

九州大学大学院

学生員 中島正道

九州大学応用力学研究所 正 員 中村泰治

九州大学応用力学研究所

渡辺公彦

1. はしがき

斜張橋の桁などのように非流線形の偏平な断面を有する弾性柱体(以下では、偏平構造断面柱と呼ぶ)の曲げの渦励振はエッジトーン現象としての渦の放出振動数と柱体の固有振動数が一致する共振風速(V_{cr})または $(1/2)V_{cr}$ 近傍より発生する(文献1)。

ねじり振動の場合も同じくエッジトーン現象に起因して発生するものと思われる。ここでは、偏平なH形断面柱(以下、1:2H及び1:4Hと略記する)、T形断面柱(以下、1:4Tと略記する)及び長方形断面柱(以下、1:3R及び1:4Rと略記する)を例に採り、偏平構造断面柱のねじりの渦励振とエッジトーン現象との関係とを考察する。

2. 実験装置

使用した吹出式風洞の測定部は高さ×幅=3m×0.7mの長方形断面で長さ2mである。測定風速域は1m/s~6m/sとした。

模型の弦長(d)=0.36mで d/h は h を変化させて調節した。模型の固有振動数(f_0)は1:2H、1:4H及び1:4Tで $f_0=5.75\text{Hz}$ 、1:3Rで $f_0=5.5\text{Hz}$ 、単位長さ当たりの慣性モーメント(I_0)は1:2H、1:4H及び1:4Tで $I_0=0.007\text{kg}\cdot\text{m}^4$ 、1:3Rで $I_0=0.008\text{kg}\cdot\text{m}^4$ 、対数減衰率(δ_c)は全ての断面で $\delta_c=0.013$ 、スクリューン数($Sc=2L\delta_c/(pd^4)$)は1:2H、1:4H及び1:4Tで $Sc=0.009$ 、1:4Rで $Sc=0.01$ である。

追加実験で、長さ1.2mのスプリッタープレートを使用した。

3 実験結果と考察

図1は1:2Hの振幅応答であり、スプリッタープレートと設置しない場合(○印)と設置した場合(△印)が比較されている。励振は、風速をもっと上げれば、振幅がより増加した後治まると考えられる(文献2)が、模型の安全のため測定風速域を6m/s以下に限定した。まず、スプリッタープレートと設置しない場合、エッジトーン現象としての渦の放出振動数(図中、 $St(h)=0.3$ と示された直線)と模型の固有振動数(f_0)が一致する共振風速($V_{cr}=3.45\text{m/s}$)より励振が発生していることがわかる。またスプリッタープレートと設置してカルマン渦が形成されない場合でも依然として V_{cr} 近傍より励振が発生している。このことは曲げ振動の場合と同様である。

図2は1:4Hの振幅応答である。1:2Hと異なるのは、 $V_{cr}(3.45\text{m/s})$ 近傍から発生する励振の他に $(1/2)V_{cr}(1.73\text{m/s})$ 近傍より励振が発生していることである。スプリッタープレートと設置しない場合と設置した場合が比較されているが、応答はあまり変化していない。

図3に1:4Tの振幅応答を示す。励振はエッジトーン現象としての渦の放出振動数(図中、 $St(h)=0.13$ と示された直線)= f_0 となる $V_{cr}(3.98\text{m/s})$ 近傍より発生している。

図4に1:3Rの振幅応答である。励振は $V_{cr}(4.13\text{m/s})$ 近傍及び $(1/2)V_{cr}(2.07\text{m/s})$ 近傍から発生している。

図5に1:4Rの振幅応答を示す。この場合例外的となり、 $V_{cr}(3.81\text{m/s})$ 近傍からはむしろ励振は発生せず、 $(1/2)V_{cr}(1.9\text{m/s})$ 近傍から発生する励振だけが残っている。なお、1:5Rの場合もこれと同様で

あった。

4 結論

偏平構造断面柱のねじりの弱励振は、曲げ振動と同じく、エッジトーン現象としての弱の放振動数と柱体の固有振動数が一致する共振風速 (V_{cr}) 近傍または $(1/2)V_{cr}$ 近傍より発生する。

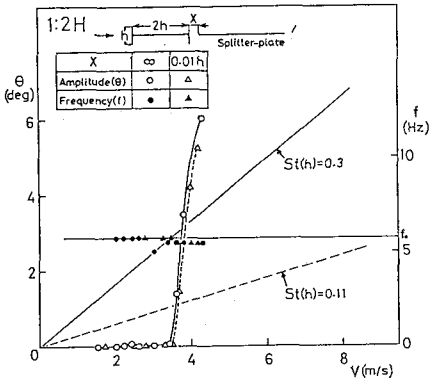


図1 1:2Hの振幅応答

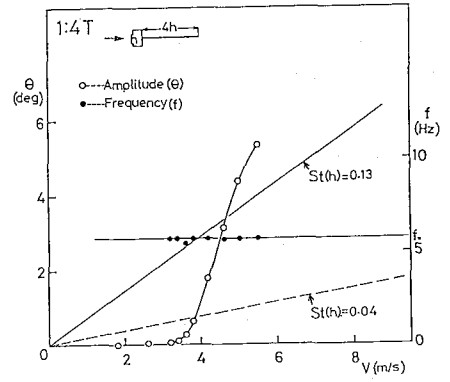


図3 1:4Tの振幅応答

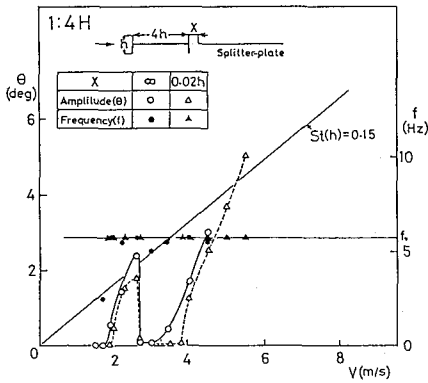


図2 1:4Hの振幅応答

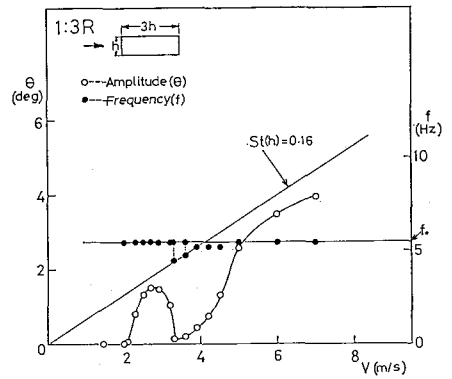


図4 1:3Rの振幅応答

参考文献

1. 中村、中島、渡辺：九州大学応用力学研究所報 No. 59, 558, 9.
2. Y. Nakamura, T. Yoshimura : Journal of Sound and Vibration, 1982, Vol 84 (3), P305-317

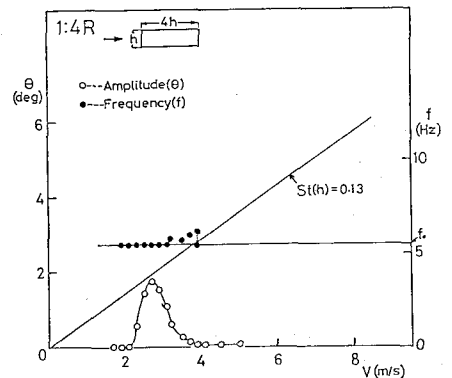


図5 1:4Rの振幅応答