

第Ⅲ部門

自然環境を保全した斜面安定工法に地盤の粘土分が及ぼす影響に関する研究

関西大学工学部 学生員 ○近田 勇樹  
 関西大学工学部 フェロー 楠見 晴重  
 株式会社ダイカ 寺岡 克己  
 環境総合テクノス 国分 幸二

1. はじめに

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な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<sup>1)</sup>。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とそれらを混合した試料の3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変化できる。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、豊浦硅砂と粘性土とそれらを混合した混合試料の3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. 実験結果

図-2は各試料におけるせん断抵抗力(抑止力)をユニットネットの敷設状況別に表したものである。ここで、凡例中のB、P、N、N'はそれぞれ補強材(ロックボルト)、支圧板、接地状態のユニットネット、非接地状態のユニットネットを示している。これらの図から、どの試料の場合にも、対策工を施すにつれ、せん断抵抗力が増加する傾向にあると言える。

また、粘土分を含む試料(粘土分18%、28%)においては、せん断変位量初期で対策工(B+P+N)と対策工(B+P+N')、(B+P)とのせん断抵抗力に差が生じている一方、粘土分を含まない試料(粘性土0%)においては、対策工(B+P+N)、(B+P+N')、(B+P)のせん断抵抗力に差が生じ

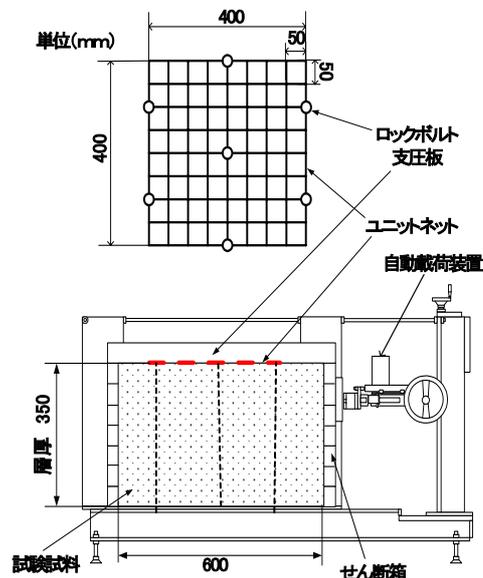
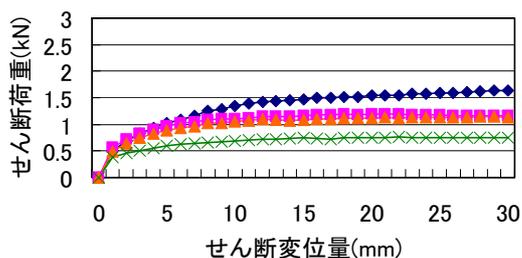


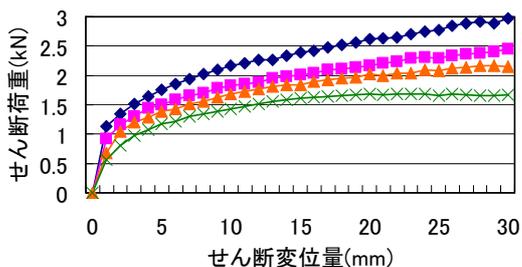
図-1. 試験装置概要

表-1. 各試料の物性値

粘性土分	豊浦硅砂	混合試料	粘性土
	0%	18%	28%
乾燥密度(g/cm <sup>3</sup> )	1.65	1.86	1.79
最適含水比(%)	0	13.6	17.2
相対密度(%)	70	70	70



(a) 粘土分 0% (豊浦硅砂)



(b) 粘土分 18% (混合試料)

ていないことが確認される。

図-3 は各試料における補強効果分担割合を表した図である。ここで、各補強効果の分担割合の算出式を以下に示す。

$$R_h = (\tau_{(B+P+N)} - \tau_{(B+P+N')}) / \tau_{(B+P+N)} \times 100(\%) \quad (1)$$

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

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

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

$\tau$  はせん断応力であり()内は各補強工を表している。

$R_h$ : 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

図-3 より、粘土分を含まない試料(粘土分 0%)ではユニットネットによる押さえ込み効果が徐々に発揮されているのに比べて、粘土分を含む試料(粘土分 18%、28%)においてはせん断初期段階(0~5 mm)からユニットネットによる地表面押さえ込み効果が卓越して発揮されており、その後も安定して補強効果が得られていることが確認される。

