

本回公開向島工事事務所

香川 祐次

川田・日立住重・東骨共同企業体 正会員 北島 彰夫

川田・日立住重・東骨共同企業体 正会員 前田 研一

1. まえがき 因島大橋は中央径間長770mの3径間単純支持吊橋であり、本吊架橋計画において最初に完成させ、その完成時点では扇門橋(中央径間長712m)¹⁾を越えて東洋一となる長径間吊橋である。したがって、当初より種々の試験が計画され、補剛桁架設時の耐風安定性の検討に対しても、風洞模型試験、および、自然風による常時微動法を用いた実橋振動試験が実施された。本文は、因島大橋補剛桁架設時振動試験について、計測基地における集中計測システム、および、現場事務所における現場解析システムの概要と特色を説明し、その試験結果を報告するものである。さらに、2次元バネ支持模型試験結果²⁾との対比により、実橋の補剛桁架設時の耐風安定性を検討した結果についても報告するものである。なお、本振動試験では、対象とする架設ステップが限定され架設の進行状態との格みで良好な耐風の条件を必ずしも満足できないことが予測されたことから、補剛桁上に超音波風速計を設置して空力減衰の影響を推測し、構造減衰のより信頼性ある測定値を求めているが、空力減衰の影響の評価、自然風の特徴などについては、別に詳細に述べることにする³⁾。

2. 計測システムの概要と特色 本振動試験においては、非常に長周期の常時微小振動を対象とし、しかも、測定効率化を考えた主塔下に計測基地を集約して設けたことにより、測定点との距離が最大約1200mとなったことから、ノイズ等の問題に対処するために、市販のサーボ型加速度計に生じる微小電圧を測定点の近傍に設置した前置増幅器で10倍に増幅した後に計測基地に設置した特殊なフィルターを有する増幅器に導く方式を採用した。そして、これらの2種の増幅器(前計測基地に設置)の開発に際しては、建設省土木研究所の指導の下に種々の性能試験を実施して性能を確認した。計測基地には14chのアナログデータレコーダ2台を置き、加速度記録(最大22点)、風速記録(3点)を収録したが、記録の同時性を検出するためにパルス発生器によるマーカーもそれぞれに同時収録した。また、測定は、周波数分析器、バンドパスフィルターを介した波形測深器および電磁オシロにより、記録振動の周波数、波形をモニターしながら行った。なお、本試験において新たに開発された集中計測システムは、今後の長径間橋梁の振動試験においても重要な役割を果たすことができるものであると思われる。

3. 解析システムの概要と特色 本振動試験においては、測定データの即時処理を考慮し、次のような現場解析システムを現場事務所内に導入した。すなわち、まず、データレコーダによって計測記録を再生し、マイコンを用いて時間間隔(0.2sec)、データ個数(4096個)等を入力してオフラインでA-D変換を行った。さらに、ディスクに書き込まれたデジタルデータを通信回線を介してホストコンピュータにオンラインで転送し、マイコンからの実行指示によって、データの並べ替え、調整等の処理をした後にスペクトル解析および自然風の特徴値計算を行い、それらの結果をマイコン側に逆に転送した。最後に、ディスクに書き込まれた結果をプリンターに出力およびX-Yプロットに描画した。ただし、対数減衰率の算定はハーフパワー法によった。なお、本試験において導入された現場解析システムは、同様の実施例は未だ少ないが、集中計測システムとともに今後の長径間橋梁の振動試験においても十分な機能を発揮するものであると思われる。

4. 実橋振動試験結果とその考察 試験結果の一例として、図-1に示す架設STEP-9の架設状態において得られたものを図-2~4に示す。ここに、図-2、3は、補剛桁上中央径間1/4点の水平方向、鉛直方向加速度のパワースペクトルであり、算定した固有振動数の値なども併記してある。また、図-4は、フーリエ位相スペクトルから求めた固有振動モードの測定値を計算値とともに示すものであり、固有振動数の測定値、計算値および構造対数減衰率の測定値も同時に示してある。なお、計測時は橋軸直角方向平均風速190m/secの微風状態であった。

