

九州工業大学 正員 加藤 九州男
正員 久保 喜延
学生員 邑本 興正

1. まえがき

近年トラス補剛桁と有する吊橋のフラッター制振効果に関する研究が色々の角度から検討されている。それらの研究の殆どは、設計断面にフィン・フラップなどの種々の形状をした付加物を取り付けることによって、その耐風特性を改善することに主眼を置いている。しかし、筆者等は、このような付加物を取り付けることなく、設計断面そのものの形状を生かし、部材配置によって耐風特性が改善されるのではないかとの観点に立ち、研究を進めて来た。昨年度までの我々の研究の結果、トラス補剛吊橋において、主橋間隔、および床版高さ等を検討することで相当の改善がなされることが判明しているが、乱流中と同様の結果が得られるかどうかはまだ明らかではない。

そこで、本報告は、格子乱流中で、主橋間隔、および、主橋と床版との相対的位置関係がフラッター特性にどのような影響を与えるかについて実験的に検討したものである。

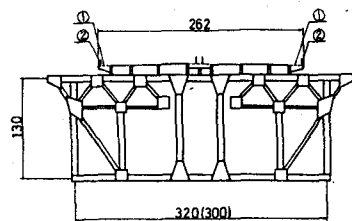
2. 実験概要

実験に使用した模型はFig.1に示す様な断面を持つ2次元部分模型で、主橋間隔を32cm, 30cmに変更できるように、トラス部分を取り替え可能にしてある。また、床版と主橋との相対的な位置関係による耐風特性を検討するために、トラスの主橋上面と床版下面とのあいだに、トラス部材と同一の大きさを持つ模型用角材を挿入することにより、床版高さを、 $h = 0, 2, 4, 6, 8, 10$ (mm)に変化させた。

実験は、振れ1自由度振動法により行ない、特に、限界風速に着目して、実験結果を整理している。なお、ここで定義している限界風速 V_{cr} とは、振れ倍振幅 $2\phi = 1^\circ$ の振動が発生する風速のことである。格子乱流は、模型の位置より上流側200cmの風路内に設置した格子(Fig.2)により発生させた。この場合の乱流は、主流方向の乱れの強さ $I_u = 9.3 \sim 9.9\%$ 、および、乱れのスケール $L_x^u = 17.3 \sim 18.8$ cmである。模型の諸元は、模型長1060mm、模型の重量5.08kg、極慣性モーメント $1.47 \text{ kg} \cdot \text{cm}^2/\text{m}$ 、振れ振動数3.34Hzである。乱流の測定は、模型の中心より上流側25cmの位置に取り付けた熱線流速計を用いて測定した。

3. 実験結果と考察

Figs.3, 4はT-typeの床版高さ $h = 0$ mmについて、迎角 4° と 6° のときの、主橋間隔 W を変化させた場合の風速と応答の関係を示した図である。



T - Type
Fig.1 Cross Section of Model

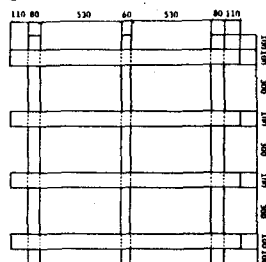


Fig.2 Grid for Turbulence

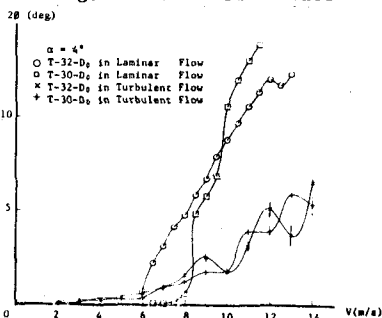


Fig.3 Aerodynamic Responses

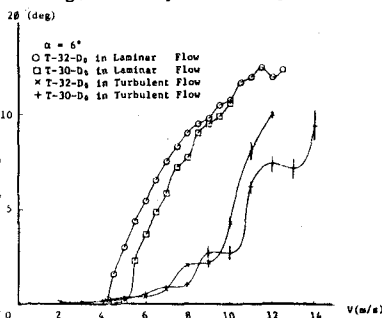


Fig.4 Aerodynamic Responses

乱流中の応答は、迎角 $\alpha = 4^\circ$ のとき、T-32-D₆、T-30-D₆の両断面ともほぼ同様傾向を示している。迎角 $\alpha = 6^\circ$ のときも、風速 $1 \sim 9 \text{ m/sec}$ では $\alpha = 4^\circ$ と同様な傾向が見られる。風速 $V = 10 \text{ m/sec}$ 以上の風速域では主橋間隔の違いが顕著に現われている。一様流中

