

I-343

真川水路橋の耐荷力調査と振動実験

佐藤鉄工（株）○正員 沼田 哲彦

佐藤鉄工（株） 岩口 英司

佐藤鉄工（株） 松田 智史

1. まえがき

本調査は北陸電力（株）小見・松ノ木・足羽の各発電所の長期間経年した水路橋の安全性について、総合的に検討評価するため現状調査、振動実験および立体解析を行い残存耐荷力を推定したものである。

ここでは調査した4橋のうち小見発電所真川水路橋について報告する。真川水路橋は富山県立山町と大山町の境界に位置する真川に架かるアーチ支間88mの中路式ブレースドアーチである。竣工は昭和6年で約60年経過しているが、当初は現状の路面位置に砂防工事用軌道（トロッコ）を通していた。その後軌道が路線変更になり、木床版を敷いて車が通れるように変更した経緯がある。

架橋当時の資料がないため設計荷重や構造寸法等は不明である。したがって、現在通行車両に対し5tの荷重制限がなされているが根拠は明確ではなく、耐荷力を計算して制限荷重が妥当かどうかについても照査しておく必要があった。

2. 現地調査

現地調査は外観、寸法、材質の調査と載荷実験を実施した。

（1）外観調査：部材の変形、変状、腐食、塗装の変状（退色、剥離、錆など）について目視調査した。

（2）寸法調査：橋の外形・部材寸法を測定した。板厚は超音波測定機を用い、表面腐食量はモデリングコンパウンドによって測定した。

（3）切取調査：アーチ材と上横構部材の一部を切取り、引張り、曲げ、成分分析を実施した。

（4）載荷実験：総重量13tのトラックで実橋の静的・動的載荷実験を行い応力度と固有振動数を測定した。

3. 応力計算

応力計算、振動解析ととも有限要素法による汎用静的・動的解析プログラムSAP-V2を使用して立体骨組で解析した。計算ケースは水重、活荷重、温度変化、積雪荷重を組合わせて5ケースとした。

応力計算結果をまとめると概略次のようになる。

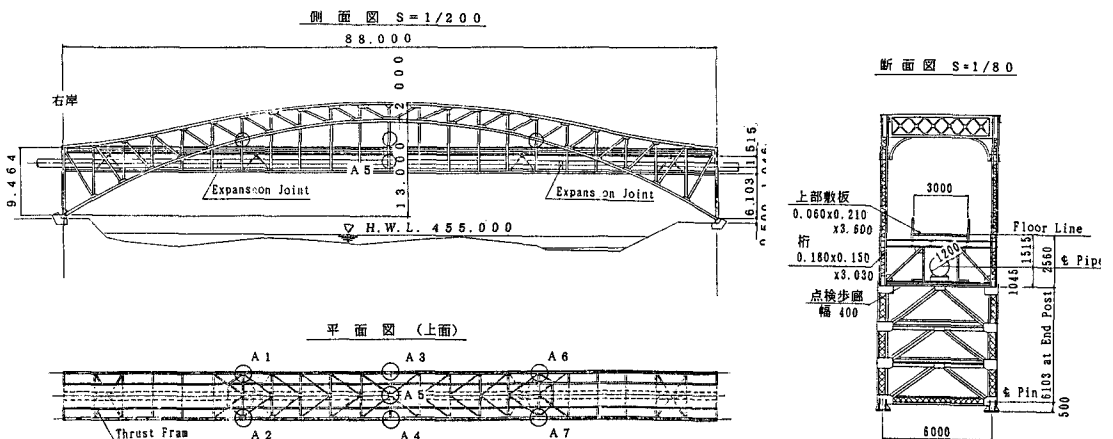


図1 一般図（加速度計配置）

- ①主構造の活荷重に対する強度は一等橋の活荷重(T-20)の3倍以上の耐力があることがわかった。
- ②二次部材は上下横構、アーチ対横構ともに余裕があるが、右岸の端柱ブレースは既往の横荷重により座屈している。構造的にみても横荷重に対して弱点となると考えられるので補強の必要がある。
- ③床組は木床版であり大型車両の輪荷重に耐え得る状態ではない。

4. 振動測定および解析

実橋の静的・動的載荷実験を行い応力度と固有振動数を測定した。起振は、ウェイトを積んだ総重量13tのトラックの後輪を台木から落下させて行った。

図2の実測波形から固有振動数は3.19(C/S)となる。支間中央のA3・A4・A5の波形は振幅が小さく、両側の支間1/4点のA2とA6、A1とA7の波形の谷と山がそれぞれ逆になっていることから、逆対称形の2次振動モードが卓越していることがわかる。

立体解析モデルは、正確に現橋を再現するため、主構造と二次部材のほぼ全ての部材を入力して振動解析を行った。その際に質量マトリックスのデータとなる各部材の質量は断面積から自動計算させた。

実橋の起振方法に関して、当初車輪落下後のトラックの板バネの振動が橋梁本体の振動に及ぼす影響が心配されたが、実際には落下後3～4秒で定常振動となり比較的安定した波形を得ることができた。振動は起振から約12秒でほぼ終了した。

固有振動数は、振動実験の結果(3.19Hz)と有限要素法による理論値(3.25Hz)とはよく一致している。このことは、構造系には下部工の不等沈下や移動による大きな付加断面力は作用していないことを示している。

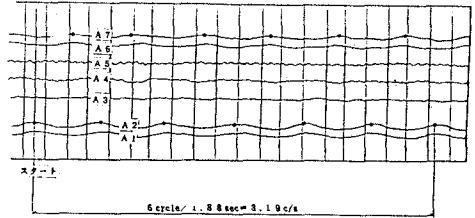


図2 実測波形



図3 モード図(2次)

振動モード	固有振動数		比率	備考
	実測値	解析値		
1次		1.60		面外モード
2次	3.19	3.25	0.982	逆対称モード
3次		3.27		面内モード
4次		3.37		面内外複合
5次		3.60		

注) 比率は(実測値) / (解析値)

5. まとめ

他の調査対象水路橋3橋の中には架橋後67年経過している橋が2橋あり、検討した結果補修・補強が必要となった。腐食状況は孔腐食が進行しており、測定板厚と試験結果から腐食鋼材の評価方法として元板厚を10%低減して強度計算を行った。

真川水路橋は、端柱のブレースング以外は特に補修・補強の必要な箇所はなく全体として健全であった。その理由として水路が開水路でなく鉄管であること、機能上弱点となり易いローラー柵や伸縮装置がない、通気がよいなどの構造的な特徴があげられる。

一箇所25点の板厚測定にはデジタル表示の超音波板厚計を使用したのが、多量のデータを早くかつ正確に測定できた。

応力測定値は計画時の考慮不足により結果として満足なデータが得られなかった。それは、レーシングバーやタイプレートで主部材をリベット結合している場合、単純な軸力部材であっても部材各部の応力分布が相当ばらつくことによる。今後リベットによる組合せ部材の応力測定を行う場合は、応力分布状態が詳細にわかるようにゲージを配置する必要がある。

また橋梁の固有振動数を調べることは健全性の判定の他に、補修・補強による効果の判定にも有効である以上のような観点から本報告が今後の調査と耐用性判定の参考になれば幸いである。