

成層岩盤の斜面崩壊に関する一模型実験

京都大学防災研究所 正員 村山 朔郎
同 上 正員 石井 義明

1 まえがき

成層地盤が単斜層となる場合地すべりが多いといわれている。これは層がすべりやすいため、この安定性を調べるには摩擦係数と成層面が水平となす角の関係を調べる必要がある。一般に摩擦係数は物体間の接触面積には無関係に、物体間の性質によって定まる定数とされている。しかし D. Taber¹⁾によれば二つの金属の接触面に力を加えるとき、見掛け上の接触面積にくらべ、真の接触面積は非常に小さい。真の接触面積は垂直力、水平力と一定の関係があり摩擦係数と深い関係があることを示している。また岩石についての Rös および Eichinger の試験²⁾によれば、せん断抵抗角がすべり面上の垂直応力の増加につれて減少するといっている。

これらのことから実験に使う塩化ビニール製方塊状ブロック間の摩擦係数を調べ、またそのブロックと単斜層構造に積層した、斜面模型について実験を行った。

2 ブロック間の摩擦係数について

図-1 は垂直力 N と種々変えて載荷できるように、真鍮製荷重台と取付けた高さ 2cm 、長さ 5cm のブロック A と、大きさ同じのブロック B 上で、糸と滑車により水平力 T と与えて滑らせるようにした装置である。得られた結果と水平力 T と垂直力 N の関係を示すと図-2 のようになる。但し

図-2 の水平力は滑車の軸に働く摩擦力をこの滑車について別に測った軸圧～摩擦力関係を用いて修正したものである。ブロックは表面仕上げの不均一のため、 $T-N$ 関係は図-2 の程度のバラツキがある。

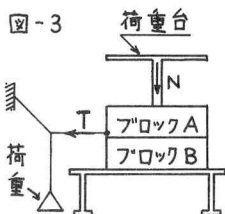
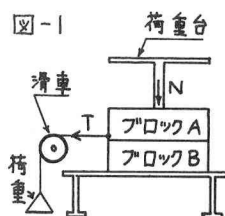
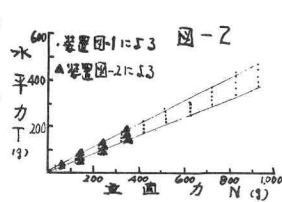


図-3 は滑車を使わずに $T-N$ の関係を求めるためのものであり、

糸の端を一方は壁に固定し、一方には荷重を載荷する。この結果は図-2 中の Δ 印である。

図-2 から $T-N$ の関係は原点を通る直線の範囲にあり、これを摩擦角 $\tan(\phi)$ と垂直力の関に直せば図-4 のようになる。これによればブロックの摩擦角 ϕ は垂直

力 N に関係なく上限 32° 、下限 22° の範囲にあるとみられる。

3 単斜層構造の実験

高さ 2cm 、長さ 5cm のブロックを写真-1 のように $2 \times 2\text{cm}$ の断面が斜面横断面となるように水平に積層した。すなわちブロックの上下面は水平に一平面にならべて成層面となし、左右の面は成層面に対し垂直、かつ鳥状に積層した。垂直な層のオフセット c と成層面の向かく D との比 c/D は $1/2$ とする。

積層が終れば左端にダイヤルゲージを取付る。

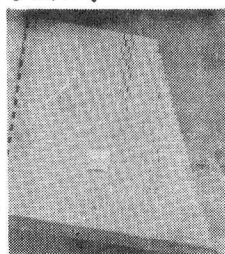
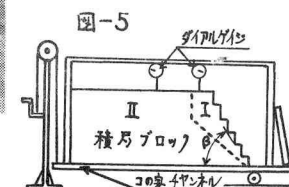
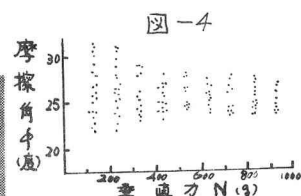
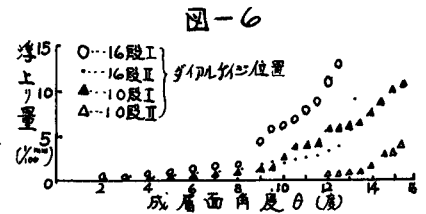


