



# 路面の縦横滑り摩擦抵抗試験に就て (三)

鳥田 八郎

§ 試験路面 路面の種類別としては近代都市の主要道路面並に砂利道土道等各種のものに就き實測すべきであるが、下記8種の道路に就き試験を行つた。コンクリート系アスファルト系は主として第9號國道に試験路面を選擇した。小鋪石砂利道シートアスファルトは9號國道以外に求めた試験路面の一覽表を掲ぐ(第1表)

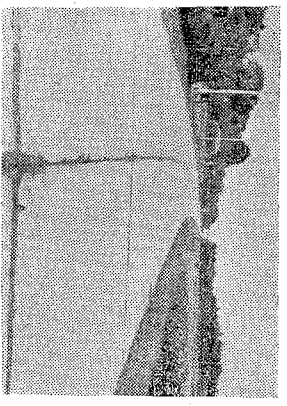
表 1

記號	鋪 裝 名	所 在 地	建 設 年 月
At	シート・アスファルト (プレナイト・ビチエーリシツク)	明 治 神 宮 外 苑	大 正 15 年 (1926年)
Aii	アスファルト・コンクリート *1	東 京 區 志 村	昭 和 8~9 年 (1933~1934年)
Aiii	瀝青乳劑塗裝道(T <sub>1</sub> ~T <sub>2</sub> ) *5	埼玉縣北足立郡宮原村 大字加茂宮	昭 和 11 年 (1936年)

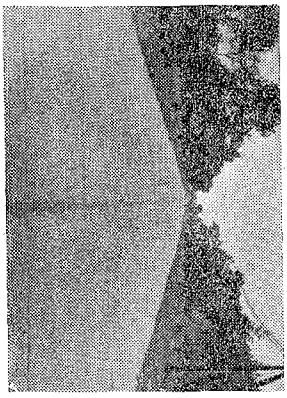
記号	材料名	所在地	完成年
Amr'	瀝青乳劑瀝青(1 <sub>2</sub> ~1 <sub>3</sub> ) *6	同上	未詳
Qi	砂利コンクリート *4	埼玉県北足立郡日進村	昭和10年 (1935年)
Qu	碎石コンクリート *2	埼玉県北足立郡六辻村	昭和7年 (1932年)
Qur	膠石コンクリート *3	埼玉県北足立郡六辻村 別所及埼玉県浦和市内	昭和7年 (1932年)
Ku	小鋪石(舊)	東京市芝區芝浦	大正14年 (1925年)
Ki	小鋪石(新)	東京市大森區大森驛前	昭和10年8月~11年5月 (1935~1936)
G	砂利道	東京市芝區芝浦	未詳

