

樹木を保全した自然斜面の安定化工法に関する研究

楠見晴重*

1. はじめに

我が国は急峻な山地や谷地が多く、現在では約 80 万箇所以上の危険な斜面が存在しており、その数は年々増え続けている。そして、近年では、豪雨や台風、地震などの自然災害により、甚大な被害を被っている。また、地球温暖化などによる環境問題に対する観点から自然環境の保全に対する要求が高まっており、今後は斜面の安定化を重視した観点だけではなく、周囲の自然環境や景観、環境保全も考慮した斜面安定対策の設計・施工が必要であるといえる。そこで、本研究では補強材としてロックボルト・支圧板・ロープネットを併用する工法を提案しており、この工法は極力樹木を伐採せずに斜面の安定を図る。

本年度は平成 25 年台風 26 号により伊豆大島で多くのスコリア層が崩壊した事を背景に、スコリア層における本工法の適用性及びに支圧板径の変化が本工法の補強機構に与える影響を模型載荷せん断試験から明らかにする。

2. 試験概要

図-1 は模型せん断試験機の概要図である。

せん断箱は長さ 600mm、幅 500mm、層厚 350mm である。ロックボルトは長さ 350mm、直径 2.5mm、材質 SS400 の鋼材で底部は固定してあり、200mm 間隔の千鳥配置とした。その表裏にはひずみゲージを貼り付けて応力の算出を行った。ロープネットは直径 2.0mm で 50mm 間隔の格子状で材質は SS400 のものを用いた。支圧板はステンレス製で、径の与える影響を検討するために、 $\phi 30\text{mm}$ と 1.5 倍の $\phi 45\text{mm}$ 、2 倍の $\phi 60\text{mm}$ のものを用い、それぞれ二枚の支圧板でロックボルトとロープネットを連結固定させた。試料にはスコリアを用い、せん断面位置を地表から 125mm として毎分 2.0mm の速度で載荷を行った。

各試験条件を、無補強 S、SB、SBP30、SBP30N、SBP45、SBP45N、SBP60、SBP60N として合計 8 パターンでのせん断試験を実施し、せん断抵抗力を測定した。

ここで、S は試料、B はロックボルト、P30、P45、P60 はそれぞれ $\phi 30\text{mm}$ 、 $\phi 45\text{mm}$ 、 $\phi 60\text{mm}$ の支圧板、N はロープネットを表すものとする。

3. 試験結果得られた成果

3.1 スコリア層における本工法の補強効果

3.1.1 せん断荷重

図-2 は、含水比 1.6% と 5.0% におけるせん断抵抗力とせん断変位量の関係を示したものである。含水比 1.6% と 5.0% とともに無補強時 S と SBP60N をせん断変位量 10mm 時のせん断抵抗力で比較すると、それぞれ 180%、100% 増加していることが確認された。

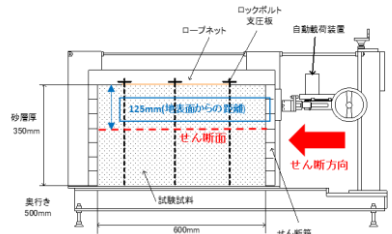


図-1 模型せん断試験機概要

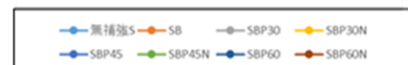
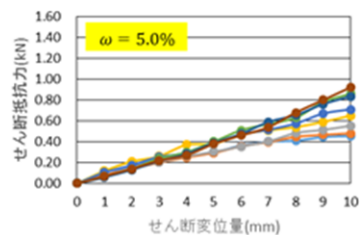
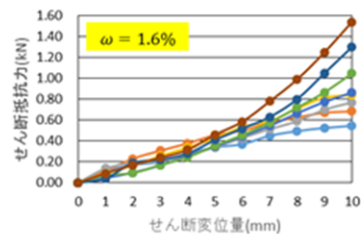


