

CFT アーチ橋と鋼アーチ橋の設計鋼重の比較に関する研究

長崎大学工学部 学生会員 ○大石雄己 長崎大学工学部 正会員 呉 慶雄
 三菱重工業(株) 正会員 吉村光弘 長崎大学工学部 フェロー会員 高橋和雄
 長崎大学工学部 正会員 中村聖三

1. はじめに

コンクリート充填鋼管 (CFT) アーチ橋は経済性、機能性に優れる構造形式であるため中国では多くの採用実績がある。この構造形式は現在長崎県内に建設中の第二西海橋において道路橋として日本で初めて採用されているが、国内での採用実績が少ないため、他の構造形式の橋梁とコスト面、耐震性などでの比較が難しい。今後国内で CFT アーチ橋を導入していくためには日本での経済性や耐震性の評価が必要となる。そこで本研究では、同じ設計条件の下で CFT アーチ橋と鋼アーチ橋の概略設計を行って使用鋼重を求め、CFT アーチ橋と鋼アーチ橋の使用鋼重の差を明らかにする。

2. 試設計の概要

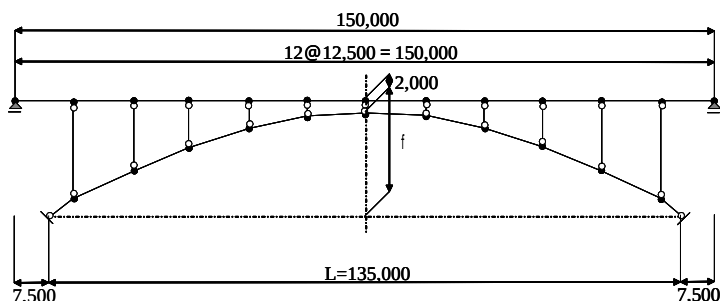


図-1 側面図 (単位: mm)

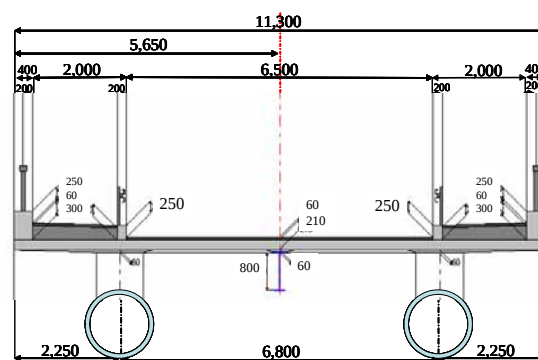


図-2 断面図 (単位: mm)

図-1 に試設計したアーチ橋の側面図、図-2 に断面図を示す。橋梁形式は上路式アーチ橋とし、アーチ支間長 135 m、補剛桁の支間 $12@12.5\text{m} = 150\text{m}$ 、2 車線両側歩道付きで幅員 11.3m、アーチリブ間隔 6.8m で一定とする。アーチライズ比をパラメータとし 1/5、1/6、1/7、1/8、1/9、1/10 と変化させる。使用鋼材は SM490Y、STK490 とする。

アーチリブの支承は鋼アーチ橋に多く用いられる 2 ヒンジ支承とコンクリートアーチ橋に多く用いられる固定支承の 2 種類で設計する。また、アーチリブ断面はスパン全長に渡って一定の断面と仮定する。鋼アーチ橋の試設計には JSP-15W 鋼アーチ橋の概略自動設計ソフト¹⁾を使用する。このソフトではアーチリブが正方形断面で設計されるため、正方形断面を断面積と剛度が等価な直径と板厚を持つ円形断面に置き換えて設計する。CFT アーチ橋の設計では、アーチリブにコンクリートを充填する場合の重量増加を考慮して円管の直径と板厚を決定する。ただし、鋼アーチリブと CFT アーチリブの鋼管の直径は同じ大きさにして板厚を変化させる。また、道路橋示方書に示す死荷重と活荷重のみを考慮し、地震力の影響は考慮していない。

