

参 考 资 料

目 次

資料－１	測定装置感度表	参－１
資料－２	測定装置諸元表（リブタイヤ）	参－２
資料－３	すべり摩擦係数の計算表	参－３
資料－４	速度とすべり摩擦係数の関係	参－５
資料－５	測定車間の補正式	参－９
資料－６	C FとS Fの関係	参－１３
資料－７	測定車の使用方法、管理方法及び測定方法	参－１５
資料－８	国総研すべり測定車新旧比較試験結果	参－２４

資料一 1 測定装置感度表

機関名	検定時のロードセル感度 (kg/10 ⁻⁶)					
	検定日	EBF	ETF	ESF	ECF	EW
国土技術政策総合研究所	H17.11.17	0.522kg/10 ⁻⁶	0.536 kg/10 ⁻⁶	0.262 kg/10 ⁻⁶	0.530 kg/10 ⁻⁶	0.496 kg/10 ⁻⁶
近畿技術事務所	H18.1.14	0.667 kg/10 ⁻⁶	0.671 kg/10 ⁻⁶	0.333 kg/10 ⁻⁶	0.665 kg/10 ⁻⁶	0.669 kg/10 ⁻⁶
四国技術事務所	H17.11.1	0.654 kg/10 ⁻⁶	0.663 kg/10 ⁻⁶	0.336 kg/10 ⁻⁶	0.659 kg/10 ⁻⁶	0.644 kg/10 ⁻⁶
土木研究所	H18.1.14	—	—	—	—	—
中日本高速道路(株)[1号車]	H17.3.30	—	—	—	—	—
中日本高速道路(株)[2号車]	H17.3.31	—	—	—	—	—
(株)TJ	H17.11.17	0.513 kg/10 ⁻⁶	1.671 kg/10 ⁻⁶	0.343 kg/10 ⁻⁶	1.667 kg/10 ⁻⁶	0.496 kg/10 ⁻⁶

資料－2 測定装置諸元表（リブタイヤ）

（垂直昇降式の場合）

機関名	検定に用いる諸元				すべり摩擦係数算出に用いる諸元			
	検定日	K1(mm)	K2(mm)	K3(mm)	A1(mm)	B1(mm)	A2(mm)	B2(mm)
国土技術政策総合研究所	H17.11.17	280	1620	1340	150	701	266	1878
近畿技術事務所	H18.1.14	224	1437	1437	150	580	269	1701
四国技術事務所	H17.11.1	224	1436	1444	150	580	264	1717
土木研究所	H18.1.14	—	—	—	—	—	—	—
中日本高速道路(株)[1号車]	H17.3.30	—	—	—	—	—	—	—
中日本高速道路(株)[2号車]	H17.3.31	—	—	—	—	—	—	—
(株)TJ	H17.11.17	273	1732	1622	150	700	265	1914

K1:測定輪回転軸中心から地点Cまでの長さ(mm)

K2:地点Cから軸の支点までの長さ(mm)

K3:地点Cから軸の支点までの高さ(mm)

A1:測定輪回転軸中心からBFロードセルまでの水平距離(mm)

A2:路面からタイヤ中心までの高さ(mm)

B1:TFロードセルから軸の支点までの長さ(mm)

B2:路面から支点Cまでの高さ(mm)

資料-3 すべり摩擦係数の計算表

すべり摩擦係数の計算 (縦すべり)

平成 年 月 日

試験年月日		平成 年 月 日		試験場所		国土技術政策総合研究所		試験タイヤ		165-SR13		タイヤ内圧		17.64N		機関名			
-		①ロードセル感度		②calマイクロ		③cal mm		④レバー比		⑤係数 (①×②×④/③)		<p style="text-align: right;">A₁= A₂= B₁= B₂=</p>							
BFの係数		E _{BF}		M _{BF}		a _{BF}		A ₁ /A ₂ =											
TFの係数		E _{TF}		M _{TF}		a _{TF}		B ₁ /B ₂ =											
Wの係数		E _W		M _W		a _W		1/1=1.0											
路面	タイヤ種類	水膜厚 (mm)	走行速度 (km/h)	制動条件	回数	⑥読み取り値			⑦荷重(⑤×⑥)			⑧すべり摩擦係数		実測走行速度 (km/h)	備考				
						R _{BF} (mm)	R _{TF} (mm)	R _W (mm)	BF(kg)	TF(kg)	W(kg)	μ(BF)=BF/W	μ(TF)=TF/W						
アスファルト	リブ・スタッドレス	1.0	20 40 60 80	100%制動	1														
					2														
					3														
					4														
					5														
					6														
					平均														

すべり摩擦係数の計算（横すべり）

平成 年 月 日

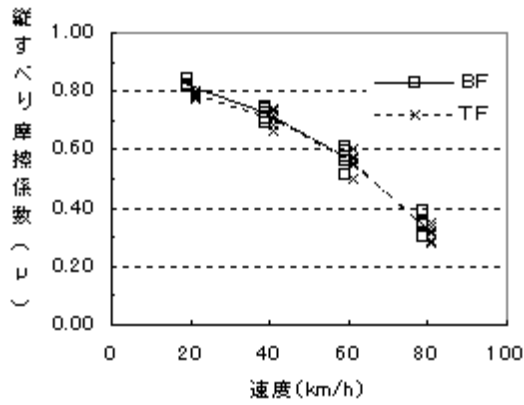
試験年月日		平成 年 月 日		試験場所		国土技術政策総合研究所		試験タイヤ		165-SR13		タイヤ内圧		17.64N		機関名			
-		①ロードセル感度		②calマイクロ		③cal mm		④レバー比		⑤係数 (①×②×④/③)		<p> $B_1 =$ $B_2 =$ $\text{COS}15^\circ = 0.966$ </p>							
SFの係数		E_{SF}		M_{SF}		a_{SF}		1/1=1.0											
CFの係数		E_{CF}		M_{CF}		a_{CF}		$B_1/B_2 =$											
Wの係数		E_W		M_W		a_W		1/1=1.0											
路面	タイヤ種類	水膜厚 (mm)	走行速度 (km/h)	ステア角	回数	⑥読み取り値			⑦荷重(⑤×⑥)			⑧すべり摩擦係数			実測走行速度 (km/h)	備考			
						R_{SF} (mm)	R_{CF} (mm)	R_W (mm)	SF(kg)	CF(kg)	W(kg)	$\mu(SF) = SF/W$	$\mu(CF) = CF/W$	$\mu(SF) =$ $\mu(CF) / \text{COS}15^\circ$					
アスファルト	リップ・スタッドレス	1.0	20 40 60 80	15°	1														
					2														
					3														
					4														
					5														
					6														
					平均														

資料-4 速度とすべり摩擦係数の関係

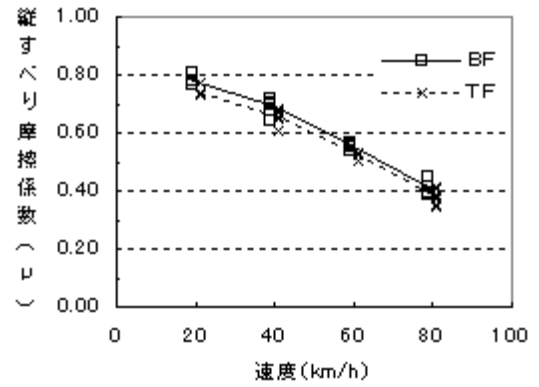
資料-4. 1 縦すべり摩擦係数

(密粒度アスファルト舗装、実験施設による散水、リブタイヤ)

