

# 遠心力载荷装置を用いた高レベル放射性廃棄物処分場周辺の長期挙動評価（その4）

－加熱型廃棄体を用いた等方応力拘束条件下における熱-水-応力連成モデル実験－

キーワード：高レベル放射性廃棄物処分，ニアフィールド，熱-水-応力連成挙動，遠心力モデル実験，長期挙動

報告書番号：N14003

## 背景

高レベル放射性廃棄物処分場周辺（ニアフィールド）の長期力学的挙動評価のために、遠心力場の相似則を利用し、これまでに廃棄体1体、緩衝材、周辺岩盤（堆積軟岩）から成るニアフィールドモデルを用いた遠心力モデル実験が行われている<sup>[1]</sup>。その結果、廃棄体の変位や緩衝材の土圧の長期挙動は、地圧と時間経過に応じた周辺岩盤の変形と緩衝材の膨潤変形の力学的相互作用に依存することが実験的に明らかになった。一方、同実験は温度条件が25℃であり、廃棄体の発熱が考慮されていない常温実験である。

## 目的

開発した発熱可能な模擬廃棄体を用い（図1）、廃棄体の発熱を考慮した遠心力モデル実験を行い、高温条件がニアフィールドの長期挙動に与える影響を把握する。

## 主な成果

実験は地圧を変数とし、遠心加速度を30G、廃棄体温度を95℃<sup>注1)</sup>一定とした。間隙水は所定の水圧でモデル下面から与え上端面より排水する排水条件である。常温実験と同様の試料を用い、廃棄体の変位量、緩衝材の土圧、岩盤のひずみを計測した（図1）。

(1) 力学的挙動：間隙水が緩衝材に到達し緩衝材が膨潤を開始する期間（図2、Phase-1～2 中盤）までは常温実験と類似の挙動を示した。一方それ以降、廃棄体の変位が沈下から浮上、緩衝材の土圧が常温実験より大きく低下、岩盤側面の軸・周ひずみ（図1、ゲージ1～8）が膨張から圧縮に転じるなど、明らかに異なる挙動が計測された（図2）。

(2) 緩衝材中の密度分布：実験終了後、モデルのX線CT撮影では廃棄体周辺の緩衝材密度が常温実験より低く飽和密度に達していなかった（図3）。このため実験中の間隙水の注入流量に着目すると、実験経過時間数百時間後、常温実験では計測されていない流量変化が生じていた（図4 矢印）。

すなわち、高温の廃棄体が緩衝材中の間隙水分布に影響を与え緩衝材の密度が低下、これにより緩衝材の土圧と処分孔内の剛性が低下し、地圧一定条件であるために周辺岩盤のひずみと廃棄体の変位傾向に変化が生じたと考える。以上、廃棄体の発熱がニアフィールドの長期挙動に与える影響を遠心力モデル実験により明らかにした。

## 今後の展開

本実験を対象とした熱-水-応力連成の数値解析検討を行う。

注1) 核燃料サイクル開発機構：わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性－地層処分研究開発第2次取りまとめ－, JNC TN1400 99-22, (1999).

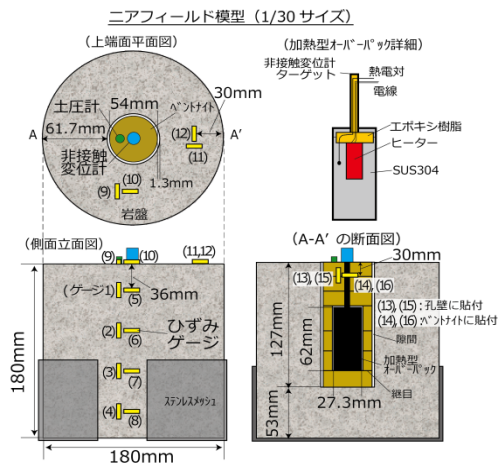


図1 模型の見取図およびセンサー配置図

電中研・電事連（1999）で提案されている施設の1/30で、加熱可能な模擬廃棄体を開発し、周辺岩盤を含めた模型を作成した。岩盤は堆積軟岩、緩衝材はベントナイトである。実験では、地圧（等方応力、6、8、10MPa）を変数とした応力拘束条件、同地圧の深度相当に対応する間隙水圧を与えた。

