

大阪工業大学 正会員 栗田章光
 (株)東京測器研究所 ○正会員 清水利彦
 大阪工業大学 学生員 奥村 玲

1. はじめに

プレキャスト床版を用いた完全合成桁に関するクリープ・乾燥収縮の解析法については、すでに多くの研究成果がある¹⁾。しかし、弾性合成桁のクリープ・乾燥収縮の解析法については、研究例が少ない²⁾。そこで、本研究では2径間連続弾性合成桁を対象に、クリープ・乾燥収縮挙動の解析を行った。本文では、解析手法と若干の計算結果を報告する。

2. 弾性合成桁の基礎式

床版内にP C鋼材を含む弾性合成桁に関する基礎式は、次式で表わされる。

$$\frac{d^2 N}{dx^2} - \omega^2 N = -\gamma Md \quad \dots\dots (1)$$

$$\omega^2 = C \left(\frac{1}{EsAs} + \frac{a^2}{EsIs + Eblb} + \frac{1}{EbAb + EpAp} \right), \gamma = C \frac{a}{EsIs + Eblb}$$

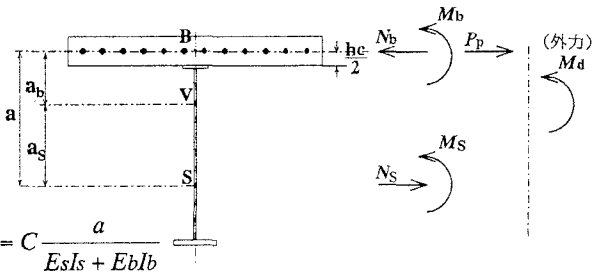


図-1 合成桁の分担断面力

ここに、 N : 床版・鋼桁に作用する軸力、 M_d : 外力曲げモーメント、 ω, γ : 剛度パラメータ、 C : バネ定数
 この微分方程式を解くことにより弾性合成桁の分担断面力を得ることができる。

3. コンクリートの応力-ひずみ関係式

乾燥収縮およびクリープ解析のためのコンクリートの応力-ひずみ関係式は、それぞれ式(2)および(3)で与えられる。

$$\Delta \varepsilon_{s,t} = \frac{\Delta \sigma_t}{Eb} \left\{ 1 + \frac{1}{2} \phi_s(t) \right\} + \varepsilon_{s,\infty} \frac{\phi_s(t)}{\phi_s(\infty)} \quad \dots\dots (2)$$

$$\Delta \varepsilon_{t-t_1} = \frac{\sigma_{t_1}}{Eb} \phi(t-t_1) + \frac{\Delta \sigma_{t-t_1}}{Eb} (1 + \eta) \quad \dots\dots (3)$$

$\varepsilon_{s,\infty}$: 乾燥収縮ひずみの最終値

$\phi_s(t)$: 時刻 t における乾燥収縮に伴うクリープ係数

$\phi_s(\infty)$: 時刻 ∞ における乾燥収縮に伴うクリープ係数

η : コンクリートの応力緩和を考慮したクリープ係数

ϕ_{t-t_1} : クリープ係数

4. 解析法

静定基本系における乾燥収縮およびクリープによる軸力の変化量に関する微分方程式は、それぞれ式(4)～(7)で表現できる。

・乾燥収縮

$$\frac{d^2 \Delta N_{t-t_1}^{(1)Dry}}{dx^2} - \omega^2 \Delta N_{t-t_1}^{(1)Dry} = -\gamma \cdot EbAb \varepsilon_{s,\infty} \frac{\phi_s(t)}{\phi_s(\infty)} \quad \dots\dots (4)$$

・プレストレス力(P_p, t_1)によるクリープ

$$\frac{d^2 \Delta N_{t-t_1}^{(2)Creep}}{dx^2} - \omega^2 \Delta N_{t-t_1}^{(2)Creep} = \gamma \cdot P_{p,t_1} \phi(t-t_1) \quad \dots\dots (5)$$

・持続曲げが作用する場合のクリープ

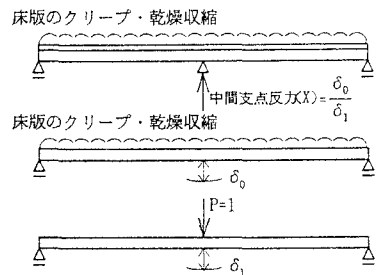


図-2 2径間連続弾性合成桁

$$\frac{d^2 N_{t_1}^q}{dx^2} - \omega_1^2 N_{t_1}^q = -\gamma_1 M d \quad \cdots (6) \quad \frac{d^2 \Delta N_{t-t_1}^{(3)Creep}}{dx^2} - \omega_2^2 \Delta N_{t-t_1}^{(3)Creep} = -\gamma_{21} M d + \gamma_{22} N_{t_1}^q \quad \cdots (7)$$

