

IV-11 舗装路面のすべり抵抗およびテクスチャー測定の実験共同国際報告

室蘭工業大学 正員 斎藤 和夫
 北海道工業大学 正員 堀口 敬
 北海道工業大学 正員 笠原 篤
 (株)小松エンジニアリング 福原 敏彦

1. はじめに

舗装路面はその上を通過する車両の荷重に耐え構造を持つ一方で、表面は車両が安全かつ快適に走行できるすべり抵抗性と性状を持つこと必要不可欠である。このため、路面のすべり抵抗性およびそれと路面性状との関係、さらにはこれらと交通安全の関係についての研究が各国で活発に行われている。このため、路面のすべり抵抗や性状を測定する方法や測定装置が多く開発されてきているが、それらは国によって異なっているために、データ間の比較や統一した設計基準の設定が困難な状態にある。

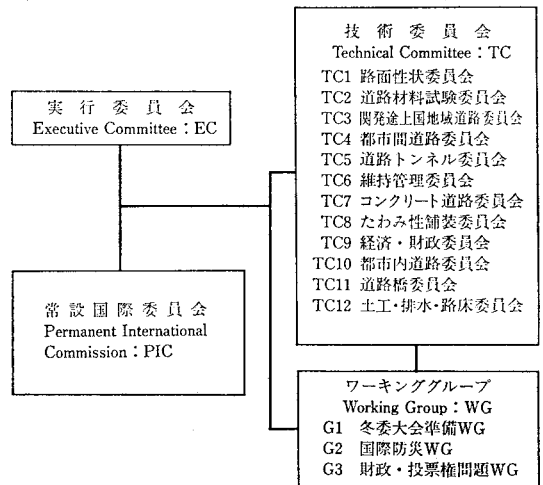
このような背景のもとで、PIARC(Permanent International Association of Road Congress)は多くの国際機関の協力のもとに、1992年にベルギーとスペインで路面性状とすべり抵抗測定の実験共同国際実験を開催し、上述した世界的な課題の解決に取り組んだ。日本からはこの実験に民間が開発した2種類のすべり抵抗測定装置が参加したが、著者らはその参加手続きおよび実験と解析に関する会議などに直接参加し、多くの貴重なデータを得ることが出来た。これらのデータは現在鋭意解析中であるが、本論は実験の概要および解析結果の一部を報告するものである。

2. PIARCの概要

PIARCは「常設国際道路会議協会」と呼ばれ、道路と道路建設技術に関する最も古い国際機関で、

1909年(明治42年)に設立された。会員構成は政府機関、公共団体等および個人とされているが、現在(1991年)は日本政府(建設省)を含めて世界の64ヵ国が参加している。PIARCには図-1に示すように、運営に関する重要事項を審議する実行委員会の下に12の技術委員会(Technical Committee:TC)と3のワーキンググループ(WG)が設けられており、各技術委員会は独自に年1~2回の会議を開催するほか、4年に1回開かれる国際道路会議に向けて特定課題の報告を作成検討する。今回の国際共同実験は図中の技術委員会TC-1:路面性状委員会の特定課題「各種路面性状試験法の調和」として実施されたもので、著者の斎藤はTC-1の専門委員(Expert Member)としてこの実験に参画したものである。

表-1 PIARCの組織(1991年4月時点)[1]



A Report on the International PIARC Experiment to Compare and Harmonize Texture and Skid Resistance Measurement

By Kazuo SAITO, Takashi HORIGUCHI, Atsushi KASAHARA and Toshihiko FUKUHARA

3. 国際共同実験の概要

国際共同実験は1992年 9月上旬から10月下旬までの約2か月間にわたりベルギーとスペインにおいて実施された。測定地点は両国合わせて44地点であり、一般道、高速道路、空港およびサーキットコースなどが選ばれており、また実験に参加した測定機種は日本からの2機種を含めて17カ国からの42種類であった。

3.1 測定対象地点と測定装置

路面のすべり抵抗は路面性状と密接な関係にあり、また測定方法、測定速度あるいは測定時の温度等によって異なってくる。図-2はPIARCで定義している路面特性の対象領域と分類法である。舗装表面の幾何学的形状を凹凸度としての波長で区別し、ミクロテクスチャー、マクロテクスチャー、メガテクスチャーおよびラフネスの4種類に概ね分類している。この図から、すべり抵抗に大きく影響を及ぼすのはミクロとマクロテクスチャーであり、波長は約5cm以下の凹凸であることがわかる。また、路面磨耗の程度も重要な要因となる。このようなことを考慮して、測定対象地点はベルギーで28地点（図-3）、スペインで30地点（図-4）となったが、このうち40地点が道路、14地点が空港、4地点がサーキットトラックであった。

