

CS-91

プレファブビームのクリープ・乾燥収縮解析法

川田工業（株） 正会員 渡辺 滉 大阪工業大学工学部 学生員 角山 隆司
 大阪工業大学工学部 正会員 栗田 章光 大阪大学工学部 正会員 松井 繁之
 川田工業（株） 藤林 博明

1. はじめに

近年の労働事情の悪化に伴い、橋梁製作における省力化が強く求められている。このことは、プレビームの製作においても同様である。そこで、著者らはプレビームにかわる新しい工法として、省力化を前提とした図-1に示すプレファブビーム工法を考案した。このプレファブビームの開発にあたっては、これまでに基礎的試験を実施し、実用化の見通しを得た¹⁾。しかし、プレファブビームの下フランジコンクリート部にはPC鋼材によりプレストレスが導入されるためクリープの問題が生じ、また乾燥収縮によってもコンクリートの応力度を損失させる。そこで、長期挙動に関する解析式の誘導と数値計算を行った²⁾。その結果を本文で報告する。

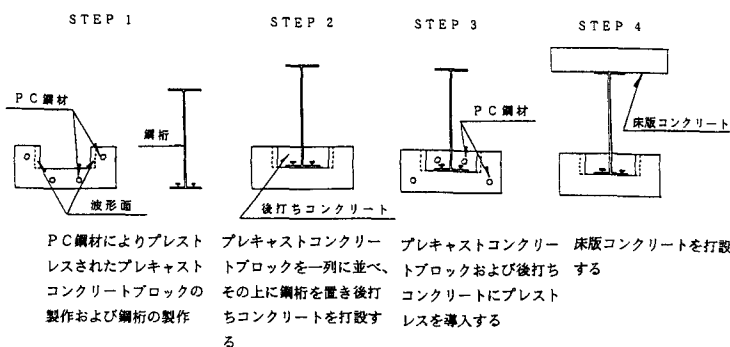


図-1 プレファブビームの製作手順

2. 解析方法

解析は、図-1の製作手順に従って行う。そこで、この解析にあたっては、Trostが誘導したコンクリートの応力-ひずみ関係式を用い、かつ断面力の解析方法としては軸力と曲げモーメントを同時に取り扱うことのできる総断面力法を用いた。

Trostによるコンクリートの応力-ひずみ関係式は、次式で表される。

$$\varepsilon_c(t) = \frac{\sigma_{c0}}{E_c} [1 + \phi(t)] + \frac{\sigma_c(t) - \sigma_{c0}}{E_c} [1 + \rho(t)\phi(t)] + \varepsilon_s(t) \quad \text{-----}(1)$$

また、この式の適用にあたっては、クリープ解析と乾燥収縮解析の2つに分けて取り扱った。図-1の製作手順にしたがってクリープ解析式を誘導した。その一例として、図-2はSTEP 4の段階でのクリープ解析モデルである。図-2を参照して、プレキャストコンクリートブロック部重心の自由なクリープひずみを ε_{K3} とすれば、当初の状態に戻すための引張力 P_{K3} は、次式で与えられる。

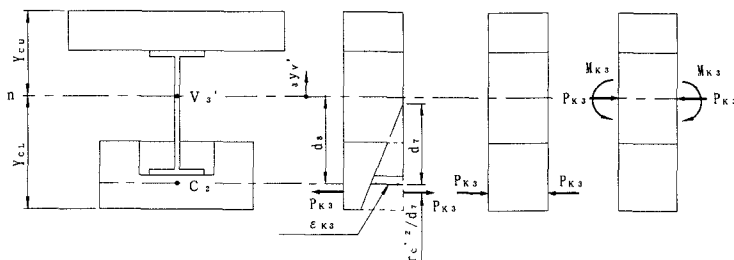


図-2 クリープ解析モデル

$$P_{K3} = E_c(t_3) \int_{A_c} \varepsilon_{K3} dA = E_c(t_3) \varepsilon_{K3} 2A_c = \sigma_{c0}(t_3) 2A_c \frac{\Delta\phi'}{[1 + \rho(t_1 + t_2 + t_3)\Delta\phi']} \quad \text{-----}(2)$$

したがって、 $V_{s'}$ 軸に作用するモーメントは、

$$M_{k3} = -P_{k3}(d_8 + r_c'^2/d_7) \quad , \quad r_c'^2 = 2I_c/2A_c \quad \text{-----}(3)$$

となる。よって、 P_{k3} および M_{k3} によるプレキャストコンクリートブロック部の変化応力は次式で表される。

$$\Delta\sigma_{cb3} = \frac{1}{n_1(t_1 + t_2 + t_3)} \left(\frac{P_{k3}}{3A_{v'}} + \frac{M_{k3}}{3I_{v'}} 3y_{v'} \right) - \sigma_{c0}'' \frac{\Delta\phi'}{[1 + \rho(t_1 + t_2 + t_3)\Delta\phi']} \quad \text{-----}(4)$$

