

I-327

猪名川大橋桁部の耐風安定性に関する実験的研究

京都大学工学部 学生員○泉 千年
京都大学工学部 正 員 松本 勝

京都大学工学部 正 員 白石成人
京都大学工学部 正 員 白土博通
伊丹市建設部道路課 浜片正晴

1. まえがき

猪名川大橋は、兵庫県伊丹市に建設計画中の3径間連続鋼斜張橋（橋長：30+92+107=229m）である（図-1）。本橋の計画、設計を行うにあたり、主塔3次元模型、桁の2次元剛体模型、全径間模型を用いた風洞実験を行ったが、ここでは桁の耐風安定性に関する検討結果を報告する。

2. 風洞実験

実験は、桁の2次元部分模型、全径間模型について迎角を $0^{\circ} \sim +5^{\circ}$ と変え、それぞれ一様流中、乱流中において振動応答特性を調べた。なお全体構造系の解析結果より、桁の振動に伴うタワー、ケーブルの振動効果は無視できないことから、各振動モードごとに桁のたわみ、ねじれ振動に対する等価質量（ M_{eq} ）および等価質量慣性モーメント（ I_{eq} ）を計算した。その結果、桁のたわみ、ねじれの各最低次モードは1次、8次モードにそれぞれ対応し、一連の模型実験においてはこれらの M_{eq} 、 I_{eq} を相対対象振動物理量とした。桁の断面図を図-2に、実橋および2次元模型の構造諸元を表-1に示す。

(1) 実験方法

2次元剛体模型については、縮尺1/50とし鉛直たわみ、ねじれの2自由度ばね支持実験を一様流中および格子乱流中で行った。全径間模型については、縮尺1/100とし、振動数は弾性棒の張力により制御した。なお、桁端の鉛直方向の振動変位は図-1のA、B点で光学式変位計により測定した。乱流は、ラフネスブロックおよびスパイヤーを模型上流側に設置することにより発生させた。乱れの強さは桁位置でそれぞれ16%、15cmであった。

(2) 実験内容

実験1・・・一様流中2次元剛体模型実験

猪名川大橋の一様流中における一般的な振動特性を調べるための実験で、迎角 0° 、 $+3^{\circ}$ 、 $+5^{\circ}$ について行った。

実験2・・・格子乱流中2次元剛体模型実験

猪名川大橋の乱流中における振動応答特性を調べることにより、自然に近い乱れの中での挙動を推察する。

実験3・・・一様流中全径間模型実験

猪名川大橋の全径間模型による一様流中における風洞実験を迎角 0° 、 $+5^{\circ}$ （桁模型を傾斜）で行うこ

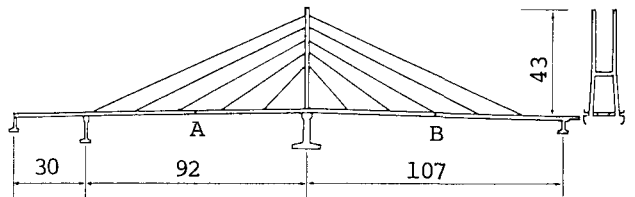


図-1 猪名川大橋 一般図

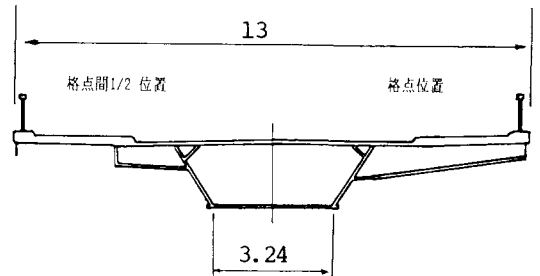


図-2 標準断面図

表-1 構造諸元（2次元剛体模型）

	実験値	所要値	実験値
質量 M ($\text{kg s}^2 / \text{m}^2$)	809	0.3236	0.3268
慣性モーメント I (kg s^2)	10913	$1.746\text{E}-3$	$1.655\text{E}-3$
曲げの振動数 f_{η} (Hz)	0.568	4.023	1.9538
振れの振動数 f_{ϕ} (Hz)	1.840	13.011	5.0083
曲げの減衰率 δ_{η} ($2\eta=10\text{mm}$)	—	0.02	0.0186
振れの減衰率 δ_{ϕ} ($2\phi=0.05\text{rad}$)	—	0.02	0.0183