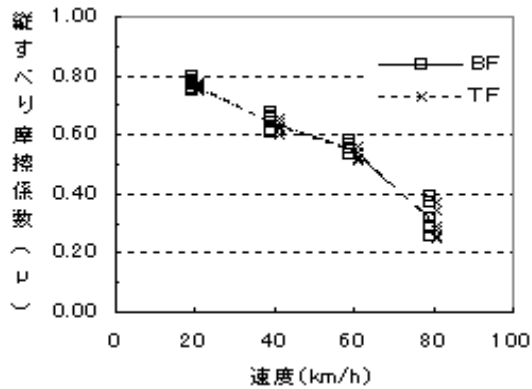
国土技術政策総合研究所



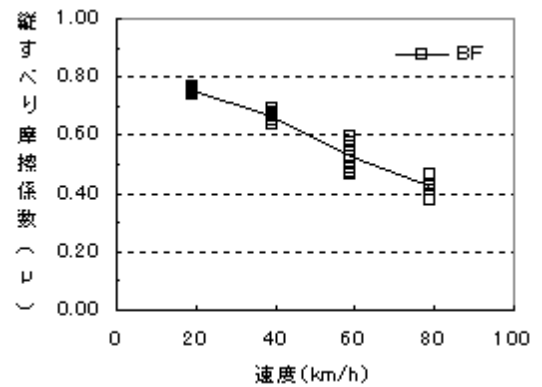
近畿技術事務所



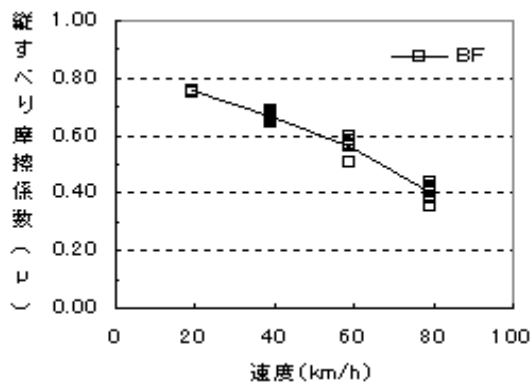
四国技術事務所



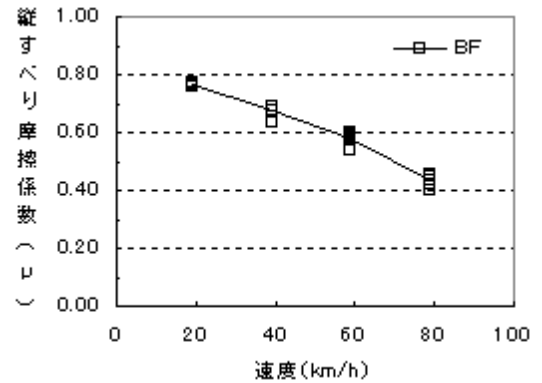
土木研究所



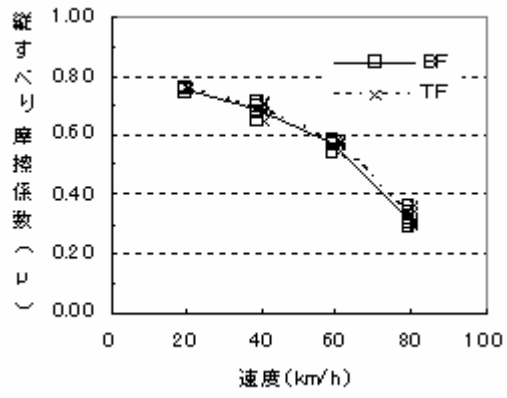
中日本高速道路(1号車)



中日本高速道路(2号車)

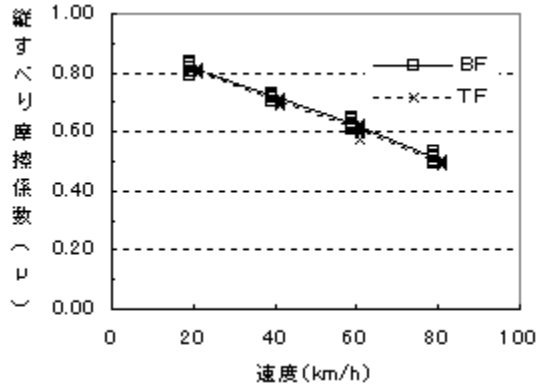


株式会社 TJ

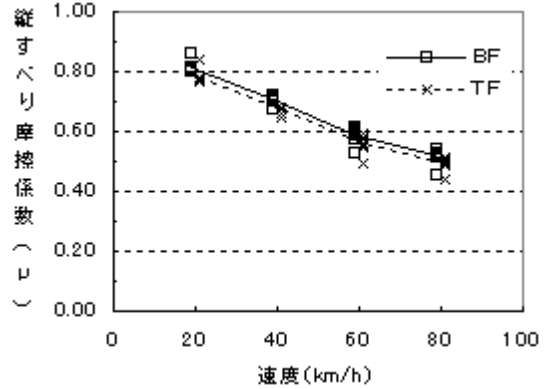


資料-4. 2 縦すべり摩擦係数
 (密粒度アスファルト舗装、自力散水、リブタイヤ)

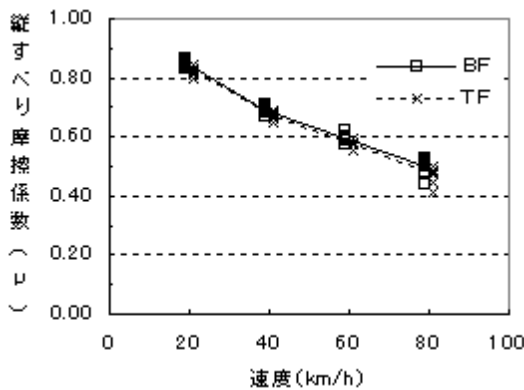
国土技術政策総合研究所



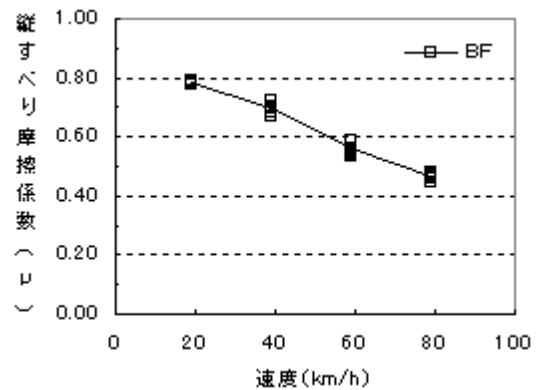
近畿技術事務所



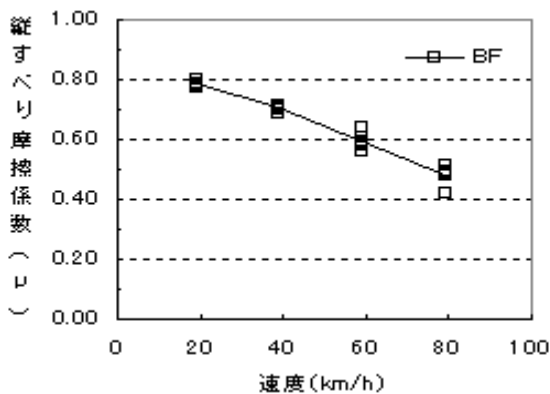
四国技術事務所



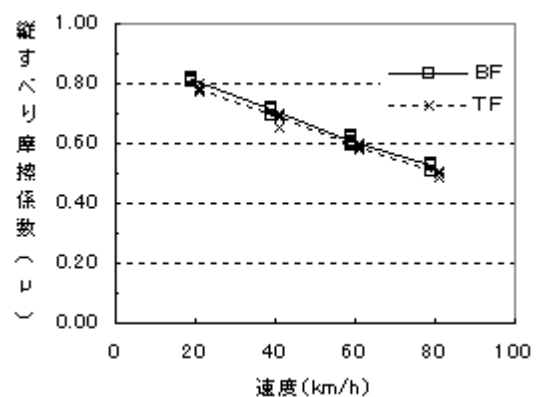
中日本高速道路(1号車)



中日本高速道路(2号車)

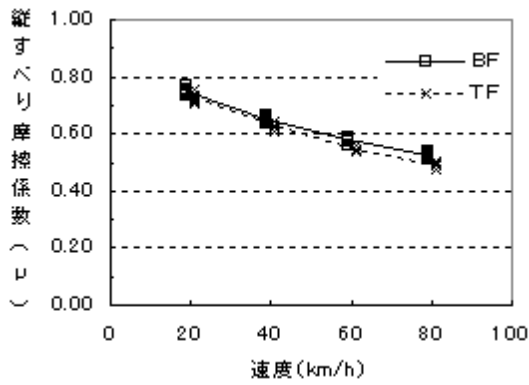


株式会社 TJ

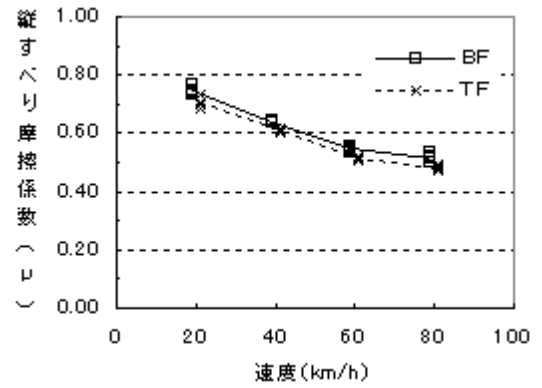


資料-4. 3 縦すべり摩擦係数
 (排水性舗装、自力散水、リブタイヤ)

