

I-328

PC斜張橋（白屋橋）の対風応答特性

建設省土木研究所 正員 日下部 毅明

正員 横山 功一

建設省関東地方建設局

神 崎 一夫

1. まえがき

PC斜張橋は中規模橋梁構造の一形式として最近広く採用される傾向にある。一般に斜張橋は設計に際してその耐風性に十分な配慮を要求される。しかしながらPC斜張橋の施工・計画例は未だ乏しく、その耐風性に関する検討例も少ないのが現状である。このような背景のもとで、ここではPC斜張橋白屋橋（支間125.0m+100.0m）の耐風性を評価するために行なわれた風洞実験を報告し、今後の資料とする。図-1に白屋橋の断面図および側面図を示す。

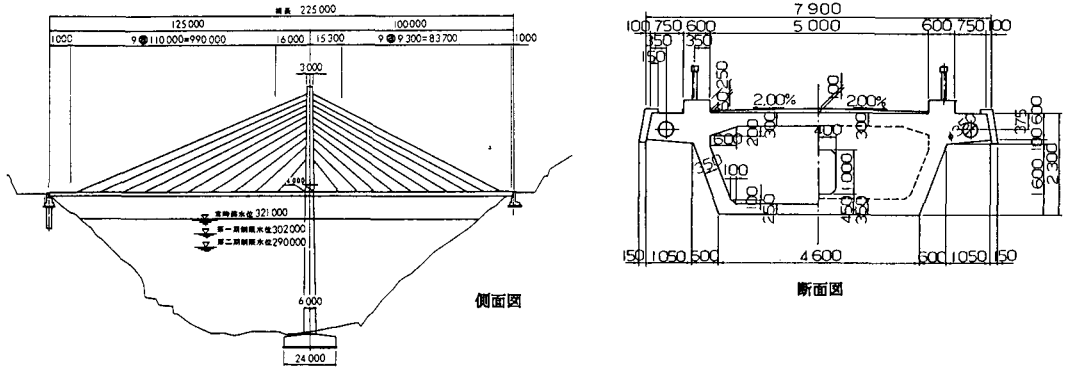


図-1. 白屋橋概要図

2. 実験の概要

本実験は剛体部分模型によるバネ支持実験と全橋弾性実験よりなる。バネ支持実験では白屋橋における重量の効果、迎角の影響そして橋梁付属物の影響を調べ、主に本橋の基本的な耐風性を捉える。また全橋模型実験では気流に関しては境界層乱流による実験、構造系に関しては完成系のほかに主塔橋脚独立時・施工系最大張出し時の検討も加え本橋の耐風性の総合的な評価を行なった。ただしここでは完成時の検討のみを報告する。

模型の縮尺はバネ支持実験では1/40、全橋模型実験では1/100とした。ねじれ振動についてはその発現風速が高いことが予想されることから検討の範囲から除外した。またバネ支持実験では検討する振動モードを1次モードではなく等価質量の最も小さな3次モードを選択した。一方、全橋模型の構造特性の測定の結果は図-2のように実橋のそれと一致の良い形状の振動モードが得られ、振動数も所要値に十分に近いと言える。

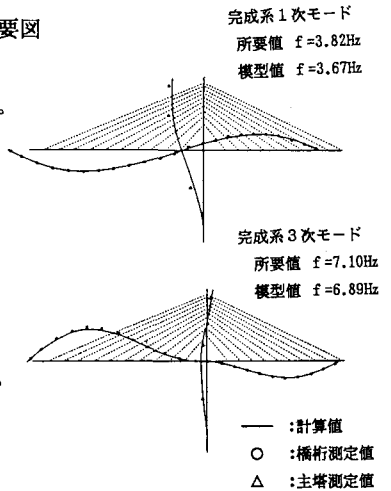


図-2. 振動モード図

表-1. 実験に用いた気流

気流についてはスパイアーと乱流ブロックあるいは人工芝の組み合わせによって発生させた境界層乱流を2種設定した。実験に用いた気流の特性値を表-1に示す。

	α	I_u	I_w	L_x^*	L_z^*
乱流 I	0.18	8.7%	6.8%	70 m	25 m
乱流 II	0.37	14.1%	9.9%	64 m	25 m

