

重点課題 - リスクの最適マネジメントの確立

使用済燃料の長期貯蔵管理技術の開発

背景・目的

原子力発電所から取り出された使用済燃料は、再処理するまでの間、安全に中間貯蔵する必要がある。さらに、貯蔵量の増大や貯蔵期間の長期化に備えることも重要である。中間貯蔵の方式として、金属キャスクを使った乾式貯蔵は、国内外で数多くの実績があるが、今後、貯蔵期間中の経年劣化を考慮し、貯蔵後のハンドリングや輸送時の安全性を明らかにする必要がある。また、貯蔵技術の多様化とし

て、経済性の観点で優れたコンクリートキャスクの実用化が望まれている。

本課題では、金属キャスク密封部の経年劣化を評価する手法を開発するとともに、コンクリートキャスクで課題となるキャニスタ*1溶接部の応力腐食割れ(SCC)に関する評価技術や検査方法を確立し、使用済燃料の安全な中間貯蔵に資する。

主な成果

1 沿岸の実環境における気中塩分計測装置の性能確認

キャニスタのSCC評価を行うためには、貯蔵サイトの気中塩分量を把握する必要があり、気中塩分量を長期間連続かつ自動で簡易に計測できる装置を開発した。当所横須賀地区臨海

暴露試験場に、開発した装置と従来の計測装置であるフィルタパック計測装置を設置し、気中塩分濃度を同時計測することで、両者は同等の性能を有することを確認した(図1)。

2 気中塩分量とキャニスタ付着塩分量との関係の評価

これまで、室内および実環境(銚子:内陸4km)で付着塩分量の計測を行ってきており、さらに海岸に近い場所のデータを拡充するため、当所横須賀地区臨海暴露試験場の試験施設で計測を行った。試験施設では、試験片を設置した鉛直姿勢の簡易風洞内(水平及び鉛直姿勢)にブローアで一定量の外気を取り込み、

試験片表面に付着する塩分量を測定した。鉛直面への付着量は、今回の試験時間の範囲内(最大約6900時間)では、従来(銚子)の結果同様、塩素濃度10mg/m²以下であった(図2)[N14019]。この値は、従来得られている橋梁や電気機器等の塩害評価の値や応力腐食割れの発生限界値に比べ、十分低い値である。

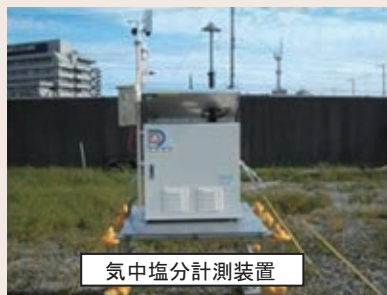
3 キャニスタ付着塩分量の遠隔計測機器の開発

コンクリートキャスクの貯蔵期間中には、キャニスタ表面に付着した塩分量を測定してSCC発生の可能性を評価し、健全性を確保することが重要である。しかし、キャニスタ周囲が高放射線環境であることから、遠隔操作による計測が不可欠となる。これまで、レーザー誘起ブレイクダウン分光法(LIBS)*2を用いて計測が可能なることを明らかにしており、コンクリート容器とキャニスタの間隙で作動できる機器を開発し、実機を想定した実験系で

計測精度の検証を行った。試験では、離隔距離5m、隙間約50mmの条件で、挿入機器を上下させ、隙間側面に設置した試験片の付着塩分を計測した(図3)。その結果、塩素濃度0~100mg/m²の範囲では、LIBSによる算定値(塩素と酸素の発光強度比より算定した値)がイオンクロマトグラフィによる測定値と概ね一致した(図4)。このことから、貯蔵されたキャニスタ表面の塩素濃度をLIBSを用いて遠隔計測できることが検証された[H14004]。

