

I-379 トラス補剛桁のフラッター特性に関する実験的研究

京都大学大学院 学生員 平井滋登 京都大学工学部 正 員 松本 勝
京都大学工学部 正 員 白石成人 本州四国連絡橋公団 正 員 辰巳正明

1. まえがき 長大吊橋においては、トラス形式の補剛桁が採用されることが多いが、その設計上風に対する安全性を確保することが大きな課題となる。とりわけ発散型の振動であるフラッターは、静的風荷重と並んで、重要な検討対象とされる。しかしながら、トラス桁のフラッターは桁の形状をはじめ各種の添加物、風の乱れ、迎角等に非常に敏感であり、その特性にはいまだ明らかでない点が残されている。ここでは、床版とトラス本体を分割可能とした模型を用いて、風洞実験によりトラス桁のフラッター特性について検討を加えた。

2. 実験概要 用いた模型は、長大吊橋のトラス補剛桁を模型化した2次元部分模型である（Fig. 1）。なお、本研究では、トラス桁の基本的な空力特性の検討を目的としたため、管理路や公共添加物等は設置していない。トラス本体部分は取り外し可能であり、今回は、「床版部分のみ」（以下Case Aと称する。）、「床版部分+上弦材」（Case B）及び本来の形である「床版部分+トラス本体」（Case D）の3種類の状態を対象とした。模型はばねにより2自由度（曲げとねじれ）あるいはねじれ1自由度の弾性支持を行い、一様流中で振動応答を測定した。模型の物理諸元に関しては、各ケースでほぼ同一の値を保つようにした。模型の回転中心はCase Dにおける模型重心位置とし、他のケースについても同じ位置とした。

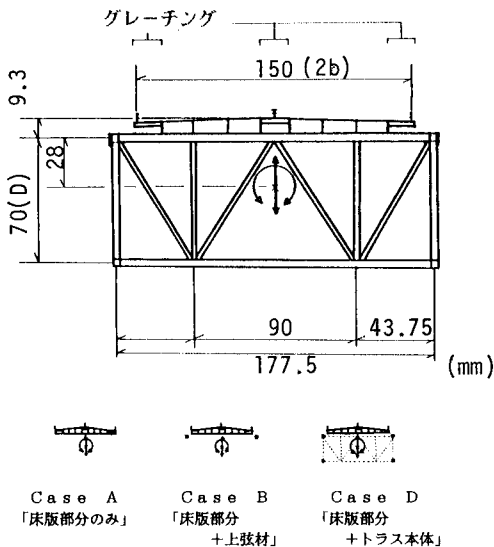


Fig. 1 トラス桁模型概略図

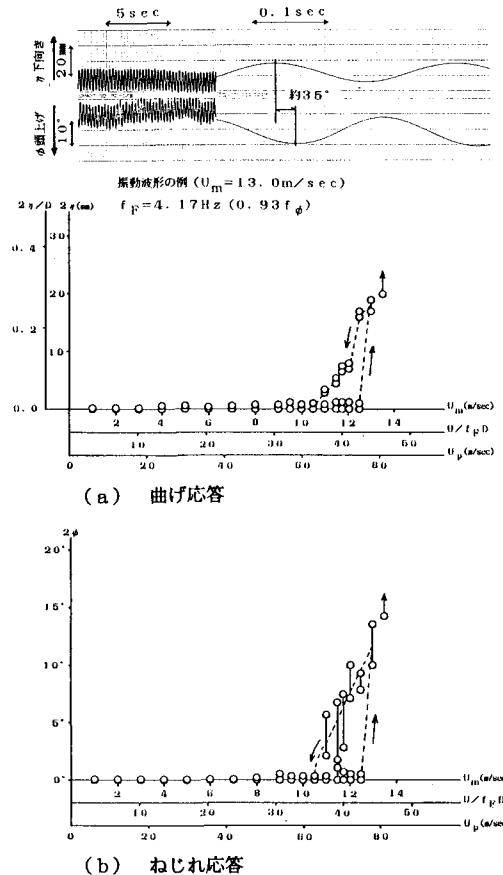


Fig. 2 風速-応答振幅図 (2自由度, Case D, $\alpha=0^\circ$)

