安息角を説明する「ドボク模型」

（株）藤井基礎設計事務所　藤井俊逸

1. はじめに

コップに入れた乾燥した土を、平坦面に落とすと山ができる。この山の勾配を安息角（あんそくかく）と言い、同じ土であれば、安息角はほぼ一定の角度となる。「ドボク模型」で安息角の実験をした。乾燥した土は、いろいろな大きさや形をした粒の集まりなので、お米やビーズに見立て実験した。実験結果から、安息角が大きくなる条件を探ってみた。

2. 実験方法

写真-１は、実験装置である。鉢底皿を受け皿とする。その上に透明カップを置く。その上に鉢底ネットを敷く。透明カップと鉢底ネットは、両面テープで固定する。写真-２は、鉢底ネットの上にカラーゼオライトを落とした状態である。山の高さを測定すると安息角が測定できる。

Tan θ=高さ H/（鉢底ネット直径/2）=高さ H/5cm→この式より θ を求めることができる。

3. 実験ケースと実験結果

次の、3 ケースの実験を行った。各ケースの安息角の測定結果も記載する。

ケース.1	カラーゼオライト	高さ 4.0cm	安息角 38.7 度	写真-2
ケース.2	お米	高さ 3.5cm	安息角 35.0 度	写真-4
ケース.3	ビーズ	高さ 2.5cm	安息角 26.6 度	写真-5

写真-3 は、高さを測定しやすいように工夫したものである。

4. 考察

１）安息角は大きい方から、カラーゼオライト→お米→ビーズの順番となった。

２）粘性のない粒状体の場合、安息角と内部摩擦角 φ は一致すると言われている。

内部摩擦角は、以下に支配される。

粒子自身の表面がザラザラの場合は大きく、ツルツルの場合は小さい。

ザラザラ度は、カラーゼオライト→お米→ビーズの順である。

粒度分布のよいも場合は大きく、悪い場合（単一粒径）は小さい。

今回は、すべて単一粒径なので差がでない。

締め固めが密の場合は大きく、緩い場合は小さい。

今回は、すべて締め固めをしていないので差がでない。

これに加えて、粒子形状が影響する。

３）上記に加えて、粒子形状が影響する。

粒子形状に関して、説明イラストを作成した。

図-1 は、丸い粒子の安息角勾配に、丸い粒子を置いた場合である。

粒子の接点角（粒子中心同士を結んだ線）が、斜面下方になると粒子が落下する。

図-2 は、偏平な粒子である。偏平な方が安定するので、落下しにくくなり安息角が急になる。

図-3 は、三角形の粒子である。丸に比べ安定するので、落下しにくくなり安息角が急になる。

5. おわりに

乾燥した土の場合は、バラバラにしておいて、今回作成した安息角測定装置で、安息角を求めることができる。安息角と内部摩擦角 φ は一致するので、大雑把に乾燥した土の内部摩擦角を求めることができる。

資料-1 は、松岡が提案した粒子形状と内部摩擦角 φ の関係である[1)]。この手法を用いると、更に精度よく内部摩擦角 φ を算定することが可能となる。

参考文献

1）松岡元他：粒子形状と密度による砂、礫、粗粒材の内部摩擦角の推定法,第 37 回地盤工学研究発表会, PP. 497-498, 2002.

