JFSinc

鋳造ジャーナル

2023年
7月号

Vol.19, No.7

JFSinc
一般社団法人 日本鋳造協会
Japan Foundry Society, Inc.

技術解説

INOTECプロモーター第6世代
―高耐湿性の無機バインダーシステムの開発―

Markus Jonek 博士、Christian Appelt 博士

ASKケミカルズのINOTEC技術は、環境に優しく生産性の高い中子製造プロセスで軽合金鋳造部品の製造において世界的に知られています。このINOTECバインダーシステムを自動車部品の大量生産に適用することで中子の製造や保管、鋳造時における排出物の削減が可能になります。また、アルミ合金の低圧鋳造や重力鋳造においてバインダーの熱分解による凝縮物が発生しないため、経済的・技術的な優位性を十分に発揮できます。さらに、アルミ合金溶湯の凝固が早くなりミクロ組織が改善されるため、耐久性の高い鋳造部品が得られます。そして、鋳造金型において清掃やメンテナンスの頻度が減り、稼働率が上がるため生産性向上にもつながります。

これまで無機バインダーシステムは主に内燃機関用のシリンダーヘッドやクランクケースの製造に使用されてきました。しかし、自動車産業におけるパワートレインの多様化に伴い、現在では電気モーターのセントラルハウジングやサブフレーム、アクスルキャリアなどの構造部品にも応用されています。このようにINOTEC技術は中子製造工程において専門的な用途から多様な用途へと進展しているバインダーシステムです。砂中子には耐湿性、排砂性、熱安定性といった特性があり、無機バインダーシステムにおいて重要な評価基準となっています。

一般的に無機中子の耐湿性は、絶対湿度に対する中子保管中の安定性を示します。もし中子の耐湿性が低い場合、中子保管中にクラックが発生して破損することがあります。また、高湿度の環境下で無機中子を保管すると、より多くの水分を吸収するため、鋳造工程においてアルミ合金の鋳造部品にガスが残留したり、排砂性にも影響を与えたりします。さらに、無機バインダーの再活性化が生じて中子強度の上昇による排砂性の低下などの挙動が観察されています。このように無機バインダーの耐湿性は鋳造工程において特に複雑形状の中子、例えばシリンダーヘッドや電気モーターのウォータージャケットのような中子では重要な性能評価となります。通常、耐湿性を制御するには液体バインダーにリチウム塩を添加しますが、添加することで常温強度が低下してしまいます。そのため中子保管中におい

