

通電用導電性プラスチックの研究

Study on High Conductive Plastic

野口 裕之*・中川 威雄**

Hiroyuki NOGUCHI and Takeo NAKAGAWA

1. はじめに

筆者らは過去に、びりり振動切削法により製造された金属短繊維をプラスチックに混入した導電性プラスチックに関する研究を進めてきた¹⁾。この研究目的は電子機器筐体の電磁波シールド用であり電磁波を通してしまうプラスチックに代り導電性プラスチックを射出成形して筐体の製造を行うことにあった。

本実験の目的は射出成形の自動化や量産性を生かし、この導電性プラスチックの抵抗値をさらに下げている程度の電流が流せる導電回路をプラスチック成形体内に射出成形により製造することを目的とし、体積固有抵抗低減の基礎実験を行った²⁾。電気を流すためには導電性プラスチックの体積固有抵抗値を電磁波シールド用の導電性プラスチックの場合より2桁ほど小さくしなければならないことが予想された。そのため本実験では銅繊維を射出成形可能な限界まで多量に混入し成形実験を行った。また成形体の測定では体積固有抵抗値や成形された試料に約10アンペアの電流を通電し発熱特性を調べた。

2. 実験方法

2.1 導電材料

本実験では導電材料に市販されている東芝ケミカル㈱のエミクリアSシリーズ^{3),4)}のマスターペレットを用いた。このマスターペレットは直径50 μ m、長さ約6ミリの銅繊維が数百本の束になっており、束の中心に低融点はんだ線が入って、銅繊維束の周りをABS樹脂で包んだものである。図1にエミクリアマスターペレットを示す。通常の使用方法は樹脂ペレットにマスターペレットを適量混ぜて使用するが、この実験ではマスターペレットを破碎して、銅繊維とはんだを取りだしマスターペレットに混合してトータルの銅繊維の混入量を増やして使用した。

導電性を向上させるためには使用する繊維長さが長い方が高い導電性が得られるが、射出成形を行うためには繊維長さに制約があり成形体の寸法が小さい場合など、特に導電回路に用いるためには射出成形体寸法を2mm角程度にする必要があるため、あまり長い繊維を用いることはできない。

導電性を増すためには混入された導電材料どうしの接触点数を増やすことと確実に接触させる必要があるが、接触点数を増やすために50 μ mの細い繊維を使用し、確実に接触させるためにははんだが混入されており、材料の昇温時にはんだが溶けて銅繊維がはんだでコーティングされた状態になり、射出成形後の冷却される過程で銅繊維の接触点のはんだで接続されるために、はんだを入れない場合の導電材料同士が接触する今までのタイプよりきわめて抵抗が小さくなる。

2.2 混練方法

材料の混練には㈱森山製作所のミックスラボ (ML-500) を使用した。導電材料である銅繊維やはんだの酸化を防ぐため、また混練による繊維の切断を防ぐ意味で、なるべく短時間で混練を終了させなければならない。

混練方法は始めに混練機内にマスターペレットを投入



図1 導電性プラスチックの製造工程

*東京大学生産技術研究所 第2部

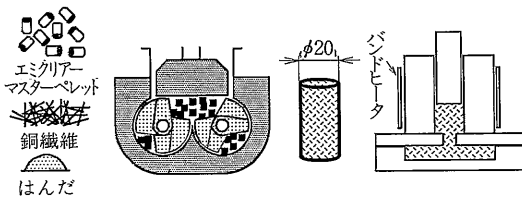
**東京大学生産技術研究所 付属先端素材開発研究センター

研 究 速 報

しておき混練容器内の空気をアルゴンガスで置換しながら昇温を行い温度が220°Cになった時点で混練を始め徐々に銅繊維とはんだ線を投入して行きトータルの混練時間を10分とした。混練された導電性材料をいったんφ20mmのペレット状に金型で予備成形を行った。

射出成形には50トンの油圧プレスと内径φ20mmのダイスを使用し予備成形された導電性プラスチックペレットをプランジャー方式により金型内に射出を行った。ダイスの周囲には1KWのバンドヒーターを巻き付けダイスおよび金型の温度を一定に保った。

