

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 2 年 6 月 11 日現在

機関番号：10106

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K06550

研究課題名(和文) 寒冷地特有の斜面崩壊メカニズムを考慮した新しいのり面保護工の提案と効果検証

研究課題名(英文) Proposal and verification of effectiveness of a new slope protection work considering slope failure mechanism in cold regions

研究代表者

川口 貴之 (KAWAGUCHI, Takayuki)

北見工業大学・工学部・准教授

研究者番号：20310964

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：積雪寒冷地では、斜面表層の凍結融解や春季の融雪や降雨によって、のり面が崩壊しやすい。そこで本研究では、樹脂製のジオセルと鋼製の排水パイプを併用した新たなのり面保護工を開発し、実物大実験によってその対策効果を検証した。その結果、ジオセルによって凍結融解による変形に対して追従性を発揮し、中詰め材とした砕石によって耐侵食性にも優れていることが明らかになった。また、排水パイプによって特に融雪期に水位を大きく低下させることも明らかとなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

現在、積雪寒冷地で広く普及しているパネル型のふとんかご工は、施工の大半が手作業であることや、長期的には変形が蓄積し、耐侵食効果が失われるといった問題がある。また、本質的に背後斜面の水位低下機能は期待できない、しかし、本研究で開発したのり面保護工では、柔軟性に優れるとともに、背後斜面内の水位低下が十分に期待できることが明らかとなった。また、メカニズムについては不明な点も残っているが、その効果はのり面表層が融解する時期ほど高くなることも明らかとなり、今後、積雪寒冷地に適したのり面保護工として広く普及すると考えられる。

研究成果の概要(英文)：In snowy regions, the slopes are likely to collapse due to freezing and thawing of the surface of the slope, snow melting and rainfall in spring. Therefore, in this study, we developed a new type slope protection work using both plastic geocells and steel drainage pipes, and verified the effect of the countermeasure by a full-scale experiment. As a result, it was clarified that geocells exert followability to the deformation caused by freezing and thawing, and the crushed stone used as the filling material has excellent erosion resistance. It was also clarified that drainage pipes greatly reduces the water level especially during the snowmelt season.

研究分野：地盤工学

キーワード：のり面保護 寒冷地 凍結融解 凍上 斜面安定

1. 研究開始当初の背景

北海道のような寒冷地では、凍結した地盤が融解し、融雪も進む春先に、比較的極表層をすべり面とする崩壊が多発する。この崩壊メカニズムについては、冬に凍結した斜面表層は春に地表面から融解するが、その奥には難透水性の凍土域が残存することになる。そして、表土が凍上すれば水分が表層に集まる（アイスレンズの形成）ため、これが融けた多量の水分は地中に浸透できずに表層が泥濘化する。その結果、背後から浸透してくる湧水や融雪水うまく排出できずに水位上昇が起これ、これらが要因となって崩壊すると考えられている。

このような斜面崩壊箇所の応急処置や復旧対策として、現状ではドレンカゴなどと呼ばれる薄型のおとんかごが多用されており、寒冷地に適したのり面保護工として広く認識されている。しかし、10年以上経過したものの中には、大きく変形し、崩壊に至るものも多くなってきた。この崩壊メカニズムについては、1つの面積が大きく、金属製であるため、表層が上下動を繰返すことで中詰材の移動と変形が蓄積して追従性が失われていくこと、吸出し防止として敷設されている不織布の透水性が低下し、背後からの湧水や融雪水等が不織布の裏側を流下して、境界の土を徐々に浸食することが主な要因だと考えている。

以上のことから、おとんかごよりも柔軟で長期的な追従性が確保でき、凍土域の浅部だけでなく深部からも排水できる機能を有したのり面保護工の開発と普及が急務との認識に至った。特に、2016年8月の北海道豪雨災害でも明らかになったように、寒冷地の道路斜面環境は過酷さを増しており、のり面保護工における排水能力の向上は融雪期に限らず極めて重要になっている。そのような背景から、上記の性能を満足する新たなのり面保護工について検討した結果、樹脂製のジオセルを利用すれば、1セルのサイズはかなり小さく柔軟なため、中詰材の移動が生じにくく、長期的な追従性を確保できるようになると考えた。また、ジオセル内から凍土域を貫くよう、最大凍結深以上まで排水パイプを打設すれば、春先には泥濘化した表層部や深部からの湧水や融雪水を、夏季にはゲリラ豪雨等による多量の浸透水をスムーズに排出できるようになり、上記のような斜面災害を大幅に減少できると考えた。

