

片側に歩道部を有する偏平な逆台形箱桁の空力特性

駒井鉄工 正会員 小川路加
駒井鉄工 正会員 木場和義
駒井鉄工 正会員 細見雅生

はじめに

斜張橋は長大橋だけではなく、中規模橋梁や歩道橋にも数多く採用されている橋梁形式である。斜張橋はフレキシブルな構造形式であるため、その耐風安定性が問題になることが多い。本研究では、中央径間が 280m の中規模の鋼斜張橋を想定し、その断面として検討例の少ない片側に歩道部をもつ偏平な逆台形鋼床版箱桁（図-1）の空力特性を検討した。

試験概要

対象断面の空力特性を調査するために 2 次元バネ支持試験を行った。模型は縮尺 1/50 で製作した長さ 1.2m の 2 次元部分模型を使用し、対数減衰率 $\delta=0.02$ 、迎角 $\alpha=0^\circ$ 、 $\pm 3^\circ$ の条件で風洞試験を実施した。さらに、バネ定数の異なる数種類のコイルバネと縮尺 1/100 の模型を用いて、異なる Re 数の条件でのたわみ渦励振応答を調査した。対象斜張橋の構造諸元を表-1 に示す。

試験結果

歩道部を風上としたときの一様流中での応答を図-2 に示す。たわみ振動に関して、迎角 $\alpha=0^\circ$ および -3° では設計基準風速 45.6m/s を大幅に超える風速域まで空力振動は発生していない。 $\alpha=+3^\circ$ では実橋風速 $V_p=12\text{m/s}$ および 19m/s 付近から渦励振が発生する。ねじれ振動については、 $\alpha=0^\circ$ 、 $+3^\circ$ で渦励振が発生する。

歩道部を風下としたときの一様流中での応答を図-3 に示す。歩道部が風上するときと同様 $\alpha=+3^\circ$ で、ほぼ同じ風速域にて渦励振が発生するが、応答振幅はたわみ渦励振は約 15%、ねじれ渦励振は約 30%低減する。歩道部風上の場合と異なり、 $\alpha=0^\circ$ でねじれ渦励振は発生していない。

図-2 および図-3 には、耐風設計便覧（以下「便覧」と記す）による発現風速と最大振幅の推定値をあわせて示している。たわみおよびねじれ渦励振ともに、発現風速は便覧による推定値とほぼ一致しているが、発現振幅については推定値を大幅に上回っている。スパンが大きく片側に歩道部を持つ断面では、便覧による振幅の推定値を適用することができないと考えられる。

制振対策として図-4 に示すようなフェアリングを設置して、その耐風安定性の効果を調べた。歩道部風上の場合の結果を図-5 に示す。フェアリングを設置することにより、たわみ、ねじれともに問題となる空力振

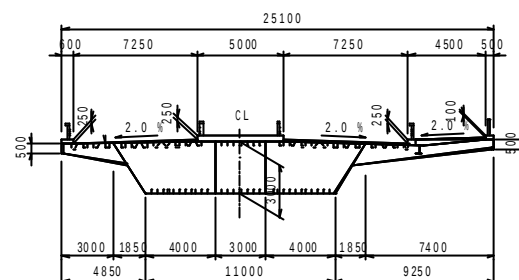


図-1 対象斜張橋断面図

表-1 構造諸元

諸元	単位	実橋	模型
単位長さ重量	N/m	186326	74.5
単位長さ極慣性モーメント	$\text{N} \cdot \text{s}^2/\text{m}$	1078045	0.172
設計基準風速	m/s	45.6	6.0
たわみ振動数	Hz	0.355	2.336
ねじれ振動数	Hz	1.064	7.001

