

粗骨材を含むアスファルト合材の すりへり試験について

太田昌昭* 久保 宏** 熊谷茂樹**

まえがき

粗骨材を含むアスファルト合材（以下トベカなどと略称する）のすりへり抵抗については、現在までのところ、直接試験をしないで、アスファルト・モルタル（以下アス・モルと略称する）分のすりへり試験を行なって評価している。すなわち、トベカなどの配合設計では、すりへり抵抗性の大きなアス・モルの配合を求め、その配合比をかえないようにして、粗骨材を配合するとい^{1),2)}う、間接方法をとってきた。

しかし、最近、トベカやすべり止め表層が増加してきたので、現場切取供試体の試験や、上記間接方法の裏付け試験などのために、粗骨材を含む合材を直接すりへり試験することが必要になってきた。

ここでは、そのような目的で試作した試験装置の紹介と2, 3の実験結果について述べる。

1. 試験機械

交通車輛のタイヤチェーンによるすりへり作用を考えると、チェーンがたるみをもって舗装面にたたきつけられ、車輛重量がチェーンを舗装面に押し込み、チェーンが舗装面をける。これらの作用が繰り返されているものと思われる。したがって、試験機としては、一定の荷重下にこれらの作用を再現するような構造が望ましいが、技術的にむずかしい点が多く、とりあえずは、すでにアス・モルについて実績のあるラベリング試験機のように、たるませたチェーンだけがすりへり作用を行なう機構で検討を始めることにした。

トベカなどの試験用として試作した試験装置は、図1のようなもので、供試体を8本セットした円板が回転し、この回転と逆回転する二つの車輪のチェーンがすりへり作用を行なうものである。

試験装置の主要な仕様寸法は

- (1) 車輪の直径と巾 $\phi 270\text{mm}$ 巾 100mm
- (2) 車輪の回転数 212 r.p.m
- (3) 円板の回転数 16 r.p.m
- (4) 供試体の寸法 $40 \times 15 \times 5\text{mm}$
- (5) チェーン

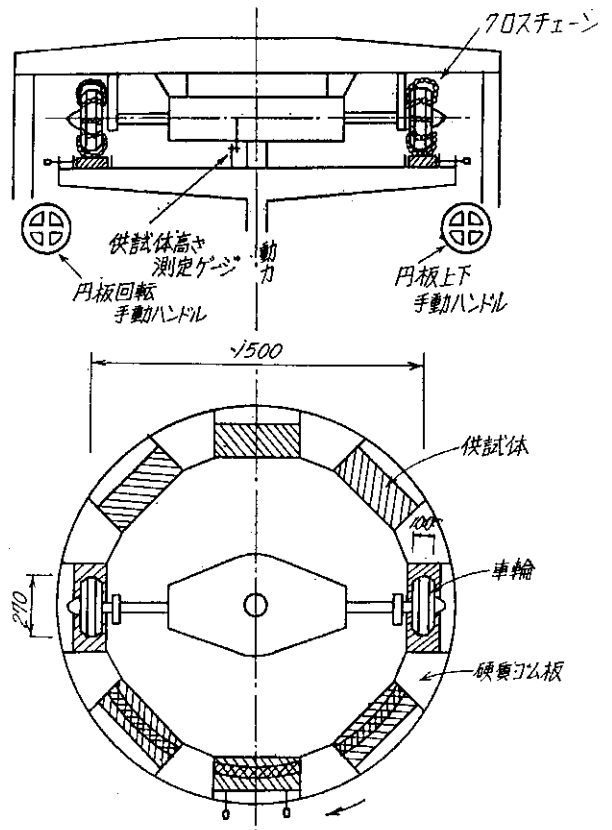


図-1 試験材の略図

JIS D 4241 自動車用タイヤチェーンの中のクロスリンク B-5 (径5mm 長内径25mm短内径9mm)

材質 JIS G 3505 軟鋼線材 SWRM3

焼入表面硬度 $H_{RC} 58 \pm 4$ 浸炭深 線径の7%

であって、軽自動車ならびに乗用車のタイヤチェーンのクロスリンクである。一車輪当たり10組のチェーンを装着する。

2. トベカなどのラベリング試験方法

(1) 供試体の作成

さしあたり、従来のラベリング試験供試体とまったく同じ方法で作成した。

すなわち、アスファルト混合物の混合は85セイポルト

*舗装研究室長 **同室主任研究員

フロール秒、締固めは140セイボルトフロール秒の粘度になる温度で行ない、アムスラー型圧縮試験機を用いて1分間5～7tの速さで全20tをかけ5分間維持して供試体の成形を行なった。

(2) すりへり試験

供試体は、付属ゲージで面の高さを測って高さをそろえて、機械にセットする。

円板を上下させて、供試体と車輪の間隔は2cmとした。試験は-10℃で、片面3時間、両面で6時間とし、チェーンは、両面試験後とりかえた。

(3) すりへり量の測定

トベカなどは、すりへり試験後の供試体表面の凹凸が激しく、限られた数の断面積を測定して平均することは、不適当と考えられたので、すりへった容積を測定してから、平均断面積になおすことにした。

