

超長大吊橋を想定した開口一箱桁断面のフラッター特性

三菱重工業(株) 正会員 所 伸介 正会員 増田伊知郎
三菱重工業(株) 中島行弘 正会員 本田明弘

1. はじめに

次世代の海峡横断プロジェクトとして中央径間が 2,000m を超える規模の超長大吊橋が計画されているが、その設計に際しては耐風安定性、特にフラッター特性に関する検討は必要不可欠である。

一方で、プロジェクト実現のためには経済性の追及もまた必要不可欠であり、耐風安定性、経済性の双方に優れた桁断面の開発が最重要課題であると考えられる。

著者らは、箱桁断面の耐フラッター性能向上に関して、既に 6 車線一箱桁断面を基本とした種々の検討¹⁾を実施してきたが、上記の状況からより経済的な 4 車線一箱桁断面を対象としたフラッター特性に関する検討も実施することとした。

本稿は、4 車線一箱桁断面の耐フラッター性能向上を目的として実施された検討結果の概要を報告するものである。

2. 風洞試験概要

基本断面形状としては、既往の検討¹⁾における 6 車線案と相似な形状を用いることとし、縮尺 1/31.6 の大型部分模型を用いてばね支持応答試験を実施した。想定した実橋の諸元を 6 車線案、4 車線案で比較したものを表 1 に、試験に用いた基本断面形状(実橋寸法)を図 1 にそれぞれ示す。

尚、表 1 には平板に対して求められる Selberg 式によるフラッター限界風速の値を併せて示すが、これより、4 車線案の値は 6 車線案のそれよりも 10m/s 程度低く、4 車線案は経済性に優れているものの、耐風安定性の面からは 6 車線案よりも厳しい開発条件となることが判る。

表 1 想定諸元(6 車線案, 4 車線案)

項目	6 車線案	4 車線案
重量	35.0 ton/m	25.2 ton/m
極慣性モーメント	690 ton・s ²	333 ton・s ²
振動数	たわみ	0.0537 Hz
	ねじれ	0.1604 Hz
振動数比(たわみ/ねじれ)	2.987	2.532
Selberg 式による フラッター限界風速	55.3 m/s	45.6 m/s

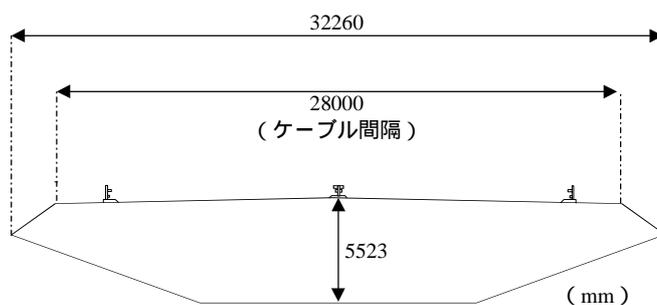


図 1 基本断面形状(4 車線案)

3. 耐フラッター性能向上に関する検討

著者らは既往の検討¹⁾において、中央遮風壁の設置が耐フラッター性能の向上に有効であることを確認しているが、上述のように検討対象とする 4 車線案の桁断面に対しては、さらなる耐フラッター性能向上の検討が必要となる。ここでは、中央部分に比較的広い開口部を設置した断面において既に良好な耐風安定性が報告されている²⁾ことに着目して、車輛の走行性及び経済性を考慮しながら、「車線部分の舗装を確保できる、狭い開口部分」を設けることによって良好な桁断面形状を開発することとした。

