

3. 塗型剤によるガス欠陥対策

岡崎鑛産物株式会社
技術部 石崎省吾

1. はじめに

鑄物にガス欠陥が発生する原因としては、鑄型・溶湯・方案等種々の要因が考えられる。

鑄型では、ガス発生量が多い・通気度が低い・ガス抜きが不十分等が考えられ、溶湯では投入材料・溶解方法等によりN・H・O等のガス含有量が多い場合が指摘されている。¹⁾

またスラグ系のガス欠陥では、マンガンシリケートスラグや球状化処理剤・接種剤の残渣スラグ等が要因として挙げられている。²⁾

方案では、空気の巻き込み・溶湯圧不足・ガス排気不良等が考えられる。¹⁾

ここでは、鑄鉄系鑄物における、主に鑄型が原因のガス欠陥対策について述べる。

2. 鑄型が原因のガス欠陥

年間を通じて夏期、特に梅雨時にガス欠陥や焼着等の欠陥が発生し易い傾向が認められる。原因としては、塗型剤の乾燥不足や鑄型内の残留水分増加、また溶解材料の錆びや取鍋等の乾燥不足による溶湯のガス含有量増加等も考えられる。

一方、季節に依存しないガス欠陥については、鑄型内のNやS及び発熱スリーブ残渣等が原因の場合もあるが、基本的には砂の通気度やガス抜きに対して鑄型のガス発生量が多い(ガス圧が高い)場合に発生すると考えられる。³⁾

3. 鑄型内のガス圧測定

実際に使用している鑄型に注湯し、鑄造時に発生するガス圧を測定することによって、有効なガス抜き対策を客観的に評価できる。⁴⁾

市販されている鑄型ガス圧測定器の測定例を図1に示す。

中子のガス圧は、発生するガス量が多く、逃げるガス量が少ないと増加する。ガス圧が溶湯圧より高くなると、中子のガスが溶湯中に放出される(バブリング)現象が続き、これがガス欠陥の原因となる。

