

流れ場に与えた微小攪乱の正方形断面表面圧力への伝播過程

徳島大学大学院	学生員	○中出 敦士
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
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、本研究では正方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。また、 $BD=13$ のような再付着型断面では、剥離した流れが再付着する領域付近で攪乱成分が広がっていることが確認されている²⁾ことから、断面の違いによる流れ場、圧力場から見た攪乱成分の拡がり进行比较、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 $BD=1$ 、長さ 900mm の模型を用い、カルマン渦の発生を抑制するためにスプリッター板を設置した状態で測定を行う。模型表面には、図1に示すように直径 1mm の圧力孔が配置されている。また、直径 15mm の孔を1点開けた真鍮管の一端と攪乱発生装置を接続し、図2に示すように模型前面の中心高さ（よどみ点）に設置し、模型周辺の気流中に1点から微弱な攪乱を与える。攪乱発生装置は 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、どのように伝播されるかを検証する。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 ($x/D=0$, $y/D=0$) に設置して、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：測定洞 $15\times 15\times 5\text{m}$ 、測定風速 $0.5\text{m/s}\sim 15\text{m/s}$ ）を使用した。

3. 実験結果 攪乱成分の変動圧力の振幅の分布状況と、模型周辺の気流中に含まれる攪乱成分の振幅の分布状況を図化したものを図3に示す。図3より、攪乱成分がスパン方向に拡がる前に模型表面がなくなってしまうために、表面圧力からは、攪乱成分の拡がりほとんど確認できない。また、模型全体が剥離バブル内に入るために大きな圧力変動が見られず、攪乱成分の振幅は弱くなっている。また、模型周辺の気流中に含まれる攪乱成分の振幅は $x/D=5.0$ 付近から急激にスパン方向へ攪乱成分が広がっていることが確認できる。そして $x/D=6.0\sim 8.0$ 付近で最も強い振幅を示すことがわかる。また、 $z/D=1.0$ 付近の模型上空まで強い攪乱成分の振幅が確認できる。以上より、 $BD=1$ 模型の完全剥離型断面においても、模型前縁から剥離した流れが、スプリッター板に再付着するような領域において攪乱成分が広がっていることがわかった。

4. 結論 本実験では、 $BD=1$ 模型のような辺長比が小さい断面模型において、攪乱成分が流れ場と圧力場でどのように伝播するのかを検証し、 $BD=13$ 模型との比較を行った。その結果、完全剥離型断面である $BD=1$ 模型と再付

keyword：ガスト応答解析、攪乱周波数成分

連絡先：野田 稔 徳島市南常三島町2丁目 徳島大学工学部 Tel : 088-656-7323 Fax : 088-656-7323

着型断面である $BD=13$ 模型を比較すると、流れ場については、断面の違いによって模型前縁から剥離した流れの再付着の位置が変化するものの、再付着点付近において攪乱成分がスパン方向に拡がるのがわかった。しかし、圧力場については、 $BD=13$ 模型では攪乱成分の拡がり確認できたのに対し、 $BD=1$ 模型では攪乱成分の拡がりほとんど確認できなかった。しかしながら図は省略しているがスプリッター板のみにおける攪乱成分の拡がり、 $BD=1$ におけるものよりかなり狭まっており正方形断面においても剥離せん断層の存在による攪乱の拡がり認められる。

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
 (2)中出敦士: “流れ場に与えた微小攪乱の断面表面圧力への伝播過程”, 土木学会四国大会 (2004)

