

V-44 任意形断面を有するPC合成桁橋の 2次応力解析

秋田大学 正 員 川上 洵

秋田大学 学生員 ○ 棚橋 伸仁

秋田大学 学生員 長田 政義

1. まえがき

任意形断面を有するPC合成桁橋を対象とし、主桁及び床版の打設、また主桁と床版の合成後長期材令における各段階でのコンクリートのクリープ、乾燥収縮及びPC鋼のレラクセーションによる軸ひずみと曲率の変化及びPC鋼の応力の変化を施工段階毎に検討したものである。

2. 解析方法¹⁾

解析は、A.GhaliとR.Favreの理論に基づき以下の(a)～(d)の4つの施工段階に分けて行った。ここで主桁が打たれてからプレストレスが導入されるまで3日間に起こる合成作用は無視する。また主桁の材令60日は床版の材令3日に相当する。

解析の対象としたのは、図-1のようなPC合成T桁橋である。

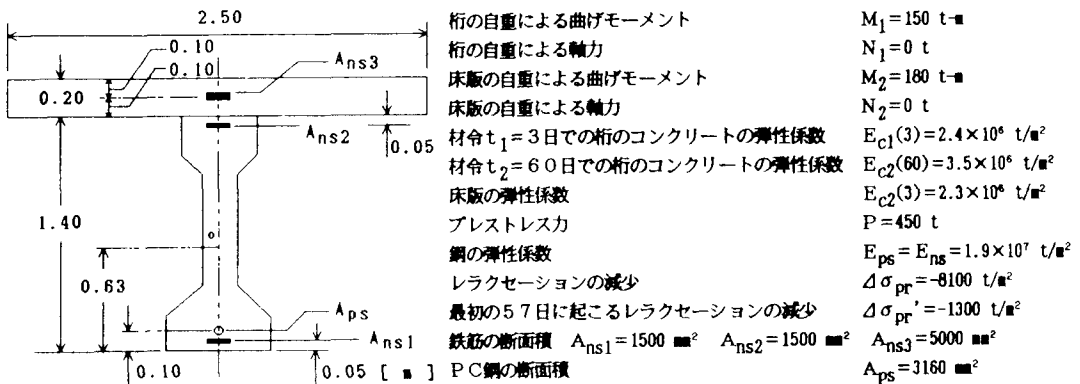


図-1 PC合成T桁橋の合成断面

(a) 主桁のコンクリート打設後3日でプレストレスが導入された時：主桁の自重とプレストレス力による曲げモーメント及び軸力が与えられる。またこの時、軸ひずみ及び曲率は、式(1)により得られる。ここで $E_{r,r}$ は基準の弾性係数、 A 、 B 及び I はそれぞれ断面積、1次モーメント及び2次モーメントである。

$$\begin{Bmatrix} \varepsilon \\ \phi \end{Bmatrix} = \frac{1}{E_{r,r} \times (A I - B^2)} \begin{bmatrix} I & -B \\ -B & I \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} N \\ M \end{Bmatrix} \quad \dots\dots(1)$$

(b) プレストレス導入時からコンクリート床版が打設される直前まで：主桁の $(t_2 - t_1)$ 間でクリープのためコンクリートの弾性係数は、式(2)で換算される。ここで、 ϕ はクリープ係数、 α は材令係数、 ε_{cs} は乾燥収縮係数である。

$$\bar{E}_c = \frac{E_{r,r}}{1 + \alpha \times \phi} \quad \dots\dots(2)$$

$$\sigma_{restrained} = -\bar{E}_c [\phi \times \varepsilon_c + \varepsilon_{cs}] \quad \dots\dots(3)$$

式(3)は、クリープ及び乾燥収縮による変形を拘束することから主桁に生ずる応力である。従ってクリープ、乾燥収縮及びレラクセーションによって曲げモーメント及び軸力が増加する。これらを合計した曲げモーメント及び軸力の増加を式(1)に適用することにより軸ひずみ及び曲率が得られる。また式(3)、(4)の値と式

(5)より、 $(t_2 - t_1)$ 間の主桁の上縁で圧縮、下縁で引張の応力が生ずる。

$$\varepsilon_c = \varepsilon_0 + \psi \times y_t \quad \dots\dots(4)$$

$$(\Delta \sigma_c) = (\sigma_{restrained}) + E_c [\Delta \varepsilon_0 + y_t \times \Delta \psi] \quad \dots\dots(5)$$

