

**「道路政策の質の向上に資する技術研究開発」(平成 24 年度採択)
研究概要**

番号	研究課題名	研究代表者
No.24-9	舗装路面の動的たわみ計測装置の開発と健全度評価	東京農業大学 教授 竹内 康

本研究では、路床の泥濘化や地下埋設物の老朽化・劣化等に伴う舗装路面下の空洞等の構造的欠陥を迅速かつ的確に把握し、舗装の健全度評価を行うことができる走行式非破壊検査装置である“動的たわみ測定装置”を開発し、実舗装において健全度評価を行うものである。

1. 研究の背景・目的 (研究開始当初の背景・動機、目標等)

強靱でしなやかな国土を創生するため、約 100 万 km におよぶ膨大な道路ストックを限られた予算および人員の制約条件下で迅速かつ効率的に維持管理し、安全で円滑な交通を確保することが求められている。そのため、ネットワークレベルの舗装マネジメントにおいて、支持力低下箇所を迅速に検出し効率的に維持修繕を行っていくことは重要である。

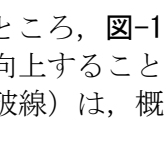
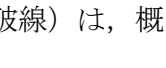
舗装の健全度評価のために FWD(Falling Weight Deflectometer)が広く活用されている。FWD とは、重錘を落下させたときの衝撃荷重と路面のたわみを同時に計測する定点載荷式の非破壊試験機であるため、長距離にわたって舗装の健全度調査を行うには、膨大な測定時間を要することとなる。本研究では、走行中の輪荷重により発生する舗装表面のたわみを連続的に測定できる非破壊試験機(MWD, Moving Wheel Deflectometer)を開発するとともに、実路において検証実験を行い、舗装の健全度を連続的に評価できるシステムを構築することを目的としている。

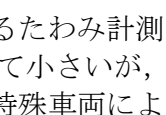
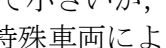
2. 研究内容 (研究の方法・項目等)

本研究では、MWD の車両後輪車軸上に剛結した架台に高精度のレーザドップラー振動計を設置し、ドップラー振動計で計測されたたわみ速度から後輪付近で発生する最大たわみを算出するとともに、MWD と FWD で計測したたわみを比較し、MWD の計測精度について検討した。また、多層弾性理論に基づき、計測したたわみのバラツキを考慮したアスファルト舗装の健全度評価法について検討した。

3. 研究成果 (図表・写真等を活用し分かりやすく記述)

平成 24, 25 年度では、国総研内の外周路において MWD に載荷試験用特殊車両(輪荷重 49kN)を用い、たわみ計測精度の向上、舗装の健全度評価法について検討するとともに、一般道を走行可能な中型車両を用いた MWD の整備を行った。平成 24 年度は移動平均処理によってたわみ計測精度の向上を目指したが、車両振動によるノイズを除去仕切れなかった。

そのため、平成 25 年度では離散ウェーブレット解析によるノイズ除去を行ったところ、-1 に示すように MWD たわみと FWD たわみは良く一致しており、たわみ解析精度が向上することがわかった。また、たわみのバラツキを考慮して算出したたわみの閾値(-1 中の破線)は、概ね妥当な結果を示していたことがわかった。

平成 26 年度には、-2 に示した中型車両を用いた MWD を用いて一般道におけるたわみ計測を行い、その計測精度の確認を行った。中型車両の輪荷重は、FWD の載荷重に比べて小さいが、これを補正するために-2 の MWD では輪荷重を計測している。その結果、載荷用特殊車両によ

