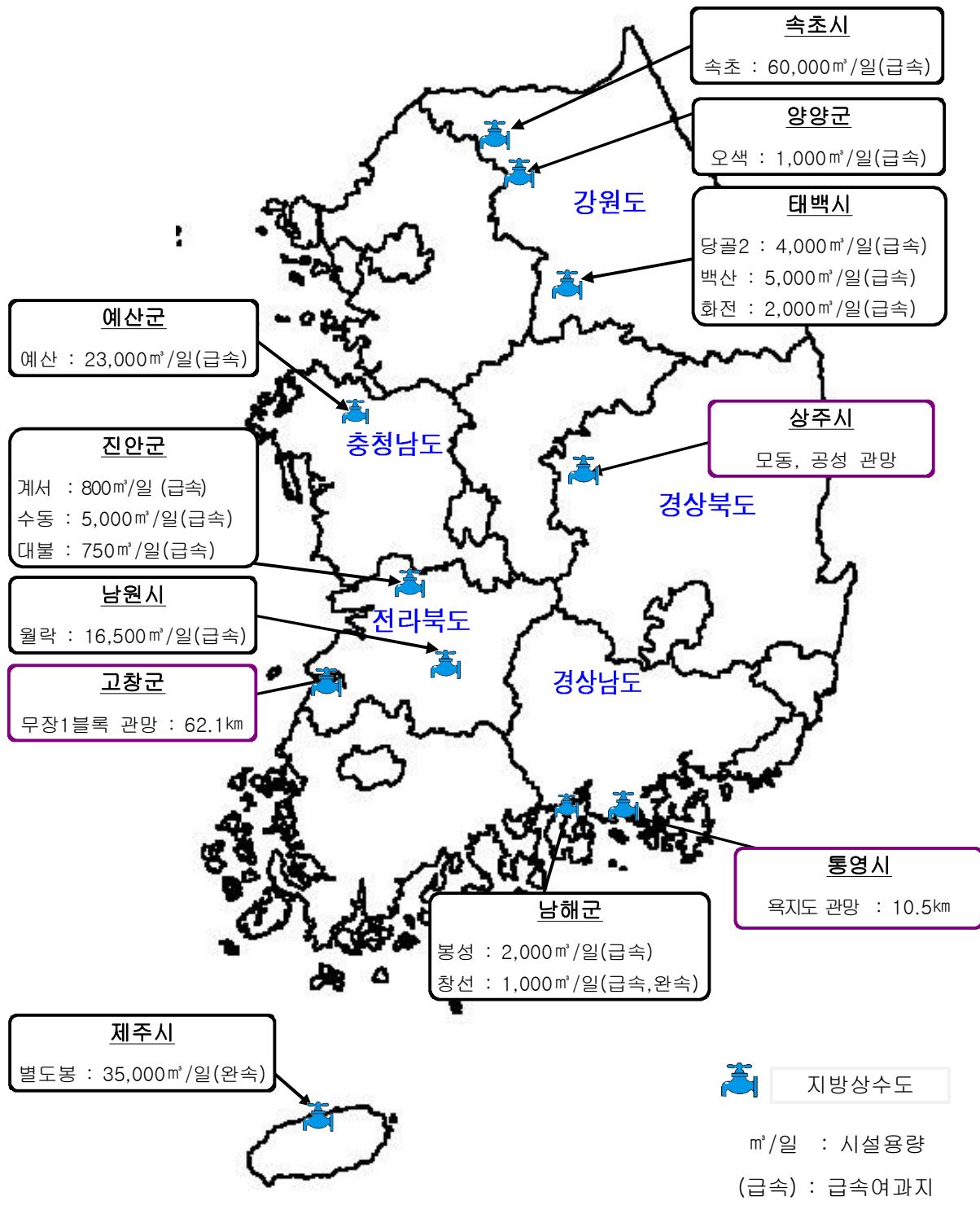


# 수도시설 기술지원백서

2009



[ 일반기술지원 현황도 ]  
(지방상수도 13개소, 상수도 관망 3개소)





# 목 차

## I. 상수도시설 기술지원 업무개요

1. 개 요 .....	3
2. 기술지원 현황 .....	8
3. 연도별 기술지원 실적 .....	10

## II. 상수도시설 기술지원 실태분석

1. 시설규모 및 지역별 분류 .....	13
2. 수원별 분류 .....	14
3. 시설종류별 분류 .....	16
4. 개선사항 분류 .....	17

## III. 지방 상수도시설 기술지원

1. 속초시 속초정수장( $60,000\text{m}^3/\text{일}$ ) .....	23
2. 양양군 오색정수장( $1,000\text{m}^3/\text{일}$ ) .....	29
3. 태백시 당골2정수장( $4,000\text{m}^3/\text{일}$ ) .....	36
4. 태백시 백산정수장( $5,000\text{m}^3/\text{일}$ ) .....	42

5. 태백시 화전정수장(2,000m <sup>3</sup> /일) .....	48
6. 남해군 봉성정수장(2,000m <sup>3</sup> /일) .....	56
7. 남해군 창선정수장(1,000m <sup>3</sup> /일) .....	62
8. 남원시 월락정수장(16,500m <sup>3</sup> /일) .....	69
9. 진안군 계서정수장(800m <sup>3</sup> /일) .....	77
10. 진안군 대불정수장(750m <sup>3</sup> /일) .....	83
11. 진안군 수동정수장(5,000m <sup>3</sup> /일) .....	89
12. 예산군 예산정수장(23,000m <sup>3</sup> /일) .....	99
13. 제주시 별도봉정수장(35,000m <sup>3</sup> /일) .....	131

#### IV. 상수도 관망 기술지원

14. 고창군 무장 1블록 .....	140
15. 상주시 모동, 공성 .....	153
16. 통영시 육지도 .....	158

#### V. 마을 및 군부대 상수도시설 기술지원

17. 진해시 단풍골정수장(2,000m <sup>3</sup> /일) .....	167
18. 진해시 앞산정수장(20,000m <sup>3</sup> /일) .....	171
19. 진해시 웅동정수장 (8,000m <sup>3</sup> /일) .....	185
20. 국군정보사 229대대 (100m <sup>3</sup> /일) .....	191
21. 국군정보사 9965부대 A (100m <sup>3</sup> /일) .....	194
22. 국군정보사 9965부대 B (100m <sup>3</sup> /일) .....	194

23. 국군정보사 901본부대 (70m <sup>3</sup> /일) .....	200
24. 상주시 양정 1 마을상수도(110m <sup>3</sup> /일) .....	201
25. 상주시 율현 마을상수도(150m <sup>3</sup> /일) .....	204
26. 양양군 하월천리 마을상수도(100m <sup>3</sup> /일) .....	207
27. 연기군 봉기1리 마을상수도(30m <sup>3</sup> /일) .....	211
28. 연기군 와촌1리 마을상수도(30m <sup>3</sup> /일) .....	217

□ 참고자료 : 2009년 지방상수도 기술지원에 관한  
고객만족도 조사결과 보고서



# I . 상수도시설 기술지원 업무개요



## I. 상수도시설 기술지원 업무개요

### 1. 개요

#### 가. 목적

기술지원은 정부의 『맑은 물 공급 종합대책('89. 9)』 추진 및 『수돗물 수질관리강화 종합대책('01. 5)』과 관련하여 1990년도부터 실시하고 있으며, 원수수질여건에 비해 정수처리시설이 열악하고 전문인력 부족으로 정수처리에 어려움을 겪고 있는 지방의 상수도 시설을 대상으로 시설 및 운영관리 개선을 위한 기술지원과 시설운영자들에게 운영관리상의 실무능력을 향상시키기 위한 기술교육을 실시하여 관리능력 및 기술수준을 향상시킴으로써, 국민에게 맑고 깨끗한 물을 생산·공급하도록 하는데 있음.

#### 나. 기술지원 방향

정부의 『맑은 물 공급 종합 대책』 추진과 관련하여 전문 기술인력 부족 및 시설 노후 등으로 시설운영 및 수질관리에 어려움을 겪고 있는 지방 중·소규모 상수도 시설 중 2009년 기술지원을 요청한 상수도시설을 순회하면서 현지여건에 적합한 실제적인 기술지도와 현장교육을 실시하고, 시설별 문제점에 대한 개선방안을 제시



지방상수도 시설운영의 효율화 및 상수도 운영관리 능력 향상 등을 통한 시설개선  
도모



국민에게 깨끗하고 안전한 수돗물 공급

## 다. 기술지원 개요

### 1) 기술지원 대상시설

#### 가) 일반기술지원

- 지방자치단체에서 정수처리에 어려움이 있어 환경부에 기술지원을 요청한 시설.
- 수질검사 결과 “먹는물수질기준”을 초과하여 기술지원이 필요한 시설.
- “수도법 제2조”의 규정에 의해 유역·지방환경청장이 실시한 지방상수도 시설 점검결과 운영관리 개선 등 기술지원이 필요하다고 인정하는 시설.

#### 나 ) 특별기술지원

- 당초 계획된 시설과는 별도로 환경부장관이 특별히 기술지원이 필요하다고 지정한 시설 및 재해·수해 발생지역의 상수도 시설.

### 2) 기술지원 내용

#### 가) 일반기술지원

- 대상시설의 실태조사와 공정별·시설별 기능진단 및 개선방안 제시
  - ▷ 시설 및 운영관리 현황조사
  - ▷ 공정별·시설별 기능진단 및 기능저하 요인분석
  - ▷ 공정별·시설별 상호연계 기능 검토
  - ▷ 공정별·시설별 진단 결과에 따른 개선방안 제시
  - ▷ 상수도 종사자에 대한 운영관리 현장실무 교육

#### 나) 특별기술지원

- 특정 지원 요청사항에 대한 원인 분석 및 대책 제시  
(현장방문, 공문, 전화, 인터넷 등)

## I. 상수도시설 기술지원 업무개요

### 라. 기술지원 운영 현황

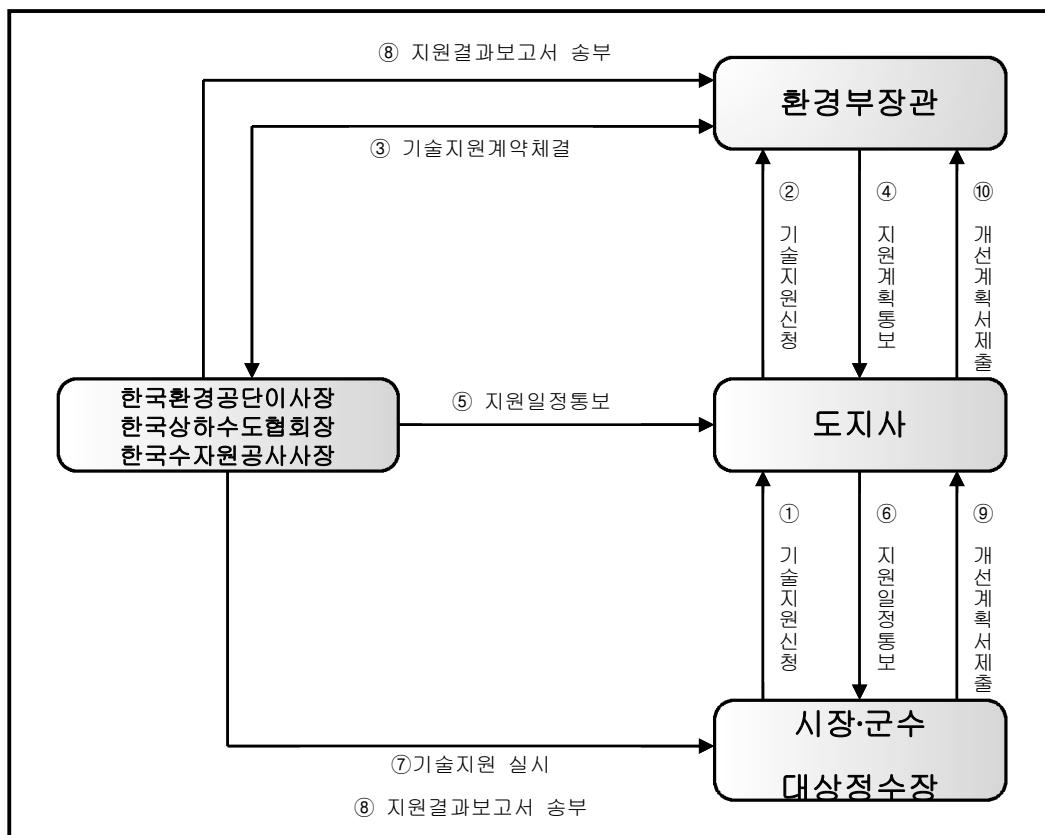
#### 1) 기술지원장비 및 기간

- 현장기술지원 업무의 효율적인 수행을 위하여 진단장비 활용
- 시설별 현장기술지원 기간은 시설여건에 따라 일주일 정도 실시

#### 2) 기술지원 비용

- 지자체의 부담을 해소하기 위하여 기술진단에 요구되는 최소비용 산정 후, 국고 50%, 한국환경공단, 한국상하수도협회 및 한국수자원공사에서 50% 출자하여 기술지원 실시

#### 3) 기술지원 수행절차



## 4) 기관별 기술지원시설

### 가) 한국환경공단(14개소)

#### ○ 지방상수도시설(10개소)

지자체명	시군명	시설명	시설용량 (m <sup>3</sup> /일)	비 고
강원도	양양군	오색	1,000	
		당골 2	4,000	
		백산	5,000	
	태백시	화전	2,000	
경상남도	남해군	봉성	2,000	
		창선	1,000	
전라북도	진안군	계서	800	
		수동	5,000	
		대불	750	
제주특별자치도	제주시	별도봉	35,000	

#### ○ 군부대상수도시설(3개소)

지자체명	시군명	시설명	시설용량 (m <sup>3</sup> /일)	비 고
경상남도	진해시	앞산	20,000	
		웅동	8,000	
		단풍골	2,000	

#### ○ 상수도관망시설(1개소)

지자체명	시군명	시설명	배수관로 (km)	비 고
전라북도	고창군	무장 1블록	62.1	

## I. 상수도시설 기술지원 업무개요

### 나) 한국상하수도협회(8개소)

#### ○ 지방상수도시설(1개소)

지자체명	시군명	시설명	시설용량 (m <sup>3</sup> /일)	비 고
전라북도	남원시	월락	16,500	

#### ○ 마을상수도시설(2개소)

지자체명	시군명	시설명	시설용량 (m <sup>3</sup> /일)	비 고
경상북도	상주시	양정 1	110	
		율현	150	

#### ○ 군부대상수도시설(4개소)

지자체명	시군명	시설명	시설용량 (m <sup>3</sup> /일)	비 고
강원도	고성군	국군정보사 229대대	100	
		국군정보사 9965부대 A	100	
		국군정보사 9965부대 B	100	
충청남도	태안군	국군정보사 901본부대	70	

#### ○ 상수도관망시설(1개소)

지자체명	시군명	시설명	용수사용량 (m <sup>3</sup> /일)	비 고
경상북도	상주시	모동, 공성 소블록	모동 : 496, 공성 : 787	

### 다) 한국수자원공사(6개소)

#### ○ 지방상수도시설(2개소)

지자체명	시군명	시설명	시설용량 (m <sup>3</sup> /일)	비 고
강원도	속초시	속초	60,000	
충청남도	예산군	예산	23,000	

○ 마을상수도시설(3개소)

지자체명	시군명	시설명	시설용량 (m <sup>3</sup> /일)	비 고
강원도	양양군	하월천리	100	
충청남도	연기군	와촌 1리	30	
		봉기 1리	30	

○ 상수도관망시설(1개소)

지자체명	시군명	시설명	도수관 및 배수관 (km)	비 고
경상남도	통영시	옥지도상수도관망	10.5	정수장시설용량 : 800m <sup>3</sup> /d

## 5) 기술지원 보고서

- 기술지원을 실시한 당해 지자체 상수도 시설에 대하여 시설현황, 공정별 운영관리 및 기술지원 사항, 종합의견 등이 수록된 기술지원 보고서를 작성·배포하여 지방상수도 시설 운영개선과 중·장기 투자계획 수립 시 활용
- 환경부, 유역·지방환경청 및 기술지원 해당 시·군에 기술지원 결과보고서 작성·송부 및 기술지원 백서 발간·배포

## 2. 기술지원 현황

### 가. 일반기술지원 실적

구분	경기	강원	충북	충남	경북	경남	전북	전남	제주	합계
계 획	0	9	0	4	3	6	5	0	1	28
실 적	0	9	0	4	3	6	5	0	1	28

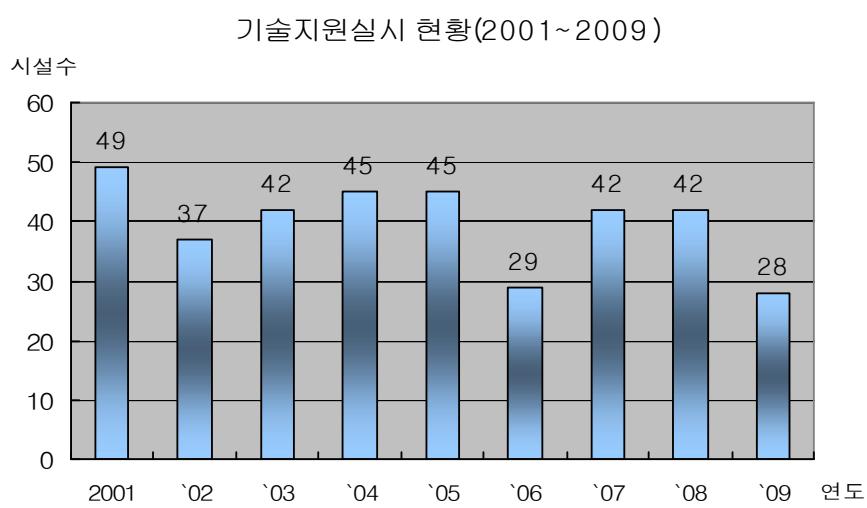
## I. 상수도시설 기술지원 업무개요

### 나. 지역별 일반기술지원 현황(28개소)

구 분	시설수	시 군	시설명	시설용량 (m <sup>3</sup> /일)	정수형식	비 고
강원도	6개소	양양군	오색	1,000	급속여과	공단
			하월천리	100	소독	수공
		태백시	당골 2	4,000	급속여과	공단
			백산	5,000	급속여과	공단
			화전	2,000	급속여과	공단
		속초시	속초	60,000	급속여과	수공
경상남도	3개소	남해군	봉성	2,000	급속여과	공단
			창선	1,000	완속, 급속여과	공단
		통영시	욕지도 관망	10.5km	-	수공
경상북도	3개소	상주시	양정 1	110	소독	협회
			율현	150	소독	협회
			모동, 공성 관망	496, 787	-	협회
전라북도	5개소	진안군	계서	800	급속여과	공단
			수동	5,000	급속여과	공단
			대불	750	급속여과	공단
		고창군	무장 1블록 관망	62.1km	-	공단
		남원시	월락	16,500	급속여과	협회
충청남도	3개소	예산군	예산	23,000	급속여과	수공
		연기군	와촌 1리	30	역삼투압막여과	수공
			봉기 1리	30	소독	수공
제주특별	1개소	제주시	별도봉	35,000	완속여과	공단
군부대	7개소	진해시	앞산	20,000	급속여과, 고도처리	공단
			웅동	8,000	급속, 완속여과	공단
			단풍골	2,000	소독	공단
		고성군	국군정보사229대대	100	소독	협회
			국군정보사9965부대A	100	소독	협회
			국군정보사9965부대B	100	소독	협회
		태안군	국군정보사901본부대	70	상수도	협회
합계	28개소					

### 3. 연도별 기술지원 실적

연도	경기	충남	충북	전북	전남	강원	경북	경남	제주	인천	기타	계
1990	7	9	7	7	6	7	8	6	2	—	—	59
1991	13	14	13	13	17	12	14	12	2	—	—	110
1992	11	12	15	13	15	13	14	12	—	—	—	105
1993	11	4	10	11	19	19	12	18	—	—	—	104
1994	18	5	5	7	18	23	23	27	—	—	—	126
1995	12	9	9	9	14	22	28	14	4	—	—	121
1996	6	11	6	6	20	16	11	15	6	—	—	97
1997	9	7	9	5	14	9	17	9	1	—	—	80
1998	—	7	4	5	12	5	1	4	1	—	—	39
1999	—	1	—	—	3	—	1	—	—	—	—	5
2000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0
2001	6	5	2	6	11	6	7	5	1	—	—	49
2002	6	1	—	1	10	5	7	5	2	—	—	37
2003	6	1	2	4	13	7	4	4	1	—	—	42
2004	2	5	1	2	13	1	3	16	2	—	—	45
2005	3	3	3	6	6	10	9	1	—	1	3	45
2006	8	2	2	—	7	3	—	5	2	—	—	29
2007	2	2	5	4	5	10	6	8	—	—	—	42
2008	4	3	2	2	5	5	15	2	—	4	—	42
2009	—	4	—	5	—	9	3	6	1	—	—	28
계	124	105	95	106	208	182	183	169	25	5	3	1,205



## II. 상수도시설 기술지원 실태분석



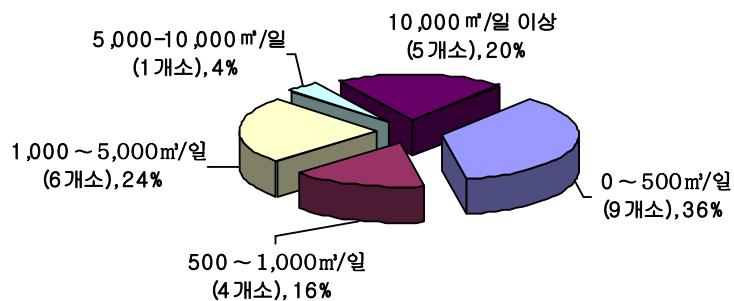
## II. 상수도시설 기술지원 실태분석

### 1. 시설규모 및 지역별 분류

#### 가. 시설 규모별 현황

2009년도 상수도시설 기술지원은 환경부 기술지원 계획에 의해 총28개 상수도시설(군부대 포함)에 대하여 실시하였으며 대상 시설 중 관망지원을 제외한 25개의 정수장 시설들의 규모별 현황은  $500\text{m}^3/\text{일}$  이하의 소규모시설은 9개소(36%)이며,  $500\sim 1,000\text{m}^3/\text{일}$  이하 시설은 4개소(16%),  $1,000\sim 5,000\text{m}^3/\text{일}$  이하 시설은 6개소(24.0%),  $5,000\sim 10,000\text{m}^3/\text{일}$  이하 규모의 시설은 1개소(4%),  $10,000\text{m}^3/\text{일}$ 이상의 정수시설은 5개소(20%)로 나타나 대부분 중소 규모의 정수시설에 대하여 기술지원이 수행되었다

정수장 규모별 현황

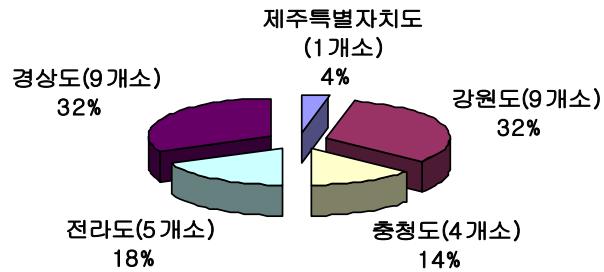


#### 나. 지역 분포별 현황

전국 기술지원현황을 지역별로 보면 총28개 상수도 시설(군부대 포함)중 경상도와 강원도가 각각 9개소(32%)로 가장 많은 것으로 나타났으며 전라도가 5개소(18%), 충청도가 4개소(14%), 제주특별자치도가 1개소(4%)의 순으로 나타났다. 전체 시설 중 강원도와 경상도 지역의 비중이 높은 것은 상대적으로 군부대가 많고 열악한 상태의 소규모 정수장이 많은 지리적 여건이 주요한 요인이며,

수도권 정수장은 대부분 대규모 시설로서 전문기술진단을 실시하여 관리되고 있는 것으로 판단된다.

