

II 緩速ろ過の設計 (ver. 3)

(1) ろ過面積及び池数

事項	水道施設設計指針 (参考資料 3)	WHO (参考資料 1)	AWWA (参考資料 2)	日水協アンケート 60 事業体 (参考資料 10)	基本整理 関連カ所
ろ過面積 (m ² /池)	50~5,000	100~5,000	-	(av. 997.5)	I - 3.3
	<p>ろ過池面積の下限について、ろ過層の縁は、ろ過水水質の点から最も弱い部分であり、設計と運転が適切でなければ、壁面短絡流により原水がそのまま砂層を通過してしまうことがある。ろ過水全体への影響を抑えるためには、ろ過池をあまり小さくしないようにする必要がある。</p> <p>ろ過池面積が大きければ大きいほど、単位面積当たりのイニシャルコストは低くなる。地質や気象条件にもよるが、一定以上の面積を超えると、地盤沈下、地下水位による底面の持ち上げ、温度ストレスによりクラックなど、止水構造に影響するリスクが増える。また、ろ過膜の成熟期間の部分的なずれが生ずる可能性もある。</p>				
予備池数 (池/浄水場)	10 池迄ごとに 1 池	1 池以上 (大規模施設では 2 池以上)	1 以上	全池数の 15%	—
	<p>ろ過池の清掃には最低でも 1~2 日間、加えて生物ろ過膜成熟までのろ過放水期間に残りのろ過池が過負荷にならないようにする必要がある。また連続的に各池でろ過閉塞が起こり、ろ過停止やろ過速度の低下が必要になることを考えると、少なくとも 1 池を予備池として確保する必要がある。</p>				
ろ過池数 (池/浄水場)	2 以上	2 以上	2 以上	—	—
	<p>ろ過池数 n は全ろ過面積を個々のろ過面積で割ったものに予備池数を加えたものになる。このため、どのような小さな浄水場でも最低 2 つの池が必要である。全ろ過面積 A (m²) は、必要な処理水量 Q (m³/日)、表面負荷 HLR (ろ過速度、m/日) から、$A = Q/HLR$ で計算される。</p> <p>ろ過池数が多いほど池の運用に融通性があり、面積が小さいほど清掃が容易で、労働力が削減できる。</p> <p>これらを考慮すると、池数を求める近似式は以下のようになる。</p> $n = 1/4\sqrt{(Q/24)}$ <p>ここで、n は 2 以下にしない。</p>				
配置	<p>ろ過池の配置は、原水の流入や配管類の配置、ろ過池構造物の建設費用、将来の拡張を考慮して定める。</p> <p>また、ろ過池の清掃が容易にできるよう、特に多量の藻類の除去が可能となるように、ろ過池にアクセスしやすい配置とする。ただし、ろ過池を覆蓋する場合は、藻類が極めて少なくなるので、1 回の清掃で除去する物質量は少なくなる。この場合、清掃のためのアクセスは少なくても済み、ろ過池は近接してよい。</p>				

(2) ろ過池の形状と構造

事項	水道施設設計指針 (参考資料 3)	WHO (参考資料 1)	AWWA (参考資料 2)	日水協アンケート 60 事業体 (参考資料 10)	基本整理 関連カ所
形状	長方形	長方形	-	-	-
	<p>清掃の容易さを考慮して形状を定める。特に、機械による削り取りの場合は長方形がよい。極めて小規模な施設で円形のろ過池（鋼製のタンクに入れたもの）が使われる以外は、通常は同じ面積の長方形のものが作られている。</p>				
ろ過池 砂面上 水位 (m)	90~120cm	100~150 cm	Max 200~300cm	-	I -3.1
	<p>原水の貯水部は、砂層表面から上方に壁を延長する形で作られる。この目的は、原水を数時間滞留させ、その間に粒子の沈殿、凝集、酸化が起こるようにすることと、ろ過層の抵抗に勝る水位差を確保することである。</p> <p>後者の目的により、貯水部の大きさが決まる。ろ過抵抗（損失水頭）Hは、ろ過池の清掃後のH_0からろ過継続の最終H_{max}まで変化するので、貯水部の水位は、理論的にはこの範囲内で変化すればよい。実際には、流出管に調節弁を付けて、H_{max}以上の水位で一定に保つのがよい。一定水位に保つことで、生物ろ過膜の攪乱の抑制や越流管から貯水部に浮遊する不純物の排出に加えて、ろ過層表面に到達する太陽光を少なくして水生植物の繁茂の抑制する効果がある。</p>				
池水位から の壁面 余裕高 (cm)	最大水位から 30cm	最大水位から 20~30 cm	最大水位から 10~30 cm	-	-
	<p>水位制御の余裕、風などによる越流を防ぐために、貯水部の水位からの壁面の余裕高を確保する必要がある。</p>				
ろ過池の 設置深さ	<p>ろ過池は水密構造にして、ろ過水の漏出防止とろ過水の汚染の原因となる地下水の侵入防止を図る。このために、ろ過池の底面を地下水水位より高い位置にするとよい。また、ろ過池を地中に設置することには、断熱効果とアクセスの容易さという利点がある。</p> <p>低水温の問題が無いような気候の地域、地下水位が高く、硬い岩盤の掘削が難しくコスト高のところでは、小さいろ過池を地上に建設する場合もある。</p>				
地盤から の壁面余 裕高 (cm)	地盤から 15cm 以上	-	-	-	-
	<p>風により運ばれるほこりや汚染物のトラップ、小動物のろ過池への落下防止など、周辺からの汚染物混入防止のために、地盤より壁面を高くする。</p>				
斜壁と垂 直壁	<p>斜壁は、地面を十分活用することにより構造的なストレスを減らすことができるが、広い土地が必要、壁面に植物が繁殖し易い、止水が難しいなどの問題点がある。また、壁面でろ過砂が密になりやすいので、壁面短絡流の問題はない。</p> <p>垂直壁の壁面短絡流対策は、ろ過層と接する内壁面に、僅かな勾配を付ける、溝を入れ込む、表面を粗くするなどの方法がある。かつて、使われていた方法として、下部集水装置を壁の基礎から一定の距離をとって設置することであるが、この方法は、有効ろ過面積を減らすので、今日ではほとんど使われていない。（図 II.1）</p>				

