

I-262

有明西運河橋(仮称)の風洞実験

首都高速道路公団

正員 椎名陽一

同上

正員 富永博夫

㈱オリエンタルコンサルタンツ

正員 葛西俊二

1. まえがき

首都高速12号線の有明西運河橋は、4径間連続の曲線鋼床版箱桁ラーメン橋である(図-1)。本橋は、最大支間長230mを有し、最低次の固有周期が2秒を超える可撓性に富む構造であること、幅員が18.2mと一定であるものの、桁高は3.6m~10mと変化し非常にずんぐりした断面形状となること、また海上から約40mの高さに橋桁が架設されるため、乱れの小さな強い風が作用することが懸念され、耐風安定上不利な橋梁であることが予想された。耐風性の検討では、本橋が曲線の変断面桁であるといった3次元性の極めて強い構造形状であることから、部分模型および全径間弾性体模型を用いた風洞試験を実施した。また、将来的には一部の区間に防音壁を設置することも考えられるため実験ではこの影響も併せて調査することとした。ここでは風洞実験の概要を実験経過に沿って報告する。

2. 設計断面の対風特性

風洞試験は最初に、一樣流中において断面の非対称性(片勾配)、防音壁設置の有無、橋軸方向の桁高変化等を考慮した部分模型(縮尺1/80、桁高4種類)により設計断面の耐風安定性を調査した。その結果、風向および迎角について、最も厳しい耐風性状をもたらすのは円弧外方向からの吹き上げの場合であり、①風速30m/s付近でギャロッピングが発生し桁高が高いほど限界風速は低くなる、②防音壁が風上側(両側)にある場合には限界風速はさらに低下する、③渦励振は円弧外方向からの場合最大振幅が大きい等が判明した。

次に対策を検討した結果、高風速でのギャロッピングは、ウェブ下方にある角度をもって設置するスカートが有効であることが確認できた。また、渦励振に関してはさらに検討を行うこととした。

3. 3次元風洞試験による検証

以上の結果を基に本橋の3次元性効果および自然風の影響等、実橋での振動性状をより正確に調査すべく、全径間弾性体模型(縮尺1/100)により一樣流および乱流中試験を実施し、上記対策断面の検証を行った。その結果は表1に示すとおり、

- (1) 下部スカートを設置した場合、ギャロッピングは抑制できるが、15m/s付近より大きな渦励振が発生している。渦励振の振幅は構造減衰および気流の乱れの増大により安定化する傾向にある。
- (2) 乱流中では高風速域において気流の乱れに起因するパフェッティング応答が増大する傾向にある。

したがって、耐風性の評価では渦励振およびパフェッティングに対して構造減衰および気流の乱れの評価を適切に行うことが重要となる。このうち、高風速域のパフェッティングに対しては確率統計的な検討を行った結果、対策断面において応力的な問題がないことが確認された。

4. 渦励振対策

渦励振については、風の乱れが小さい場合を想定し、さらに一樣流中で部分模型により空力的対策案(表-2)の検討を行った。その結果は図-2に示すとおり、

- (1) 床版上の流れ制御が渦励振対策に重要であるが、ある高さの防音壁を付与した場合には応答振幅は増加し、わずかな防音壁形状の変更程度では制振はむずかしい。(I-A~D)
- (2) 壁高欄上に空力的な制振装置を付与する場合、渦励振を完全に制振することは困難であるものの、約1/3程度まで振幅を抑制することが可能であり、II-Dタイプ等が有力な対策案のひとつとなる。

5. まとめ

実験結果より、充実の壁高欄あるいは防音壁がある場合、空力的にギャロッピングと渦励振を同時に制振することは容易ではない。本橋では、ギャロッピングに対し中央径間の箱桁側面の下方に下部スカートを設

置して安定化を図ることとし、渦励振に対しては現段階で不確実な要素である実橋の構造減衰を検証した後、現地風観測結果等を考慮し、その結果に応じて対策の必要性を検討することとしている。

