

【技術分類】 1 - 5 - 2 - 1 単位操作 / ろ過 / ろ過方式 / 緩速ろ過方式

【技術名称】 1 - 5 - 2 - 1 - 1 緩速ろ過方式

【技術内容】

緩速ろ過は、ゆっくりしたろ過速度でろ過することによって、原水が細かい砂層で機械的に篩い分けされるほかに水中の懸濁物質が砂層表面に抑留され、この抑留物に水中の腐植質や栄養塩類が付着し、その上に微小動物が繁殖し、さらにこれを分解するバクテリアが繁殖して生物ろ過膜が形成されることにより水中の浮遊物質を捕捉し、溶解性物質を酸化分解することを利用したプロセスである。

緩速ろ過は比較的濁度の低い原水に適用され（「水道施設設計指針」では濁度 10 度以下）、ろ過速度 4～5m / 日である。

生物の機能を阻害しなければ、水中の懸濁物質や細菌を除去できるだけでなく、ある限度内ならアンモニア性窒素、臭気、鉄、マンガン、合成洗剤、フェノール等も除くことができる。

ろ層の厚さは 700～900mm であり、その下部に支持砂利が 400～600mm ある。

ろ過池の構造は、流入部、ろ床、可動流出堰等の引き出し流量調整部の三つの部分から成り立っており、流入部は砂上水深を 1m 程度として、原水が流入管から砂面を乱さないように静かに流入させる構造となっている。砂利層の下には、多孔コンクリート管などを樹枝状に配列した集水装置を設置し、ろ過水は流量調整部を経て流出する。

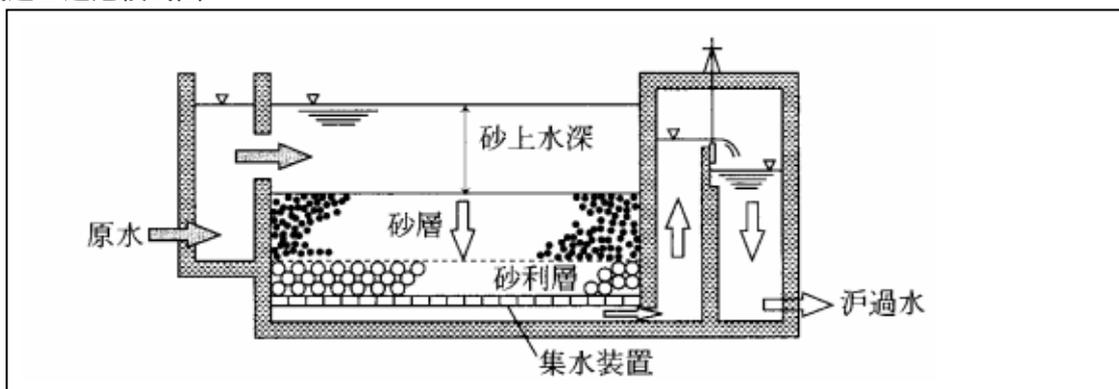
緩速ろ過を継続していくと損失水頭が増大して、ろ過水の水質は良好でも、ろ過水量が減少し、ろ過が物理的に続けられなくなる。一般に、30～60 日で 1～2m の限界損失水頭に達する。ろ過が続けられなくなると、池の水を砂面以下にまで下げ、砂層表面の 1～1.5cm 程度を掻きとって、再び原水を入れる過を継続する。掻き取った砂は外部で洗浄され、貯蔵される。

掻きとりを繰り返し、砂層が 40cm 程度にまで減ったら洗浄した砂を再びろ過池に戻し、砂層の厚さを 900mm 程度に回復して再び使用する。

ろ過速度が低いいため広い面積を必要とすること、高濁度の原水に対応できないことなどから減少する傾向にある。

【図】

図 緩速ろ過池模式図



出典：浄水技術ガイドライン、2000 年 5 月、浄水技術ガイドライン作成委員会著、財団法人水道技術研究センター発行、71 頁 図 2.4-1 緩速ろ過池模式図

【出典 / 参考資料】

「水道施設設計指針」、2000 年 3 月 31 日、水道施設設計指針改定委員会著、社団法人日本水道協会発行、237 - 245 頁

「浄水技術ガイドライン」、2000 年 5 月、浄水技術ガイドライン作成委員会著、財団法人水道技術研究センター発行、71 - 72 頁

【技術分類】 1 - 5 - 2 - 2 単位操作 / ろ過 / ろ過方式 / 急速ろ過方式

【技術名称】 1 - 5 - 2 - 2 - 1 下向流固定床方式 (圧力式ろ過機)

【技術内容】

重力式ろ過は、ろ過池内に自由水面を持ち、重力による自然流下でろ過を行う方式で、あり、多くの事業体で使用されている。

重力式に対し、圧力式はポンプ圧によりろ過損失水頭を確保し、途中で開放することなく所定の場所まで直接に送水する。圧力式ろ過機は鋼板製等の密閉タンクの場合が多く、土木構造物でないため現場での工期が短縮できること、ポンプ圧力を利用するので場内の水理的制約を受けないこと、運転操作が簡単であることから、比較的小規模な浄水場や、沈澱池を省略できるような原水を対象にしたところで使用されている。

