

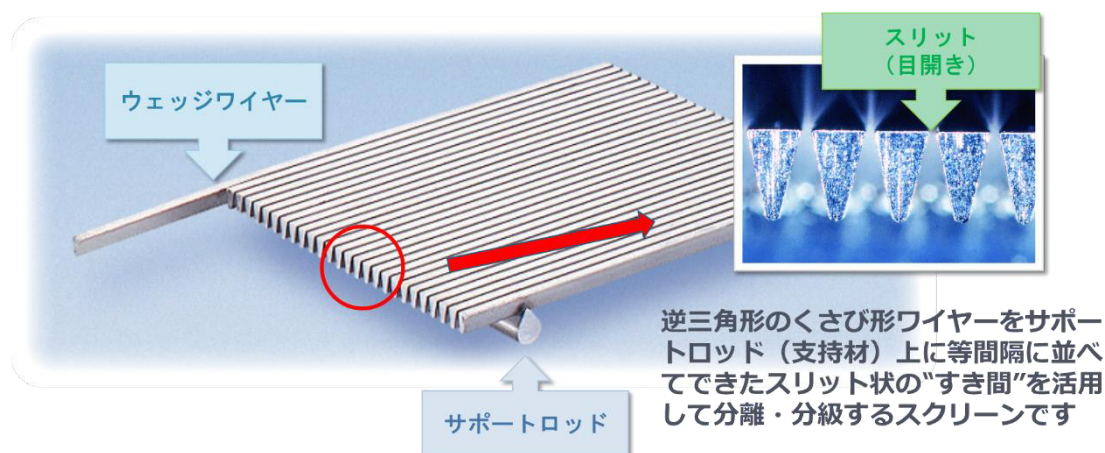
### 1. 装置の詳細説明

本装置は、排水工程での固形分（SS）をスクリーンで回収除去することで、排水負荷の低減を目的とした微細目固液分離装置（ファインアーク®-60）である。金属スクリーン「ウェッジワイヤースクリーン」を備えており、固液分離精度は $20\mu\text{m}$ 級である。図表1に本装置の外観写真、図表2にウェッジワイヤースクリーンの断面構造を示す。

本装置を用いて、化学業界では生産用水や排水中の微細樹脂粉回収、リサイクル業界ではペットボトル破砕片の回収、食品業界では漬物排水のぬか回収、総菜製造工場排水中の微細な食品残渣の回収、さらに雨水排水中の異物除去や、池や濠からのアオコを回収しており、様々な業界で生産性向上や環境改善を図っている。



図表1 ファインアーク®-60



図表2 ウェッジワイヤースクリーン断面構造

### (1) ウェッジワイヤースクリーン

図表2に示すとおり、ウェッジワイヤースクリーンは逆三角形の異形線を等間隔に並べた構造である。材質は主にステンレスであり、また補強材となるサポートロッドと全点溶接されており、頑丈で破れにくく長寿命である。ワイヤー間に短形状に形成されるスリット（目開き）は表層に存在し、深層になるにつれ開口は広がる。スクリーンの大敵である目詰まりはほぼ表層のみで起こる表面ろ過であるが、深層ろ過と異なり、表層の洗浄や逆洗浄により、処理能力を容易に回復できる。スクリーン表面は平らであるので、引っ掛かりも少なく、固形物の滑りも良い。一度目詰まりしたらスクリーンを廃棄・交換するのではなく、洗浄することにより繰り返し半永久的に使用できるため、維持管理コストの削減と廃棄物の削減に繋がる利点があり、環境対応製品といえる。

### (2) 処理メカニズム

本装置は図表3に示すとおり、静置されたスクリーン上部に噴射圧力口を設置したシンプル構造である。処理したい原液をスクリーンに対して接線方向にノズルで噴射し、スクリーン上で微細粒子を回収し、スクリーン下にろ液を通過させる処理メカニズムである。コンパクトで軽量化（スクリーンは手で脱着可能）、供給ポンプのみの低電力消費、微細高精度スクリーンを利用することにより処理フローを簡素化している。

