

分布型光ファイバセンサによる PC 部材の長期ひずみ変動の評価

鹿島建設(株) 正会員 ○高橋周斗 小嶋進太郎 平 陽兵 玉野慶吾
十川貴行 曾我部直樹 大窪一正 今井道男

1. はじめに

プレストレストコンクリート(PC)部材では、コンクリートの乾燥収縮やクリープによって、導入されたプレストレスが変動する。そのため、PC部材の維持管理では、その変動が設計における想定範囲内であることを部材全体にわたって確認することが重要である。そこで、本研究では全長のひずみ分布を連続的かつ長期にわたって計測できる分布型光ファイバセンサに着目し、同センサによってPC部材のひずみ分布の経時変化の計測を試みた。そして、PC部材の長期変動を把握する手法としての有効性について検証した。

2. PC部材を対象とした長期計測の概要

図-1に計測対象とした試験体の形状を示す。試験体は断面が450×360mm、長さが4,600mmのPC梁部材である。プレストレスは、PC鋼より線(1S15.2)3本を下縁から120mmの位置に直線配置し、下縁コンクリートにおけるプレストレスが6.0N/mm²となるように、ポストテンション方式で導入した。光ファイバセンサは下縁から60mmの位置に配置した「下側鉄筋」および下縁から200mmの位置に配置した「段取り筋」に結束バンドで間欠固定した。光ファイバセンサによる計測は、レイリー散乱光を用いた分布型計測方法¹⁾により、計測間隔5cm、空間分解能10cmで実施した。なお、光ファイバセンサによる計測と比較するため、段取り筋と同じ高さに標点距離10cmの埋込型ひずみ計を設置した(図-1)。表-1に試験体の製作履歴とコンクリートの強度試験結果を示す。屋内で製作した試験体を材齢93日に屋外の暴露環境下へ搬出した。表-2にコンクリートの収縮特性を把握するための円柱供試体の諸元と試験条件を示す。表中の現地供試体はPC梁試験体と同じ環境条件に存置し、中心に設置した埋込型ひずみ計でひずみを計測した。室内供試体は温度20℃、湿度60%の環境に設置し、表面に貼り付けたひずみゲージでひずみを計測した。

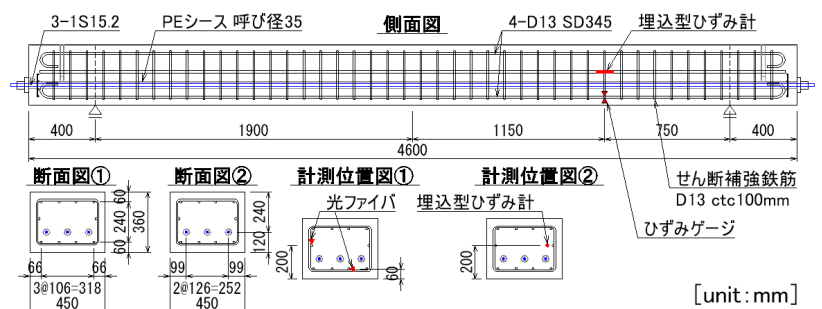


図-1 PC梁試験体の形状と計測位置

3. 計測結果

光ファイバセンサおよび埋込型ひずみ計により計測されるひずみには、温度変化により生じる温度ひずみの成分が含まれるが、本論文では埋込型ひずみ計で計測した温度により温度ひずみの成分を差し引いた計測結果を示す。図-2にPC梁試験体ひずみの経時変化について、埋込型ひずみ計位置での計測値と、コンクリート標準示方書設計編²⁾に基づき算出した計算値を併せて示す。計算値は、「収縮ひずみ」、「クリープひずみ」、および「収縮・クリープによるプレストレス量の変化から算出される弾性ひずみ」を足し合わせたも

表-1 試験体の製作履歴とコンクリートの強度試験結果

日時	材齢	製作履歴	圧縮強度 N/mm ²	ヤング係数 kN/mm ²
2021/3/2	0	コンクリート打込み	—	—
2021/3/29	27	PC緊張	43.0	28.3
2021/3/30	28	グラウト充填	43.1	30.0
2021/6/3	93	屋外暴露開始	—	—

表-2 円柱供試体の諸元と試験条件

名称	形状 (cm)	本数 (本)	存置環境	計測器
現地供試体	φ15×30	3	試験体と同じ 6/3に屋内から屋外へ	埋込型 ひずみ計
室内供試体	φ15×30	3	温度20℃湿度60%	ひずみ ゲージ

キーワード 光ファイバセンサ, レイリー散乱光, PC部材, ひずみ

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給2-19-1 鹿島建設(株) 技術研究所 TEL 042-485-1111

のである。同図から光ファイバセンサと埋込型ひずみ計の計測値はほぼ一致しており、光ファイバセンサがPC部材のひずみの挙動を適切に計測できていることがわかる。一方、計算値と計測値を比較すると、屋外暴露開始(6/3)まではよく一致しているが、屋外暴露開始以降では両者が乖離する傾向が確認できる。ここで、図-3に示した円柱供試体ひずみの経時変化を確認すると、室内供試体は単調に収縮しているのに対し、現地供試体は試験体と同様の傾向を示している。同図には降水日を水色の縦線で示しているが、降雨がない期間に収縮が進んでいる様子が確認された。以上より、屋外暴露開始以降に計算値と計測値が乖離したのは、降雨による水分供給で試験体が吸水し、乾燥が緩和されたことが原因だと推測され、光ファイバセンサによってその挙動を正確に計測できることが実証された。

