

フィルム・シート成形装置のデュアルボックスバキュームチャンバ技術

1. はじめに

Tダイ法によるフィルム・シート製造プロセスでは、Tダイから吐出した熔融樹脂をキャストロールで冷却する際の密着性が、原反の表面性や厚み精度に大きく影響する。特に高速無延伸フィルム製造では、キャストロールの回転によってロール表面を伝う空気流れ(以下随伴流)が増大する。随伴流は、Tダイから吐出された熔融フィルムとロールとの間に巻き込まれフィルムの密着不足を引き起こす。本来鏡面ロールに完全密着したフィルム表面は高い光沢性を有するが、密着不良が生じたフィルム表面は斑模様となり、冷却不良も伴うことから結晶化が進行しフィルムが白濁するなど品質不良を招く。この問題に対して、様々な成形補器を使用することで、熔融フィルムのキャストロールへの密着性を高めた成形法が採用される。その成形補器の一つであるバキュームチャンバ(以下VC。図1)は、Tダイとキャストロールの間に設置し、吸引を行うことで随伴流を除去する装置であり、薄物無延伸フィルム機で多くの採用実績を持つ。VCの役割は、①フィルムとロールおよびVCで構成された成膜空間を均一な負圧にすること、②随伴流を吸引すること、の2点であり、フィルム密着点を安定させることにある。従来、成形速度を増速した際はVCの吸引能力を上げて対応していたが、成膜空間でフィルム端部

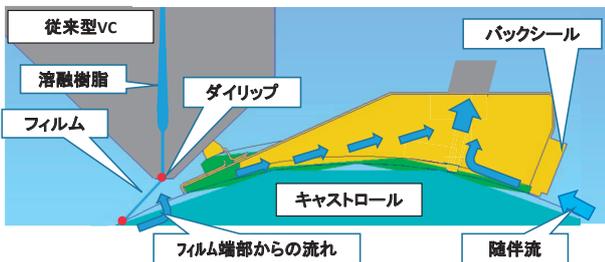


図1 従来型 VC 概略図

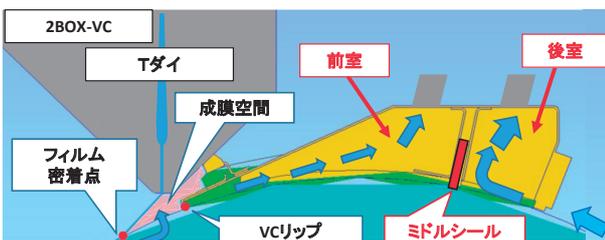


図2 2BOX-VC 概略図

から成膜空間へ流入する空気量増大により、フィルム端部が乱流による影響でバタついて密着点が不安定となりフィルムが破断する問題を有していた。そこで、今回新たなデュアルボックスバキュームチャンバ(以下2BOX-VC)を開発した。これは、チャンバ内にミドルシールを設けて前室と後室の2つの吸引室に分け、①高速成形時に増大する随伴流を取り除く役割、②成膜空間を均一な負圧(フィルム端部がバタつかない圧力設定)にすることで密着点を安定させる役割、に分離させたことを特徴としている(図2)。

2. 2BOX-VC の特徴

2.1 前室の独立調圧性能

図3に、従来のVCでの吸引能力を変化させた場合のバキュームチャンバリップ(以下VCリップ)部の幅方向吸引圧力の変化を示す。吸引能力を増加するとVCリップ部の吸引圧力が高くもの、中央部と端部の圧力差が極端に大きくなる。このことは、随伴流の増大に伴い吸引能力を増大すると、フィルム端部から成膜空間への空気流入量が増加し、フィルム端部がバタつきが生じることを示している。図4に、2BOX-VCで後室吸引能力をブロー出力30Hzで固定した状態で、前室吸引能力のみを7~30Hzに変化させた場合のVCリップ部の幅方向吸引圧力変化を示す。チャンバ内を2室に分離することで、後室とは独立して前室の吸引圧力つまり成膜空間の負圧量を調整できることが確認できた。このことは、前記VCの役割である、①成膜空間を均一な負圧(フィルム端部が乱流による影響でバタつかない圧力設定)にすること、が可能になると考えられる。