(c) コンクリート床版の打設後3日(主桁打設時から60日): 床版打設の時点において、床版の自重による曲げモーメント及び軸力を式(1)に適用し、この時の軸ひずみ及び曲率を得る。

(d) コンクリート床版打設後長期材令(∞ 日): 主桁は $(t_3 - t_2)$ 、床版は打設から t_3 の間のクリープのためコンクリートの弾性係数は、式(2)でそれぞれ換算される。式(3)より主桁においてクリープ及び乾燥収縮が、また床版において乾燥収縮による変形が拘束されるので応力が生ずる。従って主桁及び床版にはクリープ、乾燥収縮及びレラクセーションによって曲げモーメント及び軸力が増減する。これらを合計した曲げモーメントの増加、軸力の減少を式(1)に適用することにより軸ひずみ及び曲率が得られる。また式(3)、(4)の値と式(5)より $(t_3 - t_2)$ 間の主桁上縁で引張、下縁で圧縮、床版の上縁、下縁で圧縮の増加が生ずる。

式(6)よりプレストレス力の各段階での増減量が求まる。

$$\Delta \sigma_{ps} = \Delta \sigma_{pr} + E_{ps} (\Delta \varepsilon_0 + y_{ps} \times \Delta \psi) \quad \dots\dots(6)$$

3. 数値計算例

図-1の断面において計算を行った結果、各段階での応力と軸ひずみは、図-2に示すような分布となる。

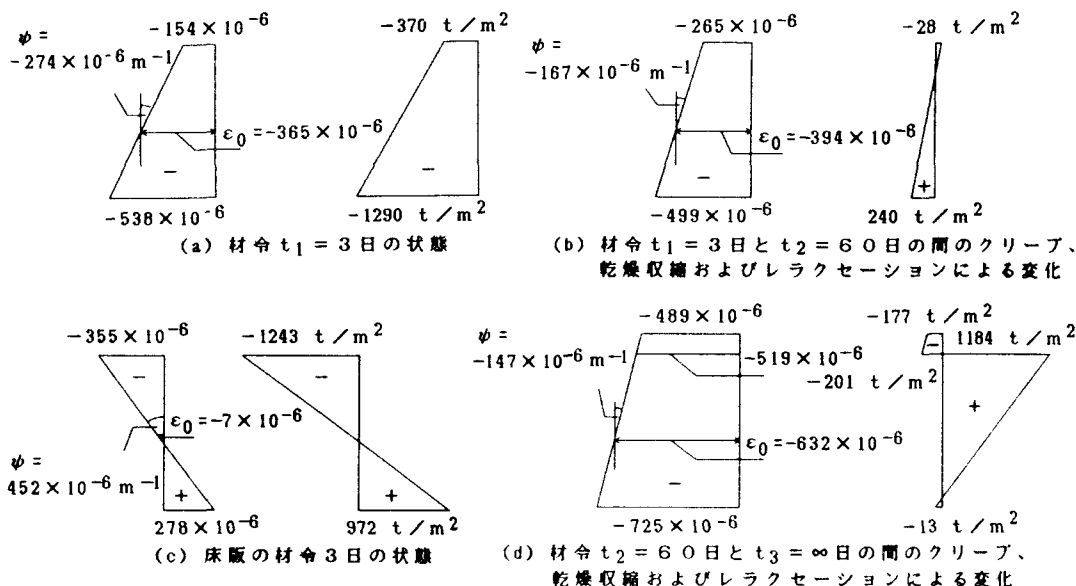


図-2 各施工段階における応力と軸ひずみの分布

4. むすび

本研究では、上記の解析理論に従い、電算プログラムを開発した。任意形断面を有するPC合成桁橋において、各施工段階をおって軸ひずみ及び曲率の増減量の移行、また長期変化後の合成断面の軸ひずみ及び曲率が逐次計算できる。

参考文献

- 1) Amin.Ghali and Renaud.Favre: "Stresses and Deformations of Composite Members" IABSE PROCEEDINGS P-94/86, Feb., 1986.