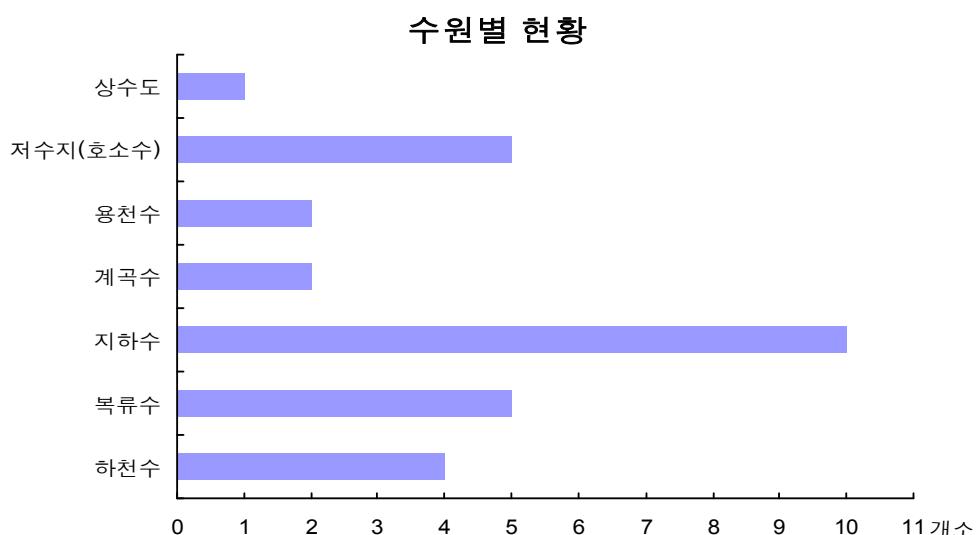
지역별 기술지원 현황



## 2. 수원별 분류

### 가. 취수원 현황

기술지원 대상시설의 수원별 분포를 살펴보면 지하수(10개) 및 복류수(5개)가 50%이상으로 사용되고 있는 것으로 나타났으며 하천수나 계곡수의 수량부족과 수질변화에 따른 문제로 심정을 개발하는 등 4곳의 정수장에서 두 가지 이상 복수의 수원을 사용하는 것으로 나타났다.



## II. 상수도시설 기술지원 실태분석

### 나. 수원별 시설용량 현황

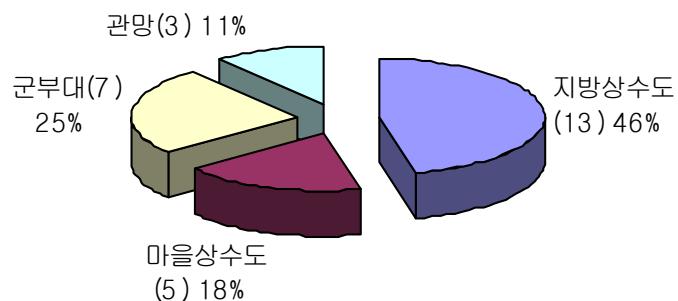
취수원 분포를 시설용량으로 구분하여 취수원별 취수량 분포를 살펴보면 상수도 관망지원(3개소)을 제외한 총 25개 기술지원 시설 중 비교적 규모가 큰 상수도시설에서 하천수와 복류수가 차지하는 취수비율이 가장 높았으며, 10개소에서 사용되고 있는 지하수는 대부분 소규모시설에서 사용하고 있으므로 상대적으로 취수 비율이 낮게 나타났다. 4곳의 상수도 시설에서는 수량부족 등의 문제로 인하여 2곳의 수원을 함께 사용하고 있다.

시설명	시설용량 (m <sup>3</sup> /일)	취수원 현황						
		하천수 (표류수)	복류수	지하수	계곡수	용천수	저수지 (호소수)	상수도
오색	1,000	○	○					
하월천리	100			○				
당골 2	4,000				○			
백산	5,000		○	○				
화전	2,000					○		
속초	60,000		○					
봉선	2,000				○		○	
창선	1,000						○	
양정 1	110			○				
율현	150			○				
계서	800		○					
수동	5,000		○					
대불	750						○	
월락	16,500	○						
예산	23,000	○						
와촌 1리	30			○				
봉기 1리	30			○				
별도봉	35,000					○		
앞산	20,000	○					○	
웅동	8,000						○	
단풍골	2,000			○				
국군정보사229대대	100			○				
국군정보사9965부대A	100			○				
국군정보사9965부대B	100			○				
국군정보사901본부대	70							○
합계		4	5	10	2	2	5	1

### 3. 시설종류별 분류

시설종류별로는 지방, 마을 및 군부대 상수도시설, 관망의 4개 분야로 구분되는데 이중 지방 상수도시설이 13개소로 대상 시설의 46%를 차지하고 있고 군부대 상수도시설이 7개소(25%)로 그 다음 순위를 차지하고 있고 마을 상수도시설이 5개소(18%), 상수도 관망에 대한 지원이 3개소(11%)로 나타났다. 2009년 처음으로 유수율 제고를 위한 관망개선 필요성으로 관망기술 지원을 시범 실시하였다. 관망기술지원은 소규모 급수지역을 대상으로 시설 및 운영관리 현황을 조사하고 문제해결(적수 및 출수불량 원인 등) 중심의 기능진단을 실시하여 원인분석 및 개선방안을 제시하였다. 관망기술지원 시범실시에 따라 상수도 시설에 대한 기술지원 대상시설은 예년에 비해 15개소 정도 감소하였다.

시설종류별 현황



[ 진단결과별 지원실시 현황 ]

구분	합계	지방 상수도	마을 상수도	군부대 상수도	상수도 관망
한국환경공단	14	10	—	3	1
한국상하수도협회	8	1	2	4	1
한국수자원공사	6	2	3	—	1
합계	28	13	5	7	3

## II. 상수도시설 기술지원 실태분석

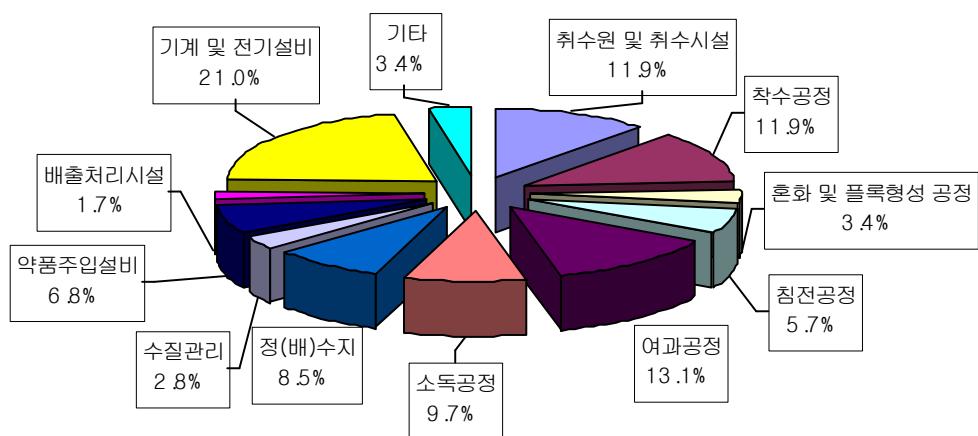
### 4. 개선사항 분류

‘09년도 기술지원 결과 시설 개선사항은 176건, 운영관리 개선사항은 132건으로 총 308건의 개선사항이 도출되었으며, 시설 개선사항분야에서는 기계 및 전기설비분야에서 37건(21%), 운영관리 개선사항분야는 정(배)수지가 25건(18.9%)으로 가장 높게 나타났다.

구분	시설개선사항	운영관리개선사항	합계
취수원 및 취수시설	21	14	35
착수공정	21	5	26
흔화 및 플록형성공정	6	10	16
침전공정	10	2	12
여과공정	23	19	42
소독공정	17	9	26
정(배)수지	15	25	40
수질관리	5	22	27
약품주입설비	12	4	16
배출처리시설	3	3	6
기계 및 전기설비	37	8	45
기타	6	11	17
합계	176	132	308

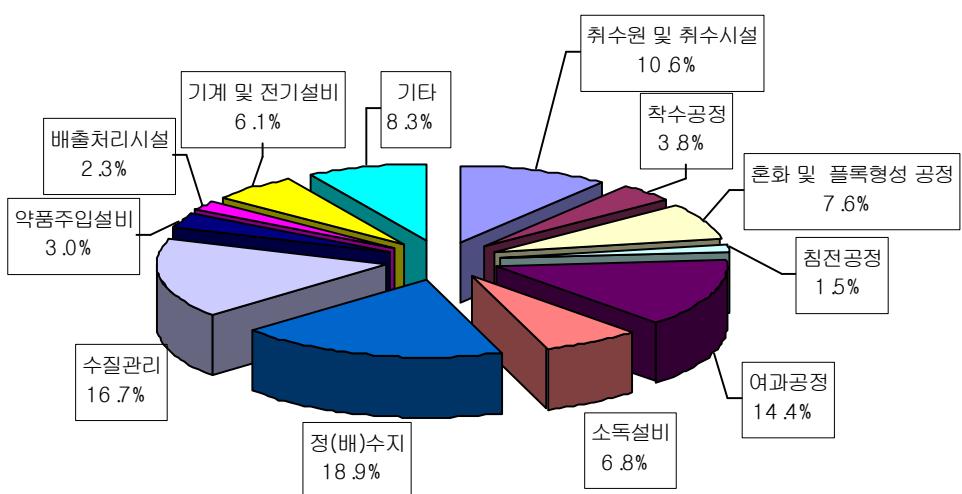
## 가. 시설 개선사항 분류

시설 개선 사항



## 나. 운영관리 개선사항 분류

운영 관리 개선 사항



### III. 지방상수도시설 기술지원



# 강 원 도 ..... ●

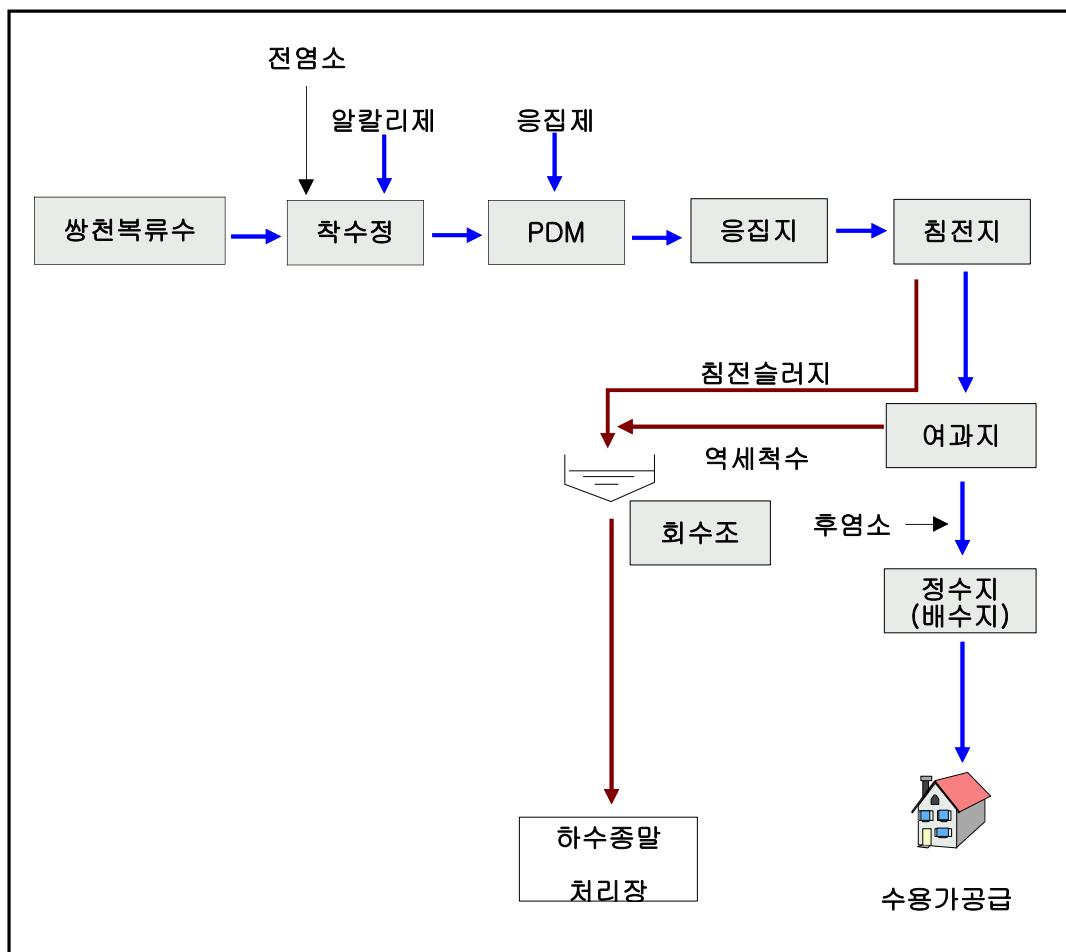
- .. 속초시 속초 정수장
- 양양군 오색 정수장
- 태백시 당골 2 정수장
- 백산 정수장
- 화전 정수장



## 1. 속초시 속초정수장(60,000m<sup>3</sup>/일)

### 가) 시설개요

- 시설용량 : 60,000m<sup>3</sup>/d(1,2단계 포함)
- 취수원 : 쌍천 복류수
- 원수수질 : I a (매우좋음)등급
- 정수방식 : 급속여과
- 급수구역 : 속초시
- 준공년도 : 2004년
- 수처리 공정도



#### 나) 현장 기술지원 기간

○ 2009년 9월 7일 ~ 9월 9일 (4회)

### 다) 시설별·공정별 상호연계기능 검토

#### 1) 취수원 및 취수시설

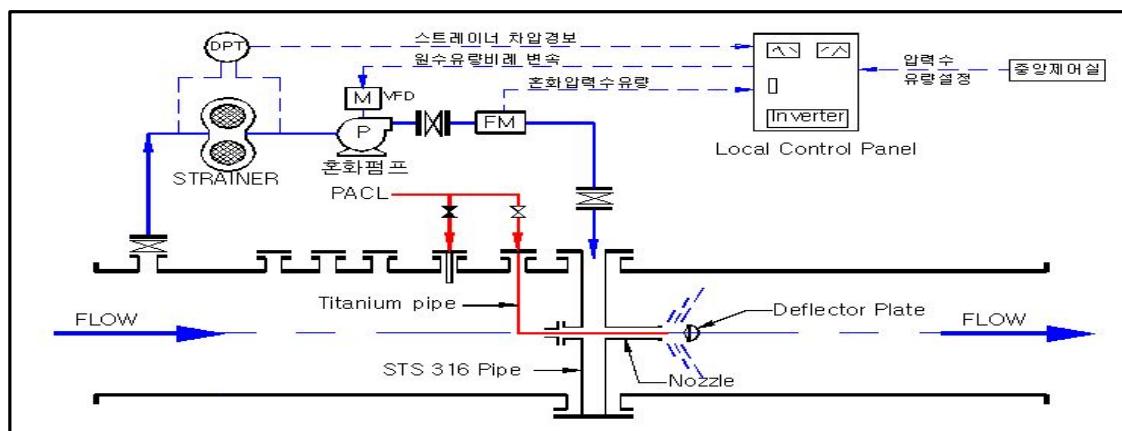
속초정수장의 유입원수의 과거년도(2008년) 수질검사 결과 생화학적산소요구량(BOD) 0.26/L, 부유물질 0.25mg/L로 하천수수질기준 I a (매우좋음)등급에 해당하는 양호한 수질로 평가되었다.

#### 2) 약품주입설비

기술지원시 속초정수장은 응집제를 투입하지 않고 정수처리를 하고 있는 실정이다. 기술지원시 약품주입의 정량성 확인을 위하여 약품주입 설비를 검토하였으며, 약품의 정량주입에는 문제가 없는 것으로 나타났다.

#### 3) 혼화공정(착수정)

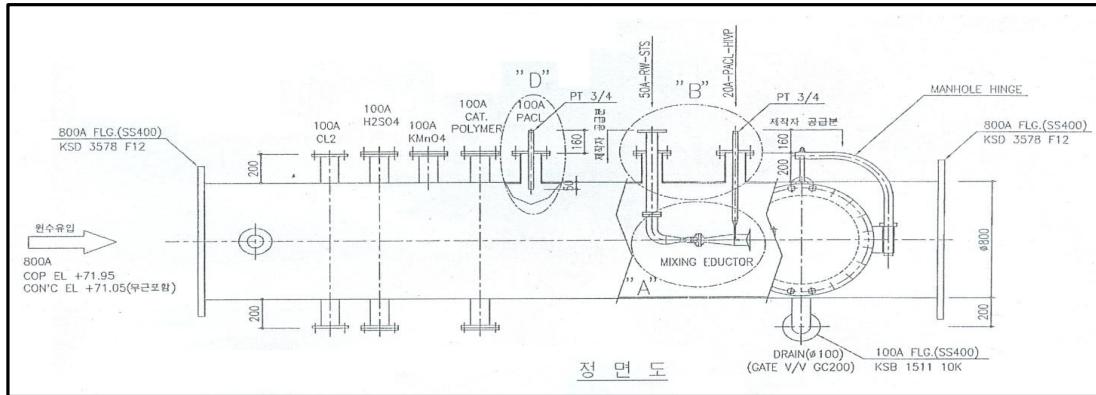
혼화설비의 응집약품 주입지점이 2개소로 되어 있으며, 기술지원시 약품주입지점은 혼화 가압수 유입 지점 전단으로 되어 있어 적정한 혼화효과를 얻을 수 없을 것으로 판단된다.



[ Pump Diffusion Mixer 계통도 (당초설계) ]

### III. 지방상수도시설

약품주입 위치는 혼화효율 향상을 위하여 기존의 약품 주입지점을 아래 그림과 같이 변경하여 약품을 주입하도록 한다. (당초 : 혼화 가압수 주입 전단, 변경 : 혼화 가압수 주입 후단)



[ Pump Diffusion Mixer 계통도 (변경) ]

#### 1) 급속여과지

##### 가) 자연평형 정속여과방식으로 운영변경

속초정수장에 도입된 유입측 유량(수위)제어 정속(정율)여과방식은 많이 도입되는 방식이 아니다. 선진국에서는 유출측 유량제어 정속여과방식을 개도국에서는 운영이 쉽고 편리한 자연평형 정속여과방식을 많이 도입하고 있는 실정이다.

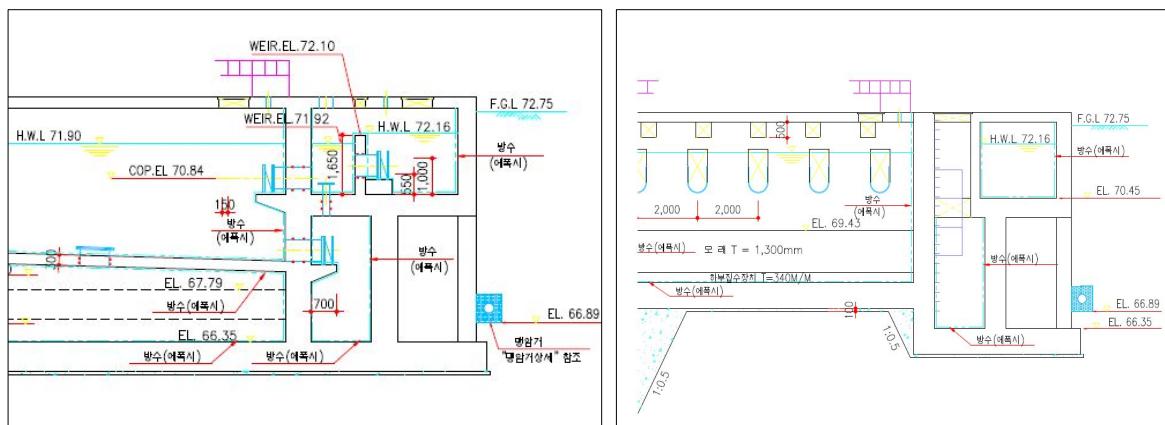
속초정수장 여과지의 경우 운영이 편리한 자연평형 정속여과방식으로 운영하는 것을 권장한다. 자연평형 정속여과방식으로 운영하기 위하여는 여과수 유출측 2개의 계열 관로가 합쳐진 이후의 관로에 아래 그림과 같이 시설을 추가하되 평형장치에 설치되는 위어부 E.L이 여과지 여과사 표층보다 20cm정도 높게 설치하면 자연평형 정속여과방식이 이루어진다.

##### 나) 여과사 입도분포조사 결과

속초정수장 여과지중 No.2지를 대표로한 여과사의 입도분포를 분석한 결과 한국상하수도협회 규격에 적합한 것으로 분석되었으며, 여과사의 입경별 분포상태도 매우 양호한 것으로 평가되었다.

## 다) 역세척 방법에 대한 평가

역세척 설비의 운전은 공기세척(Air Scour) 3분, 저속 물세척 5분(공기병행 2분), 고속 물세척(역세린스) 7분을 하는 것으로 구성되어 있다. 역세척 속도는 공기역세속도 1.0m/min, 저속 물세척 0.29m/min, 고속 물세척 0.92m/min이다. 대부분 역세척 설비의 운전은 공기세척(Air Scour)과 고속 물세척(역세린스)을 하는 것으로 구성되어 있으므로 역세척 물량의 절약을 위하여 공기세척 5분, 고속 물세척(역세린스) 5~7분으로 변경하여 운영하는 것을 권장한다. 또한 겨울철에는 물의 점성이 커져 세척속도를 줄여도 같은 효과를 발휘하므로 고속 물세척 속도를 약간 감소시켜 운영하는 것이 바람직하다.



[ 여과지 단면도 ]

위 그림에서 여과지의 E.L을 확인해 보면 유입부 H.W.L 72.16m, 유입 Weir부 E.L 71.92m이고, 여과지 상부바닥 E.L 73.15m, 여과지 H.W.L 71.90m, 여과사 표층 E.L 69.43m로서 여과지 가용수심은 약 2.50m, 여과지 H.W.L에서 상단까지 여유고 0.85m이다. 여과지의 역세척 기준은 여과지 수위가 H.W.L 71.90m에 도달하거나, 여과지 유출수 탁도가 설정 기준을 초과하는 경우이다. 그러므로 여과지 유출수 탁도가 0.30NTU를 초과하지 않으면, 여과지 수위는 H.W.L에 도달될 때 까지 운영을 하는 것이 바람직하며, 여과지 수위가 H.W.L에 도달하면 부자 및 알람이 울리도록 설정을 해야 한다.

### III. 지방상수도시설

#### 라) 시설 개선사항

단위공정	문제점	개선방안	우선순위
여과공정	제어방식의 운영관리 어려움	·자연평형 여과방식으로 변경	C

주) A : 조속시행, B : 단기시행, C : 중기 시행, D : 장기 시행

#### 마) 운영관리 개선사항

##### [ 처리공정별 기능진단 및 우선순위 ]

단위공정	문제점	개선방안	우선순위
취수시설	갈수기시 취수량확보곤란	·지속적인 집수매개 점검 및 비상취수원 확보	C
혼화공정	혼화효율 미흡	·약품주입 위치 변경	A
여과공정	탁질누출 우려	·상시 응집약품 주입운영	A
약품투입설비	정기적인 유지관리미흡 약품 장기보관	·주기적인 유지관리시행 ·주기적 저장탱크 청소	B
염소투입설비	유지관리 미흡	·염소투입기 주기적 보정	B

주) A : 조속시행, B : 단기시행, C : 중기 시행, D : 장기 시행

#### 바) 공정별 개선사항 종합

구분	취수시설	혼화공정	응집지	침전지	급속 여과지	소독 설비	약품 설비	계
시설개선	0	0	0	0	1	0	0	1
운영개선	1	1	0	0	1	0	2	6
합계	1	1	0	0	2	1	2	7

## 바) 종합의견

속초정수장은 2004년에 준공된 시설용량 60,000m<sup>3</sup>/d(1,2단계 포함)의 급속여과 방식 시설로써 쌍천 복류수를 취수원으로 하고 수질은 I a(매우좋음) 등급으로 양호한 상태를 유지하고 있으며, 2009년 현재 일평균 약 29,000m<sup>3</sup>/d의 정수를 생산하여 속초시에 생활용수를 공급하고 있다. 속초정수장의 시설물은 대체적으로 양호하게 설계되어 운영관리 하고 있으며, 속초정수장 유입 원수 탁도는 2008년(수질자동계측기)기준 평균 0.53NTU, 여과수 탁도는 평균 0.10NTU로 나타났으며, 기술지원시에는 응집약품을 주입하지 않아 여과효율이 저하된 실정이었다.

