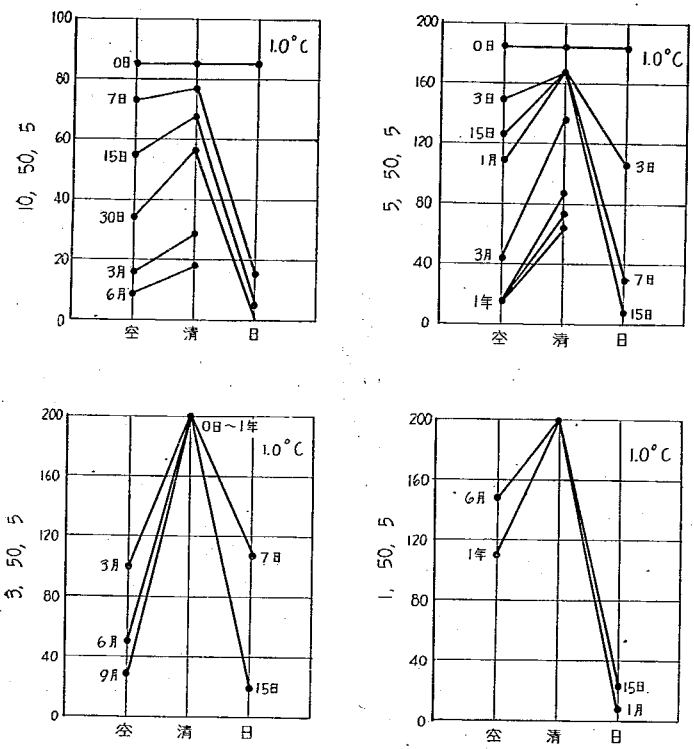
混成タール (5) この試料の風化は試料 (3) と略類似するを以つて，特に圖示しなかつた．

タール (2) 圖—26 及 圖—27 (23頁) に示す如く，1°C の稠度變化にては，實驗室空氣中試料と清水中試料との間に甚しい相違が見られないが，強いて言へば，清水中試料の變化は稍緩慢である．15°C の稠度に於ては，この相違が明かに表れて居る．日光下試料は，1°C，15°C いづれの溫度に於ても，上記兩場合より，著しく硬化が迅速である．

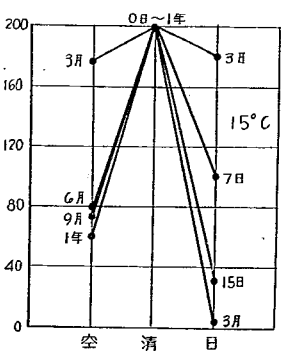
混成タール (4) 試料 (4) の變化は略試料 (6) の變化に類似するを以て，之を圖示することを省略した．

混成タール (6) 圖—28 及 圖—29 (24頁) に示すが如く，試料 (6) の變化は試料 (2) と同樣な傾向を示し，1°C 稠度は實驗室空氣中及び清水中共略同程度の變化を示すが，15°C 稠度に於ては，清水中變化の方がやゝ程度が少い．

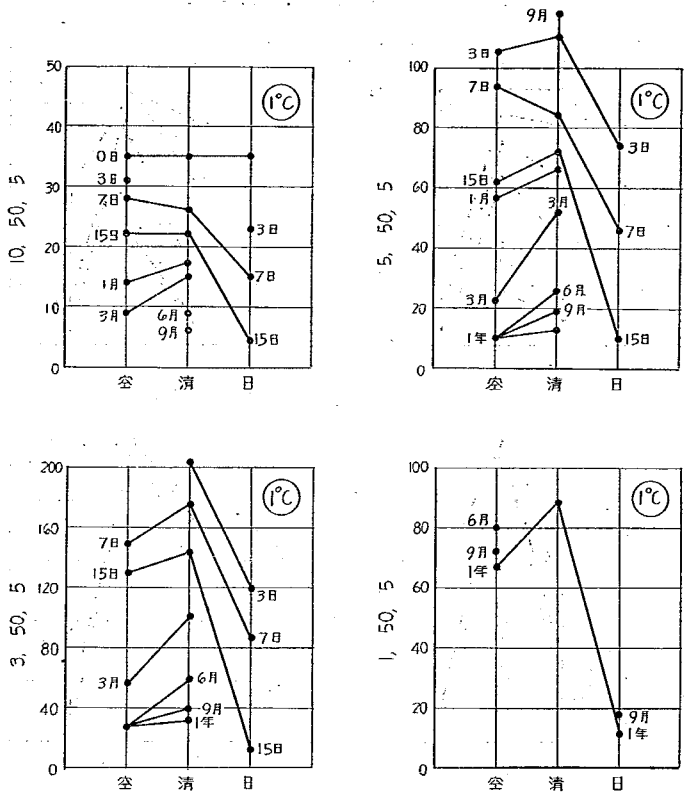
圖—22　タール (1) 各種風化比較 1°C 稠度



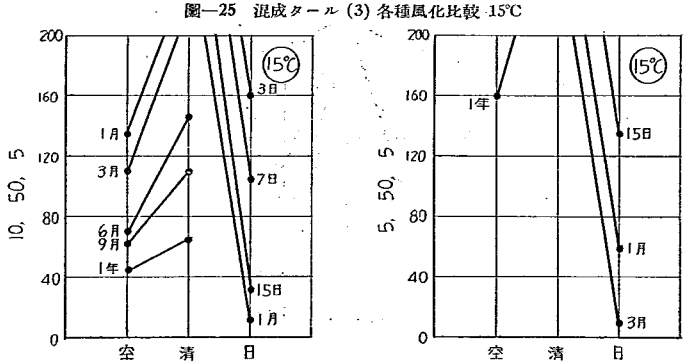
圖—23　タール (1) 各種風化比較 15°C 稠度



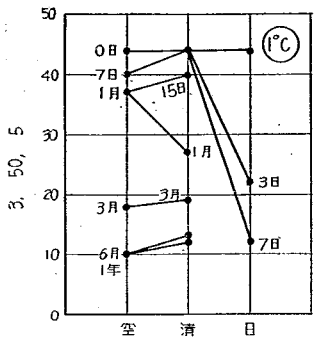
圖—24 混成タール (3) 各種風化比較 1°C 稠度



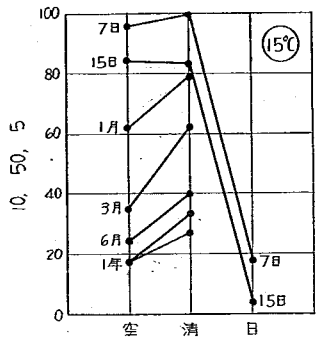
圖—25 混成タール (3) 各種風化比較 15°C

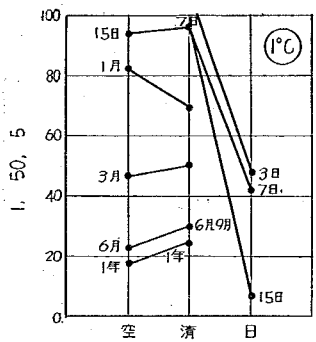


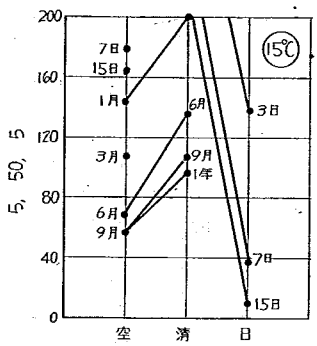
圖—26　タール (2) 各種風化比較 1℃ 稠度

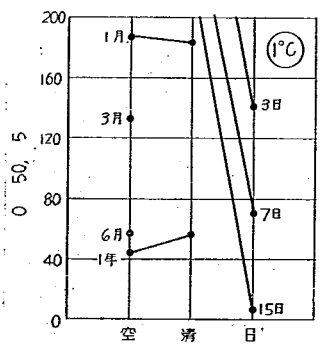


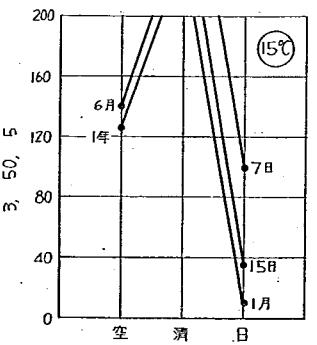
圖—27　タール (2) 各種風化比較 15℃



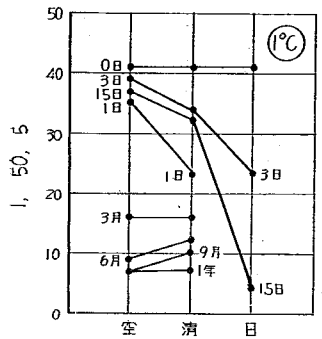


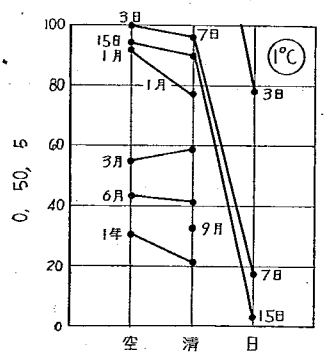


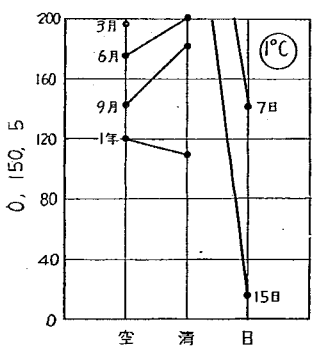




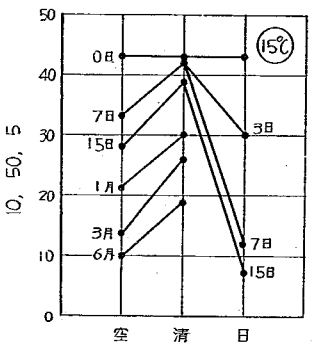
圖—28 混成タール (6) 各種風化比較 1℃ 稠度

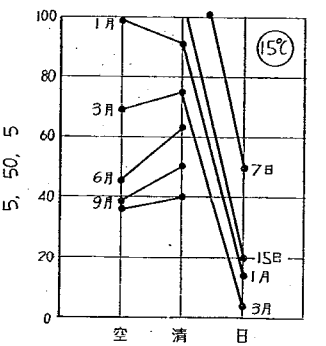


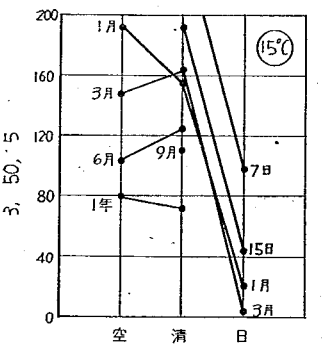




圖—29 混成タール (6) 各種風化比較 15℃ 稠度







いづれの溫度に於ても，日光下試料の變化は格段に迅速である．

之を要するに，タール及び混成タールの稠度變化は清水中に於て最も少く，實驗室空氣中に於ては，之よりやや多く，日光下に於ては最も甚しい．

［5］ 各種試料の稠度變化比較

各種試料の稠度變化を比較すれば次の如くである．

（1） 純タール 純タール (1) 及(2)は，其の初期稠度を著しく異にして居る．この兩者は，實驗室空氣中，清水中に於ては1ケ年風化後も，其の稠度に格段の相違がある．ことに清水中試料に於て然り．日光下に於ては，兩者共迅速に硬化するも，1 年後に於ては其の稠度の差は甚だ接近して來る．

（2） 純タール (1) と混成タール (3), (5) との比較

混成タール (3), (5) は純タール (1) にアスファルト 20% を混合せるもので，其の初期稠度は (1) より遙かに硬質である．清水中及び實驗室空氣中に於ては，(3), (5) と (1) との稠度の差は時日の經過と共に幾分減少の傾向は見えるが，1 年後に於ても，猶，稠度に格段の相違がある．然るに日光下に於ては，少くも6ケ月以後は各溫度の稠度は (3), (5), と (1) との間に於て逆轉し，(3), (5) は (1) より軟質の狀態を示す．即ちアスファルト 20% の混入は，タールの極端なる稠度變化を緩和するに甚だ有効である．

（3） 純タール (2) と混成タール (4), (6) との比較

混成タール (4), (6) は，純タール (2) にアスファルト 20% を混合せるもので，其の初期稠度は (2) よりも遙かに硬質である．清水中，實驗室空氣中に於ては，(4), (6) と (2) との稠度は，日數の經過と共に幾分接近する傾向を見るも，1 年後に於ても，猶著しい相違を示して居る．然るに日光下 3 ケ月以後は其の稠度逆轉し，1ケ年後には，(4), (6) の稠度は，1℃, 15℃, 25℃ のいづれの溫度に於ても (2) より遙に軟質である．この關係は略(3), (5) の (1) に對する關係と似て居る．

（4） 混成タール (3), (5) と (4), (6) との比較

既述の如く (3), (5) は軟質タール (1) にアスファルトを混合せるもの，(4), (6) は硬質タール (2) にアスファルトを等しき割合に混合せるもので，其の初期稠度は (3), (5) の方が (4), (6) よりも遙かに軟質である．實驗室空氣中，清水中に於ては1年後も，兩群の稠度の差は大であるが，日光下に於ては，兩群の稠度が逆轉する迄には至らざるも，稠度の相違が甚しく減少して來る．

［6］ アスファルト混合の影響

既に記せる如く，アスファルトの混合は，風化の影響多き日光下試料に於て，其の極端なる脆化を抑制するに効力があるが，アスファルト針度の相違は，20% 程度の混合量に於ては，あまり明かに表れて居ない．即ち，タールに混合する場合には針度 40～200 の範圍の如何なる稠度のアスファルトも使用可能である．

V. 薄層の成分變化，軟化點の變化

上記の如く試料を諸種の條件の下に於て放置すれば，そこに酸化，重合，縮重合，炭化，溶出，吸水，硬化等の化學的或は物理的變化の行はるゝことは想像しうるを以て，6ケ月後及1ケ年後の放置試料につき，遊離炭素及び軟化點（R&B）を測定した．其の結果は下記の如くである．

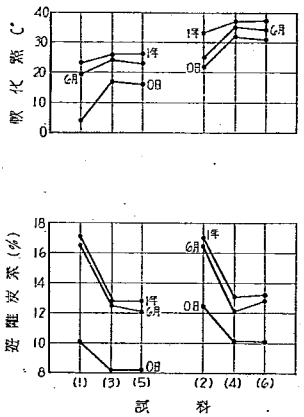
實驗室空氣中試料では，表—22 (27 頁) 及圖—30 (26 頁) の如く，重量の減少少きにかゝはらず，軟化點は一般に著しく高まつて居り，遊離炭素の量は著しく增加して居る．混成タール中のタールが純タールの場合と同樣

なる率を以て遊離炭素を增加するものとして (26 頁の註) 6 ケ月及 1 ケ年後の遊離炭素の量を計算すれば，表—22 中の計算値に示した如くになる．之を實測値と比較すれば實測値の方が低い．換言すればアスファルトの混合は，遊離炭素の生成を幾分妨ぐる傾向があり，この事實から推察すれば，アスファルトの存在はタールの風化を遲延せしめるものと見做される．日光下風化の場合にも同樣に，同表及 圖—31 (26 頁) の如く試料 (5), (6) の軟化點の上に著しくこの影響が表れて居る．即ち純タールに比し混成タールの方が原軟化點遙かに高きにも拘らず，1 ケ年風化物に於ては，之等の試料の方が純タールよりも軟化點稍低く風化による脆化が少い事を示し，鋪裝材料として混成タールの優良なるを示して居る．

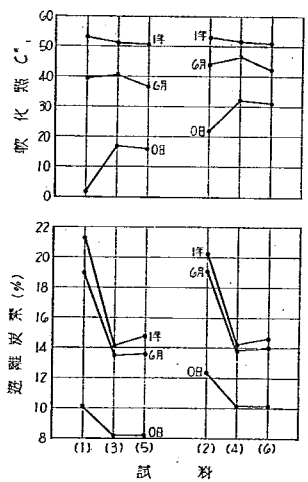
清水中試料は變化最も少きも，略空氣中試料と同樣なる傾向を示して居る．

上記遊離炭素，軟化點の測定より得らるゝ結果は，稠度試驗に於て考察せる所と全く同傾向の結論を與へる．

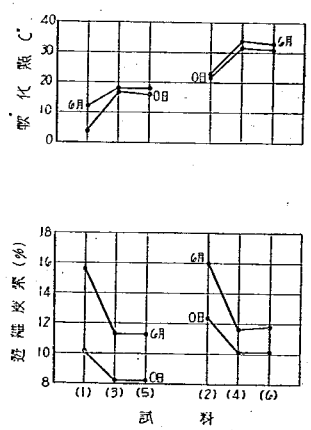
圖—30　實驗室空氣中風化物遊離炭素及軟化點



圖—31　日光下風化物遊離炭素及軟化點



圖—32　清水中風化物遊離炭素及軟化點



註．遊離炭素の計算値と實測値との比較

遊離炭素の計算値と實測値との比較は次の如くに行つた．6 ケ月 (或は 1 ケ年) 後の重量減%を x とし，原タール，風化タールの實測遊離炭素を A%；B%

とし，純タールに於て風化タール中に新に遊離炭素が生ぜざるものと假定せる場合の風化タール中遊離炭素%を C_0% とすれば，

$$C_0=\frac{A}{1-0.01x}$$

アスファルトを混合せるタールに就ては，

$$C_1=\frac{0.8A}{1-0.01x_1}$$

表—22　放置後の遊離炭素及軟化點

實驗室空氣中

試料		0日 軟化點	0日 遊離炭素	6ヶ月 重量變化	6ヶ月 軟化點	6ヶ月 遊離炭素 實測値	6ヶ月 遊離炭素 計算値	1年 重量變化	1年 軟化點	1年 遊離炭素 實測値	1年 遊離炭素 計算値
			%	%	℃	%	%	%	℃	%	
タール	(1)	4	10.1	−2.44	19	16.53	…	−2.91	23	17.08	…
	(2)	22	12.4	−0.33	25	16.49	…	−0.63	33	17.03	…
アスファルト混合タール	(3)	17	8.2	−0.92	24	12.49	13.23	−1.29	26	12.66	13.6
	(4)	32	10.1	+0.23	35	12.09	13.20	+0.13	37	13.01	13.6
	(5)	16	8.2	−1.06	23	12.22	13.23	−1.53	26	12.69	13.6
	(6)	31	10.1	−0.11	34	12.81	13.20	−0.22	37	13.20	13.6

日光下

試料		0日 軟化點	0日 遊離炭素	6ヶ月 重量變化	6ヶ月 軟化點	6ヶ月 遊離炭素 實測値	6ヶ月 遊離炭素 計算値	1年 重量變化	1年 軟化點	1年 遊離炭素 實測値	1年 遊離炭素 計算値
			%	%	℃	%	%	%	℃	%	
タール	(1)	4	10.1	−15.67	39.5	18.99	…	−18.25	53	21.26	…
	(2)	22	12.4	− 9.77	44.0	19.07	…	−11.24	53	20.16	…
アスファルト混合タール	(3)	17	8.2	− 9.78	40.5	13.46	15.2	−11.22	51.0	14.10	15.9
	(4)	32	10.1	− 5.53	46.5	13.80	15.2	− 6.44	51.5	14.18	15.4
	(5)	16	8.2	−10.59	36.5	13.60	15.2	−12.38	50.5	14.80	16.3
	(6)	31	10.1	− 6.18	42.5	13.92	15.2	− 6.97	51.0	14.60	15.6

清水中

試料		0日 軟化點	0日 遊離炭素	6ヶ月 重量變化	6ヶ月 軟化點	6ヶ月 遊離炭素 實測値	6ヶ月 遊離炭素 計算値	1年 重量變化	1年 軟化點	1年 遊離炭素 實測値	1年 遊離炭素 計算値
			%	%	℃	%	%	%	℃	%	
タール	(1)	4	10.1	−1.95	12	15.57	…	−2.86	17	15.68	…
	(2)	22	12.4	−0.37	23	16.03	…	−1.18	28	16.59	…
アスファルト混合タール	(3)	17	8.2	−1.21	18	11.28	12.5	−2.39	25	11.64	12.5
	(4)	32	10.1	−0.07	34	11.64	12.8	−0.39	35	12.85	13.3
	(5)	16	8.2	−1.18	18	11.29	12.3	−2.24	24	11.87	12.5
	(6)	31	10.1	−0.12	33	11.73	12.8	−0.46	34	12.56	13.3

但 C_1 は混成タール中に遊離炭素が新に生ぜざるものと假定したる場合の風化物中遊離炭素の量，x_1 は混成タールの重量減%である．

次に純タールに於て，風化タール中の實遊離炭素 %B の C_0 に對する割合を D_0 とすれば，

$$D_0=\frac{B}{C_0}$$

混成タール中のタールが，D_0 の割合にて遊離炭素を含有するものと假定すれば，遊離炭素の量 E は，次の如くなる．

$$E=0.8A\times\frac{D_0}{C_1}$$

上式中の計算値は E を示すものである．

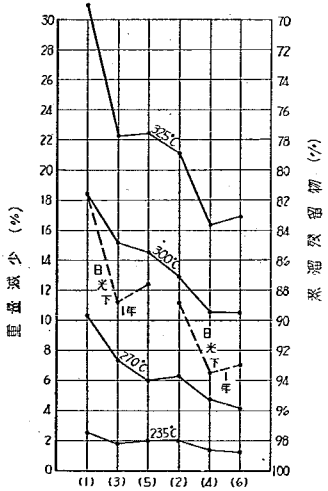
VI. 蒸溜殘留物の稠度，成分，軟化點

上記諸種風化物の中，日光風化物は，其の變化最も大なる事は，稠度試驗，遊離炭素，軟化點等の上に明かに表れて居る．この變化が單なる揮發成分の消失による重量減少にのみ歸因するものに非ることは，既に本所報告第 37 號に發表せる所により推察するに難からざるも，蒸溜殘留物の性狀と比較することによりて一層其の變化の性質を明瞭ならしめ得べく，且つタール中に比較的少量のアスファルトを混合することが，これ等の變化に對して如何なる影響を及ぼすものなるかを知ることを得べし．本章に於ては主として蒸溜殘留物の性狀を檢し，次に第 VII 章に於て日光下風化殘留物と蒸溜殘留物との比較を行ひ，其の關係を明かにせんと欲する．

[1] 蒸溜殘留物の量

上記6種の試料即ちタール2種及び混成タール4種を蒸溜したるに表—23(28頁及び29頁)の如く殘留物を得た．

圖—33 各種溫度蒸溜殘留物の量



表—23 蒸溜殘留物の量

蒸溜殘留物種別	タール		混成タール			
	No. 2018		No. 2018+No. 2300		No. 2018+No. 2298	
	實測値	計算値	實測値	計算値	實測値	計算値
	%		%	%	%	%
235℃ 蒸溜殘留物	97.5	…	98.2	98.0	98.0	98.0
270℃ 蒸溜殘留物	89.7	…	92.6	91.8	94.0	91.8
300℃ 蒸溜殘留物	81.6	…	84.8	85.3	85.5	85.3
325℃ 蒸溜殘留物	69.0	…	77.8	75.2	77.6	75.2
試料番號	(1)		(3)		(5)	

表—23 (續き)

蒸溜殘留物種別	タール		混成タール			
	No. 2020		アスファルト No. 2020+No. 2300		アスファルト No. 2020+No. 2298	
	實測値	計算値	實測値	計算値	實測値	計算値
	%		%	%	%	%
235°C 蒸溜殘留物	98.0	…	98.7	98.4	98.8	98.4
270°C 蒸留殘溜物	93.7	…	95.3	95.0	95.9	95.0
300°C 蒸溜殘留物	87.1	…	89.5	89.7	89.5	89.7
325°C 蒸溜殘留物	78.9	…	83.7	83.1	83.1	83.1
試料番號	(2)		(4)		(6)	

備考　表中の計算値は，混成タールを蒸溜せる際，其の中のアスファルト成分は全然溜出せず，タール成分のみが，原タールと同率の溜出を行ふものと見做して算出せる値である．

表—23 (28 頁及び29 頁) より見るにアスファルトの混合により，軟質タールは幾分溜出狀態を遲延せしめらるる傾向あるが如きも，アスファルト量 20% 程度の混合物に於ては，甚しき相違を示す程度ではない．

之を圖示すれば 圖—33 (28 頁) の如くにして，圖中黒實線を以つて示せる蒸溜殘留物とブロークン・ラインを以て示せる日光下1年風化殘留物とを比較すれば，日光下風化1年に於ける重量減少は 270°C 蒸溜の重量減少より大なるも，300°C 蒸溜による重量減小より少である．尙重量の減少と試料硬化の關係は後に述べる．

[2] 蒸溜殘留物軟化點

上記6種の試料の各溫度蒸溜殘留物軟化點 (R&B) は 表—24 (29 頁) 及び 圖—34B (30 頁) の如し．

表—24　蒸溜殘留物軟化點 (R&B)

蒸溜最終溫度	タール	混成タール		タール	混成タール	
	No. 2018	No. 2018 +No. 2300	No. 2018 +No. 2298	No. 2020	No. 2020 +No. 2300	No. 2020 +No. 2298
	°C	°C	°C	°C	°C	°C
235°C	11.0	23	23	28	33	34
270°C	25.0	31	31	40	38	39
300°C	37.0	42	44	44	46	50
325°C	61.0	58	58	64	62	64
原試料	4.0	17	16	22.0	32	31
試料番號	(1)	(3)	(5)	(2)	(4)	(6)