地盤からの壁面余裕高

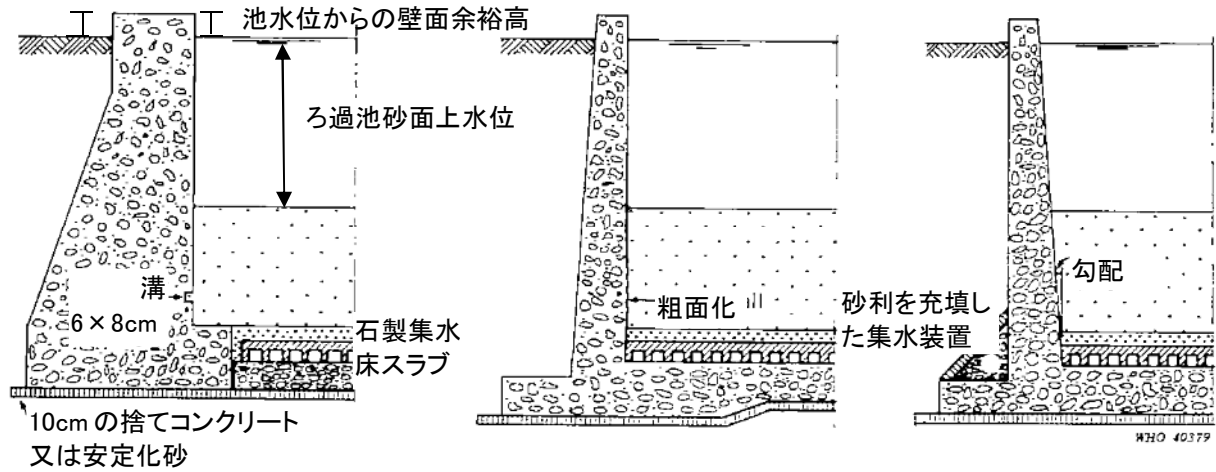


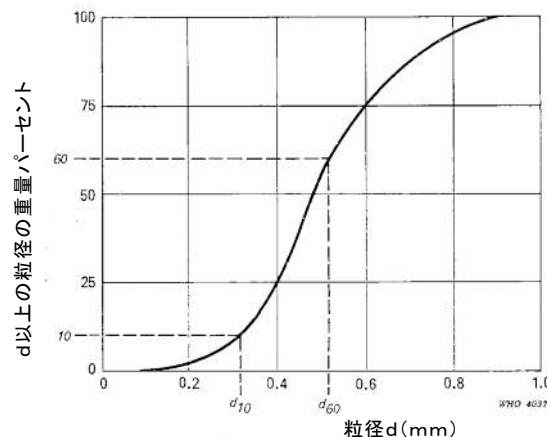
図 II.1 垂直壁の壁面短絡流対策 (参考資料 1 より)

