

アスファルト舗装のすべり止めについて

中部地方建設局 小栗良知

馬場和秋

第1章 概 要

近年自動車交通の高速化、交通量の増大は目ざましくそれに伴い、交通事故の増大は大きな社会問題化している。この結果、道路構造上、路面の平たん性とともに、すべり止め工法が重視されて来ている。

すべりを要因とする事故は、欧米では可成り高い割合を示し、路面が濡れているときは、全事故の25%がすべり易さを直接の原因としている。我が国では、交通事故の統計のとり方が、道路構造上の問題にふれておらない関係上正確なデータは分らない。

一方、道路構造令第20条では、視距の規定をしているが、これは、避走視距、制動停止視距のうち大きい方をとつてゐるが、このうちの後者が路面の摩擦係数に関係している。

この制動停止視距は、

$$D = \frac{V}{3.6} t + \frac{V^2}{2 g f (3.6)^2} \quad \text{ここで } t = 2.5 \text{ sec} \quad g = 9.8 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2} \quad \text{とすると、}$$

$$D = 0.694V + 0.00394 \frac{V^2}{f}$$

従つて構造令の視距より逆に路面摩擦係数を求めて見ると

$$f = \frac{0.00394 V^2}{D - 0.694V}$$

区 分	D	設計速度(V)	f
第1種平地	110m	80%	0.46
第1種山地	75	60	0.42
第2種平地	90	70	0.47
第2種山地	65	50	0.33
第4種	65	50	0.33

この表より見れば、少くとも一般国道では路面が、湿潤状態においても0.5以上の摩擦係数が要求されるが追突事故防止の観点から立てば更にこの数字が大きい方がよい事になる。従つて、今後滑り止め効果の高い道路を建設する重要性は、益々高くなる。

今回この報告書では、今迄地建で行つたすり止め舗装についての概要を述べ更にすりについて、一三の要因（水、ホコリ等）について、ごく概括的に検討した結果を報告する。

第2章 すべり止め舗装の現状

地建におけるすべり止め舗装は、34年伊勢湾台風により浸水した零米地帯の一号線嵩上工事（通称ドラム管工法と呼ばれている）箇所を本復旧したときに、すべり止め舗装を実施したのが、本格化した始まりである。これは、現在ほとんど大部分で行つてゐるA量をへらし、舗装路面を粗に仕上げ、すべりに対する抵抗を増しすべり止めの効果を上げる方法である。その後、名岐国道、名四国道等準高速的な大規模バイパスの施工とともに、舗装そのものがコンクリートを主体にしたものからA舗装主体に変化し、すべり止め工を施すのが普通になつて来た。地建で行つた34年以降のすべり止め舗装を調査したのが、表2-1である。

これらのものの配合は大きく分けて3種類に分類出来る。配合は表2-2であり、およそ厚30cm位のものが殆んどである。他に木曽国道で実施した例えば、冬季タイヤチェーン使用の関係でワービツ

表2-1 滑り止め舗装工調査結果

路線	場所	路面 構成	年 月	交通量 台	調査 日	車速 (km/h)		S R		路面状況	路面状況 調査 結果	備考	要
						Dry	Wet	Dry	Wet				
1	静岡市	A6	3.6	37100		0.8305	0.4917	—	—				
		A1	0.4	25600		0.7891	0.4465	95.8	62.8	30%	27.0 31.5 晴		
						0.7645	0.4510	—	—				
	吉原市	B4	1.4	25800		0.8345		—	—				
			0.4	26100		0.8285	0.5870	—	—				
					2.7	0.8485	0.5425	101.7	55.0		24.0 28.5 曇		
				25800		0.8584	0.5873	—	—				
	富士市		1.7	26900		0.8677	0.4512	—	—				
						0.8340	0.4862	96.3	66.3		28.0 33.5 晴		
				24600		0.8445	0.5290	—	—				
	富士川町		1.3	23900		0.8770	0.5142	—	—				
						0.6727	0.4937						
	藤原町					0.7758	0.5018	94.0	51.0		27.7 37.7 晴		
				24600		0.8110	0.4587	—	—				
			0.5			0.8267	0.5620	—	—				
					1.0	0.8892	0.5620	94.3	54.0		30.5 41.0 晴		
	三九町		1.6	21900		0.8030	0.4852	92.0	47.0		28.0 38.7 晴		
			2.3		500	0.8089	0.4812	—	—				
		A1	3.7	29800		0.7575	0.4240	94.5	45.3		29.5 40.7 晴		
						0.7905	0.4620	—	—	30%			
	清水市	B3	0.4			0.8150	0.5510	98.5	49.8		30.0 40.8 晴		
		A1	3.3	31500		0.8020	0.5445	—	—	70%			
		B4	0.8			0.8249	0.4435	88.3	49.5		32.7 41.5 晴		
						0.7502	0.5825	—	—				
		A4	2.5	59200		0.7618	0.5417	—	—				
						0.7643	0.5490	82.8	49.5		29.0 39.7 晴		
	島田市	A7	2.0	20800		0.8036	0.4760	93.5	—		30.5 37.0 晴		
		B4	1.0	18600		0.8128	0.5267	95.0	39.5		29.5 37.8 晴		
					3.0	0.7765	0.4687	—	—				
	掛川市	C	0.3	18926	58 90	0.8507	0.5120	90.5	44.0		27.0 33.0 晴		
			0.6			0.7898	0.4020	—	—				
	磐田市	A2	1.8	20351		0.8747	0.5063	—	—				
	磐田村	A3	1.4	27416	2.7	0.8573	0.4167	—	—				