[3] 蒸溜殘留物中遊離炭素の量

上記6種の試料の各溫度蒸溜殘留物中の遊離炭素の量は 表—25 (30 頁) 及び 圖—34A (30 頁) の如し．

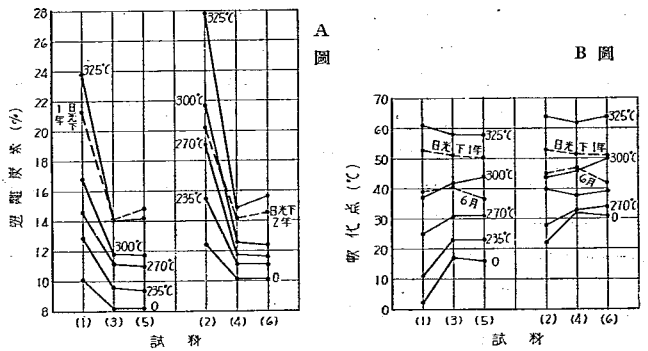
[4] 各種溫度蒸溜殘留物の稠度

上記6種のタール及び混成タールの各種溫度蒸溜殘留物の 1°C, 15°C, 25°C に於ける，各條件下の稠度は表—26 (30 頁) 乃至 表—31 (32 頁) の如くである．蒸溜溫度の上昇と共に殘留物の硬化することは當然であるが，之と日光風化物との比較は次章に於て述べることとする．

表—25 蒸溜殘留物中の遊離炭素の量

蒸溜最終溫度	タール	混成タール		タール	混成タール	
	No. 2018	No. 2018 +No. 2300	No. 2018 +No. 2298	No. 2020	No. 2020 +No. 2300	No. 2020 +No. 2298
	%	%	%	%	%	%
235°C	12.90	9.55	9.36	15.48	11.05	11.12
270°C	14.62	11.05	10.98	19.10	11.83	11.72
300°C	16.81	11.82	11.71	21.67	12.59	12.40
325°C	23.83	14.03	14.17	27.08	14.90	15.72
原試料	10.11	8.2	8.2	12.42	10.1	10.1
試料番號	(1)	(3)	(5)	(2)	(4)	(6)

圖—34 各種溫度蒸溜殘留物遊離炭素及軟化點



表—26 各種溫度蒸溜殘留物稠度 但し 1.0°C 試料 (1) 及 (3), (5)

試驗條件	10, 50, 5			5, 50, 5			3, 50, 5			1, 50, 5		
原試料	(1)	(3)	(5)	(1)	(3)	(5)	(1)	(3)	(5)	(1)	(3)	(5)
0	85	35	35	194	114	108	…	213	197	…	…	…
235°C殘留物	…	8	14	122	21	29	229	49	47	…	169	150
270°C 〃	…	…	…	…	…	…	15	8	10	48	30	32
300°C 〃	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
325°C 〃	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…

試驗條件	0, 50, 5			0, 150, 5			0, 250, 5			0, 350, 5		
原試料	(1)	(3)	(5)	(1)	(3)	(5)	(1)	(3)	(5)	(1)	(3)	(5)
0	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
235°C殘留物	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
270°C 〃	107	98	102	…	>220	>220	…	…	…	…	…	…
300°C 〃	9	10	8	39	59	44	98	91	72	…	115	102
325°C 〃	…	2	1	2	9	6	5	27	18	6	42	25

表—27　各種溫度蒸溜殘留物稠度 1.0℃　但し試料 (2) 及 (4), (6)

試驗條件	0, 50, 5			0, 150, 5			0, 250, 5			0, 350, 5		
原試料	(2)	(4)	(6)	(2)	(4)	(6)	(2)	(4)	(6)	(2)	(4)	(6)
0	>150	100	112	>250	244	256	…	…	…	…	…	…
235℃殘留物	105	46	41	…	150	120	…	>200	>200	…	…	…
270℃ 〃	10	16	15	26	66	61	…	116	99	…	158	148
300℃ 〃	…	1	1	5	20	17	10	39	29	15	58	47
325℃ 〃	…	…	…	…	2	1	…	8	3	4	18	11

表—28　各種溫度蒸溜殘留物稠度 15℃　但し試料 (1) 及 (3), (5)

試驗條件	10, 50, 5			5, 50, 5			3, 50, 5		
原試料	(1)	(3)	(5)	(1)	(3)	(5)	(1)	(3)	(5)
0	…	…	…	…	>300	>300	…	…	…
235℃ 殘留物	…	116	123	…	…	…	…	…	…
270℃ 〃	…	36	40	>300	126	145	…	…	…
300℃ 〃	…	…	…	…	…	…	…	21	15
325℃ 〃	…	…	…	…	…	…	…	…	…

試驗條件	1, 50, 5			0, 50, 5			0, 150, 5		
原試料	(1)	(3)	(5)	(1)	(3)	(5)	(1)	(3)	(5)
0	…	…	…	…	…	…	…	…	…
235℃ 殘留物	…	…	…	…	…	…	…	…	…
270℃ 〃	…	…	…	…	…	…	…	…	…
300℃ 〃	…	74	52	…	181	147	…	…	…
325℃ 〃	…	6	3	…	29	24	…	106	82

表—29　各種溫度蒸溜殘留物稠度 15℃　但し試料 (2) 及 (4), (6)

試驗條件	10, 50, 5			5, 50, 5			3, 50, 5		
原試料	(2)	(4)	(6)	(2)	(4)	(6)	(2)	(4)	(6)
0	101	36	43	203	115	135	>300	210	>200
235℃ 殘留物	…	17	10	…	47	38	…	118	90
270℃ 〃	…	6	4	…	15	12	…	31	28
300℃ 〃	…	…	…	…	…	…	…	5	3
325℃ 〃	…	…	…	…	…	…	…	…	…

試驗條件	1, 50, 5			0, 50, 5			0, 150, 5		
原試料	(2)	(4)	(6)	(2)	(4)	(6)	(2)	(4)	(6)
0	>300	>300	>300	…	…	…	…	…	…
235℃ 殘留物	…	>250	>250	…	…	…	…	…	…
270℃ 〃	…	138	123	…	>250	>250	…	…	…
300℃ 〃	…	12	9	…	69	57	…	178	150
325℃ 〃	…	1	1	…	11	3	…	57	21

表—30 各種溫度蒸溜殘留物稠度 25℃ 但し試料 (1) 及 (3), (5)

試驗條件	10, 50, 5			5, 50, 5			3, 50, 5		
原試料	(1)	(3)	(5)	(1)	(3)	(5)	(1)	(3)	(5)
0	…	…	…	>300	>300	>300	…	…	…
235℃ 殘留物	…	…	…	>300	…	…	…	…	…
270℃ 〃	…	180	196	>300	…	…	…	…	…
300℃ 〃	…	28	18	113	93	66	218	180	147
325℃ 〃	…	2	1	…	9	4	…	19	8

試驗條件	1, 50, 5			0, 50, 5		
原試料	(1)	(3)	(5)	(1)	(3)	(5)
0	…	…	…	…	…	…
235℃ 殘留物	…	…	…	…	…	…
270℃ 〃	…	…	…	…	…	…
300℃ 〃	>300	>200	>200	>300	>300	>300
325℃ 〃	5	67	29	24	173	112

表—31 各種溫度蒸溜殘留物稠度 25℃ 但し試料 (2) 及 (4), (6)

試驗條件	10, 50, 5			5, 50, 5			3, 50, 5		
原試料	(2)	(4)	(6)	(2)	(4)	(6)	(2)	(4)	(6)
0	…	162	175	…	…	…	…	…	…
235℃ 殘留物	…	111	90	>300	>250	>230	…	…	…
270℃ 〃	…	35	36	92	165	143	188	…	…
300℃ 〃	…	6	5	…	23	16	27	49	37
325℃ 〃	…	…	…	…	5	1	…	6	2

試驗條件	1, 50, 5			0, 50, 5			0, 150, 5		
原試料	(2)	(4)	(6)	(2)	(4)	(6)	(2)	(4)	(6)
0	…	…	…	…	…	…	…	…	…
235℃ 殘留物	…	…	…	…	…	…	…	…	…
270℃ 〃	…	…	…	…	…	…	…	…	…
300℃ 〃	99	202	142	207	…	246	…	…	…
325℃ 〃	…	18	4	10	83	25	46	204	82

VII. 日光下風化殘留物と蒸溜殘留物との比較

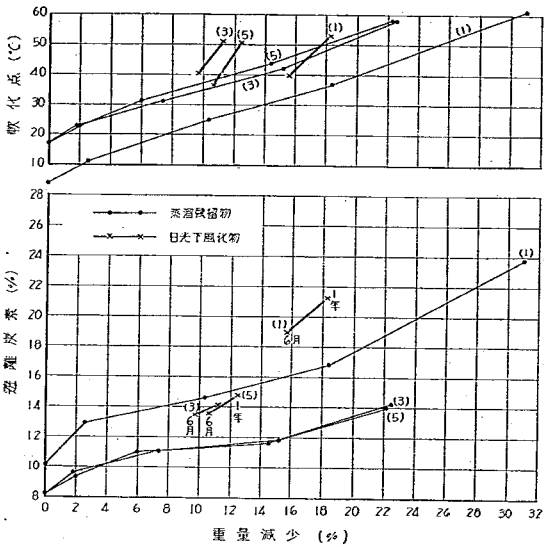
[1] 重量減少と遊離炭素量及び軟化點との關係

日光下風化物及び各種溫度蒸溜殘留物の重量減少と遊離炭素の量及び軟化點との關係を圖示すれば，圖—35乃至圖—36 (33頁) の如くである．

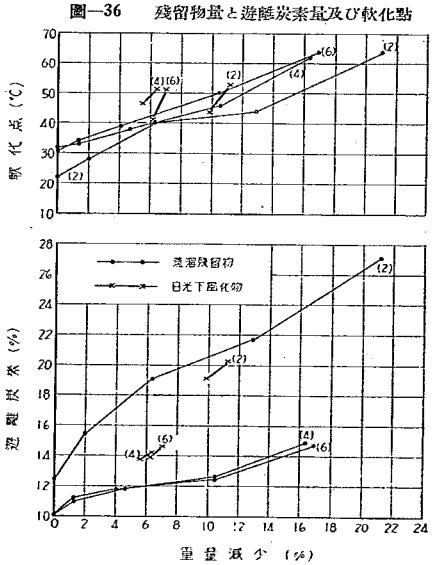
圖—35 はタール (1) 及び之にアスファルト 20% を加へたる混成タール (3) 及 (5) に關するもので，太い黒線は日光下風化殘留物を示し，細實線は蒸溜殘留物を示す．

遊離炭素の量について見るに，いづれの試料も日光下風化物の方重量減少率少きに拘らず，遊離炭素量の增加多く，化學的變化の大なることを示して居る．而して 2 種の混成タール (3) 及 (5) は，混合せるアスファルト

圖—35　殘留物量と遊離炭素量及び軟化點



圖—36　殘留物量と遊離炭素量及び軟化點



を異にするに拘らず，略同様の結果を示して居る．

軟化點についても，日光風化物の方變化大にして，2 種の混成タールは略同様の傾向を示して居る．

純タールと混成タールとを比較するに，混成タールは純タールより變化少く，硬化の割合は遙かに少である．この事實は，純タールを鋪裝に使用する代りに，混成タールを使用する場合には，其の初期稠度の硬質なるものを使用するも差支なく，鋪裝結合材として鋪裝に對して，より多くの安定度を使用の初期より保ち得べきことが豫想せられる．

圖—36 (33頁) は硬質タール (2) 及び之にアスファルト 20% を加へたる混成タール (4) 及 (6) に關するもので，純タール (2) の蒸溜殘留物は高溫に於てクラッキング (熱分解) の影響を多く受け居る爲，タール中より單に揮發成分を除きたるものとのみ考へ難く，甚しく遊離炭素の增加を示して居る．(2) の日光下風化物は略之に近き遊離炭素增加を示して居る．

混成タール (4) 及 (6) は蒸溜によるクラッキングの影響少く，日光風化物は之より遙かに變化が多いが，純タールに比すれば變化は遙かに少い．

軟化點に就て見れば，日光下 1 ケ年風化物は，重量の減少少きにかゝはらず，300°C 蒸溜殘留物程度或は其れ以上の軟化點を示して居る．而して純タールと混成タールとを比較すれば，原試料の稠度を異にするに拘らず，1 ケ年後風化物に於ては軟化點の差は少く，結局に於て混成タールの方が遙かに稠度變化が少いことを示して居る．

之を要するに，いづれの場合に於ても日光下風化物は，其の重量減少に比して，遙かに大なる性質變化を其の成分及び軟化點の上に示し，重量減少による硬化のほか化學的硬化の行はれたることを明示して居る．而して混成タールに於ては，化學的硬化が遙かに減少せしめらるゝ結果として，其の稠度の變化は純タールよりも遙かに少い利益がある．

[2] 重量減少と稠度の變化との關係

重量變化と稠度の變化とを日光下試料及び蒸溜殘留物につき比較すれば 表—32 (35 頁) 乃至 表—37 (37 頁) の如くである．表—32 (35 頁) に見る如く，タール (1) に於ては日光下風化物と蒸溜殘留物との稠度を比較すれば，概して，日光下殘留物は、重量減が少きに拘らず，蒸溜殘留物より遙かに硬化して居る．即ち 3 日風化物と 235°C 殘留物; 15 日風化物と 270°C 殘留物; 1 ケ年風化物と 300°C 殘留物とを比較すればこの關係は明かで，日光下風化に依るタール表面の硬化は甚大である．但しこのことは日光に直接照射せられたる表面に於けるもので，內部は必ずしもかゝる硬化が行はれ居るものとは斷定出來ない．

次にタール (1) にアスファルトを 20% 混合したる混成タール (3), (5) について，同樣に比較を採れば 表—33 (35 頁) 及 表—34 (36 頁) の如くである．これ等の混成タールに於ても略同樣のことが言はれ，日光風化が長時日に亘るものは、同程度の重量減を示す蒸溜殘留物より遙かに硬化して居ることは，各溫度の稠度の上に表れて居る．而して日光下風化物にありては，タール (1) と混成タール (3), (5) とを比較すれば混成タール (3), (5) の方が初期稠度硬質なるに拘らず，1 ケ年後にては却つて (1) よりも軟質であり，アスファルトの混合が，風化によるタールの脆化を防止しうる効力あることを示して居る．

タール (1) よりも硬質なるタール (2) 及び之にアスファルトを 20% 混合せる混成タール (4), (6) の日光風化物及び蒸溜殘留物の稠度を比較すれば 表—35 (36 頁) 乃至 表—37 (37 頁) の如く，タール (2) に就いて見れば，日光下 1 ケ月にして重量減少 7.4% のものは，既に重量減約 13% の 300°C 蒸溜殘留物に相當する稠度を有する．混成タール (4), (6) についても略同樣の傾向が見られる．而してタール (2) と混成タール (4), (6) とを比較すれば，混成タールの方が風化の影響少きことは，タール (1) 及び混成タール (3), (5) について見たると略同樣である．

表—32　タール (1) の重量變化と稠度變化

重量減%	日光下風化物	蒸溜殘留物蒸溜温度	1.0℃ 稠度 10, 50, 5	1.0℃ 稠度 5, 50, 5	1.0℃ 稠度 3, 50, 5	15℃ 稠度 10, 50, 5	15℃ 稠度 5, 50, 5	15℃ 稠度 3, 50, 5
0			85	194	…	>250	…	…
1.20	3 日		41	106	…	170	…	…
2.5		235℃	…	122	229	…	…	…
6.65	7 日		15	31	106	111	189	…
10.3		270℃	…	…	15	…	>300	…
10.7	15 日		5	7	10	31	99	190
			0, 150, 5	0, 250, 5	0, 350, 5			
12.2	1 月		123	181	>300	12	42	110
15.2	3 月		54	56	126	2	6	9
						1, 50, 5	0, 50, 5	0, 150, 5
15.7	6 月		5	25	28	22	28	>200
16.0	9 月		3	20	24	23	30	>170
18.3	1 年		…	2	7	3	5	74
18.4		300℃	39	98	…	…	…	…
31.0		325℃	2	5	6	…	…	…

	重量減%	25.C 稠度 3, 50, 5	25.C 稠度 1, 50, 5	25.C 稠度 0, 50, 5
1ヶ年日光下風化物	18.3	6	20	23
300℃ 蒸溜殘留物	18.4	218	>300	>300

表—33　混成タール (3) の重量變化と稠度變化

重量減%	日光下風化物	蒸溜殘留物蒸溜温度	1.0℃ 稠度 10, 50, 5	1.0℃ 稠度 5, 50, 5	1.0℃ 稠度 3, 50, 5	15℃ 稠度 10, 50, 5	15℃ 稠度 5, 50, 5	15℃ 稠度 3, 50, 5
0			35	114	213	>250	…	…
0.6	3 日		23	74	120	160	…	…
1.8		235℃	8	21	49	116	…	…
3.3	7 日		15	46	86	104	235	…
6.8	15 日		< 5	5	12	32	135	162
7.4		270℃	…	…	8	36	126	>200
			0, 150, 5	0, 250, 5	0, 350, 5			
8.2	1 月		84	>230	>300	11	58	77
						1, 50, 5	0, 50, 5	0, 150, 5
10.0	3 月		46	118	185	24	35	>200
9.8	6 月		31	89	139	16	24	>170
9.8	9 月		34	55	118	13	26	>170
11.2	1 年		9	32	60	3	24	147
15.2		300℃	59	91	115	74	181	>200
22.2		325℃	9	27	42	6	29	106

	重量減%	25℃ 稠度 3, 50, 5	25℃ 稠度 1, 50, 5	25℃ 稠度 0, 50, 5
日光下1ヶ年風化物	11.2	16	48	>200
300℃ 蒸溜殘留物	15.2	180	>200	>300

表—34 混成タール (5) の重量變化と稠度變化

重量減%	日光下風化物	蒸溜殘留物蒸溜溫度	1.0℃ 稠度 10, 50, 5	1.0℃ 稠度 5, 50, 5	1.0℃ 稠度 3, 50, 5	15℃ 稠度 10, 50, 5	15℃ 稠度 5, 50, 5	15℃ 稠度 3, 50, 5
0			35	108	197	>250	…	…
0.6	3 日		24	71	133	148	…	…
2.0		235℃	14	29	47	123	…	…
3.9	7 日		< 7	26	55	107	198	…
6.0		270℃	…	…	10	40	145	…
7.2	15 日		< 5	8	15	24	83	141
			0, 150, 5	0, 250, 5	0, 350,5			
8.6	1 月		62	>200	…	11	51	70
						1, 50, 5	0, 50, 5	0, 150, 5
10.4	3 月		21	78	123	27	36	…
10.6	6 月		12	65	83	21	…	…
10.7	9 月		18	47	66	18	63	>200
12.4	1 年		…	9	34	4	21	97
14.5		300℃	44	72	102	52	147	>200
22.4		325℃	6	18	25	3	24	82

	重量減%	25℃ 稠度 3, 50, 5	25℃ 稠度 1, 50, 5	25℃ 稠度 0, 50, 5
日光下1ヶ年風化物	12.4	14	29	>100
300℃ 蒸溜殘留物	14.5	147	>200	>300

表—35 タール (2) の重量變化と稠度變化

重量減%	日光下風化物	蒸溜殘留物蒸溜溫度	1.0℃ 稠度 3, 50, 5	1.0℃ 稠度 1, 50, 5	1.0℃ 稠度 0, 50, 5	15℃ 稠度 10, 50, 5	15℃ 稠度 5, 50, 5	15℃ 稠度 3, 50, 5
0			44	129	…	101	203	…
0.4	3 日		22	48	142	101	138	>300
2.0		235℃	…	…	105	…	…	…
3.6	7 日		12	42	69	18	38	100
			0, 150, 5			1, 50, 5	0, 50, 5	0, 150, 5
6.3		270℃	26	…	10	…	…	…
				0, 250, 5	0, 350, 5			
6.4	15 日		21	69	…	81	151	…
7.4	1 月		5	11	43	25	125	…
9.6	3 月		…	2	3	9	7	>150
9.7	6 月		…	…	…	…	5	124
9.7	9 月		…	…	…	…	5	115
11.2	1 年		…	…	…	…	2	47
12.9		300℃	5	10	15	…	…	…
21.1		325℃	…	…	4	…	…	…

	重量減%	25℃ 稠度 3, 50, 5	25℃ 稠度 1, 50, 5	25℃ 稠度 0, 50, 5
日光下1ヶ年風化物	11.2	7	18	22
300℃ 蒸溜殘留物	12.9	27	99	207

表—36　混成タール (4) の重量變化と稠度變化

重量減%	日光下風化物	蒸溜殘留物蒸溜温度	1.0℃ 稠度 3, 50, 5	1, 50, 5	0, 50, 5	15℃ 稠度 10, 50, 5	5, 50, 5	3, 50, 5
0			13	33	100	36	115	210
0.3	3 日		7	17	96	18	77	171
1.3		235℃	…	…	46	17	47	118
2.1	7 日		4	9	13	7	26	59
			0, 150, 5	0, 250, 5	0, 350, 5	1, 50, 5	0, 50, 5	0, 150, 5
4.1	15 日		37	80	…	38	78	…
4.7		270℃	66	116	99	138	>250	…
4.8	1 月		7	47	76	20	41	…
5.4	3 月		…	29	39	6	8	>200
5.5	6 月		…	…	…	…	6	>150
5.5	9 月		…	21	53	…	7	…
6.4	1 年		…	17	35	…	2	113
10.5		300℃	20	39	58	12	69	178
16.3		325℃	2	8	18	1	11	57

	重量減%	25℃ 稠度 3, 50, 5	1, 50, 5	0, 50, 5
日光下1ヶ年風化物	6.4	10	28	> 50
300℃ 蒸溜殘留物	10.5	49	202	…

表—37　混成タール (6) の重量變化と稠度變化

重量減%	日光下風化物	蒸溜殘留物蒸溜温度	1.0℃ 稠度 3, 50, 5	1, 50, 5	0, 50, 5	15℃ 稠度 10, 50, 5	5, 50, 5	3, 50, 5
0			11	41	112	43	135	>200
0.3	3 日		9	23	78	30	108	206
1.2		235℃	…	…	41	10	38	90
2.3	7 日		9	9	17	12	50	98
			0, 150, 5	0, 250, 5	0, 350, 5	1, 50, 5	0, 50, 5	0, 150, 5
4.1		270℃	61	99	148	123	>250	…
4.5	15 日		15	105	…	74	172	…
5.4	1 月		7	52	93	40	87	…
6.1	3 月		…	17	69	23	18	…
6.2	6 月		…	…	39	17	18	>200
6.2	9 月		…	18	38	15	9	150
7.0	1 年		…	…	24	5	6	97
10.5		300℃	17	29	47	9	57	150
16.9		325℃	1	3	11	1	3	21

	重量減%	25℃ 稠度 3, 50, 5	1, 50. 5	0, 50, 5
日光下1ヶ年風化物	7.0	12	35	> 30
300℃ 蒸溜殘留物	10.5	37	142	246

VII. 原試料，蒸溜殘留物，1ケ年風化物の諸性質一覽表

上記諸研究の結果を比較し易からしめんが爲に，原試料，蒸溜殘留物，1ケ年風化物等の諸性質を一覽表の形式に纏むれば 表—38 (38頁) 及 表—39 (39頁) の如くである．

表—38 は，軟質のタール (1) 及び之にアスファルトを混合せる混成タール (3), (5) 等に關するもので，原試料を比較すれば，混成タール (3) 及 (5) は純タール (1) よりも初期稠度は硬質である，1ケ年風化物中，いづれの試料に於ても，清水中に於けるものは稠度の變化，成分，軟化點の變化が最も少い．空氣中風化物は，タール (1) にありては，清水中風化物に比して成分の變化多く，稠度も尙硬化して居る．混成タール (3), (5) に於ても同樣の傾向が認められるが，其の程度は純タール (1) 程でない．

日光下風化物は，成分の變化，稠度の變化最も著しく，之を 300°C 蒸溜殘留物に比較すれば，純タール (1) にありては，重量減同程度なるに拘らず遊離炭素遙かに多くして，化學的變化を甚しく受けたるを示し，其の稠度も遙かに硬質となつて居る．混成タール (3), (5) の日光下風化物に於ては，重量減少は 300°C 蒸溜殘留物に比し

表—38 原試料，300°C 蒸溜殘留物，1ケ年風化物諸性質一覽表 試料 (1), (3), (5)

原試料	タール (1)					混成タール (3)					混成タール (5)				
行數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
處理法	原タール	1ケ年風化物 清水中	1ケ年風化物 空氣中	1ケ年風化物 日光下	300°C 殘留物	原タール	1ケ年風化物 清水中	1ケ年風化物 空氣中	1ケ年風化物 日光下	300°C 殘留物	原タール	1ケ年風化物 清水中	1ケ年風化物 空氣中	1ケ年風化物 日光下	300°C 殘留物
タール (1) %	100	…	…	…	…	80	…	…	…	…	80	…	…	…	…
アスファルト%	0	0	0	0	0	20	…	…	…	…	20	…	…	…	…
同針度	…	…	…	…	…	150～200	…	…	…	…	40～50	…	…	…	…
重量減 %	0	2.9	2.9	18.3	18.4	0	2.4	1.3	11.2	15.2	0	2.2	1.5	12.4	14.5
遊離炭素 %	10.1	15.7	17.1	21.3	16.8	8.2	11.6	12.7	14.1	11.8	8.2	11.9	12.7	14.8	11.7
軟化點 °C	4.0	17.0	23.0	53.0	37.0	17.0	25.0	26.0	51.0	42.0	16.0	24.0	26.0	50.5	44.0
稠度															
1°C 10, 50, 5	85	16	…	0	…	35	…	…	…	…	35	…	…	…	…
1°C 5, 50, 5	194	64	17	0	…	114	12	12	…	…	108	22	13	…	…
1°C 3, 50, 5	…	>200	…	0	…	213	33	28	…	…	197	37	18	…	…
1°C 1, 50, 5	…	…	110	0	< 8	>300	88	67	0	…	…	88	82	0	…
1°C 0,300, 5	…	…	>300	7	>150	…	>300	>300	60	115	…	>300	>300	34	102
15°C 10, 50, 5	>250	200	59	0	…	>250	64	44	…	…	>250	95	45	…	…
15°C 5, 50, 5	…	>300	>175	…	…	…	…	160	…	…	…	…	171	…	…
15°C 1, 50, 5	…	…	…	3	…	…	…	…	3	6	…	…	…	4	3
15°C 0, 50, 5	…	…	…	5	…	…	…	…	24	29	…	…	…	21	4
15°C 0, 150, 5	…	…	…	74	…	…	…	…	147	106	…	…	…	97	82
25°C 10, 50, 5	>300	>300	>300	…	…	>300	…	…	…	28	>300	>300	…	…	18
25°C 5, 50, 5	…	…	…	…	113	…	…	…	…	93	…	…	…	…	66
25°C 3, 50, 5	…	…	…	6	218	…	…	…	16	180	…	…	…	14	147
25°C 1, 50, 5	…	…	…	20	>300	…	…	…	48	>220	…	…	…	29	>200
25°C 0, 50, 5	…	…	…	23	…	…	…	…	>200	…	…	…	…	>100	…

