

令和 3 年 5 月 31 日現在

機関番号：11201

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18K05875

研究課題名(和文) 廃棄カキ殻を利用した土の固化処理技術の開発とその応用

研究課題名(英文) Study on cementation technique of soil using waste oyster shell and its application

研究代表者

金山 素平 (Kanayama, Motohei)

岩手大学・農学部・教授

研究者番号：60398104

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、産業廃棄物であるカキ殻を有効利用するとともにリン酸を用いた土の固化処理について実験的に検討した。カラム試験において、溶液のカルシウムイオンおよびリン酸イオン濃度、pH、ECの測定結果から、カキ殻とリン酸水溶液が反応しリン酸カルシウム化合物が析出することを確認した。また、一軸圧縮試験結果と画像観察から、養生日数の増加に伴い供試体の強度が増加すること、析出したリン酸カルシウム化合物が供試体の強度増加に寄与することを確認した。カキ殻の質量混合比を1以上、養生日数を10日とした場合、供試体は目標強度100 kN/m²以上の強度を示すことが分かった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究成果は低環境負荷かつ資源の有効利用を目的とした地盤改良工法の開発に貢献する。これらの研究成果を、被災した農地の基盤や畦造りに応用することによって、農地の耐久性の向上と漏水防止が期待でき、三陸地域の持続可能な農用地基盤の構築に貢献することができる。さらに、リサイクル機能や浄化機能を備えた低コストの農用地資材の利用を検討することによって、新たな農業土木技術の開発へ大きく貢献できる。その応用範囲は広く、環境汚染物質の不動化・固定化以外にも、土壌浸食や土砂災害などの自然災害に対応した修復・改良技術の開発、盛土斜面の強度補強など各種土木技術への応用が期待できる。

研究成果の概要(英文)：In the present study, laboratory tests have been conducted to examine the cementation of soil due to precipitates of calcium phosphate compounds by using waste oyster shell and phosphoric acid. Variations of Ca²⁺, P₀₄₃⁻, pH and EC in the solution were measured for the column test. It was found that the calcium phosphate compound was precipitated by reaction between the oyster shell powder and the phosphoric acid solution. According to the results of unconfined compression test and image observation, it was recognized that the strength of the sample was increased with an increase of curing day and the precipitated compounds were contributed to the increment in strength of the specimen. It was found that the strength of the specimen with the oyster mass mixing ratio not less than 1 and at the curing period of 10 days was above the target strength of 100 kN/m².

研究分野：土質力学，地盤工学

キーワード：産業廃棄物 カキ殻 固化処理 リン酸カルシウム化合物 一軸圧縮強度 竹繊維

1. 研究開始当初の背景

わが国の長い歴史の中で、農地・農業用水等の資源は、多くの自治体および農家中心の地域の人々によって築かれ、管理され、農業生産において最も基礎的な資源であると認識されている。これらの資源は、技術的に適切に管理されることではじめて機能を十分に発揮するものである。その機能が損なわれると復旧は非常に困難であることから、常に良好な状態で維持管理していくことが望まれる。特に、平成 23 年の東日本太平洋沖地震以降頻発する地震、豪雨災害において被災した農地、農業用施設および農地海岸の復旧・復興は急務であり、今後の自然災害の対策として農用地基盤と構造物の更なる強化が必要である。また、地域社会では、地域の農地・農業用水等の資源の水循環システムが形成する多面的機能の発揮や生物の多様性の確保が求められ、この希少性の資源を次世代に有効に引き継ぐことが重要である。近年、農家経済が厳しい状況の中で、更新時期を迎える農業用施設の長寿命化のための技術革新、既存施設の有効活用を実現することによって、限られた予算内で施設の機能を維持するという必要性が論じられている。

