

東日本旅客鉄道 正会員 久保村公一
北海道旅客鉄道 正会員 小室 俊一
鉄道総合技術研究所 正会員 柳川 秀明
鉄道総合技術研究所 正会員 鬼 憲治
鉄道総合技術研究所 正会員 長藤 敬晴

1. 研究開発の背景と目的

有限要素法を用いた軌道の構造解析は、直線軌道、特にスラブ軌道設計の際に多く用いられ、その有用性は認められているが、分岐器のように形状の複雑な構造に対しては、その解析手法は、確立されていない。

これまで新形式分岐器を開発する場合の強度計算については、設計時に新しい構造部を単純な形にモデル化して静的応力解析を行い、最終的には実物載荷試験により応力を測定し、強度を確認している状況である。

本研究の目的は新しい有限要素法用プリポストソフト（FEMAP）を用いて、断面変化を考慮した分岐器の構造解析手法を明確にすることである。

2. 分岐器静的載荷試験

鉄道総研・日野土木実験所において、図1に示す分岐器上に輪重（一定）および横圧を載荷し各部の変位を測定した。測定結果の例を図2(a)に示す。このまま実測データを回帰させた場合、モデルとの整合性が悪くなるので、横圧0kN付近のデータと横圧除荷時のデータを削除して回帰分析を行うこととした。処理後の結果は、図2(b)に示すように良好な線形回帰状態を示す。処理後の切片の値（以下「0荷重変位」と称する）は、測定する場所によって異なった値となり、一律に定めることは難しい。本研究ではこの0荷重変位を実測値より除外し、解析値との整合性を比較する。

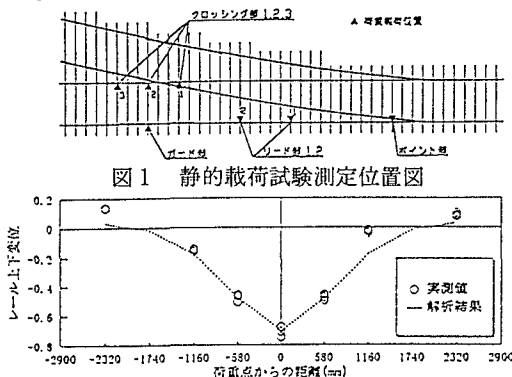


図3 直線軌道の実測値と解析値

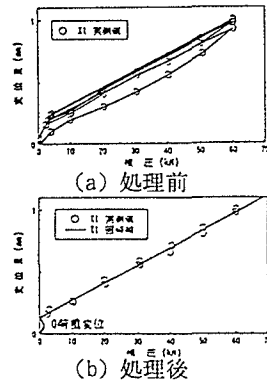


図2 頭部上下変位と輪重の関係

3. 分岐器の解析

レール、まくらぎ等、各物性値を入力した要素を実分岐器どおりに配置し、分岐器全体をモデル化した。垂直方向の道床ばねは、FEMAPを用いた直線軌道の検討にて良好な一致（図3）を示した道床ばねと同一の値を用いた。水平方向の道床ばねについては、分岐まくらぎが2,200mmから4,000mmの長さのものが使用され

キーワード：FEM

連絡先：〒220 横浜市西区高島2-19-12 TEL045-453-5453

ており、まくらぎ1本あたりに作用する水平方向の道床ばね定数は変化すると推定されることから、まくらぎの長さに比例して側面部および下面部の抵抗力が増加するばね定数を設定した。以上の考えにより作成したモデルを図4に示す。

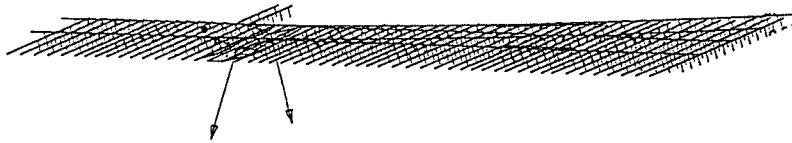


図4 分岐器のモデル

4. 実測値との整合性

前節で設定したモデルのままでは、詳細部分の実測値との整合性を検討できないため、測点部分のみソリッドモデルを作成して解析した。図5に代表断面としてポイント部、リード部およびクロッシング部のモデルとレール頭部(RX5)、レール底部(RX6)における水平変位の実測値と解析値の比較を示す。

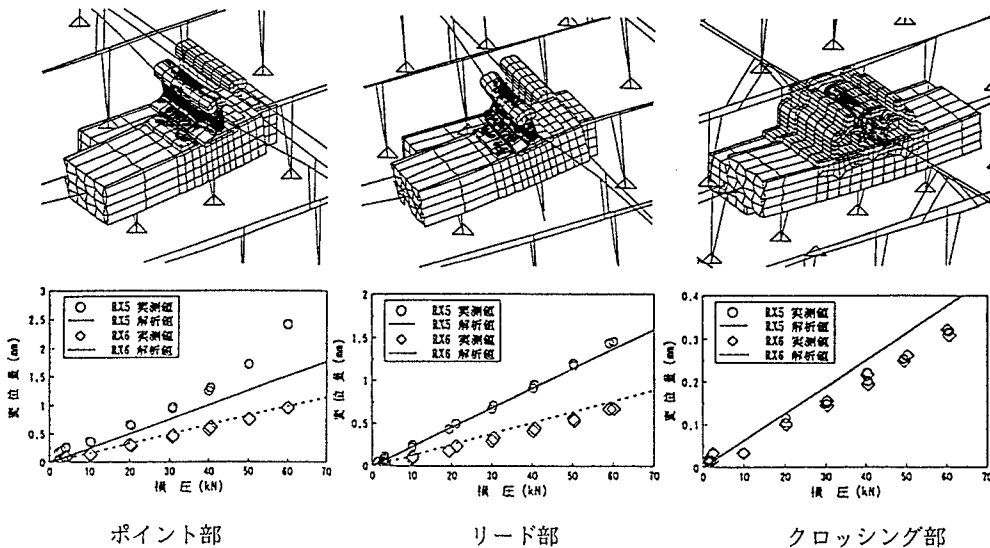


図5 実測値と解析値の比較

実測値と解析値を比較すると、概ね良い結果が得られた。横圧60kN載荷時の実測値と解析値の差が最大だったのはポイント部の頭部レール変位であり約1mmの差があった。ただし、この測点については、実験値が非線形的な変位を示しており、40kN以下の範囲では解析結果とほぼ一致している。レール底部の変位は一致していることより、実験でのレールは小返りが起こっている。そのため頭部の水平変位が解析値と一致しないと推測される。今後、締結状態を考慮したモデルの改良が必要と考えられる。

5. まとめ

本研究で明らかとなったことをまとめると、以下のとおりとなる。

- (1) バラスト軌道では、0荷重変位が場所により異なり一様に定めることは困難である。0荷重変位を除けば実験値と解析結果は良好な一致を示す。
- (2) 分岐器の各部の実測値と解析値を比較すると、概ね良い一致を示しており、FEMAPによる解析は実現象を良く表現している。
- (3) 変位が概ね一致することより、応力等についても今後、実験値との比較が可能であると推測される。