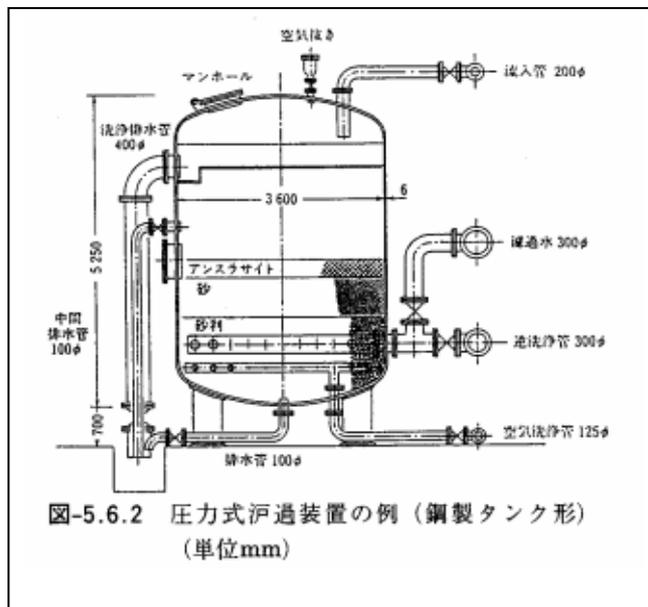
圧力式ろ過機は、鋼板製等の密閉槽内の圧力下でろ過を行うものである。大別すると縦形と横形の2種類になる。前者は少量の水の処理に使用されるのに対し、後者は比較的大量の水を処理する場合に用いられる。

圧力式ろ過機は、負圧発生を招かず高い損失水頭になるまでろ過が継続できること、ろ過池に光が入らないので藻類の発生が少ないなどの利点はあるがろ層を監視しにくいこと、定圧ろ過の場合にはろ速の変化幅が大きいなどの欠点がある。

圧力式ろ過機を設置する場合、池数、ろ層、洗浄方式は重力式ろ過池に準じるほか、点検・修理のため、人孔を設けるのが一般的である。

【図】

図 圧力式ろ過機



出典：水道施設設計指針、2000年3月31日、水道施設設計指針改定委員会著、社団法人日本水道協会発行、209頁 図 - 5.6.2 圧力式ろ過装置の例 (鋼製タンク形)

【出典 / 参考資料】

「水道施設設計指針」、2000年3月31日、水道施設設計指針改定委員会著、社団法人日本水道協会発行、209 - 211頁

【技術分類】 1 - 5 - 2 - 2 単位操作 / ろ過 / ろ過方式 / 急速ろ過方式

【技術名称】 1 - 5 - 2 - 2 - 2 下向流固定床方式 (自己逆流洗浄型)

【技術内容】

自己逆流洗浄型は、6池以上を1群とし、1池が洗浄を必要とする状態になった場合、他の池の処理水で洗浄を行うものである。浄水渠は各池に共通とし、渠内水位は、ろ過池内の排水トラフより高くなるように設置した堰を越えて流出する構造とする。

ろ過池へ流入した水は、ろ層でろ過されて浄水渠に入り、排水トラフの縁の高さより約900mm上に設置した流出堰から流出する。ろ過池内の水位は、ろ過開始時には流出堰の高さとほぼ同一になり、損失水頭に見合った平衡水位に達する。この平衡水位は、ろ過の継続とともに上昇し、一定の水位に達した時点で洗浄を行う。

洗浄は、まず流入サイホンを切って流入を停止し、ろ過を継続して池内の水位を流出堰の上縁の近くまで低下させる。次いで、排水サイホンを働かせて池内の水を排水し、徐々に逆流洗浄を始めるとともに表面洗浄を開始する。ろ過池の水位が排水トラフの上縁の位置まで下がると、逆流洗浄は規定の流量で行われる。この場合の逆流洗浄水は、ろ過中の他の池から浄水渠へ流入する水を利用し、逆流洗浄流速は、おおむね流出堰の高さと排水トラフ上縁の高さの差で決まる。

