

(85) 鋼トラスウェブPC梁の長期挙動

川田建設(株) 工事本部開発部 ○佐野ユミ子  
 秋田大学 工学資源学部土木環境工学科 正会員 川上 洵  
 川田建設(株) 工事本部開発部 正会員 大澤 浩二

1. はじめに

近年、土木構造物の合理化およびコスト縮減の観点から、鋼構造とコンクリート構造のお互いの長所を組み合わせた複合構造が注目され、各方面で色々な試みがなされている。著者らは、我が国ではまだ実績のない鋼トラスウェブPC橋の研究を開始し、基本的な構造特性、適用性、可能性を確認するため、既発表ではスパン10.0m、梁高0.9mの模型を用いた静的載荷試験の結果を報告した<sup>1)2)</sup>。これに加えて、同形状の供試体における約1年間の経時計測を実施し、約1年半経過後に静的載荷試験を行った。この結果をもとに本論文では鋼トラスウェブPC梁のクリープ特性について報告するものである。

2. 実験概要

(1) 供試体

図-1に供試体および載荷位置を示す。本供試体はI形断面PC梁のコンクリートウェブを鋼製の鉛直材付きワーレントラス部材に置き換えた構造である。ここで、トラス軸線は上下フランジの図心ではなく、表面で交差するものとした。主要材料として、トラス部材にはH鋼H-100×100×6×8(SS400)、上下フランジとの接合にはスタッドジベルφ22×130mmを用いた。PC鋼材は、内鋼棒にPC鋼棒φ23mm(SBPR785/1030)2本、外ケーブルにはPC鋼より線φ15.2mm(SWPR7B)2本を用い、導入緊張力をそれぞれ14tf/本、17tf/本とした。なお、外ケーブルの偏向部にはテフロンシートを挿入することにより摩擦の低減を行った。

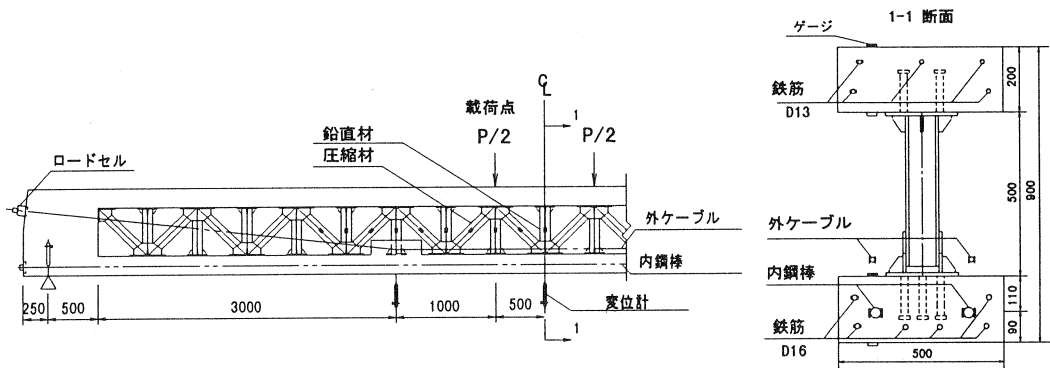


図-1 供試体一般図および計測器取付位置 (単位; mm)

(2) 試験方法

1996年12月6日にコンクリートを打設し、材齢4日に内鋼棒を、材齢15日に外ケーブルを緊張した。経時計測は、内鋼棒緊張直前を初期値とし、その後、約400日間実施した。さらに、長期にわたりクリープ・乾燥収縮の影響を受けた鋼トラスウェブPC梁の性状を調査するため、材齢570日において静的載荷試験を行い、既発表<sup>2)</sup>(材齢28日)と比較した。

### 3. クリープ解析方法

鋼トラスウェブPC梁の設計を行う際、解析モデルの簡略化が必要となる。クリープ解析は梁モデルとトラスモデルの2種類について行い、モデルの違いによる比較を行った。

クリープ解析におけるクリープ・乾燥収縮の取り扱い、Dischingerの基本式をもとにした。逐次積分法として取り扱い、構造解析は変位法とした。トラス解析モデルの詳細については既発表<sup>2)</sup>と同様であり、上下フランジを弦材とする平面骨組構造とした。ただし、外ケーブル緊張前は外ケーブル部材を除く骨組とした。ここで、解析に用いた弾性係数、クリープ係数及び乾燥収縮ひずみの進行度は平成8年度土木学会コンクリート標準示方書から図-2に示すものとした。

