

自然環境を保全した斜面安定工法の粘性土地盤に対する適用性

関西大学大学院 学生会員 ○矢坂 健太
 関西大学工学部 フェロー 楠見 晴重
 ダイカ 寺岡 克己
 環境総合テクノス 国分 幸二

1. はじめに

近年、地球温暖化などの環境問題の観点から環境や景観に対しての意識が高まっており、地球温暖化の原因である二酸化炭素を減少させるために、斜面安定工法において既存の自然を残したまま斜面の安定化を図ることのできる新しい工法の開発が望まれている。そこで、本研究では補強材としてロックボルトとユニットネット、支圧板から成る軽量の部材を併用することで、自然斜面上の既存の樹木を保全できる斜面安定工法を提案している¹⁾。しかし、詳細な設計法を確立するまでには至っていないことから、本研究では模型せん断試験（要素試験）を行うことで、ロックボルトとユニットネットを併用した場合の変形挙動及び補強効果を定量的に評価した。昨年度までの試験結果によって、本工法においてユニットネットを地表面に接地させることの有用性が確認された。今回は、試料に豊浦硅砂と粘性土の2種類を用いて試験を行うことで、地盤特性の違いによって本工法の補強機構にどのような影響があるのかを検討した。

2. 模型せん断試験

本研究で用いた試験装置を図-1に示す。本試験装置は、長さ600mm、幅500mm、砂層厚350mmである1/10スケールの模型に、自動載荷装置によって一定の速度(2.0mm/min)でせん断変形を与えられる構造となっている。また、せん断面の位置は自由に变化できる。ロックボルト、ユニットネットはともにSS400の鋼材で製作し、その両面にひずみゲージを貼り付けて応力計算を行った。ロックボルトの底部は試験装置に固定し、頭部はステンレス製の2枚の支圧板を用いてユニットネットと連結固定した。試験は、ユニットネットの敷設状況を変化させて、豊浦硅砂と粘性土の2種類の試料を用いて行い、せん断面位置は地表面から150mmとした。各試料のパラメータを表-1に示す。

3. ロックボルトの変形挙動

図-2は各試料におけるロックボルトの軸力をユニットネットの敷設状況別に示したものである。ここで、図中の点線はせん断面位置を示しており、凡例のB、P、N、N'はそれぞれロックボルト、支圧板、接地させたユニットネット、接地させないユニットネットを示している。また、B+P+Nとは、ロックボルトと支圧板、接地させたユニットネットを併用していることを示している。この図より、豊浦硅砂、粘性土ともにユニットネットを地表面に接地させることで引張りの軸力がロックボルト全体にわたって作用し、試料のせん断を最も抑止していることが確認される。

図-3は対策工B+P+Nにおけるロックボルトの曲げモーメントを示したものである。この図より、豊浦硅砂の場合よりも粘性土の方が曲げモーメントが強く作用し、表層部のせん断を抑止していることが確認される。

4. 補強効果

図-4は抑止力を表したものである。この図より、豊浦硅砂、粘性土ともに対策工を施すにつれて抑止力が増加し、対策工B+P+Nで最も抑止力を発揮することが確認される。また、豊浦硅砂の抑止力と粘性土の抑止力を比較すると（粘性土のせん断荷重/豊浦硅砂のせん断荷重）、初期段階（せん断変位量0～10mm）で対策工B+P+Nにおいては約1.8倍、対策工B+P+N'においては約1.6倍、対策工B+Pにおいては約1.5倍、無補強においては約1.3倍となっていることか

