

鋼板桁橋における桁間の塩分付着に関する検討

山口大学大学院理工学研究科 正会員 麻生稔彦
山口大学大学院理工学研究科 学生会員 ○中村友哉

1. はじめに

耐候性鋼材は表面に発生する保護性さびにより、鋼材の腐食速度を低減できる。このため、無塗装でも橋梁鋼材として使用できることから、LCC 最小化の観点から注目され、近年その建設数は増加している。橋梁の付着塩分は保護性さびの生成を妨げ、腐食性さびの発生につながるため、橋梁が置かれた塩分環境には十分注意する必要がある。しかし、桁の付着塩分量は部位によって差があることが報告されている。そこで、本研究では、桁周辺の流れ解析を行い、付着塩分量の分布について検討する。

2. 橋梁調査

塩分の付着の様子を調べるために、耐候性鋼橋梁において表面塩分量を測定した。例として、調査を行ったうちの2橋について以下に示す。A橋は、山口県大島町に架設された3本主桁3径間単純鋼桁橋であり、橋長104.4m、離岸距離約1.6km、裸仕様の橋梁である。図-1に表面塩分量の測定結果を示す。表面塩分量の最大値はA2側のG2桁下フランジ上面で168.4mg/m²である。B橋は、同じく大島町に架設された4本主桁3径間曲線鋼桁橋であり、橋長57m、離岸距離1.2km、裸仕様の橋梁であり、図-2に表面塩分量の測定結果を示す。表面塩分量の最大値はA1側のG1桁下フランジ上面で190mg/m²である。表面塩分量の測定結果から、付着塩分の堆積は下フランジ上面に多いことがわかる。これから、腹板のような垂直な部材に比べ、下フランジ上面のような水平部材に付着塩分が堆積しやすいことが考えられる。また、付着塩分は外側部材に比べ内側部材に多いことが確認できた。これは、最外桁の外側部材では、降雨により付着塩分が洗い流されてしまうため、内側部材に比べ付着塩分の測定量が小さいのではないかと考えられる。また、表面塩分量の測定結果を桁間別に比較を行うと、3本主桁では流入側桁間・流出側桁間、4本主桁では流入側桁間・流出側桁間・中央桁間の順に、桁内総付着塩分量が多いことがみてとれる。

3. 解析

桁周辺の流れ解析には3次元熱流体解析ソフトウェアSTAR-LTを用いた。桁周辺の流れ解析を乱流状態での定常解析として行い、乱流モデルにはk-εモデルを使用した。このときの数値計算の繰り返し回数は500回である。メッシュの作成では、メッシュの密度が解析の精度と計

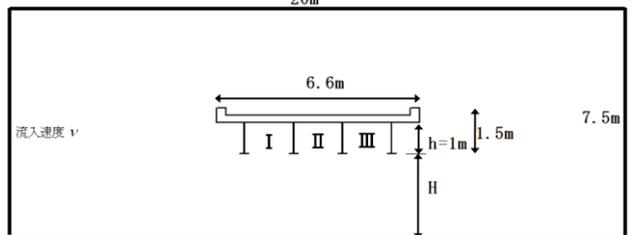
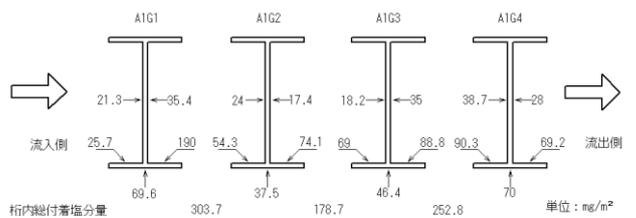
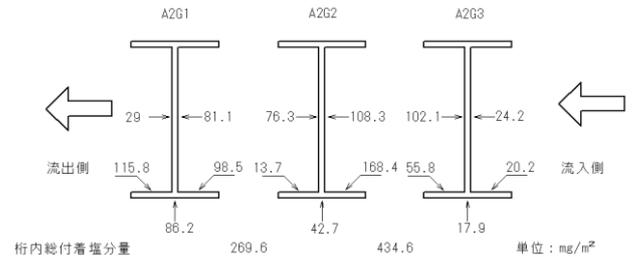