平成 23 年 3 月に発生した東日本太平洋沖地震の津波は、岩手県をはじめとする三陸沿岸地方に壊滅的な被害をもたらした。三陸沿岸地方の主産業であるカキ養殖などの水産業は甚大な被害を受け、農林水産省(2016)によると、平成 22 年の宮城県および岩手県におけるカキ類収穫量(t)はそれぞれ 41,653, 9,578、平成 23 年では 13,321, 3,288、平成 24 年では 5,024, 565 と減少した。しかし、平成 25 年では 11,581, 2,074、平成 26 年では 20,865, 4,774、平成 27 年では 18,691, 5,755 と復興の進展とともに増加し、震災前の収穫量のおよそ半分程度となっている。この数値は沿岸地域の水産業において着実に復興が進んでいることを示しており、今後においても収穫量の更なる増大が期待される。しかしながら、その復興の進展とともに産業廃棄物として廃棄されるカキ殻の量は増大することが予想される。これらの廃棄されるカキ殻を“廃棄物”として処理するのではなく“資源・資材”として有効活用することができれば、環境の保全および資源のリサイクルの推進に貢献することが可能となる。地盤の力学的特性、水理学的特性を改良する技術に関しては、セメントや水ガラスなどの人工材料を用いた工法が一般的である。しかし、現在、農業農村工学・地盤工学分野において、環境保全や資源リサイクルなどの社会的関心が高まり、より環境負荷の少ない新たな材料を用いた地盤改良技術の実現が期待されている。また、平成 23 年の東日本太平洋沖地震以降頻発する地震、豪雨災害等の自然災害の対策として、農用地基盤と農業用構造物の更なる強化が必要とされている。

2. 研究の目的

本研究の目的は、低環境負荷かつ資源の有効利用を目的とした地盤改良工法の開発である。これらの研究成果を、被災した農地の基盤や畦造りに応用することによって、農地の耐久性の向上と漏水防止が期待でき、三陸地域の持続可能な農用地基盤の構築に貢献することができる。さらに、リサイクル機能や浄化機能を備えた低コストの農用地資材の利用を検討することによって、新たな農業土木技術の開発へ大きく貢献できる。その応用範囲は広く、環境汚染物質の不動化・固定化以外にも、土壌浸食や土砂災害などの自然災害に対応した修復・改良技術の開発、盛土斜面の強度補強など各種土木技術への応用が期待できる。

3. 研究の方法

本研究で使用した土試料は豊浦砂である。粒度が揃い、不純物が少ない豊浦砂は実験における誤差が生じにくいいため採用した。カキ殻に関しては、岩手県陸前高田市の漁港のカキ剥き身作業施設から排出され、1 年以上野積みされた殻を使用した。ハンマーを使用し殻をだまかに砕いた後、粉砕機により細かく粉砕した。粉砕後のカキ殻は、ふるい分けにより粒度を揃えた。本試験では 2 mm ふるいを通過し、425 μm ふるいに残留したものを試料として使用した。上記の豊浦砂とカキ殻を四分法により混合したものを試験試料とした。また、リン酸は、林純薬工業(株)の試薬特級を蒸留水で希釈して使用した。

本研究で行った試験は、カラムによる供試体の養生、養生に用いた供試体内のリン酸イオン PO_4^{3-} 濃度、カルシウムイオン Ca^{2+} 濃度、pH、電気伝導度 EC の測定、カラム試験で養生した供試体の一軸圧縮試験による強度定数評価、デジタル顕微鏡を用いた供試体の構造骨格の観察である。さらに、養生中に発生する二酸化炭素を効率的に排出するため、養生方法の改良を行い、固化処理度の強度に与える影響を実験的に検討した。

また、カキ殻と同様に廃棄物として処理される竹廃材に着目し、斜面法面の水浸による浸食が

Table 1 試験条件

Test case (Number of sample)	Mass mixing ratio (Oyster : Sand)	Number of injections of phosphoric acid aqueous solution	Curing period
G1(5)	1 : 1	Once a day	1, 3, 7, 10 and 21 days
G2(4)	1.5 : 1		1, 3, 7 and 10 days
G3(5)	0.5 : 1		1, 3, 7, 10 and 21 days

