

音響付加を用いた矩形断面の渦励振特性に関する研究

京都大学工学部 正 員 松本 勝

正 員 白石成人

正 員 白土博通

京都大学大学院 学生員 白 丙基

学生員 八木知己

建 設 省 正 員 〇徳元真一

1. まえがき 渦励振は、物体後流のカルマン渦放出周波数と物体の固有振動数が同期することにより生じるもの(カルマン渦型渦励振)と、物体の前縁から剝離した渦と物体自身の振動によって生ずる後縁二次渦が、一体化するときに生ずるもの(前縁剝離型渦励振)の2つに分けることができる。後者の前縁剝離型渦励振は、バネ支持実験では $2 \leq B/D \leq 5$ の断面で観察され¹⁾、物体の剝離せん断層の不安定性と密接な関連があることが知られているが、この剝離せん断層は物体自身の振動のほか、Pulsating Flow²⁾、Applied Sound³⁾などの外的刺激に対してもきわめて敏感である。本研究においては、固定支持した矩形断面の剝離せん断層をApplied Soundによって刺激することで、前縁からの剝離渦を発生させ、非定常圧力の測定によって、間接的に矩形断面の渦励振特性を把握することを試みる。

2. 実験概要 実験に使用した断面は矩形断面であり、断面辺長比 $B/D=2, 3, 4, 5, 6, 8$ である。模型は風洞内に迎角 $=0^\circ$ に固定支持され、風洞上下に設置したスピーカーから $f_s=16(\text{Hz})$ の音響を模型前縁付近に付加した。ただし上面から付加した音響と下面から付加した音響が 180° の位相差をもつようにした。また、圧力は模型の前縁と後縁で測定した。

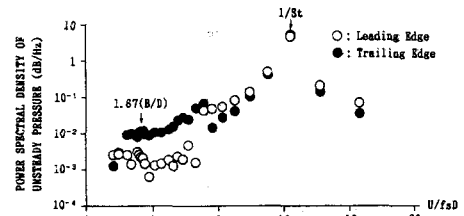
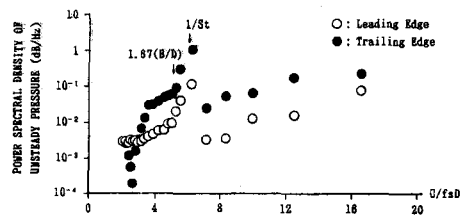
3. 実験結果及び考察

① $B/D=2, 3$ 矩形断面

これらの断面は、バネ支持実験による結果では前縁剝離型渦励振が観察される断面であるが、音響付加実験ではFig. 1, Fig. 2に示すように、前縁剝離型渦励振開始無次元風速($U_{cr}=1.67B/D$)付近にピークはなく、カルマン渦型渦励振の開始無次元風速である $1/St$ (St :ストロハル数)付近に非常に鋭いピークがみられる。よってこれらの断面ではカルマン渦が強いために、剝離せん断層は音響による刺激を十分に受けずに物体後流のカルマン渦の影響を強く受けているものと考えられる。

② $B/D=3$ (スプリッタープレート付き) 矩形断面

①で前縁剝離型渦励振が観察されず、カルマン渦型渦励振が観察されたことから、カルマン渦を壊す目的で断面後流にスプリッタープレートを挿入した断面の実験結果をFig. 3に示す。これによると、前縁剝離型渦励振開始無次元風速付近でピークがみられ、スプリッタープレートをつけない場合に観察された、カルマン渦型渦励振

Fig.1 圧力変動スペクトルピーク値 ($B/D=2$)Fig.2 圧力変動スペクトルピーク値 ($B/D=3$)

Masaru MATSUMOTO, Naruhito SHIRAISHI, Hiromichi SHIRATO,
Byung-gi BAEK, Tomomi YAGI, Shinichi TOKUMOTO

付近のピークがなくなっていることがわかる。

③ $B/D=4, 5$ 矩形断面

実験結果はFig. 4, Fig. 5に示す通りであるが、ここでも②の場合と同様、前縁剥離型渦励振開始無次元風速付近で前縁・後縁ともにピークが見られ、音響付加によって剥離せん断層の不安定性が増幅され、前縁剥離渦が発生しているものと考えられる。

