

金属積層造形材の被削性評価（第1報）

—金属積層造形材の機械的特性評価—
丹羽孝晴*、加賀忠士**

Machinability evaluation of metal additive manufactured materials (I)
- Evaluation of mechanical properties of metal additive manufactured materials -
NIWA Takaharu* and KAGA Tadashi**

金属積層造形は従来の製造工程とは異なる製法であるため、従来とは異なる機械的特性であることは知られている。機械的特性は切削条件に影響を与えるため、従来の材料と金属積層造形で作製された材料の機械的特性の違いを把握することは重要である。そこで、金属積層造形で作製された SUS316L について、硬さ・引張強度について調査し、JIS 規格で規定されている値と比較した。硬さについてはビッカース硬さで HV200 程度であり、引張強度については積層方向と平行な方向で約 556N/mm²、積層方向と垂直な方向で約 657N/mm² と積層方向によって異なる値となっていることが確認できた。

1 はじめに

金属積層造形とは、製品の CAD データをもとにして、電子ビームやファイバーレーザー等により必要な部分の金属粉末を溶解し積み重ねて 3 次元の造形物を作る技術のことで、その技術を用いた装置は金属 3D プリンタと呼ばれている。

金属積層造形は自由な形状の製品を作れる、設計から試作品製作までの時間の短縮につながる等のメリットがあるため、既にジェットエンジン用部品や産業用ガスタービン燃焼器、自動車部品の一部等に利用されている。そのため、製品の仕様に合った材料の硬さや引張強度などの機械的特性をもつ新たな材料の開発を目的とした金属の混合粉末の研究や、トポロジー最適化を利用した新しい設計手法の研究が進められてきている。

岐阜県の地場産業の一つであるプラスチック産業の製品製造では、その成形加工において金型が必要である。近年、金型製造においても金属積層造形の需要が高くなってきている。金属積層造形を導入することによって、従来の切削加工だけではできない形状の金型製作や、冷却機構の経路を自由に作製できることで、複雑形状の製品や最適な冷却方法による冷却時間の短縮が可能となり、品質の向上やコスト低下が期待されている。

しかしながら、金属積層造形装置の導入コストが高い、自社の製品に活用できるかの判断ができない、既存の設備の減価償却ができない恐れから、装置の導入が進んでいないのが現状である。

また、金属積層造形は設計モデルがあれば製品形状を製作することができるが、その特徴的な外観や精度の影響などから、仕上げ加工が必要となる。金属積層造形で作られた材料は、従来の塑性加工材料と同じ化学成分であっても機械的特性が異なることが報告されており¹⁾、

仕上げ加工の一つである切削加工においても金属積層造形材特有の課題が想定される。

本研究では、金属積層造形材料における最適な切削条件を把握することを目的とし、今年度は金属積層造形で製作された試料の機械的特性などについて調査した。

2 試験

2.1 試料

本研究では 100 mm×60 mm×3 mm の板形状で、パウダーベッド方式の金属積層造形装置(HBD 社製 HBD-150)で図 1 に示すとおり 60 mm の高さに積層し製作された SUS316L の金属積層造形材を用いた。

2.2 硬さ試験

ビッカース硬さにより評価を行うこととし、ビッカース硬さ試験機((株)アカシ製 AVK-CO)を用いた試験力 98 N、保持時間 10 s の条件により測定した。

2.3 引張試験

試験片の形状は JIS Z 2241 に記載されている 14B 号試験片とし、図 2 に示すとおり積層方向に対して垂直方向に切り出した試験片 Y と、積層方向に対して平行方向に切り出した試験片 Z を用いて、引張強度と突き合わせ伸びをそれぞれ 2 本ずつ測定した。試験は万能試験機((株)島津製作所製 AG-IS 100kN)を使用し、試験速度

