

分離二箱桁を有する2500m級吊橋のフラッター特性

石川島播磨重工業(株)正員 徳重 雅史

石川島播磨重工業(株)正員 樋上 瑠一

石川島播磨重工業(株)正員 松田 一俊

1. まえがき

超長大橋開発のための技術的課題の1つとして、フラッター耐風安定性の確保が挙げられる。2つの箱桁を大きく間隔を開けて配置した分離二箱桁は良好なフラッター特性を有する橋梁形式である¹⁾。本稿では、2次元フラッター解析によって、分離二箱桁のフラッター特性を検討した結果について述べる。

2. 平板空気力による検討(1) 分離間隔とフラッター特性の関係

分離間隔とフラッター特性の関係を明らかにするため、2500m吊橋諸元(表-1)を固定して、桁間隔のみを変化させた場合の平板空気力を用いた2次元フラッター解析による比較検討を行う。分離間隔は、図-1に示すように $R = S/B$ で無次元化した。フラッター解析結果として R と応答減衰の関係を図-2に示す。図中には同じ固有振動数、質量、極慣性モーメントで桁幅を B とした一箱桁の解析結果も示した。分離二箱桁の応答減衰は間隔 R とともに大きくなり、 $R = 0.4$ 以上ではフラッターは起らない。また、 $R = 0.8$ 以上では風速とともに応答減衰が大きくなる。応答振動数は $R = 0.6$ 以上では風速とともに増加する傾向が認められる。一方、桁幅 B の一箱桁の応答減衰は、風速 60 m/s を境に増加に転ずる。

以上のような分離二箱桁のフラッター特性が、従来の2000m級吊橋と性格を異にする原因について、まず無次元風速の面から考察する。分離二箱桁は無補剛桁であるため、ねじれ固有振動数が低く(明石海峡大橋の約 $1/2$)、桁幅が狭い(明石海峡大橋の約 $1/2$)ため、同じ風速における無次元風速が2000m級吊橋の4倍程度と従来の無次元風速域を大幅に超えている。図-2の一箱桁の場合約 50 m/s までが2000m級吊橋の無次元風速領域であり、フラッター特性がその風速付近を境に変化することから、従来にない大きな無次元風速領域を使用することが分離二箱桁のフラッター特性に影響を与えている要因の1つと思われる。

次に分離二箱桁に作用する空気力の面から考察する。分離二箱桁がピッチング運動する時、各桁にはヒービング運動が伴う。このヒービング運動に起因する空気力がフラッターに及ぼす影響を明らかにするため、これを意図的に無視した時のフラッター応答減衰を図-3に示す。図より明らかに、ピッチング運動に伴うヒービング運動による空気力が、分離二箱桁の良好なフラッター特性の主要因であると言える。

(2) 振動数比とフラッター特性の関係

一箱桁橋のフラッター発現風速はねじれ/曲げ振動数比が1.2近傍で最も低くなることが知られている。そこで、平板空気力を用い無次元間隔を $R = 0.8$ に固定し、振動数比のみをパラメータ変化させた解析を行った。ねじれ振動数を固定し、曲げ振動数のみ変化させたときの結果を図-4に示す。1.0から1.3の振動数比の範囲では応答減衰はほとんど変化せず、その値は大きな正減衰である。

3. 計測非定常空気力による確認

表-1の諸元で $R = 0.875$ の時の非定常空気力を計測した。この計測非定常空気力を用いて、表-1の諸元で2次元解析を行った結果を図-5に示す。応答減衰は迎角0度の高風速を除いてすべて正減衰であり、平板空気力で行った解析結果と対応した。-2度では特異的な高応答減衰を示すが、その他の迎角では0.2程度の応答減衰である。

4. まとめ

1. 2つの箱桁間を大きく開けることによりフラッター耐風性を確保できる。
2. ピッチング運動に伴うヒービング運動による空気力が分離二箱桁の良フラッター特性の要因である。
3. 分離二箱桁は振動数比1.2近傍でも応答減衰の低減は認められない。

参考文献 1) 松田、樋上、徳重、「分離二箱桁を有する2500m級吊橋の耐風安定性」土木学会第50回年次学術講演会、平成7年9月

