



Akita Society of Quarrying Engineers

# 秋田県採石研究会 会報 創刊号

2017.6 No.1 発行者：秋田県採石研究会

## CONTENTS

ニュース	
会報の創刊	1
▪ 秋田県採石研究会会長あいさつ	
▪ 一般社団法人秋田県採石業協会会長祝辞	2
▪ 秋田県資源エネルギー産業課課長祝辞	
トピックス	
研究会設立について	3
砕石新聞記事	
技術報告	
▪ 低品位砕石のコンクリート骨材への適用性について	4
▪ 弾性力を利用したフック式岩盤グリッパーの引掛かり挙動について	6
お知らせ	
研究会役員	8
会員募集	

ニュース

## 会報の創刊



### ■ 会報の創刊に寄せて

秋田県採石研究会

会長 今井 忠 男 (秋田大学教授)

#### ◎秋田県採石研究会の設立について

**本**研究会は、平成26年8月8日の設立総会において、約30名の会員参加者の賛同を得て、設立することができました。本会設立にご尽力いただきました、秋田県採石業協会様および秋田県資源エネルギー産業課様には、厚く御礼申し上げます。

さて、本研究会の設立目的は、秋田県の採石業を取り巻く諸課題について調査研究し、研究会を通じて、会員が相互に採石業に関する知見を深めることにあります。そのためには、県内の採石業に携わる行政担当者、事業者、大学研究者等が一同に集まり、採石業の課題について真摯に意見交換をする場が必要と考え、本会の設立を進めてきました。本研究会は、これからも会員を増やし、産官学の相互交流の場として発展していくことで、業界に貢献したいと考えています。

#### ◎会報の目的と意義について

**ア**の会報は、本会の1年の活動報告を記録するだけでなく、会員の皆様に、採石業の諸課題に関する取り組みや、新たな知見を伝えるための重要な

メディアであると考えています。この会報は、会員の皆様の現業改善への一助となることを目的としつつ、一般の多くの皆様にも読まれ、採石業への理解が深まることも期待し発刊いたしました。

#### ◎今後の活動について

**ま**ずは、本会会員の皆様の情報を元に、秋田県の採石業が共通に抱える問題を整理し、それぞれの問題の背景を調査して、問題の可視化、記録化を進めたいと考えています。また、本県の諸課題と同様な課題を、全国の他地域では、どのように対応しているのかについて、全国組織の協会や学会と連携しながら調査し、本会を通じて先進事例を紹介したいと考えています。また、秋田県における採石業の将来を見据え、全国の採石業界で行われつつある、先端的な事業変革の流れを把握し、会員の皆様に情報提供したいと考えています。

今後の活動につきましては、研究会および本会報を通じて会員の皆様に情報提供したいと思います。今後の活動にご協力をお願いいたします。



## ■ 祝 辞

一般社団法人秋田県採石業協会  
会 長 菅 原 廣 悦

**秋**田県採石研究会の会報の創刊を心からお慶び申し上げます。貴研究会は、平成26年8月に採石に関する諸問題について、研究討論をし、採石に関する知見の交流と採石業の支援を図る事を目的に発足しました。それ以来、講演会の開催や一般社団法人資源・素材学会との共催による資源・素材2016（盛岡）の共催などの諸事業を実施してきており、着実に成果を上げてきておりますことに対しまして心から敬意を表したいと思います。また、当協会から多数の会員が貴研究会に参加させていただいていることも大変名誉な事だ

と思っております。

当協会としましても、産・学の連携の場として、貴研究会から採石に関する最新の技術や情報の提供などに多いに期待しているところであり、可能な限りのご協力・ご支援を行ってまいりたいと考えております。

貴研究会が会報の創刊を一つの契機としてさらに飛躍し、益々発展しますとともに、砕石の生産量の減少など課題が山積している当協会に対しまして、ご指導・ご協力をお願いしまして、創刊の祝辞といたします。



