

【日本機械工業連合会会長賞】

非接触シール式ケミカルスラリーポンプ

株式会社ワールドケミカル

東京都港区

1. 機器の概要

薬液の移送に利用されるポンプで、スラリーを含んでいる薬液を移送するポンプをケミカルスラリーポンプと呼んでいる。今回開発を進めたケミカルスラリー



写真1 外観

ポンプ「非接触シール式ケミカルスラリーポンプ」は、今まで使用者が諦めていたポンプの常識、すなわちポンプは、

- (1) 吸い切り運転や空運転ができない
- (2) グランドパッキン・メカニカルシールの定期的な部品交換が必要
- (3) 軸封部の冷却に外部冷却水が必要で、廃水処理費がかかる

等今までの触れてこなかった課題に挑戦、難題を克服した理想のポンプである。

またこれらの難題を克服することは、使い勝手に優れているだけでなく、使用する際のエネルギーの節減を同時にもたらすものであり、これにより省エネルギー製品として市場に紹介出来ることになった。

2. 機器の技術的特徴および効果

2.1 技術的特徴

スラリーポンプは、軸封にグランドパッキンやメカニカルシールを使用しておらず、運転中に特殊インペラ構造で液体バランスを作りシールし、停止時のみシール作動するリニアシールを装備したスラリーと吸い切り運転に対応した理想のケミカルポンプと言える。このような完成度の高い仕様をもたらした幾つかの特出した技術を取り上げてみる。

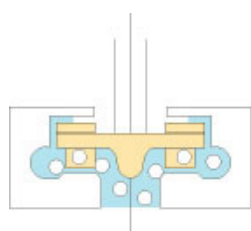
(1) シール技術

スラリーポンプは運転時、インペラの特長構造を利用して液体バランスを作りシールするので、軸封シールは不要となり、リニアシールは反発磁力で移動し非接触になる。停止時には液体バランスシールの機能がなくなるので、リニアシールは吸引磁力で密閉しエアシールすることが出来る。停止時、数秒のみの摺動なので、従来の磨耗しやすいという軸封シールの問題を取り除いた理想のシールとなっている。

(2) インペラ

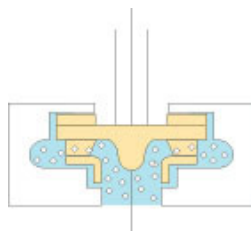
インペラの形状をみると、ここにも非常識への挑戦がある。すなわち3通りのスラリーの粒子に合わせたインペラ形状を作成、以下にそれを示す。

標準型オープンインペラ



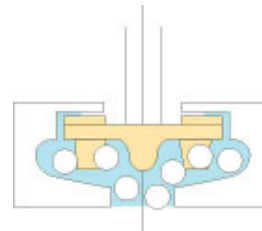
粒子の大きさが羽根高の60%以内

微粒子高圧型クロスインペラ



粒子の細かいスラリー及び高揚程が必要な場合

大粒子型 127 ロックインペラ



粒径が大きいスラリー

スラリー濃度は20%以下の流動性のある事が条件である。使用するスラリーの濃度・粒径・硬度により最適な材質・形状・クリアランスのインペラの選定が可能となり、インペラの磨耗を防ぎ効率を高める。

(3) 磨耗テスト

磨耗テストは試験方法を変えた2種施した。材質による比較がお解かり戴けると思う。

表1 試験方法1

材質	比較値
UPE-600	18
炭素鋼	100
黄銅	409
ポリプロピレン	189

スラリータンクに砥粒(#60)及びそれと同量の水を入れてその中でシャフトに固定したテス

トピースを攪拌回転させその磨耗量を測定した。

試験条件 回転数：1750rpm、時間：7.5時間、温度：20℃

*上表数値は炭素鋼の磨耗量を100とした場合の値である。

*カーボンは炭素粉末をバインダーで圧縮固化したもので軸受メタル材として使用されているものである。

表2 試験方法2 Taber 磨耗試験

材質	磨耗量A	磨耗量B
UPE-600	2.3	17.5
フェノール (布基材)	47.1	280.5
ポリアセタール	29.7	72.1
ポリプロピレン	29.4	52.6
テフロン	29.7	50.7

