

V-6

レーザー変位計を用いたマイクロテクスチャー測定装置の試作と測定例

室蘭工大 正員 新田 登
 ニチレキ(株) 正員 秋本 隆
 室蘭工大 学生員 伊藤 信之

1、はじめに

走行車両の安全性・快適性は舗装の表面性状に支配され、これまでは主に平坦度、わだち掘れに関するマクロテクスチャーに関する研究が多い。しかし、すべり抵抗、タイヤ/路面騒音は、さらにマイクロな、いわゆる表面のキメに大きく支配されている性質であり、舗装の高機能化をはかるには、マイクロテクスチャーの研究が必要である。

そこで筆者らは、マイクロな表面性状を測定する目的で、レーザー変位計とXYスライダを組合せた測定装置を試作し、2、3の測定を行ったので、その装置の概要と測定例について報告するものである。

2、マイクロテクスチャー測定装置

表面形状を計測する方法としては、接触型と非接触型とに大きく分けられるが、接触型は比較的安価であり、取り扱いが簡単であるが、表面に接触しながら計測するため、比較的凹凸の少ないなめらかな表面を持つものに適しており、排水性舗装のような空隙等により深い凹凸があるようなものでは、マイクロな10 μ m程度の精度で深さ方向を正確に計測することが難しい。一方、非接触型は、計測による供試体への影響がなく、高い計測精度が得られ、排水性舗装のような空隙部のかなり鋭角で狭く複雑な深さも忠実に計測することができる。よって筆者らは、非接触型レーザー変位計を用いて供試体の深さ方向を計測し、任意の範囲を計測できるようにXYスライダにレーザー変位計を取り付けスライダによって変位計を移動させなが

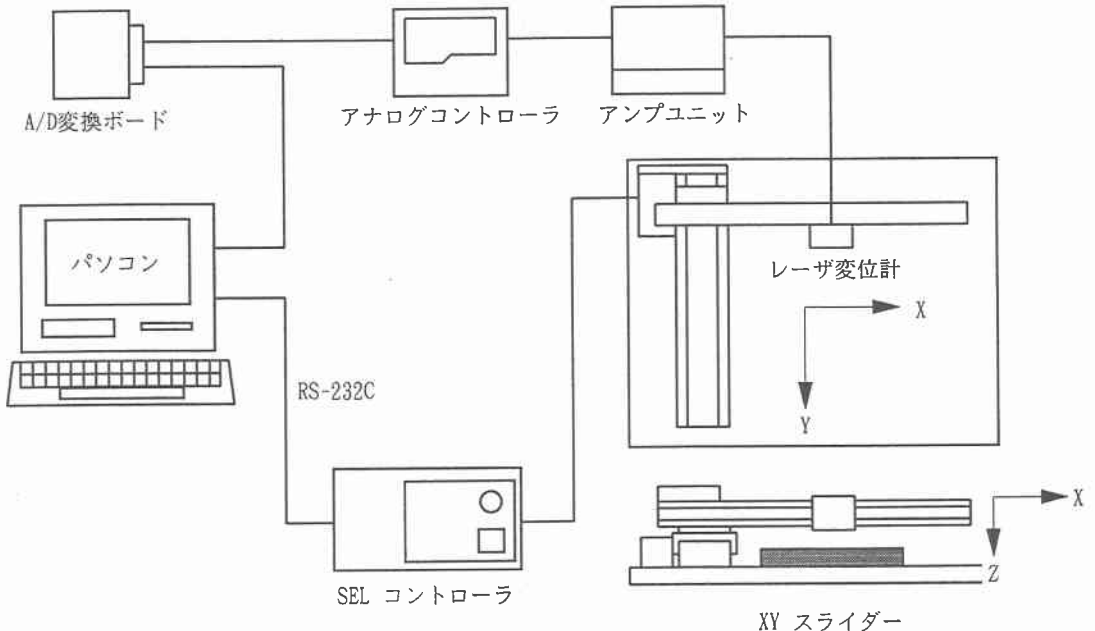


図-1 ミクロテクスチャー測定装置構成図

Development of Micro Texture Measurement System of Pavement Surface

by Noboru NITTA, Takashi AKIMOTO, Nobuyuki ITO

ら計測するものとした。このように変位計自身が移動しながら計測できることにより、これを改良することによって将来的には、一般道路上にて現場計測が可能であると思われる。図-1は、その測定装置全体の構成図を示している。