図-4に、下側鉄筋位置に配置した光ファイバセンサのひずみ分布を示す。なお、同図中に示すB端側は試験体端部を貫通して光ファイバを配線しているのに対し、A端側は試験体内部で光ファイバを折り返しているため、A端側の折返し部近傍は欠測区間となっている。同図から、経時によるB端付近の収縮ひずみが、試験体中央部に比べて大きい傾向があることが分かる。ここで、図-5にB端の3点におけるひずみの経時変化を示すが、特に、屋外環境下での降雨による影響が顕著となる7月中旬頃までの期間における収縮ひずみが端部であるほど大きくなっている。特に、試験体端部は端面からも乾燥の影響を受けやすく、試験体製作後、比較的初期の段階でその影響が顕著となったものと推察される。以上より、光ファイバセンサでPC部材のひずみ分布の変化を計測することで、乾燥の影響を部位ごとに評価できる可能性が示唆された。

4. おわりに

光ファイバセンサによる屋外暴露環境下におけるPC部材の長期計測を行った。その結果、同センサによってクリープを含む収縮挙動に伴うPC部材の長期的なひずみの変化が計測できることを確認した。また、PC部材の全長にわたるひずみ分布を計測することで、乾燥の影響を部位ごとに評価できる可能性が得られた。

参考文献

- 1) 今井道男ほか：高精度光ファイバセンサを用いたひずみ・変位計測の検証実験，土木学会第75回年次学術講演会，CS9-28，2020。
- 2) 土木学会：コンクリート標準示方書【設計編】，pp107-110，pp332-334，pp412-418，2017。

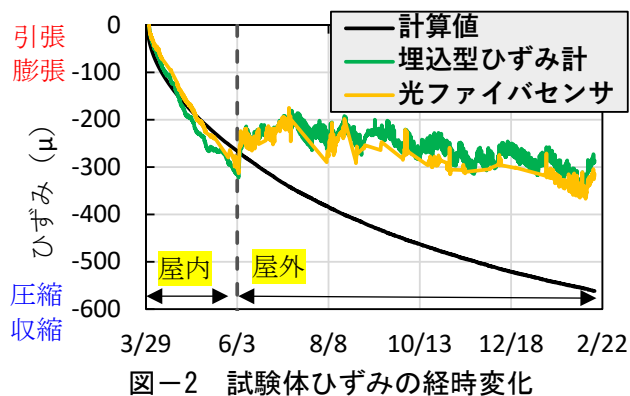


図-2 試験体ひずみの経時変化

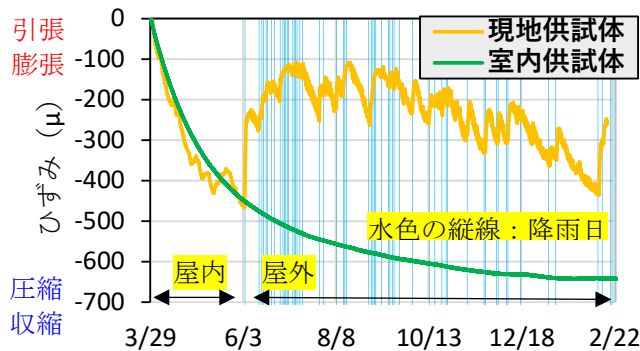


図-3 円柱供試体ひずみの経時変化

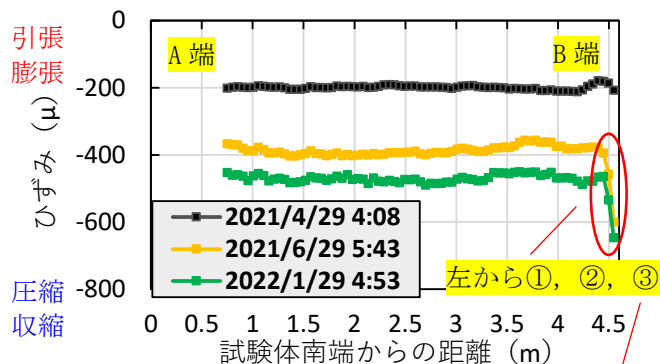


図-4 試験体ひずみ分布(下側鉄筋)

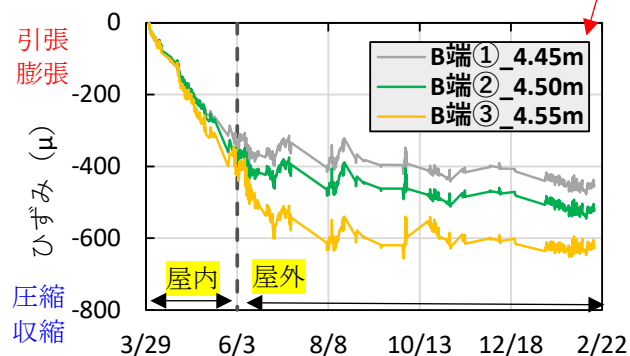


図-5 試験体ひずみの経時変化(下側鉄筋)