CCP(정수장 종합성능 조사표)를 이용한 정수장 자가진단 실시로 나타난 성능저하 요인 개선을 위하여, 응집약품 주입위치는 혼화효율 향상을 위하여 혼화 가압수 공급지점 후단으로 변경하는 것이 바람직하고, 정수장 여과지 운영방식이 유입측 유량(수위)제어 정속여과방식으로서 여과지수위에 따라 유출측 밸브를 조절하여 여과유량을 조절하고 있어 운영관리가 어려우므로 여과지 운영이 쉽고 편리한 자연평형 정속여과방식으로 개선하여 운영하는 것이 권장된다.

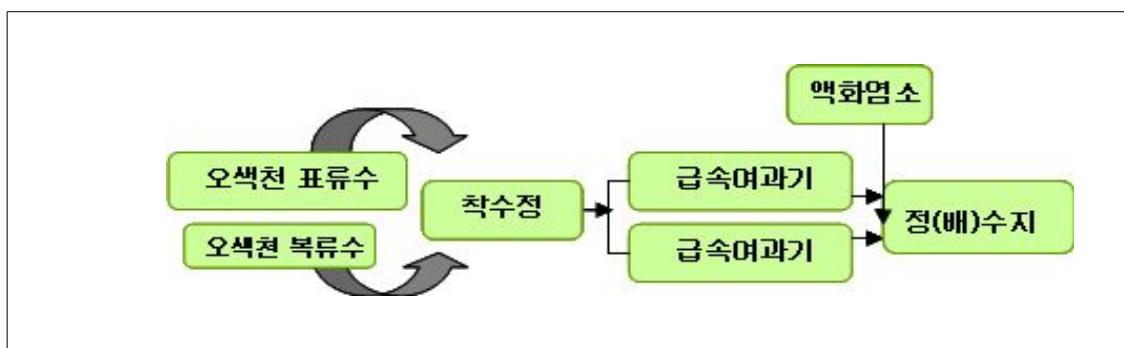
또한, 평상시 원수 수질이 양호 할 때는 정수처리 방식을 직접여과(Direct Filter) 개념으로 운영하고, 강수 등으로 원수탁도가 높아지면 자 테스트 결과에 따라 응집약품을 주입하도록 한다.

속초정수장은 급속여과공정으로 상시 응집약품을 주입하여 여과효율을 향상시키고, 미생물, 바이러스, 원생동물(Giardia, Cryptosporidium)등의 누출을 방지하여 정수처리기준을 만족시켜야 하며, 보다 깨끗하고 안전한 물을 시민들에게 공급하기 위하여 정수탁도를 0.10NTU 이하로 관리하는 것을 권장한다.

## 2. 양양군 오색정수장(1,000m<sup>3</sup>/일)

### 가. 시설개요

- 정수시설 용량 : 1,000m<sup>3</sup>/일
- 정수방식 : 급속여과
- 취 수 원 : 오색천 표류수 및 복류수(서면 오색2리)
- 수질등급 : 매우 좋음(I a) (연평균 BOD, SS기준)
- 소재지 : 강원도 양양군 서면 오색2리 산 1-22
- 급수인구 : 376인
- 준공년도 : 1982년
- 수처리 공정도



### 나. 현장 기술지원 기간

- 2009년 8월 19일 ~ 8월 21일

## 다. 시설별·공정별 상호연계기능 검토

### 1) 취수원 및 취수시설

계곡수 취수시설의 유공관 및 자갈정비가 요구되어 진다.

### 2) 촉수정

원수수질 모니터링 설비와 원수 유입량 측정을 위한 유량계 설치 및 향후 수질이상시를 대비하여 응집제 주입을 위한 주입설비가 요구된다.

### 3) 급속여과기

여과기 내의 육안점검과 여과사 입도 분석 및 역세척 배수 탁도 변화를 관찰하여 판단하였다.

#### 가) 유량에 따른 여과기 선택 운영

처리되는 유량에 비해 여과기 운영용량 과다로 여과수가 여과표면에 불균등 분배되는 등 여과효율이 낮게 운영되고 있으므로 적절한 시설용량에 따른 운영이 요구된다. (현재 운영되는 방식과 같이 여과기(A)와 (B) 모두 운영할 경우, 설계유량시  $52\text{m}^3/\text{m}^2\text{일}$ 으로 기준값 보다 낮게 나타남)

#### 나) 누수부분의 수리 요구

원수 유입관 연결부위에 누수 발생

[ 불균등 분배 및 연결관 누수발생(우) ]



### III. 지방상수도시설

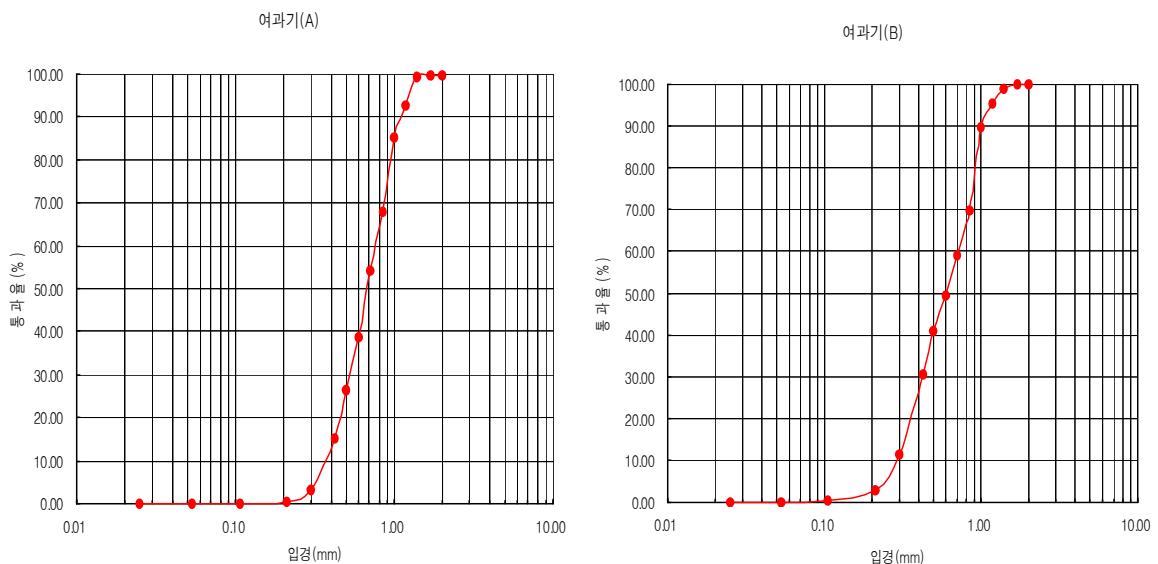
#### 다) 여과사 교체

여과사의 최소경·유효경 및 균등계수 모두 기준에 부적합하여 여과사 교체가 요구되며, 여과사층 두께는 60cm 정도가 적절할 것으로 판단된다.

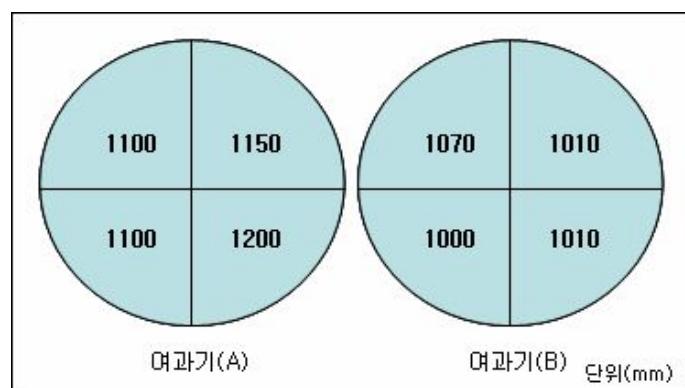
#### [ 입도 분석 결과 ]

구 분	최대경(mm)	최소경(mm)	D10(mm)	D60(mm)	균등계수
시설기준	2.00	0.30	0.45~1.0	—	1.70이하
여과기(A)	1.39	0.23	0.37	0.77	2.08
여과기(B)	1.43	0.14	0.29	0.72	2.52
적합여부	적합	부적합	부적합	—	부적합

#### [ 여과사 입도분석 결과 ]



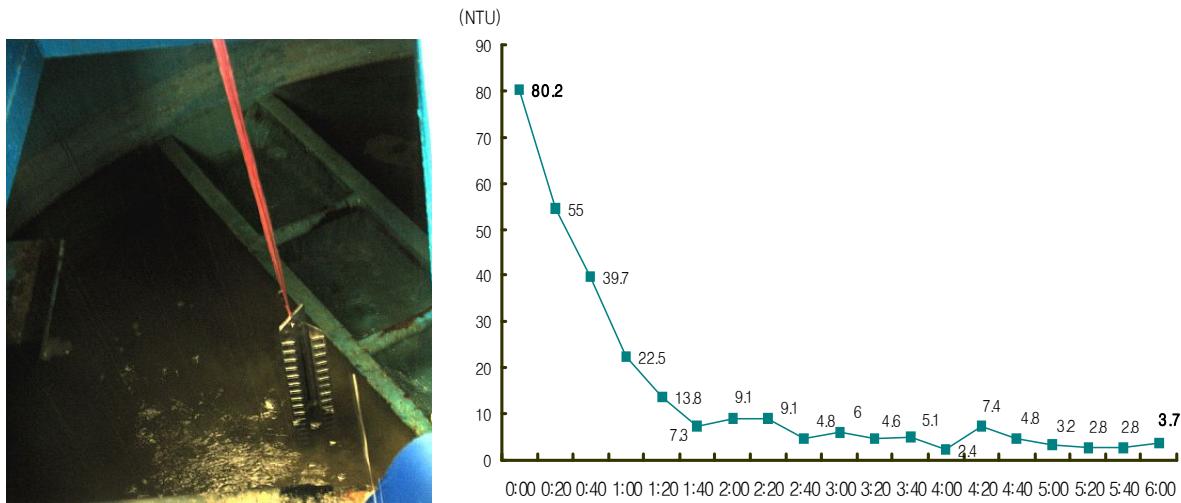
#### [ 여층 깊이 측정 ]



### 라) 역세척 운영

역세척 배수 탁도 결과 초기 탁도는 80.2NTU로 나타났으며, 최종 탁도가 10NTU 이하로 적정하였으나, 필요 이상의 장시간 세척은 여과공정에 유익하지 않을 것으로 판단되므로 역세시간은 3~4분으로 2~3일에 한번 정기적으로 시행되어야 하며 여재 팽창률이 3.8%로 낮게 나타나 역세척 펌프를 정수지에 연결하여 충분한 역세수량을 공급해주는 방안과 잔류염소가 포함된 정수로 역세척 하도록 한다.

#### [ 여재팽창률 및 역세척 배수 탁도 측정 ]



### 4) 소독설비

염소주입이 되지 않는 시간에 배수지별 잔류염소측정 결과, 정수지 유출부에만 0.19mg/L으로, 소독능 만족을 위한 적정한 체류시간을 갖지 못할 것으로 판단된다. 따라서 염소소독 중단방지와 강화를 위해 연속적으로 일정량을 주입할 수 있는 자동염소주입기 설치 혹은 소독제를 차아염소산나트륨으로 변경할 것을 권장한다.

### III. 지방상수도시설

#### 5) 배수지

##### 가) 배수지 내부에 내식성이 강한 STS판넬의 사용

##### 나) 양측 배수지 유입관로 연결

여과기에서 배수지로 유입되는 관로를 두 배수지 모두로 유입될 수 있게 양측 유입관로를 연결하여 모든 배수지를 사용할 수 있도록 한다.

#### 6) 기계 및 전기 계측설비

##### 가) 취수펌프 분해점검 및 축정열 재조정

취수펌프 1호기의 Foot조정을 실시하도록 하며, 조속한 기간 내에 펌프의 분해점검을 실시하여 조도개선 등을 통한 효율 개선이 필요하다. 내구년수 도래시 적정한 용량으로 교체하여 전력 요금 절감할 수 있다

##### [ 축정열 위한 foot 설정값 ]

설비	구 분	모 터	
		부하측 설정값(mm)	반부하측 설정값(mm)
취수 1호기	수평(Horizontal)	0.06	0.06
	수직(Vertical)	-0.81	-0.13

##### 나) 배수지 수위계 교체 및 유량계실 공간확보

오작동 중인 3배수지의 플로트식수위계의 교체와 유출유량계실의 직관부 확보 및 공간확보를 통한 주기적인 검교정 및 유지관리가 이루어지도록 한다.

## 라. 시설 개선사항

구 분	문 제 점	개 선 사 항	우 선 순위
취수원	상수원보호구역 미지정	상수원 보호구역 지정 검토	D
취수시설	낙엽 등의 부유물 유입	제곡수 취수시설의 유공관 및 자갈정비 요구	B
착수정	원수수질변화에 대한 대처방안 필요	원수 수질 모니터링 설비	C
	원수 유입유량계 설치되어 있지 않음.	유량계 설치	C
급속여과기	시설용량에 비해 여과 유량이 적음	한 여과기만 선택 운영	A
	원수 유입관 누수 발생	누수부분 점검 및 수리	A
	부적합한 여과사 규격	여과사 교체	A
	필요 이상으로 긴 역세척 시간 및 주기	역세시간 및 주기 단축	A
	자연유하에 의한 원수 사용으로 역세팽창률이 낮음	역세펌프를 정수지에 연결하여 사용	B
염소소독시설	간헐적인 염소주입 일정한 잔류염소농도 주입 및 유지가 어려움	차아염소나트륨용액 주입방식으로 변경	C
배수지	노후된 콘크리트 배수지	STS판넬 사용	C
	한기의 여과기만 사용시 배수지 일부 사용 제한	각 여과기에서 배수지로 유입되는 양측 관로 연결, 밸브 설치	B
	소독능 불만족	잔류염소농도 증가	A
기계 및 전기 계측설비	취수펌프효율감소 및 전력소모	펌프의 분해·점검실시	B
		내구년수 도래시 적정용량으로 교체	C
	배수지 수위계 오작동	수위계 교체	B
	주기적인 검교정 및 유지관리 위한 유량계설의 공간부족	배수유량계설 공간 확보	C

## 마. 공정별 개선사항 종합

구 분	취수원 및 취수시설	착수정	급속여과 기	염소소독 시설	배수지	기계 및 전기 계측설비	계
시설개선	1	2	2	2	1	3	11
운영개선	1	0	3	0	2	2	8
합 계	2	2	5	2	3	5	19

## 바. 종합의견

양양군 오색정수장은 시설용량 1,000m<sup>3</sup>/일으로 1983년에 준공된 기존의 급속여과기와 2003년도에 신설된 급속여과기를 가동하고 있으며, 별도의 응집처리 없이 여과기를 통과한 후 정(배)수지 유입부에서 하루에 두 번 수동으로 액화염소를 주입하여 운전하고 있다. 공급지역이 관광지로서 월별 수요 변화가 크므로 가동율이 낮아 운영에 어려움을 겪고 있으며 원수에 비해 배수지유출수의 탁도가 높게 나타나 급속여과기의 운영과 배수지 내부 점검이 요구되었다.

급속여과기는 처리용량에 비해 시설용량이 크게 운영되고 있어 평상시 효율성을 고려하여 한기만 운영되는 것이 바람직 할 것으로 판단된다. 또한 역세척수는 자연유하에 의해 원수를 사용하여 역세팽창율이 낮으며, 미생물 번식시 염소를 주입해야 하는 번거로움이 있으므로 역세척 펌프를 정수지에 연결하여 충분한 역세수량을 공급해 주도록 하며, 역세척 주기는 2~3일에 한번 정기적으로 수행하고 역세시간은 3~4분 정도로 운영하도록 하며, 부적합한 여과사 교체가 요구된다.

현재 두 여과기의 배수관로는 각각의 배수지로 분리되어 유입되므로 효율향상을 위해 한 여과기만 선택 사용할 경우에도 모든 배수지가 이용되어 체류시간 및 소독능 기준값을 만족할 수 있도록 양측 유입관로를 연결하는 방안을 고려하도록 한다.

### 3. 태백시 당골2정수장( $2,000\text{m}^3/\text{일}$ )

#### 가. 시설개요

- 정수시설 용량 :  $2,000\text{m}^3/\text{일}$
- 정수방식 : 급속여과
- 취 수 원 : 당골천 복류수(제당골, 당골2 수원지)
- 수질등급 : 매우 좋음(I a) (연평균 BOD, SS기준)
- 소 재 지 : 태백시 소도동 산 72-8 봉성 정수장
- 급수인구 :
- 준공년도 : 1984년
- 수처리 공정도



#### 나. 현장 기술지원 기간

- 2009년 9월 7일 ~ 9월 11일

## 다. 시설별·공정별 상호연계기능 검토

### 1) 취수원 및 취수시설

#### 가) 수자원 개발

취수량이 계절적으로 편중되는 경향이 있으므로 계획취수량을 안정적으로 취수할 수 있는 방안으로 비상급수개념의 광역상수도 사용과 계속적인 지하수 관정 개발을 보다 구체적으로 다루어 대안을 수립할 것을 권장하며, 자체적인 정수처리시설을 확보할 수 있는 장기적인 계획으로 저수시설을 건설하는 수자원 개발을 고려할 수 있다.

#### 나) 유공관 점검 및 복구

당골2 수원지의 유공관이 자갈층의 포설없이 드러나 있어 토사 등이 원수에 유입될 수 있으므로 유공관에 대한 점검 및 복구가 요구되어 진다.

### 2) 착수정

장기적인 계획으로 착수정 용적을 축소시키도록 하여 G값을 확보하고 응집제 주입설비를 설치하여 안정적인 급수가 이루어지도록 한다.

### 3) 침전지

#### 가) 지벽 연결통로 차단(2계열로 완전 분리)

각 지를 독립적으로 운영하기 위해 유입부 지벽 통로 차단이 요구하며 나머지 한지에도 월류관 설치가 필요하다.

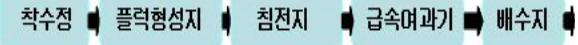
#### 나) 여유고 확보

월류관 높이를 변경하여 침전지 여유고(30cm)를 확보하고 이에 따라 유출부 위어부 높이 변경이 요구된다.

## 나) 운영 변경안

현재 착수정을 지나 약품주입 없이 유입수로를 통해 침전지로 이송되는 보통침전지로 운영되고 있으나 급속여과기로 운영되고 있는 당골2 정수장에서는 적절치 않은 것으로 판단된다. 따라서 응집제를 주입시켜 탁질을 제거하는 약품침전지로서 사용하거나 급속여과기 전 혼화지를 설치하여 침전지를 수로로 사용하는 방안을 고려할 수 있다. 그러나 침전지를 수로로 이용하여 혼화지에서 직접여과지를 통하여 정수되는 직접여과법은 원수 탁도가 안정되어 있고 혼화효과를 확실하게 감시할 수 있으며, 그 결과를 즉시 약품주입에 반영시킬 수 있는 설비를 구비해야 하고 여과층의 탁질억류기능이 커야 하는 조건과 운영상의 전문성이 요구됨으로 충분히 검토한 다음 결정하도록 한다.

### [ 침전지 운영 개선방안 ]

침전지 운영 방안		시설변경안
직접여과방식	(1) 급속여과방식	
	(2) 혼화지 신설	
	(3) 착수정 혼화, 측관 설치	

## 4) 급속여과기

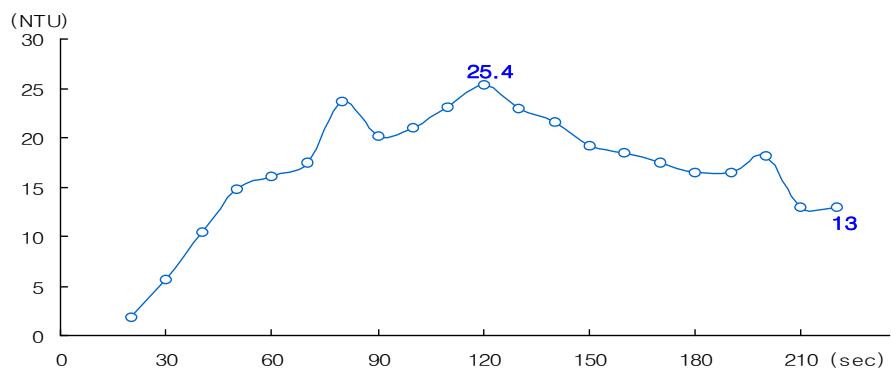
### 가) 여과기 선택 운영

유입유량 변동이 큰 특성상( 평균유량시 여과속도는 88m/일으로 기준치 보다 낮음.) 효율적인 운영을 위해 여과기의 선택적 사용이 요구되어지므로 운영자는 장·단기간 여과기 운영을 정지할 경우의 관리사항을 숙지하여 적절한 운영을 하도록 한다.

#### 나) 역세시간 재설정

총 역세척 시간은 약 3.7분이였으며 최종탁도는 13NTU으로 권고기준을 만족하지 못하였다. 따라서 역세척시 최종 유출수의 탁도에 따라 적절한 역세척 시간을 설정·운영하도록 한다.

[ 역세척 배수 탁도변화 ]



#### 5) 배수지

배수지의 시설용량이 부족하였으며, 급속여과공정에서 응집제를 주입하고 있다는 전제하에 직접여과와 급속여과를 비교하여 CT요구값을 산정, 소독능을 평가한 결과 직접여과시 Giardia의 CT요구값은 72였으나 CT계산값은 61로 기준을 만족하지 못하였으므로 운영 시 최소수심을 1.8m이상으로 유지하거나 장기적으로는 정(배)수지의 증설이 필요할 것으로 판단된다.

## 라. 시설 개선사항

구 분	문 제 점	개 선 사 항	우선 순위
취수시설	유공관이 자갈층 포설 없이 드러나 있음	유공관 점검 및 복구	A
착수정	응집제 주입설비 없음	응집제 주입설비 설치	B
침전지	유입부 지벽 연결통로로 인한 각지의 독립적인 운영 어려움	연결통로 차단	C
	한지에만 월류관 설치 여유고 미확보	2지에 월류관 설치 여우고 확보를 위해 월류관 및 유출부 위어 높이 변경	C
	유출부 위어 상승유속이 높아 플럭 유출이 우려됨	위어부 면적 증가	C
급속여과기	응집제 주입이 이루어지지 않음	응집제 주입	B
	충분한 역세척이 이루어지지 않음	역세척 시간 확보 및 역세척수 최종탁도 10NTU 이하 유지	A
정(배)수지	Giardia의 소독능 불만족	최소수심 1.8m이상으로 운영	A
		정(배)수지 증설	C

## 마. 공정별 개선사항 종합

구 분	취수원 및 취수시설	착수정	침전지	급속여과기	배수지	계
시설개선	1	1	3	1	1	7
운영개선	0	0	0	2	1	3
합 계	1	1	3	3	2	10

## 바. 종합의견

태백시 당골2정수장은 1983년에 준공되었으며, 시설용량이  $2,000\text{m}^3/\text{일}$ 이 나 급수량의 증가로 2003년도에 급속여과기( $2,000\text{m}^3/\text{일}$ )을 신설하였다. 평균 유량  $2,342\text{m}^3/\text{일}$ , 첨두유량  $5,298\text{m}^3/\text{일}$ (2008년 기준)이므로 성능평가 시  $4,000\text{m}^3/\text{일}$  기준으로 한 결과 침전지와 배수지 시설용량이 부족하게 나타나 이에 대한 증설계획을 고려해야 할 것으로 판단된다.

