

移動荷重による舗装構造の損傷検査を目標とした3次元有限要素解析

東京電機大学 学生会員 ○永江 祐
中央大学 正会員 董 勤喜

(株) ユーディケー
東京電機大学 フェロー会員 松井 邦人

細渕 貴弘

1. はじめに

近年、舗装道路の発達に伴い交通量は増加傾向にある。そのため、舗装の老朽化が進み、メンテナンス及び修繕が必要とされる箇所が多く見られる。舗装道路は、交通を安全で快適にするために重要であり、常に路面の状態を把握しておかなければならない。そのためには、日頃から舗装道路の健康診断を行い、舗装の構造評価をすることが重要となる。近年、欧米ではRWD(ローリング・ウィール・デフレクトメータ)試験機が注目されている。FWD 試験機は試験位置で静止して試験を行わなければならないのに対し、RWD 試験機は走行したまま測定ができるため、交通の流れに影響を及ぼさない利点がある。そのため、今後 RWD 試験機の開発が重要となる。

そこで本研究では、RWD 開発を想定した移動荷重による舗装構造の動的応答解析を行う。舗装表面に移動荷重が作用するとき、舗装の損傷が舗装表面の変位、速度、加速度の応答に及ぼす影響を数値シミュレーションにより検討する。

2. 解析モデルの説明

2-1. 舗装構造モデル

図-1 に示す舗装構造断面を対象に解析を行う。また、この断面の材料特性を表-1 に示す。減衰は剛性の値の0.5%とする。本研究では、解析するにあたり3次元有限要素を用いた離散化モデルで舗装構造を表現している。解析対象区間は、長さ12m、幅10m、深さ6mである。幾何学的な対称性を考慮して、解析領域の半分を有限要素で離散化して、動的解析を行っている。解析には8節点ソリッド要素を用いている。解析に使用する全節点数は28944、全要素数は24200、境界条件を除いた後の全自由度数は70048となる。

自動車の標準複輪荷重は49kNであり、この場合タイヤ接地圧は0.61MPaとなる。このときの単輪と舗装の接触面積はおおよそ0.04m²であり、それは長さ0.24mで幅0.17mの長方形の面積とほぼ等しくなる。

2-2. 損傷位置

損傷を考慮するときの各層における弾性係数を表-2 に示す。損傷は各層において弾性係数が100%のときを「損

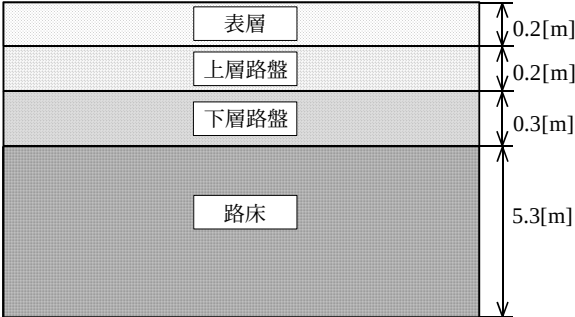


図-1 舗装構造断面

表-1 舗装構成層の材料特性

舗装構成層	弾性係数 [MPa]	ポアソン比	質量密度 [kg/m ³]
アスファルト	4000	0.35	2300
上層路盤	400	0.35	2300
下層路盤	200	0.35	1900
路床	60	0.40	1800

表-2 各層における損傷弾性係数

損傷状態	弾性係数率 [%]	各層の弾性係数 [MPa]			
		表層	上層路盤	下層路盤	路床
損傷なし	100	4000	400	200	60
損傷あり	75	3000	300	150	45
	50	2000	200	100	30
	25	1000	100	50	15

