

I-233 超長大吊橋トラス補剛桁の耐風安定化対策に関する研究

川崎重工業 正員 ○下土居秀樹
 正員 小川 一志
 正員 酒井 洋典
 正員 坂井 藤一

1. まえがき

近年、我国においても支間 3000mを超える超長大吊橋の計画がなされるなど、吊橋はさらに長大化への道を辿りつつあるが、このような超長大吊橋の実現のためには、補剛桁の耐風性、中でもねじれフラッタや連成フラッタに対する安定性の向上を図るための耐風安定化対策の開発が必要不可欠となる。

本研究においては、従来より長大吊橋の補剛桁に対する適用実績の多いトラス補剛桁に対する耐風安定化対策として、水平スタビライザと呼ばれるプレートをトラス主構外面に配置し、これによってフラッタ限界風速の上昇を図る方法を開発し、その耐風安定化効果について剛体模型を用いたバネ支持実験により確認を行なった。

2. 実験概要

実験に用いた模型は、その中央部と両外側に開口部を有する床組をもつ主構間隔 $B=500\text{mm}$ 、主構高 $H=200\text{mm}$ の開床式トラス剛体模型(トラス側面充実率 約20%)とし、これに $b/B=0.04, 0.08$ (b : プレート幅)の2種類の水平スタビライザを各々主構外面の主構高中央位置に設置した。また、実験は曲げねじれ2自由度の自由振動実験(V-A実験)とし、模型を左右各4本計8本のコイルバネにより風洞内に水平に支持し、一様流中における振動応答の計測を行なうとともに、ねじれ1自由度振動状態における空力減衰の計測(V-A- δ 実験)も併せて行なった。なお、曲げねじれ2自由度実験における模型の曲げねじれ振動数比は $f_{\theta}/f_{\eta}=2.1$ 、質量減衰パラメータは曲げねじれ各々について $m\delta/\rho B^2=0.90$ 、 $\Theta\delta/\rho B^4=0.10$ とした。

3. 水平スタビライザによる耐風安定化効果

曲げねじれ2自由度の自由振動実験により得られた、水平スタビライザの設置によるフラッタ限界風速の変化について図-2に示すが、この耐風安定化対策による耐風応答特性への影響については以下のようなものである。

- ① $b/B=0.04$ の水平スタビライザの設置により、フラッタ限界風速は設置前に比べ、迎角 0° において $V/fB=10.5$ から 16.5 まで、迎角 $+3^{\circ}$ においては $V/fB=7.5$ から 17.5 まで上昇する。なお、これを支間2000~3000m程度の吊橋に対応させた場合、主構間隔を $B=40\text{m}$ 、ねじれ振動数を $f_{\theta}=0.12\text{Hz}$ 程度と仮定すれば、迎角 0° におけるフラッタ限界風速は $V=50\text{m/s}$ から 80m/s まで上昇することになる。
- ② 水平スタビライザの幅を $b/B=0.08$ とした場合、フラッタ限界風速は $b/B=0.04$ に比べ、迎角 0° に対し12%、迎角 $+3^{\circ}$ に対しては5%程度上昇するものの、このプレート幅の増加による影響はさほど顕著とはならない。

③ 本実験で確認されたフラッタについては、
 いずれの断面においても曲げとねじれの連成
 モードを示したが、水平スタビライザ設置前
 におけるその振幅比は $\eta/B\theta=0.15$ 程度で
 あったのに対し、水平スタビライザ ($b/B=$
 0.04) 設置後においては $\eta/B\theta=0.50$ 程度
 まで増加し、水平スタビライザの設置により
 連成の度合いがより強くなる傾向にあること
 が認められた。

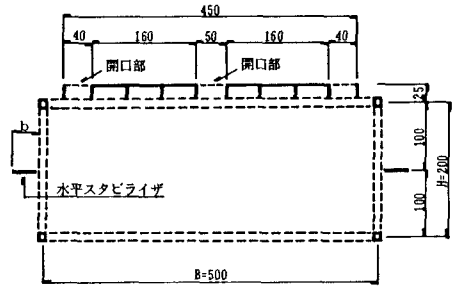


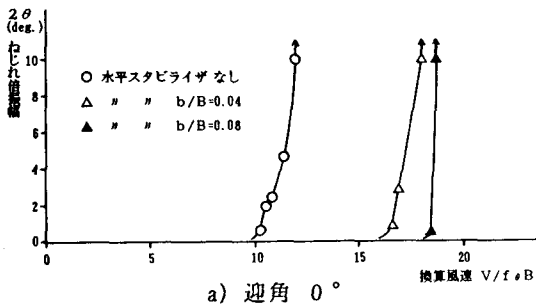
図-1 トラス剛体模型断面図

一方で、ねじれ1自由度振動状態における空力減衰の計測は $b/B=0.04$ を対象とし、水平スタビライザ
 設置前・設置後に加え、床組を撤去したトラス桁+水平スタビライザの状態についても計測を行なった。
 その結果は図-3に示すようであるが、これより水平スタビライザによるフラッタの安定化効果について
 は、これに作用する空気力による空力正減衰の効果によるものであると判断される。

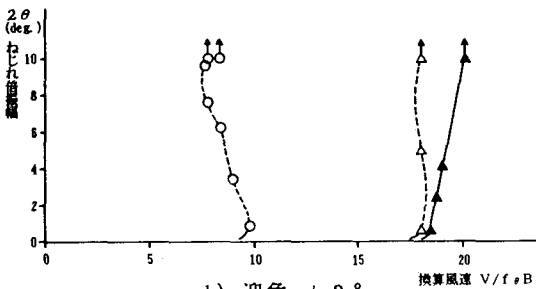
4. あとがき

本研究の結果、超長大吊橋補剛桁に対するトラス補剛桁の適用に際して、わずかな空力安定化プレート
 (水平スタビライザ)の設置により、フラッタ特性を飛躍的に改善することができる可能性が示された。

今後は、この水平スタビライザによる耐風安定化効果の空力的なメカニズムについて、非定常風圧分布
 の計測などの手法を用いてさらに詳細な検討を行なっていきたいと考えている。



a) 迎角 0°



b) 迎角 +3°

図-2 風速-ねじれ応答振幅図

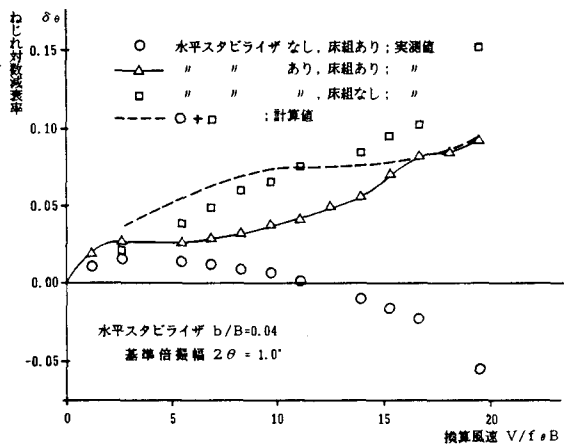


図-3 風速-空力減衰図