

Ⅲ-A237 静的解析によるRAスラブ軌道の物性評価に関する一考察

（株）福山コンサルタント 正会員 福島幸司, 中野聡, 周 怡
（財）鉄道総合技術研究所 正会員 関根悦夫, 鴨智彦, 村本勝己

1. はじめに

省力化軌道の路床は路盤面下 3m 以内の範囲であり、その材料は砂系と礫系に限定されており、路床材料の締固めの程度によって、列車の繰返し荷重による軌道の沈下の程度も異なる。この路床材料の締固め程度による沈下の影響の違いを把握するために、材料と締固め密度比の異なる路床上に RA スラブ軌道を構築した大型模型を用いた静的載荷試験と繰返し載荷試験¹⁾²⁾が行われている。

本稿は、大型模型の静的載荷試験による模型各部位の変形量に対して、3 次元 FEM モデルを用いて、路床のひずみ依存性を考慮した静的な逆解析を行うことによって、軌道各部位の物性評価を行った結果について報告する。

2. 解析モデルおよび解析方法

（1）解析モデル

① 3 次元 FEM モデル

解析モデルは、図-1 に示すように、RA スラブ、CA モルタル、アスファルトコンクリート（以下アスコンと略す）板としての変形性状が保てる全体系 3 次元 FEM モデルとし、レールは梁要素、その他の部位は、ソリッド要素としてモデル化した。またレールと RA スラブの連結部には、軌道パットの特性を考慮するために、バネ要素を設けている。

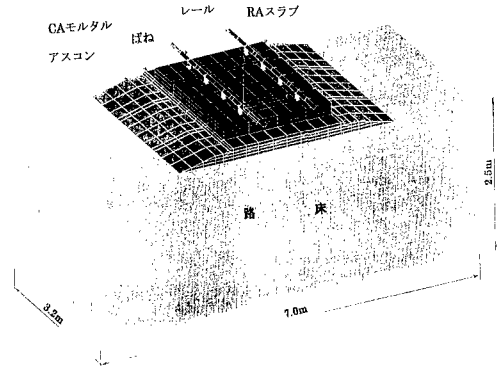


図-1 解析モデル

② 解析ケース

載荷試験は、路床材料と路床の締固め密度比の違いに着目して、路床が礫質砂と砂質礫の 2 タイプ、締固め密度比が、95%、90%、85% の 3 段階変化させて行っており、解析においてもこれらの物性評価を行うために、計 6 ケースについて検討した。

（2）擬似的等価線形化解析法

本解析は、擬似的等価線形化法を用いて解析を行っており、その流れを図-2 に示す。厳密な意味での等価線形化法は、モデルの個々の要素の物性を変化させるが、モデルの自由度が非常に高いため、要素をひずみレベルの段階でグループ化し、そのグループの物性を同一として変化させることによって簡略化を図っている。具体的な解析の方法としては、先ず軌道に荷重が載荷される前の路床全体の剛性として路床の三軸試験の結果から初期の変形係数

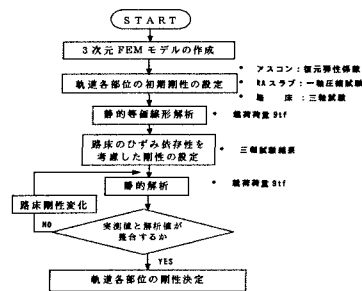


図-2 解析の流れ

(10^{-6} ひずみレベル) を設定し、また路床以外の軌道各部位は力学試験の結果から変形係数を設定した。このモデルに対して路床のひずみ分布状況を把握し、このひずみ分布に応じて路床の変形係数を変化させ、解析値が実測値と一致するまで路床各部の物性を変化させた。

3 次元 FEM 解析、擬似的等価線形化解析法、静的解析、ひずみ依存性、変形係数

〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 TEL 042-573-7261 FAX 042-573-7248

〒136-0071 東京都江東区 亀戸 2-25-14 TEL 03-3683-0721 FAX 03-5628-7211

3. 解析結果

(1) ひずみ依存性を考慮した変形係数

路床のひずみ依存性を考慮した変形係数は、解析モデルに対して静的に荷重（1 レール当り 90N）を載荷させ、この時のひずみレベルに応じて、三軸試験の結果と照らし合わせて、路床の荷重の影響範囲ごとに設定した。

(2) 実験値と解析値の比較

解析結果として、路床材料が礫質砂と砂質礫のそれぞれに対して、締固め密度比が95%の場合の各部位の変形量と実測値を比較した結果を図-4に示す。このように、各着目点における実測値と解析値はアスコンの法尻部で若干差は生じるものの、その他ではほぼ一致していることがわかる。

