

## ジオネット補強材の敷設方向が斜面安定に及ぼす影響について

法政大学 ○学生会員 碓 裕子  
 法政大学 学生会員 渡邊 ゆり  
 法政大学 正 会 員 橋本 保  
 法政大学 正 会 員 草深 守人

### 1. まえがき

近年、わが国の建設工事においては基礎地盤や盛土の強化、擁壁の安定化などを中心にジオテキスタイル補強材を用いた補強土工法が急速に普及している。このような補強土の力学的性質は、補強材自身が異方性を有することに加えて、地盤内における補強材の配置パターンによる構造的な異方性が存在する。本文は、補強材の配置方向が盛土斜面の安定性に及ぼす効果の違いを主に、①補強土のせん断強度と補強材の敷設角の関係、②補強土からなる斜面の安定解析方法の課題とその改善策、③より効果的な補強材の敷設方法の三点について実験と理論面から考察したものである。

### 2. 補強土のせん断強度

補強土のせん断強度とせん断方向に対する補強材の敷設角との関係を明らかにするために直接一面せん断試験を実施した。せん断試験では、供試体のサイズに合わせて、実際のジオグリッドに変わる材料としてジオネット(防虫網)を用いている。試験供試体は、大きく□ジオネットなしの無補強供試体、□ジオネットをせん断面に対して $\theta=15\sim 165^\circ$ の角度で $15^\circ$ 毎に平面配置した場合の供試体、□同様な敷設角度でジオネットの両端部を折り曲げることによって補強材の拘束効果を期待した三パターンの供試体とした。ジオネットの両端部を折り曲げた供試体は、せん断方向と平行に、供試体の上面と底面にジオネットを挟むように折り曲げている。これは、土中におけるジオネットの引抜き抵抗を高め、ジオネットにより高い引張り力を導入できるように配慮したものである。せん断面に対する拘束圧は、全ての供試体で共通とし、 $49.1, 98.1, 196.2 \text{ kN/m}^2$ の3種類の圧密応力とした。供試体寸法は、 $L7.9 \times W8.9 \times H4.0 \text{ cm}$  ( $\theta=15^\circ, 165^\circ$ は  $H3.0 \text{ cm}$ )である。試料土は豊浦標準砂を使用し、供試体の乾燥密度を $\rho_d=1.5\sim 1.55$ の範囲で管理し、供試体を作成している。ジオネットを一定角度で供試体内に配置するため、供試体の作製では、所定角度のアルミ型枠をはめ込んだモールド内に乾燥砂を流し込む→吸水・冷凍後→アルミ型枠を外した凍結試料面にジオネットを設置→アルミ型枠脱型空間に砂を流し込み→再び吸水・冷凍・保管する方法を採用した。

試験は、モールドからジオネット入りの凍結供試体を脱型すると同時に、試験機内にセットし、自然解凍後に圧密試験、せん断試験を行った。

補強土のせん断強度の評価は、せん断変位-せん断応力曲線上のせん断変位  $d = 4 \text{ mm}$  点を破壊点と仮定し、せん断強度の統一的な評価基準とした。これは、全ての試験条件で、せん断変位-せん断応力曲線上に明確な最大せん断強度点が現れることはなく、変位の増加とともにせん断応力が常に増加するひずみ硬化現象を示したためである。今回の試験結果では、せん断変位-せん断応力曲線が弾性領域から塑性領域に入った後、応力増加率が減少しつつ一定増加率に達した時点の変位が全ての供試体でほぼ  $d = 4 \text{ mm}$  点であったことから、この変位を破壊点として仮定した。また、各供試体のせん断強度は、Mohr-Coulomb の破壊基準を仮定し、粘着力  $c$  と内部摩擦角  $\phi$  で表すこととした。

ジオネットによるせん断強度の補強効果は、図1に示すように無補強土に対して数十倍を超える大きな粘着力の改善を期待できる。ジオネット両端部の拘束を高めた折曲げ敷設の補強効果に至っては、土と補強材の拘束を向上させる対策を施さない通常の標準敷設に比べ、約1.3~1.7倍の補強効果を示した。

キーワード ジオテキスタイル, 補強土のせん断強度, 補強材の敷設角, 斜面安定

連絡先 〒184-8584 東京都小金井市梶野町3丁目 法政大学 大学院 TEL: 042-387-6033

一方、せん断強度の大きさは、せん断面に対する補強材の敷設方向によって大きく変化している。また、鉛直敷設角  $\theta=90^\circ$  を挟んで、流れ目と刺し目方向の補強効果は非対称であった。敷設角と補強効果の関係が水平敷設( $\theta=0^\circ, 180^\circ$ )と鉛直敷設( $\theta=90^\circ$ )を最小とする、上に凸な放物線に近い形になった。これは昨年に同講演会で報告した実験結果と逆の関係にあり、今後その理論的理由あるいは実験技術上の問題点を明らかにする必要がある。内部摩擦角については、実験値のバラつきを考えると敷設角と明確な関係はなく、ほぼ全敷設角を通じて無補強土の内部摩擦角に近い結果となった。

