

令和 4 年 5 月 30 日現在

機関番号：32689

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2018～2021

課題番号：18H01534

研究課題名(和文) 地層処分孔内におけるベントナイト系緩衝材の境界条件模擬試験と自己シール性評価

研究課題名(英文) Boundary model test of bentonite based buffer in HLW disposal pit and self-sealing evaluation

研究代表者

小峯 秀雄 (Komine, Hideo)

早稲田大学・理工学術院・教授

研究者番号：90334010

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、高レベル放射性廃棄物地層処分に工学的に資することを念頭に、バリア材としてのキーコンポーネントであるベントナイト系緩衝材に求められる技術要件の自己シール性について定量評価した。具体的には、上端面吸水による一次元膨潤変形試験、膨潤圧試験と自己シール性測定実験を実施し、得られた各種データベースに基づき自己シール性南野定量評価方法を提案した。本研究で得られた成果は、自己シール性の観点からのベントナイト系緩衝材の設計に寄与できると考えられる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、ベントナイトの膨潤挙動に関する境界条件や吸水方向の影響を、定量的に事件データを取得した。さらに、境界条件や吸水方向とベントナイトの内部構造の変遷について詳細に考察し、非定常な膨潤挙動の物理モデルを提案した。この点に、学術的に高い意義がある。また、このような学術的な意義を踏まえて、高レベル放射性廃棄物地層処分において重要なキーコンポーネントとなるベントナイト系緩衝材の自己シール性能を実験的に裏付けると共に、設計法の確立に寄与できる物理モデルの提案は、高い社会的意義がある。

研究成果の概要(英文)：This study quantitatively evaluated the self-sealing properties of bentonite buffer material, a key component of barrier materials, with a view to contributing to the engineering of high-level radioactive waste geological disposal. Specifically, a one-dimensional swelling and deformation test by water absorption on the top end surface, a swelling pressure test, and a self-sealing measurement experiment were conducted, and a quantitative evaluation method for self-sealing performance was proposed based on various databases obtained. The results obtained in this study may contribute to the design of bentonite-based buffer materials from the viewpoint of self-sealing properties.

研究分野：土木工学，地盤工学

キーワード：高レベル放射性廃棄物地層処分 ベントナイト 膨潤 自己シール性 模型実験

1. 研究開始当初の背景

高レベル放射性廃棄物地層処分施設において、ベントナイト系緩衝材は 11 の要求性能を担うが、本研究では、そのうち重要な性能の一つである「自己シール性」に焦点を当てる。自己シール性とは、図 1 に示すように、処分施設の建設に伴い生じる廃棄物収納容器や周辺岩盤と緩衝材との隙間部分を膨潤変形により充填する性能のことである。このような隙間が充填されずに残る場合あるいは充填の程度が不十分であった場合には、核種の移行経路となる水みちが形成される可能性があることから、バリア性能の観点で重要な機能と考えられている。しかし、緩衝材の自己シール性機能に関する実験データは少なく、定量的に評価するためのデータベースの構築が重要と考えられている。従来の研究の多くは、自己シール性に寄与する基本的物理特性である膨潤圧・膨潤変形挙動の要素特性に注目した実験的研究（例えば、小峯秀雄，緒方信英：砂・ベントナイト混合材料および各種ベントナイトの膨潤特性，土木学会論文集，No.701 号/III-58，pp.373-385，2002/03）である。自己シール性に着目した本研究課題は、この要素特性である膨潤圧・膨潤変形挙動を基盤に、隙間や周辺岩盤等との境界条件に依存して緩衝材の発生する圧力や変形挙動に着目したものである。次章以降に述べる、種々の給水条件、隙間や岩盤を模擬した部材と種々の材料仕様（ベントナイトの種類、乾燥密度、砂・ベントナイト配合割合）の緩衝材との様々な位置関係での境界値問題として取り扱うモデル実験を通じて、自己シール性に関するデータベースを整備することに、本研究課題の核心をなす学術的「問い」がある。

