

路盤以下に免振構造を持つ舗装の振動低減効果の解析

中央大学	学生会員	○飯田 和明	久保寺 貴彦
(株) ガイアートクマガイ	正会員	山脇 宏成	
ジオスター (株)	正会員	横尾 彰彦	
日本エラストマー (株)		中村 喜平	
中央大学	フェロー会員	姫野 賢治	

1. はじめに

近年の道路交通量の増加や車両の大型化に伴い、主要な幹線道路周辺への騒音・振動等の環境負荷が非常に大きなものになってきており、住民による苦情も出てきている。そこで、道路周辺への振動による影響を軽減させるという目的を踏まえ、路盤以下に免振構造を取り入れた舗装が研究されてきている。ここでは、そういった振動低減型舗装の振動解析について述べる。

2. 目的

実際の試験走路に設置された振動低減型舗装において、荷重車を走らせて測定したデータ（振動加速度等の諸指標）をもとに、3次元の有限要素法を用いた振動解析による、コンピュータ上でのシミュレーションの可能性を検討する。

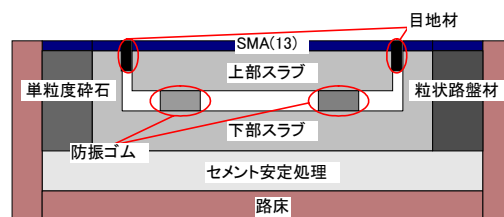


図1. 振動低減型舗装概略横断面図

3. 方法

有限要素解析ソフト MSC/Visual Nastran for Windows 2002 (このソフトは主に静的解析に優れているが、オプション機能として動解析機能をもつ)を用いて、図1に示した振動低減型舗装体の有限要素モデルを作成し、走行車両に近い動的荷重をかけて解析を行うことにより、荷重車に対する振動加速度の応答を調べた。そして、その解析結果と実測の振動加速度レベル(VAL)を比較して、その精度についての考察を加えた。

4. 解析

4-1 予備解析

上部スラブを構成するプレキャスト版同士の継手部分に使われたコッター式継手について、荷重載荷時の挙動を確認するために室内曲げ試験についての解析を行った。各々の材料特性を表1に示し、解析結果を図3に示す。図3の矢印は、荷重車の前輪(赤)と後輪(緑)であり、後輪の影響が若干小さめに評価される可能性がある。

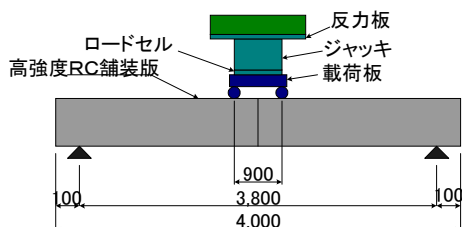


図2. 継手曲げ試験

表1. 材料特性の入力値

	E (N/mm ²)	ν
固定用ボルト	210000	0.30
H型金物	170000	0.25
C型金物	170000	0.25
PCa版	35000	0.15

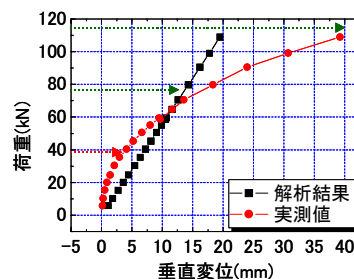


図3. 実測値と解析結果の比較

4-2 モデル作成

防振ゴムが離散的に設置されているため、3次元の立体モデルを作成した。路床・路肩部の距離(深さ)に関しては、振動の影響を受ける範囲を十分に考慮し、5mとした。計算上のスピードや精度を考え、奥行き方向に関して、

キーワード：振動低減型舗装, NASTRAN, 動的過渡解析, 振動加速度レベル(VAL)

連絡先：〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 理工学部道路研究室 TEL/FAX 03-3817-1796

プレキャスト版一枚のモデルとした(図 5).作成したモデルは,要素数 88,052,節点数 97,120 である.

