

群馬大学院理工¹, プライムポリマー² ○西條早紀¹, 吉澤宏亮¹, 山延健¹,
上原宏樹¹, 陳平凡², 小林豊²

緒言 ポリエチレンの場合, 分子量が 100 万を超えると熔融粘度が極めて大きくなり, 射出成形できなくなるが, 分子鎖絡み合いが応力を伝える伝達点となつて, 熔融状態からでも延伸ができる[1]。この過程で分子鎖絡み合いが解きほぐれて伸び切り結晶化することで, 高強度繊維や高強度膜を得ることができる[2]。一方, 同じポリオレフィン類であるアイソタクチック・ポリプロピレン (PP) は, ポリエチレンよりも熔融粘度が低いので射出成形に適しているが, 逆に, 熔融状態からの延伸は難しい。そこで, 本研究では, 熔融状態の PP に圧縮成形を施すことにより, 延伸性と分子配向性を付与することを試みた。具体的には, 融点以上に設定した 1 つ目の卓上プレス機内で PP を熔融させた後に, これよりも低い温度に設定した 2 つ目の卓上プレス機に PP を移動させてプレス成形を行った (以下, 「2 段階プレス」成形)。得られたフィルムの引張り試験および構造解析を行い, 通常の 1 段階プレス成形 (1 つ目の熔融プレス後に冷却) で得られたフィルムと比較した。

実験 MFR が 56g/10min の PP ペレットをステンレス板の間に挟み, 200℃に保持した 1 つ目の卓上プレス機に挿入して 5 分間熔融させたのち, これよりも低い温度 (室温, 50℃, 80℃) に保持した 2 つ目の卓上プレス機に移し, 直ちに圧力を印加した。その後, 室温まで徐冷して, 「2 段階プレス」フィルムを調製した (以下, RT-press, 50℃-press, 80℃-press)。また, 比較として, 1 つ目の卓上プレス機で熔融後, そのままプレスして, 室温まで徐冷した 1 段階プレスフィルム (1-step) も調製した。これらのフィルムに対して, 引張り試験, 広角 X 線回折 (WAXD) 測定, 示差走査熱量計 (DSC) 測定を行い, 2 段階プレス温度と延性およびフィルム構造の相関を調査した。

結果・考察 はじめに, 調製した各フィルムの引張り試験を 40℃で行った (Fig.1)。応力 - 歪み曲線の初期勾配から見積もった引張り弾性率は, 各フィルムでほとんど同じであった。同様に, DSC 測定から求めた結晶化度にも違いが認められなかった。これに対して, 破断歪みを比べると, 顕著なプレス成形条件依存性が認められる。1 段階プレスフィルムと比較すると, RT-press はひずみ 5 まで, 50℃-press はひずみ 2 までの延伸が可能であった一方で, 80℃-press では, 降伏点を迎える前に破断してしまった。これは, 1 段階プレスフィルム (1-step) と同様の挙動である。また, 降伏応力を比較すると, 50℃-press が最も高い降伏応力を示していた。

そこで, 2 段階プレスフィルムの構造特異性を明らかにするため, WAXD 測定による結晶構造解析を行い, 1 段階プレスフィルムと比較した (Fig.2)。このとき, プレス圧力がフィルム面に垂直方向に印加されることを考慮して, フィルム断面 (edge) 方向から X 線を照射した。なお, フィルム断面は縦方向に配置してある。RT-press (a), 50℃-press (b) では, 中央から 2 番目の (040) 面の円環反射がフィルム面と垂直方向に強く表れているのに対して, 80℃-press および 1 段階プレスフィルムでは均一な円環状を維持している。したがって, PP 結晶の成長方向である *b* 軸の配向性が, 2 段階プレスフィルムの延性に影響を及ぼしていると考えられる。

参考文献 [1] *Macromolecules*, **32**, 2761 (1999). [2] *Adv. Funct. Mater.*, **22**, 2048 (2012).

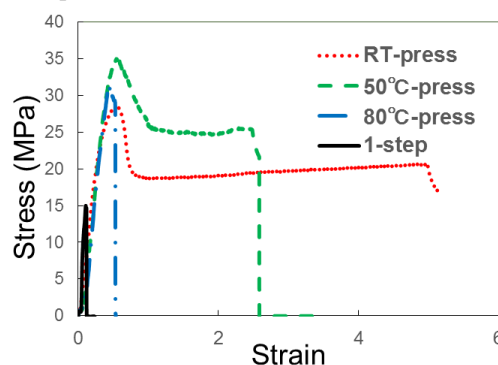


Fig.1. Comparison of stress-strain curves recorded during tensile tests for the series of two-step-molded films (RT-press, 50°C-press, 80°C-press) and conventional-molded film (Slow-cool).

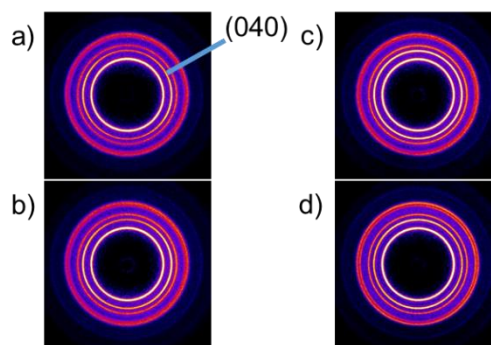


Fig.2. WAXD patterns edge-viewed for the compression-molded films prepared in this study. a) RT-press, b) 50°C-press, c) 80°C-press, d) 1-step. Each film edge was longitudinally arranged.

Crystalline orientation and mechanical properties of compression molded polypropylene

Saki SAIJO¹, Hiroaki YOSHIKAWA¹, Takeshi YAMANOE¹, Hiroki UEHARA¹, Pingfan CHEN², Yutaka KOBAYASHI² (¹Graduate School of Science and Technology, Gunma University, 1-5-1 Tenjin-cho, Kiryu, Gunma 376-8515, Japan ²Prime Polymer Co., Ltd, 580-30 Nagaura, Sodegaura, Chiba 299-0265, Japan)

¹Tel: +81-277-30-1332, Fax: +81-277-30-1333, E-mail: hirokiuehara@gunma-u.ac.jp