

CS-191

中路式コンクリート充填鋼管アーチ橋の静的耐荷挙動

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 玉撃 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。中国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道路橋が既に数十橋建設されている¹⁾が、その終局耐荷挙動、耐震性および鋼とコンクリートとの合成効果などを十分に検討したとは言えない。本文は既設の中路式鋼管コンクリート合成アーチ橋を計算例として、基本的な静的耐荷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し、本橋はスパン $L=136\text{m}$ 、ライズスパン比 $f/L=1/5$ の中路式固定アーチ橋である。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の高強度鋼線からなる。

3. 解析モデルおよび荷重形式

図-2に3次元骨組の有限要素解析モデルを示し、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。

本研究では、アーチリブの軸力と曲げモーメントの相関関係、幾何学的および材料非線形特性を考慮し、以下のような活荷重の荷重形式によるコンクリート充填鋼管アーチ橋および、鋼管のリブにコンクリートを充填していない場合の同一な鋼管アーチ橋の静的力学特性を比較・考察する。

- 全支間荷重：等分布活荷重 p_2 をアーチ支間の全長に、等分布活荷重 p_1 をアーチ支間の中央に荷重する。
- 半支間荷重：等分布活荷重 p_2 をアーチ支間の片側半分に、等分布活荷重 p_1 をアーチ支間の1/4点付近に荷重する。

ここに、 p_1 、 p_2 は道路橋示方書により決まっている2種類の等分布活荷重である。部材に最も不利な応力が生じるように、 p_1 の荷重長さを10mとし、橋幅5.5mに分布する等分布活荷重 p_1 および p_2 (主載荷荷

キーワード：コンクリート充填鋼管、アーチ橋、耐荷特性、FEM解析

連絡先：〒812-8581 福岡市東区箱崎 6-10-1 九州大学大学院建設システム工学専攻 TEL 092-642-3262

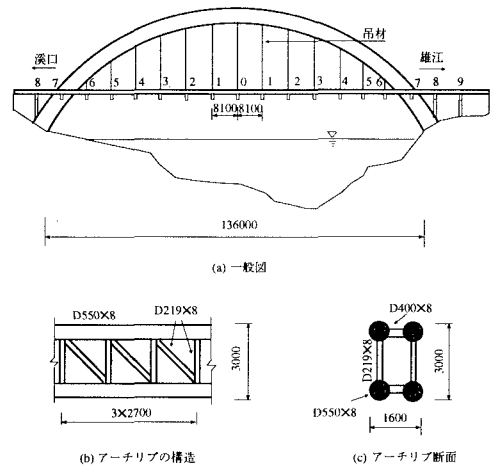


図-1 解析対象橋の一般図(単位:mm)

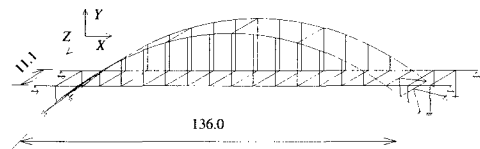


図-2 解析モデル(単位:m)

重)を前桁はり要素のアーチ支間の中央または $1/4$ 点付近に, $p_1/2$, $p_2/2$ (従載荷荷重)を上記の主載荷荷重以外の桁はり要素に載荷する。

4. 解析結果および考察

図-3, 4にそれぞれ全支間と半支間載荷時のコンクリート充填鋼管アーチ橋の曲げモーメント M および軸力 N の分布を示す。 M の最大値は全支間載荷時ではアーチクラウン部, 半支間載荷時では支間 $1/4$ 点付近および主桁とリブの剛結部に生じている。 N は両載荷形式とも全体にほぼ均一な分布をしているが, スプリング部で最大となっている。コンクリートを充填していない鋼管アーチ橋の M および N の分布傾向はコンクリート充填鋼管アーチ橋の場合と似ている。

