

VII - 7

複層濾過池における混合層の生成状況ならびに抑留性

東北工業大学大学院 学生員 ○岩間竜彦
東北工業大学工学部 正 員 今野 弘
東北工業大学工学部 吉田 周

1. はじめに

S市M浄水場では珪藻による濾過閉塞のため試験的にアンストライトによる濾過池の複層化をはかっている。複層の濾層構成については従来までの研究¹⁾により、 L/d_{50} （ L :濾層厚、 d_{50} :濾材径の50%径）を57.5に設定している。その運転実績²⁾および濾層内の懸濁物質の抑留性³⁾は報告しているが、本稿では複層濾過の特徴である二濾材混合層を特定しその生成状況ならびに懸濁性物質や藻類の抑留状況について詳細に調査した結果の一部を報告する。

2. 調査および測定方法

2.1 調査対象濾過池と濾材の採取方法 調査対象とした濾過池はアンストライト複層（アンストライト層厚10cm、砂層50cm）である。濾材はアンストライト（）内の値は砂の場合）は、それぞれ有効径:1.31(0.65)mm、メッシュ(50%)径1.74(0.86)mm、均等係数1.40(1.43)、比重1.45(2.65)である。調査は2000年8月に対象濾過池の濾過継続時間が72h経過後、濾過を停止して濾層を採取した。濾層の採取は、独自に作成したコの字型の金属板とふた用の金属板を用いた。採取した濾層は表層から20cmまでは2cmごと、それ以上の深さでは5cmごとの厚さに切断した。濾層の採取点は濾過池中央部（採取点1）とその両側約1m（採取点2,3）の計3箇所とし、濾層再生前と後（表面洗浄5分間+逆流洗浄（表面洗浄開始30秒後に5分間））に採取した。濾材採取後、図-1の手順で各項目を測定した。

2.2 濾材の沈降速度の測定方法 乾燥した後のアンストライト、砂の各一粒ごとの水中の沈降速度を測定した。測定器具は高さ100cm、直径15cm円筒（外筒）に水道水を越流させて水温を約8℃と一定に保ち、この外筒の中に直径7cmの円筒（内筒）を入れて水道水で満たした。内筒に濾材粒子を一個づつ落下させ、0～30cmの落下時間を測定した。濾材は採取した試料ごとに、アンストライト、砂各濾材を100個づつ測定した。沈降速度を算出した後、より直線性の高い対数確率紙上で速度の10%、50%、60%値(V_{10} , V_{50} , V_{60})を求めた。なお、沈降速度を測定した濾材は各採取点とも、認定される混合層を中心に、その上下二層の合計三切断層（濾層厚約2cm×3個≒6cm程度）である。

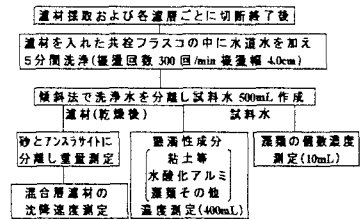


図-1 濾材採取後の測定項目および手順

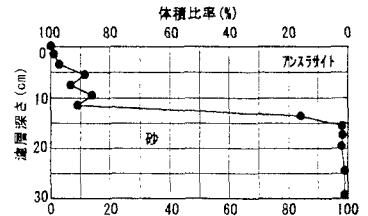


図-2 濾材の体積比率

3. 調査結果および考察

3.1 二濾材の混合状況 図-2に濾層（採取点1）の砂とアンストライトの体積比率を示した。各濾層厚は乾燥重量より算定した。濾層深さが約5～12cm付近ではアンストライトが90%以上、砂が10%以下の体積比率を示しており、濾層深さが約15cm以降は95%以上が砂だけの濾層である。また12～14cm付近では空隙率が低く抑留効率が高くなると考えられる二濾材の混合層ができていくことがわかる。

3.2 濾材の沈降速度と混合層の生成 図-3に各濾層の砂とアンストライトの V_{50} を比較した。また、各採取点ごとに切断した三層をまとめると約6cm厚のアンストライト、砂の沈降速度分布が作成できるが、それによる各濾層の沈降速度分布の50%値を V_{50} とした。（）内の値が V_{50} である。図では各採取点の同一の濾層深さで、砂の V_{50} がアンストライトを上回っている（採取点3の

	砂	アンストライト	砂	アンストライト	砂	アンストライト
8						
9					8.4 (7.0)	6.3 (6.0)
10	7.4 (6.4)	6.6 (5.3)				
11			9.4 (7.7)	6.7 (5.4)	9.2 (9.2)	6.8 (8.8)
12	7.5 (9.8)	6.3 (7.9)	9.8 (9.9)	6.6 (8.1)	9.7 (11.7)	11.1 (13.0)
13						
14	11.2 (11.9)	8.8 (11.4)	10.3 (12.8)	8.4 (11.9)		
15						
16						