尚ほ全貌を示す意味で試験道路の寫眞(第13圖)を掲ぐ。

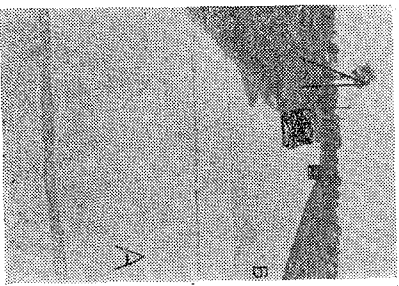
第13圖 試験道路寫眞



Qi (砂利コンクリート) 全景



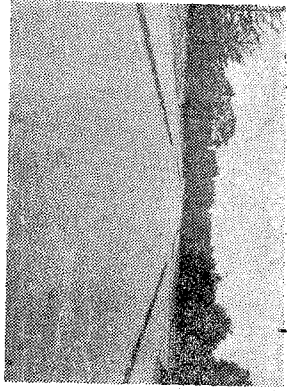
Qu (碎石コンクリート) 全景



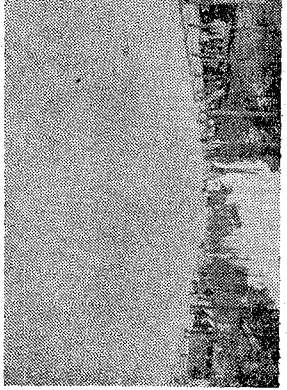
Qur (膠石コンクリート) 全景

新築の路床 築り十餘 築り一築

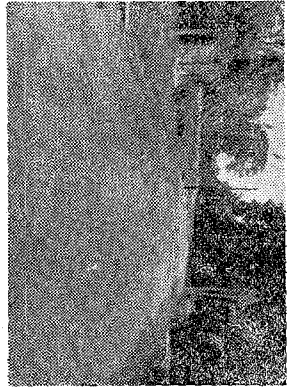
A<sub>I</sub> シートアスファルト全景



A<sub>II</sub> アスファルトコンクリート全景



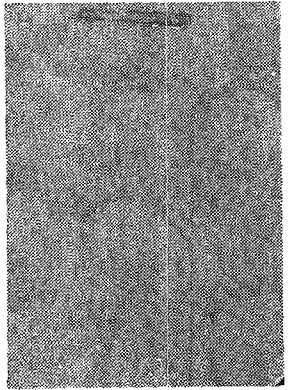
A<sub>III</sub> 瀝青乳劑塗裝路面全景



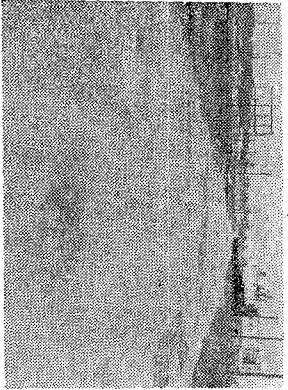
K<sub>I</sub> 新小鋪石道路面



K<sub>II</sub> 舊小鋪石道路面



G 砂利道全景



第1表と第13圖より路面の状態を定量的に推測する事は困難であるが小鋪石道の新舊の場合敷詰めた小鋪石の角役に可成りの差異ある事が認められる、一方本試験の砂道に於ては砂利が散布されしてゐる。

試験期日は四月より七月に至るものである。試験は常にダイナモーターにて抵抗力を實測し公式より縦横滑り摩擦係

數を換算したものである。路面状況は乾燥路面と撒水濕潤状態にして試みたものであるが、試験資料は多量にて全部詳細説明する事は煩雜であるから省略し主な二三の結果のみを説明し滑り摩擦抵抗の一般的傾向を述べる。

### § 試験結果の二三

試験速度は 10, 15, 20, 25, 35, 45 km/h を標準とし、横滑り抵抗試験に於ける車輪平面と疾走進行方向との角度  $\theta$  を 5°, 10°, 15° とした。今其の一例を述べる。

