

IV-28

テクスチャーの測定装置と測定指標間の相関について

北見工業大学 学生員 鳥羽 大
 北見工業大学 正 員 川村 彰
 室蘭工業大学 フェロー 斉藤 和夫

1. はじめに

車両が道路を走行する時、舗装路面は車両の荷重に耐える構造を持ち、表面は車両が安全で快適に走行できるすべり抵抗性とテクスチャーを持つことが必要である。このため、路面のすべり抵抗性およびそれとテクスチャーとの関係、さらにはこれらと走行の安全性、車両の振動などの関係の研究が各国で現在、活発に行われている。これまで、路面のすべり抵抗やテクスチャーを測定する方法や測定装置は各国で開発されているが、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。

そこで、世界道路協会 (PIARC) は 1992 年 9 月と 10 月にベルギーとスペインで、すべり抵抗とテクスチャー測定の国際共同実験を行い、先に述べた課題の解決に取り組んだ。これまで斉藤らは国際共同実験について第一報を行っている [1]。この実験においては、各種測定装置で得られた測定値を分析し、その測定値を標準化するスケールとして国際摩擦指標 (IFI) が提案された。しかしながら、この IFI の根拠となるテクスチャー測定に関しても各装置で測定方法やテクスチャー指標が異なり、テクスチャー測定値の精度、再現性を確保するために、テクスチャー測定指標と測定装置間の相関性について検討を要する。

本論文では、国際共同実験で収集された、すべり測定データベースを基にテクスチャー測定装置で得られたテクスチャー指標と測定装置間の相関関係について解析を行った結果について報告する。

2. 測定の概要

舗装路面には平滑ではなく凹凸を持っている。一定波長以下の凹凸をテクスチャーと呼び、一般的に舗装路面を構成する骨材およびその配合状態によって状況は異なる。路面のテクスチャーは図-1 に示すように、路面プロファイル波長成分によりマイクロテクスチャー、マクロテクスチャー、メガテクスチャーという 3 種類に分類され、すべり抵抗、騒音、乗り心地と密接な関係がある。この図よりマイクロテクスチャーとマクロテクスチャーの状態が、すべり抵抗に大きく及ぼしていることがわかる。

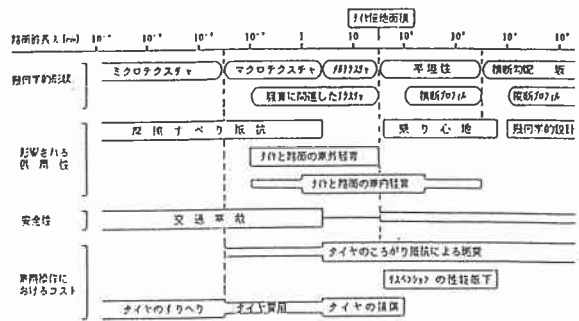


図-1 PIARC のプロファイルの分類

Correlation between texture measuring instruments and texture depth measures
 by Hiroshi TOBA , Akira KAWAMURA and Kazuo SAITO

マクロテクスチャーを中心とするテクスチャーを測定する装置は各国で開発されている。テクスチャー測定装置には、プロファイロメータ (profilometer) による方法、容積測定法 (volumetric)、アウトフローメータ (outflow) の3種類の測定方法があり、プロファイロメータによる方法では、更にレーザータイプとライトセクションタイプがある。

ここで、国際共同実験に参加したテクスチャー測定装置、指標、走行速度を表-1に示す。また、測定対象地点はベルギーで28箇所、スペインで26箇所の総計54箇所で開催した。ただし、測定した中で7箇所は十分な測定データが得られなかったため、後の解析では使用していない。

表-1 実験に参加したテクスチャー測定装置 [2]

DEVICE ID	DEVICE NAME	MEASUREMENT	SPEED (km/h)
A1	FHWA TEXTURE VAN (US)	RMS	30
A2	VTI MOBILE PROFILOMETER (SI)	RMS, ETD, TDMA, MPD	36
A3B	ARAN (CAN)	MPD,RMS	30, 60, 80
A3E	AEPO RST (E)	MACRO/MEGATEXTURE	30
A4	CRR MOBILE PROFILOMETER (BI)	MPD,RMS	18, 36, 72
A5	CRR STATIONARY PROFILOMETER (BI)	MPD,RMS	0
A8	ASTM E 965 SANDPATCH (US)	MTD	0
A12	ROSAN (US)	MTD (CALCULATED)	5
B8	OUTFLOW METER (CH)	OUTFLOW TIME	0
B11E	OUTFLOW METER (US)	OUTFLOW TIME	0
D2	GEOCISA SCRIM (E)	MTD (CALCULATED)	60
D3	SCRIM (F)	RC, RA, RQ	60
D4	SUMMS (I)	MTD (CALCULATED)	50
D5	SCRIMTEX (UK)	MTD (CALCULATED)	50

