

コンクリート充填鋼管アーチ橋の地震時挙動に関する考察

九州大学 学生員 立石裕之 九州大学 正会員 彦坂 熙
九州大学 正会員 劉 玉擎 福州大学 非会員 陳 宝春

1. 序論

コンクリート充填鋼管を圧縮材として用いれば、圧縮耐力増大や靱性向上などの鋼とコンクリートの合成効果が発揮でき、施工性および経済性の観点からメリットが大きい。コンクリート充填鋼管を圧縮挙動の卓越するアーチリブに採用し、長大アーチ橋の建設を可能とすると考えられる。本文は中路式鋼管コンクリート合成アーチ橋を計算例として、この形式の橋梁の地震時挙動の解析結果を報告するものである。

2. 解析対象橋の概要

図-1に解析対象橋の一般図およびリブの構造と寸法を示す。本橋はスパン 230mの固定アーチ橋で、ライズスパン比 $f/L=1/5$ を採用している。アーチリブは断面 $D812.8 \times 14$ mm のコンクリート充填鋼管 3 本を、水平方向と斜方向 ($D318.5 \times 10$ mm) の鋼管腹材で組み立てたブレースドリブである。横桁および縦桁はそれぞれ鋼箱桁を用い、横桁は吊材によりアーチリブに吊られている。

3. 解析モデル

図-2に集中質量系の3次元骨組の解析モデルを示し、アーチリブおよび主桁ははり要素で、吊材はトラス要素でモデル化する。アーチリブの両端を固定拘束とし、主桁の両端部と橋台間を橋軸直角方向に対する回転自由とする。

本研究はアーチリブの材料および幾何学的非線形特性を考慮し、コンクリート充填鋼管および中空鋼管を用いたアーチ橋の地震時挙動を比較・考察する。曲げモーメント-曲率の関係は標準型トリリニアモデルを用いた。降伏曲げモーメント、曲率の算定は、鋼管外縁の降伏を降伏状態として求めた。終局曲げモーメント、曲率の算定は、終局ひずみを 0.05 とし、道路橋示方書に示されているコンクリート、鋼管の応力-ひずみ曲線を採用し、ひずみ平面保持の仮定により求めた。入力地震波は地盤種別をⅠ種地盤とする道路橋示方書のタイプⅡ標準波形であり、図-3に示す。

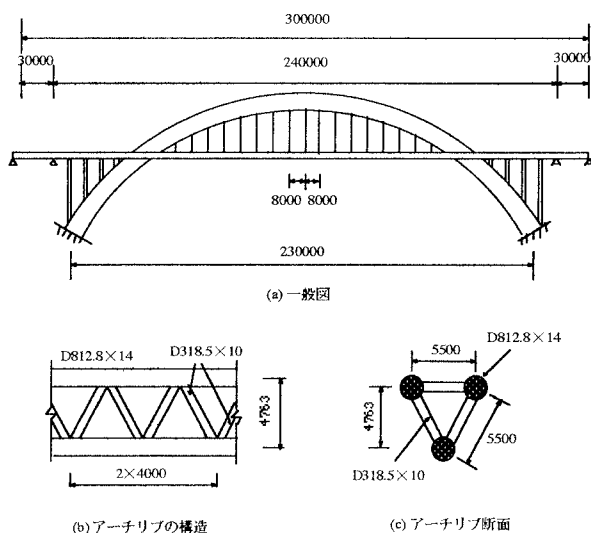


図-1 解析対象橋の一般図 (単位:mm)

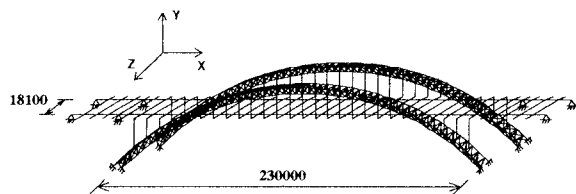


図-2 解析モデル (単位:mm)