## ■ 祝 辞

秋田県産業労働部資源エネルギー産業課  
課 長 阿 部 泰 久

**こ**の度、秋田県採石研究会の会報が創刊の運びとなりましたことに、謹んでお喜び申し上げます。

貴研究会は、採石に関する諸問題の研究討論や採石に関する知見の交流を通じて採石業の支援を図ることを目的に設立されており、こうした目的に沿った取組の蓄積が、この度の会報の創刊に結実したものと考えております。

さて、採石業をとりまく課題として、公共事業の減少等に伴う生産量の減退や現場の作業人員の高齢化、老朽化した破碎・選別プラントの維持管

理など様々ありますが、日々、こうした課題解決に向け、活動を展開なさっている会員の皆様には深く敬意の念を表したいと思います。

おわりに秋田県採石研究会の活動が、採石業界の抱える課題の解決に寄与し、本県の採石業の発展に繋がりますことを御祈念申し上げ、創刊の祝辞といたします。



平成18年度 資源・素材学会春季大会の講演要旨を再掲

秋田大・工資 今井 忠男  
秋田大・工資 艾 純一  
秋田大・工資 杉本文男

## 1. はじめに

コンクリートは、セメントと骨材より構成されているが、いずれも国内で供給可能な資源である。そのうち、コンクリート容積の70%程度を占める骨材は、より消費地に近い地域から供給されるのが経済的に望ましい。現在では、環境保全の立場から川砂利の採取が規制されているため、骨材の主たる供給源は採石場の砕石である。

しかしながら、秋田県で生産される砕石の多くは、骨材のJIS規格に適合しないため、秋田県内で使用されるコンクリートの骨材には、県外産の砕石の利用量が増加している。

本研究では、秋田県内で多く生産されるJIS規格を満たさない砕石を骨材に用い、コンクリートの強度特性を実験的に調べ、骨材利用への可能性について示した。

## 2. コンクリート用骨材の規格

### 2.1 砕石骨材と軽量骨材

表1に骨材のJIS規格を示す。コンクリート用骨材には、岩石、スラグ、人工軽量材などが用いられるが、そのうちの(a)砕石骨材と(b)軽量骨材の規格を比較する。

砕石骨材の規格では、比重、吸水率など材料の基礎物性値が規格となるのに対し、軽量骨材の規格では、ある配合条件でコンクリートを作製したときのコンクリート強度が規格となっている。コンクリート製品の立場からは、砕石骨材も、

表1 骨材のJIS規格

(a) 砕石骨材 (JIS A 5005)		(b) 軽量骨材 (JIS A 5002)	
項目	規格値	項目	規格値
比重	> 2.5	W/C (%)	40
吸水率 (%)	< 3.0	S/a (%)	40
すり減り減量 (%)	< 40	スランプ (cm)	8
安定性 (%)	< 12	コンクリート強度(MPa)	40

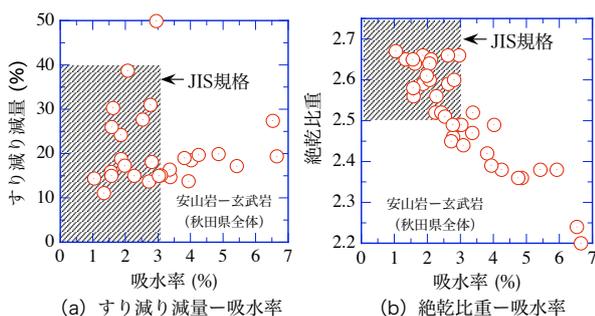


図1 秋田県で生産されている砕石の品質<sup>1)</sup>

軽量骨材の規格のように、骨材の評価を製品であるコンクリートの強度でおこなう方が妥当であると考えられる。

砕石骨材の規格にも、すり減り減量や安定性など材料強度に関わる物性値が含まれるが、作製したコンクリートの強度にそれらの値がどのように影響するかは不明である。ただし、吸水率は孔隙や亀裂の多さなど岩石の空隙構造と関連しているため、岩石の力学的性質にも多少の関係がある。以上のことから、砕石骨材の比重や吸水率などの物性値と作製したコンクリート強度との関係を調べ、従来のJIS規格について検証する必要がある。

