

プロジェクト名：堆積岩の乾燥湿潤変形に伴う物性変化傾向の把握とその定量化手法の提案

プロジェクト代表者：長田 昌彦（地圏科学研究センター・准教授）

1 研究の目的

第三紀泥岩などの堆積岩は、高レベル放射性廃棄物の地層処分の候補母岩の一つと考えられており、日本では北海道幌延地域で、スイスではモンテリ地下研究所で様々な研究が進められている。しかし実際の操業を考慮すると、地下坑道内には新鮮な乾いた空気が流れこみ岩盤壁面を乾燥させる。またその後地下施設の埋戻しに伴って再冠水することになるが、このような乾燥湿潤に伴う変形の影響はこれまでほとんど考慮されていない。プロジェクト代表者はこれを鑑み、様々な堆積岩に対する乾燥湿潤実験を実施してきた。これらより、この種の堆積岩では乾燥変形挙動は無視できない大きさであることが明らかとなっている。また乾燥することにより物理的な性質が変化し、乾燥するほど強くなる効果と、逆に微小なクラックなどを発生して脆弱化する効果を併せ持っている。本研究では、この相反する効果を定量的に評価しうる手法を提案することを目的とした。

2 研究の進め方

まず本プロジェクト研究申請時に査読中であった2編の原稿（下記文献1，2）を推敲しながら完成させるとともに、平成21年度に取得したデータを吟味しつつ、国内学会での研究発表（文献3，4）を行った。そこで頂戴した議論を参考にしつつ、当該年度（平成22年度）には構造的な異方性を有する田下凝灰岩を対象として乾燥変形実験を実施した。特に考慮した点は、田下凝灰岩のもつ力学的な異方性を弾性波速度測定から決定するとともに、堆積岩の飽和度の変化に伴う体積収縮過程とP波S波速度測定を同時に観測し、これらを同じ軸上にプロットすることである。

次に、これまで個々の堆積岩について議論してきた乾燥変形実験の結果から一般的な傾向を見出すために、すべての堆積岩について水銀圧入試験による間隙径分布を取得し乾燥変形時の体積ひずみの大きさと間隙径分布との関係を模索した。

3 研究の成果

田下凝灰岩のもつ力学的な異方性を弾性波速度測定から決定した結果を、文献5に纏めた。この結果は当時修士2年生であったMaduryaさんが口頭発表を行い、優秀発表者賞を受賞している。

堆積岩の飽和度の変化に伴う体積収縮過程とP波S波速度測定を同時観測の結果は速報的に建設系紀要（文献6）に纏めてあり、図1に示すように、明らかにdesiccation-driven hardeningが観察された。この硬化現象については、従来から知られていたが、その大きさが堆積岩の異方性と関連して異なることを示したのは初めてである。また体積ひずみの計測との比較により、この現象が体積収縮に伴って生じていることも明らかになった。

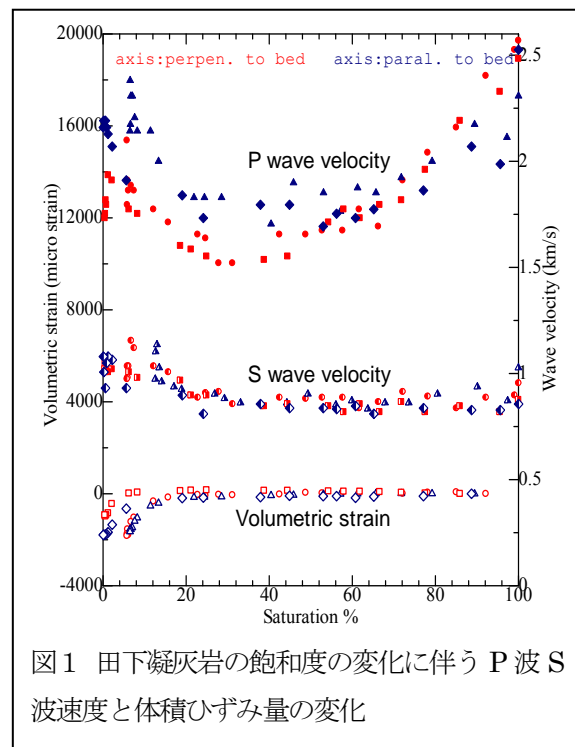


図1 田下凝灰岩の飽和度の変化に伴うP波S波速度と体積ひずみ量の変化

図2は、これまで実施してきた乾燥変形実験から得られる最大の収縮体積ひずみ量と水銀圧入試験から得られる間隙径分布のうち、第1及び第2ピークを取り出して、両対数グラフ上に示したものである。図より、間隙径分布のピークのうち、小さい方を考慮すれば、乾燥変形時の最大収縮ひずみ量と両対数上で直線的な関係が得られていることがわかる。第一次近似的なものではあるが、間隙径分布を求めることによって大まかに任意の堆積岩が乾燥変形するときの最大収縮ひずみ量が推定できる可能性を示している。この結果は、文献7で国内発表済みであり、文献8で国際発表する予定である。

