

# 低融点LCP 添加による 汎用プラスチックの高性能化

山路悦司\*

### はじめに

液晶ポリマー（LCP：Liquid Crystal Polymer）とは、スーパーエンジニアリングプラスチックに分類される熱可塑性プラスチックの一つである。LCPの代表的なモノマー構成の一例を図1に示すが、その樹脂名は化学構造に基づいた名称ではなく、溶融時に液晶相を形成するポリマー（主にポリエステル）の総称である。LCPはグレードによる性能差が大きい樹脂であるが、共通するものとして、溶融状態では分子鎖の絡み合いが少なく、せん断力を加えることによりその方向に分子鎖が配向し、冷却すると分子鎖が配向したまま固化するため、強度、弾性率、寸法安定性、射出成形時の流動性に優れる<sup>1)</sup>。更にこの液晶ポリマーが全芳香族ポリエステルである際には、耐熱性、耐薬品性、低誘電正接、ガスバリア性、及び振動減衰性に優れるという特徴も

併せ持つ。当社はこれらの特性を活かし、LCPを新たな用途へ展開するため、モノマー構成を工夫して新規LCPの開発や新規用途開拓に注力している。

### 1. 低融点LCPについて

当社はLCPの主原料である*p*-ヒドロキシ安息香酸と6-ヒドロキシ-2-ナフトエ酸の世界的なメーカーであることの優位性を活かし、全芳香族でありながら低温加工が可能な低融点LCP（UENO LCP A-8100、融点220℃）や、超低融点LCP（UENO LCP AL-7000、融点180℃）を開発、上市している。

他樹脂とLCPの複合化は以前から広く検討されているが、一般的なLCPの融点は280℃以上と高いため、融点の低い材料と複合化することは熱分解等の課題から難しく、限定的であった。しかし、LCPの融点を下げることにより、これまで難しかった加工温度の低い汎用プラスチック等との複合化が容易となった（図2）。

また、A-8100やAL-7000は低融点ながらすべて芳香族モノマーで構成されており、融点を除いたLCPの特徴

をそのまま保持しているため、他樹脂に添加することで、LCPの特徴（強度、耐熱性、ガスバリア性、耐候強度保持性など）を付与することができる。

### 2. 「UENO TECROS®」について

当社は低融点LCPの用途展開として、他樹脂とUENO LCPを複合化した高機能ポリマーの開発検討を進め、2017年10月に「UENO TECROS®（以下®を省略）」として上市した（図3）。

現在TECROSは、ポリプロピレン（PP）、ポリエチレン（PE）、ポリエチレンテレフタレート（PET）をベースとし、LCPと複合化したグレードを上市している。また他にも、エチレンビニルアルコール共重合体（EVOH）やポリ乳酸（PLA）をベースとした複合材も開発している。

今回は、PPとLCPの複合化に焦点を当て、PP改質剤としてLCPを添加することによる特徴と、PP+LCPに添加剤を組合せることによってリニューアルした複合材、TECROS Pシリーズについて紹介する。

