

滋賀県道路公社

西村 貞雄

琵琶湖大橋JV

中村 幸

住友重機械工業

正員 ○斉藤 善昭

住友重機械工業

正員

武内 隆文

1. はじめに

並列橋となる琵琶湖大橋の耐風応答特性の把握と耐風安定化効制振対策に関し、主として一様流中での検討結果を同報<その1:制振対策の検討>で報告した。その中で、本橋では、図1に示す様な並列橋となると、渦励振とギャロップの両方の振動が発現することが判明し、そのため新たな取り組みとして、従来、主として発散振動への対策である制振プレート¹⁾を、渦励振の制振にも同時に効果を発揮するように最適化を行ない、両方の空力不安定振動に対して有効な対策として制振プレートの設置を提示した。本報では、乱流と構造減衰が応答に及ぼす影響を把握することにより、実橋への対策の実施に関する検討を報告する。

2. 検討内容と結果

2.1 検討内容・・・本風洞実験では、実橋の構造減衰として、便覧²⁾より算出された $\delta = 0.06$ を使用している。同報<その1>で報告した一様流中での耐風安定性の確認された制振プレート設置の対策断面の乱流中($Iu = 4.5\%$, $\delta = 0.06$)の応答結果を図2に示すが、耐風安定性が確保されていることが分る。しかしながら、実橋の観測結果では $\delta = 0.02 \sim 0.03$ となっている報告もあることから、構造減衰の変化による影響も把握しておく必要がある。また、実橋架橋地点の自然風(乱流)特性が明確に把握されていないため、乱れ強さの影響も把握しておく必要があると考え、実橋への対策の実施に検討を加えた。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パネ支持した二次元実験である。



図1 琵琶湖大橋完成予想図

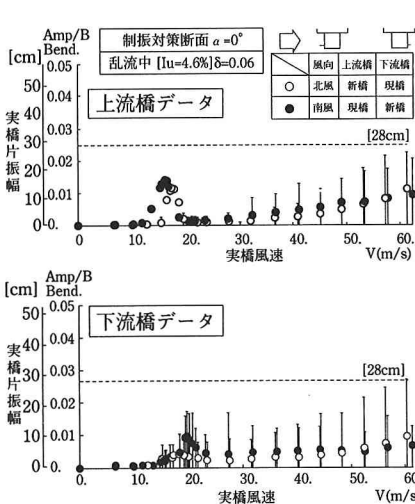
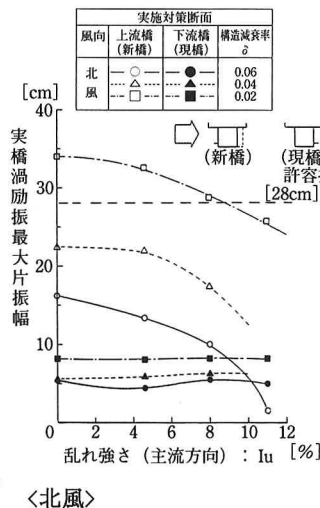
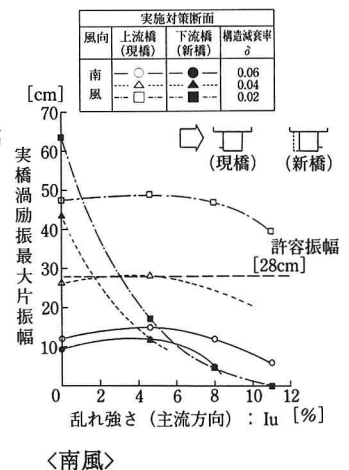


図2 制振対策断面乱流中応答図



<北風>



<南風>

図3 渦励振最大振幅-構造減衰-乱れ強さの関係(制振対策断面)

2-2 検討結果・・・図3は、制振対策断面を対象に構造減衰率及び乱れ強さをパラメトリックに変化させた実験結果を整理し、渦励振最大振幅-構造減衰-乱れ強さの関係を風向別に示したものである。北風の場合、

①上流橋の新橋は、構造減衰率が $\delta=0.03$ 以上で許容限界振幅（以後許容値と記す）以下となる。

②下流橋の現橋では、気流の乱れ強さの影響はほとんど無い。一方、南風の場合、①上流橋の現橋は、減衰率 $\delta=0.04$ 以上で許容値以下となる。②下流橋の新橋は、乱れ強