### 2.2 秋田県内の砕石資源

秋田県内で生産される砕石の岩種構成は、ほとんどが新第三紀から第四紀にかけての比較的若い安山岩と、一部の玄武岩からなっている。図1は秋田県工業技術センターが調査した、秋田県内における砕石骨材の評価データ<sup>1)</sup>をグラフにまとめたものである。図1(a)にはすり減り減量と吸水率の関係からJIS規格内にある砕石を示した。吸水率に関わらず、すり減り減量が40%以上のものは少ない。また図1(b)には同様に絶対乾比重と吸水率の関係を示した。絶対乾比重と吸水率には負の相関がある。この理由は、安山岩の真比重はほぼ等しいため、岩石の比重は吸水率と関連する空隙率によって変化するためと考えられる。文献データのうち、すべての規格を満たす砕石全体の40%程度である。上述の関係から、現状のJIS規格に従えば、砕石骨材の評価は吸水率が最も重要な値と考えられる。

## 3. 研究手法

### 3.1 砕石試料

本研究では、表2に示すように、秋田県内の代表的な4つの砕石生産地域から、(A)~(D)の4種類の岩石を採取した。(B)は玄武岩、他は安山岩である。図2に4つの試料の絶対乾比重と吸水率の関係を示した。この図から骨材規格に適合するのは(A)のみである。(B)は玄武岩のため吸水率に対し比重が大きくなっている。(D)の値が大きければ原因は、空隙分布の偏りのためである。

表2 試料の岩石分類

試料名	岩種	産地
(A)	安山岩	仙北
(B)	玄武岩	北秋田
(C)	安山岩	秋田
(D)	安山岩	にかほ

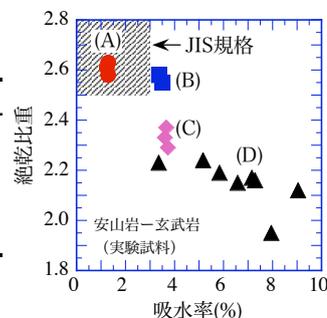
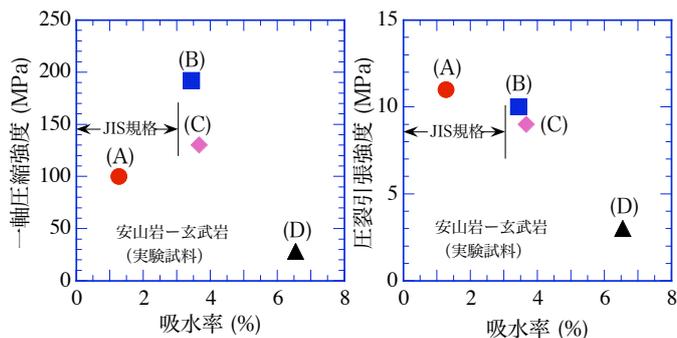


図2 試料岩石の品質

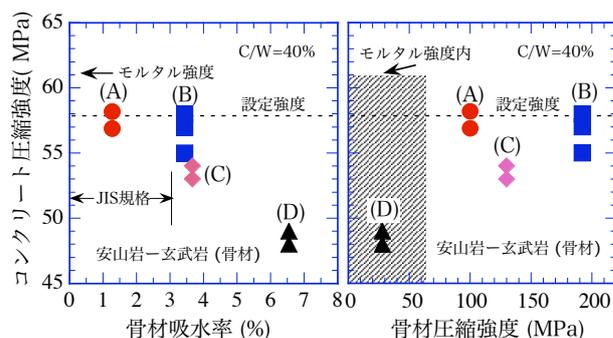
### 3.2 コンクリートの圧縮強度試験

これら4つの砕石を用い、表3の配合比に基づいてそれぞれコンクリート試験片を作製した。なお、細骨材には山砂



(a) 一軸圧縮強度－吸水率 (b) 圧裂引張強度－吸水率

図3 試料岩石の力学特性と吸水率との関係



(a) 吸水率 (b) 一軸圧縮強度

図4 コンクリート強度に及ぼす骨材物性の影響

表3 コンクリートの配合表

水セメント比 W/C (%)	空気量 (%)	細骨材率 S/a (%)	単位水量 kg/m <sup>3</sup>
40	2.0	45	185

を共通に用いた。試験片の形状はφ10cm、高さ20cmの円柱形とし、水温20℃前後の水中で28日間養生した。さらに、養生後の試験片を用いて一軸圧縮試験をおこない、その発現強度から各岩石の骨材としての有効性について検討した。

