

## 大谷石地下採取場の安定性に関する研究

宇都宮大学 学生会員 ○片寄 友康  
 宇都宮大学 正会員 清木 隆文

### 1. はじめに

栃木県宇都宮市大谷町では、大谷石の採掘によって多数の地下空間がつくり出されたが、地下空間を埋め戻すべきとの意見と、有効利用すべきという意見で分かれている。地下空間の安定性を簡易に保障することができれば、埋め戻すための経費を削減、地下空間資源の有効利用を考えることができる。そこで本研究では、地下空洞を支える残柱および壁面に着目し、掘削年代の異なる採石地下空洞の高さ方向の見かけの弾性係数の変化の様子を調査し、掘削年代別に比較することにより、地下空間の安定性の評価の可能性を検討することを目的としている。

### 2. 現位置におけるシュミット式ハンマー試験

本研究では、大谷町で大谷石の採掘を行っている2箇所の採石会社に協力をお願いし、地下空間内の残柱および壁面について現地調査を行った。残柱および壁面の見かけの弾性係数が高さ方向でどのように変化しているのかを測定するためシュミット式ハンマー試験を実施した。

ハンマー反発度と弾性係数の関係は既往の研究をもとにし、大谷石の弾性係数とシュミット式ハンマー試験の整合性を確認した。(図-1)

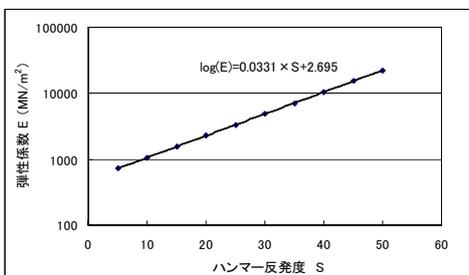


図-1 弾性係数とハンマー反発度の関係<sup>1)</sup>

掘削年代別に測定箇所を決め、残柱及び壁面の下端から 0.5m、1.0m、1.5m、2.0m、2.5m の位置でなおかつ 25cm×25cm の範囲内で打撃をそれぞれ 25 回行い、平均値をその位置における反発度とし、弾性係数に換算した。なお、掘削年代が比較的古い採石場を SiteA、比較的新しい採石場を SiteB と表記する。SiteA では掘削を始めてから約 30 年、SiteB では約 10 年経過している。



図-2 測定の様子

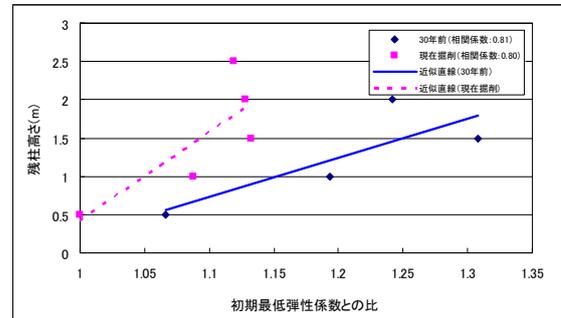


図-3 掘削年代別の見かけの弾性係数の変化 (SiteA)

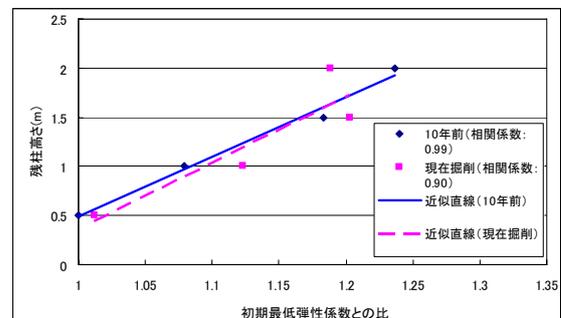


図-4 掘削年代別の見かけの弾性係数の変化 (SiteB)

キーワード：大谷石、採石地下空間、簡易岩盤試験、数値解析

連絡先：〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東 7-1-2 宇都宮大学工学部建設学科建設工学コース

地域施設学研究室 Tel/Fax 028 - 689 - 6218

図-3、図-4を比較すると、どちらも壁面、残柱の下端の位置で弾性係数が最も低く、床面からの高さが高くなるにしたがって、弾性係数が高くなる傾向を示した。また掘削年代が古い箇所の見かけの弾性係数が、新しい箇所よりも高い値を示している点でも、2つの現場で同様の傾向を示した。さらに SiteA では、残柱の測定位置が高くなるにつれて、掘削年代が古い箇所と新しい箇所の見かけの弾性係数の差が大きくなっていくのに対し、SiteB では測定位置が高くなっても古い箇所と新しい箇所が同じような変化をしている。これらの結果から、健全な残柱や壁面は時間経過に伴って安定性が向上し、倒壊する危険性が減少する可能性がある。

