

CS-93

外ケーブル方式連続合成桁の経時挙動に関する実験的研究

大阪工業大学工学部 正会員 栗田章光

大阪工業大学大学院 学生員○小坂 崇

大阪工業大学大学院 学生員 大山 理

1. はじめに

近年、わが国では外ケーブル工法が既設橋梁の有力な補強工法の一つとして用いられるようになってきた。しかし、新設橋に外ケーブル工法が使用された例は数例しか見られない。そこで、筆者らは外ケーブルを有する連続合成桁橋の経時挙動に関する一連の研究の一つとして、比較的大型の実験供試体を製作し、クリープおよび乾燥収縮などの経時挙動の測定を行っている。本文では、実験および解析結果を報告する。

2. 実験概要

製作した合成桁模型の概要図および側面図・断面図を、それぞれ図1および2に示す。供試体は、アンボンド内ケーブル（ $\phi 22.52$ PC 鋼棒）を有するプレキャスト床版、外ケーブル（ $\phi 8.1 \times 7$ PC 鋼より線）を有する鋼主桁、および外ケーブルの定着部・偏向部における主桁腹板の面外変形防止のために設置した横桁などにより構成されている。

合成桁は活荷重合成桁として設計した。内ケーブルに張力の導入後、床版と桁を合成し、最後に外ケーブルに張力を導入した。外ケーブルの定着具および偏向サドルは高力ボルトにより桁に接合した。偏向サドルの曲率半径は 269.5mm であり、偏向角度は 21° である。ケーブルシースと偏向サドルの間には、スライドプレート（SS400、テフロン加工）を挿入した。ケーブルはポリエチレンシースで被覆され、その中にグリースが充填されている。

プレストレス力は、内および外ケーブルあわせて、中間支点断面のコンクリート上縁で、 20kgf/cm^2 の圧縮応力を導入することを目標とした。また本実験は、外ケーブルによる影響を見るために、プレストレス量の内：外比を $4:7$ として、内および外ケーブルのプレストレス力を決定した。したがって内ケーブルの緊張力は1本あたり 10tf 、外ケーブルは1本あたり 35tf となった。外ケーブルのプレストレス導入方法は、ダブル型ジャッキによる片側緊張により行った。なお緊張力の管理は、ケーブル両端に取り付けたロードセルによって行った。

3. 経時挙動の解析法

本実験における経時挙動解析には、筆者らの既往の解析法¹⁾を用いた。まず、静定系での乾燥収縮およびクリープによる分担断面力の変化量を求める。持続応力を生じさせる外力としては、時刻 $t = t_1$ で内ケーブルプレストレス力、時刻 $t = t_2$ で外ケーブルプレストレス力、および後死荷重が作用するものとする。次いで、

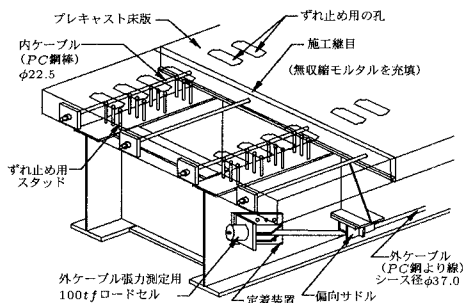


図1 実験供試体概要図

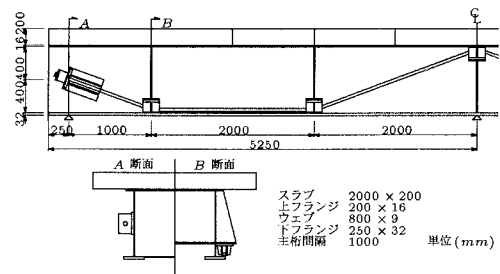


図2 側面図・断面図

不静定系での乾燥収縮およびクリープによる不静定力の変化量ならびに分担断面力の変化量を算定する。

一例として、コンクリート床版の分担軸力を式(1)、内ケーブル張力によるクリープに伴うコンクリート床版の分担軸力を式(2)にそれぞれ示す。

$$N_{b,t} = N_{b,t}^{SH} + N_{b,t-t_1}^M + N_{b,t-t_2}^M + N_{b,t-t_2}^N \quad (1)$$

$$N_{b,t-t_1}^M = N_{b,t_1}^M + \Delta N_{b,t-t_1}^{0M} + \Delta N_{b,t-t_1}^{1M} + N_{b,t-t_1}^{2M} \quad (2)$$

