

AC サーボモータ風洞による風向変動の作成

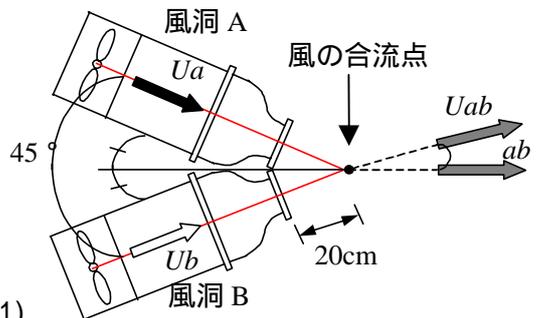
日本大学 学生会員 鈴木 洋司
 日本大学 正会員 野村 卓史
 日本大学 正会員 北川 徹哉

1. はじめに

自然風が構造物等に及ぼす作用を評価するには、自然風の風速変動と風向変動をより忠実に再現することが重要である。本研究では複数の風洞を水平面内で斜交配置する方式により、風の風向角が連続的に変動できる風洞の開発を目標としている。これまでに、2本の風洞を用いて45度の範囲の風向変動を作成したが、今回は、風洞の数を3本に増やして90度までの風向変動を実現したので報告する。

2. 風洞2台による合成風の作成方法

本研究では直径10cmの円形吹き出し口を持つACサーボモータ風洞を用いる。このACサーボモータ風洞2台を水平面内で交差角45度に配置して(図1)、風の合流点において、所定の合成風の風速 U_{ab} と風向角 α_{ab} を得るには、 U_{ab} 、 α_{ab} とそれぞれの風洞の風速 U_a 、 U_b との関係が、式(1)、式(2)で与えられることが分っている¹⁾。



$$U_{ab} = \alpha_1 U_a + \alpha_2 U_a^2 + \alpha_3 U_a^3 + U_b + \alpha_4 U_a U_b + \alpha_5 U_a^2 U_b + \alpha_6 U_a U_b^2 \dots (1)$$

$$U_a = \beta_1 U_{ab} + \beta_2 U_{ab}^2 + \beta_3 U_{ab}^3 + U_b + \beta_4 U_{ab}^3 U_b + \beta_5 U_{ab}^2 U_b^2 \dots (2)$$

式(1)、式(2)の関数は図2、図3のように、なめらかな曲面を表している。式(1)、式(2)をもとに、 U_{ab} と α_{ab} から逆算して U_a 、 U_b を求め、それに対応する電圧変動を与え風洞を駆動させる。

3. 風洞3台による合成風の作成

上記の関係に基づいて、風洞3台を水平面内で各々の風洞の交差角を45度に配置し(図4)、風を合成させて、より大きな風向変動を持つ変動風を作成する。以下に、風向変動が

中央値0度、片振幅45度、周期10sで、かつ風速変動が中央値8m/s、片振幅2m/s、周期5sの値を取る変動風を作成する場合を例に作成手順を示す。

合成風の風向角 α の範囲によって駆動する風洞の組み合わせを変える。0度から45度ならば風洞Aと風洞Bを駆動させ、

-45度から0度ならば風洞Bと風洞Cを駆動させる(図5)。風洞2台を用いて気流を合成するとき、式(1)と式(2)は風向角 α_{ab} が ± 22.5 度の範囲で定義されている。図5の風向角を風洞Aと風洞Bの中心軸を原点とする α_{ab} と風洞Bと風洞Cの中心軸を原点とする α_{bc} とで表すと図6のようになる。この図6をもとに式(1)、式(2)により U_a 、 U_b と U_c を求め、個々の風洞に与える入力電圧 V_a 、 V_b と V_c に変換する。

キーワード：ACサーボモータ、風洞、自然風、風向変動

図1 風洞2台配置

表1 式(1)、式(2)の係数

α_1	-0.23159	β_1	-0.0256
α_2	0.01207	β_2	0.00133
α_3	-0.00209	β_3	0.001208
α_4	0.028684	β_4	-7.8E-05
α_5	0.002051	β_5	4.65E-05
α_6	-0.0021		

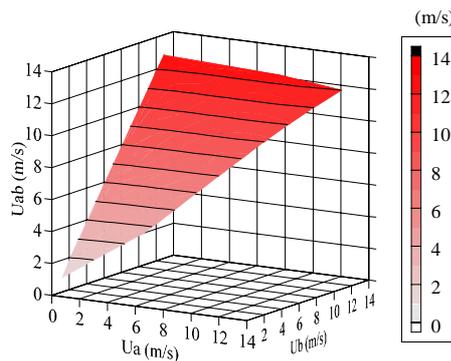


図2 U_{ab} と U_a 、 U_b の関係

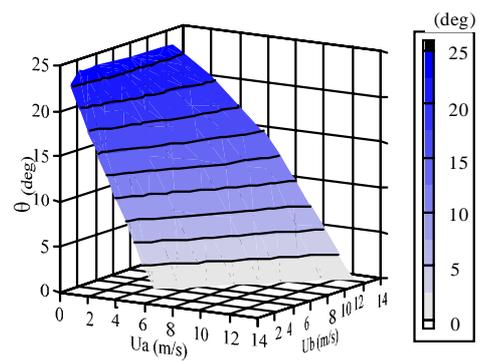


図3 α と U_a 、 U_b の関係

V_a 、 V_b と V_c の時系列波形を図 7 に示した。

4. 測定結果

電圧変動 V_a 、 V_b と V_c によって 3 本の風洞を駆動したときの風の合流点にける風速と風向を超音波風速計で測定した結果を図 8 に示す。風速、風向の変動が目標波形より、遅れて変動が発生しているが、これは風洞に電圧を与えてファンを回転させて気流を発生させてから、気流が測定点に到達するまでの時間差のためである。