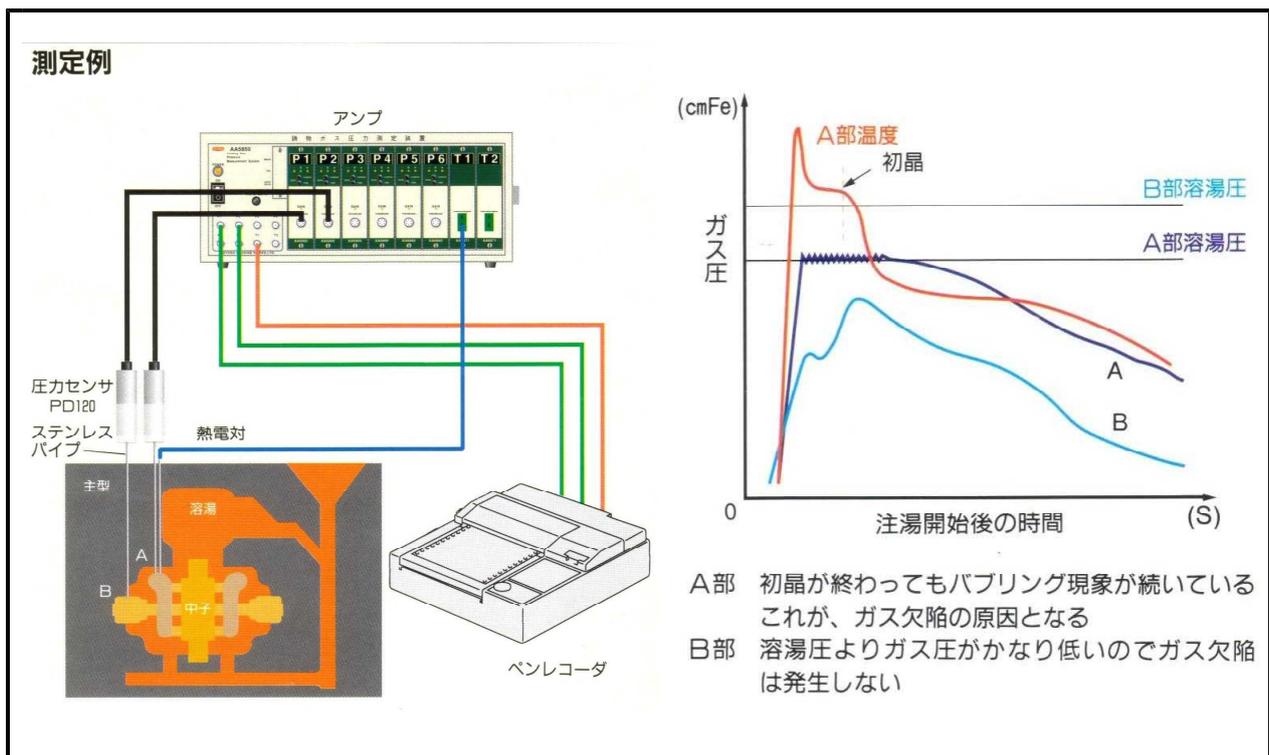


図1. 鑄型内のガス圧測定例⁵⁾

4. 鑄型試験片のガス圧測定方法

実際に使用している鑄型でのガス圧測定は、ガス抜き方案の検討には適しているが、樹脂や砂及び塗型の比較には、より単純な鑄型の方が簡便である。

ここでは、鑄型内ガス圧に及ぼす鑄型と塗型の影響について、所定温度の鑄鉄溶湯に鑄型試験片を浸漬した時に発生する(鑄型中央下部より5mmの)ガス圧を測定し比較を行った。

試験に用いた浸漬条件を図2に、ガス圧測定装置(豊田工機製DA2000)を写真1に示す。



写真1. ガス圧測定装置

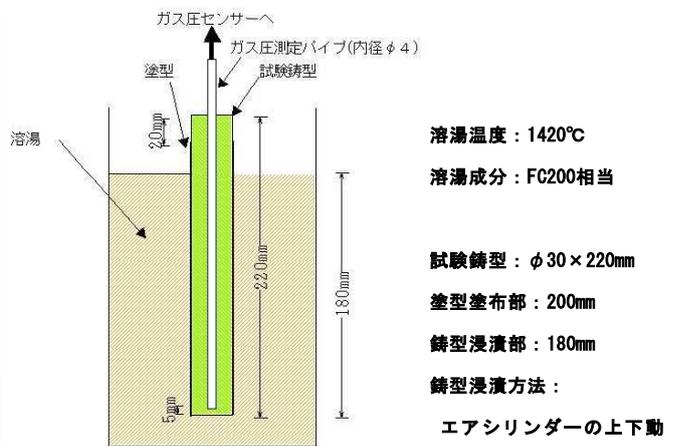


図2. 試験片の浸漬条件

5. ガス圧に及ぼす鑄型条件の影響

砂の種類と粒度の影響を図3に、造型法の影響を図4に示す。

コールドボックス鑄型(以下、CB)では、浸漬中も溶湯は比較的穏やかで、ガス圧は粒度が粗くなると共に低下した。セラビーズの2次ピークは珪砂と比較して少し遅れる傾向にあった。

シェルモールドでは、樹脂量の影響もあるが、浸漬中にバブリングが発生し、鑄型より溶湯へガスが放出された。浸漬後の鑄型外観を写真2に示す。溶湯面～深さ7cm程度の鑄型表面砂粒が消失しており、比較的浅い部分でガスの放出が起こったと考えられる。

