

土 木 研 究 所 資 料

第6回 路面すべり測定車合同比較試験結果

平成4年3月

建設省土木研究室
道路部道路研究室

Copyright © 1992 by P. W. R. I.

All rights reserved, No part of this book may be reproduced by any means,
nor transmitted, nor translated into a machine language without the written
permission of the Director General of P. W. R. I.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、
本報告書の全部又は一部の転載、複製は、土木研究所長の承認を得ずしてこれを行
ってはならない。

第6回 路面すべり測定車合同比較試験結果

道 路 部 部 長 神 崎 紘 郎
部 長 柴 田 正 雄*
道路研究室 室 長 松 村 哲 男
研究員 岡 邦 彦**
〃 池 原 圭 一

* 現 国土地理院参事官

** 現 中国地方建設局岡山国道工事
事務所調査設計課長

要 旨

本報告書は、道路の維持管理や試験研究用として各地に整備されている路面すべり測定車の性能と測定されるすべり摩擦係数の信頼性を向上させるため、平成3年9月10日から同年9月13日まで建設省土木研究所試験走路において路面すべり測定車の合同比較試験を実施し、その結果をと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、すべり計

道路管理者が自動車の走行の安全性を確保するために、路面とタイヤとのすべり摩擦抵抗を把握することは、道路を管理するうえで重要な課題の一つである。このため、各機関では路面すべり測定車を活用して道路の維持管理や試験調査を行っているところであるが、各測定車の性能の整合性を確認するために数年ごとに定期的に路面すべり測定車の合同比較試験を実施している。

本報告書は、道路の維持管理や試験研究用として、建設省土木研究所および各地方建設局、北海道開発局、北海道大学、日本道路公団ならびに(財)日本自動車研究所が所有している路面すべり測定車について、平成3年9月10日から9月13日の4日間にわたり建設省土木研究所試験走路において実施した第6回路面すべり測定車の合同比較試験結果をとりまとめたものである。

目 次

まえがき

1 概要	1
1.1 試験目的	1
1.2 試験概要	2
1.2.1 試験期間及び試験場所	2
1.2.2 試験方法	2
1.2.3 試験条件	3
1.2.4 各測定車の班編成と走行順位	4
1.3 路面すべり測定車	5
1.3.1 すべり測定装置の構造	5
1.3.2 各測定車の仕様諸元とすべり測定装置の諸元	6
1.3.3 各測定車のすべり測定装置の性能	13
2 摩擦抵抗力の測定及びデータの整理方法	15
2.1 摩擦抵抗力の測定	15
2.2 データの読取り方法	16
2.3 すべり摩擦係数の計算方法	17
3 試験結果	19
3.1 測定車間（装置）の比較	22
3.2 測定条件別比較	27
3.2.1 走行速度による違い	28
3.2.2 測定タイヤによる違い	28
4 試験結果の解析	29
4.1 分散分析	29
4.2 相関関係	30
4.2.1 検出機器と各すべり摩擦係数の関係	30
4.2.2 測定車間の関係	32

4.2.3 走行速度とすべり摩擦係数の関係	34
4.3 考察	37
5 比較試験結果の利用と今後の測定	38
5.1 測定値の評価	38
5.2 温度及び速度補正	39
5.3 今後の測定	41

あとがき

参考資料

資料-1 合同比較試験実施スケジュール	43
資料-2 実験の手順	47
資料-3 測定装置感度表	58
資料-4 測定装置諸元表	59
資料-5 すべり摩擦係数の計算表	61
資料-6 すべり摩擦係数の総括表	63
資料-7 速度とすべり摩擦係数の関係図	76
資料-8 測定車間の補正式	84
資料-9 CFとSFの関係	86
資料-10 測定車の使用方法、管理方法及び測定方法	88
資料-11 試験時の温度及び水膜厚	97
資料-12 試験時の路面のあらさ	100

付 録

成果報告会資料

1. 路面の種類と縦すべり摩擦係数の経年変化について（関東技術事務所）	101
2. 路面すべり測定車とDFテスターとの比較について（中部技術事務所）	105
3. すべり摩擦係数と供用年数について（近畿技術事務所）	109
4. 冬用タイヤの制動特性について（開発土木研究所）	113
5. 特殊舗装におけるすべり摩擦係数について（日本道路公団試験所）	117
6. 今回の比較試験の結果と今後の比較試験に対する方向について（土木研究所）	121

1 概要

1.1 試験目的

自動車交通が主体となっている今日、走行の安全性を確保することは道路の維持管理における重要な課題の一つである。なかでも、路面とタイヤ間に生じるすべり摩擦抵抗力は、走行の安全性を左右する大きな要因である。すべり摩擦抵抗力が小さい場合、自動車の制動停止距離が長くなるばかりでなく、操縦の安定性も低下し事故の原因につながる可能性もある。

このようなことから道路管理者としては、路面の状態を常に把握するよう路面すべり測定車を各地に整備し、路面の維持管理に利用している。各地に整備されている路面すべり測定車は、構造的に異なる装置を搭載している測定車もあるが、各測定車とも十分な精度で測定できるものでなければならない。しかし、測定車の管理状態や測定方法が不適当だと良好な値を得ることができない。そこで、測定車の管理や測定方法を統一し、測定車の性能と測定されるすべり摩擦抵抗力の信頼性を確保していかなければならない。

本試験は、各地に整備されている路面すべり測定車計16台を建設省土木研究所に集め、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ったものである。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5回実施しており、今回は6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及び表-2に示す。

表-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	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	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	〃

表-2 今回の参加機関

建設省土木研究所道路研究室
〃 新潟試験所
北海道大学
北海道開発局開発土木研究所
日本道路公団(4号車)
〃 (5号車)
日本自動車研究所(バス型)
〃 (けん引式)
東北地方建設局東北技術事務所
関東地方建設局関東技術事務所
北陸地方建設局北陸技術事務所
中部地方建設局中部技術事務所
近畿地方建設局近畿技術事務所
中国地方建設局中国技術事務所
四国地方建設局四国技術事務所
九州地方建設局九州技術事務所

1.2 試験概要

1.2.1 試験期間及び試験場所

1) 試験期間

平成3年9月10日～同年9月13日

2) 試験場所

茨城県つくば市大字旭1番地

建設省土木研究所 試験走路

1.2.2 試験方法

建設省土木研究所試験走路内の高速すべり実車挙動実験施設を用い、図-1に示すような試験区間を設定した。路面状態は、試験走路の中央部に設置してある散水装置(1.8m間隔に200m区間)によって散水を行い、水膜の厚さが常に1mmになるようにして実験を行った。

試験方法としては各測定車が写真-1.1と写真-1.2に示すように、200m程の間隔をとり所定の速度で図-1に示す区間を走行して、測定車本体とは関係のない試験輪(タイヤ)のみに制動(ブレーキ)または舵角(ステア角)をつける。そのとき路面とタイヤ間に生じるすべり摩擦抵抗力をロードセルによって検出し、ストレインメーター(増幅器)を介してペン書きオシログラフに記録させる。

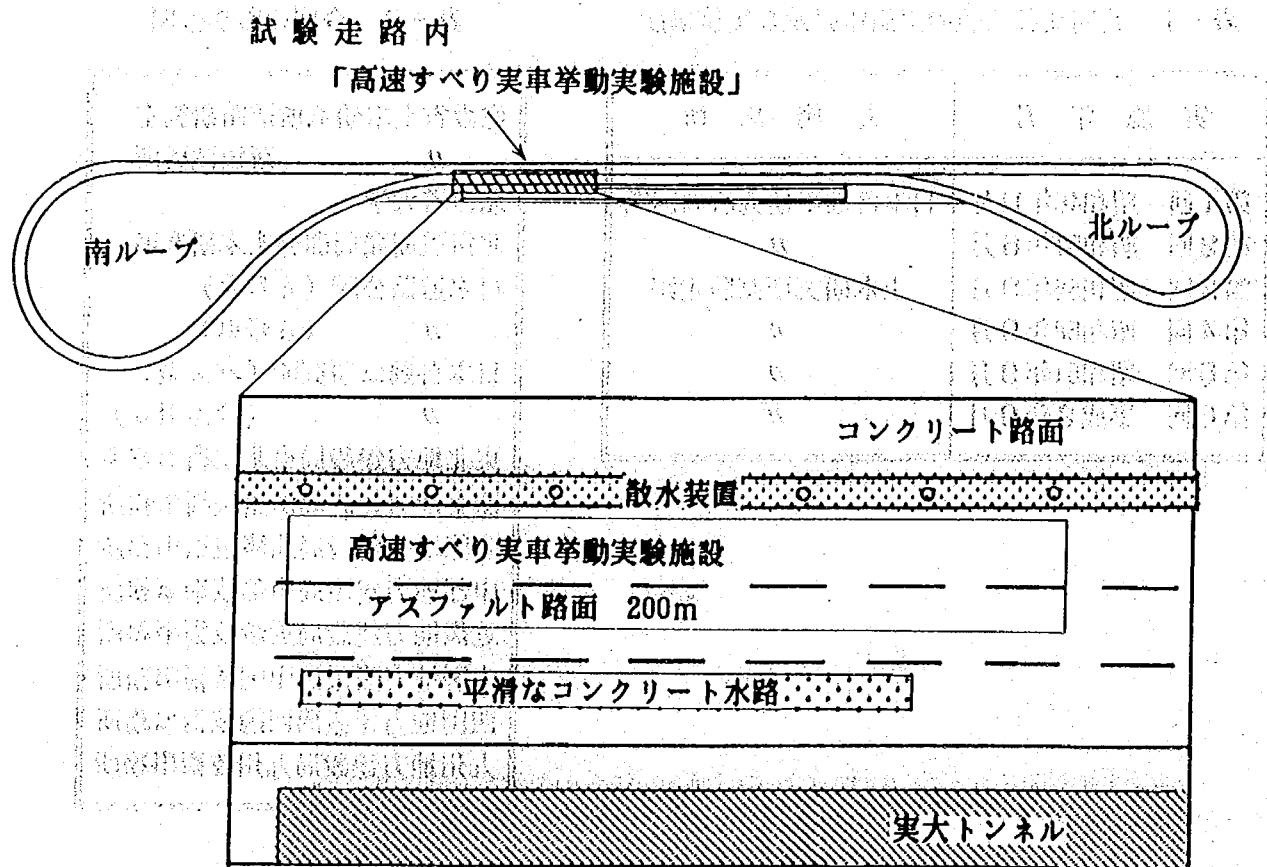


図-1 試験走路と試験区間

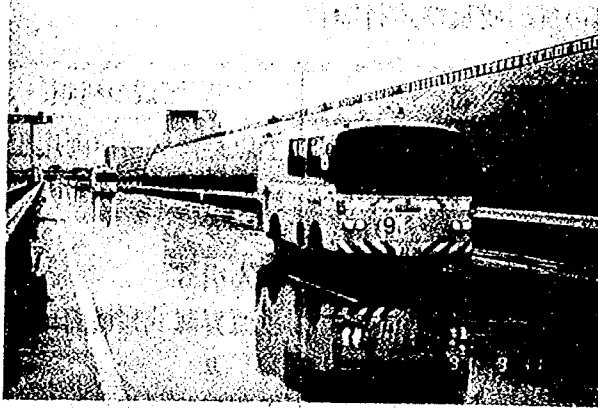


写真-1.1 試験実施状況

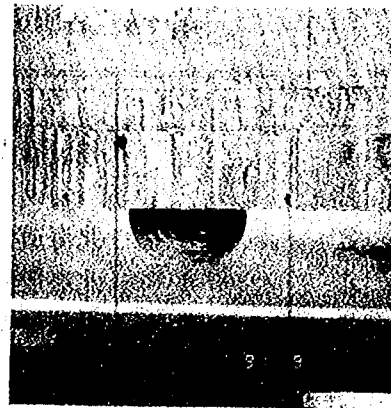


写真-1.2 測定時の試験輪の様子
(試験輪完全ロック時)

1.2.3 試験条件

表-3 試験条件

測定種類	100%制動時の縦すべり , すべり角15度時の横すべり
測定速度	20,40,60,80km/h
測定路面	アスファルト路面
路面状態	湿潤路面 (水膜厚さ1.0mm)
測定タイヤ	路面すべり測定用標準タイヤ(165-SR13*1 : リブ、スムーズ) タイヤ内圧1.7kg/cm ²
輪荷重	395kg±10kg
データ数	縦すべり-1条件3回走行 (1回につき2データ測定、計6データ) 横すべり-1条件2回走行 (1回につき3データ測定、計6データ)

*1: タイヤサイズ 断面幅165mm、偏平率82%、リム径13inch(330mm)
タイヤ構造 スチールラジアル構造

1.2.4 各測定車の班編成と走行順位

試験を効率的に行うために2班に分けて測定を行った（表-4）。

表-4 各測定車の班編成及び走行順位

班名	走行順位	トラックナンバー	機関名	測定装置の種類
A班	1	1	建設省土木研究所道路研究室	垂直昇降式縦横両用型
	2	2	新潟試験所	垂直昇降式
	3	3	北海道大学工学部土木工学科	けん引式
	4	4	北海道開発局開発土木研究所	けん引式
	5	5	日本道路公団（4号車）	垂直昇降式縦横両用型
	6	6	（5号車）	けん引式
	7	7	日本自動車研究所（バス型）	垂直昇降式縦横独立型
	8	8	（けん引式）	けん引式
B班	9	9	東北地方建設局東北技術事務所	垂直昇降式縦横両用型
	10	10	関東地方建設局関東技術事務所	けん引式
	11	11	北陸地方建設局北陸技術事務所	けん引式
	12	12	中部地方建設局中部技術事務所	けん引式
	13	13	近畿地方建設局近畿技術事務所	けん引式
	14	14	中国地方建設局中国技術事務所	けん引式
	15	15	四国地方建設局四国技術事務所	けん引式
	16	16	九州地方建設局九州技術事務所	けん引式

1.3 路面すべり測定車

路面すべり測定車は、昭和40年より各地方建設局に整備され、約25年経過しているため、ほとんどの測定車が更新されている。また、すべり測定装置もけん引式から垂直昇降式縦横両用型に変わってきている。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-2に示すような構造になっており、走行中に試験輪のみにブレーキをかけたとき（100%制動）、また舵角（ステア角）をつ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できる。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-3は両者の試験輪状態を示したものである。

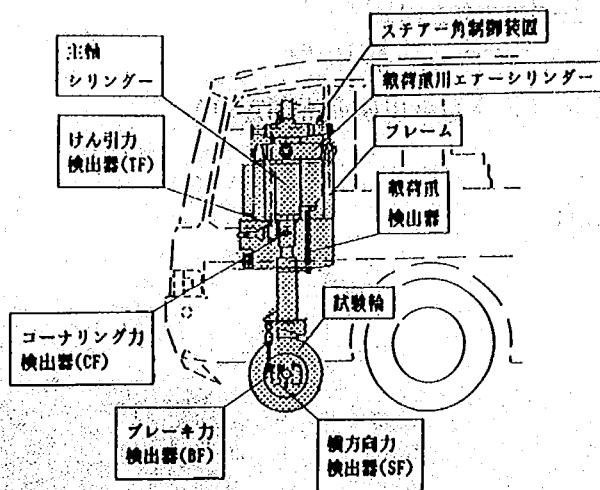


図-2 垂直昇降式縦横両用型すべり測定装置
(土木研究所測定車)

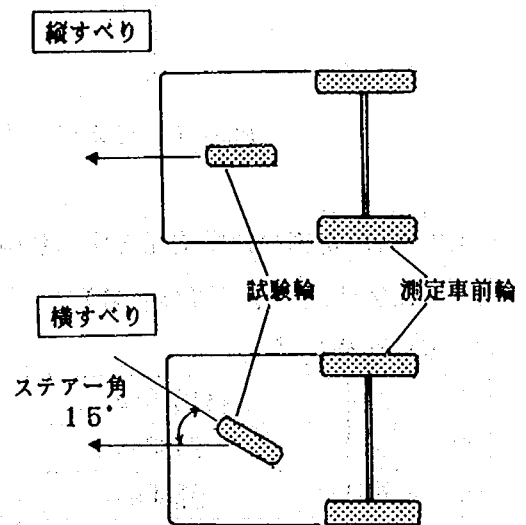


図-3 測定時の試験輪状態

2)けん引式すべり測定装置 (ASTM型)

この装置は、図-4のような2輪トレーラ型になっており、走行中に試験輪を完全ロック(100%制動)した状態での路面とタイヤ間のすべり摩擦抵抗力を検出することができる。

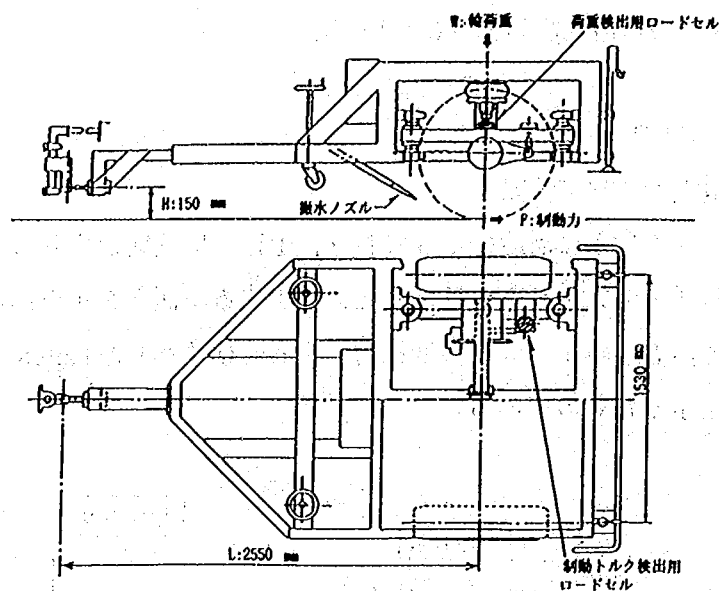


図-4 けん引式すべり測定装置 (日本自動車研究所測定車)

1.3.2 各測定車の仕様諸元とすべり測定装置の諸元

1)土木研究所測定車 (写真-2)

測定車仕様諸元

全 長	11940mm
全 幅	2490mm
全 高	3260mm
最高速度	140km/h
出 力	320ph
重 量	14.4t

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
輪 荷 重	0~800kg



写真-2 土木研究所測定車

2)新潟試験所測定車 (写真-3)

測定車仕様諸元

全 長	8140mm
全 幅	2295mm
全 高	2905mm
最高速度	115km/h
出 力	175ph
重 量	8.0t

すべり測定装置の諸元

形 式	垂直昇降式
測定種類	10～20%すべり率の縦すべり
検出方法	ロードセル及びトルク計
輪 荷 重	100～200kg



写真-3 新潟試験所測定車

3)北海道大学測定車 (写真-4)

測定車仕様諸元

全 長	8140mm
全 幅	2290mm
全 高	2980mm
最高速度	110km/h
出 力	175ph
重 量	8.6t

すべり測定装置の諸元

形 式	垂直昇降式
測定種類	100%制動時の縦すべり 0～90度の横すべり 0～100%すべり率の縦すべり
検出方法	トルク式(縦)*1 ロードセル(横)
輪 荷 重	100～500kg



写真-4 北海道大学測定車

*1: 試験タイヤ回転軸に直接トルク計を取り付けている。よって縦すべり時において、タイヤに作用する力を直接検出できる構造になっている。

(図-5)

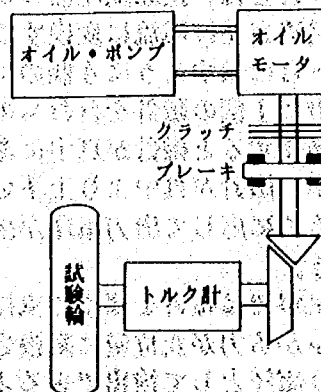


図-5 トルク計による検出装置

4)北海道開発局測定車（写真－5）

測定車仕様諸元

全 長	6930mm
全 幅	1990mm
全 高	2930mm
最高速度	100km/h
出 力	—
重 量	4.6t

すべり測定装置の諸元

形 式	けん引式
測定種類	100%制動時の縦すべり
検出方法	差動トランス式*1
輪 荷 重	400kg



写真－5 北海道開発局測定車

5)日本道路公団4号測定車（写真－6）

測定車仕様諸元

全 長	9000mm
全 幅	2480mm
全 高	3250mm
最高速度	140km/h
出 力	320ph
重 量	11.7t

すべり測定装置の諸元

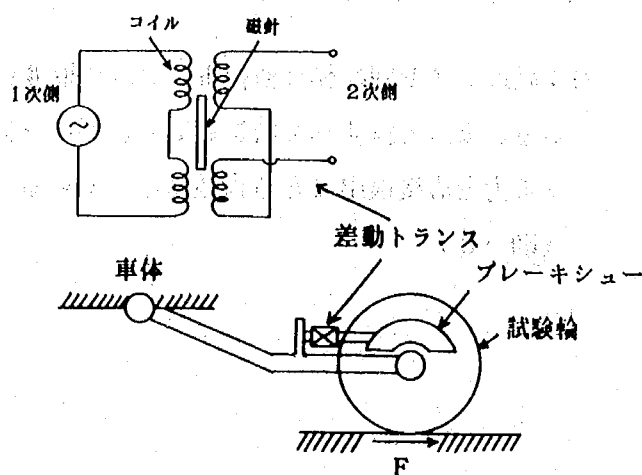
形 式	垂直昇降式縦横両用型
測定種類	100%制動時の縦すべり 0～45度の横すべり
検出方法	ロードセル
輪 荷 重	最大500kg



写真－6 日本道路公団4号測定車

*1：差動トランスとは、差動変圧器のことであり、変位を交流電流または電流に変換する装置の一種である。図－6に示すように4個のコイルからなっており、中に1個の磁針を含むものである。2次側を逆に接続すると磁針が真中にある限り出力は零であるが、磁針が真中より上下いずれかに変位すると、それに応じて出力電圧が生じることを利用している。

すべり測定車では磁針をばねで支持しているため、磁針にかかる力が変位量に変換され、差動トランスにより電圧として検出できるようにしたものである。



図－6 差動トランスによる検出装置

6)日本道路公団5号測定車（写真－7）

測定車仕様諸元

全 長	8870mm
全 幅	2490mm
全 高	3150mm
最高速度	140km/h
出 力	420ph
重 量	11.2t

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	ロードセル
輪 荷 重	最大500kg



写真－7 日本道路公団5号測定車

7)日本自動車研究所バス型測定車（写真－8）

測定車仕様諸元

全 長	11350mm
全 幅	2485mm
全 高	3220mm
最高速度	120km/h
出 力	380ph
重 量	18.2t

すべり測定装置の諸元

形 式	垂直昇降式縦横独立型
測定種類	駆動、0～100%制動時の縦すべり -15～30度の横すべり
検出方法	ロードセル及びトルク計
輪 荷 重	0～1000kg



写真－8 日本自動車研究所バス型測定車

8)日本自動車研究所けん引式測定車 (写真-9)

測定車仕様諸元(トラクタ部を含む)

全 長	9850mm
全 幅	2210mm
全 高	2405mm
最高速度	90km/h
出 力	170ph
重 量	5.2t

すべり測定装置の諸元

形 式	けん引式
測定種類	100%制動時の縦すべり
検出方法	ロードセル
輪 荷 重	150~1000kg

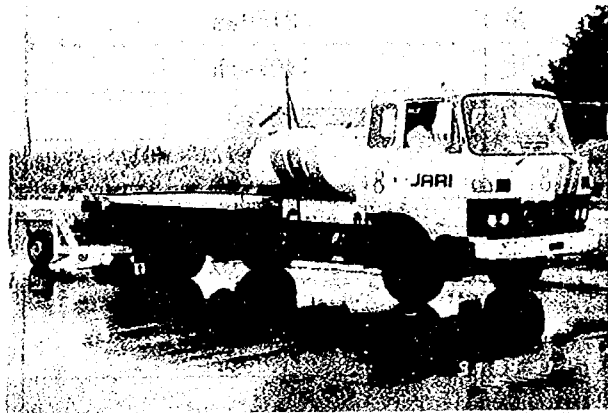


写真-9 日本自動車研究所けん引式測定車

9)東北・関東・中部・九州技術事務所測定車 (写真-10)

測定車仕様諸元

全 長	8650mm
全 幅	2250mm
全 高	2910mm
最高速度	115km/h
出 力	160ph
重 量	8.3t

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
輪 荷 重	0~500kg



写真-10 東北・関東・中部・九州技術事務所測定車

10) 北陸・近畿技術事務所測定車 (写真-11)

測定車仕様諸元

全 長	8990mm
全 幅	2290mm
全 高	2960mm
最高速度	120km/h
出 力	175ph
重 量	9.0t

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
輪 荷 重	0~500kg



写真-11 北陸・近畿技術事務所測定車

11) 中国技術事務所測定車 (写真-12)

測定車仕様諸元

全 長	8650mm
全 幅	2250mm
全 高	2910mm
最高速度	115km/h
出 力	170ph
重 量	8.6t

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
輪 荷 重	0~500kg



写真-12 中国技術事務所測定車

12) 四国技術事務所測定車 (写真-13)

測定車仕様諸元

全 長	8140mm
全 幅	2295mm
全 高	2995mm
最高速度	120km/h
出 力	185ph
重 量	8.5t

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
輪 荷 重	0～500kg



写真-13 四国技術事務所測定車

測定装置	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
輪 荷 重	0～500kg

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-7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-5に示す。なお、図-7は図-2を簡略化したものである。

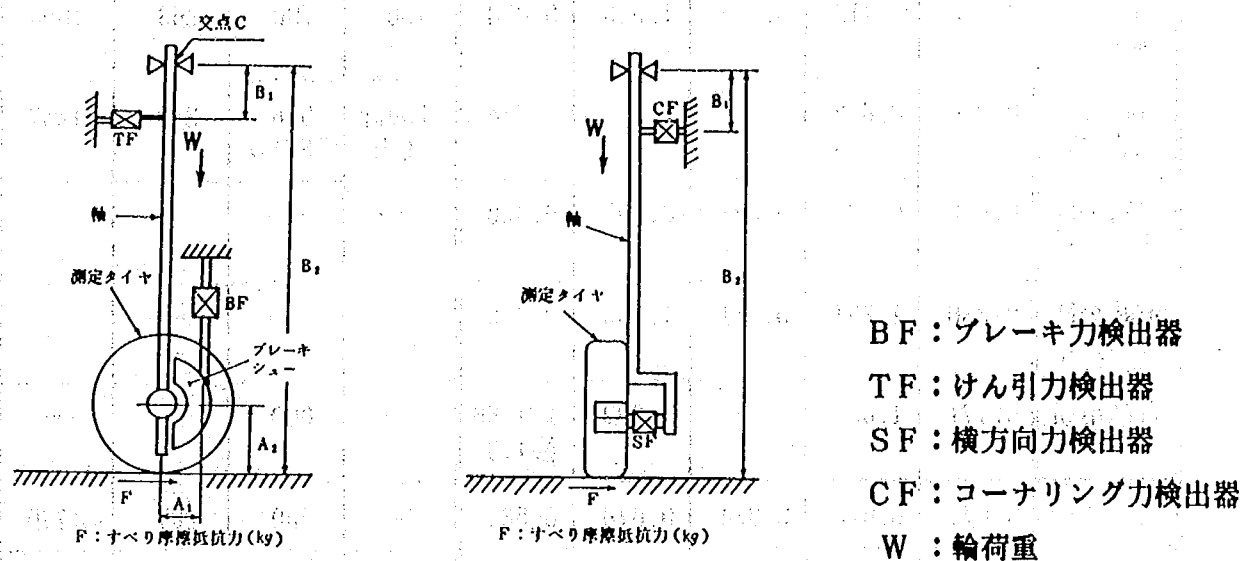


図-7 垂直昇降式縦横両用型すべり測定装置

表-5 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 ⁻⁶)					リフタイツ装着時のレバー寸法(mm)			
	BF	TF	SF	CF	W	A ₁	B ₁	A ₂	B ₂
土木研究所	0.649	1.712	0.324	1.949	0.658	150	700	263	1895
新潟試験所	0.010	0.672	—	—	0.664	トルク計 使用	538 TFのみ	240	1287
道路公団 4号車	0.649	0.667	0.341	0.508	0.658	—	—	—	—
道路公団 5号車	0.330	1.261	0.251	1.255	0.483	—	—	—	—
自動車研 バス型	0.171	1.689	—	1.890	縦1.66 横1.65	—	660	—	—
東北技術	0.670	0.672	0.334	0.676	0.680	150	450	267	1770
関東技術	0.666	0.661	0.340	0.678	0.662	150	450	262	1760
北陸技術	0.667	0.666	0.333	0.670	0.668	150	CF 583 TF 584	270	1727
中部技術	0.669	0.675	0.333	0.669	0.667	150	450	272	1751
近畿技術	0.671	0.670	0.337	0.668	0.675	150	580	270	1710
中国技術	0.665	0.674	0.336	0.668	0.666	150	580	275	1742
四国技術	0.670	0.670	0.332	0.676	0.661	150	580	268	1731
九州技術	0.663	0.722	0.343	0.695	0.689	150	450	265	1758

2 摩擦抵抗力の測定及びデータの整理方法

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-8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、一定の上乗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

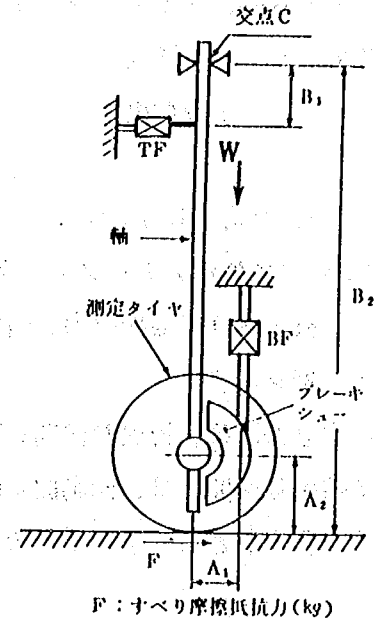


図-8 垂直昇降式すべり計（縦すべり）

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乗荷重で走行させているとき測定輪にステア角をつける。そのとき、図-9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、ステア角をつけたときの試験車の進行方向と測定輪の向きを図-10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

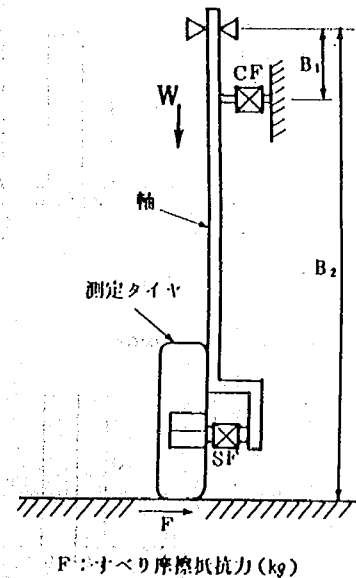


図-9 垂直昇降式すべり計（横すべり）

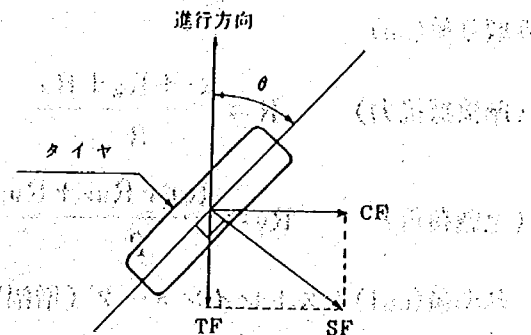


図-10 SF, CF, TFの関係

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

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-11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。縦すべり摩擦抵抗力、横すべり摩擦抵抗力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、安定した区間において3箇所読み取って平均する。ここで特異な区間とは、制動開始時や制動終了時など、試験輪の回転数の変化によって摩擦抵抗力が大きく変化するところを指すものとする。

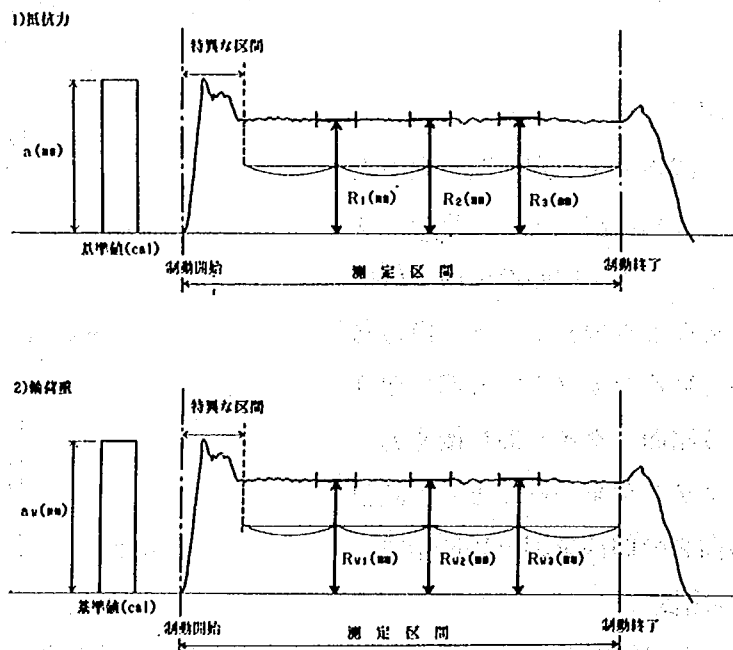


図-11 測定データのアナログ波形

読み取り値(mm)

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

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

基準値(cal) : ストレインメータ (増幅器) の電気的な抵抗

$R_1 \sim 3$: 測定値 (ブレーキ時またはステア時の摩擦抵抗力)

$R_{w1} \sim 3$: 測定値 (測定時タイヤにかかる上載荷重)

2.3 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(μ)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(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)

ここでBF, TF, Wはそれぞれ次式で計算される。

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

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

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

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(kg/マイクロ)

A_1 : タイヤ中心からBF検出器までの水平距離(mm)

A_2 : 路面からタイヤ中心までの高さ(mm)

B_1 : TF検出器から支点までの高さ(mm)

B_2 : 路面から支点までの高さ(mm)

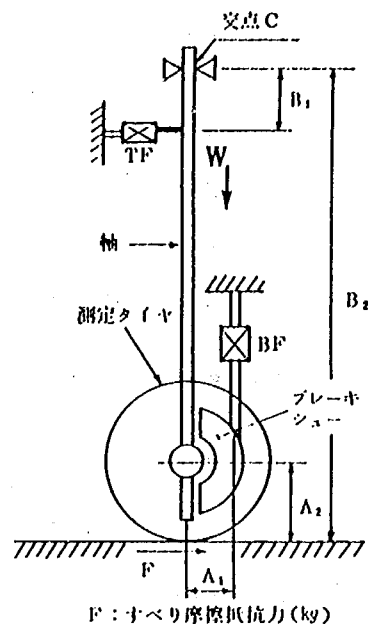


図-12 垂直昇降式すべり計(縦すべり)

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(μ)は、

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

$\mu(SF)$: 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(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)

ここでSF, CF, Wはそれぞれ次式で計算される。

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

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

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

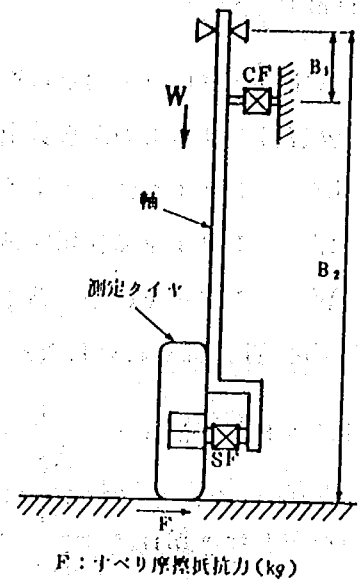


図-13 垂直昇降式すべり計(横すべり)

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(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 : 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(両者の関係図は図-10に示す)。よって両者は直接比較でき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。

$$SF' = CF / \cos \theta$$

θ : ステア角

3 試験結果

試験結果は、各条件毎にまとめすべり摩擦係数の最大値、最小値、平均値、標準偏差を表-6.1及び表-6.2に、速度とすべり摩擦係数の関係を図-14.1～図-14.4に示した。

表-6.1 縦すべり摩擦係数総括表

タイヤ	速度 (km/h)	すべり摩擦係数 μ (BF)				すべり摩擦係数 μ (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	20	0.862	0.687	0.782	0.038	0.869	0.659	0.740	0.040
	40	0.820	0.614	0.693	0.036	0.750	0.586	0.662	0.037
	60	0.741	0.473	0.599	0.056	0.693	0.422	0.564	0.054
	80	0.623	0.355	0.471	0.065	0.572	0.228	0.431	0.063
ス ム ー ズ	20	0.832	0.680	0.758	0.034	0.833	0.580	0.714	0.063
	40	0.700	0.558	0.626	0.027	0.674	0.440	0.589	0.048
	60	0.542	0.380	0.446	0.043	0.528	0.300	0.412	0.053
	80	0.458	0.170	0.270	0.061	0.334	0.080	0.239	0.055

表-6.2 横すべり摩擦係数総括表

タイヤ	速度 (km/h)	すべり摩擦係数 μ (SF)				すべり摩擦係数 μ (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	20	0.942	0.735	0.829	0.052	0.961	0.740	0.843	0.058
	40	0.924	0.736	0.824	0.046	0.958	0.725	0.836	0.060
	60	0.878	0.735	0.814	0.039	0.943	0.727	0.822	0.052
	80	0.897	0.675	0.788	0.048	0.918	0.686	0.791	0.049
ス ム ー ズ	20	1.040	0.735	0.862	0.070	1.051	0.745	0.889	0.077
	40	1.033	0.761	0.870	0.061	1.079	0.789	0.907	0.066
	60	1.023	0.739	0.874	0.055	1.041	0.749	0.892	0.072
	80	0.913	0.712	0.808	0.053	0.964	0.710	0.818	0.061

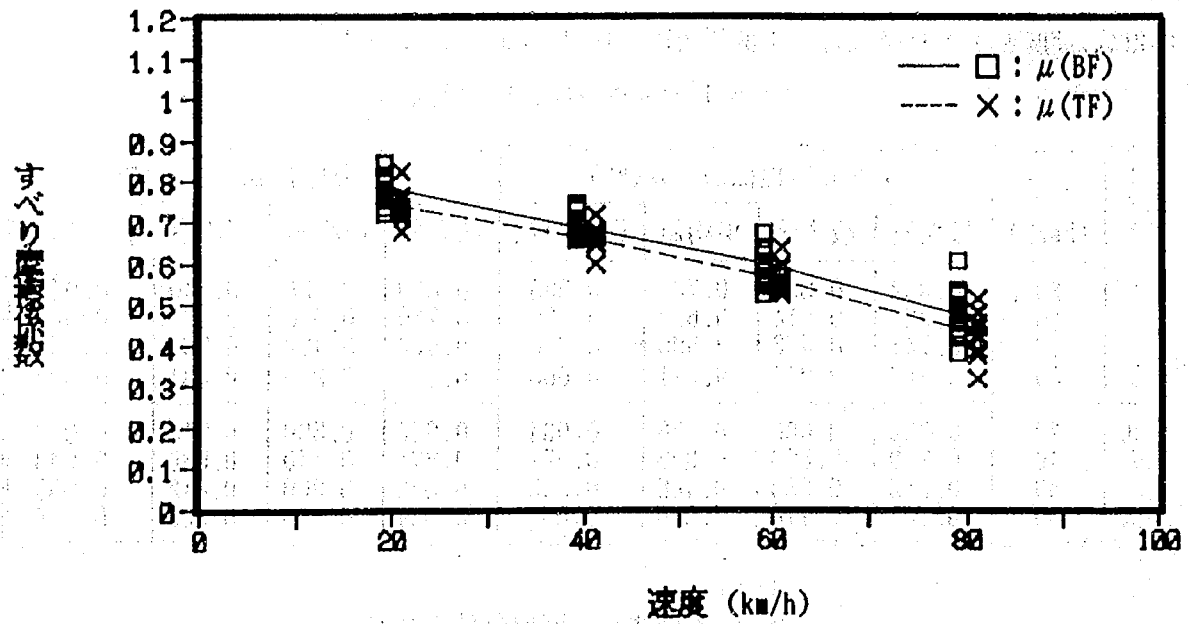


図-14.1 速度と縦すべり摩擦係数の関係（リブタイヤ）

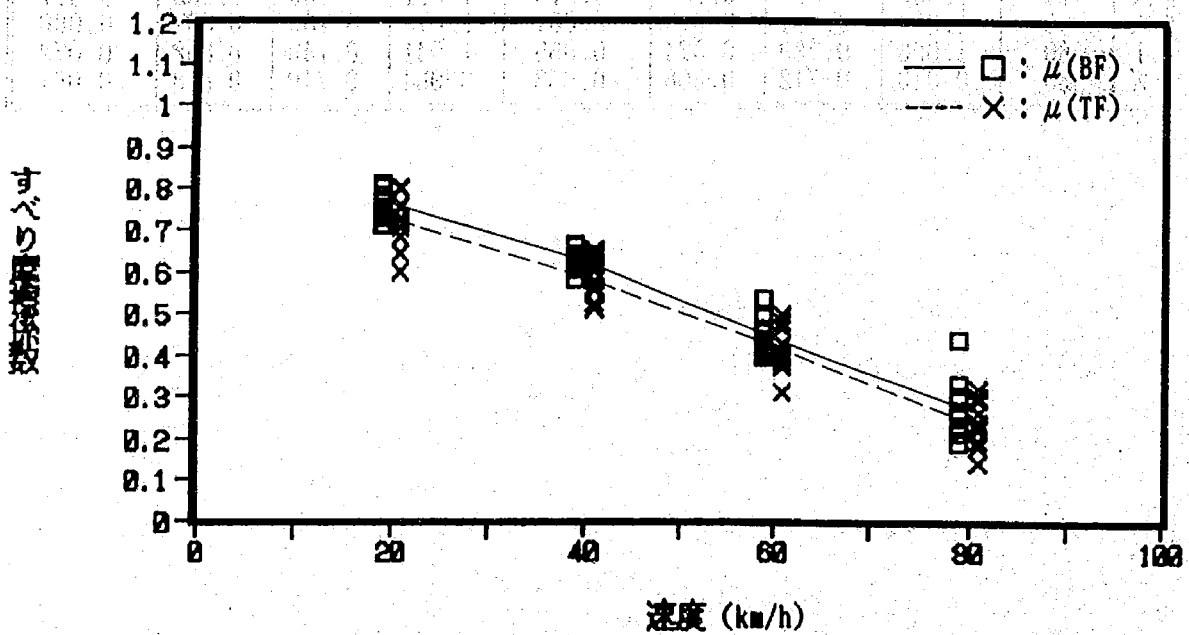


図-14.2 速度と縦すべり摩擦係数の関係（スムーズタイヤ）

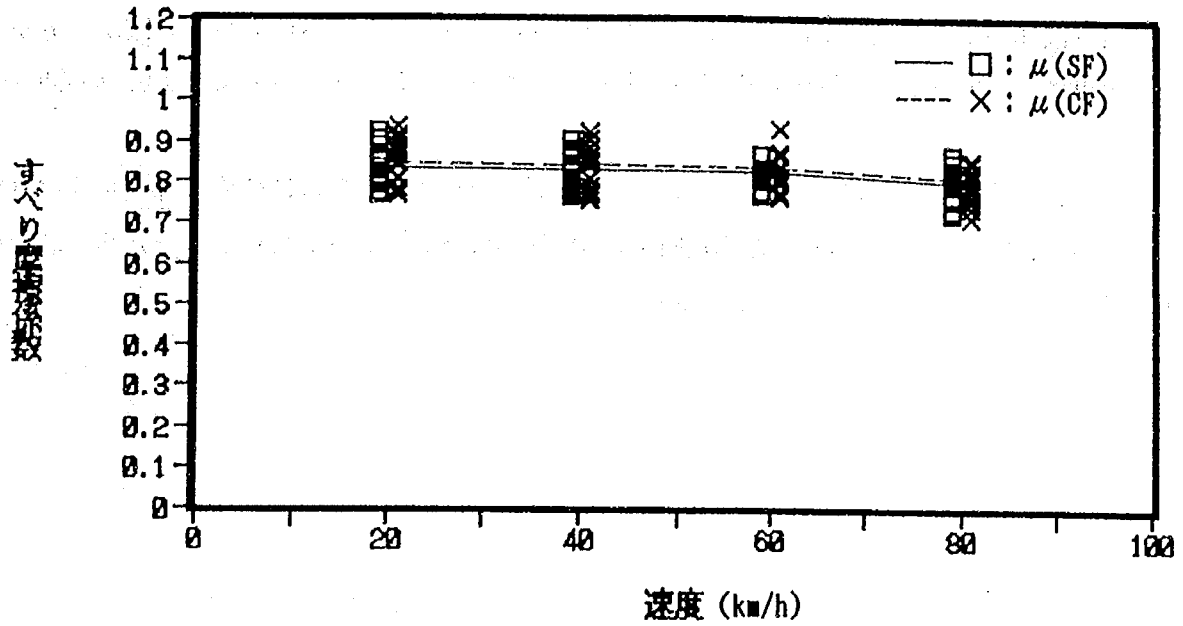


図-14.3 速度と横すべり摩擦係数の関係 (リブタイヤ)