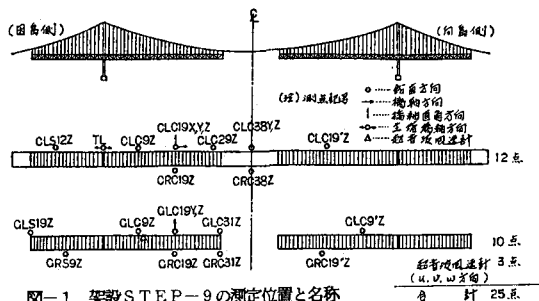
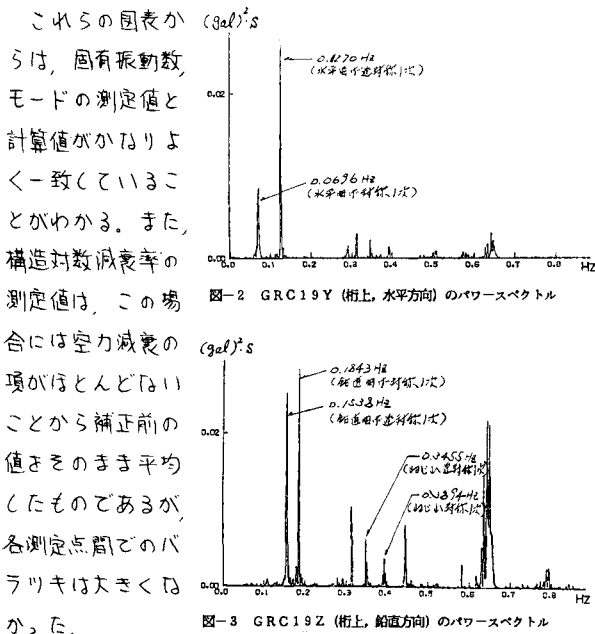


図-1 架設STEP-9の測定位置と名称



5. 風洞模型試験結果との対比による耐風安定性の検討

実橋の耐風安定性の検討は、全橋風洞模型実験と二次元バネ支持試験の両者のうち、安全側の結果が得られた後者との対比による。図-5は、対称一次振動の V_p-S_0 曲線を示すものであり、模型の振動数、対数減衰率などを併記している。報告書によれば、ねじれの卓越したフラッターが生じ、対称一次よりも対称一次の方が発現風速は低いとされている。そこで、ねじれ対称一次振動に着目して図-4、5から実橋の固有振動数、構造対数減衰率と模型のそれらとを比較すれば、発現風速が幾分は低下することが推測されるが、図-5より推定した値は約60m/secであり、架設時の迎角 0° における股昇風速46.6m/secを下回る程ではないことがわかる。

6. あとがき 本文にその一部を示した試験結果、種々の考察の結果からは、本橋が風洞試験時に仮定した剛性、構造減衰率ほぼ満足し、簡別桁架設時に十分な耐風安定性を有することが確認されたといえる。最後に、本試験にあたり、常に適切な御指導を頂いた土木研究所・成田信之・企画部長に對し心より御礼を申し上げます。

<参考文献> 1)日本道路公団編：関門橋工事報告書、土木学会、1977。 2)本四公団向風工事事務所・川田 日立 住重 実貴 共同企業体編：関門大橋簡別桁架設時風洞試験報告書、昭56.10。 3)倉川 崇平・米田 昌久：関門大橋簡別桁架設時振動試験に伴う自然風測定、本論文発表集、1983。

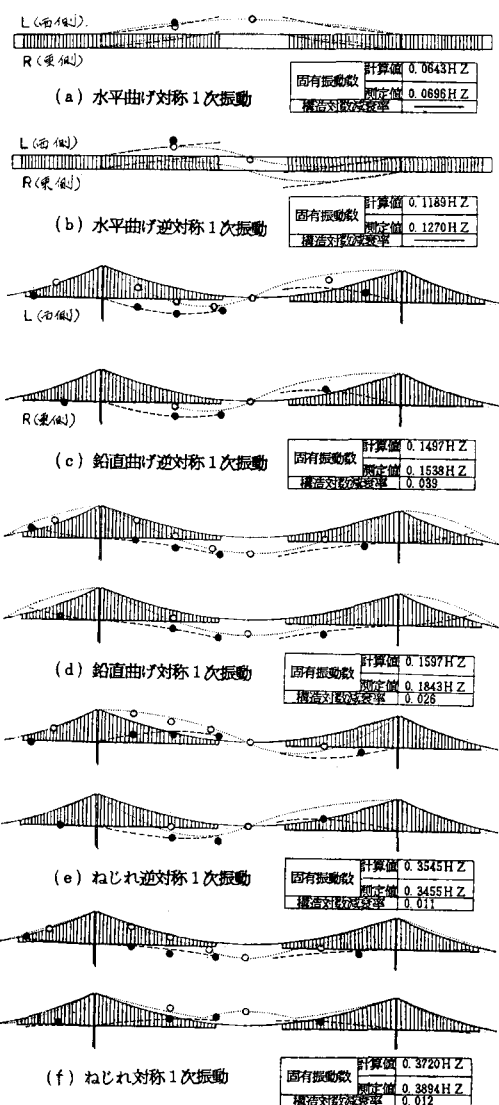


図-4 固有振動モード。おおよび、振動数、構造対数減衰率

