

新形式の連続アーチ橋の提案・検討

東海大学 フェロー会員 中村 俊一
 (株) 建設技術研究所 正会員 ○薄井 正幸
 (株) サクラダ 正会員 清水 織恵
 J F E エンジニアリング (株) 正会員 樋口 耕平
 (株) 駒井ハルテック 正会員 松井 勲

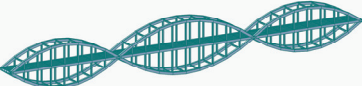
1. はじめに

近年の国内における鋼製橋梁は、本州四国連絡橋に代表される長大橋の建設が一段落し、画一的な形式の橋梁が多数を占めている。さらに、道路建設事業は建設コスト縮減が求められ、橋梁形式選定の過程においては、経済性評価が大きな決定要因となることから、魅力的な新形式橋梁あるいは新技術が誕生しにくい状況にある。一方、国内外を問わず既存の橋梁には斬新なデザインが数多く存在する。特にアーチ橋は、さまざまな造形美を作り出しており、多くの可能性を秘めた形式である。本稿では新形式の連続アーチ橋を既存橋梁から考案し、その実現の可能性を解析的に検討する。

2. 新形式アーチ橋の提案

本論文では、①連続下路アーチ、②上下 S アーチ、③ダブルアーチの 3 形式を提案し、検討した(表-1)。連続下路アーチは、一般にタイドアーチとして用いられる下路式アーチ橋を連続形式とする事例が少ないことに着目した。上下 S アーチは、ドバイで建設計画のあった連続中路アーチを参考に、アーチリブの曲線が滑らかに連なり軽快で優美な印象を与える形式である。ダブルアーチは現存するレンズトラス橋を基に、アーチ橋と吊床版橋を複合させた中路式アーチ橋である。なお、レンズトラスはライズ比が小さくスレンダーな形状が特徴的な形式で、19 世紀に欧米で流行し日本でも建設された形式である。

表-1 既存橋梁と新形式の比較

	連続下路アーチ：天間川橋梁	連続中路アーチ：ドバイコンペ作品	レンズトラス：南河内橋
既存橋梁			
新形式	連続下路アーチ 	上下 S アーチ 	ダブルアーチ 

3. 解析モデル

解析は図-1 の横断構成を有する立体骨組みによる弾性解析(微小変位解析)とした。支間割りは 80m+100m+80m とし、橋長を 260m とした。アーチライズは支間の 1/6 で統一し、死荷重および活荷重を複数パターン载荷した。支点条件は片側端支点のみ水平方向固定とし、その他の支点は水平方向可動とした。また、アーチリブと補剛桁は剛結とした。

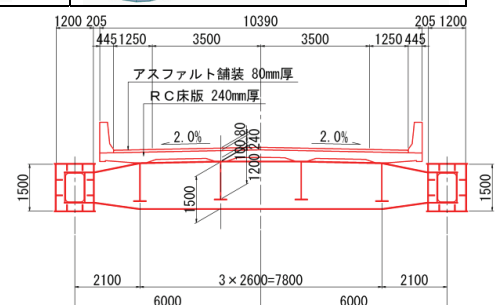


図-1 主桁およびアーチリブ断面

キーワード アーチ橋, 新形式, デザイン, 連続桁

連絡先 〒103-8430 東京都中央区日本橋浜町 3-21-1 (株) 建設技術研究所 東京本社 構造部 TEL : 03(3668)0416

4. 検討結果

4.1 死荷重載荷時の断面力およびたわみ

3つのモデルに対する死荷重載荷時の断面力およびたわみの計算結果を表-2に示す。

軸力に関しては、連続下路アーチはアーチリブに圧縮軸力が生じ、補剛桁に引張軸力が生じる一般的なタイドアーチとして挙動する。しかし、支点条件を全支点固定または両端固定の場合では、補剛桁の引張軸力は支点反力に置き換わった。上下Sアーチの側径間は連続下路アーチとは逆に、アーチリブが引張部材、補剛桁が圧縮部材となる。ダブルアーチは上下弦材で同値正負逆転の軸力が発生する。上下弦材それぞれのアーチ作用が相殺するため、補剛桁に軸力が生じず、支点の水平反力も生じない。

曲げモーメントおよびたわみに関しては、連続下路アーチに比べ上下Sアーチは5%程度の増加傾向となった。これは、連続下路アーチの側径間と中央径間のアーチ作用が相殺するのに対し、上下Sアーチは相乗するためと考えられる。ダブルアーチは曲げモーメント、たわみの両方で連続下路アーチおよび上下Sアーチの半分程度の値となった。

表-2 死荷重載荷時の断面力およびたわみ

	N図(kN)	M図(kN・m)	たわみ
Model 1			78mm
Model 2			83mm
Model 3			32mm

4.2 活荷重載荷時の断面力およびたわみ

表-3の通り活荷重を4パターン載荷した。上下Sアーチの支点水平変位は、③第2径間載荷時のみ連続下路アーチと同方向となり、それ以外の載荷ケースでは逆方向となった。ダブルアーチはいずれの載荷パターンでも支点水平変位は生じない。軸力は載荷径間に限定されるが、曲げモーメントは載荷径間の隣接径間まで影響する。

表-3 活荷重載荷ケース

載荷パターン	載荷図
①全径間載荷	
②第1径間載荷	
③第2径間載荷	
④第1・3径間載荷	

4.3 部材照査

アーチリブ断面計算結果を表-4に示す。断面照査はアーチ面外への全体座屈照査および軸力と曲げを受ける部材としての照査を行った。全体座屈照査における有効座屈長は、線形固有値解析を行い面外座屈に対する固有値を算出して求めた。材質はSM490Yとした。3形式の断面は軸力と曲げを受ける部材としての許容応力度照査ではなく、全体座屈照査を満足する断面で決定した。決定断面は圧縮応力度が全体座屈照査の制限値の90%以上に到達する断面とした。連続下路アーチ、上下Sアーチは同程度の軸力であるため同断面となるが、ダブルアーチは他と比べ同じライズであれば1/2程度の断面とすることができる。

表-4 アーチリブ断面計算結果

形式	最大軸力(kN)	断面(mm)			材質
		桁幅	桁高	板厚	
連続下路アーチ	-8652.1	1200	1500	16	SM490Y
上下Sアーチ	-8627.3	1200	1500	16	SM490Y
ダブルアーチ	-4784.1	600	800	14	SM490Y

5. まとめ

本検討では、連続アーチ橋に関する3つの新形式について、弾性範囲での基本的な構造特性を把握した。今後は、引張側アーチリブへのケーブルの適用など形式の応用的発展と、有限変位解析および弾塑性解析への展開、さらに3形式および既存形式との概略の経済性比較を行う予定である。なお、本研究は鋼橋技術研究会・新橋梁形式研究部会のWG活動の一環として行ったものである。ここに、関係各位に謝意を表する。