

ナノコンポジットゲルの力学特性および磁気複屈折に与えるクレイサイズ効果 Effect of clay size on the mechanical properties of nanocomposite hydrogels and magnetic birefringence.

都立大院¹, [○](M1)仲尾次 隆史¹, 宮崎 貴大¹, 川上 浩良¹, 山登 正文¹

Tokyo Metropolitan Univ.¹, [○]Takashi Nakaoji¹, Takahiro Miyazaki¹, Hiroyoshi

Kawakami¹, Masafumi Yamato¹, E-mail: yamato-masafumi@tmu.ac.jp

【緒言】

物理架橋による有機/無機ネットワーク構造を有するナノコンポジット (NC) ゲルは力学特性に優れる. NC ゲルの力学特性を特徴づける条件としてクレイの分散状態が重要であることが報告されている¹⁾. 天然産モンモリロナイト (MMT) は粒径分布が広いことから, MMT を含有する NC ゲルは脆いとされている. しかし MMT は磁気配向性を示すため, 異方性 NC ゲルの可能性を有する. 本研究では, MMT を用いて, NC ゲルの力学特性および MMT 分散液の磁気複屈折へのクレイサイズ依存性を検討した結果を報告する.

【実験方法】

MMT は遠心分離により分級し, DLS 測定でサイズを確認した. NC ゲルは MMT が分散した *N*-Isopropylacrylamide 溶液中に触媒, 開始剤を加え, 25°C でフリーラジカル重合により作製した. 重合は磁場内外で行った. NC ゲルの力学特性は引張試験および膨潤試験により評価した. 加えて異なるクレイサイズである MMT 分散液の磁気複屈折を測定した.

【結果および考察】

Fig. 1 は NC ゲルの引張試験から得られた応力ひずみ曲線である. 応力ひずみ曲線より得られたヤング率は粒子直径 $\phi=150$ nm である MMT を含む NC ゲルに比べて $\phi=61$ nm の方が大きくなった. これはクレイ間距離が減少することでループ鎖やダングリング鎖が架橋鎖としてはたらくためであると考えられる. 一方, $\phi=394$ nm である MMT を含む NC ゲルのヤング率は $\phi=150$ nm のそれよりも大きくなった. これは以下のように理解される. クレイの厚みは一定であるためクレイの形状異方性はサイズの増加に伴い増加する. 形状異方性のある粒子はある体積分率で液晶相を形成することが知られている. Onsager はこの現象を排除体積効果により説明している²⁾. Onsager 理論より $\phi=394$ nm である MMT が等方相から液晶相へ相転移する体積分率は約 1.0 vol% である. 今回作製された NC ゲル中の MMT の体積分率は約 0.6 vol% であるため, 明瞭な液晶は観察されないが $\phi=394$ nm である MMT を含む NC ゲルではクレイの回転対称性が破れ, 局所的には配

向構造に近い状態が形成されていると考えられる. その結果として架橋間距離が短い部分が増加した結果, ヤング率が増加したと考えられる.

Fig. 2 は磁気複屈折を磁場強度に対してプロットしたグラフである. MMT の配向度は磁気複屈折に比例する. Fig. 2 から分かるように $\phi=185$ nm の MMT の配向度は 10 T においてほぼ飽和に達していたが, 100 nm 未満の MMT では配向度は大きく低下していた. この結果は高強度で高配向な NC ゲルの作製には適切な MMT サイズを用いることが極めて重要であることを示唆している. 当日は NC ゲルの異方性について検討した結果も併せて発表する予定である.

【参考文献】

- 1) K. Haraguchi, T. Takeshita, and S. Fan, *Macromolecule*, **35**, 10162 (2002).
- 2) L. Onsager, *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, **51**, 627-659 (1949).

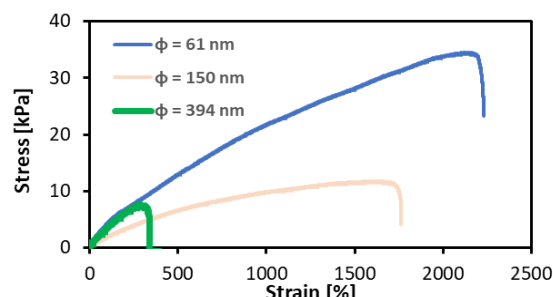


Fig. 1. Stress-strain curves of NC gels. ϕ is particle size of MMT measured by dynamic light scattering.

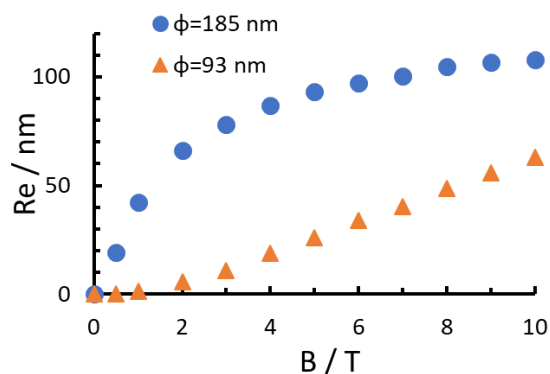


Fig. 2. Retardation of MMT suspensions as a function of magnetic flux density.