



Akita Society of Quarrying Engineers

秋田県採石研究会 会報

2023.11 No.7 発行者：秋田県採石研究会

CONTENTS

研究トピックス

- 令和4年度の研究会活動 1
- バイオマス灰の形状について
外部打撃による岩石破壊促進について

研究報告

- 露天掘り鉱山における重機オペレーターの
認知視界の測定および評価 2
- 稲田花崗岩における錆の溶出・除去に及ぼす
透水性および吸水性の影響 3

見学記

- 成瀬ダム工事現場見学報告 4

お知らせ

- 研究会役員・会員募集

研究トピックス 令和4年度の研究会活動

◎バイオマス灰の形状について

秋田大学 今井忠男・木崎彰久

近年、木質バイオマス発電が促進され、それに伴い増加するバイオマス灰が多く排出されており、この有効活用が急がれている。また、木質バイオマス発電に用いられる燃焼ボイラーには、流動層式とストーカー式の2種類ある。流動層式では天然砂を利用してバイオマスを加熱するため、本研究室では、このバイオマス灰は天然砂の代替利用が可能であることを示してきた。しかし、現在の燃焼ボイラーはストーカー式に変わってきており、この灰の特徴を

分析し、利用を検討する必要がある。灰の形状を観察した結果、図のようになった。2mm程度の粒子では、形状に凹凸が多いが、0.2mmの細粒子では、珪砂に近い円形度を示すことがわかった。

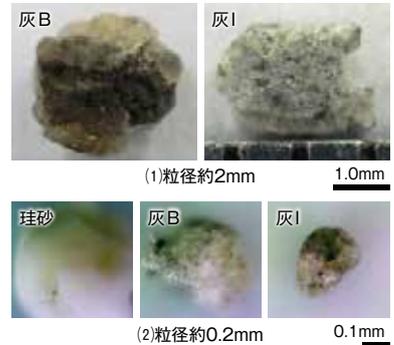


図 ストーカー式ボイラーのバイオマス灰の粒径と形状

◎外部打撃による岩石破壊促進について

秋田大学 木崎彰久・今井忠男

岩石の圧縮破壊において、外部打撃が破壊のきっかけを与える可能性がある。したがって岩石破壊を促進できる条件が明らかになれば、岩石破碎における消費エネルギーの低減、また岩盤崩落の防災に対して役立つものと考えられる。本研究では、一軸圧縮応力下の試験片に対して外部から一定周波数の打撃を加え、試験片に発生したひずみ及びAE（岩石の微小破壊音）測定から、岩石破壊に及ぼす外部打撃の影響について調査した。図1に実験装置の概要を示す。実験試料は荻野凝灰岩であり、呼び寸法は直径33mm、高さ66mmである。試験片に一定ひずみ速度（10με/s）で一軸荷重を行いながら、回転式打撃装置により断続的に打撃を与えた。打撃周波数は12,44Hzの2種類とし、それぞれの条件での平

均打撃エネルギーは、約0.03、1.4J/sであった。

試験で得られた応力-ひずみ線図とAEカウントレートを比較した結果を図2に示す。応力-ひずみ線図については、打撃を与えた場合に破壊直前の挙動に変化が表れる場合が見られたが、今後より詳細な検討が必要と考えている。AEカウントレートは、破断直前に急増しており試験片内部で破壊が進展していることを示している。また、破断直前のAEカウント発生量に着目し、最大応力の95~100%応力区間における打撃周波数とAEカウント発生量の関係を比較すると、高速打撃を与えた条件の方が破壊直前のAE発生数が減少する傾向が見られた。このことから、破壊直前の高応力条件において、外部打撃が岩石破壊を促進できる可能性があると考えている。今後は、外部打撃による岩石破壊の促進メカニズムについて調査を進めて行く予定である。

