

## 光センシングケーブルを用いたダム堤体内部のひずみ試験計測について

株式会社 大林組 正会員 ○稲川 雄宣

株式会社 大林組 正会員 徳永 篤

一般財団法人 ダム技術センター 正会員 川崎 秀明

松江市上下水道局 福本 英生

## 1. はじめに

千本ダム耐震補強工事は、1918年に完成した堤高16m、堤頂長109m、堤体積7000m<sup>3</sup>の水道専用の溢流式直線重力粗石コンクリートダムを耐震補強する工事である。なお、耐震補強方法は①常時貯水状態でダムを運用しながら施工②堤体の景観③堤体増厚工法と比べ施工時間が1/4等理由から、国内初となるPSアンカー工法を採用している。同工事では、堤体天端から鉛直下方の基礎岩盤に38本のアンカー体を設置し、堤体全体で約38MNの緊張力で固定することで、地震発生時の安定性を確保している。(図-1)

本工事ではPSアンカーによる効果を確認するため、堤体内ひずみを計測することとなっている。計測機器は長期計測や計測精度(0.1%F.S)の観点から振動弦型ひずみ計測器が採用されているが、点での計測となるため9~11か所設置し、堤体内のひずみ分布をとらえようとしている。

そこで、連続的な計測が可能な光センシングのよるひずみ計測技術を同現場で試験的に設置し、その有用性について検証を行った。

## 2. 光センシングケーブル

今回使用した光センシングケーブルの主な仕様を表-1に示す。光ファイバー分布計測の原理は光ファイバーにパルス光を注入したときに後方に散乱される光を利用し、ひずみや温度の変化によりシフトした周波数を計測することに算定される。本計測では誘導ブリリアン散乱光およびレイリー散乱光を併用することにより、数cmピッチでの分解能および1 $\mu$ 以下の精度での計測が可能となる。

## 3. 試験計測

光センシングケーブルは振動弦計測機器と比較するため、計測用ひずみアンカーに沿わせて振動弦計測機器とともに堤体内に挿入し、グラウトを充填することで固定している(写真-1)。隣のPSアンカー(A27)を設置し、定着部グラウト充填・養生後に定着部緊張力を導入時に堤体内のひずみの計測を実施した。なお、PSアンカーの载荷は最大緊張力2100kNを6段階での段階载荷で実施している。

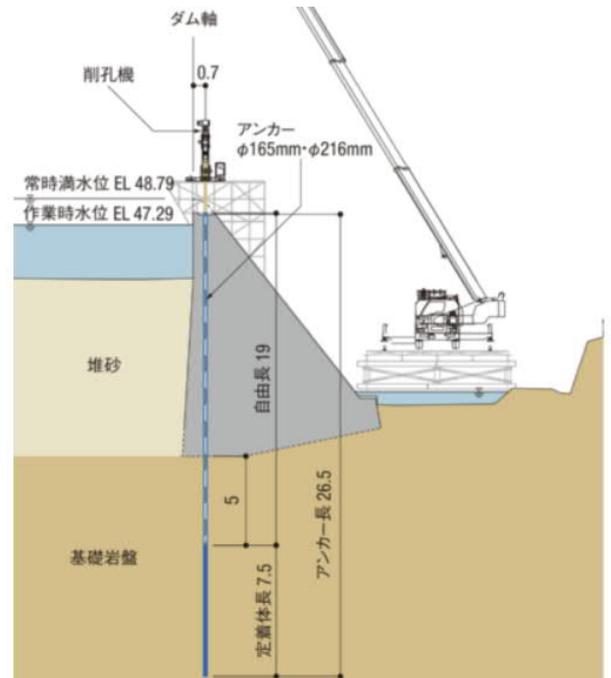


図-1 千本ダム補強工事

表-1 光センシングケーブル仕様

光ファイバー心線	10/125 $\mu$ mSMF
光ファイバー数	2
伝送損失	<0.5dB/km
ひずみ測定範囲	5000 $\mu$ $\epsilon$
温度測定範囲	-20~+80 $^{\circ}$ C
曲げ半径	>40mm



写真-1 光センシングケーブル

キーワード 光センシング, 維持管理, グラウンドアンカー

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 (株)大林組 TEL03-5769-1321

## 4. 計測結果

### 1) PS 導入時のひずみ分布

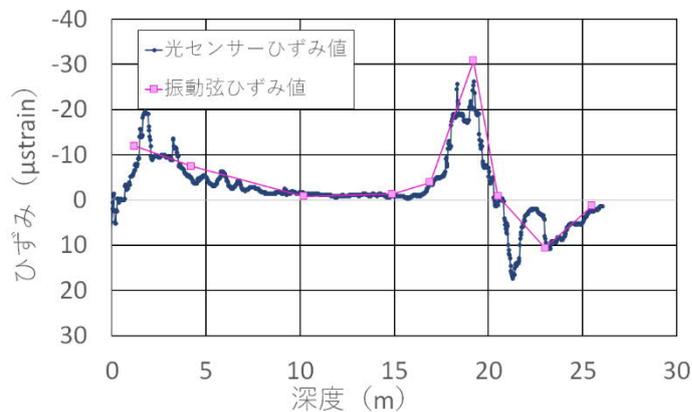
A27 の緊張力導入時の光センシングケーブルによるひずみ計測履歴を図-2 に示す。段階载荷に応じて徐々にひずみが呼応して増加している。また、アンカー定着部には引張ひずみが、アンカー自由長部には両端部に圧縮ひずみの発生が確認できる。自由長部に圧縮ひずみが発生していることから、PS アンカーによりダム堤体が岩盤に固定されたことが確認できる。



図-2 PS アンカーA27 導入時の堤体内ひずみ分布

### 2) 振動弦型ひずみ計測との比較について

A27 の緊張力導入時の光センシングケーブル計測と振動弦型ひずみ計測と分布比較図を図-3 に示す。図より両計測結果は概ね一致しており、光センシングケーブル計測は発生ひずみ量の最大値や細かいひずみ分布が計測可能であるため、堤体内の応力分布をより詳細に評価することが可能となる。また、PS アンカーの緊張力導入により発生する堤体内ひずみ量は微小であるが、計測値の分解能  $0.1\mu\epsilon$  である光センシングケーブル計測技術を用いることにより、振動弦型ひずみ計と同等の評価が可能である。



## 5. おわりに

光センシングケーブルを用いたダム堤体内部のひずみ試験計測について紹介した。光センシングケーブルを用いることによって数 cm ピッチでの計測が可能となり、堤体内の応力分布を詳細に把握することが可能であることが確認できた。今後、ダム堤体補強工事における維持管理を目的とした光センシングケーブルによる計測技術について引き続き検討を行う予定である。

### 参考文献

- 岸田欣増, 山内良昭, 西口憲一: 光ファイバー分布型センサーの最近の進展と光ファイバーケーブルの新視点, 光学, 46 巻 8 号, pp. 323-329, 2017