表—39　原試料，蒸溜殘留物，1 ケ年風化殘留物諸性質一覽表　試料 (2), (4), (6)

原試料	タール (2)					混成タール (4)					混成タール (6)				
行數	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
處理法	原タール	1 ケ年風化物 清水中	1 ケ年風化物 空氣中	1 ケ年風化物 日光下	300°C 殘留物	原タール	1 ケ年風化物 清水中	1 ケ年風化物 空氣中	1 ケ年風化物 日光下	300°C 殘留物	原タール	1 ケ年風化物 清水中	1 ケ年風化物 空氣中	1 ケ年風化物 日光下	300°C 殘留物
タール (2) %	100	…	…	…	…	80	…	…	…	…	80	…	…	…	…
アスファルト%	0	0	0	0	0	20	…	…	…	…	20	…	…	…	…
同針度	…	…	…	…	…	150～200	…	…	…	…	40～50	…	…	…	…
重量減 %	0	1.2	0.6	11.2	12.9	0	0.4	0.1增	6.4	10.5	0	0.5	0.2	7.0	10.5
遊離炭素 %	12.4	16.6	17.0	20.2	21.7	10.1	12.9	13.0	14.2	12.6	10.1	12.6	13.2	14.6	12.4
軟化點 °C	22	28	33	53	44	32	35	37	51.5	46	31	34	37	51.0	50
稠度															
1°C 3, 50, 5	44	10	11	…	0	13	…	…	…	0	11	…	…	…	0
1°C 1, 50, 5	129	25	21	…	0	33	…	5	…	0	41	7	7	…	0
1°C 0, 50, 5	>200	66	45	…	0	100	22	27	…	1	112	21	29	…	1
1°C 0, 150, 5	…	>100	…	…	5	>300	99	98	0	20	>300	110	120	0	17
1°C 0, 350, 5	…	…	…	0	15	…	…	…	35	58	…	…	…	24	47
15°C 10, 50, 5	101	27	17	…	…	36	12	…	…	…	43	11	…	…	…
15°C 5, 50, 5	203	95	60	…	…	115	35	23	…	…	135	40	36	…	…
15°C 3, 50, 5	>300	>200	126	…	…	210	65	51	…	21	>200	71	81	…	15
15°C 1, 50, 5	…	…	>200	0	…	…	>100	>100	0	74	…	>100	>100	0	52
15°C 0, 50, 5	…	…	…	2	…	…	…	…	2	181	…	…	…	6	147
15°C 0, 150, 5	…	…	…	47	…	…	…	…	113	>300	…	…	…	97	>300
25°C 10, 50, 5	>300	…	…	…	…	162	…	…	…	…	175	…	…	…	…
25°C 5, 50, 5	…	…	…	…	…	>300	…	…	…	23	>300	…	…	…	16
25°C 3, 50, 5	…	>300	…	7	27	…	…	…	10	49	…	…	…	12	37
25°C 1, 50, 5	…	…	>300	18	99	…	>300	>300	28	202	…	>300	>300	35	142
25°C 0, 50, 5	…	…	…	22	207	…	…	…	>50	…	…	…	…	>50	246

少きに拘らず，遊離炭素は之より多く，稠度は之より硬質であるが，之を純タール (1) の日光下風化物に比較すればかへつて軟質である．之を換言すれば，混成タールは其の初期稠度は純タールよりも硬質なるも風化の影響を受け難く脆化すること少き利點あるものと考へられる．

表—39 (39頁) は硬質の純タール(2)及び之にアスファルトを混合せる混成タール(4), (6) 等に關するもので，清水中風化物の變化最も少く，之に次ぎ空氣中風化物の變化やゝ多く，日光下風化物の變化は最も大であり，且つ混成タール (4), (6) が純タール(2)よりも變化の程度少きことは，前表に於て (1), (3), (5) につき說明したる所と略同樣である．而して混成タール (4), (6) は硬質タール (2) を原料とせるものなるに拘らず，其の日光下風化物は軟質純タール (1) の日光下風化物よりもむしろ軟質であり，ことに低溫に於て脆化の程度遙かに少き利點を有するは注目すべき事柄である．

VIII.　上記の實驗より混成タールの使用に關する考察

道路工事に使用するタールの性狀上考ふべき點は，(i) 施工の時に於けるウォーカビリチー，(ii) 施工直後に於ける稠度，其の他の性質，(iii) 施工後時日の經過による性質の變化の3點である．

常温或は比較的低温 (6°C 以下) に於て使用するタールに就ては，常温或は其の附近に於けるウォーカビリチーを考慮する必要あるを以て，一般に粘度低きタールが選ばれるが，加熱用タールに於ては，其のウォーカビリチーは加熱温度を適當に保つことに依りて自由に之を調節し得られるから，この點に於てはあまり考慮の必要を認めない．本實驗に於て考慮せるタールは加熱用タールなるを以つて，主として施工直後の稠度，性質及び時日の經過による變質について考察することを要する．

加熱用タールでは，其の初期稠度がアスファルトより遙かに軟質なるを普通とするが，其の主たる理由は，タールの時日經過による硬化即ち脆化を考慮するが爲である．もしかゝる硬化現象が緩和せらるゝならば，其の初期稠度が一層硬質なるものを使用することが可能である．然るにタールに比較的少量のアスファルトを混合して混成タールとなす時は，時日經過に依る硬化現象は緩和せられ，初期稠度の一層硬質なるものを使用しうる便あり，且つ其の他の諸性質も向上せられるから，加熱用タールとして混成タールの使用は有利である．而して加熱用タールは其の用法に從つて之に要求せらるゝ性質が異るを以つて各用途に對して如何なる混成タールを使用するが至當なるかにつき考察することとする．

(1). **シール・コート，路面處理用タール**

シール・コート，或は路面處理等に用ゐらるゝ加熱タールは，施工後，日光，風雨等の影響を最も受け易い狀態に置かれて居る．又この種タールに於ては撒布後は，其の層薄き爲短時間に冷却せられて常温稠度に戻るを以て，其の常温稠度に於て，よく路盤面と密着し，且つ其の上に撒布せらるゝ骨材を充分結合しうる柔軟性を有する必要がある．この意味にて混成タール (3), (5) の如きものが之に適する．

(2). **透入或は混合マカダム用タール**

これ等の工法に於けるタールは，其の路表面部のものを除き，鋪裝内部に於ては，直射日光を受けず，風雨にもあまり影響せられず，空氣とも接觸することが少いから，時日經過による變化は甚だ少いものと考へてよろしい．從つて最初より相當硬質の混成タールを使用するも，風化による脆化現象について多くの考慮を要しない．且つ其の結合力，鋪裝の安定度等を考ふる場合は脆弱ならざる範圍に於て稠度の硬質なる方を得策とするを以て，相當硬質のタールにアスファルトを混合せる混成タール (4), (6) の如きものが之に適する．

IX. 要　　約

本研究に於ては，稠度を異にする2種のタールの各に，稠度を異にする2種のアスファルトを混合し，(混合率 80 : 20)，各種試料薄層の實驗室空氣中，日光下，清水中に於ける變化を檢した．

1. 重量の變化　各試料はいづれも風化により重量を變化する．時として重量の僅少なる增加を示す場合もあるが，概ね減少の傾向を示す．其の程度は，實驗室空氣中及び清水中試料は共に少く，日光下試料は甚だ大である．軟質タールと硬質タールとでは，重量變化の程度が著しく異る．然れども混成タールは，原料たる純タールに比して重量變化の程度が遙に少く，少量のアスファルトの混合は，タール中揮發成分の發散，可溶成分の溶出を抑制する作用があることを示す．又重量變化よりタールの可溶成分は，揮發性成分に多きことを推測し得る．從つてタールを鋪裝に使用後の性狀よりすれば，鋪裝用タールとしては揮發性成分は少きを可とする．

2. 稠度の變化　各試料はいづれも稠度を變化する．其の程度は清水中試料に於て少く，實驗室空氣中試料は

變化之より稍多く，日光下試料は甚しく其の稠度を變ずる．

軟質タールと硬質タールとでは其の稠度變化の程度が異る．日光下1ケ年風化後に於ては軟質タールの稠度は硬質タールの稠度に接近してくる．

混成タールの稠度は，原料たる純タールに比して變化が遲い．清水中，實驗室空氣中に於ては1年後も純タールより硬質であるが，日光下1ケ年風化物は混成タールの方が純タールより軟質である．之を換言すれば，混成タールを使用する場合には，純タールを使用する場合と比較して，初期稠度がより硬質なる製品を用ゐるも差支へない事となる．この事實は，タール透入マカダム，タール混合マカダム，或はタール・コンクリート等の施工に最初より硬質混成タールの使用が可能であるから甚だ有利である．

3. **遊離炭素，軟化點**　各種風化により遊離炭素は增加し，軟化點は高まる．其の程度は清水中試料に最も少く，實驗室空氣中試料にてはやゝ多く，日光下試料は最も甚しい．日光下 1 ケ年後試料の軟化點は，純タール (1), (2) に比し，混成タール (3), (5) 及 (4), (6) の方が稍低い．

4. 之を要するに タールに少量のアスファルトを混合することは，其の耐風化性を向上し，膠着性豐なる硬質混成タールの使用を可能ならしめ，タールの用途を擴大する利益がある．

江戸川河水統制水門附近の河水の鹽分含度試驗

福　島　彌　六

目　　次

Ⅰ. 第1回鹽分含度試驗……（1）
Ⅱ. 第2回鹽分含度試驗……（4）
Ⅲ. 第3回鹽分含度試驗……（7）

Ⅰ. 江戸川河水に於ける鹽分含有度試驗［第1回］

試　驗　目　的

本試驗は內務省東京土木出張所江戸川河水統制水門建設事務所管轄の江戸川河水の各處に於ける鹽分（主に食鹽）含有量を定量的に試驗せるものである.

［1］試　　料

A　千葉縣行德町河原地先の河水

昭和12年8月24日採取　　計6個　　各約$^1/_2$l

No.	1	滿　潮	表　面	午前 7 時
〃	2	同	河　底	同
〃	3	中　潮	表　面	午前$10^1/_2$時
〃	4	同	河　底	同
〃	5	干　潮	表　面	午後 2 時
〃	6	同	河　底	同

B　千葉縣行德町河原地先の河水

昭和12年9月8日採取　　計6個　　各約$1^1/_2$l

No.	1	滿　潮	表　面	午前 6 時
〃	2	同	河　底	同
〃	3	中　潮	表　面	午前$9^1/_2$時
〃	4	同	河　底	同
〃	5	干　潮	表　面	午後1時50分
〃	6	同	河　底	同

［2］試驗第1. 試料［A］No. 1～No. 6 に就て

1. 河水の酸或はアルカリ性度

リトマス試驗紙により反應を檢したるに總て「中性」を表したるを以て本試料はすべて中性の河水である.

2. 全固形物の定量

本試驗は河水中に溶解せる全鹽類の總量を定量するものであるが，試料［A］No. 1～No. 6 は試料の量が不足なるを以て中止せり.

3. 鹽素（Cl）或は食鹽（NaCl）の定量

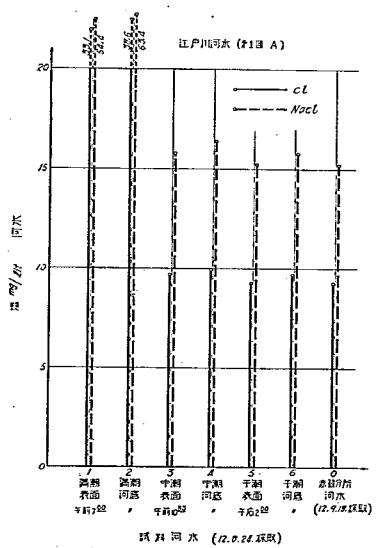
濾過，蒸發せる中性溶液に就き，標準 $^1/_{10}$N $AgNO_3$ 溶液及び指示藥として K_2CrO_4 溶液を使用し鹽素の含有量を滴定し，その結果より鹽化物を食鹽と見做し食鹽の量を求めた.

その試験結果は表—1及び圖—1に示せり.

表—1

試料 河水 〔A〕 12. 8. 24 採取	鹽素 mg/l 河水(2)	食鹽 mg/l 河水(3)
No. 1	33.2	54.3
〃 2	38.6	63.3
〃 3	9.6	15.8
〃 4	9.9	16.3
〃 5	9.3	15.2
〃 6	9.6	15.7
(1)赤羽分所附近の河水	9.3	15.2

圖—1



此圖に於ては縦軸に鹽素及び食鹽の河水 1l. 中に含まれる mg 數を，横軸に供試料の種類を採つた.

實線は鹽素，點線は食鹽の量を表したものである.

[3] 試驗第2. 試料 [B] No. 1～No. 6に就て

1. 河水の酸或はアルカリ性度

試驗結果はすべて「中性」の河水である.

2. 全固形物の定量

試料を濾過し浮游せる少量の粘土，砂及び有機物を除き，濾液を蒸發，乾涸し溶解せる鹽類の全量を定量したものである. 浮游物は少し.

その結果は表—2に表示した.

表—2

試料 [B]	全固形物 mg/l 河水
No. 1	120.0
〃 2	118.2
〃 3	138.0
〃 4	120.8
〃 5	119.6
〃 6	124.4

3. 鹽素及び食鹽の含有量

試驗第1に於けると同樣なる方法によりその量を定量せり. その結果は表—3及び圖—2に表示した.

前と同樣にその量は河水 1l 中に含有せられる鹽素或は食鹽の mg 數を以て表した.

註 (1) 昭和12年8月24日採取の河水及び參考の爲同年9月20日採取の土木試驗所赤羽分所附近の河水の分析結果を表す.

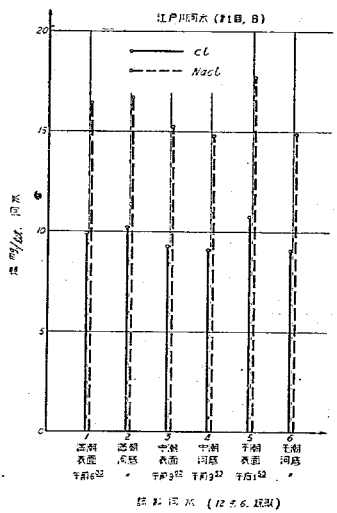
(2)～(3) 鹽素及び食鹽の含有量は，河水1l 中に含有せられる mg(ミリ・グラム) を以て表した.

表—3

試料 河水〔B〕採取 12. 9. 6	鹽素 mg/l 1 河水(2)	食鹽 mg/l 1 河水(3)
No. 1	9.9	16.3
〃 2	10.2	15.6
〃 3	9.2	15.2
〃 4	9.0	14.8
〃 5	10.7	17.7
〃 6	9.0	14.9

圖—2は表—3の結果を圖示したもので實線は鹽素，點線は食鹽の量を示したること表—1と同樣なり．

圖—2



［4］ 試驗結果より考察せる結論

（1） 試料〔A〕及び〔B〕は，比較的に浮游性物質が少く又混濁せざる「中性」なる河水である．

（2） 煮沸に依る變化を見るに白色或は黃色の沈澱物の著量を生ぜざる故に炭酸鹽を含むこと少く他の中性鹽類を含むものと考へられる．

（3） 可溶性鹽類の全固形物質の量は試料Bに就て

110～140 mg/1 河水

の範圍にして普通の飲料水として許さるべき全固形物の許容量

100～500 mg/1 水

の範圍內に位し，其量は比較的に少量である．

（4） 1) 試料A No. 1 及び No. 2 を除き，鹽素の含有量はすべて

9.0～11.0 mg/1 河水

の範圍にして普通に飲料水及び良水として許さるべき量

4.0～30.0 mg/1 水

の範圍內に位す．此の鹽素含有量を，飲料水として許可されて居る赤羽分室の河水と比較すれば略類似せるものなるを認め得る．從つて試料A No. 1～No. 2 を除きては海水の影響を受けざる普通の河水と同樣なるものと考へられる．

2) 實測鹽素含有量より換算せる食鹽含有量は上記の2試料を除き，

14.0～18.0 mg/1 河水

の程度にして赤羽分室の河水と全く類似のものと認められる．

3) 但し試料 A No. 1～No. 2 は鹽素含有量 30.0 mg/1 河水以上にして鹽素含有分よりみても一般の良水としては不適當と考へられるもので，此の2試料が特に鹽素或は食鹽の含有分の多きは採取せる地點が河口に近くて海水の影響に依るものかと考へられるものである．然し其他の原因に就ては不明である．

（5） 試料Aに就ては，鹽素或は食鹽の含有量は河の滿，中，干による潮の差違によりその含有分に著しい差

違が認められるが，試料Bに就ては潮の差と表面及び底部に於ける位置の差により著しい增減は認められず，之による影響は少いものと考へられる．斯の如く少くとも試料Bに就ては潮により著量の海水が河水中に侵入して之と混じたるものとは決して見做し得られない．

II. 江戸川河水の鹽分含有量の定量試驗 [第2回]

試 驗 目 的

本試驗は內務省東京土木出張所江戸川河水統制水門建設事務所よりの依頼に應じて前回（第1回試驗）に引續いて江戸川河水の滿，中，干の潮時に於ける鹽分（主に食鹽）の含有量を定量した試驗である．

[1] 試 料

試料は No. 1～No. 6の6個（各約2 l）にしてNo. 1～No. 4は昭和12年12月3日に採水，No. 5～No. 6は同15日に採水したものである．採水箇所は前回と同樣に千葉縣行德町河原地先の江戸川である．

採水時の潮及び河深，流速

試 料	No. 1	滿潮午前	; 表 面 0.00 m ;	流 速 0.238 m/sec
〃	No. 2	滿潮午前	; 河 底 1.95 m ;	流 速 0.238 〃
〃	No. 3	中潮午前 9 時 0 分	; 表 面 0.00 m ;	流 速 0.516 〃
〃	No. 4	中潮午前 9 時 0 分	; 河 底 1.40 m ;	流 速 0.516 〃
〃	No. 5	干潮午後 11 時 0 分	; 表 面 0.00 m ;	流 速 0.338 〃
〃	No. 6	干潮午後 11 時 0 分	; 河 底 0.25 m ;	流 速 0.338 〃

此試料は表面より採取したものは無色透明にして浮游物を含まざるも，河底より採取したものは少量の夾雜物を含んで居た．

[2] 定 性 試 驗

（1） 河水をリトマス試驗紙にて檢したるに，酸性或はアルカリ性反應を認めざるにより前回と同樣に「中性」なる河水と認められる．

（2） アンモニヤ

アンモニヤは「ネッスラー試藥」に依る反應を檢したるに僅に淡黃色を呈する程度にして，其含有量は痕跡或は極微量の程度と認められる．

（3） 硝 酸 鹽

硝酸鹽或は硝酸性窒素は硫酸・ブルチンの定性反應に依つて檢査した．此場合に各試料を通じて一時淡薔薇紅色を呈し後に殆んど無色になるか或は僅に淡黃色になる程度である．

從つて其量はアンモニヤの場合と同樣に微量にして含有量の範圍は，約 1～10 (N_2O_5) mg/l の程度と見做し得られるもので問題とするに足らず．之を要するに定性試驗の結果より見ると，

此河水は中性の河水であり，清澄にして汚染せず，且つ一般に有機性廢物（例 糞，尿水，植物性腐敗物等）を混ぜざる比較的に清純な河水と見做し得る．

[3] 鹽類定量試驗

（1） 全固形物の定量

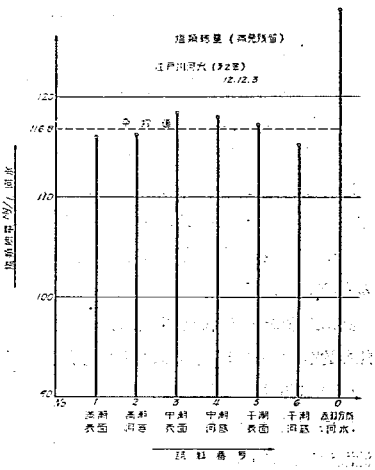
此試驗は河水中に溶解せる全鹽類或は全固形物の總量を定量するもので，一定量の河水より水分を全く蒸發せしめ蒸發乾涸したる後，殘留せる蒸發殘渣を秤つたものである．

其結果は表－4及び圖－3に示す.

表－4

試　料	蒸發殘渣 mg/l *	
No. 1	116.0	平均値 116.8
〃 2	116.2	
〃 3	118.4	
〃 4	118.0	
〃 5	117.2	
〃 6	115.2	
赤羽分所河水	128.6	

圖－3



表－4に示す如く蒸發殘渣は110～120 mg/l, 即ち平均値116.8 mg/lにして同時に試驗した赤羽分所河水の128.6 mg/lに類似し，普通の飲料水或は良水として許さるべき全固形物の許容量 100～500 mg/l の範圍内に位し，而も其量は比較的に少量である.

(2) 鹽素 (Cl) 或は食鹽 (NaCl) の定量

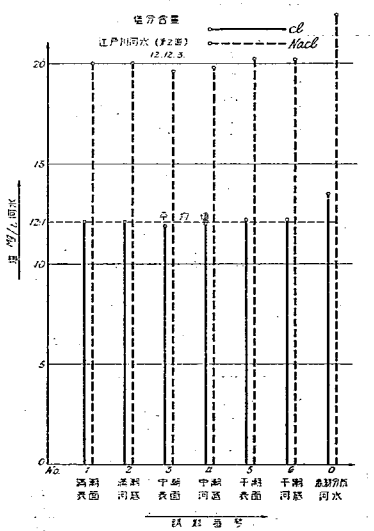
一度濾過した中性溶液そのものに就て，規定1/100 N 硝酸銀溶液及び指示薬としてクロム酸加里を使用し「モール法」に依り鹽素を滴定し，其結果より鹽化物を總て食鹽と見做して食鹽の量を求めた.

其試驗結果は表－5及び圖－4に表示した.

表－5

試　料	潮　別	鹽　素 (Cl) mg/l		食　鹽 (NaCl) mg/l	
No. 1	滿	12.1	平均値 12.1	20.0	平均値 20.0
〃 2	滿	12.1		20.0	
〃 3	中	11.9		19.6	
〃 4	中	12.0		19.8	
〃 5	干	12.2		20.2	
〃 6	干	12.2		20.2	
赤羽分所河水	—	13.5		22.5	

圖－4



圖－4に於ては，縱軸に鹽素及び食鹽の河水 1 l 中に含まれる mg 數 (即ち 100 萬分中の 1 分) を，橫軸に檢水の番號及び潮別を表したものである.

此試驗結果を總括すれば次の如くなる.

i) 鹽素 (Cl) の含有量は 10.0～13.0 mg/l 即ち平均値 12.1 mg/l にして，普通に飲料用良水として許され

註 * mg/l は河水 1 l 中に含有せる全固形物を mg (ミリ・グラム) にて表したもので，即ち百萬分中の 1 分を示したものである.

