

仮想風洞実験に基づく橋梁周辺の風況シミュレーションの検討

松江工業高等専門学校環境・建設工学科 正会員 ○広瀬 望
 松江工業高等専門学校環境・建設工学科 正会員 武邊 勝道
 松江工業高等専門学校環境・建設工学科 正会員 大屋 誠
 松江工業高等専門学校環境・建設工学科 非会員 周藤奈緒美

1. はじめに

耐候性鋼材は塗装などの防食費用を軽減するため、耐候性鋼材を用いた構造物は維持管理コストを抑え、ミニマムメンテナンスを実現できる。しかし、海岸からの塩分量が多い環境や湿潤な環境では、耐候性鋼材の防食性能が十分に発揮されない。耐候性鋼橋梁の最適な設計のためには、建設地点周辺および橋梁内部の塩分状態や乾湿状態(腐食環境)の把握が必要である(JSSC, 2009)。

橋梁を一般部と桁端部に区分する。耐候性鋼橋梁においても桁端部の腐食は激しいため、防食対策を行う。一方、耐候性鋼橋梁の一般部では、防食対策の指針となるデータが皆無であるため、防食対策の検討が十分でない。しかしながら、観測結果では、橋梁一般部における部位毎の腐食状態は必ずしも全体で均一でないことがわかっている。この原因は、橋梁内部の付着塩分量や結露状況の違いである。特に、橋梁に対する風向きや橋梁内部に巻き込む風の状況より、塩分が多く付着する部位とそうでない部位が生ずることがわかっている(JSSC, 2006, 2009)。

したがって、橋梁設計段階において、桁端部だけでなく、塩分が多く付着する箇所や結露しやすい箇所に塗装などの防食を施すことによって、橋梁の腐食耐久性が飛躍的に向上する。そのためには、橋梁内部の付着塩分量と結露状況を部分的に観測結果するだけでなく、橋梁の三次元形状を考慮した数値実験により、橋梁全体の局部腐食環境を定量的に把握する必要がある。

そこで、本研究では、デジタルな仮想風洞実験に基づいて、橋梁内部への飛来塩分の輸送状況を明らかにするため、橋梁周辺における風況解析を行った。具体的には、仮想風洞内に橋梁の三次元形状を再現し、風向・風速を変化させ、橋梁周辺および内部における風況を解析した。

2. 仮想風洞実験の概略

本研究では、デジタルな仮想風洞実験を行うために、OpenFOAM(Field Operation and Manipulation)を用いた。これは OpenCFD 社が開発した数値流体解析(CFD)のソフトウェアであり、オープンソースとして配布されている。

OpenFOAM による仮想風洞実験のためには、①形状作成、②メッシュ作成、③境界条件設定、④計算実行、⑤後処理(可視化)を行う必要がある。

3. OpenFOAM における具体的な解析手順

3. 1 形状作成(モデル作成)

まず、OpenFOAM によるコンピューター内に橋梁の三次元形状を取り込む必要がある。本研究では、

フリーソフト(Blender と Google Scketchup)を用いて、橋梁の三次元形状を構築した。これらのソフトウェアは二次元 CAD データから三次元形状を構築することが可能である。

図 1 に本研究で作成した橋梁の三次元形状を示した。

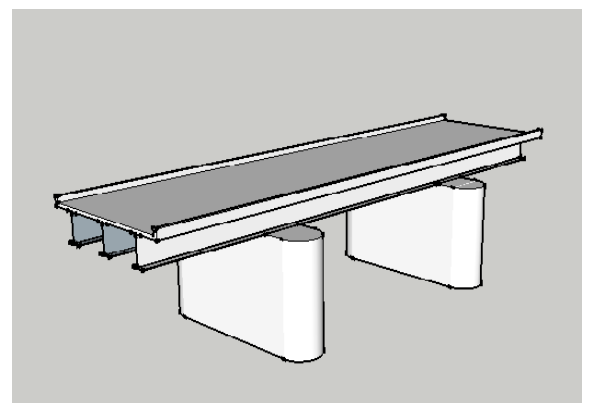


図 1 本研究で用いた橋梁の三次元形状

キーワード 橋梁周辺の風況, 仮想風洞実験, OpenFOAM, 維持管理

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環境・建設工学科 TEL 0852-36-5223

3. 2 メッシュ作成, 境界条件設定, 計算実行, 後処理 (可視化)

次に, OpenFOAM による流体解析を行うために, 計算領域の細分化を行った上で, メッシュを作成し, 境界条件を与える必要がある. そこで, OpenFOAM に組み込まれた blockMesh を用いて, 橋梁のメッシュ作成 (図 2) を行うとともに, 境界条件を作成した.

また, OpenFOAM の結果を可視化するためには, paraview を用いた. これは仮想風洞内における流体の詳細な時間変化を可視化することができる.

