

1. ま え が き

懸濁粒子のろ過は輸送と付着の両ステップを経て成就される。このうち、付着ステップでは懸濁粒子とろ材の双方の界面化学的な特性がろ過性能に大きな影響を及ぼすと考えられ、実測可能な指標としてのゼータ電位を用いてろ過機構の解明が試みられている。懸濁粒子の抑留表面となるろ材のゼータ電位の動きについては、角田・青柳¹⁾、Smith, Jr.²⁾、Gregory³⁾、尾崎⁴⁾らの詳しい報告があるのに対し、ろ過の経過に伴う原水ろ過水中の懸濁粒子のゼータ電位の動きについては、ろ過機構を解明する上で重要なキーポイントであるにもかかわらず、これまでJordan⁵⁾らの若干の実験結果が報告されているにすぎない。そこで今回は、変量として原水のpHと凝集剤注入率を採用したろ過実験で得られた原水ろ過水中の懸濁粒子のゼータ電位の動きならびに損失水頭発生量や濁度除去率などをも併せてろ過機構について検討した結果を報告したい。

2. 実 験

図-1のろ過装置(直接ろ過法採用)を用いた。ろ過筒内には径0.59~0.71mmの珪砂を充填(幅30×奥行8×厚さ80³⁾、空隙率44%)した。ろ過原水は本学水道水にカオリン20%、pH調整剤(0.2N-NaOH or HCl)、凝集剤($Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ を5、10または20%)を加えて急速混和したものである。ろ速は240%、ろ過時間は4時間とした。

これらの実験では、原水ろ過水中の懸濁粒子と微粉砕後のろ材のゼータ電位(ブリッグスセルを用いた顕微鏡電気泳動装置による。測定粒子数は、各試料について電流の極性変換前後にそれぞれ12個、合計24個)の他、濁度(積分球式濁度計)、損失水頭、pH(ガラス電極)、 Al (オキシ法)濃度を測定した。さらに、ろ層内の抑留状況を実体顕微鏡を用いて観察した。

3. 結果 と 考 察

1)、図-2において、絮状の抑留物質による帽子型から全表面型・細水路形成型への推移が観察された中性付近のpH(凝集領域)では、損失水頭発生量が最も多く、凝集剤注入率が高いほど単位注入率当りの発生量が大きな傾向をとった。これに対し、カオリン粒子による密な帽子型抑留が観察されたpH5.9(非凝集性領域)では、損失水頭発生量は少なく凝集剤注入率による差異は僅少であった。図-3では、平均濁度除去率がpH5~7の広範囲

