

I-310 偏平構造断面柱の非定常揚力と気流変動

九州大学応用力学研究所 学生員 大和田徹 正会員 中村泰治 渡辺公彦

1. 序

偏平な断面を有する土木構造物, 特に斜張橋や高架橋等では, 比較的低い風速域で励振が発生する. これは, 橋の安全性, ならびに機能上のうえで制振対策上重要な問題である. 我々は前回の報告¹⁾では, 辺長比の小さい矩形柱 ($d/h=0.4$) について発表した. 今回は辺長比の大きな偏平な H 型構造断面柱 ($d/h=5.0$) を強制加振し, その渦励振の特性を明らかにすることを目的とする.

2. 実験概要

使用した吹き出し風洞の測定部は, 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, 2.5~7.0m/sである. 模型の弦長 $d=36$ cm, 補剛桁 $h=7.2$ cm(図1), 1:5 H型断面柱は加振振動数 $f_y=5$ Hz, 振幅比 $y_a/h=0.10, 0.05$ で加振された. また床版の中央にアルミパイプ軸を通し, その端のひずみゲージより非定常揚力を検出し, 模型下流の熱線プローブより気流変動を計測した. 風洞外には, ダミーモデルを設置し, 慣性力成分を差引き, アクティブモデルの流れによる成分のみを検出した. しかし真空中に設置されていないダミーモデルは, 付加空気力が作用するため, 自由振動実験において付加空気力を推定した. ここに図中の $\wedge$ および $\sim$ の記号はダミーモデルに生じる加速度に比例する付加空気力および速度に比例する付加空気力を両方あるいは後者のみについて修正したものである.

無次元風速は $\bar{U} = U / (f_y \cdot d)$ で定義しその値は, $1.38 \leq \bar{U} \leq 3.38$. また代表長を d としたレイノルズ数 Re は, $6.0 \times 10^4 \leq Re \leq 17.0 \times 10^4$ である.

3. 実験結果と考察

図2, 図3は振幅比 $y_a/h=0.1$ および 0.05 での無次元風速 $\bar{U}$ に対する揚力変動の周波数応答成分の振幅 $\bar{C}_{Lm0}$ と変位に対する位相差 $\bar{\phi}_{Lm0}$ を示したものである. 図2で破線は, 静止模型に作用する揚力変動振幅を示し, 1点鎖線は振幅比を $y_a/h \rightarrow 0$ に近づけたときの揚力変動振幅を示している. 揚力振幅の最初のピークは, $\bar{U}_{cr}$ におけるストローハル成分値に対応するものと考えられる. 振幅を小さくすると1点鎖線に近づいているのが分かる. $\bar{C}_{Lm0}$ が極小のところで図3では位相の急変がみられる. 更に $\bar{U}$ の大きな所で $\bar{\phi}_{Lm0}$ の第2のピークが現れている. 先に報告した辺長比の小さい矩形柱では, $\bar{U}_{cr}$ 付近で共振による大きなピークを生じ, 位相差についても $\bar{U}_{cr}$ 付近で急変が起こっている.

図4, 図5は振幅比 $y_a/h=0.10$ および 0.05 での無次元風速 $\bar{U}$ に対する後流の速度変動の強さと位相差を示したものである. 速度変動の強さが極小のとき位相差の急変が起こる. 速度変動の強さの極大が現れる $\bar{U}$ は図2の $\bar{C}_{Lm0}$ の第2のピークとほぼ同じ $\bar{U}$ である. 振幅比を小さくすると速度変動のピークがより小さい $\bar{U}$ で現れているのが分かる.

図6は, 振幅比 $y_a/h=0.10$ で, 無次元風速 $\bar{U}$ に対する揚力変動振幅に関し, 速度に比例する付加空気力のみを修正した場合とさらに加速度に比例する付加空気力も修正した場合を比較している. 図7は, 同様に位相差について両者を比較している. その結果, 後者のほうがより大きな $\bar{U}$ で極小値と第2のピークが現れているのが分かる. ここで求められた偏平構造断面柱の振動揚力の特性と渦励振との関係を明かにしていくことが今後の重要な課題である.

4. 結び

偏平構造断面柱の渦励振は辺長比の小さい矩形柱の渦励振とは違った振動揚力特性を持つ.

