

氏名 大石 郁

## 「論文審査結果の要旨」

大石 郁氏は、平成 10 年 3 月に長崎大学大学院修士課程を修了後、直ちに日之出水道機器(株)に入社し、品質保証部に在籍して経営スタッフとして、主に製品品質の向上にかかわる業務に従事した。平成 14 年 4 月に長崎大学生産科学研究科博士後期課程に入学し、現在に至っている。

同氏は、生産科学研究科においては物質科学を専攻して所定の単位を修得するとともに、溶融紡糸積層造形法(FSD法)の研究開発に従事し、その成果を平成 16 年 12 月に主論文「溶融金属積層造形法に関する基礎的研究」として完成させ、参考論文 4 編(うち審査付き論文 3 編)を添え長崎大学大学院生産科学研究科教授会に博士(工学)の学位を申請した。

長崎大学大学院生産科学研究科教授会は、平成 16 年 12 月 16 日の定例教授会において、論文内容の要旨を検討し、本論文を受理して差し支えないものと認め、上記の通り学位審査委員会を設置した。学位審査委員会は主査を中心に論文内容について慎重に審議し、公開論文発表会を行わせるとともに口頭による最終試験を行い、論文の審査および最終試験の結果を平成 17 年 2 月 17 日の生産科学研究科教授会に報告した。

近年、注目を集めている RP システムの一つである溶融金属積層造形法(FSD法)は、大規模な鑄造設備を要せず、高歩留りで、また 3 次元形状製品の作製時間が短時間で可能、高品質(均一材質、高強度)、自動化・システム化により取扱いに熟練を要しないなど、様々なメリットを有している。本論文では、主にアルミニウム合金を用いて、セラミックス容器の底部のノズル部から合金溶湯を流出落下させ、回転もしくは XYZ 方向に移動可能な基板上に積層、凝固させることにより、角筒形状、円柱および角柱、異材二重管ならびに実際に使用されている種々の金属部品を作製し、それら部品の作製条件を明らかにした。

大石氏は、まず、角筒形状、円柱および角柱形状の制御条件について調べ、肉厚は基板移動速度よりも、溶湯流出量に大きく依存すること、ならびに最適なノズル径の選択により溶湯流出量を調整することで肉厚は制御が可能であることを示した。また、層間に発生した固液共存域が流動限界液相率 0.3 の温度以上となることによって、固液共存域内の液相が流動し、液相の表面張力により滑らかな側表面をもつ角筒試料が得られることを示した。角柱形状においては、渦巻きパターンとジグザグパターンを複合した基板移動パターンにより平滑な側表面が得られること、水冷方式を導入することによって安定した形状と平滑な表面をもつ金属部品が得られ、FSD 法によって作製した金属部品は微細な等軸晶組織を持つため、金型鑄造材と比較して約 1.4 倍高い強度を持つことを示した。

また、融点の異なる合金(アルミニウム合金および銅合金)を用いて、異材間の接合処理を要しない異材二重管を作製し、形状制御条件および界面溶着条件を調べた。アルミニウム合金溶湯を銅合金円筒の外側に積層した場合、耐熱基板を用いることでアルミニウム合金/銅合金円筒界面に良好な接合界面が得られ、アルミニウム合金内の上下層間においても良好な接合界面が得られることを明らかにした。基板回転速度や溶湯過熱度などの種々のパラメータによる複雑な影響を整理するために、注湯後から凝固完了までの溶湯の放熱量  $q$  を導入し、異材二重管の表面状態は、放熱量  $q$  により整理できることを示した。

さらに、基本形状(円筒、角筒、円柱および角柱試料)の制御条件を応用して、実際に使用されて

いる種々の金属部品，すなわちタービンプレードなどにみられる内部に冷却用の連続した貫通孔をもつ部分や自動車エンジンのピストンなどの作製条件を調べた．角筒試料の作製条件に傾斜積層条件を組み合わせた基板の駆動パターンにより， 状の貫通孔と 状の貫通孔をもつ試料を作製できることを示した．

以上，本論文は，鋳型を用いることなく，3次元複雑形状を有する金属部品を迅速に作製するための新規な技術を開発するための基礎的な知見を明らかにしたものであり，学問的にも，また工業的にも意義深い．生産科学研究科教授会は，審査委員会の報告に基づき審議した結果，本論文は斯界の技術発展に貢献するところが大きく，博士（工学）の学位に値するものとして合格と判定した。