次に、本工法の補強機構に及ぼす粘土分の影響を法面工低減係数<sup>1)</sup>で評価する。式(5)は法面工低減係数の算出式である。

$$\mu = T_0 / T_{max} \quad (5)$$

$T_0$ : 法面工と補強材の結合部に作用する補強材引張力(kN/本)

$T_{max}$ : 補強材引張力の最大値(kN/本)

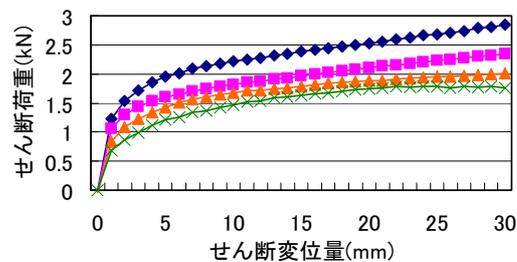
図-4 は、対策工(B+P+N)における法面工低減係数を粘土分の有無によって比較したものである。粘土分を含む試料(粘土分 18%)においては、含まない試料(粘土分 0%)に比べてせん断初期段階での法面工低減係数が高く出ている事が確認される。すなわち法面工低減係数からも、粘性地盤においてはせん断初期段階からユニットネットによる補強効果が発揮されると言える。

#### 4. まとめ

粘土分含有量の異なる3種類の試験試料を用いて試験を行った。その結果、せん断抵抗力において評価すると、粘土分を含む試料においては、せん断変位量初期で対策工(B+P+N)と対策工(B+P+N')、(B+P)とのせん断抵抗力に差が生じている一方、粘土分を含まない試料では差が生じていないことが確認された。このことから、粘土分の有無により、本工法の補強効果が影響されると言える。そして、補強効果分担割合と法面工低減係数において評価した結果、粘土分を含むことでユニットネットの補強効果が初期段階から強く発揮されていることが確認された。

#### 参考文献

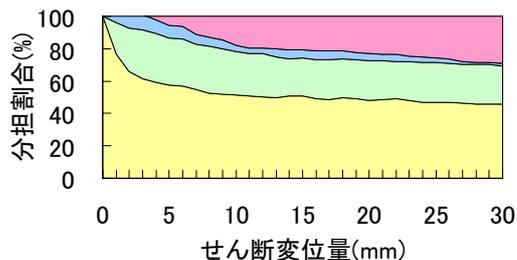
- 1)旧日本道路公団：切土補強土工設計・施工指針, p.50, 2002.



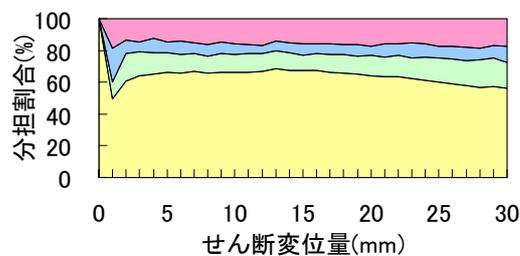
(c) 粘土分 28% (山崎断層)

◆ B+P+N    ■ B+P+N'    ▲ B+P    × sand

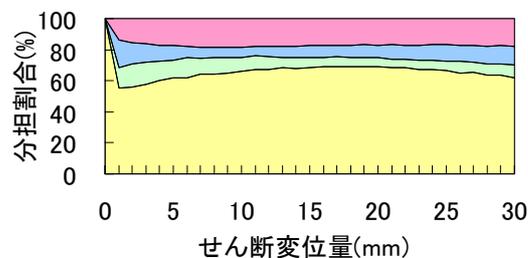
図-2. 各試料におけるせん断抵抗力



(a) 粘土分 0% (豊浦砂)



(b) 粘土分 18% (混合試料)



(c) 粘土分 28% (山崎断層)

■ 土の補強効果      □ ロックボルトの補強効果  
■ 補強材頭部連結効果      ■ 地表面押さえ込み効果

図-3. 各試料における補強効果分担割合

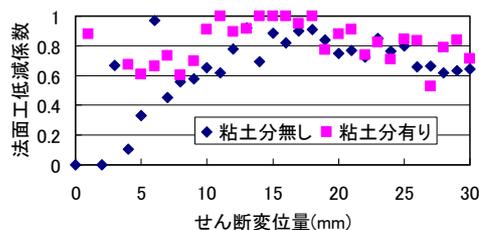


図-4. 各試料の法面低減係数の分布