### 3. PPとLCPの複合化

#### 3.1 PPにLCPを添加することによる特徴

PPの改質剤として低融点LCPを添加することで、物性向上や耐候強度保持が期待できる。ここでは、ホモPP

\* Etsushi Yamaji  
上野製薬(株) LCP事業部 技術開発部  
Tel. 079-568-7205  
Fax. 079-568-7217

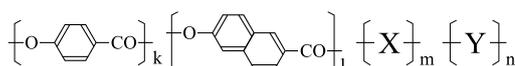


図1 液晶ポリマーのモノマー構成例

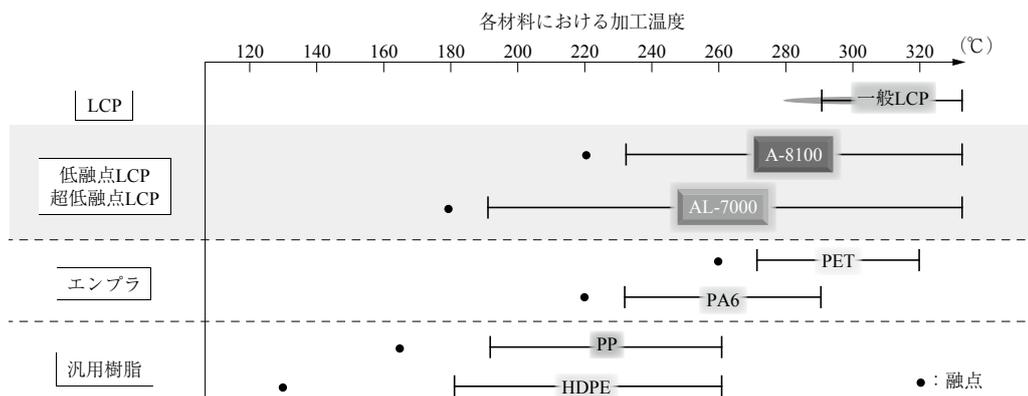


図2 各材料における加工温度と融点



図3 UENO TECROS®ロゴ

とブロックPPに対して低融点LCP (UENO LCP A-8100, 融点220℃) を添加した際の特徴について列挙する。

なお、特記のない限り、PPに元々含まれる添加剤以外の成分は追加添加していない。また、PPとLCPは成形前に熔融混練し、均一化したペレットを得た後に評価している。

#### ■高弾性率、高耐熱

複合材に使用しているLCPは低融点化されているが、剛直構造ゆえに荷重たわみ温度は比較的高く、また高弾性率であることから、PPにLCPを添加することにより、弾性率や耐熱性が向上する(図4、図5)。無機フィラーの使用ができない用途への展開が期待できる。

#### ■耐候性(強度保持)

LCPは耐候試験(紫外線照射や降雨)における強度保持性に優れるため、PPにLCPを添加することにより、耐候強度保持が可能となる(図6)。LCPは紫外線照射に伴い黄変を生じるため、変色を嫌う用途では黒色化するなどの工夫が必要である(図7、表1)が、製品寿命の向上が期待できる。

#### ■ガスバリア性

LCPは酸素ガスバリア性、水蒸気バリア性ともに優れるため、PPにLCPを添加することにより、PPのガスバリア性が向上する(図8、図9)。ガスバリア性向上効果は、特に射出成形で発揮されやすい。

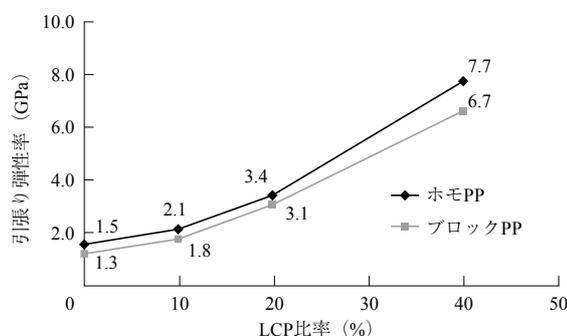


図4 PP/LCP複合材の引張り弾性率

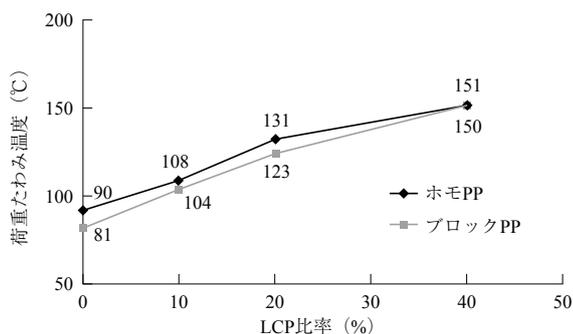


図5 PP/LCP複合材の荷重たわみ温度(DTUL)

