

京都大学工学部	正 員	大西有三
京都大学工学部	正 員	矢野隆夫
日本国土開発(株)	正 員	○高田裕輔

1. はじめに

岩盤内に断層などの不連続面が存在し、力学的挙動に大きな影響を及ぼしている。従って、岩盤自身の強度よりも不連続面の強度、変形特性を把握するほうが重要であり、不連続面の強度、変形特性はラフネスに関連しているのは明らかである。従来の研究ではラフネスデータが有効に生かされているかは疑問である。そこで本報告では不連続面のラフネスをレーザー変位計で計測してえられた離散化データを用いて、その面の幾何学的な削れ方を考案し、パラメータ減耗率 k (せん断時にラフネスの削れる割合)を用いてせん断挙動を推定する。削られる量は、その面にかかる垂直応力が大きく強度が弱いとき多いことから、減耗率 k と(試料にかかる垂直応力 σ_v /試料の強度 σ_c)の間には関係があると思われる。そこで実験を行い実験値に相当する減耗率 k と(σ_v/σ_c)の関係を求める。

2. せん断挙動のモデル化

ラフネスをレーザー変位計で縦横に1mm間隔で計測しているので不連続面は図1のようになる。図1に示すようにせん断変位が1ステップ進むとせん断方向に最大傾斜をもつ辺にそって滑り上がる。その際に、図のように削られる量はその辺の長さ a に比例すると考える。そして、削られてその次に高い点が接触する。この現象の繰り返し回数を接触回数 n とする。この挙動を垂直変位が任意の値に収束するまで繰り返し、次のステップに進むというような解析モデルを考えた。

その収束条件であるが、まず垂直変位 v と接触回数 n の関係を求めると対数関数で近似できると考え接触回数 n の軸を対数で表し近似すると図2に示すようになり、この対数関数を用いて接触回数 n の収束条件を次のように考えた。

1. 接触回数 $n=i$ のとき、 i 個の接触点から垂直変位の差の二乗誤差が最小になるような対数関数を考える。
2. その対数関数を用いて、接触回数 $n-1, n$ における垂直変位の差が0.0001 mm 以下になる接触回数 n に対応する垂直変位 v の値を v' とする。
3. 接触回数 $n=i$ における垂直変位の値が v' より小さくなるとそこで計算を終了し、垂直変位の値が v' より大きい場合は接触回数を増やして、再び計算を行う。

3. 試料および実験方法

円形供試体と正方形供試体の2種類用意し、円形供試

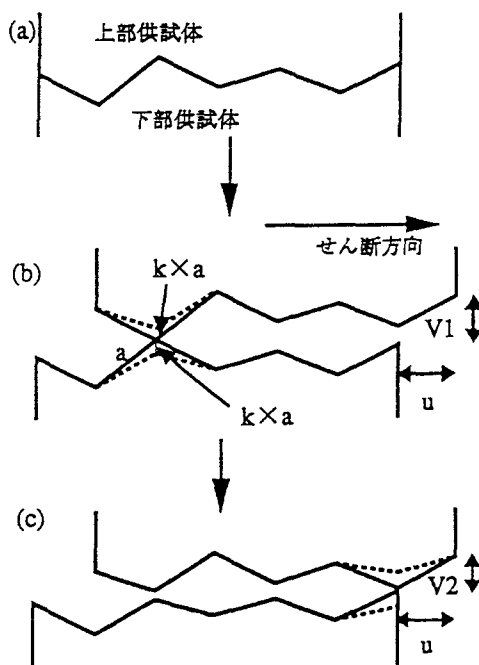


図1 せん断挙動モデル

Yuzo OHNISHI, Takao YANO, Yusuke TAKADA

体はセメントのみで作り、正方形供試体はセメントにカオリンを混ぜて強度の異なる供試体を用意した。混合比を0%,50%,100%,200%とする。上下供試体は完全に噛み合っているとす。円形供試体については垂直応力5.0,10.0,20.0,40.0(kgf/cm²)、正方形供試体については強度の異なる試料についてそれぞれ垂直応力1.0,3.0,5.0,7.0,10.0,15.0,20.0,30.0(kgf/cm²)のもとで垂直応力一定一面せん断試験を行った。せん断変位速度を1mm/minとする。

