

ISSN 1346-7328

国総研資料 第356号

平成 18 年 12 月

# 国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of  
National Institute For Land and Infrastructure Management

No. 356

December 2006

平成 17 年度 路面すべり測定車合同比較試験報告書

奥谷 正・塚田 幸広・桐山 孝晴・諸田 恵士

Report of comparison test with test vehicles for skid resistance in FY 2006

Tadashi OKUTANI, Yukihiro TSUKADA,  
Takaharu KIRIYAMA, Keiji MOROTA

国土交通省 国土技術政策総合研究所

National Institute for Land and Infrastructure Management  
Ministry of Land, Infrastructure and Transport, JAPAN

## 平成 17 年度 路面すべり測定車合同比較試験報告書

奥谷 正 \*

塚田 幸広 \*\*

桐山 孝晴 \*\*\*

諸田 恵士 \*\*\*\*

### 概要

本報告書は、国土技術政策総合研究所の試験走路において、国土技術政策総合研究所、(独)土木研究所、各地方整備局、高速道路会社等の路面すべり測定車7台を対象として、平成18年1月に実施した合同比較試験の結果を取りまとめたものである。

キーワード : 路面すべり測定車、すべり摩擦係数、比較試験

- 
- \* 国土技術政策総合研究所道路研究部道路研究室長  
\*\* 国土交通省道路管理課高度道路情報システム推進室長  
(前 国土技術政策総合研究所道路研究部道路研究室長)  
\*\*\* 国土交通省総合政策局情報管理部情報管理課行政情報システム室企画専門官  
(前 国土技術政策総合研究所道路研究部道路研究室主任研究官)  
\*\*\*\* 国土技術政策総合研究所道路研究部道路研究室研究員

## Report of comparison test with test vehicles for skid resistance in FY2006

Tadashi OKUTANI \*

Yukihiro TSUKADA \*\*

Takaharu KIRIYAMA \*\*\*

Keiji MOROTA \*\*\*\*

### Synopsis

This report is intended to propose an evaluation method for smoothness of transfer at transport terminals. This study explains not only the physical burden but also psychological one with transfer by means of generalized time.

Key Words: Test vehicles for skid resistance, skid resistance, comparison test

- 
- \* Head, Traffic Engineering Division, Road Department
- \*\* Head, ITS Policy and Program Office, Road Bureau, Ministry of Land, Infrastructure and Transport (Head (former), Traffic Engineering Division, Road Department)
- \*\*\* Senior Deputy Director, Government Information System Office, Information Planning Division, Policy Bureau, Ministry of Land, Infrastructure and Transport (Senior Researcher (former), Traffic Engineering Division, Road Department)
- \*\*\*\* Research Engineer, Traffic Engineering Division, Road Department

# 目 次

<b>1. 概要</b> .....	<b>1</b>
1.1 試験目的 .....	1
1.2 試験概要 .....	1
1.3 路面すべり測定車 .....	6
<b>2. 摩擦抵抗力の測定及びデータ整理方法</b> .....	<b>13</b>
2.1 摩擦抵抗力の測定 .....	13
2.2 データの読み取り方法 .....	14
2.3 縦すべり摩擦係数の計算方法 .....	15
<b>3. 測定結果</b> .....	<b>17</b>
3.1 測定結果の総括(全車両7台) .....	17
3.2 各機関測定車の結果 .....	30
3.3 結果の整理・まとめ .....	70
<b>4. 測定結果の考察</b> .....	<b>71</b>
4.1 分散分析 .....	71
4.2 走行速度とすべり摩擦係数の関係 .....	73
4.3 考察 .....	76
<b>あとがき</b> .....	<b>76</b>
<b>巻末資料-1 温度補正と速度補正</b> .....	<b>77</b>
<b>巻末資料-2 試験時の温度</b> .....	<b>79</b>
<b>巻末資料-3 試験時の水膜厚</b> .....	<b>81</b>

## 1. 概要

### 1. 1 試験目的

本試験は、各地に整備されている路面すべり測定車計7台を国土交通省国土技術政策総合研究所に集め、同一条件の下ですべり摩擦抵抗力を測定し、各測定車が妥当な値を示しているか確認し、また補正方法を定めるために行うものである。路面すべり測定車の合同比較試験については、昭和46年度より過去に7回実施しており、今回は8回目である。

なお、合同比較試験の実施年月及び実施場所、今回の参加機関を表-1.1.1及び表-1.1.2に示す。

表-1.1.1 合同比較試験の実施年月及び実施場所

実施年月	実施場所
第1回 昭和46年11月	財団法人日本自動車研究所 周回路
第2回 昭和51年6月	〃
第3回 昭和55年9月	建設省土木研究所 試験走路
第4回 昭和58年9月	〃
第5回 昭和61年9月	〃
第6回 平成3年9月	〃
第7回 平成12年9月	財団法人日本自動車研究所 周回路
第8回 平成18年1月	国土交通省国土技術政策総合研究所 試験走路

表-1.1.2 今回の参加機関

機関名
国土交通省国土技術政策総合研究所 道路研究室
国土交通省近畿地方整備局 近畿技術事務所
国土交通省四国地方整備局 四国技術事務所
独立行政法人土木研究所
中日本高速道路株式会社 中央研究所
株式会社T J

\* 今回の試験に際して、すべり測定車を所有している国の機関、独立行政法人、大学、民間に呼びかけ参加機関を募った。

### 1. 2 試験概要

#### 1. 2. 1 試験期間、試験場所及び試験準備

##### 1) 試験期間

平成18年1月10日～平成18年1月23日

##### 2) 試験場所

茨城県つくば市旭1番地

国土交通省国土技術政策総合研究所内 試験走路

### 3) 試験準備

安定したすべり摩擦係数を得るため試験に使用するタイヤ（リブタイヤ）を国土交通省国土技術政策総合研究試験走路において ASTM に準じ、速度 80km/h で 4 時間（320km）の連続走行によるならし走行を行った。

### 1. 2. 2 試験方法

国土交通省国土技術政策総合研究所内の高速すべり実車挙動実験施設を用い、図-1.2.2.1 に示すような試験区間を設定した。路面状態は、散水装置及び自力散水により設定した。散水装置（1.8m 間隔に 200m 区間）による散水は、試験走路の中央部に設置してある装置によって散水を行い、水膜の厚さが常に 0.5mm～1.0mm になるようにして試験を行った。また、自力散水による散水は、各測定車が搭載している散水装置によって散水を行い、試験を行った。

試験方法としては、各測定車が写真-1.2.2.1 及び写真-1.2.2.2 に示すように、安全な車間距離を確保しながら所定の速度で図-1.2.2.1 に示す区間を走行して、測定車本体とは関係ない試験輪（タイヤ）にのみ制動（ブレーキ）または舵角（ステア角）をつけた。そのとき路面とタイヤ間に生ずるすべり摩擦抵抗力をロードセル等の検出器によって検出し、ストレインメーター（増巾器）を介して各種記録装置に記録させた。

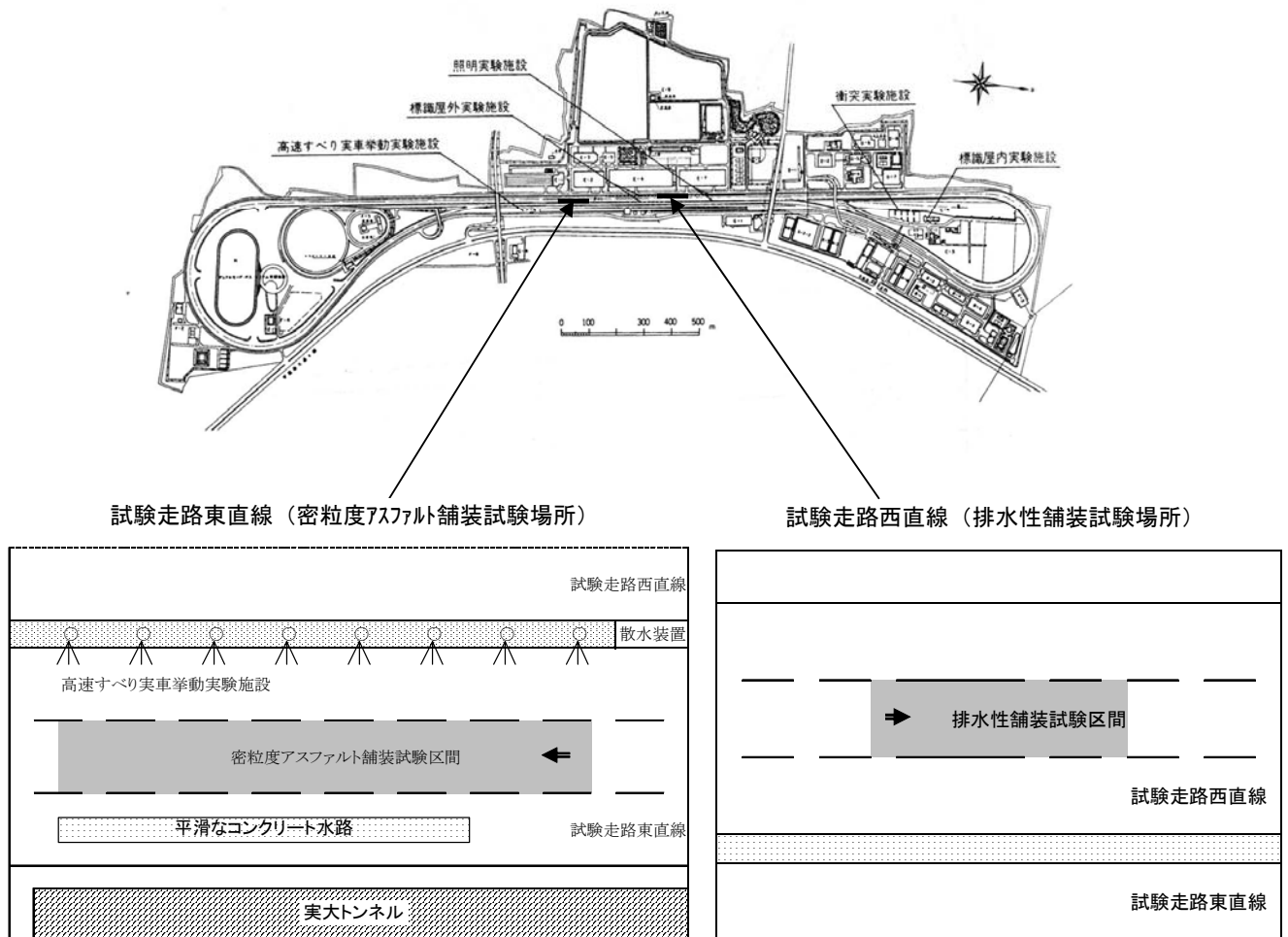


図-1.2.2.1 試験走路と試験区間



写真-1.2.2.1 試験状況  
(実験施設による散水、密粒度アスファルト舗装)



写真-1.2.2.2 試験状況  
(自力散水、密粒度アスファルト舗装)



写真-1.2.2.3 試験状況  
(自力散水、排水性舗装)



写真-1.2.2.4 測定時の試験輪の様子  
(試験輪完全ロック時)

### 1. 2. 3 各測定車の試験対象条件及び試験条件

各測定車の試験対象条件及び各種試験条件を表-1.2.3.1、表-1.2.3.2～表-1.2.3.5に示す。

#### (1) 各機関測定車の試験対象条件

表-1.2.3.1 試験対象条件

機 関	試験条件			
	条件 1	条件 2	条件 3	条件 4
国土交通省国土技術政策総合研究所 道路研究室	○	○	○	○
国土交通省近畿地方整備局 近畿技術事務所	○	○	○	○
国土交通省四国地方整備局 四国技術事務所	○	○	○	○
独立行政法人土木研究所	○	○		
中日本高速道路株式会社 中央研究所 (1号車)	○	○	○	○
中日本高速道路株式会社 中央研究所 (2号車)	○	○	○	○
株式会社T J	○	○	○	○

## (2) 試験条件 1

表-1.2.3.2 試験条件 1

項目	内容	
湿潤方法	実験施設（スプリンクラー）による散水	
測定種類	100%制動時の縦すべり（完全ロック状態）	
測定路面	密粒度アスファルト舗装	
測定速度	20, 40, 60, 80km/h	
測定タイヤ	すべり測定用標準タイヤ （国土交通省標準タイヤ、リブタイヤ）	
タイヤ条件	タイヤサイズ：165-SR13 タイヤ内圧：17.64N (1.8kg/cm <sup>2</sup> )	
輪荷重	1 輪当たり 3.969kN (405kg)	
測定項目	BF（ブレーキングフォース） TF（トラクションフォース） W（ホイールロード）	
路面状態	湿潤路面（水膜厚 0.5～1.0mm）	ASTM の散水方法に準ずる。
データ数	1 条件 3 回走行 （1 回につき 2 データ測定、計 6 データ）	

## (3) 試験条件 2

表-1.2.3.3 試験条件 2

項目	内容	
湿潤方法	実験施設（スプリンクラー）による散水	
測定種類	すべり角 15 度時の横すべり	
測定路面	密粒度アスファルト舗装	
測定速度	20,40,60,80km/h	
測定タイヤ	すべり測定用標準タイヤ （国土交通省標準タイヤ、リブタイヤ）	
タイヤ条件	タイヤサイズ：165-SR13 タイヤ内圧：17.64N (1.8kg/cm <sup>2</sup> )	
輪荷重	1 輪当たり 3.969kN (405kg)	
測定項目	SF（サイドフォース） CF（コーナリングフォース） W（ホイールロード）	
路面状態	湿潤路面（水膜厚 0.5～1.0mm）	ASTM の散水方法に準ずる。
データ数	1 条件 2 回走行 （1 回につき 3 データ測定、計 6 データ）	



## (4) 試験条件 3

表-1.2.3.4 試験条件 3

項目	内 容	
湿潤方法	自力散水	
測定種類	100%制動時の縦すべり (完全ロック状態)	
測定路面	密粒度アスファルト舗装、排水性舗装	排水性舗装の散水量は、密粒度アスファルト舗装と同じとする。
測定速度	20,40,60,80km/h	
測定タイヤ	すべり測定用標準タイヤ (国土交通省標準タイヤ、リブタイヤ)	
タイヤ条件	タイヤサイズ : 165-SR13 タイヤ内圧 : 17.64N (1.8kg/cm <sup>2</sup> )	
輪荷重	1 輪当たり 3.969kN (405kg)	
測定項目	BF (ブレーキングフォース) TF (トラクションフォース) W (ホイールロード)	
路面状態	湿潤路面 (水膜厚 0.5~1.0mm)	ASTM の散水方法に準ずる。
データ数	1 条件 3 回走行 (1 回につき 2 データ測定、計 6 データ)	

## (5) 試験条件 4

表-1.2.3.5 試験条件 4

項目	内 容	
湿潤方法	自力散水	
測定種類	すべり角 15 度時の横すべり	
測定路面	密粒度アスファルト舗装、排水性舗装	排水性舗装の散水量は、密粒度アスファルト舗装と同じとする。
測定速度	60km/h	
測定タイヤ	すべり測定用標準タイヤ (国土交通省標準タイヤ、リブタイヤ)	
タイヤ条件	タイヤサイズ : 165-SR13 タイヤ内圧 : 17.64N (1.8kg/cm <sup>2</sup> )	
輪荷重	1 輪当たり 3.969kN (405kg)	
測定項目	SF (サイドフォース) CF (コーナリングフォース) W (ホイールロード)	
路面状態	湿潤路面 (水膜厚 0.5~1.0mm)	ASTM の散水方法に準ずる。
データ数	1 条件 2 回走行 (1 回につき 3 データ測定、計 6 データ)	

#### 1. 2. 4 各測定車の走行順位

各測定車のゼッケンナンバー及び走行順位を表-1.2.4.1に示す。

表-1.2.4.1 各測定車のゼッケンナンバー及び走行順位

走行順位	ゼッケンナンバー	機関名	測定装置の種類	散水装置の有無
1	1号車	国土交通省国土技術政策総合研究所 道路研究室	垂直昇降式縦横両用型	有り
2	2号車	国土交通省近畿地方整備局 近畿技術事務所	〃	〃
3	3号車	国土交通省四国地方整備局 四国技術事務所	〃	〃
4	4号車	中日本高速道路株式会社 中央研究所（1号車）	〃	〃
5	5号車	中日本高速道路株式会社 中央研究所（2号車）	〃	〃
6	6号車	株式会社TJ	〃	〃
7	7号車	独立行政法人土木研究所	〃	無し

#### 1. 3 路面すべり測定車

以下に各測定車の構造及び諸元等について示す。

##### 1. 3. 1 すべり測定装置の構造

###### 1) 垂直昇降式縦横両用型すべり測定装置

この装置は、図-1.3.1.1に示すような構造になっており、走行中に試験輪のみブレーキをかけたとき（100%制動）、また舵角（ステア角）を付けたときに発生する路面とタイヤ間の摩擦抵抗力を検出することが出来る。ここで前者を縦すべり摩擦抵抗力、後者を横すべり摩擦抵抗力と呼んでいる。図-1.3.1.2は両者の試験輪状態を示したものである。

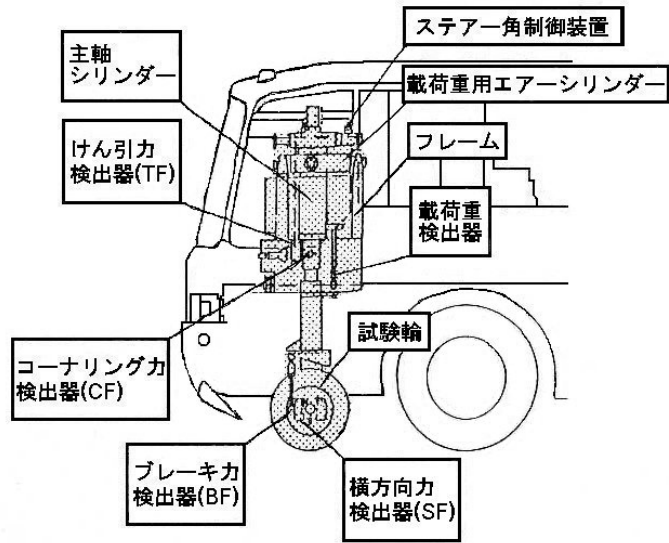


図-1.3.1.1 垂直昇降式縦横両用型すべり測定装置（国土交通省国総研車）

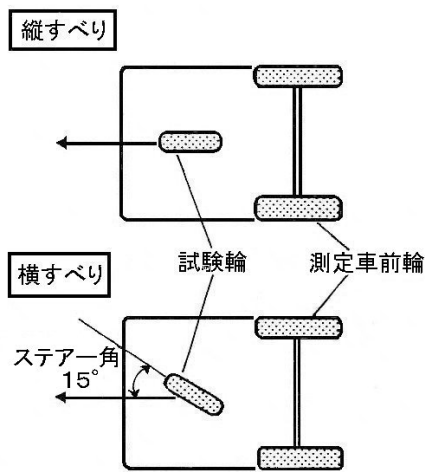


図-1.3.1.2 測定時の試験輪状態

### 1. 3. 2 測定車の仕様諸元とすべり測定装置の諸元

#### 1) 国土技術政策総合研究所測定車 (写真-1. 3. 2. 1)

##### 測定車仕様諸元

全長	11990mm
全幅	2490mm
全高	3340mm
最高速度	140km/h
出力	450hp
重量	16.395kN



写真-1. 3. 2. 1 国土技術政策総合研究所測定

##### すべり測定装置の諸元

形式	垂直昇降式縦横両用型
測定種類	100%制動時の縦すべり 0~30度の横すべり
検出方法	ロードセル
検出項目	BF、TF、SF、CF、W
最大輪荷重	5.88kN

#### 2) 近畿技術事務所測定車 (写真-1. 3. 2. 2)

##### 測定車仕様諸元

全長	8990mm
全幅	2290mm
全高	2960mm
最高速度	120km/h
出力	175hp
重量	88.2kN



写真-1. 3. 2. 2 近畿技術事務所測定車

##### すべり測定装置の諸元

形式	垂直昇降式縦横両用型
測定種類	100%制動時の縦すべり 0~30度の横すべり
検出方法	ロードセル
検出項目	BF、TF、SF、CF、W
最大輪荷重	4.9kN

3) 四国技術事務所測定車 (写真-1.3.2.3)

測定車仕様諸元

全長	8140mm
全幅	2295mm
全高	2995mm
最高速度	120km/h
出力	185hp
重量	83.3kN



写真-1.3.2.3 四国技術事務所測定車

すべり測定装置の諸元

形式	垂直昇降式縦横両用型
測定種類	100%制動時の縦すべり 0~30度の横すべり
検出方法	ロードセル
検出項目	BF、TF、SF、CF、W
最大輪荷重	4.9kN

4) 独立行政法人土木研究所測定車 (写真-1.3.2.4)

測定車仕様諸元

全長	8900mm
全幅	2300mm
全高	3100mm 以下
最高速度	100km/h 以上
出力	165kN
重量	88.25kN 未満



写真-1.3.2.4 独立行政法人土木研究所測定車

すべり測定装置の諸元

形式	垂直昇降式縦横両用型
測定種類	100%制動時の縦すべり 0~30度の横すべり
検出方法	水晶圧接式3成分力センサー
検出項目	BF、SF、W
最大輪荷重	5kN

5) 中日本高速道路(株)測定車 1号車 (写真-1.3.2.5)

測定車仕様諸元

全長	10800mm
全幅	2490mm
全高	3210mm
最高速度	140km/h
出力	400hp
重量	193.158kN



写真-1.3.2.5 中日本高速道路(株)測定車 [1号車]

すべり測定装置の諸元

形式	垂直昇降式縦横両用型
測定種類	100%制動時の縦すべり 0~20度の横すべり
検出方法	水晶圧電式3成分力センサー
検出項目	BF、SF、W
最大輪荷重	5kN

6) 中日本高速道路(株)測定車 2号車 (写真-1.3.2.6)

測定車仕様諸元

全長	10800mm
全幅	2490mm
全高	3210mm
最高速度	140km/h
出力	294kw
重量	185.024kN



写真-1.3.2.6 中日本高速道路(株)測定車 [2号車]

すべり測定装置の諸元

形式	垂直昇降式縦横両用型
測定種類	100%制動時の縦すべり 0~20度の横すべり
検出方法	水晶圧電式3成分力センサー
検出項目	BF、SF、W
最大輪荷重	5kN



7) 株式会社T J測定車 (写真-1.3.2.7)

測定車仕様諸元

全長	11940mm
全幅	2490mm
全高	3260mm
最高速度	140km/h
出力	320hp
重量	141.12kN



写真-1.3.2.7 (株) T J測定車

すべり測定装置の諸元

形式	垂直昇降式縦横両用型
測定種類	100%制動時の縦すべり 0~45度の横すべり
検出方法	ロードセル
検出項目	BF、TF、SF、CF、W
最大輪荷重	5.88kN

1. 3. 3 各測定車のすべり測定装置の性能

各測定車すべり測定装置に取り付けられている、すべり計検出機器の名称及び取り付け位置を図-1.3.3.1に示す。また検出機器の感度(ロードセル感度)及び取り付け位置の寸法(レバー寸法)を表-1.3.3.1に示す。なお、図-1.3.3.1は図-1.3.1.1を簡略化したものである。

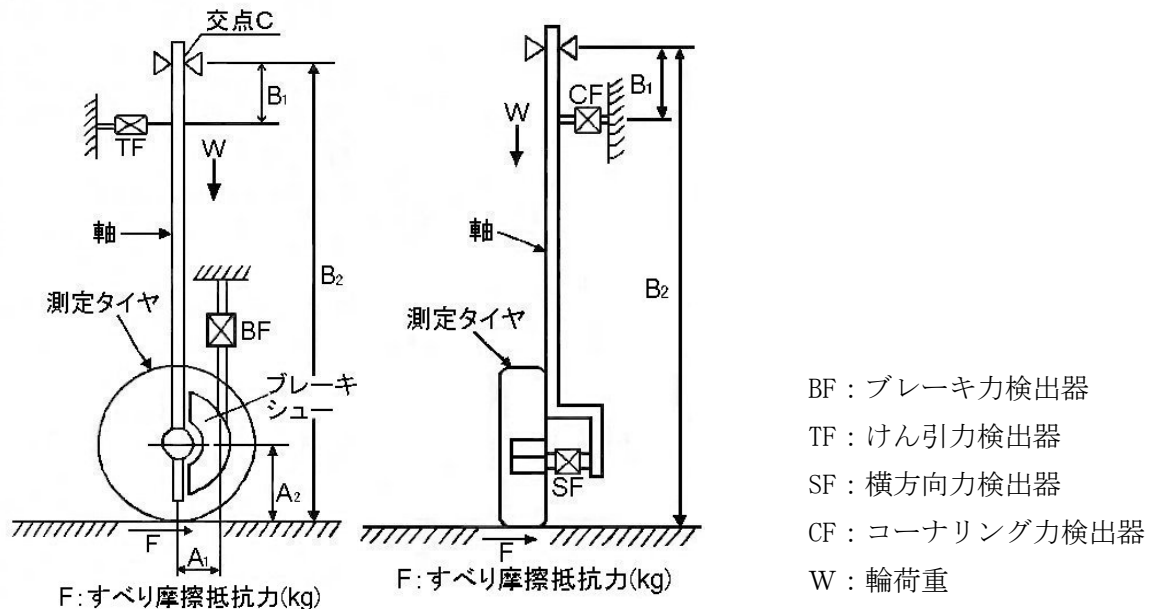


図-1.3.3.1 垂直昇降式縦横両用型すべり測定装置

表-1.3.3.1 垂直昇降式すべり計のロードセル感度及びレバー寸法

機関名	検定時のロードセル感度 (kg/10 <sup>-6</sup> )					リブタイヤ装着時のレバー寸法(mm)			
	BF	TF	SF	CF	W	A <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	B <sub>2</sub>
国土技術政策総合研究所	0.522	0.536	0.262	0.530	0.496	150	701	266	1878
近畿技術事務所	0.667	0.671	0.333	0.665	0.669	150	580	269	1701
四国技術事務所	0.654	0.663	0.336	0.659	0.644	150	580	264	1717
土木研究所	1.000	—	1.000	—	1.000	—	—	—	—
中日本高速道路㈱ 〔1号車〕	1.000	—	1.000	—	1.000	—	—	—	—
中日本高速道路㈱ 〔2号車〕	1.000	—	1.000	—	1.000	—	—	—	—
㈱TJ	0.513	1.671	0.343	1.667	0.496	150	700	265	1914

1. 3. 4 すべり測定用標準タイヤの諸元

(1) 路面すべり測定用標準タイヤ諸元〔リブタイヤ〕

(平成6年3月 路面すべり測定標準タイヤ研究委員会制定)

表-1.3.4.1 路面すべり測定用標準タイヤ (リブタイヤ) の諸元

項目	仕様	備考
タイヤ種類	165/SR-13	
タイヤ幅 (mm)	165	
扁平率 (%)	82	
ホイール径 (in)	13	
タイヤ構造	ラジアル	
ゴム配合	ASTM (E-501)	



## 2. 摩擦抵抗力の測定及びデータ整理方法

### 2. 1 摩擦抵抗力の測定

#### 1) 縦すべり摩擦抵抗力の測定

試験車に図-2.1.1に示すすべり計（垂直昇降式すべり計）が取り付けられている。この試験車を進行方向に一定速度、一定の上載荷重で走行させているとき、試験輪（タイヤ部分）にブレーキをかけると図に示すシャフトが進行方向とは逆方向に引かれる。そのときブレーキをかけたアームの中間に取り付けてある検出器（BF）及びそれを止めているシャフトと車両の中間に取り付けてある検出器（TF）より制動時の路面とタイヤ間に働く力（F）を検出する。

ここで、BF：ブレーキ力検出器

TF：けん引力検出器

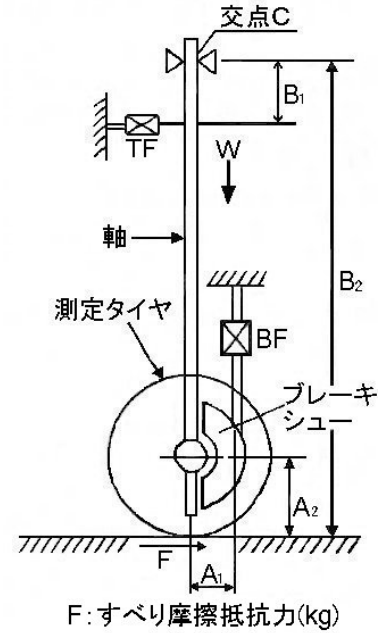


図-2.1.1 垂直昇降式すべり計（縦すべり）

#### 2) 横すべり摩擦抵抗力の測定

1) と同じ試験車を用い、試験車を一定速度一定の上載荷重で走行させているとき測定輪にステア角を付ける。そのとき、図-2.1.2に示すタイヤ中心部に取り付けてある検出器（SF）及び、そのときのシャフトが横方向に移動しないように止めているシャフト中心部に取り付けている検出器（CF）より路面とタイヤ間に働く力（F）を検出する。また、ステア角を付けたときの試験車の進行方向と測定輪の向きを図-2.1.3に示す。

ここで、SF：横方向力検出器

CF：コーナリング力検出器

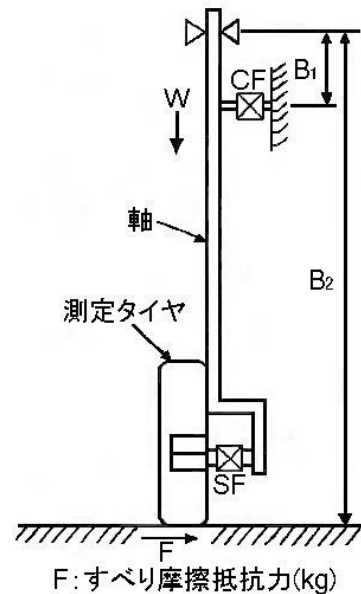


図-2.1.2 垂直昇降式すべり計（横すべり）

#### 3) 走行速度及び上載荷重の測定

1) あるいは2) の摩擦抵抗力を測定する際には、試験車の走行速度（V）をスピードメータ等により測定するとともに、タイヤに載荷させている上載荷重（W）を測定する。

ここで、V：走行速度

W：上載荷重

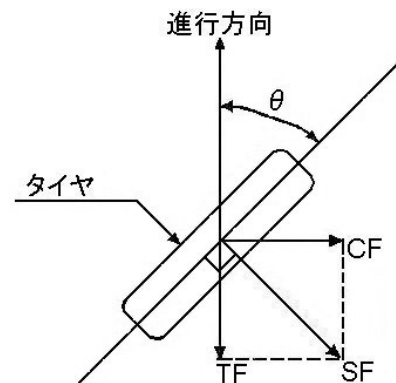


図-2.1.3 SF, CF, TF の関係

## 2. 2 データの読み取り方法

2.1で測定されたアナログデータを図-2.2.1に示すように読み取り、計算によってすべり摩擦係数に変換する。縦すべり摩擦抵抗、横すべり摩擦抵抗とも同じような波形が検出されるので、読み取り方法の一例を示す。

読み取り方法は、特異な区間を除いて抽出し、安定した区間を読み取る。ここで特異な区間とは、制動開始時や制動終了時など、試験輪の回転の変化によって摩擦抵抗が大きく変化するところをさすものとする。

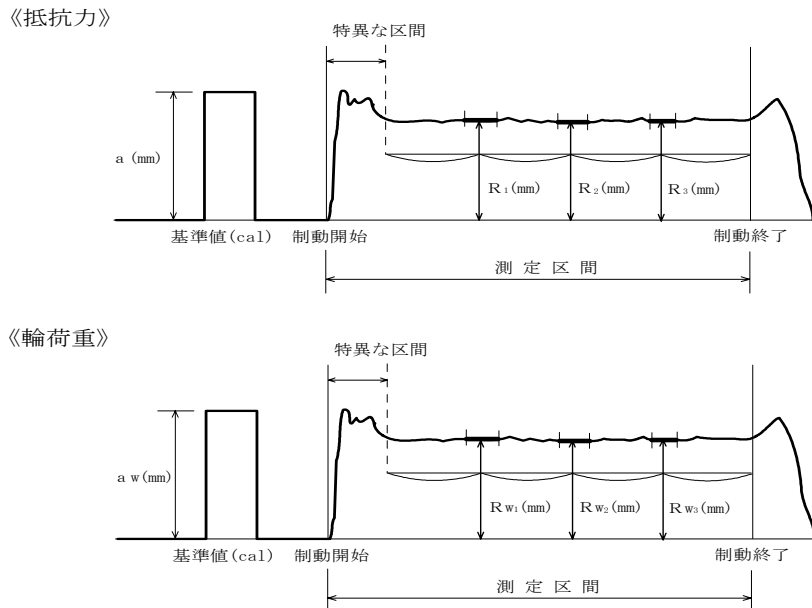


図-2.2.1 測定データのアナログ波形

読み取り値 (mm)

《摩擦抵抗》 
$$R = \frac{R_1 + R_2 + R_3}{3} \quad (\text{mm})$$

《上載荷重》 
$$R_w = \frac{R_{w1} + R_{w2} + R_{w3}}{3} \quad (\text{mm})$$

基準値 (cal) : ストレインメータ (増幅器) の電氣的な抵抗

$R_1 \sim R_3$  : 測定値 (ブレーキ時またはステア時の摩擦抵抗)

$R_{w1} \sim R_{w3}$  : 測定値 (測定時タイヤにかかる上載荷重)

## 2. 3 縦すべり摩擦係数の計算方法

### 1) 垂直昇降式すべり計の縦すべり摩擦係数の計算方法

縦すべり摩擦係数 ( $\mu$ ) は、

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

$\mu (BF)$  : ブレーキ力から算出される縦すべり摩擦係数

$\mu (TF)$  : けん引力から算出される縦すべり摩擦係数

BF : タイヤに作用するブレーキ力 (kN)

TF : タイヤに作用するけん引力 (kN)

W : タイヤにかかる上載荷重 (kN)

ここで、BF、TF、Wはそれぞれ次式で算出される。

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

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

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

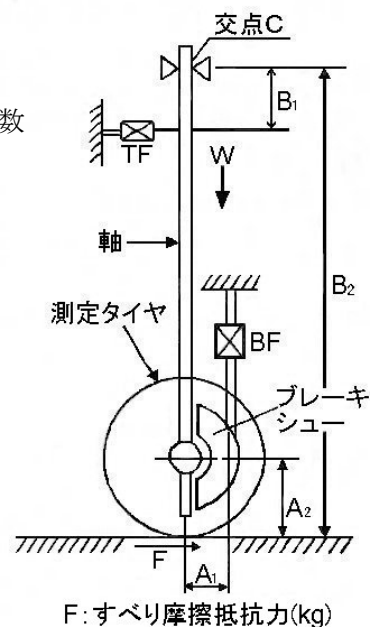


図-2.3.1 垂直昇降式すべり計 (縦すべり)

$R_{BF}$ ,  $R_{TF}$ ,  $R_W$  : 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 (マイクロ)

$E_{BF}$ ,  $E_{TF}$ ,  $E_W$  : BF, TF, Wのロードセル感度 (kN/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)

2) 垂直昇降式すべり計の横すべり摩擦係数の計算方法

横すべり摩擦係数 ( $\mu$ ) は、

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

$\mu$  (SF) : 横方向力から算出される横すべり摩擦係数

$\mu$  (CF) : コーナリング力から算出される横すべり摩擦係数

SF : タイヤに作用する横方向力 (kN)

CF : タイヤに作用するコーナリング力 (kN)

W : タイヤにかかる上載荷重 (kN)

ここで、SF、CF、Wはそれぞれ次式で計算される。

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

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

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

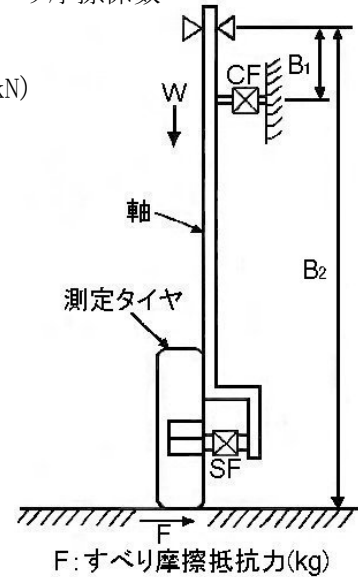


図-2.3.2 垂直昇降式すべり計(横すべり)

$R_{SF}$ ,  $R_{CF}$ ,  $R_W$  : SF、CF、Wの読みとり値 (mm)

$a_{SF}$ ,  $a_{CF}$ ,  $a_W$  : SF、CF、Wの cal の読みとり値 (mm)

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

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

$B_1$  : CF 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)

垂直昇降式すべり計では、摩擦抵抗力の信頼性を確認しようとした場合、縦すべり、横すべりともそれぞれ2つの検出器による測定値を比較すればよいわけだが、横すべり時におけるCF(コーナリング力)は、車両の進行方向直角に働く力であり、一方SF(横方向力)は、タイヤの回転方向直角に働く力である(両者の関係図は先の図-2.1.3)に示す。よって両者は直接比較出来ないため摩擦抵抗力の信頼性を確認する場合は、CFをステア角で補正した値(SF')とSFを比較することにより行っている。

$$SF' = CF / \cos \theta \qquad \theta : \text{ステア角}$$

### 3. 測定結果

測定結果は、総括（全車両7台）結果と、各機関測定車毎の結果に分けて整理した。

#### 3. 1 測定結果の総括（全車両7台）

##### 3. 1. 1 国総研測定車と各測定車の相関関係

すべり摩擦係数によって路面の総合的な評価を行っていく場合には、従来からの合同比較試験とほぼ同一の条件で検定を実施している国土技術政策総合研究所の測定車の値に補正して評価する事が望ましい。その際、各測定車で測定された値を国土技術政策総合研究所の測定車と各測定車間の補正式によって値を補正して使用する事が望ましい。そこで本試験結果により得られた国総研測定車と各測定車の相関関係（補正式及び相関係数）を表-3.1.1.1～表-3.1.1.4に示す。なお、表-3.1.1.1及び表-3.1.1.2の縦すべりにおけるリブタイヤの補正については、温度・速度補正式をあわせて利用することが望ましいため、一連の補正フローとあわせて巻末資料-1に示した。

表-3.1.1.1 国土技術政策総合研究所と各測定車の補正式（縦すべり：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〕