乾燥収縮の解析については、

図-3に示すようにプレキャストコンクリートブロックおよび床版コンクリート部重心の自由な収縮ひずみを、それぞれ $\varepsilon_s(t_1 + t_2 + t_3)$ および $\varepsilon_s(t)$ とすれば、当初の状態に戻すための引張力 P_{S3U} および P_{S3L} は次式で与えられる。

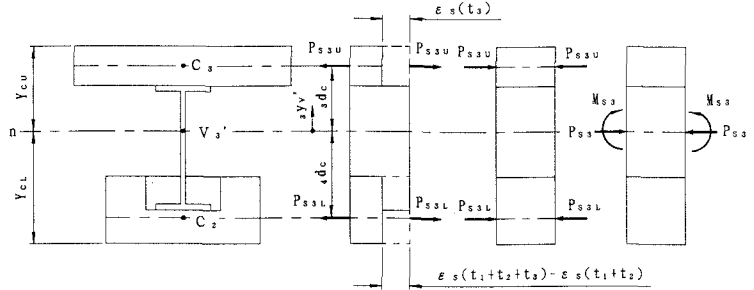


図-3 乾燥収縮解析モデル

$$P_{S3U} = E_{c3}(t_3)A_c \varepsilon_s(t_3) \quad , \quad P_{S3L} = E_{c1}(t_1 + t_2 + t_3)A_c \{\varepsilon_s(t_1 + t_2 + t_3) - \varepsilon_s(t_1 + t_2)\} \quad \text{-----}(5)$$

$$\text{よって、軸圧縮力は} \quad P_{S3} = P_{S3U} + P_{S3L} \quad \text{-----}(6)$$

$$V_{s'} \text{ 軸に作用するモーメントは} \quad M_{S3} = P_{S3U} 3d_c - P_{S3L} 4d_c \quad \text{-----}(7)$$

となる。よって、 P_{k3} および M_{k3} によるプレキャストコンクリートブロック部の変化応力は次式で表される。

$$\Delta\sigma_{cb3} = \frac{1}{n_1(t_1 + t_2 + t_3)} \left(\frac{P_{S3}}{3A_{v'}} + \frac{M_{S3}}{3I_{v'}} 3y_{v'} \right) - E_{c1}(t_1 + t_2 + t_3) \{\varepsilon_s(t_1 + t_2 + t_3) - \varepsilon_s(t_1 + t_2)\} \quad \text{-----}(8)$$

3. 数値計算例

クリープおよび乾燥収縮の解析式を用いて数値計算を行った。

計算に用いたプレファブビームの断面寸法を図-4に示す。

また、解析条件は、次の通りである。

$$\phi(t) = 2.5(1 - e^{-0.008t}), \quad \text{乾燥収縮に伴うクリープ係数: 4.0}$$

$$\varepsilon_s(t) = -172 \times 10^{-6}(1 - e^{-0.01098t}), \quad \text{リラクセーション係数: 0.5}$$

計算結果を表-1に示した。

4. まとめ

表-1の計算結果から、下フランジコンクリート下縁の導入応力の約38%がクリープと乾燥収縮により減少することがわかる。また、後打ちコンクリート部においては引張応力が生じている。しかしながら、ポストテンション方式でのプレストレス量を増やすことにより、この問題は解決できる。また、床版コンクリート部をプレキャスト床版にすることで応力損失を少なくすることが可能である。

[参考文献]

- 1) 松井・栗田・渡辺・青木・角山：プレファブビームの開発と静的曲げ試験結果について、平成5年度全国大会年次学術講演会、土木学会、平成5年9月。
- 2) 角山隆司：鋼・コンクリート合成プレファブビームに関する研究、大阪工業大学修士論文、平成6年2月。

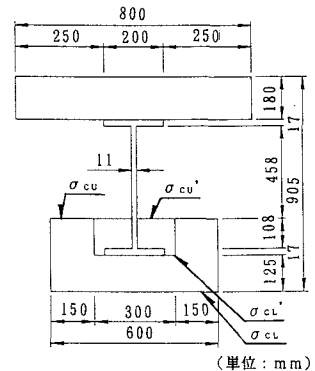


図-4 計算断面寸法

表-1 計算結果

段 階	σ_{cu}	σ_{cl}	$\sigma_{cu'}$	$\sigma_{cl'}$
プレストレス導入による応力度	53.5	45.0	10.9	15.3
床版打設後クリープによる変化応力度	-29.0	-6.6	-28.1	-20.1
床版打設後乾燥収縮による変化応力度	-7.7	-10.3	-7.3	-8.5
t ₀ 時の応力度	16.8	28.1	-24.4	-13.2