

ク質が付着しており、炭酸カルシウムに比べて界面でのPP樹脂とのぬれ性が高いことが影響していると考えられる。炭酸カルシウムよりもホタテ貝殻粉砕物を充填した方が引張破壊伸びが大きくなったのは、集塊や気泡等の材料中の欠陥が少ないことによると考えられる。20 μm 、55 μm のホタテ貝殻粉砕物を充填した場合、5 μm の場合に比べて粉砕物粒子の分散は不均一であり、また粒子の周りに大きな気泡が観察され、それは粉砕物の粒径が大きくなる程大きくなった。

複合材中の気泡の量を比較するため、複合材の密度と充填材の充填率から複合材中のマトリックス部分の密度を算出した結果を図13に示した。粒径が大きくなると複合材中に混入する気泡の大きさが大きくなるだけでなく、ホタテ貝殻粉砕物の粒径が大きくなる程密度が小さくなることから、気泡の量も多くなることが明らかになった。気泡は大きい程また量が多い程欠陥として引張破壊伸びおよび引張降伏強さを低下させると考えられる。

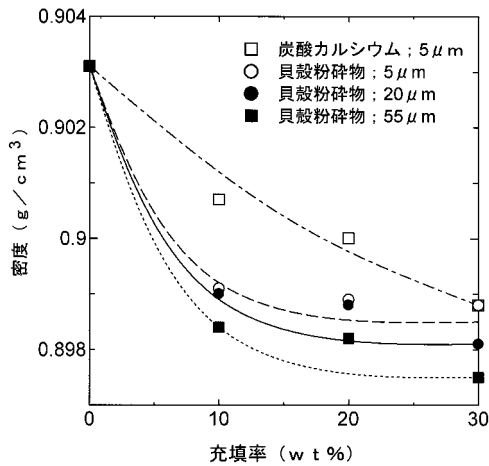


図13 複合材中のPPの密度

3.3 複合材の曲げ特性

図14に、複合材の曲げ弾性率と、ホタテ貝殻粉砕物および炭酸カルシウムの充填率の関係を示した。引張弾性率と同様に、炭酸カルシウムよりもホタテ貝殻粉砕物を充填した方が高い曲げ弾性率が得られた。また、ホタテ貝殻粉砕物の粒径により曲げ弾性率が異なり20 μm の場合が最も高くなった。

図15に、曲げ強さと、ホタテ貝殻粉砕物および炭酸カルシウムの充填率の関係を示した。炭酸カルシウムを充填した場合は、充填率が高くなる程曲げ強さが低下したが、ホタテ貝殻粉砕物を充填した場合は、充填率が高くなる程曲げ強さは高くなった。引張降伏強さは充填率が10%以上になると低下したが、この違いは、引張試験の方が曲げ試験よりも試験片中の欠陥の影響を大きく受けるためと考えられる。

曲げ強さは、ホタテ貝殻粉砕物の粒径により異なり、5 μm の場合が最も高くなった。引張降伏強さは、20 μm の場合が最も高くなっており、曲げ強さの場合と粒径による補強効果

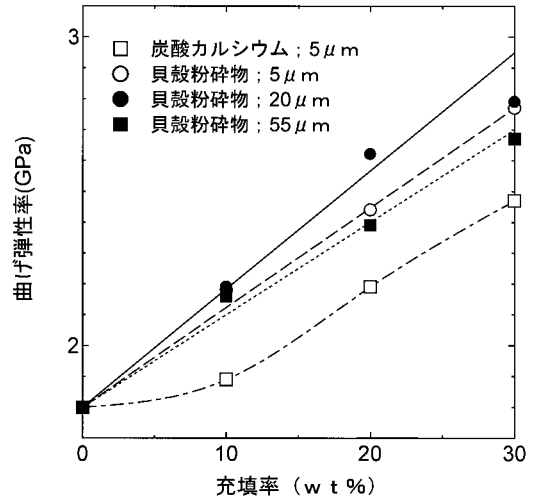


図14 充填率と曲げ弾性率の関係

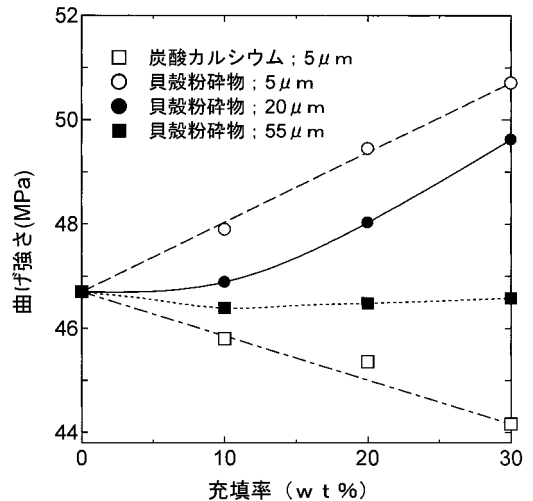


図15 充填率と曲げ強さの関係

が異なった。この原因としては、引張試験が幅10mm、曲げ試験が幅25mmの試験片で試験を行ったため、試験片中の射出成形による棒状の粉砕物の配向の度合いの違いが影響していると考えられる。

