

OD1

급속모래여과에서 초기 유출수 수질의 향상

김우항, 전지훈

목포해양대학교 해양시스템공학부

1. 서 론

급속모래여과 공정을 사용하는 정수처리에서 여과 공정은 응집, 침전공정에서 제거되지 않은 부유물질을 제거하는 기능을 하고 있다. 그러나 여과지에서 여과 작용이 불충분할 경우 *Cryptosporidium*(2~8 μ m), *Giardia*(5~10 μ m) 등의 병원성 미생물이 유출되어 인체에 치명적인 해를 줄 수 있는 것으로 보고되고 있다.

급속모래여과는 시간이 경과하면서 손실수두가 커지고, 처리수의 탁도가 높아져서 역세척을 1일 1회 정도 행하고 있다. 그러나 역세척 직후 초기의 탁도는 높게 나타나는 것으로 알려져 있어 문제가 되고 있다.

그러므로 본 연구는 기존 정수처리시설의 여과 공정의 효율을 향상시키기 위하여 응집제를 역세척 직후 여과사에 주입하고 역세척 직후 탁도의 제거율을 조사하였다. 또한 응집제별 탁도 제거율의 비교와 pH에 따른 제거율을 비교하여 탁도 제거에 미치는 영향을 조사하는 것을 목적으로 하였다.

2. 재료 및 실험 방법

본 실험에서는 직경이 7.4cm이고 높이가 150cm인 여과탑에 유효경 0.45 균등계수가 1.7, 비중이 2.6인 모래를 70cm로 충전하였다. 모래를 여과탑에 충전 후 물을 사용하여 여재를 충분히 팽창시키면서 1일 역세척(팽창율 30~35% 유속 150m/d)하여 완전히 성층화시킨 다음 실험에 임했다. 원수는 수돗물을 사용하였고 수돗물 탁도는 7-8NTU로 가정하여 여과 속도는 150m/d로 하였다. 각 응집제는 여과 개시전에 여층의 상부로부터 통과시켜 여재를 피복하였다. 여과칼럼은 상부의 여과지와 하부집수장치로 나눌 수 있다. 직경 7.4cm의 원통형 아크릴로 제작된 여과지는 높이 150cm로서 상단부위에 원수 유입을 위한 직경 5mm의 유입구를 설치하였다. 하부집수장치는 여과수를 유출하는 유출구와 같은 크기의 역세수 유입구를 설치하였다.

급속모래여과에서 역세척 직후 초기 유출수의 탁도 변화를 알아보기 위한 실험은 역세척시 팽창비율을 30~35% 정도로 유지하였으며, 역세척 직후 칼럼에 수돗물과 카올린을 주입하여 여과속도 150m/d로 여과를 실시한 후 유출수의 탁도를 측정하였다. 여과지 유출수 탁도는 초기 30분 동안 5분 단위로 채취하고 그 이후는 30분 간격으로 채취하여 총 3시간 동안 측정하였다. 역세척수의 탁도는 역세척수가 관 말단에 나오는 시간으로부터 5분 경과 후 그 시점을 0으로 하여 이를 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