3.ポイントロード試験<sup>2)</sup>

SiteA と SiteB の 2 箇所の採石場から掘り出される大谷石の強度を比較するため、簡易岩盤試験であるポイントロード試験を実施した。測定は自動で行えるポイントロード試験機を用いて行った。自動式ポイントロード試験機の概要は、図-5に示す。

一軸圧縮強度は、SiteA で 10.3MPa であった。SiteB は現在測定準備中である。

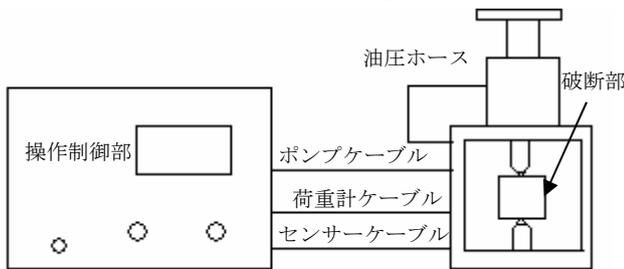


図-5 自動式ポイントロード試験機の概要

4. 有限要素法を用いた採石場の掘削解析<sup>3)</sup>

シュミットハンマー試験から得られた結果と、掘削箇所を採石の状況をできるだけ再現できるようにモデル化し、残柱および壁面の弾性係数の変化の様子を比較するために、2次元平面ひずみ有限要素解析を行った。SiteA の解析結果を図-6、SiteB の解析結果を図-7に示す。残柱・壁面の岩盤表面近傍の弾性係数の高さ方向には、解析値と測定値とともに増加の傾向を示した。

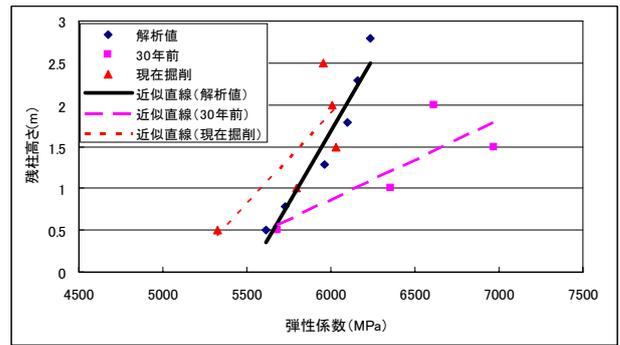


図-6 解析値と測定値の残柱の弾性係数の変化の様子 (SiteA)

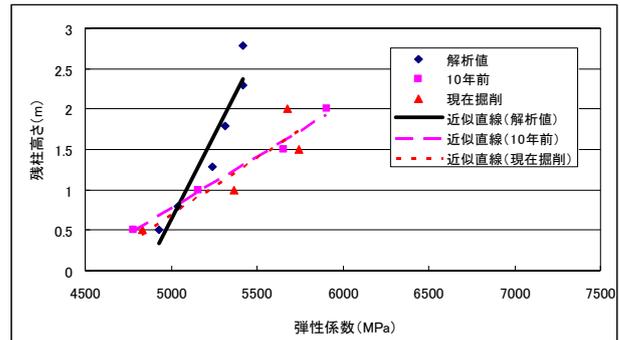


図-7 解析値と測定値の残柱の弾性係数の変化の様子 (SiteB)

5. まとめ

2 箇所の採石場で掘削年代別に、残柱・壁面の高さ方向の弾性係数を測定した結果、年代が古い残柱や壁面が、新しいものよりも弾性係数が高い傾向を示した。この傾向は、時間経過に伴って健全な大谷石の安定性が向上する可能性を示す。

今後の課題としては、現場での測定事例を増やし、地下空間の安定性について一般的な評価ができるようにすること、現場の状況に即した解析手法を確立することが挙げられる。

参考文献

- 1) 菊地宏吉・斉藤和雄：岩盤計測におけるロックハンマーの考察とその適用、発電水力 No, 145, pp. 47-53, 1976.
- 2) 永岡智子：岩石の人為的風化とその力学的特性に関する研究、平成 13 年度宇都宮大学卒業論文、2001.
- 3) 江守太郎：大谷採石地下空間の安定性検討に関する研究、平成 15 年度宇都宮大学卒業論文、2003.