

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 on 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、車軸に駆動力を作用させて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、細密なモデルが扱えることから、接触面(コンタクトパッチ)の精緻な評価が可能です(図1、図3、図4)。
 - ・ キャタピラメッシュによりレールの解析モデルの計算規模を抑えつつ、高速域までの加減速状態を連続的に再現できます(図5)。
- QDEMとFEMによるバラスト層の動的応答解析
 - ・ 数百の要素で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などを詳細に再現します(図2、図6)。

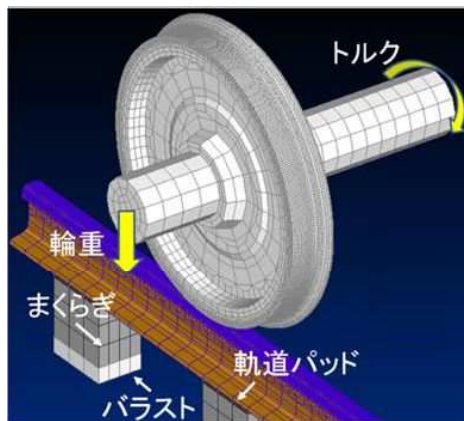


図1 車輪・レール解析モデル

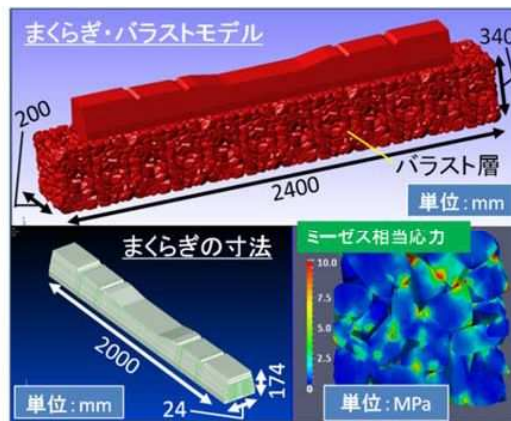


図2 まくらぎ・バラストモデルと
バラスト稜角部の応力集中

【用途】

車輪やレール、バラスト層に生じる劣化現象(フラット、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。

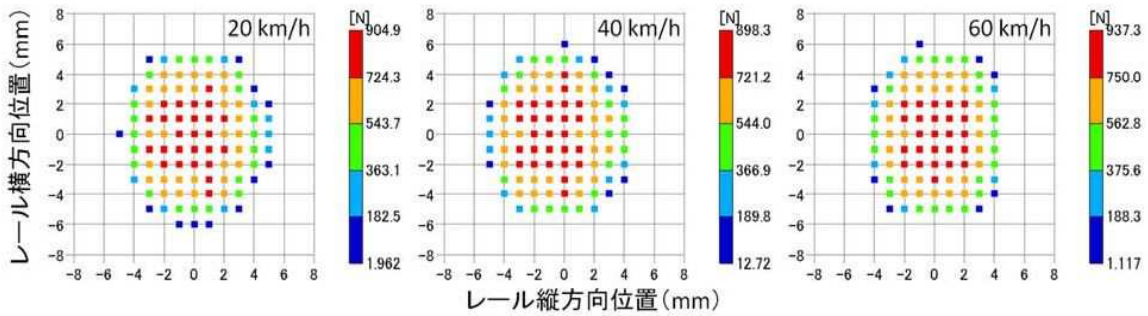


図3 各速度帯での接触面における鉛直方向の接触力法線方向成分分布

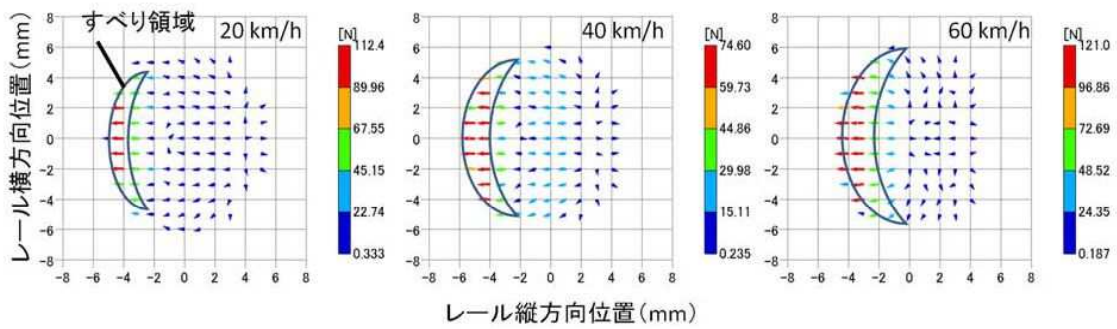


図4 各速度帯での接触面におけるレール縦方向の接線力分布

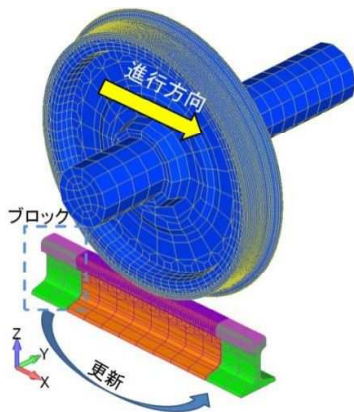


図5 キャタピラメッシュ

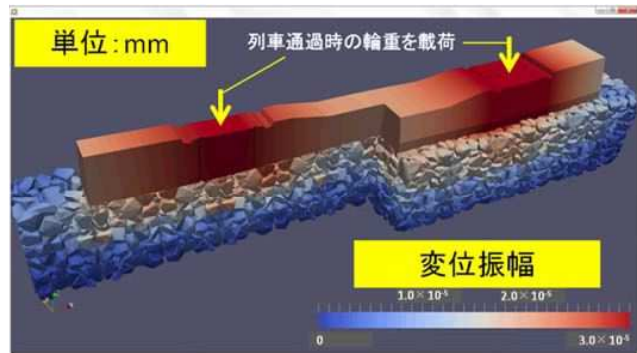


図6 実車走行荷重に対する変位応答分布 (1000倍に拡大)

キャタピラメッシュに関する特許公開第2013-210958号、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