体積を測る手段としては、液体、エメリ粉、砂、ガラス粉末を用いる方法が考えられたが、結局0.15～0.30mmの単粒度砂を用いることにした。

すりへりの平面形状は、図-1に示すとおり、すりへり軌跡の中心で半径75cmの円弧を描いている。そこで、すりへり円弧長15cmの両端にすりへり軌跡の接線に直角にゴム粘土で堤を造り、その内部に砂を軽盛して次式によってすりへり量を求めた。

$$A = \frac{g}{\rho \times l}$$

A：すりへり量 (cm²)

g：成形された砂の重量 (g)

ρ：砂の軽盛単位体積重量 (g/cm³)

l：すりへりの中心円弧長 (=15cm)

軽盛単位体積重量の測定には、アスファルトの薄膜加熱試験に用いる蒸発皿(直径14.0cm、深さ1.355cm、体積208.48cm³)を用いた。反復性の許容値は、注意して測定すれば、さほど困難なく再現できる程度であること、トベカなどのすりへり試験であること(試験後の供試体表面の凹凸が大きい)も考え合わせて、実用的な範囲とした。すなわち、単位体積重量測定においては、2回以上の測定値の差が砂の重量で1g以下(単位体積重量に与える影響は約0.005g/cm³以下)断面積に与える影響は約0.05cm²以下)すりへり量測定作業で0.5g以下(断面積に与える影響は0.026cm²以下)とした。

3. 実 験

(1) 概 要

供試体は、D/Aを1.5と2.0として、ファイラーの74μ通過分だけを使用した。

アス・モルについては、アスファルト量を、8、9、10、11、12、13、14%とし、トベカなどについては、ア

表-1 使用材料表

(a) アスファルト

種 別	比 重 25℃/25℃	針入度 25℃ 5sec 100g	軟化点 ℃	フラスコ脆化破壊点 ℃	薄膜加熱試験		セイボルト・フロール		P. I
					蒸発量 (%)	蒸発後の針入度 (%)	85秒	140秒	
ストレート 100~120	1.020	107	43.5	以下 -20	0.263	50	160℃	148℃	-1.07

(b) ファイラー

種 別	比 重	フルイ分け
石灰岩粉	2.714	74μフルイ通過分を使用した。

(c) 骨 材

種 別	産 地	比重 (表乾)	吸水量 (%)	安定性 (%)	ロサンゼルスすりへり減量 (%)	単位体積重量 (g/cm ³)	空隙率 (%)	通過重量百分率 (%)							
								13mm	5	2.5	1.2	0.6	0.3	0.15	0.074
細砂	銭函海岸	2.593	2.0			1.452	44.0					100	96	3	1
粗砂	勇払海岸	2.709	1.0			1.731	36.1	100	99	96	79	28	2	0	
碎石	手稲山(安山岩)	2.607	2.9	5.2	(6号) 19.0			100	50	0					

スファルト量が8, 10, 12, 14%のアス・モルに, その配合比をかえないようにして, 碎石(12.7~2.38mm)を15~50%の間で5%ごとに配合した。

