

II-PS15 直接ろ過における珪砂表面性状と懸濁粒子の捕捉機構

北見工業大学工学部 学生員 安 出 卓 司
北見工業大学工学部 正 員 海老江 邦 雄
北見工業大学工学部 井戸井 毅

1. ま え が き

既に指摘の通り¹⁾²⁾、懸濁粒子はろ過初期には直接珪砂表面で、その後は主に既抑留粒子周縁におけるフロック形成により捕捉される。いずれにしてもこれらの抑留粒子を支えるのは珪砂表面である。したがって、珪砂表面の物理化学的および機械的効果の掌握はろ過初期の懸濁粒子捕捉機構を解明する上で重要である。本論では、この観点から珪砂の成分分析、珪砂表面の金コーティングが濁度除去率に及ぼす影響に関する実験、珪砂表面と懸濁粒子捕捉部の電顕観察などを行ったが、それらの結果について報告したい。

2. 珪砂の成分分析

表1は、実験に用いた珪砂を7色に分類しX線分析装置で測定した結果である。主化合物はSiO₂でありその含有率は白と黒を除き 94.76~99.28 %にものぼった。Alは全ての珪砂に含まれていたが、特に白い珪砂で多かった。また黒い珪砂の特長は CaOとMgO などを含む点である。さらに珪砂表面の元素分布は、ほぼ一様な状態であった。このことは、珪砂表面のどの部分においても懸濁粒子の捕捉に及ぼす物理化学的効果は同じであることを意味する。

表1 珪砂の色別成分組成

砂の色	白	半透明	透 明	黄	茶	黒
元 素						
O	48.44	53.21	53.20	52.35	53.15	43.83
Si	30.85	48.41	46.33	44.30	45.93	23.78
Al	9.67	0.38	0.47	0.87	0.92	2.85
Fe				2.38		6.18
Ca					1.03	14.83
Mg						8.55
Na	0.10					
K	12.94					
化合物						
SiO ₂	66.00	99.28	99.11	94.76	98.26	50.88
Al ₂ O ₃	18.28	0.72	0.89	1.84	1.74	5.39
Fe ₂ O ₃				3.40		8.80
CaO					1.47	20.74
MgO						14.18
Na ₂ O	0.13					
K ₂ O	15.59					

JEOL JED-2001 AUTOZAP vers.3.07(1990年測定), 加速電圧: 15.00 kV
取り出し角度: 31度37分, 有効時間: 100.00秒, 表中の数字は%で表示

3. 珪砂表面の物理化学的変化の影響

図1は、珪砂表面の物理化学的効果を評価するために用いたろ過装置である。図中のろ過筒(幅30mm, 奥行8mm)内に金コーティング(厚さ200Åで4回)した珪砂またはしない珪砂を60mm厚さ(空隙率44.3%)に充填した。ろ過原水はカオリン20mg/lと所定量のPACを注入後pH調整と急速混和したもので、ろ速240m/dで4時間ろ過を行った。図2は、PAC注入率に伴う濁度除去率の動き(中性pH付近)を示している。2種類のろ材の比較では珪砂の濁度除去率の方が高かった。また、金コーティングの有無による比較では金コーティングしたろ材の濁度除去率が僅か 0.5~4.6 %上昇したに過ぎず、珪砂表面の物理化学的変化がろ過初期の濁度除去に及ぼす影響は小さいと判断される。

