

ウェルド及び気泡を有する

ガラス繊維強化ポリカーボネート射出成形品の破断面

荒木 真由美 (化学技術部 環境安全グループ)

羽田 孔明 (化学技術部 材料化学グループ)

田中 聡美 (化学技術部 環境安全グループ)

安田 健 ((地独) 東京都立産業技術研究センター)

1. はじめに

プラスチックの射出成形においては、さまざまな成形不良が生じるが、ウェルドラインや気泡もその一つである。ウェルドラインとは、熔融樹脂合流部に発生する細線模様である。気泡とは、成形品内の空洞である。気泡は、巻き込んだ空気や樹脂由来の揮発分などが成形品内に取り残される場合と、冷却時に、先に固化した表面層に、厚肉部のコア層が引っ張られて空洞が生じる場合がある¹⁾。

上記のような成形不良は、外観を損ねるだけでなく、組織上で不連続な箇所が生じたり、局所的に肉厚の薄い箇所が生じることにより、機械的物性を低下させる。これは、構造材料として用いられることの多い短繊維強化熱可塑性樹脂 (FRTP) の射出成形品においては、重大な問題となりうる。

プラスチックの破損は、しばしば、特定の箇所に応力が集中することによって起きる。特定の箇所とは、例えば肉厚が変化する箇所や、ノッチ、ウェルドラインなどが挙げられる。破断面を観察することにより、き裂の起点や破壊過程を、経験的に推察可能な場合がある。

FRTP の射出成形品では、繊維の存在により、通常の破断面の解釈が困難であるが、ウェルドラインのような成形不良が原因となる破壊については、特徴的な破断面を呈することが予想される。また、繊維は樹脂と共に流動すると考えられるため、繊維を観察することにより、樹脂流動の様子を把握できる。

そこで、本研究では、ウェルドラインと気泡を有するダンベル形試験片を射出成形により作製し、引張破壊により得た破断面の観察を行い、成形不良品の破壊について考察したので報告する。

2. 実験

射出成形機には、電動射出成形機(PLASTARSi-100V、射出装置：F200HC、東洋機械金属(株)製)を用いた。試験片規格は、JIS K7113 1号形試験片である。金型については、試験片の中央付近で対向流が合流するように、両端にゲートを設けた。射出成形品の模式図を図1に示す。材料は、ガラス繊維が20%配合されたポリカーボネート(SF5201V、住化ポリカーボネート(株))を用いた。