2-1 レーザ変位計

図-1に示しているように装置は、大きくセンサーヘッドとアンプユニットからなっており、レーザの強さ、反応速度等は、アンプユニットにより自動で最適になるように設定されている。また、表-1に示すように、高い分解性能を持ち、最大30mmの深さまで計測することができる。

2-2 XYスライダ

XYスライダ本体と制御コントローラに別れており、RS-232C通信回線を通してコンピュータから送られた制御信号をもとにXYスライダを制御し、XY軸の現在の座標等をコンピュータに送り返す。この双方向で位置決めを行うことにより、表-2に示すように位置決め精度は±0.03mmと高い精度になっている。

表-1 レーザ変位計諸元

基準距離	: 80mm
計測範囲	: ±15mm
光源	: 赤色半導体レーザ 波長: 670nm (可視光)、クラス3B 出力: 最大3mW
スポット径	: 1×2mm
直線性	: 0.25% of F.S
サンプリング速度	: 2000回/秒
分解能	: 8μm
アナログ出力	: 電圧出力: ±5V (3mm/V)

表-2 XYスライダ諸元

ストローク	: X, Y軸、各40cm
定格スライダ移動速度	: 300mm/s (最大: 400mm/s)
定格推力	: 10kgf (最大: 20kgf)
繰り返し位置決め精度	: X, Y軸各±0.03mm
通信機能	: RS-232C、非同期全二重

3、計測方法及び計測ソフト

計測、XYスライダの制御は、すべてパーソナルコンピュータを通して行われ、計測条件は表-3に示すようにX、Y方向それぞれ任意で矩形範囲を設定することができる。計測したデータはレーザ変位計の位置(X、Y)が深さ値(Z)と同時に記録される。

現在はスライダをテーブルに固定し計測しているが、それでもレーザーヘッドを支えるXYスライダの歪みや供試体を備え付けるスライダテーブルの歪み等により測定値に誤差が生じてくるため、表面が非常になめらかな較正用供試体で測定したデータ(X、Y、Z)をもとに平面回帰を行い、①式のa、b、cを求め、

$$Z = a + bX + cY \quad \text{--- ①}$$

①式を計測プログラム中に補正関数として与えることにより深さ方向(Z方向)の補正を行うこととした。

4、解析結果

4-1 3次元CG (コンピュータグラフィック) 描画

直接計測結果を画面上で確認し、プリントできるようCGプログラムを作製した。計測したデータを陰線処理し、X、Y、Z軸を回転させ任意の傾きで画面上に描くことができ、任意の倍率で拡大表示することができる。図-2は、ホイルトラッキング試験用の3種類の舗装供試体の10×10 (cm) 範囲のCG描画例を

示しているが舗装のタイプによって表面の凹凸の形状に明確な違いがみられ、細粒度ギャップアスコンは、非常になめらかであり、密粒度ギャップアスコンは、表面に骨材が露出しており細粒度ギャップアスコンより凹凸形状がはっきり現れている、排水性舗装の供試体は最大粒径が20mmで空隙率が大きいということもあり、非常に複雑な凹凸形状をしている。また、この図ではわかりづらいが空隙部の深さは20mm以上の深さまで忠実に再現されている。

