

岩盤接着工法による軟岩のせん断補強効果に関する実験的研究

埼玉大学大学院理工学研究科 学生会員 ○ 亀田 卓志
 埼玉大学地圏科学研究センター 正会員 長田 昌彦
 太平洋テクノ（株） 正会員 梶山 敏也
 埼玉大学工学部建設工学科 袴田 弘容

1. 研究目的

岩盤接着工法は、岩盤の亀裂に特殊なモルタルを注入し硬化させることによって、巨大な岩塊を斜面に一体化させる工法であり、耐震性にも優れ、対象斜面の制約も少ないという特長を有する。¹⁾しかし現在のところ施工実績に基づく経験的な判断によって安全性が検討されており、どの程度の補強効果が得られるのか定量的に明らかになっていない。そこで本工法の補強効果に関する基礎的なデータ取得を目的として、硬岩を用いた昨年度の研究²⁾に続き、今年度は軟岩に対する単一割れ目上でのせん断補強効果について検討した。

2. 試験方法

供試体には割裂により作成した割れ目を有する新鮮な凝灰岩ブロック（通称田下石；40×20×80cm）を用いた。大型せん断試験は岩盤研究室所有の試験機を用いて実施した。試験全体の流れを図-1に示す。せん断試験は次の条件で実施した。

- 1) モルタル未充填状態でのせん断試験。自然状態で岩盤接着工法施工前の亀裂状態に対応する。
- 2) モルタル充填後のせん断試験。この試験の典型的なせん断変位-せん断応力を図-2に示す。せん断応力はひずみ軟化を示し、せん断変位が12mmの時点ではほぼ一定値に落ち着いている。このときのせん断応力を残留せん断強さとした。せん断試験は養生7日後に実施した。

3. せん断試験ごとの比較

各せん断試験の強度特性を比較したものが図-3である。線形な関係が成り立っている未充填状態や残留状態と比較すると、充填後のせん断強さは大きくなっているものの、ばらつきが大きい。ばらつきの原因については後述するが、ここでは補強効果が保証できる最低ラインとして、図中の赤い破線を用いて強度定数を比較する。摩擦角 ϕ はすべての条件で 32° 前後であり、実験条件により大きく異ならない。一方、見かけの粘着力 c は未充填状態、残留状態、充填状態の順に増加していることがわかる。これより、モルタルによる割れ目のせん断補強効果が定量的に明らかとなり、その効果は主に粘着力成分の増加として現れることがわかった。

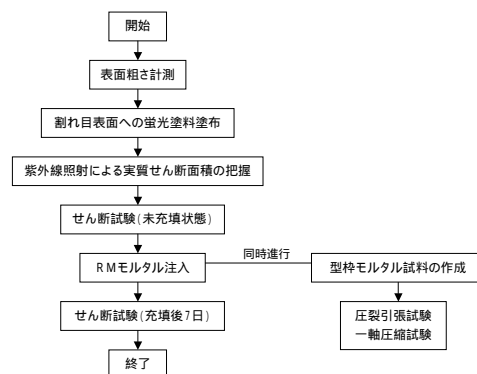


図-1 大型せん断試験の流れ

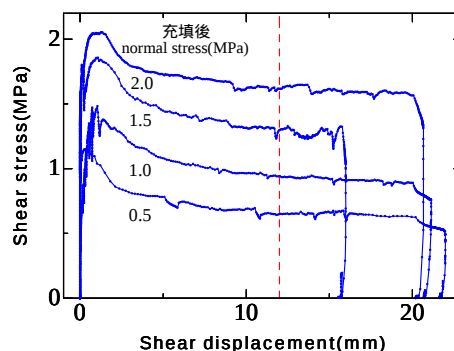


図-2 せん断変位-せん断応力関係

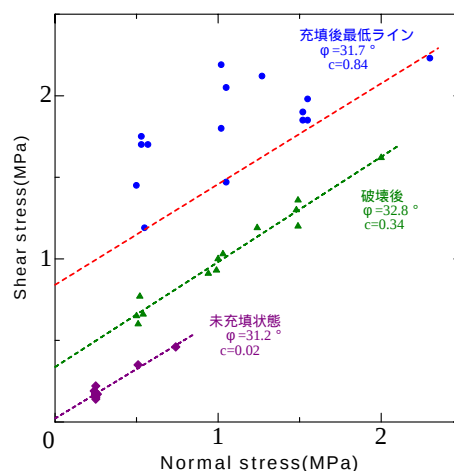


図-3 各せん断試験の比較

キーワード 岩盤接着工法、大型せん断試験機、田下石、稲田花崗岩

連絡先 〒338-8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保 255 埼玉大学地圏科学研究センター TEL048-858-3547