このようにして配合した供試体で, マーシャル安定度

試験およびラベリング試験を行なった。

(2) 使用材料

実験に用いた材料の性状は, 表-1のとおりである。

(3) 実験結果と考察

表-2・1 試験結果一覧表

D/A=1.5

No.	アス・モル分のアスファルト量 (%)	設計配合					マーシャル試験				ラベリング試験		
		アスファルト (%)	ファイラー (%)	砂 (%)	碎石 (%)	理論最大密度 (g/cm ³)	密度 (g/cm ³)	空隙率 (%)	安定度 (kg)	フロー値 (1/100cm)	密度 (g/cm ³)	空隙率 (%)	すりへり量 (cm ³)
1	8	8.0	12.0	80.0	0	2.398	1.957	18.4	143	21	1.956	18.4	5.28
2	9	9.0	13.5	77.5	0	2.363	2.036	13.8	181	26	2.027	14.2	3.43
3	10	10.0	15.0	75.0	0	2.329	2.095	10.0	203	27	2.093	10.1	1.73
4	11	11.0	16.5	72.5	0	2.296	2.159	6.0	335	57	2.129	7.3	1.21
5	12	12.0	18.0	70.0	0	2.264	2.140	5.5	241	74	2.114	6.6	1.14
6	13	13.0	19.5	67.5	0	2.233	2.111	5.5	測定不能	流動	—	—	—
7	14	14.0	21.0	65.0	0	2.203	2.059	6.5	〃	〃	2.049	7.0	1.03
8	8	6.8	10.2	68.0	15.0	2.443	2.015	17.5	187	25	1.928	21.0	5.16
9	8	6.4	9.6	64.0	20.0	2.458	2.042	16.9	214	25	1.950	20.6	5.12
10	8	6.0	9.0	60.0	25.0	2.474	2.067	16.5	269	30	1.975	20.1	5.10
11		5.6	8.4	56.0	30.0	2.489	2.091	16.0	321	25	1.996	19.8	5.13
12		5.2	7.8	52.0	35.0	2.505	2.113	15.6	361	30	2.000	20.1	5.10
13		4.8	7.2	48.0	40.0	2.522	2.128	15.6	370	29	2.005	20.5	5.01
14		4.4	6.6	44.0	45.0	2.538	2.143	15.6	412	23	2.005	21.0	5.80
15		4.0	6.0	40.0	50.0	2.555	2.153	15.7	436	30	1.981	22.4	6.04
18	10	8.5	12.8	63.7	15.0	2.382	2.143	10.0	268	26	2.038	14.4	2.20
19	10	8.0	12.0	60.0	20.0	2.400	2.162	9.9	281	23	2.067	13.8	2.07
20	10	7.5	11.3	56.2	25.0	2.419	2.177	10.0	313	23	2.098	13.2	2.19
21	10	7.0	10.5	52.5	30.0	2.438	2.193	10.0	365	26	2.120	13.0	2.21
22	10	6.5	9.8	48.7	35.0	2.457	2.209	10.1	496	23	2.138	12.9	2.04
23		6.0	9.0	45.0	40.0	2.476	2.225	10.1	567	23	2.151	13.1	2.55
24		5.5	8.3	41.2	45.0	2.496	2.235	10.5	698	29	2.160	13.3	2.72
25		5.0	7.5	37.5	50.0	2.516	2.242	10.9	758	28	2.164	14.0	3.11
28	12	10.2	15.3	59.5	15.0	2.325	2.213	4.8	386	53	2.183	6.1	1.25
29	12	9.6	14.4	56.5	20.0	2.335	2.254	3.5	498	5	2.187	6.3	1.29
30		9.0	13.5	52.5	25.0	2.366	2.270	4.1	548	51	2.199	7.0	1.38
31		8.4	12.6	49.0	30.0	2.388	2.284	4.4	628	40	2.206	7.6	1.25
32		7.8	11.7	45.5	35.0	2.410	2.294	4.8	689	38	2.212	8.2	1.27
33		7.2	10.8	42.0	40.0	2.432	2.300	5.4	727	32	2.216	8.8	1.39
34		6.6	9.9	38.5	45.0	2.454	2.302	6.2	771	31	2.215	9.7	1.51
35		6.0	9.0	35.0	50.0	2.477	2.302	7.1	795	30	2.207	10.9	2.09
38	14	11.9	17.9	55.2	15.0	2.270	2.131	6.1	137	118	2.120	6.6	1.01
39	14	11.2	16.8	52.0	20.0	2.293	2.173	5.2	186	105	2.152	6.1	0.84
40	14	10.5	15.8	48.8	25.0	2.314	2.209	4.5	217	103	2.184	5.6	0.84
41	14	9.8	14.7	45.5	30.0	2.340	2.240	4.3	275	100	2.212	5.4	0.69
42		9.1	13.7	42.2	35.0	2.364	2.269	4.0	388	79	2.238	5.3	0.75
43		8.4	12.6	39.0	40.0	2.389	2.305	3.5	476	68	2.263	5.2	0.71
44		7.7	11.6	35.7	45.0	2.414	2.327	3.6	704	56	2.270	5.9	0.93
45		7.0	10.5	32.5	50.0	2.440	2.350	3.7	954	55	2.264	7.2	1.39
48	7	5.6	8.4	66.0	20.0	2.488	2.019	18.9	226	22	1.925	22.6	6.75
49	9	7.2	10.8	62.0	20.0	2.429	2.114	13.0	278	26	2.257	7.0	3.46
50	11	8.8	13.2	58.0	20.0	2.373	2.211	6.8	468	32	2.147	9.5	1.76
51	13	10.4	15.6	54.0	20.0	2.319	2.211	4.7	306	71	2.215	4.4	1.17
52	7	5.3	7.9	61.8	25.0	2.501	2.037	18.6	239	25	1.968	21.3	7.77
53	9	6.8	10.1	58.1	25.0	2.444	2.110	13.7	307	25	2.047	16.2	3.53
54	11	8.3	12.4	54.3	25.0	2.391	2.100	12.2	383	30	2.135	10.7	1.62
55	13	9.8	14.6	50.6	25.0	2.339	2.244	4.1	362	65	2.220	5.0	0.99

供試体の配合および実験の結果は、表—2・1, 2・2
のとおりである。

これらの結果から、マーシャル安定度と、試作したラ
ベリング試験機によるすりへり量について検討する。

イ アス・モル分のアスファルト量および砕石量とマ
ーシャル安定度およびすりへり量の関係について (図—
2・1, 2・2 参照)

