

Verena Sander and Werner Neun, ASK Chemicals, Hilden, and Michael Poetzsch, Düker GmbH, Laufach

鑄造部品メーカーが 新しいコールドボックス技術を導入

危険物標記が必要なパート1のコールドボックス樹脂材料を省くことにより、ラウファッハのDüker社は、有機物質排出量を大幅に削減しています。



Düker社の鑄物工場は持続可能な企業理念を追求しています（写真：ASKケミカルズ）

排出量と職場での曝露限界値は、鑄造工場にとって大きな課題であり、あらゆる法的規制が強化される中で、ますます重要になってきています。特に、排出ガイドラインの遵守は、企業の予防手段として不可欠であり、現在、技術的および経済的問題と同等の重要性を持っています。ドイツのラウファッハにあるDüker社などの最新の鑄造工場は、費用対効果、社会的責任、環境保護の3つの柱を等しく重視しており、持続可能な企業方針を追求しています。この例は、新しいEcocure Blue技術を使用して、環境保護と労働安全衛生をサポートしながら、効率的で生産性の高い中子生産を促進する方法を示しています。中規模の大きさであるDüker社は、水道水とガス供給用のバルブボディと圧力管成形部品、および排水技術用の配管の主要メーカーの1つです（図1）。同社の専門知識は、設計段階から始まり、シミュレーション、モデルの構築、鑄造、塗装にまで及びます。Düker社はまた、化学および製薬業界でのプラント建設用に、耐酸性の高い珪瑯を塗った部品とパイプを製造しています。もう1つのビジネス分野は個別生産の鑄造で、ロボット工学、機械工学産業、鉄道産業向けの部品の生産に重点が置かれています。バイエルン州のラウファッハに拠点を置く同社は、自らをそのセクターのパイオニアと自負しており、常に顧客のための新製品とソリューションの開発を目指しています。この一例は、フェライトをベースとした混合結晶鑄鉄の連続生産であり、最近、新しい材料グループ

として DIN EN 1563 に記載されました。Düker 社は 2012 年からこの新しい材料に集中的に取り組んでおり、2014 年から量産を行っています。これにより、Düker 社の顧客は、機械加工性を改善して鋳造品を最適化する新しい方法を得ることができました。同社は製品に非常に高い品質基準を課し、1993 年までさかのぼって DIN EN ISO 9001 に準拠した最新の品質管理システムを導入しました。環境保護および社会的問題への会社の取り組みは、重要な管理システムの使用によって達成されています。Düker 社は、DIN EN ISO 14001 に準拠した認定環境管理システムと DIN EN ISO 50001 に準拠したエネルギー管理システムを運用しており、BS OHSAS 18001 に準拠した認定労働安全衛生管理システムによっても管理を強化しています。

鋳造工場での有機物質の排出

コールドボックスバインダーシステムに含まれている溶剤や揮発性の高い物質は、環境や従業員の健康に有害である可能性があると指定されています。ドイツのヒルデンにある ASK ケミカルズの新しいコールドボックス技術である Ecocure Blue により、コールドボックスパート 1 で鋳造所が危険物指定ラベルの対象となる成分が完全になくすことができ、BTX（ベンゼン、トルエン、キシレン）の排出、特にベンゼンを大幅に削減できるようになりました。この技術の最初のユーザーの 1 人は Düker 社です。Ecocure Blue High Efficiency (HE) システムは、反応性、強度、および鋳造結果に関して妥協することなく、鋳造工程全体を通じて、経済的および環境的な利点を両立します。鋳造工場のほとんどの大気汚染物質は鋳造中に発生します。高温でのフェノール、ホルムアルデヒド、その他の溶剤に含まれている低分子量ポリマーなどの残留モノマーの大部分が、中子や主型から蒸発します。また、ポリウレタンポリマーの分子鎖は、金型キャビティ内、および金型と中子内に存在する酸素によって、燃焼します。さらに、酸素が大部分消費されると、部分的な熱分解が起こり、揮発物質が発生します。これにより、BTX、CO、NO_x、その他の多くの汚染物質を含む製品が生成されます。過去数年間の開発は、中子生産中の溶剤排出を防止すること、または少なくとも管理された方法でそれらを排出することを特に目的としてきました。「同時に、バインダーシステムに特定の変更を加えるときは、鋳造工程全体に対して、将来も増え続けるであろう要求を考慮する必要がありました」と ASK ケミカルズのバインダー部門のマーケットマネージャーである Pierre-Henri Vacelet 氏は述べています。触媒の消費とアミンのガス発生時間も、環境とコストの両方に関連する重要な要素です。



