

渦励振最大応答振幅に及ぼす質量、減衰の効果

京都大学工学部 正員 白石 成人 京都大学工学部 正員 橋本 勝
 京都大学工学部 正員 白土博通 建設省 正員 真下英人

1 まえがき

長大橋の耐風設計を考へる場合に渦励振に関して問題となる項目として、渦励振発生風速、渦励振最大応答振幅および最大応答振幅の現れる風速の評価方法が挙げられる。このうち、渦励振発生風速はこれまでの研究により有効断面比を用いてある程度評価できることがわかってきているが、渦励振最大応答振幅およびその時の風速は断面形状が同一で、有効断面比が同一であっても、質量および減衰の値によつて大きく異なるものと思われる。そこで本研究では、P.C.斜張橋断面を対象にして風洞実験を行ない、質量および減衰が渦励振最大応答振幅およびその時の風速に及ぼす影響を調べるとともに、この断面の渦励振防振対策に関して検討を加へる。

2 実験方法および実験条件

対象とした基本断面はFig.1に示される断面比が約13の非対称に偏りな断面となつてゐる。防振装置としては、バツフルプレート、ソフィットプレート、上面、下面にフラップを設置した。風洞実験は二次元剛体部分模型を用いて、曲げ換り2自由度、設定迎角 -5° 、一様流中を行なつた。基本断面に関しては2種類の模型(木製とメタマクリル樹脂製)を用いて質量を変化させるとともに、構造減衰の値も変化させた。

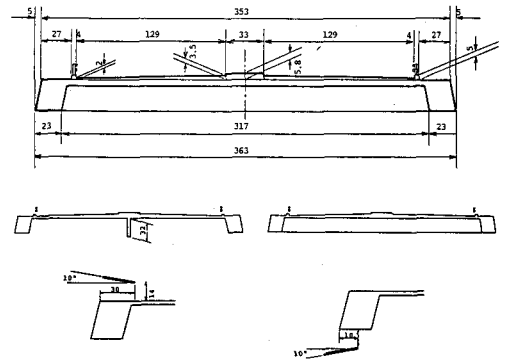


Fig.1

3 結果および考察

Fig.2は、質量減衰パラメータ $m/\rho D^2$ が渦励振応答特性に及ぼす影響を調べた図である。まず、この断面に発生する渦励振の特性であるが、質量減衰パラメータの値にかかわらず、渦励振はほぼ同一の風速 $V_r = 10$ 付近で発生しており、この値は前縁はく離型渦励振の発生風速の評価式 $V_r = 1.67 \times \sqrt{D}$ において、迎角 -5° の時の有効断面比 $C_d = 6.26$ を代入した時の値

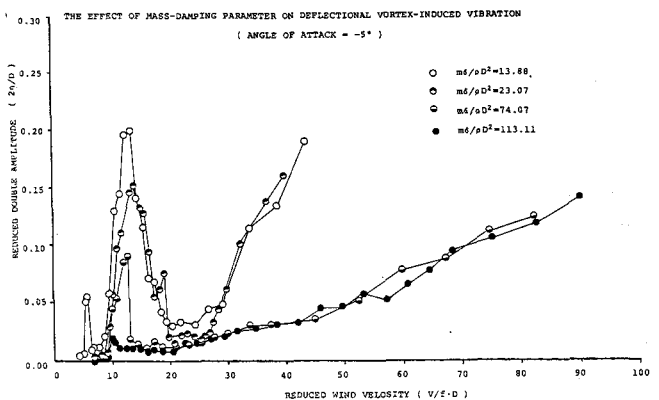


Fig.2

$V_r = 10.5$ とほぼ一致することから、この断面に発生する渦励振は前縁はく離型に属するものと判断される。質量減衰パラメータが渦励振最大応答振幅の現れる風速に及ぼす影響は、

図からもわかるように質量減衰パラメータの増加に伴ない最大応答振幅の現れる風速は追風速側へ移行しており、渦励振発生風速 V_{cr} と最大応答振幅の現れる風速 V_{max} との比 $q = \frac{V_{max}}{V_{cr}}$ は質量減衰パラメータの増加に伴ない減少することがわかる。質量および減衰の渦励振最大応答振幅に及ぼす影響は、質量減衰パラメータの増加に伴ない最大応答振幅は減少することが図からもわかるが、ここでは渦励振を便宜上強制振動として取り扱い、交番空気力係数を用いて考察を加える。いま、曲がり自由度振動系に作用する交番揚力 $L(x)$ を次式

$$L(x) = \frac{1}{2} \rho V^2 B C_L e^{i\omega_0 x}$$

ただし、 C_L : 交番揚力係数 ω_0 : 系の固有振動数
のように表わし、共振状態として外力と応答振幅間の位相差を $\pi/2$ とすれば、交番揚力係数 C_L は最大応答振幅 Z_{max} 、その時の無次元風速 V_{cr} 、質量減衰パラメータ $m\delta/\rho D^2$ を用いて

$$C_L = 8\pi \left(\frac{m\delta}{\rho D^2} \right) \cdot \left(\frac{1}{V_{cr}} \right) \cdot \left(\frac{D}{B} \right) \cdot \left(\frac{Z_{max}}{D} \right)$$

のように表わされる。Fig. 3 は C_L と $m\delta/\rho D^2$ の関係を示したものであるが、同一断面でも C_L の値は $m\delta/\rho D^2$ の値によって異なり、その原因としては振幅によって流れのパターンが変わり、流体力の非線形性によるものと考えられる。従

って、 Z_{max} の $m\delta/\rho D^2$ の増加に伴ない減少率も $m\delta/\rho D^2$ によって異なり、Fig. 4 に示されるような形状となる。Fig. 5 は基本断面にフラップを設置した場合の防振効果であるが、下面に設置した場合には渦励振に対して有効でこの効果は、ハッフルプレート、ソフィットプレートにも見られた。

4. 結論

- 1) 質量減衰パラメータ $m\delta/\rho D^2$ の値によって、同一断面でも、渦励振最大応答振幅 Z_{max} 、およびその時の風速 V_{cr} は異なり、 Z_{max} は $m\delta/\rho D^2$ の増加に伴ない減少する傾向が見られるが、交番揚力係数 C_L の値も $m\delta/\rho D^2$ の増加に伴ない変化するため、 Z_{max} の減少率は $m\delta/\rho D^2$ の値によって異なる。
- 2) 設定迎角 -5° のとき、この断面に発生する渦励振の防振対策としては、上面より下面側に防振装置を施した場合の方が効果が見られた。

参考文献 1) 白石成人、松本勝「空腹構造断面の渦励振限界風速と応答特性について」

日本風工学研究会誌 No. 10 1981. 10

