

徳島大学大学院 学生員 ○中出 敦士 徳島大学 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 正員 野田 稔
 株式会社アルス製作所 村山 祐貴

1. はじめに ガスト応答とは自然風の乱れによって構造物に生じる不規則強制振動のことで、構造物全体の破壊に至らないまでも、部材や継ぎ手あるいは支承部といった部分的な疲労の問題、走行車両の安全性の確保、快適性等の点で問題となる可能性があり、また静的な設計風荷重の割増し係数として用いられるため、ガスト応答は耐風設計において重要な研究課題の一つとして認識されている。ガスト応答の予測に関しては、接近流の空間相関と変動空気力の空間相関を等しいとするストリップ理論の仮定に基づくガスト応答解析が一般的に用いられているが、この仮定が成り立たないとする実験結果⁽¹⁾がいくつか示されている。しかし、物体表面に作用する変動空気力の空間相関の形成機構については未だ解明されていない。

そこで、本研究では矩形断面模型の上流面でのよどみ点付近に真鍮製のパイプ ($\phi=3\text{mm}$) を固定して、パイプの 1 点、または 2 点の穴から小さなジェットを上流に向けて一定の時間間隔 (周期) で噴出して気流を攪乱し、その攪乱周波数成分が模型表面の圧力の変動にどのような影響を与えているかを、模型周辺の気流中に含まれる攪乱周波数成分の伝播状況と関連付けて検証する。

2. 実験概要 本実験では図 1 に示すような辺長比 $B/D=13$ の模型を用いる。模型表面には、幅員方向の変動圧力を測定するための、直径 1mm の圧力孔が図 1 中、▲印で表した点にスパン中央の 1 列に配置されている。また、直径 1.5mm の孔を並列に 2 点 (2 孔間の距離: $D=50\text{mm}$) 開けた真鍮管の両端と、攪乱発生装置を接続し、図 2 に示すように模型高の中心に設置し、模型周辺の気流中に 1 点または 2 点から微弱な攪乱を与える。攪乱発生装置は約 13Hz、16Hz の周波数で空気をパルス的に噴出することができる。空気の噴出口を y 方向に変化させながら、その攪乱が模型の表面圧力にどのような影響を与え、模型表面をどのように伝播されるかを検証する。

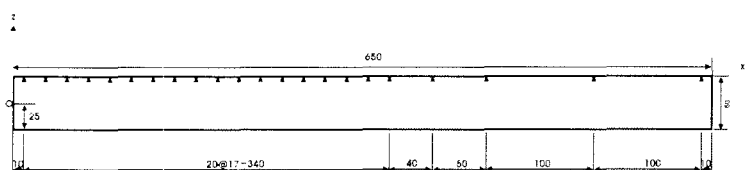


図 1 模型断面図(単位: mm)

また、模型上流面に攪乱噴出孔を

模型高の中心の基準断面 ($x/D=0$, $y/D=0$) に設置し、発生させた攪乱の気流中の伝播状況を観察するために、トラバース装置の先端に X 型熱線プローブを取り付けて、模型周辺の主流鉛直方向の風速変動を計測した。なお、本実験は徳島大学工学部多目的風洞 (水平押し込み式

エッフェル型風洞: 測定胴 $1.5 \times 1.5 \times 5\text{m}$, 測定風速 $0.5\text{m/s} \sim 15\text{m/s}$) を使用した。紙面の都合上、ここでは 13Hz の攪乱成分についてのみ考察するが、16Hz 成分も同様な特性である。

3. 実験結果 1 点から 13Hz の攪乱成分を与えた場合の模型表面上での圧力変動中の攪乱成分の振幅の分布状況を図 3 に示す。図 3 より、スパン方向に $y/D=\pm 2$ の領域で強い振幅が確認でき、幅員方向には $x/D=4.0$ 付近で最も振幅が増大し、それより模型後縁側では振幅が徐々に減少していることが確認できる。図 4 は 13Hz と 16Hz の 2 点の攪乱を与えた場合の模型表面の圧力変動中の 13Hz の攪乱周波数成分の振幅の分布状況を示している。図 4 より、振幅の分布状況は、他方の攪乱が与えられている方向への攪乱の拡がり

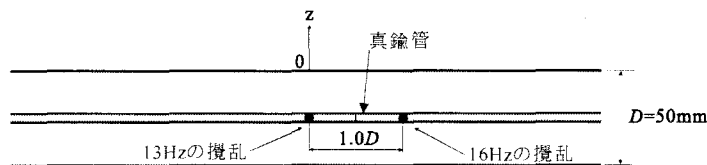


図 2 攪乱発生装置の設置状況 (正面図)