### (3) 食品工場の排水工程における近年の課題

コロナ禍をきっかけとした中食の需要増加により、コンビニやスーパーの総菜向け食品工場の生産量が増加している。行楽シーズンや年末年始等の繁忙期に排水負荷が増加し、既存排水施設の能力を超過する場合が発生しており、曝気槽における発泡や汚泥の沈降性悪化等の排水処理不良が問題となっている（図表4）。

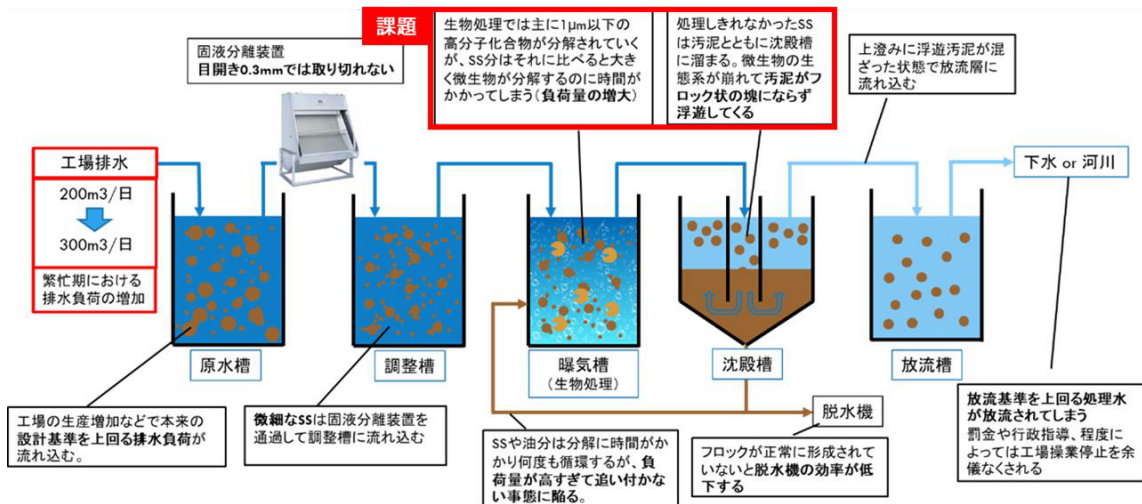
このような排水処理設備の過負荷問題に対する従来のソリューションは、加圧浮上装置の追加導入や水槽増設となるが、イニシャルコスト及びランニングコストが高く、さらに省エネ性も低い。食品工場が法で定められた排水基準を大きく超過する場合は、上述の装置や曝気槽の増強、若しくはその他の環境装置の導入を必要とするが、繁忙期など季節限定における排水基

準超過の場合は、過剰設備となってしまう、投資対効果が低くなる。実際、プラントメーカーは数千万から億単位の増設提案が多く、さらに、ユーザ側の増設スペースが不足する場合もあり、ユーザと折り合いがつかないことが多い。

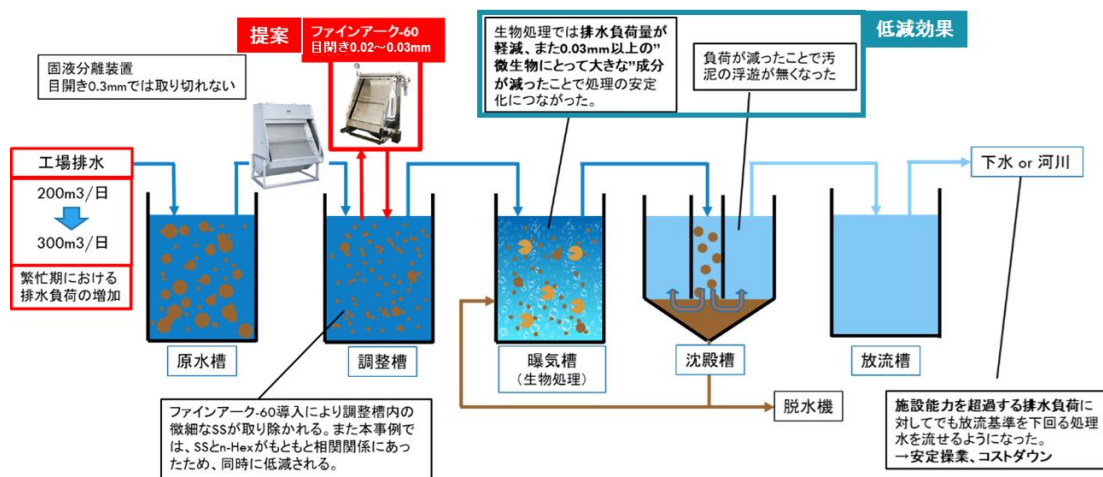
本装置は、曝気槽の増強や加圧浮上装置といった大きな設備投資をすることなく、固形分(SS)や BOD、ノルマルヘキサン抽出物質を回収し、排水負荷を軽減しながら排水基準を満たす省エネな環境装置であり、本課題に対して新しい解決手段を提案するものである（図表5参照）。



