

I-227 斜めリブによる角柱の空力制振対策に関する研究

(株)コベルコ 正会員 島田 諭
立命館大学理工学部 正会員 小林 紘士

1. まえがき

渦励振の制振対策として構造物の形状にフラップやフェアリング等の付加物を加え、渦の生成を妨げる空力的な方法がある。特に円柱状の構造物では、円柱表面に螺旋状の突起物を設置することによって制振したケースがある。本研究では螺旋突起と同様の制振効果を期待して、柱状物体の側面に斜めリブを取付けたときの渦励振防止効果について報告する。

2. 実験内容

図1に本報告で用いた2次元模型の断面形状を示す。図2にそれぞれの模型に取り付けたリブ形状と取り付け方法を示す。リブは厚さ0.5mmのプラスチックを用いた。一樣流中に上下1自由度ばね支持、および上下、回転2自由度ばね支持して、風による応答を観測した。また後流の流速変動も測定した。

3. 実験結果

リブの取り付け方法、リブ高さなどを変えてそれぞれのケースの応答を調べた。

3.1 Type 1とType 2モデルの応答

図3, 4に上下1自由度支持したType 1とType 2についての応答曲線を示す。高さ0.2D(10mm)のリブを2D(100mm)の、ピッチで取り付けてある。Type 1について渦励振にはあまり効果が現れていないが、リブ角度60°のときギャロッピング特性に対してかなりの効果があった。Type 2の形状ではリブ角度が大きいほど渦励振の制振効果が高く、 $\theta = 60^\circ$ では渦励振振幅がリブの無いときの約1/3に軽減している。

リブピッチをD(50mm)、1.5D(75mm)、2D(100mm)としたときの応答を調べた。その結果ピッチが小さいほど制振効果のあることが認められた。しかし、その効果は振幅について数%の違いでしかなかった。リブ装着によって渦形成の過程を妨げることを目的としたが、渦励振の振幅に大きな変化がないことから、上述の寸法や取り付け方法によるリブは渦形成を大きく妨げていないと考えられる。可視化実験を行った結果からも、リブの存在による周辺気流の変化は顕著ではないことが確かめられた。しかも斜めリブが存在しても模型の上下側面の流れの気流直角方向の成分は大きくなかった。

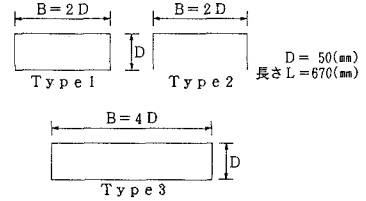


図1 模型の断面形状

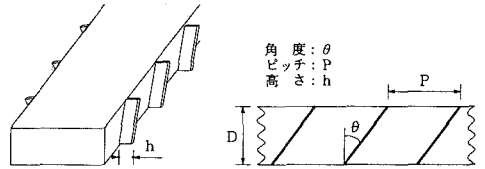


図2 リブ形状と取り付け方法

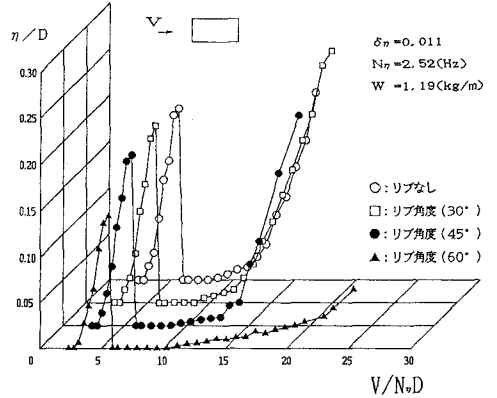


図3 Type 1の応答

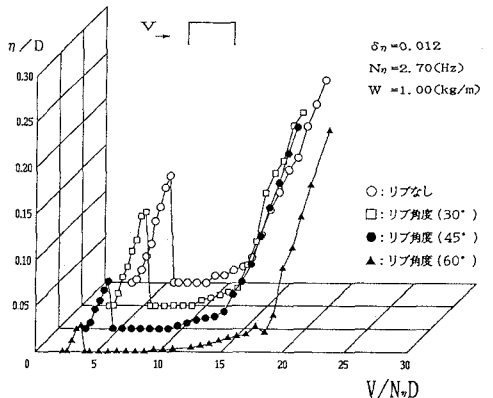


図4 Type 2の応答

3.2.1 Type 3モデルの応答

Type 3モデルを用いて2自由度ばね支持による実験を行った。リップ角度は 60° 、ピッチは $2D(100\text{mm})$ でリップ高さを $0.2D(10\text{mm})$ と $0.3D(15\text{mm})$ の2種類とした。図5に上下応答曲線を示す。リップ高さ $0.3D$ (Δ 印)ではリップの無いときに対し渦励振発生風速は低風速側に移動し、ピーク振幅が約 $1/2$ となった。渦励振の振幅抑制に多少の効果があるといえる。可視化実験の結果、リップ沿いに気流が流れている様子が確認できた。

