

# 염소가스를 이용한 간이상수소독장치 개발 The development of subsurface water sterilizer by chlorine gas

\*전재역<sup>1</sup>, #이경국<sup>2</sup>, 김수광<sup>1</sup>

\*J. U. Jun<sup>1</sup>, #K. K. Lee(aha2092@hanmail.net)<sup>2</sup>, S. K. Kim<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 부산정보대 자동차기계열, <sup>2</sup> 부경대학교 기계공학부

Key words : water pump, water sterilizer, chlorine gas, chlorine vaporizer

## 1. 서론

현재 이용되어지고 있는 상수시설 중 산간벽지 및 일반 상수도 설비가 설치되어있지 않거나 시설의 설치가 불가능한 지역에서는 지하수를 개발하여 급수시설로 사용하고 있으며, 이에 따라 지하수를 간이상수로 이용하고 있다. 이에 간이상수시설은 저지대의 지하수 관점에서 고지대의 수조탱크로 급수하여 고지대의 수조탱크로부터 저지대의 각 가정으로 자유낙하에 의하여 급수되는 형태로 상수를 공급하고 있다.

이로 인하여 지하수는 일정량이 항상 고지대의 옥외탱크에 저장되어 있어야 각 가정 및 급수 목적지로 공급할 수가 있다. 따라서 고지대의 수조탱크용량은 일반적으로 10톤에서 50톤 정도로 간이상수를 보관할 수 있는 용량으로 설치되어 사용된다.

따라서 고지대에 위치한 수조탱크는 항상 탱크내의 수질을 청결히 유지하여야 한다. 그러나 수조탱크의 위치가 고지대에 설치가 되고 또한, 간이상수가 필요한 지역이 대부분 산간벽지나 국내에서는 오지에 해당하는 곳이 되므로 수조탱크로의 접근이 실제로는 용이하지 못하다. 그러므로 수조탱크내의 수질 관리가 용이하지 못함을 의미하고 또한 실제로도 관리가 잘 되고 있지 않음을 유추할 수 있다.

또한 수조탱크의 용량이 일반적으로 10톤 이상으로 항상 많은 양의 상수가 수조탱크 내부에 보관되어져 있으므로 동절기 보다 하절기에는 수온의 상승으로 인한 수질의 오염이 문제가 된다. 이 때문에 수조탱크내의 상수는 대장균과 같은 일반적인 세균에 노출되어 이를 음용하여야 하는 가정에서는 대장균등의 세균과 미생물에 항상 노출되어 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 수조탱크내의 상수는 소독시설을 통하여 세균과 미생물을 죽인 상태에서 공급받게 된다.

현재는 이러한 세균과 미생물의 소독을 위하여 염소를 이용하고 있다. 일반화 된 염소소독의 방법은 액화된 염소소독을 이용하는 방법이나, 선진국에서는 액화된 염소를 이용하지 않고 염소를 기체화 하여 상수를 소독하는 방법을 이용하고 있다. 현재 우리나라에서도 상수의 경우는 기체화된 염소가스를 이용하여 상수를 소독하고있다. 그러나 간이상수의 경우는 거의 대부분이 액화된 염소를 사용하고 있다.

이는 기화식 염소소독장치가 구조가 복잡하고 고가이므로 간이상수시설에서는 기화식을 이용하지 않고 액화식을 사용하고 있으나, 염소의 특성상 아주 미세한 양도 취사량이 될 수 있으므로 액화된 염소를 투입하는 것은 정확한 소독액의 조정이 어렵고 상수와 희석될 경우 희석의 정도가 일정하지 않으므로 기화식이 액화식보다 실제 소독의 측면이나 안전성의 측면에서도 유리하다고 하겠다.

따라서 본 연구에서는 간이 상수에서도 사용할 수 있는 구조가 간단하고 설치가 쉬우며 가격이 저렴한 간이상수용 기화식 염소소독장치를 설계하는데 그 목적을 연구를 진행하였다.

## 2. 간이상수에서의 염소소독

간이 상수에서의 염소소독 방법은 염소의 상태에 따라

크게 세가지로 방법으로 분류를 할 수있다.

첫째로 염소를 고체화 하여 고형화된 염소를 이용하여 상수를 소독하는 방법이며, 둘째로 염소를 액화하여 상수를 소독하는 방법이며, 셋째로 염소를 기화하여 상수를 소독하는 방법이다.

