

## 鑄物の焼着きとその対策

(株)宇部スチール  
糸藤 春喜

### 1. はじめに

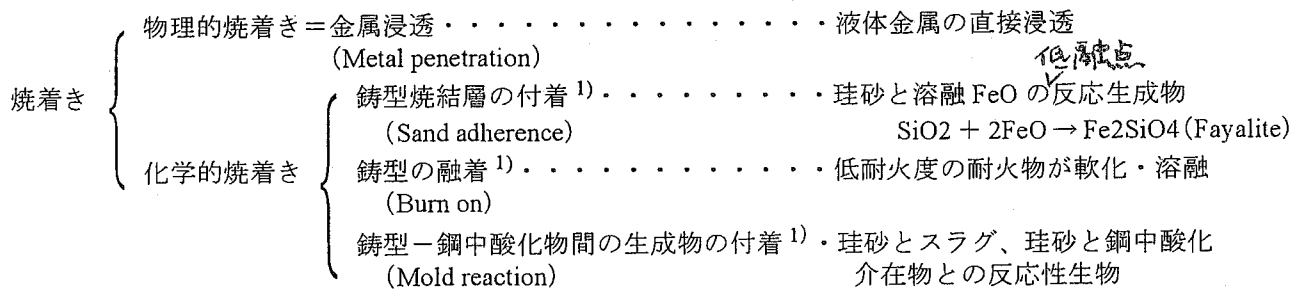


図1 鑄物の焼着きの分類<sup>2)</sup>

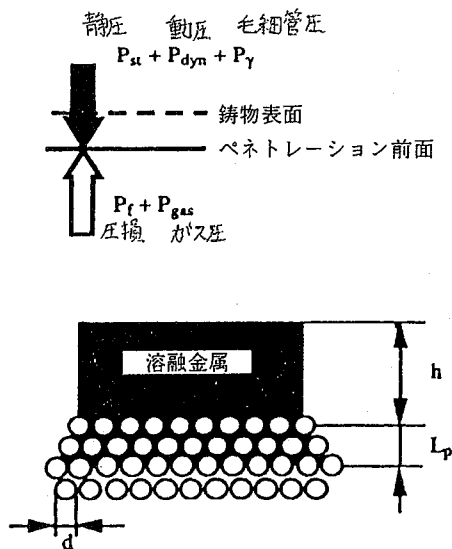


図2 溶湯浸透の際の圧力バランス<sup>3)</sup>

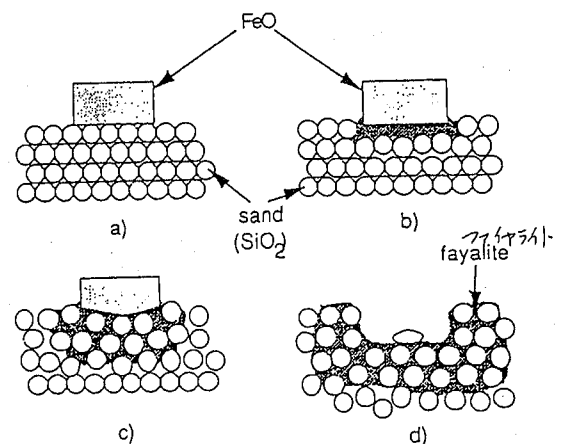
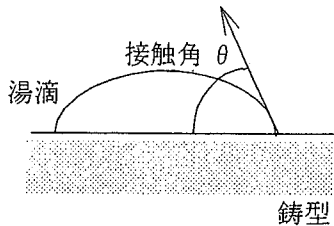


図3 鑄型焼結層の付着<sup>4)</sup>

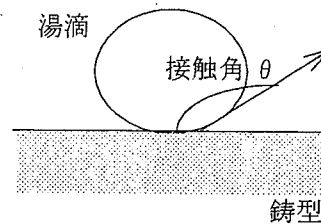
2. 焼着きの原因となる因子

(1) 溶湯の濡れ性<sup>4)~6)</sup>

溶湯が鋳型に密着し易い状態を、溶湯が鋳型によく濡れるという。いわゆる溶湯の鋳型に対する濡れ性が良い状態である。この濡れ性は、鋳型に対する接触角を用いて定量的に示される。接触角が小さい程、液体金属の浸透により物理的に焼着き易く、逆に大きい程、焼着き難い。