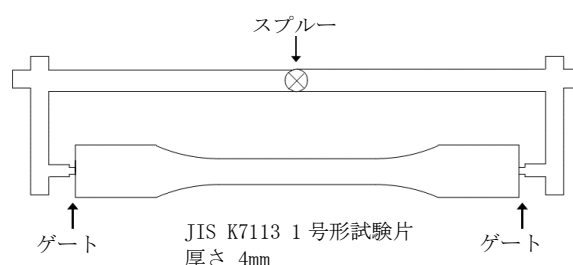


図1 射出成形品の形状

カメラ(リコーイメージング(株)製 PENTAX K-7)を用いて試験片外観の撮影を行った。

引張試験は、5565 型 5kN 容量万能材料試験機(インストロン・ジャパン(株))を用い、引張速度 10 mm/min で実施した。

導電処理として、得られた破断面を金コーティングした後、走査電子顕微鏡(日本電子(株)製 JSM-IT200)を用いて、破断面の詳細な観察を行った。

3. 結果及び考察

写真1に試験片の外観を示す。試験片1に示すように、

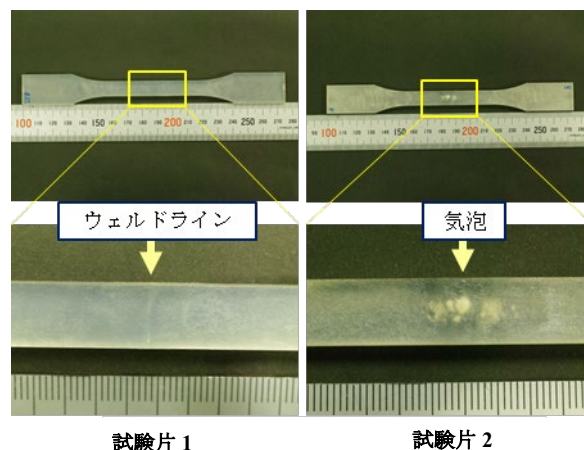


写真1 試験片外観

中央付近にウェルドラインが形成された試験片が得られた。一方で、試験片2に示すように、中央付近に気泡が生じた試験片も見られた。流動先端には、樹脂や添加剤その他の成分由来のガスが集積するため、それらが気泡として残ったと考えられる。

図2に引張試験の結果を示す。いずれの試験片においても、ほとんど塑性変形しないうちに破断し、引張強度は同程度であった。今回の試験片の場合、気泡の有無は強度には影響しなかったと考えられる。

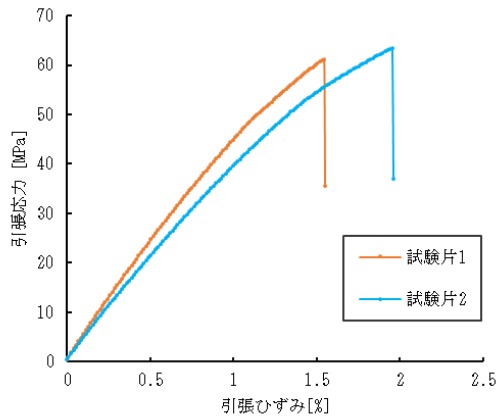
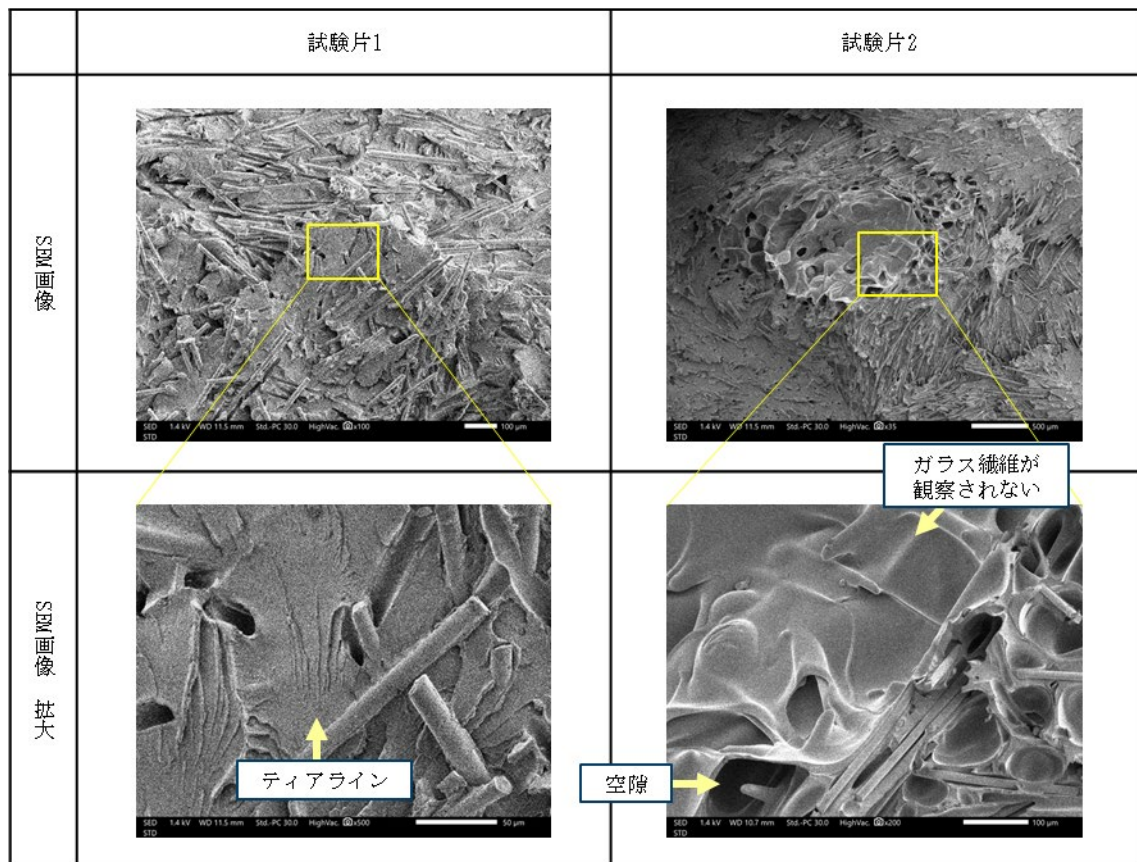


