



高強度・高回復性ハイドロゲルにおける 伸長結晶化ダイナミクスの解明

眞弓 皓一, 劉 暢
東京大学

キーワード：高分子ゲル, 伸長誘起結晶化, 強靱化, ポリエチレングリコール

1. 背景と研究目的

ハイドロゲルはこれまで食料品や吸水剤などへの応用が主であったが、近年犠牲結合を有する高強度ゲルが開発されたことで [1]、人工軟骨・靭帯などへの応用展開が期待されている。しかし、壊れた犠牲結合を回復させるには早くも数分かかるため、靭帯や軟骨のように繰り返し負荷下で常に一定の力学応答を示すことが困難であった。我々は、可逆的伸長結晶化を利用し、環状分子によってポリエチレングリコール (PEG) 鎖が架橋された環動ゲル [2] において、伸長に誘起される PEG の結晶化が起こることを発見し、優れた強靱性を示す同時に、繰り返し歪みに対しても常に高い力学特性を示すハイドロゲルの開発に成功した。本研究では、環動ゲルにおける伸長誘起結晶化ダイナミクスを明らかにするために、一定歪み下における結晶化挙動を時分割広角 X 線散乱測定によって観察した。

2. 実験内容

環動ゲルは、PEG と α -シクロデキストリンからなるポリロタキサンを水中で架橋することによって得た。作製した環動ゲルに対して、一軸伸長下における時分割広角 X 線散乱測定を BL8S3 にて行った、

3. 結果および考察

環動ゲルの一定歪み下 (伸長比 20) における時分割 WAXS 測定を行った。伸長下において WAXS パターンに回折スポットが現れ、PEG 鎖の伸長誘起結晶が観察された。伸長と垂直方向の 1 次元プロファイルにおける回折ピークとアモルファスハローのピーク面積から結晶化度を算出した。伸長誘起結晶の結晶化度の時間変化を Fig.1 に示す。結晶化度は

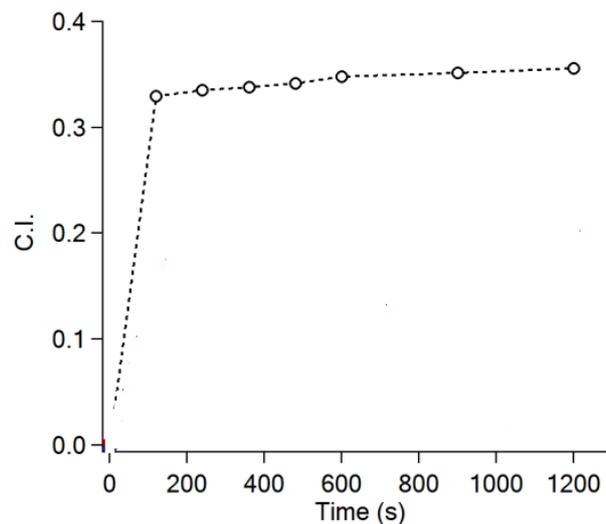


Fig.1 Time evolution of crystallinity of slide-ring gels under uniaxial stretching.

100 秒以内で 30% 以上に上昇し、その後は緩やかに増加することが分かった。以上の結果より、環動ゲルによる伸長結晶化が進行するタイムスケールは極めて速いことが明らかとなった。

4. 参考文献

1. J. Y. Sun, X. Zhao, W. R. K. Illeperuma, O. K. H. Chaudhuri, D. J. Mooney, J. J. Vlassak, Z. Suo, Nature, 489, 133 (2012).
2. K. Ito, Polym. J., 39, 489 (2007).