

斜面を強くするために ～短繊維(ファイバー)補強土の変形・破壊挙動に関する研究～

キーワード：補強, ファイバー(短繊維材), 個別要素法

担当：堀 智之

ファイバー補強土とは？

短繊維(ファイバー)補強土とは、細長くて曲げ剛性を持たない毛髪のような化学繊維を地盤材料に混合したものです。強度増加、強度延性効果を期待し、主に盛土補強、斜面補強に用いられています。施工が容易なことに加え、表面に植生工を施せることから、近年、環境に対する国民の意識の高まりもあり施工事例が増加しています(図1)。

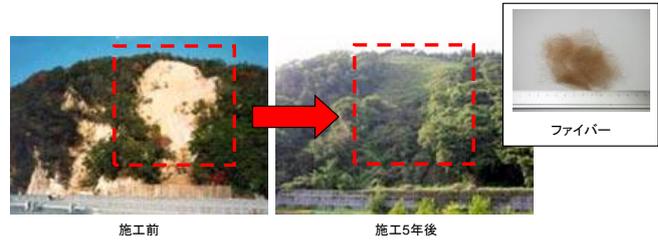


図1 施工例 出典:ジオファイバー協会

現在ファイバーを用いた補強土の施工手引きが発行されていますが、ファイバーを混合するだけでなぜ地盤が補強されるのか、そのメカニズムは解明されておらず、現在は疑似粘着力、摩擦力の増加とされています。そこで、本研究室ではファイバーによる地盤材料の補強メカニズム解明を目的として、模型実験と数値解析を行っています。

模型実験 ～アルミ棒積層体を用いた斜面実験～

アルミ棒を用いて作成した斜面にファイバーを模した補強材を挿入し崩壊させ、ファイバーの配向や長さ、表面粗度、また混合量や挿入位置が斜面強度に与える影響を検討しています。図2は、補強材なしの場合(上)と補強材を5本斜面に挿入した場合(下)の最大せん断ひずみ速度分布を表しています。青色から赤色に近づくにつれて、その場所で生じているせん断ひずみ速度が大きくなっていることを表しています。この実験では、補強材がない場合は、表層周辺で流れが発生していますが、補強材を挿入した場合は補強材周辺が拘束され一体化していることがわかります。

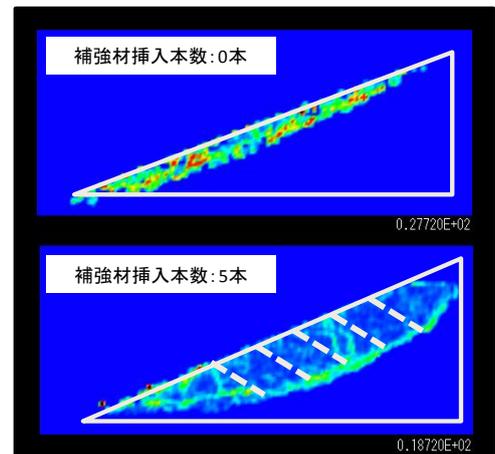


図2 最大せん断ひずみ速度分布

数値解析 ～2次元個別要素法(DEM)を用いたシミュレーション～

ファイバーを入れるとなぜ一体化し強くなるのでしょうか？左図3は2次元個別要素法(DEM)を用いて再現したファイバー混合土の二軸圧縮試験時の供試体の様子です。せん断過程の進行とともに、内部がブロック状に変形しています(右図の色塊)。ここでファイバーに着目すると、ブロックとブロックを繋ぐような配置になっていることがわかります。ブロックが離れようとするときファイバーの持つ張力が発揮され、ブロック同士が離れないよう拘束していると考えることができ、実験で得られた拘束・一体化の現象を説明できているといえます。また、補強効果を発揮している

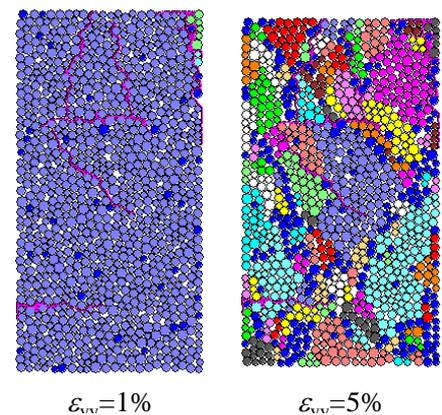


図3 ブロック化

ときの粒子間の接点移動速度に着目したところ、応力を伝達する粒子構造は、実はとても不安定な状態にあり、ファイバーを混合することで、不安定状態の粒子構造を支える役目の粒子構造が増加し、これによって供試体全体の強度が増加していることが分かりました。ファイバー混合土を含む粒状集合体の変形・破壊挙動のメカニズムを粒子回転に着目して行った例は今まで無く、今後のさらなる研究が求められています。