

橋梁断面のフラッター特性に及ぼす部材の寸法と配置

九州工業大学 正員 加藤 九州男

正員 久保 喜延

学生員 宮地 真一

1. まえがき

風の中に置かれた可撓性に富む構造物は、一般的に風によって振動を誘起され易い。しかしながら、これらの構造物もその断面形状の違いにより振動発生の様相が異なる。そこで、筆者らは、長大吊橋におけるトラス補剛吊橋の制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、耐風安定性を相当に改善するという結果を得た。^{1),2)} これらは、主に、上流側トラス上弦材からの非対称なトラス吊橋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からの床版高さに対応して、そのフラッター特性が顕著に変化するため、これらの部材の最適配置を検討することにより、耐風安定性の良い断面を得ることが可能であることを指摘してきた。しかしながら、部材の寸法による効果を含めた形で、定量的に把握するまでには至っていない。そこで、本研究の目的は、耐風特性と部材の寸法および配置との関係を定量的に把握することにより、従来分離せざるを得なかった耐風設計と構造設計とを結合させ、長大吊橋の設計を合理的かつ経済的にしようとするものである。本研究は、床版を支持し、かつ最も大きな部材であるトラス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、これらの部材に着目しているが、現象を簡単にするために、主構上流側上弦材のみを取り出し、この部材の寸法および床版との相対的位置と耐風特性との関連について実験的考察を加えたものである。

2. 模型と実験方法

本実験に使用した風洞は、九州工業大学開発土木工学科付属のエッフェル型吹き出し風洞で、測定断面は高さ1070×幅1070(mm)の正方形断面で、風速を0.0~24.0 m/sの範囲に亘って連続的に変えることができる。本実験に使用した模型はFig. 1に示す様に、トラス構成部材の主構上流側上弦材の部材 $d \times d$ [6×6, 8×8, 10×10(mm)]のみを取り出し、これと、床版 $t \times B \times L$ [13.5×22.5×900(mm)]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、グレーチング・地覆・及び高欄を省略した箱形断面とした。主構と床版との水平間隔 $A = S/b = 1.24, 1.37, 1.42, 1.52$ 、および、主構上面から床版下面までの高さ $h = 0.4, 0.8$ (mm)に変化させ、上流側上弦材の主構部材の寸法 $a = b/d = 0.44, 0.59, 0.74$ と変化させ、実験は換れ自由度の自由振動法により、迎角 $\alpha = 0^\circ$ に固定して、風速 $V = 1 \text{ m/s} \sim 15 \text{ m/s}$ まで、1 m/s毎に変化させて行なった。模型の諸元は、模型長900 mm、換れ振動数は約4 Hzであり、特に、空力減衰に着目して、実験結果を整理している。

3. 実験結果と考察

Fig. 2は、迎角 $\alpha = 0^\circ$ の場合の倍振幅 $2\phi = 4^\circ$ 、主構上弦材の大きさ $b/d = 0.59$ 、床版高さ $h = 0 \text{ mm}$ における主構と床版との水平間隔 $A = S/b$ を変化させたときの換算風速と空力減衰(構造減衰を除去したもの)との関係を示した $U_r - \Delta\alpha$ 図である。これによると、どのケースの場合も、換算風速が大きくなるにつれて、空力減衰も正減衰側に大きくなる傾向がある。主構と床版との水平間隔 $A = 1.24$ の場合は $U_r = 8.89$ の場合まで同様の傾向を示し