5. まとめ

風洞の数を増やすことで従来の方よりも大きな風向の変動を持った変動風を作成することができた。さらに風洞の数を増やすことで、より大きな風向変動を作成することができる。

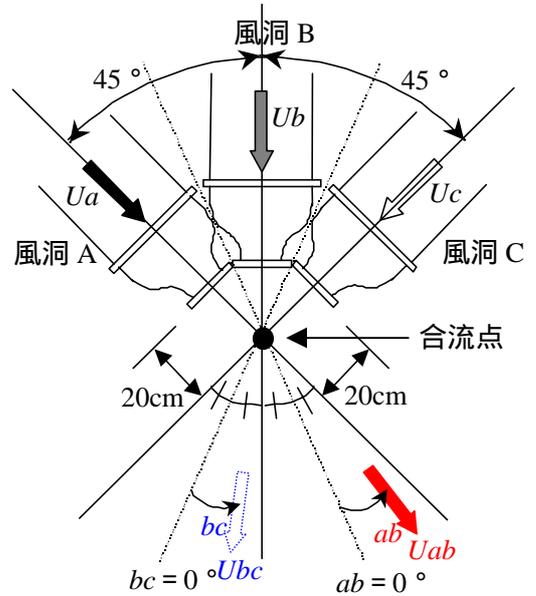


図 4 風洞 3 台配置図

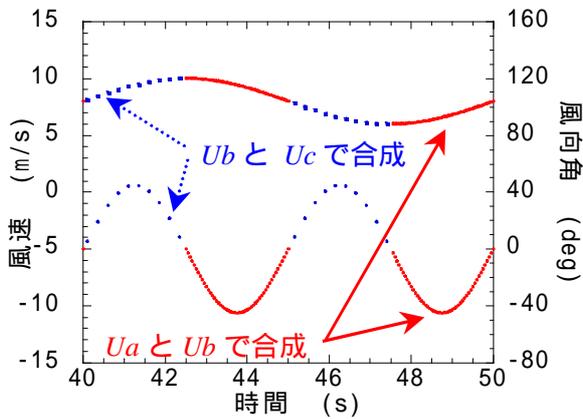


図 5 目標とする変動の分割

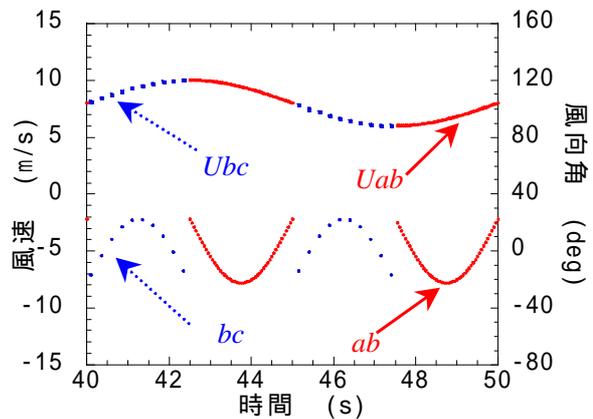


図 6 風向角に関する補正

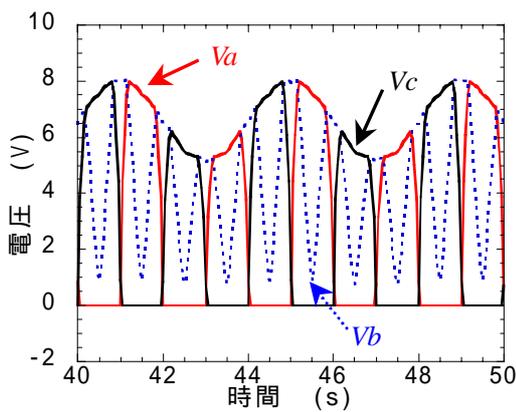


図 7 入力電圧波形

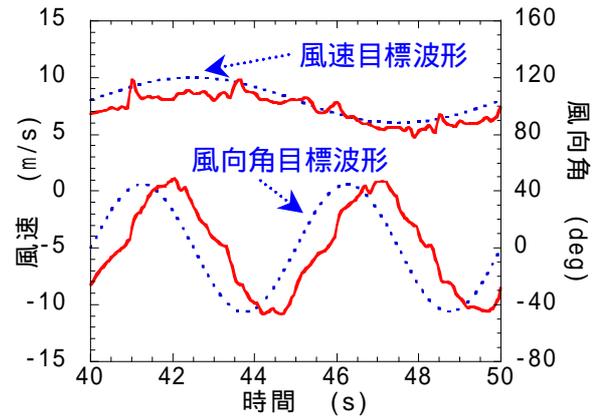


図 8 合成風の測定結果

<参考文献> 1)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