

I-517 アクティブ制御による境界層乱流のシミュレーション

三菱重工業(株) 正員 藤本 信 弘 正員 斎 藤 通
三菱重工業(株) 正員 本 田 明 弘 正員 平 井 滋 登
三菱重工業(株) 辻 田 和 義

1. はじめに 構造物の耐風性の評価に際しては、従来から行われている一様流を用いた風洞試験に加え、自然風の有する「風の乱れ」を再現した乱流も広く風洞試験で採用されるようになりつつある。特に塔状構造物に代表される縦長の構造物を対象とした場合には、高さ方向の気流特性分布までを再現した境界層乱流がしばしば用いられ、気流特性をコントロールするためのスパイヤーあるいはラフネスブロックと称する固定障害物を風洞内床面に設置することが通常行われている。

しかしながら、これら障害物の配置と気流特性の関係は経験に頼るところが多く、コントロール可能な範囲にも限界があると考えられる。例えば、乱れのスケール長で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、これまで二次元的な乱流の生成において翼列をアクティブ制御し、気流特性をコントロールする手法の実用化を図ってきた^{1) 2)}。今回、新たに境界層乱流においてもアクティブ制御を試み、従来は困難とされているパラメータの制御の可能性を検討した。

2. 試験装置 検討に用いた風洞は「大型境界層風洞」と称する吸込式風洞である(図-1)。風洞上流側端部付近には床面にスパイヤーが格納してあり、必要な際には所要の高さまでせり上げることが可能である。また、電動パルスモーターによりY字状の開閉を行い、スパイヤーの幅員を変化させることが可能となっている。スパイヤーの下流側床面にはおよそ21mの長さにわたって千鳥状にラフネスブロックが埋め込んであり、同じく電動パルスモーターにより個々のブロックを床面レベルから最大 300mmの高さまでせり上げることが可能となっている。

これらのスパイヤー及びラフネスブロックは、所要の乱流特性を再現するために各々適当な配置状態に固定されて用いられるものであるが、必要により継続して動かし続けることもできる。今回は、スパイヤーとラフネスブロックを定常的に周期動させ、気流特性に及ぼす影響を実験的に調べた。

3. 試験結果 上記の装置を用い、ラフネスブロックを動かした場合の気流特性の一例を表-1に示す。これは、上記のラフネスブロックのうち上流側6列を同位相で正弦波状に上下運動をさせ、風洞測定部下流端近くでの変動風速を計測したものである。このケースでは、特に主流方向の変動風速において、低周波の変動成分が固定時に比べて増幅することが認められるとともに、乱れスケール長もおおよそ2倍近くまで大きくなった。

なお、現在までのところ系統的な特性を把握するには至っていないが、引き続き計測を実施中であり、パラメータとして動きの周波数や風速、振幅等を変化させ、境界層乱流の特性に及ぼす効果を明らかにしていく予定である。

4. まとめ 上記のようにラフネスブロックを上下動させることにより、境界層乱流中の低周波の変動成分を増幅させる現象が確認された。今後は、系統的にデータを収集することにより、定量的な効果の確認を行うとともに、スパイヤーの開閉動の効果についても検討を行いたい。

参考文献 1) 渡部・藤本・江草, 土木学会第37回年講I-249, 1982.

2) 斎藤・本田・藤本・渡部, 土木学会第45回年講I-429, 1990.

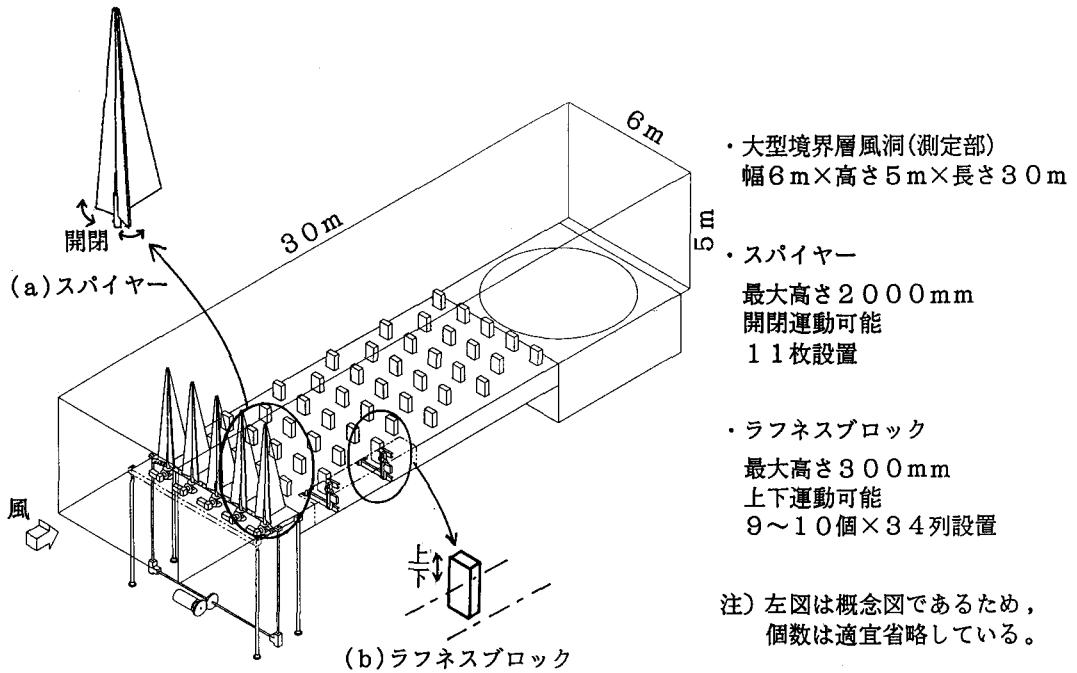


図-1 試験装置概念図（大型境界層風洞）

表-1 計測結果（高さ600mm）

	主流方向 u 成分	水平成分 v 成分
上下運動なし [ラフネスブロックは 全て高さ25mm で固定]	$U=3.0\text{m/s}$ $Iu=5.4\%$ $Lu=0.43\text{m}$ 	$Iv=3.7\%$ $Lv=0.15\text{m}$
上下運動あり [ラフネスブロックの内 上流側6列を 振幅±7.5mm 周波数0.42Hz にて駆動]	$U=2.9\text{m/s}$ $Iu=6.0\%$ $Lu=0.78\text{m}$ 	$Iv=3.8\%$ $Lv=0.13\text{m}$