確認されている岩洞湖ローム土を使用し、竹繊維を混合したローム土の力学的特性の改良効果を把握するため実験的に検討を行った。

4. 研究成果

Table 1 の試験条件 **G1**, **G2**, **G3** を採用して養生した供試体の一軸圧縮試験結果を **Fig. 1** に示す。ほぼ全ての供試体において、養生日数が増加するに伴い、圧縮応力が増大する傾向にあることが分かる。さらに、養生日数が短い供試体において、圧縮応力はひずみの増加とともに緩やかに増大し最大値を示し、その後緩やかに減少を示す傾向にある。一方、養生日数が長い供試体においては、圧縮応力はひずみの増加とともに急激に増加し、明瞭な最大値を示した後、急激な強度低下を示している。特にカキ殻の質量混合比が **1** である **G1** と **1.5** の **G2** の条件を採用した場合、養生日数の増加に伴い顕著な強度増加を示すことが分かる。

Fig. 2 は、**G1** ~ **G3** の条件にて作製した供試体の一軸圧縮試験から求まる一軸圧縮強度 q_u を養生日数に対して示した図である。図に示すように、全ての供試体の一軸圧縮強度は養生日数の増加に伴い増加していることが分かる。**G3** の供試体に関しては目標強度 **100 kN/m²** を達しておらず、養生日数 **10** 日においても低い強度を示した。しかし、養生 **21** 日において著しい強度増加が確認されたことから、カキ殻混合比が小さい試料に関しては養生日数を長く設定することによって更なる強度増加が期待される。以上の結果から、カキ殻混合比を **1** 以上、養生日数を **10** 日とした場合、供試体は目標強度 **100 kN/m²** 以上の高い強度を示すことが分かった。

試験条件 **G2** の供試体内部の画像を **Photo. 1** (a), (b) に示す。**Photo. 1** (a) は光学倍率を約 **15** から **20** 倍、**Photo. 1** (b) は約 **70** 倍に設定して撮影した画像である。養生 **1** 日の供試体において、粉碎したカキ殻の角張った形状が確認でき、砂粒子、カキ殻粒子の間には多くの間隙が存在することが分かる。養生 **3** 日の供試体では、カキ殻粒子の溶解が確認でき、砂粒子、カキ殻粒子が半透明状の析出物を介して結びつ

