

日瀝化学工業(株) 正会員 市橋茂紀
 北海道大学 正会員 姫野賢治
 (株)小松製作所 福原敏彦

1. 緒言

舗装のサービス性能を評価する上で、我が国を含め先進諸国においては舗装体の①表面特性、②線形特性、③構造特性など各種測定器を用いて測定したデータの蓄積を進めている。これらの項目のうち路面の表面特性を把握することは乗り心地の評価だけでなく、道路管理者にとって重要な課題であるすべし、騒音、振動問題などの解析評価に有効である。しかし、このために縦断方向のプロファイルを水準測量によって得ることは車両の通行の妨げとなるばかりでなく、多くの人手と時間、費用を要する。また、従来型のレスポンス式のラフネス測定装置では、車輪の上下動の影響を受け、プロファイルの真値を求めることはできない。

本研究は、①交通を遮断せず、②多量に得られるデータの迅速な処理が可能で、かつ、③プロファイルの真値が1mm間隔で取得できる非接触型高性能プロフィロメータの開発を行ったので、新しい測定装置の概要およびその精度を検証した例を報告することを目的とする。

2. 測定原理

本プロフィロメータは、NC工作機械の案内面と被削面の真直度の測定用に考案された、「逐次2点真直度測定法」の原理を使用している¹⁾。以下、この測定原理について簡単に説明する。

案内面と被削面の関係を模型的にFig. 1に示す。A、B 2本の相対変位計（以下変位計という）を設置した工作台等を、A、Bの一定間隔で送ることを繰り返し、被削面との相対変位を測定する。この時、

$$X_k = X_{k-1} + D_{k-1, B} - D_{k, B} \quad (1)$$

$$Y_k = X_k + D_{k, A} - D_{0, A} \quad (2)$$

ここに、

X_k : kにおける工作機械の真直精度

Y_k : kにおける対象面の真直精度

$D_{k, A}$: kにおいてAの変位計で測定される相対変位

$D_{k, B}$: kにおいてBの変位計で測定される相対変位

なる関係式が成立し、この式から機械と被削材の真直精度を分離して、かつそれらを同時に求めることができる。

この基本原理を車載型のプロフィロメータに置き換えると、 X_k が車輛の上下

動の量、 Y_k が路面の凹凸量となり、結果的に路面の凹凸量のみを分離して、プロファイルを計測することができる。さらにこの基本原理では、変位計A、Bの設置間隔ずつでの測定しかできないが、改良を加え変位計の設置間隔より細かく測定可能にした。なお、この基本原理が成り立つためには、2個の変位計を上下に移動させてもよいが常に平行に移動させなければならないため、車のピッチングの影響を除去するために常に2個の変位計が鉛直方向を向くようなサーボ機構を設置させた。

3. 測定システムの概要

変位計はレーザ式で、進行方向に100mm間隔に2個、車両の横方向に2セット取り付けられており、OW

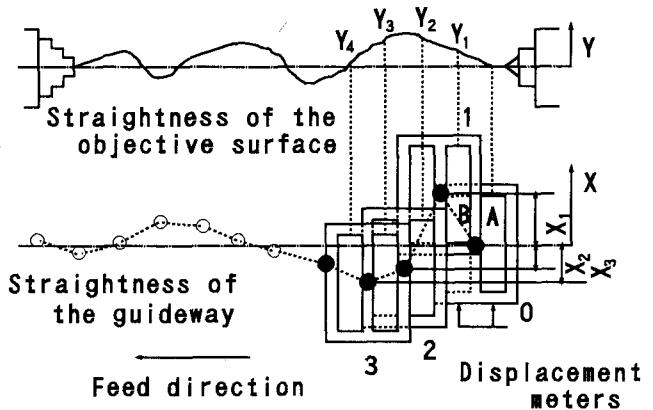


Fig.1 Principle of the new method for the straightness measurement

P (Outer Wheel Path)とIWP (Inner Wheel Path)の測定が可能になっている。また、車輛のピッチングによる誤差を取り除くために、サーボ機構により変位計のレーザ光は常に鉛直方向を向くように制御される。各々1セットの変位計により路面間の相対距離が測定される。また、進行方向の距離の信号を得るために、ローラ式距離計をタイヤに押し当て、タイヤの空気圧等による誤差を補正しながら、 $\pm 0.1\%$ の精度で距離を測定することが可能である。