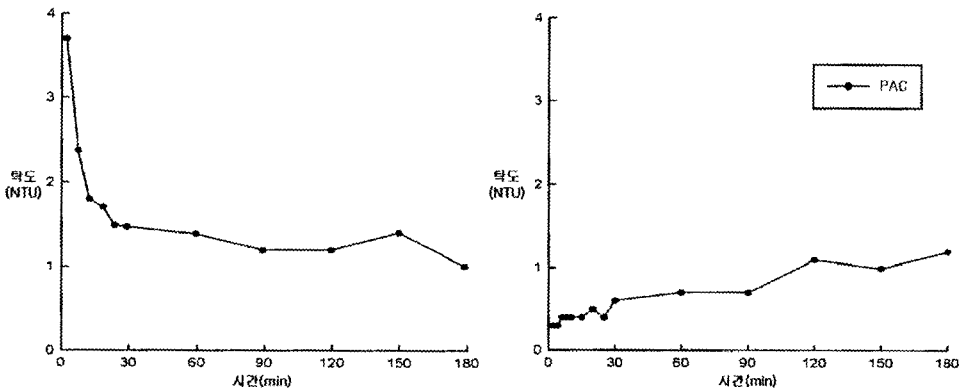
3.1 역세척후 유출수 탁도의 변화

본 실험은 급속모래여과에서 역세척 직후 유출수 탁도 변화를 Fig. 2에 나타내었다. 실험 결과 역세척 직후 초기 유출수의 탁도는 비교적 높게 나타나 시간이 지날수록 점점 안정화되어 탁도값이 일정한 경향을 보이는 것을 알 수 있었다. 시간이 지날수록 유출수의 탁도가 안정화되는 것은 공극보다 큰 콜로이드 입자들이 차츰 쌓이기 시작하고 그때부터 체거름 효과가 높아졌기 때문이다. 이것은 역세척으로 인하여 여과사의 상부에 존재하고 있던 콜로이드와 부유물질이 여과탑 밖으로 유출되어 여과사층의 상부에서 체거름 효과가 낮아졌기 때문이다.

본 실험에서는 역세척 후 높게 나타나던 초기 유출수의 탁도가 응집제를 주입한 후 나타나는 변화를 관찰하였다. 정수 처리에 많이 이용되고 있는 PAC를 피복함으로써 응집제 주입후 초기 유출수의 변화를 알아보았다. Fig. 3은 PAC 피복후 유출수의 탁도 변화를 나타내고 있다.

수중에 존재하는 콜로이드의 표면은 일반적으로(-)전하로 대전되어 있어, 여재의 표면이(-)전하로 대전되어 있을 경우 작은 입자들은 제거되지 않고 유출될 가능성이 높다. 실제 정수처리의 급속모래여과에서 역세척 직후 탁도의 제거율이 낮고 시간이 경과하면서 제거율이 높게 나타나는 것을 보면 알 수 있듯이 역세척 후 초기에는 탁도 성분들이 많이 유출되고 있다. 그러나 PAC를 피복한 후에는 초기의 탁도 제거율이 매우 향상되는 것으로 나타나고 있다.

여과사를 PAC로 피복하지 않은 경우와 피복한 후 유출수의 탁도 변화를 비교해 보면 초기에는 탁도제거율이 높게 나타나고 있는 것으로 보아 PAC로 여과사를 피복할 경우 초기에 높게 유출되는 탁도를 방지하는 것이 가능하다는 것을 보여주고 있다. 즉 응집제를 주입함으로써 초기 유출수 탁도를 제거할 수 있다.



3.2 황산알루미늄의 pH변화에 따른 초기 유출수의 변화

황산알루미늄 주성분으로 있는 알루미늄 가수분해 핵종은 용액의 pH에 따라서 변화므로 여층에 존재하는 형태는 달라진다. 이에 pH의 변화에 따른 응집효과를 비교하기

해 pH를 pH3, pH5, pH7, pH9 4단계로 하여 실험을 실시하였다. Fig. 5에서는 황산알루미늄의 pH변화에 따른 초기 유출수의 변화를 나타내었다. 황산알루미늄의 응집 효율을 비교해 본 결과 모든 pH에서 낮은 초기 탁도를 나타내고 pH5와 pH7에서 보다 낮은 탁도의 수질을 얻을 수 있었다. Sullivan등이 pH에 따른 존재비를 나타낸 것에 따르면 pH5부근에서 알루미늄의 존재 형태가 $Al(OH)^{2+}$, $Al(OH)_2^+$, $Al(OH)_3$, Al^{3+} 로 존재하고 있으며 또한 pH7에서는 $Al(OH)_3$ 으로 존재하는 것으로 나타났다. 그러므로 pH5와 pH7에서는 모래 표면의 (-)전하를 감소시킬 수 있었던 것으로 판단되므로 초기의 유출수 탁도가 다른 pH에서 보다 낮게 나타난 것으로 생각할 수 있다. 그러나 pH3과 pH9에서 초기 유출수가 낮게 나타난 것은 알루미늄을 주입 직후 유입수를 흘려보내어 알루미늄용액이 중성으로 바뀌어 역시 모래 표면의 (-)전하를 감소시킨 결과로 판단된다.