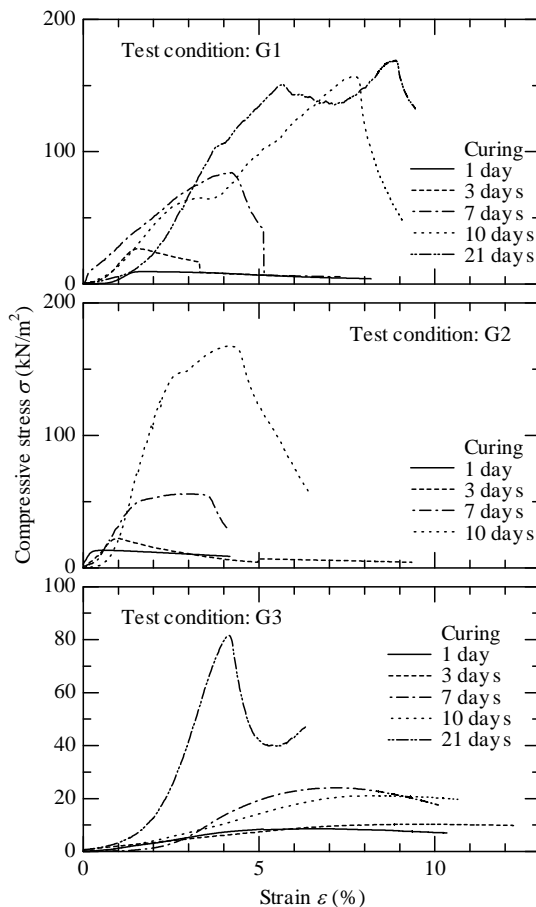


Fig.1 作製した供試体の一軸圧縮試験結果

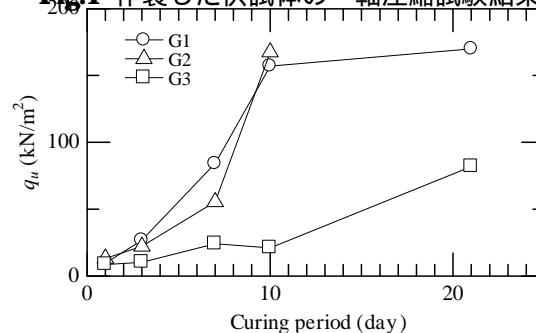
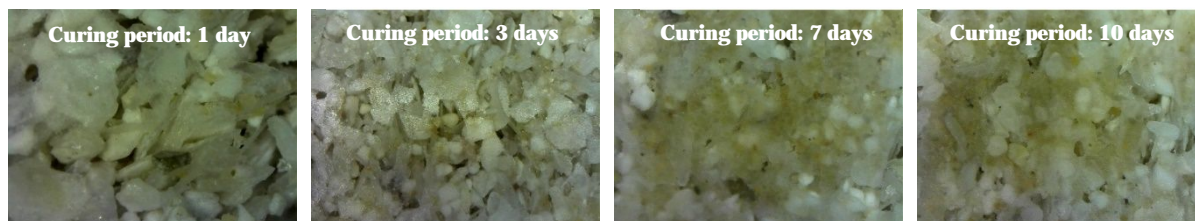


Fig.2 養生日数と供試体の一軸圧縮強度の関係



(a) Low-magnification image, $\times 15$ to 20 , of inside specimens under test condition G2



(b) High-magnification image, $\times 70$, of inside specimens under test condition G2

Photo. 1 試験条件 **G2** で作製した供試体内部の画像

Table 2 養生方向を変えた試験条件

Test case (Number of sample)	Mass mixing ratio (Oyster : Sand)	Number of injections of phosphoric acid aqueous solution	Curing period	Direction of flow
PRE(4)	0.3 : 1	pH > 5.0, Ca ²⁺ < 500mg/L	7 and 14 days	Vertical and Horizontal
FIL-CY(4)	0.3 : 1		7, 14, 21 and 28 days	Horizontal
FIL-CON(4)	0.3 : 1, 0.5 : 1	EC < 3.0 mS/cm, Ca ²⁺ < 300mg/L	7 and 14 days	

く様子が分かる。養生日数が 7 日および 10 日に達すると、観察画像内の間隙は析出物によって埋められ、密で複雑な構造骨格を形成することが分かる。特に、10 日養生の供試体においては多くの析出物が確認された。

しかしながら、本研究の結果から、ガス発生による供試体の破壊が起きることが分かった。そのため、ガスの排出の効率化と作成供試体の均質化を目的とし、先行研究でのカラムを縦向きにした養生方法（以下縦型養生）と、カラムを横向きにした養生方法（以下横型養生）で土の固化処理を行い、養生の異方性が固化処理土の強度に与える影響を検討した。試験条件を Table 2 に示す。

