## 扁平断面に作用する変動揚力の空間相関特性の評価に関する研究

徳島大学大学院	学生員	○尾嶋	百合香	徳島大学工学部	フェロー	宇都宮	英彦
徳島大学工学部	正員	長尾	文明	徳島大学工学部	正員	野田	稔
岸本ビルグループ	正員	刀禰	三奈子				

1. はじめに 周波数領域におけるガスト応答解析<sup>1)</sup>において,変動風速により生じる変動空気力(以下,ガスト 空気力)の空間相関と変動風速の空間相関が等しいとして解析が行われることが一般的であるが、ガスト空気力 の空間相関の方が変動風速の空間相関よりも大きくなることが報告されている<sup>2)</sup>.本研究では、その現象は乱流 特性や断面形状に依存すると考え, 剥離形態の異なる 2 種類の模型を用い, 模型上面と下面に作用する空気力を 考察し、剥離形態の違いによるガスト空気力の揚力成分の空間相関特性について検討した.

2. 風洞実験概要 風洞実験は 1.0m×1.0m の測定胴を有する N.P.L 型吸い込み式風洞を用いて行った. 模型は Fig.1 (a). (b)に示す桁幅: B=234mm,桁高:D=18mm (断面比: B/D=13)の扁平矩形断面を有する再付着型模型(Reattachmant Model 以下, RA 模型), RA 模型に半円弧型フェアリングを設置した非剥離型模型(Non-separation Model 以下,NS 模型)の2 種類の異なる剥離形態を持つ剛体模型である.模型表面には直径 1mm の圧力孔を1 断面に 14 点設け, 基準断面と他の断面で同時計測した表面圧力の各断面における積分によって変動揚力を求めたのちに, 空間相関の測定を行った.積分は上面・下面別々に行いそれらを足し合わせることにより、各瞬間の揚力を求め、 ここでは上面のみの積分値を上面揚力、下面のみの積分値を下面揚力と呼ぶ.なお、上面揚力と下面揚力の空間 相関特性などはほぼ同一であり、ここでは、上面揚力のみを用いることとした.なお、風洞の設定風速は 6m/s とし、乱れの強さは $I_w$ =11.56(%)、乱れのスケールは $L_w/D$ =0.6の格子乱流を使用した. 剥離形態の相違を確認す るために各断面の平均圧力係数(C<sub>P</sub>),変動圧力係数(C<sub>P</sub>)を Fig.2 (a), (b)に示す.

RA 模型では前縁で負圧となった後, x/D=4~5 付近で平均圧力が回復していることから、こ の断面位置付近で再付着していることが分か り、一様流中にくらべ乱流中においては、再 付着が上流側に移動していることが確認でき る. また, NS 模型では前縁部で僅かに非定常 な剥離が生じているほかは、ほぼ剥離が抑え られていることが確認できた.

3. 変動揚力の空間相関係数 変動揚力のス パン方向の空間相関係数を Fig.3 (a), (b)に 示す. 空間相関については, 接近流よりも スパン方向に相関が高く,上面揚力の方が 揚力よりも一様流, 乱流中ともにスパン方 向に相関が高くなっている.次に,上面揚 力と下面揚力の相互相関係数を Fig.4 に示す が,一様流中では,スパン方向に RA 模型・ NS 模型ともに高い相互相関を持つが、乱流 中の相互相関は低く,ほとんどない.



徳島大学工学部建設工学科風工学研究室 〒770-8506 徳島市南常三島町 2-1 TEL/FAX: 088-656-7323

スパン方向に相互相関はほぼ一定の値を持つこ とから、上面揚力と下面揚力はスパン方向のど の断面においても同じ様な関係を持って作用し ていると考えられる.これら2つの図に示され た結果より、上面と下面の相関の高い部分は両 者を引くことにより相関がなくなってしまい、 両側の相互相関のない部分が揚力の空間相関を 高めていることが分かる.

4. 変動圧力の相互相関 y/D=1.11 の断面におけ る圧力孔の上面圧力と下面圧力の相互相関係数 を Fig.5 に示す. 上流側では負の相互相関が見 E られ、後流側に離れるに従って相互相関は高く なっている. 上流側では逆位相で上面圧力と下 面圧力が連動し、後流側に離れるに従って同位<sup>凶</sup> 相になり相互相関が高くなっており、前縁部で 生じた剥離流の再付着点付近で圧力変動が大き くなっていることから (Fig.2), この部分の圧 力変動が乱れによって上下面で逆位相の相互相 関を持つことで、揚力の空間相関を大きくする ことに寄与していると考えられる. RA 模型と NS 模型を比較すると、NS 模型の方が一様流中 の相互相関が幅員方向全体に高い.これは、非 剥離型模型であるために模型表面上に沿って幅 員方向に気流が流れていると考えられる.



5. 圧力のパワースペクトル特性 y/D=1.11 での模型表面の圧力孔から測定された圧力の上下の差(以下, 揚力 密度) と上面のみの圧力のパワースペクトルを Fig.6 に示す. RA 模型・NS 模型ともに, 乱流中では x/D=0.44 のとき一様流中の値に比べ非常に大きな値となり, 断面前縁部は接近流の影響を大きく受けることが分かる. ー 方,後縁部においては乱流中, 一様流中ともほぼ等しい値をとることから, 再付着点より下流側においては接近 流の影響が小さいことが分かる. また, 上面圧力と揚力密度との差はあまり見られなかった. 揚力密度は上面と 下面の圧力差であり, 上下面が同位相で同一変動をしている場合は 0, 上下面が逆位相で同一変動の場合には上 面圧力の 2 倍となることから, 本実験結果は, 揚力密度と上面圧力は, それぞれほぼ同じレベルの変動であり, 上下面である程度の位相を持って圧力が変動していると考えられる.

**6. まとめ** 揚力と上面揚力を比較すると、上面揚力の方が揚力より空間相関は高くなり、上面揚力と下面揚力の 相互相関係数は、乱流中においては 0 に近いが、一様流中においては剥離型模型及び非剥離型模型ともに高い値 をもち、この両側の相互相関のない部分が揚力の空間相関を高めていることが認められた.また、模型前縁部で の剥離流の再付着点付近で圧力変動が大きくなり、この圧力変動が乱れによって上下面で逆位相の相互相関を持 つことが上下面圧力の相互相関係数より明らかとなった.さらに気流特性を考えて詳細な検討を加える必要があ ると考えられる.

<u>参考文献</u> 1) Davenport.A.G: A Statistical Approach to the Treatment of Wind Loading of Tall Masts and Suspension Bridges, phD Dissertation, Univ. of Bristle, 1961. 2) 例えば,木村吉朗,藤野陽三:バフェティング応答解析におけるストリップ理論の仮定について,構造工学論文集,Vol.40A, pp1049-1058, 1994.