射出実験には成形体の太さと体積固有抵抗の関係を調べるため2種類の金型AとBを使用した。金型形状はノズルを中心に8本の放射状とし、金型Aは同一断面(6×5mm)で長さ50mmで、金型Bは(3×3, 2×2, 1×1, 0.5×0.5mm)で長さ55mmである。射出条件は、ダイス温度210°C、面圧1 ton/cm²、金型Bでは面圧2 ton/cm²である。ノズル径はφ6mmを用いた。図2に製造工程を図3に射出成形用金型を図4に金型Aによる成形体の形状を示す。



導電材料 → 混練 → 予備成形 → 射出成形

図2 射出成形体形状

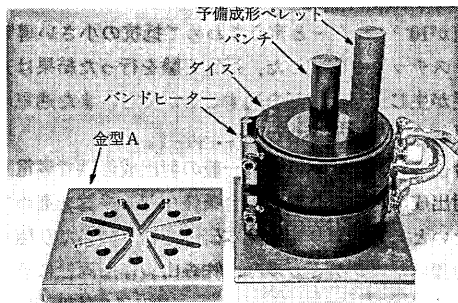


図3 エムクリアマスターペレット

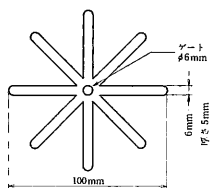


図4 射出成形用金型

表1 銅繊維配合率と抵抗値, 通電電流

試料 寸法 mm	繊維配合率 vol%	16	30	40
	抵抗値 mΩ		4.3	2.7
6×5 90ℓ	体積固有抵抗 Ωcm	1.3×10 ⁻⁴	8.1×10 ⁻⁵	7.6×10 ⁻⁵
	通電電流 A	9.55~9.50	9.50~9.48	9.46~9.45
3×3 110ℓ	抵抗値 mΩ	30.0	14.8	5.4
	体積固有抵抗 Ωcm	2.4×10 ⁻⁴	1.2×10 ⁻⁴	4.4×10 ⁻⁵
	通電電流 A	9.44~9.43	9.46~9.44	9.48~9.47

3. 実験結果

表1に銅繊維の配合率および成形体の抵抗値と通電電流値を示す。抵抗値の測定および通電実験にあたり測定誤差および接触抵抗を極力抑えるため成形体の端にφ2mmの穴を開け、銅のリード線のはんだ付けを行い、このリード線を介して行った。この模様を図5に示す。

通電による試料の温度上昇結果を図6に示す。

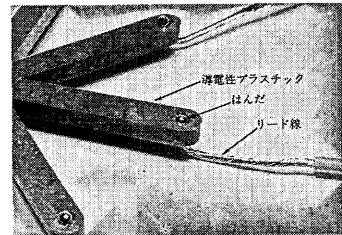
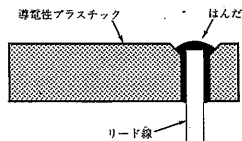


