

# 여과지 Air+Water 세척 방식에서의 스트레이너 길이 조정을 통한 하부집수장치 개선

김재원, 김일응 \_ 인천광역시 상수도사업본부 남동정수사업소

## 서론

근대적인 수도는 1906년 8월 1일 최초로 완속여과지의 딱도정수장이 착공되어 1908년 8월에 완공됨으로써 현대적인 수도시설로 시민에게 급수를 공급하게 된 것이 효시이다. 이어서 인천·부산·대구 등 각 도 시에도 점차적으로 근대적인 수도시설이 보급되었다. 그러나 1970년대에 이르기까지 상수도보급률은 저조했으며 수량 확보에도 어려움이 있었다.

그러나 과거 수돗물 보급률 향상을 위하여 노력했던 시대와는 달리 GNP성장에 따른 생활수준 향상, 기대치의 증가로 현재는 품질향상을 위한 노력으로 그 중심이 이동하고 있다.

정수생산 공정은 크게 응집, 침전, 여과과정으로 구성되는데, 그중 가장 중요한 공정 중의 하나가 여과공정이다. 우리나라의 대부분의 정수장에서는 급속여과방식을 채택하고 있으며, 여과와 세척을 반복하며 수돗물을 생산하고 있다. 여과지 성능은 정수생산효율, 수돗물 품질과 직접적인 관련이 있으므로 여과지 운영 및 관리는 아무리 강조해도 지나치지 않다.

여기서는 급속여과방식에서 채택하고 있는 세척방식 중 Air+Water 세척방식에서 발생하는 구조적 문제점을 짚어보고 개선방안을 제시하고자 한다.

## 본론

### 1. 여과지의 기능과 세척방식 소개

급속여과공정은 정수생산 과정 중 가장 중요한 시설 중의 하나다. 여과지는 정수과정에서 현탁물질을 제거하는 최종단계로써 여과수의 탁도는 안정적이고 극히 낮아야 하며 유입하는 탁도 물질을 충분히 억류할 수 있는 기능을 수행함은 물론 억류된 플록을 깨끗이 세척할 수 있는 기능을 갖추어야 한다.

먼저 원수가 응집, 침전과정 등 전처리과정을 거치고 여과지로 유입되면 여과지는 체거름 작용

(Straining)과 여과여재 사이를 흐르며 입상여재의 내부 간극 표면에 미세플록(floc)이 부착, 차단(interception)되는 등의 여러 가지 작용에 의하여 탁질이 제거 된다.

여과가 계속되어 여과지 공극에 미세플록(floc)이 축적됨에 따라 수두 손실이 증대하고 탁질이 누출되어 여과수질이 악화된다. 이때 역세척 과정을 진행하게 되는데 급속여과방식에서 채택하고 있는 세척방식은 '물+표면세척' 과 '공기+물세척' 방식으로 나뉜다.

역세척은 여과기능에 상당한 영향을 미치며 세척이 적절하지 못할 경우 여과지속시간의 감소, 여과수질의 악화 등 장애가 발생된다. 경험상 '물+표면세척' 의 경우 일반적으로 여과지 표층에 다져진 플럭층을 효과적으로 제거하지 못하여 쉽게 머드볼(Mud Ball)이 형성되는 문제점을 안고 있으며 그 결과 여과면적이 축소되고 여재와 간극이 형성되어 탁질의 누출원인이 되기도 한다.

반면 '공기+물세척' 방식의 경우 역세척 진행 시 하부집수장치의 불균형 또는 집수장치 내 수류의 불균형 등으로 불균일한 세척 또는 세척초기 국소수위의 과도한 Air 분출 등이 발생되며 여층의 전도, 과도한 세척, 여재의 유실 등이 원인이 된다.