(3) ろ過砂及び砂ろ過層

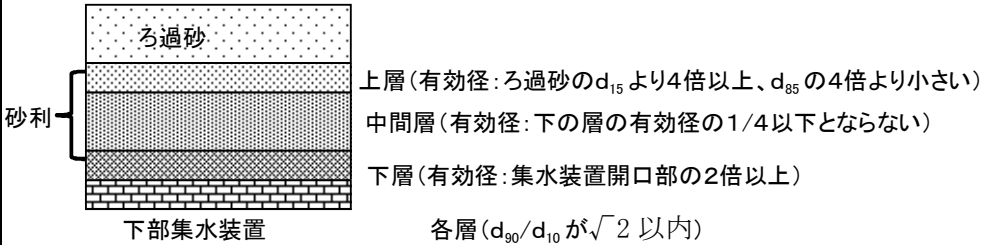
事項	水道施設設計指針 (参考資料 3)	WHO (参考資料 1)	AWWA (参考資料 2)	日水協アンケート 60 事業者 (参考資料 10)	基本整理関連力所
有効径 (mm) d_{10}	0.3~0.45	0.15~0.35	0.2~0.3	-	I-3.1 I-4.2
	<p>ろ過砂の粒度分布を測定し、粒径の小さなものから積算し 10%に相当する粒径を有効径という。(図 II.2)</p> <p>有効径が小さい方が、生物膜が成熟し易くよいろ過水水質を得られることと、原水中の粒子が削り取り厚さより深く砂層内に侵入することを防ぐという利点がある。細菌の除去率も良い。一方で、損失水頭が上昇し易くなるという問題がある。</p> <p>実際には、上記の範囲に入らないものも使用されているので、最終的には、その場所で調達できるものということになる。</p> <p>2種類以上の砂を混合することで理想の粒径にすることもできるが、混合は完全にする必要があり、コンクリートミキサー等を使用する方法もある。</p>				
均等係数 d_{60}/d_{10}	2.0 以下	1.5~2.0	1.5~2.0	-	I-3.1
	<p>60%径と 10%径の比を均等係数という。(図 II.2)</p> <p>空隙の大きさを一定にし、十分な空隙率を確保するために、ある程度の均一性が求められる。均等係数は 3 以下とすべきで、2 以下が望ましいが空隙率や透過率からいえばそれほど改善しない。1.5 以下となると粒度調整のためのコストが高くなる。</p>				

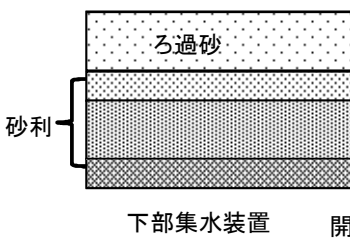
<p>その他の要件</p>	<p>ろ過材は堅く、耐久性があり、できれば球形で、粘土や有機物を含まないものが望ましい。必要であれば砂を洗浄して、微細粒子を除去し、均等係数を下げて平均粒子径を上げる必要がある。炭酸ガスを多く含む原水の浸食作用による空洞形成を防ぐために、カルシウムやマグネシウムは炭酸塩として2%以下の必要がある。</p> <p>[参考 日本水道協会規格「水道用濾材」JWWA A 103] 最小径-最大径：0.18～2.0mm, 洗浄濁度：30度以下, 密度:2.57～2.67 強減減量：0.75%以下, 磨減率：3.0%以下, 塩酸可溶率：3.5%以下 浸出性：味(異常でないこと)、臭気(異常でないこと)、色度(0.5度以下)、濁度(0.2度以下)、鉄(0.03mg/L以下)、マンガン(0.005mg/L以下) (洗浄濁度は、ろ過池稼働開始時のろ過水濁度に影響するので重要である。浸出性は、水道施設の技術的基準に適合するように設定されている。)</p>				
<p>ろ過砂厚さ(cm)</p>	70～90	120～140	100～150	-	I-1.4 I-2.4 I-3.1
<p>補砂前砂層厚さ(cm)</p>	40	50～70	50	-	-
<p>ろ過層の浄化機能を維持できる最低限の砂層厚さを確保する。</p>					

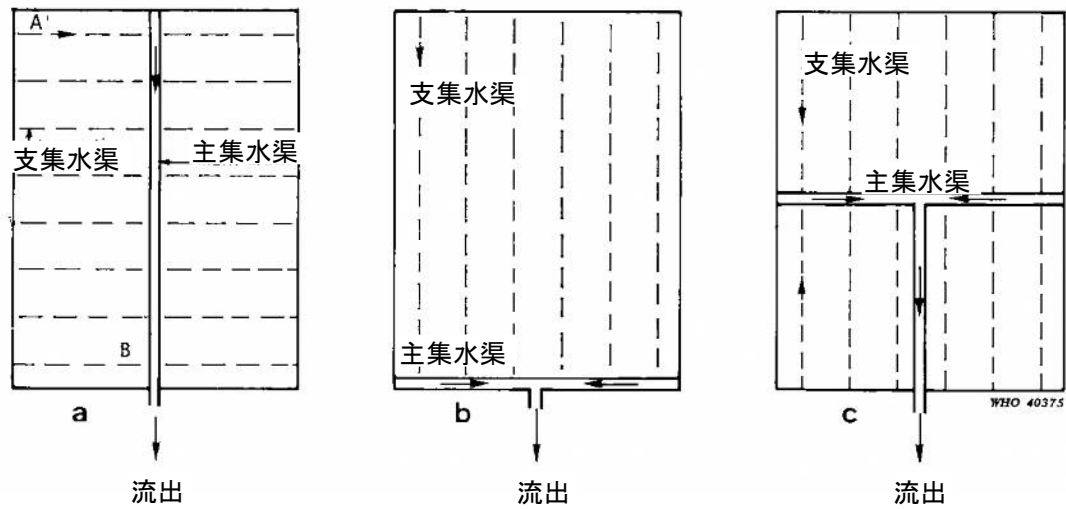
図 II.2 ろ過砂の篩分け
(参考資料 1 より)



