



開発・設計・資材エンジニアのための

アルミ鋳物・ダイカスト

溶湯品質向上 技術ハンドブック

株式会社日本高熱工業社

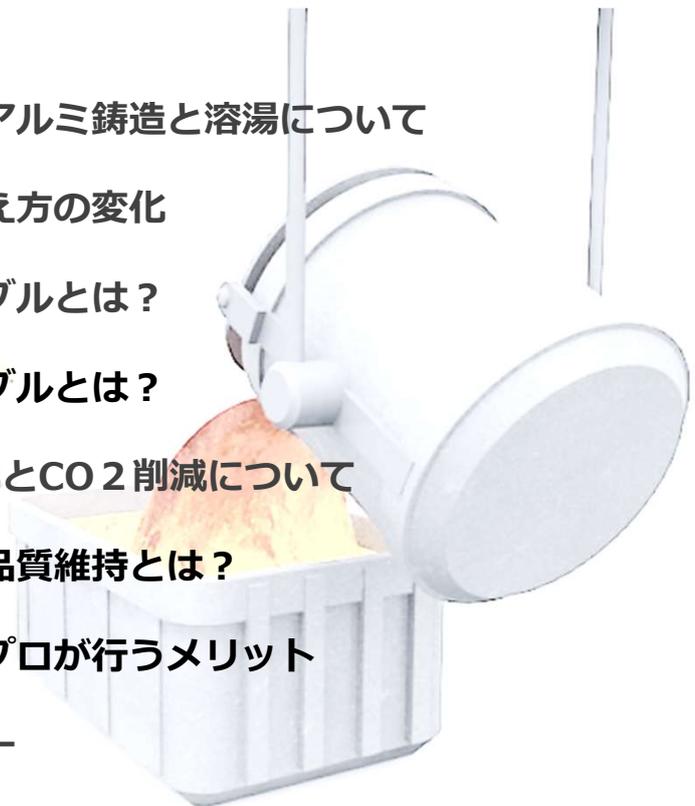


| 目次

- **アルミ鋳造・ダイカストにおける溶湯品質向上の必要性や
弊社の改善取組などご紹介させていただきます。**

<資料概要>

1. アルミダイカスト、アルミ鋳造と溶湯について
2. 溶湯品質に対する考え方の変化
3. 溶湯にまつわるトラブルとは？
4. 溶湯にまつわるトラブルとは？
5. 炉内清掃/溶湯清浄化とCO₂削減について
6. 溶解炉における溶湯品質維持とは？
7. 炉内清掃の必要性・プロが行うメリット
8. フラックスフィーダー
9. チタン製ノ口取り治具（溶湯品質改善事例）
10. 溶湯品質と製品不良の関係性
11. 材料溶解試験の受託
12. ~日本高熱工業社 イノベーションセンターのご紹介~



1 | アルミダイカスト・アルミ鋳造と溶湯について

高まるダイカスト、アルミ鋳造へのニーズ

近年、自動車業界におけるEV化、CASE化が進展するとともに、以前にも増してダイカストあるいはアルミ鋳造（低圧鋳造、重力鋳造）へのニーズが増加しています。

この背景としては軽量化による運動性能向上はもとより走行中のCO₂削減効果へのニーズ、あるいは高リサイクル性へのニーズも同時に挙げることができます。



溶湯清浄化の必要性

昨今のアルミニウム地金価格の急騰は鋳造業界にとって深刻であり、市中スクラップや低コストインゴットの模索・活用等、厳しい状況が続いております。

インハウスリサイクルとしても切粉・ブリケットの再溶解などロス低減の活動も再燃しており、我々にも近年数多くの依頼を頂いております。

一方、鋳造品に求められる品質要求は近年非常に高まっており、特に強度部品としての高延性材料での鋳造、SPR（セルフピアスリベット）などの接合に対する熱処理対応、封止溶接に対する内部品質の確保などの要求に対して低コストで鋳造する必要があります。そのためには、まず清浄度の高いアルミ溶湯の確保、溶湯清浄化技術が必須であると考えます。