図-3 解析領域と境界条件

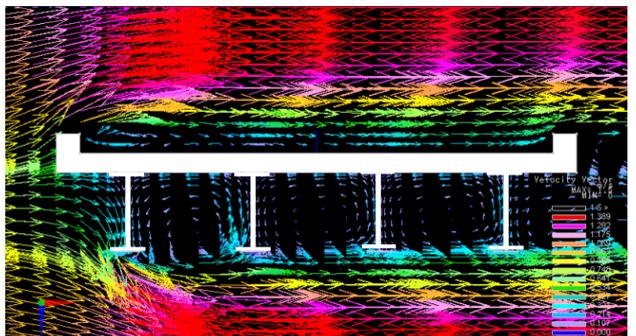


図-4 解析結果

表-1 解析条件

項目	値
密度値(kg/m ³)	1.205
粘性値(Pa*s)	1.81E-05
比熱値(J/(kg*K))	1006
熱伝導率値(W/(m*K))	0.02637

算コストに影響を与えることや複雑な形状であっても容易にメッシュ作成が行えること、また操作性・効率を考慮し自動メッシュ生成を用いた。鋼鈹桁橋のモデルにより、図-3のような解析領域、表-1の解析条件のもとで解析を行う。図-3において桁間を流入側からⅠ・Ⅱ・Ⅲとした。また、上下境界面における摩擦はないものとする。4本主桁の場合の流速分布を図-4に示す。解析結果から、モデル形状の上・下で流速が大きくなり桁間への流入がみてとれる。そこで、各桁間へ吹き込む流速について結果の検討を行う。

4. 解析結果の検討

桁周辺の流れには桁下空間・流入速度が大きく影響していると考え、解析を行い、流れを評価する指標として渦度を用いた。渦度は大気の流れの回転をする様子を表現する量であり、流速ベクトルにより式(1)のように表される。

$$\omega_{z(i,j)} = \frac{v_{i+1,j} - v_{i-1,j}}{\frac{\Delta x_{i+1} + \Delta x_i}{2} + \frac{\Delta x_i + \Delta x_{i-1}}{2}} - \frac{u_{i,j+1} - u_{i,j-1}}{\frac{\Delta y_{j+1} + \Delta y_j}{2} + \frac{\Delta y_j + \Delta y_{j-1}}{2}} \quad (1)$$

$v_{i,j}$: 各流速の x 方向成分 Δx_i : x 方向の各要素間距離
 $u_{i,j}$: 各流速の y 方向成分 Δy_j : y 方向の各要素間距離

桁間別の桁下空間の影響を図-5に示す。これから、桁下空間を大きくすると各桁間への流入が小さくなり、渦度 ω^2 の値が小さくなることがわかる。また、流入側桁間Ⅰでの渦度は、中央桁間Ⅱ・流出側桁間Ⅲの渦度と比較して桁下空間の影響が小さいことがわかる。このとき、流出側桁間は流入側桁間と比較して桁下空間の影響を受けやすいと考えられる。4本主桁の場合の桁間別の流入速度の影響を図-6に示す。これから、流入側桁間Ⅰ・流出側桁間Ⅲ・中央桁間Ⅱの順に流入速度の増加にともない渦度が大きいことがわかる。また、図-7に示すように3本主桁での解析においても流入側桁間Ⅰ・流出側桁間Ⅱの順に流入速度の増加にともない渦度が大きいことがわかる。このとき、表面塩分量の測定値と比較を行うと、各桁間の渦度の評価は桁内総付着塩分量と同じ傾向がある。次に、桁周辺での流れには桁間隔が大きく影響していると考え、桁高さhに対する桁間隔Bを変化させ2本主桁で同様の解析を行った。桁間隔別桁下空間の影響を図-8に示す。これから、 $B/h=2, 1.59, 1$ の順に桁間隔の値が大きいほど渦度が大きいことがわかる。このとき、桁間隔が大きいほど桁下空間の影響を受けやすいことが考えられる。

