

# 3Dプリンタ造形物と鋳造による接合技術の開発

機械金属部 ○谷内大世 鷹合滋樹 高野昌宏 吉田勇太

## 1. 目的

3Dプリンタは、複雑な形状物が造形できるという利点があるものの、使用できる材質や造形寸法に制限があるため、その活用は限定的である。本研究では、3D積層造形技術と鋳造技術の複合による、新たな造形手法について検討した。これは、砂型中に金属3Dプリンタで造形した複雑造形物をセットしてから溶けた金属を流し込み、一体化する手法である。これにより製品の大型化や高機能化が達成でき、新たな高付加価値製品の開発への応用が期待される。そこで本報告では、造形物の接合面形状が鋳造接合強度に及ぼす影響について検討した。

## 2. 内容

### 2.1 造形物の接合方法

造形物と鋳造品の接合方法は、面接合と鋳ぐるみ接合の2種類を行った。なお、両接合で用いた造形物の材質は、マルエージング鋼(低炭素合金鋼)である。

#### (1) 面接合

3Dプリンタで造形した試験片の外観写真を図1に示す。接合は、平面をもつブロック形状に加えて、複雑形状の造形が可能な3Dプリンタの特徴を活かした剣山形状の試験片の2種類を準備した。なお、剣山形状では試験片高さを20mmに固定し、針高さを1, 3, 5mmの3種類とした。

#### (2) 鋳ぐるみ接合

鋳ぐるみ接合の試験片は、冷却水路を想定して外径10mm×内径6mm×長さ50mmのパイプ形状とした。

### 2.2 接合実験

図2に面接合および鋳ぐるみ接合の模式図を示す。各造形物は手込めで作製した生砂型内へ予熱せずに約20℃で設置した。なお、設置した造形物は、造形のまま(未処理)と3%塩酸水溶液により酸洗浄してスケール除去したものの2種類を準備した。なお、溶湯金属はJIS AC4CHを用い、約740℃で溶解して注湯した。

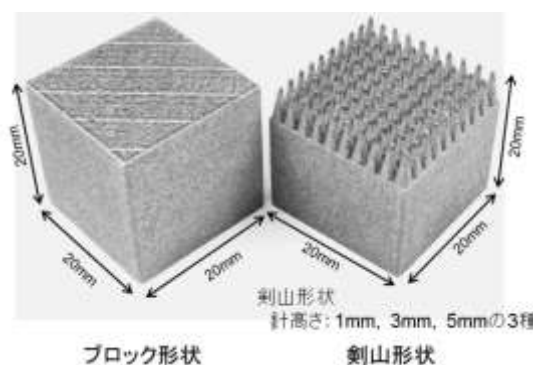


図1 面接合に用いた3Dプリンタ造形試験片の外観

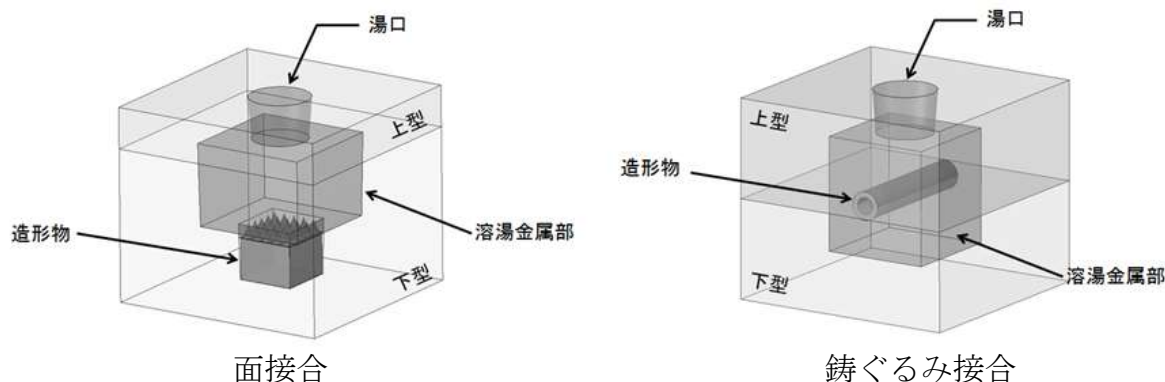


図2 接合の模式図

## 2.3 接合試験片の評価

### (1) 接合部界面状態

造形物の表面状態が未処理の場合は、スケールの影響により溶湯が濡れずに接合されなかったが、酸洗浄することで接合が可能となった。この結果から、全ての試験片において酸洗浄を行い、接合できることを確認した。この手法で接合させる場合は、前処理として造形物のスケール除去が必須となることがわかった。

