

## 固液分離シッター装置の採水エレメント

FCC 古野伸夫 13.6.27.

泥濁水から、懸濁質（固体）と水（液体）に分離する固液分離単位操作として、実験室ではビーカーを傾けるデカンテーションがあり、専用容器としてワイン瓶でなじみのデカンタがある。

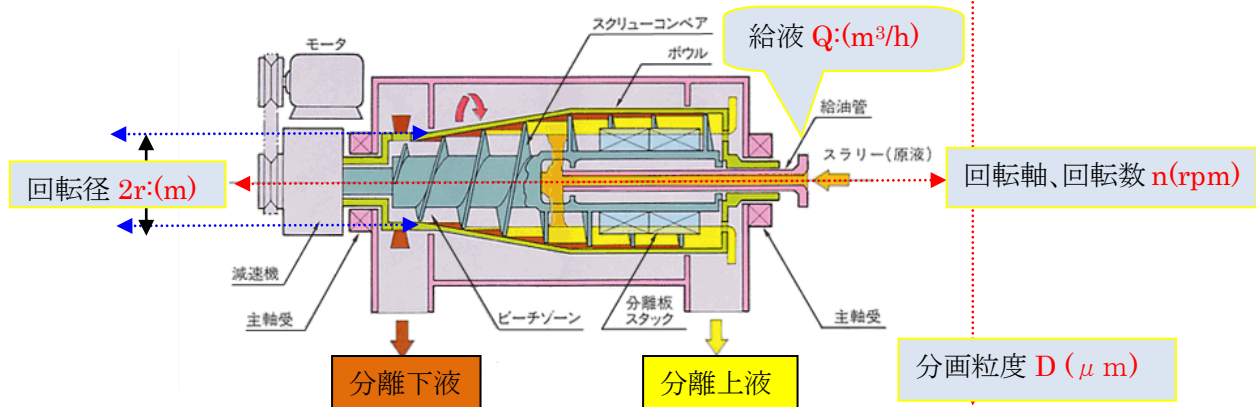
ビーカーを傾ける方法の規模拡大には限界がある。  
 各種分離機器と凝集剤の最適な組み合わせを選択するために、  
 固液分離原理から見た新方式の採水エレメントを提起する。



### 1. 遠心力で加速するデカンタを高速回転させたもの：スーパーデカンタ

遠心分離濃縮液が自動的に排出され、越流堰からの越流水が排出される優れたもの。  
 越流堰の高さを調整できる精密機器、かつ大型装置が開発されている。

例：三菱化工機 <http://www.kakoki.co.jp/products/m-021/index.html>



粒子が自由沈降状態の場合の分画粒度  $D$  を決める因子と遠心分離機の運転条件との関係を次に示す。(粒子が凝集状態にあるときの  $D$  の値は清濁の境界の凝集体の粒度を示す)。

$$D^2 \cdot r^3 \cdot n^2 = 338^2 \cdot Q \quad (\text{株ファインレイの分級機ビクタラー、定数 338 に特徴がある分級式})$$

$D$  の値は、一般的な粘土鉱物の比重 2.6 の真球粒子の清水中の沈降速度相当値である。※ 1

遠心分離機を特定するとその回転径  $r$  が決まり、回転数  $n$  は正確に制御できる。堰の水  
 平性とその高さを正しく決めると、分画精度に効果大である。一定の粒度組成の懸濁液の  
 給液量  $Q$  を一定に維持することが最も重要であり、前処理工程が大事である。※ 2

