

京都大学工学部 学生員 ○原村高志 京都大学工学研究科 フェロー 松本 勝
京都大学工学研究科 正会員 白土博通 京都大学大学院 学生員 荒木健二

1. はじめに 従来のガスト応答解析は主流直角水平方向に離れた変動風速とガスト空気力の相関は等しいとしているが、矩形・偏平六角断面に作用するガスト空気力の測定結果によると、スパン方向のガスト揚力の相関は、変動風速の相関よりも大きくなることが示されている〔1〕。本研究では、より精緻なガスト応答解析を可能にするため、主流直角水平方向に離れた変動圧力の空間相関が変動風速の空間相関よりも大きくなるメカニズムについて考究する。

2. 実験概要 本研究で対象とした断面は、Fig.1(a),(b)に示す断面辺長比 5 の矩形断面及び正三角形エッジフェアリングを設けたフェアリング付き矩形断面（以下、フェアリング断面）である。模型は風洞内に水平に設置され、スパン長は 900mm、表面はアルミニウム製で、主流直角水平方向（スパン方向）に 25mm 間隔で 18 個の圧力孔が前縁から後縁にかけて 19 列設けてある。格子乱流中において矩形断面側面下方 10mm における 2 点間の変動風速、および模型表面圧力のコヒーレンスを算出した。また、一様流中における模型表面圧力も併せて計測した。なお、設定風速は 7m/s とし、格子乱流の乱れ強さは $I_u=10.33(\%), I_w=8.15(\%)$ 、また乱れのスケールは $L_u=0.1239(m)$ であった。

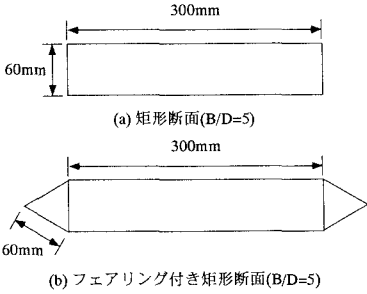


Fig.1 本研究で使用した模型断面

3. 断面周りの流れ場に関する考察 断面辺長比 5 の矩形断面においては、剥離流れは時間平均的には側面に再付着し、また瞬間的な流れのパターンは非定常再付着型となっている。ストロハル数は乱流中では 0.184、一様流中では 0.119 である。フェアリングを設置すると時間平均的な再付着点はさらに上流側に移動すると考えられる。平均圧力係数 $\overline{C_p}$ 、変動圧力係数 C_{prms} から、乱流中における矩形断面の時間平均的な再付着点の位置は、前縁より (3/8)B 点付近、また、一様流中では前縁より (7/8)B 付近であると考えられる。フェアリング断面では、 $\overline{C_p}$ 、 C_{prms} より乱流中・一様流中の両者において流れの剥離はかなり押さえられているものと思われる。

4. 矩形断面近傍の変動風速及び表面圧力のコヒーレンス特性 乱流中においてスパン方向に 25mm 離れた 2 点の変動圧力及び断面側面より 10mm 下方の変動風速 v 成分（主流直角水平方向成分）のコヒーレンス特性を Fig.2 に示す。 v 成分のスパン方向の相関は、幅員中央付近において低下し、後縁(T.E.)付近において回復が見られた。この傾向は変動風速 u 成分より v 成分において、より顕著に見られ、変動風速 w 成分には見られなかった。乱流中及び一様流中におけるスパン方向に 25mm 離れた 2 点の変動圧力のコヒーレンス特性の比較を Fig.3 に示す。乱流中において、変動圧力のスパン方向方向の相関は、剥離流れの再付着点付近より下流側で低下し、断面後縁付近において回復した。一様流中においては、変動圧力のスパン方向の相関は剥離バブルの中で一度低下し断面後縁付近まで回復は見られなかった。これらの比較から圧力のスパン方向の相関は剥離バブル内及び再付着点付近で低下するもののこれより下流側では回復傾向に

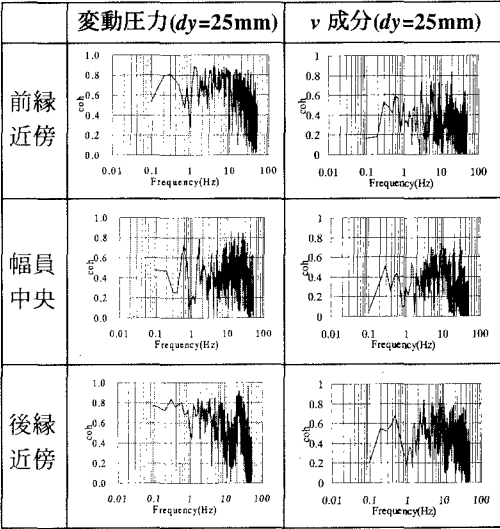


Fig.2. 変動圧力と変動風速(v 成分)とのコヒーレンス特性比較（矩形断面周り、格子乱流中）

あり、流れのパターンと相関は気流の乱れによらず密接な関係があるものと思われる。

5. フェアリング断面近傍の表面圧力のコヒーレンス特性
乱流中及び一様流中におけるスパン方向に 25mm 離れた 2 点の変動圧力のコヒーレンス特性比較を Fig.4 に示す。フェアリングを設置すると矩形断面と比較してスパン方向の相関が大幅に上昇している。剥離バブルの縮小により断面側面の大部分は矩形断面における再付着点より下流側の流れに近く、このためスパン方向の相関は上昇していると思われる。乱流中及び一様流中において、スパン方向に 275mm 離れた 2 点の変動圧力のコヒーレンス特性を Fig.5 に示す。幅員中央より下流側では接近流よりも模型近傍の流れの影響が支配的となり、乱流中と一様流中の両者ともほぼ同様の傾向を示す。