号段	场 所	路面 结构	年 月	交通量	材料 名称	测定值(%)		SR		破损状况	路面状况 温度湿度	摘 要
						Dry	Wet	Dry	Wet			
1	静冈县松本市	A3	1.4	27416	3.0	0.8077	0.4523	97.8	43.5		26.4 31.2 晴	
"	"	"	"	"	1.400	0.8975	0.4020	97.8	40.3		26.4 30.2 晴	
"	"	C	1.7	"	3.0	0.9257	0.4683	—	—			
"	可美村	"	0.3	20667	3.0	0.8933	0.4370	92.5	—		26.4 28.0 晴	
"	"	"	"	"	3.0	0.8458	0.3915	94.5	40.5		26.4 28.0 晴	
"	"	"	1.4	"	3.0	0.8690	0.3698	—	—			
名四	名古屋市中	B5	1.1	18711	3.0	0.8807	0.4105	—	—			
"	"	B6	"	"	3.0	0.8735	0.4268	—	—			
"	"	B7	0.6	"	3.0	0.7978	0.7960	91.0	92.5		26.7 32.0 曇	
"	"	B7	3.4	"	3.0	0.8728	0.5122	—	—			
"	"	"	"	"	3.0	0.8445	0.6113	100.0	57.0		26.9 30.7 曇	
"	"	B7	"	"	3.0	0.8850	0.5192	—	—			
"	"	"	"	"	3.0	0.8650	0.4152	99.5	44.8		26.7 31.2 晴	
"	"	"	"	"	3.0	0.8297	0.4857	—	—			
"	爱知县稻泽市	"	"	"	3.0	0.8210	0.6330	—	—			
"	稻泽町	"	"	"	3.0	0.8575	0.6600	93.0	54.0		27.7 31.2 晴	
"	"	"	"	"	3.0	0.8352	0.7678	—	—			
"	三重县桑名市	B9	0.4	20213	3.0	0.8352	—	92.9	—			
"	川越町	"	"	"	3.0	0.8685	—	—	—			
"	"	"	"	"	3.0	0.8418	—	—	—			
"	四日市市	"	4.4	"	3.0	0.8228	—	93.3	—		28.4 32.1 晴	
1	"	A6	0.7	17500	4.16	0.8637	0.5112	—	—			
"	铃鹿市	"	1.0	"	1.0	0.8493	0.5053	97.5	50.5		27.5 31.0 曇	
"	"	"	"	"	1.0	0.8628	0.5927	—	—			
"	"	"	"	"	3.0	0.8710	0.6817	96.3	—		27.7 32.7 晴	
"	惠山市	A6	0.8	17300	3.0	0.8808	0.5937	—	—			
"	"	"	"	"	3.0	0.7917	0.5760	94.8	50.0		28.4 32.4 晴	
名阪	大阪府	B2	0.6	4455	5.3	0.8760	0.7060	91.4	63.4		25.4 28.4 晴	
"	"	"	0.7	"	5.7	0.8195	0.6830	—	—			
"	伊贺市	"	"	"	6.0	0.8345	0.6090	92.0	53.8		26.3 27.6 晴	
"	"	"	"	"	6.0	0.8462	0.5773	—	—			
1	名古屋市中	A2	3.8	62123	3.0	0.8472	0.6708	92.5	56.3	2/1	27.1 31.7 曇	
"	"	B6	1.6	26168	3.0	0.8387	0.4832	—	—			
"	"	"	"	"	3.0	0.8703	0.3705	95.0	42.3		25.9 31.5 曇	