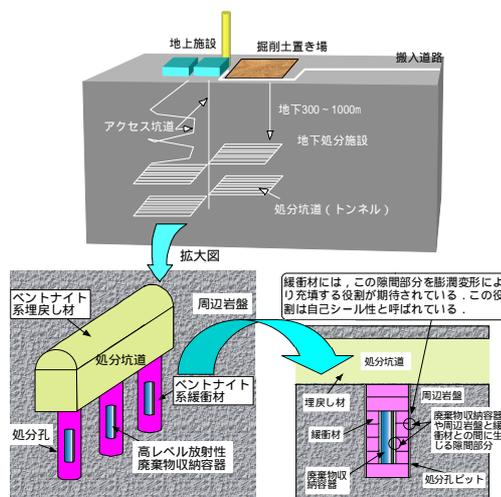


図 1 高レベル放射性廃棄物地層処分施設と緩衝材の自己シール性

2. 研究の目的

図 1 に地層処分の概要を示したように、わが国では、原子力発電で発生した高レベル放射性廃棄物を地層処分とすることが有力視されている。地層処分とは、天然バリアと人工バリアの多重バリアシステムによって安全性を確保する処分方法である。地下 300 m 以深に廃棄体を埋設し、多重バリアシステムによって放射性核種の移行を抑制している。この時、人工バリアの緩衝材にベントナイトの利用が検討されている¹⁾。これは地層処分の長期健全性維持のために緩衝材に求められる技術要件を、ベントナイトが満たしていると考えられているためである。技術要件は、地層処分の各バリアシステムに期待される安全確保のための役割を具体化したものであり、低透水性や核種移行抑制、自己シール性など 11 項目からなる²⁾。本研究はこの中の自己シール性に着目している。

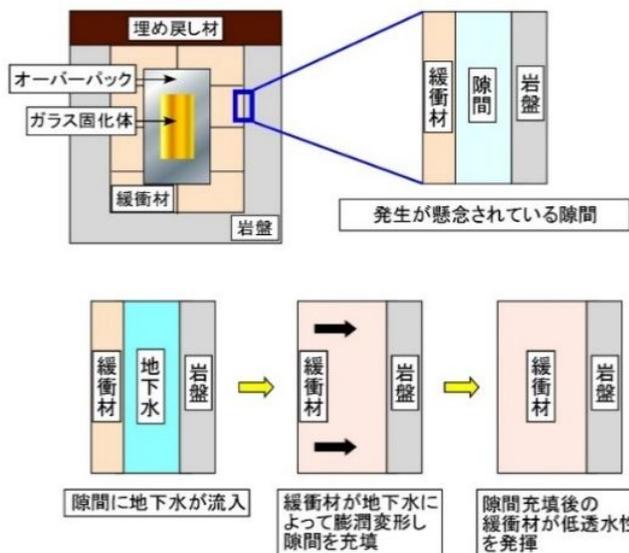


図 2 自己シール性の概要

自己シール性とは、例えば地層処分の施工時に発生が懸念されている岩盤と緩衝材間の隙間を、ベントナイトの膨潤変形によって充填することである。図 2 に地層処分で発生する隙間と期待されている自己シール性の概要を示す。技術要件は周辺環境による影響を受け、自己シール性は発生する隙間幅や緩衝材の厚さ、緩衝材の配合、乾燥密度など様々なパラメータが関係するため定量評価することが困難である。小峯ら³⁾の緩衝材と岩盤間の隙間を模擬したモデル実験が多く行われているが、実験方法については確立されていない。本研究では、発生した隙間を緩衝材が膨潤変形によって充填し、かつ充填後に十分な低透水性を發揮する性能を自己シール性と捉え、膨潤特性と透水性に着目して自己シール性を定量的な評価を最終的な目標としている。

3. 研究の方法

本研究では、ベントナイト系緩衝材の隙間充填に関する実験として、小型膨潤圧試験装置を用いた自己シール性試験を行った。具体的には以下の通りである。

3.1 使用した試料

本実験で使用した試料は、Na型ベントナイトであるベントナイトKV1（クニゲルV1：クニミネ工業）である。ベントナイトKV1を選んだ理由は、Ca型ベントナイトなどと比較し膨潤性に富み、また日本の高レベル放射性廃棄物処分技術に関する研究・開発において頻繁に試験などに利用されているからである。表1にベントナイトKV1の基本的性質を示す。

