

# 飽和度の異なる岩石試料を用いた多段階クリープ試験

## 仕様書

令和6年7月

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

幌延深地層研究センター

堆積岩工学技術開発グループ

## 1. 件名

飽和度の異なる岩石試料を用いた多段階クリープ試験

## 2. 目的及び概要

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構（以下、原子力機構）が、経済産業省資源エネルギー庁から受託した「令和6年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業（ニアフィールド長期環境変遷評価技術開発）」（以下、受託業務）においては、地層処分場の閉鎖後長期の安全性をより現実的に評価し、地質環境条件や設計オプション間の性能の比較を可能とするため、シナリオ構築に必要な処分場閉鎖後における地層処分システムの状態理解の研究を進めることを目的としている。

坑道掘削から埋め戻し後に至る過程においては、坑道周辺での排水や再飽和により含水状態が著しく変化することが原位置における計測や数値解析等により示されている。また、岩石の強度や長期間の力学的挙動に係るクリープ特性は、含水比が影響することも室内試験により確認されている。本件は、飽和度の異なる岩石試料を対象として、多段階クリープ試験を実施し、各飽和度におけるクリープ特性に関するパラメータを取得することで、坑道の掘削から埋め戻し後にいたる坑道周辺の含水率変化を考慮した坑道周辺の長期岩盤挙動の解析および評価に必要なデータを取得するものである。

## 3. 作業実施場所

受注者試験施設

## 4. 納期

令和7年1月31日

## 5. 作業内容

### 5. 1 作業範囲及び項目

- (1) 計画準備
- (2) 岩石試料を用いた多段階クリープ試験
- (3) 作業報告書作成

### 5. 2 作業内容及び方法等

#### (1) 実施計画の策定

契約後に打合わせを実施し(2)で実施する原位置試験に関する実施計画書を作成すること。

#### (2) 岩石試料を用いた室内試験

##### ①実施内容

岩石の飽和度が異なる場合のクリープ特性の違いを評価するためのデータ取得を目的として、幌延深地層研究センターの地下坑道で採取した珪質泥岩の試料を使用し、異なる飽和度の岩石試料を用いた多段階クリープ試験を実施する。

## ②関連する試験

- ・土粒子密度試験
- ・含水比試験
- ・湿潤密度測定
- ・クリープ試験

## ③試験手順

1. X線写真を撮影し層理面の方向を把握する。
2. 飽和度を算出するための土粒子密度を測定する。
3. コアを成形し、水に浸し真空引きして岩石試料を飽和させる。
  - ・水に浸す期間は、過去の事例<sup>1</sup>を参考に最低4日間とする。
  - ・使用する水は、幌延の深度350mの地下水と同程度の電気伝導度(1.5 S/m)のNaCl溶液とする。
4. 飽和状態から乾燥させ所定の飽和度の試料を作製する。
  - ・乾燥方法は試料が割れることを防ぐため、風乾とする。
  - ・乾燥時間は過去の事例<sup>1</sup>を参考に、室温(約21℃)の恒温で、飽和度を85%に調整する場合には約400分程度、70%に調整する場合には約800分程度とする。なお、上記の時間は、コア径55mm、長さ130mm程度のもを使用した場合の時間である。
5. 試験中の岩石試料の飽和状態の変化を事前に把握するため、4. で飽和度を調整した試料をゴムスリーブ等で全体を覆い、6時間後および12時間後の重量を測定する。なお、これらの試験で使用する試料は、下記の一軸圧縮試験や多段階クリープ試験で使用するものとは別に作製することとし、飽和度が85%の試料と70%の試料に対して各々1回の計2回実施する。
6. 多段階クリープ試験での荷重を決定するために異なる飽和度の岩石試料を用いて一軸圧縮試験を実施する。
  - ・試験前に飽和度算出のための重量測定を実施する。
  - ・試験は、該当する基準の条件を満たし、かつ使用する機材を用いて可能な範囲内で低い载荷応力速度で実施する。
  - ・試験中は岩石試料の飽和度の変化を抑制するため、岩石試料をゴムスリーブで覆う。
  - ・一軸圧縮試験後に飽和度把握のための重量測定を実施する。
  - ・その後、飽和度算出のため、試料を完全に乾燥させて乾燥密度を測定する。
7. 異なる飽和度の岩石試料を用いて多段階クリープ試験を実施する。
  - ・試験前に飽和度算出のための重量測定を実施する。
  - ・岩石試料の飽和度の変化を抑制するため、岩石試料をゴムスリーブで覆う。
  - ・多段階クリープ試験を実施する(参考事例<sup>2</sup>: 図-1)。

