

# コンクリートキャスク用低放射化・高性能コンクリートの開発

## 背景

使用済燃料をコンクリートキャスクで数十年間貯蔵すると、貯蔵容器材料に使用したコンクリートや鋼材中に含まれる微量元素(例えば、Co や Eu)が中性子照射により放射化する。このため、貯蔵容器を貯蔵終了後に一般産業廃棄物として取り扱う場合、一定の管理期間が必要になる(図1)。さらに、貯蔵容器の構造部材は、使用済燃料からの崩壊熱により長期間高温環境下に曝されるため、局所的な高温化や熱膨張に起因するひび割れが懸念される。このため、熱伝導性が良く、熱膨張の小さい低放射化材料の開発が期待されている(図2)。

## 目的

放射化の要因となる微量元素の混入量が少なく、耐久性に富む低放射化・高性能コンクリート材料を開発する(図3)。

## 主な成果

### 1. 放射化量の評価

- (1) 微量元素を含めた鉄筋コンクリートの材料組成を設定し、PWR 使用済燃料用コンクリートキャスク(最高燃焼度 55GWD/tU・10年冷却×21体)を対象として、線源の減衰を考慮した放射化計算(計算コード THIDA-2)を実施し、貯蔵 40 年後の各部位における誘導放射能濃度分布を算出した。
- (2) 40 年供用後のコンクリートキャスクでは、放射性廃棄物のクリアランスレベルを上回る放射化された部位が存在し、その原因となる支配核種は Eu-152 と Co-60 であることを示した。また、この解析結果を逆解析し、低放射化材料とするために、キャスク製造時に許容されるこれら核種含有量の存在範囲を明らかにした。

### 2. 低放射化・高性能コンクリートの試作

- (1) 粗骨材として石灰石、細骨材として比較的安価なアルミナセラミック系素材(アルミナ骨材)を選定し、放射化試験・分析を行った。その結果、それらの材料は、EuとCoの含有量が低放射化材料とするための許容範囲内にあり、低放射化コンクリート用の骨材の組合せとして適切であることを明らかにした。
- (2) (1)の材料にフライアッシュ(細骨材の粒度調整)を用いるコンクリートの配合設計を行い、この配合が良好な施工性を有することを確認した。さらに、この配合のコンクリートでは、温度条件 65 ~ 105 で 10ヶ月間の温度履歴を与えても、圧縮強度や初期弾性係数には顕著な劣化がないことを確認した。

### 3. 低放射化・高性能コンクリートの性能確認

- (1) 開発したコンクリートは、熱伝導性に優れ、キャスクの除熱性能向上に有効であること、また、熱膨張係数が小さく、熱膨張に起因するひび割れが発生しにくい材料であることを示した。さらに、このコンクリートの密度は、一般的な天然骨材を用いた従来材料に比べて 10%程度大きいので、キャスクの遮へい厚さを低減できる可能性がある。
- (2) 通常コンクリートと開発したコンクリートを用いた円筒形コンクリート試験体を作製し、温度ひび割れ試験を実施してその性状を比較した。開発したコンクリートを用いた円筒形試験体は、熱伝導性向上による最高温度の低減および熱膨張の低減により、通常コンクリートの場合に比べ温度ひび割れの発生が少なく、耐久的であることを検証した。

## 今後の展開

本研究で開発した低放射化・高性能材料のコンクリートキャスクへの適用を図る。

主 担 当 者 地球工学研究所 バックエンド研究センター 上席研究員 白井 孝治

関連報告書 「コンクリートキャスク用低放射化・高性能材料の開発」 電力中央研究所報告:N04033(2005年7月)

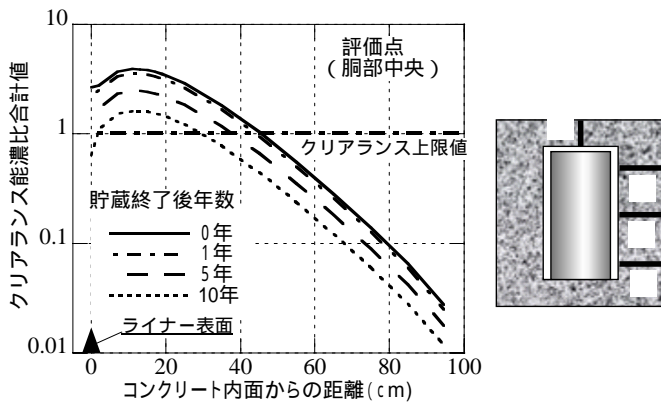


図1 コンクリートキャスク貯蔵終了後の放射能レベル

使用済燃料をコンクリートキャスクで数十年間貯蔵すると、コンクリートや鋼材中に含まれる微量元素 (Co, Eu) が中性子照射により放射化し、貯蔵終了後に一般産業廃棄物として取り扱う場合、一定の管理期間が必要になる。