## 2. 沈降槽が巨大化した円筒構造物 沈降濃縮シクナー装置

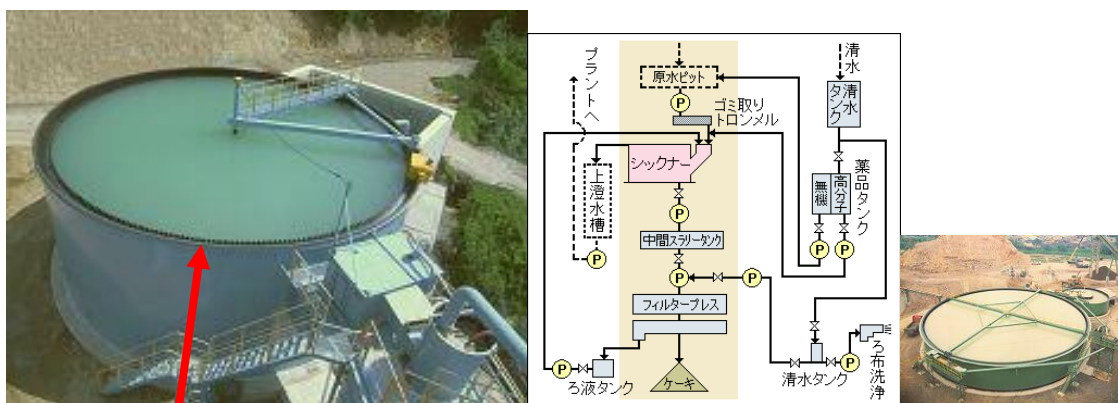
連続的に固液分離する方法の装置として歴史的には水簸溝分級があった。近代的装置として、凝集沈降分離泥を機械的に抜き出す仕組みを備え、凝集性の懸濁液を給液して円筒槽の円周縁からの越流として上澄水を採取する方法がある。円周縁の越流堰の水平精度に特徴があり、鉱業が主産業の時代に大型装置に発達し、今日も諸産業で健在の分離方法・装置である。産業遺産：<http://livedoor.blogimg.jp/kitanyanko/imgs/c/9/c9ab8392.jpg> 引用 50m シクナー



衰退した鉱業の場合、産業遺産として破損腐朽しつつあるものの数多く残る。越流堰の破損、草木が茂る状態から見て、円周堰の縁の水平維持業務の困難さが理解できる。※3

## 3. 越流堰がコンクリート製から鋼鉄製の採水エレメント化されたシクナー装置

例 (株)伊藤製作所 [http://www.ito-s.co.jp/seihin/v\\_thick.html](http://www.ito-s.co.jp/seihin/v_thick.html)



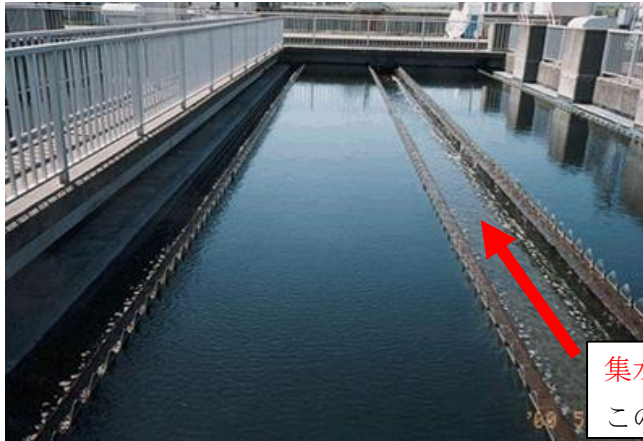
円周縁にギザギザ模様に見える小型の採水エレメントを多数個設けて越流が分散された。この結果円周縁の水平精度が厳密でなくても、超巨大でも安定稼働が実現した。

上図のフローのごとく、泥濁水のコト化学的知見の駆使、各種の凝集薬剤の選択、凝集化学反応制御技術等の総合力が、鉱業の合理化と化学工業を支えている。このシステムを小型化し、卓上実験を繰り返し、超大型に普遍的に共通す固液分離原理を追求した。

無機塩合成のような化学工業で採用される円筒形シクナー装置の場合、懸濁液の化学組成が鉱産物に比べて簡単である。この水平維持保全作業の精度が化学製品の性能に反映するのでこの採水エレメントが発達した。更なる合理化と精度向上の工夫に無限の潜在需要を見込む。

#### 4. 公共事業の上下水道施設

上澄水を越流で採取するギザギザ模様の採水エレメントを使用する場合、沈降槽の形状は円型から敷地を活用できる矩形になって上下水道事業に定着している。採水をエレメントに分散した事の成果であるから、エレメントの更なる改良と分離の根本原理の革新の余地が見えてくる。