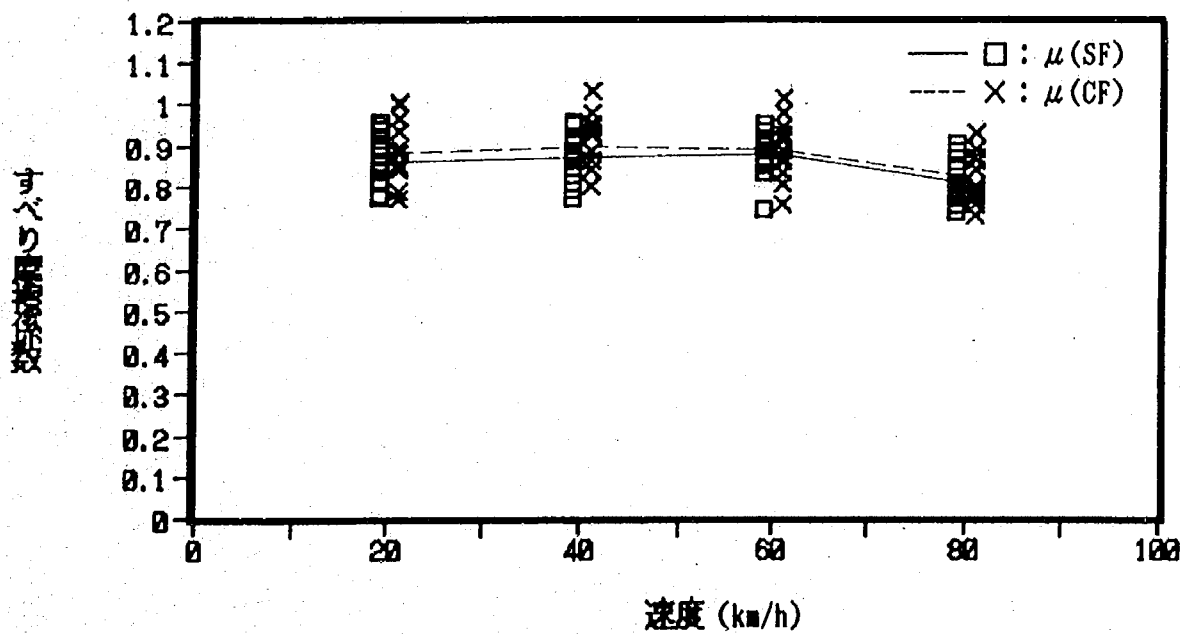


図-14.4 速度と横すべり摩擦係数の関係 (スムーズタイヤ)

3.1 測定車（装置）間の比較

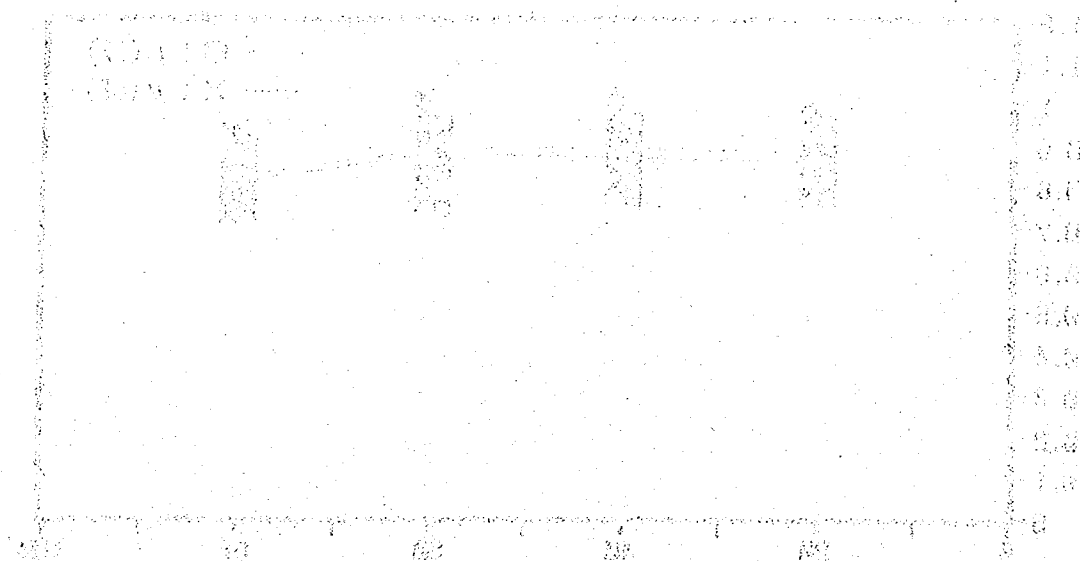
各測定車に搭載されている測定装置は、形状や構造が異なるものであるが、測定される値そのものは十分な精度で一致しなければならない。

図-15.1～図15.8は、各測定車による測定値を速度別に横並びにしたものである。図から分かるように、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, TF。横すべり摩擦測定時にはSF, CF。）を有していることからこれらの比較により装置の精度の確認を行うこともできる。

(単位) 秒

(参考) 図15.1～図15.8は、各測定車による測定値を速度別に横並びにしたものである。



(単位) 秒

(参考) 図15.1～図15.8は、各測定車による測定値を速度別に横並びにしたものである。

縦すべり摩擦係数

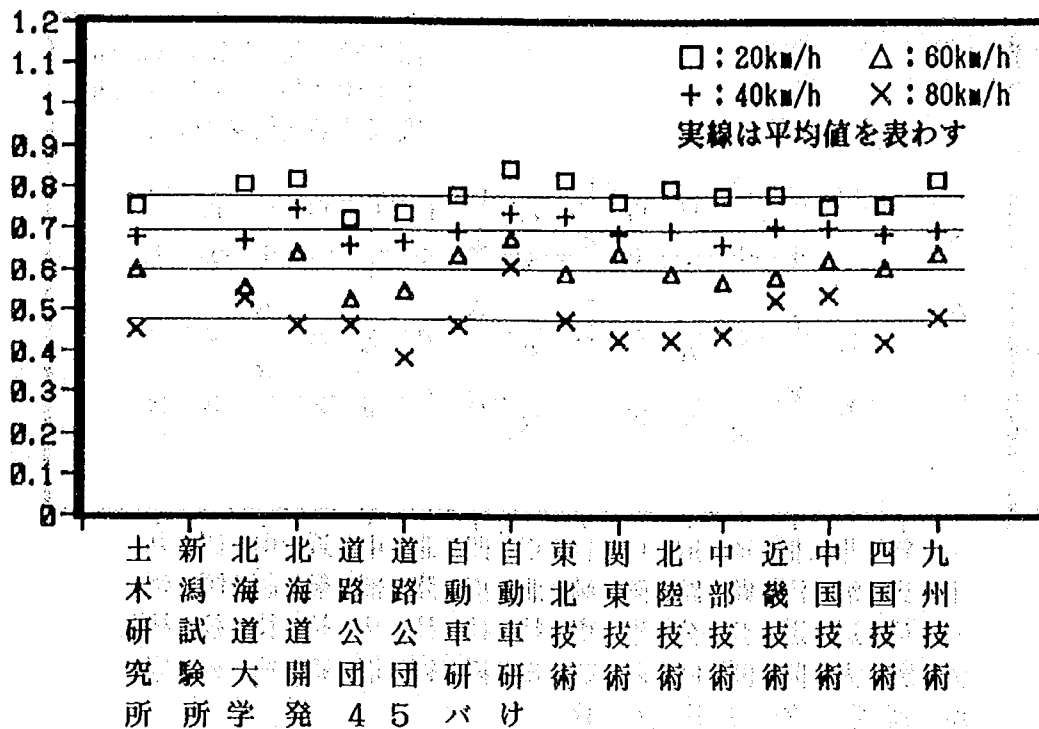


図-15.1 測定車別縦すべり摩擦係数(μ (BF)、リブタイヤ)

縦すべり摩擦係数

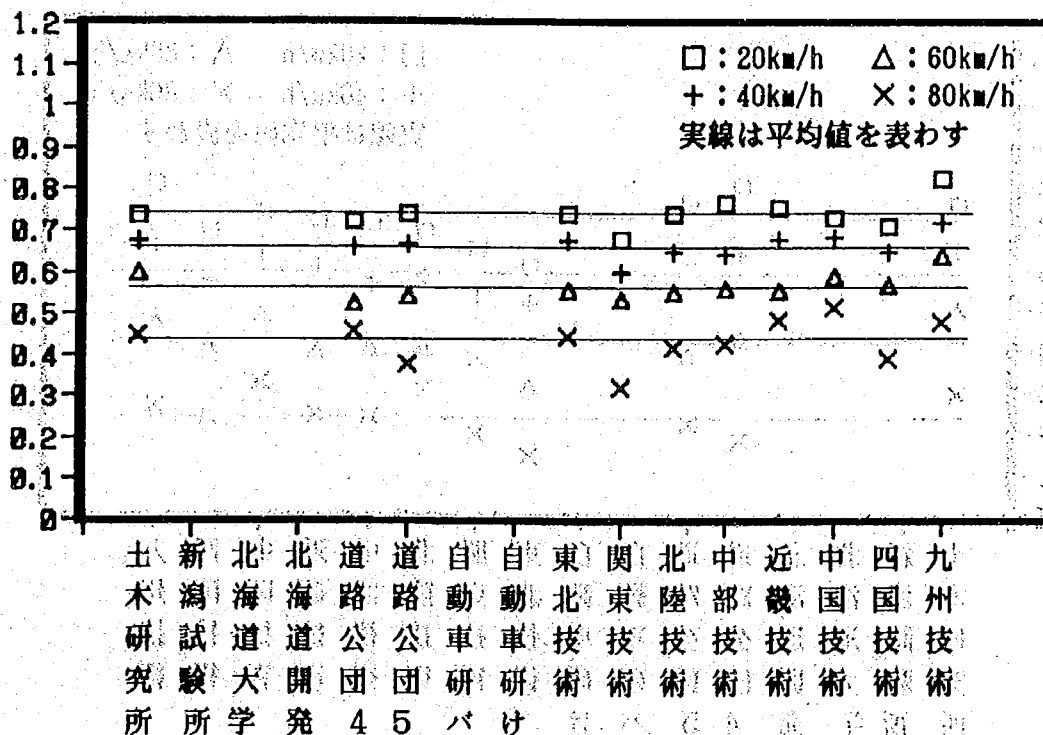
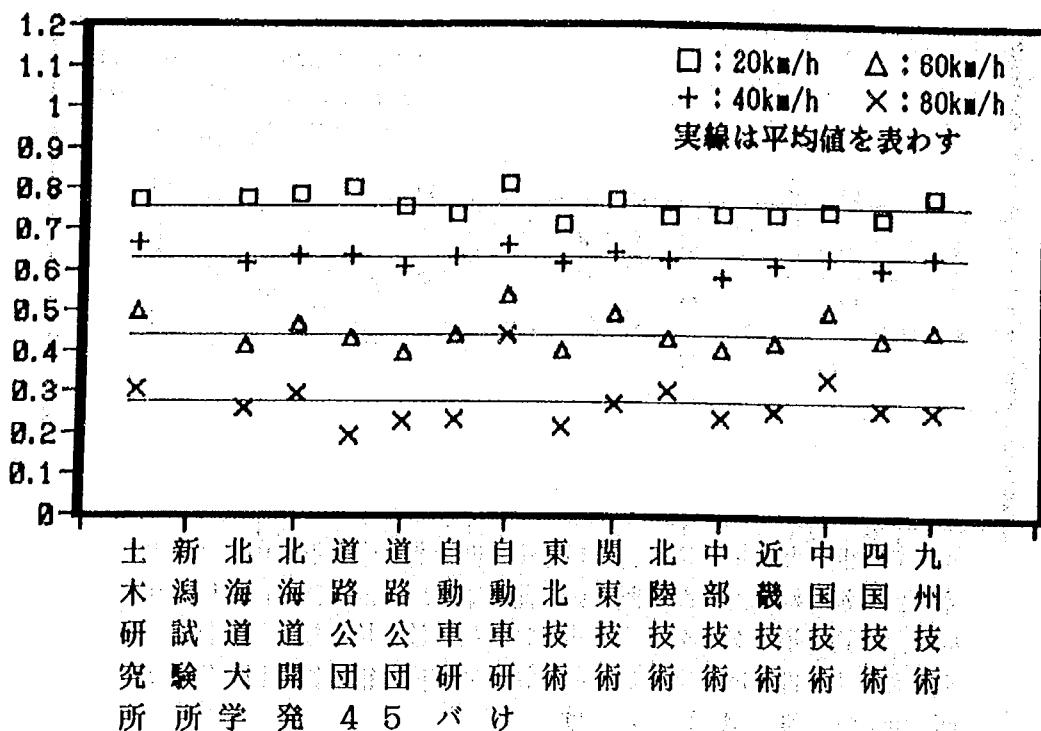
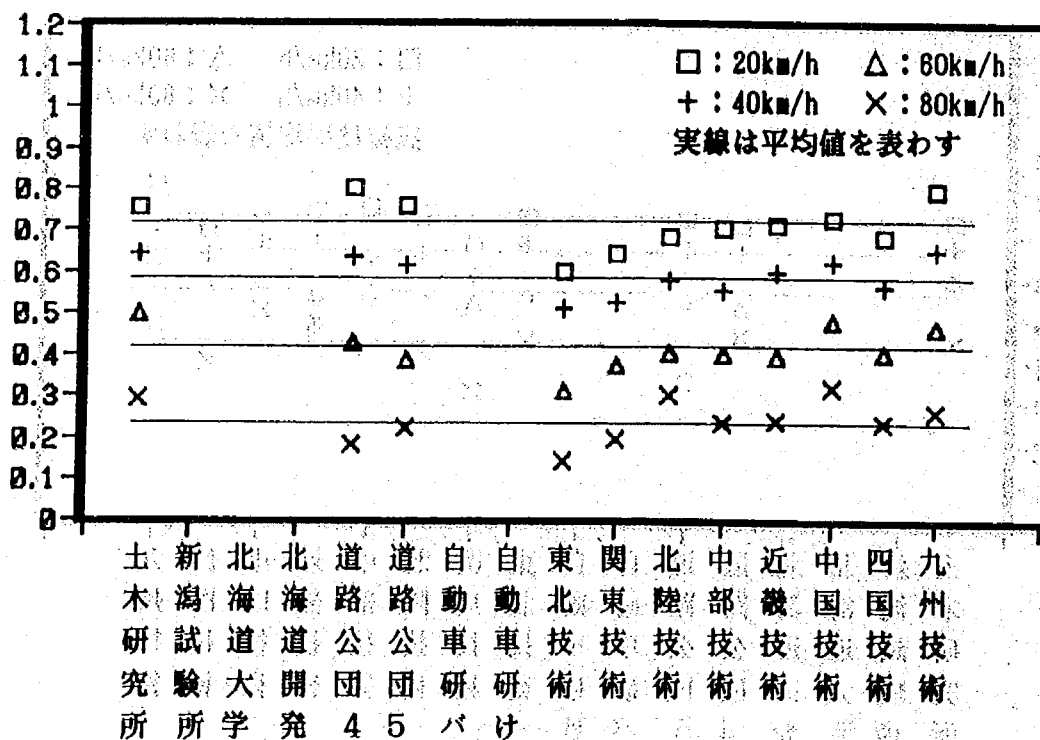


図-15.2 測定車別縦すべり摩擦係数(μ (TF)、リブタイヤ)

図-15.3 測定車別縦すべり摩擦係数(μ (BF)、スムーズタイヤ)図-15.4 測定車別縦すべり摩擦係数(μ (TF)、スムーズタイヤ)

すべり摩擦係数

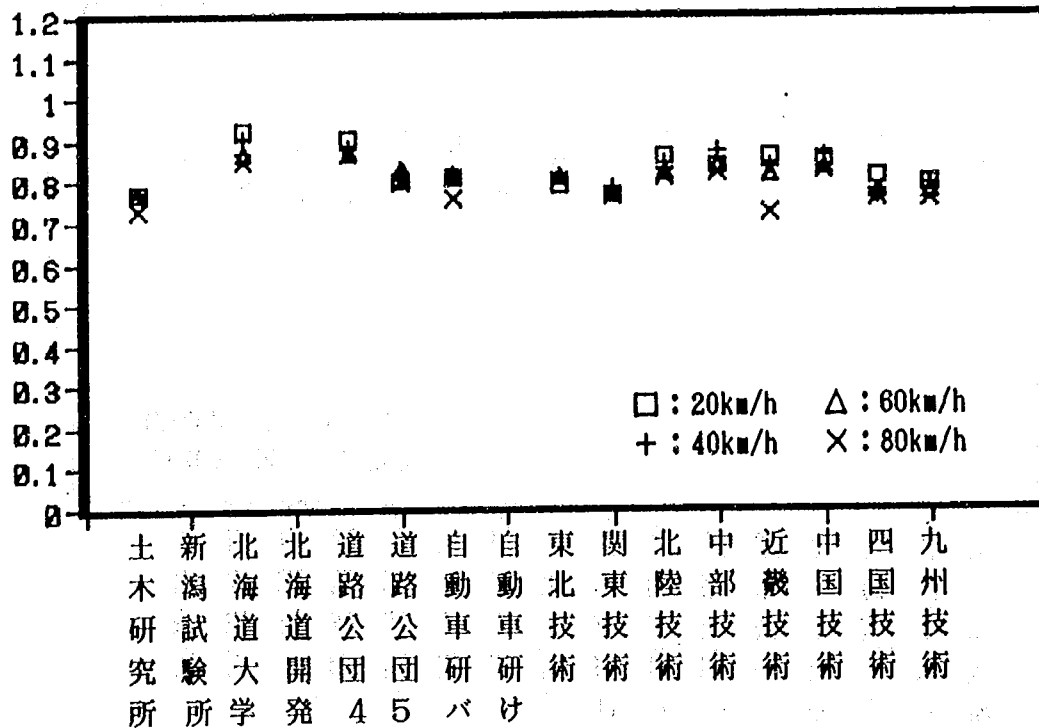


図-15.5 測定車別横すべり摩擦係数(μ (SF)、リブタイヤ)

すべり摩擦係数

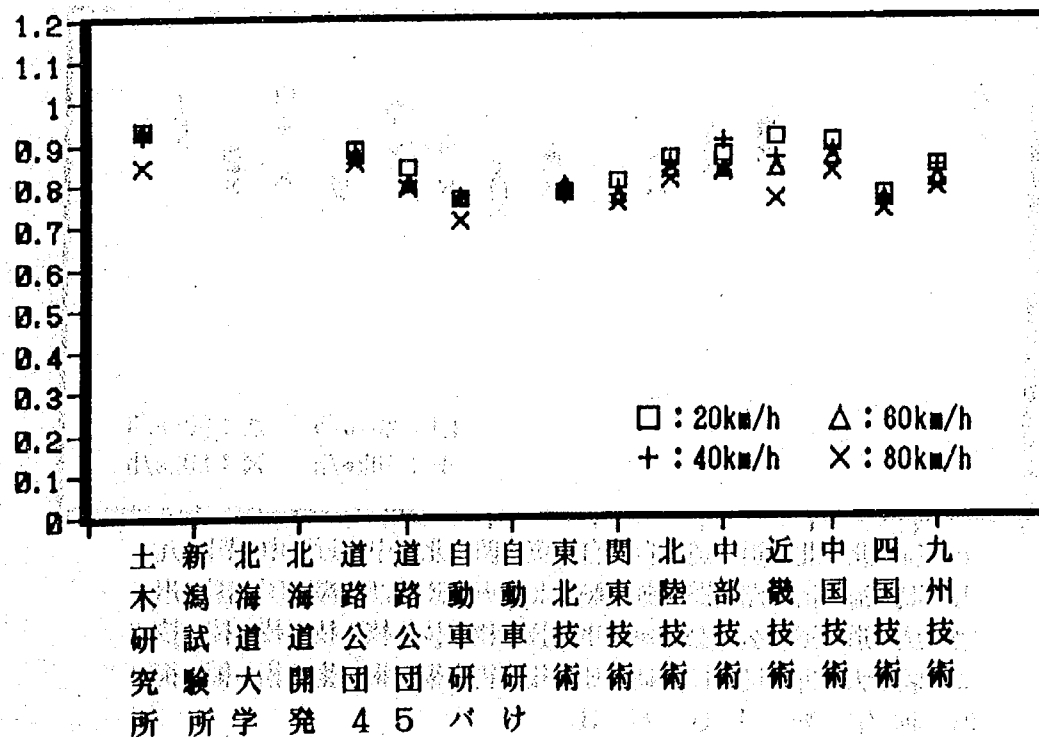


図-15.6 測定車別横すべり摩擦係数(μ (CF)、リブタイヤ)

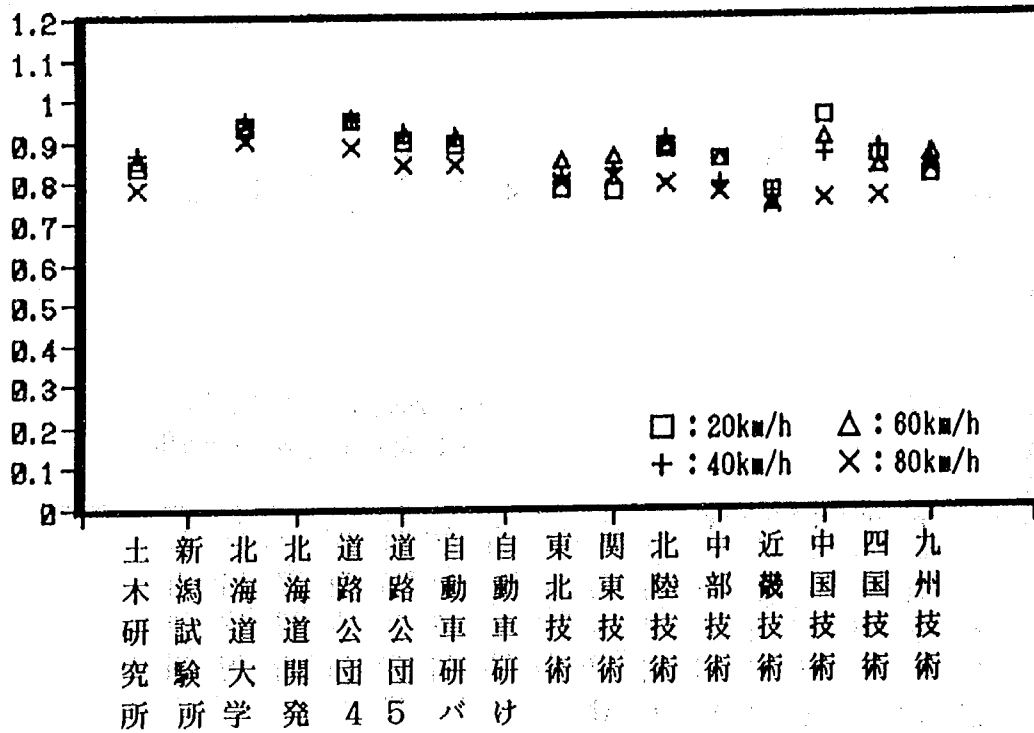


図-15.7 測定車別横すべり摩擦係数($\mu(SF)$ 、スムーズタイヤ)

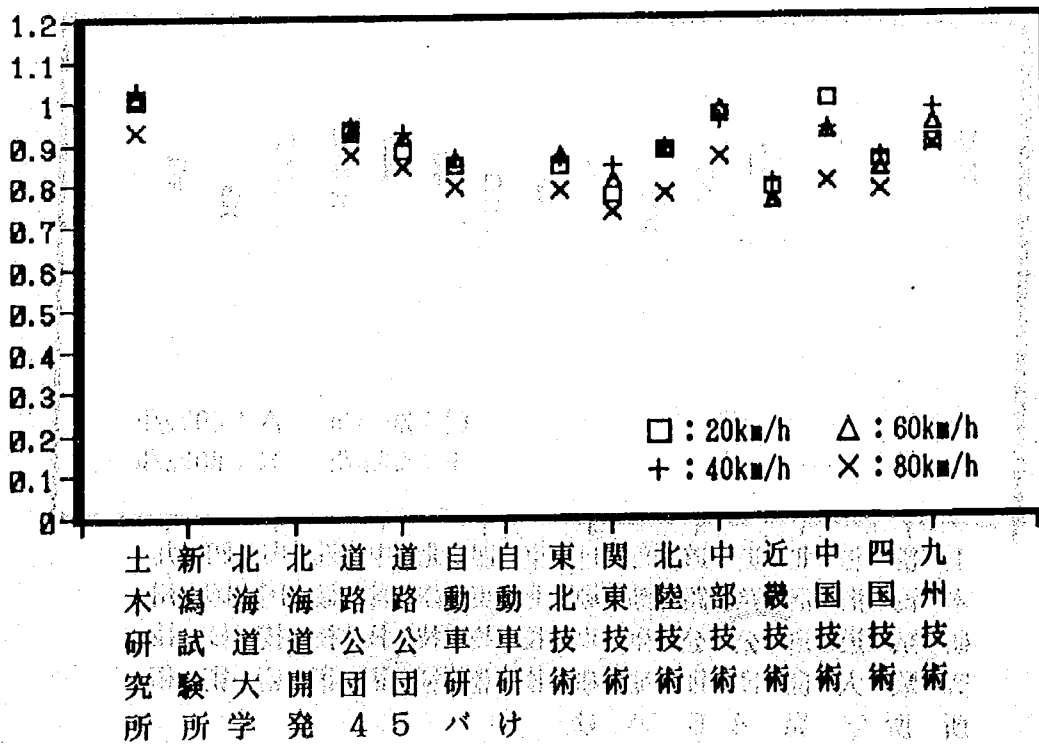


図-15.8 測定車別横すべり摩擦係数($\mu(CF)$ 、スムーズタイヤ)

3.2 測定条件別比較

今回の合同比較試験では、すべり摩擦係数を速度による違いと測定タイヤの違いによる2つの特性において比較を行っている。ここで前者を測定条件にとりあげた理由は、これまで一連のすべり実験から速度がすべり摩擦係数に影響を与える重要な要因としてあげられているからである。一方後者においては、通常のタイヤに近い特性を有しているリブタイヤとそれとは異なった特性のスムーズタイヤを用いているわけであるが、ここでスムーズタイヤを使用する目的は、リブタイヤよりも小さいすべり摩擦係数が得られるからであり、すべり摩擦係数の小さいところでの比較が行えるからである。これにより、通常の湿潤路面における比較的すべり摩擦係数が大きい場合と、高速でしかも水膜が厚い湿潤路面や雪氷路面など比較的すべり摩擦係数が小さい場合とにおいて比較試験を行ったことに匹敵すると考えられる。

なお前回の合同比較試験では、アスファルト路面とコンクリート路面の2種類の路面において比較を行っていたが、前回の結果より両者において測定されるすべり摩擦係数に差はなく、さらに各機関間の補正式も同一であったため今回はアスファルト路面のみで試験を行った。

3.2.1 走行速度による違い

縦すべり摩擦係数においては、これまでと同様に速度の増加によるすべり摩擦係数の減少傾向がみられた。一方横すべり摩擦係数においてはこれまでのような速度の増加によるすべり摩擦係数の減少はみられなかった（図-14.1～図-14.4）。この理由としては、今回の試験から測定タイヤをタイヤ販売市場の状況により、パイアスタイヤからラジアルタイヤに変更しており、これによりタイヤ構造の違いから路面との接地面内におけるトレッドゴムの動きが小さくなり、路面をしっかりホールドするため、タイヤのコーナリング特性が向上したためと思われる。

3.2.2 測定タイヤによる違い

測定タイヤは、写真-14に示すようにタイヤ表面に縦溝のついているリブタイヤと平滑なスムーズタイヤである。

縦すべり摩擦測定時には両者とも、速度の増加によりすべり摩擦係数は減少するが、リブタイヤに比べてスムーズタイヤは、その減少の幅がより大きくなっている（図-14.1～図-14.4）。これはタイヤの表面形状すなわちトレッドパターンの違いにより、路面とタイヤ間に存在する水の排水性能の違いが大きく影響しているものと考えられる。一方横すべり摩擦測定時には、前述したように速度の増加によるすべり摩擦係数の減少はみられず、また測定タイヤによる違いもみられなかった。

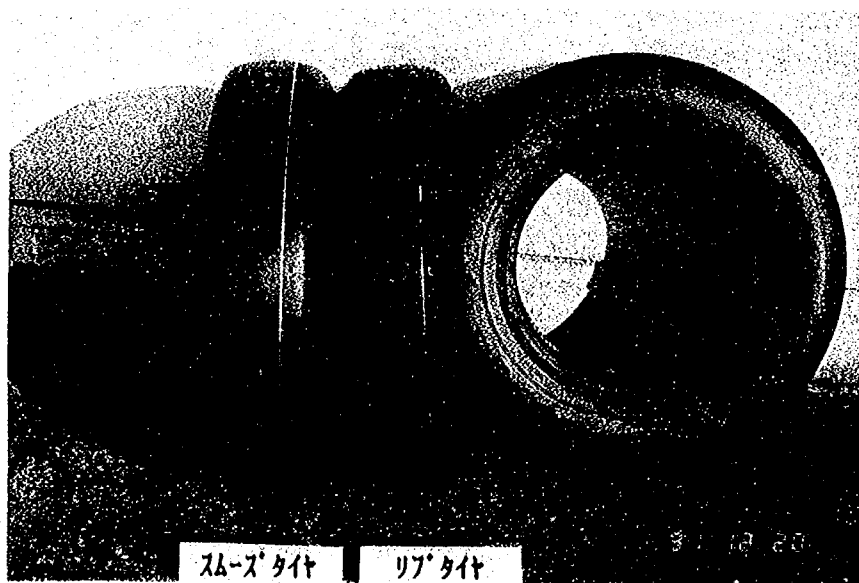


写真-14 路面すべり測定用標準タイヤ

4 試験結果の解析

4.1 分散分析

すべり摩擦係数に影響を与える要因3種（速度、タイヤ、測定車）について、分散分析を行った結果を表-7に示す。なお、分析には縦すべり時摩擦係数 μ (BF)のデータを用いた。

表-7 分散分析表

要 因	平方和	自由度	平均平方和	期待値	危険率	
					5%	1%
A:速 度	16.1269	3	5.3756	7140.42	2.60	3.78
B:タイヤ	2.2277	1	2.2277	2959.07	3.84	6.63
C:測定車	0.5866	14	0.0419	55.66	1.70	2.09
A×B	0.8636	3	0.2879	382.38	2.60	3.78
B×C	0.1280	14	0.0091	12.14	1.70	2.09
C×A	0.2862	42	0.0068	9.05	1.38	1.58
A×B×C	0.1292	42	0.0031	4.09	1.38	1.58
誤差	0.4517	600	0.0008			

分散分析の結果、これまでの一連のすべり実験からも明らかにされてきたが、速度とタイヤが重要な因子としてすべり摩擦係数に影響していることがわかる。また本試験の目的因子である測定車についてみると、速度とタイヤの因子よりは小さいが、測定車間に有意なすべり摩擦係数の差があることがわかった。

各因子の交互作用の中で、測定車に関するものにも有意差がみられるが、この程度の有意差ならば測定車の測定条件の順守、補正等で充分消去可能と思われるため、交互作用については今回の分析では考慮しないものとする。

4.2 相関関係

4.2.1 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 $\mu(BF)$ 、 $\mu(TF)$ と横すべり時の $\mu(SF)$ 、 $\mu(CF)$ の関係を図-17に示す。

$\mu(BF)$ と $\mu(TF)$ については、値の差はほとんどなく、相関係数も 0.958 と高いため両者は同一と考えて問題はないと思われる。

一方 $\mu(SF)$ と $\mu(CF)$ については、図-17からみてもわかるように両者において高い相関はみられなかった。これは、横すべり時におけるSF（横方向力）の検出方法に問題があると思われる。SFの検出はタイヤ直角方向の力を図-16に示すような方法でロードセルに伝達させているためスラストベアリングなど横に動く部分の摩擦抵抗の影響でロードセルに真の値がでにくいのではないかと考えられる。従って、1980年以降に製作された試験車からは、この影響をできる限り取り除けるように配慮しているが、現状では影響を完全に取り除くことは難しい。

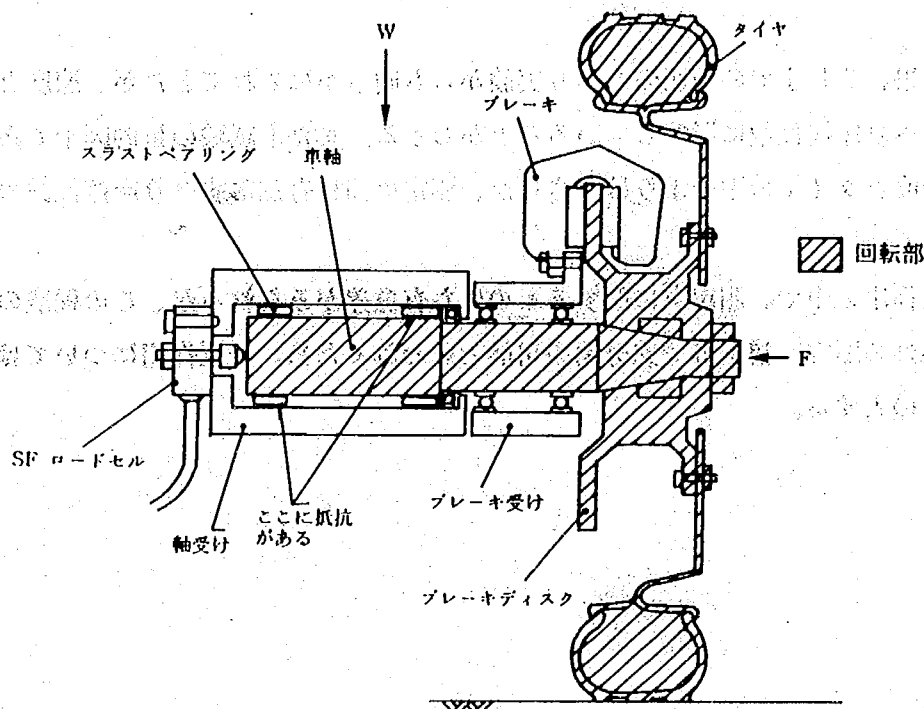


図-16 SF検出方法

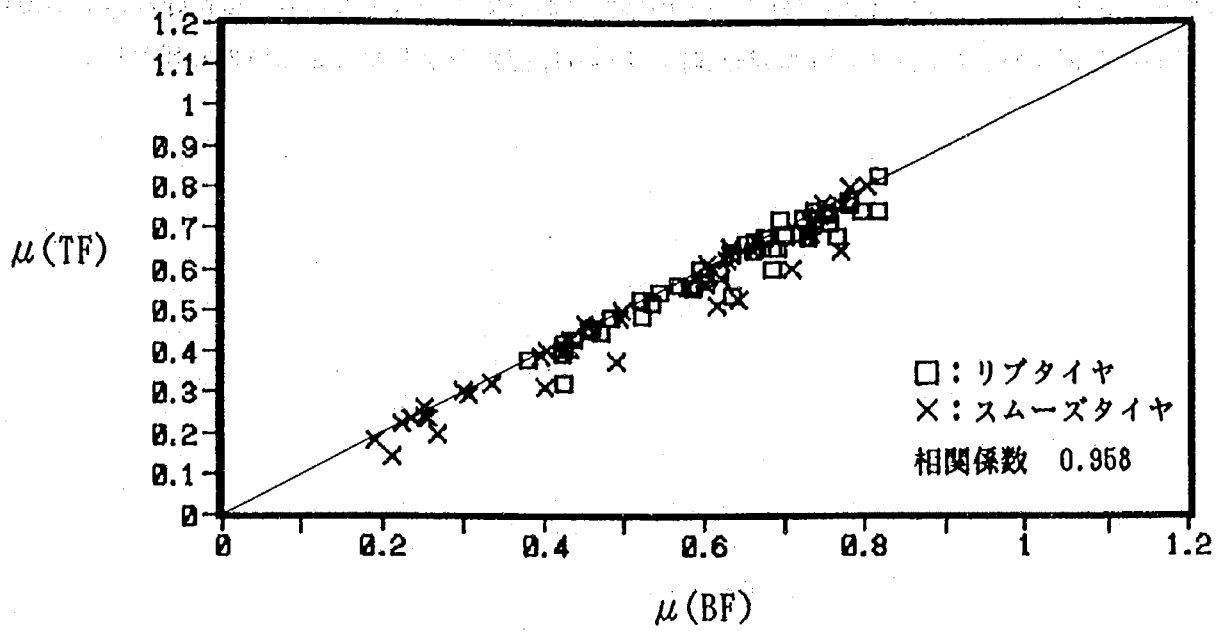


図-17.1 $\mu(BF)$ と $\mu(TF)$ の関係

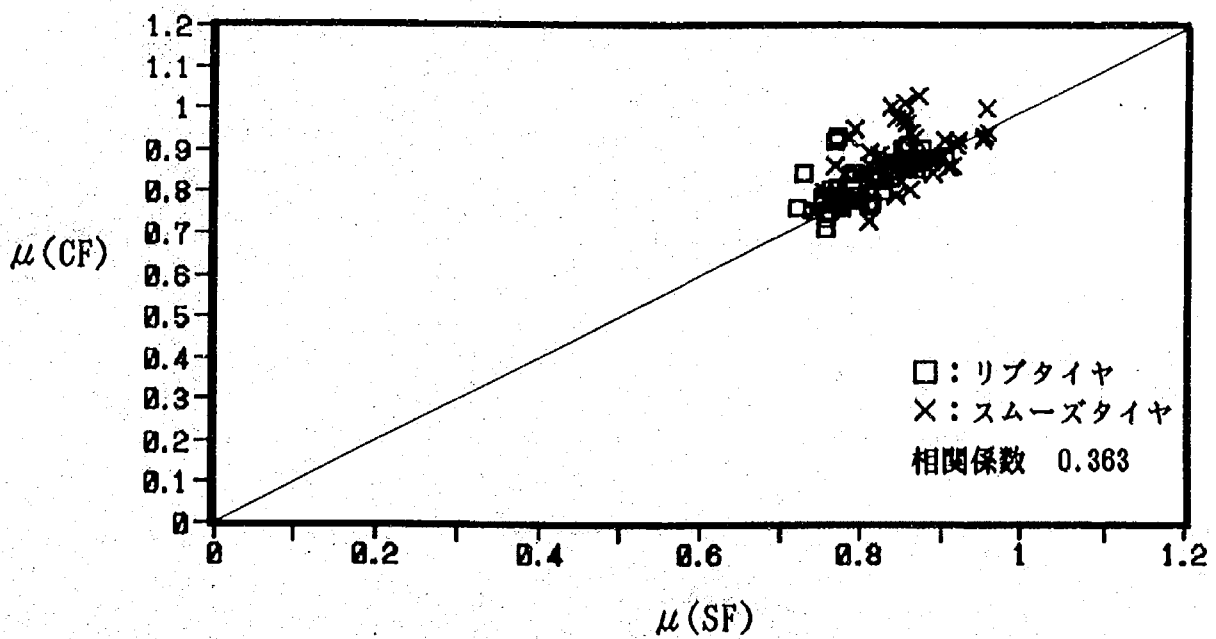


図-17.2 $\mu(SF)$ と $\mu(CF)$ の関係

4.2.2 測定車間の関係

各測定車間の対応状況をみるため、表-8にそれぞれの相関係数を示す。

今回の試験結果では、相関係数がほとんどの機関において 0.9以上となりほぼ良好な結果が得られた。なお、新潟試験所の測定車は100%制動時のすべり摩擦係数が測定できないので割愛した。

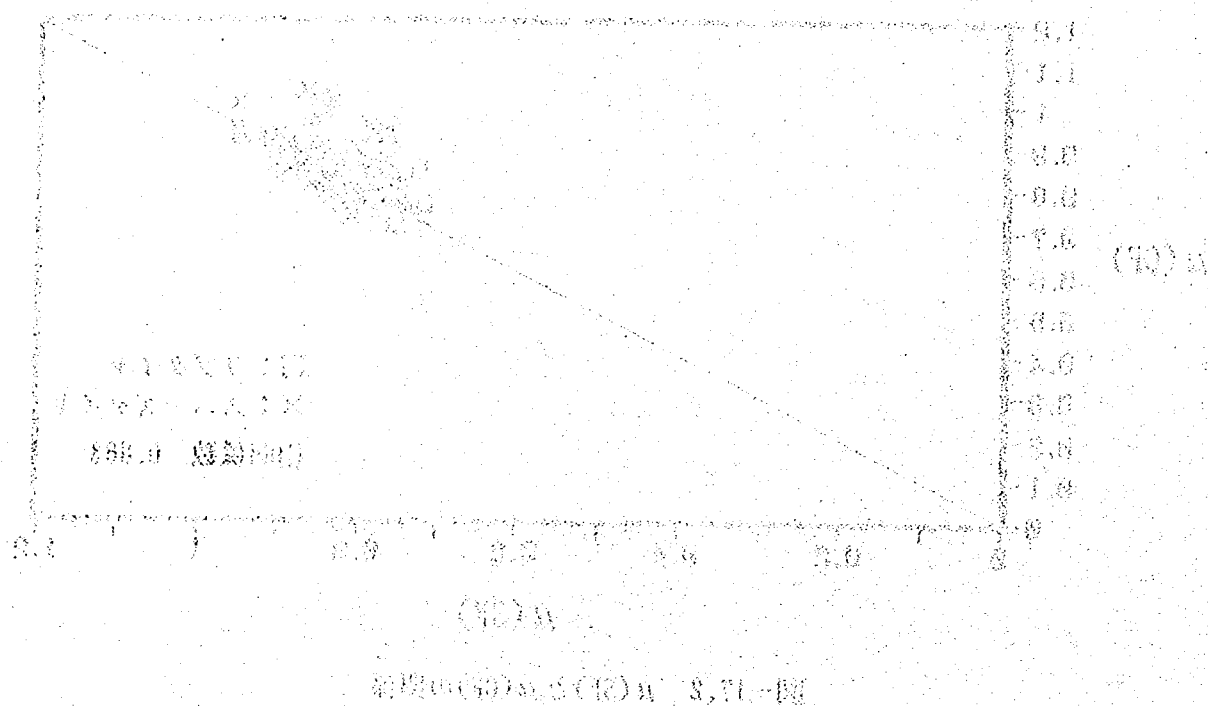


表-8 各測定車間の相関係数

機関名	土研	北大	北関	公団4号	公団5号	自研バス	自研けん引	東北地建	関東地建	北陸地建	中部地建	近畿地建	中国地建	四国地建	九州地建
土研		0.9139	0.9984	0.9667	0.9974	0.9955	0.9664	0.9876	0.9859	0.9992	0.9928	0.9651	0.9938	0.9972	0.9937
北大	0.9139		0.8997	0.9709	0.9093	0.8844	0.9826	0.9545	0.8391	0.9293	0.9541	0.9797	0.9419	0.8811	0.9265
北関	0.9984	0.8997		0.9648	0.9993	0.9927	0.9536	0.9862	0.9859	0.9966	0.9860	0.9608	0.9931	0.9983	0.9860
公団4号	0.9667	0.9709	0.9648		0.9730	0.9392	0.9762	0.9949	0.9107	0.9754	0.9800	0.9991	0.9888	0.9489	0.9562
公団5号	0.9974	0.9093	0.9993	0.9730		0.9881	0.9569	0.9909	0.9790	0.9968	0.9871	0.9687	0.9961	0.9954	0.9834
自研バス	0.9955	0.8844	0.9927	0.9392	0.9881		0.9523	0.9688	0.9959	0.9918	0.9835	0.9385	0.9790	0.9969	0.9937
自研けん引	0.9664	0.9826	0.9536	0.9762	0.9569	0.9523		0.9786	0.9209	0.9749	0.9903	0.9836	0.9750	0.9450	0.9794
東北地建	0.9876	0.9545	0.9862	0.9949	0.9909	0.9688	0.9786		0.9478	0.9925	0.9922	0.9933	0.9988	0.9759	0.9778
関東地建	0.9859	0.8391	0.9859	0.9107	0.9790	0.9959	0.9209	0.9478		0.9786	0.9635	0.9077	0.9621	0.9940	0.9799
北陸地建	0.9992	0.9293	0.9966	0.9754	0.9968	0.9918	0.9749	0.9925	0.9786		0.9964	0.9746	0.9968	0.9935	0.9941
中部地建	0.9928	0.9541	0.9860	0.9800	0.9871	0.9835	0.9903	0.9922	0.9635	0.9964		0.9825	0.9937	0.9812	0.9951
近畿地建	0.9651	0.9797	0.9608	0.9991	0.9687	0.9385	0.9836	0.9933	0.9077	0.9746	0.9825		0.9867	0.9452	0.9594
中国地建	0.9938	0.9419	0.9931	0.9888	0.9961	0.9790	0.9750	0.9988	0.9621	0.9968	0.9937	0.9867		0.9854	0.9838
四国地建	0.9972	0.8811	0.9983	0.9489	0.9954	0.9969	0.9450	0.9759	0.9940	0.9935	0.9812	0.9452	0.9854		0.9869
九州地建	0.9937	0.9265	0.9860	0.9562	0.9834	0.9937	0.9794	0.9778	0.9799	0.9941	0.9951	0.9594	0.9838	0.9869	

4.2.3 走行速度とすべり摩擦係数の関係

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みられなかった（参考資料-7）。

表-9.1~表-9.2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。図-18は、その一例を図化したものである。

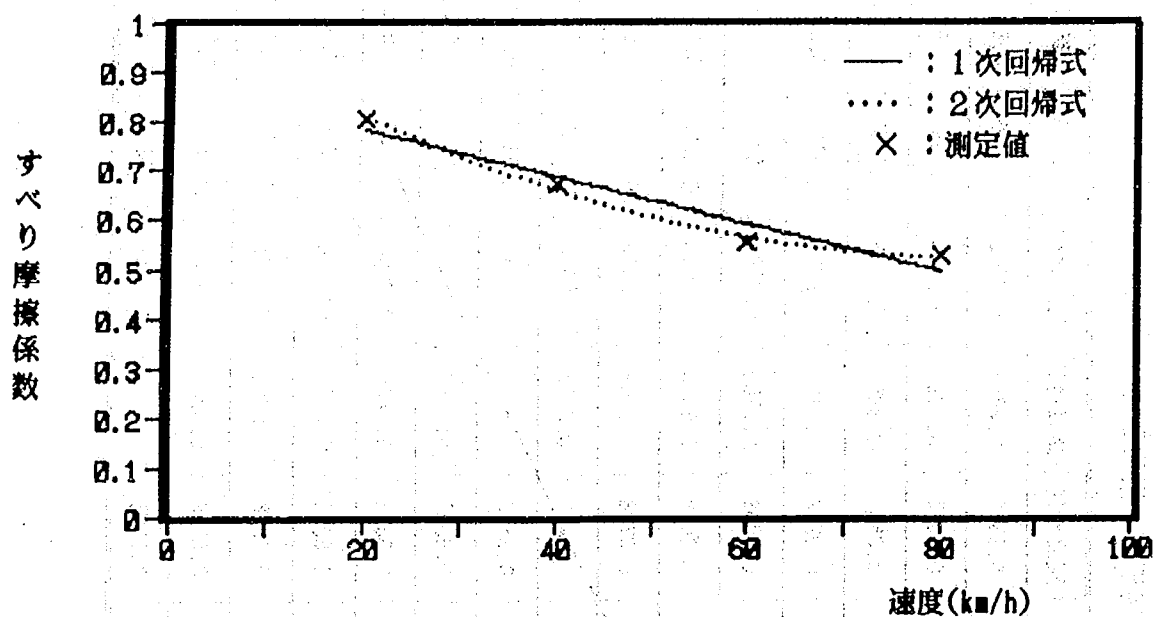


図-18 速度とすべり摩擦係数の関係
(北海道大学測定車、縦すべり、リブタイヤ)

