

I - B 335

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方法の比較検討

名工建設 正会員 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気流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を報告した[2]。しかし、合流点から下流では主流方向、直交方向ともに、所定の変動を生成する事が困難であることが分かった[3]。そこで風洞2台を交差角45°で配置し、気流を合成する方式[4]を試みたので結果を報告する。

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。生成された変動風はX型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。まず、風洞3台による方式では風洞3台を図-2の様に配置し、風洞No.2, No.3によって直交方向変動を与えることを試みた。また、生成された主流方向の変動風が大きく風向を変えてしまうを抑えるため、ダクトを設置した場合の実験（図-2中の点線がダクトの有無）を行い、その影響を調べた。測定点は図中に示す4点である。

また、風洞2台による方式（図-3）では風洞を45度の開き角で配置し、風の合流点において所定の乱れ強さ、乱れスケールの変動風を得るように電圧変動を入力するという手法[4]を用いて実験を行った。測定点は図中に示す5点である。

3. 目標とする変動気流

生成しようとする変動気流は、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とした。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の気流変動は次の式（1）を用いて与えられる。

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

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、主流変動の平均風速 4m/s、乱れ強さ $I_u = 0.1$ 、乱れスケール $L_u = 10\text{m}$ とし、風洞に入力する電圧を作成し測定を行った。

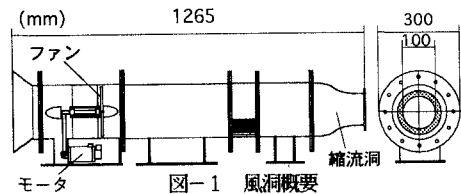


図-1 風洞概要

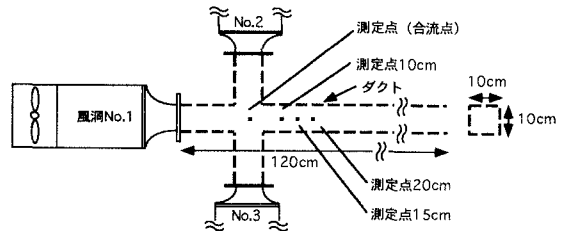


図-2 風洞配置図（風洞3台による方式）

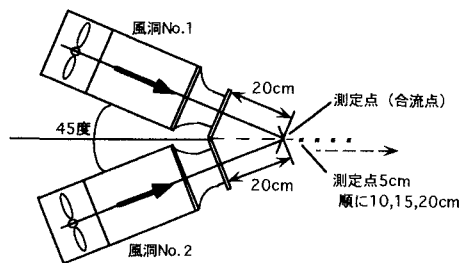


図-3 風洞配置図（風洞2台による方式）

<キーワード>自然風、ACサーボモータ、風洞、直交方向変動、カルマンスペクトル

〒101-8308 千代田区神田駿河台1-8-14 日本大学理工学部土木工学科 TEL, FAX 03-3259-0411

4. 測定結果(風洞3台,ダクト付き)

測定点15cm 測定点が合流点からその下流10cmまでの範囲では主流方向,直交方向ともに目標カルマンスペクトルにはほぼ従った測定波形となる。しかし,測定点15cmでは直交方向からの気流の影響により風の方向が変化し始めるため(図-4)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。直交方向に関しては,この測定点においてはダクトの影響により,目標のスペクトルよりかなり下回る結果となっている(図-5)。

5. 測定結果(風洞2台による方式)

測定点 風の合流点 図-6のようなスペクトル分布となり,若干主流方向のスペクトルが高いが,主流方向,直交方向ともに所定の変動風が再現できていることがわかる。主流方向のスペクトルが,カルマンスペクトル分布より若干高くなることは,2本の風洞からの風が合成されるときに生じる乱れであると考えられる。しかし,風洞3台による方式における合流点での測定結果と比較すると,生成される変動風の再現性は同程度であった。

測定点15cm 図-7のようなスペクトル分布となり,この測定点においても,直交方向の変動特性は良好である。主流方向のスペクトルは,図-6と比較すると,高周波側が若干高くなる。この傾向は測定点をさらに下流(測定点20cm)にした場合も同様であるが,直交方向の変動は保たれている。

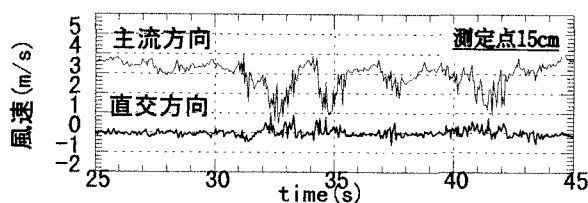


図-4 風洞3台(ダクト設置)主流,直交方向時系列波形

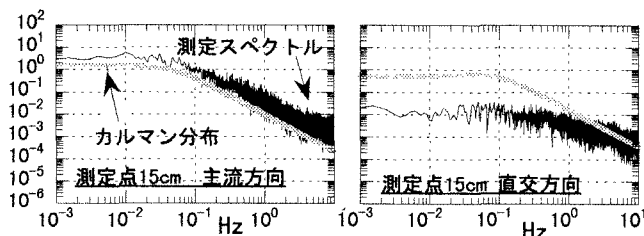


図-5 風洞3台(ダクト設置)主流,直交方向スペクトル分布

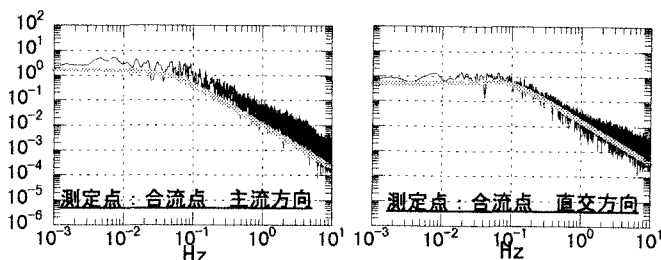


図-6 風洞2台 主流,直交方向スペクトル分布(測定点:合流点)

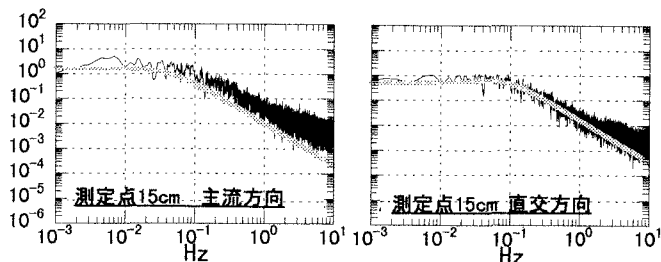


図-7 風洞2台 主流,直交方向スペクトル分布(測定点:15cm)

6. まとめ 風洞3台によりダクトを用いた場合で,主流方向の風向変化を抑えることは,一定の範囲で可能であったが,測定点がさらに下流になると効果がなく,直交方向変動も小さくなる事が分かった。しかし風洞2台による方式では合流点から20cm程度の範囲で主流方向,直交方向ともに所定の乱れ強さ,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20cmの範囲は風洞口径10cmの2倍に相当する。よって,直交方向の変動を生成する方式としては,風洞2台により風を合成する方式が非常に有効であるといえる。

<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。記して謝意を表します。

<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 [3]赤松弘一郎ほか: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,土木学会関東支部第26回技術研究発表会 I-34,1999 [4]野村,山縣,木村:ACサーボモータでファンを直接制御する風洞による風速風向変動の生成,第15回風工学シンポジウム論文集,pp.197-202,1998