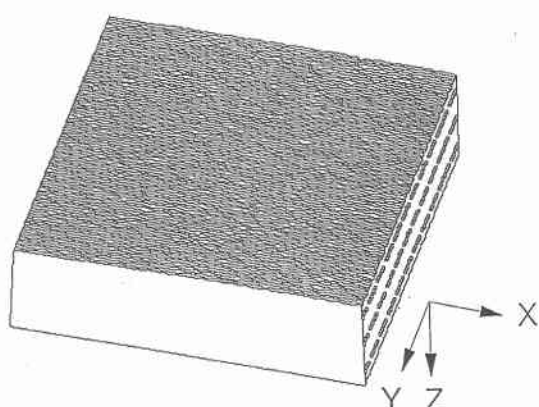


図-2(a) 細粒度ギャップアスコン舗装CG

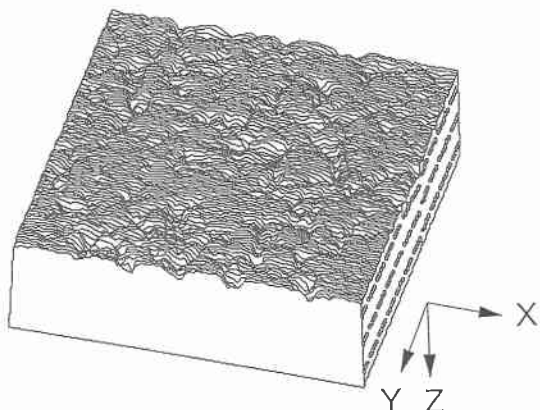


図-2(b) 密粒度ギャップアスコン舗装CG

4-2 テクスチャー解析

現在、3次元で計測したデータは、画像処理に用いられる空間周波数やFFT（高速フーリエ変換）等を用いた詳細な解析方法について検討中であり詳しくは、発表当日紹介する予定であるが、解析方法の一例として3種の舗装について深さ方向の度数分布を用いて検討してみる。

図-3は、3種の舗装の0.5mm間隔深さの、相対度数分布を示している。筆者らの測定した図-4に示している騒音レベルの測定結果²⁾と照らし合わせると、これらの図より細粒度ギャップアスコンは、データの90%近くが1mm以下の凹凸であり、ほとんど凹凸がなくタイヤ表面全体に接触していると思われる、そのため高周波数のタイヤと路面によって空気が圧縮されることによって発生するエアポンピング音の発生に関係するものと考えられる。一方、排水性舗装は深さ方向の分布が広く実際タイヤと接触している割合が低く、高周波の音を発生するエアポンピング音の発生が押さえられ、他の要因によって発生する高周波の音は空隙によって吸音され減少するため高周波数の音が押さえられる。また、路面に凹凸があるためタイヤの振動等により発生音する低中周波数領域の音が大きくなるので音質がより低い方に移行しているものと思われる。細粒度ギャップアスコンと排水性舗装の中間的な分布形状を示している密粒度ギャップアスコンは排水性舗装の様に空隙による吸音性ほとんど無く、表面に凹凸があるので、

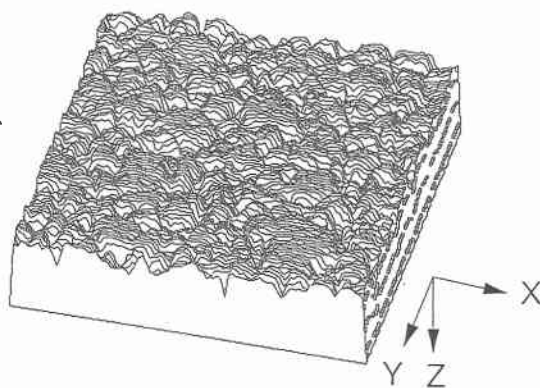


図-2(c) 排水性舗装CG

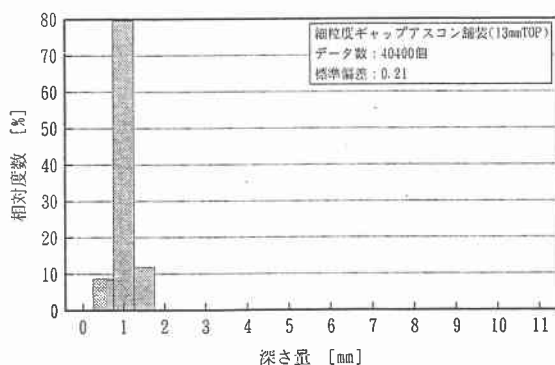


図-3(a)細粒度ギャップアスコン舗装度数分布

全体的に騒音レベルが高くなる傾向があるのであろう。

5、まとめ

- (1) 今回開発したマイクロテクスチャー測定装置は、舗装表面を3次元的に高い精度で計測可能であり、タイヤ/路面騒音及び、すべり抵抗と関係すると思われる舗装表面のキメについてのデータを得ることができる。
- (2) 測定したデータを、解析の一例としてCG描画及び、深さ方向の度数分布形状により評価を行った結果、各舗装ごとに明確な違いが現れており、評価方法を確立することによって詳細に検討することが可能である。