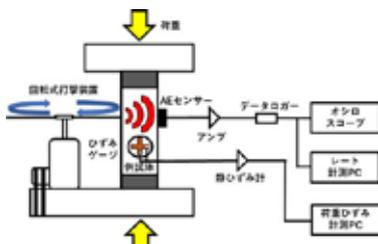


図1 試験装置の概要

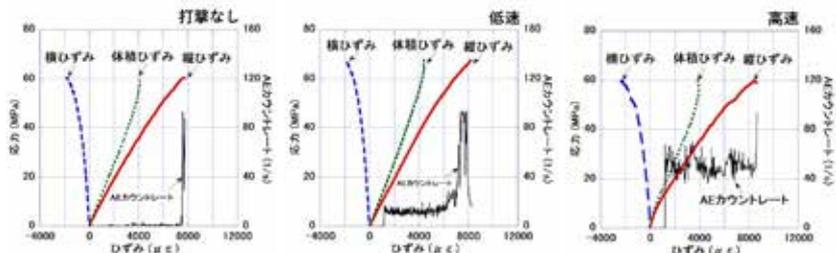


図2 応力-ひずみ線図とAE発生状況

露天掘り鉱山における重機オペレーターの認知視界の測定および評価

秋田大学 今井 忠 男・加藤 弘 太・木崎 彰 久 日本キャタピラー 外 園 貴 彦

1. はじめに

国内の鉱山災害のうち、死亡に繋がる重大災害では、重機関連事故が7割を超えており、対策が求められている。本研究では、重機運転者の障害物の認知時間を調べ、適切な視界確認作業時間を算定することを目的とした。

2. 研究手法

(1)重機の視界に方位および距離を考慮してコーン（障害物）を設置した（図1）。本実験では、油圧ショベル（320K）の運転席に360°カメラを設置し、コーンの配置数を増すごとに360°画像を5つ撮影した（図2）。
 (2)撮影した360°画像から1周につき3秒、4.5秒、9秒の3D動画を作成した。編集した3D動画を25人の被験者（表1）にVRヘッドセットを用いて動画速度の速い順に視聴させ（図3）、回答用紙（図4）にコーン位置をマークさせた。さらに、この解答結果から、全正解したコーン数と解答時間の分布を調べた。

3. 測定結果

測定結果のまとめを図5に示す。コーン数が増えると3秒動画での正答者が減り、9秒での正答者が多くなった。また、コーンNo.2は死角の近くにあり、視認困難で9秒での正答者が多くなった。コーンNo.2を除いた場合、正答時間はコーン数にしたがい増加傾向となり、コーン数をN、時間をtとして $t=3.9+0.39N$ となった（図6）。また、被験者1人の平均正答時間の最速は3秒、平均は5.4秒、最遅は9秒となった（図7）。

4. まとめ

重機の出発時に視界の安全を認知するためには、優秀者でも最低3秒必要で、平均的には約5.4秒必要であることがわかった。また、コーン数1個が増えると認知時間が約0.4秒増えること、死角の周辺には視認困難点が存在することから注意が必要であることがわかった。

