

本州四国連絡橋公団 武山 哲郎 日立造船(株) 正員 猪原 茂
 本州四国連絡橋公団 正員 秦 健作 (株)ニチワテック 正員 南條 正洋
 本州四国連絡橋公団 正員 山田 和彦

1. はじめに

並列した構造物では、空力的な干渉の影響により単独構造とは異なった複雑な空力現象を示すことがある。近年既設橋梁に隣接して新橋を架設する計画が増加する傾向にあるが、このような場合には空力干渉の影響を考慮して使用性・安全性に問題を来さないよう十分な配慮が必要となる。本研究はⅡ形断面の既設橋梁に並列して偏平箱断面の橋梁が架設される場合を想定し、主として既設橋に与える空力干渉の影響を二次元部分模型を用いた風洞実験により検討したものである。既設橋

2. 実験概要

検討の対象とした橋梁断面を図1に示す。既設橋・新橋とも中央径間215m、全長385mの3径間連続鋼斜張橋で、2橋の中心間隔は55mとした。実橋想定振動特性を表1に示す。

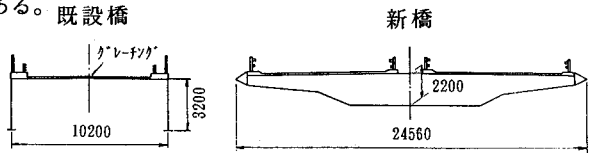


図1 並列橋断面概要

表1 実橋の振動諸元

	既設橋	新橋
単位質量 ($t \cdot s^2/m^2$)	0.653	1.352
単位極慣性 ($t \cdot s^2$)	9.772	48.672
振動数		
たわみ (Hz)	0.542	0.537
ねじれ (Hz)	1.642	1.043

風洞試験は、縮尺1/50の二次元部分模型を用いて、2橋の高低差H、風向 β 、迎角 α などをパラメータとして実施した。代表的な試験状態については流れの可視化および静的空気力の測定を行い、並列橋の空力特性の考察資料とした。以下の説明において、鉛直たわみを η 、ねじれ振動を θ と略称する。

3. 実験結果

①単独橋の耐風性：図2に新橋のV-A特性を示す。耐風性は良好で小さな限定振動の発生のみが認められる。図3は既設橋のV-A特性である。

η 、 θ とも風速 $V=15 \sim 20m/s$ で限定振動が発生し、高風速域で鉛直たわみ・もしくはねじれの発散振動が発生する。図中に $\alpha=0^\circ$ での格子乱流 ($I_u \approx 10\%$)中の試験結果を参考までに併記した。乱流中では、鉛直たわみの限定振動レベルは1/3程度となり、高風速域の発散振動は抑制されて β エフェクトが発生している。

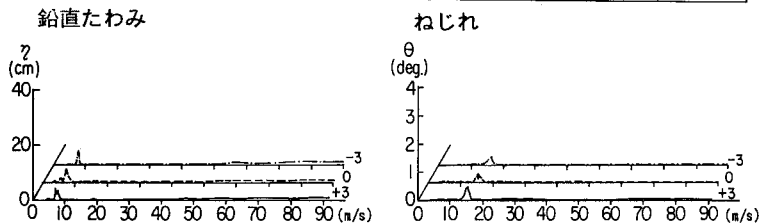


図2 偏平箱断面単独橋の応答

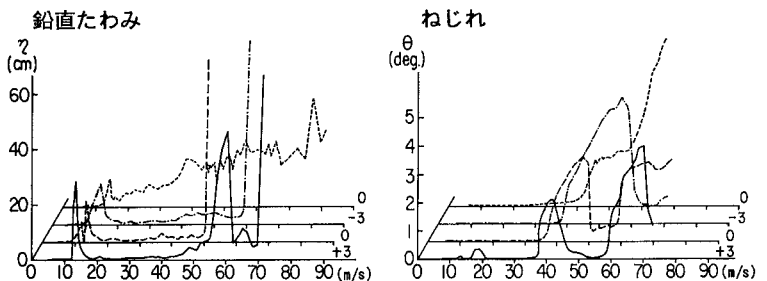


図3 Ⅱ形断面単独橋の応答

②並列橋の耐風性：新橋の設置位置(高低差H)と空力干渉の關係に着目して行った実験の一例を図4に示す。新橋が下流側となる風向($\beta=180^\circ$)の試験も実施しているが、ここでは、既設橋が下流側($\beta=0^\circ$)で、迎角 $+3^\circ$ の結果を示す。図4にV-A図を示す。図より上流側新橋の応答は下流側橋梁の影響を受けず、ほぼ単独橋と同一