る図-1の結果と同様に、荷重補正を行うことで図-3に示すようにMWDたわみとFWDたわみは良く一致していることがわかった。

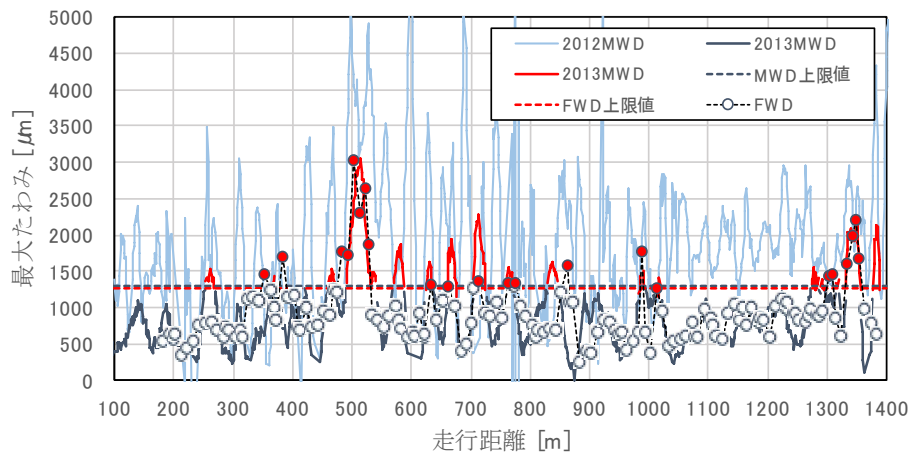


図-1 MWD 走行試験結果と FWD 載荷試験結果



図-2 中型車両を用いた MWD

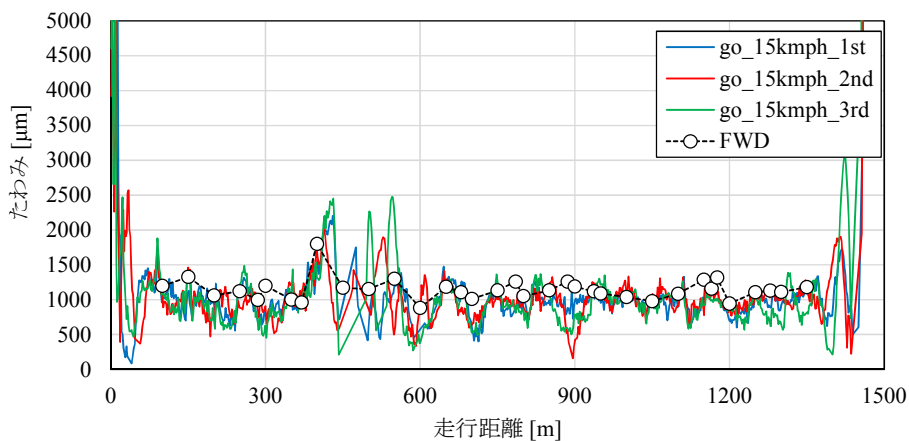


図-3 一般道における MWD 走行試験結果と FWD 載荷試験結果

4. 主な発表論文（研究代表者はゴシック、研究分担者は下線）

・田邊政人，竹内康，川名太，岡澤宏，窪田光作：たわみのバラツキを考慮したアスファルト舗装の健全度評価法の検討，土木学会第 69 回年次学術講演会，V-284，CD-ROM，2014.

・竹内康，川名太，渡辺晃志，松井邦人：動的たわみ計測装置（Moving Wheel Deflectometer）の開発と舗装の健全度評価に関する研究～たわみ評価法概要と特殊車両での計測結果～，土木学会

第 70 回年次学術講演会, V-322, CD-ROM, 2015.

・川名太, 竹内康, 松井邦人: 動的たわみ計測装置 (Moving Wheel Deflectometer) の開発と舗装の健全度評価に関する研究～中型車両による測定結果～, 土木学会第 70 回年次学術講演会, V-323, CD-ROM, 2015.

・渡辺晃志, 竹内康, 川名太, 松井邦人: 動的たわみ計測装置 (Moving Wheel Deflectometer) の開発と舗装の健全度評価に関する研究～一般道での試験結果～, 土木学会第 70 回年次学術講演会, V-324, CD-ROM, 2015.

5. 今後の展望 (研究成果の活用や発展性、今後の課題等)

本研究で開発した動的たわみ計測装置 (Moving Wheel Deflectometer, MWD) は, (1)車両後軸上にレーザドップラー振動計を設置したセンサ架台を剛結させ, (2)離散ウェーブレット解析によってノイズを除去した後に, (3)たわみを算出するという非常にシンプルなものである. また, 本研究では大型車両, 中型車両の 2 種類を MWD のベース車両として使用したが, いずれも同等のたわみ計測精度であった. しかし, 重交通の舗装構造の場合には, 中型車両では輪荷重が小さいために計測精度は低下する可能性がある. このような場合には大型車両を用いれば良く, 大型車両では運用が難しい路線では中型車両を用いて計測すれば良い. MWD は非常にシンプルな構成であるため, このような運用法も可能であると考えられる.

本研究では, MWDはFWD試験を優先的に実施する箇所を選定し効率的に舗装マネジメントを行っていくためのスクリーニング試験機と位置づけている. 今後の課題としては以下の事項があげられる.

- (1)走行速度を上げていった場合には, 路面凹凸とサスペンションの応答特性 (車両自体の振動特性) が変化する可能性があることから, 実道において計測を続けながら路面凹凸に起因する車両振動の影響について継続的に検討する必要がある.
- (2)一般道における計測データを蓄積し, 損傷や地下埋設物等による計測データの変動や, MWD が劣化箇所を見落とす可能性・確率について検討する必要がある.

6. 道路政策の質の向上への寄与 (研究成果の実務への反映見込み等)

ネットワークレベルの舗装マネジメントにおいて, 支持力低下箇所を迅速に検出し効率的に維持修繕を行っていくことは重要である. 本研究では, FWD試験を優先的に実施する箇所を選定し, 効率的に舗装マネジメントを行っていくためのスクリーニング試験機としてMWDの開発を行ってきた. つまり, MWDにはFWD程の計測精度は必要でなく, 測定路線において支持力低下箇所を検出できる程度のたわみ評価精度を有していれば良いと考えている. このような観点から, 十分なデータ量とは言えないが国総研外周路直線部および一般道での支持力低下箇所の検出状況に鑑みると, MWDはスクリーニング試験機として要求される測定精度を有しているものと考えられる. このように, 本研究成果は既存の道路ストックの効率的マネジメント (道路政策の質の向上) に貢献できるものと考えられる.

7. ホームページ等 (関連ウェブサイト等)

特になし