2 | 溶湯品質に対する考え方の変化

溶湯品質とは何か？

工業的に用いられるアルミニウム合金はその組成が必要な機能品質毎に定義されています。しかし、アルミニウムは地球上にはボーキサイト(酸化アルミニウム、水酸化アルミニウム)として存在していることでもわかるように酸化しやすいことが良く知られている上、製品に至る過程で様々な元素が混入します。また、主に空気中の水蒸気から水素を溶解します。

溶湯内に混入し、製品品質や設備に悪影響を及ぼす元素や介在物・水素量が多い溶湯は溶湯品質が悪いとされています。

溶湯品質は、使用原材料、副資材、使用設備および環境等の諸条件と、溶解・溶湯処理条件の組合せで決まります。介在物・合金組成および溶湯内の水素に関して定期的な測定、管理が鋳造メーカー各社によって日常的に実施されています。

混入防止の技術と並行して、溶湯の清浄度を安定して保持し続ける技術、発生要因を可能な限り抑制する技術開発なども長年取り組まれています。

現代に求められるアルミ鋳造の考え方

アルミニウムはリサイクル性が高いが故に不良品や捨打ち品は再溶解して利用されます。しかし、最近では地球環境問題としてCO₂削減が大きく叫ばれており、溶解工程は特にCO₂発生ウェイトが高く、不良や捨打ちなどの低減が今までも増して重要視されています。

後の章でも紹介しますが、溶湯品質は鋳造における様々な欠陥の一因となるため、清浄な溶湯で生産を行うことは品質向上に重要な項目と言えます。

また、溶湯清浄化によって、炉の消耗を抑制したり、溶解保持の燃費の悪化を抑制することができ、製品品質のみならず環境改善や不要な投資抑制にもつながります。

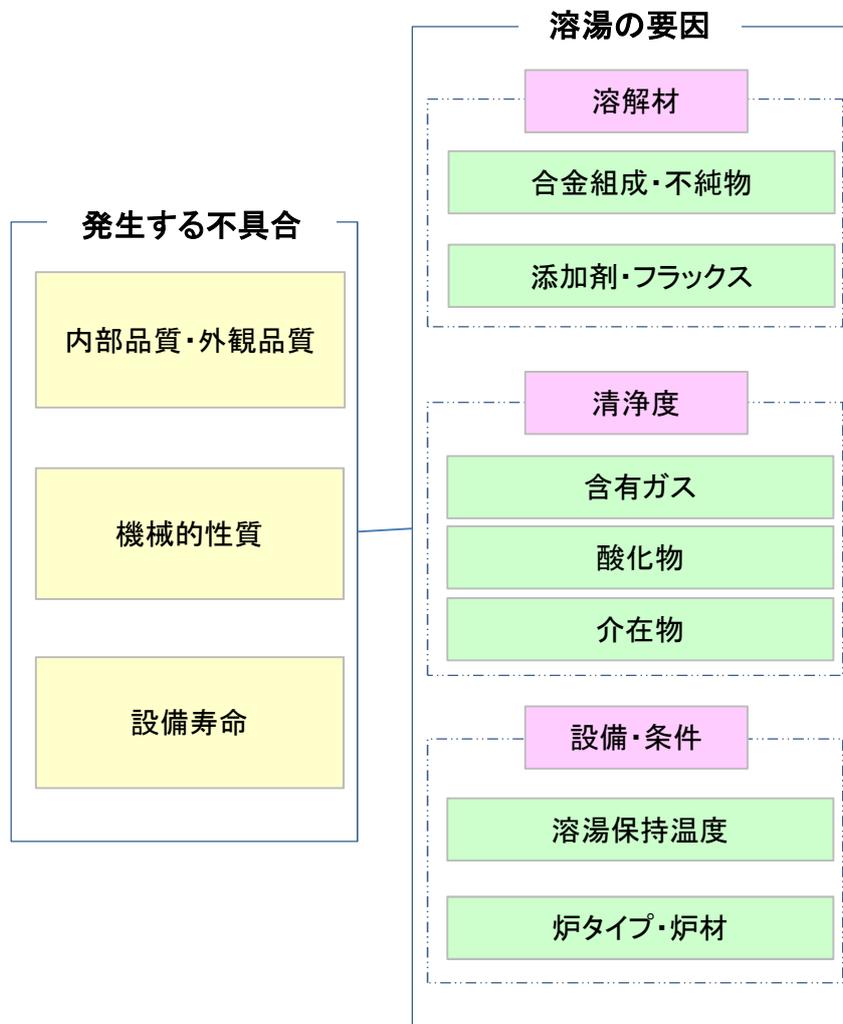
現代においての鋳造生産の考え方として、上述の生産性向上のさらなる推進の他、高機能部品に対する機能品質の向上や環境改善への取り組みも求められています。