図 1 : Düker 社は、水道水とガス供給用のバルブボディと圧力管成形部品、および排水技術用の配管部品を製造しています

また、バインダーの最近の主要開発項目は、鑄造中に放出される臭気および/または BTX 物質を改善する試みです。

バインダー量を減らしながら硬化効率を向上

2020 年以降のフェノール排出量の大幅な削減を規定する厳しい規制（ドイツ）により、Düker は 2013 年以来、フェノールや BTX などを含むすべての高揮発性芳香族物質の排出レベルを下げ、それに応じてプロセスを変更することを試みています。「当時、私たちはサポートを求めて、革新と技術のパートナーとして ASK ケミカルズにアプローチし、特にラウファッハの生産現場での鑄造時のベンゼン排出量の削減に取り組みました。」と Düker 社の工場長 Michael Poetzsch 氏は言います（図 2）。最初のアプローチは、コールドボックス中子のバインダー含有量を（中子の製造技術、品質特性、または鑄造品質を損なうことなく）可能な限り減らして、排出量を削減するものでした。最初の成功は、2014 年に量産化された ASK ケミカルズのコールドボックス「高効率」システム Ecocure HE の使用によって達成されました。ASK ケミカルズは、鑄造後、蒸発による

遊離モノマーが数秒以内に発生し、すぐに BTX および NO_x 排出が開始するという知識に基づいて、2008 年までこの「高効率」バインダー技術を開発しました。同じ中子性能でバインダー量を削減できます。「これらの HE システムで製造された砂中子の機械的特性は、バインダーの削減にもかかわらず、従来の製品と同等でした。反応性の向上により初期強度が大幅に向上し、残りの処理工程をより短時間で安全に実施することが可能になりました」と Vacelet 氏は述べています。結果として生じるアミン添加量の削減は、臭気や材料コストの低下、しみつき改善にも役立ちました。その成功の結果として、Ecocure テクノロジーは絶え間ないさらなる開発を続けています。

バインダーの組成が揮発有機物の組成にどのように影響するかをさらに調査するために、ASK ケミカルズは、他の方法に加えて、独自の「覆いを複数層重ねた」排出物の捕捉および分析方法を近年特に開発しました。この分析手法は、ASK ケミカルズの開発部門と連携して、揮発性有機化合物、一酸化炭素、二酸化炭素、ガス状の窒素および硫黄を実際の鑄造で発生するものとして特定でき、鉛を含むの化合物を定量化することができます。



図 2：Michael Poetzsch 氏は、Düker 社がコールドボックスバインダーシステムを変更することで達成した排出量の削減に非常に満足しています

パート1 バインダーにおいて、 ラベル表示義務の対象となる成分 はもうありません

遊離モノマー含有量、特に遊離フェノールの系統的な削減の開発は、非常に複雑であり、既存の生産システムの変更が必要です。Düker 社との協業で、これらの開発は2015年6月から実施されました。ほんの数か月後の同年9月、ASK ケミカルズは最初の実験室プロトタイプを発表し、2016年初頭には、最終開発品を発表しました。最終製品は、超低遊離フェノール樹脂をベースとするコールドボックス技術、Ecocure Blue でした。

市場で入手可能なすべての触媒、通常の砂の品質、および多数の砂添加剤に対して、このバインダーを適用できます。ドイツのみで該当する Di Basic Ester (DBE) を除き、Ecocure Blue には、職場の暴露限界値で管理が必要な成分は含まれていません。コールドボックスのパート2のみがイソシアネートを基本とすることを避けることができず、管理する必要があります。「新しいコールドボックスバインダーのパート1には、有害物質のシンボルが表示されなくなりました。これは、バインダーの輸送と保管に関して、私たちにとって大きな安心です。しかし、それ以上に、労働安全衛生にとって明らかな利点であり、従業員にとって重要な改善です」と、Poetzsch氏は強調します。Ecocure Blue では、従来のシステムに比べて臭いが少なく、有害成分が少ないため、作業環境に配慮したシステムになっています(図3)。鋳鉄・鋳鋼用に開発されたこのシステムは、油圧部品、ターボチャージャー、ブレーキディスク、エンジンブロックの製造にも適しています。ラウファッハのDüker社はEcocure Blue を使用して、ほんの数グラムの細かい形状の部品から100kgの成形中子まで、中子製品範囲の大部分を製造しています(図4)。Ecocure Blue を使用すると、低バインダー添加量で高い初期強度を持つ造型の最適化という機能に加えて、中子の生産、鋳造から型ばらしまでの全工程を通じて排出量を削減できます。「これは、特にサイクルタイムを短くする必要があり、鋳造部品と形状がより複雑で肉厚がさらに薄くなる傾向があるという事実を踏まえると、最も重要です」と、Poetzsch氏は確認します。したがって、Ecocure Blue による解決策は、非常に優れた機械的強度、優れた反応性、優れた鋳造結果などの生産に関する要因と、環境保護および健康と安全の要因を両立することができます。



