

大阪工業大学 正会員 栗田 章光 (株)オリエンタル建設 正会員 田村 章
 大阪工業大学大学院 学生員 松本 一朗 (株)トーニチコンサルタント 正会員 新 照彰
 (株)トーニチコンサルタント 正会員 藤原 毅

1. はじめに

PC構造物の維持・管理上、その長期性状を正確に把握することが非常に重要である。そのためには、精度の高い解析手法を開発するとともに、より確かなクリープ係数や乾燥収縮量等に関するデータを入手する必要がある。そこで著者らは、渡辺・六車¹⁾の考え方に基づいて、コンクリートの回復クリープと鉄筋拘束とを考慮したクリープ解析法ならびに乾燥収縮解析法を開発した²⁾。次に、モノレールPC軌道桁を対象に、実物大の断面を有する供試体($l=2.5\text{m}$)を用いて、室内実験よりクリープ係数や乾燥収縮などに関する諸データを得た。その室内実験と並行して、実橋($l=20\text{m}$)の長期ひずみとたわみ測定も実施している。本文では、実橋におけるひずみ測定値と解析値との対応関係についてのみ報告する。

2. 実験概要

著者らは、実橋のモノレールPC軌道桁と同一配筋・同一断面寸法を有する長さ2.5mの実物大供試体を2体製作した。1体は乾燥収縮測定用とし、もう1体にはプレストレスを導入して、2体の供試体から実物大供試体における乾燥収縮量およびクリープ係数の最終値を得た³⁾。これらの測定値より、設計値は乾燥収縮に対してはほぼ妥当な値が用いられているが、クリープ係数に対してはかなり安全側に評価しているという結論を得た³⁾。そこで、その測定データに基づいて、実橋のモノレールPC軌道桁($l=20\text{m}$)の長期ひずみ解析を行った。さらに、図-1に示すように、実橋のモノレールPC軌道桁の中央断面位置に、埋め込み型ひずみ計を上、中、下段に計6本、鉄筋計を上、下段に計2本配置し、ひずみの長期測定を行った。

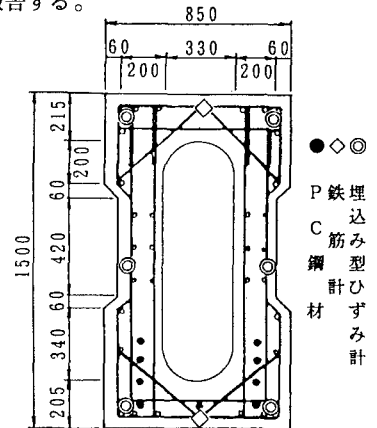


図-1 軌道桁中央断面図(mm)

3. 理論計算の概要

理論計算においては、次の仮定を設けた。1)断面にはひび割れが発生せず、平面保持の仮定が成り立つものとする。2)コンクリートおよび各鋼材のヤング係数は常に一定とする。また、コンクリートの応力～ひずみ関係式として以下のものを用いる。

$$\Delta \varepsilon_c = \frac{\sigma_{t1}}{E_c} \phi(t-t_1) + \frac{\Delta \sigma_{t-t1}}{E_c} (1 + \eta) + \Delta \varepsilon_{sh,t}$$

ここで、 $\Delta \varepsilon_c$ は載荷時刻 t_1 から任意時刻 t の間に変動するひずみであり、 E_c はコンクリートのヤング係数である。さらに、 σ_{t1} は時刻 t_1 に作用する応力、 $\Delta \sigma_{t-t1}$ は載荷時刻 t_1 から任意時刻 t の間に変動する応力、 $\phi(t-t_1)$ はクリープ係数、 η はコンクリートのリラクセーションを考慮したクリープ係数、 $\Delta \varepsilon_{sh,t}$ は任意時刻 t におけるコンクリートの乾燥収縮ひずみである²⁾。PC断面内で、PC鋼材位置、上側鉄筋位置、下側鉄筋位置でそれぞれ、鋼材の変動ひずみとコンクリートの変動ひずみが等しいというひずみの連続条件を用いて各鋼材の分担軸力の変化量が求められる。その分担軸力の変化量よりPC断面におけるひずみ変化量が求められる。

4. 計算条件

実橋における断面積は、コンクリート $A_c=8843\text{cm}^2$ 、PC鋼材 $A_p=54.3\text{cm}^2$ 、鉄筋 $A_s=45.6\text{cm}^2$ である。また、ヤング係数は、コンクリート $E_c=3.90 \times 10^5 \text{kgf/cm}^2$ 、PC鋼材 $E_p=2.0 \times 10^6 \text{kgf/cm}^2$ 、鉄筋 $E_s=2.1 \times 10^6 \text{kgf/cm}^2$ である。PC鋼材の緊張応力は 105.6kgf/mm^2 である。クリープ係数および乾燥収縮の進行は、室内実験で