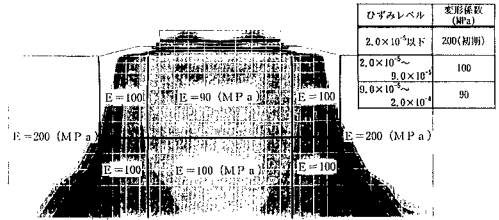


図-3 ひずみ依存性を考慮した路床の変形

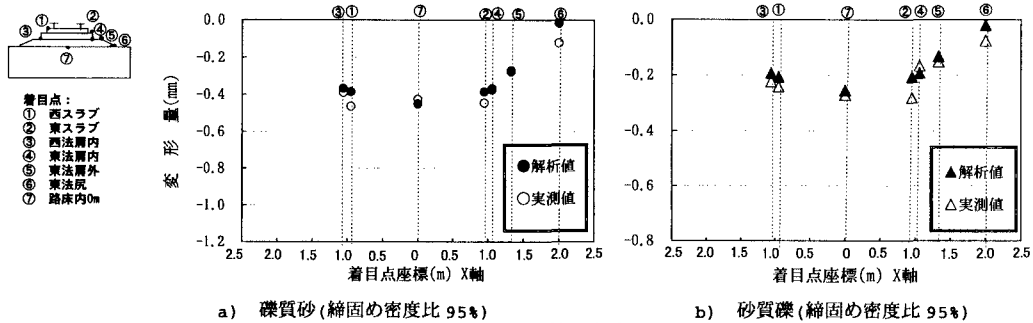


図-4 実測値と解析値の比較

(3) 解析値と三軸試験結果の比較

本解析により得られた路床の変形係数を、三軸試験結果と照らし合わせて比較した結果を、図-5に示す。本解析手法による路床の変形係数は、三軸試験結果と良い対応を示していることが確認できた。

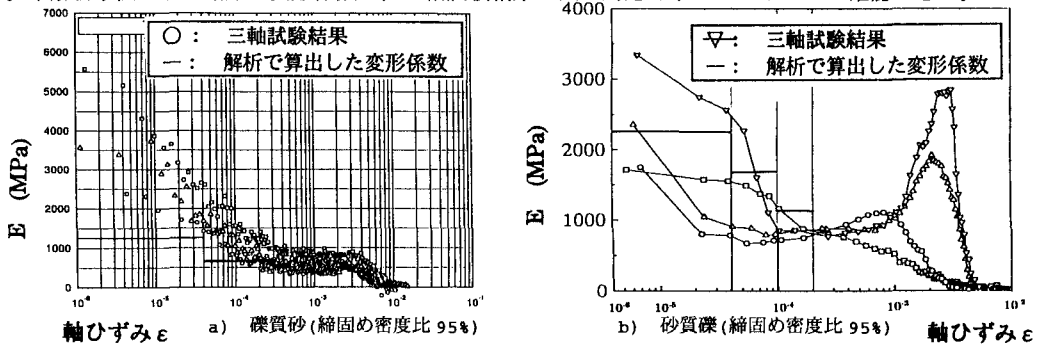


図-5 解析結果と三軸試験結果の比較

4. まとめ

本研究で用いた擬似的等価線形化法により、表-1に示すような路床の締固め密度比に対応した軌道各部位の物性を評価することができ、いずれも三軸試験結果と整合が取れることがわかった。今後、部材毎に変形係数を変化させる詳細な等価線形化法と比較して、その妥当性を検証することが課題である。

表-1 荷重直下の路床の変形係数

路床材料	変形係数 (MPa)		
	締固め密度比		
	95 (%)	90 (%)	85 (%)
礫質砂	54 (0.6)	48 (0.6)	48 (1.2)
砂質礫	112 (0.7)	88 (1.1)	72 (0.9)

* ()内は初期ひずみレベルの変形係数に対する比率

【参考文献】1) 村本勝巳, 関根悦夫, 阿部長門, 丸山輝彦, : 実物大模型による土路盤上スラブ軌道の繰返し載荷試験, 第 32 回地盤工学研究発表会講演集, 1997. 7. 2) 村本勝巳, 関根悦夫, 阿部長門, 前原弘延, 丸山輝彦, : 砂を用いた鉄道路床の繰返し載荷試験, 第 33 回地盤工学研究発表会講演集, 1998. 7