

簡易一面せん断試験機で測定される内部摩擦角と安息角との比較

前橋工科大学 学生会員 ○砂川 真吾
前橋工科大学 正会員 土倉 泰

1. はじめに

比較的粒径の大きな粒状材料を対象として、簡易一面せん断試験を行った。本文では、粒径や粒子形状の違いによって内部摩擦角がどのように変化するのを調べるとともに、安息角との対応について検討した。

2. 試料及び試験方法

試験には簡易一面せん断試験機を使用した。同試験機では、材料中に埋めた正形状の枠を引くことによってせん断変形を与える試験である。試験機の構成を図1に示す。この試験機は従来の試験機とは違い、持ち運びができどこでも試験を行うことができる。また、短時間で試験を行うことができ、効率が良い。せん断枠をかえることでいろいろな粒径に合わせて試験を行うことができるのでコストも抑えられる利点がある。

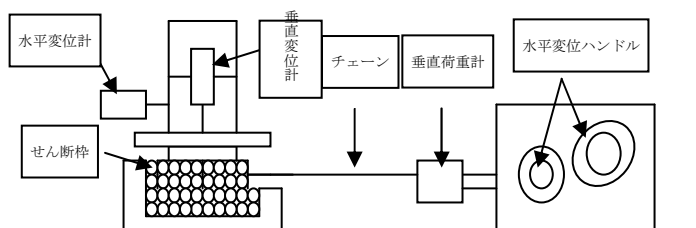


図1 簡易一面せん断試験機



写真1 左から試料A、B、C、D、E

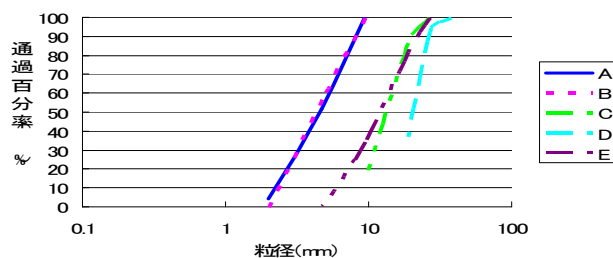


図2 試料の粒径加積曲線

試料には写真1に示す5種類の材料を用いた。それぞれの粒径加積曲線を図2に示す。また、粒径は表1のとおりである。なお、Cの試料は他のものと比べて表面が滑らかである。

安息角の測定は鉄板の上で行った。また試料を詰めるために内径15cm、高さ17cmのモールドを3個使った。まず、3個のモールドを垂直に重ね、その中に試料をスコップ一杯分ずつ約10kgつめていき、モールドをゆっくり引き上げ、山の形をつくらせてその角度を測った。角度の測定はその山の下部、中央、上部で行った。東西南北の4方向、水平面からの角度をはかり、その平均を各部分の安息角とした。

一面せん断試験にはバケット(30cm×27cm×5cm)を試料箱として使った。バケット一杯にスコップ一杯分ずつ試料を約8kg締め固めずにゆるくしきつめ、それを地面とし、そこにせん断枠(14cm×14cm×2cm)をセットし、その上面まで試料をつめる。その上に載荷板をおく。その時、せん断枠に載荷板が接触しないように試料を少し盛り上げておく。載荷板の上から垂直荷重を加えるために重りを載せ、チェーンで水平方向に引張り、せん断試験を行った。垂直荷重は29kPa、37kPa、49kPaとかえ、それぞれについて3回試験を行った。その結果の値をもとに内部摩擦角を求めた。

表1 試料の粒径(mm)

	A	B	C	D	E
平均粒径	4.35	4.65	13.5	20.5	12
最大粒径	9.5	9.5	26.5	37.5	26.5

キーワード 安息角、内部摩擦角、簡易一面せん断試験機

連絡先 〒371-0816 群馬県前橋市上佐鳥町460-1 TEL 027-265-7305 E-mail: tsuchi@maebashi-it.ac.jp

3. 結果と考察

安息角の実験では高さがおおよそ20cmの山ができた。表2を見てみると、上に行くにつれ角度が大きくなっていることがわかる。また粒径の大きな試料ほど上と下の角度の差が大きくなっていることがわかる。粒径の大きな試料ほど、山を造る時に必要な試料が多いためだと考えられる。