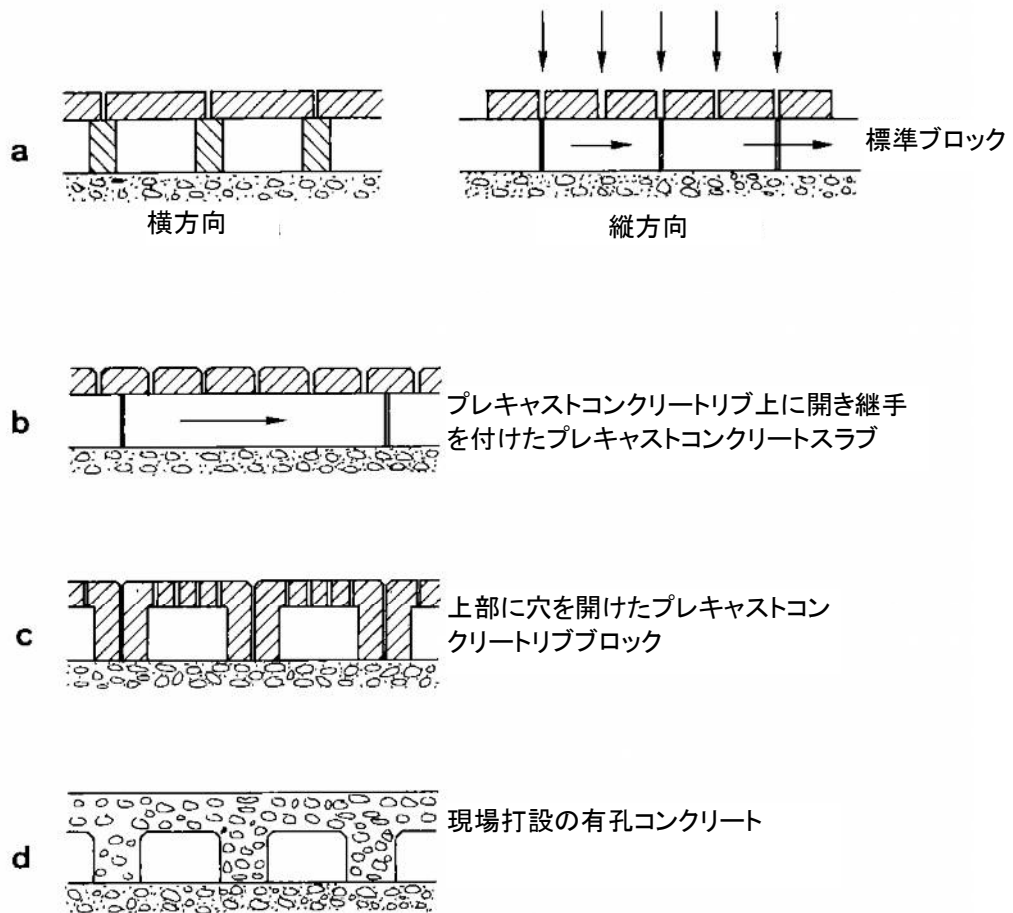
(4) 下部集水装置と砂利層

事項	水道施設設計指針 (参考資料 3)	WHO (参考資料 1)	AWWA (参考資料 2)	日水協アンケート 60 事業体 (参考資料 10)	基本整理 関連カ所
構造	<p>下部集水装置の目的は、ろ過材の支持と、ろ過水を滞留させずにろ過池下部から流出させることである。下部集水装置は、ろ過砂が入り込んで閉塞しないように設計・施工し、ろ過砂を敷き詰める際に乱されないようにすることで、ろ過水が均等に流れて、ろ過池のどの部分でも均等に浄化作用が機能するようにしなければならない。</p> <p>集水装置内の水の流れは、摩擦、乱流、静水圧から動水圧への変換による損失水頭を伴う。このため、ろ過水の水頭は、水平面内である程度異なるものになるので、これによるろ過速度の変動を完全に抑制することはできない。しかし、設計を工夫して、ろ過層内の下降流の全体の損失水頭に対して、ろ過水水頭の水平面的な差を小さくすることができる。下部集水装置の損失が、砂が清浄でろ過層が補砂前の最小厚さになった状態のろ過層全体の損失水頭に対し、その 10%を超えないようにすれば、ろ過池の水平方向内での変動は許容範囲に収まる。(図 II. 3)</p> <p>[水道施設設計指針の集水構造の記載] 支集水渠流速 15cm/s 以下、主集水渠流速 20cm/s 以下、支集水渠間の水平距離 4m 以内、主集水渠勾配 1/200 程度、支集水渠勾配 1/150</p>				
集水装置の構成材料	<p>小さい緩速ろ過池の主集水装置は管、大きいろ過池の場合はコンクリート製で、ろ過池の底面に凹部を作るものである。支集水渠は、多孔質コンクリート・有孔ブロックで、簡単な装置の場合は、多孔質又は有孔の素焼きのタイル、開き継手を付けた管、有孔塩化ビニル管などが使われる。(図 II. 4)</p>				
砂利層の粒度	<p>粒径：最小 3 mm～最大 60 mm 4 層</p>	<p>*</p>	<p>WHO と同じ</p>	<p>-</p>	<p>-</p>
<p>下部集水装置とろ過層の間には、数層の砂利層を入れ、ろ過材が集水装置に入り込み閉塞を起こすのを防ぎ、限られた数の集水渠でもろ過水の流れが均等になるようにする。</p> <p>*WHO 支持砂利層は、表面が細かく底部を粗くし、各層は正確に粒度調整する(10%及び90%通過径の比が$\sqrt{2}$以内であること)必要がある。最下部の砂利層の粒度は、有効径が集水装置の開口部(ブロックの隙間や開き継手の隙間)の大きさの2倍以上で、続く各層は、上の層の有効径がその下の層の有効径の4分の1以下とならないようにする。最上部の砂利層は、ろ過砂の d_{15} より4倍以上大きく d_{85} の4倍よりは小さい有効径を選ぶ必要がある。</p> <div data-bbox="379 1738 1375 1982" style="display: flex; align-items: center;">  </div>					

