

開口部を有する箱桁断面を用いた長大橋梁の耐風性に関する実験的研究

三井住友建設	正会員	○永元	直樹
京都大学大学院	正会員	白土	博通
京都大学大学院	正会員	八木	知己
三井住友建設	正会員	春日	昭夫

1. はじめに

コンクリート橋は様々な技術開発により、その適用支間が拡大しており、支間長 500m 程度の PC 斜張橋の実現が可能となっている¹⁾。また、エクストラードズド橋についても支間長 500m の試設計が行われ、その実現性が示されている²⁾。この場合、主桁の軽量化が必要となるが、この試設計では PC 箱桁橋の軽量化技術の一つであるバタフライウエブ構造を適用している。

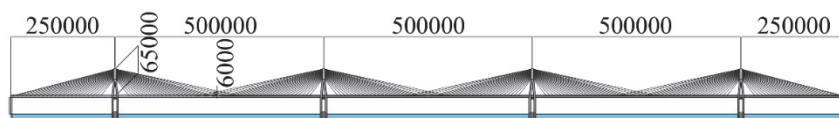


図-1 検討対象の橋梁概要図

一方、このような構造は柔構造となり耐風性の問題が懸念されるが、バタフライウエブ構造は側面に開口が存在し、風の流れが複雑化するために通常の箱桁とは異なる挙動を示す可能性が考えられる。そこで、この支間長 500m エクストラードズド橋（図-1）に着目し、その補剛桁の耐風性を風洞実験により検討した。

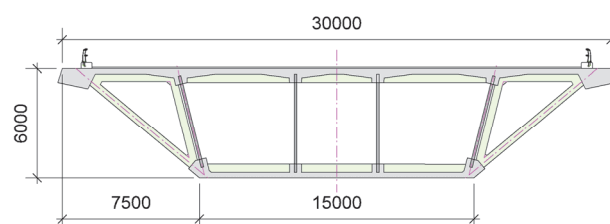


図-2 検討対象の補剛桁断面図

2. 実験概要

対象橋梁に対し、図-2 に示す主桁を適用することとした。検討ではバタフライウエブ構造のウエブの開口部が耐風性に及ぼす影響を明らかにするため、バタフライウエブ構造の開口部を塞いだモデル（図-3）についても比較検討した。なお、実験では主桁の形状に起因する空力特性の変化を比較検討する目的から、減衰定数を極力小さく（対数減衰率 0.005 程度）設定して実験を行った。

なお、風洞実験は剛体模型によるたわみ 1 自由度及びねじれ 1 自由度の 2 次元ばね支持実験とし、模型は実験設備の関係から縮尺 1/100 とした。実験概要を図-3 に示す。

3. 実験結果

3.1 たわみ振動

閉断面箱桁において、たわみ 1 自由度振動に関する実験結果を図-4 に示す（一様流、迎角+3 度）。実橋風速 5m/sec 程度で、実橋で倍振幅 600mm 程度の渦励振と思われる限定振動が確認された。ただし、それ以降の風速に関しては、無加振の実験では振動は発生していない。また、加振した実験では実橋風速の増加とともに揺動が増加している。特に、実橋風速 65m/sec 以上でその最大振幅が大きくなっているが、安定的な振動ではないため、ギャロッピング等の発散振動で

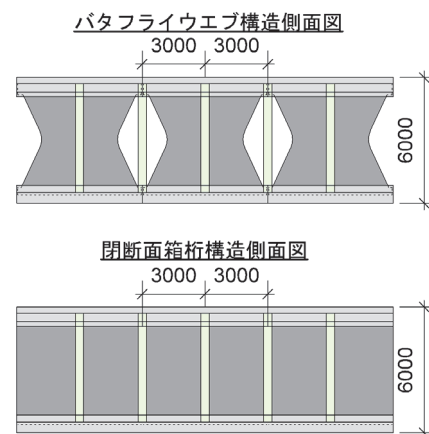


図-3 検討対象の補剛桁側面図

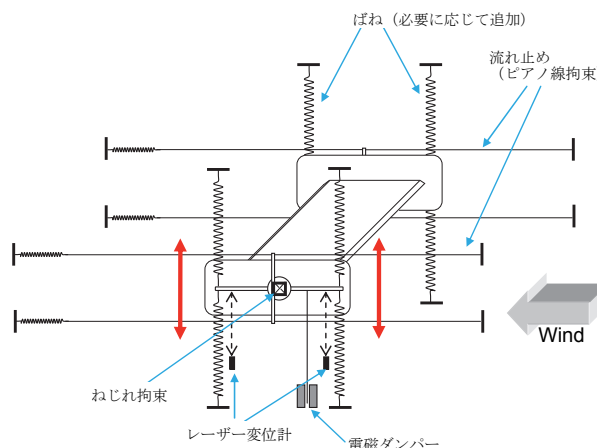


図-3 2次元ばね支持実験概要図

キーワード 維持管理性, 超高耐久橋梁, 高強度繊維補強コンクリート, FRP ロッド, 輪荷重走行試験
連絡先 〒104-0051 東京都中央区佃 2 丁目 1-6 三井住友建設（株）技術本部第一技術部 TEL 03-4582-3063

はないと考えられる。

バタフライウェブ断面においても同様の実験を行った結果、実橋風速 6m/sec 程度で発生していた限定振動は確認されず、その後も明確な振動は確認されなかった(図-5)。これより、バタフライウェブ構造を採用することで、たわみ渦励振が抑制できているといえる。