コンクリート路面 での結果は第 14 圖 a, b の如く平均牽引力  $P_b$  と速度の関係式を得。(1 式よりして摩擦抵抗係數

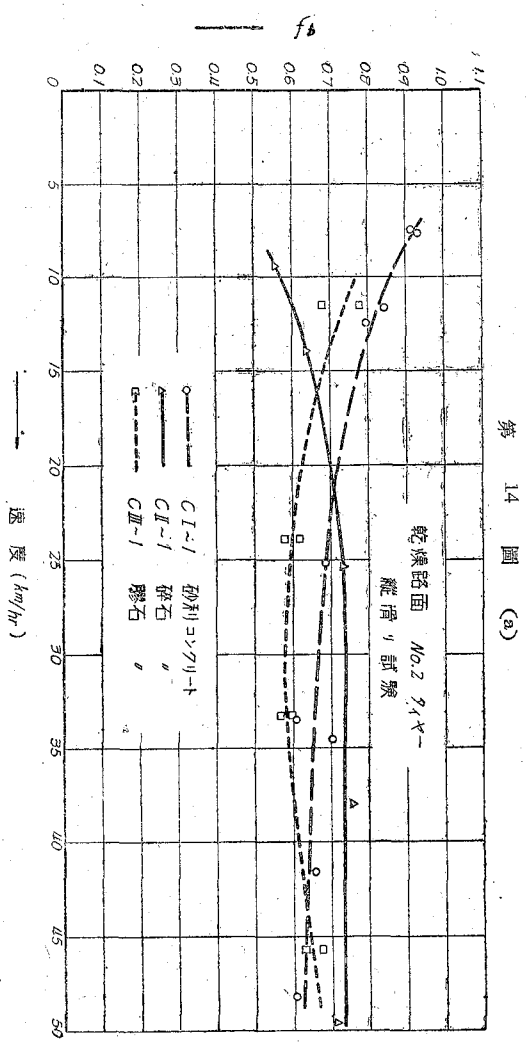
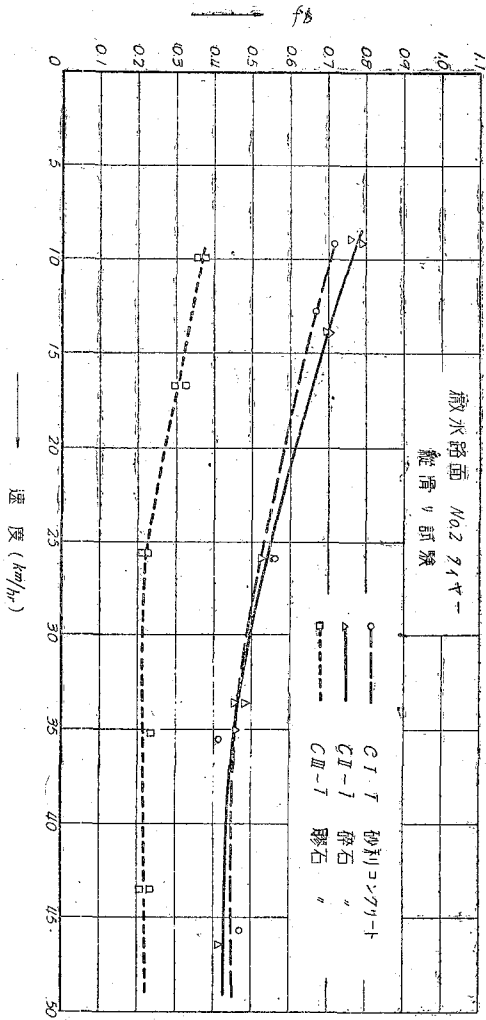


図 1



$f_b$  を得。斯く、速度により  $f_b$  は變化するもので、殊に撒水状態にては減少度が著しいものである。コンクリート系にても膠石鋪装は  $f_b$  の著しく小となる事が目立つものである。

横溝リ抵抗は  $\theta$  角度により異なるもので今  $\theta = 5^\circ, 15^\circ$  に於ける乾燥撒水路面に於ける結果を15圖に掲ぐ、 $f_s$  係数は速度に關係なく略一定値を示すものである。勿論撒水状態の  $f_s$  の値は小である。 $f_s$  は  $\theta$  により變化し  $15^\circ$  度にては一定値を示すものである。今常に問題になるのは  $f_b, f_s$  間の關係の有無である。直接的には關係なきも或種のタイマーと