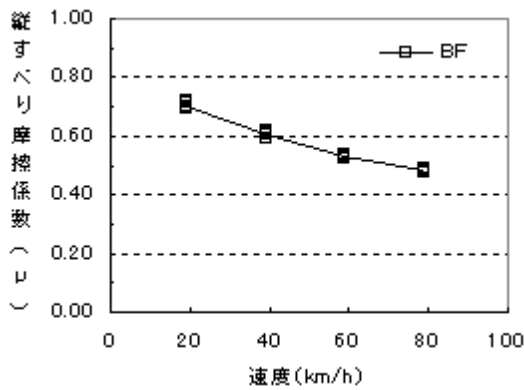
国土技術政策総合研究所



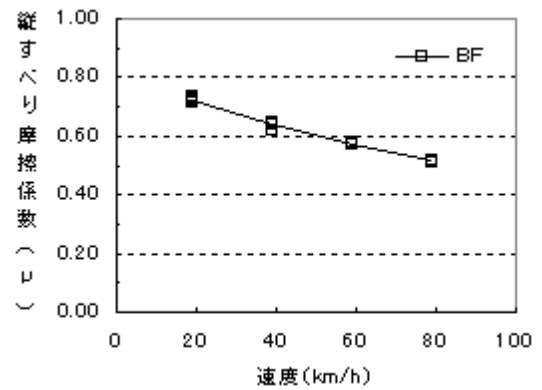
近畿技術事務所



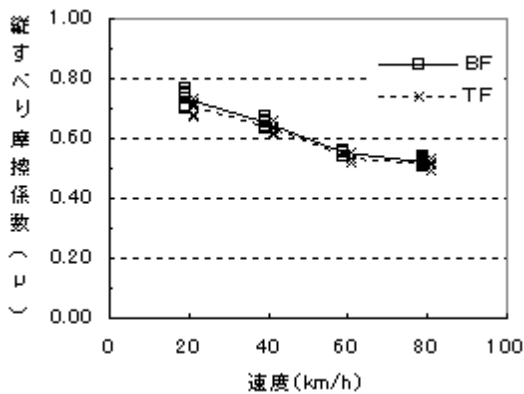
中日本高速道路(1号車)



中日本高速道路(2号車)



株式会社 TJ



資料－５ 測定車間の補正式

資料-5.1 測定車間の補正式(1次回帰式)

縦すべり摩擦係数(BF)：密粒度アスファルト舗装、実験施設による散水、リブタイヤ

i	j	相関式	相関係数	i	j	相関式	相関係数
国総研	近畿技術	$X_j=0.7626X_i-0.1403$	0.9911	中日本1	国総研	$X_j=1.4038X_i-0.222$	0.9971
	四国技術	$X_j=0.9059X_i+0.0125$	0.9852		近畿技術	$X_j=1.0734X_i-0.0307$	0.9935
	土木研究所	$X_j=0.6788X_i+0.174$	0.9622		四国技術	$X_j=1.2769X_i-0.1916$	0.9903
	中日本1	$X_j=0.7103X_i+0.1594$	0.9971		土木研究所	$X_j=0.958X_i+0.0202$	0.9698
	中日本2	$X_j=0.6742X_i+0.1976$	0.9931		中日本2	$X_j=0.9506X_i+0.0454$	0.9990
	TJ	$X_j=0.9766X_i+0.0155$	0.9904		TJ	$X_j=1.3673X_i-0.1992$	0.9823
近畿技術	国総研	$X_j=1.2996X_i-0.1768$	0.9911	中日本2	国総研	$X_j=1.473X_i-0.2867$	0.9931
	四国技術	$X_j=0.9342X_i+0.0243$	0.9411		近畿技術	$X_j=1.1291X_i-0.0819$	0.9943
	土木研究所	$X_j=0.9342X_i+0.0244$	0.9898		四国技術	$X_j=1.3412X_i-0.2514$	0.9883
	中日本1	$X_j=0.9256X_i+0.0323$	0.9935		土木研究所	$X_j=1.0102X_i-0.027$	0.9755
	中日本2	$X_j=0.8806X_i+0.0756$	0.9943		中日本1	$X_j=1.0509X_i-0.0471$	0.9990
	TJ	$X_j=1.2574X_i-0.15$	0.9635		TJ	$X_j=1.4312X_i-0.2601$	0.9736
四国技術	国総研	$X_j=1.0875X_i-0.0045$	0.9852	TJ	国総研	$X_j=1.0141X_i-0.0098$	0.9904
	近畿技術	$X_j=0.826X_i+0.1388$	0.9411		近畿技術	$X_j=0.7662X_i+0.1372$	0.9635
	土木研究所	$X_j=0.7316X_i+0.1747$	0.9310		四国技術	$X_j=0.9229X_i+0.0011$	0.9846
	中日本1	$X_j=0.7756X_i+0.1544$	0.9903		土木研究所	$X_j=0.675X_i+0.1756$	0.9163
	中日本2	$X_j=0.7369X_i+0.1924$	0.9883		中日本1	$X_j=0.7184X_i+0.1931$	0.9823
	TJ	$X_j=1.0669X_i+0.0083$	0.9846		中日本2	$X_j=1.0669X_i+0.0083$	0.9736
土木研究所	国総研	$X_j=1.4176X_i-0.2233$	0.9622				
	近畿技術	$X_j=1.1013X_i-0.0421$	0.9898				
	四国技術	$X_j=1.2727X_i-0.18290$	0.9310				
	中日本1	$X_j=1.0213X_i-0.0024$	0.9698				
	中日本2	$X_j=0.9656X_i+0.0411$	0.9755				
	TJ	$X_j=1.3575X_i+0.1867$	0.9163				

資料-5.2 測定車間の補正式(1次回帰式)

縦すべり摩擦係数(BF) : 密粒度アスファルト舗装、自力散水、リブタイヤ

i	j	相関式	相関係数	i	j	相関式	相関係数
国総研	近畿技術	$X_j=0.9977X_i-0.0117$	0.9755	中日本1	国総研	$X_j=0.9106X_i+0.0977$	0.9859
	四国技術	$X_j=1.1385X_i-0.1037$	0.9762		近畿技術	$X_j=0.9216X_i+0.0776$	0.9898
	土木研究所				四国技術	$X_j=1.039X_i+0.006$	0.9669
	中日本1	$X_j=1.0827X_i-0.0969$	0.9859		土木研究所		
	中日本2	$X_j=1.0192X_i-0.0408$	0.9966		中日本2	$X_j=0.3914X_i+0.0567$	0.9897
	TJ	$X_j=0.9657X_i+0.0181$	0.9912		TJ	$X_j=0.8879X_i+0.1071$	0.9962
近畿技術	国総研	$X_j=0.9777X_i+0.0278$	0.9755	中日本2	国総研	$X_j=0.9779X_i+0.0422$	0.9966
	四国技術	$X_j=0.9342X_i+0.0243$	0.9755		近畿技術	$X_j=0.9742X_i+0.0313$	0.9693
	土木研究所				四国技術	$X_j=1.1053X_i-0.0506$	0.9590
	中日本1	$X_j=1.074X_i-0.0769$	0.9898		土木研究所		
	中日本2	$X_j=0.995X_i-0.0115$	0.9693		中日本1	$X_j=1.0626X_i-0.0537$	0.9897
	TJ	$X_j=0.9582X_i+0.0359$	0.9956		TJ	$X_j=0.9444X_i+0.0588$	0.9879
四国技術	国総研	$X_j=0.875X_i+0.1049$	0.9762	TJ	国総研	$X_j=1.0263X_i-0.0127$	0.9912
	近畿技術	$X_j=0.8711X_i+0.0827$	0.9872		近畿技術	$X_j=1.0391X_i-0.0344$	0.9956
	土木研究所				四国技術	$X_j=1.179X_i-0.1252$	0.9852
	中日本1	$X_j=0.9306X_i+0.1522$	0.9669		土木研究所		
	中日本2	$X_j=0.8677X_i+0.0702$	0.9590		中日本1	$X_j=1.122X_i-0.1178$	0.9962
	TJ	$X_j=0.8356X_i+0.1145$	0.9852		中日本2	$X_j=1.046X_i-0.0538$	0.9879
土木研究所	国総研						
	近畿技術						
	四国技術						
	中日本1						
	中日本2						
	TJ						