とにより、系全体としての特性や、実験1の2次元の結果と比べて、その整合性を検討する。

実験4・・・乱流中全径間模型実験

実験3と同じ目的で、より自然に近い乱れの中での挙動を推察した。

3. 実験結果

(1) 2次元剛体模型実験

図-3、4より一様流中では迎角 0° で、ほぼ安定していることがわかる。迎角 $+3^\circ$ においては、高風速（実橋換算 110m/s 以上）で振れフラッターが発生している。迎角 $+5^\circ$ においては比較的低風速（同 20m/s 前後）で、たわみ、振れの渦励振が発生し、 $+3^\circ$ のときよりもかなり低風速（同 85m/s ）で振れフラッターが発生している。格子乱流中では迎角 $+5^\circ$ において一様流中のときに見られた渦励振、振れフラッターなどはなくなり、パフエッティングがおこっていることがわかる。

(2) 全径間模型実験

図-5より一様流中では、迎角 $+5^\circ$ においてたわみの渦励振が発生しており、振れフラッターの発生風速については、無次元風速でおよそ35と評価され2次元の実験とほぼ一致しているものと考えられる。また、図-6より乱流中において、実風速 100m/s 以下の風速域では渦励振、振れフラッター等の有意な振動応答は検出されず、図-3、4に示された2次元剛体模型と同様にパフエッティングのみが発現した。なお、無次元風速 $U/f_p D=62$ 付近より振れフラッターが発現したが実風速 185m/s に対応し、現実には十分空力的に安定といえる。

4. あとがき

以上示した実験結果により、猪名川大橋の桁部の基本的空力特性として、風の迎角によって渦励振や、振れフラッターが発生すること、また乱れにたいしては敏感であることなどがわかった。さらに、一様流中、迎角 $+5^\circ$ における2次元模型と全径間模型の実験結果の比較から両者の間で、整合性が認められた。

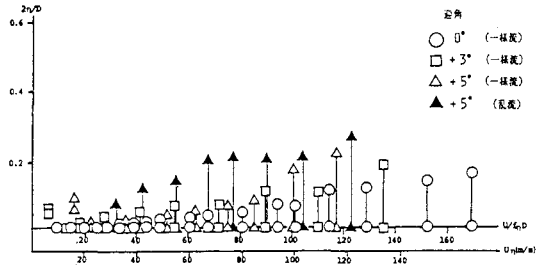


図-3 2次元模型応答図（たわみ）

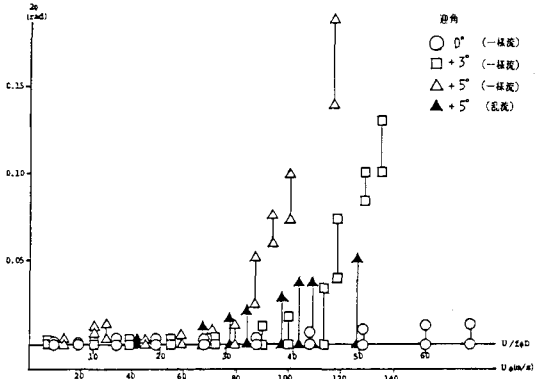


図-4 2次元模型応答図（ねじれ）

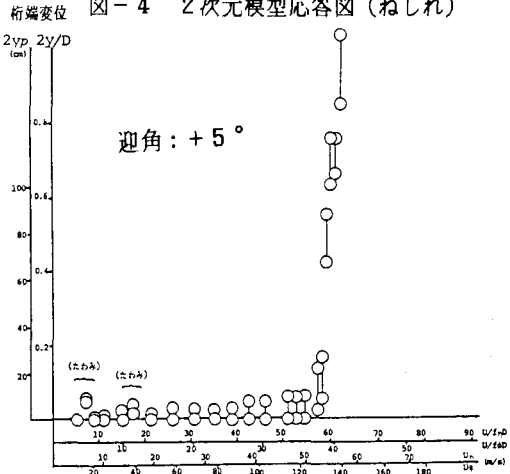


図-5 3次元模型応答図（一様流）

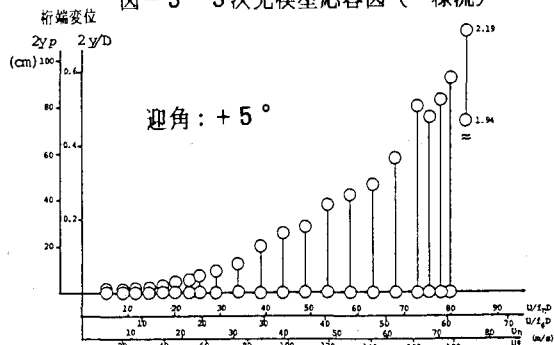


図-6 3次元模型応答図（乱流）