先に、骨材として適する(A)を用いて、コンクリート作製および養生管理に関する精度試験をおこなった。その結果、作製したコンクリート試験片の強度誤差は5%以内であった。

#### 4. 実験結果および考察

##### 4.1 砕石試料の力学物性

試料岩石の吸水率と一軸圧縮強度との関係を図3(a)に、圧裂引張強度との関係を図3(b)に示す。図3(a)より圧縮強度は亀裂や空隙構造には鈍感なため、吸水率が小さい領域では相関はない。これに対し、引張強度は亀裂や空隙構造に敏感であることから、吸水率との相関が見られるが、低い吸水率の領域では、吸水率の増加に対する引張強度の低下は小さいことがわかる。

したがって、安山岩および玄武岩の強度特性が大きく低下するのは、少なくとも吸水率が4%以下の領域であることがわかった。

##### 4.2 コンクリート強度と骨材強度との関係

図4にコンクリート試験片の一軸圧縮試験結果を示す。コンクリート強度に対する骨材吸水率の影響を図4(a)に、骨材圧縮強度の影響を図4(b)に示す。図中には、W/C=40%のときのモルタルの強度および骨材(A)のコンクリートから予測される強度(設定強度)を示した。図4(a)より、骨材吸水率が大きいほどコンクリート強度が低下していることがわかる。図4(b)では、骨材の圧縮強度がモルタル強度以下の(D)のみ、コンクリート強度が急激に低下しているが、モルタル強度以上の骨材では相関はない。ただし、ここで用いた骨材は全て軽量骨材の規格(W/C=40%、圧縮強度40MPa以上)を満たしている。

また、モルタル強度より、どのコンクリート試験片の強度

も低下していることから、コンクリートは骨材あるいは骨材とモルタルの接合面で破壊すると推察される。

とくに、吸水率は引張強度と関連があることから、コンクリートの圧縮破壊は骨材の引張破壊に起因する可能性が示唆される。さらに、モルタルの圧縮強度以下の骨材を用いる場合には、骨材の圧縮強度以上のコンクリート強度は期待できないことがわかった。

#### 5. おわりに

本研究の結果、砕石骨材のJIS規格のうち、コンクリート強度と最も相関が高いのは吸水率であることがわかった。しかし、吸水率が7%程度の骨材であっても、軽量骨材規格を満たしており、砕石骨材のJIS規格は骨材の評価に対し、オーバースペックであることがわかった。

また、砕石骨材は、モルタル強度以上の圧縮強度があれば、骨材として利用可能である。とくに砕石骨材の引張強度は、コンクリート強度と最も良い相関にあることから、骨材の規格として有効と考えられる。

#### 謝辞

本研究の遂行にあたり、コンクリートの作製および試験法について御指導いただいた、本学土木環境工学科教授加賀谷誠先生に御礼申し上げます。また、若松コンクリート(株)様をはじめ、ご協力いただいた秋田県内の各砕石企業の方々に感謝を申し上げます。

#### 引用文献

- 1) 秋田県工業技術センタ(1990): 県内産骨材の有効活用に関する研究, 秋田県工業技術センタ調査・研究報告書, p. 4.

平成28年度 日本材料学会秋季大会の講演要旨を再掲

秋田大学 木崎 彰久  
 秋田大学 原田 克史  
 秋田大学 今井 忠男

Gripping Behavior of Hook Type Rock Gripper using Elastic Spring  
 Akihisa KIZAKI, Katsushi HARADA and Tadao IMAI

### 1. 緒言

オーバーハングした岩盤等での岩盤ボーリングやサンプリング調査では、掘削反力を得るために装置を固定することが必要である。固定方法としては、アンカーを岩盤に打ち込み固定する方法や周囲岩盤に対してラムを押し当て固定する方法、あるいは針状のフックを岩盤の起伏面に接触させて、その摩擦により固定する方法などが挙げられる。これらのうち、フックの摩擦力をを用いる方法は装置の移動性に優れており、坑内での調査などで有用と考えられる。

