

実規模施設での光ファイバセンサーの適用性検討（長期連続計測）

— 地下空洞型処分施設機能確認試験（その 18） —

鹿島建設(株) 正会員 ○今井道男 佐藤公彦 佐々木敏幸 山川 剛
原環センター 正会員 広中良和 藤原啓司 脇 寿一 寺田賢二

1. はじめに

筆者らは、地下空洞型処分施設における閉鎖後長期の管理に資するモニタリング技術の確立やその実証試験の必要性に鑑み、中深度処分施設の人工バリアや周辺岩盤の長期にわたる機能確認方法の確立を目的とした調査・検討を進めている¹⁾。これまでの検討を通じて得られた機能確認のポイントと計測項目から、モニタリング技術のひとつとして、光ファイバセンサーの有効性に着目し、長期耐久性を有する点、ポイント計測ではなく分布計測ができる点、などの利点を有する同センサーの中深度処分施設における機能確認への適用性について検討している。筆者らは、長期耐久性の観点から、光ファイバセンサーの機械的・光学的な評価試験方法を立案、着手してきた^{2),3)}。本稿では、分布計測の観点から、現地環境下における光ファイバセンサーの適用性を検討するために、実規模施設を利用した長期的なひずみ分布、温度分布の結果を報告する。

2. 実規模施設における計測実験

(1) 施設の概要

対象となる実規模施設は、標準断面が幅約 7×高さ約 5m、全長約 1100m の坑道の最奥部にある、処分施設を模擬した試験空洞（幅約 18×高さ約 16m、地表面下約 100m）である。空洞内には、コンクリートピットおよび低拡散層（幅 11.6×高さ 7.6×奥行 16.1m）が施工済みである（図-1）。これまでも、同施設を利用して、地下空洞型処分施設に係わる施工方法や管理方法に関する試験が行われてきた⁴⁾。

今回、本施設のうち、低拡散層の側面部に光ケーブルを敷設してひずみ分布の変化を、調査坑道全長に光ケーブルを敷設して温度分布の変化を、それぞれ数カ月間にわたって連続計測した。

(2) 光ケーブル

ひずみ計測用光ケーブルは、1 芯のシングルモードファイバ（SMF）の左右にテンションメンバが配置され、二次被覆で一体化されている（図-2）。二次被覆に加わった変形が、内部の SMF に直接伝わるような構成となっており、その計測性能は別途検証されている。また、施工中に衝撃などが加わった場合にも、太径のテンションメンバによって直接 SMF に影響が受けにくいよう工夫して、施工性向上を達成している。

温度用光ケーブルは、4 芯の SMF がそれぞれルースバッファを介して、二次被覆内に収納されている（図-3）。ケーブルの温度は SMF に伝わる一方で、二次被覆に加わった変形が内部の SMF にひずみとして伝わらないような構成となっている。



図-1 実規模施設

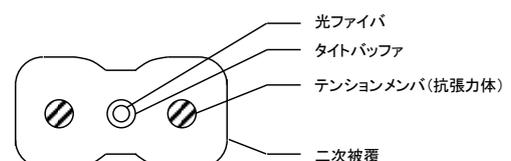


図-2 ひずみ用光ケーブル

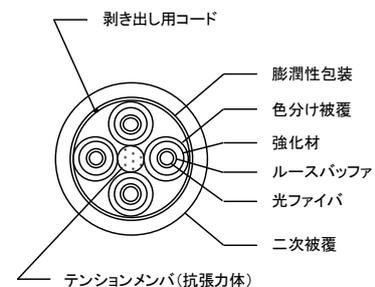


図-3 温度用光ケーブル

キーワード 放射性廃棄物, モニタリング, 光ファイバセンサー, ひずみ測定, 温度測定

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 TEL042-489-6264

(3) ひずみ分布計測

低拡散層側面部のひずみ用光ケーブルの配置を図-4に示す。既設ひび割れ（ひび割れ幅約0.2~0.3mm）を直交するようにひずみ用光ケーブルをエポキシ系接着剤で全長固定（直線部のみ）した。全長で約380mの範囲で、BOTDA方式（空間分解能10cm）で得られたひずみ分布計測結果例を図-5に示す。縦軸は、ひずみに依存するブリルアン散乱周波数シフトである。季節変化に応じて、計測結果が変化している様子がわかる。直線部にはそれぞれ三カ所の不連続な位置がみられるが、これは既設ひび割れの位置に相当する。

計測結果に対して温度補正（ひび割れのない箇所のひずみをゼロとなるよう補正）をした後、既設ひび割れに相当する位置のブリルアン散乱周波数シフトの経時変化を、近傍の温度計測結果とともに図-6に示す。温度計に一部欠損データがあるものの、光ファイバセンサーと温度に逆の相関があることがわかる。温度変化によるコンクリートの膨張に起因する、既設ひび割れの開口変位をとらえられた。