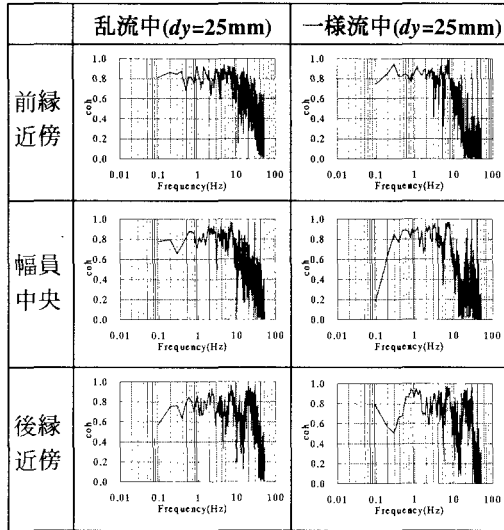


Fig.4 乱流中と一様流中における変動圧力のコヒーレンス比較(フェアリング断面周り)

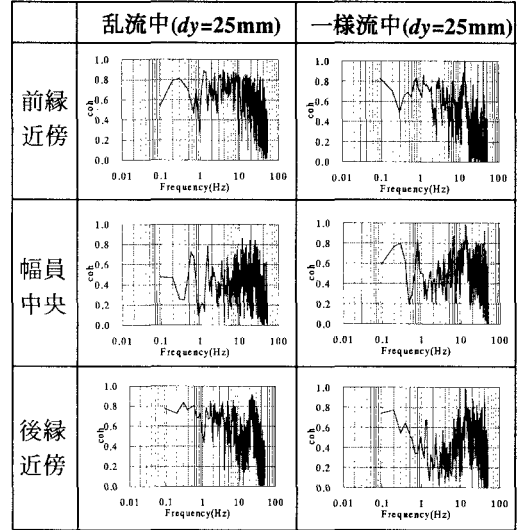


Fig.3 乱流中と一様流中における変動圧力のコヒーレンス特性比較(矩形断面周り)

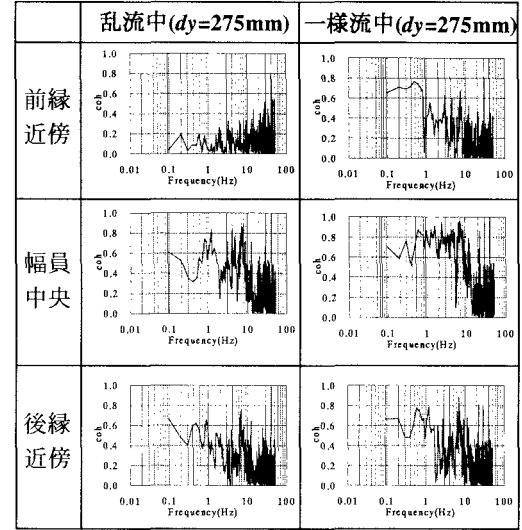


Fig.5 乱流中と一様流中における変動圧力のコヒーレンス特性比較(フェアリング断面周り)

6. 結論 時間平均的な再付着点から断面後縁までの距離が十分長ければ、変動圧力及び変動風速(u, v 成分)のスパン方向の相関は再付着点より下流の後縁近傍で回復する。また、この傾向は u 成分と比較して v 成分に、より顕著に見られることから、変動圧力と変動風速の v 成分との関連が示唆された。接近流に比べ断面側面の圧力のスパン方向の相関が高くなることには模型近傍の流れ、とりわけ v 成分の寄与が大きいものと考えられる。フェアリングを設置すると、矩形断面と比較して剥離バブルが小さくなり再付着点が前縁付近に移動するため、乱流中と一様流中の両者において断面前縁付近を除き変動圧力の主流直角水平方向の相関は高くなっている。これは、断面周りの流れが、断面表面に沿いながら流下する 2 次元的な流れに対応しているものと言える。また、断面に作用するスパン方向の変動圧力の相関は、断面前縁付近においては接近流の影響が支配的で、それより下流側においては模型からの剥離した気流の乱れが支配的になると考えられる。

参考文献 [1] Guy L.Larose, "The Span-Wise Coherence of Wind Forces on Streamlined Bridge Decks" Third International Colloquium on Bluff Body Aerodynamics & Applications July 28-August 1, 1996