

動的解析によるレール継目部の挙動

鉄道総研 正会員○堀池高広 鉄道総研 正会員 桃谷尚嗣

1. まえがき

下級線における保守コストの削減が保線における重要な課題であり、特にレール継目部における対策が強く求められている。ここでは、レール継目部における各種継目落ち対策法の評価を行う上で必要となるレール継目部の動的挙動の把握を行うために実施した動的解析結果について報告する。

2. 解析概要

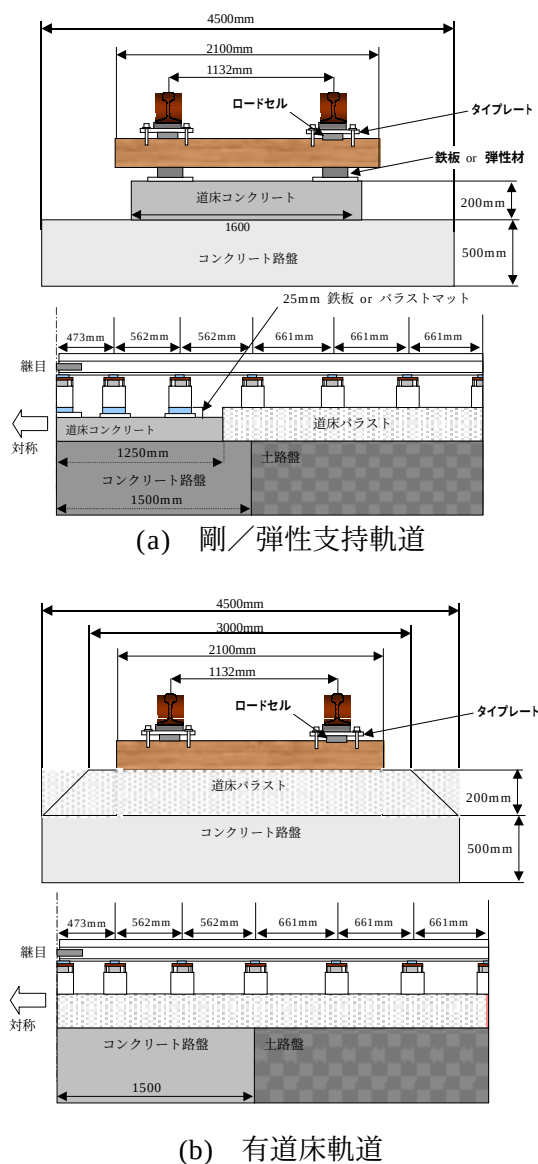
本解析は、図1に示す軌道構造について、3次元解析モデル2種類を作成し動的FEM解析プログラムLS-DYNAを用いて実施した。解析を行ったケースを表1に示す。

剛／弾性支持軌道モデルは、車輪、レール、継目板、軌道パッド（バネ、ダンパーで簡略化）、タイプレート、まくらぎ、鉄板（または、弾性材）、道床コンクリート、コンクリート路盤および土路盤でモデル化を行い、全体を解析領域とし、まくらぎにおける応力伝播を考慮した。また、有道床軌道モデルは、車輪、レール、継目板、軌道パッド（バネ、ダンパーで簡略化）、タイプレート、ロードセル、まくらぎ、道床バラスト、コンクリート路盤および土路盤でモデル化を行い、剛／弾性支持軌道モデル同様に全体を解析領域とし、まくらぎにおける応力伝播を考慮した。

3. 解析結果

レール継目部を有する剛支持軌道、弾性支持軌道および有道床軌道について、モーターカー走行時の解析を行った結果を図2に示す。この図から、レール継目部における衝撃的なレール圧力は剛支持軌道の場合が最も大きく、次が弾性支持軌道であり、有道床軌道の場合が最も小さい値を示した。