図表3 処理メカニズム



図表4 コンビニやスーパー総菜向け工場が発生している問題



図表5 ファインアーク®-60を用いた新しいソリューション提案

## 2. 開発経緯

### (1) 開発経緯

金属スクリーンによる固液分離分野において、従来装置の微細目振動スクリーンは、最小で45 $\mu$ m級の固形分を回収できる金網を備えている。ウェッジワイヤースクリーンを用いた当社製品は、従来100~150 $\mu$ m程度の分離精度であったが、微細異形線ワイヤーメカの調査開拓から極細ワイヤーの形状、精度開発及びスクリーン自動溶接機に纏わる各因子の洗い出しから繰り返しての改良に伴い、均一かつ高精度の微細スリット20 $\mu$ mレベルの精度開発に成功した。

また、この微細スリットを評価する手段として従来は目視で測定していた手法から顕微鏡方式でスリットを拡大化させて測定する方式を見出し独自の測定方法を開発した。その後、さらに数 $\mu$ mレベルまで計測できる装置を開発し、現在はスイッチ一つでスリットを自動計測できる装置の開発に至る。これにより均一した微細スリット精度の確認が可能となった。

現在は、更なるスリットの制御開発を推進し、世界最小の5 $\mu$ mのスリット幅を実現した。これにより、金属スクリーンの固液分離装置において、従来の排水用途から、今まで処理が困難であった生産設備用途に拡大展開することが可能となった。

一方で、本装置はプロダクトアウトによる開発商品であるため、マーケットの調査及びテストによる性能評価を必要とし、需要の高い市場を見極めながら、拡販活動を行っている。

|       |   |
|-------|---|
| 2016年 | ファインアーク®-60 完成                          |
| 2018年 | 食品工場の排水負荷軽減(米ぬかを主とした食品残渣の除去)を目的としたテスト開始 |
| 2022年 | 第1号機納入                                  |

### (2) 共同開発

なし

### (3) 技術導入

なし

### 3. 独創性

本装置では、固液分離精度 20  $\mu\text{m}$  を備えた高強度の金属スクリーンの開発、動力不要の傾斜型スクリーンの採用、ウェッジワイヤーによる高開口率スクリーンの実現に伴い、従来の排水市場で使用される従来装置（微細目振動スクリーン）では達成できなかった固液分離精度、省エネ性、省スペース化を実現している。

#### (1) 固液分離精度 20 $\mu\text{m}$ を備えた高強度の金属スクリーンの開発

本装置と従来装置である微細目振動スクリーンとの性能比較を図表 6 に示す。微細目振動スクリーンは、最小で約 45  $\mu\text{m}$  級の固形分を回収できる金網を備えた固液分離装置であるが、固形分が金網に詰まりやすい課題がある。この目詰まりを解消するために高圧洗浄を行うが、微細目になるほど金網を構成するワイヤーの線形が細くなり、破れやすくなるため、都度スクリーンを交換する手間が生じている。