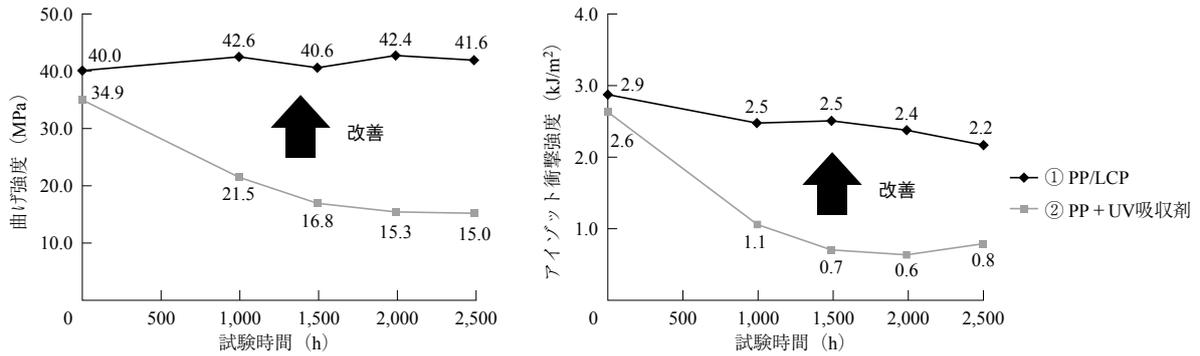
PP/LCP複合材の用途としては、耐候強度保持性を活かした土木製品や、ガスバリア性が必要な容器などを想定している。

### 3.2 PP/LCP複合材TECROS Pシリーズ

前項で紹介したデータではPPとLCPの組合せでどのような物性になる

かを記載したが、本項では、添加剤の併用による更なる高性能化について説明する。

PP/LCP複合材TECROS Pシリーズとして3グレードを開発した。具体的には、強度や弾性率はおおむね保持しながら、LCPを微分散化させた「高強度・高弾性率グレードP-210HNM (LCP10%)」及びP-220HNM (LCP20



試験条件 スーパーキセノンウェザーメーター (SX2D-75 スガ試験機機製)  
放射照度180W/m<sup>2</sup>, ブラックパネル温度63±1℃, 湿度50%  
102分照射, 18分照射+降雨, 最大2,500時間

試料 ①PP/LCP=90/10  
②PP+紫外線吸収剤0.2%

図6 PP/LCP複合材の耐候強度

樹脂カラー	耐候試験前	150hr 耐候試験後
ナチュラル		
黒		

表1 ブロックPP/LCP10%複合材のカラー別耐候試験前後の黄色度 (YI)

樹脂カラー	YI		ΔYI
	初期値	150hr 耐候試験後	
ナチュラル	16.6	74.8	58.2
黒	-14.5	1.4	16.0

図7 ブロックPP/LCP10%複合材のカラー別耐候試験前後の試験片の様子

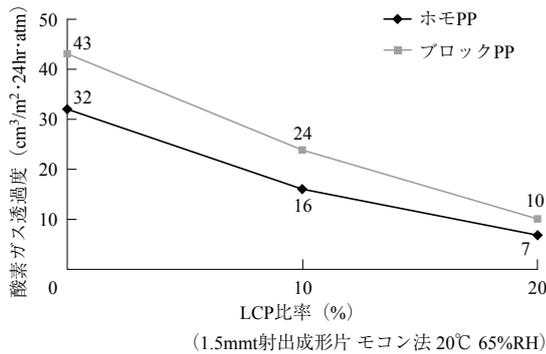


図8 PP/LCP複合材の酸素ガス透過度

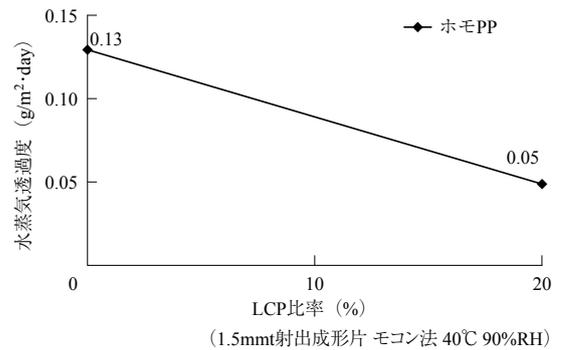


図9 PP/LCP複合材の水蒸気透過度

%)」と、更にLCPの分散に特化した「高分散グレードP-210BNGM (LCP10%)」の3グレードである。

各グレードの分散状態を確認した試験片のスキン層の断面観察結果と物性データを以下に示す(図10～図14)。なお、SEM画像内の粒状や繊維状に見えるものがLCPである。