図4: Düker社は、新しいバインダーであるEcocure Blueを使用して、中子のほとんどを造型しています

大気中へのベンゼン排出量を66%削減

4か月にわたって実施された長期分析とそれに続く量産の導入により、Düker社は、効率的なEcocure HEテクノロジーと比較しても、Ecocure Blueはバインダーを7%削減できることを示しました(図5)。2014年に使用されていた従来のシステムと比較して、バインダー量は22%削減されました。新しいEcocure Blue技術の使用により、BTX排出濃度、特に鋳造プロ

セス中のベンゼン排出の濃度が 66%削減されました。これらの測定結果は、BTX 測定の実施を委託された独立した測定機関から提供されました（図 6）。また、従来のシステムと比較して、生砂/再生砂からの BTX 排出量が 34%減少しました。「私たちにとって、環境への排出をできるだけ少なくし、作業環境をできるだけ無臭にすることが重要です。私たち自身が実施した小規模なテストに加えて、独立機関が長期的なテストを実施し、バインダーの評価を開始しました。」と Poetzsch 氏はまとめています。以前のシステムは排出規制値 (5 mg / m³) をわずかに上回っていましたが、現在は基準が遵守されています (新しいバインダーのおかげです)。使用する砂の品質に合わせて、Ecocure Blue 使用量を最適化することにより、バインダーが削減できたため、材料費が高くてもコストへの全体的な影響はありませんでした。そのため、この最新の技術は必ずしも砂の混合コストを上げるわけではありません。「新しいバインダーは、中子砂システムの強度特性と、これから生じる casting 品の品質に関するすべての期待に応えます。結果には非常に満足しています。新しいバインダーの導入は、高付加価値品の casting を確実にかつコスト効率よく製造できるため、ライン全体にわたる長期的な転換点となっています。」と Poetzsch 氏は喜んで言います。

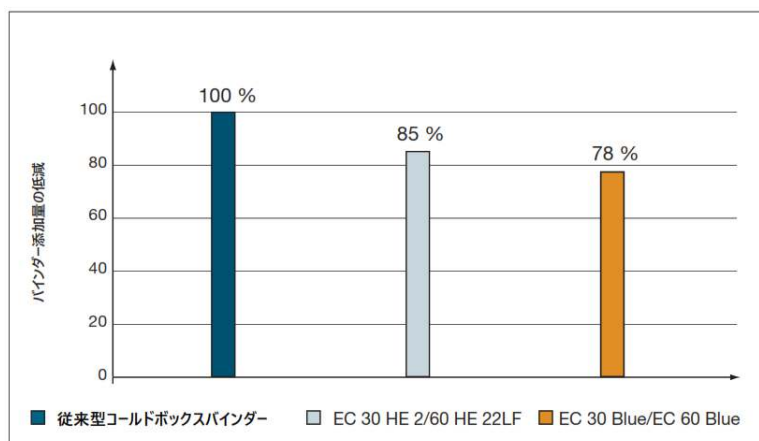


図 5：コールドボックスバインダーの量の低減

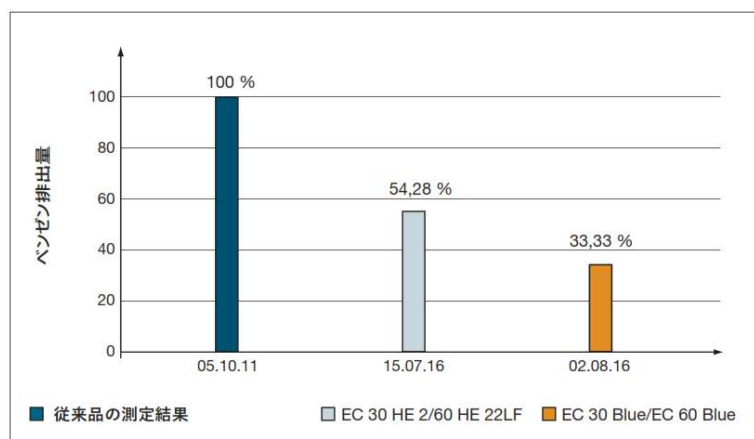


図 6：ベンゼン排出量の推移