

2角柱から発生する空力音の特性

関東学院大学 正会員 ○中藤誠二 関東学院大学(研究当時) 石濱 瑞, 大塚健志
九州工業大学 正会員 木村吉郎 東京大学 正会員 石原 孟 フェロー 藤野陽三

1. はじめに 橋梁の高覧や高層ビルの手すり, 設備機器周りのガラリなどから, 強風時に騒音が発生することがある. これまで, 単独矩形柱について空力音の実験を行ってきたが¹⁾. ここでは, 次のステップとして2角柱から発生する空力音について実験を行ったので, その結果を報告する.

2. 実験方法 実験に用いた低騒音風洞の断面は 1.0×1.8m で最大風速は約 35m/s である. 模型は1辺の長さ B が 20mm の充実断面の角材 (長さ 1.8m) を 2 本用いた. 様々な配置が考えられるが, ここでは側面をそろえて配置し, 中心間隔 L と迎角 α をパラメトリックに変化させ, 発生する空力音を測定した (図

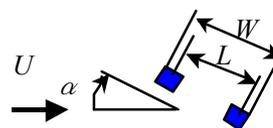


図1 模型配置図

1). 風速は $U=30\text{m/s}$ とし, そのときのレイノルズ数は 6.2×10^4 になる. 閉塞率は最大 5.6 % である. データのサンプリング周波数は 50 kHz で, 20 秒間測定した. 測定した種々のケースのうち, ここでは特に, ① 2角柱の W/B と等しい辺長比の矩形柱との比較, ② $\alpha=0^\circ, 90^\circ$ の場合の既往の流れ場に関する測定値との比較を目的としてデータを整理した.

3. 実験結果 図 2 に $W/B=3$ ($L=40\text{mm}$) のときに発生する空力音のピークストローハル数 ($St = fB/U$) およびピーク音圧レベルを示す. また, 実線は辺長比 3 の矩形柱から発生する空力音の測定結果である¹⁾. $\alpha=0 \sim 8^\circ$ の範囲では, 2角柱は同レベルの 2 つのピークを持つが, 高周波数側のピークが矩形柱と周波数, 音圧レベルともに近い値となっている. $\alpha=0^\circ$ の音圧レベルのスペクトルを (図 6 (a)) に示す. 284Hz のピークが単独矩形柱のピークに対応するもので, 192Hz のピークが 2角柱特有のものである. $\alpha=8 \sim 30^\circ$ の範囲ではピーク周波数は一致するが, 音圧レベルは 2角柱の方が大きい.

図 3 に $W/B=5$ ($L=80\text{mm}$) のときに発生する空力音のピーク St 数およびピーク音圧レベルを示す. 実線は図 2 と同様に辺長比 5 の矩形柱から発生する空力音の測定結果である. 90° 近傍では単角柱の状態に近いと考えられ, スペクトルを見ると高調波成分のピークがはっきりと現れている (図 6 (f)). 迎角 0° 付近では単角柱の場合に比べ St 数は小さく, 音圧レベルは大きい (図 6 (d)). 一方, $40^\circ \sim 75^\circ$ にかけて, 2 つのピークが比較的近い周波数で存在している

(図 6 (e)). 低周波数側の鋭いピークが単角柱から放出される渦によるものと考えられ, 高周波数側のなだらかなピークは辺長比 5 の矩形柱から放出される渦に対応したものと考えられる. $\alpha=0^\circ$ 近傍で両者の St 数は近い値となっているが, 音圧レベルは 2角柱の方が

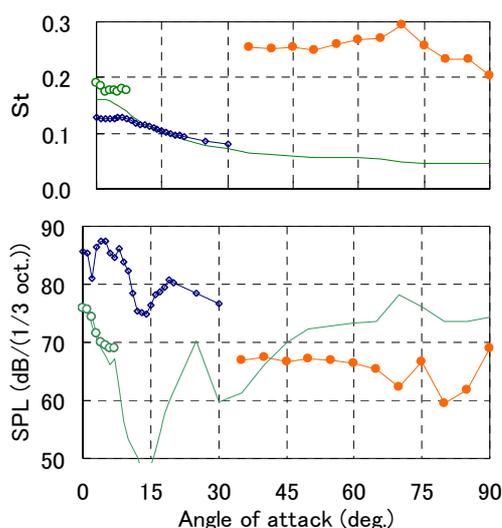


図2 ピーク St と音圧レベル, $W/B=3$
(実線: □20×60mm の矩形柱)