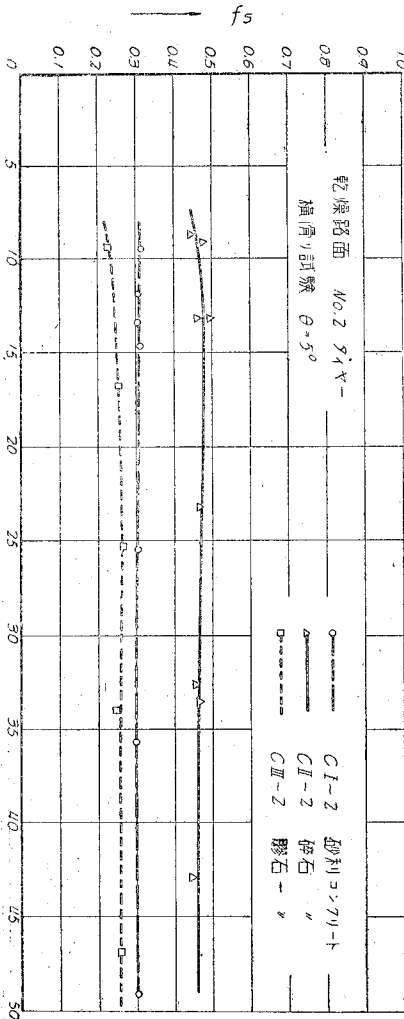
路面の状態では近似的に相関的關係を示す場合がある。

コンクリート舗装の場合と全く同様の實驗を他の路面に就いて繰返し、各路面狀に關する  $f_b$ ,  $f_s$  の値を得、第2表は乾燥路面に於ける  $f_b$  の値を示すもので、表中  $f_{b \cdot 40}$  とあるは、速度 40km/hr に於ける  $f_b$  係數の意味である。 $f_{b \cdot 10}$  も同様、 $f_{b \cdot 40}/f_{b \cdot 10}$  は  $f_b$  値の速度による變化具合を示すものである。

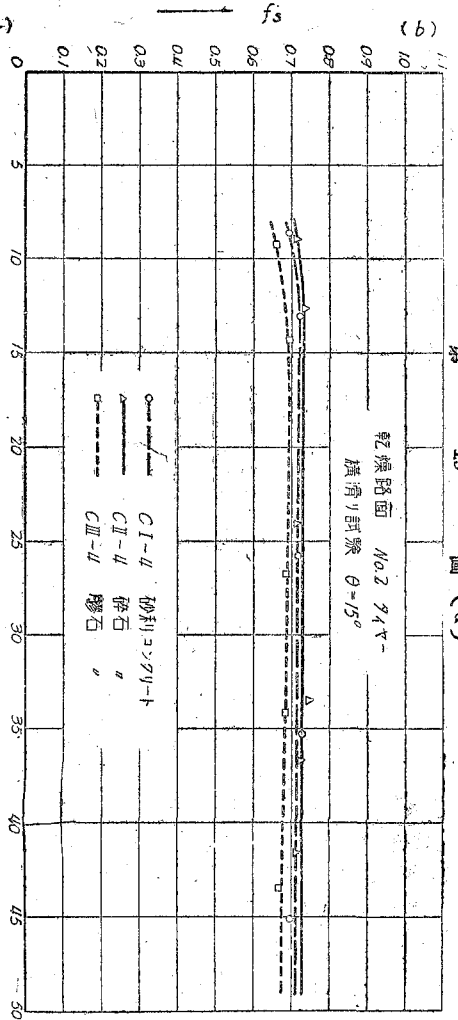
表3は濕潤狀態に於ける  $f_b$  値を示すもので、路面種別の記號  $C_1, C_{1a}, C_{1b}, C_{1c}, \dots, G$  の意味は既に説明した。

上記は  $f_b$  値のものであるが更に横滑り抵抗係數  $f_s$  と  $\theta$  角度との關係を見んに第16圖に其の一例を示す、同圖にはアラスタ系の場合の値をも記入してある。乾燥、撒水路面と  $f_s$  の値は異るも  $\theta$  との關係は全く同様である。

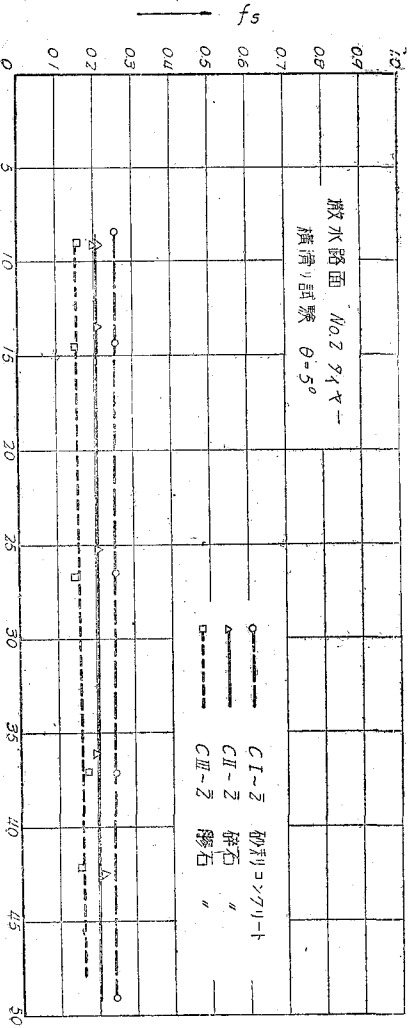
第 15 圖 (O)



