



Akita Society of Quarrying Engineers

# 秋田県 採石研究会会報

2018.6 No.2 発行者：秋田県採石研究会

## CONTENTS

<b>トピックス</b>	
▪ 平成29年度の研究活動	1
<b>研究トピックス</b>	
▪ ウォータージェットを用いた温泉スケール除去への取り組み	
▪ 再生利用砂と脱水ケーキを用いた植生土の開発とその性能評価	
▪ 十和田凝灰岩の力学特性に及ぼす造岩鉱物の影響	2
<b>技術報告</b>	
▪ 場外トラック輸送の最適な輸送距離についての事例研究	3
<b>お知らせ</b>	
▪ 研究会役員・会員募集	4
▪ 見学記	

## トピックス 平成29年度の研究活動

当年度においては、採石業に関して次のような3つの研究を進めてきた。これらの研究は、大学の卒業研究として行ってきたため、多くの秋田大学生に協力いただいた。ここに記して、謝辞を申し上げる。以下に研究の概略を述べる。

### 1) 方解石の変形および強度に及ぼす3つの劈開面の影響について

この研究においては、本研究会の研究費を用いて、写真1のようなデジタル顕微鏡を購入し、方解石の微細な破壊挙動について観察を行った。その結果、方解石が持つ3つの劈開面のうち、もっとも弱い面（e面）で破壊が進むことがわかった。この成果は、結晶の大きな大理石を石材として利用するにあたり、有効な知見となりうる。

### 2) 稲田花崗岩における錆の除去に及ぼす透水性および吸水性の影響

花崗岩等の白色の石材では、サビの発生が品質を落とすため、その対策が問題となっている。本研究では、花崗岩中に水分が浸透する要因は、ミクロな亀裂の毛細管現象にあることを解明し、これらの亀裂を充填し、酸化反応を止める方法について提案した。

### 3) 再生利用砂を用いた高吸湿モルタルの開発

発電所からの廃棄物（クリンカアッシュ）を、最終処分場として受け入れている採石場がある。しかし、処分場においては、この産廃を少しでも有効に活用し、処分量を減らしたいと考えている。本研究では、クリンカアッシュが持つ特性を利用した高吸湿性モルタルの開発を行った。その結果、十分な吸湿性のあるモルタルの作製条件が明らかとなった。

なお、当年度は、それ以前の研究成果をまとめ、次

のような論文を発表した。これらの成果については、随時、講演したいと考えている。

### ◎発表論文

1. 今井忠男、網田和宏、木崎彰久、石倉広大、杉本文男（2017）：空間線量計を用いた岩石の放射線量の簡易測定法と骨材の放射線評価、建設用原材料、Vo.25、No. 1、pp. 1- 8.
2. 今井忠男、木崎彰久、青木裕哉（2017）：比抵抗を用いた砕砂の研磨レベルの評価法、建設用原材料、Vo.25、No. 1、pp.17-23.
3. 今井忠男、木崎彰久（2017）：砕砂の新たな生産法と研磨法の提案について、月刊「コンクリートテクノ」、6月号、pp.66-72.
4. 鴨志田直人、今井忠男（2017）：砕砂の粒子形状と細骨材の性状との関係、月刊「コンクリートテクノ」、6月号、pp.73-78

方解石の圧縮破壊の拡大→



写真1 デジタル顕微鏡による方解石の圧縮破壊の観察

1 ウォータージェットを用いた温泉スケール除去への取り組み

秋田大学岩盤工学研究室では、古くは砂金鉱床の採掘、水力採炭法として利用されてきたウォータージェットを温泉スケール除去に利用する取り組みを進めている。近年、温泉熱を利用して発電を行うバイナリー式温泉発電が環境に優しい発電方法として注目されている。温泉発電所の安定的運用のために、温泉配管に付着する温泉スケール（湯の華）を効率良く除去する技術が求められている。ウォータージェットは、水のみを用いた除去法であるので、温泉成分に影響を与えることなく温泉スケール除去に適した方法である。本年1月には、長崎県小浜温泉において温泉スケール除去の現場実証実験を行い（写真1）、配管長50mの配管内に付着した厚さ15mm程度のシリカスケールを半日の作業時間で除去できることを実証した。このような技術開発をきっかけとして、秋田県内においても再生可能エネルギーの一つである温泉熱エネルギーの利用が促進されることを期待している。



写真1 長崎県小浜温泉での現場実証実験の様子 (2018年1月)