また、モルタルの付着力が期待できない場合でも、若干の強度増加を期待できることがわかった。

4. 充填状態におけるせん断強さのばらつき

図 - 4 には田下石とモルタルの一軸圧縮試験と圧裂引張試験結果による平均的な破壊基準を示す。これより低拘束圧下では田下石の方が強度が低く、拘束圧が大きくなるとモルタルの強度を上回る。また破壊後に割れ目表面の状態を観察すると、せん断試験で最低ラインに近い強度を示した供試体ではモルタルでの破壊が、高い強度を示した供試体では岩石での破壊やモルタルと岩石の境界における破壊が顕著に確認された。これらより、田下石とモルタルの強度特性およびそれらの境界面での付着力の相対的な大小関係によって、異なった破壊パターンを生じたと考えられる。

以上の結果を考慮すれば、せん断強さにばらつきを与える要因としては充填モルタルの強度が局所的に異なることが考えられる。低いせん断強さを示した供試体においては、モルタルの強度が低い部分が存在し、そこで破壊が生じたと考えられる。割れ目内でモルタルの硬化が全体的によく進んだ場合には、高いせん断強さを示すと予想される。今後養生期間を変えた試験を実施して確認する予定である。

5. 花崗岩と田下石の比較

モルタルよりも非常に大きな c, ϕ をもつ稲田花崗岩供試体で同様の試験を行った昨年度の結果との比較を図 - 5 に示す。花崗岩での充填試験の方が c, ϕ ともに田下石よりも大きいという結果が得られている。せん断補強効果として、花崗岩では c, ϕ が増加したが、田下石の場合は c は増加し ϕ はあまり変化しない。モルタル充填したことによる割れ目の強度増加に注目すると、田下石のような軟岩よりも花崗岩のように大きな c, ϕ を持つ硬岩に対してより効果的であるといえる。

6. 結論

- 1) 田下石割れ目に対して岩盤接着工法を施工した場合、大きな補強効果が得られることが定量的に明らかになった。
- 2) 田下石のような軟岩にモルタルを注入する場合、モルタルの局所的な強度の違いによって、せん断強さにばらつきが生じやすい。モルタルが割れ目内で全体的に強度発現がよい場合には、ばらつきが少なく高いせん断強度を示すと考えられる。
- 3) 岩盤接着工法を花崗岩と田下石に用いた場合を比較すると、花崗岩ではモルタルと岩盤境界での引張破壊が生じることを確認しているが、田下石では境界面の引張破壊はあまり見られず、田下石自体またはモルタルがせん断破壊することが多い。割れ目強さの絶対値で比較すると、岩盤接着工法を割れ目に施す場合、田下石のような軟岩よりも花崗岩のような硬岩に対してより高いせん断強度を発揮する。

参考文献；1) 小野田 敏ほか(2002)；神津島流紋岩斜面への岩盤接着工法の適用事例（神津島近海地震での検証）地すべり，第 39 巻第 1 号，pp.119-127. 2) 長田 昌彦ほか（2003）；岩盤接着工法によるせん断補強効果に関する実験的研究，土木学会第 58 回年次学術講演会， - 331.

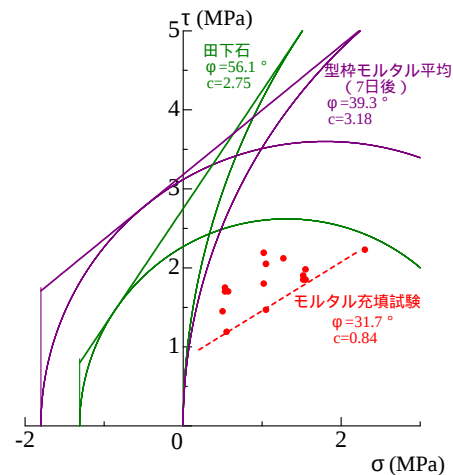


図 - 4 田下石とモルタルの強度比較

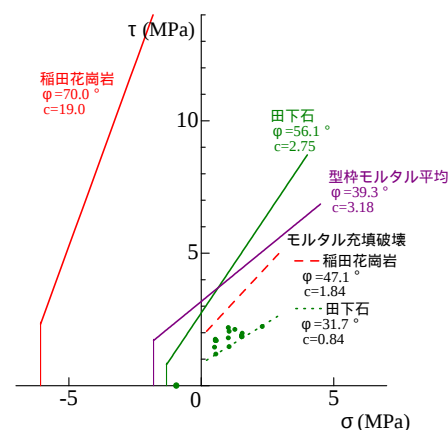


図 - 5 田下石と花崗岩の強度比較
(実線；インタクト試料 破線；モルタル充填試料)