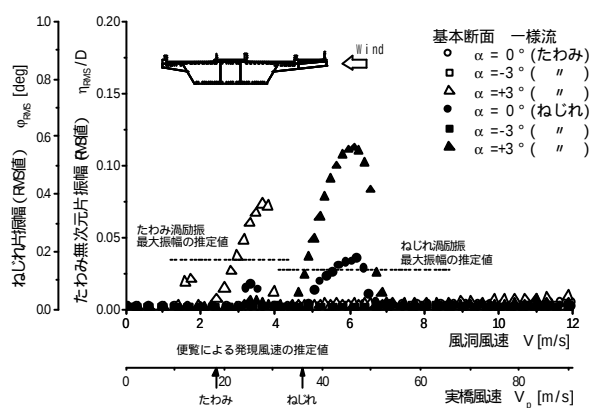


図-2 歩道風上の応答図

keywords：斜張橋，逆台形箱桁，風洞試験，レイノルズ数

〒555-0041 大阪市西淀川区中島 2-5-1 TEL 06-6475-2112 FAX 06-6475-2132

動は発生していない．フェアリングを設置することにより，上流側鋼床版端部からの流れの剥離が抑えられて渦励振が抑制されたものとする．

基本断面のたわみ渦励振に対する Re 数の影響を調べた結果を図-6 に示す．実験は歩道部を風上として迎角 $\alpha=+3^{\circ}$ で行った．なお，表-2 に示すように，実験ケースの中には，模型支持条件の制約から対数減衰率を $\delta=0.02$ にあわせることができなかったケースがあった．そこで，別途実施した実験により得られた振幅と減衰の関係を用いて，同じ Sc 数のときの応答振幅を算出して比較している．表-2 よりわかるように，たわみ渦励振が最大振幅となる無次元風速は多少のばらつきは見られるものの Re 数の変化によってほとんど影響はみられない．しかし，図-6 に示すたわみ渦励振による最大振幅は $Re=0.5 \times 10^4$ 付近を境に大きく変化しているのが確認できる． $Re < 0.5 \times 10^4$ では $\eta_{RMS}/D=0.03$ 程度と半分程度の振動振幅である．図は省略するが，フェアリング断面についても同様に Re 数の影響を調査した．フェアリング断面については $Re=0.3 \sim 0.6 \times 10^4$ 付近でたわみ振動が発生しており，図-5 と異なる試験結果を得た．これらの結果より，今回検討した断面においても，ジャンプレイノルズ数のあることが確認でき，既往の実験結果¹⁾と同様の傾向を示しているといえる．

まとめ

- 本研究により得られたことを以下にまとめる．
- (1)基本断面では設計基準風速以下の風速域でたわみおよびねじれの渦励振が発生する．また，ねじれフラッターなどの発散振動は発生しない．
 - (2)フェアリングを設置することにより，基本断面で発生する渦励振を抑えることができる．
 - (3)基本断面およびフェアリング断面について，たわみ渦励振に対する Re 数の影響のあることを確認した．

CASE	最大振幅発生 Re 数	模型縮尺	最大振幅発生無次元風速	無次元振幅	対数減衰率
1	0.32×10^4	1/100	18.5	0.026	0.020
2	0.82×10^4	1/100	20.6	0.060	0.020
3	0.99×10^4	1/100	20.1	0.067	0.039
4	0.94×10^4	1/50	21.1	0.057	0.020
5	1.19×10^4	1/50	20.5	0.062	0.020
6	1.60×10^4	1/50	18.8	0.065	0.042

謝辞 本研究の遂行にあたり，立命館大学の小林教授のご指導，ご助言を頂いたことに謝意を表します．

参考文献 1)土木学会構造工学委員会：風洞実験相似則検討小委員会活動成果報告書，1994.10.

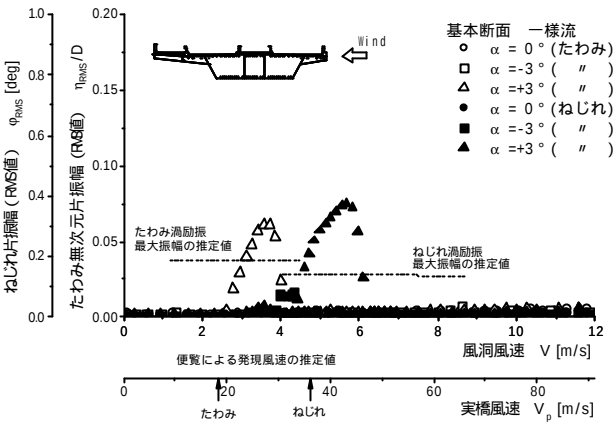


図-3 歩道風下の応答図

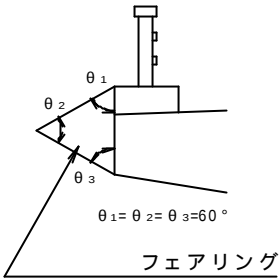


図-4 フェアリング形状

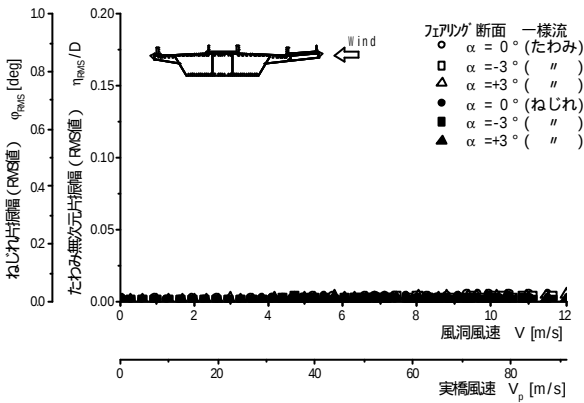


図-5 フェアリング断面の応答図

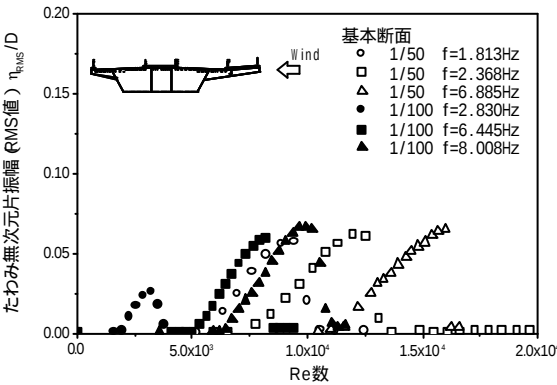


図-6 基本断面に対する Re 数の影響