今一度、鋳造生産における多くの部分に寄与する溶湯品質に関して見つめ直す必要があると考えております。

3 | 溶湯にまつわるトラブルとは？

溶湯に起因する不具合

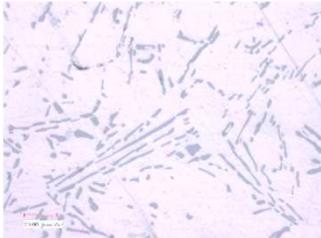
- ・ 溶解する合金の組成、添加材はその合金の特性を決める大きな因子です。
機械的性質や铸造性に影響します。微細化剤など減耗による効果の低下には注意が必要です。
- ・ 溶湯中に含まれる水素ガス、介在物は湯じわ、加工面の巣、漏れなどの製品不良の要因となります。
また、引張強度、伸びなど、機械的性質にも影響します。
- ・ 使用するフラックスや添加物に含まれる成分が炉材の寿命に影響する場合があります。
適正に選定し、正しい方法で使うことがポイントです。
- ・ 溶湯保持温度が高いと溶湯中の酸化物や含有水素ガスが増加します。また連続溶解保持炉の保持室内
雰囲気温度が高すぎると炉内のオバケが発生し、炉体の寿命にも影響します。



4 | 溶湯にまつわるトラブルとは？

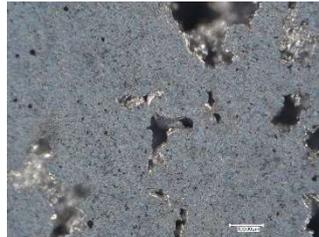
溶湯に起因する不具合

合金組成



針状共晶Si (微細化剤不足)

清浄度

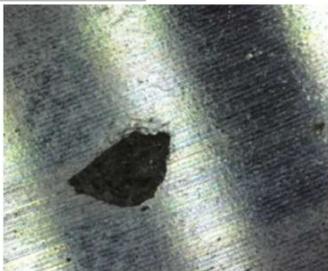


鑄巣 (酸化物)



鑄巣 (酸化物)

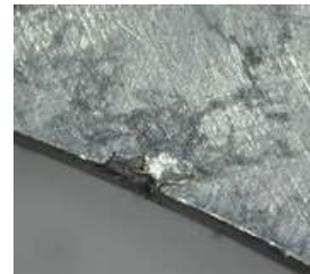
清浄度



ハードスポット (酸化物)



ピンホール (水素ガス)



欠け (介在物)



ハードスポット (酸化物)



ピンホール (水素ガス)

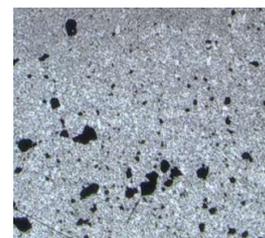
設備・条件



炉内のオバケ
(炉内環境：雰囲気温度等)
(炉内清掃不足)



湯じわ
(溶湯温度・介在物)
(金型温度・充填時間等)



ザク巣
(介在物)
(凝固速度等)