	<p>例：$d_{15}=0.18\text{ mm}$、$d_{85}=0.3\text{ mm}$のろ過砂の場合、最上部の砂利層のd_{10}は、0.7 mm ($4\times 0.18\text{ mm}$) 以上 1.2 mm ($4\times 0.3\text{ mm}$) となり d_{10}が 1.0 mm、d_{90}が 1.4 mm ($d_{10}\times\sqrt{2}$) の砂利が最も適している。続く砂利層は $d_{10}4.0\text{ mm}$と $d_{90}5.6\text{ mm}$、第3層は $d_{10}16\text{ mm}$と $d_{90}23\text{ mm}$となる。もし、下部集水装置の開口部が 8 mm以下であれば、この3層で十分である。もし、推奨比 $1:\sqrt{2}$ 以内となるように粒度調整するにはコスト面で難しい場合は、$1:2$ に緩和してもよいが、この場合、d_{10}は上の層の3倍以内とする。この例では、$0.7\text{--}1.4\text{ mm}$、$2\text{--}4\text{ mm}$、$6\text{--}12\text{ mm}$、$18\text{--}36\text{ mm}$の粒度調整となる。場合によっては、$d_{10}$を2倍に制限するのが望ましいとすることもある。この場合6層がふさわしく、$0.6\text{--}1.2\text{ mm}$、$1.2\text{--}2.4\text{ mm}$、$2.4\text{--}4.8\text{ mm}$、$4.8\text{--}10\text{ mm}$、$10\text{--}20\text{ mm}$、$20\text{--}40\text{ mm}$の粒度となる。</p> <div style="text-align: center;">  <p style="margin-left: 100px;">ろ過砂 ($d_{15}=0.18\text{ mm}$、$d_{85}=0.3\text{ mm}$)</p> <p style="margin-left: 100px;">砂利 { 上層 ($d_{10}=1.0\text{ mm}$、$d_{90}=1.4\text{ mm}$) ($d_{10}=0.7\text{ mm}$、$d_{90}=1.4\text{ mm}$)</p> <p style="margin-left: 100px;">中間層 ($d_{10}=4.0\text{ mm}$、$d_{90}=5.6\text{ mm}$) ($d_{10}=2\text{ mm}$、$d_{90}=4\text{ mm}$)</p> <p style="margin-left: 100px;">下層 ($d_{10}=16\text{ mm}$、$d_{90}=23\text{ mm}$) ($d_{10}=6\text{ mm}$、$d_{90}=12\text{ mm}$)</p> <p style="margin-left: 100px;">下部集水装置 開口部 (8 mm 以下)</p> </div>				
<p>砂利層の厚さ</p>	<p>400～600 mmの 4層</p>	<p>各層の厚さは、最大粒径の3倍以上必要</p>	<p>-</p>	<p>-</p>	<p>-</p>
<p>砂利の材質</p>	<p>緩速ろ過池の砂利は、ろ過材と同じ材質が必要である。堅い石で、丸く比重が2.5以上あり、砂、粘土、赤土、汚れ、有機の不純物を含まないものとする必要がある。また、必要に応じて砂利を洗浄し清浄なものとする。</p> <p>*[参考 日本水道協会規格「水道用濾材」JWWA A 103] 最小径-最大径：3mm～60mm、設計最小径以下と最大径以上が15%以下 洗浄濁度：30度以下、塩酸可溶率：3.5%以下、 比重：表面乾燥状態で2.5以上 形状：最長軸が最短軸の5倍以上が重量比2%以下</p>				



