

長大スパンRCアーチ橋の共振正弦波に対する応答特性

大分工業高等専門学校専攻科 学生会員 河野直也

東海大学工学部土木工学科 正会員 中野友裕

1. はじめに

アーチ構造は、アーチ部材に圧縮力を卓越させることができる構造形式で、コンクリート橋に適した構造である。また構造的・景観性に優れた橋梁形式であり、材料の高強度化、施工技術の発展に伴い、アーチ支間の長大化が図られている。アーチ支間の長大化に伴い、長周期の応答特性、風や地震動の位相差、その他の外乱や、軸力に起因する大変形と座屈を起こす可能性などが、新たな課題として考えられている。

既往の実験・解析により、コンクリート構造橋脚では、共振波形が入力されると極めて小さな加速度入力でも鉄筋降伏さらには終局に至ることが明らかにされている¹⁾。そこで本研究では、長周期の応答特性を把握するために、入力波に共振正弦波を用いて動的解析を行い、長大スパンRCアーチ橋の共振正弦波に対する応答を明らかにする。

2. 対象構造物とモデル化

対象とする構造物は、文献²⁾で試設計されているスパン長 600m、ライズ 100m、スパンライズ比 6.0 の長大スパンRCアーチ橋とした。解析橋梁の構造および断面諸元を図-1に示す。アーチリブは3室の箱型変断面である。コンクリートの圧縮強度は 60MPa、圧縮強度時のひずみは 0.004、鉄筋の降伏強度は 685MPa としている。

この長大スパン RC アーチ橋を 3 次元はり要素を用いて、33 節点 46 要素にモデル化する(図-2)。補剛桁は線形要素で、鉛直材とアーチリブは非線形要素とし、アーチクラウン部付近の鉛直材 6 本と補剛桁の接合条件はピン、他の部材同士の接合は剛接とする。