これまでにフック形状の効率化や多数のフックを用いる研究が固定力の向上を目的として行われている。本研究では固定力を上げるための方法として、弾性体を備えたグリッパーを用いる方法について検討した。試験片には阿蘇溶岩と十和田石を用い、試作したグリッパーを用いて引掛り試験を実施し、固定力に及ぼす弾性力の効果について検討を行った。

### 2. 実験試料及び実験方法

#### 2.1 実験試料

本研究では、岩盤グリッパーを取り付ける対象として熊本県産の阿蘇溶岩と秋田県産の十和田石の2種類を用いた。前者は、表面に小さな穴状の凹凸が多数あり比較的引掛りやすい形状を有している。後者は、坑内において採石が行われていることから、壁面調査等の坑内保安技術への応用性を考慮して用いた。

阿蘇溶岩と十和田石の試験片の写真をFig. 1に示す。阿蘇溶岩は、直径150mm程度の岩石から長さが100mm、幅が75mm、厚さが30mm程度の大きさにダイヤモンドカッターで切り出し、それらを2個並べてエポキシ接着剤で固定して、長さが200mm、幅が50mm程度の試験片とした。十和田石は、ブロック状の石材からダイヤモンドカッターにより長さが100mm、幅が75mm、厚さが50mm程度の大きさに切り出し、中央に溝を切った上で小型のタガネを打ち込んで半分に割り、それらを2個並べて阿蘇溶岩と同様にエポキシ接着剤で固定して作製した。

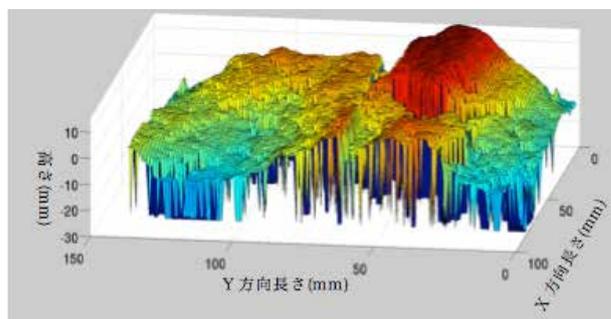
以上の岩石試験片に対し、3次元表面形状測定機を用いて、表面形状の測定を行った。測定結果の例をFig. 2に示す。阿蘇溶岩の試験片は、表面の起伏に富んでいることが分かる。また、図中において高さが-30mmとなっている箇所が多数あるが、これは、岩石が生成する際に火山ガスが抜

(a) Aso volcanic rock (b) Towada tuff



Fig. 1 Photos of rock specimens  
 ((a) Aso volcanic rock, (b) Towada tuff) .

(a) Aso volcanic rock



(b) Towada tuff

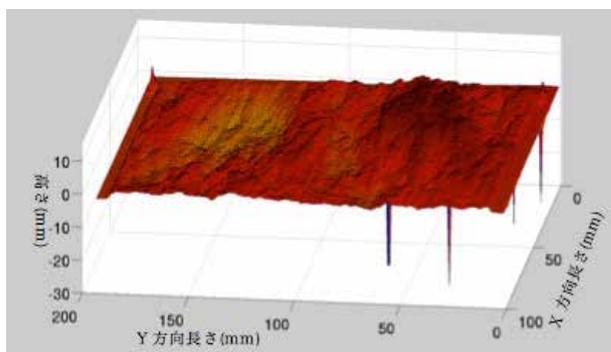


Fig. 2 Examples of surface height of rock specimens  
 ((a) Aso volcanic rock, (b) Towada tuff) .