図Ⅱ.3 下部集水装置の主集水渠と支集水渠の配置 (参考資料1より)

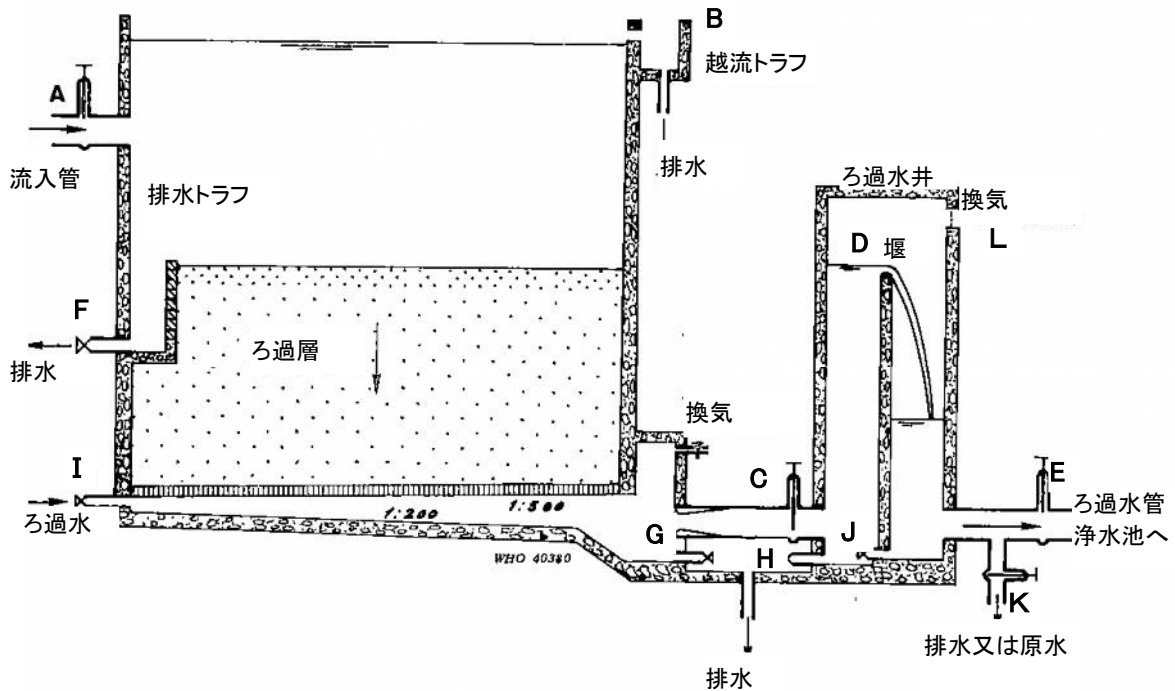


図Ⅱ.4 種々の集水渠の配置 (参考資料1より)