5 | 炉内清掃/溶湯清浄化とCO₂削減について

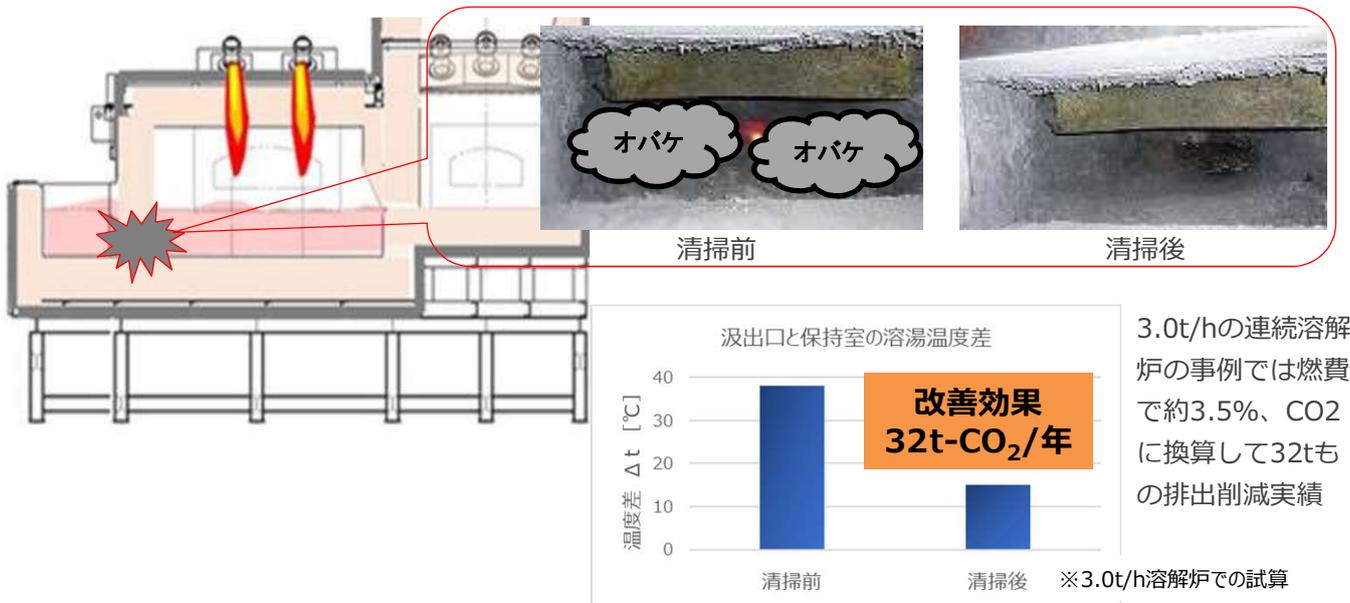
炉内清掃/溶湯清浄化によるCO₂削減

- 炉内清掃や溶湯清浄化を行うことで様々な不具合の解決につながります。前項で紹介したような不具合を解決することで昨今大きな課題となっているCO₂排出量の削減にもつながります。

CO₂排出削減例

- 溶解炉/保持炉の連通口清掃による燃費改善

酸化物の堆積(オバケ)により狭くなってしまった連通口の清掃を行うことで炉の燃費が改善されます。炉の連通口が狭くなってしまうと、汲出し口と保持室(予熱室)の熱の伝わりが悪化することで、汲出し口と保持室の温度差が大きくなり、汲出し温度を維持するために保持室温度を上昇させる必要が生じます。炉の清掃を行うことで保持室の温度上昇に必要なエネルギー増加を大幅に抑えられる他、保持室の温度上昇による酸化物生成量の増加による材料歩留りの増加の解消にもつながります。