2 再生利用砂と脱水ケーキを用いた植生土の開発とその性能評価

これまでの著者らの研究によって、クリンカアッシュと脱水ケーキを10：3程度に配合した再生利用砂は、植生土としての物理特性（支持力、透水性、保水性、土性）を十分に満たすことがわかってきた（写真1）。本研究では、この再生利用砂を植生土に用い、土壌の中性化にピートモス、土壌養分に合成肥料を加えて、野芝の育成に関する最適なこれら添加物の量を求めた。



【写真1】クリンカアッシュと石粉との配合土による団粒状態

その結果、ピートモス3%の中性域以上なら、肥料約0.02%の添加で、市販の園芸用培養土と同程度に育成することがわかった（写真2）。また、ピートモス5%、肥料約0.1%の添加条件で育成は最大となり、それ以上、添加物を混合しても、野芝の生育は良くならないことがわかった。とくに、何も配合しない配合土でも、野芝は、市販の培養土の80%程度に

生育することもわかり、必ずしも添加物の必要はない。



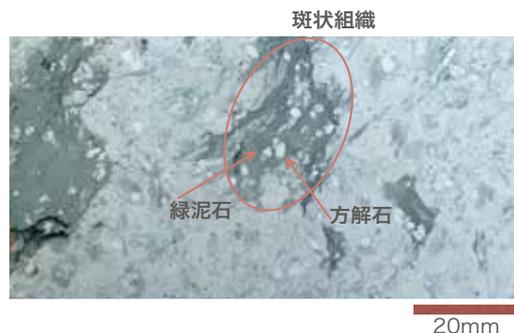
【写真2】クリンカアッシュ配合土における野芝の生育状況 (60日目)

3 十和田凝灰岩の力学特性に及ぼす造岩鉱物の影響

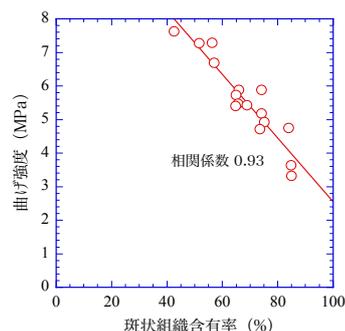
十和田凝灰岩は、十和田石として知られる建築用の石材で、秋田県の特産品である。近代の日本では、大谷石をはじめとする緑色凝灰岩が、建築用の石材として支持されて来たが、採石資源の枯渇により、現在では十和田石が主な凝灰岩石材として流通しているだけである。

凝灰岩の力学特性については、これまで多くの研究がなされているが、均質な鉱物組成および構造を持つ凝灰岩の研究が主で、十和田石のように、濃い緑色の斑状組織などが不均質に分布する凝灰岩については、その不均質な構造があまり考慮されてこなかった。したがって、十和田石においては、その固有の力学特性を把握し、石材の品質管理および採石場の安全管理をおこなう必要がある。

本研究では、十和田凝灰岩中に分布する緑泥石を主とする濃い緑色の斑状組織と、方解石結晶に注目し（写真1）、これらが十和田石の引張強度に及ぼす影響を調べた。その結果、斑状組織の引張強度は極めて低く、十和田石の引張強度は、斑状組織の割合の増加にしたがい低下し、方解石の割合が増加すると上昇することが明らかとなった（図1）。



【写真1】十和田石の斑状組織と造岩鉱物



【図1】曲げ強度に及ぼす斑状組織含有率の影響

「骨材資源」第196号(2018)への掲載原稿に加筆

秋田大学 今井 忠 男  
秋田大学 木 崎 彰 久

## 1. はじめに

近年、砂利・砕石業において、場外トラック輸送に関する問題点が多く指摘されている。例えば、過積載やトラックドライバーの高齢化などの問題は、輸送業界が経済的に疲弊している状況を表しており、この業界の持続性が危ぶまれている。砂利・砕石業が発展・永続していくには、トラック輸送業界の安定性が重要であることから、これら輸送問題を本業界の問題として捉え、問題解決に向けて、調査研究していく必要がある。

本報告では、現状の場外トラック輸送に関し、一つの輸送会社の事例を用いて、最適な輸送距離の算定を試みた。さらに、これらのデータから、輸送条件の改善に向けた提言もおこなった。

## 2. 研究手法

本研究では、10tonトラックでの場外輸送を例にとり、トラック1台分の年間維持費と年間の輸送収益予測から、トラック運用の損益分岐点(収益0の点)となる輸送量および輸送距離を計算し、これを最適点とした。

ここで、本研究で用いたデータは、砂利・砕石を主に運搬するA社から提供された2016年度のものである。表1にトラック1台の年間維持費を示す。この値は、A社のトラック1台分の年間維持費の平均値である。また、図1にこの年間経費の内訳とその割合を示す。図より、維持経費の中で人件費の占める割合が最も高く、次いで燃料費およびトラックの減価償却費であることがわかった。次に、表2にトラック輸送に関する基礎データを示す。ただし、トラック速度と輸送時間は厳密な測定値ではなく、A社の運用経験からおおよその値を仮定したものである。今後は、これらの基礎データも実地に測定し、厳密な測定値に置き換えていきたい。

