

I-744

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
—スパイヤーの動作パターンの効果—

三菱重工業㈱ 正員 藤本 信弘, 倉橋 勲
同 正員 斎藤 通, 本田 明弘
同 竹山 孝行

1. はじめに 塔状構造物等の高さを有する構造物や大規模ドーム等の三次元的な広がりを持つ構造物の風洞試験においては、自然風を再現した境界層乱流を風洞内に生成することが必要となる。この境界層乱流においては、対象とする構造物や模型縮尺あるいは試験目的に応じて、気流特性の相似性を満たすことが要求される。そのためには、風洞床面に配置した各種固定障害物の寸法・形状・配置等を変化させることが行われてきたが、経験に頼るところも多く、かつ気流特性のコントロールにも限界がみられるようである。特に、乱れのスケール長については、一定レベルを越える大きな値を得ることが困難とされている。

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を検討している¹⁾²⁾。本報告では、気流の乱れスケール長に着目し、スパイヤーを上下2分割し、種々のパターンでその開閉動作を制御する方法の効果をパイロット風洞を用いて実験的に検討したので、その結果について示す。

2. 検討方法 今回の検討は、最終的に大型の境界層風洞での気流生成を目標にしたものであるが、特に各種のスパイヤーの制御方法の相対比較を第一目的とするため、その縮尺10分の1のパイロット風洞（図1a）を用いた実験を行った。パイロット風洞の風路サイズは、幅0.6m×高さ0.5m×長さ3mであり、当社の大型境界層風洞の風路に相似な形状を有している。なお、気流特性に関しては、予備実験によりパイロット風洞での再現性を確認している。

スパイヤー（図1b）については、風洞上流部に計5組配置されているが、それぞれ鉛直軸からY字状に配置された平板で構成されている。そのうち軸から上流側2方向に張り出した板は、いずれも上下2分割されており、計4枚の板は鉛直軸を中心としたヨーイング方向の回転が可能となっている。この4枚の板を表1に示すような動作のパターンで開閉運動させることにより、気流特性に及ぼす効果を比較した。

なお、今回のパイロット風洞での実験は、このスパイヤーの制御方法の効果に着目して実施したものであり、ラフネスブロックは設置を行わない状態での気流特性を計測している。

3. 検討結果 種々の動作のパターンでスパイヤーを周期的に開閉させた場合の気流特性を計測し、スパイヤーの開閉動作を行わない場合（ここでは、開閉運動の平均位置に固定された状態を指す）と比較した。その結果の一部を表2に示す。

動作のパターンにより、乱れ特性は様々に変化しているが、その効果は主流u成分に加え水平横v成分に主に表れている。特に、スパイヤーの上流側2方向に伸びる板の相対角を保ったまま首振り状に運動させた場合に、水平横v成分の乱れスケール長が増大しており、風路内を大きく左右に蛇行する流れを生じさせるような場合に効果が大きいように思われる。一方、主流u成分については、風路断面のスパイヤーによる閉塞率が大きく変動する場合に効果が大きいようである。なお、変動風速のスペクトルをみれば、ある一定振動数での周期的な開閉動作であっても、幅広い周波数域にわたって緩やかにパワーが増加していることが分かる。

また、今回の実験ケースの中では、鉛直w成分については、スパイヤーの影響がほとんどみられていないが、これは、鉛直板で構成されたスパイヤーの開閉動作では距離が離れた計測点にまでは影響が表れにくく、別途水平板を設けてその動作を組み合わせることが有効ではないかと思われる。

4. まとめ 本報告では、スパイヤーの開閉動作のパターンを様々に変化させることにより、そのアクティブ制御の効果をパイロット風洞を用いて検討した。その結果、動作のパターンにより主流u成分及び水平横v成分の乱れ特性は、広い範囲で変化させられることが分かった。今後は、目標である大型境界層風洞においてその効果を定量的に把握していくとともに、残る鉛直w成分の制御方法についても検討を重ねていきたい。

5. 参考文献 1) 藤本ほか, 土木学会第49回年講, I-517.
2) 藤本ほか, 日本風工学会誌第61号, 1994.

