

令和7年度廃棄物埋設坑道の掘削影響領域を評価するための力学水理連
成試験に係る入札可能性調査実施要領

令和7年9月5日
原子力規制庁長官官房技術基盤グループ
放射線・廃棄物研究部門

原子力規制庁では、令和7年度廃棄物埋設坑道の掘削影響領域を評価するための力学水理連成試験の受託者選定に当たって、一般競争入札（最低落札方式）に付することの可能性について、以下のとおり調査いたします。

つきましては、下記1. 事業内容に記載する内容・条件において、的確な事業遂行が可能であり、かつ、当該事業の受託者を決定するに当たり一般競争入札（最低落札方式）を実施した場合、参加する意思を有する方は、2. 登録内容について、5. 提出先までご登録をお願いします。

1. 事業内容

(1) 概要

本事業は、原子力規制庁が実施する力学試験及び水理試験において、連成試験機の運転等の役務を提供する。また、試験の実施に当たり連成試験機が所定の性能を発揮できるようにするための保守点検整備を行うとともに、連成試験機の機能向上のために試験にて使用する摩擦除去材の性能確認及び連成試験機の改良に関する設計を行う。さらに、試験に用いる多孔質堆積軟岩の岩盤供試体を製作する。

(2) 事業の具体的内容

別紙のとおり。

(3) 実施方法

本事業の実施にあたっては、原子力規制庁と緊密な連携を図りながら、実施計画を策定して作業を進めること。

(4) 無償貸与が可能な物品

- ・ 力学水理連成試験機一式（P C制御装置を含む）
- ・ 令和2年度原子力規制庁請負成果報告書 岩盤の力学状態と水理特性評価のための連成試験機等の設計製作
- ・ 令和3年度原子力規制庁請負成果報告書 岩盤の力学状態と水理特性評価のための連成試験機等の設計製作
- ・ 令和4年度原子力規制庁請負成果報告書 岩盤の力学状態と水理特性評価のための連成試験機を用いた力学及び水理試験に係る役務
- ・ 令和5年度原子力規制庁請負成果報告書 廃棄物埋設坑道の掘削影響領域を評価するための力学水理連成試験機の改良等
- ・ 令和6年度原子力規制庁請負成果報告書 廃棄物埋設坑道の掘削影響領域を評価するための力学水理連成試験

- ・ 連成試験機の運転マニュアル
 - ・ 飽和養生装置
 - ・ 軽石凝灰岩の岩盤供試体（300mm×300mm×300mm）
 - ・ その他本業務を実施するに際し、原子力規制庁が必要と認めたもの
- ※無償貸与品については、本業務の目的以外には使用せず、本業務終了後に受注者の責任において速やかに返却すること。

(5) 事業期間

契約締結日から令和8年3月31日まで

2. 登録内容

- ① 事業者名
- ② 連絡先（住所、TEL、E-mail、担当者名）

3. 留意事項

- ・ 登録後、必要に応じ事業実施計画等の概要を聴取する場合があります。
- ・ 本件への登録に当たっての費用は事業者負担になります。
- ・ 本調査の依頼は、入札等を実施する可能性を確認するための手段であり、契約に関する意図や意味を持つものではありません。
- ・ 提供された情報は庁内で閲覧しますが、事業者に断りなく庁外に配布することはありません。
- ・ 提供された情報、資料は返却いたしません。

4. 公募期間

令和7年9月5日（金）から令和7年9月16日（火）

※郵送の場合は「令和7年9月16日（火）必着」をお願いします。

5. 提出先

郵送又はE-mailにてご提出願います。

【提出先】 〒106-8450 東京都港区六本木1-9-9
原子力規制庁長官官房技術基盤グループ
放射線・廃棄物研究部門 市来・吉田 宛て

【TEL】 03-5114-2225

【E-mail】 ichiki_takahiko_sz4@nra.go.jp
yoshida_aki_e8n@nra.go.jp

(登録例)

令和〇年〇月〇日

原子力規制委員会
原子力規制庁長官官房技術基盤グループ
放射線・廃棄物研究部門

令和7年度廃棄物埋設坑道の掘削影響領域を評価するための
力学水理連成試験について

令和〇年〇月〇日付の入札可能性調査実施要領に従い、以下の事項を登録いたします。

登録内容

① 事業者名 〇〇

② 連絡先

住所 〇〇

電話 〇〇

Mail 〇〇

担当者名 〇〇

仕様書

1. 件名

令和7年度廃棄物埋設坑道の掘削影響領域を評価するための力学水理連成試験

2. 実施内容

地層処分等における長期にわたる天然バリア中の核種移行評価の信頼性向上のためには、岩盤に潜在的に含まれる不連続性、不均質性、異方性等及び多孔質等の岩盤基質の特徴を適切に評価する必要がある、こうした特徴を適切に検証できる室内試験及び原位置試験が不可欠である。

原子力規制委員会原子力規制庁（以下「原子力規制庁」という。）では、「廃棄物埋設の坑道掘削影響領域における力学水理連成特性に関する研究（Phase 2）」を進めている。過年度においては、「岩盤の力学状態と水理特性評価のための連成試験機等の設計製作」の業務を実施し、力学試験及び水理試験を同時に実施できる試験機（以下「連成試験機」という。）を製作し、これを用いた試験を実施している。本連成試験機の特徴は、岩盤供試体に対して三軸が独立した荷重又は変位を任意に作用させ、応力－ひずみ関係における強度以降における亀裂を含む損傷等の発生・進展や、坑道掘削に伴う主応力の回転による岩盤の損傷変化等を評価できる力学試験機部分と、岩盤の水理特性を評価できる水理試験機部分により構成されている点である。（連成試験機の概要図を添付資料1に示す。）。

本業務では、原子力規制庁が実施する力学試験及び水理試験において、連成試験機の運転等の役務を提供する。また、試験の実施に当たり連成試験機が所定の性能を発揮できるようにするための保守点検整備を行うとともに、連成試験機の機能向上のための試験にて使用する摩擦除去材の性能確認及び連成試験機の改良に関する設計検討を行う。さらに、試験に用いる多孔質堆積軟岩の岩盤供試体（以下「岩盤供試体」という。）を製作する。

