

FCDの生型砂に関わる 不良形態と改善事例

福島製鋼株式会社
高橋直之
平成30年7月21日

**ダクティル製品の、生型砂に関わる不良について、
その形態毎に調査と改善を実施した。**

- あばた不良
- ピンホール不良

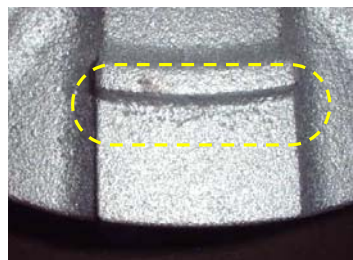
[目次]

1. あばた不良についての調査
2. ピンホール不良についての調査
3. まとめ

あばた不良について

あばた不良発生品について

【ハブ】



フランジの部分の砂型が角になる箇所にあばた状欠陥が発生

あばた不良の発生についての仮説

当社では多数個込めの推進、歩留りの向上の観点から、押湯保温材多用している。

この保温材が完全燃焼しない場合に、保温材中に含まれる金属Alが回収砂に残留し、溶湯と反応することにより、あばた不良の原因となっていると推測した。

砂性状

| | TC (%) | AC (%) | MB 吸着量 (mL/5g) | AC/TC (%) | lg-loss (%) | 炭素質 (%) | 金属分 (%) | 不活性 微粉 (%) | オーリ チックス (%) | クォーツ (%) | 澱粉 残存率 (%) | 粒度分布 (%、下段 () 内単位: μm) | | | | | | | | | | 粒度 指数 (AFS) |
|-----|-----------|-----------|----------------------|--------------|----------------|------------|------------|------------------|--------------------|-------------|------------------|-------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|-----|-------|-------------------|
| | | | | | | | | | | | | 26 mesh (600) | 36 mesh (425) | 50 mesh (300) | 70 mesh (212) | 100 mesh (150) | 140 mesh (106) | 200 mesh (75) | 280 mesh (53) | pan | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 回収砂 | 12.4 | 7.7 | 36 | 62.1 | 5.29 | 4.9 | 2.1 | 2.4 | 17.7 | 65.1 | 0.41 | 3.9 | 11.9 | 25.5 | 29.9 | 11.5 | 2.8 | 0.9 | 0.7 | 0.5 | 50.8 | |
| ダスト | 22.4 | 16.4 | 77 | 73.2 | 15.40 | 14.6 | 6.4 | 1.3 | 29.8 | 31.5 | — | 0.4 | 0.1 | 1.1 | 8.6 | 23.2 | 17.9 | 12.6 | 7.6 | 6.1 | 116.1 | |

金属分に含まれる金属Alも残留している

検証

～金属Al分の添加に伴うあばた発生調査の実施～

粉末状保温材添加した生型砂を混練し、生砂中に含まれる金属Alの量によりあばた不良の発生を調査した

粉末状保温材成分 (%)

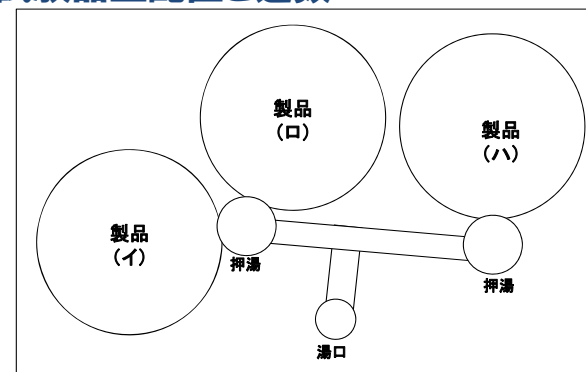
| M-Al | Al ₂ O ₃ | SiO ₂ | 他 |
|------|--------------------------------|------------------|----|
| 23 | 12 | 33 | 32 |

配合 (%)

| No | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|------------|-----|-----|------|-----|---|---|----|
| 保温材 添加率 | 0.1 | 0.2 | 0.25 | 0.5 | 1 | 5 | 10 |