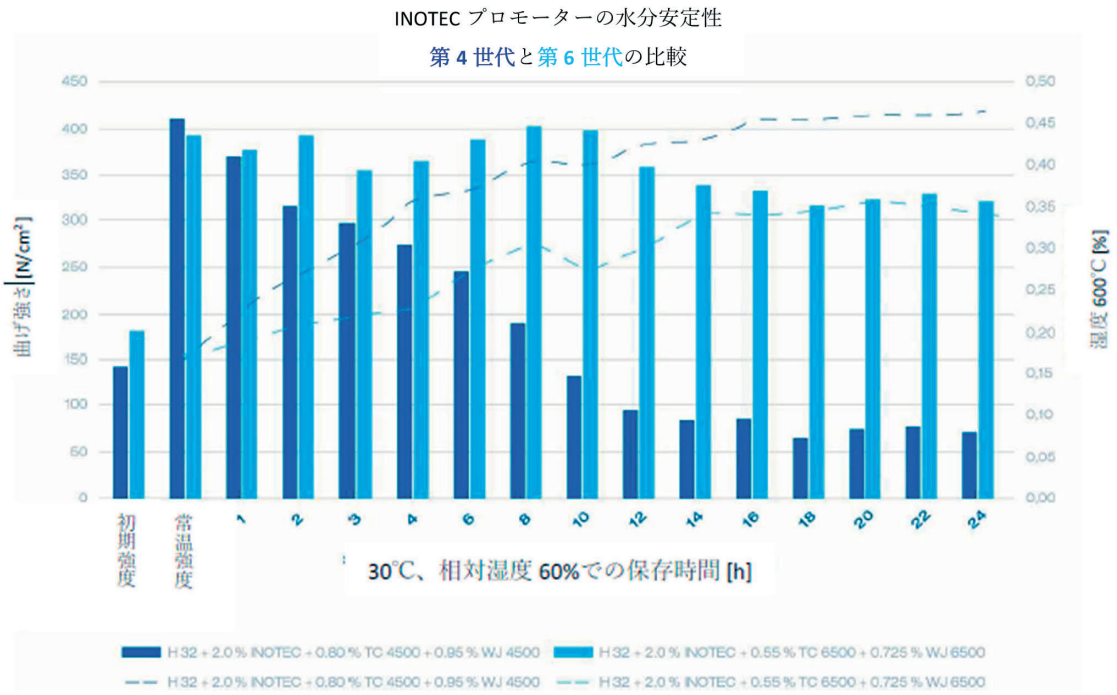


図 1　第 4 世代（紺）と第 6 世代（青）の INOTEC プロモーターを使用した無機中子の強度（棒グラフ）と水分量（折れ線グラフ）の推移

て適切な強度を確保するには、液体バインダーを比較的多く添加しなければなりません。また、リチウム塩は電池産業において非常に需要が高いため経済的に使用することが困難です。

第6世代のINOTECプロモーターは無機バインダーシステムにおいて重要な特性である耐湿性を向上させます。無機中子の耐湿性は高湿度環境下で中子を保管し、その後の硬化強度や水分量を測定して評価します。無機中子が吸収した水分量は600℃時点での水分量を測定しています。図1は第4世代と第6世代のプロモーターを使用した無機中子を湿度環境下（温度30℃、相対湿度60%、水分量18g/m^3）に保管した場合の2つの特性評価を示しています。左スケールは「強度」（棒グラフ）を右スケールには「水分量@600℃」（破線グラフ）を示しています。

標準試験片（曲げ試験片）の造型後、1時間経過した時点ではプロモーターの世代に関係なく、常温強度は375～400N/cm^2で、含水率（@600℃）は約0.20%を示しました。第4世代プロモーターを使用した場合、中子の保管開始時点から強度は徐々に低下していることが確認され、保管時間が8時間を経過すると常温強度は50%程度低下しています。さらに、保管時間が経過するにつれて無機中子の含水率が上昇しており、8時間経過時点で0.4%に達しています。一方、第6世代プロモーターを使用した場合、保管時間が10時間まで一定の強度レベルを維持しており、含水率も0.3%に低下しています。さらに、24時間経過時点の強度保持率は常温強度に比べて約82%に維持しており、この時点での含水率は0.35%です。これらの2つの特性評価から、第6世代プロモーターによる耐湿性が向上していることを示しています。さらに第6世代のプロモーターの使用により、中子保管時での耐湿性だけでなく、排砂性の向上にもつながります。図2は、第4世代と第6世代のプロモーターを使用した標準試験片（曲げ試験片）を異なる湿度環境下で保管した場合の排砂性を示しています。試験片を異なる湿度環境下で保管し、それに650℃の熱応力を加えて機械的衝撃を与え、排砂性を測定しました。第4世代プロモーターを使用した場合、保管時間が長く、絶対湿度が高くなると排砂性の悪化を示しました。一方で第6世代プロモーターを使用した場合、保管時間や絶対湿度に影響を受けず、一定の排砂性を示しました。

