

## I-231 連成フラッター現象のモード選択に関する考察

横浜国立大学工学部 正員 山田 均  
 横浜国立大学工学部 正員 宮田 利雄

**まえがき** 超長大橋では連成フラッターが、設計風速を下回る風速で発生する可能性が強く、発散振動の照査はねじれフラッターだけではなく、曲げねじれ連成フラッターも対象となることは、明石海峡大橋に関する種々の検討で明らかになってきている<sup>1)</sup>。明石海峡大橋を対象にし、平板翼空気力を用いた既往の解析例<sup>2) 3)</sup>では、曲げねじれフラッターが発生する状況は単純ではなく、場合によって、純ねじれ固有振動モードから発散振動に発達する場合と、それ以外の横曲げが連成している固有振動モードから発散振動に発達する場合があって、その発達する固有モードの状況は、桁剛性、特に横曲げ剛性の大きさにより影響されていることが示されている。本報告は、試設計された支間1000mの長大斜張橋設計案<sup>4)</sup>を検討対象にし、平板翼空気力を作用させ、桁剛性をパラメトリックに変化させて、立体骨組みフラッター解析を実施した結果である。

**解析条件** 解析を実施した斜張橋の詳細は文献4に示されているのでここでは、概要のみを表1にまとめている。解析は、この試設計案に対し、桁の水平曲げ剛性、ねじれ剛性、鉛直曲げ剛性をそれぞれ独立に半分、十分の一にした場合を想定して、それぞれの変化の影響を調べるために、解析を実施した。

**固有振動数の変化** 図1の右側にそれぞれの場合の固有振動数を示す。B、H、Tは桁の振動状況を示すもので、鉛直まげ、水平まげ、ねじれの振動が有意な場合に割り当てている。横曲げが関与している固有振動モードでは、当然のことながら横曲げ剛性の低下による固有振動数の低下が著しい。一方、ねじれと鉛直曲げ固有振動については、ケーブルシステムの剛性寄与が大きいため、剛性低下により固有振動数の低下はそれほど大きくない。曲げ振動では特に小さい。

**フラッター限界風速の変化と影響要因** 元設計案では純ねじれ固有振動モードからの発生がみられ、この特性には、桁の鉛直曲げ剛性、ねじれ剛性の変化の影響はなかった。純ねじれ固有振動モードT T 1の固有振動数が低下するねじれ剛性を小さくした場合は、振動数低下に応じフラッター限界風速は低下している。一方、水平曲げ剛性を小さくした場合は、水平曲げが関係する固有振動モードで固有振動数の低下は著しい。また、連成フラッターへ発達する固有振動モードも、純ねじれ固有振動モードから横たわみの連成している固有振動モードへ変化してくる。この場合フラッターの発生に関係するのはT H 1, T H 3, T H 5の3つの固有振動モードで、連成するねじれ振動形が対称のものである。例えば、T H 4ではT H 3と、ほぼ同じ固有振動数の変化を示すが、逆対称形のねじれ連成振動形のためか、連成フラッター発生に至らない。連成フラッターの発生は、想定する曲げ振動とねじれ振動の振動数比がパラメータとなっていることはよく知られている。曲げB 1とねじれT H, T Tで示すそれぞれの固有振動モードの振動数比の視点で見直すと、横曲げ剛性の低下にともなうねじれ連成固有振動数が低下し、純ねじれT T 1固有振動数を大きく下回ることが原因で、フラッター発達の固有モードが異なると考えることもできる。この固有振動数の変化を原因とする事で、フラッター固有振動モード選択の変化を説明することができるように見える。しかし、水平曲げ剛性を半分にした場合で、T H 3の方がT H 5より固有振動数が低いにも関わらず、限界風速を見るとT H 5の方が低いことや、図2で示すように文献3で示した明石海峡大橋の古い設計案を対象に解析を行った場合で、それぞれの固有振動数に変化が少なくにも関わらず、連成フラッターの発生する固有振動モードが異なることは、説明しにくい。

**参考文献** 1) 吉田他、トラス補剛吊橋の高換算風速域におけるフラッター特性に関する研究、第11回風工学シンポジウム論文集、pp43-48、1990。 2) 宮田他、吊り形式橋梁の連成フラッターにおけるモー

ト選択、土木学会第46回年次学術講演会概要集第1部、1991。3) 矢野他、超長大吊橋の曲げねじれ連成フラッターにおけるモード選択に関する一考察、土木学会第44回年次学術講演会概要集第1部、1989。4) 星笠他、長大斜張橋(支間1000m)の試設計、橋梁と基礎、Vol.24 No.2、1990。

