

立命館大学大学院 学生員 ○岡田 学
立命館大学理工学部 正会員 小林 紘士

1. はじめに

橋梁の風による振動を制御するため、種々の構造力学的、空力的制振法、あるいはアクティブ、パッシブ制振法が提案されている。そのなかで円柱模型を用いて模型外部¹⁾あるいは内部²⁾から音響を付加させた研究ある。本研究では $B/D=4$ の角柱模型を用いて模型内部から音響を供給した境界層制御法による振動の制御について、風洞による応答実験を行うことで検討した。

2. 風洞実験概要

本研究で用いた模型は、Fig.1 で示すような断面辺長比 $B/D=4$ 、全長 $L=600\text{mm}$ 、 $B=300\text{mm}$ 、 $D=80\text{mm}$ の 2 次元剛体模型である。このような模型を鉛直曲げ、ねじれ 2 自由度にバネ支持し、立命館大学理工学部所有のゲッチング型風洞にて、一様流を風洞風速 $2\sim 6\text{m/s}$ の範囲で作用させ、気流の傾斜角は 0° とし、模型のたわみ・ねじれ応答測定実験を行った。

模型上流側角部に、模型全長に渡り線状の音響発生源を与えるため、幅 1mm の隙間を持つ角パイプを埋め込んだ（以下スリットと呼ぶ）。音響を供給するスリット付角パイプの断面を Fig.2 に示す、鉛直・斜め 45° ・水平向き（以下 Ver・Obl・Hor とする）の 3 種類のスリットを与えて実験を行い、それぞれの結果を比較した。また音響には模型の片側に置いた AUDAX 社製の HT240M0 のスピーカからチューブ（ $\phi 10\text{mm}$ 、 $l=1000\text{mm}$ ）を介して音響を供給した。スリットから 10mm 離れた位置での音圧レベル（以下 SPL）は Fig.3 に示すとおりである。なお参考文献²⁾で示されているように、模型片側だけの音響供給は模型スパン方向への SPL 変化が懸念されるが、本研究ではスパン方向の SPL の変化はほとんど無かった。

3. 実験結果

音響を模型表面に供給する渦励振制御の有効性を検討するため、応答測定実験を行った。Fig.4 は 200Hz の音響を Hor、Obl、Ver を介して供給した場合のたわみ応答特性を示したものである。図において Rec は音響を与えない角柱断面（音響用スリットも無い）である。たわみ最大応答振幅を Rec のそれと比較すると、Obl は 40% 減で、その他は Rec とほぼ同じ値とな

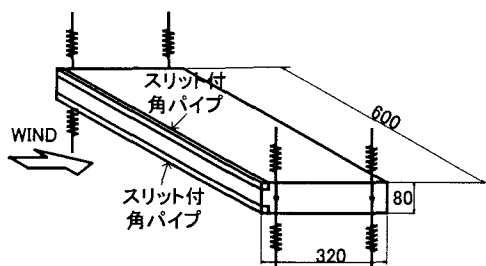


Fig.1 線状の音響発生源を持つ角柱模型

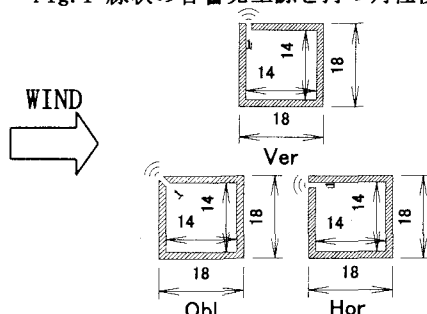


Fig.2 スリット付角パイプ断面

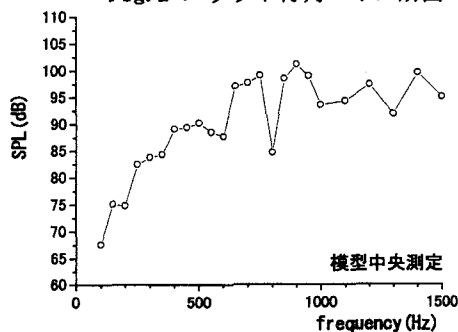


Fig.3 SPL 特性

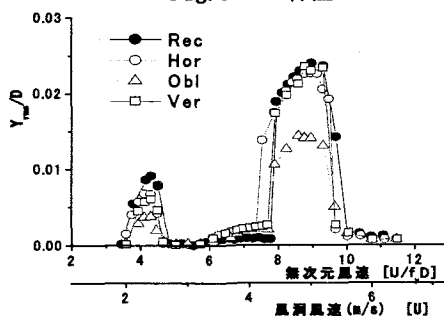


Fig.4 音響の放出方向とたわみ応答特性 (200Hz)

った。Fig. 5はスリット Ob1において音響周波数をパラメータにとったたわみ応答特性である。どの周波数においても Rec に対して 40% 程度の制御効果が得られている。Fig. 6に Ob1 のたわみ振動時の応答振幅の約 40 秒間の時系列を示す。