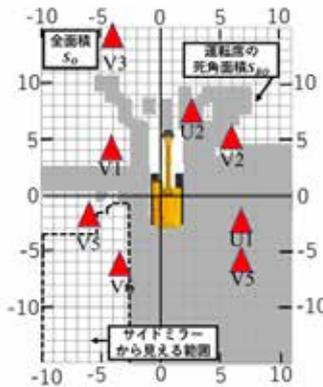


図1 コーン（障害物）の設置位置



図2 VRの視界例

表1 被験者分類

人数	年齢	スポーツ	免許	運転頻度
25	20~24	経験存在	有無	毎日、週1回、しない



図3 被験風景

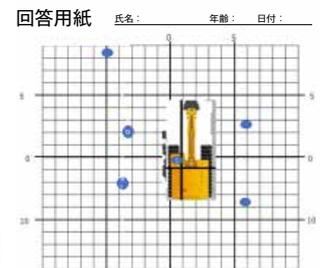


図4 コーン位置の解答例

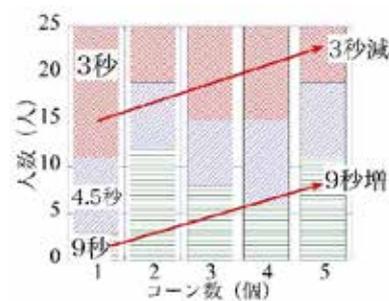


図5 コーン数ごとの正答時間

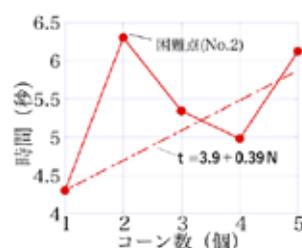


図6 コーン数と正答時間

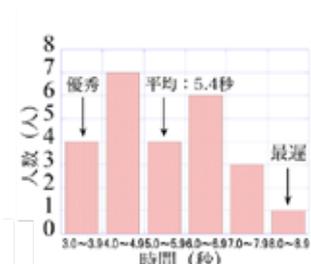


図7 1人の全平均正答時間

1. はじめに

稲田花崗岩は、石材から経年的な錆の発生が長年の課題となっている¹⁾。本研究では、還元剤の浸透による錆の除去を目的とし、稲田花崗岩の透水性および吸水性を浸透実験によって調べた。

2. 実験方法

実験に用いた試験片は、図1の通りである。赤い色素を用いた透水試験では、図2のような高圧釜と水ポンプを用いた。この実験では、封圧 σ_{cf} は流入圧 P と同じ大きさになるために有効応力が0となり、浸透により上昇する空隙圧と流入圧が平衡するまで、試験片中心に向かって浸透が進む。吸水試験では、図3(1)のようなデシケータと真空ポンプを用いる真空脱気法、および図3(2)のような試験片を加熱し、常温の溶液に浸漬する加熱法を行った。吸水法は亀裂の毛細管力によって水が浸透する。真空脱気法では、亀裂内の空気が脱気されることで空隙圧が生じない。加熱法では、試験片が加熱されることにより膨張した亀裂内の空気が、常温の溶液で冷却されると収縮し、空隙圧が小さくなる。浸透実験後は試験片を2つに割り、断面を画像撮影し、ImageJを用いて画像解析を行うことで、浸透の程度を評価した。

3. 結果と考察

透水試験（2 MPaおよび5 MPaで各5時間）を行った結果を図4に示す。浸透は表面のみに留まっている。次に吸水試験（真空脱気5分および加熱15分）を行った結果を図5に示す。いずれも短時間で中心まで十分に浸透が進んでいる。