*1 使用済燃料を収納したステンレス鋼製の円筒容器で、コンクリートキャスクの中に収納される。

*2 パルスレーザー光を計測対象物に照射し、その際に生じるプラズマを分光計測することにより対象物に含まれる各元素の濃度を計測する方法。



気中塩分計測装置

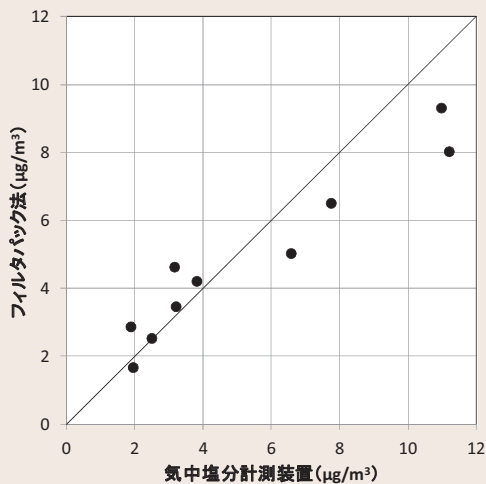
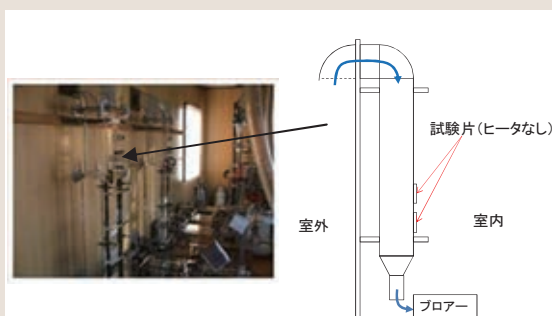


図1 開発した気中塩分計測装置と従来法の測定値(空気中のCl⁻量)の比較

気中塩分計測装置の性能を明らかにするため、従来、測定に使われているフィルタパック法との比較を行った。気中塩分測定装置は、フィルタパック法と同等の性能を有することが明らかとなった。



新規取得データ

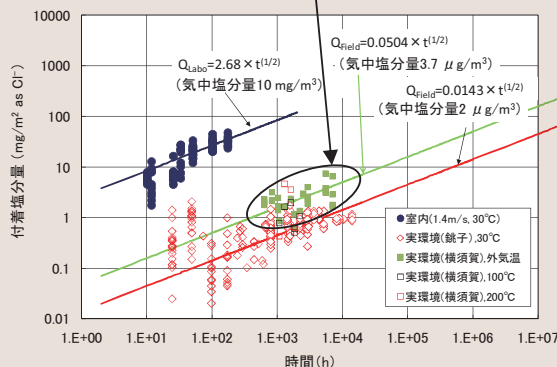


図2 鉛直姿勢での付着塩分量と時間の関係

コンクリートキャスクの流路を模擬した簡易風洞内部に外気を導入し、試験片表面への付着塩分量を測定した。鉛直姿勢の試験で、従来の測定点に加え、異なる環境条件での付着塩分量と時間の関係が得られた。従来と同様の時間依存性を示し、データのバラツキは小さかった。

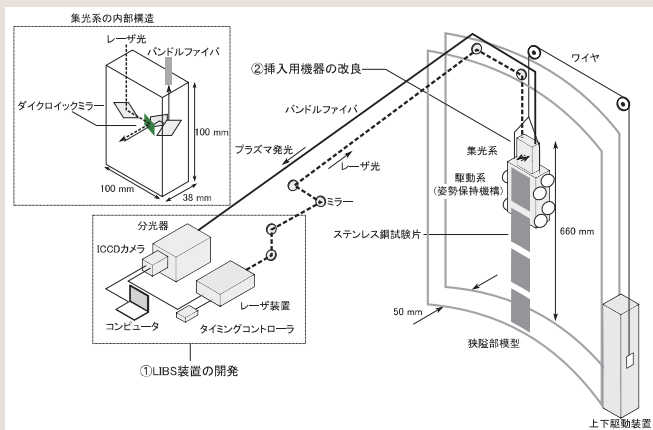


図3 貯蔵中のキャニスタを想定した付着塩分計測実験装置の概要

付着塩分計測に適したLIBS装置の開発やLIBSに必要な光学系部品が搭載された狭隙部挿入用機器(集光系)の改良を行った。実験では、キャニスタとコンクリート容器の曲率や間隔を模擬した狭隙部模型を用いて、その側面に人工海水が噴霧された塩素濃度の異なるステンレス鋼試験片を設置して、付着塩分を計測した。離隔計測を行うために、ミラーを用いてレーザー光を送った。

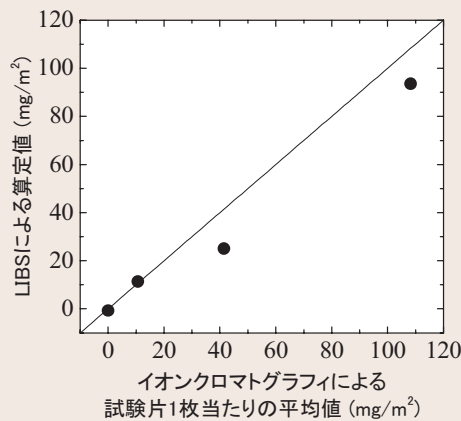


図4 LIBSによる計測方法の検証

試験片に付着した塩素量の測定結果をLIBSによる方法とイオンクロマトグラフィによる方法と比較した。二つの結果はよく一致することがわかり、LIBSによる計測方法の有効性を検証した。