第 15 圖 (d)



第 15 圖 (e)



第 15 圖 (f)

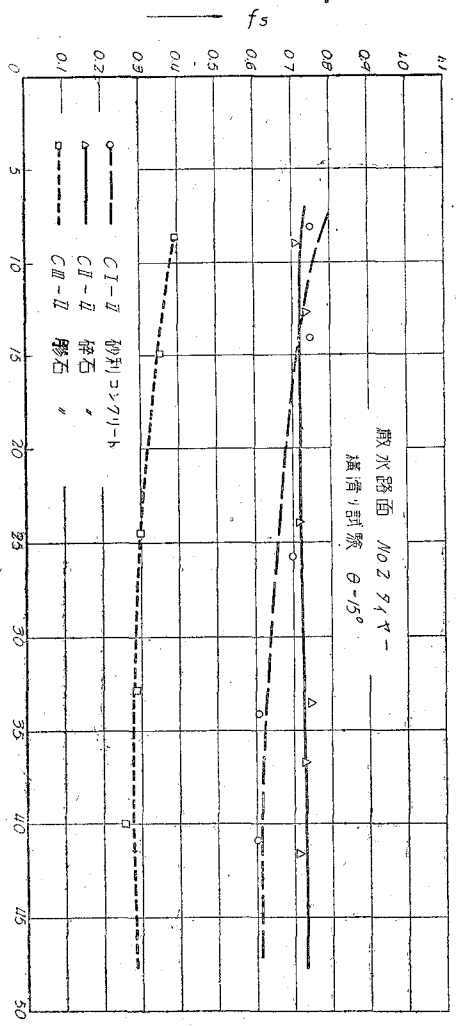


表-2 fs 係 數

タイプ	路面種類	速度 (km/h)		$f_{s, 40}/f_{s, 10}$	V (km/h)
		40	10		
ト	CI	0.85	0.7	0.83	30
レ	CI	0.57	0.74	1.30	30
ツ	CI	0.77	0.6	0.78	30
フ	CI	0.94	0.70	0.745	25

技 術

図 用



	"	Cr	1.02	0.73	0.715	25	
	"	Crn	0.99	0.67	0.675	25	
ト	ツ	明瞭					
	"	At	1.04	0.78	0.74	22	
	"	Au	0.81	0.64	0.79	26	
	"	Ann	0.85	0.78	0.92	15	
平		滑					
	"	At	1.16	0.73	0.63	35→	
	"	Au	0.88	0.69	0.785	35→	
	"	Au'	0.86	0.70	0.81	30	
	"	Ann	1.06	0.71	0.67	35	
ト	ツ	明瞭					
	"	Kt	0.88	0.77	0.88	25	
	"	Ku	0.68	0.64	0.94	17	
平		滑					
	"	Kt	0.98	0.76	0.775	30	
	"	Ku	0.88	0.68	0.775	30	
*ト	ツ	明瞭	G	0.66	0.70	1.06	20
*平		滑	G	0.22	0.20	0.92	14

\*速度 5 又は 25km/h とす。

表-3  $f_b$  係數

路面種類	速		$f_b$	Vc km/h
	10km/h	40km/h		
ト	0.70	0.45	0.64	38

	"		CrI	0.76	0.44	0.58	38
	"		CrII	0.38	0.22	0.58	26
平		滑	Cr	0.79	0.50	0.64	33
	"		Cr	0.64	0.27	0.42	35
	"		CrII	0.19	0.16	0.84	20
ト	ツ	フ	明				
			瞭				
	"		AI	0.88	0.60	0.68	38
	"		AI	0.84	0.38	0.45	38
	"		AI	0.78	0.37	0.48	38
平		滑	AI	0.77	0.36	0.47	40.2
	"		AI	0.74	0.43	0.58	35
	"		AI'	0.60	0.39	0.65	35
ト	ツ	フ	明				
			瞭				
	"		KI	0.46	0.42	0.92	15
	"		KII	0.41	0.29	0.705	14
平		滑	KI	0.56	0.30	0.535	26
	"		KII	0.40	0.29	0.725	26
* ト	ツ	フ	明				
平		滑	G	0.60	0.69	1.15	20→
			G	0.50	0.44	0.89	15

