

第 I 部門

低周波音響による渦励振の防止

立命館大学大学院 学生員 TRAN T. Anh
 立命館大学大学院 学生員 ○堀文平
 立命館大学大学院 正会員 小林紘士

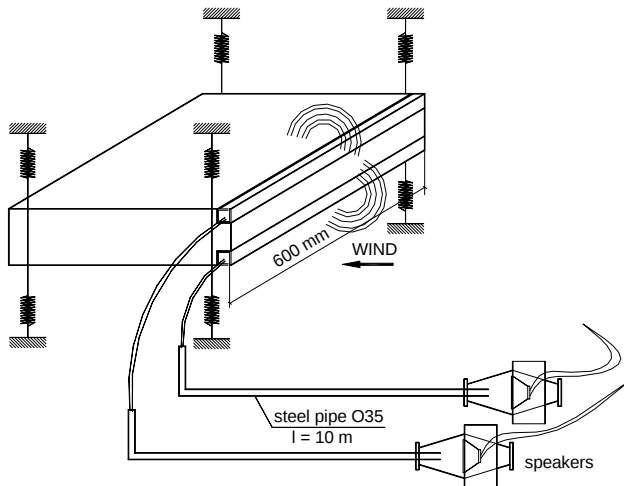
1. 序論

本研究では、長方形角柱を用いて音響効果による渦振動の制御実験を行った。この長方形角柱に生じる渦励振は隅角部から剥離した剥離渦によって引き起こされる。そこで、この長方形角柱からの剥離流れを制御できれば、渦励振動を抑制できるのではないかと考えた。したがって今回の実験において、音響による刺激は上流側の上下隅角部のみで行った。また、音は上下隅角部の内部から発生される。

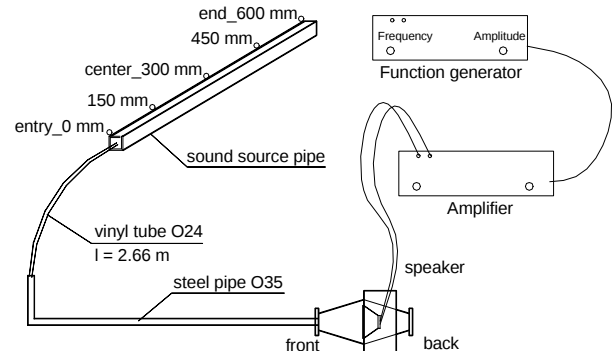
2. 実験装置

Fig.1(a)に風洞内に設置した角柱を示す。Fig.1(b)に音の発生システムを示す。関数発生器は任意に振幅と周波数を変えた波形を発生することができる。本研究では正弦波、矩形波、三角波の3種類の波形を用いた。実験の際、スピーカー自体から発生されるノイズを考慮して、2つのスピーカーを実験室外に設置した。音波はスチールパイプからビニールチューブを通して、音放出パイプに導かれる。この音放出パイプは、角柱の上流側隅角部に Fig.1(a)のように取り付けられている。そして上流側 45° の向きに音が放出されるように、幅 2mm のスリットが設けられている。

長方形角柱の寸法は 600mm×320mm×80mm である。風速は 2.0m/s～8.0m/s の範囲で変化させた。2つのスピーカーの周波数は 0Hz～500Hz の範囲で変化させた。実験の際、関数発生器の出力は 1.5V、アンプは 10 倍のゲインである。模型の固有振動数は 7.23Hz、対数減衰率は 0.02 である。