(5) 調節装置

事項	水道施設設計指針 (参考資料 3)	WHO (参考資料 1)	AWWA (参考資料 2)	日水協アンケート 60 事業体 (参考資料 10)	-
調節装置	<p>緩速ろ過池を適切に稼働させるためには、運転を制御するための管、バルブ、装置等がろ過池ごとに必要である。ろ過池の基本的な操作は、次の通りになる。</p> <ol style="list-style-type: none"> ①ろ過池へ原水を導入する ②生物ろ過膜が形成され浄化機能が発現するまで、ろ過水を放水する（原水として再使用する） ③浄化機能が発現を確認した後、ろ過水を浄水池に送る ④徐々にろ過速度を上げる ⑤ろ過継続の間、損失水頭に合わせてろ過速度を調整する ⑥ろ過池のスカムや浮遊物がある場合、それらを除去する ⑦損失水頭の上昇などによりろ過を停止するため、原水の流入を停止する ⑧清掃前に、ろ過池の水を排水する ⑨ろ過層内の水位を下げる ⑩清掃後、ろ過層に下から（他の池の）ろ過水を満たす <p>ろ過継続中は、ろ過速度を安定的に保つことと、ろ過層内に負圧を生じさせないことが重要である。このため、ろ過池の水位を一定に保ち、損失水頭（ろ過抵抗）の増加に応じて流出水水位を調整してろ過速度を制御することが通常行われている。流出の制御をしない場合、ろ過池の水位変動によりろ過速度が大きく変化し、ろ過水水質に影響することがある。</p> <p style="text-align: center;">基本整理関連カ所（I-1.4）（I-3.2）（I-4.2）</p>				
流入設備	<p>ろ過池の流入量及びろ過池の水位は、フロートコントロールのバタフライ弁、あるいは流入管の仕切弁（図 II.5 の A）で制御する。ろ過池ごとに個別のポンプで原水を供給する場合は、ポンプ出力を調整する。</p> <p>流入速度が大きいと流入部付近のろ過膜が攪乱されるおそれがあるので、できるだけ緩やかに流入させる。流入速度は平均 50cm/sec 程度とする。</p> <p>流入部は、その直下のろ過層を攪乱しないようにする。流入部付近にコンクリート板、レンガを敷く、流入部に半円形越流堰を設け流入管を下向きに設置する方法、半円形整流壁を設ける方法、流入側側壁を越流堰として流入させる方法、ろ過池水の排水トラフを流入部直下に設置する方法などがある。</p>				
越流設備	<p>越流管又はトラフ（図 II.5 の B）の形状のものがああり、ろ過池水位を僅かに上げることにより、水と共にスカム等の浮遊物を排出させる。大きい緩速ろ過池では、両側に設置し、風向きによらず排出できるようにする。越流設備は、ろ過池の水位が、操作ミスにより過剰に上昇した場合の安全策としても機能する。</p> <p style="text-align: center;">基本整理関連カ所（I-2.2）</p>				
水量・水位調節設備	<p>流量計と流出管の制御弁（図 II.5 の C）により、ろ過速度を制御する。両者が連携する自動制御系があるが、緩速ろ過の場合、損失水頭の上昇とそれによるろ過速度の減少が遅いので、マニュアルの制御でもよい。</p> <p>ろ過層内が負圧になりエアバイディングが生じないようにするために、ろ過水の水位をろ過層の表面より高く保つ目的で、ろ過水井に堰（図 II.5 の D）を設ける。固定堰の場合と、損失水頭に応じて水位を変化させることができる</p>				

	<p>ような、高さ調整板や入れ子管（テレスコープ式管）によるものがある。この場合、ろ過速度が制御できるので、制御バルブは省くことができる。</p> <p>この堰の別の目的として、ろ過水を曝気し溶存酸素濃度を上げ、腐食性の原因となる遊離炭酸濃度を下げること、浄水池の水位変動が緩速ろ過池の運転に影響しないようにすることがある。酸素を含む空気を供給し運転者に有害なガスの蓄積を防ぐために、換気装置が必要である。</p> <p>基本整理関連カ所（I-1.4）（I-3.2）（I-4.2）</p>
ろ過水 流出設備	<p>流出弁（図Ⅱ.5のE）と浄水池と連絡するろ過水管は、流入管と同様に通常の水理特性、管ロスや乱流を考慮して設計する必要がある。将来原水水質が前処理により改善され、ろ過速度が増大する可能性もあるので、これにも対応できるようにするとよい。現状の処理水量の150%以上に対応できるような配管を設置することが実用的で、初期コストもほとんど変わらず将来の費用も節約できる。</p>
ろ過池水 排水設備	<p>ろ過池の清掃のために、ろ過池の水を排水しろ過膜表面を露出させる必要がある。損失水頭が大きい場合、ろ過を継続させてろ過池の水位を下げようとすると多くの時間が必要となり、ろ過の再開が遅れてしまう。このため、砂面上排水管（図Ⅱ.5のF）や排水トラフを設置し、ろ過池水を排水するか、原水に戻して別のろ過池で使えるようにする。</p> <p>ろ過池の清掃を繰り返すと、数年後には砂層のレベルが50cmは下がるので、砂面上排水管や排水トラフは、排水水位を調整可能なものとする。</p> <p>排水が速くできれば、ろ過池の休止期間を短くすることができる。3～4.5時間で排水できるように管径を決め、普通は流出管と同径のものとする。</p>
砂層内水 排水設備	<p>ろ過池の水を排出した後、生物ろ過膜と砂層上部を乾燥させ取扱い易いようにするために、清掃に入る前にろ過層内の水位を10cm以上（約20cm）下げる。この目的で排水弁（図Ⅱ.5のG）を付ける。補砂、下部集水装置の修理の場合には、砂層内の水は完全に排水する必要がある。砂層内水排水管は、1～1.5時間で排水できるように管径を決め、普通は流出管と同径のものとする。</p>
ろ過水 排水設備	<p>新規又は清掃後のろ過池の成熟期間、ろ過層の細菌作用が確立されろ過水水質が良好になるまで、ろ過水を排水又は原水に戻すための分岐及び排水弁（図Ⅱ.5のH）が必要である。</p> <p>基本整理関連カ所（I-2.1）</p>
充水設備	<p>ろ過膜を清掃した後（最初の充水も同様）、ろ過水を底から充水し（図Ⅱ.5のI）、砂層内の水位が徐々に上げ、ろ過層内の空気を抜く。ろ過水は、ろ過水井又は他のろ過池から導入する。逆送はろ過層表面上10cmまで行う。</p>
その他の 設備	<p>ろ過水井の堰の上流側、下流側を空にするための弁（図Ⅱ.5のJ、K）を付ける。また、配管やバルブ室の空気だまりを防ぐために換気弁（図Ⅱ.5のL）を付ける。</p>



