

I - 524

琵琶湖大橋(並列橋)の耐風安定性<その1:制振対策の検討>

滋賀県道路公社 正員 大西 日出夫
住友重機械工業 正員 ○武内 隆文琵琶湖大橋 J V 正員 宝角 正明
住友重機械工業 正員 斉藤 善昭

1. はじめに

交通量の増加に伴い新たな道路網整備が急務となり、新規の橋梁を既設橋に近接して架橋する場合、2橋を接近させて建設する場合など、並列橋の出現機会が増大傾向にある。並列橋では耐風挙動が複雑化し、場合によっては耐風性が悪化する等、新たな問題が起ってきて、並列橋に対する耐風安定性の検討は従来の単独橋以上に重要となっている。しかし、現在までのところ並列構造の基礎的研究¹⁾はあるものの、実橋レベルでの研究報告は少ない。本報では並列橋となる琵琶湖大橋の耐風安定化対策の検討に関して報告する。

2. 検討内容と実験結果

2.1 検討内容・・・琵琶湖大橋(現橋・新橋)は、張り出しを有する箱桁断面(図2参照)である。通常、このような断面形状の橋梁では鉛直たわみの渦励振および発散振動(ギャロピング振動)の発現が予測され、単独橋に対する制振対策として空力制振対策(フラップや制振プレート²⁾など)やダンパーの設置などが考えられる。

ここでは、並列橋となる琵琶湖大橋に対して実施した空力制振対策の検討について報告する。なお、実験は中央径間の1/4点断面を代表断面とした剛体模型を、それぞれ独立バネ支持した二次元実験であり、一様流中の結果について記す。

2.2 実験結果

(1) 現橋単独橋の耐風応答・・・現橋単独時には実橋風速12.3m/sで渦励振が発現し、ギャロピングは、便覧³⁾から求まるギャロピングの限界風速以上の風速で発生することが実験により明らかとなった。この結果は、便覧による応答の推定値とほぼ対応しており、単独橋の場合には便覧による応答推定は、ある程度の精度があることが確認され、同時に、本橋現橋(単独橋として)の耐風安定性は確保されていることが判明した。

(2) 並列橋となった場合の耐風応答・・・図1に、北風の一様流中(迎角:0°、±3°; 吹き上げを+とする)の応答図を示す。上段が上流側に位置する橋の応答、下段が下流側に位置する橋の応答である。並列橋になると迎角0°および+3°で危険な発散振動が上流橋では30m/s付近から、下流橋では20m/s付近の低風速から発現するようになる。この風速は便覧より算出されるギャロピング振動の限界風速(照査風速 $U_{rg}=49\text{m/s}$)を大幅に下回ることが判明したため、この発散振動に対する制振対策は不可欠であると判断した。

空力制振対策の過去の事例の多くは、渦励振にはフラップで、発散振動には制振プレート等で別々に対応しており、渦励振と発散振動の両方が発現する場合、従来は2種類の対策を同時に実施することが多かった。ここでは、数種のフラップ及びプレート等の制振対策を比較し、並列橋に対する有効な対策として制振プレ

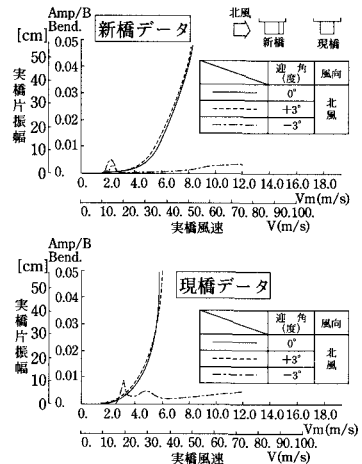


図1 並列橋の応答 (V-A, 北風: 一様流)

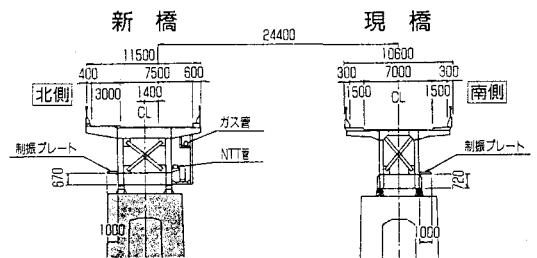


図2 空力制振対策断面図

ートが選定された。更に、景観上の問題等を考慮し、新たな取り組みとして制振プレートのみによる並列橋に発現する両振動の制振対策を検討した。制振プレートの効果は対象としたプレートに関してはその長さによらず、プレート先端部と箱桁端部との成す相対角度により決まることが判明したので、制振プレートの長さを、対象プレート中最短の1mとした。そして、プレートの取付位置を変化させ、ギャロップ振動のみではなく、渦励振の抑制効果が最大となる取付位置を決定（最適化）した。北風に対しては、上流橋の新橋では制振プレートの取付位置は箱桁底部から0.67mが最適であると判断され、南風に対しては、上流橋の現橋では制振プレートの取付位置は箱桁底部から0.72mが最適であると判断された。この状態（図2参照）での応答図を図3、4に示す。

