

暴風時質量付加型吊橋の付加質量載荷位置に関する検討

川田工業 正会員○須澤 雅人 正会員 内海 靖 フェロー会員 越後 滋
川田工業 正会員 畠中 真一 正会員 枝元 勝哉

1. はじめに

現在、わが国で構想中の海峡横断プロジェクトでは、中央支間長が2,000mを越える規模の超長大吊橋が計画されている。これらの超長大吊橋では、中央支間長の増大とともに風の影響が顕著になり、また現在の社会経済情勢を考えれば、プロジェクト実現のためには、いかに経済的に耐風性能を向上させるかが最も重要な検討課題となる。

超長大吊橋の耐風性能を向上させる方法として、構造力学的対策や空気力学的対策などがあり、構造力学的対策の一つとして、暴風時のみ一時的に質量を付加して耐風安定性を向上させる質量付加による方法が提案されている^{1),2)}。本稿では、この質量付加の方法を用い、載荷範囲の変化によるフラッター性能について、非定常空気力を使用して解析的に検討した結果を報告するものである。

2. 対象橋梁と検討条件

本検討の対象とした超長大吊橋（中央支間長2,800m、側支間長1,100m）の側面図および想定した補剛桁断面を図-1、2に、仮定した構造諸元を表-1に示す。

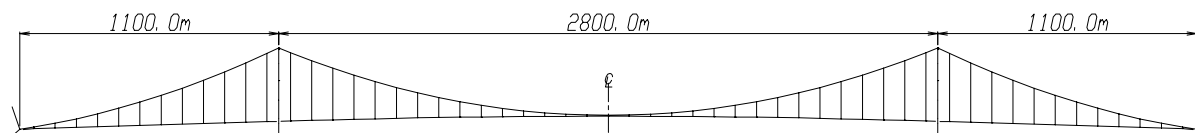


図-1 超長大吊橋側面図

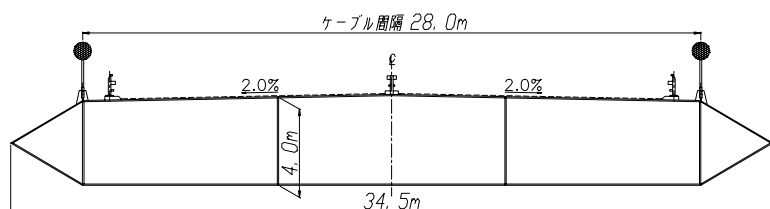


図-2 補剛桁断面

表-1 構造諸元

項 目	構 造 諸 元
支 間 長	1100m+2800m+1100m
サ グ 比	1/11
間 隔	28.0 m
断 面 積	0.59 m ² /cable
許 容 応 力 度	100 kgf/mm ²
総 幅	34.5 m
桁 高	4.0 m
断 面 積	1.4 m ² /Br.
断面二次 鉛直	4.0 m ⁴ /Br.
モーメント 水平	135.8 m ⁴ /Br.
ね じ り 定 数	9.7 m ⁴ /Br.
吊 構 造 部	18.0 tf/m/Br.
ケ ー ブ ル	10.0 tf/m/Br.
合 計	28.0 tf/m/Br.

まず対象とした補剛桁断面の静的三分力係数および非定常空気力の計測を実施した。計測した三分力係数を図-3に示す。フラッター解析では、この計測した空気力を用い、桁の抗力係数は計測した係数 $=0.97(\alpha=0^\circ)$ を、ケーブルの抗力係数は 0.75 と仮定している。また、この吊橋のフラッター発現風速は $V_F=40\text{m/s}$ 程度であることから、風速 40m/s 作用時の静的変形を考慮して解析を行うこととした。

付加質量は、質量を桁断面中央に 18.0tf/m/Br. (吊構造部と同程度)を付加し、中央径間に載荷範囲を変化させて載荷する。載荷範囲は中央径間全載(1.0L)、3/5 載荷(0.6L)、1/5 載荷(0.2L)について検討を行うこととした。

3. フラッター解析結果

付加質量載荷パターンを図-4に、 $V-\delta$ 曲線を図-5に示す。

$V-\delta$ 曲線図中の実線は、仮定した構造対数減衰率： $\delta_s=0.02$ を表して

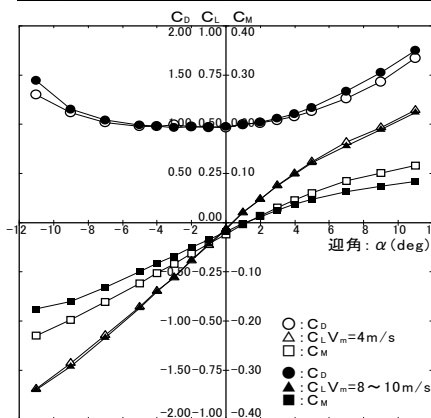


図-3 三分力係数

キーワード：超長大吊橋，フラッター，付加質量，載荷位置

〒114-8562 東京都北区滝野川 1-3-11 技術開発本部 TEL03-3915-3301 FAX03-3915-3771

いる。また表-2には、フラッター発現風速： V_F と考慮した静的変位(付加質量と風による変形)を示す。表中の比率は、基本モデル(付加質量なし、静的変形なし)のフラッター発現風速を1.00とした場合の数値である。

