

汎用 FEM を用いた移動荷重の作用を受ける舗装の応答解析

C&T(株) 正会員 ○小澤 良明
C&T(株) 正会員 安江 卓
C&T(株) 中川 弘明

1. はじめに

舗装を理論的に設計するとき、静的解析を行なう。しかし、荷重が一定速度で走行するとき、その応答が静的な応答とどの程度異なるのかを明らかにすることは重要である。著者らは理論解¹⁾を利用し移動荷重の応答解析を行ったが、実舗装では、空洞・入り組んだ岩盤層など様々な条件があり、理論解で全条件を解析する事は不可能である。さらに材料非線形性を考慮すると、FEM を用いた解析が望まれる。

今日までに、FEM を用いた移動荷重解析²⁾は数多く見受けられる。解析精度や信頼性・機能の面で、ANSYS・Nastran・ADINA など、主要な汎用 FEM ソフトを用いて解析する例が多い。それら汎用 FEM ソフトは、常用的な使い方には長けているが、専門的に特化した問題には使いづらい。今後の発展性を考え、容易に改良可能な現在開発中の汎用ソフトウェア ISCEF を使用し、移動荷重の応答解析を行なう。解析結果より、ソフトウェアの妥当性を確認する。

2. 解析モデル

解析モデルを図-1 に記す。要素数・節点数とも約 6 万個の 3D ソリッド要素を使用し解析モデルを作成した。図-2 には使用した解析断面と荷重のポンチ絵を記す。アスファルトコンクリートを表層とし、路盤・路床を有する 3 層弾性構造体と仮定した。荷重は、時速 100km のタイヤ 1 輪が走行すると考え、幅 20cm、奥行き約 30cm の分布荷重を各節点に分配した。減衰は剛性比例型を使用し、各層弾性係数の 1% と設定した。解析継続時間は 0.192s、

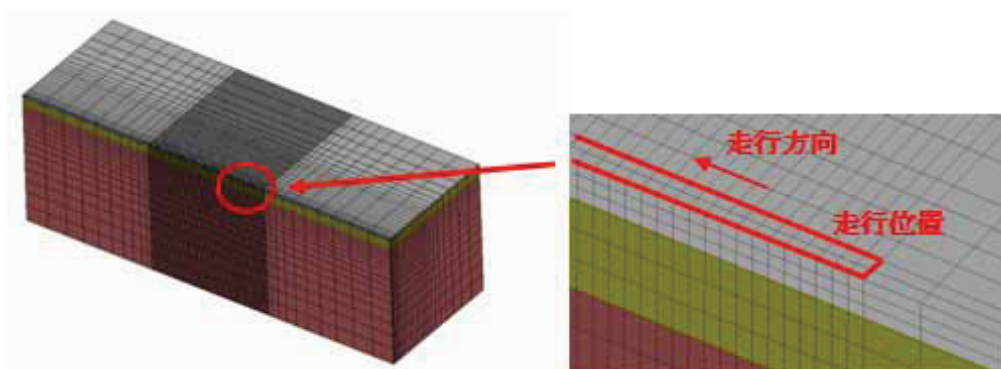
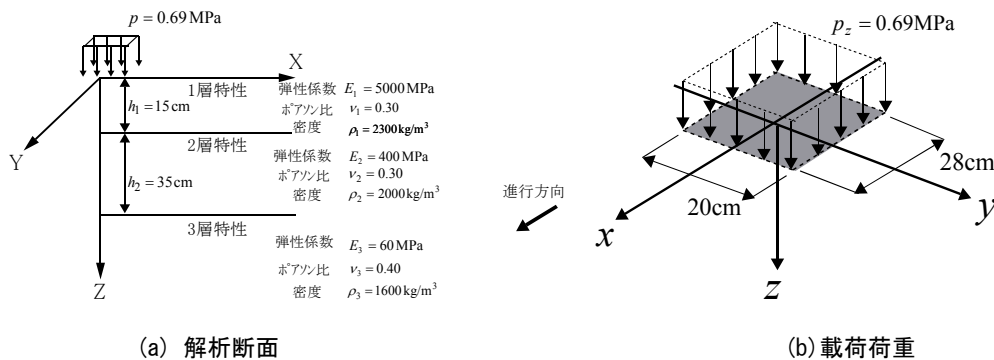


図-1 解析モデル



(a) 解析断面

(b) 載荷荷重

キーワード 舗装構造解析, 移動荷重, 汎用 FEM ソフト ISCEF
連絡先 〒103-0001 東京都中央区日本橋小伝馬町 2-8 新小伝馬町ビル 7F C&T(株) TEL 03-3355-3442

解析刻みは $\Delta t=0.002s$ とした。

3. 解析結果

図-3 には、荷重荷重中心位置に着目した時系列鉛直変位を記す。横軸は解析時間を記し、0 秒時は、着目位置と荷重中心位置とが一致する時間である。最大変位は-0.008 秒に生じ-0.035cm である。なお同図には、理論解²⁾より求めた変位もプロットした。理論解の最大変位は-0.007 秒、-0.039cm である。変位量の差は多少見られるが、ほぼ一致した結果を得られた。図-4 には $t=0.094s$ における鉛直変位のコンタ図を記す。図中の舗装上面のポンチ絵は、移動荷重位置(タイヤ位置)を記す。荷重載荷位置より後方の鉛直変位が大きくなる。図-4 同様、 $t=0.094s$ における水平ひずみを図-5、鉛直ひずみを図-6 に記す。ひずみも変位同様荷重載荷位置より後方のひずみ量が支配的になる。表層下面水平ひずみでは、荷重中心位置で 41μ 、最大ひずみは 54μ 、約 13μ の差が生じる。路床上面の鉛直ひずみでも、荷重中心位置で 219μ 、最大ひずみでは 252μ 、約 33μ の差を確認できる。移動荷重による応答は、荷重通過後が重要である。本解析では、最大 252μ ものひずみが生じた。252 μ もの最大ひずみを弾性体だけで模擬するのは難しい。解析精度向上のために、材料非線型を考慮する必要がある。以上結果より、本ソフトウェアにて移動荷重を模擬できる。しかし今後は、材料非線型などを考慮し、解析する必要がある。

