The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	フラン自硬性鋳型の積層造形
Author(s)	富田, 祐輔
Citation	大阪大学, 2020, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/76546
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

様式３

論　文　内　容　の　要　旨

氏　名　（　富田　祐輔　）	
論文題名	フラン自硬性鋳型の積層造形

論文内容の要旨

鋳造用砂型の積層造形は，多品種生産への期待が大きいプロセスである．中でも砂に対してフラン樹脂を選択的に印刷して硬化させる積層造形は，プリントヘッドやワークスペースを大型化しやすいことから特に生産性が高い．本研究では，積層造形により製造した砂型の強度がどのように発現するかを明らかにするため，強度に及ぼす砂型のかさ密度の影響，樹脂添加量の影響，積層ピッチの影響について明確化した．さらに，少量の樹脂添加で高強度の砂型を得るため溶融法人工砂を用いた積層造形プロセスを開発することも目的とした．さらに，本研究では積層造形砂型の具体的な応用先として有望なステンレス鋳鋼製品の製造技術の確立についても目的とした．

第１章では，本研究の目的について明確化した．

第２章では，積層造形砂型を用いた鋳造法の現状とこれまでの研究について調査するとともに，フラン自硬性鋳型の現状とこれまでの研究について調査を行った．

第３章では，積層造形砂型のかさ密度と強度の関係について調査した．積層造形砂型におけるかさ密度のばらつきを調査するとともに，強度に及ぼすかさ密度の影響についてその原因を明らかにした．砂型は，かさ密度が高いほど高強度となることが明らかとなった．砂型の強度は砂の充填率もしくはかさ密度の二次関数となることを明らかにした．

第４章では，積層造形砂型の積層ピッチと強度の関係を調査した．各積層ピッチで作製された砂型について，充填率の影響を除いて強度の比較を行った．その結果として，0.6mm以下の積層ピッチでは，強度の低下なく砂型を作製することができることを明らかにした．加えて，積層造形砂型の樹脂添加量と強度の関係について調査し，砂型の強度は樹脂と砂の結合面積に比例することから，砂型の強度は樹脂添加量の0.57乗の関数で表されることを明らかにした．本章で用いた焼結法人工砂の砂型の場合には強熱減量に換算しておよそ0.55%の樹脂が砂同士の結合に使用されていないと示唆された．

第５章では，これまで難しいとされていた溶融法人工砂を用いた積層造形について，その製造技術を確立した．溶融法人工砂を用いた積層造形では，添加した液体の酸硬化剤が砂粒間で粗大なネッキングを形成しやすく，これによって砂粒が凝集し，積層造形に適用するのが難しいことを明らかとした．本章では用いる砂の平均粒径を増すことで砂の流動力が凝集力に勝ることを見出した．溶融法人工砂を用いた積層造形では，焼結法人工砂を用いた場合よりも高強度の砂型を得ることができることが明らかとなった．

第６章では，積層造形砂型を用いて，ステンレス鋳鋼品を健全に製造するプロセスを確立した．ステンレス鋳鋼品の鋳造に有機自硬性鋳型を用いると，溶鋼がその分解ガスを吸収することで粒界炭化物を生成し耐食性が劣ることが知られている．本章では3種類の自硬性鋳型を用いて鋳造した際のステンレス鋳鋼品の組織を比較評価した．さらに粒界炭化物の生成に及ぼす砂型厚さの影響，塗型剤の影響について明らかにし，粒界炭化物を生成せずにステンレス鋳鋼品を製造可能な条件について明らかにした．

第７章では，本研究で得られた知見を総括した．

様式 7

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏　名　（　富田　祐輔　）			
論文審査担当者		（職）	氏　名
	主 査	教授	藤井　英俊
	副 査	教授	中野　貴由
	副 査	教授	麻　寧緒
	副 査	准教授	柳楽　知也

論文審査の結果の要旨

鋳造用砂型の積層造形は，多品種生産への期待が大きいプロセスである．中でも砂に対してフラン樹脂を選択的に印刷して硬化させる積層造形は，特に生産性が高い．本研究では，積層造形により製造した砂型の強度がどのように発現するかを明らかにするため，強度に及ぼす砂型のかさ密度の影響，樹脂添加量の影響，積層ピッチの影響について明確化している．さらに，少量の樹脂添加で高強度の砂型を得るため溶融法人工砂を用いた積層造形プロセスを開発し，応用先として有望なステンレス鋳鋼の製造技術を確立している．本研究で得られた知見を以下に総括する．

第１章では，本研究の目的について明確化している．

第２章では，積層造形砂型を用いた鋳造法の現状とこれまでの研究について調査するとともに，フラン自硬性鋳型の現状とこれまでの研究について調査を行っている．

第３章では，積層造形砂型のかさ密度と強度の関係について調査している．積層造形砂型におけるかさ密度のばらつきを調査するとともに，強度に及ぼすかさ密度の影響についてその原因を明らかにしている．砂型は，かさ密度が高いほど高強度となることを明らかにしている．砂型の強度は砂の充填率もしくはかさ密度の二次関数となることを明らかにしている．

第４章では，積層造形砂型の積層ピッチと強度の関係を調査している．各積層ピッチで作製された砂型について，充填率の影響を除いて強度の比較を行っている．その結果として，0.6mm 以下の積層ピッチでは，強度の低下なく砂型を作製することができることを明らかにしている．加えて，積層造形砂型の樹脂添加量と強度の関係について調査し，砂型の強度は樹脂添加量の 0.57 乗の関数で表されることを明らかにしている．本章で用いた焼結法人工砂の砂型の場合には強熱減量に換算しておよそ 0.55masss%の樹脂が砂同士の結合に使用されていないと示唆している．

第５章では，これまで難しいとされていた溶融法人工砂を用いた積層造形について，その製造技術を確立している．溶融法人工砂を用いた積層造形では，添加した液体の酸硬化剤が砂粒間で粗大なネッキングを形成しやすく，これによって砂粒が凝集し，積層造形に適用するのが難しいことを明らかとしている．本章では用いる砂の平均粒径を増すことで砂の流動力が凝集力に勝ることを見出している．溶融法人工砂を用いた積層造形では，焼結法人工砂を用いた場合よりも高強度の砂型を得ることができることが明らかにしている．

第６章では，積層造形砂型を用いて，ステンレス鋳鋼品を健全に製造するプロセスを確立している．ステンレス鋳鋼品の鋳造に有機自硬性鋳型を用いると，溶鋼がその分解ガスを吸収することで粒界炭化物を生成し耐食性が劣ることが知られている．本章では 3 種類の自硬性鋳型を用いて鋳造した際のステンレス鋳鋼品の組織を比較評価し，さらに粒界炭化物の生成に及ぼす砂型厚さの影響，塗型剤の影響について明らかにし，粒界炭化物を生成せずにステンレス鋳鋼品を製造可能な条件について明らかにしている．

第７章では，本研究で得られた知見を総括している．

以上のように、本論文はフラン自硬性鋳型の積層造形を理解する上で重要な知見を得ており，材料工学の発展に寄与するところが大きい．

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める．