

(株) 日本構造技術研究所 正会員 ○瀧野景子  
徳島大学大学院 学生員 藤本喜治  
徳島大学工学部 正会員 藤井清司

### 1. はじめに

岩盤を対象とした大規模構造物の適切な設計および施工を行うためには、岩盤内に存在する不連続面の性状を適切に評価し、せん断特性について把握する必要がある。そこで、不連続面の形状を単純化し、これを正弦波形に置き換えて、6 種類の正弦波形の不連続面を有する石膏供試体を製作する。そしてこれらを用いて直接一面せん断試験を行う。また、この試験時の供試体内部でのせん断挙動を把握するために近年注目されている AE (Acoustic Emission) 法を導入し、そこで得られる AE 発生特性から不連続面のせん断特性について検討を加え、石膏模型節理面における進行性せん断破壊状況の解明を行う。

### 2. 実験方法

供試体の材料としては高強度石膏を用いる。岩盤内部での不連続面を正弦波状のせん断面としてモデル化し、振幅値が 0.5, 1.0 mm、波長が 20, 33.3, 100mm の各値を組み合わせた 6 種類の供試体を準備する。いずれの供試体も 10cm×10cm×10cm の立方体でせん断面積が 100cm<sup>2</sup> となるように製作する。AE センサーは供試体の下方固定部の 4 点に配置する。

実験は図—1 に示すように上部可動、下部固定の定圧一面せん断試験を採用し、鉛直応力は 10, 30, 40kgf/cm<sup>2</sup> の 3 種類、せん断変位を 0.1mm/min の変位制御で与える。実験 1 として所定の鉛直応力まで载荷し、安定後、せん断荷重を与え、鉛直・水平方向の変位計測および発生する AE の検出を行う。また実験 2 として、同様の一面せん断試験において、段階的にせん断荷重を与え、それぞれの所定の荷重载荷後に荷重をぬいて模型節理面の破壊状況を目視観察する。さらに、AE 2 次元位置標定を行い、せん断破壊の進行性を検討する。

### 3. 実験結果および考察

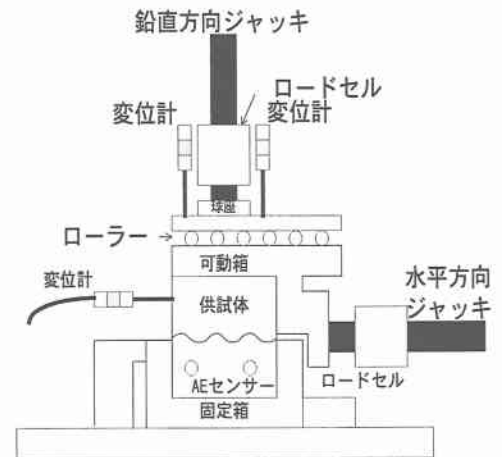
#### 3.1. AE 特性 (実験 1)

ここでは紙面の都合上、振幅値が 0.5mm、波長が 33.3mm の正弦波状を有する模型節理面の AE 特性について検討する。

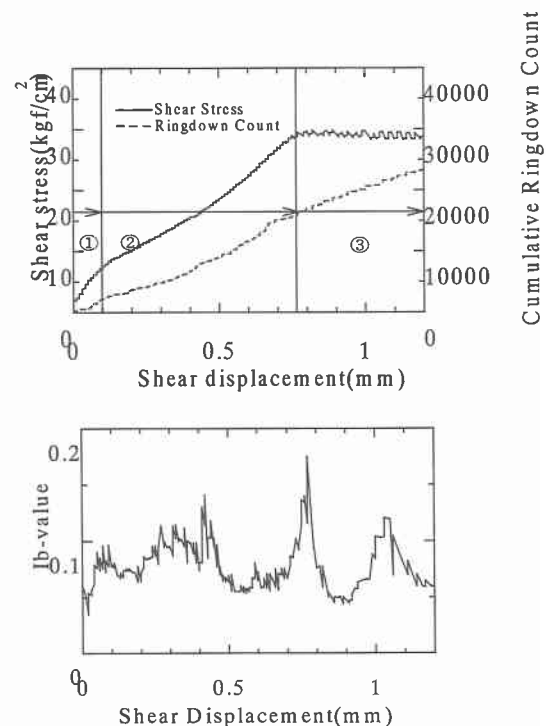
図—2(a)に水平変位—せん断応力曲線と AE リングダウンカウントの累積の関係を示す。また同図 (b)に水平変位—改良 b 値の関係を示す。