これらより、クリープ・乾燥収縮による軸力の全変化量は、次式で与えられる。

$$\Delta N_{t-t_1} = \Delta N_{t-t_1}^{(1)Dry} + \Delta N_{t-t_1}^{(2)Creep} + \Delta N_{t-t_1}^{(3)Creep} \cdots \cdots \cdots (8)$$

図-2に示す2径間連続弾性合成桁については、鋼桁に着目してプレキャスト床版のクリープ・乾燥収縮による分担断面力の変化量をもとに、単位荷重法により解析を行う。静定系の場合は、分担断面力により変形を生じるだけであるが、不静定系の場合は、その変形が拘束されているため、その拘束力により、更に断面に分担断面力が発生する。それらの重ね合わせにより不静定系で分担断面力を算出する。

5. 数値計算例および考察

数値計算例として、後死荷重(0.54tf/m)、および初期プレストレス力 P_p , t_1 (36tf×12本=432tf)が作用するプレキャスト床版と鋼桁からなる2径間連続弾性合成桁を対象に、クリープ・乾燥収縮による分担断面力の変化量を算出した。図-3、表-1および2に計算条件を、それぞれ示した。乾燥収縮の最終値は、120 μ とした。バネ定数をパラメータとした計算結果は、図-4に乾燥収縮による床版の分担軸力の変化量を、図-5にクリープによる床版の分担軸力の変化量を示した。

表-1 計算条件

	弾性係数 (kgf/cm ²)	断面積 (cm ²)	断面2次モーメント(cm ⁴)
床版	35000	40000	133333
鋼桁	2100000	206	664606
ケーブル	2000000	29.268	----

表-2 クリープ係数

$\phi v(\infty)$	0.4
$\phi f(\infty)$	1.6
$\phi s(\infty)$	4.0

図-4および5から明らかな様に、クリープ・乾燥収縮による床版の分担軸力の変化量は、バネ定数を小さくすることで、完全合成桁

の場合より低減させることができる。それ故、適当なバネ定数を選択することで、床版の初期プレストレス量の少ない経済的な合成桁の設計が可能となる。

6. あとがき

今後、本解析手法を実験結果との対比により検証する必要がある。

参考文献

- 1) 栗田章光：回復クリープの影響を考慮した鋼・コンクリート合成桁橋の経時挙動に関する研究，1992。
- 2) 中井 博編：プレキャスト床版合成桁橋の設計・施工，森北出版，1989。

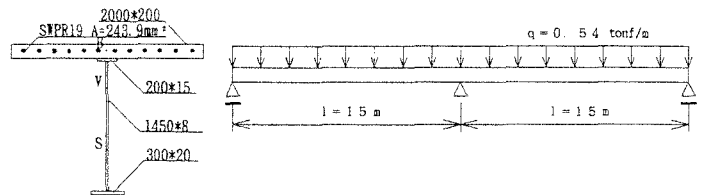


図-3 計算に用いた合成桁

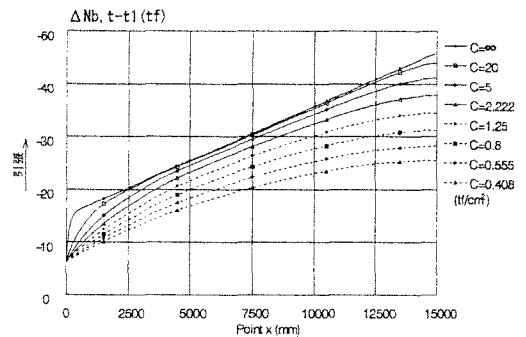


図-4 乾燥収縮による床版の分担軸力の変化量

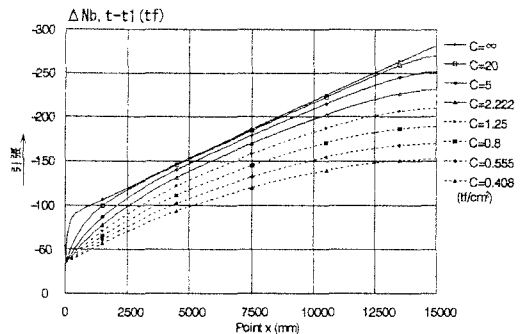


図-5 クリープによる床版の分担軸力の変化量