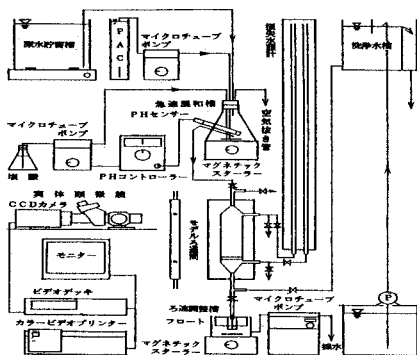


図1 ろ過実験装置の概要

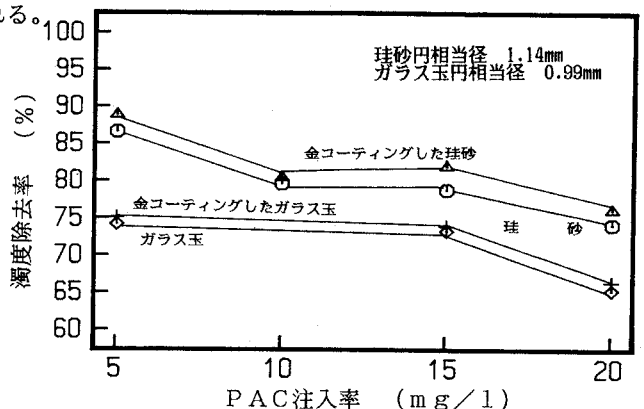


図2 濁度除去率に及ぼす金コーティングの影響

4. 走査電顕による珪砂表面性状の観察

殆んどの珪砂はエッジ部とそのエッジで区分されるいくつかの面からなる多面体とみなすことができる。エッジ部については、その規模や周辺の粗さの様相は極めて多種多様であり、懸濁粒子の機械的捕捉を十分に期待させる状況であった。また、面は平滑部と凹凸部とに大別することができる。平滑部とは低倍率ではガラス表面のように滑らかであるが数千倍の高倍率では2～3ミクロン程度の規則的な縞状ないし鱗状の起伏が観察された部分である。さらに凹凸部とは、さまざまな規模の亀裂、窪み、段差、隆起などが単独または複合して密に存在している部分のことである。このように、珪砂表面にはいずれの部分にもカオリン規模の粒子であれば機械的に捕捉しうる凹凸が存在することを確認した。

5. 走査電顕による懸濁粒子捕捉状況の観察

超音波洗浄後金コーティング（厚さ200Å）した珪砂を1粒固定したφ約0.5mmのピアノ線を図1のろ過筒内に装填してろ過を行い、観察試料とした。ろ過条件としては、カオリン20mg/l、PAC5mg/l注入後急速混和した原水（中性pH付近）をろ速120m/dで4分間の下向流ろ過とした。ろ過後取り出して乾燥させ、電顕試料室内に挿入した珪砂を低加速電圧下で観察した。その結果、ろ過初期の懸濁粒子は珪砂表面のエッジ部の周辺および各種凹凸部で多く確認され、特に窪みや段差などに噛み合う形で捕捉されているものが多かった。これと類似の状況は写真1と2の対比からも認められる。また写真3は、平滑部には懸濁粒子量が少なく、微細な粒子のみが窪みに噛み合う形で捕捉されている状況を示す。

6. あ と が き

直接ろ過と電顕観察とを主用し、珪砂表面性状の把握と懸濁粒子捕捉機構に関して2, 3の実験的検討を行った。ろ過初期には珪砂表面の物理化学的効果よりも各種の凹凸による機械的効果の方が大きいとの感触が得られた。今後は、今回の結果をもとに、より定量的な方向に検討を進める予定である。

【参 考 文 献】

- 1) 海老江 邦雄：急速ろ過ろ層における抑留物質の挙動（Ⅲ），水道協会雑誌，No.507，1976.10.
- 2) 海老江・輪島：ろ材の表面特性と急速ろ過初期における懸濁粒子の除去特性，土木学会北海道支部論文報告集，第47号，1991.2.

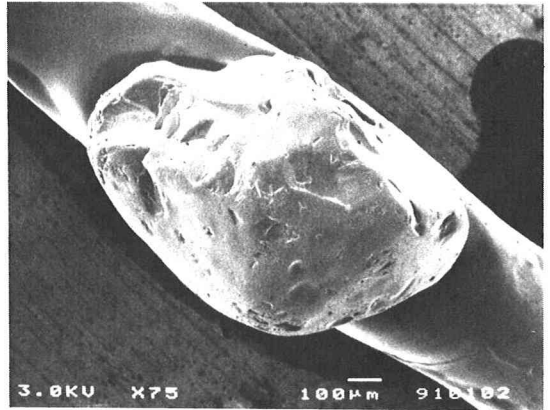


写真1 珪砂全体（ろ過前）

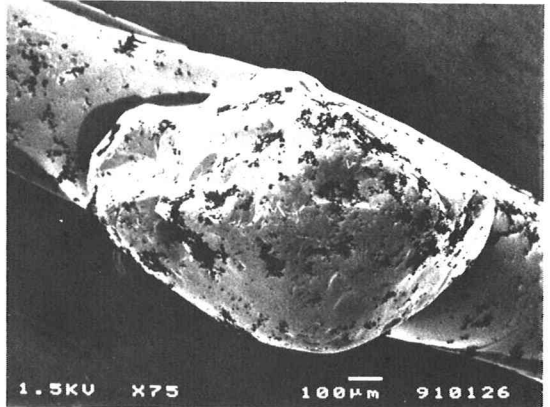


写真2 珪砂全体（ろ過後）

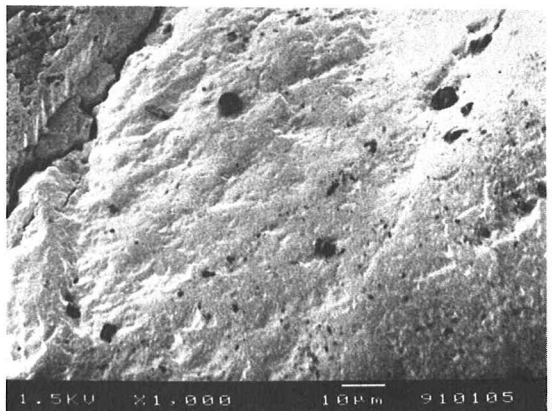


写真3 平滑部（ろ過後）