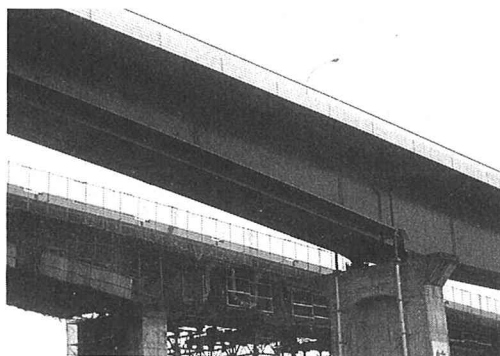


図4 空力制振対策（制振プレート）の設置

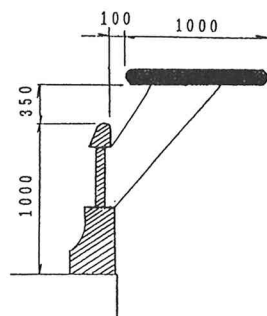


図5 シングルフラップ(R)

さの影響を受け一様流中で発生した大振幅も $I_u=5\%$ で許容値以下となる。以上の結果を受けて、空力制振対策として図4に示す制振プレートが実橋に設置された。

次に、制振対策断面の南風の結果から、上流橋である現橋の構造減衰率が小さい（ $\delta \approx 0.02$ ）場合を想定し、許容値をクリアする断面の準備を考えた。対策としては、フラップとの組み合わせの中から最適なものを選定し、応答結果の比較から、現橋に図5のシングルフラップ(R)を設置した断面に決定した。この準備対策断面の構造減衰及び乱れ強さと

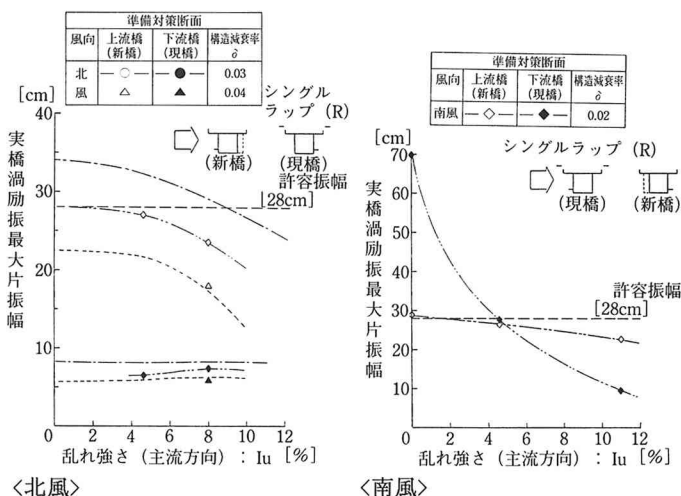


図6 渦励振最大振幅と構造減衰と乱れ強さの関係

応答との関係を照査した結果を、図6に示す。南風の場合、①上流橋である現橋および下流橋の新橋共に、構造減衰率が $\delta=0.02$ 以上、乱れ強さ $I_u=5\%$ 以上（一般の自然風では十分期待できるレベル）で許容値以下となる。また、北風の場合、①上流橋である新橋には準備対策を行っておらず、実験結果は実施対策時と同様な結果となり、構造減衰率が $\delta=0.03$ 以上で許容値以下となる。②下流橋の現橋では、気流の乱れ強さの影響は受けず、構造減衰率が $\delta=0.02$ でも十分に許容値以下となっている。

3. まとめ

- (1) 箱桁並列橋の渦励振とギャロッピングの両振動に空力制振対策を制振プレートにより行い、制振対策断面では、便覧²⁾から算出される構造減衰率 $\delta=0.06$ の場合、一様流中・乱流中において、発散振動および渦励振共に抑制され、耐風安定性は確保されることが判明した。制振対策断面では、乱流中（ $I_u=4\%$ 以上）かつ、構造減衰率 $\delta=0.04$ 以上であれば、疲労破壊の照査等より求まる許容限界振幅以下の値となる。
- (2) 更に現橋の高欄にシングルフラップ(R)を設置した場合、乱流中（ $I_u=4\%$ 以上）かつ、構造減衰率 $\delta=0.03$ （但し、南風に対しては $\delta=0.02$ で可）以上で渦励振振幅は許容限界振幅以下となり、耐風性は安全と評価されることが明らかとなった。

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) 本田・白石・本山：関西国際空港連絡橋 空港島側箱桁橋の耐風性に関する研究、土木学会第44回年次学術講演会、I-408、平成元年10月 2) 日本道路協会：道路橋耐風設計便覧、平成3年7月