式(2)における右辺は、第1項目から順に、内ケーブル張力による弾性的な分担断面力、内ケーブル張力のクリープによる分担軸力（静定系）、静定系の軸力変化による外ケーブル張力および中間支点反力による分担軸力（不静定系1）、静定系の軸力変化による内ケーブル張力および中間支点反力による分担軸力（不静定系2）を、それぞれ表している。

次に算出された分担断面力をもとに、以下の応力-ひずみ関係式により、クリープおよび乾燥収縮によるひずみを算出する。

$$\text{クリープ: } \Delta \varepsilon_{t-t_1} = \frac{\sigma_{t_1}}{E_b} \phi(t-t_1) + \frac{\Delta \sigma_{t-t_1}}{E_b} (1+\eta) \quad (3)$$

$$\text{乾燥収縮: } \Delta \varepsilon_t = \varepsilon_{sh}(t) + \frac{\Delta \sigma_t}{E_b} (1+\eta_D) \quad (4)$$

4. 実験結果および考察

数値解析には表1に示すクリープ係数の最終値を仮

定して行った。図3にスパン中央断面と中間支点断面のコンクリート床版図心におけるひずみの経時変化を示す。実験開始から110日後までのものを示している。外ケーブル張力導入（ $t_2 = 14$ ）より、 $t = 110$ 日までのひずみ変化について実測値をみると、スパン中央断面で -86μ 、中間支点断面で -98μ となっている。外ケーブルの張力の影響のないスパン中央断面より、外ケーブル張力によって圧縮を受けている中間支点断面の方が、クリープによる影響が大きいことがわかった。

図4に中間支点反力の経時変化を示す。外ケーブルに張力導入後 $t = 110$ 日までの変化量について実測値と、解析値を比較した。実測値で圧縮 $8.01tf$ 、解析値で圧縮 $7.88tf$ となった。

しかし、外ケーブルの張力変化については $t = 110$ 日で、解析値で $113.4kgf$ の張力減少が得られた。一方、実測値では $210.0kgf$ の張力減少であった。これは、解析では考慮していないケーブルのリラクセーションや、温度変化による合成桁の変形の影響が考えられる。また、内ケーブルの張力変化は実測していないが、解析値で $-367.5kgf$ の張力減少が得られている。

5. まとめ

経時挙動の測定は現在も続行中であるが、現時点では、内および外ケーブル併用の連続合成桁の経時挙動の解析値と実測値とが、かなりよく一致することがわかった。

本研究は、文部省科学研究費・一般研究(C)（研究代表者:栗田章光）の助成を受けて行われている。

参考文献

- 1) 牛島・中井・栗田・瀬野：外ケーブルを有する鋼コンクリート合成桁の経時挙動解析，平成6年度関西支部年講，1994。
- 2) 祖川・小坂・栗田・瀬野：連続桁橋における外ケーブルの配置形状に関する研究，平成7年度年講，1995。
- 3) 栗田・小坂・大山：外ケーブル方式連続合成桁のプレストレス導入試験，平成8年度関西支部年講，1996。

表1 クリープ係数の最終値

遅れ弾性クリープ係数	$\phi_{v,\infty} = 0.4$
フロークリープ係数	$\phi_{f,\infty} = 1.6$
乾燥収縮に伴うクリープ係数	$\phi_{s,\infty} = 1.4$

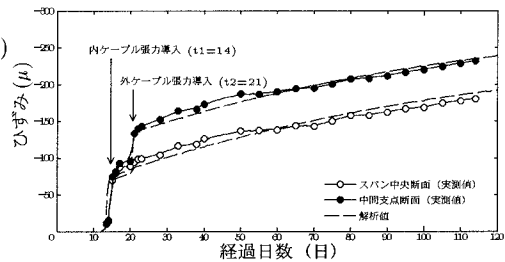


図3 ひずみの経時変化（床版図心）

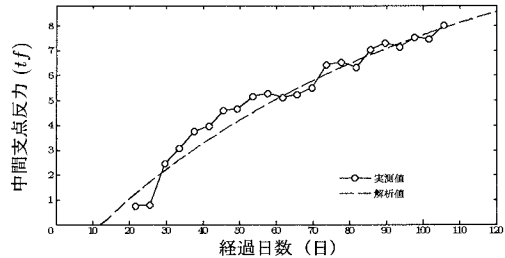


図4 中間支点反力の経時変化