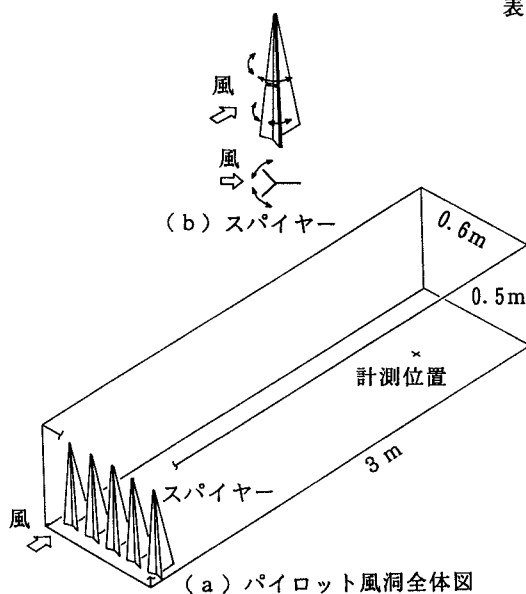


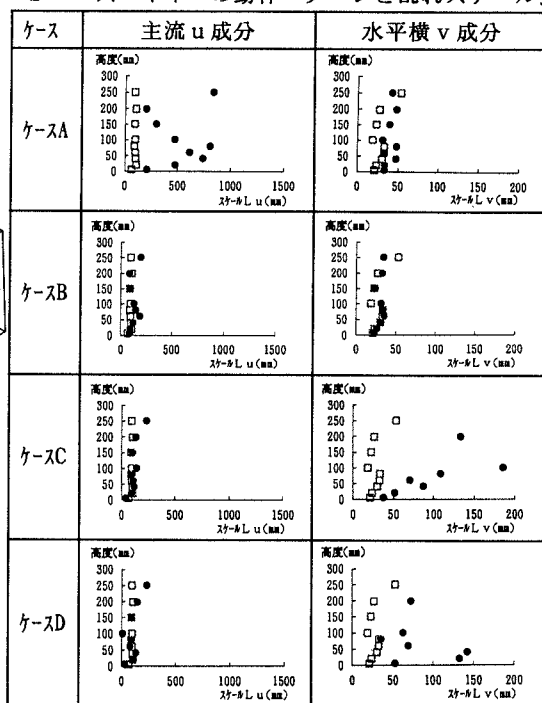
図 1 装置概略図

表 1 スパイヤーの動作パターン

ケース	スパイヤー動作	スパイヤー動作図
A	スパイヤー全体の開閉動作	
B	スパイヤーと上下開閉分割動作 (上下の位相反転)	
C	スパイヤー首振動作 (相対角固定)	
D	スパイヤー上下分割首振動作 [相対角固定, 上下の位相反転]	

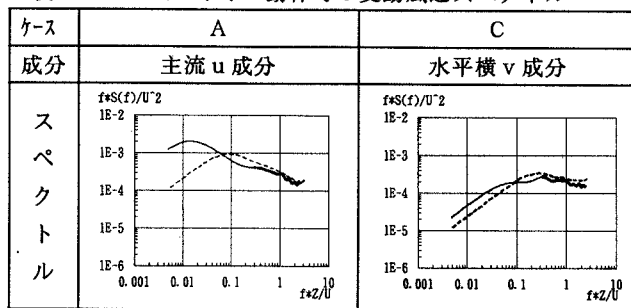
※：振幅はいずれも45°，振動数0.5Hzとした。

表 2 スパイヤーの動作パターンと乱れスケール長



※：□印はスパイヤー固定時を示す。

表 3 スパイヤー動作時の変動風速スペクトル



※：点線は固定時を示す。