

試設計による 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

長崎大学大学院 学生会員 ○大石雄己 福州大学 非 会 員 呉 慶雄
 三菱重工業 正 会 員 吉村光弘 長崎大学工学部 フェロー 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。この構造形式は長崎県内に現在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や耐震性についての比較が難しい。CFT アーチ橋を今後国内で導入していくためには、日本の設計基準に基づいた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設計鋼重の差を明らかにする。さらに、試設計したアーチ橋の動的解析を行い、耐震安全性の評価をする。

2. CFT アーチ橋と鋼アーチ橋の試設計

図-1 に試設計を行うアーチ橋の側面図、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 135m、補剛桁の支間 12@12.5m=150m、2車線両側歩道付きで幅員 11.3m、アーチリブ間隔 6.8m 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。アーチリブの支持形式は鋼アーチ橋に多く用いられる 2 ヒンジアーチとコンクリートアーチ橋に多く用いられる固定アーチの 2 種類で設計する。試設計においては、道路橋示方書による活荷重と死荷重を考慮し、地震力の影響は考慮しない。また、アーチリブ断面は円形で、直径および板厚はスパン全長に渡って一定と仮定する。鋼アーチ橋の試設計には設計ソフト JSP-15W 鋼アーチ橋の概略自動設計¹⁾（以下、JSP-15W）を使用する。CFT アーチ橋の設計は、鋼アーチ橋の円形鋼アーチリブを剛性等価な CFT アーチリブに置き換える方法で行う。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。CFT アーチ橋のアーチリブ鋼管にコンクリートを充填させた時の重量増加がアーチリブ以外の部材に与える影響を考慮するため、仮定鋼重を変更して JSP-15W で計算し設計結果に反映させる。

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 t_1 への変化を表-1 および表-2 に示す。

表-1 鋼管の直径と板厚の関係(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関係(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

3. CFT アーチ橋と鋼アーチ橋の設計鋼重の比較

(1) 2 ヒンジアーチ橋

図-4 にアーチリブの断面積とライズ比の関係を示す。CFT アーチリブ(鋼部分)は鋼アーチリブに比べ断面積が小さくなる。図-5 にアーチ橋の全鋼重とライズ比の関係を示す。CFT アーチ橋の鋼重は 6,000kN 付近で一定となる。また、鋼アーチ橋の鋼重はライズ比が大きくなると緩やかに小さくなる。図-6 に 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す。平均すると、CFT アーチ橋の鋼重は鋼アーチ橋の鋼重の 71% になる。

キーワード：CFT アーチ橋，鋼アーチ橋，概略設計，設計鋼重

連絡先：長崎大学工学部社会開発工学科 〒852-8521 長崎市文教町 1-14 TEL：095-819-2610 FAX：095-819-2627

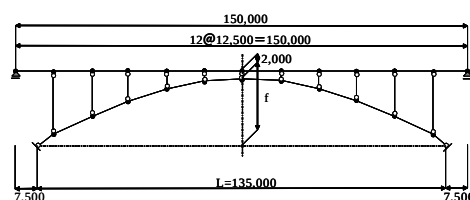


図-1 側面図(単位: mm)

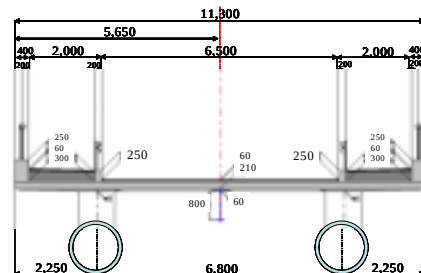


図-2 断面図(単位: mm)

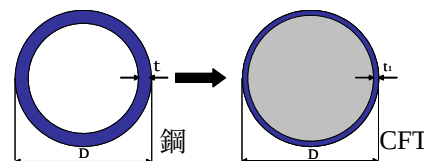


図-3 アーチリブ鋼管の断面図

(2) 固定アーチ橋

図-7 にアーチリブの断面積とライズ比の関係を示す。CFT アーチリブ(鋼部分)は鋼アーチリブに比べ断面積が小さくなる。CFT 合成断面積はライズ比 1/9、1/10 の場合に著しく大きくなる。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-8 にアーチ橋の全鋼重とライズ比の関係を示す。CFT アーチ橋の鋼重はライズ比 1/9、1/10 の場合を除くと 6,000kN 付近で一定となる。また、鋼アーチ橋の鋼重はライズ比が大きくなると、緩やかに小さくなる。図-9 に 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す。ライズ比 1/9、1/10 の場合を除くと、平均して CFT アーチ橋の鋼重は鋼アーチ橋の鋼重の 66%になる。

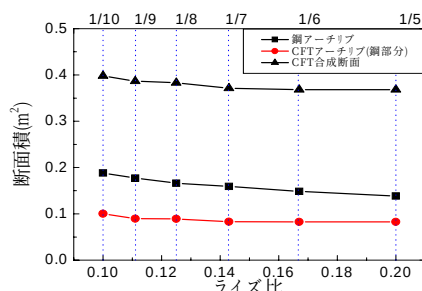


図-4 断面積とライズ比の関係
(2 ヒンジ)