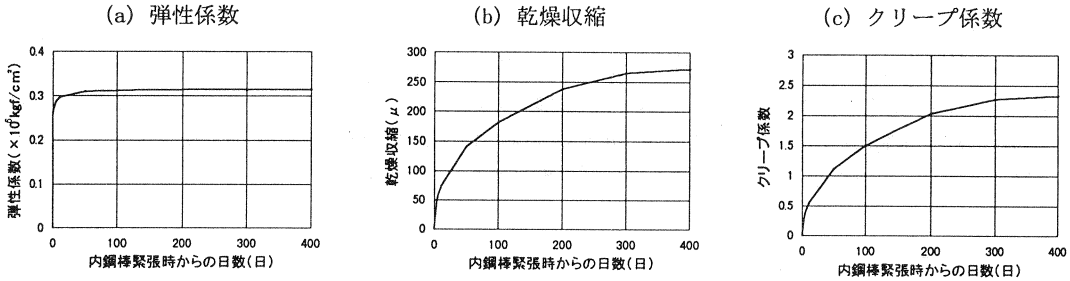


図-2 弾性係数、乾燥収縮ひずみ、クリープ係数の進行度

### 4. 試験結果および考察

#### 4.1 長期変形挙動

##### (1) 上、下フランジのひずみ挙動

スパン中央の上下フランジについて、それぞれのコンクリート上下縁における全ひずみの長期挙動を図-3, 4に示す。ここで、グラフの横軸は内鋼棒緊張時からの材齢を示している。また、全ひずみとは弾性ひずみ、クリープひずみ及び乾燥収縮ひずみの合計である。これによれば、上下フランジのひずみは材齢とともに収縮側に増加している。図-3, 4より、実測値はトラスモデルとして求めた解析値と同じ傾向を示しており、梁モデルとして求めた解析値とは上下が逆転する性状となった。

図-5に弾性解析による材齢28日、クリープ解析による材齢570日時点における支間中央断面内のコンクリートの弾性応力分布を示す。これより、クリープによってコンクリート弾性応力は低減し、格点2次曲げが卓越していくことがわかり、また、上下フランジの図心位置での弾性応力にはトラス・梁モデルとも差がないと言える。

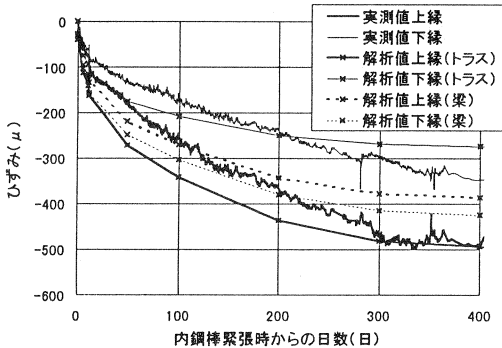


図-3 上床版のコンクリートひずみ

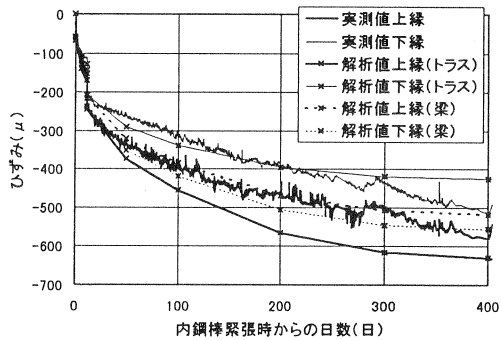


図-4 下床版のコンクリートひずみ

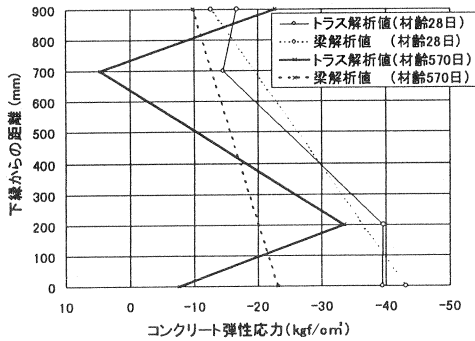


図-5 断面内の応力分布 (スパン中央)

