

岩石の破壊現象と微小破壊音に関する基礎的検討

平成 11 年度入学 資源開発工学講座 辰巳 剛規

1. 研究の背景と目的

地下発電所等の大規模な岩盤地下空洞を高地圧下に建設する場合、合理的な空洞の設計の為に掘削による応力変化に伴って形成される緩み領域の発生・進展を正確に検知する必要がある。そこで本研究では応力変化に伴う微小亀裂の形成メカニズムを解明するため、微小破壊音(AE)に着目し、破壊の進展と微小破壊音について基礎的な検討を行った。

2. 研究の内容

岩石の破壊に伴う AE の発生状況を把握するために高剛性の三軸圧縮試験(AE 計測を同時に行う)を行い、またその時の亀裂の発生状況を考察するために個別剛体要素法の解析(PFC 解析)によって三軸圧縮試験をシミュレートした。これより AE パラメータ(AE 発生数、AE 周波数)と応力経路の各点で観測される破壊状況(亀裂の進展・発生状況)との関連を検討した。

3. 研究の結果と考察

三軸圧縮試験結果(図 1)より以下の知見を得た。

応力が降伏強度に至る前に AE が発生し始める。

AE 発生数は降伏強度に至ると顕著に増加し、ピーク強度に至った直後に最大値となる。

ピーク強度から残留強度に至るまで AE 発生数は減少し、残留強度に至るとほとんど認められなくなる。

AE 周波数はピーク強度に達するまで大きな変化は見られないが、ピーク強度から残留強度に至るまで徐々に低下する。

一方、解析結果(図 2,3)より以下の知見を得た。

応力が降伏強度に至る前に引張り亀裂が発生し始める。

引張り亀裂の発生数は降伏強度にいたると顕著に増加し、せん断亀裂が発生し始める。

ピーク強度に至ると引張り亀裂の発生数は減少し始めるが、せん断亀裂の発生数が顕著に増加し全体の亀裂発生数は最大値をとる。

ピーク強度以後、引張り・せん断亀裂の発生は徐々に減少し、残留強度に至ると引張り亀裂はほとんど認められなくなる。

応力がピーク強度に至るまで引張り亀裂は供試体内で一様に発生する。ピーク強度以降の軟化過程においては引張り・せん断亀裂が局所的に発生する。またその箇所に分離面が形成される。

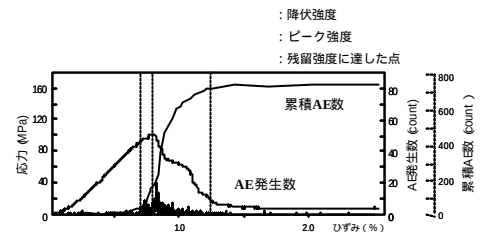


図 1 試験結果による応力、累積 AE 数、AE 発生数とひずみの関係

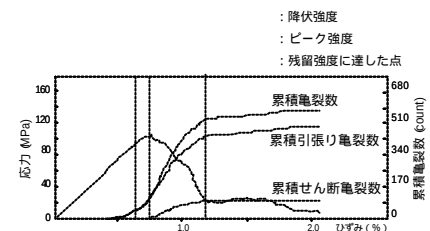


図 2 解析結果による応力、亀裂発生数とひずみの関係

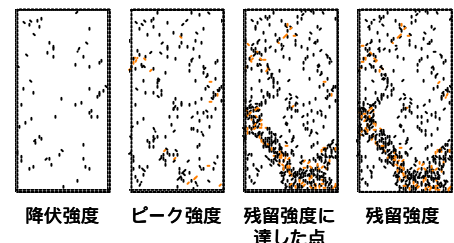


図 3 供試体内部の亀裂の発生分布

以上より、岩石の破壊過程における AE 発生数と亀裂発生数の推移は、降伏強度・ピーク強度・残留強度といった各応力経路でよく対応することが判明した。したがって AE の発生状況(AE 発生数、AE 周波数)から、その時点での岩石の破壊の進行状況を詳細に把握することができるものと考えられる。