サイホンの作動に使用される真空の発生源としては、真空ポンプ、インジェクタあるいは真空発生槽があり、これらが各種自己逆流洗浄型ろ過池の特色となっている。

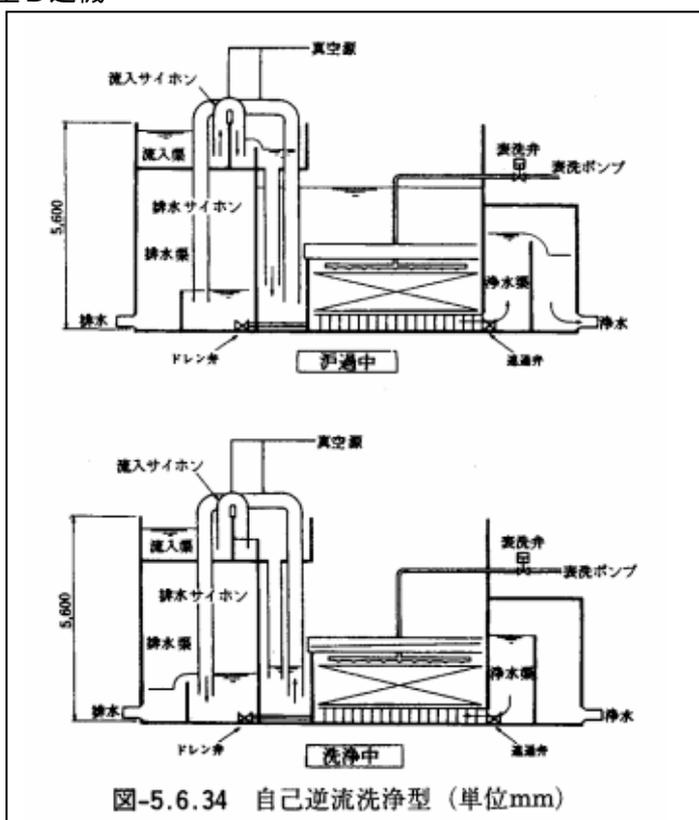
この型式の特長は、

1. 逆流洗浄タンクあるいは逆流洗浄ポンプが不要である。
2. 配管などの機構が単純で、運転管理が容易である。
3. ろ過のスロースタート、洗浄のスローダウンが自然に達成される。

などであるが、洗浄を行っている時間帯は、ろ過池全体での処理水量が大幅に減少するため、後続の消毒用塩素の注入量を制御する必要がある。等の留意点がある。

【図】

図 自己逆流洗浄型ろ過機



出典：水道施設設計指針、2000年3月31日、水道施設設計指針改定委員会著、社団法人日本水道協会発行、234頁 図 - 5.6.34 自己逆流洗浄型

【出典 / 参考資料】

「水道施設設計指針」、2000年3月31日、水道施設設計指針改定委員会著、社団法人日本水道協会発行、232 - 234頁

【技術分類】 1 - 5 - 2 - 2 単位操作 / ろ過 / ろ過方式 / 急速ろ過方式

【技術名称】 1 - 5 - 2 - 2 - 3 下向流固定床方式 (逆流洗浄タンク保有型)

【技術内容】

急速ろ過池において、最も動力を必要とするのは逆洗浄ポンプであるが、逆流洗浄タンク保有型のろ過池は、逆流洗浄には、処理水をポンプで揚水し、洗浄タンクに貯水して使用する。これにより、大型の逆洗浄ポンプを必要としない。

各ろ過池に入った水は、ろ層でろ過され、ろ過水サイホンを通して流出渠に導かれ、流出する。この堰の高さは、ろ層表面より上の高さで排水トラフ上縁の高さより下に設定される。

ろ過開始時の池内の水位は排水トラフ上縁の高さであるが、ろ過の継続とともに水位が上昇し、一定の高さに達した時点で洗浄を行う。

洗浄は、まず流入バルブを閉じて流入を停止し、ろ過を継続して池内水位を排水トラフの上縁の近くまで低下させる。次いで、排水弁を開け、表面洗浄を開始し、低置型の洗浄水槽に接続したサイホンを働かせて逆流洗浄を始める。洗浄水槽の容量は、1池の洗浄に必要な水量以上とする。

設備的には、流入部および排水部において水の流入・停止用として電動バルブあるいはサイホン、ろ過水部、捨水部及び逆流洗浄部においてサイホンが利用されている。

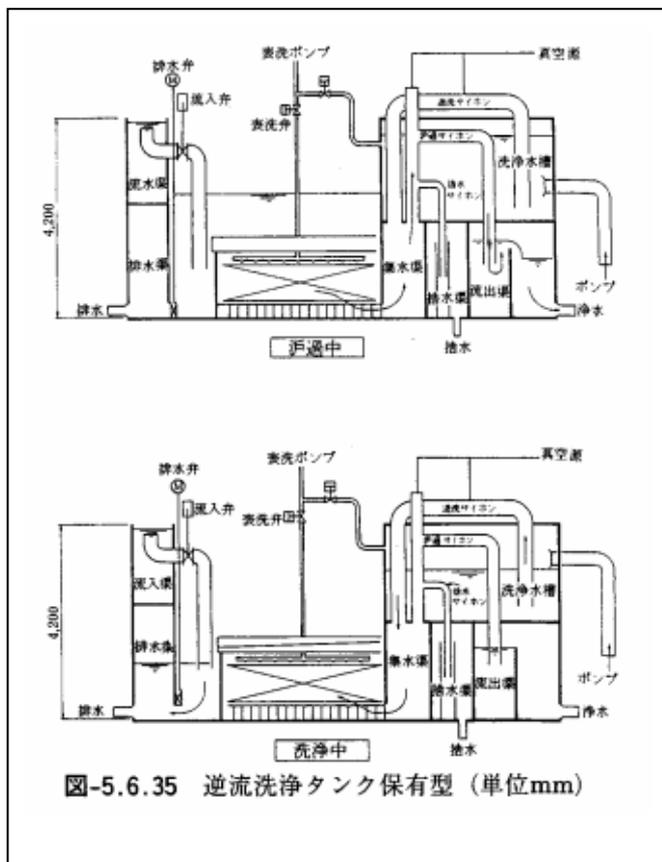
この型式の特長は、

1. 逆流洗浄水槽を保有しているため、池数の制約がない
2. 流出堰の高さが自動逆流洗浄形より低くでき、池全体の深さを小さくできる
3. 各池にサイホンによる捨水機構が備わっている