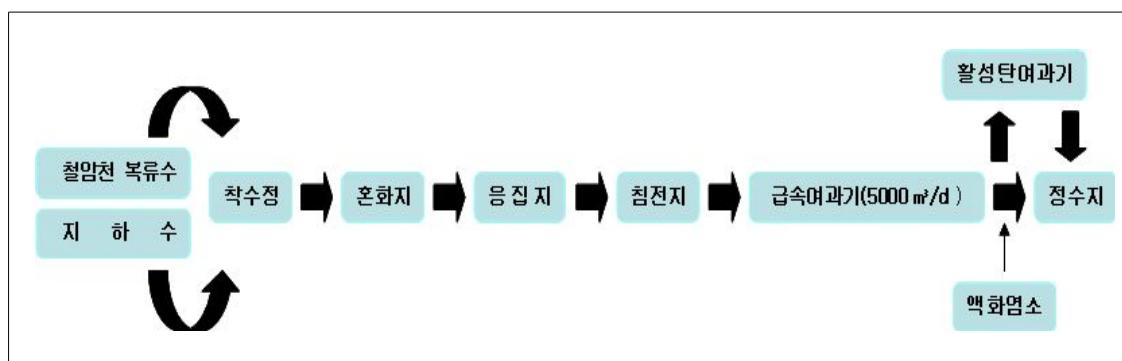
갈수기시 취수량이 현저히 부족하여 급수량의 변동이 크므로 운영상 어려움이 있었으며, 급속여과방식임에도 불구하고 응집제를 주입하지 않아 사실상 정상적인 운영이 되지 않고 있는 실정이다. 이는 여과기 유출수 탁도가 원수의 수질보다 높게 나타나는 원인이라고 판단되며 원수의 수질이 아무리 양호하다 하더라도 응집제 주입설비를 설치하여 안정적인 급수가 이루어지도록 조치하여야 할 것으로 판단된다. 침전지는 2지이나 이를 독립적으로 운영할 수 있는 지벽 연결통로의 차단이 필요하며, 여유고( $30\text{cm}$ ) 확보를 위한 월류관 높이를 변경과 유출부 위어부 높이 변경이 요구된다.

급속여과기는 당골 정수장 유입유량 변동이 큰 특성상 효율적인 운영을 위해 여과기의 선택적 사용이 요구되어지며, 최종 유출수의 탁도에 따른 적절한 역세척 시간을 설정·운영하도록 하며, 여충의 상태를 지속적으로 감시하기 위한 점검구의 개선이 필요할 것으로 판단된다.

## 4. 태백시 백산정수장( $5,000\text{m}^3/\text{일}$ )

### 가. 시설개요

- 정수시설 용량 :  $5,000\text{m}^3/\text{일}$
- 정수방식 : 급속여과
- 취 수 원 : 철암천 복류수  
보조취수원 : 지하수 관정
- 수질등급 : 매우 좋음(I a) (연평균 BOD, SS기준)
- 소재지 : 태백시 백산동 115-2
- 급수인구 : 3,750인
- 준공년도 : 1984년
- 수처리 공정도



### 나. 현장 기술지원 기간

- 2009년 9월 7일 ~ 9월 11일

### III. 지방상수도시설

## 다. 시설별·공정별 상호연계기능 검토

### 1) 착수정

현재 유량의 급작스러운 변동에 대비하기 위한 월류(over-flow)관을 40cm이상 절단하는 등 여유고 60cm이상의 확보가 요구된다.

### 2) 응집지 및 침전지

#### 가) 응집지, 침전지 등 내부 청소실시

슬러지와 조류가 바닥부에 두껍게 퇴적되어 응집기의 가동이 중단되어 처리효율의 저하가 우려되므로 주기적인 청소를 실시하도록 한다.

#### 나) 침전지 시설개선

계열 중간 분리벽과 위어 유출부의 높이가 같아 실질적으로 2계열 운영이 어려우므로 중간분리벽의 높이를 유출위어보다 높게 하고, 위어 유출부와 월류관은 낮추어 여유고(상수도시설기준 30cm)를 확보하도록 한다.

### 3) 급속여과기

급속여과기는 여과사의 오염 진행으로 인하여 여과수 탁도가 먹는물 수질기준을 상회하였으며, 역세척 후 여과수 탁도 저감경향을 분석한 결과, 40분 이후 기준 이하로 유지되므로 40분 이상의 시동방수 실시 등의 도입 및 여과사 교체가 필요하다.

#### [시간별 역세척배출수 탁도 ]

측정시간 (sec)	20	30	40	50	60	70	80	90
탁도(NTU)	0.7	0.8	45.2	11.3	24.2	16.6	31.6	64.6
측정시간 (sec)	100	110	120	130	140	150	160	170
탁도 (NTU)	58.4	54.8	62.4	50.4	38	35.4	29	21.3
측정시간 (sec)	180	190	200	210	220	230	240	
탁도 (NTU)	27.5	22.8	14.5	17.8	13.6	12.3	7.2	

#### 4) 배수지

##### 가) 지별 잔류염소농도 계측기 설치

역세척 후 발생된 탁도 유출에 의해 배수지에 주입된 염소가 소비되어 염소주입 농도에 비해 잔류염소의 농도가 낮고 일정하지 않아 적정한 소독이 이루어지지 않고 있으므로 배수지별 일정한 잔류염소농도를 유지하기 위해 자동염소주입장치 및 배수지별 잔류염소농도 계측기 설치를 권장한다.

##### 나) 배수지 증설

배수지의 시설용량이 부족하였으며, Giardia의 CT요구값을 만족하기 위해 정(배)수지의 증설이 필요할 것으로 판단된다.

#### 5) 기계 및 배관설비

##### 가) Foot 조정 실시

취수펌프 축정렬 상태를 점검한 결과 축정렬 상태가 기준의 범위를 초과한 상태로 측정되었으며, 이는 가동시간의 경과에 따라 펌프 및 모터에 무리한 영향을 초래하여 기기수명을 보장할 수 없게 될 수 있으므로 아래 진단결과에 따른 Foot 조정을 실시하도록 한다.

##### [ 축정렬 foot 수정값 ]

설 비	구 분	모 터	
		부하측 수정값(mm)	반부하측 수정값(mm)
백산정수장	수평(Horizontal)	-0.14	-0.17
	수직(Vertical)	-0.47	-0.66

### III. 지방상수도시설

#### 나) 제수밸브 설치

취원수조절정 청소 및 펌프 교체 시 단수작업 방지를 위한 각 취수펌프 흡입측에 수동 제수밸브를 설치하도록 한다.

#### 라. 시설 개선사항

구 분	문 제 점	개 선 사 항	우선 순위
착수정	여유고 부족	월류관 절단으로 여유고 확보	C
흔화지	응집제 주입되지 않음	응집제 주입 및 자동주입기 설치	A
응집지	운영 중단	조속한 청소 실시	A
침전지	여유고 미확보 및 1지만 월류관 설치됨	여유고 확보 및 2지 월류관 설치	B
	1, 2지 분리지벽보다 높은 수위로 운영	위어 높이 낮춤	B
급속 여과기	역세척 후 탁질유출	시동방수 실시 (약 40분), 급속여과기 내부 점검	A
정(배)수지	권고 체류시간 및 지아디아 불활성화비 불만족	정수지 증설	C
소독시설	일정하지 않은 잔류염소 농도	시동방수실시, 염소자동주입기 설치 및 잔류염소계측기	A
기계 및 배관설비	비상시 취수중단 우려	수동제수밸브 설치	C

#### 마. 공정별 개선사항 종합

구 분	취수원 및 취수시설	착수정	흔화지	응집지	침전지	급속 여과기	정 (배)수지	소독 시설	기계 및 배관설비	계
시설개선	0	1	1	0	2	0	1	2	1	8
운영개선	0	0	1	1	0	1	0	1	0	4
합 계	0	1	2	1	2	1	1	3	1	12

## 바. 종합의견

태백시 백산정수장은 1984년에 급속여과방법으로 준공되어 운영하고 있으며, 시설용량이 5,000m<sup>3</sup>/일이나 평균유량이 2,619m<sup>3</sup>/일로 시설용량에 비해 낮게 운영되고 있었으며, 갈수기시에는 비상대책으로 광역상수공급을 받고 있다. 급속여과방식임에도 불구하고 응집제를 주입하지 않아 사실상 정상적인 운영이 되지 않고 있는 실정으로 적정한 처리를 위해 응집제는 상시 주입하도록 해야 하며 착수정에서 자동으로 주입이 가능하도록 시설개량이 필요할 것으로 보인다.

응집지와 침전지 내에 슬러지 수집기가 설치되어 있지 않아 슬러지를 처리하기 위해서는 운영을 중단해야 하므로 슬러지 수집기 설치를 권장하며, 현재 침전된 많은 양의 슬러지 제거가 요구된다.

급속여과기의 경우, 역세척후 통합여과지 탁도가 33NTU까지 올라갔다가 30~40분후 다시 0.7NTU까지 떨어지는 것을 볼 수 있었다. 이는 역세척 후 여과기능이 바로 발휘되지 않아 병원성 미생물 유출 및 여과지 유출수 탁도를 높게 하므로 여과재개 후 일정한 시간동안(40분 이상) 여과수를 배출시키는 시동방수(filter-to-waste)가 실시되어야 한다.

백산정수장은 전체적인 시설에 대한 조사 및 점검이 이루어져야 할 것으로 판단되며 서면자료 분석 및 현장조사를 바탕으로 기술지원 범위 내에서 분석 가능한 문제점에 대하여 운영의 효율성을 우선적으로 고려하여 다음과 같은 대안을 제시하였다.

침전지는 각지를 분리하여 사용할 수 있도록 위어높이와 월류관의 높이를 낮추어야 하며, 한 지당 한 개의 월류관을 설치하도록 한다. 현장조사 결과 급속여과기는 역세척 실시 후 여과수의 탁도가 33NTU까지 상승하였으며 약 40분 이후 여과수 탁도 기준 이하로 되었다. 이러한 경우 미생물 유출우려가

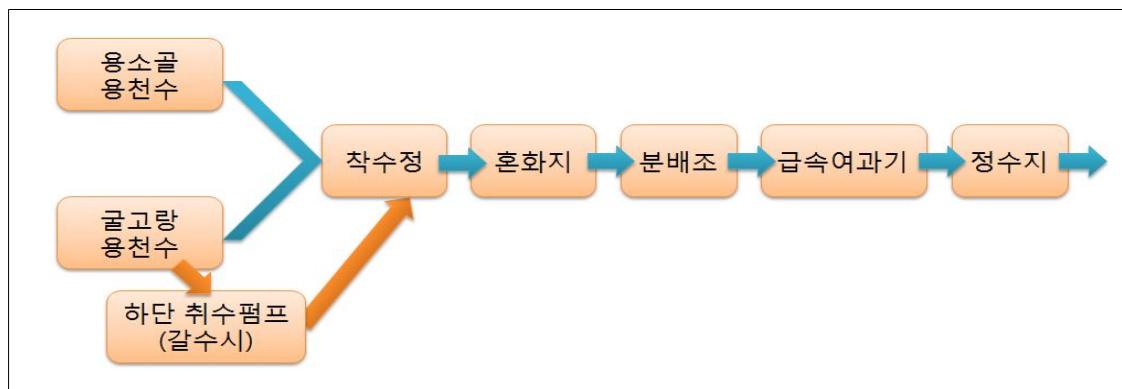
### III. 지방상수도시설

있으며, 배수지의 탁도가 기준 이상으로 나타나는 원인이 되므로 여과재개 후 일정한 시간 동안 여과수를 배출시키는 시동방수를 40분 이상으로 실시하는 것이 바람직하며, 급속여과기의 점검이 요구된다. 백산 정수장은 역세척 후 발생된 탁도 유출에 의해 배수지에 주입된 염소가 소비되어 염소주입 농도에 의해 잔류염소의 농도가 낮고 일정하지 않아 적정한 소독이 이루어지지 않고 있었다. 따라서 위에서 언급한 시동방수실시와 배수지별 일정한 잔류염소농도를 유지하기 위해 자동염소주입장치 및 지별 농도 계측기 설치를 권장 한다. 백산 정수장의 정(배)수지는 설계 유량시 성능평가결과 정수지의 권고 체류시간인 2시간도 만족하지 못하였으며, 지아디아에 대한 소독능 값도 낮게 나타나 정(배)수지의 증설이 필요할 것으로 판단되어진다.

## 5. 태백시 화전정수장(2,000m<sup>3</sup>/일)

### 가. 시설개요

- 정수시설 용량 : 2,000m<sup>3</sup>/일
- 정수방식 : 급속여과
- 취수원 : 용소골, 굴고랑 용천수  
보조취수원 : 지하수 관정
- 소재지 : 강원도 태백시 화전동 117-2  
Tel) 033-550-2887
- 급수인구 : 4,053인
- 준공년도 : 1981년
- 수처리 공정도



### 나. 현장 기술지원 기간

- 2009년 9월 7일 ~ 9월 11일

## 다. 시설별·공정별 상호연계기능 검토

### 1) 취수원 및 취수시설

수질검사 결과 경도 및 증발잔류물, 이온물질의 농도가 높고 유리잔류염소의 농도 변화가 큰 경향을 나타내어 급수가정에서의 심미적 불쾌감을 유발할 수 있으므로 주기적인 원수 모니터링이 필요할 것으로 판단된다.

### 2) 착수정

#### 가) 침전물 청소실시

착수정 체류시간이 상수도시설기준(1.5분내외)에 비하여 과다하므로 침전물의 퇴적 우려가 있으므로 주기적으로 청소를 실시한다.

#### 나) 착수정-흔화지 벽체 및 연결관로부 누수 발생

구조물 누수로 인하여 취수유량 일부가 방류수로 배출되고 있으므로 구조물의 안전진단을 통해 누수지점의 파악 및 보수가 요구된다.

### 3) 응집지 및 침전지

#### 가) 응집지, 침전지 등 내부 청소실시

슬러지와 조류가 바닥부에 두껍게 퇴적되어 응집기의 가동이 중단되어 처리효율의 저하가 우려되므로 주기적인 청소를 실시하도록 한다.

#### 나) 침전지 시설개선

계열 중간분리벽과 위어 유출부의 높이가 같아 실질적으로 2지 구분운영이 어려운 상황이므로 중간분리벽의 높이를 유출위어보다 높게하고, 위어 유출부와 월류관은 낮추어 여유고(상수도시설기준 30cm)를 확보하도록 한다.

## 4) 급속여과기

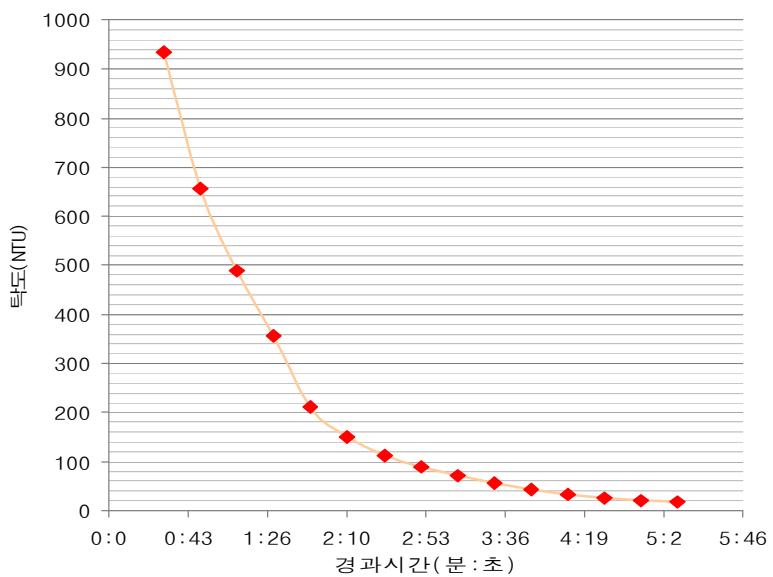
### 가) 급속여과기 3기 상시 운영

시설용량을 초과하여 평균  $2,674\text{m}^3/\text{일}$ 을 처리하므로 상시 3기 운영하여 적정 여과속도를 확보하도록 한다.

### 나) 여과사 전면 교체

역세척 배출수 탁도측정 결과, 1,000NTU에 근접할 정도로 여과사의 오염도가 높은 상태로 여과사를 전면 교체하고, 주기적으로 깊이별 여과사 오염도를 확인하도록 한다.

[ 역세척 배수 탁도 ]



경과시간 (분:초)	0:30	0:50	1:10	1:30	1:50	2:10	2:30	2:50	3:10	3:30	3:50	4:10	4:30	4:50	5:10
탁도 (NTU)	934	656	489	356	212	150	111	89	70	57	42	32	26	21	19

### III. 지방상수도시설

#### 다) 여과기별 탁도 상시측정

정수처리 기준에서는 탁질, 원생동물, 바이러스의 누출을 방지하고 소독능을 확보하기 위하여 여과기 유출수의 탁도를 상시 측정할 수 있는 자동측정 장치를 설치하도록 하고 있다

#### 5) 염소소독설비

##### 가) 염소주입시설 2계열 운영

용해수 펌프 및 주입기가 1계열로 구성되어 시설 고장시에는 지속적인 염소주입이 어려으므로 염소주입시설의 2계열 구성이 요구된다.

##### 나) 중화시설 누액부분 보수

중화탑의 점검구 연결부에서 가성소다의 누액이 심각하여 시설의 부식이 진행되고 있으므로 조속한 수리가 요구된다.

#### 6) 정수지

##### 가) 소독능 만족 방안

소독능 계산 결과 Virus와 Giardia의 불활성화비는 3.35, 0.50으로 지아디아의 불활성비가 만족되지 못하였다. 따라서 소독능을 만족하기 위한 방법으로는 정수지 내부에 도류벽을 추가 설치하여 장폭비환산계수를 0.5까지 증가시키는 방안과, 최저수위를 2m까지 상승시키는 방안을 동시에 적용하도록 한다.

##### 나) 잔류 소독제 농도 감시

정수처리기준 등에 관한 규정(환경부, 2008)에서는 2010년 7월 1일부터 정수장시설용량 5000m<sup>3</sup>/일 미만은 정수지 유출부에서 연속측정장치에 의한 잔류소독제 농도 검사를 실시하도록 해야 한다.

## 라. 시설 개선사항

구 분	문 제 점	개 선 사 항	우선 순위
취수원	원수 수질검사 미시행	원수 수질검사 실시 및 모니터링	B
착수정	체류시간 과다로 인한 침전물 퇴적	주기적인 퇴적물 청소	B
혼화지	벽체, 연결관로부 누수 발생	시설물 안전진단을 통한 누수지점 파악 및 보수	B
급속여과기	2기 운영시 처리유량 과다로 인한 여과속도 시설기준 초과	상시 3기 운영	A
	역세척수 배출탁도 측정 결과 최고 1,000NTU에 근접할 정도로 여과사 오염	여과사 전면 교체	C
염소소독시설	1계열로 구성되어 고장 시 대처 어려움 염소 잔량 계측치를 저장실에서 운영자가 직접 확인함	펌프 및 주입기 2계열 구성 전자식 저울을 설치하고 계측값을 제어실로 전송	C
중화설비	중화탑 관측창부 누액으로 중화액 낭비 및 설비 부식	관측창 연결부 보수	A
배수지	Giardia 소독능 불만족	도류벽 추가 설치, 최저 운영수위 2.0m로 상승	B

## 마. 공정별 개선사항 종합

구 분	취수원	착수정	혼화지	급속 여과기	정 (배)수지	소독 시설	계
시설개선	0	0	1	1	1	3	6
운영개선	1	1	1	1	1	1	6
합 계	1	1	2	2	2	4	12

### III. 지방상수도시설

#### 바. 종합의견

태백시 화전정수장은 1981년에 준공되어 운영하고 있으며, 시설용량이  $2,000\text{m}^3/\text{일}$ 이며, 용천수를 취수하여 착수정-혼화지-급속여과기-정수지를 거쳐 수용가에 급수하고 있다.

정수 수질검사는 매월 실시되고 있으나, 용천수(지하수)에 대한 원수 수질검사는 실시하지 않고 있어 원수의 유입 탁도 및 이온물질의 농도 파악, 처리공정에서의 대응이 이루어지기 어려우므로 원수 수질검사를 실시하도록 해야 한다.

원수 유량이 태백시내 타정수장에 비해 풍부하고, 급속여과기의 용량합계  $3,000\text{m}^3/\text{일}$ 을 확보하고 있으므로 2008년 생산유량 기준으로 평균  $2,693\text{m}^3/\text{일}$ 을 송수하고 있다. 따라서 적정한 여과속도 유지 및 여과지속시간을 증가시키기 위해 급속여과기 3기를 모두 가동하도록 하며 여과사 교체가 요구된다.

또한 정수처리기준 등에 관한 규정(2008, 환경부)에 의거하여 2010년 7월 1일부터 정수장 시설용량  $5000\text{m}^3/\text{일}$  미만은 수질자동측정기에 의해 연속적으로 여과수 탁도 및 잔류염소농도 검사를 실시하도록 해야 한다.

# 경 상 도 ..... ●

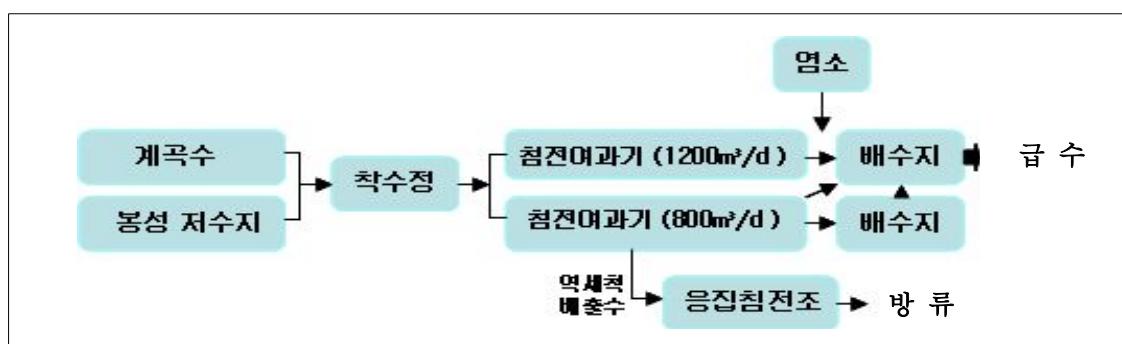
●·· 남해군 봉성 정수장  
창선 정수장



## 6. 남해군 봉성정수장( $2,000\text{m}^3/\text{일}$ )

### 가. 시설개요

- 정수시설 용량 :  $2,000\text{m}^3/\text{일}$
- 정수방식 : 급속여과
- 취수원 : 봉성저수지 호소수
- 수질등급 : 좋음(Ib) (연평균 COD기준)
- 소재지 : 남해군 남해읍 평현리 1624-1  
☎ 055) 672 3088
- 급수인구 : 4,105
- 준공년도 : 1984년
- 수처리 공정도



### 나. 현장 기술지원 기간

- 2009년 7월 20일 ~ 7월 24일

## 다. 시설별·공정별 상호연계기능 검토

### 1) 착수정

스크린 등의 부유물 제거 위한 설비, 측관, 월류관 설치 및 여유고 확보가 요구된다.

### 2) 약품주입시설

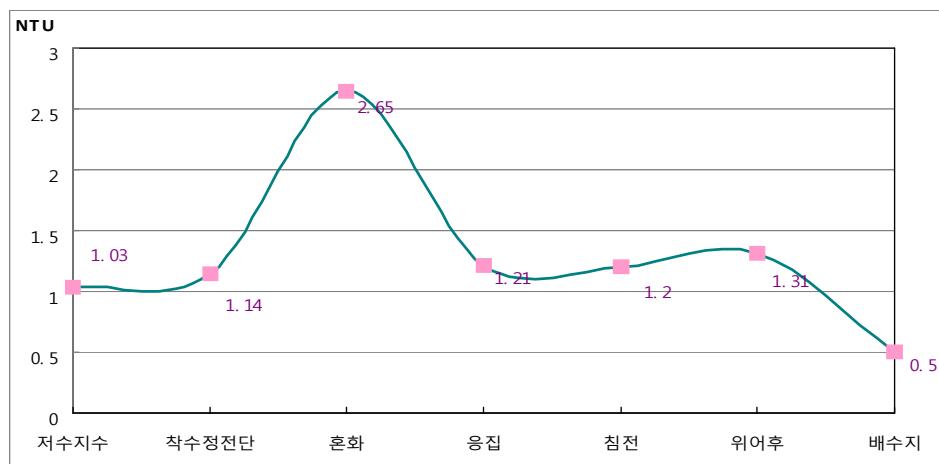
약품주입설비의 고장 및 수리점검 등에 대비하기 위하여 예비 약품저장 탱크 및 주입기 추가 설치가 필요하며 응집제 누출에 대비한 폐액 저류조 등의 안전장치 설치를 적극 고려하도록 한다.