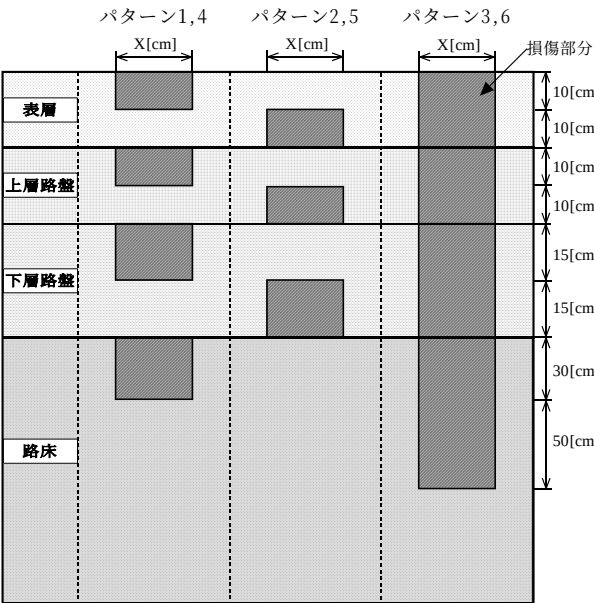


図-2 損傷パターン

キーワード：移動荷重、損傷、有限要素法、応答変位、応答加速度
連絡先：〒350-0394 埼玉県比企郡鳩山町大字石坂 TEL：0492(96)5731 内線(2734), FAX：0492(96)6501

