

電位および AE 計測による地下空洞の安定性評価に関する模型実験

東海大学 海洋学部 学生員 ○土井 崇司
 東海大学 海洋学部 学生員 大和田 洋一
 東海大学 大学院 学生員 小倉 洋一
 東海大学 大学院 学生員 大洞 光央
 東海大学 海洋学部 正 員 アイデン・オメル

1. 目的

掘削に伴う周辺岩盤の応力変化に伴って、周辺岩盤に破壊の発生が考えられる。岩盤が破壊する際に電位が発生することが最近の研究で明らかになってきており、また、岩盤変形と破壊過程に伴って AE が発生することが知られている (Aydan et al. 2001, 2002)。

本研究では岩盤ブロックに円形の空洞を掘削し(ほぼ真中に径 58mm の円形空洞を設けた)、一軸圧縮荷重条件下で変形及び破壊過程に伴って発生する電位、AE 応答を計測する。そして、地下空洞の周辺岩盤の安定性を評価できるかどうかを検討する。

2. 方法

実験装置は、SHIMADZU 製の 2000kN の圧縮及び引張り実験ができ、荷重あるいは変位制御下で実験を行うことが可能な圧縮実験装置を使用する。図 1 は圧縮実験の様子を示し、図 2 は岩盤ブロックの寸法と測定器の配置を模式的に示している。また、破壊に伴って、破壊時に発生する加速度を測定する。空洞をあけた岩盤ブロックの寸法は 300×200×68mm と 300×200×138mm のものを使用し圧縮方向の変位、荷重、電位、AE 及び温度測定を行う。300×200×68mm の岩盤ブロックの場合、電位を DC として計測し、実験名を Type1 とする。また、300×200×138mm の岩盤ブロックの場合、電位を AC として計測し実験名を Type2 とする。なお、両岩盤ブロックは砂岩と頁岩で構成され、圧縮方向は層理面の方向と平行である。

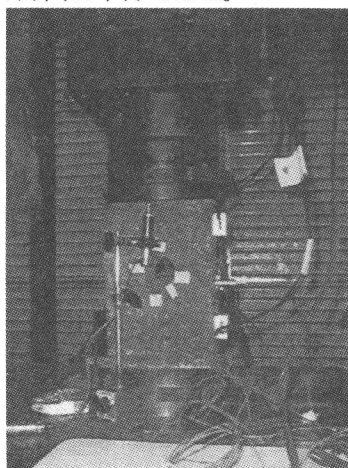


図 1 圧縮実験の様子

3. 実験結果と考察

図 3 は、亀裂発生後における実験中の岩盤ブロックの前面と裏側の様子を示している。Type1 の結果として亀裂の発生は、ほとんど既存のものにそって発生したが、空洞周辺で側壁から薄利と天端と空洞底面に引張り亀裂が生じ、ブロックが最大荷重に達した時に大きな音を立てながら破壊し、その際の加速度を記録した。その記録結果を図 4 に示す。実験中に測定された荷重、変位、電位及び AE を図 5 に示す。実験結果から荷重・変位応答に比べ、電位と AE 応答は岩盤内に発生している亀裂とその進展に敏感に反応しており、特に軸方向の電位が水平方向の電位と比較して約 10 倍になっている。荷重の値は最大に至る直前に大きな電気信号が発生している。

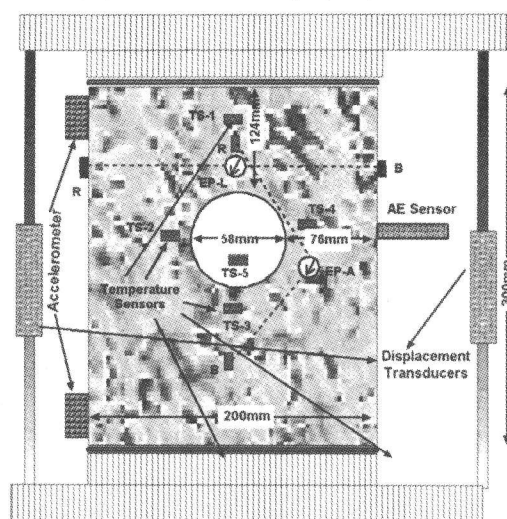


図 2 岩盤ブロックの寸法と測定器の配置

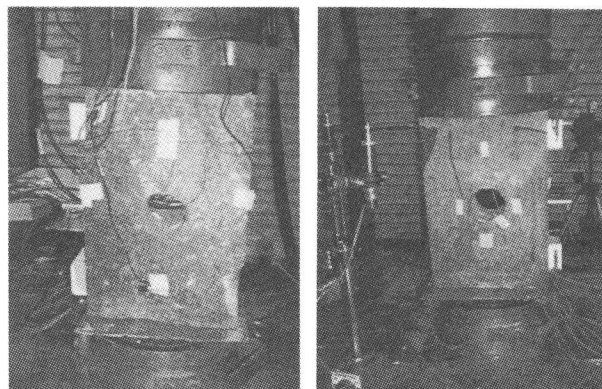


図 3 実験中の岩盤ブロックの前面と裏側の様子

実験の際に特に頁岩に圧縮方向と層に平行な亀裂の発生が観測された。新たな亀裂が発生する度に電位に大きな変化が見られ、その直後電位の値が指数関数的に減少し、AE 応答の場合も良く似た応答が観測された。