調査方法

試験品型配置と込数







欠点数カウント位置






- ・3ヶ込めの実機にて鑄込み試験を実施
- ・1製品当たり最大10ヶ所の欠点数で判定

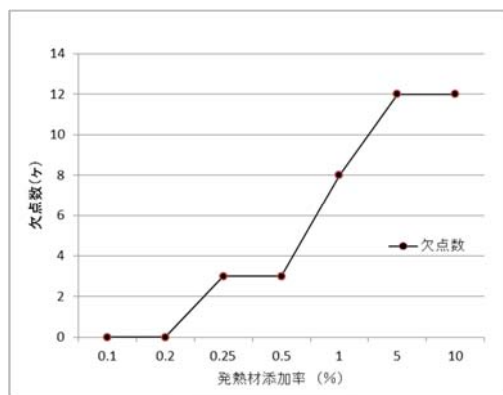
実験製品の判定

| № | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|------------|---|---|---|---|--|
| 発熱材添加率 | | 0.1 | 0.2 | 0.25 | 0.5 |
| 製品 | |  |  |  |  |
| 型番 毎欠点数 | イ | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | ロ | 0 | 0 | 2 | 1 |
| | ハ | 0 | 0 | 1 | 1 |

実験製品の判定

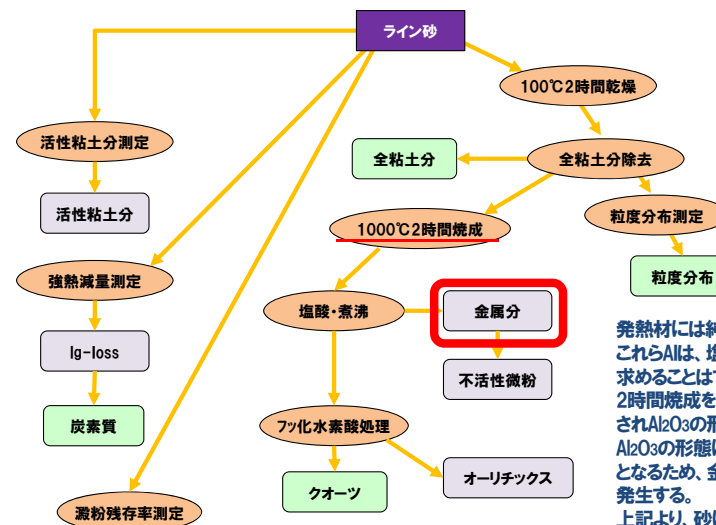
| № | | 5 | 6 | 7 |
|------------|---|---|---|---|
| 発熱材添加率 | | 1 | 5 | 10 |
| 製品 | |  |  |  |
| 型番 毎欠点数 | イ | 2 | 3 | 3 |
| | ロ | 4 | 5 | 5 |
| | ハ | 2 | 4 | 4 |

粉末状発熱材添加率毎の欠陥数



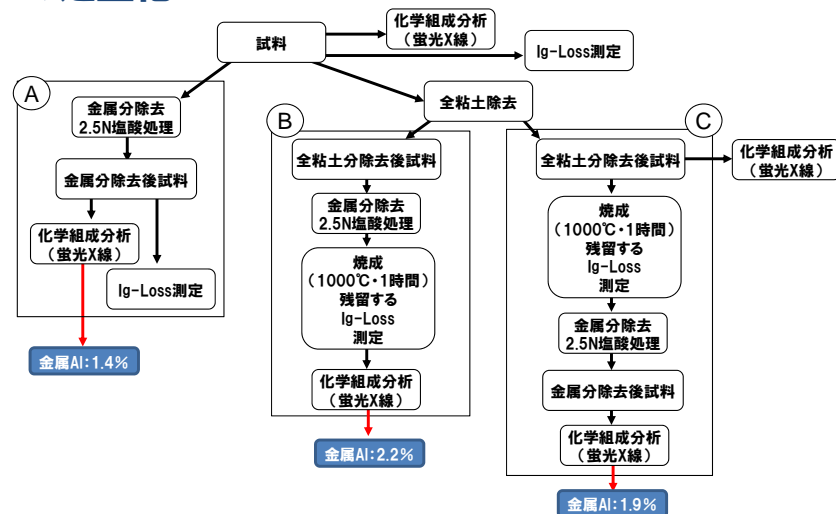
ライン砂に粉末状発熱材を0.1%~10%まで 7水準で添加した製品での確認鑄込みの結果、0.25%以上添加したものに、あばた状の欠陥が発生した。

