

斜面の安定性に与える風の影響

熊本大学工学部 学生員 ○古賀 聡

熊本大学工学部 正会員 鈴木 敦巳

熊本大学工学部 正会員 北園 芳人

1. まえがき

斜面の安定性に与える風の影響を考えている。ここでは台風等の風の影響が森林を介して地盤に悪影響を与える事を考えている。本研究では、くり返しせん断試験によりせん断ひずみに伴う強度変化の傾向を求め、その結果を用いて斜面上の樹木が強風を受けた場合の斜面の安定性を有限要素法によって解析する。

2. 研究方法

風の影響が最も大きいと思われる台風時を想定し、ここでは 1999 年の台風 18 号をとりあげている。気象台の観測記録¹⁾ から風速をもとめ、それを基に風を荷重に換算する。また、実際の斜面崩壊現場の土を採取し物理的性質、粘着力、せん断抵抗角をもとめる。ここで土のせん断破壊応力の 20%、50%、80%の荷重を繰り返しかけるせん断試験を行い、地盤に繰り返し荷重がかかったときの変化を明らかにする。次に、今までもとめた風荷重、土の性質を用いて、有限要素法による解析をおこない、繰り返しせん断試験の結果とあわせて考察していく。

3. 研究結果

①風荷重について

風速があがっていく時間帯について、大まかに 6 つの時間帯にわけそれぞれの最大風速平均を取りそれを過重に換算したものが表 1 である。その際の計算方法については、次の 2 式を適用した。

$$P_1 = 0.125 * U^2 \quad P_2 = 0.18 * U^2 \quad (U: \text{風速})$$

また、木の折損については次の式を用い、曲げ応力 σ_b が曲げ強度 σ_{fb} よりも小さくなる事でその可能性が少ないことを確認した。

$$\sigma_b = M * Y / I$$

$$\sigma_{fb}: \text{樹木の曲げ応力} = 7 * 10^5 \text{ (kgf/m}^2\text{)}$$

Y: 樹木の半径 (0.155m) I: 樹木の断面 2 次モーメント

$$M = 7011.7 \text{ kgf} \cdot \text{m (最大時)}$$

②対象土について

今回使用した試料は、熊本県益城町川内田で採集した河岸段丘堆積土である。この試料に対し比重試験、密度試験、粒度試験、単純せん断試験繰り返しせん断試験を行った。物理試験の結果は表 2 に示してある。結果からわかるように非常に礫分が多くなっている。次に単純せん断試験の結果は図 1 の様になった。2 直線はそれぞれ、せん断応力が最大の点、及び有効応力が最小の点の近似直線である。これらより、 $\phi = 25.3^\circ$ $C = 18.1 \text{ (kN/m}^2\text{)}$ がえられた。また、くり返し試験せん断試験の垂直応力は、実地盤の深さ 5m 前後に相当する垂直応力において繰返し回数 100 回、周期 0.5Hz で行った。繰返し後せん断応力の低下ぐあいは図 3 に示した。破壊応力の 20%の場合せん断応力(以下 τ

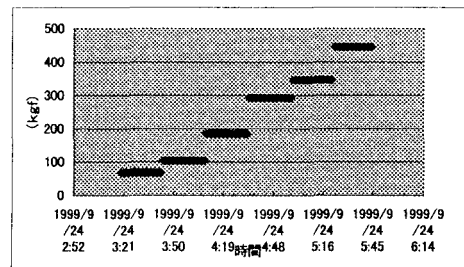


図 1

表 1

粒度構成	礫分(%)	87.5
	砂分(%)	4.8
	細粒分(%)	7.7
	均等係数(%)	29
	曲率係数(%)	2.793
	最大粒径(mm)	53
W_L (%)		51.7
W_P (%)		31.4
I_p		20.2
ρ_s (g/cm ³)		2.777

20)はくり返し前と比較して、約90%に低下し τ_{50} は約30%、 τ_{80} は10%程度にまで低下した。これらより、破壊応力の半分程度の応力がくり返し载荷されるとその地盤が破壊される²⁾と考えられる。

