

るつぼ式低温溶解適温鋳造型 アルミニウム連続溶解保持炉 (メルキーパー)

日本ルツボ株式会社

1. 機器の概要

今回開発したメルキーパー（写真1、図1）は、黒鉛るつぼを用いてアルミニウムの連続溶解ができる溶解保持炉である。リフトを用いて自動投入されたアルミ材料がタワー内で排気ガスにより予熱されながら降下し、溶解るつぼ内で間接加熱によって溶解される。溶解したアルミニウムは出湯口より連続的に溢流して保持るつぼに蓄えられる。材料が常にるつぼ内の溶湯で溶かされることになるので、溶湯温度は熔融温度直上に維持され、極端な低温溶解が達せられ、保持るつぼ内で適切鋳造温度に加熱保持される。この画期的な溶解保持方式とるつぼによる間接加熱、新たなセラミックファイバ炉構造により、燃料使用量減少と新たな炉構造による省エネルギー、材料の溶解ロス減少、溶湯の高品質化、多様な操業性、作業環境の向上が実現される。販売実績も35基を超え急増中である。

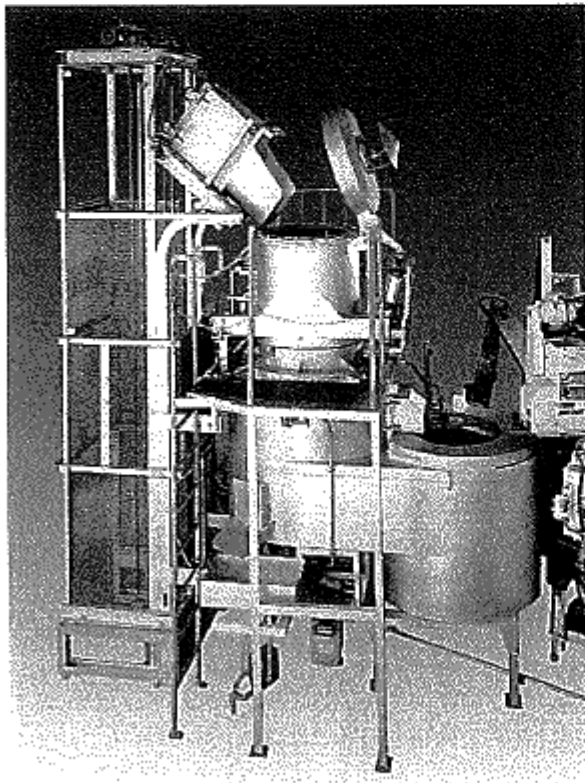


写真1 メルキーパー外観

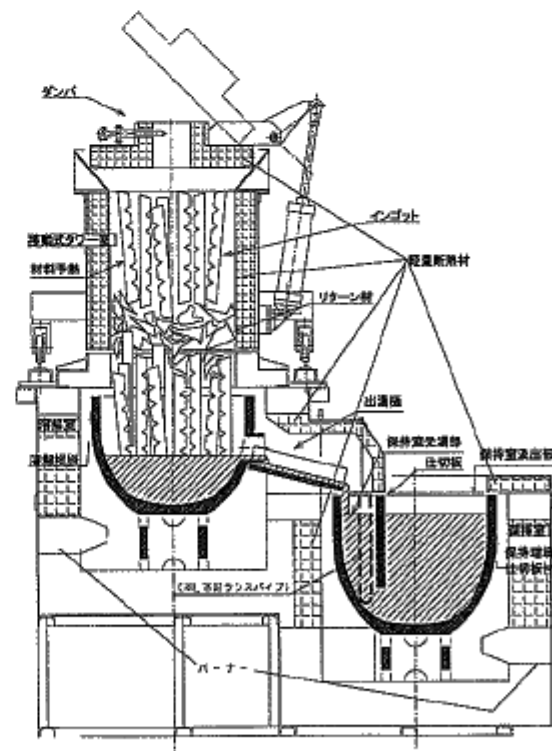


図1 メルキーパー炉構造

2. 機器の技術的特徴および効果

2.1 技術的特徴

(1)技術の独創性

- ① 溶解・保持の連続化：溶解と保持に黒鉛るつぼを用いてアルミニウムの連続溶解及び溶湯保持を独創的な構造により初めて実現した。従来のるつぼ炉では連続溶解できなかった。