表-9.1 速度とすべり摩擦係数の関係(μ (BF))

機 関 名	測定タイプ	上段：1次回帰式 Y: μ (BF) 下段：相関係数(r^2) X: 速度km/h	上段：2次回帰式 Y: μ (BF) 下段：相関係数(r^2) X: 速度km/h
土木研究所	リフタイプ	$Y = -0.004661X + 0.8522$ $r^2 = 0.9910$	$Y = -0.005507X^2 + 0.000005X + 0.8776$ $r^2 = 0.9922$
	スルースタイプ	$Y = -0.007807X + 0.9505$ $r^2 = 0.9864$	$Y = -0.002738X^2 - 0.000050X + 0.8491$ $r^2 = 0.9997$
北海道大学	リフタイプ	$Y = -0.004785X + 0.8781$ $r^2 = 0.9335$	$Y = -0.011616X^2 + 0.000068X + 1.0147$ $r^2 = 0.9944$
	スルースタイプ	$Y = -0.008805X + 0.9541$ $r^2 = 0.9970$	$Y = -0.008936X^2 + 0.000001X + 0.9567$ $r^2 = 0.9970$
北海道 開発局	リフタイプ	$Y = -0.006525X + 0.9930$ $r^2 = 0.8888$	$Y = +0.006038X^2 - 0.000125X + 0.7418$ $r^2 = 0.9942$
	スルースタイプ	$Y = -0.008815X + 0.9925$ $r^2 = 0.9995$	$Y = -0.007752X^2 - 0.000010X + 0.9713$ $r^2 = 0.9999$
道路公団 4号車	リフタイプ	$Y = -0.004623X + 0.8204$ $r^2 = 0.9801$	$Y = -0.005029X^2 + 0.00004X + 0.8285$ $r^2 = 0.9803$
	スルースタイプ	$Y = -0.010186X + 1.0243$ $r^2 = 0.9940$	$Y = -0.005773X^2 - 0.000044X + 0.9361$ $r^2 = 0.9999$
道路公団 5号車	リフタイプ	$Y = -0.004760X + 0.8195$ $r^2 = 0.9503$	$Y = -0.008474X^2 + 0.000023X + 0.9309$ $r^2 = 0.9774$
	スルースタイプ	$Y = -0.005675X + 0.7878$ $r^2 = 0.8972$	$Y = -0.014126X^2 + 0.000053X + 1.0413$ $r^2 = 0.9904$
自動車 研究所 (バス型)	リフタイプ	$Y = -0.005091X + 0.8947$ $r^2 = 0.9459$	$Y = +0.000147X^2 - 0.000052X + 0.7900$ $r^2 = 0.9780$
	スルースタイプ	$Y = -0.008548X + 0.9363$ $r^2 = 0.9812$	$Y = -0.002254X^2 - 0.000062X + 0.8104$ $r^2 = 0.9983$
自動車 研究所 (けん引)	リフタイプ	$Y = -0.003912X + 0.9102$ $r^2 = 0.9839$	$Y = -0.006437X^2 + 0.000025X + 0.9607$ $r^2 = 0.9971$
	スルースタイプ	$Y = -0.006221X + 0.9217$ $r^2 = 0.9917$	$Y = -0.009390X^2 + 0.000032X + 0.9850$ $r^2 = 0.9999$

表-9.2 速度とすべり摩擦係数の関係(μ (BF))

機 関 名	測定タイプ	上段：1次回帰式 $Y: \mu(BF)$ 下段：相関係数(r^2) X :速度km/h	上段：2次回帰式 $Y: \mu(BF)$ 下段：相関係数(r^2) X :速度km/h
東北地建	リフタイプ	$Y = -0.005907X + 0.9475$ $r^2 = 0.9928$	$Y = -0.004138X^2 + 0.000017X + 0.9121$ $r^2 = 0.9956$
	スルースタイプ	$Y = -0.008534X + 0.9117$ $r^2 = 0.9775$	$Y = -0.002696X^2 - 0.000058X + 0.7950$ $r^2 = 0.9921$
関東地建	リフタイプ	$Y = -0.005376X + 0.8970$ $r^2 = 0.9005$	$Y = +0.002912X^2 - 0.000082X + 0.7313$ $r^2 = 0.9690$
	スルースタイプ	$Y = -0.008317X + 0.9595$ $r^2 = 0.9839$	$Y = -0.002479X^2 - 0.000058X + 0.8428$ $r^2 = 0.9994$
北陸地建	リフタイプ	$Y = -0.006141X + 0.9326$ $r^2 = 0.9862$	$Y = -0.002366X^2 - 0.000037X + 0.8571$ $r^2 = 0.9981$
	スルースタイプ	$Y = -0.007448X + 0.8937$ $r^2 = 0.9900$	$Y = -0.006085X^2 - 0.000013X + 0.8665$ $r^2 = 0.9910$
中部地建	リフタイプ	$Y = -0.005612X + 0.8923$ $r^2 = 0.9963$	$Y = -0.004831X^2 - 0.000007X + 0.8766$ $r^2 = 0.9969$
	スルースタイプ	$Y = -0.008378X + 0.9082$ $r^2 = 0.9995$	$Y = -0.007722X^2 - 0.000006X + 0.8950$ $r^2 = 0.9997$
近畿地建	リフタイプ	$Y = -0.004503X + 0.8726$ $r^2 = 0.9841$	$Y = -0.005803X^2 + 0.000013X + 0.8986$ $r^2 = 0.9867$
	スルースタイプ	$Y = -0.008162X + 0.9130$ $r^2 = 0.9933$	$Y = -0.005237X^2 + 0.000029X + 0.8545$ $r^2 = 0.9974$
中国地建	リフタイプ	$Y = -0.003683X + 0.8367$ $r^2 = 0.9906$	$Y = -0.001808X^2 - 0.000018X + 0.7992$ $r^2 = 0.9988$
	スルースタイプ	$Y = -0.006840X + 0.8931$ $r^2 = 0.9941$	$Y = -0.003890X^2 - 0.000029X + 0.8341$ $r^2 = 0.9999$
四国地建	リフタイプ	$Y = -0.005430X + 0.8886$ $r^2 = 0.9471$	$Y = +0.001301X^2 - 0.000067X + 0.7540$ $r^2 = 0.9937$
	スルースタイプ	$Y = -0.007908X + 0.8992$ $r^2 = 0.9944$	$Y = -0.004995X^2 + 0.000029X + 0.8409$ $r^2 = 0.9987$
九州地建	リフタイプ	$Y = -0.005325X + 0.9241$ $r^2 = 0.9748$	$Y = -0.003287X^2 - 0.000020X + 0.8834$ $r^2 = 0.9794$
	スルースタイプ	$Y = -0.008854X + 0.9725$ $r^2 = 0.9961$	$Y = -0.005823X^2 - 0.000030X + 0.9118$ $r^2 = 0.9999$

5 比較試験結果の利用と今後の測定

5.1 測定値の評価

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土木研究所の測定車の値に補正して評価することが望ましい。その際、各測定車で測定された値を今回の合同比較試験で得られた土木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ことが望ましい（表-10）。さらに、5.2に示す温度及び速度補正式をあわせて利用することが望ましい。

また図-19に一連の補正フローを示す。

表-10 土木研究所測定車と各測定車の補正式($\mu(BF)$)

機 関 名	土研車への補正式 i : 各測定車の測定値 j : 土研車への補正值	相関係数
北 海 道 大 学	$X_j = 0.9100X_i + 0.0744$	0.9139
北 海 道 開 発 局	$X_j = 1.2010X_i - 0.0797$	0.9984
道 路 公 団 4 号 車	$X_j = 0.9077X_i + 0.0262$	0.9667
〃 5 号 車	$X_j = 1.2110X_i - 0.1692$	0.9974
自動車研究所バス型	$X_j = 1.0476X_i - 0.0097$	0.9955
〃 けん引式	$X_j = 0.7662X_i + 0.2393$	0.9664
東 北 地 建	$X_j = 1.1772X_i - 0.0781$	0.9876
関 東 地 建	$X_j = 1.1228X_i - 0.0683$	0.9859
北 陸 地 建	$X_j = 1.2421X_i - 0.1450$	0.9992
中 部 地 建	$X_j = 1.1222X_i - 0.0845$	0.9928
近 畿 地 建	$X_j = 0.8807X_i + 0.1011$	0.9651
中 国 地 建	$X_j = 0.7393X_i + 0.1939$	0.9938
四 国 地 建	$X_j = 1.1186X_i - 0.0768$	0.9972
九 州 地 建	$X_j = 1.0774X_i - 0.0105$	0.9937

5.2 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、5.1の補正とともに温度・速度補正を行なう必要がある。

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。

すなわち

①165-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。

②6.45-13-4PR(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°C)・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 Δf 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(°C)

となり、旧標準タイヤ換算値(Y)に上記式で得られた値(Δf)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。

測定値を土木研究所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/cm²
- 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

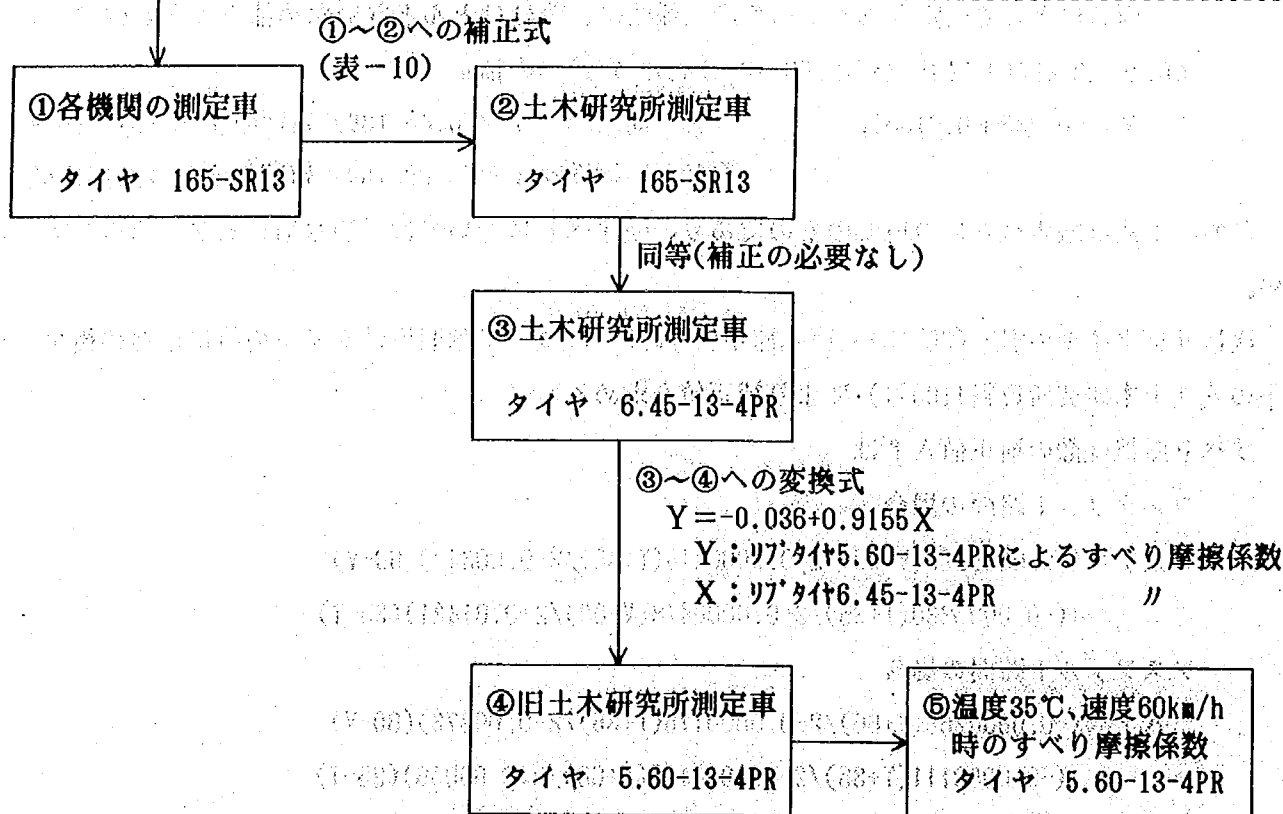


図-19 各機関のすべり摩擦係数補正フロー

5.3 今後の測定

すべり摩擦抵抗力は、各種要因の状態によって大きく変化すると同時に同一条件でもバラツキが生じる。

そこで、バラツキの小さい信頼性の高いデータを得るためには、参考資料-10に示されている測定車の使用方法、管理方法、測定方法、データ整理および解析方法を順守するとともに、他機関のデータと比較検討を行う場合には、前述した補正(図-19)を行う必要がある。

あとがき

今回の合同比較試験では、全地建等のすべり測定車を土木研究所に集め、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できた。よって今後の路面の維持・管理等を行っていく上で役立つものと思われる。

また本実験の実施にあたっては、地方建設局、北海道開発局、北海道大学、日本道路公団、(財)日本自動車研究所の方々にご協力いただきましたことに対し感謝申し上げます。

参考資料

資料-1	合同比較試験実施スケジュール	43
資料-2	実験の手順	47
資料-3	測定装置感度表	58
資料-4	測定装置諸元表	59
資料-5	すべり摩擦係数の計算表	61
資料-6	すべり摩擦係数の総括表	63
資料-7	速度とすべり摩擦係数の関係図	76
資料-8	測定車間の補正式	84
資料-9	CFとSFの関係	86
資料-10	測定車の使用方法、管理方法及び測定方法	88
資料-11	試験時の温度及び水膜厚	97
資料-12	試験時の路面のあらさ	100

9月10日(火)

13:30~13:50 開会式

- 道路部長挨拶 (5分)
- 本省建設機械課建設専門官 (5分)
- スケジュールの紹介 (10分)

14:00~16:00 北海道大学 加来教授講演

「路面のすべりについて」

16:00~17:00 実験方法打合せ

実験方法の打合せ

9月11日(水) <リブタイヤの実験>

9:00 研修センターへ土木研究所バスにて迎えに行きます(土研9:15着)

実験行程

8:30	9:30	10:00	11:30	12:00	13:00	13:30	15:00	15:30	17:30
水膜調整	タイヤならし3周	実験 6周	移動等	昼休み	移動等	実験 6周	休憩	実験 8周	

実験行程(詳細)

時 間		10:00～11:30						13:30～15:00						15:30～17:30							
周		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
実験 条件	タイヤ 種 別	←----- リ ブ タ イ ヤ の 実 験 ----->																			
	すべり 種 別	縦 す べ り の 実 験												横すべりの実験							
	速 度 (Km/h)	20	20	20	40	40	40	60	60	60	80	80	80	20	20	40	40	60	60	80	80
走行条件		ショートカット部分走行						全 周 走 行						ショートカット走行				全周走行			

18:30 研修センターへ土木研究所バスにて送ります

9月12日(木) <スムーズタイヤの実験>

9:00 研修センターへ土木研究所バスにて迎えに行きます(土研9:15着)

実験行程

8:30	9:30	10:00	11:30	12:00	13:00	13:30	15:00	15:30	17:30
水膜調整	タイヤならし3周	実験 6周	移動等	施設見学	昼休み	移動等	実験 6周	休憩	実験 8周

実験行程(詳細)

時 間		10:00~11:30						13:30~15:00						15:30~17:30							
周		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
実験条件	タイヤ種別	←--- スムーズタイヤの実験 ---→																			
	すべり種別	縦すべりの実験												横すべりの実験							
	速度(Km/h)	20	20	20	40	40	40	60	60	60	80	80	80	20	20	40	40	60	60	80	80
走行条件		ショートカット部分走行						全周走行						ショートカット走行						全周走行	

18:30 研修センターへ土木研究所バスにて送ります

(備考)

12:00~12:30 衝突実験の見学ができます

9月13日(金)

9:00 研修センターへ土木研究所バスにて迎えに行きます(土研9:15着)

9:30~12:00 成果報告会

場所 1F会議室

司会 加来教授

1. 路面の種類と縦すべり摩擦係数の経年変化について

関東技術事務所

2. 路面すべり測定車とDFテスターとの比較について

中部技術事務所

3. すべり摩擦係数と供用年数について

近畿技術事務所

4. 冬用タイヤの制動特性について

北海道開発局

5. 特殊舗装におけるすべり摩擦係数について

日本道路公団

6. 今回の比較試験の結果と今後の比較試験に対する方向について

土木研究所

説明時間

各15分

コメント及び質疑応答

各5分

12:00 解散

希望者のみ

13:00~14:00 施設見学

1. 班編成

① バスのゼッケン及び走行順位

実験は水膜調整を効率的に行うためにA、Bの2班に分ける。

A班 ゼッケン	走行順位	機関名
1	1	※土木研究所
2	2	新潟試験所
3	3	北海道大学
4	4	北海道開発局
5	5	日本道路公団 4号車
6	6	日本道路公団 5号車
7	7	日本自動車研究所
8	8	日本自動車研究所 (けん引式)
B班		
9	9	※東北技術事務所
10	10	関東技術事務所
11	11	北陸技術事務所
12	12	中部技術事務所
13	13	近畿技術事務所
14	14	中国技術事務所
15	15	四国技術事務所
16	16	九州技術事務所

※：無線をつむ機関

注) 測定車の所在を明らかにするために事前にゼッケン番号を1台当り4枚配布するので、これを前後左右のわかりやすい場所に車両の中から張りつけておく。走行順位はゼッケン番号順とする。

② 走行の開始等の連絡

A班 : 土木研究所道路研究室(1号車)のみに無線で連絡
(2号車から8号車については、前者に追従して走行する)

B班 : 東北技術事務所(9号車)のみに無線で連絡
(10号車から16号車については、前者に追従して走行する)

2. タイヤならし (9:30~9:55)

タイヤのならしは水膜調整が終了後、試験走路を3周走行するものとする。その間は次にあげる2つの事項を確認する。

- 試験輪に制動あるいはステア角 15° の試行をし、同時に測定器の状態も確認する。
- 試験走路内に設置した各コーンの位置を確認する。なお、コーンの位置図と指示内容を次頁に示す。

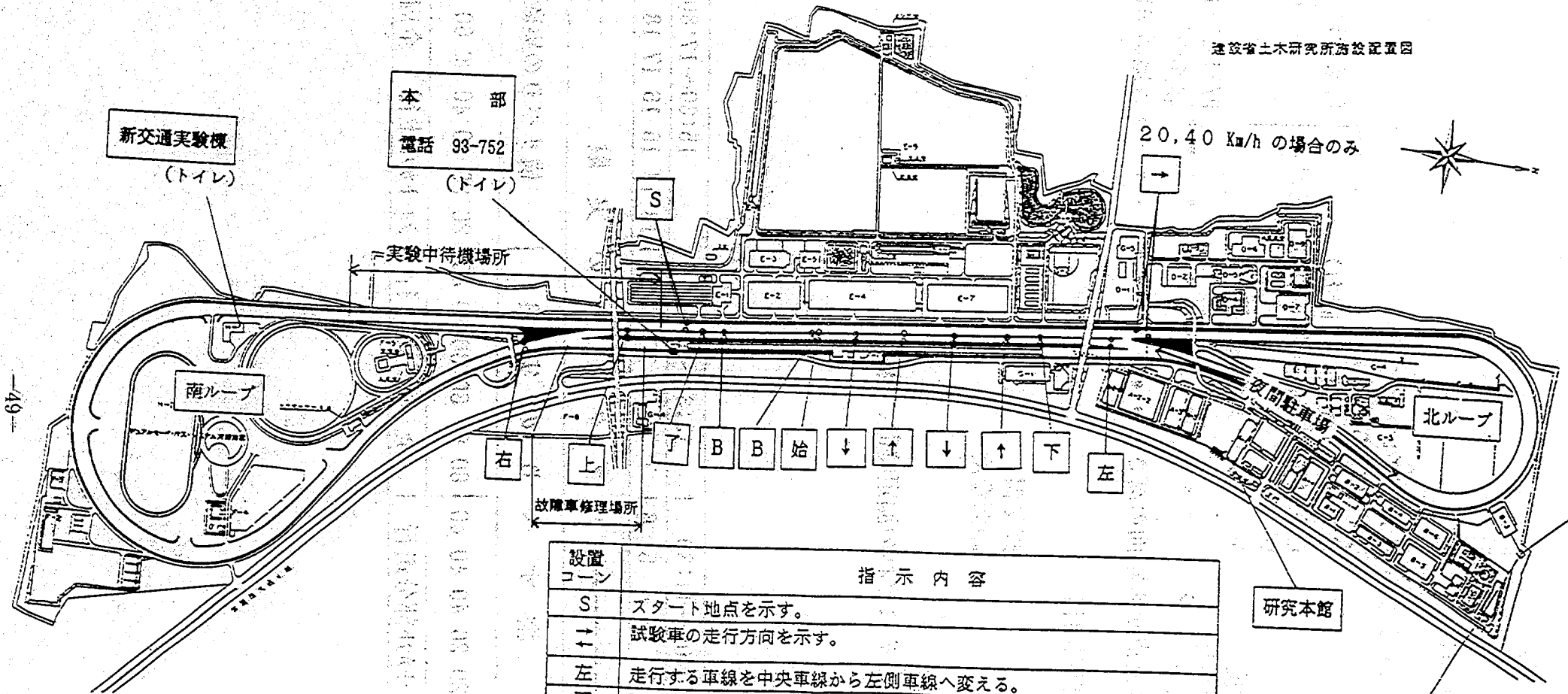
試験走路を3周して、南ループを周回した後、コーンにて表示した所定の地点において左側車線に試験車を駐車させる。

3. 試験条件及び測定項目

① 試験条件

測定種類	100%制動時の縦すべり，すべり角 15° 時の横すべり
測定速度	20，40，60，80 (km/h)
測定路面	アスファルト路面
路面状態	水膜厚 1.0 (mm)
測定タイヤ	すべり測定用標準タイヤ (165-SR13: リブ、スムーズ) タイヤ内圧 $1.7\text{kg}/\text{cm}^2$
輪荷重	$395 \pm 10\text{kg}$
測定データ数	縦すべり - 1条件3回走行 (1回につき2データ測定、計6データ) 横すべり - 1条件2回走行 (1回につき3データ測定、計6データ)

建設省土木研究所施設配置図



設置 コーン	指 示 内 容
S	スタート地点を示す。
→	試験車の走行方向を示す。
左	走行する車線を中央車線から左側車線へ変える。
下	試験車の試験輪を下ろし、計測器を計測可能な状態にする。
↑	この区間で試験車の速度調整を行う。方法は、↑点から↓点までを5秒で走行することにより所定の速度となる。(2区間設置)
↓	縦すべり実験時に試験輪にブレーキをかける地点。(2地点設置)
B	横すべり実験時に試験輪にステア角15°をかける地点。
始	横すべり実験時に試験輪にかけたステア角を元に戻す地点。
了	試験車の試験輪を上げ、計測器を計測待ちの状態にする。
上	試験車の試験輪を上げ、計測器を計測待ちの状態にする。
右	走行する車線を左側車線から中央車線へ変える。

② 測定項目

1) 各測定車測定項目

- すべり摩擦抵抗力 BF (ブレーキ力)
 TF (けんいん力)
 SF (タイヤ直角方向力)
 CF (進行方向に対し直角方向力)
 - 輪荷重 W
 - 測定車速度 V (メータの読み値)
 - タイヤ空気圧 >
 - タイヤ半径 >
 - すべり計支点から路面の高さ
- 各条件について
測定
- 9/11と9/12の
朝測定
- 各機関事前に測定

2) 土木研究所測定項目

- 温 度 外気温
 路面温度
 - 水膜厚さ
 - 路面の粗さ
- およびそれぞれの測定時間、場所

4. 実験行程

9月11日(水)

時 間		10:00～11:30					13:30～15:00					15:30～17:30									
周		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
実験条件	タイヤ種別	←-----リブタイヤの実験-----→																			
	すべり種別	縦すべりの実験										横すべりの実験									
	速度 (Km/h)	20	20	20	40	40	40	60	60	60	80	80	80	20	20	40	40	60	60	80	80
走行条件		ショートカット部分走行					全周走行					ショートカット走行					全周走行				

9月12日(木)

時 間		10:00~11:30						13:30~15:00						15:30~17:30							
周		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
実験条件	タイヤ種別	←-----ス ム ー ズ タ イ ヤ の 実 験 -----→																			
	すべり種別	縦 す べ り の 実 験												横すべりの実験							
	速 度 (Km/h)	20	20	20	40	40	40	60	60	60	80	80	80	20	20	40	40	60	60	80	80
走行条件		ショートカット部分走行						全 周 走 行						ショートカット走行						全周走行	

① 縦すべりの場合（1条件当り3周）

<1, 2周目の実験方法>

1. スタート地点("S"と表示したコーンの地点)の中央車線上に走行順位順(ゼッケン番号順)に1列にならぶ。その時ヘッドライトは上向きにしておく。
2. スタート地点にて、進行方向右側に設置した看板で実験条件の確認を行う。
3. A班先頭車(1号車)は、本部の指示によりスタートする。後続車(2号車～8号車)は前車と200m程の間隔をとり適宜スタートする。
A班がスタートした後、B班先頭車(9号車)は、本部の指示によりスタートする。後続車(10号車～16号車)はA班と同様に前車と200m程の間隔をとり適宜スタートする。
4. トンネルの手前付近("左"と表示したコーンの地点)で走行する車線を左側の車線へ変える。
5. トンネルの入口付近("下"と表示したコーンの地点)で試験輪を下ろし、計測器を計測可能な状態にする。
6. トンネルの横を走行中には、速度の調整を行う区間が2箇所ある。("↑", "↓"と表示したコーンの区間)調整方法は、"↑"点から"↓"点までを5秒で走行することにより所定の速度となる。
7. 測定区間内では、試験輪にブレーキをかける地点が2箇所ある。("B"と表示したコーンの地点)所定の地点で試験輪に1秒程ブレーキをかけ測定を行う。
8. 測定区間を通過後、1つ目の横断橋付近("上"と表示したコーンの地点)で試験輪を上げ、計測器を計測待の状態にする。
9. 次に2つ目の横断橋付近("右"と表示したコーンの地点)で走行する車線を右側の車線へ変え南ループを周回する。
10. 周回後は前車に追従し、中央車線で待機する。
11. 待機中は走行順位順に随時スタート地点へ移動していく。

<3周目の実験方法>

1.
1, 2周目の実験方法と同様に行う。
- 9.
10. 周回後には、実験結果の確認を行うため次のように駐車する。

実験を全て成功した車両は、

左側車線に移り、所定の駐車場所(ゼッケン番号にて表示したコーンの地点)にライトを消して駐車する。

実験を失敗した車両は、

走行車線(中央車線)の所定の駐車場所(ゼッケン番号にて表示したコーンの地点)にライトをつけた状態で駐車する。

土木研究所の連絡車(88号車)が行くので88号車の指示に従い再測定を行う。

測定終了後(測定を成功した場合)は、左側車線に移り所定の駐車場所にライトを消して駐車する。

② 横すべりの場合（1条件当り2周）

<1周目の実験方法>

1.
縦すべり 1, 2周目の実験方法と同様に行う。
- 6.
7. 測定区間内は、試験輪にステア角をかける地点("始"と表示したコーンの地点)と戻す地点("了"と表示したコーンの地点)の2地点指示してある。
測定方法はまず、"始"点で試験輪に右15°のステア角をかけ計測を開始し、次に"了"点で試験輪をもとに戻し計測を終了する。

8.
縦すべり 1, 2周目の実験方法と同様に行う。

11.

<2周目の実験方法>

1.
縦すべり 1, 2周目の実験方法と同様に行う。
- 6.

7. 測定区間内は、試験輪にステア角をかける地点("始"と表示したコーンの地点)と戻す地点("了"と表示したコーンの地点)の2地点指示してある。
測定方法はまず、"始"点で試験輪に右15°のステア角をかけ計測を開始し、次に"了"点で試験輪をもとに戻し計測を終了する。

8.
縦すべり 1, 2周目の実験方法と同様に行う。
- 9.

10. 縦すべり 3周目の実験方法と同様に行う。

5. タイヤ交換（11日のみ）

実験終了後試験輪を本部の指示により、リブタイヤからスムーズタイヤへ変える。なお、全機関が作業を終了するまでその場で待機するものとする。

6. 実験上の注意

① 走行中の注意

- 走行は右周り（時計周り）で行う。
- 走行中はヘッドライトを上向きにしておく。
- 主に走行する車線は、3車線の中央車線とする。（測定区間は左側車線となる。）
- 走行する順番はゼッケン番号順とする。
- 前車との車間距離は、200m程度とする。（スタート時に各ドライバーが調整）
- 走行中にエンジンのトラブルが生じた場合は、左側車線にハザードランプをつけて駐車する。各班の先頭車（A班は1号車、B班は9号車）は故障車を発見したら、無線で本部へ連絡する。本部から土木研究所の連絡車（88号車）を派遣するので故障車は88号車の指示に従う。
- 走行中に測定器のトラブル等が生じた場合は、その場で停車はせずに故障車修理場所へ行き調整を行う。調整後、実験に復帰する際には本部の指示に従うものとする。
- 走行中は絶対前の車を追い越さないこと。

② 駐停車の際の注意

試験車の駐車は、機関名およびゼッケン番号を表示したコーンの位置に行うものとする。また、駐車場所は2箇所設けてあるが以下に示す場所に必ず駐車すること。

• 昼休み

南ループ周回後にコーンにて表示した所定の地点の左側車線に試験車を駐車させる。

土木研究所のバスが迎えに来るので研究本館へ移動する。

1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025, 2026, 2027, 2028, 2029, 2030, 2031, 2032, 2033, 2034, 2035, 2036, 2037, 2038, 2039, 2040, 2041, 2042, 2043, 2044, 2045, 2046, 2047, 2048, 2049, 2050, 2051, 2052, 2053, 2054, 2055, 2056, 2057, 2058, 2059, 2060, 2061, 2062, 2063, 2064, 2065, 2066, 2067, 2068, 2069, 2070, 2071, 2072, 2073, 2074, 2075, 2076, 2077, 2078, 2079, 2080, 2081, 2082, 2083, 2084, 2085, 2086, 2087, 2088, 2089, 2090, 2091, 2092, 2093, 2094, 2095, 2096, 2097, 2098, 2099, 2100, 2101, 2102, 2103, 2104, 2105, 2106, 2107, 2108, 2109, 2110, 2111, 2112, 2113, 2114, 2115, 2116, 2117, 2118, 2119, 2120, 2121, 2122, 2123, 2124, 2125, 2126, 2127, 2128, 2129, 2130, 2131, 2132, 2133, 2134, 2135, 2136, 2137, 2138, 2139, 2140, 2141, 2142, 2143, 2144, 2145, 2146, 2147, 2148, 2149, 2150, 2151, 2152, 2153, 2154, 2155, 2156, 2157, 2158, 2159, 2160, 2161, 2162, 2163, 2164, 2165, 2166, 2167, 2168, 2169, 2170, 2171, 2172, 2173, 2174, 2175, 2176, 2177, 2178, 2179, 2180, 2181, 2182, 2183, 2184, 2185, 2186, 2187, 2188, 2189, 2190, 2191, 2192, 2193, 2194, 2195, 2196, 2197, 2198, 2199, 2200, 2201, 2202, 2203, 2204, 2205, 2206, 2207, 2208, 2209, 2210, 2211, 2212, 2213, 2214, 2215, 2216, 2217, 2218, 2219, 2220, 2221, 2222, 2223, 2224, 2225, 2226, 2227, 2228, 2229, 2230, 2231, 2232, 2233, 2234, 2235, 2236, 2237, 2238, 2239, 2240, 2241, 2242, 2243, 2244, 2245, 2246, 2247, 2248, 2249, 2250, 2251, 2252, 2253, 2254, 2255, 2256, 2257, 2258, 2259, 2260, 2261, 2262, 2263, 2264, 2265, 2266, 2267, 2268, 2269, 2270, 2271, 2272, 2273, 2274, 2275, 2276, 2277, 2278, 2279, 2280, 2281, 2282, 2283, 2284, 2285, 2286, 2287, 2288, 2289, 2290, 2291, 2292, 2293, 2294, 2295, 2296, 2297, 2298, 2299, 2300, 2301, 2302, 2303, 2304, 2305, 2306, 2307, 2308, 2309, 2310, 2311, 2312, 2313, 2314, 2315, 2316, 2317, 2318, 2319, 2320, 2321, 2322, 2323, 2324, 2325, 2326, 2327, 2328, 2329, 2330, 2331, 2332, 2333, 2334, 2335, 2336, 2337, 2338, 2339, 2340, 2341, 2342, 2343, 2344, 2345, 2346, 2347, 2348, 2349, 2350, 2351, 2352, 2353, 2354, 2355, 2356, 2357, 2358, 2359, 2360, 2361, 2362, 2363, 2364, 2365, 2366, 2367, 2368, 2369, 2370, 2371, 2372, 2373, 2374, 2375, 2376, 2377, 2378, 2379, 2380, 2381, 2382, 2383, 2384, 2385, 2386, 2387, 2388, 2389, 2390, 2391, 2392, 2393, 2394, 2395, 2396, 2397, 2398, 2399, 2400, 2401, 2402, 2403, 2404, 2405, 2406, 2407, 2408, 2409, 2410, 2411, 2412, 2413, 2414, 2415, 2416, 2417, 2418, 2419, 2420, 2421, 2422, 2423, 2424, 2425, 2426, 2427, 2428, 2429, 2430, 2431, 2432, 2433, 2434, 2435, 2436, 2437, 2438, 2439, 2440, 2441, 2442, 2443, 2444, 2445, 2446, 2447, 2448, 2449, 2450, 2451, 2452, 2453, 2454, 2455, 2456, 2457, 2458, 2459, 2460, 2461, 2462, 2463, 2464, 2465, 2466, 2467, 2468, 2469, 2470, 2471, 2472, 2473, 2474, 2475, 2476, 2477, 2478, 2479, 2480, 2481, 2482, 2483, 2484, 2485, 2486, 2487, 2488, 2489, 2490, 2491, 2492, 2493, 2494, 2495, 2496, 2497, 2498, 2499, 2500, 2501, 2502, 2503, 2504, 2505, 2506, 2507, 2508, 2509, 2510, 2511, 2512, 2513, 2514, 2515, 2516, 2517, 2518, 2519, 2520, 2521, 2522, 2523, 2524, 2525, 2526, 2527, 2528, 2529, 2530, 2531, 2532, 2533, 2534, 2535, 2536, 2537, 2538, 2539, 2540, 2541, 2542, 2543, 2544, 2545, 2546, 2547, 2548, 2549, 2550, 2551, 2552, 2553, 2554, 2555, 2556, 2557, 2558, 2559, 2560, 2561, 2562, 2563, 2564, 2565, 2566, 2567, 2568, 2569, 2570, 2571, 2572, 2573, 2574, 2575, 2576, 2577, 2578, 2579, 2580, 2581, 2582, 2583, 2584, 2585, 2586, 2587, 2588, 2589, 2590, 2591, 2592, 2593, 2594, 2595, 2596, 2597, 2598, 2599, 2600, 2601, 2602, 2603, 2604, 2605, 2606, 2607, 2608, 2609, 2610, 2611, 2612, 2613, 2614, 2615, 2616, 2617, 2618, 2619, 2620, 2621, 2622, 2623, 2624, 2625, 2626, 2627, 2628, 2629, 2630, 2631, 2632, 2633, 2634, 2635, 2636, 2637, 2638, 2639, 2640, 2641, 2642, 2643, 2644, 2645, 2646, 2647, 2648, 2649, 2650, 2651, 2652, 2653, 2654, 2655, 2656, 2657, 2658, 2659, 2660, 2661, 2662, 2663, 2664, 2665, 2666, 2667, 2668, 2669, 2670, 2671, 2672, 2673, 2674, 2675, 2676, 2677, 2678, 2679, 26

トイレへ行く場合は、土木研究所のバスが迎えに来るので新交通実験棟へ行く。

北ループを周回後に左側車線にコーンにて表示した所定の地点（夜間駐車）に試験車を駐車させる。

2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025, 2026, 2027, 2028, 2029, 2030, 2031, 2032, 2033, 2034, 2035, 2036, 2037, 2038, 2039, 2040, 2041, 2042, 2043, 2044, 2045, 2046, 2047, 2048, 2049, 2050, 2051, 2052, 2053, 2054, 2055, 2056, 2057, 2058, 2059, 2060, 2061, 2062, 2063, 2064, 2065, 2066, 2067, 2068, 2069, 2070, 2071, 2072, 2073, 2074, 2075, 2076, 2077, 2078, 2079, 2080, 2081, 2082, 2083, 2084, 2085, 2086, 2087, 2088, 2089, 2090, 2091, 2092, 2093, 2094, 2095, 2096, 2097, 2098, 2099, 2100, 2101, 2102, 2103, 2104, 2105, 2106, 2107, 2108, 2109, 2110, 2111, 2112, 2113, 2114, 2115, 2116, 2117, 2118, 2119, 2120, 2121, 2122, 2123, 2124, 2125, 2126, 2127, 2128, 2129, 2130, 2131, 2132, 2133, 2134, 2135, 2136, 2137, 2138, 2139, 2140, 2141, 2142, 2143, 2144, 2145, 2146, 2147, 2148, 2149, 2150, 2151, 2152, 2153, 2154, 2155, 2156, 2157, 2158, 2159, 2160, 2161, 2162, 2163, 2164, 2165, 2166, 2167, 2168, 2169, 2170, 2171, 2172, 2173, 2174, 2175, 2176, 2177, 2178, 2179, 2180, 2181, 2182, 2183, 2184, 2185, 2186, 2187, 2188, 2189, 2190, 2191, 2192, 2193, 2194, 2195, 2196, 2197, 2198, 2199, 2200, 2201, 2202, 2203, 2204, 2205, 2206, 2207, 2208, 2209, 2210, 2211, 2212, 2213, 2214, 2215, 2216, 2217, 2218, 2219, 2220, 2221, 2222, 2223, 2224, 2225, 2226, 2227, 2228, 2229, 2230, 2231, 2232, 2233, 2234, 2235, 2236, 2237, 2238, 2239, 2240, 2241, 2242, 2243, 2244, 2245, 2246, 2247, 2248, 2249, 2250, 2251, 2252, 2253, 2254, 2255, 2256, 2257, 2258, 2259, 2260, 2261, 2262, 2263, 2264, 2265, 2266, 2267, 2268, 2269, 2270, 2271, 2272, 2273, 2274, 2275, 2276, 2277, 2278, 2279, 2280, 2281, 2282, 2283, 2284, 2285, 2286, 2287, 2288, 2289, 2290, 2291, 2292, 2293, 2294, 2295, 2296, 2297, 2298, 2299, 2300, 2301, 2302, 2303, 2304, 2305, 2306, 2307, 2308, 2309, 2310, 2311, 2312, 2313, 2314, 2315, 2316, 2317, 2318, 2319, 2320, 2321, 2322, 2323, 2324, 2325, 2326, 2327, 2328, 2329, 2330, 2331, 2332, 2333, 2334, 2335, 2336, 2337, 2338, 2339, 2340, 2341, 2342, 2343, 2344, 2345, 2346, 2347, 2348, 2349, 2350, 2351, 2352, 2353, 2354, 2355, 2356, 2357, 2358, 2359, 2360, 2361, 2362, 2363, 2364, 2365, 2366, 2367, 2368, 2369, 2370, 2371, 2372, 2373, 2374, 2375, 2376, 2377, 2378, 2379, 2380, 2381, 2382, 2383, 2384, 2385, 2386, 2387, 2388, 2389, 2390, 2391, 2392, 2393, 2394, 2395, 2396, 2397, 2398, 2399, 2400, 2401, 2402, 2403, 2404, 2405, 2406, 2407, 2408, 2409, 2410, 2411, 2412, 2413, 2414, 2415, 2416, 2417, 2418, 2419, 2420, 2421, 2422, 2423, 2424, 2425, 2426, 2427, 2428, 2429, 2430, 2431, 2432, 2433, 2434, 2435, 2436, 2437, 2438, 2439, 2440, 2441, 2442, 2443, 2444, 2445, 2446, 2447, 2448, 2449, 2450, 2451, 2452, 2453, 2454, 2455, 2456, 2457, 2458, 2459, 2460, 2461, 2462, 2463, 2464, 2465, 2466, 2467, 2468, 2469, 2470, 2471, 2472, 2473, 2474, 2475, 2476, 2477, 2478, 2479, 2480, 2481, 2482, 2483, 2484, 2485, 2486, 2487, 2488, 2489, 2490, 2491, 2492, 2493, 2494, 2495, 2496, 2497, 2498, 2499, 2500, 2501, 2502, 2503, 2504, 2505, 2506, 2507, 2508, 2509, 2510, 2511, 2512, 2513, 2514, 2515, 2516, 2517, 2518, 2519, 2520, 2521, 2522, 2523, 2524, 2525, 2526, 2527, 2528, 2529, 2530, 2531, 2532, 2533, 2534, 2535, 2536, 2537, 2538, 2539, 2540, 2541, 2542, 2543, 2544, 2545, 2546, 2547, 2548, 2549, 2550, 2551, 2552, 2553, 2554, 2555, 2556, 2557, 2558, 2559, 2560, 2561, 2562, 2563, 2564, 2565, 2566, 2567, 2568, 2569, 2570, 2571, 2572, 2573, 2574, 2575, 2576, 2577, 2578, 2579, 2580, 2581, 2582, 2583, 2584, 2585, 2586, 2587, 2588, 2589, 2590, 2591, 2592, 2593, 2594, 2595, 2596, 2597, 2598, 2599, 2600, 2601, 2602, 2603, 2604, 2605, 2606, 2607, 2608, 2609, 2610, 2611, 2612, 2613, 2614, 2615, 2616, 2617, 2618, 2619, 2620, 2621, 2622, 2623, 2624, 2625, 2626, 2627, 2628, 2629, 2630, 2631, 2632, 2633, 2634, 2635, 2636, 2637, 2638, 2639, 2640, 2641, 2642, 2643, 2644, 2645, 2646, 2647, 2648, 2649, 2650, 2651, 2652, 2653, 2654, 2655, 2656, 2657, 2658, 2659, 2660, 2661, 2662, 2663, 2664, 2665, 2666, 2667, 2668, 2669, 2670, 2671, 2672, 2673, 2674, 2675, 2676, 2677, 2678, 2679, 2680, 2681, 26

● 本 刊 已 在 香 港 中 大 學 研 究 所 研 究 館 館 藏 中 心 登 載 ●

2002年10月10日

[illegible]

5. 3. 2 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360 361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399 400 401 402 403 404 405 406 407 408 409 410 411 412 413 414 415 416 417 418 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 438 439 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 525 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 560 561 562 563 564 565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588 589 590 591 592 593 594 595 596 597 598 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648 649 650 651 652 653 654 655 656 657 658 659 660 661 662 663 664 665 666 667 668 669 670 671 672 673 674 675 676 677 678 679 680 681 682 683 684 685 686 687 688 689 690 691 692 693 694 695 696 697 698 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708 709 710 711 712 713 714 715 716 717 718 719 720 721 722 723 724 725 726 727 728 729 730 731 732 733 734 735 736 737 738 739 740 741 742 743 744 745 746 747 748 749 750 751 752 753 754 755 756 757 758 759 760 761 762 763 764 765 766 767 768 769 770 771 772 773 774 775 776 777 778 779 780 781 782 783 784 785 786 787 788 789 790 791 792 793 794 795 796 797 798 799 800 801 802 803 804 805 806 807 808 809 810 811 812 813 814 815 816 817 818 819 820 821 822 823 824 825 826 827 828 829 830 831 832 833 834 835 836 837 838 839 840 841 842 843 844 845 846 847 848 849 850 851 852 853 854 855 856 857 858 859 860 861 862 863 864 865 866 867 868 869 870 871 872 873 874 875 876 877 878 879 880 881 882 883 884 885 886 887 888 889 890 891 892 893 894 895 896 897 898 899 900 901 902 903 904 905 906 907 908 909 910 911 912 913 914 915 916 917 918 919 920 921 922 923 924 925 926 927 928 929 930 931 932 933 934 935 936 937 938 939 940 941 942 943 944 945 946 947 948 949 950 951 952 953 954 955 956 957 958 959 960 961 962 963 964 965 966 967 968 969 970 971 972 973 974 975 976 977 978 979 980 981 982 983 984 985 986 987 988 989 990 991 992 993 994 995 996 997 998 999 1000 1001 1002 1003 1004 1005 1006 1007 1008 1009 1010 1011 1012 1013 1014 1015 1016 1017 1018 1019 1020 1021 1022 1023 1024 1025 1026 1027 1028 1029 1030 1031 1032 1033 1034 1035 1036 1037 1038 1039 1040