3.4 成形収縮率と充填率の関係

図16に、ホタテ貝殻粉砕物と炭酸カルシウムの充填率と、複合材の流動方向(MD)の成形収縮率との関係を示し、図17に直角方向(TD)の成形収縮率との関係を示した。炭酸カルシウムよりもホタテ貝殻粉砕物を充填した方が成形収縮率が低くなった。また、20 μm の場合が最も成形収縮率が低くなった。この結果は、ホタテ貝殻粉砕物のアスペクト比を有する形状により粉体としての高密度が低下することや、流動方向に粉砕物が配向することが影響していると考えられる。TDよりもMDの方が成形収縮率が小さいのは流れ方向に粉砕物やPPの分子鎖が配向することが影響していると考えられる。

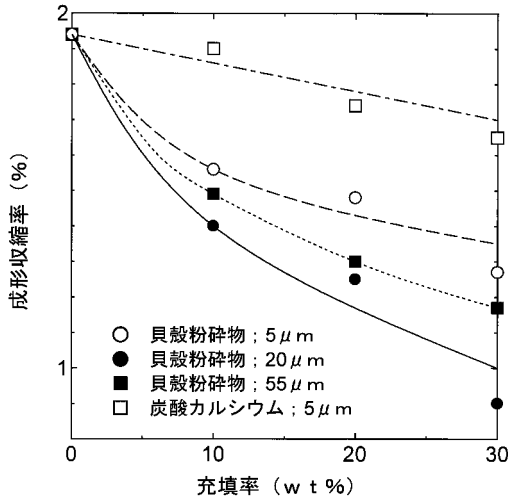


図 16 充填率と成形収縮率 (MD) の関係

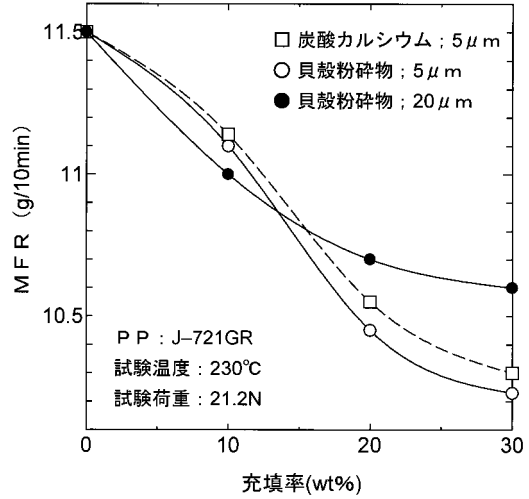


図 18 充填率と MFR の関係

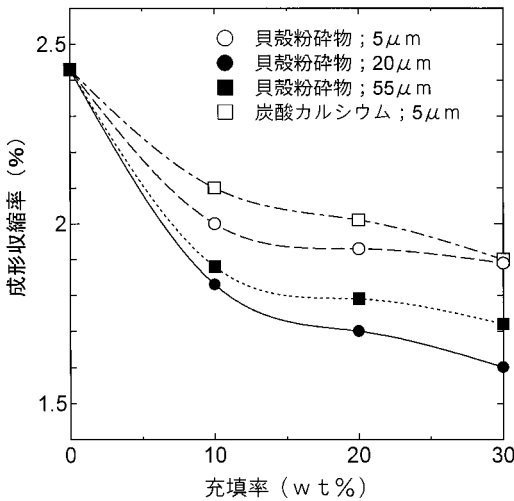


図 17 充填率と成形収縮率 (TD) の関係

3.5 メルトマスフローレイト (MFR) と充填率の関係

図 18 に、ホタテ貝殻粉砕物と炭酸カルシウムの充填率と、MFR の関係を示した。5 μ m の同じ粒径の場合、炭酸カルシウムよりもホタテ貝殻粉砕物を充填した複合材の方が MFR が小さくなった。また、ホタテ貝殻粉砕物の粒径が大きくなると、MFR は大きくなった。複合材の溶融粘度は充填材の粉体としての嵩密度に依存し、嵩密度が大きい程粘度が低下することが、ムーニー方程式等で一般に知られており⁵⁾、同じ粒径の場合、アスペクト比を有するホタテ貝殻粉砕物の方が嵩密度が高いため溶融粘度が増大したと考えられる。粉砕物の嵩密度は、粒径が大きくなる程大きくなるので、粒径が大きくなる程粘度が低下し、MFR が大きくなったと考えられる。これらの MFR の差は、射出成形や押出成形等の成形加工をする際にはほとんど問題となる差ではなく、ホタテ貝殻粉砕物を充填した複合材は、従来から用いられている炭酸カルシウムを充填した複合材と同じ条件で成形加工できると考えられる。

3.6 光学的特性

