

京都大学大学院 学生員 真下 英人
 京都大学工学部 正 員 白石 敏人
 京都大学工学部 正 員 松本 勝

1. まえがき

本研究は、充てん断面の渦励振動の応答特性が断面幾何学的形状変化によって敏感に影響を受けることに注目して、風洞実験および水槽実験による流れの可視化を通じて、桁断面の前縁・後縁形状が変化した際の空力応答特性変化を調べることで渦励振動の発生機構について考察を加え、さらに渦励振動の防振対策上、より合理的で安定性のする基本断面形状に関する情報を得ようとするものである。

2. 風洞実験および水槽実験

対象とした基本断面はFig.1に示されるA, B, C, D, E, Fの6種類の断面で、各断面に対してさらに断面比（桁高：幅員）を1:5, 1:8, 1:12と変化させた。風洞実験は二次元剛体部分模型を用いて、曲げ・撓み2自由度設定迎角 α 、一様流中で行なった。なお、断面比が1:5の基本断面に対しては、曲げと撓み間の空力的な相互干渉の影響を除外するため、撓み1自由度実験を追加した。断面比1:5については前縁・後縁形状を変えた6種類の断面（ $\rightarrow \square \square \square$ ）（ $\rightarrow \square \square \square$ ）に対して

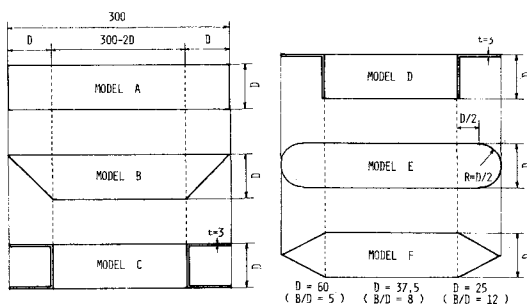


Fig.1

も曲げ・撓み2自由度、設定迎角 α 、一様流中で風洞実験を行なった。水槽実験は、断面比1:5の基本断面に対して、曲げおよび撓み1自由度強制振動で行ない流れのパターンを調べた。

3. 結果および考察

渦励振動を撓みの渦励振動発生風速が曲げの渦励振動発生風速の3分の2となるタイプ（剥離型）、撓みと曲げの渦励振動発生風速が等しくなるタイプ（付着型）に分類すれば、Fig.2, Fig.3よりA, B, C, D断面は剥離タイプ、F断面は付着タイプ、E断面はその中間的なものと判断される。Fig.4は水槽実験より得られた渦励振動発生風速付近の流れのパターンのスケッチであるが、剥離タイプでは前縁剥離渦が発生して曲げ振動では1周期、撓み振動では1.5周期かけて後縁に到達し、そのとき撓み振動では後縁＝渦洞との一体化が観察された。曲げ振動では一体化は観察されなかったが、これは水槽実験での加振振幅値が $2\% = 0.6$ と風洞実験で観察された振幅値を