### 3) 침전여과기

#### 가) 응집제 주입

개량 공사 중으로 급속여과기에 응집제의 주입이 안되고 있는 상황으로 지점별 탁도 측정 결과 역시 정수처리가 되지 않고 있는 것으로 나타났다. 따라서 신속히 응집제 주입지점을 검토하여 안정적인 급수가 이루어지도록 조치하여야 한다.

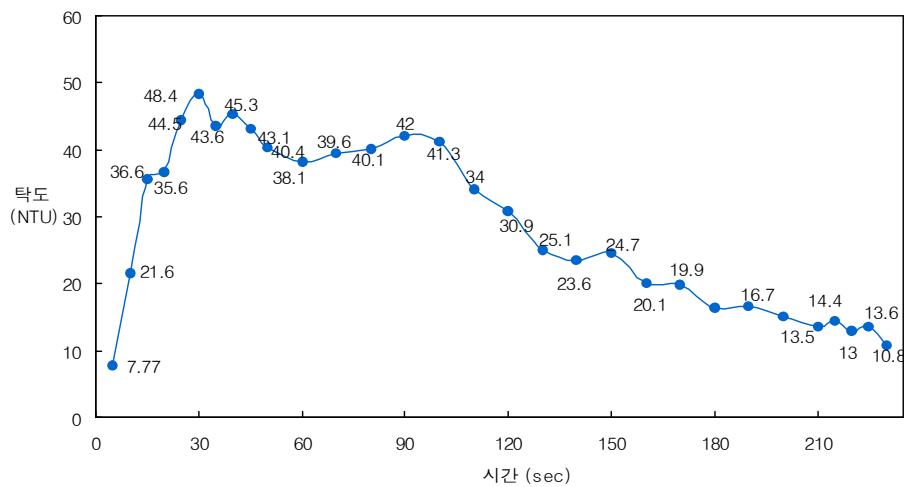
#### [ 지점별 탁도변화 ]



#### 나) 역세척 시간 조절

역세척 배수탁도 측정 결과 역세척 직후 최고탁도는 48.4NTU으로 나타났고, 총 역세척 시간은 3.8분, 최종탁도가 10.8NTU로 권고기준을 만족하지 못하였다. 따라서 역세척 배출수 탁도가 10NTU이하가 될 때까지 역세척 시간 지속시켜주도록 설정하여 운영한다.

[ 역세척수 탁도변화 ]



#### 3) 배수지

배수지 용량에 비하여 급수구역이 과다하여 제한급수를 실시하고 있는 실정으로 배수지 수위가 최저(0.4m)로 운영되고 있으며, 일정하지 않은 염소주입으로 인해 지아디아의 소독능을 만족하지 못하므로, 잔류염소 농도가 0.61mg/L 이상으로 유지하도록 하며, 자동염소주입기 설치가 요구된다.

#### 4) 배출수처리시설

응집침전조에 의해 처리되는 역세척 배출수의 배관이 부적절하며 응집제 주입 없이 운영되고 있어 적절한 운영이 요구된다.

### III. 지방상수도시설

#### 다. 장기적 개선계획 제시

봉성 정수장은 현장조사시 급속여과기에 의한 급속여과 방법과 광역상수보급에 대한 계획을 가지고 있었으며, 이를 위해 시설공사를 진행중이였다. 그러나 3년간의 원수 수질현황을 보면 좋은(Ib) 등급 이상으로 조사되었으며, 봉성 호소수 탁도의 현장조사결과 강우시에도 1NTU이하로 나타났으며, 장래 수질 또한 상수원주변 특별한 개발 계획이 없으므로 변화가 없을 것으로 예측된다. 이와 같이 조사된 원수 수질 조건과 정수수질 관리 목표, 정수시설 운전 제어 및 유지관리 기술 수준을 중심으로 검토하였을 때 장기적으로 수질관리의 개선안을 완속여과 방식과 막여과 방식으로 두안을 제시하였다. 완속여과 방식은 유지관리가 간단하고 안정적인 처리수를 얻는 장점이 있는 반면 막여과 방식은 장래 수질강화 관련 처리공정 대안 검토로 적합할 것으로 보인다.

#### 라. 시설 개선사항

구 분	문 제 점	개 선 사 항	우 선 순위
착수정	예비 착수정 없음	2지이상 분할 및 측관 설치	C
	부유물	스크린 설치	B
	유출위어가 모두 물에 잠겨 운영	월류관 설치 및 여유고 확보	B
	응집제 주입지점 선정	수리적 낙차에 의한 혼화시 G값 확보를 위한 운영개선	C
약품주입시설	예비 약품탱크 및 주입기 없음	예비 약품탱크 및 주입기 확보	C
	약품 누출에 대한 안전설비 미비	폐액 저류조 설치 및 유지 관리	C
침전	응집제 주입이 이루어지지 않음	조속 응집제 주입	A
여과 기	충분한 역세척이 이루어지지 않음	역세척 시간 확보 및 역세척수 탁도 10NTU 이하 유지	A
	Giardia의 소독능 불만족	잔류염소농도 0.61mg/L 이상으로 유지	A
배수지	부적절한 처리설비	배출관 위치 변경 및 적절한운영	C
배출수 처리시설	효율적 유지관리를 위한 정수시설계획 수립	장래 완속여과방식과 막여과방식이 효율적으로 판단되므로 검토 요구됨	D
장기적 개선계획			

## 마. 공정별 개선사항 종합

구 분	취수원 및 취수시설	착수정	약품주입시설	침전 여과기	배수지	배출수 처리시설	계
시설개선	0	4	2	1	0	1	8
운영개선	0	0	0	2	1	1	4
합 계	0	4	2	3	1	2	12

## 바. 종합의견

남해군 봉성정수장은 2,000m<sup>3</sup>/일 용량의 시설로서 1984년도에 급속여과기(800m<sup>3</sup>/일)와 완속여과지(1,200m<sup>3</sup>/일)가 준공된 이후 09. 07월 현재 급속여과기는 노후화로 인하여 보수를 완료한 후 운영을 지속할 계획이며, 완속여과지는 2008년도에 급속여과기(1,200m<sup>3</sup>/일)로 변경되어 운영되고 있다. 현재 봉성 정수장은 갈수기시 비상급수대책으로 광역상수도 이용을 위한 가압장 공사를 계획 중에 있으며, 배수지(1,500m<sup>3</sup>/일) 및 유량계실 신설 공사 중으로 인해 신설된 급속여과기만 운영중이였으나, 응집제를 주입하지 않아 사실상 정상적인 운영이 되지 않고 있는 실정이다. 따라서 신속히 응집제 주입설비를 설치하여 안정적인 급수가 이루어지도록 조치하여야 할 것이다. 시설변경사항으로는 착수정의 스크린, 월류관 설치 및 여유고 확보가 필요하며, 적정한 배출수처리시설 개선이 요구되며, 운영면에서는 역세척 배수탁도에 따른 역세척 시간을 설정·운영하도록 해야며, CT값을 확보하기 위하여 배수지에서의 잔류염소농도를 0.61mg/L 이상으로 유지하고 향후 급속여과기(800m<sup>3</sup>/일) 보수가 완료된 후 배수지 수위를 3~5m 유지하도록 운영하도록 한다.

장래 수질관리 강화를 위한 적합한 방안으로 봉성정수장의 원수수질조건(1.0NTU)등을 고려하여 완속여과 방식과 막여과 방식의 도입을 검토할

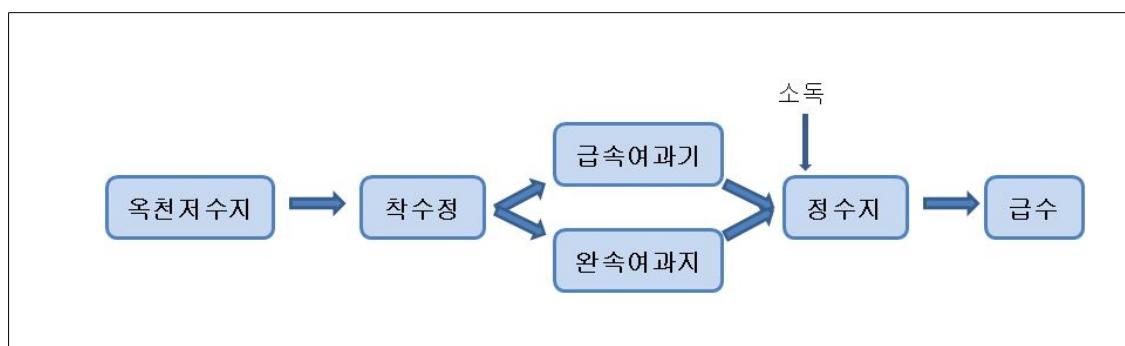
### III. 지방상수도시설

수 있다. 완속여과방식은 기준에 사용하던 방식으로 급속여과시설로 교체되었으나 고도의 기술을 요구하지 않으면서 안정된 처리수를 얻을 수 있고 남해군내 창선정수장에서도 적은 유지관리비용으로 적절하게 운영이 되고 있으므로 봉성정수장의 정수처리방식에 적합하다고 판단되며, 장래 수질강화를 고려하여 막여과방식의 도입을 검토할 필요가 있으며 도입시 기술자 확보 문제 등을 고려하여 판단하도록 한다.

## 7. 남해군 창선정수장(1,000m<sup>3</sup>/일)

### 가. 시설개요

- 정수시설 용량 : 1,000m<sup>3</sup>/일
- 정수방식 : 완속여과, 급속여과
- 취 수 원 : 옥천저수지 호소수
- 수질등급 : 좋음( I b) (연평균 COD기준)
- 소재지 : 남해군 창선면 옥천리 904-1
- 수처리 공정도



### 나. 현장 기술지원 기간

- 2009년 7월 20일 ~ 7월 24일

### III. 지방상수도시설

#### 다. 시설별·공정별 상호연계기능 검토

##### 1) 착수정

###### 가) 여유고 확보

월류(over-flow)관을 40cm이상 절단하는 등 여유고 60cm이상의 확보가 필요하다.

###### 나) 착수정 저부에 주기적인 청소 실시

사용량이 적은 야간시간대에 유입밸브를 닫고 주기적인 청소를 실시하여 여과지에 부유물이 이송되지 않도록 조치가 필요하다.

##### 2) 완속여과지

###### 가) 사면상 수심 확보

완속여과지 사면상 수심이 평균 60cm로 상수도시설기준(90~120cm)에 크게 못 미치고 있어 여층 내 부수두 발생에 의한 air binding 및 여과장애 발생이 우려되므로 유출부 조절정의 위에 높이를 상향 조절하여 사면상 수심을 최소 30cm이상 확보하도록 한다.

###### [ 완속여과지의 사면상 수심 ]

63	61	OUTLET	60	59
64				59
64				56
65	57	INLET	54	58

###### 나) 여층의 평탄화 작업

완속여과지 사면상 수심이 부분적으로 최대 11cm까지 차이가 발생하므로 여과의 평면적 불균등을 해소하고 여과수질 개선을 위하여 여층의 평탄화작업을 주기적으로 실시하도록 한다.

#### 다) 역송 시설 설치 및 역송 실시

오사삭취 및 보사 작업 완료 후 여과장애를 해소하기 위하여 모래면 하부에 형성된 공기를 서서히 배제하기 위한 역송시설(압력수 공급배관 및 기계시설)을 설치하여 주기적으로 역송을 실시하도록 한다.

#### 다) 조절정 위어 하부 연결관로 설치

완속여과지 조절정의 위어 전후를 연결하는 관이 설치되어 있지 않아 배수(drain)시 펌프를 이용하여 강제배수하고 있어 조절정 위어 하부 연결관로 설치하여 운영관리의 편의를 도모하도록 한다.

### 라. 전기 및 계측제어분야

#### 1) 계약전력 변경 검토

현재 정수장 운영 방식을 계속 유지하게 되면 계약전력의 변경을 통한 요금절감이 필요하나 추후 설치된 공정을 가동한다면 현재 계약전력을 유지하는 것이 적정하다고 판단된다.

#### 2) 피뢰설비 설치

창선정수장의 낙뢰사고 및 2차사고를 예방하기 위하여 피뢰침 설치 및 낙뢰계수기를 설치하여 주기적인 점검 및 유지관리가 필요하다.

### III. 지방상수도시설

#### 마. 시설 개선사항

구 분	문 제 점	개 선 사 항	우선 순위
착수정	여유고 미확보로 급격한 유량 변동 시 범람의 위험	over-flow용 배관 절단에 의한 여유고 확보	A
급속여과기	원수 수질에 적합하지 않으며, 유지관리 불편	완속여과지 신설 검토	C
완속여과지	사면상 수심이 부족하여 air binding 등으로 인한 여과장애 발생 우려	조절정의 위어 높이 상향조절로 사면상 수심 확보	A
	여층 높이의 평면적 불균등으로 여과장애 발생 우려	여재의 평탄작업	A
	오사삭취 및 보사 작업 완료 후 역송을 위한 시설 미설치	별도의 압력수를 공급할 수 있는 전용배관을 설치하여 역송 실시	B
	조절정 위어 하부 연결관로 미설치로 drain시 펌프에 의한 강제배수로 운영관리 불편	조절정 위어 하부 연결관로 설치	B

#### 마. 공정별 개선사항 종합

구 분	취수원 및 취수시설	착수정	급속여과기	완속여과지	배수지	계
시설개선	0	1	1	1	0	3
운영개선	0	0	0	3	0	3
합 계	0	1	1	4	0	6

## 바. 종합의견

남해군 창선정수장은 급수구역의 수요량(약 200m<sup>3</sup>/일)이 시설용량(1,000m<sup>3</sup>/일 ; 완속여과지 500m<sup>3</sup>/일, 급속여과기 500m<sup>3</sup>/일)의 약 1/5수준이며, 원수 수질이 0.8~1.0 NTU(Ib등급)로 양호한 상태였고 급수구역의 수요량 및 원수수질을 고려하여 급속여과기는 운휴, 완속여과지만 운영하고 있는 현황이다. 취수원은 옥천저수지를 사용하고 있으며, 취수량이 최대 갈수기에도 확보 가능한 것으로 현장조사결과 확인되었다. 그러나 '남해군 수도정비기본계획 변경 보고서(안) 2009. 4'에 따르면 향후 창선정수장의 급수구역이 확대되어 그 결과 수요량 및 보급률이 증가할 것으로 예상되므로 이에 급속여과기를 운영해야 할 경우 응집제 주입지점을 기준의 착수정 후단에서 혼화지로 변경·설치함을 권장하며, 단, 공사전 급속여과기 운영시 유지관리비(약품비, 전력비 등)와 완속여과지 신설시 공사비, 유지관리비를 비교하여 경제성이 좋은 시설을 비교하여 결정하도록 한다.

완속여과지 운영 및 시설에 대한 개선사항을 보면 사면상 수심이 상수도 시설기준에 미치지 못하므로 유출부 조절정의 위어 높이를 상향 조절하여 사면상 수심을 최소 30cm이상 확보하여야 하며, 여층의 평탄화작업과 오사삭취 및 보사 작업 완료 후 여과장애를 해소하기 위하여 모래면 하부에 형성된 공기를 서서히 배제하기 위한 역송 시설을 설치하고 주기적으로 역송을 실시하도록 한다.

# 전 라 도 ..... ●

남원시 월락 정수장

진안군 계서 정수장

대불 정수장

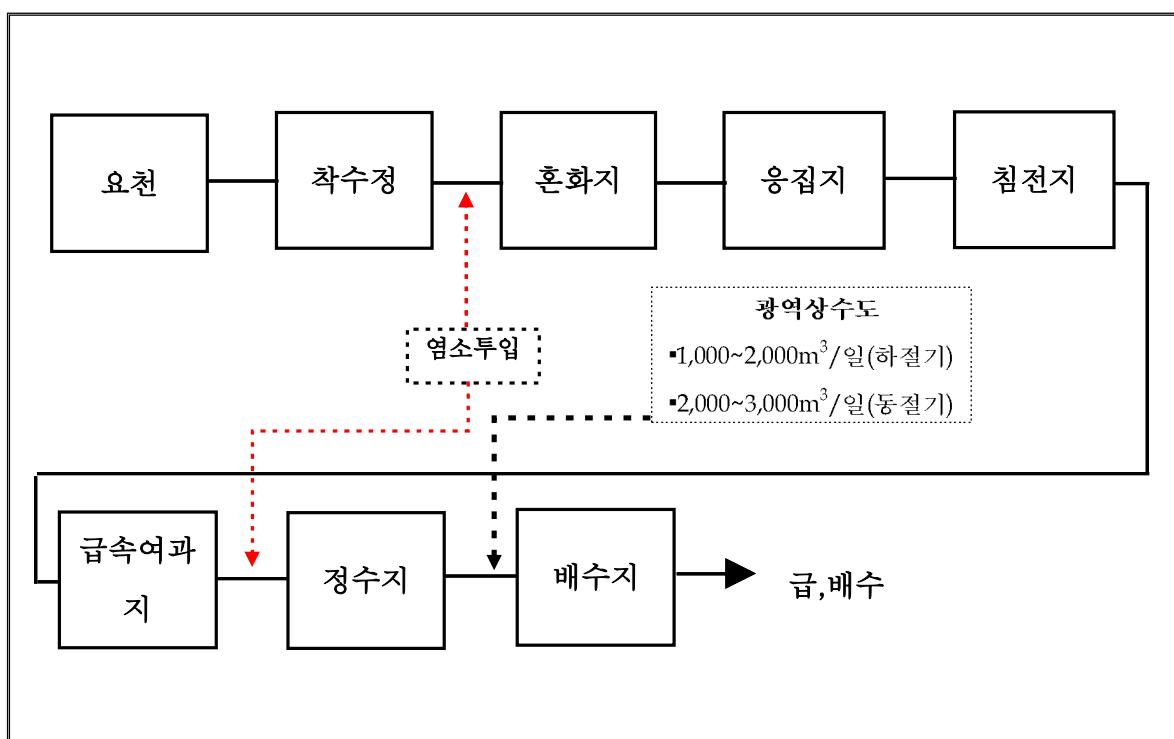
수동 정수장



## 8. 남원시 월락정수장( $16,500\text{m}^3/\text{일}$ )

### 가. 시설개요

- 정수시설 인가용량 :  $16,500\text{ m}^3/\text{일}$
- 정수방식 : 급속여과
- 취수원 : 요천 (표류수)
- 수질등급 : I b등급(좋음)
- 상수도시설 위치
  - 정수장 : 전북 남원시 도통동 574번지
- 준공년도 : 1974년 8월
- 수처리 공정도



## 나. 현장 기술지원 기간

- 1차 : 2009년 6월 23일 ~ 6월 26일
- 2차 : 2009년 9월 22일 ~ 9월 25일

## 다. 시설별·공정별 상호연계기능 검토

### 1) 취수원 및 취수시설

#### 가) 하절기 고택도 원수 유입 대비

하절기 시에는 일시적으로 고택도의 원수가 유입되는 것으로 조사되었으며, 월별 탁도변화가 다소 큰 것으로 나타났다. 따라서 고택도의 발생빈도가 높은 하절기에는 원수 수질을 상시 감시할 수 있는 시스템을 구축할 것이 요구된다. 또한, 원수수질에 따른 약품투입량을 Jar Test 등을 통해 결정하여 침전지 및 여과지에서의 탁질부하를 줄일 수 있는 방법을 검토하여야 한다. 이러한 시설개선에 이어서 운영 근무자는 자테스트를 주기적으로 시행하여 최적 응집제 투입률을 산정하여 실공정에 투입토록 조치가 필요하다. 또한, 고택도 원수 유입의 빈도가 상당기간 지속될 경우는 해당 시설의 취수량을 줄이고 현재 수자원공사로부터 수수하고 있는 동화정수장 광역상수도 수수량을 증대하여 고택도 원수에 대한 대책으로 활용할 것에 대한 검토가 요구된다.

#### 2) 약품투입시설

#### 가) 취수량 대비 적정용량의 응집제 주입

응집제는 정량펌프에 의해 주입되고 있으나 유량변동에 따른 주입량을 수동으로 조작하고 있어 이를 원수라인의 유량계 신호를 받아 응집제 주입량을 유량에 비례하여 제어될 수 있도록 시스템을 개선할 것을 권고한다.

### III. 지방상수도시설

#### 나) 자테스트(Jar-test) 시행

약품정량투입을 위한 자테스트 수행실적이 미흡한 실정으로 향후 최적 응집제 주입을 위한 원수 자테스트를 주기적 수행이 필요하다.

#### 3) 응집·혼화 시설

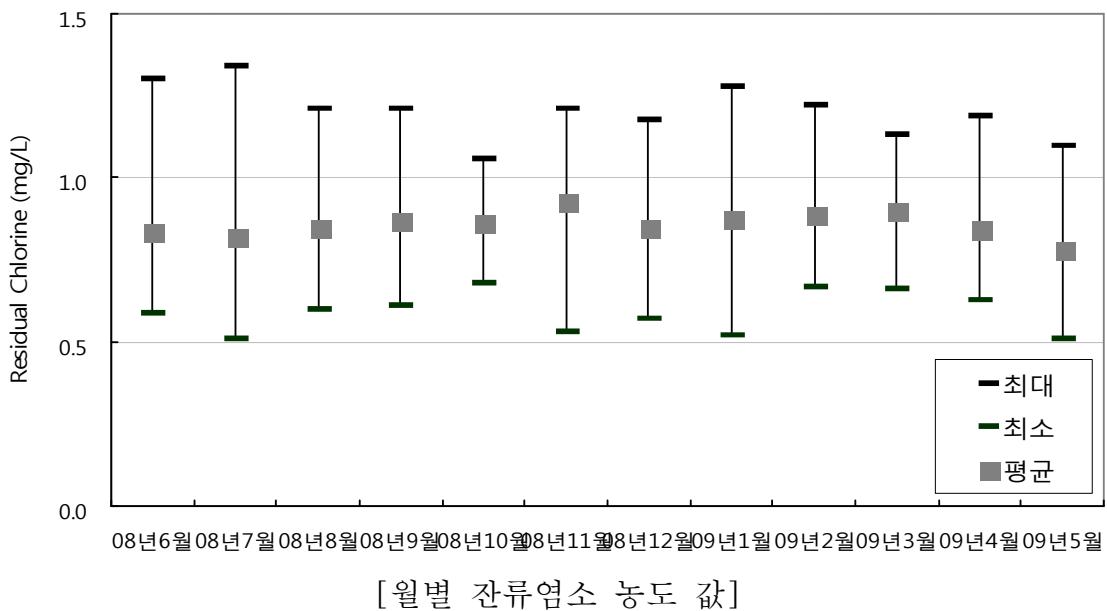
##### 가) 응집기 구동방식 변경 검토

응집지는 단별 정류벽이 있어 3단으로 구분되고 있으나, 각 응집기의 구동모터는 4번째지만 VS 모터를 사용하고 있고 나머지 1~3번째 지는 구동 속도가 고정이므로 각 단별 G값을 수질 및 계절별로 응집기 회전축의 회전 속도를 조절할 수 있는 인버터 방식으로 개량할 것을 권고한다.

#### 4) 소독시설

##### 가) 일정한 염소주입농도 유지

‘08. 6~’09. 5월의 정수지에서의 잔류염소 농도 값을 평가한 결과 0.5~1.5mg/L로 변화폭이 다소 큰 것을 알 수 있다. 취수유량에 비례하여 염소주입이 될 수 있도록 시설의 개선이 요구된다.



#### 나) 소독설비 변경 고려

현재 소독제로 액화염소를 사용하고 있어 염소주입설비, 염소용기, 염소주입용 급수펌프 및 중화설비 등 부대설비에 대한 지속적인 유지 및 관리가 필요하므로 염소주입 방식에서 취급이 용이하고 안전한 차아염소산나트륨을 주입하는 방식으로의 변경을 검토해 볼 것을 권장한다.

#### 다) 중화설비 점검 철저

중화설비의 가성소다 등은 자주 사용하지 않으면 굳게 되므로 중화설비의 가동여부를 점검하여 주1회 이상 가동하도록 한다. 중화설비는 장기간 운휴하면 가성소다 용액이 석출되어 배관 폐색 및 펌프 회전차가 고착되므로 주 1회 30분 정도 가동점검을 실시하도록 하고, 가성소다 탱크를 개방하여 증발 물량만큼 년 2회 정도 청수를 보충하여 일정농도를 유지하여야 한다. (20 %, 20°C에서 비중 1.22)

#### 라) 염소 주입시설 관리 철저

동절기에 염소 주입실은 15~20°C로 유지하여야 하며, 난방기를 사용할 때에는 염소용기에 직접 가열되지 않도록 거리를 두어야 한다.

