

コンクリート充腹圧延桁の経時挙動解析

オリエンタル建設(株) 正会員 池上達也* 大阪工業大学大学院 学生員 高橋克典**
大阪工業大学工学部 正会員 栗田章光**

1. はじめに

今日の公共事業における構造物の安全性の確保はもちろんのこと、耐久性の向上や建設費の縮減という厳しい社会的要請に応えるため、新形式の鋼・コンクリート複合橋梁の開発・研究が各所で積極的に行われている。その一例として、圧延鋼の上下フランジ間にコンクリートを充填した合成構造が挙げられる。この構造は、通常の合成桁タイプでは、騒音、振動、変形、ならびに鋼桁の腐食などの使用性の面で難点があったが、コンクリート充填構造とすることにより、これらの使用性を向上させることが可能になる。この構造形式は、主に、建築分野で適用されているが、土木分野への幅広い適用が有望視されている。しかし、未解決の問題が多く、適用にあたっては、それらを解明する必要がある。本文では、設計上の大きな課題の1つであるコンクリートのクリープおよび乾燥収縮挙動に着目し、単純桁形式のコンクリート充腹圧延桁橋を対象に、解析式の誘導ならびに数値計算を行った結果を、以下に報告する。

2. 構造概要

コンクリート充腹圧延桁橋とは、図-1 に示すように、近年、ヨーロッパ諸国で新形式の鋼・コンクリート合成構造の一つとして提案された形式の橋梁である¹⁾。この構造形式は、圧延鋼の上下フランジ間にコンクリートを充填したはりを主桁とし、コンクリート床版と合成させた鋼・コンクリート合成桁橋である。この構造形式は、本来、建築

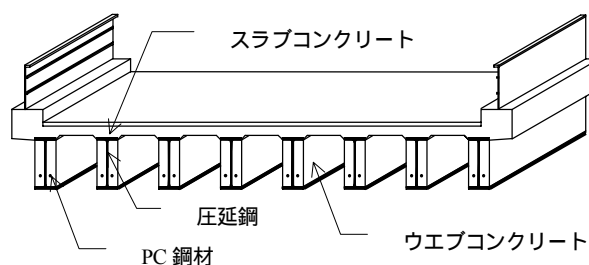


図-1 コンクリート充腹圧延桁橋の構造概要

ばりとして適用されているが、本研究では橋梁への適用を目指しているため、充填したコンクリートにプレストレスを導入する構造とする。圧延鋼は、溶接桁と比較して、すみやかに構造体を形成することができ、単位重量あたりの材料費が最も安いなどの特徴がある。この圧延鋼に、コンクリートを充填することによって、同程度の寸法をもつ RC 桁に比べて剛性を高くすることが可能なため、桁高を抑えられること、また、鋼桁の座屈などが抑制されるので変形性能が大きいこと、などの長を有している。さらに、鋼桁のみの場合よりも振動騒音が小さく、RC や PC の桁よりも施工性が良いという利点も挙げられる。

コンクリート充腹圧延桁橋の設計にあたって、プレストレス導入するウェブコンクリートは種 PC とし、プレストレス力の損失は、コンクリートのクリープおよび乾燥収縮挙動による損失ならびに、PC 鋼材のリラクゼーションによる損失について考慮する。また、圧延鋼にキャンバーを与える方法としては、分割施工による方法や、熱処理による方法がある。

コンクリート充腹圧延桁橋の施工順序は、まず、設計に応じて必要なそりを加えた圧延鋼の上下フランジ間にコンクリートを打設し、次に、PC 鋼材緊張によりプレストレスを与える。そして、コンクリート充腹圧延鋼桁を架設した後、スラブコンクリートを打設する。最後に、地覆、高欄、舗装などを施工する。以上の施工順序に基づき経時挙動解析を行った。

3. 経時挙動解析

コンクリート充腹圧延桁橋では、施工手順に応じて断面の特性が変化するため、各施工段階に対応したクリープおよび乾燥収縮による断面力の変化量の算定式を、分担断面法により誘導した²⁾。そして、誘導した算定式に基づいて、実橋モデルのコンクリート充腹圧延桁橋を対象に数値計算を行い、最適な導入緊張力を検討した。対象橋梁の断面図を図-2 に、側面図を図-3 に示す。なお、PC 鋼材の配置形状は直線配置とした。

Keywords: コンクリート充腹圧延桁橋, クリープ, 乾燥収縮

* 〒530-0012 大阪府大阪市北区芝田 2 丁目 6 番 23 号 TEL: 06(6372)0101 FAX: 06(6372)0309

** 〒535-8585 大阪府大阪市旭区大宮 5 丁目 16 番 1 号 TEL: 06(6954)4141 FAX: 06(6957)2131

径間中央部での持続荷重および、プレストレス力による初期応力度、クリープ・乾燥収縮に伴う変化応力度を、まとめて表-1 に示す。また、クリープ・乾燥収縮による PC 鋼材緊張力の応力変化量を表-2 に示す。

表-1 より、径間中央部において、クリープによって、鋼桁は平均で初期応力の約 66%の圧縮応力を、一方、ウエブコンクリートは約 59%、スラブコンクリートは約 44%の引張応力を、それぞれ受けることがわかる。一方、乾燥収縮によって、鋼桁は約 30%の圧縮応力を、また、ウエブコンクリートは約 23%、スラブコンクリートは約 53%の引張応力を受けることがわかる。