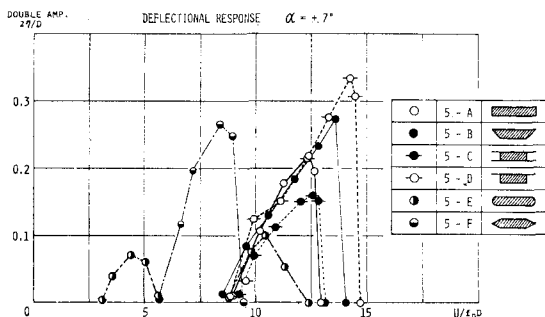


Fig.2

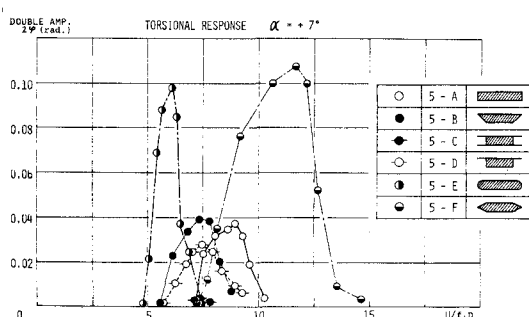


Fig.3

大きく越えていることに原因があると思われ、倍振幅値を $2\gamma/D = 0.4$ と小さくして追加実験を行なうと一体化に近づく傾向が観察された。一方、付着タイプでは前縁剥離渦はほとんど発生せず後縁二次渦あるいは後縁剥離渦が発生して安定する。なお、E断面では曲げの渦励振動が低風速域と高風速域の2つの風速域で発生しており、その振動応答特性はFig.5から判断する限りでは、低風速域で発生する渦励振動は付着タイプ、高風速域で発生する渦励振動は剥離タイプに似ているものの、流れのパターンを調べてみると低風速域、高風速域ともに前縁剥離渦が発生している。Fig.6は渦励振動の曲げ振動における最大倍振幅値と断面比(桁高:幅員)との関係を図式化したものであるが、剥離タイプでは、断面比が1:5, 1:8, 1:12のいずれにおいても逆梯形断面(B断面)や断面(D断面)は渦励振動に対してはあまり有利ではないと判断される。矩型断面(A断面)も渦励振動は発生するものの、B,D断面に比較して倍振幅値はやや小さくあり、B,D断面よりは有利であると思われる。次に付着タイプである大角形断面(F断面)では、断面比が1:5程度のいわゆるB14升な断面の場合、曲げ、旋回りの渦励振動はともに大きな振幅値を示し、曲げ振動の渦励振動はA,B,C,D断面に比較して低風速域で発生しているが断面比が1:8になると倍振幅値は大きく減少し、1:12に至ってはほとんど発生なくなり、このように偏平な場合、渦励振動に対して非常に有利な断面であると思われる。両側に曲率を有するedge-fairingを持つ断面(E断面)は断面比が1:5の場合、低風速域で曲げの渦励振動が発生するものの、曲げ振動の倍振幅値は他の5断面よりもはるかに小さく、断面比が1:8や1:12のように偏平な場合には曲げ、旋回ともに渦励振動はほとんど発生なくなり、渦励振動に対して非常に有利であると判断されるが、Reynolds数の問題が残され、今後更に検討が要求されよう。

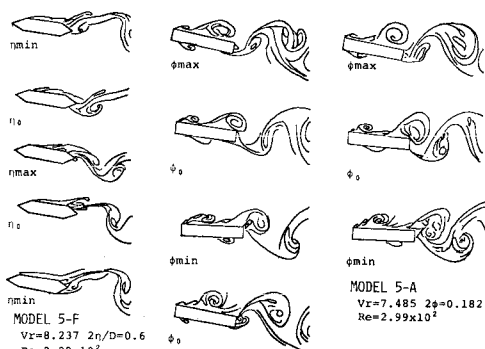


Fig.4

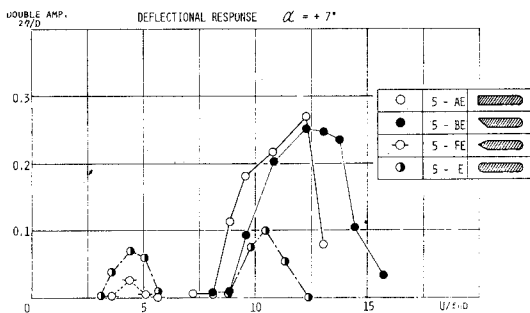


Fig.5

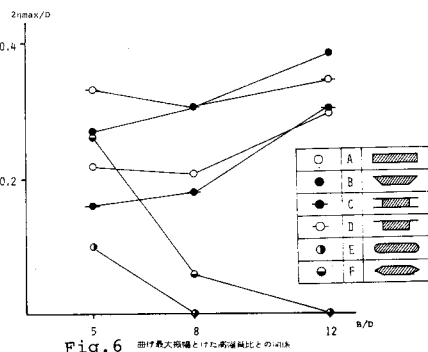


Fig.6 曲げ最大振幅とけた断面比との関係

4. 結 び

以上の結果、得られた成果を記述すれば以下のようなものである。

- 1.) 水槽実験を行なった結果、剥離タイプと付着タイプでは流れのパターンに大きな違いが観察された。また、風洞実験においても、空力応答特性(特に渦励振動の発生無次元限界風速)に剥離タイプと付着タイプでは差異が見られた。
- 2.) 今回、実験の対象となつた断面では、断面比が1:8や1:12のように偏平な場合、大角形断面(○)や両側に曲率を有するedge-fairingを持つ断面(◇)が安定であった。前縁剥離の生じやすい断面(A,B,C,D断面)では、逆梯形断面(□)、▽断面よりはむしろ矩型断面(□)や▽断面の方が安定であった。

謝 辞 本研究を報告するにあたり京都大学工学部助手白土博通氏に多大の御協力を頂き、ここに謝意を表します。

参考文献 ① 白石, 松本: 充実構造断面の渦励振動特性に関する基礎的研究 第6回風工学シンポジウム論文集 1980年11月