3. 実験結果

a) バネ支持実験

まず重量の増加の影響については図-3に示すように渦励振振幅を低減しギャロッピング発現風速を高めることがわかった。また模型重量を所要値とした場合には迎角が極めて大きな領域以外での振動は発現しなかった。このため本橋梁断面の形状に起因する基本的な対風応答特性については重錘を取り去って行った実験の結果をもとに記述する。図-4に示すように本橋梁は迎角 $\alpha = 3^\circ$ と 4° を境に渦励振発現風速が半減し、ギャロッピングも発現しやすくなる性質を持つことが明らかとなった。また図-5に示すように、迎角 $\alpha = 0^\circ$ においても防護柵・地覆を取り外すと振動発現性状が迎角 $\alpha = 4^\circ$ 以上の場合と同様に渦励振発現風速が半減し、ギャロッピングが発現することがわかった。

b) 全橋模型実験

全橋模型実験からは図-6に示す風速-振幅曲線が得られた。一樣流に関してはバネ支持実験の所要重量で行なわれた実験において渦励振が発現しなかったにもかかわらず、本実験では発現した。さらに、その発現風速は前述の軽量模型によるバネ支持実験で見られた2種類の渦励振のいずれとも異なり、実橋換算にして38m/sであった。この違いは全橋模型実験では橋桁-主塔-橋脚系全体に働く変動空気力を捉えることが可能であることから現われたものと推定される。また、この渦励振の振幅に関しては構造減衰によって図-7のように変化した。

一方、図-6より本橋梁はまた乱流によってかなり大きなパフティングが発現することも明らかとなった。

ところで、上に述べた一樣流中の渦励振の発現振動数も乱流中のパフティングの卓越振動数も3次モードの振動数であった。このことは、バネ支持模型実験において等価振幅を考慮して3次モードの振動を着目モードとすることの妥当性を示す。

4. まとめ

本研究により、PC斜張橋は鋼斜張橋に比べ単位長さ当たりの重量が大きいため渦励振やギャロッピングに対して比較的安全度の高い構造物と言える反面、幅員が狭い場合はパフティングに対して十分な注意が必要となることがわかった。このように耐風性評価には乱流の影響が大きいので一樣流ばかりでなく乱流中の応答を正しく評価してゆくことが重要と考えられる。さらに主塔がかなり大きな重量をもつために振動モードによってはこれが大きな制振効果をもたらすこと、また断面が大きいので主塔に働く空気力が全体系に大きな影響を及ぼすなどPC斜張橋の耐風性の総合的な評価には主塔の影響に十分な配慮が必要となることが明らかとなった。

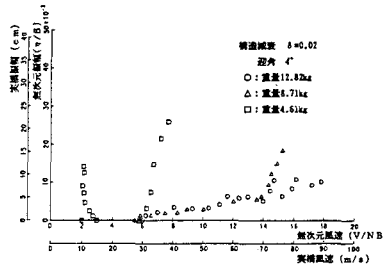


図-3. 重量の影響

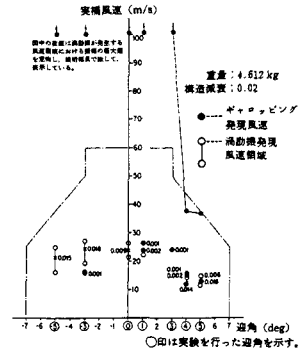


図-4. 迎角-発振風速図

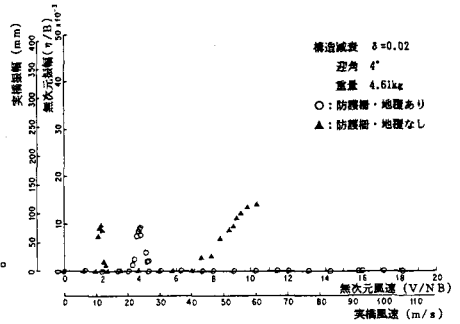


図-5. 防護柵・地覆の影響

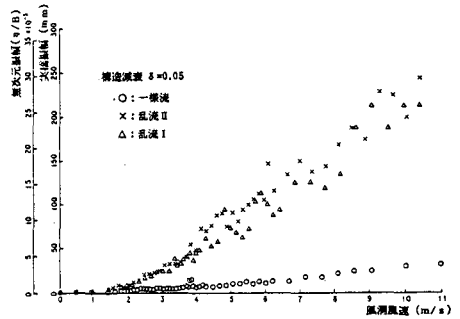


図-6. 全橋模型実験結果

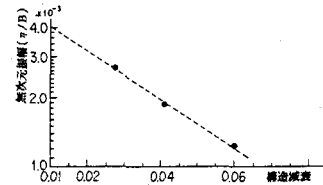


図-7. 構造減衰と渦励振振幅