

Ⅲ - A 283

模型節理面のせん断特性およびA E 特性の基礎的研究

阪神高速道路公団 正 員 ○川上 泉
 飛鳥建設（株） 正 員 塩谷 智基
 徳島大学大学院 学生員 藤本 喜治
 徳島大学工学部 正 員 藤井 清司

1. はじめに

大型土木構造物の設計、施工を行うときに岩盤の挙動を把握することは必要不可欠である。しかし、岩盤にはさまざまな不連続面および介在物が存在しており、それにより岩盤の挙動は大きく支配されている。特に、不連続面の形状はせん断応力、ダイレーション角、摩擦角等に大きく影響を及ぼしており、不連続面の形状評価とそのせん断特性の研究は、従来より数多く行われている¹⁾。本研究では、不連続面のある振幅と周波数をもつ正弦波に置き換えた供試体および Barton の提唱する不連続面を有する供試体を製作し、一面せん断実験時のせん断特性およびA E 特性について考察する。

2. 供試体の製作

図-1 に本研究で用いる供試体を示す。今回の研究では次のプロセスでせん断面を決定する。まず、実岩の不連続面の粗さをレーザー変位計により X,Y 方向に 1mm 間隔で計測する。そして、得られた不連続面の形状を 1mm = 1 sec の複合波形と仮定し、これをスペクトル解析することにより卓越周波数を検討する。その結果、低周波数領域が卓越していることが判明し、この卓越周波数（3 種類：0.01, 0.03, 0.05Hz）と複合波形に置き換えた実岩の振幅値（2 種類：0.5, 1.0mm）を考慮した正弦波状のせん断面とする。また、Barton の節理面は Type2,4,6,8 の 4 種類について検討する。材質は石膏で、石膏：水が 1：0.4 の重量配合比で混合し、5 分間攪拌する。その後、放電加工により所定の形状に加工された型枠に流し込み 1 週間気乾養生させ供試体とする。そして得られた材料強度は $\sigma_c = 190.65$, $\sigma_t = 14.40 \text{ kgf/cm}^2$ となる。いずれの供試体も噛み合わせ面が 100 cm^2 となるように製作しており、A E センサーが設置できるように下方の固定部供試体に張り出し部を設け、図中の所定の位置に A E センサーを配置する。

3. 実験方法

今回は定圧一面せん断試験であり、せん断荷重の荷重方式は変位制御とする。せん断箱と供試体の間に雑音除去のために70シートを敷き、所定の鉛直応力まで荷重した後しばらく静止させ、鉛直応力が安定したのを確認した後、せん断荷重を与える。鉛直応力は、2.5, 10.0, 30.0 kgf/cm^2 の 3 種類で、せん断の変位速度は 0.0625 mm/min とする。

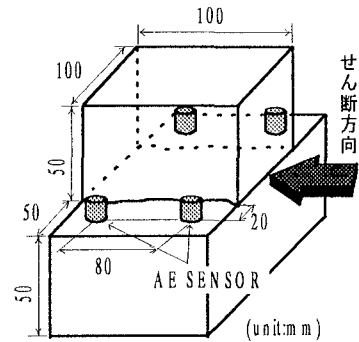
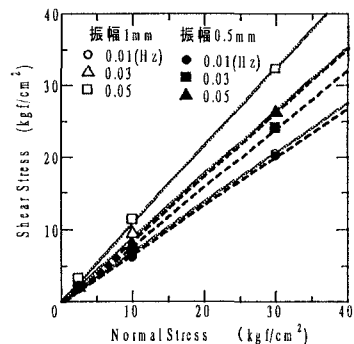


図-1 供試体図



(a) 正弦波断面

キーワード：岩の節理面、せん断特性、JRC 値断面、アコースティック・エミッション (AE)

連絡先：〒770 徳島市南常三島町 2-1 徳島大学工学部 TEL0886-56-7343 FAX0886-55-9689

4. 実験結果および考察

図-2は鉛直応力とピークせん断強度の関係を示している。(a)については、鉛直応力とピークせん断強度に強い相関を示し、周波数が大きくなるにつれ、摩擦角が増加する傾向を示し、せん断面がFlatな供試体の摩擦角は 32.6° であることから、各断面の初期グレイション角の分、摩擦角が増加している。(b)について、鉛直応力が小さい範囲ではどの断面も比例関係にあるが、鉛直応力がある応力以上になると、ピークせん断強度は断面が破壊されるため比例直線より小さくなり、特に、JRC値が大きくなるほどその傾向が強く見られる。