5. 結論

橋梁のモデル化で桁周辺の流れ解析を行うことで、特に流出側桁間が桁下空間の影響を大きく受けることがわかった。また、各桁間の渦度の評価は実測値と比較して同じ傾向があると考えられ、これらの解析結果は十分な桁下空間の設定や腐食環境推定において有用な情報となると考える。

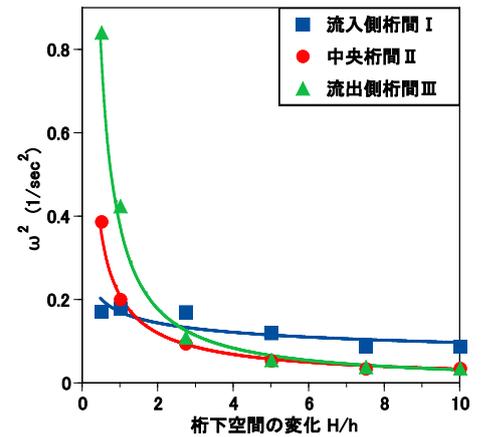


図-5 桁間別桁下空間の影響

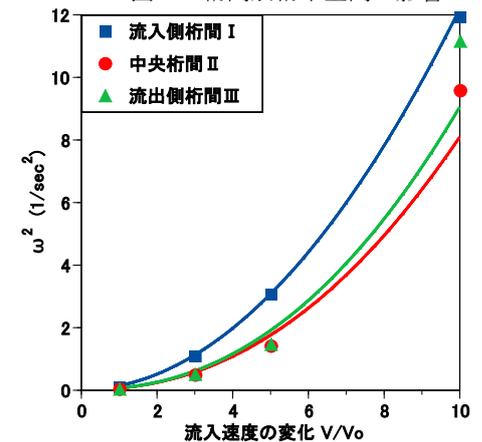


図-6 桁間別流入速度の影響(4本主桁)

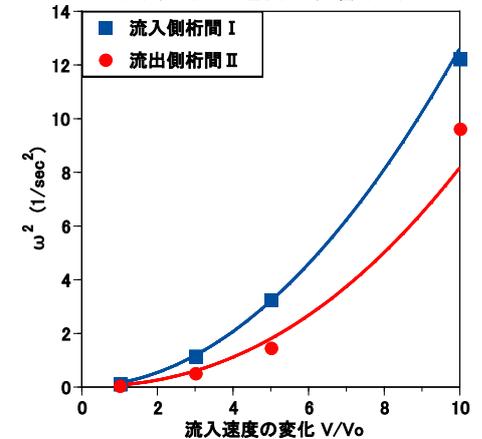


図-7 桁間別流入速度の影響(3本主桁)

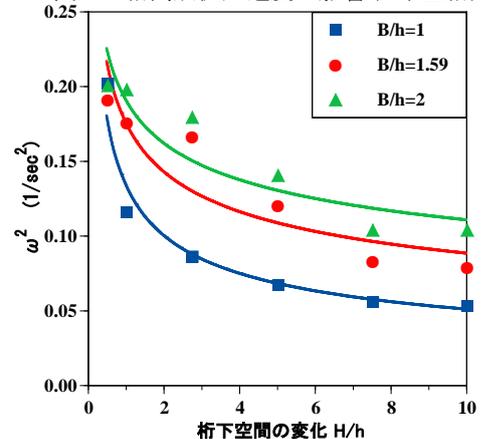


図-8 桁間隔別桁下空間の影響