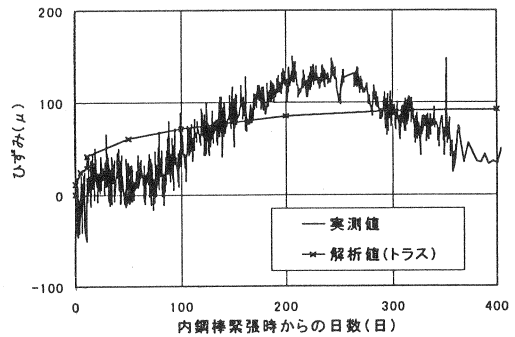


図-6 トラス鉛直材のひずみ (スパン中央)

(2) トラス部材のひずみ挙動

図-6, 7に鉛直材、圧縮材のひずみ挙動を示す。実測上、クリープの影響により各トラス部材とも軸力の上下動があり、スパン中央の鉛直材において、解析値では内鋼棒緊張後から400日まで80 $\mu$ 程度の引張ひずみの増加がみられる。以上から、長期変形する際にトラス格点部の2次曲げが増加していくことわかる。

(3) 内鋼棒のひずみ挙動

図-8に内鋼棒のスパン中央におけるひずみの変動を示す。実測値、解析値ともにほとんど差がなく、さらにトラス構造、梁構造の解析値とも非常に近い値を示している。以上より、梁軸方向へのトラスの拘束度はあまり大きくないことがわかる。

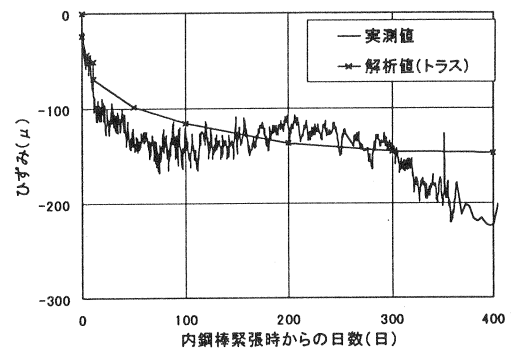


図-7 トラス圧縮材のひずみ (荷重点付近)

(4) 外ケーブルの張力変化

図-9に外ケーブルのスパン中央における張力の変動を示す。外ケーブルの張力は材齢とともに変化している。図-3~図-9において内鋼棒の緊張から15日目でひずみに急激な変化が見られるのは、外ケーブルの緊張によるものである。内鋼棒のひずみと同様にして、トラス構造、梁構造の解析値ともに非常によく一致している。

