

# 水道水の 消毒과 貯水槽의 消毒

Sterilization of tapwater and water tink

生産技術研究院 首席研究員

理學博士 韓 正 龍

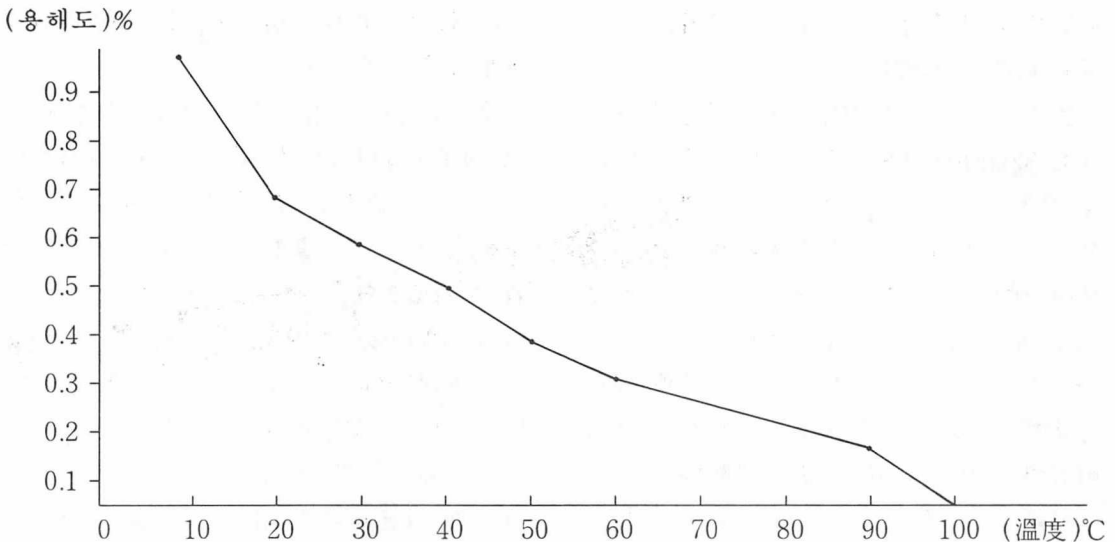
## 1. 水道水の 消毒

氣壓 20°C에서는 6.6氣壓으로 液化된다. 또한 물에 약간 녹아서 黃色을 나타낸다.

### 1-1 鹽素消毒의 特性和 殺菌效果

鹽素는 微量으로 極히 신속하게 殺菌效果를 나타내는 特性을 지고 있다. 鹽素는 常溫 常壓에서는 녹색의 氣體로서 0°C에서는 3.7

다음 9°C에서의 溶解度는 1%이다. 포화 용액이 9°C이하로 되면 鹽素水이라고 불리우는 여튼 黃色의 含水염소의 結晶이 된다. 常壓에 있어서의 鹽素물에 대한 溶解度和 溫度와의 관계는 아래 그림과 같다.



(그림 1) 염소물에 대한 용해도와 온도와의 관계

溫度℃	10	12	15	20	21.7	26.7	40	50	80	100
溶解度%	0.98	0.91	0.83	0.71	0.64	0.57	0.46	0.39	0.22	0

鹽素가스는 극히 有毒性이고 공기중에 확산되는 경우의 毒性에 관하여는 다음과 같다.

- 嗅覺에 느끼는 最低濃度  
...3.5ppm(0.011 g/m<sup>3</sup>)
- 인후를 자극하는 最低濃度  
...15.1ppm(0.048 g/m<sup>3</sup>)
- 기침을 일으키는 最低濃度  
...30.2ppm(0.096 g/m<sup>3</sup>)
- 30분에 위험상태가 되는농도  
...40~60ppm(0.127~0.09 g/m<sup>3</sup>)
- 순식간에 死亡되는 濃度  
...100ppm(3.16 g/m<sup>3</sup>)

그러나 염소가 물에 용해되어 있는 狀態(잔류염소의 형태)에서는 比較的 安全性이 있고 독성의 개념에서 벗어난다. 動物실험에 따르면 생쥐에게 염소수 100ppm을 함유한 물을 50일간 계속 먹였더니 내장에 아무런 이상이 없었고 체중의 증가도 보통 때와 다름이 없었다.

또한 美國군대가 海外에서 200명이 잔류염소 32ppm을 함유하는 물을 수개월간 연속 복용하였으나 아무런 나쁜 결과가 없다고 보고되었다. 잔류염소의 인체에 대한 영향에 대해서 혈액이 파괴된다고 증식세포를 죽게 한다든가하는 일부 이론을 전개한 경우는 있으나, 이것은 水道물에 대한 잔류염소 경우에 다른 조건하에서의 실험이었다는 것에 대해 주의를 요한다.