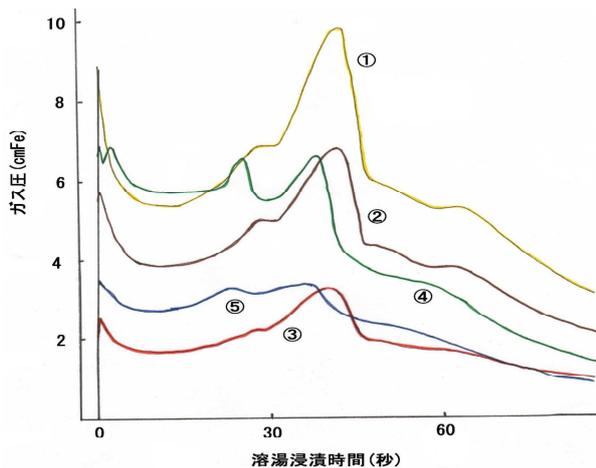


図3. 砂の種類と粒度の影響

- ①CB (1+1%)、セラビーズ AFS65
- ②CB (1+1%)、セラビーズ AFS50
- ③CB (1+1%)、セラビーズ AFS40
- ④CB (1+1%)、フラタリー AFS65
- ⑤CB (1+1%)、フリマントルAFS35



写真2. 浸漬後の鑄型外観(シェルモールド)

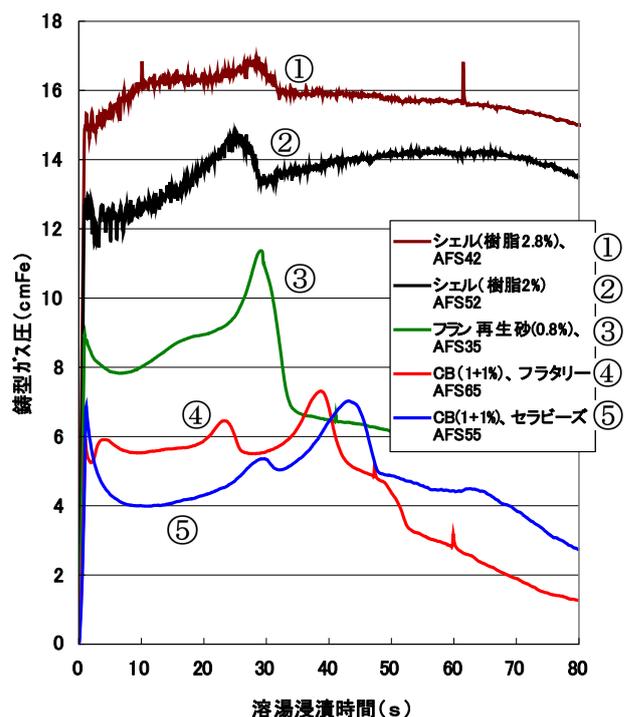


図4. 造型法の影響

6. ガス圧に及ぼす塗型剤の影響

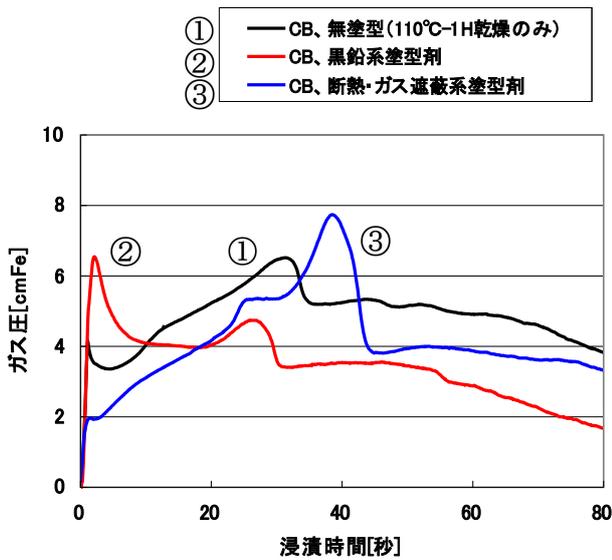


図5. 塗型剤の影響(CB鋳型)

