

東海大学海洋学研究科 ○土井 崇司  
 東海大学海洋学研究科 大洞 光央  
 東海大学海洋学部 アイダン・オメル

1. はじめに

現在、放射性物質の処分方法として最も有力な方法が地層処分法である。今まで地層処分に対して結晶硬岩が着目され、数多くの研究が行われてきた。しかし、結晶硬岩は不連続面を数多く含んでいるため、その透水性に問題となっている。そこで、透水性が低い堆積岩が注目されるようになってきている。一方、堆積軟岩の場合、強度が低いため、塑性化の可能性が高く、その難透水特性は失われることが考えられる。また、その力学特性は含水比などに大きく影響されることが知られている。東濃鉱山北延 NATM 坑道周辺の堆積軟岩に掘削した無支保状態の水平試錐孔において、硬岩の坑道掘削でしばしば発生する「肌落ち」や「山はね」に似たような孔壁が崩壊する現象が観察された。東濃鉱山の堆積軟岩中で観察された空洞周辺の破壊現象に着目して、多重パラメータ計測システムの開発に関する実験的研究について報告する。

2. 供試体作成

模型岩盤とセメントペーストのみと 4 号硅砂を 15% および 30% のモルタルを 3 種類用意した。モルタルはいずれも水セメント比 30% のものを使用した。供試体の真中に直径 45mm の空洞を設けた。また、試験中に発生する自然電位を計測するため図-1 のように電極を挿入した。Ch1 (横) と Ch2 (縦) は模型全体の電位応答を、Ch3 (天端) と Ch4 (側壁) は空洞近傍の電位応答を計測することを目的で配置した。

空洞の破壊現象を計測する上で考えられるすべてのパラメータを考慮して、模型岩盤と空洞の応力・ひずみ・AE・自然電位および加速度の計測を行うこととした。供試体の両端に荷重装置と絶縁するため絶縁体を配置し、模型に作用する応力が一樣になるように厚い鉄板を用いた。応力の計測するため荷重計を破壊後の供試体の転倒を防ぐため供試体の上部に配置した。供試体全体の軸ひずみを計測するため変位計を 2 つ用いた。亀裂や破壊に伴って発生する AE を計測するため AE センサーを空洞真横の供試体側面に取り付けた。破壊時に供試体内部で発

生するさまざまな電気信号を計測するため電極を図-1 と図-2 のように配置した。実験中および破壊時発生する加速度を記録するため供試体の上部と下部に図-2 のように加速度計も取り付けた。

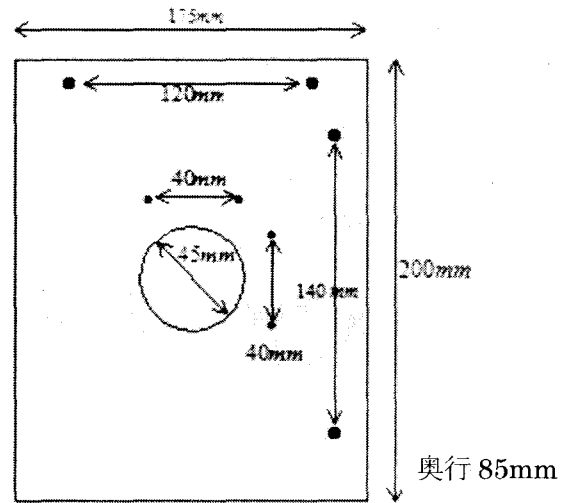


図-1 圧縮実験で用いた供試体

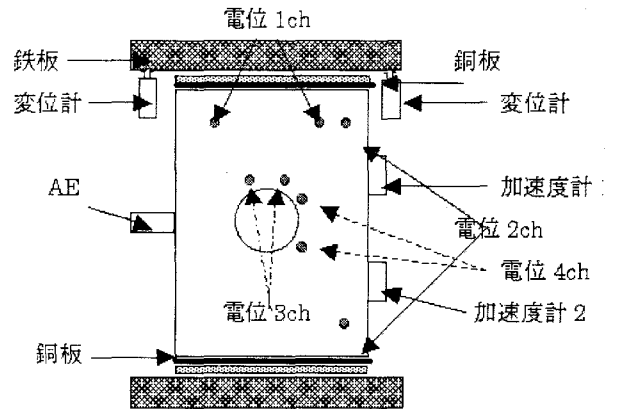


図-2 圧縮実験における計測装置の設定位置

3. 空洞の室内模型試験

図-3 は一軸圧縮応力下で行ったにおける圧縮実験における計測結果で荷重を繰り返し载荷したものである。(A)、(B)は乾燥状態、(C)は飽和状態の供試体を圧縮実験した図である。図には示していないが、(A)、(B)、(C)のそれぞれの実験で電位 1ch と 2ch での自然電位の応答が他の位置に比べて大きな応答が計測された。これは、1ch が上部加圧板の真下で荷重軸に直行していることと 2ch が