道路橋示方書により鋼アーチ橋では断面力は荷重に対して線形でないため, 設計荷重時のみの照査では荷重に対して所定の安全率が確保されず, 設計荷重の 1.7 倍の荷重に対しての終局強度を照査する必要があると考えられる。表-1, 2にコンクリート充填鋼管および充填していない鋼管のアーチリブの終局強度照査の結果を示す。終局強度は $\sigma_u = 1.7\sigma_{cal}$ で表され, σ_{cal} は局部座屈に対する鋼管の許容応力を表す。圧縮応力 σ_c は引張側コンクリートの抵抗剛度を無視し, 軸力および面内・面外曲げモーメントの作用を考慮して求めたものである。表-1, 2より, コンクリート充填鋼管アーチリブは十分な強度を有している(充填しない場合の2倍以上の強度)が, 充填していない鋼管アーチリブは半支間載荷時におけるリブと主桁の剛結部 (M と N の卓越している部分)の $\sigma_u/\sigma_c = 1.05$ で, 許容範囲内であるもののあまり耐荷力の余裕を保有していないことが分かった。

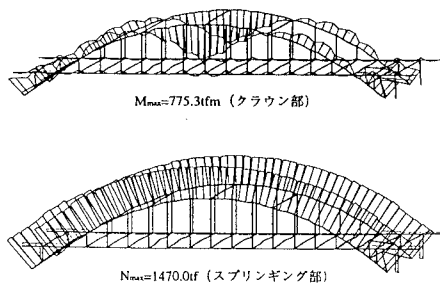


図-3 全支間載荷時の M と N の分布

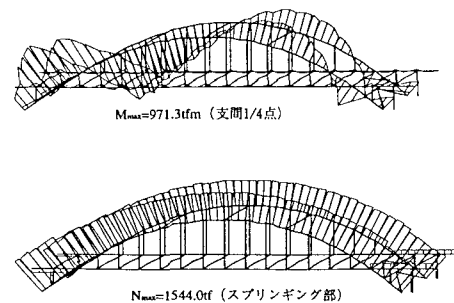


図-4 半支間載荷時の M と N の分布

表-1 コンクリート充填鋼管アーチリブの終局強度照査

載荷形式	部材断面	軸力 N (tf)	面外 M (tf・m)	面内 M (tf・m)	圧縮応力 σ_c (kgf/cm ²)	終局強度 σ_u (kgf/cm ²)	σ_u/σ_c
全支間	スプリング部	1470.0	6.3	464.2	1057.0	3570	3.38
	剛結部	1467.0	10.9	123.3	843.0	3570	4.23
	支間 1/4 点	1345.0	3.4	197.3	818.0	3570	4.37
	クラウン	1240.0	0.6	775.3	1131.0	3570	3.16
半支間	スプリング部	1544.0	8.0	373.6	1039.0	3570	3.44
	剛結部	1455.0	31.0	929.6	1381.0	3570	2.58
	支間 1/4 点	1175.0	1.5	971.3	1224.0	3570	2.92
	クラウン	1050.0	1.0	210.0	672.0	3570	5.31

表-2 鋼管アーチリブの終局強度照査

載荷形式	部材断面	軸力 N (tf)	面外 M (tf・m)	面内 M (tf・m)	圧縮応力 σ_c (kgf/cm ²)	終局強度 σ_u (kgf/cm ²)	σ_u/σ_c
全支間	スプリング部	1047.0	10.1	367.8	1995.0	3570	1.79
	剛結部	1096.0	11.1	59.9	2134.0	3570	1.67
	支間 1/4 点	1009.0	2.7	194.6	2146.0	3570	1.66
	クラウン	933.0	3.8	539.1	2514.0	3570	1.42
半支間	スプリング部	1141.0	9.4	185.9	2396.0	3570	1.49
	剛結部	1075.0	36.7	896.9	3405.0	3570	1.05
	支間 1/4 点	839.0	2.6	921.0	2896.0	3570	1.23
	クラウン	714.0	3.6	134.5	1519.0	3570	2.35

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, pp.41-44, 1999.2.