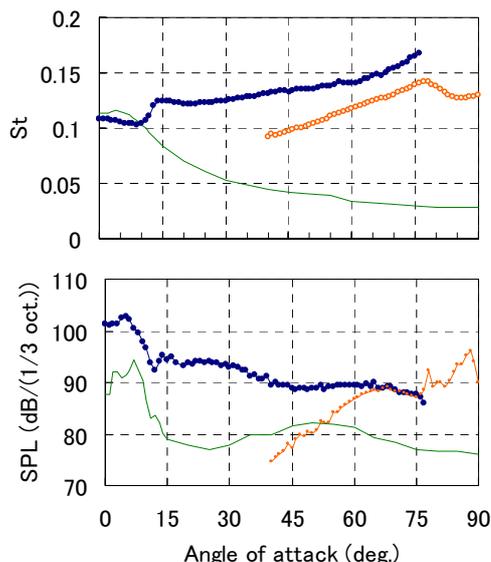


図3 ピーク St と音圧レベル, $W/B=5$
(実線: □10×50mm の矩形柱)

キーワード 2角柱, 迎角, 空力音, 音圧レベル, ストローハル数

連絡先 〒236-8501 神奈川県横浜市金沢区六浦東 1-50-1 関東学院大学工学部土木工学科 TEL 045-786-7752

大きい。矩形柱の模型は2角柱の半分の大きさであるが、模型長さが同じ場合、音源面積の減少と発生周波数の増加がちょうど打ち消しあうため音圧レベルの補正は必要ない。したがって、図3の音圧レベルの差は、流れ場の状態が変化していることによると予想される。

4. 直列配置・並列配置の場合の空力音の特性

直列配置 $\alpha=0^\circ$ 中心間距離を変化させたときの2角柱のピーク St 数とその音圧レベルの変化を、後流変動風速の St 数の既往の実験結果²⁾と合わせて図4に示す。 $W/B < 3$ では2角柱を一体化した矩形柱と見なしたときの渦放出が生じていると考えられる。 $W/B > 3.5$ では中心間隔の増加にともなって周波数が増加していくことから、渦の間隔が2角柱の間隔によって支配されていると予想される。 $W/B=3$ では2つのピークが見られるが(図6(a), $W/B=3.5$ も同様)、それ以外の間隔では1つのピークが支配的であり、高調波成分も特に見られない(図6(d))。

並列配置 $\alpha=90^\circ$ 並列角柱の間隔が変化したときのピーク St 数とその音圧レベルを図5に示す。後流の速度変動から求められた既往の実験値³⁾も同じグラフに示してあるが、両者の値はほぼ一致している。しかし、流れ場で観測された $W/B=3$ における低周波数側のピークは空力音の場合、特に認められなかった(図6(c))。ただし、並列配置から 10° 傾けた場合には、低周波数側にもう一つピークが存在し、2角柱を矩形柱と見なしたときの渦放出に対応していると考えられる(図6(b))。また $W/B=3$ のときに音圧レベルは最も小さいが、これは既往の実験³⁾において抗力係数が小さくなることと対応した結果である。

5. まとめ 2角柱から発生する空力音について間隔と迎角を変化させて測定した。 W/B と辺長比の等しい矩形柱からの空力音との比較から、2角柱の特徴が明らかになった。また、 $\alpha=0^\circ, 90^\circ$ について既往の2角柱周りの流れに関する実験に対応した結果が得られた。

