

K1-3

燃料電池カーボンセパレータの押し出し加工を用いた製造に関する研究

A Study on using extrusion manufacturing of Carbon Fuel Cell Separator

笠原祐斗¹, 星野倫彦²

Yuto Kasahara, Michihiko Hoshino

Fuel cells are attracting as more environmentally friendly. However, fuel cells are expensive to manufacture. The aim of this study is to reduce manufacturing cost by proposing new extrusion method with high productivity. In this experiment, a separator part is extruded using a material mixed with carbon powder and resin which is an actual material. The evaluation points are the vertical displacement of the work-piece and the electric resistance. As a result, increasing the proportion of carbon reduces the resistance regardless of formability. It is also found that the formability improves as the particle diameter of the carbon powder becomes smaller. Furthermore, it is found that the better die ability can be obtained in case of the less friction with the upper mold and the more smoothly the inclination of the inlet.

1. 緒言

昨今地球温暖化や環境汚染が問題となっており,よりクリーンなエネルギーが必要とされている.そこで本研究では次世代の発電装置として燃料電池に着目する.燃料電池の構成要素であるカーボンセパレータは通常圧縮成形で製造されているが,連続的な成形が可能な押し出し加工で製造することにより,低コストかつ多品種に対応することを試みる.

押し出し加工にて成形するセパレータ部の上下面には直交した突起を配置し,その寸法精度を測定して所要の要件を満たすことができるかを調べる.また,実際に燃料電池に使用されている燃料電池の働きに必要な電気抵抗を測定し,これも所要の仕様を満たすか調べ.提案する新プロセスの抑制を報告する.

2. 上下面直行溝付き押し出し加工工程及び装置

本研究におけるセパレータは上下面に互いに直交する溝を有しており,それを Fig.1 に示す.セパレータ各部の名称としてそれぞれを上突起,下突起,突起が無い部位を基材部と定義する.それぞれを評価するために上突起高さ h_1 ,下突起高さ h_2 ,基材部厚さ t は 1[mm],幅は 17[mm]とした.

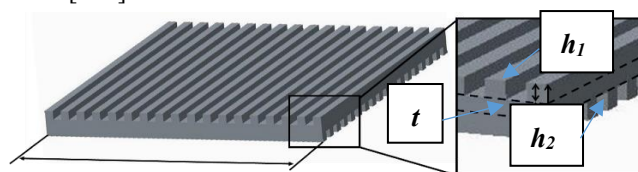


Fig.1 Schematic of product dimension

また従来の研究結果¹⁾より下突起部は十分な成形性が取れた為,上突起部のみ測定をしていく物とする.

本実験で使用する装置概要図を Fig.2 に示す.

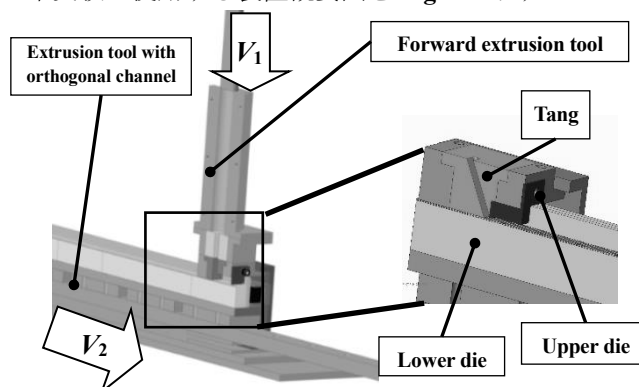


Fig.2 Experimental apparatus of new extrusion

3. 実験条件及び製品評価方法

3.1 実験条件

Fig.2 に示したように V_1 が下方向へ押し出し装置のパンチ速度 V_2 が下型の移動速度とし速度比 R_V を

$$R_V = V_2 / V_1 = A_2 / A_1 [-] \quad (1)$$

とし,理論速度比 R_{Vth} は連続の式より,押し出し比 $R_V = 11.5[-]$ になることが分かっているため¹⁾これ以下の値を使う物とする.

材料として常温硬化のウレタンゴムをバインダとして用い,これに炭素粉末を混合した材料を使用し,製品の押し出し実験を行う.実験条件は炭素含有量割合を 50~65[mass%],速度比を 11.5[-]とし,また使用した炭素粉末は 100[μm] : 10[μm] を 9 : 1 に混合した物と 5[μm]を使用する.上型への流入口部に流動を良くするために R を付けた物を $R=6,8,10$ にし,更に上型突起部の長さを $B=1,2,3$ [mm]を使用する.

3.2 評価方法

製品寸法の測定部位は,製品幅方向に上部をレーザ

変位計にて測定し、上下の突起部と溝部の高低差から突起部の高さを求め成形の評価を行う。

また電気抵抗値の測定に関しては上下とも突起の無い基材部の電気抵抗値を各突起部間で測定し、その平均値を本実験におけるセパレータの電気抵抗値とする。更に表面の状態を顕微鏡にて撮影し、評価を行う。

4. 実験結果

4.1 製品寸法評価及び考察

炭素粉末 100[μm],10[μm]で含有量 C=55%で流入口部の R6 で固定し上突起部長さを B=1~3[mm]の上型で成形した製品の寸法結果を次の Fig.3(a),(b),(c)に示す。