4. 解析結果

仮想風洞内において, 主風向に対する橋梁の位置を変え, 風況解析を行った (図 3).

図 4, 図 5 に解析結果を示した.

まず, 主風向に対して, 直角に橋梁を置いた場合 (図 3a), 橋脚で風が巻き込み, 橋脚の後方で風速が大きくなることが分かった. また, 橋脚周辺の方が橋梁の桁内に入り込む風が強くなる傾向にある. 主風向に対して橋梁の向きを 45 度に傾けた場合 (図 3b), 橋脚周辺の風の巻き込みが強くなるとともに, 桁内に入り込む風が一層強くなることが分かった.

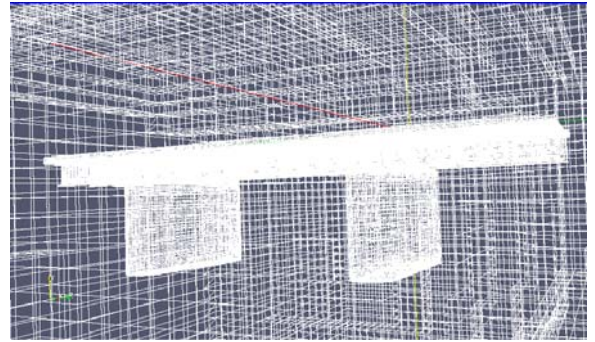


図 2 橋梁のメッシュ化

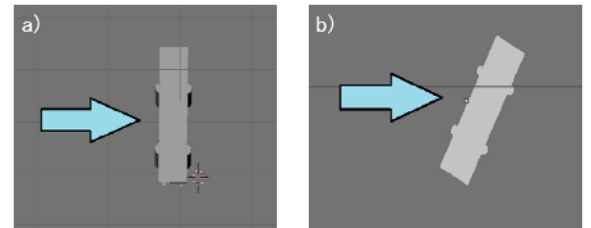


図 3 解析条件 (主風向に対する橋梁の向き)

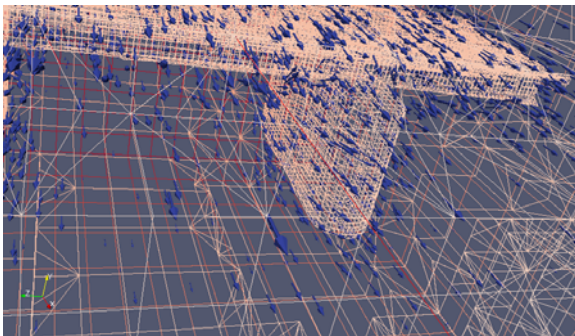


図 4 解析結果 (図 3a の条件)

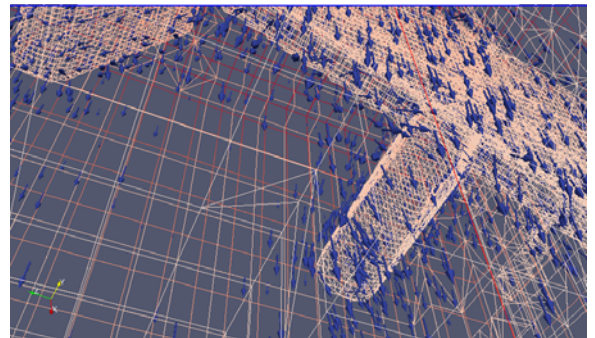


図 5 解析結果 (図 3b の条件)

5. まとめと今後の課題

本研究では, 橋梁への飛来塩分量の付着状態を明らかにするため, OpenFOAM による仮想風洞実験を実施し, 橋梁周辺の風況解析を行った. その結果, 主風向に対する橋梁の向きによって, 橋梁の桁内に吹き込む風の流れが変化することが分かった. 今後は橋梁の三次元形状や境界条件を変化させ, 橋梁周辺の風況を明らかにする予定である.

参考文献

- 1) (社)日本鉄構造協会鋼橋性能向上委員会・耐候性鋼橋梁部会, 2006: 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.
- 2) (社)日本鋼構造協会鋼橋性能向上委員会・耐候性鋼橋梁部会, 2009: 耐候性鋼橋梁の適用性評価と防食予防安全, JSSC テクニカルレポート, No. 86, 2009.
- 3) 中西克佳, 加藤真志, 岩崎英治, 2011: 風洞実験による橋梁断面の部位別付着塩分布評価手法に関する基礎的研究, 土木学会論文集 A1 (構造・地震工学), Vol. 67, No. 2, pp. 326-335.
- 4) 岩崎 英治, 長井 正嗣, 2007: 橋梁断面周辺の飛来塩分の推定に関する一検討, 構造工学論文集 A, 53A, pp. 739-746.