2. 研究の目的

そこで本研究では、排水パイプの打設本数を変えた3ケースからなる高さ約5mの実物大盛土斜面を構築し、試験盛土に設置された各種計測機器から、特に凍結融解に伴う変形挙動や温度変化、水位や水分量の変化を計測する。ただし、この試験盛土でのジオセルのサイズや中詰材、排水パイプの材質、打設間隔、打設長等は試行的に決定したため、より効果的に機能するための改善策の検討も必要である。そこで、土質の異なる盛土斜面も構築し、数多くのケースからなる実物大実験の結果から、最終的には寒冷地におけるジオセルと排水パイプの効果やそのメカニズムを明らかにすることを目的とする。さらに、景観や環境保全の観点からも道路斜面で要求されることが多く、おとんかごでは困難な緑化方法についても検討する。

3. 研究の方法

写真-1は、最初に構築した試験盛土斜面（地点①）とのり面保護工の施工過程を示したものである¹⁾。初めに、北海道東部にある採土場内の斜面の一部を掘削し、背後や天端から盛土内に浸入した融雪水などが原地盤以深に浸透しないよう、掘削底面に遮水シートを敷設した。そして、1層の高さは0.3mで計17層とし、各層は振動ローラーやタンパーで締固めながら、幅・高さともに約5m、のり面勾配1:1.5（斜面長約9m）の片盛土斜面を3ケース（A、B、C）構築した。ここで、ケースAはのり面全体に、ケースBはのり尻付近のみに排水パイプを打設し、両者ともに砕石（C40）を中詰め材としたジオセルをのり面に設置した。また、ケースCは比較対象として、パイプの打設もジオセルの設置も行わないケースとした。なお、ケース間における水や熱の出入りが極めて少なくなるように、各ケースの側面も遮水シートで仕切り、表層から深さ約1.8mまでの深さまでは断熱材でも仕切った。使用した盛土材は採土場から採取した細粒分質礫質砂に分類される砂質土（礫分29%、砂分49%、細粒分22%）であり、凍上試験から得られた凍上速度は0.25mm/hであった（凍上性は中位）。

図-1は、本のり面保護工を施工した2か所（地点①、②）における代表的なケースの中央断面である²⁾。ただし、排水パイプは千鳥配置となっているため、中央断面にないパイプについても点線で表している。地点Aは、先述した採土場内の斜面の一部を掘削し、勾配1:1.5、高さ5.1m（計17層）、幅15.3mとなるように構築した盛土のり面である。この中に排水パイプの打設範囲が異なる3ケース（各ケースの幅5.1m）を設けており、ここに示したのは、のり面全体に8段44本の排水パイプを打設したケースである（水平打設間隔と各段の間隔がともに約1mの千鳥配置）。また、天端後方には湧水環境を模擬するためにトレンチを設け、雨水や融雪水を溜めている。なお、各ケース間（側面）と底面には遮水シートを設置して水理境界を明確にしている。

一方、地点Bは北見工業大学が保有する屋外研究施設（オホーツク地域創生研究パーク）内にある建設残土（高さ5.5m）を幅約50mにわたって勾配1:1.5になるように整形したのり面に対して施工したのり面保護工である。ここには、最終的にジオセルのサイズや排水パイプの有無等が異なる計14ケースを設けており、図中に示したのは、のり面全体に7段25本の排水パイプ