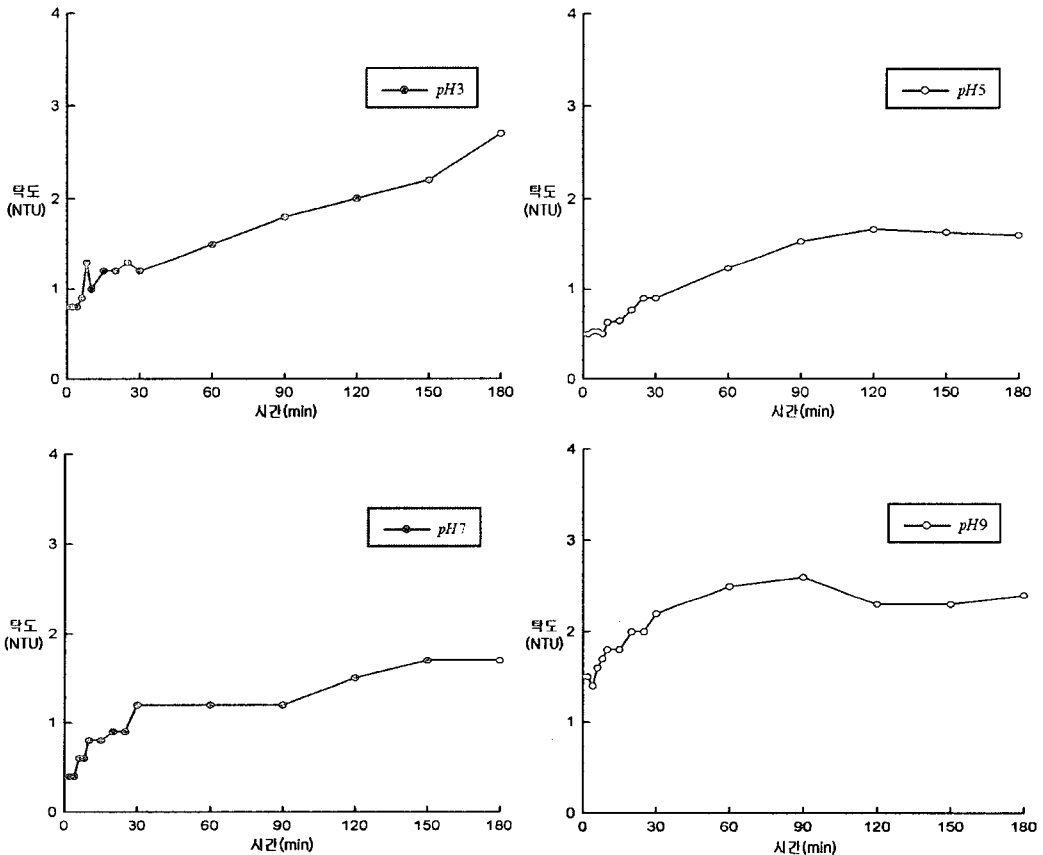


Fig. 5. Effect of the effluent turbidity with alum injection at the various pH.

4. 요약

역세척 후 응집제를 여과사에 주입한 후 여과를 실시한 결과 초기에 높게 나타났던 탁도는 거의 제거되는 것을 알 수 있었으며 pH의 변화에 따른 초기의 탁도 변화는 pH5와 pH7에서 보다 낮은 탁도의 수질을 얻을 수 있었다. pH5부근에서 알루미늄의 존재형태가

$Al(OH)^{2+}$, $Al(OH)_2^+$ 로 많이 존재하며, pH7에서는 $Al(OH)_3$ 으로 존재하여 모래 표면의 (-) 전하를 감소시킬 수 있는 결과로 판단되었다.

참 고 문 헌

R. J. Francois and A. A. Van Haute "Backwashing and conditioning of a deep bed filter" Water Res, 19(11), 1357~1362 (1985)

丹保憲仁, 小笠原 紘一 "浄水の技術" 技報堂出版 pp. 45-47 (1997)

윤태한, 김우항 "급속모래여과에서 PAC피복에 의한 초기유출수의 탁도 개선" 한국물환경학회지 18권 3호 253-260