

I - B52 走行路面部にオープングレーティング化を施した超長大箱桁吊橋の耐風安定性に関する実験的研究

川田工業 正会員○大野 克紀
川田工業 正会員 田巻 嘉彦
川田工業 正会員 宮地 真一

川田工業 正会員 米田 昌弘
川田工業 正会員 木村 公男
川田工業 正会員 瀬戸内秀規

1. まえがき 著者らは、地覆や高欄のない非常に偏平な六角形断面を対象とした風洞実験¹⁾から、走行路面部の一部をオープングレーティング化すれば連成フラッター特性が大きく変化することを報告している。そこで、本研究では、桁高が7mの実橋想定断面を対象とした風洞実験を新たに実施し、走行路面部の一部（中央帯と最内側車線部）をオープングレーティング化した場合の耐風安定性を、オープングレーティング化の差異（金網で作製した場合および薄板に円孔を開けた場合）やオープングレーティング部の充実率に着目して把握することとした。

2. 対象橋梁および風洞実験の概要 本研究では、図-1に示すような中央支間長が2,500mの超長大吊橋を検討対象とした。オープングレーティング化を施す前の基本断面と基本諸元を図-2、表-1に示す。ばね支持実験は、基本断面であるCASE-AD、図-2に示したW1L1部分を完全に開口したCASE-W1L1およびW1L1部分に充実率が50%、60%、70%の2種類のオープングレーティングを設置したケース（金網で作製したGシリーズおよび薄板に円孔を開けたHシリーズ）について実施することとした。対象とした実験ケースを表-2にまとめる。

本研究で使用した風洞は川田工業(株)所有の水平回流式ゲッチング型風洞（幅2.0m×高さ2.5m×全長15.0m）であり、試験模型としては縮尺1/71の2次元剛体部分模型（模型長1,620mm）を使用した。基本断面（CASE-AD）に対するばね支持実験条件を表-3に示す。

3. 試験結果と考察

(1) 渦励振特性 一様流中のばね支持試験で得られた、迎角 α と渦励振の振動振幅の関係を図-3に示す。図-3から、 $\alpha=0^\circ$ の場合、基本断面であるCASE-AD（図中の●記号）には渦励振が発現していないものの、W1L1部分を完全に開口したCASE-W1L1（図中の○記号）では、片振幅で100mm程度のたわみ渦励振と片振幅で1.7程度のねじれ渦励振がそれぞれ発現していることがわかる。これは、開口化によって基本断面が比較的ずんぐりした2つの箱断面に分離されたことに起因すると考えられる。一方、オープングレーティング化を施した場合、CASE-W1L1/50Hで若干のたわみ渦励振が発現しているものの、その他のHシリーズとGシリーズの各ケースでは渦励振の発現は認められなかった。また、 $\alpha=-3^\circ$ の場合、CASE-ADでは片振幅で500mm程

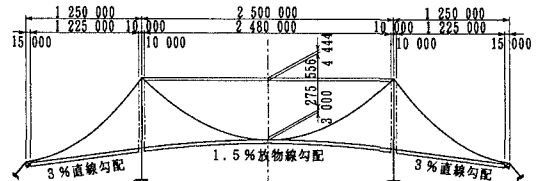


図-1 対象とした橋梁

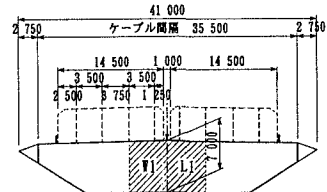


図-2 補剛桁基本断面

表-1 対象橋梁の構造諸元

支間割	1,250m + 2,500m + 1,250m
サグ比	1/9
ケーブル間隔	35.5m
ケーブル許容応力度	100 kgf/mm ²
死荷重	ケーブル部 11.0 tf/m/Br.
吊構造部	24.0 tf/m/Br.
合計	35.0 tf/m/Br.
極慣性	ケーブル部 350 tf・s ² /m/Br.
吊構造部	340 tf・s ² /m/Br.
モーメント	合計 690 tf・s ² /m/Br.

表-2 対象とした実験ケース

実験ケース名	開口パターン
CASE-AD	WIND →
CASE-W1L1	WIND →
CASE-W1L1/50G	WIND →
CASE-W1L1/50H	WIND →
CASE-W1L1/60G	WIND →
CASE-W1L1/60H	WIND →
CASE-W1L1/70G	WIND →
CASE-W1L1/70H	WIND →

キーワード：超長大吊橋、耐風安定性、開口化、グレーティング、風洞実験

〒114 東京都北区滝野川1-3-11 TEL 03-3915-3301 FAX 03-3915-3771

度のたわみ渦励振が、また、CASE-W1L1で片振幅 2.1° ものねじれ渦励振がそれぞれ発現しているのに対し、オープングレーチング化を施したGシリーズとHシリーズの各ケースでは渦励振が全く発現していない。これに対し、 $\alpha=+3^\circ$ の場合、CASE-ADで片振幅 1.2° 、CASE-W1L1で片振幅 0.9° のねじれ渦励振が、また、オープングレーチング化を施した全てのケースでも片振幅で $1.0^\circ \sim 1.2^\circ$ のねじれ渦励振が発現する結果となっている。それゆえ、今回の実験では、 $+3^\circ$ の傾斜風が橋桁に作用した場合、 $\alpha=0^\circ$ や $\alpha=-3^\circ$ で認められたオープングレーチングの渦励振に対する制振効果は期待できないと考えられる。しかしながら、オープングレーチング化を施した全ケースのねじれ渦励振の発現風速域は基本断面のCASE-ADとほぼ同じであったことから、フェアリング形状を変更することによって渦励振を制振できる可能性が高いと思われる。

