

テンションスティフニング効果を考慮した合成アーチ橋の設計法

片山ストラテック(株) 正会員 ○坂本純男* 大阪工業大学工学部 学生会員 中村健志**
 大阪工業大学工学部 正会員 大山 理** 大阪工業大学工学部 正会員 栗田章光**

1. はじめに

近年、連続桁橋は合成桁として設計されることが多くなっている。一方、アーチ橋においては、構造上、常時引張力がコンクリート床版に作用するため、従来の非合成としての設計が行われている。しかしながら、スラブアンカーなどでコンクリート床版と鋼桁とが結合(合成挙動)されているため、実際にコンクリート床版にひび割れが発生するといった問題が生じることがある。また、ヨーロッパでは連続桁橋だけではなくアーチ橋も合成桁設計が行われている。合成アーチ橋は、従来の非合成アーチ橋と比較して、先に述べたような実際に生じる挙動を考慮した設計が行われているとともに、縦桁省略などの床組構造の簡略化や経済的な断面の設計が可能になるといった特徴がある。筆者らの研究によると、合成アーチ橋は、非合成アーチ橋に比べて補剛桁断面を約 16% 減少できるという結果が得られている¹⁾。さらに、コンクリートの引張域での剛性を考慮するテンションスティフニング効果を考慮すると、さらなる経済的な設計が可能になると思われる。

そこで、上述の設計法は、今後わが国でも採用されることが考えられるため、本文では、合成アーチ橋とそれにテンションスティフニング効果を考慮した場合の補剛桁および鉄筋の分担軸力、補剛桁断面の比較・検討結果について報告する。

2. テンションスティフニング効果の設計への導入方法

テンションスティフニング効果を設計へ導入する方法²⁾は、床版の鉄筋の断面積を実際よりも多く見積もることにより、鉄筋の分担軸力を増大、鋼桁に作用する分担軸力を減少させるものである。そのことにより、鋼桁断面の合理化を図ることが可能となる。分担軸力を算定するためには、有効なコンクリートを考慮した鉄筋の断面積、つまり、有効断面積 $A_{s,eff}$ を算出する必要がある。ここで、内力計算のためのモデルを図-1に示す。同図に示すように、軸力 F は鋼桁と鉄筋に分担され、鋼桁と鉄筋にそれぞれどのように分担されるかは、両者の剛性に依存する。有効剛性 $(EA)_{eff}$ の算定式を式(1)に示す。

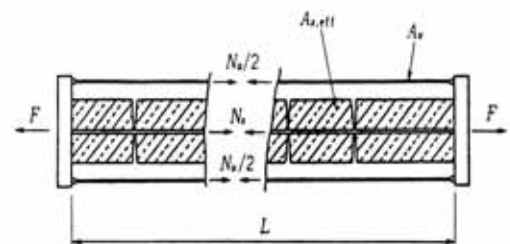


図-1 内力計算のモデル

$$(EA)_{eff} = \frac{E_s A_s}{1 - 0.35 / (1 + \rho_s n)} \quad (1)$$

ここで、 E_s は鉄筋のヤング係数、 A_s は鉄筋の断面積、 ρ_s は鉄筋比、 n はヤング係数比である。

式(1)より、テンションスティフニング効果を考慮した鉄筋の有効断面積 $A_{s,eff}$ を算出することができ、図-1の内力モデルを用いて補剛桁ならびに鉄筋に作用する分担軸力を算出することができる。その算出式を式(2)に示す。

$$N_s = \frac{A_{s,eff}}{A_{s,eff} + A_a} F \quad (2)$$

ここで、 N_s は鉄筋の分担軸力、 $A_{s,eff}$ は鉄筋の有効断面積、 A_a は補剛桁の断面積、 F は軸力である。

Key word：アーチ橋，合成桁，合成タイドアーチ橋

* 〒551-0021 大阪市大正区南恩加島 6 丁目 2 番 21 号

TEL：(06)6552-1235，FAX：(06)6551-5648

** 〒535-8585 大阪市旭区大宮 5 丁目 16 番 1 号

TEL：(06)6954-4109，FAX：(06)6957-2131

3. 合成アーチ橋の概要

本検討に用いた橋梁の側面を図-2、横断面を図-3にそれぞれ示す．形式は橋長 100m，アーチライズ 16m の下路式合成タイドアーチ橋である．つぎに，補剛桁，アーチリブおよびつり材の断面諸元を表-1 に示す．ここで，対象橋梁のコンクリート床版厚は 330mmである．これは本橋梁には縦桁を設けず，横桁が 3.33m間隔で配置されており，その間隔と道路橋示方書³⁾に基づき，床版厚を決定した．なお，この数値は，ドイツにおいて施工された合成アーチ橋の床版厚とほぼ同等である．また，アスファルト舗装厚 80mm，鉄筋比 2.3% である．