試験の実施等については、原則として原子力規制庁と協議の上、実施すること。

2.1 連成試験機を用いた岩盤の力学試験及び水理試験

(1) 連成試験機の保守点検整備

連成試験機について、原子力規制庁より貸与される連成試験機の運転マニュアル（以下「運転マニュアル」という。）に記載された所定の性能が発揮できるように、機器の動作確認、校正等の保守点検整備を実施する。原子力規制庁が指定する機器については、公的機関又はそれに準じる機関による機器の検定を受けること。詳細の実施内容については、添付資料2の情報を基に各機器及びシステムに関する必要精度、動作要件、保守項目、判断基準等を示すチェックシートを作成し、事前に原子力規制庁の承認を得た上で作業を行うこと。

なお、アクチュエータ用油等の交換を実施した場合には、廃油等を適切に処理・

廃棄すること。

また、保守点検整備作業等の結果、運転マニュアルに修正が必要と判断される場合は、原子力規制庁と協議の上、必要な修正を行うこと。

(2) 連成試験機に関する関連装置等の整備

① 端部摩擦除去に関する性能確認

力学試験においては、供試体端部における摩擦の影響を除去することが、力学特性を正確に評価する上で重要である。このため、供試体と載荷板の接触面には、摩擦除去を目的としてシリコンオイルを塗布したテフロンシート（2枚重ね）又は超高分子量ポリエチレン製ジャケットを介在させている。

これらの材料は、低摩擦係数を有することが既知であるものの、供試体の大きさや表面の凹凸及び試験中の載荷条件によっては、十分な摩擦除去状態が確保できていない可能性がある。

このため、複数種のテフロンシート及び超高分子量ポリエチレン製ジャケットを対象とした摩擦係数評価試験を5ケース実施し、実際の試験スケール及び載荷条件下における端部摩擦除去に関する性能を定量的に確認する。試験方法は、JGS 0941-2020 土とジオシンセティックスの一面せん断試験方法に準拠することとして、垂直荷重をステップ状に変化させることで、試験時の各垂直応力に対する最大応力、残留応力及び水平変位のデータを取得し、摩擦係数を算出することで、各材料における摩擦係数の応力依存性を整理する。

なお、試験方法、試験条件等の詳細については、原子力規制庁と協議の上、事前に承認を得ること。

② 連成試験機改良のための検討

連成試験機では、岩盤供試体を両側から載荷板で挟み、力学的荷重を加える方式を採用している。力学試験においては、高剛性なフレームを有する試験装置を使用するとともに、供試体に対して垂直かつ平行に荷重を加えることが、試験結果の信頼性及び再現性を確保する上で極めて重要である。

荷重の偏りや不均一な応力分布を防ぐためには、載荷板の平行性を高精度で保持する機構が重要である。そのため、載荷時において供試体両面に接する載荷板が常に平行を保ちつつ、均等な力を供試体へ加える機構を実現し、試験中の載荷板の傾きや載荷板間の干渉や摩擦の発生を防止するための改良について、①の性能確認の結果も踏まえて検討を行う。

検討に当たっては、以下の観点を踏まえること。

- ・載荷板の構造（形状等）の見直し
- ・平行移動を実現・保持するためのガイド機構の導入
- ・上記機構の耐久性、安全性、メンテナンス性に関する検討
- ・水理機構を含む試験機全体としての性能、運用性

上記の検討結果に基づき、装置改良の方向性を具体化した設計図書（構成概要、主要部の構造イメージ、機能整理等を含む）としてまとめること。なお、本設計図書は、将来的な製作に向けた資料として位置づけるものであり、必ずしも全ての寸法・構造を確定する詳細設計レベルまでは求めるものではない。

（３） 連成試験機を用いた岩盤の力学試験及び水理試験

原子力規制庁より貸与される連成試験機を用いて、岩盤供試体に対する力学試験及び水理試験を実施する。試験の実施回数は、合計３回（軽石凝灰岩：２回、緑色凝灰岩：１回）とする。連成試験機の運転については、運転マニュアルに従って行うこと。試験の過程で、運転マニュアルの内容に疑義が生じた場合は、速やかに原子力規制庁へ報告し、協議を行い、対応について承認を得た上で試験を遂行すること。

また、試験において亀裂の発生が確認された岩盤供試体については、X線CTを実施し、岩盤供試体内部の不連続面、空隙の分布等を評価する。

試験工程及び応力履歴等を含む試験条件の詳細は、添付資料３に示す内容に従うこと。なお、試験の実施に際して、試験工程や試験条件等に変更が必要となった場合は、速やかに原子力規制庁へ報告し、協議を行い、対応について承認を得た上で試験を遂行すること。

本試験に用いる岩盤供試体は、後述２．２（２）に示した所定の前処理を施したものを使用すること。また、試験終了後の岩盤供試体は、適切に廃棄するか、原子力規制庁が指定する倉庫へ移送すること。

２．２ 供試体の製作

（１） 岩盤供試体の採取

力学試験及び水理試験を実施するために、岩盤供試体を所定の場所から採取する。岩盤供試体の選定に当たっては、原則として以下に示す要件をすべて満たすこと。採取に先立ち、表面仕上げ、養生、納品する供試体の選定に関する具体的な方法等については原子力規制庁と協議の上、事前に承認を得ること。

【岩盤供試体の要件】

- ・岩種： 緑色凝灰岩
- ・採取場所： 栃木県内における原子力規制庁が指定する場所とし、表層部の風化作用を受けた部分を除くため地表面から最低 2 m 以深とすること。
- ・寸法： 3 0 0 mm×3 0 0 mm×3 0 0 mm（許容誤差± 2 mm）
- ・個数： 5 体
- ・表面仕上げ： ダイヤ挽き
- ・養生等： 供試体は、乾燥を防止するためパラフィン紙で包み、さらにエアキャップを用いて養生をした上で木箱等に梱包し、運搬時等の損傷を防止すること。
- ・その他： 供試体には欠損、亀裂等がないこと。また、岩石の堆積方向又は採取方向等が認識可能となるよう、岩盤供試体、梱包資材等に目印を明確に付けること。