CB鋳型に塗布した塗型剤の影響を、図5に示す。

黒鉛系塗型剤の場合、1次ピークの増加が認められ、含有揮発成分の影響と思われる。

断熱・ガス遮蔽系塗型剤(黒鉛無配合)の場合、1次ピークは消失し、2次ピークは若干遅延してピークも高くなる傾向が認められた。

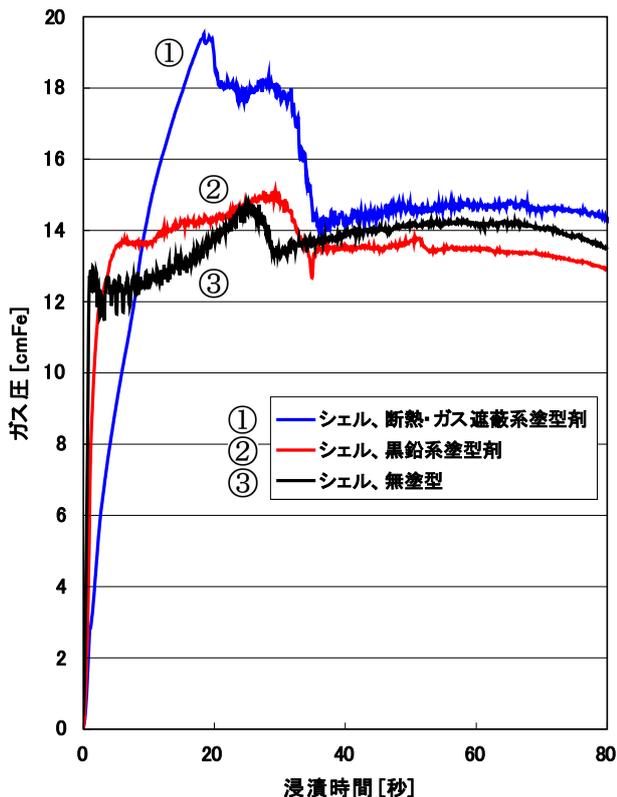


図6. 塗型剤の影響(シェル鋳型)

シェルモールドに塗布した塗型剤の影響を、図6に示す。

塗型により、浸漬後しばらくの間はバブリングが抑えられるが、その後無塗型と同じ様に発生する。

断熱・ガス遮蔽系塗型剤の場合、ガス圧が19cmFeを超えると(約20秒後より)バブリングを生じた。

浸漬後の鋳型外観を写真3に示す。

断熱・ガス遮蔽系塗型剤の場合、所々に塗膜の隆起があり、その中心にガスが通過したと思われる塗膜の破れが認められた。

黒鉛系塗型剤の場合、塗膜は保持され、塗膜を通してガスが放出されたと思われる。



写真3. 浸漬後の塗膜状態(シェル)

鋳型内ガス圧に及ぼす塗型剤の影響について、ガス圧測定装置を用い、溶湯への浸漬法により比較を行った。この方法により、塗型剤の断熱性やガス遮蔽性の評価が可能であった。

本試験条件下では、断熱・ガス遮蔽系塗型剤は鋳型内ガス圧19cmFeまで塗膜を保持し、鋳型から溶湯へのガス放出を防止した。

7. ガス遮蔽塗型剤

当社の代表的なシェル・コールドボックス用塗型剤を表1に示す。

ガス遮蔽効果の異なる塗型剤で、客先の鑄造条件によって適正が異なる。

なお、当社ガス遮蔽系塗型剤の塗膜は、熱によって軟化する相とフレーク状の基材により、鑄型内からのガスを遮蔽すると共に、鑄型クラックを被覆し、ベーニング発生の防止・低減効果も期待できる。