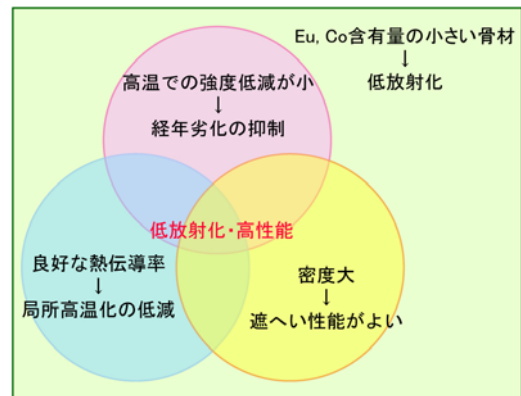


図3 低放射化・高性能コンクリートの定義

コンクリートキャスク用材料は、放射化の要因となるEuやCoの含有量が少なく、耐熱性に富むことが要求される。

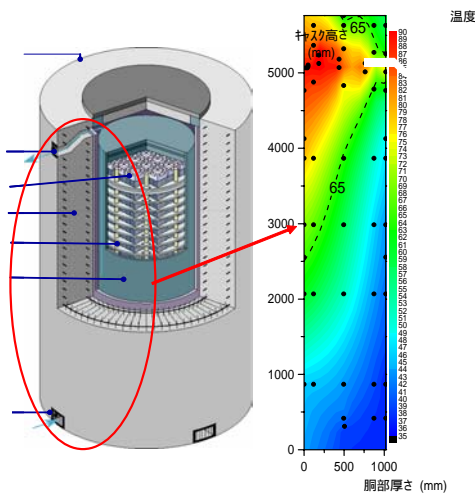


図2 コンクリートキャスク除熱性能の課題

貯蔵容器の構造部材は、使用済燃料からの崩壊熱により長期間にわたり高温環境下に曝されるため、経年劣化や熱応力に起因するひび割れを抑制する高性能な低放射化コンクリートが期待されている。

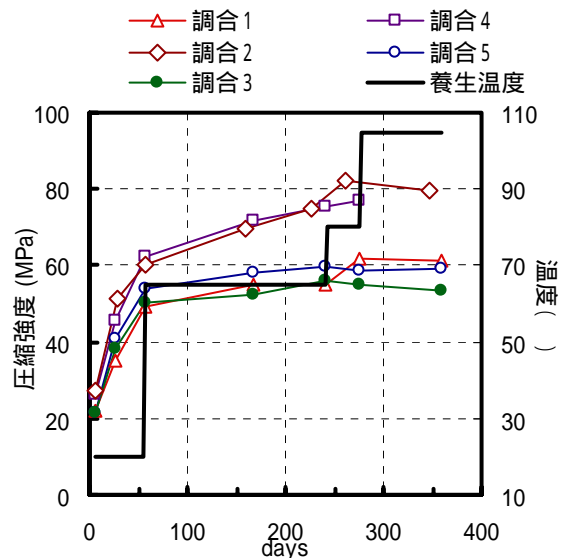


図4 高温下における圧縮強度の経時変化  
開発したコンクリートは、20 の気中養生後、6ヶ月間 65、1ヶ月間 80 の温度履歴を与えても強度の低下はみられない。

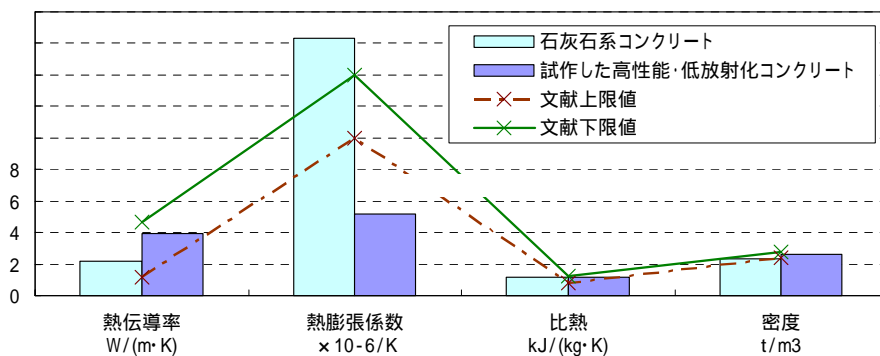


図5 試作した低放射化・高性能材料の熱物性値

開発したコンクリートは、熱伝導性が優れているので、キャスクの除熱性能の観点から有効であり、また、密度が従来材料に比べて10%程度大きいので、放射線遮へいのためのキャスクの部材厚さの低減が期待される。