（２） 岩盤供試体の前処理

（１）で採取した緑色凝灰岩及び原子力規制庁より提供される軽石凝灰岩の岩盤供試体（3 0 0 mm×3 0 0 mm×3 0 0 mm）を用いて、力学試験及び水理試験を行うため、成型処理、端部摩擦除去処理及び止水処理の前処理を施した岩盤供試体を合計 6 体（緑色凝灰岩：3 体、軽石凝灰岩：3 体）製作する（詳細については、添付資料 3 の 1. 1 項を参照のこと）。

2.3 成果報告書の作成

2. 1 から 2. 2 の成果を成果報告書に取りまとめる。

3. 進捗管理

本業務の実施に当たっては、2. に示した各仕様を達成するための具体的な実施内容及び工程を記載した詳細実施計画を策定し、原子力規制庁の承認を事前に得ること。

また、月 1 回以上、進捗状況を原子力規制庁に報告すること。この際には、策定済みの実施計画書及び詳細実施計画に対する進捗状況及び今後の予定について、品質管理部署又は実施部署の品質管理責任者の同席の下で説明を行うこと。

4. 実施場所及び設置場所

本業務は、連成試験機を設置している埼玉大学において実施することとする。ただし、供試体の製作、連成試験機に関する関連装置等の整備、成果報告書の作成等については受注者の作業場所にて実施することを可とする。

5. 実施期間

契約締結日から令和8年3月31日まで

6. 提出書類及び納入品目

(1) 提出書類

受注者が原子力規制庁に報告するために提出する書類、部数及び書類の提出期日は、次のとおりとする。

	提出書類	部数	提出期日※	承認
1	実施計画書（工程を含む。） ^(注1)	1	契約締結後速やかに 変更時は改訂版を速やかに提出すること	要
2	情報セキュリティに関する書面 ^(注2)	1	契約締結後速やかに	
3	透明性の確保に関する書類 ^(注3)	1	契約締結後速やかに	
4	下請負届	1	契約締結後速やかに 必要に応じて提出すること	
5	月報（進捗報告）	1	翌月10日まで ただし、3月分については3月31日とする。	
6	供試体作成等レポート	1	作業実施後速やかに	
7	試験データ	1	試験後速やかに	
8	設計図書	1	令和8年3月31日	
9	試験レポート	1	令和8年3月31日	
10	情報セキュリティ対策報告書 ^(注2)	1	令和8年3月31日	
11	ウイルスチェック証明書	1	令和8年3月31日	
12	完了届	1	令和8年3月31日	

(注1) 実施計画書の要求事項は7.によるものとする。

(注2) 情報セキュリティに関する書面及び情報セキュリティ対策報告書の要求事項は8.によるものとする。

(注3) 透明性の確保に関する書類の要求事項は11.(3)によるものとする。

※ 「速やかに」とは、1週間を目処とする

(2) 納入品目及び納入場所

(a) 納入品目：

受注者が原子力規制庁の承認を受けるために納入する品、部数及び納入品の納入期日は、次のとおりとする。

	納入品	部数	納入期日
1	成果報告書 ^(注1)	電子媒体：7	令和8年3月31日 ただし、成果報告書案について、受注者は納入期日の3週間前までに原子力規制庁の確認を受けること。

(注1) 納入品は、電子媒体（CD-ROM、DVD等）に保存して納入すること。

なお、電子媒体（CD-ROM、DVD等）についてはウイルスチェックを実施し証明書を提出すること。

また、成果報告書の表紙等の作成については別紙を遵守すること。さらに、図表等については出典を明記すること等を行い、著作権法上問題の無いものとする。

(b) 納入場所：

原子力規制委員会原子力規制庁長官官房技術基盤グループ

放射線・廃棄物研究部門

東京都港区六本木一丁目9番9号 六本木ファーストビル16階

7. 実施計画書

実施計画書には最小限、以下の内容を記載すること。

なお、受注者は原子力規制庁の承認を得た実施計画書2部を作成し、それぞれ各1部を保有する。

(1) 実施体制

受注者は、本業務を統括する実施責任者を明示した実施体制（品質管理体制を含む。）を提出すること。

なお、あらかじめ下請負者が決まっている場合は、下請負者名及びその発注業務内容を含めて記載すること。ただし、金50万円未満の下請負業務、印刷費、会場借料、翻訳費及びそのほかこれに類するものを除く。

実施責任者は本業務の遂行に当たり十分な実務能力及びマネジメント能力を有し、本業務を統括する立場にある者とする。

また、業務に従事する者の技術能力を明確にし、実施体制には必ず本業務に精通した経験豊富な担当者を含めること。

さらに、2名以上の直接の担当者を定め、一方が不在の場合にも支障なく本業務が遂行できるようにすること。

品質管理体制では本業務に対する品質を確保するための実効性のある十分な体制が構築され、実施されること。

なお、作業実施部署は品質管理部署と独立しており、実施責任者と品質管理責任者は兼務してはならない。

(2) 実施内容

受注者は、2. の実施項目ごとに具体的な作業手順及び工程を示したより詳細な実施内容を提出すること。

なお、本業務に対して品質を確保するための具体的な方策（実施項目ごとのチェック者、チェック時期及びチェック内容）が実施部門にて適切に実施され、品質管理部門においても確認されていること。