(イ) 同一 D/A で、同一砕石量について、アス・モル

表—2・2 試験結果一覧表

D/A=2.0

No.	アス・モ ル分のア スファル ト量 (%)	設 計 配 合					マ ー シ ャ ル 試 験					ラベリング試験		
		アスフ アルト (%)	フ イ ラ ー (%)	砂 (%)	砕石 (%)	理論最 大密度 (g/cm ³)	密 度 (g/cm ³)	空隙率 (%)	安定度 (kg)	フロー値 (1/100cm)	密 度 (g/cm ³)	空隙率 (%)	すりへ り 量 (cm ²)	
56	8	8.0	16.0	76.0	0	2.398	2.011	16.1	276	22	2.000	16.6	3.63	
57	9	9.0	18.0	73.0	0	2.363	2.092	11.5	309	29	2.063	12.7	2.30	
58	10	10.0	20.0	70.0	0	2.329	2.161	7.2	506	46	2.155	7.4	1.35	
59	11	11.0	22.0	67.0	0	2.297	2.223	3.2	461	60	2.177	5.2	1.06	
60	12	12.0	24.0	64.0	0	2.265	2.171	4.2	326	85	2.148	5.1	0.91	
61	13	13.0	26.0	61.0	0	2.234	2.125	4.9	測定不能	流動	2.093	—	—	
62	14	14.0	28.0	58.0	0	2.204	2.060	6.5	〃	〃	2.041	7.4	0.83	
63	8	6.8	13.6	64.6	15.0	2.443	2.087	14.6	306	27	1.969	19.4	3.79	
64		6.4	12.8	60.8	20.0	2.458	2.107	14.3	326	22	1.999	18.6	3.98	
65		6.0	12.0	57.0	25.0	2.474	2.125	14.1	342	24	2.034	17.7	3.56	
66		5.6	11.2	53.2	30.0	2.490	2.140	14.1	356	22	2.061	17.2	3.83	
67		5.2	10.4	49.4	35.0	2.506	2.156	14.0	369	35	2.086	6.7	4.25	
68		4.8	9.6	45.6	40.0	2.522	2.168	14.0	407	24	2.120	15.9	4.50	
69		4.4	8.8	41.8	45.0	2.538	2.176	14.3	407	27	2.118	16.5	4.76	
70		4.0	8.0	38.0	50.0	2.555	2.186	14.7	378	24	2.089	18.2	6.38	
73	10	8.5	17.0	59.5	15.0	2.382	2.204	7.5	336	26	2.045	14.1	1.74	
74		8.0	16.0	56.0	20.0	2.400	2.224	7.3	475	33	2.075	13.5	1.84	
75		7.5	15.0	52.5	25.0	2.419	2.238	7.5	508	38	2.103	13.0	1.82	
76		7.0	14.0	49.0	30.0	2.438	2.250	7.7	535	35	2.131	12.6	1.69	
77		6.5	13.0	45.5	35.0	2.457	2.257	8.1	577	33	2.157	12.2	1.64	
78		6.0	12.0	42.0	40.0	2.476	2.259	8.8	639	28	2.173	12.2	1.82	
79		5.5	11.0	38.5	45.0	2.496	2.259	9.5	654	30	2.196	12.0	2.28	
80		5.0	10.0	35.0	50.0	2.516	2.256	10.3	690	34	2.202	12.4	3.48	
83	12	10.2	20.4	54.4	15.0	2.325	2.221	4.5	374	75	2.214	4.7	0.92	
84		9.6	19.2	51.2	20.0	2.345	2.253	3.9	444	81	2.244	4.3	0.90	
85		9.0	18.0	48.0	25.0	2.366	2.278	3.7	458	65	2.260	4.4	0.80	
86		8.4	16.8	44.8	30.0	2.388	2.300	3.7	521	58	2.275	4.7	0.97	
87		7.8	15.6	41.6	35.0	2.410	2.316	3.9	553	48	2.280	5.4	0.96	
88		7.2	14.4	38.4	40.0	2.432	2.327	4.3	633	44	2.272	6.5	0.92	
89		6.6	13.2	35.2	45.0	2.454	2.333	4.9	653	44	2.256	8.0	1.33	
90		6.0	12.0	32.0	50.0	2.477	2.334	5.8	698	37	2.239	9.6	1.64	
93	14	11.9	23.8	49.3	15.0	2.270	2.136	5.9	不 能	不 能	2.137	5.8	0.75	
94		11.2	22.4	46.4	20.0	2.292	2.152	6.1	〃	〃	2.174	5.1	0.79	
95		10.5	21.0	43.5	25.0	2.316	2.183	5.7	〃	〃	2.210	4.5	0.74	
96		9.8	19.6	40.6	30.0	2.340	2.217	5.3	〃	〃	2.249	3.8	0.74	
97		9.1	18.2	37.7	35.0	2.364	2.251	4.7	315	76	2.288	3.2	0.82	
98		8.4	16.8	34.8	40.0	2.389	2.292	4.1	450	86	2.326	2.6	0.66	
99		7.7	15.4	31.9	45.0	2.414	2.326	3.6	584	64	2.348	2.7	0.67	
100		7.0	14.0	29.0	50.0	2.440	2.349	3.7	734	54	2.331	4.4	0.80	
103	7	5.6	11.2	63.2	20.0	2.488	2.034	18.2	291	27	1.955	21.4	7.97	
104	9	7.2	14.4	58.4	20.0	2.429	2.120	12.7	352	29	2.140	11.9	2.27	
105	11	8.8	17.6	53.6	20.0	2.372	2.263	4.6	603	41	2.216	6.6	1.30	
106	13	10.4	20.8	48.8	20.0	2.319	2.243	3.3	301	94	2.221	4.2	1.03	
107	7	5.3	10.5	59.2	25.0	2.500	2.096	16.2	344	25	2.097	16.1	6.99	
108	9	6.8	13.5	54.7	25.0	2.444	2.200	10.0	449	33	2.088	14.6	2.52	
109	11	8.3	16.5	50.2	25.0	2.390	2.288	4.3	672	53	2.154	9.9	1.30	
110	13	9.8	19.5	45.7	25.0	2.339	2.244	4.1	306	115	2.207	5.6	0.82	

