

I-324

長大斜張橋主塔部の Gondolaleil 設置による

空力特性変化に関する実験的考察

京都大学工学部 学生員○辻井正人

京都大学工学部 正員 白石成人

京都大学工学部 正員 松本 勝

京都大学工学部 正員 白土博通

阪神高速道路公団 正員 石崎 浩

1. まえがき 現在、建設が進められている長大斜張橋主塔部(中央径間485m,高さ150m)は、美観上の点から水平材がかなり低い位置に設置されており、水平材より上部約80mは2本の主柱が独立した状態となっている。そのため空力的に不安定な状態に陥りやすく、その制振対策が必要となっている。これに関する過去の一連の研究から、主塔断面に隅切りを設けることによる制振効果が確認され、最も安定化する断面形状を実験的に見いだすことができた。しかし、実物系では、主塔側面に Gondolaleil が設置されるために、空力特性の変化が予想される。従って、このレールの設置も踏まえた上での耐風安定性を図らねばならない。そこで本研究では先の安定化された断面を対象に、Gondolaleil の取り付け位置による振動特性の把握と、その空力安定化を試みた。

2. 3次元弾性全体模型空力特性 実橋の1/130縮尺主塔模型(図1)を用いて実験を行った。Gondolaleilを設置しない隅切り付きの基本断面(図2;原型の矩形断面も併載)の応答は渦励振がみられるものの、ギャロッピングは発生せず、かなり安定した特性を示すが、Case 1(図3)では無次元風速 $U/fD=10$ 付近から渦励振が発生し、20~30付近からそのままギャロッピングに移行して発散している。また、Case 2(図4)ではギャロッピングが $U/fD=40$ 近辺で発生している。次に

Case 3(図5)では渦励振は発現するが、大きな発散振動は認められず、基本断面の振動応答と類似した特性を示しており Gondolaleil の設置

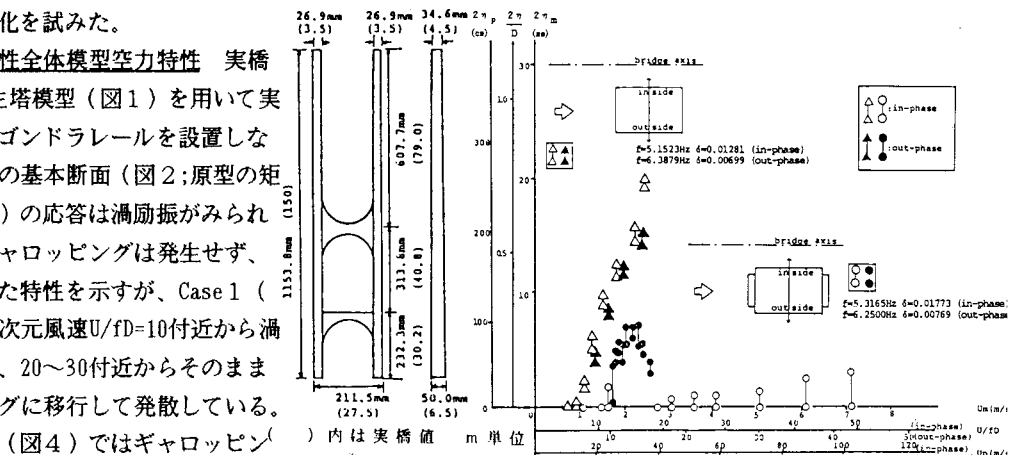


図1 3次元実験模型

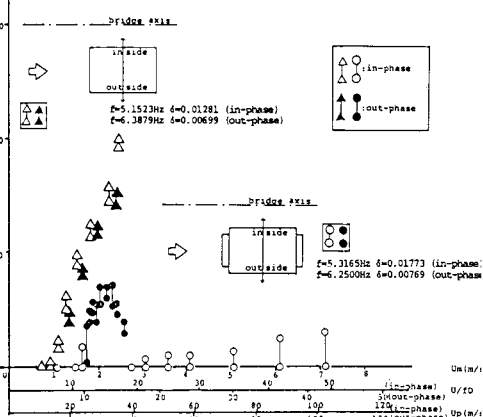


図2 3次元模型応答図(矩形断面 & 隅切り基本断面)

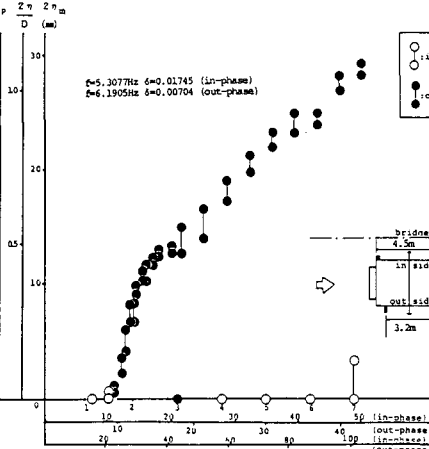


図3 3次元模型応答図(Case1断面)

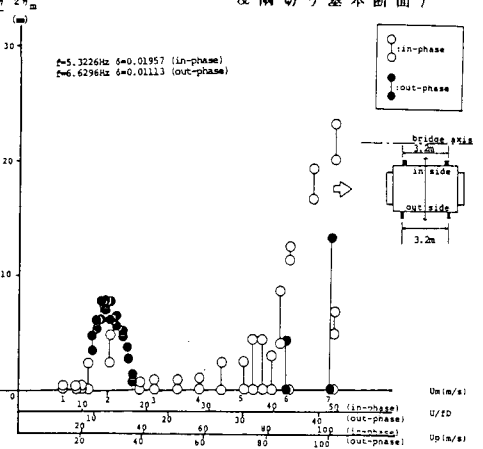


図4 3次元模型応答図(Case2断面)