資料-5.3 測定車間の補正式(1次回帰式)

縦すべり摩擦係数(BF) : 密排水性舗装、自力散水、リブタイヤ

i	j	相関式	相関係数	i	j	相関式	相関係数
国総研	近畿技術	$X_j=1.0669X_i-0.0572$	0.9892	中日本1	国総研	$X_j=0.9959X_i+0.0463$	0.9995
	四国技術	$X_j=1.165X_i-0.0842$	0.9708		近畿技術	$X_j=1.0673X_i-0.0088$	0.9922
	土木研究所				四国技術	$X_j=1.1588X_i-0.0295$	0.9681
	中日本1	$X_j=1.0036X_i-0.0462$	0.9995		土木研究所		
	中日本2	$X_j=0.9234X_i+0.0358$	0.9960		中日本2	$X_j=0.9197X_i+0.0785$	0.9957
	TJ	$X_j=1.003X_i-0.0113$	0.9816		TJ	$X_j=1.002X_i+0.034$	0.9872
近畿技術	国総研	$X_j=0.9246X_i+0.0596$	0.9892	中日本2	国総研	$X_j=1.0786X_i-0.0361$	0.9960
	四国技術	$X_j=1.1233X_i-0.0461$	0.9662		近畿技術	$X_j=1.1492X_i-0.0929$	0.9772
	土木研究所				四国技術	$X_j=1.1243X_i-0.118$	0.9642
	中日本1	$X_j=0.9296X_i+0.0127$	0.9922		土木研究所		
	中日本2	$X_j=0.8503X_i+0.093$	0.9772		中日本1	$X_j=1.0826X_i-0.0825$	0.9957
	TJ	$X_j=0.9387X_i+0.0416$	0.9949		TJ	$X_j=1.0807X_i-0.0468$	0.9756
四国技術	国総研	$X_j=0.8334X_i+0.0884$	0.9708	TJ	国総研	$X_j=0.9787X_i+0.00225$	0.9816
	近畿技術	$X_j=0.8987X_i+0.0328$	0.9758		近畿技術	$X_j=1.0598X_i-0.041$	0.9949
	土木研究所				四国技術	$X_j=1.1378X_i-0.0565$	0.9491
	中日本1	$X_j=0.8354X_i+0.0432$	0.9681		土木研究所		
	中日本2	$X_j=0.7613X_i+0.1228$	0.9642		中日本1	$X_j=0.9852X_i-0.0254$	0.9872
	TJ	$X_j=0.8342X_i+0.0785$	0.9491		中日本2	$X_j=0.9027X_i+0.0572$	0.9756
土木研究所	国総研						
	近畿技術						
	四国技術						
	中日本1						
	中日本2						
	TJ						

資料-5.4 測定車間の補正式(1次回帰式)

横すべり摩擦係数(SF) : 密粒度アスファルト舗装、実験施設による散水、リブタイヤ

i	j	相関式	相関係数	i	j	相関式	相関係数
国総研	近畿技術	$X_j=0.2953X_i-0.6168$	0.1365	中日本1	国総研	$X_j=0.0086X_i+0.9007$	0.0034
	四国技術	$X_j=1.617X_i-0.5343$	0.4570		近畿技術	$X_j=0.1064X_i+0.7882$	0.8145
	土木研究所	$X_j=1.7382X_i-0.7067$	0.1979		四国技術	$X_j=0.1266X_i+0.8002$	0.1289
	中日本1	$X_j=-0.3955X_i+1.2212$	0.0034		土木研究所	$X_j=0.3992X_i+0.4994$	0.4802
	中日本2	$X_j=-0.6123X_i+1.4152$	0.0037		中日本2	$X_j=1.2275X_i-0.197$	0.6875
	TJ	$X_j=1.9652X_i-0.9792$	0.2032		TJ	$X_j=0.517X_i+0.4275$	0.6469
近畿技術	国総研	$X_j=0.4622X_i+0.4862$	0.1365	中日本2	国総研	$X_j=-0.0061X_i+0.8985$	0.0037
	四国技術	$X_j=0.9145X_i+0.1081$	0.0546		近畿技術	$X_j=0.0555X_i+0.8342$	0.4859
	土木研究所	$X_j=3.8478X_i-2.5423$	0.6196		四国技術	$X_j=-0.0136X_i+0.9219$	0.0033
	中日本1	$X_j=7.6586X_i-5.8759$	0.8145		土木研究所	$X_j=0.337X_i+0.5532$	0.7500
	中日本2	$X_j=8.7573X_i-6.8428$	0.4859		中日本1	$X_j=0.5601X_i+0.3815$	0.6875
	TJ	$X_j=4.9639X_i-3.4947$	0.8282		TJ	$X_j=0.3653X_i+0.559$	0.7078
四国技術	国総研	$X_j=0.2826X_i+0.636$	0.4570	TJ	国総研	$X_j=1.034X_i+0.8026$	0.2032
	近畿技術	$X_j=0.2239X_i+0.6768$	0.4490		近畿技術	$X_j=0.1669X_i+0.7343$	0.8282
	土木研究所	$X_j=0.422X_i+0.4618$	0.4220		四国技術	$X_j=0.2395X_i+0.7002$	0.1905
	中日本1	$X_j=0.10181X_i-0.0587$	0.1289		土木研究所	$X_j=0.871X_i+0.0827$	0.9445
	中日本2	$X_j=-0.2405X_i+1.0873$	0.0033		中日本1	$X_j=1.2513X_i-0.2285$	0.6469
	TJ	$X_j=0.7956X_i+0.1522$	0.1905		中日本2	$X_j=1.9378X_i-0.8296$	0.7078
土木研究所	国総研	$X_j=0.1139X_i+0.7969$	0.1979				
	近畿技術	$X_j=0.161X_i+0.7443$	0.6196				
	四国技術	$X_j=0.1582X_i+0.7763$	0.0667				
	中日本1	$X_j=1.2029X_i-0.1496$	0.4802				
	中日本2	$X_j=2.2257X_i-1.0142$	0.7500				
	TJ	$X_j=1.0844X_i-0.041$	0.9445				

資料-6 CFとSFの関係

現在、国土交通省や株式会社 TJ が用いている国土交通省型路面すべり計（垂直昇降式縦横両用型すべり計）は、横すべり時に CF（コーナリング力）と SF（横方向力）が同時に測定できるようになっており、CF で測定した値はステア角で補正し、SF 値に変換し測定値の信頼性を確認している。

CF と SF の関係は以下に述べるとおりである。CF（コーナリング力）は車両進行方向直角に働く力である。一方、SF（横方向力）は、タイヤ回転方向直角に働く力である。一般にタイヤの運動性能を考える。一方、SF（横方向力）は、タイヤ回転方向直角に働く力である。一般にタイヤの運動性能を考えていく場合には、コーナリング力の値が問題となる。コーナリング力と横方向力とは区別して扱われている。

図-6.1 に測定中のタイヤの力の方向を示す。一般的な測定では CF のみ測定するため、必要に応じ計算（スリップ角： $\cos \beta$ ）で補正し SF 方向の力を求めている。各方向の力は次式によって求められる。

$$\left. \begin{aligned}
 CF &= SF \cdot \cos \beta - D \cdot \sin \beta \\
 RR &= SF \cdot \sin \beta + D \cdot \cos \beta \\
 SF &= CF \cdot \cos \beta + RR \cdot \sin \beta \\
 D &= RR \cdot \cos \beta - CF \cdot \sin \beta
 \end{aligned} \right\} \text{①}$$

- CF：コーナリング力（車両進行方向直角に働く力）
- SF：横方向力（タイヤ回転方向直角に働く力）
- RR：コーナリングドラッグ（車両進行方向逆行に働く力）
- D：ドラッグ（タイヤ回転方向逆行に働く力）
- β ：スリップ角
- SAT：セルフアライニングトルク（ハンドルの操舵トルク）