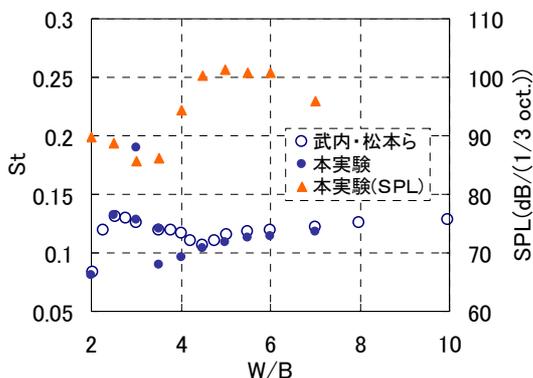


図4 直列角柱の中心間距離に対する St 数の変化(武内, 松本ら²⁾)

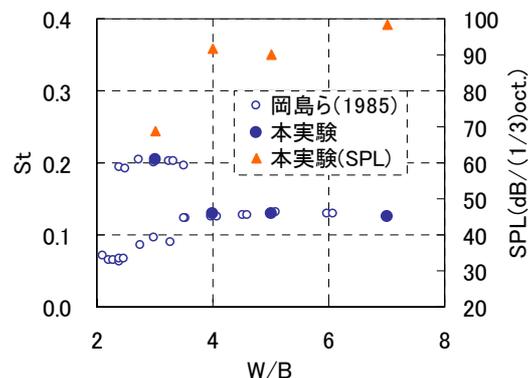


図5 並列角柱の St 数の変化(岡島ら³⁾)

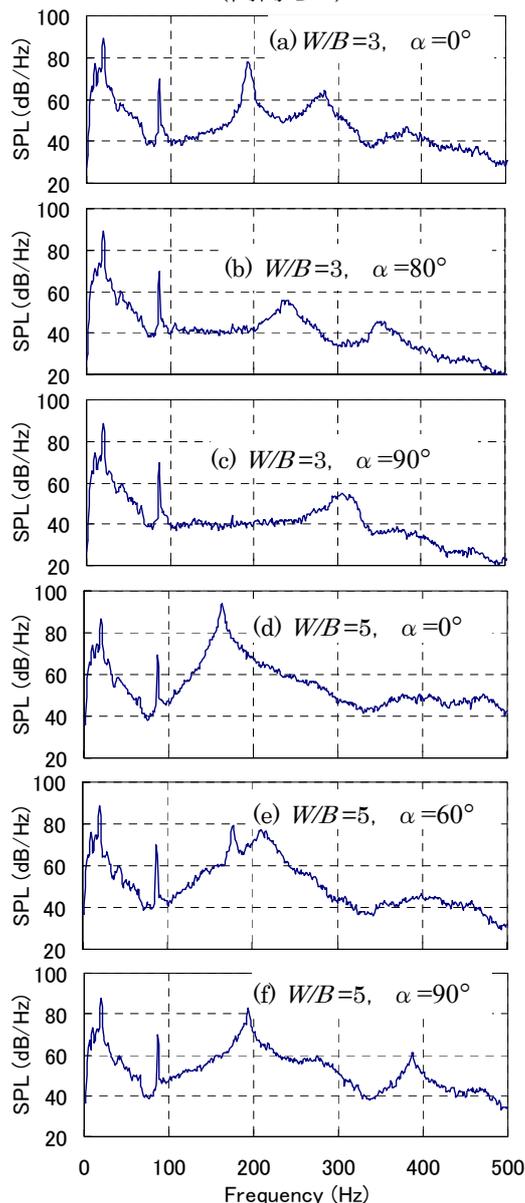


図6 音圧レベルのスペクトル

参考文献 1) 中藤誠二, 木村吉郎, 藤野陽三, 小川隆申, 石原孟: 種々の辺長比を持つ矩形柱から発生する空力音特性, 土木学会論文集, No. 696, pp. 145-155, 2002.1

2) 武内隆文, 松本勝, 白石成人: タンデム配列ブラッフ角柱に発現する渦励振に関する研究, 第12回風工学シンポジウム, 1992, pp. 375-380

3) 岡島厚, 杉谷賢一郎, 溝田武人: 並列2長方形断面柱まわりの流れ, 日本機械学会論文集B編, 51巻472号, 1985