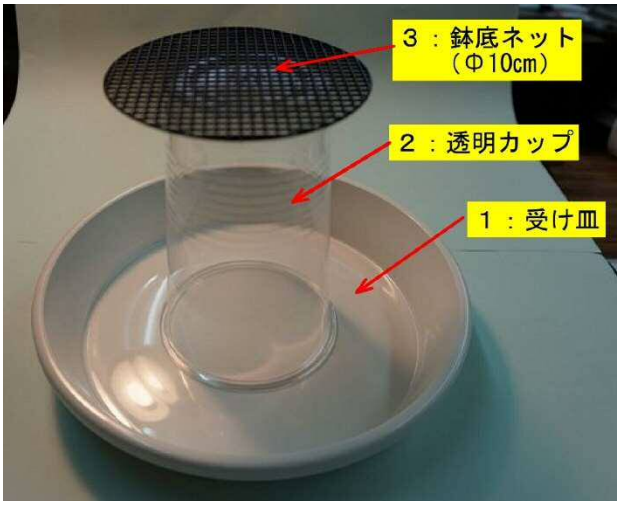


写真-１　実験装置

写真-２　ケース 1_カラーゼオライト

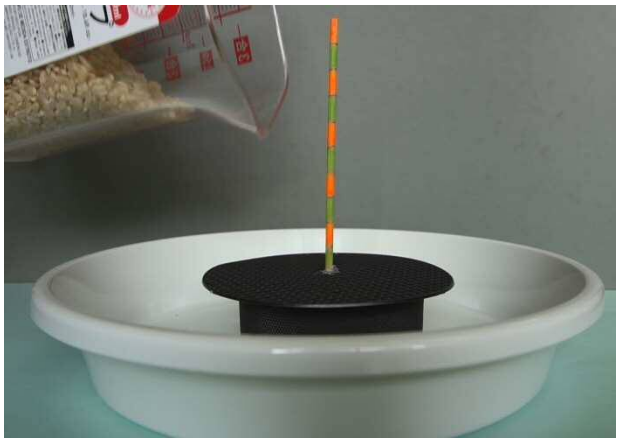


写真-３　山の高さ測定の工夫

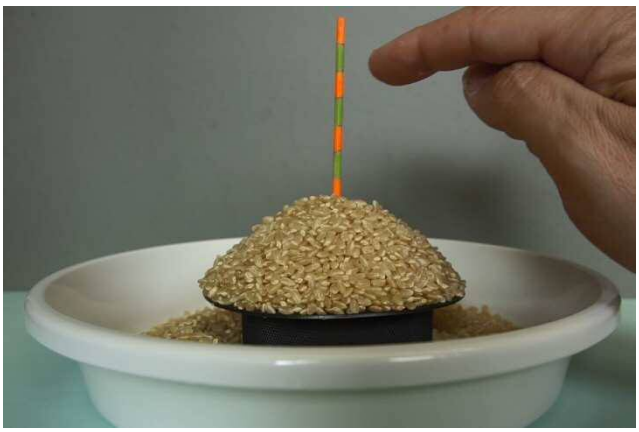


写真-４　ケース２_お米

