

強度異方性を考慮した三郡変成岩風化土斜面の安定性評価

山口大学工学部 正会員 鈴木素之
 (株)新日 正会員 小山泰正
 山口大学工学部 正会員 山本哲朗
 (株)中電工 非会員 國司光博

1. はじめに 本文では、山口県宇部市において採取した塩基性片岩および泥質片岩風化土の乱さない試料に対して圧密定圧一面せん断試験を行い、片理面に対する供試体の切り出し角度を変化させた場合のせん断強度特性の変化について検討した。これらの試験結果に基づいて、片理面の発達した様々な形状を有する斜面を想定し、強度異方性の考慮の有無による安全率の差を片理面の発達状況、斜面高さおよび勾配の観点から検討した。

2. 三郡変成岩風化土の強度異方性

(1) 土試料の物理的性質 山口県宇部市西岐波および小羽山においてそれぞれ塩基性片岩(試料-1)および泥質片岩(試料-2)の風化土を乱さない状態で採取した。図-1 に両試料の粒度曲線を示す。土質分類は試料-1ではCH, 試料-2ではSF-Gに分類された。

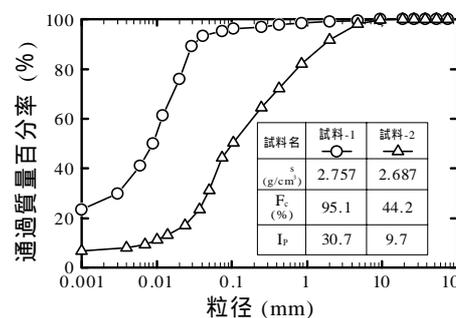


図-1 粒度分布

(2) 実験概要 圧密定圧一面せん断試験における試験ケースは、試料-1および2ともに、片理面と垂直応力の向きに直交する面(せん断面)のなす角を0°, 30°, 60°, 90°の4通りとした。

(3) 一面せん断強度特性 図-2(a), (b)にそれぞれと内部摩擦角φ_dおよび粘着力c_dの関係を示す。図中には片理構造を壊した乱した試料(試料-1)の結果も示している。両試料ともに、φ_dが大きくなると、φ_dは大きくなるのに対して、c_dは小さくなる傾向があり、これは片理が由来となった初期構造異方性の影響と考えられる。φ_dおよびc_dの関係を定式化したものをそれぞれ式(1)および(2)に示す。

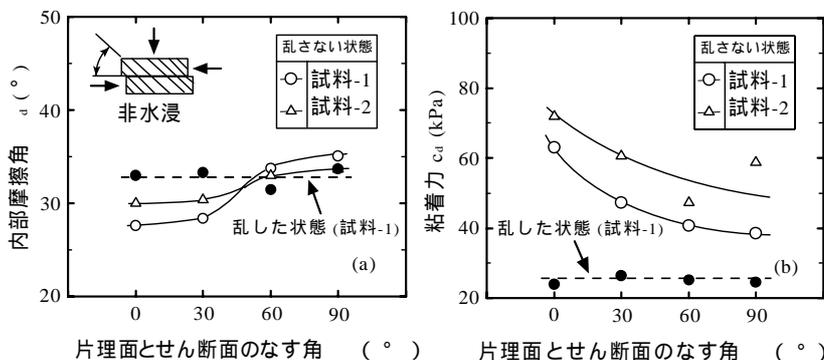


図-2 と強度定数(φ_dおよびc_d)の関係

表-2には式(1)および(2)における係数A~Gの値を示している。

3. 強度異方性を考慮した斜面安定解析

(1) 解析手法¹⁾ 本節では計算手続きの平易さと精度の面から簡易 Bishop 法による解析を採用することにした²⁾。簡易 Bishop 法では安定計算に以下の式(3)および(4)を用いる。

表-2 式(1)および(2)における係数

試料名	φ _d (°)				c _d (kPa)		
	A	B	C	D	E	F	G
試料-1	-3.0 × 10 ⁻³	4.7 × 10 ⁻³	-7.1 × 10 ⁻²	27.83	3.7 × 10 ⁻³	-0.61	62.86
試料-2	-1.0 × 10 ⁻³	1.9 × 10 ⁻³	-2.1 × 10 ⁻²	30.06	2.1 × 10 ⁻³	-0.45	72.73

キーワード：片理面，風化土，乱さない試料，強度異方性，安全率

連絡先：〒755-8611 山口県宇部市常盤台 2-16-1 山口大学工学部社会建設工学科 鈴木素之 TEL&FAX 0836-85-9303

$$F_s(\theta_i) = \frac{\sum [(W_i \cdot \tan \phi_d(\theta_i) + c_d(\theta_i) \cdot b_i) / m_\alpha]}{\sum W_i \cdot \sin \alpha_i} \quad (3)$$

ここに、

$$m_\alpha = \left(1 + \frac{\tan \phi_d(\theta_i) \cdot \tan \alpha_i}{F_s} \right) \cos \alpha_i \quad (4)$$

