

大谷石と大谷石類似石との工学的性質の違いについて

宇都宮大学

学生会員

○林 聖也

宇都宮大学大学院

学生会員

佐藤 陽

宇都宮大学大学院

正会員

清木 隆文

1. はじめに

栃木県宇都宮市は代表的な堆積軟岩である大谷石（写真-1）の産地であり、耐震性、耐火性に優れ、硬岩と比較して軟らかく加工しやすいことから様々な用途に使用されてきた。しかし、風化の進行が早いため、石材表面の強度の低下が起こる。一方、鹿沼市で主に生産される深岩石は、大谷石と同様の分類で、形成された時代も同時期にも関わらず、緻密で吸水率が低く、圧縮強度が高く、風化抵抗性も比較的高い。これに加えて、深岩石には白目（写真-2）と青目（写真-3）があり、採掘される深さによって色が異なる。また、青目は風化によって褐色になるものと、ならないものがあり、採掘した時点では褐色になるかどうかの判別方法は確立されていない。さらに、大谷石と同様に坑道掘りで採掘され、大谷石の細目に分類される田下石も同時期に形成されたと考えられており、大谷石のようにかさぶた状に剥がれ落ちたり、肌落ちしたりすることが無く、ミソと呼ばれる褐色の変質部分を含まない特徴がある。

これまでに大谷石や大谷石類似石などの堆積軟岩について、多く研究されてきたが、大谷石の化学組成や強度特性についての研究は多くあるものの、含有鉱物と強度を結び付けるような研究や、大谷石類似石との比較による工学的性質の違いについての研究は少ない。そこで、大谷石と、大谷石類似石である、深岩石、田下石、大谷戸室石、芦野石、岩舟石、板橋石との工学的性質を比較することで、大谷石の工学的特徴の成り立ちを探ることを目的とする。

2. 実験概要

本研究では、次節に示す実験を行い、大谷石と大谷石類似石の工学的性質の違い及びその原因を明らかにする。

(1) ポイントロード試験

上下の二点で供試体を挟み、載荷することによって試料を破断させ、強度インデックスを求め一軸圧縮強

さに換算する。

(2) 針貫入試験

針貫入勾配 NP を測定し、岩石表面の換算一軸圧縮強さを求める。

(3) X 線粉末回折試験

そこで岩石を粉末になるまで磨り潰し、X 線粉末回折試験を行い、化学組成や鉱物組成を比較する。

X 線は、固体物質を構成する結晶に当たると、その一部は回折を起こす。その回折方向と、回折強度は、物質特有のものであり、回折強度のピーク高さは、試料の含まれる結晶物の含有量と、その結晶の結晶度によって決まる³⁾。

(4) 走査型電子顕微鏡

走査型電子顕微鏡(FE-SEM.EDX)による観察分析により、大谷石と大谷石類似石の無機物質の形態を観察し、観察領域に含まれている元素を定性的、定量的に明らかにする。

3. 実験の実施経過について

X 線粉末回折試験の実施状況を代表例として説明する。大谷石と大谷石類似石は、同時期に形成された堆積軟岩にも関わらず、一軸圧縮強さ、風化抵抗性に違いがある。この原因として、含有鉱物の違いが考えられる。または、同じ鉱物が含まれているが、その含有量に違いがあると考えられる。そこで、大谷石、大谷戸室石、深岩石（青目、白目）について X 線回折試験を行い、化学組成を調べた。

X 線粉末回折試験から得られた X 線強度の分布を図-4（大谷石）、図-5（大谷戸室石）、図-6（深岩石〔青目〕）、図-7（深岩石〔白目〕）にそれぞれ示す。なお、各試料3個ずつサンプルを作成し、分析を行った。

4. まとめ及び今後の課題

(1) まとめ

ポイントロード試験の結果を表-1に示す。各岩石において3つの試料を用意し、実験を行い、一軸圧縮強さの平均をとった。実験結果から、深岩石（青目）、深

キーワード 強度 化学組成 含有鉱物

連絡先 〒321-8585 宇都宮市陽東7丁目1番2号宇都宮大学工学部建設工学科 tel & fax 028-689-6216

岩石（白目）大谷戸室石，大谷石の順で一軸圧縮強さが大きいことが確認された。また，今回行った X 線回折強度と回折角を整理した結果から，大谷石と大谷戸室石は，Clinoptilolite（斜ブチロル沸石），Quartz（石英）が主成分であり，深岩石は，Quartz（石英），Albite（曹長石）が多く含まれていることが確認された。以上の結果より，大谷石，大谷戸室石，深岩石における一軸圧縮強さは，Quartz，Albite の含有量が関係していると考えられ，定量分析も行う必要がある。