## 2. 급속여과방식에서의 하부집수장치의 종류

이러한 여과와 역세척 과정을 수행하기 위하여 최적의 하부집수장치가 필수적이다. 여과지의 하부집수장치는 균등여과, 여과수의 원활한 배출, 역세척 시 세척 공기와 물의 균등한 분배를 담당하는 구조물로서

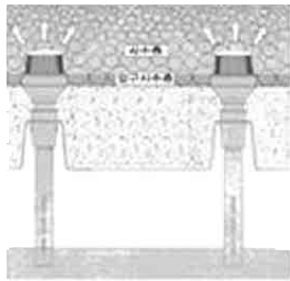


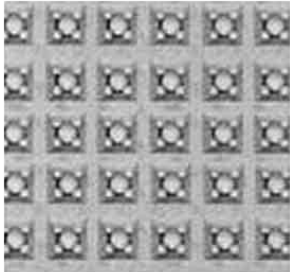
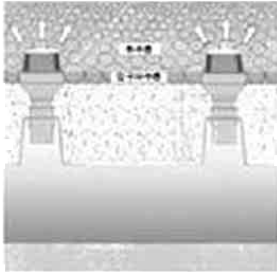

Air + Water 세척방식의 하부집수장치		
스트레이너형	유공블록형A	유공블록형B
		
스트레이너블러+스트레이너	일체형유공블럭	2단구조 유공블럭
물+표면세척 방식의 하부집수장치		
힐러블형	스트레이너형	유공블록형
		
자구(Ball)+블럭	스트레이너블러+스트레이너	2단구조 유공블럭

그림 1 세척방식에 따른 하부집수장치

일반적으로 활용되고 있는 여과지의 하부집수장치는 그림1과 같이 스트레이너 블럭형, 유공블럭형, 필터형 등이 있다.

### 3. Air + Water 세척 방식에서의 현상과 문제점

대부분의 정수장에서는 스트레이너 블럭형하부 집수장치와 Air+water 세척방식을 채택하고 있으며 운영자는 역세척 시 세척공기의 불균형 또는 Air 공급초기와 Air+물공급 조작 시 여과지 초입부분의 Air 편중 현상을 경험하고 있다.

세척 불균형의 중요한 원인으로서는 시공과정에서 나타나는 수평의 오차, 구조물의 변형 등 구조적인 문제(그림 2)와 세척과정에서 나타나는 하부집수장치내의 수표면의 불안정화(그림 3)로 구분되는데 이러한 불균형은 세척시간의 증대, 세척용수 및 동력비용의 손실은 물론 여재유실, 여과사리층의 전도 등 여과지 성능을 저해하는 요소로 작용하고 있다.

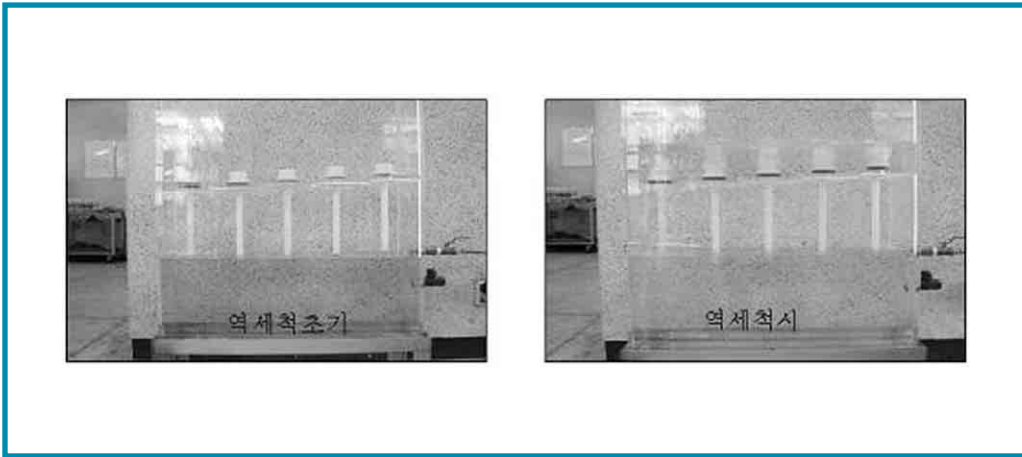


그림 2 구조적인 원인에 의한 역세척 불균형



그림 3 집수장치 내의 수표면의 불안정화

#### 4. 개선 방향

스트레이너 블록형 Air+water 세척방식에서 나타나는 이러한 구조적 문제점과 하부집수부내의 수표면의 불안정화에 기인한 세척 불균형을 해소하기 위하여 새롭게 하부집수장치를 재구성하는 사업들이 진행되고 있으며, 일부 정수장에서는 많은 비용을 들여 유공블럭형 하부집수장치로 개선하고 있으나 구조적 문제점과, 시간적, 비용적 측면을 고려할 때 지방자치단체로서는 부담이 적지 않다. 또한 이러한 개선과정이 이루어졌다 하더라도 정수장에서는 Air 공급 시 수표면의 불안정화에 대한 문제점은 여전히 안고 있다.

