

## II-362 急速ろ過池の洗浄における表洗の機構と効果

北見工業大学 正会員 海老江 邦 雄  
北見工業大学 学生員 天 野 重 己

## 1. ま え が き

急速ろ過池の洗浄には表洗・逆洗併用法が最も広範に採用されている逆洗の補助洗浄である表洗は、一般的な洗浄条件で逆洗の5倍、空洗の3倍程度大きなG値をとるが、その作用範囲はろ層表層に限定されるという特性をもっている。

本報では、表洗単独時および逆洗併用時における表洗の機構や効果について実験的に検討した結果を報告する。

## 2. ろ過装置と実験方法など

実験用のろ過装置を図1に掲げる。珪砂（60cm厚、空隙率44.3%）を充填したろ過筒（平均断面積 $50.6\text{cm}^2$ で矩形）を用いて本学水道水にカオリン $20\text{mg/l}$ と所定量のPAC とを加えて急速混和した原水を18時間ろ過した。その後、後掲の条件で表洗、逆洗を行った。表洗管（直径13mm）の先端には直径1mmの5ケの小孔が中央の1ケを四方から囲む形で配置されている。噴射水は中央の小孔からは鉛直下方に、周囲の4ケからはほぼ $45^\circ$ 斜め下方に放射状に流出してろ層を洗浄する。したがって、噴射水の流出速度は表洗強度15, 25, 35 $\text{cm/min}$ でそれぞれ3.25, 5.42, 7.58 $\text{m/sec}$ となる。ろ過または洗浄後はろ層上とろ層内の水を抜き、表1に示す14ヶ所のろ層から採砂した。これらに付着する濁質については、Jar Testerを用いて清水中で剝離し、濁度測定により定量した。

## 3. 実験結果 と 考 察

1) 表洗単独の効果：ろ過に続く各種条件下での5分間の表洗結果を表2（PAC $7.5\text{mg/l}$ 、ろ速 $240\text{m/d}$ ）と3（PAC $7.5\text{mg/l}$ 、ろ速 $120\text{m/d}$ ）に掲げる。ろ層

内濁質の排出率は、表洗管先端と砂層表面間距離（L）が小さくなるにつれて、ろ材径が小さくなるほど、また表洗強度が大きくなるほど高まる傾向を示した。しかしながら、表洗単独で排出率が50%を越えたのは $L = 0\text{cm}$ 、珪砂 $0.61\text{mm}$ 、表洗強度 $35\text{cm/min}$ の時のみであった。逆洗または空洗単独時の結果に比較して相当小さい排出率である。これは、表洗有効深さすなわち噴射水の固定ろ層への進入度が予想外に小さく、局部的洗浄であったことが原因である。したがって、濁質排出

の量的観点から表洗は逆洗や空洗と異なり主洗浄にはならないと考える。また、珪砂の径による表洗有効深さの差異は僅かであるにもかかわらず、洗浄水1リットルあたり排出量はいずれのL、表洗強度においても珪砂の小さい方が多量となった。この理由は、小ろ材ほど表層滞留の傾向をとるという濁質の抑留分布の違いによると考えられる。

2) 表洗・逆洗併用時における表洗の効果：逆洗単独と表洗・逆洗併用実験を行い、効果の差について検討した。その際、併用実験では表洗と逆洗をいずれも3分と5分の同一時間とし、表洗を1分間先行させた。したがって、実質

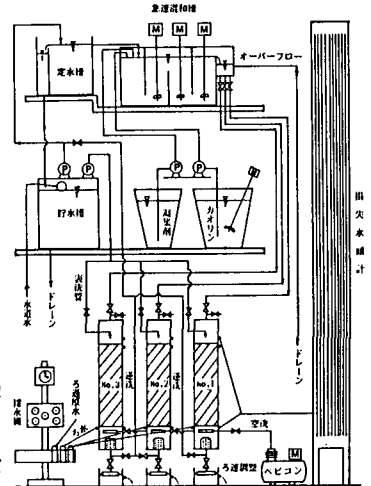


図1 ろ過実験装置の概要

表1 珪砂の採取部位

| NO. | 部 位   | NO. | 部 位     |
|-----|-------|-----|---------|
| 1   | 0～1cm | 8   | 14～15cm |
| 2   | 1～2   | 9   | 20～21   |
| 3   | 2～3   | 10  | 25～26   |
| 4   | 3～4   | 11  | 30～31   |
| 5   | 4～5   | 12  | 35～36   |
| 6   | 7～8   | 13  | 45～46   |
| 7   | 10～11 | 14  | 55～56   |

表2 表洗の効果（管先端・砂層表面間距離の影響）

| L  | 珪砂有効径 | 表洗強度   | 排出量   | 排出量          | 表洗有効深さ | 排出率  |
|----|-------|--------|-------|--------------|--------|------|
| cm | mm    | cm/min | mg    | 水1リットルあたり mg | cm     | %    |
| 0  | 0.61  | 25     | 3,514 | 556          | 7      | 38.3 |
| 5  |       |        | 1,410 | 223          | 3      | 15.4 |
| 10 |       |        | 1,092 | 173          | 1      | 11.9 |
| 0  | 0.94  | 25     | 1,940 | 307          | 4      | 21.3 |
| 5  |       |        | 1,202 | 190          | 3      | 13.2 |
| 10 |       |        | 755   | 119          | 1      | 8.3  |
| 0  | 0.61  | 35     | 5,040 | 569          | 8      | 54.9 |
| 5  |       |        | 3,308 | 374          | 4      | 36.1 |
| 5  |       |        | 3,711 | 419          | 4      | 40.5 |
| 10 |       |        | 2,524 | 285          | 3      | 27.5 |
| 0  | 0.94  | 35     | 3,495 | 395          | 4      | 38.3 |
| 5  |       |        | 2,293 | 259          | 4      | 25.1 |
| 5  |       |        | 1,904 | 215          | 3      | 20.9 |
| 10 |       |        | 1,120 | 126          | 3      | 12.3 |