어패류에 대한 독성(호흡독)은 몹시 민감하여 많은 보고서를 총괄하면 치사량은 다음과 같다.

**담 수 어** 송어...0.14~2.5ppm  
잉어...0.33~2.0ppm  
뱀장어...0.5ppm  
붕어...0.5ppm  
금붕어...0.15~0.3ppm

**바다끄기** 도미...0.5~2ppm  
농어...0.67ppm  
개복치...1.35ppm

**조 개 류** 대합...10ppm—대부분 무해  
(수온 24~25℃)  
20ppm—모래에 묻히면  
수시간 생식가능  
80~319ppm—2시간에  
서 사망  
1,277ppm—30분에서 사  
망

그러나 장내세균(대장균을 지표하는 실험)에서는 0.2ppm에 순간적으로 멸균된다. 바이러스는 0.4~0.6ppm에서 10분사이에 활동성이 없게 된다.

수도물에서는 消化器系 전염병중에서 특히 이질·장티브스를 대상으로한 유지관리를 하고 있으므로 유리 잔류 염소로써 0.2ppm 이상을 검출할만한 염소주입설비를 가지고 있으면 되나 유행성 간염 등의 바이러스(Virus) 감염중의 병원체를 멸균하는데는 0.5ppm이 요구되고 또한 아메바(ameba) 이질병원체를 완전살균하는데는 더욱 다량의 잔류 염소량을 필요로 한다. 염소의 살균효과에 대한 特性을 나타내기 위해서는 종래의 발생기 산소설, 흡착독성 설로서는 멸균하기 어렵다. 염소는 먼저 글

루코오스(Glucose) 산화酵素, 예를들면 脫水 인산염 효소를 공격해서 그 HS기를 산화시켜 효소의 활동력을 파괴한다.

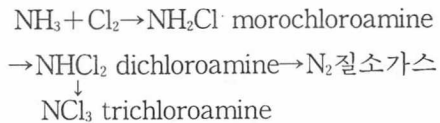
이글루코오스 산화 조해작용과 염소의 살균 작용과의 사이에는 대단한 병행 관계가 존재하는 것을 나타내고 있다. 여기에는 약간의 문제점도 있겠으나 지금까지 가설의 범위를 벗어나지 못했던 살균기구에 대한 하나의 관전을 제공한 것으로서 그 효소의 미량설은 중요시하여야 할 것이다. 엄격하게 말하면 살균이란 살아있는 모든 미생물을 완전히 전멸시키는 것을 말하고 소독이란 병원 미생물을 살균하는 것을 말한다.

염소살균이란 일반적으로 소독과정을 의미하는 것이다. 수도물에의 응용은 소독의 일례이다.

## 2. 殘留鹽素 出現의 기구

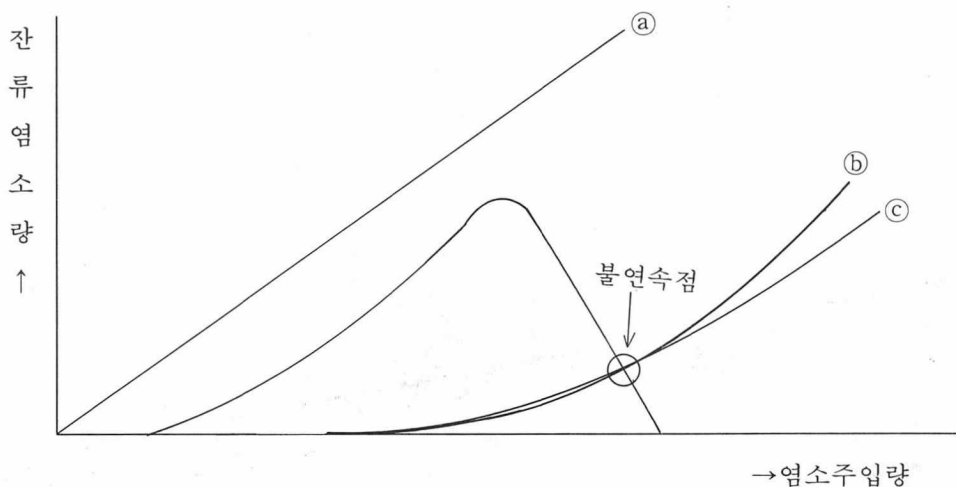
잔류염소는 살균잔류염소(HOCl, OCl)와 결합 잔류염소(클로로아민, 즉  $NH_2Cl$ ,  $NHCl_2$ )

