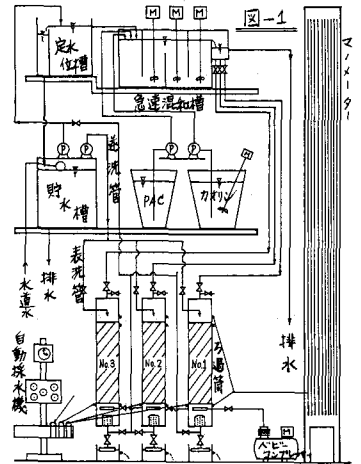


1. まえがき

急速ろ過水の空気洗浄(以下、空洗)に関しては、過去に、巽⁴⁾、Kawamura²⁾、篠原³⁾、Camp⁴⁾などの研究が知られている。連続的な圧縮空気導入に起因するろ層の微振動を利用するとしたこの空洗の評価は現在のところ必ずしも一致したものではなく、一般的には、逆洗に対する補助洗浄法と認識されてきた。ここでは、空洗の機構や単独で採用した際の効果など、基本的ないくつかの点について実験的に検討した結果を報告する。

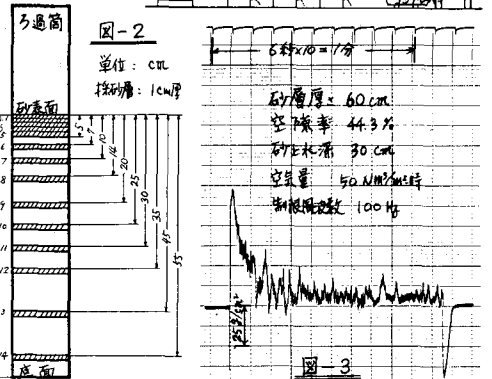
2. 実験装置と方法

今回用いた実験装置を図-1に掲げる。本学水道水にカオリン(20mg/l)とPACの所定量加えて急速混和した原水を図中のろ過筒(断面積50×51cm²の矩形、珪砂は有効径0.71mm、均等係数1.38、ろ層は60cm厚で空隙率44.3%)を用いてろ速120m/dで18時間ろ過する。その後、予め設定した条件下で空洗実験を行なった。空洗中、所定の時間間隔で砂上水をろ過筒側部のヒコックから採水し、濁度を測定した。また、空洗終了後ろ過筒内の水抜きを慎重に行ない、図-2の14点からそれぞれ1cm厚さ分の珪砂を採取した。ジャーテストと濁度測定とによって、最終的にはろ層の各部位に残留していた濁質量を確定した。



3. 結果と考察

1)ろ過筒下部の砂層支持金網の下に圧力センサーを取り付け空洗時の圧力の動きを測定した一例を図-3に示す。空洗開始の約1秒後にピーク圧が、また、それが低下した後はほぼ一定の圧変動(微振動)となる定常期が認められた。空気強度変化時のピーク水頭、定常化時間、定常時振幅を表-1に示した。通常、空洗には2~3kg/cm²の空気圧が必要と考えられているが、ろ層における損失圧はピーク時でさえ0.1kg/cm²以下であった。



2)空洗開始と同時に空気ろ層内侵入と微振動による砂層の圧縮が起こる。それに伴って、多量の濁質を含む砂層内水が砂層上に押し上げられる。この水量については、空洗前後の水表面高と砂表面高の測定及びろ過筒断面積をもとに算出できる。空気強度変化時の押し上げ水量と率については表-1に掲げた。押し上げ水量は空気強度が大きくなるにつれて増加傾向を示すこと、当初の砂層内水の1/4~1/2であることが明らかになった。

3)空洗の経過に伴う砂上水をろ過筒側部のヒコックから採水して濁度測定した結果をもとに砂層内から砂上水中へ排出された濁質量の動きを計算して一部を図-4に示した。この図から、砂上へ排出される濁質の殆んどが空洗開始直後に排出されている。

このことは、抑留物質の排出が空気侵入に伴う砂層内水の上方向への押し出しと密接な関係があることを示唆している。また、この時期は、砂層の圧損がピーク値を示し、抑留物質が強くせん断剥離される時期と重なっている。

表-1 空洗時のピーク水頭、押し上げ水量など

砂上水深 (cm)	空気 強度 (N/m ² あたり)	ピーク水頭 (cm)	定常化 時間 (秒)	定常時 振幅 (cm)	押し上げ 水量 (ml)	押し上げ 水量率 (%)
30	30	68	約15	5~25	281	20.8
	50	73	約15	5~20	328	24.3
	70	77*		5~20*	338	25.0
	79.5	79	約22	5~22.5		