A: 流入仕切弁 B: 越流トラフ C: 流量制御弁 D: ろ過水井の堰 E: 流出弁 F: 砂面上排水管
 G: 砂層内水排水弁 H: ろ過水井上流側排水弁 I: ろ過水充水弁 J: ろ過水井下流側排水弁
 K: ろ過水排水弁 L: 換気弁

図 II.5 緩速ろ過池の調節装置 (参考資料 1 より)

(6) ろ過池の覆蓋

事項	水道施設設計指針 (参考資料 3)	WHO (参考資料 1)	AWWA (参考資料 2)	日水協アンケート 60 事業体 (参考資料 10)	-
設置理由	ろ過池の覆蓋は、次のような理由で設置される。 ・低水温によりろ過水水質が悪化することを防ぐ。(例えば、年間数か月 6℃以下又は、1 か月以上 2℃以下が継続する場合) ・凍結を防ぐ (凍結し易く、氷を撤去するコストが高い又は難しい所) ・太陽光を遮り、ろ過池水で藻類の繁殖を防ぐ。 ・風によって運ばれる汚染物質や鳥の糞による原水水質悪化を避ける。 基本整理関連カ所 (I-2.2) (I-4.1)				
構造	低水温及び凍結は、緯度や標高に関係し温帯や寒帯で起こりうる。もし、厳しい状況であれば保温が必要で、従来、平面のコンクリート屋根を建設し土の層で覆う方法が使われてきたが、水を含む土の層は重く、耐荷重屋根が必要となる。現在では、プラスチックフォームのような保温材を張った軽い屋根に変わってきているが、覆蓋の下で腐食性のある物質が蓄積する可能性もあるので、構造物の腐食対策に留意する必要がある。 熱帯や亜熱帯で、藻類繁殖対策のみの場合には、保温のための土の層は必要ではない。小さな緩速ろ過池では、波型の薄い鉄板や草のマットで覆った取り				

	<p>外し可能な枠の屋根が使われることがあり、水面の直上に設置され、内部を監視する場合は一部を取り外すことができるようにされている。</p> <p>永久構造物の場合、ろ過池上部に広い部屋を設け、ろ過膜の削り取り、補砂作業に十分なスペース、上部空間、アクセスを確保する必要がある。機械的な清掃の場合、屋根は、機械の支持部や他の構成部分と十分離して設置する必要がある。</p> <p>永久構造物でも簡易なものでも、屋根部分の風圧や持ち上げに対する強度が必要である。</p>
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

(7) 洗砂設備

事項	水道施設設計指針 (参考資料 3)	WHO (参考資料 1)	AWWA (参考資料 2)	日水協アンケート 60 事業体 (参考資料 10)	-
設備	<p>汚砂を洗浄して再利用すると、新砂の購入を無くす、又は最小限とすることができるという利点がある。特に、必要な規格の新砂の調達が難しい場合は有効である。洗砂設備の建設コストは必要になるが、将来的に維持管理コストが低くなることもある。</p> <p>設備を浄水場内に設置すると、汚砂及び洗浄砂の輸送コストを最小限とすることができるが、汚砂の貯留、洗砂装置、洗浄砂の格納及び排水処理施設が必要となる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・汚砂の貯留槽は、1 回の削り取りにより発生する汚砂量を貯留できる容量を確保する。 ・洗砂装置は、汚砂量の約 15～20 倍の水量で、水圧は 200 k Pa 必要である。水圧が過大になると、砂の流出を招き易い。洗浄後汚れを含んだ水を処理する設備あるいは排出する配管も必要となる。 ・洗浄砂の格納槽は、覆蓋と排水装置が必要である。容量は、年間削り取り汚砂総量から汚砂貯留槽の容量を引いたものとする。 ・クリプトスポリジウム対策として、洗浄水の濁度が 2 度以下まで洗浄し、洗浄水は原水として再利用しない。 				