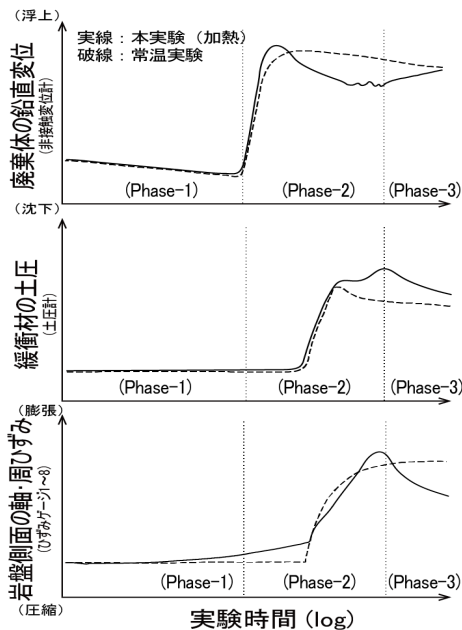


図2 平均的な実験結果の概念図

Phase-1 は模型に間隙水が浸潤し始める期間、Phase-2 は間隙水が緩衝材に到達し緩衝材が膨潤を開始する期間、Phase-3 は模型がほぼ飽和に達したと想定される期間、である。岩盤側面のひずみは図1のゲージ1~8の軸・周ひずみの平均的な経時変化である。

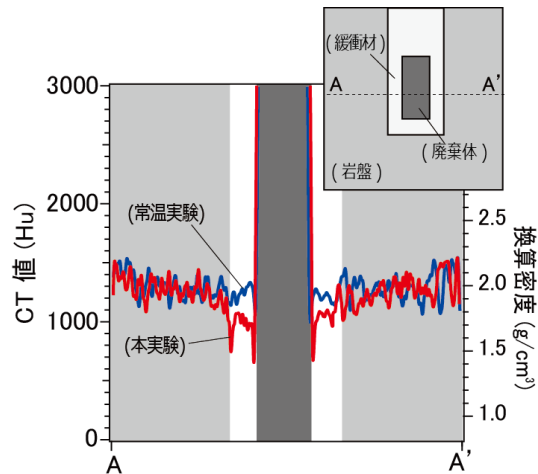


図3 遠心力模型実験終了後のX線CT撮影の例  
常温実験では岩盤、緩衝材ともに想定飽和密度に達していたが、本実験では廃棄体周辺の緩衝材の密度が想定飽和密度より  $0.2\sim 0.3\text{g/cm}^3$  程度低く、かつ、廃棄体に近づくほど低い。

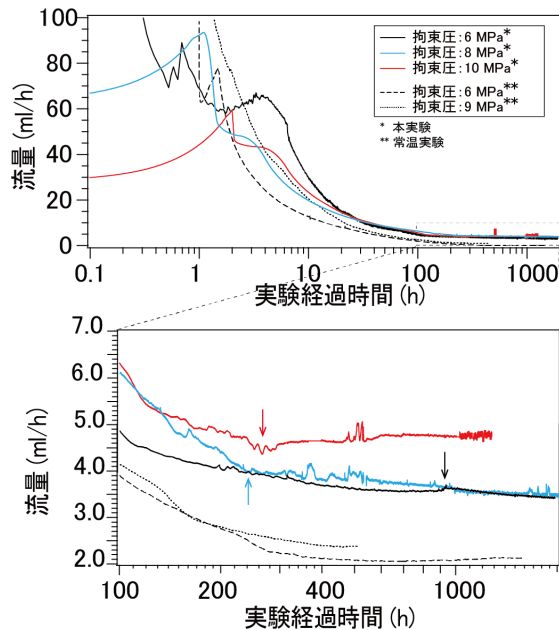


図4 間隙水の流量の経時変化

下図において流量勾配が変化する屈曲点を矢印で示した。屈曲点は常温実験では計測されていない。また屈曲点が出現する時期は、Phase-2 終盤（図2）の廃棄体の変位が浮上に変化、緩衝材の土圧が漸減、ひずみが圧縮に変化する時期とほぼ一致する。

関連特許: 特願 2014-016211 地中隔離部材の埋設環境場の挙動評価装置

特願 2014-016212 地中隔離部材の埋設環境場の挙動評価を行うための埋設環境部材模型を収容する容器

関連研究報告書	[1] N11040 「遠心力载荷装置を用いた高レベル放射性廃棄物処分場周辺の長期挙動評価 (その2)」
研究担当者	西本 壮志 (地球工学研究所 バックエンド研究センター)
問い合わせ先	電力中央研究所 地球工学研究所 研究管理担当スタッフ Tel. 04-7182-1181(代) E-mail: cerl-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。

[非売品・無断転載を禁じる] ©2014 CRIEPI

平成26年6月発行

14-003