- 不良低減によるCO₂排出削減効果

溶湯品質の悪化は前項でもご紹介したように多くの鑄造欠陥の原因となります。

溶湯品質の改善により不良を低減することでCO₂排出に対しても効果的です。

例えば、500tクラスのダイカスト生産では1ショットあたり約1.5kgのCO₂が排出されます。

これは不良が5%発生している場合、年間約30tものCO₂排出をしていることとなります。

1%でも削減できれば約6tの削減効果となります。



K10 = 5.2の溶湯で鑄造した製品

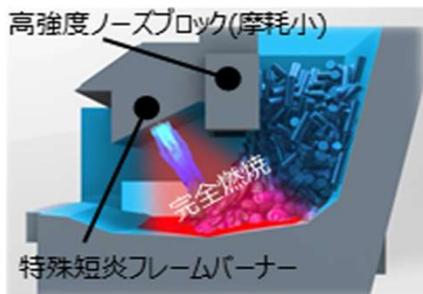


K10 = 0.3の溶湯で鑄造した製品

6 | 溶解炉における溶湯品質維持とは？

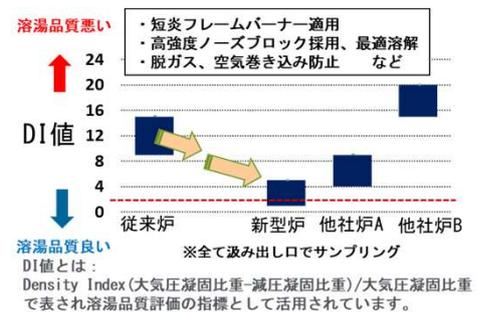
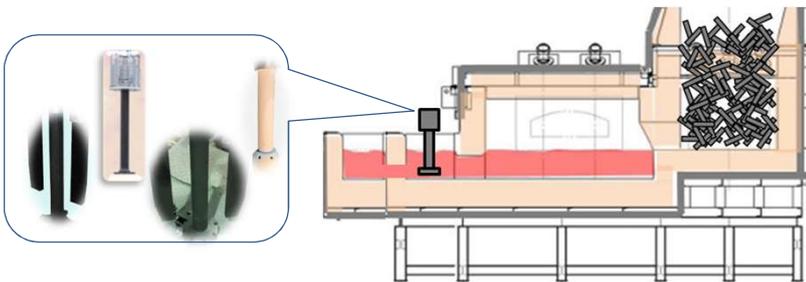
独自設計による高効率溶解技術

- 完全燃焼バーナーと最適な溶解室による独自設計により溶解環境を安定化することで“雰囲気温度が低く速やかに”溶解することが可能で、そのおかげで溶解時の溶湯品質を向上させることに成功しております。
- 耐火物も独自のノウハウにより、炉体の耐久性と溶湯品質を最優先に考えたものを採用しております。



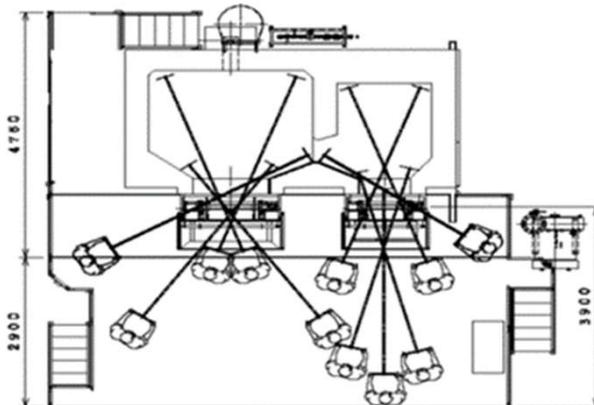
連続操業にも対応できる脱滓オプション

- 連続溶解炉に処理室を設け、連続的に脱滓処理を行うことを可能とするオプションも対応可能であり、清浄な溶湯を供給し続けることが可能です。



考え抜かれたメンテナンス性

- 炉内清掃は炉体の寿命の向上と共に溶湯品質の維持において非常に重要と考えております。インゴットの0.5~1%リターン材の1~5%は元々酸化物です。連続溶解炉では一般的に投入した材料の2~8%程度の酸化物が発生していると言われています。日本高熱工業差の連続溶解炉はメンテナンス性も非常に重要視しており、ノ口取りに死角の無い溶解室/保持室形状を採用しております。また、「ノ口」「オバケ」が付着/還元しにくい耐火材を選定しておりトップクラスのメンテナンス性を実現しております。



5年経過写真



7 | 炉内清掃の必要性・プロが行うメリット

なぜ炉内清掃が必要なのか。

日々アルミ原材料を溶解または、アルミ溶湯を保持することにより「酸化物」が発生し蓄積します。その蓄積した酸化物を除去することにより溶湯がキレイになります。問題になる酸化物はハードスポットの原因となり、製品加工時の刃物やチップの破損につながります。また炉に対しては、酸化物による炉体の変形や損傷などにより、溶解効率が悪くなり、無駄な燃料を使用することになります。