この相対距離と進行距離の2つの信号により、1mmごとの相対距離データ10点から平均化された1cmごとの相対距離データを求め、基本原理の算出式に基づいて、路面の凹凸量と車の上下動の量を逐次計算しながら記録する。なお、記録計は2台設置されており、自動的に切り替わりながらデータを欠落なく収録する。収録されたデータはオフラインにより、パソコン等により、データを表示、出力し、段差量およびプロファイルを算出するようになっている。

4. 測定機械の精度

段差量の検出性能を測定するために、道路上に幅 w 、高さ t である寸法既知の木片を設置し、本プロフィロメータによりその幅および高さを測定した。Fig. 2は、試験片の幅 w を一定とし、種々の高さ t を測定した結果であるが、車速20km/時の場合 ± 1 mm以内の精度で測定できることがわかった。また、Fig. 3は、高さ t を一定とし、種々の幅 w を測定した結果であるが、実用上に全く誤差なしで測定できることがわかった。一方、Fig. 4は測定車の速度を変化させながら1つの木片の高さを数度測定した結果であるが、車速0~60km/時の範囲内で、木片の検出結果の精度が高さ t が31.7mmのとき ± 1.2 mm以内であった。

5. 結言

本研究において紹介した測定装置は非接触型のものであり、「逐次2点真直度測定法」の採用により、通常の走行速度で、1cm間隔で、 ± 1.2 mmの精度の路面のプロファイルの絶対測定が可能となった。本測定装置は測定の精度および迅速性等において、従来の測定装置に比べて多くの利点を有する。一方、測定によって得られた原始データは、マクロテクスチャレベルの路面の評価が可能となるため、今後、すべり、騒音、燃費、タイヤの摩耗などの路面に関連する問題を解決するための基礎資料を得ることが可能となることが期待される。

参考文献

1)戸沢幸一他、新たな真直度測定法とその応用に関する研究、東京大学生産研究、第32巻、第2号、pp.66-69、1980

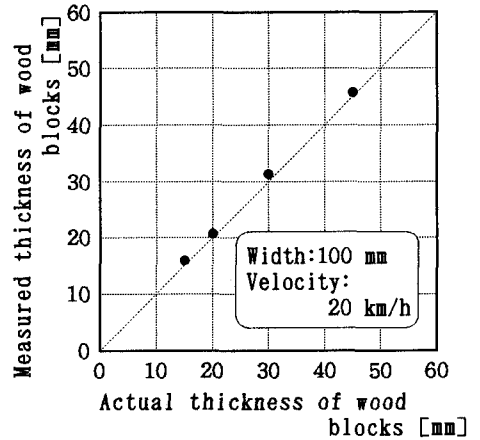


Fig.2 Comparison of actual and measured thicknesses

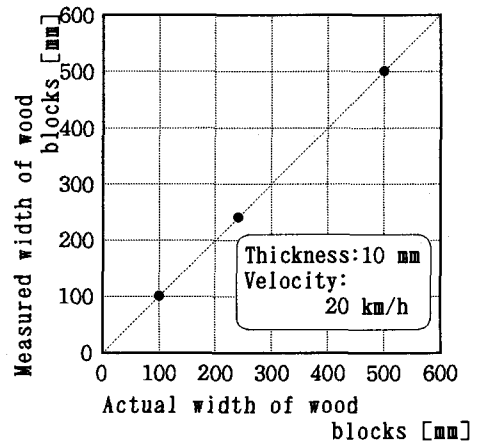


Fig.3 Comparison of actual and measured widths

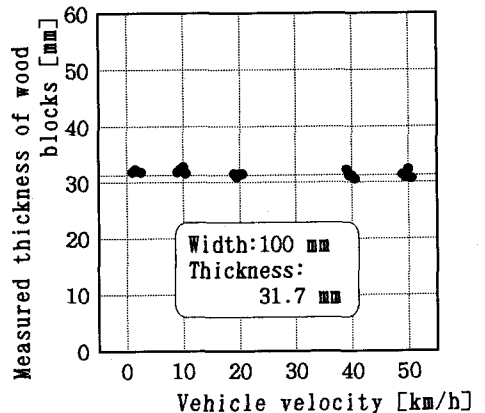


Fig.4 Variation of measured thicknesses regarding vehicle speed