

大規模並列計算によるバラスト軌道における 鉄道車輪の動的転がり接触解析

(Dynamic rolling contact analysis of the wheel and the ballasted track through large-scale parallel computation)

【概要】

車輪・レール間の接触面における力学現象を解明するため、3次元精密モデルを構築し、高速走行時の接触面の動的挙動を大規模並列有限要素法(FEM)により再現しました。バラスト層については、個別要素法(QDEM)によりバラストの複雑形状をさらに細かい要素の集合体で表現し、列車走行時のバラスト層内部における波動伝播現象および応力集中現象を詳細に再現しました。

【特徴】

- FEMによる車輪・レール間の転がり接触解析
大規模並列計算が可能であり、細密なモデル(図1)が扱えることから、接触面(コンタクトパッチ)の評価や動的挙動が再現できます(図3、図4、図5)。
- QDEMによるバラスト層の動的応答解析
数百の弾性体四面体要素で1個のバラストを構成することにより、列車の衝撃荷重によるバラスト稜角部の応力集中現象や繰り返し荷重による軌道沈下現象などを詳細に再現できます(図2、図6)。

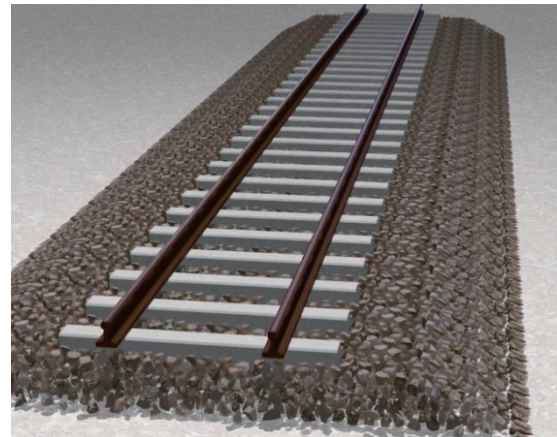
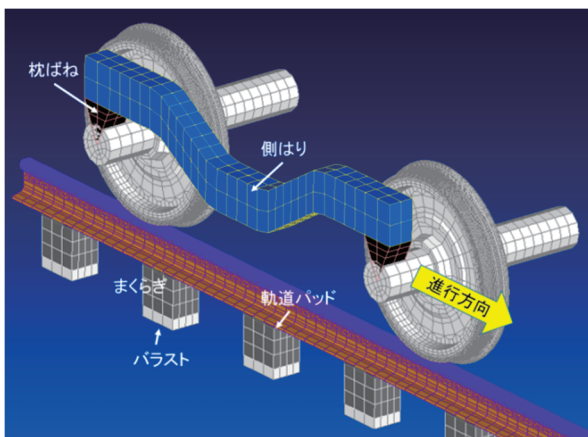


図1 車輪・レール解析モデル

図2 まくらぎ・バラストQDEMモデル

【用途】

車輪やレール、バラスト層に生じる劣化現象(車輪フラット、レール波状摩耗、バラスト摩耗、軌道沈下など)の原因解明に必要な接触面における動的な力学挙動を定量的に把握できます。また、長期劣化の進展評価則などを構築するツールとして活用できます。

