

PC 曲線箱桁のクリープ解析

山口大学大学院 学生員 ○伊藤 沢治
山口大学工学部 正 員 高海 克彦
山口大学工学部 正 員 浜田 純夫
鹿 島 建 設 正 員 通山 忠治

1. まえがき

コンクリート構造物は他の材料と異なりクリープおよび乾燥収縮の影響がその構造物の挙動に顕著に現れ、現行の道路橋示方書にも設計規定が記されている。これに従い直線はり構造物の挙動は、数多く検討されているが、曲線構造物に関する資料はほとんどないのが現状である。

そこで本報告は、従来のコンクリート構造物のクリープ・乾燥収縮解析の基礎理論を薄肉閉断面曲線ばりに適用し、PC 曲線箱桁のクリープ・乾燥収縮挙動について考察を加えるものである。

2. PC 曲線箱桁のクリープ・乾燥収縮解析

材令 τ で持続荷重が載荷されたときの時間 t におけるコンクリートはりの軸方向クリープ・乾燥収縮ひずみ $\varepsilon_{ks}(t)$ とクリープせん断ひずみ $\gamma_{ks}(t)$ は、次式のように与えられるとする。

$$\varepsilon_{ks}(t) = \frac{\sigma_e(\tau)}{E_c} \cdot \phi(t, \tau) + \frac{\sigma_{ks}(t)}{E\phi} + \varepsilon_s(t, \tau)$$

$$\gamma_{ks}(t) = \frac{\tau_e(\tau)}{G_c} \cdot \phi(t, \tau) + \frac{\tau_{ks}(t)}{G\phi}$$

ここに、 $\sigma_e(\tau)$ 、 $\tau_e(\tau)$ は持続荷重の載荷によって生じた弾性垂直応力度、せん断応力度、 $\sigma_{ks}(t)$ 、 $\tau_{ks}(t)$ はクリープ・乾燥収縮によって発生した弾性応力度、せん断応力度、 $\varepsilon_s(t, \tau)$ は乾燥収縮ひずみであり、 E_c 、 G_c はコンクリートの弾性係数、せん断弾性係数、 $E\phi$ 、 $G\phi$ はクリープ換算弾性係数、 $G\phi$ はクリープ換算せん断弾性係数である。

上のクリープひずみを用いて、曲線はり要素の剛性方程式を仮想仕事の原理から導くと、次式のような

$$[K] \{u\} = \{G\}$$

ここに、 $[K]$ はクリープ剛性マトリクス、 $\{u\}$ はクリープ節点変位、 $\{G\}$ はクリープ換算節点力である。

3. 解析モデル・構造モデル

解析モデルは、実橋をモデル化し、図-1 に示す諸元を有する曲率半径300mの3径間連続曲線箱桁を対象とする。なお、パラメーター解析として曲率半径を $R=50 \sim 2000\text{m}$ と変化させる。クリープを解析する荷重は、単位体積重量 2.5t/m^3 の死荷重とプレストレス力の持続荷重を用いる。コンクリートのヤング係数は $3.5 \times 10^5 \text{kgf/cm}^2$ と

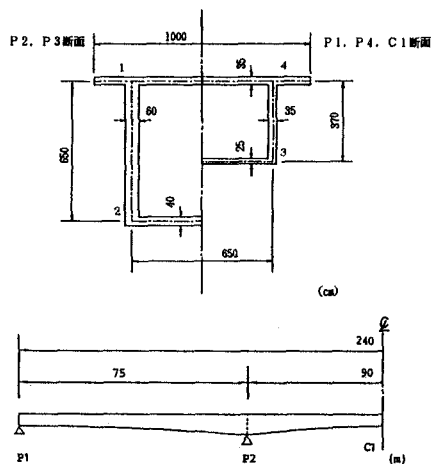


図-1 解析モデル緒元

する。曲線箱桁の架設方法として張出架設法を用いた場合を想定しこれを、図-2のように中央にヒンジを入れることによってモデル化した。

4. 解析結果

曲率半径300mのはり中央にヒンジを導入したものに持続荷重を載荷しその後、ヒンジ部分を接合して求まった節点1、2のクリープ・乾燥収縮応力の軸方向変化を図-3に示す。また、図-4(a)(b)は、任意の曲率半径でのクリープ・乾燥収縮応力と直線ばりのクリープ・乾燥収縮応力の差の絶対値と直線ばりのクリープ・乾燥収縮応力の比（以下、増加・減少率と略）について、曲率による影響を示す。

曲率半径300mのクリープ・乾燥収縮応力の軸方向変化では、図-3に示すように、節点1、2のクリープ応力は、内曲側の節点2で外曲側の節点1よりも圧縮応力を生じている。

次に、曲率による応力の増減について、図-4(a)には第二径間中央のクリープ応力の増加・減少率を図-4(b)には第二径間中央の乾燥収縮応力の増加・減少率を示す。曲線ばりのクリープ応力は、曲率半径が200m以下になると、直線ばりに比べ約2倍以上の応力が、増加・減少率として発生する。また、曲線ばりの乾燥収縮応力は、クリープ応力程ではないが曲率半径が200m以下になると直線ばりに比べ約15%以上の応力が、増加・減少率として発生する。

このように箱桁の内側と外側また、曲率の影響による応力変化は、直線ばりの時では、発生しない γ 軸回りのモーメントによって発生することが考えられる。

図-2 構造モデル

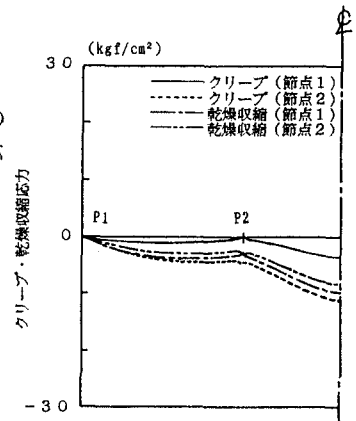


図-3 応力変化

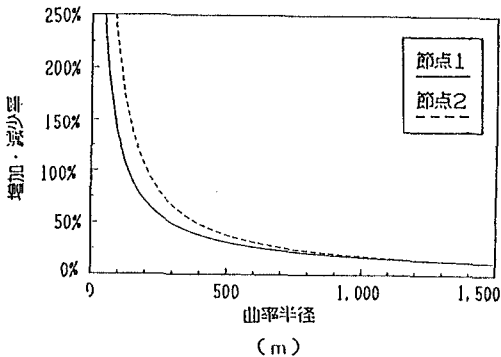


図-4(a) クリープ応力増加・減少率

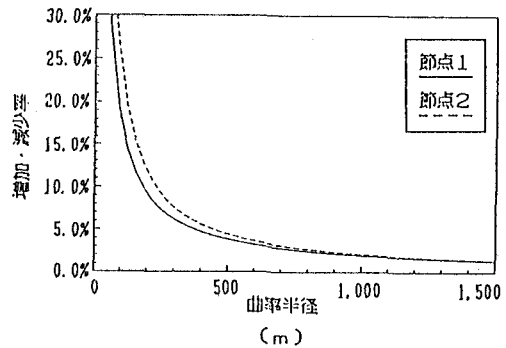


図-4(b) 乾燥収縮応力増加・減少率

参考文献

- 1) 西野文夫・深沢泰春：ひずみ場の仮定に基づく薄肉曲がりばりの静的挙動の定式化，土木学会論文報告集，第247号，1976年3月
- 2) 佐藤素啓他：変位法によるコンクリート構造物のクリープ・乾燥収縮解析の基礎理論，プレストレストコンクリート，Vol.22, No.2, Apr.1980