

### 1. 서론

지방상수도 미보급 지역은 1970년대부터 환경보전 보다는 경제개발 논리로 인해 각종 음용수원이 오염되었으며, 종전의 자가수도 사용을 포기하고 설치한 간이급수시설이 현재는 노후화로 재설치가 시급한 실정이다. 이렇듯, 환경오염이 심각히 가속화되어 청정지역이라 일컫는 산간 계곡수의 수질도 안심하고 음용할 수 없는 상황에 처해있다.

모든 국민은 깨끗하고 맑은 물을 절실히 요구하고 있는 반면, 현실은 간이급수시설의 노후화는 물론 간이급수시설 책임자가 대부분 저학력 또는 고령자로 대장균 등 13종의 유해균을 제거하기 위한 화학물질의 염소를 투입시 임의 투입하고 투입시기도 일정하지 못해 그 효용성이 의문시 될 수 밖에 없으며 잔류염소의 농도를 맞추기가 거의 불가능한 실정으로 국민 건강을 위협하고 있다.

이러한 현실을 감안할 때 배수지의 기능은 물을 담아 공급하는 그릇에 불과하므로 기존의 소독시설의 방법을 탈피하여 국민이 양질의 음용수를 믿



## 상수도 소독시설 개선사례

글 김지성 \_ 보은군 상하수도사업소



고 마실 수 있는 여건을 조성하여 국민보건 향상에 기여 하고자 소독시설의 제반 결점을 일거에 해소하기 위해 투입되는 물의 양에 비례하여 정량의 액상 소독약을 투입하는 무동력 자동 약품 투입장치를 개발하여 간이상수도 시설에 설치하게 되었다.

또한 보은군 지방상수도 4개소중 내북·원남정수장 소독약 투입은 정량펌프에 의한 간헐적 투입과 잦은 고장으로 안정적인 약품투입을 위해 교체의 필요성이 대두되었고, 교사·사내정수장은 자동펌프에 의한 액화염소 투입으로 인명피해의 위험성이 항상 도사리고 있어 보은군자체 개발 제품인 ‘무동력 소독약 자동 투입기’를 보은군 지방상수도 시설에 설치하게 되었다.

### 2. 설치배경

현재 사용하고 있는 간이상수도나 소규모 급수시설의 경우 정수수질 검사 결과 부적합한 항목으로 일반세균 및 대장균이 50% 이상을 차지하고 있으며, 이는 소독 약품인 염소의 농도를 지속적으로 0.2ppm으로 유지하기

만 하면 해결할 수 있고, 차아염소산칼슘(Ca(OCl)<sub>2</sub>)의 주입은 초기 분해시와 시간 경과후의 농도차가 크게 나타나고 있으며, 석회분의 잔류물이 남는 문제가 있어, 지속적이고 안정적으로 약품을 투입하기 위해서는 액상의 소독 약품으로 교체의 필요성이 대두되고 있다.

현재 시중에서 판매되고 있는 소독약 투입장치의 경우 반자동과 자동 형식으로 제작된 것이 있으나, 구동측 모터 등을 사용하여 야만하므로 전기가 없으면 가동이 불가능하고, 여름철 낙뢰에 의한 잦은 고장이 우려되는 한편 배수지 대다수의 용량이 20~50m<sup>3</sup>로 차아염소산칼슘을 소독약으로 사용하는 경우 소독약이 녹는 시간보다 짧은 시간 동안에 사용하는 물의 양이 많아 적정하게 균을 제거하지 못하고 있는 실정이다. 이와 같은 제반 결점을 일거에 해소하기 위해 투입되는 물의 양에 비례하여 정량의 액상 소독약을 투입하는 소규모정수장 간이급수시설에 무동력 소독약 자동 투입장치를 개발 및 설치하게 되었다.

### 3. 보은군 상수도시설 정의 및 설치현황

#### (1) 총괄

표 1) 참조

구분	계	유형별이용수원									
		복류수	지하수 +소류지	지하수 +복류수	자연유하식	양수식	지하수	계곡수	용천수	지하수 +계곡수	지하수 +용천수
총괄	181	1	1	1	70	107	83	59	11	22	3
간이상수도	47	-	-	-	8	39	29	6	2	10	-
소규모시설	130	-	-	-	62	68	53	53	9	12	3
지방상수도	4	1	1	1	-	-	1	-	-	-	-

표 1) 상수도시설 유형별 이용수원

구분	계	유형별이용수원							
		자연유하식	양수식	지하수	계곡수	용천수	지하수+계곡수	지하수+용천수	
간이상수도	47	8	39	29	6	2	10	-	