機関名	国総研車への補正式	相関係数
	$i$ : 各測定車の測定値 $j$ : 国総研車への補正值	
近畿技術事務所	$X_j = 1.2996X_i - 0.1768$	0.9911
四国技術事務所	$X_j = 1.0875X_i - 0.0045$	0.9852
土木研究所	$X_j = 1.4176X_i - 0.2233$	0.9622
中日本高速道路1号車	$X_j = 1.4038X_i - 0.222$	0.9971
中日本高速道路2号車	$X_j = 1.473X_i - 0.2867$	0.9931
株式会社TJ	$X_j = 1.0141X_i - 0.0098$	0.9904

※ 各測定車間の補正式（1次回帰式）を巻末の参考資料-5.1に示す。  
 なお、上記の各測定車間の補正式は、表-1.2.3.2の試験条件により作成した。

表-3.1.1.2 国土技術政策総合研究所と各測定車の補正式（縦すべり：BF）

〔密粒度アスファルト舗装、自力散水、リブタイヤ〕

機関名	国総研車への補正式	相関係数
	$i$ : 各測定車の測定値 $j$ : 国総研車への補正值	
近畿技術事務所	$X_j = 0.9777X_i + 0.0278$	0.9755
四国技術事務所	$X_j = 0.875X_i + 0.1049$	0.9762
中日本高速道路1号車	$X_j = 0.9106X_i + 0.0977$	0.9859
中日本高速道路2号車	$X_j = 0.9779X_i + 0.0422$	0.9966
株式会社TJ	$X_j = 1.0263X_i - 0.0127$	0.9912

※ 各測定車間の補正式（1次回帰式）を巻末の参考資料-5.2に示す。  
 なお、上記の各測定車間の補正式は、表-1.2.3.4の試験条件により作成した。

表-3.1.1.3 国土技術政策総合研究所と各測定車の補正式（縦すべり：BF）

〔排水性舗装、自力散水、リブタイヤ〕

機関名	i：各測定車の測定値 国総研車への補正式 j：国総研車への補正值	相関係数
近畿技術事務所	$X_j = 0.9246X_i + 0.0596$	0.9892
四国技術事務所	$X_j = 0.8334X_i + 0.0884$	0.9708
中日本高速道路1号車	$X_j = 0.9959X_i + 0.0463$	0.9995
中日本高速道路2号車	$X_j = 1.0786X_i - 0.0361$	0.9960
株式会社TJ	$X_j = 0.9787X_i + 0.0225$	0.9816

※ 各測定車間の補正式（1次回帰式）を巻末の参考資料-5.3に示す。  
 なお、上記の各測定車間の補正式は、表-1.2.3.4の試験条件により作成した。

表-3.1.1.4 国土技術政策総合研究所と各測定車の補正式（横すべり：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〕

機関名	i：各測定車の測定値 国総研車への補正式 j：国総研車への補正值	相関係数
近畿技術事務所	$X_j = 0.4622X_i + 0.4862$	0.1365
四国技術事務所	$X_j = 0.2826X_i + 0.636$	0.4570
土木研究所	$X_j = 0.1139X_i + 0.7969$	0.1979
中日本高速道路1号車	$X_j = -0.0086X_i + 0.9007$	0.0034
中日本高速道路2号車	$X_j = -0.0061X_i + 0.8985$	0.0037
株式会社TJ	$X_j = 0.1034X_i + 0.8026$	0.2032

※ 各測定車間の補正式（1次回帰式）を巻末の参考資料-5.4に示す。  
 なお、上記の各測定車間の補正式は、表-1.2.3.3の試験条件により作成した。

### 3. 1. 2 すべり摩擦係数測定結果

表-3.2.1.1～表-3.2.1.6、図-3.2.1.1～図-3.2.1.6 は各条件における全車両の測定結果をまとめ、すべり摩擦係数の最大値、最小値、平均値、標準偏差を示した。

なお、測定時の水膜厚、温度等については巻末資料に記載した。

表-3.2.1.1 縦すべり摩擦係数総括表（合計7台）  
〔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〕

タイヤ	路面・散水方法	測定速度 (km/h)	すべり摩擦係数(BF)				すべり摩擦係数(TF)			
			最大値	最小値	平均値	標準偏差	最大値	最小値	平均値	標準偏差
リブタイヤ	密粒度アスファルト舗装 (実験施設による散水)	20	0.841	0.738	0.780	0.027	0.801	0.729	0.761	0.020
		40	0.751	0.607	0.686	0.037	0.741	0.599	0.669	0.038
		60	0.639	0.467	0.566	0.037	0.606	0.498	0.549	0.028
		80	0.463	0.259	0.380	0.056	0.413	0.248	0.326	0.047

表-3.2.1.2 縦すべり摩擦係数総括表（合計6台）  
〔密粒度アスファルト舗装、自力散水、リブタイヤ〕

タイヤ	路面・散水方法	測定速度 (km/h)	すべり摩擦係数(BF)				すべり摩擦係数(TF)			
			最大値	最小値	平均値	標準偏差	最大値	最小値	平均値	標準偏差
リブタイヤ	密粒度アスファルト舗装 (自力散水)	20	0.867	0.775	0.811	0.025	0.845	0.764	0.797	0.024
		40	0.728	0.667	0.706	0.016	0.719	0.648	0.683	0.019
		60	0.648	0.527	0.595	0.029	0.628	0.492	0.581	0.028
		80	0.542	0.421	0.500	0.031	0.515	0.414	0.490	0.023

表-3.2.1.3 縦すべり摩擦係数総括表（合計6台）  
〔排水性舗装、自力散水、リブタイヤ〕

タイヤ	路面・散水方法	測定速度 (km/h)	すべり摩擦係数(BF)				すべり摩擦係数(TF)			
			最大値	最小値	平均値	標準偏差	最大値	最小値	平均値	標準偏差
リブタイヤ	排水性舗装 (自力散水)	20	0.876	0.691	0.742	0.036	0.861	0.675	0.731	0.042
		40	0.673	0.589	0.639	0.018	0.658	0.606	0.627	0.015
		60	0.590	0.523	0.560	0.019	0.579	0.505	0.540	0.021
		80	0.570	0.474	0.517	0.022	0.544	0.471	0.501	0.021

表-3.2.1.4 横すべり摩擦係数総括表（合計7台）  
〔密粒度アスファルト舗装、実験施設による散水、ステア角15度、リブタイヤ〕

タイヤ	路面・散水方法	測定速度 (km/h)	すべり摩擦係数(SF)				すべり摩擦係数(CF)			
			最大値	最小値	平均値	標準偏差	最大値	最小値	平均値	標準偏差
リブタイヤ	密粒度アスファルト舗装 (実験施設による散水)	20	0.968	0.853	0.897	0.025	0.898	0.797	0.858	0.028
		40	0.957	0.840	0.895	0.027	0.910	0.816	0.859	0.027
		60	0.952	0.771	0.866	0.044	0.925	0.811	0.855	0.033
		80	0.918	0.787	0.852	0.035	0.900	0.781	0.834	0.036

表-3.2.1.5 横すべり摩擦係数総括表 (合計6台)  
 [密粒度アスファルト舗装、自力散水、ステア角 15 度、リブタイヤ]

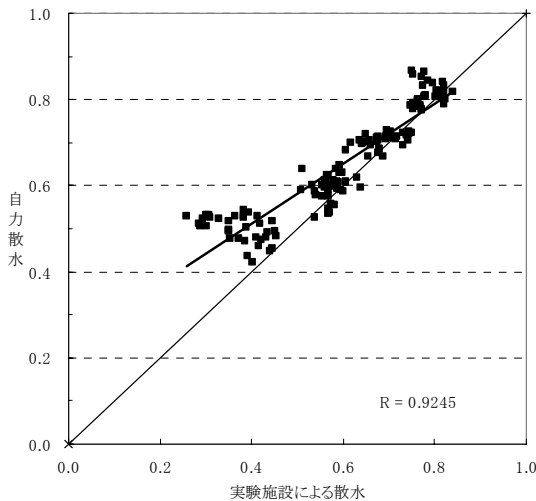
タイヤ	路面・散水方法	測定速度 (km/h)	すべり摩擦係数(SF)				すべり摩擦係数(CF)			
			最大値	最小値	平均値	標準偏差	最大値	最小値	平均値	標準偏差
リブタイヤ	密粒度アスファルト舗装 (自力散水)	60	0.938	0.825	0.875	0.026	0.923	0.799	0.848	0.037

表-3.2.1.6 横すべり摩擦係数総括表 (合計6台)  
 [排水性舗装、自力散水、ステア角 15 度、リブタイヤ]

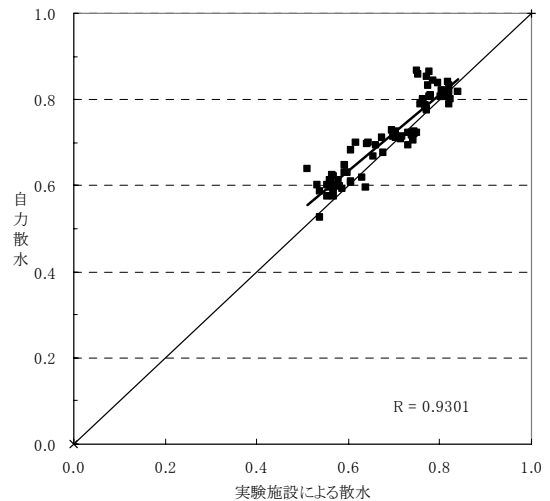
タイヤ	路面・散水方法	測定速度 (km/h)	すべり摩擦係数(SF)				すべり摩擦係数(CF)			
			最大値	最小値	平均値	標準偏差	最大値	最小値	平均値	標準偏差
リブタイヤ	排水性舗装 (自力散水)	60	0.894	0.753	0.803	0.031	0.858	0.741	0.788	0.033

### 3. 1. 3 散水方法の違いによるすべり摩擦係数の関係

散水方法の違いによるすべり摩擦係数の関係を図-3.1.3 に示した。図①は自力散水が可能な測定車6台の 20, 40, 60, 80km/h における散水方法の違いによる比較を示した。また、図②は自力散水が可能な測定車の中から中日本高速道路(株) 2 台を除いた測定車4台の 20, 40, 60km/h における散水方法の違いによる比較を示した。図②は図①に対して散水方法の違いによる影響が小さい傾向が伺える。詳細は「3.3 結果の整理・まとめ」に示す。



①測定車6台 (20, 40, 60, 80km/h) 測定結果



②測定車4台 (20, 40, 60km/h) 測定結果  
 中日本高速道路(株) 除く

図-3.1.3 散水施設度と縦すべり摩擦係数の関係  
 [密粒度アスファルト舗装、実験施設と自力による散水、リブタイヤ]

### 3. 1. 4 速度とすべり摩擦係数の関係

速度とすべり摩擦係数の関係を図-3.1.4.1～図-3.1.4.4 に示した。



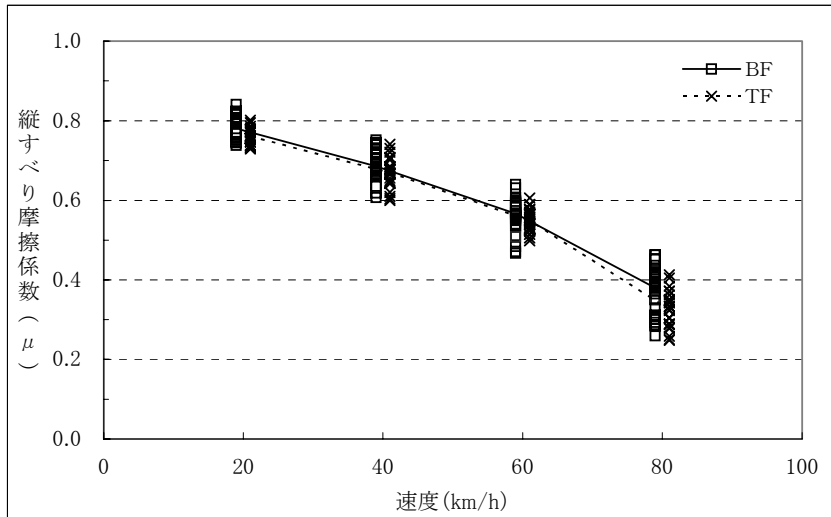


図-3.1.4.1 速度と縦すべり摩擦係数の関係 [合計7台]  
[密粒度アスファルト舗装、実験施設による散水、リブタイヤ]

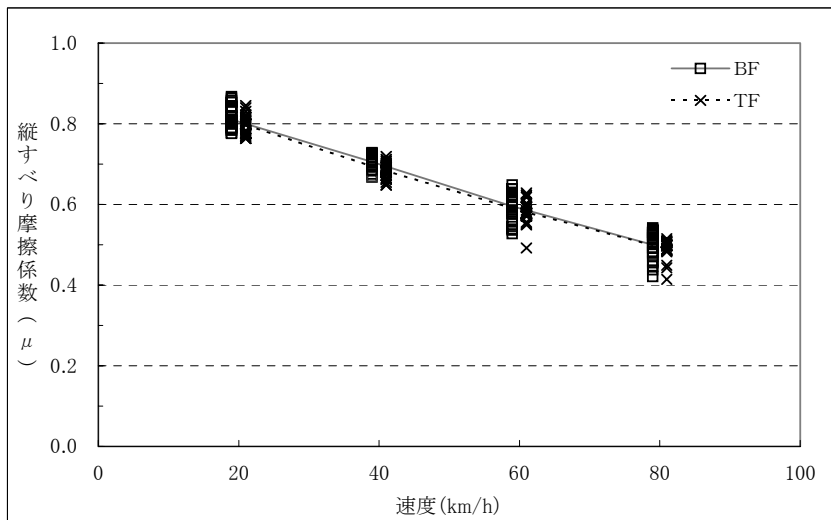


図-3.1.4.2 速度と縦すべり摩擦係数の関係 [合計6台]  
[密粒度アスファルト舗装、自力散水、リブタイヤ]

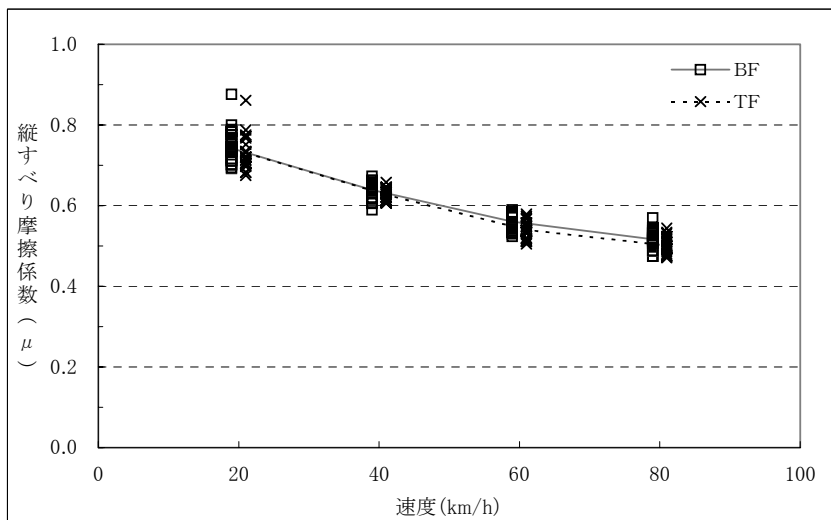


図-3.1.4.3 速度と縦すべり摩擦係数の関係 [合計6台]  
[排水性舗装、自力散水、リブタイヤ]

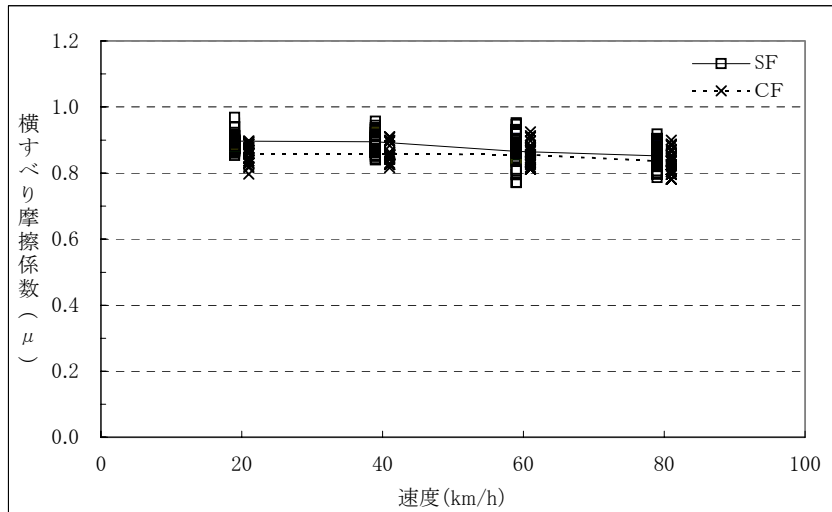


図-3.1.4.4 速度と横すべり摩擦係数の関係〔合計7台〕  
〔密粒度アスファルト舗装、実験施設による散水、リブタイヤ〕

### 3. 1. 5 検出機器と各すべり摩擦係数の関係

垂直昇降式縦横両用型すべり計における縦すべり時のすべり摩擦係数  $\mu$  (BF)、 $\mu$  (TF) の関係を図-3.1.5.1～図-3.1.5.2 に示す。

次に、横すべり時のすべり摩擦係数  $\mu$  (SF)、 $\mu$  (CF) の関係を図-3.1.5.3 に示す。

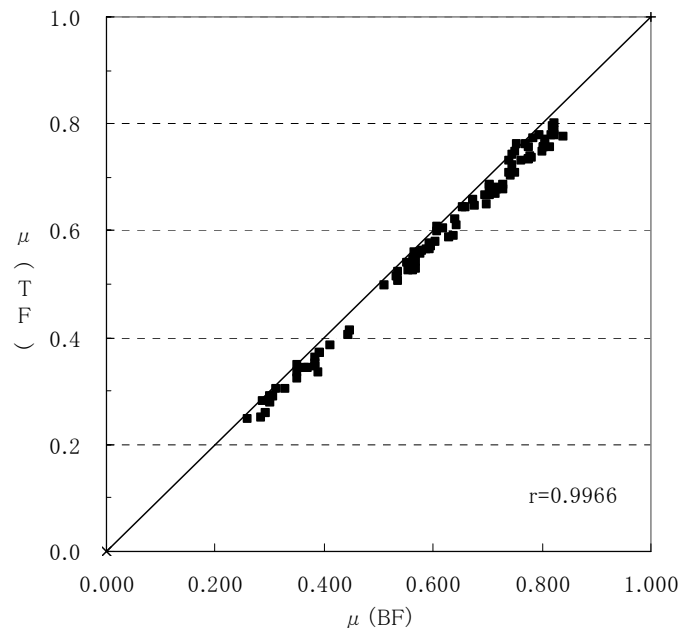


図-3.1.5.1  $\mu$  (BF) と  $\mu$  (TF) の関係〔合計4台〕  
〔密粒度アスファルト舗装、実験施設による散水、リブタイヤ〕

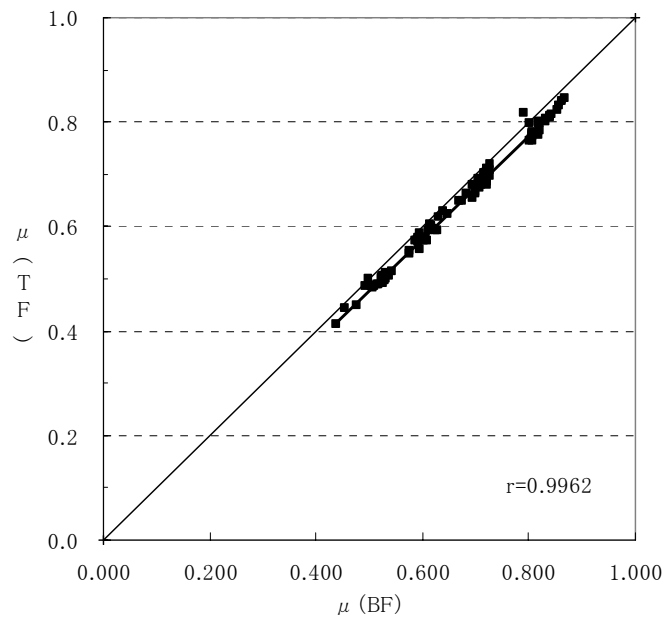


図-3.1.5.2  $\mu$  (BF) と  $\mu$  (TF) の関係 [合計4台]  
 [密粒度アスファルト舗装、自力散水、リブタイヤ]

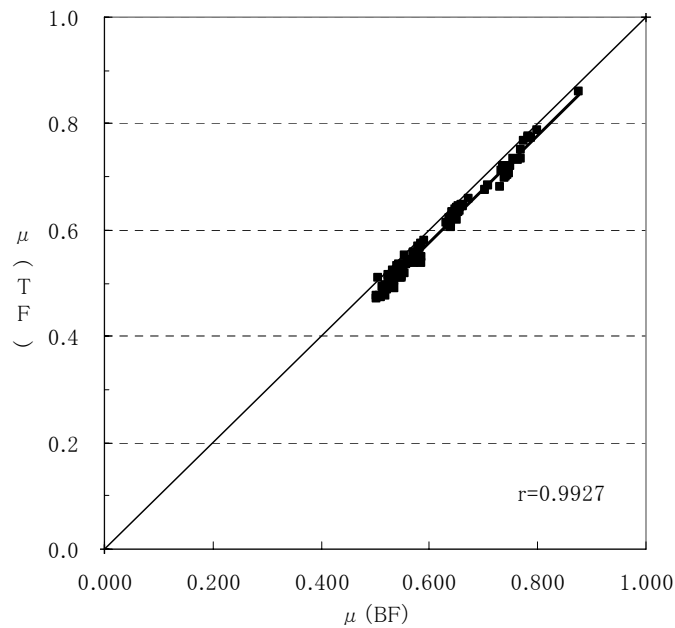


図-3.1.5.3  $\mu$  (BF) と  $\mu$  (TF) の関係 [合計4台]  
 [排水性舗装、自力散水、リブタイヤ]

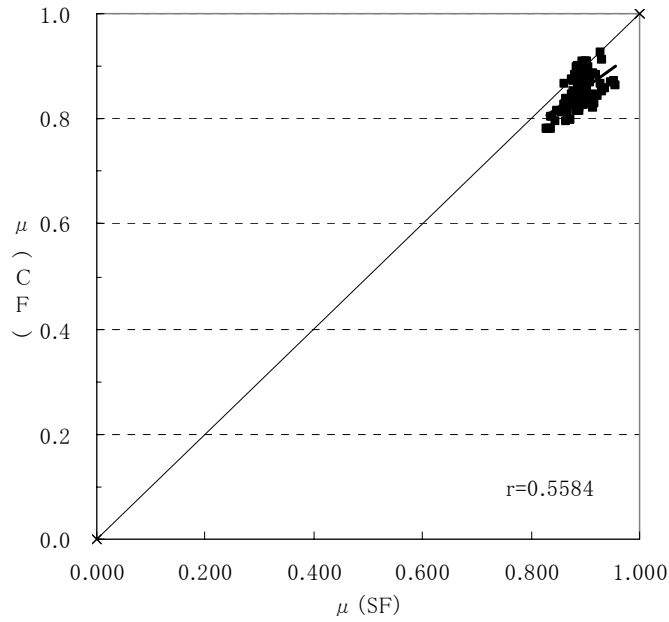


図-3.1.5.4  $\mu$  (SF) と  $\mu$  (CF) の関係 [合計4台]

[密粒度アスファルト舗装、実験施設による散水、ステア角15度、リブタイヤ]

### 3. 1. 6 路面種類とすべり摩擦係数の関係

路面種類と縦すべり摩擦係数の関係を図-3.1.6.1に示す。

また、路面種類と横すべり摩擦係数の関係を図-3.1.6.2に示す。

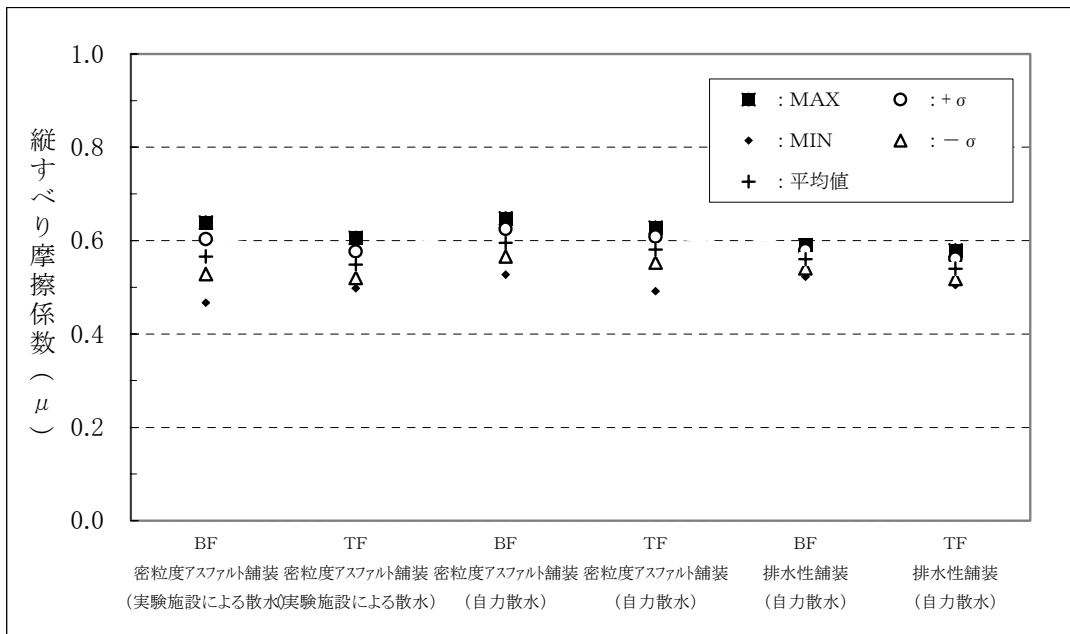


図-3.1.6.1 路面種類と縦すべり摩擦係数の関係 [合計6～7台]

[速度 60km/h、リブタイヤ]

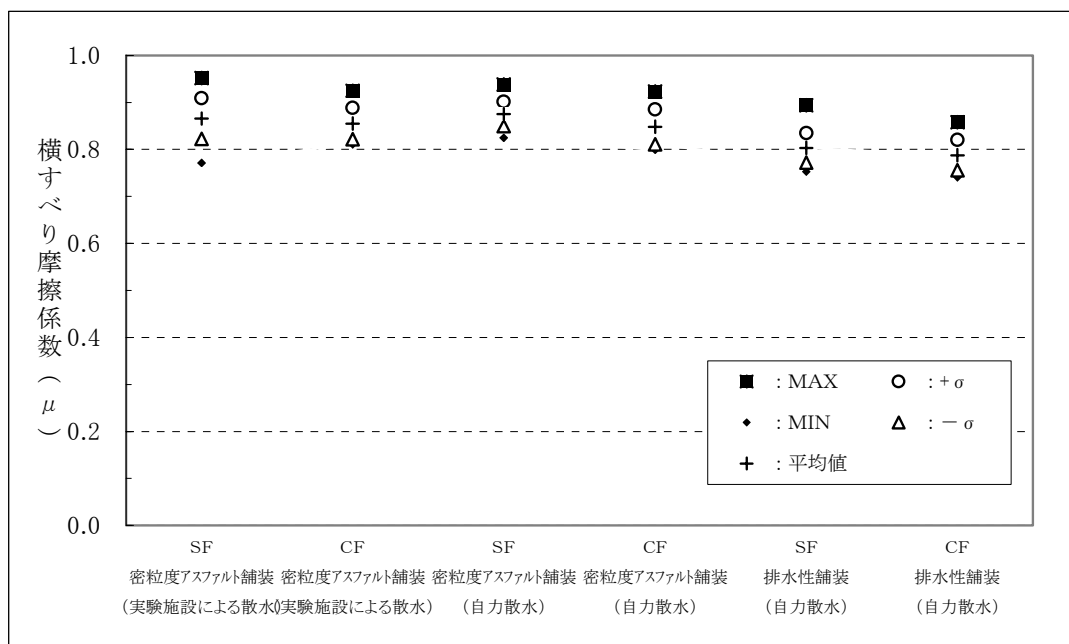


図-3.1.6.2 路面種類と横すべり摩擦係数の関係〔合計6～7台〕  
〔速度 60km/h、ステア角 15 度、リブタイヤ〕

### 3. 1. 7 測定車（装置）間の比較

各測定車に搭載されている測定装置は、形状や構造が異なるものもあるが、測定される値そのものは十分な精度で一致しなければならない。

図-3.1.7.1～図-3.1.7.8は、各測定車によるすべり摩擦係数を速度別に示したものである。これらの図から見ても分かるように、測定車によっては多少平均値との差が大きいものも認められるが、おおよそ±0.1の範囲内にある。

なお、垂直昇降式すべり測定装置（国土交通省標準型）を搭載している機関については、2系統の検出部（縦すべり摩擦測定時には、BF：Braking Force, TF：Traction Force、横すべり摩擦測定時にはSF：Sideway Force, CF：Cornering Force）を有している。これらの比較により正しい値が測定されているかチェックする事が可能である。また、片方の検出器（ロードセル）が損傷しても片方の検出器の使用によって測定は継続する事が可能であるといった利点がこの装置にはある。

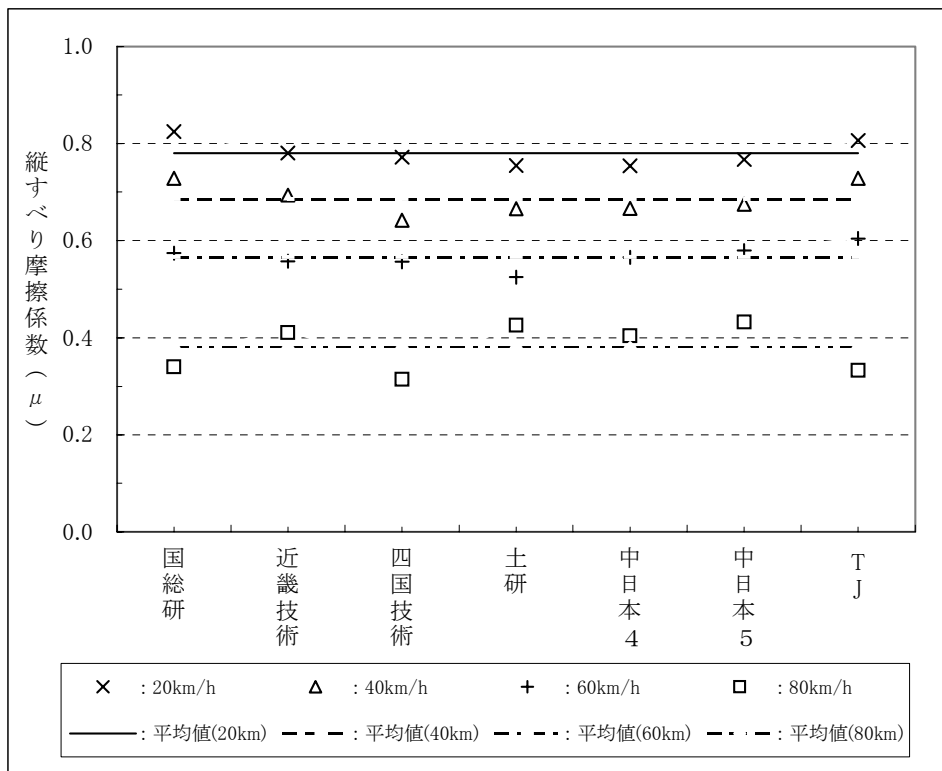


図-3.1.7.1 測定車別縦すべり摩擦係数 (BF)  
 [密粒度アスファルト舗装、実験施設による散水、リブタイヤ]

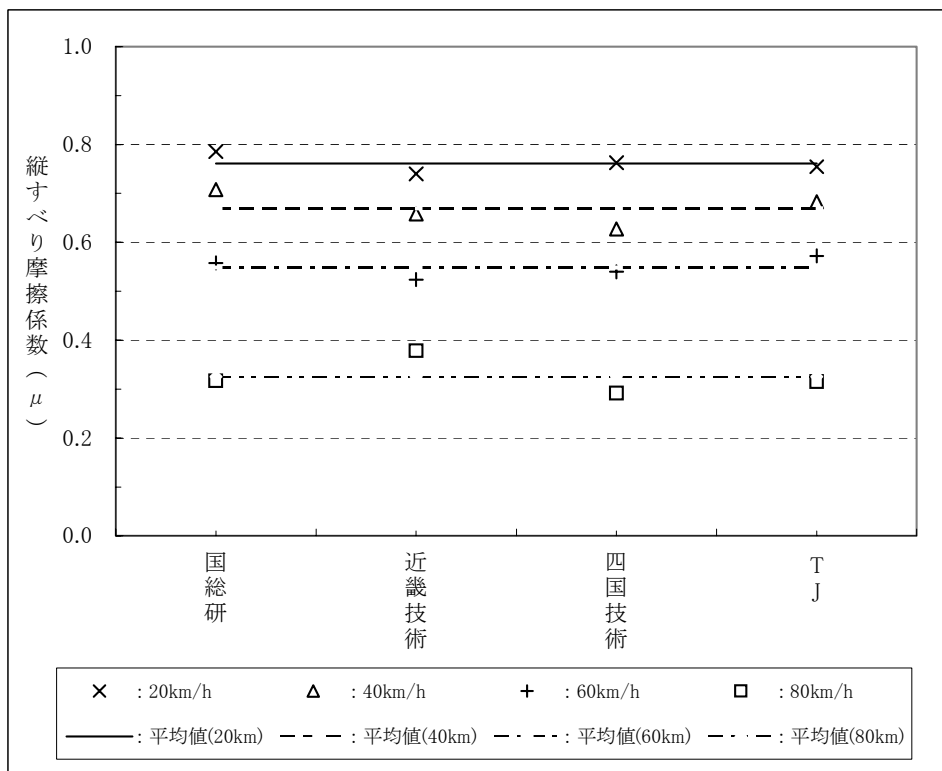


図-3.1.7.2 測定車別縦すべり摩擦係数 (TF)  
 [密粒度アスファルト舗装、実験施設による散水、リブタイヤ]

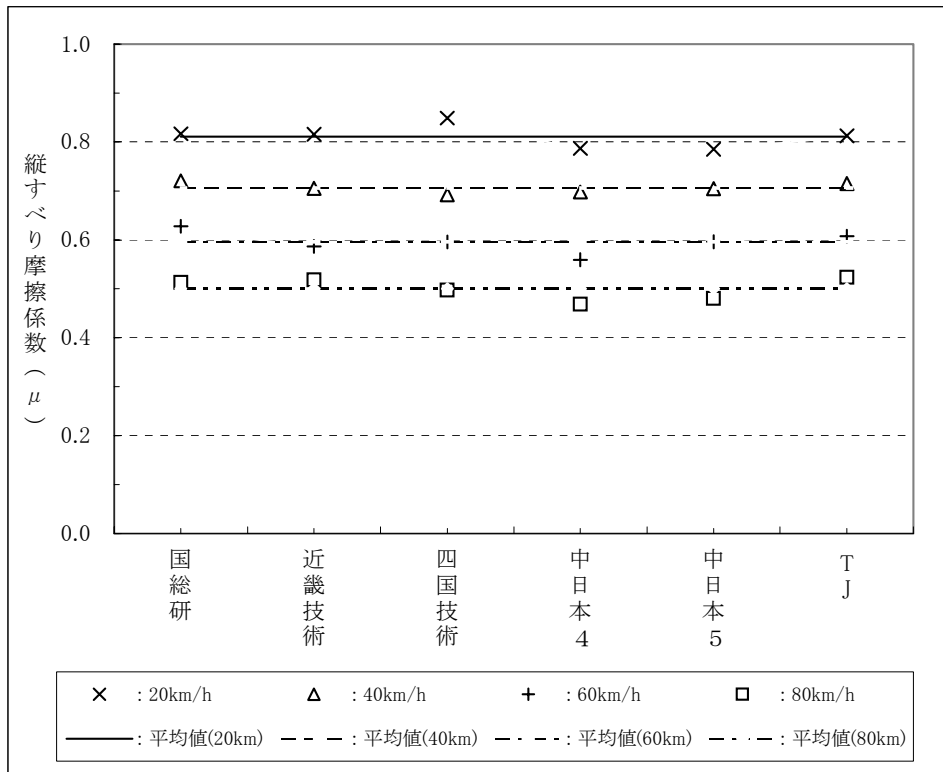


図-3.1.7.3 測定車別縦すべり摩擦係数 (BF)  
[密粒度アスファルト舗装、自力散水、リブタイヤ]

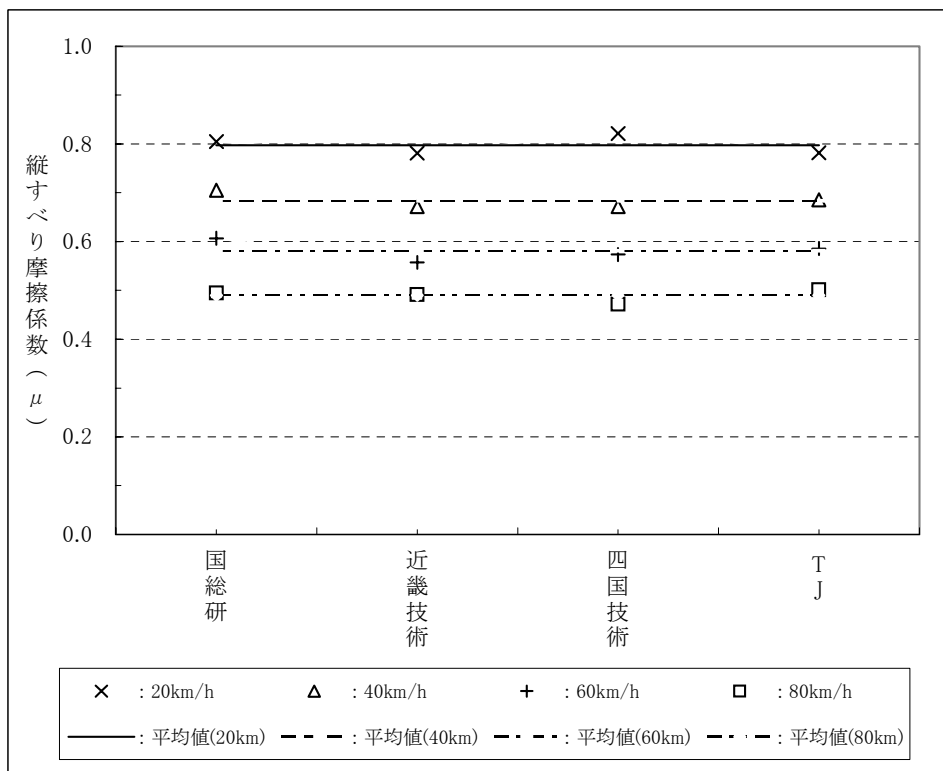


図-3.1.7.4 測定車別縦すべり摩擦係数 (TF)  
[密粒度アスファルト舗装、自力散水、リブタイヤ]