プロが行うメリット

炉の製造メーカーである日本高熱は、毎週末には数多くのお客様の所で常に炉内清掃を専用ツールを用いて行っており、炉内の耐火物を傷めないよう酸化物を除去しております。またご希望に応じて、酸化物処理後に溶湯をキレイにする「フラックス処理作業」を行っております。

今まで内製で対応されておりました作業を日本高熱工業社に任せることにより、危険作業を減らす事や、現場作業の負担軽減となる他、確実な清掃が可能です。



熱間ノ口取り作業中



フラックスフィーダー作業後

炉内清掃とフラックスフィーダー作業後にKモード法にて測定しました。介在物が激減し、製品不良も減少しました。

Kモード 試験片			Kモード 試験片		
測定場所 保持室			測定場所 汲出室		
	処理前 K値：23.1	処理後 K値：0.8		処理前 K値：2.0	処理後 K値：0.5

「製品不良が多くて困っている」「炉内が酸化物で酷い」「内製ではとてもできない」「溶湯自体を調べたい」等々お困り事があれば、ぜひ当社にお声を掛けてください。貴社へ伺わせていただき、お使いの炉を見させていただきます。

8 | フラックスフィーダー

フラックスフィーダーの有用性

- ・前項までにご紹介した通り、炉内清掃や溶湯処理を行う事で得られる恩恵は非常に大きい一方で、溶湯処理作業は暑い環境で厚い保護具を身に着けて、重い道具で作業をするといった、「危険」「キツイ」「汚い」イメージや、作業の熟練度によって処理後の溶湯品質や炉内の清浄度に大きな差が生じるなどの課題があります。
- ・フラックスフィーダーを使用することで、フラックスを攪拌する作業負荷の軽減や、作業の熟練度による差異を小さくすることができます。
- ・また、炉床に堆積している酸化物に直接フラックスを吹き込むことによる除滓効果の向上や不活性ガスを使用することによる脱ガス効果の向上も期待できます。