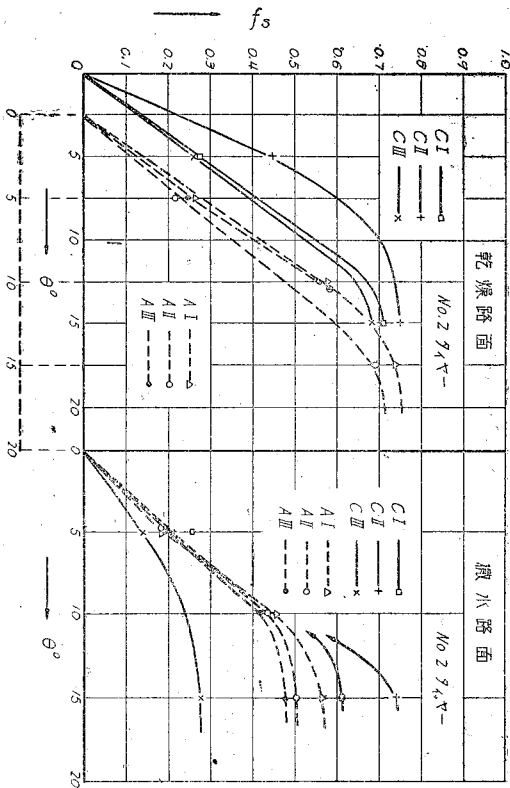
\* 速度 5 又は 25km/h とす。

普通  $f_s$  の一定となりし値を以て  $f_{s1}$  抵抗係数とする。各種舗装に對する試験結果を纏めて第 4 表に示す。同表内の

$f_{s1} = 4.01$ ,  $f_{s2} = 2.0$  等は

技 術

四七



第 16 圖

表—4  $f_s$  係數、一定極値

ライナー種別	路面種別	乾燥路面速度		$f_s \cdot 10 / f_s \cdot 10$	撒水路面速度		$f_s \cdot 10 / f_s \cdot 01$
		10km/h	40km/h		10km/h	40km/h	
ト	CI	0.71	0.72	$\approx 1$	0.75	0.62	0.83
レ	CII	0.73	0.74	"	0.72	0.74	$\approx 1$
ツ	CIII	0.66	0.68	"	0.38	0.28	0.74

平	滑	Gi	0.74	0.73	≒ 1	0.67	0.55	0.82
"	"	Gn	0.78	0.76	"	0.58	0.34	0.585
"	"	Gm	0.62	0.62	"	0.27	0.16	0.59
ト	ト	明	0.74	0.73	≒ 1	0.68	0.58	0.92
レ	レ	摩	0.70	0.69	"	0.69	0.50	0.723
ツ	ツ	Am	—	—	—	0.62	0.48	0.77
平	滑	At	0.78	0.78	≒ 1	0.64	0.38	0.59
"	"	Am	0.76	0.76	"	0.62	0.44	0.71
"	"	Am'	0.71	0.72	"	0.62	0.47	0.76
"	"	Am	0.73	0.74	"	0.62	0.47	0.76
ト	ト	明	0.58	0.58	≒ 1	0.46	0.46	1.0
レ	レ	Kn	0.59	0.59	"	0.47	0.47	1.0
平	滑	Kt	0.73	0.73	≒ 1	0.55	0.42	0.76
"	"	Kn	0.63	0.63	"	0.52	0.44	0.845
ト	ト	明	0.44	0.44	≒ 1	0.44	0.44	1.0
レ	レ	摩	0.42	0.46	"	0.42	0.46	1.1