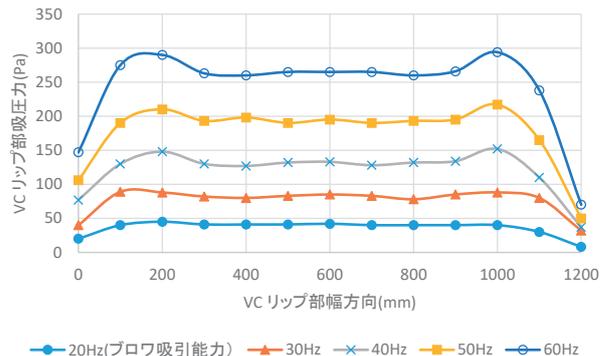


図3 従来型 VC 吸引能力の変化

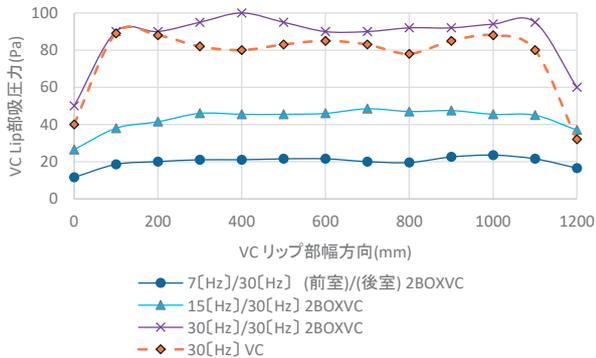


図4 2BOX-VCにおける吸引室の独立性

2.2 後室による随伴流吸引効果

後室には、前記VCの役割のうち、②高速成形時に増大する随伴流を取り除く役割が求められる。そこで、後室の吸引能力が随伴流に与える影響の確認を行った。図5に、ロール回転速度を一定の状態、後室吸引流量を変化させた場合の気流解析の結果を示す。後室吸引流量が小さい図5上図の場合、随伴流はその流れが維持されたまま後室やミドルシールクリアランスを通過しVCリップ部まで抜けている（VCリップ部のエアベクトルがロール回転方向に向いている）。一方、後室吸引流量を増大させた同下図の場合、随伴流は後室内でミドルシールに沿って吸引され、前室のVCリップ部へ抜けるエア流速は大きく低下している。（VCリップ部のベクトル方向は、ロール回転と逆方向となっている。）

2.3 前室、後室の役割

2.1、2.2節の結果から、2BOX-VCには以下の独立した特徴を有すると考えられる。

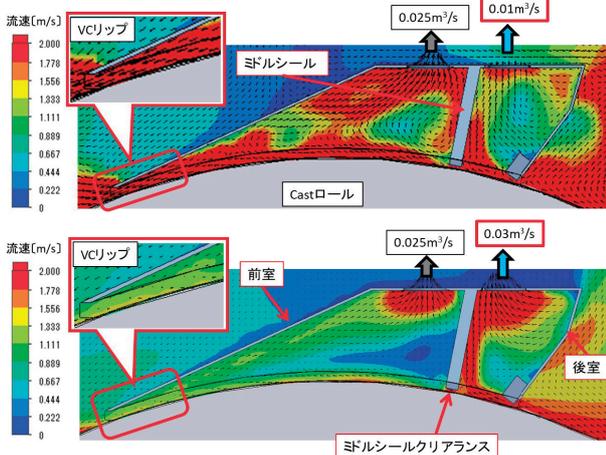


図5 後室吸引流量小(上)、吸引流量大(下)

- ①前室が後室から独立して吸引圧力を調整できることから、成膜空間を均一な負圧（フィルム端部が乱流による影響でバタつかない圧力設定）にすることで、密着点を安定させ成膜することが可能。
- ②後室の随伴流を除去する機能から、後室吸引能力を増大することで高速成形時に増大する随伴流を取り除くことが可能。

3. パイロット機テスト結果

パイロット機にて、従来型VCと2BOX-VCをそれぞれ用いて成形テストを実施した。その結果を表1に示す。従来型VCでは、成形速度250[m/min]でフィルム密着点が不安定となり、安定を狙い吸引圧力を増加させるも、フィルム端部のバタつきが発生し破断した。2BOX-VCでは、300[m/min]でもフィルム密着点が安定し、フィルム端部のバタつきも見られなかった。2BOX-VCは、200、300[m/min]のいずれでもVCの吸引圧力設定よりも後室の吸引圧力を増加させることで、フィルム着地点も安定しフィルム端部のバタつきも無く安定した成形が可能であった。さらに、厚み精度も2BOX-VCが従来型VCに比べ向上する結果となった。2BOX-VCが成形速度、厚み精度とも向上した理由として、2BOX-VCは増速に応じて吸引室毎で独立して吸引圧力を設定できたこと、密着点の変動、フィルム端部バタつきに合わせて前室吸引圧力を微調整できたためと考えられる。

表1 パイロット機テスト結果

形状	成膜結果	成形条件			成膜内容	
		成形速度 [m/min]	吸引圧力※1 [Pa]		フィルム 密着点	フィルム端部 バタつき
			前室	後室		
従来型VC	○:成膜	200	C		○:安定	○:無
	×:破断	250	D		×:不安定	×:有
2BOX-VC	○:成膜	200	A	E	○:安定	○:無
	○:成膜	300	B	F	○:安定	○:無

※1 吸引圧力 低吸引圧力<A<B<C<D<E<F<高吸引圧力

4. おわりに

本紙では、デュアルボックスバキュームチャンバの概要と機能について紹介した。今後もお客様と市場のニーズに応え、より満足していただける製品を提供できるよう更なる研究開発に努めていく所存である。