とマ
図—
モル
りへ
量
3.63
2.30
.35
.06
1.91
1.83
1.79
1.98
1.56
1.83
.25
.50
.76
.38
.74
.84
.82
.69
.64
.82
.28
.48
.92
.90
.80
.97
.96
.92
.33
.64
.75
.79
.74
.74
.82
.66
.67
.80
.97
.27
.30
.03
.99
.52
.30
.82

分のアスファルト量が多いほど、すりへり量は小さい。

(ロ) アス・モル分の質 (D/A とアスファルト量) が同じであれば、砕石量が0%から、ある量までは、すりへり量はほとんど変わらないが、ある量を越えて多くなると、すりへり量は増大する。この、ある量は、アス・モル分のアスファルト量と D/A によって異なるようであるが、この実験では、30~40%のようである。

(リ) マーシャル安定度については、アス・モル分の質が同じであれば、一般に砕石量が多くなると、安定度も増大するが、D/A=2.0でアス・モル分のアスファルト量が8%の場合には、砕石量が40%および45%のときに最大値を示した。

ロ トベカなどのアスファルト量および砕石量とマーシャル安定度およびすりへり量の関係について (図-3・1, 3・2および図-4・1, 4・2参照)

(イ) 同一 D/A, 同一砕石量の場合、トベカなどのアスファルト量が多くなるほど、アスファルト量の違いによるすりへり量の変化は小さくなる。

(ロ) トベカなどのアスファルト量が同一の場合、砕石量の多いほうがすりへり量は小さいが、これは、トベカなどのアスファルト量が同一であれば、石粉の量も一定で砕石量の多いほうが砂の量が減少しアス・モル分としては、アスファルト量が多いことになるためであると思われる。

(リ) 図-3・1, 3・2に示すトベカなどのマーシャル安定度は、トベカなどの合材のうち、アス・モル分のアスファルト量が8, 10, 12, 14%についてのものである。したがって、アス・モル分として最大安定度を示したアスファルト量11%が含まれていないためトベカとして必ずしも最大安定度が示されていないかもしれないが、これらの傾向と、もう少々詳細に行なった実験結果 (図-4・1, 4・2) から、この実験の範囲内では D/A が同一であれば砕石量の多いほうが、最大安定度は大きい。

(ニ) 同一 D/A, 同一砕石量の場合、マーシャル安定度が最大値を示すアスファルト量より多いアスファルト量では、すりへり量の変化が比較的小さい。

(ホ) 従来のラベリング試験機によるアスモルの実験においては、(ニ)の傾向が確認されており、最大安定度を示すアスファルト量における配合のすりへり量をわれわれは「固定点すりへり量」と呼んでいるが、ここで、トベカなどについても仮にこのことを適用すれば、図-4・1, 4・2から同一 D/A の場合に、砕石量が多くなると「固定点すりへり量」は同じかやや大きくなる傾向にある。

ハ D/A およびアス・モル分のアスファルト量とすりへり量の関係について (図-5参照)

D/A の違いと、トベカなどのうちのアス・モル分のアスファルト量の違いが、すりへり量におよぼす影響に

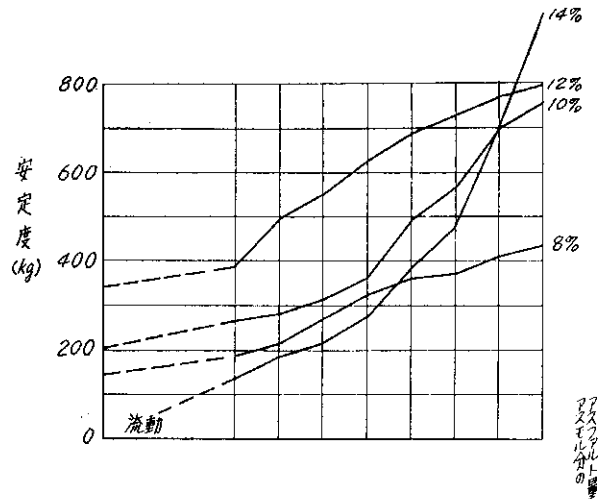


図-2.1 砕石量と安定度およびすりへり量
の関係 (D/A=1.5)