(3) 実施工程

受注者は、2. の実施項目ごとに無理のない計画を立て記載すること。

8. 情報セキュリティの確保

受注者は、以下の点に留意して情報セキュリティを確保するものとする。

- (1) 受注者は、請負業務の開始時に、請負業務に係わる情報セキュリティ対策とその実施方法及び管理体制について原子力規制庁担当者に書面で提供すること。
- (2) 受注者は、原子力規制庁担当者から要機密情報を提供された場合には、当該情報の機密性を格付けに応じて適切に取り扱うための処置を講じること。
- (3) また、本業務において受注者が作成する情報については、原子力規制庁担当者からの指示に応じて適切に取り扱うこと。
- (4) 受注者は、原子力規制委員会情報セキュリティポリシーに準拠した情報セキュリティ対策の履行が不十分とみなされたときまたは受注者において請負業務に係わる情報セキュリティ事故が発生したときは、原子力規制庁担当者が必要に応じて行う情報セキュリティ対策に関する監査を受け入れること
- (5) 受注者は、原子力規制庁担当者から提供された要機密情報が業務終了等により不要になった場合には、確実に返却しまたは廃棄すること。
また、請負業務において受注者が作成した情報については、原子力規制庁担当者からの指示に応じて適切に廃棄すること。
- (6) 受注者は、請負業務の終了時に、本業務で実施した情報セキュリティ対策を報告すること。

(参考) 原子力規制委員会情報セキュリティポリシー

<https://www.nra.go.jp/data/000129977.pdf>

なお、当該規程については、請負業務の開始時において最新のものを参照すること。

9. 無償貸与品等

- (1) 力学水理連成試験機一式（P C制御装置を含む）
- (2) 令和2年度原子力規制庁請負成果報告書 岩盤の力学状態と水理特性評価のための連成試験機等の設計製作

- (3) 令和3年度原子力規制庁請負成果報告書 岩盤の力学状態と水理特性評価のための連成試験機等の設計製作
 - (4) 令和4年度原子力規制庁請負成果報告書 岩盤の力学状態と水理特性評価のための連成試験機を用いた力学及び水理試験に係る役務
 - (5) 令和5年度原子力規制庁請負成果報告書 廃棄物埋設坑道の掘削影響領域を評価するための力学水理連成試験機の改良等
 - (6) 令和6年度原子力規制庁請負成果報告書 廃棄物埋設坑道の掘削影響領域を評価するための力学水理連成試験
 - (7) 連成試験機の運転マニュアル
 - (8) 飽和養生装置
 - (9) 軽石凝灰岩の岩盤供試体(300mm×300mm×300mm)
 - (10) その他本業務を実施するに際し、原子力規制庁が必要と認めたもの
- なお、無償貸与品は、本作業終了後速やかに返却すること。

10. 検収条件

本仕様書に記載の内容を満足し、6.に記載の納入品が提出期日どおりに全て提出されていることが確認されたことをもって検収とする。

11. その他

- (1) 作業実施者は、原子力規制庁と日本語で円滑なコミュニケーションが可能で、かつ良好な関係が保てること。
- (2) 業務上不明な事項が生じた場合は、原子力規制庁に確認の上、その指示に従うこと。
- (3) 受注者が以下の者である場合は、以下の者であることを示した透明性の確保に関する書類を提出すること。

なお、大学が受注を希望する場合、本業務を実施する研究室等が以下の者と利益相反に陥らないことを示す書類を提出すること。

- ① 原子炉等規制法の規制対象となる者(原子炉設置者、原子力に係る加工、貯蔵、再処理及び廃棄の事業者並びに保安規定を定める核燃料物質使用者)(ただし、原子力規制委員会が一部共管する独立行政法人が受注者となり、共管範囲の業務を行う場合は除く。)
- ② 原子炉等規制法の許認可対象となる設備の開発、設計及び製造に関わる事業者
- ③ 上記①及び②の者の子会社(親会社の出資比率が50%を超える被支配会社)又は団体(運営費の過半を得ている団体又は構成員の過半数が上記①及び②の者である団体)
- ④ 本業務と同時期に同一内容の業務を上記①から③の者から受注した者(ただし、原子力規制委員会が一部共管する独立行政法人が受注者となり、共管範囲の業務を行う場合において、当該業務を行う部門と別の部門が同一内容の業務を上

記①から③の者から受注する場合は除く。)

ここで、「同一内容の業務」とは、仕様書の実施内容と同様の業務をいう。

- (4) 受注者は(3)に該当する場合は、受入検査、確定検査等の検査又は監督に加えて、本業務に係る契約の適正な履行の確認のための抜き打ち的手法等による検査又は監督、及び成果物の検証・評価を行う。