表-2 より、PC 鋼材張力の変化量はクリープによるものが最も大きく、プレストレス導入後の損失率は 9%であった。なお PC 鋼材のリラクゼーション値は、3%とした。

PC 鋼材の緊張力の決定根拠は、ウエブコンクリート断面には、活荷重を除く主荷重によって引張応力が発生しないものとし、さらに、クリープおよび乾燥収縮終了時において、全コンクリート断面に圧縮応力が残存するよう緊張力を決定した。その結果、コンクリート充腹圧延鋼桁に適量のそりを与えることも可能となった。

図-4 にはクリープおよび乾燥収縮によるたわみを示す。図-4 より、径間中央部でのクリープによるたわみは 3.9[mm]、乾燥収縮によるたわみは 5.7[mm]となり、乾燥収縮による影響のほうがクリープより大きいことがわかった。これは、クリープによるたわみの内訳として、持続荷重によって発生するたわみとそりが打ち消し合うためである。一方、床版に用いるコンクリートだけでなく、主桁にもコンクリートを用いている断面であるため、乾燥収縮による影響が大きく、このような結果が得られたと考えられる。

4.まとめ

本文では、新形式の構造であるコンクリート充腹圧延桁橋について経時挙動解析を行い、数値計算結果を示した。本形式は、圧延鋼にコンクリートを充填しプレストレスを導入する構造のため、剛性を向上させることが可能になるが、コンクリートのクリープおよび乾燥収縮の影響が大きく、供用後に過度の変形やひび割れを生じる可能性があり設計上無視できないと考えられる。

今後の課題として、コンクリート充腹圧延桁橋を連続形式の橋梁への適用を考えているため、PC 鋼材の配置形状を考慮した 2 径間以上の連続形式の橋梁を対象とした詳細な数値計算を行うとともに、実際にクリープおよび乾燥収縮による経時挙動の測定実験を行って、解析値を実験値との比較を行い、本研究での解析手法による実橋の経時挙動評価の妥当性について検証を行う必要があると考えられる。

参考文献

- 1) Kindmann , Bergmann , Cajot and Schleich : Effect of Reinforced Concrete Between the Flanges of the Steel Profile of Partially Encased Composite Beams , J.Construct . Steel Research 27 , pp.107-122 , 1993 .
- 2) 池上達也：コンクリート充腹圧延桁橋の力学特性, 大阪工業大学修士学位論文, 2001 年 2 月 .

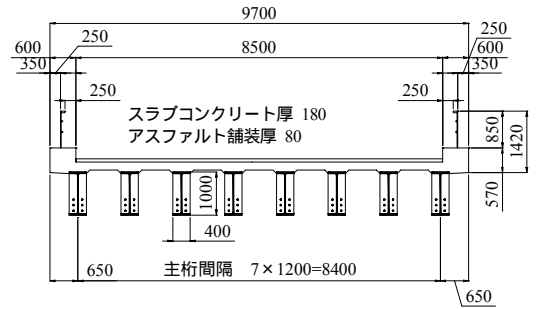


図-2 対象橋梁の断面図 [mm]

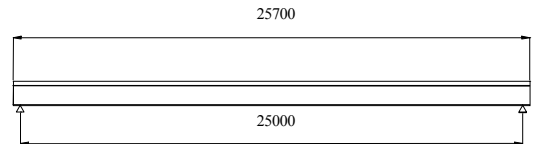


図-3 対象橋梁の側面図 [mm]

表-1 径間中央部における応力度 [N/mm²] (+:圧縮応力, -:引張応力)

| | 鋼桁 | | ウエブ コンクリート | | スラブ コンクリート | |
|------|--------|-------|---------------|-------|---------------|-------|
| | 上縁 | 下縁 | 上縁 | 下縁 | 上縁 | 下縁 |
| 初期応力 | 58.84 | 45.17 | 9.04 | 7.08 | 2.22 | 1.48 |
| クリープ | 44.37 | 25.71 | -4.48 | -4.84 | -1.03 | -0.62 |
| 乾燥収縮 | 23.71 | 9.03 | -1.34 | -2.23 | -0.88 | -1.00 |
| 総計 | 126.92 | 79.91 | 3.22 | 0.00 | 0.31 | -0.14 |

表-2 PC 鋼材緊張力の変化量

| | 軸力 [kN] | 損失率 [%] |
|----------|---------|---------|
| 導入緊張力 | -5700 | - |
| リラクゼーション | 171 | 3 |
| クリープ | 257 | 5 |
| 乾燥収縮 | 68 | 1 |
| 有効緊張力 | -5204 | 9 |

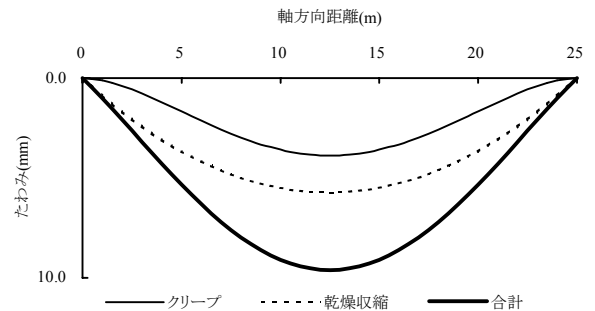


図-4 クリープおよび乾燥収縮によるたわみ