염소가스 취급에 필요한 아래와 같은 안전장구를 구매, 비치하여 유사시

### III. 지방상수도시설

활용하도록 하여야 한다.

- 공기호흡기 또는 송기식 마스크
- 할로겐가스용 격리식 방독 마스크
- 보호장갑 및 보호장화 (고무판 또는 비닐제품)
- 기타 긴급조치 장구

## 5) 정·배수지 운영

### 가) 바이러스 및 지아디아 소독능 평가

동절기 시 정수지 만으로는 환경부 고시 '정수처리기준 등에 관한 규정'에서 명시한 소독능 불활성화비를 만족하지 못해 송수관로 및 배수지에 대해 '07년 상하수도협회에 추가소독능 인증을 받았으며, 이를 참고로 하여 정수지에서 배수지까지의 총 불활성화비 평가결과 연중 최소값 기준으로 바이러스 6.7, 지아디아 1.3으로 불활성화비 기준을 연중 상시 만족하는 것으로 나타났다. 소독에 대해서는 충분한 불활성화비를 충족하고 있지만 관말에서 항상 일정한 잔류염소값이 유지될 수 있도록 운전하여야 한다.

년 월	바이러스 불활성화비		
	최대	최소	평균
08년 6월	417.8	22.1	125.8
08년 7월	771.1	27.3	175.6
08년 8월	464.1	30.8	135.9
08년 9월	375.0	19.9	109.1
08년 10월	263.0	12.4	64.2
08년 11월	122.9	9.3	42.1
08년 12월	91.2	6.7	29.1
09년 1월	77.1	6.9	27.6
09년 2월	128.7	10.8	41.9
09년 3월	201.0	10.3	44.2
09년 4월	263.3	17.6	81.7
09년 5월	294.8	15.0	81.3

년 월	지아디아 불활성화비		
	최대	최소	평균
08년 6월	63.1	3.5	19.4
08년 7월	110.7	4.3	27.4
08년 8월	70.5	5.1	21.1
08년 9월	61.3	3.2	16.9
08년 10월	42.5	2.0	10.4
08년 11월	19.3	1.7	6.3
08년 12월	13.7	1.2	4.5
09년 1월	12.2	1.2	4.4
09년 2월	18.8	1.7	6.1
09년 3월	31.5	1.6	6.7
09년 4월	40.1	2.8	12.6
09년 5월	45.0	2.4	12.9

### 나) 배수지 수질측정 장비 설치

배수지내에 수질계측 장비가 없어 정수시설의 효율적인 운전, 정확한 수질 현황 파악 및 만약의 경우에 발생가능한 수질사고 등에 즉각적인 대처를 위해 상시적으로 pH, 수온 및 잔류염소농도 등의 수질을 감시할 수 있는 시스템을 구축할 것을 기술지원 기간 중에 건의 하였으며, 측정장비에 대한 보강계획을 '10년 예산에 반영하였다.

## 6) 수질관리

### 가) 수질자동측정기 관리 철저

일일검사에 필요한 기본 수질측정 장비와 관련 시약을 상시 구비하여 약품주입량 결정시험 및 수질감시에 활용하도록 한다. 탁도측정기, 잔류염소측정기, pH측정기를 확보하여 수질관리에 활용하고 있으며, 자테스트(Jar-test)기는 조기에 정상화하여 최적 응집제 투입을 위해 활용도록 조치가 필요하다.

### 나) 근무자 전문성 강화

정수장 근무자가 각 공정에 대한 전문지식을 함양하여 보다 효율적인 정수장 운영이 이뤄지도록 상주 운영근무자의 기술력 제고가 요청된다. 이를 위하여 한국상하수도협회, 한국수자원공사, 환경관리공단 등 외부전문기관에 위탁교육을 실시도록 권장한다.

## 라. 시설개량 사항

단위공정	문제점	개선방안	우선순위
취수시설	하절기 고탁도 원수유입	탁도에 비례하여 응집약품 주입 및 광역상수도 수수량 증대	B
응집· 혼화지	원수유량비례투입 곤란	원수유량비례 투입가능도록 설비 개선	B
침전지	후단 집수웨어로 탁질 일부 유출	혼화기의 속도조절 및 일부 집수웨어에 칸막이 등의 시공을 통한 개선	B
여과지	여과지 #2지의 하부집수장치 이상	해당 지내 하부집수장치 수리 (조치 완료)	-
소독 설비	정수지 만으로 소독능 일부 기간 불만족	추가소독능 인증으로 소독능 확보(조치 완료)	-
	배수지 수질측정 장치 설치미흡	2010년도 예산안에 해당 수질측정 장비 설치를 포함토록 건의 (기술지원을 통해 반영됨)	C

주) A : 조속시행, B : 단기시행, C : 중기 시행, D : 장기 시행

## 마. 운영관리 개선사항

[ 처리공정별 기능진단 및 우선순위 ]

단위공정	문제점	개선방안	우선순위
취수시설	상수원수 수질관리 부족	상수원수 전항목에 대한 수질조사 및 오염원 관리	B
응집· 혼화지	응집제 주입률 결정을 위한 Jar-test 실적 부족	주기적인 자테스트 실시를 통한 최적 응집제 투입률 결정	A
소독설비	잔류염소 농도관리 부족	소독능 만족을 위해 배수지 후단에서 정기적인 잔류염소 측정 및 이상유무 확인	B
수질관리	기록자료 관리 부족	공정 수질시험 실시 및 자료 기록 관리	B
	측정기 관리 부족	수질시험기기 관리 철저 및 자테스기 조기 복구 추진	B
	근무자 능력 증대 요망	교육을 통한 운영근무자 전문성 강화 및 정수시설 운영관리사 배치	B

## 바. 공정별 개선사항 종합

구분	취수시설	응집· 혼화지	침전지	여과지	소독 설비	정수지	수질 관리	계
시설개선	1	1	1	1	2	0	0	6
운영개선	1	1	0	0	1	0	3	6
합계	2	2	1	1	3	0	3	12

## 사. 종합의견

월락정수장은 요천 표류수를 취수하여 급속여과 방식으로 처리하는  $16,500\text{m}^3/\text{d}$  용량의 정수처리 시설로서 2008년 연평균값 기준으로 상수원수의 수질은 pH 7.4, BOD 0.7mg/L, SS 2.8mg/L, DO 9.7mg/L, 총대장균군 341/100ml를 나타내어 상수원수 2급수에 해당한다. 또한, 여과수 수질도 양호하게 나타나고 있다. 하절기 시에는 일시적으로 고탁도의 원수가 유입되는 것으로 조사되었으며, 월별 탁도변화가 다소 큰 것으로 나타났다. 따라서, 원수수질에 따른 약품투입량을 Jar Test 등을 통해 결정하여 침전지 및 여과지에서의 탁질부하를 줄일 수 있는 방법을 검토하여야 한다. 이러한 시설개선에 이어서 운영 근무자는 자테스트를 주기적으로 시행하여 최적 응집제 투입률을 산정하여 실공정에 투입토록 조치가 필요하다. 또한, 고탁도 원수 유입의 빈도가 상당기간 지속될 경우는 해당 시설의 취수량을 줄이고 현재 수자원공사로부터 수수하고 있는 동화정수장 광역상수도 수수량을 증대하여 고탁도 원수에 대한 대책으로 활용할 것에 대한 검토가 요구된다. 또한, 현재 배수지내에 수질계측 장비가 없어 정수시설의 효율적인 운전, 정확한 수질현황 파악 및 만약의 경우에 발생가능한 수질사고 등에 즉각적인 대처를 위해 상시적으로 pH, 수온 및 잔류염소농도 등의 수질을 감시할 수 있는 시스템을 구축할 것을 건의하였고, 이외에 각 공정에 대한 전문지식을 함양하여 보다 효율적인 정수장 운영이 이뤄지도록 상주 운영근무자의 기술력 제고가 요청된다. 이를 위하여 한국 상하수도협회, 한국수자원공사, 환경관리공단 등 외부전문기관에 위탁교육을 실시토록 권장한다.

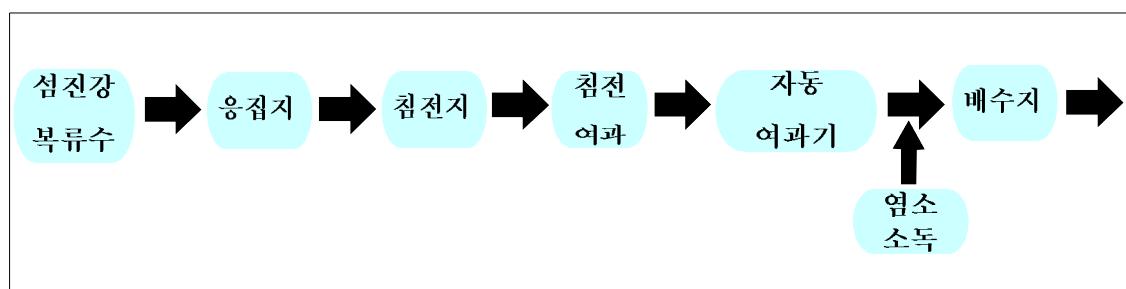
## 9. 진안군 계서정수장(800m<sup>3</sup>/일)

### 가. 시설개요

- 정수시설 용량 : 800m<sup>3</sup>/일
- 정수방식 : 급속여과
- 취수원 : 섬진강 복류수
- 수질등급 : 매우좋음( I a) (연평균 DO기준)
- 소재지 : 전라북도 진안군 마령면 계서리 산 5-3

☏ 063) 432-2637

- 급수인구 : 2286
- 준공년도 : 1989년
- 수처리 공정도



### 나. 현장 기술지원 기간

- 2009년 5월 12일 ~ 5월 16일

### III. 지방상수도시설

#### 다. 시설별·공정별 상호연계기능 검토

##### 1) 취수원 및 취수시설

취수원은 섬진강 복류수이며, 주변지역에서의 농업용수 유입과 방제시설 미비, 취수지점의 세굴현상과 충적층 형성으로 일정한 양질의 원수확보가 어려운 상황이다. 따라서 취수원의 상수원 보호구역으로서의 유지관리와 집수매거 시설의 점검 및 보수가 이루어져야 할 것이다.

장기적으로 급수량 증가에 따른 수원 확보 방안으로는 신설 계획인 월운 정수장에서 정수를 공급 받아 기존시설인 배수지를 이용하는 통합방식이 있으며 이는 안정적인 급수와 정수처리 비용을 절감할 수 있을 것으로 판단된다.

##### 2) 약품주입시설

취수원은 약품탱크바닥의 부식과 누액방지턱 및 폐액탱크 미설치로 인한 안전성 문제에 대한 시설개선이 필요할 것으로 보이며, 적절한 약품주입을 위한 액-테스트 실시와 응집제 주입량 조견표 작성이 요구된다.

##### 3) 착수정

현재 착수정이 운영될 수 없는 곳에 위치하여 도수관로를 통하여 바로 응집지로 유입하고 있다. 이에 따라 원수의 수위변동을 안정시키지 못하고, 원수 수질의 정확한 파악을 어렵게 만들므로 다음 단계인 혼화, 응집, 침전 등의 운영을 어렵게 만들므로 장기적 대책으로 적정 위치의 착수정 신설을 고려해 봐야 할 것이다.

## 4) 응집지

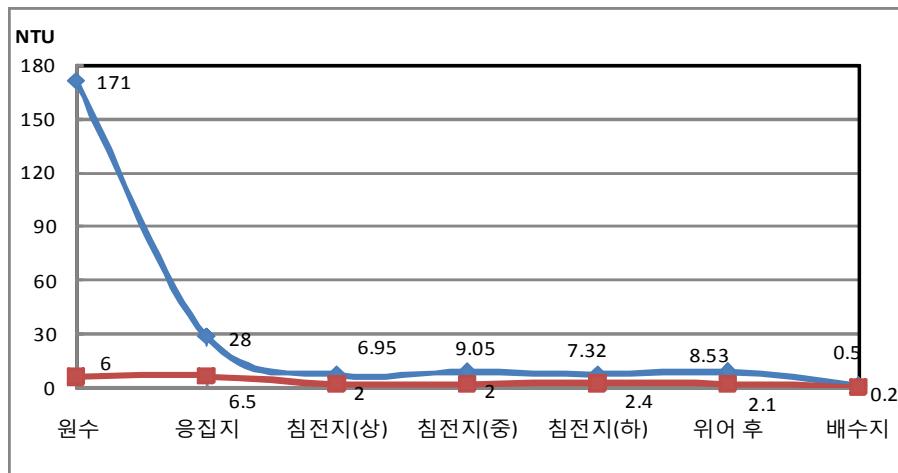
### 가) 응집제 주입지점 변경

적정한 혼화를 위해 응집제 주입지점을 원수가 유입되는 교반기 임펠러 부근 혹은 원수유입 나팔관 내부로 이동하여 운영하는 방안을 고려할 수 있다.

### 나) 유량에 따른 적절한 계열선택 운영

평상시 1계열만 운영되며 원수의 탁도 증가 시 2계열 모두 운영되던 방식에서 적정 체류시간유지를 위해 설계용량 시 2계열 모두 운영하도록 한다.

[ 공정별 탁도 측정 ]



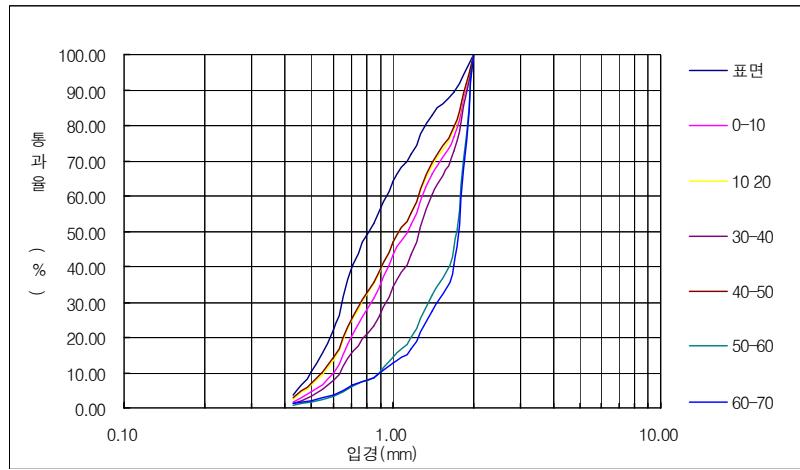
## 5) 급속여과기

여층 깊이별 탁질 억류량을 분석한 결과, 표면 0~10cm깊이에서 95NTU로 표면여과 경향을 나타냈고, 깊이 30~40cm구간을 제외하고는 30NTU 정도로 여층 전체에 걸쳐 탁질을 충분히 억류하지 못하는 것으로 판단된다. 이는 역세수량이 정수조 크기로 한정되는 급속여과기의 특성상 역세효율이 낮기 때문으로 판단되며 역세척 횟수 및 역세척수 사용량의 증가로 이어질 수 있다.

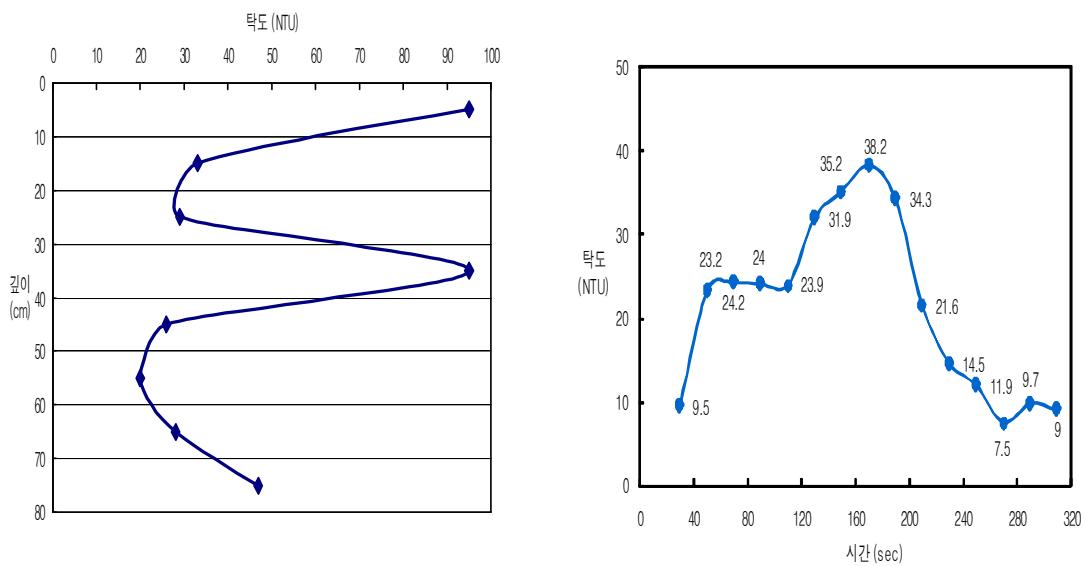
여과기의 여과사 분석결과 균등계수가 기준에 맞지 않아 차후 여과사 교체시 반영하는 것이 필요하다.

### III. 지방상수도시설

#### [ 입도분석 결과 ]



#### [ 여충깊이별 탁질역류량 및 역세척 배수탁도 ]



#### 6) 염소주입설비

지상에 위치한 염소실 구조의 문제점과 문 방지턱이 설치되지 않아 염소가스 누출시 안전사고의 위험성이 상존하고 있으므로 기존의 액화염소 설비를 유지 관리 함에 있어 예상되는 위험도 및 대응 가능성을 고려해 볼 때 차아염소산 나트륨으로 전환이 필요할 것으로 판단된다.

## 5) 정(배)수지

소독능 계산 결과, 일정하지 못한 염소주입으로 지아디아 불활성화비가 0.35으로 기준을 만족하지 못하고 있으므로 잔류염소량을 일정량 유지하도록 하며 배수지 후단에 잔류염소를 상시 감시할 수 있는 잔류염소계측기의 설치가 필요하다.

### 라. 시설 개선사항

구 분	문 제 점	개 선 사 항	우선 순위
취수시설	유입원수의 수질악화 및 장래 수질악화 문제	취수원 주변악화 문제	C
		집수매거 점검 및 보수	C
		장기적인 통합운영관리방안 제시	D
약품주입시설	시설 안전성 문제 약품주입량 결정 부적절	예비 약품탱크 설치	B
		시설개선	A
		약품조견표 설치 및 샐-테스트 실시	A
응집지	혼화 위치 부적절	약품주입위치 및 혼화방법 변경	A
여과기	여과사 부적합 역세척 배출수 처리 부적절	여과사 교체	B
		역세척 배출수 적정처리	A
		지별 탁도계 설치	B
소독설비	시설 안전성 문제	액화염소주입시설 개선 혹은 소독제 변경	A
배수지	불규칙한 잔류염소농도	잔류염소계측기 설치	A

### III. 지방상수도시설

#### 마. 공정별 개선사항 종합

구 분	취수원 및 취수시설	착수정	약품 주입 시설	응집지	급속 여과기	소독 설비	배수지	수질 관리	전기 및 계측설비	계
시설개선	1	1	1	1	2	1	0	1	0	8
운영개선	2	0	1	0	1	1	1	0	0	6
합 계	3	1	2	1	3	2	1	1	0	14

#### 바. 종합의견

진안군 계서정수장은  $800\text{m}^3/\text{일}$  용량의 시설로서 섬진강 복류수를 취수하여 급속여과 공정으로 정수 처리하는 시설이다. 급속여과기의 신설과 적극적인 운영으로 인해 정수장 운영은 전반적으로 적정하게 운영되고 있었으나, 취수원의 관리가 취약하여 농경수의 유입 등으로 인한 일시적인 원수 탁도 상승으로 운영에 어려움이 있었으며, 취수시설의 보수 및 점검이 요구되는 것으로 나타났다.

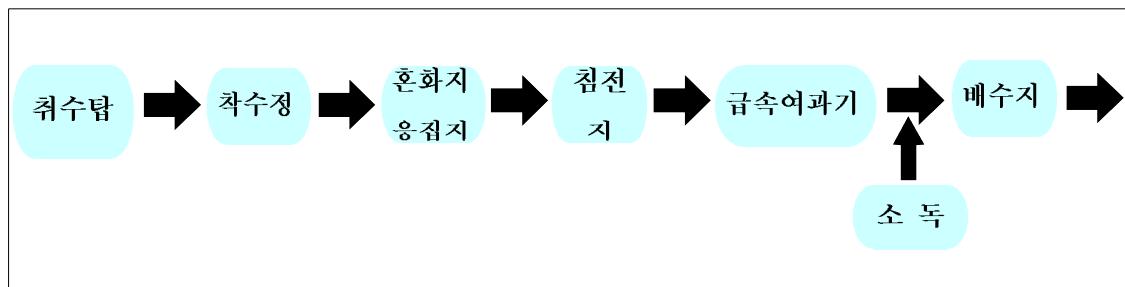
정수장의 적절한 관리를 위해 지별 탁도계 설치와 일정하지 못한 잔류염소주입에 따른 소독능 미확보 문제를 해결하기 위해 염소자동주입기 및 잔류염소계측기의 설치가 요구된다.

현재 계서정수장은 장래 급수수요 증가에 따른 추가 수량 확보가 어려울 것으로 조사되어 장래에는 대체 수원확보가 필요할 것으로 보인다. 이에 따라 장기적인 방안으로, 신설계획을 가지고 있는 월운정수장에서 급수될 수 있도록 하고 계서정수장은 비상시 취수원과 기존 배수지를 사용하여 공급받을 수 있도록 검토되어야 할 것이다.

## 10. 진안군 대불정수장(750m<sup>3</sup>/일)

### 가. 시설개요

- 정수시설 용량 : 750m<sup>3</sup>/일
- 정수방식 : 급속여과
- 취수원 : 칠은 저수지 호소수
- 수질등급 : 좋음( I b) (연평균 DO기준)
- 소재지 : 전라북도 부천면 대불리 13-2번지 일원
- 준공년도 : 2000년
- 수처리 공정도



### 나. 현장 기술지원 기간

- 2009년 5월 12일 ~ 5월 15일

## 다. 시설별·공정별 상호연계기능 검토

### 1) 착수정

현재 착수정 후단에 응집제와 pH 조절제를 동시에 주입하는 방식은 응집효율을 저하시키므로 pH 조절제의 주입지점을 착수정 전단으로 수정해야 한다.

[ pH조절제 주입방식 ]



### 2) 혼화지

착수정에서 낙차를 이용하여 교반 시 G값이 기준을 만족하지 못하였으므로 혼화지 내 기계식혼화방식으로 G값을 상향조정하도록 하며, 응집제 주입위치를 교반기 임펠러 부근으로 이동하여 운영하도록 한다.

### 3) 플록형성지

취수유량에 따라 적절한 체류시간을 유지하기 위해 계열수를 선택하여 운영할 수 있도록 하며, 현장 응집기 G값 산출결과, 8.71로 시설기준 범위 내에 미치지 못하고 있으므로 적절한 플록형성을 위해 패들 회전수 증가시킴으로 적절한 G값을 확보한다.

### [ 플록형성지의 체류시간 산정 ]

시설구분	시설 개요	유량에 대한 성능평가		
플록형성지 (2계열)	유효체적 : $21.64\text{m}^3 \times 2지 = 43.28\text{m}^3$	설계유량	750 $\text{m}^3/\text{일}$	체류시간 : 83.09min
		첨두유량	1497.5 $\text{m}^3/\text{일}$	체류시간 : 41.62min
플록형성지 (1계열만 가동)	유효체적 : 21.64 $\text{m}^3$	설계유량	750 $\text{m}^3/\text{일}$	체류시간 : 41.55min
		첨두유량	1497.5 $\text{m}^3/\text{일}$	체류시간 : 20.81min

### [ 응집기 속도경사 도출을 위한 측정값 ]

구 분	C	a	V	rpm	G
#1	1.5	3.308	31.6	0.67	8.71

### 4) 침전지

공정별 탁도측정 결과는 혼화지에서 높아진 탁도가 침전지 유출까지 제거되지 않고 여과기로 유입되므로 지나친 부하가 유입되는 것으로 판단된다. 이는 플록 형성지 및 침전지의 장폭비가 3.3:1로 시설기준에는 만족하나 비교적 짧아 플록의 침강이 어려울 것으로 판단된다.