号線	場 所	路面 構成	経年数 年 月	交通量 台 日	断面 配線 幅 員	測定値(土研試験車)		S R		破 損 状 況	路面状況 路面 強度	天候	摘 要
						Dry	Wet	Dry	Wet				
1	名古屋市	B1	0.8	26148	2.7	08748	04230	—	—				
"	"	"	"	"	2.7	081020	5527	940	500		26031	曇	
22	愛知県春日村			37100	—	—	06663	—	58.5		238243	曇	
"	" 一宮市			33900	—	—	07215	—	—				
"	" "			7200	—	—	07957	—	620		232238	曇	
"	" "	A5	2.4	31317	—	—	06040	—	540		242236	曇	
"	" "	"	1.6	24982	—	—	04963	—	—				
"	" "	"	"	"	—	—	04610	—	448		236241	曇	
"	" "	"	"	"	—	—	05448	—	—				
"	" 清洲町	A5	3.8	21619	—	—	05935	—	518	34%	241250	曇	
"	" 新川町	"	3.9	"	—	—	05407	—	—				
1	豊橋市	"	1.4	21832	0.5	08455	04430	107.5	468		270365	薄曇	
"	" "	"	"	"	0.5	08872	04248	—	—				
"	" "	"	0.7	"	0.5	08453	04208	105.3	45.7		264345	薄曇	
"	" "	"	"	"	0.5	08697	04537	—	—				

ト舗装を行いその上にタツピング工法を実施した例もある。

表 2-2 配合表

	A	B	C	木 曾 国
A 量 %	4.5- 6	4.5- 6.0	4.7- 4.5	2%
石 粉 %	3.8- 7.5	5.7- 7.0	4.8- 5.1	消石灰 1.6%
砂 %	12.5-32.7	4.8-21.5	9.2-14.3	砕石-5 ^{mm} 80%
砕 石 2.5 ^{mm} %	2.0-16.5	3.5-28.1	7.6-19.1	
5-10%	18.0-40.3	7.6-68.0	61.8-70.9	
10-15%	—	15-68.0	—	
10-20%	19-56	—	—	
舗 装 厚	3 C m	3 C m	3 C m	0.8m ³ /100 m ²
単価 円/m ²	182 ^円 /m ²	174 ^円 /m ²	176 ^円 /m ²	45 ^円 /m ²

第3章 すべり止め抵抗調査

§1 すべり止め抵抗調査とその結果

すべり止めの効果を測定する方法としては、

- a 制動停止距離方法
- c ポータブルテスター法
- b 減速度法
- d 横若しくは縦すべり抵抗力法

等がある。

今回地建で、これまで実施したすり止め舗装の効果を知るために行つた方法は、このうちポータブルテスターによる方法と建設省土木研究所の道路試験車によるすり止め抵抗を測定する方法とを実施した。ポータブルテスターは英国の道路研究所が開発した portable Skid Resistance Taster を使用した。

路上で行つたすり止め抵抗調査は、地建で実施したすり止め舗装箇所を1箇所につき平均3箇所、乾湿両方の状態で、Skid Tester 及び土研の道路試験車を40 km/hで走行させて約100箇所行つた。

この結果は、表2-1のとおりである。

この場合の湿潤状態は、散水車により予め散水しておいてその状態を作成した。(水の散布量は、0.5 mm/cm²になる)

結果は、表2-1から分る如く、単純にDryのときとWetのときの平均値を求めて見ると0.83と0.53となりWetの場合がDryのときに比較して、64%下がる。

またこれを、配合分類のA、B、CでDry、Wetの場合を度数分布で示せば、図3-1～図3-2のようであり、Dryの場合はA、B型何れも差がないが、Wetの場合ではB型がA型よりやや大になつた。何れの場合でもC型は低い値を示している。

