京都大学大学院	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

<u>1. はじめに</u> 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



Fig.1 本研究で使用した模型断面

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.

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.Fig.2 に,乱流中における矩形断面周りの時間平均 的な流れ場を示す.なお,断面側面より10mm下方で測 定された前縁付近,幅員中央,後縁付近における主流方 向の乱れの積分スケール(m)を併せて示す.



Fig.2 乱流中における矩形断面周りの時間平均的な流れ場

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.3 に示す.なお,以下の Fig.3,Fig.4,Fig.5,Fig.6 に示すグラフは,コヒーレンス特性の比較が容易な ように,スムージングする処理を施してある.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.4 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 回復傾向にあり,流れのパターンとの相関 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 離した変動圧力 のコヒーレンス特性比較を Fig.5 に,又, 乱流中及び一様流中においてスパン方向に 275mm 離した変動圧力のコヒーレンス特 性を Fig.6 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(Fig.4 と Fig.5).すな わち,再付着点より下流側ではスパン方向 の相関が上がるという点で矩形断面とフェ アリング断面とでは共通の特性が得られた と言える.又,以上の特性はフェアリング 断面においてスパン方向に 275mm 離して も同様のことが言える.Fig.6を見ると,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. 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(и,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

乱流中 : • 変動圧力 -様流中 変動風速(v 成分) dy=25mm dy=25mm 1.0 1.0 0.8 0.8 W 0.6 0.4 前縁 前縁 90.6 付近 付近 0.2 0.2 0.0 0.0 10 Frequency(Hz) 100 10 Frequency(Hz) 1.0 1.0 0.8 0.8 0.6 0.4 幅員 幅員 90.6 0.4 WΛ 中央 中央 0.2 0.2 0.0 0.0 10 Frequency(Hz) 10 Frequency(Hz) 100 1.0 1.0 0.8 0.8 後縁 後縁 등^{0.6} 0.4 0.6 0.4 付近 付近 0.2 0.2 0.0 0.0 10 Frequency(Hz) 100 10 Frequency(Hz) 変動圧力と変動風速 Fig.3 Fig.4 乱流中と一様流中に (v 成分)とのコヒーレンス特性 おける変動圧力のコヒーレンス 比較(矩形断面周り,乱流中) 特性比較(矩形断面周り) 乱流中 : 乱流中 : 一様流中 -様流中 dy=25mm *dy*=275mm 1.0 1.0 0.8 0.8 前縁 0.6 前縁 0.6 0.4 付近 付近 0.2 0.2 0.0 0.0 10 Frequency(Hz) 10 ency(Hz) Frequ 1.0 1.0 0.8 0.8 90.6 0.4 幅員 幅員 둥^{0.6} 0.4 中央 0.2 中央 0.2 0.0 0.0 10 ncy(Hz) 10 10 Frequency(Hz) 100 Fre 1.0 1.0 0.8 0.8 90.6 0.4 등^{0.6} 0.4 後縁 後縁 付近 付近 0.2 0.2 0.0 0.0 10 ncy(Hz) 10 ncv(Hz) Erec Freque Fig.6 乱流中と一様流中に 乱流中と一様流中におけ Fig.5 おける変動圧力のコヒーレンス る変動圧力のコヒーレンス特性 特性比較(フェアリング断面周り) 比較(フェアリング断面周り)

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