などであるが、留意すべき点は、洗浄水槽、サイホン機構を必要とすることである。

【図】

図 逆流洗浄タンク保有型



出典：水道施設設計指針、2000年3月31日、水道施設設計指針改定委員会著、社団法人日本水道協会発行、234頁 図5.6.35 逆流洗浄タンク保有型

【出典 / 参考資料】

「水道施設設計指針」、2000年3月31日、水道施設設計指針改定委員会著、社団法人日本水道協会発行、232 - 235頁

【技術分類】 1 - 5 - 2 - 2 単位操作 / ろ過 / ろ過方式 / 急速ろ過方式

【技術名称】 1 - 5 - 2 - 2 - 4 下向流固定床方式（逆流洗浄装置移動型）

【技術内容】

逆流洗浄装置移動型は、洗浄装置がろ層の上を移動して、洗浄を行うのが特徴である。ろ過池は、ろ層より上部は1池1区画であるが、ろ層および下部は小区画に区分され、洗浄水をろ過中の他の区画の処理水をポンプで吸引して小区画ごとに洗浄する。

流入水は、流入渠よりろ過池に流入する。ろ過池に入った水はろ過され、浄水集水管により浄水渠に入り、ろ層表面より高い位置に設置された流出堰から流出する。ろ層は、幅 300mm に区画されて横に連続に並んでおり、その区画はろ過砂と多孔板形の下部集水装置で構成され、砂利は使用していない。低速で走行する台車には、逆流洗浄ポンプ、表面洗浄ポンプ、排水ポンプが組みこまれている。

洗浄方法は、洗浄装置が洗浄する小室の真上で停止し、洗浄ポンプが稼働し、その一部は表面洗浄ポンプで加圧されて表面洗浄水となり、残りは浄水集水管を通して浄水室に入り、ろ層を逆流洗浄する。洗浄後の排水は、排水ポンプで排水渠へ移送される。

1. 流入より流出までの総損失水頭が約 1m と小さいため、ろ過池全体を浅くすることができる

2. 洗浄タンクが不要であり、洗浄中も処理水が流出する

などの特徴があるが、一方、

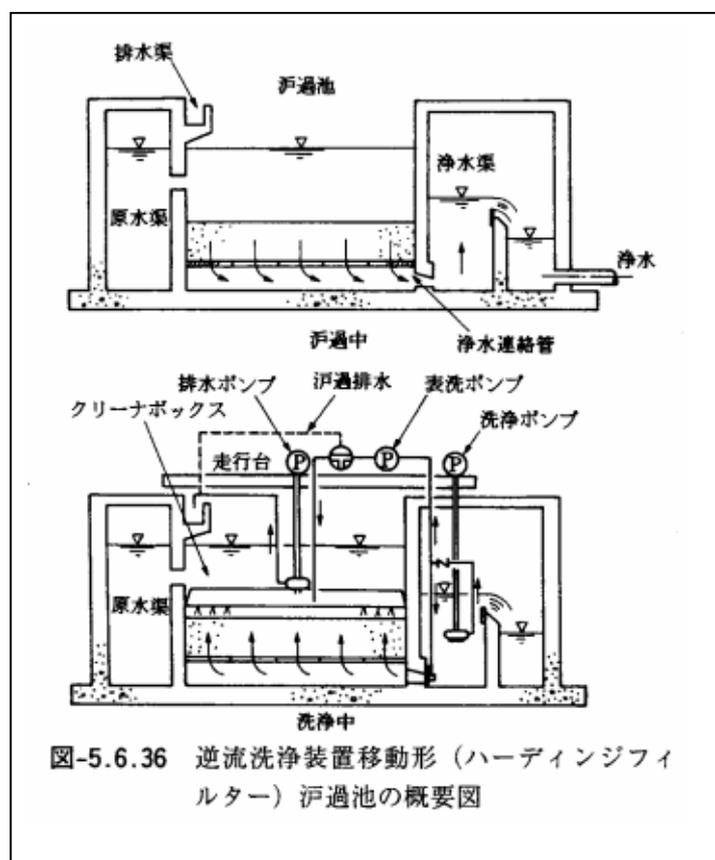
1. 走行台車、ポンプ等の機器類が多い

2. ろ過池全体を覆う建家が必要となる

などの問題点がある。

【図】

図 逆流洗浄装置移動型



出典：水道施設設計指針、2000年3月31日、水道施設設計指針改定委員会著、社団法人日本水道協会発行、235頁 図 - 5.6.36 逆流洗浄装置移動型（ハーディングフィルター）ろ過池の概要図