試験条件 PRE は、養生の異方性によって強度に変化があるかを検討するため、試料の入ったカラムを縦向きに置く縦型養生と横向きに置く横型養生で供試体を作製した。各種測定結果を Fig.3 に示す。養生 6 日目で各種測定値の変化が見られなくなった。pH が酸性の値となり、Ca²⁺濃度も下がりにくくなったことから、リン酸カルシウム化合物が析出しにくくなっていることが分かる。養生 6 日目まで Ca²⁺はリン酸水溶液交換直後に最大値の 1200mg/L 前後を示した。24 時間後には 60mg/L と低い値となり、析出物ができていることが分かる。各種測定値は、縦型養生と横型養生で相違は見られなかった。一軸圧縮試験の応力 - ひずみ曲線を Fig.3 に示す。養生期間 7 日間、14 日間ともに横型養生供試体が縦型養生供試体の 4 倍の最大圧縮応力を示した。供試体側面の構造をデジタル顕微鏡で観察した結果、横型養生供試体では、析出物で覆われて白く平らになっているが、縦型養生供試体ではガスによって生じたと考えられる亀裂が観察された。この相違は、横型養生では縦型養生に比べてリン酸溶液の接触面積が大きくなり、一様に固化が進行したことや、高さが低くガスが抜けやすくなったためだと考えられる (Fig.5)。

しかしながら、横型養生ではガスが上面側に溜まること、固化が進行するとリン酸溶液が同じ場所のみを通ること、また固化進行により間隙が少なくなり逆流が起こることから目標強度に達することはできず、均質性も不十分であった。これらの結果を踏まえて、試験条件 FIL-CY, FIL-CON では横型養生を採用し、ガス排出の更なる効率化のためにカラム内にフィルターを設置し供試体の均質化を目指した。また、FIL-CON では、循環させていた半分の量のリン酸水溶液を滞留させ供試体の更なる均質化を目指すとともに、カキ殻の割合を 0.5 に増やした供試体も作製し、強度の増加を目指した。

試験条件 FIL-CY, FIL-CON の pH の測定値の変化を Fig.6 に示す。FIL-CY では、養生 5 日目からは供試体内のリン酸水溶液が常に酸性の値となった。カキ殻の量が足りないこと、リン酸溶液の量が多いことが原因と考えられる。FIL-CON では養生期間中溶液交換から 24 時間後には中性の値となり、養生終了まで同じ傾向を示した。また、溶液が流れにくくなるこ