1957年10月10日 星期四 晴 10月10日 星期四 晴

● 本報記者／曹永誠採訪 ● 本報記者／王明弘採訪 ● 本報記者／王明弘採訪

—56—

資料-3 測定装置感度表

機 関 名	検 定 日	E_{BF}	E_{TF}	E_{SF}	E_{CF}	E_u	備 考
建設省東北技術事務所	平成 3年 8月 1日	0.670kg/10 ⁻⁶	0.672kg/10 ⁻⁶	0.334kg/10 ⁻⁶	0.676kg/10 ⁻⁶	0.680kg/10 ⁻⁶	
建設省関東技術事務所	平成 3年 8月 9日	0.666kg/10 ⁻⁶	0.661kg/10 ⁻⁶	0.340kg/10 ⁻⁶	0.678kg/10 ⁻⁶	0.662kg/10 ⁻⁶	
建設省北陸技術事務所	平成 3年 8月 7日	0.667kg/10 ⁻⁶	0.666kg/10 ⁻⁶	0.333kg/10 ⁻⁶	0.670kg/10 ⁻⁶	0.668kg/10 ⁻⁶	
建設省中部技術事務所	平成 3年 8月20日	0.669kg/10 ⁻⁶	0.675kg/10 ⁻⁶	0.333kg/10 ⁻⁶	0.669kg/10 ⁻⁶	0.667kg/10 ⁻⁶	
建設省近畿技術事務所	平成 3年 8月23日	0.671kg/10 ⁻⁶	0.670kg/10 ⁻⁶	0.337kg/10 ⁻⁶	0.668kg/10 ⁻⁶	0.675kg/10 ⁻⁶	
建設省中国技術事務所	平成 3年 8月29日	0.665kg/10 ⁻⁶	0.674kg/10 ⁻⁶	0.336kg/10 ⁻⁶	0.668kg/10 ⁻⁶	0.666kg/10 ⁻⁶	
建設省四国技術事務所	平成 3年 8月27日	0.670kg/10 ⁻⁶	0.670kg/10 ⁻⁶	0.332kg/10 ⁻⁶	0.676kg/10 ⁻⁶	0.661kg/10 ⁻⁶	
建設省九州技術事務所	平成 3年 8月23日	0.663kg/10 ⁻⁶	0.722kg/10 ⁻⁶	0.343kg/10 ⁻⁶	0.695kg/10 ⁻⁶	0.689kg/10 ⁻⁶	
建設省土木研究所道路研究室	平成 3年 7月29日	0.649kg/10 ⁻⁶	1.712kg/10 ⁻⁶	0.324kg/10 ⁻⁶	1.949kg/10 ⁻⁶	0.658kg/10 ⁻⁶	
建設省土木研究所新潟試験所	平成 2年 3月	0.010kg/10 ⁻⁶	*0.672kg/10 ⁻⁶	—	—	*0.664kg/10 ⁻⁶	トルク計のみ検定 *印ロッドは単体
北海道大学							
北海道開発局開発土木研究所							
日本道路公団試験所(4号車)	平成 3年 3月	0.649kg/10 ⁻⁶	0.667kg/10 ⁻⁶	0.341kg/10 ⁻⁶	0.508kg/10 ⁻⁶	0.658kg/10 ⁻⁶	
日本道路公団試験所(5号車)	平成 3年 3月	0.330kg/10 ⁻⁶	1.261kg/10 ⁻⁶	0.251kg/10 ⁻⁶	1.255kg/10 ⁻⁶	0.483kg/10 ⁻⁶	
(財)日本自動車研究所	平成元年 8月23日	0.171kg/10 ⁻⁶	1.689kg/10 ⁻⁶	—	1.890kg/10 ⁻⁶	左 1.661kg/10 ⁻⁶ 右 1.658kg/10 ⁻⁶	左測定では、制動トルク検出のみ 右測定では、CD、CF検出
(財)日本自動車研究所(トレラ)	平成 3年 6月14日	左用 0.666kg/10 ⁻⁶ 右用 0.678kg/10 ⁻⁶	* 0.666kg/10 ⁻⁶	—	—	左用 0.677kg/10 ⁻⁶ 右用 0.667kg/10 ⁻⁶	左車輪用を示す *印ロッドは単体

資料-4 測定装置諸元表

(垂直昇降式の場合)

機 関 名	検 定 日	検定に用いる諸元			すべり摩擦係数算出に用いる諸元			
		K ₁ (mm)	K ₂ (mm)	K ₃ (mm)	A ₁ (mm)	B ₁ (mm)	A ₂ (mm)	B ₂ (mm)
建設省東北技術事務所	平成 3年 8月 1日	160	1398	1264	150	450		
建設省関東技術事務所	平成 3年 8月 9日	142	1362	1233	150	450		
建設省北陸技術事務所	平成 3年 8月 7日	173	1475	1327	150	CF 583 TF 584		
建設省中部技術事務所	平成 3年 8月20日	160	1394	1260	150	450		
建設省近畿技術事務所	平成 3年 8月23日	222	1437	1437	150	580		
建設省中国技術事務所	平成 3年 8月29日	133	1335	1233	150	580	表-5に示す	
建設省四国技術事務所	平成 3年 8月27日	230	1436	1443	150	580		
建設省九州技術事務所		142	1357	1357	150	450		
建設省土木研究所道路研究室		276	1732	1626	150	700		
建設省土木研究所新潟試験所		トルク計使用	—	—	トルク計使用	538 (TFのみ)		
北海道大学								
北海道開発局開発土木研究所								
日本道路公団試験所(4号車)		136	1344	1344	150	CF 577 TF 582		
日本道路公団試験所(5号車)		173	1459	1459	155	600		
(財)日本自動車研究所		—	1590	1574	—	660		

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)

(けん引式の場合)

[illegible]

W_2 : すべり計の自重(kg)

L : 検定荷重点からタイヤの中心までの長さ(■)

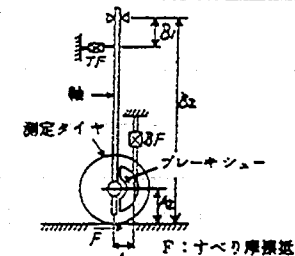
H : 路面からタイヤの中心までの高さ(mm)

h : BFロードセルからタイヤ中心までの垂直距離(■)

資料-5- すべり摩擦係数の計算表

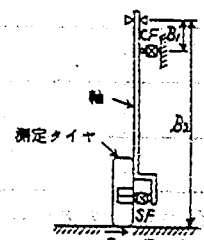
すべり摩擦係数の計算 (縦すべり)

平成 年 月 日

試験年月日	平成 年 月 日	試験場所	土木研究所試験走路	試験タイヤ	165-SR13	タイヤ内圧	1.7 kg/cm ²	機関名								
——	① ロードセル感度	② calマイクロ	③ cal mm	④ レバー比	⑤ 係数 (①×②×④/③)											
BFの係数	E _{BF}	M _{BF}	a _{BF}	A ₁ /A ₂ =												
TFの係数	E _{TF}	M _{TF}	a _{TF}	B ₁ /B ₂ =												
Wの係数	E _W	M _W	a _W	1/1 = 1.0												
路面	タイヤ種類	水膜厚 (mm)	走行速度 (km/h)	制動条件	回数	⑥ 読み取り値			⑦ 荷重 (⑤×⑥)			⑧ すべり摩擦係数		実測走行速度 (km/h)	備考	
						R _{BF} (mm)	R _{TF} (mm)	R _W (mm)	BF(kg)	TF(kg)	W(kg)	μ(BF)=BF/W	μ(TF)=TF/W			
アスファルト	リア スレーズ	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	土木研究所試験走路	試験タイヤ	165-SR13	タイヤ内圧	1.7 kg/cm ²	機関名							
① ロードセル感度	② cal マイクロ	③ cal mm	④ レバー比	⑤ 係数 (①×②×④/③)	 $B_1 =$ $B_2 =$ $\cos 15^\circ = 0.966$										
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)
						R_{SF} (mm)	R_{CF} (mm)	R_w (mm)	SF (kg)	CF (kg)	W (kg)	$\mu(SF) = SF/W$	$\mu(CF) = CF/W$	$\mu(SF)' = \mu(CF)/\cos 15^\circ$	
アスファルト	リア	1.0	20 40 60 80	15°	1										
					2										
					3										
					4										
					5										
					6										
					平均										

資料-6.1 すべり摩擦係数の総括表

機 関 名	すべり種別	タイヤ種類	検出器	速度 (km/h)	すべり摩擦係数				すべり摩擦係数実測値					
					最大値	最小値	平均値	標準偏差	1	2	3	4	5	6
土木研究所	縦すべり	ワタ付	BF	20	0.786	0.706	0.755	0.025	0.759	0.772	0.786	0.759	0.746	0.706
				40	0.692	0.666	0.676	0.012	0.676	0.666	0.666	0.692	0.692	0.666
				60	0.636	0.559	0.597	0.029	0.559	0.636	0.613	0.599	0.613	0.559
				80	0.506	0.386	0.454	0.039	0.453	0.426	0.506	0.479	0.386	0.473
			TF	20	0.762	0.688	0.736	0.024	0.744	0.753	0.762	0.744	0.725	0.688
				40	0.688	0.651	0.671	0.014	0.661	0.688	0.669	0.688	0.669	0.651
				60	0.651	0.558	0.598	0.033	0.558	0.651	0.614	0.595	0.614	0.558
				80	0.484	0.391	0.446	0.032	0.446	0.418	0.484	0.465	0.391	0.472
		スミズ付	BF	20	0.783	0.770	0.773	0.005	0.770	0.783	0.770	0.770	0.770	0.773
				40	0.687	0.637	0.663	0.015	0.637	0.664	0.655	0.664	0.669	0.687
				60	0.531	0.465	0.498	0.020	0.504	0.531	0.465	0.504	0.487	0.497
				80	0.358	0.265	0.307	0.036	0.265	0.319	0.292	0.343	0.265	0.358
			TF	20	0.775	0.741	0.755	0.012	0.760	0.760	0.741	0.741	0.775	0.751
				40	0.659	0.630	0.643	0.010	0.630	0.649	0.635	0.649	0.635	0.659
				60	0.528	0.473	0.495	0.017	0.500	0.528	0.482	0.491	0.473	0.493
				80	0.334	0.259	0.292	0.026	0.259	0.315	0.278	0.294	0.269	0.334
	横すべり	ワタ付	SF	20	0.794	0.743	0.770	0.017	0.778	0.778	0.753	0.776	0.794	0.743
				40	0.791	0.743	0.769	0.019	0.777	0.776	0.743	0.791	0.782	0.743
				60	0.782	0.759	0.772	0.008	0.765	0.782	0.759	0.771	0.776	0.776
				80	0.771	0.675	0.729	0.034	0.771	0.754	0.675	0.754	0.703	0.715
			CF	20	0.961	0.902	0.937	0.023	0.961	0.937	0.902	0.950	0.958	0.911
				40	0.958	0.891	0.921	0.022	0.935	0.911	0.891	0.958	0.928	0.901
				60	0.943	0.911	0.929	0.011	0.931	0.918	0.943	0.938	0.931	0.911
				80	0.918	0.782	0.846	0.043	0.918	0.871	0.782	0.851	0.835	0.816
		スミズ付	SF	20	0.858	0.819	0.838	0.013	0.858	0.836	0.825	0.847	0.841	0.819
				40	0.887	0.847	0.870	0.012	0.878	0.867	0.869	0.887	0.869	0.847
				60	0.881	0.825	0.854	0.018	0.881	0.869	0.841	0.858	0.825	0.847
				80	0.808	0.752	0.786	0.017	0.780	0.791	0.752	0.808	0.791	0.791
			CF	20	1.051	0.972	1.006	0.029	1.051	0.972	0.972	1.031	1.004	1.004
				40	1.079	0.972	1.032	0.033	1.055	1.025	1.031	1.079	1.031	0.972
				60	1.041	0.991	1.015	0.017	1.041	1.011	1.004	1.031	0.991	1.011
				80	0.964	0.872	0.930	0.028	0.942	0.938	0.872	0.964	0.938	0.928

資料-6.2 すべり摩擦係数の総括表

機 関 名	すべり種別	タイヤ種類	検出器	速度 (km/h)	すべり摩擦係数				すべり摩擦係数実測値					
					最大値	最小値	平均値	標準偏差	1	2	3	4	5	6
新潟試験所 *1	縦すべり	リブタイプ	トリカ	20	0.410	0.380	0.395	0.010	0.390	0.400	0.380	0.400	0.410	0.390
				40	0.380	0.330	0.350	0.019	0.330	0.380	0.340	0.370	0.350	0.330
				60	0.330	0.230	0.273	0.034	0.230	0.240	0.300	0.270	0.270	0.330
				80	0.210	0.160	0.190	0.016	0.190	0.210	0.200	0.200	0.180	0.160
			TF'	20	0.410	0.380	0.392	0.009	0.380	0.390	0.390	0.390	0.410	0.390
				40	0.380	0.320	0.348	0.021	0.340	0.380	0.330	0.370	0.350	0.320
				60	0.320	0.230	0.275	0.030	0.230	0.250	0.300	0.270	0.280	0.320
				80	0.230	0.180	0.212	0.018	0.200	0.230	0.230	0.220	0.210	0.180
北海道大学	縦すべり	リブタイプ	BF	20	0.849	0.767	0.806	0.025	0.802	0.807	0.821	0.767	0.849	0.790
				40	0.731	0.649	0.671	0.028	0.661	0.649	0.661	0.649	0.731	0.672
				60	0.590	0.514	0.553	0.032	0.578	0.590	0.583	0.519	0.531	0.514
				80	0.559	0.504	0.526	0.020	0.547	0.512	0.559	0.524	0.512	0.504
		スムースタイプ	BF	20	0.797	0.743	0.774	0.018	0.783	0.781	0.778	0.760	0.797	0.743
				40	0.644	0.585	0.616	0.021	0.597	0.585	0.616	0.613	0.644	0.640
				60	0.415	0.403	0.411	0.005	0.413	0.406	0.415	0.403	0.413	0.415
				80	0.259	0.248	0.255	0.005	0.255	0.259	0.250	0.259	0.248	0.259
	横すべり	リブタイプ	SF	20	0.942	0.891	0.924	0.017	0.939	0.942	0.928	0.924	0.919	0.891
				40	0.924	0.888	0.904	0.013	0.924	0.913	0.891	0.910	0.900	0.888
				60	0.878	0.864	0.870	0.005	0.864	0.878	0.873	0.864	0.873	0.868
				80	0.882	0.837	0.852	0.014	0.846	0.837	0.846	0.882	0.855	0.846
		スムースタイプ	SF	20	0.964	0.915	0.940	0.018	0.964	0.955	0.946	0.942	0.919	0.915
				40	0.964	0.942	0.954	0.008	0.955	0.942	0.946	0.950	0.964	0.964
				60	0.951	0.924	0.934	0.009	0.924	0.937	0.933	0.933	0.951	0.928
				80	0.913	0.897	0.905	0.006	0.913	0.900	0.897	0.906	0.906	0.910
開発土木 研究所	縦すべり	リブタイプ	BF	20	0.845	0.803	0.818	0.015	0.807	0.827	0.807	0.845	0.819	0.803
				40	0.798	0.688	0.744	0.040	0.798	0.776	0.761	0.746	0.697	0.688
				60	0.692	0.563	0.637	0.040	0.636	0.636	0.692	0.629	0.563	0.666
				80	0.548	0.426	0.462	0.040	0.426	0.445	0.441	0.548	0.452	0.461
		スムースタイプ	BF	20	0.812	0.742	0.784	0.026	0.812	0.770	0.809	0.768	0.805	0.742
				40	0.645	0.615	0.633	0.012	0.644	0.629	0.645	0.619	0.644	0.615
				60	0.480	0.454	0.463	0.009	0.468	0.459	0.480	0.454	0.461	0.457
				80	0.309	0.274	0.292	0.014	0.283	0.278	0.274	0.309	0.298	0.307

*1：新潟試験所の測定値は、5%すべり率の値であ

資料-8.3 すべり摩擦係数の総括表

機 関 名	すべり種別	タイヤ種類	検出器	速度 (km/h)	すべり摩擦係数				すべり摩擦係数実測値					
					最大値	最小値	平均値	標準偏差	1	2	3	4	5	6
日本道路公団 4号車	縦すべり	ワタ付	B F	20	0.767	0.687	0.723	0.030	0.767	0.699	0.739	0.698	0.748	0.687
				40	0.677	0.631	0.654	0.018	0.653	0.646	0.676	0.631	0.677	0.638
				60	0.580	0.473	0.522	0.039	0.522	0.580	0.480	0.563	0.473	0.512
				80	0.507	0.415	0.459	0.033	0.423	0.484	0.472	0.507	0.415	0.451
			T F	20	0.765	0.688	0.723	0.029	0.765	0.696	0.741	0.699	0.747	0.688
				40	0.684	0.631	0.658	0.020	0.660	0.643	0.684	0.631	0.684	0.645
				60	0.584	0.468	0.523	0.044	0.521	0.584	0.477	0.574	0.468	0.511
				80	0.507	0.414	0.455	0.033	0.416	0.479	0.460	0.507	0.414	0.454
		スミスタ付	B F	20	0.832	0.777	0.803	0.019	0.832	0.786	0.800	0.777	0.821	0.802
				40	0.642	0.625	0.634	0.005	0.637	0.636	0.642	0.635	0.625	0.631
				60	0.465	0.387	0.431	0.025	0.446	0.443	0.429	0.465	0.387	0.416
				80	0.212	0.171	0.192	0.014	0.212	0.185	0.187	0.187	0.208	0.171
			T F	20	0.833	0.773	0.802	0.019	0.833	0.790	0.797	0.773	0.816	0.803
				40	0.639	0.623	0.633	0.005	0.632	0.633	0.638	0.639	0.623	0.631
				60	0.457	0.380	0.424	0.024	0.436	0.437	0.422	0.457	0.380	0.413
				80	0.201	0.163	0.182	0.014	0.199	0.177	0.174	0.179	0.201	0.163
	横すべり	ワタ付	S F	20	0.930	0.866	0.903	0.021	0.930	0.920	0.907	0.906	0.887	0.866
				40	0.898	0.866	0.879	0.011	0.878	0.878	0.866	0.888	0.898	0.867
				60	0.878	0.856	0.867	0.006	0.869	0.867	0.867	0.878	0.867	0.856
				80	0.897	0.847	0.867	0.021	0.897	0.887	0.876	0.848	0.847	0.847
			C F	20	0.911	0.863	0.885	0.015	0.884	0.874	0.863	0.911	0.894	0.884
				40	0.893	0.865	0.883	0.010	0.885	0.885	0.874	0.893	0.893	0.865
				60	0.895	0.863	0.872	0.011	0.876	0.865	0.865	0.895	0.865	0.863
				80	0.874	0.844	0.856	0.011	0.874	0.863	0.853	0.856	0.844	0.844
		スミスタ付	S F	20	1.010	0.905	0.952	0.034	1.010	0.959	0.905	0.948	0.969	0.918
				40	1.033	0.919	0.958	0.036	0.959	1.033	0.938	0.950	0.949	0.919
				60	1.023	0.919	0.950	0.035	0.929	0.950	0.919	1.023	0.950	0.929
				80	0.910	0.868	0.886	0.013	0.878	0.868	0.878	0.910	0.890	0.890
			C F	20	0.959	0.887	0.935	0.025	0.959	0.938	0.887	0.948	0.958	0.918
				40	0.969	0.908	0.944	0.020	0.949	0.969	0.927	0.950	0.959	0.908
				60	0.950	0.909	0.924	0.014	0.919	0.929	0.909	0.950	0.929	0.909
				80	0.890	0.863	0.872	0.010	0.873	0.863	0.863	0.890	0.863	0.880

資料-6.4 すべり摩擦係数の総括表

機 関 名	すべり種別	タイヤ種類	検出器	速度 (km/h)	すべり摩擦係数				すべり摩擦係数実測値					
					最大値	最小値	平均値	標準偏差	1	2	3	4	5	6
日本道路公団 5号車	縦すべり	ワ'タイ	B F	20	0.755	0.720	0.737	0.012	0.755	0.726	0.741	0.736	0.743	0.720
				40	0.687	0.650	0.666	0.012	0.668	0.666	0.687	0.653	0.671	0.650
				60	0.610	0.488	0.545	0.044	0.518	0.488	0.507	0.589	0.610	0.558
				80	0.418	0.355	0.381	0.022	0.384	0.398	0.364	0.418	0.364	0.355
			T F	20	0.762	0.724	0.741	0.013	0.762	0.727	0.746	0.734	0.750	0.724
				40	0.690	0.648	0.665	0.014	0.666	0.664	0.690	0.649	0.670	0.648
				60	0.610	0.480	0.541	0.045	0.514	0.480	0.506	0.584	0.610	0.551
				80	0.417	0.354	0.378	0.022	0.382	0.391	0.362	0.417	0.359	0.354
		ス'ス'タイ	B F	20	0.769	0.740	0.751	0.009	0.769	0.747	0.749	0.751	0.740	0.749
				40	0.618	0.595	0.606	0.009	0.615	0.608	0.618	0.595	0.604	0.596
				60	0.412	0.380	0.396	0.011	0.392	0.412	0.387	0.401	0.380	0.401
				80	0.245	0.202	0.225	0.014	0.202	0.237	0.224	0.214	0.227	0.245
			T F	20	0.776	0.747	0.759	0.009	0.776	0.759	0.755	0.759	0.747	0.756
				40	0.622	0.595	0.609	0.009	0.617	0.609	0.622	0.600	0.611	0.595
				60	0.403	0.368	0.387	0.012	0.389	0.403	0.377	0.399	0.368	0.385
				80	0.239	0.194	0.221	0.014	0.194	0.227	0.224	0.220	0.220	0.239
	横すべり	ワ'タイ	S F	20	0.816	0.770	0.801	0.016	0.808	0.807	0.770	0.816	0.812	0.790
				40	0.828	0.791	0.808	0.012	0.803	0.811	0.791	0.828	0.816	0.798
				60	0.874	0.790	0.827	0.026	0.828	0.874	0.811	0.836	0.823	0.790
				80	0.823	0.773	0.797	0.017	0.816	0.790	0.790	0.823	0.790	0.773
			C F	20	0.856	0.818	0.842	0.015	0.853	0.847	0.818	0.856	0.852	0.823
				40	0.874	0.725	0.804	0.058	0.775	0.745	0.725	0.874	0.864	0.841
				60	0.869	0.727	0.799	0.052	0.869	0.851	0.745	0.816	0.788	0.727
				80	0.854	0.717	0.791	0.047	0.841	0.793	0.763	0.854	0.775	0.717
		ス'ス'タイ	S F	20	0.927	0.847	0.898	0.025	0.901	0.914	0.927	0.896	0.901	0.847
				40	0.939	0.893	0.920	0.016	0.931	0.919	0.893	0.931	0.939	0.906
				60	0.933	0.900	0.918	0.013	0.930	0.908	0.908	0.930	0.933	0.900
				80	0.871	0.807	0.840	0.025	0.871	0.853	0.815	0.867	0.828	0.807
			C F	20	0.911	0.842	0.881	0.024	0.886	0.911	0.856	0.899	0.894	0.842
				40	0.947	0.891	0.924	0.018	0.934	0.921	0.891	0.934	0.947	0.916
				60	0.928	0.897	0.913	0.012	0.920	0.897	0.910	0.928	0.923	0.897
				80	0.871	0.813	0.841	0.023	0.871	0.848	0.813	0.867	0.831	0.817

資料-6.5-すべり摩擦係数の総括表

機 関 名	すべり種別	タイヤ種類	検出器	速度 (km/h)	すべり摩擦係数				すべり摩擦係数実測値					
					最大値	最小値	平均値	標準偏差	1	2	3	4	5	6
自動車研究所 バス型	縦すべり	リブタイプ	B F	20	0.793	0.769	0.780	0.008	0.793	0.785	0.769	0.772	0.784	0.775
				40	0.717	0.666	0.689	0.016	0.696	0.717	0.666	0.691	0.682	0.680
				60	0.654	0.602	0.634	0.020	0.654	0.649	0.651	0.615	0.630	0.602
				80	0.525	0.364	0.459	0.050	0.476	0.525	0.445	0.449	0.364	0.493
		スムースタイプ	B F	20	0.756	0.722	0.737	0.011	0.756	0.733	0.734	0.728	0.746	0.722
				40	0.645	0.614	0.630	0.011	0.632	0.614	0.645	0.638	0.635	0.618
				60	0.449	0.421	0.438	0.010	0.432	0.449	0.421	0.448	0.437	0.439
				80	0.246	0.206	0.231	0.016	0.245	0.231	0.206	0.214	0.243	0.246
	横すべり	リブタイプ	S F	20	0.828	0.784	0.811	0.016	0.828	0.827	0.794	0.817	0.813	0.784
				40	0.828	0.782	0.810	0.017	0.827	0.819	0.795	0.828	0.809	0.782
				60	0.832	0.797	0.813	0.014	0.831	0.817	0.798	0.832	0.805	0.797
				80	0.779	0.730	0.757	0.016	0.779	0.772	0.730	0.761	0.749	0.748
			C F	20	0.781	0.740	0.765	0.015	0.781	0.780	0.749	0.772	0.768	0.740
				40	0.783	0.738	0.765	0.016	0.781	0.773	0.751	0.783	0.764	0.738
				60	0.787	0.754	0.769	0.014	0.785	0.771	0.754	0.787	0.760	0.754
				80	0.735	0.686	0.714	0.016	0.735	0.729	0.686	0.718	0.708	0.706
		スムースタイプ	S F	20	0.924	0.841	0.890	0.032	0.924	0.913	0.850	0.904	0.905	0.841
				40	0.947	0.873	0.913	0.028	0.947	0.925	0.873	0.934	0.923	0.878
				60	0.932	0.879	0.907	0.017	0.932	0.902	0.899	0.923	0.906	0.879
				80	0.861	0.818	0.843	0.018	0.852	0.851	0.859	0.861	0.818	0.818
			C F	20	0.877	0.798	0.844	0.030	0.877	0.866	0.806	0.858	0.859	0.798
				40	0.898	0.827	0.865	0.027	0.898	0.877	0.827	0.885	0.874	0.831
				60	0.884	0.832	0.860	0.017	0.884	0.854	0.853	0.875	0.859	0.832
				80	0.816	0.772	0.793	0.018	0.809	0.808	0.780	0.816	0.772	0.775
自動車研究所 けん引式	縦すべり	リブタイプ	B F	20	0.862	0.828	0.844	0.014	0.861	0.837	0.862	0.828	0.848	0.829
				40	0.750	0.720	0.737	0.011	0.728	0.746	0.720	0.731	0.750	0.748
				60	0.691	0.657	0.672	0.010	0.673	0.669	0.691	0.674	0.657	0.667
				80	0.623	0.591	0.605	0.013	0.623	0.614	0.591	0.617	0.595	0.591
		スムースタイプ	B F	20	0.824	0.798	0.810	0.010	0.822	0.811	0.802	0.800	0.824	0.798
				40	0.666	0.655	0.661	0.004	0.661	0.655	0.666	0.661	0.665	0.660
				60	0.542	0.522	0.535	0.006	0.539	0.537	0.535	0.522	0.542	0.532
				80	0.458	0.422	0.437	0.013	0.435	0.458	0.422	0.451	0.426	0.430

資料-6.6 すべり摩擦係数の総括表

機 関 名	すべり種別	タイヤ種類	検出器	速度 (km/h)	すべり摩擦係数				すべり摩擦係数実測値					
					最大値	最小値	平均値	標準偏差	1	2	3	4	5	6
東北地建	縦すべり	ワフタイ	BF	20	0.860	0.800	0.818	0.021	0.860	0.800	0.810	0.830	0.810	0.800
				40	0.820	0.680	0.730	0.046	0.820	0.690	0.740	0.680	0.710	0.740
				60	0.620	0.570	0.588	0.018	0.580	0.600	0.570	0.570	0.620	0.590
				80	0.520	0.400	0.472	0.050	0.520	0.400	0.440	0.520	0.520	0.430
			TF	20	0.770	0.710	0.742	0.021	0.760	0.740	0.750	0.770	0.710	0.720
				40	0.750	0.620	0.673	0.053	0.750	0.620	0.740	0.640	0.620	0.670
				60	0.600	0.520	0.553	0.026	0.520	0.560	0.550	0.530	0.560	0.600
				80	0.500	0.380	0.443	0.041	0.500	0.380	0.420	0.480	0.460	0.420
		スムズタイ	BF	20	0.760	0.680	0.710	0.028	0.720	0.720	0.760	0.680	0.700	0.680
				40	0.700	0.570	0.617	0.042	0.700	0.570	0.610	0.630	0.600	0.590
				60	0.420	0.380	0.400	0.012	0.380	0.400	0.420	0.400	0.400	0.400
				80	0.250	0.170	0.213	0.024	0.210	0.210	0.170	0.250	0.220	0.220
			TF	20	0.640	0.580	0.597	0.024	0.580	0.580	0.640	0.580	0.620	0.580
				40	0.560	0.440	0.508	0.036	0.560	0.440	0.520	0.510	0.520	0.500
				60	0.340	0.300	0.310	0.015	0.320	0.300	0.340	0.300	0.300	0.300
				80	0.180	0.080	0.143	0.031	0.140	0.160	0.080	0.180	0.160	0.140
	横すべり	ワフタイ	SF	20	0.820	0.760	0.790	0.022	0.800	0.820	0.760	0.800	0.800	0.760
				40	0.830	0.770	0.810	0.020	0.800	0.820	0.820	0.830	0.820	0.770
				60	0.860	0.760	0.812	0.033	0.810	0.860	0.830	0.760	0.830	0.780
				80	0.850	0.780	0.800	0.025	0.850	0.790	0.780	0.810	0.790	0.780
			CF	20	0.800	0.740	0.778	0.020	0.780	0.800	0.740	0.800	0.780	0.770
				40	0.820	0.750	0.773	0.025	0.750	0.760	0.770	0.820	0.790	0.750
				60	0.820	0.770	0.797	0.019	0.790	0.820	0.800	0.780	0.820	0.770
				80	0.820	0.760	0.778	0.022	0.820	0.780	0.760	0.790	0.760	0.760
		スムズタイ	SF	20	0.810	0.760	0.780	0.022	0.810	0.810	0.770	0.760	0.770	0.760
				40	0.820	0.800	0.810	0.008	0.810	0.800	0.810	0.820	0.820	0.800
				60	0.910	0.810	0.852	0.033	0.810	0.830	0.830	0.910	0.870	0.860
				80	0.870	0.760	0.797	0.035	0.870	0.800	0.760	0.780	0.780	0.790
			CF	20	0.880	0.810	0.840	0.026	0.880	0.870	0.830	0.830	0.810	0.820
				40	0.880	0.840	0.865	0.013	0.870	0.860	0.880	0.870	0.870	0.840
				60	0.910	0.850	0.870	0.023	0.850	0.850	0.850	0.910	0.890	0.870
				80	0.860	0.740	0.782	0.042	0.860	0.810	0.750	0.740	0.750	0.780

資料-6.7 すべり摩擦係数の総括表

機 関 名	すべり種別	タイヤ種類	検出器	速度 (km/h)	すべり摩擦係数				すべり摩擦係数実測値					
					最大値	最小値	平均値	標準偏差	1	2	3	4	5	6
関東地建	縦すべり	ワタイト	BF	20	0.801	0.751	0.766	0.017	0.751	0.801	0.755	0.771	0.756	0.764
				40	0.697	0.672	0.685	0.009	0.697	0.691	0.688	0.672	0.688	0.675
				60	0.741	0.523	0.638	0.069	0.741	0.523	0.695	0.628	0.640	0.598
				80	0.466	0.370	0.424	0.037	0.466	0.370	0.440	0.415	0.466	0.386
			TF	20	0.707	0.659	0.677	0.015	0.659	0.707	0.672	0.668	0.674	0.684
				40	0.606	0.586	0.598	0.008	0.606	0.605	0.594	0.586	0.594	0.605
				60	0.640	0.422	0.533	0.065	0.640	0.422	0.548	0.534	0.549	0.505
				80	0.363	0.228	0.321	0.047	0.363	0.228	0.340	0.329	0.363	0.301
		スミズタイト	BF	20	0.805	0.756	0.772	0.019	0.756	0.756	0.756	0.769	0.805	0.789
				40	0.675	0.624	0.644	0.020	0.632	0.668	0.631	0.675	0.624	0.635
				60	0.510	0.471	0.490	0.016	0.507	0.479	0.472	0.510	0.471	0.500
				80	0.280	0.246	0.269	0.012	0.280	0.279	0.264	0.264	0.246	0.280
			TF	20	0.661	0.606	0.640	0.017	0.639	0.640	0.641	0.606	0.661	0.654
				40	0.555	0.505	0.524	0.016	0.513	0.513	0.529	0.555	0.505	0.527
				60	0.406	0.348	0.374	0.022	0.385	0.355	0.358	0.406	0.393	0.348
				80	0.238	0.144	0.195	0.030	0.238	0.208	0.212	0.144	0.174	0.196
	横すべり	ワタイト	SF	20	0.788	0.735	0.765	0.018	0.780	0.774	0.735	0.762	0.788	0.749
				40	0.798	0.753	0.778	0.013	0.780	0.798	0.780	0.784	0.774	0.753
				60	0.780	0.735	0.766	0.016	0.774	0.774	0.774	0.780	0.756	0.735
				80	0.780	0.751	0.763	0.009	0.762	0.780	0.760	0.762	0.760	0.751
			CF	20	0.830	0.787	0.807	0.017	0.826	0.794	0.787	0.811	0.830	0.791
				40	0.811	0.756	0.790	0.019	0.811	0.798	0.793	0.805	0.776	0.756
				60	0.793	0.748	0.769	0.016	0.787	0.766	0.756	0.793	0.766	0.748
				80	0.767	0.733	0.754	0.011	0.754	0.767	0.765	0.754	0.752	0.733
		スミズタイト	SF	20	0.803	0.735	0.776	0.028	0.780	0.796	0.742	0.801	0.803	0.735
				40	0.860	0.798	0.830	0.023	0.842	0.835	0.798	0.842	0.860	0.801
				60	0.880	0.842	0.861	0.013	0.850	0.860	0.842	0.880	0.874	0.860
				80	0.830	0.780	0.810	0.016	0.805	0.826	0.809	0.830	0.809	0.780
			CF	20	0.780	0.745	0.772	0.013	0.780	0.769	0.780	0.780	0.775	0.745
				40	0.860	0.811	0.842	0.020	0.860	0.853	0.819	0.850	0.860	0.811
				60	0.830	0.772	0.805	0.019	0.821	0.801	0.793	0.830	0.815	0.772
				80	0.751	0.710	0.733	0.014	0.747	0.727	0.730	0.751	0.730	0.710

資料-6.8 すべり摩擦係数の総括表

機 関 名	すべり種別	タイヤ種類	検出器	速度 (km/h)	すべり摩擦係数				すべり摩擦係数実測値					
					最大値	最小値	平均値	標準偏差	1	2	3	4	5	6
北陸地建	縦すべり	リフタイプ	BF	20	0.830	0.775	0.797	0.019	0.775	0.781	0.814	0.788	0.830	0.796
				40	0.751	0.648	0.694	0.033	0.751	0.648	0.681	0.707	0.671	0.706
				60	0.650	0.516	0.587	0.051	0.643	0.516	0.590	0.593	0.650	0.531
				80	0.479	0.370	0.424	0.038	0.370	0.396	0.398	0.454	0.444	0.479
			TF	20	0.772	0.719	0.742	0.018	0.719	0.725	0.756	0.732	0.772	0.745
				40	0.701	0.598	0.647	0.032	0.701	0.598	0.641	0.660	0.623	0.658
				60	0.607	0.484	0.550	0.049	0.607	0.484	0.545	0.563	0.607	0.493
				80	0.460	0.383	0.417	0.026	0.396	0.383	0.412	0.438	0.415	0.460
		スムースタイプ	BF	20	0.763	0.699	0.732	0.021	0.763	0.699	0.738	0.725	0.748	0.720
				40	0.642	0.598	0.623	0.015	0.639	0.642	0.618	0.611	0.598	0.627
				60	0.449	0.403	0.431	0.019	0.434	0.407	0.448	0.403	0.449	0.445
				80	0.334	0.236	0.300	0.032	0.316	0.236	0.296	0.294	0.321	0.334
			TF	20	0.706	0.649	0.682	0.019	0.697	0.649	0.691	0.675	0.706	0.675
				40	0.592	0.556	0.577	0.013	0.586	0.592	0.568	0.571	0.556	0.588
				60	0.419	0.375	0.403	0.019	0.410	0.375	0.419	0.379	0.419	0.416
				80	0.329	0.260	0.303	0.024	0.329	0.260	0.325	0.283	0.310	0.310
	横すべり	リフタイプ	SF	20	0.880	0.836	0.858	0.016	0.850	0.847	0.836	0.880	0.877	0.855
				40	0.873	0.814	0.843	0.022	0.867	0.873	0.834	0.820	0.849	0.814
				60	0.850	0.793	0.821	0.019	0.850	0.836	0.826	0.804	0.817	0.793
				80	0.831	0.786	0.812	0.016	0.831	0.824	0.813	0.820	0.797	0.786
			CF	20	0.896	0.828	0.863	0.022	0.864	0.853	0.828	0.896	0.882	0.855
				40	0.883	0.814	0.849	0.025	0.883	0.878	0.839	0.833	0.846	0.814
				60	0.866	0.812	0.833	0.022	0.858	0.866	0.821	0.812	0.828	0.812
				80	0.843	0.781	0.812	0.024	0.831	0.843	0.832	0.790	0.781	0.794
		スムースタイプ	SF	20	0.910	0.832	0.876	0.028	0.910	0.910	0.854	0.881	0.868	0.832
				40	0.928	0.868	0.901	0.021	0.928	0.923	0.886	0.894	0.908	0.868
				60	0.929	0.847	0.887	0.031	0.929	0.921	0.889	0.851	0.882	0.847
				80	0.809	0.777	0.793	0.010	0.809	0.798	0.793	0.790	0.790	0.777
			CF	20	0.931	0.827	0.881	0.034	0.931	0.907	0.854	0.881	0.887	0.827
				40	0.910	0.854	0.887	0.022	0.907	0.888	0.854	0.910	0.900	0.860
				60	0.934	0.855	0.886	0.028	0.934	0.900	0.900	0.864	0.861	0.855
				80	0.796	0.755	0.774	0.013	0.785	0.767	0.772	0.755	0.769	0.796

資料-6.9 すべり摩擦係数の総括表

機 関 名	すべり種別	タイヤ種類	検出器	速度 (km/h)	すべり摩擦係数				すべり摩擦係数実測値					
					最大値	最小値	平均値	標準偏差	1	2	3	4	5	6
中部地建	縦すべり	リブタイプ	BF	20	0.807	0.743	0.780	0.025	0.799	0.758	0.807	0.766	0.807	0.743
				40	0.695	0.614	0.662	0.028	0.695	0.674	0.639	0.661	0.614	0.686
				60	0.622	0.522	0.568	0.031	0.622	0.575	0.522	0.575	0.542	0.572
				80	0.455	0.375	0.437	0.028	0.455	0.450	0.444	0.450	0.375	0.448
			TF	20	0.812	0.710	0.768	0.035	0.812	0.771	0.797	0.735	0.781	0.710
				40	0.669	0.598	0.644	0.025	0.659	0.656	0.623	0.656	0.598	0.669
				60	0.614	0.514	0.556	0.032	0.614	0.552	0.514	0.555	0.527	0.573
				80	0.446	0.368	0.424	0.026	0.440	0.429	0.432	0.429	0.368	0.446
		スムースタイプ	BF	20	0.781	0.715	0.737	0.023	0.737	0.715	0.745	0.726	0.781	0.715
				40	0.598	0.565	0.580	0.012	0.575	0.575	0.565	0.598	0.593	0.574
				60	0.424	0.390	0.404	0.013	0.394	0.424	0.407	0.416	0.391	0.390
				80	0.266	0.222	0.237	0.015	0.266	0.226	0.222	0.225	0.240	0.241
			TF	20	0.741	0.684	0.706	0.022	0.720	0.684	0.717	0.688	0.741	0.684
				40	0.561	0.538	0.555	0.008	0.558	0.558	0.538	0.558	0.561	0.556
				60	0.412	0.380	0.396	0.012	0.386	0.412	0.402	0.410	0.388	0.380
				80	0.251	0.222	0.234	0.010	0.251	0.241	0.222	0.227	0.227	0.234
	横すべり	リブタイプ	SF	20	0.893	0.776	0.839	0.037	0.855	0.809	0.776	0.893	0.844	0.854
				40	0.901	0.840	0.875	0.024	0.893	0.901	0.845	0.890	0.878	0.840
				60	0.878	0.795	0.837	0.030	0.852	0.824	0.809	0.863	0.878	0.795
				80	0.852	0.776	0.819	0.030	0.829	0.852	0.776	0.843	0.780	0.834
			CF	20	0.905	0.850	0.873	0.019	0.883	0.865	0.850	0.878	0.905	0.854
				40	0.940	0.865	0.903	0.023	0.901	0.908	0.940	0.887	0.916	0.865
				60	0.883	0.807	0.833	0.028	0.847	0.807	0.807	0.842	0.883	0.811
				80	0.880	0.774	0.828	0.034	0.847	0.847	0.774	0.880	0.817	0.803
		スムースタイプ	SF	20	0.923	0.800	0.856	0.038	0.875	0.830	0.845	0.923	0.860	0.800
				40	0.834	0.764	0.791	0.023	0.834	0.804	0.789	0.764	0.768	0.789
				60	0.885	0.819	0.854	0.024	0.863	0.885	0.838	0.819	0.881	0.837
				80	0.837	0.712	0.769	0.046	0.808	0.727	0.738	0.712	0.793	0.837
			CF	20	1.015	0.933	0.964	0.026	0.965	0.948	0.933	1.015	0.973	0.948
				40	0.985	0.899	0.951	0.031	0.943	0.968	0.928	0.985	0.899	0.985
				60	1.015	0.950	0.979	0.022	0.995	1.015	0.965	0.950	0.985	0.963
				80	0.923	0.811	0.863	0.033	0.865	0.846	0.858	0.811	0.872	0.923

資料-6.10 すべり摩擦係数の総括表

機 関 名	すべり種別	タイヤ種類	検出器	速度 (km/h)	すべり摩擦係数				すべり摩擦係数実測値					
					最大値	最小値	平均値	標準偏差	1	2	3	4	5	6
近畿地建	縦すべり	ワタイト	B F	20	0.802	0.744	0.783	0.020	0.792	0.801	0.782	0.774	0.802	0.744
				40	0.716	0.675	0.703	0.015	0.716	0.696	0.716	0.699	0.716	0.675
				60	0.675	0.517	0.582	0.066	0.675	0.642	0.621	0.517	0.517	0.517
				80	0.565	0.501	0.523	0.022	0.517	0.506	0.537	0.511	0.565	0.501
			T F	20	0.770	0.742	0.751	0.010	0.752	0.770	0.742	0.744	0.752	0.744
				40	0.688	0.665	0.679	0.008	0.675	0.675	0.685	0.688	0.685	0.665
				60	0.645	0.476	0.553	0.069	0.645	0.624	0.591	0.476	0.486	0.496
				80	0.534	0.438	0.482	0.031	0.486	0.486	0.496	0.438	0.534	0.451
		スムズタイト	B F	20	0.762	0.699	0.734	0.022	0.762	0.752	0.724	0.699	0.747	0.719
				40	0.642	0.558	0.611	0.027	0.611	0.642	0.558	0.621	0.601	0.632
				60	0.453	0.397	0.422	0.018	0.432	0.453	0.412	0.412	0.397	0.428
				80	0.274	0.199	0.253	0.028	0.199	0.233	0.274	0.269	0.266	0.274
			T F	20	0.732	0.691	0.713	0.014	0.732	0.711	0.704	0.691	0.727	0.711
				40	0.624	0.570	0.597	0.019	0.601	0.591	0.570	0.614	0.581	0.624
				60	0.432	0.358	0.395	0.023	0.358	0.402	0.402	0.432	0.377	0.397
				80	0.266	0.199	0.239	0.024	0.199	0.212	0.253	0.248	0.266	0.253
	横すべり	ワタイト	S F	20	0.887	0.821	0.857	0.021	0.887	0.877	0.849	0.859	0.849	0.821
				40	0.839	0.802	0.831	0.013	0.839	0.829	0.802	0.839	0.838	0.838
				60	0.829	0.799	0.813	0.014	0.799	0.799	0.799	0.827	0.829	0.827
				80	0.751	0.693	0.721	0.021	0.751	0.701	0.693	0.744	0.724	0.711
			C F	20	0.945	0.876	0.912	0.024	0.945	0.925	0.884	0.925	0.915	0.876
				40	0.884	0.824	0.865	0.019	0.884	0.864	0.824	0.874	0.873	0.873
				60	0.864	0.822	0.836	0.015	0.822	0.822	0.832	0.832	0.864	0.843
				80	0.789	0.739	0.760	0.018	0.789	0.739	0.761	0.771	0.761	0.739
		スムズタイト	S F	20	0.789	0.749	0.773	0.013	0.777	0.787	0.749	0.769	0.789	0.769
				40	0.797	0.761	0.771	0.012	0.769	0.797	0.769	0.769	0.761	0.761
				60	0.759	0.739	0.746	0.007	0.739	0.759	0.739	0.749	0.741	0.749
				80	0.751	0.718	0.740	0.012	0.751	0.749	0.749	0.736	0.736	0.718
			C F	20	0.802	0.769	0.788	0.011	0.789	0.799	0.769	0.789	0.802	0.781
				40	0.824	0.789	0.802	0.012	0.810	0.799	0.789	0.799	0.824	0.791
				60	0.769	0.749	0.759	0.006	0.759	0.769	0.749	0.759	0.761	0.759
				80	0.759	0.751	0.755	0.003	0.751	0.759	0.751	0.756	0.756	0.759