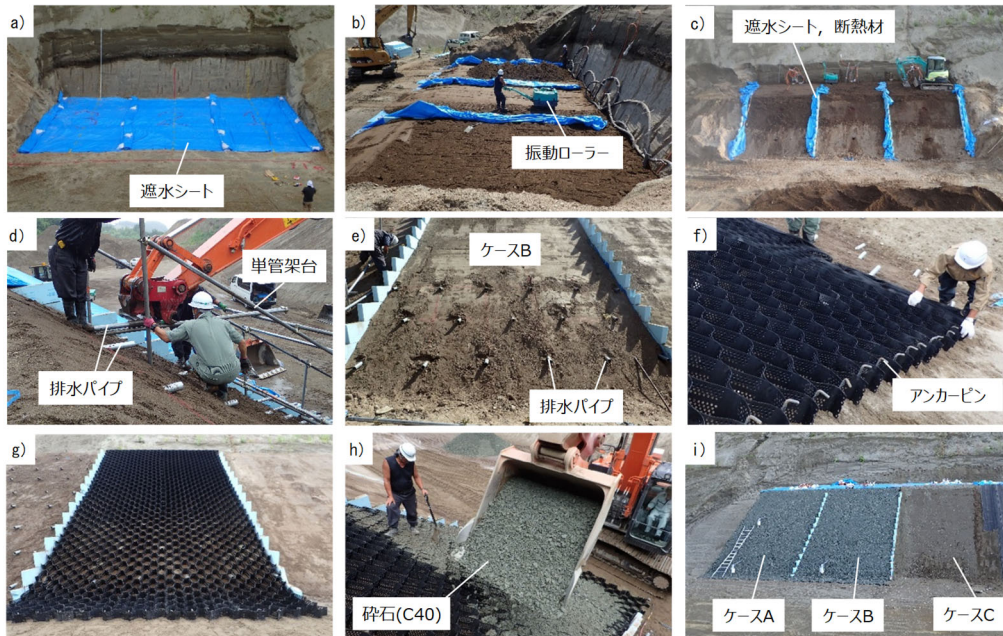


写真-1 地点①における本のり面保護工の施工の様子

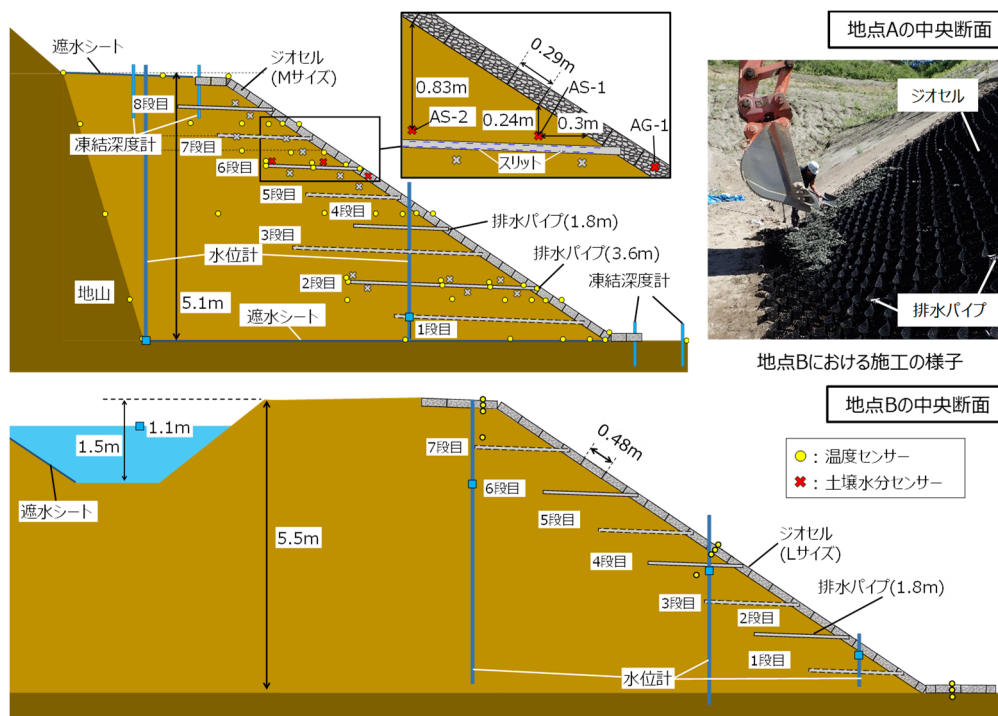


図-1 地点①, ②に施工した本のり面保護工に関する概略図

を打設したケースである（水平打設間隔と各段の間隔がともに約2mの千鳥配置）。なお、ケース間に遮水シートは設置しておらず、水理境界は明確ではない。図中には、本斜面安定工を施工する様子の一部も示している。高耐食性メッキが施された抜き穴（スリット）が多数ある鋼製の排水パイプを所定の間隔で圧入し、いずれの地点も高さ15cmのジオセルを設置した上でセル内に砕石（C40）を充填した。なお、スリットの全てがジオセル層背後のり面内に入るまでパイプを挿入した（ジオセル層内にスリットは無い）。また、施工性の違いを確認するため、地点Aでは標準展開時のジオセルサイズが縦0.29m×横0.32m（Mサイズ）、地点Bでは縦0.48m×横0.51m（Lサイズ）のものを使用した。この違いによって、地点Aでは排水パイプの施工後にジオセルを設置したが、地点Bではジオセル設置後に排水パイプの施工を行った。