3. 解析結果

3.1 解析データの説明

ここでは、各テクスチャー指標における測定装置間の相関を求めた。用いたテクスチャー指標は次の3種類である。

- 1) 平均テクスチャー深さ (MTD) :
容積法で得られるテクスチャー深さ
- 2) 平均プロファイル深さ (MPD) :
任意の距離内におけるプロファイルと最も高い尖りの間の平均差
- 3) 根2乗平均値 (RMS) :
プロファイルの波長の標準偏差

以上の指標を用いて、最初に全測定箇所における測定装置間の相関を求め、次に9種類の路面性状の中で相関分析のできるAC (Asphalt Concrete)、SD (Surface Dressing)、SCC (Stripped Cement Concrete)の3種について測定装置間の相関を求めた。

3.2 平均テクスチャー深さ (MTD)

3.2.1 全測定路面における相関性

ガラスビーズ材を使用した容積法を用いてMTD測定装置 (A8) とレーザープロファイロメータを用いてETD (推定テクスチャー深さ: MPD) を用いて変換式によりMTDを推定した値)測定装置 (A2、A3B、A8、D3) との相関性を求めた。図-2にA8とA3B (30km/h) との相関図および回帰式を示した。この時の決定係数は0.89と

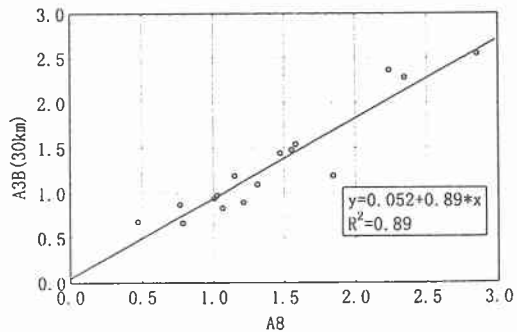


図-2 A8とA3B (30km/h) の相関

高い相関が得られた。また、同様に A8 と他の ETD 測定装置との決定係数についても 0.89~0.93 と高い相関が得られた。同様に、装置間での相関を求めた結果、決定係数は 0.84~0.98 と高い相関が得られた。容積法と測定装置間の相違は小さいといえる。