본 개선안은 기존여과지의 하부집수장치를 손대지 않고 적은 비용으로 스트레이너의 길이를 조정함으로써 전면개선과 동일한 효과를 얻는 동시에 세척 공기 주입 시 수표면의 불안정 특성까지 해결할 수 있는 방법이다.

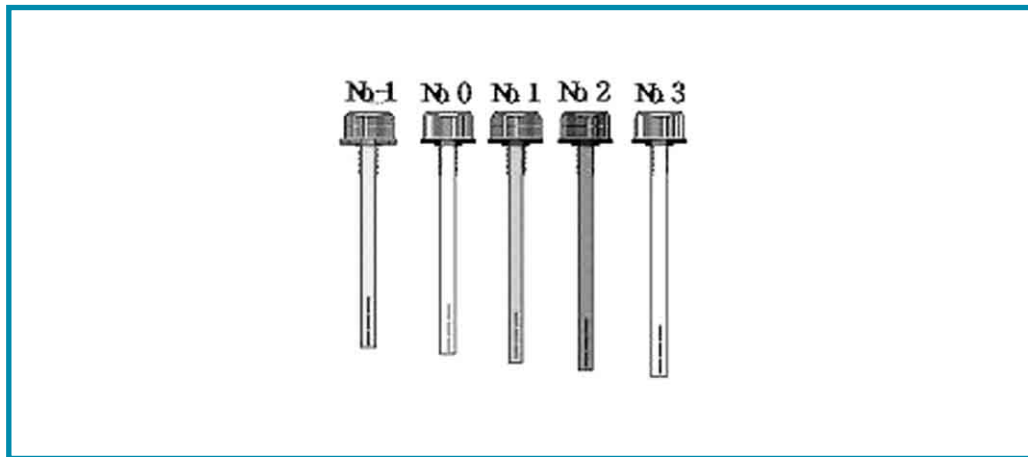


그림 4 스트레이너 No-1~No.3

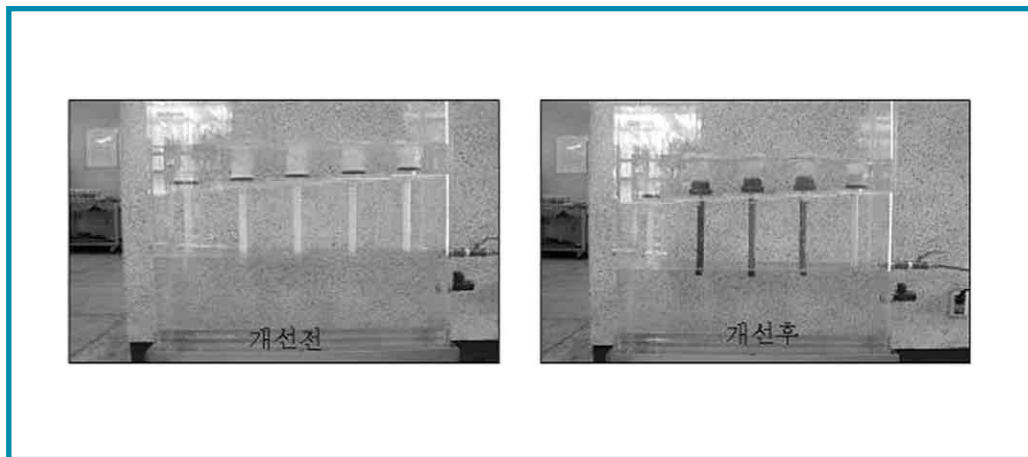


그림 5 Pilot plant 개선 예시

(1) 서로다른 길이의 스트레이너 제작

기존 스트레이너(No.0)를 중심으로 그림 4와 같이 10mm 또는 20mm 간격으로 길이가 서로 다른 No.-1~No.3~5의 스트레이너를 제작하여 공기량의 분출정도에 따라 과다 분출되는 부분에는 No가 높은 스트레이너를, 공기량이 작은 부분에는 No가 낮은 스트레이너로 교체한다.