図2 応力-ひずみ曲線

引張試験により得られた破断面を画像1に示す。試験片にウェルドラインが形成されている場合、一般的には、ウェルドラインで破断することが知られており、今回得られた破断面もウェルド面であると考えられる。

試験片1では、破断面に直交するガラス繊維が少なく、破断面に平行なガラス繊維が多く観察された。両方向から流れてきた樹脂が合流してウェルドラインを形成する場合、流動先端においては、コア層の熔融樹脂は流動方向に直交して流れる¹⁾。すなわち、ガラス繊維は、樹脂流動に沿って、ウェルド面に平行に配向したことが示された。一方で、樹脂の破断面に着目すると、ティアラインが観察され、ストレスクラックの破断面に類似していた。このことから、コア層の樹脂は十分混ざり合っていることが示された。両方向からの樹脂が合流する際、コア層の樹脂は混ざり合ったが、ガラス繊維はウェルド面に平行に配向した状態で残ったと推察される。ガラス繊維が一方向に配向すると、配向に直交する方向の力に対して弱くなるため、このウェルド面で破断したと考えられる。

試験片2の破断面においても、破断面に対して平行なガラス繊維が多く見られ、ティアラインが観察された。この結果から、ストレスクラックが生じたことと、ウェルド面で破断したことが推察された。試験片2の破断面においては、さらに、ポリカーボネート樹脂のみでガラス繊維が



画像1 引張破壊により得られたFRTPの破断面の一例

観察されない部分や、ガラス繊維と樹脂の間の空隙が観察された。通常、組織内に欠陥があれば、その欠陥部に応力が集中し、強度低下の要因となる。しかし、今回、試験片1と2の引張強度は同程度であった。この結果から、ウェルド面に平行にガラス繊維が配向していることが両試験片の強度を決定づけており、気泡の存在は試験片2の強度に影響しなかったと推察される。

4.まとめ及び今後の展開

ウェルドライン及び気泡を有するガラス繊維強化ポリカーボネートのダンベル形試験片を射出成形し、引張破壊による破断面を観察した。

いずれの試験片も、ウェルド面で破断したと考えられ、破断面に対して平行なガラス繊維が多く、直交するガラス繊維は少なかった。一方で、ストレスクラックと推察される模様が観察されたことから、コア層の樹脂は十分混ざり合っていることが示された。

さらに、気泡を有する試験片では、樹脂やガラス繊維の間の空隙が観察された。

試験片は、気泡の有無に関わらず同程度の引張強度を示しており、ウェルド面に対して平行にガラス繊維が配向していることが両試験片の強度を決定づけたと考えられる。

これらの情報は、技術支援のための破断面のデータとして蓄積される。今後、成形条件等を検討し、さらに研究を進める。

最後に、材料をご提供頂いた住化ポリカーボネート様様に感謝申し上げます。

【参考文献】

1. 本間精一著、基礎から学ぶ射出成形の不良対策、丸善出版、2011