(2)連成フラッター特性 本研究では不安定なリミットサイクルの有無にかかわらず、ねじれの振幅振幅が 1° になった風速を連成フラッター風速と定義した。迎角が $\alpha=-3^\circ$ 、 0° 、 $+3^\circ$ なる一様流中のばね支持試験で得られた $V_{PF}-\alpha$ 曲線(連成フラッター風速 V_{PF} と迎角 α の関係)を図-4に示す。図-4から、 $\alpha=-3^\circ$ の場合、Gシリーズ(金網でオープングレーチング化)の各ケースでは、充実率の差異に関係なく連成フラッター風速がCASE-ADの約2倍に相当する 90m/s 程度まで上昇していることがわかる。しかしながら、Hシリーズ(薄板の開孔でオープングレーチング化)では、充実率の差異による著しい変化が認められ、CASE-

W1L1/50Hで $V_{PF}=90\text{m/s}$ であった連成フラッター風速がCASE-W1L1/70Hでは $V_{PF}=50\text{m/s}$ 程度まで低下する結果となっている。一方、 $\alpha=0^\circ$ の場合、GシリーズとHシリーズのいずれのケースでも充実率の差異によって連成フラッター風速が変化しているが、CASE-W1L1/50GとCASE-W1L1/50Hの連成フラッター風速はそれぞれ $V_{PF} \approx 80\text{m/s}$ 、 $V_{PF} \approx 90\text{m/s}$ となっており、オープングレーチングの充実率が50%程度であれば比較的良好なフラッター特性を示すと考えられる。これに対し、 $\alpha=+3^\circ$ では、GシリーズとHシリーズのすべてのケースにおいて連成フラッター風速が $40 \sim 50\text{m/s}$ 程度まで低下し、CASE-ADよりも低い風速で連成フラッターが発現する結果となった。

4. まとめ 以上より、超長大箱桁吊橋の渦励振特性や連成フラッター特性に及ぼすオープングレーチング化の差異やオープングレーチング部の充実率の影響を概ね把握できたと考えている。なお、今後は、正迎角状態においても優れた連成フラッター特性を有するフェアリング形状を追究していく所存である。

最後に、本研究は、建設省土木研究所、本州四国連絡橋公団、(財)土木研究センターおよび民間企業8社による共同研究「耐風性および経済性に優れた超長大橋の開発」の一環として行われたことを付記しておく。

【参考文献】1)米田ほか：主桁部に開口化を施した超長大箱桁形式吊橋の連成フラッター特性に関する実験的研究，構造工学論文集，Vol. 43A，1997年3月。

表-3 ばね支持実験条件(縮尺1/71)

重 量	実橋諸元	模 型 値
	35.0	11.25
	tf/m/Br.	kgf/model
極 限 性	690	0.0440
モーメント	tf $\cdot$ s 2 ·m/m/Br.	kgf $\cdot$ s 2 ·m/model
振動数	たわみ 0.0537 Hz	1.235 Hz
	ねじれ 0.1604 Hz	3.237 Hz
振動数比	2.987	2.621
構造対数	たわみ —	0.02
	ねじれ —	0.02
風速倍率	—	3.585 ²⁾

注) 振動数比の差異をSelberg式で補正した場合の風速倍率

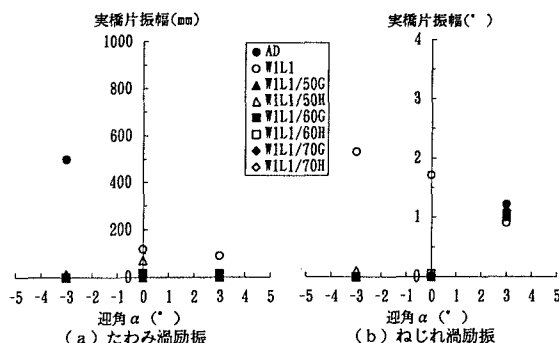
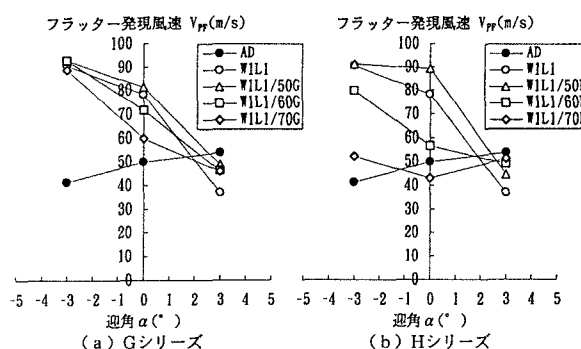


図-3 迎角ごとの渦励振振幅

図-4 $V_{PF}-\alpha$ 曲線