

摂南大学工学部 正 井上 治

近畿測量専門学校 正〇小林和夫

摂南大学工学部 木村洋昭

摂南大学工学部 中島 淳

1. まえがき

傾斜箱を用いた粒状体斜面の崩壊のメカニズムの研究はこれまで松岡らによって進められてきた。微視的な観点からみた粒子接点角と傾斜崩壊角との関係などの成果が報告¹⁾されている。筆者らの研究は傾斜箱を用いて、各粒子の粒子接点間に働く粒子間力の影響による粒子の移動に注目したものである。前報ではアルミ丸棒を積み上げた地盤を除々に傾斜させ地盤の崩壊角と粒子の移動特性について報告した。

今回は地盤表層部を補強し、崩壊現象を遅らせたときの地盤内部の粒子の移動特性を調べてみた。崩壊までの粒子の移動状況の測定は35mmカメラで撮影したスライドフィルム(ISO-400)を直接的に小型解析図化機を用いて各粒子の移動量と移動方向角を解析した。

2. 実験概要

傾斜箱の地盤は直径の異なる3mmと5mmのアルミ丸棒粒子を重量比3:2に混合したものを積層したものとした。水平地盤は傾斜箱底面の角度を38°に傾けた状態(図-2)とし、これを初期状態とした。崩壊実験は傾斜箱を変速電動モーターでゆっくりと下げ、それらの各時点を写真撮影した。カメラには自動フィルム巻とり装置付 Contax RTSを使用した。撮影間隔は初期傾斜角10°までは5°毎に、それ以降の崩壊までは1°ずつの間隔でシャッターを切った。傾斜角の計測は傾斜箱に取り付けたダイヤルゲージ(1/100mm)で行った。実験は次の2例について実施した。表層部粒子を無補強の場合と、表層部粒子が移動しないように接着剤で補強した場合について行った。

3. 小型解析図化機による測定

この測定法は、これまで報告してきたものと同様に、傾斜箱中のアルミ丸棒粒子が移動中の各時点で、個々の粒子の状態を1台のカメラで撮影し、互いに続く2つの時点で撮影した2枚の写真(35mmフィルム)を小型解析図化機(図-1)でカメロン効果により立体測定し、それらの各時点間に生じたアルミ丸棒粒子の移動量を水平・垂直の座標位置として算定した。用いた解析図化機(MPS-2)においてカメラのレンズ収差を補正するため、ここでは6個の下げ振りによる鉛直線を縦横の位置で撮影した平行線法を用いた。測定の基準点は傾斜箱の前面に取り付けた一定間隔の格子線の4つのコーナーの座標値を基準とした。この基準点に基づいて個々の粒子の移動量の成分(ΔX , ΔY)を算出した。つまり、粒子の移動量(δ)及び移動方向角(θ)はそれぞれ $\delta = \sqrt{(\Delta X)^2 + (\Delta Y)^2}$, $\theta = \arctan(\Delta Y / \Delta X)$ として求めた。ここで、 $\Delta X = X_2 - X_1$, $\Delta Y = Y_2 - Y_1$ である。なお、撮影縮尺は1/20.6であった。

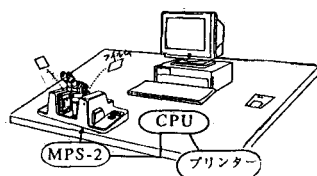


図-1 MPS-2 システム

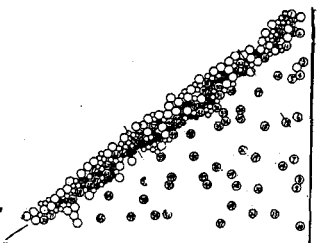


図-2 測定粒子の配置

Osamu INOUE, Kazuo KOBAYASHI, Hiroaki KIMURA, and Jyun Nakamura

4. 実験結果と考察

(1) 崩壊角(i_f): 崩壊角は無補強時 $i_{f1}=29^\circ 20'$, 補強時 $i_{f2}=35^\circ 30'$ であった。これは前報と同様な結果であり, せん断抵抗角は $\phi=28^\circ 10'$ となった。 i_{f1} と i_{f2} の違いは表層粒子の移動を止めたために生じたもので, 表層粒子群の拘束により, せん断ゾーンの発生過程に地盤内応力の影響や粒子のダイレタンシー現象などにより, 無補強に比べ補強時にはせん断ゾーンが変化したものと推測される。

