

阪神高速道路公団	正員	○石崎 浩
東京大学	シ	伊藤 学
阪神高速道路公団	シ	江見 晋

1. まえがき

大阪湾岸道路計画の一環として大阪府下の大和川を渡河する長大斜張橋(中央支間355m)が建設されようとしているが、本橋の耐風安定性を調査するために全橋模型による風洞実験を行った。本橋の主桁断面形状は、ドイツの斜張橋や我国においても未広大橋、豊里大橋、かもめ大橋、新水郷大橋等に採用されている逆台形箱型(図-2)である。実験は東京大学工学部の全橋模型用低風速風洞を用いて、縮尺 $1/25$ の模型により行なわれた。また、この実験に先立ち主桁部分だけを取りだした同縮尺の部分模型による風洞実験と京都大学(白石教授担当)において行った。本報告は逆台形箱桁を主桁として有する斜張橋の耐風安定性について全橋模型風洞実験結果とともに、部分模型風洞実験結果も考慮に入れて述べるものである。

2. 実験

全橋模型は、力学的相似と幾何学的形状の相似の双方を確保するため、桁と塔については、断面性能と断面中心に沿って位置する鋼性剛性棒によって受けもたせ、幾何学的形状はアルサ材外板によって形成させた。この外装材は、一定間隔でラワン材芯材によって剛性棒に固定されるが、断面性能には奇巧とせないために、橋軸方向には一定間隔ごとに縁を切っている。ケーブルは、所要断面性能に近いと思われる鋼線を用い、橋脚も所定の形状に再現した。また、水面位置に相当するところに木製の地面板を設置した。このようにして製作された模型は実橋との相似においてはほぼ満足されたが、自由振動実験の結果得られた模型の固有振動数は所要値より曲げ対称一次モードにおいて3%小さく、ねじり対称一次モードにおいて35%程度大きかった。また、構造減衰率は目標値を0.03に置いたのに対して、曲げ対称一次モードでは0.04、ねじり対称一次モードでは0.05であった。

送風実験は部分模型風洞実験の結果とふまえて、次の各ケースの組合せに対して行った。

- a) 風洞気流 一樣流、乱流 b) 迎角 $0^\circ, 3^\circ, 5^\circ, 7^\circ$
 c) フラップ 有り、無し d) 風速 $1.5 \text{ m/s} \sim 10 \text{ m/s}$ の範囲で適宜段階的に設定

上記の乱流は、木製格子を風洞吹出口に設置することにより発生させ、乱れの強さは風向方向に9~12%、鉛直方向に、7~8%、乱れのスケールは風向方向に4~5cm、鉛直方向に1~2cmと推定された。フラップは、図-3に示すような形状とした。

3. 実験結果および考察

図-4~6は各実験ケースの中から代表的なものについて、風速と主径間中央のたわみおよびねじりの関係についてプロットした、いわゆるV-A図である。一樣流中での実験では、迎え角が 5° 以下の場合、渦励振は発生しないが、迎え角が 7° 以上になると図-4に示されるような曲げ対称一次、曲げ

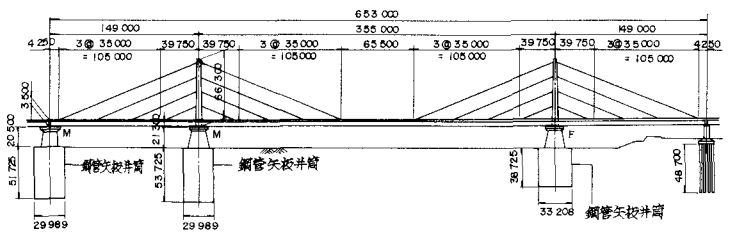


図-1 大和川橋梁一般図

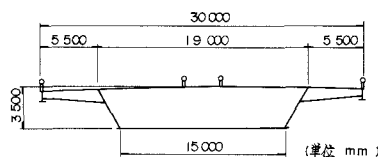


図-2 主桁断面形状

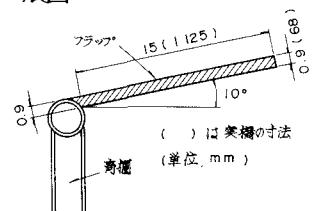


図-3 フラップの形状

対称二次およびねじれ対称一次の振動モードで、共振をみた。また、迎え角が 5° 以上で風洞風速が 8.5% 付近に達すると、ねじれ一次振動が発生し、これは風速上昇に従って振幅が急激に発散するねじれフラッターと考えられる。この現象は、図-4においてもみられる。図-5に示すフラップを付けた場合には、フラップの無い場合とはほぼ同じ風速域で限定振動が発生するが、その振幅はかなり減少している。また、風洞風速 9% 付近より、やはりねじれフラッターを生じ、しかもその発散の様相はフラップが無い場合より激しい。