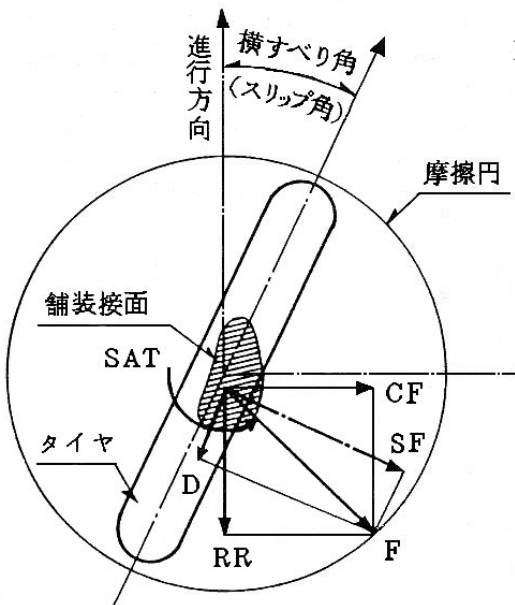


図-6.1 測定中のタイヤの力の方向

現在、 $D \cdot \sin \beta$ を誤差範囲と考え、 $CF = SF \cdot \cos \beta$ で補正し SF と比較しているが、この式を用いることが問題となるのかどうか実測値 (CF 324kg、SF 349kg、RR 105kg、 $\beta 15^\circ$) を代入して検討を行ってみた。

現在用いている計算

$$CF = SF \cdot \cos \beta = 349 \times 0.966 = 337\text{kg}$$

① 式を用いた計算

$$D = RR \cdot \cos \beta - CF \cdot \sin \beta = 101 - 84 = 17\text{kg}$$

$$CF = SF \cdot \cos \beta - D \cdot \sin \beta = 337 - 4 = 333\text{kg}$$

以上の結果から、現在の計算結果 337kg、式の計算結果 333kg となり、その差は約 4kg である。また、D の値は 17kg と小さく、他の要因を考えると誤差範囲として扱っても、問題とはならないものと考えられる。

資料－7 測定車の使用方法、管理方法及び測定方法

1. 測定車の使用・管理方法

1) 車両の管理

① 長期保管の場合

1ヶ月以上の長期に亘り、すべり測定車を稼働させない場合は、車庫内に保管する。

② 車両の整備

法定6ヶ月及び12ヶ月定期整備、車検整備を行う他、すべり測定の前後に適宜整備する。

2) 測定器の管理

① 測定器の保管

車両の保管に伴い測定器の保管も必要となるが、脱着の容易でない機器計器類を取りはずす必要はない。しかし、測定タイヤ等測定器とは別個に保管できるものについては、取りはずして保管する。ただし、垂直昇降式測定器の測定タイヤを取りはずした場合には、安全管理の面からすべり測定に用いないタイヤを代わりに取りつけることが必要である。

② 測定器の整備

測定器の整備は必要に応じて行えばよいが、通常測定器の適切な保管、検定を行うためには6ヶ月～1年に1回程度の定期的な点検が望ましい。また、すべり測定の前には必ずロードセルの検定を行うことが必要である。

③ 測定器の整備内容

- ・ロードセルの検定・・・検定方法については7)－①、②(国土交通省標準型車)を用いる。垂直昇降式測定車は、検定用の装置があるのでそれを用いる。
- ・測定器の作動チェック・・・測定輪、載荷装置、制動装置、ロードセル、記録計、速度計等の作動状況、異常音、異常振動等について調べる。
- ・走行試験による検定・・・測定器の停止状態での整備が終了した段階で、定められた一定のコースにおいてすべり測定を行い、測定器の作動状況、検出されたすべり抵抗力の検定を行うのが望ましい。

2. 測定方法

1) 測定輪

- | | |
|-----------|---|
| ・使用タイヤ | 路面すべり用標準タイヤ(住友ゴム:日本ダンロップ) |
| ・タイヤサイズ | 165-SR13、標準タイヤ |
| ・トレッドパターン | リブまたはスムーズタイヤ |
| ・タイヤ内圧 | 17.64N |
| ・輪荷重 | 3.969kN |
| ・タイヤの状態 | ウェアインジケータ(スリップサイン)部5カ所のうち1カ所でも摩耗率30%以上(残溝深さ1.7mm、ただしリブタ |

イヤの場合、インジケータ以外での残溝深さは5.9mm以下とはならないようにする。また本タイヤは製作年度を含め2年を越えて使用しないこと。

- ・ウォーミングアップ ASTM に準じ、速度 80km/h で4時間(320km)を連続走行する。(但し、現場の事情により不可能な場合には事前にこれと同等程度走行を行う。)さらに、測定前のならしとして約10km以上の走行を行い、タイヤをあたためておく事。

2) 測定位置

- 3) 原則として、走行車線のわだち部を測定するのが望ましいが、測定器の構造上の都合や、路面性状等により不可能な場合は、適宜変更するものとする。

4) 湿潤路面の設定

すべり測定時の水膜厚は0.5mm~1.0mm程度とする。また、水膜厚の設定には散水車を用いるのが望ましいが、交通状況等により散水車の使用が困難な場合には、測定車の散水装置を用いるものとする。

この場合、測定前や測定中に水膜厚を確認しておくことが必要である。

また、測定路面上に砂塵やゴミ等がある場合には、散水車により散水を行い、これらを除去するのが望ましい。

5) 測定速度及び回数

- ・速度 60km/hを原則とするが、諸条件により60km/hでの測定が困難な場合には40km/h、20km/hで測定する。高速道路では60km/hまたは80km/hでの測定を原則とするが、状況により40km/hまたは100km/hでの測定を行う。ただし、試験舗装等の場合には20,40,60km/hの3段階で測定を行う。

6) 温度設定

路上1m地点の外気温及び測定直後(測定輪接地面外)の湿潤路面温度を測定する。

7) データの収集

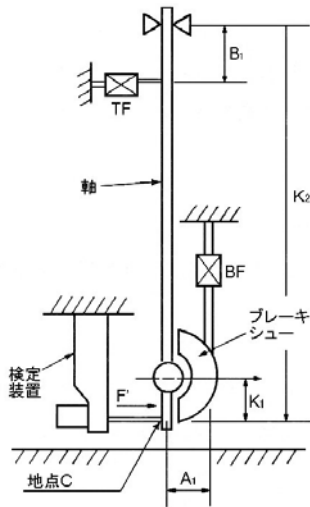
昭和62年度より、各機関ともに165-SR13(路面すべり用標準タイヤ)のタイヤを用いてデータ収集すること。

8) ロードセルの検定(キュリブレーション)

各ロードセルの検定方法およびロードセルの感度を求める計算方法を以下に示すので、これに基づいて検定および計算を行い、この数値ですべり摩擦係数をもとめることとする。

① 垂直昇降式のロードセルの検定方法

1) BF、TF の検定



ここで

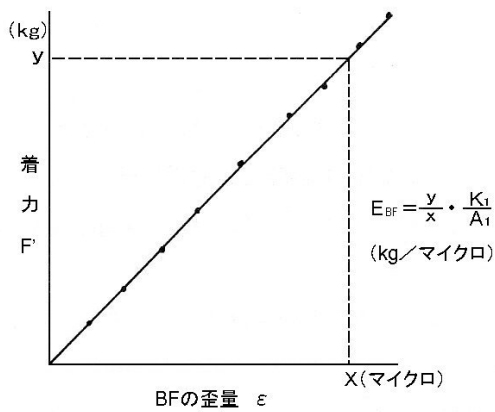
A1 : 測定輪回転軸中心から BF ロードセルまでの
水平距離 (mm)

B1 : TF ロードセルから軸の支点までの長さ (mm)

K1 : 測定輪回転軸中心から地点 C までの長さ (mm)

K2 : 地点 C から軸の支点までの長さ (mm)

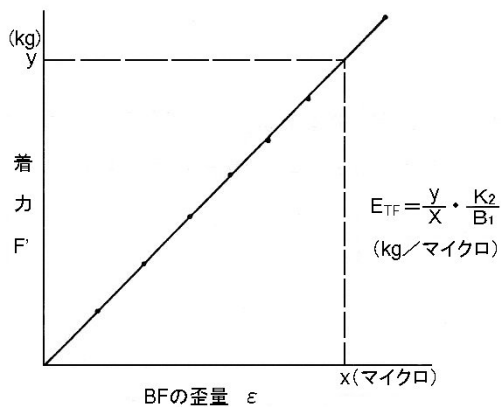
F' : 着力



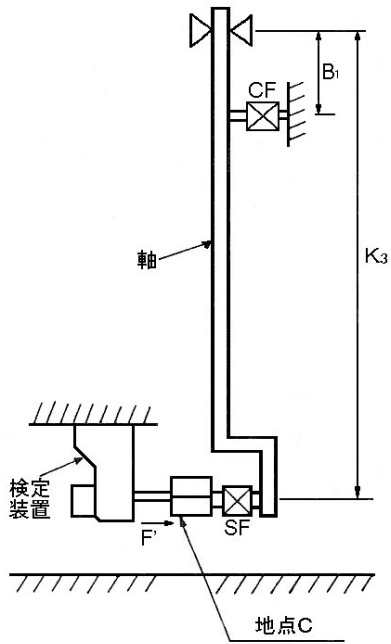
検定により左図を作成し、ロードセル感度 (E_{BF})
を求める。

y : 検定時に地点 C にかけた着力 (kg)

x : 地点 C に y (kg) をかけた時の
ロードセルに働く歪量 (マイクロ)