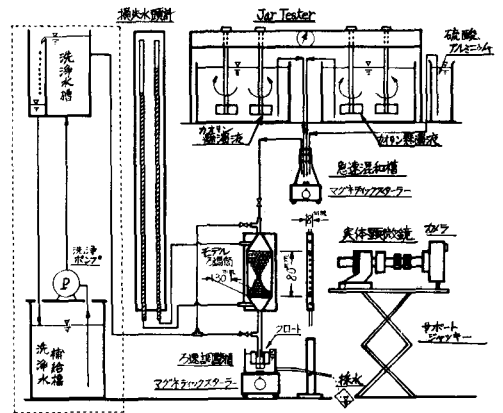


図-1

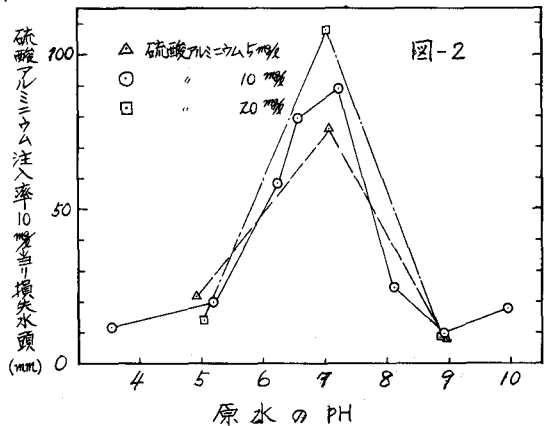


図-2

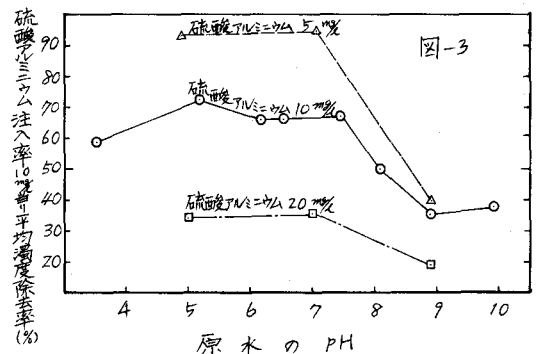


図-3

で高く、単位凝集剤注入率当りの平均濁度除去率は凝集剤注入率の低いほど高くなる点が注目される。これらの図から、原水のpHが酸性側に向うほど高い平均濁度除去率を維持したまま損失水頭発生量が減少して行くことからろ過にとって有利となる。2)、図-4はバッチで調整した試料の測定結果であるが、ろ過原水中の懸濁粒子のゼータ電位に等しいと考えた。一方、図-5は微粉碎したろ棧（珪砂、アンストライト、ガラス玉）のゼータ電位の測定結果である。ろ棧による差は小さく、珪砂のゼータ電位としては図-4のカオリンのみの場合より若干高い値が得られている。3)、図-6はろ過水中の懸濁粒子のゼータ電位の経時変化を示す。図において、ゼータ電位は経時的に下降傾向を示すが、pHの低いほどその傾向は強く、pH5では凝集剤注入率の少ないほど激しい。またpHが同一の場合、凝集剤注入率によるゼータ電位の差は原水のpHが5で最大となりpHが上昇するにつれて小さくなる傾向をとった。4)、表-1に原水とろ過水中の懸濁粒子のゼータ電位と標準偏差の動きを掲げた。ろ過操作を介することによって、ゼータ電位はpH5で非常に低下しているもののpH7,9では有意な差を認めかた。標準偏差はろ過によって小さくなる傾向が見られ、特にpH7では著しい。ろ過水中の粒子の標準偏差はpHの上昇とともに大きくなる傾向が認められた。5)、以上のことから、pH5,7,9におけるろ過機構は大雑把に次のように推測される。原水のpH5付近では、ろ過時間が短かったこともあって、正の電位の高い懸濁粒子が選択的に負の電位の高いろ棧表面に主としてクーロン力によって吸着されたものであろう。またpH7付近では、凝集性粒子の主としてさえぎりによる抑留表面への輸送や水流による押し込みなどの物理的・機械的効果が界面化学的な効果より勝っていたものと考えられる。さらにpH9付近では、懸濁粒子・ろ棧ともに負の電位が高かったため相互に反発して殆どどの粒子は直接流出したが、一部の粒子の除去はろ棧頂部における機械的支持（帽子型抑留）やストレーニングによっていたものと推測される。

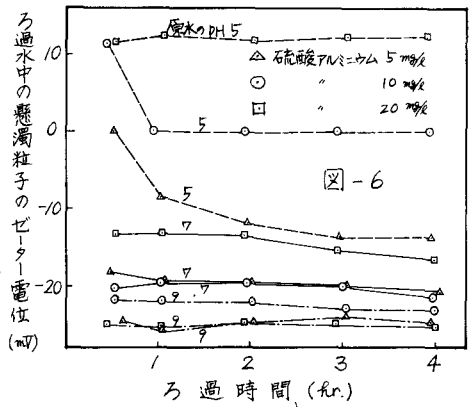
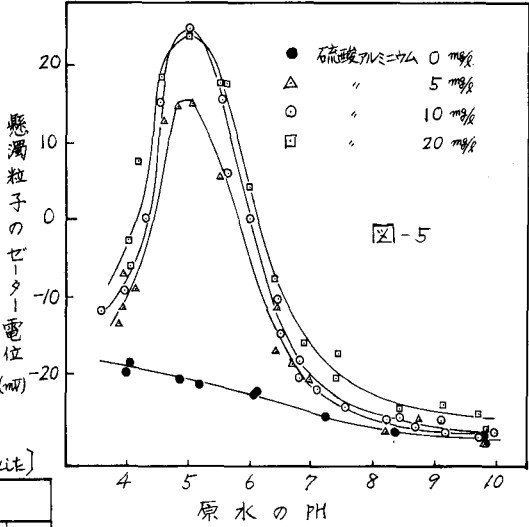
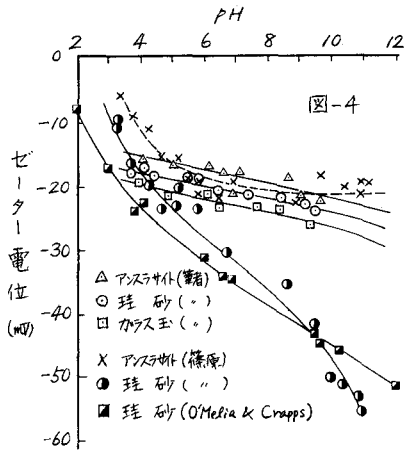


表-1 (※ろ過によって粒子のゼータ電位が低下した場合を負、上昇した場合を正とした)

原水の pH	5			7			9		
硫酸アルミニウム注入率 mg/L	5	10	20	5	10	20	5	10	20
原水中の懸濁粒子の平均ゼータ電位 mV	+15	+24	+24	-21	-20	-16	-27	-27	-25
原水中の懸濁粒子の平均ゼータ電位の標準偏差 mV	1.85	1.76	1.50	3.33	3.45	3.03	2.20	2.50	2.80
ろ過水中の懸濁粒子の平均ゼータ電位 mV	-11	+2	+12	-20	-20	-15	-25	-23	-25
ろ過水中の懸濁粒子の平均ゼータ電位の標準偏差 mV	0.94	1.55	1.94	1.36	1.70	2.22	1.02	1.18	1.38
原水とろ過水中の粒子の平均ゼータ電位の差 mV	-26	-22	-12	+1	0	+1	+2	+4	0

〔文献〕1) 岡田 青柳：水道協会誌 4486号 (1975.3)。2) C.V. Smith, Jr.: J. New Engl. Water Works Assn. Vol. 81, P. 190 (1967)。3) J. Gregory: Ph. D. Thesis, Univ. of London (1964)。4) 尾崎：材料回性工学研究討論会講演論文集 P. 52 (1978)。5) R.M. Jorden: Jour. AWWA, P. 771 (Jun. 1963)。