

岩盤の変形特性と透水特性変化の相関に関する基礎的研究

東京大学 学生会員 ○秀島 喬博

東京大学 正会員 井上 純哉

1. はじめに

高レベル放射性廃棄物の地層処分において、汚染物質の溶解した地下水が周辺岩盤の亀裂ネットワークを通じて生態圏に到達すると考えられている。また、岩盤掘削などによる応力開放の影響により、掘削影響領域と呼ばれる空洞周辺の岩盤内には大きなせん断変形が生じる事が知られており、このようなせん断変形は掘削影響領域の透水特性に大きな影響を与えと考えられる。そのため、岩盤掘削を行う地層処分の安全性評価においては、亀裂のせん断変形に伴う透水特性の変化を把握する必要がある。しかしながら、このようなせん断変形に伴う軟岩及び亀裂性岩盤の透水特性を実験的に計測することは非常に困難であり、さまざまな実験的な試みはされているものの未だ不明な点は多く、改良を加えさらに実験的な試みをする余地は十分にある。そこで本研究では、面外方向の透水量を測定できる新たな平面ひずみ試験機を使用し、軟岩の局所破壊に伴う透水特性の変化とひずみ速度依存性の関係、及び亀裂性岩盤のクリープ変形に伴う亀裂形状変化と透水特性の関係を実験的に検証することを試みた。

2. 透水試験（亀裂無し）

本研究では、せん断変形に伴い最も顕著な透水特性の変化があると思われる、せん断方向に直行する方向（面外方向）の透水特性を測定できる新たな平面ひずみ試験機を使用した（図1）。面外方向の透水特性変化のひずみ速度依存性を調べるために、人工軟岩を作成して、ひずみ速度 $0.002(\%/s)$ とその $1/10$ のひずみ速度 $0.0002(\%/s)$ の二つのケースで単調載荷をしつつ、透水特性の変化を比較した。透水試験の結果より、二つのひずみ速度のケース共に、ピーク近傍で面外方向の透水係数が大きく変化することがわかった。また、ひずみ速度が速いとひずみの局所化が一つに集中するため大きな亀裂が入るのに対し、ひずみ速度が遅いとひずみの局所化が一つに集中せず全体的に分散するので大きな亀裂が入らないため、ひずみ速度が遅いケースのほうが、速いケースより透水係数の変化が小さくなった（図2）。

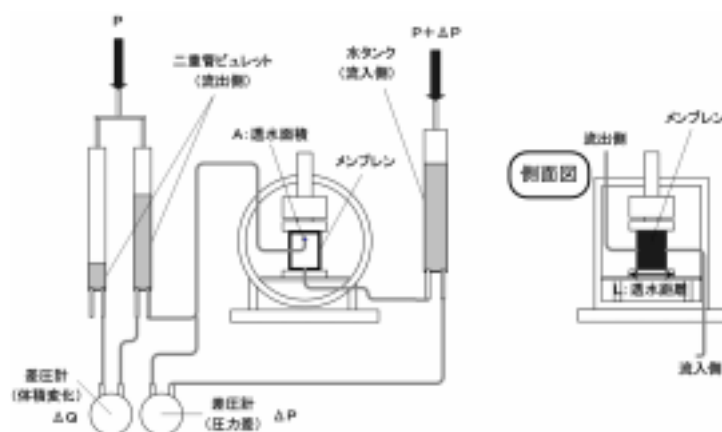


図1 透水試験概要

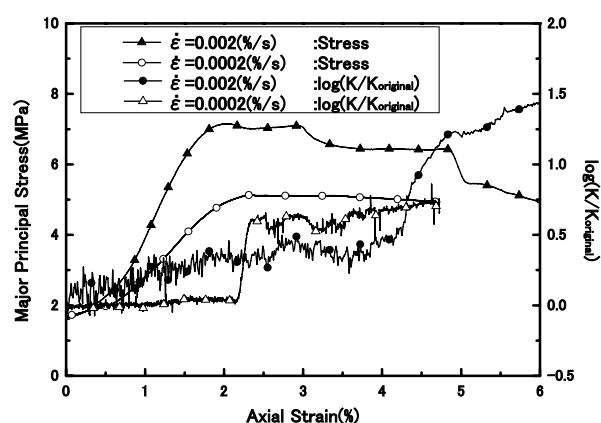


図2 透水試験結果（亀裂無し）

キーワード 亀裂，透水特性，クリープ，軟岩

連絡先 〒160-0004 東京都文京区本郷 7-3-1 T E L 03-5841-7455

3. 透水試験（亀裂有り）

奥行き方向一定の正弦波で単一亀裂の入っている供試体（図3）を作成して、クリープ荷重 4MPa で载荷をして、面外方向の透水特性の変化及び、単一亀裂面の形状変化を測定した。透水試験の結果、単一亀裂が入っている供試体は、せん断変形に伴い単一亀裂面に応力が集中して局所破壊するため、クリープ载荷中に透水係数が大きく変化することがわかった（図4）。また、単一亀裂面の形状変化測定の結果、亀裂形状が傾いている部分よりも、亀裂形状が平らな部分の変形量が大きいことが判明した（図5）。

