

九州工業大学 正 員 ○ 加藤 九州男  
九州工業大学 正 員 久保 喜 延

### 1. まえがき

筆者等は、長大吊橋のトラス補剛桁における耐風制振対策を構造部材の配置という観点より検討を行って来ている。この結果は、主に、上流側トラス上弦材からのはく離流が、トラス補剛桁の自動振動特性に、重要な影響を与えているというものであり、特に、主構間隔および主構と床板との高さに対応して、そのフラッター特性が顕著に変化するため、これらの部材の配置を検討することにより、耐風安定性の優れた断面を得ることが可能であることを指摘した。しかしながら、これらを支配する現象は複雑であるため、現在までのところ、これらの部材間の相互作用のメカニズムに関しては未解決な点が多い。

そこで、本報告では、床板を支持しかつ最も大きい部材のトラス補剛桁の主構上流側部材がフラッター特性に大きな影響を与えるものとして、この部材に着目しているが、現象を簡単にするために、トラス補剛桁の主構上弦材のみを取り出し、この角柱部材と偏平H型断面である床板との相対的な位置と耐風特性との関係について、実験的な検討を加えたものである。

### 2. 模型と実験方法

本実験に使用した模型はFig.1に示すように、トラス構成部材の主構上流側上弦材の部材( $r \times r$ )のみを取り出し、これと偏平なH型床版( $d \times t \times b \times L$ )のみからなる断面を用いた。主構と床板との水平間隔(無次元主構間隔( $S = (s + r) / r$  [ $S = 1.67, 2.50, 3.33, 4.17, 4.88$ ]))を変化させ、主構と床板との相対的な垂直高さを、Fig.2に示すように、主構をH型床版の中央に設置したCH-typeと主構上面と床版下面までの高さを一致させたDH-typeについて、実験を行った。

上流側上弦材の寸法は $r = 12 \text{ mm}$ に固定し、実験は捩れ一自由度振動法により迎角 $\alpha = 0^\circ$ に固定し、風速は $0 \sim 10 \text{ m/s}$ まで変化させて行った。模型の諸元は、床版の偏平H型断面は高さ $d = 27 \text{ mm}$ 、幅 $b = 272 \text{ mm}$ 、厚さ $t = 14 \text{ mm}$ 、模型長 $L = 900 \text{ mm}$ 、 $d/b = 10\%$ 、捩れ振動数は $4 \text{ Hz}$ 、自然対数構造減衰率 $\delta = 0.0099$ であり、特に空力応答特性に着目して、実験結果を整理している。ここで、換算風速 $Vr = V/fd$ 、 $V$ :風速、 $f$ :固有振動数、 $d$ :模型代表長としての有効桁高さである。

### 3. 実験結果と考察

Fig.3は、迎角 $\alpha = 0^\circ$ の場合のH型床版のみの応答曲線を示す図である。この図によると、換算風速 $Vr = 10.0$ あたりで、渦励振と称されている現象が現れている。また、 $Vr = 25.9$ でたわみ振動と思われる現象が観察された。振りフラッターは、 $Vr = 35.4$ 以上の風速域で発生している。

Fig.4～Fig.7はFig.(a)、(b)の様に模型を設置した場合のCH-typeおよびDH-typeに対して、無次元主構間隔 $S[(r + s) / r]$ を変化させた時の換算風速 $Vr(V/fd)$ に対して、応答振幅を捩れ

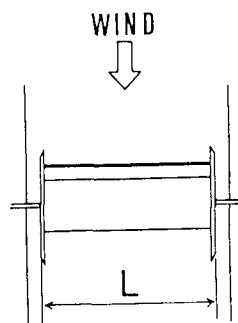


Fig. 1 模型とその配置

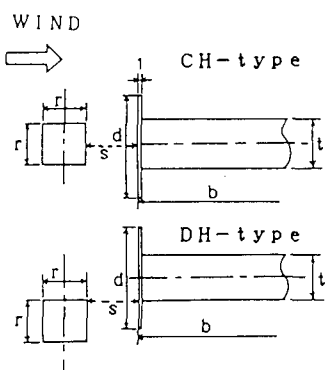


Fig. 2 主構と床版との配置

(2φ) でプロットしたものである。これらの図と Fig.3の偏平H型床版のみの応答と比較しながら考察を行う。渦励振に着目して見るとH型床版のみでは  $V_r = 15.7$  あたりで、渦励振の最大振幅(2φ) =  $2.2^\circ$  である。CH-type の場合は、Fig.4に見られる様に、 $S=1.67$  場合のみ渦励振の発現認められるが他のケースの場合は、この現象は現れていない。