3. 設計結果

(1) アーチリブ鋼管の直径と板厚の変化

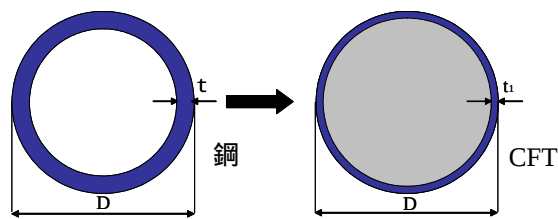


図-3 アーチリブ鋼管の断面図

表-1 鋼管の直径と板厚の変化 (2 ヒンジ) (単位: mm)

ライズ比	1/5	1/6	1/7	1/8	1/9	1/10
直径D	1660	1660	1668	1686	1694	1700
板厚(鋼)t	27	29	31	32	34	36
板厚(CFT)t ₁	16	16	16	17	17	19

表-2 鋼管の直径と板厚の変化 (固定) (単位: mm)

ライズ比	1/5	1/6	1/7	1/8	1/9	1/10
直径D	1724	1738	1866	1874	1994	2222
板厚(鋼)t	34	36	35	38	38	36
板厚(CFT)t ₁	17	18	18	20	21	22

図-3 にアーチリブ鋼管の断面図を示す。鋼アーチ橋と CFT アーチ橋のアーチリブ鋼管の直径 D と板厚 t から t₁ への変化を表-1 および表-2 に示す。鋼アーチ橋の D と t の関係は、道路橋示方書で規定されている鋼管の半径 R と板厚 t の関係式 $R/t \geq 35$ を満たしているが、CFT アーチ橋ではこの関係式を考慮していない。

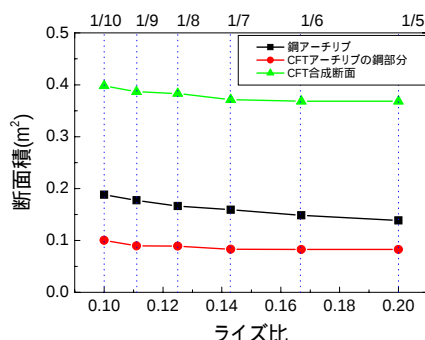


図-4 断面積とライズ比の関係 (2 ヒンジ)

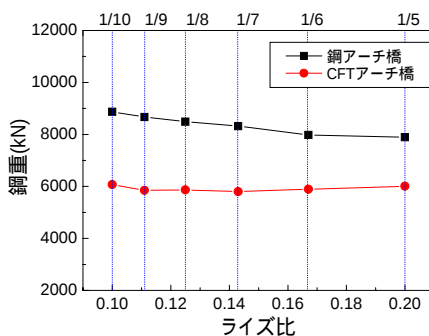


図-5 鋼重とライズ比の関係 (2 ヒンジ)

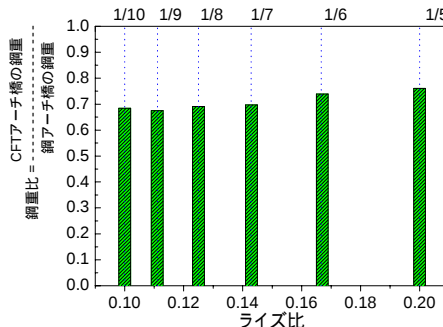


図-6 CFT と鋼の鋼重比とライズ比の関係 (2 ヒンジ)

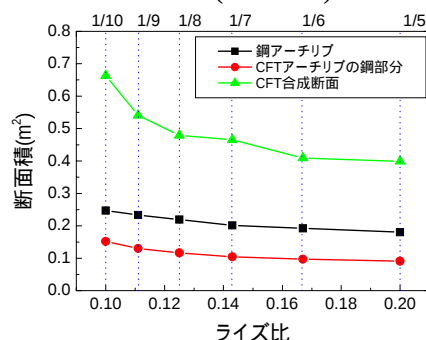


図-7 断面積とライズ比の関係 (固定)