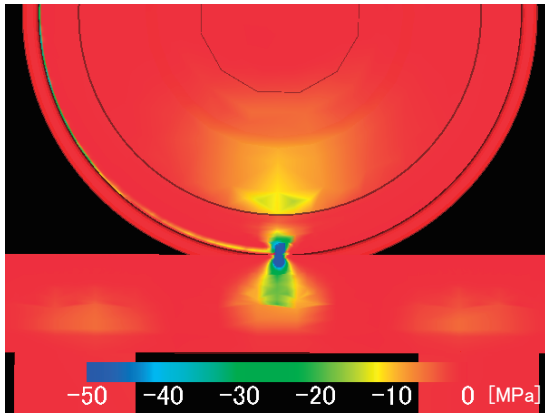


図3 弾塑性を考慮した接触領域近傍での精緻な評価

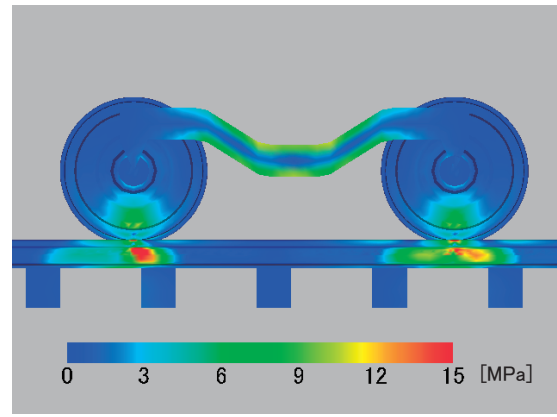


図4 二軸二輪，離散支持モデルによる転がり接触挙動の再現

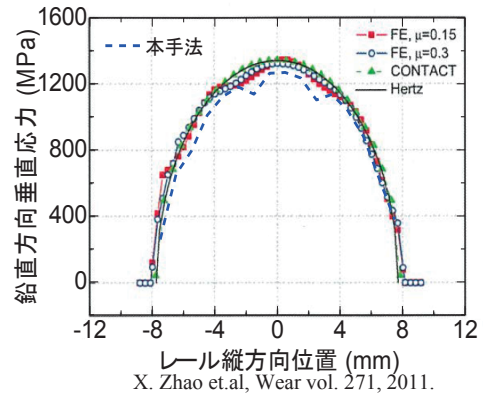
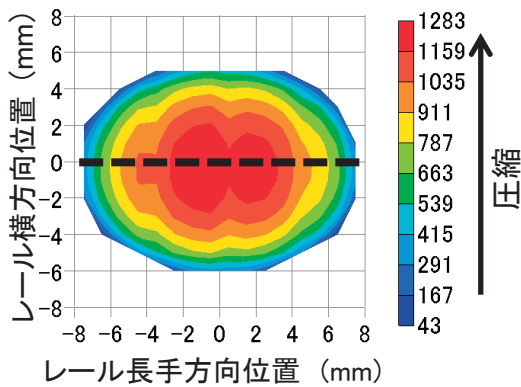


図5 接触面の鉛直方向垂直応力(左)と左図点線上の節点における鉛直方向垂直応力の文献等との比較

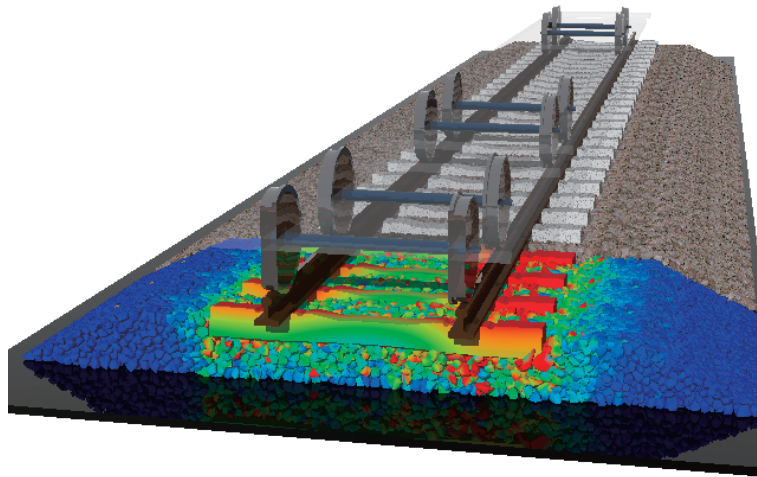


図6 実車走行荷重に対する変位応答

本研究は国立大学法人東京大学、株式会社先端力学シミュレーション研究所および独立行政法人海洋研究開発機構との共同研究により実施しました。



公益財団法人鉄道総合技術研究所
鉄道力学研究部 計算力学