本装置が備える金属スクリーンは、微細目振動スクリーンの金網と比較すると、ワイヤーとサポートロッドを組み合わせた構造のため（図表 2 参照）、スクリーン強度が高く、2MPa の高圧洗浄が常時可能である。特に、食品工場の排水に含まれるノルマルヘキサン抽出物質はスクリーン表面に固着しやすく、除去するには高圧洗浄が必須となる。

金属スクリーンによる食品工場の排水負荷軽減において、本装置は、従来装置と比較して、固液分離精度が高く、高強度スクリーンによる高圧洗浄が可能であるため、細かな食品残渣の回収効率が高く、優位性を確保できると考えている。

#### (2) 動力不要の傾斜型スクリーンの採用

上述の微細目振動スクリーンは、電動機より揺動軸を回転させ金網を揺動させるため、分離・回収した固形分は揺動によって、スラッジ受けに搬送される。本装置のスクリーンは、シーブ形状かつワイヤー表面が滑らかとなるように溶接で製作されており、スクリーン上部から吐出

図表 6 金属スクリーンを用いた従来装置との比較

|                        | 単位                    | 従来装置<br>(微細目振動スクリーン) | 本装置<br>(ファインアーク®-60) |
|------------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|
| 固液分離精度                 | $\mu\text{m}$         | 45<br>(350 メッシュ相当)   | 20                   |
| 処理量                    | $\text{m}^3/\text{h}$ | 30                   | 24                   |
| サイズ (L×W) ※1           | m                     | 約 1×2                | 約 0.9×0.9            |
| スクリーン交換頻度<br>(スクリーン強度) | —                     | 大<br>(小)             | 小<br>(大)             |
| 洗浄圧力                   | MPa                   | 0.7                  | 2.0                  |
| 消費電力※2                 | kW                    | 0.4<br>(スクリーン振動用電動機) | 0<br>(動力不要)          |

※1 サイズは同じ処理量の装置で比較

※2 消費電力はスクリーン装置のみであり、洗浄や原水供給用ポンプは含まない

する処理液は自重のみで固液分離しながら、スクリーン下部方向に固形分が滑り落ち、そのままスラッジ受けで回収される。スクリーン下部に堆積してスラッジ受けに運ばれない固形分は強制的に洗浄装置で洗い流されるため、動力は必要としない。

### (3) ウェッジワイヤーによる高開口率スクリーンの実現

サプライヤと協働して、25CF というワイヤー幅 250 $\mu$ m の線材を開発した。ワイヤー幅を小さくしたことにより高開口率のスクリーンが実現でき、液切れ性能が向上した。ウェッジワイヤーの開口率は、スリット幅/ (ワイヤー幅+スリット幅) で算出される。

例えば、スリット幅 20 $\mu$ m を 500 $\mu$ m 幅のワイヤーを用いて製作すれば、開口率は 3.8% であるが、250 $\mu$ m 幅のワイヤーを用いて製作すれば開口率は 7.4% となり、開口率は約 2 倍となる。ワイヤー変更に伴う高開口率化によってスクリーン上の液切れ性能が向上し、スクリーンサイズを小さくできるため、装置の省スペース化に大きく寄与する。図表 6 に示すとおり、従来装置と比較して、本装置は約半分以下のサイズである。

