

名古屋大学 正 加藤雅史 ○ 名古屋大学 学 森田晃一
 ビー・エス・コンクリート 正 河村哲男

1] はじめに

コンクリートアーチ橋のアーチリブ施工法には種々のものがあるが、本報告が対象とする新しい施工法は、鋼管とその中に充てんしたコンクリートからなる合成アーチ支保材を芯として、これをコンクリートで包み込んでいくものである。この架設工法においては、アーチ支保材のコンクリート充てん前、すなわち鋼管によってアーチが形成された時点における座屈安定性が1つの検討課題としてあげられる。本報告はこのアーチ支保鋼材(鋼管アーチ)の模型座屈実験および数値解析による検討について述べるものである。

2] 実験概要

実験に用いたアーチ模型は図-1に示すようにアーチスパン11.0^m、ライズ2.75^mで2本の主桁を7本の横桁で結んだもので0.8^m厚の亜鉛鉄板製である。主桁は15部材を図-2のようにボルト接合によって製作した。またアーチ両端の支持条件は面内のみ回転を許し面外には固定となるようにしている。

実験方法は種々検討したが、模型が後の実験にも使用できるように、実際には座屈させないで座屈荷重が推定できる方法として動的判定法を用いた。動的判定法とは部材に加えられる軸力が座屈荷重に達した時にはその部材の固有振動数が0となるという原理に基づくもので、軸力の変化による固有振動数の変化を実験で求め、これから座屈荷重を推定するものである。

軸力を加えるための載荷は写真-1に示すように1本の主桁につき13点、計26点でロープにより載荷板を吊り下げ、この載荷板の荷重を変化させた。また、この時の軸力はアーチ両端の支承部にセットしたロードセルにより検出した。

固有振動数の測定は、面内・面外それぞれスパン1/2点、1/4点において初期変位を与えておいてこれを瞬間的に解放して自由減衰振動を発生させ、各点に設置した加速度計により振動波形を記録した。

3] 実験結果

振動測定データの一例を図-3に示すが、自由減

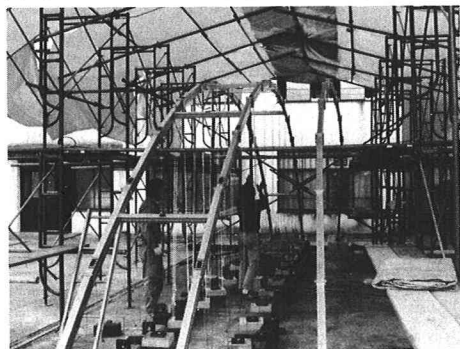


写真-1 実験状況

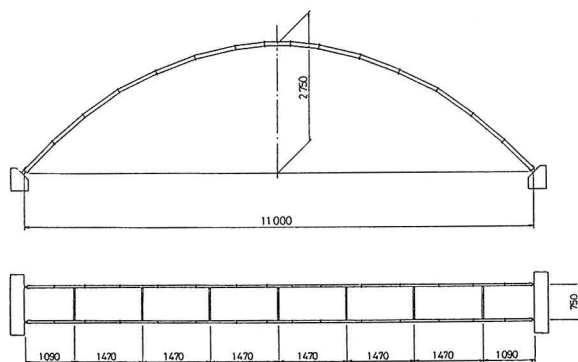


図-1 アーチ模型

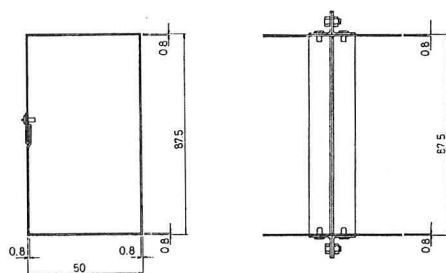


図-2 主桁断面およびジョイント部側面図

減振動波形に複数の振動モードが含まれているため、スペクトル解析によって固有振動数を求めた。

実験結果の固有振動数の2乗と軸力との関係を図-4に示す。実験結果によれば、面外対称モード(振動モードは図-5参照)の固有振動数は実験の軸力の範囲ではほとんど変化がみられず、面内逆対称モードの固有振動数は軸力が増加すると面外対称モードとの間で逆転が起きている。面内対称モードの固有振動数は図示していないが、他のモードより高い振動数であった。座屈荷重は各振動モードの内、軸力の増加に伴って最初に振動数が0となる荷重であるから、面内逆対称モードの実験値から座屈荷重を推定すると軸力450 kgf(等分布荷重換算で105 kgf/m)となる。

