製紙・パルププラント用一軸スクリーポンプにおける フレキシシャフトの効用*

株式会社イワキ 推進本部推進部 岩 田 徹

Advantages of the Flexishaft for Progressing Cavity Pump in Paper and Pulp

Toru Iwata

Iwaki Co., Ltd. Promotion Department.

For the color coating process in Pulp & paper industry, lots of pumps are installed. Among these pumps, Progress-Cavity pump is mostly prevailed.

"Mono Pump" company of United Kingdom have succeeded to develop new kinds of joint, called flexishaft less joint, which is very far from conventional idea of joint.

The flexishaft has no wearing parts as a new construction of oil-less. That created the advantage of Progress-Cavity pump and makes it easy handling. We now would like to explain the effects of the flexishaft for Progress-Cavity pump.

分類：N₁ 塗工機付属設備，N₁ 塗工・塗工機一般

1. はじめに

製紙・パルプ工場において現在までにコーティングカラー用ポンプとして多くのポンプが使用されているが、その中でも一軸スクリーポンプが評価されている。この用途に一軸スクリーポンプが多くのユーザーから評価されているのは、

- ①高濃度スラリー液，高粘度液に最適
- ②脈動・攪拌・泡立ちのない液移送
- ③優れた定量性と流動制御性

というポンプの機構からの特長に加えてカラーキッチンで必要な

- ①大容量から少容量まで機種が豊富で，すべての供給量に対応できる。

②可変容量を利用すればすべての薬液を同一時間にブレンドタンクに供給可能となり，混合時間の短縮につながる。

③吸込タンクレベルの変動があっても，粘性変動があっても供給量が不変であり，設備費の低減が計れる。

といった使用者側の要求を満足させることになりカラーキッチンでは一軸スクリーポンプはなくてはならない存在となり重宝がられているのである。

2. 一軸スクリーポンプの基本構造

次に図1に示した構造図でポンプの構造，作動原理などを説明する。

1) ローター

金属製のローターは特殊加工により精密に仕上げられた雄ネジである。

*平成13年度年次大会講演（講演 No. D3）

図1 一軸スクリープンプの構造

2) ステーター

ケーシングの内側に弾性材で成形された雌ネジである。

3) ジョイント

駆動部とローターの間にカップリングロッドを介し偏芯回転するローターの運動を円滑にする。

4) 軸 封 部

軸封は駆動軸とケーシングのシールであり、用途・液質によって色々な種類や構造がある。

一軸スクリープンプの主な構成パーツはこの4点であり、このパーツが液の移送に大きな役割をもつのである。

図2 ピンジョイントの構造

図3 ギヤージョイントの構造

2. 一軸スクリープンプの作動原理

次に液の移動原理を説明する。雄ネジのローターは、雌ネジのステーターの1/2ピッチでつくられている。ローターは長円形のステーター内部で回転しながら往復運動をする。主軸である駆動軸は真円で回転するが、ローターはステーター内を回転しながら揺動するため偏芯回転となる。このローターとステーターの間でできる空間容積が、順次移動しながら吸込み側から吐出側に移送されるのである。

これまでの一軸スクリープンプが製紙・パルプ工場において評価されてきた要因や基本的な構造・移送原理などを説明してきたが、しかしながら必ずしも完成されたパーフェクトなポンプであったかというところでもないのである。

3. ジョイントでの問題点

次に一軸スクリープンプの機構上の問題点を考察する。一軸スクリープンプの主軸は真円で回転するが、ローターはステーター内を回転しながら揺動するため偏芯回転となると前記した。この偏芯運動を吸収するのがジョイント（自在継手）といわれ一軸スクリー

プンプにとって重要なパーツのひとつである。ピンジョイント、ギヤージョイントがその代表的なジョイントである。

3.1 ピンジョイント

ピンジョイントは図2のような構造である。ピンとカップリングロッドで偏芯を吸収する。この部分でトルクの伝達を行うので、潤滑油が必要になる。また潤滑油の保持のため、シール構造を取っているのである。