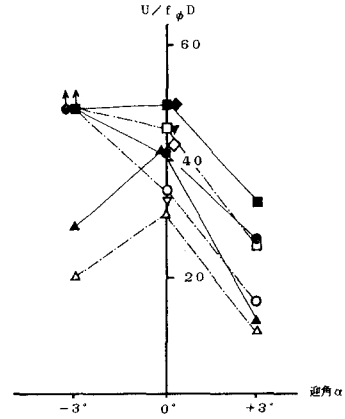
$$\begin{aligned} f_\phi &= 4.49 \text{ Hz}, f_\eta = 2.13 \text{ Hz} \quad (f_\phi/f_\eta = 2.11) \\ I &= 1.06 \times 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{s}^2, M = 0.117 \text{ kg} \cdot \text{s}^2/\text{m}^2 \\ \delta_\phi &= 0.033 (2\phi = 5^\circ), \delta_\eta = 0.023 (2\eta = 1 \text{ cm}) \end{aligned}$$

3. 実験結果 Case Dについて、迎角 0° で2自由度支持した場合の風速—応答振幅図をFig. 2に示す。風速と振幅を無次元化するための代表長としては、全てのケースについてトラスの桁高Dを用いている。この場合、曲げとねじれが連成したハードタイプのフラッターが発生し、発散に至っている。なお図中に振動波形の一例を示している。

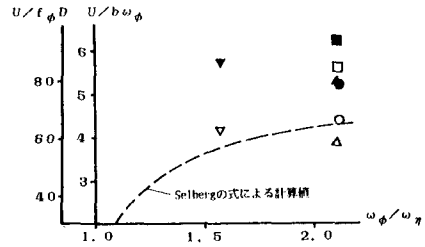
次に、実験条件を変化させたときのフラッター発現風速の様子をFig. 3に示す。発生したフラッターは、全て先の例と同様にハードタイプの曲げとねじれが連成した振動であったため、開始風速と終止風速の両方を示している。発現風速については、迎角を $+3^\circ$ とした場合に、模型の形状によらず迎角 0° の場合より低下する傾向がみられた。反対に迎角 -3° の場合には、Case Aで $+3^\circ$ と 0° の間になった以外は、 0° より安定化した。全体的には、迎角によらずCase B, Case D, Case Aの順に安定であるという結果となった。Case B（迎角 0° ）で、上弦材間隔を1.28倍した（間隔を50mm広げた）場合には、発現風速はほとんど変化しなかった。また、Case A（迎角 0° ）で、ねじれの振動数のみを低下させた場合にも、大きな変化はなかった。

Case AとCase Dについて、迎角 0° でねじれ1自由度支持した場合の風速—応答振幅図をFig. 4に示す。Case Aにおける慣性モーメントは2自由度の場合よりやや小さく、空力的により敏感となっている。ともにハードタイプのねじれフラッターが発生した。

4. まとめ トラス補剛桁に生じるフラッターに対しては、現在のところ、その発現機構や特性についてまだ明らかでない部分が多い。今回、あるトラス桁の基本的なフラッター特性に関して検討を加えた結果、2自由度支持では古典的な連成フラッターに近い特徴を呈していたものが、ねじれ1自由度支持でも振動を生じた。今後、より安定した対フラッター性能を有する桁断面を開発するために、これらの点を手がかりとして、トラス桁に発生するフラッターのメカニズム解明を行っていく必要があると考えられる。



(a) 迎角と発現風速



(b) 振動数比と発現風速（迎角 $\alpha = 0^\circ$ ）

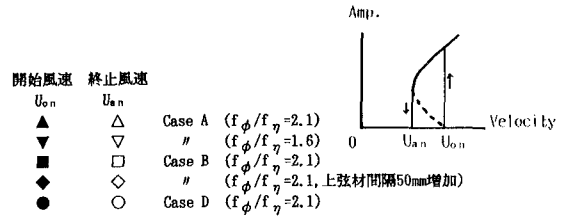


Fig. 3 発現風速一覧図

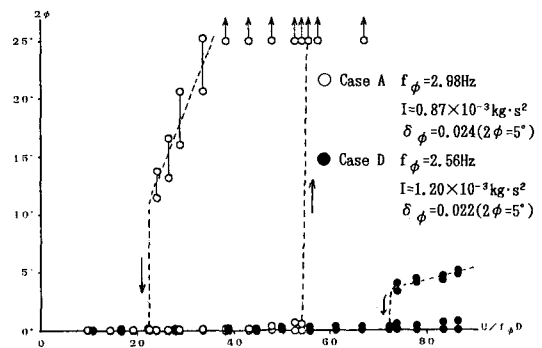


Fig. 4 風速—応答振幅図（ねじれ1自由度，Case A, D, $\alpha = 0^\circ$ ）