

繊維強化熱可塑性樹脂のための連続繊維直接成形システム

背景

CO<sub>2</sub> 排出量低減の規制に対応するため、自動車業界を中心に、燃費向上への取り組みが進められている。その対策として、車体の軽量化が重要な位置付けとなっており、金属から繊維強化樹脂への代替、特にこれまでのガラス繊維よりも軽量で高強度な炭素繊維の適用が期待されている。すでに一部の量産車種の部品に熱硬化性樹脂を炭素繊維で強化した CFRP が採用されてきており、今後の需要増大が見込まれるものの、生産性が低く高コストであることが普及の課題となっている。これに対し、熱可塑性樹脂を炭素繊維で強化した CFRTP は生産性に有利と言われ注目されている。しかし、射出成形法による CFRTP は生産性に優れるが、工法上の制約から繊維が短くなるため、CFRTP の高強度化には限界がある。

そこで、二軸押出機 (TEX) の混練技術と、新規に開発したロータリバルブ・射出プランジヤ装置による強化繊維の折損を抑制した輸送技術により長繊維化を図り、繊維強化樹脂成形品の高強度化を狙った連続繊維直接成形システム (LFT-D : Long Fiber Thermoplastic - Direct) の開発を行っている。

本稿では、LFT-D システムのプロセスとその特長、装置の構成、および当社の広島製作所内に開設した「複合材料研究開発センター (JSW Composite Technical Center)」について紹介する。

LFT-D システムのプロセスと特長

1) LFT-D システムのプロセス

図 1 に LFT-D システムのプロセスフローを示す。二軸押出機で熱可塑性樹脂ペレットを熔融させた後、GF (ガラス繊維) や CF (炭素繊維) の連続強化繊維を二軸押出機シリンダに直接供給して溶融樹脂と混練し、複合材料を製造する。複合材料は、二軸押出機の先端側に設置されたロータリバルブを通して射出プランジヤに流入する。流入中に射出プランジヤを後退させて、複合材料を射出プランジヤ内に所定量充填する (計量動作)。その後、射出プランジヤを前進させて複合材料を射出し、プレス成形機で所定の形状に賦形することで成形品を得る。

熱可塑性樹脂と連続強化繊維とを二軸押出機で直接コンパウンドすることができるため、①材料 (強化繊維および樹脂の種類やグレード) 選択の自由度の高さを活かした付加価値の高い独自の複合材料開発、②強化繊維、および樹脂を素材の状態から直接コンパウンドできることを活かした材料コストの低減が期待される。

加えて、先述した TEX の混練技術、および繊維折損を抑制した樹脂輸送技術により、③強化繊維の長繊維化による繊維強化樹脂成形品の高強度化を、上記①②と同時に達成することを狙っている。