路面のテクスチャーを測定する装置は各国で様々のものが開発されているが、今回は表-1のAグループに示すように、その代表的なものはすべて参加している。なお、このなかで日本から参加したDFテスターはすべり抵抗を測定する装置であるが、路面性状の測定の可能性を検討するためにこのグループに含まれているものである。

一方、すべり抵抗の測定方法は大きく分けて次のような4つの方法がある

- ① Locked Wheel Tester
- ② Side Force Tester

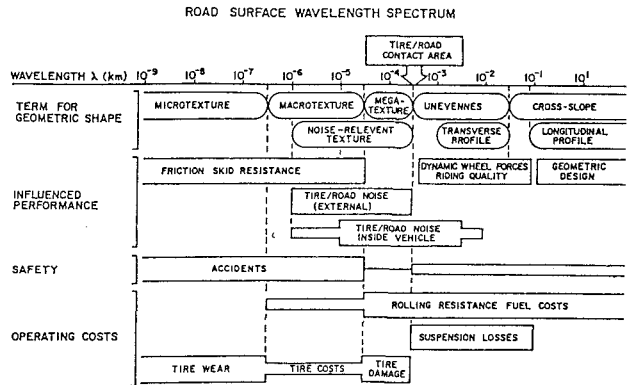


図-2 PIARCの路面特性の分類図 [2]

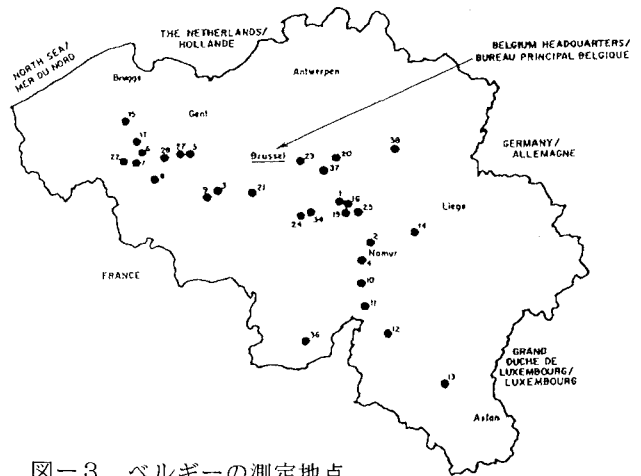


図-3 ベルギーの測定地点

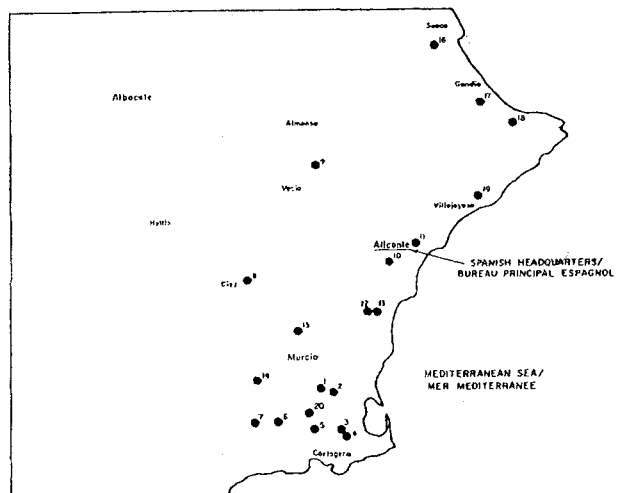


図-4 スペインの測定地点

③ Fixed Slip Tester

④ Variable Slip Tester

このうち、①はアメリカを中心に、②はイギリスを中心に、③と④はヨーロッパで開発・使用されてきたものである。日本から参加した KOMATSU Skid Tester (C4)は著者が(株)コマツと共同開発したもので、図-5に示すような測定原理のslip testerであり、slip 率は可変である[3, 4]が今回の実験は20%に固定して行った。写真はこの装置の概観を示す。