本研究の計算では、表1および2のデータを基にして、「運賃収入=トラック経費」(損益分岐点)の条件式から、1日あたりの「最低輸送量」「最低輸送回数」「平均輸送距離」を求めた。

表1 A社におけるトラックの年間経費

トラック(10トン)1台分の年間経費(円)
¥8,860,000

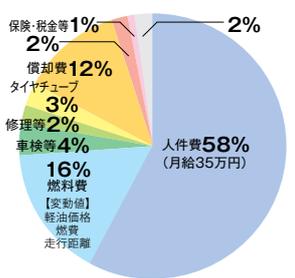


図1 トラックの年間経費の内訳割合

表2 トラック輸送に関する基礎データ

運賃(円/トン)	労働日数(日/年)	トラック速度(km/h)	輸送時間(h/日)	トラック容量(トン)
500	260	40	5	10

## 3. 研究結果

本研究における計算結果を表3に示す。表より、A社の

事例のように、運賃が500円/tonで固定の場合、1日あたり68ton/台の輸送量が必要であり、そのため輸送回数は6.8回、つまり7回は必要であることがわかった。1日あたり、採石場と生コンプラントを最低6.8回往復するためには、片道の平均輸送距離が約14.7km以内(約15km)であることが明らかとなった。A社の条件では、かなり短距離の輸送に限られる結果となった。

表3 トラック(10ton)の運用において損益分岐点となる平均輸送距離

最低輸送量(トン/日)	トラック走行距離(km/日)	最低輸送回数(回/日)	平均輸送距離(km/回、片道)
68	200	6.8	14.7

## 4. 考察

もし、15km以上の長距離を運搬しようとする、このままの条件ではA会社では収益がマイナスになるため、1日平均15km以上を運搬するには、運賃を500円/トンより増額するか、トラックの年間経費を下げるか、法令違反となる過積載をする必要がある。ここに過積載を起こす要因がある。また、年間経費をする場合、最も簡単に削減できるのが人件費であり、削減効果が大きい。しかし、人件費を削減し労働条件を悪くすると、若い働き手は寄りつかず、ドライバーの高齢化が進み、事業の存続が危ぶまれることとなる。

以上のことから、例えば、15km以上の長距離を輸送するためには、以下の方法が考えられる。これらの結論を図2にイラストで示した。

- 1) 半径15kmごとに配送拠点を設置する
  - 2) 15km以上の輸送には割増料金を設定する
  - 3) 長距離輸送には、積載量の大きいトラックを使用する
- さらに、今後この事例研究を進め、ドライバーの労働条件を良くしつつ、さらに法令を遵守しながら、より効率的な砂利・砕石の長距離輸送を検討していくことで、本業界の持続性が確保できるものと思われる。



図2 トラックで長距離を輸送するための暫定的な結論

## 5. おわりに

今後は他社の事例についても検討し、さらに運搬量の年間変動や軽油価格の変動、積込の効率化による運搬時間の変化等を考慮したモデルの検討を考えている。また、それらの成果から、より具体的な適性運賃や輸送システムの改善について提言したいと考えている。

## 見学記

平成29年10月31日、砕石研究会（大塚会長）と資源・素材学会の資源岩盤委員会（今井委員長）との共催で行われました、羽山砕石(株)（宮城県白石市）様の見学会に参加しました。この日は、約50名の参加者がありました。当社は平成3年頃から大規模生産へ向けて、採石場の設計を抜本的に変革され、現在では、鉱区17万平米、年間30万立米の採石場として運営されています（写真1）。この大規模化への変革の経緯について、現場で詳しく説明をうけました。また、当社では、各種の砕石の生産だけでなく、リサイクル材の処理施設も運用し、RC材の生産・販売も手がけており、その様子も見学できました。

その後、伊達家の重臣片倉氏の居城であった白石城（復元）も見学し（写真2）、意義深い見学となりました。



写真1 羽山砕石(株)での見学風景



写真2 白石城の見学風景

お知らせ

## 研究会役員・会員募集

## 研究会役員

会長 今井 忠 男 (秋田大学)  
副会長 菅原 廣 悦 (株)寒風

幹事 木崎 彰 久 (秋田大学)  
幹事 杉本 貞 彦 (株)杉貞石材  
監事 鈴木 健 一 (堀江建材(株))

## 「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。

- 発行者 / 秋田県採石研究会
- 発行日 / 2018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