て居る量 4.0～30.0 mg/l の範圍内に位し，且つ飲料水として許されて居る赤羽分室の荒川河水の 13.5 mg/l に近似し一般に其含有量は少量と認め得る．

ii） 實測鹽素含有量より換算した食鹽（NaCl）含有量も平均 20.0 mg/l 内外にして赤羽分所の河水と類似して居る．

從つて河口より海水或は鹽分が混合して居る形跡は認められない．

iii） 更に各潮別（滿，中，干），河深（表面，河底）及び流速の影響に依る河水中の鹽分含量の消長は殆んど認められない（圖—4 參照）．

之は含有する鹽分の量が甚だ少量なるを以て潮及び流速の影響により分布せず，主に「擴散作用」により河水中に一樣に分布せるものと考へられる爲である．

從つて此試料河水に就ては，前回の第1回試驗の試料B河水と同樣に全く鹽分の影響を受けざる河水と認め得るものである．

次に上述の全固形物及び鹽素の定量試驗に續き，更に潮及び流速の鹽類含有量に及ぼす影響並に海水混入の有無を的確にする爲め，鹽素に次ぎて海水中に多量に存在する硫酸鹽の定量を行つた．

（3） 硫酸鹽の定量

此試驗は鹽化バリウム法により河水中に含まれて居る硫酸基（SO_4）をすべて硫酸バリウム（$BaSO_4$）として沈澱せしめ，其量を秤り之より硫酸基を SO_3 或は SO_4 にて表し，且つ硫酸鹽をすべて硫酸曹達（Na_2SO_4）と見做して實測値より換算したものである．

表—6

試料	潮別	實測値 SO_3		實測値 SO_4		計算値 Na_2SO_4
No. 1	滿	26.9	平均値 26.4	32.3	平均値 31.7	47.7
〃 2	滿	27.0		32.4		48.0
〃 3	中	24.1		29.0		42.8
〃 4	中	28.6		34.3		50.8
〃 5	干	26.3		31.6		46.7
〃 6	干	25.4		30.5		45.0

此試驗結果を表—6に示す．

此試驗結果に依ると，硫酸鹽は SO_3 として 20～30 mg/l，平均値 26.4 mg/l にして飲料用良水として許されて居る範圍 80～100 mg/l より遙に少量であり，又各潮及び河の深度，流速等の影響は認められない．

從つて此點よりも此河水は海水混入を全く受けざるものと認めることが出來る．

次に，現在の狀態に於て此河水が飲料水或は良水として考へ得るか如何を試驗するに次の通りである．

先づ水中に溶解せる鹽分の飲料水或は良水としての限界數を表示すると表—7に示す如くである．

表—7 單位＝mg/l（百萬分中の1分）

鹽類＼規定者	Reichhard	F. Fischer	Tiemann u. Gärtner	日本藥學會規定標準	Flügge 氏の綜合結果 飲料水の最小限	純水として超ゆべからざる數	不良水中の最大量
全固形物	100～500	500	500	≦500	100	500	5000
有機物($KMnO_4$消費量)	2～10	8～16	6～10	≦10	0	40	1300
アンモニヤ (NH_3)	—	0	0	0	0	0	130
亞硝酸 (N_2O_3)	—	0	0	0	0	0	200
硝酸 (N_2O_5)	4	27	5～15	≦20	1	15	1200
鹽素 (Cl)	2～8	36	20～30	≦30	4	30	900
硫酸 (SO_3)	2～63	80	80～100	—	2	100	1000
石灰 (CaO)	—	112	—	—	25	120	900
苦土 (MgO)	—	40	—	—	0	50	500
全硬度（獨逸）	18°	17～20°	18～20°	≦18°	—	—	—

註.「多量」＞限界數；「少量」＝限界範圍内～限界數に近似；「痕跡」＜限界範圍

本河水の試料 No. 1～No. 6 の合量に就て試験した結果は,

全固形物 = 116.2 ; 有機物 ($KMnO_4$ 消費量) = 3.17 (3.0～3.5) ; アンモニヤ及び亜硝酸=痕跡 ; 硝酸 (N_2O_5) ≦ 10 ; 鹽素 (Cl) = 12.8 (11.0～13.0) ; 全硬度 = 2～4° にして何れも限界數以内に位し飲料水に準すべき良水であると認められるものである.

尙飲料水としての可否を嚴密に判定するには鹽類分析試驗の他に, 醫學的細菌檢定試驗 (例, 遠藤赤變菌, 大腸菌檢査) を經ざれば確實なる判定をなし得ざるものである.

[4] 試驗結果より見たる結論

(1) 檢水は無色透明にして, 比較的浮游性物質が少く, 混濁せざる河水である.

(2) 定性試驗の結果, 前第1回試驗の檢水と同樣に「中性」なる河水であり, 又アンモニヤ及び硝酸鹽の含量は極めて少く問題とするに足らざる程度である. 從つて一般に有機性廢物等の混合による汚染を受けざる清純な河水と見做し得る.

(3) 蒸發殘渣定量試驗の結果, 其量は 110～120 mg/l, 卽ち飲料用良水としての許容量 100～500 mg/l の範圍内に位し且つ比較的に少量である.

從つて, 河水中に溶解して存在する無機鹽類の全量は少量にして一般に淡水或は良水と考へ得られる.

(4) 鹽素の含量は 10～13 mg/l 卽ち良水としての限界 4.0～30.0 mg/l 内であり, 且つ飲料水として許されて居る赤羽分所の荒川河水と類似して居る. 鹽分含量は又河の滿, 中, 干による潮の差違, 河の深度, 流速による增減は實測結果より見ると殆んど認められず, 從つて現在の狀態に於ては此影響による鹽分含度の消長は認められない.

(5) 硫酸鹽の定量の結果よりも略々鹽素の場合と同樣な傾向が見える. 卽ち SO_3 20～30 mg/l で, 良水としての限界 80～100 mg/l より遙に少量である. 從つて此點よりも現在の狀態では流速或は滿, 干, 中による潮の影響による海水の混合を全く受けざるものと認められる.

(6) 要するに, 此河水は未だ海水の混淆を受けず, 其の中に溶解含有する無機鹽類は少量であり, 鹽類は擴散作用により河水中に一樣に分布し且つ有機性廢物等により汚染せられざる一般良水として見做し得る程度の河水である.

III. 江戸川河水の鹽分含量の定量試驗 [第3回]

試驗目的

本試驗は前回 (第1～第2回) に引續いて江戸川河水の滿, 中, 干の潮時に於ける鹽分 (クロール分) の含有量定量を主とせる試驗である.

[1] 試　　料

試料は No. 1～No. 6 の6個 (各約2l) にして昭和13年2月に採水したもので, 採水箇所は前回と同樣に千葉縣行德町附近の江戸川河水である.

採水時の潮及び流速

試料	No. 1	干潮	午前 11 時 50 分	; 表面 ;	流速 0.243 m/sec	正流
〃	No. 2	〃	〃	; 底部 ;	〃	
〃	No. 3	中潮	午後 2 時 30 分	; 表面 ;	流速 0.178 m/sec	逆流
〃	No. 4	〃	〃	; 底部 ;	〃	

試 料 No. 5　滿 潮 午後 4 時 50 分 ; 表 面 ; 流 速 0.196 m/sec 正 流
〃 No. 6　〃 〃 ; 底 部 ; 〃

試料は一般に無色澄明にして浮游物を含まず，定性試驗の結果「中性」なる河水にしてアンモニヤ及び硝酸鹽は極微量にして問題にするに足らざる程度である．

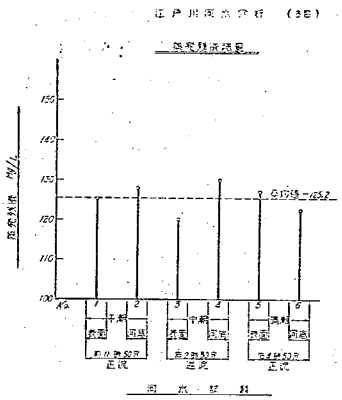
［2］ 蒸發殘渣（全固形物）の定量

此試驗は河水中に溶解せる全固形物の總量を定量したもので一定量の河水を全蒸發乾涸したる後，殘留せる殘渣を秤つたものである．其結果は表—8及び圖—5に示す．

表—8

試　料	蒸發殘渣 mg/l	
No. 1	125.2	平均値＝125.2
〃 2	125.6	
〃 3	120.0	
〃 4	130.0	
〃 5	127.4	
〃 6	122.8	

圖—5



表—8に示す如く蒸發殘渣は 120.0～130.0 mg/l の範圍であり，平均値は 125.2 mg/l にして前回（第2回試驗）に試驗した荒川河水の平均値 116.8 mg/l に類似し，又赤羽分所河水の 128.6 mg/l にも近似して居る．

普通の飲料水或は良水として許さるべき全固形物の許容量 100～500 mg/l と較ぶればその範圍内に位し而も其量は少量である．又滿，中，干の潮別及び正流，逆流の差別よりも殆んど相違を認めない．

［3］ 鹽素或は食鹽の定量

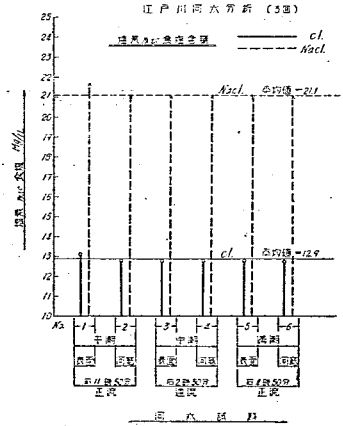
前回に報告したと同樣の方法に依り「モール法」に依り鹽素を滴定しそれより鹽化物をすべて食鹽と見做し食鹽の量を求めた．

試驗結果は表—9及び圖—6に示した．

表—9

試　料	位置及び潮別	鹽　素 (Cl) mg/l		食　鹽 (NaCl) mg/l	
No. 1	表面，干潮	13.1	平均値 12.9	21.6	平均値 21.1
〃 2	底部，干潮	12.8		21.0	
〃 3	表面，中潮	12.8		21.0	
〃 4	底部，中潮	12.8		21.0	
〃 5	表面，滿潮	12.8		21.0	
〃 6	底部，滿潮	12.8		21.0	

圖—6



此試驗結果を總括すれば次の如くなる．

（1）鹽素(Cl)の含有量は12.0～13.0 mg/l 即ち平均12.9mg/l にして，普通飲料水として許されて居る量 ≦30.0 mg/l の範圍內に位し飲料水として許されて居る赤羽分所荒川河水の 13.5 mg/l に良く類似して居る．一般に普通の河

水が含有して居る程度を超へない.

（2） 實測鹽素含有量より換算した食鹽（NaCl）含有量も平均値 21.1 mg/l にして赤羽分所の河水に類似し又次に述べる硫酸根（SO_3）の含量も少量なる所より見て河口より海水が混合して居る形跡は認められない.

（3） 更に各潮別，河深及び正流，逆流の影響に依る河水中の塩分含量の消長は殆んど認められない（圖—6參照）.

此事實は次に述べる硫酸根の定量試驗結果よりも同樣な事が言ひ得られる.

［4］ 硫酸鹽の定量及び硬度試驗

前回と同樣に河水中に溶解せる硫酸鹽の有する硫酸根（SO_3）を硫酸バリウム法により定量した.

此試驗結果は表—10に示す.

表—10

試料番號	SO_3 mg/l	
No. 1	29.2	
〃 2	29.7	
〃 3	28.8	平均値
〃 4	29.2	=29.6
〃 5	30.6	
〃 6	30.3	

此試驗結果に依ると硫酸鹽は SO_3 として 25.0～35.0 mg/l の範圍内にあり平均値＝29.6 mg/l にして飲料水或は良水として許されてゐる範圍 ≦100 mg/l 内に位し，又各潮別及び河の深度等の影響は認められない.

從つて此點よりも此河水は未だ海水の混入を全く受けざるものと認めることが出來る.

次に硬度（獨國硬度を以て示す）は標準石鹸溶液を用ひ「クラーク氏法」により試驗したるに，總硬度は 2.0～3.0 の範圍内にして通常の河水の硬度であり又，比較的軟水であることが認められた.

［5］ 試驗結果より見たる結論

（1） 檢水は無色透明にして浮游物少く混濁せず，又定性試驗の結果「中性」なる河水にしてアンモニヤ及び硝酸鹽の含量は極めて少く，又一般に有機性廢物等の混合による汚染を受けざる清純な河水と見做し得るものである.

（2） 蒸發殘渣，鹽素及び硫酸根の含有量はその平均値が夫々 125.2 mg/l，12.9 mg/l 及び 29.6 mg/l にして，通常良水或は飲料水として許されてゐる範圍内にあり從つて良水と見做し得るものであり，又鹽分含量は潮別，河の深度，正流及び逆流の流別によりその消長が殆んど認められない.

（3） 硬度は全硬度＝2.0～3.0 にして本河水は軟水なる淡水と認め得られるものである.

（昭和 13 年 5 月——1938）

新京濱國道多摩川架橋地點に於ける河水の水質化學試驗

福　島　彌　六

目　次

I. 第1次試驗（最惡水期の河水に就て）……（1）
［1］ 河水の採取點及び試料 ……（1）
［2］ 定性試驗 ……（2）
［3］ 水素イオン濃度の測定 ……（3）
［4］ 全固形物の定量及び分布 ……（3）
［5］ 塩素或は食塩の定量及び分布 ……（6）
［6］ 硫酸鹽の定量及び分布 ……（8）
［7］ コンクリート混捏用水としての附近井戸水の試驗 ……（10）
［8］ 要　約 ……（11）
II. 第2次試驗（常水期の河水に就て）……（12）
［1］ 河水の採取點及び試料 ……（12）
［2］ 定性試驗 ……（12）
［3］ 水素イオン濃度の測定 ……（13）
［4］ 全固形物の定量及び分布 ……（13）
［5］ 塩素或は食塩の定量及び分布 ……（15）
［6］ 硫酸鹽の定量及分布 ……（16）
［7］ コンクリート混捏用水としての考察 ……（17）
［8］ 要　約 ……（19）

I. 新京濱國道多摩川架橋地點の水質化學試驗

［第1次試驗報告　最惡水期］

試驗の目的

本試驗は內務省東京土木出張所東京新京濱國道事務所より依頼されたものである．其の目的は同所々管の第36號國道工事多摩川架橋地點の河水に就て，

（1） 河水の採集場所及び滿，中，干の潮時による水質の變化を化學試驗により確め，又河水中に於ける塩類の分布狀態を明かにし，同時に （2） 特にコンクリート構造物の侵蝕に影響する塩類を定量し，水質の之に及ぼす關係を調査試驗して，同所架設の橋梁橋脚コンクリート築造に就ての考察資料となすものである．

［1］ 河水の採取點及び河水試料

(1) 河水は多摩川工場にて多摩川橋梁架橋箇所（矢口の渡し附近）の河水を採り，其時期は昭和 12 年 9 月 6 日にして同日午前5時の滿潮時より同午後5時の滿潮に至るまで各滿，中，干の時期に分つて採集した．其位置は中央部と右岸河側部の2點を選び，河の上部，中部，底部とその深度を變へて採水した(圖—1 參照)．

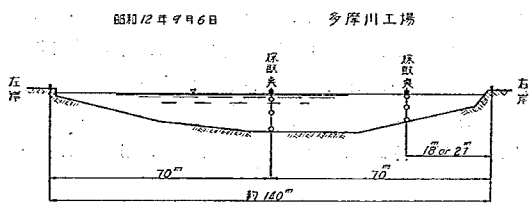
斯くして採集した河水試料は中央部 15 個，右岸河側部 15 個，計 30 個にして其量各約 41 である．

採水せる多摩川箇所の斷面略圖は圖—1 に表し且つ河水試料の試驗番號（No.），採取深度，時刻及び潮別の詳細は表—1 に示した．

表—1 河水採取の位置，深度及び時刻
（多摩川橋梁架橋箇所 昭和 12年9月6日．晴）

採取河水番號 No.	採取點（位置）	深度 (m)	採取時刻	平均水面高 (m)	潮別
1	中央	0.20	時 分 午前 5.07		
2	〃	1.60	5.20		
3	〃	3.20	5.25	+0.941	滿潮
4	右岸より18m	0.20	5.33		
5	〃	1.40	5.40		
6	〃	2.85	5.45		
7	〃	0.20	9.05		
8	〃	1.05	9.10		
9	〃	2.10	9.13	+0.186	中潮
10	中央	0.20	9.20		
11	〃	1.00	9.22		
12	〃	2.00	9.25		
13	〃	0.20	11.07		
14	〃	0.65	11.10		
15	右岸より27m	1.30	11.15	−0.680	干潮
16	〃	0.20	11.20		
17	〃	0.82	11.25		
18	〃	1.62	11.27		
19	右岸より18m	0.20	午後 2.13		
20	〃	0.85	2.18		
21	〃	1.70	2.20	−0.079	中潮
22	中央	0.20	2.24		
23	〃	0.87	2.27		
24	〃	1.75	2.30		
25	〃	0.20	5.00		
26	〃	1.60	5.05		
27	〃	3.20	5.08	+0.900	滿潮
28	右岸より18m	0.20	5.10		
29	〃	1.40	5.15		
30	〃	2.80	5.17		

圖—1
多摩川橋梁架橋箇所及其附近
水質試驗資料



(2) 此の他に，將來コンクリート構造物施工時に際し使用する

井戸水（9月6日午後4時採水）

上流井戸 水深 1m20

ビール瓶2本 (No. 1～2)

下流堤防寄井戸 水深 1m20

ビール瓶2本 (No. 3～4)

下流河寄井戸 水深 1m50

ビール瓶2本 (No. 5～6)

計6個を採取した．

[2] 定性試驗

(1) 河水試料にして中央部より採取したものは比較的清澄なるも，河側部のものは少量の有機性浮游物質を含み少し混濁して青味を帶びて居た．次に，總て試料水は多少の臭氣を帶び，同時に相當の鹹味を持つて居る．この檢査より河下に於ける廢水，不潔物質及び海水等の少量が潮により河水中に混合せるものと見做し得る形跡がある．

(2) 河水が「酸性」なるや「アルカリ性」なるやを檢査する爲めリトマス試驗紙に依る反應を檢査したるに，總ての試料水に就て反應なく略「中性」と見做し得る．

次に，硫化水素の存在を見る爲め醋酸鉛試驗紙による反應を檢したるに，少しも黑變反應を認めなかつた．從つて河水中より試料を採取する際に微にその一部に硫化水素臭のあるものを認めたが，時日の經過の內にその微量が逸散した爲か採水數日後に試驗した時は硫化水素の存在は無きものと認め得た．

(3) 此河水は又之を江戸川河水統制水門附近の千葉縣行德町河原地先の河水及本所の赤羽分所附近の荒川河水と比較す

ると，外觀檢査の結果臭氣と同時に相當の意味を有つて居る點で異なる．

［3］ 河水の水素イオン濃度の測定

(1) 此河水の「酸性度」は將來河中に築造さるべきコンクリート構造物の腐蝕に對する其耐久性に重大な影響を與へるものであり，上述の如き簡單な定性試驗結果のみで滿足し得られないので此「酸性度」を決定する爲め河水の水素イオン濃度の測定を行つた．

此方法は土木試驗所報告第 35 號に記載せるアンチモン電極による方法に據つた．

水素イオン濃度は普通に記號［P_H］にて表し，$P_H=7.0$ は完全な「中性」を表し $P_H<7.0$ は「酸性」，及び $P_H>7.0$ は「アルカリ性」を表すものである．

(2) 此試驗結果は表—2 及び圖—2 に表示した．

此結果から見ると各潮時により多少の變化はあるが，檢水試料 30 個の水素イオン濃度の平均値は $[P_H]_M=7.3$ である．從つて此河水は略「中性河水」或は「微弱アルカリ性」と見做し得る事を確め得た．

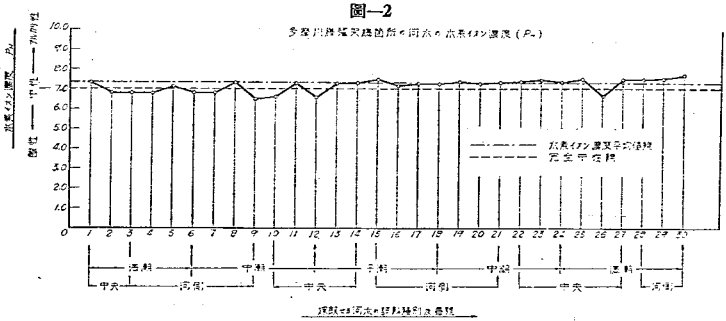
［4］ 全固形物の定量（蒸發殘渣の定量）

(1) 本試驗は豫め河水を濾過し，其濾過した河水の一定量に就て水分を悉く蒸發乾涸せしめ

表—2

檢水番號 No.	測定溫度 °C	水素イオン濃度 P_H	平均 P_H 値	潮別
1	21.2	7.3		
2	21.5	6.8		
3	20.0	6.8		滿潮
4	17.0	6.8		
5	16.7	7.1		
6	16.7	6.8		
7	16.6	6.8		
8	15.6	7.3		
9	16.7	6.5		中潮
10	16.7	6.6		
11	17.0	7.3		
12	15.5	6.6		
13	16.4	7.3	水素イオン濃度平均値 $[P_H]_M=7.283$ 卽ち $[P_H]_M\fallingdotseq7.3$	
14	17.4	7.3		
15	17.1	7.5		干潮
16	17.2	7.2		
17	17.5	7.3		
18	16.5	7.3		
19	16.8	7.4		
20	18.0	7.3		
21	18.0	7.4		中潮
22	18.1	7.4		
23	18.0	7.5		
24	16.0	7.4		
25	17.5	7.6		
26	17.7	6.7		
27	17.7	7.6		滿潮
28	18.2	7.6		
29	18.5	7.6		
30	18.6	7.7		

圖—2



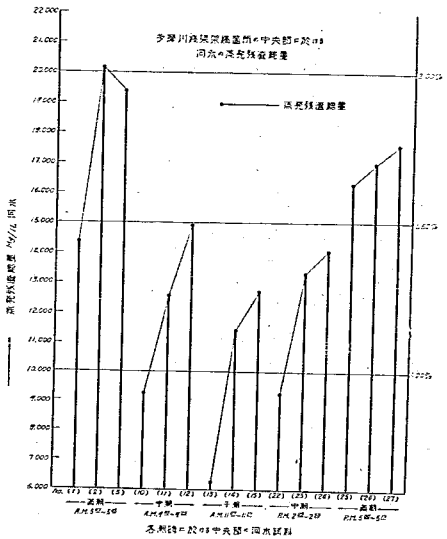
河水中に溶解して存在せる各種鹽類の總量を定量したものである.

其方法は日本藥學會協定法に據つて行ひ河水は中央部より採取せる試料と河側部よりのものとに分けて行つ

表—3 (A) 全固形物含量 (中央部)

檢水番號 No.	全固形物含量 mg/l 定量値	平均概値	全固形物含量百分率平均概値 %	潮別
1	14 360.0	18 000.0	1.80	滿潮
2	20 163.6			
3	19 363.8			
10	9 468.2	12 300.0	1.23	中潮
11	12 558.0			
12	14 909.0			
13	6 255.2	10 100.0	1.01	干潮
14	11 348.0			
15	12 698.0			
22	9 251.6	12 200.0	1.22	中潮
23	13 315.0			
24	14 029.0			
25	16 282.8	16 700.0	1.67	滿潮
26	16 980.6			
27	16 927.8			

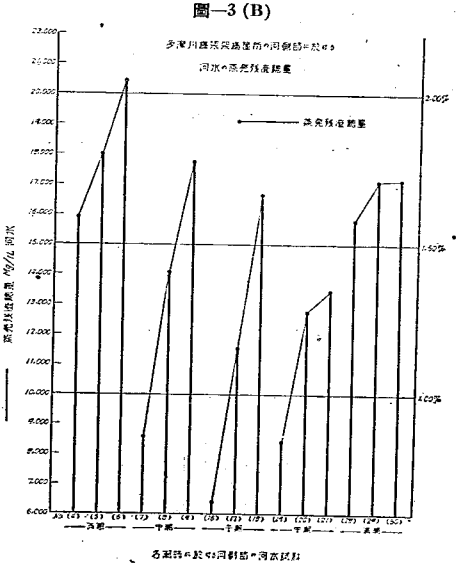
圖—3 (A)



表—3 (B) 全固形物含量 (河側部)

檢水番號 No.	全固形物含量 mg/l 定量値	平均概値	全固形物含量百分率平均概値 %	潮別
4	15 909.6	18100.0	1.81	滿潮
5	18 007.6			
6	20 454.8			
7	8 564.0	13500.0	1.35	中潮
8	14 098.8			
9	17 727.0			
16	6 399.6	11500.0	1.15	干潮
17	11 561.6			
18	16 673.6			
19	8 432.8	11400.0	1.14	中潮
20	12 762.0			
21	12 942.0			
28	15 837.2	16700.0	1.67	滿潮
29	17 127.2			
30	17 149.6			

圖—3 (B)



た(以下之に準ずる).

溶解せる各鹽類の總量，卽ち蒸發殘渣の總量は河水 11 中に含まれる mg(ミリ・グラム)數を以て表し，同時に百分率(%)にても表し，滿，中，干の各潮時に分けて其平均値を算出して置いた(以下之に準ずる).

(2) 此試驗結果は，表—3 (A) 及び表—3 (B) に表示し同時に圖—3 (A) 及び圖—3 (B) に表した. 此の內(A)は河の中央部の試料を，(B) は河側部の試料に就て行つた結果である(以下之に準ず).

此試驗結果を總括するに，

a. 中央部及び河側部に於ける含有鹽類の消長は兩部共に略同じ傾向を示して居る. 更に之を各潮時より見ると其消長に幾分の相違が認められる. 卽ち，

b. 一般に滿潮時は含有鹽類の量が多量にして 20,000～15,000 mg/l (2.00～1.50%) の範圍であり，干滿時には其含有量が最も少く 10,000mg/l (1.00%) 程度である. 中潮時は之等兩者の中間に位して 15,000～10,000 mg/l (1.50～1.00%) の程度である.

卽ち，この結果を概括的に纏めると河水の鹽類含有量の消長は次の如くなる.

