

## 道路政策の質の向上に資する技術研究開発

## 【研究状況報告書（2年目の研究対象）】

①研究代表者	氏名 (ふりがな)		所属		役職	
	竹内 康 (たけうちやすし)		東京農業大学 地域環境科学部 生産環境工学科		教授	
②研究テーマ	名称	舗装路面の動的たわみ計測装置の開発と健全度評価				
	政策領域	[主領域] 領域8：道路資産の保全	公募	タイプII		
		[副領域]	タイプ			
③研究経費 (単位:万円) ※H24は精算金額、H25は受託金額、H26は計画額を記入。 端数切り捨て。	平成24年度	平成25年度	平成26年度	総合計		
	1,945	870	160	2,975		
④研究者氏名	(研究代表者以外の主な研究者の氏名、所属・役職を記入。なお、記入欄が足りない場合は適宜追加下さい。)					
氏名	所属・役職					
姫野賢治	中央大学 理工学部 都市環境学科・教授					
松井邦人	東京電機大学 理工学部 建築・都市環境学系・名誉教授					
丸山暉彦	長岡技術科学大学 環境・建設系・名誉教授					
西澤辰男	国立石川工業高等専門学校 環境都市工学科・教授					
前川亮太	中央大学 理工学部 都市環境学科・助教					
川名 太	東京農業大学 地域環境科学部 生産環境工学科・助教					
神谷恵三	(株)高速道路総合技術研究所・舗装研究部長					
⑤研究の目的・目標	(提案書に記載した研究の目的・目標を簡潔に記入。)					
<p>これまでに整備されてきた膨大な道路舗装を限られた予算および人員の制約条件下で効率的に維持管理するためには、迅速な舗装の健全度評価が必要となる。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し、これにより舗装の健全度を連続的に評価できる非破壊試験システム(MWD, Moving Wheel Deflectometer)を開発するとともに、実路における検証実験を行うことを目的としている。</p>						

## ⑥これまでの研究経過

(研究の進捗状況について、これまでに得られた研究成果や目標の達成状況とその根拠(データ等)を必要に応じて図表等を用いながら具体的に記入。)

本年度の研究では、平成24年度に行ったFS研究の結果を受けて以下の3つの課題を設定した。なお、MWD走行実験およびFWD載荷試験は、国土技術政策総合技術研究所の外周路にて実施した。

【課題1】走行中の路面段差等に起因する車両やセンサ架台の振動がドップラー振動計から得られるMWDの最大たわみ振幅に及ぼす影響が大きいと、センサ架台の振動抑制を強化したハード対策と、時系列解析を用いたソフト対策が必要となる。【課題2】FS研究では、FWDたわみとMWDたわみの関係に着目して検討を行ってきたが、支持力の評価結果(健全度評価結果)と路床の支持力低下等に起因する舗装の構造的な欠陥との関係についても検討する必要がある。【課題3】FS研究で使用した車両は、促進載荷試験用荷重車であったため、一般道での走行は認められていない。そのため、今後一般道にて走行試験を行うためには、道路運送車両法に抵触しない車両を用いる必要がある。

【課題1】については、センサ架台の防振装置をバネから数種類の衝撃吸収マットに変更して防振抑制効果を検討するハード対策と、離散ウェーブレット解析によるソフト対策について検討した。その結果、衝撃吸収マット等を用いたハード対策を行うよりもセンサ架台を車体に剛結させた方が安定したデータが計測できたことから、ソフト対策によって車両の振動成分を除去することとし、地中レーダ(GPR)の計測画像を用いて計測点を定めたFWD試験結果(2~10m間隔で実施)との比較を行った。また【課題2】については、 $T_A$ 法のカタログ断面を用いた多層弾性解析を行い、既往の研究結果を参考に層厚やポアソン比、舗装体温度等が変動した場合の49kN載荷時のたわみの変動値( $w_k$ )と平均値( $w_m$ )の比 $w_k/w_m$ と等値換算厚( $T_A$ )の関係を求め、測定たわみによる健全度判定の閾値(健全部での計測たわみの推定上限値)を設定した。

図-1は本年度に実施したMWD走行試験とFWD載荷試験の結果である。参考値として昨年度の同じ箇所での走行試験結果を併記した。また、図-1の破線は【課題2】の結果を用いたたわみの推定上限値であり、赤色実線・マーカは上限値を超えた箇所を示している。この結果より、本年度の