표 2) 간이상수도 유형별 이용수원

구분	계	유형별이용수원							
		자연유하식	양수식	지하수	계곡수	용천수	지하수+계곡수	지하수+용천수	
소규모시설	130	62	68	53	53	9	12	3	

표 3) 소규모급수시설 유형별 이용수원

#### (2) 간이상수도

‘간이상수도란’ 란 수도법 제3조제9항에 의거 지방자치단체가 대통령이 정하는 간이 수도시설에 의하여 급수인구 100인 이상 2,500인 이내에게 정수를 공급하는 일반수도로서 1일 공급량이 20m<sup>3</sup> 이상 500m<sup>3</sup> 미만인 수도 또는 비슷한 규모의 수도로서 시장·군수가 지정하는 수도이다(표 2) 참조).

#### (3) 소규모급수시설

‘소규모급수시설’ 이라함은 수도법 제3조13의2항에 의거 주민이 공동으로 설치, 관리하는 급수인구 100인 미만 또는 1일 공급량 20m<sup>3</sup> 미만인 급수시설 중 시장·군수가 지정하는 급수시설을 말한다(표 3) 참조).

#### (4) 지방상수도

‘지방상수도시설’ 이라함은 수도법 제3조8항에 의거 지방자치단체가 관할지역주민 인근지방자치단체 또는 그 주민에게 원수 또는 정수를 공급하는 일반수도로서 광역상수도 및 간이상수도 외의 급수시설이다(표 4) 참조).

구분	계	유형별이용수원			
		교사정수장(6,000톤/일) 복류수	사내정수장(3,000톤/일) 지하수+소류지	원남정수장(600톤/일) 지하수+복류수	내북정수장(1,500톤/일) 지하수
지방상수도	4	1	1	1	1

표 4) 지방상수도 유형별 이용수원

### 4. 운영상 문제점

#### (1) 사용량에 비례하여 소독약을 투입하는 소독기의 부재

일정 시간 단위로 일정량의 소독약을 투입하는 방식으로 소독약을 사용하는 물량에 맞추어 투입할 수 있는 것이 없다보니 물량을 많이 사용할 경우는 소독 효율이 떨어지고, 적게 사용할 경우는 과다 투입으로 인한 역한 냄새 발생 등 잔류염소량을 제어하지 못해 주민들로부터 사용에 대한 민원으로 설치를 권장하고 있지 못하다.

#### (2) 소독약품 투입 기피

염소를 고상으로 제작한 차아염소산칼슘을 마을 이장에게 지급 마을 이장이 투입하고 있으나, 대다수의 배수지가 자연 유하식으로 공급될 수 있도록 산중턱 등의 고지대에 설치되어 있어 매일 투입하러 가야하는 불편함에 소독약 투입에 적극성을 띠지 못하고 있다.

#### (3) 소독 약품 정량 투입 곤란

잔류염소 측정기를 마을마다 이장에게 공급할 수 없는 실정으로 이장의 경험에 따라 소독약품을 투입함에 따라 과다 및 과소 투입되고 있다. 또한 석회분의 잔류물이 남는 문제가 있어 정기적인 청소를 해주어야 한다.

#### (4) 소독 약품 농도 조정의 어려움

간이급수시설의 취수형태는 양수식과 자연 유하식이 대부분으로 배수탱크에 물을 담으면서 공급하는데 대다수의 배수지 용량이 20~50m<sup>3</sup>으로 소독약이 녹는 시간 보다 빨리 많은 양의 물을 사용하여 적절한 농도(0.2ppm) 조정이 곤란하다. 그러나 소화기 계통의 전염병이 유행할 경우는 0.4ppm 이상 유지되도록 강화하여야 한다.

### 5. 개선내용(지방상수도)

#### (1) 내북 · 원남정수장

내북 · 원남정수장은 정량펌프에 의한 간헐적 투입에서 무동력 소독약 자동투입기로 설치되었다.

#### (2) 교사 · 사재정수장

교사 · 사내정수장은 액화염소 투입에서 무동력소독약 자동투입기로 설치되었다.

#### (3) 무동력소독약자동투입기 장점

- ① 배수지로 투입되는 물의 양을 측정하여, 물량에 비례한 액상의 차아염소산나트륨을 투입시켜 자동농도조절로 소독할 수 있는 장치이다.
- ② 액화염소에 비해 위험성이 적다.
- ③ 별도의 구동모터 등을 사용하지 않아 전기 없이도 사용할 수 있다.