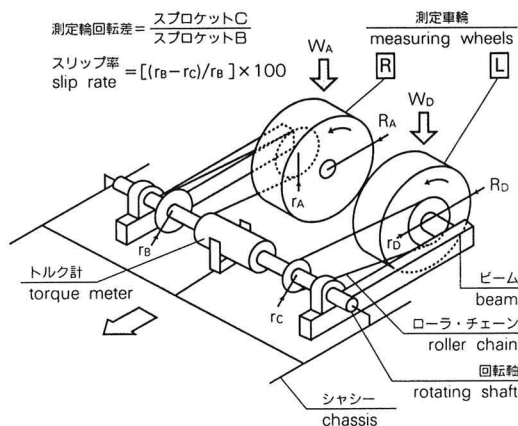


図-5 KOMATSU Skid Tester の測定原理 [3, 4]

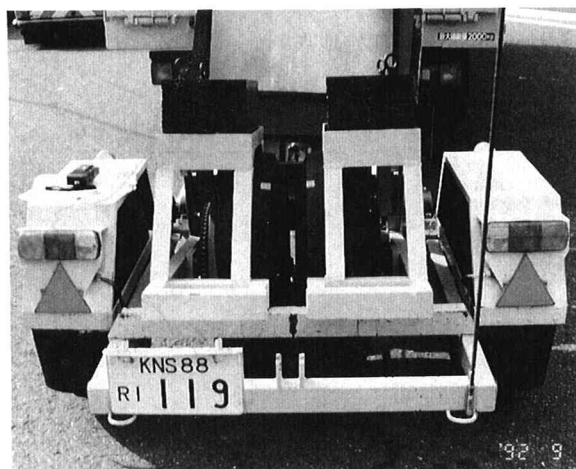


写真 KOMATSU Skid Tester の概観

表-1のB, C, Dはすべり抵抗を測定するグループである。実験では若干のグループ再編や参国の変動があったが、概ね同一の装置がベルギー

表-1 路面測定試験に参加した各国の装置

A. Texture Measuring Devices

- A1 FHWA Texture Van (US)
- A2 VTI Mobile Laser Profilometer (S)
- A3B ARAN (NL)
- A3E AEPO RST (E)
- A4 CRR Mobile Laser Profilometer (B)
- A5 CRR Static Profilometer (B)
- A6 YANDELL Texture Meter (AUS)
- A7 Laser Profilometer (D)
- A8 ASTM E-965 MTD (US)
- A9 Stereo Photography (US)
- A10 Surface Temperature (US)
- A11 Site Photography (US)
- A12 ROSAN (US)
- A13 DF Tester (J)
- A14 Pendulum Tester - BPN (US)

B. Friction Measuring Devices

- B1 Stuttgarter Reibungsmesser (CH)
- B2 Skiddometer (CH)
- B3 BV-11 (S)
- B4 Norsemeter Oscar (N)
- B5 Griptester (UK)
- B6 ASTM E-274 Tester (US)
- B7 Pendulum Tester - SRT (CH)
- B8 Outflow Meter (CH)

C. Friction Measuring Devices

- C1 Friction Tester (PL)
- C2 Tatra T-R-T (CZ)
- C3B Flemish SCRIM (B)
- C3E CEDEX SCRIM (E)
- C4 Komatsu Skid Tester (J)
- C5 DWW Trailer (NL)
- C6E MOPT SCRIM (AUS)
- C7 Griptester (F)
- C8 Stradograph (DK)
- C9 Odoliograph - Waloon (B)
- C10 CRR Odoliograph (B)

D. Friction Measuring Devices

- D1 SCRIM/SRM (D)
- D2 SCRIM - GEOCISA (E)
- D3 SCRIM (F)
- D4 SCRIM (I)
- D5 SCRIMTEX (UK)
- D6 LCPC Skid Trailer (F)
- D7 DAGMAR/PETRA (D)
- D8 Stuttgarter Reibungsmesser (A)

とスペインでの実験において参加した。

3.2 実験結果 - 測定装置間の相関

本実験の最大の関心事は異なる測定装置間の相関にある。図-6はベルギーの28測点で得られた各種の舗装路面とすべり摩擦係数の関係を比較したもので、7種類の測定装置の結果を示している。全体的な傾向は全ての測定装置でほぼ似たような結果を示し、すべり抵抗値の高い路面では全ての装置がその傾向を示し、逆の場合も同様の傾

