

3 次元風洞シミュレーションによる橋梁桁内の飛来塩分分布予測

松江工業高等専門学校 学生会員 ○大野滉貴, 後藤和也, 古川正志, 長谷川弘興
 松江工業高等専門学校 正会員 大屋 誠, 武邊勝道, 広瀬 望

1. はじめに

平成14年3月の道路橋示方書の改訂により, 橋の設計において腐食や疲労に関する耐久性の検討が導入され, 平成24年3月の改訂では, 橋の設計段階から維持管理への配慮を行うことが必須となった. 土木構造物の耐久性に影響を及ぼす要因は種々あるが, 特に塩分と湿気の程度は, 鋼及びコンクリート構造物の耐久性において重要な項目である. これまで, 既設耐候性鋼橋梁を対象に腐食実態調査が行われ, 橋梁の腐食環境は, 架橋地点の地域特性, 地形と橋との関係, 部位・部材固有の局所的な環境により異なることが報告¹⁾されている.

そこで本研究では, 3次元の仮想風洞シミュレーションが可能なOpenCAEを用い, 松江だんだん道路(松江第五大橋道路)の朝酌川橋梁(縁結び大橋)を対象に, 橋脚や主風向と橋軸との関係から橋脚周辺の桁内の風の流れにどのような影響が生じるか, コンピュータ上でシミュレートすることを試みる. 橋梁構造が生み出す風の流れの影響と実橋で観測した飛来塩分量の傾向より, 橋梁の腐食環境を評価する上で, 本手法による数値シミュレーションの可能性について検討する.

2. オープンCAEの概要

CAEで用いられるソフトウェアは専門性の高さから非常に高価である. また, プロセッサライセンスを採用している商品が多く, 並列計算を用い, 大規模な解析を実施するにはコストがかかり, 自らカスタマイズすることも難しい. これらを解決するものとして近年注目されているのが, モデリングソフトとソルバー, そして可視化ソフトを組み合わせ, すべてオープンソースで構築されたOpenCAEである. OpenCAEはオープンソースであるため, 誰でも入手できることやプログラムの書き換え等が可能であることが特徴である. 商用プログラムとの最大の違いはOpenCAEが無償であるということである. その反面, 使いこなすためには多くの時間と知識, 技術力が必要とされる.

3. 数値シミュレーションの概要

本研究では, まず, 流体解析のOpenFOAMのOpenCAEであるDEXCSにより橋梁の構造を考慮した解析を試みる. DEXCSによる橋梁周辺の仮想風洞シミュレーションの流れを図1に示す. DEXCSランチャー起動後, モデリングソフト(Blender)にて形状作成を行う. 図2に示す朝酌川橋梁のモデルから, 部分的に切り出したモデルをOpenFOAMの4m×4m正方形断面で長さ8mの仮想風洞の中に再現し, メッシュを作成し, 解析を行った. 解析における境界条件は, 流入乱流エネルギー $0.35\text{m}^2/\text{s}^2$, 散逸率(流入) $14.855\text{m}^2/\text{s}^3$, 圧力(出口) $0\text{N}/\text{m}^2$ であり, 流入風速は $1\text{m}/\text{s}$ とした. 可視化には, DEXCSに組み込まれたParaViewを用いた.

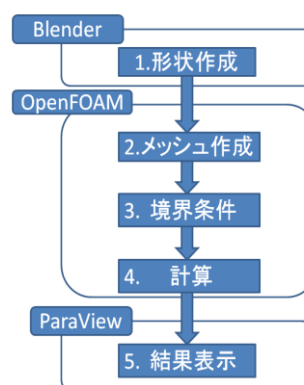


図1 DEXCSによる解析の流れ

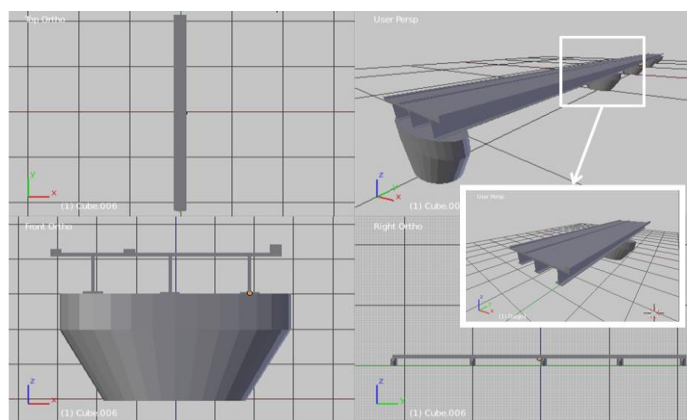


図2 Blenderで作成した朝酌川橋梁のモデル概要

キーワード OpenCAE, 耐候性鋼橋梁, 腐食環境,

連絡先 〒690-8518 島根県松江市西生馬町14-4 松江工業高等専門学校 TEL 0852-36-5268

4. 解析条件と解析結果

JSSC テクニカルレポート No.73¹⁾ の D 資料編には、桁内外の飛来塩分量の測定結果が示され、桁内は桁下の半分程度であると報告されている。これまで島根県内の連続桁橋梁の橋脚周辺の桁下と桁内でドライガゼ法により飛来塩分調査を実施してきたが、多くの橋梁で JSSC テクニカルレポートと同様な結果を示した。しかしながら、図 3 に示すように、橋脚の傾きや橋軸方向と主風向の関係で桁内への流入量の傾向が大きく異なる結果となった。図 3 の ▲ は、図 4 (a) の A に相当し、● は、図 4 (a) の B (朝酌川橋梁と同様) に相当し、■ は、図 4 (a) の C に相当する。図 4 (a) は、橋脚形状と橋軸および主風向の関係を図化したものである。図 4 (b) は、OpenFOAM により数値シミュレーションを行った結果で、桁内の風速分布の状況を図示