4. 研究成果

図-2の左側は、地点①において、2016年8月の北海道豪雨に伴う大雨前後の10日間を拡大したものである¹⁾。中段および下段の比較的浅い位置（A-M-1, B-M-1, C-M-1とA-D-1, C-D-1）で計測した体積含水率 θ （図中の実線）をそれぞれ比較すると、全般的にケースAは降雨時にお

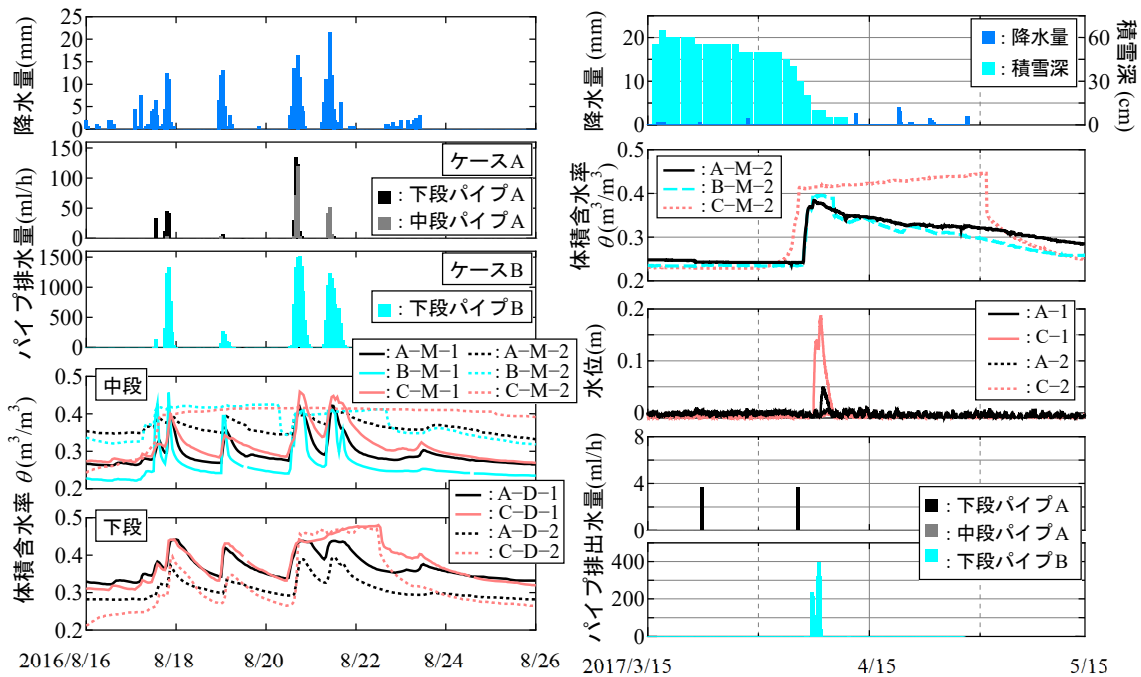


図-2 地点①で観測された斜面内の体積含水率やパイプからの排水量
(左：2016年8月北海道豪雨時，右：融雪期)

ける θ の上昇量が小さく、低い θ を維持する傾向にあることが分かる。次に、比較的深い位置(A-M-2, B-M-2, C-M-2とA-D-2, C-D-2)で計測した θ (図中の点線)についても、ケースAは他ケースに比べて、降雨後に高い θ を維持している時間が短く、速やかに減少する傾向にあることが確認できる。特に、ケースB中段の比較的深い位置にあるB-M-2はセンサー近傍にパイプが打設されていないにもかかわらず、ケースCよりは短い時間で θ が減少している。以上のことから、ジオセルと排水パイプを併用した本のみり面保護工が効果的に機能し、大雨による盛土内の水分上昇を抑制できていることが伺える。