さらに、第6世代INOTECプロモーターは、これまでの技術的な知見を活かすことで高い熱安定性を実現しています。熱安定性とは、鋳造用途における機械的および熱的影響に対するバインダーの耐性を示しています。INOTEC WJ6500プロモーターは非常に高い熱安定性を有しており、特にウォータージャケットのような複雑な形状で熱応力がかかる中子も鋳造時の変形を抑制することができます。一方でINOTEC TC6500プロモーターは熱安定性が低く、大型形状の中子の造型に適しています。これらの製品の配合比率を調整することで砂型の形状に適した熱安定性を実現することができます。図3はINOTEC TC6500とWJ6500の配合比の違いによる熱安定性の影響を示しています。INOTECバインダーやプロモーターを用いて立方体の試験片を造型し、加熱により試験片の面積の変化を記録します。この面積が5%変化するときの温度を軟化温度と呼び、この曲線からINOTECバインダーシステムの軟化の開始温度が確認できます。また、INOTECプロモーター WJ6500の配合比率を増加させると熱安定性が向上し、軟化温度点の上昇が示されています。

第6世代プロモーターはこのような中子の特性に加えて、第4世代プロモーターの添加率と比較して、例えば

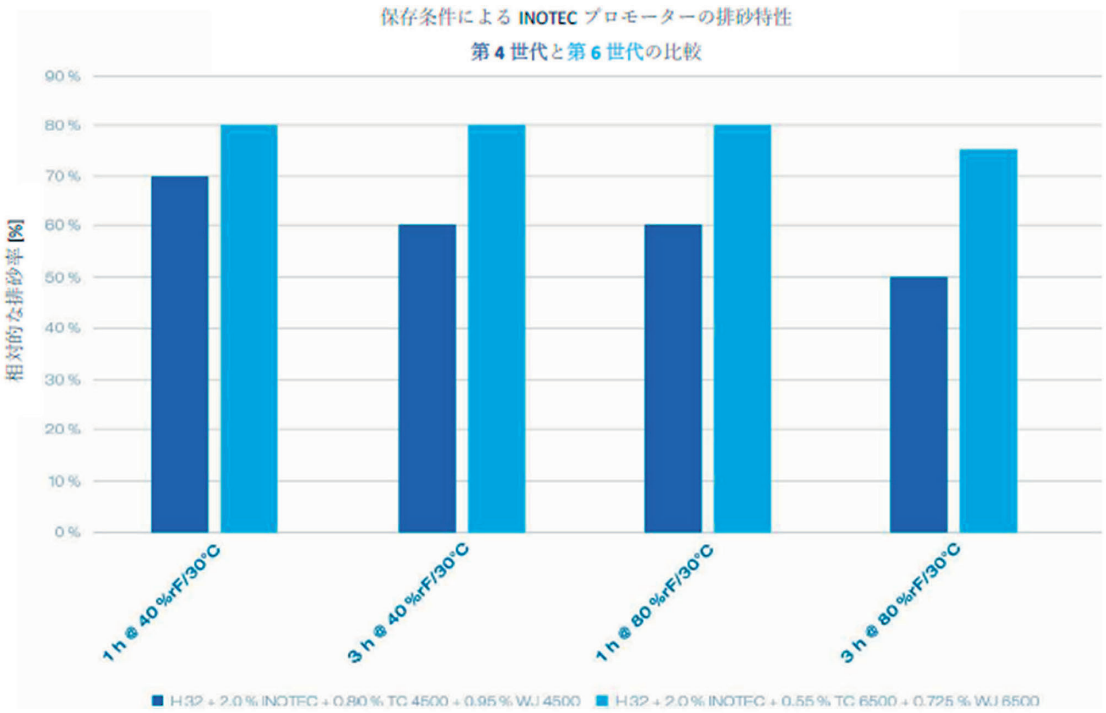


図２　第４世代（紺）と第６世代（青）の INOTEC プロモーターを使用した無機中子の排砂特性

TC6500では31%、WJ6500では24%と添加率の低減が可能です。

要約しますと、第6世代のINOTECプロモーターシステムは耐湿性が高く、中子の保管安定性や鋳造性能、鋳造工程全般にわたる安定性を高められます。そのため、これまでの実績や技術的な知見により多様な顧客のニーズにより柔軟に対応することができます。