試験条件 荷重：1kg、
試験雰囲気：20℃ 65%、
摩擦輪及び摩擦回転数：
A 500回 B 1000回、
試験板回転数：70rpm

*上表は磨耗輪の相違による各材質の比較

2.2 効果

- (1) 当該ポンプは、外部冷却水（ $21 \times 60 \times 24 \times 365 = 1,056t$ ）を使用する必要が無いので年間で約¥840,000/台の冷却関連費用の削減が可能である（以下詳細）。

工業用水用費用：¥80/t × 1000t = ¥80,000

中和処理薬品代：¥600/t × 1000t = ¥600,000

下水費用：¥160/t × 1000t = ¥160,000

- (2) 11kWモータを必要とした従来品に比べ、7.5kWモータ使用の当該ポンプは、その高い効率で、電気料金を大幅低減可能である（以下詳細）。

電気代金の節減：(11kW - 7.5kW) × ¥11/kW × 24h × 365 = ¥337,000

- (3) 非接触シールの採用により、磨耗が無くなりシールの長寿命化を可能にした。これによりシール交換回数の削減が可能となった。以下は1回交換する費用の概算である。

メカニカルシール交換：¥300,000 × 1 = ¥300,000

アプリケーションや使用環境の相違により必ずしも上述計算が全てそのまま適応出来るとは限らないが、他方数値では表現しにくい(1)メンテナンス時間の削減、(2)作業時間の効率向上等の効果も確実に期待できる。稼働時間が長いほど効果が上がることは言うまでもない。従来方式との省エネ性の相違を、以下一覧表に纏めてみた。

表3 スラリーポンプと従来方式（省エネ性の比較）

	ゴムライニングポンプ(従来方式) パッキン及びメカニカルシール方式	ケミカルスラリーポンプ リニアシール方式
外部注水	必要あり:寒冷地は工業用水の配管を冷結保護する	必要なし
ポンプ形状	スラリーを鉄鉱石や石炭などを輸送する下駄の歯のような羽根車とポンプ	スラリー粒子形状と濃度に合わせた効率よい羽根車とポンプが可能
ポンプ効率	国内のスラリー輸送はCMPなどスラリー粒子が小さく、無駄なポンプ形状	効率よいポンプは消費電力が少ない省エネ型
消費電力	ポンプ効率が良くないので動力が大きい	ゴムライニングよりワンランクしたの動力で足りる
形状と重量と保守点検	鋳物製にゴムライニングは非常に重量があり、クレーンなどの作業者も多くなる	軽量なプラスチック本体はメンテナンスも簡単
消耗部品	シールはスラリー磨耗で6～12ヶ月位で交換する	シールの接触磨耗時間が少ないので消耗、交換時間が長い

3. 用途

「非接触シール式ケミカルスラリーポンプ」は、軸封にグラウンドパッキンやメカニカルシールを使用することなく、運転中はインペラの流体バランスで液封し、停止時のみ液封作動するリニアシールを装備した理想のスラリーと吸い切り運転対応の理想を追求したポンプ故、その用途は非常に幅広い。その中で特に優位性を発揮できる応用例をあげてみる。

(1) スラリー移送、無電解メッキ

運転中に摺動する軸封部品がないので発熱・磨耗がなく、吸い切り運転や空運転に強い上、ゴム材より耐磨耗性に優れた樹脂も選定でき、精密濾過やフィルタープレス圧送・反応槽からのスラリー移送、無電解メッキなどに最適である。

(2) 電子産業、半導体

電子産業である半導体の業界にも利用されてきている。またそのアプリケーションは、半導体チップの益々の微細構造化により、ポンプとして誤作動、メンテナンスが少なくてすみコストの低減に結びつく製品が求められるようになってきている。

このような市場の要求に基づき、「非接触シール式ケミカルスラリーポンプ」は、開発に際し、ポンプ利用上ますます要求が高まる (1) 「空運転」に限りなく強いこと、(2) 「スラリーの混入」に限りなく耐えられること、同時に (3) 「省エネルギー」を製品コンセプトとして、長年培ってきた弊社技術の一つの集大成として開発を進めてきた。最後に当社としては、今後とも市場要求に基づき、可能性を追求した新製品の開発を続けていきたい。