# 1. はじめに

近年,諸外国においては, RWD (Rolling Wheel Deflectometer)やTSD (Traffic Speed Deflectometer)といった交通規制を必要とせずに,一般の車両と同じ速度で走行しながら舗装のたわみを測定する試験機が開発され,ネットワークレベルでの舗装の荷重支持性能の評価に活用されている<sup>1)</sup>.丸山は,そのような試験機のわが国への導入の重要性を指摘しており<sup>2)</sup>,日本の道路事情を勘案した走行型の舗装のたわみ測定機の開発が急務といえる.

我々の研究グループ(研究代表者:東京農業大学 竹内康教授)では、日本国内での運用が可能であり、 詳細調査や補修を実施する路線を選定するためのス クリーニングを目的とした走行型の動的たわみ測定 装置(Moving Wheel Deflectometer, MWD)の開発に取 り組んできた.平成24年~平成25年度には、輪荷 重の大きな促進載荷用特殊車両を用いて MWD 試験 を実施し、ドップラー振動計を用いたたわみ速度の 計測方法並びにデータ解析法を確立するに至った. 本文では、実務レベルでの適用を踏まえ、MWD 試 験のシステムを中型車両に移設して実施した試験結 果を報告する.

### 2. 中型車両による連続たわみの測定

MWD 試験のシステムを中型車両へ移設するにあ たり、物理的な制約条件からセンサの設置位置を再 検討する必要が生じた.そのため、数値解析を用い て、走行荷重により生じる舗装の変形特性を把握し た.舗装の解析モデルは、図-1に示す通りであり、 走行速度は20,40,60,80 および100km/hとした.な お、解析方法は、文献3)に示されている通りである. 図-2には、解析で得られた車輪中心がx=0の位置を 通過する瞬間のたわみ形状とその時のたわみ速度が 示されている.図-2(a)より走行速度が速くなるほど たわみが小さくなり、最大たわみの発生位置が後方 東京農業大学 正会員 川名 太,竹内 康 東京電機大学 フェロー 松井 邦人

にずれることがわかる.また,図-2(b)より,たわみ 速度は,車輪中心の前後で向きが逆転し,その最大値 は走行速度が速くなるとほど大きくなることが確認 できる.走行方向と逆側のたわみ速度分布は,走行 方向側に比べてピーク値自体は若干小さいものの, 広い範囲で大きな応答値が得られている.このこと から,中型車の構造やセンサの寸法等を考慮すると 走行方向と逆側の位置においてたわみ速度を計測す るほうが有利であると考え,センサを車輪より後方 の位置に設置することした.

一般道において走行試験を行う場合,横断勾配や 段差等によって,輪荷重が変動する可能性がある.



キーワード 多層弾性理論,波動伝播解析,舗装構造評価,FWD 試験 連絡先 〒156-8502 東京都世田谷区桜丘 1-1-1 東京農業大学地域環境科学部生産環境工学科 TEL 03-5477-234



図-4 MWD 試験と FWD 試験の結果の比較

輪荷重は,路面のたわみ量に大きな影響を与えるものなので,舗装の健全度をより精度良く評価するためには,試験時に輪荷重の変動をモニタリングしておくことが望ましい.ここでは,文献 4)を参考に,車軸周辺の部材に生じるひずみに注目し,間接的に車両走行時の輪荷重を評価する方法を適用した.

まず、車両を静止させた状態で輪荷重を増減させ、 ひずみと輪荷重との関係を得た.ひずみは、図-3 に 示す通り、車軸管の上下面(図-3 中に示す①~④の 位置)にひずみゲージ(UFLA-5-11-5LT:東京測器製) を取り付けて測定した.輪荷重の測定には、マット 式荷重計を用いた.輪荷重を増加させる場合には錘 を用い、輪荷重を減少させる場合には,車体をジャ ッキアップした.本実験の結果、④の位置の輪荷重 測定側の車軸管上面におけるひずみと輪荷重に極め て高い相関が確認された.④の位置におけるひずみ と輪荷重の関係を式で表すと以下の通りとなった.

 $P = 29.595 - 0.083\varepsilon$  (1)

ここで、Pは輪荷重(kN)、 $\varepsilon$ は、④の位置におけるひ ずみ( $\mu$ )であり、引張を正としている.すなわち、こ の関係を用いれば、走行中の車軸に生じるひずみを 計測することで間接的に輪荷重を評価することが可 能となる.

#### 3. MWD 試験の結果

ここでは、中型車両を用いて MWD 試験を実施し た結果を示す. MWD 試験は、茨城県つくば市の国 土交通省国土技術政策総合研究所構内の外周路にて 実施した.外周路の舗装構成は、図-1 と同様であり、 1 層目がアスファルト混合物層、2 層目が粒状路盤、 最下層が路床である. 図-4 に MWD 試験で得られた たわみを示す. 図中、同区間において FWD 試験を実 施した結果を併記している. また、MWD 試験の結 果は、車軸のひずみから間接的に求めた輪荷重を用 い、FWD 試験の載荷荷重 49kN に荷重補正をしたも



図-3 ひずみゲージの取付位置

のである.同図より, MWD と FWD 試験で得られたたわみの大小関係は、よく整合しているといえる.

# 4. まとめ

実務レベルでの適用を勘案した MWD 試験装置を 用いて連続たわみの測定を行い, 概ね妥当な結果が 得られることを確認した. 今後は, 条件の異なる複 数の路線において試験データを蓄積し,本試験の適 用条件等について検討を行う予定である.

### 5. 謝辞

本報告は,国土技術政策総合研究所から委託された 「舗装路面の動的たわみ測定装置の開発と健全度評価 に関する研究」により得られた成果の一部を取りまと めたものである.ここに記して,感謝の意を表します.

#### 参考文献

- G. Flintsch, B. Ferne, B. Diefenderfer, S. Katicha, J. Bryce, S. Nell, and T. Clark: Assessment of Continuous Pavement Deflection Measuring Technologies, SHRP 2 Renewal Project R06F, Transportation Research Board, June 2012.
- 2)丸山暉彦:高速移動式たわみ測定装置,土木施工, Vol. 53, pp.58-57, May 2012.
- 3)小澤良明,松井邦人:走行荷重の作用を受ける舗装構 造の応答解析,土木学会論文集 E, Vol.65, No. 4, pp.468-475, 2009.10.
- 4)玉越隆史,中州啓太,石尾真理,中谷昌一:大型車の 振動特性が橋梁に及ぼす影響に関する研究(I),国<</li>
  総研資料,第179号,2004.5.

-323