

I - B47 三次元境界層乱流のアクティブ制御の応用

三菱重工業㈱ ○正員 倉橋 勲 正員 藤本 信弘
三菱重工業㈱ 正員 斉藤 通 正員 本田 明弘

1. はじめに

近年、構造物の大型化が進み、より経済的な設計が要求されており、自然風を再現した境界層乱流による風洞試験が重要となっている。著者らは境界層乱流の気流特性を変化させる新たな手法としてスパイヤーとラフネスブロックを揺動させるアクティブ制御技術を開発中である。^{1) 2)}

本報告では水平方向の乱流成分のスケール及び空間相関のコントロールに着目したアクティブ制御手法の開発について報告する。

2. スパイヤー駆動法の検討

図1にスパイヤー＋ラフネスブロック方式の乱流発生装置の概要を示す。本装置のスパイヤーは風洞床下に格納されており、必要高さ迄昇降させた後、図2に示す様にパルスモータでY字状の開閉駆動により、スパイヤーの振幅を変化させることが可能である。本報告では図3に示すように、スパイヤーを風路左右に2つのグループに分け、両グループを同位相及び逆位相で駆動させ気流の特性を比較検討した。

3. 検討結果

駆動パターンを変化させた場合の水平方向の乱れ強さ、乱れスケール、パワースペクトル、空間相関の特性変化をそれぞれ表1、2、図4、5に示す。表1に示す様に左右逆位相の乱れ強さについては、スパイヤー駆動周波数の増加に伴い増加（0.06→0.08）する傾向にある。また駆動振幅が大きくなるほど増加（0.05→0.06）する傾向にある。駆動パターンで見るとスパイヤーに位相差を持たせる方が乱れ強さは増加（0.05→0.06）する傾向にある。表2に示すように左右逆位相の乱れスケールについては、駆動周波数の増加に伴い減少（8.1m→2.7m）する傾向にある。また駆動振幅の増加に伴い増加（0.4m→8.1m）する傾向にある。駆動パターンで見ると、スパイヤーに位相差を持たせることで乱れスケールは増加（0.3m→8.1m）する傾向にある。図4に示すようにパワースペクトルについては、同位相駆動の場合は固定した場合とほとんど変化が見られない。逆位相駆動の場合は、固定した場合に比べ、幅広い低周波領域で増加している。図5に示すように左右逆位相の空間相関については、固定した場合に比べ低周波領域での相関が改善されている。

4. まとめ

本研究によりスパイヤーのアクティブ制御手法として位相差を持たせた駆動により下記に示すような、水平方向の乱れ強さ、乱れスケール、パワースペクトル及び空間相関の制御範囲が拡大できる見通しを得た。

- 水平方向乱れ強さは、駆動周波数・駆動振幅の増加に伴い増加する傾向にある。
- 水平方向乱れスケールは、低周波・大振幅の駆動により増加する傾向にある。
- 水平方向パワースペクトルについては、低周波領域の幅広い範囲を増加する傾向にある。
- 水平横方向の空間相関については、低周波領域の相関を向上させる。

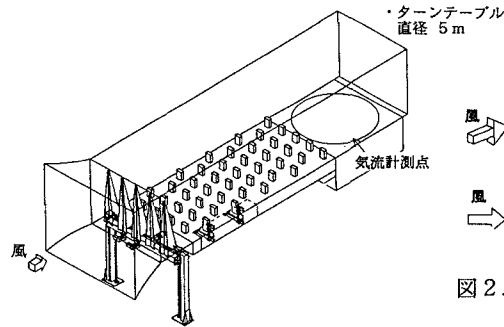
参考文献

- 1) 藤本、斉藤、本田他、「アクティブ制御による境界層乱流のシミュレーション」土木学会第49回年次学術講演会、1994
- 2) 藤本、倉橋、斉藤他「スパイヤーのアクティブ制御を用いた境界層乱流生成の検討」土木学会第50回年次学術講演会、1995

キーワード：風洞実験、境界層乱流、アクティブ制御、自然風、橋梁

長崎市飽の浦町1番1号 三菱重工業 長崎研究所 流体研究室

TEL 0958-28-7060 FAX 0958-28-7124



大型境界層風洞(測定部)
幅6m×高さ5m×長さ30m

注) 左図は概念図であるため
個数は適宜省略している。

図1. 乱流発生装置概要図

図2. スプайヤー

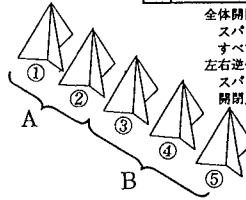
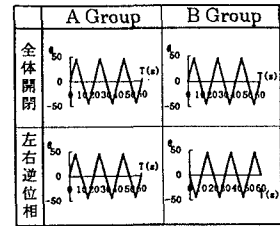


図3. スプайヤー駆動パターン



全体開閉：
スプайヤーA GroupとB Groupが
すべて同じ動作を行う。
左右逆位相：
スプайヤーA GroupとB Groupの
開閉周期が半周期遅れて動作を行う。

表1. 水平方向乱れ強さと駆動周波数の関係

H=400mm V=10m/s 5枚			
加振振幅	44°	30°	15°
加振周波数	0.00Hz	0.05	
	0.05Hz	0.06	0.06
	0.40Hz	0.08	0.08

H=400mm V=10m/s 5枚		
加振振幅, 加振周波数	44°, 0.05Hz	
駆動パターン	左右逆位相	0.06
	全体開閉	0.05

表2. 水平方向乱れスケールと駆動周波数の関係

H=400mm V=10m/s 5枚			
加振振幅	44°	30°	15°
加振周波数	0.00Hz	0.2m	
	0.05Hz	8.1m	4.3m
	0.40Hz	2.7m	1.4m

H=400mm V=10m/s 5枚		
加振振幅, 加振周波数	44°, 0.05Hz	
駆動パターン	左右逆位相	8.1m
	全体開閉	0.3m

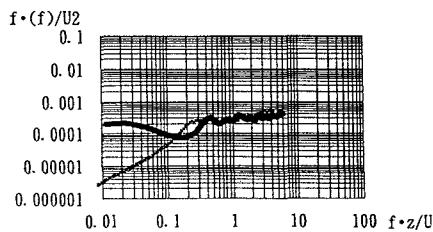
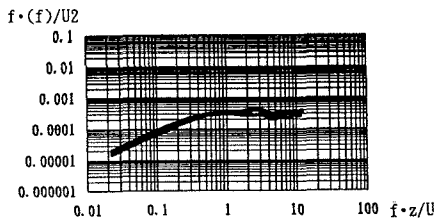
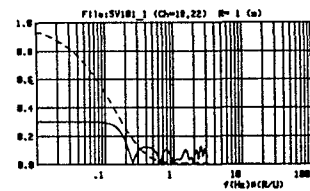
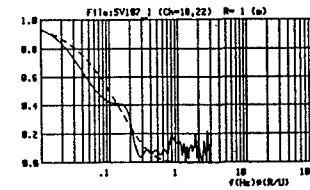


図4. ハワースペクトル密度分布の比較

<条件> 細線: スパイヤ-開閉角度45° 固定
太線: スパイヤ-駆動(0.05Hz, 44°)
計測点高さ: 400mm



a) スパイヤ-開閉角度45° 固定



b) スパイヤ-駆動(0.05Hz, 44° 左右逆位相)

図5. 水平方向の空間相関 R_y^v

<条件> 計測点高さ: 600mm
水平距離: 1000mm
 $k_{yy} = 7$