

Nastran を用いた舗装の振動解析のための有限要素モデルの検証

中央大学 学生会員 ○因泥 健一
 中央大学 正会員 山脇 宏成
 中央大学 フェロー会員 姫野 賢治

1. はじめに

近年の道路事情の変化, とりわけ道路交通量の増加, 車両の大型化によって, 道路周辺における騒音・振動等の環境負荷が問題となっている. 特に交通振動は道路周辺の住民を悩ませるだけでなく, 周辺構造物や交通施設自身にも有害な影響をもたらすとされている. 交通振動は車両のタイヤにより路面に加えられた荷重が, 振動として周辺に伝播する現象で, 路面の凹凸(段差を含む), 舗装構造, 車両の構造特性および走行速度等が振動発生の影響因子として考えられる. これらの要因を考慮した振動の予測を行うための数値シミュレーションを行うことを最終目的とし, 基礎的な研究として, 本研究ではシミュレーションを行う際の舗装体のモデル作成並びにモデル整合性の評価を行った.

2. 研究概要

図-1 に研究の流れを示す. 有限要素解析ソフト MSC/Nastran for windows(MSC/N4W)を用いて一般的な舗装構造の舗装体について 3次元でモデル化を行い, モデルでの振動解析の結果と FWD 载荷試験での振動測定の結果を比較・検討することでモデルの整合性を評価する.

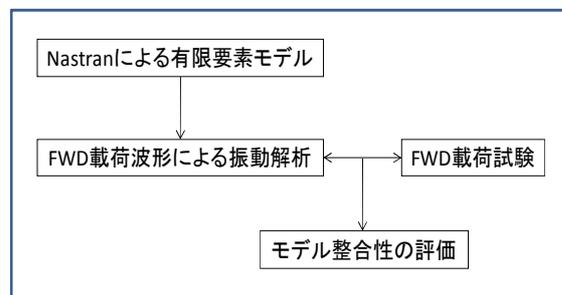


図-1 研究フローチャート

3. 現場試験

モデルの整合性を評価するにあたり, 解析結果と実測結果の比較を行うために, 平成 12~14 年度に(独)土木研究所と民間 3 社の共同研究¹⁾で実施された振動測定データを用いることとした. この振動測定データは FWD 载荷試験の際に図-2 に示す位置に振動レベル計を設置し, 重錘の落下によって生じる舗装体の振動を測定したものである. 測定位置毎の x, y, z 方向の振動加速度レベル測定結果を図-3 に示す.

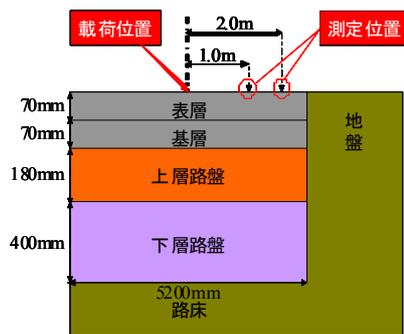
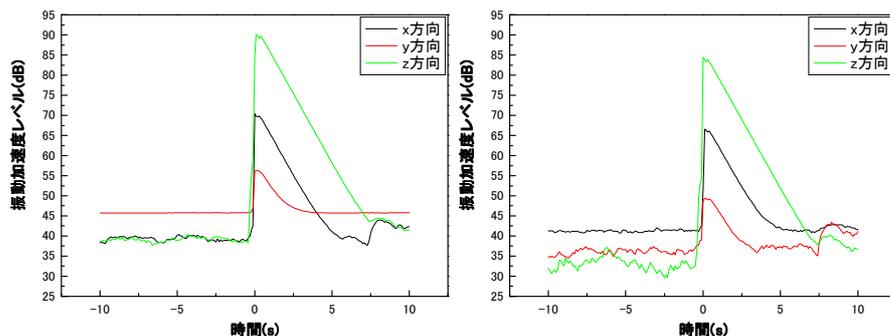


図-2 振動測定位置



(a) 1.0m 地点 (b) 2.0m 地点

図-3 各地点における振動加速度レベル

4. 解析

4.1. 解析モデル

MSC/Nastran for windows(MSC/N4W)は, 主に静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持つものである. モデル化は移動荷重を想定しての振動解析を予定しているため 3次元でモデルを作成することとした(図-4). 実際に振動測定を行った舗装断面をもつ舗装延長すべてに対してモデル化を行ったが, 計算の効率をあげるために 1/4 スケールのモデルで解析を行った. 周辺地盤の影響を検討するため, モデルの大きさを変更して case1~3 のパターンで構造系全体の減衰係数 0.01, 0.03, 0.05 と変えて解析を実行した. モデルの詳細を表-1, 材料特性を表-2 に示す.