滿潮時　20,000～15,000 mg/l　2.00～1.50%

中潮時　15,000～10,000 mg/l　1.50～1.00%

干潮時　10,000 mg/l　1.00%

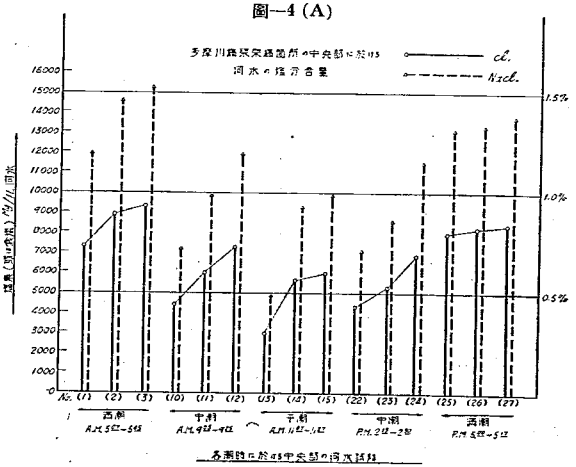
圖—3 (A) 及び圖—3 (B) は之等の鹽類含有量の消長を明に圖示したものである.

c. 各潮時に於ける河水の深度の差より之を見ると，一般に河の上部は鹽類の含量が少く，底部が最も多く，中部はその中間に位するものである傾向を有する事も此

表—4 (A) 鹽分含度 (中央部)

檢水番號 No.	鹽素 (Cl) 含量 mg/l		食鹽 (NaCl) 含量 mg/l		gr/100cc (%)	潮別
1	7269.3		11984.3			
2	8914.6	8500.0*	14696.8	14000.0*	1.40*	滿潮
3	9279.9		15298.9			
10	4397.0		7249.0			
11	6010.5	5900.0	9908.9	9700.0	0.97	中
12	7251.6		11955.0			
13	3031.8		4998.3			
14	5627.5	4900.0	9277.6	8100.0	0.81	干潮
15	5999.8		9891.4			
22	4315.5		7114.6			
23	5290.6	5500.0	8722.2	9100.0	0.91	中潮
24	6985.6		11516.6			
25	7978.5		13153.5			
26	8208.0	8200.0	13533.5	13500.0	1.35	滿潮
27	8386.3		13825.8			

圖—4 (A)

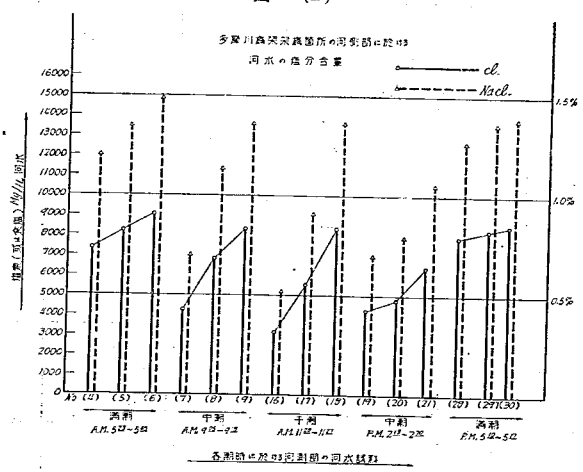


註　* を附せる數字は各潮時の實測定量値の平均概値を表したものである(以下之に準ず)

表—4 (B) 鹽分含度 (河側部)

檢水番號 No.	鹽素 (Cl) 含量 mg/l		食鹽 (NaCl) 含量 mg/l		gr/100cc (%)	潮別
4	7375.7	8100.0	1 2159.7	13500.0	1.35	滿潮
5	8209.0		1 3533.5			
6	9042.3		1 4907.3			
7	4290.7	6500.0	7073.7	10700.0	1.07	中潮
8	6879.2		1 1341.2			
9	8333.1		1 3738.1			
16	3163.0	5700.0	5214.6	9400.0	0.94	干潮
17	5567.2		9178.2			
18	8350.8		1 3767.3			
19	4273.0	5200.0	7044.4	8500.0	0.85	中潮
20	4822.6		7950.6			
21	6490.5		1 0552.0			
28	7801.2	8200.0	1 2861.2	13400.0	1.34	滿潮
29	8279.9		1 3650.4			
30	8386.3		1 3825.8			

圖—4 (B)



試驗結果より窺はれるものである.

此河水中に溶解せる鹽類の總量 (全固形物質の量) を上述の江戸川河水及び普通の飲料水の場合と比較すれば,

上記の江戸川河水……
100~150 mg/l
普通飲料水……
100~500 mg/l
檢水 (多摩川河水)……
10,000~20,000 mg/l

にして凡そ前 2 者の 40~100 倍程度にして, 其量は著しく多量である.

[5] 鹽素或は食鹽の定量

(1) 濾過して浮游物質を除いた河水の試料に就て日本藥學會協定法に據り鹽素の含有量を滴定法により實測し, その結果から鹽化物をすべて食鹽と見做し食鹽の量を求めた.

此試驗結果は表—4 (A) 及び表—4(B) に表示し, 同時に圖—4(A) 及び圖—4 (B) に圖示した.

此圖に於ては縱軸に鹽素及び食鹽の河水 1 l 中に含有せる mg 數, 並に之より換算した百分率 (%) を採り, 橫軸に各潮時別による河水試料を採つた. 實線は鹽素を, 點線は食鹽の量を表したものである.

(2) 試驗結果を總括して見ると, 食鹽分の分布は河の中央部と側部とに於て著しい差別がなく, 分布傾向は略同樣である. 然し各潮時別より之を見ると前述第 IV 章の蒸發殘渣量定量の場合と同じく滿, 中, 干潮により其含度に差別がある.

次に各潮時に於ける食鹽分の含度を比較すると次の如くになる.

		食鹽含量 mg/l	%
滿	潮	14000.0～13400.0	1.40～1.35
中	潮	10700.0～ 8500.0	1.07～0.85
干	潮	9400.0～ 8100.0	0.94～0.81

即ち，滿潮時に食鹽分が最も多く約 1.4 % を含有し，中潮時之に次ぎ約 1.0 % であり，干潮時最も少く 1.0 % 以下である．

河水は上記の程度の極めて多量の食鹽分を含有せるを以て著しい鹹味を有し河口より海水の鹽分が可成に混入せるものと認められる．

(3) 鑛つて，海水及び河水の鹽分含度に就て調べるに次の如くである．

a. 海水の一般成分は次のものである．

	mg/l	g/100÷%	
NaCl	27210.0	2.72	3.10 % (鹽分)
$MgCl_2$	3810.0	0.38	
$MgSO_4$	1660.0	0.17	0.39 % (硫酸鹽分)
$CaSO_4$	1260.0	0.13	
K_2SO_4	860.0	0.09	
$CaCO_3$	120.0	0.01	
$MgBr_2$	80.0	0.008	

次に昭和 10 年 8 月內務省衞生試驗所の試驗に據れる鎌倉，葉山，横濱及び羽田に於ける海水の鹽化物の含量を試驗した報告を表—5 に示す．

表—5　鎌倉，葉山，横濱及び羽田に於ける海水の鹽化物含量の試驗結果 *

海水採集の海岸		海水採取の場所 (岸より, m)	固形物總量 mg/l	Kundsen 氏法による 鹽素(Cl)量 mg/l	Kundsen 氏法による 總鹽化物含量 (NaCl, $MgCl_2$) mg/l	Kundsen 氏法による 總鹽化物含量 百分率概値 (%)	比重 15°/4°C
鎌倉	由比ケ濱	80	33300.0	18420.0	33300.0	3.330	1.02468
	滑川口	35	31350.0	17340.0	31330.0	3.133	1.02317
	材木座	80	33480.0	18520.0	33460.0	3.346	1.02480
葉山	一色	30	33920.0	18740.0	33860.0	3.386	1.02511
	森戸	40	33620.0	18610.0	33620.0	3.362	1.02492
横濱	本牧	90	31800.0	17560.0	31730.0	3.173	1.02347
	八王子	60	31100.0	17190.0	31060.0	3.106	1.02269
	間門	300	32850.0	18180.0	32840.0	3.284	1.02432
羽田	羽田海岸	1500	27030.0	14950.0	27010.0	2,701	1.01986

之に據ると鎌倉，葉山，及び横濱海岸の海水に於て鹽化物總量 (大部分は NaCl, 少量の $MgCl_2$ よりなる) 33860.0～31060.0 mg/l 即ち 3.39～3.10 % にして，羽田海岸のものは 27010.0 mg/l 即ち 2.70 % で幾分少く出て居る．

b. 河水の食鹽分含量に就ては，最近本試驗所にて試驗した結果は次の通りである．

註　* 此表は衞生試驗所彙報第 47 號 (昭和 10 年 8 月) より抜摘したものである．

	食塩含量
江戸川河水統制水門附近の行徳町河原地先の河水	64.0 mg/l 以下；0.007 % 以下
赤羽分所附近の河水	15.0 mg/l 程度；0.002 % 程度

之を多摩川河水試料に比較すると多摩川河水は著しく食塩含量が多量である.

(4) 之を要するに，本試料たる多摩川河水は相當の鹹味を有し，其含有する食塩分は附近の海水よりは少くその 1/2～1/3 程度であるが上述の一般河水と較べれば塩分著しく多量である.

從つて，本河水は附近海岸の海水と一方，潮により海水の侵入を受けざる河水との中間にあり，河口の海岸より幾分海水が侵入して河水と混じたる狀態にあるものと見做し得る.

NaCl 含度比較

海水	I 満	I 中	I 干	II 満	II 中	II 干	
3.1 %	1.4 %	1.0 %	1 % 以下	0.35 %	0.20 %	0.13 %	
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
1	1/2	1/3	1/3 以下	1/10	1/15	1/25	
		1/3			1/10～1/30		
↓					↓		
100 %		33.3 %			10 %～ 3.3 %		……海水
0 %		66.7 %			10 %～95.7 %		……淡水

[6] 硫酸鹽の定量

(1) 河水中（或は海水中）にコンクリート構造物を築造する場合にはコンクリートは，長年月の間に次第に河水中の無機鹽類の作用を受けて侵蝕される事は周知の事實である.

此侵蝕の程度は鹽類の種類及量によつて強弱がある. 今その強弱の程度に依つてを大別すれば，次の通りである.

強←――コンクリート侵蝕作用――→弱

(1) 「酸性度」	(2) 「硫酸鹽」	(3) 「硫化物」	(4) 「硝酸鹽」	(5) 「鹽化物」	(6) 「炭酸鹽」
↓	↓	↓	↓	↓	↓
游離酸溶解せる炭酸	硫酸曹達(加里) 硫酸石灰，硫酸マグネシウム，其他	硫化水素	硝酸曹達又は石灰 (但し硝酸アンモニヤは侵蝕性強大である)	食鹽 鹽化マグネシウム	炭酸石灰 其他
↓	↓	↓	↓	↓	↓
H^+—ion	Na_2SO_4, K_2SO_4, $CaSO_4$, $MgSO_4$ 等	H_2S 等	$NaNO_3$, $Ca(NO_3)_2$ 等 (NH_4NO_3 は例外)	NaCl, $MgCl_2$, $CaCl_2$ 等	$CaCO_3$, $MgCO_3$

上記の試驗に於て此の內 (1)「酸性度」，(3)「硫化物」，(5)「鹽化物」の定性及び定量試驗を行つたもので，次ぎにはその (2)「硫酸鹽」の定量を行つた.

「硫酸鹽」は上記の如く河水の酸性度に次いでコンクリート構造物に對して侵蝕作用の強い鹽であると認められて居るものである.

(2) 此定量は日本藥學會協定法により鹽化バリウム溶液により，硫酸バリウム ($BaSO_4$) を沈澱せしめ之を定量して硫酸 (SO_3) の量を算出し，同時に之より Na_2SO_4 及び $CaSO_4$ を算出した.

試驗結果は表—6 (A) 及び表—6 (B) に表示し，又圖—5 (A) 及び圖—5 (B) に圖示した.

其他の鹽類即ち硝酸鹽及び炭酸鹽等の測定は試料河水の量が不足したるを以て中止した. 之は第 2 次試驗に行

ふ事にする.

(3) 試驗結果を總括するに，食鹽の場合と同樣なる分布が認められるが其含量は遙に少量である.

之を全部硫酸曹達(Na_2SO_4)と見做して比較すると次の通りである.

	硫酸曹達含量 mg/l	%
滿潮	1700.0～1400.0	0.17～0.14
中潮	1400.0～1000.0	0.14～0.10
干潮	1200.0～1000.0	0.12～0.10

即ち其含量は滿潮時が最も多く，中潮及び干潮時には著しい差別がない.

(4) コンクリートの侵蝕に影響する鹽類に就て

1) 河水の「酸性度」は水素イオン濃度測定の結果略「中性」或は「微弱アルカリ性」なる事が解り，從つてコンクリートに有害作用をする游離酸類を含まない.

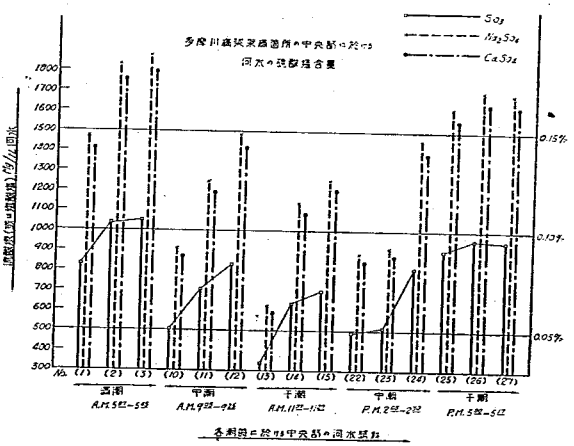
2) 「硫化物」として硫化水素の存在は本試驗に於てはその反應を認めず．然し河水の採集時にその微臭があつた處より場所により多少それが存在する樣にも考へられるが，その量は極めて微量と見做し得られる.

3) 「鹽化物」は河水としてその量が著しく多量である．これは海水の侵入による食鹽分に由來するものと考へられるものである．實際上一般に食鹽分のコンクリート侵蝕作用は弱勢であると考へられて居る.

表—6 (A) 硫酸鹽含量 (中央部)

檢水番號 No.	硫酸根 (SO_3) 合有量 mg/l		實測硫酸根より換算せる硫酸鹽の含量 Na_2SO_4 mg/l		$CaSO_4$ mg/l	潮別
1	831.6		1475.5		1413.9	
2	1032.8	980.0	1832.5	1400.0	1756.0	滿潮
3	1058.1		1877.5		1799.0	
10	509.9		904.6		866.9	
11	704.7	680.0	1250.4	1200.0	1198.2	中潮
12	836.7		1484.5		1422.5	
13	347.5		616.6		591.0	
14	644.4	570.0	1143.3	1000.0	1095.6	干潮
15	706.6		1253.7		1201.4	
22	498.6		884.7		847.7	
23	512.3	610.0	909.0	1000.0	871.0	中潮
24	816.8		1449.2		1388.7	
25	912.0		1618.2		1550.6	
26	959.8	940.0	1703.0	1700.0	1632.0	滿潮
27	954.2		1693.0		1622.4	

圖—5 (A)

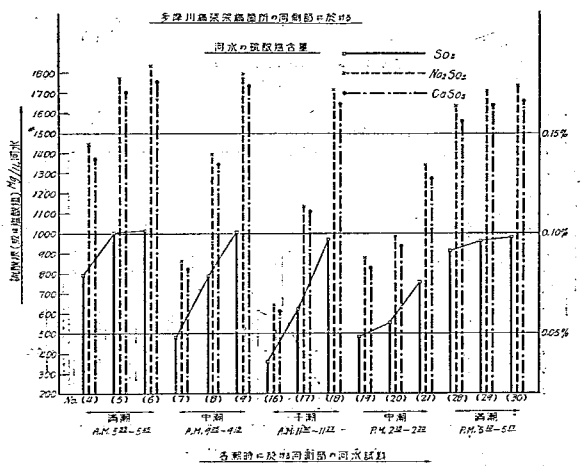


4) 「硫酸鹽」は上記の「鹽化物」と同樣に海水の混入に由る爲か相當に含まれて居る．此鹽はコンクリート侵蝕作用の强力なるものと考へられて居るものなる故に，此河水にコンクリートを施工する場合は河水に硫酸鹽が相當に存在する事に注意する要がある.

表—6 (B)　硫酸鹽含量（河側部）

檢水番號 No.	硫酸根 (SO_3) 含量 mg/l		實測硫酸根より換算せる硫酸鹽の含量 Na_2SO_4 mg/l		$CaSO_4$ mg/l	潮別
4	799.4		1418.4		1359.2	
5	1004.0	950.0	1781.5	1700.0	1707.1	滿潮
6	1039.0		1843.6		1766.6	
7	484.2		859.1		823.2	
8	794.3	770.0	1409.4	1400.0	1350.6	中潮
9	1024.3		1817.4		1741.6	
16	360.2		639.0		612.4	
17	626.2	650.0	1142.5	1200.0	1094.8	干潮
18	969.2		1719.8		1648.0	
19	492.0		873.0		836.5	
20	553.4	600.0	982.0	1100.0	941.0	中潮
21	756.1		1341.6		1285.6	
28	919.0		1630.7		1562.6	
29	964.2	950.0	1710.9	1700.0	1639.5	滿潮
30	976.2		1732.2		1660.0	

圖—5 (B)



多摩時に於ける河側部の河水試料

5)「硝酸鹽」及び「炭酸鹽」は試料の量の不足により定量せず.

要するに，此河水は海水の混入せる河水と認められるもので從つて相當量の鹽化物と硫酸鹽とを含有するものである．依つて河中にコンクリートを施工する場合條件は略海水中にてコンクリート施工する條件と考ふれば充分である．

[7] 井戸水の分析試験

檢水試料は [1] (2) に記載せる如く次の 6 個である．

上流井戸……
　試料番號 No. 1, No. 2
下流堤防寄井戸……
　試料番號 No. 3, No. 4
下流河寄井戸……
　試料番號 No. 5, No. 6

此試料に就て蒸發殘渣總量，鹽素及び硫酸鹽を定量せる結果は次の通りである．

a. 蒸發殘渣總量 20～50 mg/l

No. 1　18.5 mg/l
No. 2　19.7 mg/l
No. 3　24.1 mg/l
No. 4　15.0 mg/l
No. 5　28.4 mg/l
No. 6　25.3 mg/l

(普通の飲料水の最大限度 100～500 mg/l)

b. 鹽素含量　6～15 mg/l

No. 1　15.2 mg/l　No. 3　5.3 mg/l　No. 5　21.3 mg/l
No. 2　19.5 mg/l　No. 4　6.0 mg/l　No. 6　21.3 mg/l

(飲料水或は良水としての限度 4.0～30.0 mg/l)

c　硫酸鹽含量（SO_3 及び $CaSO_4$ として，SO_3 mg/l　$CaSO_4$ mg/l

No. 1	12.3	21.0
No. 2	13.0	22.0
No. 3	18.2	31.0
No. 4	11.0	19.0
No. 5	18.5	31.5
No. 6	20.2	34.4

（10～20 mg/l）

（良水としての最大限度（SO_3）80～100 mg/l）

此試驗結果を總括するに此井戸水は透明，無臭，無味，「中性」なる水で且つ含有せる鹽類の量も少く普通良水としての限度內にして良水と認められるものである．

コンクリート工事に際し此井戸水を混捏用水として使用するも差支へなきものと考へられる．

［8］要　　約

（1）試驗に供したる河水は微かな臭氣と相當の鹹味とを有し，之を江戸川河水及び荒川河水と比較すると浮游物質及び溶解せる鹽類の量が多い．之より河口の廢水及び不潔物或は海水の一部が混合せる河水と見做し得らる．

（2）試料河水には硫化水素の存在は認めず，又「酸性度」は水素イオン濃度測定の結果，平均 $[P_H]_M=7.3$ にして略「中性」或は「微弱アルカリ性」なる河水と認め得るものである．

（3）河水中に溶解せる無機鹽類の總量は，之を江戸川河水及び普通飲料水と比較すれば著しく多量である，その分布は中央部と河側部に於ては大差なきも滿，中，干の潮の差による差別を認め得られる．一般に滿潮時は多く，干潮時は少く，中潮時はその中間にある．この消長關係は圖に示せる如く明瞭に表はれて居る．

（4）河水の鹽分の含量は附近の海岸の海水よりは少く其 $^1/_3$～$^1/_{30}$ 程度であるが，然し一般の河水に較べれば著しく多量である．其潮による分布の消長は（3）に述べた事と其軌を同じうして居る．

從つて此河水は潮の影響を相當に受け，一部の海水が侵入して河水と混合して居る狀態にあるものと認め得るものである．

（5）本河水は又著量の硫酸鹽を含有す．然しこれは河源の地質又は上流より溶解せるものでなく，海水混入の爲め其中の硫酸鹽が混合したものと見做されるものである．

（6）硫酸鹽は他の鹽類に比しコンクリートの侵蝕性の強いものである故に，コンクリート施工に際し此の影響に就て配慮するを要す．

（7）井戸水は分析の結果，其の含有する鹽類が非常に少く普通良水として認められる程度のものである．從つて，コンクリート工事用水として此水を使用するも差支へないと考へられる．

［附　　記］

此河水は最も惡水期の9月6日に採水した河水に就て行ひ，水質の最も惡い時期に行つた試驗結果である．

從つて之により一般常期の場合を論じ得ざるは勿論である．

此地點の河水に就ては，それが常期の狀態に復するを待つて第2次試驗を行はんとするものである．

此試驗を行ふに當り，多摩川工場の小澤技師，川村氏及び本所の影山氏を煩したる事大である．附記してその勞を謝するものである．

（昭和 12 年 11 月—1936）

II. 新京濱國道多摩川架橋地點の水質化學試驗

［第2次試驗報告 常水期の河水］

試驗目的

本試驗は內務省東京土木出張所新京濱國道事務所より依頼されたるものにして，其目的及び試驗調査事項は第1次試驗の場合と同樣である．第2次試驗は第1次試驗に引續いて行つたもので，第1次試驗は多摩川の最も惡水時期の河水に就て試驗し，第2次試驗は常水時期の河の中央部に於ける河水を試驗したものである．

［1］ 河水の採取及び試料

河水は多摩川工場にて多摩川橋梁架橋箇所（矢口の渡し附近）の河水を採り，其時期は昭和12年11月20日の晴天時にして，其位置は中央部のみを選び滿，中，干の各潮時に於て河の上部，中部，底部と深度を變へて採水した．試料はNo. 1～No. 15 の 15 個にして其量各約4l である．

試料を採取した潮別，深度，時刻，平均水平面高を表示すれば 表—7 の如くである．

表—7 （多摩川河水中央部）

試料番號	深度	時刻	平均水面高	潮別
No. 1 AB	0.20 m	午前 8.25～ 8.35		
No. 2 〃	1.50	〃 8.15～ 8.20	＋ 0.829	滿潮
No. 3 〃	3.00	〃 8.00～ 8.10		
No. 4 〃	0.20	〃 11.00—11.03		
No. 5 〃	1.00	〃 10.55—10.57	＋ 0.153	中潮
No. 6 〃	2.00	〃 10.45—10.50		
No. 7 〃	0.20	午後 2.07— 2.10		
No. 8 〃	1.00	〃 2.13— 2.15	－ 0.170	干潮
No. 9 〃	2.00	〃 2.17— 2.20		
No.10 〃	0.20	〃 4.10— 4.14		
No.11 〃	1.35	〃 4.20— 4.22	＋ 0.933	中潮
No.12 〃	2.70	〃 4.24— 4.25		
No.13 〃	0.20	〃 6.30— 6.32		
No.14 〃	1.50	〃 6.35— 6.38	＋ 0.963	滿潮
No.15 〃	3.00	〃 6.40— 6.45		

附記．各試料 A，B は殆んど同一物にして，試驗に於ては之を合して1試料として行つた．

［2］ 定性試驗

河水の採水時には此河の觀察を行ひ，又各試料に就ては鹽類の定量試驗をするに先だつて河水の色，臭氣，清濁を檢査し及び試驗紙並に試藥による反應を見た．

1. 河水の採水は第1次試驗採水の惡水時と全く異り河の常水時に行つたもので，河は清澄な狀態にして混濁せず，臭氣なく，浮游物少く透明にして河上の船より底部の砂礫を明にのぞき得る程度の狀態であつた．
2. 從つて試料河水は一般に無色，無臭にして浮游物及び混濁が少く透明であるが相當の鹹味を有して居る．
3. 試驗紙及び試藥による定性試驗の結果は，

リトマス試驗紙及び醋酸鉛試驗紙に依る反應は全く無く，從つて略「中性」な河水にして硫化水素等を含ま

ざるものと認められる.

ネツスラー試薬に依ると直に淡黄色～淡黄褐色を示す所より見ると，微量のアンモニアが存在するものと認め得らるゝが，其程度は考慮を要する程のものではない.

更に硝酸銀溶液に依ると直に多量の白濁を生じ然る後著しい鹽化銀の沈澱を生ず．從つて興味のある點及び此反應により河水中には著量の鹽化物或は食鹽を含有するを認められる.

[3] 河水の水素イオン濃度の測定

(1) 多摩川橋梁架橋地點に於ける河水の酸性度は將來築造されるコンクリート構造物が受ける侵蝕に重大な影響があると同樣に，附近の工場地域より酸性なる工場廢水を此河に放出し居るや否やを判定する一助ともなるを以て，河水の水素イオン濃度を測定して其酸性度或はアルカリ性度を定めた.

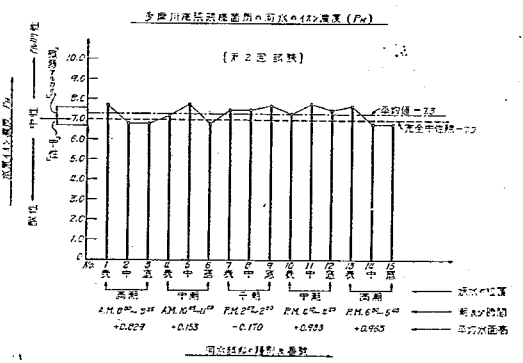
此方法は獨逸メルク社製ユニバーサル指示藥を使用して比色法によつて測定した．測定溫度はすべて 14.5°C である.

2. 此測定結果は 表—8 及び 圖—6 に表示した.

表—8 檢水（中央部）の水素イオン濃度 P_H

檢水番號 No.	水素イオン濃度 P_H 實測値	平均 P_H 値	潮別
1	7.7		
2	6.8		滿潮
3	6.8		
4	7.2		
5	7.8		中潮
6	6.8	$[P_H]_M = 7.31$	
7	7.5	卽ち	
8	7.5	$[P_H]_M \fallingdotseq 7.3$	干潮
9	7.7		
10	7.3		
11	7.8		中潮
12	7.5		
13	7.7		
14	6.8		滿潮
15	6.8		

圖—6



表—8 及び 圖—6 に示す如く，河水の水素イオン濃度の範圍は $P_H = 6.8 \sim 7.8$ にして其平均値は $[P_H]_M = 7.3$ である．卽ち此結果，河水は「中性」或は「微弱アルカリ性」である事を確め得た.

