

規則的弱面の存在する岩盤の力学特性

鳥取大学大学院 学 ○田中克実・徳澤政秀
鳥取大学工学部 正 榎 明潔

1. はじめに

岩盤の破壊は、一般に弱面（不連続面）上で起きる。弱面には層理面、節理面、片理面などがあり、これらはある方向には連続で、ある方向には不連続である。弱面に関する力学特性は、岩盤斜面の安定解析や支持力を考える際に必要となる。本研究では、規則的弱面の存在する岩盤のモデルとして、岩盤要素にみたてたアルミニウムブロックを千鳥状に配置した積層体を用いて、これを一面せん断し、弱面の方向がせん断抵抗に与える影響について調べた。

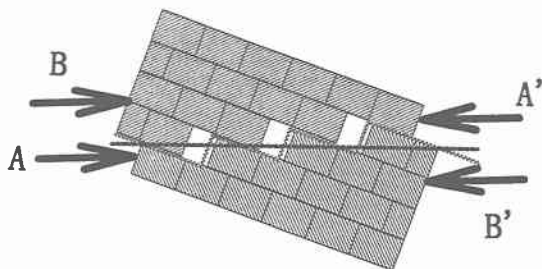


図-1 弱面の方向によるせん断特性

2. 規則的弱面の存在する岩盤要素のせん断挙動

規則的弱面の存在する岩盤要素のせん断挙動を、図-1に示す千鳥状に積んだ岩盤モデルで考える。まず、A-A' 方向にせん断することはできるが、B-B' 方向には岩盤要素自体が圧縮破壊しない限りせん断することはできない。また、この図-1でA-A' 方向にせん断すると弱面には二つの異なる種類のものがあることがわかる。一つは、面と面の摩擦によってエネルギーを消費する弱面、もう一つは弱面どうしが離れて隙間ができるエネルギーの消費のない弱面である。

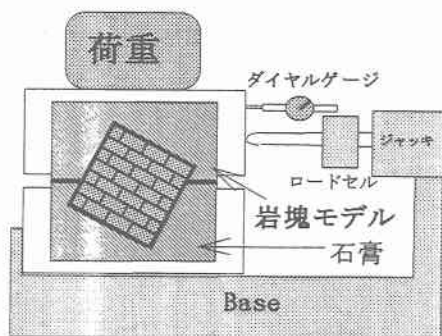


図-2 せん断実験装置

次に、せん断面に注目すると、みかけのせん断面（図-1の直線）と真のせん断面（図-1のジグザグ線）とがある。みかけのせん断面はすべり破壊をした岩盤の平均した傾きのすべり面でみかけ上はこの平均的なすべり面（直線）で破壊しているように見える。しかし、実際にすべっている面は真のせん断面（ジグザグ）である。このことから、規則的弱面を有する流れ目の岩盤斜面がすべり破壊を起こした場合、みかけのせん断面の角度より緩やかな角度ですべっていることになる。

とがある。みかけのせん断面はすべり破壊をした岩盤の平均した傾きのすべり面でみかけ上はこの平均的なすべり面（直線）で破壊しているように見える。しかし、実際にすべっている面は真のせん断面（ジグザグ）である。このことから、規則的弱面を有する流れ目の岩盤斜面がすべり破壊を起こした場合、みかけのせん断面の角度より緩やかな角度ですべっていることになる。

3. 岩盤要素のせん断実験の結果と整理

みかけのせん断面の方向と真のせん断面の方向とのなす角 ν を変化させられるように図-2に示すような実験装置を作成した。このなす角 ν を 0° 、 15° 、 30° と変化させて一面せん断した実験結果を図-3に示した。

実験で使用した岩盤要素モデルのアルミニウムブロック一個の大きさは、 $2\text{cm} \times 1\text{cm} \times 5\text{cm}$ で重量は一個約 27.0gf である。このアルミニウムブロックを図-2のように、 $9\text{cm} \times 9\text{cm} \times 5\text{cm}$ に積み上げて、水平変位速度は $1\text{mm}/\text{min}$ でせん断した。実験結果の図-3は、横軸に水平変位D、縦軸にせん断力Tの関係を鉛直力Nをパラメータとして表示している。せん断力はどの実験結果もDが 1mm 以内にピークに達している。この図-3より得られたせん断力のピーク値よりみかけの摩擦角 ϕ と ν の関係は図-4に示す結果となった。実験において岩盤に見立てたアルミニウムブロックに作用する力は図-5のようになる。図-5よりせん断面に

