

二液型接着剤の少量塗布時における混合比を安定化するデバイスの開発 (第1報)

西村太志*、鈴木貴行*

Development of a device to mix two component adhesive completely even in a small amount(I)

NISHIMURA Futoshi* and SUZUKI Takayuki*

二液型接着剤は塗布前に十分に混合する必要がある。スタティックミキサーを利用すると簡単に十分な混合が可能である。しかし、この中に残った接着剤は利用できず廃棄される。本研究では内部に残る接着剤の量を減らしたスタティックミキサーを開発することを目標にする。本報では3Dプリンタにより試作した作成したスタティックミキサーが十分強度を持つことを確かめ、接着性能を評価するため引張せん断試験を実施した。

1. はじめに

軽量化のため樹脂と金属のような異種材¹⁾を接合した製品では接着はとても有効な接合方法である。接着は面で接合できるので、スポット溶接²⁾やリベット³⁾と組み合わせると高剛性で高強度の部品ができる。このように接着の使用箇所や役割は増しているが、課題もある。たとえば構造用接着剤として用いられる二液型エポキシ系接着剤に注目すると、常温硬化という特徴があるが、塗布前の混合が不足すると接着不良の恐れがある。接着剤の混合にスタティックミキサー使用すると簡便かつ十分に混合できるが、ミキサー内に残った接着剤は利用できないので廃棄物が発生するという欠点もある。

本研究の目標は混合容積が小さく、かつ十分に混合できるスタティックミキサーを開発することである。本報では接着剤を定速度で押し出す電動ディスペンサを開発する。そして、3Dプリンタで試作するミキサーが十分な強度を持つことを検証する。また、接着性能を評価するため、引張せん断試験を行う。

2. 結果および考察

2.1 電動ディスペンサ

図1に開発した電動ディスペンサを示す。ステッピングモータで駆動する市販の直道レールをマイコンで制御し、直道レールのステージにはピストンが取り付けられている。スタティックミキサーを装着した接着剤カートリッジをピストンで押し出すと、主剤と硬化剤がスタティックミキサー内で混合され先端から出てくる。ピストンの押し速度は0.1、0.2、0.3、0.4、0.5mm/secの任意に設定できる。カートリッジの取付部にはロードセルが設置されており、カートリッジがピストンに押される力を計測できる。

0.5mm/sec でエポキシ接着剤 (Scotch-Weld DP-190)



図1 電動ディスペンサ

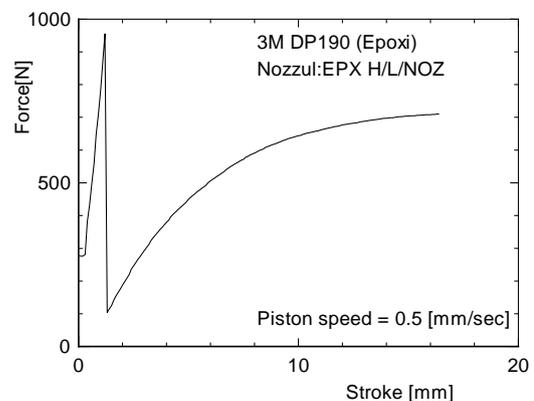


図2 接着剤押し出し力測定

を押し出す力の変化を図2に示す。ストロークが1mmでいったん大きな力(約1000N)が現れたのち、曲線的に増加し、一定値(700N)に収束している。

2.2 3Dプリンタによる試作

図3に市販品と3Dプリンタで複製したスタティックミキサーを示す。複製に使う3DプリンタはHP製Jet Fusion 540、材料はPA12(粉末)である。スタティックミキサーを取り付けたカートリッジをインストロン製万能試験機5985型で押し、ピストンに作用する力を測定する。この結果を図4に示す。図にはピストン速度を0.1~0.5mm/secに変えたときの力をそれぞれ示してい

* 次世代技術部

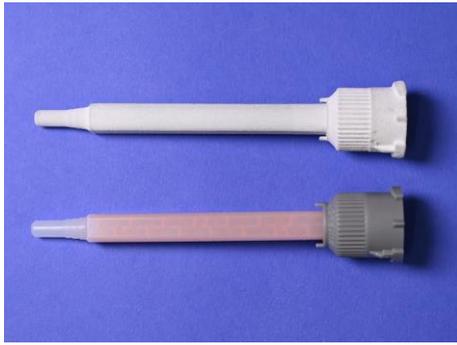


図3 3Dプリンタ造形品 (上)