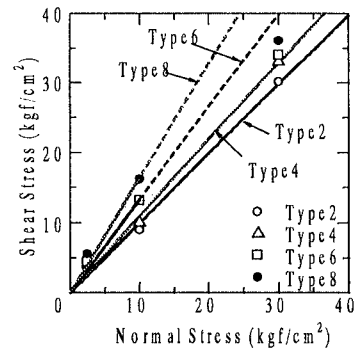
図-3(a)は水平変位-応力曲線(a:周波数 0.03Hz, 振幅値 0.5mm)とAEリングダウンカウント累積数の関係を示している。ここで、(a)の応力曲線を次のように領域区分して考察する。①ではせん断装置の型枠がひずみを生じながら応力がかかる状態となっている。詳細に述べると、水平変位が0.07mmまでは、せん断箱のひずみと鉛直応力の摩擦のためせん断応力は載荷されているが供試体はせん断挙動を起こしておらず、水平変位が0.07mmを過ぎ応力の増加率が低下するところからAEは徐々に増加し始める。②では、応力曲線は線形状態となり、AEリングダウンカウント計数は変曲点を迎える。このときに不連続面の噛み合わせが始まると思われる。その後、水平変位が0.54mmにいたるとAEリングダウンカウント計数の増加率が低下し、③のピークせん断応力以降では、応力曲線は激しいスティック・スリップ現象を呈し、このとき、AEリングダウンカウント計数は再び増加する。図-3(b)は、JRC値断面(Type 6)の水平変位-応力曲線で、AEに関してはAEリングダウンカウント計数率で示す。図から正弦波モデルに対してAEリングダウンカウント計数率は初期に頻発していることがわかる。これは、正弦波モデルに対してJRCモデルには破壊させやすい細かいアスペリティーを含んでおり、せん断応力がまだ低い範囲でこれらが破壊されるためである。そして、ピークせん断強度付近で単発的に大きなAEが発生しているが、ピークせん断強度付近以降ではAEの発生は減少傾向にある。

5. まとめ

- 1) 正弦波断面のものはせん断面が滑らかであるため、すべりが卓越するせん断挙動を示し、JRC値断面のものはアスペリティーの破壊を伴うせん断挙動を示す。
- 2) AEの発生特性は、正弦波断面のものはせん断後半に発生しやすく、JRC値断面のものはピークせん断応力以前に細かいアスペリティーが破壊されるためせん断前半に発生し、残留状態下ではAEは減少傾向にある。

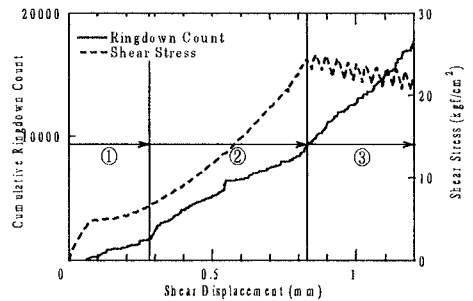
*参考文献

羽田等：ラフネスを有する岩体のせん断特性，土木学会第44回年次学術講演会，pp.682-683，1989.10.

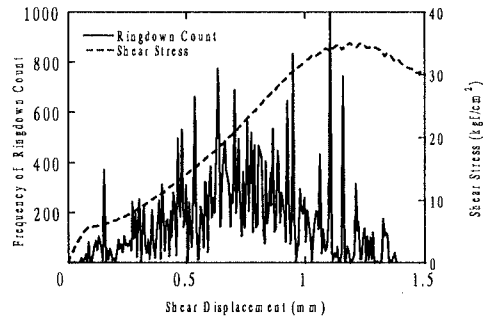


(b) JRC値断面

図-2 σ - ϕ の関係



(a) 正弦波断面



(b) JRC値断面

図-3 せん断特性とAEの関係