

I-357

方杖ラーメン橋の固有振動解析とモデル化について

北海道大学 正員 林川 俊郎
北海道大学 正員 角田与史雄
建設省 正員 富樫 篤英

1. はじめに

近年、地形および地域の自然環境との調和を配慮した道路線形設計上の観点から高い橋脚を有する方杖ラーメン橋などの施工例が数多く見受けられるようになってきた。方杖ラーメン橋は、現場での施工性の容易さ及び経済性等に優れているために渓谷に架かる橋として一般に用いられている。本橋は、道路線形に平面曲線を有しているため、主桁部材は脚隅角部付近で折れ角をなしている（図-1）。また、左右の床版張り出し長が異なり非対称構造物であることから従来の平面解析のみでは不十分である。また、主桁が薄肉I形断面部材であることから曲げねじり変形の影響が無視できないものと思われる¹⁾。そこで、本研究では、立体固有振動解析を行い、曲げねじり変形およびモデル化の影響について検討する。

2. 立体固有振動解析

解析モデルは、非対称構造であることから立体ラーメン構造物として取り扱う。また、固有振動解析には一般的な変位法を適用し、離散座標系による集中質量法と整合質量法の2通りを用いる。そして、各方法において、St.Venantの純ねじりのみを考慮した場合と、曲げねじりを考慮した場合について固有振動解析を行う。ここで、剛性マトリックスは、St.Venantの純ねじりのみを考慮した場合、ねじり変形の部材要素間の変位関数を1次のべき級数、曲げねじりを考慮した場合は3次のべき級数と仮定し、剛性マトリックスを求める。また質量マトリックスは、集中質量法と整合質量法における質量マトリックスをそれぞれ用いる^{2), 3)}。

3. 数値計算結果

3-1 モデル化

固有振動解析を行う上で、モデル化が重要な問題になっている。そこで本研究では、表-1に示す8ケースについて、つまり、部材の剛性および質量の取扱い方に着目して数値計算を行う。

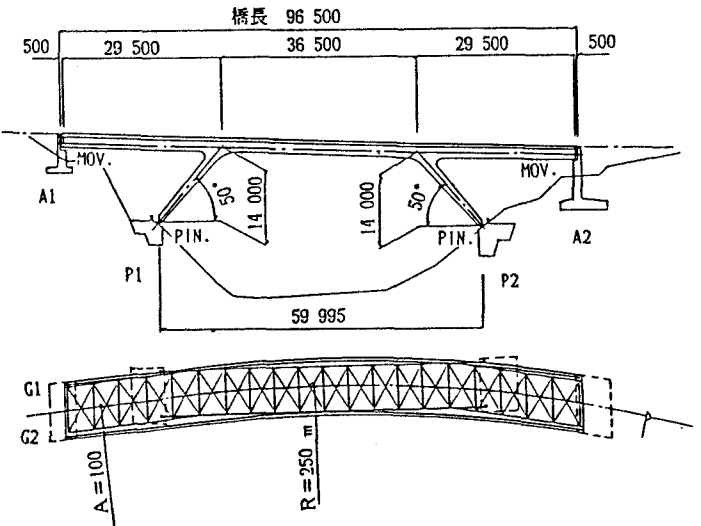


図-1 一般図

表-1 モデル化

CASE	剛 性			質 量	
	横構考慮	曲げねじり	有効幅	主桁に配分	各部材
橋 構 が 剛 結 び	1			○	
	2	○		○	
	3	○	○	○	
	4	○			○
	5	○	○		○
	6	○		○	○
	7	○	○	○	○
	8	○		○	

3-2 結果と考察

① 横構の影響（図-2 参照）

横構の剛性を考慮しない場合、局部的に振動するような実際の現象にそぐわないモードが現われる。また固有円振動数も横構の剛性を考慮した場合に比べかなりの差を生じる。したがって、横構を無視したモデル化は不適当であると思われる。しかし、結合方法に関しては、剛結でも、ピン結合でも大きな差は生じない。

