

CFDによる空力アドミッタンスの推定

石川島播磨重工業(株) 正員 上島秀作
 石川島播磨重工業(株) 正員 黒田眞一
 立命館大学理工学部 正員 小林紘士

1. はじめに

橋桁断面の空力アドミッタンスは断面形状に影響を受けるため、本来、風洞試験によって実測することが望ましいが、実際は平板空気を与える Sears 関数や他の実験式などが適用される場合も多い。ところが、剥離を伴う鈍い断面の空力アドミッタンスは Sears 関数から乖離する場合もあるため¹⁾、危険側の評価を行わないように適切に設定を行う必要がある。本研究では風洞試験の代替手段として CFD による空力アドミッタンスの推定を試みた。まず、平板を対象とし手法の妥当性について検討を行った。

2. 解析手法と解析モデル

CFD の解析手法は既報²⁾のものと同様である。支配方程式には二次元非圧縮 Reynolds-Averaged Navier-Stokes 方程式、乱流モデルには $k-\epsilon$ SST モデルを用いた。また、対流項の評価には 5 次精度風上差分、時間積分には 2 次精度の陰解法を用いた。解析格子は図-1 に示すような H 型の背景格子と物体近傍の O 型格子を組み合わせる複合格子法を用いた。幅対高さ比が $B/D=200$ の先端を丸めた平板を採用し、図-2 に示すよう内地に置いた。

本検討で用いた CFD によるガスト空気力の推測手法は、一般的に行われている風洞試験法を模したものである。すなわち、図-2 に示す解析領域の風上側流入境界から流速変動を含む気流を流入させ、平板モデルに作用する非定常空気力を算出した。一方で、平板が無い場合の平板モデル位置の流速変動値を求めておいて、これらから空力アドミッタンスを算出した。本検討では揚力ガスト応答を対象とし、流入側境界において鉛直方向の流速変動のみ与えた。このとき、主流方向の流速は一定の条件とし、レイノルズ数は $Re(UB/\nu)=1.4 \times 10^5$ とした。また、流速変動は単一振動数成分のみの正弦波ガストと自然風と同じパワースペクトルを持つ不規則波ガストの 2 種類とした。乱れ強さは前者で $I_w=2.2\%$ 、後者で $I_w=2.1\%$ と同程度で、比較的乱れの小さい気流を設定した。

3. 解析結果

(1) 生成された流速変動特性

まず、前段階の検討として生成された流速変動特性を確認した。図-3、4 に時刻歴波形の一例としてモデルの前縁と後縁の位置の流速変動を示す。両者の波形を比較すると、流速変動がその波形を変えることな

キーワード：ガスト応答、CFD、空力アドミッタンス

連絡先：〒235-8501 横浜市磯子区新中原町 1 電話 045-759-2826 FAX 045-759-2208

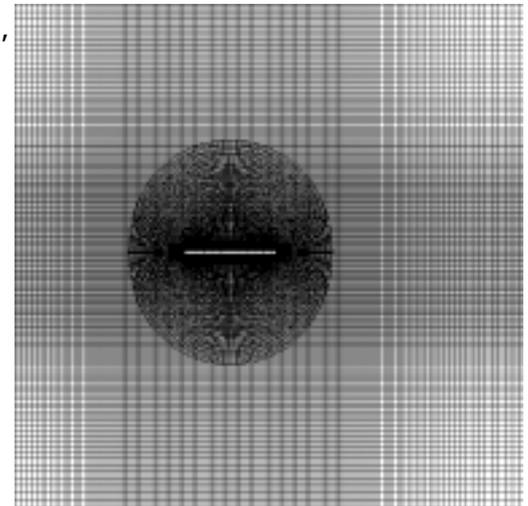


図-1 解析格子
 (物体周り：285 × 83，背景：200 × 330)