$\theta < 90^\circ$ 、溶湯ヘッドなしでも浸透する



$\theta > 90^\circ$ 、溶湯ヘッド圧なしには浸透しない

表

項目	小 (易い) ← 接触角 (焼着き) → 大 (難しい)	防止策
1. 材質	FC ← FCD ← SC	・なし。傾向を認識・理解する以外にない。
2. 溶湯温度 <sup>3)</sup>	高い ←→ 低い	・揚り、押湯に上昇してくる湯の適正 <sup>7)</sup> $\Delta T = 15 \sim 20^\circ\text{C}$ ; $T_1 = 1594.4 - 102.2\text{CEL}$ $\text{CEL} = \text{C} + \text{Si}/4 + \text{P}/2$
3. 溶湯成分 <sup>3)4)</sup>	高 (C, Mn, S) ←→ 高 (Si, P) $\text{CE} = 4.3 \leftarrow \text{CE} > 4.3 \leftarrow \text{CE} \ll 4.3$	・0.2%までの P 添加で効果有 <sup>4)6)</sup> 。但し、引け性増 <sup>6)</sup> 。 浸透深さ $L_p = -102.9 (\%P) + 23.14$ ・その他の成分は、機械的性質、引巣に与える影響大のため、触れない*。
4. 溶湯中の [O] 量 <sup>3)</sup>	多い ←→ 少ない	・スーパーヒート <sup>7)</sup>
5. 鋳込速度 <sup>6)</sup>	速い ← 速度 V → 遅い	・ $V < 0.5\text{m/sec.}^{4)}$ , 衝撃力の緩和
6. 鋳物砂の種類 <sup>3)</sup>	珪砂 ← カーボン砂 ← クロマイト砂 ← ジルコン砂	・クロマイト砂、又はセラビーズの使用*
7. クロマイト砂 <sup>6)</sup>	ある (回収・再生) ← 熱変質 → ない (新砂)	・再生工程 (研磨 → 磁選) を 2 回以上通す <sup>15)</sup> 。
8. 鋳物砂の粒度 <sup>3)</sup>	小 ← 粒径 → 大	・Pan は助長、#150 < 1.0% にすべき <sup>8)</sup>
9. 鋳型ガス <sup>3)</sup>	多 ← CO <sub>2</sub> 量 → 少 多 ← O <sub>2</sub> → 少	・ガス抜きは効果有 <sup>8)9)</sup> 。 ・lg, loss の低下 (FC・FCD < 2.0%)
10. 生型中のベントナイト量 <sup>3)</sup>	少ない ←→ 多い	・> 6% <sup>3)</sup>
11. 塗型 <sup>3)10)</sup>	なし ← 黒鉛 → 含有 多 ← CO <sub>2</sub> , CO ガス → 少 (アルコール系) (水性)	・黒鉛含有塗型の使用 ・CO <sub>2</sub> , CO 主体の酸性ガス発生源の消去 <sup>3)10)</sup> 。 ・ガス抜き <sup>3)10)</sup>

(注) 接触角に関するセラビーズのデータはまだ見当たらない。しかし、アルミナ系セラビーズの効果は、既に確認されている<sup>7)14)</sup>。

(2) 鑄込速度・時間<sup>4)6)</sup>

速い程焼着き易く、遅い程焼着き難い。  $V = 0.5\text{m/sec.}$  までは、焼着き程度に変化は見られない。しかしそれ以上では、急激に焼着き程度が増加する<sup>4)</sup>。急激な湯の上昇により、凝固シェルを形成する前に溶湯ヘッドが立ってしまうからである<sup>7)</sup>。時間は、速度で決まるから、ゆっくり時間をかけて鑄込んだ方が、焼着き防止にとっては良いことになる。

(3) 鑄込中のキャビティ雰囲気<sup>3)6)</sup>

発生ガスが還元性の場合、物理的な差込みによる焼着きのないきれいな肌の鑄物が得られる。しかし、 $\text{CO}_2$  レベルの高い酸化性雰囲気の場合、物理的差込みによる焼着き欠陥が発生し易い。焼着き防止に対しても、ガス抜きは重要である。比較的低温鑄込みの大物においても、アルコール塗型では、鑄込み中のガスの発生は多い。この点、水性塗型では、ガスは殆んど発生しない。キャビティ内湿度が高いと、湯の酸化度が高くなり、焼着き易いので注意を要する。

