

変形法を用いたクリープ・乾燥収縮解析の複合構造橋梁への適用例

川田工業(株) 正員 越後 滋 川田工業(株) 正員 橘 吉宏
 ○川田工業(株) 正員 平野健二 川田工業(株) 森下弘行

1. はじめに

異なる材料がその長所を生かし、一体となって外力に抵抗する構造として、合成桁あるいは混合主桁に代表される複合構造がある。一般的には、複合構造は鋼とコンクリート材料で構成されるが、最近では環境への配慮から木材も使用される機会が多くなってきている。特に複合構造を設計するにあたって、コンクリートや木材を使用した場合、クリープ・乾燥収縮の現象を無視することはできない。クリープ・乾燥収縮の問題は、一般的に応力法的に求められた微分方程式を解析的に解く方法¹⁾が用いられている。しかし、応力法は構造系ごとに微分方程式を立てる必要があり煩雑になりやすい。そこで著者らは、さまざまな構造への柔軟な適応性やコンピュータへの適用性を考慮して、変形法を用いて定式化を行った。本文では、木構造も含めた複合構造橋梁に対して変形法によるクリープ・乾燥収縮解析を行い、その有効性を確認した結果を報告するものである。

2. 解析法

ここで採用した解法は、通常の2次元骨組構造に適用される変形法に、クリープ・乾燥収縮による影響を考慮して定式化を行い、合成断面における応力の移行や、不静定力の算出を行うものである。

計算ステップとしては、はじめに弾性解析を行い、求められた断面力をもとに微小時間に生ずるクリープ・乾燥収縮の応力増分を求める。さらに、その応力増分によって生ずる不静定力を外力として弾性解析を行い、ある時刻における断面力増分を求める。この微小時間経過後の断面力（初期断面力+断面力増分）を次の初期断面力として逐次計算していくことによって最終的な応力状態を求める。クリープ解析を行う場合、1断面に複数材料が混在する断面では、任意荷重に対して部材のひずみ分布を想定するのは極めて困難である。そこでひずみ分布を、直線分布するひずみと放物線分布するひずみの和であると仮定して固定端断面力を求め、その固定端断面力を外力として変形法を適用しているところに本解析法の特徴がある。本解法の詳細については、文献2)を参照されたい。

3. 解析例

変形法の特徴は、どのような形状の構造物に対しても、画一化したコードによって解を得ることができることにある。ここでは、木造斜張橋の例（解析例1）とウェブ部をラティス構造とした橋梁の例（解析例2）を示す。

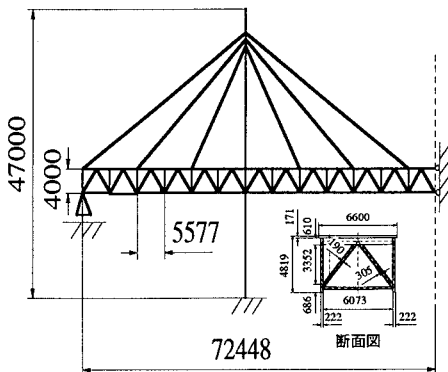


図1-1 スケルトン図

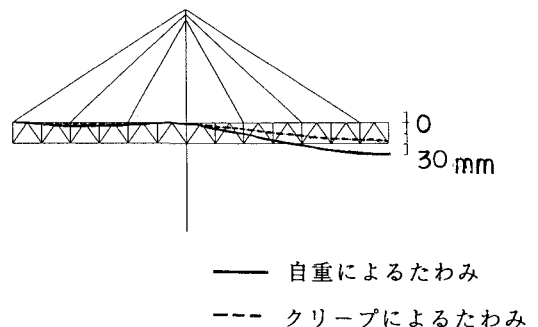


図1-2 鉛直たわみ

図1 木構造斜張橋の解析例

3-1. 解析例1

木造の構造物は、従来のように小規模のものから、木構造としては比較的大規模な斜張橋までさまざまな構造物が建設されている。こういった構造物で使用される集成材と呼ばれる木材にも、クリープ現象が起こる事は周知の通りである。そこで、木構造の斜張橋を解析した例を示す（図1参照）。ここで諸元は、クリープ係数を $\phi=1.0$ 、ヤング係数 $E=110,000\text{Kg/cm}^2$ とした³⁾。本解析法を使用すれば、このような木構造やトラス構造を含む複雑な構造に対しても適用可能であることが示された。