4. 実験結果と解析結果

円形供試体について本解析法を用いて実験値に相当する減耗率 k の値を求め、ラフネスデータを用いてダイレイタンスー曲線を求めた結果を図3に示す。また、このダイレイタンスー曲線から次式によってせん断応力を推定した。

$$\tau_{u=j} = \sigma_n \tan \phi + \sigma_n (dv/du)_{u=j} \quad (1)$$

$$(dv/du)_{u=j} = (v_j - v_{j-1}) / \Delta u$$

σ_n : 垂直荷重

ただし、 v_j はせん断変位 $u=j$ での垂直変位、 Δu は計測間隔であり本報告では1.0mmである。この結果を図4に示す。この結果よりダイレイタンスー曲線が推定できればせん断応力の推定が可能であることがわかった。正方形供試体についても本解析法を用いてほぼ実験値に一致させることができた。実験結果として、垂直応力が大きく、供試体の強度が弱いほどダイレイタンスーは小さくなり実験値に相当する減耗率 k の値も小さくなる。減耗率 k と σ_v / σ_c の関係は図5に示すように累乗の関係になった。

5. おわりに

図からわかるようにほぼ実験値に解析値を一致させることができたのでせん断挙動のモデル化ができたと考えられ、ラフネスデータと減耗率 k さえ解かれればダイレイタンスー曲線、せん断応力の推定が可能であることがわかった。また、減耗率 k は図に示す関係から求めることができるので、不連続面にかかる垂直応力、不連続面の強度、形状が解かれればせん断挙動をある程度推定できる。

参考文献

1) 木村 強・江崎哲郎：第9回岩の力学国内シンポジウム講演論文集(1994), pp.479-484

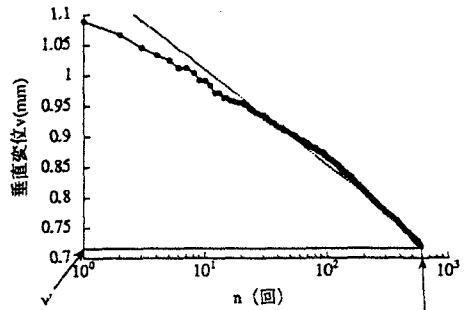


図2 接触回数 n と垂直変位 v

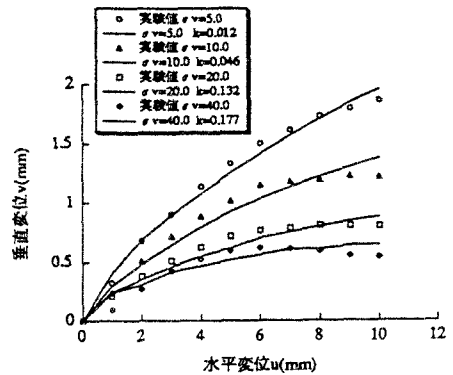


図3 既存の実験値と解析値

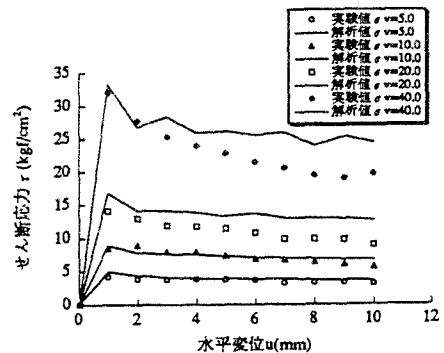


図4 既存の実験値と解析値

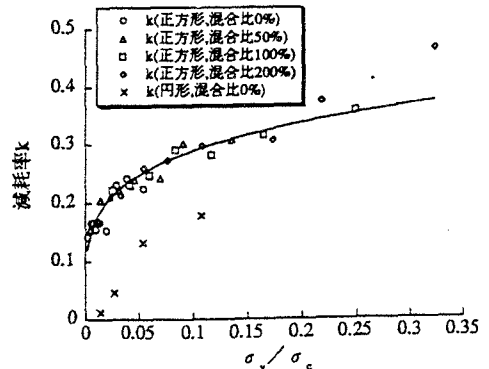


図5 今回の実験値より得られた減耗率と垂直応力/材料強度の関係