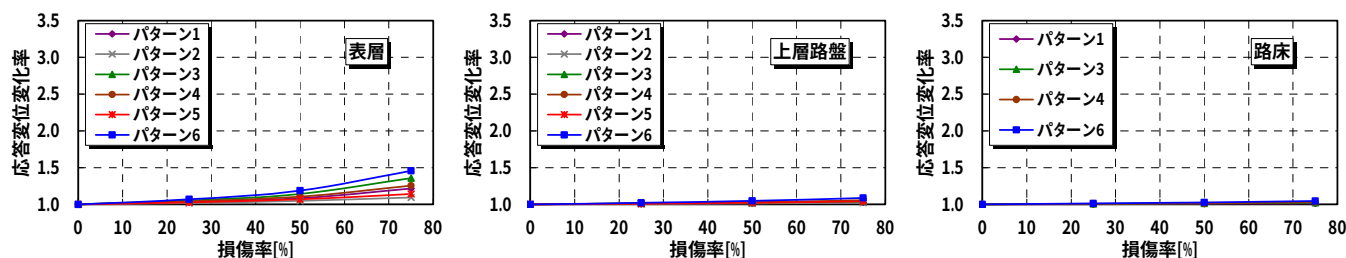


図-3 各層における損傷率と応答変位変化率の関係

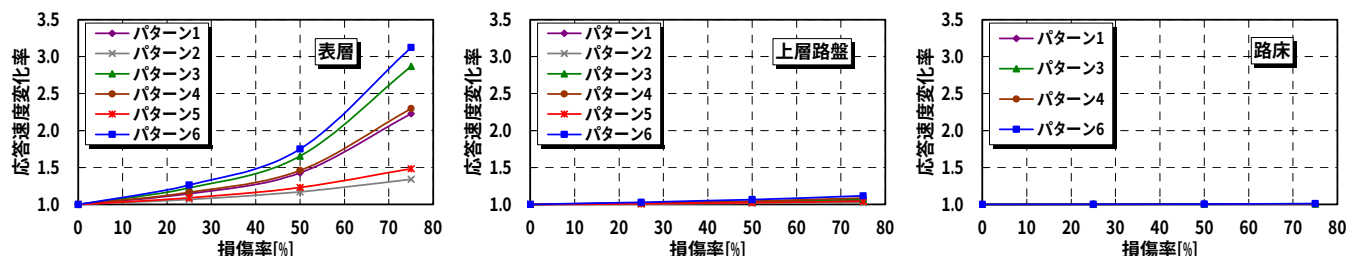


図-4 各層における損傷率と応答速度変化率の関係

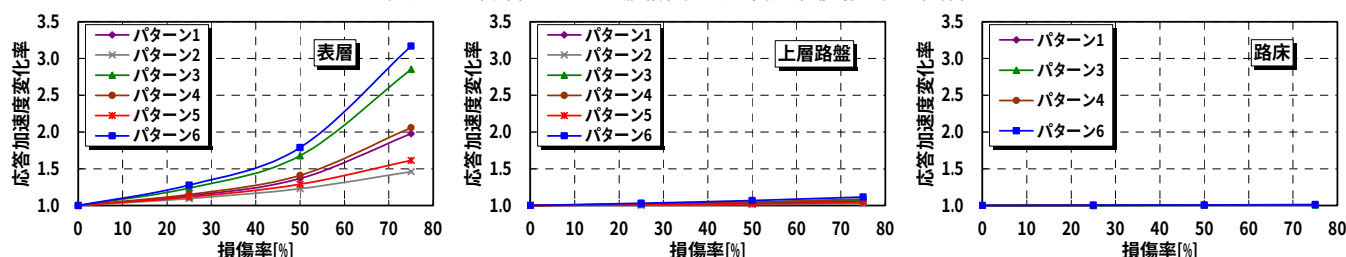


図-5 各層における損傷率と応答加速度変化率の関係

傷なし」と仮定し、各層の弾性係数を75%,50%,25%に下げたものを「損傷あり」と定義する。図-2は各層における損傷位置をパターン1～6として示したものである。パターン1,4は各層上面、パターン2,5は各層下面、パターン3,6は各層全面に損傷を与える。また、パターン1,2,3の損傷長さは $X=24\text{cm}$ とし、パターン4,5,6の損傷長さは $X=48\text{cm}$ とする。損傷幅はそれぞれ10mとする。損傷深さは図-2に示す通りである。

3. 解析結果

移動荷重速度が36km/hのとき、表層、上層路盤、路床における損傷が変位、速度、加速度の応答に及ぼす影響の解析結果をそれぞれ図-3,4,5に示す。応答変位変化率は「損傷なし」の場合の変位を1としたときの比によって表したものである。応答速度変化率、応答加速度変化率についても同様である。

(1) 応答変位

表層、上層路盤、路床における損傷率と応答変位変化率の関係を図-3に示す。表層において、損傷率が増加すると、わずかながら損傷の影響を確認することができる。上層路盤、路床は、ほとんど損傷による影響は見られない。また、下層路盤についてもほとんど影響は見られなかった。

(2) 応答速度

表層、上層路盤、路床における損傷率と応答速度変化率の関係を図-4に示す。応答速度はその最大値と最小値の

差を算出し、比較したものである。表層において損傷率が増加すると、応答速度に顕著な差が現れる。上層路盤、路床は、ほとんど損傷による影響は見られない。また、下層路盤についてもほとんど影響は見られなかった。

(3) 応答加速度

表層、上層路盤、路床における損傷率と応答加速度変化率の関係を図-5に示す。表層において損傷率が増加すると、応答加速度に顕著な差が現れる。上層路盤、路床は、ほとんど損傷による影響は見られない。また、下層路盤についてもほとんど影響は見られなかった。図-4,5より応答速度と応答加速度は同様な傾向が見られることがわかる。

よって、表層に損傷があった場合、損傷が応答に及ぼす影響は、応答速度、応答加速度に対して顕著に現れると推測される。また、損傷の長さ、損傷率が大きくなるほど、各応答に及ぼす影響は大きくなると思われる。

4. 結論

- (1) 損傷が舗装表面に近づくほど、各応答に及ぼす影響は顕著に現れる。
- (2) 表層において、損傷率が増すと各応答の変化率も増加する。特に表層に損傷がある場合、応答速度変化率、応答加速度変化率に対して損傷による影響が大きく見られる。
- (3) 路盤、路床に損傷があっても、舗装表面の応答に及ぼす影響は小さい。