対して垂直方向と平行方向の力のつり合いは、それぞれ次のようになる。

$$N - T \cdot \sin \nu - P \cdot \cos \nu = 0 \quad (1)$$

$$F + P \cdot \sin \nu - T \cdot \cos \nu = 0 \quad (2)$$

また、破壊条件式より、アルミニウムブロックの真の摩擦角を μ とし、 $c=0$ として、

$$F = N \cdot \tan \mu \quad (3)$$

となる。この三つの式より N と T を消去すると次式を得る。

$$T = P \tan (\nu + \mu) \quad (4)$$

この $(\nu + \mu)$ がみかけの摩擦角として実験結果に現れていることになる。図-5から

$$\phi = \nu + \mu \quad (5)$$

の関係が認められる。

式(4)よりみかけのせん断断面方向と真のせん断断面方向とのなす角 ν とアルミニウムブロックの真の摩擦角 μ との和はそのままみかけの摩擦角となることがわかる。

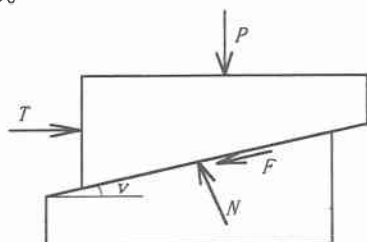


図-5 弱面のせん断特性

4. おわりに

規則的弱面をもつ岩盤は異方性 c 、 ϕ 材として取り扱うことができる。

弱面には破砕物などの充填物があり、この充填物により μ 、 c が変化するので充填物がある場合の μ 、 c の研究が必要である。

式(4)より安全率を計算するが、 μ だけを割り引いて安全率を計算するか、 $(\nu + \mu)$ を割り引いて安全率を計算するかを検討しなければならない。

参考文献

1) 榎、八木、矢田部：ダイレイタンシー角と摩擦角の取り扱いについて、土木学会第47回年次学術講演会 p p. 510-511, 1992. 2) 小野寺、吉中訳：岩盤斜面工学、朝倉書店、p p. 12-15, 1979.

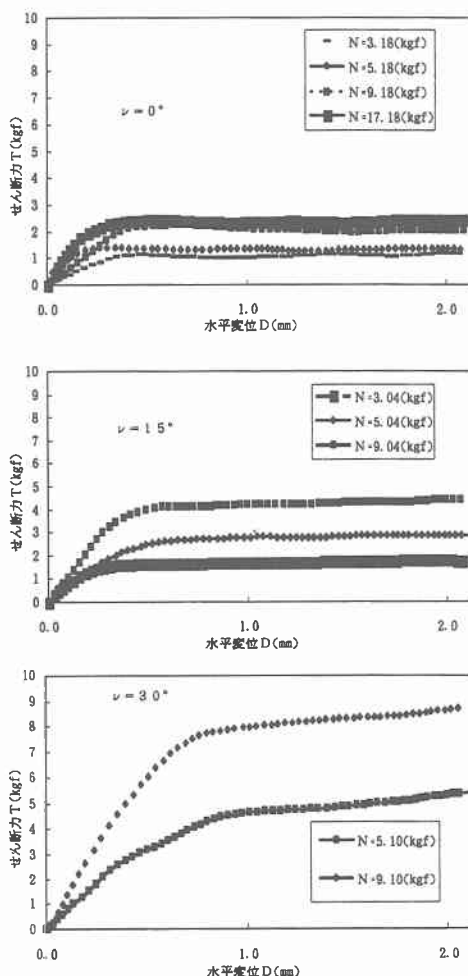


図-3 せん断力と水平変位の関係

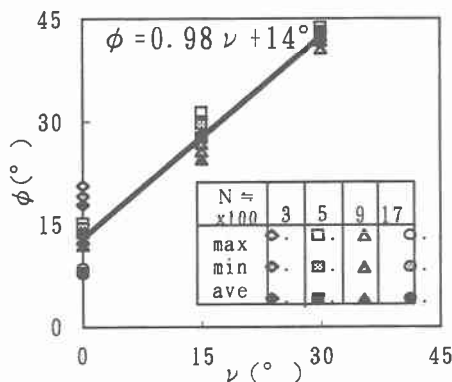


図-4 ν と ϕ の関係