(2) Test 및 시공방법

- ① 여재의 준설
- ② 기존 스트레이너 블록을 뜯어내지 않고 30cm 수위를 유지하면서 세척 AIR 주입
- ③ AIR 분출 과다 / 과소부위 체크
- ④ 주변높이 비교 측정 후 스트레이너 No.# 결정 및 교체
- ⑤ 30cm수위 유지하면서 세척Air 주입—— 2차 Test 실시
- ⑥ 세척Air 주입하면서 일부 수정 및 교환
- ⑦ 하부집수장치 역세척 불균형 해소
- ⑧ 여재 포설 - 여과지 가동

5. 기대 효과

스트레이너 블록형 하부집수장치 중 Air+Water 세척방식의 여과지에서 발생하는 세척 불균형을 해소할 수 있는 방안과 구체적 시공방법을 제시하였다.

본 개선안을 적용할 경우 전면개선에 필요한 공사기간, 공사비의 부담을 줄이는 동시에 전면개선으로 극복할 수 없는 수표면의 불안정화 영향까지도 개선할 수 있을 것으로 기대된다.

[단위 : 일]

작업조건	제시(안)	ST블럭 교체	유공블럭
여과지 2지 동시작업기준	4~6	30~40	60~80

표 1 공사기간의 비교

[단위 : 일]

사업수량	제시(안)	ST블럭 교체	유공블럭
1지당	18,017,280	68,841,000	212,534,400
남동정수	792,760,320	3,029,004,000	9,351,513,600
인천시전체	1,657,589,760	6,333,372,000	19,553,164,800
전국(10만톤이상)	12,035,543,040	45,985,788,000	141,972,979,200

표 2 개선방법에 따른 소요비용 검토(Air+water 세척방식)

개선에 필요한 공사기간은 운영 중에 있는 정수장에 있어서 정수생산 등을 고려할 때 중요한 요소 중의 하나다. 표1과 같이 제시(안)은 다른 개선방법과 비교하여 87%이상 단축시킬 수 있고 또한 개선비용 측면에서 제시안은 표 2와 같이 73~98%의 비용절감 효과를 달성할 수 있을 것으로 기대된다.

## 결론

급속여과지 스트레이너블럭형 하부집수장치 중 Air+Water 세척방식을 채택하고 있는 대다수의 정수장에서는 ① 공기세척 ② 공기+물(소용량) 세척 ③ 물(대용량) 세척으로 역세과정을 진행하고 있다.

대부분의 운영자들은 일련의 역세척과정을 진행하면서 불균일한 세척, 국소주위의 세척공기 분출 등을 경험하고 있으며 세척효율을 높이기 위하여 세척시간, 세척수량의 증대로 무형·유형의 비용적 손실을 감수하고 있다.

이러한 문제점을 개선하기 위하여 스트레이너 블럭을 전면 개량하거나 유공블럭 TYPE로 개선하려는 의지는 있으나 대부분 운영 중에 있는 정수장으로서의 공사기간 증대, 공사비용의 부담 등으로 개선시도가 어려운 실정이다.

스트레이너블럭형 하부집수장치 중 Air+Water 세척방식에서 나타나는 수평허용오차에 의한 구조적 문제점과 집수장치내의 수표면의 불균형에 기인한 세척 불균형, 국소주위의 AIR 분출 등을 개선하기 위한 방법으로는 스트레이너 길이 조정을 통한 전면 교체와 동일한 효과를 얻는 방안을 제시하였다.

이러한 개선방법은 기존 여과지 블럭을 손대지 않고 스트레이너 길이 조정으로 구조적 문제점뿐만 아니라 하부집수장치내의 수표면의 불안정화까지 극복할 수 있으며 짧은 공사기간과 적은 비용으로 운영자의 개선의지를 충족시킬 수 있을 것으로 예상된다. ㉠