

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 中国・福州大学 非会員 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 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) 構造は、圧縮強度が大きく、コンクリートにより鋼管の局部座屈が防止されることなどから、優れた変形性能を有している。また、地震荷重のような大きな繰り返し荷重を受ける耐震部材としての利用価値も高い。この CFT 構造をアーチリブに用いた CFT アーチ橋は構造的な特長に加え、経済性にも優れた構造形式であるため中国では多くの採用実績がある。日本では、現在長崎県内に建設中の新西海橋において道路橋として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、同じ設計条件を仮定して CFT アーチ橋と鋼アーチ橋の概略設計を行い、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. 試設計の概要と方法

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。橋梁形式は上路式逆ローゼ橋とする。アーチ支間長による設計鋼重の違いを調べるため、アーチ支間長  $L$  を 150m、135m、120m、100m、80m の 5 ケースとし、支間長ごとにアーチライズ比  $f/L$  を 1/5、1/6、1/7、1/8 と変化させる。図 - 2 に示すように、全ケースにおいて 2 車線両側歩道付きで幅員 11.3m、アーチリブ中心間隔 6.8m とする。また、アーチリブ断面形状は鋼アーチと CFT アーチの比較を行ない易くするため円形断面とし、アーチリブの使用鋼材は SM490Y および STK490 とする。支点の支持条件は、補剛桁の両端は可動、アーチリブの基部は新西海橋で採用されている固定支承とする。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。

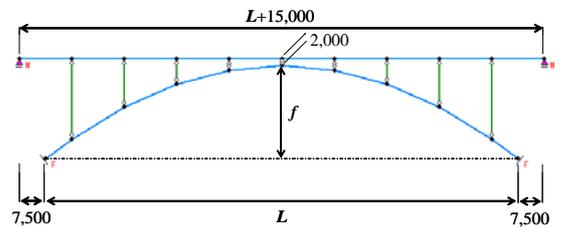


図 - 1 側面図 (単位: mm)

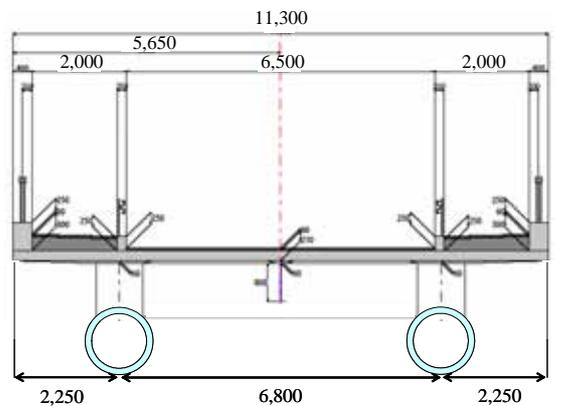


図 - 2 断面図 (単位: mm)

表 - 1 アーチリブ断面設計結果

スパン (m)	ライズ比	鋼アーチリブ			CFTアーチリブ			差 (%) ( - ) × 100
		直径 (mm)	板厚 (mm)	/ a	直径 (mm)	板厚 (mm)	/ a	
150	1/5	1923	36	0.995	1695	25	0.985	1.00
150	1/6	1941	38	0.987	1748	25	0.988	-0.10
150	1/7	1963	41	0.994	1769	28	0.999	-0.50
150	1/8	1984	44	0.991	1820	27	0.963	2.80
135	1/5	1744	35	0.988	1573	23	0.988	0.00
135	1/6	1758	37	0.998	1616	23	0.998	0.00
135	1/7	1781	41	0.996	1662	24	0.997	-0.10
135	1/8	1799	44	0.996	1688	25	0.959	3.70
120	1/5	1694	30	0.997	1472	22	0.959	3.80
120	1/6	1721	32	0.989	1517	22	0.970	1.90
120	1/7	1736	34	0.994	1545	23	0.993	0.10
120	1/8	1753	37	0.993	1603	23	0.993	0.00
100	1/5	1422	29	0.994	1278	19	0.965	2.90
100	1/6	1437	31	0.993	1312	19	0.983	1.00
100	1/7	1460	33	0.994	1344	20	0.993	0.10
100	1/8	1476	35	0.998	1393	20	0.998	0.00
80	1/5	1329	20	0.994	1116	16	0.880	11.40
80	1/6	1335	22	0.995	1141	17	0.911	8.40
80	1/7	1334	24	0.990	1167	17	0.965	2.50
80	1/8	1352	26	0.995	1197	18	0.983	1.20

本研究では、鋼アーチ橋の設計に JSP-15W 鋼アーチ橋の概略自動設計ソフト<sup>1)</sup>(以下、JSP-15W)を使用する。JSP-15W ではアーチリブ断面を円形にできないため、まず正方形の箱型断面として設計する。そして箱型断面と断面積および断面二次モーメントが等価な円形断面になるように直径と板厚を決定し、鋼アーチ橋の設計を行う。JSP-15W では、決定したアーチリブ断面に作用する応力が鋼材の許容応力度  $a$  以下になるかの照査が行われる。次に、CFT アーチ橋の設計は、鋼アーチリブを CFT アーチリブに置き換える方法で行う。鋼アーチリブの断面積を上回り、かつ断面二次モーメントが最も近い値になるように