次に経年数交通量による変化を調べて見ると、図3-3、で示したとおりであつて、縦軸は経年数に1日交通量の積をとつてある。交通量はほゞ2車線交通量である。これによると、Wetの場合は、余り変化がないが、Dryの場合は、2車線25000台/日(ほゞ1号線)程度では、2年で5%位下がるような結果になつたが、通常それまでには、すでに可成り破損をするので、実際は、更に低い値ではなからうかと思われる。

2 携帯用すり止め抵抗器と走行試験車による相関

portable Skid Resistance Testerは、比較的簡単にすり止め抵抗の調査を行うことが出来る。この計器の目盛は1/50分割であつて、英国の道路研究所によれば、55以上あれば大体よいとされているが、所謂路面の摩擦係数との関係がよく分らない。従つて土研の道路試験車の試験値と相関させて、今後すり止め抵抗の諸要因追求に室内で試験を行う関係もあり、このSkid Testerの数字により検討をして行く方法をとつた。この関係を図示すれば、図3-4のようである。

結果は、ほゞ直線的に比例し1/1であり、Skid Testerの50は、道路試験車の係数の0.55に相当することになる。但し、この値は40 km/hの速度のときである。

第4章 道路とすべりの要因について

1 概 要

路面のすり止め抵抗に影響する因子として種々考えられるが、表面水、骨材の種類、路面の粗さ、As量、路面の異物、路面の老化、タイヤの形状、速度等がある。

今回は、このうち表面水及び路面の異物(ほこり)の影響について、検討してみた。

2 ほこり及び乾湿による変化

2-1 水による影響

As 舗装面上の表面水が、すべりに対して悪い影響を与えることは、一般によく知られているが、

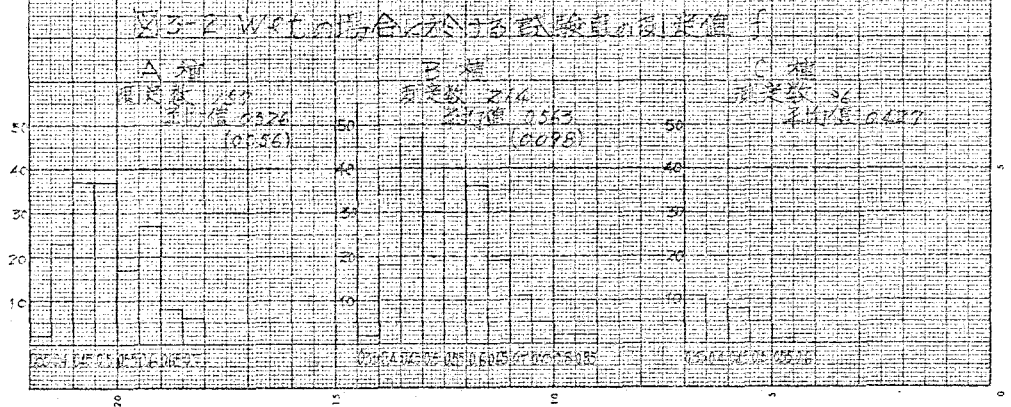
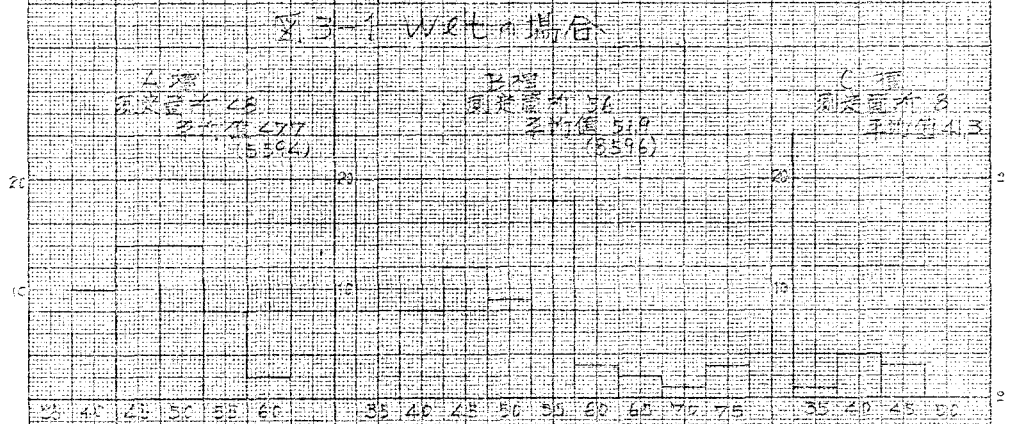
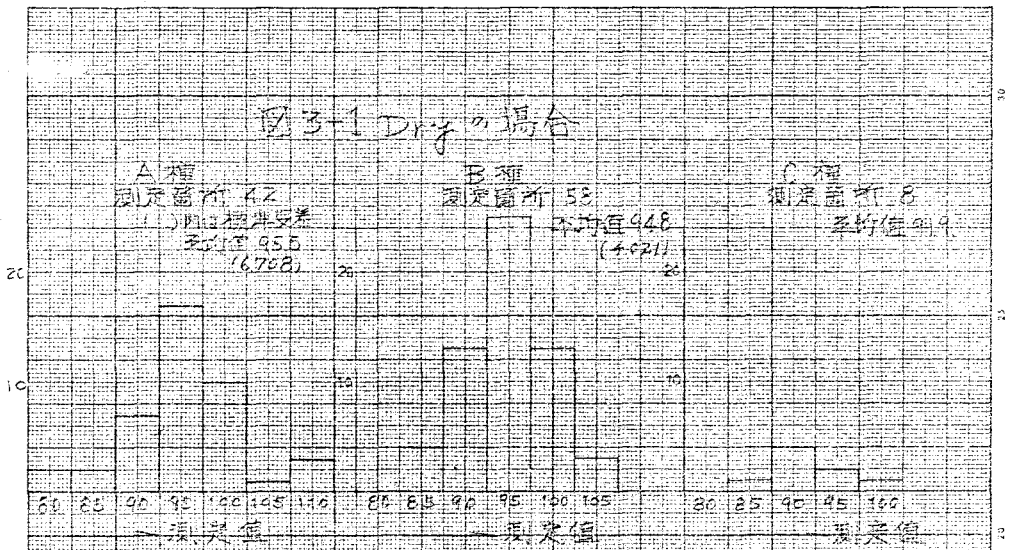