金属Al管理のシリカプログラムへの展開 シリカプログラム分析フロー



発熱材には純度の高いAlを含む。これらAlは、塩酸に溶けるため、測定値として求めることはできるが、測定の前に1000°Cで2時間焼成を行う。この時に残留するAlは酸化されAl₂O₃の形態に変化する。Al₂O₃の形態に変化した場合、塩酸に不溶化となるため、金属分として測定されないものも発生する。上記より、砂に残留する金属Alの量をシリカプログラムで管理することは難しい。

金属Alの定量化



B処理方法による金属分中の金属Al測定結果
金属分中に含まれる金属アルミ量は最大2.2%となる

ピンホール不良について

金属分管理への展開

あばたの発生しない金属Alの量
M-Alの含有量23% × 添加率0.2% = 0.046%

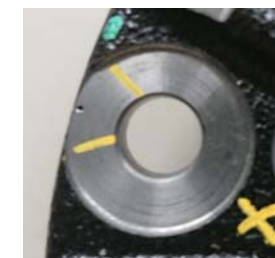
金属分中の金属Alは最大2.2%である。

あばたの発生しない金属分の量は
 $0.046\% \div 2.2\% = 2.1\% \approx \underline{2.0\%}$

金属分代用特性値とし、2.0%以下で管理することにより、あばた不良を抑制している

ピンホール不良について

【デフケース】



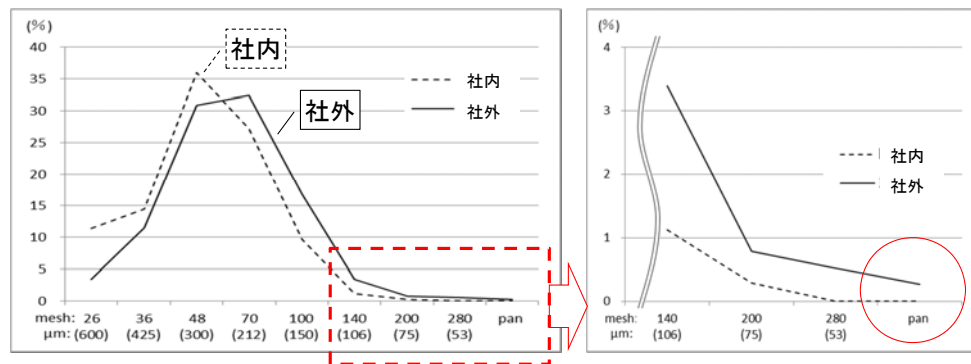
加工後のザグリ面にピンホールが確認された

ピンホール不良についての考察

変化点について調査をしていたが社内で管理している項目では異常が確認できなかった。

一方、社外に依頼している粒度分布と比較した際、粒度に差があり、これに着目して調査実施した。

【粒度分布の違い】



社内・社外の粒度分布の違いについて

粒度分布測定法

～解粒法と団粒法について～

〈解粒法 : 社外〉

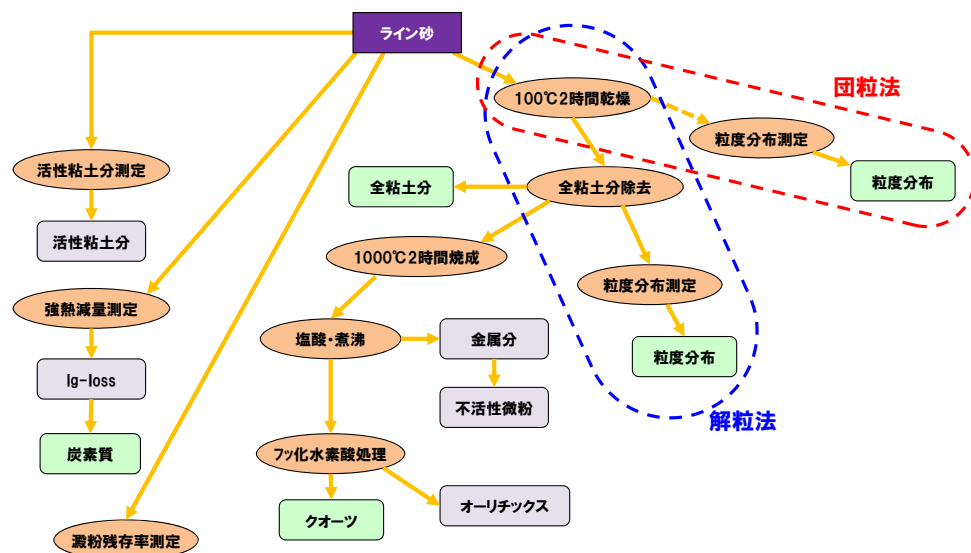
砂の大きさ(粒度の分布)を見る。
粘度分を洗浄して測定する。

〈団粒法 : 社内〉

鑄型の実態(ライン砂の粒度)を見る。
洗浄せず乾燥して測定する。
砂のコーティング状態を見る。

一般的には解粒法での測定であるが、社内測定は従来より団粒法で測定していた。

シリカプログラム分析フロー



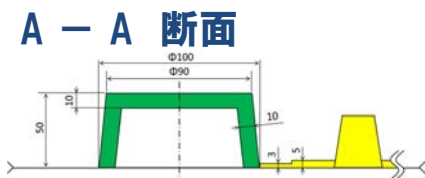
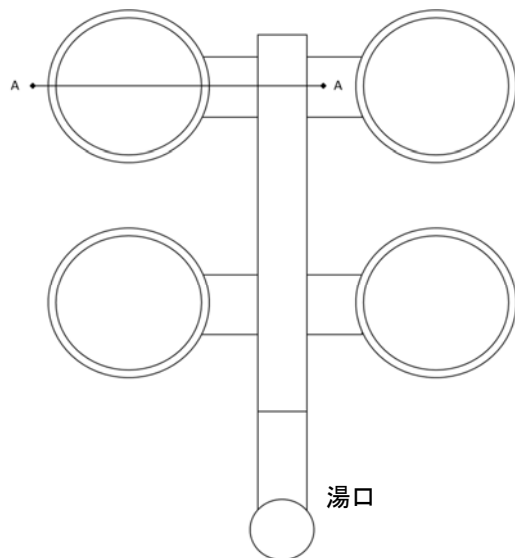
不具合について

団粒度では細かい粒度について解析がしきれず微粉の増加に対する対応が遅れた

CBを安定させるため水分で調整することによりピンホールが発生しやすい砂性状になっていたと推測

試験片鑄込みによる検証

ピンホール試験片



鑄造後 試験片



試験に使用した混練砂の性状について