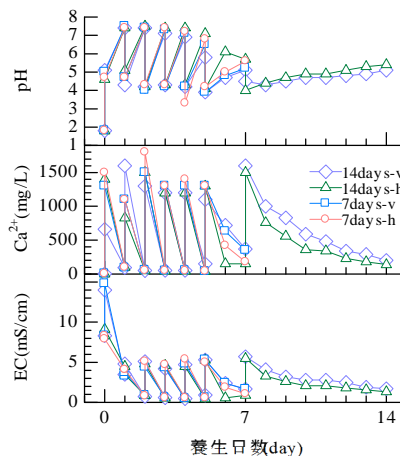


Fig.3 試験条件 PRE の各

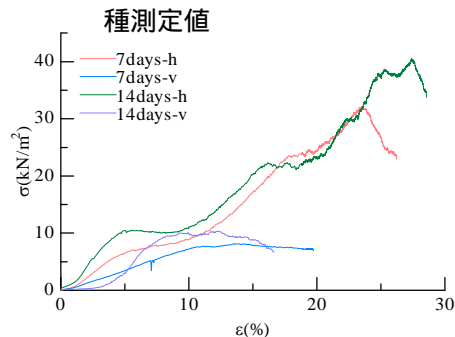


Fig.4 試験条件 PRE の応力 - ひずみ曲線

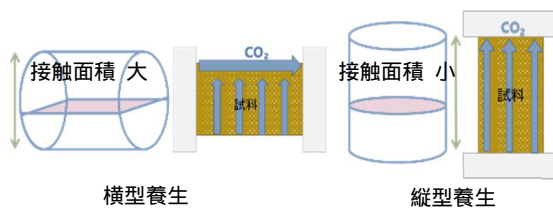


Fig.5 ガスや溶液の流れ

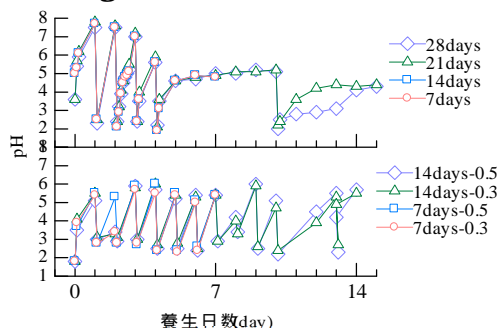


Fig.6 試験条件 FIL-CY, FIL-CON の pH

ともなかった。

試験条件 **PRE**, **FIL-CY**, **FIL-CON** の試験の横型 7 日間, 14 日間養生供試体の一軸圧縮試験の結果を Fig.7 に示す。フィルターを付けた **FIL-CY**, **FIL-CON** の供試体は、フィルターを付けない **PRE** の供試体に比べ、小さなひずみで最大圧縮応力が出ており、より均質な供試体であることが分かる。全ての一軸圧縮試験を通して最も強度が高かったのは **FIL-CY** の 14 日間養生であったため、14 日より長い養生期間ではカキ殻や析出物が溶出して析出は少なくなったと考えられる。**FIL-CON** では、リン酸溶液の量を少なくし、滞留したことで反応が進みにくく、強度はあまり出なかった。

以上の結果から、リン酸水溶液の注入回数と養生日数を増やすことによって、カキ殻と標準砂の混合試料の強度が増加することが分かった。注入回数、養生日数が増加するにつれて供試体上部の間隙の閉塞化が進行し、リン酸水溶液の通水が阻害された。そのため、発生した CO_2 ガスがカラム下部に集中し内部圧力を高めたことによって、供試体に亀裂を生じさせ強度低下につながるものが観測された。均質な強度を有する供試体を作製する点において、養生方向、フィルターを用いた送液と排気分離などの養生方法の改善が有効であることが分かった。

カキ殻と同様に廃棄物として処理される竹廃材に着目し、竹繊維を混合したローム土の力学的特性の改良効果を把握するため実験的に検討を行った。Fig.8 に岩洞湖ロームの突き固めによる締固め試験から得られた締固め曲線を示す。なお、竹繊維は乾燥土質量に対して 3% 混合している。2 つの締固め曲線を比較すると、蒸留水のみで作製した供試体は最大乾燥密度が 1.061g/cm^3 、最適含水比が 46.9% であることにに対して、竹繊維混合土の場合は最大乾燥密度が 1.023g/cm^3 、最適含水比が 52.0% となっており、先行研究と同様に竹繊維の添加に伴い最大乾燥密度は低下した。また、繊維の添加による最適含水比の増加が本試験では顕著に表れた。

Fig.9 に岩洞湖ローム土と竹繊維混合岩洞湖ローム土の一軸圧縮強さを示す。岩洞湖ローム土は $w=34.2\%$ のときに最大強度 $q_u=120.9\text{kN/m}^2$ となり、混合土では $w=26.9\%$ のときに最大強度 $q_u=176.7\text{kN/m}^2$ となっていることが分かる。また、竹繊維混合土の強度が全体的に大きくなっていることが分かる。強度向上の要因としては、繊維と土粒子間に摩擦が生じることで供試体のせん断抵抗力が大きくなり、それによって一軸圧縮強さも増大したためと考えられる。