添加剤を使用せずに複合化した場合

(P-210HS (LCP10%)), LCPが長繊維状に配向している様子が確認できる。しかしながらLCPの繊維長、径が大きいため、薄肉成形品では外観が悪く、意匠性を求められる用途には不向きであった(図10)。そこで添加剤を工夫することで、LCPのモルフォロジーを微分散化させ、外観を大幅に改良することができた。

機械強度については、高強度・高弾性率グレードでは添加剤なしと比較して、分散性改善効果を示し、かつ強度・弾性率は更に向上する傾向を示した(図11, 図12)。また、高分散グレードでは強度は維持、弾性率は低下するものの、ブロックPP単独より高くなった(図13, 図14)。これらの結果は、添加剤によって界面接着力が向上した

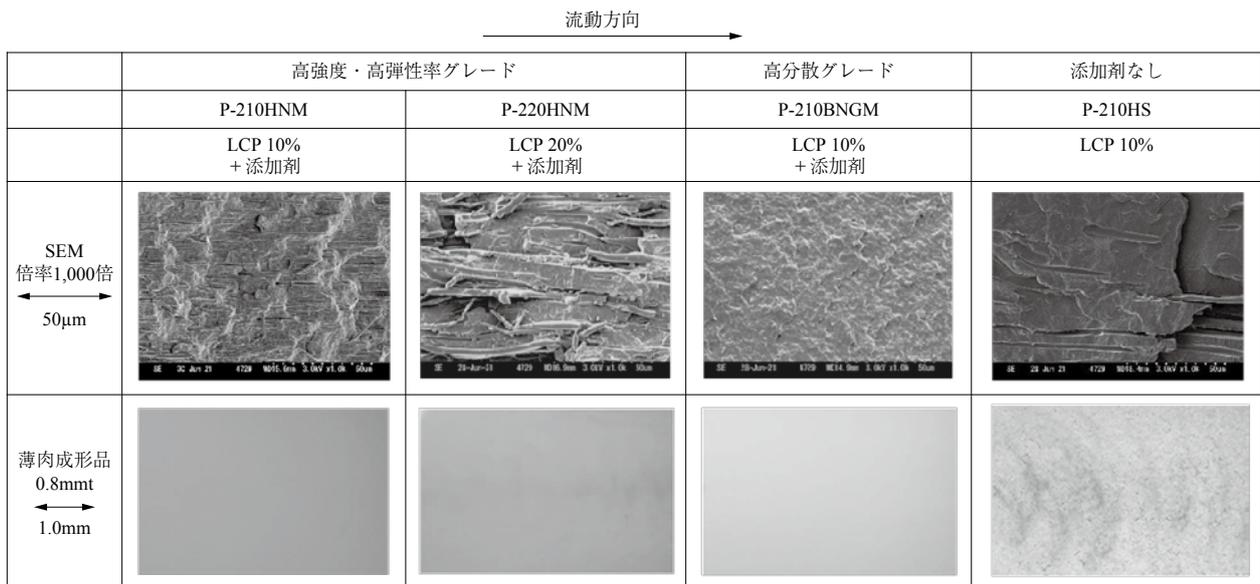


図10 各グレードにおけるSEM観察結果及び薄肉成形品の外観の様子

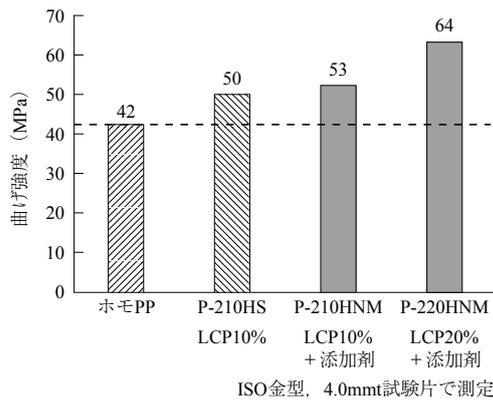


図11 高強度・高弾性率グレードの曲げ強度

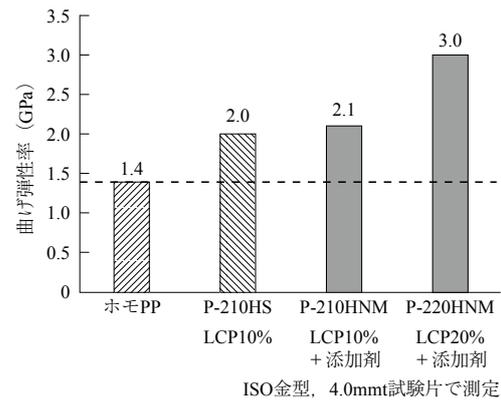


図12 高強度・高弾性率グレードの曲げ弾性率

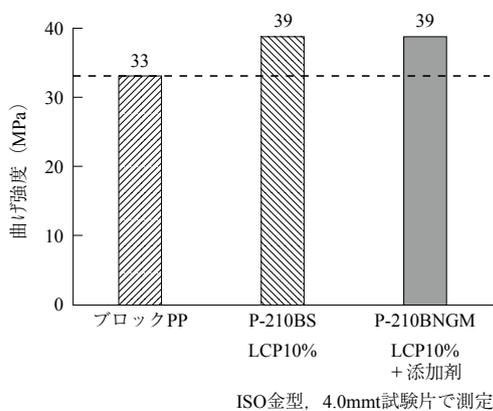