資料-6.11 すべり摩擦係数の総括表

機 関 名	すべり種別	タイヤ種類	検出器	速度 (km/h)	すべり摩擦係数				すべり摩擦係数実測値					
					最大値	最小値	平均値	標準偏差	1	2	3	4	5	6
中国地建	縦すべり	リブタイヤ	BF	20	0.765	0.744	0.754	0.006	0.754	0.765	0.754	0.754	0.754	0.744
				40	0.706	0.690	0.701	0.007	0.706	0.706	0.690	0.706	0.703	0.693
				60	0.652	0.585	0.619	0.025	0.601	0.621	0.585	0.605	0.652	0.652
				80	0.550	0.493	0.536	0.019	0.544	0.493	0.550	0.540	0.544	0.544
			TF	20	0.739	0.729	0.732	0.005	0.729	0.739	0.729	0.729	0.729	0.739
				40	0.701	0.668	0.683	0.012	0.691	0.691	0.671	0.701	0.678	0.668
				60	0.624	0.556	0.589	0.026	0.562	0.603	0.556	0.577	0.624	0.614
				80	0.532	0.466	0.513	0.022	0.516	0.466	0.522	0.532	0.516	0.527
		スラスタイヤ	BF	20	0.757	0.737	0.745	0.008	0.737	0.737	0.737	0.754	0.747	0.757
				40	0.642	0.615	0.630	0.011	0.615	0.615	0.642	0.642	0.635	0.632
				60	0.519	0.484	0.496	0.012	0.519	0.484	0.499	0.484	0.488	0.499
				80	0.342	0.324	0.334	0.007	0.324	0.324	0.335	0.335	0.342	0.342
			TF	20	0.742	0.722	0.727	0.007	0.722	0.722	0.722	0.729	0.722	0.742
				40	0.627	0.610	0.620	0.006	0.620	0.610	0.627	0.627	0.620	0.616
				60	0.481	0.476	0.479	0.002	0.481	0.476	0.481	0.476	0.481	0.481
				80	0.327	0.317	0.321	0.004	0.317	0.317	0.317	0.327	0.324	0.321
	横すべり	リブタイヤ	SF	20	0.906	0.797	0.851	0.043	0.906	0.906	0.854	0.813	0.829	0.797
				40	0.871	0.836	0.857	0.012	0.855	0.855	0.836	0.871	0.871	0.855
				60	0.855	0.804	0.835	0.017	0.828	0.846	0.855	0.828	0.846	0.804
				80	0.845	0.805	0.822	0.013	0.829	0.821	0.813	0.845	0.821	0.805
			CF	20	0.919	0.891	0.902	0.013	0.919	0.919	0.900	0.891	0.891	0.891
				40	0.900	0.860	0.881	0.012	0.881	0.881	0.860	0.900	0.881	0.881
				60	0.872	0.842	0.862	0.012	0.851	0.872	0.860	0.872	0.872	0.842
				80	0.851	0.802	0.829	0.016	0.851	0.842	0.829	0.829	0.821	0.802
		スラスタイヤ	SF	20	1.040	0.854	0.956	0.067	1.040	1.024	0.854	0.963	0.963	0.889
				40	0.927	0.796	0.864	0.043	0.862	0.846	0.796	0.909	0.927	0.846
				60	0.918	0.887	0.902	0.012	0.918	0.918	0.902	0.893	0.893	0.887
				80	0.770	0.739	0.754	0.012	0.739	0.770	0.763	0.739	0.755	0.755
			CF	20	1.029	0.960	1.002	0.025	1.019	1.019	0.960	1.029	1.008	0.978
				40	0.969	0.890	0.930	0.030	0.911	0.911	0.890	0.969	0.969	0.930
				60	0.930	0.921	0.924	0.004	0.921	0.921	0.921	0.930	0.930	0.921
				80	0.821	0.784	0.804	0.014	0.784	0.802	0.792	0.821	0.821	0.802

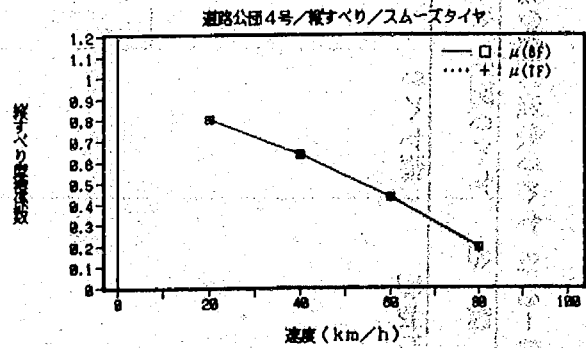
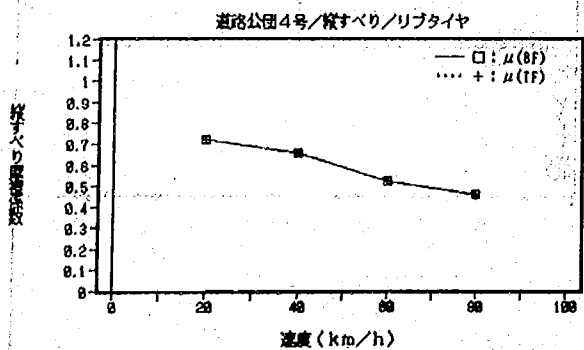
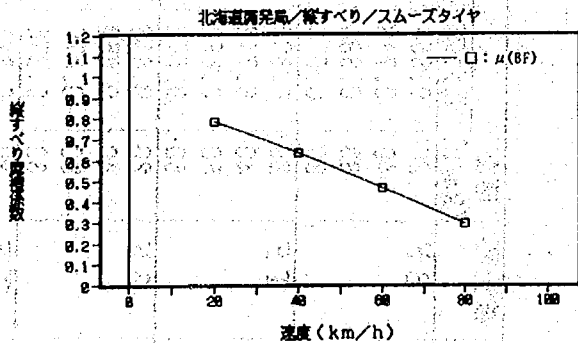
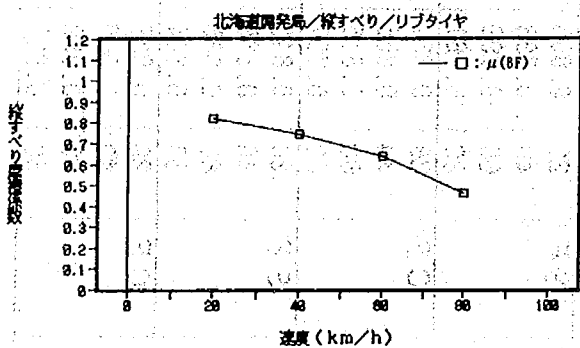
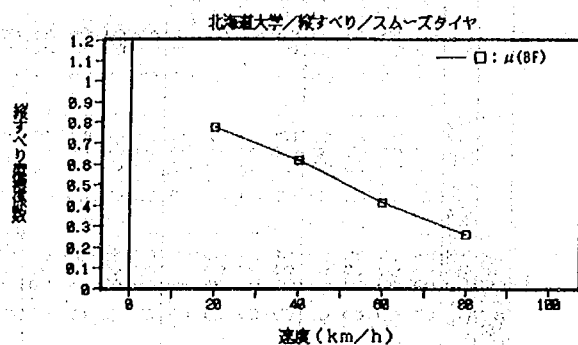
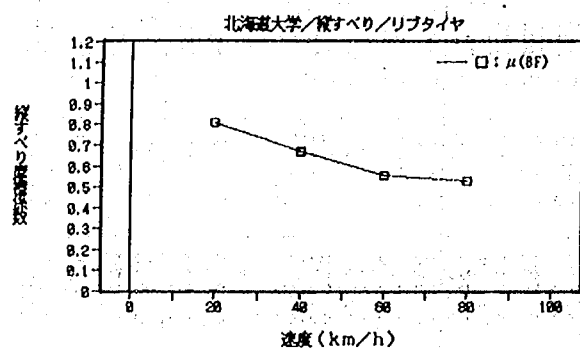
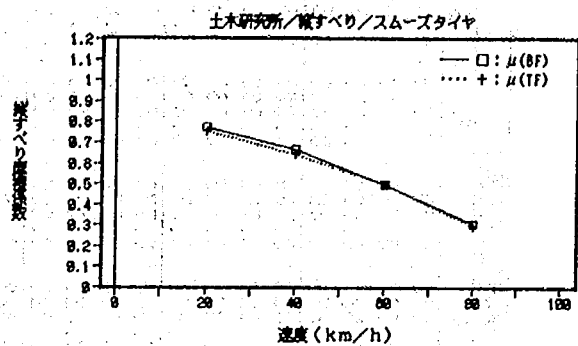
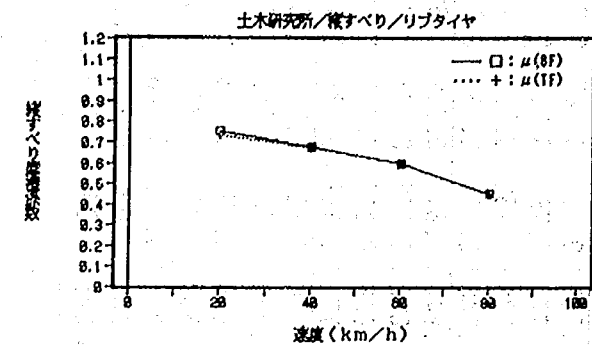
資料-6.12 すべり摩擦係数の総括表

機 関 名	すべり種別	タイヤ種類	検出器	速度 (km/h)	すべり摩擦係数				すべり摩擦係数実測値					
					最大値	最小値	平均値	標準偏差	1	2	3	4	5	6
四国地建	縦すべり	ワタ付	BF	20	0.776	0.742	0.758	0.011	0.750	0.742	0.776	0.753	0.768	0.756
				40	0.698	0.673	0.685	0.008	0.687	0.690	0.698	0.680	0.673	0.682
				60	0.614	0.589	0.603	0.010	0.614	0.598	0.589	0.610	0.613	0.594
				80	0.446	0.388	0.423	0.021	0.388	0.443	0.446	0.432	0.401	0.427
			TF	20	0.722	0.693	0.708	0.010	0.722	0.693	0.717	0.700	0.711	0.707
				40	0.657	0.636	0.646	0.008	0.653	0.646	0.657	0.646	0.638	0.636
				60	0.581	0.547	0.567	0.012	0.581	0.560	0.547	0.577	0.574	0.560
				80	0.410	0.348	0.388	0.021	0.348	0.410	0.410	0.392	0.377	0.388
		スムズ付	BF	20	0.743	0.702	0.727	0.013	0.735	0.732	0.727	0.702	0.743	0.720
				40	0.612	0.592	0.603	0.007	0.612	0.608	0.605	0.603	0.598	0.592
				60	0.446	0.406	0.428	0.013	0.428	0.431	0.406	0.436	0.420	0.446
				80	0.261	0.247	0.258	0.005	0.247	0.261	0.260	0.259	0.259	0.260
			TF	20	0.696	0.667	0.681	0.011	0.668	0.693	0.684	0.667	0.696	0.677
				40	0.570	0.559	0.563	0.004	0.565	0.563	0.563	0.570	0.559	0.560
				60	0.420	0.386	0.401	0.011	0.395	0.399	0.386	0.409	0.399	0.420
				80	0.242	0.220	0.233	0.007	0.220	0.242	0.231	0.235	0.233	0.237
	横すべり	ワタ付	SF	20	0.843	0.772	0.812	0.028	0.843	0.829	0.775	0.826	0.829	0.772
				40	0.777	0.736	0.763	0.016	0.777	0.775	0.747	0.771	0.770	0.736
				60	0.808	0.752	0.775	0.019	0.808	0.785	0.752	0.779	0.764	0.759
				80	0.787	0.739	0.758	0.016	0.762	0.753	0.739	0.787	0.763	0.743
			CF	20	0.789	0.745	0.773	0.016	0.785	0.769	0.745	0.789	0.789	0.763
				40	0.774	0.731	0.754	0.015	0.774	0.772	0.743	0.752	0.751	0.731
				60	0.778	0.743	0.760	0.011	0.778	0.763	0.743	0.763	0.759	0.755
				80	0.756	0.723	0.736	0.011	0.741	0.730	0.723	0.756	0.742	0.726
		スムズ付	SF	20	0.900	0.806	0.860	0.034	0.900	0.886	0.823	0.873	0.873	0.806
				40	0.900	0.848	0.878	0.018	0.887	0.873	0.865	0.900	0.892	0.848
				60	0.858	0.809	0.834	0.016	0.845	0.837	0.818	0.858	0.834	0.809
				80	0.789	0.726	0.758	0.022	0.758	0.734	0.726	0.789	0.760	0.779
			CF	20	0.892	0.822	0.857	0.024	0.892	0.866	0.828	0.869	0.863	0.822
				40	0.882	0.837	0.863	0.014	0.882	0.867	0.854	0.870	0.865	0.837
				60	0.847	0.816	0.831	0.012	0.839	0.824	0.817	0.847	0.842	0.816
				80	0.806	0.755	0.781	0.017	0.779	0.766	0.755	0.806	0.788	0.790

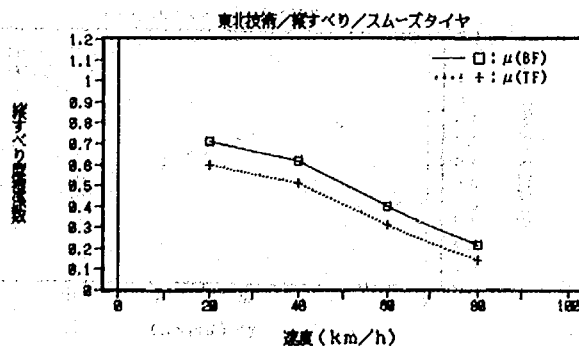
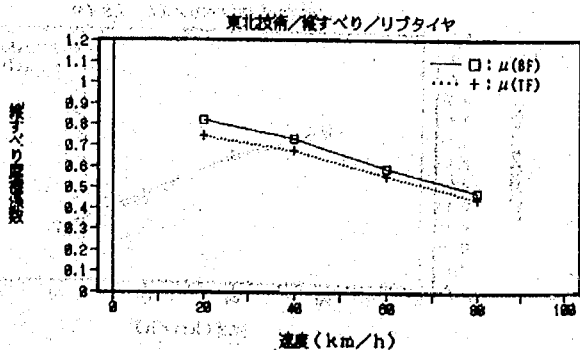
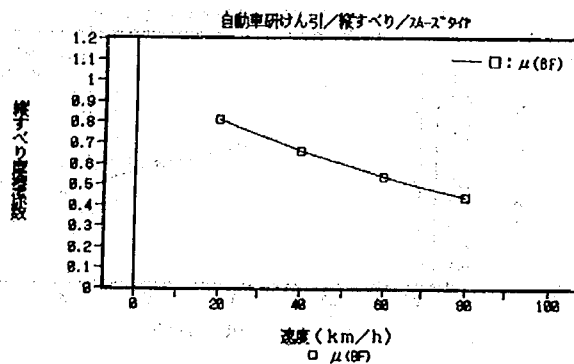
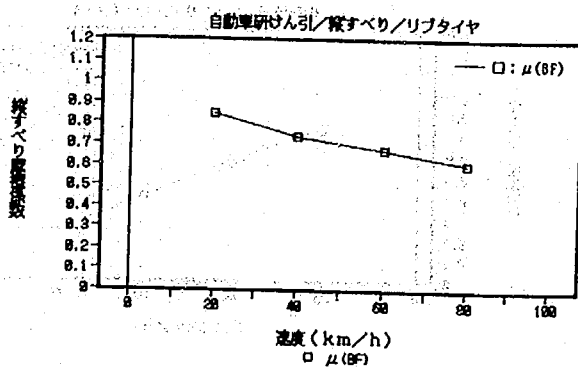
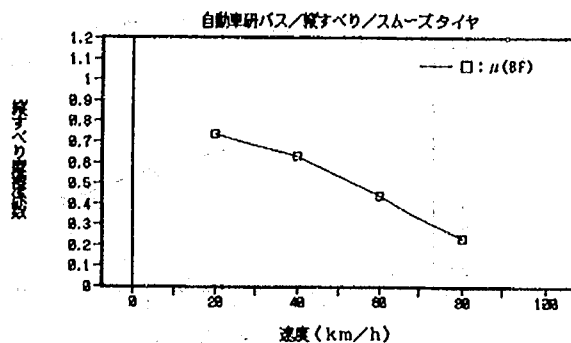
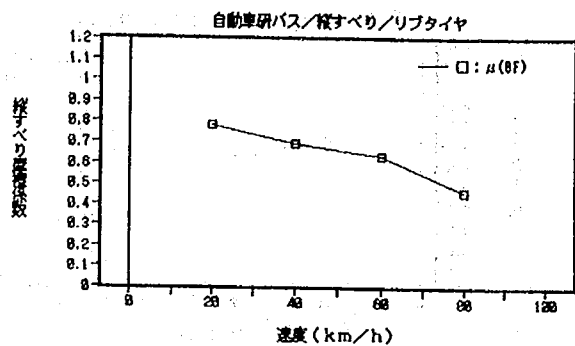
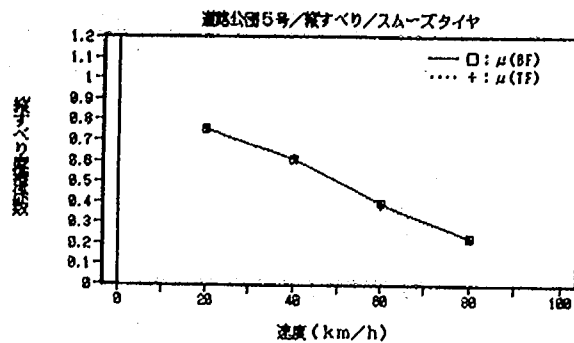
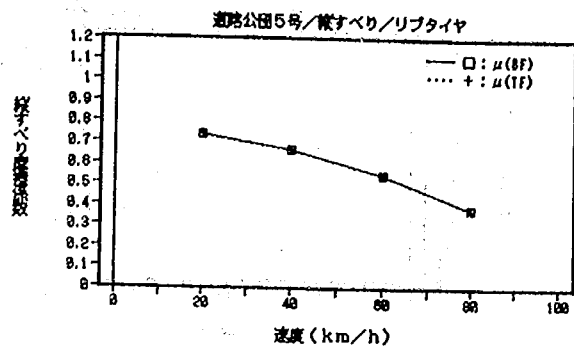
資料-6.13 すべり摩擦係数の総括表

機 関 名	すべり種別	タイヤ種類	検出器	速度 (km/h)	すべり摩擦係数				すべり摩擦係数実測値					
					最大値	最小値	平均値	標準偏差	1	2	3	4	5	6
九州地建	縦すべり	ワブタイヤ	B F	20	0.853	0.789	0.817	0.021	0.815	0.799	0.853	0.789	0.819	0.828
				40	0.743	0.636	0.696	0.037	0.661	0.636	0.727	0.712	0.743	0.697
				60	0.690	0.561	0.636	0.051	0.690	0.653	0.681	0.660	0.571	0.561
				80	0.578	0.409	0.482	0.060	0.511	0.409	0.578	0.469	0.413	0.513
			T F	20	0.869	0.788	0.824	0.025	0.831	0.803	0.869	0.788	0.827	0.823
				40	0.742	0.685	0.717	0.021	0.742	0.701	0.736	0.705	0.733	0.685
				60	0.693	0.576	0.638	0.044	0.693	0.654	0.671	0.652	0.581	0.576
				80	0.572	0.400	0.479	0.062	0.490	0.403	0.572	0.477	0.400	0.530
		スムースタイヤ	B F	20	0.816	0.763	0.782	0.020	0.780	0.763	0.800	0.770	0.816	0.764
				40	0.658	0.613	0.634	0.017	0.626	0.634	0.658	0.652	0.618	0.613
				60	0.470	0.425	0.450	0.016	0.441	0.470	0.425	0.470	0.445	0.450
				80	0.276	0.227	0.253	0.019	0.260	0.276	0.229	0.260	0.227	0.266
			T F	20	0.823	0.771	0.799	0.018	0.797	0.771	0.823	0.796	0.819	0.786
				40	0.674	0.637	0.653	0.013	0.660	0.653	0.674	0.655	0.638	0.637
				60	0.494	0.446	0.467	0.015	0.457	0.494	0.446	0.476	0.460	0.469
				80	0.274	0.231	0.262	0.014	0.267	0.267	0.231	0.274	0.265	0.269
	横すべり	ワブタイヤ	S F	20	0.805	0.772	0.792	0.010	0.805	0.798	0.793	0.796	0.787	0.772
				40	0.798	0.779	0.788	0.006	0.798	0.786	0.779	0.794	0.788	0.783
				60	0.799	0.750	0.772	0.018	0.799	0.791	0.773	0.762	0.750	0.755
				80	0.761	0.743	0.752	0.006	0.755	0.746	0.743	0.750	0.761	0.757
			C F	20	0.867	0.826	0.845	0.015	0.867	0.859	0.844	0.844	0.829	0.826
				40	0.855	0.832	0.843	0.009	0.855	0.846	0.832	0.852	0.832	0.841
				60	0.815	0.790	0.808	0.009	0.815	0.811	0.808	0.815	0.811	0.790
				80	0.797	0.778	0.788	0.006	0.797	0.789	0.778	0.782	0.789	0.792
		スムースタイヤ	S F	20	0.842	0.796	0.810	0.017	0.842	0.798	0.796	0.824	0.801	0.801
				40	0.869	0.820	0.844	0.015	0.854	0.839	0.820	0.869	0.842	0.842
				60	0.885	0.836	0.862	0.018	0.869	0.839	0.836	0.885	0.878	0.863
				80	0.844	0.801	0.822	0.017	0.832	0.801	0.802	0.836	0.844	0.818
			C F	20	0.929	0.870	0.893	0.022	0.929	0.877	0.877	0.918	0.888	0.870
				40	1.000	0.951	0.979	0.017	1.000	0.974	0.951	1.000	0.977	0.970
				60	0.959	0.925	0.943	0.014	0.959	0.951	0.925	0.959	0.940	0.925
				80	0.903	0.873	0.888	0.010	0.892	0.873	0.877	0.903	0.892	0.892

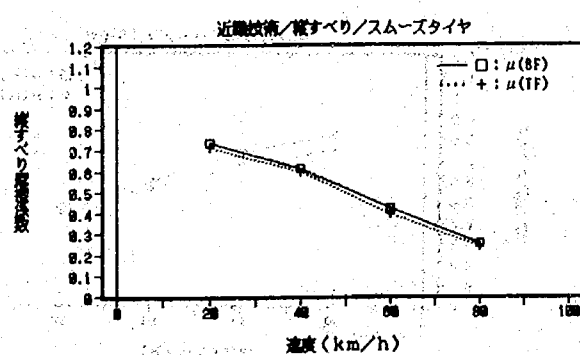
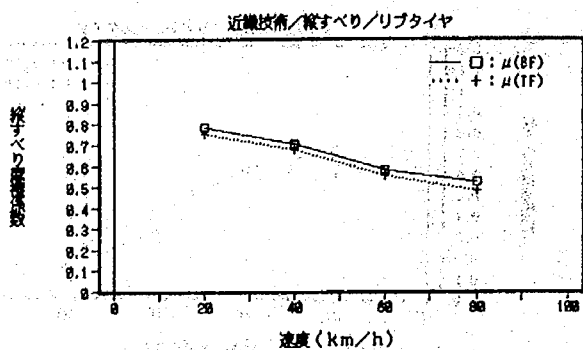
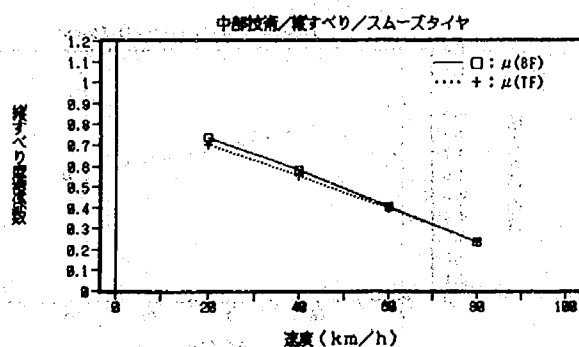
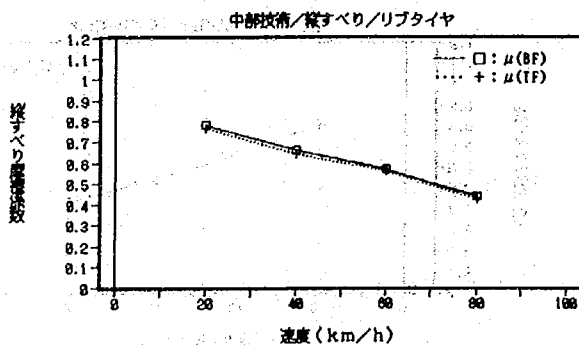
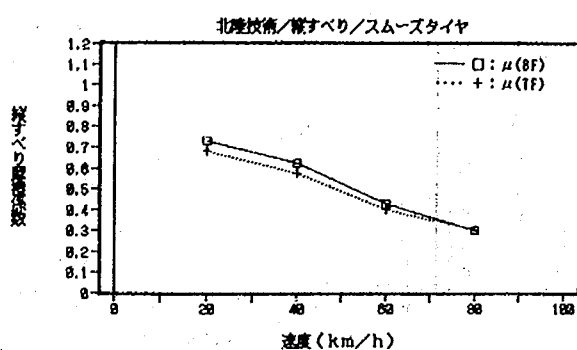
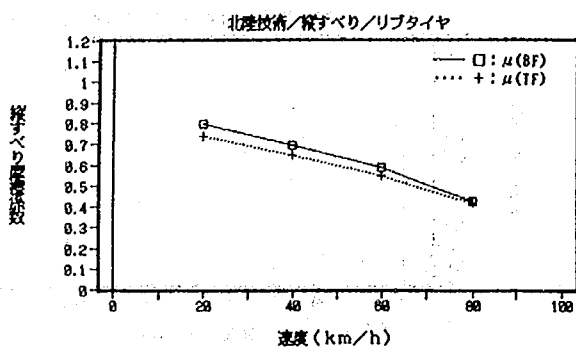
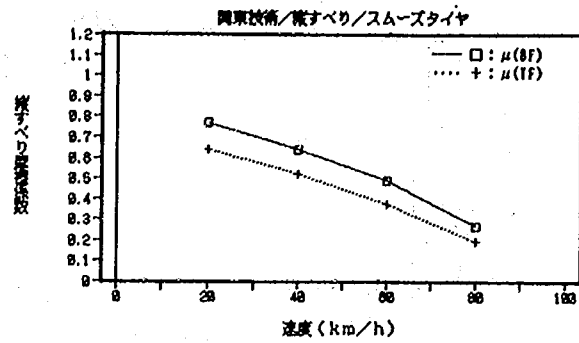
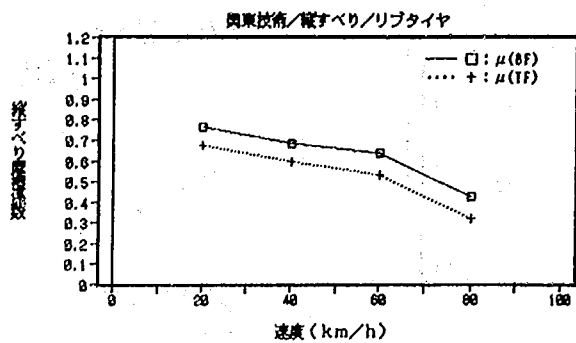
資料-7.1 速度と縦すべり摩擦係数の関係図



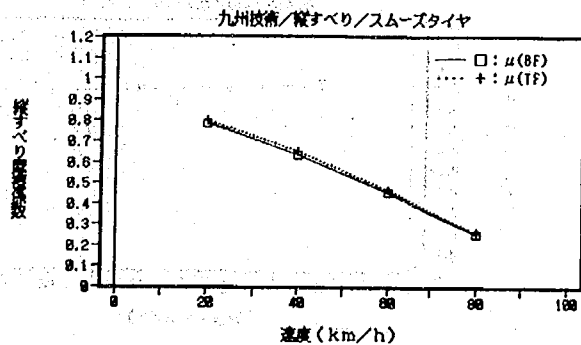
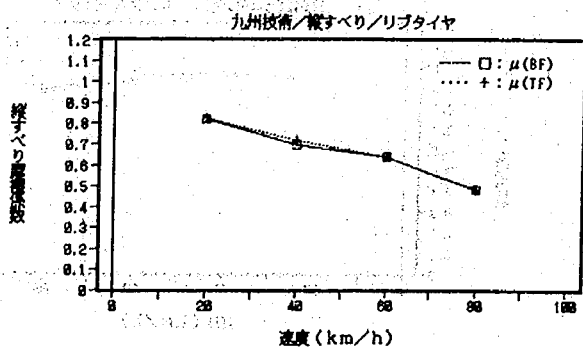
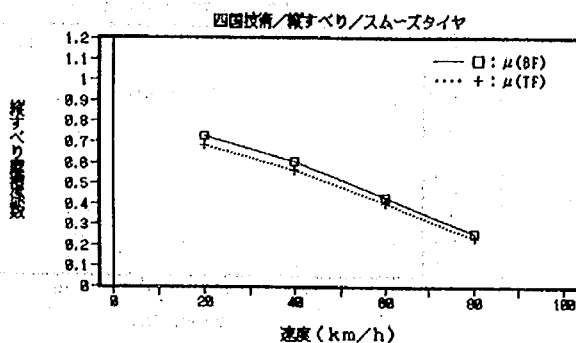
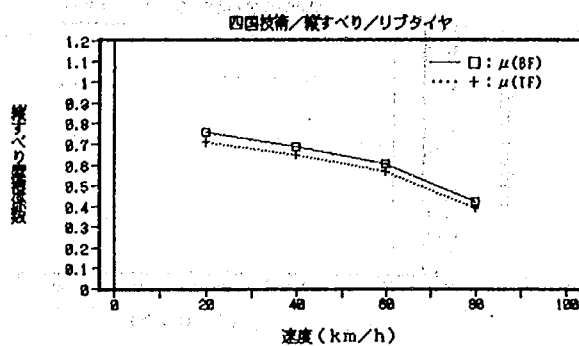
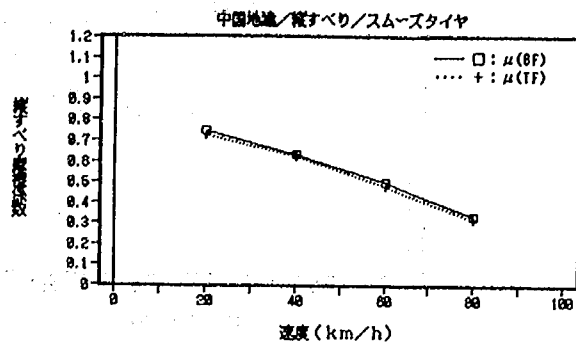
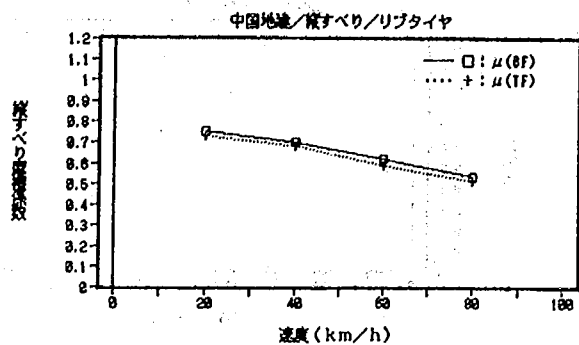
資料-7.2 速度と縦すべり摩擦係数の関係図



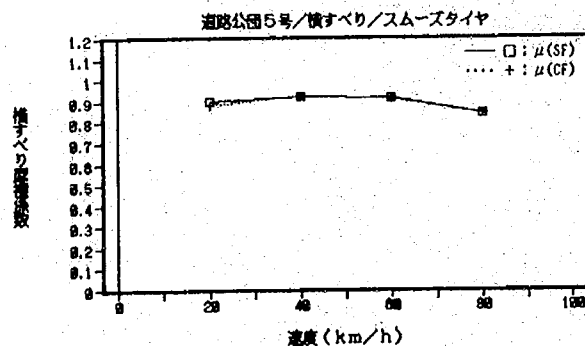
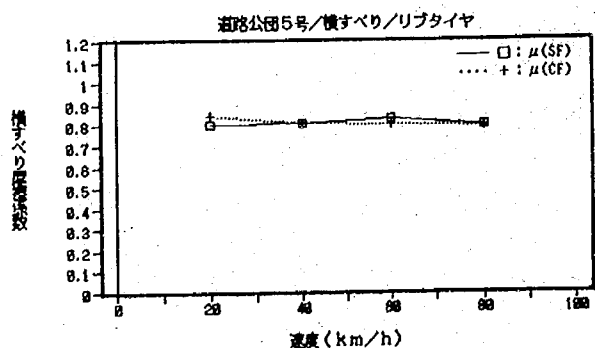
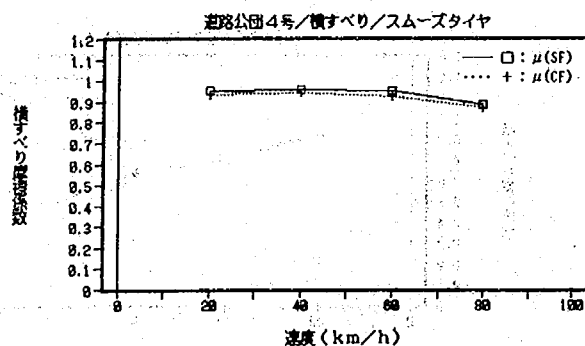
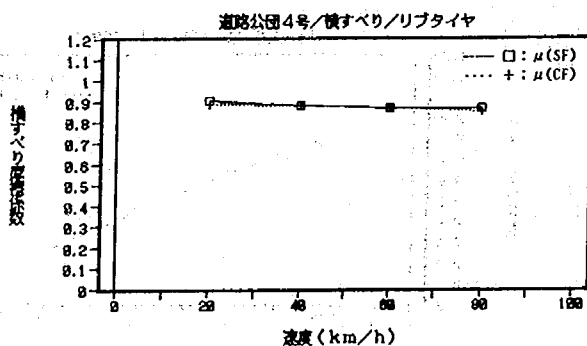
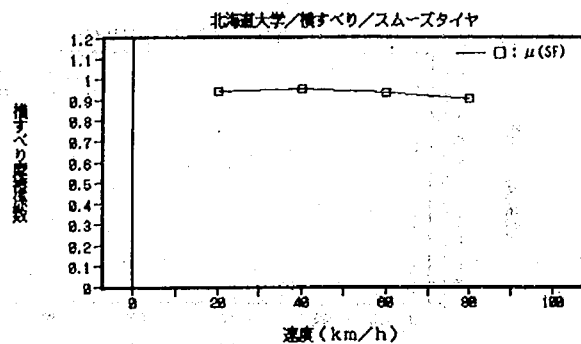
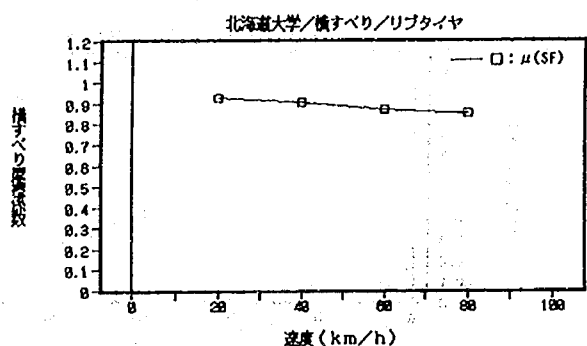
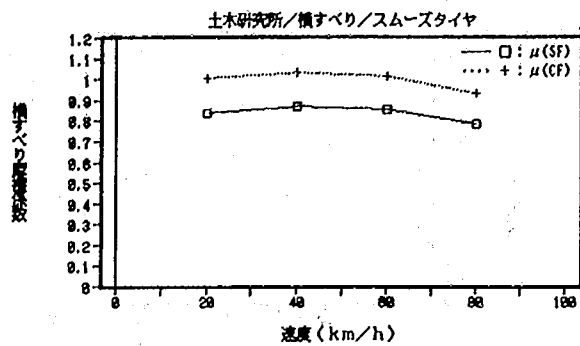
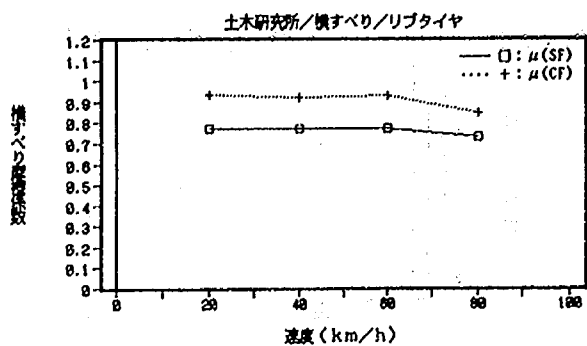
資料-7.3 速度と縦すべり摩擦係数の関係図



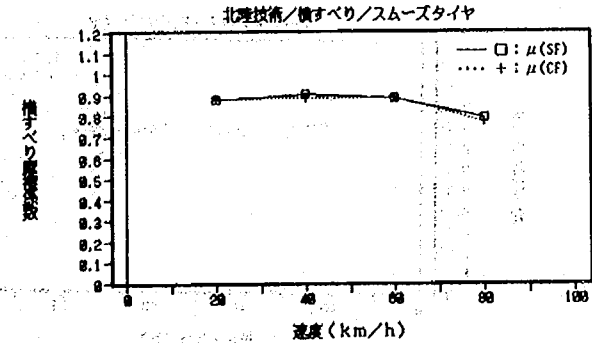
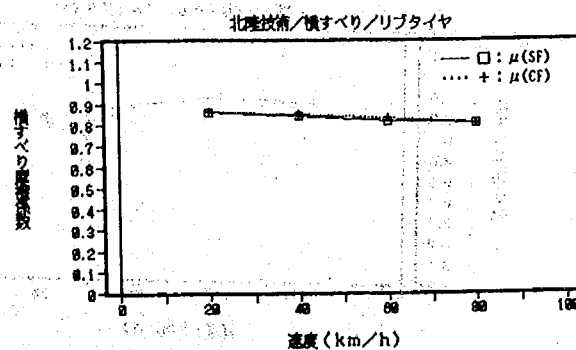
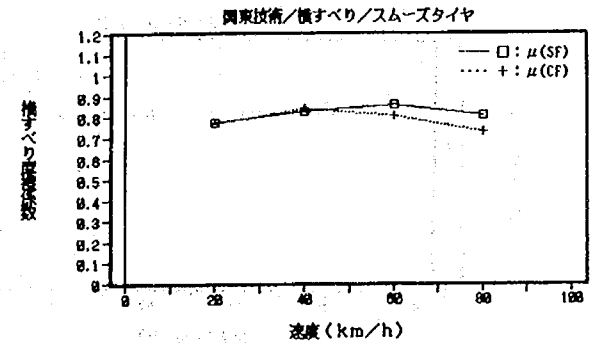
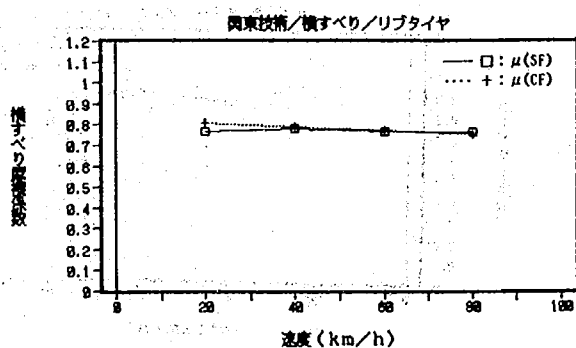
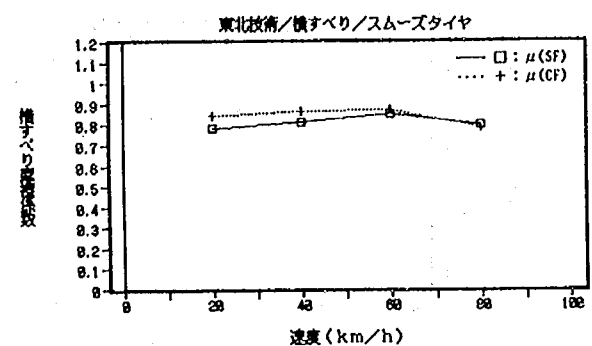
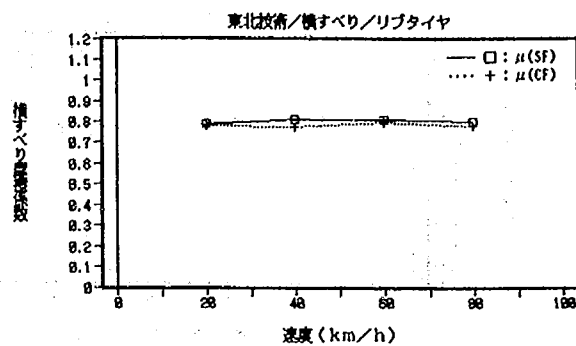
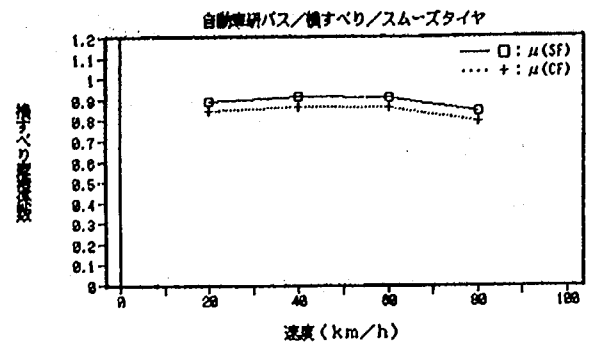
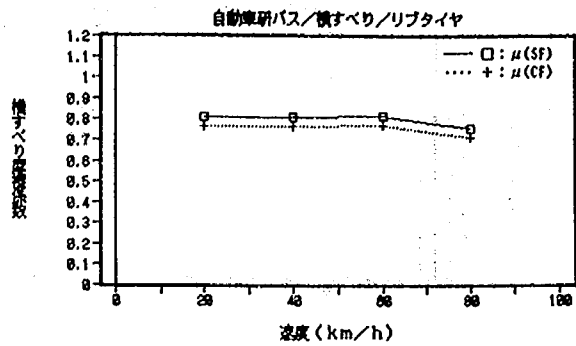
資料-7.4 速度と縦すべり摩擦係数の関係図



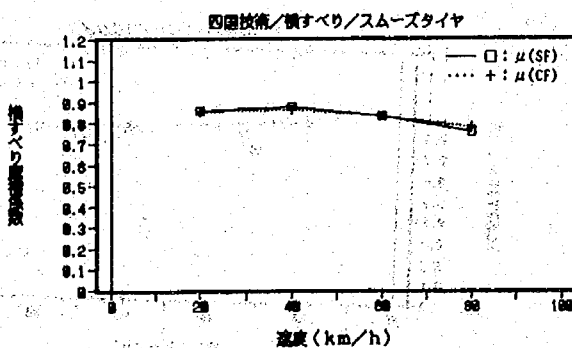
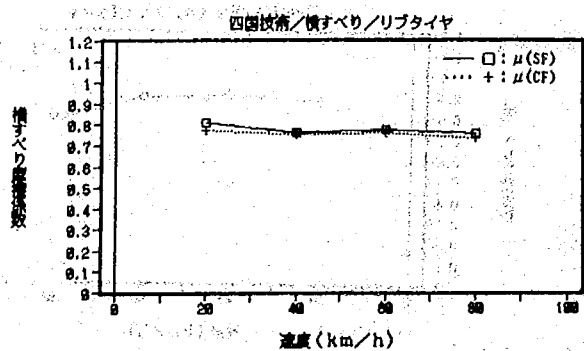
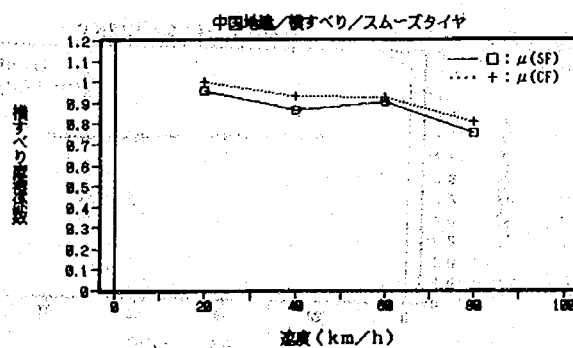
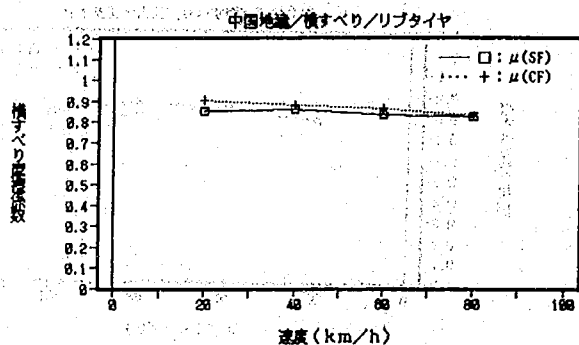
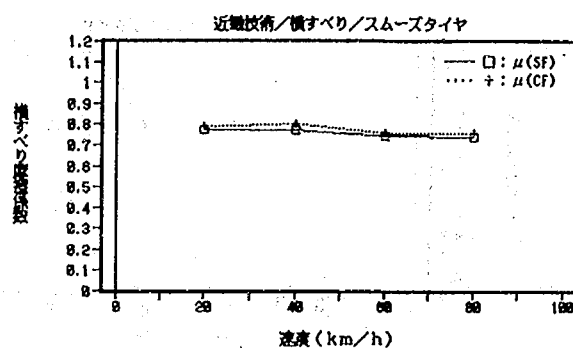
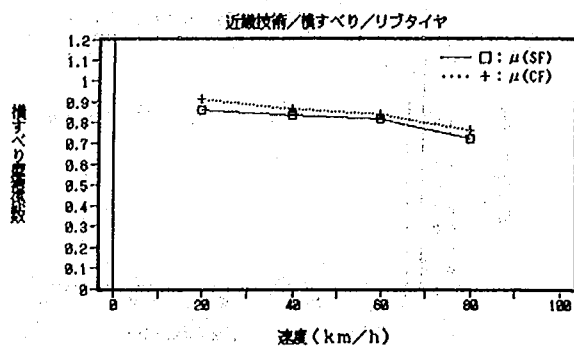
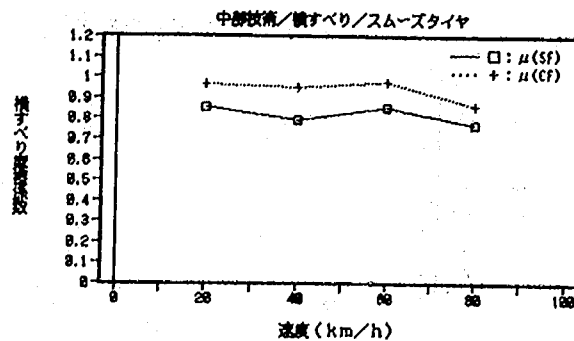
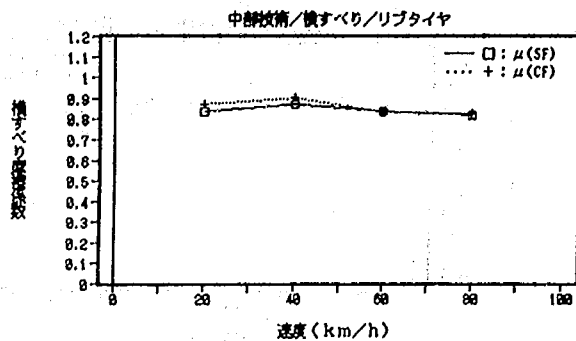
資料-7.5 速度と横すべり摩擦係数の関係図