連成試験機の概要図*

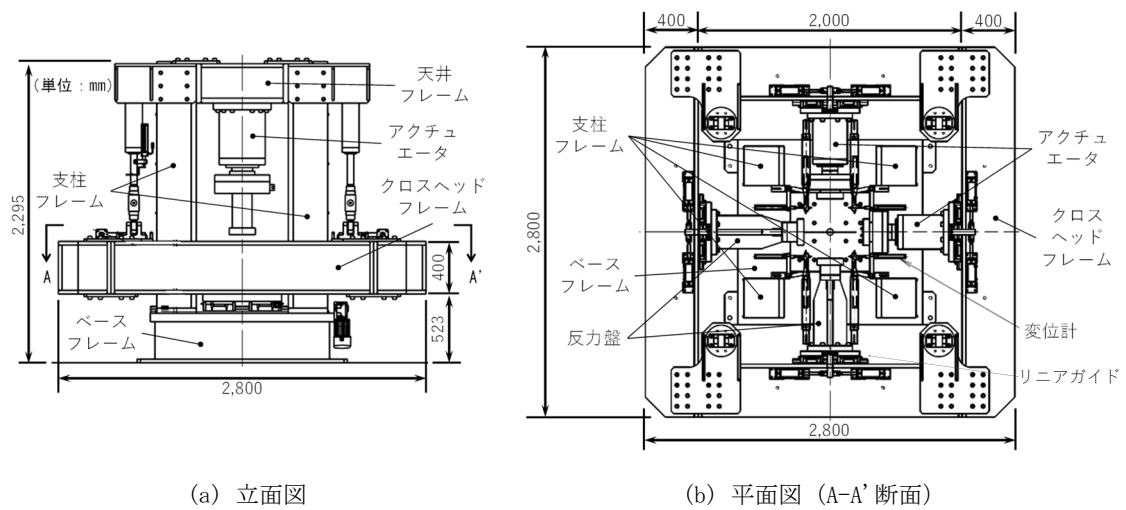


図-1 連成試験機の中の力学試験機部分

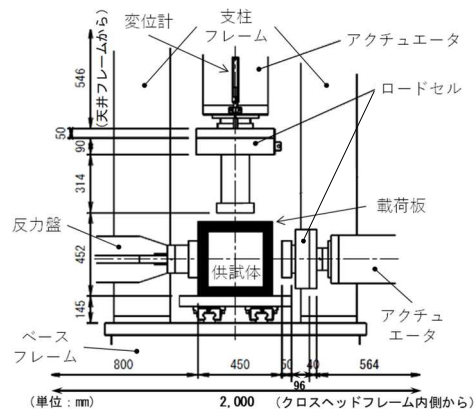


図-2 力学試験機部分の立面図 (供試体周辺の拡大)

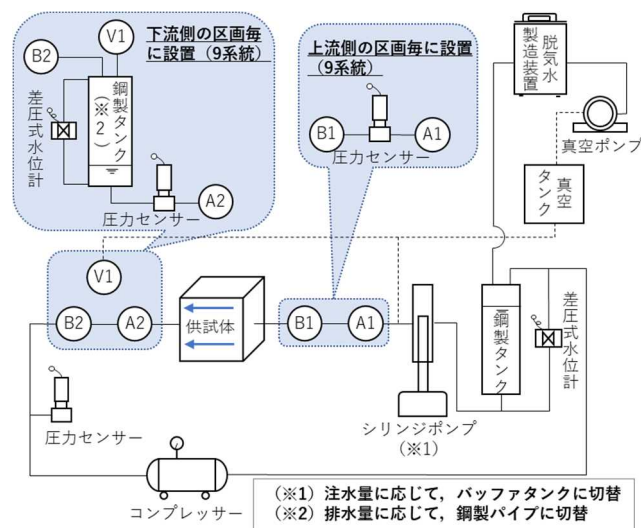


図-3 水理試験機部分としての配管系統図

*出典：市来高彦、東原知広、入江正明、長田昌彦、「廃棄物埋設における岩盤の力学水理連成試験機の製作と動作確認試験」、第49回岩盤力学に関するシンポジウム講演集、pp. 253-258、令和5年

連成試験機を構成する主な機器等

個別機器、システム等 ●：要検定書					数量
力学機構本体部分	個別機器	試験 フレーム	本体	ベースフレーム	1
				支柱フレーム	4
				天井フレーム	1
			クロスヘッド	クロスヘッド	1
		アクチュエータ	X,Y 軸载荷用	供試体载荷用 (500kN 用)	2
			Z 軸载荷用	供試体载荷用 (1MN 用)	1
			吊り用	クロスヘッド吊り用 (200kN 用)	4
		油圧 モーター	X,Y,Z 軸 アクチュエータ用	三菱電機製 (供試体载荷用)	3
			吊り アクチュエータ用	三菱電機製 (クロスヘッド吊り用)	4
		油圧 ポンプ	X,Y,Z 軸 アクチュエータ用	油研工業製 (供試体载荷用)	3
			吊り アクチュエータ用	油研工業製 (クロスヘッド吊り用)	4
		リニア ガイド	クロスヘッド X,Y 方向用	THK 製	8
			下床盤用	THK 製	2
		ロード セル	X,Y 軸 アクチュエータ用	●東京測器研究所製 (500kN 用)	2
			Z 軸 アクチュエータ用	●東京測器研究所製 (1MN 用)	1
			吊り アクチュエータ用	●東京測器研究所製 (200kN 用)	4
		変位計	X,Y 軸载荷盤用	●ミットヨ製 (载荷盤変位用) 100mm	16
			Z 軸载荷盤用	●キーエンス製 (载荷盤変位用) 100mm	4
			アクチュエータ用	サンテスト製 150mm (供試体载荷アクチュエータ変位用)	3
			吊り アクチュエータ用	サンテスト製 250mm (吊りアクチュエータ変位用)	4
	システム	センタリング		—	—
		計測項目 (荷重、変位、変形等)		—	—

水 理 機 構 本 体 部 分	個 別 機 器	シリンジポンプ	TELEDYNE ISCO 製	1
		バッファタンク	容量 20L	2
		エアコンプレッサー	富士コンプレッサー製	1
		脱気水製造装置	チヨダエレクトリック製	1
		真空ポンプ	大阪空気製	1
		真空タンク	—	1
		鋼製タンク	容量 11 L	10
		鋼製パイプ	容量 100 cc	9
		差圧式水位計	●共和電業製	9
		圧力センサー	●東京測器研究所製	20
		流量計	サーパス工業株式会社製	27
		カートリッジ式純水装置	ORGANO 製	1
		ペリスタリックポンプ	EYELA 製	1
		pH, EC 計	HORIBA 製	1
		飽和養生層	—	1
	シ ス テ ム	計測項目 (流量、圧力)	—	—