圧縮軸方向の全体の変化を計測していることによるものであると思われる。

図-3の(A)に着目して、3chと4chの自然電位の応答を比較してみる。いずれも破壊の前に自然電位の反応が出ており、3chの方がより早い段階から応答が現れている。今回作用する荷重条件で、4chの電極は、空洞が破壊される場合圧縮破壊される部分に、3chの電極は、引張りにより破壊される部分に設置されてある。実験結果は双方の現象に対して自然電位の応答が現れることを示しており、崩壊の予測として自然電位は十分に利用可能であると考えられる。また、同様にAEの応答も荷重や変形の変化に対応している。図-3の(B)では、上記で述べたように1chは加圧板と供試体の接地面に近く、3chと比較すると自然電位の応答が大きな値がでていることがわかる。AEの応答は自然電位の応答がほぼ同様な反応が見られる。続いて図-3の(C)に着目すると、(A)の場合と同様に3・4chの両方で自然電位の応答が現れている。特に、4chでは大きな電気的信号が計測された。また、破壊直前にAEおよび自然電位の応答に大きな変化が見受けられる。

以上の実験結果より、荷重・変位の変化に対応してAEや自然電位に変化が見られ、破壊直前にはその変化が特に大きくなることが確認された。これらの結果は、東濃鉱山にて観察された現象や山はね現象などのような、地下空洞において発生する破壊を予測するための監視技術の開発に向けた基礎的データとなるものと考えられる。

4. まとめ

地下空洞において発生する破壊現象に対して、多重パラメータ計測による監視技術の開発に向けた基礎的実験を行った。得られた結果から、観察される空洞周辺の破壊現象に対応して自然電位やAEの応答が明確に現れることが確認された。

《参考文献》

Aydan, Ö., N. Tokashiki, T. Ito, T. Akagi, R. Ulusay, H.A.Bilgin (2003): An experimental study on the electrical potential of non-piezo-electric geomaterials during fracturing and sliding, 9th ISRM Congress, South Africa. pp. 73-78.

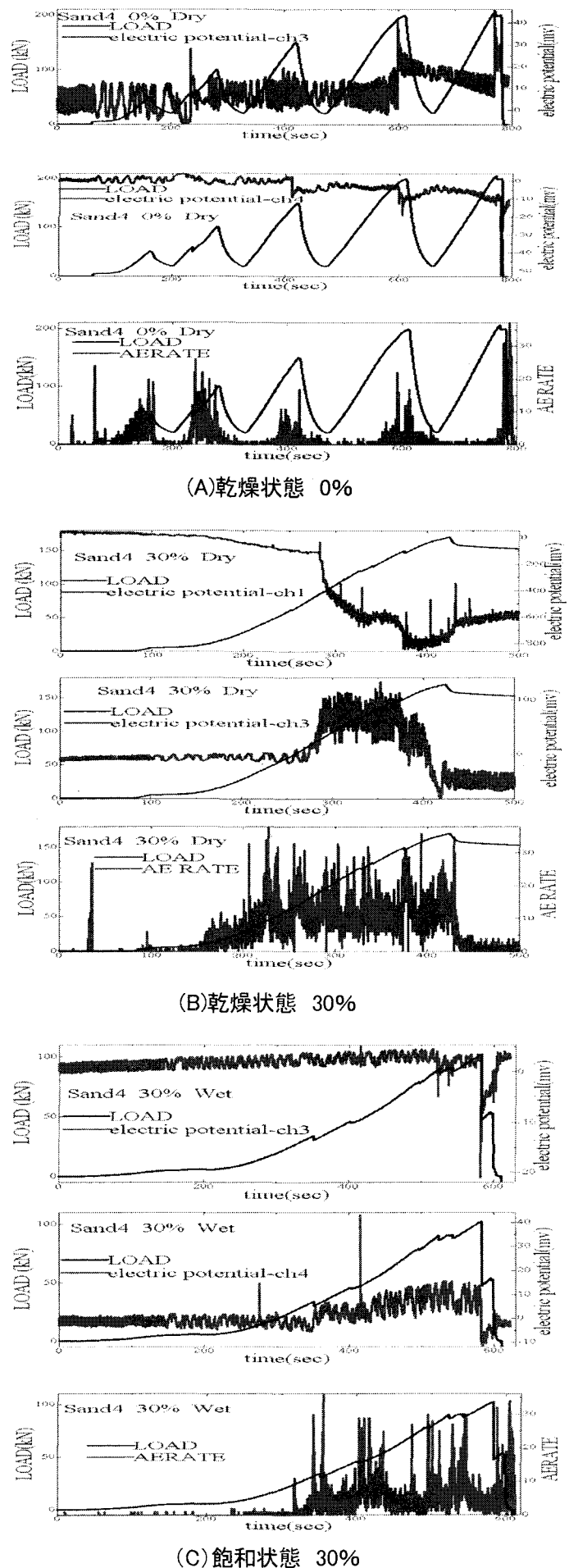


図-3 異なる含水比における各計測パラメータ