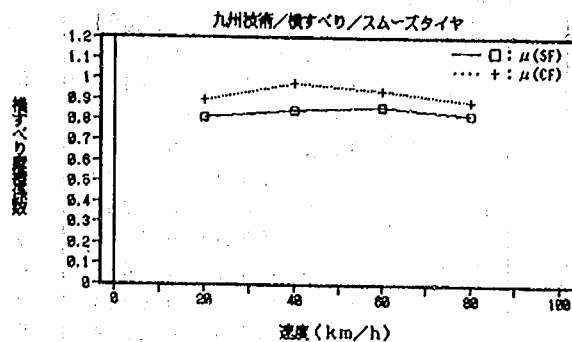
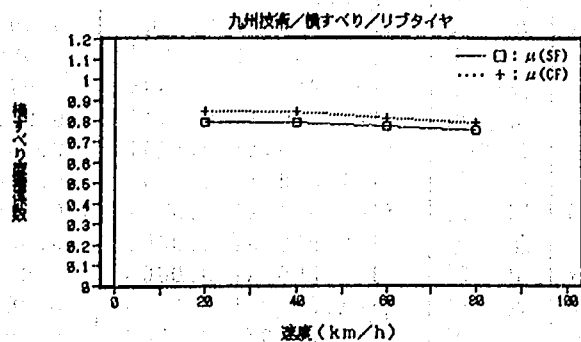


資料-7.6 速度と横すべり摩擦係数の関係図



資料-7.7 速度と横すべり摩擦係数の関係図



[illegible]

資料-8.1 測定車間の補正式

i	j	相 関 式	相 関 係 数	i	j	相 関 式	相 関 係 数
土 木 研 究 所	北 大	$XJ=0.9178Xi+0.0340$	0.9139	道 路 公 団 5 号 車	土 研	$XJ=1.2110Xi-0.1692$	0.9974
	北 大 開	$XJ=0.8300Xi+0.0681$	0.9984		北 大 開	$XJ=1.1088Xi-0.1263$	0.9093
	公 団 4	$XJ=1.0297Xi+0.0138$	0.9667		北 大 開	$XJ=1.0087Xi-0.0891$	0.9993
	公 団 5	$XJ=0.8214Xi+0.1422$	0.9974		公 団 4	$XJ=1.2584Xi-0.1594$	0.9730
	自 研 パ	$XJ=0.9461Xi+0.0147$	0.9955		自 研 パ	$XJ=1.1401Xi-0.1478$	0.9881
	自 研 け	$XJ=1.2189Xi-0.2507$	0.9664		自 研 け	$XJ=1.4654Xi-0.4651$	0.9569
	東 北	$XJ=0.8286Xi+0.0800$	0.9876		東 北	$XJ=1.0094Xi-0.0762$	0.9909
	関 東	$XJ=0.8657Xi+0.0765$	0.9859		関 東	$XJ=1.0438Xi-0.0737$	0.9790
	北 陸	$XJ=0.8038Xi+0.1176$	0.9992		北 陸	$XJ=0.9735Xi-0.0269$	0.9968
	中 部	$XJ=0.8783Xi+0.0832$	0.9928		中 部	$XJ=1.0603Xi-0.0665$	0.9871
北 海 道 大 学	近 畿	$XJ=1.0576Xi-0.0644$	0.9651	自 動 車 研 究 所	近 畿	$XJ=1.2889Xi-0.2525$	0.9687
	中 国	$XJ=1.3360Xi-0.2514$	0.9938		中 国	$XJ=1.6258Xi-0.4788$	0.9961
	四 国	$XJ=0.8890Xi+0.0718$	0.9972		四 国	$XJ=1.0775Xi-0.0828$	0.9954
	九 州	$XJ=0.9165Xi+0.0174$	0.9937		九 州	$XJ=1.1012Xi-0.1424$	0.9834
	土 研	$XJ=0.9100Xi+0.0744$	0.9139		土 研	$XJ=1.0476Xi-0.0097$	0.9955
	北 大 開	$XJ=0.7447Xi+0.1433$	0.8997		北 大 開	$XJ=0.9347Xi+0.0431$	0.8844
	公 団 4	$XJ=1.0296Xi+0.0321$	0.9709		公 団 4	$XJ=0.8684Xi+0.0623$	0.9927
	公 団 5	$XJ=0.7457Xi+0.2048$	0.9093		公 団 5	$XJ=1.0527Xi+0.0199$	0.9392
	自 研 パ	$XJ=0.8368Xi+0.1031$	0.8844		自 研 け	$XJ=0.8564Xi+0.1417$	0.9881
	自 研 け	$XJ=1.2340Xi-0.2430$	0.9826		自 研 け	$XJ=1.2640Xi-0.2631$	0.9523
北 海 道 開 発 局	東 北	$XJ=0.7974Xi+0.1189$	0.9545	自 動 車 研 究 所	東 北	$XJ=0.8553Xi+0.0824$	0.9688
	関 東	$XJ=0.7336Xi+0.1780$	0.8391		関 東	$XJ=0.9202Xi+0.0621$	0.9959
	北 陸	$XJ=0.7444Xi+0.1732$	0.9293		北 陸	$XJ=0.8396Xi+0.1150$	0.9918
	中 部	$XJ=0.8404Xi+0.1248$	0.9541		中 部	$XJ=0.9155Xi+0.0802$	0.9835
	近 畿	$XJ=1.0690Xi-0.0533$	0.9797		近 畿	$XJ=1.0822Xi-0.0605$	0.9385
	中 国	$XJ=1.2607Xi-0.1838$	0.9419		中 国	$XJ=1.3849Xi-0.2635$	0.9790
	四 国	$XJ=0.7821Xi+0.1562$	0.8811		四 国	$XJ=0.9352Xi+0.0631$	0.9969
	九 州	$XJ=0.8508Xi+0.0791$	0.9265		九 州	$XJ=0.9644Xi+0.0057$	0.9937
	土 研	$XJ=1.2010Xi-0.0797$	0.9984	自 動 車 研 究 所	土 研	$XJ=0.7662Xi+0.2393$	0.9664
	北 大 開	$XJ=1.0869Xi-0.0289$	0.8997		北 大 開	$XJ=0.7824Xi+0.2148$	0.9826
道 路 公 団 4 号 車	公 団 4	$XJ=1.2362Xi-0.0630$	0.9648		公 団 4	$XJ=0.6285Xi+0.2964$	0.9536
	公 団 5	$XJ=0.9900Xi+0.0891$	0.9993		公 団 5	$XJ=0.8243Xi+0.2289$	0.9762
	自 研 パ	$XJ=1.1348Xi-0.0611$	0.9927		自 研 パ	$XJ=0.6248Xi+0.3509$	0.9569
	自 研 け	$XJ=1.4468Xi-0.3685$	0.9536		自 研 け	$XJ=0.7175Xi+0.2553$	0.9523
	東 北	$XJ=0.9953Xi+0.0163$	0.9862		東 北	$XJ=0.6510Xi+0.2901$	0.9786
	関 東	$XJ=1.0414Xi+0.0112$	0.9859		関 東	$XJ=0.6411Xi+0.3119$	0.9209
	北 陸	$XJ=0.9644Xi+0.0621$	0.9966		北 陸	$XJ=0.6218Xi+0.3257$	0.9749
	中 部	$XJ=1.0493Xi+0.0236$	0.9860		中 部	$XJ=0.6946Xi+0.2898$	0.9903
	近 畿	$XJ=1.2665Xi-0.1546$	0.9608		近 畿	$XJ=0.8546Xi+0.1613$	0.9836
	中 国	$XJ=1.6058Xi-0.3824$	0.9931		中 国	$XJ=1.0391Xi+0.0366$	0.9750
道 路 公 団 4 号 車	四 国	$XJ=1.0705Xi+0.0048$	0.9983	東 北 技 術	四 国	$XJ=0.6679Xi+0.3025$	0.9450
	九 州	$XJ=1.0939Xi-0.0542$	0.9860		九 州	$XJ=0.7162Xi+0.2435$	0.9794
	土 研	$XJ=0.9077Xi+0.0262$	0.9667		土 研	$XJ=1.1772Xi-0.0781$	0.9876
	北 大 開	$XJ=0.9155Xi+0.0044$	0.9709		北 大 開	$XJ=1.1426Xi-0.0778$	0.9545
	公 団 5	$XJ=0.7531Xi+0.0882$	0.9648		公 団 4	$XJ=0.9772Xi+0.0019$	0.9862
	公 団 4	$XJ=0.7524Xi+0.1513$	0.9730		公 団 5	$XJ=1.2630Xi-0.0921$	0.9949
	自 研 パ	$XJ=0.8380Xi+0.0528$	0.9392		自 研 パ	$XJ=0.9727Xi+0.0859$	0.9909
	自 研 け	$XJ=1.1560Xi-0.2368$	0.9762		自 研 け	$XJ=1.0973Xi-0.0504$	0.9688
	東 北	$XJ=0.7837Xi+0.0782$	0.9949		自 研 け	$XJ=1.4713Xi-0.3993$	0.9786
	関 東	$XJ=0.7508Xi+0.1176$	0.9107		関 東	$XJ=0.9920Xi+0.0289$	0.9478

資料-8.2 測定時間の補正式

I	J	相 関 式	相 関 係 数	I	J	相 関 式	相 関 係 数
関 東 技 術	土 研 北 大 北 開 公 団 4 公 団 5 自 研 パ 自 研 け 東 北 北 陸 中 部 近 畿 中 国 四 国 九 州	$XJ=1.1228Xi-0.0683$	0.9859	中 国 技 術	土 研 北 大 北 開 公 団 4 公 団 5 自 研 パ 自 研 け 東 北 関 東 北 陸 中 部 近 畿 四 国 九 州	$XJ=0.7393Xi+0.1939$	0.9938
		$XJ=0.9597Xi+0.0151$	0.8391			$XJ=0.7037Xi+0.2030$	0.9419
		$XJ=0.9334Xi+0.0071$	0.9859			$XJ=0.6142Xi+0.2439$	0.9931
		$XJ=1.1047Xi-0.0227$	0.9107			$XJ=0.7835Xi+0.1909$	0.9888
		$XJ=0.9183Xi+0.0937$	0.9790			$XJ=0.6103Xi+0.2973$	0.9961
		$XJ=1.0779Xi-0.0618$	0.9959			$XJ=0.6921Xi+0.2094$	0.9790
		$XJ=1.3228Xi-0.3171$	0.9209			$XJ=0.9148Xi-0.0012$	0.9850
		$XJ=0.9057Xi+0.0376$	0.9478			$XJ=0.6234Xi+0.2460$	0.9988
		$XJ=0.8965Xi+0.0674$	0.9786			$XJ=0.6284Xi+0.2577$	0.9621
		$XJ=0.9707Xi+0.0345$	0.9635			$XJ=0.5965Xi+0.2794$	0.9968
		$XJ=1.1327Xi-0.1052$	0.9077			$XJ=0.6540Xi+0.2525$	0.9937
		$XJ=1.4728Xi-0.3328$	0.9621			$XJ=0.8043Xi+0.1317$	0.9867
		$XJ=1.0092Xi+0.0055$	0.9940			$XJ=0.6535Xi+0.2493$	0.9854
		$XJ=1.0293Xi-0.0489$	0.9799			$XJ=0.6750Xi+0.2085$	0.9838
北 陸 技 術	土 研 北 大 北 開 公 団 4 公 団 5 自 研 パ 自 研 け 東 北 関 東 中 部 近 畿 中 国 四 国 九 州	$XJ=1.2421Xi-0.1450$	0.9992	四 国 技 術	土 研 北 大 北 開 公 団 4 公 団 5 自 研 パ 自 研 け 東 北 関 東 北 陸 中 部 近 畿 中 国 九 州	$XJ=1.1186Xi-0.0768$	0.9972
		$XJ=1.1602Xi-0.1157$	0.9293			$XJ=0.9926Xi-0.0170$	0.8811
		$XJ=1.0300Xi-0.0598$	0.9966			$XJ=0.9310Xi-0.0024$	0.9983
		$XJ=1.2915Xi-0.1355$	0.9754			$XJ=1.1338Xi-0.0510$	0.9489
		$XJ=1.0205Xi+0.0315$	0.9968			$XJ=0.9197Xi+0.0818$	0.9954
		$XJ=1.1717Xi-0.1246$	0.9918			$XJ=1.0628Xi-0.0633$	0.9969
		$XJ=1.5286Xi-0.4669$	0.9749			$XJ=1.3370Xi-0.3383$	0.9450
		$XJ=1.0351Xi-0.0495$	0.9925			$XJ=0.9185Xi+0.0181$	0.9759
		$XJ=1.0682Xi-0.0455$	0.9786			$XJ=0.9791Xi+0.0020$	0.9940
		$XJ=1.0957Xi-0.0447$	0.9964			$XJ=0.8965Xi+0.0563$	0.9935
		$XJ=1.3276Xi-0.2341$	0.9746			$XJ=0.9737Xi+0.0215$	0.9812
		$XJ=1.6657Xi-0.4614$	0.9968			$XJ=1.1619Xi-0.1352$	0.9452
		$XJ=1.1010Xi-0.0539$	0.9935			$XJ=1.4859Xi-0.3525$	0.9854
		$XJ=1.1397Xi-0.1243$	0.9941			$XJ=1.0210Xi-0.0546$	0.9869
中 部 技 術	土 研 北 大 北 開 公 団 4 公 団 5 自 研 パ 自 研 け 東 北 関 東 北 陸 中 部 近 畿 中 国 四 国 九 州	$XJ=1.1222Xi-0.0845$	0.9928	九 州 技 術	土 研 北 大 北 開 公 団 4 公 団 5 自 研 パ 自 研 け 東 北 関 東 北 陸 中 部 近 畿 中 国 四 国 九 州	$XJ=1.0774Xi-0.0105$	0.9937
		$XJ=1.0831Xi-0.0803$	0.9541			$XJ=1.0089Xi+0.0134$	0.9265
		$XJ=0.9266Xi-0.0049$	0.9860			$XJ=0.8887Xi+0.0665$	0.9860
		$XJ=1.1798Xi-0.0836$	0.9800			$XJ=1.1043Xi+0.0072$	0.9562
		$XJ=0.9190Xi+0.0768$	0.9871			$XJ=0.8781Xi+0.1468$	0.9834
		$XJ=1.0565Xi-0.0647$	0.9835			$XJ=1.0239Xi+0.0024$	0.9937
		$XJ=1.4119Xi-0.3973$	0.9903			$XJ=1.3394Xi-0.2993$	0.9794
		$XJ=0.9410Xi-0.0020$	0.9922			$XJ=0.8895Xi+0.0778$	0.9778
		$XJ=0.9563Xi+0.0109$	0.9635			$XJ=0.9329Xi+0.0718$	0.9799
		$XJ=0.9060Xi+0.0449$	0.9964			$XJ=0.8670Xi+0.1155$	0.9941
		$XJ=1.2170Xi-0.1763$	0.9825			$XJ=0.9545Xi+0.0740$	0.9951
		$XJ=1.5100Xi-0.3737$	0.9937			$XJ=1.1399Xi-0.0802$	0.9594
		$XJ=0.9887Xi+0.0015$	0.9712			$XJ=1.4338Xi-0.2777$	0.9838
		$XJ=1.0375Xi-0.0709$	0.9951			$XJ=0.9539Xi+0.0693$	0.9869
近 畿 技 術	土 研 北 大 北 開 公 団 4 公 団 5 自 研 パ 自 研 け 東 北 関 東 北 陸 中 部 近 畿 中 国 四 国 九 州	$XJ=0.8807Xi+0.1011$	0.9651				
		$XJ=0.8979Xi+0.0738$	0.9797				
		$XJ=0.7289Xi+0.1625$	0.9608				
		$XJ=0.9710Xi+0.0753$	0.9991				
		$XJ=0.7281Xi+0.2237$	0.9687				
		$XJ=0.8139Xi+0.1265$	0.9385				
		$XJ=1.1321Xi-0.1616$	0.9836				
		$XJ=0.7605Xi+0.1515$	0.9933				
		$XJ=0.7273Xi+0.1906$	0.9077				
		$XJ=0.7154Xi+0.2000$	0.9746				
		$XJ=0.7931Xi+0.1623$	0.9825				
		$XJ=1.2104Xi-0.1423$	0.9867				
		$XJ=0.7689Xi+0.1730$	0.9452				
		$XJ=0.8074Xi+0.1163$	0.9594				

現在、建設省や日本道路公団が用いている建設省型路面すべり計（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通りである。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-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。

$$CF = SF \cdot \cos \beta - D \cdot \sin \beta$$

$$RR = SF \cdot \sin \beta + D \cdot \cos \beta$$

$$SF = CF \cdot \cos \beta + RR \cdot \sin \beta$$

$$D = RR \cdot \cos \beta - CF \cdot \sin \beta$$

①

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

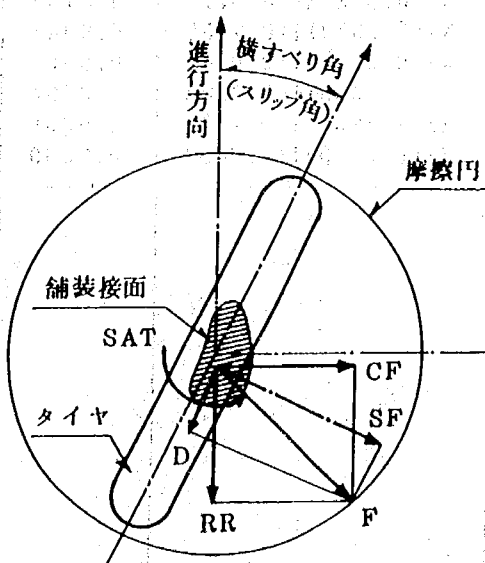


図-1 測定中のタイヤの力の方向

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。

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には、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付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なえばよいが、通常測定器の適切な保管、検定を行なうためには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な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（建設省標準型車）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、記録針、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
- ・タイヤ内圧 $1.7\text{kg}/\text{cm}^2$
- ・輪荷重 395kg
- ・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、測定前の慣らしとして約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

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。

3) 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。

4) 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。

- 回数 同一区間、同一速度で3点以上、長区間連続測定の場合は5点/kmを原則とする。

5) 温度測定

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

6) データの収集

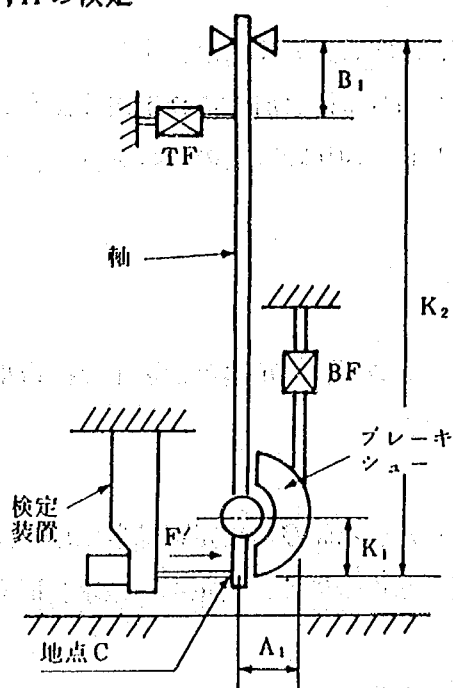
昭和62年度より、各機関ともに165-SR13(路面すべり用標準タイヤ)のタイヤを用いてデータを収集すること。

7) ロードセルの検定(キャリブレーション)

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求めることとする。

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

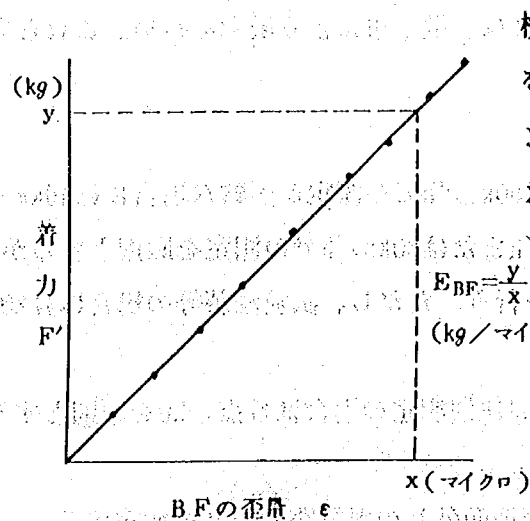
A_1 : 測定輪回転軸中心からBFロードセルまでの
水平距離 (mm)

B_1 : TFロードセルから軸の支点までの長さ (mm)

K_1 : 測定輪回転軸中心から地点Cまでの長さ (mm)

K_2 : 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。

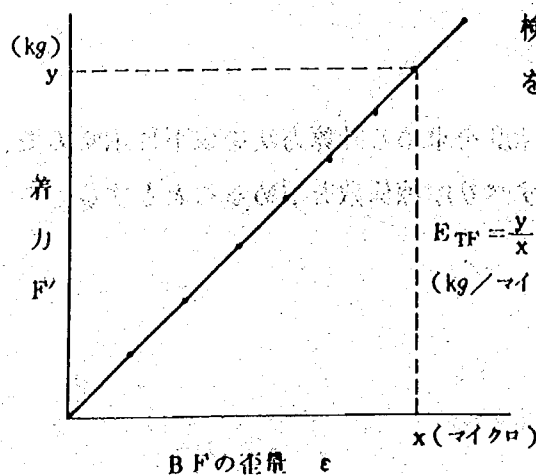
y : 検定時に地点Cにかけた着力 (kg)

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)

$$E_{BF} = \frac{y}{x} \cdot \frac{K_1}{A_1}$$

(kg/マイクロ)

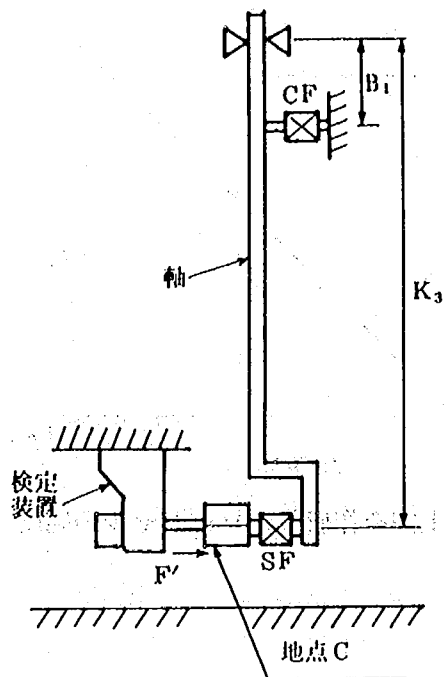


検定により左図を作成し、ロードセルの感度 (E_{TF})
を求める。

$$E_{TF} = \frac{y}{x} \cdot \frac{K_2}{B_1}$$

(kg/マイクロ)

2)SF,CFの検定

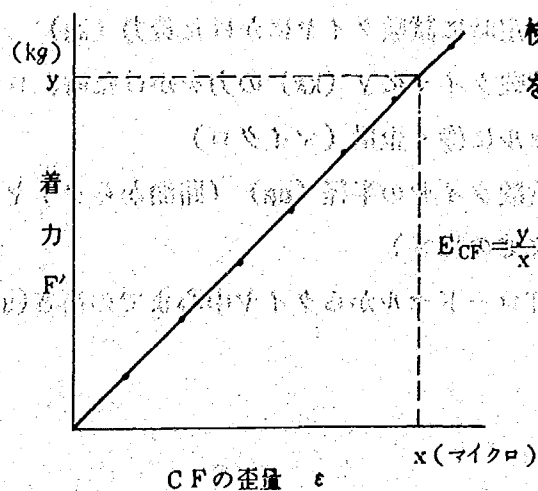
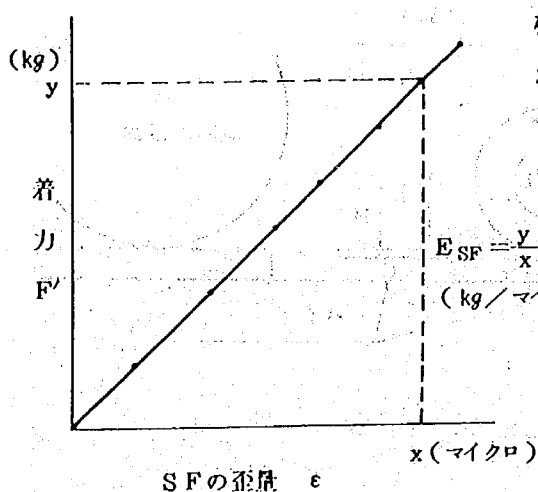


ここで

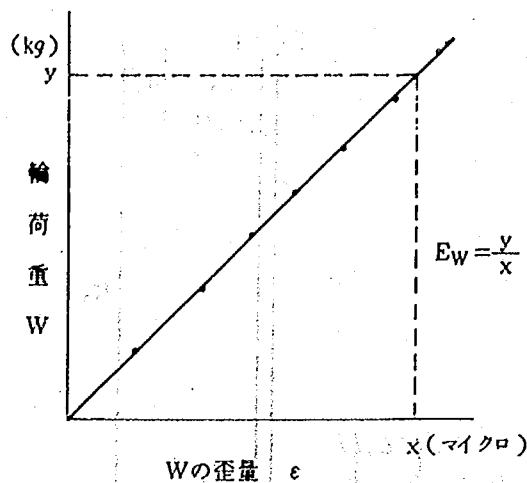
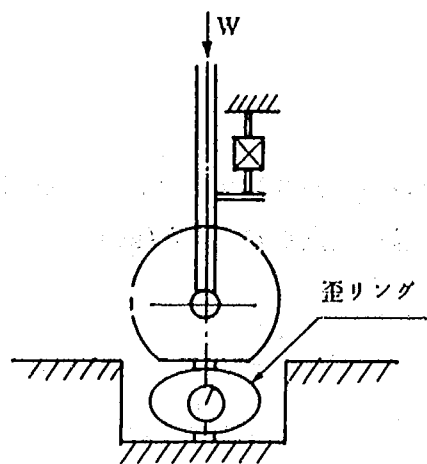
B_1 : CFロードセルから軸の支点までの長さ (mm)

K_3 : 地点Cから軸の支点までの長さ (mm)

F' : 着力



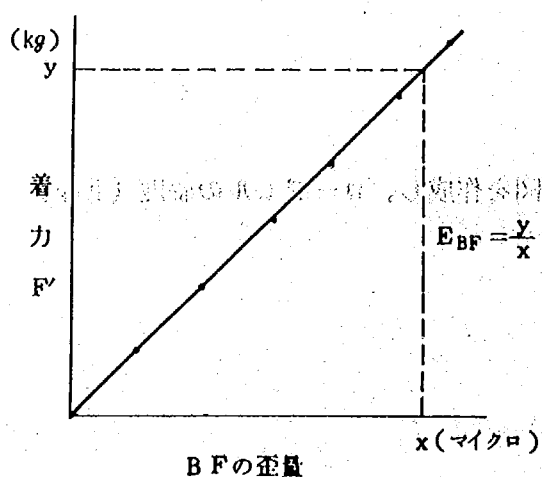
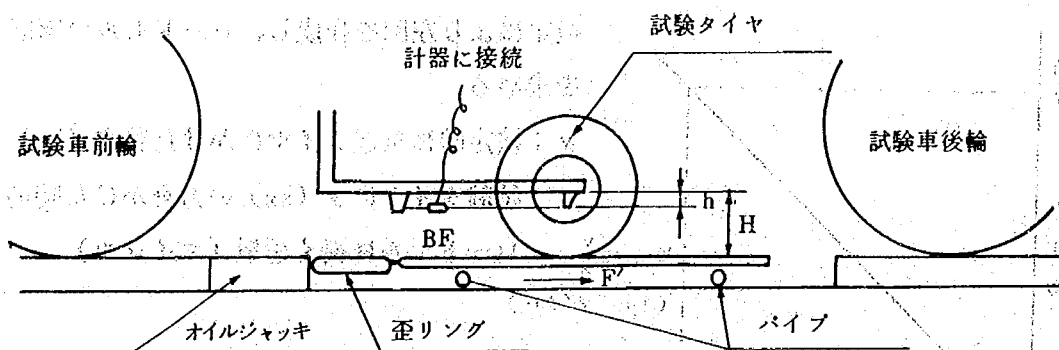
3) 輪荷重Wの検定



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。

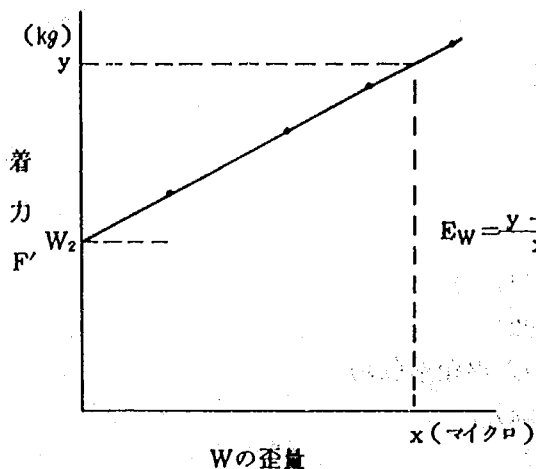
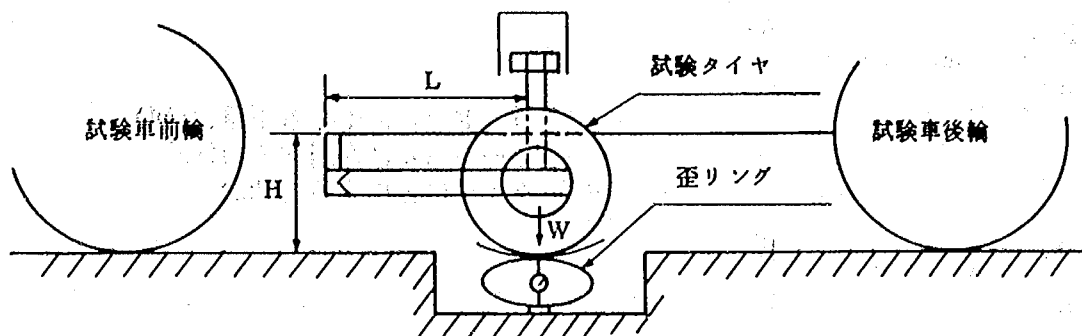
ここで

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

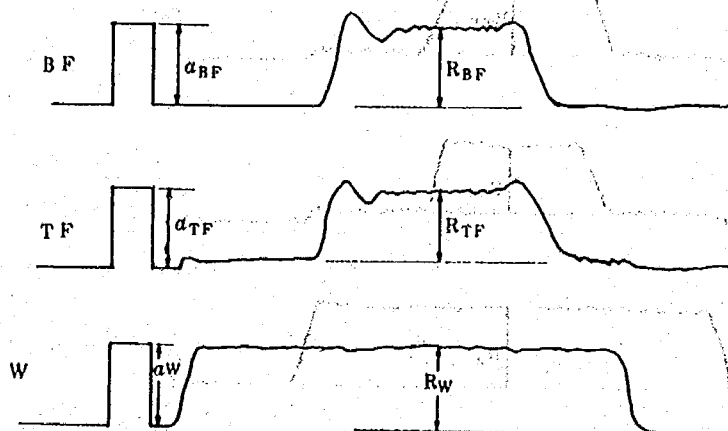
W_2 : すべり計の自重 (kg)

8) 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分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。

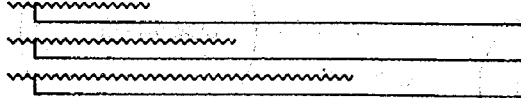
① 垂直昇降式すべり計の計算方法

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_{BF}, R_{TF}, R_W : BF, TF, Wの読み取り値(mm)
- a_{BF}, a_{TF}, a_W : BF, TF, Wのcalの読み取り値(mm)
- M_{BF}, M_{TF}, M_W : BF, TF, Wのcal設定マイクロ数(kg/マイクロ)
- E_{BF}, E_{TF}, E_W : BF, TF, Wのロードセル感度(kg/マイクロ)
- A_1 : タイヤ中心からBF検出器までの水平距離(mm)
- A_2 : 路面からタイヤ中心までの高さ(mm)
- B_1 : TF検出器から支店までの高さ(mm)
- B_2 : 路面から支店までの高さ(mm)

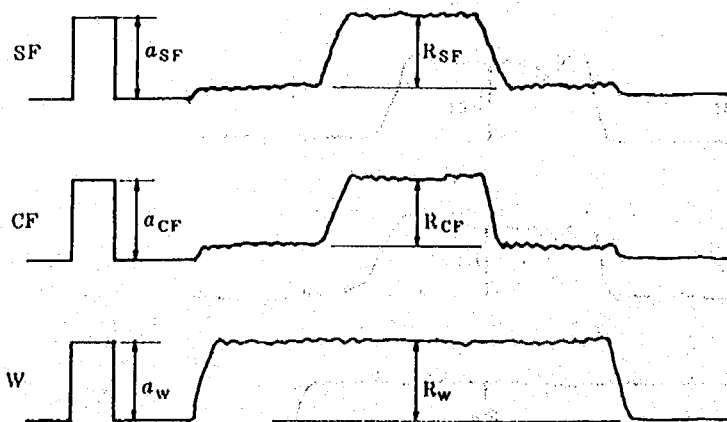
よって、すべり摩擦係数(μ)は、次式により求められる。

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

$\mu(BF)$: ブレーキ力から算出されるすべり摩擦係数

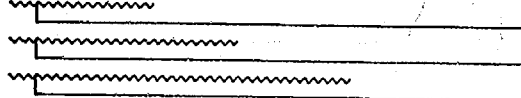
$\mu(TF)$: けん引力から算出されるすべり摩擦係数

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検出器から支店までの高さ(mm)

B_2 : 路面から支店までの高さ(mm)

すべり摩擦係数(μ)は、次式により求められる。

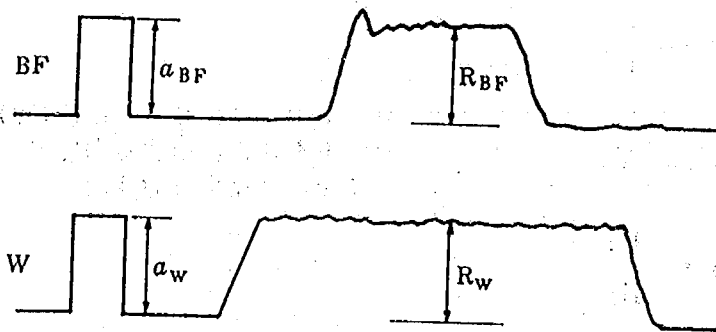
$$\mu(SF) = \frac{SF}{W}$$

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

$\mu(SF)$: 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)

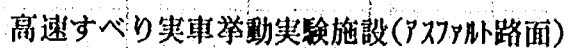
H : 路面からタイヤの中心までの高さ(mm)

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。

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

• 温度及び水膜厚測定位置



11700	00:00	0.00	0.00	0.00
11701	00:01	0.00	0.00	0.00
11702	00:02	0.00	0.00	0.00
11703	00:03	0.00	0.00	0.00
11704	00:04	0.00	0.00	0.00
11705	00:05	0.00	0.00	0.00
11706	00:06	0.00	0.00	0.00
11707	00:07	0.00	0.00	0.00
11708	00:08	0.00	0.00	0.00
11709	00:09	0.00	0.00	0.00
11710	00:10	0.00	0.00	0.00
11711	00:11	0.00	0.00	0.00
11712	00:12	0.00	0.00	0.00
11713	00:13	0.00	0.00	0.00
11714	00:14	0.00	0.00	0.00
11715	00:15	0.00	0.00	0.00
11716	00:16	0.00	0.00	0.00
11717	00:17	0.00	0.00	0.00
11718	00:18	0.00	0.00	0.00
11719	00:19	0.00	0.00	0.00
11720	00:20	0.00	0.00	0.00
11721	00:21	0.00	0.00	0.00
11722	00:22	0.00	0.00	0.00
11723	00:23	0.00	0.00	0.00
11724	00:24	0.00	0.00	0.00
11725	00:25	0.00	0.00	0.00
11726	00:26	0.00	0.00	0.00
11727	00:27	0.00	0.00	0.00
11728	00:28	0.00	0.00	0.00
11729	00:29	0.00	0.00	0.00
11730	00:30	0.00	0.00	0.00
11731	00:31	0.00	0.00	0.00
11732	00:32	0.00	0.00	0.00
11733	00:33	0.00	0.00	0.00
11734	00:34	0.00	0.00	0.00
11735	00:35	0.00	0.00	0.00
11736	00:36	0.00	0.00	0.00
11737	00:37	0.00	0.00	0.00
11738	00:38	0.00	0.00	0.00
11739	00:39	0.00	0.00	0.00
11740	00:40	0.00	0.00	0.00
11741	00:41	0.00	0.00	0.00
11742	00:42	0.00	0.00	0.00
11743	00:43	0.00	0.00	0.00
11744	00:44	0.00	0.00	0.00
11745	00:45	0.00	0.00	0.00
11746	00:46	0.00	0.00	0.00
11747	00:47	0.00	0.00	0.00
11748	00:48	0.00	0.00	0.00
11749	00:49	0.00	0.00	0.00
11750	00:50	0.00	0.00	0.00
11751	00:51	0.00	0.00	0.00
11752	00:52	0.00	0.00	0.00
11753	00:53	0.00	0.00	0.00
11754	00:54	0.00	0.00	0.00
11755	00:55	0.00	0.00	0.00
11756	00:56	0.00	0.00	0.00
11757	00:57	0.00	0.00	0.00
11758	00:58	0.00	0.00	0.00
11759	00:59	0.00	0.00	0.00
11760	01:00	0.00	0.00	0.00

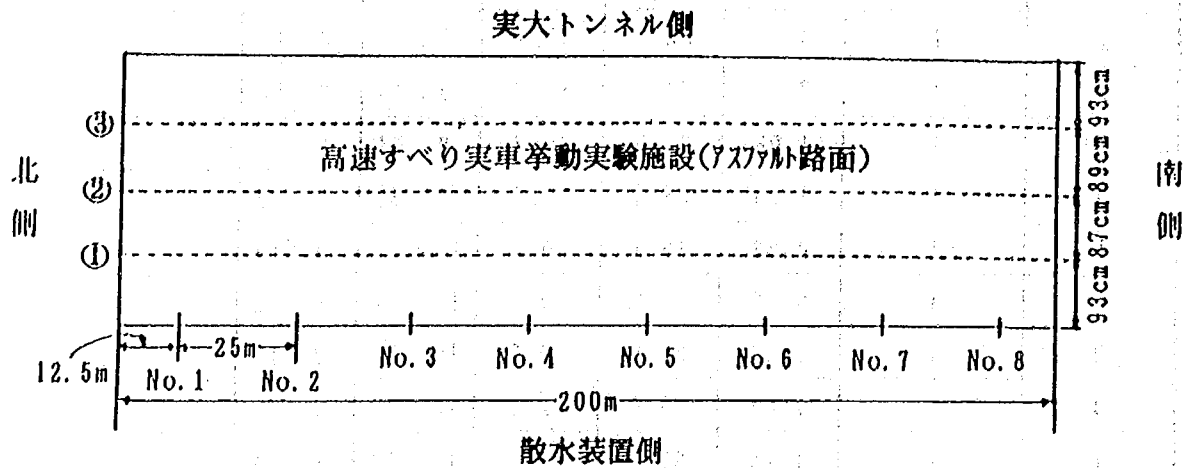
• 温度及び水膜厚

測定場所	目標水膜厚 (mm)	水膜厚 (mm)	温度 (°C)		測定日時		備 考
			路 面	外 気	時 間	月 日	
1	1	0.83	25.0	24.0	9:45	9/11	
2	1	0.83	25.0	24.0	9:51	9/11	
3	1	1.42	25.0	24.0	9:54	9/11	
4	1	0.83	25.0	24.0	9:56	9/11	
1	1	0.58	27.0	27.0	10:44	9/11	
2	1	0.75	27.0	27.0	10:47	9/11	
3	1	1.08	25.0	26.0	10:49	9/11	
4	1	0.92	26.0	26.0	10:53	9/11	
1	1	0.92	27.0	25.0	11:59	9/11	
2	1	1.00	27.0	25.0	12:01	9/11	
3	1	1.25	27.0	25.0	12:05	9/11	
4	1	0.92	27.0	25.0	12:06	9/11	
1	1	0.92	26.0	24.0	12:49	9/11	
2	1	1.08	26.0	26.0	12:53	9/11	
3	1	1.42	26.0	26.0	12:56	9/11	
4	1	1.42	26.0	25.0	12:59	9/11	
1	1	0.83	24.8	23.1	14:11	9/11	
2	1	0.83	24.6	22.4	14:15	9/11	
3	1	1.08	24.4	22.8	14:20	9/11	
4	1	1.00	24.4	22.1	14:22	9/11	
1	1	0.83	24.3	21.7	15:08	9/11	
2	1	0.92	24.5	22.0	15:10	9/11	
3	1	1.25	24.5	22.8	15:13	9/11	
4	1	1.00	24.2	22.2	15:15	9/11	
1	1	0.83	24.2	23.2	16:47	9/11	
2	1	1.00	23.4	22.4	16:50	9/11	
3	1	1.17	23.8	22.3	16:52	9/11	
4	1	1.08	24.2	22.3	16:54	9/11	
1	1	0.67	22.9	22.8	17:42	9/11	
2	1	0.92	22.5	21.3	17:45	9/11	
3	1	1.08	22.6	21.0	17:47	9/11	
4	1	0.83	22.6	20.9	17:49	9/11	

• 温度及び水膜厚

測定場所	目標水膜厚 (mm)	水膜厚 (mm)	温度 (°C)		測定日時		備 考
			路 面	外 気	時 間	月 日	
1	1	0.92	32.9	31.1	9:15	9/12	
2	1	0.83	34.7	32.9	9:19	9/12	
3	1	1.08	34.0	30.2	9:24	9/12	
4	1	1.08	34.4	30.3	9:31	9/12	
1	1	0.83	35.3	30.4	10:23	9/12	
2	1	0.92	35.8	30.6	10:25	9/12	
3	1	1.33	35.8	30.7	10:28	9/12	
4	1	1.08	36.4	32.3	10:31	9/12	
1	1	1.25	33.6	30.5	11:37	9/12	
2	1	0.92	34.2	28.4	11:39	9/12	
3	1	0.92	32.4	28.0	11:43	9/12	
4	1	1.00	31.9	27.0	11:45	9/12	
1	1	1.00	33.0	29.0	12:43	9/12	
2	1	1.25	32.3	30.0	12:46	9/12	
3	1	1.08	33.3	28.7	12:50	9/12	
4	1	1.00	34.9	30.3	12:53	9/12	
1	1	0.83	30.2	28.2	14:01	9/12	
2	1	1.08	29.5	27.3	14:04	9/12	
3	1	1.17	29.4	27.8	14:07	9/12	
4	1	1.17	29.9	27.4	14:08	9/12	
1	1	0.92	29.8	29.4	14:42	9/12	
2	1	0.83	30.1	29.8	14:44	9/12	
3	1	1.17	30.2	29.4	14:47	9/12	
4	1	1.00	30.5	28.5	14:50	9/12	
1	1	0.92	27.9	27.8	16:20	9/12	
2	1	1.08	27.4	27.3	16:23	9/12	
3	1	1.42	26.9	27.1	16:25	9/12	
4	1	1.50	26.9	26.2	16:27	9/12	
1	1	1.00	24.4	23.7	17:16	9/12	
2	1	1.25	24.4	23.1	17:18	9/12	
3	1	1.25	24.3	22.7	17:20	9/12	
4	1	1.00	24.2	23.7	17:23	9/12	

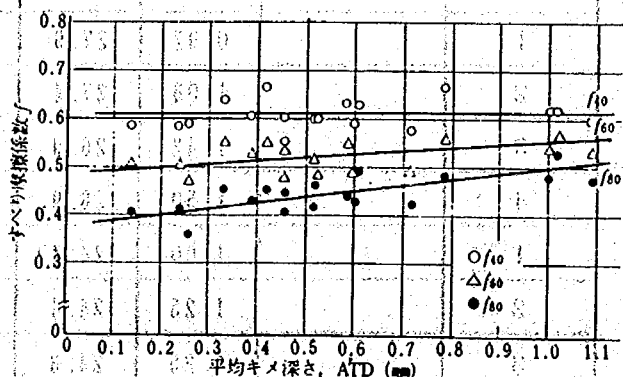
• あらさ測定位置



• 路面のあらさ (平均キメ深さ(mm))

	測 定 位 置							
	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8
①	1.67	1.84	2.21	1.06	1.03	2.07	1.10	1.75
②	1.00	1.28	1.39	1.13	1.06	2.52	1.51	1.24
③	2.21	1.17	1.97	1.59	1.67	2.57	1.47	1.43
平 均	1.59	1.43	1.84	1.24	1.24	2.36	1.35	1.47

平均キメ深さ： 路面のあらさを示す指標であり、測定には土研式自動路面あらさ計を用いる。このあらさ計は、路面の凹部に砂をまき、まいた砂の量をその面積で除し凸部の平均深さを求めるものである。なお、平均キメ深さとすべり摩擦係数の関係は参考図のとおりとなる。



参考図 平均キメ深さ(ATD)とすべり摩擦係数の関係

付 録

成果報告会資料

1.路面の種類と縦すべり摩擦係数の経年変化について（関東技術事務所）	101
2.路面すべり測定車とDFテスターとの比較について（中部技術事務所）	105
3.すべり摩擦係数と供用年数について（近畿技術事務所）	109
4.冬用タイヤの制動特性について（開発土木研究所）	113
5.特殊舗装におけるすべり摩擦係数について（日本道路公団試験所）	117
6.今回の比較試験の結果と今後の比較試験に対する方向について（土木研究所）	121

1. 路面の種類と縦すべり摩擦係数の経年変化について

関東技術事務所 材料試験課 大原 宜夫

1.1 まえがき

舗装の維持修繕時期は、主に路面性状変化を基に判定を行なっている。しかし、走行車両の安全性の面においては、路面性状のみで判定を行う事は十分とは言えない。適切な路面の維持管理を行う為には路面のすべり摩擦係数を把握しておく他、路面粗さ等との関連を把握しておく必要がある。