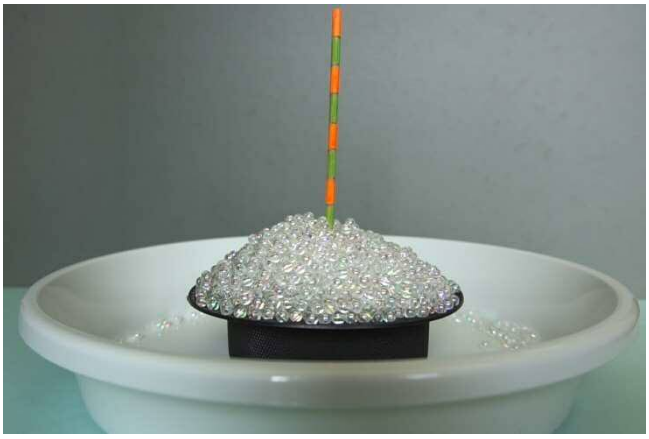


写真-５　ケース３_ビーズ

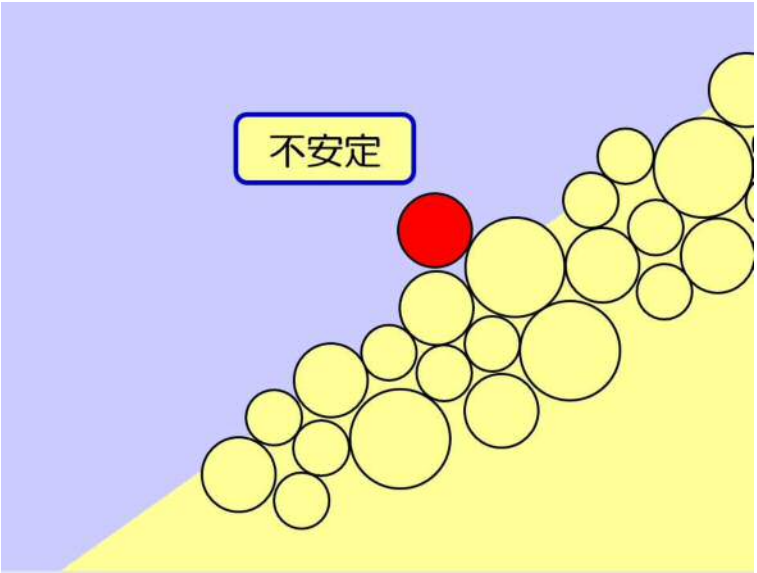


図-1
丸い粒子の安息角勾配に、
丸い粒子を置いた場合。
粒子の接点角が斜面下方に
なると粒子が落下する。

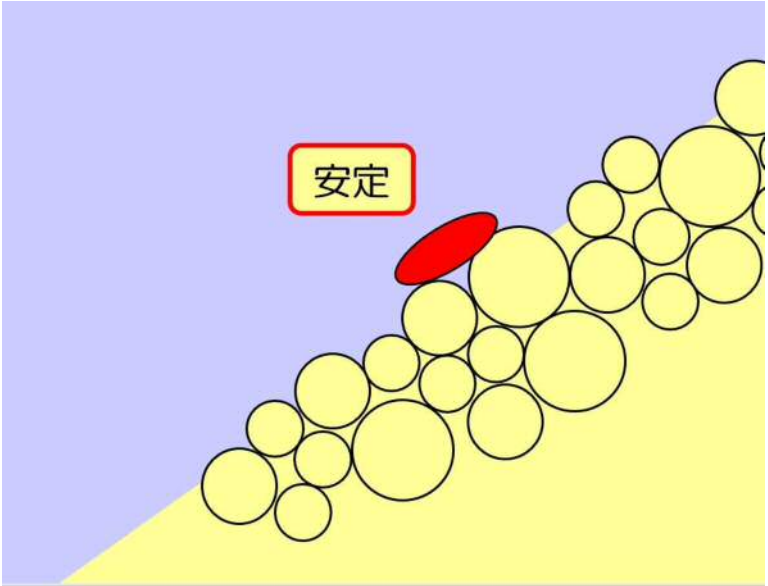


図-2
丸い粒子の安息角勾配に、
偏平な粒子を置いた場合。