염소를 고체화 하여 간이상수를 할 경우 수자원 공사에서 규격으로 정해놓은 잔존 염소량을 정확히 맞추기 어렵기 때문에 현재는 상수 및 간이 상수 시설에는 많이 쓰이고 있지 않다. 그리고 염소를 액화하여 상수에 일정량씩 투입하는 경우는 현재 간이상수 소독방식에 널리 이용되고 있다. 대부분의 간이 상수 소독방법이 액체염소 방식을 이용한 소독 방법으로 사용되어지고 있다.

본 연구에서는 액화 염소를 방식을 사용하지 않고 액화된 염소를 기체화하는 장치를 개발하여, 이를 상수관에 연결하여 투입하는 장치개발을 연구하였다.

## 3. 염소가스소독장치설계

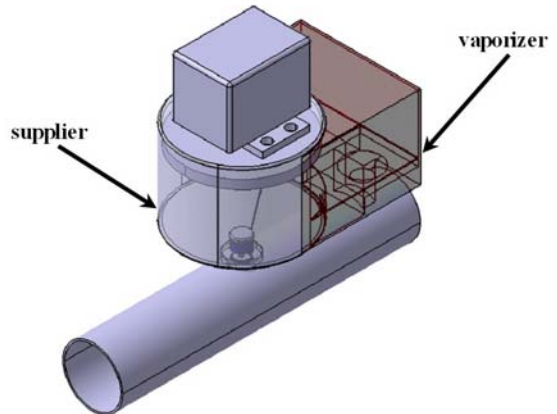


Fig. 1 subsurface water sterilizer by chlorine gas

Fig. 1은 간이상수 시스템에 세균과 미생물의 소독을 위하여 염소가스를 투입할 수 있는 간이상수 소독장치의 모델이다.

본 장치는 고지대에 위치한 수조 탱크 내의 수위의 정보를 득하므로 해서 일정한 양의 염소를 보다 정확하고 안정적으로 투여할 수 있도록 설계되었다. 본 장치는 크게 두 부분으로 구분할 수 있다. 염소를 안정적으로 투여하기 위해서 일정량의 염소가스를 액화된 염소에서 기화시키는 염소기화기 부분과 염소기화기에서 공급된 염소가스를 간이상수의 취수원에서 워터펌프에 의해 공급되어지는 물에 투입하는 염소가스 공급기로 되어있다.

### 3.1 염소기화기

Fig. 2는 염소가스를 이용한 간이상수 소독장치의 기화기 부분이다. 기화식 염소소독장치를 구현하기 위해서는 액화염소가스를 기화시키는 장치가 필요하다. 본 염소가스 기화기는 일반적으로 사용되어지는 물과의 희석 염소액에서 물과 염소의 비를 10 배 더 추가적으로 물의 비를 증가하여 희석한 염소액을 사용한다. 이는 염소의 보다 안정적

인 공급에 기여하기 위함이다. 물의 기화에 따라 염소도 함께 기화가 발생한다. 이와 같이 저농도의 염소가스의 발생은 실제 상수관에서 일방적으로 투여하는 염소액보다 더 정확하고 고른 확산을 얻을 수 있다. 또한 수조탱크 내에서도 균일한 농도의 염소가 용해되어 있는 수질을 얻을 수 있다. 이로 인하여 식수로 사용되어지는 상수관에서 인체에 유해한 염소의 농도를 보다 더 정확하게 관리할 수 있게 된다. 이와 같이 상수관 내에서 염소의 고른 확산은 액화상태보다 기화상태의 염소가 유리하다. 염소가스를 발생시키기 위한 기화기는 전자회로에서 만들어진 초음파 신호를 초음파 진동자(압전세라믹스)에 가하면 진동자는 진동을 시작하고 초음파를 발생시키게 된다. 이 진동자를 적당한 높이의 물과 염소가 희석된 액화염소에서 작동하게 되면 그 진동의 효과로 액화염소가 미세한 상태로 대기중으로 방출되어진다. 이 때 액화염소에서 기체화된 염소가스로 되면서 수증기와 동시에 염소도 함께 기화가 일어난다.