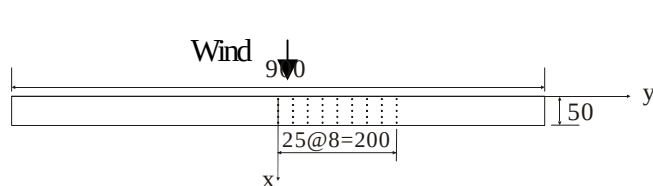


図1 圧力孔配置図（平面図）

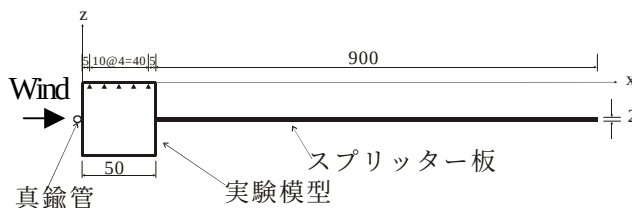


図2 スプリッター版配置図（側面図）

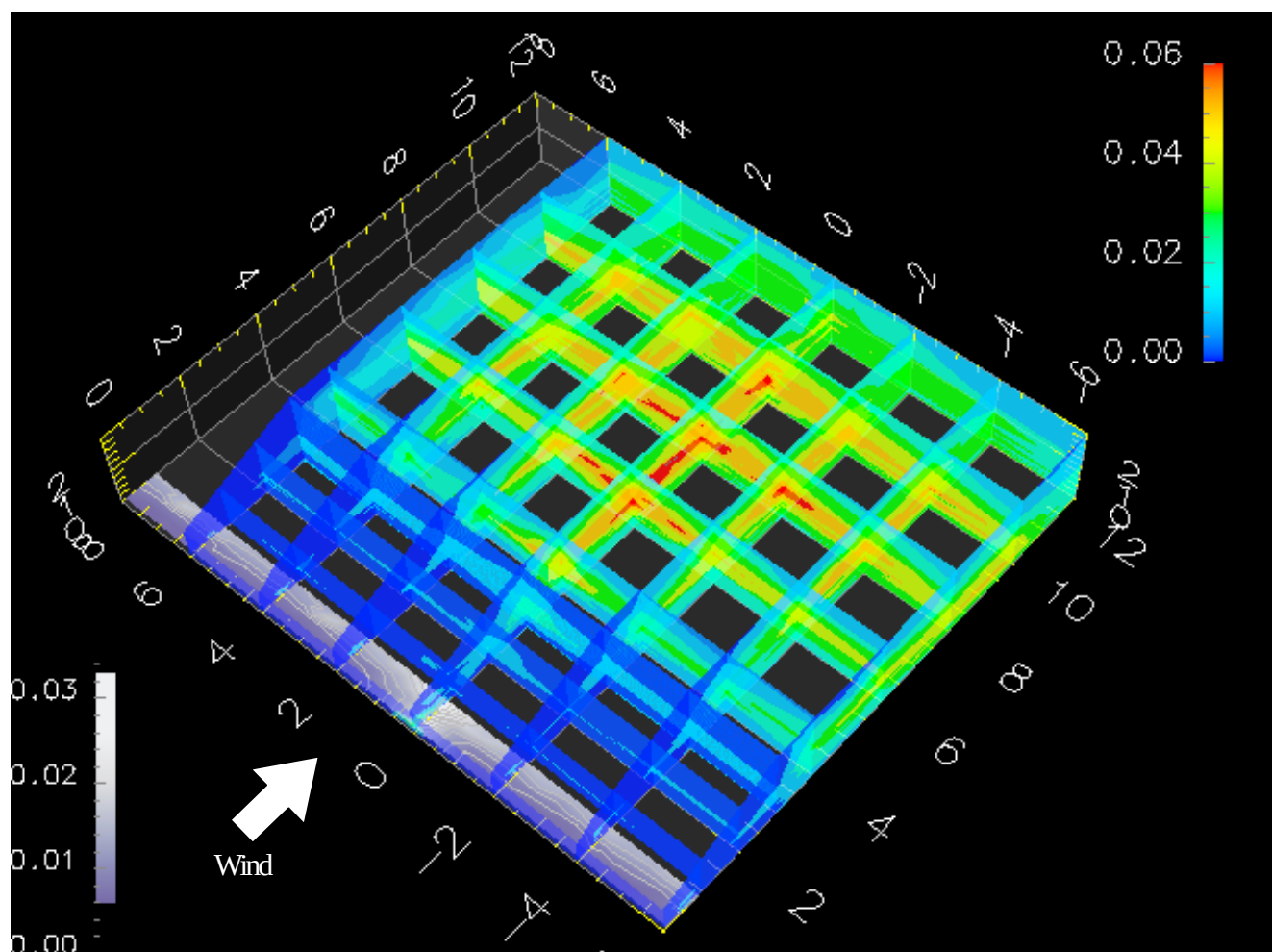


図3 圧力変動中の攪乱成分の振幅, 及び模型周辺の気流に含まれる攪乱成分の振幅の分布状況