

III-197 擁壁倒壊による非粘着性土砂斜面の崩壊実験

熊本大学工学部. 正会員 井上正康. 大見美智人

1. まえがき

斜面崩壊を防止する擁壁の実用設計はクーロンの土圧論にもとづいて行なわれていることが多い。擁壁を押し倒そうとするいわゆる主動土圧 P_a は次式で示される。

$$P_a = \left\{ \sin(\alpha - \phi) / \sin(\theta + \delta - \alpha + \phi) \right\} \times W \quad \cdots (1) \quad W = \frac{1}{2} \Delta ABC \cdot \gamma \quad \cdots (2)$$

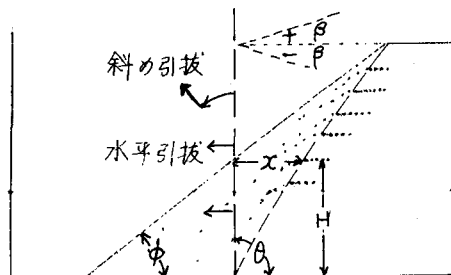
ΔABC は壁底端を通り水平面から α なる角度で発達した崩落すべり面と、擁壁裏面と地表面とで囲まれた崩壊くさびである。そしてこの傾斜角 α は

$$\tan \alpha = \left\{ \sin \theta + \sin \phi \frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\theta - \beta)}{\sin(\theta + \delta) \cdot \sin(\phi - \beta)} \right\} / \left\{ \cos \theta + \cos \phi \frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\theta - \beta)}{\sin(\theta + \delta) \cdot \sin(\phi - \beta)} \right\}$$

なる関係式 (3) で示されている。本研究は内部まっさつ角 ϕ を異にする数種の材料について擁壁の傾斜角 θ を 110° , 100° , 90° , 80° , 70° と変化させ、地表面の傾斜角 β を $+20^\circ$, $+10^\circ$, 0° (水平), -10° , -20° と変化させ、擁壁を取り除くことによつて発生する地山崩壊の範囲すなわち崩壊くさびを測定し、(3) 式の関係を検討したものである。

2. 実験方法および結果

実験槽は高さ 40 cm, 長さ 60 cm, 幅 10 cm の上部は開いた木箱で前面は粒子の移動がよく見えるように透明なプラスチック板を貼つたもので中央に擁壁 (隔板) を立てておき、この間に高さ 25 cm まで試料をつめる。この場合下底から 10 cm, 12.5 cm, 15 cm, 22.5 cm と 2.5 cm 間隔で着色した同種の試料を薄く水平にしきつめる。擁壁を取り除くことにより発生する地山内粒子の移動限界距離



第1図 実験砂槽と崩壊状態

x は中央の基準鉛直線から測定し、崩壊斜面の傾き ϕ を測定し、まっさつ角に近似の値とみなした。

2.1 擁壁鉛直 $\theta = 90^\circ$; 地表面水平 $\beta = 0^\circ$; 斜め引抜き

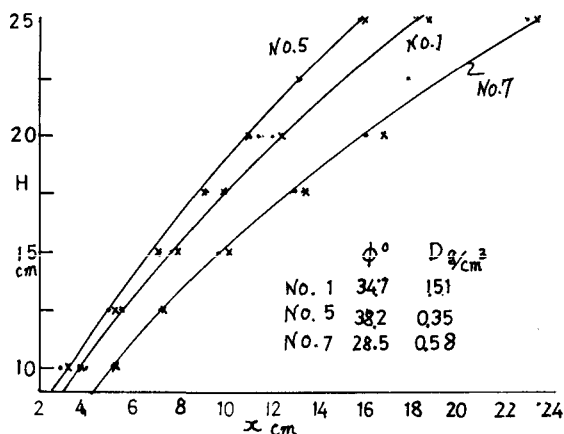
試料は No. 1 ~ 3 緑川の砂と礫 ($\phi = 34.3^\circ \sim 34.9^\circ$; 容積密度 $1.51 \sim 1.56 \text{ g/cm}^3$), No. 4 標準砂 ($\phi = 34.7^\circ$; $D = 1.51 \text{ g/cm}^3$), No. 5

角核軽石 ($\phi = 38.2^\circ$; $D = 0.35$), No. 6

才解石 ($\phi = 36.6^\circ$; $D = 1.54$), No. 7

プラスチックペレット ($\phi = 28.5^\circ$; $D = 0.58$), No. 8 米 ($\phi = 33.5^\circ$; $D = 0.89$)

と形状, 容積密度, 粒度, 内部まっさつ角の異なる 8 種類の試料について行なった。壁面と試料とのまっさつ角 δ の大小は平滑仕上面と凹凸のスポンジをはりつけた面でよに及ぼす影響を調べた。その結果の 1/例を 2 図に示した。図から次のことが認められる。(1) 崩落すべり面は壁底端を通る平面とはならず上向きに凸な曲線(面)となる。(2) 曲線の傾きは粒子の安息角と密接な



