

両端に水平プレートを有する 扁平矩形断面柱の空力弾性振動抑制効果に関する研究

九州工業大学大学院 学生会員 ○土居竜二

九州工業大学 フェロー 久保喜延 正会員 木村吉郎 加藤九州男

1. はじめに

現在の橋梁の設計段階において、耐風性の検討は構造断面が決定した後に行う場合がある。その場合の耐風制振対策として、空力的付加部材の設置が挙げられる。そこで、本研究では付加部材の一種である水平プレートに着目した。水平プレートは構造が極めて簡単で、かつ、制振効果も高いという大きな長所を有しているが、既往の水平プレートに関する研究では基本的な断面を対象とした研究はほとんど行われていない。そこで、水平プレートの制振メカニズムの解明のためにも、まずは基本的な断面での検討が必要であり、基本的な水平プレートの制振効果を把握しておく必要があると考えた。

以上より、橋梁断面に比較的用いられることの多い辺長比 5 ($B/D=5$) の扁平矩形断面において水平プレートの諸元や設置位置を変化させることにより、水平プレートの制振効果を確認することを本研究の主な目的としている。

2. 既往の研究

迎角 0deg. でのねじれ 1 自由度振動応答実験から、13 断面を対象として検討した結果、計 8 断面においてフラッターが抑制されることが確認された。また、迎角 0deg. での可視化実験からは、フラッターが抑制された 8 断面の模型上面側の剥離は、フラッターが発現した断面の剥離よりも比較的小さくなっていることが確認された。これらのことから、水平プレートの幅および設置位置により制振効果は大きく異なるということが確認されている。本研究の展開としては、可視化実験と同様に、迎角 0deg. での応答実験においてフラッターが発現した断面（フラッター発現断面）とフラッターが発現しなかった断面（非フラッター発現断面）に着目した検討を行った。

3. 静的三分力実験

図 1 は、本研究で用いた模型 ($B=300\text{mm}$, $D=60\text{mm}$) の断面図、図 2 は、実験パラメータを示している。実験ケースは、基本断面および 3 種類の水平プレート幅 ($b/D=0.17$, 0.33 , 0.50) に対して $\theta=15\text{deg.}$, 25deg. , 35deg. , 45deg. の計 13 断面を対象とし、迎角 α を -6deg. ~ $+6\text{deg.}$ まで変化させている。静的三分力実験の主な目的は、フラッター発現断面と非フラッター発現断面の空気力係数の差異の検討である。

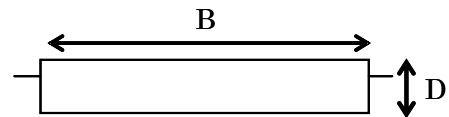
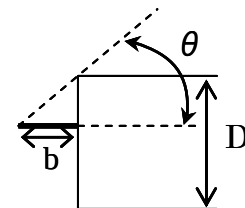
図 1 模型断面図 ($B/D=5$)

図 2 模型隅角部拡大図

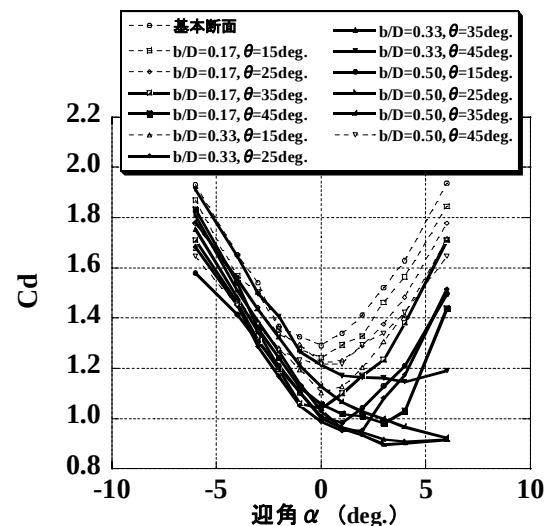
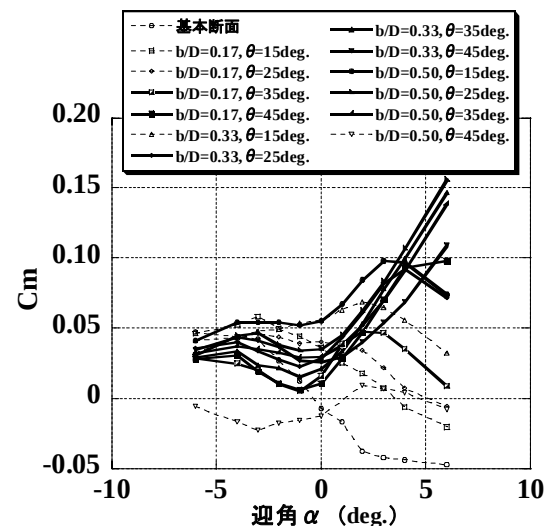
図 3 迎角 α に対する抗力係数 C_d 図 4 迎角 α に対する空力モーメント係数 C_m

図 3, 図 4 は横軸に迎角 $\alpha(\text{deg.})$, 縦軸にそれぞれ抗力係数 C_d , 空力モーメント係数 C_m を示したグラフである. 点線がフラッター発現断面, 実線が非フラッター発現断面を示している. 図 3, 図 4 より, 負の迎角に着目した場合, C_d , C_m 共にフラッター発現断面と非フラッター発現断面に明確な違いはないが, 正の迎角に着目した場合, 非フラッター発現断面の C_d は低減し, C_m は増大する傾向があることが確認された. 以上のように, 静的三分力実験からは, 正の迎角においてのみフラッター発現断面と非フラッター発現断面の傾向に明確な違いがあることが確認された.