(4) 溶湯ヘッド<sup>4)</sup>及び凝固膨張圧<sup>3)</sup>

ヘッド圧が高くなるだけで、物理的浸透による焼着きが生じ易い。この傾向は、砂の充填密度が小さく、砂粒が大きい程、低ヘッド圧でも発生するようになる。凝固シェルの形成が遅れるホットスポット部では、ヘッド圧の影響を受ける時間が長いために、特に注意を要する。更にFC、FCDのホットスポット部では、凝固膨張圧による物理的浸透も発生し易い。Ig.loss ガス放出によるかさ比重減も、これらの浸透を助長する。

(5) 鑄型

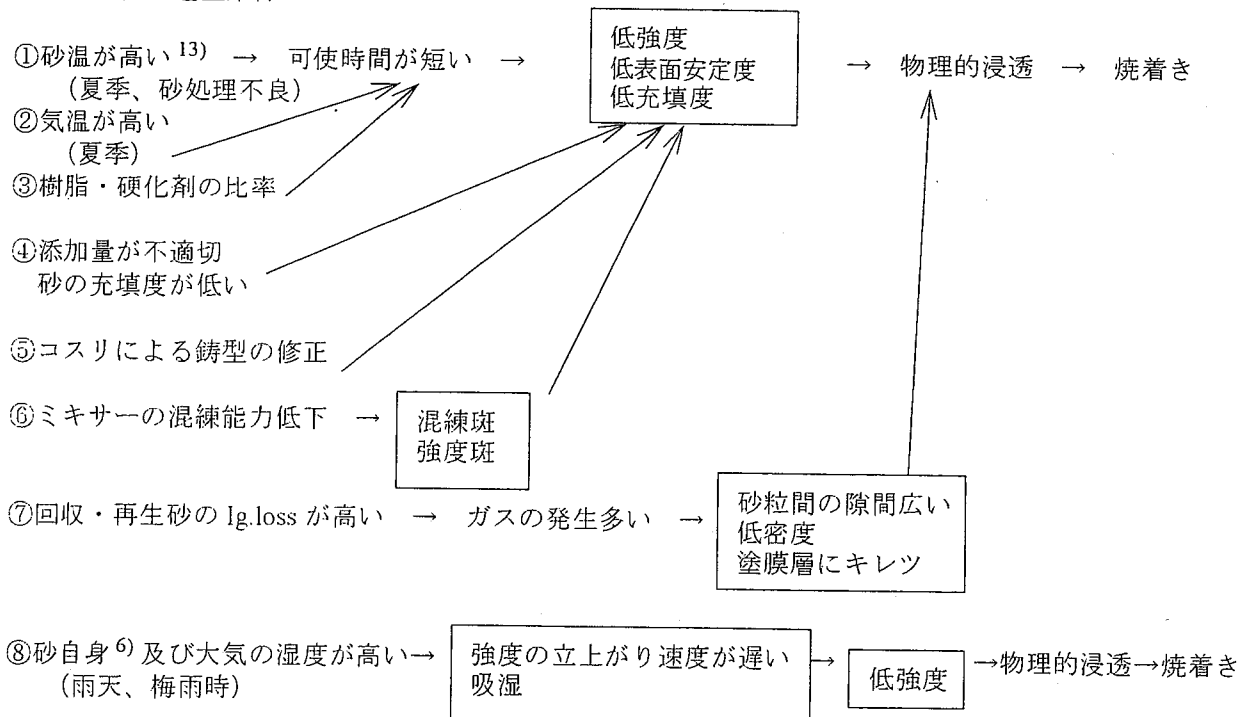
- 1) 不純物としてのファイヤライト (Fayalite =  $\text{Fe}_2\text{SiO}_4$ ) が多いと、ファイヤライト自身が軟化・熔融し、化学的焼着きが発生し易い<sup>3)4)8)</sup>。ファイヤライトが多い砂を Ig.loss 試験 (1000 °C) すると、砂の色が赤い、砂粒同士がくっつく等の現象が見られる。

ファイヤライトの液相線  $\approx 1210\text{ }^\circ\text{C}$ <sup>11)</sup>、管理値；酸化鉄  $< 1.0\%$ <sup>12)</sup>  
固相線  $\approx 1180\text{ }^\circ\text{C}$ <sup>11)</sup>

- 2) 回収再生珪砂の中に、クロマイト砂が5%以上混入すると、化学的焼着きが起こり易くなる<sup>13)</sup>。クロマイト新砂を混ぜても焼着きが生じづらいことから、繰返し熱影響を受けて変質したクロマイトが悪影響を及ぼしている可能性がある。

