

アーチリブ架設時における振動特性

名古屋大学 正 加藤雅史 ○ 中部復建働 正 田中信治
 ビー・エス・コンクリート 正 大浦 隆

1 まえがき

城址橋は、新潟県の佐渡島において計画された支間82mの非対象アーチを有する鉄筋コンクリート固定アーチ橋である。本橋のアーチリブ架設には、種々検討した結果、鋼管内にコンクリートを充填し合成柱として用いる、世界に例のない合成アーチ巻立て工法（CLCA工法）が採用された¹⁾²⁾。本施工法は、施工途中においてアーチリブの構造系が、① 2ヒンジ鋼管アーチ、② 2ヒンジコンクリート充填鋼管アーチ、③ 固定コンクリートアーチ、と変化する。振動特性を把握することにより、各施工段階のアーチリブおよび充填コンクリートの剛性を評価するため振動測定を行った。今回①・②の段階の振動測定と解析により比較検討を行ったのでその内容を報告する。

2 振動測定方法

本橋の完成形の側面図およびアーチリブの測定点を図-1示す。振動試験方法はいくつかの種類があるが、鋼管アーチ閉合時、充填コンクリート打設後とも、①常時微動法、②衝撃加振法、③人力加振法、の3種類の加振法による振動データを測定した。

3 振動測定および解析結果

測定データを、スペクトル解析によってデータ処理する。スペクトル解析結果より各データのパワースペクトル値がピークを示す卓越振動数を読み取り整理し、次にそれぞれの卓越振動数付近のパワースペクトルデータより、Half-Power-Method によって減衰定数を計算した。以上より各成分データごとの卓越振動数、減衰定数を整理し位相角等を総合的に検討し、固有振動数とその振動モード及び減衰定数を推定した。得られた固有振動数は、充填前において面内振動が1～2次、面外振動が1～3次の計5個であり、充填後において面内振動が1～2次、面外振動が1～4次の計6個である。充填前、充填後とも考えられるケースをモデル化し3次元固有値解析を行った。充填前の測定結果および解析結果を表-1に、充填後を表-2に示す。

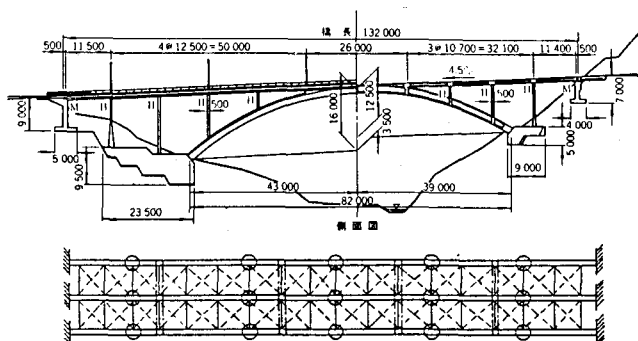


図-1 一般図および測定点

○は測定点 ×は仮設材H鋼 ×は仮設材単管を示す

次数	解析ケース1 (仮設材なし)	解析ケース2 (仮設材H鋼)	解析ケース3 (斜部材単管)	実 測 結 果
1	0.425 Hz (面外1次)	0.689 Hz (面外1次)	1.378 Hz (面外1次)	1.34 Hz (面外1次)
2	1.084 Hz (面外2次)	1.284 Hz (面外2次)	1.703 Hz (面内1次)	1.50 Hz (面内1次)
3	1.851 Hz (面内1次)	1.774 Hz (面内1次)	2.583 Hz (面外2次)	2.64 Hz (面外2次)
4	2.137 Hz (面外3次)	2.295 Hz (面外3次)	3.634 Hz (面内2次)	3.08 Hz (面内2次)
5	3.536 Hz (面外4次)	3.499 Hz (面外4次)	4.376 Hz (面外3次)	4.00 Hz (面外3次)
6	4.068 Hz (面内2次)	3.885 Hz (面内3次)	6.075 Hz (面内3次)	—