## 4. 特許の有無

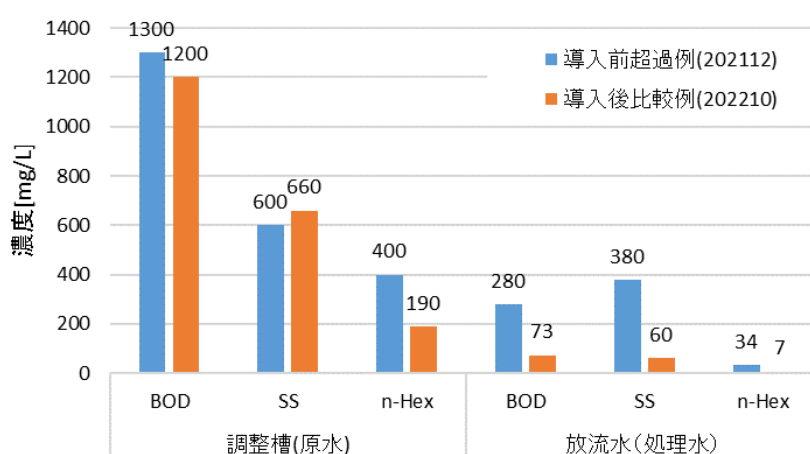
なし

## 5. 性能

本装置であるファインアーク®-60 を実際に導入したユーザの排水処理例 (米ぬかを主とした細かな食品残渣の回収) を基に性能を説明する。問題である食品工場の排水基準の一時的な超過を解決し、さらに従来装置と比較してメンテナンスフリーを実現した。

### (1) 固形分除去による BOD 及び油脂類 (ノルマルヘキサン抽出物質、n-Hex) の低減効果

食品工場で本装置を導入した前後の放流水の濃度比較を図表 7 に示す。本装置の導入前において、調整槽に入る原水の BOD、固形分 (SS)、ノルマルヘキサン抽出物質が槽の設計基準と比較して高く、その結果、生物処理槽が正常に機能せず、下水に流れる放流水が高い値となる。



図表 7 本装置を導入した前後の放流水の濃度比較 (排水基準超過月)

BOD及び固形分(SS)の排水基準600mg/Lに対して、それぞれ280mg/L、380mg/Lとなり、ノルマルヘキサン抽出物質は、排水基準30mg/Lに対して34mg/Lであり、一過性であるが超過している。

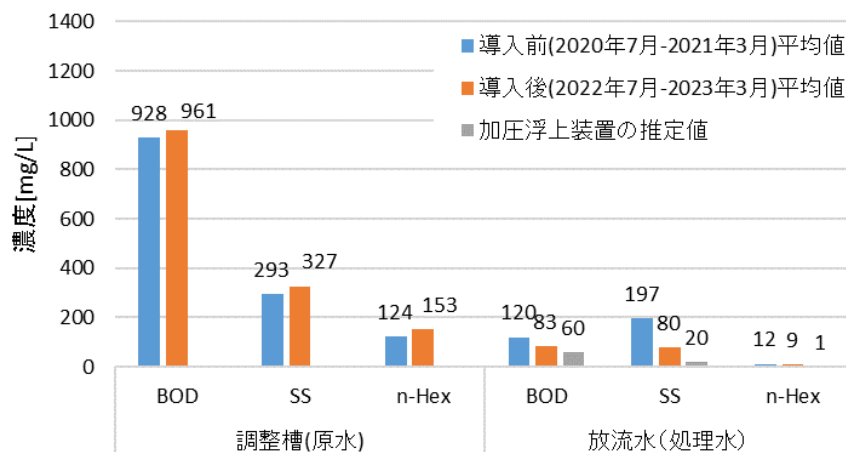
スリット幅30μmのスクリーンを備えた本装置を導入し、調整槽に入る固形分(SS)を循環運転で除去した結果、SS由来のBODとノルマルヘキサン抽出物質の値も併せて軽減され、曝気槽の負荷が軽減された。本装置の導入前と比較して、導入後はBODと固形分(SS)は充分小さい値で推移しており、ノルマルヘキサン抽出物質については排水基準内に収まっている。

さらに、本装置を長期間試運転した結果を図表8に示す。本装置の導入後は、導入前と比べてBOD、固形分(SS)、ノルマルヘキサン抽出物質が全体的に低減する。参考値となるが、加圧浮上装置を導入した場合の排水負荷低減効果を算出した。加圧浮上装置の導入後は、本装置の導入後よりもBOD、固形分(SS)、ノルマルヘキサン抽出物質は低減されており、加圧浮上装置の負荷低減効果を100とした場合、本装置はBOD61、固形分(SS)66、ノルマルヘキサン抽出物質27の効果となる。

また、図表9から本装置導入前の沈殿槽は汚泥が沈降せず、上澄みに浮遊し、放流水に混入して放流されてしまうことがあったが、本装置の導入後は汚泥が沈降しており、正常に生物処理槽が機能することを確認した。

