

令和 3 年 8 月 6 日現在

機関番号：50101  
研究種目：奨励研究  
研究期間：2020～2020  
課題番号：20H00916  
研究課題名 鋳砂水分の適正量調整に関する研究

## 研究代表者

高橋 一英 (takahashi, kazuhide)

函館工業高等専門学校・技術教育支援センター・技術長

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 330,000円

研究成果の概要： 鋳造品の良否は、鋳砂の水分量が大きく影響する。1400 の溶解鋳鉄を鋳型に流し込めば、鋳砂水分が急激に蒸発、注湯鋳鉄を急冷させ鋳型内の冷却速度に影響するため、鋳鉄硬度を左右する。従来、鋳砂水分調整は週単位の自然乾燥を採用していたが、“熱風乾燥機で短時間に強制乾燥できる簡便な調整システムの構築”は、鋳砂水分調整の効率化、労力軽減、急激な凝固収縮による鋳巣発生を抑え、鋳物良品の歩留りを向上させた。

## 研究成果の学術的意義や社会的意義

鋳砂水分の適正量調整に関する研究の成果は、鋳造作業の省力化や鋳砂水分による鋳物硬度の簡単制御の可能性が期待される。鋳砂水分量は、鋳型内部の急冷期間における組織変態に大きく影響を与える。すなわち等温保持(TTT線図)の温度・保持時間に大きく関係しており、鋳砂水分量が多いと等温保持が不安定となり組織が硬化する。鋳砂水分の適正量調整方法の確立は、鋳砂水分の観点から鋳物硬度を間接的に制御する期待ができ、学術的に意義がある。

研究分野：鋳造

キーワード：鋳砂水分 鋳砂乾燥

## 1. 研究の目的

(1) 鑄造品の良否は、鑄砂の水分量が大きく影響する。1400 の溶解鑄鉄を鑄型に流し込めば、鑄砂水分が急激に蒸発、注湯鑄鉄を急冷させ鑄型内の冷却速度に影響するため、鑄鉄硬度 HRB を左右する。鑄砂水分量は、鑄型内部の急冷期間における組織変態に大きく影響を与えることから、等温保持(TTT 線図)の温度・保持時間に大きく関係しており、鑄砂水分量が多いと等温保持が不安定となり組織が硬化する。溶解鑄鉄を急冷させ鑄物硬度が上がれば、エンドミル破損、鑄巣の発生など歩留りが悪くなる。

(2) 通常の鑄砂水分調整は、サンドブレンダーで砂の固まりを粉碎した後、砂山をスコップで平面円形状に広げながら、じょうろで水を補給しているため、砂全体の水分分布にむらができる。水分の多いところは上述の悪影響のとおりである。水分調整は週単位の自然乾燥させる方法を採用している。ガスバーナーによる短時間の乾燥は、炎によるカーボン付着で砂が劣化するため不採用としている。また、鑄造実習の準備にも時間がかかり、作業的にも大きな労力を必要とする。このため、鑄砂水分調整を効率良く改善するには、水分が砂全体に満遍なく分布され、熱風乾燥機で短時間に強制乾燥できる、簡便な調整システムを構築する必要がある。なお、適正水分量の判定は、ふるいから砂が簡単に落ち、出来るだけ残らない状況とする。“鑄砂シャワーシステム”と“乾燥システム”を構築することで、「鑄砂の適正水分量を実現することが研究の目的である。」(図1)



図1 鑄砂シャワーシステムと乾燥システムの構築

## 2. 研究成果

### (1) 鑄砂シャワーシステム

密閉ハニカム噴霧 BOX\_b500×w650×h70mm (ハニカムは、水を分流して細流させる目的で2台内臓)に、Fiber Laser 加工機 (切断幅 60 μm) で、アルミ板 t1.5mm に無数の穴 (穴直径 0.5mm は比較実験により決定) を等間隔にあける。(噴霧 BOX 底部の穴径を 0.5mm、方形間隔 8mm) 穴のあいたアルミ板をハニカム下部に取り付け、その他の面はアルミ板を防水テープで取り囲み密閉する。水道ホースを接続して、水道圧力による噴霧を可能にする。ハニカムを支える架台のアルミ支柱にはキャスターを取り付け、移動仕様にする。“鑄砂シャワーシステム”を製作して砂山に設置する。外形寸法は、密閉ハニカム噴霧 BOX : b500×w650×h70mm、シャワーシステム架台 : b600×w1560×h1300mm、ハニカム : 490×640×h25mm。

結果：シャワー状態は噴霧には程遠く、逆に大きい水滴が落下する結果となった。要因は、水道圧では密閉ハニカム噴霧 BOX が必要とする内圧に足りず、噴霧 BOX 底部 b500×w650mm の広範囲に穴径を 0.5mm、方形間隔 8mm で穴をあけ過ぎたことが考えられ、吐出圧不足から穴径 0.5mm から染み出た水滴が集合して大きな水滴になった。鑄砂に水分を補給するには水量が多いため、適宜、防水テープで穴を塞ぎ、BOX 内圧を高める改善措置をとる。

