

# 凍結鑄型の小径中子への適用

機械金属部 ○藤井要 谷内大世  
産総研中部センター 多田周二

## 1. 目的

凍結鑄型とは、砂に少量の水分を加えた湿砂を凍結させることで固める砂型である。硬化のための樹脂を使用しないため、産業廃棄物の発生を抑制するうえで優れた利点を有する。開発は、1970年頃とされるがコストが高く凍結時間が長い等の理由により実用化にはいたらなかった。近年、型枠に充填した湿砂に冷気を通気させる装置が開発され、短時間、低コストで凍結鑄型の作製が可能となった。また、環境問題に対する認識の変化も加わり、鑄型製造プロセスとして再び注目が集まっている。

一方、鑄物の複雑形状化に伴い、鑄物に中空部を成形する目的で鑄型に組み込まれる中子の複雑形状化も進んでいる。中子は、鑄物外観を成形する主型とは異なり、熔融金属の凝固後に鑄物内部で囲まれ、鑄ぐるみ状態となるため砂の除去は困難となる。特に数十ミリ以下の中空部位を有する鑄物の成形に中子を利用する際、その除去に必要な作業の効率低下がしばしば問題視されている。凍結中子を用いれば、凍結水分の熔融により中子の自己崩壊が期待でき、除去効率の向上が考えられる。しかし、凍結中子を用いた複雑形状鑄物の成形事例の報告は少なく、その適用性は定かではない。そこで、本報告では凍結鑄型に組み込む小径の凍結中子を作製し鑄造実験を行うことで、その複雑形状への適用の可能性を検討した。

## 2. 内容

### 2.1 凍結装置の概要

凍結鑄型を作製する装置の概略図を図 1 に示す。装置を用いた鑄型作製の手順は以下の通りである。水を含ませた湿砂を型枠に充填する。型枠の底板にはベントホールを設けるなど通気が可能となるようにしておく。鑄型を $-40^{\circ}\text{C}$ 程度に保持した冷凍庫に入れ、型枠の底板部から減圧吸引すると差圧が発生し鑄型内に冷気が導入され鑄型が短時間で凍結、硬化する。図 2 は、工業試験場に設置した凍結装置である。図手前が湿砂を充填した型枠を載せ減圧吸引する装置であり、奥が減圧吸引する装置ごと保冷する冷凍庫である。

### 2.2 凍結鑄型の作製方法

中子を有する凍結鑄型を評価するため、図 3 の模式図に示すような円筒形状鑄物が 2 本鑄造できるような鑄型を作製した。寸法および形状は、長さを 40mm、肉厚を 3mm に固定し、外径を 10~24mm、中子により中空部となる内径を 4~18mm と変化させた円筒形状とした。湿砂は、三河珪砂 6 号に 5

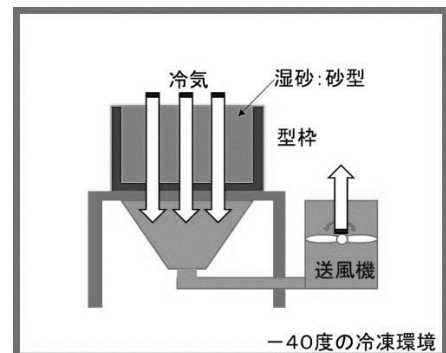


図 1 凍結装置の概略図



図 2 凍結鑄型装置

重量%の水のみを加え、混練機で混練し作製した。湿砂をケミカルウッドで作製した型枠に手込めで充填し、冷気通風を 15 分程度行い、凍結状態を確認した上で、型枠から抜型した。図 4 に作製した凍結鑄型を示す。写真は、上型、下型を組み合わせる前の状態であり、下型には別途凍結した棒状の直径の異なる中子 2 点を組み込んである。型の組み合わせは、手の熱で溶融しないように革手袋をするなど溶融に対する注意が必要であり、作業は冷凍庫内で十分冷却させたステンレス製のトレイの上で行った。

### 2.3 鑄造作業の評価

鑄造は、JIS規格AC4C合金材を溶解し、740℃の注湯温度で行った。図 5 に注湯直後の鑄型の様子を示す。注湯時に、鑄型との反応による爆発や著しい煙の発生といった安全性に関する不安や作業性を阻害するような現象は一切起こらなかった。また、鑄造後、数分程度で型の自己崩壊が始まった。さらに、中子の砂は、特別な作業を要することなく、極めて除去しやすい状態であった。

### 2.4 鑄物の評価

図 6 に作製した鑄物の外観の一例を示す。いずれの内外径寸法の円筒形状鑄物の成形にも成功し、湯周り不良や砂落ち等の外観上の目立った欠陥は見られなかった。また、注湯温度に対する影響を確かめるため、温度を 700℃から 780℃まで変化させて実験を行った。その結果、いずれの溶湯温度においても鑄物の作製は可能であり、今回実験の対象とした円筒形状の中空形状の鑄物に関しては、溶湯温度の影響による鑄造性への影響が少ないことがわかった。しかし、鑄物表面の粗さは粗く、気泡のようなクレーター状の形状を有していた。鑄物砂を 6 号から微細な 8 号に替えて、同様の鑄造実験を行ったが、鑄肌の改善は見られなかった。

## 3. 結果

肉厚が 3mm で内径 4~18mm までの小径中子を有する凍結鑄型を作製した。これらの鑄型を用いた鑄造では、780℃までの注湯温度で円筒形状鑄物の成形が可能であり、さらに中子の除去が容易であることを確認した。一方、鑄物砂の粒径を変化させることにより鑄物の表面粗さの改善はできなかったが、表面粗さを必要としない製品など、適用の範囲を見極め、普及に努めたい。

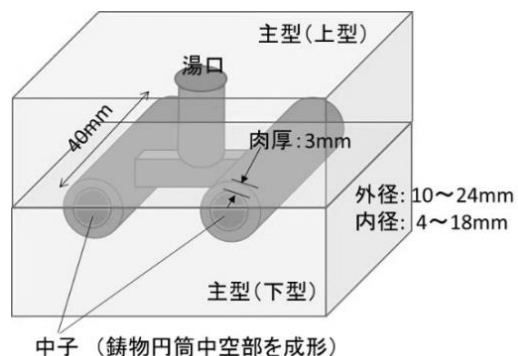


図 3 鑄型と鑄物の模式図

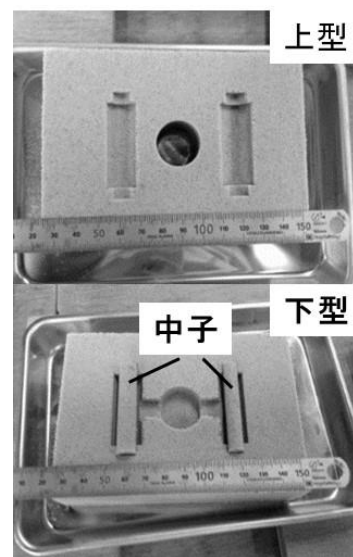


図 4 凍結鑄型



図 5 注湯直後の鑄型の様子



図 6 凍結鑄型による鑄物