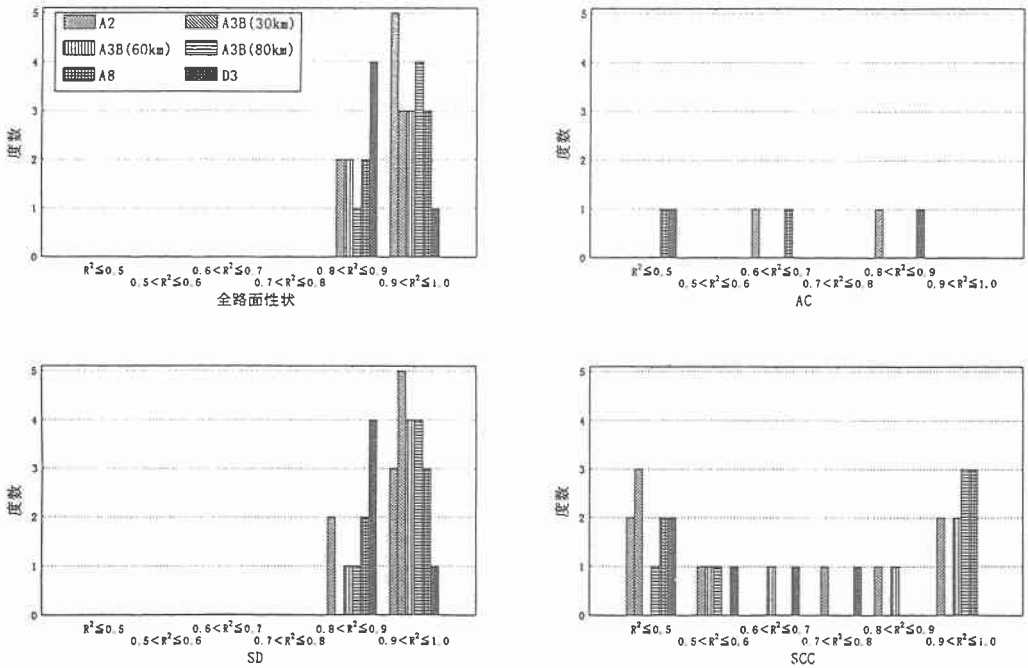


図-3 路面性状で分類した各装置間の MTD のヒストグラム

3.2.2 各種路面性状における相関性

路面性状で分類した各装置間の決定係数の分布を図-3 に示した。路面性状が SD の場合、各装置間の相関は全路面性状の時と同様に高い決定係数が得られた。しかし、路面性状が SCC の場合、装置間によって決定係数が異なっていた。A3B と他装置間との相関を求めた時に決定係数が低くなった。図-4 に路面性状 SCC における A8 と A3B (30km/h) との相関図および帰帰式を示した。データ数が少ないため概してであるが、アスファルト舗装とコンクリート舗装面で装置間の相違が見られる結果となっている。

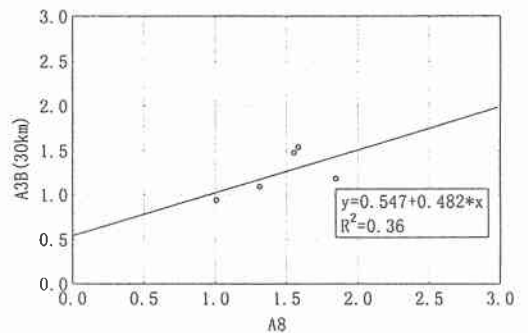


図-4 SCC における A8 と A3B (30km/h) の相関

3.3 平均プロファイル深さ (MPD)

3.3.1 全測定路面における相関性

MPD を測定した各装置間 (A4、A5) の相関性を求めた内の一例として、図-5 に A4 (36km/h) と A5 との相関図および回帰式を示した。この時の決定係数は 0.93 と高い相関が得られ、MTD と同様に他の各装置間の決定係数についても 0.90～0.98 の高い相関が得られた。