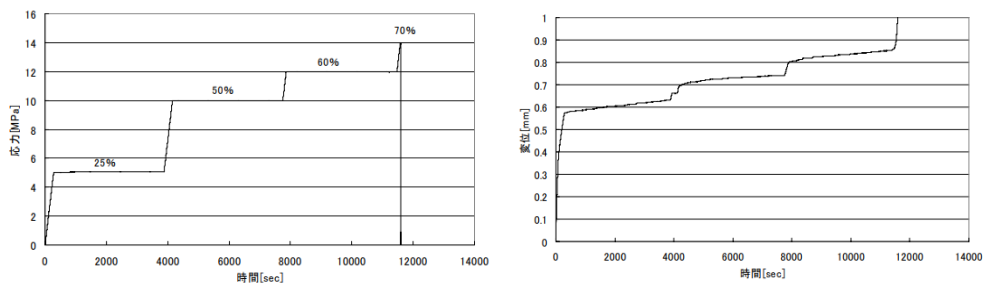


図-1 珪質泥岩を使用した多段階クリープ試験の事例<sup>2</sup>

- ・同一の試料に対して、所定の応力の30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90%の荷重を段階的に増加させて载荷する(破壊した場合はその時点で終了とする)。なお、上記の所定の応力は、5.で実施する一軸圧縮試験で取得される一軸圧縮強さの平均値とする。
- ・各段階で応力状態を2時間一定に保ちひずみの経時変化を測定する。
- ・試験中は軸方向および円周方向のひずみを測定する。
- ・試験後に飽和度把握のための重量測定を実施する。
- ・その後、飽和度算出のため、試料を完全に乾燥させて乾燥密度を測定する。

④数量等

- ・土粒子密度試験は、岩石が均質に近い状態であることから1ケースのみとする。
- ・試験を実施する岩石試料の飽和度は、約100%、約85%、約70%とする。
- ・クリープ試験に先んじて実施する一軸圧縮試験(5.)は、各飽和度に対して2回(2試料)で試験を実施する。
- ・多段階クリープ試験は、各飽和度に対して3回(3試料分)で試験を実施する。
- ・上記試験クリープ試験に先んじて、飽和度が100%と70%の岩石試料を用いて、各々1回(1試料)の予備試験を実施する。

一軸圧縮試験およびクリープ試験の試験数を表1にまとめる。

表1. 一軸圧縮試験およびクリープ試験(予備試験含む)の試験数

| 飽和度 (%) | 一軸圧縮試験 | クリープ試験<br>(予備試験) | クリープ試験<br>(本試験) |
|---------|--------|------------------|-----------------|
| 70      | 2      | 1                | 3               |
| 85      | 2      | 0                | 3               |
| 100     | 2      | 1                | 3               |
| 合計      | 6      | 2                | 9               |

⑤その他

- ・具体的な条件が指定されていない試験項目では、地盤工学会が定める基準に準拠する条件で試験を実施すること。
- ・試験に用いる岩石試料は発注者が用意する。
- ・試験に用いた岩石試料は受注者が破棄する。
- ・打合わせは、協議が必要な場合を除き、試験の実施前と報告時に行う。

(3) 作業報告書作成

- (1) および(2)の内容を取りまとめた報告書の作成

6. 支給物品及び貸与品

6. 1 支給品

品名：コア試料  
数量：必要数  
支給場所：受注者の指定の通り  
支給時期：実施計画書の確認後速やかに  
支給方法：郵送

その他、原子力機構が必要と認めたもの

6. 2 貸与品

品名：試験業務に必要な報告書等  
引渡時期：必要に応じて  
引渡方法：メール等

その他、原子力機構が必要と認めたもの

7. 提出書類

- |                            |            |    |
|----------------------------|------------|----|
| (1) 実施計画書                  | 契約締結後速やかに  | 1部 |
| (2) 委任又は下請負届(該当する場合)       | 作業開始2週間前まで | 1部 |
| (3) 打合せ議事録                 | 打合わせ後速やかに  | 1部 |
| (4) 報告書                    | 納期         | 1部 |
| (5) 本業務で取得したデータ(デジタルファイル)* | 納期         | 1式 |

※：報告書本文・本文中図表、データ集、現場写真集のデータファイルについて、DVD-R等の記録媒体にて提出すること

(提出場所)

原子力機構幌延深地層研究センター 堆積岩工学技術開発グループ

8. 検収条件

「7. 提出書類」の確認並びに原子力機構が仕様書の定める業務が実施されたと認めた時を以て、業務完了とする。

## 9. 特記事項

- (1) 受注者は原子力機構が原子力の研究・開発を行う機関であるため、高い技術力及び高い信頼性を社会的にもとめられていることを認識し、原子力機構の規程等を遵守し安全性に配慮し業務を遂行しうる能力を有する者を従事させること。
- (2) 受注者は業務を実施することにより取得した当該業務及び作業に関する各データ、技術情報、成果その他のすべての資料及び情報を原子力機構の施設外に持ち出して発表もしくは公開し、または特定の第三者に対価をうけ、もしくは無償で提供することはできない。ただし、あらかじめ書面により原子力機構の承認を受けた場合はこの限りではない。
- (3) 受注者は異常事態等が発生した場合、原子力機構の指示に従い行動するものとする。また、契約に基づく作業等を起因として異常事態等が発生した場合、受注者がその原因分析や対策検討を行い、主体的に改善するとともに、結果について機構の確認を受けること。

## 10. 検査員および監督員

### 検査員

一般検査 管財担当課長

### 監督員

幌延深地層研究センター 堆積岩工学技術開発グループリーダー

## 11. グリーン購入法の推進

- (1) 本契約において、グリーン購入法（国等による環境物品等の調達に関する法律）に適用する環境物品（事務用品、OA機器等）が発生する場合は、これを採用するものとする。
- (2) 本仕様に定める提出図書（納入印刷物）については、グリーン購入法の基本方針に定める「紙類」の基準を満たしたものであること。

以上

### 参考：

1. 令和5年度「高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業【地層処分安全評価確証技術開発（ニアフィールド長期環境変遷評価技術開発）】」報告書
2. 吉野ほか、2005、軟岩の長期安定性に関する検討、JNC TJ8400 2005-004