図-2の右側は、地点①において、融雪期の2か月間における計測結果を拡大したものであり、中段の比較的深い位置で計測された θ (A-M-2, B-M-2, C-M-2)、ケースAとCで計測された盛土内水位、各パイプからの排水量の推移を比較したものである。斜面上の積雪深が急激に減少するタイミングで各ケースの θ も上昇しているが、ケースA, BではケースCよりも明らかに遅れて上昇しており、C40を中詰め材としたジオセルがあることで、盛土内の水分上昇を遅らせていることが伺える。また、 θ の上昇量はケースA, B, Cの順に大きくなっており、高い値を維持している期間もその順に大きくなっていることが分かる。さらに、盛土内の水位上昇は中腹に設置したストレーナー管(A-1, C-1)でのみ観測されたが、この水位の高さもケースCよりケースAの方が明らかに小さいことが分かる。地点②においても、融雪期における排水量の増加や水位低下が見られたことを考えると、融雪期においても本のみり面保護工は効果的に機能し、融雪水による盛土内の水分上昇を十分に抑制できていると考えられる。

図-3は、地点②に施工した本のみり面保護工(図中左側)と、これと併設した特殊ふとんかご工(図中右側)における背後斜面内の地下水位の変化を比較したものである³⁾。特殊ふとんかご工の水位が最大となった計測日と、厳冬期ならびに融雪期の代表的な3計測日における水位を断面図にプロットし、盛土内の概略的な水位形状を比較している。降雨や融雪直後には両ケースともに水位が大きく上昇するが、その後は排水パイプが設置されたケースでは大きく水位が低下し、天端では1.5m、中腹でも1m程度の水位差が生じていることが分かる。また、ロープ式水位計で最初に計測した9月上旬における両ケースの水位差はそれほど大きくないものの、その直後から特に天端で水位差が拡大しており、最高水位となった計測日には、天端直下やのり面中腹において1.5m以上もの水位差が生じていることが分かる。さらに、2017年8月中は降水量が極めて少なかったにもかかわらず、パイプからの排水が継続的に生じていたことを考えると、先述の水位低下や水位差の形成が排水パイプの打設によって生じたものと確認でき、排水パイプを設置することで、特殊ふとんかご工に比べて大きく背後斜面内の水位低下を実現でき、この工法は湧水環境にあるような寒冷地のり面の安定性向上に対して極めて効果的であることが確認された。

5. まとめ

本研究で開発した新たなのみり面保護工に関して得られた知見に関して、紙面の都合上、割愛した知見を含めて以下にまとめる。

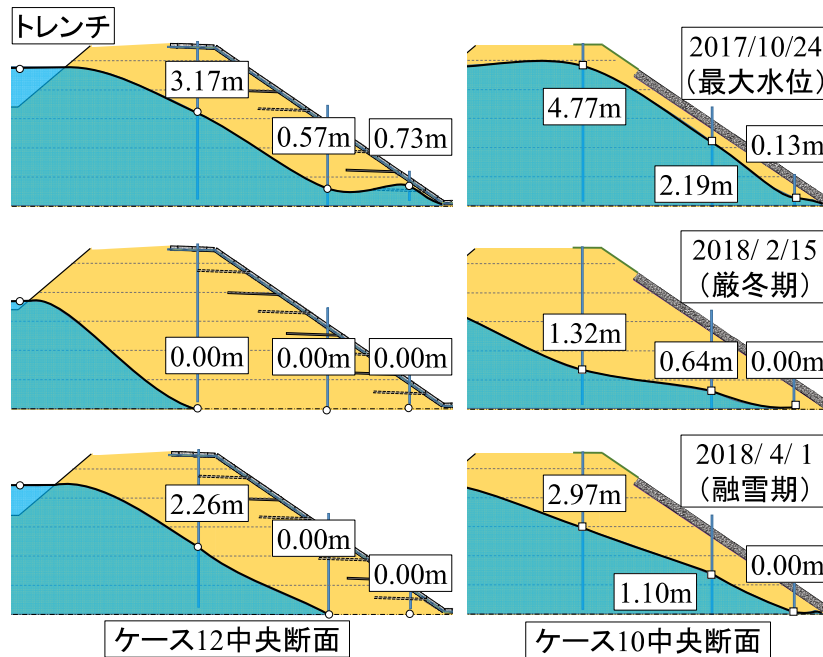


図-3 地点②で計測した本のり面保護工と特殊ふとんかご工を施工した斜面内の水位
(左：本のり面保護工，右：特殊ふとんかご工)