(2) 測定粒子: 測定粒子は表層下部のところを斜面に沿ってアトランダムに135個($\phi 5\text{mm}$; 72個, $\phi 3\text{mm}$; 63個)を選び測定した。無補強, 補強時ともほぼ同じ場所の粒子を抽出した。

(3) 方向角($\Delta\theta$)の分布: 図-3は無補強, 図-4は補強時の粒子の移動方向角($\Delta\theta$)の分布状況を示している。図中の(a)は初期($\Delta\theta=0\sim 20^\circ$)で, (b)は崩壊付近($\Delta\theta=20\sim 29^\circ, 35^\circ$)を表している。この分布をみると, 表層部粒子を補強すると方向角は無補強に比べ小さくなり, 表層粒子の補強によるダイレタンシー現象の影響が伺える。

(4) 傾斜箱中の粒子移動: 崩壊時に近い粒子の移動状況を無補強($\Delta\theta=20\sim 29^\circ$)と補強($\Delta\theta=20\sim 35^\circ$)とを示すと図-5, 6の通りである。図-5において表層部の粒子に着目すれば, 粒状体斜面の崩壊に至る粒子移動は表層最上部が最も大きく, また地中に深く入るに従って小さくなっている。これと同様に, 図-5に比べ図-6では最上部は小さく, 地中に入るに従って大きくなる傾向が認められる。

(5) ΔX 成分の等量移動図: 図-7, 8は無補強と補強時における ΔX 成分の等量移動図を示す。粒子移動量(δ)の ΔX 成分は地盤のせん断ひずみに対応するものと考え, ΔX 成分の等量移動曲線を描けば地盤中のせん断帯の状況が分かる。曲線は0.5mm間隔をで示すが, 例えば2mmの曲線は1.5~2mmの範囲の移動粒子を表す。図-7に比べ図-8は地中に深く入ったところで大きなひずみがみられる。崩壊角が無補強時では 29° , 補強すれば 35° になるということは, 地中に生じたひずみの状況が変わっていることが分かる。補強によりせん断の発生ゾーンの位置が変化し, またそのゾーンの幅が拡大している。

5. おわりに: 傾斜箱を用いて斜面粒子の補強時の粒子移動を小型解析図化機で測定し, 得られた主なものは次のとおりである。

- 1) 斜面表層部を補強すると地盤中の粒子の移動方向は変化する,
- 2) 補強地盤の崩壊付近は無補強に比べせん断ゾーンの幅が拡大する。

謝辞: 解析図化機を提供された川惣電機工業に謝意を表す。

参考文献: 松岡元, 杉山要一郎, 田島準, 粒状体斜面の崩壊機構と補強方法についての一考察, 第36回土質工学シンポジウム, 平成3年

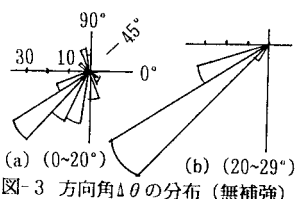


図-3 方向角 $\Delta\theta$ の分布 (無補強)

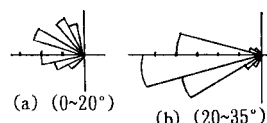


図-4 方向角 $\Delta\theta$ の分布 (補強)

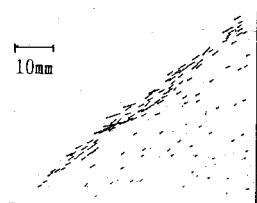


図-5 $\Delta\delta$ の移動量 (無補強)
($20\sim 29^\circ$)

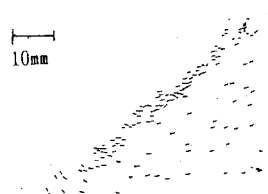


図-6 $\Delta\delta$ の移動量 (補強)
($20\sim 35^\circ$)

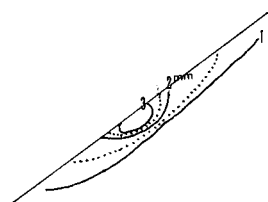


図-7 ΔX 成分の等移動曲線
(無補強)

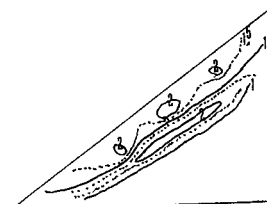


図-8 ΔX 成分の等移動曲線
(補強)