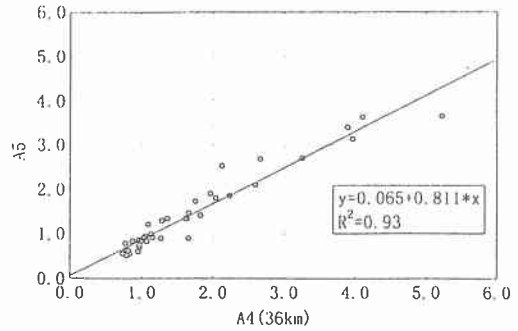


図-5 A4 (36km/h) と A5 の相関

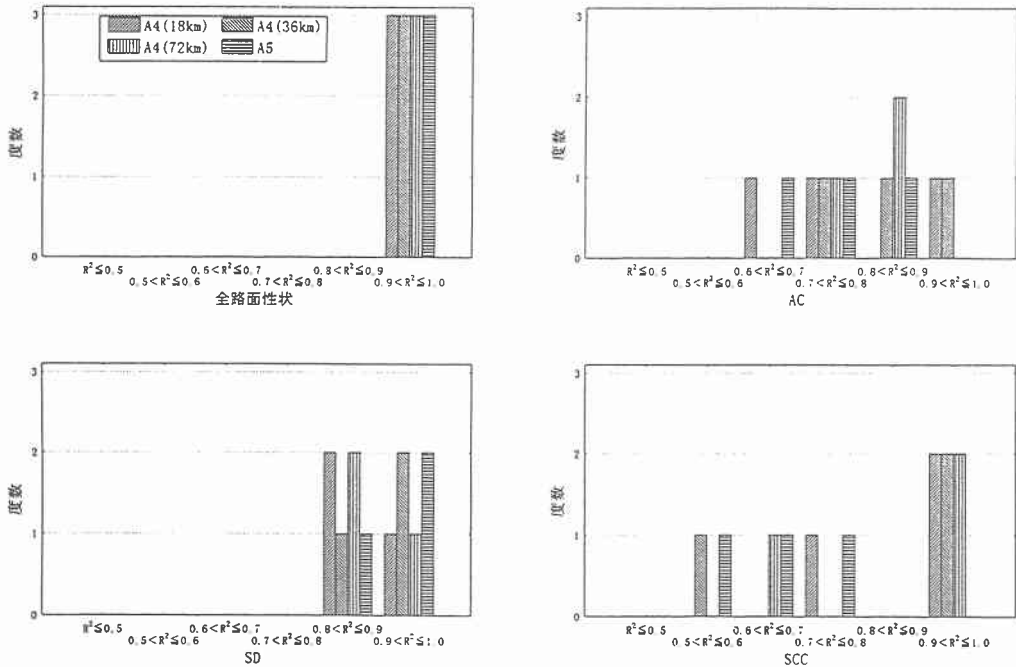


図-6 路面性状で分類した各装置間の MPD のヒストグラム

3.3.2 各種路面性状における相関性

路面性状で分類した各装置間の決定係数の分布を図-6 に示した。路面性状が AC や SCC の場合、いくぶん装置間によって相関が低くなった。図-7 に路面性状 SCC における A4 (36km/h) と A5 との相関図および回帰式を示す。また、路面性状が SD の場合は MTD の時と同様に相関が高かった。

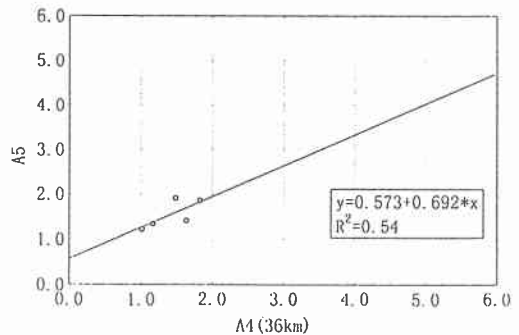


図-7 SCC における A4 (36km/h) と A5 の相関

3.4 根2乗平均値 (RMS)

3.4.1 全測定路面における相関性

RMS を測定した各装置間 (A1、A2、A3B、A4、A5、A12、D2、D3、D4、D5) の相関性を求めた内の一例として、図-8 に A5 と A1 の相関図および回帰式を示す。この時の決定係数は 0.83 と高い相関が得られ、他の各装置間 (A12 を除く) の決定係数についても 0.64~0.97 の高い相関が得られた。しかし、A12 と他の各装置についての決定係数は 0.00~0.31 となり高い相関が得られなかった。図-9 に A5 と A12 との相関図および回帰式を示す。