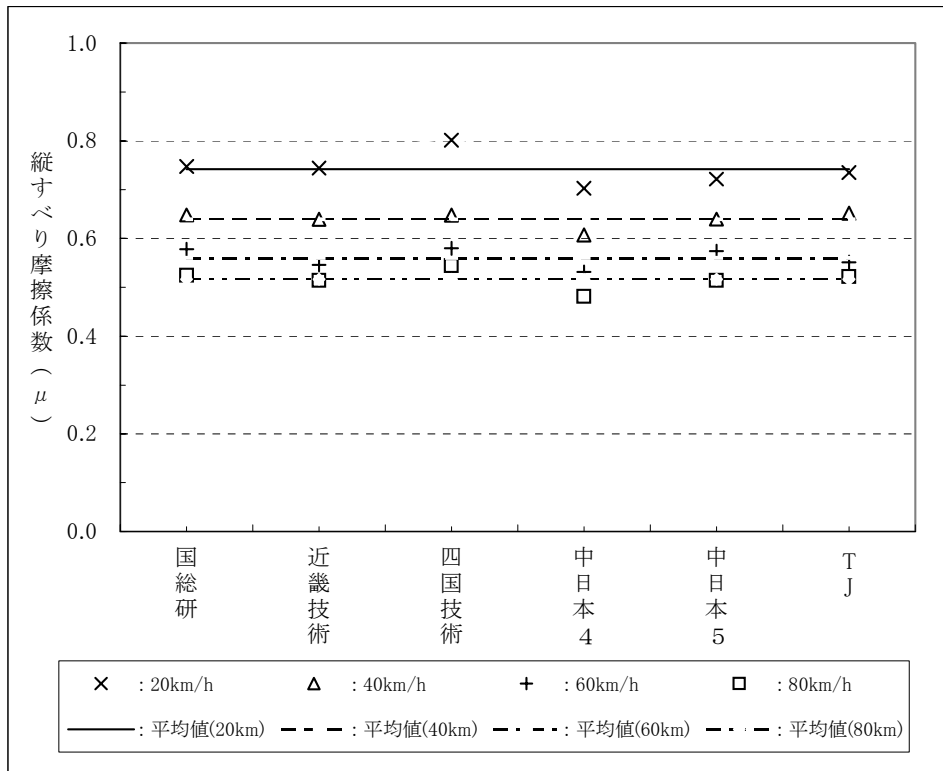


図-3.1.7.5 測定車別縦すべり摩擦係数 (BF)  
〔排水性舗装、自力散水、リブタイヤ〕

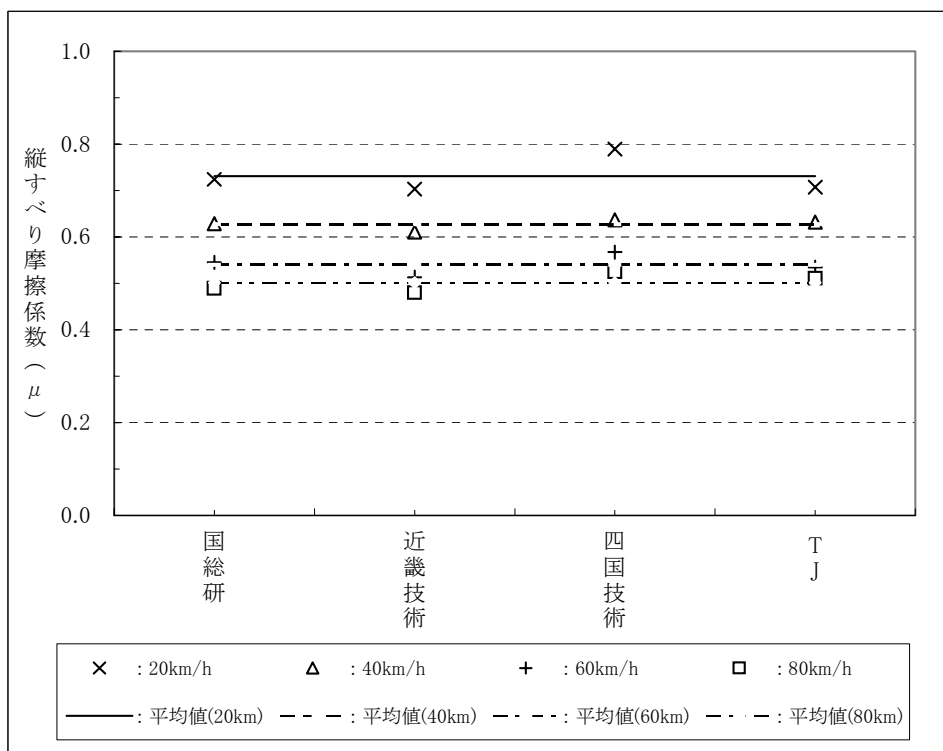


図-3.1.7.6 測定車別縦すべり摩擦係数 (TF)  
〔排水性舗装、自力散水、リブタイヤ〕



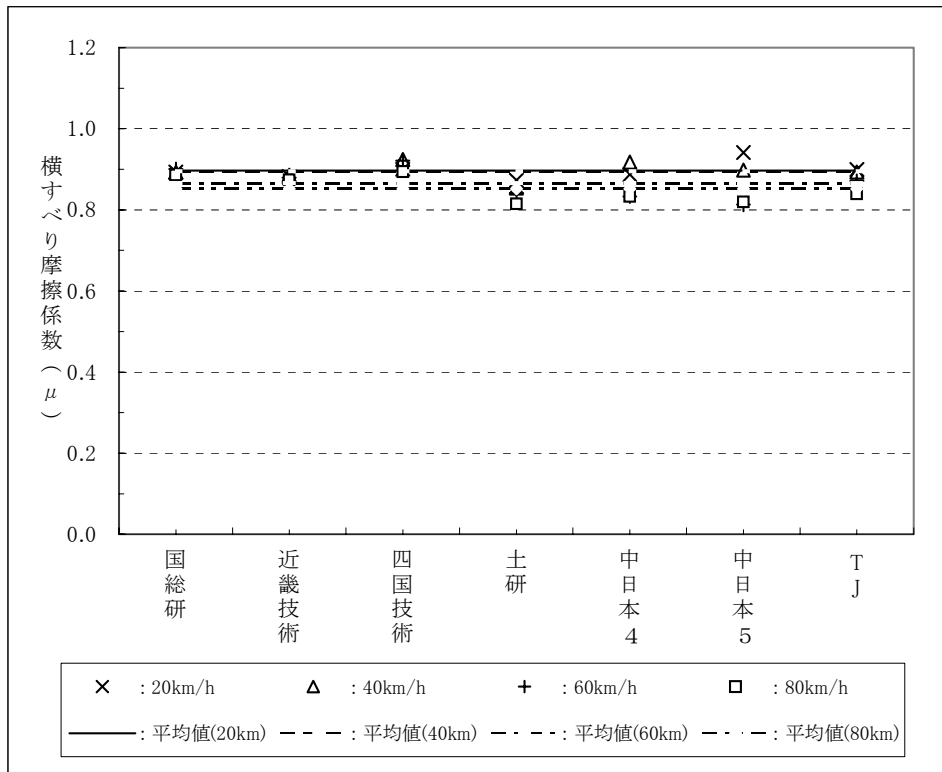


図-3.1.7.7 測定車別横すべり摩擦係数 ( S F )

[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、ステア角 15 度]

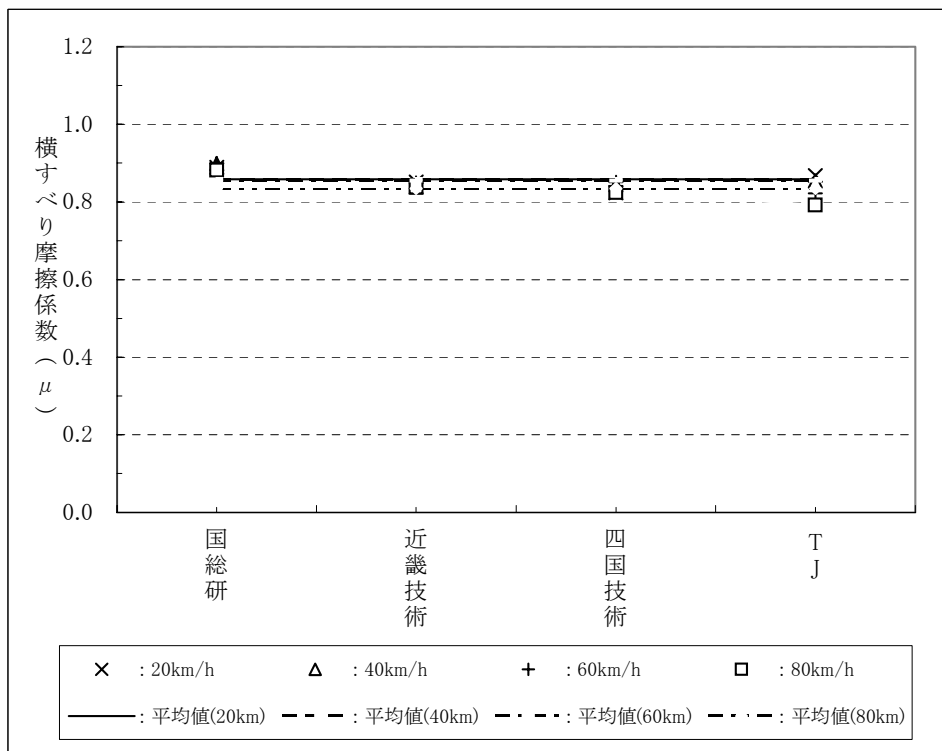


図-3.1.7.8 測定車別横すべり摩擦係数 ( C F )

[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、ステア角 15 度]

### 3. 2 各機関測定車の結果

#### 3. 2. 1 国土技術政策総合研究所

表-3.2.1.1～表-3.2.1.4、図-3.2.1.1～図-3.2.1.11 に国土技術政策総合研究所測定車の結果を示した。

表-3.2.1.1 縦すべり摩擦係数測定結果〔国土技術政策総合研究所〕

〔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〕

機関名	すべり摩擦	タイヤ種類	測定路面	湿潤方法	検出器	速度 (km/h)	スすべり摩擦係数実測値 ( $\mu$ )						
							1	2	3	4	5	6	平均値
国土技術政策総合研究所	縦すべり	リブタイヤ	密粒度アスファルト舗装	実験施設 (スプリンクラー)	BF	20	0.82	0.82	0.82	0.84	0.82	0.82	0.82
						40	0.75	0.74	0.70	0.75	0.70	0.74	0.73
						60	0.58	0.56	0.59	0.61	0.59	0.51	0.57
						80	0.35	0.30	0.35	0.30	0.39	0.35	0.34
					TF	20	0.78	0.80	0.79	0.78	0.78	0.80	0.79
						40	0.72	0.71	0.69	0.74	0.67	0.73	0.71
						60	0.56	0.55	0.57	0.61	0.58	0.50	0.56
						80	0.32	0.28	0.33	0.29	0.33	0.35	0.32

表-3.2.1.2 縦すべり摩擦係数測定結果〔国土技術政策総合研究所〕

〔密粒度アスファルト舗装・排水性舗装、自力散水、リブタイヤ〕

機関名	すべり摩擦	タイヤ種類	測定路面	湿潤方法	検出器	速度 (km/h)	スすべり摩擦係数実測値 ( $\mu$ )						
							1	2	3	4	5	6	平均値
国土技術政策総合研究所	縦すべり	リブタイヤ	密粒度アスファルト舗装	自力散水	BF	20	0.83	0.82	0.80	0.82	0.84	0.79	0.82
						40	0.73	0.71	0.73	0.72	0.73	0.72	0.72
						60	0.61	0.62	0.65	0.61	0.63	0.64	0.63
						80	0.50	0.53	0.49	0.53	0.50	0.52	0.51
					TF	20	0.81	0.80	0.80	0.80	0.81	0.82	0.80
						40	0.70	0.69	0.71	0.71	0.72	0.70	0.70
						60	0.60	0.59	0.62	0.57	0.62	0.63	0.61
						80	0.50	0.51	0.49	0.50	0.49	0.49	0.49
			排水性舗装	BF	20	0.75	0.76	0.74	0.77	0.74	0.74	0.75	
					40	0.64	0.66	0.66	0.65	0.64	0.63	0.65	
					60	0.56	0.58	0.59	0.59	0.59	0.57	0.58	
					80	0.53	0.53	0.54	0.52	0.52	0.51	0.52	
				TF	20	0.71	0.73	0.72	0.75	0.72	0.71	0.72	
					40	0.62	0.65	0.65	0.63	0.62	0.61	0.63	
					60	0.54	0.56	0.55	0.55	0.54	0.54	0.55	
					80	0.50	0.50	0.49	0.48	0.50	0.48	0.49	

表-3.2.1.3 横すべり摩擦係数測定結果〔国土技術政策総合研究所〕

〔密粒度アスファルト舗装、実験施設による散水、ステア角 15 度、リブタイヤ〕

機関名	すべり摩擦	タイヤ種類	測定路面	湿潤方法	検出器	速度 (km/h)	スすべり摩擦係数実測値 ( $\mu$ )						
							1	2	3	4	5	6	平均値
国土技術政策総合研究所	横すべり 15 度	リブタイヤ	密粒度アスファルト舗装	実験施設 (スプリンクラー)	SF	20	0.91	0.89	0.89	0.88	0.90	0.90	0.89
						40	0.88	0.89	0.90	0.89	0.90	0.90	0.89
						60	0.90	0.93	0.93	0.88	0.88	0.88	0.90
						80	0.88	0.90	0.86	0.89	0.89	0.89	0.89
					CF	20	0.90	0.89	0.89	0.87	0.90	0.89	0.89
						40	0.88	0.90	0.90	0.90	0.91	0.91	0.90
						60	0.91	0.93	0.91	0.88	0.88	0.90	0.90
						80	0.88	0.89	0.87	0.89	0.90	0.87	0.88

表-3.2.1.4 横すべり摩擦係数測定結果〔国土技術政策総合研究所〕  
〔密粒度アスファルト舗装、自力散水、ステア角15度、リブタイヤ〕

機関名	すべり摩擦	タイヤ種類	測定路面	湿潤方法	検出器	速度 (km/h)	スすべり摩擦係数実測値 ( $\mu$ )						
							1	2	3	4	5	6	平均値
国土技術政策総合研究所	横すべり15度	リブタイヤ	密粒度アスファルト舗装	自力散水	SF	60	0.90	0.91	0.89	0.89	0.90	0.89	0.90
					CF	60	0.91	0.92	0.91	0.90	0.90	0.89	0.91
			排水性舗装		SF	60	0.86	0.85	0.83	0.82	0.82	0.81	0.83
					CF	60	0.86	0.84	0.83	0.82	0.81	0.80	0.83

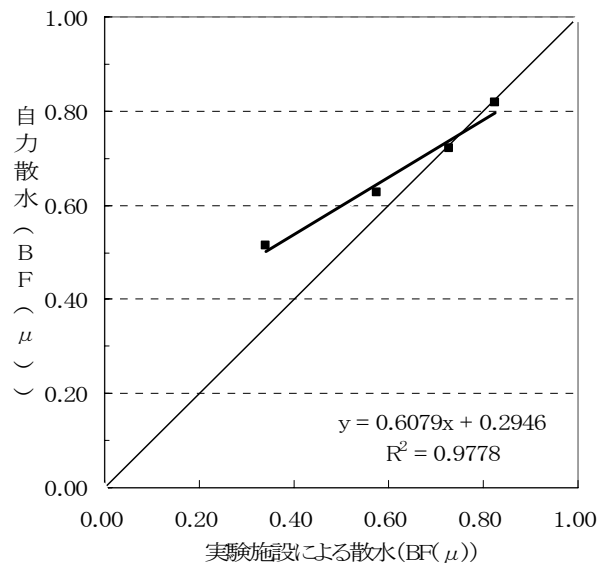


図-3.2.1.1 実験施設による散水と自力散水の関係〔国土技術政策総合研究所〕  
〔密粒度アスファルト舗装、リブタイヤ、20~80km/h〕

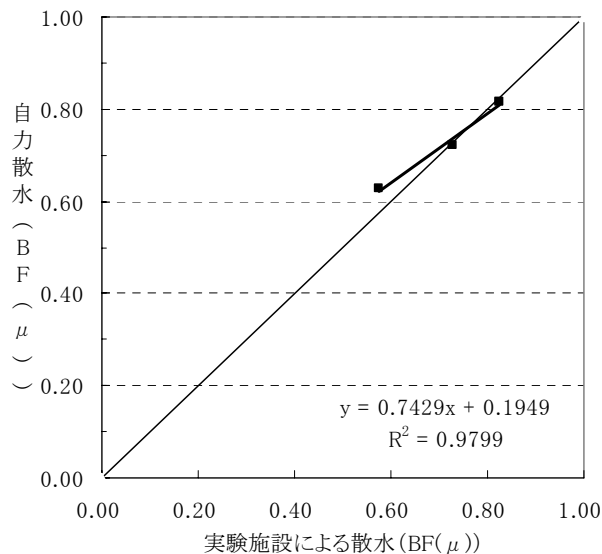


図-3.2.1.2 実験施設による散水と自力散水の関係〔国土技術政策総合研究所〕  
〔密粒度アスファルト舗装、リブタイヤ、20~60km/h〕

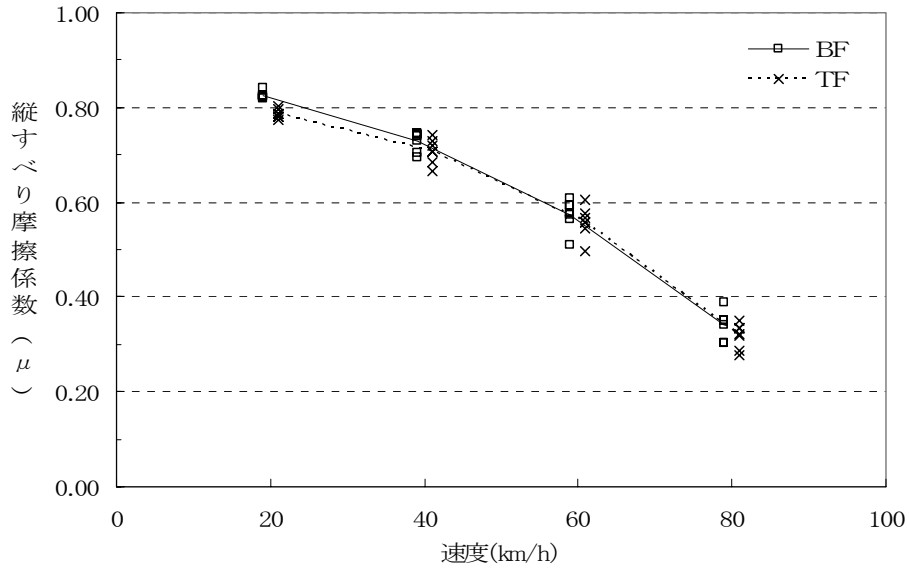


図-3.2.1.3 速度と縦すべり摩擦係数の関係〔国土技術政策総合研究所〕  
〔密粒度アスファルト舗装、実験施設による散水、リブタイヤ〕

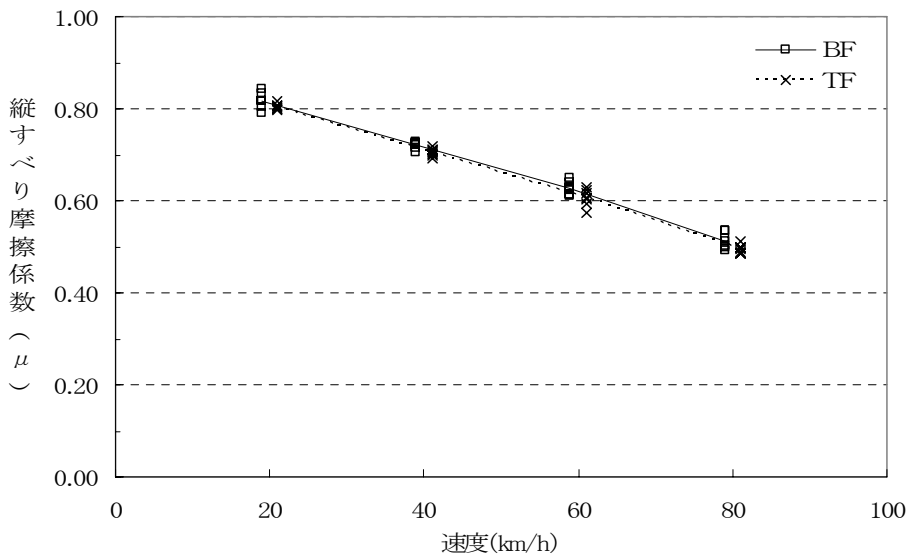


図-3.2.1.4 速度と縦すべり摩擦係数の関係〔国土技術政策総合研究所〕  
〔密粒度アスファルト舗装、自力散水、リブタイヤ〕

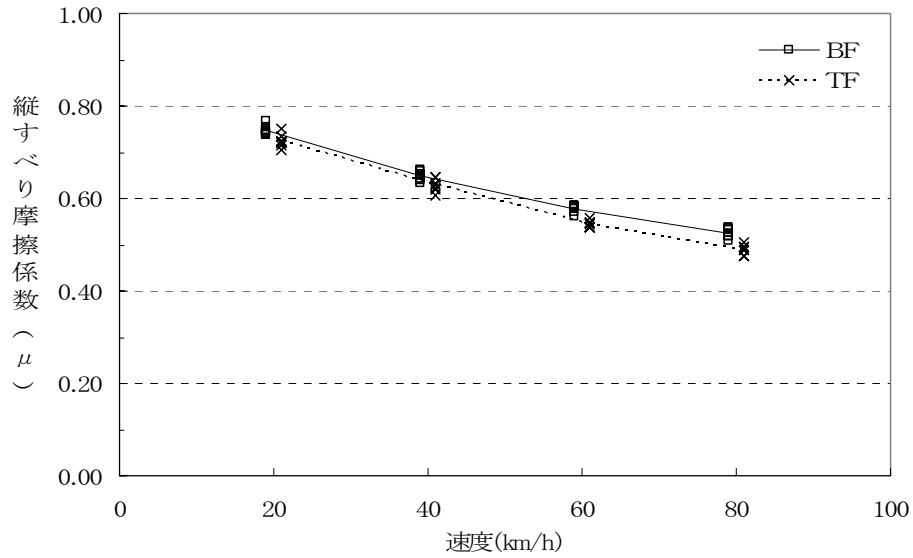


図-3.2.1.5 速度と縦すべり摩擦係数の関係〔国土技術政策総合研究所〕  
〔排水性舗装、自力散水、リブタイヤ〕

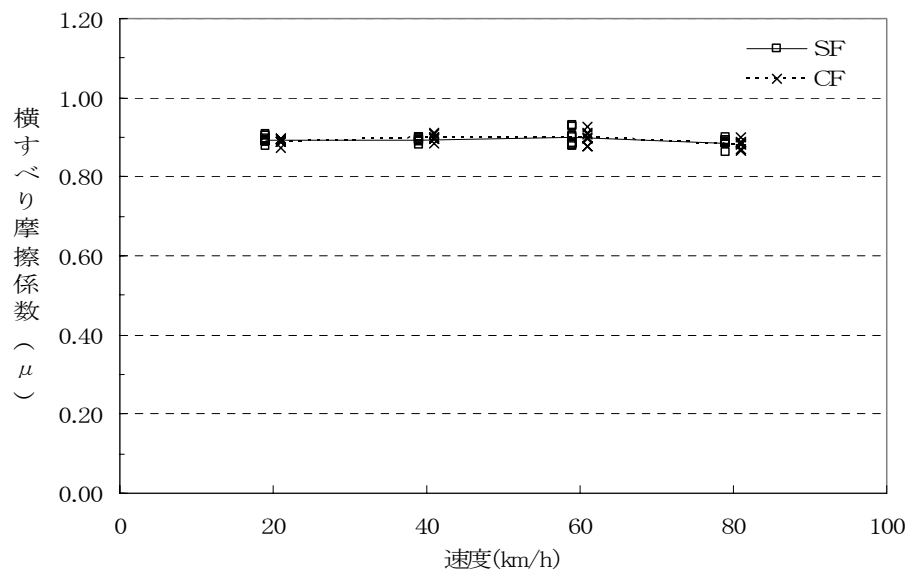


図-3.2.1.6 速度と横すべり摩擦係数の関係〔国土技術政策総合研究所〕  
〔密粒度アスファルト舗装、実験施設による散水、ステア角15度、リブタイヤ〕

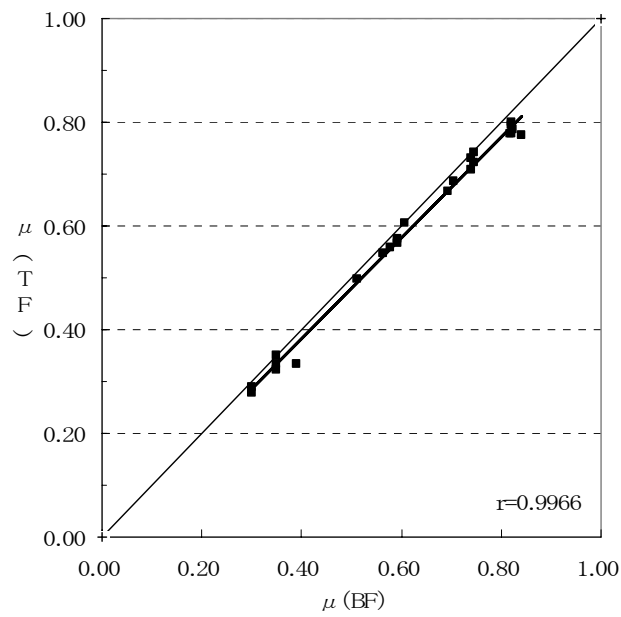


図-3.2.1.7  $\mu$  (BF) と  $\mu$  (TF) の関係 [国土技術政策総合研究所]  
 [密粒度アスファルト舗装、実験施設による散水、リブタイヤ]

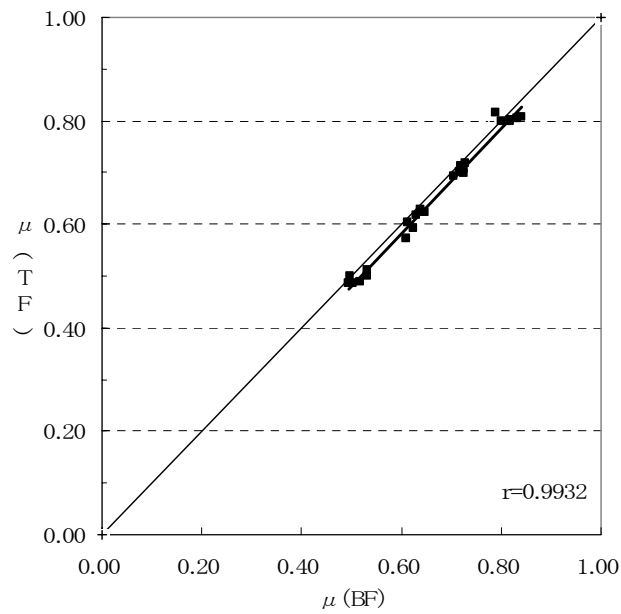


図-3.2.1.8  $\mu$  (BF) と  $\mu$  (TF) の関係 [国土技術政策総合研究所]  
 [密粒度アスファルト舗装、自力散水、リブタイヤ]

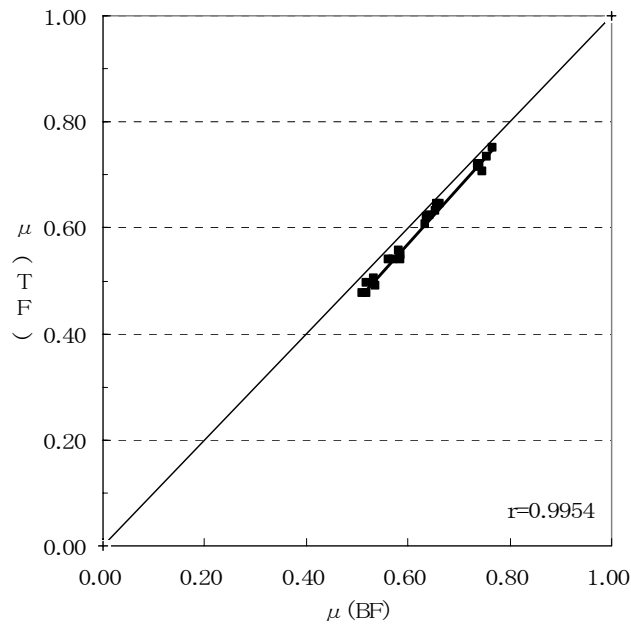


図-3.2.1.9  $\mu$  (BF) と  $\mu$  (TF) の関係 [国土技術政策総合研究所]  
[排水性舗装、自力散水、リブタイヤ]

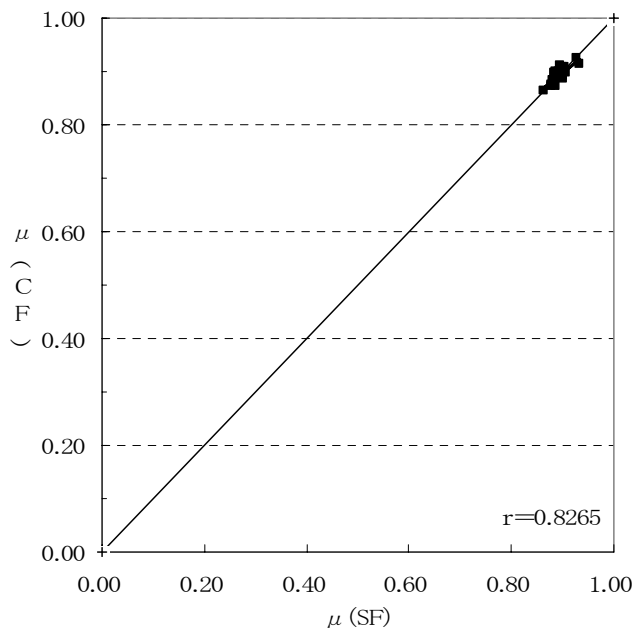


図-3.2.1.10  $\mu$  (SF) と  $\mu$  (CF) の関係 [国土技術政策総合研究所]  
[密粒度アスファルト舗装、実験施設による散水、ステア角15度、リブタイヤ]

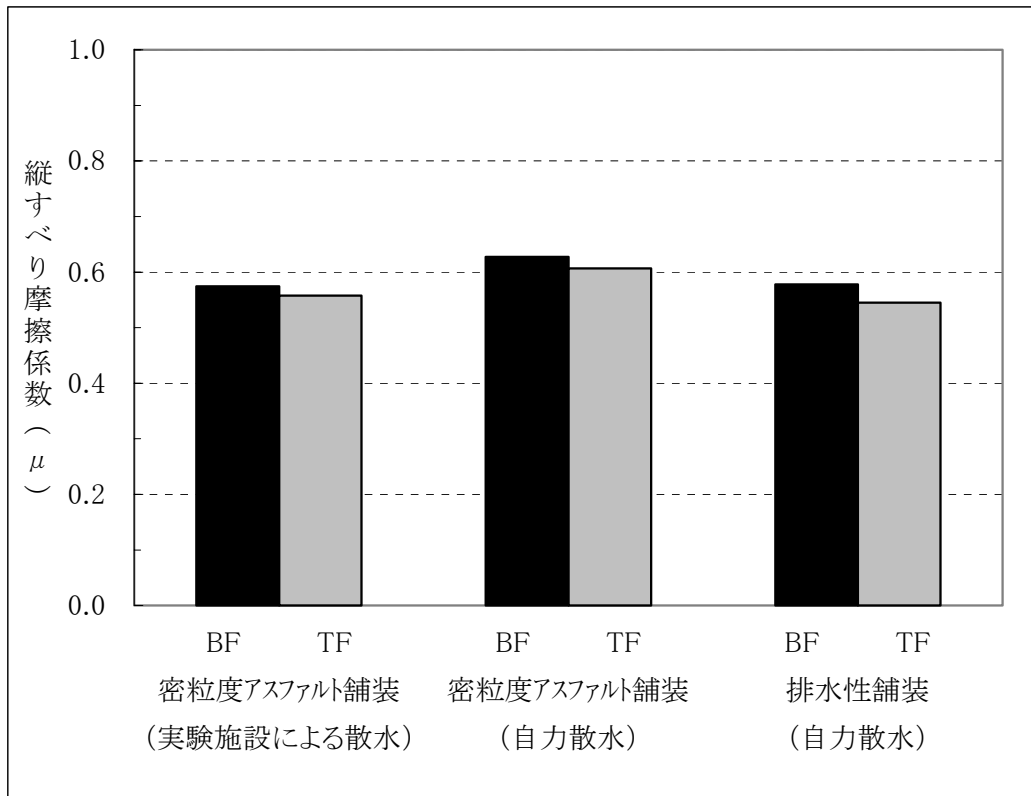


図-3.2.1.11 路面種類及び散水方法と縦すべり摩擦係数の関係〔国土技術政策総合研究所〕  
〔速度 60km/h、リブタイヤ〕

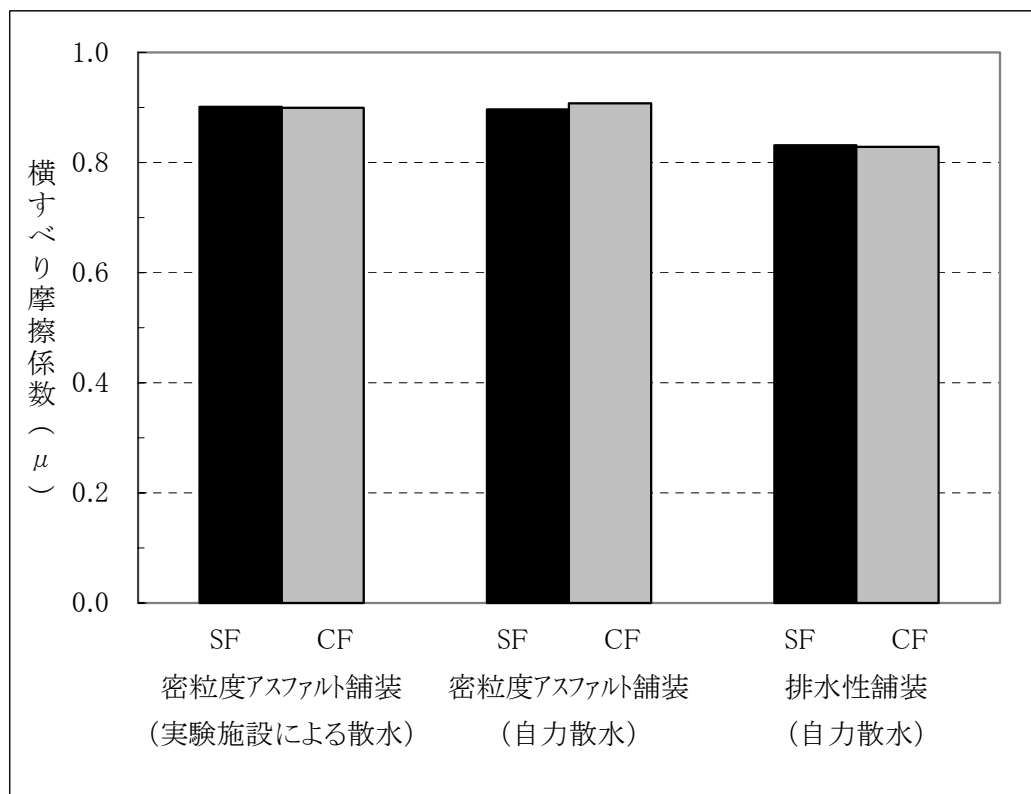


図-3.2.1.12 路面種類及び散水方法と横すべり摩擦係数の関係〔国土技術政策総合研究所〕  
〔速度 60km/h、ステア角 15 度、リブタイヤ〕



### 3. 2. 2 近畿技術事務所

表-3.2.2.1～表-3.2.2.4、図-3.2.2.1～図-3.2.2.11 に近畿技術事務所測定車の結果を示した。

表-3.2.2.1 縦すべり摩擦係数測定結果〔近畿技術事務所〕

〔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〕

機関名	すべり摩擦	タイヤ種類	測定路面	湿潤方法	検出器	速度 (km/h)	スすべり摩擦係数実測値 ( $\mu$ )						
							1	2	3	4	5	6	平均値
近畿技術事務所	縦すべり	リブタイヤ	密粒度アスファルト舗装	実験施設 (スプリンクラー)	BF	20	0.76	0.78	0.78	0.78	0.81	0.78	0.78
						40	0.72	0.71	0.68	0.72	0.71	0.64	0.69
						60	0.56	0.57	0.56	0.54	0.56	0.56	0.56
						80	0.45	0.39	0.45	0.38	0.38	0.41	0.41
					TF	20	0.73	0.73	0.74	0.73	0.77	0.74	0.74
						40	0.68	0.68	0.65	0.67	0.67	0.61	0.66
						60	0.53	0.53	0.53	0.51	0.53	0.53	0.52
						80	0.41	0.37	0.41	0.35	0.35	0.38	0.38

