

コンクリート充填鋼管アーチ橋の3次元力学挙動の解析

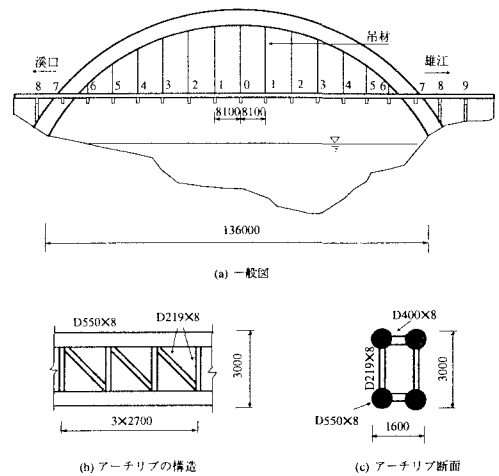
九州大学 学生員 立石裕之 九州大学 正会員 彦坂 熙
九州大学 正会員 劉 玉擎 福州大学 非会員 陳 宝春

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と考えられる。日本ではコンクリート充填鋼管をリブに採用した合成アーチ橋の研究と建設実績はほとんどないが、中国では鋼管コンクリート合成アーチ道路橋が既に数十橋建設されている¹⁾。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、基本的な動的弾塑性地震応答特性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。本橋は中国福建省石潭溪をまたぐ国道にあるスパン136m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。アーチリブは直径 $D550 \times 8\text{mm}$ のコンクリート充填鋼管4本を、水平方向 ($D440 \times 8\text{mm}$) および鉛直方向と斜方向 ($D219 \times 8\text{mm}$) の鋼管部材で組み立てている。横桁および縦桁はそれぞれ鉄筋コンクリートのI形梁とT形梁を用い、両者の間隔はそれぞれ810cmと100cmである。横桁は吊材によりアーチリブに吊られており、吊材ケーブルは110本の直径5mmの高强度鋼線からなる。



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。

本解析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、曲げモーメント-曲率の関係は標準型バイリニアモデルを用いる。

入力地震波を図-3に示し、地盤種別をI種地盤とする道路示方書のタイプII標準波形である。

図-1 解析対象橋の一般図 (単位:mm)

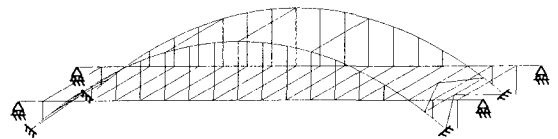


図-2 解析モデル

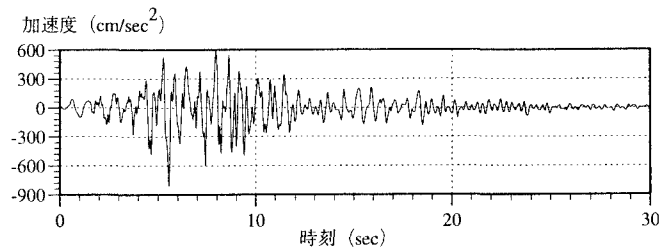


図-3 入力地震波

4. 解析結果および考察

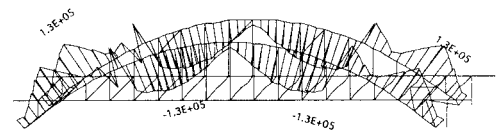
入力地震波を橋軸方向および橋軸直角方向に作用させた場合のアーチリブのクラウン部の応答加速度を図-4に示す。地震波を橋軸方向に作用させた場合は、アーチリブは降伏せず、橋軸方向の最大応答加速度が入力地震波の最大加速度とほとんど一致している。一方、橋軸直角方向入力の場合は、アーチリブは弾塑性変形応答し、直角方向の最大応答加速度が約 1300cm/sec^2 となっている。なお、橋軸方向入力の場合の直角方向応答と橋軸直角方向入力の場合の橋軸方向応答の加速度はともに無視できるほど微小である。

図-5に入力地震波を橋軸方向および橋軸直角方向に作用させたアーチリブの最大応答曲げモーメントを示す。橋軸方向入力の場合は面内曲げモーメントが卓越し、その最大値はスパン 1/4 点およびリブと縦桁の剛結部に発生している。橋軸直角方向入力の場合は面外曲げモーメントの最大値がリブのクラウン部およびリブと縦桁の剛結部に生じ、塑性ヒンジを生じている。曲げ変形曲率で定義した最大応答塑性率 $\mu_{\max}$ はリブと縦桁の剛結部で1.04となるが、これは次式で表した許容塑性率 $\mu_a=1.70$ より小さい。なお、本研究で解析対象とした鋼管コンクリート合成アーチ橋は、設計時に耐震性の照査がされていない。

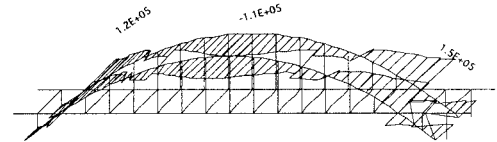
$$\mu_a = 1 + \frac{\phi_u - \phi_y}{\alpha \phi_y}$$

ここに、 ϕ_y : 降伏曲率、 ϕ_u : 終局曲率、 α : 安全係数、 $\alpha=1.5$ 。

上述の解析結果により、コンクリート充填により局部座屈が防止されるものとすれば、アーチリブは橋軸方向に十分な地震時耐荷力を保有し、橋軸直角方向にも降伏後の変形能力を有していることがわかった。



(a) 橋軸方向入力時



(b) 橋軸直角方向入力時

図-5 最大応答曲げモーメント (単位:tf・cm)

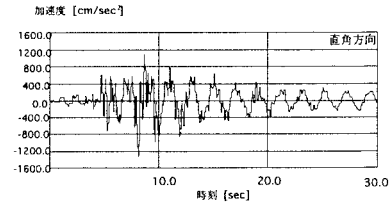
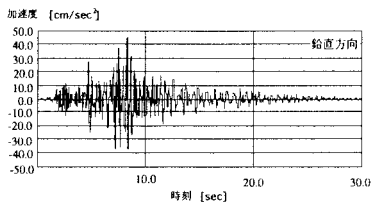
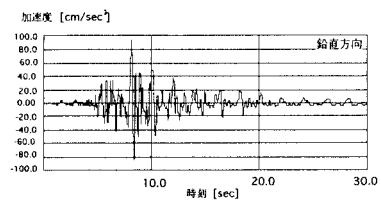
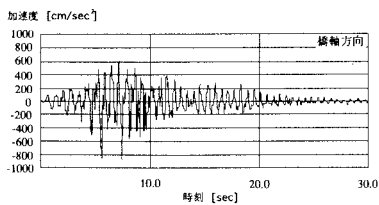


図-4 アーチリブクラウン部の応答加速度

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.32, No.2, 1999.2.