実施する力学・水理試験ケース

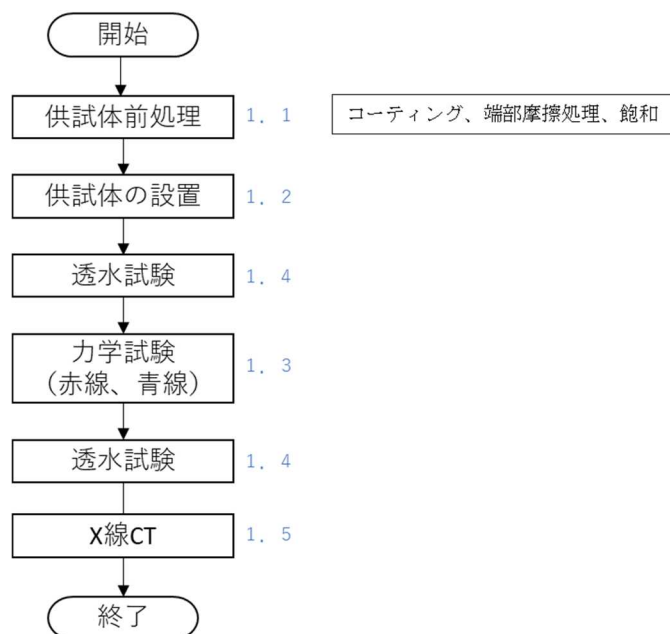
1. 岩盤の力学試験及び水理試験

原子力規制庁が貸与する連成試験機を用いて、目的に応じた応力履歴を作用させた力学試験を実施するにあたり連成試験機の運転等を実施する。また、応力履歴作用の力学試験前後に水理特性の変化も併せて取得する。なお、力学試験から水理試験への段取り替えにおいては、亀裂を含む損傷状態に変化がないように注意すること。

試験対象とする岩盤供試体（以下「供試体」という。）は、（寸法：300mm×300mm×300mm）を用い、所定の前処理を行った上で各試験は常温環境下にて行う。

試験の概要フローを図1に示す。各工程の詳細については、後述1.1～1.5にその内容を示す。連成試験機の運転については、原子力規制庁が貸与する連成試験機の運転マニュアル（以下「運転マニュアル」という。）に沿って実施する。なお、各工程において可能な場合には供試体の寸法、形状を直接的に測定すること。

本試験を実施する中で、運転マニュアルに疑義が生じた場合にはその内容を原子力規制庁に報告し、原子力規制庁と協議の上試験を遂行する。



※図中の青字は、下記の項目番号

図1 試験の概要フロー図

1.1 供試体に対する前処理

力学試験及び水理試験の実施に当たり、供試体に対して以下に示す処理を行う。

(1) 供試体の前処理

供試体に対して、以下の前処理を実施する。

【成型処理】

必要に応じて供試体の端面を研磨し、端面が平滑で凹凸がなく、相互に平行かつ垂直となるように成型する。

【端部摩擦除去処理】

供試体表面と載荷板との間の摩擦及び載荷板同士の摩擦を除去するため、これらの間に摩擦係数0.1以下のテフロンシート2枚を挟み込む。また、可能な限りテフロンシート間にはシリコンオイルを塗布すること。

【止水処理】

軽石凝灰岩の供試体には、深さ2～5mmでアクリル樹脂を塗布含浸し、止水処理を施す（不陸調整による平滑化を兼ねる）。

ただし、水理試験において注水又は排水を行う2面に関しては、各面9区画の注排水部には塗布含浸を行わないこと。

なお、成型処理及び止水処理を実施した供試体については、平面度・平行度、垂直度及び寸法を測定すること。また、各処理方法等の詳細については、原子力規制庁と協議の上、事前に承認を得ること。

（2）水理試験のための飽和处理

水理試験を実施するに当たって、供試体を飽和状態とするため、原子力規制庁より貸与される飽和处理装置を用いて水による飽和处理を行う。

飽和处理後は、供試体を飽和处理装置から取り出して連成試験機に設置し試験を開始するまでの時間を可能な限り短縮するよう努めること。また、供試体設置までの間は、供試体の保管時の環境条件（温度、湿度等）、供試体からの水分散逸防止のための処置（ラップ包装等）の有無等を記録し、試験結果と併せて報告すること。さらに、水理試験を開始する際の飽和度を算出し、試験結果と併せて報告すること。

1.2 連成試験機への供試体の設置

1.1にて前処理を実施した供試体を連成試験機へ設置するに当たっては、運転マニュアルに基づき、計測器、アクチュエータ、受圧ブロック等の機器を精度よく設置する。

供試体の設置の方向については、岩石の堆積方向、節理面の向き、水理試験における流向等を考慮し、X軸、Y軸、Z軸の方向が各供試体で統一されるように設置する。

供試体の設置方向等の具体については、原子力規制庁と協議の上、事前に承認を得ること。

1.3 力学試験

(1) 供試体に対する力学試験

力学試験は、図2に示す載荷履歴のケースを行う。

作用させる応力 σ は、過年度に実施した基本特性試験により得られた当該岩の一軸圧縮強度 σ_f で正規化した σ/σ_f 指標により試験を行う。なお、この正規化基準値 σ_f については、破壊曲面等を踏まえて必要に応じて見直しを行うこととする。

載荷及び除荷の速度は、軸ひずみ速度：0.1%/min (0.3mm/min)を基本とし、変位制御で行う。なお、試験開始にあたっては、供試体、載荷盤、テフロンシート、ゴムジャケット等を適切に接触させ、密着性を確保する必要があるため、低応力場における繰り返し載荷等によるなじみ調整を行った上で応力ゼロ点設定 ($\sigma_x/\sigma_f = \sigma_y/\sigma_f = \sigma_z/\sigma_f = 0$) を行うものとする。

【載荷履歴】

供試体に対して以下に指定する履歴に従って力学試験を実施する。載荷する応力の履歴を図2に示す。

- X, Y, Z 軸方向に対し、等方的に同時に応力比 $\sigma_x/\sigma_f = \sigma_y/\sigma_f = \sigma_z/\sigma_f = 0.1$ まで載荷
- Z 軸方向に対し、応力比 $\sigma_z/\sigma_f = 1.2$ まで変位制御により載荷
- X 軸方向に対し、応力ゼロ点設定 ($\sigma_x/\sigma_f = 0$) 付近まで変位制御により除荷
- Y 軸方向に対し、応力ゼロ点設定 ($\sigma_y/\sigma_f = 0$) 付近まで変位制御により除荷。
- 応力を除去し、応力ゼロ点設定まで戻す。

