

最大通過粒径でポンプを選定してはならない —フリクト水中ポンプの次世代型無閉塞ポンプ—

排水ポンプの異物通過粒径は、測定した際の不適切な実演データにも拘わらず、しばしば詰まりに対する抵抗を述べるために使われてきました。詰まりは排水ポンプの運転において重大な回避したい問題です。詰まりが起きることにより、運転コストが上がったり、エンドユーザーから緊急に呼び出されることが増えるからです。詰まりはポンプの効率を劇的に下げ、運転を妨害します。

排水ポンプで最も求められることは、詰まらずに排水を汲み上げる能力です。この報告書では、詰まらない運転の達成におけるポンプのウェットエンド設計の重要性を記述します。またポンプの異物通過粒径が詰まりに対する抵抗を述べる際に間違った方向へ導くことを明確にします。

歴史的視点

異物通過粒径の従来定義はポンプインペラーを通じて問題なく通過することに言及しています。異物通過粒径はポンプを通過できる硬いもの、固形、球形物体の最大寸法で決められます。そのコンセプトは古く、1915年まで遡り、エネルギーコストが重視されていなかったころに発展しました。ポンプ製造者がポンプの詰まりは、今日のトイレでも通れるものと同等もしくはそれより大きい内部ポンプ異物通過粒径を持つことによって簡単に回避できると直感的に信じました。

ポンプ製造者は、パイプを通過できる物体はポンプも同じように簡単に通過できだろうと考えました。この設定が大きいまたは最大異物通過設計と呼ばれています。大きな異物通過性能は信頼性を高め、且つ計画外の呼び出しを減らすだろうと予測されました。これらの水力学設計はこの報告書の中では従来設計として説明されています。

過去数十年の調査と開発および数十万台のポンプ据付経験より、単純な異物通過性能の論理は正しくなく誤りを導くと証明されていますが、未だに排水ポンプ購入仕様書の中で広まっています。

製造者の大きな異物通過性能の設計方法とは？

ポンプ通過中の最小部分はインペラー通過地点です。

可能性のある主なインペラー設計が2つあり、スルーレットサイズを最大にするためのオプションがあります。

1. 1枚羽根インペラー（開閉、特に小型ポンプに有効）
2. ボルテックスインペラー（埋め込みインペラーまたはトルクフローインペラーとして知られています。）



図1:

【例】ハンクログインペラー



図2:

【例】ボルテックスインペラー

これらの設計は下記の欠点に悩まされています。

ハンクログインペラー

- 比較的効率が低いです（インペラー羽根が多いとより高い効率を得られます）。
- 半径方向力に著しく回転します（これはシャフトとベアリングの負荷を大きくする要因となり、振動と騒音が増す原因にもなります。）
- バランスをとることが困難です。

ボルテックスインペラー

- 効率がとても低いです。

現代社会における排水

現代の排水についての調査と研究では、内部パイプシステムと同じくらい大きい寸法の硬いもの、固形物、球体物を含んでいることは稀である、と論証しています。石やレンガ、またはスチールなどのような本当の固形物や硬い障害物も稀であり、ポンプまで到達することもほとんどありません。それらの障害物は水が流れないまたは流れる速度が遅い水平平面で引っかかるからです。圧倒的に最も多い一般的な固形物は地方自治体の自然の排水で見つかるもので、しばしば筋が多い形状で繊維（ウェスやウェットティッシュ）のようなものを含んでいることがあります。

現代の生活雑排水は、合成布や化学繊維を以前より多く含んでいます。ティッシュ、拭き取り布、皿抜き布などのような数々の家庭用クリーニング製品、などが原因です。これらの製品はごみとして処分されるか、堆肥にされるべきです。しかし多くの消費者がトイレに流してしまうため、排水に化学繊維が加えられてしまいます。

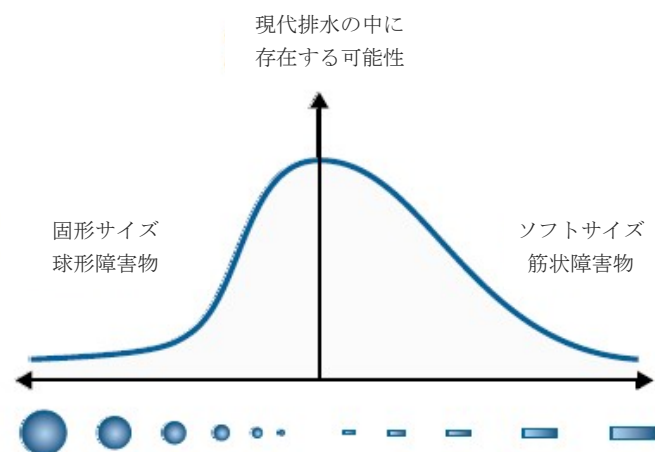


図 3

図3は、排水中で見られる異なったタイプの固形物の可能性についての概念を表しています。左側は硬い球形の障害物（石、砂利、砂、砂粒、沈泥、など）を、右側は丸いものから細長いものまでの様々なサイズの障害物を表しています。大きくて硬い障害物は小さくて細かいもの、大きくてソフトなもの、または筋状の自然障害物と比較して少ないことを、分布曲線は表しています。

