

立命館大学大学院 学生員 ○山口良比古
立命館大学大学院 学生員 林 俊夫
立命館大学理工学部 正会員 小林 紘士

1)はじめに

本研究では、長大橋梁のより精緻なガスト応答解析のために必要とされる気流の空間相関特性を調べるために、PIV 粒子画像流速測定法を用いて橋梁基本断面の上面の気流を測定し、その橋軸方向の空間相関について調査した。

2)実験概要

本研究では、PIV を用いて気流の可視化実験を行った。橋軸方向の気流分布について調べるために、PIV 実験用の高さ 0.5m×幅 0.5mのエッフェル型風洞を作成した。幅 1.5、2.5cm の 2 種類の乱流格子を用いて乱流を生成し、熱線流速計及び PIV を用いて気流を測定した。図 1 に示すように $B/D=5$ の矩形断面模型を用いて、その上面にライトシートを設置した。ここで、ライトシートの厚さを 3mm、模型部分では 1.5mm とした。また、図 2 に示すように測定範囲を設定した。ここで、PIV を用いて気流測定を行う際、測定範囲を 1000×1000 pixel (約 60×60 mm)、ダブルパルス・レーザーの遅延時間間隔を 5ms とし、2 枚 1 組の画像を 15Hz 間隔で撮影し、連続 150 組の画像を取得した。本実験の PIV 測定の手法は、トレーサにスモークワイヤー法による煙を用い、画像の処理法に相関法を用いた。なお全ての測定は、平均風速 1m/s で行った。次に PIV 測定により得られた流速ベクトルより模型の上流部と下流部において主流方向の変動風速の時刻歴を作成し、それを用い主流方向変動風のパワースペクトル及び、橋軸方向の空間相関 (コ・コヒーレンス、相互相関係数) を求めた。

3)結果および考察

表 1 に熱線流速計により得られた生成気流の気流特性を示す。()内は PIV によるものである。図 3 に、PIV 測定により得られた気流ベクトルの分布図を示す。ここで、模型の上部において画像処理できていないものが多く、また、ライトシートの厚さが適切ではなかったと考えられ剥離領域を正確に評価できていないと思われることから、今回無視した。ここで、図 3 に示す模型の上流部においては、約 10%、下流部では約 3%、模型を設置していない場合約 1% 程度正確に画像処理できていないものがあり、これらを除去し補間した。

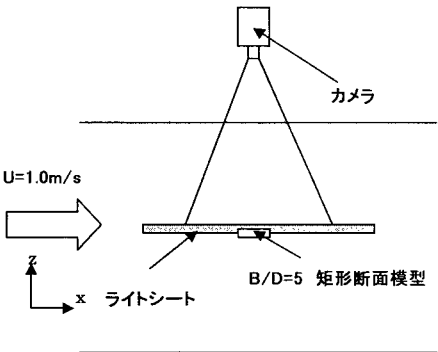


図 1 測定部側面図

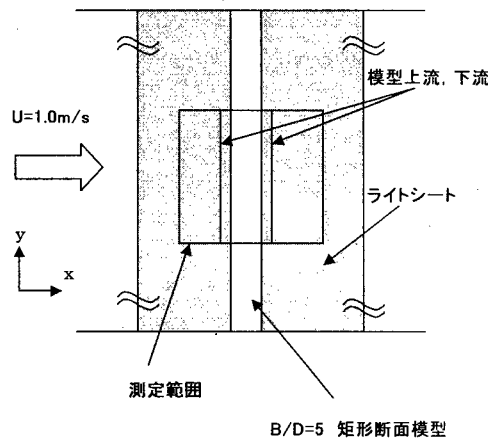


図 2 測定部平面図

表 1 気流特性

	U (m/s)	I (%)	L_x (%)	L_y (m)	L_z (m)
Grid-1	1.0(1.0)	6.9(6.1)	7.6	0.047	0.021
Grid-2	1.0(1.0)	11.1(10.0)	12.8	0.050	0.025

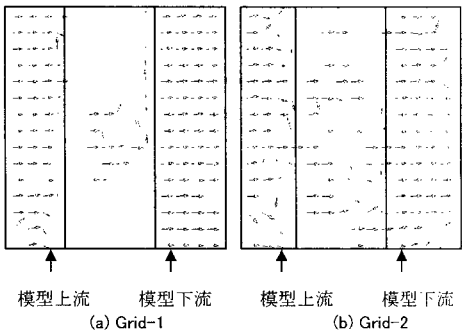


図 3 流速ベクトル分布図

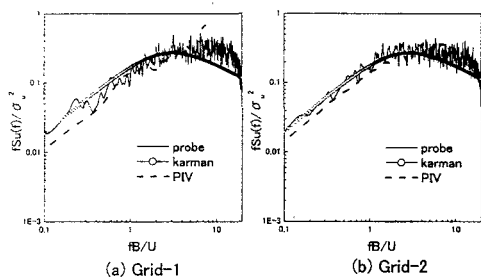


図4 主流方向変動風パワースペクトル

図4に、格子乱流の主流方向変動風のパワースペクトルを示す。PIV測定の実験をモデルとしていないときに得られたものが、熱線流速計によるものと良く一致しており、PIV測定によりうまく気流を測定できたと判断できる。また、それらは、kárman型パワースペクトルに比較的良好な一致を示している。