② 質量の影響（図-3 参照）

横構や、床桁の質量を主桁のみに受け持たせた場合も、各部材ごとに考慮した場合も固有円振動数に大きな差は生じない。また、集中質量法と整合質量法においても同様に大きな差がない。これは部材の分割数に影響してと思われる、本論文のように節点数76と節点数が多いため、大きな差が生じないものと思われる。

③ 有効幅の影響（図-4 参照）

図で示す通りCASE-6の振動数はCASE-4の1.3から1.7倍の差が生じた。CASE-4では主桁のみの剛性を考えているが実際の構造物は床版などの剛性も加わり剛性が増すものと思われる。本論文では有効幅の考えを取り入れたが今後実橋において振動試験によりさらに検討していく必要があると思われる。

④ 曲げねじりの影響（図-5 参照）

図-5より鉛直、水平の曲げ振動において曲げねじりの影響が比較的小さく、ねじれ振動においては、曲げねじりの影響が大きいことが分かる。

4. 結論

以上をまとめると次のようである。

① 三次元骨組構造物の固有振動解析には横構の剛性を無視できない。

② 節点数が多い場合は、横構や床桁の質量を主桁に受け持たせるなど簡略化させたモデルを用いても固有円振動数などに影響はない。また集中質量法でも十分な結果が得られる。

③ 有効幅を考慮した場合はその他のケースと大きな差を生じた。このことに関しては実橋での振動試験などによりさらに検討が必要である。

④ ねじりモードでは曲げねじりの影響がみられるが、曲げ変形の卓越したモードではほとんど影響がない。

参考文献

1) 松井、林川、金子：折れ角を有する立体方杖ラーメン橋の振動解析と応答、第2回 橋梁振動に関するコロキウム論文報告集、pp. 35-42、1989年8月。 2) 林川：平面骨組構造物の固有振動数とその精度について、第2回 橋梁振動に関するコロキウム論文報告集、pp. 1-4、1989年8月。 3) 川井：マトリックス法振動及び応答、コンピュータによる構造工学講座I-4-B、培風館、pp. 98-196、1971年。

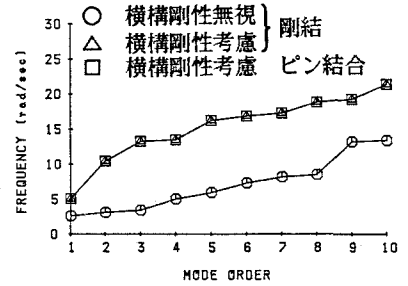


図-2 横構の影響

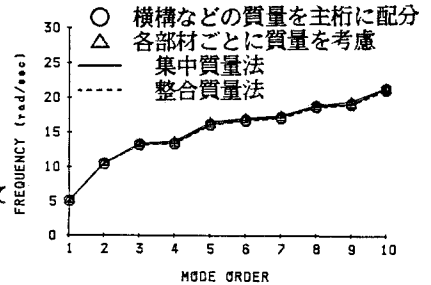


図-3 質量の影響

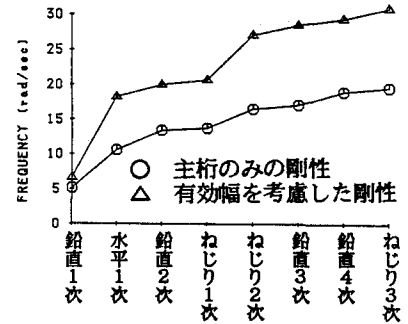


図-4 有効幅の影響

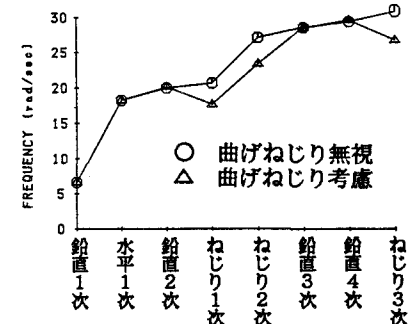


図-5 曲げねじりの影響