けた時に生じた小孔箇所では計測できなかったためである。一方、十和田石の試験片は比較的なだらかな表面形状を有している。

#### 2.2 実験方法

フック式岩盤グリッパーによる岩石表面への引掛り挙動を調べることを目的として、卓上型万能試験機を用いた引掛り試験を行った。試験に用いた装置の写真をFig. 3に示す。また、グリッパーの写真をFig. 4に示す。岩石試験片は、卓上型万能試験機（島津製作所, Auto Graph AGS-X 10kNX）のテーブル上に設置した。試験機の引張用ジグのチャックに岩石グリッパーを取り付け、試験機のクロスヘッドを下げることで、グリッパーを岩石表面に接触させた。グリッパーは、板ばねと針状フックが取り付けられた小判型フレームが連結された構造を有しており、押し付けられた際に

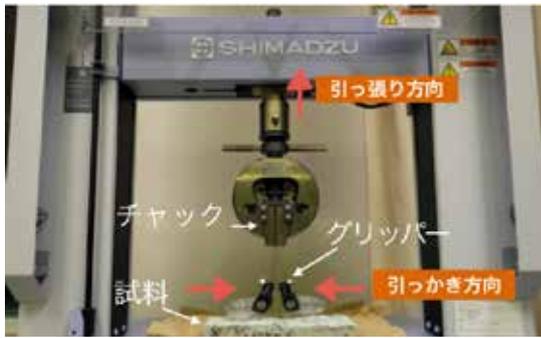


Fig. 3 Experimental system for gripping experiment.



Fig. 4 Photo of rock gripper with elastic sheet springs.

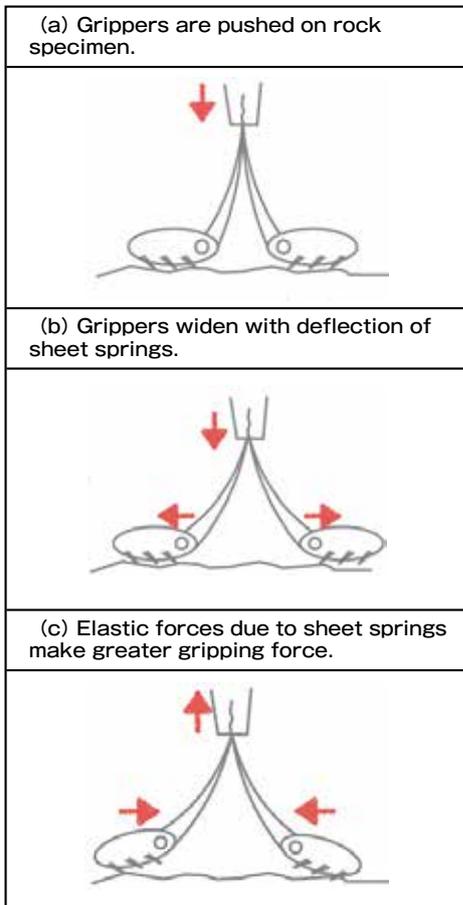


Fig. 5 Procedure of gripping action using rock gripper with elastic sheet springs.

板バネが開き、板バネの弾性力によりフックが閉じる方向に動作する仕組みになっている (Fig. 5)。この状態でクロスヘッドを上方に移動させてグリッパーを引っ張ると、針が岩石表面に引っ掛かりグリップする。本機構は、グリッパーを岩石表面に押し付ける際に、押し付け時の運動エネルギーを板バネの弾性エネルギーに変えて引っ張り力を向上させることを意図して設計された。

引っ張り試験では、上方への変位速度を 3 mm/min とし、試験時間を 5 min とした。この場合のクロスヘッドの上方への移動量は 15 mm である。また、板バネの弾性力を変化させた場合に引っ掛け力がどのように変化するかを明らかにするために、板バネの枚数は 2, 4 および 8 枚の 3 種類とした。

### 3. 実験結果

阿蘇溶岩石と十和田石試験片に対して、板バネの枚数を変化させて弾性力を変化させた場合に得られた平均引っ掛け力を Fig. 6 に示す。表面に小孔を多数有する阿蘇溶岩石では、弾性力に関わらず比較的大きな引っ掛け力が得られた。これは、阿蘇溶岩石では、小孔にグリッパーの針が引っ掛かることによって、大きな引っ掛け力が得られたためと考えられる。一方、比較的なめらかな表面を有する十和田石の表面に対しては、板バネの枚数を増やし弾性力を大きくするほど大きな引っ掛け力が得られている。すなわち弾性力を大きくすることで、針が岩石表面に接触する際に引っ掛けやすくなることが示されている。したがって、弾性体を備えたグリッパーを用いる方法は、引っ掛け力を向上させるための方法として有効であると考えられる。