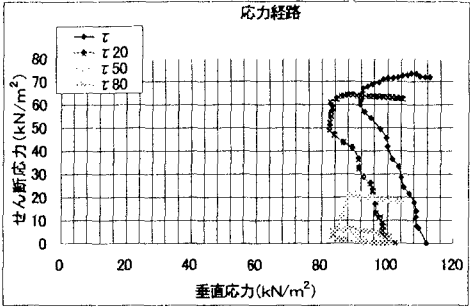
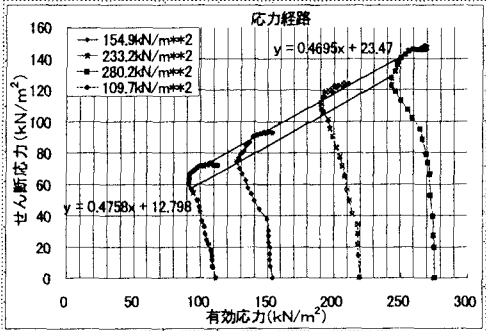


図 2

③有限要素法による解析結果

本研究では数値解析として、GeoFem 地盤解析汎用ソフトウェアを使用し、①・②でもとめたデータを物性値として入力し解析を行った。本研究では急傾斜地の指定を受ける 30° の斜面（深さ 5m）に樹齢 35 年のスギが立っているモデル（図 4）を想定した。せん断応力の結果は地盤の深い部分には伝わらず、ほとんど根系のある範囲にしか伝わっていないと考えられる。（図 5）、（表 2）参照

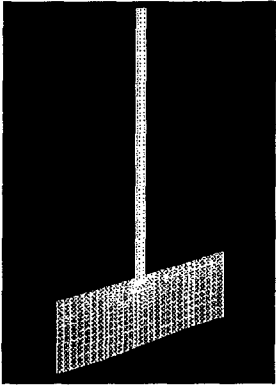


図 4

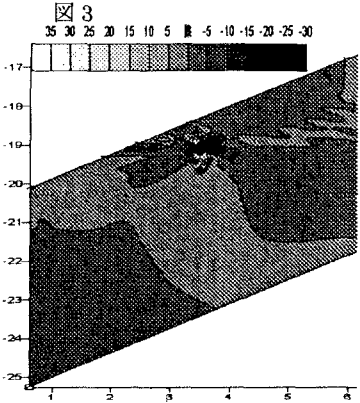


図 5

表 2（深さごとの破壊応力と伝達応力）

深さ(m)	1.3	3	5
破壊応力 (kN/m ²)	34.5	48.8	65.7
伝達応力 (kN/m ²)	9.4	1.5	0.1

4. 考察

表 2 より、根系が多く含まれる深さ 1.3m 程度の地点では破壊応力の 30% 前後が伝達し、地盤が破壊される可能性があるが、それより深い地点では、くり返しせん断試験の結果より、破壊応力の 10% 以下しか载荷されないため地盤が破壊される可能性は少ない。また、10% 载荷後の破壊応力に対しても伝達応力は十分に小さいので、地盤に直接的な影響は少ないと思われる。しかし、湧水や降雨状況なども大きく関係すると思われるので、引き続き検討が必要である。

5. 結論

今回の研究では、根系の先端部分にせん断応力は多く伝達し、湧水などにより極端に有効応力が低下しない限り、地盤が破壊されることは少ないことが判明した。また、今後は実験自体の人為的な誤差を小さくし、本研究で取り扱っていない試料や、実験の繰返し回数、また違った FEM モデル（傾斜角、地盤定数などを変えて）を検討し、比較することが重要な課題である。

6. 参考文献

- 1) 熊本地方気象台：H11 年 9 月 23 日 00 時～24 時の台風 9918 号の風向風速データ
- 2) 川内田がけ崩れ災害調査委員会：熊本県益城町川内田がけ崩れ災害調査報告書
- 3) 光田 寧：1991 年台風 19 号による強風災害の研究
- 4) 松岡 延浩：森林の風に対する抵抗係数について