実物大供試体より得られたひずみの経時データより、指数曲線的に変化すると仮定し、クリープ係数の最終値として 0.92を、乾燥収縮の最終値は 215μ をそれぞれ用いた。

5. 解析結果および考察

プレストレス導入時を材令 0日とし、実橋のモノレールPC軌道桁中央断面位置におけるコンクリートのひずみの経時データと、理論から得られた埋め込み型ひずみ計位置での計算値を、図-2に示す。桁上段における理論値が測定値よりも多少過大評価しているが、中、下段においては、本研究で求めた理論解析値は実構造物のひずみの経時変化を精度よく評価しているといえる。同様に、鉄筋計のひずみの経時データとその位置での理論値を、図-3に示す。さらに、図-3においては、設計で用いられているクリープ係数の最終値 2.6を、理論解析に取り入れ、鉄筋計ひずみの経時変化を予測したところ、測定値とかなり開きがあり、設計で用いられているクリープ係数は安全側の評価をしていることがわかる。

そこで、実橋のモノレールPC軌道桁に導入されたPC鋼材の応力の減少を、理論解析により予測した図が、図-4である。図よりおよそ材令 500日程度で減少はほぼなくなり、PC鋼材の応力は $87.5\text{kgf}/\text{mm}^2$ （有効率82.9%）となることが予測された。先ほどと同様に、クリープ係数の最終値 2.6を用いて計算を行うと、PC鋼材の応力は $79.5\text{kgf}/\text{cm}^2$ と予測され、プレストレスの損失量を 8%程度大きく評価していることがわかる。

6. まとめ

以上述べてきたように、著者らが開発したクリープおよび乾燥収縮解析法は、PC断面の長期ひずみ性状を予測する上で、有効な解析方法であると思われる。今後、著者らは、桁のそり等の予測を行う予定である。桁の最終的なそり量を精度よく予測できれば、車両の快適な走行性を確保することが出来るとともに、それらのデータは桁の維持・管理上大いに役立つと思われる。

参考文献

- 1) 渡辺・六車: コンクリートのクリープひずみに関する一考察、日本建築学会構造系論文報告集、1989. 8.
- 2) 中谷・新平・安田・栗田: 回復クリープと鉄筋のひずみ拘束を考慮したPC部材のクリープ解析、土木学会、関西支部年次学術講演会、1991. 5.
- 3) 栗田・松本・大石・新・田村: 実物大モノレール軌道桁のクリープおよび乾燥収縮に関する基礎実験について、土木学会、関西支部年次学術講演会、1993. 5.

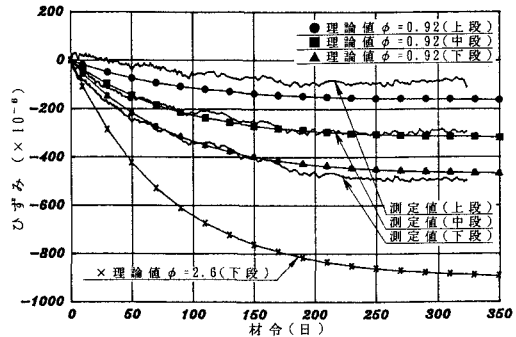


図-2 コンクリートひずみの経時変化と解析値

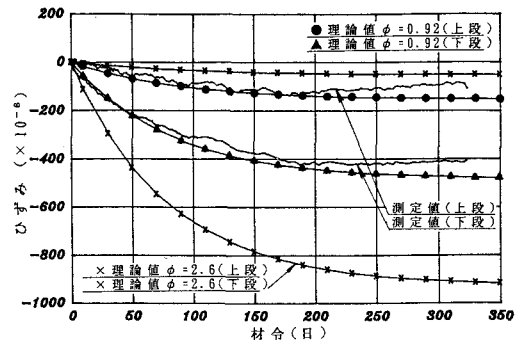


図-3 鉄筋ひずみの経時変化と解析値

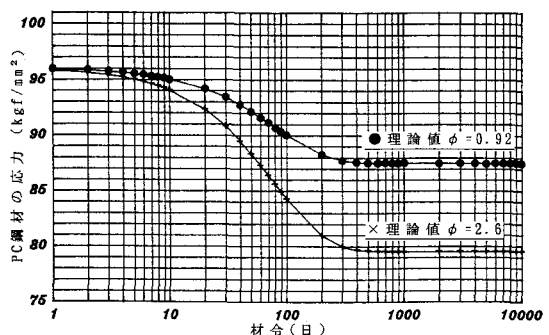


図-4 PC鋼材の応力の経時変化