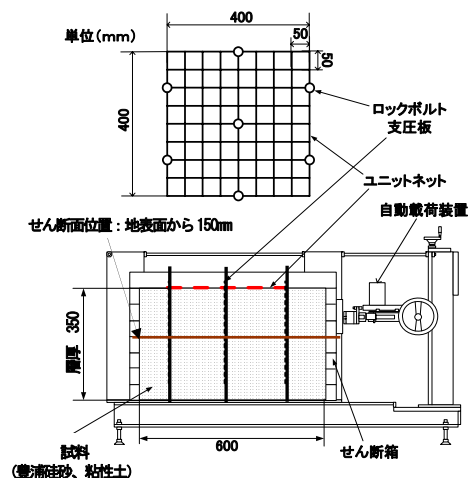
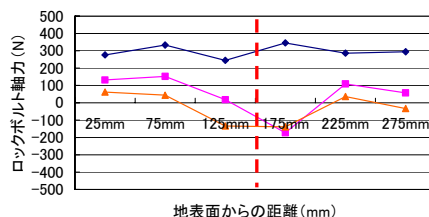


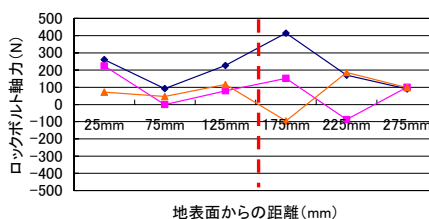
図-1 模型せん断試験

表-1 各試料のパラメータ

	豊浦硅砂	粘性土
乾燥密度 (g/cm^3)	1.5	1.5
含水比 (%)	0.0	20.0
飽和度 (%)	0.0	69.1



(a) 豊浦硅砂



(b) 粘性土

図-2 ロックボルトの軸力

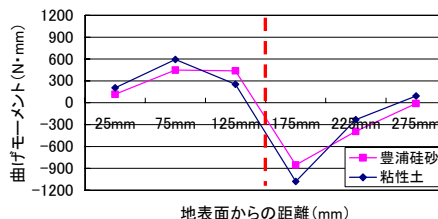


図-3 ロックボルトの曲げモーメント

キーワード 斜面安定工法、模型せん断試験、地盤特性、補強効果、環境保全
 連絡先 〒564-8680 吹田市山手町3丁目3番35号 関西大学工学部地盤システム工学研究室 TEL 06-6368-0837

ら、初期段階では対策工 B+P+N で地盤特性の違いによる影響がより顕著に表れるといえる。

図-5 は対策工 B+P+N における法面工低減係数を式 (1) より示したものである²⁾。

$$\mu = T_0 / T_{\max} \quad (1)$$

T_0 : 地表面から 25mm の引張力 (kN/本)

$T_{\max}$: 引張力の最大値 (kN/本)

この図より、本工法の法面工低減係数は平均して豊浦硅砂の場合において約 0.62 であり、粘性土の場合において約 0.67 であることが確認される。このことから、本工法では、豊浦硅砂よりも粘性土の方が表層部の補強効果が発揮されるといえる。

また、初期段階において、豊浦硅砂よりも粘性土の法面工低減係数が高いことも確認できる。このことから、豊浦硅砂ではせん断がある程度進行してから地表面の補強効果が発揮され、一方、粘性土では早期から地表面の補強効果が発揮されるものと考えられる。

図-6 は補強効果分担割合を式(2)～(6)より示したものである。

$$R_h = (\tau_{(B+P+N)} - \tau_{(B+P+N')}) / \tau_{(B+P+N)} \times 100 \quad (\%) \quad (2)$$

$$R_c = (\tau_{(B+P+N')} - \tau_{(B+P)}) / \tau_{(B+P+N)} \times 100 \quad (\%) \quad (3)$$

$$R_B = (\tau_{(B+P)} - \tau) / \tau_{(B+P+N)} \times 100 \quad (\%) \quad (4)$$

$$R_S = \tau / \tau_{(B+P+N)} \times 100 \quad (\%) \quad (5)$$

$$R_N = R_h + R_c \quad (6)$$

R_h : 地盤押さえ込みの分担割合 R_c : 頭部連結の分担割合

R_B : ロックボルトの分担割合 R_S : 土の分担割合

R_N : ロープネットの分担割合

$\tau_{(B+P+N)}$: 対策工 B+P+N におけるせん断応力 (N/cm²)

$\tau_{(B+P+N')}$: 対策工 B+P+N' におけるせん断応力 (N/cm²)

$\tau_{(B+P)}$: 対策工 B+P におけるせん断応力 (N/cm²)