图 3-3 全年数 交通量 $\times$ 5 变化

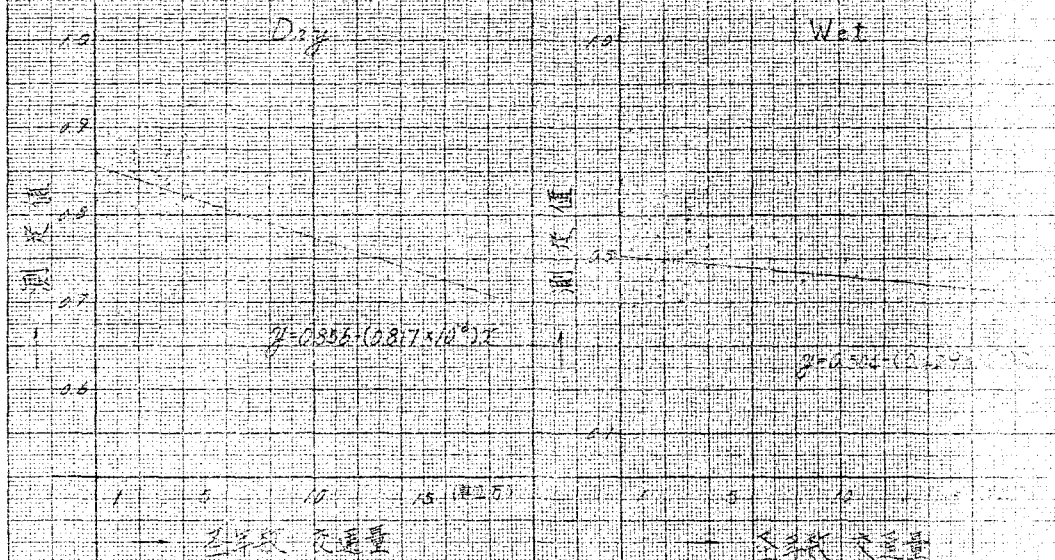
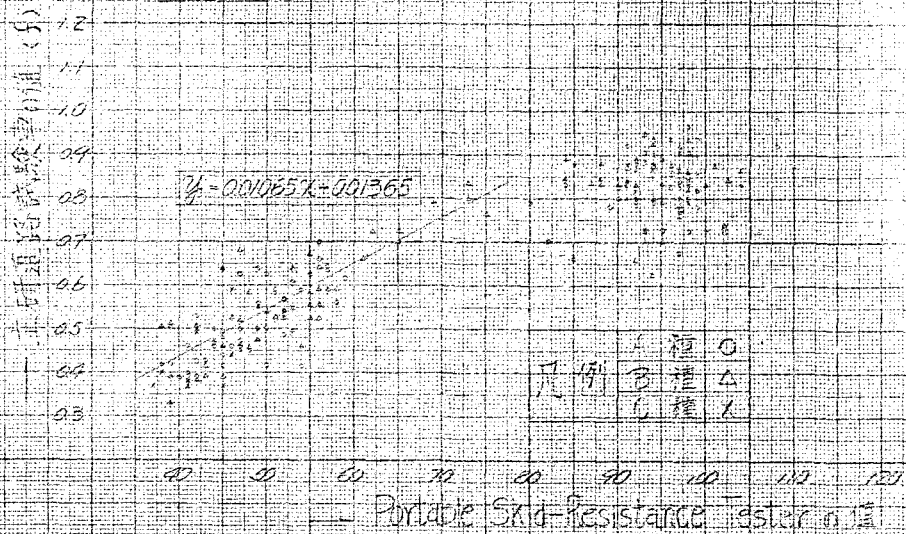


