

光ファイバセンサー技術を活用した中深度処分施設における機能確認方法の検討

—地下空洞型処分施設機能確認試験（その20）—

鹿島建設(株) 正会員 ○佐々木敏幸 佐原 史浩 今井 道男

(株)大林組 正会員 丹生屋純夫

東電設計(株) 正会員 伊藤 喜広

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

著者らは、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⁾。本報告では、光ファイバセンサー技術を活用した中深度処分施設の機能確認方法を具体的に検討した結果を示す。

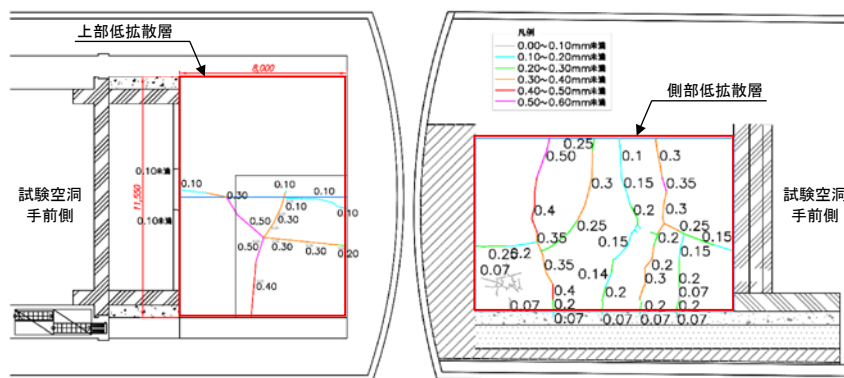
2. 光ファイバセンサー技術を活用した機能確認方法の検討

ここでは、既報²⁾で抽出した確認対象項目のうち、低拡散層のひび割れ観測を対象として機能確認方法を検討した結果を示す。低拡散層は無筋モルタル部材であるため、ひび割れ発生を抑制することが難しい部材であり、低拡散層のひび割れ発生状況（ひび割れ面積比率）は、閉鎖措置段階以降に求められる移行抑制機能のうち低拡散性に対する感度が高いパラメータである³⁾。

(1) センサー配置

既設の実規模施設の低拡散層には、図-1に示すように、乾燥収縮が主要因と考えられるひび割れが発生している⁴⁾。ひび割れ発生方向に着目すると、上部低拡散層は処分空洞断面方向、軸方向いずれにもひび割れが発生している。側部低拡散層は、処分空洞断面方向のひび割れが先行して発生し、その後処分空洞軸方向のひび割れが発生している⁴⁾。

次に、閉鎖措置段階以降に発生することが想定されるひび割れに着目する。閉鎖措置段階以降の再冠水過程において、不均質な地下水浸潤により低透水層が偏膨潤した場合を想定し、低拡散層のひび割れ発生の可能性を検討した結果、保守的な条件を設定した場合には、図-2に示すように、低透水層の偏膨潤圧によって曲げモーメントが発生し、低拡散層に曲げひび割れが生じる可能性が指摘されている³⁾。このひび割れは、処分空洞断面方向が卓越する。これに加え、閉鎖措置段階以降には、廃棄体容器やコンクリートピットの鉄筋が腐食膨張することにより、低拡散層のひび割れが進展すると想定されている。ただし、検討中の規制基準⁵⁾が要求しているモニタリングの対象期間に金属材料の腐食膨張によるひび割れ進展が顕著になる可能性は低いと考えられる⁶⁾。



上部低拡散層平面図
図-1 実規模施設の低拡散層ひび割れスケッチ（文献⁴⁾に加筆）

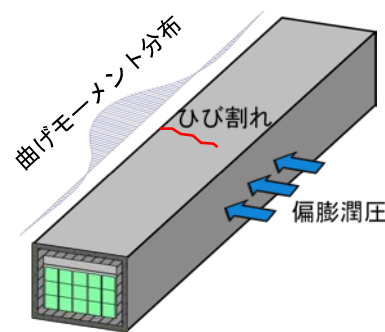
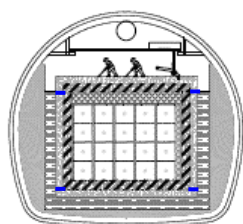