図5に、PIV測定により得られた主流方向変動風の橋軸方向のコヒーレンスを示す。橋軸方向の距離 Δy が大きくなるにつれてコヒーレンスが小さくなる傾向が読みとれる。また、モデルを設置している場合のほうが相関が低くなっている。これは、抗力の空間相関が気流のそれと同じか少し低くなるという報告と同様の結果を示している。²⁾ さらに寸法の大きい格子すなわちGrid-2による乱流のコヒーレンスのほうが大きくなっている。

図6に、PIV測定により得られた主流方向変動風の橋軸方向の相互相関係数のピーク値をプロットしたものを示す。積分スケールを求めた結果、Grid-1では、モデルなし0.017m、モデル上流0.013m、モデル下流0.015m、Grid-2では、モデルなし0.019m、モデル上流0.015m、モデル下流0.018mとなった。Grid-1、Grid-2ともにモデルなしに対してモデルの下流部で積分スケールが少し低くなり、上流部ではさらに低くなっている。

4)まとめ

- ・ PIV測定により乱流の空間構造をとらえることができ、コヒーレンスが測点間距離の増加にともない小さくなる様子がとらえられた。
- ・ 模型の上流部と下流部の主流方向変動風の橋軸方向の空間相関が模型を設置していないものより低くなることがわかった。
- ・ PIV実験により求めた気流の空間相関特性を用いることにより、より精緻なガスト応答解析に向けての一助となる。今後、上記の気流の相関と抗力の相関の関係についても調査する必要がある。

【謝辞】 本研究を遂行するにあたり御協力頂いた立命館大学理工学部4回生の上田純子氏に謝意を表します。

【参考文献】 1) 社団法人 可視化情報学会：実践集中講義 PIVの要点，1998。

- 2) 木村吉郎・中藤誠二・田村央・藤野陽三：矩形断面中に作用するガスト空気力のコヒーレンスの特性，日本風工学会誌，No.63号，1995

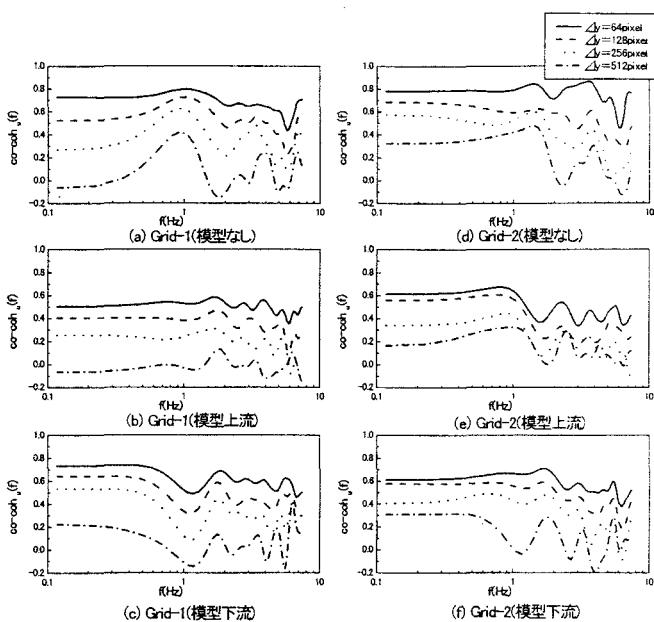


図5 主流方向変動風の橋軸方向のコヒーレンス

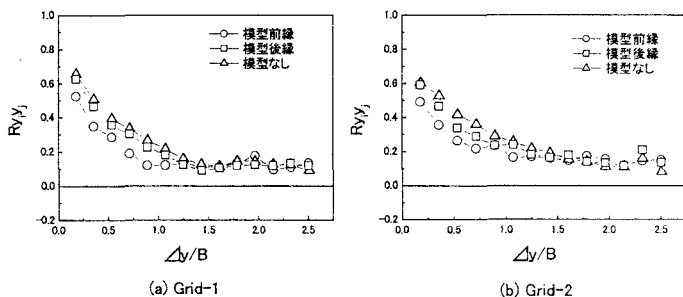


図6 主流方向変動風の橋軸方向の相互相関係数