

岩質材料のせん断破壊時のA E特性とき裂進展

徳島大学大学院 学生員 ○遠藤 大治
五洋建設 正 員 藤木 泰宏
徳島大学工学部 正 員 藤井 清司

1. はじめに

一般に岩盤を対象とする設計を行う場合には、それらに作用すると予想される荷重に対して岩盤内部に生じる応力を静的あるいは動的に計算し、それが与えられた荷重、環境条件下において十分な安全性の確保を確認する必要がある。

そこで本研究では、切欠きを有する2種類の岩質脆性材料を用いた定圧一面せん断試験を行い、その供試体の試験載荷時の挙動からせん断応力に対する力学的特性を把握する。また、これにAE法を適用し、その発生特性(微視割れの形成→結合き裂の形成→巨視き裂の形成)より岩質材料内部の破壊機構の解明を行うことを目的とする。

2. 実験方法

試験体は図-1に示すように、左右に切欠きを有する一辺が100mmの立方体であり、切欠きは幅1mm、長さ25mm、先端部4mmがテーパ状になっており、切欠き近傍からのき裂進展状況を知るために長さ20mmの一方向抵抗線ひずみゲージを左右の切欠き先端から5mmと中央部25mmの位置に合計3枚張り付け、さらに供試体内部の破壊状況を知るためAE(150kHz共振型)センサーを図の位置に合計4個設置しAE計測を行う。

試験体材料は、岩盤、岩石とよく似た力学的特性を示し、取り扱いが容易であり、試験の再現性が得られやすく、かつ作成が容易であること等の理由により、材齢7日のセメントモルタルとFCP(フライアッシュセメントペースト)を用いる。使用材料の材料特性を表-1に示す。配合比は重量比で水：普通ポルトランドセメント：細骨材=1：2：6(モルタル)、水：早強ポルトランドセメント：フライアッシュ=0.6：1：1(FCP)である。

また、両者を比べることにより骨材の有無によるAE特性の相違が把握できる。

試験装置は鋼な鋼材(ss400)で、上箱は可動で下箱は固定である。また、下箱の左側面には、供試体に作用するせん断荷重を一点で支持できるように支点を設けてある。また、試験載荷枠は上下および水平方向の反力に十分耐えうるよう剛性の高い鋼材を用いている。鉛直応力を所定の値に一定に保ちつつせん断破壊するまで試験を行う。また、せん断方向の変位制御は0.1mm/minとする。

3. 試験結果および考察

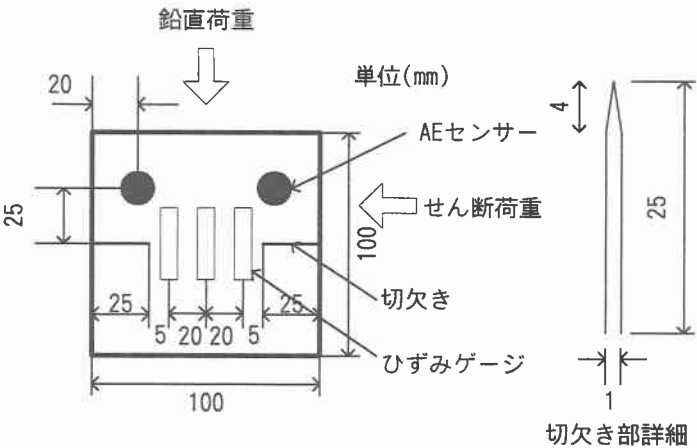


図-1 供試体図

表-1 材料特性

	σ_c (kgf/cm ²)	σ_t (kgf/cm ²)	E (kgf/cm ²)	ν	Br (σ_c/σ_t)
セメントモルタル	345.9	32.9	1.86×10^5	0.20	10.5
FCP	290.3	14.6	1.74×10^5	0.22	19.89

表-2 供試体の意味

		鉛直応力条件
セモ メル ンタ ル	MA	50kgf/cm ²
	MB	30kgf/cm ²
	MC	15kgf/cm ²
	MD	8kgf/cm ²
FCP	FA	40kgf/cm ²
	FB	20kgf/cm ²
	FC	10kgf/cm ²
	FD	5kgf/cm ²