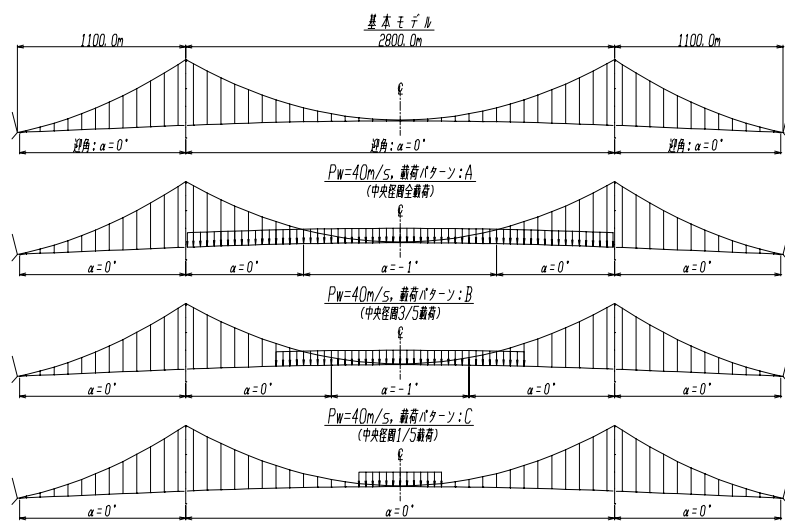


図-4 付加質量载荷パターン

表-2 静的変位とフラッター発現風速

	静的変位(最大)		フラッター 発現風速	
	鉛直 δz (m)	面外 δy (m)	V_F (m/s)	比率
基本モデル	0.0	0.0	43.3	1.00
载荷パターン:A	29.1	4.5	51.0	1.18
载荷パターン:B	29.1	4.8	52.0	1.20
载荷パターン:C	18.6	5.7	50.0	1.15

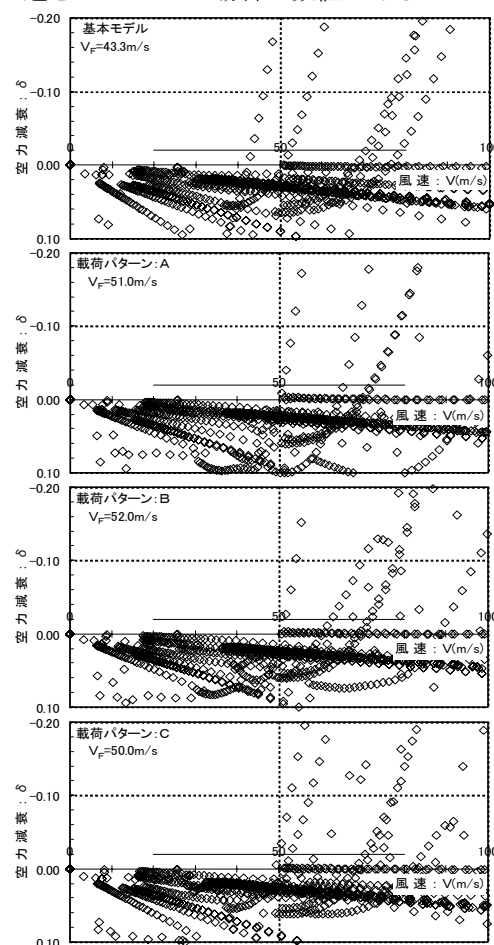


図-5 $V-\delta$ 曲線

表-2より、付加質量を中央径間に3/5 载荷した場合(パターンB)、全载荷した場合(パターンA)、1/5 载荷した場合(パターンC)の順に V_F および比率が高いことから、中央付近に载荷する方が全载荷するより耐風性能が向上していることが分かる。また、载荷パターンA、B、Cの V_F には大きな差は見られないことから(1.0m/s程度)、付加質量によるケーブルや補剛桁への負担を考えると、1/5 载荷(0.2L)でも十分な耐風性能の向上が見られると考えている。

4. おわりに

付加質量を中央径間中央付近(0.2L)に载荷することで、中央径間に全載(1.0L)するのとはほぼ同等の耐風性能を得られることが確認できた。また、付加質量によるケーブルや補剛桁への負担が軽減されることから、経済性の面でも耐風性能を向上させる有効な対策の一つであると考えられる。今後は、高いフラッター発現風速が得られる補剛桁断面を検討し、その断面に付加質量を载荷することで同様の所見が得られるか検討を行う予定である。

最後に、本研究は独立行政法人土木研究所、本州四国連絡橋公団、(財)土木研究センターおよび民間企業8社による共同研究「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。本検討でのフラッター解析では、横浜国立大学の宮田利雄教授と山田均教授が開発されたプログラム³⁾を使用させていただき、また非定常空気力の計測では、徳島大学の宇都宮英彦教授、長尾文明助教授および野田稔助手にご協力いただきました。紙面を借りて厚く御礼申し上げます。

【参考文献】 1)中崎、江崎、野村：暴風時質量付加型吊橋の耐風性能について、土木学会第49回年次学術講演会、I-553, 1994. 2)中崎、山口：暴風時質量付加型吊橋における橋軸方向質量付加位置に関する検討、第14回風工学シンポジウム論文集、pp.419-424, 1996.12. 3)宮田、山田、太田：立体骨組み解析法による横たわみしたトラス補剛吊橋の曲げねじれフラッター解析、土木学会論文集、第404号/I-11, pp.267-275, 1989.3.