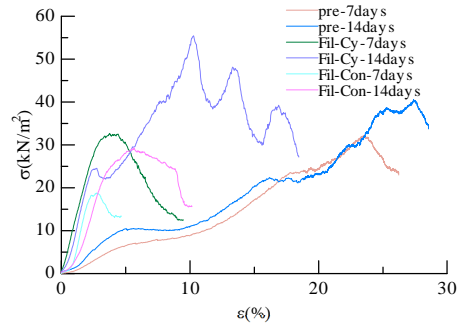


Fig.7 試験条件 **PRE**, **FIL-CY**, **FIL-CON** の応力 - ひずみ曲線

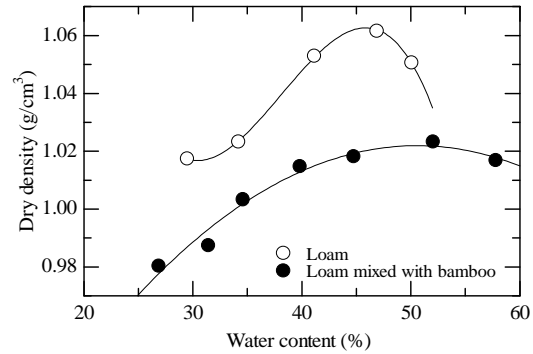


Fig.8 岩洞湖ロームと繊維混合土の締固め曲線

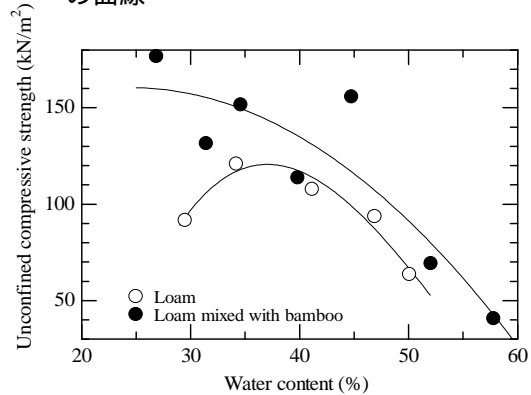


Fig.9 岩洞湖ロームと繊維混合土の一軸圧縮強さ

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Kanayama, M. and Kawamura, S.	4. 巻 9
2. 論文標題 Effect of Waste Bamboo Fiber Addition on Mechanical Properties of Soil	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Open Journal of Civil Engineering	6. 最初と最後の頁 173, 184
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 オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 金山素平 嘉本晃子 颯田尚哉 武藤由子	4. 巻 59
2. 論文標題 マイクロインデントを用いた カオリン粘土の微小力学的挙動の定量的評価	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 粘土科学	6. 最初と最後の頁 1, 9
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 金山素平 高橋長仁 山本清仁 武藤由子 倉島栄一	4. 巻 59
2. 論文標題 八郎瀉粘土地盤の圧密変形特性	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 粘土科学	6. 最初と最後の頁 10, 17
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 -