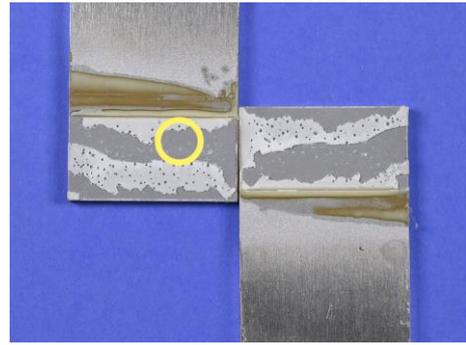


図5 破断面の観察

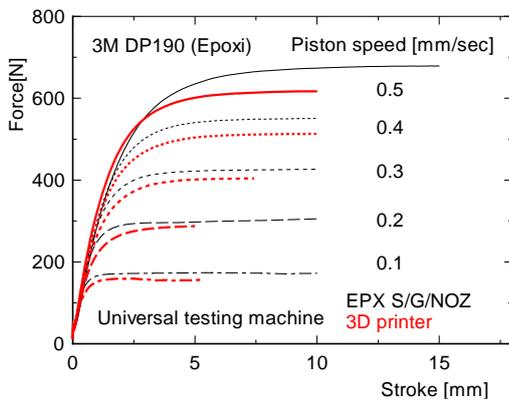


図4 接着剤押出力測定

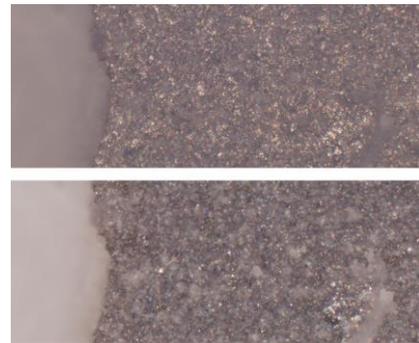


図6 偏光顕微鏡による観察

る。速度 0.5mm/sec の純正品では 0 から 2mm までは直線的にピストン力は増加し、それ以降は一定値 (約 700N) に収束していく。複製品も 0 から 2mm までは直線的に増加し、その後一定値 (約 600N) になっている。速度を遅くすると一定値はそれぞれ低くなるが、市販品も複製品も同様の傾向になっている。一般的に 3D プリンタによる造形物は積層造形されるので、力の作用する方向によっては破壊することがある。今回の速度範囲ではスタティックミキサーが破損することはないことを確認した。

2. 3 引張せん断試験

JIS⁴⁾や池上⁵⁾に基づいて引張せん断試験片を作成する。被着材は A6061 で長さ 100mm、幅 25mm、厚さ 3mm である。二枚の被着材を重なり 12.5mm、接着厚さ 0.3mm で接着している。この試験片を万能試験機で引張せん断試験を行うと約 16MPa で破壊する。

図 5 に破断面の写真を示す。この破断面は界面破壊のように見える。図 5 の○印をオリンパス製システム顕微鏡 BX60 で観察した結果を図 6 に示す。平行ニコルで観察 (上) すると金属素地が露出しているように見えるが、クロスニコルで観察 (下) するとわずかに金属表面に接着剤が残っていて、薄層凝集破壊を起こしていることが判明した。

3. まとめ

本研究のまとめを示す。

- (1) 接着剤を一定速度で押し出すことができる電動ディスペンサを開発した。
- (2) 3D プリンタで試作したスタティックミキサーは十分な強度を持つ。
- (3) 引張せん断試験で薄層凝集破壊を確認した。

【謝 辞】

本研究を実施するにあたり、国立研究開発法人産業技術総合研究所ナノ材料研究部門接着界面グループ秋山陽久グループ長から接着試験に関して丁寧な指導を受けました。厚く御礼申し上げます。

【参考文献】

- 1) 原賀康介, 佐藤千明, 自動車軽量化のための接着接合入門, 日刊工業新聞社, 2015
- 2) 堀重之, 自動車の走行性能と構造, グランプリ出版, 2021
- 3) 日本航空技術協会編, 航空工学講座 第4巻 航空機材料, 2004
- 4) JIS K6850:1999 接着剤-剛性被着材の引張せん断接着強さ試験方法
- 5) 池上 昶三ら, 日本機械学会論文集 (A 編) Vol.63, No.608, pp830-837, 1997