表-3.2.2.2 縦すべり摩擦係数測定結果〔近畿技術事務所〕

〔密粒度アスファルト舗装・排水性舗装、自力散水、リブタイヤ〕

機関名	すべり摩擦	タイヤ種類	測定路面	湿潤方法	検出器	速度 (km/h)	スすべり摩擦係数実測値 ( $\mu$ )						
							1	2	3	4	5	6	平均値
近畿技術事務所	縦すべり	リブタイヤ	密粒度アスファルト舗装	自力散水	BF	20	0.80	0.86	0.81	0.81	0.81	0.81	0.82
						40	0.72	0.72	0.68	0.71	0.71	0.70	0.71
						60	0.61	0.58	0.60	0.53	0.60	0.61	0.59
						80	0.46	0.54	0.52	0.53	0.54	0.53	0.52
					TF	20	0.76	0.84	0.78	0.77	0.76	0.77	0.78
						40	0.68	0.68	0.65	0.67	0.68	0.66	0.67
						60	0.59	0.55	0.58	0.49	0.56	0.58	0.56
						80	0.44	0.51	0.49	0.50	0.52	0.50	0.49
			排水性舗装	BF	20	0.77	0.75	0.74	0.74	0.73	0.75	0.74	
					40	0.63	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	
					60	0.55	0.55	0.54	0.54	0.55	0.55	0.55	
					80	0.50	0.50	0.52	0.52	0.53	0.51	0.51	
				TF	20	0.73	0.71	0.70	0.70	0.68	0.70	0.70	
					40	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	
					60	0.51	0.51	0.52	0.51	0.52	0.51	0.51	
					80	0.47	0.48	0.49	0.48	0.49	0.47	0.48	

表-3.2.2.3 横すべり摩擦係数測定結果〔近畿技術事務所〕

〔密粒度アスファルト舗装、実験施設による散水、ステア角 15 度、リブタイヤ〕

機関名	すべり摩擦	タイヤ種類	測定路面	湿潤方法	検出器	速度 (km/h)	スすべり摩擦係数実測値 ( $\mu$ )						
							1	2	3	4	5	6	平均値
近畿技術事務所	横すべり 15 度	リブタイヤ	密粒度アスファルト舗装	実験施設 (スプリンクラー)	SF	20	0.90	0.90	0.89	0.87	0.88	0.87	0.88
						40	0.86	0.86	0.88	0.88	0.90	0.94	0.89
						60	0.85	0.92	0.88	0.88	0.86	0.89	0.88
						80	0.84	0.89	0.88	0.88	0.89	0.88	0.87
					CF	20	0.88	0.87	0.86	0.83	0.84	0.84	0.85
						40	0.83	0.83	0.84	0.83	0.85	0.86	0.84
						60	0.82	0.88	0.85	0.85	0.84	0.86	0.85
						80	0.80	0.85	0.85	0.84	0.85	0.84	0.84

表-3.2.2.4 横すべり摩擦係数測定結果〔近畿技術事務所〕

〔密粒度アスファルト舗装、自力散水、ステア角15度、リブタイヤ〕

機関名	すべり摩擦	タイヤ種類	測定路面	湿潤方法	検出器	速度 (km/h)	スすべり摩擦係数実測値 ( $\mu$ )						
							1	2	3	4	5	6	平均値
近畿技術事務所	横すべり15度	リブタイヤ	密粒度アスファルト舗装	自力散水	SF	60	0.88	0.87	0.85	0.86	0.91	0.85	0.87
					CF	60	0.84	0.82	0.81	0.81	0.86	0.80	0.82
			排水性舗装		SF	60	0.82	0.81	0.79	0.78	0.77	0.77	0.79
					CF	60	0.79	0.78	0.76	0.74	0.74	0.75	0.76

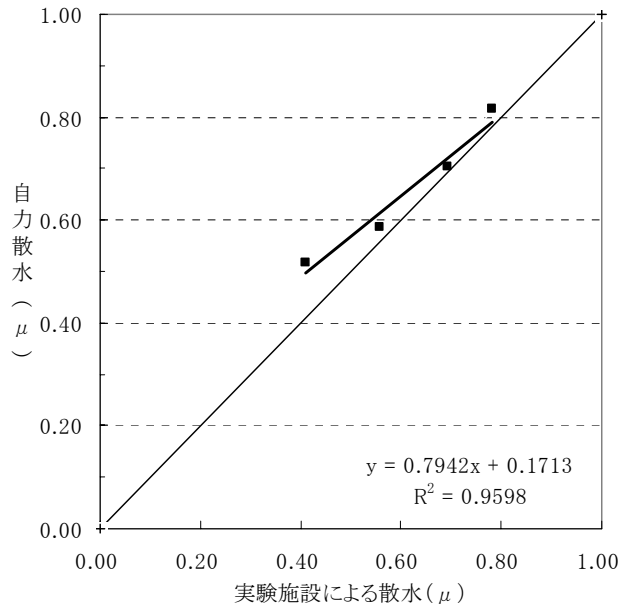


図-3.2.2.1 実験施設による散水と自力散水の関係〔近畿技術事務所〕

〔密粒度アスファルト舗装、リブタイヤ、20~80km/h〕

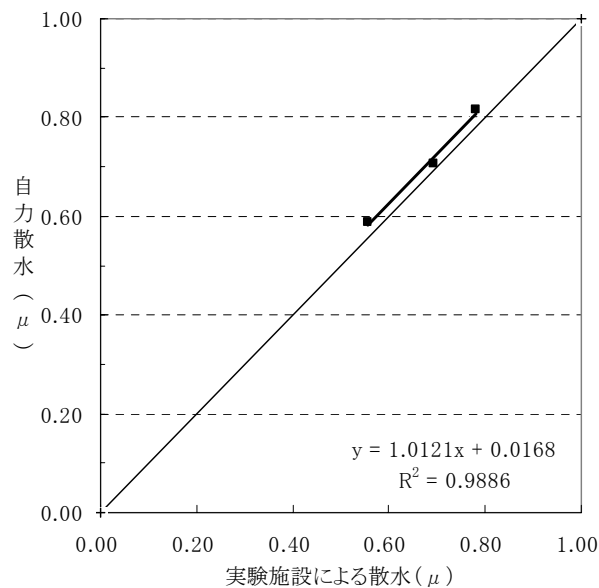


図-3.2.2.2 実験施設による散水と自力散水の関係〔近畿技術事務所〕

〔密粒度アスファルト舗装、リブタイヤ、20~80km/h〕

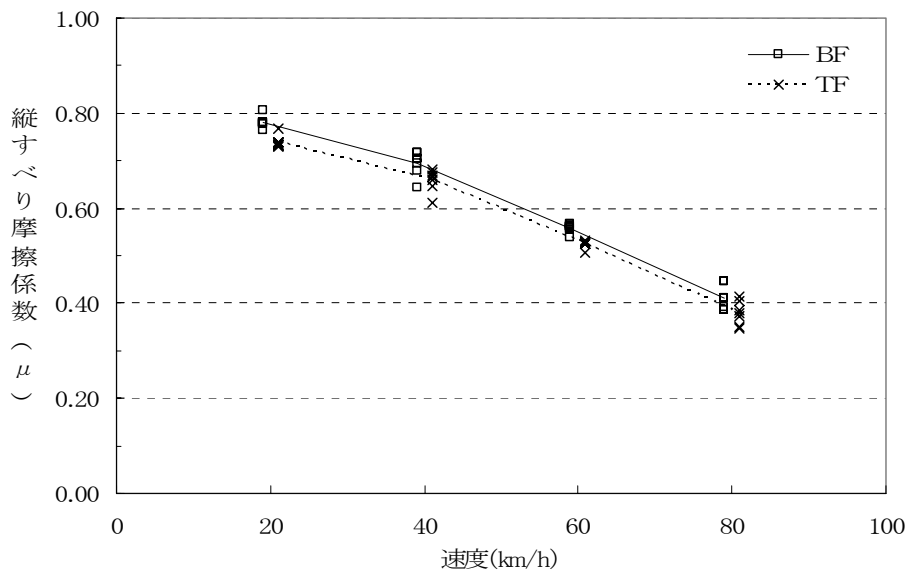


図-3.2.2.3 速度と縦すべり摩擦係数の関係〔近畿技術事務所〕  
〔密粒度アスファルト舗装、実験施設による散水、リブタイヤ〕

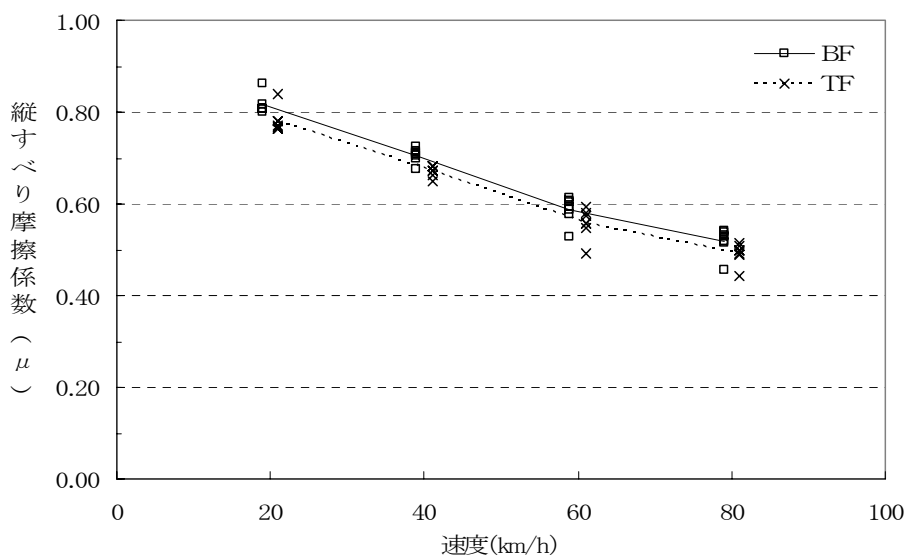


図-3.2.2.4 速度と縦すべり摩擦係数の関係〔近畿技術事務所〕  
〔密粒度アスファルト舗装、自力散水、リブタイヤ〕

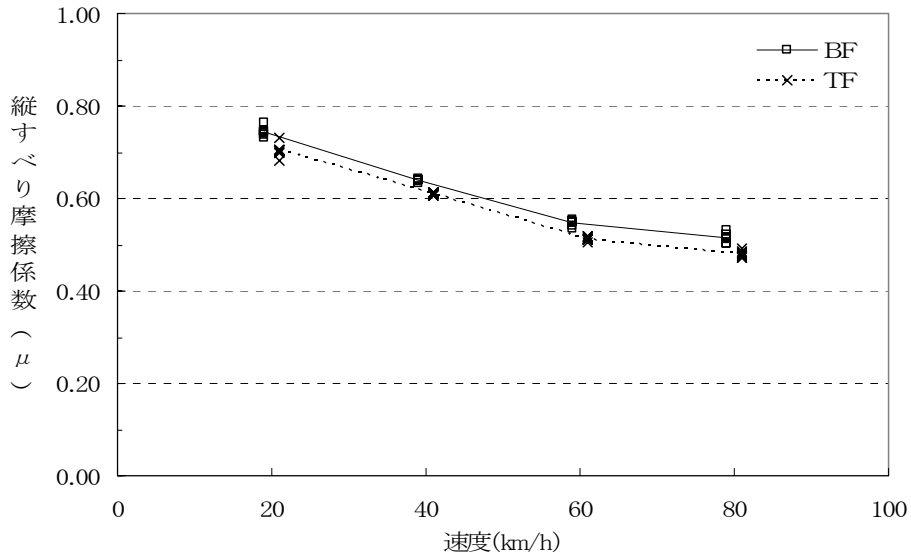


図-3.2.2.5 速度と縦すべり摩擦係数の関係〔近畿技術事務所〕  
〔排水性舗装、自力散水、リブタイヤ〕

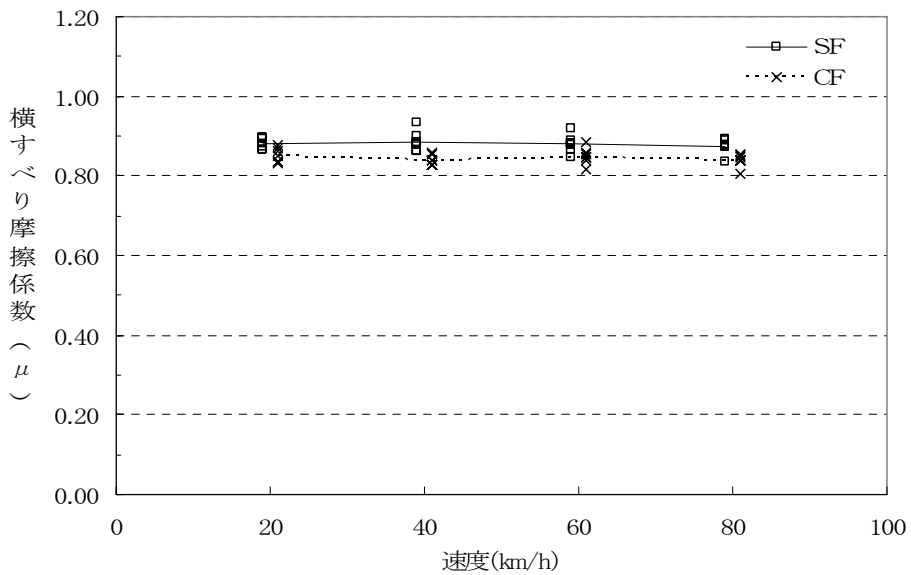


図-3.2.2.6 速度と横すべり摩擦係数の関係〔近畿技術事務所〕  
〔密粒度アスファルト舗装、実験施設による散水、ステア角15度、リブタイヤ〕

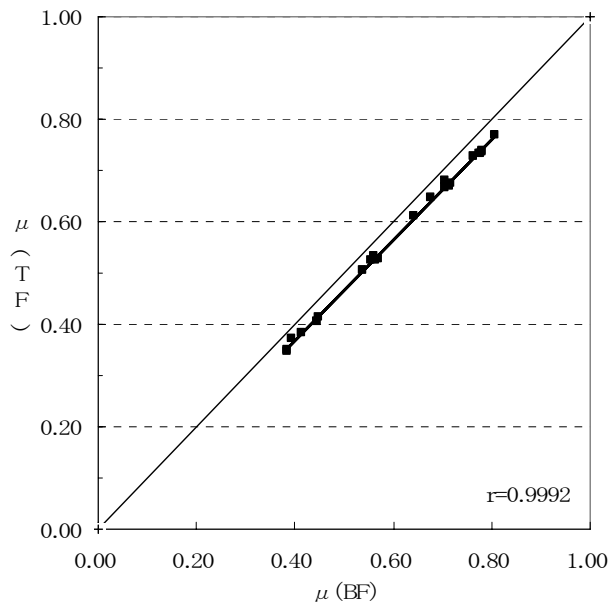


図-3.2.2.7  $\mu$  (BF) と  $\mu$  (TF) の関係 [近畿技術事務所]  
 [密粒度アスファルト舗装、実験施設による散水、リブタイヤ]

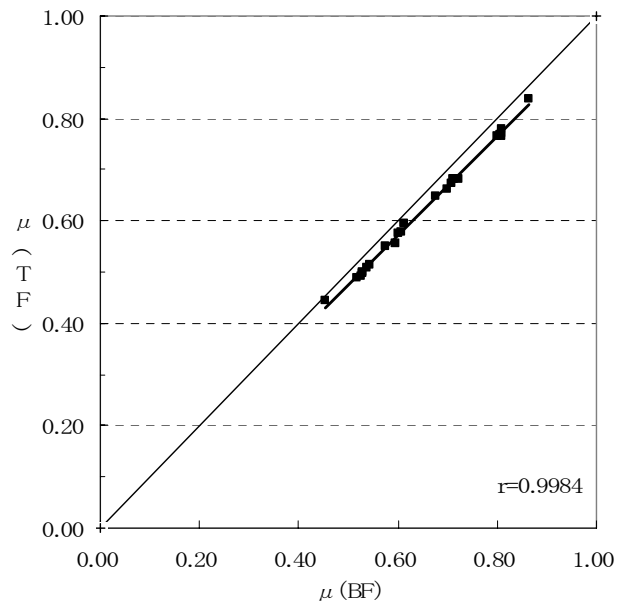


図-3.2.2.8  $\mu$  (BF) と  $\mu$  (TF) の関係 [近畿技術事務所]  
 [密粒度アスファルト舗装、自力散水、リブタイヤ]

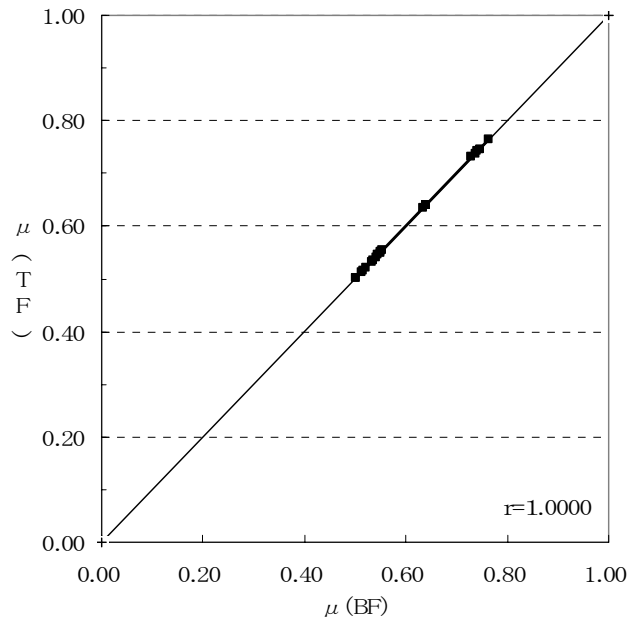


図-3.2.2.9  $\mu$  (BF) と  $\mu$  (TF) の関係 [近畿技術事務所]  
[排水性舗装、自カ散水、リブタイヤ]

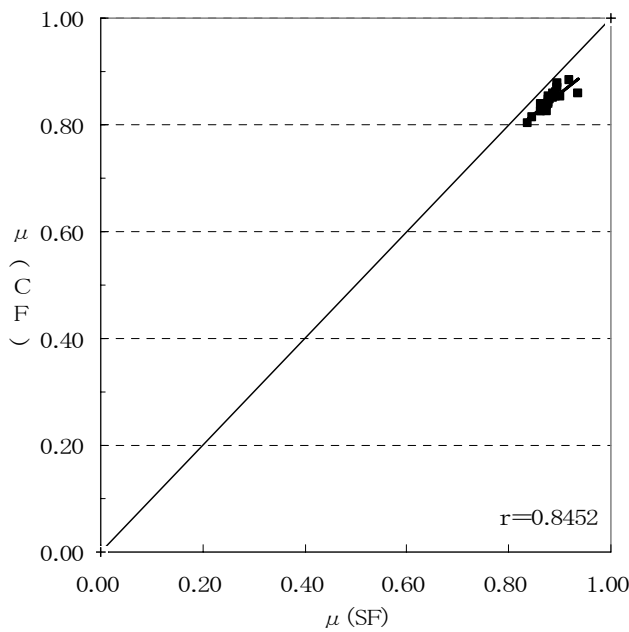


図-3.2.2.10  $\mu$  (SF) と  $\mu$  (CF) の関係 [近畿技術事務所]  
[密粒度アスファルト舗装、実験施設による散水、ステア角15度、リブタイヤ]

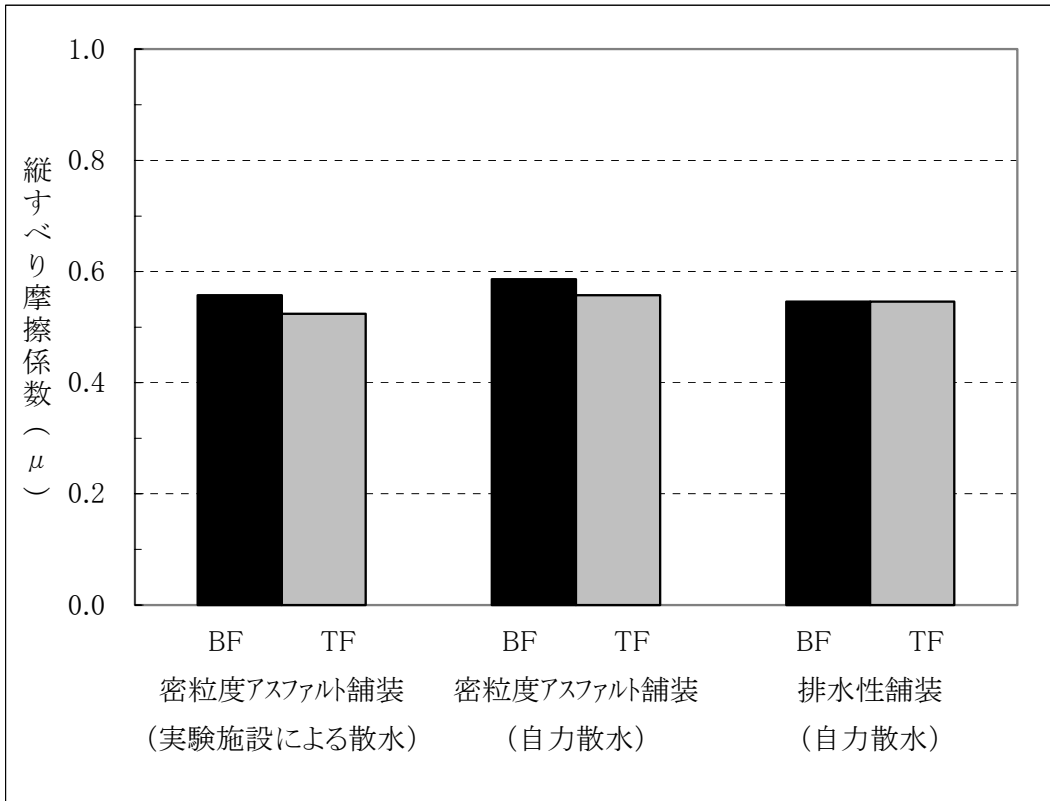


図-3.2.2.11 路面種類及び散水方法と縦すべり摩擦係数の関係 [近畿技術事務所]  
[速度 60km/h、リブタイヤ]

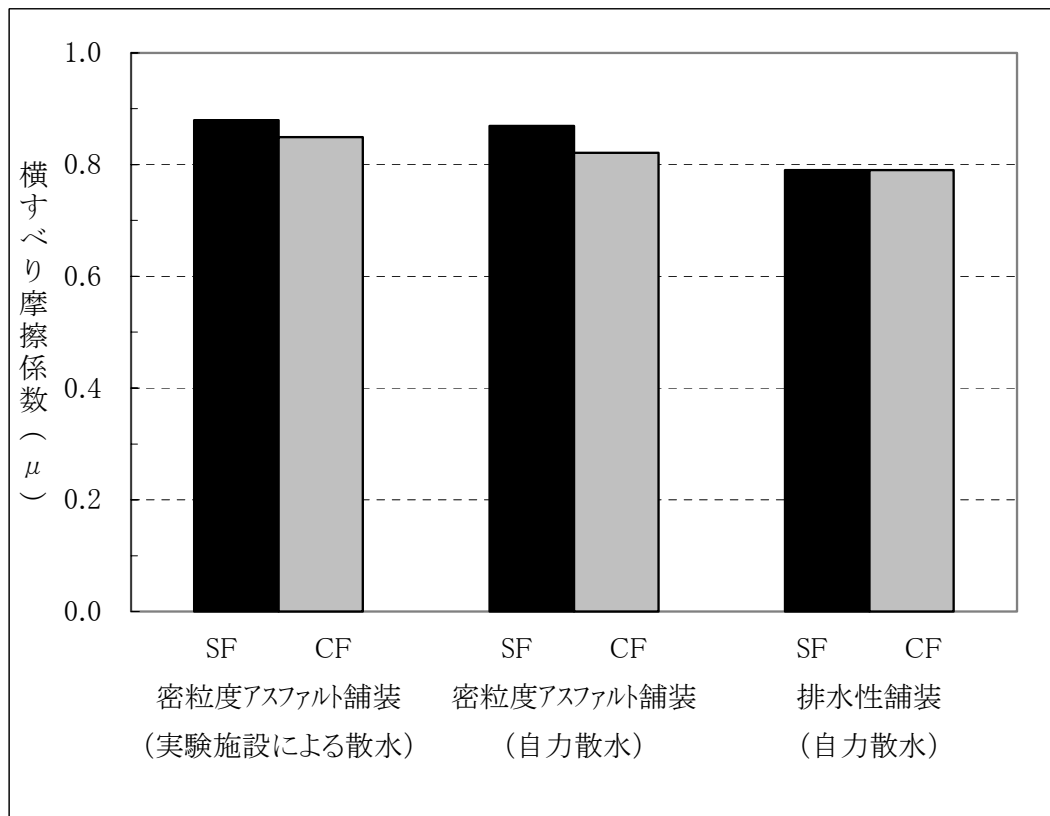


図-3.2.2.12 路面種類及び散水方法横すべり摩擦係数の関係 [近畿技術事務所]  
[速度 60km/h、ステア角 15度、リブタイヤ]

### 3. 2. 3 四国技術事務所

表-3.2.3.1～表-3.2.3.4、図-3.2.3.1～図-3.2.3.11 に四国技術事務所測定車の結果を示した。

表-3.2.3.1 縦すべり摩擦係数測定結果〔四国技術事務所〕

〔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〕

機関名	すべり摩擦	タイヤ種類	測定路面	湿潤方法	検出器	速度 (km/h)	スすべり摩擦係数実測値 ( $\mu$ )						
							1	2	3	4	5	6	平均値
四国技術事務所	縦すべり	リブタイヤ	密粒度アスファルト舗装	実験施設 (スプリンクラー)	BF	20	0.77	0.75	0.78	0.75	0.79	0.80	0.77
						40	0.64	0.67	0.62	0.66	0.65	0.61	0.64
						60	0.57	0.57	0.54	0.58	0.53	0.55	0.56
						80	0.26	0.37	0.29	0.28	0.29	0.39	0.31
					TF	20	0.76	0.76	0.76	0.75	0.77	0.78	0.76
						40	0.62	0.66	0.60	0.64	0.64	0.60	0.63
						60	0.56	0.54	0.52	0.56	0.51	0.54	0.54
						80	0.25	0.34	0.28	0.25	0.26	0.37	0.29

表-3.2.3.2 縦すべり摩擦係数測定結果〔四国技術事務所〕

〔密粒度アスファルト舗装・排水性舗装、自力散水、リブタイヤ〕

機関名	すべり摩擦	タイヤ種類	測定路面	湿潤方法	検出器	速度 (km/h)	スすべり摩擦係数実測値 ( $\mu$ )						
							1	2	3	4	5	6	平均値
四国技術事務所	縦すべり	リブタイヤ	密粒度アスファルト舗装	自力散水	BF	20	0.85	0.86	0.83	0.87	0.84	0.84	0.85
						40	0.70	0.71	0.70	0.69	0.67	0.68	0.69
						60	0.62	0.59	0.59	0.60	0.60	0.58	0.60
						80	0.53	0.48	0.51	0.51	0.52	0.44	0.50
					TF	20	0.82	0.83	0.80	0.85	0.82	0.81	0.82
						40	0.68	0.69	0.67	0.68	0.65	0.66	0.67
						60	0.60	0.57	0.57	0.58	0.57	0.55	0.57
						80	0.50	0.45	0.48	0.49	0.50	0.41	0.47
			排水性舗装		BF	20	0.78	0.80	0.78	0.88	0.78	0.79	0.80
						40	0.65	0.64	0.64	0.65	0.65	0.65	0.65
						60	0.58	0.58	0.58	0.57	0.57	0.59	0.58
						80	0.53	0.54	0.57	0.55	0.54	0.55	0.54
					TF	20	0.77	0.79	0.77	0.86	0.78	0.77	0.79
						40	0.64	0.63	0.63	0.64	0.64	0.63	0.64
						60	0.57	0.57	0.57	0.56	0.56	0.58	0.57
						80	0.51	0.52	0.54	0.53	0.52	0.52	0.53

表-3.2.3.3 横すべり摩擦係数測定結果〔四国技術事務所〕

〔密粒度アスファルト舗装、実験施設による散水、ステア角 15 度、リブタイヤ〕

機関名	すべり摩擦	タイヤ種類	測定路面	湿潤方法	検出器	速度 (km/h)	スすべり摩擦係数実測値 ( $\mu$ )						
							1	2	3	4	5	6	平均値
四国技術事務所	横すべり 15 度	リブタイヤ	密粒度アスファルト舗装	実験施設 (スプリンクラー)	SF	20	0.91	0.92	0.90	0.87	0.88	0.91	0.90
						40	0.89	0.91	0.92	0.93	0.94	0.96	0.92
						60	0.90	0.95	0.93	0.89	0.90	0.95	0.92
						80	0.90	0.90	0.89	0.86	0.92	0.89	0.89
					CF	20	0.82	0.83	0.83	0.80	0.82	0.85	0.82
						40	0.82	0.83	0.84	0.85	0.86	0.86	0.84
						60	0.83	0.87	0.87	0.83	0.83	0.87	0.85
						80	0.83	0.84	0.83	0.80	0.84	0.82	0.82



表-3.2.3.4 横すべり摩擦係数測定結果〔四国技術事務所〕

〔密粒度アスファルト舗装、自力散水、ステア角15度、リブタイヤ〕

機関名	すべり摩擦	タイヤ種類	測定路面	湿潤方法	検出器	速度 (km/h)	スすべり摩擦係数実測値 ( $\mu$ )						
							1	2	3	4	5	6	平均値
四国技術事務所	横すべり15度	リブタイヤ	密粒度アスファルト舗装	自力散水	SF	60	0.91	0.94	0.91	0.90	0.90	0.90	0.91
					CF	60	0.83	0.85	0.84	0.83	0.83	0.84	0.84
			排水性舗装		SF	60	0.83	0.82	0.81	0.80	0.82	0.89	0.83
					CF	60	0.77	0.77	0.76	0.75	0.77	0.83	0.78

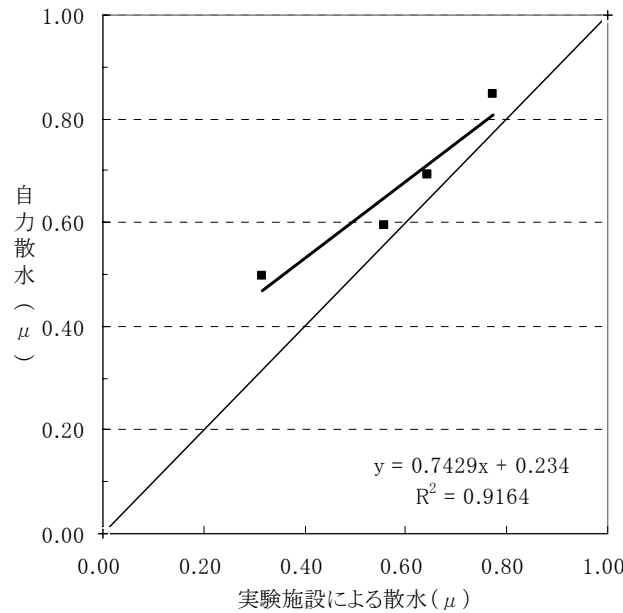


図-3.2.3.1 実験施設による散水と自力散水の関係〔四国技術事務所〕

〔密粒度アスファルト舗装、リブタイヤ、20~80km/h〕

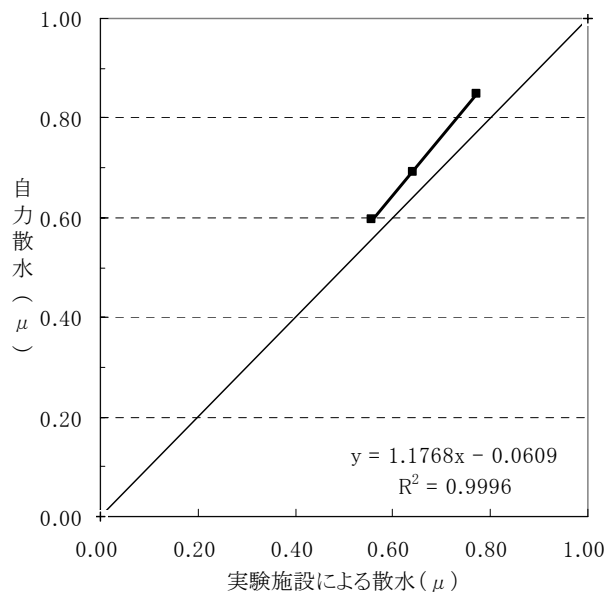


図-3.2.3.2 実験施設による散水と自力散水の関係〔四国技術事務所〕

〔密粒度アスファルト舗装、リブタイヤ、20~60km/h〕

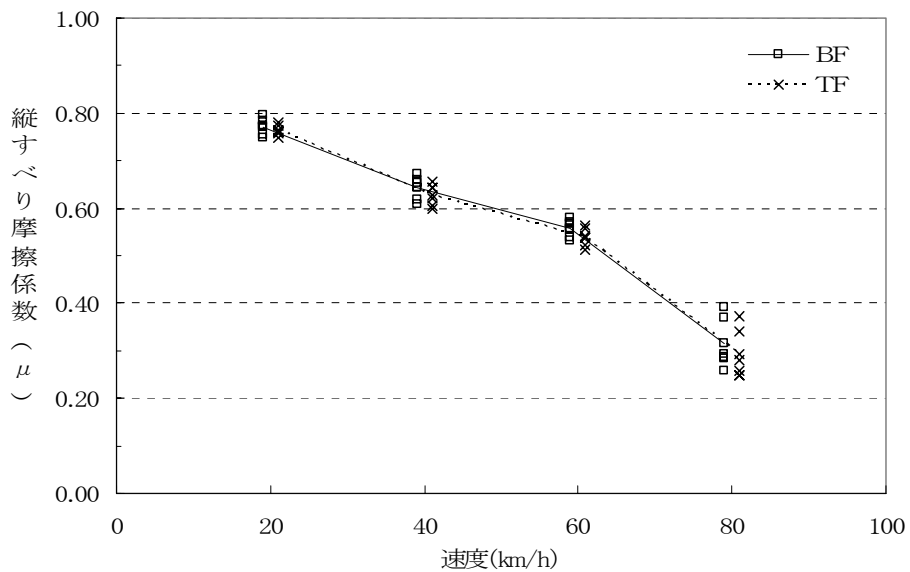


図-3.2.3.3 速度と縦すべり摩擦係数の関係〔四国技術事務所〕  
〔密粒度アスファルト舗装、実験施設による散水、リブタイヤ〕

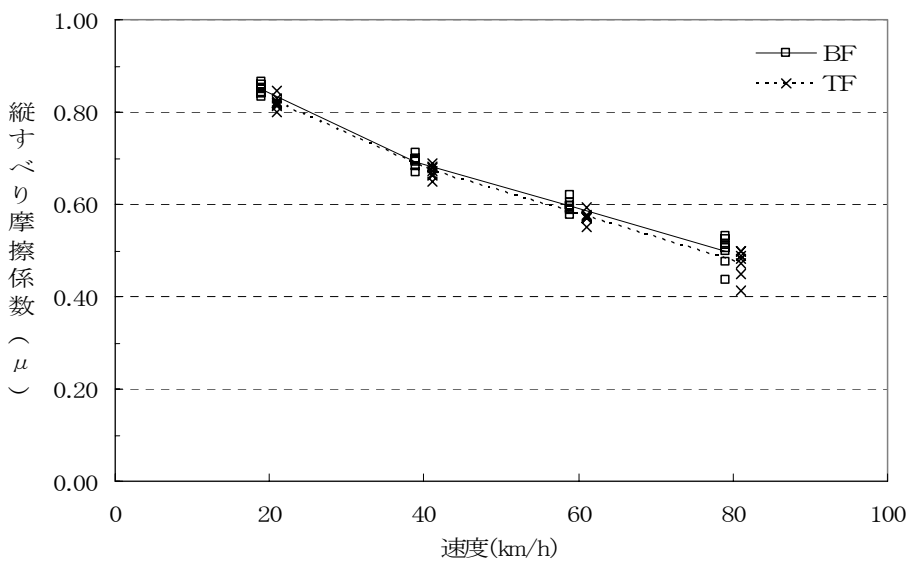


図-3.2.3.4 速度と縦すべり摩擦係数の関係〔四国技術事務所〕  
〔密粒度アスファルト舗装、自力散水、リブタイヤ〕

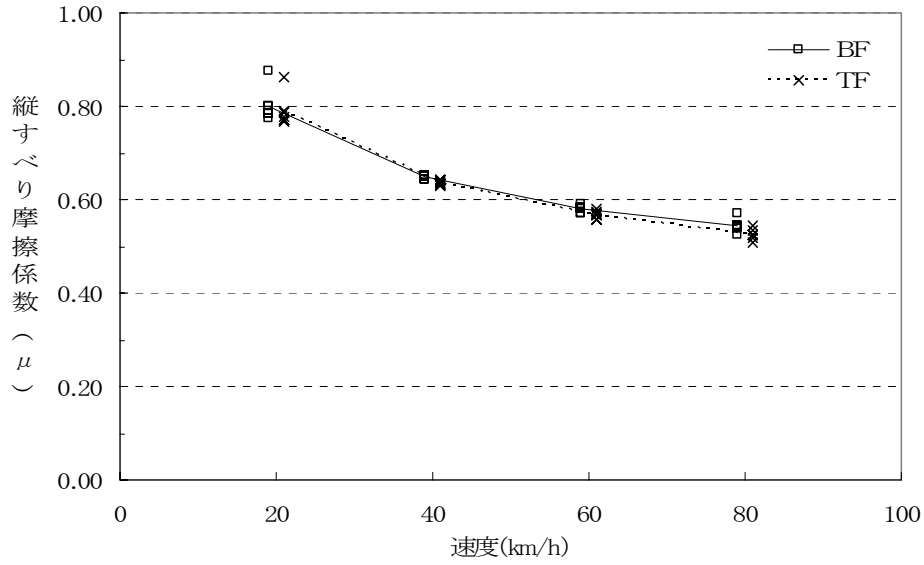


図-3.2.3.5 速度と縦すべり摩擦係数の関係〔四国技術事務所〕  
〔排水性舗装、自力散水、リブタイヤ〕

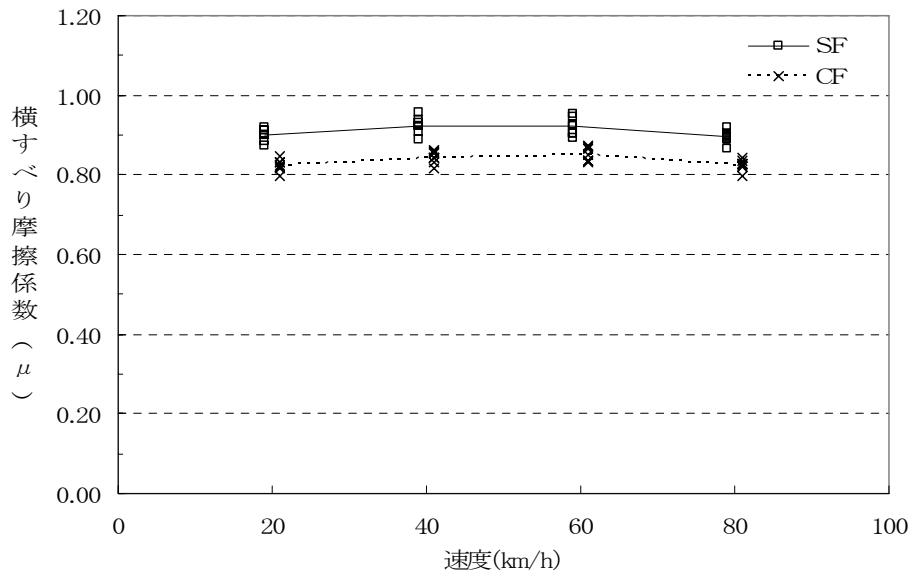


図-3.2.3.6 速度と横すべり摩擦係数の関係〔四国技術事務所〕  
〔密粒度アスファルト舗装、実験施設による散水、ステア角15度、リブタイヤ〕

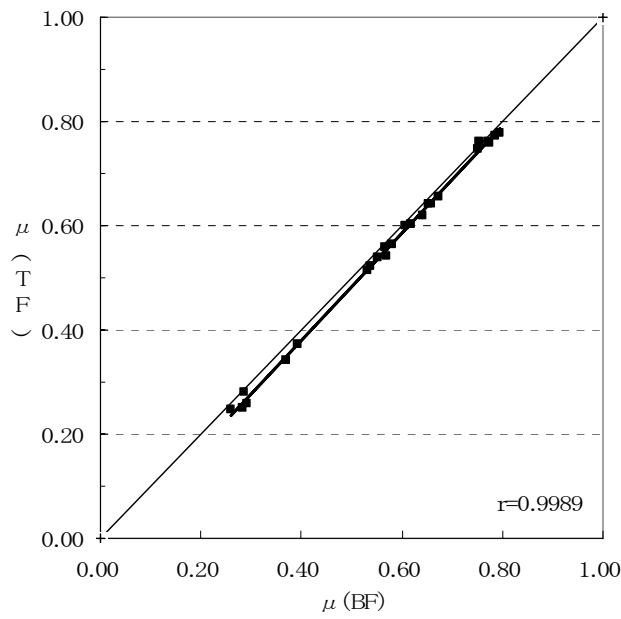


図-3.2.3.7  $\mu$  (BF) と  $\mu$  (TF) の関係 [四国技術事務所]  
 [密粒度アスファルト舗装、実験施設による散水、リブタイヤ]