(a) spring mounted model



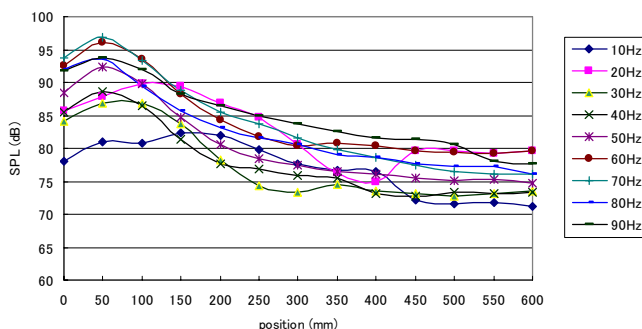
(b) SPL check

Fig. 1: Rectangular cylinder with two sound source pipes at leading edges

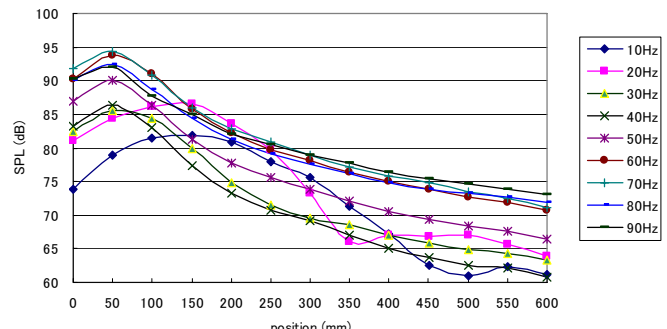
3. 実験結果

音圧レベル(SPL)は音放出パイプに沿って測定した。音響周波数 10Hz～90Hz の範囲における実験結果を Fig.2 に示す。3種類の音波による測定結果はほぼ同様であった。しかし正弦波においては、他の2つの音波に比べて、音波導入部分より遠い位置ほど、SPLは大きかった。

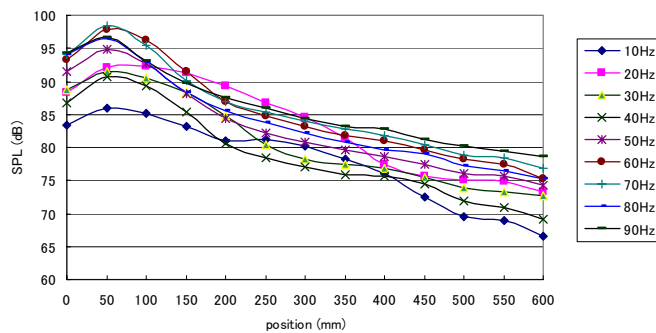
自由振動実験を風速 2.0m/s～8.0m/s の範囲で行った。Fig.3 に音響付加なしでの長方形モデルの応答を示す。モデルは風速 4.6m/s において、最大応答振幅を示した。そこで最大応答振幅を示した風速を含む3つの風速において、周波数を 0Hz～500Hz の範囲とし、音響付加による長方形モデルの応答を測定した。



