

レーザーを用いたキャニスタ付着塩分計測技術の開発

—使用済燃料貯蔵中での適用に向けた狭隘部における遠隔計測—

キーワード：レーザー誘起ブレイクダウン分光法, 遠隔計測, 光伝送,
使用済燃料貯蔵, キャニスタ

報告書番号：H13004

背景

使用済燃料のコンクリートキャスク貯蔵方式において、密封容器であるキャニスタ表面の塩化物による応力腐食割れの対策が課題の一つに挙げられる。表面の塩分濃度を貯蔵期間中に定期的に計測することは、応力腐食割れ（SCC）の有無を点検する上で重要であるが、これまで有効な計測方法が無かった。レーザー誘起ブレイクダウン分光法（LIBS）^{注1}は、キャニスタに付着した塩分の濃度を計測できる可能性があるが、キャニスタ表面は高温かつ放射線環境下にあるため、遠隔での計測が必要となる。

目的

キャニスタとコンクリート容器との狭隘な間隙に挿入可能な計測機器を試作し、キャニスタ表面の塩分濃度の遠隔計測が可能なことを実験的に検証する。

主な成果

LIBSではレーザー光の集光とプラズマの受光を行うため、コンクリート容器の上部よりレンズや受光用ファイバ等の機器を内部挿入して、キャニスタ表面の塩分濃度を遠隔計測する方法を考案した（図1）。

1. 塩分濃度計測に必要な機器の考案

考案した方法では、コンクリート容器外部にある装置とキャニスタ表面に接近する機器との間において、レーザー光とプラズマ発光を20 m程度伝送する。今回、キャニスタとコンクリート容器の間隙に挿入することを想定し、レーザー光の集光とプラズマの受光を50 mmの間隙で行うための部品と、キャニスタ上下方向の任意の位置にレンズ等を移動するための部品を試作した機器を考案した（図2、3）。

2. 狭隘部・遠隔計測に向けた光伝送方法の構築

遠隔計測を行うためには、レーザー光を長距離伝送させることが重要な技術課題となる。そこで、50 mmの間隙にステンレス試験片を設置して、レーザー光を空間的に伝送させ、貯蔵中のキャニスタ表面への接近を想定した計測実験を行った（図3）。その結果、レーザー光を20 m以上伝送した後に、SCCの発生が考えられる塩分濃度よりも一桁程度低い50 mg/m²の条件で、塩分中の塩素の発光を計測できることが明らかになった。