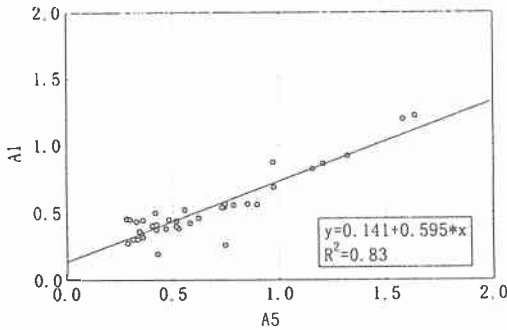


図-8 A5 と A1 の相関

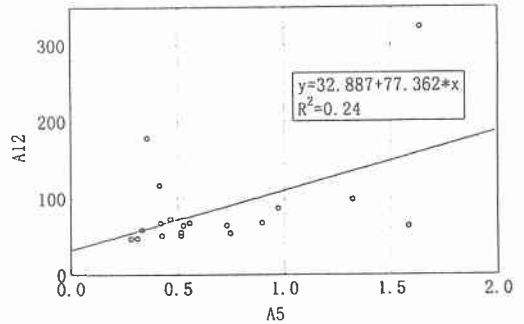


図-9 A5 と A12 の相関

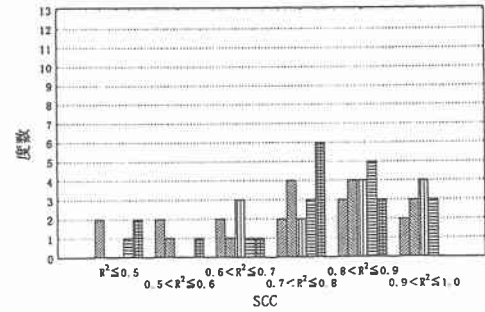
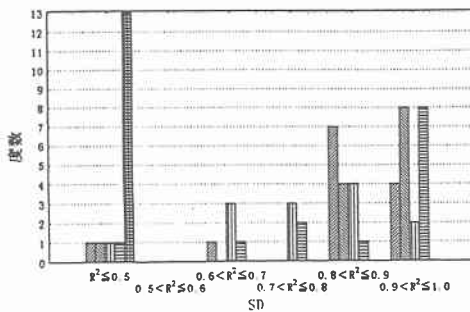
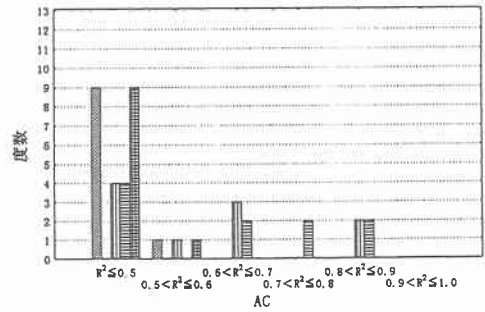
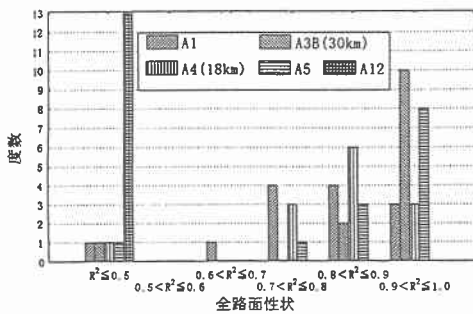


図-10 路面性状で分類した各装置間の RMS のヒストグラム

3.4.2 各種路面性状における相関性

路面性状で分類した各装置間の決定係数の分布を図-10 に示した。路面性状が AC の場合、各装置間の相関は全路面性状の時と比べてかなり低くなっており、特に A5 と A1 の決定係数は 0.83 から 0.02 に激減していた。図-11 に A5 と A1 の相関図および回帰式を示す。SD の場合、各装置間の相関は高かったが、これまでと同様 A12 と他の各装置の相関は低かった。SCC に関しては装置間によって相関に変動が生じた。しかし、他の路面では相関の低かった A12 が SCC では各装置間の相関が高くなり、決定係数は 0.31~0.88 であった。図-12 に SCC における A5 と A12 との相関図および回帰式を示す。A1 は車両搭載型の装置、A5 は車両牽引式の装置、A12 は手押し式の装置であった。このような試験装置のタイプが異なっていたためにこのような結果が生じたのかもしれない。

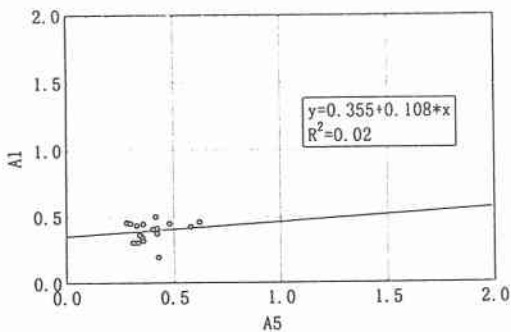


図-11 ACにおけるA5とA1の相関

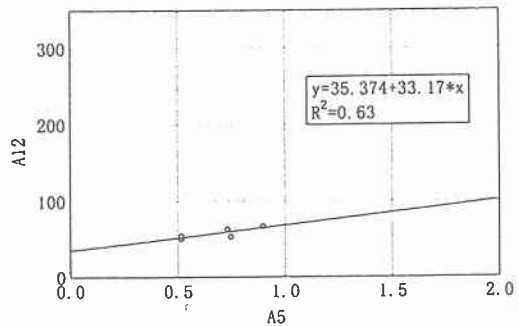


図-12 SCCにおけるA5とA12の相関

4. おわりに

本論文では、1992年PIARCの国際共同実験で得られたテクスチャー指標の各種装置による相関について比較したものである。テクスチャー指標間における装置の相関は、数種類の装置間の相関を除けば全測定地点では、概して高い相関が得られた。しかし、路面性状別で分類を行うとテクスチャー指標、測定装置によって相関が全測定地点における相関に比べて低くなる場合が多かった。また、A12のRMSにおける相関ではSCCでは他の路面より相関が高くなる結果となり、興味深い結果が生じた。今後の課題として路面性状によって装置間の相関が変化することについて様々な追加報告が必要だと思う。

参考文献

- [1] 斎藤和夫、堀口敬、笠原篤、福原敏彦：舗装路面のすべり抵抗およびテクスチャー測定の国際共同実験報告、土木学会支部論報告集、pp.766-771, 1994.
- [2] John J. HENRY (翻訳 斎藤和夫)：舗装路面のテクスチャーとすべり抵抗測定の比較と基準化に関するPIARC国際共同実験成果の報告 - 国際摩擦指標 (International Friction Index : IFI) の開発とその利用一、pp.6, 1996.