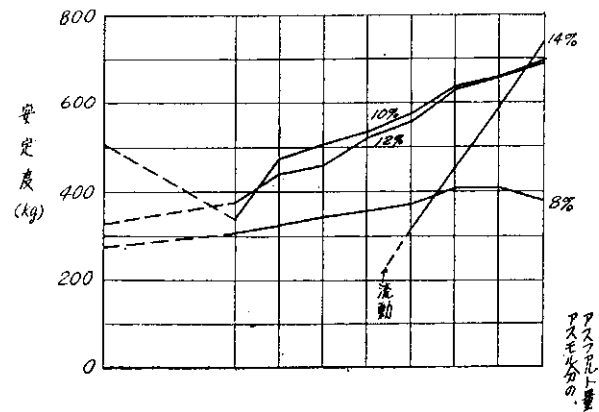


図-2.2 砕石量と安定度およびすりへり量
の関係 (D/A=2.0)

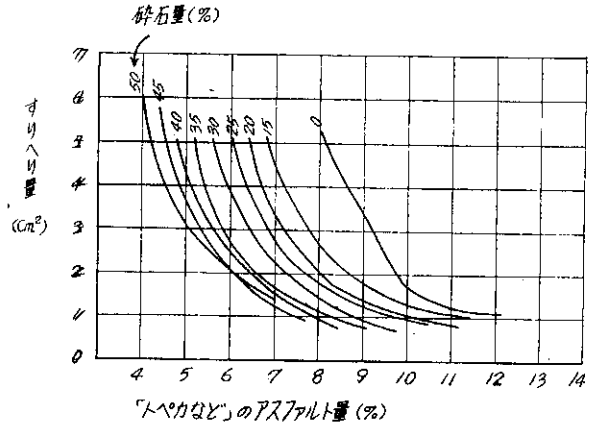
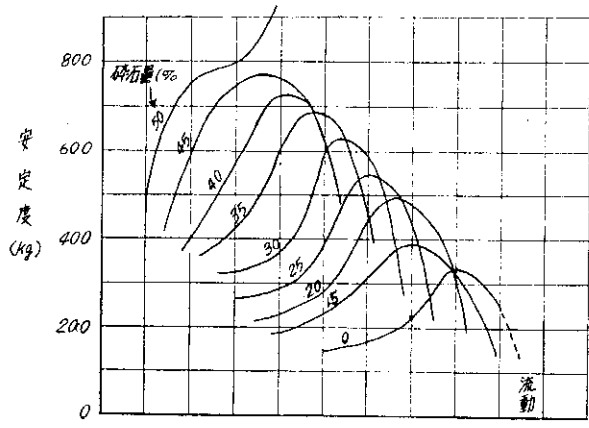


図-3-1 トベカなどのアスファルト量と安定度およびすりへり量の関係(D/A=1.5)

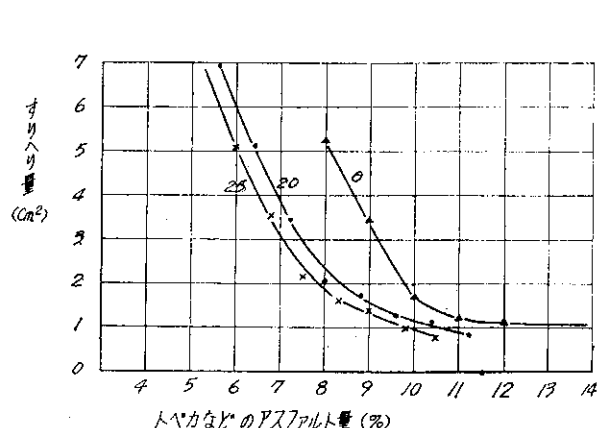
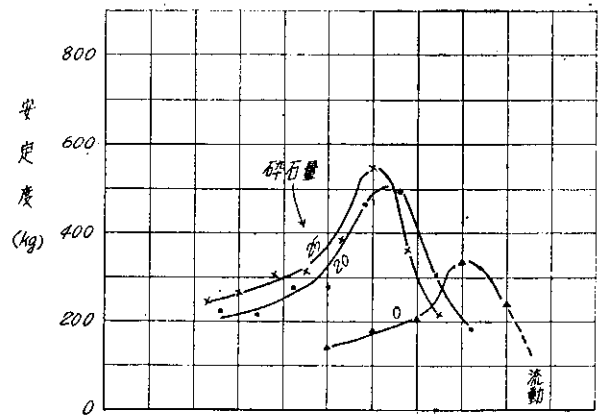