4] 数値解析による検討

実験結果を検討するために図-6に示すような座屈および振動解析プログラムを作成した。このプログラムでは前半で座屈荷重を求め、後半で各荷重段階の振動解析を行う。

アーチ模型を設計通りの条件で計算すると座屈荷重も固有振動数も大きな値となり実験値と大きな違いがみられた。しかし、模型では主桁部材間のジョイント部(図-2)が完全剛結とはいえず、鋼管内にコンクリート充填した際のため実験値が計算値の約3倍となったことから剛性を α とし、また支承部が面外方向にも完全な固定とはいえない点を考慮して再計算した。この結果、座屈荷重は軸力463 kgf(等分布荷重換算で108 kgf/m)となり、固有振動数の2乗と軸力との関係は図-4のようになり、実験値とほぼ一致した結果となった。なお、面外逆対称モードの値が実験値より大きくなっているが、支承部を面内・面外とも回転を許す条件で計算すると面内逆対称および面外対称モードは図-4とほとんど変わらず、面外逆対称モードは実験値より小さくなることから、支承部に適当な回転バネを入れて解析すれば、ほぼ実験値に一致すると考えられる。

5] 横桁の剛度・配置が面外座屈に及ぼす影響

実験では横桁を図-1のように配置したが、横桁の本数、主桁間隔、横桁の曲げ剛度等を変化させた数値解析を行ってその影響を調べた。その結果、面内座屈には横桁は影響しないが、面外座屈荷重は横桁の本数および横桁の縦軸に関する曲げ剛性にほぼ正比例し、主桁間隔に負の比例をすることが明らかとなった。

6] まとめ

以上まとめると ①対象としたアーチ模型の座屈荷重は105 kgf/m で面内逆対称モードである。②動的判定法でアーチ部材の座屈荷重を推定する場合、無載荷時の基本振動が座屈モードとなるとは限らないため高次の振動まで測定する必要がある。③アーチ部材においても数値解析によって座屈荷重を正確に推定できる。④横桁の設置に関してその本数等を適切にすれば面外座屈に対して大きな抵抗を持たせることができる。

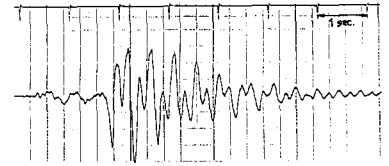


図-3 自由減衰振動波形の一例

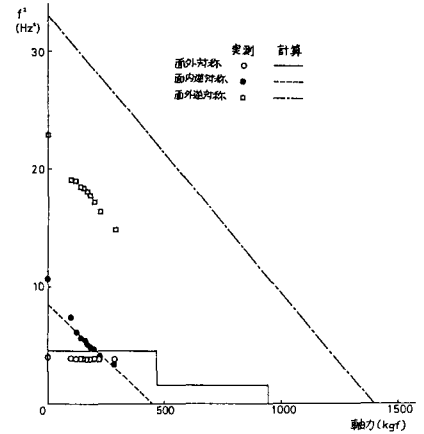


図-4 軸力と固有振動数の関係

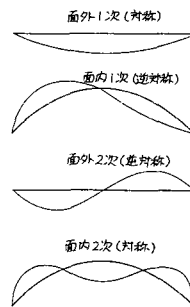


図-5 振動モード

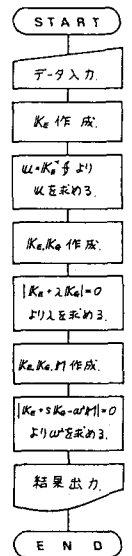


図-6 数値解析のフロー図