### [ 공정별 탁도 및 pH측정 결과 ]

공정	탁도 (NTU)		pH
착수정	1.6		6.9
혼화지	1.6		8.53
응집지	2.3		9.65
침전지	상	2.3	9.41
	중	1.7	9.37
	하	2.1	9.57
위어 후	2.1		9.52
정수지	0.3~0.4		7.15
잔류염소량	0.43(mg/L)		

### III. 지방상수도시설

#### 5) 급속여과기

대불 정수장은 처리유량이 설계용량에 비해 과대하여 첨두유량시 174.1(m<sup>3</sup>/일), 성능지수는 86%를 나타내었으며 여과기를 중단할 수 없는 상태로 2계열을 사용할 수 있도록 1계열을 더 신설해야 하는 것으로 판단된다.

#### 6) 중화설비

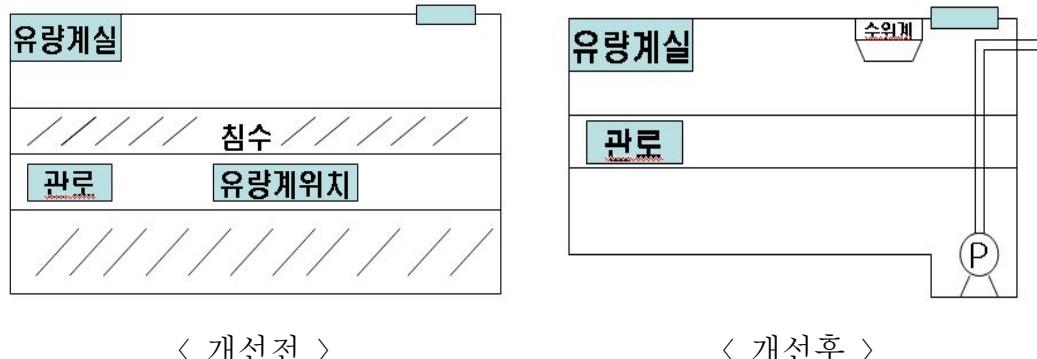
가성소다용액 분사장치 미작동으로 조속한 수리가 필요하다.

#### 7) 전기 및 계측제어 분야

##### 가) 유량계실 확보 및 개선

유량계실의 침수를 방지하기 위해 배수펌프를 설치 운영해야하며, 매년 주기적인 검교정이 필요하다.

##### [ 침수방지를 위한 유량계실 개선방안 ]



##### 나) 감시설비 개선

침입 감시와 이상발생시 신속대응하기 위한 CCTV와 적외선 센서 설치가 요구된다.

## 라. 시설 개선사항

구 분	문 제 점	개 선 사 항	우선 순위
착수정	약품주입 부적절	pH 조절제 착수정 전단부로 이동	A
	교반강도 부적절	혼화지에 응집제 주입	A
혼화지	G값 낮음	혼화기 교반속도 증가 및 응집제 주입위치 개선	A
플러형성지	G값 낮음	분당 회전수 증가시킴	A
침전지	우측 침전지 내 슬러지 수집·배출 어려움	슬러지수집기 설치	C
소독시설	염소주입용량 지시치가 분명하지 않음	자동주입조절장치로 개선, 주입시설 2계열 확보	B
중화설비	약품 분사장치 막힘	분사 장치 수리	A
배수지	수위계 오지시	수위계 교체	B
계측설비	전자식 유량계로 오차 발생	초음파식 유량계로 교체	B
	유량계설 침수	유량계설 수위에 따라 연동 운영하는 수중펌프 설치	B
감시설비	인근 야영지 등 여름철 외부인 접근	침입 감시 및 이상 발생시 신속대응을 위한 CCTV와 적외선 센서 설치	B

## 마. 공정별 개선사항 종합

구 분	취수원 및 취수시설	착수정	약품주입 시설	응집지	급속 여과기	소독 설비	배수지	전기 및 계측설비	계
시설개선	0	0	1	0	0	1	2	3	7
운영개선	0	1	1	1	0	0	1	0	4
합 계	0	1	2	1	0	0	3	3	11

## 바. 종합의견

진안군 대불정수장은 시설용량 750m<sup>3</sup>/일으로 칠은 저수지 호소수를 사용하여 급속여과방식으로 정수처리를 하고 있다. 호소수 특성상 pH가 다소 낮고 가을철 SS, COD가 높게 나타나 적절한 알칼리제 주입 등 수질관리에 주의가 요구되어진다.

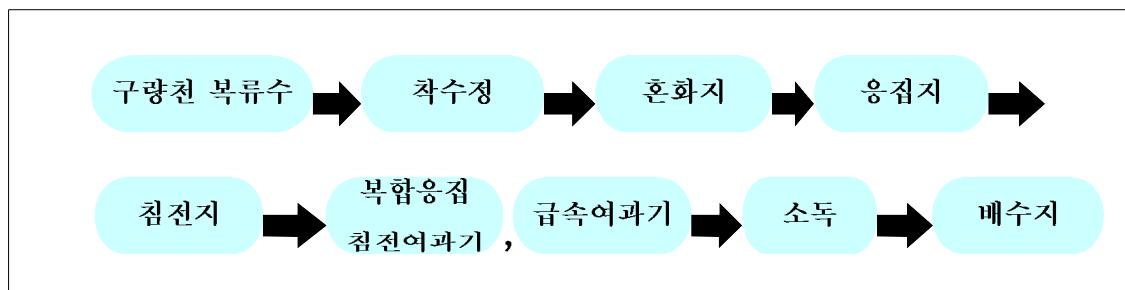
공정별 개선사항을 살펴보면, 착수정 후단에 pH조절제와 응집제가 동시에 주입되고 있어 응집효율을 저하시키므로 pH조절제를 착수정 전단에 주입하도록 하며, 혼화 시 G값을 확보할 수 있도록 혼화지로 응집제 주입 위치를 변경하도록 한다.

소독능 계산 결과, 지아디아의 불활성화비가 만족되지 못하여 적절한 양의 염소를 일정하게 주입할 수 있도록 자동 염소주입기 설치와 최저수위를 유지하여 운영할 수 있도록 배수지 수위계 교체가 요구되며, 장기적으로는 배수지에 도류벽을 설치하도록 한다. 또한 액화염소사용에 대한 안전성 확보를 위한 중화장치의 신속한 수리가 요구되어 진다.

## 11. 진안군 수동정수장(5,000m<sup>3</sup>/일)

### 가. 시설개요

- 정수시설 용량 : 5,000m<sup>3</sup>/일
- 정수방식 : 급속여과
- 취수원 : 구량천 복류수
- 수질등급 : 좋음( I b) (연평균 DO기준)
- 소재지 : 전라북도 진안군 상전면 수동리 산 14-1
- 급수인구 : 8,972
- 준공년도 : 1989년
- 수처리 공정도



### 나. 현장 기술지원 기간

- 2009년 5월 11일 ~ 5월 14일

### III. 지방상수도시설

## 다. 시설별·공정별 상호연계기능 검토

### 1) 착수정

#### 가) 약품투입순서 변경

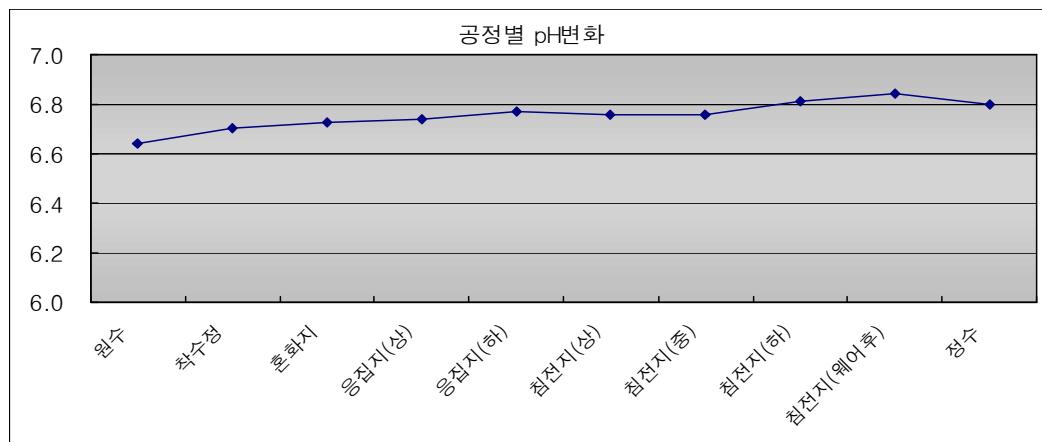
현재 약품투입순서는 응집효율을 저하시키므로 전염소, 알칼리제, 응집제의 순으로 수정할 것을 요구한다.

#### 나) 약품의 적정량 주입

착수정 후단에서 응집제 가수분해 반응에 가장 효과적인 pH 범위(pH 7~8)를 만족하지 못하고 있으며, 이후의 공정에서도 pH 7.0이하의 범위를 나타내고 있으므로 알칼리제 주입량을 증가시킬 것을 권장한다.

jar test를 실시하여 응집제 주입량, 알칼리제 주입량, 교반강도 등의 결정을 권장한다.

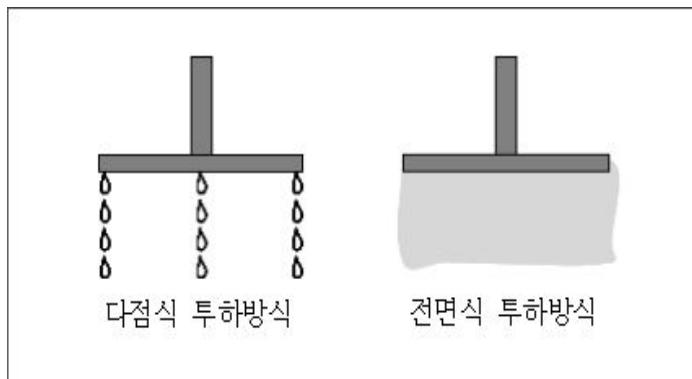
#### [ 공정별 pH변화 그래프 ]



#### 다) 시설개선

정류벽 개선 및 유량조견표 설치 및 상단 여유고를 60cm 이상으로 확보하고 조류에 의한 광합성을 차단할 수 있는 차광막 등 덮개를 설치 할 것을 권장하며 효과적인 혼화교반을 달성하기 위해서 다음과 같은 다점식 또는 전면 투하방식을 제안한다.

### [ 응집제 투여 개선 방법]



## 2) 혼화지

약품이 주입되는 착수정 유출부에서 충분한 교반강도를 확보하기 위해 위어 하류조의 부피를 줄이는 방안과 응집제 주입위치를 위어 상부 30cm이상으로 상향 조절 할 필요가 있다.

## 3) 플록형 성지

### 가) 유량에 변화에 따른 계열별 운영

첨두유량을 적용할 경우에도 1계열로 충분한 체류시간인 20~40분을 확보 할 수 있으며 2계열 운영시 체류시간이 길어져 형성된 플록이 침강되거나 파괴되는 경우가 우려되므로 유량에 따라 운영해야 할 것을 권장한다.

### 나) 패들면적비 조정

패들면적비를 20%가량으로 하향조절하기 위하여 1대의 혼화기에 12개의 패들을 6개로 줄이도록 한다.

### [ 플록형 성지의 패들 면적비 ]

구 분	패들 총면적	수류 단면적	면적비(%)
산출값	7.2 m <sup>2</sup>	16.4 m <sup>2</sup>	43.8

### III. 지방상수도시설

#### 나) 적절한 G값 확보

플럭형성을 위한 적정한 G값을 위해 회전수를 현재 0.27~0.8rpm에서 2.5rpm으로 상향 조절시킬 것을 권장하며 이때 G값은  $10\text{sec}^{-1}$  가량 확보되며 이를 점감식으로 조절하도록 한다.

#### [ 응집기 속도경사 측정값 ]

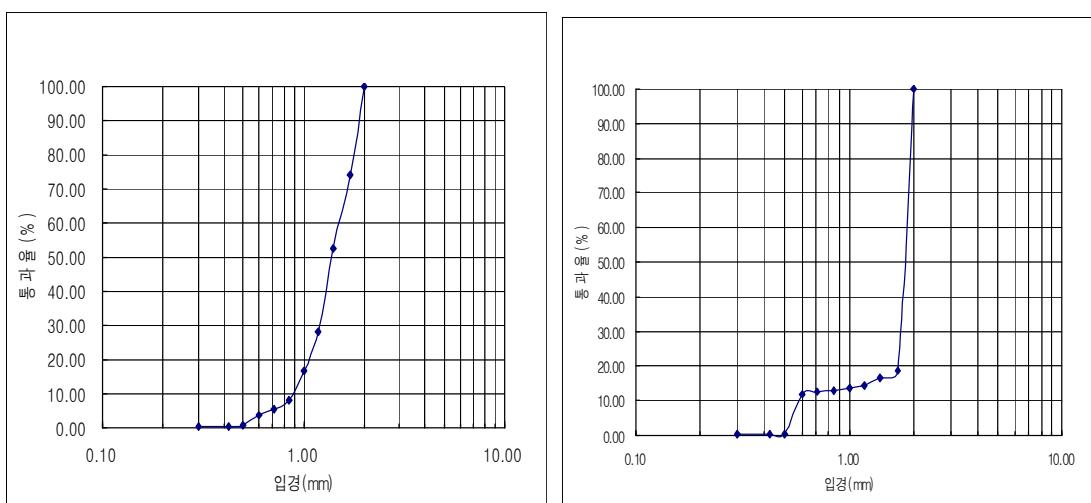
구 분	C	a	V	rpm	$v'$ (선속도)	v	G
1계열				0.316	$0.16 \times 10^{-4}$	$0.28 \times 10^{-4}$	0.51
2계열				0.426	$0.38 \times 10^{-4}$	$0.69 \times 10^{-4}$	0.80
3계열				0.264	$0.09 \times 10^{-4}$	$0.17 \times 10^{-4}$	0.39
4계열				0.204	$0.04 \times 10^{-4}$	$0.08 \times 10^{-4}$	0.27

#### 4) 급속여과기

##### 가) 여과사 보충

여과사의 깊이가 40cm로 상수도 시설기준인 60~120cm를 만족하도록 하며, L/de비가 455로서 일반적인 단층여과지에서 권장되는 기준인 1000이상에 비교하였을 경우 여층깊이가 약 45% 수준으로서 여과사 보충이 필요한 것으로 나타났다.

#### [ 입도분석 결과 (모래(좌), 자갈(우)) ]



##### 나) 여과기 내 청소 및 내부 에폭시 도장 실시

## 5) 정(배)수지

소독능 계산 결과, 지아디아 불활성화비가 0.78으로 기준을 만족하지 못하고 있으므로 정수지 운영수위를 상시 최저수위 이상으로 유지하고 도류벽을 1개 소 이상 설치할 것을 권장한다.

## 6) 기계 및 배관설비

### 가) 양수펌프 축정렬 재조정

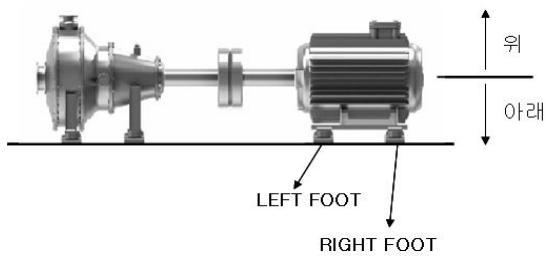
양수펌프 2호기의 축정렬 상태를 점검한 결과 기준범위를 초과한 상태로 측정되어 기기수명을 보장하기 어려운 상태이므로 Foot조정을 실시하도록 한다.

[ 표 축정렬 위한 foot 수정값 ]

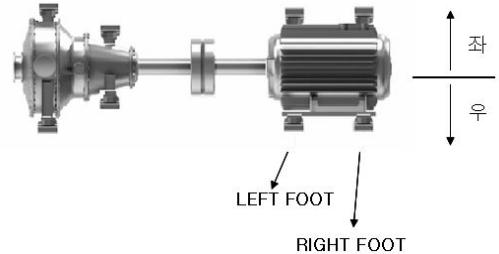
구 분	모 터	
	부하측 수정값(mm)	반부하측 수정값(mm)
수평(Horizontal)	-0.36	-0.54
수직(Vertical)	-0.47	-0.98

Foot 조정 범례

(수직):펌프모터를 정면에서 보았을 때



(수평):펌프모터를 베드위(평면상)에서 보았을 때



### 나) 압력계 및 연성계 설치

펌프의 운전상태 감시 및 예방정비를 위해 순간 운전상태를 즉시 파악할 수 있는 개별 압력계를 설치하도록 한다.

### III. 지방상수도시설

#### 7) 전기 및 제어계측시설

##### 가) 계약전력검토

현재 계약되어 있는 계약전력을 변압기용량 선정방식에서 부하설비에 의한 선정방식으로 변경하여 계약전력의 변경을 검토해야 한다.

##### 나) 예비변압기 검토

주기적인 점검 및 고장으로 인한 장시간 가동 정지 시 단수를 피하기 위하여 예비변압기 설치 후 2뱅크 방식으로 운영해야 한다.

##### 다) 취수펌프 운전판넬 점검

취수펌프 1호기와 3호기의 운전 Line을 변경하여 판넬과 펌프의 운전을 일치시켜야 한다.

##### 라) 역률 보상용 콘텐서 변경

시간이 지남에 따라 역률이 떨어지고 있어 각 펌프에 맞는 역률보상용 콘텐서로 교체해야 한다.

## 라. 시설 개선사항

구 분	문 제 점	개 선 사 항	우선 순위
착수정	전염소 주입위치 부적절	착수정 전단에서 전염소 주입	A
	봄~가을철 조류변성	차광막 설치	C
혼화지	G값 기준 미달	위어높이 상향조절 또는 위어하류조 부피 축소	B
	응집제 주입위치 부적절	응집제 주입위치 상향조절	B
응집지	G값 기준 미달	응집기 회전수 상향조절	A
급속여과기	여과사총 높이 미확보	여과사 보충	B
	내부오염 및 도장파손	내부청소 및 도장실시	B
정수지	소독능 미확보	기준배수지 도류벽 1개소 설치	B
		소독제 주입량 상향조절	A
	신설배수지 고려하지 않은 소독능 평가	신설배수지를 고려한 소독능평가 실시	A
기계 및 배관	축정렬 기준초과	축정렬 재조정	B
	공통 압력계 설치	개별 압력계 설치	C
전기 및 제어	계약전략 과다	계약전력 검토	A
	취수장 중단이 힘들 경우 대책 미비	예비변압기 설치	C
	취수펌프판넬과 모터의 조작 Line 부적절	조작 Line 재배치 및 로직 변경	A
	역률저하 예상	역률 보상용 콘텐서 교체	B

## 마. 공정별 개선사항 종합

구 분	취수원 및 취수시설	착수 정	약품주 입시설	응집지	침전지	급속 여과기	정(배) 수지	배출수 처리 시설	기계 및 배관설 비	전기 및 계측설 비	계
시설개선	0	4	1	1	0	2	2	0	1	2	13
운영개선	0	2	1	2	0	0	2	0	1	2	10
합 계	0	6	2	3	0	2	4	0	2	4	23

### III. 지방상수도시설

#### 바. 종합의견

진안군 수동정수장은 시설용량  $5,000\text{m}^3/\text{일}$ 으로 구량천 복류수를 원수로 사용하여 급속여과방식으로 정수처리를 하고 있다.

각 공정별 개선방안을 보면 현재 응집효율 저하가 우려되는 전염소주입순서를 알칼리제 주입지점 전 착수정 전단으로 변경하도록 하며 다량의 조류 발생을 방지하기 위한 차광막 설치와, 혼화지와 응집지에서의 적절한 교반강도 확보 및 패들단면적 축소 등의 운영방안을 제시한다.

여과기는 여과사 보충이 필요할 것으로 보이며 여과기 내부의 오염이 심하므로 개선이 필요하다. 지아디아에 대한 소독능 확보를 위해 정수지 운영 수위를 최저수위 이상 유지하도록 하며, 기존 배수지에 대한 도류벽 설치를 권장한다. 또한 신설배수지를 고려한 소독능 평가가 필요할 것으로 보인다.

장기적으로는 계서정수장과 대불정수장과의 통합운영으로 각 정수장의 배수지를 이용하여 급수하도록 하여 수동정수장에서의 통합운영을 권장한다.

# 충 청 도 ..... ●

예산군

예산 정수장



## 12. 예산군 예산정수장( $23,000\text{m}^3/\text{일}$ )

### 가. 시설개요

- 정수시설 인가용량 :  $4,000\text{ m}^3/\text{일}$
- 시설용량 :  $23,000\text{m}^3/\text{일}$
- 취수원 : 예당저수지 하류 무한천
- 원수수질 : 상수원수 생활환경기준 II등급(약간좋음)
- 상수도시설 위치
  - 정수장 : 충남 예산군 예산읍 주교리 420-2번지,  
TEL) 041-339-8311

- 정수방식 : 급속여과방식

- 급수인구 : 43,212명

- 급수구역 : 예산읍 일원

- 연혁 :

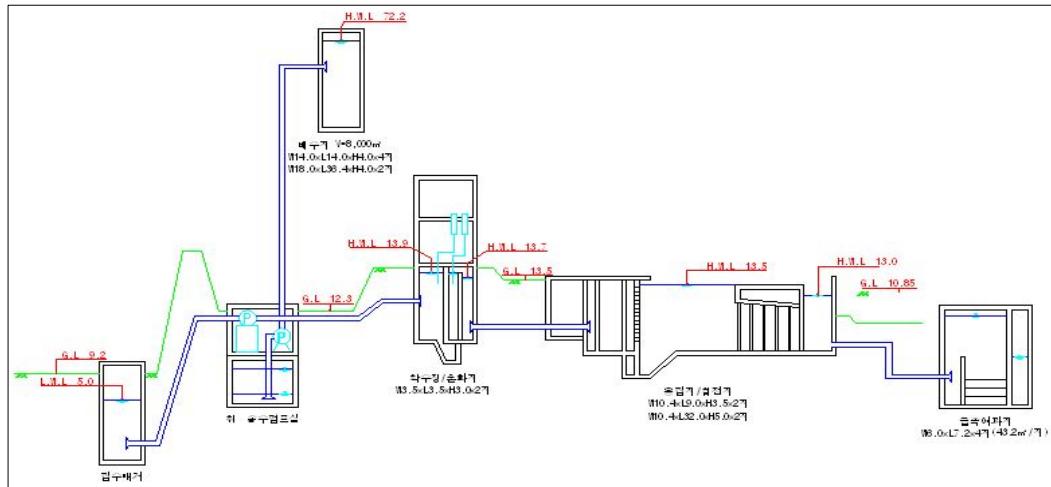
1958년 : 예산정수장 준공( $3,000\text{m}^3/\text{일}$ )

1980년 : 예산정수장 취정수시설 1차 확장공사( $13,000\text{m}^3/\text{일}$ )

1991년 : 예산정수장 취수시설 2차 확장공사( $23,000\text{m}^3/\text{일}$ )

1997년 : 예산정수장 정수시설 2차 확장공사( $23,000\text{m}^3/\text{일}$ )

## ○ 수처리 공정도



## 나. 현장 기술지원 기간

- 2009년 06월 25일 ~ 07월 16일 (1차)
- 2009년 08월 03일 ~ 09월 02일 (2차)

## 다. 시설별·공정별 상호연계기능 검토

### 1) 취수원 및 취수시설

#### 가) 취수원 수질관리 모니터링 철저

갈수기 동안 취수보에 조류가 과다 번식하고 있어, 조류 및 이취미에 의한 영향이 우려되나, 집수매거를 통해 착수정으로 유입되는 복류수에는 조류 및 이취미물질 유입이 거의 없었다. 그러나 집수매거에 이상이 발생될 경우에는 조류와 이취미 물질이 다량 유입될 가능성이 있으므로 이에 대한 대책이 필요하다. 또한, 무한천은 상류에 농지가 많아 농약류에 대한 지속적인 모니터링도 필요하다

### III. 지방상수도시설

#### 나) 취수원의 이원화

정수장으로 유입되는 복류수 원수에 조류, 이취미 물질, 철, 망간 등 중금속 물질 등이 갑자기 유입되거나, 이상 수질이 발생될 경우를 대비하여 정수처리 공정의 최적화, 집수매거 관리를 철저히 해야 함은 물론 상수도시설 기준에서 언급된바와 같이 자연재해나 사고 등의 비상시에도 단수가 없도록 하거나 최소화해야 하며, 필요에 따라 시설을 분산 배치하거나 수원을 다계통화하여 갈수기나 수질사고 등이 발생하였을 경우를 대비해야한다. 그러므로 우선은 보령댐계통 광역상수도에서 예산군으로 배분된  $Q=29,600\text{m}^3/\text{일}$ 이 비상시에 공급될 수 있도록 관로를 연결하여 수원을 이원화(예산정수장, 덕산정수장 계통) 시켜 사용하고, 하천의 수질이 악화되어 취수 원수로 사용하지 못할 경우에는 다른 대책을 강구하는 것이 바람직하다고 판단된다.