ばね支持応答試験に用いた断面形状を図 2 にまとめて示す。

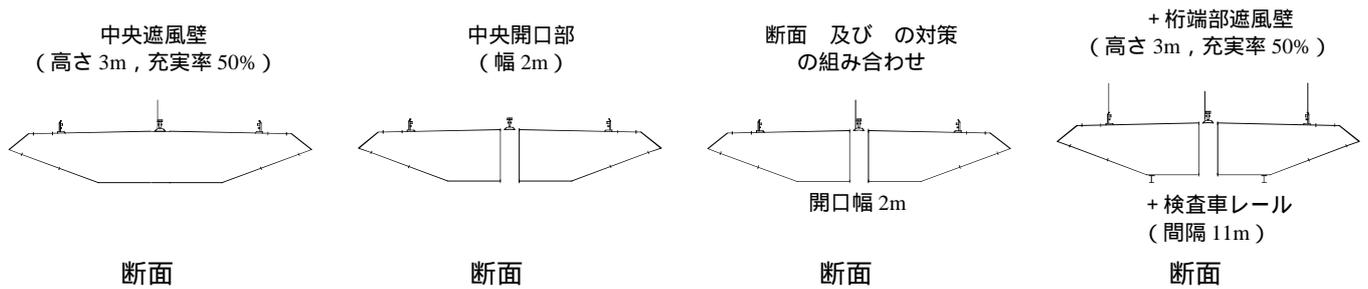


図 2 検討対象とした断面形状

図 3 には、図 2 で示した各断面形状のフラッター限界風速を Selberg 式の値に対する比(値)で比較した結果を示す。これより、中央遮風壁の設置(断面)あるいは中央開口部の設置(断面)は何れも 値にして 1.2 という比較的良好なフラッター限界風速が得られるが、一方でこれらの対策の単純な組み合わせによる効果(断面)は大きくないことが判る。

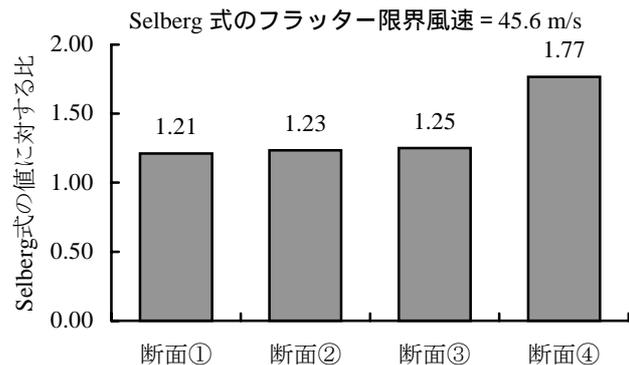


図 3 各断面の 値の比較

一方、断面 に対してさらに桁端部に遮風壁を設置し、桁下面に検査車レールを設置した断面 について応答試験を実施したところ、 値にして約 1.8 以上という非常に良好なフラッター特性を得ることができた。(実橋換算風速 80m/s 以上に相当)

本断面については、迎角を ±3 度に変化させたケースについてもさらに応答試験を実施し、図 - 4 に示すように何れの迎角においても高いフラッター限界風速が確保できることを確認した。

断面 で良好なフラッター特性が得られた原因の究明に関しては、今後可視化などによる検討が必要と考えられるが、その一要因としては、桁端部遮風壁、桁下面の検査車レール各々の剥離干渉効果によって、中央遮風壁及び中央開口部の制振効果が強調される流れのパターン(上下面の流れが断面に接近する流れのパターン)となっている可能性があるかと推察される。

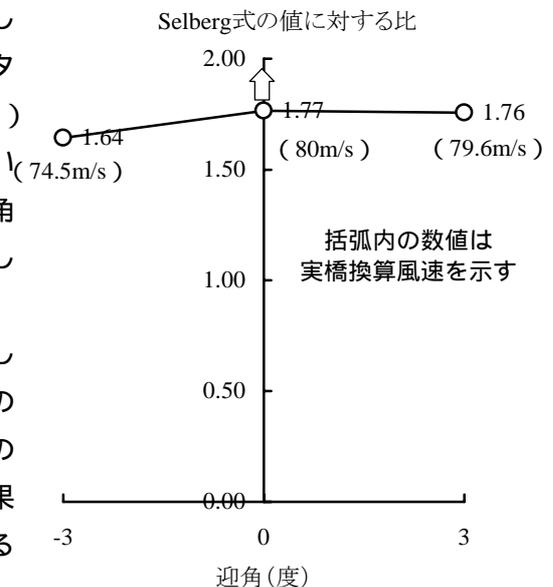


図 4 フラッター限界風速迎角特性 (断面)

4. あとがき

今後、今回良好な特性が得られた断面形状に対してさらに細部の検討を実施した後、非定常空気力測定、三次元フラッター解析によって全橋におけるフラッター特性に関する検討を実施していく予定である。

尚、本検討は、建設省土木研究所、本州四国連絡橋公団、(財)土木研究センター及び民間企業 8 社からなる共同研究「経済性を考慮した超長大橋の耐風設計法に関する研究」の一環として実施したものである。

【参考文献】1)斎藤，増田他，“2500m 級吊橋を想定した一箱桁断面の耐フラッター性能向上に関する検討”，土木学会第 53 回年次学術講演会概要集 2)例えば，佐藤，鳥海他，“開口部を有する箱桁のフラッター特性に関する研究”，土木学会第 50 回年次学術講演会概要集