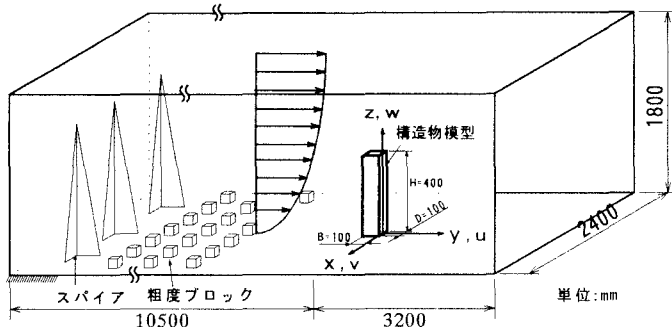


立命館大学大学院 学生員 ○長澤 哲之介
 立命館大学大学院 学生員 奥村 学
 立命館大学大学院 学生員 扇本 剛
 立命館大学理工学部 正会員 小林 敏士

1. はじめに

局所的な地形や構造物により生ずる気流の乱れは長大橋梁のガスト応答などに影響を与える。そこで、本研究では大型構造物後流の乱流特性値の空間的な分布を明らかにすることを目的とし、大型構造物模型を用い風洞試験を行う。



2. 実験方法

図 1 に風洞を示す。風洞気流はスパイア及び粗度ブロックを用い図 2 に示す様な鉛直分布を持つ境界層乱流を生成した。この境界層乱流中において $B=100\text{mm}$, $D=100\text{mm}$, $H=400\text{mm}$ の直方体の大型構造物模型を風洞吹出口後方 10500mm の位置に設置し、その構造物模型後流の気流測定を行う。座標 x, y, z はそれぞれ主流直角方向, 主流方向, 主流鉛直方向に対応しており、原点 (x_0, y_0, z_0) は構造物模型の後流側とした。また、流速測定には X 型熱線プローブを用いた。

図 1 風洞全体図

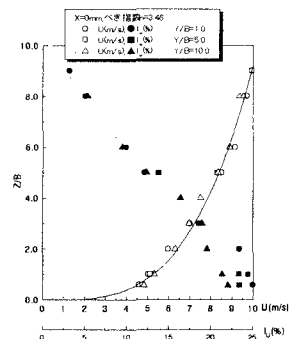


図 2 境界層乱流の鉛直分布

3. 結果

(1) U, I_u 鉛直分布

図 3 に $x/B=0$ における大型構造物模型の後流の平均風速 $U(\text{m/s})$ 及び主流方向成分の乱れ強度 $I_u(\%)$ の鉛直分布を示す。平均風速の低下は、ほぼ模型高さである $z/B=4.0$ で、主流側に $y/B=4.0$ あたりまで顕著である。また乱れ強度も同じ領域で増大している。そして、後流側に行くに従い平均風速及び乱れ強度の変化は減少し、 $y/B=12.0$ では構造物の影響はほぼなくなっている。また図中、乱れ強度が 30% を超える値を示しているが、X 型熱線プローブの特性¹⁾からくる測定誤差が含まれている。

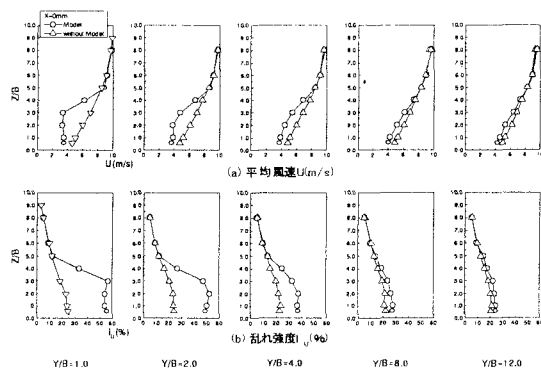


図 3 構造物後流の鉛直分布 ($x=0\text{mm}$)

図4に $x/B=0, y/B=4.0, z/B=2.0$ の測点における構造物模型設置前及び構造物模型設置後の変動風速のパワースペクトルを示す。図4(a)は主流方向成分の乱れのパワースペクトル S_u 、図4(b)は鉛直方向成分の乱れのパワースペクトル S_w である。主流方向成分について両者を比較すると、乱れ強度の増加からも解るように、おおむね模型設置後の方がパワースペクトルは増大しており、高周波領域においてはその傾向が強い。また、パワースペクトルのピークが模型設置前に比べて高周波側に移動している。それに比べ主流鉛直方向成分 W では、 U 成分ほどの違いは見られずまたパワースペクトルのピークについてもほぼ同じ周波数となった。