図13 高分散グレードの曲げ強度

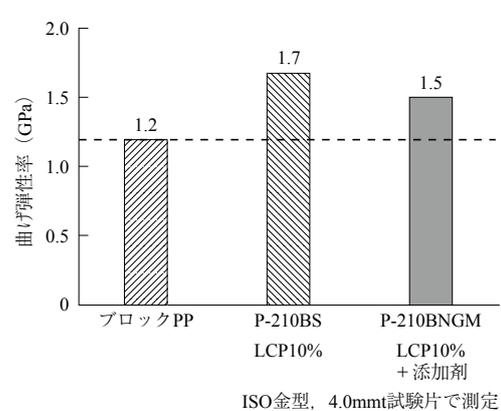


図14 高分散グレードの曲げ弾性率

ことにより、LCPの特徴を損なわずにLCPのモルフォロジーが微細化したことによるものと考えられる（図11～

図14は、ISO金型、4.0mm試験片で測定）。

また、PP/LCP複合材は、LCPを添

加することにより配向が生じるためウェルド部の強度が弱くなってしまうことが課題であったが、添加剤により

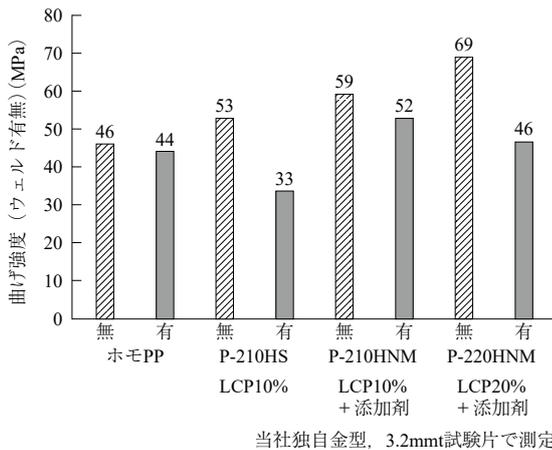


図15 高強度・高弾性率グレードのウェルド曲げ強度

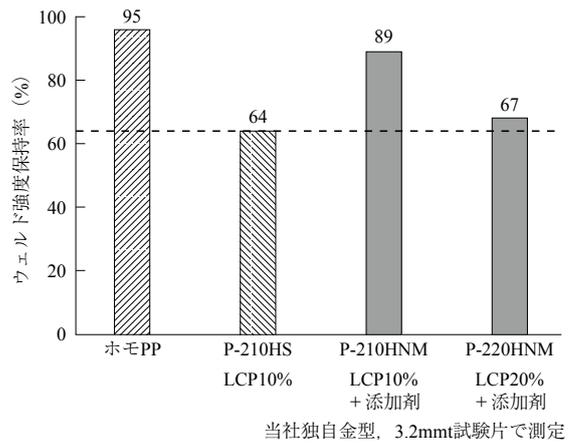


図16 高強度・高弾性率グレードのウェルド強度保持率

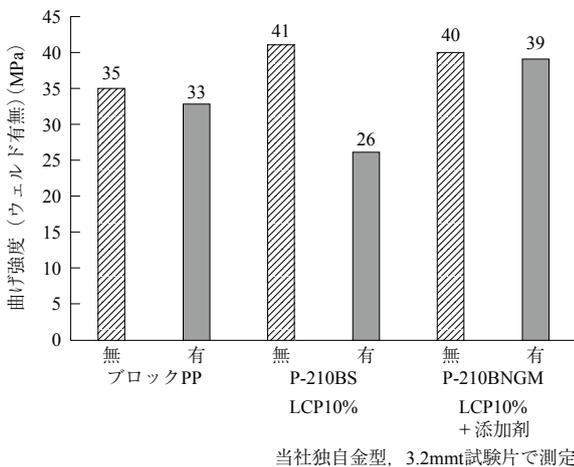


図17 高分散グレードのウェルド曲げ強度

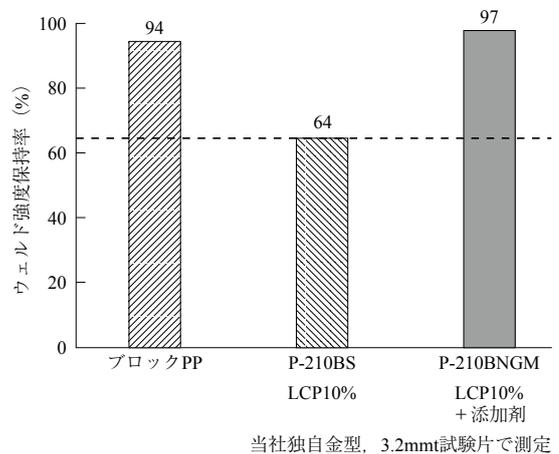


図18 高分散グレードのウェルド強度保持率

LCPが微分散することで、ウェルド部の強度低下を抑制することができた(図15～図18)。

なお、図15～図18は、当社独自金型、3.2mmt試験片で測定した。図19にウェルド測定用試験片形状を示す。