#### (4) 무동력 자동약품투입기의 비교

표 5) 참조

#### (5) 작동 원리

무동력 소독약 자동 투입기는 소독약의 형태가 고상(固狀)의 차아염소산 칼슘(Ca(OCl)<sub>2</sub>)을 사용하는 것이 아닌 액상(液狀) 차아염소산나트륨(NaOCl)을 사용하고, 별도의 구동 모터 등을 사용하지 않아 전기 없이도 사용할 수 있는 시스템이다.

무동력 소독약 자동 투입기는 사용하거나 사용된 물의 양을 검침하는 유량계처럼 배수지로 투입되는 물의 양을 검침하여 투입되는 물량에 비례하여 액상의 차아염소산 나트륨을 투입시켜 일정한 농도(0.2~0.4ppm)로 물을 소독할 수 있는 장치로 무동력 회전 발생부, 감속기, 정 용량 소독약 투입 펌프, 소독액 통 등으로 구성되었다.

무동력 회전 발생부는 원통형으로 유량계처럼 투입되는 물량을 외부로 도식하는 검침계는 없지만 투입되는 물량에 비례하여 무동력 회전 발생부 내 측에 설치되어 있는 검침용 BLADE를 회전시키게 된다. 이때 발생하는 회전을 동력으로 사용하기 위하여 일정 비율의 감속기를 사용하여 무동력 회전 발생부에서 발

구분	우리군제품	Ca(ocl) <sub>2</sub> 고체 사용(Ca(ocl) <sub>2</sub> +물) 소독약 사용	
투입형태	액체	고체	희석용 액체
동력	무전원	전원	무전원
작동원리	수압차에 의한 연동식 튜브 펌프 작동	타이머	- 배수지의 수압 및 수위 변동에 따라 약품 투입 - 수압과 농도차 확산 원리도 유량 비례형
농도조절방법	유량 조절 밸브 장착 (계절별로 농도 조절 가능)	타이머로 농도 조정	소독약품을 물에 희석하여 농도차로 조정
약품교체주기 (0.2ppm 기준)	5~6개월	1~2개월	1~3개월
유지관리	편리하고 경제적임	번거롭고 비경제적임(석회분 생성)	번거롭고 비경제적임(석회분 생성)
수질위험도	안정	불안정(물 유입차가 많을시 곤란)	불안정(물 유입차가 많을시 곤란)
문제점		- 석회분 배수지에 잔류 - 여름철 낙뢰에 노출 - 수분에 의한 고체 약품의 유지·관리 곤란 - 유량 변동의 차가 클 때 농도 조정 지남	- 석회분 배수지에 잔류 - 유량 변동이 심할 때 농도차가 심함 - 고체약품의 유지 관리에 어려움이 있음(수분함유)

표 5) 무동력 자동약품투입기의 비교

생되는 회전을 일정 비율로 감소하여 회전력을 키우게 된다. 이 때 무동력 회전 발생기와 감속기는 축으로 연결된다. 이렇게 무동력 회전 발생기에서 발생되어 증대해진 회전력을 이용하여 정용량 소독액 자동 투입 펌프를 구동하게 된다. 정용량 소독액 배출구에는 별도로 조정자를 설치하여 계절별로 소독액 투입량을 제어할 수 있도록 하여 급수되는 물의 소독약 농도를 특이한 상황이 발생되지 않는 한 0.2ppm으로 제어할 수 있도록 한다.

### (6) 주요 구성도

회전감속기, 농도조정기, 소독약보관통, 연동식튜브펌프

### (7) 기술적 특징

- ① 본제품은 배수지에 공급되는 물량에 정비례하여 소독약을 투입하므로 잔류염소농도를 계절별로 제어 가능하다.
- ② 본제품은 전기를 사용하지 않아 설치 장소에 제한이 없다.
- ③ 전기를 사용하는 부분이 없어 수명이 반영구적이다.
- ④ 액상의 소독액을 사용하여 석회분 등의 잔류물이 없어 배수지가 늘 청결하다.
- ⑤ 별도의 제어장치 없이도 정확한 소독약을 투입할 수 있다.
- ⑥ 제품의 설치가 간단하다.
- ⑦ 약품의 교체 주기가 길다.
- ⑧ 개소 별로 유지 관리에도 인력이 필요 없고 한번의 농도 조절로 비전문가(마을이장 등)도 운영 가능하다.

⑨ 빠른 시간에 물에 희석되어 멸균효과가 뛰어나다.