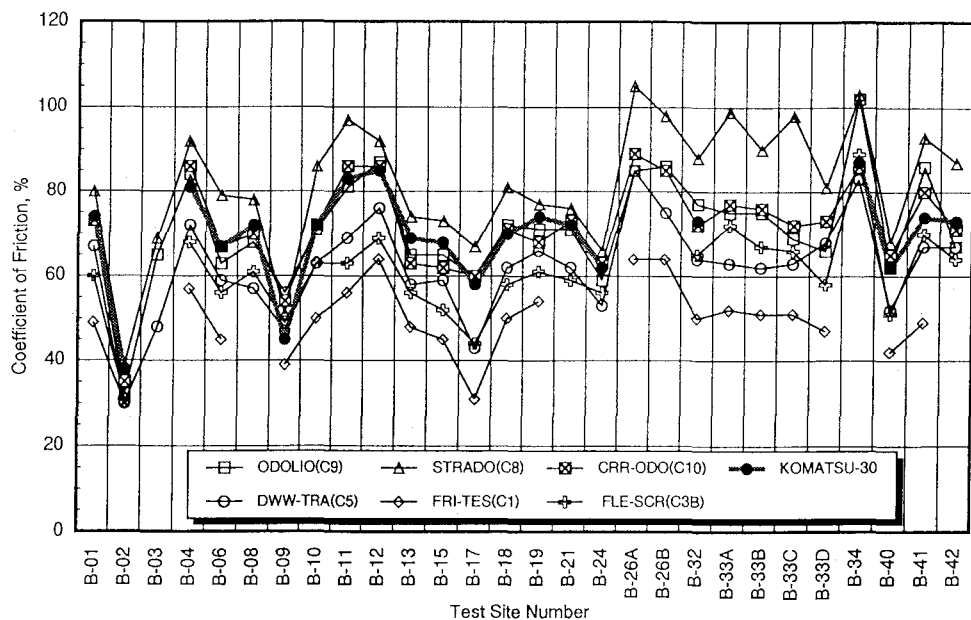
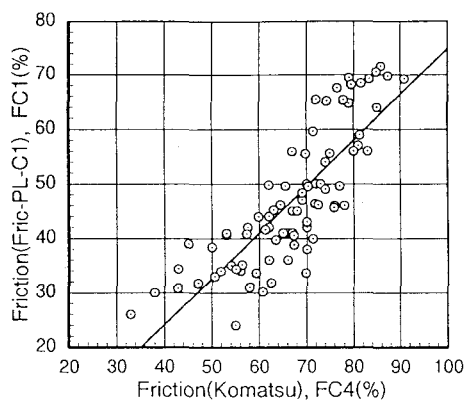
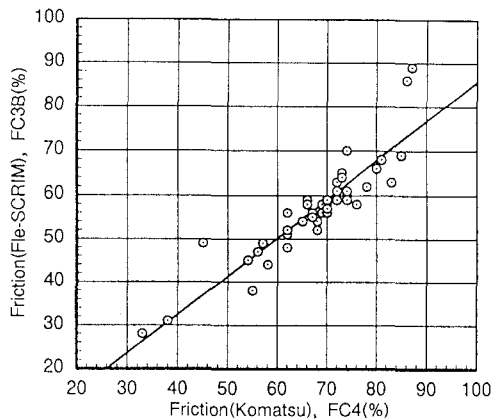