(2) 今後の課題

田下石，芦野石，板橋石，岩舟石についても同様の実験を行う。加えて，大谷石と大谷石類似石はどのような構造で成り立っているのか調べるために，X 線粉末回折試験において含有鉱物を，走査型電子顕微鏡によって含有元素を特定する。また，大谷石と大谷石類似石の含有鉱物と一軸圧縮強さの関係，含有元素と一軸圧縮強さの関わりに岩石試料，構造，構成鉱物がどのように影響を与えているのかを実験データをもとに検討する。このために，より多くの岩石試料を集めて実験を行うことにより，データの精度を上げる。

参考文献

- 1) 佐藤陽 高橋優 清木隆文：類似石との比較に基づいた大谷石の構成成分及び工学的性質に関する研究，土木学会第 64 回年次学術講演会講演概要集，Ⅲ - 045, pp.89-90, 2009.
- 2) 若草工業ホームページ <http://www.oyastone.jp/index.html>
- 3) 化学分析支援センターホームページ
<http://www.msrc.saitama-u.ac.jp/index.htm>



写真-1 大谷石



写真-2 深岩石（白目）



写真-3 深岩石（青目）

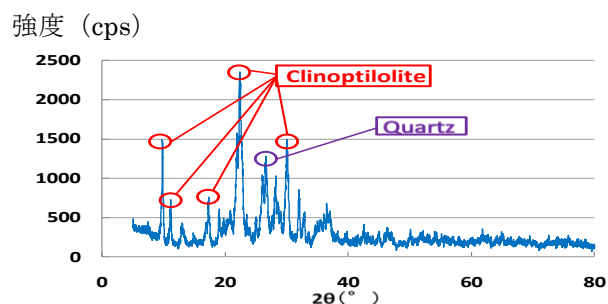


図-4 大谷石の X 線回折強度

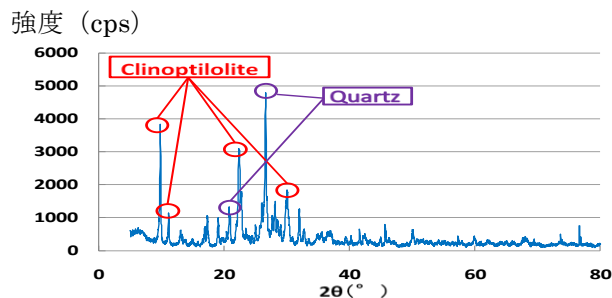


図-5 大谷戸室石の X 線回折強度

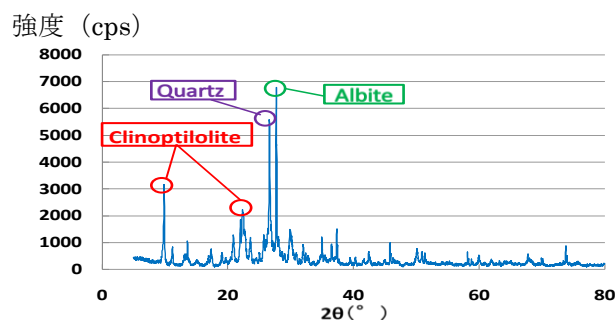


図-6 深岩石（青目）の X 線回折強度

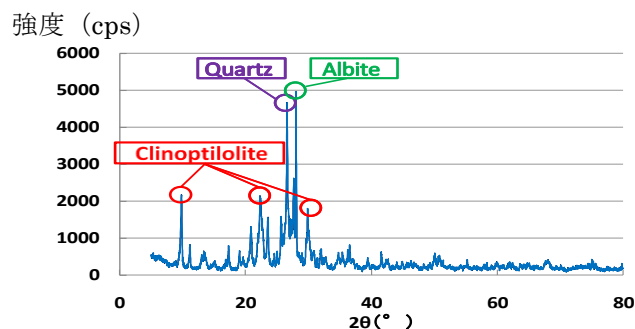


図-7 深岩石（白目）の X 線回折強度

表-1 ポイントロード試験結果

岩種	測定項目	破壊時の目盛	一軸圧縮強さ	平均
		kgf/cm ²	Co(MPa)	Co(MPa)
大谷石	1	53.2	14.14	14.07
	2	51.9	13.69	
	3	52.7	14.11	
大谷戸室石	1	82.5	21.76	22.03
	2	85.1	22.61	
	3	80.5	21.71	
深岩石(白目)	1	135.2	35.66	35.88
	2	132.3	35.17	
	3	137.5	36.82	
深岩石(青目)	1	140.2	36.98	38.36
	2	145.3	38.61	
	3	143.5	38.72	