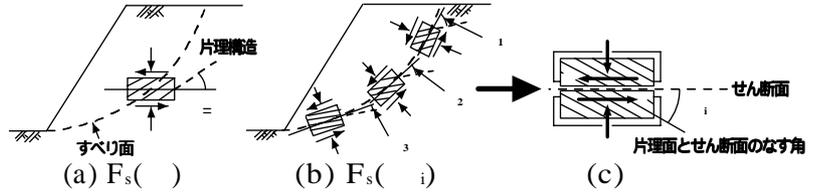


図-3 $F_s(i)$ および $F_s()$ の定義(模式図)

上式(3),(4)に強度定数 c_d, ϕ_d を代入し試料-1 および試料-2 の斜面安全率を求める。ここで、図-3 に示すように、強度異方性を考慮した安全率(すべり面と片理面のなす角 i に対応する ϕ_d, c_d の値を代入)を $F_s(i)$ 、強度異方性を考慮しない安全率(すべり面全体にわたって $i = 0$ のときの ϕ_d, c_d の値を代入)を $F_s()$ と定義する。ここで、 i は片理面の原地盤に対する入射角度である。

(2) 解析条件 解析条件は、斜面勾配 β を 45° に固定して斜面高さ H を $5, 10, 20, 30$ m の 4 通り、また $H = 10$ m に固定して β を $30^\circ, 45^\circ, 60^\circ, 75^\circ$ の 4 通りに変化させる。各条件下で、 i を $0^\circ, 15^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ$ の 5 通りに変化させている。

(3) 解析結果および考察 図-4(a),(b)に試料-1 における β, H および i が安全率変化量 $F_s/F_s(i) (= (F_s(i) - F_s()) / F_s(i))$ に与える影響を示す。まず、強度異方性が安全率に及ぼす影響を考える上で、等高線の形状から片理面の発達状況が斜面形状に比べ影響度がより高いことがわかる。 β に対する $F_s/F_s(i)$ の変化の割合は斜面勾配 β が大きく、斜面高さ H が小さいときに大きくなる。また、 $i = 15 \sim 30^\circ$ 付近で $F_s/F_s(i)$ は正から負へと変化している。すなわち、 $i = 15 \sim 30^\circ$ を境に強度異方性を考慮しない安全率 $F_s()$ が過大評価から過小評価へと転じていることを意味する。ここで強度異方性の影響を大きく受ける基準を $|F_s/F_s(i)| > 0.1$ と設定する。 $i = 0^\circ$ では斜面形状によらず $F_s()$ は $F_s(i)$ に対して過大評価の度合いが大きくなる。とくに、試料-1 の場合、 $\beta = 60^\circ$ 以上、 $H = 20$ m 以下において過大評価の度合いが大きくなる。逆に、 $\beta = 45^\circ$ 以上では過小評価の度合いが大きくなる。過小評価の度合いは $\beta = 60^\circ$ 以上、 $H = 5$ m 以下の場合、とくに大きくなる。

4. まとめ 本研究で得られた知見は以下のとおりである。

両試料とも、 β が大きくなると、内部摩擦角 ϕ_d は高くなるのに対して、粘着力 c_d は低くなる傾向にある。強度異方性が安全率に及ぼす影響を考える上で、片理面の発達状況の方が斜面形状よりも影響度が高い。 β に対する $F_s/F_s(i)$ の変化の割合は斜面勾配 β が大きく、斜面高さ H が小さいときに大きくなる。 $i = 15 \sim 30^\circ$ 付近を境にして $F_s/F_s(i)$ は正から負に変化し、 $F_s()$ が過大評価から過小評価へと転じる。 $i = 0^\circ$ では、斜面形状によらず、 $F_s()$ は $F_s(i)$ に対して過大評価の度合いが大きくなる。逆に、 $i = 45^\circ$ 以上では過小評価の度合いが大きくなる。

参考文献

1)石原研而：土質工学，丸善，pp.273～283，1998．2)日下部治・成田国朝：地盤工学ハンドブック，地盤工学会，pp.158～179，1999．

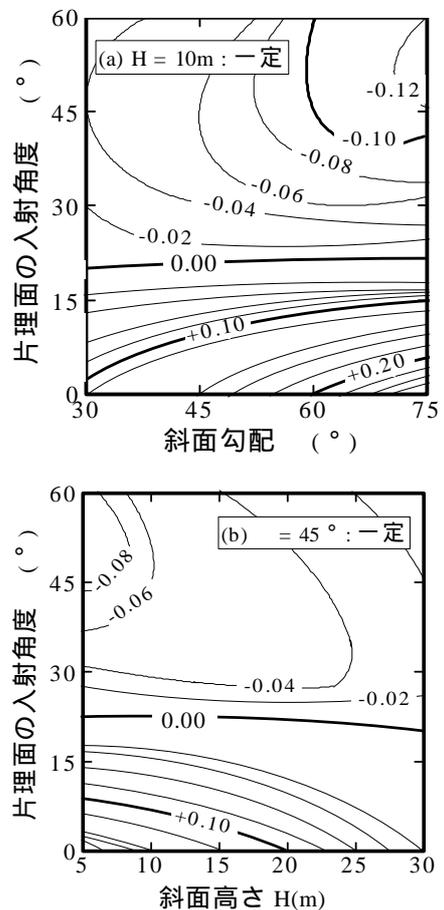


図-4 斜面形状と $F_s/F_s(i)$ の関係(試料-1)