

横風を受ける車両周りの流れの数値シミュレーション

強風時の鉄道の安全・安定輸送を実現するためには、車両の横風空力特性を把握することが重要です。これまでは風洞試験による検討が主体でしたが、流れの詳細な様子を知るためには数値シミュレーションが有効です。そこで、自然風を模擬し、線路構造物や車両周りの流れを再現する数値シミュレーションプログラムを開発しましたので、紹介します。

数値シミュレーションプログラムの開発では、大規模数値シミュレーションの実現と自然風の模擬という2つの主な課題がありました。横風空力特性の研究で対象となる流れ(線路構造物上の流れ、車両周りの流れなど)は乱流です。この乱流を予測するために、ラージ・エディ・シミュレーション(LES)という計算方法を用いました。現状、LESは乱流の数値シミュレーション方法としては、他の乱流モデルの手法と比較して高精度な結果が得られるという特長がありますが、LESによる乱流解析を行うためには大規模数値シミュレーションが必須となり、しばしば計算機負荷が過大となります。そのため複数CPUを用いた大規模並列計算を実現するための並列化プログラミングを行い、十分な並列計算性能を有するプログラムを開発しました。また、横風の問題に特有な課題は自然風の模擬です。これを実現するために、乱流境界層を模擬

する数値シミュレーションプログラムの開発を行いました。これにより、時間・空間的に複雑に変化する乱流境界層の速度場が再現できるようになりました。

まず、乱流境界層が流入する築堤上の流れの数値シミュレーションを行い(図1)、平均風速分布について、風洞試験を再現できることを確認しました(図2)。次に、車両に作用する横力の風向角特性を調べるために、形状を単純化した3両編成の車両周りの流れの数値シミュレーションを行い(図3)、斜め風で先頭車の横力が増大する現象を定性的に再現できていることを確認しました。

今後、開発した流体解析プログラムの精度向上を図り、風洞試験を補完する情報を提供するためのツールとして活用する予定です。

(環境工学研究部 車両空力特性研究室 中出孝次)

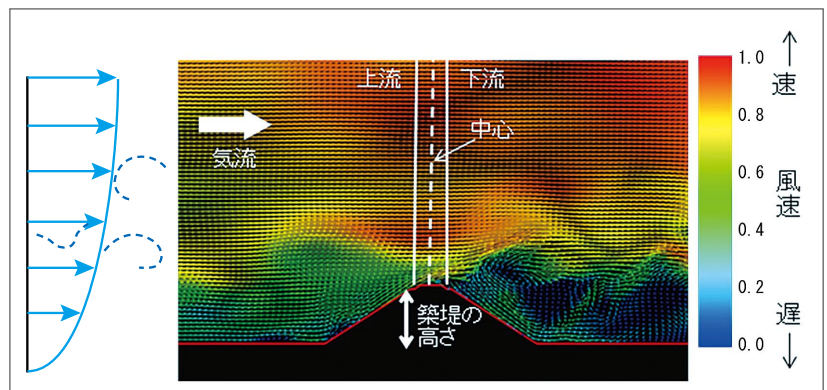


図1 築堤付近の瞬間風速のベクトル

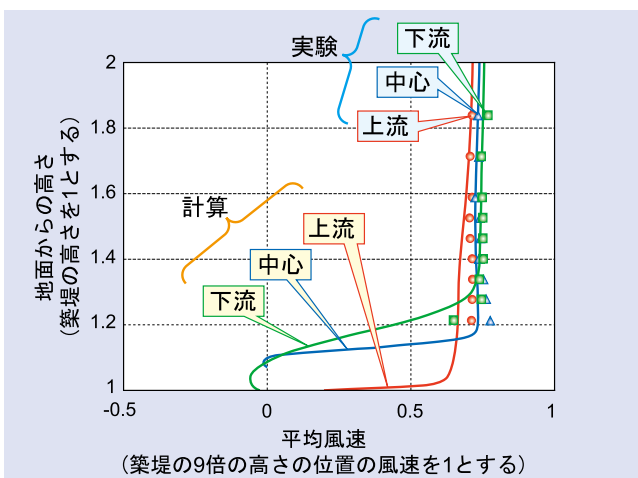


図2 築堤上の平均風速分布

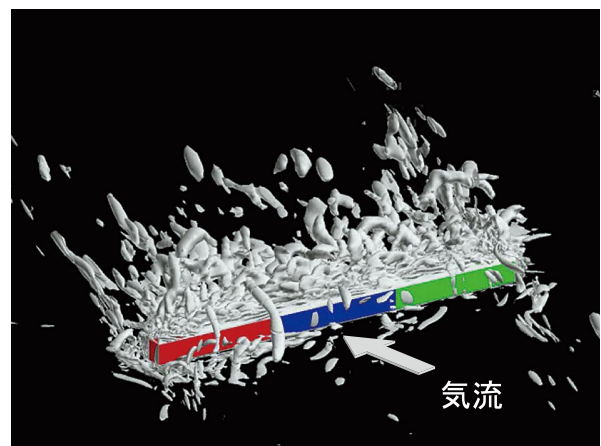


図3 3両編成車両周りの流れ (渦構造の可視化)