日本高熱工業社のフラックスフィーダー

- ・日本高熱工業社ではこれらのメリットをより際立たせる「軽量」「電源レス」「一定吹込み性能」に優れたオリジナルフラックスフィーダーを提供しております。



軽量/電源レス
電源レスで持ち運び楽々



安全
低流量吹込みによる
飛跳ね低減



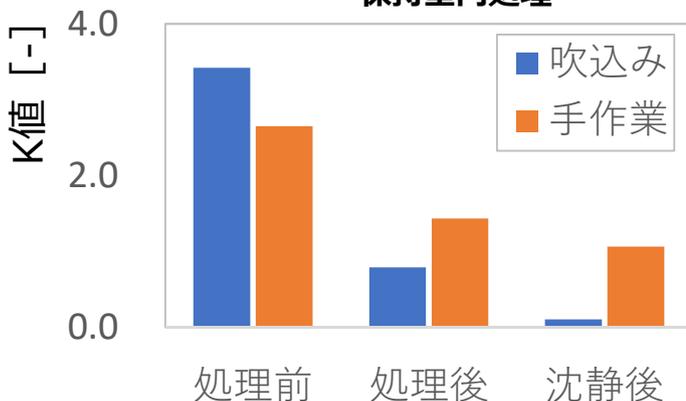
安定品質
一定吹込み性能による
良好な反応性



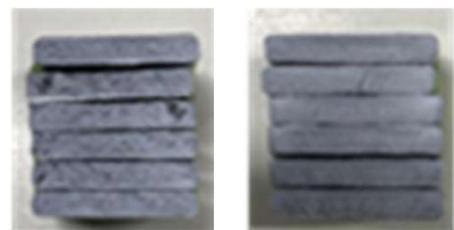
保持室内処理



汲出し口処理



Kモード測定結果 -9-



9 | チタン製ノロ取り治具（溶湯品質改善事例）

ノロ取り治具の材質変更で溶湯品質の向上

ノロ取り治具や柄杓は鉄鋼の物が主流で、治具の腐食や欠損が起こり、アルミ溶湯内に鉄分が混入。それにより異物混入による鑄造製品の品質低下が問題となっております。

当社が開発いたしましたチタン製ノロ取り治具・柄杓は従来の鉄鋼製治具の課題を解決し、品質向上を実現しております。



鉄製⇒チタン製ノロ取り治具の特徴

①使用寿命

従来の鉄鋼製では溶損しやすく、柄杓などではすぐ穴が空き、湯漏れが発生していましたが、チタン製では溶損しにくくなり、湯漏れの心配も少なく長期的に使用が可能です。



SS製 約1ヶ月使用



チタン製 約2年使用

②重量

ノロ掻き治具では、比較的長い物を使用している場合が多くあります。そのため、従来の鉄鋼製では作業者の負担が大きく、作業効率が作業効率も悪くなってしまいます。チタン製にすることで、軽量化を実現し、作業者の負担を下げることができます。

（重量は約3分の1減らす事ができます）

10 | 溶湯品質と製品不良の関係性

溶湯品質の悪化により生じる製品不良

溶湯品質は、製品不良の増減に大きく影響を及ぼします。溶湯品質の悪い状態で鑄造された場合、溶湯中の酸化物・介在物・ガスはそのまま製品中に存在し続けることになるからです。

溶湯品質の悪化が原因で増加する不良の一例を以下に示します。

・ 鑄巣不良

溶湯中の水素ガスは、凝固の際に水素ガス放出ポロシティとなり、鑄巣不良を引き起こします。加えて、溶湯中の酸化物も鑄巣不良の原因となります。湯の流れが酸化物によって阻害され、その酸化物が凝固の際にひけの起点となることにより、鑄巣（ひけ巣）を生じます。

・ ミクイ、チッピング

溶湯中の酸化物・介在物は、セキ折り時や加工時にも悪影響を及ぼします。運悪くゲート部位に酸化物が挟まっていた場合、セキ折りの際に製品部まで欠けてしまい、ミクイ不良（欠け込み不良）を生じます。運悪く加工位置に介在物（ハードスポット）が存在した場合、チッピングを生じます。

不良分析と対策のご提案

とはいえ、製品に生じている不良が、溶湯品質が原因であるのか、他の鑄造条件が原因であるのかを判断するのは難しいです。

弊社では、下記のような方法で、製品不良の原因特定のお手伝いをすることが可能です。

・ 鑄巣不良部位の観察

不良部位を研磨・観察し、鑄巣内部や周辺組織の状態から不良原因を考察します。

・ ブリスター試験

鑄巣の分散状態、発生部位などから、鑄巣の発生原因を考察します。

・ ガス分析試験

製品中に含まれるガスの体積、成分から鑄巣の発生原因を考察します。

その他、ご相談頂いた不良の素性に応じて検査方法・確認事項等を総合的に判断して、対策案を提示することが可能です。



酸化物による鑄巣



ハードスポット



ブリスター観察

11 | 材料溶解試験の受託(1/2)

溶湯清浄化へ向けた基礎試験の実施

カーボンニュートラル、省エネルギー対策、CO₂削減といった課題に対し、発生源としてどうしても着目されてしまう溶解工程。合わせて部品の高機能化、製品品質の向上、鑄造後の製品への入熱（熱処理、溶接など）などへの対応も求められております。不良品や方案部の戻り材を再溶解しても、高い溶湯品質が求められる状況に対して、生産設備での実施の前に基礎試験を行うお手伝いをさせていただきます。



日本高熱工業社の『材料溶解 受託試験』の特長

カーボンニュートラル、省エネルギー対策、CO₂削減といった課題に対し、量産設備を使用したTRYでは生産性を阻害してしまうことがございます。また量産設備でTRYした際の製品品質低下や炉内の汚れおよび溶湯品質の低下など懸念されます。

日本高熱工業社ではラボでの溶解試験が可能なので、材料基礎試験として量産設備を稼働させることなく、小型溶解炉で試験が可能となっております。また方案や切削切粉、ブリケットといった再溶解やメタルロスの評価、溶湯清浄度の評価など多岐にわたりご協力可能です。