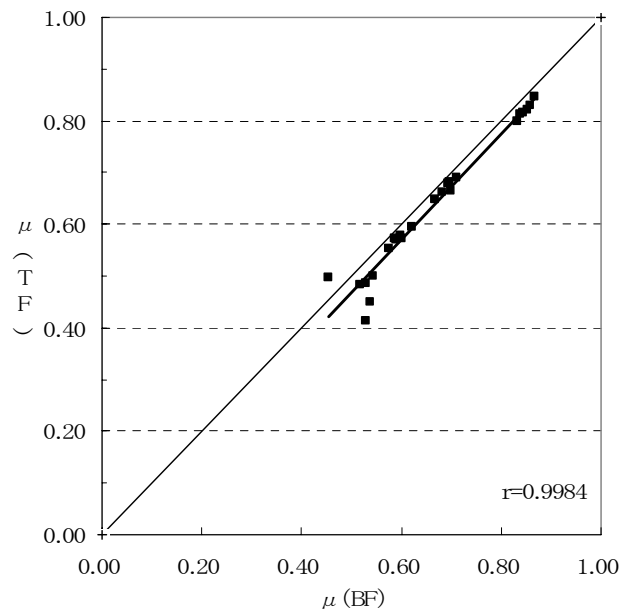


図-3.2.3.8  $\mu$  (BF) と  $\mu$  (TF) の関係 [四国技術事務所]  
 [密粒度アスファルト舗装、自力散水、リブタイヤ]

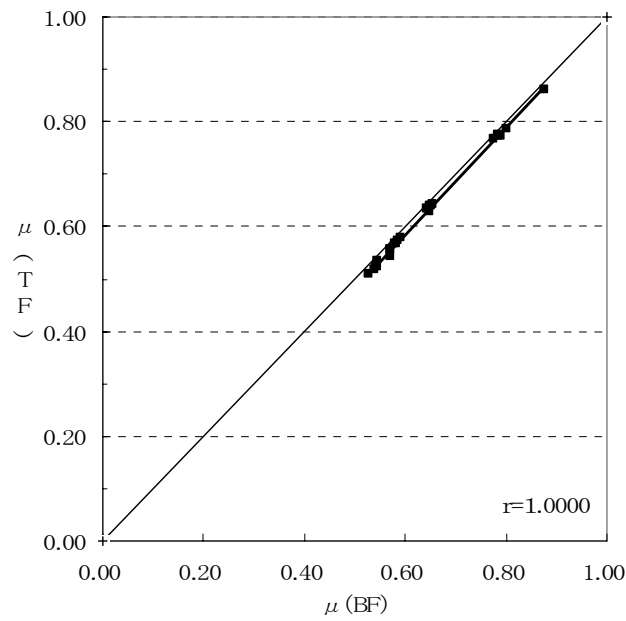


図-3.2.3.9  $\mu$  (BF) と  $\mu$  (TF) の関係 [四国技術事務所]  
[排水性舗装、自カ散水、リブタイヤ]

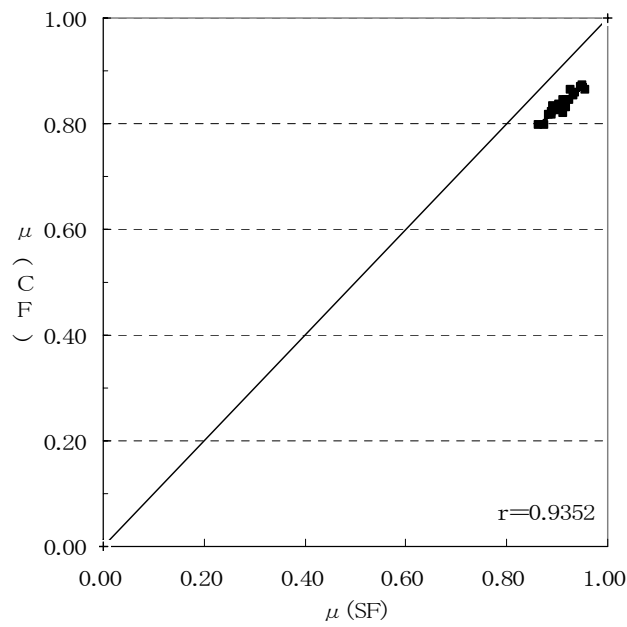


図-3.2.3.10  $\mu$  (SF) と  $\mu$  (CF) の関係 [四国技術事務所]  
[密粒度アスファルト舗装、実験施設による散水、ステア角15度、リブタイヤ]

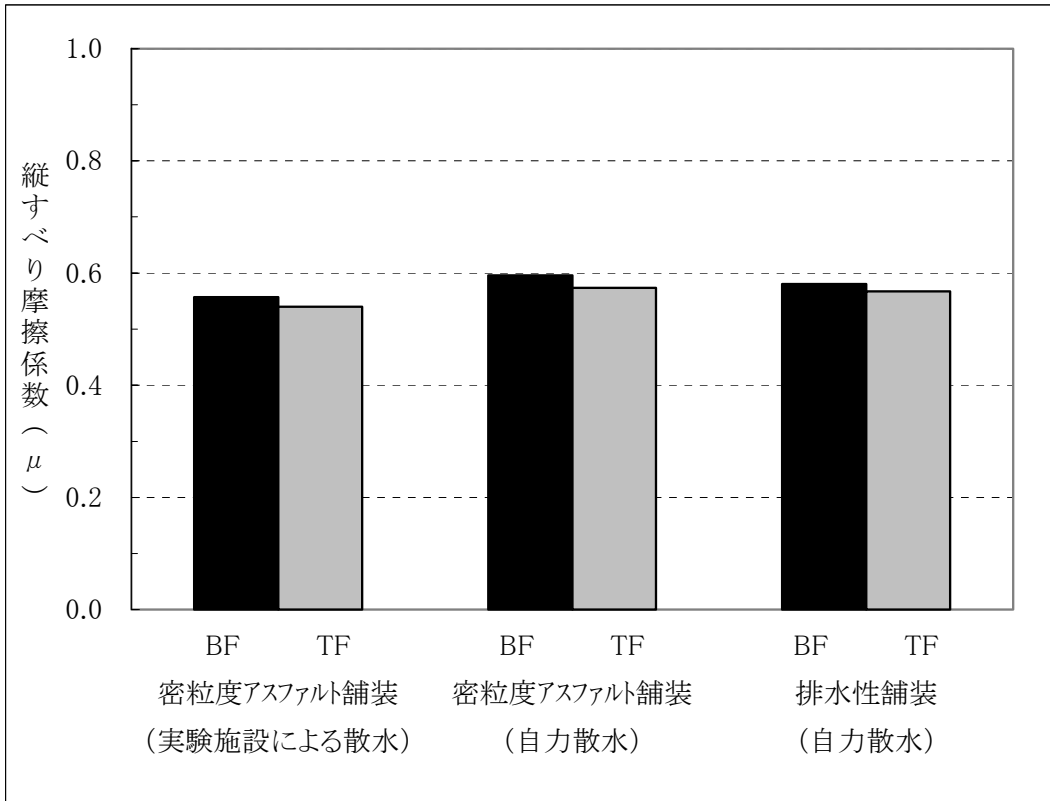


図-3.2.3.11 路面種類及び散水方法と縦すべり摩擦係数の関係 [四国技術事務所]  
[速度 60km/h、リブタイヤ]

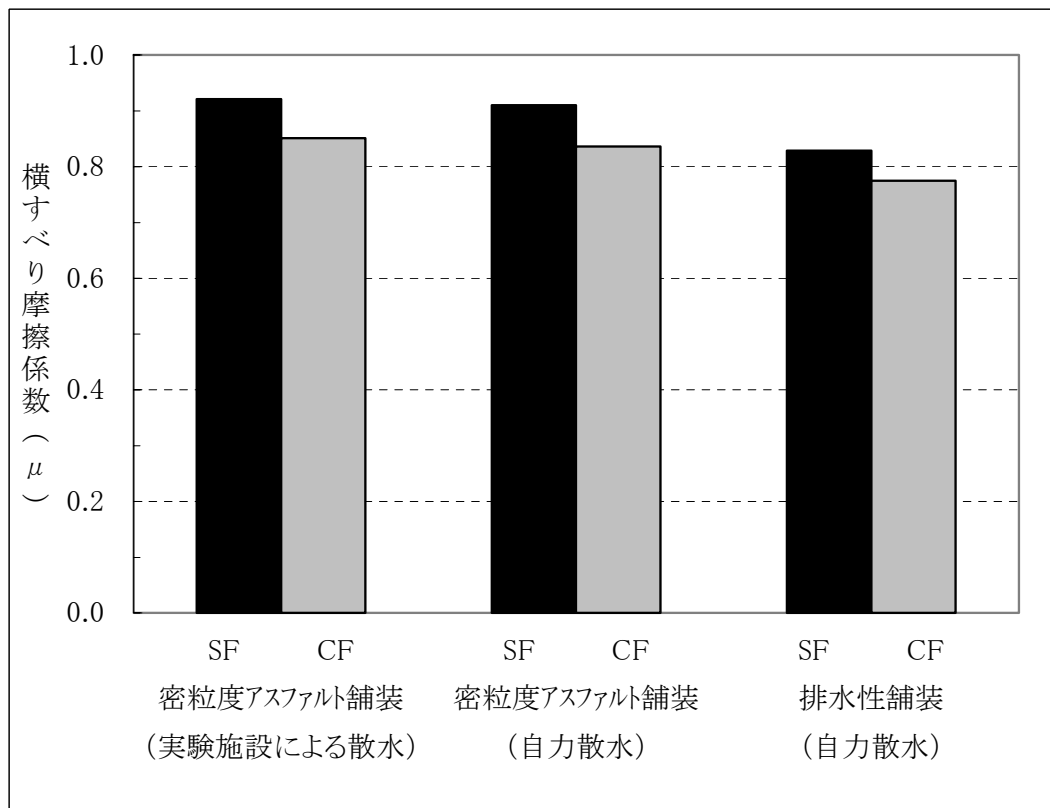


図-3.2.3.12 路面種類及び散水方法と横すべり摩擦係数の関係 [四国技術事務所]  
[速度 60km/h、ステア角 15 度、リブタイヤ]

### 3. 2. 4 土木研究所

表-3.2.4.1～表-3.2.4.2、図-3.2.4.1～図-3.2.4.2に土木研究所測定車の結果を示した。

表-3.2.4.1 縦すべり摩擦係数の関係〔土木研究所〕  
〔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〕

機関名	すべり摩擦	タイヤ種類	測定路面	湿潤方法	検出器	速度 (km/h)	スすべり摩擦係数実測値 ( $\mu$ )							
							1	2	3	4	5	6	平均値	
土木研究所	縦すべり	リブタイヤ	密粒度アスファルト舗装	実験施設 (スプリンクラー)	BF	20	0.75	0.75	0.76	0.77	0.74	0.76	0.75	
						40	0.65	0.64	0.68	0.69	0.67	0.67	0.67	
						60	0.58	0.55	0.47	0.48	0.47	0.60	0.52	
						80	0.37	0.46	0.43	0.41	0.41	0.46	0.43	
					TF	20								
						40								
						60								
						80								

表-3.2.4.2 速度と横すべり摩擦係数の関係〔土木研究所〕

〔密粒度アスファルト舗装、実験施設による散水、ステア角 15 度、リブタイヤ〕

機関名	すべり摩擦	タイヤ種類	測定路面	湿潤方法	検出器	速度 (km/h)	スすべり摩擦係数実測値 ( $\mu$ )							
							1	2	3	4	5	6	平均値	
土木研究所	横すべり 15 度	リブタイヤ	密粒度アスファルト舗装	実験施設 (スプリンクラー)	SF	20	0.89	0.90	0.87	0.85	0.87	0.86	0.87	
						40	0.84	0.87	0.86	0.84	0.86	0.85	0.85	
						60	0.83	0.84	0.83	0.84	0.87	0.84	0.84	
						80	0.81	0.84	0.84	0.79	0.81	0.80	0.81	
					CF	20								
						40								
						60								
						80								

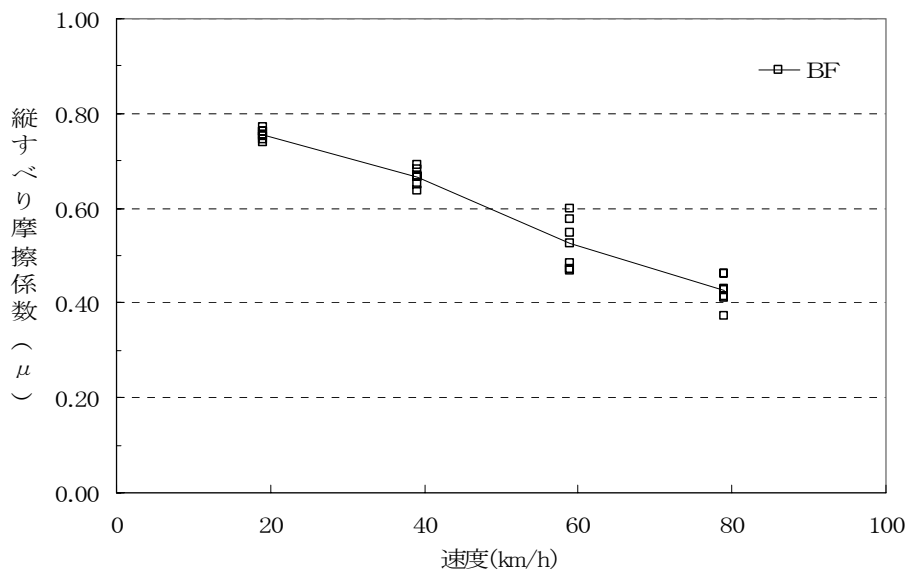


図-3.2.4.1 速度と縦すべり摩擦係数の関係〔土木研究所〕  
〔密粒度アスファルト舗装、実験施設による散水、リブタイヤ〕

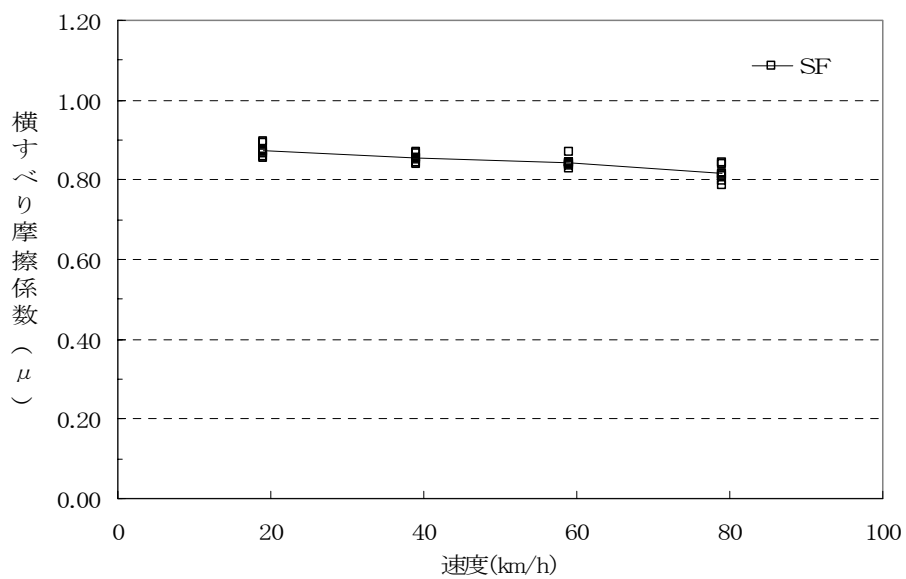


図-3.2.4.2 速度と横すべり摩擦係数の関係〔土木研究所〕  
〔密粒度アスファルト舗装、実験施設による散水、ステア角15度、リブタイヤ〕



### 3. 2. 5 中日本高速道路（1号車）

表-3.2.5.1～表-3.2.5.4、図-3.2.5.1～図-3.2.5.7に中日本高速道路測定車の結果を示した。

表-3.2.5.1 縦すべり摩擦係数測定結果〔中日本高速道路（1号車）〕  
〔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〕

機関名	すべり摩擦	タイヤ種類	測定路面	湿潤方法	検出器	速度 (km/h)	スすべり摩擦係数実測値 ( $\mu$ )							
							1	2	3	4	5	6	平均値	
中日本高速道路 (4号車)	縦すべり	リブタイヤ	密粒度アスファルト舗装	実験施設 (スプリンクラー)	BF	20	0.76	0.75	0.75	0.76	0.75	0.76	0.75	
						40	0.68	0.68	0.65	0.69	0.66	0.65	0.67	
						60	0.57	0.60	0.51	0.58	0.57	0.57	0.57	
						80	0.39	0.41	0.35	0.42	0.42	0.44	0.40	
					TF	20								
						40								
						60								
						80								

表-3.2.5.2 縦すべり摩擦係数測定結果〔中日本高速道路（1号車）〕  
〔密粒度アスファルト舗装・排水性舗装、自力散水、リブタイヤ〕

機関名	すべり摩擦	タイヤ種類	測定路面	湿潤方法	検出器	速度 (km/h)	スすべり摩擦係数実測値 ( $\mu$ )							
							1	2	3	4	5	6	平均値	
中日本高速道路 (1号車)	縦すべり	リブタイヤ	密粒度アスファルト舗装	自力散水	BF	20	0.78	0.79	0.79	0.79	0.78	0.79	0.79	
						40	0.68	0.71	0.70	0.67	0.71	0.72	0.70	
						60	0.54	0.59	0.59	0.56	0.54	0.55	0.56	
						80	0.47	0.48	0.48	0.47	0.46	0.45	0.47	
					TF	20								
						40								
						60								
						80								
			排水性舗装	BF	20	0.70	0.71	0.69	0.70	0.69	0.72	0.70		
					40	0.59	0.61	0.61	0.61	0.61	0.62	0.61		
					60	0.54	0.53	0.53	0.53	0.53	0.52	0.53		
					80	0.47	0.47	0.49	0.49	0.49	0.48	0.48		
				TF	20									
					40									
					60									
					80									

表-3.2.5.3 縦すべり摩擦係数測定結果〔中日本高速道路（4号車）〕  
〔密粒度アスファルト舗装、実験施設による散水、ステア角15度、リブタイヤ〕

機関名	すべり摩擦	タイヤ種類	測定路面	湿潤方法	検出器	速度 (km/h)	スすべり摩擦係数実測値 ( $\mu$ )							
							1	2	3	4	5	6	平均値	
中日本高速道路 (1号車)	横すべり 15度	リブタイヤ	密粒度アスファルト舗装	実験施設 (スプリンクラー)	SF	20	0.88	0.88	0.88	0.89	0.91	0.90	0.89	
						40	0.90	0.92	0.90	0.92	0.94	0.92	0.92	
						60	0.87	0.87	0.83	0.83	0.80	0.80	0.83	
						80	0.85	0.86	0.83	0.84	0.81	0.81	0.83	
					CF	20								
						40								
						60								
						80								

表-3.2.5.4 横すべり摩擦係数測定結果〔中日本高速道路（1号車）〕

〔密粒度アスファルト舗装、実験施設による散水、ステア角15度、リブタイヤ〕

機関名	すべり摩擦	タイヤ種類	測定路面	湿潤方法	検出器	速度 (km/h)	スすべり摩擦係数実測値 ( $\mu$ )						
							1	2	3	4	5	6	平均値
中日本高速道路 (1号車)	横すべり15度	リブタイヤ	密粒度アスファルト舗装	自力散水	SF	60	0.87	0.87	0.86	0.87	0.87	0.87	0.87
					CF	60							
			排水性舗装		SF	60	0.80	0.78	0.77	0.76	0.76	0.75	0.77
					CF	60							

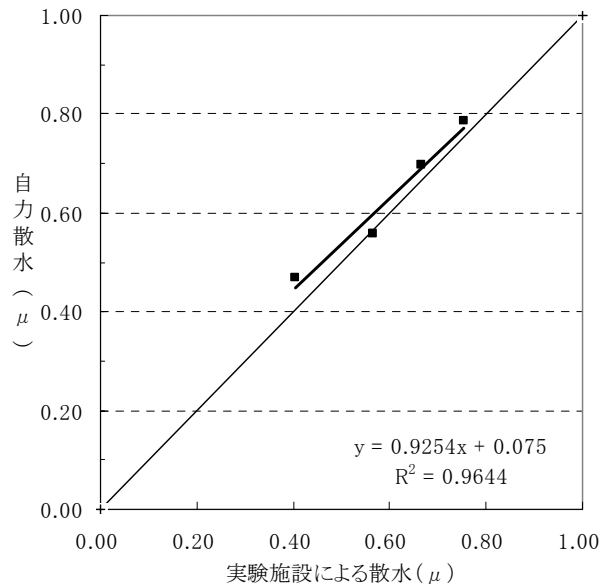


図-3.2.5.1 実験施設による散水と自力散水の関係〔中日本高速道路（1号車）〕  
〔密粒度アスファルト舗装、リブタイヤ、20~80km/h〕

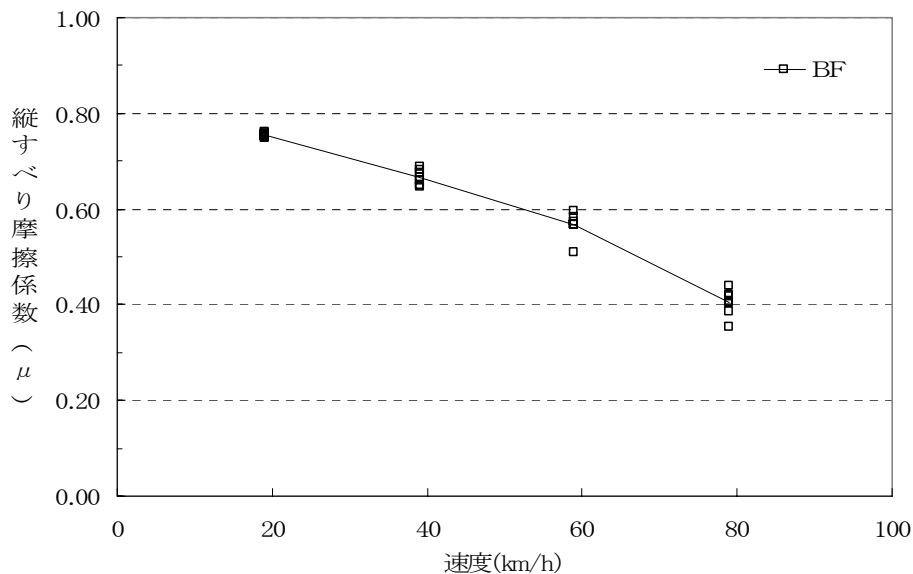


図-3.2.5.2 速度と縦すべり摩擦係数の関係〔中日本高速道路（1号車）〕  
〔密粒度アスファルト舗装、実験施設による散水、リブタイヤ〕

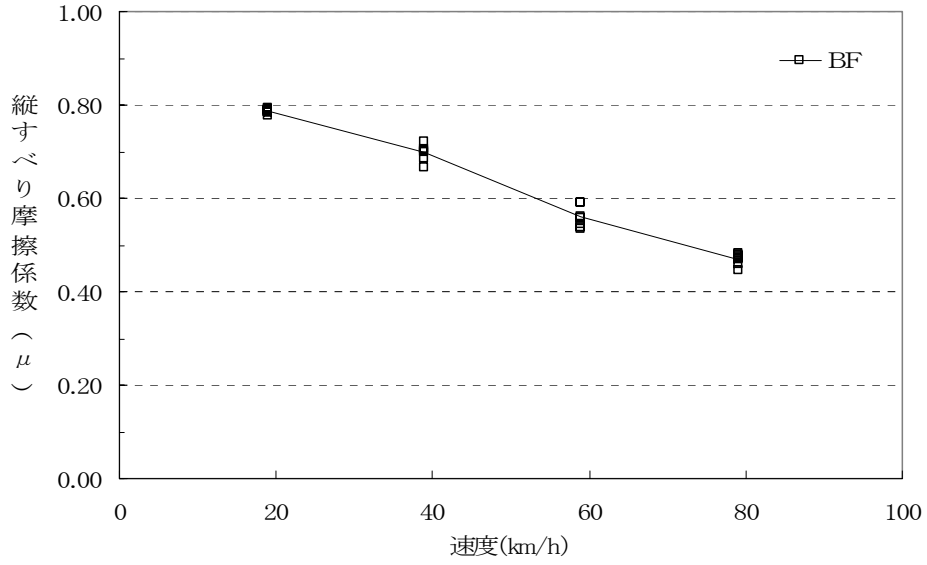


図-3.2.5.3 速度と縦すべり摩擦係数の関係〔中日本高速道路（1号車）〕  
〔密粒度アスファルト舗装、自カ散水、リブタイヤ〕

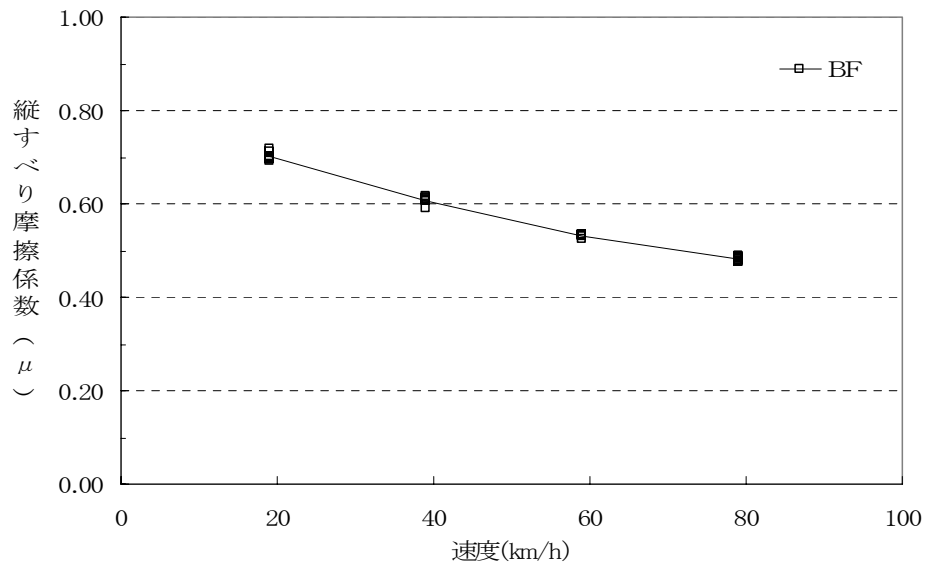


図-3.2.5.4 速度と縦すべり摩擦係数の関係〔中日本高速道路（1号車）〕  
〔排水性舗装、自カ散水、リブタイヤ〕

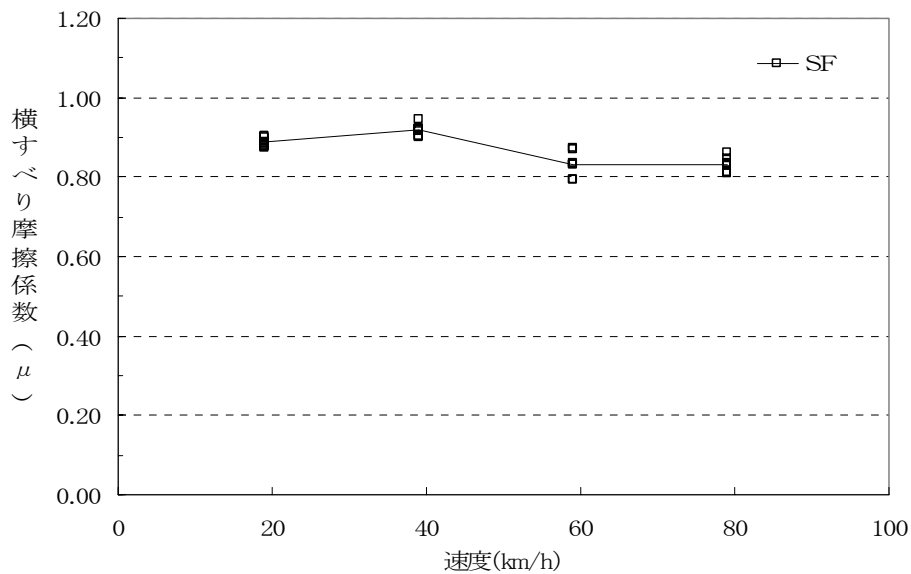


図-3.2.5.5 速度と横すべり摩擦係数の関係〔中日本高速道路（1号車）〕  
〔密粒度アスファルト舗装、実験施設による散水、ステア角15度、リブタイヤ〕

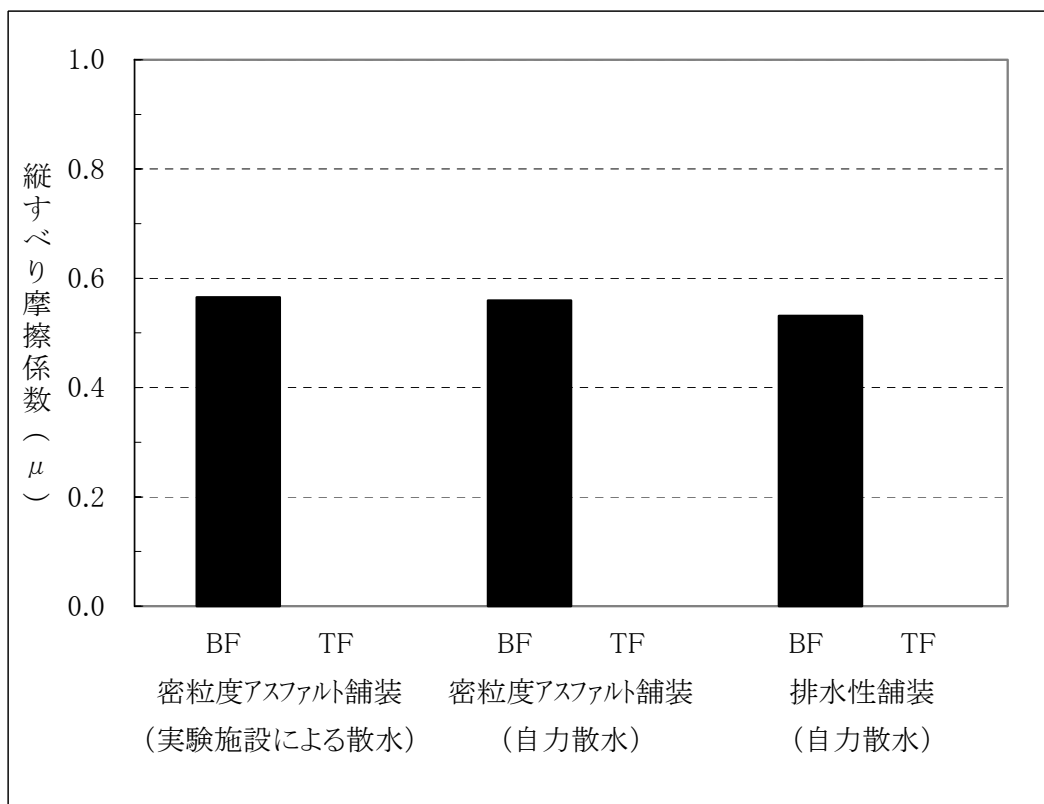


図-3.2.5.6 路面種類及び散水方法と縦すべり摩擦係数の関係〔中日本高速道路（1号車）〕  
〔速度 60km/h、リブタイヤ〕

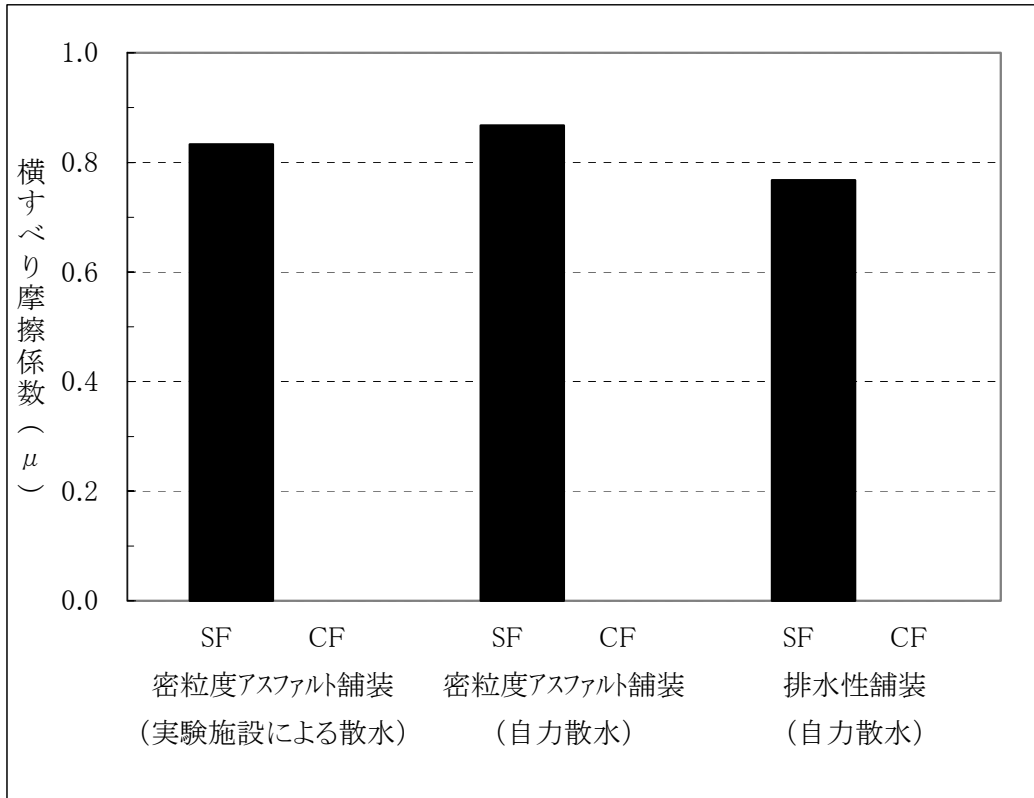


図-3.2.5.7 路面種類及び散水方法と横すべり摩擦係数の関係〔中日本高速道路（1号車）〕  
〔速度 60km/h、ステア角 15 度、リブタイヤ〕

### 3. 2. 6 中日本高速道路（2号車）

表-3.2.6.1～表-3.2.6.4、図-3.2.6.1～図-3.2.6.7に中日本高速道路測定車の結果を示した。

表-3.2.6.1 縦すべり摩擦係数測定結果〔中日本高速道路（2号車）〕  
〔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〕

機関名	すべり摩擦	タイヤ種類	測定路面	湿潤方法	検出器	速度 (km/h)	スすべり摩擦係数実測値 ( $\mu$ )							
							1	2	3	4	5	6	平均値	
中日本高速道路 (2号車)	縦すべり	リブタイヤ	密粒度アスファルト舗装	実験施設 (スプリンクラー)	BF	20	0.77	0.76	0.77	0.76	0.77	0.77	0.77	
						40	0.69	0.68	0.64	0.68	0.67	0.69	0.67	
						60	0.60	0.57	0.59	0.59	0.59	0.54	0.58	
						80	0.42	0.40	0.45	0.43	0.44	0.45	0.43	
					TF	20								
						40								
						60								
						80								