さらに図-4において、空洗時間が長くなるにつれて水中の濁質が徐々に減少する傾向が認められる。このことは、一旦砂上に排出された濁質の一部が砂層内に舞い戻っていることを意味しており、先の知見に加えて、空洗時間の適切な選定が重要と考える。濁質の砂層内への舞い戻りに関しては、砂上水を着色した後に空気洗浄を行い、時間の経過とともに砂層内水の採水を通して、緩速度ではあるがこの現象が進行する事実を確認に。

4). 逆洗後の成層化砂層と空洗 (50 N/m²/時) 後の砂層のそれぞれ数ヶ所から採砂して顕微鏡法で粒径を比較測定した結果、砂層 (有効径0.71mm)表面から25~30cmの深さまで空洗後のろ層はほぼ均一に混合していた。図-5と6において、空洗時間が長くなるに

伴い、砂層の混合に併行してか、濁質の深層への移動が認められる。

5). 空洗後に採砂し、砂層内残留濁質量を測定して、空洗による抑留物質の排出率を求めて表-2に示した。その結果、通常の空洗単独の条件における抑留物質の排出率は50%を超え80%に迫る場合もあり、空洗は逆洗の単なる補助と考えるよりも、量的な観点からは主洗浄とみなしうる効果を発揮している。

6). 表-2において、ろ過段階のPAC注入率の低い方が、また、砂上水深については水深の大きい方が、いずれも高い排出率を示した。前者については、注入率の低いほどブロック体積が小さく、ろ過が表層部抑留の傾向をとったためと考えられる。

7). 表-3は、空気流量一定の下で空気強度の効果を検討した結果を示している。空気強度が大きくなると、先に示したように、押し上げ水量が増加してより多くの抑留物質を随伴流出させたためか、排出率は次第に高くなっている。(表-3のデータは、全て、PAC注入率15 mg/L、砂上水深30cmの下で得た。)

4. あとがき

空洗単独採用時の洗浄機構などについて実験的に検討した結果、空洗の効果は洗浄開始直後に起こる砂層内水の砂層上への押し上げに大きく依存していること、濁質の排出率は50~80%程度となることなどを明らかにした。

—参考文献—

- 1) 筑版：急速ろ過槽の空気洗浄法の効果について、水処理技術、Vol.2, No.7.
- 2) S. Kawamura: Design and Operation of High Rate Filtration Plants, JAWWA, Dec. 1977.
- 3) 篠原紀生：急速ろ過槽の空気洗浄に関する実験的研究 (4)、水道協会雑誌、第556号、1981.1.
- 4) T.R. Camp, D. Graber, and G.F. Conkling: Backwashing of Granular Water Filters, ASCE, J. of San. Eng. Div., Dec. 1971.

表-3 濁質排出率の空気強度の影響

空気強度 (N/m ² /時)	空洗時間 (分:秒)	排出率 (%)	空気強度 (N/m ² /時)	空洗時間 (分:秒)	排出率 (%)
30	7:30	66.8	15:00	64.9	
50	4:30	76.0	9:00	73.5	
70	3:13	80.6	6:26	78.3	

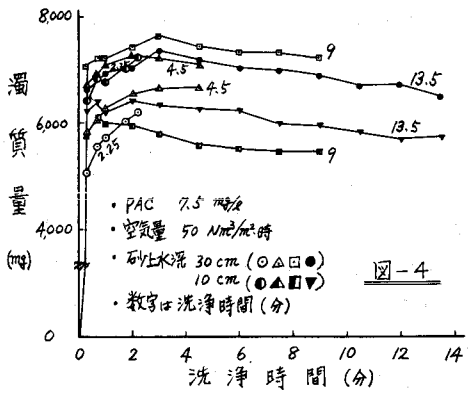


表-2 空洗強度50 N/m²/時における濁質排出率の動き

ろ過時のPAC (mg/L)	砂上水深 (cm)	空洗時間 (分:秒)	空洗後の残留濁質量 (mg)	砂上水への排出量 (mg)	排出率 (%)
7.5	10	2:15	2,553	5,820	69.5
		13:30	2,784	5,736	67.3
	30	2:15	1,600	6,199	79.5
		13:30	1,873	6,496	77.6
15.0	10	2:15	3,550	5,085	58.9
		13:30	4,364	4,961	53.2
	30	2:15	1,943	6,701	77.5
		13:30	2,397	6,133	71.9

