

氏名	ましるそもんてい すてやりにー MATHUROSEMONTRI SUCHALINEE
学位(専攻分野)	博士(学術)
学位記番号	博甲第855号
学位授与の日付	平成29年9月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
研究科・専攻	工芸科学研究科 先端ファイブ科学専攻
学位論文題目	Development of Polyoxymethylene Composites (ポリオキシメチレン複合材の開発)
審査委員	(主査)教授 濱田泰以 教授 奥林里子 教授 森脇一郎 株式会社プレジール代表取締役社長 梅村俊和 Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Dean of Faculty of Engineering Sommai PIVSA-ART

論文内容の要旨

エンジニアリング熱可塑性プラスチックの中の一つであるポリオキシメチレン (POM) は機械的、熱的、化学的および摩耗特性のバランスが良好である。しかしながら、POM は低いじん性を示し、これが様々な部品への適用に制限をもたらすことになる。本論文では、POM の新しい機能の創成とそれに関連した物性の研究を、成形を念頭に置きながら行った。

第2章では、POM とポリ乳酸(PLA)、生分解性熱可塑性プラスチックとのポリマーブレンド技術の応用について述べる。試験速度 10mm /分で引張試験を行った結果、POM / PLA の伸びは300%を超えた。この延性特性を維持するためには、PLA 含有量を 30~40wt%の範囲に制限する必要があることが示された。PLA が高含有量である場合、POM が成成品のコア層に偏析し、機械的特性が低い値を示すが、射出速度を増加させることによって、その偏析が改良され機械的特性が改善される可能性が示された。

第3章では、直接繊維投入射出成形、Direct Fiber Feeding Injection Molding (DFFIM) プロセスによるガラス短繊維強化 POM 複合材を成形し、その機械的特性を測定した。マトリックスの供給速度、バレル内における材料混練のためのスクリュウ回転速度によって繊維充填量を変更し、供給する繊維の束であるロービング数も変更することによって最適な射出成形条件を見出した。成形時におけるマトリックス供給速度を小さくし、スクリュウ回転速度を大きくした場合、成成品に含まれる繊維含有量は増加する。POM および POM / PLA ブレンドの引張特性は、ガラス短繊維で補強することによって大きく改善された。すべての材料において、引張弾性率および引張強さは、繊維含有量が増加するにしたがって向上する。しかし、繊維が高含有量である場合では、POM および POM ブレンド複合材の破断面に繊維束の凝集が認められ、引張強さが低下した。さらに成成品の強度を推定するため強度予測をおこなった。成成品内に残存する繊維の分散性および繊維配向が改善される場合、POM の強度は少なくとも 18%改善され得ることが明らかになった。

第4章では、破壊力学的特性の評価を行った。試験片の片端にノッチを加工し、き裂からの材料の破損について詳しく観察した。POM の場合は、初期の破壊は延性的であり、その後脆的な

破壊に移行する。POM/PLA では、破壊じん性値は低い、ノッチに対する感受性は低いと言える。これはノッチの先端の結晶化度に依存する。1000 μm のき裂深さで低い結晶化度を示す場合、超延性破断をもたらす。一方、高い結晶化度を有する 500 μm でのき裂深さでは小さなき裂のみを示し、脆性破壊を示す。

第5章においては、円孔を有する材料の破壊挙動について検討した。材料が延性を有する場合、き裂はゆっくりと伝搬し、材料が応力白化などの兆候なしに変形すると、それらの破壊は急速に進展する。POM 複合材の場合、クレージング、応力白化、繊維の引き抜けなどの破壊様相が観察された。そしてガラス繊維含有率が高い場合に、ノッチに対する感受性が高くなることを確認した。

第6章においては、POM / PLA ブレンドの摩耗性能に対する PLA の影響について検討した。試験は炭素鋼に試験片を押し付けて摺動する方法を用いた。各試料の摩擦係数値を調べるために、押しつけ圧力を変化させた。圧力を増加させると、摩擦係数が減少し、摩耗重量の損失量が増加する。一方、PLA 含有量の増加は摩擦係数の増加をもたらした。これは、PLA の発熱に対する感受性が高いため、熱による材料の軟化および溶融が生じたからである。この現象は POM / PLA ブレンドにも影響を与えた。第7章において、総括を行なった。

論文審査の結果の要旨

本研究において新規ポリオキシメチレン (POM) をポリ乳酸 (PLA) とブレンドすることで開発している。30~40%の PLA 含有量において、大きな破断伸びを示したことは、これは POM の球晶構造に PLA が挿入され、結晶化度を低下させたことに起因することを明らかにしたことは、高分子工学上意義深い。また、このブレンドシステムは亀裂および円孔に対する感受性が低いことを示し、最終破壊に至るまでのクラックの伝播が遅いことが明らかにしたことは、本材料を用いた製品の設計に指針を与えるものである。さらにガラス繊維との複合化による強度向上、金属に対する摩耗特性の把握は、工学上意義が深いと考えられる。

本論文の内容は次の2報に掲載されている。

1. 著者名 : Suchalinee Mathurosemontri, Putinun Uawongsuwan, Satoshi Nagai,
Hiroyuki Inoya, Hiroaki Ichikawa, Hiroyuki Hamada
題名 : Direct fiber feeding injection molding of glass fiber reinforced
polyoxymethylene/poly (lactic acid) blend composites
Proceeding of the 73rd Annual Technical Conference of the Society of Plastic Engineering
(ANTEC-2015), 23-25 March 2015. Society of Plastic Engineering, Orlando, Florida, USA,
pp. 457 – 462
2. 著者名 : Suchalinee Mathurosemontri, Supaphorn Thumsorn, Satoshi Nagai,
Hiroyuki Hamada
題名 : Investigation of friction and wear behavior of polyoxymethylene/poly(lactic acid)
blends
Key Engineering Materials, 728, 2017, pp 229 – 234

さらに以下の2報の参考論文がある。

1. 著者名 : Suchalinee Mathurosemontri, Putinun Uawongsuwan, Satoshi Nagai,
Hiroiyuki Hamada
題名 : The effect of processing parameter on mechanical properties of short glass fiber reinforced polyoxymethylene composite by direct fiber feeding injection molding process
Energy procedia, 89, 2016, pp 255 – 263
2. 著者名 : Suchalinee Mathurosemontri, Putinun Auwongsuwan, Satoshi Nagai,
Hiroiyuki Hamada
題名 : The effect of injection speed on morphology and mechanical properties of polyoxymethylene/poly(lactic acid) blends
Energy procedia, 56, 2014, pp 57 – 64

以上の結果より、本論文の内容は十分な新規性と独創性があり、博士論文として優秀であると審査員全員が認めた。