

## Auto-Pour Ladle made of RFM

### (RFM 材質の自動給湯ラドル)

アルミニウム鋳造工場で使用されている自動給湯ラドルの目的は保持炉から鋳造機に正確な量のアルミニウム溶湯を供給することである。一般的に、この鋳造プロセスはハイプレッシャーダイカストまたはグラビティダイカストに主に用いられる。

実操業での鋳造課程において、自動給湯ラドルに求められている要件を下記表 1 に示す。

表 1 ラドル操業要件

No.	要件	技術的要求
1	熱衝撃	急激な温度上昇に耐える
2	熱サイクル	継続的な温度変化に耐える
3	トルク、引張	回転中の応力、負荷に耐えること
4	機械的衝撃	機械的衝撃に耐えること
5	非濡性	溶湯が付着しづらいこと
6	保温性	溶湯の温度低下を防ぐこと
7	汚染	溶湯に侵食されないこと

#### 従来技術

一般的に、鋳鉄製ラドルがこれらの要件に最適なものとして使用されてきた。しかし、鋳鉄は上記の表 1 の 5、6、7 の要件は満たさない。鋳鉄はアルミニウム溶湯に対し濡れ性であり、したがって、定期的にコーティングを施す必要がある。鋳鉄は、RFM よりもはるかに比重が大きく、(鋳鉄； $\sim 7,000\text{kg/m}^3$  に対し RFM； $\sim 1600\text{kg/m}^3$ ) これがラドルの内のアルミニウム溶湯に対しを直接冷却する要因となる。

また、鋳鉄はアルミニウム溶湯により浸食されるため、溶湯汚染は不可避である。

## RFM 自動給湯ラドルの特性

### 熱衝撃および熱サイクルに対する性能

RFM 材は、 $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$  とガラスクロスを組み込んだ複合体であり、この材質そのものとその複合構造が非常に優れた耐熱衝撃、耐熱サイクル特性をもたらす。これらは、長期間の耐久性を要求される自動注湯ラドルの寿命として必要不可欠な特性である。

### トルク / 引張

ラドルは、通常ロボットアームのような移湯装置に取り付けられる。汲み上げ、移動、注湯のサイクルの中で、固定位置の周辺で軸の回転の力を受ける。単純な場合は固定位置が一箇所であるが、複数の場合もある。この特別な規則による運転上の応力に適応するために、RFM ラドルは外周にスチールリングや、取り付け用金具を埋め込むことができるように設計されている。この金属の補強は製造工程において本体そのものに埋め込まれる。この特殊な製造工程が RFM と金属リングとの合体を可能としている。この方法を採用することで、安全に本体を支持しそして溶湯の最大荷重を増やすことに有効である。

この RFM ラドルはさらに、従来の鑄造機ロボットの取り付け位置や設計をそのままで行うことが可能である。この RFM ラドルを現行の鑄造機に直接取り付けられることは大きな特徴のひとつである。

下記の写真は、RFM ラドルが溶湯を汲み上げる際の写真である。ここではロボットアームとの取付けに金属リングが組み込まれている。



動作中の RFM 自動給湯ラドル

## 機械的衝撃

ラドル使用時に給湯ロボットの不適切なプログラムや操作ミスなどにアクシデントによって、機械的な衝撃をうけることがある。単一材料の耐火物ラドルやセラミックラドルは機械的衝撃により完全に破壊されてしまうため、安全上の問題がある。複合材料からなるRFMラドルは、機械的衝撃に対して十分な耐久性を持っている。中のガラスクロスによりクラックが広がるのを防ぐことができるため、壊滅的な破壊なしに安全な製品として使用することができる。

## 非濡れ性

アルミニウム溶湯に対して安定であるRFMは、多くの使用用途に適応しているが、特に自動移湯ラドルのような半自動化された工程においては最も優れた特性を発揮する。

ラドルからアルミニウムの薄皮を取除く作業のため、操業を頻繁に停止することは時間とコストの無駄である。ラドルに付着するアルミニウム薄皮を放置しておけば多量のドロス分が付着する結果となる。これは結果として操業上の問題となり製品品質の問題につながる。鋳鉄など従来の材料は定期的なメンテナンスとして鋳造機からはずしてのメンテナンスが不可欠である。しかし、RFMラドルは卓越した非濡れ性であるため、その操業状況を維持するためのメンテナンスはほとんど不要である。

ラドルをメンテナンスのために鋳造機から取り外すこともなく、数週間に一度、BNコーティングを塗布するだけで優れた耐久性が実証され、欧州ではダイカストマシンの標準ラドルとして好評を得ている。

## 保温性

保持炉の温度のまま、溶湯を移湯・注湯することができる能力があることは有効である。しかし、結果的に温度ロスが変化するのはさまざまな状況が考えられる。

- ◆ ラドルの材質
- ◆ ラドルの重量とアルミニウム溶湯汲み出し量の比較
- ◆ 移湯距離
- ◆ ラドルに湯が入れられている間の移動時間
- ◆ 製品が型の中で固まるまでの時間

7000kg/m<sup>3</sup>の密度をもつ鋳鉄は、1600kg/m<sup>3</sup>の密度の材料（RFM）よりもラドルに残っている溶湯を早く冷却することは言うまでもない。つまりRFMラドルは、汲み出されたアルミニウム溶湯の保温効果が高い。これは実際に保持炉の温度を下げ得ることを示唆している。その度合いは上記の条件によるところであるが、一般的には5℃から15℃程度下げることが可能となる。

## 溶湯汚染

RFM ラドルは、アルミニウム溶湯に対して非濡れ性であることはすでに述べている。これは、鑄込むメタルの清浄度に直接影響する。ラドル本体が溶湯に侵食されれば、鑄造製品内に不純物が鑄込まれることになる。RFM ラドルではアルミニウム溶湯に侵食されることなく、高品質な製品を鑄造ができることになる。

## 結 論

- ◆ 鑄鉄製ラドルと比較した場合、必要なメンテナンスを大幅に削減できる。
- ◆ RFM ラドルの使用により、保持炉の温度を下げるができる。
- ◆ RFM ラドルは保持炉溶湯温度を下げるができるので、酸化物の生成を削減し、最終製品の凝固時間を削減する。
- ◆ RFM ラドルはアルミニウム溶湯汚染の心配がなく、最終製品の品質を改善する。
- ◆ 鑄鉄製ラドルと比較し軽量であるため、ロボットアームなどの給湯システムにかかる負荷を減少する。
- ◆ RFM ラドルはアルミニウムの薄皮がほとんど付着しないため、サイクル時間を改善することができる。
- ◆ RFM ラドルは熱衝撃や熱サイクルに対して非常に優れている。
- ◆ RFM ラドルは単一耐火物によるラドルと比較した場合、機械的衝撃に対して強い。
- ◆ RFM ラドルは、現行ラドルの位置、取付け方法を変更なしに取り付けることができる。
- ◆ 鑄鉄製ラドルと比較して、鑄造機一台あたりの年間操業コストの削減額はある客先で6000US ドル以上であることが報告されている。



RFM 自動給湯ラドル

RFM 材質物性値	
密度	1600 Kg/m <sup>3</sup>
M.O.R.	21.5 MPa
最大使用温度	780 °C
熱伝導率 at 500 °C	0.43 W/(m °K)
熱膨張係数 (mm/mm/°C)x 10E <sup>-6</sup>	0.9