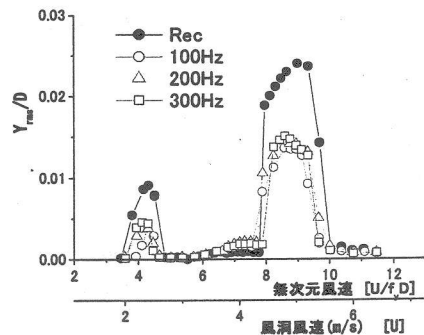


Fig. 5 音響の周波数とたわみ応答特性 (Ob1)

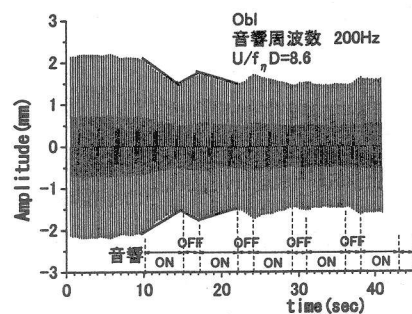


Fig. 6 たわみ応答振幅の時系列 (Ob1)

図は測定開始 10 秒後から、音響を 5 秒 ON, 2 秒 OFF の繰り返しで供給している。音響 ON での減衰, OFF での応答振幅の回復が顕著に見て取れ (図中の赤線で), 渦励振動が音響により制御されていることが確認できる。

Fig. 7 に 200Hz の音響を供給した場合の各スリット向きにおけるねじれ応答特性を示した。ねじれ最大応答振幅について見ると, Rec に比べて Ob1 で 17% 減となっており, たわみ振動ほどではないが音響による渦励振の低減効果が見られた。しかし, 他のスリットについては Rec よりも大きな応答となり, Ob1 とは逆に音響により励振される傾向が見られる。Fig. 8 はスリット Ob1 において音響周波数をパラメータにとったたわみ応答特性である。ねじれ最大応答振幅について見ると, Rec と比べて 100Hz で 7% 減, 200Hz で 17% 減, 220Hz で 25%, 300Hz で 25% 減となる。Fig. 9 に Ob1 のねじれ振動時の応答振幅の約 40 秒間の時系列を示す。この際の音響の ON・OFF はたわみ時系列と同条件で行っている。音響による影響はたわみ振動のときほど顕著ではないが, 音響の ON・OFF による応答振幅の減衰・回復が確認できる。

4. まとめ

本研究では $B/D=4$ の角柱断面の渦励振を制御するため, 角柱前縁隅各部から音響を供給することによる渦励振の制御を目的とし, 風洞内での応答実験を行った。以下にその結果を示す。

- (1) 音響を斜め方向に供給することにより, $B/D=4$ の角柱模型のたわみ, ねじれ応答振幅を低減させることができる。
- (2) ねじれ振動においては, 応答振幅が増大するケースもある。

【謝辞】 本研究を遂行するにあたり御協力頂いた立命館大学理工学部 4 回生の森田健吾氏に謝意を表します。

【参考文献】 1) 比江島慎二他 : 音響付加による渦励振制御の可能性, 土木学会第 46 回年次学術講演会 1991

2) 藤沢延行他 : 音響加振による円柱に加わる流体力の制御と流れの可視化, 可視化情報学会論文集 Vol. 22 2002

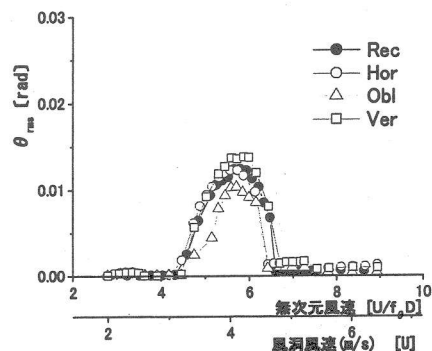


Fig. 7 音響の放出方向とねじれ応答特性 (200Hz)

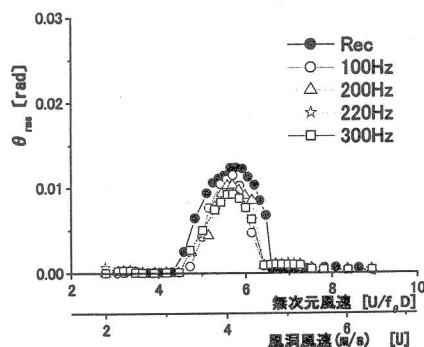


Fig. 8 音響の周波数とねじれ応答特性 (Ob1)

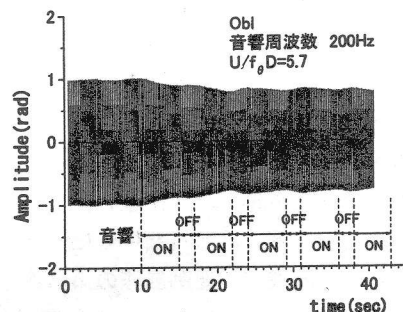


Fig. 9 ねじれ応答振幅の時系列 (Ob1)