3.2 膨潤特性試験装置を用いた自己シール性測定実験

本研究において、自己シール性測定実験は既往研究³⁾を参考に実施した。本実験では供試体とロードセル間に隙間を設け蒸留水を供給し、膨潤変形によって隙間を充填した際の発生圧力を測定することを自己シール性測定実験（図3参照）とする。本実験では、膨潤特性試験装置を用いて膨潤圧試験と自己シール性測定実験を実施し、膨潤圧（発生圧力）の挙動の比較を行う。また自己シール性測定実験後の供試体を分割し、含水比と乾燥密度を測定することで、自己シール時の供試体状況の調査を行った。

表1 ベントナイトKVの基本的性質

タイプ	Na型
土粒子密度 (Mg/m ³)	2.73
液性限界 (%)	476.9
塑性限界 (%)	29.2
塑性指数	447.7
モンモリロナイト含有率 (%)	48

4. 研究成果

4.1 膨潤圧試験と自己シール性測定実験の結果の比較

図4は、隙間を設けない膨潤圧試験および自己シール性測定実験における膨潤圧もしくは隙間充填後の発生圧力の経時変化の比較を示す。

膨潤圧試験において

試験開始後約1000分で膨潤圧に1つ目のピークが生じ、その後減少して再度増加し、約5000分に2つ目のピークがみられた。この2つのピークは、自己シール性実験を実施した供試体においては顕著に認められない。膨潤圧試験において2つのピークが生じる現象は既往の研究^{4), 5)}においても認められる。Wang et al (2021)⁵⁾によると、吸水によってモンモリロナイトの底面間隔が段階的に増加するのに対し、膨潤圧は1つ目のピーク後に減少し、再度増加することから、膨潤圧の減少がモンモリロナイトの結晶層間の力によるものではないことが示唆されている。また膨潤圧の増減について、1つ目のピークまでの増加をモンモリロナイトの膨潤による増