【出典 / 参考資料】

「水道施設設計指針」、2000年3月31日、水道施設設計指針改定委員会著、社団法人日本水道協会発行、232 - 236頁

【技術分類】 1 - 5 - 2 - 2 単位操作 / ろ過 / ろ過方式 / 急速ろ過方式

【技術名称】 1 - 5 - 2 - 2 - 5 下向流固定床方式 (自動逆流洗浄型)

【技術内容】

自動逆流洗浄型は、ろ過が進行し、ろ過層の差圧による損失水頭が一定になるとサイフォン作用を利用して自動的に逆流洗浄を行う急速ろ過機である。洗浄水はろ過処理した浄水を使用し、逆浄ポンプは必要としない。

急速ろ過機の各種ポンプのうち、逆流洗浄ポンプは、稼動時間は短いが容量が最も大きく、設備費が高い。自動逆流洗浄型は、設備費の軽減効果のほか、山間地などで電力の供給のために大規模な配線工事を必要とする場合に適する。

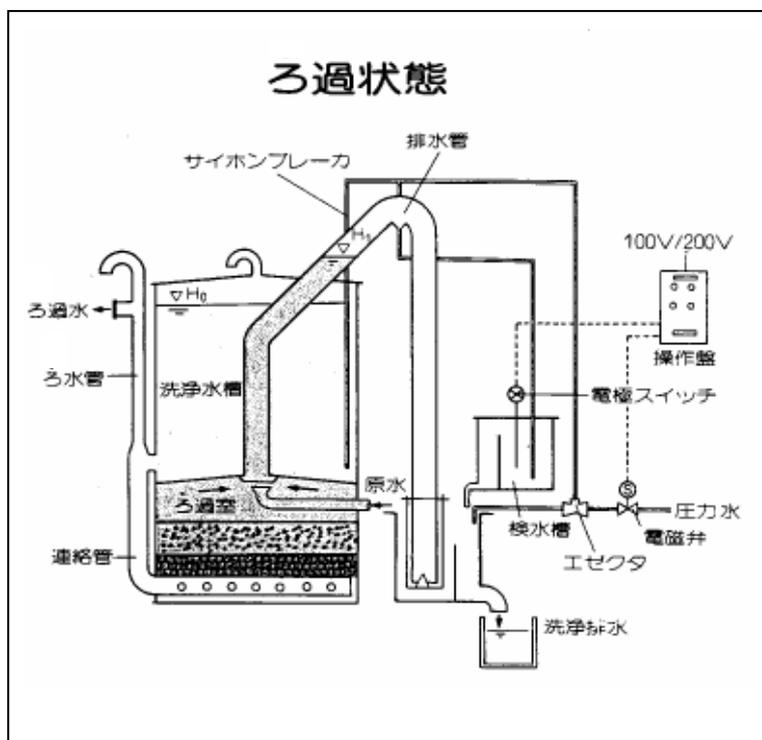
通常は円筒槽型のろ過機であり、内部が上下に仕切られた構造となっている。ろ過層は円筒槽の下部にあり、流入水は下部水質に入りろ過処理後の浄水は仕切りの上部の浄水貯めに入りオーバーフローにより流出する。即ち、常時一定量の浄水をろ過機上部に保有しており、この浄水が逆洗水となる。

ろ過が進行して損失水頭が増加し、サイフォン管最上部に達すると排水槽とのサイフォン作用により、ろ過機上部に保有していた浄水が逆流し、ろ過砂の洗浄を行う。サイフォン管を作動させるためには管内を真空にする必要があるが、小型真空ポンプ、水エジェクターなどが採用される。

取水地が高い位置にあり、原水の流入圧がある場合には、電力がなくても運転が可能であり、無人運転も可能である。

【図】

図 自動逆流洗浄型



出典：無弁式全自動急速ろ過機、磯村豊水機工株式会社著、磯村豊水機工株式会社発行、カタログ

【出典 / 参考資料】

「磯村豊水機工株式会社カタログ」、磯村豊水機工株式会社著、磯村豊水機工株式会社発行、カタログ

【技術分類】 1 - 5 - 2 - 2 単位操作 / ろ過 / ろ過方式 / 急速ろ過方式

【技術名称】 1 - 5 - 2 - 2 - 6 上向流固定床方式

【技術内容】

上向流式砂ろ過装置は粒度の粗い下層から粒度の細かい上層へ向けて通水することによって、濁度の大きなものは粗い層で、小さなものは細かい層で捕捉する機構である。このため、ろ層全体が効率的に機能を発揮でき、従来の下向流式ろ過に比べて損失水頭の上昇度合いが緩やかでろ過時間が長くなり、洗浄の頻度が少なくなる。