⑩ 양수식과 자연유하식을 겸용으로 쓰는 간이 급수 시설에도 사용이 가능하다.

### (8) 보은군 지방상수도 사업내용

- ① 설치 수량 : 4개소
- ② 총소요사업비 : 47,000(천원)

구분	계(천원)	직접(약품구입)	간접(인건비)	비 고
계	5,111,748	239,626	4,872,122	
우리군	43,042	1,760	41,282	
전 국	5,068,706	237,866	4,830,840	

표 6) 예산절감 내역

### (9) 예산절감(간이급수시설)

#### ▶ 산출근거

- ① 약품 교체 구입비 절감
    - a) 차아염소산칼슘 구매비용
      - 간이 상수도(20~50m<sup>3</sup>) 연간 사용량 : 1,360kg
      - kg 당 구매비용 : 2,119원/kg
- 따라서, 총구매비용은  
1,360kg × 2,119원/kg = 2,881,840원/년 ≒ 2,892,000원/년

b) 차아염소산나트륨 구매비용

- 간이 상수도(20~50m) 1개소당 연간 사용량 : 1,360kg
- kg당 구매비용 : 833원/kg
- 따라서, 총구매비용은
- $1,360\text{kg} \times 833\text{원/kg} = 1,132,880\text{원/년} \approx 1,132,000\text{원}$
- 우리군 1년간 절감예상액 a) - b) = 1,760,000원/년
- 전국 총절감예상액  $9,943\text{원} \times 23,925\text{개소} = 237,866\text{천원/년}$

② 인건비 절감

대다수의 배수지가 자연유하식으로 공급될 수 있도록 산중턱등 고지대에 있어 약품투입기가 미설치 된 곳은 마을리장(관리자)이 직접 걸어서 약품을 투입하므로 평균거리를 대략 500m로 볼 때

- 1시간 걷는 거리 : 4 km/1일 걷는 거리 : 32km
- $\text{km} = 40,922 / 32\text{km} = 1,278\text{원}$
- 하루  $21,000 \times (1,278 \times 0.5\text{시간}) = 13,419,000\text{원}$ , 한달  $13,419,000 \times 30 = 402,570\text{천원}$
- 우리군 1년 절감 예상액  $402,570\text{천원} \times 12 = 4,830,840\text{천원}$
- 전국 총절감 예상액  $402,570 \times 12 = 4,830,840\text{천원}$ (약 48억 3천만 원)

▶ 간접효과

- ① 고체 약품(Ca(OCl)<sub>2</sub>)의 유지관리 소홀(수분함유)로 인한 약품의 낭비를 줄일 수 있다.
- ② 대다수의 배수지가 자연 유하식으로 공급될 수 있도록 산중턱등 고지대에 있어 약품 투입기가 미설치된 곳은 마을리장(관리자)이 직접 걸어서 약품을 투입하는 인건비 절감을 할 수 있다.
- ③ 클로르칼키를 사용하므로 배수지 안에 석회분의 잔류물이 쌓이므로 주기적으로 청소를 했으나, 액상의 소독액을 사용하면 청결하게 유지 가능하므로 유지 관리비가 필요 없다.

▶ 부수적 효과

- ① 국민들이 믿고 마실 수 있는 정수공급에 기여
- ② 차아염소산나트륨(액상) 사용으로 석회분 침식방지(배수지 항상 청결유지)
- ③ 약품교체와 직접투입등에 따른 인건비 절감
- ④ 클로르칼키(고체)를 차아염소산나트륨(액상)으로 교체사용으로 약품구입비 절감
- ⑤ 염소농도 상태 항상 확인가능으로 행정신뢰 구축

(단위 : 인, 개)

시·도	이용인구			개소			전용상수도	비고
	소계	간이상수도	소규모급수시설	소계	간이상수도	소규모급수시설		
총계	2,815,745	2,076,540	739,205	23,925	10,976	12,949	750	
부산광역시	32,116	28,856	3,260	157	107	50	-	
대구광역시	16,517	12,107	4,410	147	73	74	-	
인천광역시	33,940	23,939	10,001	279	120	159	1	
광주광역시	13,623	11,305	2,318	98	57	41	9	
대전광역시	6,347	3,070	3,277	85	16	69	-	
울산광역시	63,789	56,184	7,605	366	250	116	1	
경기도	314,939	256,413	58,526	1,858	1,147	711	187	
강원도	17,348	85,628	51,720	1,394	466	928	62	
충청북도	181,567	107,981	73,586	2,213	726	1,487	35	
충청남도	208,022	141,800	66,222	1,837	672	1,165	177	
전라북도	206,492	134,393	72,099	2,154	929	1,225	28	
전라남도	418,587	321,389	97,198	3,254	1,821	1,424	3	
경상북도	545,870	390,106	155,764	4,945	2,028	2,917	53	
경상남도	636,588	503,369	133,219	5,089	2,506	2,583	8	
제주도				58	58		186	

