

熱溶解積層法により造形されたポリ乳酸の 機械的特性に及ぼす造形速度と積層方向の影響

Effect of Modeling Rate and Lamination Direction on the Mechanical Properties of Poly(lactic acid) Formed by Fused Deposition Molding

板倉 浩樹¹⁾
指導教員 坂口 雅人¹⁾

1) サレジオ高等専門学校 機械電子工学科 複合材料構造研究室

キーワード：ポリ乳酸 熱溶解積層方式 3D プリンター

1. 緒言

現在プラスチックスの廃棄が問題視されています。そこで生分解性プラスチックであるポリ乳酸(PLA)が注目されている。ポリ乳酸とは、トウモロコシ等から生成される植物由来のプラスチックである。ポリ乳酸は植物由来のため、水に反応して分解する加水分解が可能である。更に、燃焼時に排出する二酸化炭素の量が少ないとから、地球温暖化問題においても注目されている。状來のプラスチックである ABS 樹脂とポリ乳酸を比較すると、耐久性、耐熱性が低く後加工にも不向きである。しかし、熱収縮性が低く、溶解時の匂いが薄いという特徴がある。この特性を生かすため、プラスチックを高速で溶解し印刷する熱溶解積層方式 3D プリンター(FDM)との併用を考えられた。熱溶解積層方式 3D プリンターとは、スライスされた層を熱溶解積層方式(FDM)という、ノズルから熱で溶かした素材を積層する方式で 1 層づつ重ねて、モデルを製作する機械である。FDM3D プリンターとの併用目的は開発時間の短縮・試作コスト の削減として使用されているため、開発時間の短縮という面より高速化する事が求められている。過去の研究では、FDM3D プリンターの高速印刷により射出されるポリ乳酸の変化を記録すると、造形速度 232 mm/s 以降射出される PLA フィラメントの形状が変化した[1]。本研究の目的は、造形速度を上げた際に造形物の形状にどのような変化が発生するか記録し、ポリ乳酸を形状を保ったまま高速で造形す

る方法を、熱溶解積層 3D プリンターを用いて検討することである。

2. 試験片造形

FDM3D プリンター(Flash forge 社 Guider II)を用いて試験片を造形した。設定は充填率 100 %、ノズル温度:220 °C、ベッド温度:60 °C として、150 mm × 10 mm × 4 mm の直方体を積層方向とエクストルーダー速度を変えた造形の影響を見るため。 $[\pm 45]_{11}$, $[0/90]_{11}$ の試験片を 4 本づつ、それぞれ 30 mm/s, 60 mm/s, 120 mm/s, 200 mm/s で造形した。本研究で用いたフィラメントは、武藤工業株式会社製 1.75mm の PLA(MAGIX PLA 17)を使用した。また、今回使用する FDM3D プリンターの造形速度の上限が 200mm/s のため、速度を向上のため、G コードを編集した。

3. 実験方法

万能試験機（島津製作所：卓上精密万能試験機）を用いて引っ張り試験をおこなった。設定は、サンプリング周波数を 10Hz、引っ張り速度 0.5mm/min でおこなった。

4. 実験結果

図1は積層方向₁[0/90]₁₁の試験片を、エクストルーダー速度を60 mm/s, 200 mm/sで造形した試験片の比較画像である。これよりFDM(熱溶解積層)3Dプリンターを用いて積層方向とエクストルーダー速度を変えた影響を見ることができた。造形の影響を見ると、[±45]₁₁で造形した試験片は高速化した結果は、造形に欠けが無く、射出されたPLAがブレなく積層されており変化はなかった。しかし図1より、200 mm/sで造形した試験片は平均速度である60 mm/sの試験片と比較すると、形状に変化はないが、射出されたPLAが歪んで積層され内部に隙間が発生していた。また、図2,3よりデジタル引張試験機から得られた応力-ひずみ曲線を見ると[0/90]₁₁の試験片群に対し、[±45]₁₁で積層した試験片の方が速度の影響が少ないのでないかと考えた。また、図4を見ると一部が折れるのではなく、引き抜かれたように一部が剥がれていることから、造形時に直線距離が伸びる程強度が下がるのではないかと推測した。

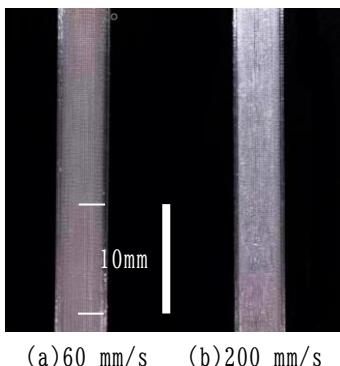


図1 [0/90]₁₁速度を変化させた試験片

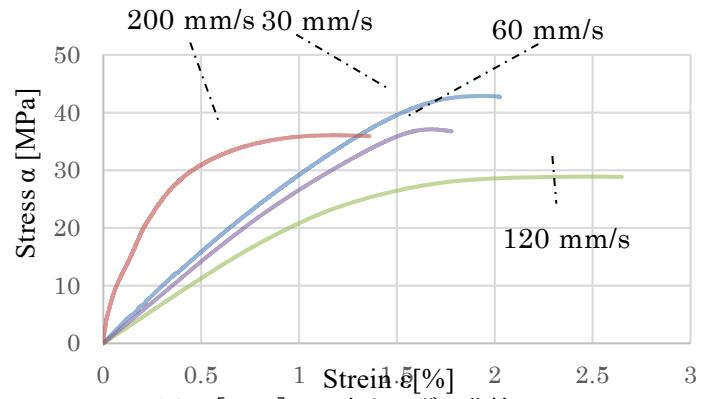


図2 [±45]₁₁の応力ひずみ曲線

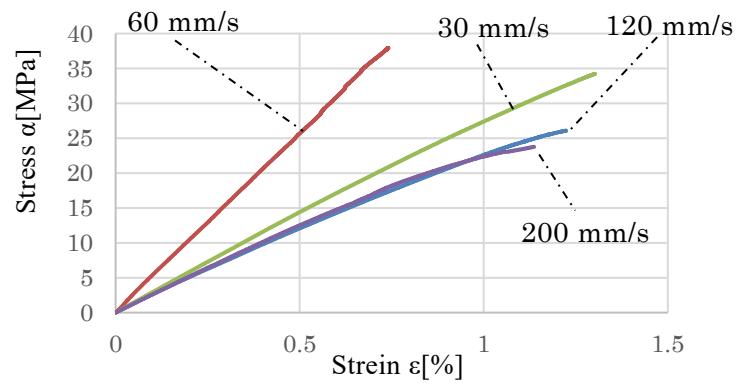


図3 [0/90]₁₁の応力ひずみ曲線



図4 破断した 200 mm/s [0/90]₁₁の試験片

5. 結言

造形速度を上げると200 mm/sで[0/90]₁₁の試験片は造形に影響が出ることがわかった。また、[0/90]₁₁の試験片がひずみが低く応力にバラつきがあるのに対して[±45]₁₁の試験片は、[0/90]₁₁の結果よりひずみが高く、比較的応力が一定結果のが得られた。

文献

- (1) Shahriar Bakrani Balani, France Chabert, Valérie Nassiet, Arthur Cantarel, "Influence of printing parameters on the stability of deposited beads in fused filament fabrication of poly(lactic acid)" (2018), pp.18–20.