3-2. 解析例2

ここでは、単純鉄桁とウェブ部をラティス構造とした鉄桁橋の解析例を示す。諸寸法については図2-1、図2-2に示す通りである。桁中央部の応力分布を、図2-3、2-4に示す。解析の結果、両者に有為な差は見られず、従来の解析方法の妥当性が確認された。

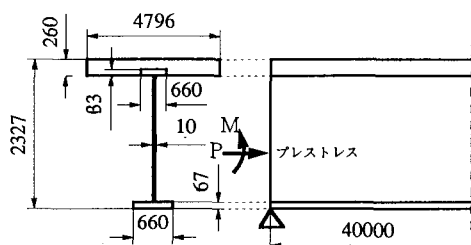


図2-1 単純鉄桁

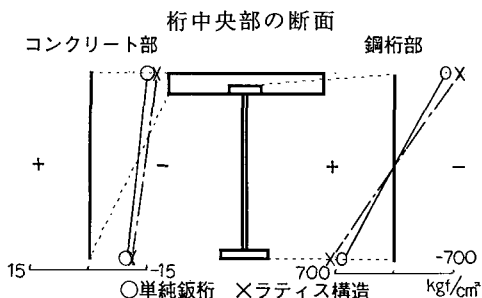


図2-3 自重のみ荷重した場合の応力分布

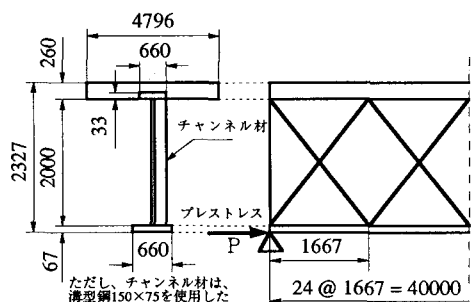


図2-2 ウェブ部をラティス構造とした鉄桁

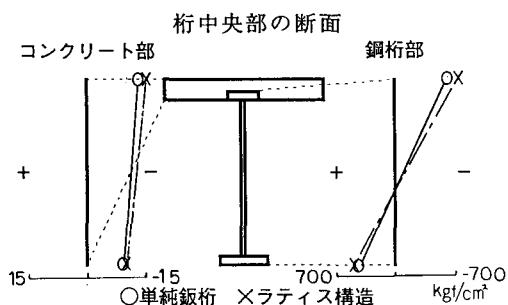


図2-4 自重+プレストレスを荷重した場合の応力分布

図2 鉄桁橋の解析例

4. おわりに

変形法をクリープ・乾燥収縮解析に適用し、その有用性を示すことができた。複合構造橋梁は、橋梁計画の面からみれば、単一材料からなる橋よりも優れた特性を発揮できる可能性をもつ橋梁形式であり、さまざまな形式の構造を考えることができる。ここで示した変形法を用いたクリープ・乾燥収縮解析法は、極めて汎用性が高く種々の複合構造物を設計する上で有効なツールになるものと考えられる。

参考文献

- 1) 橋 善雄; 連続合成桁, 理工図書, pp. 29-31, 1965. 1.
- 2) 越後 滋; クリープ・乾燥収縮を考慮した鋼・コンクリート複合構造の実用的解析に関する研究, 学位論文 (第2章), pp. 14-42, 1994年3月.
- 3) Kenneth, Tang, Lawrence; Creep Behavior Model for Structural Lumber, Journal of Structural Engineering, ASCE, Vol. 18, pp. 2261-2277, 1992/8.