

Laponite 懸濁液のエイジングとその温度依存性

立命館大院理工 櫻本啓二郎・井上寛子・深尾浩次

[緒言] Laponite とは珪酸塩からできた円盤状の合成クレイである。その懸濁液は、調整した直後は液体のように流動性のある状態をしているのに対し、それを放置すると、徐々に粘度が上がり、最終的に流動性の無い固体のような状態へ変化することが知られている。このように時間と共に変化することをエイジングと呼んでいる。ラポナイト懸濁液のエイジングにおける濃度依存性や塩濃度依存性は、動的光散乱 (DLS) やレオロジー測定等を用いて盛んに研究されてきた。それに対し、ラポナイト懸濁液のエイジングの温度依存性に対する報告は数が少なく、その詳細はまだよくわかっていない。ここでは、Laponite 懸濁液のエイジングにおける温度依存性を、動的光散乱を用いて研究した。

[実験] Laponite XLG(Rockwood) を脱イオン化した水に入れ1時間ほど攪拌した後、フィルターに通すことで Laponite の懸濁液を調整した。ここで、試料がフィルターを通った瞬間をエイジング時間の原点 $t_a = 0$ として懸濁液を等温エイジングさせ、DLS によって規格化された散乱光強度の相関関数 $g_2(q, \tau) = \langle I(q, 0)I(q, \tau) \rangle_t / \langle I(q, 0) \rangle_t^2$ を測定した。緩和時間は $(g_s(q, \tau) - 1)^{1/2} = (g_2(q, 0) - 1)^{1/2}/e$ を満たす τ として定義した。また、散乱角は $17^\circ \leq \theta \leq 150^\circ$ 、温度は $30 \sim 70$ まで変化させた。

[結果と考察] 図 1(上) に 2.5wt% の懸濁液における中間散乱関数 $f(q, \tau)$ を示した。エイジング時間 t_a と共に $f(q, \tau)$ が 0 へ減少する時間が長くなった。これは、エイジングと共に粒子の運動性が減少していったことを意味する。また、緩和時間 τ_s のエイジング時間依存性を図 1(下) に示した。なお、実線は $\tau_s = \tau_s^0 \exp(Bt_a/(t_a^\infty - t_a))$ によるフィッティングである。全ての温度において、 τ_s はエイジング時間とともに急激に増加した。これは、エイジング時間と共に粒子がクラスターを形成することで粒径が増加した結果、運動性が低下したためだと考えられる。また、温度が高いほどエイジングが速く進むことがわかった。高温ほどエイジングが促進される理由は、高温ほど拡散運動が激しく、粒子同士が衝突する確率が上がり、その結果クラスターの形成が促進されたからだと考えられる。

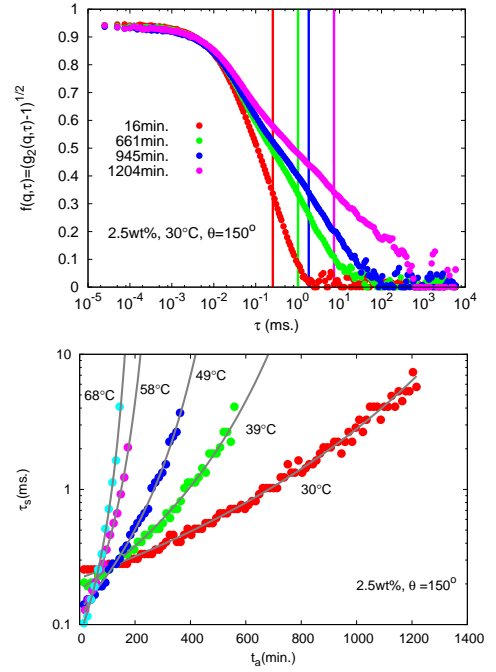


Fig. 1 The intermediate scattering function obtained at 30°C (top) and aging time dependence of the relaxation times τ_s obtained at various temperatures (bottom) for 2.5wt% laponite suspensions ($\theta = 150^\circ$). Samples at higher temperatures aged at a faster rate than that at lower temperatures.

Temperature dependence of aging dynamics in laponite suspensions

Keihiro SAKURAMOTO, Hiroko INOUE and Koji FUKAO (Department of Physics, Ritsumeikan University, Noji-Higashi 1-1-1, Kusatsu 525-8577, Japan) E-mail: rp003078@ed.ritsumei.ac.jp

Key Word: gel/aging/dynamic light scattering

Abstract: Laponite is a disk-shaped clay particle with a thickness of about 1nm and a diameter of about 30nm. The laponite suspension is liquid-like ergodic state, but as the time goes on, the viscosity becomes higher and finally the suspension becomes solid-like non-ergodic state. This phenomenon is known as the aging. Although aging dynamics in laponite suspensions have been studied for a decade, they have not been fully understood yet. We have measured the temperature dependence of aging dynamics in aqueous suspensions of Laponite XLG using dynamic light scattering (DLS). The intermediate scattering functions obtained at various aging times (t_a) are shown on the top of Fig.1. The relaxation time τ_s was defined as the time at which $(g_2(q, \tau) - 1)^{1/2}$ decayed by a factor of $1/e$. Here $g_2(q, \tau) \equiv \langle I(q, 0)I(q, \tau) \rangle_t / \langle I(q, 0) \rangle_t^2$ is the normalized intensity correlation function. The bottom part of Fig.1 indicates the aging time dependence of τ_s obtained at various temperatures and the solid lines represent fit with $\tau_s = \tau_s^0 \exp(Bt_a/(t_a^\infty - t_a))$. The relaxation times obtained at all temperatures increased with increasing aging time. In addition, as the temperature is increased, the crossover time from the liquid-like ergodic state to the solid-like non-ergodic one becomes shorter, i.e. τ_s increases with aging time rapidly at high temperatures. This temperature dependence of aging dynamics in laponite suspensions may be attributed to enhancement of diffusion of laponite particles.