图 3-4



どの位で影響があるかを検討するために、室内でSkid Tester を使用して、表面水の量を種々変化させて、或るすべり止め舗装で調査してみた。その結果は、図4-1 のようである。これによれば水を少量加えることにより6割前後にすべり抵抗値は下がり、雨の量にすれば、 $0.02\text{ mm} \sim 0.03\text{ mm}$ 降れば、摩擦係数が急激に減少する。（供試体の表面積は 580 cm^2 である）それ以後は、余り変化が無くほぼ同じ状態になることが分る。殆んどの供試体で同じ傾向を示した。通常いわれている雨の降り始めは危険であるという事と一致する。とにかく少しでも降れば抵抗値は減少する。

2-2 ほこりの影響

一方、路面にあるほこりの影響を調査するために同じ供試体を使用して、ほこりを国道19号線、市内の伏見通りより集積して来て、供試体の上でほこりの量を変化させて見た。ほこりの比重は、約1.4である。

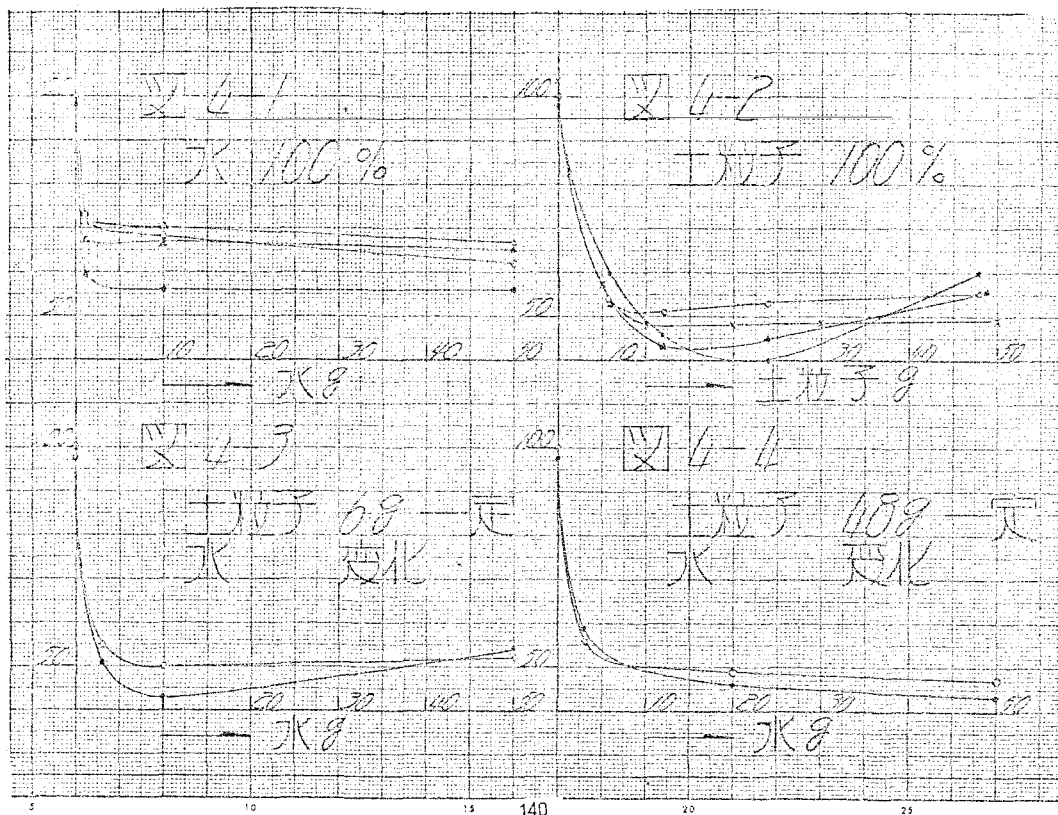
やはり結果は、水の場合と同じで、土粒子6gで6割前後に摩擦係数は下がる。若干水の場合と異なるのは、或る程度増加させると、やゝ摩擦係数が増加する。この値は48g（表面に1mm位集積した状態）程度から生ずる。このことはほこりそのものの抵抗が或る程度生ずることにもよる。