표 7) 급수시설현황

- ⑥ 한번의 농도조절로 비전문가(마을이장)도 운영가능
- ⑦ 염소약품통(공병) 재활용으로 폐기물 발생 방지
- ⑧ 전기장치 없이 작동하므로 거의 고장 없이 반영구적으로 사용가능
- ⑨ 간이 급수시설의 정수공급으로 개인우물의 무분별한 지하굴착 방지
- ⑩ 배수지에 공급되는 물량에 정비례하여 소독약을 투입하므로 잔류염소 농도를 자동으로 제어 가능하기 때문에 운영상 편리
- ⑪ 별도의 제어장치 없이도 정확한 소독약 투입 가능
- ⑫ 액화염소 누출로 인한 인명사고의 위험성이 없어 안전

**(10) 지적재산 수익성분석**

**① 급수시설현황**

표 7) 참조

**② 소독기 설치현황**

우리군은 현재 180개소 중 내속리면 상판리 간이상수도만 유일하게 클로로칼키(고체염소) 투입기 1대만 설치되었는데 이는 획기적인 장비가 없어 설치를 못하고 있었으며, 전국의 설치된 실태를 보면 이런 이유로 최근 2~3년사이 약 2천여 대 가량 설치되어 있다.

**③ 소독기 미설치 현황**

- 23,925대 - 2,000대 = 21,925대  
 - 21,925대 중 조사가 안 된 것이 있는 것으로 가정하여 볼 때 약 21,000대

**④ 지적재산 경제효과**

지적재산권에 따른 권리금 5%정도이고, 대당 가격 300만원 × 5% = 150천원이다. 전국의 미설치된 21,000대 중 우리군의 시장성을 3분의 1로 보면 최소 7,000×15만원 = 1,050,000천원으로 수익성 약10억 정도 보장된다.

**6. 결론**

이러한 소독시설 개선을 통해 보은군은 주민들에게 안정적인 수돗물을 공급하고 있으며, 소규모 정수장내에 기존 소독시설의 방법을 탈피하고, 지속적이고 안정적인 약품투입을 위해 자체 고안된 무동력소독약 자동투입기를 설치하여 군민이 양질의 음용수를 믿고 마실 수 있는 여건을 조성하고 군민 보건향상에 기여하고 있다.

앞으로도 보은군은 끊임없는 시설개선을 통해 군민에게 깨끗하고 안정적인 수돗물을 공급할 수 있도록 최선의 노력을 다 할 것이다. ☺

**상수도 해외연수프로그램 모집안내**

우리나라 상수도 종사자들의 기술발전과 능력향상을 위한 노력의 일환으로 2003년부터 일본수도협회의 협조를 얻어 한신수도기업단, 오사카시수도국, 오사카부수도부와 함께 실시하는 상수도 해외연수프로그램은 상수도종사자들에게 필요한 수도에 관한 종합적인 이론과 실무교육으로 짜여져 있으며, 관리자·실무자반으로 하반기 각 1회 실시될 예정이오니, 관심 있는 회원여러분들의 참여를 부탁드립니다.

	관리자반	실무자반	비고
연수대상	· 지방자치단체 5급 이상 종사자 · 한국수자원공사, 환경관리공단 부(팀)장급 이상	· 지방자치단체 6급 이하 종사자 · 한국수자원공사, 환경관리공단 대리 이하	*협조기관 : 오사카부수도부, 오사카시수도국, 한신수도기업단
연수위탁기관	일본수도협회	일본수도협회	
기간	2004년 11월 8일 ~ 11월 18일	2004년 12월 6일 ~ 12월 16일	
장 소	오사카부, 오사카시 등	오사카부, 오사카시 등	
모집기한(예정)	2004년 9월 13일 ~ 10월 8일	2004년 9월 13일 ~ 10월 8일	

☎ 문의처 : 하수도팀 위미경 (Tel : 02-384-8151~4)  
 ※ 일정 등 기타 자세한 사항은 협회 홈페이지 및 공문 등을 통해 공지예정

교육  
훈련

정보

행사

시험

[www.kwwa.or.kr](http://www.kwwa.or.kr)

물은 생명 그리고 미래입니다