静水圧下での高圧透水試験は、時間による浸透の変化は小さかった。一方で、真空脱気法および試験片加熱法は、透水試験法に比べ、短時間で試験片中心まで浸透した。

4. まとめ

還元剤の浸透においては、真空脱気および加熱法が効率的な手法であるといえる。

引用文献

1) 乾 睦子 (2012)：国内の花崗岩石材産業のあらましと現状-「稲田石」を例として-, 国土館大学理工学部紀要, 第5号。

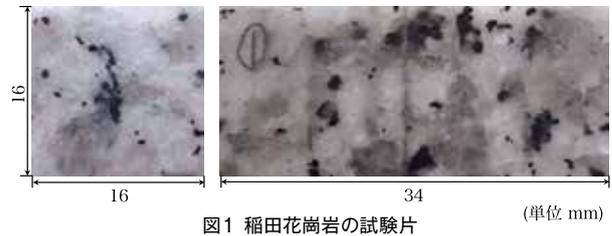


図1 稲田花崗岩の試験片

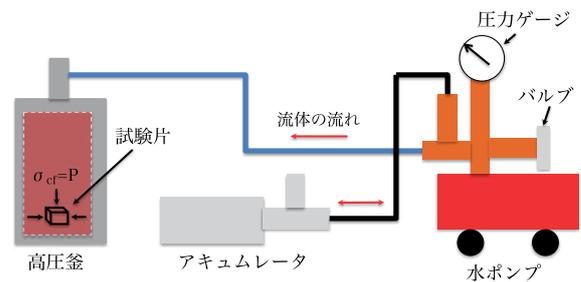


図2 透水実験システム

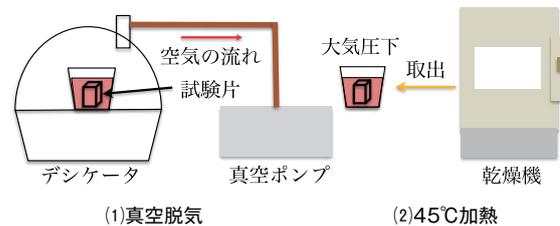


図3 吸水実験システム

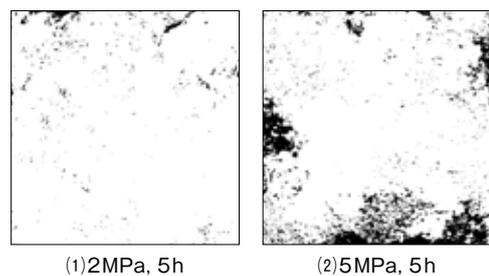


図4 透水試験結果

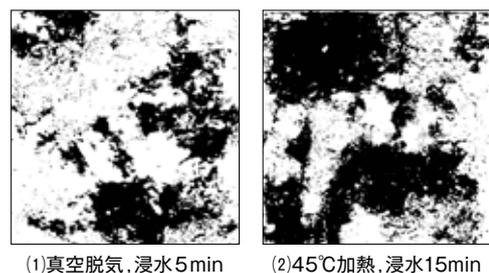


図5 吸水試験結果

秋田大学 木崎 彰久

令和4年10月25日に開催された砕石研究会現地研修会にて、現在工事の最盛期を迎えた成瀬ダム工事現場を見学して参りましたので簡単に概要をご報告いたします。

成瀬ダムは、東成瀬村に位置する雄物川水系成瀬川に建設中の台形CSGダムです。CSGとはCemented Sand and Gravelの頭文字を取ったもので、現地発生材（石や砂れき）とセメント、水を混合して作られるダムになります。堤高は114.5m、堤頂長は755m、総貯水容量は7,850万m³であり、完成すると台形CSGダムとしてはダムの高さ、堤頂長、堤体積ともに国内最大のダムになる予定とのことです。

成瀬ダムの原石はダム堤体左岸上流側の赤滝原石山から主に変質輝石安山岩が採取されています。また、堤体工で使用するCSGやコンクリート材料を製造するための仮設プラント設備が、右岸上流側に設けられています。原石は密度と吸水率で0材・1材・2材の3種類に分類され、品質が良いものは構造用コンクリート骨材として使用し、その他はCSG用に使用されています。なお全体的に原石の吸水率が高いため、保護コンクリート用骨材については、周辺地域の砕石場より供給を受けているとのことです。また、CSGの高速施工に対応できるよう、打設3回分相当の1次ストックが敷地内のストックヤードに保管され、打設1回分に相当する量は製造設備エリア内にストックされていることが特徴的でした。原石山のすぐ隣で進められているダム堤体の工事現場では、振動ローラによる盛土転圧作業に自動化施工等の最先端の技術も導入されておりました。

成瀬ダムは出力5,800kW、使用水量8.0m³/s、有効落差89.84m、年間発電量約24,124MWhの能力で2028年に運転開始を予定しています。水力発電所は発電時に二酸化炭素を排出しないクリーンな純県産エネルギーであり、今後の活躍が期待されます。



図1 成瀬ダム堤体建設現場と原石山(左奥)



図2 原石採掘現場



図3 構造用コンクリートに使用される岩石



図4 CSG・コンクリート製造設備

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)

幹事 木崎 彰久 (秋田大学)

副会長 鈴木 健一 (堀江建材(株))

幹事 杉本 貞彦 (株)杉貞石材)

監事 黒木 俊広 (株)トーセキマテリアル)

「秋田県採石研究会」への入会のご案内

本研究会は、平成26年に、産業界及び大学並びに官公庁の関係者が中心となり、採石に関する諸問題について、知見の交流を行うとともに、県内の採石業の支援をはかることを目的として設立されました。

ご興味ある方は、是非本会に入会していただき、この会の発展にご支援ご協力をいただきたいと思います。下記の事務局まで連絡いただければ幸いです。

■ 発行者 / 秋田県採石研究会

■ 発行日 / 2023年11月10日

■ 事務局 / 〒010-0951 秋田県秋田市山王四丁目3-10 建設業会館別館2F
(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