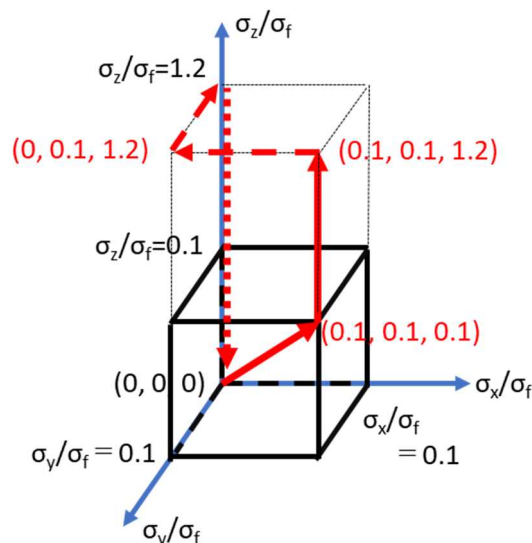


図2 応力履歴図

(2) 力学試験データの取得

(1) の力学試験において、運転マニュアルに基づき必要な各種試験データを取得するとともに、供試体の設置から取り外しまでの各段階における写真記録を取得する。

また、試験中においては以下に示す各種試験データを P C 画面上に表示し、試験が所定の目的を満足していることをリアルタイムに確認しながら運転を行う。

- ・ 応力：供試体の応力（X 軸、Y 軸及び Z 軸）
- ・ ひずみ：供試体のひずみ（X 軸、Y 軸及び Z 軸）
- ・ 変位：載荷盤の変位、アクチュエータの伸縮量
- ・ 変形：供試体の変形
- ・ 構造フレームに関する変位・変形

さらに、力学試験前及び試験後に連成試験機から取り出した供試体について、以下の観察・記録を行う。

- ・ 目視観察によるスケッチ図及び写真

(3) 力学試験データの図化

(1) の力学試験により得られた各種試験データより、以下の項目を含む図表として整理・図化する。

- ・ 応力—ひずみ図
- ・ 応力—応力図
- ・ 体積ひずみ図
- ・ 変位・変形図
- ・ 応力—載荷時間図

なお、具体的な図及び上記以外に必要な図表については、原子力規制庁と協議の上、事前に決定すること。

1.4 水理試験

連成試験機を用いて、図 1 に示した力学試験の前後のタイミングで水理試験を実施する。水理試験における応力状態は、水理試験に必要な応力状態（X 軸：0.3MPa、Y 軸：0.4MPa、Z 軸：0.6MPa 程度）及び応力状態を変化（亀裂幅を変化させることを想定し Y 軸方向を加圧）させた状態の 2 ケースにて実施する。

なお、その他の試験条件等については、原子力規制庁と協議の上、事前に承認を得ること。

(1) 定水位法による岩盤の水理試験

水理試験は JIS A 1218:2020『土の透水試験方法』を準用し、水位差を一定（上流圧及び下流圧の差圧）：0.2MPa 程度）に保持した状態で供試体を通過した水量を測定する方法（以下「定水位法」という。）により実施することとし、ゴムジャケ

ットによって分割された上流及び下流側 9 区画に対して同時に試験を実施する。供試体は、ゴムジャケットによって分割された上流及び下流側 9 区画に対して同時に試験を行う。

(2) 水理試験データの取得

(1) の定水位法による水理試験において、運転マニュアルに基づき必要な各種試験データを取得するとともに、水理試験時における写真記録を取得する。

また、試験中においては以下に示す各種試験データを P C 画面上に表示し、試験が所定の目的を満足していることをリアルタイムに確認しながら運転を行う。

- ・ 注水压
- ・ 背圧
- ・ 上流側間隙水圧（各区画）
- ・ 下流側間隙水圧（各区画）
- ・ 注水流量（各区画）
- ・ 排水流量（各区画）
- ・ 応力：供試体の平均応力（X 軸、Y 軸及び Z 軸）

(3) 水理試験データの図化

(1) の水理試験により得られた各種試験データより、以下の項目を含む図表として整理・図化するとともに、透水係数を算出する。

- ・ 上流側間隙水圧—経過時間図
- ・ 下流側間隙水圧—経過時間図
- ・ 供試体への注水流量—経過時間図
- ・ 供試体からの排水流量—経過時間図

なお、具体的な図及び上記以外に必要な図表については、原子力規制庁と協議の上、事前に決定すること。

1.5 X 線 CT の実施

岩盤供試体の内部空隙の分布及び亀裂等の不連続面を評価するため、力学試験において亀裂が発生した岩盤供試体を対象に X 線 CT を実施し、岩盤供試体の内部構造を三次元で可視化し、力学試験後の供試体の状態を確認する。なお、X 線 CT の実施に当たっては、亀裂を含む岩盤ブロックを適切に切り出すこと。また、切り出しの際は、ブロックの崩壊や亀裂状態の変化を防止するため、必要に応じて樹脂コーティング等の保護処理を適切に施すこと。

使用する X 線 CT 装置は、マイクロフォーカス X 線 CT を原則とする。

X 線 CT で得られる情報の精度は、供試体ブロックの寸法、X 線の管電圧、検出器のしきいエネルギー値等の装置の性能や測定条件等が相互に影響するため、供試体ブロックの寸法、照射・測定条件、結果の整理・出力方法等について原子力規制庁と協

議の上、事前に決定すること。

1.6 各種レポートの作成

(1) 供試体作成等レポートの作成

本レポートでは、各種試験を実施するにあたり行った岩盤供試体の採取及び前処理に関する内容等を取りまとめて記載する。

(2) 試験レポートの作成

以下の試験結果等を体系的に取りまとめ、試験レポートとして取りまとめて記載する。

- ・ 超高分子量ポリエチレンジャケットに関する特性試験の条件及び結果
- ・ 力学試験の実施方法、試験条件及び試験結果
- ・ 水理試験の実施方法、試験条件及び試験結果
- ・ X線CTの実施方法、試験条件及び試験結果

なお、レポートの体裁、具体的な記載内容等については、原子力規制庁と協議の上、事前に決定すること。

(別紙)

