

## 鑄砂水分の適正量調整に関する研究

報告者	高橋一英	研究種目名	奨励研究
職名	技術長	研究期間	令和2年度
参加研究者	なし		

研究分野：鑄造

キーワード：鑄砂水分・鑄砂乾燥

### 研究成果の概要

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、鑄型内の鑄砂水分が急激に蒸発する。このとき、注湯鑄鉄を急激に急冷させる。冷却速度、恒温温度と保持時間は、TTT曲線（恒温変態曲線）と関係しており、鑄鉄硬度 HRB を決定する。鑄物硬度が許容以上に大きければ、後工程のフライス切削時のエンドミル破損を招く。また、鑄砂水分が多ければ、急激な凝固収縮による鑄巣の発生を招くなど、歩留りが悪くなる。鑄砂の適正水分量は優先的に解決しなければならない因子であり、鑄物良品を作るには鑄砂の適正水分量の調整が重要である。

### 研究成果の学術的意義や社会的意義

現状、鑄砂水分調整は週単位で自然乾燥を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、鑄物良品の歩留りを向上させた。

### 1. 研究の目的

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砕した後、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。水分調整は週単位で自然乾燥を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）。

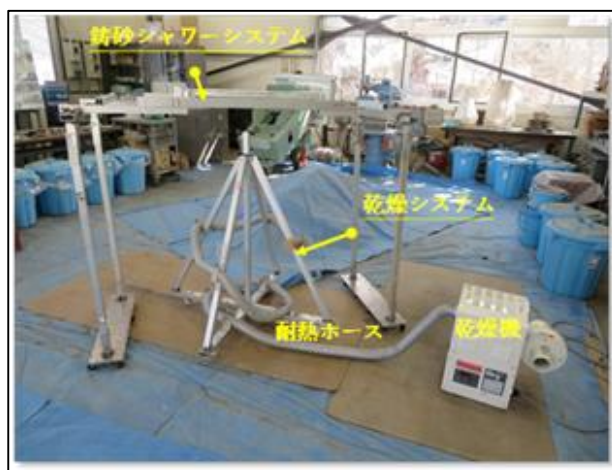


図1 鑄砂シャワーシステムと乾燥システムの構築  
函館高専 SCEE 研究報告書

## 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\_500×650×h70mm（ハニカムは水を分流して細流させる目的で 2 台内蔵、また、BOX 底部は開放形状である）。

- ①アルミ平板 t1.5mm に無数の穴（穴径  $\Phi 0.5\text{mm}$  は比較実験により決定）を Fiber Laser 加工機\_切断幅  $60\mu\text{m}$  で等間隔にあける（BOX 底部の穴径 0.5mm, 方形間隔 8mm）。
- ②穴のあいたアルミ平板を BOX の底面に取り付け、その他の BOX 隙間は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による噴霧を可能にする。
- ③BOX を支える架台のアルミ支柱にはキャスターを取り付けて移動仕様にする。

鑄砂シャワーシステムの架台外形寸法：600×1560×h1300mm（図 2）。



図 2 密閉ハニカム噴霧 BOX

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 500×650mm の広範囲に穴径を  $\Phi 0.5\text{mm}$ 、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  $\Phi 0.5\text{mm}$  から染み出た水滴が集合して大きな水滴になったものと思われる（図 3）。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 内圧を高める措置をとる。



図 3 密閉ハニカム噴霧状況

### (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\_単相 100V, 吐出口径 50mm）（図 4）、耐熱用フレキシブルホース（V 型 AG\_ $\Phi 50\text{mm} \times 5\text{m}$ ）による乾燥

熱風実験から，1)乾燥機設定温度，2)乾燥機の熱風送風能力，3)乾燥ホース自体の伝熱作用，4)乾燥ホースの熱風吐出穴径と配置，などを考慮して乾燥条件を決定する。

乾燥システムの外形寸法：1200×1200×h1200mm（四角錐形状のAL骨組み）（図5）。



図4 熱風乾燥機



図5 乾燥システム

#### A) 共通条件

##### ① 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垂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垂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，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（Φ3mmキリ）をあける配置にする（図6）。

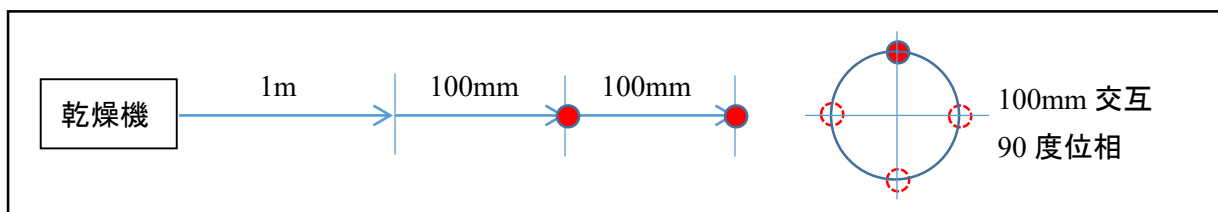


図6 耐熱ホースの穴あけ配置

##### ② 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Φ3mm×1カ所の穴をあけホース内の熱風流れを作り，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