図 19 に、複合材におけるホタテ貝殻粉砕物および炭酸カルシウムの充填率と白色度の関係を示した。炭酸カルシウムよりも 5 μ m のホタテ貝殻粉砕物を充填した方が白色度は高くなった。また、ホタテ貝殻粉砕物の粒径が大きくなる程白色度が低くなった。プラスチックは着色が必要な用途が多いため白色度が高い方が好ましいが、20 μ m 程度以下の粒径の場合、炭酸カルシウムを充填した場合と同等以上の値であることから、着色する用途にも十分に利用可能と考えられる。

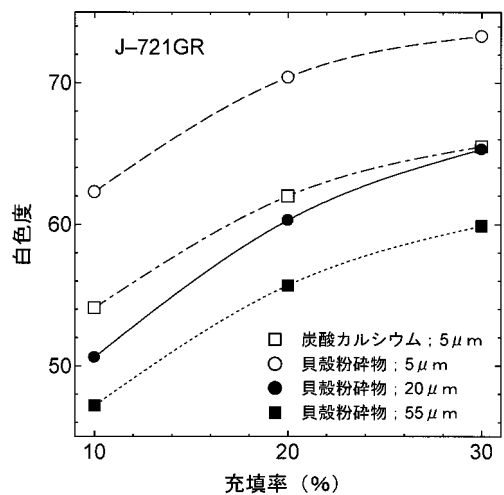


図 19 充填率と白色度の関係

4. まとめ

ホタテ貝殻の機械的特性およびホタテ貝殻の粉砕物を PP に充填した複合材の材料特性について、炭酸カルシウムを充填した場合と比較検討し、以下の知見が得られた。

- 1) ホタテ貝殻は、アルミニウムやガラスに近い高い弾性率を有し、粉砕物は粒径に応じたアスペクト比を有した。

- 2) ホタテ貝殻粉砕物を充填材としてPPと複合化すると、引張降伏強さ、引張弾性率、曲げ強さ、曲げ弾性率等の機械的物性が向上した。
- 3) 機械的物性は、ホタテ貝殻粉砕物の粒径が20 μ mの場合に最も高くなった。
- 4) 成形収縮率は、ホタテ貝殻粉砕物の粒径が20 μ mの場合に最も低くなった。
- 5) ホタテ貝殻粉砕物を充填した複合材は、炭酸カルシウムを充填した複合材より白色度が高く、着色用途にも充分利用可能なことが明らかとなった。

以上の結果から、ホタテ貝殻粉砕物はプラスチック用の充填材として十分に使用可能なことがわかった。機械的物性や成形性では、粉砕物の粒径が20 μ mの場合が最も良い値を示し、白色度は粒径が小さくなる程高い値を示したことから、用途に応じて粉砕物の粒径を選択する必要がある。

引用文献

- 1) ホタテ貝殻未利用資源の有効利用に関する研究，平成14年度 共同研究報告書，p.4～14，(2002)
- 2) 山岸 暢，可児 浩，吉田昌充，内山智幸，長野伸泰，藁嶋裕典：ホタテ貝殻の産出地による性状比較，日本化学会北海道支部2002年夏季研究発表会講演要旨集，p.27 (2002)
- 3) 山岸 暢，可児 浩，吉田昌充，内山智幸，長野伸泰，藁嶋裕典：ホタテ貝殻/PP複合材料の特性評価，第37回高分子学会北海道支部研究発表会講演要旨集，p.18 (2002)
- 4) 山岸 暢，可児 浩，吉田昌充，内山智幸，長野伸泰，藁嶋裕典：ホタテ貝殻/PP複合材料の力学的特性，日本複合材料学会2003年度研究発表講演会予稿集，A-21 (2003)
- 5) L.E. Nielsen 著，小野木重治訳：高分子と複合材料の力学的性質，化学同人，360PP.，(1976)