図-4-1 トベカなどのアスファルト量と安定度およびすりへり量の関係(碎石量0, 20, 25%の詳細)(D/A=1.5)

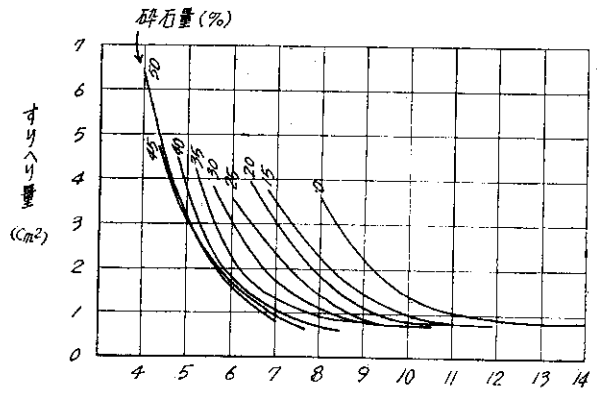
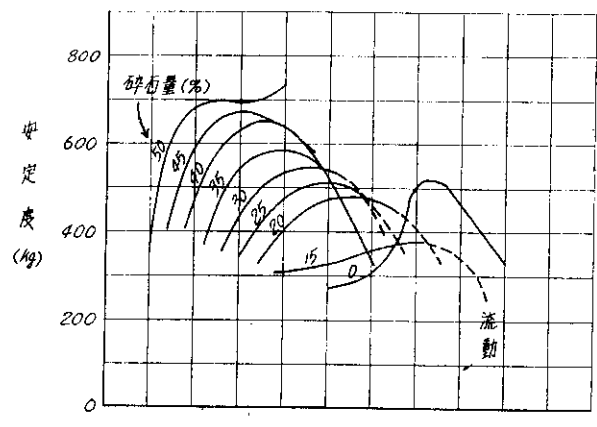


図-3-2 トベカなどのアスファルト量と安定度およびすりへり量の関係(D/A=2.0)

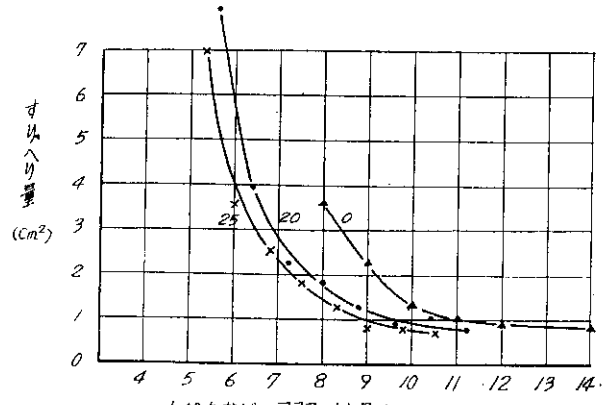
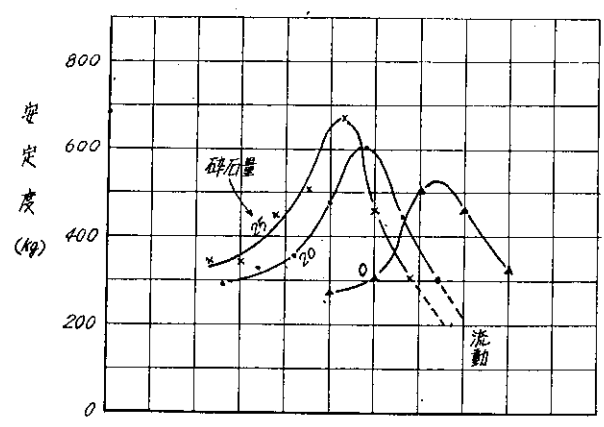


図-4-2 トベカなどのアスファルト量と安定度およびすりへり量の関係(碎石量0, 20, 25%の詳細)(D/A=2.0)

ついて検討すると、アス・モル分のアスファルト量が同一であれば、一般に D/A が 1.5 より 2.0 のほうがすりへり量は小さい。ただし、碎石量 50%、アス・モル分のアスファルト量 8%、10% の場合には、この傾向が逆であった。この配合は、トベカなどのアスファルト量で 4.5% である。

以上を要約すると、すりへり抵抗の大きなアス・モルに碎石を配合したトベカなどは、すりへり抵抗が大きいという考え方は一般に妥当であると思われる。品質の異なる碎石を配合していないから、碎石の質との関連はわからないが、本実験から、トベカなどのすりへり抵抗性は、アス・モル分の質によって大きく影響されることがわかった。