キーワード: 道路交通振動, Nastran, 有限要素モデル, 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 中央大学理工学部道路研究室 TEL/FAX 03-3817-1796

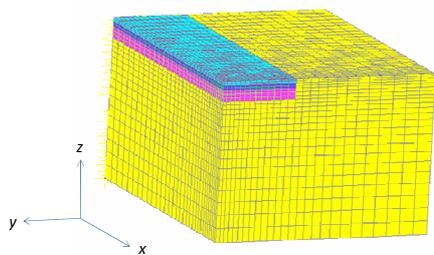


図-4 解析モデル(1/4 モデル)

4.2. 動解析

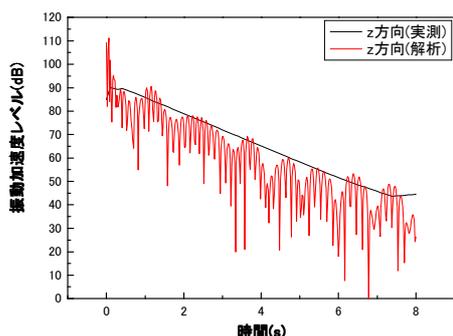
作成した 3 種類のモデルに対して実固有値解析を行い固有振動数とモードを決定し、次に時系列での出力が可能な動的過渡解析を行い実際に振動が測定された位置の加速度を出力した。

5. 結果の比較

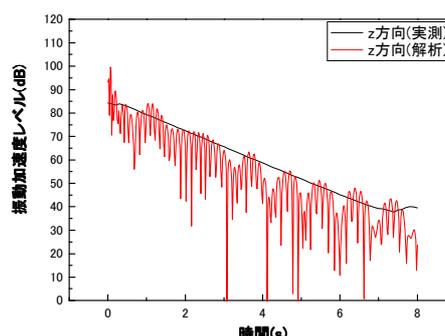
実測値の振動加速度レベル (VAL (dB))と比較するために、解析結果の加速度データを(1)式を用いて VAL (dB)に変換した。また、振動規制法における振動の評価基準として、“鉛直方向における振動加速度レベル”とされているため z 方向における結果のみを比較した。比較した結果、最適と思われる、case3 の減衰係数 0.05 の場合における結果を図-5 に示す。

$$VAL = 20 \log_{10} \frac{a}{a_0} \quad [\text{dB}] \quad (1)$$

$$\left[\begin{array}{l} a : \text{測定した加速度の実効値} \\ a_0 : \text{基準振動加速度 } 10^{-5} \text{m/s}^2 \end{array} \right]$$



(a) 1.0m 地点-z 方向



(b) 2.0m 地点-z 方向

図-5 振動加速度レベル比較(case3-減衰係数 0.05)

6. まとめ

一般的な舗装構造を持つ舗装体に対して 3 次元でモデル化を行いその整合性を評価した。結果として以下のことがわかった。

- ・減衰係数 0.05 の場合、 z 方向における振動加速度レベルをおおまかに再現することができた。
- ・実測では 0.1s 間隔で振動を測定しているが、解析では 0.02s 間隔で結果を出力しているため、0.1s 以前の部分の比較はできていない。今後どちらかの間隔を合わせて評価する必要がある。
- ・Nastran では材料毎の減衰係数を設定できないため、舗装構造および周辺地盤全体の減衰係数を 0.05 としたが、より厳密な解析を行うには工夫が必要である。

7. 今後の課題

車両走行時の舗装体の振動をシミュレーションするにあたり、路面の凹凸の影響を考慮した車両が舗装体に及ぼす移動荷重を求める必要がある。移動荷重をモデルに入力することで路面の凹凸、舗装構造、車両の構造特性および走行速度等を考慮した振動解析が可能になる。

《参考文献》

- 1) (独) 土木研究所他: 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, 共同研究報告書第 290 号, 2003.2