④ $B/D=6, 8$ 矩形断面

これらの断面は前縁からの剥離流が断面後縁に定常的に再付着し、パネ支持実験では開始無次元風速が4~5付近のカルマン渦型渦励振が観察される。音響付加実験の結果はFig. 6, Fig. 7に示すように、後縁のみであるが、前縁剥離型渦励振開始無次元風速とカルマン渦型渦励振開始無次元風速付近の双方で、緩やかなピークがみられ、これらの断面も音響によって剥離せん断層の刺激が行われていると考えられる。

4. 結論 以上のことから、 $B/D=4, 5, 6, 8$ の矩形断面は音響付加によって剥離せん断層が刺激され、前縁剥離渦が生じているものと考えられる。しかし $B/D=2, 3$ の断面では前縁剥離型渦励振開始無次元風速付近ではピークが観察されなかったのに対して、 $B/D=3$ の断面にスプリッタープレートをつけたものでは前縁剥離型渦励振が観察されたことから、これらの断面では断面後流のカルマン渦が強いために、他の断面ほどは音響付加によって剥離せん断層は刺激されにくく、剥離せん断層はカルマン渦の刺激を強く受けているものと考えられる。なおパネ支持実験では、 $B/D=2, 3$ の断面でも前縁剥離型渦励振が観察されたが、これは物体自身の振動によって剥離せん断層が十分刺激され、そのうえ物体の振動によってカルマン渦が弱められるため、カルマン渦が剥離せん断層に及ぼす影響も小さくなり、前縁剥離型渦励振が観察されたものと考えられる。

最後になりましたが、実験等に多大な御協力を頂いた、
㈱大林組 鹿島智博氏に深く感謝致します。

参考文献

- 1) 白石・松本：渦励振の発生機構と応答評価
日本風工学会誌第20号
- 2) 松本ほか：主流方向脈動流中におけるBluff Bodyの
空力特性 風工学シンポジウム1986
- 3) R. Parker, M.C. Welsh :
Effects of sound on flow separation from blunt
plates Int.J.Heat&Fluid Flow Vol.4, No.2

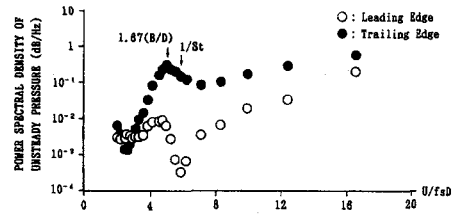


Fig. 3 圧力変動スペクトルピーク値
($B/D=3$, スプリッタープレート付)

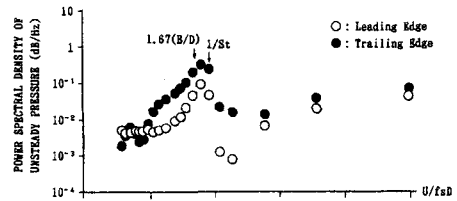


Fig. 4 圧力変動スペクトルピーク値 ($B/D=4$)

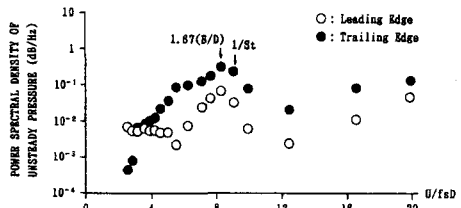


Fig. 5 圧力変動スペクトルピーク値 ($B/D=5$)

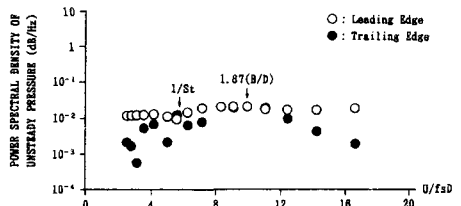


Fig. 6 圧力変動スペクトルピーク値 ($B/D=6$)

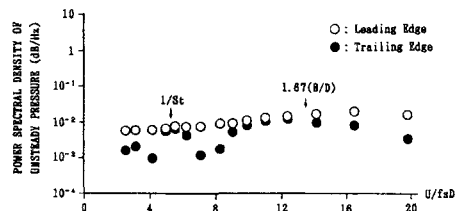


Fig. 7 圧力変動スペクトルピーク値 ($B/D=8$)