図3は試料Eで荷重29kPaをかけた時のせん断強度・垂直応力比～水平変位、水平変位～垂直変位関係を表したものである。図中の矢印のところで破壊とみなした。3回ともあまり変わらない図が得られた。この破壊とみなしたところの強度をもとに内部摩擦角を求めた。

図4は試料A、Bのせん断強度～垂直応力関係を表したものである。このグラフから内部摩擦角の値を求めてみると、試料Aは47.2°、試料Bは39.8°という値が得られた。見掛けの粘着力がでてるのは粒子がずらされた時に粒子どうしが乗りあがり、ダイレイタンスーを起こした影響だと考えられる。A～Eすべての試料で原点を通る直線は得ることはできなかったが、粒子表面の滑らかな試料Cでは見掛けの粘着力は小さめとなった。

図5は試験で得られた内部摩擦角と安息角の値を比べたものである。安息角は測定した高さによって区別して示した。また、図中には内部摩擦角と安息角が一致すると仮定した場合の直線を描いた。図5を見てわかるように、安息角の測定高さが上になるにつれ直線に近づいていき2つ値が近づくことがわかる。したがって、内部摩擦角に対応する値を安息角から得ようとするならば、山の上方の角度を調べる方がよいということがわかった。

5. おわりに

安息角と内部摩擦角には図5で見られるように、関係性があり、安息角を測定するだけで内部摩擦角の値を予測できることがわかった。せん断試験を行うことが難しい試料の内部摩擦角を設定する必要がある場合には、山の上方を使って安息角を測定するとういと考えられる。

[参考文献]

- 1) 松岡 元：地盤工学の新しいアプローチ、構成式・試験法・補強法、第2章、pp158～224、2003. 6

表2 安息角の値(°)

	A	B	C	D	E
上	46.75	39.5	39.75	53.25	50.25
中	44.25	38.5	39.25	51.5	47.25
下	42.5	36.25	34.25	44.5	43

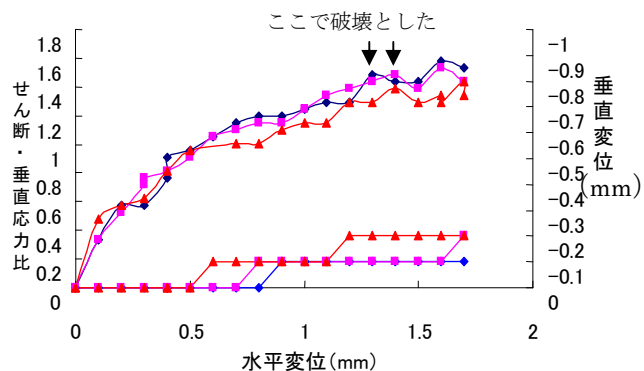


図3 試料Eのせん断強度・垂直応力比～水平変位、水平変位～垂直変位関係

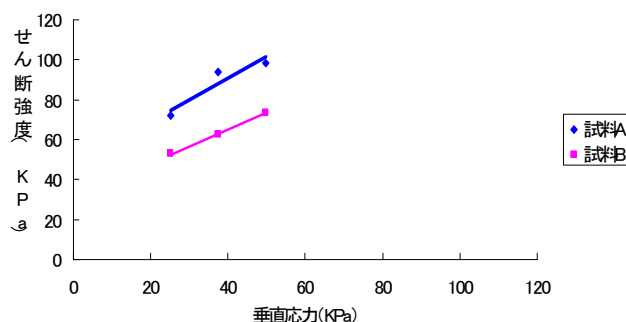


図4 試料A、Bのせん断強度～垂直応力関係

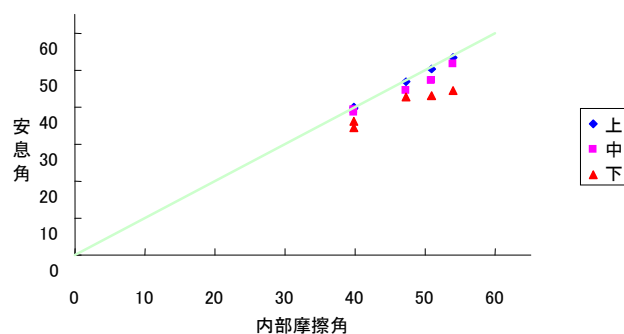


図5 上、中、下の安息角と内部摩擦角の関係