図-6は乱流中の実験結果を示しているが、フラップの有無にかかわらず渦励振は発生せず、対称一次モードを主体とするバフティング振動が、風速と共に増大していく。このバフティング振動は、迎え角が $1^\circ \sim 7^\circ$ のいずれの場合にもみられた。以上の実験結果より、主な結論は下記のとおりである。

- 一様流のもとで、フラップのない断面は、風の迎え角が 7° の場合に渦励振を生じ、曲げ対称二次の振動が最も大きい。また、フラップを付設することにより渦励振は顕著に抑制される。
- 気流の乱れの存在は渦励振を大きく減殺し、ねじれフラッターの発達をやわらげる。
- 一様流のもと、かなりの高風速（実橋で、 70% 以上）で、しかも風の迎え角 5° 以上の場合、ねじれフラッターが発生する。ねじれフラッターの発現風速は設計限界風速を超えている。
- 部分模型実験結果と全橋模型実験結果とは、基本的には対応がよいと考えられるが、渦励振の発振風速など部分的にはその整合性について検討すべき点が残されている。
- 基本固有振動モード以外の高次の振動モードも観測しえたことは、三次元風洞実験の特徴を発揮することができた。

<参考文献>

- 1) 白石、松本：斜張橋の耐風安定性に関する研究、財団法人防災研究協会（昭53・3）
- 2) 伊藤、宮田：長谷間斜張橋の耐風安定性に関する研究、東京大学工学部土木工学科（昭和53・3）

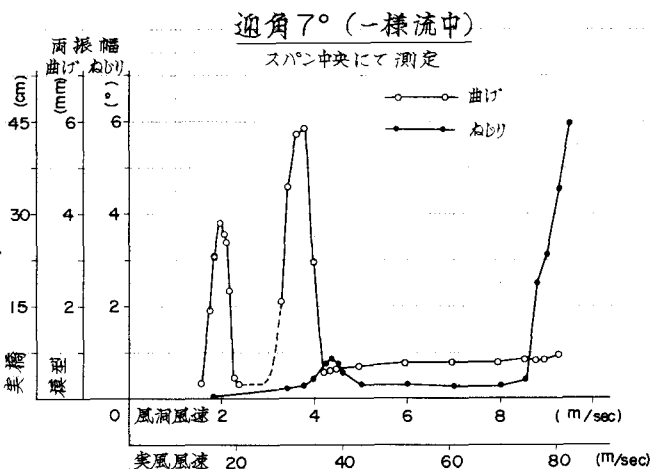


図-4 V-A図

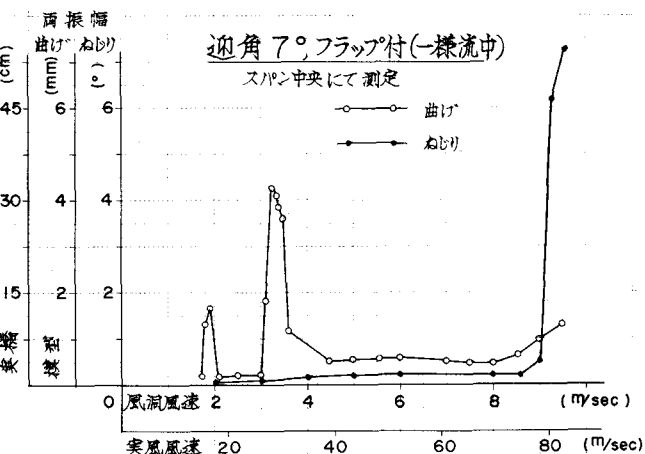


図-5 V-A図

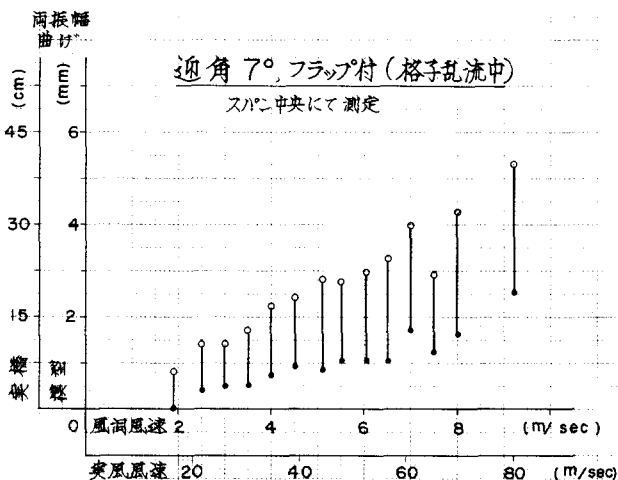


図-6 V-A図