- ② 燃焼排ガスによる材料予熱と溶解操業管理システム：溶解るつぼ上方にタワーを設けて、溶解炉と保持炉の全排熱と材料を効率的に熱交換する材料予熱方式を実現した。タワー頂部から排出される排ガス温度を測定し、それを基に材料投入と溶解作業を管理する合理的システムを確立した。
- ③ 低温溶解・適温鑄造：タワーから溶解るつぼ内へ降下する材料が、溶解温度（液相線温度）より僅か上で溶解し続ける徹底した低温溶解（通常の溶解炉における温度より 50～100℃以上低い）と、保持炉で溶湯を適温に加熱保持し鑄造する画期的な方式を達成した。図2に溶解操業時の温度データの一例を示す。
- ④ セラミックファイバ炉構造と軽量化：るつぼを用いた間接加熱のため、炉壁に多量のセラミックファイバ材の使用を可能とし、全炉壁面積の約 50%に適用し、高い断熱効果と軽量化を達成した。
- ⑤ 設置スペースのコンパクト化：2 つのるつぼを密接して設置するスペース内に、材料投入予熱室等の全ての機能を収めることにより、従来炉に比べ、約 2/3 のコンパクト化を達成して、工場スペースのさらなる有効活用に貢献した。
- ⑥ るつぼ溶解のため、るつぼ交換のみで多材質の溶解が容易に可能となり、またメンテナンスもるつぼ交換のみで良く、コスト、作業負荷の両面で著しく容易となった。

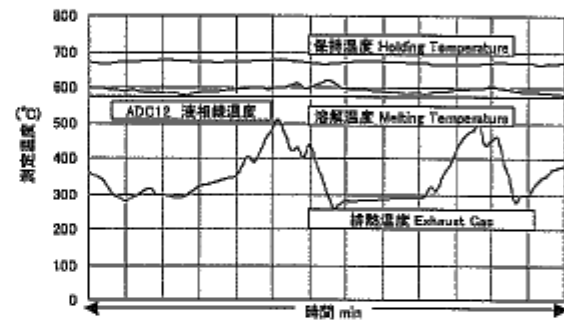


図2 メルキーパーの溶解操業時のタワー頂部の排気ガス温度と溶湯温度データの一例

(2)省エネルギー性

上記(1)の独創的な技術に起因して、

- ① 燃料使用量が減少し、大幅な省エネルギーが達成された。現行の反射炉タイプの直火焚式溶解炉や定置式るつぼ炉の操業に比べて、メルキーパーでの燃料原単位が 25～50%低減した(図3)。