今後の展開

計測機器の改良と開発を進め、計測方法及び装置の適用可能性を明らかにすると共に、実機適用の課題を抽出する。

注1) レーザー光を計測対象物に照射し、生成されるプラズマを分光することにより、各元素の濃度を計測する方法。

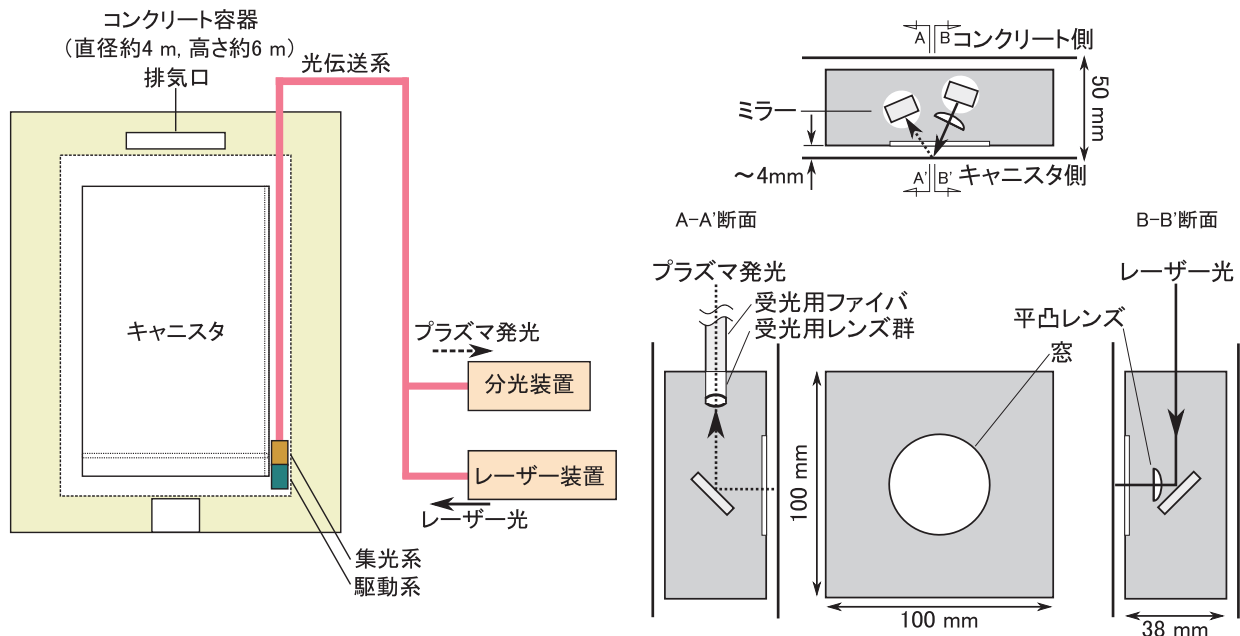


図1 貯蔵中に塩分濃度を計測する方法の概念図 図2 狭隘部 LIBS 用機器（集光系）の概要

電源を必要とするレーザー装置や分光装置等をコンクリートキャスク外に設置し、レーザー光とプラズマ発光を長距離伝送させる光伝送系、LIBS を行うための集光系、上下移動する駆動系を以て、キャニスタ表面まで接近して塩分濃度計測を行う。集光系はミラーとレンズ、駆動系は車輪等から構成され、機能を限定することにより、電源を必要としない小型な構造とした。

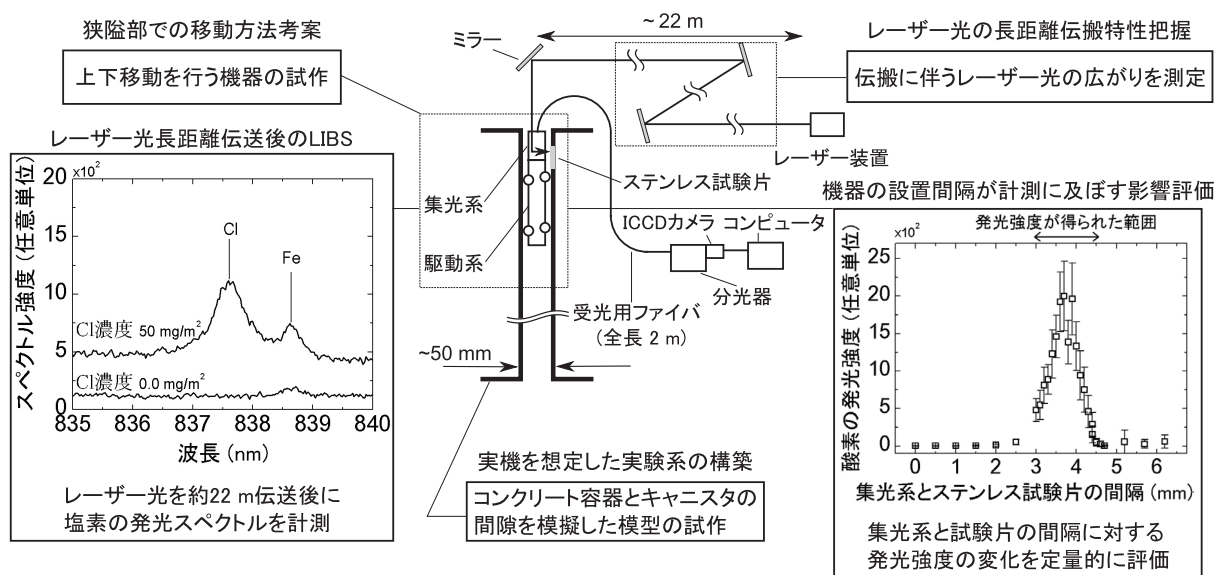


図3 付着塩分の狭隘部・遠隔計測実験配置と各課題に対する実験結果

レーザー光はミラーを用いて伝送し、キャニスタとコンクリート容器の間隙を模擬した模型上部より、集光系へ入射した。狭隘部での計測や遠隔計測における課題について実験的検討を実施後に LIBS を行った結果、鉄 (Fe) や塩分量の指標となる塩素 (Cl) の発光スペクトルを計測した。

関連研究報告書	「レーザーを用いたキャニスタ付着塩分計測技術の開発 -同軸照射方式の適用-」 H11020 (2012. 6) 「レーザーを用いたキャニスタ付着塩分計測技術の開発 -SCC 発生に及ぼすパルスレーザー照射の影響-」 H12003 (2013. 4)
研究担当者	江藤 修三 (電力技術研究所 高エネルギー領域)
問い合わせ先	電力中央研究所 電力技術研究所 研究管理担当スタッフ Tel. 046-856-2121 (代) E-mail : eperl-rr-ml@criepi.denken.or.jp

報告書の本冊 (PDF 版) は電中研ホームページ <http://criepi.denken.or.jp/> よりダウンロード可能です。