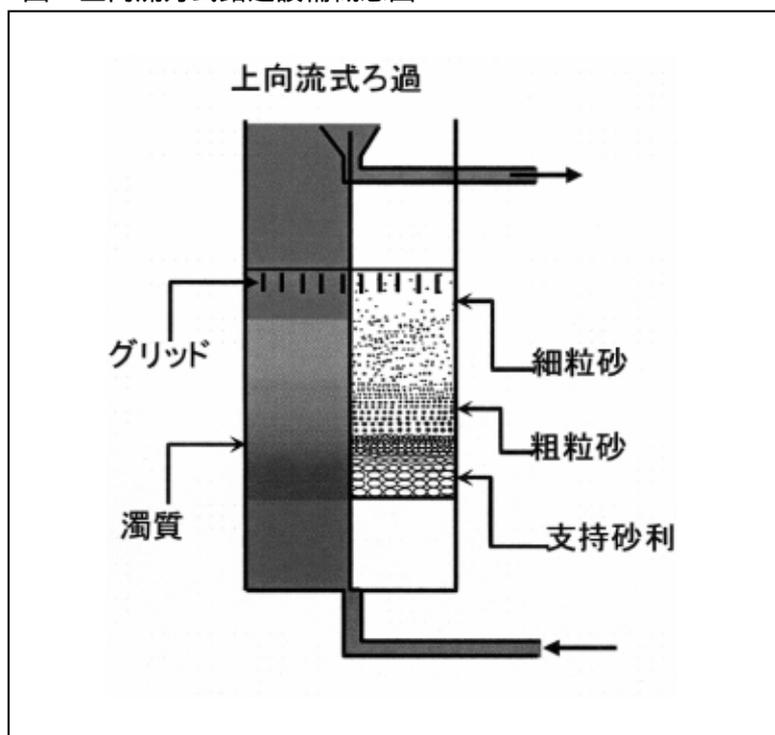
砂ろ材を使った上向流ろ過方式は、下水の三次処理と産業排水の高度処理として、すでに大都市を中心として下水道の高度処理設備として採用されている。

その特長は次のような点にある。

1. ろ層当たりの濁質捕捉能力が下向流に比べて大きくろ過継続時間が長い。
2. 洗浄水に原水を使用できるため、実質ろ過水量が多い。
3. 空気と水の同時洗浄により、洗浄が効果的である。
4. 処理水がろ層の上部で集水されるため、処理水水質の監視が容易である。

【図】

図 上向流方式路過設備概念図



出典：上向流式砂ろ過装置、栗田工業株式会社水環境営業部カタログ、栗田工業株式会社著、栗田工業株式会社発行

【出典 / 参考資料】

「栗田工業株式会社水環境営業部カタログ」、http://www.siset.or.jp/setsubi/f90/90_5_1.htm

【技術分類】 1 - 5 - 2 - 2 単位操作 / ろ過 / ろ過方式 / 急速ろ過方式

【技術名称】 1 - 5 - 2 - 2 - 7 上向流浮上る材方式

【技術内容】

土砂などの比重の重い無機系汚濁物質はろ過池に流入後沈降効果によりろ過層に沈殿し、重力式のろ過が可能である。これに対し、比重の軽い有機系夾雑物、毛髪、葉、オイルボールなどは浮上するためにさらに比重の小さい浮上る材をろ層として上向流ろ過が開発されている。

ろ材として水よりも軽い樹脂粒などをろ材として開発され、実用化されている。上向流浮上る材方式は、重力式ろ過に較べて最大 10 倍程度のろ過速度が可能とされており、その分設備の小型化が可能となる。

この技術は、下水道などの浮遊性有機物やカーボン粉末、繊維屑など水に浮く固形物を除去するのにも適している。

実施例を示す。

流入下水を上向流式ろ過池に通水し、カチオン系高分子凝集剤を注入することによって、SS や浮遊性有機物を浮上性ろ材(比重 0.9)に捕捉させ、ろ過速度 1,000m / 日と非常に速い速度で除去する。

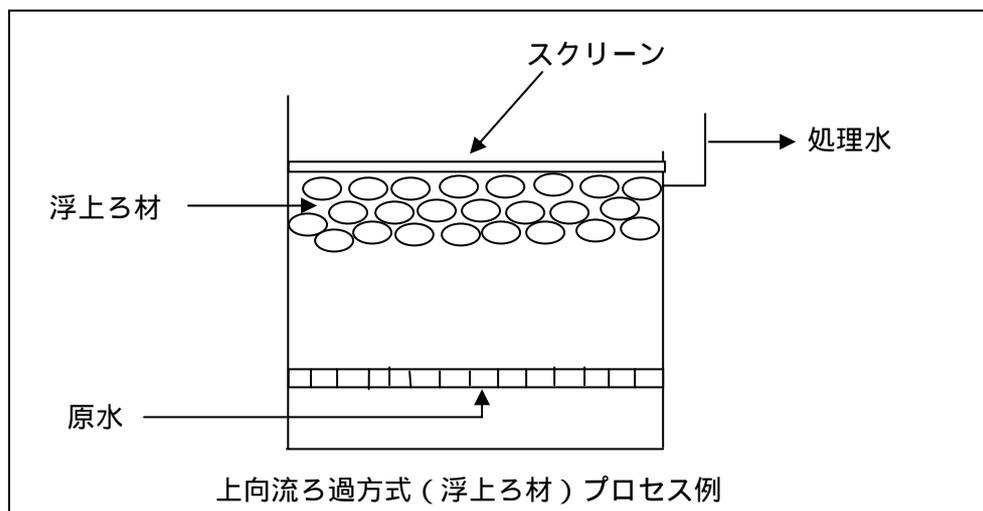
従来の雨水沈殿池と比べて、約 10 倍のスピードで同レベル以上の処理が可能である。ろ材には径が大きく、空隙率の高い中空円筒格子状のものを使用しているため、SS 濃度が高い流入下水でも砂ろ過のような表層ろ過にならず、充填したろ材のほぼ全層での SS の捕捉が可能である。