第2図 擁壁倒壊による地山崩壊の状態

関係がある。その他(3)壁面と粒子のまさつ角 δ は崩壊現象に関係しない。(4)試料の単位体積重量、粒子の大小も崩壊現象に関係しない。

2.2 擁壁傾斜角 $\theta = 70^\circ \sim 110^\circ$;
 地表面傾斜角 $\beta = +20^\circ \sim -20^\circ$; 水平引抜き。

試料は河砂 No.2 とプラスチックペレット No.7 とについて行なった。 θ が一定な場合、 β が $+20^\circ, +10^\circ, 0^\circ, -10^\circ, -20^\circ$ の場合の対応する高さ(H)での崩壊移動距離(X)の値はほとんど等しく平均値で示すことができ、第3図は河砂の例を示す。第2図の考察結果(1)項はそのまま認められ、プラスチックペレットの例と比較すると(2)項の関係も認められる。その他 θ が大なるほど曲線の傾きは急になり、地表面の傾斜 β は崩落すべり面の傾きには無関係であることが認められる。

次に擁壁倒壊の方法による地山崩壊の変化を米を試料として数回行なった平均値で右表に示した。条件として $\theta = 90^\circ$ $\beta = 0^\circ$ である。これから斜め引抜きの場合が水平引抜きの場合よりも地山内崩壊範囲が大きくなっている。また水平引抜き

の場合、ゆっくり引抜いた場合が急速で引抜いた場合より崩壊範囲が少し大きくなっている。以上の結果崩落すべり面の傾斜角 α の(3)式について δ, β は無関係とみなせるので(3)式は、

$$\tan \alpha = (\sin \theta + \mu \sin \phi) / (\cos \theta + \mu \cos \phi) \dots \dots (4)$$

で示されることになるが、他方すべり面は曲面となるので(4)式で示すことは適当でない。才2図、才3図より X と H との関係は滑らかな曲線 θ と ϕ とのみ関係することから、次の2次式で実験結果と十分近似することができた。

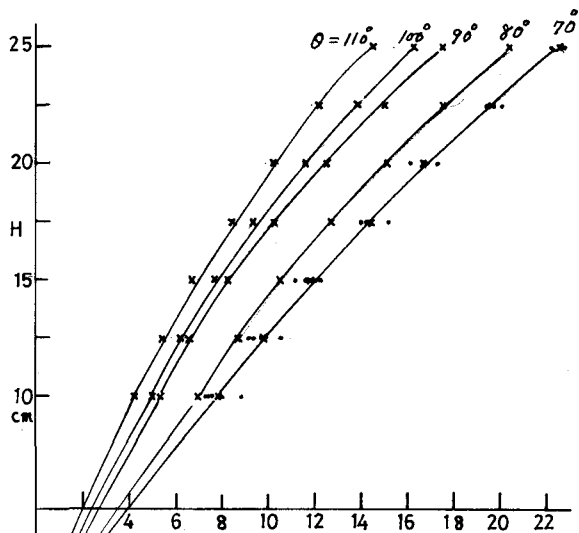
$$\text{斜め引抜きの場合} \quad X = 0.27 \frac{90}{\theta} \cos(\phi + \theta - 90) \cdot H + 0.0252 \cos \phi \cdot H^2 \dots \dots (5)$$

$$\text{水平引抜きの場合} \quad X = 0.52 \frac{90}{\theta} \cos(\phi + \theta - 90) \cdot H + 0.0155 \cos \phi \cdot H^2 \dots \dots (6)$$

3. むすび

粘着力のない粒状物質を支えている擁壁を取り除くことによつて地山内の崩壊範囲がどの程度に及ぶかについて測定し、クーロンの崩壊くさびの形状、形成にあづかる因子について検討した実験の結果から次のことが要約される。

(1) 崩落すべり面は直線とならず壁底端を通り上向きに凸な曲線となる。(2) すべり面の傾斜角には地表面の傾斜角、壁面と土粒子とのまさつ角は無関係と認めることができ、また単位体積重量、粒子のサイズも無関係である。(3) 擁壁の倒壊様式により発生するすべり面は影響を受ける。(4) すべり面の傾きは擁壁の傾斜角 θ と粒子の内部まさつ角 ϕ によつて規定され、(5)、(6) の2次式で近似することができる。終りにこの研究に協力していただいた青木技官、伊藤、坂本、吉野、学生諸君に謝意を表する。



第3図 擁壁倒壊による地山崩壊の状態。

倒壊 方法	各高さでの粒子の崩落限界距離(X, cm)					
	10 cm	12.5	15	17.5	20	25
水平	5.2	6.9	8.5	10.5	12.6	17.6
斜め	4.9	6.7	8.5	11.0	13.3	19.9