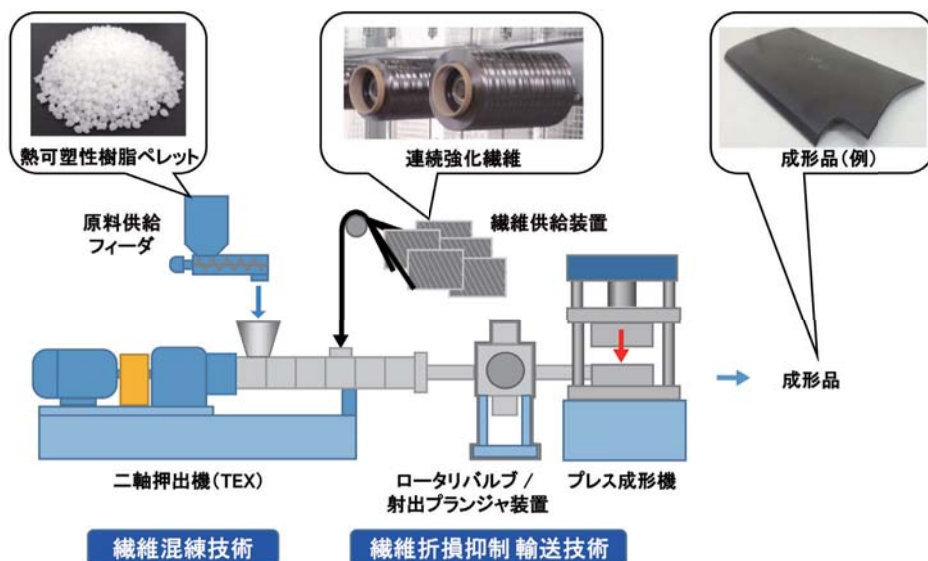


図 1 LFT-D システムのプロセスフロー図

## 2) LFT-D システムの特長

繊維強化樹脂成形品の高強度化には、二軸押出機に投入した連続強化繊維を、可能な限り複合材料中で折損させずに長い繊維長を保持し、かつ強化繊維を複合材料中に均等に分散させることが重要である。

強化繊維と熔融樹脂との混練時における繊維長の確保と高い分散性の両立には、当社が長年培ってきた二軸押出機での広範な混練技術を適用して実現を図る。

また、混練した複合材料を輸送する際の繊維折損の抑制を達成するには、新規に開発したロータリバルブが重要な役割を果たす。図2に示すように、ロータリバルブは4つの接続ポートを持つ。二軸押出機内で混練された複合材料が、ロータリバルブに流入してから射出されるまでの工程において、樹脂流路の切換機能を1つのロータリバルブに集約して、流路形状を簡素化したことと、流路切換バルブの点数を最小限として流動抵抗を低減させた。

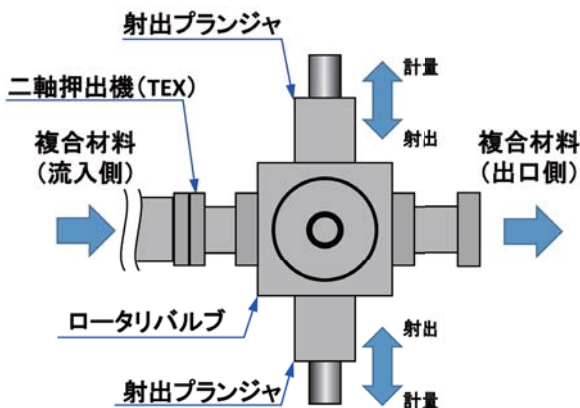


図2 ロータリバルブの構成図：上面図  
(図中の矢印は複合材料の流れ方向を示す)

ロータリバルブは、二つの射出プランジャを備えており、二軸押出機から連続的に流入してくる複合材料を、ロータリバルブの流路を切り換えることによって、二つの射出プランジャへ交互に充填することができる。片側の射出プランジャを後退させて計量動作を行っている最中に、もう片側の射出プランジャを前進させて複合材料を射出させることにより、本 LFT-D システムでは、二軸押出機で連続的に行われる複合材料の製造と、間欠動作である成形 (プレス成形機で押圧して所定の形状に賦形する) を一貫して行うことができる。

さらに、射出成形機のような連続した繰り返し動作を可能とすることで、成形サイクルの短縮により、高い生産性を実現するとともに、ショット間の繰返し再現性を高め、安定した成形品品質を実現する LFT-D システムを構築していく。

## 複合材料研究開発センター

当社の広島製作所内に繊維強化樹脂成形の開発拠点である「複合材料研究開発センター (JSW Composite Technical Center)」を開設し、LFT-D システムの開発を鋭意推進中である。

本システムは、本稿で紹介したように、熱可塑性樹脂と強化繊維を混練して複合材料を連続的に製造する二軸押出機、連続強化繊維を供給する繊維供給装置、複合材料を計量・射出するロータリバルブと射出プランジャ、その複合材料を成形するプレス成形機、さらには繊維強化樹脂成形品の自動取出機を設置しており、材料検討から成形品製造までの一連のプロセスの検証が可能である。

本センターでのお客様からの依頼テストを実施できる体制を早急に整備すると共に、LFT-D プロセスのさらなる性能向上に資する開発を継続的に推進し、お客様のご要望に合致した LFT-D システムの提供に努めていく。