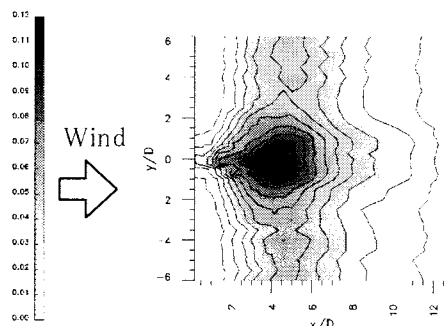


図3 1点攪乱での圧力変動中における13Hz成分の振幅

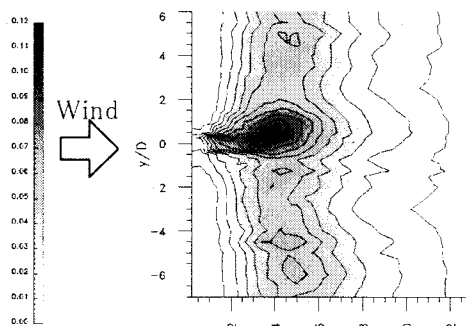


図4 1点攪乱での圧力変動中における13Hz成分の振幅

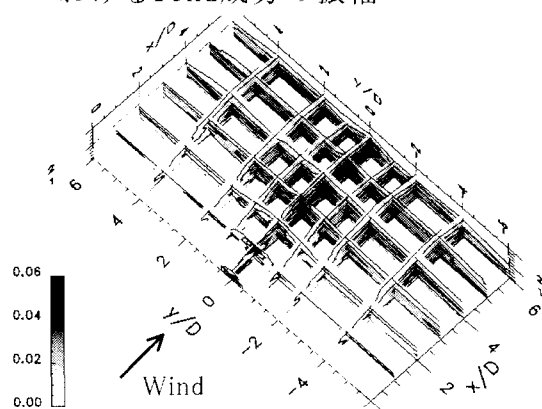


図5 1点攪乱での模型周辺の気流中に含まれる13Hz成分の攪乱周波数成分

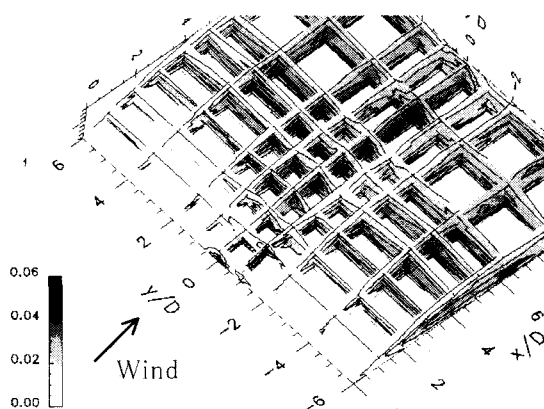


図6 2点攪乱での模型周辺の気流中に含まれる13Hz成分の攪乱周波数成分

4. まとめ 実験結果より圧力場に含まれる攪乱周波数成分の拡がり、攪乱を1点または2点から与えた場合においても、 $x/D=3.0$ 付近で急激にスパン方向に拡がる。2点から異なる周期性を持つ攪乱を与えても、その攪乱成分の拡がり、1点の攪乱を与えた場合と同様な傾向を示すことがわかった。しかしそれは全く同じとは言えず、2点から攪乱を与えた場合では互いの周波数の影響を若干受けていることがわかった。

また気流の風速変動に含まれる攪乱成分の分布状況は、流れ場に与えられる攪乱成分が1点または2点であっても、模型上空の広範囲に渡って拡がることを確認された。また、 $x/D=3.0$ 付近からスパン方向に急激に拡がっており、互いの攪乱付加断面で他方の攪乱成分の振幅が弱まっていることから流れ場においても互いの周波数の影響を若干受けていることがわかる。以上の考察結果より、圧力場からみた模型表面上の攪乱成分の拡がり、流れ場からみた模型周辺の気流中での拡がり、と非常によく似た伝播を示していることがわかる。しかし、2点の攪乱を与えた場合においては、攪乱成分の振幅の分布状況から圧力場、流れ場ともに相互干渉の傾向が見られた。よって攪乱による模型表面上の変動は、圧力場からみた変動圧力と、流れ場からみた変動圧力との間で密接な関係があることが確かめられた。よって接近流の空間相関との関係がある可能性が考えられる。

5. 参考文献 (1) 木村吉郎, 藤野陽三: “バフエッ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.40, pp.1049-1058, 1994