從つて現在の狀態に於ては河水は潮により僅に差はあるが，「中性」或は「微弱アルカリ性」の河水と見做され，此點より見た所ではコンクリート構造物に對する侵蝕の影響は無く又附近の工場地域より酸性廢水を著しく流出して居るとは認められない.

同時に亞硫酸及び炭酸瓦斯或は植物の腐蝕による有機性腐蝕酸等は，殆んど問題にする程度には含まれてないと見做し得られるものである.

[4] 全固形物（蒸發殘渣）の定量

(1) 本試驗は濾め河水を濾過し其一定量に就て水分を悉く蒸發乾涸して，河水中に溶解存在せる各鹽類固形

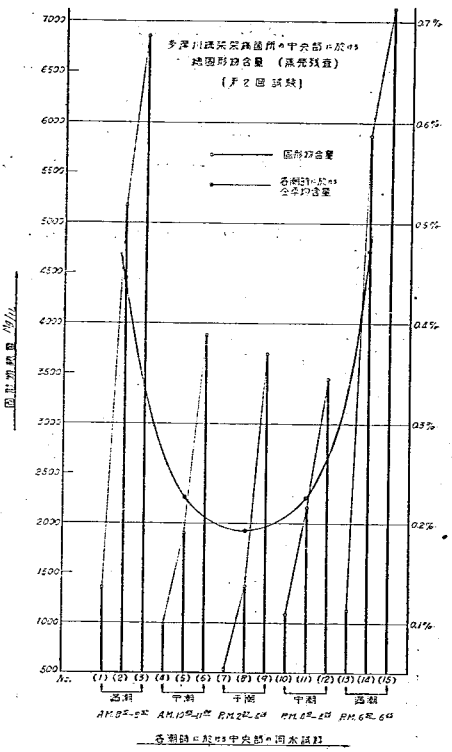
物の總量を定量したものである．其方法は日本藥學會協定法に據り總量は河水 1l 中に含まれる mg (瓦) 數即ち mg/l にて表し，滿，中，干の各潮時に分けてその平均値を算出して置いた事はすべて前回第1次試驗の場合と同樣である(以下之に準ずる)．

(1) 此試驗結果は 表—9 及び 圖—7 に表示した．

表—9　蒸發殘渣總量 (中央部)

檢水番號 No.	蒸發殘渣總量 mg/l 測定値	平均概値	平均概値 百分率	潮別
1	1354.8			
2	5173.2	4460.0	0.45%	滿潮
3	6856.0			
4	998.0			
5	1898.0	2260.0	0.23%	中潮
6	3874.8			
7	505.6			
8	1470.0	1930.0	0.19%	干潮
9	3724.4			
10	1090.4			
11	2165.6	2240.0	0.22%	中潮
12	3450.0			
13	1120.0			
14	5861.6	4710.0	0.47%	滿潮
15	7144.8			

圖—7



a.　中央部に於ける含有鹽類總量の消長は滿，中，干の潮別により相當の相違が認められる．即ち滿潮時は最大で，干滿時は最小にして中潮時はその中間に位して居る．此の測定値より算出した平均概値の範圍を各潮別に記すると次の通りである．

滿　潮　　4460～4710 mg/l ;　0.45～0.47 %
中　潮　　2240～2260 mg/l ;　0.22～0.23 %
干　潮　　1930 mg/l ;　0.19 %

b.　各潮時に於ける河の深度の差より見るも，常に河の上層部は鹽類の含量が最も少く，底部最も多く，中部はその中間にある傾向の認められる事も第1次試驗結果と同樣である．

c.　上記の各潮時に於ける含有量を前回第1次試驗の最惡水時の場合のそれと比較すると，滿潮時に於ては第1次試驗の滿潮時 20000～15000 mg/l (2.00～1.50 %) に對し，第2次試驗の常水期に於ては著しく減少し凡そ前者の 1/4 程度に減少して居る．更に干潮時に於ては前者の 10000 mg/l (1.00 %) の 1/5 程度に，又中潮時に於ては前者の 15000～10000 mg/l (1.5～1.0 %) の 1/5 程度に著しい減少をして居る事が認められる．

從つて常水期に於ては河水中に溶解せる鹽類の總量は著しく減少し，最惡水時の場合の凡そ 1/4～1/5 に減少したものと言ふ事が出來る．

d. 圖—7 は各潮時に於ける試料に就て蒸發殘渣の測定結果を圖示したもので，各潮時の平均値を連結すれば干潮時を底部とせる拋物線狀の曲線が得られた．

［5］ 鹽素或は食鹽の定量

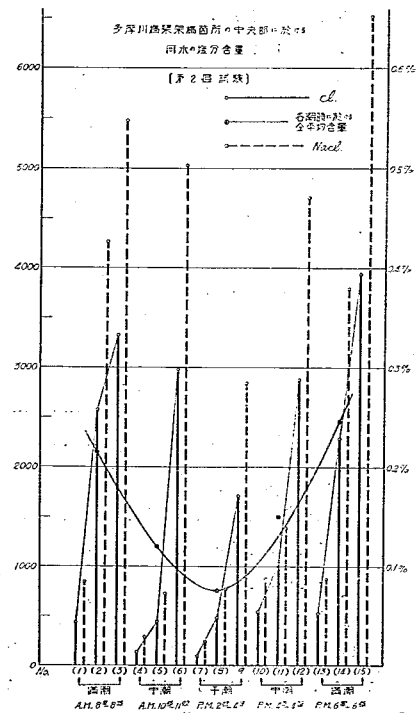
(1) 日本藥學會法により鹽素の含有量を容量法にて實測し，其結果より鹽化物をすべて食鹽と見做してその量を求めたことはすべて第1次試驗の場合と同樣である．

此試驗結果は表—10，圖—8 に表示した．

表—10　鹽分含度（中央部）

檢水番號 No.	鹽素含有量 Cl mg/l（實測値）		實測値より換算せる食鹽含有量 NaCl mg/l		NaCl 百分率概値(%)	潮別
1	503.5	*	830.1	*		
2	2592.1	2140.0	4273.4	3530.0	0.35%	滿
3	3321.2		5475.4			
4	168.8	*	278.3	*		
5	432.6	1200.0	718.3	2020.0	0.20%	中
6	3004.9		5048.2			
7	141.8	*	233.8	*		
8	463.1	780.0	763.5	1280.3	0.13%	干
9	1724.8		2843.5			
10	529.1	*	872.2	*		
11	1094.3	1500.0	1804.0	2470.0	0.25%	中
12	2870.8		4732.9			
13	531.9	*	876.9	*		
14	2290.7	2260.0	3776.5	3730.0	0.37%	滿
15	3966.6		6539.3			

圖—8



(2) 此試驗結果を總括して見ると，

a. 鹽分の消長は前述の蒸發殘渣の場合と同樣に滿，中，干の各潮別によりその含量に明に差別が認められて居る．又深度の差より見るも上層部は比較的に少く，底部が最も多く，中部はその中間にある事も同樣な傾向を示して居る．

b. 次に食鹽の平均概値の範圍を各潮別に記すると次の通りである．

滿　潮　3530～3730 mg/l；0.35～0.37 %
中　潮　2020～2470 mg/l；0.20～0.25 %
干　潮　1280 mg/l；0.13 %

註　* の附せる數字は各潮時の平均概値を示したものである．

卽ち滿潮時最も多く，中潮時之に次ぎ，干潮時は最も少い．

之れを前回試驗成績卽ち滿潮時の鹽分約 1.4％，中潮時の 1.0％，干潮時の 0.8％ と比較すると第 2 次試驗の常水期のものは滿潮時に凡そその 1/4，中潮時は 1/4～1/5，干潮時は 1/6 程度に著しい減少を表し結局總括的に見て常水期に於ては最惡水期に比して鹽分の含度が平均 1/5 程度に減少して居ると認め得られる事になる．

c. 然し一方此河水は常水期に於てすら普通の淡水なる河水の鹽分（30 mg/l 以下）に比すれば依然著しい鹽分を含有するものであると見做し得られるもので，今中潮時の鹽分 0.20％ を平均鹽分と見做し，之を橫濱及び羽田地方の海岸の海水の鹽化物含量平均値 3.1％ と比較すると凡そ 1/15 以下に當る．

從つて本河水は常水時に於ても河口より幾分の海水が侵入して，河水と混じたる狀態にあるものと見做し得られるものである．

d. 圖—8 は前記の蒸發殘渣の場合と同樣に各潮時に於ける試料の鹽分の消長を示したもので，其の鹽分含量の平均値を連結すれば略同形の拋物線狀の曲線が得られ，之より各潮時の鹽分の消長が明瞭に表れて居る．

e. 最後に第 1 回の異狀惡水期と第 2 回の常水期との場合の鹽化物含量の概値を比較して海水混合の程度を比較して見ると次の割合が得られる．

	橫濱，羽田海岸	多摩川橋梁架橋地點 惡水期（第 1 回）			多摩川橋梁架橋地點 常水期（第 2 回）		
	海水	滿	中	干	滿	中	干
鹽化物含量概量 →	3.1％	1.4％	1％	1％以下	0.35％	0.20％	0.13％
比　率 →	1	1/2以下	1/3	1/3以下	1/10	1/15	1/25
			1/3			1/10～1/25	
百分比率 →	100％		33.3％			10～ 4％	
海水混合割合 海水	100％	……	33.0％	……		10～ 4％	
海水混合割合 淡水	0％	……	67.0％	……		90～96％	

卽ち，

新京濱多摩川橋架橋地點に於ては，夏期上流の河水が著しく枯渇し大潮により河口より海水が侵入した惡水期に於ては約 1/3 の海水が混合し，通常の常水期に於ても潮に依り海水の侵入が見られ，約 1/10～1/25（10～4％）の海水が混合せる狀態にあると見做し得られるものである．

［6］ 硫酸鹽の定量

(1) 前回の報告に記載せる如く，硫酸鹽は海水或は本河水の如き海水の混合せる河水に於ては，鹽化物と共に常に相當に存在するものにして，之が長期間に於いてコンクリート構造物の侵蝕の原因をなすものである．今前回と同樣なる方法に依つて硫酸根（SO_3）の量を定量し同時に之より Na_2SO_4 を算出した．

此試驗結果は表—11 及び圖—9 に示した．

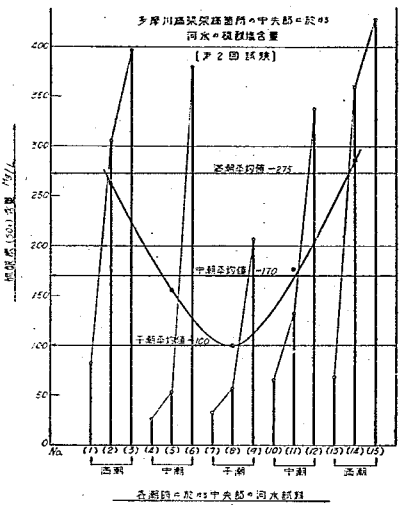
(2) 試驗結果を總括するに，前の食鹽（NaCl）或は鹽素（Cl）の場合と同樣に，各潮別により分布，消長が認められるが其含有量は遙に少量である．

次に硫酸根（SO_3）の分布を各潮別に記載すると次の通りである．

表—11　硫酸根含量(中央部)

檢水番號 No.	硫酸根含有量 mg/l 實測値 (SO_3)		硫酸曹達の含量 (計算値) Na_2SO_4 mg/l		潮別
1	81.6		144.8		
2	306.8	262.0	544.4	464.6	滿潮
3	397.1		704.6		
4	26.4		46.8		
5	52.4	156.0	93.0	277.6	中潮
6	390.6		693.0		
7	32.7		58.0		
8	58.3	99.0	103.4	175.6	干潮
9	206.0		365.5		
10	65.2		115.7		
11	132.3	179.0	234.7	317.1	中潮
12	338.6		600.8		
13	66.9		118.7		
14	360.6	285.8	639.8	507.0	滿潮
15	429.8		762.6		

圖—9



	第2[1]回試驗(常水期)	第1回試驗(最惡水期)
滿潮……SO_3	260～290 mg/l (275)	980～980 mg/l (980)
中潮……SO_3	160～180 mg/l (170)	610～680 mg/l (675)
干潮……SO_3	100 mg/l (100)	570 mg/l (570)

上記の結果より常水期の場合と最惡水期の場合とを比較して見ると，常水期の場合は滿及び中潮期に於て約 1/4 以下に減少し，干潮時に於ては約 1/5 以下に著しく減少を示して居る事が認められる．

從つて常水期に於ては本河水は海水の混入が遙に少く，依つて海水により河水中に混合せる硫酸鹽も著しく少量であると認める事が出來る．

(3) 圖—9 は各潮時に於ける河水の硫酸根 (SO_3) 含量の消長を圖示したもので，各潮時の平均擾値を採つて見ると，

滿潮平均値＝275；中潮平均値＝170，干潮平均値＝100 mg/l

である．又平均値を連結すると前述と同樣に抛物線狀の曲線をなして居る．

[7] コンクリート混捏用水としての考察

コンクリート構造物を侵蝕する水の硫酸鹽の濃度に就て調べて見ると，濃度の大小は直接侵蝕の程度に關係する．極く稀薄な場合を除いて，或程度の濃度を越すと長期間にコンクリートを相當に侵蝕する多くの實例が知られて居る．

A　實際工事の場合のかゝる影響をする硫酸鹽含有水の硫酸 (SO_3) 濃度の限界値に就ての調査事項を調べて見ると次の例がある．

卽ち

a.　Spuvey 及び Herrmann に依ると，

300 mg/l (0.03 %) の場合は普通ポルトランド・セメントは侵蝕される虞あるを以て，比較的に低石灰のポルト

ランド・セメント（例，高珪酸型ポルトランド・セメント）を使用するが良く，時に，500 mg/l (0.05 %) 以上には高爐セメント，珪酸質セメント等のポルトランド・セメント等のものを使用するを可なりとして居る．

b. R. Grün に依ると，

100 mg/l (0.01 %) の場合は貧配合コンクリートは相當の作用を受けるを認め，500～600 mg/l (0.5～0.6 %) では富配合コンクリートで表面に保護層を施す要ある事を認めて居る．

c. ベルリン材料試驗所に依ると，

70～130 mg/l の場合で普通ポルトランド・セメントを使用した場合は可成の侵蝕を受けるとなして居る．

而して一般に河水或は流水にして一般に 70 mg/l (SO_3) 以上の硫酸鹽を含有して居る場合は，施工すべきコンクリートに就て一應の試驗調査をなし一方施工方法に充分の注意が必要と認めて居る．

之を要するに，此限界値に就ては未だ確たる數値を見出し難い狀態で，コンクリートの配合，使用セメントの品種，疎密，及び水壓，流速その他現場の施工注意狀態に依つて可成の差異が認められて居るものである．

最後に，假に此限界値＝300～100 mg/l と見做すと表－6 及び 表—11 と參照して，本河水は常水期の場合はその限界内にある故に僅に侵蝕作用の影響があると考へられ，次いで悪水期の場合は遙に夫れより多く，相當の影響があるものと考へられる．

B．コンクリート混捏用水に就て

河水，海水，沼水，下水及び鑛水等の多數の天然水に就てそのコンクリート混捏用水の適否に關しては R. Grün の調査及びシカゴ市土木材料研究所の Duff Abrams 教授の廣般なる研究がある．

(Concrete Vol XIX, 1924; Proceedings of the American Concrete Institute, Vol. LXX, 1924.)

玆に同氏の研究の概略及び結論を記述するに次の通りである．

混捏用水の適否の比較試驗に使用した試料水は河水，海水，沼水，下水，工場廢水，硫酸鹽含有水等總計 68 種である．

供試體は 1—4 コンクリート混合物で之に混和水量を種々に變へて，稠度比を 0.90～1.50 の範圍にしたものである．[稠度比とは水量の決定に際してコンクリートのスランプ 1/2～1 吋のものを標準稠度として之を單位と定め，之に對して或コンクリートの水量の比をとつて表したものを云ふ]．

試驗期間は 3 日～2 1/2 年に亘り其間 3 日，7 日，28 日，3 月……2 1/2 年の各期日に强度試驗（主に壓縮强さ）をなし，之と清水混合のものとの比較をして强度比（百分率）を求め斯くして夫々强度を比較した．强度の限界として强度比 85% を限界値と見做し，85% 以上のものを適當，其以下のものを不適當と見做した．又一部の供試體に就ては實驗結果より大體混捏用水の水質がコンクリート强度に及ぼす影響は供試體の 28 日の强度比を比較して判定し得る事が解つたので 28 日の强度比を比較した．

此試驗より得た結論の大要は次の如くである．

1. 大多數の天然水は其起源，場所に依り水質に鹽類含量の多少，硬軟，汚染の差はあるが，概してコンクリート混捏用水として適當する．

但し特に酸性の著しい水，タンニン及びペイント工場廢水，特に硫酸鹽の多いコロラド地方の鑛水及び河水，5% 以上の食鹽を含む水は强度が限界値以下なる故に不適當である．

2. 普通の河水，下水及び廢水等の臭氣並に汚染による外觀上の色は混捏水の適否を判ずる何等の根據とならない．外觀上甚だ汚染混濁せる水も極めて良結果を與へるものが多い．飲料水が混捏用水として適するは勿

論である.

3. 沼澤水が一般に不適當なものと從來考へられて居たが, 之も一般に成績が良く强度 90 % 以下に下るものは稀である.

4. 硫酸鹽含有水で SO_4 1.0 % (SO_3……0.89 %) 程度の水は何等特別の惡影響を認めない. 例へば 0.5 % SO_4 (0.45 %……SO_3) 濃度のもので强度減少は 4 %; 1.0 % のもので 10 % 減少の程度である. (但し硫酸根 SO_3 はそれが結合する金屬の種類により侵蝕性に强弱がある. 例へば $MgSO_4$, Na_2SO_4 は侵蝕性が極めて强く, $CaSO_4$ は極めて弱いものである.)

5. 海水 (NaCl……3.5 %) 混合のものは, 濕室養生に於ては清水混合のものに比し 3 日及び 7 日に於てはむしろ强度の增加が認められるが, 28 日以上に於ては 80~88% に減少する. 一方空中養生のコンクリートの場合は 3 ケ月までは少しく强度減少を見たが, 其以後には强度の恢復が認められ長期間には全く清水混合のものと同强度になる.

人造海水で試驗した場合も天然海水の場合と同樣であつた.

6. 20 % 食鹽含有の水を用ひた時は 28 日及びその以後に强度が 65~77 % に減少するを確めた. 此水は混捏用水として不適當であるが, 若し使用すれば强度 30 % 減少を豫期する必要がある.

7. 0.15 % 硫酸曹達 (SO_3……0.085 %) 及び 0.15 % 食鹽 (Cl……0.09 %) を含有する水を使用した場合は, 通常清水を使用した場合と變りなく何等の惡影響を認めない. 一般に河水, 下水或は河源より硫酸鹽を含む河水等を使用した場合は 2 1/3 年後に於ても充分の强度を示し强度比 90 % を保つて居る.

8. 鑛山水及び一般の鑛水はコンクリート用水と使用して一般に結果良好であるが, 然し特に炭酸泉は强度比 80 % に減少するを認められる故に不適當である.

石炭及び石膏鑛山よりの排水も結果は良好である.

9. 一般の都市の下水を混ぜる河水は清水と同樣にコンクリート用水に使用して差支へない.

例へばシカゴ市の下水を多量に含むイリノイ河水の或ものを使用した處によると, 濕室養生にて 28 日及び 3 ケ月の强度比 83~85 %, 然るに空中養生のものは 92~102 % の良成績を示して居る.

10. 砂糖及び類似物質を含む水はコンクリートの硬化を致命的に妨げる故に, 此種の水の使用は嚴禁する要がある.

最後に, 上述の結論 2, 4, 5, 7 及び表—10, 表—11 を參照して考へるに, 本河水は常水期に於ては其中潮及び干潮時の河の上部及び中部の水はコンクリート工事に際して, 混捏用水として使用して差支へないと認め得られるものである.

[8] 要　約

(1) 常水期の河水は一般に無色, 無臭にして惡水期のものに比して著しく浮游物及び混濁が少く淸澄であるが, 唯一般の淡水に比して相當の鹹味を有す.

(2) 中性或は微弱アルカリ性河水 (P_H=7.3) にして游離酸類及び硫化物等を含有せる形跡は無い. 從つて現在の狀態に於ては, 附近の工場及び都市よりの工場廢水或は下水の混合により水質が變化されて居る事は認められない.

(3) 河水中に溶解せる無機鹽類の量は普通の河水或は上水用河水と較べれば著しく多量である. 其量は滿潮 4500~4700 mg/l (0.45~0.47 %), 中潮 2200~2300 mg/l (0.22~0.23 %), 干潮 1900 mg/l (0.19 %) の程度であ

る．其含量の分布は滿，中，干の潮別により明に消長が認められ又河の上，中，底の位置によりても增減がある．其分布の狀態は各潮時の平均値を連結すると，干潮時を底部とする拋物線狀の曲線で表はされる．

河水より水分を悉く蒸發して得たる蒸發殘渣は强い鹹味を有するが故に，鹽化物 ($NaCl$, $MgCl_2$) を相當に含有すること明である．

（4） 測定結果によると河水中には尙著しく鹽素 (Cl) を含有して居る．鹽化物をすべて食鹽と見做して算出すると，其量は滿潮 3500～3700 mg/l (0.35～0.37 %)，中潮 2000～2500 mg/l (0.20～0.25 %)，干潮 1300 mg/l (0.13%) である．

潮による鹽分の消長は上記の鹽類總量の場合と同樣なる傾向を表し，その各平均値を連結すると分布は拋物線狀の曲線をなす．

要するに，此事實より河の本試驗地點に於ては，常水期に於ても海水の一部が混合せる事が認められ，其量は惡水期の場合よりは遙に少く，實測結果より混合割合の概値を求めると約 1/10～1/25 卽ち，10～4 % 程度の海水が混合せる狀態にあると見做し得られる．

（5） 海水の混合に伴ひ硫酸鹽を含有す．其量は普通の河水に較べれば多量であるが，海水に比すれば遙に少量である．從つて海岸工事に比較してコンクリート構造物の侵蝕耐久性に大なる影響を與へる程度のものでなく，又コンクリート施工工事に際して常水期の中潮及び干潮時の河水を混捏用水として使用するも差支へないと考へられる．

（6） 將來コンクリート工事の場合の參考として各種水質の水のコンクリート混捏用水としての適否に關する實用文獻を附記した．又將來此地點が著しく海水又は都市工場廢水の影響を受ける場合がある時は，橋脚として施工するコンクリートに特殊の耐水，耐鹹性セメントを使用する必要がある．此の耐水耐鹹性セメントに就ては種々の工事報告（例，桑港—金門灣架橋の大橋梁橋脚コンクリート用特殊セメント等），土木試驗所に於けるセメント耐鹹性試驗及び文獻等がある．

（昭和 12 年 12 月—1937）

鋪裝用アスファルトの溫度傳導率に關する試驗

("アスファルトの力學的特性" の補遺)

內務技師 島 田 八 郎

目 次

緒 言……(1)
Ⅰ. 資料に就て……(2)
Ⅱ. 實驗方法……(2)
[1] 實驗裝置……(2)
[2] 算定數式……(5)
Ⅲ. 實驗結果……(7)
[1] 實驗結果 其の 1……(7)
[2] 實驗結果 其の 2……(9)
Ⅳ. 溫度傳導率と他の物性との關係に就て……(11)
Ⅴ. 要 約……(12)

緒 言

アスファルト類の土木工事各種の分野に使用されてゐるのは其の特異なる特性; 例へば不透水性, 可塑性, 竝に熱傳導率の小なる事によるものである. 今其の內鋪裝用としての使用範圍を考察するもシート・アスファルト, アスファルト・コンクリート等の如く適當な粒度を有する骨材及び塡充材との混合物である. 其のアスファルト含有量はアスファルト・コンクリートに一例をとれば表層にては 7~10%, 中間層にては 6~8% 程度である. シート・アスファルトにては更に含有量が多い. 從つて, 夏季に於けるアスファルト鋪裝の溫度上昇の著しき事竝に其れによる各種の有害な影響は含有せるアスファルトに起因する事が多い. 斯くの如くアスファルト鋪裝面は夏季に於て氣象の影響を蒙る事が特に著しいが, 冬期には熱傳導度の小なる爲結氷の形成が防止される等又有利なる結果もある. 卽ち溫度傳導率の値に左右される事が多い.

一方又アスファルトの物理的特性試驗として針度, 延性, 軟化點が測定されるが恒溫狀態に保つ必要がある. 以上の如くアスファルトの力學的特性を論ずる時には常に溫度傳導率の値が必要となる.

然るに從來アスファルトに就き溫度傳導率の實測されたものが少い. Spielmann, Hughes の Asphalt Road (1936) に熱傳導度として比較値なるも, 銅; 3. 9, 砂 (0.1~0.4 mm); 0.0025, アスファルト+砂(250/50); 0.00096 ……の値が揭げてあるのみで他の特性との關係其の他骨材含有量との關係は不明である.

アスファルトの細徵組織に關しては各種の觀點より研究されてゐるが, Richardson, Marcussion, Nellensteyn により油性成分の分散媒 (dispersing phase) に炭素の分散せるものである事が明かにされ, 而も油性成分が其の大部分を占めてゐる. 從つて若し熱の傳導に關する特性が油性成分の特性によるものとすれば針度, 軟化點と上記特性との間に直截的の關係が存在するものと推測し得. 斯かる相互關係を明かにしをく事もアスファルトの取扱上重要な事項である.

