

強靱な P(DMAA-co-EA) ゲル繊維の作製と物性評価

(山形大院・有機材料) 吉田晃、川西悠太、
(山形大工・高分子) 二郷汰祐、(山形大院・有機材料) ○宮瑾

【緒言】我々は材料の溶解・融解性に左右されない光反応エレクトロスピンニング (UV-ES) 紡糸法を用いて、ポリ (N、N-ジメチルアクリルアミド) (PDMAA) ゲルとポリ (エチルアクリレート) (PEA) ゲルの繊維作製に成功した。PDMAA ゲルは強度が高いが伸びが低く、一方、PEA ゲルは伸びが高いが強度が低いため、どちらも高い靱性を持たないゲルであった。しかしながら、共重合したポリ (N、N-ジメチルアクリルアミド-co-エチルアクリレート) (P(DMAA-co-EA)) ゲルは、高い強度と伸びを示し、高い靱性を持っている。この研究では、UV-ES 法を用いて、高い靱性を持つ P(DMAA-co-EA) ゲルの繊維と不織布の作製について報告し、半硬化したゲル反応液の粘度、押し出し速度、印加電圧、ノズル先端から収集器までの距離、巻き取り速度、湿度などの実験パラメータの影響を調査した。

【実験】モノマーに DMAA、EA、開始剤に 2-ヒドロキシ-2-メチルプロピオフェノン(HMPP)、架橋剤にジアクリル酸 1,6-ヘキサジオール(HABA)を用いる。光予備重合により粘度の異なる半硬化ゲル反応液を作製し UV-ES の原材料として使用した。また、固定した条件として印加電圧 15 kV、紡糸距離 30 cm、温度 21-23 °C、紫外線強度 2000 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ で実験を行った。ゲル繊維の表面観察は直径 30 cm の円盤状のターゲットを用いて 1 時間紡糸を行い、サンプルを作製した。粘度は変化しやすいため $\pm 20 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ を誤差範囲とした。また、不織布は回転式の 4 軸ドラムを用いて作製した。紡糸時間は 16 時間とし、粘度は変化しやすい為、 $\pm 40 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ を誤差範囲とした。UV-ES 法の実験パラメータである半硬化ゲル反応液の粘度、押出速度、印加電圧、距離、湿度、巻取速度などによる影響を検討した。

【結果と考察】P(DMAA-co-EA)ゲル繊維の直径は、半硬化したゲル反応液の粘度が 400 $\text{mPa}\cdot\text{s}$ から 700 $\text{mPa}\cdot\text{s}$ の範囲では、最小で 71 nm から最大で 4.9 μm に及ぶ (図 1)。粘度が 400 $\text{mPa}\cdot\text{s}$ の場合、より細い直径の繊維が得られたものの、多くのビーズも得られた。一方、550 $\text{mPa}\cdot\text{s}$ および 700 $\text{mPa}\cdot\text{s}$ の高い粘度では、マイクロオーダーのゲル繊維が得られ、ビーズも少なかった。押出速度の影響については、粘度が増加すると繊維の直径変動が小さくなり、押出速度が 1 $\mu\text{L}/\text{min}$ の場合、すべての粘度で繊維の直径がより細くなる傾向が見られた。

回転 4 軸ドラムの収集器を使用して P(DMAA-co-EA)の不織布の作製に成功した。不織布の引張試験の結果から、試料を収集した方向によって不織布の強度が異なることがわかった。巻き取り方向では、強度と伸度はそれぞれ 9.4 MPa と 78.4%だったが、垂直方向では引張強度と伸度はそれぞれ 1.2 MPa と 71.6%の値を示した。P(DMAA-co-EA)ゲルシート of 靱性 (61.3 MJ/m^3) と比較すると、P(DMAA-co-EA)の不織布は巻き取り方向で 91.3%減少し、5.3 MJ/m^3 に、垂直方向では 98%減少し、0.7 MJ/m^3 に低下した。繊維の方向性の有無にかかわらず、不織布の靱性がシートよりも低下した結果となった。

【参考文献】

1. Y. Mao, J. Gong, M. Zhu, H. Ito, *Polymers* 2019, 11(9), 1512.
2. J. Gong, T. Miyazaki, K. Takahashi, et. al., *J. Fiber Sci. Technol.* 2020, 76(11), 359.

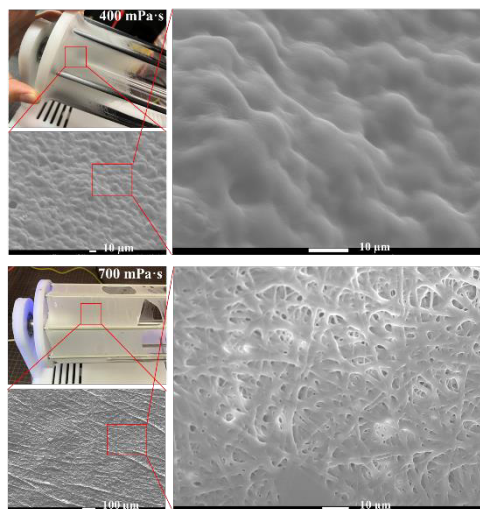


Figure 1. P(DMAA-co-EA) gel non-woven fabric produced from a gel reaction with a viscosity of 400 $\text{mPa}\cdot\text{s}$ and 700 $\text{mPa}\cdot\text{s}$ using UV-ES method.

Preparation and Mechanical Properties of Tough P(DMAA-co-EA) Polymer Gel Fibers, Koh YOSHIDA¹, Yuta KAWANISHI¹, Taisuke NIGOU², ○Jin GONG¹: ¹Graduate School of Organic Materials Science, ²Faculty of Engineering, University of Yamagata, 4-3-16, Jonan, Yonezawa, Yamagata 992-8510, Japan, Tel: 0238-26-3135, E-mail: jingong@yz.yamagata-u.ac.jp.