

自然環境を保全した斜面安定工法の法面工低減係数に関する一考察

株式会社ダイカ 正会員 ○寺岡 克己
 関西大学大学院 学生員 近田 勇樹
 関西大学環境都市工学部 フェロー 楠見 晴重
 環境総合テクノス 正会員 片山 辰雄

1. 目的

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⁾。本研究では模型せん断試験を行うことで、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すると共に、法面工低減係数に関して検討した。本研究は、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各部材の補強効果の挙動特性および、それに伴う法面工低減係数について考察した。

2. 模型せん断試験概要

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。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。

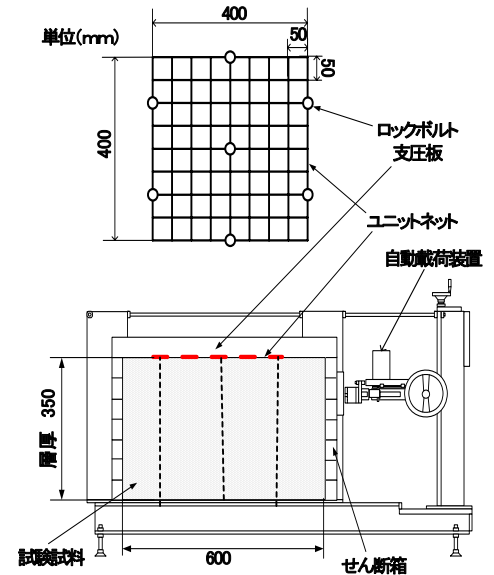


図-1. 試験装置概要

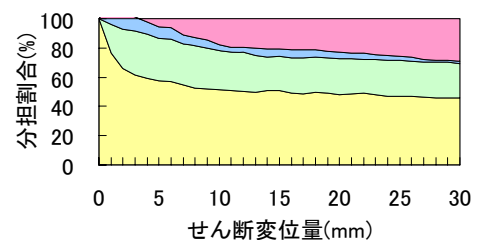
表-1. 各試料の物性値

粘土分	豊浦硅砂	混合試料	粘性土
	0%	18%	28%
湿潤密度 ρ_t (g/cm ³)	1.54	1.76	1.77
乾燥密度 ρ_d (g/cm ³)	1.54	1.55	1.50
含水比 w (%)	0.0	13.6	17.6
相対密度 D_r (%)	70		

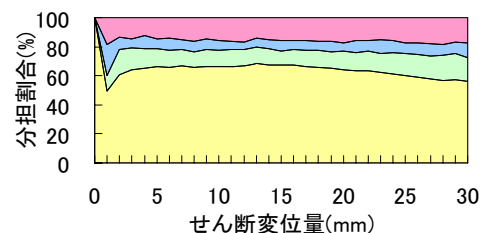
3. 試験結果

せん断抵抗力の結果は、いずれの試料においても対策工を重ねるにつれ抑止力が高く発揮されており、粘土分を含む試料においては無補強時において高い抑止力が得られている事が確認された。これは粘土分の多い地盤ほど粘着力が高く、それに伴い高い抑止力が得られたと考えられる。図-2は、せん断抵抗力から算出した補強効果分担割合を試料別に表した図である。各試料における補強効果分担割合の結果によると、試料自体の分担割合は粘土分を含む程高くなる事が確認された。また、ロックボルトによる分担割合は、粗粒分が多い程高くなる事も確認された。

各補強効果の分担割合の算出式を式(1)~(4)に示す。式中の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。



(a) 粘土分 0% (豊浦硅砂)



(b) 粘土分 18% (混合試料)