本解析結果の妥当性を検証するために、先に実施した実物大軌道におけるモーターカー走行試験の実測値と比較を行った。なお、この比較では、各試験軌道の各まくらぎ支持条件を一様に



項目	ヤング率 (MN/m ²)	ポアソン比	材料タイプ
車輪	2.10E+05	0.3	3D-Solid
レール	2.10E+05	0.3	3D-Solid
継目板	2.10E+05	0.3	3D-Solid
軌道パッド	3.30E+01	0.49	1D-Spring 1D-Danper
タイプレート	2.10E+05	0.3	3D-Solid
ロードセル	2.10E+05	0.3	3D-Solid
まくらぎ	1.86E+04	0.2	3D-Solid
道床バラスト	1.50E+02	0.3	3D-Solid
鋼板	2.10E+05	0.3	3D-Solid
弾性材	6.25E+01	0.49	3D-Solid
道床コンクリート	3.50E+04	0.17	3D-Solid
コンクリート路盤	3.50E+04	0.17	3D-Solid

図1 解析軌道モデル

表1 解析ケース

ケース No.	支持条件	遊間量 (mm)	遊間条件	車 種	速 度 (km/h)
1	剛支持	7	段差無し	モーター	40
2	弾性支持				
3	有道床				
4					
5					
			段差有り	営業車両	95

キーワード：レール継目、剛支持、弾性支持、動的解析、レール圧力

〒185-8540 東京都国分寺市光町2-8-38

TEL(042)573-7276

FAX(042)573-7432

構築することは困難であったために、解析モデルの様な理想的な荷重分散とならないことから、レール圧力の絶対値での比較を避け、レール継目部に進入する直前（20～30mm）におけるレール圧力を1としたレール圧力比で比較を行った。比較を行った結果を図3に示す。この図から、3種類の軌道構造における解析値は、実測値に比べて若干小さい結果になったが、剛支持および弾性支持軌道では、衝撃的なレール圧力の差が1割程度あり、継目通過後のレール圧力波形の周期も概ね一致しているものと考えられる。しかし、有道床軌道については、解析値が実測値より約2割程度小さい値となった。これは、モーター走行試験時の継目まわりの支持状態が前後まわりのより良く理想的な荷重分散効果が得られなかったことが原因と考えられる。以上の結果から、本動的解析は概ね妥当なものと考えられることから、営業線車両についての動的解析を実施した。軌道構造の条件は、コンクリート路盤上の有道床軌道、レール(50N)、道床厚200mm、バラストマット有り、遊間量7mm、継目条件（上り段(1mm)、段差無し）とし、走行速度は95km/hとした。解析結果を図4に示す。この図から、段差が無い場合には継目通過後に若干のレール圧力の増加が見られるものの、ほとんど影響はないものと考えられる。一方、上り段(1mm)については、衝撃的なレール圧力の増加が大きく、段差が無い場合の約3倍となった。

4. まとめ

レール継目部の動的挙動の把握を行うために実施した動的解析結果を踏まえ、今後は営業線車両の継目（上り段(1mm)）通過時の衝撃的なレール圧力を各種対策工を施した軌道に対して繰返し载荷し、継目対策工法の評価を行う予定である。