なお、本調査は昭和56年度～昭和61年度までの6年間で実施したものである。

1.2 調査目的

路面とタイヤのすべり摩擦係数の経年変化を求め、すべり摩擦係数とそれに関与する要因との関係を検討することを目的とする。

調査箇所および舗装の種類を、表-1.1に示す。

表-1.1 調査箇所と舗装の種類

No	調査箇所名	路線名 (国道)	測定車線 (わだち測定)	調査地先名	供用開始 年 月	工区	舗装工種 (表層)			備考
							混合物種別	使用バインダー種類	使用骨材種類	
1	千住新橋	4号	上り第1車線	東京都足立区千住大川町 ～ 足立区南田2丁目	53年5月	1	グーアスコン	グーアスファルト	硬質砂岩	鋼床版
						2	密 粒 (13)	シノファルト	・	
						3	・	・	・	
2	新二子橋	246号	上り第1車線	東京都世田谷区玉川2丁目 ～ 川崎市高津区々地	53年6月	1	・	シノファルト (I)	・	R C 床版
						2	・	ポリファルト SS	・	
3	武人橋	1号	上り車線	神奈川県平塚市武人～中島	55年4月	1	・	TR 100	・	鋼床版
4	市川大橋	357号	山側第2車線	千葉県市川市行徳～上妙典	55年12月	1	・	シノファルト (I)	石灰岩	・
5	木更津	16号	下り車線	千葉県木更津市潮見	57年2月	1	密 粒 (20)	ストアス 40/60	・	
						2	・	セミブローンストアス AC 100	・	
6	・	127号	上り、下り車線	千葉県富津市鶴岡	54年6月	1	デリュグリップ	ストアス 40/60 + アスベスト、消石灰	硬質砂岩 + 高級スラグ (13-5)	硬質砂岩圧入
						2	ウルトラベープG	・	石灰岩	
						3	密 粒 G (13)	ストアス 40/60 + 高級加 剤	・	
						4	ホットロール	改質アスファルト プレミアムアス	・	
						5	密 粒 13	ストアス 60/80	・	
7	・	127号	上り、下り車線	千葉県富津市鶴岡	55年2月	1	デリュグリップ	ストアス 40/60	硬質砂岩 + 高級スラグ	石灰岩
						2	密 粒 13	ストアス 60/80	・	
8	船形 (I)	127号	上り、下り車線	千葉県船山市船形	55年2月	1	デリュグリップ	ストアス 40/60	硬質砂岩 + 高級スラグ	
9	船形 (II)	127号	上り、下り車線	・	55年2月	1	・	・	・	

1.3 調査方法

1.3.1 調査項目

①路面すべり摩擦測定車によるすべり抵抗試験

②ポータブル・スキッド・レジスタンス・テスター (BPN) によるすべり抵抗試験

③土研式路面粗さ試験

1.3.2 調査方法

調査方法を図-1.1に示す。

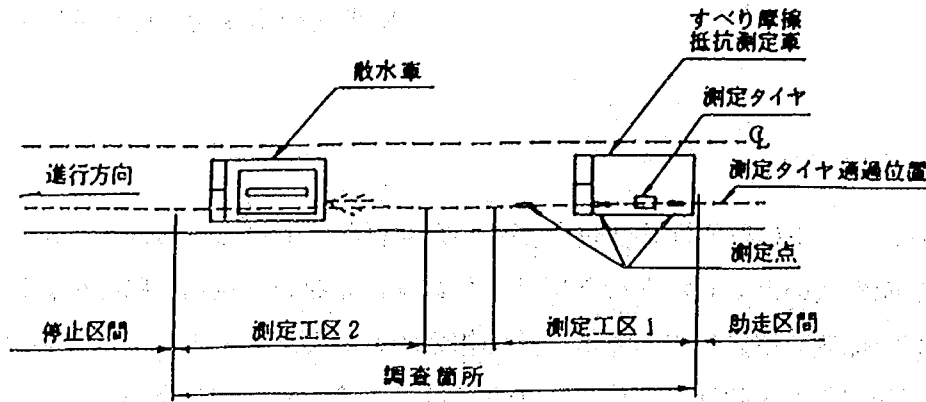


図-1.1 調査方法

1.3.3 測定条件

測定条件を表-1.2に示す。

表-1.2 測定条件

No	路線名	調査箇所	測定速度	タイヤ	備考	No	路線名	調査箇所	測定速度	タイヤ	備考
1	4	千住犬橋	20, 40	N, R		6	1 2 7	湊	30, 40	N, R	すべり止め舗装
2	2 4 6	二子橋	20, 40	N, R		7	1 2 7	鋸南	30, 40	N, R	〃
3	1	馬入橋	20, 40, 50	N, R		8	1 2 7	船形(I)	30	N, R	〃
4	3 5 7	市川大橋	20, 40, 60	N, R		9	1 2 7	船形(II)	30	N, R	〃
5	1 6	木更津	20, 40, 50	N, R		*「N」：普通タイヤ, 「R」：リブタイヤ					

1.4 調査結果

1.4.1 測定速度とすべり摩擦係数との関係

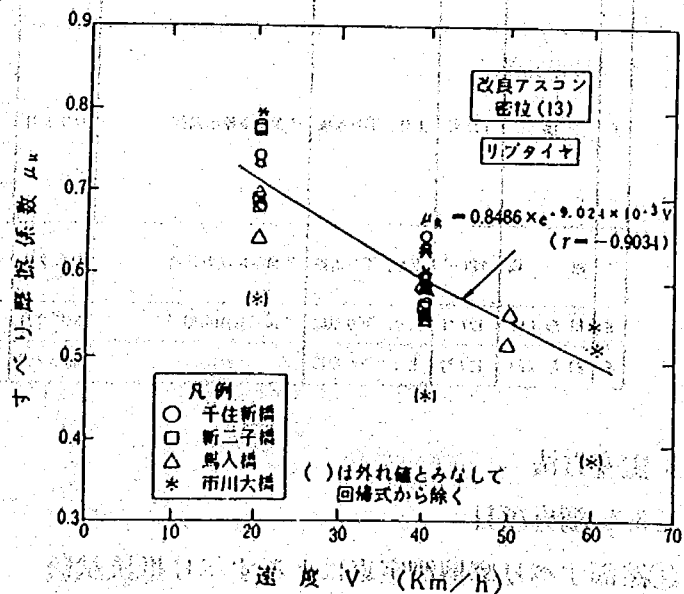
測定速度とすべり摩擦係数との関係を図-1.2に示す。

図-1.2より、全体的な傾向として測定速度Vと速度Rの時の摩擦係数 μ_R との関係は、 $V=40\sim60\text{Km/h}$ の μ_R の減少率は、 $V=20\sim40\text{Km/h}$ の μ_R に比較して大きくなっていることが認められる。

Vと μ_R との関係を指数回帰解析により推定すると、式(1)のとおりとなる。

$$\mu_R = 0.8486 \times e^{-0.009024 \times V} \dots \text{式(1)}$$

ここで、示した推定式は、図-1.2の実線で示す。図-1.2 測定速度とすべり摩擦係数との関係。回帰式より求めた相関係数は $r=0.9034$ であり、比較的良い相関を示している。



1.4.2 路面粗さとすべり摩擦係数との関係

土研式路面粗さ（きめ深さ）とすべり摩擦係数との関係を図-1.3に示すが、ばらつきが大きく明確な関係は認められない。

舗装工種をすべり止め舗装とそれ以外の舗装とに分けて、 T_d （きめ深さ）と μ_{R40} （リブタイヤで速度40Km/h）との関係を図-1.4に示す。図より、すべり止め以外の舗装では、きめ深さとの関係は明確に表れていないが、すべり止め舗装では、きめ深さが大きい程すべり抵抗が大きくなる傾向がある。

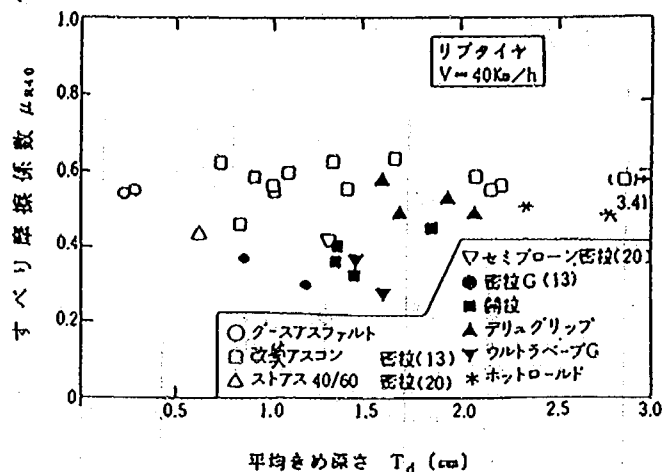


図1.4 平均きめ深さとすべり摩擦係数との関係
(舗装工種による分類)

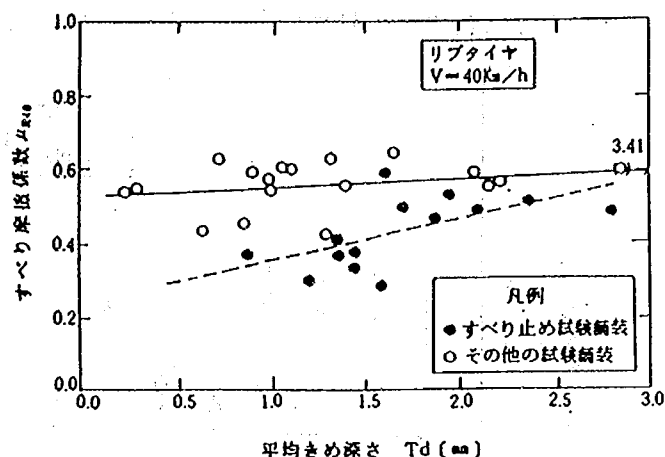


図1.5 平均きめ深さとすべり摩擦係数との関係
(舗装目的による分類)

1.4.3 すべり抵抗値（BPN）とすべり摩擦係数との関係

ポータブル・スキッド・レジスタンス・テスターによるすべり抵抗試験値（BPN値）とすべり摩擦測定車によるすべり摩擦係数との関係を図-1.6に示す。両者の関係を一次回帰式により、式（2）のように推定した。

$$\mu_{R40} = 0.824 \times \{ (\text{BPN値}) / 100 \} - 0.032 \quad (r=0.813) \quad \cdots \text{式(2)}$$

すべり摩擦係数 μ_{R40} の概略値を求める場合にはBPN法が有効であると思われる。

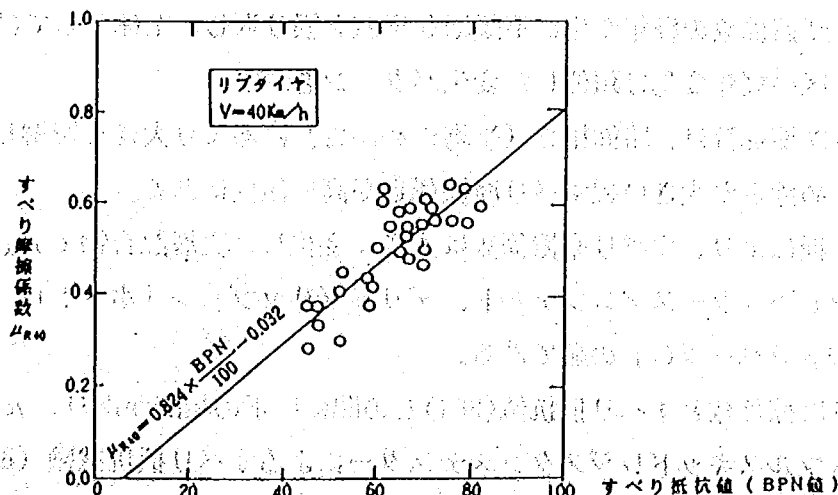


図-1.6 μ_{R40} と BPN 値 と の 関 係

1.4.4 舗装工種とすべり摩擦係数との関係

舗装工種（表層混合物）とすべり摩擦係数との関係を図-1.7に示す。図よりばらつきの大きい工種はストアス40/60（密粒20）、セミブローン（密粒20）であり、逆に小さいのはデリュグリッ、ホットロールドである。

すべり止め舗装に着目して、すべり摩擦係数を比較すると、「密粒G13，ウルトラベープ」＜「開粒」＜「デリュグリッ、ホットロールド」の順であり、すべり止め効果としては、デリュグリッとホットロールドの効果が明らかである。

使用骨材とすべり摩擦係数との関係を図-1.8に示す。ばらつきに大小あるが、すべり止めを考慮した時の骨材は石灰岩より砂岩が適していると云えそうである。

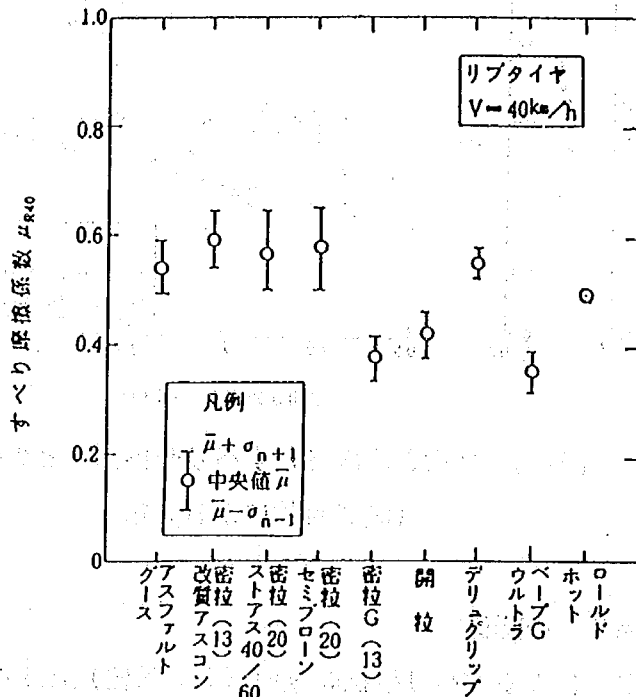


図-1.7 舗装工種とすべり摩擦係数との関係
(表層混合物の種類)

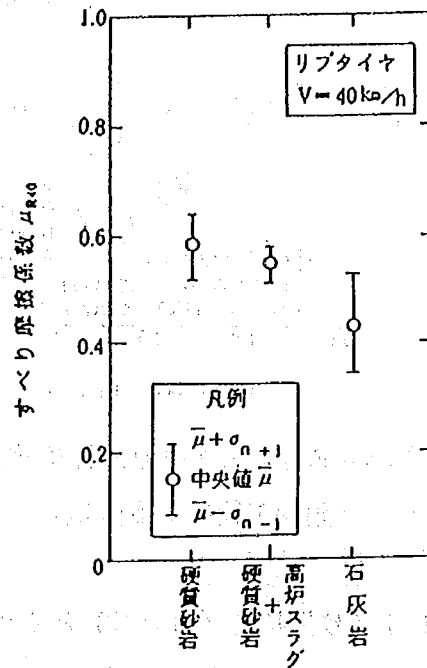


図-1.8 舗装工種とすべり摩擦係数との関係
(骨材の種類)

1.4.5 調査結果のまとめ

- ①すべり摩擦係数の経年変化は不規則な増減を繰り返し、全体としては減少傾向にある。同一箇所各工区の経年変化は類似した変化パターンを示す。
- ②すべり摩擦係数は、路面粗さ（平均きめ深さ）にあまり大きく影響しないが、すべり止め舗装では、きめ深さが大きい程すべり摩擦係数が高い傾向にある。
- ③舗装工種により、すべり摩擦係数は大きく変化し、表層混合物で μ_{R40} を比較すると、「改質アスコン」＞「ゲースアスファルト，デリュグリッ」＞「ホットロールド」＞「開粒，密粒G13，ウルトラベープG」の順である。
- ④すべり摩擦係数とすべり抵抗値(BPN)の間には正の相関があり、 μ_{R40} の概略値を知る場合は、ポータブルスキッドレジスタンステスターによるすべり抵抗試験(BPN)の測定が有効である。

2. 路面すべり測定車とDFテスターとの比較について

中部技術事務所 材料試験課 田中 春人

2.1 まえがき

道路を走行中の車が方向を変えたり、停止したりするためには、路面とタイヤとの接触面に相応の摩擦力が生じなければならない。路面がすべりやすい状態は摩擦力が十分に生じないため交通事故を誘発することがあるため、路面はすべり抵抗をそにえなければならない。そのすべり抵抗はすべり摩擦係数によって表わす。すべり摩擦係数を測定する方法には下記の方法がある。

(1) 横すべり抵抗法

測定車の進行方法とある角度をなして、自由に回転する車輪に加わる回転軸方向の力を測定し、輪荷重との比を横すべり摩擦係数とする。

(2) トレーラ法

一定速度でけん引する車輪に制動をかけ、通常は完全にロックされた状態の車輪にかかる力を測定し輪荷重との比を係数とする。

(3) 減速度法

ロックした車輪がすべっているときの車との減速度、これを g （重力の加速度）の単位で表せば、すべっているタイヤと路面間のすべり摩擦係数にほぼ等しいという原理を応用したもの。

(4) 制動停止距離法

ブレーキを踏み込んで車輪がロックされた地点から車が停止する地点までのタイヤがすべった距離を測り、計算式によって求める。

(5) ポータブルテスト法

いくつかの種類があるが、振子式の代表としてイギリスのものがもっとも広く知られているが、すべり摩擦係数値を直接表わすものでなく、あまり明瞭な相関も得られていない。

(6) DFテスター（ダイナミック・フリクション・テスター）

動的摩擦係数をそのまま測定できる簡易でポータブルな測定装置で、最近開発された物である。

すべり摩擦係数の測定には、一般的にトレーラ法（すべり抵抗測定車による方法）とポータブルテスト法（振子式スキッドレジスタンステスターによる方法）が使用されているが、最近開発されたDFテスターは下記の特長があり、すべり抵抗測定車に代わるものと期待されているが、測定値の精度について検討が必要とされている。

DFテスターの特長

- ・装置による測定値は摩擦係数を表わし、測定は再現性が良い。

- ・測定時間が極めて短い。
- ・装置が小型で運搬に便利（ライトバンで運搬可）
- ・小型ながら実車と同じ速度（0～80km/h）、ほぼ同じ接地圧で測定できる。
- ・電源は自動車のバッテリー（DC 12V）でも又アダプターをつけてAC100Vからでも可。
- ・測定が簡単でしかも測定者の個人差が生じない。
- ・1度の測定で0～80km/hの間の摩擦係数が各速度段階で段階的に又速度に応じて連続的にも測定が可能でその結果がすぐグラフ化される。
- ・テスト用ゴムピースの材料は日本に於ける摩擦測定車のテストタイヤに使用されている材料と同じ配合のものを使用しており、又このテストピースは現場で簡単に交換することができる。
- ・テスト用ゴムピースの材質を変えることによって、その材質との動的摩擦係数を測定する事ができる。

2.2 調査目的

現在、路面すべり摩擦係数を路面すべり測定車にて調査を実施しているが、測定車より小型で操作の簡易なDFテスターを、測定車との比較によって評価し、十分な精度を有しているかを検討した。

No	路線	地名	距離標	舗装種別
1	2.1	岐阜県不破郡垂井町	KP 17.1 ~ 17.3	密粒度アスコン
2	2.1	岐阜県不破郡垂井町	KP 18.0 ~ 18.2	密粒度アスコン
3	2.5	三重県鈴鹿郡関町	KP 11.2 ~ 11.3	密粒度アスコン
4	2.5	三重県上野市寺田	KP 27.9 ~ 28.1	透水性舗装
5	2.5	三重県上野市寺田	KP 28.2 ~ 28.4	透水性舗装
6	2.5	三重県上野市寺田	KP 35.3 ~ 35.9	密粒度アスコン
7	4.1	岐阜県益田郡下呂町	KP101.9 ~ 102.1	密粒度アスコン
8	4.1	岐阜県益田郡下呂町	KP101.9 ~ 101.2	密粒度アスコン
9	4.1	岐阜県吉城郡神岡町	KP215.1 ~ 215.9	コンクリート舗装
10	3.0.2	愛知県海部郡大治町	—	透水性舗装
11	3.0.2	愛知県海部郡大治町	—	透水性舗装
12	3.0.2	愛知県海部郡大治町	—	透水性舗装
13	3.0.2	愛知県海部郡大治町	—	密粒度アスコン

表-2.1 測定実施箇所

測定実施箇所は、中部地建管内の4路線にて比較測定を実施し、表-2.1に示す。

2.3 調査方法

☆路面すべり測定車

<測定条件>

測定方向 : 縦すべり-100%制動 (完全ロック)
 使用タイヤ : 一般タイヤ
 輪荷重 : 300kg
 タイヤ圧 : 1.6kg/cm²
 測定速度 : 原則として、40・60km/hで行う。
 路面状態 : 湿潤状態 (測定車から散水して行う。)
 測定回数 : 1工区につき3回

☆DFテスター

<測定条件>

路面状態 : 湿潤状態 (測定1回につき散水して行う。)
 測定回数 : 1工区につき3回
 ゴムピース : 1測点ごとに1回交換

2.4 調査結果

No	路線	路面すべり測定車		D F テ ス タ ー	
		40km/h	60km/h	40km/h	60km/h
1	21	0.588	☆0.552	0.49	☆0.45
2	21	0.539	☆0.511	0.48	☆0.45
3	25	わ -	0.495	0.52	0.48
		弄 -	0.599	0.70	0.65
4	25	0.526	0.506	0.59	0.55
5	25	0.548	0.508	0.63	0.57
6	25	0.532	0.491	0.50	0.46
7	41	0.546	☆0.493	0.57	☆0.56
8	41	0.584	☆0.537	0.56	☆0.56
9	41	0.370	☆0.360	0.46	☆0.44
10	302	0.550	0.479	0.48	0.44
11	302	0.558	0.501	0.46	0.45
12	302	0.509	0.379	0.44	0.42
13	302	0.600	0.417	0.55	0.51

(注) ☆印は、道路の構造上110/hで走行不可能のため、110/hにて測定した値である。
 わ：わだら部、弄：弄わだら部

表-2.2 測定結果

2.5 今後の方針

—108—

3. すべり摩擦係数と供用年数について

近畿技術事務所 工務課 中江 哲彦

3.1 はじめに

我が国においては、高規格幹線道路網の整備が推進されており近畿においても自動車専用道路の建設が増えつつある。それに伴い走行速度がアップしてきている。

ところで舗装路面の管理は、主としてわだち堀れ、ひび割れ、平坦性（縦断凹凸量）の調査により維持修繕がなされてきたが高速化していく道路の管理において“路面のすべり”を考慮していくことが必要となってきた。

このような観点から近畿技術事務所では昭和62年度よりすべり摩擦抵抗調査を実施し路面のすべりの測定を行ってきた。

3.2 調査方法

すべり摩擦抵抗の測定は、近畿技術事務所が所有している路面すべり摩擦抵抗測定車（写真-3.1）で行った。この測定車は垂直昇降式縦横両用型の測定装置が車両に搭載され動的に連続して路面のすべり摩擦抵抗を測定するものである。

①タイヤ

リフタイヤ (6.45-13)内圧1.7 kg/Cm²

②路面の状態

散水による湿潤状態

③すべり摩擦抵抗の方向

縦すべり摩擦抵抗(100%制動)

横すべり摩擦抵抗(ステア 角15°)

④試験輪荷重

395 ± 10kg

⑤調査年月 平成元年11月

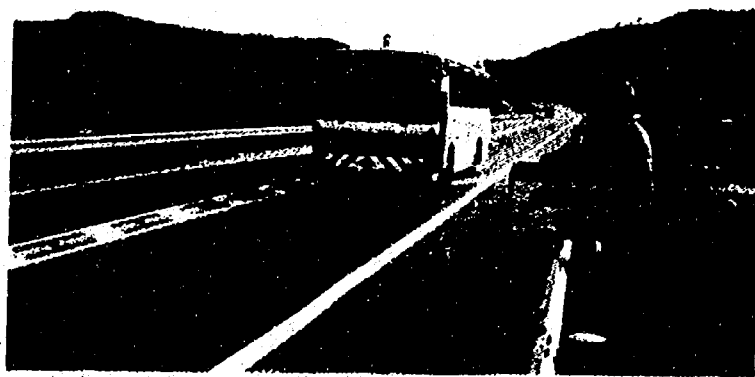


写真-3.1

3.3 調査結果

3.3.1 調査路線

1号京滋バイパス、2号姫路バイパス、9号亀岡道路、25号名阪国道の自動車専用道路を主とした4路線で行った。

3.3.2 測定結果

(1) 走行速度と摩擦係数

図-3.2 により、縦すべり摩擦係数は、50～60km/hの速度差では約6%低下している。次に

図-3.3 により横すべり摩擦係数はほぼ0.68付近に収束しており、速度による変化はあまりみられない。

横すべり摩擦係数と縦すべり摩擦係数を比べると縦すべり摩擦係数の方が値が小さくバラツキが大きい。

なお、写真-3.1に見られる程度の湿潤状態であるため、値がやや大きめに出ていると考えられる。

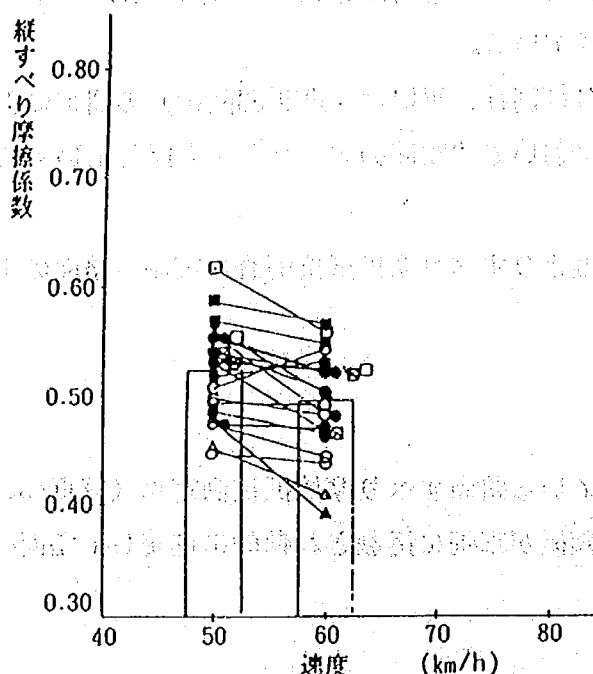


図-3.2 縦すべり摩擦係数と速度

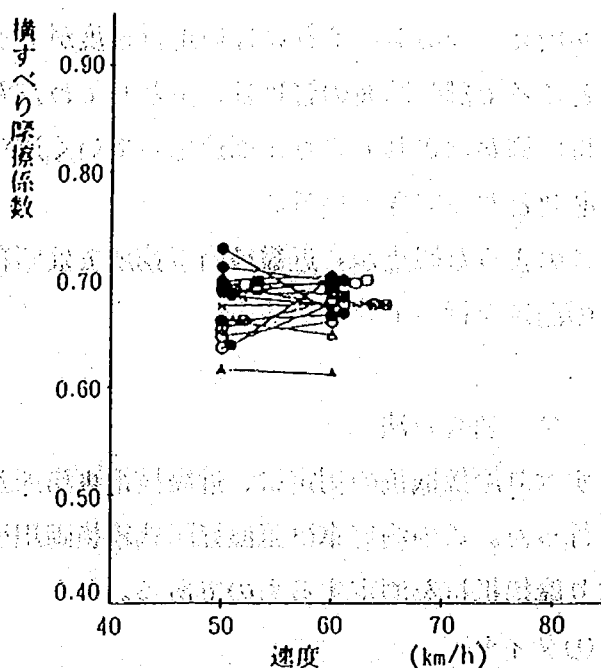


図-3.3 横すべり摩擦係数と速度

(2) 交通量との関係

新設または補修からの累積交通量との関係をみたものが図-3.4 と図-3.5 である。

縦すべり摩擦係数は、交通量の増加にともない小さくなり走行速度が大きいほど値が小さくなっている。

横すべり摩擦係数は、交通量による影響は少ない。

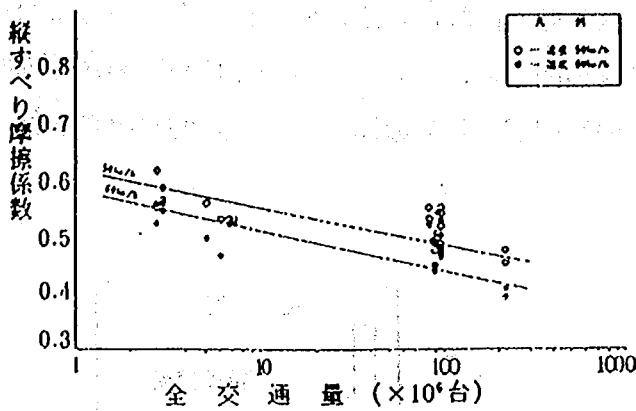


図-3.4 縦すべり摩擦係数と全交通量

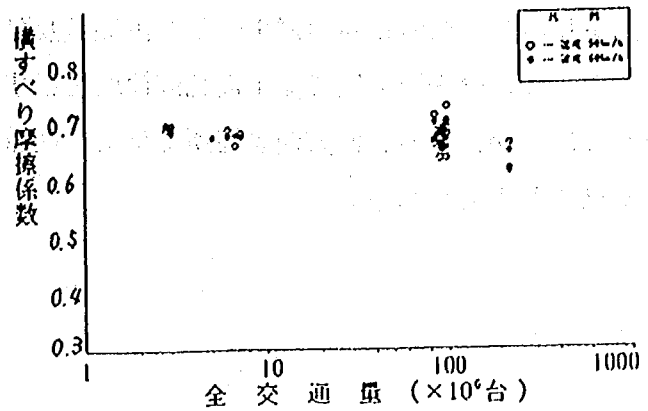


図-3.5 横すべり摩擦係数と全交通量

(3) 供用年数との関係

舗装の新設または補修後からの経年変化をみたものが図-3.6 と図-3.7 である。

図-3.6 より縦すべり摩擦係数は、供用6年ぐらいまでは減少傾向にあり、特に供用後3年までに大きく減少している。

図-3.7 より横すべり摩擦係数は、舗設直後の値にバラツキがあるが5～6年でほぼ一定の値に収束していく。

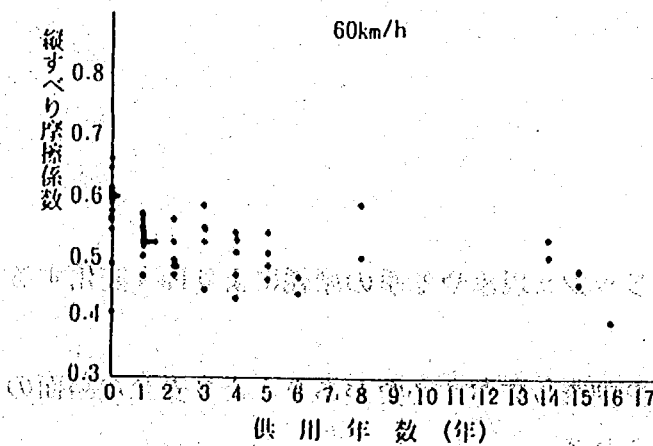


図-3.6 縦すべり摩擦係数と供用年数

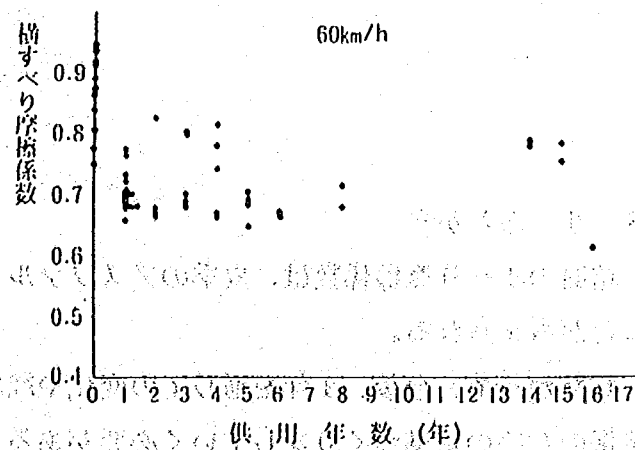


図-3.7 横すべり摩擦係数と供用年数

(4) 新設路面と補修路面の初期すべり摩擦係数の違い

舗装供用後1年以内に測定したデータを基に新設路面と補修路面を比較したのが図-3.8 及び図-3.9である。

図を見ると、新設路面の縦すべり摩擦係数及び横すべり摩擦係数が補修路面に比べ大きい値になっている。これは表層の舗装完了後補修箇所ではすぐに交通開放され路面が柔らかく締め固めが進み路面がなめらかになる、他方新設箇所では交通開放までの時間がありその期間にミクロ的な粗さが残された結果と考えられる。

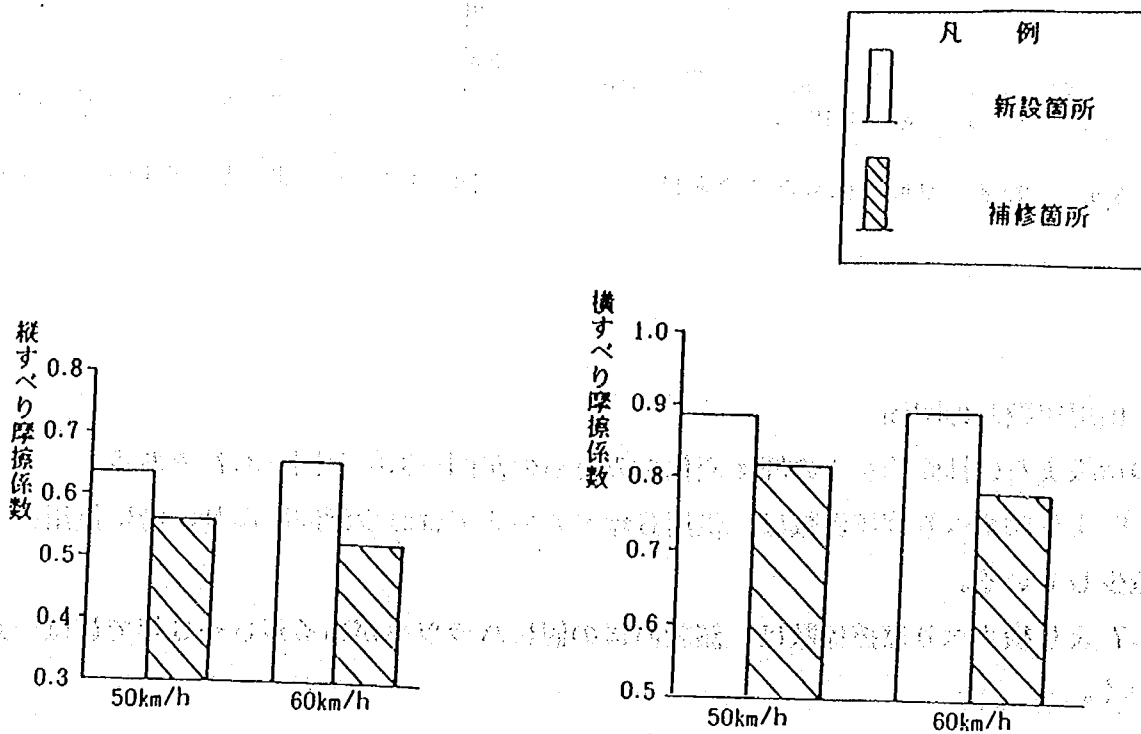


図-3.8

図-3.9

3.4 あとがき

路面のすべり摩擦係数は、夏季のアスファルトのフラッシュ現象や冬季の摩耗により種々変化することが考えられる。

したがって、今後、1年を通じての変化や経年変化を調査しておく必要があり、より安全な路面の確保のための基準づくりをしていく必要があると考えられる。

4. 冬用タイヤの制動特性について

開発土木研究所 交通研究室 堀田 暢夫

4. 1 まえがき

積雪寒冷地での冬期道路は、圧雪、凍結と呼ばれる路面がいたるところに現れ夏期に比べて路面状況が厳しいものとなり、交通障害ならびに交通事故の発生原因のひとつとなっている。特に北海道では、厳寒でありかつ、広大な面積にわたるため気象状況も各地で異なり多種多様である。これらに対応するために走行車両は各種冬用タイヤを装着し、一定のすべり摩擦係数を確保しているのが、現状である。

4. 2 調査目的

本報告では、夏期に比べ路面状況が厳しいものとなる冬期に使用される、各種冬用タイヤと比較のために夏タイヤの、制動停止距離やすべり摩擦係数から各種冬用タイヤの制動特性について報告し、今後の冬期路面管理等に役立てる資料とするものである。

4. 3 調査方法

各種冬用タイヤの性能を調査するため、平成2年1月～3月に士別市にあるテストコースと一般道路（国道230号 札幌市内～中山峠）で調査した。試験車は、1500cc 5人乗りライトバン FR車と当所所有の路面すべり測定車を使用した。路面状態は、テストコースでは、気温、路面温度、硬度、密度などによって把握し一般道路では目視による判断とした。調査タイヤは、冬用タイヤとして、ラジアルスパイクタイヤ、ラジアルスタッドレスタイヤ新品、中古、そして比較のためにラジアル夏タイヤを使用した。なお、

表-1 試験用タイヤ諸元

番号	名 称	トレッド深さ	ピン数	ピン突出量
A	60年スパイクタイヤ	10.5mm	114本	1.5mm
B	63年スパイクタイヤ	11.8mm	114本	0.5mm
C	60年スタッドレスタイヤ	10.4mm		
D	63年スタッドレスタイヤ	15.1mm		
E	63年スタッドレスタイヤ（中古）	10.7mm		
F	63年夏タイヤ	9.0mm		

中古タイヤとは、新品タイヤを夏期に15000km走行したものを使用しているもので、冬期走行とは多少異なる。タイヤの諸元を表-1に示すが、名称の数字は製造年次を表わしている。

4. 4 調査結果

4. 4. 1 制動試験

制動試験とは、試験用タイヤを装着した試験車（実車）に速度・制動距離測定装置を取付け、試験

路面を40km/hで走行させ、ブレーキをかけて試験車が完全に停止するまでの距離を測定するものである。なお、速度が40km/hでなかった場合には次式により補正制動停止距離を算定した。

路面状況を表-2に示し、圧雪路面での試験結果を図-1に最大値、最小値及び平均値として示す。

$$\text{補正制動停止距離} = \text{測定制動試験距離} \times \left\{ \frac{\text{指定速度 (40km/h)}}{\text{測定速度}} \right\}^2$$

表-2 試験走行路の制動試験時の気象・路面状況

路面状態	気温 (℃)	路面温度 (℃)	路面硬度 (kg/cm ²)	密度 (g/cm ³)	スキッド値
圧雪	+3.1 ~ -15.4	+0.2 ~ -12.1	48 ~ 104	0.483 ~ 0.547	25 ~ 42
氷盤	+3.1 ~ -15.4	+0.4 ~ -10.3	104 ~ 255	0.736 ~ 0.822	16 ~ 26

図-1から以下のようなことがわかる。

・制動停止距離の一番短い60年スパイクタイヤAに比べ、一番長い夏タイヤFは平均値で約70%も大きい値となっている。

・63年スパイクタイヤBの方が60年スパイクタイヤAより性能が低下している要因の一つはピン突出量が小さいことである。

・60年スタッドレスタイヤAと63年スタッドレスタイヤBを比較するとスタッドレスタイヤは性能が向上していることが伺える。

・夏タイヤで、夏期アスファルト路面のすべり摩擦係数が約0.7であることから0.185が、かなり小さい値であることが伺える。

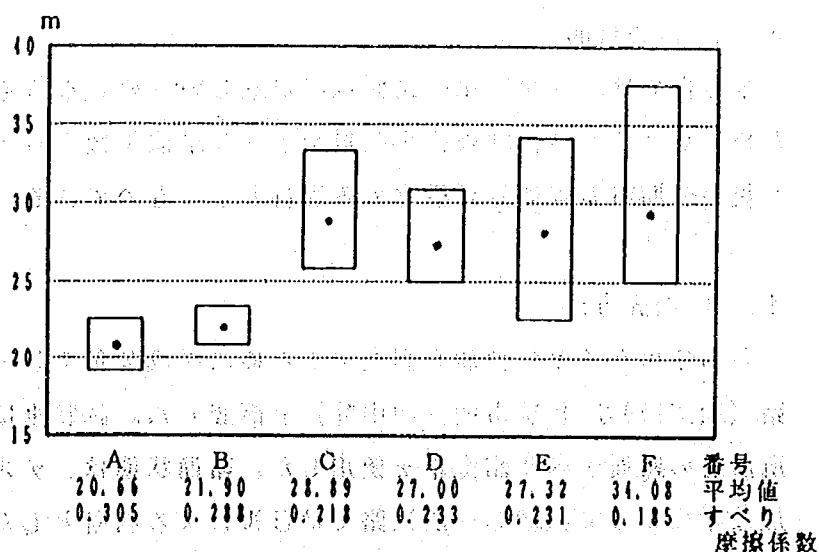


図-1 圧雪路面での試験結果

・圧雪路面では、スタッドレスタイヤの制動停止距離はスパイクタイヤより、約2割延びる。

氷盤路面での試験結果を図-2に示す。

図-2から以下のようなことがわかる。

・63年スタッドレスタイヤDと中古Eの差が無いことから最近のスタッドレスタイヤは性能があまり低下しないようになっている。

・制動停止距離の一番短い60年スパイク

タイヤAに比べ、一番長い夏タイヤFは平均値で約135%も大きい値となっている。

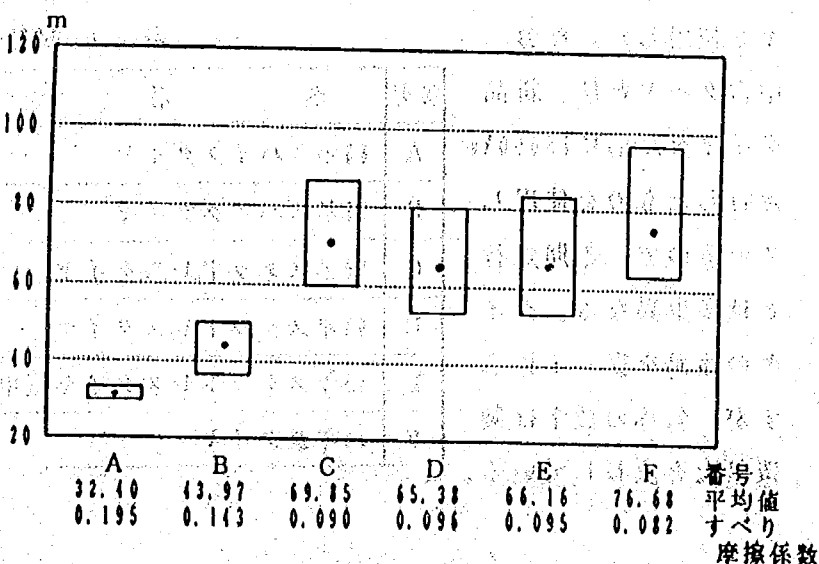


図-2 氷盤路面での試験結果

・氷盤路面では、スタッドレスタイヤの制動停止距離はスパイクタイヤより、約5割延びる。

図-1、図-2を比較して以下のようなことがわかる。

・どのタイヤも圧雪路面より氷盤路面の方が制動停止距離が伸びており、60年スパイクタイヤA以外は倍以上の値になっている。

・圧雪路面のバラツキに比べ氷盤路面では3倍のバラツキになっている。

4. 4. 2 路面すべり測定車による測定

平成3年2月～3月に当所所有の路面すべり測定車でスタッドレスタイヤ（表-1のDタイヤ）を用い、一般国道を調査した。調査回数は、9回（1日3回×3日間）とし、6時、13時、20時に札幌市内を出発しキロポスト1kmごとに1箇所測定し、40箇所以上の測定を目標とした。目視による観測は、無雪ウェット、無雪ドライ、こな雪、新雪、つぶ雪、圧雪、氷盤、氷膜、シャーベットの9区分とした。

今回は観測の結果、サンプル数が多かった圧雪路面と無雪ウェットについてのみ図-3、図-4にヒストグラフとして結果をのせた。図-3、4から以下のようなことがわかる。

・圧雪の平均値が0.239で図-1の値（0.233）とほぼ同じであるが、図のようにバラツキが大きい。

・圧雪に比べ、目視による判断がしやすい無雪ウェットは、山が一つしかできずまとまったグラフとなった。

・無雪ウェットでも条件によっては圧雪とほぼ同当値になることもある。

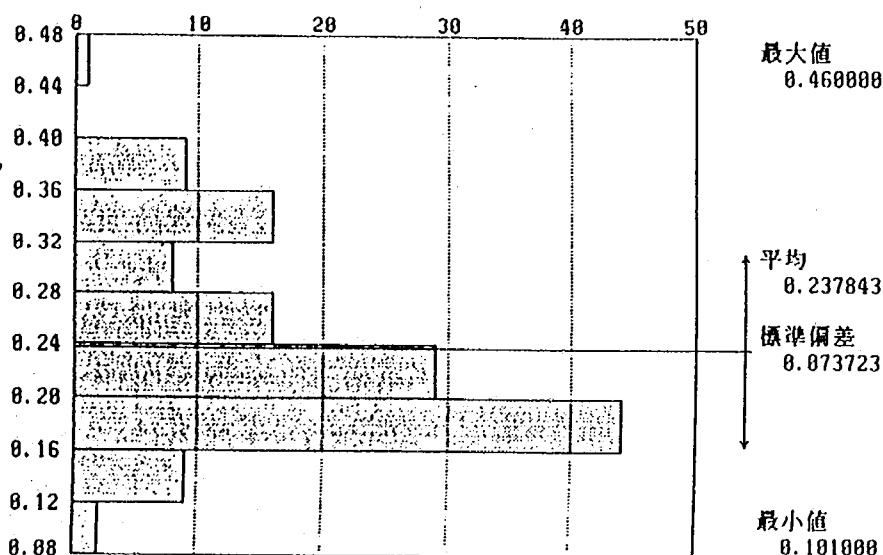


図-3 圧雪路面のヒストグラフ

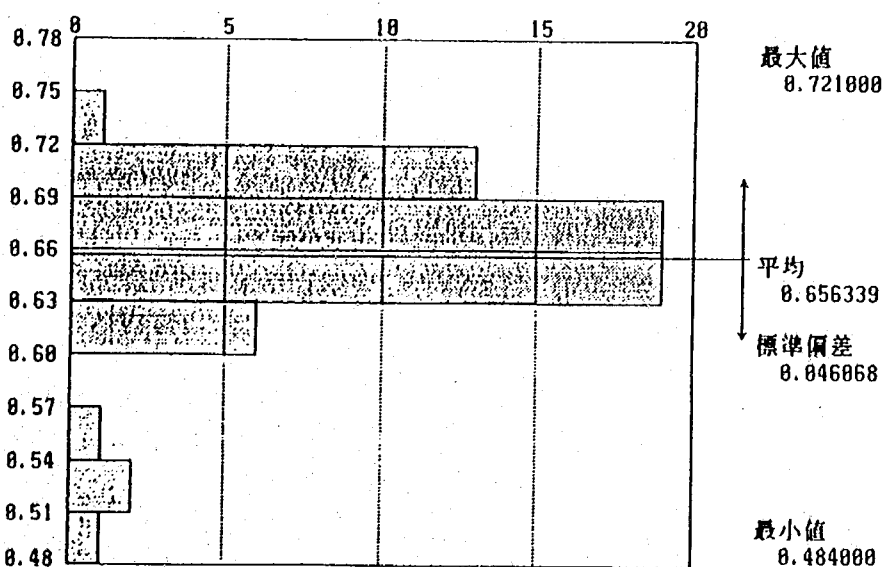


図-4 無雪ウェットのヒストグラフ

4. 5 今後の方針

今回の調査で63年製造のスタッドレスタイヤは、氷盤路面では特にスパイクタイヤの性能より劣ることや夏タイヤを装着して積雪寒冷地の冬期路面を走行すると制動

距離は夏期路面に比べ圧雪で3.5倍、氷盤で1.5倍延びることや目視で圧雪と判断しても、無雪ウェットに近い路面から非常にすべりやすい路面までかなり幅広いことがわかった。