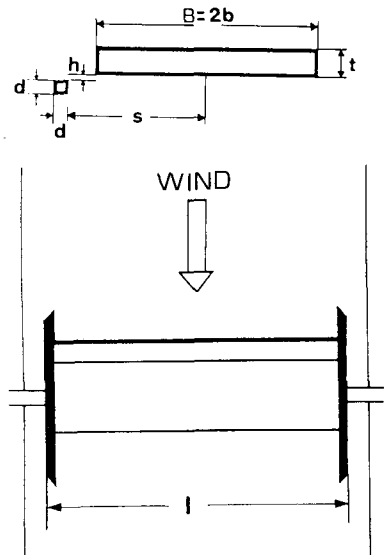


Fig. 1 模型とその配置

ている。しかし、 $U_r=8.89$ より大きい領域では、他のケースの場合と異なる傾向を有している。Fig.3は、迎角 $\alpha=0^\circ$ 、上流側主構部材の寸法 $Z=0.44$ 、主構と床版の水平間隔 $A=1.24$ 、換算風速 $U_r=6.67$ における床版高さ D_h を変化させたときの倍振幅と空力減衰との関係を示した $2\phi \sim \delta_a$ 図である。箱形の床版のみの場合は、倍振幅が増加するに従って、空力減衰も正減衰側で小さくなる傾向がある。床版高さ $D_h=4\text{mm}$ のケースは、床版のみのケースと同様な傾向を有しているが、他のケースの場合とは異なった傾向を示している。このことから、 $D_h=4\text{mm}$ は、空力減衰の値が異なるものの、床版のみの空力特性と相似であるものと思われる。このことから床版と部材との相対的な位置関係を適当に選択することにより、互いに相似な空力特性を持つ断面を選定することができるものと推察される。Fig.4は迎角 $\alpha=0^\circ$ 、換算風速 $U_r=6.67$ 、主構と床版との水平間隔 $A=1.52$ 、床版高さ $D_h=0\text{mm}$ において主構上弦材の寸法を変化させたときの倍振幅と空力減衰との関係を示した $2\phi \sim \delta_a$ 図である。これによると、部材寸法を大きくするに従って、空力減衰などの倍振幅の場合でも小さくなっている。このことは、上流側主構の部材寸法は、相対的に床版の厚さより小さい部材を使用した方が有効であることを示しているものと考えられる。Fig.5は換算風速 $U_r=6.67$ 、床版高さ $D_h=0\text{mm}$ で、主構上弦材の寸法 $Z=0.44$ において主構と床版との間隔 A を変化させた場合の、 $2\phi \sim \delta_a$ 図である。これによると床版と主構間隔 $A=1.37$ は他のケースの場合と異なっている。これはFig.3の $Z=0.44$ 、 $D_h=4\text{mm}$ の場合と同様に、床版のみの空力減衰と大きさは異なるものの、振幅変化に対して相似な形状を示している。すなわち、主構間隔 A 、部材寸法 Z 、床版高さ D_h をパラメータにとり、適当な組み合わせを行なうことで、互いに相似な空力特性を有する断面を作り出すことが可能であることを示唆しているものと思われる。

4. あとがき 以上のことを簡単に述べると、①主構間隔 A 、部材寸法 Z 、床版高さ D_h をパラメータにとり、適当な組み合わせを行なうことで、互いに相似な空力特性を有する断面を作り出すことが可能である。②上流側主構の寸法は、相対的に床版の厚さより小さいものを使用した方が有効である。

最後に、本実験の遂行にあたり、多大な労力を賜った九工大卒業生久津田敏治君に深甚の謝意を表す。

参考文献

- 1) 久保、加藤他、風工学シンポ 第5回論文集(1978)
- 2) 第6回 (1980)

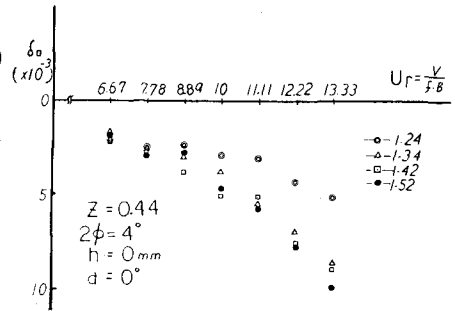


Fig.2 換算風速と空力減衰との関係

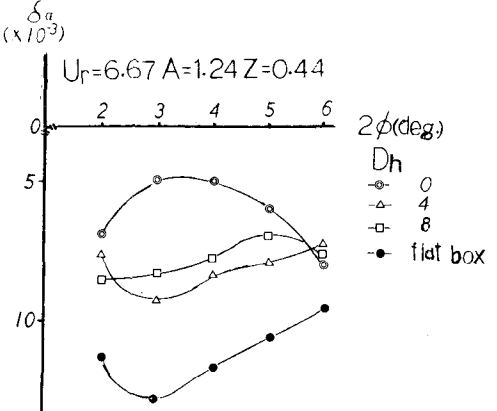


Fig.3 床版高の変化による空力減衰

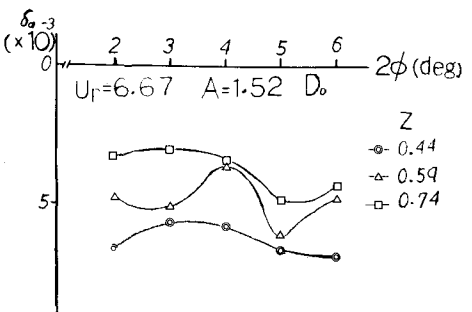


Fig.4 主構の寸法の変化による空力減衰

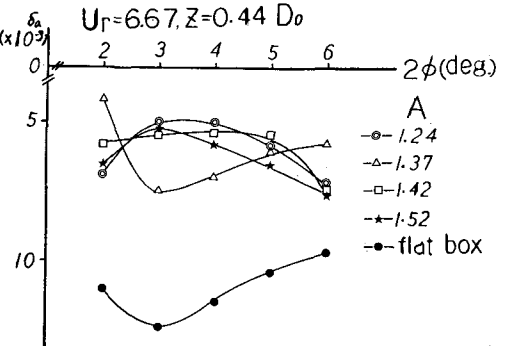


Fig.5 主構間隔の変化による空力減衰