次に、構造物の存在がパワースペクトルの形状に及ぼす影響を定量的に見るために、構造物の設置前後のパワースペクトルの比を求めてみた。図5にその結果を示す。縦軸は後流気流パワースペクトル $S_u(f)$ 、 $S_w(f)$ と模型設置前の変動気流パワースペクトル $S_{u0}(f)$ 、 $S_{w0}(f)$ との比である。また、パワースペクトルはMEM(Maximum-entropy method)を用いて算出した。図5(a)から分かるように U 成分については、 $x/B=2.0, y/B=4.0, z/B=4.0$ のとき、 $f=10^{-1} \sim 10^1$ (Hz) の低周波領域でパワーの増加が2倍と比較的大きい値となっている。高周波領域では全ての測点でかなり大きなパワーの増大が認められた。一方、 W 成分については、低周波領域では測点による違いは U 成分ほど大きくない。高周波成分については、どの測点でも増大が認められることは U 成分の場合と同様であるが、増加率は U 成分ほどではない。

4. まとめ

本研究では、大型構造物の後流域を測定し以下に示す結果が得られた。

- 1) 平均風速 U (m/s) 及び乱れ強度 $I_u(\%)$ は構造物模型の高さである $z/B=4.0$ 以下においてもとの値の20%以上の影響があり、また後流域については $y/B=4.0$ 付近まで影響が著しい。
- 2) 大型構造物後流のパワースペクトルのピークは低周波側に移動する。
- 3) 大型構造物後流の変動風速パワースペクトルは設置前のパワースペクトルに比べ特に高周波領域において増大し、その最大値は $x/B=0, y/B=4.0, z/B=2.0$ において約5倍である。

以上のことから、大型構造物後流域では長大橋梁などに影響を与える気流の乱れの増加域が存在すること、スペクトル形状の変化などがある事がわかった。

また今後の課題として、気流直角方向の気流測定及び構造物模型を変化させ構造物後流の気流特性を調べる必要がある。また、さらに精度の良い測定を行うため逆流を検出できるスプリットファイバースコープによる測定実験を行う予定である。

謝辞 本研究の遂行に際して、ご協力頂いた立命館大学理工学部 川田康裕氏に謝意を表します。

【参考文献】

- 1) 孟, 日化: 急な斜面をもつ3次元孤立峰周りの乱れ場の乱流特性, 日本風工学会誌, No.73, 1997
- 2) 孟, 日化: 高層建物の流れ場の乱流特性, 第14回風工学シンポジウム論文集, 1996

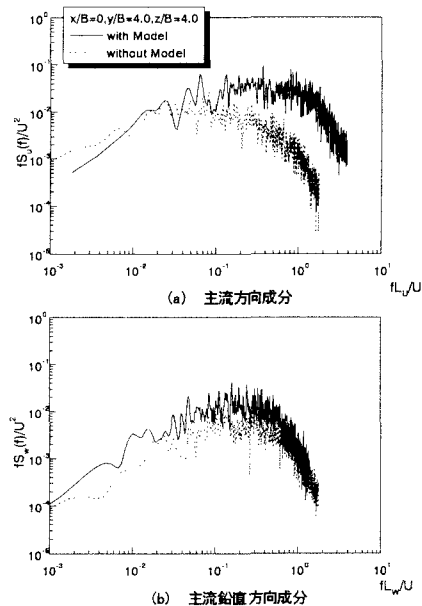


図4 変動風速パワースペクトル

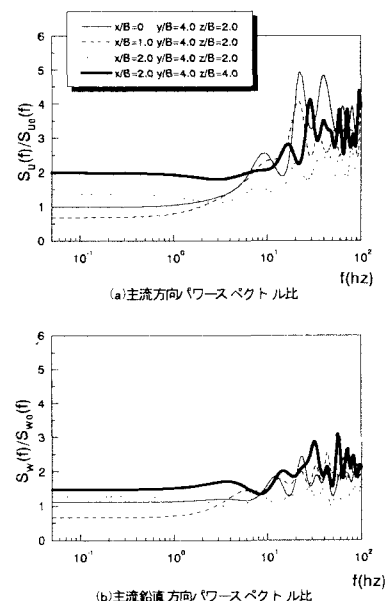


図5 変動風速パワースペクトル比