図3に面接合試験片における接合界面の観察写真を示す。ブロック形状・酸洗浄は、欠陥が見られず、接合している様子が観察された。次に、3Dプリンタの特徴を活かした剣山形状の場合は、図中の矢印のとおり、谷底部に湯回り不良が見られた。特に、針高さが高くなるにつれ、湯回り不良の発生が多くなった。造形物温度が常温であるため、注がれた溶湯は急冷されて谷底部まで湯が入らなかったと推察される。そのため、造形物を予熱する必要があるが、予熱温度によっては、表面にスケールが生成するため、造形物の大きさに対する溶湯の熱容量を考慮する必要がある。

鑄ぐるみ接合では、図4に示したとおり造形物との界面に欠陥は発生せず、良好な接合状態が得られた。

### (2) 接合強度

面接合試験片の強度を調べるために引張試験を行った。その結果を表1に示す。ブロック形状・酸洗浄は接合強度が弱く、試験機に取付ける際に破断した。また、針山形状では、アンカー効果によって機械的に接合しており、針高さが高い(接合面積が大きい)ほど接合強度は高くなった。

## 3. まとめ

金属3Dプリンタ造形物と溶湯金属との接合について検討した。その結果、接合体を得るためには、造形物の酸洗浄が必要であることが明らかになった。また、接合面の状態は、剣山等の凹凸を付けることでアンカー効果が得られ、接合強度が向上した。しかし、構造物として十分な接合強度は得られておらず、溶湯の熱容量を考慮した検討が必要である。なお、鑄ぐるみ接合では、造形物との界面で欠陥を生じておらず、良好な接合体が得られた。

これらの結果から、3Dプリンタ造形物と鑄造の組み合わせが可能であり、積層造形の長所を活かした高付加価値製品の作製が期待できる。

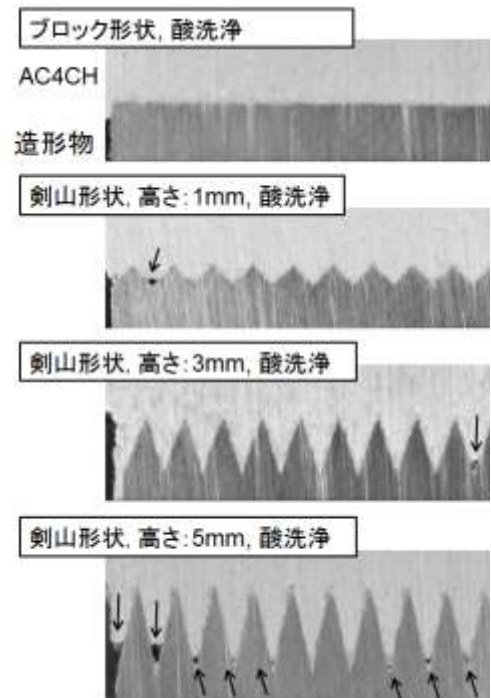


図3 面接合試験片の接合界面

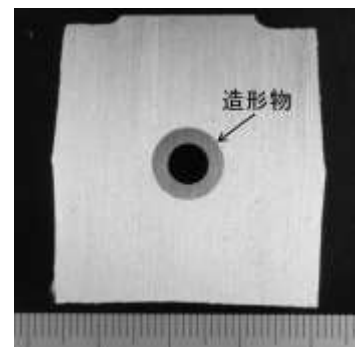


図4 鑄ぐるみ接合試験片の断面

表1 面接合試験片の接合強度

造形物の状態	接合強度 [MPa]
ブロック形状 未処理	—
ブロック形状 酸洗浄	取付け時に 破断
剣山形状, 高さ1mm 酸洗浄	0.5
剣山形状, 高さ3mm 酸洗浄	19.0
剣山形状, 高さ5mm 酸洗浄	32.0