

## 2. 技術開発の成果

本技術開発において、各開発項目を実証し、目標性能（曲げ強度 70MPa 以上、弾性率 6GPa 以上、目標コスト 180 円/kg）をすべて確保できている。また、これを実施するスケジュールも遅れなく実施している。

### 2. 1 FRP 廃材を用いた多分岐化ファイバー合成の効率化

#### 2. 1. 1 フィブリル化処理

表 2-1 には、ベースとした一次コンパウンドの配合を示す。FRP 廃材の添加量は木質ボード廃材粉末との置換とし、最大添加量を 10% とした（10% 以上添加すると実利用の際、機械の摩耗を考慮している）。

表 2-1 一次コンパウンド配合

Compound No.	木質ボード廃材粉末	容リPP	FRP廃材粉末	相溶化剤 (MaPP)
C-1	70	28	0	2
C-2	69	28	1	2
C-3	65	28	5	2
C-4	60	28	10	2

この一次コンパウンドに等倍量の水を添加し、クリアランス 300  $\mu$ 、回転数 2500rpm でフィブリル化処理したフィブリル化一次コンパウンドの粒径を表 2-2 に示す。粒子サイズは FRP 廃材添加量に大きな影響を示さなかった。しかしながら、図 2-1 に示すフィブリル化一次コンパウンドの SEM 画像から FRP 廃材の増加に伴い、表面上のフィブリルが増加している。

表 2-2 フィブリル化一次コンパウンド粒子径

Compound No.	粒径 ( $\mu$ )
C-1	104
C-2	110
C-3	111
C-4	105

これは、FRP 廃材の効果により、フィブリルが増加していることを示しており、本技術開発の狙っている FRP 添加によるフィブリルの効率化が実証できている。

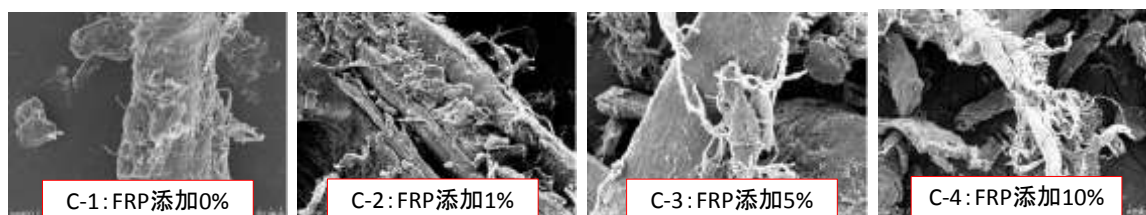


図 2-1 フィブリル化一次コンパウンドの表面 SEM 画像

#### 2. 1. 2 フィブリル状態の効果

図 2-2 には、各フィブリル化処理した一次コンパウンドの粘弾性試験結果を示す。貯蔵弾性率は、FRP 廃材の添加が増加するとともに減少しているが、スリップに至る振動圧力が増加している。貯蔵弾性率は、繊維補強効果のある木質ボード廃材量が減少することで低下している点は明

白であるが、元来このような場合、スリップに至る振動圧力も低下するのが一般的である。今回このような逆転現象が発現した要因は、FRP 廃材添加による木質ボード表面上のフィブリル増加による効果である。