\* 速度 40km/h の代り 25km/h とす。

前表の  $f_{1+4.0}$ 、 $f_{0+0}$  と全く同じ意味をもつものである。速度により影響は全くなく  $f_{s+4.0}/f_{s+1.0}$  は乾燥路面にては常に 1 である。撒水路面では 1.1, 0.8 の程度である。

§ 以上の試験結果より下記の如き路面の特性を推論し得。

- 1) 縦滑り摩擦係數  $f_v$  と速度の關係
- 2)  $f_v$  係數に及ぼす路面乾燥状態の影響
- 3)  $f_v$  係數とタイヤ平滑度との關係
- 4) 横滑り摩擦係數  $f_h$  と速度との關係
- 5)  $f_h$  係數に及ぼす路面乾燥状態の影響
- 6)  $f_s$  係數とタイヤ平滑度との關係
- 7)  $f_b$  係數と  $f_s$  係數との關係

其の内7項は此種實驗に於て重要視される一關係である。殊に英國に於ける試験には路面の平滑度判定は  $f_s$  係數測定になつてゐるから兩者の關係を一應明かにして置く必要がある。今特に7項  $f_s$ 、 $f_b$  の關係を述べる。

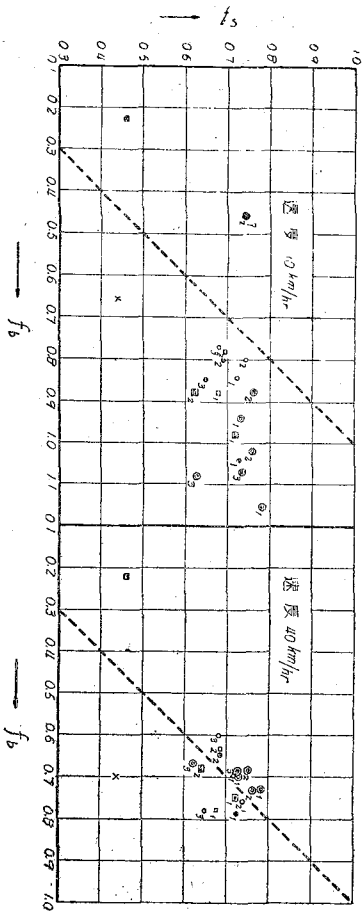
#### § $f_b$ 係數と $f_s$ 係數との關係

路面とタイヤ相互間の摩擦係數は複雑な原因によるも、路面の幾何學的凹凸度、凹凸面の彈性可塑特性並に材質、タイヤの材質、粗度並に可變性等の關係によるものである。勿論嚴密な意味に於ては、少なくとも上記の特性は總て其の影響を摩擦係數に及ぼすものであるが、實用上即ち道路工學上の資料としては其の何れが主要なる影響を及ぼすものなるやを吟味する事が最も緊急な事柄である。

圖—17, 18 は各種路面の  $f_b$ 、 $f_s$  係數關係を乾燥、撒水兩状態並に速度に區別し圖示せるものである。

第17圖 乾燥路面の  $f_b \sim f_s$  係数關係

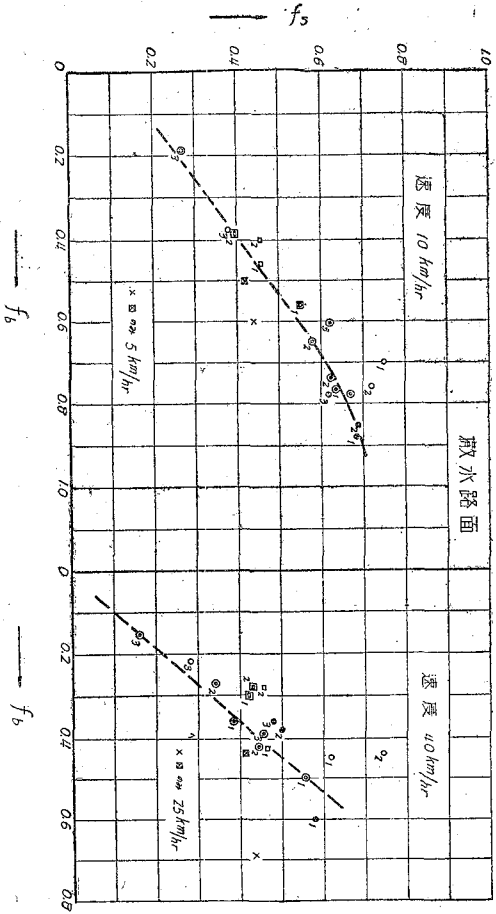
凡	$C_1$		$C_2$		小鋪石道		No.2 砂	No.2 砂
	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$	$G$	$X$		
例	727741 系	●	●	●	●	●	No.1	No.1
	727741 系	●	●	●	●	●	No.1	No.1



