

## ゼラチン中の液体で満たされたクラックの挙動 —利点と欠点の評価—

## Liquid-filled cracks in gelatin: its advantage and defect

# 高田 亮[1]

# Akira Takada[1]

[1] 産総研

[1] AIST

ゼラチン中の液体で満たされたクラックの移動に関するアナログモデル実験の利点と欠点を議論する。アナログモデル実験上での多くの問題点を、液体で満たされた三次元クラックの移動の一般的問題をゼラチン中のクラックの移動から導こうと試みた例を使って紹介する。また、アナログ実験の利点を利用できた例として、クラック同士の相互作用や、応力場の時間変化によるクラックの挙動についての実験例を紹介する。

ゼラチン中の液体で満たされたクラックの移動に関するアナログモデル実験は、特別に設定された場にマグマが貫入しやすいことを実演する目的で利用された。Fiske and Jackson(1973) は、山体の重力場により形成された引張応力場に液体が貫入しやすいことを見せた。Pollard(1973) は、二層のゼラチンの間に作られた自由面にグリースが貫入する実験を行った。液体で満たされた三次元クラックの移動は、解析的に解くのは困難である。Takada(1990) は、液体で満たされた三次元クラックの移動の一般的問題を、ゼラチン中の液体で満たされたクラックの移動から導こうと試みた。

ゼラチンは、透明な材質のため、色づけられた液体のクラックの挙動が、はっきり見えるのが特徴である。ゼラチンの応力場や密度を制御できる。液体の物性や注入率なども制御可能である。

実験規模はスケール実験に重要である。しかし、冷蔵時間の条件、ゼラチン容器の移動のしやすさを考えると、10-100cm 程度が限界であり、スケール則を満たさない。

ゼラチンの硬さも制約がある。移動するクラックの三次元規模を測定するためには、mm から 1-10cm 規模が適当である。そのためには、弾性定数の小さい柔らかいゼラチンを用意しなくてはならない。上記の実験装置内で浮力で移動するためにはなおさら柔らかいゼラチンが必要である。その結果、ゼラチンは、クラック先端では、塑性変形が表れる (Takada, 1994; Lister and Kerr, 1991; Heimpel and Olson, 1994)。金属の破壊にはしばしば、クラック先端に塑性破壊が表れることがあるが、その極端な場合と言える。より脆性な材質が固結した岩石である。以上の特徴から、ゼラチン中の液体で満たされたクラックの移動には、クラック先端の抵抗のようなものに移動速度が律則されてしまい、液体の粘性に支配されない。理想的な脆性破壊を伴う液体で満たされたクラックとは異なる (Lister and Kerr, 1991)。

表面張力もこのような規模の実験では無視できない。水溶性のあるゼラチンに対してと、クラックに注入されるグリセリン水溶液と油や空気とではぬれ具合が異なる。理論的には、上昇するクラックの尾は完全に閉じないが (Lister and Kerr, 1991)、表面張力が大きい油や空気では、液体部分が丸くなるうとして、クラックの尾が閉じてしまう。また、ゼラチンと反応する液体も都合が悪い。

これらの欠点のうち、クラック先端の抵抗は、破壊面をゼラチン中に入れることである程度解消できた (Koyaguchi and Takada, 1994)。

特定の応力場におけるクラックの挙動は、十分議論できる。例えば、クラック同士の相互作用や、応力場の変化によるクラックの挙動は、量的議論が可能である (Takada, 1994a, b; 高田, 1995; Takada, 1999)。