図-2 低透水層の偏膨潤によるひび割れ発生の概念図

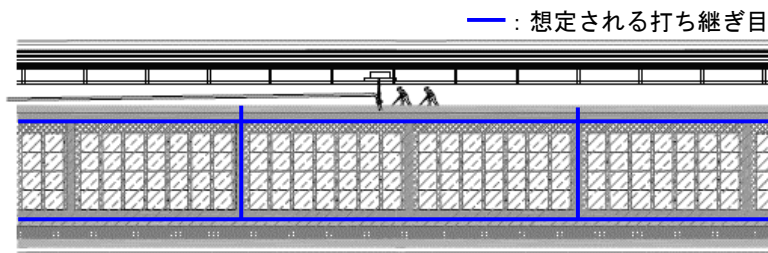
キーワード 放射性廃棄物、地下空洞型処分、中深度処分、機能確認、モニタリング、光ファイバ

連絡先 〒107-8502 東京都港区赤坂 6-5-30 鹿島建設(株) 土木設計本部 TEL 03-6229-6534

低拡散層は、底部・側部・上部の構築時期が異なること、処分空洞の延長は数十 m 以上になることが想定されることから、分割打設せざるを得ず、図-3 に示すように施工



断面図

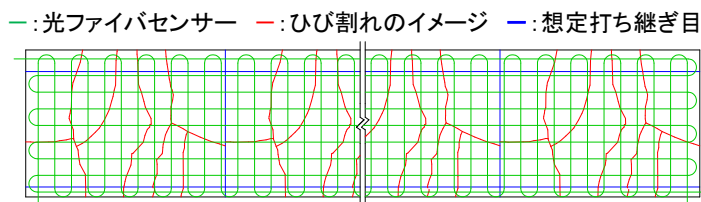


縦断面図

図-3 低拡散層の打ち継ぎ目位置の概念図 (文献⁷⁾に加筆)

上の打ち継ぎ目が存在することになる。打ち継ぎ目が引張強度を担保することは困難であるため、低拡散性を評価する上では、打ち継ぎ目の目開きをひび割れ発生・進展と同様に取り扱うことが望ましいと考えられる。

以上より、低拡散層に発生するひび割れの方向を予め特定することは難しいため、ひび割れ発生方向によらず計測可能なセンサー配置とすることが必要がある。また、打ち継ぎ目をひび割れと同様に計測可能なセンサー配置とすることが必要がある。これらを勘案し、図-4 に示すように、低拡散層表面に格子状に光ファイバセンサーを配置する方法をひび割れ観測におけるセンサー配置の一案として提案する。



側部低拡散層側面図

図-4 光ファイバセンサー配置概念図

(2) 計測頻度

光ファイバセンサー技術を活用したひび割れ観測を実施する際には、光アナライザと呼ばれる機器を人間がアクセス可能な場所に設置する。そのため、建設段階、廃棄物の埋設段階においては、低拡散層への作用荷重が増大する施工・操業イベント毎に計測を実施することが可能である。また、閉鎖措置段階以降においては、施設の状態変化が緩慢になることが想定されるため、計測頻度を低下させることが可能となる。さらに、低拡散層のひび割れ発生要因となり得る低透水層の膨潤挙動が確認された際に計測頻度を変更する等の調整が可能であるほか、計測レンジが異なるブリルアン計測とレイリー計測を切り替えることが可能である⁴⁾。このように、分布計測が可能なることに加え、計測頻度や計測方式を予め設定することなく任意に調整・変更可能な点も光ファイバセンサー技術を活用したひび割れ観測の大きな利点である。

3. まとめ

低拡散層のひび割れ観測に着目し、光ファイバセンサー技術を活用した機能確認方法を提案した。今後は、別途実施している光ファイバセンサーの適用性検討の成果を反映し、光ファイバセンサーの設置間隔、敷設方法等を具体化する計画である。また、低拡散層のひび割れ以外の確認対象項目についても、具体的な手法を検討する予定である。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) 佐々木ほか：地下空洞型処分施設の機能確認における確認対象項目の抽出—地下空洞型処分施設機能確認試験（その 8）—，土木学会第 73 回年次学術講演会，CS7-002，平成 30 年 8 月
- 3) 原環センター：平成 28 年度管理型処分技術調査等事業 地下空洞型処分施設機能確認試験 報告書，平成 29 年 3 月
- 4) 原環センター：平成 29 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 30 年 3 月
- 5) 原子力規制庁：炉内等廃棄物の埋設に係る規制の考え方について（改定案），第 27 回廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム会合，参考資料 27-2-2，平成 29 年 11 月 2 日
- 6) 原環センター：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
- 7) 土木学会：余裕深度処分における地下施設の設計，品質管理および検査の考え方，2009 年 7 月