表-3.2.6.2 縦すべり摩擦係数測定結果〔中日本高速道路（2号車）〕  
〔密粒度アスファルト舗装・排水性舗装、自力散水、リブタイヤ〕

機関名	すべり摩擦	タイヤ種類	測定路面	湿潤方法	検出器	速度 (km/h)	スすべり摩擦係数実測値 ( $\mu$ )							
							1	2	3	4	5	6	平均値	
中日本高速道路 (2号車)	縦すべり	リブタイヤ	密粒度アスファルト舗装	自力散水	BF	20	0.78	0.80	0.78	0.79	0.79	0.78	0.79	
						40	0.72	0.71	0.70	0.69	0.70	0.71	0.70	
						60	0.59	0.56	0.61	0.61	0.64	0.58	0.60	
						80	0.51	0.42	0.48	0.48	0.49	0.49	0.48	
					TF	20								
						40								
						60								
						80								
			排水性舗装	BF	20	0.71	0.73	0.71	0.73	0.72	0.73	0.72		
					40	0.62	0.64	0.64	0.65	0.64	0.65	0.64		
					60	0.57	0.57	0.57	0.57	0.58	0.58	0.57		
					80	0.52	0.51	0.52	0.52	0.51	0.51	0.51		
				TF	20									
					40									
					60									
					80									

表-3.2.6.3 横すべり摩擦係数測定結果〔中日本高速道路（2号車）〕  
〔密粒度アスファルト舗装、実験施設による散水、ステア角15度、リブタイヤ〕

機関名	すべり摩擦	タイヤ種類	測定路面	湿潤方法	検出器	速度 (km/h)	スすべり摩擦係数実測値 ( $\mu$ )							
							1	2	3	4	5	6	平均値	
中日本高速道路 (2号車)	横すべり15度	リブタイヤ	密粒度アスファルト舗装	実験施設 (スプリンクラー)	SF	20	0.94	0.95	0.97	0.91	0.94	0.94	0.94	
						40	0.90	0.91	0.89	0.89	0.91	0.89	0.90	
						60	0.86	0.86	0.81	0.81	0.77	0.77	0.81	
						80	0.83	0.84	0.81	0.82	0.80	0.82	0.82	
					CF	20								
						40								
						60								
						80								

表-3.2.6.4 横すべり摩擦係数測定結果〔中日本高速道路（2号車）〕

〔密粒度アスファルト舗装、自力散水、ステア角15度、リブタイヤ〕

機関名	すべり摩擦	タイヤ種類	測定路面	湿潤方法	検出器	速度 (km/h)	スすべり摩擦係数実測値 ( $\mu$ )						
							1	2	3	4	5	6	平均値
中日本高速道路 (5号車)	横すべり 15度	リブタイヤ	密粒度アスファルト舗装	自力散水	SF	60	0.87	0.87	0.83	0.83	0.83	0.87	0.85
					CF	60	/	/	/	/	/	/	/
			排水性舗装		SF	60	0.79	0.78	0.78	0.77	0.79	0.76	0.78
					CF	60	/	/	/	/	/	/	/

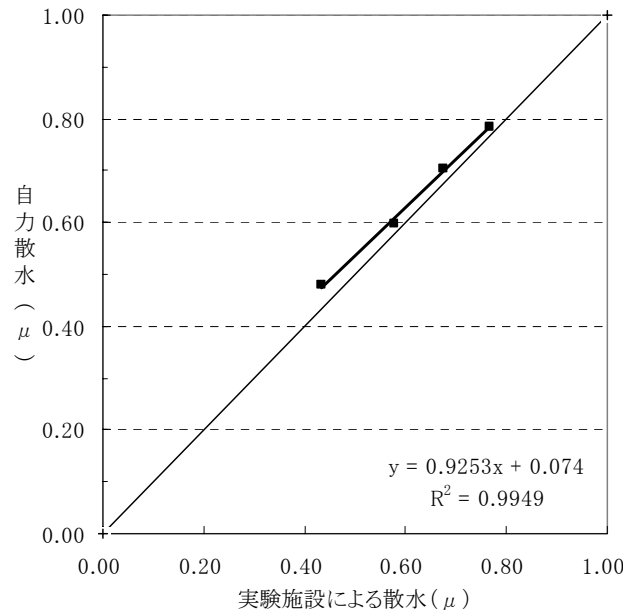


図-3.2.6.1 実験施設による散水と自力散水の関係〔中日本高速道路（2号車）〕

〔密粒度アスファルト舗装、リブタイヤ、20~80km/h〕

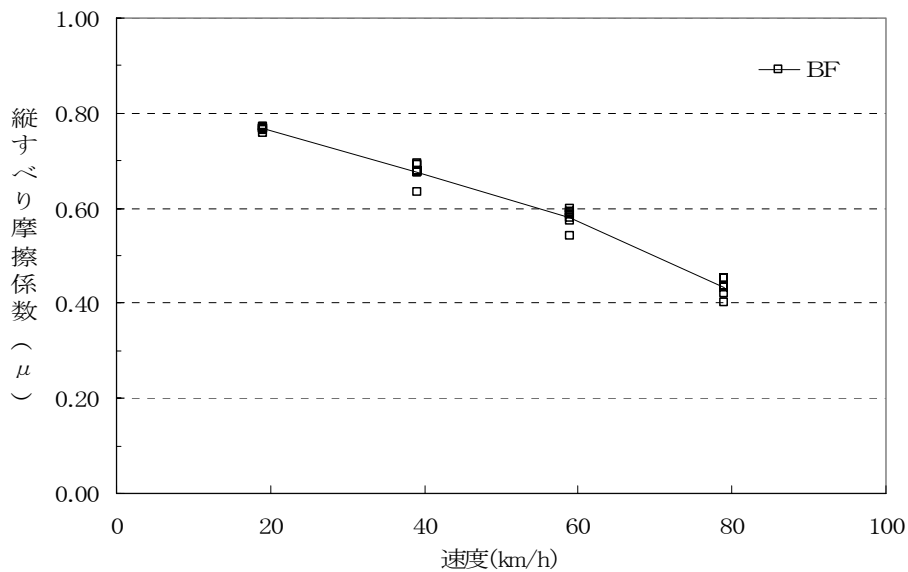


図-3.2.6.2 速度と縦すべり摩擦係数の関係 [中日本高速道路 (2号車)]  
 [密粒度アスファルト舗装、実験施設による散水、リブタイヤ]

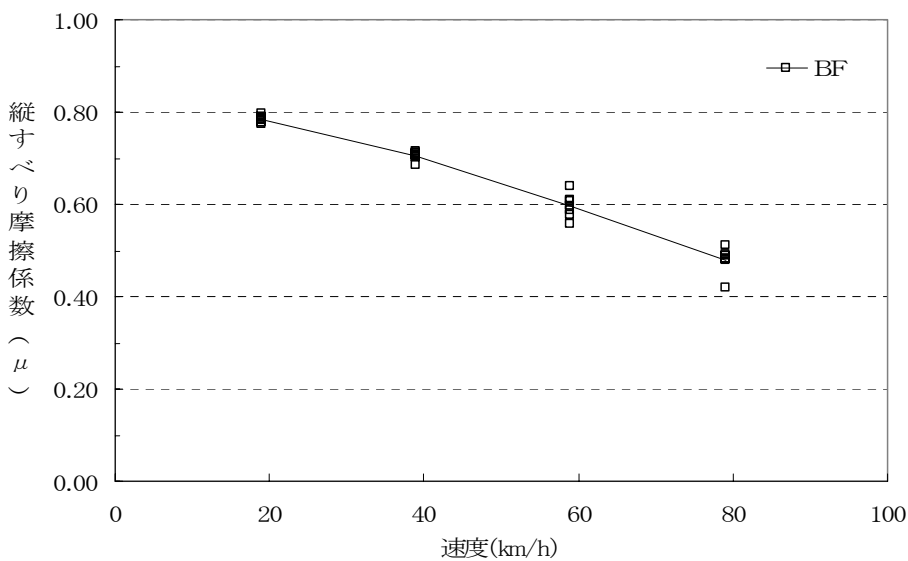


図-3.2.6.3 速度と縦すべり摩擦係数の関係 [中日本高速道路 (2号車)]  
 [密粒度アスファルト舗装、自力散水、リブタイヤ]



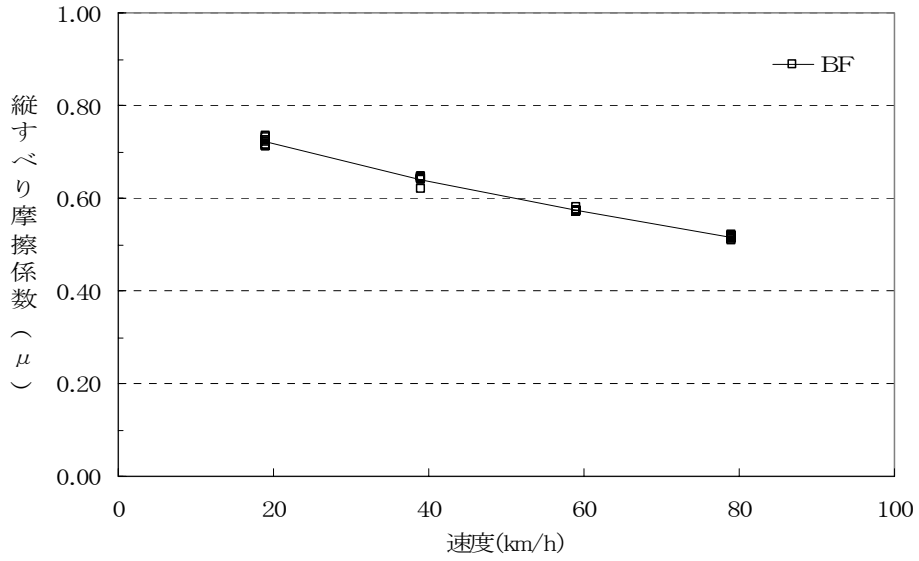


図-3.2.6.4 速度と縦すべり摩擦係数の関係 [中日本高速道路 (2号車)]  
[排水性舗装、実験施設による散水、リブタイヤ]

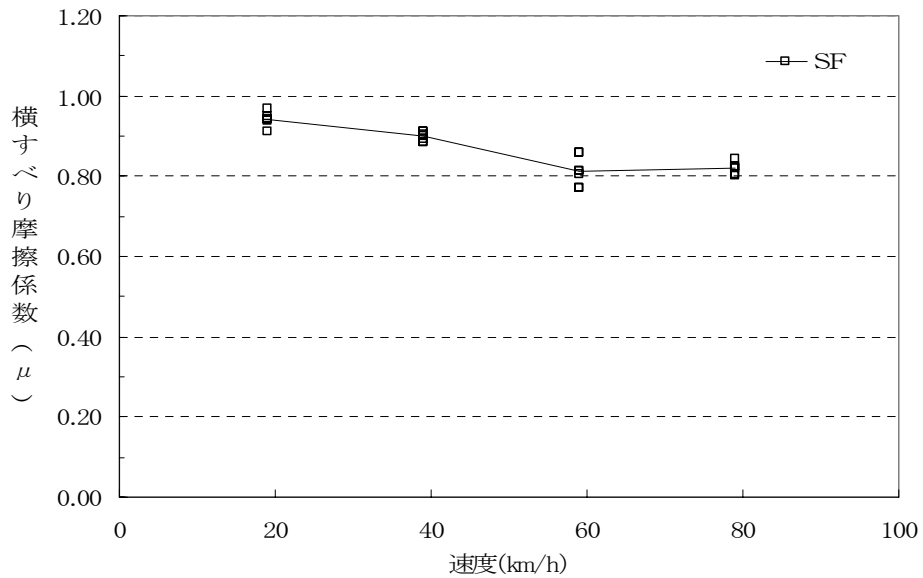


図-3.2.6.5 速度と横すべり摩擦係数の関係 [中日本高速道路 (2号車)]  
[密粒度アスファルト舗装、実験施設による散水、ステア角15度、リブタイヤ]

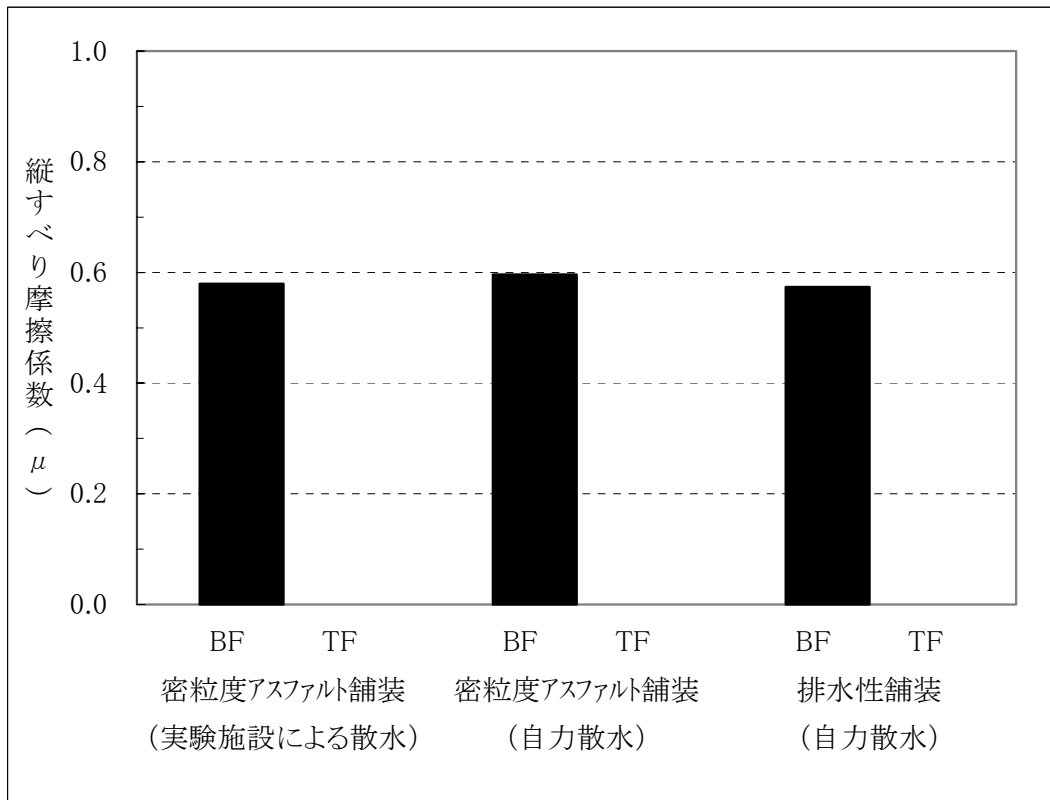


図-3.2.6.6 路面種類及び散水方法と縦すべり摩擦係数の関係 [中日本高速道路 (2号車)]  
[速度 60km/h、リブタイヤ]

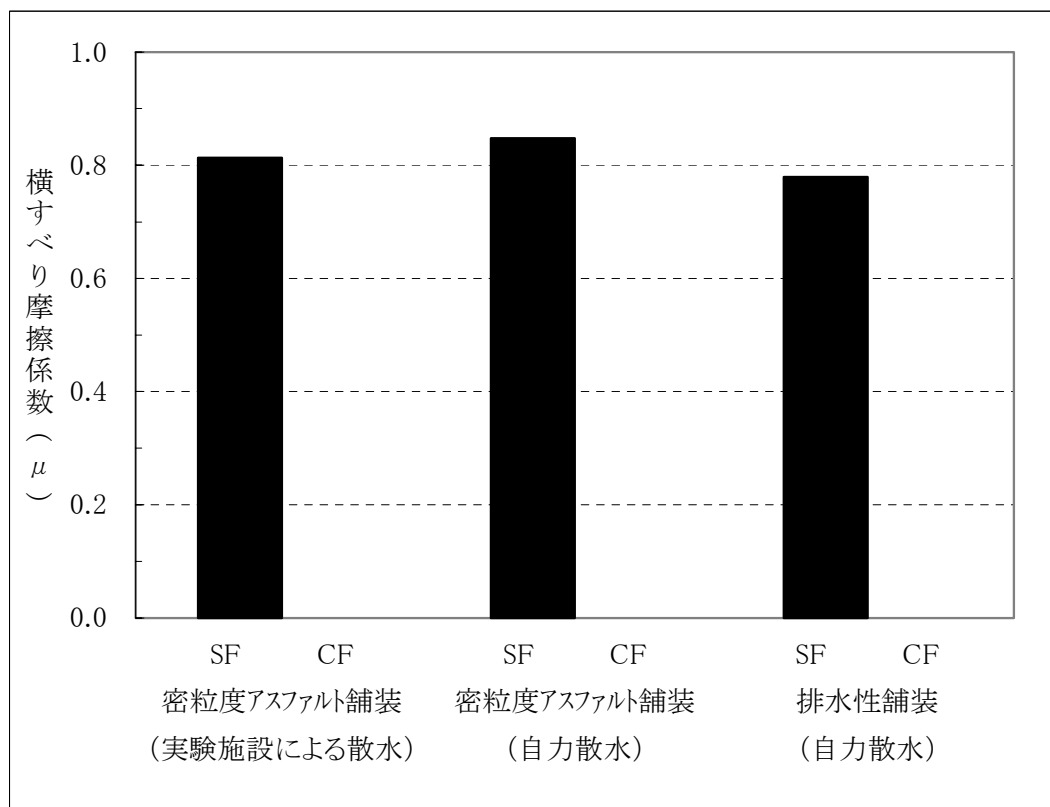


図-3.2.6.7 路面種類及び散水方法と横すべり摩擦係数の関係 [中日本高速道路 (2号車)]  
[速度 60km/h、ステア角 15度、リブタイヤ]

### 3. 2. 7 株式会社 T J

表-3.2.7.1～表-3.2.7.4、図-3.2.7.1～図-3.2.7.11 に株式会社 T J 測定車の結果を示した。

表-3.2.7.1 縦すべり摩擦係数測定結果〔株式会社 T J〕  
〔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〕

機関名	すべり摩擦	タイヤ種類	測定路面	湿潤方法	検出器	速度 (km/h)	スすべり摩擦係数実測値 ( $\mu$ )						
							1	2	3	4	5	6	平均値
(株)TJ	縦すべり	リブタイヤ	密粒度アスファルト舗装	実験施設 (スプリンクラー)	BF	20	0.80	0.82	0.80	0.80	0.81	0.80	0.81
						40	0.70	0.73	0.72	0.75	0.73	0.74	0.73
						60	0.64	0.63	0.60	0.57	0.61	0.59	0.60
						80	0.31	0.30	0.38	0.31	0.37	0.33	0.33
					TF	20	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.75	0.75
						40	0.65	0.68	0.68	0.71	0.69	0.70	0.68
						60	0.59	0.59	0.57	0.54	0.58	0.57	0.57
						80	0.30	0.29	0.36	0.29	0.34	0.30	0.32

表-3.2.7.2 縦すべり摩擦係数測定結果〔株式会社 T J〕  
〔密粒度アスファルト舗装、排水性舗装、自力散水、リブタイヤ〕

機関名	すべり摩擦	タイヤ種類	測定路面	湿潤方法	検出器	速度 (km/h)	スすべり摩擦係数実測値 ( $\mu$ )						
							1	2	3	4	5	6	平均値
(株)TJ	縦すべり	リブタイヤ	密粒度アスファルト舗装	自力散水	BF	20	0.81	0.81	0.82	0.82	0.82	0.81	0.81
						40	0.72	0.69	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72
						60	0.60	0.62	0.63	0.60	0.61	0.59	0.61
						80	0.53	0.51	0.53	0.53	0.53	0.52	0.52
					TF	20	0.78	0.78	0.78	0.80	0.78	0.78	0.78
						40	0.69	0.66	0.69	0.70	0.69	0.69	0.69
						60	0.59	0.60	0.59	0.58	0.58	0.58	0.59
						80	0.50	0.49	0.51	0.51	0.51	0.50	0.50
			排水性舗装	BF	20	0.75	0.75	0.77	0.73	0.70	0.71	0.74	
					40	0.65	0.67	0.66	0.66	0.64	0.63	0.65	
					60	0.54	0.56	0.56	0.55	0.55	0.55	0.55	
					80	0.54	0.53	0.51	0.53	0.51	0.51	0.52	
				TF	20	0.72	0.72	0.74	0.71	0.68	0.68	0.71	
					40	0.62	0.66	0.64	0.64	0.62	0.61	0.63	
					60	0.53	0.55	0.54	0.52	0.54	0.54	0.53	
					80	0.53	0.52	0.49	0.52	0.49	0.51	0.51	

表-3.2.7.3 横すべり摩擦係数測定結果〔株式会社 T J〕  
〔密粒度アスファルト舗装、実験施設による散水、ステア角 15 度、リブタイヤ〕

機関名	すべり摩擦	タイヤ種類	測定路面	湿潤方法	検出器	速度 (km/h)	スすべり摩擦係数実測値 ( $\mu$ )						
							1	2	3	4	5	6	平均値
(株)TJ	横すべり 15 度	リブタイヤ	密粒度アスファルト舗装	実験施設 (スプリンクラー)	SF	20	0.90	0.91	0.91	0.88	0.90	0.89	0.90
						40	0.89	0.90	0.90	0.88	0.90	0.90	0.89
						60	0.86	0.88	0.87	0.88	0.88	0.87	0.87
						80	0.83	0.84	0.84	0.84	0.86	0.83	0.84
					CF	20	0.88	0.89	0.87	0.85	0.86	0.87	0.87
						40	0.85	0.86	0.86	0.85	0.86	0.86	0.85
						60	0.81	0.83	0.81	0.83	0.83	0.82	0.82
						80	0.78	0.80	0.78	0.80	0.81	0.78	0.79

表-3.2.7.4 横すべり摩擦係数測定結果〔株式会社TJ〕

〔密粒度アスファルト舗装、実験施設による散水、ステア角15度、リブタイヤ〕

機関名	すべり摩擦	タイヤ種類	測定路面	湿潤方法	検出器	速度 (km/h)	スすべり摩擦係数実測値 ( $\mu$ )						
							1	2	3	4	5	6	平均値
(株)TJ	横すべり15度	リブタイヤ	密粒度アスファルト舗装	自力散水	SF	60	0.87	0.88	0.86	0.85	0.86	0.85	0.86
					CF	60	0.84	0.84	0.82	0.83	0.82	0.82	0.83
			排水性舗装		SF	60	0.84	0.83	0.81	0.81	0.82	0.82	0.82
					CF	60	0.81	0.80	0.77	0.78	0.79	0.79	0.79

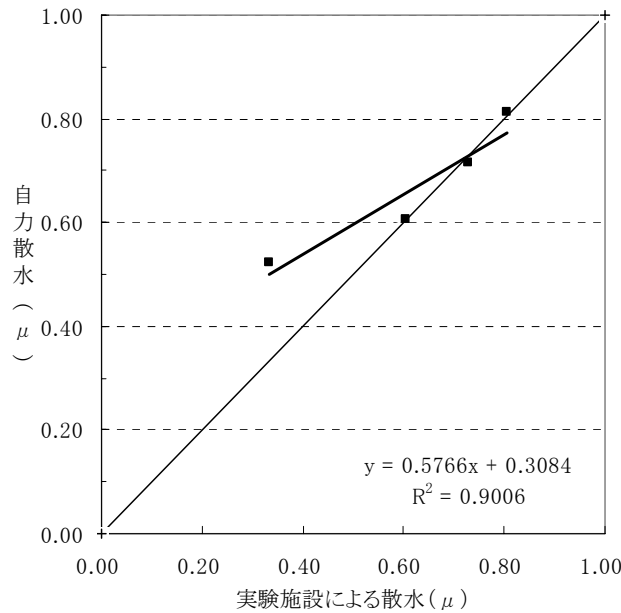


図-3.2.7.1 実験施設による散水と自力散水の関係〔株式会社TJ〕

〔密粒度アスファルト舗装、リブタイヤ、20~80km/h〕

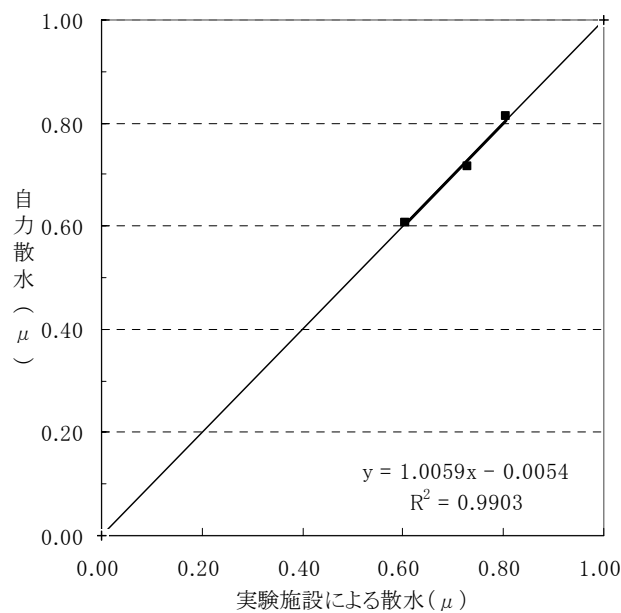


図-3.2.7.2 実験施設による散水と自力散水の関係〔株式会社TJ〕

〔密粒度アスファルト舗装、リブタイヤ、20~60km/h〕

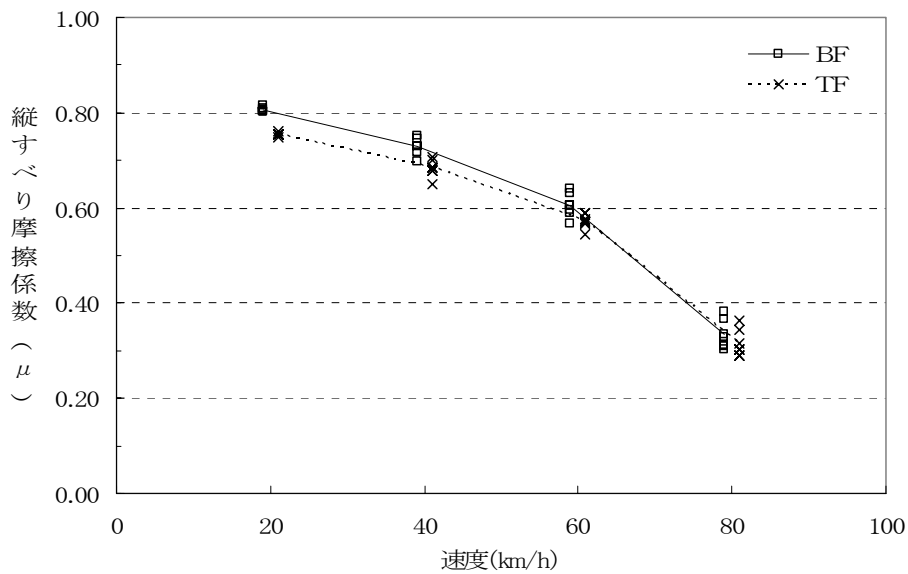


図-3.2.7.3 速度と縦すべり摩擦係数の関係 [株式会社TJ]  
[密粒度アスファルト舗装、実験施設による散水、リブタイヤ]

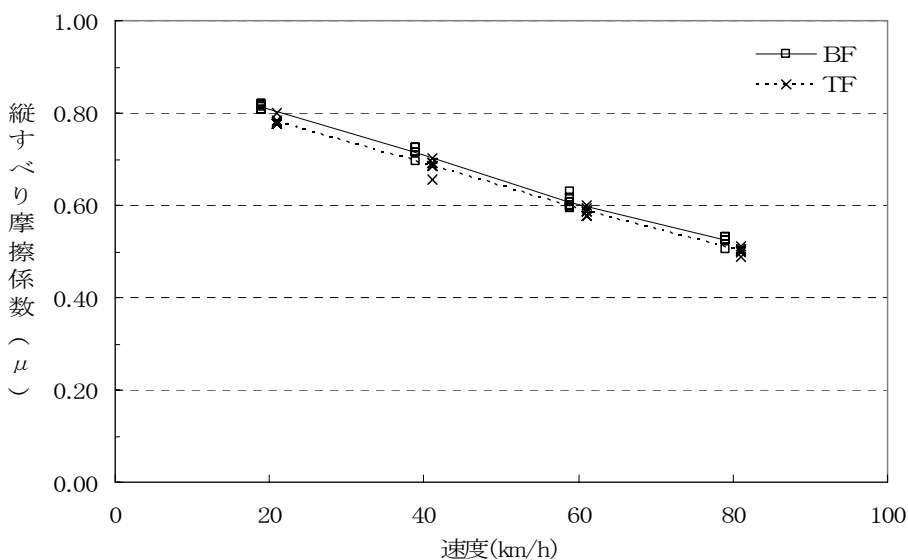


図-3.2.7.4 速度と縦すべり摩擦係数の関係 [株式会社TJ]  
[密粒度アスファルト舗装、自力散水、リブタイヤ]

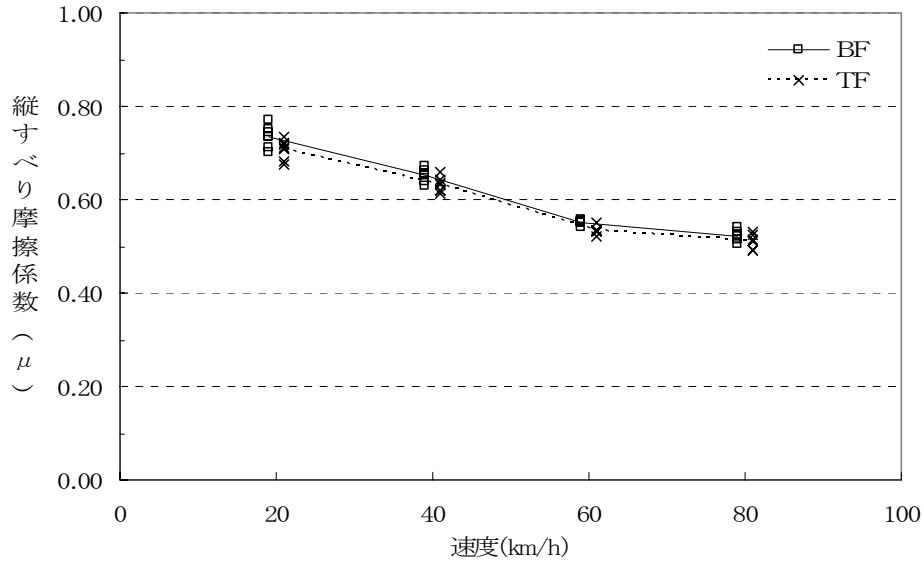


図-3.2.7.5 速度と縦すべり摩擦係数の関係 [株式会社TJ]  
[排水性舗装、実験施設による散水、リブタイヤ]

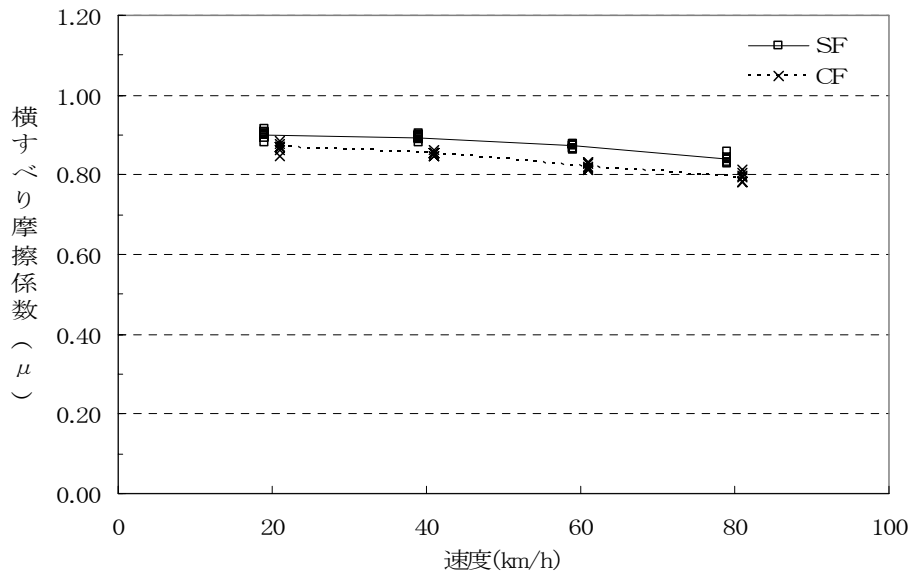


図-3.2.7.6 速度と横すべり摩擦係数の関係 [株式会社TJ]  
[密粒度アスファルト舗装、実験施設による散水、ステア角15度、リブタイヤ]

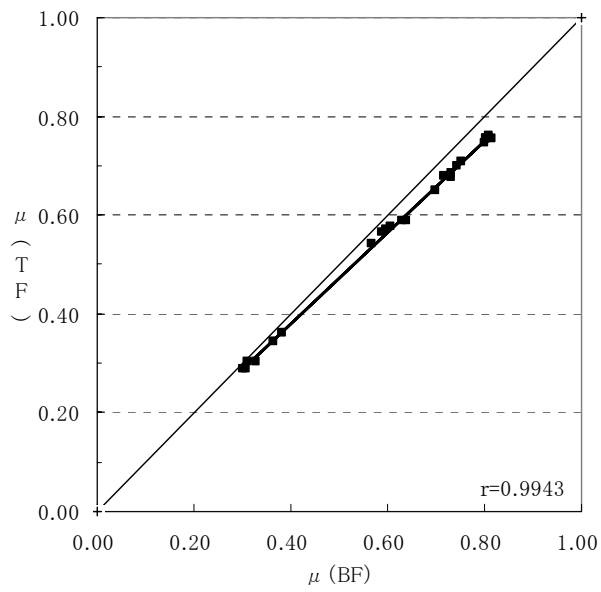


図-3.2.7.7  $\mu$  (BF) と  $\mu$  (TF) の関係 [株式会社 T J]  
 [密粒度アスファルト舗装、実験施設による散水、リブタイヤ]

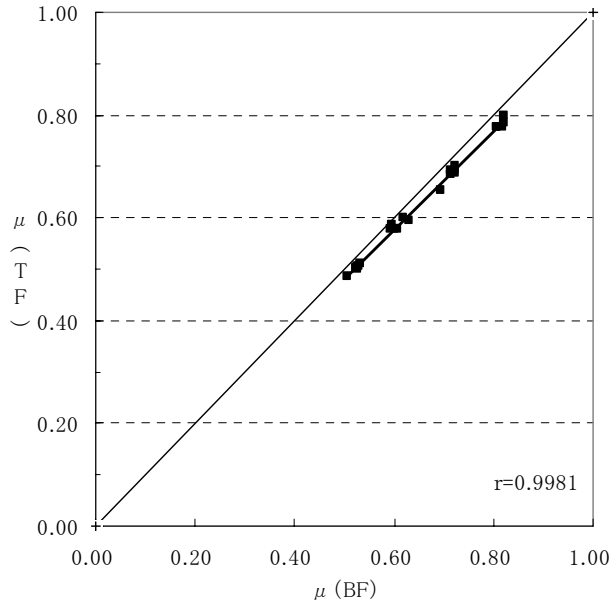


図-3.2.7.8  $\mu$  (BF) と  $\mu$  (TF) の関係 [株式会社 T J]  
 [密粒度アスファルト舗装、自力散水、リブタイヤ]

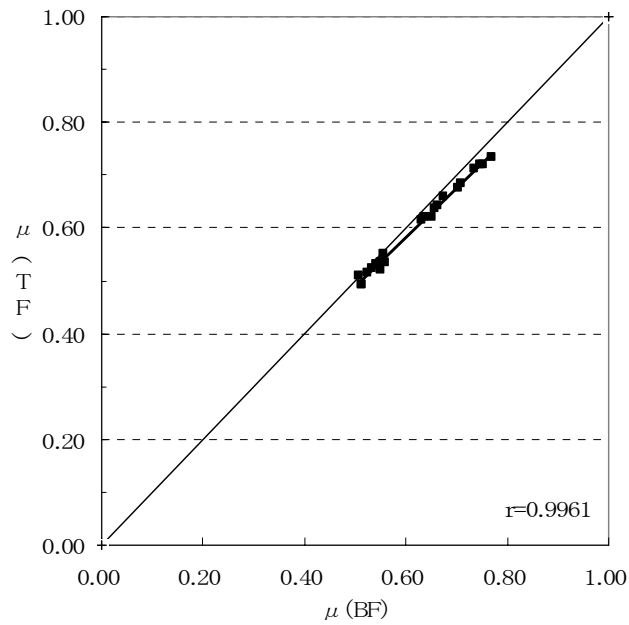


図-3.2.7.9  $\mu$  (BF) と  $\mu$  (TF) の関係 [株式会社 T J]  
[排水性舗装、自カ散水、リブタイヤ]

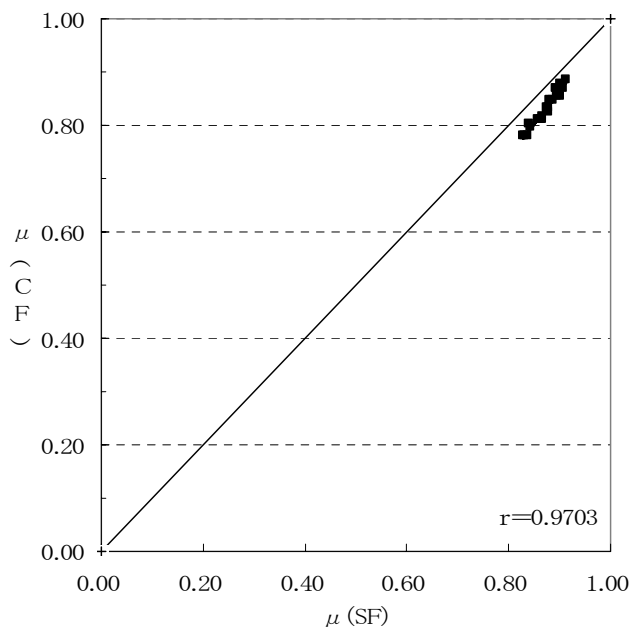


図-3.2.7.10  $\mu$  (SF) と  $\mu$  (CF) の関係 [株式会社 T J]  
[密粒度アスファルト舗装、実験施設による散水、ステア角15度、リブタイヤ]



