

III-687

岩石の一面せん断試験におけるせん断面のガウジ測定方法について

㈱フジタ技術研究所 正員 ○村山 秀幸 野間 達也
同上 門田 俊一 菊地 正

1. はじめに

従来より、岩盤の不連続面の表面性状と岩盤の力学特性の検討を目的として、不連続面の凹凸度を示す粗度(ラフネス)に注目した研究が多くなされている。例えば、Bartonらは、不連続面の表面粗さに関する指標JRC、表面の圧縮強度に関する指標JCSおよび残留摩擦角 ϕ_r を導入して不連続面のせん断特性に関する実験式を導いている。しかしながら、不連続面の表面特性と強度特性については、未だ未解決な課題が多いと考えられる。一方、岩盤が不連続面ですべり破壊(せん断破壊)を生ずる場合、不連続面の摩擦係数が変化する要因として、不連続面の粗度と摩擦によって発生するガウジ(gouge:岩屑物質)の性状などが挙げられる。

本報告では、岩石の一面せん断試験においてせん断面に発生するガウジに注目し、画像処理技術を応用したガウジの分布状況を測定する手法について述べる。

2. せん断面に発生するガウジの測定方法

一面せん断試験は、供試体として来待砂岩(島根県産)を用い、垂直応力を15, 30kgf/cm²と変化させ、せん断変位4.0mmまで実験を行った。図-1に垂直応力が15, 30kgf/cm²のせん断変位-せん断応力-垂直変位関係を示す。

次に、せん断面に発生したガウジの測定システムの概略を図-2に示す。本システムは、汎用画像解析装置(分解能:512×480画像)、CCDカメラ、モニター(14"TV)、ビデオコピー、マイコンから構成されている。

ガウジの測定は、上・下部供試体を図-2に示したように設置し、以下に示す手順に従って画像処理を施すことによって、その分布特性を把握した。
①CCDカメラからの画像入力(原画像)②画像改善処理(平坦化、平滑化、最適化など)③二値化処理(二値画像)④二値画像補正⑤二値画像計測。また、画像処理は白黒濃淡画像に対して実施している。

ガウジが発生する箇所は、せん断面の粗度と関連して、摩擦によって岩石が粉碎した箇所であり、せん断面の実質的な接触面といえる。一般にガウジは白色～淡灰色を呈することが多く、ガウジが発生しない非接触面とガウジの発生する接触面とでは、輝度(濃度)差が大きくなる。本手法はこの輝度差を利用してガウジの分布状況を把握する手法である。このような測定に画像処理技術を応用することの利点としては、1)大量の測定結果を迅速に処理できる2)画一的な評価がおこなえるなどが挙げられる。

3. 測定結果

測定結果は、図-3に示すように上・下部の供試体を上下に展開して、図-4、5に原画像と二値画像を対比して示す。おな、図-4が垂直応力が15kgf/cm²の場合であり、図-5が30kgf/cm²の場合である。