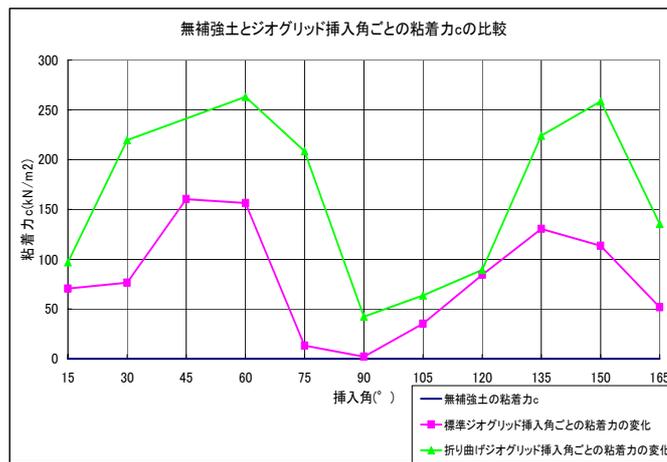


図1 粘着力 c と補強材の敷設方向

### 3. 補強盛土の斜面安定解析

前記で述べたように、今回の実験結果に疑問はあるものの、補強土のせん断強度は、補強材の敷設角によって大きく左右されることから、補強土構造物の安定性を評価する際には、想定される地盤内のせん断面方向に対し、補強材の敷設方向との関係で適切にせん断強度を評価・割当てることが極めて重要と考える。そこで、補強盛土の斜面安定を例に、円弧滑り面を仮定した分割法による斜面安定解析を実施した。

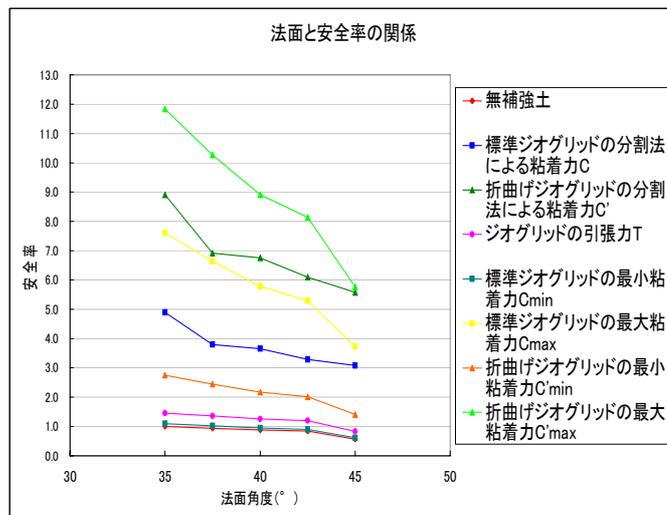


図2 斜面安全率に及ぼす解析方法の影響

補強材による補強硬化の表現は、補強材の引張り力として表現する方法 (T法) と、滑り面の方向に対する補強材の敷設方向に対応するせん断強度を滑り面任意点に割り当てる方法 (割当て法) を採用した。

それぞれの解析方法に対する法面傾斜角と安全率の関係を図2に示す。T法による安全率の改善効果は無補強土に比べ極わずかなものであり、しかも盛土と補強材の拘束状態を表現することができない。斜面の滑りに対するこのような僅かな改良効果は実際の補強盛土では考え難く、現在多用されている T法による設計はかなりの過剰設計となっている可能性もある。

一方、割当て法による安全率は数倍以上の改善効果がみられ、かつ補強材の敷設方法による差異も明確に現れている。また、割当て法による補強効果は、T法に比べ法面勾配により大きく変化していることが分かる。明らかに、割当て法による安全率は最小粘着力を想定した場合の安全率の約3倍程度になっており、土質条件や施工管理上の様々な不確定要因を吸収できる範囲である。また、最大粘着力を仮定した場合の安全率は、法面勾配が急角度になるにしたがって割当て法の安全率に接近し、 $\theta=45^\circ$ 付近ではほぼ両者は等しくなっている。

### 4. あとがき

ジオテキスタイル補強土の一面せん断試験結果については、ジオテキスタイルの補強効果はそのほとんどが粘着力に現れ、内部摩擦角の改善効果は無視できると考える。分割法による斜面安定解析に対する補強効果の導入方法については、盛土斜面の安定解析に多用されている補強材の引張力を導入する T法はかなりの過剰設計となる可能性がある。その改善策として各分割スライスに補強土のせん断強度を割当てて方法を示した。