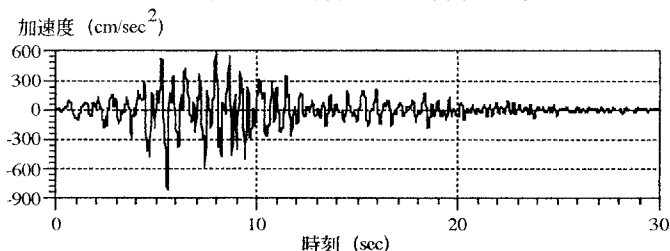


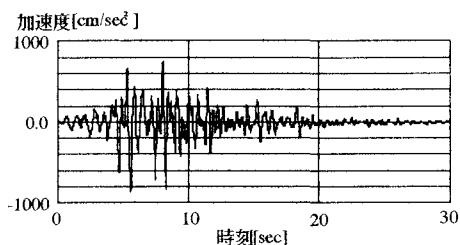
図-3 入力地震波

4. 解析結果および考察

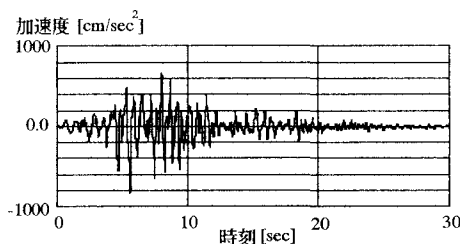
図-4に入力地震波を橋軸方向に作用させた場合のアーチリブのクラウン部の応答加速度を示す。充填鋼管および中空鋼管を用いたアーチ橋の間にあまり差は見られず、入力地震波の最大加速度とほとんど一致している。図-5に橋軸方向地震動入力の場合のクラウン部の応答変位を示す。両橋の応答変位 δ は入力地震波加速度の最大値($t=5.54\text{sec}$)の直後に大きな振幅を示している。

表-1にアーチリブの最大応答断面力の比較を示す。橋軸方向地震動入力の場合、充填鋼管、中空鋼管のアーチリブともに軸力、面内曲げモーメントが卓越し、その最大値はスプリング部に発生している。アーチリブは降伏しておらず弾性範囲内であった。また地震時には中空鋼管に比べ充填鋼管を用いた場合は、軸力が4.4倍、曲げモーメントが5.1倍となり、より大きな断面力を生じていることが分かった。

本解析結果により、アーチリブは橋軸方向に十分な地震時耐荷力を保有し、コンクリートを充填することにより軸力、曲げモーメントともに4~5倍の大きな断面力を生じることが分かった。しかし直角方向に対する耐荷力は明らかにできていないので、今後の研究課題としたい。

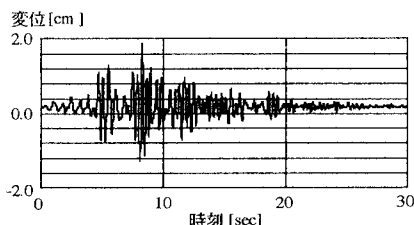


(a) 充填鋼管の場合

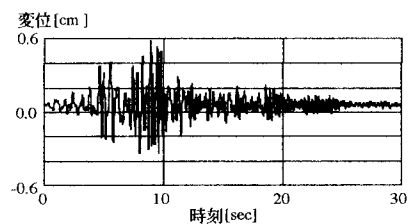


(b) 中空鋼管の場合

図-4 応答加速度の時刻歴



(a) 充填鋼管の場合



(b) 中空鋼管の場合

図-5 応答変位の時刻歴

表-1 最大応答断面力の比較

断面形式	部材断面	死荷重		橋軸方向地震動入力	
		軸力 N(tf)	面内 M(tf・m)	軸力 N(tf)	面内 M(tf・m)
充填鋼管	スプリング部	160.8	36.2	598.1	136.0
	結合部	120.3	5.2	286.9	13.6
	支間1/4点	82.0	2.1	261.8	8.1
	クラウン	62.0	1.9	89.5	2.2
中空鋼管	スプリング部	56.6	9.2	134.9	26.6
	結合部	44.1	0.5	65.3	1.1
	支間1/4点	44.5	1.4	73.6	1.5
	クラウン	39.7	0.7	43.1	0.7

参考文献:

- 1) 劉 玉擎・陳 宝春・彦坂 熙: 中国における鋼管コンクリート合成アーチ橋および水平旋回架設工法の発展, 橋梁と基礎, Vol.33, No.2, 1999.2.
- 2) 社団法人日本鋼構造協会: 土木分野におけるコンクリート充填鋼管構造の現状と今後の課題, JSSC テクニカルレポート, No.44, 1998.