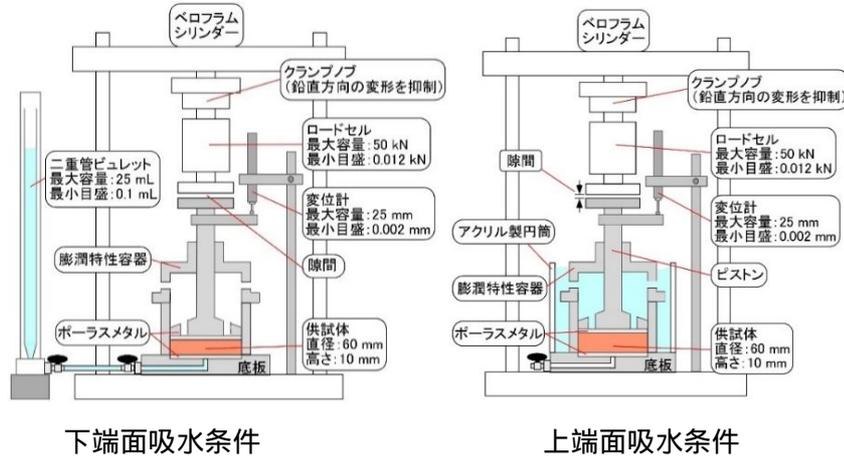


図3 自己シール試験装置

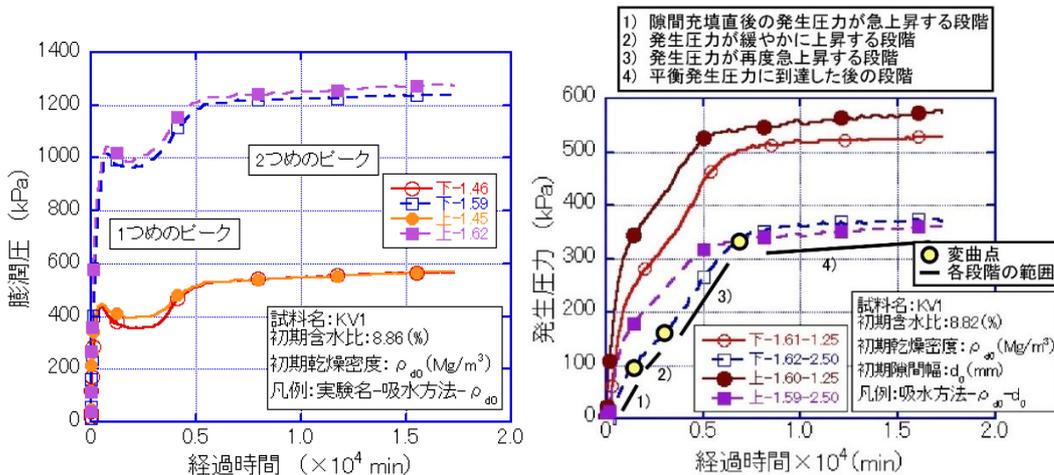


図4 膨潤圧試験（左）と自己シール性測定実験（右）の結果比較

加, 1つ目のピークからの減少を非膨潤性鉱物の移動による減少, 2つ目のピークまでの増加を応力環境が均一になった後のモンモリロナイトの膨潤による増加と考えられている。自己シール性測定実験の発生圧力の経時変化では膨潤圧試験ほど大きなピークはみられなかったが, 4つの段階が生じた(図4右中1)~4)参照)。この4つの段階は膨潤圧試験の2つのピークと同様の現象であると考えられる。ピークが顕著に生じない要因として, 隙間充填時の膨潤変形の段階で非膨潤性鉱物が移動したため, 1つ目のピーク後の発生圧力の減少が小さくなったことが考えられる。図5に各実験の供試体内部の概要図を示す。

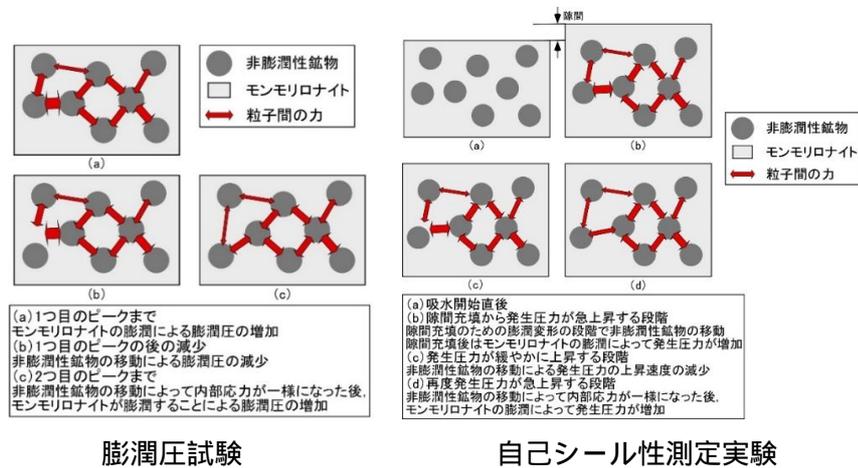


図5 各実験におけるベントナイト供試体の内部状況の変化

同様の現象であると考えられる。ピークが顕著に生じない要因として, 隙間充填時の膨潤変形の段階で非膨潤性鉱物が移動したため, 1つ目のピーク後の発生圧力の減少が小さくなったことが考えられる。図5に各実験の供試体内部の概要図を示す。

4.2 自己シール性測定実験における供試体内部の含水比分布と乾燥密度分布

図6左に上端面吸水による自己シール性測定実験後供試体の含水比分布を示す。含水比分布に関して以下の3点が分かった。

- 1) 測定期間 10~100 分の実験で, かつ吸水面に近い箇所において実験後含水比が 100 % を超える箇所があった。これは吸水面と接触しているため, 供試体の上端面に蒸留水が付着していたことが要因であると考えられる。
- 2) 吸水面からの距離が小さい, 供試体下面からの距離 10 mm 付近の箇所の含水比は他の箇所の含水比と比較して著しく大きくなった。
- 3) 吸水面からの距離が大きい, 供試体下面からの距離 1 mm 付近の箇所では, 測定期間が長い供試体ほど実験後含水比が約 30 % に近づいた。本実験条件では含水比約 30 % の時に飽和状態になる。そのため, 測定期間が長い供試体の実験後含水比は, すべての箇所で約 30 % になったと考えられる。