以上の如くアスファルト並に骨材混合物の溫度傳導率を明かにする事は鋪裝工事上緊要なる事項なるのみならず，土木建築材料としての基本的特性に就ても論究する事になる．本研究に於ける實驗は鋪裝用に使用されつゝある代表的アスファルト及び同骨材混合物に就き溫度傳導率を測定したものである．但し骨材混合物として鋪裝の實際に近きものをとれば，供試體の大きさに比較し所謂均一 (homogenious) 性を得る事困難なるを以て，實驗上の便宜の爲一定粒度を有する碎石又は其に類似の骨材を混和したものを使用した．特に實際鋪裝に關する値を必要とする場合には飯に就て實驗を行ふ考である．

I. 資料に就て

實驗資料としては日本石油株式會社製の硬，軟質のもの3種を撰んだ．針度 (攝氏 25°C, 100 gr, 5秒) としては P=150～200, 80～100, 40～50 の範圍のものをとる事とし，表—1 の如きもので比重は3者共に大差なく 1.016～1.018 の程度である．資料は製造者より石油鑵入りで直送をうけたもので針度，軟化點，比重以外は特に實測しなかつた．骨材としては實用上の目的を主眼とする時には其の石質，種類，粒度に關し多種多樣のものを使用する必要あるも適確な結果を得んとする目的の爲，吸着の特に著しきものと僅少なるもの (Lyophil, Lyophobe のもの) を撰ぶ事とし，幸に其等の代表的のものを手近に得た．卽ち石灰岩碎石とモルタル試驗に使用される標準砂 (石英) を使用する事に定めた．供試體の大きさ小なれば本實驗には標準砂程度粒の碎石を使用す．通常行はれてゐる方法により比重及び空隙試驗を行つた．表—2 に其の結果のみを揭ぐ．各々の値は3回實測の平均値である．其の後稍々粉末狀のもの，卽ち標準砂に於ては 40# 通過のもの，碎石にては 30# 以下のものに就て空隙率を測り夫々 33.2%, 35.3 %を得た．勿論之等の値は詰め方により著しき差異あれば玆に示した値はアスファルト混和物を作る目安にする程度のものである事を附記しておく．アスファルトと骨材の混和は鋪裝の際の仕樣に準じて行ひ，特に混和の均一性に注意を拂ひ，時々X線透過にて其の狀況を吟味した．混和物の割合は下記を標準とした;

表—1 資料アスファルト針度軟化點

	40～50	80～100	150～200
針度 P	46	92	170
軟化點 R&B	49°C	43°C	40°C

表—2

	比重	空隙率 %	
		突詰め	空詰め
標準砂	2.63	36.6	40.4
碎石 (20# 止り)	2.67	50.8	55.0

重量比 (アスファルト：骨材)

1：0, 1：0.25, 1：0.50, 1：0.75, 1：1, 1：4, 1：6, 1：10

骨材の含有量として (容積にて) 示すと,

0, 9, 16, 22.5, 27.9, 60.8, 70, 80,……%…程度である．勿論混和物内には空隙無きものと考へて計算したもので，且つ，實際鋪裝に於けるシート・アスファルト，アスファルト・コンクリートの骨材量に比較するに骨材量僅少なるも供試體の作成上之以上の量を含有せしむる事は不可能であつた．

II. 實驗方法

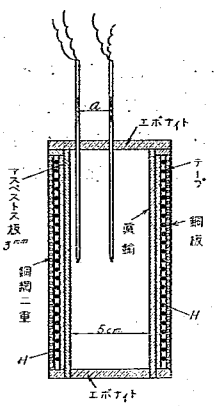
[1]. 實驗裝置に就て

本試料の如き溫度傳導率の小なるものゝ實測は比較的容易にて過渡法，週期法(Transient, periodic method)

あり，著者も過渡法によりコンクリートの溫度傳導率の研究をした．本實驗は後者の週期的方法によらんとするもので，原理は正弦的に變化する溫度波の傳播速度を正弦溫度の極大又は極小が，資料內一定間隔を有する2點を通過する時間差又は其の溫度値の減衰度より求むるものである．實際上可及的に高次のハーモニックを含まない正弦的に變る熱源を得る事が必要で，之に對し2,3の工夫がある．田所博士の搖動式抵抗法，棚澤博士の熱不良導體による高次ハーモニック減衰法，其の他隈部博士の實驗あるも其等の報告によれば正弦溫度變化の週期は夫々，40分，1分，50分……程度にて平均溫度も……70°C，50°C，160°C……程度で可なり高く，アスファルト試料に對しては其の儘使用する事は出來ない．本實驗は回轉式可變抵抗を利用し發熱體に流入する電流を調節し發生する熱を可及的正弦的に變じ，同時に不良導體の薄層を通過せしめて純粹な正弦溫度を得んとしたものである．一部發生裝置の製作以前に不良導體層のみにより試驗を試みた．供試體容器及び回轉式可變抵抗に就き簡單に記述せん．

供試體は直徑 5 cm，長さ約 15 cm の眞鍮製圓筒に入れ，アスベスト厚み 2 mm 程度にて包み，其の外部を銅網にて被ひ，銅板圓筒に入れたものである．圖—1に其の構造の大略を示す．容器外部には金屬部分多く從つて，過渡法 (Transient) を利用する事は困難である．圖—1 H は加熱コイルにて H に流入す電流量を廻轉式抵抗器にて調節するものである．圖—2は週期的熱發生裝置の外觀を示すもので，R は $B\cdot S$ # 18 ニクローム線 20cm の2條づゝを組合せしもので2條の間に接續駒あり摺動する事により調節す．M はモーター，G_1，G_2 は減速齒車である．主なる特性下記の如し．

圖—1



モーター速度; 2400, 3600, 4300, 4900, 6200, r.p.m.

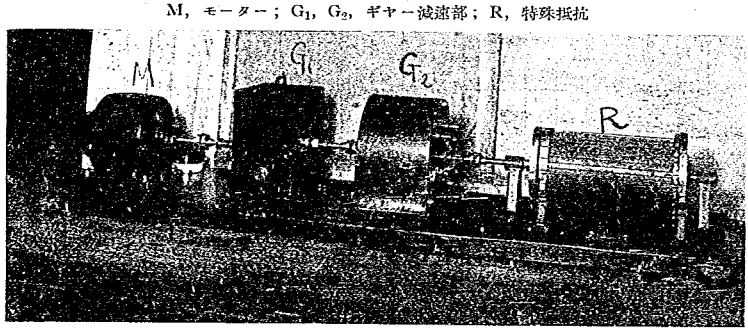
R 1回轉に要する時間：
- 1′ 41″ (第1段減速齒車). モーター 2400 r.p.m.
- 16′ 42″ (第2段減速齒車). 2 hr. 38′ 4″ (第3段減速齒車). モーター 2400 r.p.m.

8時間連續運轉溫度上昇　モーター外枠 48°C　室溫 16°C

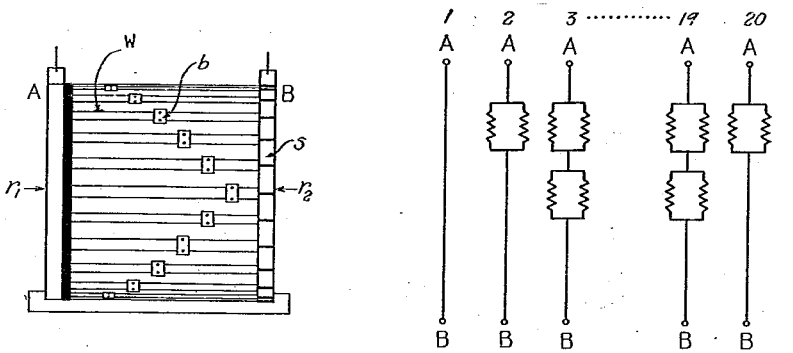
ギヤーケイス　30°C　〃　〃

圖—2　週期的熱發生裝置

M，モーター；G_1，G_2，ギヤー減速部；R，特殊抵抗

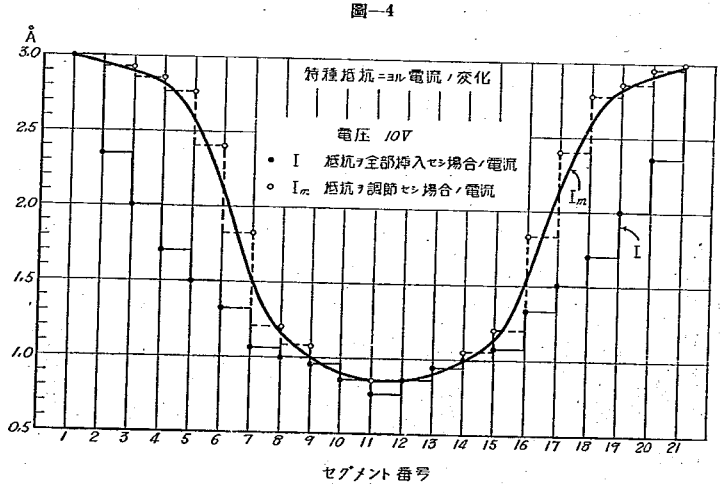


圖—3 回轉特種抵抗構造圖



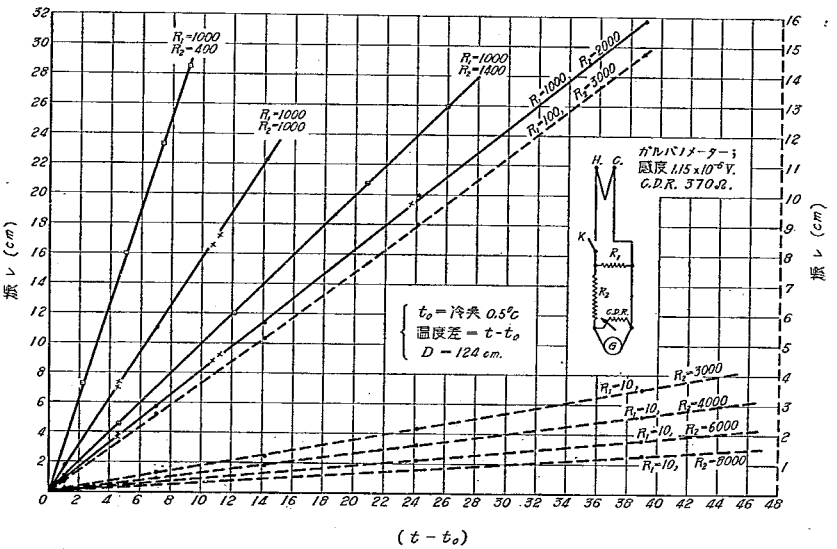
R 部の抵抗値の大略の範圍は 0.43, 0.93, 1.74, 2.58·····9.72,····· 1.74, 0.93,·····Ω である. 圖—3 (*a*), (*b*) は R 部の構造と抵抗素の增減の行はれる狀況を示すものである. (*a*) 圖の *b* は摺動駒, *W* は 2 條づゝ組合となれる抵抗線である. S はセグメント, R のブラシュ A, B が聚電環 r_1, r_2 を摺動する時 B は r_1 のセグメント S 上を移轉するもので一セグメント通過毎に AB 間に挿入される抵抗を異にするもので其の狀況は同 (*b*) 圖に示してある. R による電流變化の一例は圖—4 に示す.

圖—4



實驗は常に週期 10 分を標準として行つたもので，圖—1 に示した試料容器は別に備えた恒溫水槽に入れ平均溫度の上昇を防止するのみならず，場合によつては任意の平均溫度を得る樣調節した．溫度測定には常に銅～コンスタン熱電計を用ひガルバノメーターの振れを回轉ドラム上のフイルムに記錄した．サーモカップルのカリブレイションに就ては特に述べる必要なきも圖—5 內の接續圖に示す如く，抵抗 R_1, R_2 を調節しガルバノメーター Gの振れを加減す．圖—5 は本實驗に使用したガルバノメーターに就ての溫度差 $(t-t_0)$ と振れの關係を示す．

圖—5　サーモカップル，カリブレイション



［2］ 算定數式

供試體は圓壔形なるを以て圓壔座標を用ふる一般の熱傳式によれば外周と中心との溫度關係は容易に解き得．

今圓壔半徑を a とし外周に於ける溫度 θ_a が (1) 式で與へられる時中心部の溫度 θ_i は (2) 式に與へられるもので係數 η_0, ϕ_0 の間には (3) 式の示す關係がある．

$$\theta_a=\theta_0\cos\left(\frac{2\pi}{\tau}t\right) \quad \cdots\cdots(1)$$

$$\theta_i=\eta_0\theta_0\cos\left(\frac{2\pi}{\tau}t-\phi_0\right) \quad \cdots\cdots(2)$$

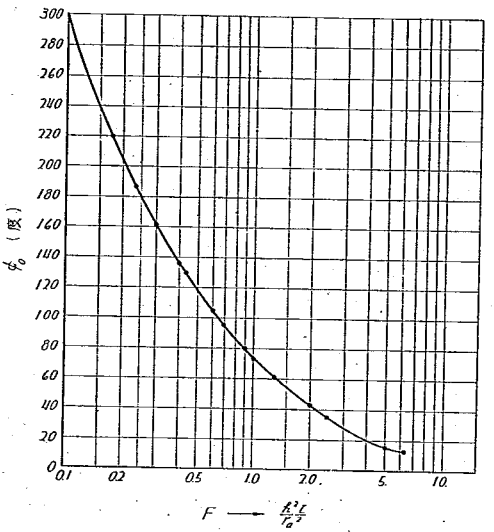
$$\left.\begin{aligned}&\phi_0=\tan^{-1}\cdot\frac{\mathrm{bei}\ x_a}{\mathrm{ber}\ x_a},\quad \eta_0=\frac{1}{(\mathrm{bei}\ x_a)^2+(\mathrm{ber}\ x_a)^2}\\ &x_a^2=2\pi\frac{a^2}{\tau k^2}=\frac{2\pi}{F_0},\quad F_0=\frac{\tau k^2}{a^2}\end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots(3)$$

但し，τ＝正弦波の週期，k^2＝溫度傳導率＝$\dfrac{K}{CS}$，K 熱傳導度，C 比熱，S 密度，……を示すもので bei, ber は所謂 Kelvin の bei, ber 函數を表すもので η_0 は中心部の溫度減衰度，ϕ_0 は中心部溫度と外周部との溫度相差を示すものである．(2), (3) 式の誘導に關しては熱傳導の微分方程式 $\dfrac{\partial\theta}{\partial t}=k^2\left(\dfrac{\partial^2\theta}{\partial r^2}+\dfrac{1}{r}\dfrac{\partial\theta}{\partial r}\right)$……を解けば

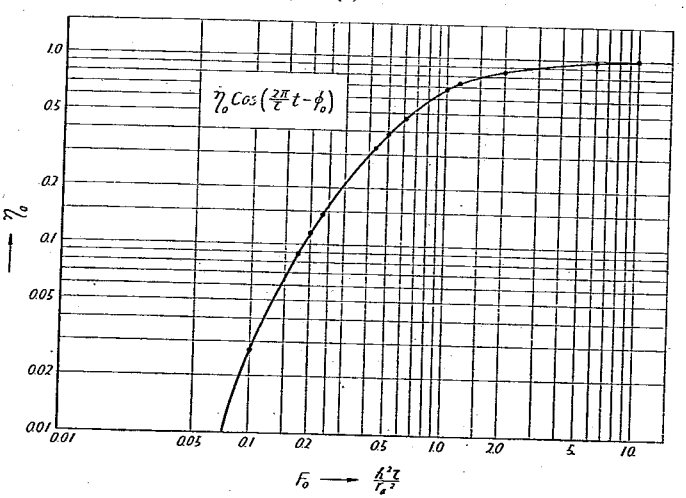
よく，計算等省略す．

實驗値よりの k^2 値の計算は圖式によるもので，$F_0=0.1$……10 の範圍に就き (3) 式を計算し $\phi_0{}^0\sim F_0$，$\eta_0\sim F_0$…… の關係を圖示した．圖—6 (a), (b) に之等の關係を示す．其の他過渡法に使用せし數式等の事柄は省略し實驗結果の取扱ひのみを揭ぐ．

圖—6 (a)



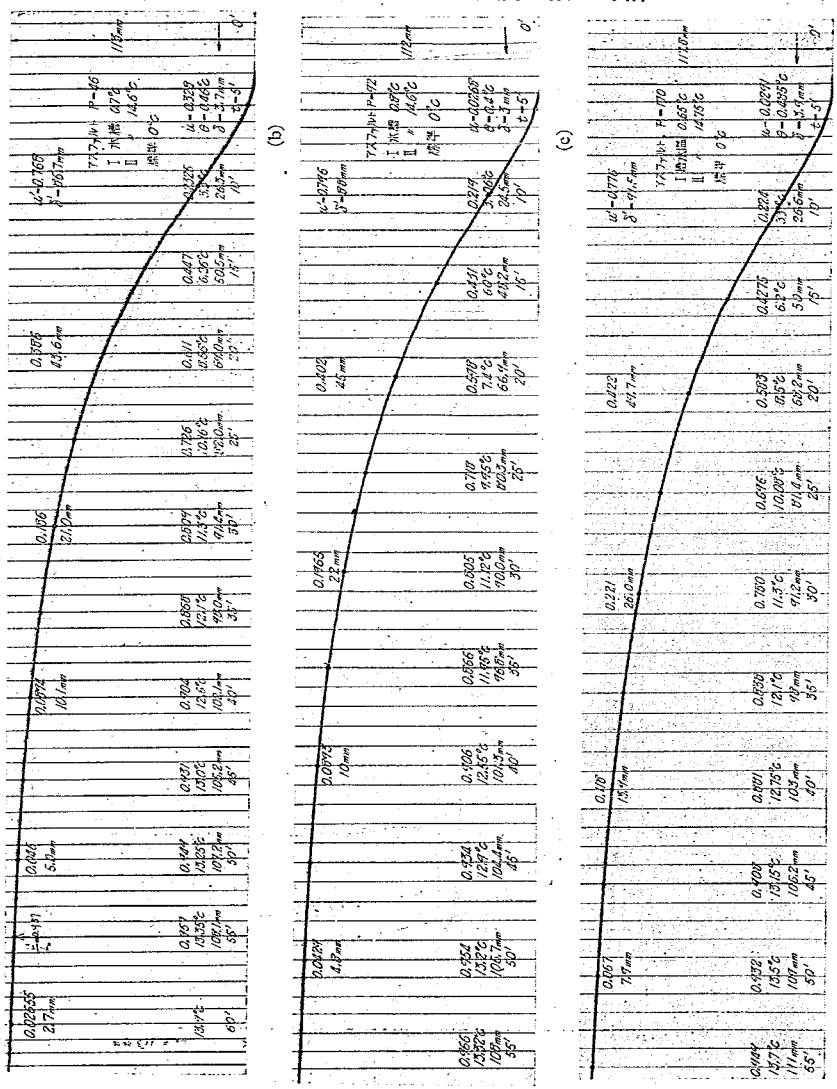
圖—6 (b)



III. 實驗結果

[1] 實驗結果　其の1

先づ過渡法を用ひて中心溫度の變化を測定し其れに應じて溫度傳導率を求めた．資料にはブローン・アスファ



圖—7　各種アスファルトの溫度過渡法による溫度傳導率試驗；ガルバノメーター振れ

ルトをも加へた.

實驗方法は2箇の恒溫槽を使用し恒溫狀態の傳播速度より溫度傳導率 (k^2) を測定するもので，其の詳細は既に發表す．圖—7 (a), (b), (c) は約 15°C より 0°C 前後に溫度を低下する場合の平衡狀態に達するガルバノメーター振れの寫眞を示すもので，(a)……針度 $P=46$, (b)……$P=92$, (c)……$P=170$……のものに就ての結果を示す．圖中に振れの割合並にガルバノメーター振れに相當する溫度を記入す．

各曲線に記入せる主要なる値は中心溫度の變動係數 (u) にて u と時間關係より溫度傳導率 (k^2) を計算し得．

$$u=\frac{\theta_a-\theta}{\theta_a-\theta_i}$$

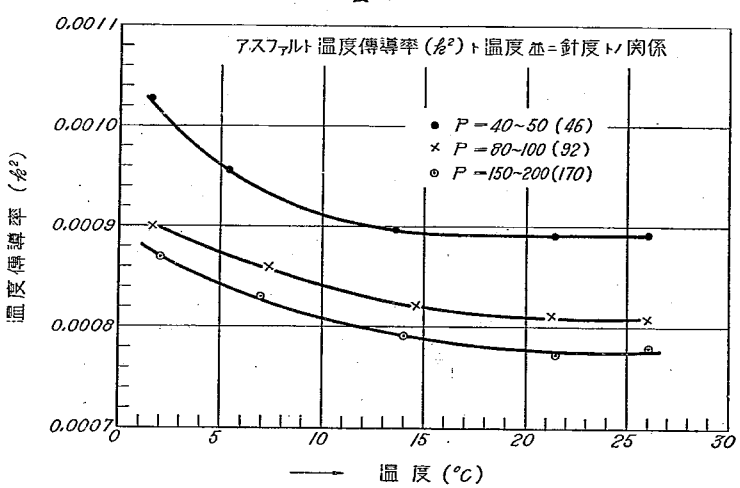
今中心溫度と算定計算にて得たる溫度傳導率 (k^2) を表—3に掲ぐ．上昇試驗も全く同樣に行つたもので兩者を一緒に示す．

表—3　中心溫度と溫度傳導率との關係 (θ; 中心溫度)

$P=46$				
$\theta=15°C$	5.5	1.36	21.5	26.5
$k^2=0.00112$	0.000956	0.000895	0.000888	0.00089
$P=92$				
$\theta=1.6$	7.3	14.7	21.2	25.0
$k^2=0.0009$	0.00086	0.000821	0.000810	0.000806
$P=170$				
$\theta=2.1$	7.0	14.0	21.5	26.0
$k^2=0.000862$	0.000825	0.00079	0.00077	0.00078

但し溫度傳導率單位は總て C. G. S. 單位 ($cm^2 \cdot t^{-1}$) である．表—3に示す如く，3者共に溫度の低下に伴ひ，溫度傳導率 (k^2) は增大するもので且つ，針度の小なる硬度大なるものが溫度傳導率の大なる事を示す．勿論比熱卽ち熱容量 [$C\rho$] の變化にもよる事なれども，全般的に考察し常溫附近にては比熱の變化等は度外し得るを以て熱傳導度 (K) の增大するものと推測し得．アスファルトの物性論に重要な事項な

圖—8



るも更に進んで論究する事は省略す．之等溫度と溫度傳導率 (k^2) の關係を圖示すれば 圖—8 を得．斯かる狀態なればアスファルトを比較的低溫狀態にて使用せんに溫度傳導上より見るも常溫と可なり異る性狀を示す事に注目すべきである．

更に週期法竝に夫れを使用せる骨材混和物に就ての實驗結果を述べん．

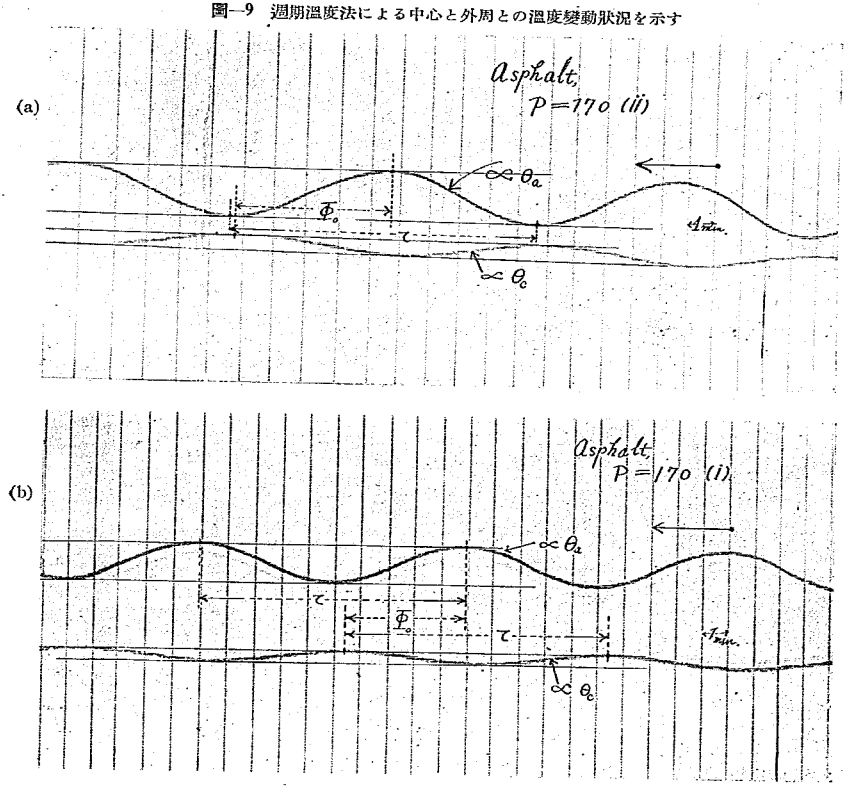
［2］ 實驗結果　其の2

上記の實驗結果により鋪裝用アスファルトの溫度傳導率の値を知つた．本章に於て更に必要な骨材との混和せしものに就ての結果を述べる．使用した供試體容器は既に 圖—1 に示した直徑 5cm のもので外周に捲いたHニクローム線に電流を通じて正弦的溫度を與ふ．供試體の中心竝に外周に設けたサーモカップルの振れを寫眞に撮し中心に於ける溫度減衰度竝に溫度の極大の點の兩者に於ける相違を測定するものである．

寫眞撮影には總て黑幕を以て覆ひを作り室內に暗部を作つた．圖—9 (a), (b) は其の一例を示すものである．

卽ち週期τ=10分の正弦溫度による實驗結果を示すもので，寫眞中の2個の正弦波は中心外周に於ける溫度變化を示すものである．骨材混和物での實驗には試料アスファルトとして P=170……のものを使用した．

圖—9　週期溫度法による中心と外周との溫度變動狀況を示す



(a)

アスファルト；$P=170$
水槽温度；26.3～26.4°C　標準温度　26.5°C
内部温度差；2.5°C(約)
中心部温度；29°C
大波形；外部温度，振幅$\propto\theta_a$
小波形；中心部温度，振幅$\propto\theta_c$
週期；$\tau=10$分　　温度位相差；ϕ_0

(b)

アスファルト；$P=170$
水槽温度；25.6°C　標準温度；27°C
内部温度差；2.1°C
中心部温度；29.1°C
大波形；外部温度，振幅$\propto\theta_a$
小波形；中心部温度，振幅$\propto\theta_c$
週期；$\tau=10$分　　温度位相差；ϕ_0

(a), (b) は全く同じ結果を與へたもので試驗條件を要約すれば下記の如し.

	a の場合	b の場合
水槽温度	26.3～26.4°C	25.6
外周標準温度	26.5°C	27°C
内部温度差	約 2.5°C	約 2.1°C
中心温度	約 29°C	約 29.1°C
電流	1 A°	1 A°
サーモカップル距離 a	1.25 cm	1.25 cm

圖—9 (a), (b) の如き曲線より中心外部温度 (θ_c, θ_a) の振幅比 θ_c/θ_a 竝に相差 ϕ_0 を求め，圖—6 (a), (b) よりして，F_0 を曲線上に求む．卽ち上述の場合には，表—4 の如き結果を得．F_0 と温度傳導率 (k^2) との關係は，

$$k^2=\frac{F_0a^2}{\tau},\quad a^2=1.25^2=1.5625,\quad \tau=60\times10$$

なるを以て容易に k^2 値を得(表—5)．斯の如き方法を各種骨材混和物に適用した．總て結果は混和物中の骨材容積 φ% を基準として圖示した．圖—10 は標準砂，石灰岩碎石を夫々骨材とせる場合の温度傳導率 (k^2) と骨材容積 φ との關係を示すもので ⊙ は標準砂骨材，⊡ は石灰岩碎石の場合の結果にて，⊙ とあるは 2 人異なる實驗者が獨立に實驗した結果を示すものである．參考の爲に安山岩，花崗岩，砂岩，石灰岩の温度傳導率の値を理科年表より引用し同圖に附記した．

表—4

	F_0	
	θ_c/θ_a より	ϕ_0 より
a の場合	0.303	0.30
b の場合	0.304	0.30

表—5

	k^2	
	θ_c/θ_a より	ϕ_0 より
a の場合	0.000794	0.00078
b の場合	0.00079	0.00078

本試驗は可なり精度惡く，且つ試驗數僅少なるも骨材を混和する事により如何に温度傳導率が著しく變化するものなるやの傾向は明かにする事を得.