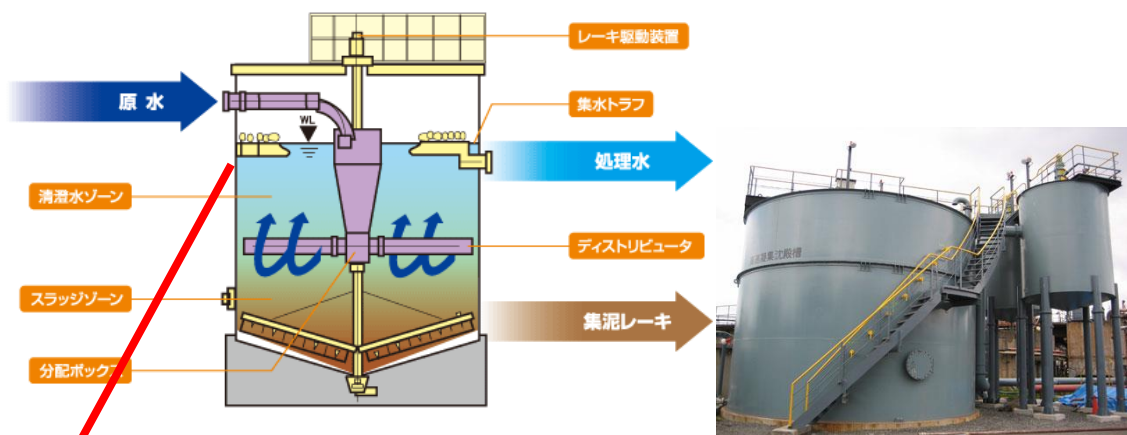
集水溝

この端にギザギザ模様の採水エレメント

しかし越流量は給液量に直接連動するので、給液量が過大になると底泥液の漏えいが起り、採取の水質に直ちに影響する装置である。ここに改善の余地を見出した。※4

#### 5. 敷地面積を更に小さくする優れた最新鋭設備 例

(株)KOBELCO HP 引用 <http://www.kobelco-eco.co.jp/product/sangyoumuke/superthickener.html>

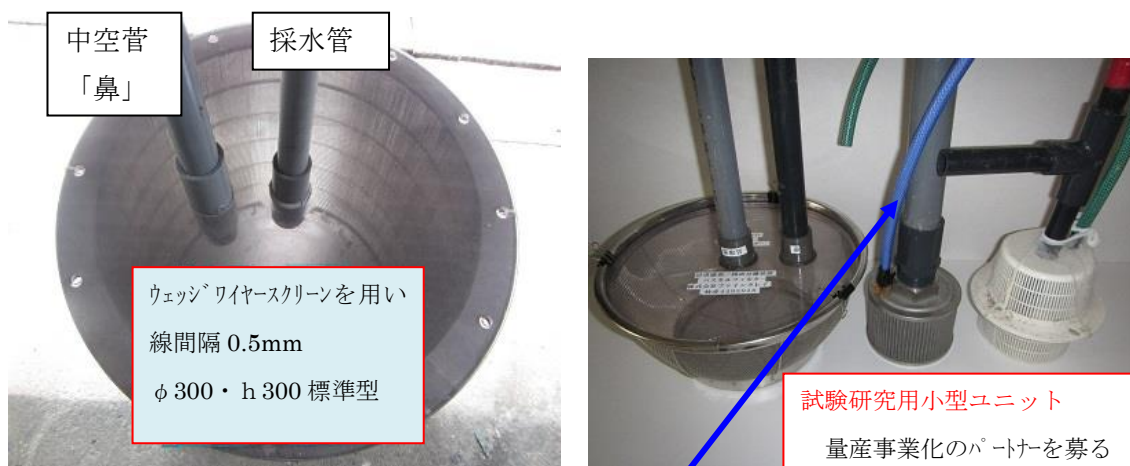


集水トラフと呼ばれる採水エレメントが越流を正確に捉えている。原水は原水流入管より原水分散装置を経て泥液ろ過層を上昇し、泥液ろ過層を上昇する過程で原水中の浮遊物質が捕捉され、清澄水は集水トラフに集められる見事な装置である。しかし、上澄水を越流として採取する基本原理は変わらない。給液の増減変動による影響を緩和する仕組み、沈降槽の形状、大きさを問わず、設置位置が限定されない事、構造が簡明で大量に安価提供できる事を目指した。この結果、基本原理の改革として越流採取⇒泥液浸透水の採取を果たし、底泥域からの浸透濾過水を採取できる採水エレメントを開発し得た。