図6右に上端面吸水による自己シール性測定実験後供試体の乾燥密度分布を示す。

乾燥密度分布においては測定期間による影響は小さいが, 吸水面からの距離が小さい 10 mm 付近の箇所。測定期間が長くなると乾燥密度は 0.5 Mg/m³ から 1.0 Mg/m³ に, 吸水面からの距離が大きい 1 mm 付近の箇所では乾燥密度は 1.6 Mg/m³ から 1.3 Mg/m³ と変化した。そのため供試体内部の実験後乾燥密度は, 若干のばらつきはあるもののおおむね一様になったと考えられる。

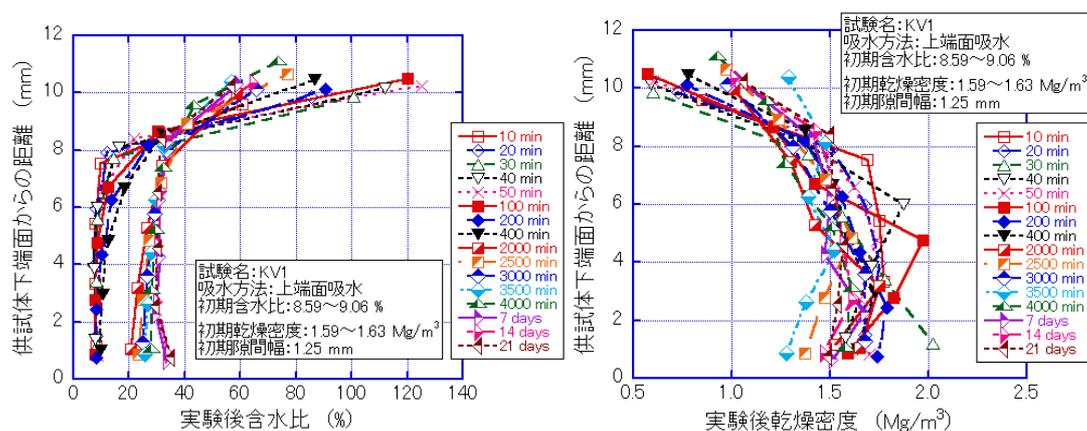


図6 上端面吸水による自己シール性測定実験後供試体の含水比分布(左)と乾燥密度分布(右)

4.3 自己シール性に関するまとめ

膨潤特性試験装置を用いた自己シール性測定実験から, 膨潤圧と発生圧力の経時変化の比較や隙間幅・吸水方法の影響などを調査した。また自己シール性測定実験後供試体内部の含水比・乾燥密度分布から, 自己シール時のベントナイト供試体内部の変化を推察した。経過時間に伴って発生圧力には4つの段階が生じ, それぞれ隙間幅や吸水方法の影響がみられた。また平衡膨潤圧に対しては吸水方法の影響はみられず, 隙間充填時の膨潤変形に対して吸水方法の影響が大きかった。乾燥密度および含水比分布に関しては測定期間による影響は小さかったが, 測定期間

が長い供試体ほど供試体内部の含水比・乾燥密度が一様になる傾向が若干、認められた。図7に、自己シール時の供試体内の変化の概要を示す。

4.4 高レベル放射性廃棄物処分事業への適用

膨潤変形時および自己シール時の含水比・乾燥密度の分布から、供試体内の含水比と乾燥密度は一定時間経過後にほぼ一様な値になることがわかった。これは緩衝材の自己シール性の観点からの仕様設計において重要な結果である。別途、研究を進めている緩衝材の膨潤圧・膨潤変形特性に関する理論評価式^{6)~8)}と組み合わせることにより、参考文献9)で提案している自己シール性の観点からの緩衝材仕様設計方法の妥当性と有効性を示した。