SS 除去率は平均 70%以上。また、従来法に比べ 1/8 以上の省スペース化が可能となる。

操作はろ過時は原水が下方より供給され、ろ材で浮遊物質が抑留されるが、洗浄時はろ材を強力に攪拌し抑留された浮遊物質を隔離し汚濁水を抜いてろ材を初期の状態に復帰させる。

【図】

図 上向流ろ過方式（浮上る材）プロセス例



出典：本標準技術集のために作成

【出典 / 参考資料】

「月刊下水道」、2005 年 3 月 15 日、株式会社石垣、栗田工業株式会社、株式会社神鋼環境ソリューション、三機工業株式会社、新日鐵株式会社、住友重機械工業株式会社、日立プラント建設株式会社、前澤工業株式会社著、株式会社環境新聞社発行、Vol.28 No.5 49 - 50 頁

「日立ろ過装置」、http://setubikyo.or.jp/main_sub/seihin/product/hitachi_plant/roka.htm

「高速雨水処理システム」、http://www.ngk.co.jp/product/environmental/sewer/rain_process.html

【技術分類】 1 - 5 - 2 - 2 単位操作 / ろ過 / ろ過方式 / 急速ろ過方式

【技術名称】 1 - 5 - 2 - 2 - 8 上下向流方式

【技術内容】

上下向流ろ過方式は、浮上る材のような比重の軽い材を使用するのでなく、水よりもやや重い材を使用する。通常は沈降性繊維ろ材が使用される。

本方式の特長は、原水の供給方式にあり、ろ過の負荷と目的によりろ材を上下に分けて機能させる運転方式と、ろ層を全部使用して高度処理が行える点にある。

実施例を示す。

下水処理において「雨天時の高濁度の簡易処理」と「晴天時の二次処理水の高度処理化」という異なる目的に対するろ過設備として開発された。雨天時は高い汚濁負荷に対応するため、ろ材の中層部から原水を通水し流路を上向流、下向流に分流することにより、高速かつ低いろ過損失水頭で運転する。

一方、晴天時には、通水方向を下向流とし、ろ過効率を高め、高度処理が可能とする。また、雨天時においても、SSおよびBOD除去率を優先する場合には、下向流ろ過方式を適用することもできる。

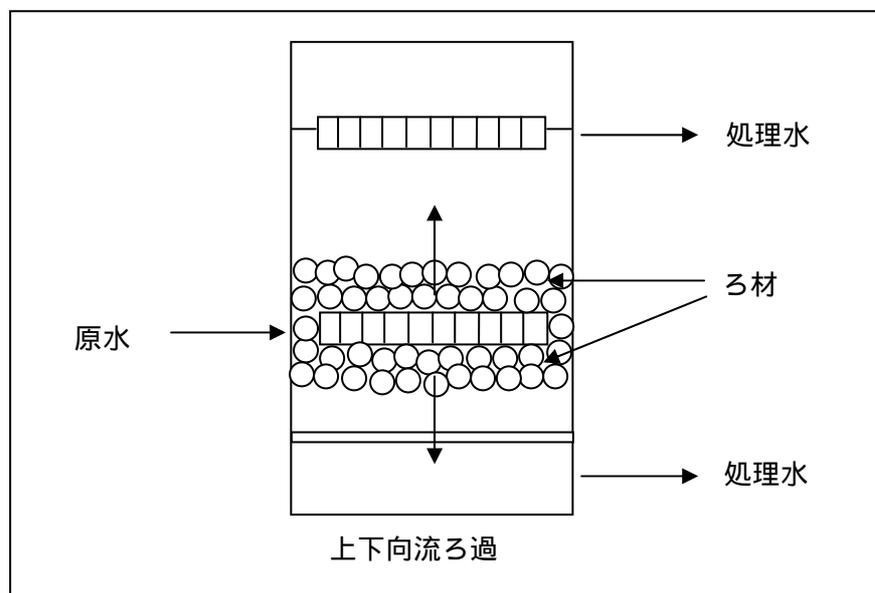
ろ材の洗浄は、上下向流ろ過の場合にはろ過工程と同様に原水を通水しながら、ろ過設備下部より空気を吹き込み、ろ材を膨張展開させる。そして、ろ過設備上部、下部から捕捉したSSを排出する。