キーワード 斜面安定工法, ロックボルト, ユニットネット, せん断試験, 法面工低減係数

連絡先 〒564-8680 大阪府吹田市山手町 3-3-35 TEL 06-6368-0837

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

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

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

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

τ ()は各対策工びせん断応力を示している。

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

また、法面工の評価法の最も一般的なものとして、法面工低減係数²⁾の算出によるものが挙げられるが、本実験の特性上、正確な μ の算出ができないことが問題点であった。そこで、式(1)~(4)により算出された補強効果分担割合の値を用いて、法面工としての評価を行った。補強材が地山の変形、滑動によって受ける引張力の内、移動土塊から受ける引抜き抵抗力(抜け出し抵抗力) T_{ipa} について最も考慮する必要がある²⁾。ここで T_{ipa} の算出式は、式(5)で示されている通りである。

$$T_{ipa} = 1/(1-\mu) \cdot L_1 \cdot ta \quad (5)$$

L_1 :移動土塊の有効定着長(m), ta :許容付着力

式より、 T_{ipa} のうち $(1-\mu)$ 相当分は補強材の定着力に起因するもの、ということになる。したがって T_{ipa} のうちの残りの μ 相当分は法面工に起因するものと解釈できる。よって本研究においては以下に示す式により法面工としての評価を行った。

$$\mu' = \frac{\text{ユニットネットの補強効果}}{\text{ユニットネットの補強効果} + \text{ロックボルトの補強効果}} = \frac{R_h + R_c}{R_h + R_c + R_B} \quad (6)$$

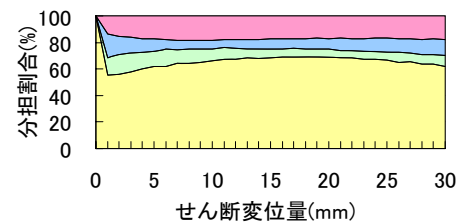
図-3は、式(6)により算出された μ' の値と模型地盤の細粒分含有率の関係を示したものである。なお、試料のみで行ったせん断試験により、せん断ひずみ10%前後で試料がピーク強度に達することが確認された。そこで、せん断ひずみ8,10,12%における μ' の値で評価を行った。対象とする地盤の細粒分が増加する事により、法面工としてのユニットネットの効果が高まっていることが確認された。図-4は、豊浦砂と混合試料において含水比を変更した場合の結果を示したものであるが、対象地盤の含水状態に μ' の値が殆ど左右されないという結果が得られた。

4. まとめ

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。補強効果分担割合と法面工低減係数の結果からも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。また、各補強部材の補強機構に粘土分の含有量が支配的な影響を及ぼしている可能性が確認された。なお、本研究によって本工法の μ' の値が、砂地盤において0.55~0.59、砂質土地盤で0.6~0.8、粘性土地盤で0.8である事が確認された。また、本工法の法面工低減係数の値が、対象地盤の含水状態によって殆ど左右されないという可能性が示唆された。

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) 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)



図-2. 各試料における補強効果

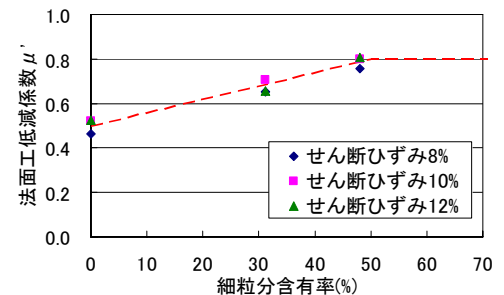
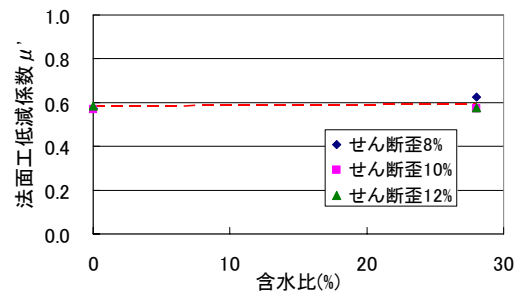
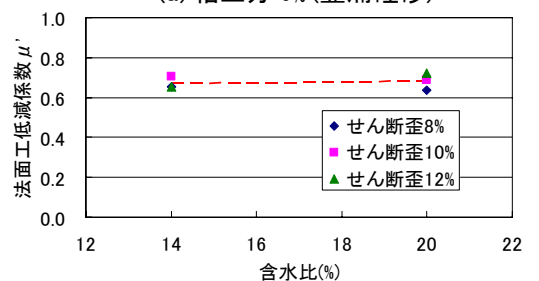


図-3. μ' と細粒分含有率の関係



(a) 粘土分 0% (豊浦砂)



(b) 粘土分 18% (混合試料)

図-4. 含水比と μ' の関係