写真-1 $\theta=15^\circ$

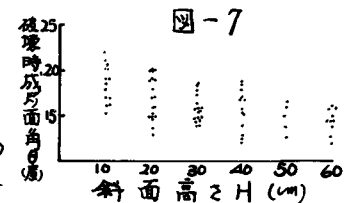


ゲイジの位置は図-5のように、経験的に求めた崩壊すると思われる領域Ⅰと、崩壊後も安定している領域Ⅱとに置いた。セットが済みしだい図-5の装置により積層斜面全体を前方に傾斜させた。ダイヤルゲイジによって測った斜面先端

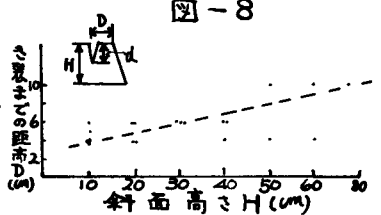
の浮上り量を横軸に、成層面が水平となる角 θ を縦軸にとれば図-6のようになる。図には斜面傾斜角(前面斜面の成層面となす角 β) $63^{\circ}20'$ 、高さは 32cm と 20cm の2種類の結果を示した。その他斜面傾斜角を変えたものについても実験を行ったが、同じ傾向が得られた。



破壊時成層面がなす角 α 、斜面高さの関係は図-7のようになり、斜面高さが大きくなるに伴い、破壊時成層面のなす角は小さくなることわかる。その他 $\beta=33^{\circ}40'$ 、 $26^{\circ}40'$ の場合についても行なったが、結果は図-7と大差はなかった。ブロック単体間のすべり角は、 α にのべたように最大 32° 最少 22° であるが、この実験では破壊の角度 θ はブロック間の最少の摩擦角よりも小さな角で破壊している。

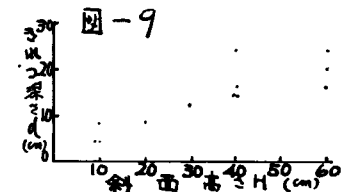


均質で連続体とみられる岩盤では斜面背後に引張られつが生ずることが多いといわれる。この実験は連続体ではないため、引張りされつとはいえないが、得られた写真結果より、ブロック目地のきれつが生ずる場所、深さが高さとのような関係にあったかとみれば図-8、9となる。すなわち高さが大きいほどきれつが生ずる位置までの距離は大きく、深さも深くなる。

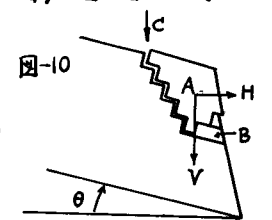


4 考察

このようなブロック積層体と傾斜させたときの破壊機構については次のように考察される。すなわち成層面の傾斜角 θ を増大すると、図-10ブロック積層体は水平力の増加により、目地間のすべりがなくとも



あつても弾性体のように全体としてH方向に弯曲し、その結果水平目地間の垂直圧の低下する部分が生じ、Cの位置にみられるような目地間の滑りが発生し、目地切れが生じる。この滑りのためAの区域のブロック群は一層Hの方向に傾き、Bの部分のブロック群を水平に圧す。一方Bの部分のブロックは層の傾斜角 θ がブロックの摩擦角以下であっても、Aの部分の水平力を受けるために滑動と生じ、一層Aの部分の安定を低下させその転倒を誘発させる。



以上のように成層面の傾斜角 θ が、ブロック間の摩擦角以下であっても、Cの部分のきれつの発生、Bの部分のブロックの滑動が発生するため、斜面の破壊が誘発される。

5 まとめ

単斜層構造の斜面の崩壊機構は、従来構成ブロックの成層面に沿う滑動が主のようにいわれていたが、本実験が示すように、このほかにも他種の機構があるようである。これらの機構は積層構造とも関係が深いので、他の積層構造についても今後調査していきたい。

- 参考文献 1) Tabor, D., Junction growth in metallic friction: the role of combined stress and surface contamination. 1959 Proc. Roy. Soc. 378.
2) Müller, L., Der Felsbau, Ferdinand Enke Verlag Stuttgart (1963), 246.