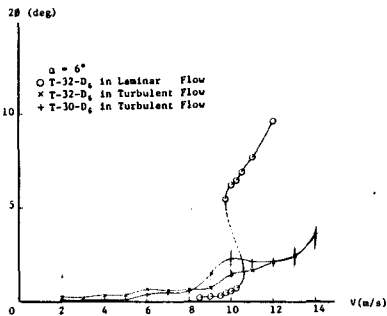


Fig. 5 Aerodynamic Responses

での応答は、T-30-D₆とT-32-D₆とを比較すれば、T-32-D₆の断面の方が限界風速が $1 \sim 2 \text{ m/sec}$ 程度小さく、T-30-D₆の方が優れた断面となっている。一様流中と乱流中の応答を比較すれば、T-30-D₆とT-32-D₆の両ケースとも風速 8 m/sec では一様流中の応答が乱流中の応答に対して3倍程度大きく、風速に対する増加勾配も大きい。また、一様流中に比べて、乱流中の応答は振れフラッターが発生する限界風速 V_{cr} が高風速側に移動している。すなわち、気流の乱れがフラッターの発生を抑制する効果を持っているとも言える。Fig. 5は迎角 $\alpha = 6^\circ$ のときのT-32-D₆における応答を示した図である。一様流中では、風速 $V = 10 \text{ m/sec}$ の近傍で不安定なリミットサイクルの発現が認められる。しかし、乱流中の応答では、このような現象が見られないように、この現象が発生する風速より低い風速では一様流中の応答より乱流中の応答が大きくなっており、気流の乱れにはフラッターの発生を抑制すると同時に、風速の上昇に対する応答を緩慢にする効果があるとも言える。Fig. 6～8までは床版高 D_h の変化による限界風速 V_{cr} と迎角 α との関係を示したものであり、Fig. 6は一様流中でのT-32-D_hのものであり、Fig. 7およびFig. 8はそれぞれ乱流中のT-32-D_hおよびT-30-D_hのものである。一様流中について見ると、T-32-D₆のような床版高が小さい場合は、その限界風速 V_{cr} が迎角 α の増加に対して単調に減少する。それに対して床版高の大きいT-32-D₆、D₈、D₁₀などは単調に減少しない。乱流中のT-32-D_hは、一様流中とほぼ同じ傾向を有している。このことは、乱流中でも床版高の変化による最適部材配置が存在することを示している。次に、T-30-D_hについて見ると、安定な断面はT-30-D₆、D₈、D₂、D₄、D₁₀、D₀の順であり、床版高 D_h を選択することによって、空力的に安定な断面を得ることができる。

4. まとの

1. 一様流中で得られた最適部材配置は、乱流中でもほぼ最適部材配置となっていると考えられる。
2. 気流の乱れはフラッターを抑制する効果を持ち、風速の上昇に対して応答を緩慢にするようである。

5. 参考文献

- (1) 加藤, 久保, 桜井, 邑本: 第6回 風工学シンポジウム 1980
- (2) 加藤, 久保, 邑本: 土木学会 第36回講演概要集 1981
- (3) 金崎, 山田, 伊藤: 土木学会 第36回講演概要集 1981

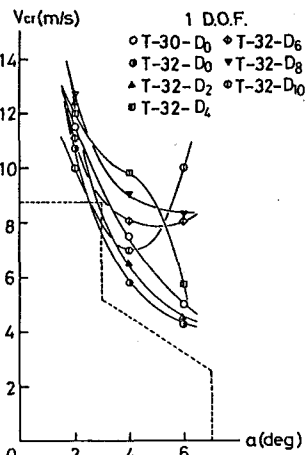


Fig. 6 Critical Velocity - Angle of Attack

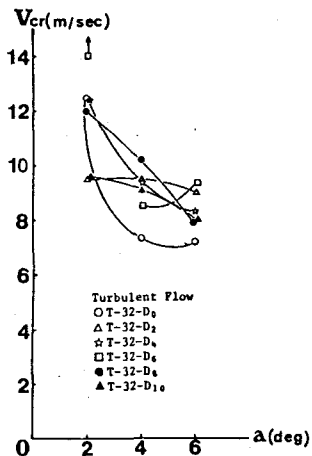


Fig. 7 Critical Velocity - Angle of Attack

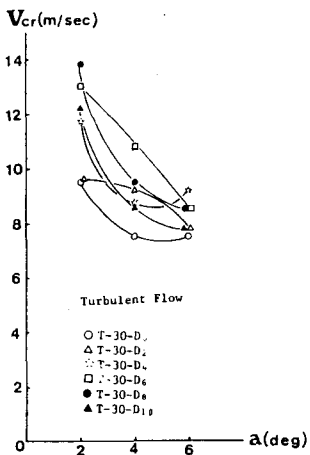


Fig. 8 Critical Velocity - Angle of Attack