### (2) 乾燥システム (乾燥適正条件の選択)

鑄砂を乾燥させるための熱風乾燥機による乾燥システムの乾燥適正条件を、ホットドライヤ

ー (SHD-1.3F2\_单相 100V、吐出口径 50mm)、耐熱用フレキシブルホース (V 型 AG\_ 50mm×5m) による乾燥熱風実験から、乾燥機設定温度、乾燥機の熱風送風能力、乾燥ホース自体の伝熱作用、乾燥ホースの熱風吐出穴径と配置、を考慮して乾燥条件を決定する。乾燥システム外形寸法：1200×1200×h1200mm (四角錐形状の AL 骨組み)

#### A) 乾燥ホースにあける穴の条件

##### 乾燥ホースの吹出し穴

耐熱ホースの構造は、特殊ラミネート加工のアルミ箔とガラスクロス及び亜鉛メッキ鋼板により構成された耐熱用のフレキシブルホースである。ホースはスパイラル状に亜鉛メッキ鋼板が延長され、その外側を“特殊ラミネート加工のシート”に覆われている。特殊シートは繊維状のため、穴から綻び破け易いことから、穴数や穴径、穴の配置等を考え、乾燥機から 1m の地点から 100mm 間隔で 90 度交互にずらして 1 穴 (3 キリ) をあける配置にする。

##### 乾燥ホース出口のメクラ円板

ホース内の熱風伝熱を高めるため、乾燥ホース出口メクラ円板 (AL\_t1.5mm) の中心に 3×1 カ所の穴をあけ、ホース内の熱風流れを作る。メクラ円板は Fiber Laser 加工機で製作する。

#### B) 乾燥ホースの熱風調整 (乾燥機温度設定限度 350 )

##### 実験 1) 乾燥機 250 設定

ホース内の熱風温度は、乾燥機から 1m 地点までは短時間で 250、その先は徐々に温度が下がりホース長 5m の出口穴では冷風が出ている。これは、乾燥機の熱風送風能力が低いため、その先は熱風温度が著しくホース外に放熱され熱風温度の低下することを意味する。乾燥機 (250 から時間測定) からホース 1m 地点までは数分で 250 をキープできるが、1.5m 地点では約 30 分後に 250 に到達する。1.5m 地点の 250 到達は、時間経過によるホース自体の伝熱作用である。2m 地点は未到達。(但し、温度確認はホース外表面を手で触った感覚)

##### 実験 2) 乾燥機 300 設定

乾燥機 300 設定では、実験 1 の結果と同じくホース 1.5m 地点では約 30 分後に 300 に到達するが、2m 地点は 2 時間経過してもホース温度は僅かな上昇で未到達。2.5m 地点は時間が経過してもホース外表面は室温と同じである。乾燥機からの熱風温度はほぼホース外に放熱され、熱風乾燥の役目を果たしていない。

#### C) ホース熱風乾燥の改善

実験 1 と 2 の結果から、当初の目的である全長 5m 全域での乾燥は見込めないが、乾燥機からの熱風能力は 1m 地点まで、ホース伝熱範囲を 2m (時間経過を考慮) とすれば、乾燥本体底部のホース廻りの 2m は適用可能であるため、ホース伝熱範囲 2m まで穴径を 3 から 6 に開け直し、乾燥本体底部を重点的に乾燥させる。鑄砂山の底部は乾燥機で強制乾燥させ (熱風と伝熱作用)、鑄砂山の上部は底部からの熱上昇と室内雰囲気により乾燥させる。

### (3) まとめ

密閉ハニカム噴霧 BOX 及び架台によるシャワー状態は、ハニカム内蔵と BOX 底面穴 0.5mm による水の分流・噴霧効果を狙ったが、シャワー状態は噴霧には程遠く、逆に大きい水滴が落下する結果となった。鑄砂に水分を補給するには水量が多いため、適宜、防水テープで穴を塞ぎ、BOX 内圧を高める改善措置をとり、鑄砂の水分補給に適正な水分量を確保、砂全体に満遍なく分布されている。

また、鑄砂の乾燥状況は、“C) ホース熱風乾燥の改善” のとおり、乾燥本体に耐熱ホースを巻き、鑄砂山の底部からホース穴の吹出し熱風及びホース伝熱を利用して熱上昇により乾燥させ、強制熱風乾燥による水分調整を実現している。

従来、鑄砂水分調整は週単位で自然乾燥させる方法を採用していたが、鑄造実習の準備に時間がかかり、作業的にも大きな労力を必要とする。“熱風乾燥機で短時間に強制乾燥できる簡便な調整システムの構築” は、鑄砂水分調整を効率良く改善、労力を軽減させ、急激な凝固収縮による鑄巣発生を抑え、鑄物良品の歩留りを向上させた。

鑄砂水分量は、鑄型急冷期間における組織変態、すなわち等温保持 (TTT 線図) に大きく関係するため、鑄物硬度を左右する。鑄砂水分の観点から鑄物硬度を間接的に制御することは学術的にも意義がある。

主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

研究組織（研究協力者）

氏名	ローマ字氏名
----	--------