図6に回転応答曲線を示す。回転振動に対して、リップ高さ $0.2D$ (\bullet 印)ではフラッターの発生風速が遅れるだけで渦励振に対しては影響を与えていない。高さ $0.3D$ では渦励振振幅の抑制効果が認められる。

3.2.2 Type 3の後流風速の特性

図7にばね支持状態の模型の後流風速による振幅スペクトルを示す。上下、回転の渦励振振動時にそれぞれの固有振動数の卓越周波数が確認でき、回転フラッター域では、回転固有振動数付近に後流スペクトルの卓越周波数が存在することがわかる。

模型が静止している状態($0.9 \sim 2.0 \text{ m/s}$)の後流の変動はカルマン渦と考えられるが、リップ無しの場合(図7(a))に認められるスペクトルが、リップの付いた場合(図7(b))にはかなり小さくなっている。このことからリップは静止角柱のカルマン渦形成に影響を与えていることがわかる。

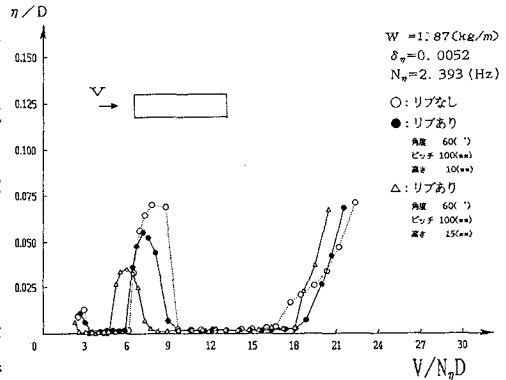


図5 Type 3の上下応答

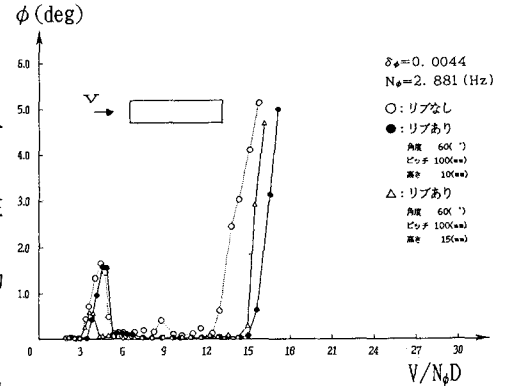


図6 Type 3の回転応答

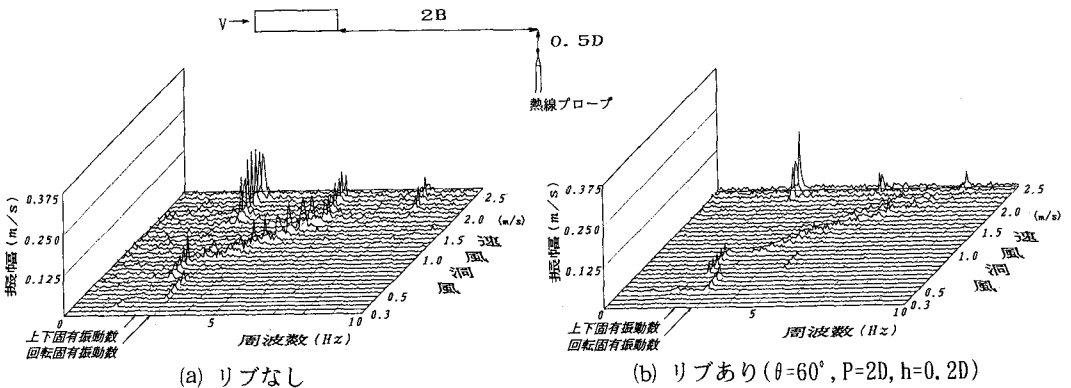


図7 後流スペクトル

4. まとめ

本研究から次のことがわかった。

- ①リップ角度が大きいかほど渦励振の制振効果がある傾向を有する。リップ高さは高い方が渦励振の防止に有効である。
- ②リップの存在はフラッターの発生風速を遅らせる効果がある。

<謝辞> 本研究の実施に当たって協力して下さった立命館大学学生 高橋 昌規君に感謝の意を表します。