

(I - 34) ACサーボモータ風洞による気流の主流直交方向変動の制御およびその特性

日本大学理工学部 学生会員 赤松弘一郎

日本大学理工学部 正会員 野村卓史

日本大学理工学部 正会員 北川徹哉

1. はじめに

筆者らは、自然風に含まれる特有の時間的、空間的乱れを風洞実験において再現するため、ACサーボモータ風洞を複数配置しその各々の風洞のファンの回転数を制御することにより、より自然風に近い乱流特性をもつ変動風を生成することを試みている[1]。この風洞を主流方向1台と直交方向2台、計3台を駆動させる方式により、主流方向、直交方向ともに風の合流点では理想の乱れ強さ、乱れスケールの大きい変動風を生成することができた[2]。

今回は合流点より下流における風の変動を調べた結果を報告する。

2. 実験条件および実験方法

実験に用いる風洞の諸元は図-1の様である。パソコンからD/A変換ボードを経由しサーボアンプに電圧変動を与え、ACサーボモータの回転数を制御する。この風洞3台を、図-2のように配置し、風の合流点および下流の点で熱線流速計により測定し、ローパスフィルタを経由してデジタルレコーダに記録する。測定点は主流風洞No.1より、20cm(3本の風路の合流点)、30cm、35cm、40cmで測定した。

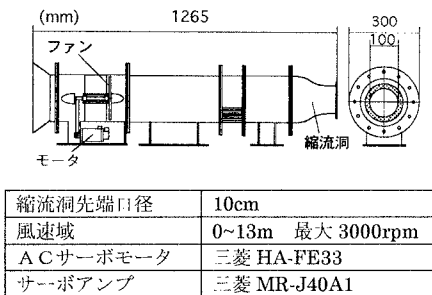


図-1 風洞概要

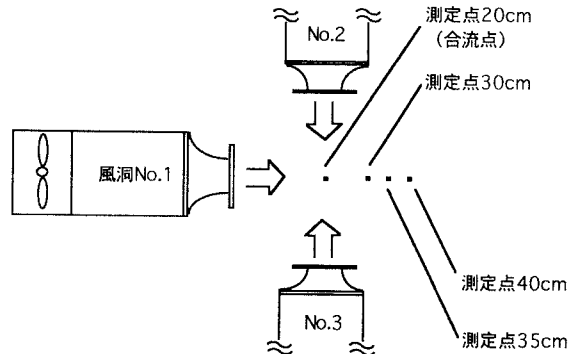


図-2 実験風洞配置図

3. 入力電圧

風洞に与える入力電圧に関しては、主流、直交方向ともにカルマンスペクトル分布に従う人工波形を用いる。主流方向がカルマンスペクトル従う場合の主流直交方向に与える入力電圧は次の式(1)を用いて与えられる。

$$S_w(f) = 4I_w^2 \bar{U}_w \frac{1 + 755.2 \left(\frac{f L_w}{\bar{U}} \right)^2}{\left\{ 1 + 283.2 \left(\frac{f L_w}{\bar{U}} \right)^2 \right\}^{(11/6)}} \quad (1)$$

ここで、主流方向と直交方向の乱れ強さ、乱れスケールの関係には、道路橋示方書に与えられている関係式 $I_w = 0.88 I_u$ 、 $L_w = 0.4 L_u$ を適用する。

この関係式をもとに今回の実験では、風洞に入力する電圧を、主流変動の平均風速は 4m/s、乱れ強さ $I_u = 0.1$ 、乱れスケール $L_u = 10m$ とし測定を行った。

<キーワード> 自然風, ACサーボモータ, 風洞, 乱れスケール, カルマンスペクトル

〒101-8308 千代田区神田駿河台1-8 日本大学理工学部土木工学科 TEL, FAX 03-3259-0411

4. 測定結果

測定点 30cm 図-3に示すように、直交方向はカルマン分布に一致したが、主流方向が理想のカルマンスペクトルから大きく外れる結果となった。時系列データ(図-4)によれば、直交方向から入力した変動風が主流方向からの変動風と同レベルになった時に、主流方向の風速が0m/s近くまで落ちている。この影響が低周波から高周波まで全域で起こるため、図-3では全体的に理想曲線を上回る結果となっている。

これは合成風が測定点をはずれてしまうことによる。そこでこれを抑制する目的で図-5のように断面10*10cm長さ120cmのダクトを設置し、実験を行った。

5. 測定結果(ダクト付き)