今後は、ブレーキ方法の違いによる制動停止距離の変化やトレッド深さのもっと浅い中古のスタッドレスタイヤの性能調査などを行ない、路面管理だけではなく、道路利用者が欲している情報を提供していきたいと考えています。

図10-10
雪上制動距離

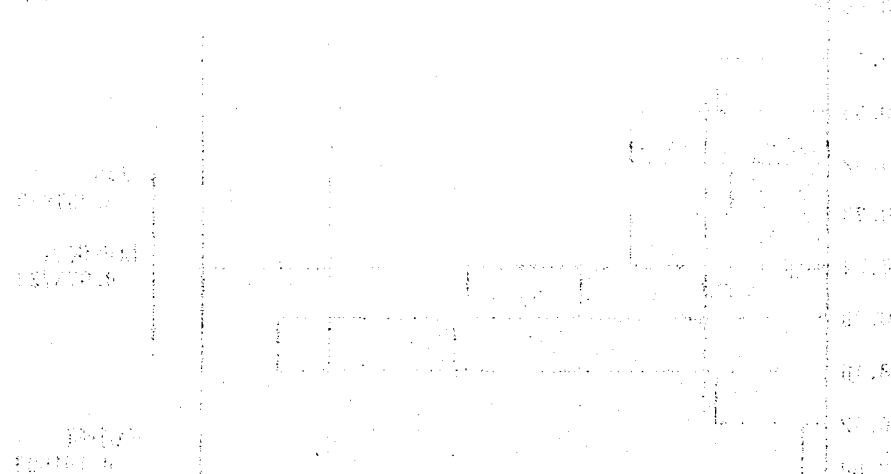


図10-11
凍結路面からの制動距離

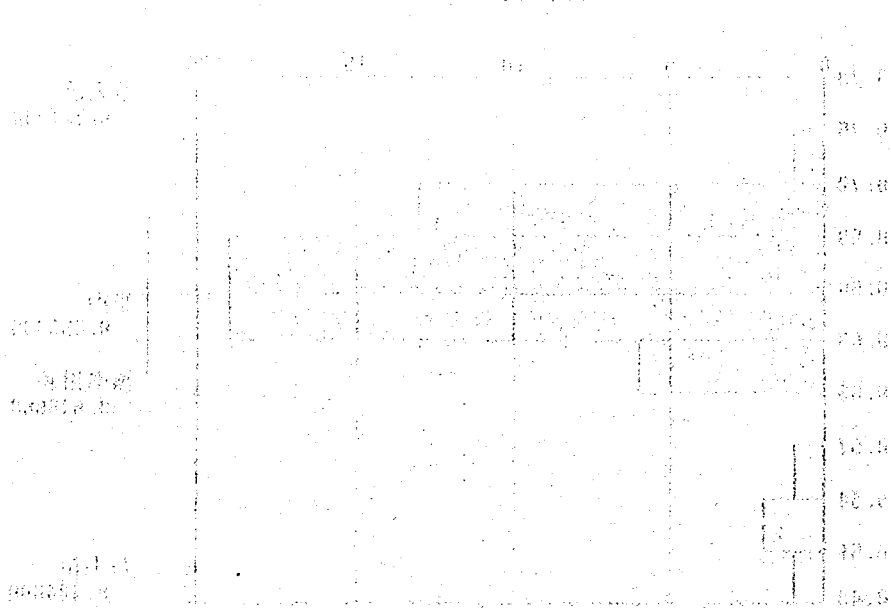


図10-12
凍結路面からの制動距離



図10-13
凍結路面からの制動距離

図10-13は、凍結路面からの制動距離を示すグラフである。縦軸は制動距離（m）で0から100まで、横軸は初速（km/h）で0から100まで示されている。3つの条件が示されている：乾燥コンクリート（最も短い距離）、凍結コンクリート（最も長い距離）、凍結アスファルト（中間的な距離）。凍結コンクリートの場合は、100km/hで約100mの距離が必要となる。乾燥コンクリートの場合は、100km/hで約40mの距離で済む。凍結アスファルトの場合は、100km/hで約60mの距離が必要となる。このように、路面の状態によって制動距離が大きく異なることがわかる。

5. 特殊舗装におけるすべり摩擦係数について

日本道路公団試験所 雪氷対策試験室 鈴木 俊一
畔田 雅裕

5.1 まえがき

国民のニーズの多様化、高度化に対応して、機能を向上させた舗装、さらに従来の舗装にない種々の特殊な機能を備えた舗装が要求されている。このため日本道路公団（以下「公団」という。）では、共通仕様書で規定される舗装以外の各種舗装（ここでは特殊舗装という。）を高速道路の本線上に試験施工し、導入の検討が行なわれている。その中でも、近年高速道路においては交通量の増大、走行速度の高速化、さらに交通事故の増大に伴い、舗装の基本的な機能である走行安全性のレベルアップが求められており、走行安全上必要な路面のすべり抵抗を長期的に確保することが重要な課題の1つとなっている。本報文は、特殊舗装のすべり抵抗値について現地測定結果に基づき報告するものである。

5.2 調査目的

現在、公団で試験施工を実施した特殊舗装の中で耐すべりを目的の1つとした舗装には、アスファルト系舗装のギャップ、排水性、デリュグリップ舗装があり、コンクリート系舗装の表面処理方法にグルーピング、骨材露出工法等がある。これらの舗装はすべて国外で開発されたものであり、材料、気象、交通条件等を考慮すると国内の高速道路にそのまま適用することは難しく、経験的、また試行錯誤的に配合設計、施工手法を設定して行っている。このため、特殊舗装とすべり抵抗の関係を定量的に把握し、今後の高速道路に要求されるすべり抵抗性を前提とした舗装の設計、施工、管理手法を検討する基礎資料を得ることを目的としてすべり抵抗測定の追跡調査を行っている。

5.3 調査方法

一般に乾燥した路面は滑り難く、濡れた路面は滑り易い。路面のすべりが走行安全上問題になるのは湿潤路面のみである（雪氷路面を除く）。このため公団試験方法KODAN222に基づき、先行する散水車2台により水膜厚さが0.5～1.0 mmの範囲となるように路面を湿潤状態にした後、すべり試験車によりすべり抵抗を測定している。このように、各路線・路面相互の比較が可能となるように配慮している。測定速度は80km/hを目標とし、3秒間100%の制動をかけ、1km当たり5点の頻度で連続測定する。この測定と合わせて40、60、80km/hの3種類の速度においても測定し、この測定結果から1次回帰により速度勾配を求めて、データを速度80km/h時に相当するように速度補正を行う。以下に記述するすべり抵抗値はすべて速度

表-5.1 すべり抵抗測定延長一覧表

年 度	60	61	62	63	元	2	計
測定延長(km)	2710	3526	3539	2017	2803	5471	20066

表-5.1のとおり昭和60年度 但し、この測定延長は上下線を別にして計上したものである。

から当試験室において一括して全国路線のすべり抵抗値の測定及びデータ管理を行っている。全国路線の中で新規供用区間の測定及び供用中の区間では注意を要する箇所、試験舗装等の継続的に測定する必要のある箇所並びに現地から測定依頼のある箇所を重点的に測定を実施しており、平成2年度末で測定延長が約2万kmとなり、データ数にすると約9万件を蓄積している。

5.4 調査結果

図-5.1と図-5.2は、蓄積したデータの中から特殊舗装のすべり抵抗値を抽出して舗装の種類、施工区間、年度別に平均値を求め、供用初期からの経年的な変化を表したものである。参考のために公団の管理している全国路線の通常舗装の平均値を図中の上に表し、ここで供用とあるすべり抵抗値は供用から1年以上経過した全ての路面を含む平均値である。また特殊舗装のすべり抵抗性を評価するために舗設時期の同じ隣接する通常舗装

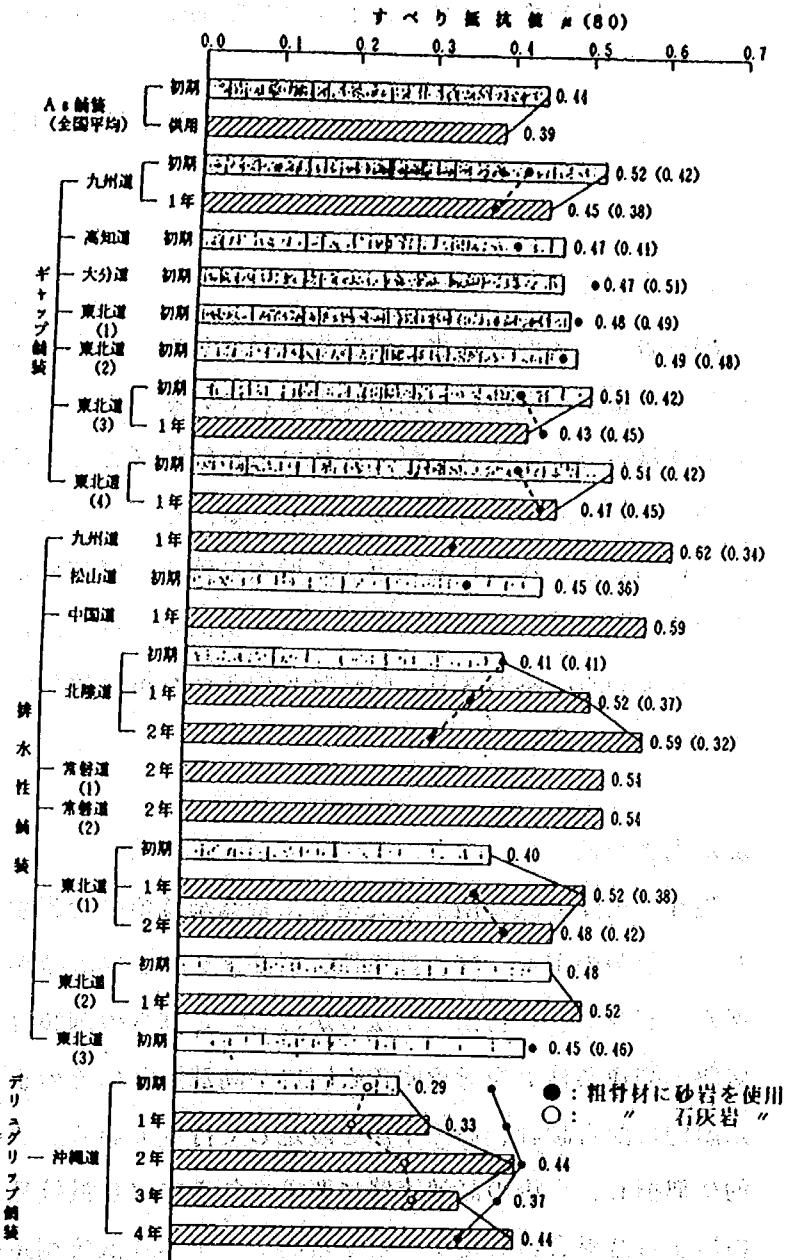


図-5.1 アスファルト系特殊舗装のすべり抵抗値

(アスファルト舗装の場合は密粒度アスファルト舗装、コンクリート舗装の場合はグルーピング工法)のすべり抵抗値を同時期に測定しており、その平均値を図中の●で示している。以下に、各舗装のすべり抵抗値について述べる。

<通常舗装>

すべり抵抗値に関する公団の管理目標値は現在暫定的に運用しているが、建設段階で $\mu(80)$ は0.35以上、維持管理段階の通常区間で0.25以上、線形の厳しい区間で0.30以上と規定されている。

アスファルト舗装では、供用初期と供用中との差はわずか0.05程度であり、管理目標値を十分に満足する状況である。わだちやひび割れに対する補修が一定周期毎に実施されているため良好な路面が確保されていると思われる。

コンクリート舗装は走行安全上必要なすべり抵抗値を得ることが難しい。公団では初期のすべり抵抗値を確保するためにグルーピングを施工する方法を標準としている。供用初期のコンクリート舗装は排水効果が大きく、すべり抵抗値は0.47とかなり大きい。その後交通作用により舗装表面のモルタル部は摩耗していき、グルーピングの溝深さの減少によりすべり抵抗値は0.15程度低下しているが、

管理目標値をほぼ満足する状況である。

<ギャップ舗装>

供用初期のギャップ舗装のすべり抵抗値は7箇所の内1箇所を除いて通常舗装より大きく、0.5前後と大きい値を示しており、また路面の粗さ測定（サンドパッチング）の結果では、ギャップ舗装が0.6～0.7mmに対して通常舗装が0.2～0.3mmと路面の粗さは大きく異なり、降雨時には路面上に水膜が形成されにくいことが目視で観察されている。しかし、1年経過してすべり抵抗値は0.45前後と0.07程度低下しており、東北道のようにギャップ舗装と通常舗装との差はほとんどない場合もある。これは、一冬を経験して冬用タイヤにより舗装表面の摩耗がかなり進行し、両舗装の粗さに差がないためと思われる。このようにギャップ舗装は供用初期においては良好なすべり抵抗性を有しているが、長期的なすべり抵抗は通常舗装と変わらないものと思われる。

<排水性舗装>

施工直後の排水性舗装のすべり抵抗値は0.40～0.45程度と通常舗装とほとんど変わらない値を示しているが、供用初期の段階（1年程度）に目づまり、目つぶれによる排水能力が低下しているにもかかわらず、0.52～0.62と非常に大きな値となり、その後良好なすべり抵抗性を維持している。この現象は、排水性舗装の場合にはタイヤと路面の間に介在する水膜はタイヤ接地圧力により舗装体内への鉛直方向とタイヤ側方への2つの流れが生じて除去され、路面とタイヤは接触することになるが、路面の粗さがかなり大きいため鉛直方向の流れよりもタイヤ側方への流れが大きく影響しており、すべり抵抗値は大きくなるものと考えられる。図-5.3は、北陸道で施工された排水性舗装と隣接する密粒度アスファルト混合物で施工された通常舗装の速度とすべり抵抗値の関係を示している。速度の増加に伴うすべり抵抗値の低下の度合い（速度勾配）は、排水性舗装において-0.0025と小さく経年的にあまり変化していないが、密粒度アスファルト舗装において-0.0058から-0.0070と大きくなっている。40～60km/hrの低速域では両舗装の

すべり抵抗値にほとんど差はみられない

が、速度勾配に差が生じているために80km/hrの高速では排水性舗装のすべり抵抗値は密粒度アスファルト舗装より大きく、さらに高速になるとその差は大きくなる。これは、排水性舗装路面のミクロな粗さは通常舗装と変わらないものの、マクロな粗さはかなり大きいためと考えられる。このように、排水性舗装は高速域において高いすべり抵抗性を発揮することが認められる。

<デリュグリップ舗装>

施工初期のデリュグリップ舗装（この試験舗装では粗骨材として石灰岩+

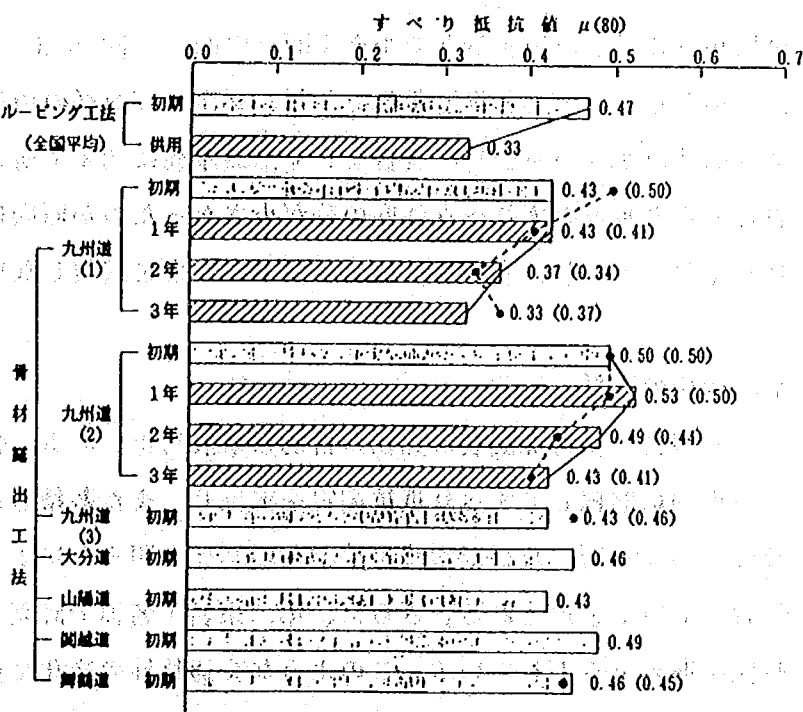


図-5.2 トンネル内コンクリート舗装表面処理工法のすべり抵抗値

砂岩の軟硬2種類を使用)のすべり抵抗値は、粗骨材として石灰岩を使用した場合と砂岩を使用した場合の中間に位置しており、0.3程度となっている。2年以上経過すると、デリュグリップ舗装のすべり抵抗値は砂岩を使用した通常舗装とほとんど変わらない値となっており、値の変動は大きいものの0.40前後の抵抗値が得られている。石灰岩は摩耗に弱く、平滑化しやすいのですべり抵抗値は小さいが、すりへり強度の異なる2つの粗骨材を併用することで長期的に路面の粗さを確保し、良好なすべり抵抗性を維持できるものと考えられる。

<骨材露出工法>

施工初期では0.43~0.50とグルーピング工法と同程度のすべり抵抗値が得られており満足のできるものと思われる。しかし、その後のすべり抵抗値はグルーピング工法よりも低下する時期が少し遅れるものの、両舗装とも経年的には同様に低下傾向を示している。骨材露出工法は、施工初期から粗骨材がモルタル面より突出しており、長期的に安定したすべり抵抗値を確保できるものと思われるが、

供用から3年を経過するとモルタル面との凹

凸は小さく、ほとんど平滑化しており、グルーピングの消失した路面と同じ状態にある。トンネル内では舗装粉塵等が研磨材の役目をして舗装摩耗に加えて研磨作用が大きく働いているのか、又は粗骨材とモルタルとのすりへり強度の差が小さかったのか原因は明確ではないが、路面の粗さは確保されにくくなっており、すべり抵抗値は低下したまま回復しないものと思われる。

5.5 今後の方針

今回報告した特殊舗装の究極の目的は事故防止にある。特殊舗装の走行安全性の評価のため、今後も重点的に継続してすべり抵抗測定を実施し、また蓄積したデータを利用してすべり抵抗値に影響を及ぼす各種要因、及び湿潤時事故率との関係を明らかにすることにより、路面のすべり対策について検討していく予定である。さらに、第二東名・名神で計画されている140km/h走行のように超高速化時代を迎えようとしている。このような交通特性の変化に伴って、質の高いすべり抵抗性をもつ舗装設計及びハイドロプレーニング現象を考慮した舗装設計が必要になってきており、これらの問題についても取り組んでいく考えである。

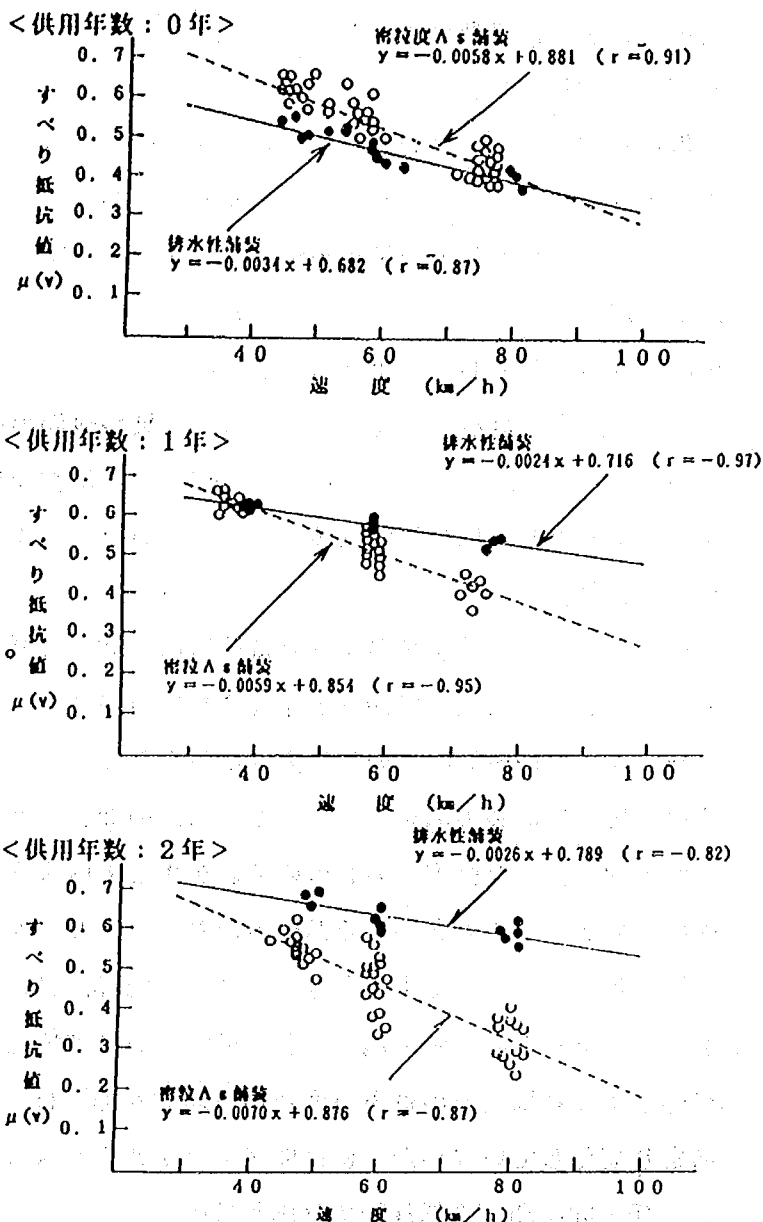


図-5.3 排水性舗装の速度とすべり抵抗値の関係

6. 今回の比較試験の結果と今後の比較試験に対する方向について

土木研究所 道路研究室 岡 邦彦

6.1 まえがき

道路管理者が自動車の走行の安全性を確保するために、路面とタイヤとのすべり摩擦抵抗を把握することは道路を管理する上において重要な課題の一つである。このため、各機関では路面すべり測定車を活用して道路の維持管理および試験調査を行っているところであるが、各測定車の性能の整合性を確認するために数年ごとに定期的に路面すべり測定車の合同比較試験を実施してきた。そこで、ここでは過去の試験結果の経緯を踏まえつつ、今回の比較試験で予想される試験結果と今後の比較試験のあり方について述べることにする。

6.2 試験経緯

路面すべり測定車合同比較試験は、各測定車の性能の確認および測定車間のすべり摩擦係数の補正式の作成のために今回を含め6回実施し、うち第1回および第2回は(財)日本自動車研究所の周回路において、第3回～第6回は土木研究所の試験走路において実施した。ここで、各回の実施条件を一覧表にすると表-6.1に示す通りである。

6.2.1 各測定車の特徴

各回における測定速度60km/hにおける縦すべり摩擦係数の結果を図-6.1(1)および(2)に示す。これより、リブタイヤおよびスムーズタイヤとも各測定車間で多少差違はあるもののある程度の精度で実施されており、各測定車間のすべり摩擦係数の補正式を作成することにより信頼性の高い測定が可能であると考えられる。

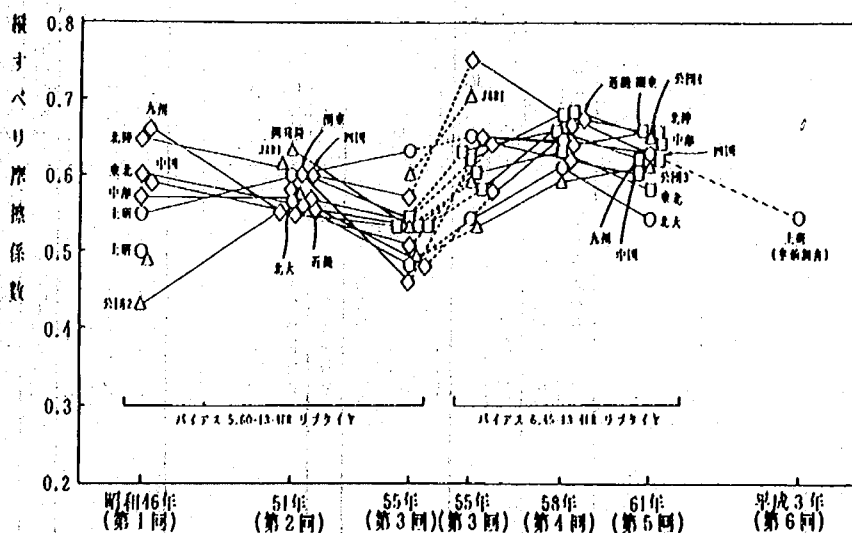


図-6.1(1) 縦すべり摩擦係数の測定結果(リブタイヤ)

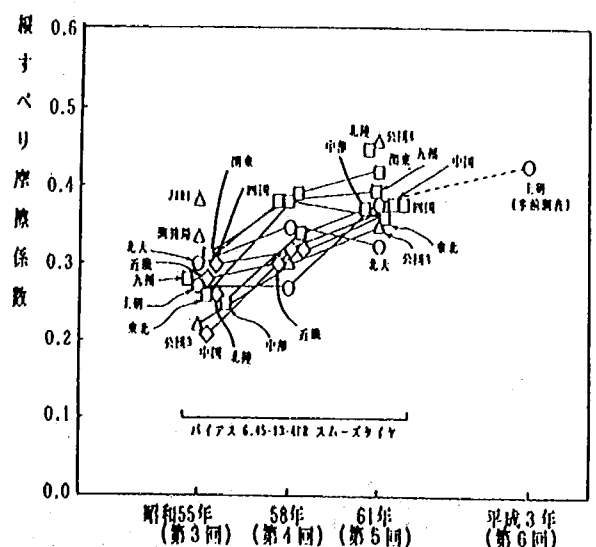


図-6.1(2) 同左(スムーズタイヤ)

表-6.1 路面すべり測定車合同比較試験の実施条件一覧表

実施年月	第1回 昭和46年11月	第2回 昭和51年 6月	第3回 昭和55年 9月	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
実施場所	自動車研究所周回路	自動車研究所周回路	土木研究所試験走路	土木研究所試験走路	土木研究所試験走路	土木研究所試験走路
測定車	土木研究所大型道路試験車	△				
"	高速道路試験車 (S46.3製作)	△	△	△	△	(S62.12更新) ●-①
"	新潟試験所					(S61.3製作) ●-②
北海道大学		●	●	●	●	●-③
北海道開発局		△	△	-	●	●-④
日本道路公団(1号車)	△					
" (2号車)	(S46.11製作) △	△				
" (3号車)			(S54.3製作) △	△	△	
" (4号車)					(S60.3製作) ●	●-⑤
" (5号車)						(S63.3製作) ●-⑥
日本自動車研究所(けん引)		△	△	△	△	●-⑦
" (バス型)					(S60.11製作) ●	●-⑧
東北技術事務所	△	△	(S53.12更新) ●	●	●	●-⑨
関東技術事務所		△	(S53.2更新) ●	●	●	●-⑩
北陸技術事務所	△	△	△	△	(S59.12更新) ●	●-⑪
中部技術事務所	△	△	(S53.12更新) ●	●	●	●-⑫
近畿技術事務所		△	△	△	-	(S61.12更新) ●-⑬
中国技術事務所	△	△	△	△	(S59.3更新) ●	●-⑭
四国技術事務所		△	△	△	(S61.2更新) ●	●-⑮
九州技術事務所	△	△	(S53.2更新) ●	●	●	●-⑯
測定種類	100%制動時縦すべり すべり角15° 横すべり	100%制動時縦すべり	100%制動時縦すべり	100%制動時縦すべり	100%制動時縦すべり	100%制動時縦すべり
測定速度(km/h)	64(40711/時)	20,40,60(全車) 80(土研、北大、公団)	20,40,60,80(全車)	20,40,60,80(全車)	20,40,60,80(全車)	20,40,60,80(全車)
測定路面	アスファルト路面 コンクリート路面 滑りやすいコンクリート	アスファルト路面 コンクリート路面	アスファルト路面 コンクリート路面	アスファルト路面 コンクリート路面	アスファルト路面 コンクリート路面	アスファルト路面
路面状態	乾燥+湿潤	湿潤(0.5~1.0mm)	湿潤(0.6~1.0mm)	湿潤(0.5~1.0mm)	湿潤(0.5~1.0mm)	湿潤(0.5~1.0mm)
測定タイヤ	バイアスタイヤ 5.60-13-4PR	バイアスタイヤ 5.60-13-4PR	バイアスタイヤ 5.60-13-4PR(リブ) 6.45-13-4PR(リブ) 6.45-13-4PR(スムーズ)	バイアスタイヤ 6.45-13-4PR(リブ) 6.45-13-4PR(スムーズ)	バイアスタイヤ 6.45-13-4PR(リブ) 6.45-13-4PR(スムーズ)	ラジアルタイヤ 165-SR13(リブ) 165-SR13(スムーズ)
タイヤ内圧および 試験輪載荷荷重	1.7kgf/cm ² 300~315kgf	1.7kgf/cm ² 300~315kgf	1.7kgf/cm ² 300~315kgf(5.60の場合) 395kgf(6.45の場合)	1.7kgf/cm ² 395kgf	1.7kgf/cm ² 395kgf	1.7kgf/cm ² 395kgf
測定データ数	1条件3データ	1条件9データ	1条件9データ	1条件9データ	1条件9データ	1条件6データ

凡例 △:更新する前の試験車 ●:現在の試験車 ○付の番号:第6回合同比較試験のゼッケン番号

6.2.2 測定種類

すべり摩擦係数の測定は、第2回および第3回を除き100%制動時の縦すべり摩擦係数とすべり角 15° の横すべり摩擦係数を測定してきた。現在、各機関で整備されている垂直昇降式縦横両用型すべり計は、測定値の信頼性が検討できるように縦すべりには、BF (Braking Force) とTF (Traction Force)で、横すべりにはSF (Side Force)とCF (Cornering Force)の各2系統で測定できるようになっている。第5回比較試験結果より図-6.2(1)に縦すべりにおけるBFとTFの試験結果の関係を、図-6.2(2)に横すべりにおけるSFとCFの試験結果の関係を示すが、測定データのばらつき等を考慮すると各測定車間のすべり摩擦係数の補正式は縦すべり摩擦係数の値を用いて行うことが望ましいことがわかる。なお、従来より補正式の妥当性あるいは各測定車の特性を確認するために横すべりも合わせて測定することとしている。

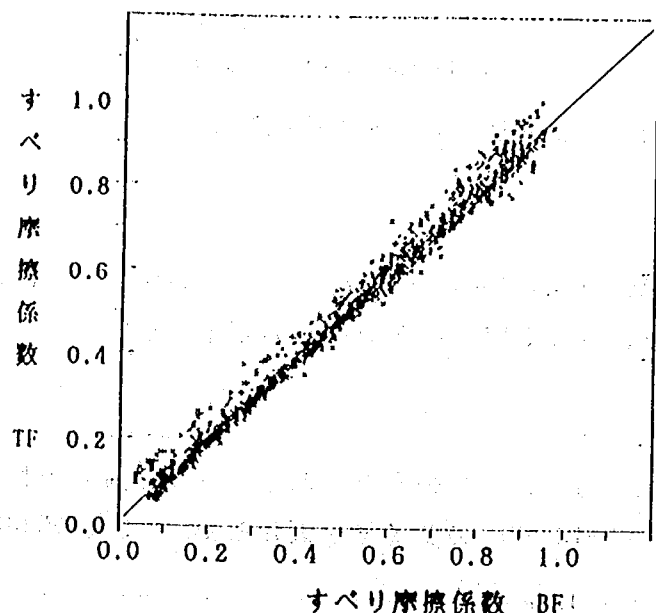


図-6.2(1) BFとTFの測定結果の関係

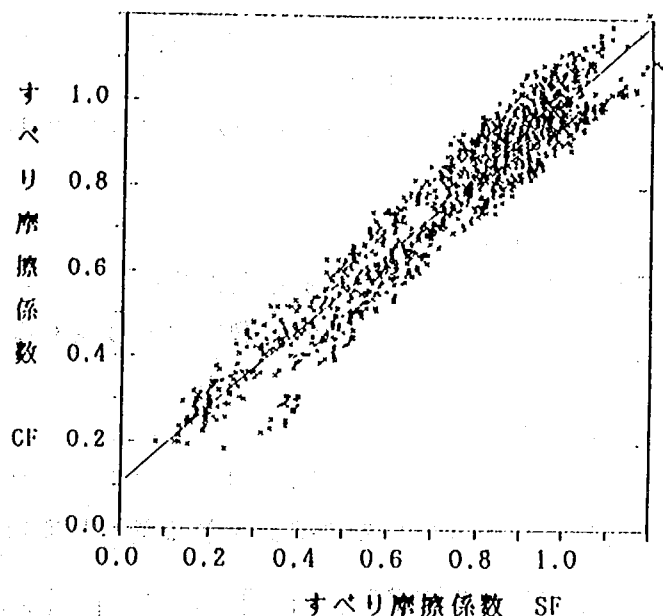


図-6.2(2) SFとCFの測定結果の関係

6.2.3 測定速度

現在、路面のすべり摩擦係数による維持修繕の要否の判断は、道路維持修繕要綱によると、自動車専用道路にあっては80km/h、一般道路にあっては60km/hですべり摩擦係数を測定し（これにより難しい場合は速度を変えた測定を行い）路面温度と速度による補正を行い、それぞれ路面温度 35°C 、走行速度80km/hまたは60km/hに換算したすべり摩擦係数が0.25を下回るのを目安として行っている。したがって、比較試験は測定時の状況を勘案し80, 60, 40, 20km/hで測定するのが望ましいと考えられる。

6.2.4 測定路面

測定路面は、第5回まではアスファルト路面Asとコンクリート路面Coの2種類であった。第5回比較試験結果よりアスファルト路面とコンクリート路面のすべり摩擦係数の関係を図-6.3(1)と(2)に示したが、リブタイヤおよびスムーズタイヤともそれほど差はなかった。したがって、比較試験はアスファルト路面のみについて実施すればよいと考えられる。

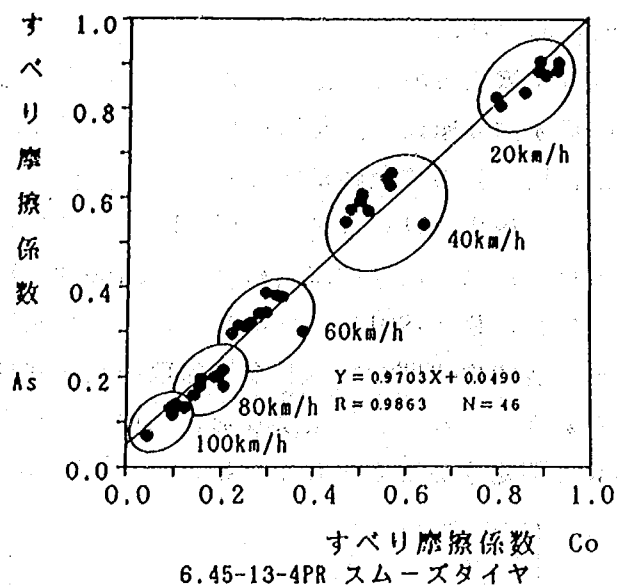
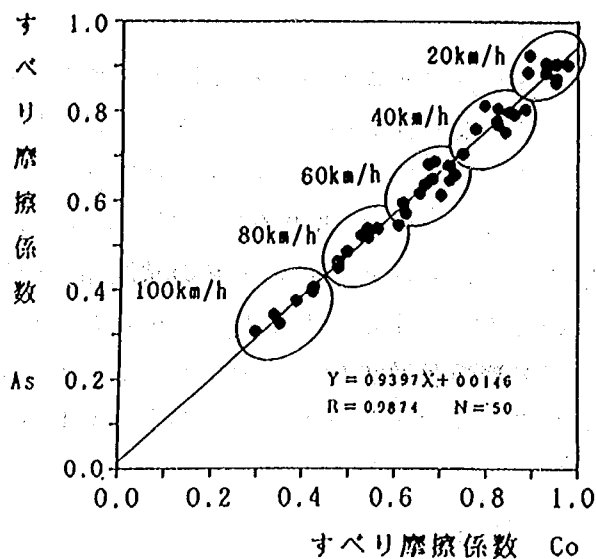


図-6.3(1)、(2) アスファルト路面とコンクリート路面の相関関係

6.2.5 路面状態

すべり摩擦係数を測定する路面状態は、ASTM(American Society for Testing Materials)に準じて水膜厚さ0.5~1.0mmの湿潤路面で行っており、今後も同じ条件で行うのが望ましい。

6.2.6 測定タイヤ

昭和56年度に、すべり測定用タイヤのすべり摩擦抵抗力の信頼性の向上、およびタイヤ購入の利便性等によりASTMの標準タイヤを基にして新たに6.45-13-4PRのタイヤを製作した。また、昭和62

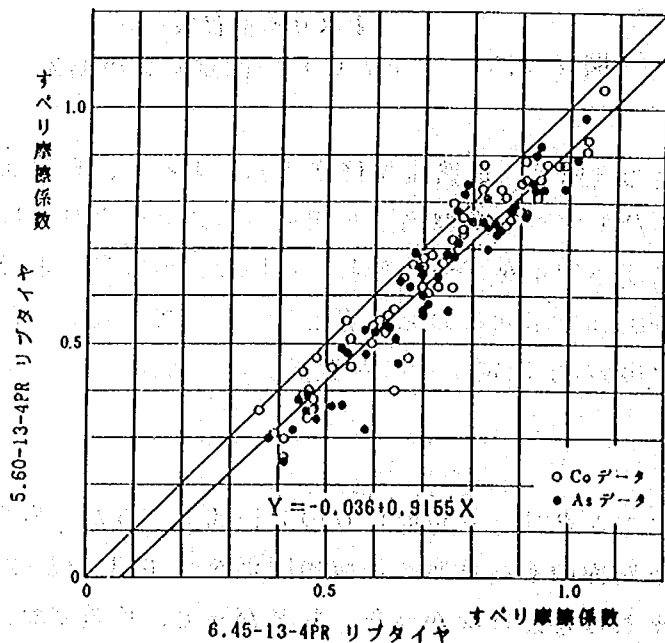


図-6.4 測定タイヤ間の相関状況

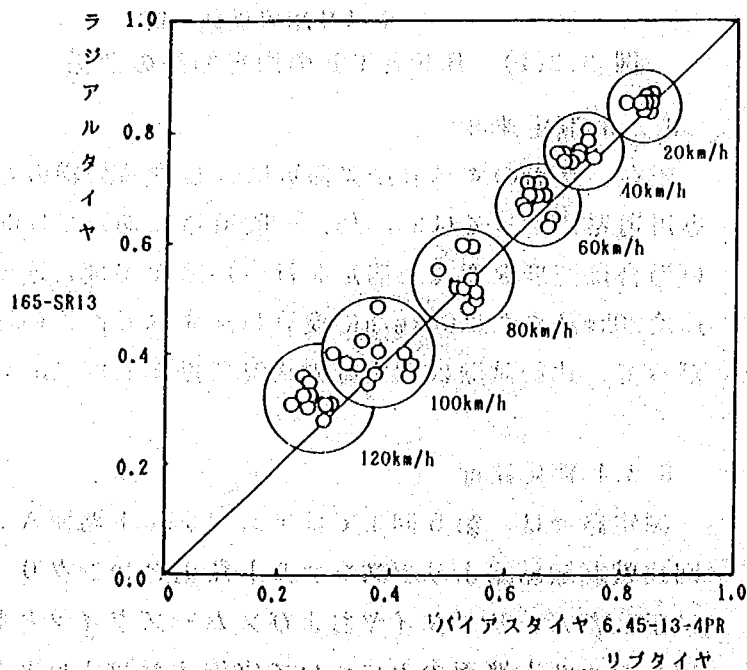


図-6.5 測定タイヤ間の相関状況

年度には、タイヤの販売市場の状況よりバイアスタイヤからラジアルタイヤに標準タイヤを変更した。図-6.4には6.45-13-4PRと5.60-13-4PRとのタイヤの相関関係を示すが、これにより両タイヤ間の補正式を作成している。また、図-6.5にはバイアスタイヤ6.45-13-4PRとラジアル165-SR13の相関関係を示すが、これらの相関は非常に良く特に補正式は必要ないと考えられる。

以上のことから、今後はラジアルタイヤ165-SR13で測定することで特に問題はないと考えられる。また、タイヤ内圧と試験輪荷荷重の関係は表-6.2の値が推奨値として提案されている。

表-6.2 タイヤ内圧と試験輪荷荷重の関係

タイヤ内圧 kgf/cm ²		1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
試験輪荷重 (kgf)	5.60-13-4PR	295	305	315	-	-	-
	6.45-13-4PR	-	380	395	405	420	430
	165-SR13	-	380	395	405	420	430

6.3 試験結果

図-6.6に過去の試験結果と今回の比較試験に先立ち事前に調査した結果を示す。これより、今回も従来とほぼ同様な傾向にて測定が実施されるものと予想される。

6.4 今後のあり方

今後の比較試験としては、今回の実施条件により各測定車の性能を確認できるとともに、性能の適合性を考慮した上で新しい補正式を作成することができるものと予想される。また、このような比較試験は各測定車の更新期間が約20年程度であることを勘案すると約5年に一度実施するのが望ましいと考えられる。さらに、各測定車で調査される現場の実測データは以下の手順により、従来の測定結果と直接比較可能なデータとして活用できるものと考えられる。

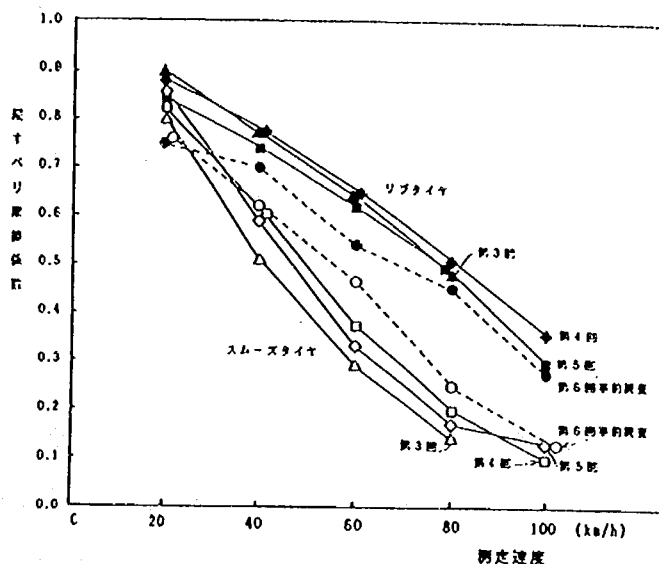


図-6.6 測定速度と縦すべり摩擦係数の関係

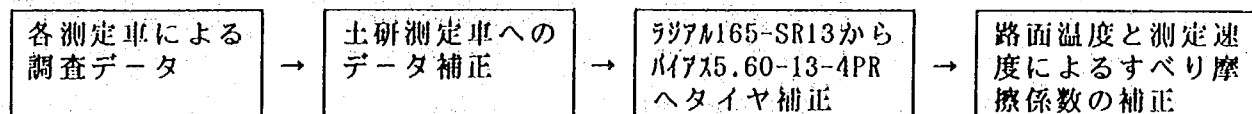


図-6.7 すべり摩擦係数の補正手順

なお、今後の課題としては、

①横すべり摩擦係数に関する補正式の作成

②新しい標準タイヤ165-SR13による速度と温度に関する補正式の作成

の2点が考えられるが、①については今回の試験結果をもとに作成の可能性について再検討する予定である。また、②については各種路面において春夏秋冬における実測データを蓄積することにより可能になるものと考えられたため、各機関における継続的な調査の実施と統一したデータの整理が必要であると考えられる。

第6回 路面すべり測定車合同
比較試験結果

ISSN 0386-5878
土木研究所資料第3142号
平成4月3月(1992)

神崎紘郎・柴田正雄・松村哲男・
岡 邦彦・池原圭一

要 旨

本報告書は、道路の維持管理や試験研究用として各地に整備されている路面すべり測定車の性能と測定されるすべり摩擦係数の信頼性を向上させるため、平成3年9月10日から同年9月13日まで建設省土木研究所試験走路において路面すべり測定車の合同比較試験を実施し、その結果をと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、すべり計

郵便はがき

41円切手
をはいて
下さい。

305-□□

茨城県つくば市大字旭一番地

建設省土木研究所
道路研究室 御中

No. 3

No. 3

配布先氏名

配布先住所

土木研究所資料 第 3142号 | 部

上記のとおり受領しました。

所属（住所）

氏名

印