

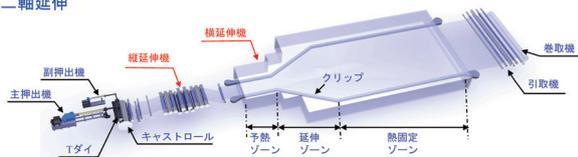
新同時二軸延伸テスト機【JSW-SBS (Simultaneous & Biaxial Stretching System)】

1. はじめに

2015年4月に(株)日立プラントメカトロニクスからフィルムの同時二軸延伸装置に関する事業譲渡を受け、当社が従来から保有する逐次二軸延伸装置に加えて、同時二軸延伸装置の製品ラインナップが加わった(逐次と同時二軸延伸装置の概略を図1に示す)。同時二軸延伸装置はフィルムを縦方向(以下、MD)・横方向(以下、TD)に同時に延伸するプロセスであり、縦・横で極めて高い等方性を有する付加価値の高い延伸フィルムを成形することができる。

近年、急速に高付加価値フィルムのニーズが拡大し、同時二軸延伸装置の必要性が高まっている。一方で、同時二軸延伸装置により、ただMD・TDに均一に延伸するだけでなく、適切なタイミングでのMDやTDへの弛緩処理を行うことで、より付加価値の高いフィルムを成形することが望まれるようになった。このような、お客様のニーズに応えるため、MDやTDへの弛緩機能を有する延伸の自由度が高い新同時二軸延伸テスト装置(以下、新テスト装置)を開発した。また、この新テスト装置を2019年1月に広島製作所の技術開発センターに設置する予定であるため、新設する新テスト装置の仕様について紹介する。

逐次二軸延伸



同時二軸延伸

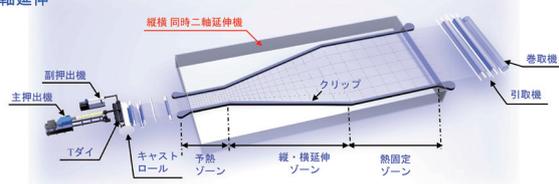


図1 逐次と同時二軸延伸機装置構成

2. 新テスト装置の概要

新テスト装置は、既存逐次二軸延伸テスト装置に近い性能とすることで互換性を高め、お客様のニーズに対して、最適な装置を提案できるようにしている。図2には、新テスト装置の概略と仕様を示している。また、スーパーエンブラ、バリアフィルムや光学フィルムなどのお客様の広いニーズに応えることが出来るように、以下に示す仕様を新たに搭載した。

(1) 高可変倍率機構

お客様の様々な要望に応えるため、MD倍率は、1.5倍～5.5倍まで、TD倍率については1～10倍まで対応可能である。機械方式の可変倍率機構を採用している同時二軸延伸機のテスト装置としては自由度が高く、幅広い延伸条件に対応可能である。

(2) 高温延伸対応(延伸温度 350℃対応)

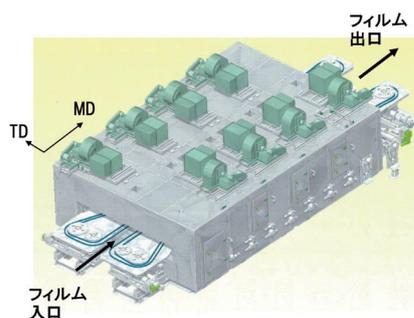
逐次二軸延伸機で構築してきた、フィルム高温加熱技術とオープン内の均温化技術を同時二軸延伸機に応用展開することで、スーパーエンブラのような非常に高い延伸温度においても、優れた温度精度で対応することが可能である。

(3) 左右リンク同期システム

機械方式では弱点となっていた左右リンクずれの問題に対して、左右リンク同期制御システムを採用し、高い精度の倍率制御で延伸が可能となっている。また、今後、左右のリンクずれの前兆現象を捉え、ずれが生じる前に補正を行うことで、より高い精度で延伸倍率を制御することが可能な新機構を搭載予定である。

(4) MD弛緩機構

新テスト装置は、延伸ゾーンでMD弛緩が可能であり、延伸後の熱固定ゾーンでMDとTD両方の弛緩を実施することができる。これらの弛緩処理より、重大なフィルム品質不良であるボーイングの低減や、フィルム内の残留応力を除去することで、フィルムの寸法安定性の向上が期待される。(MD弛緩処理を採用した場合、MD延伸倍率が0.5から1.83となる。)



| テストラインの仕様 | |
|-----------|-------------|
| 設定温度 | Max350℃ |
| 縦(MD)倍率 | 1.5 - 5.5倍 |
| 横(TD)倍率 | 1.0 - 10.0倍 |
| MD・TD倍率設定 | 自動(個別モータ) |
| 入口幅 | 150-800mm |
| 出口幅 | 150-1500mm |
| 延伸調整部 | 左右個別 |
| 機械速度 | 100m/min |
| 左右リンク同期 | 同期制御あり |
| MD弛緩 | 有り |