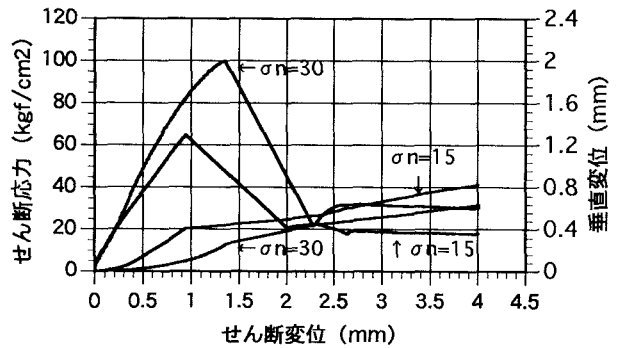


図-1 せん断変位-せん断応力-垂直変位関係図

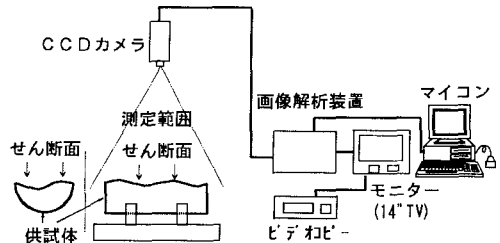


図-2 ガウジ測定システムの概略図

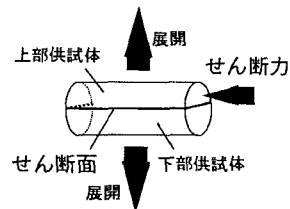
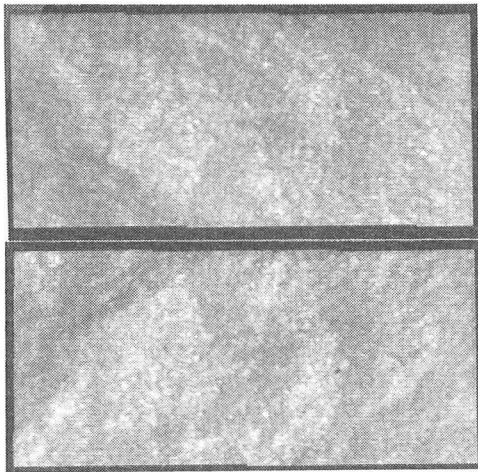
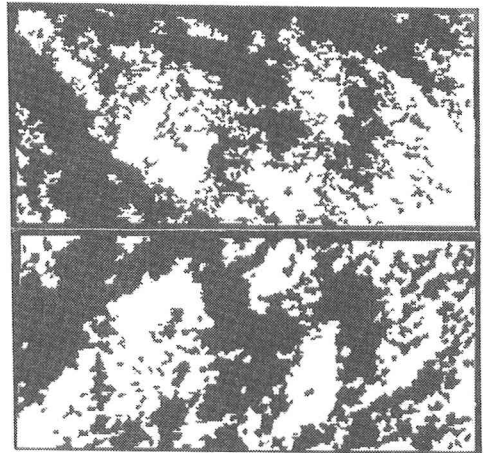


図-3 せん断供試体の展開方向図

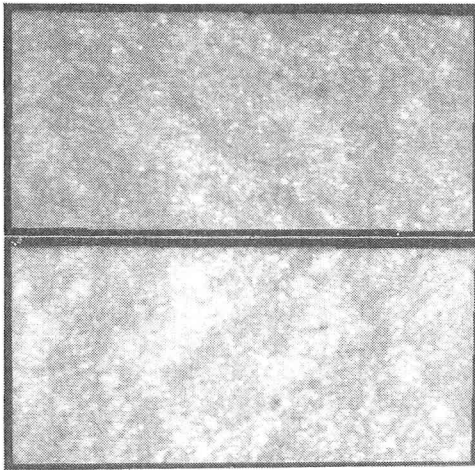


(A) 原画像

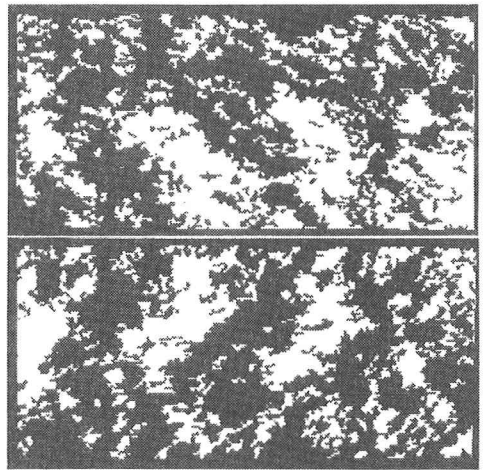


(B) 二値画像

図-4 画像処理結果によるガウジの分布状況：垂直応力15kgf/cm²



(A) 原画像



(B) 二値画像

図-5 画像処理結果によるガウジの分布状況：垂直応力30kgf/cm²

まず、ガウジの分布する面積率（接触面積率）は、垂直応力15kgf/cm²の場合、上部供試体で43%、下部供試体で45%となり、垂直応力が30kgf/cm²の場合、上部供試体で42%、下部供試体が40%である。この上部・下部供試体における面積率の差は、測定誤差の範囲内であると考えられる。また、垂直応力が増加すると面積率が若干下がる傾向があるが、測定数が少ないので確定的な判断を下すことはできない。

次に、ガウジの分布形態を比較すると、垂直応力大きな図-5の方が比較的細長く、面積が小さなものが多いことがわかる。逆に、垂直応力が小さい図-4の方が比較的太く、面積の小さなものが少ないことがわかる。さらに、垂直応力が高い図-5は、せん断応力を作用させた方向（図-3参照：紙面右側から）に対して<記号のような分布形態を示すことがわかる。以上は、垂直応力が小さいほど、せん断面の凹凸度の周期が長くなり振幅が大きくなる（凹凸が深くなる）傾向を示す現象と関連性があると考えられる。

4. おわりに

本報告は、画像処理技術を応用して岩石の一面せん断試験におけるせん断面に発生するガウジの測定方法について述べ、このような測定に画像処理技術が有効であることを示した。今後は、表面特性として粗度を考慮し、力学特性として垂直応力・せん断変位などを考慮してデータの蓄積を行う予定である。