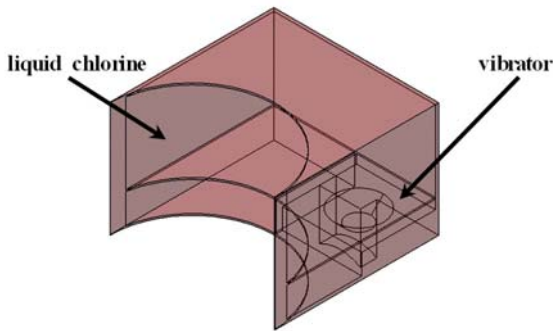
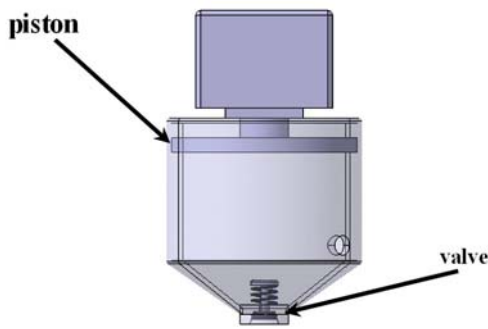
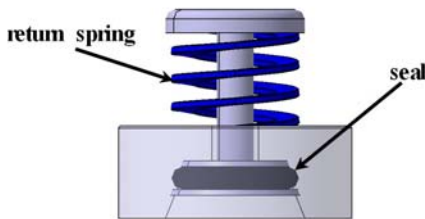


Fig. 2 chlorine vaporizer

### 3.2 염소가스 공급기



(a) assembly of piston, valve, gas-tank



(b) valve

Fig. 3 chlorine supplier

Fig. 3은 기화기에서 발생되어진 염소가스를 간이상수도관을 통하여 공급하는 장치이다.

기화기에서 발생되어진 수분이 포함된 염소가스가 가스탱크에 공급되어지고 채워지게 된다. 가스가 일정압에 다

르게 되면 기화기에서 염소가스의 발생은 정지하고 대기상태로 들어간다. 고지대의 수조탱크와의 수위의 정보가 공유되어지고 취수원에서 워터펌프의 작동이 이루어지게 되면 피스톤에서 압력이 가해지게 된다. 이 때 기화된 염소가스는 밸브를 통하여 고압력에 의해서 미량으로 공급되어진다. 염소의 투입량은 0.02mg/ton 이다.

### 4. 염소가스소독장치설계의 고찰

기존의 액화염소의 수질소독 방법의 문제점인 불균일 확산과 이에 따른 불완전한 소독의 문제점을 염소기체의 방법으로 연구하였다. 진동자에 의해서 물과 염소가 물결 희석된 액화염소가 초음파 진동으로 인하여 수증기와 함께 기체화되고, 취수 시 공급라인으로 투여하는 시스템을 개발하였다.

### 5. 결 론

지하수를 취수하여 소독하는 장치에서 기존의 액화염소를 투입하는 방식에서 기화기를 이용한 염소가스를 발생하고 이를 취수라인에 공급하는 장치의 개발을 통하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

염소가스를 이용한 소독장치는 염소가스를 물에 용해시켜 염소수를 발생하게 되고 이는 강한 산화력이 있기 때문에 표백작용과 살균작용을 할 수 있다.

수조탱크와의 수위의 정보를 공유함으로써 취수 시 발생하는 수량에 따른 염소의 공급량을 정확하고 균일하게 투입할 수 있게 된다.

염소가스의 투입으로 액화염소보다 염소의 농도를 탱크 수조 내에서 고르게 관리할 수 있게 되고, 수질의 청결도 또한 좋아지게 된다.

본 연구 개발은 농어촌지역 및 상수를 관리하는 곳에서 보다 더 안정적인 염소의 공급을 하기위함이다. 현재 대부분이 액화염소 시스템을 이용하고 있는 실정이다. 이러한 방법은 각 가정에서 취수 시 유해한 염소가 포함되어 있거나, 불완전한 소독이 될 수 있다.

이를 개선하기 위하여 액화 염소방식에서 기체화 된 염소를 투여하는 방법을 이용할 수 있다. 기화 염소방식을 통하여 보다 안정적인 급수시스템을 얻을 수 있다.

### 참고문헌

1. 이강진, 홍지은, 표희수, 박송자, 유제강, 이대운, "음용원수의 염소소독에 의한 소독부산물 생성패턴에 관한 연구," 한국분석과학회 2003 분석과학, 16 권, 3 호, pp. 249-260.
2. 김주호, 김부길, "유량 연동형 염소주입장치의 정량 주입에 관한 연구," 한국대기환경학회 2007년 환경공동학술대회 초록집, 2007. 5, pp. 1926-1929.
3. 송현실, 김중운, 배병욱, "하수처리장 지표미생물 제거를 위한 염소소독," 2003년도 대한환경공학회 춘계학술연구발표회 및 정기총회, 단행권, 단일호, pp. 527-530.
4. 강동렬, "정수처리 시스템이 내장된 다기능 물탱크," 한국지반환경공학회 지반환경 제5권 제3호, 2004. 9, pp. 72-76.