測定点 30cm 図-6のように、主流方向、直交方向ともに理想カルマンスペクトルに従った測定波形となっている。このことより、測定点20cm(合流点)から、測定点30cmにおいては主流、直交方向ともに、指定の乱れ強さ、乱れスケールをもつ変動風であることが分かる。

測定点35cm 直交方向からの変動の影響により風の方向が変化し始めるため、主流方向の変動の振幅が大きくなり、スペクトルも若干上回る結果となった。(図-7)このことは測定点40cmになるとさらに顕著に現れる。直交方向に関しては、これらの測定点では理想のスペクトルより下回る結果となり、目標を下回っている。

6. まとめ

ダクトを用いた場合、測定点20cm(合流点)から測定点30cmの範囲で直交方向にも指定の乱れ強さ、乱れスケールをもつ変動

風を生成することができた。この10cmの範囲は風洞口径10cmと同規模である。しかし、直交方向から風を当てる方式では、主流方向の流れの方向を変えてしまうことが問題であるといえる。

<謝辞>本研究は文部省科学研究費補助金の助成のもとに行いました。記して謝辞を表します。

<参考文献> [1]野村卓史ほか: AC サーボモータでファンを直接制御する風洞で生成される気流の変動特性, 土木学会第52回年次学術講演 I-B46, 1997 [2]中村裕一: AC サーボモータ風洞で生成する気流の主流直交方向変動の制御, 土木学会第53回年次学術講演 I-B13, 1998

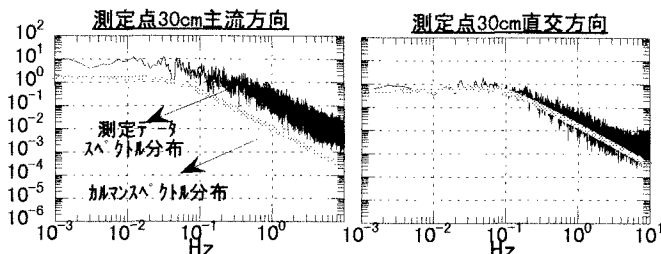


図-3 主流、直交スペクトル分布

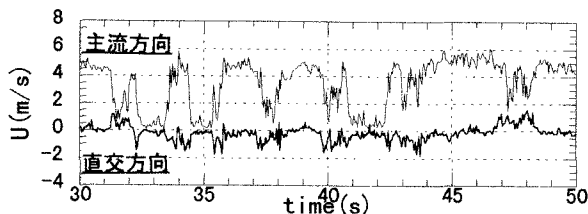


図-4 主流、直交方向時系列データ

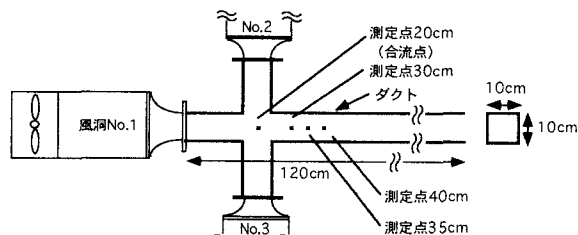


図-5 ダクト付き風洞配置図

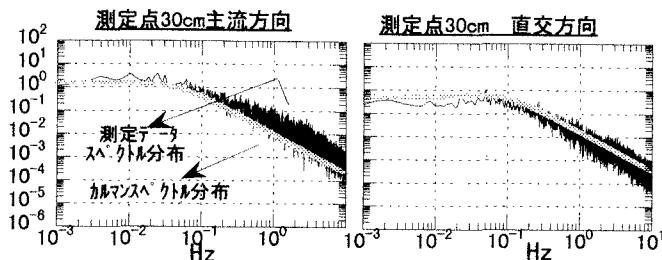


図-6 主流、直交スペクトル分布

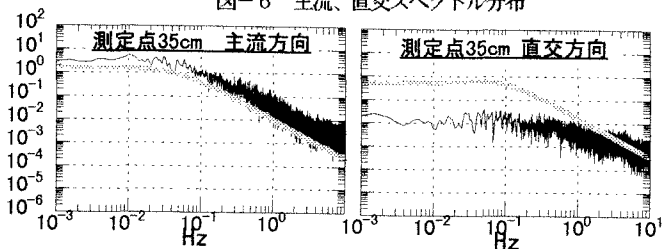


図-7 主流、直交スペクトル分布