## おわりに

3.2項で述べた通り、PP/LCP複合材の添加剤を工夫することでLCPの特徴の付与とLCPの微分散化の両立を可能とした。TECROS Pシリーズを新たに開発した。これらグレードは開発材としてサンプルワークを開始する予定である。

本稿ではPP/LCP複合材の特徴と高

性能化を中心に述べたが、このような高性能化検討はPP/LCP複合材だけでなく、他の複合材でも進めている。それぞれLCPとは性質の大きく異なるベース樹脂であるため、単純混練では相溶性が悪い組合せもあり、そのような場合、外観不良や表層剥離などが課題となってくる。それら課題の解決を目指して添加剤の検討を行っており、添加剤と各樹脂との相性の違いや、添加剤の有効性に関する知見の蓄積を進めている。

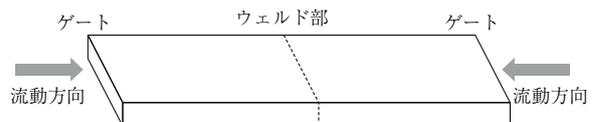


図19 ウェルド測定用試験片形状

また、当社では、LCPをユーザー自身で複合化いただく、つまり「LCPを添加剤として販売する」ことも同時に行っている。LCPを添加剤として使用した場合の知見についても広く知っていただき、低融点LCPやTECROSに興味を持っていただければ幸いです。

## 参考文献

- 1) 片岡俊郎ほか、エンジニアリングプラスチック、79 (共立出版、1987)。