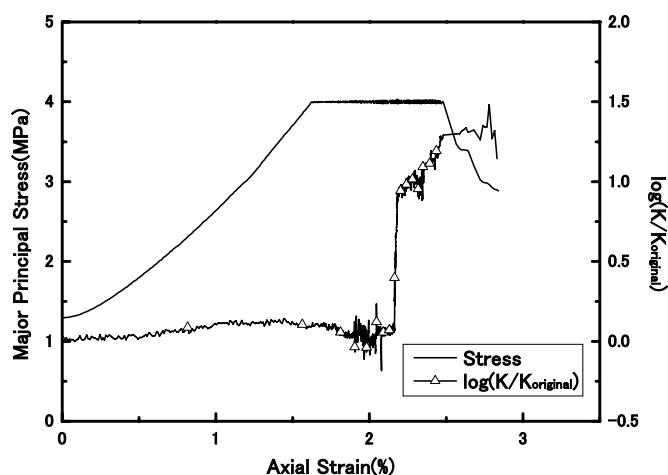


図4 透水試験結果（亀裂有り）

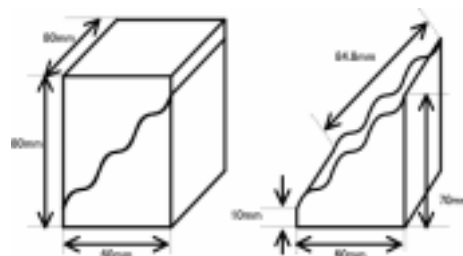


図3 供試体（亀裂有り）

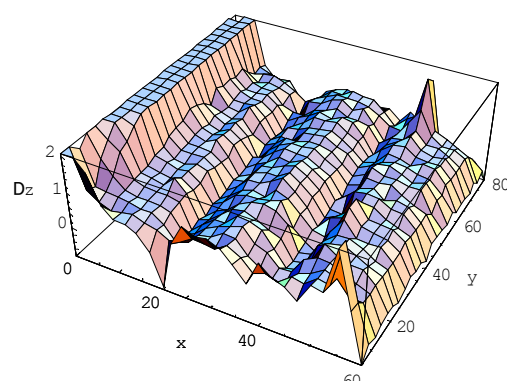


図5 単一亀裂面のひずみ分布

4. おわりに

本研究では、岩盤の変形特性と透水特性の変化の相関に関する基礎的研究として、面外方向の透水量を測定できる新しい平面ひずみ試験機を使用して実験をした。その結果、ひずみ速度によるひずみ局所化のモードの違いにより透水特性変化の仕方に違いが生じることが示された。さらに、亀裂性岩においては、応力集中して亀裂の山が局所破壊することで透水係数が上昇することが判明した。また、単一亀裂面の局所変形を測定することができた。今後は、本研究で確立された実験手法を用いて、さらなるデータを取り局所化の進展と透水特性変化の関係を見出すことが望まれる。

参考文献

- ・ T. Esaki, S. Dua, Y. Mitani, K. Ikusada, L. Jing: Development of a shear-flow test apparatus and determination of coupled properties for a single rock joint, *Int .J. Rock Mech. Min. Sci.* , 36:641-650,1999
- ・ Z. Chen, S. P. Narayan, Z. Yang, S. S. Rahman: An experimental investigation of hydraulic behaviour of fractures and joints in granitic rock, *Int .J. Rock Mech. Min. Sci.* , 37:1061-1071,2000
- ・ I. W. Yeo, M. H. De Freitas, R. W. Zimmerman: Effect of shear displacement on the aperture and permeability of a rock fracture, *Int .J. Rock Mech. Min. Sci.* , 35:1051-1070,1998
- ・ A.R.Bhandari, J.Inoue: Strain localization in soft rock —a typical rate-dependent solid; experimental and numerical studies,*Int.J.Number.Anal.Meth.Geomech.*29:1087-1107,2005