一方、下向流ろ過の場合の洗浄は、ろ過設備下部からろ過原水を通水しながら空気を吹き込み、ろ材を洗浄してろ過設備上部から捕捉したSSを排出する。

上下向流ろ過では、雨天時の高い汚濁負荷時には高速（～2,000m/日）でかつ低損失水頭で処理が可能であり、下向流ろ過では、過速度を下げ（～1,000m/日）SSおよびBOD除去率を優先する。

【図】

図 上下向流方式ろ過設備概念図



出典：本技術集のために作成

【出典 / 参考資料】

「資源環境対策」、2005年5月15日、千種健理、越智崇著、株式会社環境コミュニケーションズ発行、Vol.41 No.6 40 - 41 頁

「月刊下水道」、2005年3月15日、月島機械株式会社、ユニチ力株式会社著、株式会社環境新聞社発行、Vol.28 No.5 52 - 54 頁

【技術分類】 1 - 5 - 2 - 2 単位操作 / ろ過 / ろ過方式 / 急速ろ過方式

【技術名称】 1 - 5 - 2 - 2 - 9 プレコートろ過

【技術内容】

通常の砂ろ過装置で除去できない微細な懸濁粒子を除去するために用いる。ケイ藻土などのプレコート剤であらかじめ密なる過層を形成し、このろ過層で懸濁微粒子を除去するろ過法をプレコートろ過と言う。プレコートろ過は清澄ろ過の一種である。

プレコート工程は、ろ過助剤のスラリー(約 1%)をつくり、ポンプによりろ過助剤のスラリーをプレコート槽が清澄になるまでろ過装置へ循環送水する。

プレコートが終了すると、処理水または原水で数分間プレコート層の洗浄を行う。

ろ過速度は形式により異なるが 2.5~10m/h 程度でろ過を行う。

ろ過装置の圧力損失が設定値に達したとき、ろ過助剤の排出工程に入る。ろ過装置内の原水を全ブローし、続いて原水を打ち込んでろ過装置内に保有する空気を圧縮した後、瞬間的にブロー弁を開いて残存するろ過助剤を剥離する。この圧縮、ブローの操作を 2~3 回繰り返して濾過助剤の剥離を終了する。これが一連の工程である。

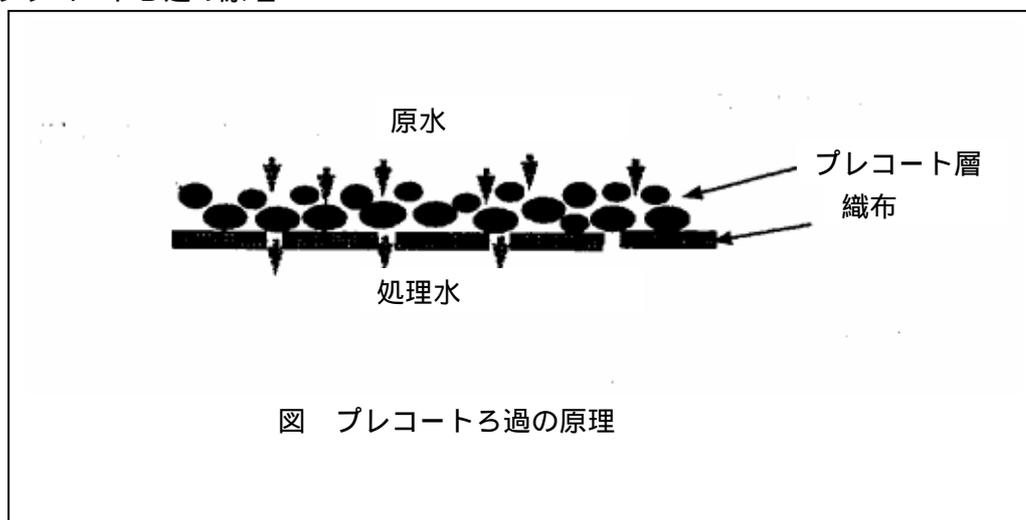
ろ過助剤としては、ケイ藻土、パーライト、セルローズ、粉末活性炭などがある。

ろ過エレメントには、ステンレス鋼製螺旋状エレメント、カーボン、磁器、焼結金属、合成樹脂などの多孔質材、繊維を編んで筒状にした多孔質濾過筒型エレメントなどがある。

砂ろ過装置は原水の凝集処理を不可欠とするが、プレコートろ過装置は凝集剤などの薬品の添加が不要なことからろ過エレメントが繰り返し使用できることなどの特徴があり、大腸菌の除去、ボイラー復水処理、油除去、除鉄除マンガンなどに用いられる。

【図】

図 プレコートろ過の原理



出典：本標準技術集のために作成

【出典 / 参考資料】

「水質汚濁防止機器」、1995年3月28日、新環境管理設備事典編集委員会編、株式会社産業調査会事典出版センター発行、63 - 64頁