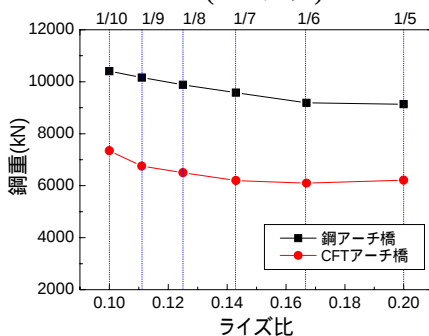


図-8 鋼重とライズ比の関係 (固定)

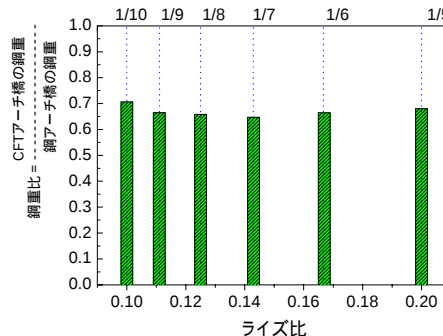


図-9 CFT と鋼の鋼重比とライズ比の関係 (固定)

(2) 設計結果の比較

図-4、図-5 および図-6 に 2 ヒンジアーチ橋の設計結果、また、図-7、図-8 および図-9 に固定アーチ橋の設計結果をそれぞれ示す。図-4 は 2 ヒンジ支承、図-7 は固定支承のアーチリブの断面積とライズ比の関係を示している。2 ヒンジ支承、固定支承いずれも CFT アーチ橋は鋼アーチ橋に比べ断面積が小さくなり、また、ライズ比が大きくなると断面積は小さくなる。しかし、2 ヒンジ CFT アーチ橋の鋼部分の断面積は 0.1m^2 付近ではほぼ一定になる。また、2 ヒンジ支承、固定支承いずれも CFT 合成断面の断面積は鋼アーチリブの 2 倍以上になる。固定支承では CFT 合成断面はライズ比 1/9 および 1/10 で断面積が著しく大きくなる。これは基部を固定にしたことで基部に大きな負の曲げモーメントが作用するためにアーチリブ断面が大きくなった影響である。図-5 は 2 ヒンジ支承、図-8 は固定支承のアーチ橋の鋼重とライズ比の関係を示している。固定支承は 2 ヒンジ支承に比べると、CFT アーチ橋、鋼アーチ橋ともに鋼重が大きくなるが、2 ヒンジ支承、固定支承いずれも CFT アーチ橋は鋼アーチ橋に比べ鋼重が小さくなる。また、2 ヒンジ CFT アーチ橋の鋼重は 6000kN 前後で一定になる。図-6 は 2 ヒンジ支承、図-9 は固定支承の CFT アーチ橋と鋼アーチ橋の鋼重比とライズ比の関係を示している。2 ヒンジ支承では CFT アーチ橋の鋼重は平均して鋼アーチ橋の鋼重の 71% になり、固定支承では断面積の変化の大きなライズ比 1/9 および 1/10 の場合を除くと、CFT アーチ橋の鋼重は平均して鋼アーチ橋の鋼重の 66% になる。

4. まとめ

2 ヒンジ支承では CFT アーチ橋の鋼重は平均して鋼アーチ橋の鋼重の 71% になる。

固定支承では CFT アーチ橋の鋼重は平均して鋼アーチ橋の鋼重の 66% になる。

2 ヒンジ支承と固定支承の鋼重の軽減の差は 5% 程度で大きな差は見られない。

本研究では、CFT アーチ橋と鋼アーチ橋の経済性を評価するための第一段階として死荷重と活荷重を考慮した試設計による使用鋼重の比較を行ったが、今後は耐震性を考慮するため、試設計した橋に対して動的解析をし、降伏しないように断面を決定した上で CFT アーチ橋と鋼アーチ橋に対して設計鋼重の比較を行う予定である。さらに、施工面なども考慮してコストを積算し経済性の評価を行えるようにしたいと考えている。

参考文献

- 1) JSP-15W 鋼アーチ橋の概略自動設計マニュアル：JIP テクノサイエンス(株)，2004.7