## (2) メンテナンスフリー

本装置は、スクリーンの上部に洗浄機を備えており、2MPaの圧力でスクリーンを間欠運転で洗浄する。本案件の洗浄パターンは、3分スクリーンを洗浄し、15分洗浄休止を1サイクルとしたものである。

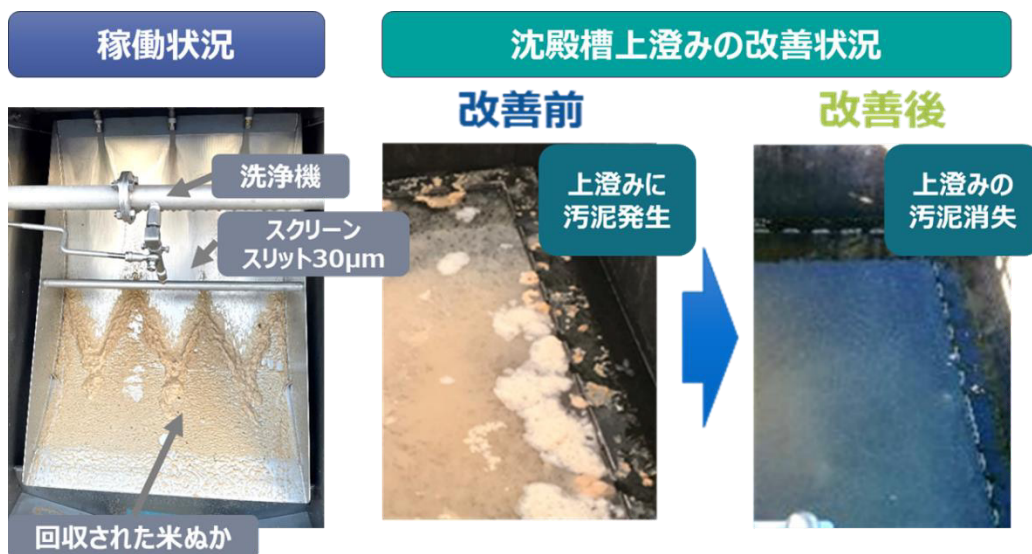


※加圧浮上装置の効果の推定値は下記計算で算出

(1) 加圧浮上装置の導入後の調整槽(原水) = BOD×0.5、SS×0.1、n-Hex×0.1 (経験則による)

(2) 放流水のBOD、SS、n-Hex = (1)で算出した数値×(導入前の放流水/調整槽の割合)

図表8 本装置を導入した前後の放流水の濃度比較(導入前後9か月間の平均)



図表9 ファインアーク®-60稼働後の沈殿槽上澄みの改善状況

運転スクリーン上に堆積した細かな食品残渣が洗浄によってダスト受けに送られると同時に、スクリーン自体の目詰まりも解消されるため、連続で運転できる。また、スクリーンは高寿命であり、駆動部がないため交換部品を必要とせず、メンテナンスフリーである。

一方で、従来装置である加圧浮上装置を導入する場合は、pHを測定しながら薬品を注入する必要がある。そのため、薬品残量の確認、pHの測定器の洗浄、槽の状態を考慮した薬品の注入量を調整しなければならず、管理が必要となる。

## 6. 経済性

加圧浮上装置を従来方式として、本装置との経済性比較を図表10に示す。

### (1) 省スペース化

250tの調整槽に対応する加圧浮上装置の導入において、約3m×4m(浮上槽φ2m+水槽1.5m×1.5m)のスペースが必要であるが、本装置では0.9m×0.9mのスペースしか必要とせず、94%の省スペース化が図れる。また、設置においても、原水供給口とろ液排出口の配管を繋ぐのみで、容易である。

### (2) 排水負荷の低減効果

本装置の排水中のBOD、固形分(SS)、ノルマルヘキサン抽出物質の負荷軽減効果は、加圧浮上装置の効果を100とした場合、BOD61、SS66、ノルマルヘキサン抽出物質27となる。新規プラントの建設時においては、加圧浮上装置の導入が望ましいが、既設設備の能力が不足、かつ季節的な要因による場合は、後述のとおり、本装置の方がイニシャルコスト及びランニングコストの低減が図れ、メリットが大きい。