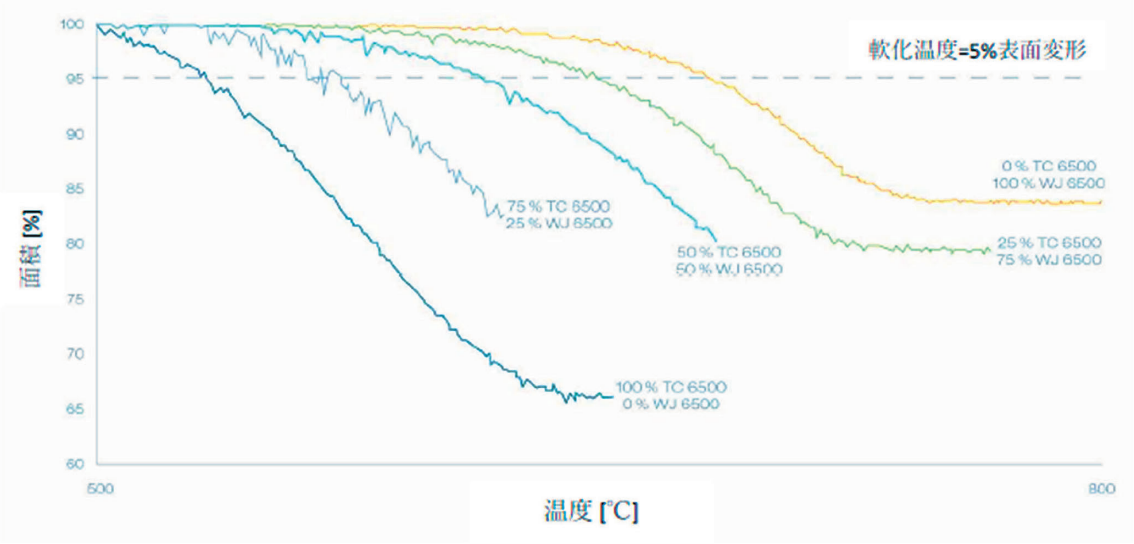
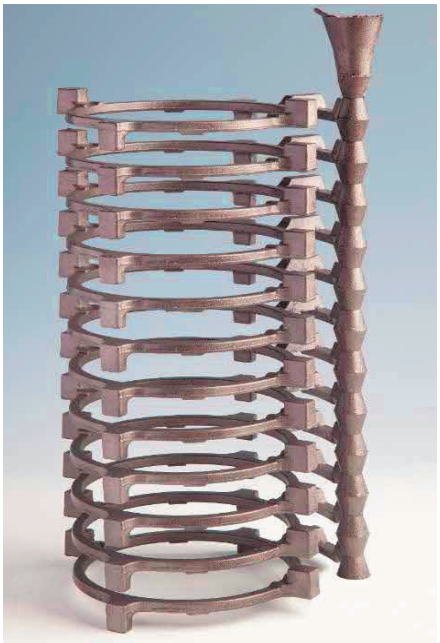


図３　熱安定性における TC6500 と WJ6500 の配合比による軟化温度の影響

Castings of the Year 2017 受賞
C's鋳物(Complete Shell Stack)
～ Cast By Signature technology ～
Circumstance:環境
バリ無し鋳物
Create Smile:幸福
驚異の加工性
Challenge:挑戦
鋳抜方案技術
Change:変革
鋳肌と寸法精度

低臭気SGRCSが創り出す鋳造業の未来
MATSUBARA CO.,LTD
Iron Casting and Machining
株式会社マツバラ
〒501-3924　岐阜県関市迫間字大下 1-1
TEL 0575-24-5657　FAX 0575-21-0012
URL　http://www.k-matsubara.co.jp/
E-mail　Info@k-matsubara.co.jp