従来水力学設計の影響の受け方

筋状の障害物は、スルーレットサイズが大きくても、従来のインペラータイプでは引っかかる傾向にあります。つまりネパークログタイプ（無閉塞）のインペラーは通過粒径は高いですが現在の生活排水・汚水・汚物廃水には適していないと考えられます。

下記に表されるように、問題点はインペラー羽根の先端です。すべてのインペラーは1つまたはそれ以上の先端のある設計になっています。



図 4: 1 枚羽根
（ネパークログ）
インペラーでの集積



図 4: 1 枚羽根
（ネパークログ）
インペラーでの集積



図 6: ボルテックス羽根
インペラーでの集積



図 7: ボルテックス羽根
インペラーでの集積

排水中のソフトな、丈夫な、そして細長い障害物は、連続的にポンプに流れ込みます。これら障害物でインペラー羽根の1つの先端に引っかかるものがあります。繊維は羽根の先端を覆って羽根の両側に折り重なる傾向にあります。羽根先端の真っすぐや適度にカーブしているところで障害物の破片は取り除かれず、継続して蓄積されます。これらの蓄積が大きな固体の自然素材（ときに、ぼろきれボールと呼びます）の塊や束を作り上げます。このような障害物は従来のインペラー設計で、次のように集積されます。

1. ポンプの流動率は固形障害物が液体の自由に通れる通路を妨げし始めると減速します。これは通常、効率も減少させます。この現象はポンプが継続して運転できるため、ソフトまたは部分的詰まりと呼ばれます。障害物のないインペラーより、障害物で妨害されているインペラーによって汲み上げた水は汚水槽までの運搬により時間がかかります。
2. 集積された障害物が渦巻きに接して妨害するとき、入力電力が増加します。障害物は効率を低くし、モーターの過負荷によって運転停止リスクを導きます。固形物はブレーキとして働き、必要とされる入力電力を増加させます。運転定格がトリップ電流を超えると、ポンプは停止します。

ポンプの運転効率減少は最終的に、ポンプが流入物に対してより長い時間稼働しなければならなくなるためユーザーの運転コストを増加させます。モーターの過負荷やポンプトリップも、技術担当者呼んで現場を清掃・ポンプをリスタートさせる必要が出てくるため、エンドユーザーのコストを引き上げます。

ポンプが時々途切れながら運転するため、バックフラッシング(逆流フラッシング)が起き、その度にポンプが停止します。これは配管の排水がポンプ槽に戻ることにインペラーに集積した固形物をフラッシングします。このフラッシング現象は、逆止弁が付いていても付いていなくても起きます。



図9: 現代セルフクリーニング水力学設計

標準的な詰まりテストは比較的最近の1990年代にフリクトで開発しました。多くの水力学設計ポンプ、新しいものや画期的なもの、などをテストしてきました。この開発は15年以上行われ、結果的にポンプ排水から不純物を除き、どの従来ポンプよりも格段に優れた性能のポンプを生み出しました。

水中ポンプを基本とした多くの据付経験から得た当社の知識はセルフクリーニング・インペラーの性能の発展に必要なデータを提供、それはどの現場にも役立ち、回転スピードを減らしました。液体運搬機能は固形運搬機能と分けられました。

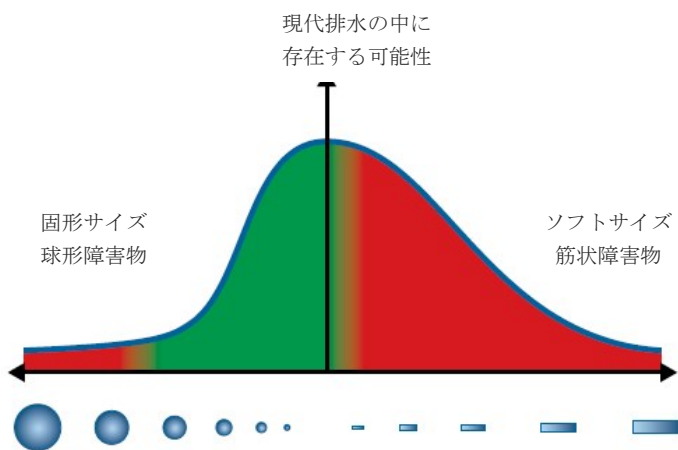


図8: 従来のネバークロッグインペラーポンプの通過性能

図8は大きなスルーレットを持つ従来インペラーを通過することができる固形物のタイプを表しています。グリーン部分は高い可能性でポンプを通過できる障害物を示しています。レッド部分は高い可能性で詰まることを示しています。

ボルテックスインペラーは逆流フラッシングのあとインペラーが固形物から解放されるため、その現象がセルフクリーニングだと主張する水力学設計者もいます。実際にやってみると、話になりません。逆流フラッシングでインペラーが筋状障害物から解放されても、通常運転に戻ると一度取れた異物を再度吸い込み著しく効率が下がり、且つ消費電力が上がります。

