

## 任意の空間相関特性を再現するアクティブ乱流生成装置の改良

徳島大学大学院	学生員	足立 浩一
徳島大学工学部	フェロー	宇都宮英彦
徳島大学工学部	正員	長尾 文明
徳島大学工学部	正員	野田 稔
東四国ダイケンホーム（株）		神原 崇

**1.はじめに** 構造物の耐風安定性の照査は、一様気流中の風洞実験で行われることが多いが、一様気流中と乱流中では構造物の応答に違いが生じる。したがって、風洞実験で確認された空力振動現象の発現が、実際の橋では観測されないという状況が生じることがある。この原因の1つとして、自然風が時間的・空間的に変動する乱流であり、風洞内と実橋では接近気流が完全に一致していないという点が考えられる。この問題を解決するために開発されたアクティブ乱流生成装置<sup>1),2),3)</sup>が存在する。また、著者らも鉛直方向成分の乱流を生成する装置を開発した。<sup>4)</sup>この装置を用いることにより自然風の有する空間相関特性をある程度再現できるが、構造上の問題により乱流特性が連続的に変化せず不自然な気流になってしまう欠点が存在した。そこで、本研究では、改良型の装置を製作し、その性能照査と従来型装置において確認された問題点を解決できているかどうかの確認を行った。

**2.装置概要** 図1に従来型装置を用いて2点同時測定を行い、基準点の鉛直成分の風速変動の空間相関係数を求めた結果を示す。図2に示す従来型装置にはスパン方向に5分割された各翼列間に翼列を支持する為の支柱が存在し、この支柱の影響で隣合う翼列の間に不連続領域が生じ、図1のように非連続な分布になったと考えられる。そこで、この問題を解決するために支柱を取り除き5分割した翼にかえて連続した1枚の翼としてゴム板を使用した。装置の全体図を図3に示す。装置の駆動方法は、翼下流端に接続した細いシャフトとACサーボモーターの駆動軸より伸びているアームを接続することで翼を駆動させており、5基のモーターは個々に独立した動きをさせることにより、スパン方向に波のような連続的な動きをさせることを可能とした。また、翼上流端の固定にはピアノ線を張ることで同時に翼のたわみを防いだ。

改良型装置を用いて、乱流の制御を行った結果を図4に示す。このときの乱流特性値の目標値は  $U=3.0\text{m/s}$ 、 $I_w=5.0\%$ 、 $L_w=0.5\text{m}$  とし、数回の測定および補正を繰り返すことにより目標とほぼ一致する乱流特性値が得られた。この結果より、改良型装置を用いて目標とほぼ一致する乱流特性値を有する乱流が生成できていると考えられる。また、補正後の目標と一致した時の駆動波形を用いると、パワースペクトル等の乱流特性は再現できることも確認できた。なお、翼の下流端における風洞断面中心を原点として、主流方向をX軸、スパン方向をY軸、鉛直方向をZ軸とし、測定は  $(X,Y,Z)=(0.5,0,0)$ （単位：m）にて行った。

**3.乱流特性の空間分布** 前述の条件において生成した乱流を用いて、風洞内の乱流特性の空間分布を求めた。このときのスパン方向における乱れ強さの空間分布の結果を図5に示す。この結果より、多少不均一なばらつきはみられるが従来型装置の問題は解決できているといえる。不均一なばらつきの原因としては、翼の下流側に生じたシャフト間中央部の翼のたわみや製作上の不整合が考えられる。

次に、改良後の装置を用いて空間相関の制御を行った。制御を行う際に自然風の空間相関係数の経験式  $R_{(dY)}=\exp(-dY/L_{y,w})$  を用いて求まる値を目標値として設定した。従来型装置および改良型装置において同様の方法を用いて駆動波形を生成し、2点同時測定を行った。測定した結果を図6(a)に示す。目標よりも若干高い値が計測されているが、図1に示した空間相関係数の非連続的な分布は確認されなかった。この結果より、改良型装置においては従来型装置の問題点を解決できていると考えられる。また、このときの駆動波形を用いて基準点を  $Y=0.4, 0$  と

keyword：アクティブ乱流生成，乱流制御，空間相関

連絡先：野田 稔 徳島市南常三島町2丁目 徳島大学工学部 Tel：088-656-7323 Fax：088-656-7323

して2点同時測定を行い、その結果を図6(b)および(c)に示す。この結果より、基準点を変えた場合においても目標値とほぼ同じ値が計測できており、連続的な分布になっているといえる。

**4.結論** 本研究は、従来型装置の改良を行い、その性能照査と従来型装置において確認された問題点を解決できているかの確認を行った。結果として、改良型装置を用いることにより、任意の乱流特性を有する乱流を生成することができ、従来型装置の問題点も解決できているといえる。また、基準点の異なる場合でも目標とほぼ一致した結果が得られた。しかしながら、空間分布を測定した際に乱流特性値のばらつきが確認された。この原因としては、シャフト間の翼のたわみや翼上流における製作上の不整合が考えられ、今後はこれらの新たな問題を解決するためにさらなる改良を行い、検討していく必要がある。