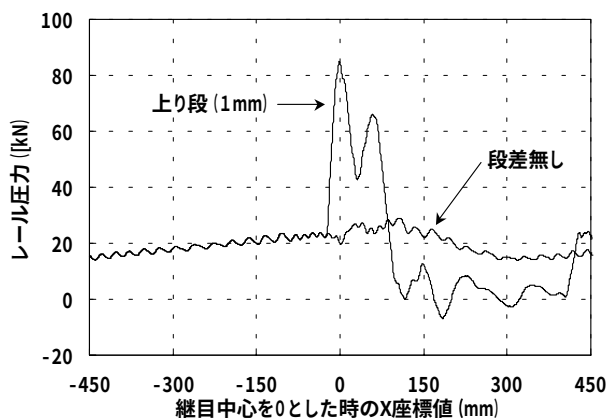


図4 営業車両の動的解析結果

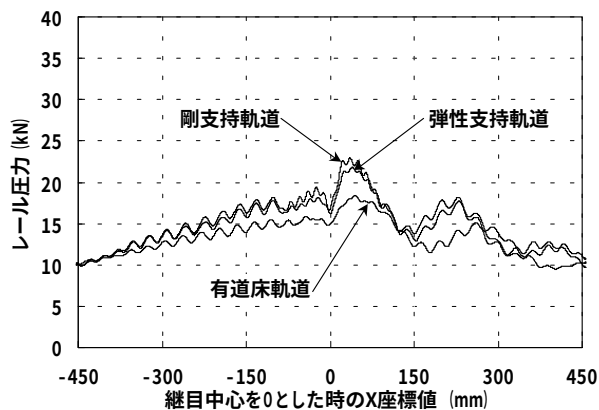
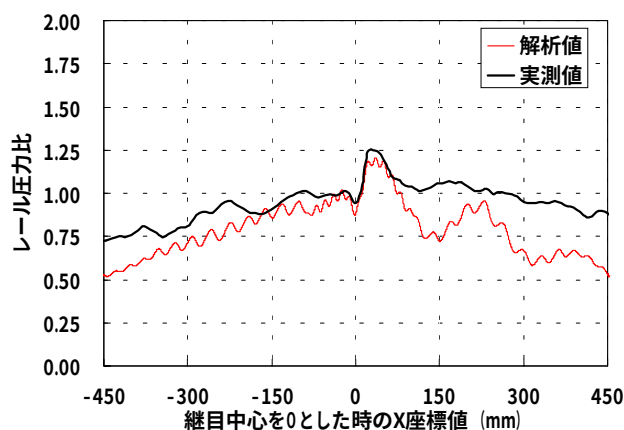
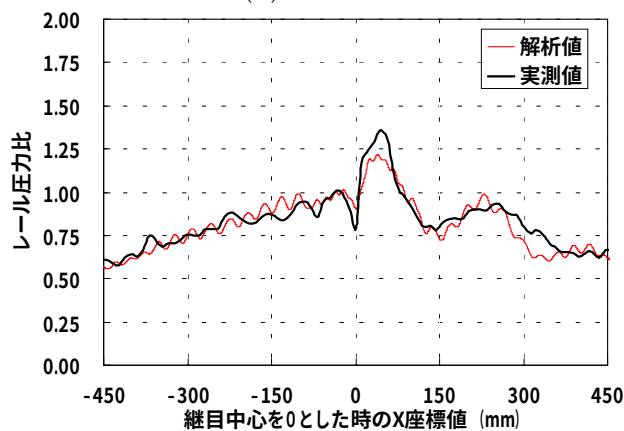


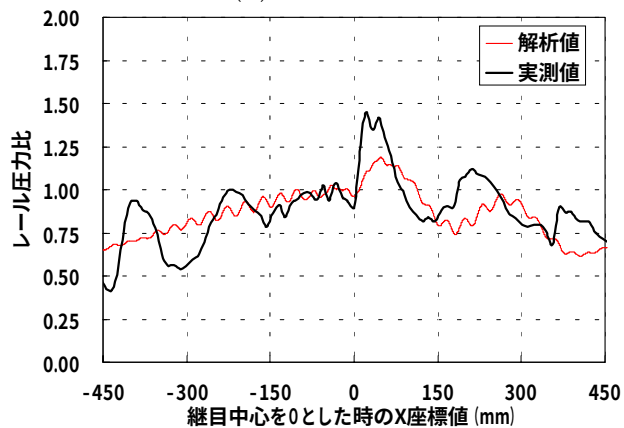
図2 モーター走行解析結果



(a) 剛支持軌道



(b) 弾性支持軌道



(c) 有道床軌道

図3 レール圧力の比較