가 있고 前者는 미량으로 신속한 살균효과가 나타나고 後者は 殺菌속도가 완만하다. 다음에는 염소를 주입하는 경우 수질이 비교적 양호한 것은 염소는 차아염소산(HOCl)를 형성한다. 이때 pH가 높으면 차아염소산이온( $OCl^-$ )로 바뀐다.  $OCl^-$ 이온은 유리형이나 살균속도가 약간 떨어진다. 이 수질이 유기물 오염을 받은 경우 예를들면 암모니아 질소( $NH_3$ )를 함유하고 있으면 염소는 다음과 같은 化學變化를 일으킨다.



이것들은 結合殘留鹽素로서 서서히 분해하여 차아염소산이 되나 트리클로로아민과 안정한 鹽類가 되어 잔류염소로 되돌아가지 않는다. 물속의  $NH_3$  이온은 이와같이 하여 鹽素를 소비하여간다.

즉 처음에 鹽素를 注入하면 結合形의 잔류염소가 되어 最大値에 達하고 그 후는 殘留鹽素量이 減少하여 소멸하게 된다.



(그림 2) 잔류염소곡선

윗그림의 잔류염소곡선에서 주입점에서 염소량은 더욱 증가하며 초기에는 유리잔류염소가 나타난다. 이점을 불연속점이라고 부르며 이와같은 염소주입을 불연속점염소처리라고 한다.

⑥의 잔류염소곡선은 아질산염이나 아민류가 함유되는 수질에 나타나는 일반적인 형식이라 하겠다.

### (1) 鹽素要求量

불연속점까지 주입된 염소는 수중의 유기물 등을 산화시키는데 소비되는 것으로 산화요구량이다. 따라서 그이상 주입하는 염소는 유리잔류 염소가 되어 殺菌要求量으로 利用되어 鹽素要求量은 없어진다. 기타 염소요구량은 施設에 의한 경우이다. 예를들면 給配水管의 내면 貯水槽內面 等은 염소를 소비한다.

이것을 미리 농도가 진한 鹽素水로 處理하여 두면 염소요구량은 없어지며 水質에 의한 鹽素要求量만이 필요하게 되므로 鹽素消毒을 실시하는 경우에 注入量은 推定할 수가 있다.

〈염소 주입량의 결정〉

鹽素注入量 = 鹽素要求量 + 殺菌要求量

살균요구량은 이질균, 장티브스균등 소화기계 전염병원 세균인 경우 유리잔류염소 0.2ppm 이상이 좋으나 바이러스(유행성 간염바이러스, 전염성이질, 바이러스등)인 경우는 0.5ppm 이상이면 활성화되지 않는다.

### (2) 殘留鹽素의 測定(간편법)

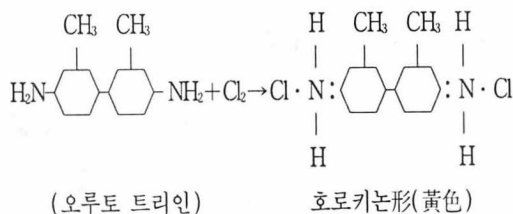
검사하는물 10ml를 비색관(표준액이 注

入된 비색관과 같은 것)를 使用한 「오루토 트리인」염산용액 0.5ppm를 가하고 곧바로 표준 비색관과 비교하여 비색정량한다.

이 發色은 遊離殘留鹽素量이 된다. 이대로 15分間 방치후 다시 비색하여 얻은 數値에서 전자의 유리잔류염소량을 뺀 값이 거의 결합형의 잔류염소가 된다.

이 경우 채수에 있어서 빌딩에 배관상, 수도수가 停滯되는 경우가 있으므로 수도꼭지를 완전히 열고 충분히 10分間 방류한 후에 채수하여 실험하여야 한다.

그러나 엄밀히 말하면 망간아질산에 의한 「오루토 트리인」의 發色類似反應이 가산되는 경우가 있으므로 正確性を 요구하는 경우에는 간편법은 應用할 수 없다. 별도로 OTA 법에 의한 분리 정량하는 것이 바람직하다.



### (3) 強鹽素水の 調整方法

이때 使用하는 염소모액은 시판의 차아염소산 소다용액(5%)이나 그 품질은 국가의 감정을 필한 의약품의 지정을 받은 것이라야 한다.