直径と板厚を変化させて CFT アーチリブ断面を仮定する。仮定した断面にコンクリートを充填した場合の重量増加を考慮し、JSP-15W で計算することでアーチリブ以外の部材断面を決定し、仮定したアーチリブ断面については、生じる断面力に対して照査を行う。本研究における CFT 断面の照査では、鋼・コンクリート合成断面に作用する応力度が鋼材の許容応力度  $a$  以下になるかの確認を行い、最終的に断面を決定する。試設計においては、道路橋示方書に規定されている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。表 - 1 は鋼アーチ橋および CFT アーチ橋のアーチリブ断面設計結果を示したものである。各アーチリブ断面の直径、板厚およびアーチリブに作用する最大応力が許容応力度  $a$  に対して占める割合を示している。との差が小さいことから、鋼アーチ橋、CFT アーチ橋のいずれも許容応力度に対して同程度の余裕を持たせた設計が行われていることがわかる。

3. 設計鋼重の比較

試設計により得られた鋼アーチ橋および CFT アーチ橋の設計鋼重の結果を以下に示す。図 - 3 は鋼アーチ橋の設計鋼重とライズ比の関係を示したものである。各アーチ支間長において、ライズ比が大きくなるにつれて鋼重が若干小さくなる傾向があるが鋼重の差はほとんど見られない。図 - 4 は CFT アーチ橋の設計鋼重とライズ比の関係を示したものである。鋼アーチ橋と同じく、各アーチ支間長においてライズ比による鋼重の差はほとんど見られない。図 - 5 は鋼アーチ橋の鋼重に対する CFT アーチ橋の鋼重の比である鋼重比とライズ比の関係を示したものである。各アーチ支間長においてライズ比が小さくなるにつれて鋼重比が若干小さくなる傾向があるが、ほぼ 70% 程度となる。80m の場合に鋼重比が大きくなっているが、これは表 - 1 の差からもわかるように CFT アーチリブ断面が鋼アーチリブ断面よりもやや安全側の設計になった影響である。

4. まとめ

本研究では、CFT アーチ橋の鋼重は鋼アーチ橋の鋼重の 70% 程度になることがわかった。また、ライズ比やアーチ支間長による設計鋼重の大きな差は見られなかった。

鋼アーチ橋と CFT アーチ橋に作用する死荷重による断面力および活荷重による断面力に着目すると、CFT アーチ橋の死荷重による曲げモーメントと軸力は鋼アーチ橋のそれと比べ大きくなっている。本来、CFT 断面は施工時を考慮すると、死荷重を鋼管のみ、活荷重を合成断面で受け持つように設計すべきであるが、本研究では死荷重 + 活荷重を合成断面で受け持つと仮定して設計を行っている。今後は死荷重と活荷重の割合の変化に対応できるように試設計方法を検討し、CFT アーチ橋を適切に設計した上で動的解析を行い、地震力に対する評価を行いたいと考えている。

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

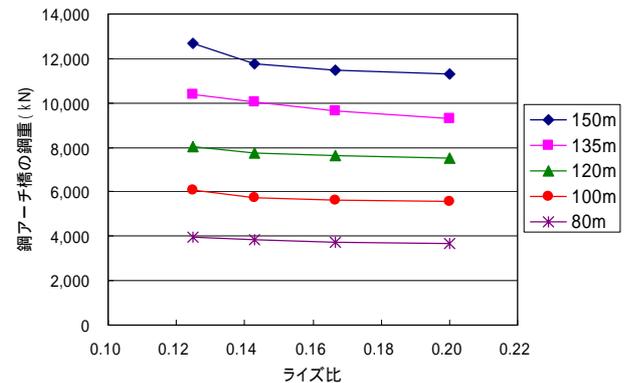


図 - 3 鋼アーチ橋の鋼重とライズ比の関係

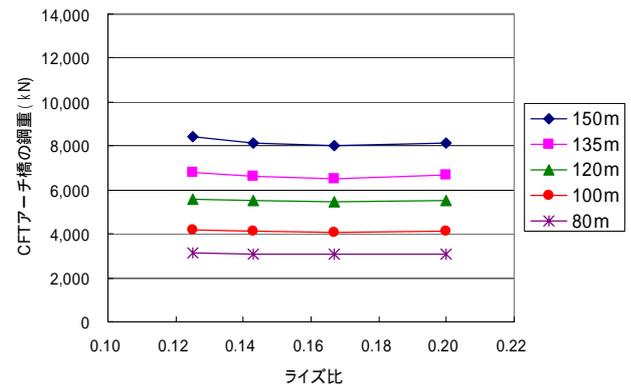


図 - 4 CFT アーチ橋の鋼重とライズ比の関係

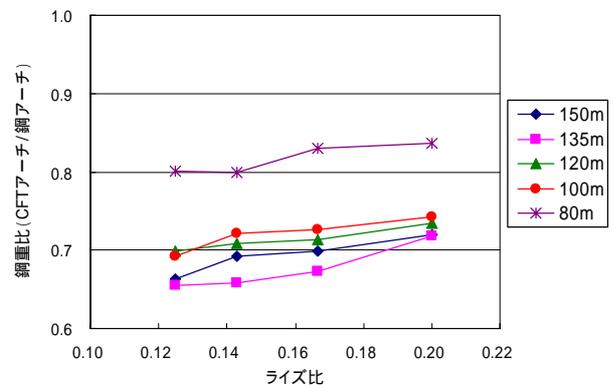


図 - 5 CFT と鋼の鋼重比とライズ比の関係