まず試験種類を表す記号の意味は表-2 に示すとおりとする。

図-3 にせん断応力とせん断変位の関係を示す。鉛直応力が大きくなるにつれてせん断応力も大きくなっており、破壊時せん断変位は鉛直応力が大きくなると小さくなっている。このことよりせん断応力とせん断変位は鉛直応力に依存していることが明らかである。

図-4 にせん断変位とひずみゲージの測定値の関係を示す。ひずみは破壊直前から急増しており、脆性破壊を顕著に表している。また、このひずみの変曲点がき裂の進展の始まりであると推測される。モルタルとFCPを比べるとひずみの伸び上がり方がモルタルの方が緩やかである。また、モルタルとFCPを比較するとモルタルの方がせん断変位が小さい段階からひずみが増加し始めている。この結果よりFCPの方がより脆性的であることが確認できた。

鉛直応力によりひずみの値が変化していることがわかる。

図-5 にせん断応力-せん断変位とAEリングダウン計数率の関係を示す。モルタルでは破壊荷重の80%付近から、FCPでは破壊荷重の85%を過ぎる頃からAEが頻発し始めている。この急増点以前は微小き裂の形成によるAEを、以降は微小き裂の連結が始まり巨視き裂の形成によるAEを検出しており、突発的な脆性破壊を起こしていると思われる。また、AE計数率はせん断応力が最大を迎える前に一度大きな発生が見られる。

次に、図-5、6よりAEリングダウン計数率とひずみゲージ測定値を比較すると、ほぼ同じ時点で急増点と変曲点を示しておりこの2つはよく対応している。

4. まとめ

AEリングダウン計数率とひずみゲージ測定値を比較するとよく似た挙動を示していることからこれらの観視により、内部のき裂進展状況の把握が可能となる。また、AE累積数はモルタルでは破壊荷重の80%付近から、FCPは85%付近から頻発し始めている。この付近から「き裂の連結→巨視き裂の形成」が起きている。鉛直応力がせん断変位、せん断応力、ひずみ測定値などのパラメータに影響を与えることが確認できた。FCPの方がモルタルに比べせん断強度は小さいが脆精度は高いことが明らかとなった。

☆参考文献

- 1) 藤井 清司, 中村 正将: AEによる岩質材料の破壊機構の解明に関する研究, 徳島大学工学部研究報告, 1992.

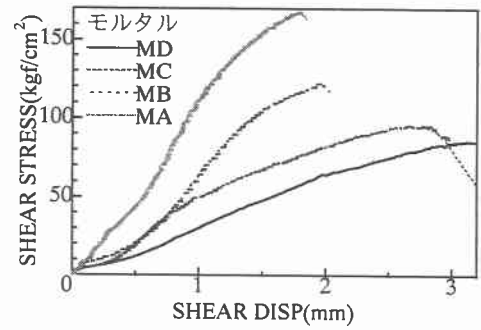


図-3 試験結果

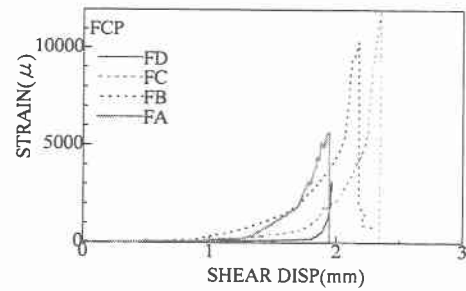


図-4 試験結果

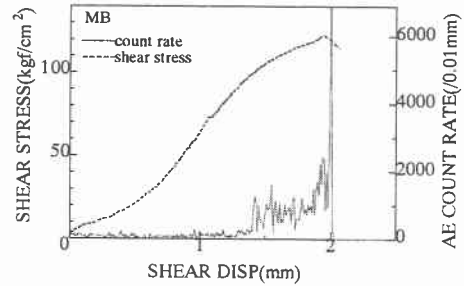


図-5 試験結果

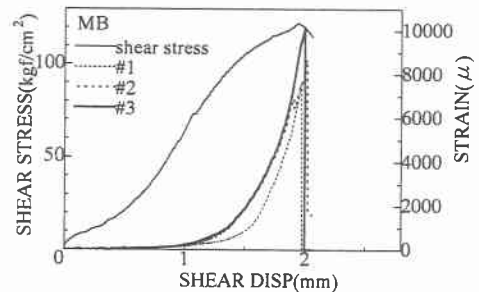


図-6 試験結果