<減圧凝固>

処理前

処理後



合わせて再溶解に適した溶解炉などのご提案もさせていただきます。

部品の高機能化に伴う溶湯品質の重要性については前段でお話しさせていただきました。ではどのように溶湯清浄化を進めていくか？

溶湯に対する適正なフラックスについてどう選定していくか？

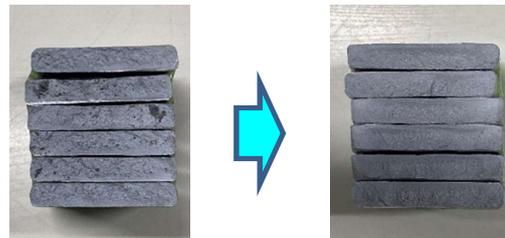
溶湯を扱うプロからの視点でその手法や管理方法、ツールなどにつきましてもサポートおよびご提案させていただきます。

※基礎試験の例は次項の一覧表を参照

<介在物評価>

処理前

処理後



11 | 材料溶解試験の受託(2/2)

＜結果+α＞の価値を生み出す溶解試験が可能です

溶解の基礎試験例

	試験内容	目的	ご提案 (+α)
1	切り粉・ブリケットの溶解	溶湯品質	最適な溶解方法
2	フラックスによる不要元素の除去	化学成分調整	フラックス条件
3	フラックスフィーダーの効果確認	溶湯品質	フラックスフィーダー
4	フラックス別の溶湯品質改善効果比較	溶湯品質	最適銘柄・条件
5	回転式脱ガス装置による脱ガス効果	溶湯品質	最適方法・条件
6	不活性ガスバブリングによる脱ガス効果	溶湯品質	最適方法・条件
7	改良元素添加の効果	溶湯管理	最適方法・条件
8	特殊成分合金での試験片試作 (機械加工可)	合金開発	—
9	合金の熱分析	溶湯管理	溶湯管理項目

溶解の基礎試験におけるアウトプット

	評価項目	評価方法・機器・設備
1	比重、DI値	減圧凝固、比重計
2	含有ガス量	ランズレー 減圧凝固
3	介在物量	Kモード PoDFA
4	化学組成	発光分光分析
5	機械的性質 ・引張試験 ・衝撃試験 ・硬さ	万能試験機 衝撃試験機 硬さ計 (HR、HB、HV等)
6	冷却曲線	熱分析
7	ミクロ組織・マクロ組織	マイクロスコープ 実体顕微鏡
8	SEM・EPMA	走査型電子顕微鏡

12 | アルミ鋳物・ダイカスト技術ナビをご覧ください

エンジニアの方のための技術情報サイト アルミ鋳物・ダイカスト技術ナビ

アルミ鋳造技術の革新に貢献する技術情報サイト
アルミ鋳物・ダイカスト技術ナビ 株式会社 日本高熱工業社 052-521-5411 メールでのお問い合わせ

アルミ鋳物・ダイカスト技術ナビ 製造納入事例 技術コラム イノベーションセンター お役立ち資料ダウンロード

アルミ鋳造・ダイカスト技術のお役立ち情報を発信する
エンジニアのための技術情報サイト

キーワード検索

新着記事

コラム 製品実績 保全・メンテナンス実績 カテゴリー名 カテゴリー名 カテゴリー名

メンテナンス エンジニアリソース お問い合わせまで 技術資料

アルミ鋳物・ダイカストに関する課題を解決します

溶融品質を上げたい 製品歩留まりを改善したい 製品長寿命化を図りたい 自動化・省力化を進めたい 省エネを追求したい

そんなご相談はアルミ鋳物・ダイカスト技術ナビ イノベーションセンターにご相談ください！
各種試験や材料段階からの検証など幅広いアプローチで課題解決をお手伝いします。

イノベーションセンターについて

当社のイノベーションセンターならびに当社の実績と概要の詳細につきましては、ぜひ アルミ鋳物・ダイカスト技術ナビをご覧ください。

（検索エンジンで「アルミ鋳物・ダイカスト技術ナビ」と入力して検索！）

同サイトのURLは <https://cast-rev.com/> となります。

また、お電話でのお問い合わせは下記からお気軽にお願いいたします。



052 - 521 - 5411