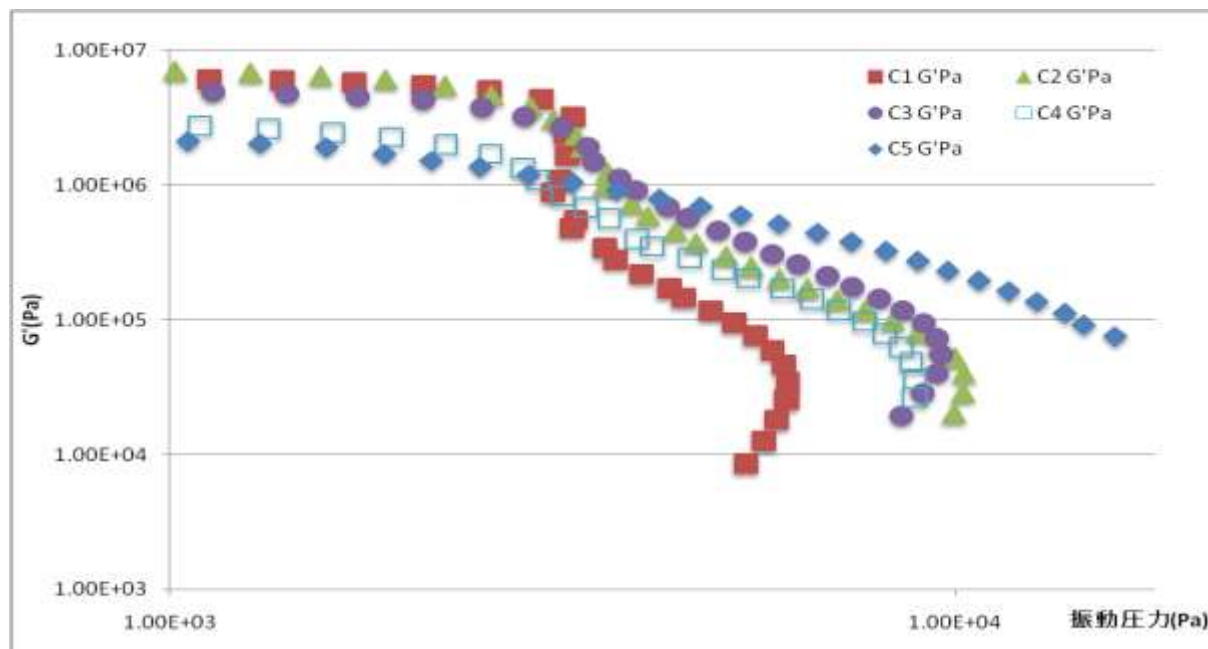


図 2-2 フィブリル化一次コンパウンドの粘弾性

図 2-3 には、プレス成形体の吸水速度結果を示す。FRP 廃材の増加とともに吸水量は低下している。このプレス成形体は、空隙量を合わせて作成していることから、恒量となる吸水量に差はないと予想されたが、顕著な吸水率低下が認められた要因は、FRP 廃材添加によりフィブリルが増加することで、耐水性が向上した結果である。

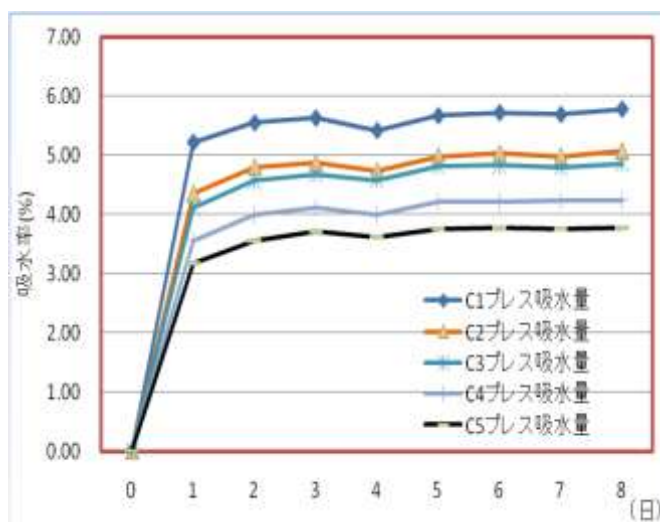


図 2-3 フィブリル化一次コンパウンドの吸水性

## 2. 2 廃 FRP 粉末と多分岐ファイバーのメカニカルアロイ

### 2. 2. 1 メカニカルアロイ状態の検証

表 2-3 には、廃 FRP 粉末をメカニカルアロイしたフィブリル化一次コンパウンドの流動性を示

す。FRP 廃材添加が増加するほど、流動性は向上している。先のフィブリル状態からフィブリルの増加により、本来流動性が低下することが予想されるが、今回の流動性が向上した結果は、フィブリル表面が FRP により改質され、プラスチックとの相溶性が高くなったため、流動性が向上したと言える。

表 2-3 フィブリル化一次  
コンパウンドの流動性と分散性

Compound No.	MFR (g/10min)	分散性
C-1	0.73	◎
C-2	0.85	◎
C-3	1.30	◎
C-4	4.13	◎

また、相溶性に関しては、FRP 廃材添加量に問わず良好であった (表 2-3)。但し、フィブリル表面のアロイを評価したが、熱分析によっては顕著な差が認められなかった。

### 2. 2. 2 メカニカルアロイによる相溶性効果

図 2-4 には、C-1 と C-4 のプレス成形体の粘弾性結果を示す。FRP 廃材で表面アロイしていることで貯蔵弾性率が向上している。これも MFR 同様、FRP 廃材のメカニカルアロイにより、プラスチックとの相溶性が向上した結果である。