あ と が き

今後、室内的には碎石量の配合範囲を 60% まで拡大

し、アスファルトおよび碎石の質をかえて検討し、一方現地舗装について、すりへり量を継続的に調査して、室内実験と実際道路におけるすりへり量の関連を検討する予定である。これらのデータを検討しながら、試験機械や試験方法に改良を加えて行きたいと考えている。なお本文のトベカラベリング試験機の試作にあたっては、道路研究室の高橋室長および元舗装研究室の林亀一氏も参画した。

参 考 文 献

- 1) 小山道義, 高橋毅, 久保宏: トベカ合材の配合設計について; 土木試験所月報第 133 号 (昭和 39 年 6 月)
- 2) 小山道義, 高橋毅, 林亀一, 久保宏: 寒冷地における表層用アスファルト合材の配合設計——主として対摩耗性に関する実験的研究——; 日本道路協会「道路」(昭和 40 年 8 月号)

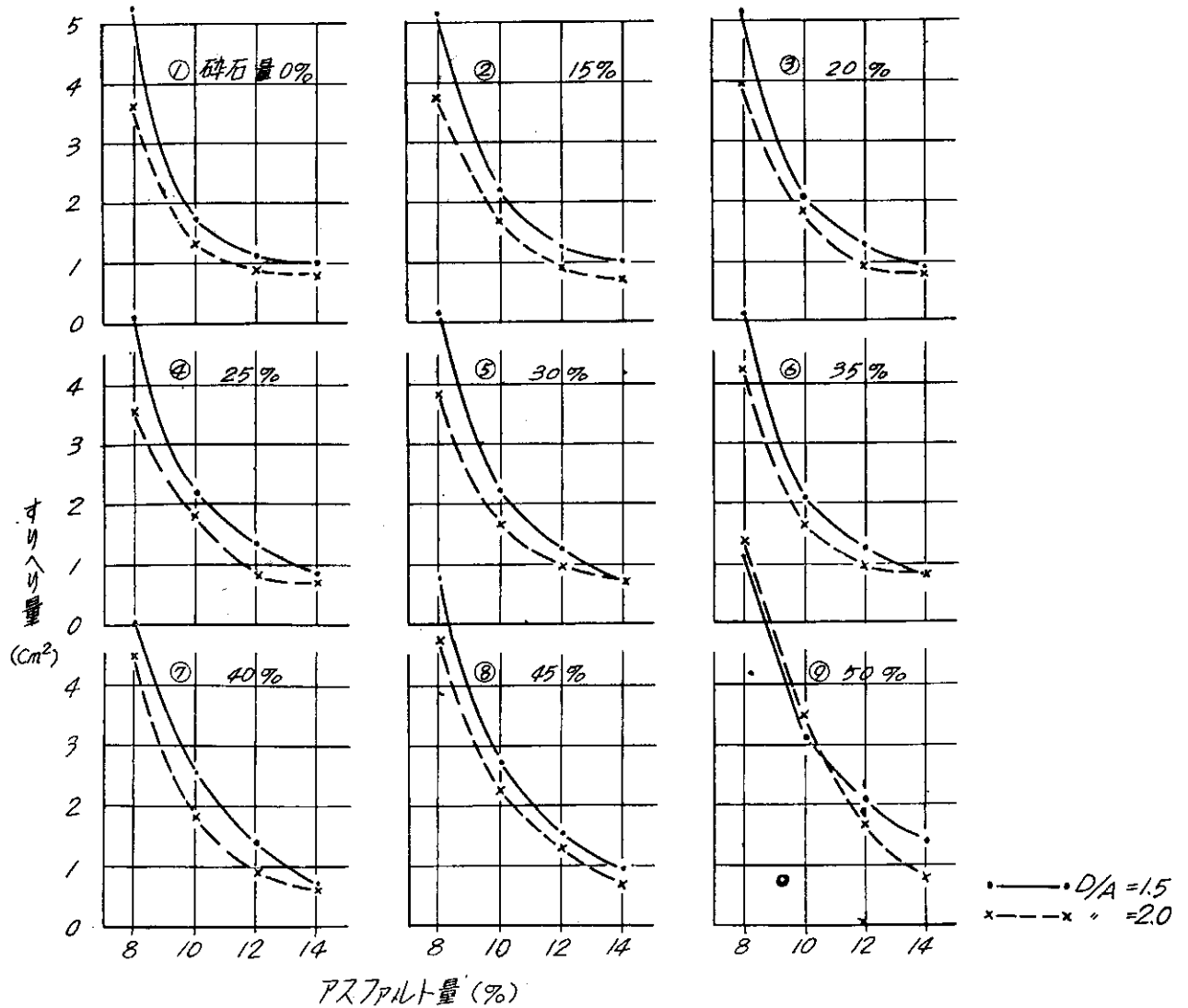


図-5 D/A およびアス・モル分のアスファルト量とすりへり量の関係

昭和42年7月31日発行 編輯兼 発行人 小山道義

発行所 北海道開発局土木試験所
札幌市平岸無番地
電話 4161 (代表)

印刷所 日栄舎印刷株式会社
札幌市菊水西町10丁目
電話 9267 (代表)