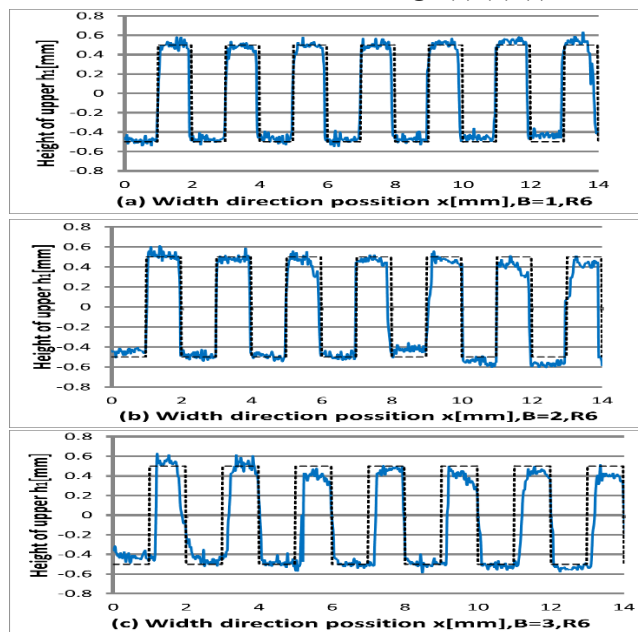


Fig.3 Extruded product

この結果より B=1,2[mm]の時に比べて B=3[mm]の時は成形性が悪く欠落していることが分かる。これは被加工材-上型間の摩擦が大きくなったからであると考えられ、これによって上型突起部長さは小さいほど良い成形が行われると考える。また最もこの中で成形が良い B=1[mm]に固定をし、流入口部を R10,R8 で試した結果 R8 の場合は R6 と近い結果が出たが R10 の場合は Fig.4 となった。これは R が大きくなる事によって被加工材の流動が良くなる¹⁾が上型との圧力が低下し被加工材が充満しなかったからであると考えられる。

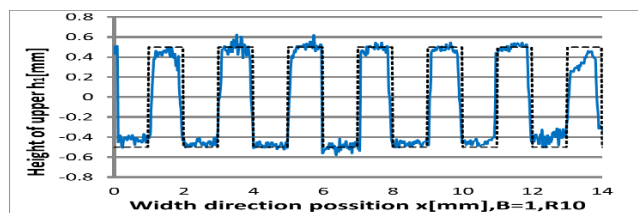


Fig.4 Extruded product

4.2 製品電気抵抗値評価及び考察

セパレータ基材部の電気抵抗値を突起部同士の区間

に合わせてテストを用いて測定した結果を Fig. 5 に示す。この結果より電気抵抗値は炭素粉末含有量割合が多いほど小さくなる事がわかる。また成形性によっては電気抵抗値の変化は無く、炭素量依存であり含有量が C=65[mass%]以上の場合に電気抵抗値が良好となる。

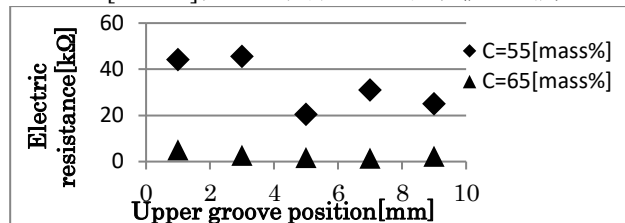
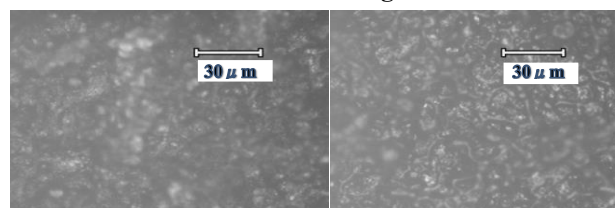


Fig.5 Electrical resistance measurement value

4.3 製品表面評価及び考察

製品表面を評価するにあたり炭素粉末と合成樹脂を炭素含有量 55[mass%]で混合したものを(a)とし、炭素含有量 65[mass%]混合したものを(b)とし、拡大率 20 倍の顕微鏡を用いて撮影をし、その上突起部を Fig.6 に示す。また Fig.3(a)を炭素粉末粒径を 5[μm]とした以外同条件で押出した成形性の結果を Fig.7 に示す。



(a) C=55[mass%] (b) C=65[mass%]

Fig.6 Micrograph upper protrusion

Fig.6 の製品表面に炭素の微粉末があるので、過去の研究で粒径の細かい炭素粉末の押し出し製品の相対密度が高かったことより、小さい粒径を使用した際成形性が良好になると考えられる。

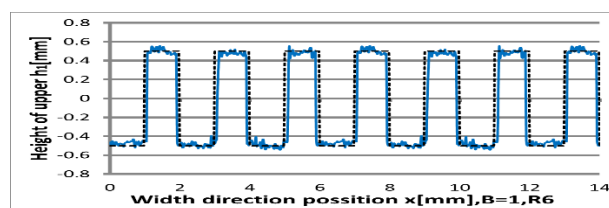


Fig.7 Extruded product

5. 結言

- 1) 被加工材流入部の R 径は R10 を超えると上型への圧力が小さくなり製品に欠落が生じた。
- 2) 上型突起部長さが小さい程成形性が良くなる。
- 3) 電気抵抗値は炭素含有量にのみ依存しており、炭素の割合が多くなると抵抗値が小さくなる。
- 4) 炭素粉末粒径が小さくなるほど被加工材の含有量割合が小さくなるが成形性が良好になる。

6. 参考文献

- [1] 廣瀬:平成 28 年度日本大学理工学部機械工学卒業研究報告書