4. ねじれ 1 自由度振動応答実験(迎角 $\alpha=\pm 3\text{deg.}$)

表 1 は, 本実験で用いた模型の諸元を示している. 実験ケースは, 基本断面および既往の研究の迎角 $\alpha=0\text{deg.}$ での応答実験においてフラッターが発現しなかった断面(非フラッター発現断面)である $b/D=0.17$, $\theta=35\text{deg.}$, 45deg. , $b/D=0.33$, $\theta=25\text{deg.}$, 35deg. , 45deg. , $b/D=0.50$, $\theta=15\text{deg.}$, 25deg. , 35deg. の 9 断面を対象とし, 迎角 α を $\pm 3\text{deg.}$ にした計 18 ケースとした.

図 5, 図 6 は, それぞれ -3deg. および $+3\text{deg.}$ における基本断面および非フラッター発現断面のねじれ振動応答図を示している. 縦軸に倍振幅 2ϕ , 横軸に換算風速 V_r を示している. 図 5 より, 全ケースでフラッターが発現したことから, 非フラッター発現断面であっても迎角が -3deg. となればフラッターは発現することが確認された. それに対し, 図 6 からは, $b/D=0.17$, $\theta=35\text{deg.}$ 以外ではフラッターが発現しなかったことから, 非フラッター発現断面であれば迎角が $+3\text{deg.}$ となってもフラッターは発現しない傾向があることが確認された. これらの結果は, 静的三分力実験結果と非常によく対応していると考えられる.

5. 結論

本研究では, 2.既往の研究で述べたフラッター発現断面および非フラッター発現断面に着目した検討を行った結果, 正の迎角に対しては水平プレートの制振効果は高いが, 負の迎角に対しては制振効果が低いという結論が得られた.

6. 今後の予定

PIV (粒子画像流速測定法) を用いることにより, より詳細な断面周りの風の流れに着目し, 水平プレートの制振メカニズム及び迎角による水平プレートの制振効果の違いを検討する.

参考文献

・米田昌弘, 宮地真一, 瀬戸内秀規, 枝元勝哉: 扁平箱桁断面に対する水平プレートの空力制振効果に関する実験的研究, 構造工学論文集 Vol.42A(1996 年 3 月).

謝辞

本研究は科学研究費基盤研究 (B) 19360204 の補助を受けた.

表 1 ねじれ 1 自由度振動応答実験模型諸元

模型幅: $B(\text{m})$	0.30
模型高: $D(\text{m})$	0.06
質量: $m(\text{kg/m})$	3.55
極慣性モーメント: $I(\text{kg}\cdot\text{m}^2/\text{m})$	0.0678
ねじれ固有振動数: $f_t(\text{Hz})$	2.58
ねじれ構造減衰率: δt	0.006~0.008

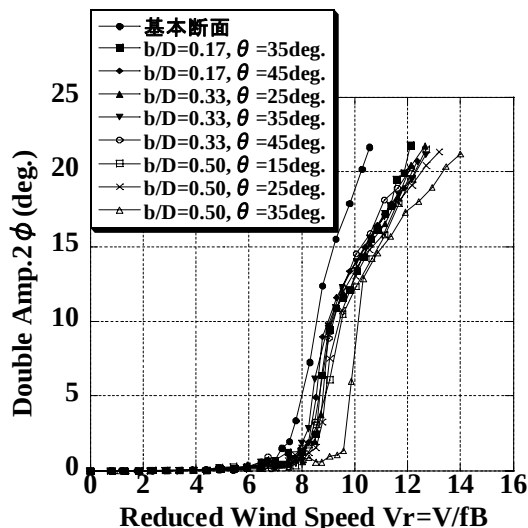


図 5 迎角 $\alpha=-3\text{deg.}$ のねじれ振動応答図

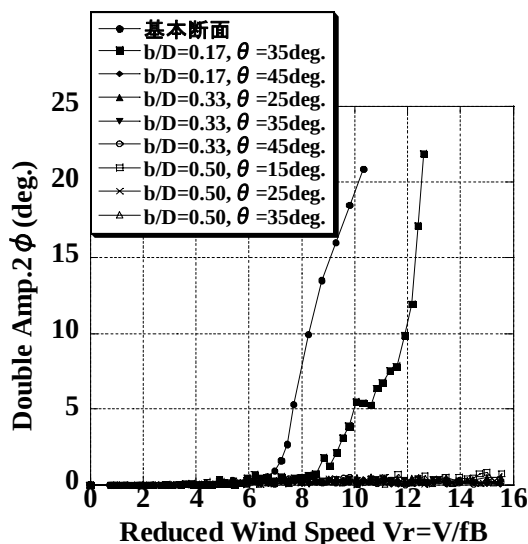


図 6 迎角 $\alpha=+3\text{deg.}$ のねじれ振動応答図