図-6 ベルギーにおけるすべり摩擦係数の測定値



$$FC1 = 0.85 FC4 - 9.73, R = 0.82$$



$$FC3B = 0.89 FC4 - 3.01, R = 0.90$$



図-7 ポーランドの装置との(C1)相関

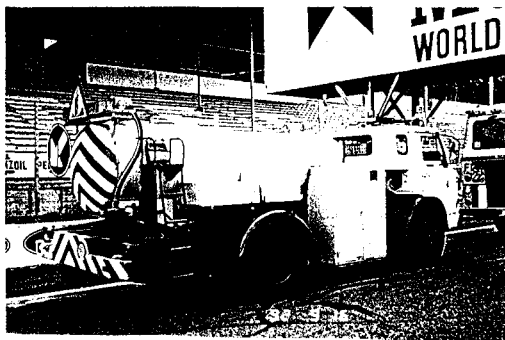
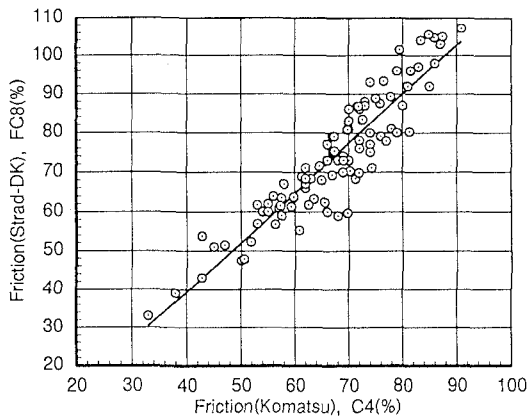
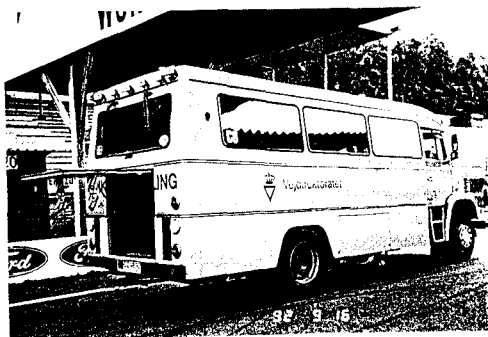


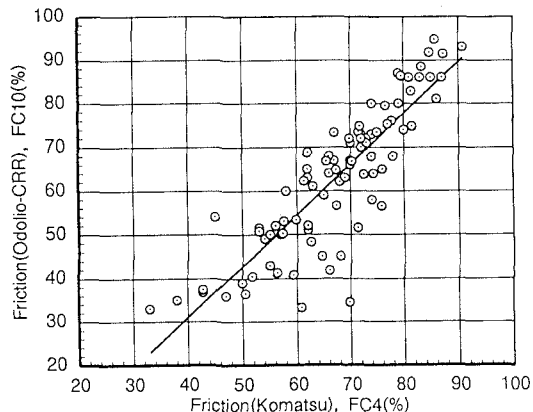
図-8 ベルギーの装置(SCRIM, C3B)との相関



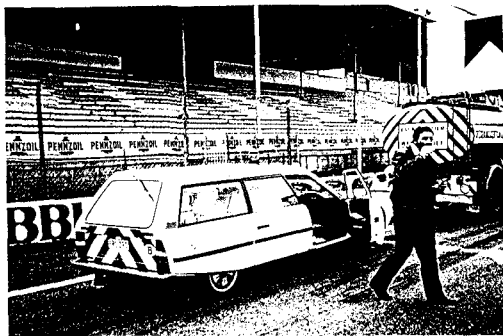
$$FC8 = 1.27 FC4 - 11.50, R = 0.92$$



図ー9 デンマークの装置(Stradograph, C8)との相関



$$FC10 = 1.17 FC4 - 15.70, R = 0.86$$



図ー10 ベルギーの装置(Odoliograph, C10)との相関

向を示していることがわかる。しかし、同一測定地点で見ると、すべり抵抗値は測定装置によって異なること、およびその差は路面によっても異なることが明らかとなる。このことは非常に重要なことで、すべり抵抗値は測定装置により、また路面の性状によっても異なることが確認され、今回実施した国際共同実験の意義が確認されたといえる。また、この図から KOMATSU Skid Testerは比較した各種装置の中間的な値を示しており、異なった装置間の相関が良好であることが伺われる。

そこで、これらの測定装置と KOMATSU Skid Testerとの相関を検討した結果が図ー7から図12である。図ー7はポーランドのLocked Wheel方式(C1)と KOMATSU(C4)との測定値間の関係を示しているが、その関係を回帰式で求めると

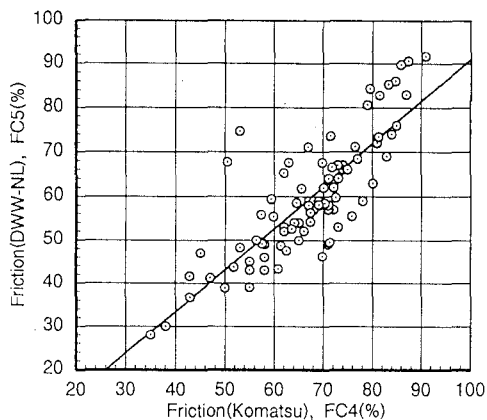
$$FC1 = 0.85 FC4 - 9.73 \quad (R = 0.82)$$

