

永久網目鎖中の会合性高分子網目の線形粘弾性の解析

(大阪大学大学院理学研究科) ○片島 拓弥、井上 正志
(東京大学大学院工学系研究科) 酒井 崇匡

【はじめに】

高強度高分子ゲルのひとつとして、double network ゲルがある。¹ double network ゲルは結合強度の異なる 2 種類の網目を相互侵入させて調整される。変形時に弱い網目が率先して切れることで、系全体の破壊を阻害している。このメカニズムを利用して、高強度ゲル材料が数々研究されている。通常、このような相互侵入網目 (IPN) では、共有結合によって網目が形成されるため、一度切断された網目は回復せず、長期に渡る使用時の課題が残っていた。そこで近年、犠牲網目に可逆的な網目をを用いることで、長期間の使用に耐えられる試みがなされている。しかし、IPN 内における一時的網目の動的挙動の体系的な理解はなされていない。その原因のひとつに、網目に存在する不均一性がある。網目の不均一性は構造パラメータを曖昧にし、物性の分子論的な理解を妨げる。近年、酒井らによって 4 分岐星形高分子を相互連結させることで、不均一性を高いレベルで排除した Tetra-PEG ゲルが開発された。² これまでの研究から、Tetra-PEG ゲルの弾性は化学架橋のみに起因し、構造パラメータを制御することが容易であることがわかってきた。

そこで本研究では、Tetra-PEG ゲルをモデルシステムとして用い、ゲル内に形成された可逆網目の動的挙動を調べた。可逆網目としては、会合性高分子である両末端疎水化ポリエチレンオキシド (HEUR) を用いた。HEUR は疎水性相互作用による会合性架橋点を有する一時的網目を形成する。Tetra-PEG ゲルと HEUR を用いることで相互侵入網目を作製し、その構造パラメータと動的な粘弾性挙動の相関を解析した。

【結果と考察】

Figure 1 には IPN の動的粘弾性測定結果を示す。 G' が $\omega > 0.2 \text{ s}^{-1}$ 周辺で緩和を示し、高周波数側と低周波数側に 2 つの平坦部を示した一方で、 G'' は明確なピークを示した。Tetra-PEG ゲル、HEUR 単体のスペクトルと比較をすると、緩和ピークの位置が低周波数側にシフトしていることがわかる。また、高周波数側の G' の値は、Tetra-PEG ゲルと HEUR 溶液の単純な足し合わせの結果の値よりも高い値を示した。これらの結果から、Tetra-PEG ゲルと HEUR は絡み合いを形成し、相互作用を及ぼし合っていることが示唆される。本発表では、絡み合いの影響と、ゲルの網目鎖濃度や架橋点間分子量などの構造パラメータの相関について議論する。

【参考文献】

1. Gong, J. P.; Katsuyama, Y.; Kurokawa, T.; Osada, Y. *Advanced Materials* 2003, 15, (14), 1155-1158.
2. Sakai, T.; Matsunaga, T.; Yamamoto, Y.; Ito, C.; Yoshida, R.; Suzuki, S.; Sasaki, N.; Shibayama, M.; Chung, U. I. *Macromolecules* 2008, 41, (14), 5379-5384.

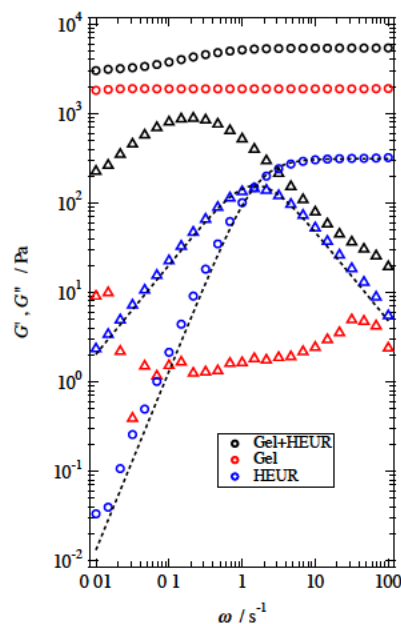


Figure 1.
Frequency-dependence of G' and G'' for the Tetra-PEG gel (red), HEUR aqueous solution (blue), and the IPN (black).