表1. 代表的なシェル・CB用塗型剤の概要

塗型剤	ガス遮蔽系			黒鉛系一般品
	アルコパル 4966系	アルコパル 143系	アルコパル 5533系	カスハ°- 640系
ガス遮蔽	◎	◎～○	○	弱い
主成分	アルミナシリケート	アルミナシリケート 黒鉛(5～15%)	アルミナシリケート, 酸化鉄 黒鉛(15～25%)	シリカ 黒鉛(30%)
色彩	白色	灰緑色	赤褐色	黒色
適用中子	クランクケース(コールド, シェル) ウォータージャケット(コールド)	ウォータージャケット各種 (シェル, コールド)	エンジンブロック用各種 (コールド, シェル) 油圧バルブ(シェル)	各種コールド, シェル中子
塗布濃度	3.5～4.0 Be'	3.5～4.0 Be'	3.0～4.0 Be'	3.0～4.0 Be'

8. 塗型剤によるガス欠陥対策事例

8-1. A社

建設機械用ディーゼルエンジンのシリンダブロックを、大型の生型造型ラインとCB中子で生産を行っている。ポア部等に発生するガス欠陥対策として、各製造要因を検討したところ、塗型剤の影響が大きいことが判明。

ガス遮蔽系塗型剤に着目して種々テストを行い、鑄包まれてガス圧が上がりやすいタペット中子には「ガス遮蔽効果の最も強い #4966系」を、クランクケース中子には「ガス遮蔽効果と焼着防止・砂離れのバランスの良い、#5533系」を採用。

同塗型剤の適用によりガス欠陥は低減し、ガス欠陥が原因での鑄物廃棄が1/3～1/10に減少。

8-2. B社

シェルモールドでシリンダーヘッドの製造を行っている。ヘッドジャケット部からの圧漏れ欠陥対策としてガス遮蔽系塗型剤を適用。

ガス遮蔽効果を重視して#4966系でテストを開始。圧漏れ欠陥対策としては有効であったが、ジャケット部は細くて曲がりくねってショットブラストが当たりにくいため、砂離れが悪く、残砂が問題となった。砂離れを改良した#143系にて採用。

現在、ジャケット部からのリークに関しては、ほぼ皆無になったとの評価。

9. おわりに

鑄型が原因のガス欠陥の場合、「ガス抜きを増やす、鑄型の粘結剤量を減らす、鑄型の通気度を上げる、揚がりを立てる」等の対策が用いられるが、形状が複雑なシェル・CB中子では対応困難な場合も多い。ガス遮蔽系塗型剤の適用により、一部のガス欠陥は低減・解消可能である。

ただ、ガス欠陥の要因は多々あり、例えば溶湯中のガス含有量が多く、凝固時に溶湯からガスが放出されて発生するガス欠陥の場合、ガス遮蔽塗型剤を適用することにより、ガス欠陥は増加する可能性が高い。鑄型や塗型だけでなく、溶湯や方案等の要因も検討が必要と言える。

一方、フラン自硬性鑄型の場合、塗型剤の残留溶剤によるガス欠陥がしばしば認められる。アルコール性塗型剤の場合、着火乾燥後も約4割の溶剤が鑄型内に残留する為、型合わせ前に十分鑄型を放置し、時間が短ければバーナー等による補助乾燥が必要である。また、塗型濃度が薄いと溶剤の浸透が多くなり、ガス欠陥が発生し易くなる為、十分な濃度(Be')管理が重要といえる。

塗型剤は特性を理解して選択し、十分管理して適用することが重要である。ここでは、形状複雑なシェル・CB中子に適した、ガス遮蔽系塗型剤の特徴について述べた。

以上

文献

- 1) 国際鑄物技術委員会：国際鑄物欠陥分類図集（日本鑄物協会）（1975）
- 2) 日本鑄造工学会：鑄造欠陥とその対策（日本鑄造工学会）（2007）
- 3) 山本善章, 米倉浩司, 岩堀弘昭：鑄物61（1989）888
- 4) 山本善章：鑄造工学72（2000）438
- 5) 豊田工機：鑄物ガス圧測定装置 DA2000 カタログ（1996）