(4) 温度分布計測

温度用光ケーブルは、調査坑道沿いに配置し、坑道壁面のラックに架設した。端部で光ケーブルのうちの2芯を繋げることで、全長で約2750mの範囲で温度分布計測を行った。BOTDA方式（空間分解能50cm）で得られた結果のうち、坑口から800m位置の経時変化を、併設した温度計測結果とともに図-7に示す。縦軸は、温度に依存するブリルアン散乱周波数シフトである。季節変化に応じて変化する温度をとらえられた。

3. おわりに

放射性廃棄物処分場への適用を目指し、実規模施設を利用した長期的な計測に着手し、現地環境下での適用性を検証した。今後、これらバックデータをもとに使用性能を明らかにしたうえでモニタリング計画の検討などにフィードバックする。なお、本報告は経済産業省資源エネルギー庁からの委託による「平成30年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分施設機能確認試験）」の成果の一部である。

参考文献

- 1) 藤原ほか, 地下空洞型処分施設機能確認試験の概要—地下空洞型処分施設機能確認試験（その1）, 土木学会第72回年次学術講演会講演梗概集, VII-028, 55-56, 2017.
- 2) 今井ほか, 地下空洞型処分施設のモニタリングにおける光ファイバセンサー技術の適用性—地下空洞型処分施設機能確認試験（その5）, 土木学会第72回年次学術講演会講演梗概集, VII-032, 63-64, 2017.
- 3) 今井ほか, 地下空洞型処分施設のモニタリングにおける光ファイバセンサーの耐久性評価—地下空洞型処分施設機能確認試験（その13）, 土木学会第73回年次学術講演会講演梗概集, CS-007, 13-14, 2018.
- 4) 秋山ほか, 地下空洞型処分施設施工技術の検証試験の概要, 原環センター技術報告書 RWMC-TRJ-15001, 2016.

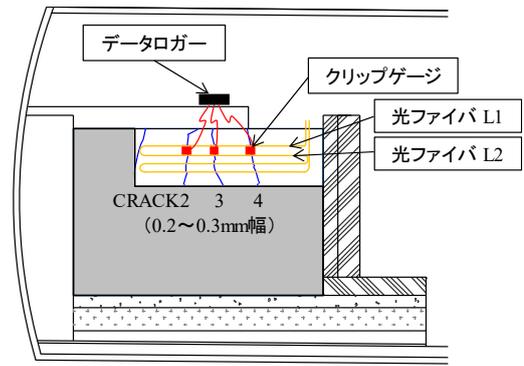


図-4 ひずみ用光ケーブルの配置

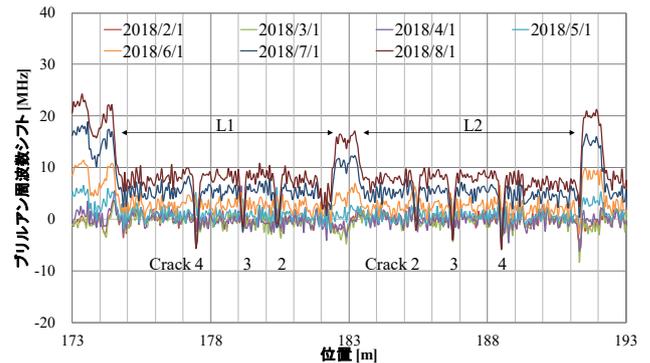


図-5 ひずみ分布の計測結果

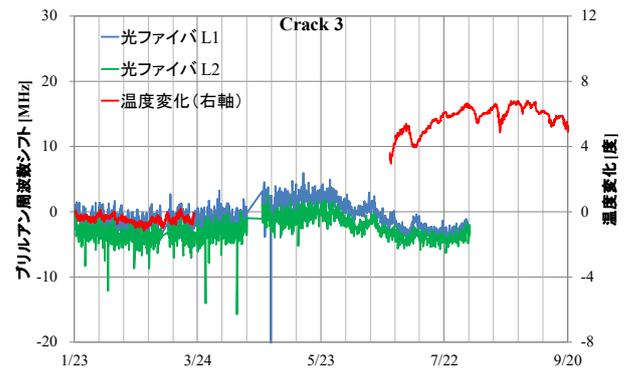


図-6 ひび割れ部の経時変化

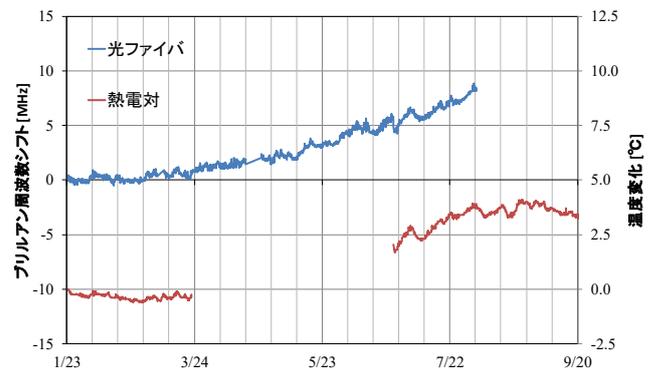


図-7 TD800部の経時変化