(参考文献)

- 1)小澤良明, 松井邦人: 走行荷重の作用を受ける舗装構造の応答解析, 土木学会論文集, 2009
- 2)董勤喜, 松井邦人, 八谷好高: 移動荷重が作用する 3 次元有限要素解析, 舗装工学論文集, 2002

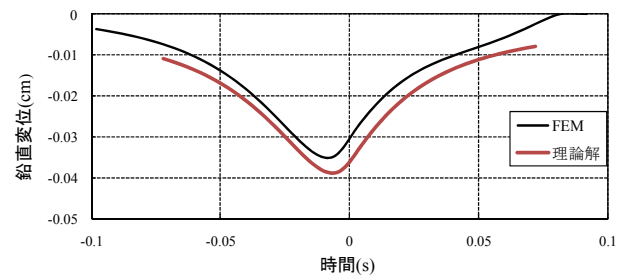


図-3 時系列鉛直変位

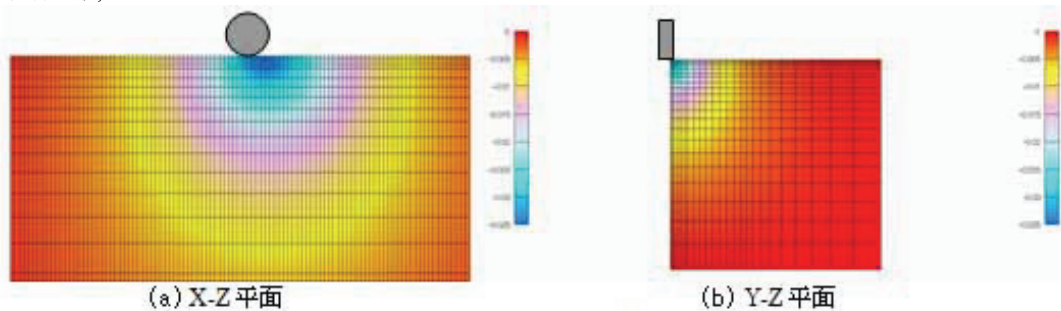


図-4 鉛直変位(cm)

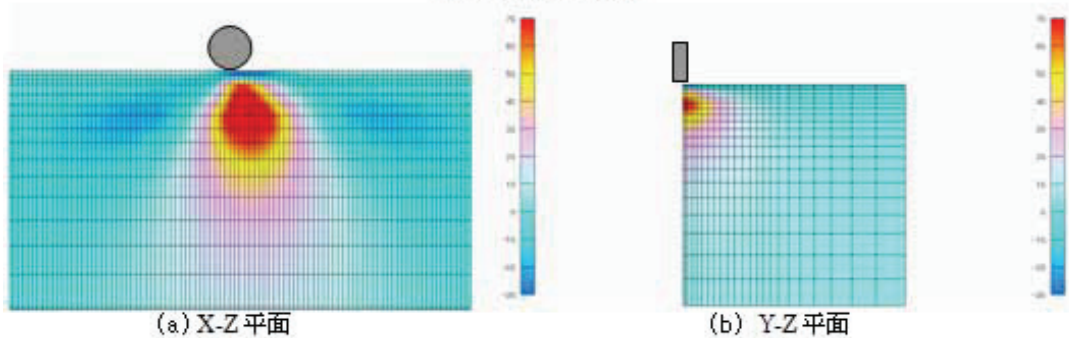


図-5 水平ひずみ($\times 10^{-6}$)

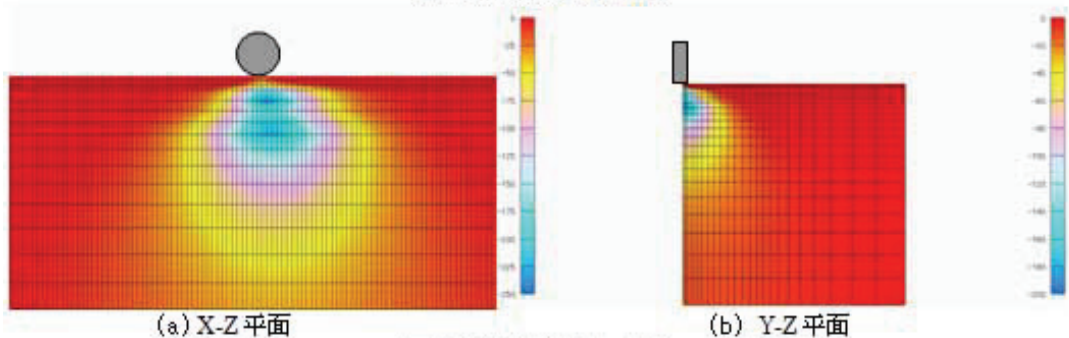


図-6 鉛直ひずみ($\times 10^{-6}$)