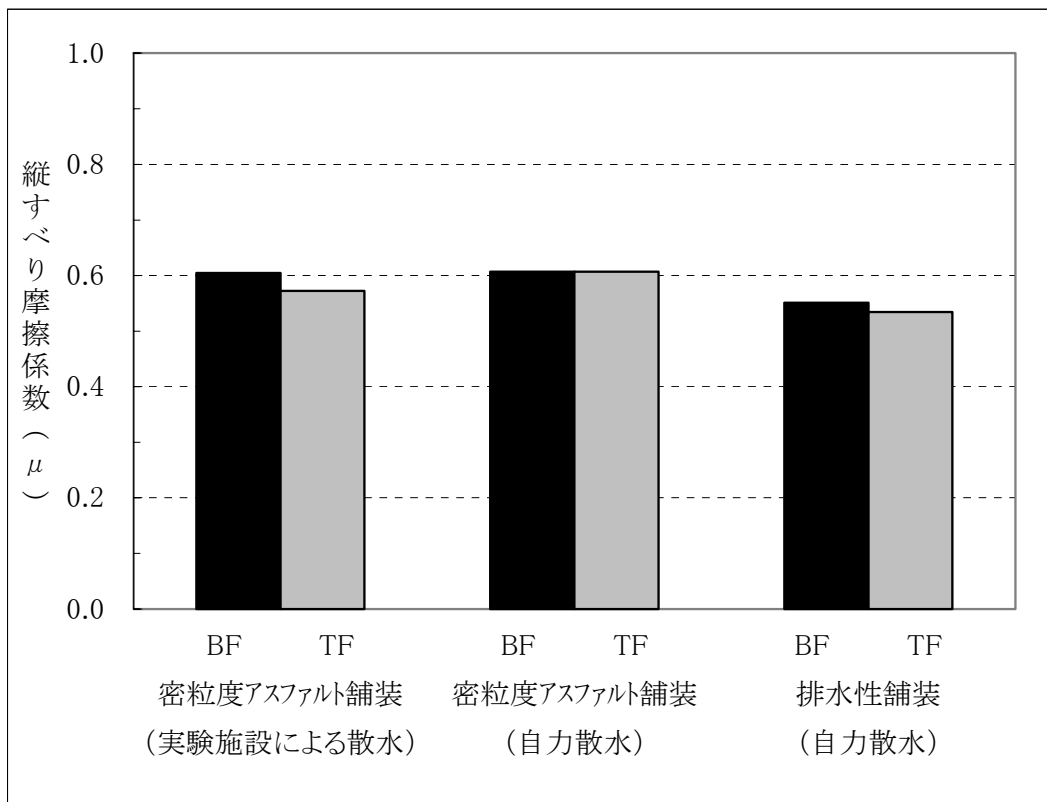


図-3.2.7.11 路面種類と縦すべり摩擦係数の関係〔株式会社TJ〕  
〔速度 60km/h、リブタイヤ〕

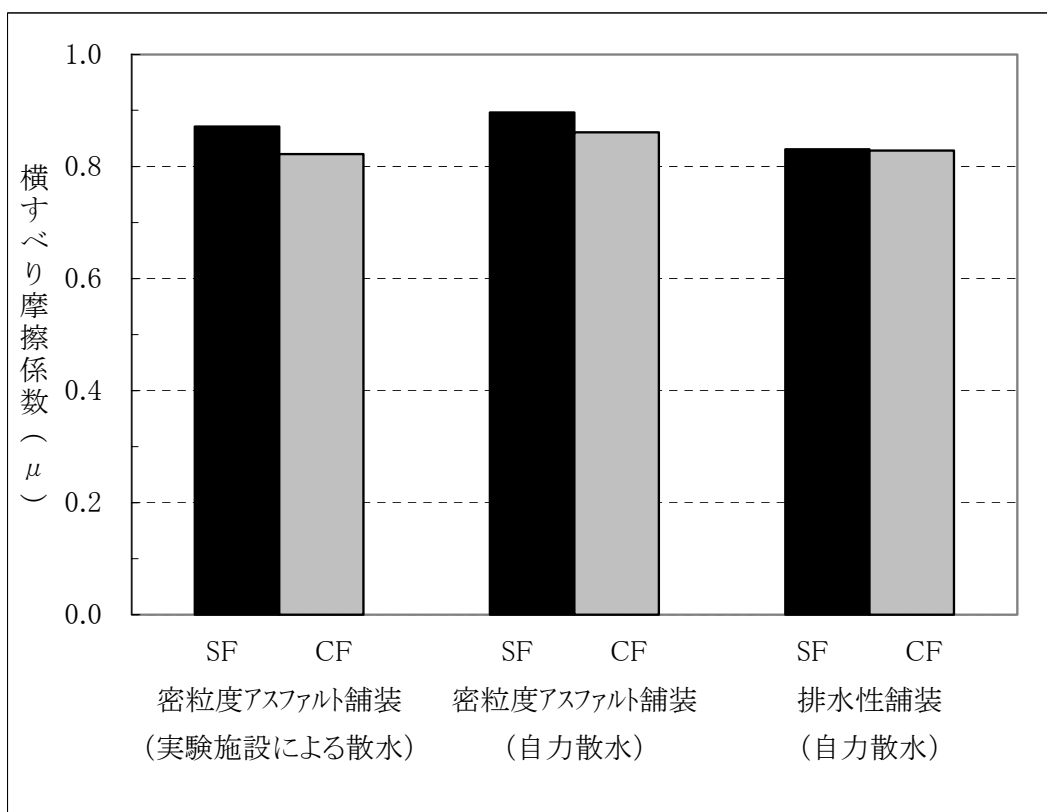


図-3.2.7.12 路面種類と横縦すべり摩擦係数の関係〔株式会社TJ〕  
〔速度 60km/h、ステア角 15度、リブタイヤ〕

### 3. 3 結果の整理・まとめ

#### (1) 散水方法の違い

自力散水と実験施設散水では、多少自力散水の方が大きくなっているが、60km/hまでは誤差範囲の中に入る。しかし、60km/h以上80km/hになるとその差は0.1以上となりかなり顕著に散水方法（水膜厚）の違いが現れている。

これは、一般道路を測定する測定車の散水装置はASTMに準拠されているため、64km/hで水膜厚0.5~1.0mm（水膜厚によってすべり摩擦係数が影響をしない範囲）に設定されているため64km/h以上の速度になると水膜厚が不足し、すべり摩擦係数が大きくなる。

一方、高速道路を測定する中日本高速道路㈱の測定車は、80km/hで0.5~1.0になるように改良されているものと考えられる。これは、散水タンク容量も関係するが、散水用に使用している散水ポンプの能力によるものと考えられる。という事は、使用する道路に適用した散水タンク容量と散水ポンプ能力を設定しているものと考えている。ただし、散水によって作られる水膜厚はASTMに準拠し0.5~1.0mm程度としている。

なお、中日本高速道路㈱の測定車は、国土交通省の測定車（国総研、近畿、四国）及び㈱T Jの測定車より多少ではあるが、散水方法によるすべり摩擦係数の差は少ない傾向を示している。

測定する道路種類（一般道路最大60km/hと高速道路最大80km/h以上）が異なる事を考えると、自力散水と実験施設散水の違いは誤差範囲としても大きな影響はないものと考えられる。

#### (2) 速度とすべり摩擦係数の関係

##### 1) 縦すべり摩擦係数

速度とすべり摩擦係数の関係は、走行速度20km/hから80km/hまでの測定結果より、走行速度の増加とともにすべり摩擦係数は低下する結果となっている。さらに測定車による違いが少ない場合、路面の種類によりすべり摩擦係数の減少傾向の程度は異なる。

##### 2) 横すべり摩擦係数

横すべり摩擦係数は、速度による影響はほとんどない結果となった。

また、すべり摩擦係数は、縦すべりと同じように路面種類や状態等によって値そのものは変化する。

#### (3) 路面の違い（密粒度アスファルト舗装と排水性舗装）

密粒度アスファルト舗装と排水性舗装は自力散水による測定値と比較すると、走行速度60kmでは大きな差が見られない。しかし、走行速度20kmにおいて、排水性舗装は密粒度アスファルトに比べ、すべり摩擦係数が低い値を示している。

#### 4. 測定結果の考察

##### 4. 1 分散分析

すべり摩擦係数に影響を与える要因は、大別すると走行速度、路面、測定車の3種類に分類できる。そこで、本実験結果を基に要因の影響を再度確認するため、分散分析を実施した。結果は、表-4.1.1～表-4.1.6に示した。

なお、本分散分析には通常路面の評価に使用している縦すべりにはBF値を、また横すべりにはSF値を用いた。

表-4.1.1 縦すべり摩擦係数(BF)リブタイヤ 分散分析表

条件(速度:20, 40, 60, 80km/h)(路面:密粒度アスファルト舗装)(実験施設による散水)(測定車:7台)

要因	偏差平方和	自由度	不偏分散	F 値	P 値	判定
A;速度	0.6247	3	0.2082	171.07	0.0000	1%有意
B:測定車	0.0069	6	0.0011	0.94	0.4899	
誤差	0.2191	18	0.0012			
全体変動	0.6535	27				

表-4.1.2 縦すべり摩擦係数(BF)リブタイヤ 分散分析表

条件 (速度:20, 40, 60, 80km/h)(路面:密粒度アスファルト舗装)(自力散水)(測定車:6台)

要因	偏差平方和	自由度	不偏分散	F 値	P 値	判定
A;速度	0.1764	3	0.0588	333.96	0.0000	1%有意
B:測定車	0.0084	5	0.0017	9.61	0.0003	1%有意
誤差	0.0026	15	0.0002			
全体変動	0.1926	23				

表-4.1.3 縦すべり摩擦係数(BF)リブタイヤ 分散分析表

条件 (速度:20, 40, 60, 80km/h)(路面:排水性舗装)(自力散水)(測定車:6台)

要因	偏差平方和	自由度	不偏分散	F 値	P 値	判定
A;速度	0.1764	3	0.0588	336.96	0.0000	1%有意
B:測定車	0.0084	5	0.0017	9.61	0.0003	1%有意
誤差	0.0026	15	0.0002			
全体変動	0.1874	23				

表-4.1.4 縦すべり摩擦係数(BF) リブタイヤ 分散分析表

条件 (速度:20, 40, 60, 80km/h) (路面:密粒度アスファルト舗装、排水性舗装) (自力散水) (測定車:6台)

要因	偏差平方和	自由度	不偏分散	F 値	P 値	判定
A;速度	0.4885	3	0.1628	3290.07	0.0000	1%有意
B:路面	0.0179	1	0.0179	360.65	0.0000	1%有意
C:測定車	0.0114	5	0.0023	45.96	0.0000	1%有意
A×B	0.0143	3	0.0048	96.61	0.0000	1%有意
B×C	0.0018	5	0.0004	7.46	0.0011	1%有意
A×C	0.0054	15	0.0004	7.24	0.0002	1%有意
誤差	0.0007	15	0.0000			
全体変動	0.5401	47				

表-4.1.5 横すべり摩擦係数(SF) リブタイヤ 分散分析表

条件(速度:20, 40, 60, 80km/h) (路面:密粒度アスファルト舗装) (実験施設による散水) (ステア角:15度) (測定車:7台)

要因	偏差平方和	自由度	不偏分散	F 値	P 値	判定
A;速度	0.0104	3	0.0035	5.43	0.0077	1%有意
B:測定車	0.0100	6	0.0017	2.60	0.0539	
誤差	0.0115	18	0.0006			
全体変動	0.0318	27				

表-4.1.6 横すべり摩擦係数(SF) リブタイヤ 分散分析表

条件 (速度:60km/h) (路面:密粒度アスファルト舗装) (自力散水) (ステア角:15度) (測定車:6台)

要因	偏差平方和	自由度	不偏分散	F 値	P 値	判定
A:測定車	0.0230	5	0.0046	11.89	0.0000	1%有意
誤差	0.0116	30	0.0004			
全体変動	0.0346	35				

分散分析の結果、これまでの一車のすべり摩擦実験からも明らかにされてきた速度と路面が重要な因子として、すべり摩擦係数に影響している事が再確認することが出来た。

また、本実験の目的因子である測定車について見ると、速度と路面の因子より小さいが、測定車間には有意なすべり摩擦係数の差があることも確認された。

今回の結果(表-4.1.4)を見ると速度、路面、測定車が重要な因子としてすべり摩擦係数に影響を与えていることが分かった。

#### 4. 2 走行速度とすべり摩擦係数の関係

先の3. 2に示すように走行速度とすべり摩擦係数の関係は、各測定車によって多少異なる傾向を示しているが、全体的にはそれほど大きな差は見られなかった。

表-4.2.1～表-4.2.4は、各測定車の速度とすべり摩擦係数の関係を1次と2次回帰式によって求めたものである。

表-4.2.1 速度と縦すべり摩擦係数（BF）の関係  
 [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]

機関名	測定タイヤ	上段 : 1次回帰式 Y : $\mu$ (BF) 下段 : 相関関数( $r^2$ ) X : 速度 km/h	上段 : 2次回帰式 Y : $\mu$ (BF) 下段 : 相関関数( $r^2$ ) X : 速度 km/h
国総研	リブタイヤ	$Y = -0.008X + 1.0187$ $r^2 = 0.9644$	$Y = -0.00009X^2 + 0.0006X + 0.8466$ $r^2 = 0.9998$
近畿技術	リブタイヤ	$Y = -0.0062X + 0.922$ $r^2 = 0.9877$	$Y = -0.00004X^2 - 0.0025X + 0.8476$ $r^2 = 0.999$
四国技術	リブタイヤ	$Y = -0.0073X + 0.936$ $r^2 = 0.9535$	$Y = -0.00007X^2 - 0.003X + 0.7952$ $r^2 = 0.982$
土木研究所	リブタイヤ	$Y = -0.0056X + 0.8748$ $r^2 = 0.9926$	$Y = -0.000006X^2 - 0.005X + 0.8623$ $r^2 = 0.993$
中日本高速道路(株)1号車	リブタイヤ	$Y = -0.0058X + 0.8854$ $r^2 = 0.9782$	$Y = -0.00005X^2 - 0.0011X + 0.7931$ $r^2 = 0.9884$
中日本高速道路(株)2号車	リブタイヤ	$Y = -0.0055X + 0.8883$ $r^2 = 0.9857$	$Y = -0.00003X^2 - 0.0021X + 0.8915$ $r^2 = 0.9981$
(株) T J	リブタイヤ	$Y = -0.0077X + 1.0037$ $r^2 = 0.9231$	$Y = -0.0001X^2 + 0.0044X + 0.7614$ $r^2 = 0.996$

表-4.2.2 速度と縦すべり摩擦係数（BF）の関係  
 [密粒度アスファルト舗装、自力散水、リブタイヤ]

機関名	測定タイヤ	上段 : 1次回帰式 Y : $\mu$ (BF) 下段 : 相関関数( $r^2$ ) X : 速度 km/h	上段 : 2次回帰式 Y : $\mu$ (BF) 下段 : 相関関数( $r^2$ ) X : 速度 km/h
国総研	リブタイヤ	$Y = -0.005X + 0.9208$ $r^2 = 0.9978$	$Y = -0.00001X^2 - 0.0039X + 0.8983$ $r^2 = 0.9994$
近畿技術	リブタイヤ	$Y = -0.0051X + 0.9088$ $r^2 = 0.9879$	$Y = 0.00003X^2 - 0.0077X + 0.962$ $r^2 = 0.9966$
四国技術	リブタイヤ	$Y = -0.0058X + 0.9641$ $r^2 = 0.9846$	$Y = 0.00004X^2 - 0.0094X + 1.10186$ $r^2 = 0.9971$
中日本高速道路(株)1号車	リブタイヤ	$Y = -0.0055X + 0.9012$ $r^2 = 0.9922$	$Y = -0.0000009X^2 - 0.0054X + 0.8993$ $r^2 = 0.9922$
中日本高速道路(株)2号車	リブタイヤ	$Y = -0.0051X + 0.8975$ $r^2 = 0.9935$	$Y = -0.00002X^2 - 0.0029X + 0.8527$ $r^2 = 0.9996$
(株) T J	リブタイヤ	$Y = -0.0049X + 0.9084$ $r^2 = 0.9977$	$Y = 0.000008X^2 - 0.0057X + 0.9253$ $r^2 = 0.9986$

表-4.2.3 速度と縦すべり摩擦係数（BF）の関係

〔排水性舗装、自力散水、リブタイヤ〕

機関名	測定タイヤ	上段 : 1次回帰式 Y : $\mu$ (BF) 下段 : 相関関数( $r^2$ ) X : 速度 km/h	上段 : 2次回帰式 Y : $\mu$ (BF) 下段 : 相関関数( $r^2$ ) X : 速度 km/h
国総研	リブタイヤ	$Y = -0.0037X + 0.8091$ $r^2 = 0.9808$	$Y = -0.00003X^2 - 0.0066X + 0.8664$ $r^2 = 0.9997$
近畿技術	リブタイヤ	$Y = -0.0039X + 0.8068$ $r^2 = 0.9524$	$Y = 0.00005X^2 - 0.0085X + 0.8986$ $r^2 = 0.9962$
四国技術	リブタイヤ	$Y = -0.0042X + 0.8532$ $r^2 = 0.9071$	$Y = -0.00007X^2 - 0.0116X + 1.0003$ $r^2 = 0.9963$
中日本高速道路(株)1号車	リブタイヤ	$Y = -0.0037X + 0.7659$ $r^2 = 0.9812$	$Y = 0.00003X^2 - 0.0066X + 0.8232$ $r^2 = 1.0000$
中日本高速道路(株)2号車	リブタイヤ	$Y = -0.0034X + 0.7844$ $r^2 = 0.9943$	$Y = -0.00001X^2 - 0.0049X + 0.8132$ $r^2 = 0.9998$
(株) T J	リブタイヤ	$Y = -0.0037X + 0.8000$ $r^2 = 0.9605$	$Y = 0.00003X^2 - 0.0071X + 0.8677$ $r^2 = 0.9862$

表-4.2.4 速度と縦すべり摩擦係数（BF）の関係

〔密粒度アスファルト舗装、実験施設による散水、ステア角 15 度、リブタイヤ〕

機関名	測定タイヤ	上段 : 1次回帰式 Y : $\mu$ (BF) 下段 : 相関関数( $r^2$ ) X : 速度 km/h	上段 : 2次回帰式 Y : $\mu$ (BF) 下段 : 相関関数( $r^2$ ) X : 速度 km/h
国総研	リブタイヤ	$Y = -0.00007X + 0.8968$ $r^2 = 0.0909$	$Y = -0.000009X^2 + 0.0008X + 0.8791$ $r^2 = 0.5246$
近畿技術	リブタイヤ	$Y = -0.0002X + 0.8881$ $r^2 = 0.6156$	$Y = -0.000006X^2 + 0.0004X + 0.8766$ $r^2 = 0.8999$
四国技術	リブタイヤ	$Y = -0.0001X + 0.915$ $r^2 = 0.0292$	$Y = -0.00003X^2 + 0.0031X + 0.8517$ $r^2 = 0.9988$
中日本高速道路(株)1号車	リブタイヤ	$Y = -0.0009X + 0.8923$ $r^2 = 0.976$	$Y = -0.000005X^2 - 0.0004X + 0.8823$ $r^2 = 0.985$
中日本高速道路(株)2号車	リブタイヤ	$Y = -0.0023X + 0.981$ $r^2 = 0.8706$	$Y = -0.00003X^2 - 0.0054X + 1.0431$ $r^2 = 0.9234$
(株) T J	リブタイヤ	$Y = -0.0001X + 0.9266$ $r^2 = 0.9233$	$Y = -0.00002X^2 + 0.0006X + 0.8943$ $r^2 = 0.9991$

#### 4. 3 考察

各測定車で測定されるすべり摩擦係数は、多少測定値にバラツキがみられる機関もあったが、ほぼ妥当な値が測定されており、今回の合同比較試験により良好な各測定車間の補正式を作ることができた。これにより各測定車によって測定されるすべり摩擦係数が他機関もしくは全測定車同一の指標で評価が可能である。

#### あとがき

今回の合同比較試験では、道路の維持管理及び試験研究に使用しているすべり測定車を国土技術政策総合研究所に集め、同一の条件下で試験を行ったことにより各測定車の性能の確認、及び各測定車間の相関をとることが出来た。

よって、今回の合同比較試験は今後の路面の維持管理等を行っていく上に役立つものと思われる。



# 卷 末 資 料

## 巻末資料－１ 温度補正と速度補正

すべり摩擦係数は、温度・速度によって変化するためデータを評価する場合、本文中の表-3.1.1.1及び表-3.1.1.2の補正とともに温度・速度補正を行う必要がある。

ここで、温度・速度補正式は、以前用いていた標準タイヤ“5.60-13-4PR”に対応しているため、まず以下に示すように、現在用いている標準タイヤ“165-SR13”でのすべり摩擦係数を“6.45-13-4PR”さらに“5.60-13-4PR”へ補正しなければならない。

### I. 165-SR13（リブタイヤ）から6.45-13-4PR（リブタイヤ）への補正

両者によって測定されるすべり摩擦係数に、差はほとんどないため補正の必要はない。

### II. 6.45-13-4PR（リブタイヤ）から5.60-13-4PR（リブタイヤ）への補正

$Y = -0.036 + 0.9155X$     X：前標準タイヤ“6.45-13 リブタイヤ”のすべり摩擦係数  
Y：旧標準タイヤ“5.60-13 リブタイヤ”のすべり摩擦係数

なお、上式は縦すべりについてのものであり、横すべりについては妥当な補正式が求められていない。

次にリブタイヤの温度（35℃）・速度補正（60km/h）については旧標準タイヤの値に換算の後に、以下の式（土木研究所資料1109号）により補正值を求める。

すべり摩擦係数の補正值 $\Delta f$ は

コンクリート路面の場合

$$\Delta f = (-0.0000228(V+60)/2 - 0.0000418(T+35)/2 - 0.00343)(60-V) \\ + (-0.0005330(T+35)/2 - 0.0000418(V+60)/2 + 0.01421)(35-T)$$

アスファルト路面の場合

$$\Delta f = (-0.0000265(V+60)/2 - 0.0000175(T+35)/2 - 0.00378)(60-V) \\ + (-0.0000111(T+35)/2 - 0.0000175(V+60)/2 + 0.00056)(35-T)$$

V：測定速度（km/h）

T：測定路面温度（℃）

となり、旧標準タイヤ換算値（Y）に上記式で得られた値（ $\Delta f$ ）を加え、補正を行う。

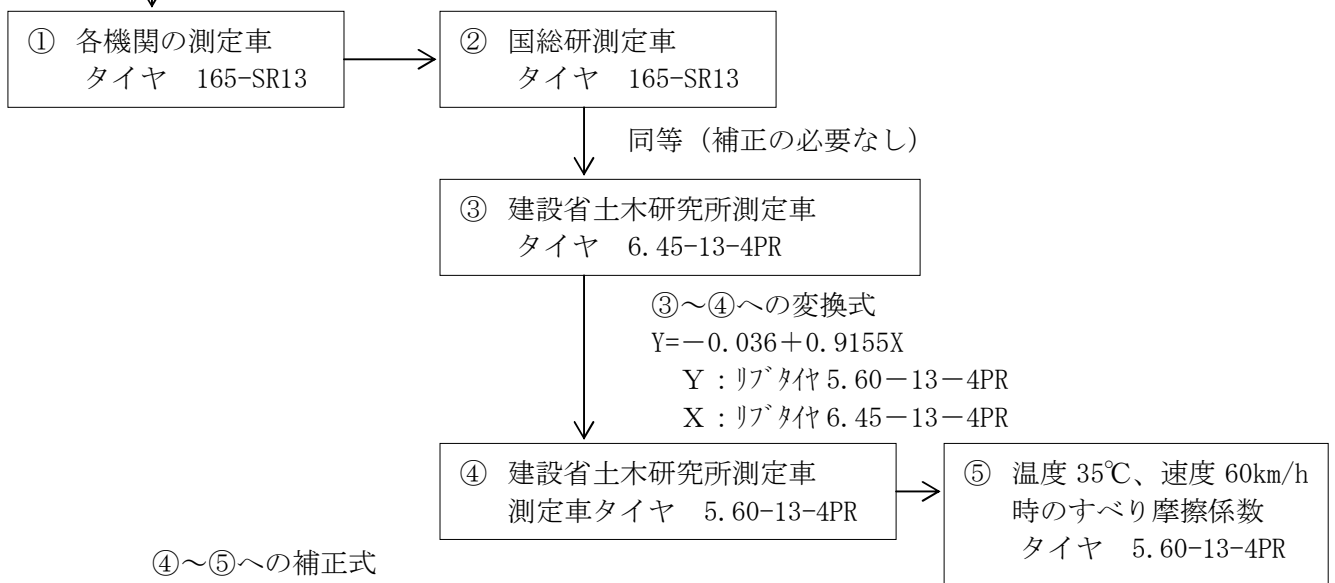
上記補正式は、新しい標準タイヤの補正式ができるまでの暫定として使用する。また雪氷路面など特殊な路面には適用しないものとする。

なお、今回の合同比較試験の参加機関が所有する測定車で測定した値を温度補正、速度補正する場合の手順は、巻末資料図-1に示すとおりである。

測定値を国総研測定車の値に補正するための条件

- ・ 測定種類：縦すべり（100%制動時）
- ・ タイヤ：すべり測定用標準タイヤ 165SR-13  
     タイヤ種類 リブタイヤ  
     タイヤ内圧 1.7kg/cm<sup>2</sup>
- ・ 路面工種：アスファルト路面、コンクリート路面
- ・ 路面状態：湿潤状態 水膜厚 0.5～1.0mm

①～②への補正式（表-3.1.1.1 及び表-3.1.1.2）



④～⑤への補正式

コンクリート路面

$$\mu(F) = (-0.0000228(V+60)/2 - 0.0000418(T+35)/2 - 0.00343)(60-V) + (-0.0005330(T+35)/2 - 0.0000418(V+60)/2 + 0.01421)(35-T) + Y$$

アスファルト路面

$$\mu(F) = (-0.0000265(V+60)/2 - 0.0000175(T+35)/2 - 0.00378)(60-V) + (-0.0000111(T+35)/2 - 0.0000175(V+60)/2 + 0.00056)(35-T) + Y$$

$\mu(F)$ ：補正後のすべり摩擦係数

V：測定速度（km/h）

T：路面温度（℃）

Y：リブタイヤ5.60-13-4PRによるすべり摩擦係数

巻末資料 図-1 各機関のすべり摩擦係数補正フロー

巻末資料－２ 試験時の温度

測定日：平成18年1月17日

天候：晴

試験条件		測点	測定時間	路面温度	外気温度
試験条件1 縦すべり 密粒As舗装 実験施設散水	試験開始前	1	10:25	11.8	8.3
		2	10:26	12.4	6.6
		3	10:27	12.1	7.9
		4	10:28	12.1	6.5
	20km/h走行後	1	10:56	13.1	8.4
		2	10:57	13.6	6.3
		3	10:58	13.6	6.8
		4	10:59	11.6	6.1
	40km/h走行後	1	11:17	14.5	10.1
		2	11:18	14.6	8.1
		3	11:19	14.6	6.6
		4	11:20	13.7	7.0
	60km/h走行後	1	11:48	14.4	10.4
		2	11:49	15.1	8.8
		3	11:50	15.1	6.2
		4	11:51	14.6	5.8
	80km/h走行後	1	12:35	16.0	10.4
		2	12:36	16.4	7.3
		3	12:37	16.7	9.3
		4	12:38	16.3	9.9
試験条件2 横すべり 密粒As舗装 実験施設散水	試験開始前	1	13:40	13.6	13.9
		2	13:41	15.5	10.1
		3	13:42	15.5	11.2
		4	13:43	15.4	10.4
	20km/h走行後	1	14:29	12.3	13.0
		2	14:30	13.1	11.1
		3	14:31	12.8	9.0
		4	14:32	12.9	11.1
	40km/h走行後	1	14:44	11.4	10.1
		2	14:45	12.3	10.2
		3	14:46	11.8	9.1
		4	14:47	11.8	8.9
	60km/h走行後	1	15:12	9.6	10.2
		2	15:13	10.3	9.7
		3	15:14	9.9	9.2
		4	15:15	9.1	6.1
	80km/h走行後	1	15:37	9.1	8.2
		2	15:38	8.8	8.3
		3	15:39	9.8	10.6
		4	15:40	8.6	8.4
	20km/h(再測定)走行後	1	15:56	8.5	11.2
		2	15:57	7.8	6.0
		3	15:58	8.1	7.7
		4	15:59	7.6	6.8
	40km/h(再測定)走行後	1	16:09	8.7	5.4
		2	16:10	7.6	6.4
		3	16:12	7.4	7.8
		4	16:13	7.3	5.7

測定日：平成18年1月18日

天候：晴

試験条件		測点	測定時間	路面温度	外気温度
試験条件3 縦すべり 密粒As舗装 自力散水	試験開始前	1,2の間	9:58	8.3	4.6
		2,3の間	9:59	8.0	6.5
		3,4の間	10:00	8.0	5.9
	20km/h走行後	1,2の間	10:27	10.6	7.2
		3,4の間	10:28	10.0	3.4
	40km/h走行後	1,2の間	10:56	11.4	6.4
		3,4の間	10:58	11.6	5.9
	60km/h走行後	1,2の間	11:32	13.6	7.6
		3,4の間	11:33	12.9	6.3
	80km/h走行後	1,2の間	13:48	12.6	9.6
		3,4の間	13:49	12.3	9.1
	60km/h(再測定)走行後	1,2の間	14:09	12.2	9.8
		3,4の間	14:10	11.8	8.1
	80km/h(再測定)走行後	1,2の間	15:21	8.9	9.5
3,4の間		15:22	8.2	8.1	
試験条件4 横すべり 密粒As舗装 自力散水	60km/h走行後	1,2の間	14:47	10.1	10.3
		3,4の間	14:48	10.2	9.2

測定日：平成18年1月19日

天候：晴

試験条件		測点	測定時間	路面温度	外気温度
試験条件3 縦すべり 排水性舗装 自力散水	20km/h走行後	南	10:02	10.1	6.7
		中	10:03	9.6	4.1
		北	10:03	7.4	2.3
	40km/h走行後	南	10:32	10.3	5.9
		中	10:33	10.4	5.4
		北	10:33	9.0	5.4
	20km/h(再測定)走行後	南	10:49	10.2	5.5
		中	10:50	9.6	6.9
		北	10:51	9.6	6.2
	60km/h走行後	南	11:40	10.4	5.5
		中	11:40	10.1	5.7
		北	11:41	9.6	5.3
	試験再開前	南	13:08	11.1	6.6
		中	13:09	10.1	5.6
		北	13:09	9.8	5.6
	80km/h走行後	南	13:44	10.3	6.7
		中	13:45	9.9	5.5
		北	13:45	8.8	5.8
試験条件2 縦すべり 排水性舗装 自力散水	60km/h走行後	南	14:46	7.4	6.1
		中	14:47	8.1	5.4
		北	14:48	5.9	5.3
	60km/h(再測定)走行後	南	15:10	5.9	5.1
		中	15:11	5.4	5.1
		北	15:11	4.3	5.0

巻末資料－３ 試験時の水膜厚

測定日：平成18年1月17日

天 候：晴

試験条件・測定条件		測点	測定時間	水 膜 厚			
				1	2	3	平均
試験条件1 縦すべり 密粒As舗装 実験施設散水	試験開始前	1	10:32	1.3	0.8	0.5	0.87
		2	10:30	0.8	0.8	0.5	0.70
		3	10:29	0.8	1.0	0.8	0.87
		4	10:25	1.0	1.0	0.8	0.93
	20km/h走行後	1	10:58	1.0	1.0	1.3	1.10
		2	10:59	1.0	0.8	0.8	0.87
		3	11:00	0.8	0.5	1.3	0.87
		4	11:01	0.8	1.0	1.3	1.03
	40km/h走行後	1	11:18	0.8	0.8	0.8	0.80
		2	11:20	0.8	0.8	0.8	0.80
		3	11:21	0.5	1.0	0.8	0.77
		4	11:25	0.5	0.8	0.8	0.70
	60km/h走行後	1	11:50	1.0	0.8	0.8	0.87
		2	11:51	0.5	0.8	0.8	0.70
		3	11:53	1.0	0.8	0.5	0.77
		4	11:54	1.0	0.8	0.5	0.77
	80km/h走行後	1	12:35	0.8	0.8	0.8	0.80
		2	12:37	0.8	0.5	0.8	0.70
		3	12:38	0.8	0.8	1.0	0.87
		4	12:39	1.0	1.0	0.8	0.93
試験条件2 横すべり 密粒As舗装 実験施設散水	試験開始前	1	13:45	1.0	0.8	1.0	0.93
		2	13:44	0.8	0.8	0.8	0.80
		3	13:43	0.8	0.8	0.5	0.70
		4	13:40	0.8	0.5	0.8	0.70
	20km/h走行後	1	14:29	0.8	0.8	0.8	0.80
		2	14:30	0.8	0.8	1.0	0.87
		3	14:31	1.0	0.8	0.5	0.77
		4	14:32	1.0	0.5	0.5	0.67
	40km/h走行後	1	14:44	0.8	0.5	1.0	0.77
		2	14:45	0.8	0.8	0.8	0.80
		3	14:46	0.5	0.8	1.0	0.77
		4	14:48	0.8	0.8	0.5	0.70
	60km/h走行後	1	15:10	0.5	0.8	0.5	0.60
		2	15:11	0.5	1.0	1.0	0.83
		3	15:12	0.8	0.8	0.8	0.80
		4	15:13	0.5	0.5	1.0	0.67
	80km/h走行後	1	15:41	0.8	0.8	1.0	0.87
		2	15:40	0.5	0.8	1.0	0.77
		3	15:39	0.8	0.8	1.0	0.87
		4	15:38	0.5	0.8	0.8	0.70
	20km/h(再測定)走行後	1	15:59	0.5	0.8	0.5	0.60
		2	15:58	0.8	0.8	1.0	0.87
		3	15:57	1.0	0.5	0.5	0.67
		4	15:56	1.0	0.8	0.8	0.87
	40km/h(再測定)走行後	1	16:10	0.8	0.8	0.8	0.80
		2	16:11	0.8	0.8	1.0	0.87
		3	16:12	0.8	0.5	0.8	0.70
		4	16:13	0.8	0.8	0.8	0.80

測定日：平成18年1月18日

天 候：晴

試験条件・測定条件		車両 番号	測定時間	水 膜 厚			
				1	2	3	平均
試験条件3 縦すべり 密粒As舗装 自力散水	20km/h走行後 (1回目)	1	10:07	0.5	0.5	0.8	0.60
		2	10:08	0.8	0.5	0.5	0.60
		3	10:09	0.8	1.0	0.5	0.77
		4	10:10	0.8	0.8	0.8	0.80
		5	10:11	0.8	0.5	1.0	0.77
		6	10:12	1.0	0.8	—	0.90
	20km/h走行後 (2回目)	1	10:14	0.8	0.8	0.8	0.80
		2	10:15	1.0	0.8	0.5	0.77
		3	10:16	0.5	0.8	—	0.65
		4	10:17	1.0	0.8	0.8	0.87
		5	10:18	0.8	0.8	0.5	0.70
		6	10:19	0.8	0.8	0.5	0.70
	20km/h走行後 (3回目)	1	10:21	0.5	0.5	0.5	0.50
		2	10:22	0.8	0.5	0.5	0.60
		3	10:23	1.0	0.8	0.8	0.87
		4	10:25	0.8	0.8	0.5	0.70
		5	10:26	0.8	0.8	0.5	0.70
		6	10:28	0.8	0.8	0.5	0.70
	40km/h走行後 (1回目)	1	10:35	1.0	0.5	0.8	0.77
		2	10:36	0.5	0.5	0.5	0.50
		3	10:37	0.5	0.5	0.5	0.50
		4	10:38	0.8	0.8	0.5	0.70
		5	10:39	0.8	0.5	0.5	0.60
		6	10:40	0.8	0.8	0.8	0.80
40km/h走行後 (2回目)	1	10:42	0.8	0.5	0.5	0.60	
	2	10:43	0.5	0.8	0.5	0.60	
	3	10:43	0.5	0.8	0.5	0.60	
	4	10:44	1.0	0.5	0.5	0.67	
	5	10:45	0.8	0.8	0.5	0.70	
	6	10:46	1.0	1.3	0.5	0.93	
40km/h走行後 (3回目)	1	10:47	0.5	0.5	0.5	0.50	
	2	10:48	0.8	0.5	0.5	0.60	
	3	10:49	0.5	0.8	0.5	0.60	
	4	10:50	0.5	0.5	0.5	0.50	
	5	10:51	0.5	0.8	0.5	0.60	
	6	10:53	0.8	0.5	0.8	0.70	
40km/h走行後(4回目)	6	10:57	0.5	0.5	0.8	0.60	

測定日：平成18年1月18日

天候：晴

試験条件・測定条件		車両 番号	測定時間	水膜厚			
				1	2	3	平均
試験条件3 縦すべり 密粒As舗装 自力散水	60km/h走行後(1回目)	1	11:11	0.5	0.8	0.5	0.60
		2	11:12	0.5	0.5	—	0.50
		3	11:13	0.5	0.5	—	0.50
		4	11:14	0.5	0.5	0.8	0.60
		5	11:15	0.5	0.8	0.5	0.60
		6	11:16	0.5	0.5	1.0	0.67
	60km/h走行後(2回目)	1	11:17	0.5	0.8	0.5	0.60
		2	11:18	0.8	0.8	0.25	0.62
		3	11:19	0.5	0.25	—	0.38
		4	11:20	1.0	1.3	—	1.15
		5	11:21	0.5	0.5	0.8	0.60
		6	11:22	1.3	1.0	0.5	0.93
	60km/h走行後(3回目)	1	11:30	1.0	0.8	—	0.90
		2	11:24	0.25	0.25	—	0.25
		3	11:25	0.8	0.25	0.25	0.43
		4	11:26	0.5	—	—	0.50
		5	11:27	0.8	0.5	—	0.65
		6	11:28	0.8	1.0	0.5	0.77
	60km/h走行後(4回目)	6	13:55	0.5	0.5	—	0.50
	60km/h走行後(5回目)	6	14:01	1.0	—	—	1.00
	60km/h走行後(6回目)	6	14:07	0.5	0.5	0.5	0.50
	80km/h走行後(1回目)	1	13:21	0.5	0.5	—	0.50
		2	13:22	0.25	0.25	0.25	0.25
		3	13:23	0.25	0.8	0.5	0.52
		4	13:24	0.25	0.25	0.8	0.43
		5	13:25	0.5	0.25	—	0.38
		6	13:26	0.8	0.5	—	0.65
	80km/h走行後(2回目)	1	13:28	0.5	0.5	0.25	0.42
		2	13:28	0.5	0.25	—	0.38
		3	13:29	0.5	0.25	0.25	0.33
		4	13:29	0.5	0.25	—	0.38
		5	13:30	0.5	0.5	0.5	0.50
		6	13:31	0.5	0.5	0.5	0.50
	80km/h走行後(3回目)	1	13:33	0.5	0.8	1.3	0.87
		2	13:33	0.8	0.8	—	0.80
		3	13:34	1.3	0.5	0.25	0.68
		4	13:35	0.5	0.25	0.25	0.33
		5	13:36	0.8	0.25	—	0.53
		6	13:37	0.5	0.8	—	0.65
	80km/h走行後(4回目)	1	13:46	0.5	—	—	0.50
		4	13:47	0.8	0.25	—	0.53
		6	13:48	0.25	—	—	0.25
80km/h走行後(5回目)	6	15:08	0.8	0.25	0.25	0.43	
80km/h走行後(6回目)	6	15:14	0.25	—	—	0.25	
80km/h走行後(7回目)	6	15:20	0.5	—	—	0.50	