〔学会発表〕 計19件（うち招待講演 0件／うち国際学会 7件）

1. 発表者名 金野那奈美 金山素平
2. 発表標題 ガス発生を考慮した土の固化処理方法の検討
3. 学会等名 2019年度（第68回）農業農村工学会大会講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 宮 隆之 金山素平
2. 発表標題 竹纖維の形状と添加量が土の力学的特性に及ぼす影響
3. 学会等名 2019年度 (第68回) 農業農村工学会大会講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高橋長仁 金山素平
2. 発表標題 八郎瀉粘土の圧密特性
3. 学会等名 2019年度 (第68回) 農業農村工学会大会講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Motohei Kanayama
2. 発表標題 Prediction of Ground Consolidation Settlement Based on Measurement Records and Its High Accuracy
3. 学会等名 Joint Seminar between Program Study of Agricultural Engineering, Jenderal Soedirman University-Indonesia and Dept. of Food Production and Environmental Management, Iwate University-Japan (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nagato Takahashi
2. 発表標題 Consolidation Characteristics of Hachirogata Clay
3. 学会等名 Joint Seminar between Program Study of Agricultural Engineering, Jenderal Soedirman University-Indonesia and Dept. of Food Production and Environmental Management, Iwate University-Japan (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takayuki Miya
2. 発表標題 Effect of Waste Bamboo Fiber Shape and Amount on the Mechanical Properties of Soi
3. 学会等名 Joint Seminar between Program Study of Agricultural Engineering, Jenderal Soedirman University-Indonesia and Dept. of Food Production and Environmental Management, Iwate University-Japan (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高橋長仁 金山素平
2. 発表標題 八郎瀉粘土の二次圧密特性
3. 学会等名 農業農村工学会東北支部 第61回研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 金山素平 佐藤聖也
2. 発表標題 機械学習を利用した地盤の圧密沈下予測手法の検討
3. 学会等名 農業農村工学会東北支部 第61回研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 宮 隆之 金山素平
2. 発表標題 自然繊維を用いた土の補強技術
3. 学会等名 農業農村工学会東北支部 第61回研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kanato Nakamura, Tomoya Kanaizumi, Motohei Kanayama
2. 発表標題 Prediction of ground consolidation settlement based on measurement records and its high accuracy
3. 学会等名 International Symposium on Innovative Agriculture and Fishery (ISIAF 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Satoko Kawamura, Masashi Fukamachi, Motohei Kanayama
2. 発表標題 Study on engineering properties of waste bamboo fiber mixed soil
3. 学会等名 International Symposium on Innovative Agriculture and Fishery (ISIAF 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Motohei Kanayama
2. 発表標題 PREDICTION OF GROUND CONSOLIDATION SETTLEMENT BASED ON MEASUREMENT RECORDS AND ITS HIGH ACCURACY
3. 学会等名 The Global Conference on the International Network of Disaster Studies in Iwate (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kanato Nakamura, Tomoya Kanaizumi and Motohei Kanayama
2. 発表標題 Prediction of ground consolidation settlement based on measurement records and its high accuracy
3. 学会等名 PAWEES=INWEPF International Conference 2018 in Nara (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 進藤あきほ, 金山素平
2. 発表標題 カキ殻を利用した土の固化処理技術とその応用
3. 学会等名 平成30年度農業農村工学会大会講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 八矢園子, 金山素平
2. 発表標題 カキ殻の粒径が固化処理土の強度に与える影響
3. 学会等名 平成30年度農業農村工学会大会講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 川村智子, 金山素平, 深町真嗣, 弓削こずえ
2. 発表標題 リグニン混合土の工学的性質に関する研究
3. 学会等名 平成30年度農業農村工学会大会講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 金山素平, 佐藤聖也, 金泉友也, 中村哉仁
2. 発表標題 実測値を用いた盛土構造物の圧密沈下予測に関する研究
3. 学会等名 農業農村工学会東北支部 第60回研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中村哉仁, 金山素平, 佐藤聖也
2. 発表標題 地盤の圧密沈下実測データに基づいた予測とその高精度化
3. 学会等名 農業農村工学会東北支部 第60回研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 川村智子, 金山素平, 深町真嗣, 弓削こずえ
2. 発表標題 リグニン混合土の工学的性質に関する研究
3. 学会等名 農業農村工学会東北支部 第60回研究発表会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

土環境工学研究室の研究内容 http://www.agr.iwate-u.ac.jp/lab/%e5%9c%9f%e7%92%b0%e5%a2%83%e5%b7%a5%e5%ad%a6%e7%a0%94%e7%a9%b6%e5%ae%a4/ 岩手大学研究者総覧 http://univdb.iwate-u.ac.jp/profile.php?userId=781&lang_kbn=ja 土環境工学研究室の研究内容 http://www.agr.iwate-u.ac.jp/lab/%E5%9C%9F%E7%92%B0%E5%A2%83%E5%B7%A5%E5%AD%A6%E7%A0%94%E7%A9%B6%E5%AE%A4/ 岩手大学研究者総覧 http://univdb.iwate-u.ac.jp/profile.php?userId=781&lang_kbn=ja
--

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

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1件

国際研究集会 Joint Seminar between Program Study of Agricultural Engineering, Jenderal Soedirman University-Indonesia and Dept. of Food Production and Environmental Management, Iwate University-Japan	開催年 2019年～2019年
--	--------------------

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
---------	---------