(a) sinusoidal wave



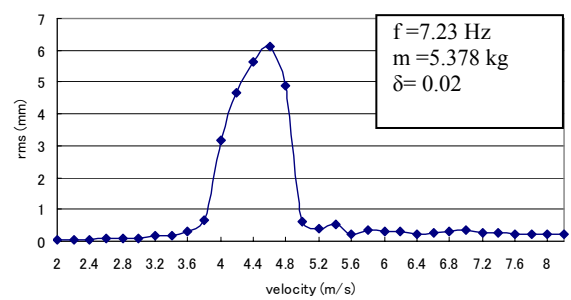
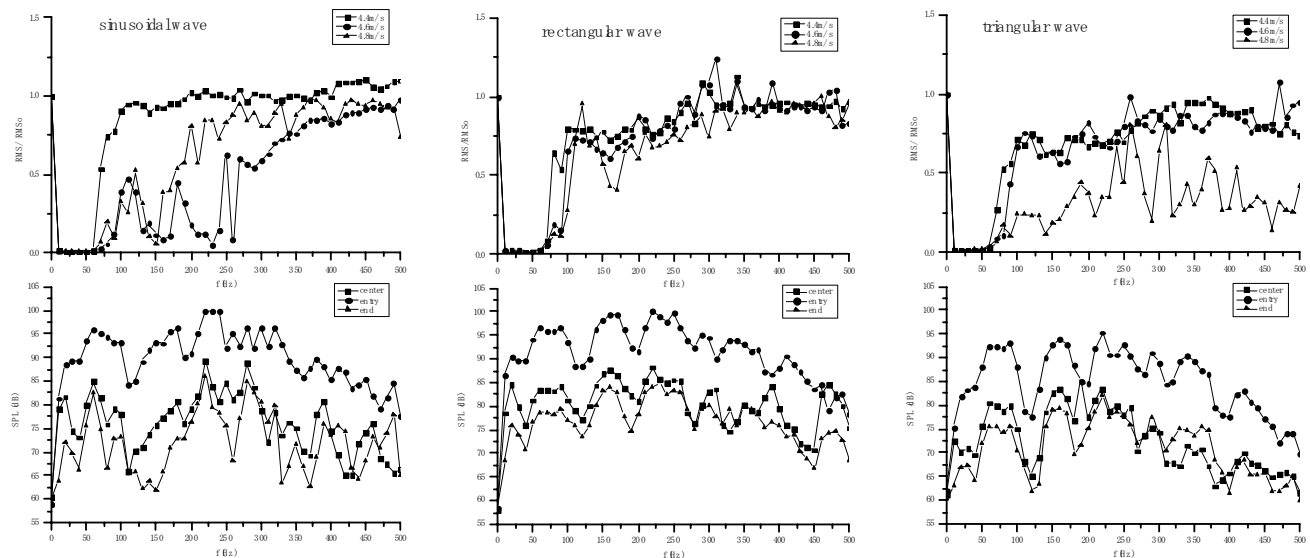
(b) triangular wave



(c) rectangular wave

Fig. 2: SPL distribution along sound source pipe

0Hz～500Hzの周波数における RMS 応答と SPL との関係を Fig.4 に示す。ここに RMS 応答はそれぞれの実験ケースの音を与えないときの振幅で除した値である。SPL は音源パイプに沿って entry, center, end の3点で測定したものである。周波数によって、音響付加による渦励振の制振効果は異なっている。周波数 10Hz～60Hz の範囲では、大きな制振効果が得られた。この範囲の周波数では、全種類の音波において同じ制振効果があった。またその他の周波数範囲においても、小さな制振効果が得られた。しかし、大きな SPL を得たものの、振動を完全には抑制できない周波数もあった。


Fig. 3: Amplitude RMS with no sound excitation

Fig. 4: RMS responses and SPL varying with sound frequency

周波数 70Hz～500Hz の範囲内において、三角波や正弦波、矩形波ともに、十分な制振効果が得られていない。しかしながら、正弦波のときは風速 4.6m/s、4.8m/s、および三角波のときは 4.8m/s において、いくつかの周波数のとき振動が抑制されている。

4. 結論

今回の実験結果で、模型内部から発生される 10Hz～70Hz の低周波数の音響刺激により渦励振の制振に成功した。高周波数域において3種類の音波とも制振効果はわずかである。

参考文献

- 1) T. A. Tran and H. Kobayashi. *Control of vortex oscillations by internal sound excitation at the corner of a cylinder*. September 2004, the 59th Japan Society of Civil Engineering Annual Meeting.
- 2) T. A. Tran and H. Kobayashi. *Control of vortex oscillation by internal sound excitation at the corner of a cylinder*. December 2004, the 18th Symposium on Wind Engineering.
- 3) S. Yarusevych, J.G. Kawall and P. Sullivan. *Influence of acoustic excitation on airfoil performance at low Reynolds numbers*. 2002, ICAS congress.
- 4) 比江島、木村、藤野、野村. 音響攪乱による円柱の渦励振制御に関する実験的研究. 年 1995 年 10 月, 土木学会論文集, p171-179.
- 5) J. E. Ffowcs Williams and B. C. Zhao. *The active control of vortex shedding*. 1989, Journal of Fluids and Structures.
- 6) Kimon Roussopoulos. *Feedback control of vortex shedding at low Reynolds numbers*. 1993, Journal of Fluid Mechanics, Vol. 248, pp. 267-296.