測定日：平成18年1月18日

天 候：晴

試験条件・測定条件		車両 番号	測定時間	水 膜 厚			
				1	2	3	平均
試験条件4 横すべり 密粒As舗装 自力散水	60km/h走行後(1回目)	1	14:28	0.5	0.8	0.5	0.60
		2	14:29	0.5	0.5	0.25	0.42
		3	14:30	0.8	0.5	—	0.65
		4	14:32	0.8	0.5	—	0.65
		5	14:33	0.5	—	—	0.50
		6	14:34	0.5	0.5	—	0.50
	60km/h走行後(2回目)	1	14:35	1.3	1.0	—	1.15
		2	14:35	1.0	0.8	0.8	0.87
		3	14:36	0.5	0.5	0.25	0.42
		4	14:38	0.5	0.5	0.25	0.42
		5	14:39	0.5	—	—	0.50
		6	14:40	0.5	0.5	—	0.50
	60km/h走行後(3回目)	4	14:44	0.8	0.25	—	0.53
		5	14:45	0.8	—	—	0.80
		6	14:46	0.8	0.5	0.5	0.60

## 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 <sup>-6</sup> )					
	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 <sup>-6</sup>	0.536 kg/10 <sup>-6</sup>	0.262 kg/10 <sup>-6</sup>	0.530 kg/10 <sup>-6</sup>	0.496 kg/10 <sup>-6</sup>
近畿技術事務所	H18.1.14	0.667 kg/10 <sup>-6</sup>	0.671 kg/10 <sup>-6</sup>	0.333 kg/10 <sup>-6</sup>	0.665 kg/10 <sup>-6</sup>	0.669 kg/10 <sup>-6</sup>
四国技術事務所	H17.11.1	0.654 kg/10 <sup>-6</sup>	0.663 kg/10 <sup>-6</sup>	0.336 kg/10 <sup>-6</sup>	0.659 kg/10 <sup>-6</sup>	0.644 kg/10 <sup>-6</sup>
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 <sup>-6</sup>	1.671 kg/10 <sup>-6</sup>	0.343 kg/10 <sup>-6</sup>	1.667 kg/10 <sup>-6</sup>	0.496 kg/10 <sup>-6</sup>

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)											
BFの係数		E <sub>BF</sub>		M <sub>BF</sub>		a <sub>BF</sub>		A <sub>1</sub> /A <sub>2</sub> =													
TFの係数		E <sub>TF</sub>		M <sub>TF</sub>		a <sub>TF</sub>		B <sub>1</sub> /B <sub>2</sub> =													
Wの係数		E <sub>W</sub>		M <sub>W</sub>		a <sub>W</sub>		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)
												R <sub>BF</sub> (mm) R <sub>TF</sub> (mm) R <sub>W</sub> (mm)			BF(kg) TF(kg) W(kg)			μ(BF)=BF/W μ(TF)=TF/W			
アスファルト		リップ・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

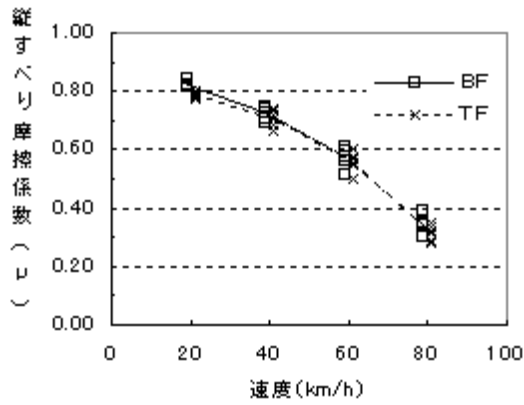
試験年月日		平成 年 月 日		試験場所		国土技術政策総合研究所		試験タイヤ		165-SR13		タイヤ内圧		17.64N		機関名			
-		①ロードセル感度		②calマイクロ		③cal mm		④レバー比		⑤係数 (①×②×④/③)		<p> <math>B_1 =</math>  <math>B_2 =</math>  <math>\text{COS}15^\circ = 0.966</math> </p>							
SFの係数		$E_{SF}$		$M_{SF}$		$a_{SF}$		1/1=1.0											
CFの係数		$E_{CF}$		$M_{CF}$		$a_{CF}$		$B_1/B_2 =$											
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	リブ・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

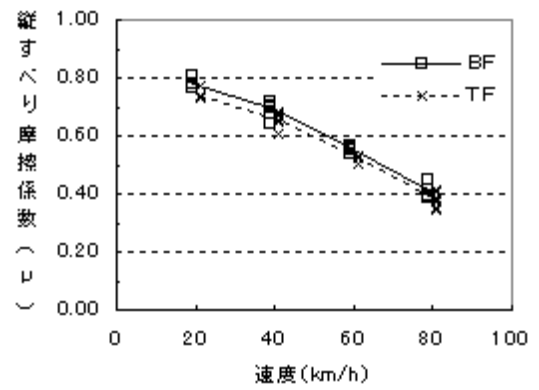
資料-4. 1 縦すべり摩擦係数

(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)

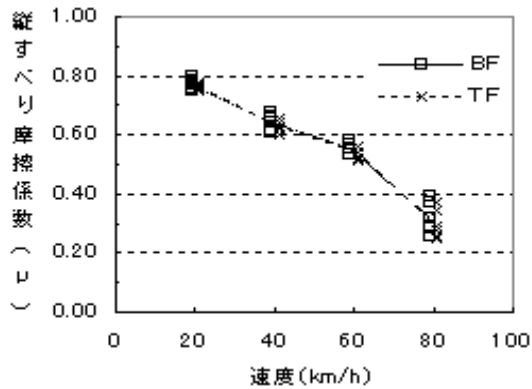
国土技術政策総合研究所



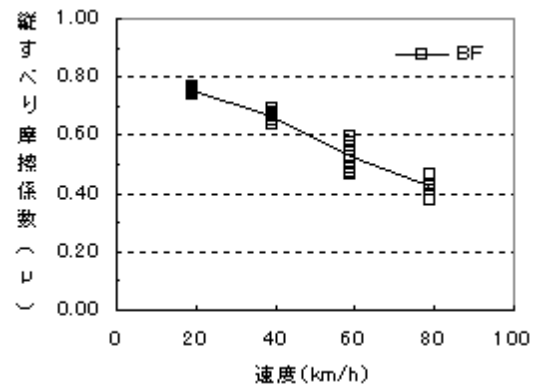
近畿技術事務所



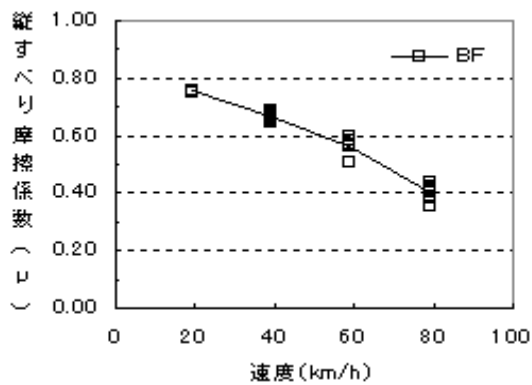
四国技術事務所



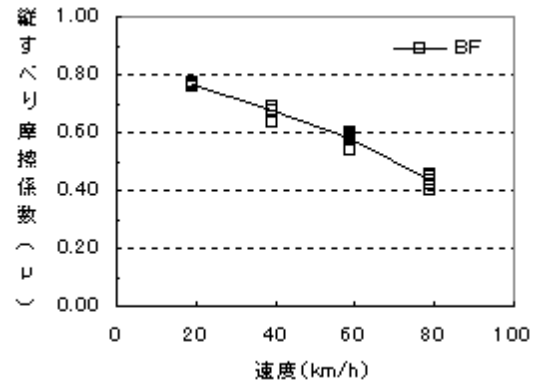
土木研究所



中日本高速道路(1号車)

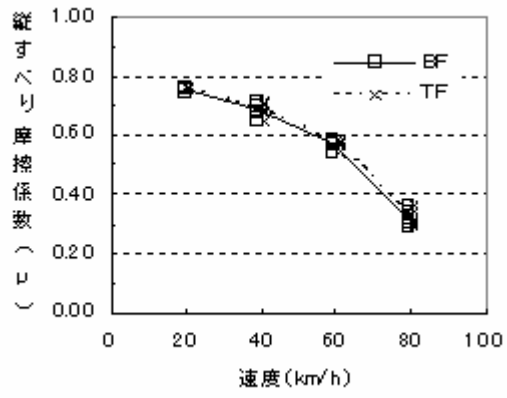


中日本高速道路(2号車)



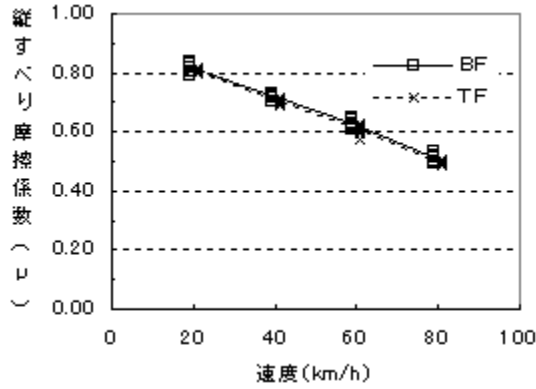


株式会社 TJ

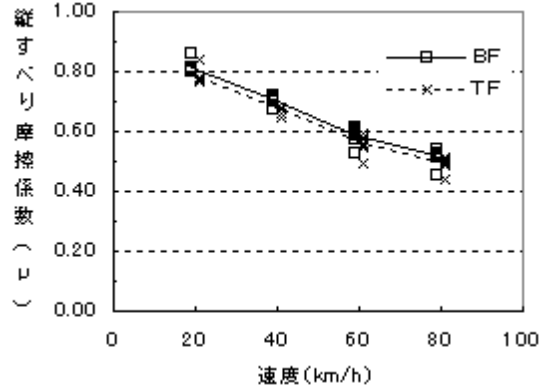


資料-4. 2 縦すべり摩擦係数  
 (密粒度アスファルト舗装、自力散水、リブタイヤ)

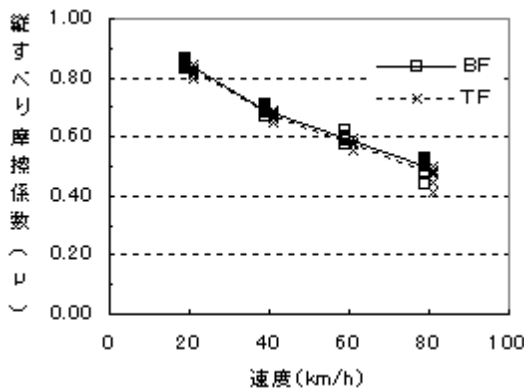
国土技術政策総合研究所



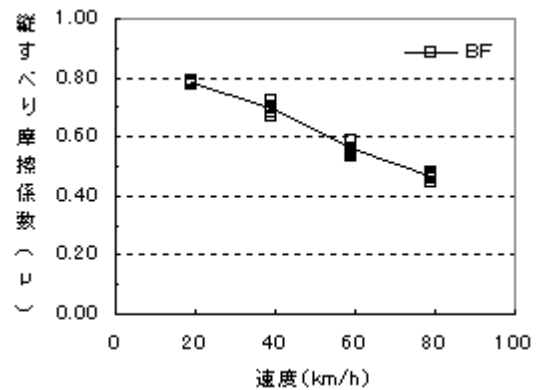
近畿技術事務所



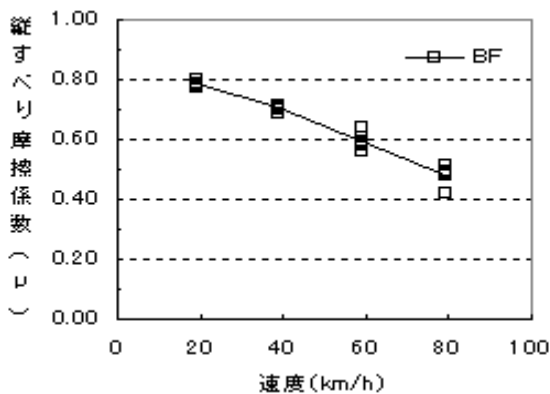
四国技術事務所



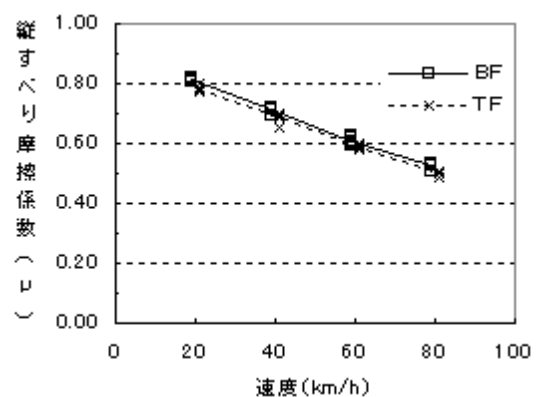
中日本高速道路(1号車)



中日本高速道路(2号車)

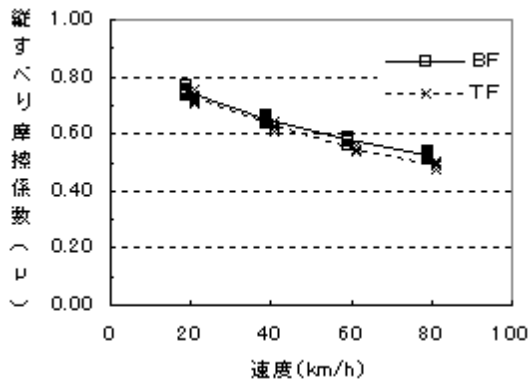


株式会社 TJ

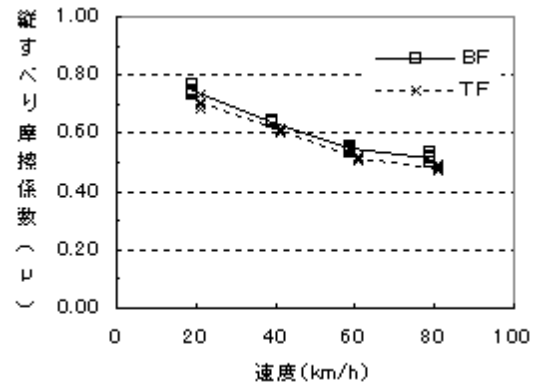


資料-4. 3 縦すべり摩擦係数  
 (排水性舗装、自力散水、リブタイヤ)

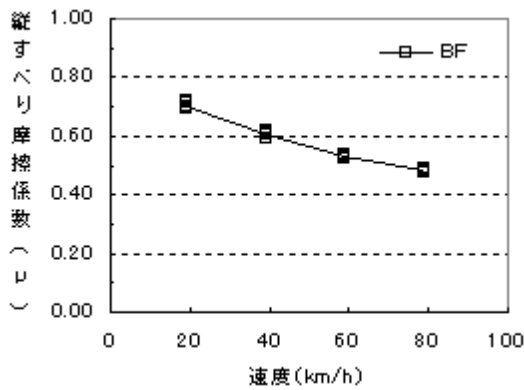
国土技術政策総合研究所



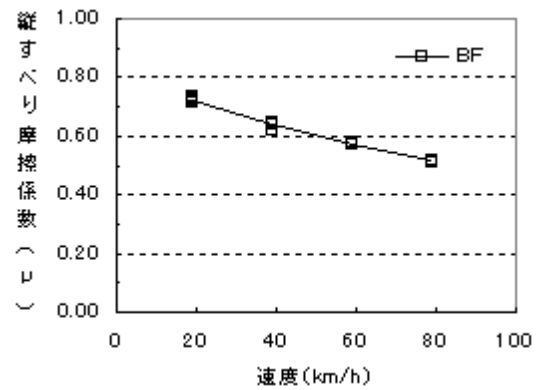
近畿技術事務所



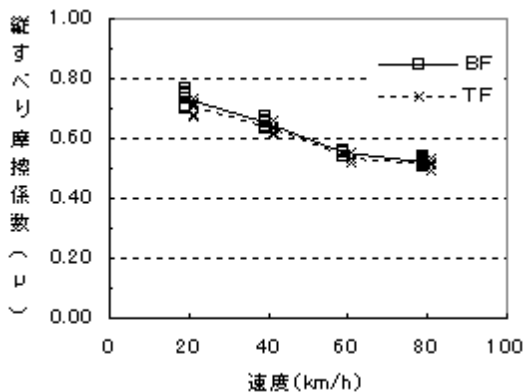
中日本高速道路(1号車)



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。

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

- 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）
- $\beta$ ：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）

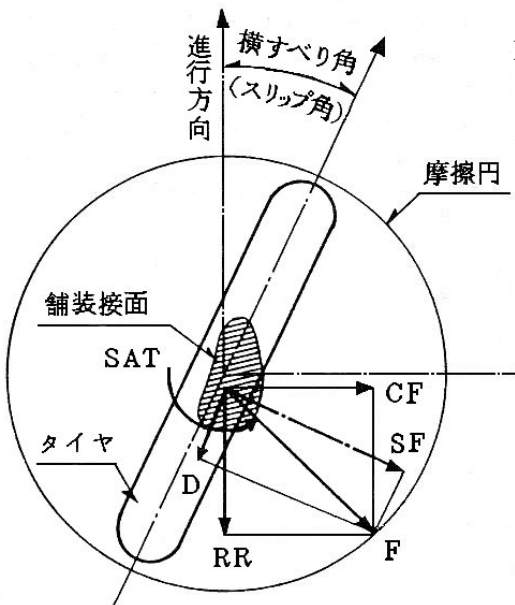


図-6.1 測定中のタイヤの力の方向



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 1 m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

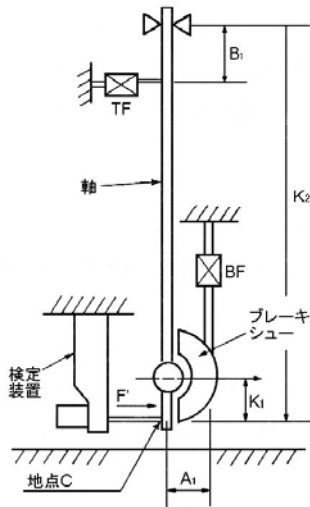
昭和62年度より、各機関ともに 165-SR13（路面すべり用標準タイヤ）のタイヤを用いてデータ収集すること。

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

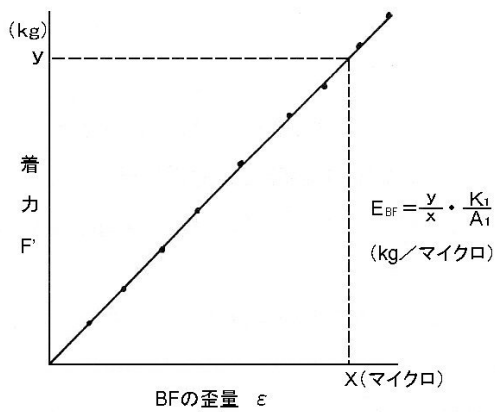
A1 : 測定輪回転軸中心から BF ロードセルまでの  
水平距離 (mm)

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)

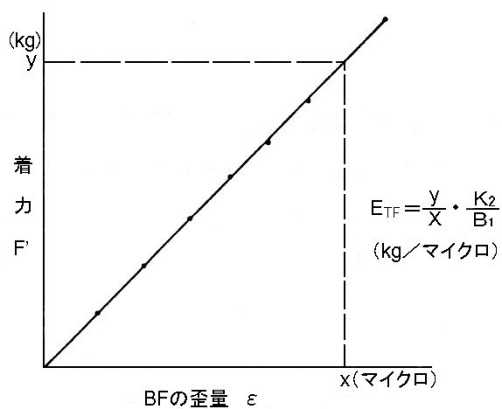
F' : 着力



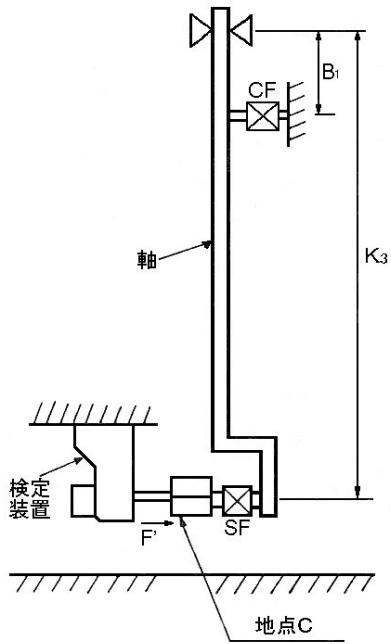
検定により左図を作成し、ロードセル感度 ( $E_{BF}$ )  
を求める。

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。

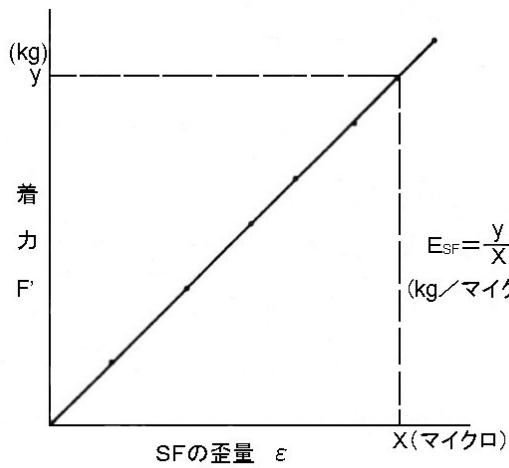


ここで

$B_1$  : 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



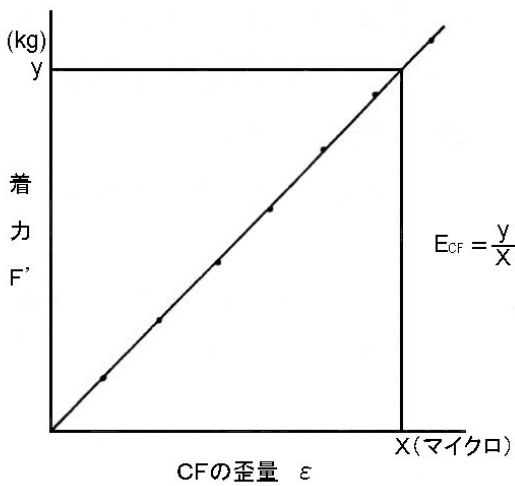
検定により左図を作成し、ロードセルの感度 ( $E_{SF}$ ) を求める。

$y$  : 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)

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

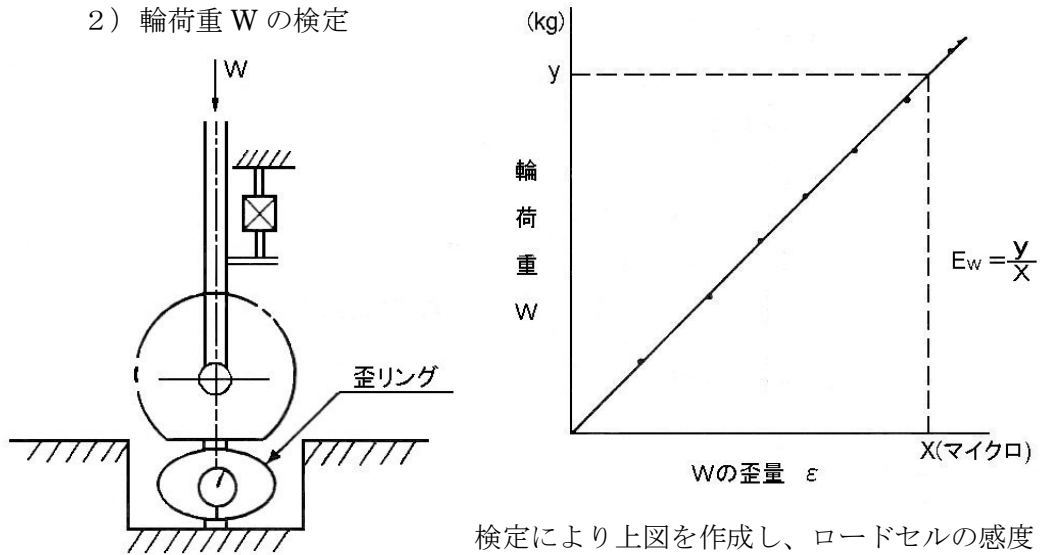
(kg/マイクロ)



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。

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

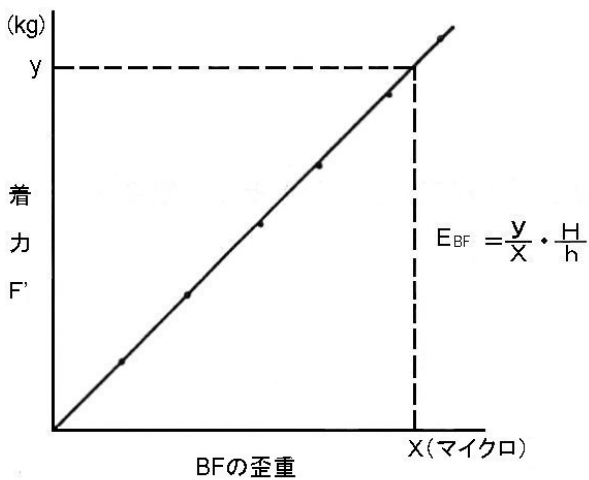
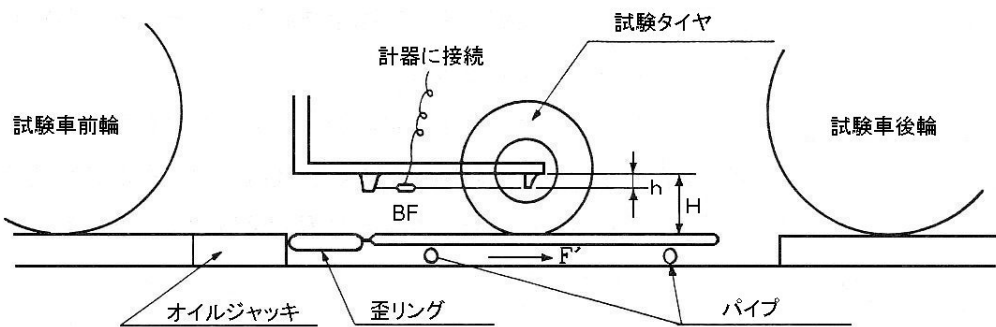
2) 輪荷重 W の検定



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、

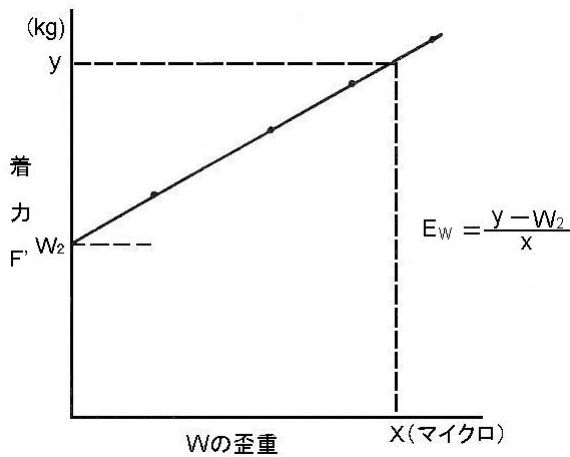
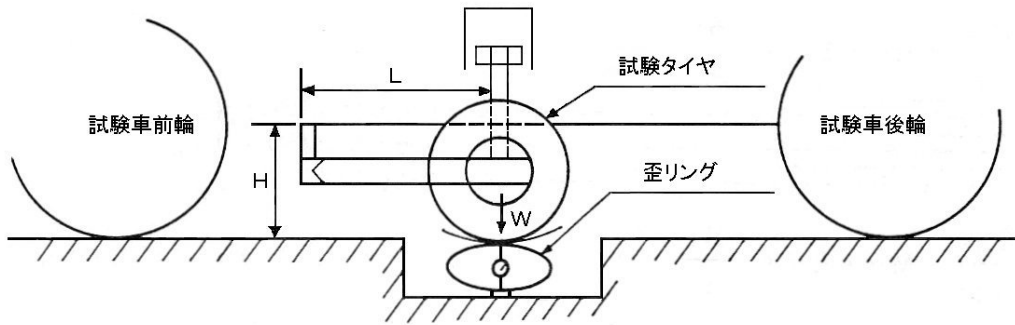
y : 検定時に試験タイヤにかけた着力 (kg)

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、

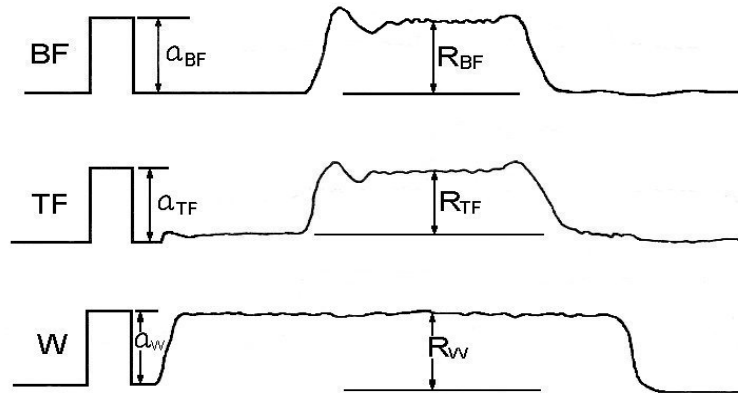
$W_2$  : 検定時に試験タイヤにかけた着力 (kg)

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。

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

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)

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

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

- 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 : タイヤにかかる上載荷重 (kg)
- R<sub>BF</sub>, R<sub>TF</sub>, R<sub>W</sub> : BF, TF, W の読み取り値 (mm)
- a<sub>BF</sub>, a<sub>TF</sub>, a<sub>W</sub> : BF, TF, W の cal の読み取り値 (mm)
- M<sub>BF</sub>, M<sub>TF</sub>, M<sub>W</sub> : BF, TF, W の cal 設定マイクロ数 (kg/マイクロ)
- E<sub>BF</sub>, E<sub>TF</sub>, E<sub>W</sub> : BF, TF, W のロードセル感度 (kg/マイクロ)
- A<sub>1</sub> : タイヤ中心から BF 検出器までの水平距離 (mm)
- A<sub>2</sub> : 路面からタイヤ中心までの高さ (mm)
- B<sub>1</sub> : TF 検出器から支点までの高さ (mm)
- B<sub>2</sub> : 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。

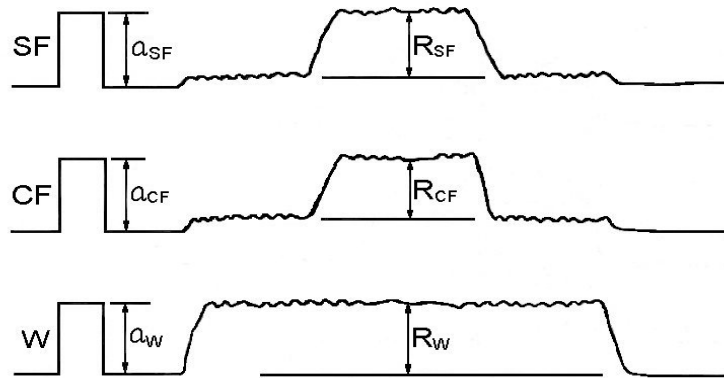
$$\mu(BF) = \frac{BF}{W} \qquad \mu(TF) = \frac{TF}{W}$$

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)

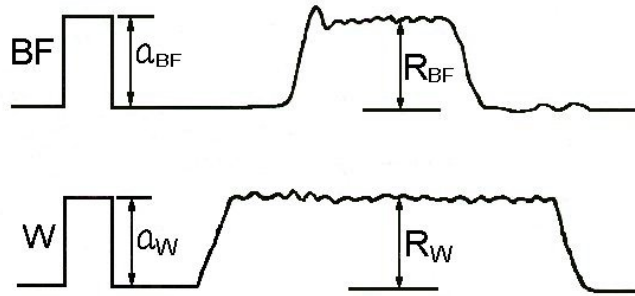
よって、すべり摩擦係数 ( $\mu$ ) は、次式により求められる。

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

$\mu$  (SF) : 横方向力から算出されるすべり摩擦係数

$\mu$  (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。

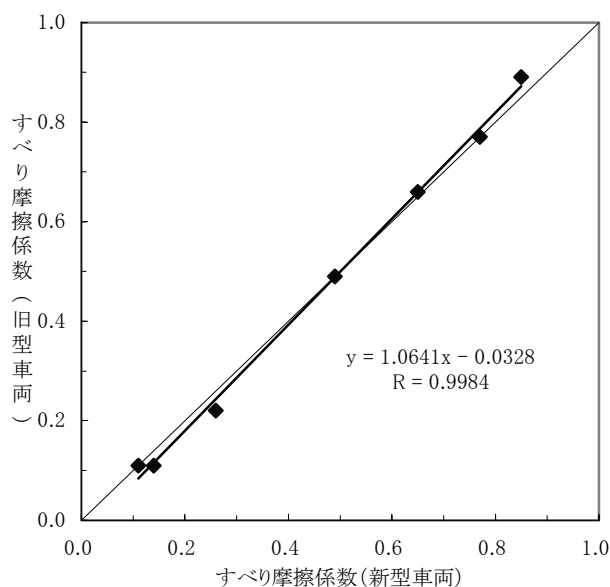


図-8.1 新・旧すべり測定車の関係 [BF]  
[密粒度アスファルト舗装・湿潤路面・リブタイヤ]

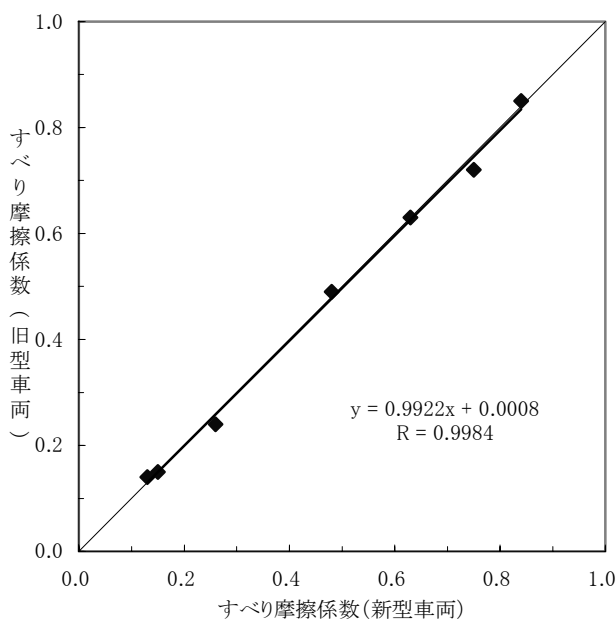


図-8.2 新・旧すべり測定車の関係 [TF]  
[密粒度アスファルト舗装・湿潤路面・リブタイヤ]

(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。

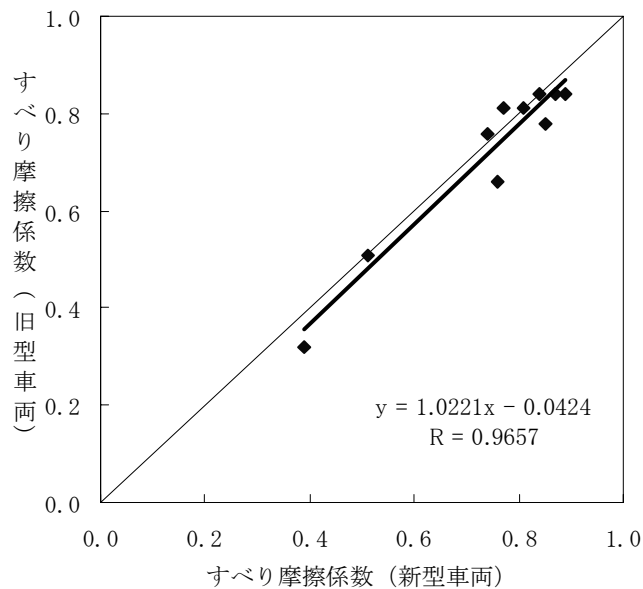


図-8.3 新・旧すべり測定車の関係 [SF]  
(密粒度アスファルト舗装、湿潤路面、リブタイヤ)

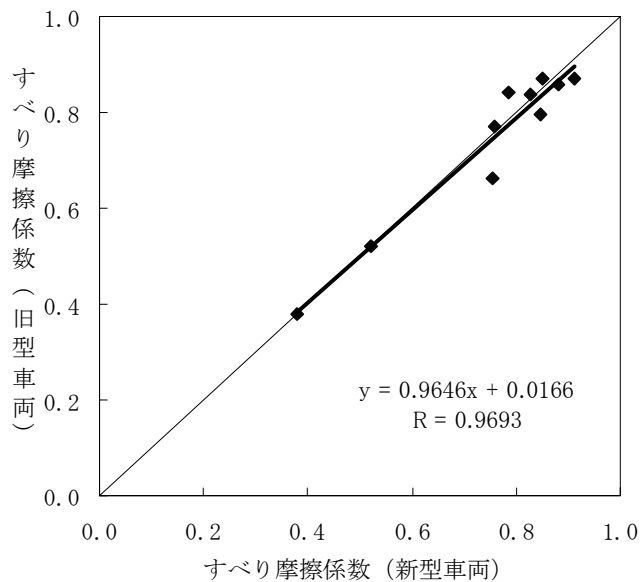


図-8.4 新・旧すべり測定車の関係 [CF]  
(密粒度アスファルト舗装、湿潤路面、リブタイヤ)

(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

-----

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of NILIM

No.356

December 2006

-----

編集・発行 ©国土技術政策総合研究所

本資料の転載・複写の問い合わせは

〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地

企画部研究評価・推進課 TEL 029-864-2675