3.2 ギヤージョイント

ギヤージョイントは図3のような構造である。ピンの代わりに円弧型のギヤを使用して偏芯を吸収する。ピンジョイントと同様に潤滑油を封入する必要がある、潤滑油の保持のため、シール構造を取っているのだ

図 4 フレキシシャフト

る。

従来、偏芯運動を吸収する一軸スクリーポンプにとって重要な役割を前記したピンジョイントやギヤジョイントに求めてきたが、いずれも継手部分の摩耗、潤滑油のシール性、またジョイントを被覆しているゴムカバーの破損などが短時間に発生することもあり、安心して使えない用途もあるのである。たとえば、カラーコーティング液のように硬いスラリー性の液であったり、サイズ剤のような高温条件下にさらされると、ジョイントをカバーしているゴムは短時間に摩耗し、あるいは劣化され、ジョイントの潤滑油が洩れ、その油が母液に混入し汚染の問題が発生するのである。

4. フレキシシャフトの登場

65年間一貫して一軸スクリーポンプの開発生産をしてきた英国、Mono Pump社は今から35年前に、ピンジョイント、ギヤジョイントに代わる全く新しい発想の偏芯運動を吸収するシャフト方式を開発したのである。それがいわゆる“フレキシシャフト”であり、世界に数多い一軸スクリーポンプメーカーの中で唯一Mono Pump社のみがオイルレスの長寿命なジョイントを実現したのである。

4.1 フレキシシャフト

主軸とローターは偏芯している。主軸はこの偏芯をたわみで吸収しながら動力を伝える。すなわちフレキシシャフトは、ローターの偏芯運動を軸（シャフト）自身の曲げで吸収するのでギヤジョイントやピンジョイントのような可動部がなく、潤滑油も不要で、シャフトは繰り返し応力を疲労限界におさめるために、寸

図 5 フレキシシャフトの駆動部とローターの接続部

法と材質を最適なチタン合金を採用しているのである（図4）。

5. フレキシシャフトの特長

1) 5年間保証

繰り返し応力を金属疲労限界値以上に設計し、疲労による損傷がなく、1日24時間連続運転で5年間の保証である。

2) オイルレス構造

金属シャフトの“曲げ”だけで偏芯運動を吸収しており、潤滑油を必要とするジョイント部を持たない構造である。

3) ノーメンテナンス

図5はフレキシシャフトの駆動部とローターの接続部を示すものであるが、ポンプの駆動部を偏芯軌道を描くローターに接続する時の問題点を一挙に解決し、コンパクトで部品点数の少ない設計にし、ノーメンテナンスを打ち出すことに成功したのである。

4) 高耐食性

フレキシシャフトの材質はチタン合金を主にステンレス431相当も用意している。表面にはフッ素樹脂のコーティングを施し耐食性を向上させているのである。

6. フレキシシャフトとジョイントの比較

次にフレキシシャフトとジョイントの比較をまとめると表1のようになる。フレキシシャフトの有利性がよく分かる。表2にジョイントの構造と特徴を示す。

7. フレキシシャフト採用の効果

一般的にギヤジョイント及びピンジョイントをユニバーサルジョイントと称しているが、一軸スクリーポンプにおいてユニバーサルジョイントの代わりに

表 1 ジョイントの種類の比較

	フレキシシャフト	ピンジョイント	ギヤージョイント
部品点数	7	19	21
磨耗部品点数	0	10	10
潤滑の必要性	無し	有り	有り
潤滑用シールの必要性	無し	有り	有り
点検期間	半永久	1 年	1 年
分解の容易性	容易	中	困難
初期購入費用	中	安い	高い
磨耗部品購入費用	無し	安い	高い