の併用時間は2または4分間となり、最後に逆洗による1分間の仕上げ洗浄が入る形となる。ろ過(珪砂0.61mm, PAC7.5または15.0mg/l, ろ速120m/d)に続く一連の洗浄結果を表4に、またろ層内濁質の抑留分布の一部を図2と3に掲げた。表4において、逆洗単独時の濁質残留率は洗浄の経過とともに低下するが、5~7分の間の残留率の減少は僅かとなり、逆洗のみでは濁質の排出に限界があることを示唆している。洗浄開始1分間の排出率がきわだって高いこと、およびPAC注入率に比例して排出率が高くなる理由については既に報告した。また、高ろ速ほど濁質量が増大して内部抑留の傾向を強めるため、残留率では低下するが、残留量では逆に多くなっている。

表洗・逆洗併用時の残留率はいずれの逆洗単独時よりも低下している。例えば、ろ速120m/d, PAC7.5mg/lの場合、逆洗単独5分後の残留率1.61%に対し併用時には0.84%である。この場合、残留率の上では僅か0.77%の減少に過ぎないが、残留量としては48.3%もの大幅な減少である。また、この併用5分間の総洗浄水量(表洗1.25+逆洗3.00=4.25m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/min)は逆洗7分間の水量(4.20m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/min)にほぼ等しいにもかかわらず、併用時の残留率の方が0.52%低い。これは、残留量では38.9%もの大幅な減少に相当し、併用時には表洗の効果が極めて大きくなることを示している。

図2と3は、表洗併用時の濁質排出効果がろ層全体に及んでいる状況を示している。とりわけ、噴射水が進入するろ層表層部の濁質減少は顕著であり、例えば、図2の3分間の場合ろ層全体での減少率60.1%に対し表層5cmでは73.0%, 5分間の場合全体で48.3%に対し表層5cmでは73.0%となっている。

#### 4. あとがき

急速ろ過池の洗浄における表洗単独の効果は強度の上昇や表洗管先端・砂層表面間距離の縮小によって高めうるが、極めて局部的であると同時に空洗や逆洗単独の効果より数段低く、到底、排出量の観点からは主洗浄にはなりえない。しかしながら、逆洗との併用では、ろ層全体の清浄度の向上に著しい効果を示すなど今回の研究によって表洗の基本的な作用機構が明らかになった。

#### 【参考文献】

- 1) 海老江：第34回全国水道研究発表会，1983.5。
- 2) 海老江：第35回全国水道研究発表会，1984.5。
- 3) 海老江：第36回全国水道研究発表会，1985.5。
- 4) 海老江：第37回全国水道研究発表会，1986.5。

表3 表洗の効果(強度の影響)

| 表洗強度<br>cm/min | 珪砂有効径<br>mm | 排出量<br>mg | 排出量<br>水19℃<br>mg | 表洗有効深さ<br>cm | 排出量<br>% |
|----------------|-------------|-----------|-------------------|--------------|----------|
| 15             | 0.61        | 780       | 206               | 1            | 8.5      |
| 25             |             | 1,410     | 223               | 2            | 15.4     |
| 35             |             | 3,510     | 396               | 4            | 38.3     |
| 15             | 0.94        | 506       | 133               | 2            | 5.5      |
| 25             |             | 1,202     | 190               | 3            | 13.2     |
| 35             |             | 2,099     | 237               | 4            | 23.0     |

表4 逆洗時および表洗・逆洗併用時の残留率の動き

| ろ速<br>m/d | PAC<br>mg/l | 逆 洗           |            | 表 洗           |            | 残留量<br>mg | 残留率<br>% |
|-----------|-------------|---------------|------------|---------------|------------|-----------|----------|
|           |             | 強 度<br>cm/min | 時 間<br>min | 強 度<br>cm/min | 時 間<br>min |           |          |
| 120       | 7.5         | 60            | 1          | —             | —          | 991       | 10.71    |
|           |             |               | 3          | —             | —          | 226       | 2.44     |
|           |             |               | 5          | —             | —          | 149       | 1.61     |
|           |             |               | 7          | —             | —          | 126       | 1.36     |
|           |             |               | 3          | 25            | 3          | 90        | 0.97     |
| 240       | 7.5         | 60            | 5          | 25            | 5          | 77        | 0.84     |
|           |             |               | 3          | —             | —          | 318       | 1.86     |
|           |             |               | 5          | —             | —          | 263       | 1.54     |
|           |             |               | 3          | 25            | 3          | 161       | 0.94     |
|           |             |               | 5          | 25            | 5          | 106       | 0.62     |
| 120       | 15.0        | 60            | 1          | —             | —          | 1,254     | 12.77    |
|           |             |               | 3          | —             | —          | 346       | 3.52     |
|           |             |               | 5          | —             | —          | 274       | 2.79     |
|           |             |               | 7          | —             | —          | 261       | 2.66     |
|           |             |               | 3          | 25            | 3          | 222       | 2.25     |
| 240       | 15.0        | 60            | 5          | 25            | 5          | 104       | 1.06     |
|           |             |               | 3          | —             | —          | 364       | 2.30     |
|           |             |               | 5          | —             | —          | 292       | 1.85     |
|           |             |               | 3          | 25            | 3          | 300       | 1.90     |
|           |             |               | 5          | 25            | 5          | 197       | 1.25     |