現代ポンプ水力学設計

今日、水力学設計は改良され進化しており、ポンプの詰まり耐性やポンプの効率維持も時間と共に増えています。最先端のセルフクリーニング設計では、大きく後ろになびいたインペラー先端とレリーフ溝により、ほとんどの詰まり問題に答えられると証明しています。



図10

インペラーの先端に付く固形物は継続的に表面に向かって押され、インサートリングにあるレリーフ溝を介しポンプ吐出口を通して外に排出されます。

このセルフクリーニング水力学設計は、現代排水に存在する典型的な混入物質を集積しません。

図11はフリクトNインペラーを通過することが出来る固形物のタイプを表しました。グリーン部分は高い可能性でポンプを通過できる障害物を示しています。レッド部分は高い可能性で詰まることを示しています。図8の大きな通過粒径を持った従来インペラーと比較すると、グリーン部分がはるかに大きいことがわかります。

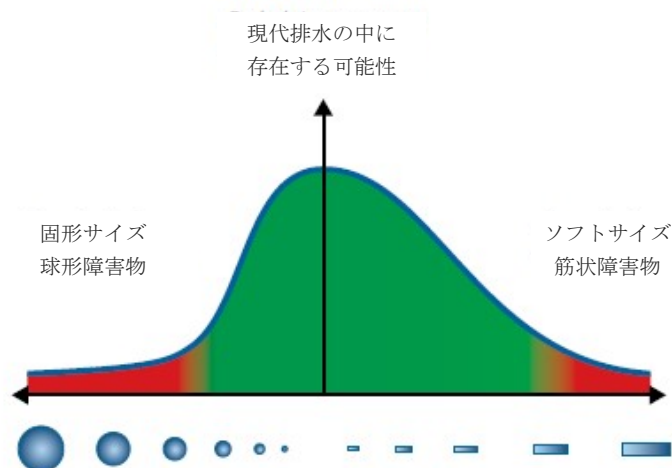


図 11：フリクトNインペラーポンプの通過性能

セルクリーニング水力学ポンプは現代排水で見られるような固形障害物を集積しません。それにより安定した効率と、詰まりに対する耐性を高めることをもたらします。結果、運転、サービス、メンテナンスの費用を最小限に抑えることができます。

ポンプのライフサイクルコストに著しく影響する詰まり

優れたポンプソリューションは所有者の総費用を最小限に抑える結果となります。総費用は3つのパートに分けられます。

- 投資費用： エンジニア、設計、相談、設備調達、据付、手数料、などの費用
- 運転費用： ポンプ場電力、メンテナンス、必要な人件費
- 予期せぬ費用： ポンプ不具合、ポンプの詰まり、現場氾濫、緊急コール、下水管バックアップ、氾濫、地下洪水、未処理水流出、などの問題やダウンタイムに対する費用

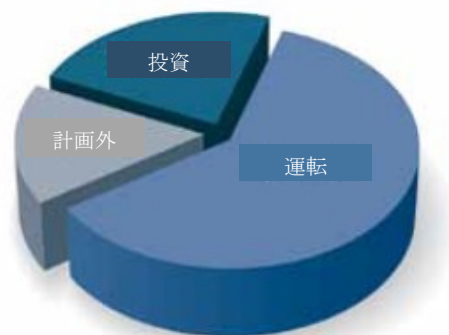


図 12

運転と計画外の費用は所有者の総費用の大部分を占めるとされているため、エンドユーザーにとって最善のソリューションは詰まらない、信頼できる、且つ電力効率の良い優れた設計のポンプを使用することです。

まとめ

ポンプの通過粒径は、現代排水システムでは通過性能判断基準にはなりません。排水ポンプのエンドユーザーは、短期でも長期でも信頼できる効率のよいポンプを必要としています。

また最新のフリクトNインペラーにはアダプティブ機構を追加しました。アダプティブ機構とは異物がインペラーを通過する際にインペラー自体が上部にストロークし、一時的に通過粒径を広げるという機構です。

異物通過後には上に上がっていたインペラーが元の位置に戻ります。(図13)

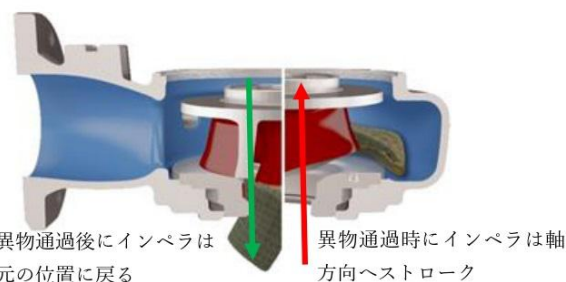


図13：Nインペラーのアダプティブ機構

現代的で継続的なセルフクリーニング水力学設計ポンプを使用することは、詰まりへの耐性が増し、排水を汲み上げる際の効率を安定させることから、著しく運転コストを節約することでしょう。