図-3 濾材の50%速度と濾層深さの比較

第3層を除く)。また、より表層に近い第1層においては $V_{50} > V_{50}'$ であるが、第2,3層では反対に $V_{50} < V_{50}'$ となる。これらのことは逆先に巻き上げられた濾材がアンサライト、砂ともにその沈降速度の違い通りには成層化しない、つまり巻き上がった各濾材が沈降する際、濾材同士が影響しあい、混合層の上部では大きな粒子の沈降が妨げられる一方、最も混合している濾層部分とそのすぐ下部では、沈降が促進され深部に追い込まれるように混合層が形成されると考えられる。

3.3 SS抑留量の分布および洗浄効果 図-4には濾層再生前後における抑留SS濃度分布を示した。再生前では混合層付近で抑留量が一時若干多くなるのがわかる。ここは砂とアンサライトが混合しており、間隙が狭くなったことにより抑留量が多くなったと考えられ、複層の特徴といえる。また昨年度と同様³⁾深層で抑留量が多い傾向がある。図-5には再生前のSSの各成分ごとの抑留分布を示した。抑留量の分布パターンは各成分ともほぼ同様で、混合層で若干多くなること、粘土等および水酸化アルミはほぼ同程度抑留していること、それに比較して藻類その他は全体的に抑留量が少なく、混合層やその上層部で粘土や水酸化アルミの半分程度であるが、30～50cm程度の濾層深くでは他の成分と同程度抑留されるようである。図-4には、濾層再生後の抑留SS分布も示している。また図-5には再生後のSSの各成分分布を示した。図から混合層より浅い表層は非常によく再生されていることがわかる。しかし、濾層厚さ25～40cmにおいて洗い残りのようなものがみられる。これらは濾過再開後初期漏出として検出される可能性がある。

3.4 藻類の抑留状況および進入深さ分布 図-6に各濾層の藻類の抑留状況を示した。藻類の体積は、珪藻の直径=珪藻長/12、から算出した。図から採取点1では7cm付近に0.04%と多く抑留しているが、全ての採取点で濾層深さ18cm付近までに抑留されていることがわかる。藻類は混合層からすぐ下層付近までに、その大半が抑留していることが実際の濾過池において実証された。図-7に無次元珪藻長(d_{50}/s ; s :珪藻長)と L/d_{50} の関係¹⁾を適用した場合の藻類の濾層内への進入状況を示した。図から $L/d_{50} = 40$ 付近(濾層深さ; $L=7$ cm付近)に大きな d_{50}/s があるが、これは小さい藻類が混合層上部で抑留されていることを示している。いずれにしても $d_{50}/s < 50$ という条件下で、藻類は、 $L/d_{50} < 100$ ($L=17.4$ cm)という範囲までしか進入していないといえる。図-4,5において見られた濾層深層部の藻類その他の成分は、藻類以外の成分と考えられるが、具体的な成分は明確ではない。

4. おわりに

本研究において、1)濾層深さ12～14cm付近で二濾材が混合する混合層が生成している、2)逆流洗浄で巻き上がった濾材は、混合層より上層の濾材は沈降が抑制され、下層のそれは促進されるように混合層が生成される、3)濾層内では粘土等、水酸化アルミ、藻類その他とも混合層付近の抑留量が多くなるという同一の抑留パターンを持つ、4)全層的に濾層再生はよく行われているが、深層部に洗い残りで見られるものは粘土等、藻類その他がある、5)藻類は $L/d_{50} < 100$ の濾層に大半を抑留できる、6)小さい藻類は混合層付近で抑留される、などという点が確認できた。

参考文献 1)今野・菊地・岩間(1999.11):濾過分離シンポジウム論文集、

2)岩間・今野(2001.3):東北工大紀要理工学編、

3)岩間・今野(2000.5):第51回全国水道研究発表会講演集

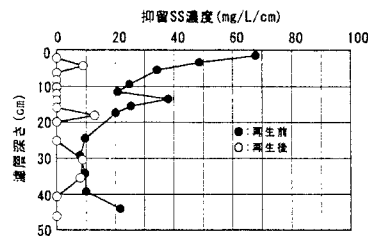


図-4 濾層再生前後における抑留SS濃度分布

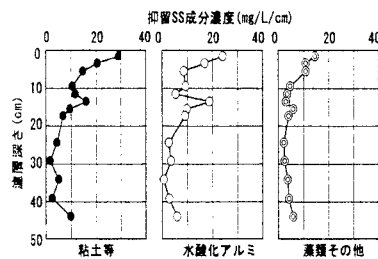


図-5 抑留SS成分ごとの濃度分布(濾層再生前)

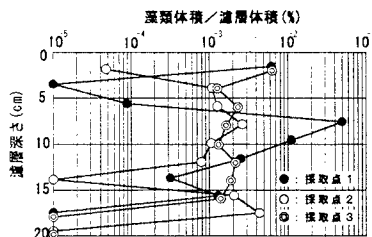


図-6 藻類の抑留比分布

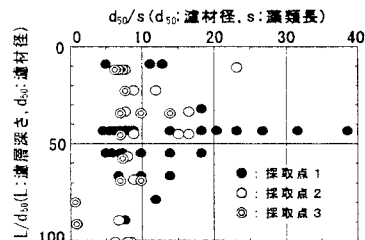


図-7 L/d_{50} と d_{50}/s の関係