となり、高い相関が得られている。以下、同様にして、図ー8はベルギーのside force(Flemish

SCRIM, C3B)、図ー9はデンマークのside force(Stradgraph, C8)方式、図ー10はベルギー道路研究所のside force(Odoliograph, C10)方式、図ー11はオランダのslip(DWW Trailer, C4)方式との相関図および回帰式を示している。いずれの場合も相関係数が0.80以上と高い。特にSide Force方式との相関が高い。

以上の解析は測定速度が30km/hと60km/hの測定データを合わせて行ったものであるが、測定速度が異なるケースについての例として、KOMATSU Skid Tester と同じ固定したslip率(15%)であるスウェーデンのBV-11(B3)との比較で示したのが図ー12と図ー13である。この装置の場合は、速度の違いにより両者の関係はほとんど変わらず、 $R = 0.9$ 以上の高い相関を示した。

なお、これらの解析は著者らが独自に行ったものであり、ここで示した結果の評価は PIARCの見解を示すものではない。



$$FC5 = 0.96 FC4 - 5.01, R = 0.82$$



図-1 1 オランダの装置(DWW, C4)との相関

4. おわりに

以上、PIARCの主催による舗装路面のすべり抵抗とテクスチャー測定の実験共同実験の概要について簡単に報告したが、KOMATSU Skid Tester は参加した装置の中で他機種との相関が非常に高いことが示されており、また多くの貴重なデータを得ることができたことから、今回の共同実験に日本から参加したことの意義は非常に大きかったと評価できる。

なお、PIARCの正式な解析結果は本年9月にデンマークで開催されるTC-1委員会で承認された後に公表される予定である。

参考文献

- [1] 高橋国一郎・佐藤 清：PIARC常設国際委員会の投票権について、道路、p48, 1991.
- [2] TC Report on Surface Characteristics, XIX th WORLD ROAD CONGRESS, Marrakech, p39, 1991.
- [3] 斎藤・笠原・高橋：測定輪差動方式による路面のすべり抵抗測定車の開発、第19回日本道路会議論文集、1991.
- [4] Saito, Kasahara and Konagai: The Development of a Test Equipment for Measuring Pavement Skid Resistance Based on the Method of Differential Wheel Rotation Speed, Inter'l Sympo. on Surface Characteristics, p151-163, Berlin, 1992.

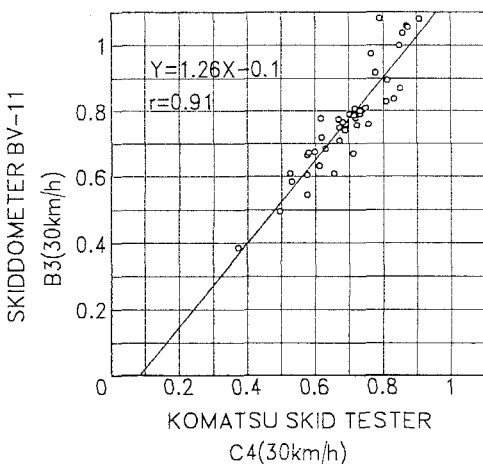


図-1 2 スウェーデンの装置(SKIDMETER BV-11, B3)との速度30km/hにおける相関

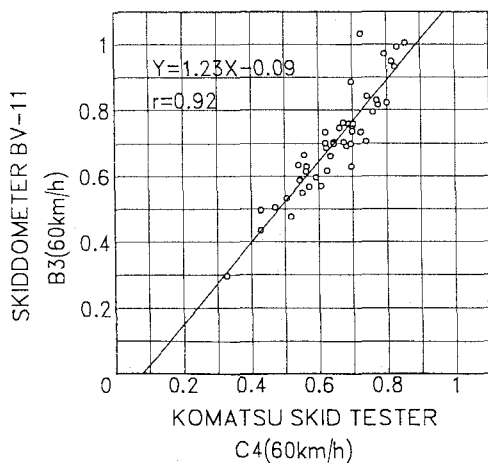


図-1 3 スウェーデンの装置(SKIDMETER BV-11, B3)との速度60km/hにおける相関