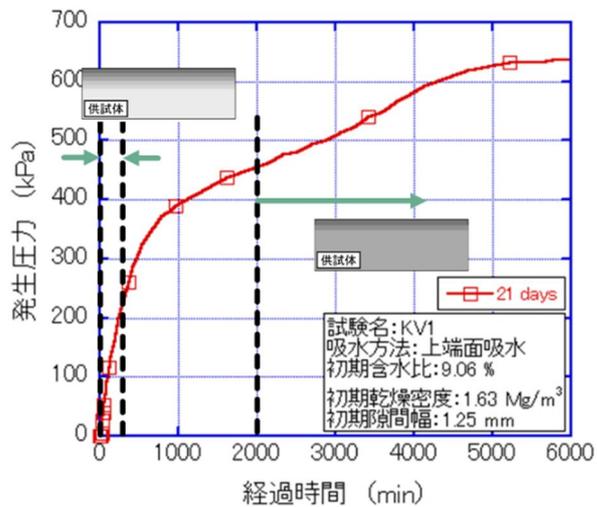


図7 自己シール時の供試体内の変化の概要

参考文献

- 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 分冊2 地層処分の工学技術，JNC TN 1410 99-022，pp. -1-5， -58- -58，1999.
- 原子力発電環境整備機構：処分場の安全機能と技術要件（2010年度），NUMO-TR-10-11，pp.22-25，2011.
- 小峯秀雄，緒方信英，中島晃，高尾肇，植田浩義，木元崇宏：一次元模型実験によるベントナイト系緩衝材の自己シール性評価，土木学会論文集 No.757/ -66，101-112，2004.
- 日本原子力研究開発機構，電力中央研究所：ベントナイト系材料の標準的室内試験法構築に向けての試験法の現状調査と試験による検討，pp.55-130，2010.
- Wang, H., Komine, H., Gotoh, T.: A swelling pressure cell for X-ray diffraction test, Geotechnique, 2021.3, <https://doi.org/10.1680/jgeot.20.00005>.
- Komine, H., and Ogata, N.: New equations for swelling characteristics of bentonite-based buffer materials. Canadian Geotechnical Journal, 40(2): 460-475. 2003. <https://doi: 10.1139/t02-115>.
- Komine, H., and Ogata, N.: Predicting swelling characteristics of bentonites. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, American Society of Civil Engineers (ASCE), 130(8): 818-829. 2004. [https://doi: 10.1061/\(ASCE\)1090-0241\(2004\)130:8\(818\)](https://doi: 10.1061/(ASCE)1090-0241(2004)130:8(818)).
- Komine, H.: Scale-model test for disposal pit of high-level radioactive waste and theoretical evaluation on self-sealing of bentonite-based buffers, Canadian Geotechnical Journal, Published on the web 29 May 2019, <https://doi.org/10.1139/cgj-2018-0805>.
- Komine, H.: Design flow for specifications of bentonite-based buffer from the viewpoint of self-sealing capability using theoretical equations for swelling characteristics, Japanese Geotechnical Society Special Publication, 2(53), pp. 1833-1836, 2016.

