

## 断層近傍の浸透率の計測

## The measurement of fault permeability

# 鈴木 清史[1]

# Kiyofumi Suzuki[1]

[1] 石油公団TRC

[1] JNOC, TRC

## はじめに

多くの油田は、堆積岩中に炭化水素が貯留して油層が形成されていることから、堆積岩中の断層シール能力と断層における流体移動モデルの把握は極めて重要である。断層が流体通路なのか、それとも流体バリアなのかは、石油探鉱にあたっては油田の有無に関わり、石油生産では生産性を左右する。また、地球科学的には付加体での物質移動に関わる重要なファクターである。また、放射性廃棄物の地層処分においても、断層の取り扱いが極めて重要なファクターである。

今回、多孔質の堆積岩に形成された断層における流体移動特性を求めることを目的とし、本研究を行った。すなわち、続成による変化をあまり被っていない堆積岩中に断層が形成された場合における、(1)断層の浸透性と(2)断層近傍における浸透性の異方性、および(3)浸透性や異方性の支配要因、を見いだすことを目的とした。この目的から、対象とする岩相を砂岩もしくは砂岩泥岩互層に限定した。これは、堆積盆での一般的な堆積物であることと、空隙率と応力に機械的相互作用があることから、化学的相互作用である続成作用の影響の有無が判別しやすい、という理由による。

## 研究手法

## (a) 露頭における原位置での浸透率の測定

測定は、米国ユタ州モアブ断層近傍とマレーシアサラワク州ミリで行った。この両者はいずれも正断層であるが、前者が風成砂岩で陶太が良く、後者はデルタ - 浅海成砂岩で分級が悪く粘土含有率も多いという岩相的な差異がある。また、全体での変形量はモアブ断層が落差700mにも及ぶのに比し、マレーシアのものはせいぜい数メートルしかない。よって、断層主変位部で浸透率の比較することは無意味である。測定は、落差1m以内の断層：剪断変形帯 (deformation band) について行い、検討することとした。浸透率の原位置測定には窒素ガス注入式パーミアメーターを用いた。

## (b) 露頭より採取したサンプルの浸透率測定

上述の断層近傍より微小剪断変形帯 (断層) を含むブロック状の試料を採取し、ラボ内で立方体試料に細分化して整形し、これらを用いて浸透率を測定した。整形は、断層に平行な面、断層に垂直で堆積面に垂直な面、前2者に垂直な面となる方向に行った。今回、測定した試料は、原位置においてほぼ水平な堆積面を維持しているので、(i)断層を横切る方向、(ii)断層の走向方向 (運動方向に直交)、(iii)断層の落差方向 (運動方向に平行) の浸透率を測定できる。但し、整形した各々の試料ではこれらの(i)(ii)(iii)のいずれかについてしか測定できず、重複する測定は出来ない。これは試料側方を透過する水の影響を除去するため、シリコンシーラントを塗布したためである。浸透率の測定は、石油公団所有のプラグ浸透率測定装置 (東京試機工業製) で行った。

## (c) 岩石物性測定

水銀圧入式ポロシメータで空隙率を測定した。この測定結果から水銀突入圧が分かるため、孔隙径分布が判断できる。比重と空隙率、孔隙径分布から内部での孔隙ネットワークを判断した。

## (d) 構造観察

試料は薄片を作成し内部構造を観察した。また走査型電子顕微鏡を用いた観察も行った。

## 研究結果

## (a) 露頭における原位置での浸透率の測定

米国ユタ州モアブ断層、マレーシアサラワク州ミリとも、微小剪断変形帯での浸透率は著しく低下した。米国ユタ州モアブ断層は、粘土含有分が少ないことから母岩での浸透率が数千ミリダルシーにも達するが、被変形部では数ミリダルシーである。マレーシアサラワク州ミリでの計測は、母岩がデルタ - 浅海成砂岩で粘土含有率が多いことを反映し、母岩での浸透率が数百ミリダルシーとなるが、被変形部ではやはり数ミリダルシーである。

## (b) 露頭より採取したサンプルの浸透率測定

米国ユタ州モアブ断層とマレーシアサラワク州ミリでのサンプルは、粘土含有率を反映し基から差異があるが、同じ地域で採取した試料でも測定した立方体試料に含まれる微小剪断変形帯の含有量で浸透性に差異が現れた。また、(i)断層を横切る方向、(ii)断層の走向方向、(iii)断層の落差方向でも差異があった。これは断層の形態と関係するとみられる。

## (c) 岩石物性測定

水銀圧入式ポロシメータで空隙率を測定すると、微小剪断変形帯では空隙率の減少と孔隙径の減少示された。

(d)構造観察

内部構造の観察から、砂岩中の微小剪断変形帯における石英粒子の細粒化が見いだされた。また、泥岩層の引きずりなど、特に粘土含有量が多い微小剪断変形帯では粒子の破碎が押さえられる反面、粘土粒子の孔隙への充填が見いだされた。これらは何れも、断層面における孔隙径の減少を引き起こしている。

考察

発表では、以上の結果から多孔質の堆積岩に形成される断層の特徴と、断層における流体移動特性について述べることとする。