これに比べて、DH-type 場合は Fig.6,7より  $S=1.67 \sim 3.33$  の領域で、渦励振の発現が現れ、無次元振幅  $S$  が大きくなるに従って、渦励振の最大振幅が小さくなっている。これらの値をまとめたものが表1である。 $S=4.17$  以上の領域では、渦励振の発現がない。単純な流れ場として、主構上端よりカルマン渦列が生じているとした計算値  $S=3.6$  を境にして、流れのパターンが異なるものと予想される。このことは主構部材の角柱の存在により周期的な渦の発生を防止したり、H型の床版回りの離流の向きを変える働きにより渦励振の抑止あるいは軽減されるものと推察される。振りフラッターについて見ると、DH-type, CH-typeについて応答を、例えば  $S=2.50$  のときを比較すると、Fig.6のDH-typeの場合はH型床版のみの応答特性 (Fig.3) に類似した応答を示している。Fig.4のCH-type 応答では、これと異なった応答特性を示し倍振幅  $2\phi = 2.5^\circ$  以下では測定した範囲のどの風速領域でもフラッターは発生していない。しかし倍振幅  $2\phi = 2.5^\circ$  以上では急に、発散振動となる。この傾向は他のケースの場合も同様な応答特性を示している。次に振りフラッターの限界発振風速について見ると表1に示すように、DH-typeではH型床版のみ  $V_{cr} = 3.8 \text{ m/s}$  に比べ、無次元振幅  $S$  が大きくなるに従って  $V_{cr} = 0.4 \sim 1.0 \text{ m/s}$  程度大きくなり、CH-typeも  $V_{cr} = 0.4 \sim 3.0 \text{ m/s}$  程度大きくなっている。このことは、主構部材と床版との相対的位置はフラッター発振風速を上昇させる効果が認められると共にDH-typeよりCH-typeの方が振り振動をより制御し易いことがわかった。

#### 4. まとめ

主構部材と偏平H型床版の無次元水平間隔  $S$  には、 $S=3.6$  を境に、流れの現象が急変することがわかった。また、最適な  $S$  を選ぶことにより、渦励振の抑止あるいは軽減することが可能でありフラッター発振風速  $V_{cr}$  を上昇させることが認められた。

表1 主構と床版との配置による応答

| S    | DH-type       |                              | CH-type       |                              |
|------|---------------|------------------------------|---------------|------------------------------|
|      | 渦励振の最大振幅 (2φ) | ねじれフラッターの限界発振風速 ( $V_{cr}$ ) | 渦励振の最大振幅 (2φ) | ねじれフラッターの限界発振風速 ( $V_{cr}$ ) |
| 1.67 | 1.6           | 4.2                          | 0.2           | 5.3                          |
| 2.5  | 1.5           | 4.5                          |               |                              |
| 3.33 | 0.7           | 4.6                          |               | 6.8                          |
| 4.17 |               | 4.8                          |               | 6.2                          |
| 4.86 |               | 4.8                          |               | 5.2                          |

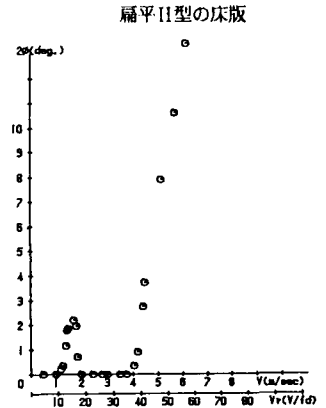


Fig. 3 扁平H型床版の応答

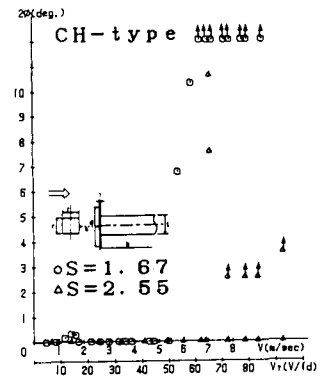


Fig. 4 主構間隔の変化による応答

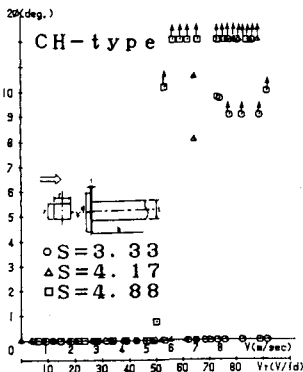


Fig. 5 主構間隔の変化による応答

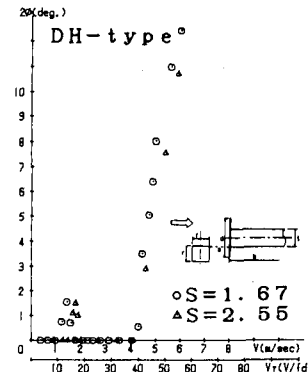


Fig. 6 主構間隔の変化による応答

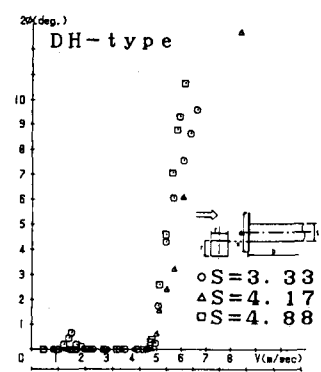


Fig. 7 主構間隔の変化による応答