検定により左図を作成し、ロードセルの感度 (E_{TF})
を求める。

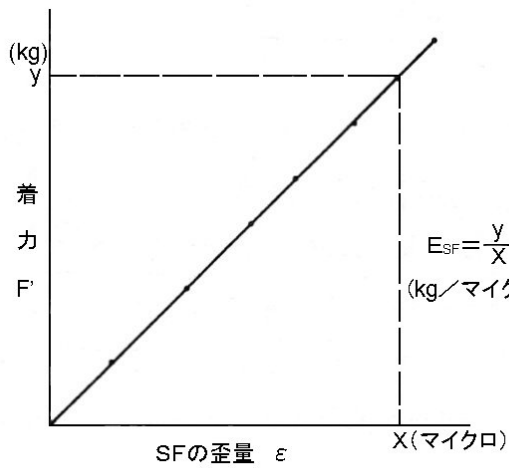


ここで

B_1 : CF ロードセルから軸の支点までの長さ(mm)

K_3 : 地点Cから軸の支点までの長さ (mm)

F' : 着力



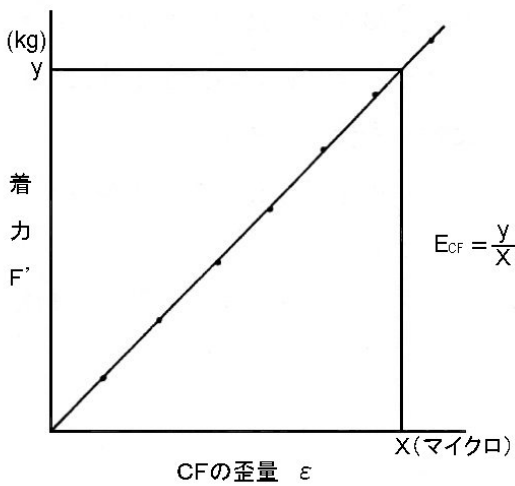
検定により左図を作成し、ロードセルの感度 (E_{SF}) を求める。

y : 検定時に試験タイヤにかけた着力 (kg)

x : 試験タイヤに y (kg) の力のかけた時のロードセルに働く歪量 (マイクロ)

$$E_{SF} = \frac{y}{X}$$

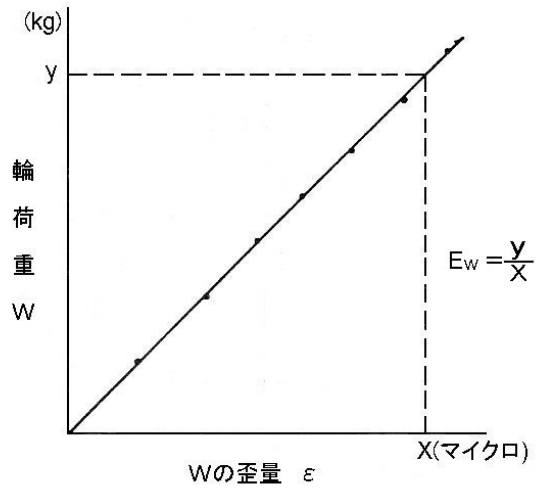
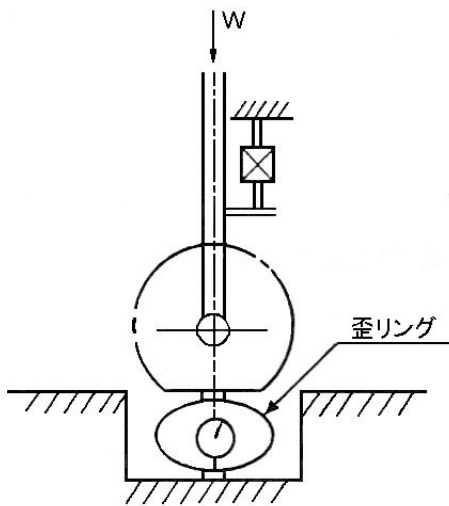
(kg/マイクロ)



検定により左図を作成し、ロードセルの感度 (E_{CF}) を求める。

$$E_{CF} = \frac{y}{X} \cdot \frac{K_3}{B_1}$$

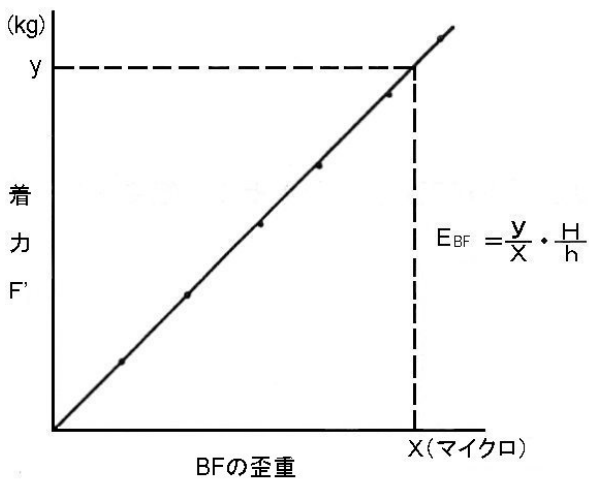
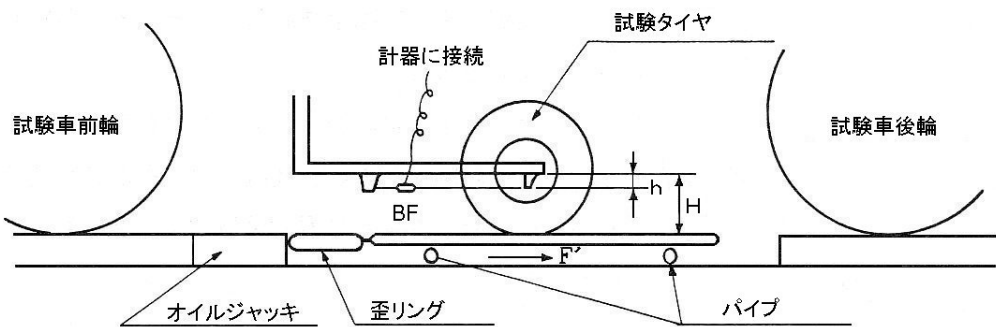
2) 輪荷重 W の検定



検定により上図を作成し、ロードセルの感度 (E_w) を求める。

② けん引式すべり計のロードセルの検定

1) BF の検定



検定により左図を作成し、ロードセルの感度 (E_{BF}) を求める。

ここで、

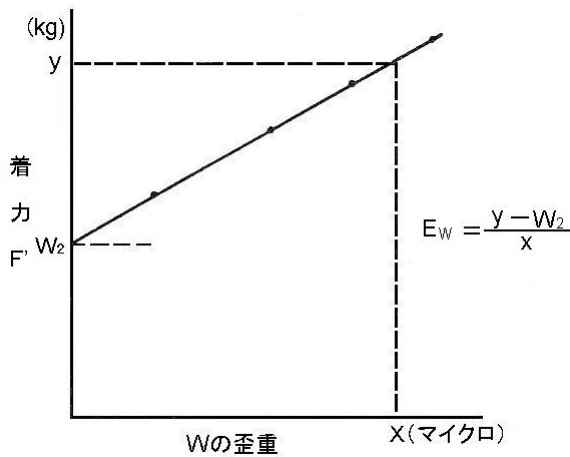
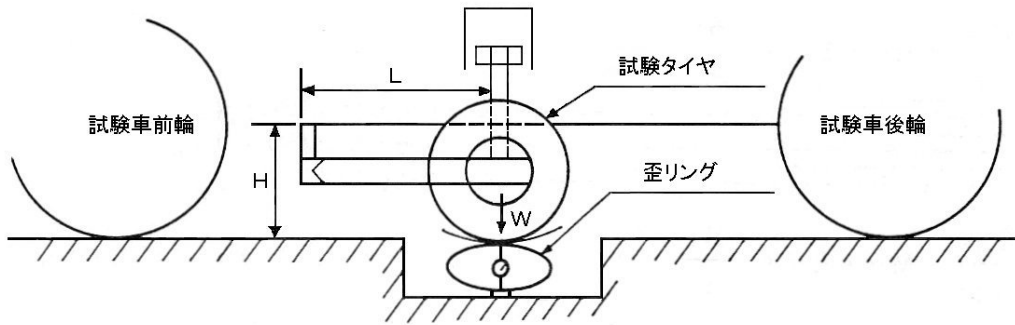
y : 検定時に試験タイヤにかけた着力 (kg)

x : 試験タイヤに y (kg) の力をかけた時、ロードセルに働く歪量 (マイクロ)