請負業務における成果報告書の表紙等の作成について

請負業務における成果報告書の表紙等の作成は、以下の要領に従うこととする。

1. 表紙の様式は、別添 1 の様式に従う。
2. 表紙裏面の様式は、別添 2 の様式に従う。
3. 背表紙の様式は、別添 3 の様式例に従う。
4. 電子媒体のケースラベルの様式は、別添 4 の様式に従う。
5. 電子媒体本体のラベルの様式は、別添 5 の様式に従う。
6. 文字の書体は「MS 明朝」とする。数字は全角、英語は半角の「Century」とする。

別添 1 表紙の様式例

報告書種別：MS 明朝（数字は全角）、16 ポイント



令和7年度原子力規制庁請負成果報告書

○○○○○○○○



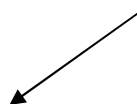
報告書タイトル：MS 明朝、20 ポイント

年度表記は行わない。（必要な場合は、タイトルの最後につけること。）

例）○○○○○○○○（令和7年度分）

受注者名：MS 明朝、16 ポイント

納入日：MS 明朝、16 ポイント、数字は全角



○○○○○

令和8年3月

別添 2 表紙裏面の様式

MS 明朝、10.5ポイント



本報告書は、原子力規制委員会原子力規制庁からの請負により実施した業務の成果を取りまとめたものです。

本報告書に関する問合せは、原子力規制庁までお願いします。

別添 3 背表紙の様式

MS 明朝、11 ポイント →

MS 明朝、12 ポイント
タイトルの長さ、報告書の
厚さに応じて按排するこ
と。 →

受注者名：MS 明朝、11 ポイント →

納入日：MS 明朝、11 ポイント →
数字は全角

令和7年度原子力規制庁請負成果報告書

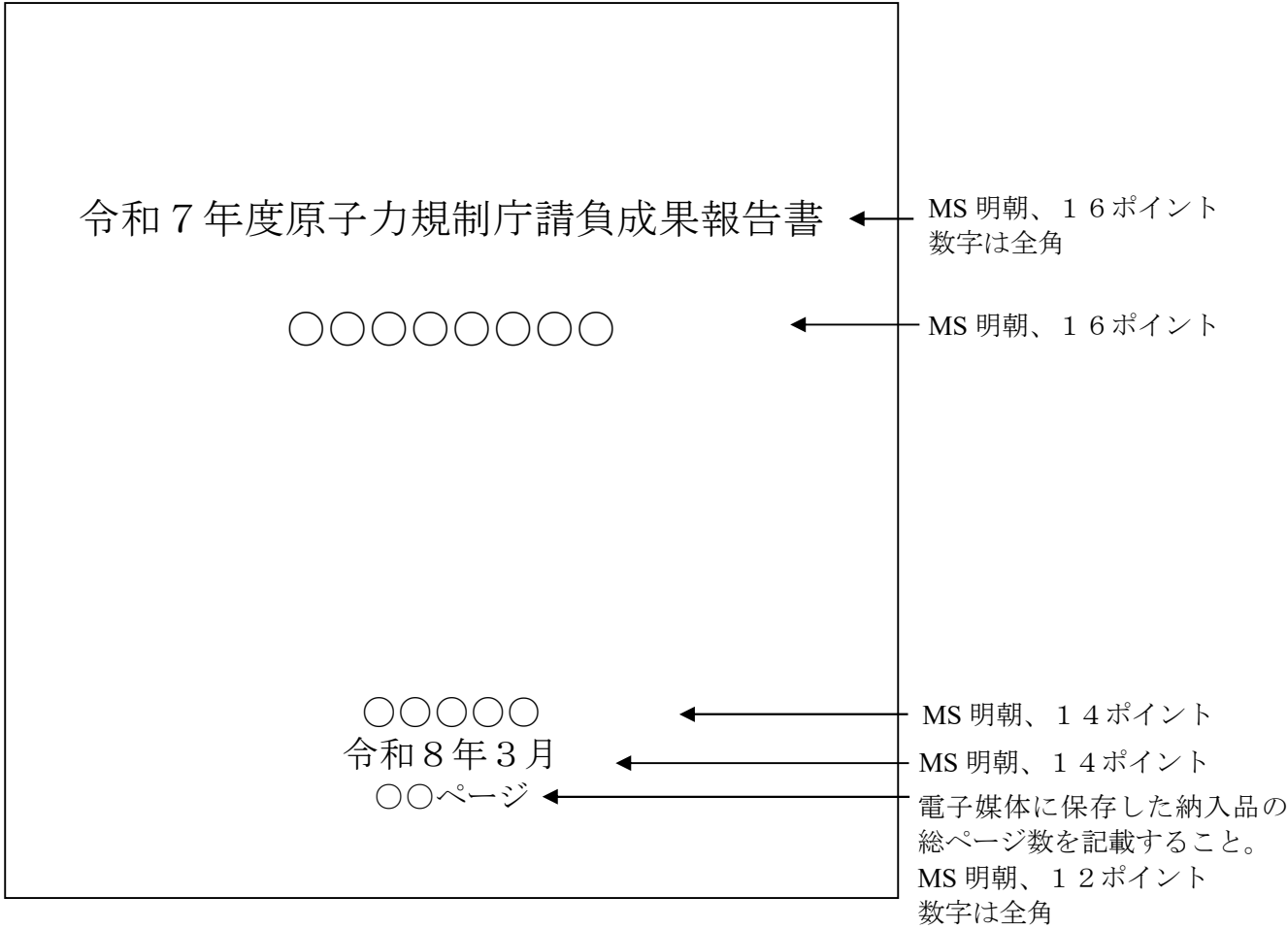
○
○
○
○
○
○
○
○
○

○
○
○
○
○

令和8年3月

別添 4 電子媒体ケースラベルの様式

ラベルを電子媒体ケースに貼り付けること。



別添 5 電子媒体本体のラベルの様式

電子媒体本体のラベルは、CD-ROM、DVD 等の表面に直接印字すること。