乾燥機設定温度の選択（設定限度は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，その先の熱風温度が著しくホース外に放熱され，熱風温度が低下したことが考えられる。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）（図7）。



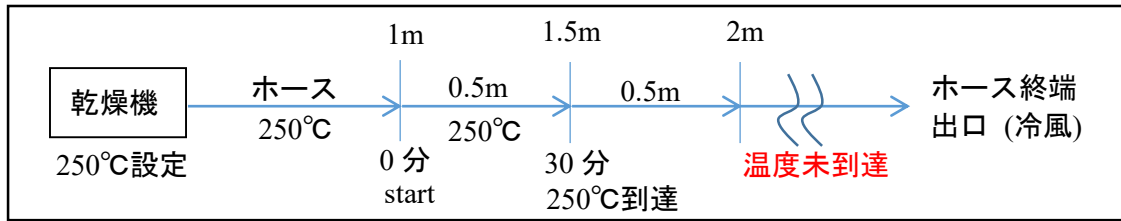


図7 乾燥機の熱風到達状況（乾燥機 250°C設定）

### 実験2) 乾燥機 300°C設定

乾燥機 300°C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°C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ことが分かった（図8）。

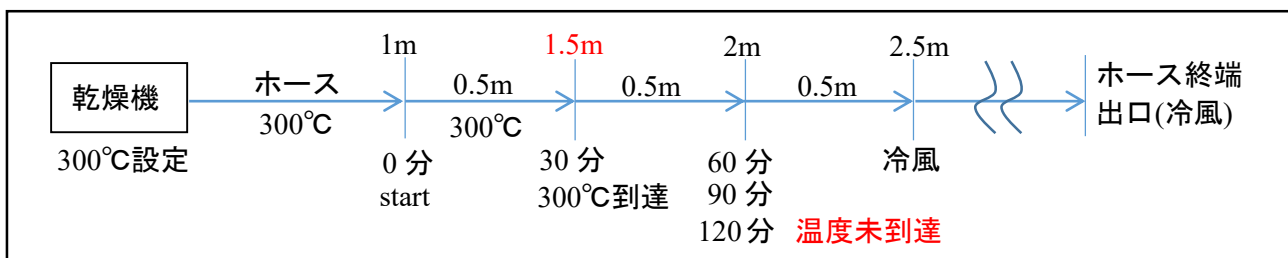


図8 乾燥機の熱風到達状況（乾燥機 300°C設定）

### C)ホース熱風乾燥改善策

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  $\Phi 3\text{mm} \rightarrow \Phi 6\text{mm}$  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（図9）。

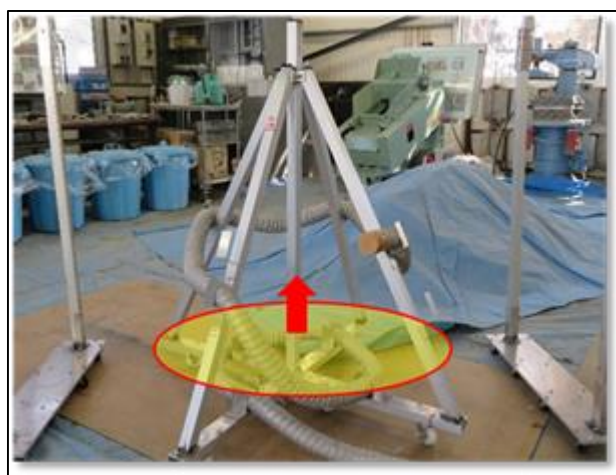


図9 乾燥本体底部を重点的に乾燥

### 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  $\Phi 5\text{mm}$  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 内圧を高める措置をとり、鑄砂の水分補給に適正な水分量を確認、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)ホース熱風乾燥改善策”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る。鑄砂山から水分状況を判定するため、ふるいによる抜き取り検査を行い、検査結果から乾燥機システムの ON/OFF を判断、強制熱風乾燥による水分量調整を行う。鑄砂の水分量調整後に、鑄砂山から”乾燥システム”と”鑄砂シャワーシステム”を取り外す。

現状、鑄砂水分調整は週単位で自然乾燥を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、鑄物良品の歩留りを向上させた。