## 6. 新型の採水エレメント、浸透濾過<sup>パ</sup>スカルフィルター

在来のフィルター、ストレーナーに、特許 4495918 記載の大气に通じる中空管「鼻」を付けたものを浸透濾過装置<sup>パ</sup>スカルフィルターと呼び、清澄水が確実に得られる新型の採水エレメントとする。

この<sup>パ</sup>スカルフィルターの素材は断面が三角のウェッジワイヤーで編み込んだものが好適で、製造上の都合で左写真に示すφ300,h300を標準型とするが、随意に受注生産できる。大型の固液分離機の採水エレメントとして好適であり、様々な用途における実用的採水エレメントである。



左写真中央に示す如く、在来のストレーナーに中空管「鼻」を付けただけで<sup>パ</sup>スカルフィルターと称する。よくある指摘、「この管から空気を吸い込む、キャビテーションが起こるはず」の通り、大型ポンプに依存する配管系で使用すると、ストレーナーが小さすぎる場合空気を吸い込むのはポンプ圧が大きすぎることを示す。高圧配管系で起こるキャビテーション、エロージョンの防止センサーとしての役割を「鼻」が果たす。適正圧力にして節電し、エロージョンを回避できる。

この「鼻」付ストレーナーを標準型とする。なぜなら不要の場合栓をすればよい。※5

左端は金網厨房ザル、右端は水切りザルであり、これに蓋、採水管、「鼻」を付けたものが<sup>パ</sup>スカルフィルターの試作品で、いずれも小型で便利である。一体成型で大量生産する事業化を進めたく、パートナー支援を募るために、様々な用途を別途順次掲載する。※6

## 7 吸着処理、イオン交換反応塔

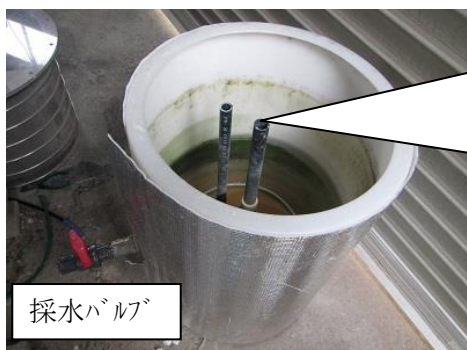
いわゆる反応塔、反応カラムの採水エレメントにこの<sup>パ</sup>スカルフィルターを応用した事例を示す。



φ150 断面積 0.0177m<sup>2</sup> の既製品、塩ビ管を用いて、底に<sup>パ</sup>スカルフィルター型採水ユニットを設け、側壁から採水する。給水の水面からの水頭差を浸透圧として底域から採水する。筒の高さ

はいくらでもよく、深い地下タンクとしても底域が淀まない貯水槽になる。いわゆる防災用の貯水槽に設定すれば、いつまでも淀まず腐らない水を貯蔵できる。※7

## 8 シッカー小型化の極み、固液分離槽



### 極めて簡潔な構造 例示

φ370 円筒型 50ℓの小型シッカー装置。清澄水量は排出弁で調整するので、給液量がばらつき、間欠でもよい。この規模の装置は、小規模の塗装印刷等の排水処理に適する。

規格化したパカフィルタ数を増大して、超大型の既成製品槽に対応できる。

泥層から浸みだす清澄水を、水槽の中腹から採取する。水性塗装排水等汚染水を適正に凝集剤で処理した後このタンクに入れ、採取バルブを調整して清澄水が排出される。※8

### 脚注解説

※1 画像解析の粒子径は、粒子の断面積をスークスの沈降式で真球に換算したものであり、薄片、鱗片等の形状に特徴のある粒子は、測定時に写される方向が異なるだけで表示粒径は変わる。したがって沈降粒度分布との比較は、これらの形状特徴の解析に有効となる。

※2 一定の粒度組成の液を調整することが困難至極であり、その給液は更に困難である。多くのポンプは清水の供給を前提としており懸濁液の給液を想定していない。サトポンプ、浚渫ポンプは砂礫を吸入できる性能であって、一定の粒度組成を保証するものでない。