3.2 ねじれ振動

閉断面のねじれ 1 自由度振動実験の結果を図-6 に示す。実橋風速 25m/sec 程度に倍振幅 2 度程度のねじれ限定振動が発現している。また、実橋風速 60m/sec からねじれ振動が発現し風速の増加とともに変位が増加している。対象断面は断面辺長比 $B/D=5.0$ 程度と比較的大きい領域であることから、この発散振動はねじれフラッターである可能性が高い。

バタフライウェブ構造のねじれ振動実験の結果を図-7 に示す。閉断面箱桁と同様に、実橋風速 25m/sec 程度で限定振動が発現しているが、その最大値は倍振幅で 1 度強と小さくなっている。また、高風速域の発散振動についても、その発現風速が 90m/sec と実用上問題ない範囲の高風速域まで移行している。すなわち、バタフライウェブ構造を採用することにより、たわみ振動と同様、その開口部の存在により空力的な安定が期待できる。

4. まとめ

支間長 500m のエクストラドーズド橋の主桁にバタフライウェブ構造を適用した場合の耐風性について風洞実験により検討した。その結果、以下のことが明らかとなった。

- (1) 閉断面箱桁構造は、実橋風速 5m/sec 程度でたわみ渦励振が発生する可能性があるが、バタフライウェブ構造を採用することにより、その発現の可能性は抑制できる。
- (2) 実橋で対象となりえる風速領域では、たわみ発散振動の発現の可能性は低い。
- (3) 閉断面箱桁およびバタフライウェブ構造とも、実橋風速 25m/sec 程度でねじれの限定振動(渦励振)が発現するが、バタフライウェブ構造とすることによりその最大振幅は小さくなる。
- (4) 閉断面箱桁橋では、実橋風速で 60m/sec 程度からねじれ発散振動が発現する可能性があるが、バタフライウェブ構造とすることにより、その発現風速は 90m/sec 程度まで向上する。

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋年報（平成 23・24 年度版），2014.4
- 2) Akio Kasuga：Multi-Span Extradosed Bridges, Proceedings of Multi-Span Large Bridges, pp.67-82, 2015.7

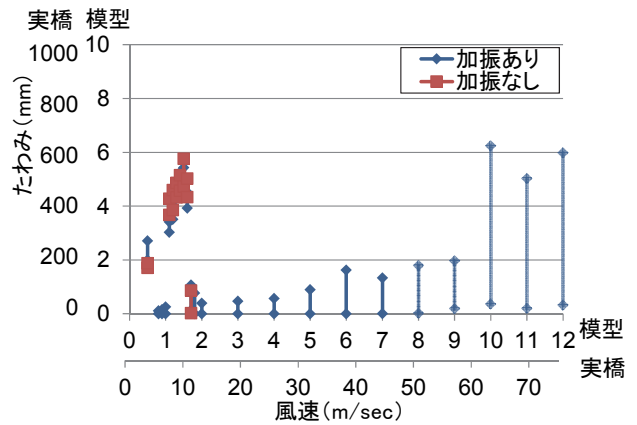


図-3 閉断面たわみ振動（迎角+3°）

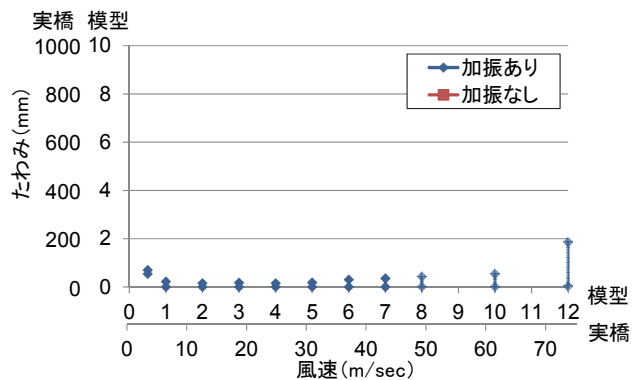


図-4 バタフライウェブ断面たわみ振動（迎角+3°）

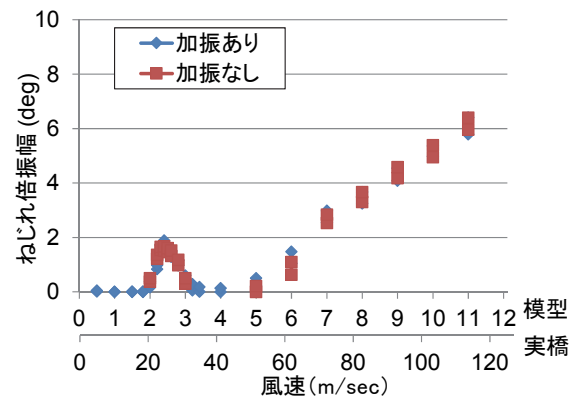


図-5 閉断面ねじれ振動（迎角+3°）

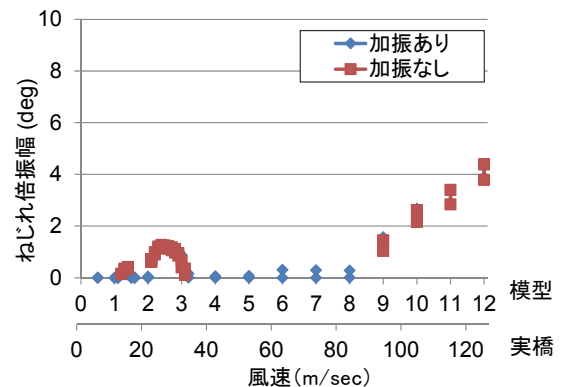


図-6 バタフライウェブ断面ねじれ振動（迎角+3°）