

## I-4

## 橋梁断面のわじれフラッターと部材配置

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

1. まえがき……長大吊橋や斜張橋は可撓性に富む構造物であり、一般に、風による種々の振動を誘起され易い。そのうち自励である捩りフラッターは、耐風設計を支配するものとして、最も重視されているが、この他に渦励振とい、た限定振動も問題となることが多い。そこで、筆者らは、長大吊橋におけるトラス補剛桁の捩振対策の一つとして、橋桁を構成している複雑な部材の配置を適当に選択することにより、耐風安定性を改善し得るという観点に立ち研究を進めている。この結果は主に、上流側トラス上弦材からの離流が、トラス吊構造の自励振動特性に、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版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。

以上のような観点から、本研究では、床版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形断面である床版との相対的な位置と耐風特性との関係について、実験的な考察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(ト)のみを取り出し、これと偏平なH型床版[ $d \times a \times b \times t$ ]のみからなる断面を用いた。なお、床版は、現象を簡単にするため、グレーティング・地覆及び高欄を省略した偏平なH型断面とした。主構と床版との水平間隔(無次元主構間隔 $S = (s+r)/r$  [ $S = 1.67, 2.5, 3.33, 4.17, 5.88$ ])を変化させ、主構と床版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、実験を行なった。

上流側上弦材の寸法は $t = 12$ mmに固定し、実験は捩れ1自由度振動法により迎角 $\alpha = 0^\circ$ に固定し、風速は $0 \sim 10$ m/sまで変化させて行なった。

模型の諸元は、床版の偏平H形断面は高さ $d = 272$ mm、幅 $b = 272$ mm、厚さ $t = 14$ mm、模型長 $L = 900$ mm、 $q_b = 10\%$ 、捩れ振動数は4 Hz、構造減衰率は $\delta_s = 0.0043$ 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 $V_r = V / f \cdot d$   $V$ : 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形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 $V_r = 15.7$ あたりで、渦励振と称されている現象が現われている。捩りフラッターは、 $V_r = 35.4$ 以上の風速域で発生している。

Fig. 4～Fig. 7はFig. 2 (a), (b) の様に模型を設置した場合のCH-type及びDH-type に対して、無次元主構間隔 $S [(r+s)/r]$ を変化させたときの、

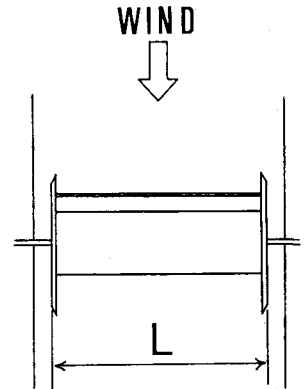


Fig. 1 模型とその配置

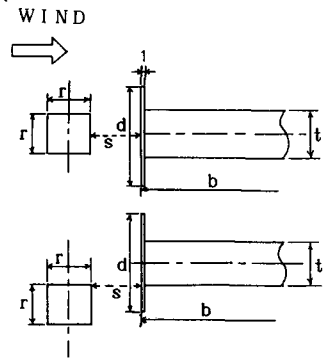


Fig. 2 主構と床版との配置

換算風速 $V_r(V/d)$ に対して、応答振幅を換れ倍振幅(2 $\phi$ )でプ

ロットしたものである。これらの図とFig. 3のH形床版のみの応答と比較しながら考察を行なう。渦励振に着目して見ると、H形床版のみでは $V_r=15.7$ あたりで、渦励振の最大振幅(2 $\phi$ )=2.2°である。CH-typeの場合は、Fig. 4に見られるように、 $S=1.67$ の場合のみ渦励振の発現が認められるが他のケースの場合は、この現象は現われていない。これに比べて、DH-typeの場合はFig. 6~7より $S=1.67 \sim 3.33$ の領域で、この渦励振の発現が現われ、 $S$ 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に示してある。 $S=4.17$ 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形の床版回りのはく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とCH-typeについて応答特性を、例えば $S=2.5$ のときを比較すると、Fig. 6のDH-typeの場合はH形床版のみの応答特性Fig. 3に類似した応答特性を示している。Fig. 4のCH-typeの応答では、これと異なり、応答特性を示し、倍振幅2 $\phi=2.5^\circ$ 以下では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形床版のみの $V_{cr}=3.8 \text{ m/s}$ に比べて、 $S$ 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。

4. まとめ……主構部材と偏平H形床版の相対的位置の中の水平間隔 $S$ を適当に選ぶことにより、渦励振の抑止あるいは軽減することが可能であること、またフラッター発振風速を上昇させる効果が認められたが、そのメカニズムについては、流れの場の詳細な検討が必要であらう。

なお、本研究は昭和58年度文部省科学研究費によるものである。

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(2 $\phi$ ) | 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(2 $\phi$ ) | 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                         |
| 4.88 |                     | 4.8                         |                     | 5.2                         |

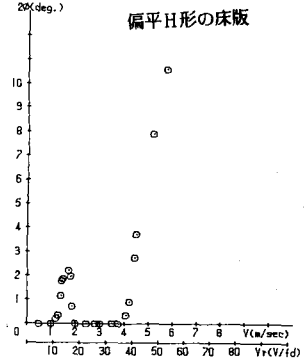


Fig. 3 偏平H形床版の応答

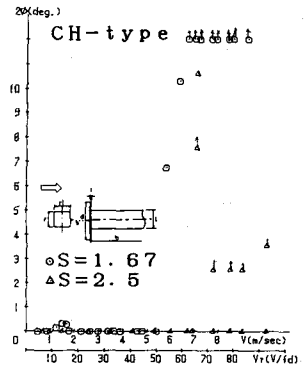


Fig. 4 主構間隔の変化による応答

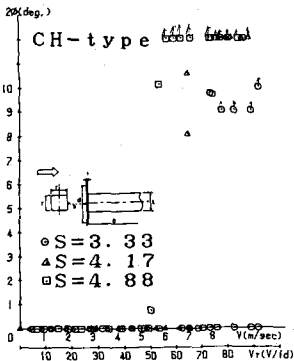


Fig. 5 主構間隔の変化による応答

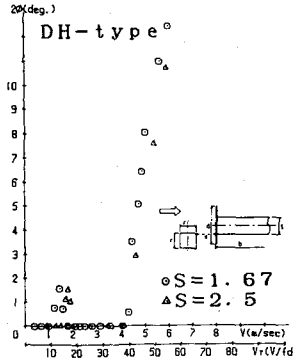


Fig. 6 主構間隔の変化による応答

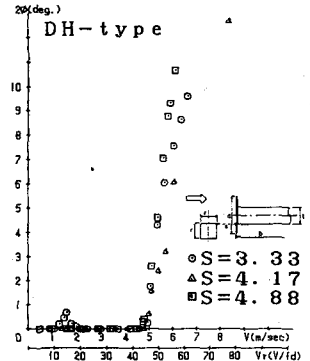


Fig. 7 主構間隔の変化による応答