

II-126 プラスチックろ材を用いた水道原水のろ過特性に関する実験

東北大学大学院 学生員○沈 建植
 東北大学工学部 正 員 須藤 隆一
 東北大学工学部 正 員 西村 修

1. はじめに

ろ過は浄水処理の根幹をなす重要な固液分離操作である。このろ過の性能を支配する重要な因子はろ材の性状であり、これまで砂をはじめとしていろいろなろ材について検討がなされてきた。本報告ではプラスチックろ材を水道原水の直接ろ過のろ材として用い、砂ろ材と比較しながらろ過特性に検討を加えた。

2. 実験方法

(1)ろ材の物理的特性

本実験で用いたプラスチックろ材はポリプロピレン製で発泡させたものであり、真比重は0.84で水に浮遊する。このろ材を充填した時の空隙率、透水係数を測定し、Kozeny-Carman式によって比表面積を算出した。また、顕微鏡写真を撮影し、ろ材の形状について考察した。

(2)ろ過実験

本実験では図1に示すようなろ過実験装置を使用した。ろ過筒は透明アクリル製であり、直径は3cm、ろ層深さは60cmである。所定の濃度にカオリンを懸濁させた原水および凝集剤（硫酸アルミニウム）をポンプでフロック形成槽（容量1000ml）に注入し、100rpm、20分の搅拌でフロックを形成させた。この末ろ水をろ過筒上部より一定流量で流入させる自然平衡型のろ過を行い、所定の時間に損失水頭およびろ水の濁度を測定した。ろ材粒子径は0.59～1.00mmのプラスチックろ材（ダイワ工業製）を用い、比較のために粒子径0.59～1.00mmの砂（日本原料会社製）を用いた実験を行った。実験は8時間行い、8時間経過後の除去率、損失水頭を比較した。

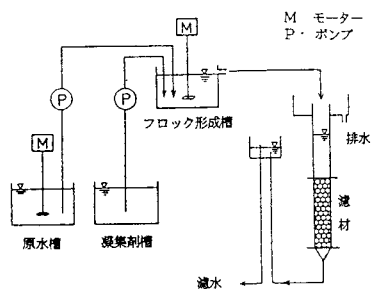


図1 ろ過実験装置（自然平衡型）

3. 実験結果および考察

(1)物理的特性

まず、ろ材を充填した時の空隙率および透水係数を測定した結果を表に示す。プラスチックろ材の空隙率は砂ろ材の約2倍となる。この結果、プラスチックろ材の透水係数は砂ろ材に比べて6倍以上であり、ろ層の透水性は非常に良好である。一方、比表面積を計算すると、プラスチックろ材の方がほぼ2倍大きいという特長をもっていることが分かった。しかしながら、充填時の全表面積で比較するとほぼ同じ値となる。

表 ろ材の空隙率及び透水係数

ろ 材	プラスチック	砂
粒子径 (mm)	0.59-1.00	0.59-1.00
空隙率 (-)	0.68	0.34
透水係数 (cm/min)	75	12
比表面積 (m ² /m ³)	2.1x10 ⁴	9.6x10 ³

また、プラスチックろ材と砂ろ材のそれぞれの形状の例を図2、3に示す。これからも分かるようにプラスチックろ材はその表面に凹凸があり、複雑な形状をもっている。このことが充填構造においてルーズなものとなりやすく、空隙率が高い原因であろう。また、この凹凸が直接的にろ材の比表面積を高めていることが理解される。

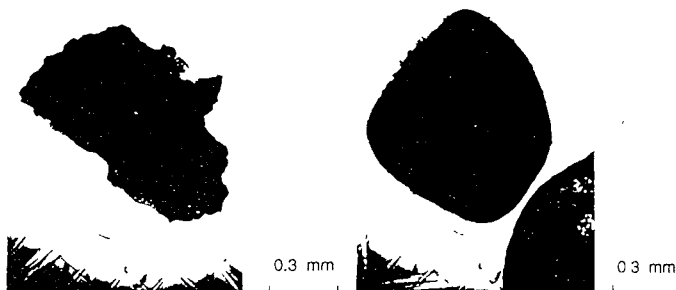


図2 プラスチック濾材の形状

図3 砂濾材の形状

(2)カオリンのろ過特性

図4にそれぞれのろ材の凝集剤注入量に対する除去率の変化を示す。注入量が0～0.4mg-Al/lの時、プラスチックろ材の除去率は砂ろ材よりも高い。特に、凝集剤を注入しない場合砂ろ材は40%の除去率であるのに対してプラスチックろ材では70%を超える除去率を示した。一方、0.4～1.6mg-Al/lでは両