6、今後の検討課題及び装置の利用法

タイヤと路面が面で接触し、音が発生していることから、タイヤ/路面騒音の各周波数の発生メカニズムや排水性舗装のような吸音効果などと表面のキメを関係づけるには、表面を3次元形状で評価する方法を確立することが、今後の大きな検討課題である。

また、舗装のクラック、わだち掘れや表面の摩耗していく進行過程を検討する際にも、従来から行われていたマクロ的な検討だけでなく、ミクロ的な点からより詳細に検討ができると思われ、そのことにより、従来にもまして道路利用者により快適で安全な舗装を提供することが可能であり道路管理者にもよりの確に維持管理が行えるものと考ええる。

最後に、本報告の整理にあたり、測定及びデータの整理に本学4年の真弓英大・三木谷高志君、測定装置、計測プログラムの開発及び、舗装供試体の作製に、ニチレキ(株)の諸氏に多大なる協力を得た。記して深甚なる感謝を申し上げます。

参考文献

- 1) 押野康夫(1993):タイヤ/路面騒音とその測定法に関する国際動向、日本音響学会誌49巻4号PP. 293~299
- 2) 新田登 他(1995):供用中の道路における騒音測定例、土木学会北海道支部第51号PP. 342~345

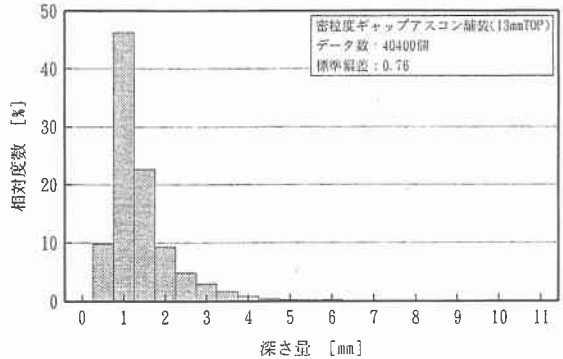


図-3(b)密粒度ギャップアスコン舗装度数分布

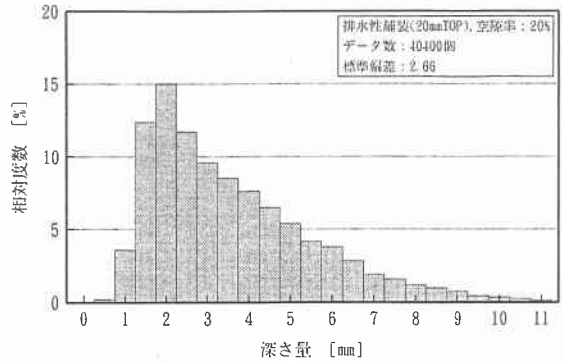


図-3(c)排水性舗装度数分布

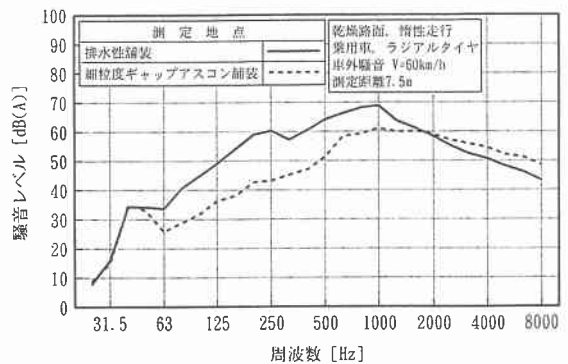


図-4 騒音レベル測定結果