

大阪大学大学院 学生員 ○福井 唯夫
徳島大学大学院 学生員 遠藤 大治
徳島大学工学部 正 員 藤井 清司

1. はじめに

岩盤は構造材料または構造物の基礎として使用頻度が高く、安全性を論じる必要がある。しかし岩盤内には、空隙、き裂、不整合部などの欠陥が数多く存在し、外力が作用すると、内在する欠陥部に応力集中が生じてこれらが成長し破壊に至る可能性がある。

そこで本研究ではそのような応力集中部からのき裂の成長を把握するため、内部応力集中を想定した試験体を用いて定圧一面せん断試験を行う。これに AE 法を適用し、その発生特性より材料内の進行性破壊の状況を解明し、岩盤・岩石内の破壊機構解明のために用いる基礎資料の取得を目的とする。

2. 試験方法

試験体材料として、岩盤・岩石とよく似た力学的特性を示すなどの理由から、材齢 7 日のセメントモルタル、フライアッシュセメントペースト（以下、FCP と略記する）、および石膏を用いる。各材料の強度特性を表－1 に示す。

配合は重量比で、モルタルが水：普通ポルトランドセメント：細骨材＝1：2：6、FCP が水：早強ポルトランドセメント：フライアッシュ＝0.6：1：1、石膏が水：石膏＝0.4：1 とする。

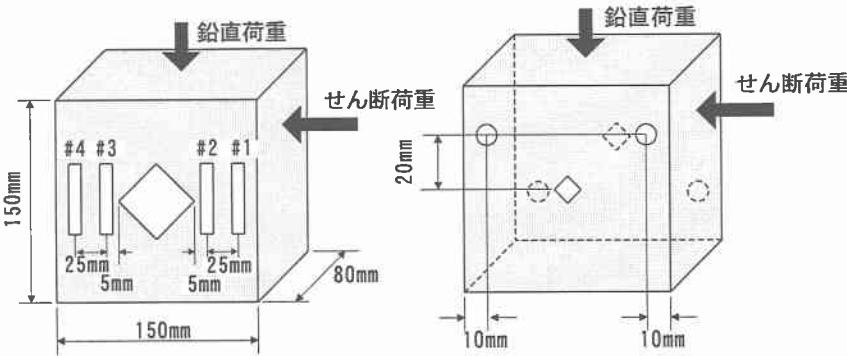
試験体形状を図－1、2 に示す。試験体全体の材料はモルタルまたは FCP を使用し、内部異質材となる正方形断面の角柱には石膏を使用する。試験体の寸法は 150mm×150mm×80mm とし、角柱は正方形の一辺が 16mm、25mm、34mm の 3 種類を用いる。ひずみゲージは試験体の力学的挙動と内部異質材からのき裂進展状

況を計測するために図－1 の位置に 4 枚貼り付け、AE 変換子は図－2 に示すように試験体前後面に 2 個ずつ、合計 4 個設置する。

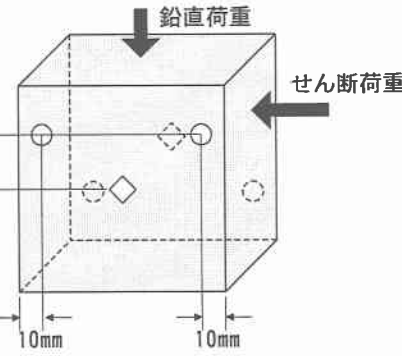
試験装置を図－3 に示す。試験装置は下箱を固定、上箱を可動とし、可動箱と鉛直拘束圧載荷板との間にはフラットローラを敷き、水平変位を拘束しない構造になっている。この状態で鉛直拘束圧を 0.1、0.2、0.3MPa の 3 種類で一定に保ち、せん断荷重を変位制御 0.1mm/min で載荷する。

表－1 材料特性

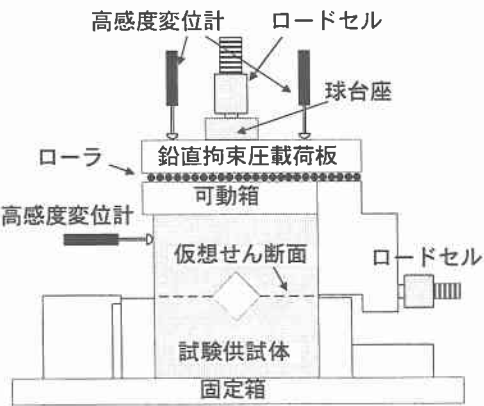
材料	σ_c (MPa)	σ_t (MPa)	τ_0 (MPa)	E (MPa)	ν	Br (σ_c/σ_t)
セメントモルタル	30.6	2.7	5.4	1.8×10^4	0.20	11.3
FCP	27.4	1.7	3.8	1.7×10^4	0.22	16.1
石膏	18.7	1.3	2.8	7.1×10^3	0.32	14.4



