

## 高温熱水条件石英ガウジの摩擦挙動

## Frictional behavior of quartz gouge at high-temperature hydrothermal conditions

# 金川 久一[1]

# Kyuichi Kanagawa[1]

[1] 千葉大・理・地球科学

[1] Dept. Earth Sci., Chiba Univ.

本講演では、オーストラリア国立大学で行った高温熱水条件下における石英ガウジの摩擦実験に基づき、圧力溶解とカタクレシスの相互作用に起因した石英ガウジの摩擦挙動について議論する。

## 〔摩擦実験〕

オーストラリア国立大学の内熱型ガス圧3軸試験機を用い、温度 927 °C、封圧 300 MPa、間隙水圧 200 MPa、軸方向変位速度 0.13 ~ 6.68  $\mu\text{m/s}$  の条件で、軸方向に対して 30° の切断面を持つ径 9.92 mm の円柱状多孔質石英砂岩ブロックに挟んだ、厚さ約 1 mm の石英パウダーから成る模擬ガウジの摩擦実験を行った。石英パウダーは、粒径 5  $\mu\text{m}$  以下の細粒なもの、250  $\mu\text{m}$  以下の粗粒なものを用いた。

## 〔実験結果〕

低変位速度 (0.13 ~ 0.6  $\mu\text{m/s}$ ) あるいは細粒ガウジで継続的なすべり硬化が起こり (最大摩擦係数 0.68 ~ 0.71)、一方高変位速度 (0.6  $\mu\text{m/s}$ ) の粗粒ガウジでは、すべり軟化後低摩擦強度 (変位速度 0.6  $\mu\text{m/s}$  の場合摩擦係数約 0.45) の定常的なすべりへと移行した。いずれの場合も摩擦強度は変位速度の増加に応じて増大しており、正の変位速度依存性を示している。実験後のガウジは非常に硬く固結し、隣接する粒子の癒着や貫入、孔隙での自形石英粒子の成長など、圧力溶解の痕跡を示す多数の微細構造が確認された。また、すべり硬化した試料ではガウジ層全体に変形が分散しているのに対し、すべり軟化した試料ではガウジ層境界に連続的なすべり面が観察された。

## 〔議論〕

低変位速度あるいは細粒ガウジでは、圧力溶解がガウジ粒子の圧密を促進し、応力を支持するガウジ層の粒界接触面積が時間とともに増加して、継続的なすべり硬化が起こると考えられる。またこの場合の摩擦強度の正の変位速度依存性は、変位速度増加により相対的にカタクレシスの活動度が増加し、細粒破碎粒子が増加して応力を支持する粒界接触面積が増加することに起因すると考えられる。

一方、高変位速度の粗粒ガウジでは、圧力溶解によるガウジの圧密が進まず、変位速度に対応した剪断歪を担うために変位が局所化し、応力支持母体がガウジ層全体の粒界接触域からすべり面のアスペリティ接触域へと減少したためにすべり軟化が起こり、摩擦強度が低下したものと考えられる。その後の定常的なすべり面は連続したすべり面に沿って起こっており、変位速度の増加に伴い相対的にカタクレシスの活動度が増加し、すべり面上に細粒破碎粒子が増加してアスペリティ接触面積が増加することにより、摩擦強度の正の変位速度依存性が生じると考えられる。

上記の2つの異なる摩擦挙動とその遷移は、ガウジ粒径と変位速度に依存した圧力溶解の活動度変化を反映しているが、圧力溶解は熱活性過程であることから当然強い温度依存性も存在するはずである。すなわち、粒径と変位速度が一定ならば、温度上昇に伴ってすべり軟化から継続的なすべり硬化への摩擦挙動の変化が起こるはずである。また、高温程圧力溶解の活動度が増大し相対的にカタクレシスの活動度が低下することから、いずれの挙動においても摩擦強度は負の温度依存性を示すと予想される。すべり軟化に伴う摩擦強度の低下とその後の定常すべり時の摩擦強度の変位速度依存性及び温度依存性は、従来の 300 °C 以上の熱水条件下における模擬ガウジの摩擦実験結果と調和的である。実験結果はまた、摩擦強度の変位速度依存性が正で変化しないにもかかわらず、すべり硬化からすべり軟化への挙動の変化が起こり得ることを示しており、摩擦強度の変位速度依存性とは独立した断層の不安定性が存在することを示している。