| No. | Mesh | 14 | 18.5 | 26 | 36 | 48 | 70 | 100 | 140 | 200 | 280 | Pan. | Mesh 200 | AFS | JIS | |
|-----|------|---------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------------|------|------|------|
| | | μm | (1180) | (850) | (600) | (425) | (300) | (212) | (150) | (106) | (75) | | | | (53) | FNO |
| 1 | 団粒 | 1.64 | 0.30 | 5.83 | 19.13 | 37.97 | 27.20 | 6.73 | 0.90 | 0.15 | 0.15 | 0.00 | 0.30 | 41.9 | 69.9 | - |
| | 解粒 | 0.73 | 0.69 | 3.57 | 10.86 | 29.10 | 34.33 | 14.30 | 3.30 | 1.10 | 0.73 | 1.29 | 3.12 | 53.1 | - | 92.5 |
| 2 | 団粒 | 3.20 | 0.53 | 5.33 | 17.87 | 36.40 | 28.53 | 6.94 | 0.93 | 0.13 | 0.14 | 0.00 | 0.27 | 41.7 | 69.9 | - |
| | 解粒 | 0.55 | 0.41 | 3.59 | 10.64 | 29.14 | 34.72 | 14.18 | 3.40 | 1.16 | 0.87 | 1.34 | 3.37 | 53.7 | - | 93.6 |
| 3 | 団粒 | 2.14 | 0.25 | 4.79 | 17.41 | 37.07 | 29.51 | 7.41 | 1.01 | 0.28 | 0.13 | 0.00 | 0.41 | 42.8 | 71.7 | - |
| | 解粒 | 1.24 | 0.88 | 3.55 | 10.61 | 28.96 | 34.04 | 13.75 | 3.37 | 1.33 | 0.93 | 1.34 | 3.60 | 53.4 | - | 93.2 |
| 4 | 団粒 | 1.43 | 0.26 | 4.69 | 17.96 | 37.24 | 29.56 | 7.42 | 1.04 | 0.26 | 0.14 | 0.00 | 0.40 | 43.0 | 72.0 | - |
| | 解粒 | 0.41 | 0.60 | 4.26 | 12.32 | 28.24 | 32.45 | 14.12 | 3.71 | 1.48 | 1.06 | 1.35 | 3.89 | 54.0 | - | 94.1 |