**謝辞** 本研究の一部は文部科学省科学研究費[代表者 宇都宮英彦]によるものであり、記して感謝の意を表します。

**参考文献**

- 1) 川谷, 上島, 鈴木, 戸田, 小林; 第13回風工学シンポジウム論文集, 1994年, pp.311-316
- 2) 藤本, 斎藤, 本田, 平井; 日本風工学会誌, 第61号, 平成6年10月, pp.11-20
- 3) 西, 宮城, 菊川, 松田, 曹; 第15回風工学シンポジウム論文集, 1998年, pp.209-214
- 4) 宇都宮, 長尾, 野田, 白石, 足立; 日本風工学会誌, 第95号, 平成15年4月, pp.97-98

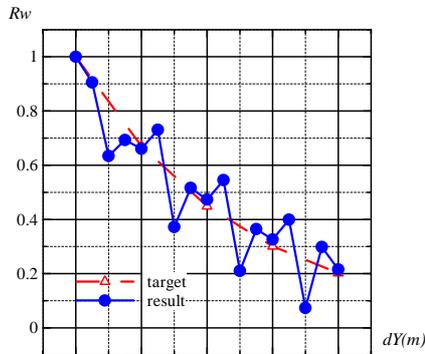


図1 従来型装置における空間相関係数

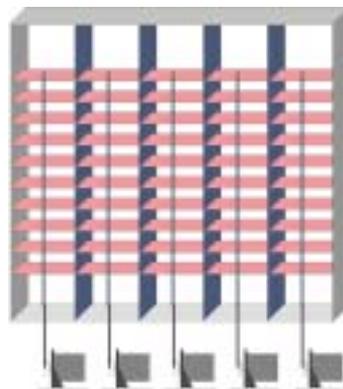


図2 従来型装置の全体図

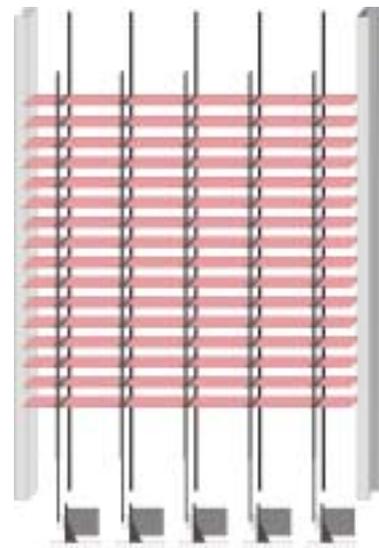


図3 改良型装置の全体図

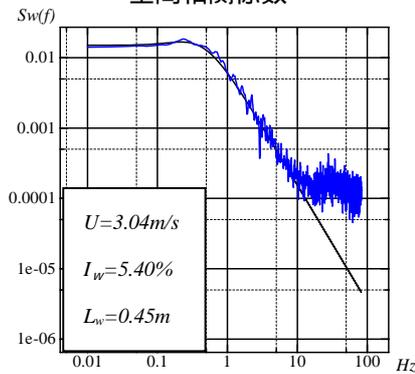


図4 パワースペクトル図

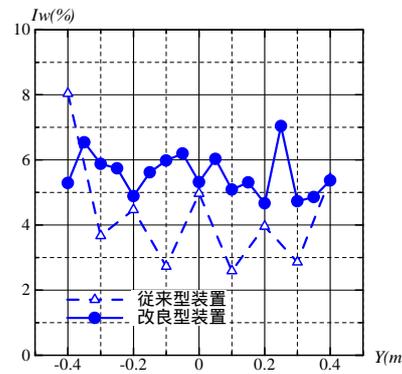
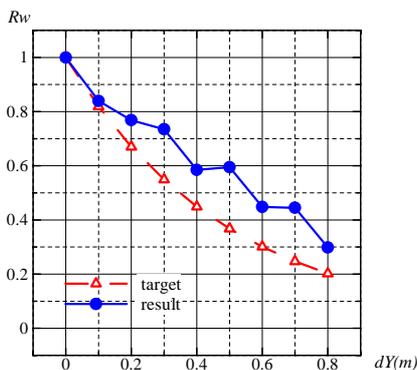
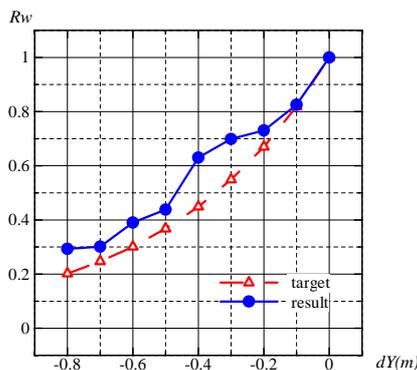


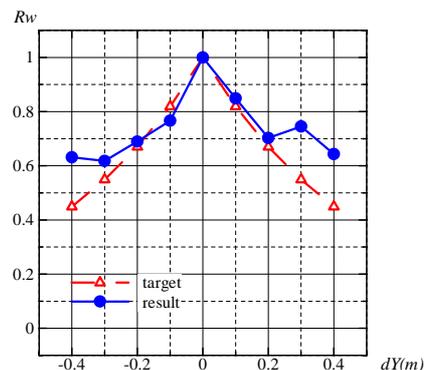
図5 乱れ強さの空間分布



(a)基準点: Y=-0.4m



(b)基準点: Y=0.4m



(c)基準点: Y=0m

図6 改良型装置における空間相関係数