参考文献 1) 松川, 中村 第41回土木学会講演概要集 s 60.9

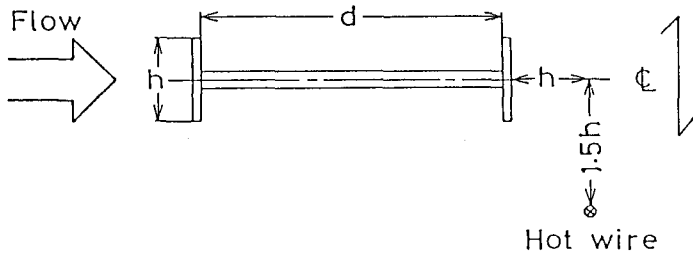


図1 実験装置

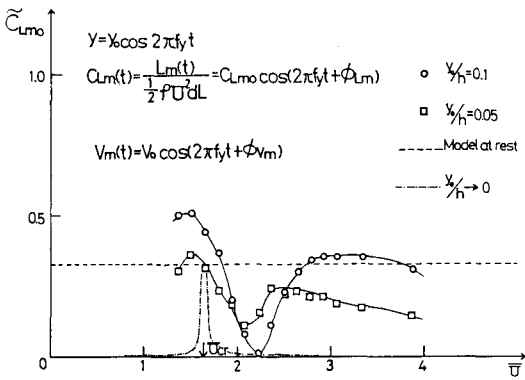


図2 揚力変動の周波数応答成分 $\tilde{C}_{Lmo}$ vs $\bar{U}$

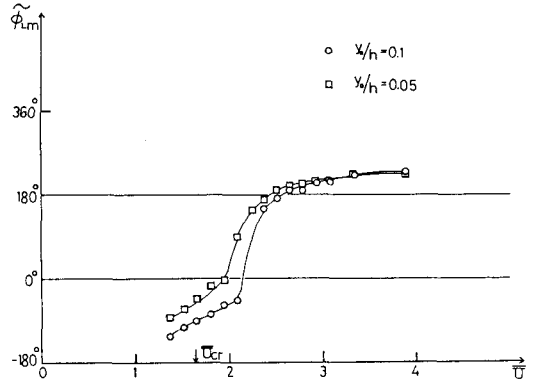


図3 変位に対する揚力変動位相差 $\tilde{\phi}_{Lmo}$ vs $\bar{U}$

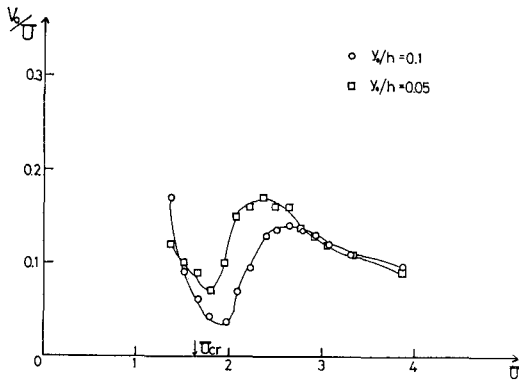


図4 速度変動の強さ vs $\bar{U}$

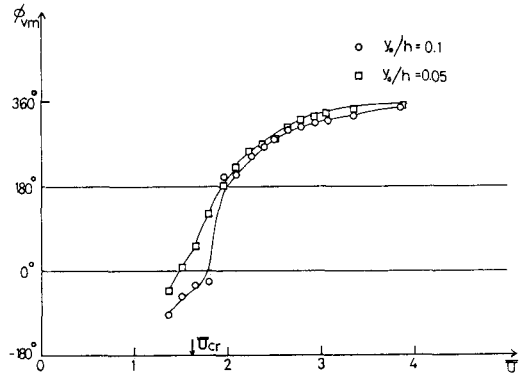


図5 変位に対する速度変動の位相差 ϕ_{Vm} vs $\bar{U}$

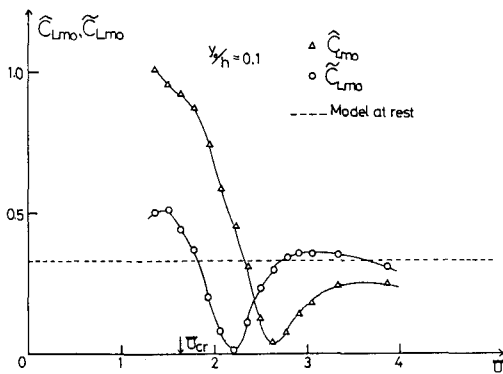


図6 $\tilde{C}_{Lmo}, \tilde{C}_{Lm0}$ vs $\bar{U}$

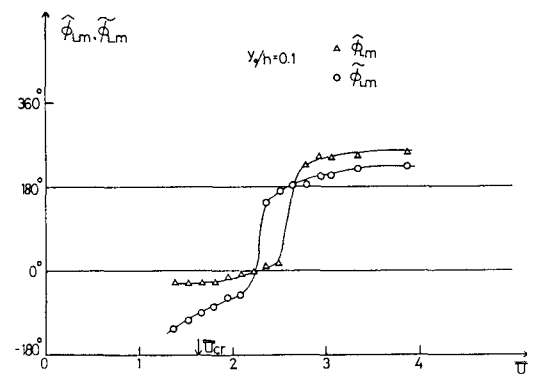


図7 $\tilde{\phi}_{Lmo}, \tilde{\phi}_{Lm0}$ vs $\bar{U}$