図2 新テスト装置の概略と仕様

3. 卓上延伸機による延伸条件検討の支援

JSW では、延伸中の分子配向挙動を in-situ で計測可能な実験用小型卓上延伸機 (株式会社エトー社製: SDR-527K) を備えており、同時・逐次二軸延伸の基礎物性評価テストが可能である。この卓上延伸機は、MD × TD 倍率 6 × 6 倍、常温から 350℃ での延伸が可能である。延伸用のフィルムサンプルは 65 × 65mm 角と、少量のサンプルで多くの延伸条件を検討することができる。JSW では、この装置を用いて、大型テスト装置で検証を行う前に、評価試験を行うことで、お客様のフィルム製品開発のサポートを行っている。以下に、卓上延伸機での試験例を紹介する。

図3に、PET フィルムを MD × TD = 4 × 4 倍まで、逐次二軸延伸と同時二軸延伸した際の延伸中のフィルム内位相差の変化を示す。位相差は分子配向の尺度を示している。位相差が 0 の場合は、TD と MD の分子配向のバランスが取れていることを示し、正の値に増加すると MD に、負に転じると TD の一方方向に分子配向が進んでいることを示す。図から、逐次二軸延伸では、MD 延伸では MD に、TD 延伸では TD へと分子鎖が大きく伸縮し、最終的には位相差が負の値を示している。このことから、逐次延伸は、延伸中は分子鎖配列が MD・TD にそれぞれ大きく歪み、後段の延伸がフィルム物性を与える影響がより強いと推察される。一方で、同時二軸延伸では、位相差がほとんど変動していないことから、分子鎖を大きく歪ませること

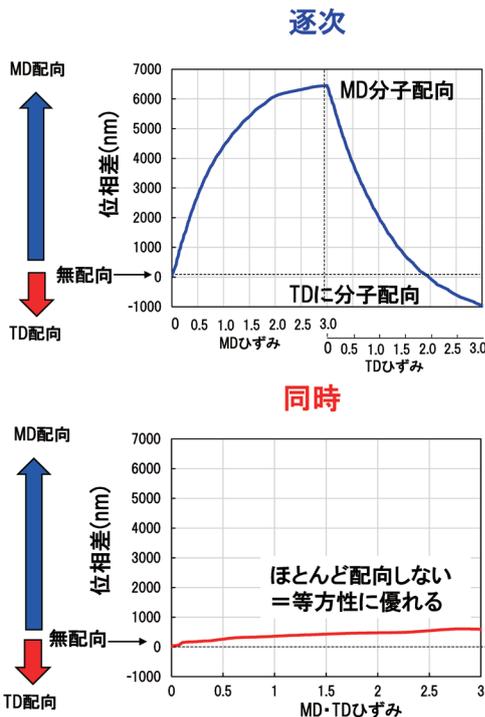


図3 PET フィルムでの測定例 (位相差の比較)

なく、延伸が進むものと推察される。そのため、延伸倍率が低い状態でも等方性が高いフィルムが成形可能であり、延伸後の残留応力も抑える事ができるため、寸法安定性の高いフィルムが成形される。

図4には、逐次と同時二軸延伸後の PET フィルムの弾性率を引張試験によって測定した結果を示す。逐次二軸延伸機の場合は、MD に比べて TD の弾性率が大きい。一方で、同時二軸延伸機の場合は MD・TD の弾性率が等しく等方性に優れたフィルムが成形されていることが分かる。逐次二軸延伸においても、TD 延伸の倍率や延伸温度を調整することで等方性に優れたフィルムを成形することが可能であるが、厚み精度など、その他の物性の兼ね合いから限界がある。総合的なフィルム品質を比べると、同時二軸延伸が勝る。(ただし、これらの検討は卓上試験機での結果であり、生産機とは、若干の相違がある。)

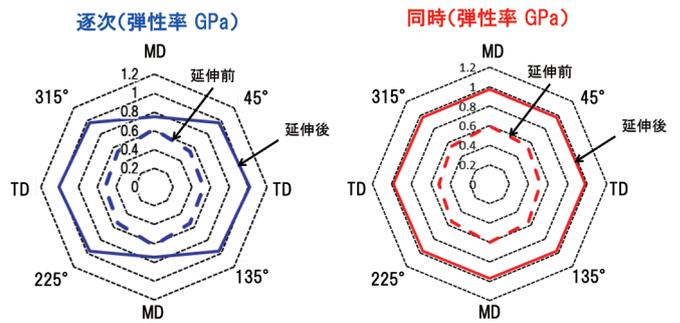


図4 PET フィルムでの測定例 (弾性率の比較)

4. おわりに

新設予定である同時二軸延伸テスト装置は、ポリアミド、EVOH などのバリアフィルム、光学系フィルムだけでなく、スーパーエンブラなど非常に高い温度での延伸にも対応可能である。また、機械方式の変換倍率機構を採用している同時二軸延伸機としては、延伸パターンの自由度が高く幅広いお客様のニーズに対応できることが期待される。今後は、実機設計のために卓上延伸機でのサポート体制も含め製品の完成度を高め、お客様の幅広いニーズにタイムリーに対応できるようにする予定である。