H : 試験タイヤの半径(mm) (路面からタイヤ中心までの高さ)

h : BF ロードセルからタイヤ中心までの高さ (mm)

2) Wの検定



検定により左図を作成し、ロードセルの感度 (E_{SF}) を求める。

ここで、

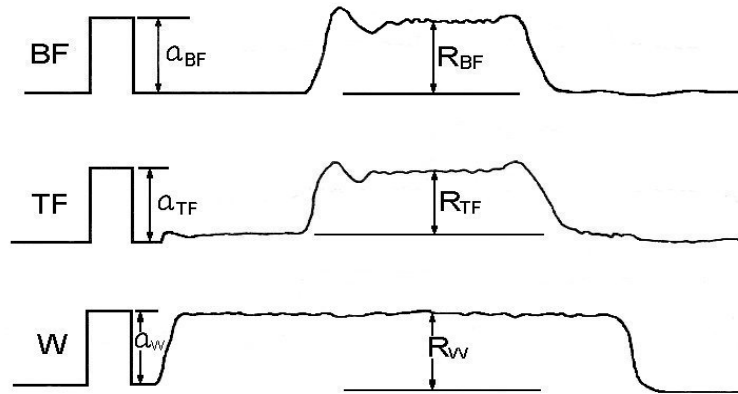
W_2 : 検定時に試験タイヤにかけた着力 (kg)

9) データの算出

データの算出方法は測定車の構造によって異なっているが、測定される値自体はそれほど差はないものと考えられる。しかし、実際には、測定車の比較結果をみてもわかるようにバラツキが非常に大きい。これは、測定前に実施するロードセルの検定（キャリブレーション）時に求められるロードセル感度が測定値（すべり摩擦係数）に反映されていないためではないかと思われる。そこでロードセル感度を生かした基本的な計算方法を以下に示すので、これに基づいて計算を実施することが望ましい。

① 垂直昇降式すべり計の計算方法

1) 縦すべり



図よりチャート紙上に計測された値を読み取り以下の計算を行う。

$$BF = \frac{R_{BF}}{a_{BF}} \cdot M_{BF} \cdot E_{BF} \cdot \frac{A_1}{A_2}$$

$\frac{R_{BF}}{a_{BF}}$: ロードセルに生じる歪量 (マイクロ)
 $M_{BF} \cdot E_{BF}$: ロードセルに作用する力 (kg)
 $\frac{A_1}{A_2}$: タイヤに作用する力 (kg)

$$TF = \frac{R_{TF}}{a_{TF}} \cdot M_{TF} \cdot E_{TF} \cdot \frac{B_1}{B_2}$$

$$W = \frac{R_W}{a_W} \cdot M_W \cdot E_W \cdot \frac{1}{1}$$

- BF : タイヤに作用するブレーキ力 (kg)
- TF : タイヤに作用するけん引力 (kg)
- W : タイヤにかかる上乗荷重 (kg)
- R_{BF}, R_{TF}, R_W : BF, TF, W の読み取り値 (mm)
- a_{BF}, a_{TF}, a_W : BF, TF, W の cal の読み取り値 (mm)
- M_{BF}, M_{TF}, M_W : BF, TF, W の cal 設定マイクロ数 (kg/マイクロ)
- E_{BF}, E_{TF}, E_W : BF, TF, W のロードセル感度 (kg/マイクロ)
- A_1 : タイヤ中心から BF 検出器までの水平距離 (mm)
- A_2 : 路面からタイヤ中心までの高さ (mm)
- B_1 : TF 検出器から支点までの高さ (mm)
- B_2 : 路面から支点までの高さ (mm)

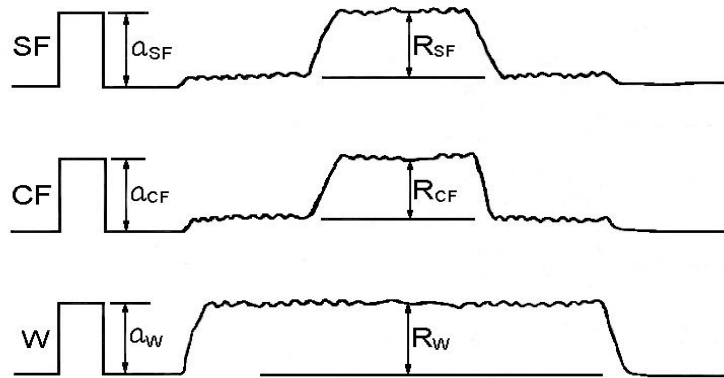
よって、すべり摩擦係数 (μ) は、次式により求められる。

$$\mu(BF) = \frac{BF}{W} \qquad \mu(TF) = \frac{TF}{W}$$

μ (BF) : ブレーキ力から算出されるすべり摩擦係数

μ (TF) : けん引力から算出されるすべり摩擦係数

2) 横すべり



図よりチャート紙上に計測された値を読み取り以下の計算を行う。

$$SF = \frac{R_{SF}}{a_{SF}} \cdot M_{SF} \cdot E_{SF} \cdot \frac{1}{1}$$

_____ ロードセルに生じる歪量 (マイクロ)
 _____ ロードセルに作用する力 (kg)
 _____ タイヤに作用する力 (kg)

$$CF = \frac{R_{CF}}{a_{CF}} \cdot M_{CF} \cdot E_{CF} \cdot \frac{B_1}{B_2}$$

$$W = \frac{R_W}{a_W} \cdot M_W \cdot E_W \cdot \frac{1}{1}$$

SF : タイヤに作用する横方向力 (kg)

CF : タイヤに作用するコーナリング力 (kg)

W : タイヤにかかる上載荷重 (kg)

R_{SF}, R_{CF}, R_W : SF, CF, W の読み取り値 (mm)

a_{SF}, a_{CF}, a_W : SF, CF, W の cal の読み取り値 (mm)

M_{SF}, M_{CF}, M_W : SF, CF, W の cal 設定マイクロ数 (kg/マイクロ)

E_{SF}, E_{CF}, E_W : SF, CF, W のロードセル感度 (kg/マイクロ)

B_1 : TF 検出器から支点までの高さ (mm)

B_2 : 路面から支点までの高さ (mm)

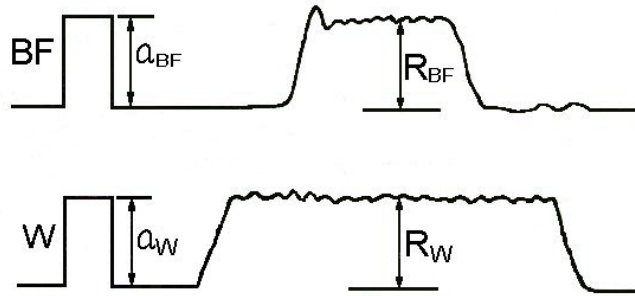
よって、すべり摩擦係数 (μ) は、次式により求められる。

$$\mu(SF) = \frac{SF}{W} \qquad \mu(CF) = \frac{CF}{W}$$

μ (SF) : 横方向力から算出されるすべり摩擦係数

μ (CF) : コーナリング力から算出されるすべり摩擦係数

② けん引式すべり計の計算方法



ロードセルに生ずる歪量（マイクロ）は、

$$\varepsilon_{BF}(\text{マイクロ}) = \frac{R_{BF}}{a_{BF}} \times M_{BF}, \quad \varepsilon_W(\text{マイクロ}) = \frac{R_W}{a_W} \times M_W$$

これをロードセルにかかる荷重にすると

$$BF_1(\text{kg}) = \varepsilon_{BF} \times E_{BF}, \quad W_1(\text{kg}) = \varepsilon_W \times E_W$$

