

断層ガウジの物理的性質

Physical characteristics of fault gauge

山田 茂伸[1]; 中川 康一[2]

Shigenobu Yamada[1]; Koichi Nakagawa[2]

[1] 阪市大院・理・地球; [2] 大阪市大・院・理

[1] Geosciences, Osaka City Univ.; [2] Geosci., Osaka City Univ.

はじめに

断層粘土は断層に伴って普遍的に存在していると考えられる。しかし、形成過程や地下深部での存在形態に関してはほとんど情報が無い。地表付近でみられる活断層の露頭では、必ずといってよいほど断層粘土(ガウジ)が観測される。ほとんどの場合大量の水分を含んでいるため、大変柔らかくなっている、すべり面を特定する際に役立っている。このような断層粘土は、大変広い粒度組成を示しているが、大部分は粘土鉱物によって構成されている。

断層粘土に関する研究はこれまであまり行われていない。この理由は定かではないが、おそらく、地表でみられる断層粘土は地表付近の風化によって生成されたもので、地下深部とは大きく異なると考えられる、ほとんど強度をもたないため震源過程では潤滑剤的役割しか果たさず、重要でない、透水性が非常に低く、実験が長時間を要し、困難である、ことなどが挙げられる。しかし、最近の研究では、地表付近でみられる断層粘土と同じような細粒物質が地下深部に存在する可能性も指摘されており、断層粘土の色々な特性を調べておくことは、震源過程を考察する上で、充分意義のあることだと考えられる。

細粒物質粒子間の構造形成と構造破壊

地震は多くの場合、同じような場所で繰り返して発生することから、その震源域はすべり破壊が繰り返されることになり、破碎帯では細粒化がますます助長されることになるであろう。

ここでは、そのような細粒物質粒子間の結合構造の形成と破壊の問題を考えてみよう。一般に細粒物質として安定な粘土鉱物の粒子表面は負に帯電していることから、水溶液中では電気二重層が形成され、粒子間に電気化学的相互作用が発現する。粒子間に働くクーロン力の大きさは水溶液の電解質濃度に依存することから、粒子間の相対位置は電解質の影響を大きく受ける。したがって、端・面で近接している粘土粒子は、配向しているとみられる吸着水層を通して互いに結合することになる。そして粒子間の相対位置は、粒子-水-電解質系の電気化学的平衡状態によって決定されるとみられる。したがって、粘土は圧密によって互いの粒子間距離が短くなって行くが、この時もとの電気化学的バランスが崩れ、再び新しい平衡状態へと移行する。粒子間の接近によって、その強度や変形抵抗が増加することになる。

ガウジ中の石英の塑性ひずみ

野島断層の3地点の断層露頭からガウジを採取し、中に含まれている石英粒を抽出したガウジとその母岩の石英ひずみを比較するために、母岩とみられる領家帯花崗閃緑岩の試料石英粒も解析対象とした。なお無ひずみ結晶のX線回折強度のピークパターンを得るために、ストレスフリーの下で成長したとみられるミナス・ジェラス産(ブラジル)の六角柱状石英を標準物質として選んだ。粉末X線解析の結果、220面のピークをそれぞれ重ね合わせると、ガウジに含まれる石英はその母岩とみられる花崗閃緑岩のものより半値幅が広く、格子ひずみが有意に大きいことが明らかとなった。ガウジに含まれる石英のX線回折のピーク幅は標準試料に比べて有意に広がっていることがわかり、ガウジ中の石英には弾性限界をはるかに超えた塑性ひずみが残存していることが明らかになった。また、ガウジの母岩とみられる近隣の花崗閃緑岩にも塑性ひずみが認められ、ガウジが生成された時のやや広域の応力状態を反映しているものと考えられる。

これらのことから、ガウジと花崗閃緑岩に残されているひずみのちがいは、断層すべりに伴う破碎によって生じた応力集中の程度を示しているものとみられる。さらに、石英の粒径とひずみの間の逆相関はこの応力集中の程度が高いほど、細粒化されているということを示唆している。

断層粘土の諸特性

断層粘土は1ミクロン以下の粒子を多く含み、非常に広い粒径分布特性を示すことから、大きな圧縮性を期待できる。跡津川断層の露頭から採取された断層粘土の粒度分析結果、全体として粒径加積曲線は直線に近いならかな様相を呈している。また、1ミクロン以下の細粒分が数10%含まれている場合もある。粒径分布が広い範囲におよぶということは、粒子間の隙間をより小さな粒子で埋めることが可能となることから、高拘束圧下では隙間をより小さくできる。これは、前述した粒子間の結合と合わせて考えると、せん断変形時に大きな正のダイラタンシーが現れる可能性が高い。予察的な排水三軸圧縮試験の結果では、ダイラタンシー効果が観察されている。地表で得られた試料から、このような効果が地下深部で実際に存在するかどうかを検討することには問題は残るが、震

源域では、おそらく空隙や割れ目はほとんど閉じられていると考えられることから、細粒物質が存在すればダイランシーが発現する可能性は高い。