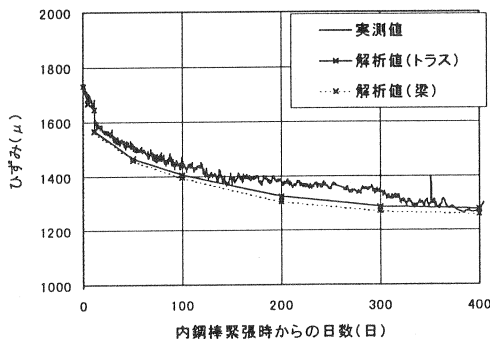


図-8 内鋼棒のひずみ

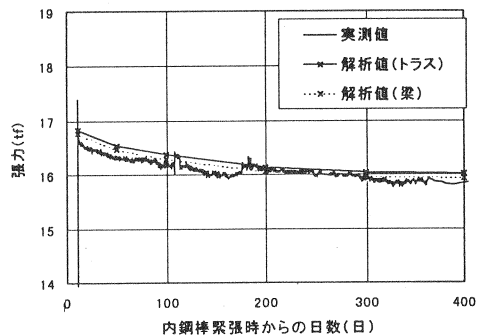


図-9 外ケーブルの張力

4.2 長期変形後の静的載荷試験

長期間におけるクリープの影響を確認するため、①材齢28日で静的載荷試験を行った場合、②材齢570日で静的載荷試験を行った場合の比較を行った。表-1に静的載荷試験における主要荷重値の比較を示す。ここで、クリープ解析値とはトラスモデルにより材齢570日載荷時に対するひび割れ荷重値を算出したものである。解析値は②とほぼ一致している。図-5に示したようにクリープ解析における材齢570日での下床版下縁部には7.7kgf/cm<sup>2</sup>の圧縮応力が生じており、材齢28日(弾性解析値)の状態と比較すると31.8kgf/cm<sup>2</sup>の引張応力が増加している。これは長期間にクリープ・乾燥収縮に対する拘束応力が発生したためであり、これによりひび割れ耐力が減少した。

図-10、11にそれぞれスパン中央の荷重-ひずみ曲線、荷重-たわみ曲線を示す。材齢28日時載荷と材齢570日時載荷では挙動がわずかに異なっている。しかしながら、ひび割れ耐力には違いがみられるものの終局耐力にはほとんど違いがない。

クリープ、乾燥収縮による影響を考慮する際、トラスモデルによりひび割れ耐力等の詳細を知ることができるが、梁モデルによっても十分なオーダーを把握することができる。また、終局時についてはクリープ等の影響はほとんどなく、従来の梁モデルでの検討で十分であることを確認した。

5. おわりに

鋼トラスウェブPC梁の、クリープ試験、静的載荷試験を行うことにより以下のことがわかった。

- ①自重、プレストレスなどの短期荷重については簡易的にトラスを無視し、上下フランジだけを考慮した梁構造としても問題はない。
- ②終局耐力については、梁構造として簡易的に計算してもオーダーは把握できる。
- ③クリープ等による長期挙動は同様に梁構造として解析してもオーダーは把握できる。
- ④ただしトラスの格点構造によっては上下フランジに発生する局部的曲げが大きくなるため留意する必要がある。

本形式の橋梁には、格点構造、床版などの横方向の設計法、施工法などの課題が残されており、今後これらの検討を進める必要がある。

参考文献

- 1) 佐野, 佐々木, 川上: 外ケーブルを用いた複合トラス橋梁の構造解析, 土木学会平成8年度東北支部技術研究発表会
- 2) 大澤, 川上, 劉, 佐野: 鋼トラスウェブPC梁の静的載荷試験, 第7回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム
- 3) 柴田, 佐野, 川上: 外ケーブルを用いた複合トラス橋の長期変形, 土木学会平成9年度東北支部技術研究発表会

表-1 静的載荷試験結果 (単位; tf)

	①材齢28日 静的載荷試験	②材齢570日 静的載荷試験	クリープ 解析値
ひび割れ荷重	16.0	11.0	11.6
終局荷重	54.0	55.0	—
破壊荷重	59.0	55.5	—

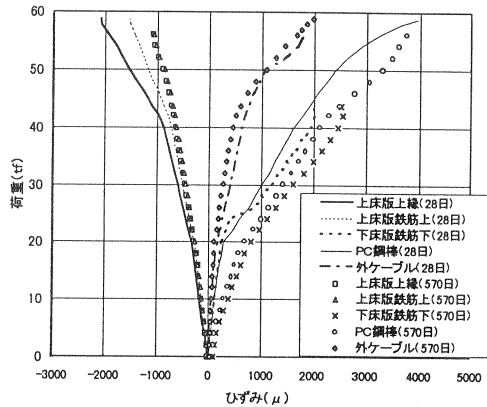


図-10 荷重-ひずみ曲線

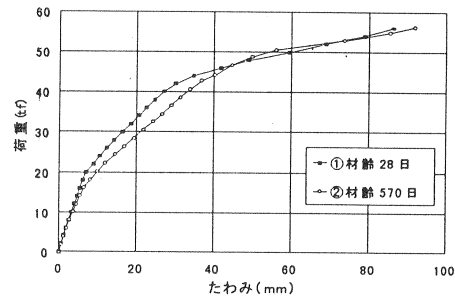


図-11 荷重-たわみ曲線