ここで、両図(a),(b)において、せん断応力曲線より、①せん断実験装置なじみ領域、②線形領域、③スティックスリップ領域と、3つの領域に分けて考察を行う。

領域①では、せん断装置の载荷箱のなじみによる雑音が発生し



図—1 実験装置図



図—2 模型節理面の AE 特性

たと考えられる。

その後、せん断応力が強い線形性を有する領域②では、応力の安定増加にともない、AE リングダウンカウント計数は増加する。

この領域において、改良 b 値（AE 振巾規模別頻度分布）はせん断応力の安定増加とともに上昇・下降を繰り返しており微小で定常的な破壊が発生していると考えられる。

領域③では、応力曲線がピークせん断強度を迎えた後、スティックスリップが起これ AE リングダウンカウント計数もこれに対応して増加している。また、ピークせん断強度を迎えたときに改良 b 値が低下し、最終破壊に至ったと考えられる。

### 3.2. せん断破壊の進行性（実験 2）

せん断面の破壊状況を前述のそれぞれの領域別に目視観察を行う目的で、せん断面に塗料を塗り、塗布面の傷つきぐあいより、せん断状況を調べた結果、領域①では、破壊は認められない。②の線形領域の前半ではせん断応力の載荷点側がおもに破壊され、後半ではせん断面全体で破壊が生じていた。スティックスリップ領域では、線形領域の後半と同じ箇所で破壊が生じることが認められた。

図一3(a)に線形領域（前半）における 2 次元位置標定の結果を示す。網掛けは目視により断面がおもに破壊された位置を示す。この領域ではおもに網掛け I の部分に大きな AE イベントが多く発生している。このことから、線形領域の前半においては、載荷点側のせん断面がおもに破壊されることが認められる。

図一3(b)に線形領域（後半）における 2 次元位置標定の結果を示す。この領域ではおもに網掛け II および III の部分に AE イベントが多く発生し、前半の結果に比べ、網掛け I の部分では AE イベントの発生は少ない。この結果より、線形領域の後半では、おもに網掛けの II および III の部分で破壊が起こっていると考えられる。（円の大きさは、標定された AE リングダウンカウント計数により重みづけしている）

以上の結果より、目視観察における破壊状況と 2 次元位置標定による破壊の進行状況が合致し、模型節理面における破壊過程は、載荷点側断面から断面中央部および載荷点から離れた側の断面へと進行することが確認された。

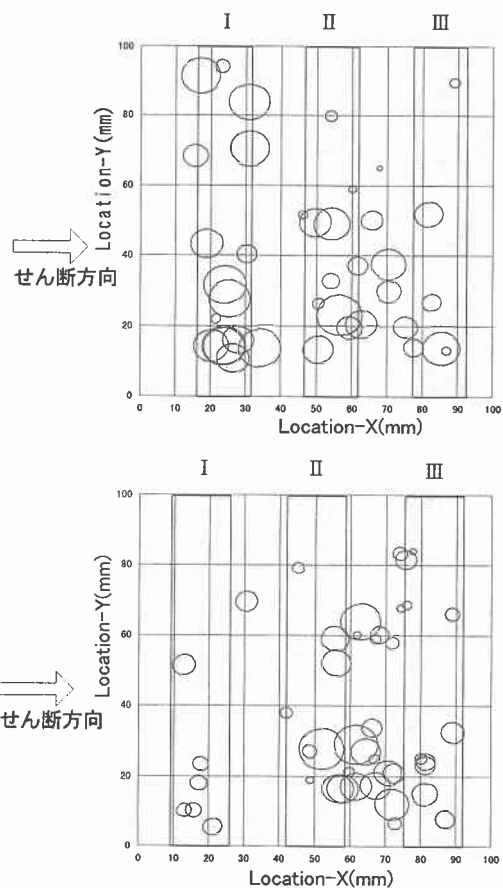
### 4. まとめ

(1) 模型節理面の定圧一面せん断試験の結果、せん断面の破壊の進行過程について、破壊はせん断応力曲線における、線形領域で進行し、せん断応力の載荷点側からせん断面全体へと移行していくことが確認された。

(2) 2 次元位置標定により AE 発生源の進行性を検討した結果、せん断面の断面の傷つく位置で AE が標定され、せん断面の破壊の進行と AE の発生がほぼ一致していることが確認された。

#### 【参考文献】

- 1) 川上,塩谷,藤本,藤井：模型節理面のせん断特性および AE 特性の基礎的研究，第 52 回土木学会年次学術講演会，Ⅲ—A283，1997。
- 2) 塩谷,藤井,青木,天羽：土質材料への AE 法の適用と破壊評価法，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，1993。



(a) 線形領域前半における結果

(b) 線形領域後半における結果

図一3 2次元位置標定結果