表 2 ジョイントの構造と特徴

構 造		フ レ キ シ ャ フ ト	ピ ン ジ ョ イ ン ト	ギ ヤ ー ジ ョ イ ン ト
特 長	①構造簡単でシンプルである	◎	○	×
	②部品数が少なく予備管理が容易である	◎	○	×
	③組立てに熟練は不要である	◎	○	×
	④潤滑剤が不要である	◎	×	×
	⑤故障時潤滑剤が漏れ揚液に混入しない	◎	×	○
	⑥ノーメンテナンスである	◎	×	×
	⑦3年間の寿命保証がある	◎	×	×
	⑧高価である	○	×	◎
	⑨据付スペースが小さい	×	○	○
	⑩アキシャル荷重に強い	◎	○	×

フレキシシャフトを採用した場合、3つの効果が現れる。

1) 油分による汚染がない

ユニバーサルジョイントは機械的連結部（ピン又はギヤー）の摩耗を防ぐため油分が封入されている。特にスラリー液成分の強いカラーコート及び高温になるサイズプレス用でんぶんは、製品製造工程においては最終段階に位置しており、その移送液に油分が混入すると、紙ばかりかマシンへの被害も加わり、その補修費用は甚大なものになる。ところがフレキシシャフトの場合、油分の使用は一切ないため無用な心配が無いの

である。

2) メンテナンス性の向上

ユニバーサルジョイントと連結しているローターを交換する場合、ピンジョイント及びギヤージョイントは部品点数も多く油分の管理も必要なため、熟練を要するケースも含め作業に手間がかかる。フレキシシャフトの場合、ボルトの締付けによるシンプルな連結のため、作業時間など保守管理費用が大幅に低減できる。

3) トータルコストの大幅削減

ユニバーサルジョイントをカラーコートなどの厳し

い条件下で使用している場合、油分流出防止ゴムカバーがあるゆえ、短い場合1年以内、長くとも2年程度で、点検・交換の必要がでてくるのである。フレキシシャフトは「5年間保証=5年間ノーメンテ」のために部品代、交換費用（人件費、作業時間など）を含めたランニングコストが削減できるのである。

その他、トータルコストが大幅削減される理由は弊社の販売ポリシーに由縁する。それはポンプのインシヤルコストも消耗品であるパーツのインシヤルコストも適性コストで提示することにある。すなわちポンプの購入時においては適性コストを提示し、消耗品であるパーツの購入時においてもユーザーが購入しやすい適性コストを提示し、ユーザーのランニングコストに負担をかけさせないのである。

図6にユニバーサルジョイントタイプとフレキシシャフトタイプのランニングコストを比較した例を示す。

8. おわりに

一軸スクリーポンプは現在も製紙・パルプ工場で活躍している。またフレキシシャフトの登場は一部大手製紙会社に評価され、従来のユニバーサルジョイントタイプからフレキシシャフトタイプへの移行が着実に進んでいるのである。その大きな要因はユーザーが安心して使えること、しかもユーザーの頭を悩ますランニングコストが大幅に削減されることであると考ええる。ユーザーにとって購入時のポンプのインシヤルコストに目を奪われがちであるが、インシヤルコストだけでなく、ランニングコストも合わせて考える必要があるのである。

弊社と代理店契約を結んでいる Mono Pump 社は今から35年前に従来のユニバーサルジョイントの弱点、不備に気が付き、自らユニバーサルジョイントを放棄

図6 5年間のランニングコスト比較の例

して、新しい発想のフレキシシャフトに挑戦したのである。現在年2万本のフレキシシャフトを製造し、製紙・パルプ・鉱山・水処理など多くのユーザーにフレキシシャフトを提供しているのである。フレキシシャフトはまだ日本の市場に浸透していないが、メンテナンス性、ランニングコストの低減性、オイルレス性など多くの特長を持っており、この特長を日本の市場、ユーザーに浸透させるのは弊社の役割と考えているのである。