τ : 試料のせん断応力 (N/cm²)

この図より、豊浦硅砂に比べて粘性土においては、初期段階からネットの効果が発揮されていることが確認される。これは、図-5 で確認できるように、初期段階では豊浦硅砂よりも粘性土の法面工低減係数の方が高く、早期から地表面の補強効果が発揮されていることが影響していると考えられる。

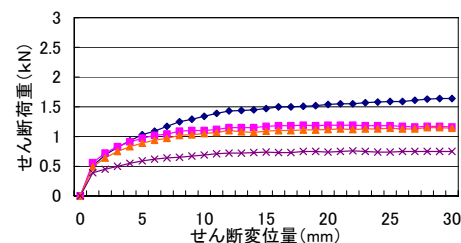
5. まとめ

- ・ ロックボルトの軸力において、豊浦硅砂、粘性土ともに対策工 B+P+N でロックボルト全体にわたって引張りの軸力が作用し、試料のせん断を最も抑止していることが確認された。
- ・ 抑止力においては、豊浦硅砂、粘性土ともに対策工を施すにつれて抑止力が高くなり、初期段階では対策工 B+P+N において地盤特性の違いによる影響がより顕著に表れることが確認できた。
- ・ 対策工 B+P+N における法面工低減係数は、豊浦硅砂で約 0.62、粘性土で約 0.67 となり、粘性土の方が本工法における表層部の補強効果が発揮されることが確認できた。
- ・ 豊浦硅砂と粘性土において補強効果分担割合を比較すると、粘性土の場合で豊浦硅砂の場合よりも初期段階でユニットネットの補強効果が発揮されており、表層部の補強ができていたことが確認できた。

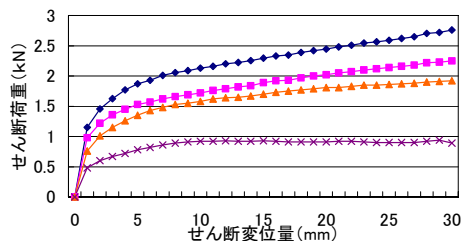
最後に、本研究は関西大学大学院工学研究科高度化推進研究費の補助を受けた。ここに謝意を表する次第である。

参考文献

- 1) 楠見晴重, 宅川正洋, 寺岡克己, 片山辰雄, 福政俊浩: 自然環境を保全した斜面安定工法に関する研究, 土と基礎, Vol.53, No.9, pp.6～8, 2005
- 2) 日本道路公団: 切土補強土工法設計・施工指針, pp49～50, 2002



(a) 豊浦硅砂



(b) 粘性土

◆ B+P+N ■ B+P+N' ▲ B+P × 無補強

図-4 抑止力

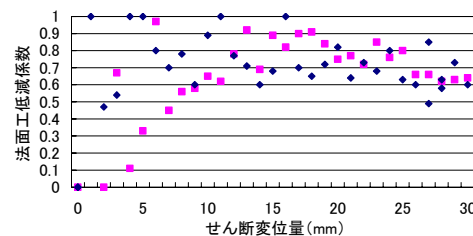
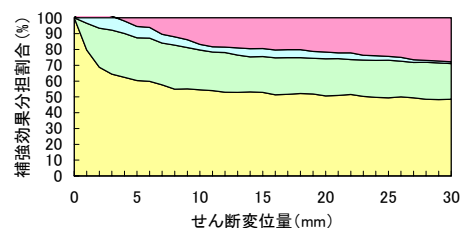
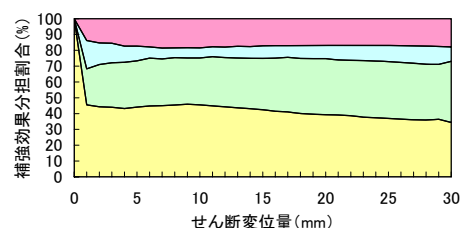


図-5 法面工低減係数



(a) 豊浦硅砂



(b) 粘性土

■ RS ■ RB ■ RC ■ Rh

図-6 補強効果分担割合