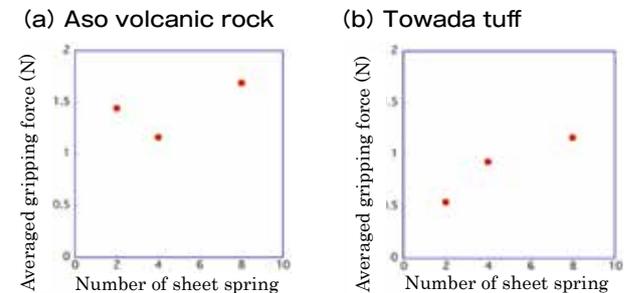


Fig. 6 Relation between the number of sheet spring and the averaged gripping force ((a) Aso volcanic rock, (b) Towada tuff) .

### 4. 結言

本研究では岩盤グリッパーの固定力を上げるための方法として、弾性体を備えたグリッパーを用いる方法について検討した。表面に小孔を多数有する阿蘇溶岩石では、弾性力に関わらず大きな引っ掛け力が得られた。一方、比較的なめらかな表面を有する十和田石の表面に対しては、弾性力を大きくするほど大きな引っ掛け力が得られ、本方法が有効であることが明らかになった。

### 謝辞

岩石試験片の表面高さ測定は、東北大学大学院環境科学研究所高橋・坂口研究室の 3 次元表面形状測定機を用いて実施した。ここに記して謝意を表する。

## 研究会役員

会長 今井忠男 (秋田大学)  
副会長 菅原廣悦 (㈱寒風)

幹事 木崎彰久 (秋田大学)  
幹事 杉本貞彦 (㈱杉貞石材)  
監事 鈴木健一 (堀江建材㈱)

## 「秋田県採石研究会」への入会のご案内

このたび、採石に関する諸問題について、産業界及び学校並びに官公庁の関係者が研究討論し、砕石等に関する知見の交流と採石業の支援をはかることを目的として、下記の様な要綱で「秋田県採石研究会」が設立されました。

ご興味ある方は、本会に入会していただき、この会の発足に対しご支援をいただきたいと思います。

## 記

## 1 この会の目的

この会は、採石に関する諸問題について、研究討論をし、採石に関する知見の交流と採石業の支援をはかることを目的とする。

## 2 この会の事業

採石に対する調査研究、検討会、発表会等の事業を行う。

## 3 構成員・会員資格

この会の構成員は、正会員、賛助会員とし、会員資格は、次のとおりとする。

## (1) 正会員

次に掲げる会員資格からなる個人会員とする。

\* 一般社団法人秋田県採石業協会の会員及び関係者のうち、本会の目的に賛同する者

\* 高専・大学等において砕石等の調査、研究に携わる教員・学生等で、本会の目的に賛同する者

\* 行政庁において砕石等関連の業務に携わる職員等で、本会の目的に賛同する者

## (2) 賛助会員

本会の目的に賛同する個人又は法人(団体)とする。

## 4 会費

◎個人会員……………無料

◎法人(団体)会員……………5千~1万円/年

※この会の運営は、賛助会員の法人・団体からの支援をもって運営にあたる。ただし、必要を認めた行事であれば、参加費として徴収する場合がある。

## 5 連絡先

(一社) 秋田県採石業協会内事務局

〒010-0951 秋田県秋田市山王六丁目15-11

TEL 018-823-1482 / FAX 018-864-8081

■ 発行者 / 秋田県採石研究会

■ 発行日 / 2017年6月30日

■ 事務局 / 〒010-0951 秋田県秋田市山王六丁目 15-11

(一社) 秋田県採石業協会内

TEL : 018-823-1482 FAX : 018-864-8081

■ 印刷所 / 太陽印刷株式会社