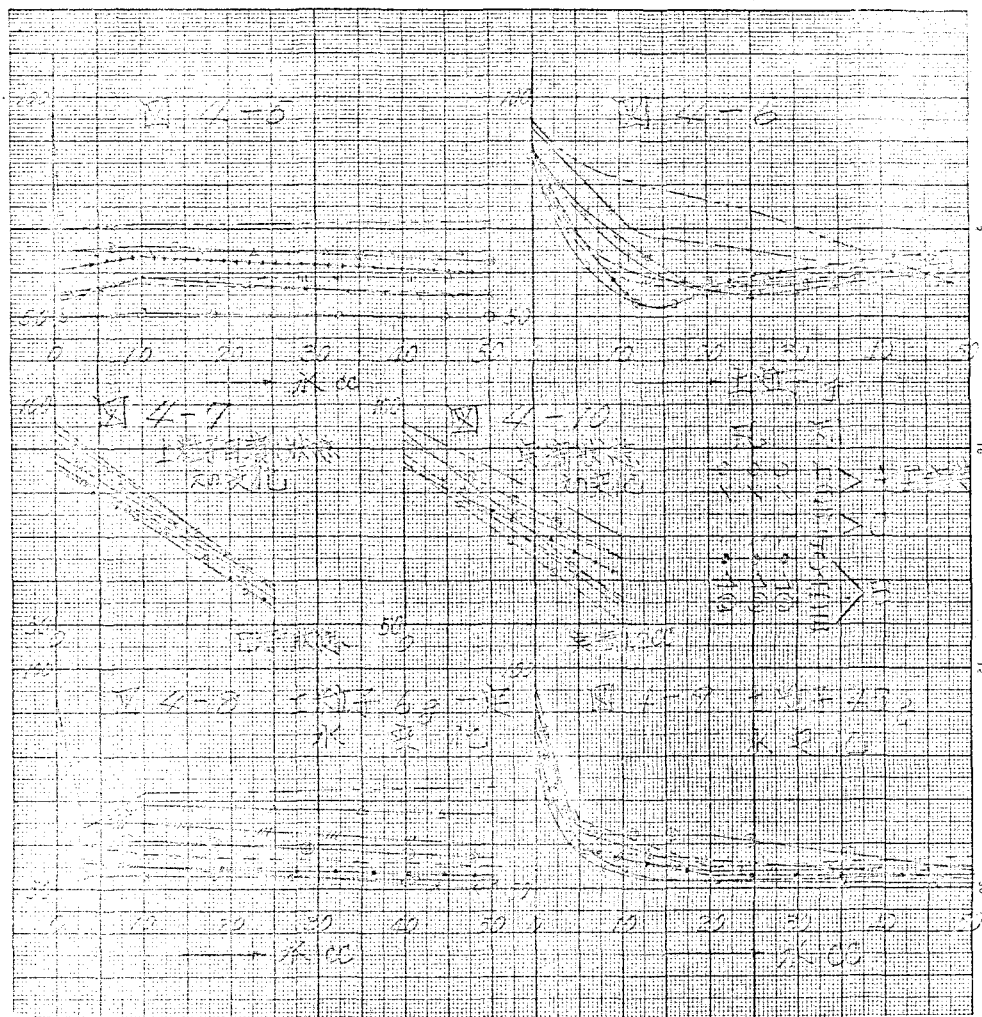
（図4-2 参照）

2-3 水とほこりの合成の影響

通常の路面は、ほこりがあり、そこに雨が降つてすべり易くなる。そこで、ほこりの量を一定にし水を変化させて見ると図4-3、図4-4のとおりである。

土粒子は6gと48gの2種類行つて見たが、傾向は、水を少し加えることにより摩擦係数は大巾





に下がる。しかし、降こりの量を多くした方が若干すべり易くなる傾向が出ている。又降こりそのもの、水そのものだけのときより、ノ割位低い値が出て来た。

3-4 舗装種類による変化

次に此の報告書で分類したA型、B型、C型夫々の舗装種類の代表的なすべり止め舗装より試料を採取して、降こり、水の関係を前と同じように、室内試験で行った。

採取した試料は次の表のとおりである。

区分	箇 所	すべり止め 舗装種別	経年数
A	名四国道 イロハ高架	B 型	0.6 年
B	/ 号線 名古屋市昭和通り	A 型	3.8
C	/ 号線 名古屋市巾川区戸田	B 型	1.6
D	名阪国道 越川	B 型	0.6
E	名阪国道 向井	B 型	0.7

試験は、前と同じように供試体 580 cm^2 の表面に水の量及び降こりの量を変化させて、すべり抵抗が如何に変化したかを見た。
結果は、図4-5より図4-10のようである。全般的にいえることは、水を微量加える事によりすべり抵抗値は、30%-40%

F	/ 号線	静岡県日坂	C 型	0.3	急激に減少し前と同じ傾向を示すが、水の量を増加させるとその後の変化は殆んど見られない。舗装種別については、水の影響による
G	/ 号線	静岡県可美村	C 型	0.3	
H	/ 号線	愛知県二川	A 型	1.4	

変化は、B型がA型、C型に比較して1.0倍程度よい。絶対値においても秀れた傾向を示した。