50ppm의 염소수를 500ℓ로 만들 경우에는 예를 보면 다음과 같이 계산하면 된다.

$$\begin{aligned}
 50\text{ppm} \times 500 \ell &= 50 \text{ g/m}^3 \times 0.5\text{m}^3 = 25 \text{ g} \\
 25 \text{ g} \times \frac{100}{5} &= 500 \text{ g}
 \end{aligned}$$

즉 5% 차아염소산소다 용액을 깨끗한 용기에 500g(시판의 작은병 하나분)을 넣고 수도물을 가하여 전체량을 500ℓ로 만들고

잘 제어 주면 50ppm의 염소수가 된다. 또한 50ppm의 염소수 300m<sup>3</sup>를 만드는 경우는 다음과 같이 계산하면 된다.

$$50\text{ppm} \times 300\text{m}^3 = 50\text{g}/\text{m}^3 \times 300\text{m}^3 = 15\text{kg}$$

$$15\text{kg} \times \frac{100}{5} = 300\text{kg}$$

## 2. 貯水槽의 消毒

### (1) 폐수의 개념

폐기물 폐수를 법규상으로 분류하면 산업 폐기물, 일반폐기물로 분류한다.

○ 産業廢棄物...事業活動에 의해서 發生하는 폐기물 폐수

○ 一般廢棄物...일반생활계 폐기물(분뇨, 먼지, 기타배수등)

따라서 빌딩에서 發生하는 폐기물은 産業廢棄物로서 取扱된다.

그러나 실제로는 빌딩 먼지는 燃燒한다는 點으로 보면 比較的 良好한 것이 많으므로 自治體는 일반폐기물로 수집, 운반하는 사례가 있다. 또한 汚水PIT도 제외시설의 공제에 있는 경우 일반 公公下水道에 연결하고 있다.

기타 경우는 합병처리 淨化槽의 施設을 하여 적절한 처리를 하도록 의무화되고 있다. 빌딩오수량은 건축용도별에 따라 다르나 일반적으로 1인1日 70~250ℓ 정도이고 BOD 농도는 100~200ppm 정도다.

그러나 저수조 청소시에 發生하는 폐기물을 보면 실수로 놓아 두었는지 사고에 의해서 유입되었는지 나무조각, 금속조각, 유리조각, 도자기류, 플라스틱등 고형물이나 쥐의 시체가 들어있다. 이것에 대해서 저수조의 관리상 필연적으로 發生하는 스라임등에 汚泥類는 항상 청소시에 주요과제이며 또 소독시의 폐수 즉 잔류염소를 高濃度로 함유하는

폐수에 대해서는 특별 배려가 必要하다.

### (2) 貯水槽에서 發生하는 廢棄物 廢水處理와 消毒

저수조내에는 특수한 퇴적 汚泥가 벽면에 스라임으로 發生한다. 이것을 함유율은 99~99.7% BOD 200~300ppm 정도이다.

청소시에 배출하는 이들의 汚泥類, 또는 汚水는 汚水PIT에 流入시켜 다른 汚水와 合併 處理하는 것은 무리일 것이다.

이런 경우 고형물(철편기타)은 별도로 채취하여 처분하는 것이 당연할 것이다. 그러나 오수처리 시설이나 합병처리 정화조가 없을 경우 公公하수도관에 주입하여야 하나 이것에 대해서는 약간의 고려가 필요하다. 즉 하수도시행규칙에 따라 제거시설을 의무화하고 있는 지역에서는 미리 예비처리 方法에 대해서 검토하여 두어야 한다.

일반적으로 유독·유해물질은 함유되지 않은 폐수라고 생각해야 할 것이다.

강염소수에 의한 염소소독이 행하여진 廢水에 對해서는 비교적 高濃度의 잔류염소가 存在하므로 이 폐수를 그대로 汚水PIT에 도입해도 좋으나, 나쁘나 또는 하수관에 도입해도 좋은가, 나쁜가를 미리 검토하여야 한다.

잔류염소를 제거하기 위해서는 여러가지 方法이 있을 것이나, 예를 들면 자외선 發生裝置를 사용하여 照射하는 方法은 얇은 水層이 되도록 水路를 設置해야 한다. 또한 약품 처리는 아황산염 또는 지오황산염등을 적정량 투입하는 다른 별도의 수조를 設置하여야 한다. 어쨌든간에 소독이 끝난 貯水槽는 청결유지가 絶對的이므로 사람이 다시 들어가는 것은 물론 다른 장치약품등이 흘러들어가는 汚染이 없도록 엄밀하게 주의해야 한다.