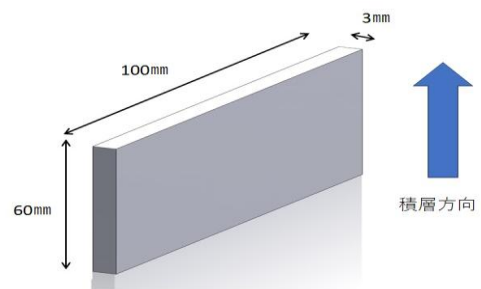


図 1 試料の形状

* 技術支援部

** 機械部

は3 mm/sとした。

2.4 表面観察

試料表面の二次電子像を、フィールドエミッション電子プローブマイクロアナライザ(日本電子(株)製 JXA-8530F)を使用し、観察をした。また、試料表面の算術平均粗さ(Ra)と最大高さ粗さ(Rz)を、表面粗さ測定機(アメテック(株)製 フォームタリサーフ PGINOVUS)を使用し、試験速度は0.2 mm/sの条件で測定した。

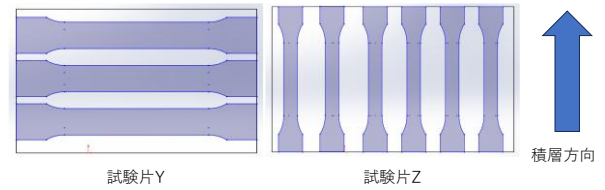


図2 引張試験片の切り出し方向

3 試験結果

3.1 硬さ試験

ビッカース硬さを測定したところHV208(10回測定の平均値)となり、JIS G 4303に規定されている SUS316L の規格値(HV200 以下)より若干ではあるが大きい数値を示した。

3.2 引張試験

引張試験の測定結果を表1に示す。JIS G 4303に規定されている SUS316L の規格を満たしている結果となった。試験片Zに比べ試験片Yのほうが、引張強度が約100 N/mm²大きく、伸びが18%小さくなっており、積層方向に対しての強度の違いを確認できた。

3.3 表面観察

試料表面の二次電子像を図3に示す。表面には40 μm程度の大きさの粒子がいくつか確認できた。これは、積層造形に用いられた粉末粒子であると推定した。次に表面粗さを測定したところRaは12.5 μm、Rzは93.0 μm(10回測定の平均値)であった。一般に切削による仕上げ加工のRaは6.3 μm以下、Rzは25 μm以下であることから、この表面に付着している粒子が金属積層造形材特有の表面粗さに影響を与えており、仕上げ加工が必要であることを確認できた。

表1 引張試験の測定結果

	引張強度	伸び
試験片 Y	662 N/mm ²	44%
試験片 Y	652 N/mm ²	44%
試験片 Z	556 N/mm ²	62%
試験片 Z	555 N/mm ²	62%
規格値	480 N/mm ² 以上	40%以上

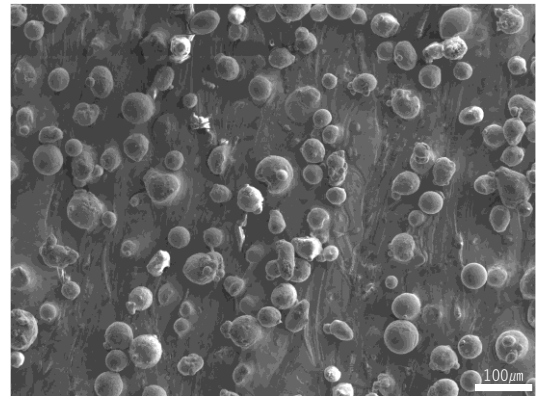


図3 二次電子像

4 まとめと今後の展望

金属積層造形で製作された SUS316L の機械的特性を調査したところ、硬さは若干ではあるが JIS G 4303 に規定されている SUS316L の規格よりも大きい値となった。引張試験については規格を満たす結果となった。また、引張強度は積層方向と同じ方向に対して荷重をかけるより積層方向に対して垂直方向に荷重をかけたほうが、引張強度が大きく、伸びが小さいという違いがあることが分かった。一方、金属積層造形材の表面には製作に使用した粉末粒子が残っており、製品形状を満たすため除去加工が必要であることが確認できた。

今後は得られた知見をもとにして加工実験を行い、金属積層造形材の被削性評価をする予定である。

【参考文献】

- 1) 豊川良平ら,長野県工技センター研報 No.17, M42-M45,2022