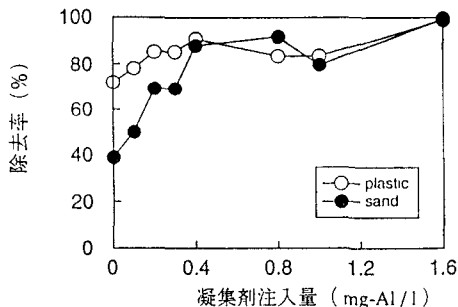


図4 凝集剤注入量による除去率の変化
(カオリン, 濁度50度)

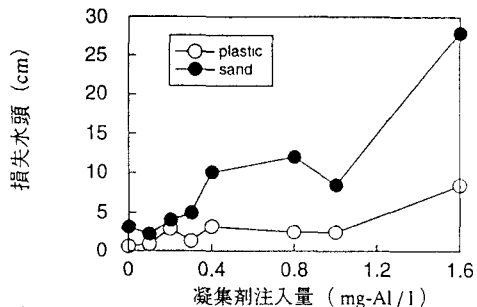


図5 凝集剤注入量による8時間後の損失水頭の変化
(カオリン, 濁度50度)

ろ材の除去率はほぼ同じであり、1.6mg-Al/lで100%の除去率を示した。このときの損失水頭の傾向は図5に示すように凝集剤注入量に関わらず砂ろ材の方がかなり高い。したがって、損失水頭から考えるとプラスチックろ材はろ過継続時間を延長させるのに非常に有効であることが示された。

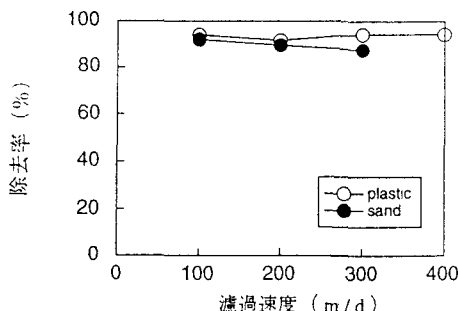


図6 濾過速度に対する除去率
(カオリン, 濁度50度)

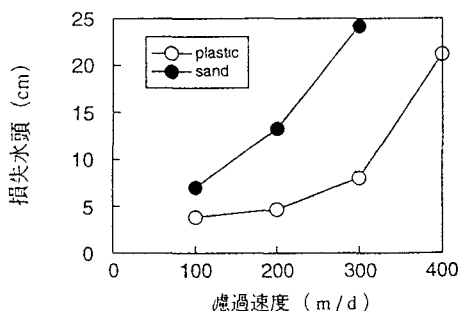


図7 濾過速度に対する8時間後抑留された損失水頭
(カオリン, 濁度50度)

図6にろ過速度の変化に対する除去率の変化を示す。砂ろ材はろ過速度の増加に対して除去率が若干減少する傾向が認められた。また、プラスチックろ材の方が若干除去率が高いが大きな違いではない。一方、図7にろ過速度に対する8時間後の抑留により発生した損失水頭を示す。図から、8時間後の損失水頭はかなり異なる、つまり、同じ抑留量に対するプラスチックろ材の損失水頭の増加割合が非常に小さいことが分かった。このことから、プラスチックろ材は高いろ過速度にも対応できることが示された。

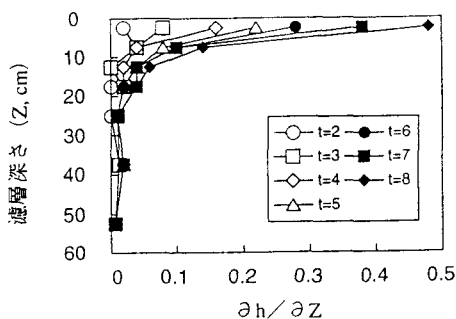


図8 $\partial h / \partial Z$ のZによる変化 (プラスチック)

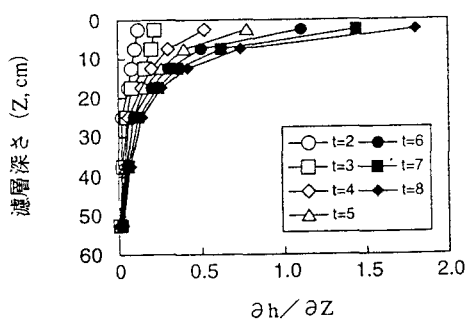


図9 $\partial h / \partial Z$ のZによる変化 (砂)

図8、9はろ層内の動水勾配をろ過時間をパラメーターとして表したものである。図8からプラスチックろ材の場合、ブロックはろ層深さ20cmぐらまでしか侵入しないことがわかる。これに対して、図9から砂ろ材の場合はろ層深さ20cm以上侵入していることがわかった。したがって、プラスチックろ材の方が表層ろ過になる傾向がある。プラスチックろ材で損失水頭の増加が抑えられるのは空隙率が高いためであり、多層ろ過の原理とは異なる。

4. おわりに

本実験結果からプラスチックろ材は砂ろ材と同程度の除去率を確保しながら損失水頭を少なくできるという優れたろ過特性をもつことが認められた。