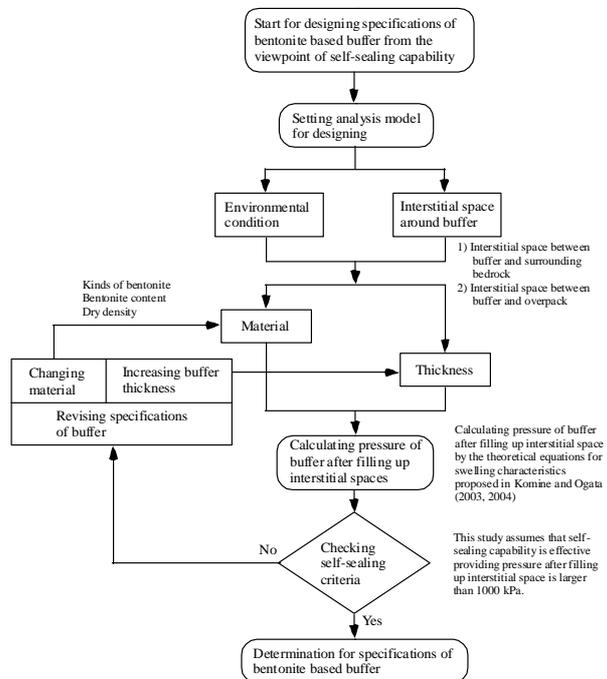


図8 参考文献9)で提案した自己シール性の観点からの緩衝材仕様設計フロー

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計12件（うち査読付論文 12件 / うち国際共著 2件 / うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 Wang Hailong, Komine Hideo, Gotoh Takahiro	4. 巻 1
2. 論文標題 A swelling pressure cell for X-ray diffraction test	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Geotechnique	6. 最初と最後の頁 1~12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1680/jgeot.20.00005	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Komine Hideo	4. 巻 147
2. 論文標題 Cation Filtration of Montmorillonite on Hydraulic Conductivities of Some Bentonites in Artificial Seawater	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering	6. 最初と最後の頁 6021002
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1061/(asce)gt.1943-5606.0002513	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 伊藤大知, 小峯秀雄	4. 巻 76(3)
2. 論文標題 ベントナイト原鉱石の測定結果に基づく膨潤特性における膠結作用の影響評価	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 土木学会論文集C (地圏工学)	6. 最初と最後の頁 295~305
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Wang Hailong, Shibue Toshimichi, Komine Hideo	4. 巻 536
2. 論文標題 Hydration and dehydration of water of bentonite: A solid-state 1H magic-angle spinning NMR study	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemical Physics	6. 最初と最後の頁 110796~110796
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.chemphys.2020.110796	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 王海龍 , 小峯秀雄 , 伊藤大知 , 後藤隆弘	4. 巻 69(1)
2. 論文標題 締固めたベントナイトの膨潤圧特性の究明に向けたX線回折を用いた実験手法の開発	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 地盤工学会誌	6. 最初と最後の頁 48-51
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hideo Komine	4. 巻 0
2. 論文標題 3.Scale-model test for disposal pit of high-level radioactive waste and theoretical evaluation on self-sealing of bentonite-based buffers	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Canadian Geotechnical Journal	6. 最初と最後の頁 1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1139/cgj-2018-0805.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 H.Wang T.Shirakawabe H.Komine D.Ito et al.	4. 巻 0
2. 論文標題 4.Movement of water in compacted bentonite and its relation with swelling pressure	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Canadian Geotechnical Journal	6. 最初と最後の頁 1-12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1139/cgj-2019-0219.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 小峯秀雄	4. 巻 -
2. 論文標題 廃炉地盤工学の創生	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 原子力バックエンド研究	6. 最初と最後の頁 85-90
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ito, D., Komine, H., Morodome, Sekiguchi, T. and Miura, G.	4. 巻 -
2. 論文標題 Evaluating Influence of Cementation in Bentonite Buffer Material Based on the Swelling Properties of Bentonite Ore	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of ICEG2018	6. 最初と最後の頁 97-104
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Iso, S., Motoshima, T and Komine, H.	4. 巻 -
2. 論文標題 Applicability of Sedimentary Rock in Hydraulic Barrier System Construction	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of ICEG2018	6. 最初と最後の頁 81-88
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Shun Uchida, Hideo Komine	4. 巻 -
2. 論文標題 Development of analytical model for hydro-chemo-mechanical behavior of unsaturated bentonite barrier	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of 2nd International Conference on Environmental Geotechnology, Recycled Waste Materials and Sustainable Engineering	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Wang Hailong, Ito Daichi, Shirakawabe Takumi, Ruan Kunlin, Komine Hideo	4. 巻 -
2. 論文標題 On swelling behaviours of a bentonite under different water contents	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Geotechnique	6. 最初と最後の頁 1~17
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1680/jgeot.21.00312	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計15件（うち招待講演 2件 / うち国際学会 7件）