最後に風洞試験の実施および対策案策定にあたっては、横浜国立大学宮田利雄教授ならびに山田均助教授から懇切なるご指導を頂戴した。ここに深甚なる謝意を表します。

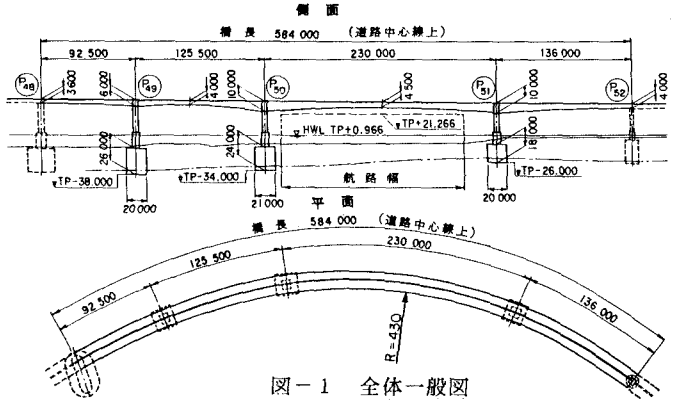


図-1 全体一般図

表-1 構造減衰と気流の乱れの影響(全径間弾性体模型試験)

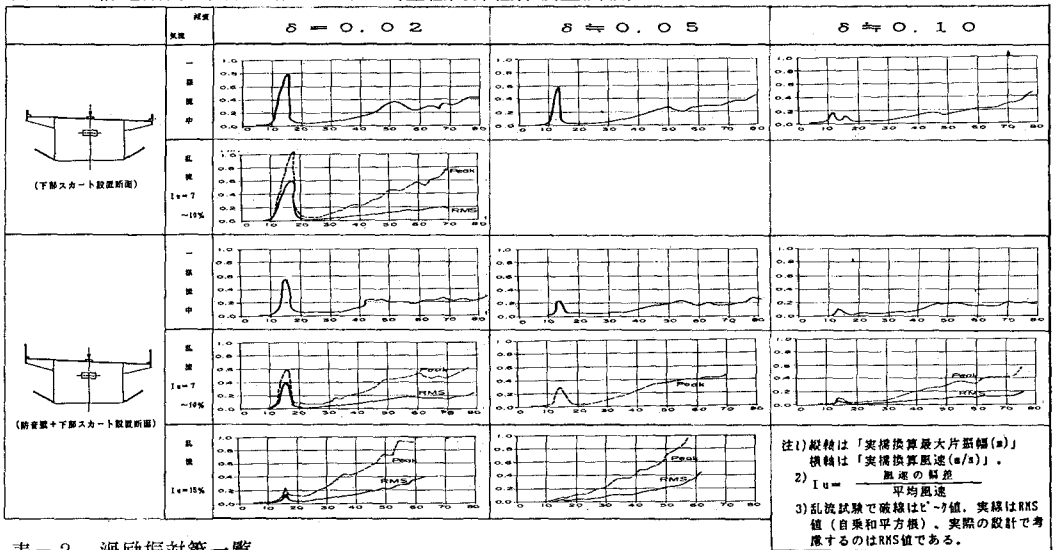


表-2 渦励振対策一覽

防音壁形状の変更	壁高欄上に制振対策を付加
I-A	II-A
I-B	II-B
I-C	II-C
I-D	II-D
	II-E

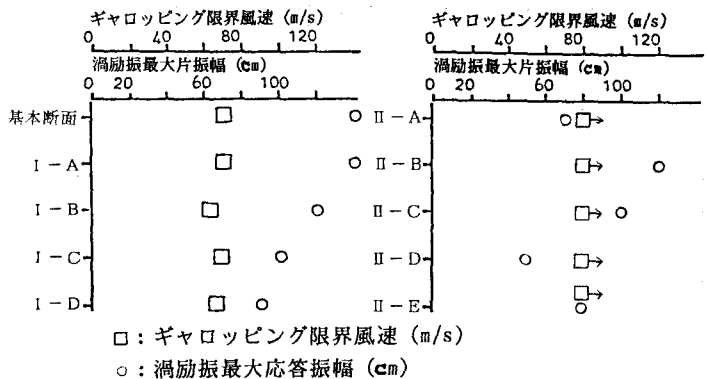


図-2 渦励振対策の結果-ギャロッピング限界風速(m/s)と渦励振最大応答振幅(cm) ($\alpha = -3^\circ, 0^\circ, \delta = 0.02$)

参考文献

- 1) 宮田, 山田, 半野, 葛西: 「ある一箱桁橋の耐風挙動に関する研究」 構造工学論文集 Vol 37A 1991.4
- 2) 宮田, 山田, 葛西, 半野: 「ある橋梁の空力振動に関する制振と機械的制振」 振動制御に関するコロキウム1991.7