偏平な方が安定するので、
落下しにくくなり安息角が急
になる。

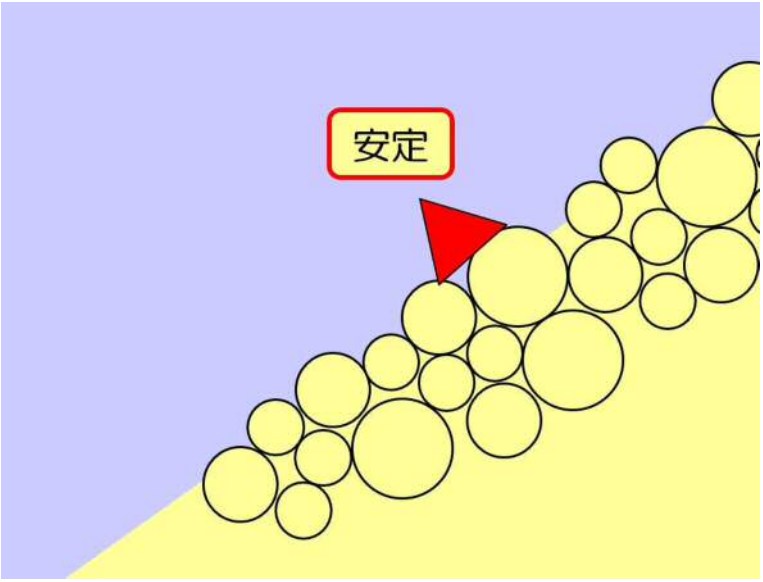
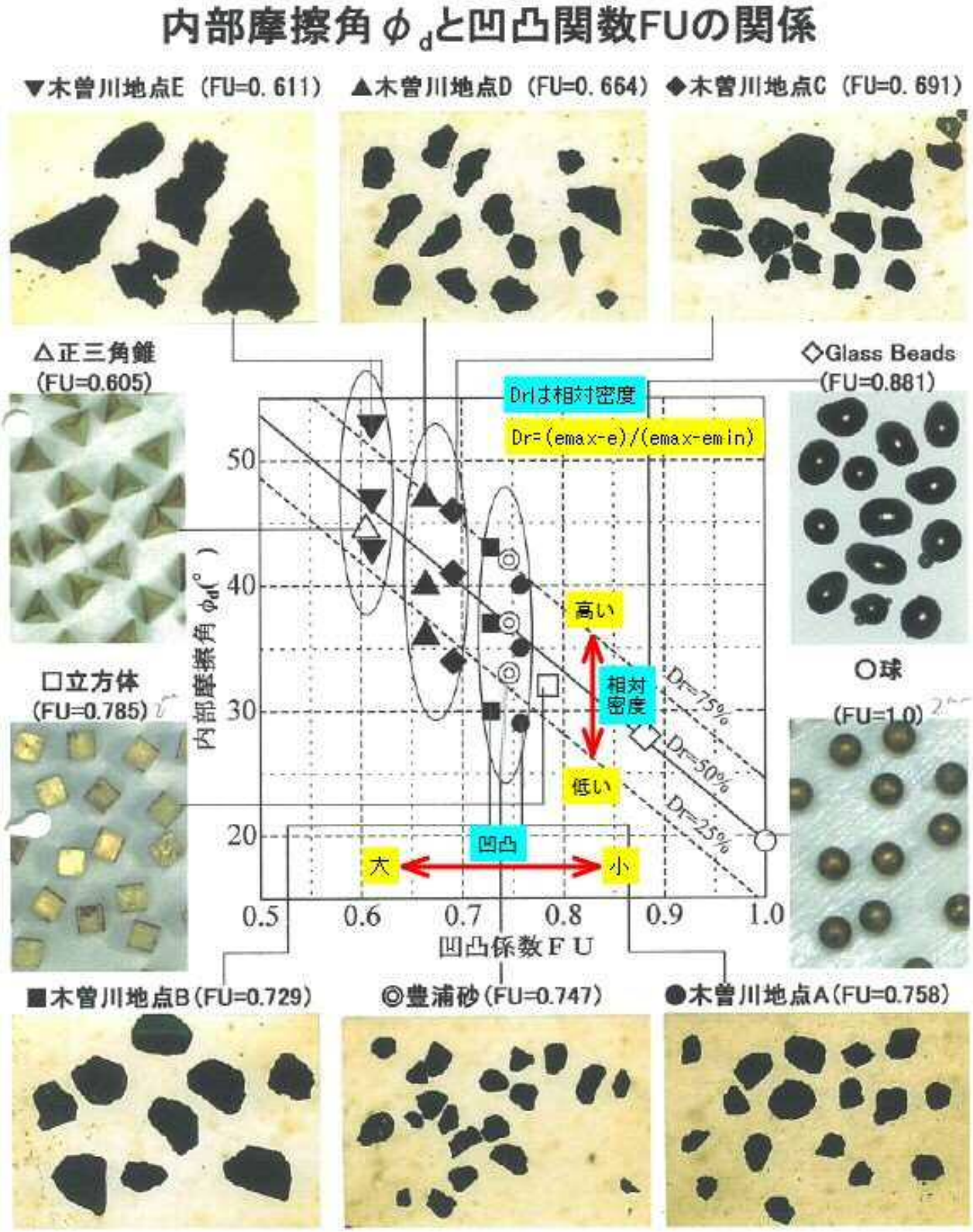


図-3
丸い粒子の安息角勾配に、
三角形の粒子を置いた場合。
丸に比べ安定するので、
落下しにくくなり安息角が急
になる。



資料-1　松岡元が提案した粒子形状と内部摩擦角φの関係[1)]