### (3) イニシャルコスト

本装置はスクリーンのみシンプルな構造であり、従来装置と比較して、約73%のコスト削減



が見込める。

(4) ランニングコスト

ランニングコストは、消費電力と薬液代と産廃費用を合わせたものであり、従来装置に比べて、本装置は96%低減できる。

(5) 省エネルギー

消費電力について、本装置は原水供給ポンプ及び洗浄用ポンプの電力のみ必要とし、加圧浮上装置に対して39%を低減できる。

(6) 省資源

薬液代について、加圧浮上装置はPACなどの凝集剤と、凝集剤を添加した際に酸性となった液を中性にするための苛性ソーダ等の中和剤といった薬液を注入する必要があるが、本装置は薬液を必要としない。

図表 10 ファインアーク®-60 の経済性評価

|              |      | 従来方式<br>(加圧浮上装置) | 申請装置<br>(ファインアーク®-60) | 備考                  |
|--------------|------|------------------|-----------------------|---------------------|
| 装置サイズ        |      | 100              | 6.75                  | 設備設置も容易             |
| 排水負荷<br>低減効果 | BOD  | 100              | 61                    | 図表 8 から算出           |
|              | SS   | 100              | 66                    | 図表 8 から算出           |
|              | N-H  | 100              | 27                    | 図表 8 から算出           |
| イニシャルコスト     |      | 100              | 27                    | スクリーンのみの単純な構造で安価    |
| ランニングコスト     |      | 100              | 3.1                   | —                   |
|              | 消費電力 | 100              | 61                    | 原水供給ポンプ、洗浄ポンプの動力も含む |
|              | 薬液代  | 100              | 0                     | 薬液は不使用              |
|              | 産廃費用 | 100              | 2.5                   | —                   |

## 7. 将来性

固液分離を目的とした金属スクリーンにおいて、スリット幅  $5\mu\text{m}$  を実現した類似の技術はなく、国内外で競争優位性があると考えている。これまでは排水業界の「捨てる水」をターゲットにしてスリット幅  $20\sim 30\mu\text{m}$  の本装置を拡販してきたが、今後はさらに付加価値の高い工作機械業界向けクーラント液などの「再利用水」にスリット幅  $5\sim 10\mu\text{m}$  のスクリーンを用いてアプローチしたいと考える。以下に示す業界に対して、更なる高精度スリット技術を適用した本装置を市場要求に合わせてながらカスタマイズし、環境負荷低減に向けて推進していく所存である。

### (1) 電子機器向けプリント基板の業界への応用

プリント基板の研磨工程において、研磨された Cu の微粒子 ( $10\mu\text{m}$  前後) 及び研磨剤のアルミナが工作機械のクーラント液中に多く混入し、既設フィルタのろ布が短期間で目詰まりする課題がある。本装置をプレフィルタとして導入することで、既設フィルタのろ布のメンテナンスインターバルが通常の 2 週間から 1~2 か月と長くなることが期待される。さらに、目詰まりしたろ布の洗浄工程の回数削減による人件費の低減効果があり、また、回収した Cu を有価物として売却・再利用することも可能となる。

### (2) 脆性材加工業界への応用

アルミナ、炭化ケイ素、石英ガラスなどの脆性材料の加工現場では、 $5\mu\text{m}$  前後の加工粉が発生し、工作機械に備えられたクーラントタンクが汚染される。特に、半導体業界向けの素材加工の場合、加工精度が重要視されるため、使用するクーラント液は異物が入っていないことが好ましい。既存のユーザは、遠心分離機を主に使用しているが、 $5\mu\text{m}$  前後の異物の回収量が少なく、また高回転モータによるクーラント液の攪拌が起これ、大量の泡が発生する課題がある。本装置でスリット幅  $5\mu\text{m}$  級のスクリーンを使用すれば、遠心分離機の固液分離精度よりも高い  $5\mu\text{m}$  前後の異物を回収できる上、遠心分離機で発生する泡の抑制効果も期待できる。