Type2の結果はType1と同様に既存のものにそって亀裂が発生し、空洞周辺の側壁薄利と天端と空洞底面に引張り亀裂が発生した。ブロックが最大荷重に達した時に、岩盤ブロックが大きな音を立てながら破壊し、全体破壊直前に加速度計測装置がトリガーされた為、破壊時の加速度を記録できなかった。測定された荷重・変位応答に比べ、電位とAE 応答は岩盤内に発生している亀裂とその進展に敏感に反応していると言える。しかし、AC 成分として測定された電位の値はDC 成分と比較して、その値が小さくなっている。このことは一軸圧縮実験で見られた応答とよく似ている。また、AC 成分の場合も亀裂発生に伴って電気信号が発生していることが明確である。AE 応答の場合もType1 模型実験と良く似た応答が観測された。

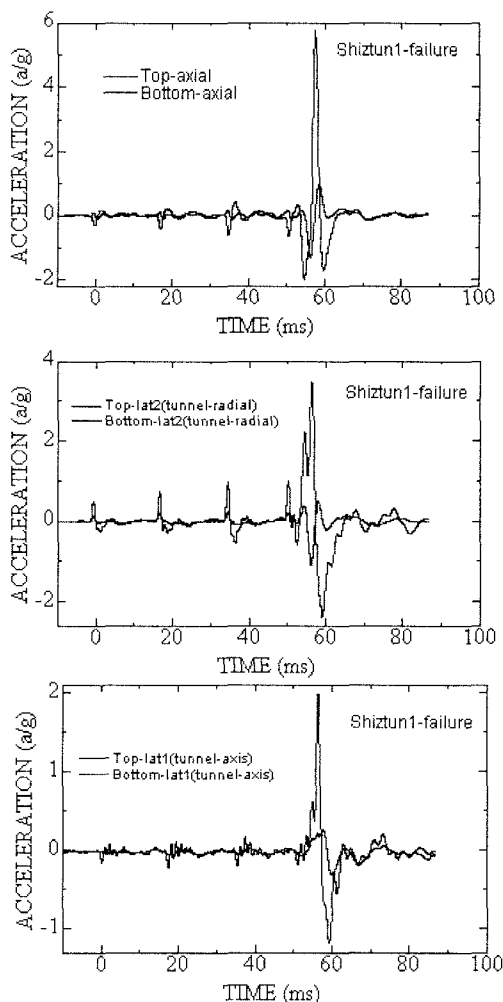


図4 破壊時の加速度記録

4. 結論

実験結果より、岩盤内に発生する亀裂や塑性域と電位とAE の間に密接な関係があることが明らかに

なった。亀裂や塑性域の発生に伴って必ず電気信号が発生し、発生直前に電位が大きく変動して、亀裂の進展が停止すると同時に発生電位は指数関数的に減少する。電位とAE の反応は変形と比較して敏感であることが明確であり、地下空洞の短期的な安定性の評価に大変有効的な手段になり得ると結論できる。しかし、電位は計測される際にAC あるいはDC として測定されるため、あらかじめ岩盤の電位特性を一軸圧縮実験などで確認した方が良いと考えられる。

参考文献

- Aydan, Ö., T. Minato & M. Fukue 2001. An experimental study on the electrical potential of geomaterials during deformation and its implications in Geomechanics. 38th US Rock Mechanics Symposium, Washington, Vol.2, 1199-1206, 2001.
- Aydan, Ö., T. Ito, T. Akagi, H. Watanabe and H. Tano (2002): An experimental study on the electrical potential of geomaterials during fracturing and sliding. 3rd Korea-Japan Rock Engineering Symposium, Seoul, 211-218.

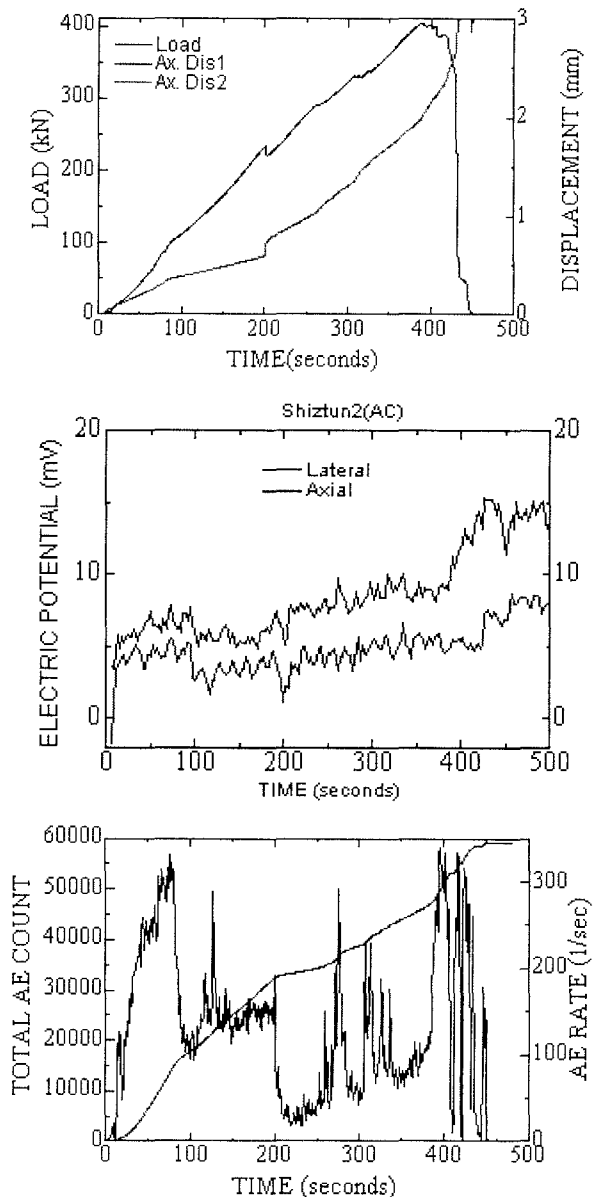


図5 荷重、変位、電位およびAE 応答