図-2 せん断変位量とせん断抵抗力の関係
(上)含水比 1.6%時(下)含水比 5.0%時

3.2 支圧板径の変化による補強機構へ与える影響

3.2.1 比較条件

支圧板径の変化による補強効果をより明らかにするために、ロープネットの有無や含水比（含水比 1.6%、含水比 5.0%）ごとに条件を分けて、比較を行った。表-1 は比較ケースを表している。今回はケース 1 とケース 2 の場合の実験結果を示している。

3.2.2 セン断抵抗力

図-3 はケース 1 およびケース 2 のせん断抵抗力とせん断変位量の関係を示したものである。補強パターン SBP と SBPN において支圧板径の拡大に伴い、せん断抵抗力が増加していることが確認された。また、SBP30 と SBP30N、SBP45 と SBP45N、SBP60 と SBP60N のせん断変位量 10mm 時のせん断抵抗力を比較してみると、それぞれ 10%、22%、18%増加している。このことより、支圧板径の拡大に伴い補強効果は増大し、さらにロープネットと組み合わせることで、補強効果がより増大することが明らかとなった。

3.2.2 曲げモーメント

図-5 はケース 1 およびケース 2 の曲げモーメントを表したものである。ケース 1 とケース 2 を地表面からの 25mm～125mm 間における最大曲げモーメント値で支圧板径の拡大に伴う実験結果を比較してみると、ケース 1 およびケース 2 で、支圧板径の拡大に伴って、曲げモーメントが増加していることが確認できる。また、3.2.2 と同様に同一支圧板径で比較してみると、SBP30 と SBP30N では 90%減少、SBP45 と SBP45N は 51%減少、SBP60 と SBP60N は 36%減少している。ロープネットを設置することにより、曲げモーメントが減少する傾向が見られる。

4. まとめ

スコリア層における本工法の補強効果は、無補強 S と比較するといずれも増加しており、本工法の補強効果が確認された。しかし、含水比が最適含水比を越えると、補強効果は減少する。

支圧板径の拡大に伴って、せん断抵抗力および軸力は増加する。曲げモーメントはロープネットなしの SBP では増加するが、ロープネットを設置した SBPN では減少する結果となった。これは、支圧板による押さえ込み効果と、ロープネットによる応力分散効果が働いたためだと考えられる。

参考文献

楠見晴重・矢坂健太・寺岡克己・福政俊浩・宅川正洋：景観・樹木を保全した斜面安定工法の補強効果に及ぼす不動層の影響，土木学会関西支部年次学術講演会概要集，Ⅲ-17，2015。

表-1 比較ケース（支圧板径の変化）

補強 パターン	ロックボルト+支圧板 (S+B-P)	ロックボルト+支圧板+ロープネット (S+B-PN)
含水比		
1.60%	ケース1	ケース2
5.00%	ケース3	ケース4

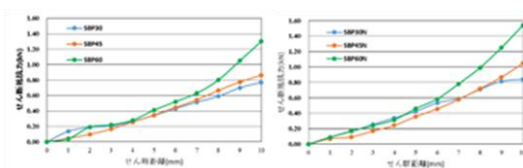


図-3 ケース 1（左）とケース 2（右）における
せん断抵抗力とせん断荷重の関係

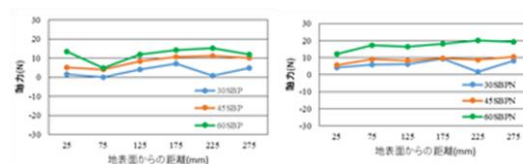


図-4 ケース 1（左）とケース 2（右）における
軸力

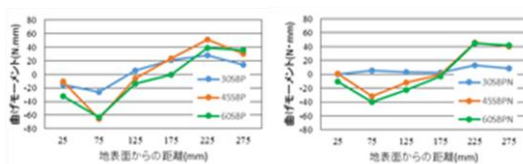


図-5 ケース 1（左）とケース 2（右）における
曲げモーメント