

超臨界流体雰囲気中の固体状物質の溶着方法の検討

<受託事業名> 平成20年度シーズ発掘試験（発掘型）
 <委託元> 独立行政法人 科学技術振興機構
 <研究期間> 平成20年度
 <研究テーマ名> 超臨界流体雰囲気中の固体状物質の溶着方法の検討
 <担当所属/担当者> 試験研究室 生産技術担当/山田岳大
 <概要>

1 はじめに

近年プラスチック製品は高機能化と共に複雑な形状が要求され、単一の成形品で目的を達することができず、複数部材での構成が必要とされている。そこで2次加工における接合技術の重要性が増してきている¹⁾。接合技術には加熱接合技術が挙げられ、近年の技術では、超音波溶着、レーザー溶着法などの溶着方法が検討されている²⁻⁴⁾。樹脂の高温劣化の防止や熱溶着の耐久性の向上などから低温接合技術が求められている。そこで著者らは高圧二酸化炭素を用いた樹脂溶着技術に注目した。二酸化炭素を高圧で樹脂に含浸させると見かけの粘度が低下することが知られている⁵⁻⁶⁾。この可塑化効果を用いて、低温で樹脂の溶着性の向上が考えられる。本研究では、高圧下で二酸化炭素を樹脂に含浸させて接合させる高圧二酸化炭素溶着方法を使用し、樹脂の種類と溶着性、二酸化炭素の雰囲気圧力である含浸圧力と接合界面の力学特性の関係について検討した。

2 実験方法

2.1 各種樹脂と溶着性の判断

高圧二酸化炭素溶着法に使用した機器は、超臨界ガス抽出スクリーニング装置 (X-01-05 型 榊熊谷エンジニアリング) である。使用した樹脂は PMMA (旭化成 デルペット (560F))、PP (日本ポリプロピレン (MH4))、PE (三井化学 (403P)) である表 1 の条件で炭酸ガスを含浸させて溶着状態について検討を行った。図 1 のとおり粒子同士が接触する状態に設置して、高圧処理を行った。

表1 実験条件

含浸圧力 (MPa)	5
含浸時間 (h)	2
含浸温度 (°C)	40
減圧時間 (MPa/min)	0.61



図1 含浸前試料

2.2 含浸圧力と接合界面の機械的性能

PMMA フィルム (旭化成 デルペット (560F)) を図 2 のように重ね合わせ、接合部に圧着力が付加されるようにバネで挟み込み設置し、表 2 の条件により処理した。この試料を二酸化炭素溶解度が飽和状態とされる 2h 処理した後、0°C に 1.5h 放置し、溶着試料を作製した。溶着強度の特性は引張剥離試験 (YAMADEN RE-33005) (ジグ間 40mm) (引張速度 0.1mm/S) を行って評価した。接合部の破断面を SEM (日本電子(株)JSM-5300LV) を使用して観察した。

表2 PMMAフィルム接合条件

含浸圧力 (MPa)	4/4.8/5/5.2/7/10
含浸温度 (°C)	40
含浸時間 (h)	2
圧着力 (kPa)	18
減圧速度 (MPa/min)	0.5

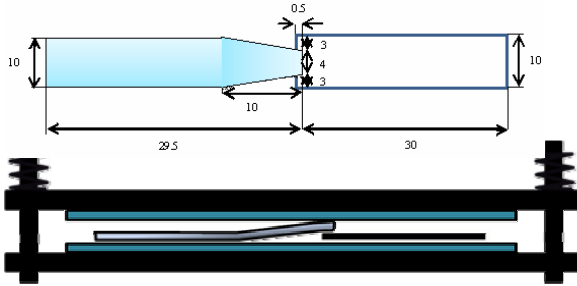


図2 成形品形状 固定方法

3 結果

図3に各樹脂の溶着状態図を示す。その結果、PMMA の溶着が確認できた。一方この条件では、PE、PP の結晶性樹脂において、溶着はしていなかった。常温下でかつ、含浸圧力が5MPaと比較的低い条件においても、PMMA の溶着性が高いことが確認できた。



PMMA



PE

PP

図3 各樹脂の溶着性

図4に引張剥離試験による、各含浸圧力で処理したPMMA フィルムの接合部破断強度を示した。4MPa以下の含浸圧力では溶着されなかった。5MPa付近で試料の溶着が確認されたが、引張剥離試験では、接合界面付近で破断した。7MPa以上になると溶着されている状況が確認され、引張剥離試験においても破断強度が高く母材で破断した。10MPaとなると図5に示される接合部破断面の観察から完全に融合している状態が観察された。高圧二酸化炭素用着法では、含浸圧力の依存性があり、含浸圧力の増加による樹脂への二酸化炭素溶解度増加が樹脂粘度を低下させ、接合強度が上昇したものと推察する。

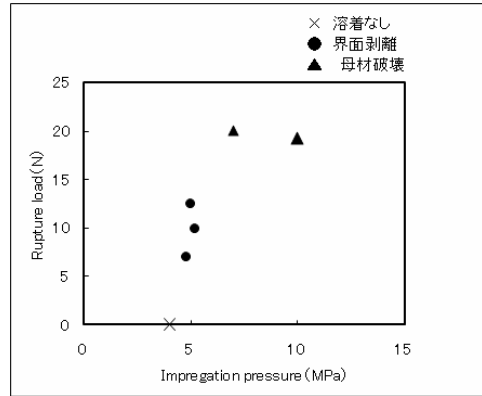


図4 含浸圧力と引張剥離における破断強度の関係

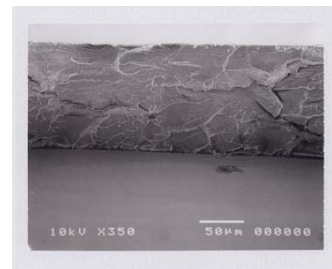


図5 10MPa 接合断面SEM像

4 まとめ

従来検討されていなかった新規の溶着技術である高圧二酸化炭素溶着方法を使用し、樹脂の種類と溶着性、二酸化炭素の雰囲気圧力である含浸圧力と接合界面の力学特性の関係について検討を行った。その結果、非晶性樹脂においては常温で溶着が可能となっておりさらに含浸圧力条件をコントロールすることによって完全に融合することを確認し、溶着法としての可能性を提示した。

参考文献

- 1) 宮田 剣：高分子材料の加熱接合メカニズム, 成形加工, 20, 12, (2008) 874.
- 2) 片柳 裕：高出力半導体レーザーの最新動向, 成形加工, 18, 6 (2006), 380
- 3) 竹田昌代, 渡辺公彦：成形加工, 15, 2 (2003), 372
- 4) 川上一徳：超音波横振動の利用技術, 成形加工, 15, 2 (2003), 88
- 5) 志熊治雄, 木原伸一, 大嶋正裕：高圧レオメータで測定したポリプロピレン/CO₂系の粘弾性挙動, 成形加工'05, 29 (2005)
- 6) 林田昌大, 坂田賢志, 佐藤善之, 滝島繁樹, 舩岡弘勝：ポリマー+ガス混合系の粘度測定装置の開発 成形加工'02, (2002) 95