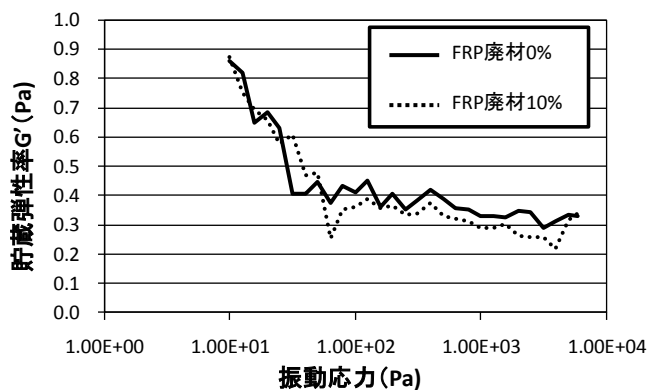


図 2-4 プレス成形体の粘弾性

### 2. 2. 3 メカニカルアロイによる物性評価

表 2-4 には、10%FRP 廃材によりメカニカルアロイしたフィブリル化一次コンパウンドをペレット化して射出成型した成形体の物性結果を示す。容器リサイクル樹脂 PP 仕様において、フィブ

表 2-4 射出成型体物性

		曲げ強度 MPa	弾性率 GPa
PE仕様	従来品	29.4	2.76
	本研究成果	39.1	3.11
PP仕様	従来品	43.2	4.56
	本研究成果	112.5	7.86

リル化効果+メカニカルアロイ効果により、目標性能を大きく上回った。本技術開発では PP ベースであるが、容器リサイクル樹脂には PE 仕様も多く、こちらの強度が大きく向上しなかった点は今後の課題となる。

## 2. 3 コンパウンドシステムの構築

### 2. 3. 1 フィブリル化 (メカニカルアロイ) における生産性の検証

図 2-5 には、フィブリル化時の量産時における生産量を示す。C-4 のみの配合で目標値をクリア

できているが、これは、供給装置の限界であり、設備自体のトルクには十分な余裕があるので、全ての配合において目標値はクリアできると判断する。但し、傾向として FRP 廃材が増加すると生産量が増加し、過剰添加（C-5；20% 添加）であると逆に低下している。これは、ある程度の添加量までは、FRP 廃材は密度が高い

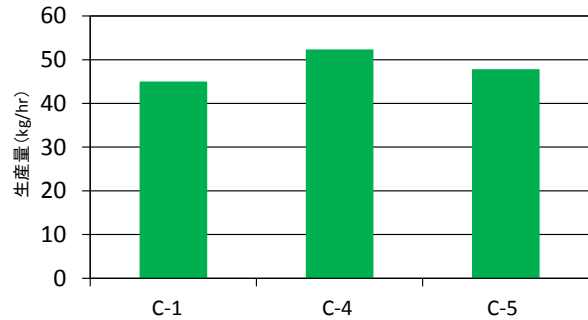


図 2-5 フィブリル化の生産性

ので、添加量が増加すれば生産量は高くなり、過剰になると逆に FRP 廃材が固いため負荷がかかり生産性を下げる結果となったと考える。しかしながら、本技術開発では、設備摩耗の観点から 10%以上の供給は想定していないため、特に問題はないと言える。

### 2. 3. 2 コンパウンド量産化検証

ラボ評価等の検証から物性の目標スペックが確保できる配合にて量産評価を実施し、主要設備にて目標生産能力の 50 kg/hr の確保を確認した(図 2-6)。

	一次コンパウンド スーパーミキサ	メカニカルアロイ処理 混練バレル	二次コンパウンド コニカル成形機
目標能力	50kg/hr以上	50kg/hr以上	50kg/hr以上
実証結果	84kg/hr	55.2kg/hr	128kg/hr
			

図 2-6 コンパウンドの量産結果

これにより、目標となる製造原価の確保が実現した。同時にこの量産品にて性能評価を実施し、目標スペックも達成している。

### 2. 4 今後の展開

今後は、本ベース配合にて、サンプルを量産し、射出成型メーカーを中心にサンプルワークする。また同時に、容器リサイクル樹脂のばらつきを考慮し、安全保証値の設定を検証する。一方、事業としては、既存のウッドプラスチックラインに本技術開発仕様を組み込む生産ラインを検討し、事業初期（少量販売時）から、ある程度の収益性を確保し、継続できる事業として構築する。予定としては、本事業終了 3 年目までは、既存のウッドプラスチックラインにて生産し、本技術成果の啓蒙拡大に努め、4 年目以降、専属の本実証プラントを設置し事業拡大を行う予定である。