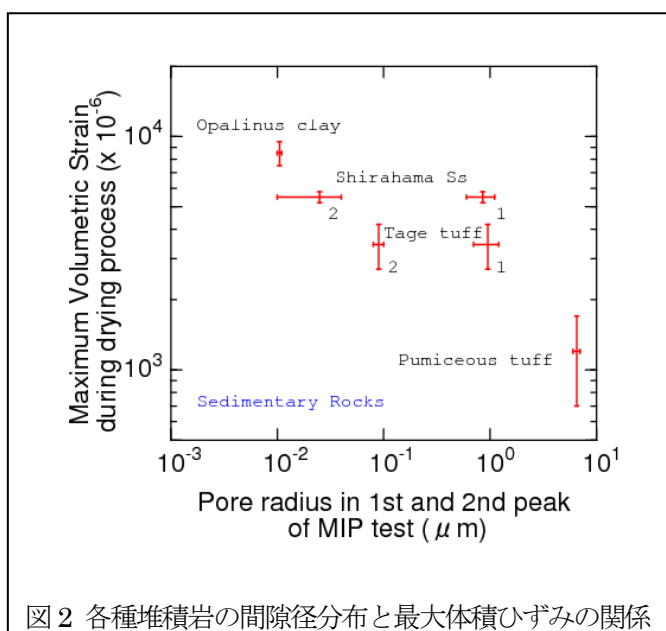


図2 各種堆積岩の間隙径分布と最大体積ひずみの関係

4 外部資金の獲得

本プロジェクト研究に関連して、平成22年度日本原子力研究開発機構との共同研究に発展し、現在大深度地下施設を建設している幌延珪藻質泥岩を対象として、乾燥変形実験を実施した(文献9)。

発表論文等(引用順)

- 1) Aung Ko Ko Soe, Osada, M. & Thandar Thetoe Nwe Win : Drying-induced deformation behaviour of Shirahama sandstone in no loading regime. *Engineering Geology*, Vol. 114, pp.423-432, 2010.
- 2) 長田 昌彦, 高橋 学, 竹村 貴人: 堆積岩の乾燥変形現象とそれに起因した現象と課題. *Journal of MMIJ*, Vol.127, pp.127-131, 2011.
- 3) Adikaram, N. M., Illankoon, T. N. & Osada, M.: Anisotropic deformation behaviour of Tase tuff in 1D drying condition. *12th JSCE International Summer Symposium*, 土木学会, CDROM, 2010.
- 4) 長田 昌彦, Illankoon, T. N. & Adikaram, N. M.: 乾燥に伴う軟岩の弾性波速度の異方性について. 日本応用地質学会平成22年度研究発表会講演論文集, CDROM, 2010.
- 5) Adikaram, N. M. & Osada, M.: Anisotropic properties of Tase tuff based on ultrasonic wave velocity measurements. *Geo-Kanto2010*, 地盤工学会関東支部, CDROM, 2010.
- 6) Adikaram, N. M., Osada, M. & Yamabe, T.: Anisotropic behavior of Tase tuff in changing saturation. 埼玉大学工学部建設系紀要, Vol.37, pp.25-32, 2011.
- 7) 長田 昌彦: 各種岩石の乾燥変形現象の比較によるその支配要因の検討. 第40回岩盤力学に関するシンポジウム, CDROM, 2011.
- 8) Osada, M., Adikaram, N.M. & Illankoon, T.N.: Drying-induced deformation and consequent change in mechanical properties of sedimentary rocks. *International Congress of Rock Mechanics*, Beijing, China, October 18-21, 2011(発表予定).
- 9) 長田昌彦, 前川恵輔: 水分量変化に伴う地下岩盤の物性変化に関する研究. 平成22年度共同研究成果報告書, 54p, 2011年1月31日(契約額934,132円).