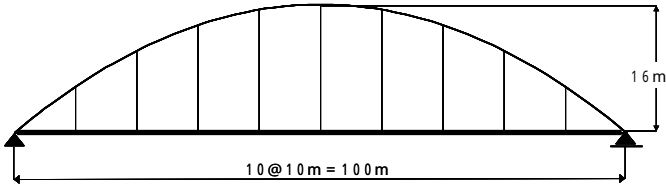


図-2 側面図

表-1 断面諸元

	補剛桁	アーチリブ	つり材
上フランジ(mm)	300×13	1200×27	300×16
腹板(mm)	14×1100	2×20×950	10×330
下フランジ(mm)	300×13	1000×22	300×16
断面積(mm ²)	23200	92400	12900

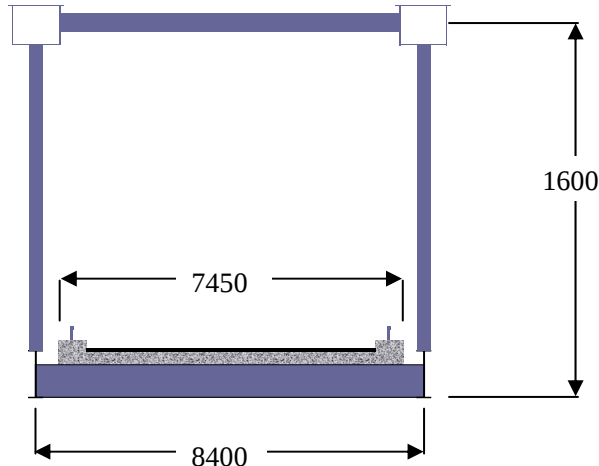


図-3 横断面図

表-2 分担軸力の算定結果

	合成	合成(TS)
軸力(kN)	11729.07	11726.02
鉄筋の分担軸力(kN)	2045.95	2595.50
補剛桁の分担軸力(kN)	9674.12	9130.52
軸力比(鉄筋)	1.00	1.27
軸力比(補剛桁)	1.00	0.94

表-3 補剛桁断面の比較

	合成	合成(TS)
上フランジ(mm)	300×13	300×12
腹板(mm)	14×1100	13×1100
下フランジ(mm)	300×13	300×13
断面積(mm ²)	23200	21800
断面積比率	1.00	0.94
ひび割れ幅(mm)	0.091	0.077

4. 検討結果

式(2)を用いて得られた鉄筋および補剛桁の分担軸力の結果を表-2 に示す．表-2 より，本検討に用いた合成タイドアーチ橋において，テンションスティフニング効果を考慮した場合，鉄筋に作用する分担軸力はテンションスティフニング効果を考慮しない場合と比べ約 27%増加し，一方，補剛桁に作用する分担軸力は約 6%減少することがわかった．つぎに，この分担軸力を用いて補剛桁断面の設計を行った．その結果を表-3 に示す．表-3 より，テンションスティフニング効果を考慮すると補剛桁の断面積を約 6%減少させることができ，ひび割れ幅が約 16%減少することがわかった．

5. まとめ

比較・検討結果より，合成アーチ橋の設計にテンションスティフニング効果を考慮することにより，断面の合理化を図ることができ，工費の縮減が可能になると思われる．しかしながら，本研究で用いたテンションスティフニング効果の理論には，長期挙動の影響が考慮されていないなど，未解明な点が数多く含まれている．したがって，今後の課題として，これらの未解明な点を解明し，さらなる合理化を目指した合成アーチ橋の設計法を確立する必要がある．

【参考文献】

1) 中村健志，坂本純男，大山 理，栗田章光:合成タイドアーチ橋の試設計，平成 17 年度土木学会関西支部年次学術講演会，平成 17 年 5 月．
2) Hanswille,G. and Piel,W.:Composite bowstring arches with reinforced concrete decks acting as tension members in the main system, Proc.of Composite Construction in steel and concrete ,ASCE, pp.349-358, 1997.
3) (社)日本道路協会:道路橋示方書・同解説 共通編，鋼橋編(平成 14 年 3 月)，丸善株，2002 年 3 月．
4) 中井 博，栗田章光:ドイツにおける最近の鋼・コンクリート合成橋梁，森北出版株，2003 年 6 月．