図－1 ひずみゲージ設置状況



図－2 AE 変換子設置状況



図－3 試験装置図

3. 試験結果および考察

表-2 に日本鉱業会案の算定式によって得られたせん断強度と、本試験によって得られたせん断強度を示す。この

結果から、セメントモルタルの方が FCP よりも強度が大きいことがわかる。また、算定式によって得られた結果と試験結果を比較してもそれほど違いがないことから、本研究におけるせん断試験は有用であると考えられる。

図-4 に AE 計測結果を示す。グラフは材料が FCP、鉛直拘束圧が 0.3MPa、内在角柱寸法が 16mm×16mm の試験体における結果であり、最終破壊時のせん断変位を 100%とした値と、せん断応力、ゲージひずみ、せん断変位 0.02mm あたりの AE count 計数率および破壊過程の特征的情報を表す改良 b 値¹⁾の関係を示している。まず、せん断応力曲線とひずみ曲線には非常によく対応した変曲点がはっきりと現れており、せん断応力曲線はこの変曲点以降傾きが小さくなっていることがわかる。また、変曲点の前後、図に示す点線の部分で改良 b 値が低下し、それぞれの点線以降 AE count 計数率が増加している。これらのことから、図に示す①の区間で微視き裂が形成され、②の区間でき裂が連結し、③の区間で巨視き裂が形成されていると考えられる。また、以上のことから、せん断応力曲線の変曲点は、①の微視き裂形成区間で蓄えられていたひずみエネルギーが、②のき裂連結区間で徐々に解放され始め、③の巨視き裂形成区間ではき裂の進展によって一定に解放されているために生じると考えられる。

これらの結果は、他の条件の試験全てにおいても同様の結果が得られた。

4. 結論

条件の違いに関わらず、せん断応力曲線とひずみ曲線には非常によく対応している変曲点が顕著に現れることや、AE の発生状況、改良 b 値の低下点に注目することにより、破壊現象には微視き裂の形成区間、き裂の連結区間、巨視き裂の形成区間が推測でき、進行性破壊の状況解明に利用できることを確認した。このことより、せん断応力曲線の変化は、き裂の連結および巨視き裂の形成によるひずみエネルギーの解放によって生じることを確認した。

<参考文献>

1)塩谷、藤井、青木、天羽：土質材料への AE 法の適用と破壊評価方法、第 5 回地下と土木の AE 国内コンファレンス論文集、資源・素材学会、pp.40-47、1993。

表-2 せん断強度定数

材料	日本 鉱業会案による せん断強度 (MPa)	定圧一面せん断 試験による強度 (MPa)
セメントモルタル	5.4	5.4
FCP	3.8	2.6

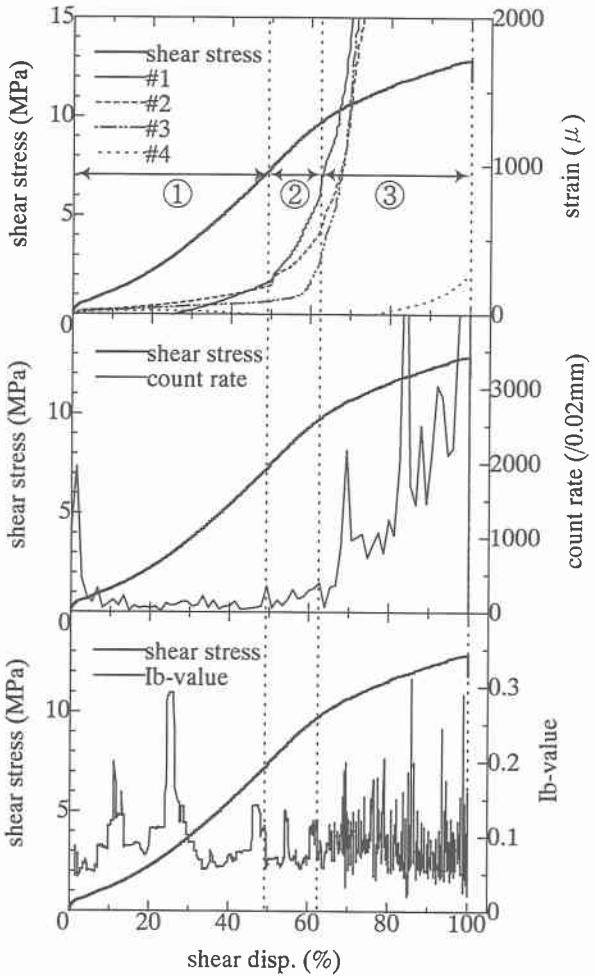


図-4 AE 計測結果