

溶媒中のソフトゲルの二軸伸長特性

(京大院工) 浦山健治、尾藤陽介、八並裕治、瀧川敏算
(東大院新領域) 伊藤耕三

【はじめに】

2つの主軸方向に独立なひずみを印加する独立二軸伸長測定は、簡便な一軸変形測定よりもゲルやエラストマーの大変形挙動に関して多くの情報が得られる。しかし、弾性率が1 kPa以下であるような非常にソフトなゲルの二軸変形挙動は、大きな自重変形や非常に小さい発生張力などが障害となって既存の装置による測定は極めて困難である。我々は、ゲルを溶媒中で二軸伸長し低張力を測定できる装置を作製し、(A) 剪断弾性率が 10^2 Pa オーダーの平衡膨潤ゲルの二軸伸長下の応力-ひずみ挙動、および(B) 平衡膨潤ゲルの伸長誘起膨潤挙動の変形モード依存性、を調べた。

【結果と考察】

[二軸変形下の超ソフトゲルの応力-ひずみ挙動] 低架橋密度のポリアクリルアミドハイドロゲルの平衡膨潤状態 (含水率 97.7wt%) における工学応力の伸長比依存性を調べた (Fig. 1)。一軸伸張(Uni)データは古くからの知見と同様に古典ゴム弾性理論の予測 (点線) と一致する。しかし、等二軸変形(EB)および純ずり変形(PS)の拘束側のデータは、理論の予測(点線)とは明らかに異なる。これは、一軸変形データの理論との一致はみかけにすぎず、ゲルの非線形力学挙動は低濃度においても、古典理論の予測とは一致しないことを

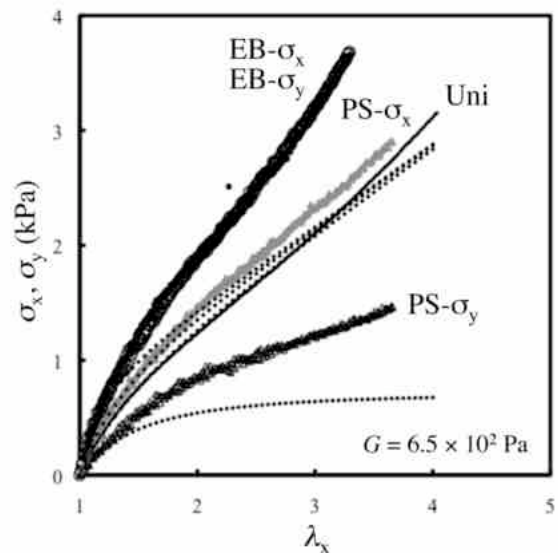


Fig. 1. Stress-elongation curves for an extremely soft PAAM hydrogel.

示唆している。

[二軸伸長下のゲルの再膨潤挙動] 水中の平衡膨潤ポリアクリルアミドゲルに一定の二軸ひずみを印加し続けた時の誘起される体積変化と応力の緩和挙動を調べた。 $\lambda=2$ の等二軸伸長下ではゲルの体積は変形前の約 2.5 倍まで増加し、 $\lambda=2$ の一軸伸長下のそれ (約 1.4 倍) よりも非常に大きい (Fig. 2)。ひずみ誘起膨潤の程度および応力の緩和量は変形モードに大きく依存することがわかった。

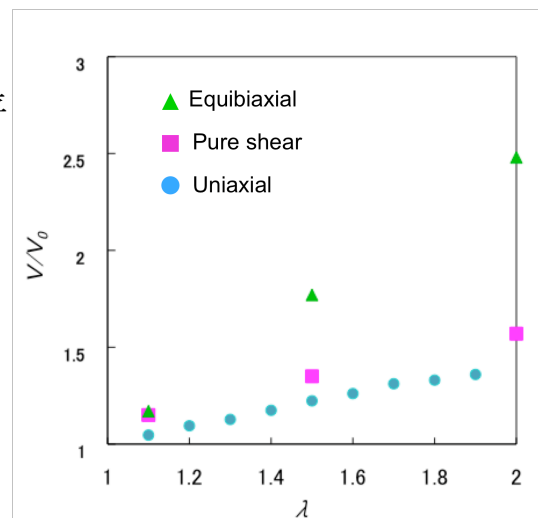


Fig. 2. Degree of strain-induced swelling of a PAAM hydrogel as a function of stretch.