

断層ガウジの S I P (Shear-induced Polarization)特性

Characteristics of SIP(Shear-iInduced Polarization) in fault gauge

中川 康一[1]; 山田 茂伸[2]; 川添 栄計[3]

Koichi Nakagawa[1]; Shigenobu Yamada[2]; Shigekazu Kawazoe[3]

[1] 大阪市大・院・理; [2] 阪市大院・理・地球; [3] 大教大院・教育・総合基礎科学

[1] Geosci., Osaka City Univ.; [2] Geosciences, Osaka City Univ.; [3] OKU.Graduate School of Education Pure and Applied Science

はじめに

大きな地震の発生に先立って、いろいろな宏観異常現象が報告されてきた。それらの中で、電磁気学的異常が多く報告されていて、その異常の根源が、他の多くの異常現象と軌を一にしている可能性が高い。電磁気学的異常のメカニズムについては、まだ特定されるには至っていないが、現段階で考えられるメカニズムとして、上部地殻のひずみに伴う鉱物の圧電効果や間隙水の流動電位などがもたらす電気分極による地電流が挙げられるであろう。ここでは、震源過程でその発生が予測される破碎物質の急激なせん断塑性変形時の電気特性の変化について、実験的成果を踏まえて言及する。

断層破碎物質の基本的な性質

地震は同じような場所で繰り返し発生されることが知られていることから、震源付近の物質は過去の地震や造構応力などにより、すでに破碎されていると見なされる。そのような破碎帯の最もひずみの集中する場所には断層粘土(ガウジ)が形成されていると考えられる。しかし、その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。

ガウジに関する研究、とくに、力学的研究はこれまであまり行われていない。しかし、最近の研究では、地表付近でみられるガウジと同じような細粒物質が地下深部に存在する可能性が指摘されており、ガウジの力学的諸性質や力学特性を調べることは大変意義がある。

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。一般にガウジの粒径加積曲線は直線に近い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。広範囲にわたる粒径分布は、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とを意味する。これは、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ことを予想させる。予想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タンシーが発現する可能性は高い。

ガウジの S I P (Shear-Induced Polarization) 特性

ガウジを室内でせん断させた場合、変形に伴って電気分極するという変わった性質(Shear-Induced Polarization)があることが分かった。手の平サイズのガウジブロックに電極を配置して、偏荷重を加えて変形させる実験を行った。わずかの距離で、数10ミリボルトの電位が発生しすることが分かった。この現象はほとんど知られておらず、流動電位による現象との見方も不可能ではないが、細粒物質集合体のせん断変形に伴う特有の電気特性と言うことで、この現象をS I P (Shear-Induced Polarization)と呼ぶことを提案したい。これまでの予備的な実験によれば、発生する電圧は、ひずみの大きさ、細粒分含有率、間隙水の電解質濃度、圧密の程度に大きく依存することが明らかとなっている。粘土のような水に飽和した細粒物質では透水性が非常に低いため、高速の変形は非排水状態で行われ、せん断に近いものとなるが、ミクロには間隙水が移動する。この時水に含まれるイオンの流れは電流となり、電位が発生することになる。しかし、非双極性の間隙流体を含むような工作用の油粘土などでは、このような現象はみられない。

細粒物質集合体の構造形成・破壊とS I P特性

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、封圧下に置かれた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。しかしながら、せん断によって塑性変形が強いられると、粒子自身の変形に比べて、粒子間のすべりによる相対変位が大きくなることから、それぞれの粒子間の配置は、おもに間隙水を通した粒子間で変化する。この時、やはり粒子表面付近の吸着水層を主体とした、電荷のトータルバランスが崩れ、電氣的偏位

が発現すると考えられる。