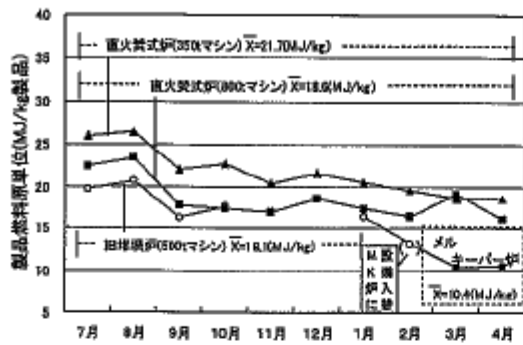


図3 スクイズダイカスト実操業におけるメルキーパーと直火焚式溶解保持炉の製品燃料原単位の比較

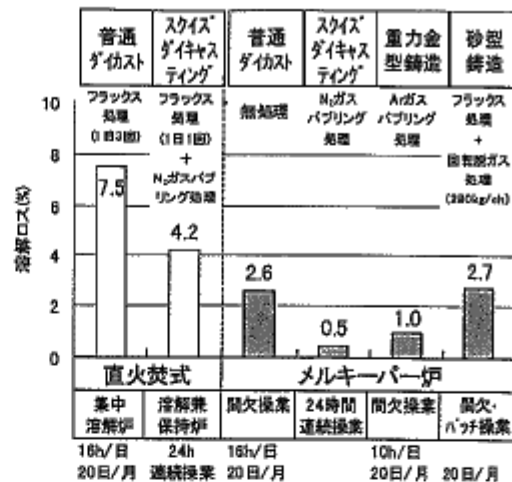


図4 各種タイプの炉における材料の溶解ロス

② 画期的な低温溶解適温鑄造方式の

実現と、るつぼによる溶解・保持の間接加熱により、溶湯の酸化が抑制され、従来の溶解方法と比べてメタルロスが少なくなり、歩留りが3~5%も向上した(図4)。

(3)高品質溶湯

低温溶解適温鑄造と間接加熱方式によって、溶湯中の水素ガス吸収や、酸化物介在物の非常に少ない溶湯を得ることができた。溶湯処理を行わない場合でも、溶湯中の水素ガス量は0.25cc/100gAl以下、K-モールド試験による介在物量を表すK10値が1.5以下であり、このような低い値は従来の溶解炉の未処理溶湯では絶対に得られない。

(4)安全性・環境性・操業性

溶湯の高品質化によって、フラックス処理が不要となり、安全性向上と労働環境改善が達成された。溶解ドロロス発生量を大幅に低減でき、環境保全にも貢献できた。材料投入の自動化により、溶解作業の軽減による省人化が達成された。連続操業だけでなく、溶解立ち上げ時間が短いため夜間や休日の加熱保持が不要で、間欠操業にも適し、多様な操業に対応できる。これらの結果としても省エネルギー、作業環境、労働環境、生産性等が改善されている。

2.2 効果

本炉納入先における経済性比較の実績値の一例を表1に示す。本メルキーパーの経済性は、設備導入時のイニシャルコストが従前のものより増加する場合があるが、ランニングコストの大幅な削減により、トータルコストは大きく低減し、著しい経済性が発揮される。とくに燃料費と溶解メタルロス分費の削減が効果的である。これらの優位な経済性がユーザーのリピート購入、新たな拡販につながっている。

表1 スクイズダイカストにおける手元溶解保持炉方式に
おける従前の直火焚式炉とメルキーパーの経済性比較

(単位：千円 合計金額は一万円単位で四捨五入)

	従来システム (直火焚式レンガ炉)	当装置 (メルキーパー)	差異	削減率 効果
作業形態	年間生産量 380T/年 (32T/月) : 溶解材料 ADC12:3 直 24 時間の連続作業			
	溶解能力 300kg/h 1台	溶解能力 320kg/h 1台 (MK300 タイプ)		
イニシャルコスト (設備導入費)	6,500	8,500	2,000 増	31%増
年間ランニングコスト	8,480	4,080	4,390	52%
①(溶解・保持)燃料費 ・LPG(860円/kg)	3,980 ・LPG 燃料原単位3.98MJ/kg ・補助電気加熱 300千円/年	2,760 ・LPG 燃料原単位3.56MJ/kg ・補助電気加熱 0千円/年	1,220 (920) (300)	31% (25%) (-)
内②メタルロス分費 訳 ・地金@150円/kg として換算	2,700 メタルロス率 4.7% メタルロス量 18T/年	280 メタルロス率 0.5% メタルロス量 1.9T/年	2,420 (16T/年)	90%
③維持(メンテ)費	1,800 (炉の定期修理、消耗品)	1,050 (るつぼ、消耗品/9ヶ月で交換)	750	42%
総合計※	14,980	12,590	2,400	16%

※イニシャルコストの増加分は1年以内で回収できる

3. 用途

平成11年の初号機納入以来、平成15年12月までに普通ダイカスト、スクイズダイカスト、金型及び砂型鑄造等の用途に100台を販売し全機が稼働中である。納入客先からは、省エネルギー、高歩留り、省人化等による著しい経済効果だけでなく、高品質溶湯が得られる等の高い評価を得ている。本機は全く新しいタイプの炉であるため、当初の拡がりは早くなかったが、客先の理解が深まり、本年から急速に拡大している。海外へは、本年、米国へ初輸出したが、やはり客先の高い評価を得て、今後海外展開にも傾注する予定である。