位置として空力的に有効的であるといえる。また、この断面については、 5° と 10° の風向迎角をつけた状態および乱流における状態でも空力的に安定することが実験により確認できた。このように Gondolaleil の位

置に対して振動応答はきわめて敏感に反応し、設置位置の検討は慎重に行わなければならないことが知られる。

3. 2次元剛体模型空力特性 3次元実験の結果から効果的なゴンドラレールの位置を示すことができたが、模型の縮尺上の関係より、ゴンドラレールを矩形断面の角材で代用せざるをえなかった。しかし、実際のゴンドラレールは図6に示すようにL字型とI字型の形状をしている。よって、この実際の形状による空力特性が先の3次元実験の結果と相違が生じる可能性は十分に考えられ、この影響を検討するために、形状を忠実に再現させたレールを2次元剛体模型(縮尺1/80, 塔基部上90%高さ)に設置してたわみ1自由度の実験を実施した。この実験結果の例として、Case 1の設置位置を取り上げ、実物形状を用いた結果と矩形角材のそれとを比較して図7に示した。

これによれば、両者ともほぼ同じ風速域で渦励振が発現するのに対し、ギャロッピングの発振風速が大きく異なっており、振動応答の相違性がみられた。実物形状の発振風速は実橋換算値 $U_p=40\text{m/s}$ であり、この設置位置では空力的

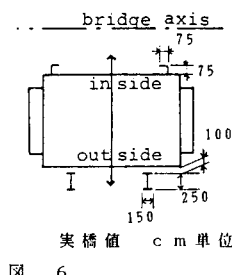


図 6 ゴンドラレール形状図

にかなり不安定であると考えられる。次に3次元実験で安定化したCase 3の設置位置に実物形状のレールを取り付けた2次元振動応答の結果(図8)をみると、渦励振に関しては3次元実験と同様に発生するが、ギャロッピングは、3次元模型では生じなかったのに対して、2次元模型では高風速域で発生している。これは両実験の性格の違いや、レールがエッジから少し離れた微妙な位置にあるためと考えられるが、2次元実験から推定すれば、発振風速は $U_p=100\text{m/s}$ と、かなりの高風速のため、実際上は問題はなく、十分安全であると判断できる。

4. 結論 流れの前縁剥離を抑えるために隅切りを施した主塔は、ゴンドラレールの設置により、空力特性が敏感に変化する。この断面の安定化を図るために3次元弾性全体模型でレールの代わりに矩形角材を用いた実験により、効果的な断面形状が存在することが分かった。さらに実物形状のレールを設置した2次元剛体模型実験により、振動応答を調べたところ、この安定断面は、3次元の結果とやや相違はみられるものの、空力的な安全性が確保されることが判明した。

なお、本研究遂行にあたり、新日本製鉄の小林茂雄氏の多大な御尽力に対し感謝の意を表します。

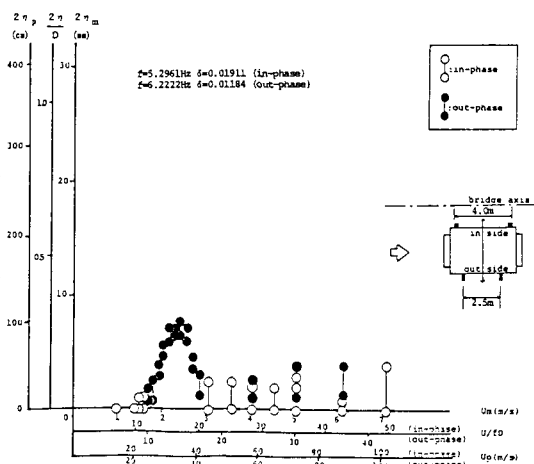


図 5 3次元模型応答図 (Case 3 断面)

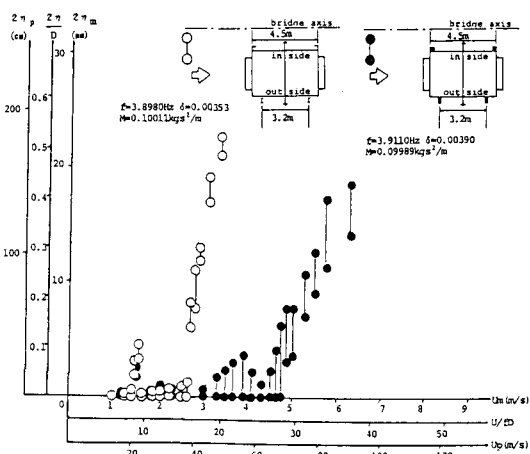


図 7 2次元模型応答比較図 (Case 1 断面)

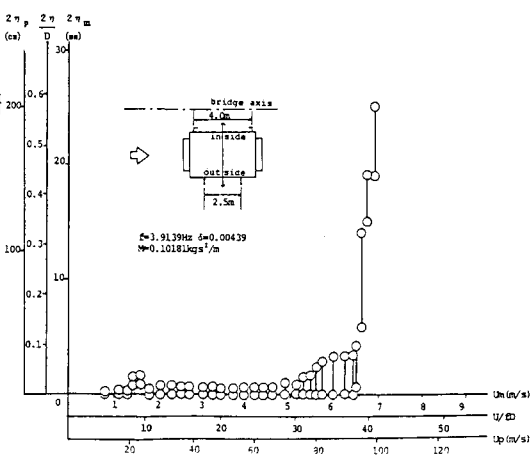


図 8 2次元模型応答図 (Case 3 断面)