

音響による渦励振の防止

立命館大学	学生員	TRAN	Tien Anh
立命館大学	学生員	○堀	文平
立命館大学	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。したがって音響による刺激は上流側の上下隅角部のみで行った。今回の実験において、ある特定の周波数で発した音響付加により、大きな制振効果が得られることが分かった。

2. 実験方法

今回の音響付加方法は前回の実験[1,2]とは異なる。Fig. 1.に示すように音は音放出パイプの両側に導かれ、音放出パイプ全体から音が放出されるように、直径 6mm のストローを片側 3 本配置した。音放出パイプには上流側 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。今回の実験では、波形の種類として正弦波を用いた。防音シートで覆われたスピーカーは風洞の外で、長方形角柱と同じ高さに設置した。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。前回は低周波領域(0~100 Hz)において実験を試みなかったが、今回は関数発生器により可能となった。

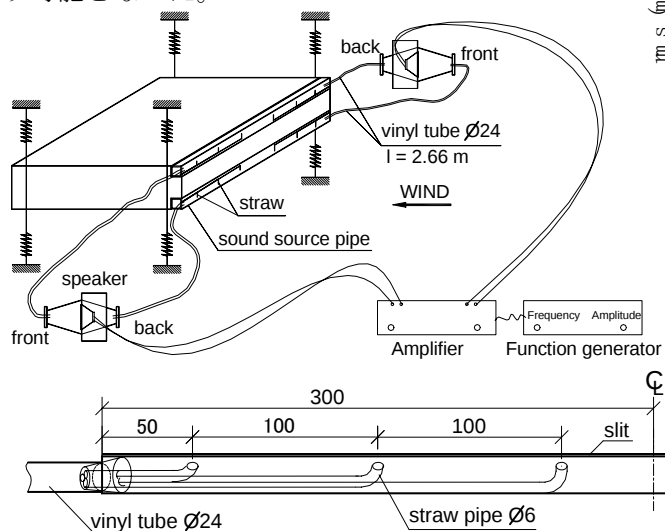


Fig. 1: Spring mounted model

3. 実験結果

音放出パイプに沿って測定された音圧レベル (SPL) 結果を Fig. 2 に示す。関数発生器の出力は 1.5V, アンプは 10 倍の増幅である。

0 ~ 400 Hz において音圧レベル (SPL) は全長にわたりほぼ一定となっている。それに対し 400 ~ 500Hz の場合は一様ではない。

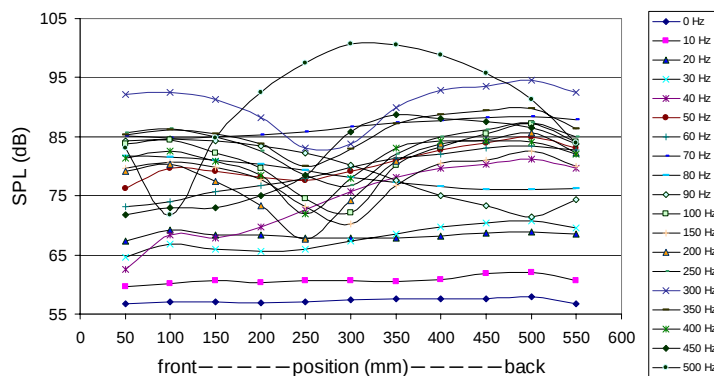


Fig. 2: SPL distribution along sound source pipes

実験模型に音響付加なしの時と、3 種類の周波数で音響付加した時の挙動を Fig. 3 に示す。いずれの周波数のときも振幅が制御されている。関数発生器の出力は 1.5 V である。

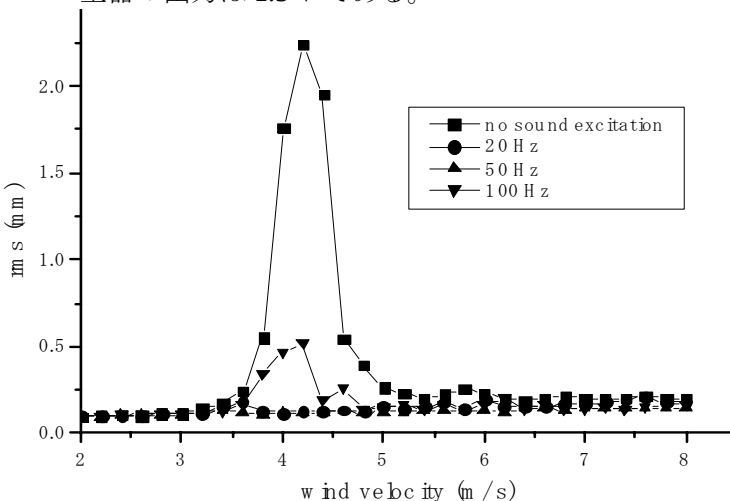


Fig. 3: Response of cylinder with wind velocity

音響のないとき渦励振が発生する 3 種類の風速において、音響付加による長方形角柱の応答振幅を調べた結果を Fig. 4(a)に示す。10~60Hz の音響で応答振幅はほぼゼロになっている。他の周波数では、周期的に振幅の低下する領域が現れる。周波数 0~500Hz における音圧レベル (SPL) も測定し、その結果を Fig. 4(b)に示す。ある特定の周波数において、大きな SPL が得られた。この要因としてビニールチューブ内の共振が挙げられる。