1. 発表者名 Kunlin RUAN, De'an SUN, Xianlei FU, Hailong WANG, Hideo KOMINE
2. 発表標題 Reversibility of micro and macrostructure in compacted bentonite under chemo-mechanical couplings
3. 学会等名 3rd International Symposium on Coupled Phenomena in Environmental Geotechnics (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tomonori Sakita , Hideo Komine , Atsuo Yamada , Hailong Wang , Shigeru Goto
2. 発表標題 Influence of bentonite type and producing method on hydraulic conductivity of sand and bentonite mixture
3. 学会等名 E3S Web of Conferences (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Daichi Ito, Hideo Komine, Hailong Wang
2. 発表標題 Experimental study on effect by cementation on self-sealing capability of bentonite buffer material
3. 学会等名 E3S Web of Conferences (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小峯秀雄
2. 発表標題 ベントナイト系緩衝材・埋戻し材の膨潤特性理論評価式・透水係数理論評価式におけるモンモリロナイト結晶層間の初期値に関する分析的検証
3. 学会等名 第55回地盤工学研究発表会 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 伊藤大知, 小峯秀雄, 王海龍, 後藤茂
2. 発表標題 モンモリロナイト底面間隔から観た ベントナイト原鉱石の膨潤圧における膠結作用の影響評価
3. 学会等名 令和2年度土木学会全国大会第75回年次学術講演会 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 白河部匠, 小峯秀雄ほか
2. 発表標題 短期間の温度履歴を付与したベントナイトの吸水挙動に及ぼす影響に関する推察
3. 学会等名 第13回環境地盤工学シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hideo Komine
2. 発表標題 Geotechnical Engineering for High-Level Radioactive Waste Disposal Project in Japan
3. 学会等名 Seminar on Isolation Technology for Significant Power Plant Structure and Engineering Behavior of Buffer in Deep Geological Repository for Waste, Shanghai University, China. 2019.05. (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hideo Komine
2. 発表標題 Geotechnical Engineering for High-Level Radioactive Waste Disposal Project in Japan
3. 学会等名 GER2019 at Chulalongkorn University, Thailand, 2019/11/28 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 伊藤大知, 小峯秀雄ほか
2. 発表標題 固結したベントナイト系緩衝材の自己シール性能の維持に関する一考察
3. 学会等名 第54 回地盤工学研究発表会 (さいたま市)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 伊藤大知, 小峯秀雄
2. 発表標題 ベント ナイ原鉱石の 膨潤特性 膨潤特性 測定結果に基づく緩衝材 への年代変化 に関する推察
3. 学会等名 令和元年度土木学会全国大会第74回年次学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 伊藤大知, 小峯秀雄, 諸留章二, 関口高志, 三浦玄太
2. 発表標題 生成年代の異なるベントナイト原鉱石の膨潤変形特性に基づく膠結作用の定量評価
3. 学会等名 第53回地盤工学研究発表会 (高松)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 市川雄太, 伊藤大知, 小峯秀雄, 関口高志, 三浦玄太
2. 発表標題 ベントナイト供試体の吸水に伴う鉛直方向および側方の発生圧力の同時測定
3. 学会等名 第53回地盤工学研究発表会 (高松)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 市川雄太, 小峯秀雄, 伊藤大知, 関口高志, 三浦玄太
2. 発表標題 締固めた粒状ベントナイトの吸水に伴う鉛直方向および側方の発生応力同時測定
3. 学会等名 土木学会平成30年度年次大会第73回年次学術講演会, 北海道
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 白河部匠, 小峯秀雄, 伊藤大知, 山本修一
2. 発表標題 200 以上の温度履歴を与えたベントナイトの含水比回復挙動
3. 学会等名 第53回地盤工学研究発表会 (高松)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 白河部匠, 小峯秀雄, 伊藤大知, 山本修一
2. 発表標題 締固めた粉体状ベントナイトの水分移動特性に及ぼす 200 以上の温度履歴の影響調査
3. 学会等名 土木学会平成30年度年次大会第73回年次学術講演会, 北海道
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>早稲田大学 地盤工学研究室 http://www.f.waseda.jp/hkominer/ 早稲田大学地盤工学研究室 http://www.f.waseda.jp/hkominer/WOI'20 http://www.f.waseda.jp/hkominer/Topics/2019/99_WOI'20Poster.pdf WOI'19 http://www.f.waseda.jp/hkominer/Topics/2019/99_WOI'19Poster.pdf http://www.f.waseda.jp/hkominer/</p>

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	王 海龍 (Wang Hai long) (50822475)	早稲田大学・国際理工学センター・准教授(任期付) (32689)	
研究協力者	伊藤 大知 (Ito Daichi) (40875225)	早稲田大学・創造理工学部 社会環境工学科・助教 (32689)	
研究協力者	山田 味佳 (Yamada Mika) (80915950)	早稲田大学・理工学総合研究所・次席研究員 (32689)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関