ほこりについて見れば、前と同様バラツキが生じた。舗装供試体表面のアラサに差があり、従つてほこりをアラサの影響が無くなる目つぶし程度になつたときが比較の対象になると考えられるが、何れも図4-7で分る如く、40%すべり抵抗は減少し舗装種別による変化は分らない。

水とほこりの合成の影響は、図4-8、図4-9で見られる如く水そのものの、砂そのもののときより若干低い値が出て来る事は、やはり前節の傾向と同じである。舗装種別については、B型がややよいという結果になつた。

3-5 まとめ

以上の結果を少いデータで短時日の調査ではあるが非常に大胆に総合的にまとめて見ると

1. 水の影響はほんの少しでも大きくあらわれる。(40%減)
2. ほこりの影響は、少いうちは大きく或る程度増すと(1mm位の厚さになると)やや抵抗値が大きくなる。
3. 水とほこりの混つたものの影響は、水そのもの、ほこりそのものだけの場合より大きい。
4. 舗装工種では、B型がややすぐれている。
5. 経年数の影響は或る程度下がるが、それ以下は一定になりそうだ。
6. 相対的なすべり抵抗効果の比較には、portable Skid Tester を使つて行えば簡便であり出て来た結果もそんなに間違つたものではないであろう。
7. 清掃作業は、ほこりを無くするために少くとも目澄し状態になる以前に実施する必要がある。
(伏見通りで、4-5日おき程度)

第5章 むすび

アスファルト舗装のすべりという問題は可成り大きな問題と考えられるが、要素が多岐多様で、まことに複雑で結論を短時日に出すことは難しい。この調査も、中間的な調査結果の報告にすぎなくなり、まとまつた結論を引き出すことは難しく、ただ地建で行つたすべり止め舗装を調べて見たらこうであつたという事にすぎない。今後更に調査を行い、データを集め検討をし、維持費、舗装工種、cost、その他諸要因の問題に入つて見たいと思つてゐる。

本調査にあたり、現地の調査には、土木研究所道路研究室及び名古屋技術事務所の方々に御指導ならびに御骨かり頂いた事を付記し、感謝したい。