支間割り：450m+1000m+450m、桁幅：31.4m、桁高：3m

桁死荷重：25.1t、桁極慣性モーメント：227.2ts<sup>2</sup>

鉛直曲げ剛性(EI<sub>v</sub>)：5.57×10<sup>7</sup>tm<sup>2</sup>、水平曲げ剛性(EI<sub>h</sub>)：3.15×10<sup>9</sup>tm<sup>2</sup>、

ねじれ剛性(GJ)：5.16×10<sup>7</sup>tm<sup>2</sup>

表1 オリジナル試設計案の諸元

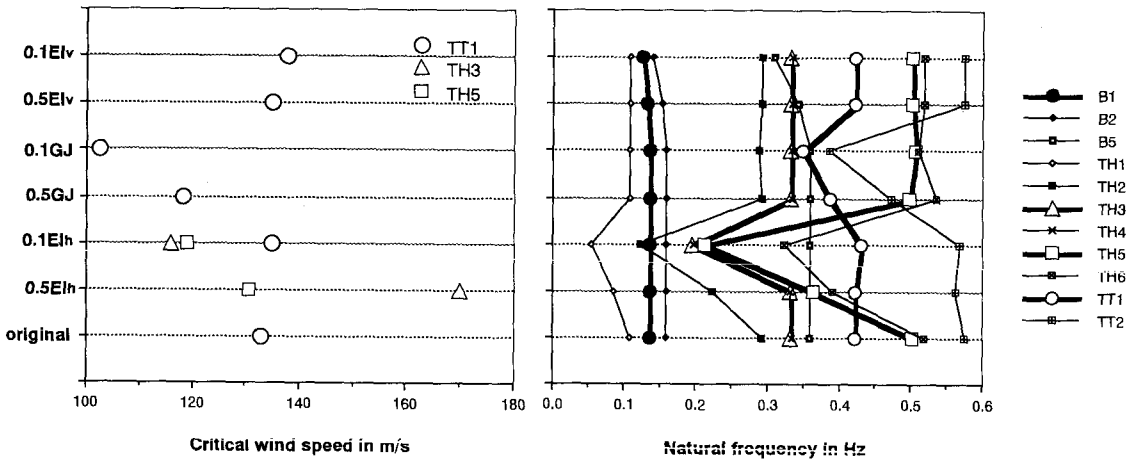


図1 長大斜張橋のフラッター限界風速と固有振動数

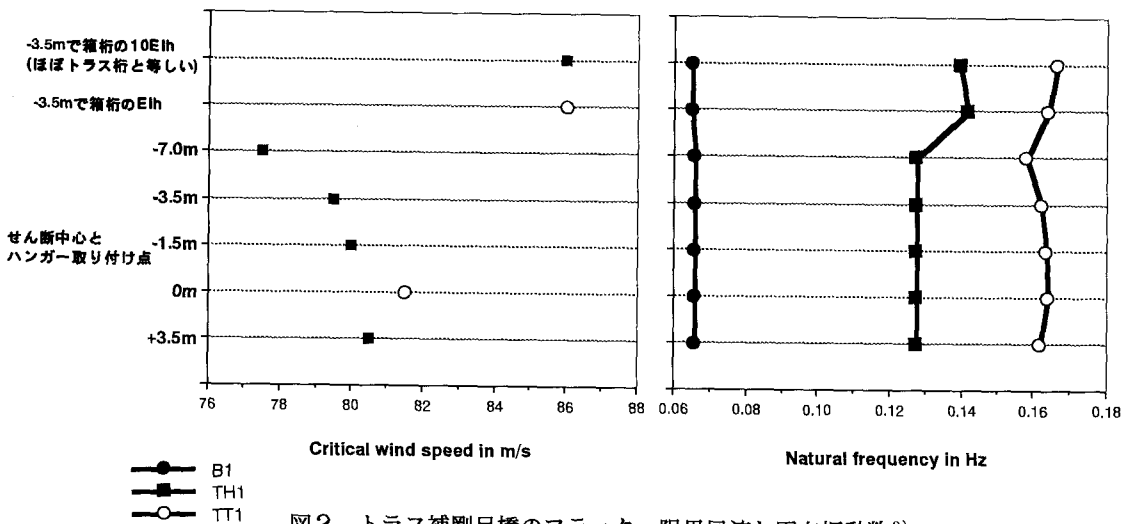


図2 トラス補剛吊橋のフラッター限界風速と固有振動数<sup>3)</sup>