自由沈降状態で安定な懸濁液はスーパーセクターで分級処理できて、この分級式に従う。

懸濁液が凝集状態か自由沈降状態であるかを見極めるコイト及び界面化学の洞察が重要である。化学反応として温度依存性がある、単純に数値巾を設定するだけではなく温度管理が必要なことは言うまでもない。固液分離でも現場では大気に関与する固・液・気の3相の不均一系であり、ボイルシャルルの法則を意識した気泡の管理が特に重要である。マイクロバブルの関与する濁りは、いわばウキを付けた粒子の沈降処理に相当し、様々な気象条件の影響を大きく受ける。これらの前処理としてパカフィルタ型のスレーナを備えた分級ポンプを推奨する。パカルの原理、連通管を考慮した扱い資料は既に紹介済である。

※3 堰の欠損部に越流が集中すると短絡流となって、底深くの泥が舞い上がり固液分離精度を損なう。水簸溝と同様熟練と手間のかかる作業であり、我が国での鉱業衰退の要因と思う。換言すればこの工程作業を画期的に合理化できれば、低品位鉱の資源化が可能になる。都市鉱山と呼ばれる産業廃棄物からの資源リサイクル、原発事故の除染事業の剥ぎ取り土

壤の処理も同じ技術課題に見えて、セシウムを資源と見立てて徹底的に採取・収集したい。

※4 11.3.11.原発事故後の放射性汚染物質、ゴミ焼却粉塵、黄砂、PM<sub>2.5</sub>等の対策として、公共上下水道の水質精度の向上を期し、底泥液の舞い上がりの**絶対的防止方法**を希求した。例えば浄水場の水源に放射性セシウムが入った場合、凝集沈澱泥が**かわ**交換機能のある粘土鉱物がセシウムを吸着するので、固液分離が完全であれば浄水にはセシウムが検出されない。浄水の放射能測定は、固液分離工程が正しく運転されているか否かの検証手段として活用できる。

下水処理の放流水の水質検査項目では、CODのみならず BOD 測定が義務付けられ、この理由を想像するに、漏洩した汚泥は COD 測定に検出され難く、BOD 測定に検出されると仮定すると、汚泥の固液分離を完結すれば経費のかかる BOD 計測の必然性がなくなる。

※5 水中ポンプの場合、ポンプ能力に合わせたスレーナを設けうることは言うまでもなく、「鼻」を付けると分級機能を発揮して、新たな分級機器になるだろう。ポンプを損耗させ、スレーナの清掃作業を必要とする運転状況の場合は、「鼻」に栓をすれば従来型に対応できる。

※6 例えば、緊急課題である放射性物質の除染事業に対応する場合には、膨大な需要があり、一体成型で大量生産できる**採水エレメントの事業化**が必要であり、このパートナー、支援を募ります。このエレメントは除染事業のほか多様な応用も進めたい。

※7 新型の採水エレメントを用いた事例

◎底に泥液が溜まっても泥液が凝集体で浸透性があれば、液膜を構成して浸透濾過水が採取できる。これがこのフィルターを浸透濾過バスキューラと呼ぶ由縁である。

◎園芸用の鹿沼土を充填し、0.5l/分で通水し、尼崎市労働福祉会館の玄関横で公開実験した結果、3年余を経ても流量が変わらず通水している。現在は民家の雨樋からの雨水を通液しているので、万一放射性物質が降雨に含まれると捕捉されてホットスポットになるだろう。これがカーンがいいでしたら、このカムごと安全に隔離保管し、適正処置を施す。

◎春先、黄砂で街中が霞んだとき、雨水貯留のドラム管の水はフンダ現象で濁った。絶えず循環処理しているので数日で底が見える清澄になり、コロイドサイズの微粒子が鹿沼土層に補足されたと考える。雨水が汚染されても清浄に保てる雨水利用装置として活用できる。

◎鹿沼土よりかわ交換能に優れた好適材の選択試験とその開発事業に使用できる。

※8 園芸作業で発生した泥水なら数時間で処理できることを公開展示した。米のとぎ汁でも一晩で処理でき、いわば必ず清澄になる。この条件を吟味し凝集条件を決定する。

あらかじめタクの底に、別途記載の凝集剤 CMC-AI を敷き詰めると、採水エレメントから高度で、且つ確実に清澄水が得られる。同じ原理で固液分離するので、分離槽の規模を問わず既存の大型水槽タクに利用でき、これらの水槽タク事業者との連携を募る。