珪砂への適正クロマイト砂混入量  $< 4\%$

3) 鑄物砂及び造型条件



⑨高純度珪砂の新砂 → 熱膨張率大 → 鑄型にキレツ → 物理的浸透 → 焼着き

⑩高温変質度の高いクロマイト新砂<sup>6)</sup> → 耐火度の低下  
反応性の増加 → 化学的浸透 → 焼着き

⑪吊管部等の埋砂補修部 → 強度の立上がり中に鑄込み → 物理的浸透 → 焼着き

⑫微粉量の多い肌砂 (< #150) を使用すると、焼着きが多い<sup>9)</sup>

微粉量 < 2.0%

微粉の内訳: Ig.loss、ジルコン砂 (塗型)、珪砂 (再生研磨屑)、酸化鉄

⑬砂の耐火度が低い (珪砂) → 純度 → Fayalite 生成 → 化学的焼着き  
溶湯表面の FeO と反応

⑭砂粒大 → 熱間砂粒空隙大 (+ 20 ~ 40%) → 物理的浸透 → 焼着き

#### (6) 塗型<sup>13)</sup>

- 1) アルコール塗型では、塗布・着火後、鑄込みまでの時間が短い場合に焼着きが発生する。これは、着火してもアルコールが型内に残留しているために、鑄型強度が低下していることが原因である。アルコールは、時間の経過と共に蒸発する。浸透深さにもよるが、一般には 4 h 以上の自然乾燥、又は温風等による強制乾燥が必要である。
- 2) 水性塗型では、塗布後の鑄型強度の低下は、アルコール塗型よりかなり少ない。しかし、バーナでの急激な表面乾燥を行い、鑄込みまでの時間が短い場合、塗型層の剥離による異物カミの原因になり易い。
- 3) 湯の性状に合わない塗型 (骨材) を塗布すると、化学的焼着きが起こる。
- 4) 高温表面安定度が低いと、塗膜層にヒビが入り、そのヒビに湯が差込むことで焼着きが起こる。単にベーンングだけでは済まないことが多い。
- 5) 塗膜が薄い、例えば、肌砂の地肌が見える場合、肌砂との化学的反応、肌砂砂粒間への機械的浸透による焼着きが起こり易い。塗布しづらい箇所は、塗膜が薄くなり易く、焼着きも出易い。
- 6) 強度の立上がりが不十分な埋砂・盛砂補修部への塗型塗布は、上述の塗布による悪影響が更に顕著に現れる。
- 7) 鋭角コーナー等への塗型の堆積は、乾燥不十分になることが多く、強度のリカバリーも少ないため、物理的浸透による焼着きが起こり易い。

#### 参考文献

- 1) 金森; 鑄物、Vol.34 (1962) 9 別、P118 - 120.
- 2) 中田進一; 鑄物、Vol.47 (1975) 10、P42 - 52.
- 3) D.M.Stefanescu, 他「砂型におけるメタル・ペネトレーション」AFS Trans., Vol.101 (1993), P789. / 技術情報, Vol.31 (1995), No.4, P1.
- 4) A.M.Lane, 他「AFS 研究報告; 砂型における鑄鉄の浸透焼着き」100th AFS Congress.
- 5) D.M.Stefanescu, AFS Trans., Vol.100 (1992), P707.

- 6) AFS Mold Metal Interface Reactions Committee (4-F), Modern Casting, Vol.84 (1994), P43, 44.
- 7) 私見、又は個人的入手資料
- 8) 金沢英雄「焼着欠陥の発生原因と防止対策」花王クウェーカーだより、(1996), 20, P15.
- 9) 松瀬昭三「フラン回収砂の挙動について」第6回花王フランファミリー会講演概要集, (1981), P1.
- 1 0) D.M.Stefanescu, et al.; AFS Trans., Vol.99 (1991), P761-779.
- 1 1) 金属データブック、日本金属学会編、(1974)、P551.
- 1 2) 村田辰夫「フラン自硬性鋳型における鋳造方案と欠陥対策」有機鋳型における新技術と欠陥対策、素形材センター、(1985)、P81.
- 1 3) 鋳鋼品の製造標準(造型編)、日本鋳鍛鋼会、(1986) 8月、P250.
- 1 4) G.Bromfield, "The production of a large diesel engine crankcase," The Foundryman, (1991), July, P261.
- 1 5) 今泉富士夫、他; 日本鋳物協会講演概要集、第94回大会(1978)、P101.
- 16) D. M. Stefanescu, et. al ; AFS Trans., Vol.99('91) P761.



# 塗型塗布後の鑄型強度リカバリー