走行試験のたわみと健全度判定結果はFWD試験結果と概ね一致しており、昨年度のMWD走行試験結果と比べてたわみの計測精度が遥かに向上していることがわかる。

【課題3】については、中型トラックを改造し、輪荷重計測装置や温度センサ等を追加しているところである。

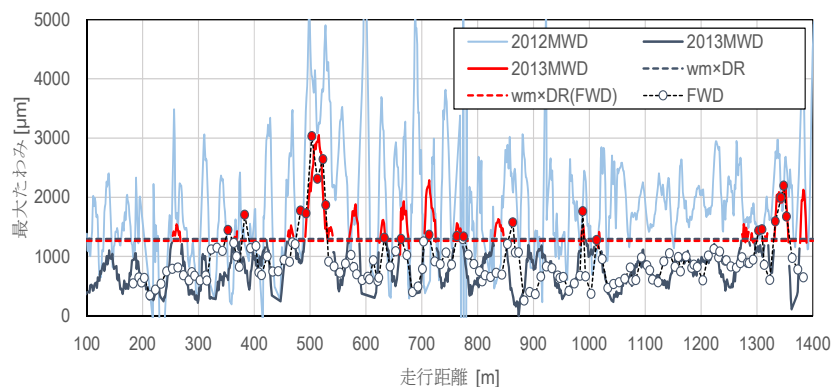


図-1 MWD 走行試験結果と FWD 載荷試験結果

## ⑦研究成果の発表状況

(本研究から得られた研究成果について、学術誌等に発表した論文及び国際会議、学会等における発表等があれば記入。)

特許性が高い研究であるため、現時点で公表している成果はありません。

## ⑧研究成果の活用方策

(本研究から得られた研究成果について、実務への適用に向けた活用方法・手段・今後の展開等を記入。また、研究期間終了後における、研究の継続性や成果活用の展開等をどのように確保するのかについて記述。)

本研究では、後軸荷重10トンの載荷用車両後軸上にドップラー振動計を設置した動的たわみ測定装置(MWD)を開発し、走行時に発生するたわみを計測するとともに、計測たわみに基づく舗装の健全度判定を実施した。その結果、MWDによる計測結果および健全度判定結果は、2～10m間隔で計測した定点載荷式のFWDによる結果と概ね一致した。

本研究で試作したMWDの大きな特徴は、定点載荷式のFWDとは異なり交通規制を必要とせず走行しながら連続的にたわみを計測する点にある。また、今年度の研究によって計測精度の向上を図ることができたことから、MWDはネットワークレベルの舗装マネジメントにおいてFWDによる健全度評価を行う優先順位を決定するためのスクリーニング検査用試験機としての利用が期待できるものと考えられる。

平成25年度の結果は、一般道での走行が認められていない載荷用車両を用いたため、計測箇所が国土技術政策総合技術研究所の外周路に限定されていた。そのため、平成26年度以降は、現在改良中の中型トラックを用いて一般道や高速道路における計測を行い、その結果を管理者側に提供し、データの蓄積を行っていきたい。なお、高速道路での計測にあたっては、研究グループの一員が所属している(株)高速道路総合技術研究所の協力を得ることとしており、一般道での計測では引き続き国総研等の協力を仰ぎたい。また、計測および解析に関わる費用等に関しては、研究グループにて引き続き外部資金に申請し、研究費を獲得していきたい。

## ⑨特記事項

(本研究から得られた知見、学内外等へのインパクト等、特記すべき事項があれば記入。また、研究の目的・目標からみた、研究成果の見通しや進捗の達成度についての自己評価も記入。)

高速で移動しながら連続的に舗装の支持力を評価する非破壊試験機は、欧米各国で開発が進められており、実用化されている代表的な試験機として米国のRolling Wheel Deflectometer (RWD)がある。しかし、RWDでは路面の凹凸や車両振動の影響を排除するために、0.1mile (160m)と非常に長い評価区間を採用し、評価区間での測定データの平均値を算出している。そのため、測定路線において比較的短い距離の支持力低下があり、たわみが大きくなる場合であっても、当該部分のたわみは平均化されてしまい、明確なトレンドが得られなくなる可能性が考えられる。これに対し、本研究で試作したMWDでは「⑥これまでの研究経過」の図-1に示したように、MWDによる計測たわみとこれに基づいた健全度判定結果は、2～10mの間隔で実施したFWDによる結果と概ね一致していた。このことより、本研究で試作したMWDはRWDに比べて短い評価区間で支持力を評価できており、RWDよりも高密度で舗装の健全度評価が行えるものと言える。また、前述したように、MWDはネットワークレベルの舗装マネジメントにおいてFWD試験を行う優先順位を決定するためのスクリーニング調査試験機としての使用が期待できる。

本研究では、数十万点に及ぶ時系列データを数分で解析できるプログラムの開発にも成功しており、計測制度の向上と併せてMWD実用化に向けて大きな一歩を踏み出したものと考えられる。また、この結果は国内よりも欧米等においてインパクトを持って受け入れられと予想される。