解析に用いるはり要素として部材内の断面力分布を基礎にして剛性マトリクスや等価節点力を算定する Flexibility 法を用いる³⁾。

表-1 各方向の 1 次固有周期

	固有周期[秒]
橋軸直角方向	6.971
橋軸方向	4.332
上下方向	0.877

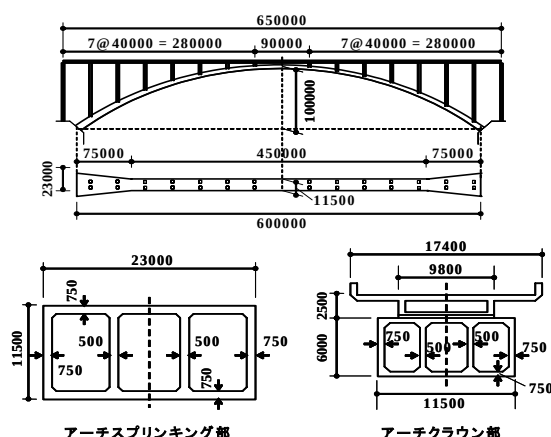


図-1 対象構造物

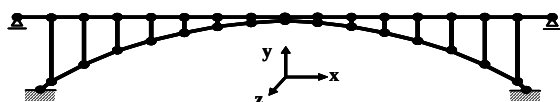


図-2 モデル化

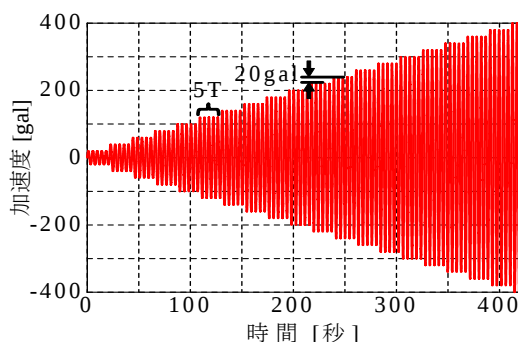


図-3 入力波

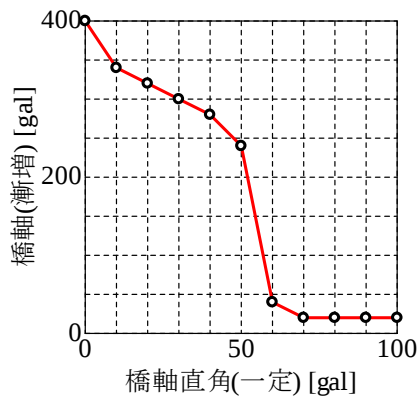


図-4 橋軸方向を漸増させた場合

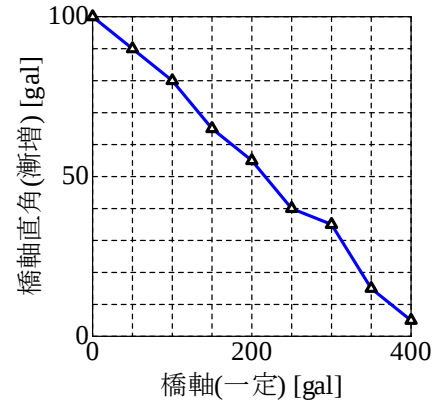


図-5 橋軸直角方向を漸増させた場合

3. 固有値解析と入力波

固有値解析により求められた各方向の1次固有周期を表-1に示す。表-1に示されているように、橋軸直角方向の1次が特に長周期を示している。

橋軸直角方向の1次固有周期と橋軸方向の1次固有周期の共振正弦波を入力波とした。入力波は、加速度を漸増させた場合の波と一定の場合の波を用い、水平2方向同時入力を行った。橋軸方向へ加速度漸増の波を入力する場合、図-3に示すように時間5T (T:固有周期)ごとに振幅を20galずつ増加させた波を使用し、橋軸直角方向へは加速度一定の波を入力した。橋軸直角方向に入力する一定加速度は、0galから100galまで10galずつ変化させ、それぞれについて解析を行った。橋軸直角方向へ加速度漸増の波を入力する場合も同様に解析を行うが、加速度の漸増量は5galとし、橋軸方向の加速度は、0galから400galまで50galずつ変化させて解析を行った。

4. 動的解析結果

主鉄筋が初めに降伏した時刻における入力波の振幅の値と一定にしてある直角方向の振幅の値をプロットした。橋軸方向の加速度を漸増させた場合を図-4に、橋軸直角方向の加速度を漸増させた場合を図-5に示す。

図-4を見ると、橋軸直角方向の一定加速度の値が0galから50galまでは橋軸方向は400galから240galま

で徐々に低下していくが、一定加速度が60galになると、降伏に至る橋軸方向の加速度が急激に低下し、40galで鉄筋が降伏してしまうことがわかる。

本解析では、水平2方向同時入力を行うので断面は2軸曲げ状態となる。また、橋軸直角方向には断面が大きく、小さな応答曲率でも鉄筋が降伏する。したがって、橋軸直角方向の加速度が60galの場合に橋軸方向の加速度が40galであっても2軸曲げの影響を大きく受け、鉄筋が降伏したものと考えられる。

一方、図-5を見てみると、橋軸方向の一定加速度を大きくしていくと、橋軸直角方向の加速度が徐々に低下していき、急激な変化はみられない。これは、橋軸方向の加速度を増加させた場合には2軸曲げの影響は小さく、橋軸方向の加速度の増加による橋軸直角方向の加速度の急激な変化は起こらなかったと考えられる。

5. 結論

解析結果から、長大スパンRCアーチ橋は、橋軸直角方向にある一定以上の共振正弦波が作用すると、橋軸方向への共振正弦波の振幅が小さくても2軸曲げの影響を大きく受け鉄筋が降伏する可能性がある。

参考文献

- 1) 河野弘来, 山崎淳: コンクリート構造橋脚の異なる地震波形による応答挙動に関する実験, コンクリート工学年次論文集, Vol.24, No.2, 2002
- 2) 土木学会構造工学委員会: コンクリート長大アーチ橋-支間600mクラス-の設計・施工, 構造工学シリーズ13, 2003
- 3) 中野友裕, 田邊忠顕: コンクリート構造物の数値解析へのFlexibility法の適用に関する研究, 土木学会論文集, No.725, 2003