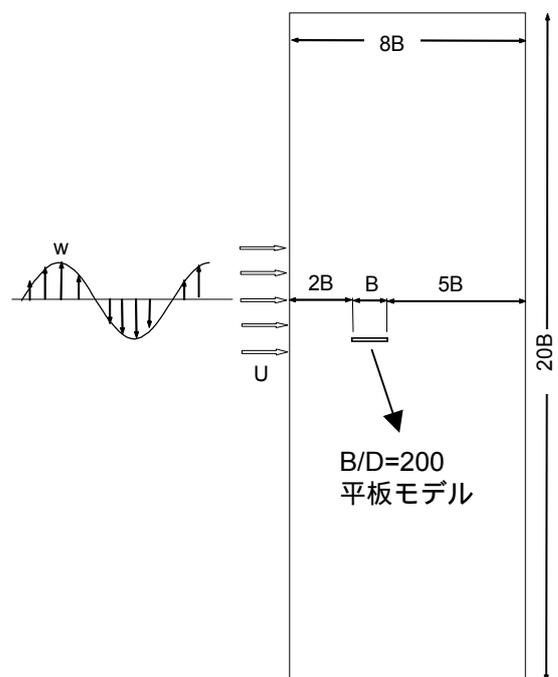


図-2 解析方法

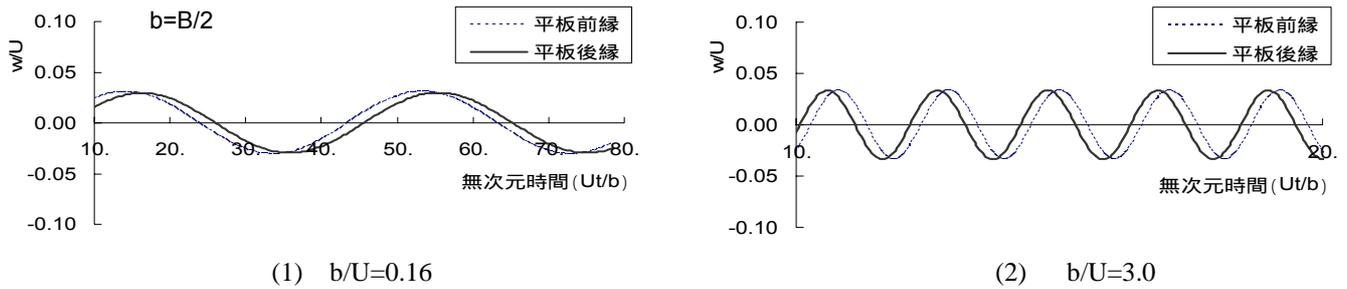


図-3 流速変動の時刻歴(正弦波ガスト)

く流下していることが分かる．図-5に不規則波ガストの流速変動のパワースペクトルを示す．カルマン式を目標として流速変動時刻歴の生成を行った．低周波域と高周波域の両方で若干の乖離がみられるものの，概ねカルマン式に基づく気流が再現できていると言える．

(2)空力アドミッタンス

図-6に求められた空力アドミッタンスを示す．正弦波ガストと不規則波ガストの両者の空力アドミッタンスは完全に一致し，また，これらは Sears 関数によく一致することが確認された．

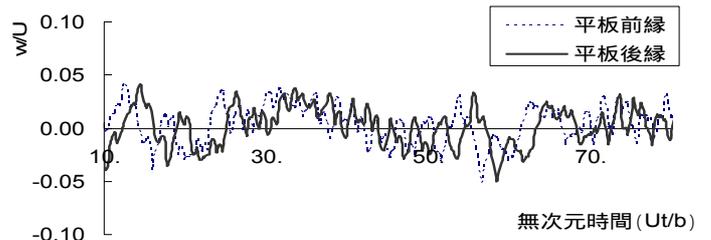
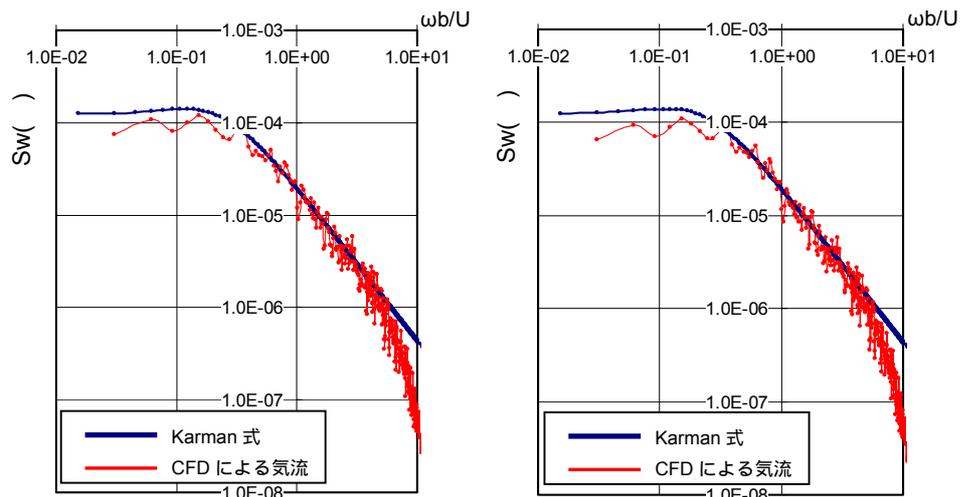


図-4 流速変動の時刻歴（不規則波ガスト）

4.まとめ

CFD を用いて空力アドミッタンスの推定を行った．平板を対象に検討を行った結果，算定された空力アドミッタンスはSears関数と一致し，本手法が有望であることが確認された．今後，剥離を伴う鈍い矩形断面，さらには橋桁断面に対して適用検討を進めていく予定である．



(1) 平板前縁 (2) 平板後縁

図-5 不規則波ガストのパワースペクトル

[参考文献]

- 1) 奥村ら：乱流中の角柱表面の非定常圧力特性に関する実験的研究，第17回風工学シンポジウム論文集，pp.249-254，2002.12.
- 2) 黒田：2方程式乱流モデルを用いた長大橋非定常空気力の数値計算，土木学会論文集 No.654，-52，pp.377-387.2000.7.

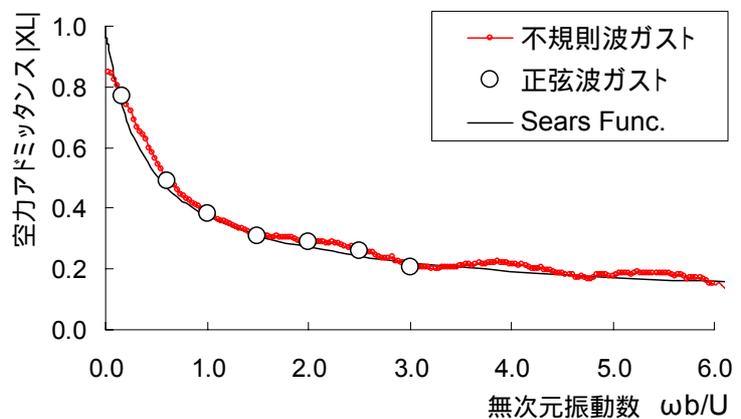


図-6 空力アドミッタンス