# 実規模施設における人工ひび割れ試験時の光ファイバセンサーによるひび割れ検知 一地下空洞型処分施設機能確認試験(その24)-

原環センター	正会員 〇	広中良和	藤原啓司	脇寿一	寺田賢二
鹿島建設(株)	正会員	佐藤公彦	今井道男	水成基之	山野泰明

#### 1. はじめに

筆者らは、中深度処分施設における閉鎖後長期の管理に資する人工バリアや周辺岩盤の機能確認方法を確立す るために、機能確認の概念の構築、モニタリング技術の整備に向けた調査・検討・試験を進めている<sup>1)</sup>.本報告で は、モニタリング技術の確立を目的とし、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光ファイバセンサーによるひずみ分布計測を行ったので、その結果を報告する.

2. 実規模施設における計測実験

### (1)実規模施設の概要

対象となる実規模施設は、標準断面が幅約7m×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 た試験空洞である.これまでにも、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<sup>2)</sup>.当試験では、上部低拡散層にひび割れ を誘発させ、そのときに生じるひずみを上部低拡散層に設 置した光ファイバセンサーにより計測した.

#### (2)人工ひび割れ計測試験

ひび割れ計測試験は、光ファイバセンサーが30cm間隔の 格子状に設置された上部低拡散層(無筋モルタル)(図-1)を対象に、パッカー工法により行った.この工法は、主 に岩石・コンクリート構造物などの基礎解体などに幅広く 利用されており、くさびの原理を応用した油圧破砕工法で ある.試験では、X方向の光ファイバに直交するひび割れ (Y方向)を発生させ、そのときに生じるひずみを計測し た.また、分布的な計測が可能な光ファイバセンサーによ る計測値を評価する目的で、段階加圧に伴い発生するひず

る計測値を評価する目的で,段階加圧に伴い発生するひず み値を参照データとして計測した.格子状光ファイバのX 方向,Y方向に沿うように125箇所のひずみゲージを設置し







図-2 光ファイバセンサー敷設状況

た. また,大ひずみにも追従させるため,パッカーを挟む配置で8箇所のパイ型ゲージを設置した.

光ファイバセンサーの敷設状況と各ゲージの設置状況を図ー2に示す.光ファイバ計測ではPPP-BOTDA方式およびTW-COTDR方式にて行い,空間分解能は5cm,サンプリング間隔は2.5cmとした.また,使用したゲージはひずみゲージ(PL-60)およびパイ型ゲージ(PI-5-100)の二種類である.

#### 3. ひずみ分布の計測結果

各計測ステップにおけるパッカーの加圧停止の目安値については、ひずみゲージおよびパイ型ゲージの値をも とに管理した.各計測ステップにおけるパッカーの加圧停止の目安および実施加圧値を**表-1**に示す.100µ程度 でひび割れが発生すると想定<sup>3)</sup>し、ひび割れが目視確認されるまでは加圧値を徐々に上昇させた.

キーワード 放射性廃棄物処分,地下空洞型処分,中深度処分,機能確認,モニタリング,光ファイバ 連絡先 〒104-0044 東京都中央区明石町 6-4 ニチレイ明石町ビル 12 階 TEL 03-6264-1777 STEP5時点で初めて幅0.05mm以下の微細なひ 表 び割れが目視確認された.ひび割れを目視で確 認できた時点から,クラックゲージを用いてひび割れ 幅の計測を行った.目視計測,光ファイバセンサーを 用いたひずみ計測を終了後,再度,パッカーに加圧し てひび割れ幅を拡大させて,同様にひび割れ幅やひず みの計測を繰返し実施した.その後,STEP6でひび割 れ幅が増幅し最大幅0.20mm,STEP7では最大幅0.35mm であった.

図-3は、ひび割れが初めて目視確認されたSTEP5にお いて、Y軸方向のひずみをゲージで計測し、補間処理を行 った結果である.上に大きく突き出た二箇所がパッカーに よる加圧部のひずみを表している.

図-4は、同STEPでの光ファイバセンサーによる計測結 果である.ひずみゲージの結果と比べると加圧部周辺のひ ずみも計測されているが、加圧部については同様のひずみ 変化を捉えていることがわかる.

また, ひび割れが目視確認される前の STEP においても, PPP-BOTDA 方式, TW-COTDR 方式ともに, ひずみの局所 的な変化を捉えることができた. 図-5 は, 光ファイバセ ンサー二種類の方式による計測結果とひずみゲージによる 計測結果の比較である. 特に, TW-COTDR 方式ではひずみ 値のばらつきが小さく, 微小なひずみ変化を捉えられる点 で優れており, ひび割れの予兆を捉えられる可能性がある.

以上より,ひずみの網羅的な評価のために,ひずみゲージを多数設置し,稠密な参照データを取得した結果,改めて,ひずみゲージと光ファイバセンサーの計測値が良く一致することを確認した.

## 4. おわりに

放射性廃棄物処分場への適用を目的に,実規模施設を利 用した長期的な計測に着手し,現地環境下での光ファイバ センサーの適用性を人工ひび割れ試験にて検証した. 今 後,これらバックデータをもとに,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31 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.

# 表-1 計測ステップにおける加圧停止の目安と加圧値

STEP	加圧停止の目安	加圧値
STEP0	初期値	0 MPa
STEP1	ひずみゲージの最大値が 10μ	8 MPa
STEP2	ひずみゲージの最大値が 20μ	12 MPa
STEP3	ひずみゲージの最大値が 50μ	18 MPa
STEP4	ひずみゲージの最大値が 100μ	20 MPa
STEP5	パイゲージの最大値が 0.05mm	26 MPa
STEP6	パイゲージの最大値が 0.10mm	56 MPa
STEP7	パッカーの加圧最大値 70MPa	70 MPa



図-3 ひずみゲージのひずみ分布







図-5 光ファイバセンサーとひずみゲージの比較

#### 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事業概要—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,VII-028,平成29年9月
- 2) 秋山ほか,地下空洞型処分施設施工技術の確証試験の概要,原環センター技術報告書 RWMC-TRJ-15001, 2016.
- 3) (財) 原子力環境整備促進・資金管理センター: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報告書,平成 31 年 3 月