Fig. 4 の(a)と(b)を比較すると、10~30Hz の場合、SPL が 60~70dB と小さい値であっても制振効果があるが、高い周波数域では、80dB を超える SPL で

キーワード: 音響, 渦振動, 制御, 長方形角柱, 応答

連絡先: 〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1 立命館大学 Tel 077-566-1111

あっても制振効果が小さい。100Hz 以上において 110Hz, 160Hz, 220Hz, 290Hz のように大きな SPL を放出する周波数で制振効果を確認できた。

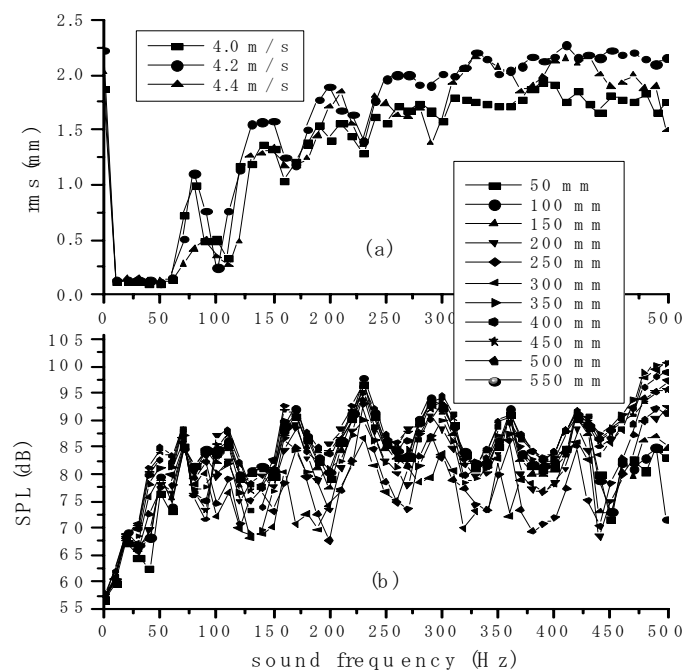


Fig. 4: amplitude RMS varies with sound frequency

振動を制御するために音圧レベルについて検討した。周波数をある一定値に固定し、音圧レベルを変化させるために出力電圧を変化させた。その結果を Fig. 5 に示す。50 Hz の場合は 0.3V という小さな出力電圧で十分な制振効果が得られた。

それに比べて、150 Hz の場合は出力電圧を大きくしても、30%しか振動振幅を抑えることができなかった。

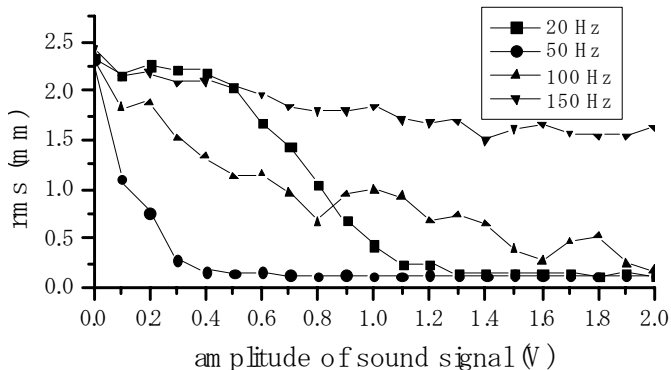


Fig. 5: Amplitude RMS with sound signal power

20 Hz において音圧レベルは小さいが関数発生器の出力が 1.1V より大きい時は、大きな制振効果が得られている。

長方形角柱の音響による制振効果は周波数と音圧レベルによるものである。

この実験におけるバックグラウンドノイズ測定は風を流す前に行われた。木で覆われた箱にスピーカを入れ、関数発生器の電圧が 1.5V の時、模型位置で値は約 65 dB であった。

4. 結論

ある特定の周波数において音響付加による渦励振の制振効果が期待できる。また振動を抑圧する際に、適切な音圧レベルが必要である。

前回行われた実験結果[1, 2]のように 210Hz や 340Hz では振動を抑制できなかった。要因はまだ明確ではなく、この解明を今後の課題としたい。

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*, the 59th Japan Society of Civil Engineering Annual Meeting, September 2004.
- 2) T. A. Tran and H. Kobayashi, *Control of vortex oscillation by internal sound excitation at the corner of a cylinder*, the 18th Symposium on Wind Engineering, December 2004.
- 3) T. A. Tran・堀・小林、低周波音響による渦励振の防止、土木学会関西支部年次学術講演会、2005年5月。
- 4) S. Yarusevych, J. G. Kawall and P. Sullivan, *Influence of acoustic excitation on airfoil performance at low Reynolds numbers*, ICAS congress, 2002.
- 5) 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、土木学会論文集、1995年10月、p171-179。
- 6) Shinji HIEJIMA and Takashi NOMURA, *Suppression Mechanisms of the Vortex-Induced Vibration of a Circular Cylinder by Periodic Velocity Excitation*, University of Tokyo, 2002.