

1. まえがき 急速ろ過池の効果的な洗浄法を固めるためには洗浄の基礎的諸機構を十分に解明することが重要となる。前回は、洗浄時の抑留物質の剥離段階では“水流力”が量的な卓越因子であることを実験的に明らかにした。今回は、その後の実験で得た洗浄過程および表洗・逆洗の機構などに関するいくつかの知見を報告したい。

従来、これらの事柄は、主に経時の洗浄排水濁度に基づいて検討されてきたが、洗浄条件が同一であってもトラフの高さ・形状によってろ層流出水の流動層上水塊内での糸状・混合度が大きく変わるため、これを現象の詳細な解析に使用することができなかった。そこで、ここでは洗浄経過に伴うろ層各部の清浄化過程を所定洗浄時間後の残留量の直接定量により把握する方法を採用した。

2. 実験装置・条件・方法 実験装置は図-1に示す。ろ過筒は長さ1m、断面は7×7 cm²の矩形であり、内部には60 cm 厚さ(空隙率44%)に0.59~0.71 または 0.84~1.00 mmの珪砂を充填した。ろ過原水としては、本学水道水にカオリン20 mg/l、硫酸アルミニウム($as Al_2(SO_4)_3$) 6.54 または 19.62 mg/l 添加して急速混和したものを用いた。ろ速は240 %、ろ過時間は18時間であった。洗浄条件の組合わせは表-1の前3つのカラムに示すようである。これら個々の洗浄条件におけるろ層各部の清浄化過程を明確に把握するために、ろ過条件を同一とし洗浄時間を5~7段に変えた一連の洗浄実験(逆洗または表洗・逆洗併用)を行なった。その後の手順は²⁾ 複雑であるが、最終的には、

図-2に一例を示すように、所定の洗浄時間後にろ層の深さ方向に残留した抑留物分布を押えた。

3. 結果と考察 (1). 図-2と同様に、一般にろ層底部の抵抗の小さい部分から浸入した噴流が形成する循環渦の領域(中下層部)ではろ材の完全混合が起こると同時に、残留量はほぼ一定で表層より少なかった。それに対し、噴流が弱まって整流された表層0~5 cm間に存在するろ材の停滞域では同一通過流量であるにも拘らず残留量が多かった。この事は、洗浄には均等流よりもある程度大きな速度勾配の存在が必

図-1. 実験装置

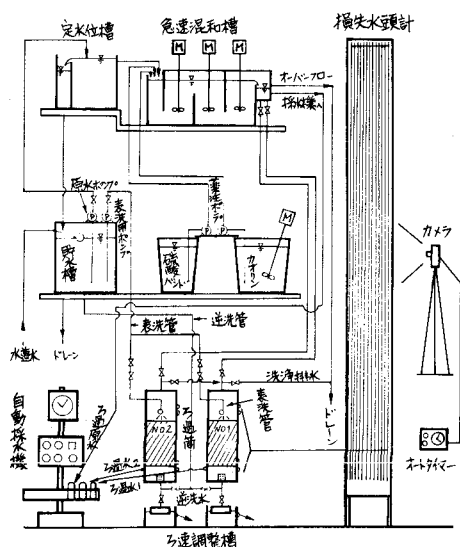


図-2. 抑留物質質量分布の経時変化

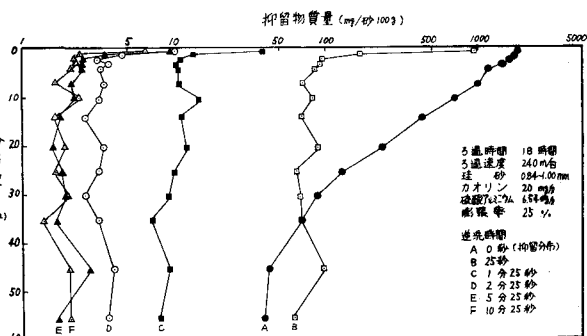


表-1. 残留率推移曲線上の諸数値

珪砂 mm	通過時の 硫酸力価 mg/l	空隙率 %	勾配 m ⁻¹		遷移点		
			急速 通過期	緩速 通過期	洗浄水量	洗浄時間	残留率 %
0.84~1.00	19.62	25	2.44	2.98×10^{-2}	12.3 ¹⁾	2:28 ²⁾	0.82
0.59~0.71	19.62	25	2.44	3.28×10^{-2}	11.8	3:54	1.07
0.84~1.00	6.54	25	2.93	5.26×10^{-2}	11.0	2:11	1.15
0.59~0.71	6.54	25	2.93	4.46×10^{-2}	10.3	3:24	1.57
0.59~0.71	6.54	15	2.93	4.54×10^{-2}	9.2	4:24	2.05
0.59~0.71	6.54	35	2.93	5.38×10^{-2}	10.2	2:38	1.45
0.59~0.71	6.54	25 ²⁾ (表洗)	2.93	18.88×10^{-2}	9.9	2:25	1.32

要であることを示している。(2). 図-2などの結果に基づく残留率 r (無次元)(=洗浄後の残留量÷洗浄前の総残留量)の推移を図-3へ5に示す。これらの曲線の特徴は片対数紙上ではほぼ直線をなす2領域、前半に急勾配部(急速減衰期)と後半に緩勾配部(緩速減衰期)とが存在することである。2時期を分ける遷移点は、2時期の直線部の交角の2等分線と r 曲線との交点として定めた。また、両時期の r の推移は完全混合型の $r = e^{-Kt/A}$ で表示しうる。ここで、 q は洗浄水量(m^3/m)、 K は勾配(m^{-1})、 t は洗浄時間(分)、 A はろ過筒断面積(m^2)。表-1に2時期の勾配と遷移点の諸数値を掲げた。(3). “水流力”のみが作用する固定された単一ろ架上抑留物の剥離状況の観察と“水流力”と“ろ材相互の衝突力”との両因子が作用する今回の流動化洗浄の結果とを種々検討したところ、急速減衰期では“水流力”が剥離段階の量的な卓越因子であり輸送段階がろ層浄化の律速段階となっている。また、緩速減衰期では“ろ材相互の衝突力”が剥離段階の卓越因子であると同時に律速段階となっていると考えられる。(4). 今回の実験範囲内では、急速減衰期の洗浄は膨張率(逆洗速度)に殆んど関係なく、一定の洗浄水量を通過させた時に到達する残留率は同じ(表洗併用時も同様)であった。これに対し、緩速減衰期では逆洗速度が大きくなるほど残留率が低くなった。この時期には表洗の顕著な効果が表面化し、単位時間当たり水量がほぼ同一となる逆洗のみの膨張率35%の場合より30~50%程度低い残留率となっている。(5). 以上のことから、ろ層の洗浄法に関しては、急速減衰期にはろ材の変濁による流出を防ぐとともに均一な洗浄を行うために逆洗速度を低目に設定し、緩速減衰期に入る頃からろ層の清浄度を高めるために逆洗速度を上げる方法、とりわけ、後半に表洗を採用することが望ましい。また、表洗を従来より効果的に利用するためには、残水温や逆洗速度が変化しても厳密に表層の最も汚染された領域を噴射水で叩きうるよう表洗管を自由に上下動可能にすること、および、表洗により形成されたろ層上部の循環渦中央に停滞域を発生させないように表洗管の間隔を設定することが必要と考える。

参考文献

- 1). 海老江: 急速ろ過ろ層の逆流洗浄機構について(土木学会第41回年報 88.51.10)
- 2). 海老江: 急速ろ過ろ層における抑留物質の挙動(ろ)ろ層の洗浄とその作用機構の検討(水協誌投稿中)