以上、従来の2箱桁単独橋の場合等における対策とは異なり、2橋間の断面形状、及び動的特性の違いにより制振プレートの位置が異なった状態で最適となることが判明した。更に、制振プレートの取付隙間が耐風性に与える影響を調査した結果を図5に示すが、隙間がある場合耐風性は極端に悪化することが判明したため、制振プレートの取付構造は隙間をなくして設置することとした。

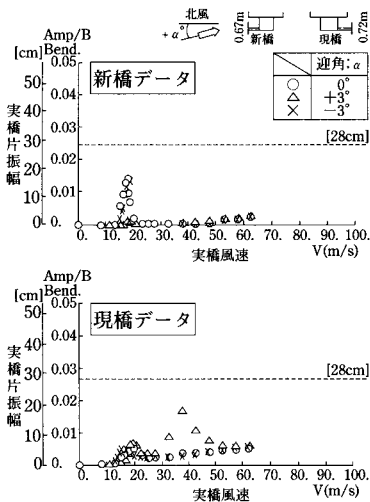


図3 制振対策断面応答図
（北風：一樣流）

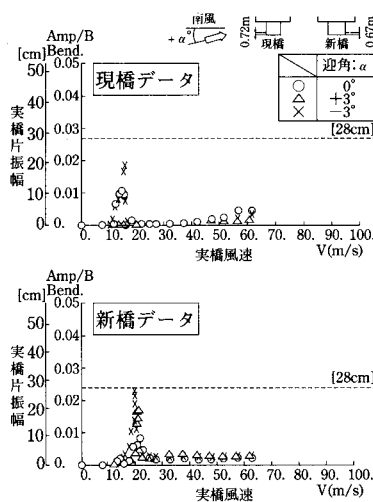


図4 制振対策断面応答図
（南風：一樣流）

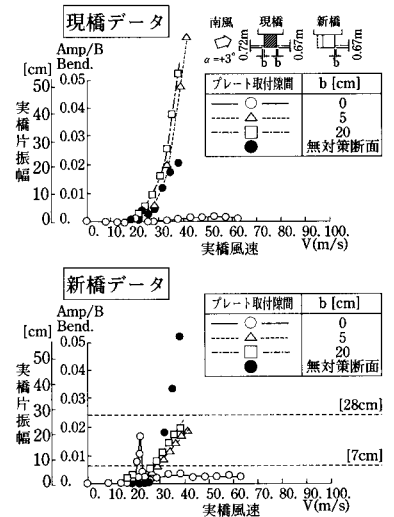


図5 プレート取付隙間の影響

3. まとめ

- (1) 単独橋（現橋）では耐風安定性は確保されているが、新橋の架設により並列橋となると、ギャロップ振動が低風速から発生するようになる。この振動は抑止しなければならないと判断され、対策に取り組んだ。
- (2) 空力制振対策は、制振プレートにより行ない、新たに制振プレートを、並列橋に対する、渦励振とギャロップの両振動の抑制に効果を発揮する対策として最適化を図ることができた。
- (3) 採用した制振プレートは、プレート幅は1mで、異なる断面を有する並列橋のため取り付け高さは現橋と新橋で異なる。かつプレートは現新橋共その外側のみに設けることで十分であることが判明した。また、実橋への制振プレートの取付は、桁腹板との間に隙間が生じると効果がないことも確認された。

最後に、本研究の遂行にあたり御指導頂きました京都大学白石成人先生、松本勝先生に謝意を表します。

<参考文献> 1) 武内・松本・白石：タンDEM配列グラフ角柱に発現する渦励振に関する研究、第12回風工学シンポジウム論文集、1992.12 2) 阪本・永井・坂田・江草：泊大橋建設工事の概要と風に対する検討、土木学会論文集、第373号/VI-5 1986.9 3) 日本道路協会：道路橋耐風設計便覧、平成3年7月