図5 リード線のはんだ付け

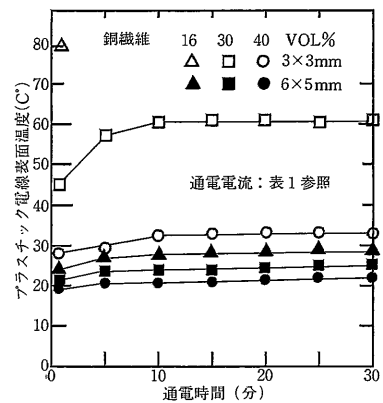


図6 通電発熱実験

研 究 速 報

銅繊維量

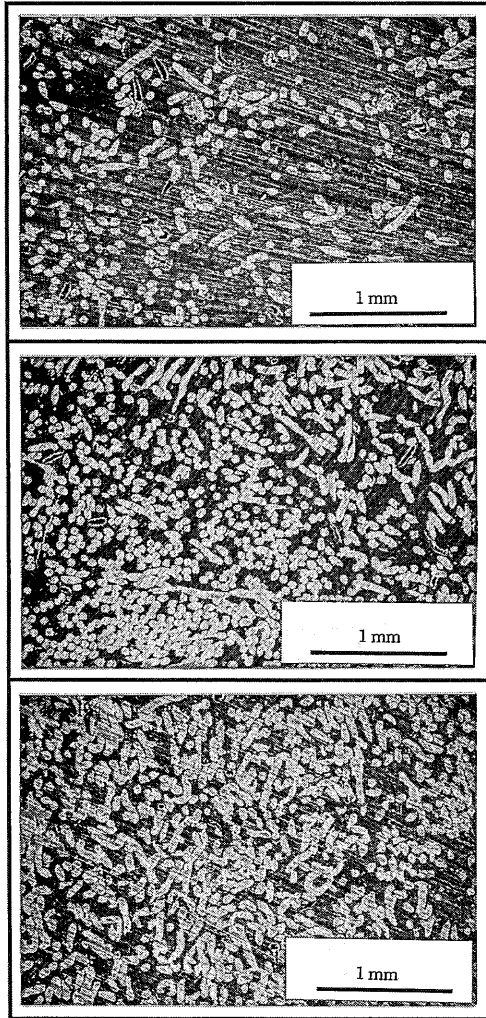


図 7 銅繊維分散状況

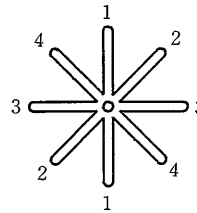
成形性の面では金型 A の成形体は銅繊維が 40vol.%でも均一に分散したが、金型 B では金型形状が細くなるに従い繊維が入りにくくなるため繊維量に差が生じた。また面圧 2 ton/cm²においても 2 mm 角より細い物は充填不足が生じ十分な成形ができなかった。

図 7 に射出成形体方向に直角断面の銅繊維分散状況の写真を示す。16vol.% では銅繊維の分散が不均一に見えるが、30vol.% 以上では均一化されている。

繊維混入量による射出成形限界調査では、金型 A をも

表 2 射出成形体の抵抗値のばらつき (5×6×90mm)(mΩ)

測定端子 \ 銅繊維	16vol%	30vol%	40vol%
1-1	4.7	2.8	2.0
2-2	7.0	3.0	1.7
3-3	6.5	3.0	1.8
4-4	5.7	2.5	1.8
平均	6.0	2.8	1.8
体積固有抵抗 (Ω・cm)	2×10 ⁻⁴	9.3×10 ⁻⁵	6×10 ⁻⁵



ちいて銅繊維 50vol.% では面圧 2 ton/cm² で成形が可能であったが、射出成形された試料は脆く壊れやすかった。

表 2 に射出成形体の抵抗値のばらつき結果を示す。金型 A の 6×5 mm の断面形状では多量に繊維を混入しても均一に繊維が分散している結果が得られた。

4. お わ り に

本研究はある程度の電流が流せる導電回路を導電性プラスチックの射出成形により作成することを目的とし、市販の導電材料を使用して射出成形実験を行い体積固有抵抗が 10⁻⁵ オーダーと聞きわめて抵抗の小さい導電性プラスチックを作成した。通電実験を行った結果は充填不足が生じ十分な電気を通すことができ、また通電による試料の劣化は生じなかった。

今後は実用化に向けて、一般の射出成形機で導電回路を射出成形可能な材料の配合条件などの検討を進めていきたいと考えております。本研究を行うにあたり種々ご協力頂いた東芝ケミカル㈱、(株)森山製作所㈱に感謝致します。
(1991年 8月12日受理)

参 考 文 献

- 1) 中川, 柳沢, 小山, 鈴木; 工業材料, vol. 30 no. 10 1982-10, 17-24
- 2) 野口, 中川; 成形加工'91, p. 245 (1991)
- 3) 岩瀬; 成形加工 Vol. 2, No. 5, p. 378-384, 1990
- 4) 小池; 合成樹脂 Vol. 33, No. 10, p. 22-25, 1987