- ・ジオセルと排水パイプを併用した本のり面保護工を施工した試験盛土斜面において、降雨や融雪時にパイプから排水されていることを確認した。特に、水位が形成されているとは考えにくい高さに打設されたパイプからの排水も確認した。
- ・ジオセルと排水パイプを併用した本のり面保護工によって、雨水や融雪水の浸透による体積含水率の上昇が抑制され、速やかに低下することが明らかとなった。
- ・のり面表層が凍結した期間では、降雨や融雪に対して排水しやすくなり、排水量も増加することが分かった。
- ・中詰材について、砂質土には雨滴侵食やパイプ排水による侵食の恐れがあるため、碎石 (C40) の優位性を確認した。一方、緑化が必要な場合、中詰材を凍上性が低いことを確認した砂質土とし、緑化可能な侵食防止シートと併用することが効果的だと分かった。
- ・碎石を中詰材としたジオセルと排水パイプを併用したケースでは、特殊ふとんかご工のケースと比べて盛土内水位が大きく低下していることを確認した。よって、湧水環境にあるような斜面の安定性向上に対して、排水パイプの打設が極めて効果的であることが分かった。

- 1) 大谷匠，川口貴之，川尻峻三，中村大，川俣さくら，原田道幸，安達謙二，山岸雅晶：ジオセルと排水パイプを併用した斜面安定工の開発と性能評価，ジオシンセティックス論文集，Vol. 32，pp. 101-108，2017. 12.
- 2) 大谷匠，川口貴之，川尻峻三，中村大，衛藤遼，原田道幸，安達謙二，山岸雅晶：ジオセルと排水パイプを併用した斜面安定工における降雨と融雪による排水挙動，ジオシンセティックス論文集，Vol. 33，pp. 1-8，2018. 12.
- 3) 原田道幸，川口貴之，川尻峻三，中村大，大谷匠，山下聡：積雪寒冷環境下におけるジオセルを用いた斜面安定工に関する検討，ジオシンセティックス論文集，Vol. 33，pp. 91-98，2018. 12.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計14件（うち査読付論文 12件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 劉爽, 川口貴之, 中村大, 川尻峻三, 小笠原明信, 原田道幸, 林豪人	4. 巻 34
2. 論文標題 ジオセルとジオグリッドを併用した補強土壁の凍結指数に応じた壁面材厚に関する検討	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ジオシンセティックス論文集	6. 最初と最後の頁 115-122
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5030/jcigsjournal.34.115	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 平井泰輔, 川口貴之, 川尻峻三, 中村大, 衛藤遼, 原田道幸, 安達謙二	4. 巻 34
2. 論文標題 ジオセルと排水パイプを併用した斜面安定工の排水メカニズムに関する模型実験	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ジオシンセティックス論文集	6. 最初と最後の頁 107-114
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5030/jcigsjournal.34.107	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 原田道幸, 川口貴之, 中村大, 平井泰輔, 衛藤遼, 川尻峻三, 山下聡	4. 巻 34
2. 論文標題 ジオセルを用いたのり面保護工における省力化と緑化に関する検討	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ジオシンセティックス論文集	6. 最初と最後の頁 87-92
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5030/jcigsjournal.34.87	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 山口滉平, 中村大, 川口貴之, 川尻峻三, 原田道幸, 苅蒲哲也	4. 巻 34
2. 論文標題 砕石上に設置した植生基材注入工の緑化性能	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ジオシンセティックス論文集	6. 最初と最後の頁 93-100
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5030/jcigsjournal.34.93	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 中陣実咲希, 中村大, 川口貴之, 川尻峻三, 原田道幸	4. 巻 34
2. 論文標題 植生シートの侵食抑制効果に関する評価手法の検討	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ジオシンセティックス論文集	6. 最初と最後の頁 101-106
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5030/jcigsjournal.34.101	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 大谷匠, 川口貴之, 川尻峻三, 中村大, 衛藤遼, 原田道幸, 安達謙二, 山岸雅晶	4. 巻 33
2. 論文標題 ジオセルと排水パイプを併用した斜面安定工における降雨による排水挙動	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 ジオシンセティックス論文集	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) 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 川口貴之, 劉爽, 小笠原明信, 中村大, 川尻峻三, 林豪人, 原田道幸	4. 巻 33
2. 論文標題 ジオセルとジオグリッドを連結した補強土壁の凍上対策に関する検討	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 ジオシンセティックス論文集	6. 最初と最後の頁 99-104
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 原田道幸, 川口貴之, 川尻峻三, 中村大, 大谷匠, 山下聡	4. 巻 33