骨材容積 φ; 50% まで k^2 は著しく增大しないが，80%，90% に至ると，急激に增加する．實驗結果には石灰岩，標準砂と骨材石質の差異も顯れてゐる.

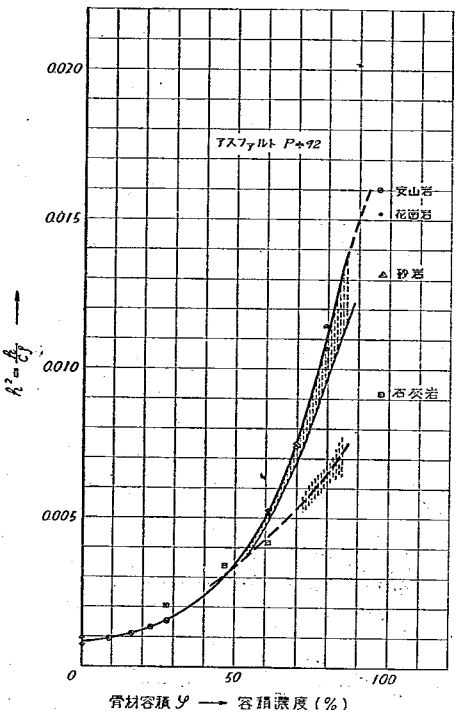
今 2,3 の土木材料のものゝ値を列擧すれば(表—6)アスファルトは温度傳導率に關して如何なる位置にあるかを明瞭に了解し得.

表—6 中 * を附したものは大略の値にて温度も常温を標準としたもので，コンクリートは道路鋪裝用のものにて，詳細は土木試驗所報告第 37 號にある．表—6 によりアスファルト系鋪裝の場合如何なる範圍に温度傳導率のあるかを明かにしたもので，實際鋪裝の場合に應用するには 圖—10 竝に表—6 より主要なる資料

表—6

温度傳導率	k^2(cm^{2}t^{-1})
アスファルト ($P=170$)	0.00079
〃　＋骨材 ($\varphi=50\%$)	0.00135
〃　＋骨材 ($\varphi=80\%$) 標準砂	0.0110
〃　＋骨材 ($\varphi=80\%$) 石灰岩碎石	0.0065
砂利(鬼怒川，空隙約 35%)	0.0035*
砂 (〃　〃　〃 41%)	0.002*
コンクリート	0.009*
〃	～0.010

圖—10　アスファルト骨材混和物溫度傳導率 k^2 と骨材容積との關係



を得るものである.

IV. 溫度傳導率と他の物性との關係に就て

實驗結果にて述べし如く硬, 軟3種のアスファルトの溫度傳導率を得たるも, 元來熱傳導度は構成せる物質の原子狀態と密接な關係あるもの>如く其の一として, 固體物質の熔融點 (T_s) と原子の振動數 (熔融點に於けるもの; Grenzfrequenz der Atome;) ν_s との間の關係式下記 (4) 式を Lindemann が求めた.

$$\nu_s=2.75\times0.77\times10^{12}\sqrt{\frac{T_s}{MV_0^{2/3}}} \quad \cdots\cdots\cdots(4)$$

但し V_0 は原子容 ($P=0$, $T=0$), M は原子量を示すものである. 熱傳導度竝に比熱と原子振動との關係に就ては多くの理論的研究あるも, 多くは結晶體に關するもので且つ理論値と實驗値とを比較せんには相當嚴密な實驗を行ひ對比する必要がある.

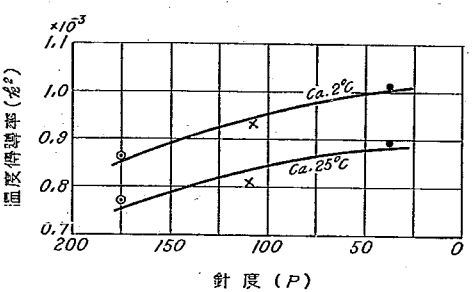
今アスファルトの溫度傳導率に就き測定した結果と熔融點との間に關係の存在せざるやを吟味してみる. 然るに現今アスファルトには熔融點と稱へ得べきもの無く軟化點と稱へてゐる一種の可塑度に對して定義された溫度がある. 從つて固體の熔融點 T_s との關係は或る場合には存在するものである. 若し兩者の間に關係の存在せる場合低溫ならざる軟化點 (T_{RB}) に於ては (4) 式卽ち比熱の溫度傾向より推測される如く下記 (5) 式の傾向が存在する.

$$k^2\infty\sqrt{T_{RB}}=A\sqrt{T_{RB}} \quad \cdots\cdots\cdots(5)$$

但し k^2 は溫度傳導率, T_{RB} は軟化點 A は常數を示す.

先づ針度との關係を記述せんに, 圖—11 は既に圖—8 に示した溫度傳導率 (k^2) 溫度關係より求めた針度 P と溫度傳導率 (k^2) との關係を示すものである. 針度 P の小なる硬度大なるものは軟化點も大で溫度傳導率 (k^2) も大なる値を示す. アスファルトの力學的特性の研究により針度 P (25°C/100 gr /5″) と絕對粘性係數

圖—11　アスファルト溫度傳導率と針度 P との關係



η(poise) との關係が明かになりつゝあり，兩者の關係も數量的に求められて來てゐる．今下記 (6) 式 (Saal-Traxler) の如き關係より粘性係數 η を推定す．

$$\eta(\text{poises})=\frac{5.13\times10^9}{P^{1.93}},\quad P>5 \qquad \cdots\cdots(6)$$

又一方アスファルト粘性係數 η と溫度の關係には筆者の詳細な研究あり(土木試驗所報告第33號)，今其結果即ち (7) 式を引用すればよい．

$$\log\eta=A-Bt \qquad \cdots\cdots(7)$$

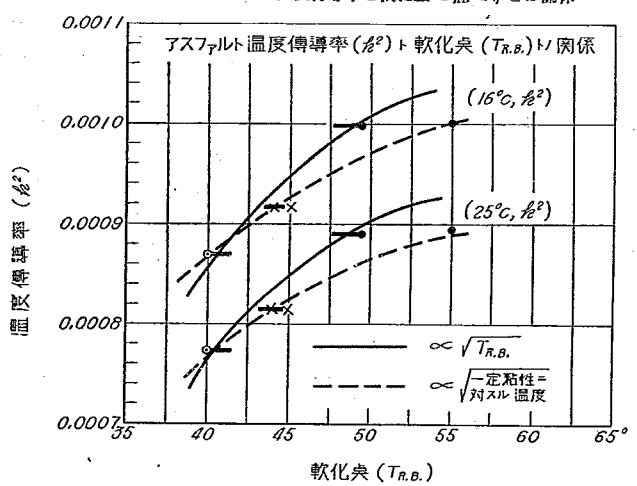
但し t は溫度 (°C)，A, B は常數を示すものにて A は資料により著しく異るも，B は略々一定値を有するものである．Pfeiffer, Doormal 其の他が述べてゐる様に R, B の軟化點は粘性 $\eta=800$ poises に相當する溫度であるとし，(6), (7) 式に入用し一定粘性に對する溫度を求めた．其の一として下記表—7 を得．

表—7

$P=$	170	92	46
軟化點 T_{RB}	40	43	49
一定粘性に對する溫度 T_η	40	45	55

表—7 により一つの明瞭な傾向を明かにする事が出來た．今假りに表—7 下段の溫度を T_η とする．T_{RB}, T_η 溫度と溫度傳導率 (k^2) との關係を 圖—12 に示す如く求め得．兩者は同じ傾向を示すもので共に k^2 率は T_{RB}, T_η の平方根に比較する様に變つてゐる．不完全ながら Lindemann の熱傳導式の示す傾向をとる事が分る．

圖—12 アスファルト溫度傳導率と軟化點 T_{RB} T_η との關係



上記の諸關係はアスファルトの物性特性としては頗る重要なものである．本實驗は硬軟3種のものに就き其の特性の一端を明かにした．

V. 要　　約

本實驗はシートアスファルト用程度の硬質のものより乳劑混合マカダム用の軟質のもの，及び其の中間軟度の三種のアスファルトに就き，鋪裝版の溫度上昇に密接な關係を有する溫度傳導率 (k^2) の値を明かにしたもので，

殊に骨材を混和する事の影響を可及的數量的に明かにした．アスファルトのみにては本邦内地の氣溫に於ては大約 0.0008 ($cm^2 \cdot t^{-1}$) の溫度傳導率を有するものである．實驗方式に就ては從來行はれてゐる方法に改良せし點を述べ，其の他アスファルトの主要なる特性との關係を明かにしたもので其の主なる結果を列擧すれば下記の如し．

1) 溫度傳導率試驗に於ける週期法に適切な熱發生裝置の構造を述べる．

2) 溫度過渡法にて硬，軟3種のアスファルトの溫度傳導率 (k^2) と溫度との關係を明かにし，一般に溫度下降により k^2 率の增大する事を明かにす．

3) アスファルト針度 46, 92, 100 と針度の增大に伴ひ k^2 率は減少するものにて，溫度 25°C 程度に於ける値は 0.00089; 0.00081; 0.00077 ($cm^2 \cdot t^{-1}$)……である．

4) 骨材混合物の代表として標準砂又は石灰岩碎石混和物に就き，骨材容積を 0～80% の範圍に變じ週期法により溫度傳導率を實測す．骨材量容積 50% までは著しき變化を與へざるも，60% 前後以上よりは著しく溫度傳導率を增大し骨材の固有のもの＞値に近づく．

5) アスファルトの溫度傳導率と軟化點 (T_{RB}) との關係を考察し Lindemann の式の適用性を論じた．

以上の外風化により材質變化と溫度傳導の關係等を始め，實際上の鋪裝に就ての資料を得ざりしを遺憾とするも將來アスファルト系鋪裝路面溫度の諸問題を論及するに必要な數字的資料を得．

土木試驗所出版圖書

報告

號	件名	發行年月
1	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(牧) 瀝青質材料竝瀝青質混合物に關する研究第一報(三木)	(大正)14. 3
2	瀝青質材料針度に就て	15. 1
3	「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	15. 2
*4	急硬セメントに關する試驗報告	15. 5
*5	簡易鋪裝に關する試驗報告	(昭和)2. 3
*6	混凝土及鐵筋混凝土抗扭力試驗報告(宮本)	2. 5
*7	八幡製鐵所副產部製品，瀝青質材料，瀝青質鋪裝，「セメント」類及揮發油に對する「アスファルト」の可溶率等に關する試驗成績(三木,山田耕,小田)	2. 7
*8	瀝青質材料標準試驗方法 石材類標準試驗方法	2.10
*9	急硬性「セメント」に關する試驗(三木，高田，稻生，小田，大和田) 「ソリデチット」の耐壓强度に關する試驗(高田,細山) 「ブロック」に關する試驗(西川,眞崎,船山) 高知縣黑潮川產砂に關する試驗(高田) 多摩川產砂利及砂に關する調查(高田) 石材類試驗成績(高田,眞崎)	2.11
*10	路面構造の運輸經濟に及ぼす影響に就て(第一)(藤井,船山) 道路橋振動試驗(青木)	3. 3
*11	瀝青滲透ブロック試驗成績(三木,小田) 鋪裝工事用サーフエス・ヒーターの碎石に及ぼす影響に關する試驗(高田) 常願寺川產砂に關する試驗(高田,眞崎,細山)	3. 7
*12	アスファルト・ブロック試驗成績(三木,松本) 各種アスファルト・ブロック比較試驗成績(三木,松本) 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(三木,山田耕)	

號	件名	發行年月
*12	瓦斯燈及骸炭燈タール及ピッチに關する試驗成績(三木,山田耕) コール・タール・ピッチ中の純瀝青に就て(三木,山田耕) 大氣中に於けるアスファルト・セメントの變化(永峯) 石炭瓦斯のアスファルト・セメントに及ぼす影響(永峯) 標準砂モルタルの强度に及ぼす火山灰及石粉の影響(高田)	4. 1
13	ポートランドセメント混凝土鋪裝の磨耗試驗(山田,船山) 橋梁用敷板强度試驗(青木,鈴木) 舊既橋鐵材の腐蝕に關する調查(青木) 鋪裝用鑄鐵ブロック磨耗試驗(高田)	4. 5
*14	瀝青乳劑及ビチュマルス鋪裝に關する試驗(藤井,永峯) 瀝青滲透ブロックに關する試驗(三木) 瀝青質材料の滲透性に關する試驗(三木) 瀝青質材料の粘度及膨脹係數に關する試驗(三木,山田耕)	4.12
*15	北上川降開式轉動堰模型試驗(物部,青木,伊藤) 電氣鎔接法による鐵筋の接合(青木) 現場打混凝土の耐壓試驗報告(高田)	5. 2
*16	路面の構造の運輸經濟に及ぼす影響に就て(第二)(藤井) 瀝青滲透ブロック鋪裝試驗(三木) 工事用石材試驗成績(高田,眞崎)	5. 5
*17	路面構造の運輸經濟に及ぼす影響に就て(第三)(藤井)	5. 5
*18	混凝土鋪裝の粗骨材別磨耗比較試驗(山田,船山) 鋪裝混凝土工に及ぼす氣象作用の影響竝に之に應ずる設計及工法に就て(一)(藤井) 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(高田) 鐵筋混凝土道路橋設計資料(大野) 各種土木工事用材料試驗成績(三木)	5.10
*19	路面構造の運輸經濟に及ぼす影響竝に之に基く道路設計の基本に關する研究(第四)(藤井)	5.11
*20	東京山手赤土の彈性的性質に關する試驗(一)(高田) 基礎の沈下量算定法(一)(松村) 岩淵水門に關する水理試驗(青木,	6. 6

號	件	名	發行年月
*20	伊藤) 單鉸拱模型試驗(三浦) 國道鐵筋混凝土丁桁橋標準設計案(大野)		
21	背水曲線の一般的解法(物部, 伊藤) 單鉸拱の振動に關する理論竝に實驗(三浦) 混凝土鋪裝の繰目に關する試驗(山田, 船山) 河水のポルトランド・セメントに及ぼす影響(西川, 川畑) 標準砂モルタルの强度に及ぼす石粉の影響(高田) 瀝青乳劑試驗成績(西川)		6.12
22	地震時土壓の實驗的研究(松尾) 混凝土鋪裝繰目用エラスタイト試驗(西川, 松本) 高田馬場試驗鋪裝の路床土質に關する試驗(高田) 基礎の沈下量算定法(第二)(松村) 新土壓計算圖表(本間)		7. 5
23	筒易鋪裝に關する實地比較試驗(山田, 船山) 鋼矢板試驗(青木) 大和川筋龜ノ瀨地辷に關する調査(第一)(高田)		7. 7
24	道路の背向曲線の設計に就て(藤井) 阻柱に關する試驗(本間) 乳劑の粘度に就て(島田) 府縣道鐵筋コンクリート丁桁橋標準設計案(大野) 碎石の磨損率に關する一試驗(高田) 三陸津浪調査報告(松尾) 本邦產鋪裝用石材(附錄)(高田, 眞崎)		8. 6
25	本邦鋪裝用タールの性質に就て(西川, 山田耕) 横溢流堤流量試驗(伊藤, 本間) 擁壁の安定增大に關する一提案及之に關する試驗(松尾) 砂利層の支持力に關する試驗(第一報)(山田, 船山) 鋼矢板試驗(續)(青木) エタニット・パイプ試驗(青木)		8.11
26	地震に因る動水壓を考慮せる重力堰堤の斷面決定法(物部) 田中村調節池溢流堤に關する水理試驗(本間) 瀝青鋪裝切取試驗體の性質(西川, 松本) 道路鋪裝用瀝青乳劑の性狀に關する基本的研究(第一報)(島田, 福島) 自動車の路面に及ぼす衝擊に關する研究(其一)(松村)		9. 3
27	道路用骨材の性質に及ぼす粒子形狀の影響に就て(藤井) 津浪の災害輕減に關する模型試驗(松尾) 津浪の變形の理論(本間) 三陸津浪調査報告(追加)(松尾)		9. 6

號	件	名	發行年月
27	自動車の路面に及ぼす衝擊に關する研究(其の二)(松村) 瀝青透入マカダムに關する試驗(第一報)(山田, 船山)		
28	地震動による土堰堤の變形(松村) 鎔着鋼引張試驗用小型試驗片(青木, 佐藤) 國產瀝青乳劑試驗成績(西川) 骨材及び類似材の剪性に關する研究(島田) 鐵筋コンクリート無鉸拱の經濟的竝に耐震的設計(1)(大野)		9.10
29	矢板擁壁の控板に作用する力に關する試驗(松尾) 瀝青繰目材試驗成績(西川, 松本) 南洋材カボール竝にターペンタインの物理的諸性質に關する試驗(青木, 石川) 道路鋪裝用瀝青乳劑の性狀に關する基本的研究(第2報)(島田, 福島) 阪神地方沿岸風水害調査報告(松尾)		9.12
30	道路鋪裝用瀝青乳劑の性狀に關する基本的研究(第3報)(島田) 鏡口狀河口に於ける水流に就て(本間) 下關海峽の潮流に關する模型試驗(本間) 基礎版の基本的研究(第1報)(松村) 溢流堤下游洗掘防止に關する一試驗(八木) 國道鋲結鈑桁橋標準設計案(青木, 牧野)		10.4
31	土砂の安定强度試驗(山田, 西川) 本邦鋪裝用タールの性質(其のⅡ)(西川) 道路鋪裝用タール乳劑に關する研究(第1報)(福島, 川畑) 擁壁裏込の土壓輕減の効果に關する試驗(松尾) 浦戸港々口の潮流に關する試驗(第1報)(本間)		10.8
32	本邦道路橋の重量(青木, 佐藤) 道路鋪裝タール女劑に關する研究(第2報)(島田) 河川灣曲部に於ける水流に就て(本間) タールとアスファルトとの混合物の鋪裝材としての性質(西川) タール鋪裝と水稻の發育との關係(西川) ポートランドセメントの凝結後に於ける溶解物のPHに就て(高田) 玉泊堰堤の湍水の温度及水素イオン濃度(高田)		10.11
33	砂利路面工の配合比に關する試驗(山田, 船山) 鋼橋鈑接合壓縮試驗(青木, 鈴木) 基礎版の基本的研究(第2報)基礎桁(松村) 道路鋪裝用アスファルトの力學的特性に就て(其の1)(島田) 停止波に就て(横田)		11. 3

號	件名	發行年月
34	瓦斯切斷による削穀が鎔接の强度に及ぼす影響(青木) 防波堤の安定に關する一試驗(松尾) 二, 三の土木材料の比熱測定結果に就て(島田) 二, 三の外國製鋪裝用瀝青乳劑の性狀に就て(福島) 土砂の安定强度に及ぼす加壓回數の影響(山田) 土木工事用金屬材料分析試驗(西川, 福島, 川畑) 種々の土木工事用材料に關する試驗(西川, 福島, 川畑) 施工方法による砂利路面工の耐力の比較試驗(山田, 船山) 鐵筋コンクリート無鉸拱の經濟的竝に耐震的設計(2)(大野)	11. 6
35	基礎版の基本的研究(第3報)圓形基礎版(松村, 中西) 浦戸港々口の潮流に關する試驗(第2報)(松尾, 本間) アスファルト混合タールの鋪裝材としての性質(西川) 鋪裝コンクリートの力學的性質に關する試驗(藤井) 道路鋪裝用瀝青乳劑の性狀に關する基本的研究(第4報)(島田)	11. 8
36	瀝青透入マカダムに關する試驗(第2報)(山田, 船山) 熔接鈑桁突緣鈑衝合接手の接合角度に就て(青木) 大阪港附近の津浪の災害輕減に關する模型試驗(松尾) 道路鋪裝用瀝青乳劑の性狀に關する基本的研究(第5報)(島田)	11.11
*37	骨材の最大密度の粒度に就て(藤井) 土の乾燥に伴ふ壓縮强さの變化(山田) アスファルト, タールの性質に及ぼす氣象作用の影響, 特にその薄層の場合の性質變化(西川, 山田耕) 岸壁裏込の特殊工法がその安定度に及ぼす影響に關する試驗(松尾, 高橋) コンクリートの熱的性質に關する試驗(第1報)(島田)	12. 5
	現場コンクリートの强度竝に之に及ぼす施工條件の影響に就て(藤井, 大野, 佐藤)	
*38	現場に於ける瀝青乳劑製造の設備及び製法竝にその乳劑の性質に關する試驗(西川, 福島) 重力式岸壁の耐震限度(松尾, 大門) 彈性地盤上の圓形水槽(松村, 中西)	12. 9
*39	電氣熔接法による鐵筋の接合(第2報)(青木) 本邦鋼道路橋街聚係數に關する一考察(小澤) 路面の光反射に關する試驗竝に之に基く道路照明基準に就て(島田) X線反射法によるV形衝合電弧熔接部の內部歪分布試驗(猿渡)(島田) 滿洲產タール, 重油, 中油及び重油に依るカット・バックタール等の鋪裝材料としての性質(西川, 山下) 鐵線蛇籠の防錆塗料に就て(西川)	12.11
*40	江戶川河水統制水門下流洗掘に關する水理實驗(青木, 橫田) 江戶川河水統制水門に於ける鹹水の侵入に關する實驗(橫田) 路面の縱及橫滑リ摩擦抗抵に及ぼす路面種別と其の性狀との影響に就て(島田)	12.12
41	利根川河口の防波堤, 導流堤, 航路浚渫及び砂洲の消長に關する模型試驗(松尾) 普通, 早强, 中庸熱, 珪酸質混合セメント及び高爐セメントに關する比較試驗(第1報)(川畑, 齋藤) 自動車の速度に及ぼす車線幅の影響に關する實驗, 竝に之に基く鋪裝幅員の決定に就て(金子) 河川工事用菜繩の强度竝に耐久性に關する試驗(青木, 鈴木)	13.5
42	上路補剛構桁を有する拱橋に關する研究(小田) 杭の水平抵抗力に關する試驗(第1報)(松尾, 高橋) 瀝青乳劑の試驗成績より見たる品質の比較, 竝にその趨勢に就て(西川, 松本) 流速計檢定成績(松尾, 八木) 全熔接國道橋鶴川橋の設計竝に熔接作業に就て(青木)	13. 8

彙報

號	件名	發行年月
1	試驗調査事務分掌 試驗調査事項の處理方法 現在實施中の主なる試驗調査事項 昭和11年に於ける材料その他の依頼試驗 備付雜誌 附 處務細則	12. 3
2	赤羽分所水理試驗設備	12. 3
*3	獨逸 Oder 河の流量調節の Ottmachau 貯水池建設に就て	12. 8
*4	黃河に關する H. Engels の模型實驗に就て	13. 3
5	大塊コンクリート用特殊セメントに就て(第1報)	13. 8

其他

*本邦道路橋輯覽	14.12
*本邦道路橋輯覽 第二版	3. 3
本邦道路橋輯覽(增補)	3. 3
*第六回國際道路會議に關する報告書	7. 4
土木工事用材料標準試驗方法	7. 4
本邦道路橋輯覽 第三輯	10.11

(*印は殘部なし)

昭和十三年十一月一日印　刷
昭和十三年十一月五日發　行

内務省土木試驗所
東京市本鄉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　井上源之丞
東京市板橋區志村町五番地

印刷所　凸版印刷株式會社
東京市板橋區志村町五番地