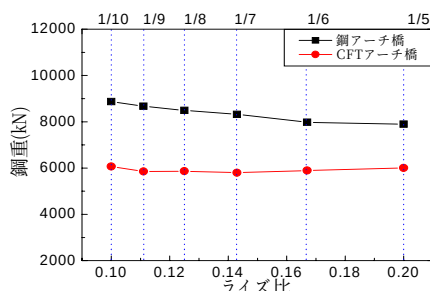


図-5 鋼重とライズ比の関係
(2 ヒンジ)

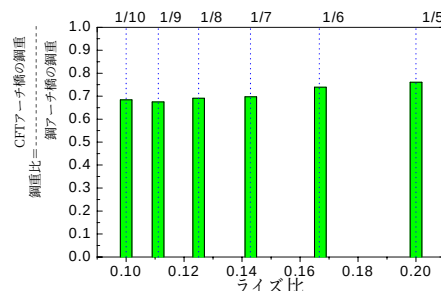


図-6 CFT と鋼の鋼重比と
ライズ比の関係(2 ヒンジ)

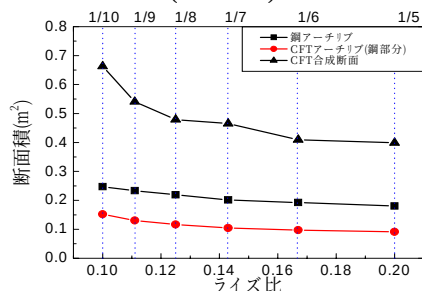


図-7 断面積とライズ比の関係
(固定)

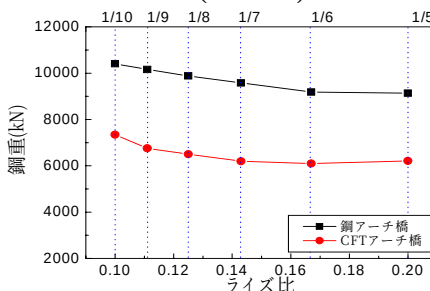


図-8 鋼重とライズ比の関係
(固定)

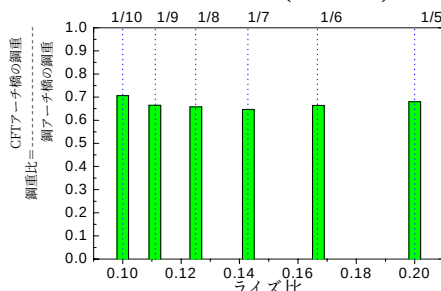


図-9 CFT と鋼の鋼重比と
ライズ比の関係(固定)

4. 試設計したアーチ橋の耐震安全性の評価

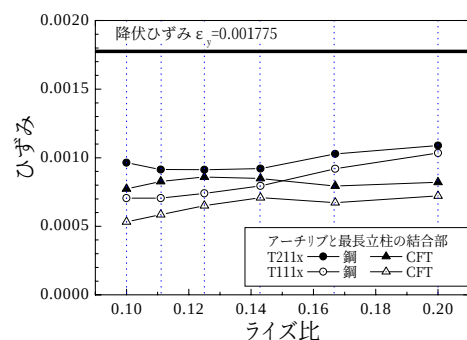
試設計した 2 ヒンジアーチ橋を対象として非線形地震応答解析を行い、耐震安全性の評価をする。解析においては橋軸方向および橋軸直角方向に地震波を入力する。本研究では、道路橋示方書²⁾に基づくタイプ I およびタイプ II の I 種地盤の標準波形のうち T111 と T211 の 2 種類の波形を用いて評価をする。解析ソフトは TDAPIII を使用する。図-10 に橋軸方向加震時のアーチリブと最長立柱の結合部および橋軸直角方向加震時のスプリングにおけるアーチリブ鋼管のひずみとライズ比の関係を示す。図より全てのライズ比において、T111 および T211 地震波を作用させても鋼管のひずみは降伏ひずみ ϵ_y よりも小さく、降伏しないことが確認できる。よって、試設計した 2 ヒンジアーチ橋は耐震安全性を満足している。

5. まとめ

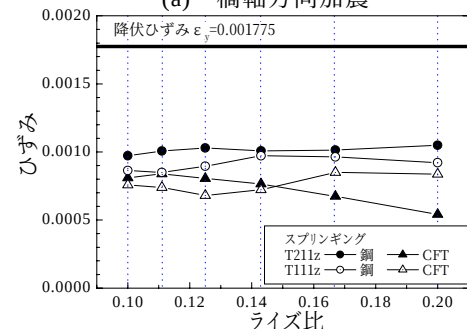
- ①試設計した CFT アーチ橋の設計鋼重は鋼アーチ橋に比べ、2 ヒンジアーチ橋では 71%、固定アーチ橋では 66%になり、鋼重軽減の大きな差はない。
- ②試設計した CFT アーチ橋および鋼アーチ橋は T111、T211 地震波に対して降伏せず耐震安全性を満足している。

参考文献 1)(株)JIP テクノサイエンス：JSP-15W 鋼アーチ橋の概略自動設計

USER'S MANUAL, 2004.7 2)(社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編, 2002.3



(a) 橋軸方向加震



(b) 橋軸直角方向加震

図-10 鋼管のひずみとライズ比の関係