この荷重を路面とタイヤ間の荷重にするには、

$$BF(\text{kg}) = BF_1(\text{kg}) \times \frac{h}{H}$$

$$W(\text{kg}) = W_1(\text{kg}) + W_2(\text{kg}) - BF(\text{kg}) \frac{H}{L}$$

ここで

W_2 : すべり計の自重 (kg)

L : すべり計のヒンジからタイヤの中心まで (mm)

H : 路面からタイヤの中心までの高さ (mm)

h : BF ロードセルからタイヤ中心までの垂直距離 (mm)

上記数値を用い、次式によってすべり摩擦係数を求める。

$$\begin{aligned} \mu(BF) &= \frac{BF(\text{kg})}{W(\text{kg})} = \frac{\varepsilon_{BF} \times E_{BF} \times \frac{h}{H}}{\varepsilon_W \times E_W + W_2 - \varepsilon_{BF} \times E_{BF} \times \frac{h}{H} \times \frac{H}{L}} \\ &= \frac{\frac{R_{BF}}{a_{BF}} \times M_{BF} \times E_{BF} \times \frac{h}{H}}{\frac{R_W}{a_W} \times M_W \times E_W + W_2 - \frac{R_{BF}}{a_{BF}} \times M_{BF} \times E_{BF} \times \frac{h}{H} \times \frac{H}{L}} \end{aligned}$$

資料－8 国総研すべり測定車新旧比較試験結果

今回の第8回路面すべり測定車合同比較試験の基準となる国土技術政策総合研究所所有のすべり測定車を新しく製作した際に、旧すべり測定車（第7回合同比較試験基準車）との相関関係を確認した試験結果を以下に示す。

(1) 縦すべり摩擦係数

図-8.1 及び図-8.2 に新・旧すべり測定車のブレーキ力 (BF) とけん引力(TF)の相関関係を示した。

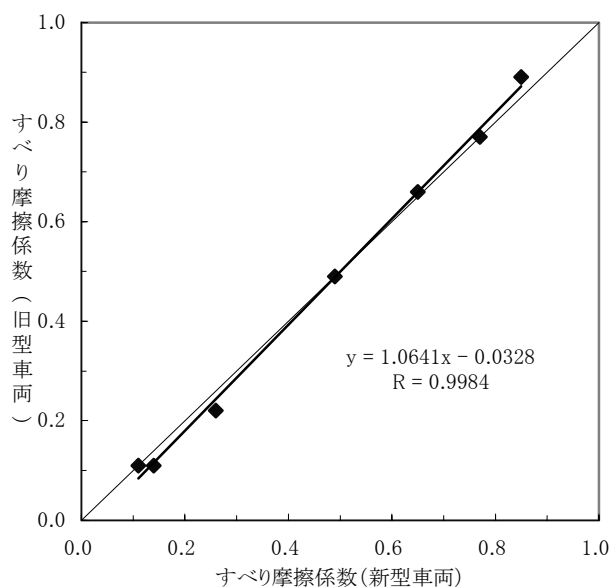


図-8.1 新・旧すべり測定車の関係 [BF]
[密粒度アスファルト舗装・湿潤路面・リブタイヤ]

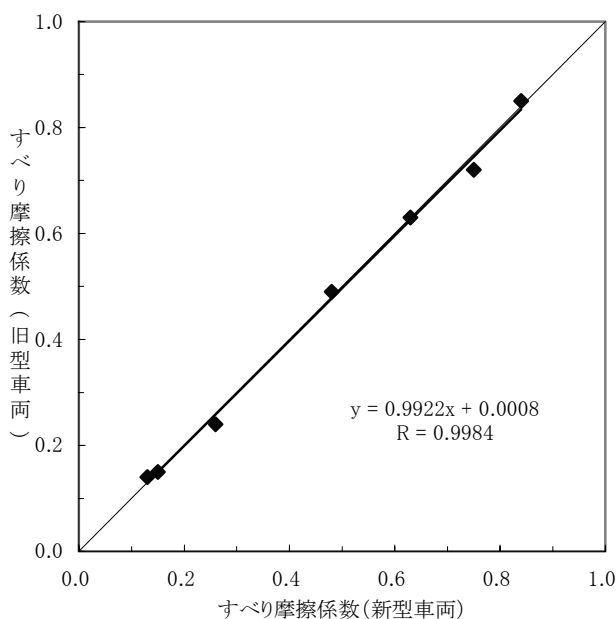


図-8.2 新・旧すべり測定車の関係 [TF]
[密粒度アスファルト舗装・湿潤路面・リブタイヤ]

(2) 横すべり摩擦係数

図-8.3 及び図-8.4 に新・旧車輛の横方向力 (SF) とコーナリング力 (CF) の相関係数を示した。

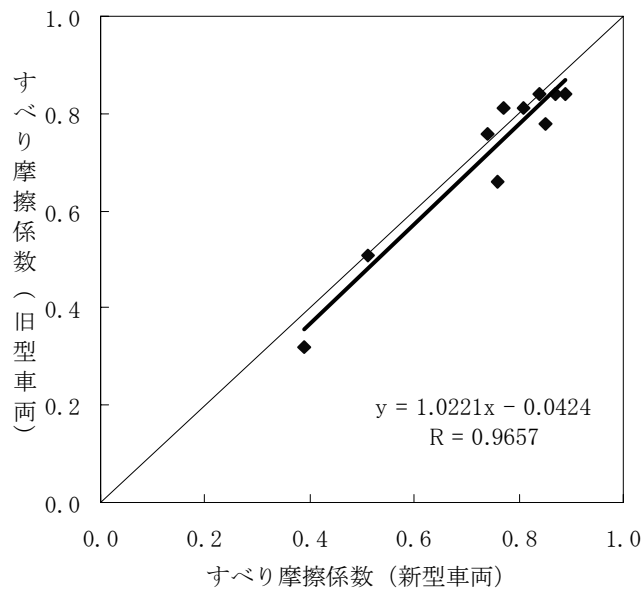


図-8.3 新・旧すべり測定車の関係 [SF]
(密粒度アスファルト舗装、湿潤路面、リブタイヤ)

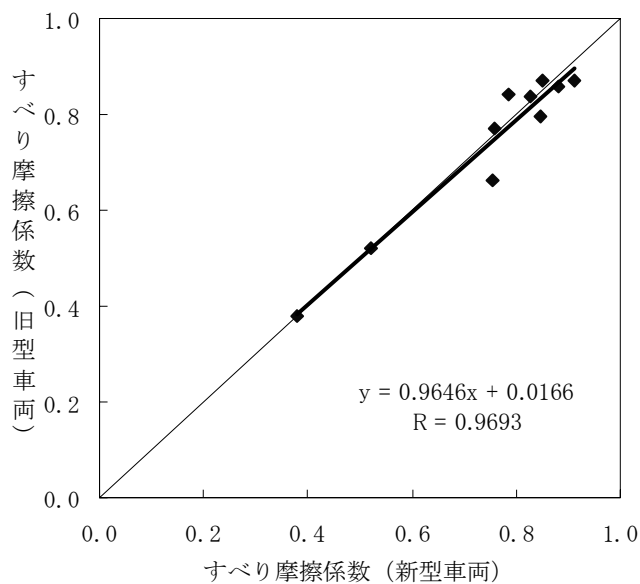


図-8.4 新・旧すべり測定車の関係 [CF]
(密粒度アスファルト舗装、湿潤路面、リブタイヤ)

(3) 相関式と相関係数

新型すべり測定車から旧型すべり測定車へ、旧型すべり測定車から新型すべり測定車への相関式と相関係数を表-8.5及び表-8.6に示した。

表-8.5 相関式と係数（新型車両から旧型車両へ）

	相関式	係数	備考
B F	$y = 1.0641 x - 0.0328$	$r = 0.9984$	
T F	$y = 0.9922 x + 0.0008$	$r = 0.9984$	
S F	$y = 1.0221 x - 0.0424$	$r = 0.9657$	
C F	$y = 0.9646 x + 0.0166$	$r = 0.9693$	

注) BF : ブレーキ力、TF : けん引力、SF : 横方向力、CF : コーナリング力

表-8.6 相関式と係数（旧型車両から新型車両へ）

	相関式	係数	備考
B F	$y = 0.9369 x + 0.0321$	$r = 0.9984$	
T F	$y = 1.0048 x + 0.0006$	$r = 0.9984$	
S F	$y = 0.9125 x + 0.0887$	$r = 0.9657$	
C F	$y = 0.9741 x + 0.0292$	$r = 0.9693$	

注) BF : ブレーキ力、TF : けん引力、SF : 横方向力、CF : コーナリング力