となる。下流側既設橋の応答は2橋の高低差Hによって差が見られる。図示のように、 $H=10.5\text{m}$ の場合には、高風速域での鉛直たわみ発散振動は抑制されるが、 $V=13\text{m/s}$ 付近の鉛直たわみ限定振動が単独橋の π よりわずかに大きくなる。この場合には既設橋の耐風性を若干悪化させるという意味でなお検討の余地が残される。一方、 $H=0\text{m}$ の結果を見ると、低風速の限定振動も高風速域の発散振動も抑制されることがわかる。以上より、並列橋では単独橋の耐風性のみならず下流側橋梁の空間的配置が重要な要素となっていることがわかる。

③流れの可視化：スモーク法で流れの可視化を試みた。風向 $\beta=0^\circ$ ・迎角 $\alpha=+3^\circ$ の可視化写真から作成した流れのスケッチを図5に示す。 $H=10\text{m}$ では下流側・ Π 断面回りの流れは上面・下面とも明瞭な流線が認められる。この流れのパターンは Π 断面単独橋とほぼ類似であるが、上面側の流線は、上流側偏平箱断面桁の下面側の流れの影響を受けているものと思われる。 $H=0\text{m}$ では、 Π 断面のデッキ面が上流側橋梁のウェークの中に入っている。この場合には、 Π 断面単独橋回りの流れとは大きく異なり、上面での剥離による規則的な渦発生が乱されたことが、鉛直たわみ限定振動の抑制に作用したものと考えられる。

④静的空気力特性：図6に、 $\beta=0^\circ$ に対する静的空気力の測定結果のうち下流側 Π 断面の C_D 、 C_L を示す。図には単独時の値も併記した。 $H=0\text{m}$ では Π 断面が上流側新橋のウェークの中に位置することから、 C_D 値が低下し C_L の勾配も平坦となり空力的に安定化している様子がうかがえる。 $H=10\text{m}$ の場合 C_D 、 C_L の傾向が単独時と類似していることがわかる。

4. まとめ

単独橋時の耐風性が良好な新橋が既設橋の上流側となる場合、上流側のウェークゾーン内に既設橋が位置すれば耐風性が改善される。ウェークゾーンを外れると、既設橋単独時の耐風性と同等もしくは悪化することがある。

単独橋時の耐風性が比較的悪い既設橋が上流側となる場合の新橋の耐風性についても実験を行っているがその結果については講演会で述べる。

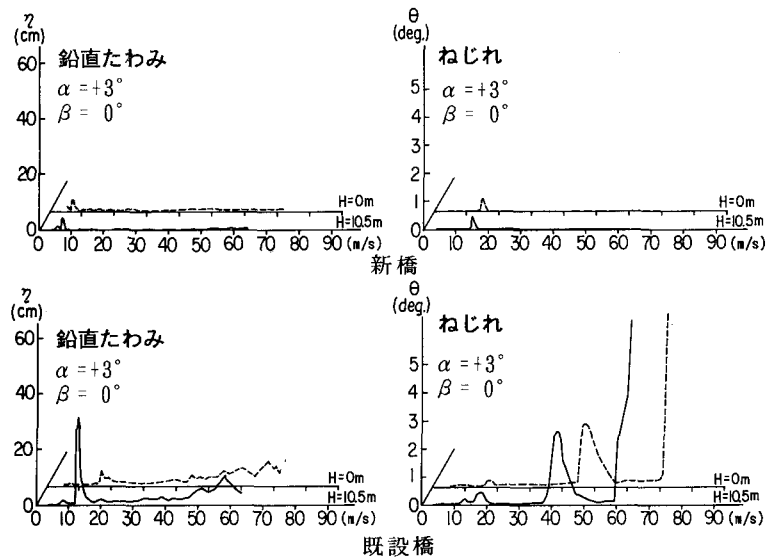


図4 並列橋の応答

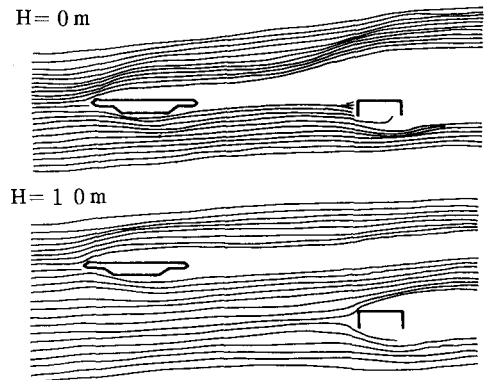


図5 流れの可視化

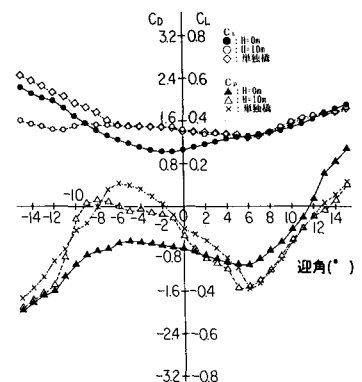


図6 静的空気力