4-3 荷重の決定

タイヤの接地面積範囲内の節点に,分割した輪荷重をかけ,それに正弦波をつける.前後輪の正弦波の波長は,以下のデータ(表 2)及び,実測データの逆解析より,1.20s とした.

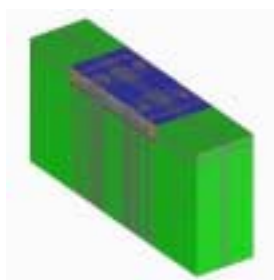


図 5. 3次元モデル

表 2. 荷重に関するデータ

前輪荷重	4500kg
後輪荷重	12000kg 8000kg
タイヤ半径	498mm
走行速度	50km/h

表 3. 材料特性入力値

	ヤング率 (N/mm ²)	ポワソン 比
SMA(13)	5886	0.30
上部スラブ	37278	0.15
防振ゴム	3.3	0.48
下部スラブ	34335	0.15
セメント安定処理	9810	0.30
粒状路盤材	294.3	0.30
単粒度碎石	98.1	0.30
路床(路肩)	20.0	0.47
目地材	7.8	0.50

4-4 動解析

図 5 のモデルを用い,動的過渡解析を行った.出力形態は,vs.時刻歴とし,荷重載荷直後から 3.0s 後までを出力する.図 6 の測定地点のうち,解析では 2.7m 地点を比較対象とした.

5. 解析結果

振動加速度レベルは以下の式で定義されている.

$$VAL = 20 \log_{10} \frac{a}{a_0} \quad [\text{dB}]$$

a : 測定した加速度の実効値

a_0 : 基準振動加速度 10^{-5}m/s^2

前後輪荷重を 1 つの関数でかけた場合の解析結果を図 6,7 に示す.ただし,荷重は,NASTRAN の精度の問題上,0.8s 程度遅らせてかけている.また,補正として荷重載荷前までの振動加速度を出力値に加算した.

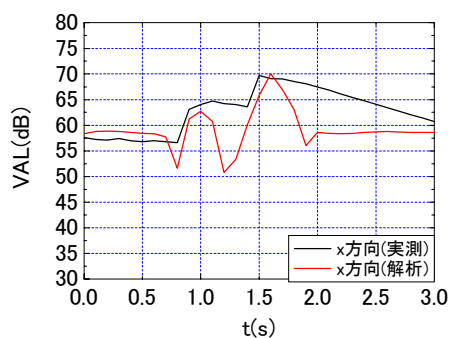


図 6. 2.7m 地点の X 方向振動加速度解析結果

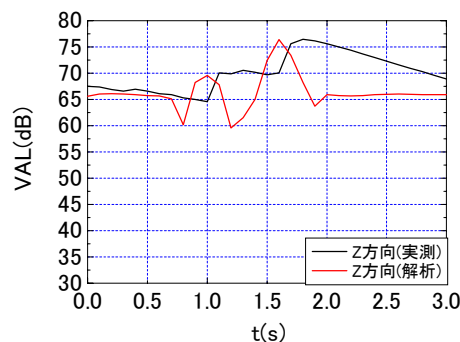


図 7. 2.7m 地点の Z 方向振動加速度解析結果

6. まとめ

3D-FEM ソフト Nastran による動的振動解析を試みた.結果として以下のことが述べられる

- ① 実測では X 方向に関しては早めに,Z 方向に関しては遅れて振動が出ていたが,解析では荷重載荷時間にはほぼ一致して振動が出た.
- ② 解析結果の波形は,載荷荷重にかけた関数に依存する傾向にある.
- ③ 拘束条件の影響よりも,むしろ路肩・路床の距離(深さ)を変化させた場合の影響が大きい.
- ④ X,Z 方向ともに,振動加速度のピーク値は,大まかに再現することができた.

7. おわりに

地盤の振動解析では,荷重車に対する舗装構造及び周辺地盤の挙動を解明する必要があるようだ.なお,解析に使用したデータは,(独)土木研究所共同研究成果の一部を使用させていただいた.

(参考文献) 1) (独)土木研究所ほか: 交通振動の軽減のための舗装技術の開発共同研究報告書 NO.295