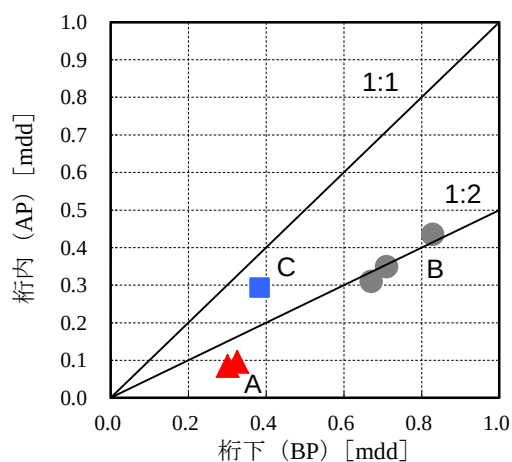


図 3 桁内外の飛来塩分の関係

している。図 4 より、橋脚の形状と主風向の方向の違いにより、桁内への流入の状況が大きく異なることが確認できた。写真 1 に朝酌川橋梁 (図 4 (a) の B と同様) の桁内の鋼板表面の変化状況を示す。図 4 (b) の B の風速分布において、風速が大きくなっている部分とほぼ同じ部位で鋼板表面の変化が見られる。

5. まとめ

本研究により、OpenFOAM を用いた橋梁構造を考慮した 3 次元仮想風洞数値シミュレーションは、橋梁桁内の腐食環境を評価する上で有効なツールとなり得る可能性を示すことができた。

参考文献

- 1) 日本鋼構造協会：耐候性鋼橋梁の可能性と新しい技術，JSSC テクニカルレポート，No.73，2006。



写真 1 朝酌川橋梁の桁内鋼板の状態

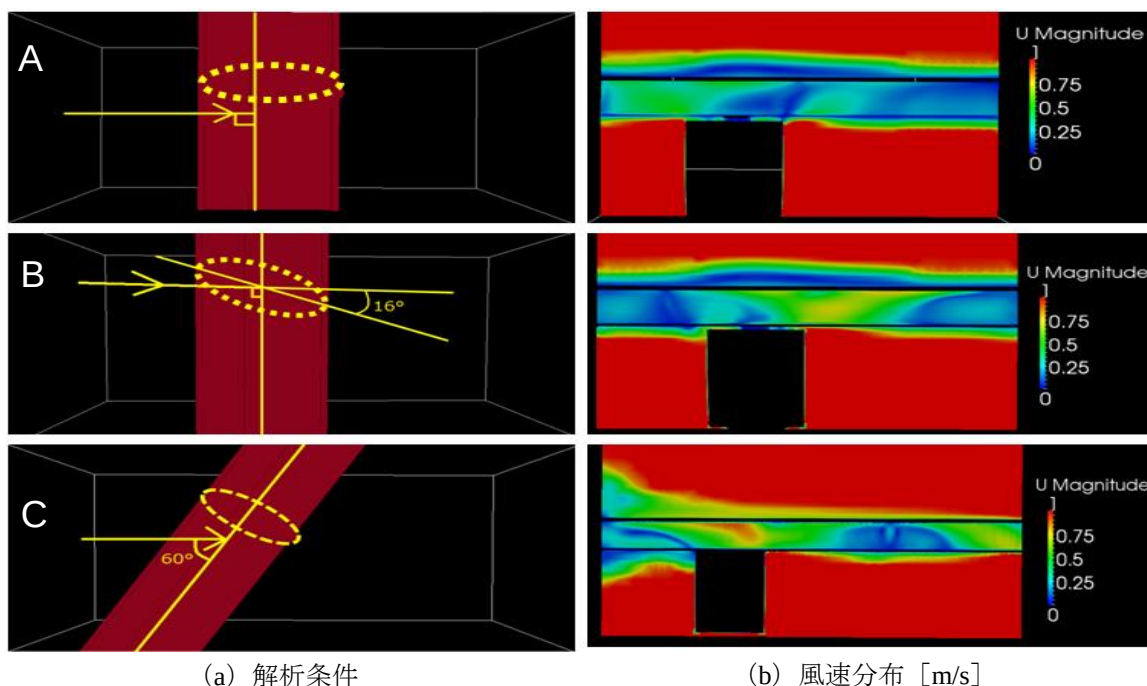


図 4 解析条件と桁内の風速分布