圖一17 (a) 中の碎石コンクリートの結果 ●、? の位置は試験路面上特に泥土、塵埃存在せし爲み値が偏倚してゐる。修正推定値をも記入した。◎。乾燥路面に於ては路面の材質其の他多くの特定条件により  $f_{10}$ ,  $f_s$  係数が支配され、特に兩者間の關係を求めざる事能はず、且砂利道のみは運動滑り作學上機體を異にせる爲め、 $f_{s1}$ ,  $f_b$  分布を異にす。全般を通じて得し結果は：

第18圖 撒水路面の  $f_b \sim f_s$  係數關係

凡	C I C <sub>2</sub> C <sub>3</sub> C <sub>4</sub>			小礫石道		H I H <sub>2</sub>
	No. 2 砂			No. 2 砂		
例	TX 7+11 系			砂利道		
	A I	H I	A II			
	①	②	③			
	④	⑤	⑥			
				No. 1		No. 2 砂
						No. 1



$f_s$  係數範圍は速度に係らず 0.8~0.6 内外であるが、 $f_b$  係數範圍は低速度に於て 40km/h の場合の 2 倍である。更に此點に關し論究せんば、路面に就き適當に測定せる凹凸度等を求め幾何學的形狀の影響と他の材質に關する特性を分離

し考察する必要がある。

然るに圖—18 (a), (b) 撒水状態に於ける  $f_s \sim f_n$  係數關係は全く乾燥状態のものとは異り兩者の間に密接なる關係の存在せる事を示す。特に平滑タイヤを使用せし場合の結果は斯る特性を顯著に示してゐる。此場合に於ても砂利道に就ては別個の取扱をするのが妥當である。圖—18 (a), (b) 内の點線は No. 1 タイヤ (平滑) の結果を連結せしもので、10km/h に於ては  $f_s$  係數は  $f_n$  の増加に伴ひ増加するも、0.4 以上は  $f_n$  より減少し一定値に至る如き傾向が現はれてゐるが、40km/h の場合は費用上  $f_s$  は  $f_n$  に等しく、特種の路面構造を有する小鋪石道にては  $f_s$  の方が稍々大である。トレッダ明瞭なる No. 2 タイヤ使用せし結果は、路面による影響を受けタイヤ面變形度の複雑性により  $f_s \sim f_n$  關係も歴然としてゐない。然れども乾燥状態の場合の結果と比較すれば自ら異り、滑りの機構を推定し得べし、本試験はタイヤ、指定空氣壓力を有し且つ一定荷重の下に行ひしものであるも、圖—18 (b) により路面滑り度試験として平滑タイヤを使用し、撒水状態によるものより横滑り試験に於ける極限一定値横滑り係數  $f_s$  を測定する事が便宜、且つ最も適切なる事を立證した。

§ 要約 路面の摩擦係數は地方的ものであるから特に各國に於て測定する必要あるものである。本邦に於ける試験の結果として筆者の試みた各種路面に關する結果を記述した。特に制動抵抗と横滑り抵抗との關係を詳論したものである。外國の例として英國に於けるサイドカーによる試験結果を述べ参考とした。以上の外個々の問題は數多あるも一般に、コンクリート系、アスファルト系、路面其の他に於て、如何なる程度に  $f_s$ ,  $f_n$  が實測されるものなるやを明かにしたもので、定期的に路面を調査試験し常に、保守を爲し、高速自動車による交通の安全を期せねばならない。