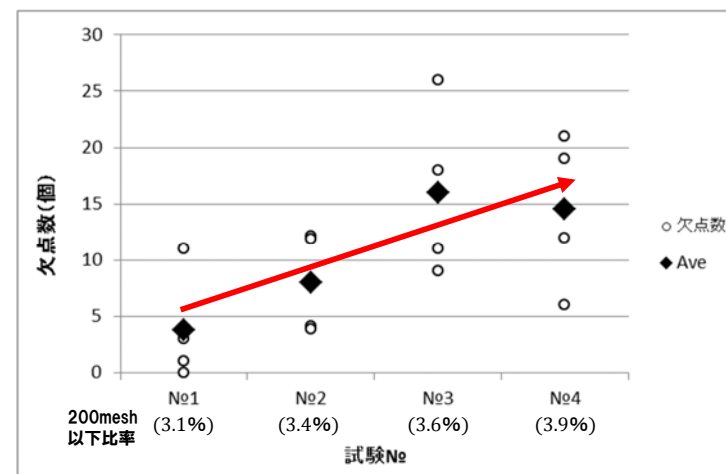
試験部品の確認

試験片の表面から1mm加工し加工面に検出されたピンホールの数をカウントし評価



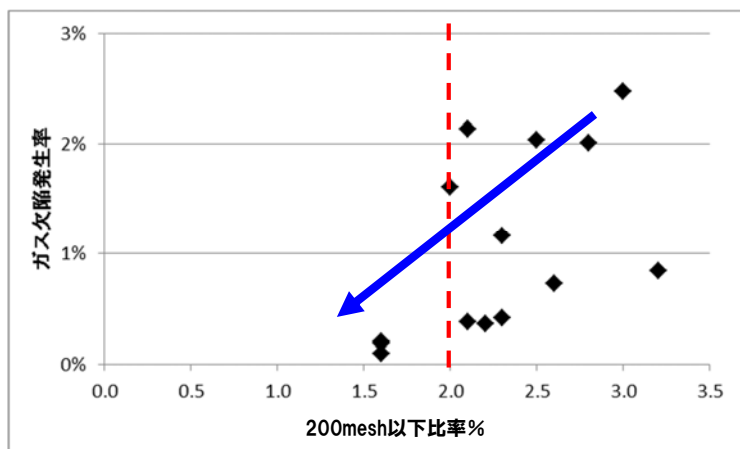
結果

微粉が多くなるにしたがいピンホールも増える傾向がうかがえる



検証結果からの不良の相関確認

回収砂200mesh以下比率 と ガス欠陥発生率との関係



200mesh以下が2.0%を境界に発生率が良化する

検査項目への展開

今回発生したピンホールについては粒度分布のとらえ方に問題があり微粉の管理が遅れてしまった。

粒度分布について、社内においては、解粒法と団粒法とを両立させ、砂性状の安定化に努める

まとめ

あばた不良について

生型砂中に残留する金属分Alの影響についてあばた不良への影響がわかった。

⇒ アルミの含有についてはシリカプログラムでは測定困難なため、金属分を代用特性として管理

ピンホール不良について

粒度分布については、団粒法と解粒法で測定し、細かい粒度(≦200 μm)の推移を管理し、砂の安定化を図っている。

最後に各種試験についてご指導、ご協力いただきましたクニミネ工業(株)殿に感謝申し上げます。

END