2. 論文標題 積雪寒冷環境下におけるジオセルを用いた斜面安定工に関する検討	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 ジオシンセティックス論文集	6. 最初と最後の頁 91-98
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 宋白楊, 中村大, 川口貴之, 川尻峻三, 山口滉平, 山下聡	4. 巻 43
2. 論文標題 ケンタッキーブルーグラス(<i>Poa pratensis</i> L.)の根系が細粒土のせん断強度に与える影響	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本緑化学会誌	6. 最初と最後の頁 15-20
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 山口滉平, 中村大, 川口貴之, 川尻峻三, 宋白楊	4. 巻 61
2. 論文標題 寒冷地で発生した極表層をすべり面とする斜面崩壊の調査と安定解析	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 第61回地盤工学シンポジウム論文集	6. 最初と最後の頁 CDROM
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 無
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 川内谷 勇真, 宋 白楊, 中村 大, 川口 貴之, 川尻 峻三, 山下 聡	4. 巻 43
2. 論文標題 凍結融解履歴を受けた草本植物の根系を含む細粒土のせん断特性に関する基礎的研究	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 日本緑化学会誌	6. 最初と最後の頁 144 ~ 149
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.7211/jjsrt.43.144	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 川俣 さくら, 川口 貴之, 川尻 峻三, 中村 大, 倉知 禎直, 林 啓二, 山下 聡	4. 巻 32
2. 論文標題 積雪寒冷環境におけるギャビオン補強土壁の適用性に関する研究	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 ジオシンセティックス論文集	6. 最初と最後の頁 109 ~ 116
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.5030/jcigsjournal.31.1	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 大谷 匠、川口 貴之、川尻 峻三、中村 大、川俣 さくら、原田 道幸、安達 謙二、山岸 雅晶	4. 巻 32
2. 論文標題 ジオセルと排水パイプを併用した斜面安定工の開発と性能評価	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 ジオシンセティックス論文集	6. 最初と最後の頁 101 ~ 108
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.5030/jcigsjournal.32.101	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 大谷 匠、衛藤 遼、川口 貴之、川尻 峻三、中村 大、山下 聡、原田 道幸、新目 陽平	4. 巻 58
2. 論文標題 ジオセルを用いた斜面安定工に関する実物大実験	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 地盤工学会北海道支部技術報告集	6. 最初と最後の頁 281 ~ 290
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 無
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5件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 平井 泰輔, 古矢達也, 原田道幸, 新目陽平, 川口貴之, 中村大
2. 発表標題 2層構造のジオセルからなるのり面保護工に関する実物大実験
3. 学会等名 第60回地盤工学会北海道支部技術報告会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 古矢達也, 川口貴之, 中村大, 川尻峻三, 原田道幸, 安達謙二
2. 発表標題 ジオセルや排水パイプを用いたのり面保護工に関する屋外土槽試験
3. 学会等名 土木学会北海道支部 令和元年度 年次技術研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 劉爽, 川口貴之, 中村大, 川尻峻三, 林豪人, 原田道幸
2. 発表標題 凍上対策を施したジオセルとジオグリッドを連結した補強, 土壁の現地計測
3. 学会等名 土木学会令和元年度全国大会 第74回年次学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中陳実咲希, 山口滉平, 中村大, 川口貴之, 川尻峻三, 山下聡
2. 発表標題 寒冷地で発生した極表層をすべり面とする斜面崩壊に関する基礎的研究
3. 学会等名 地盤工学会北海道支部 第59回年次技術報告会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 衛藤遼, 大谷匠, 平井泰輔, 川口貴之, 中村大, 川尻峻三, 山下聡
2. 発表標題 ジオセルを敷設した模型盛土のり面に対する散水実験
3. 学会等名 地盤工学会北海道支部 第59回年次技術報告会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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 分担者	中村 大 (NAKAMURA Dai) (90301978)	北見工業大学・工学部・准教授 (10106)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	川尻 峻三 (KAWAJIRI Shunzo) (80621680)	北見工業大学・工学部・准教授 (10106)	
研究 分 担 者	渡邊 達也 (WATANABE Tatsuya) (80636168)	北見工業大学・工学部・助教 (10106)	