表-1 充填前測定および解析結果

4 比較検討

充填前において、表-1からも判別できるように、実測値と最も適合しているのは解析ケース3である。解析ケース1および2と実測値とを比較した場合、解析結果では2次の振動まで面外振動であり3次の振動で初めて面内振動が現れる。しかしながら実測では2次の振動数として面内振動が測定された。これは解析ケース1, 2における面外方向の剛性が実橋より小さく計算されたためと考えられる。そのため解析ケース3においては実橋の架設状態に適合させるため、1つの部材としては、わずかな剛性しか持たない単管を各接点に連結させることによって、面外方向の剛性を正しく評価できたと考えられる。又解析値の面内振動数と実測値とでは少しずれがあるが、これは実橋において仮設用の階段、手すり等あまり剛性のない部材が載っており、これらの重量を解析にうまく反映できなかったことが原因と考えられる。

充填後においては、表-2より仮設用部材の単管はコンクリート充填後においても橋梁全体の面外方向の剛性に大きく寄与していることがわかる。解析ケース1～4の結果について大まかに分類すると、面外方向については1次から概ね3次までは、振動数および振動モードもほぼ実測値と対応している。面内方向については、支持条件によって大きく解析値が異なり、解析ケース2, 4のように全てを固定にした方が実測値とよく対応していることがわかる。以上のようなことは充填前には生じなかった現象であり、コンクリートを鋼管内に充填させそのため橋梁全体の重量が増加したことに起因している。つまり言い換えると、理論上は2ヒンジアーチであってもアーチ全体の重量が増加することによって、実橋においては固定アーチの挙動を示すこととなる。これらのことが解析ケース2および4が比較的実測値と適合している原因と考えられる。解析ケース2と4の違いはコンクリートの剛性だけであり、ケース2のコンクリートの弾性係数は材令7日の円柱供試体試験を基に推定し、ケース4はその値の30%アップしたものを採用した。どちらのケースも実測値と似かよっているが高次の振動モードまで比較していくと、解析ケース2の振動モードは表-2に示したとおりであり、解析ケース4の4次と5次および6次と7次の振動モードは、面内振動とも面外振動とも判別できないところがある。以上のことからコンクリートの剛性を上げた解析ケース4が実測値と最も適合しているといえよう。最後に本測定に関して新潟県の協力を得たことを付記して感謝したい。

参考文献

- 1) 井上・佐藤・登石：剛性アーチ巻き立て工法による城址橋の計画，橋梁と基礎，pp27～34, 1988年2月
- 2) 大浦・加藤・田辺・島田：コンクリートアーチ橋架設用アーチ支保工への鋼管コンクリート構造の適用に関する実験的研究，コンクリート工学，Vol.22, No.12, pp101～111, 1984年12月

次数	解析ケース1 (仮設材単管)	解析ケース2 ($\gamma=21$ ・固定)	解析ケース3 ($\gamma=21 \cdot E_c \cdot UP$)	解析ケース4 ($\gamma=13$ ・固定)	実 測 結 果
1	0.655 Hz (面外1次)	0.695 Hz (面外1次)	0.679 Hz (面外1次)	0.715 Hz (面外1次)	0.68 Hz (面外1次) 
2	0.659 Hz (面内1次)	1.039 Hz (面内1次)	0.733 Hz (面内1次)	1.127 Hz (面内1次)	1.14 Hz (面内1次) 
3	1.196 Hz (面外2次)	1.239 Hz (面外2次)	1.235 Hz (面外2次)	1.314 Hz (面外2次)	1.24 Hz (面外2次) 
4	1.444 Hz (面内2次)	1.761 Hz (面内2次)	1.596 Hz (面内2次)	1.879 Hz (面外3次) (面内2次)	2.13 Hz (面外3次) 
5	1.867 Hz (面外3次)	2.073 Hz (面外3次)	1.980 Hz (面外3次)	2.285 Hz (面内3次) (面内2次)	2.46 Hz (面内2次) 
6	2.635 Hz (面外4次)	2.747 Hz (面内3次)	2.802 Hz (面内3次)	2.882 Hz (面内3次) (面外4次)	3.32 Hz (面外4次) 
7	2.878 Hz (面内3次)	3.120 Hz (面外4次)	2.802 Hz (面外4次)	3.253 Hz (面外3次) (面外4次)	—

注) 解析ケース3において($\gamma=21 \cdot E_c \cdot UP$)はケース1のモデルにコンクリートの剛性を上げたことを意味する

表-2 充填後測定および解析結果