#### 다) 펌프 토출밸브 전동화

예산취수장 취수펌프(3대)가 흡상구조로 무한천 집수정에서 직접 원수를 흡입하고 있는 구조로 취수펌프 토출측에 스윙식 체크밸브와 수동 제수밸브가 설치되어 운영중이며 상시 Open상태로 취수펌프 기동/정지와 연동되어 운영되지 않고 있다. 취수유량계 고장으로 전류치에 따라 수동으로 밸브 개도조정하여 취수량을 조절하고 있다. 그러므로 취수펌프 토출밸브를 전동화하여 펌프 기동/정지 조건과 연동시켜 운전함으로써 유량조절기능과 펌프 정지시 수충격에 의한 설비 파손방지 등 설비운영의 안전성을 확보도록 한다. 펌프모타 등 대형기기의 반출입과 설치, 해체 등에 필요한 호이스트이 설치되지 않아 유지보수 작업이 어려운 상태이며 인력에 의한 작업시 안전사고의 위험이 높다. 또한 유지보수용 호이스트의 부재로 펌프 점검은 물론 정비시 시간이 많이 소요됨에 따라 긴급대처능력이 저하되어 있으므로 수동형 호이스트라도 설치하여 운영효율성을 높일 필요가 있다.

#### 라) 진공 Primming설비 보완

펌프실 진공배관에는 솔레노이드 밸브가 설치되지 않은 상태로 펌프 프라이밍 작업시마다 근무자가 일일이 수동 볼밸브를 Open하고 만수 후에는

Close하는 매우 불편한 구조로 되어 있다. 또 제1펌프실과 제2펌프실 모두 만수검지장치가 설치되지 않아 진공펌프의 자동운전이 불가능하여 수동으로 진공펌프를 조작하고 있다. 따라서 솔레노이드 밸브, 만수검지 장치 등을 설치하여 펌프기동 시 단일조작에 의해 모든 설비가 연동 운전할 수 있도록 설비를 보완하도록 한다.

#### 마) 취수펌프용량평가

예산취수장은 전체 시설용량이  $23,000\text{m}^3/\text{d}$ 으로 1기계실 펌프1대와 2기계실 펌프2대로 나뉘어져 있다. 정격용량으로 평가하면  $530\text{m}^3/\text{h} \times 2\text{대}$ ,  $510\text{m}^3/\text{h} \times 1\text{대로}$  예비호기를 제외시  $25,440\text{m}^3/\text{d}$ 이며 이는 펌프모터 설비용량의 측면에서 전체시설용량 대비 110.6%에 해당한다. 기술진단 당시 운영현황을 조사한 결과 주로 1대만을 가동되며 일일 연속운전을 하고 있다.

취수펌프장에 설치된 취수펌프 3대(60Hp) 중 1대 또는 2대를 배수지 수위를 참고하여 대수 제어 운전 중이며 취수유량계 고장으로 실제 취수량에 대한 정확한 분석이 어렵지만 송수유량계를 참조한 결과 일평균  $12,756\text{m}^3/\text{d}$ (시설용량대비 96.66%)로 정수장에 원수를 공급하는데 무리가 없을 것으로 판단된다

#### 2) 약품주입 및 혼화 공정

##### 가) 혼화효율 개선

예산정수장의 경우는 낙차에 의한 혼화강도  $G$ 값은  $95\text{ sec}^{-1}$ 로 권장 교반 강도와 비교시 부족하다. 낙차를 이용하여 약품을 주입할 경우 낙차부에서 혼화가 신속히 이루어져야 하나, 낙차부의 용적이 너무 커서 긴 체류시간으로 인해 효율이 저하되어 최적 혼화가 되지 않는 것으로 판단된다. 개선 방안으로는 낙차부에 Baffle을 설치하여 체류시간을 줄이는 한편 순간혼화가 이루어지도록 개선하는 것이 바람직하며, 장기적으로는 관내 혼화방법이나 급속 분사 교반방식 등을 채택할 것을 권장한다.

### III. 지방상수도시설

#### 나) 응집제 주입시설 개선

평상시 수질의 원수 유입시, 2~3ppm의 응집제를 주입하여 운영하게 되면, 1.6L/hr 정도의 응집제 투입설비로 충분하나, 현재의 주입설비는 30L/hr로 용량이 과다하여, 소량의 응집제 투입에 정밀성이 낮을 우려가 있으므로 소용량 투입설비로의 교체를 권장한다. 약품은 탱크+다이아프램식 정량펌프에 의해 주입되고 있으며 응집제 주입량은 원수유입탁도 등을 고려 근무자가 수동으로 조절하고 있으나 약품유량계 및 시량계 미설치로 주입량 파악이 어려운 실정임에 따라 튜브펌프+약품유량계에 의한 주입방식 또는 콘트롤밸브+약품유량계에 의한 주입방식으로 변경하고 원수유입유량에 비례하여 주입할 수 있도록 설비를 구성토록 권고한다. 응집제 주입 펌프 또는 배관 등에서 약품이 누설될 경우 약품 주입구로 유입될 가능성이 있고 혼화기가 설치된 부분에 턱이 없어 약품이 과다하게 누출될 경우에는 약품주입 실의 혼화기 설치부로 누액된 약품이 유입되어 수질사고가 발생될 우려가 있다. 따라서 약품탱크와 약품주입기가 설치된 곳에 턱받이를 설치하고 누액센서를 설치하여 혼화기가 설치된 부분으로 누액된 약품이 들어갈 수 없도록 하여 수질 사고를 예방하도록 한다.

#### 다) 약품주입량 제어 방법 개선

약품주입률 결정 시험(JAR TEST)을 상시 실시하지 않고 있으며 원수 유입탁도와 주입량 조견표를 이용하여 정량펌프의 스트로크 조절을 통해 응집제주입량을 수동 조절하고 있으므로 약품주입률을 설정에 따라 원수유입유량에 비례하여 약품주입량이 자동으로 주입되도록 주입 시설을 개선할 것을 권장한다. 응집제 실 주입량 측정을 위한 약품 유량계나 시량계가 없으므로 약품주입률 변경시 실 주입량을 확인할 수 있도록 약품탱크와 약품주입펌프 사이 배관에 Calibration Column을 설치하도록 한다.

#### 라) 응집제 주입량 변경

예산정수장은 유량과 원수 수질에 관계없이 2.4L/hr로 일정하게 PAC 3종 (17%)을 주입하여 운영중에 있다. 일일 유량변화가 없다고 가정시, 4.5ppm

을 지속적으로 투입하여 운영중에 있다는 것이고, 이는 대부분의 정수장에서 사용중인 PAC 1종(11%)으로 환산시 7.3ppm을 투입하고 있는 것으로, 연중 원수탁도 0.2~0.3NTU에 비하면 과량투입 운영으로 판단된다. 쟈테스트 결과, 응집제의 과량투입이 침전수 탁도에는 오히려 악영향을 주는 것으로 나타났고, 적정 응집제 투입율은 PAC 3종(17%) 기준 2~3ppm으로 판단된다. 고염기도 응집제인 HIB-PAHCS로 실험해 본 결과는 6ppm이다. 실제 응집제 투입율을 4.5ppm에서 2ppm으로 낮추어 운영해 본 결과, 지별 여과수탁도에 큰 영향을 미치지 않거나 소폭 수질개선 효과가 있는 것으로 나타나, 응집제 투입율을 낮추어 운영하는 것을 권장하며 이것은 약품사용 비용도 절반 정도 낮추는 효과도 가져올 것으로 기대된다.

#### 마) 기타약품 투입설비 주기적 점검

응집보조제인 소석회투입설비와 분말활성탄 투입설비가 갖추어져 있으나, 장기간 사용실적은 없었다. 소석회의 경우, 원수 알칼리도가 55~65mg/L로 높은 편이기에 응집보조제로 활용될 가능성은 낮지만, 망간제거를 위한 pH 조절제(망간은 높은 pH에서 산화 및 흡착속도가 빠르다)로 활용이 가능하기에 주기적으로 점검할 것을 권장한다. 분말활성탄의 경우 역시, 농약류에 의한 취수원 오염, 조류에 의한 이취미 발생시 투입하여야 하기에, 분말활성탄 비상물량을 확보해 놓고 투입설비의 주기적 점검도 필요하다.

### 3) 응집침전 공정

#### 가) 응집 교반강도 조절

현 주입률에 대하여 Andreu-Villegas 경험식을 적용한 결과 적정한 교반강도는 37.5sec<sup>-1</sup>으로 평가되었다. 이 값은 응집지 2단의 기본값이므로 1단 및 3단은 30%를 증감한 48.8sec<sup>-1</sup>, 26.3sec<sup>-1</sup>으로 평가되었다. 지원당시 응집기의 회전속도를 기준으로 교반강도를 검토한 결과 각각 36.9sec<sup>-1</sup>, 30.4 sec<sup>-1</sup>, 9.6 sec<sup>-1</sup>로 계산되어, 현재 전반적으로 교반강도가 약간 부족한 것으로 평가되므로 적정 교반강도 유지를 위한 교반속도의 조정이 요구된다. 수온 변화에 따라 유체(물)의 점성계수가 변하므로 그에 상응하여 응

### III. 지방상수도시설

집기 회전수의 변화를 통해 교반강도를 변경하여야 적정 응집이 이루어지므로 아래 표를 참조하여 운영하되 예산정수장의 적정 응집 조건을 수온별로 실험을 실시하여 최적 회전수를 설정한 후 조건표를 작성·비치하여 관리할 것을 권장한다.

[ 수온별 교반강도 변경 ]

구 분	0°C (rpm)	5°C (rpm)	10°C (rpm)	15°C (rpm)	20°C (rpm)	25°C (rpm)	30°C (rpm)	G value
1단	2.76	2.11	2.76	2.40	2.28	2.19	2.11	48.8
2단	2.32	1.77	2.32	2.01	1.91	1.84	1.77	37.5
3단	1.83	1.40	1.83	1.59	1.51	1.45	1.40	26.3

#### 나) 침전지 상승유속 부적합

체류시간, 평균유속 및 월류웨어 부하율은 기준이내로 적합한 것으로 평가되었으나, 상승유속의 경우 부적합한 것으로 평가되어 일반적인 수질에서는 유출부 트러프를 확장하여야 하나, 현재는 원수인 복류수 수질이 양호(평균탁도 0.2~0.3NTU)하여 침전에 큰 영향은 없을 것으로 판단된다.

#### 다) 침전지 상부 차광막 설치

진단 당시, 전염소 투입율은 1.6ppm(0.8kg/hr)이었으나, 긴 침전지 체류시간(6.3hr)에 의해 침전수 잔류염소는 검출되지 않았다. 침전지에 조류가 과다번식하여 미관을 저해하는 문제가 발견되고 있어, 침전지 상부에 차광막을 설치해 빛을 차단하게 되면, 조류증식을 방지하고, 침전지 잔류염소 유지에도 도움이 될 것으로 판단된다.

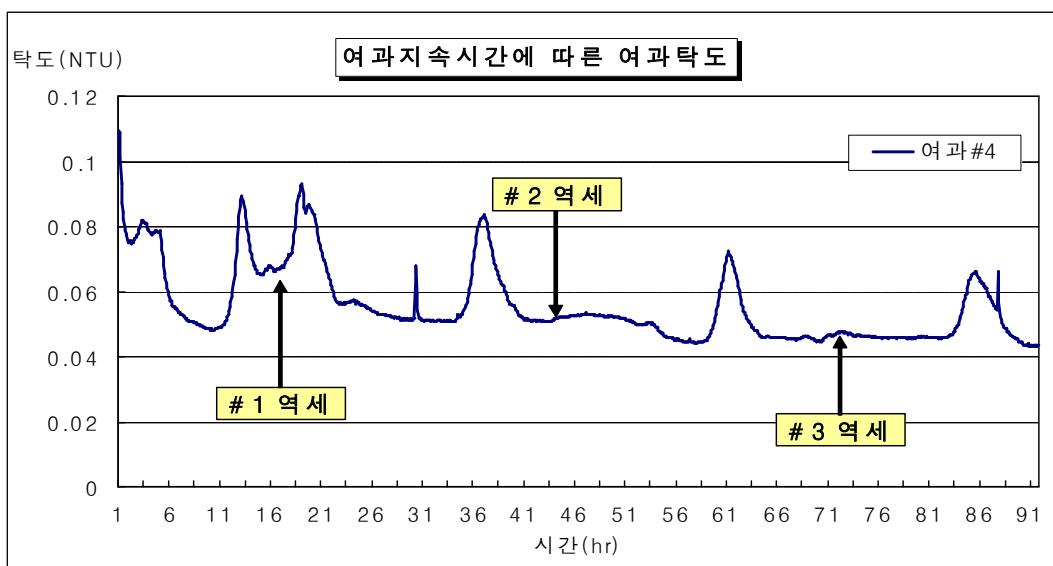
#### 라) 직접여과방식 운영 제안

원수 수질이 양호(복류수 0.2~0.3NTU)하여 침전지를 거치지 않고 직접여과하는 운영방식도 검토해 볼 수 있다. 직접여과 방식으로 운영할 때에는 생성되는 플록이 입경과 침강속도는 작지만 밀도와 강도가 큰 마이크로 플록을 만들어 여과를 하여야 효율이 향상된다. 이러한 직접여과 방식의 운영은 효율적인 전염소 주입 및 망간제어에 도움이 될 것으로 판단된다.

## 4) 여과공정

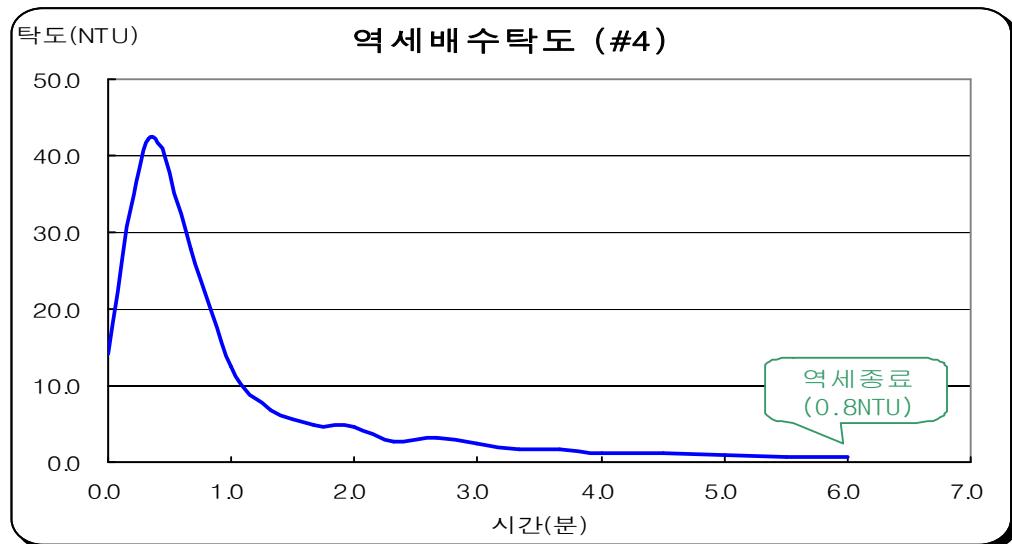
### 가) 여과지속시간 결정

감쇄여과 방식의 경우 여과지가 많을수록 장점이 있으며, 여과지수가 적을 경우에는 역세척 시간 중 다른 지의 여과속도가 급격히 증가할 우려가 있고, 또한 여과 초기 여과속도의 증가로 초기 탁질누출 현상이 발생할 가능성이 있다. 감쇄여과 방식의 경우 역세척 시기를 판단할 수 없다는 단점이 있으며, 일반적으로 여과지속시간을 기준으로 역세척 시기를 결정해야 한다. 예산정수장의 경우 여과지속시간을 48~96시간으로 설정하여 운영하고 있고, 여과지 #4를 96hr 동안 여과를 진행하면서 탁도를 조사한 결과, 96hr이 지난 후에도 탁도 상승없이 0.045NTU 수준을 유지하였다. 감쇄여과는 다른 지의 역세척에 의해 탁도 상승의 우려가 있다. 여과지 #4를 96hr 운영하는 동안, #1~#3지를 각각 1번씩 역세척을 시행하였으나(그래프 참조), 우려할 수준의 탁도 상승없이 여과가 진행되었고, 역세척이 끝난 후 전체 여과 능력의 회복으로 여과탁도가 낮아지는 것을 확인할 수 있었다. 일정한 간격으로 역세척을 하지 않을 경우 가장 역세척 간격이 긴 지로 여과수량이 편중되어 탁질의 누출의 우려가 있으므로, 4개지에 대하여 24시간마다 1지씩 (96hr 사용) 역세척을 실시할 것을 권장한다.



## 나) 역세시간 설정

역세척시 배수탁도 조사결과 최고 배수 탁도는 역세척 개시 20초후 42.2NTU를 나타내었으며, 역세척시간은 5분 40초로 평가되었다. 시설기준에 의하면, 역세배수가 10NTU 내외가 될 때까지 역세하는 것이 바람직하다고 명시되어 있으나, 역세종료시점에서 0.8NTU의 역세배수탁도가 조사되어 과잉역세를 하고 있는 것으로 판단되어 진다.



전 여과지(#1~4)에 걸쳐 여재깊이를 조사한 결과, 지점별로 여재깊이가 일정하지 않은 것으로 조사되었다. 아래[그림]은 지점별로 여과지 모래의 깊이를 측정한 결과로, 최저 36cm에서 최고 80cm로 여층이 불균형하게 쌓여 있음을 알 수 있다. 여층이 깊을 경우 자갈층이 상대적으로 얕으며 그 원인은 과도한 역세척으로 자갈층이 교란되었기 때문이다.

71	72	66
69	56	45
55	76	76
66	55	59
58	62	66

#1-A [제어판] #1-B

66	65	63
53	56	50
56	55	49
55	64	60
56	70	70

#2-A [제어판] #2-B

65	65	60
75	62	60
41	62	67
58	61	70
55	69	55

#3-A [제어판] #3-B

55	59	69
61	65	70
70	71	67
60	64	60
70	72	77

#4-A [제어판] #4-B

역세시간을 3~4분으로 줄여 운전하면 자갈층 교란의 문제를 해결뿐 아니라, 전력비와 역세수량 절감에도 도움이 될 것으로 판단된다.

#### 다) 역세 밸브 교체 및 밸브 운영방법 개선

현재 설치된 밸브 조작기는 공압식으로 주요 연결부위의 누기는 물론 공압식 특성상 밸브개폐 속도조절 및 개폐시간이 빨라 자갈층 및 모래층에서의 교란이 크게 일어나서 여재 유실가능성이 있으므로 역체척시 밸브의 개도율을 단계별로 조절이 가능한 전동밸브 또는 밸브 개폐 속도조절이 가능한 유압식조작기로 개선 할 것을 권장한다. 역세척수의 퇴수가 양호하지 못한 이유로는 여과지내 퇴수 배관( $D=600\text{mm}$ , 강관)에서 원활한 배수가 안되고, 역세척시 순간 역세척유량이 과다하게 유입됨으로서 발생되는 것으로 확인되었다. 또한 여재팽창율도 33%로 조사되어, 역세척밸브가 한번에 열림으로 여재유실에도 영향이 있는 것으로 판단된다. 역세척 밸브를 단계별로 Open한 결과 역세척수의 퇴수가 양호하게 이루어지므로 추후 역세척시에는 밸브의 개도를 단계별로 조절하고 최종 개도율이 80%를 넘지 않게 할 것을 권장한다.

#### 5) 소독공정

##### 가) 중염소 배관 구성

원수 수질변화로 인한 이·취미 발생시 착수정에 활성탄을 투입하여야 하므로 착수정에 활성탄과 염소를 병행 주입할 경우 활성탄에 염소가 흡착되어 염소주입의 효과가 저감되므로 이러한 상황을 대비하여 중염소를 주입할 수 있는 배관을 구성할 것을 권장한다. 갈수기시 망간 제거를 위해 전염소를 과량투입하여 여과지에서 잔류염소 농도를 0.5ppm 이상 유지시켜야 하나, 전염소 투입기 용량의 한계(최대 2kg/hr)에 따라 전염소 최고 주입율이 3~4ppm에 그쳤고, 실제 최고 주입율로 투입을 해 본 결과, 침전지(체류시간 6.3hr)에서 휘발되어 침전지 유출수 잔류염소가 0.1ppm 검출되는 데에 그쳤다. 망간의 효율적인 제거를 위해서도 침전지와 여과지 사이에 염소를 주입할 수 있는 중염소 배관을 구성하는 것이 적정할 것으로 판단된다

##### 나) 소독제 변경 검토

현재의 염소가스 저장시설이 노후 되어 있고 인력으로 염소용기를 굴려서 운반하고 있는 실정으로, 염소가스 누출사고에 대한 위험도가 높은 상태이다. 향후 안정성 문제를 고려하여 염소가스 주입을 차아염소산나트륨 주입으로 설비를 개선하는 것을 권장한다. 기존 염소가스를 차염으로 대체했을 경우, 설비 보수, 정기검사, 염소용기 검사, 안전관리자의 선임, 보험가입, 보안용구 보유 등의 문제가 해결되며, 차염주입으로 추가적으로 pH 상승효과를 기대할 수 있어 망간제거에 있어서도 더 나은 효율을 기대할 수 있다.

##### 다) 중화설비 정기 점검/주기적인 가동 및 일부 설비보완

염소가스 누출시 가성소다에 의해 염소가스를 중화시키는 중화설비가 갖추어져 있으나, 정기적인 운전 점검이 미흡한 실정이다. 가성소다는 온도변화에 쉽게 결정화 될 수 있고, 결정화된 후, 염소가스 누출 사고시 대처하지 못할 우려가 있다. 정기적으로 중화설비를 가동시켜 점검할 것을 권장한다.

염소주입기 및 염소 용해수 펌프 등이 전염소와 후염소별로 1대씩만 설치되어 있어 고장시에는 투입이 불가능한 실정이며 또한 중화설비는 가성소다 탱크는 미가동으로 가성소다가 석출되어 고체화 되었고 배풍기 및 배관이 노후화가 심한 상태이다.

염소가스가 누기 되었을 경우에 동작하는 염소중화설비 중에서 가장 문제 가 되는 것은 가성소다 이송용 펌프의 고장인데 그 원인은 가성소다 저장용 탱크의 하단부는 석출 등에 의하여 고체덩어리가 형성되고 이송용 펌프는 가성소다 저장용 탱크의 하단부와 연결되어 있는 경우가 많기 때문에 간헐적으로 동작되는 이송용 펌프가 기동시에 고체덩어리가 펌프쪽으로 이송되면서 과부하 등이 발생되기 때문이다. 이와 같은 경우에는 이송용 펌프를 가성소다 저장용 탱크의 상단부에 설치시켜서 가성소다 저장용 탱크의 석출되어 가라앉은 부분을 제외한 탱크 상단부에 있는 액체만을 이송할 수 있도록 배관을 구성함에 따라 펌프 운전시에 발생되는 과부하를 방지할 수 있다.

가성소다 공급펌프는 누액으로 인한 석출이 심하게 진행되고 있으므로 주기적으로 순환시켜 주어 석출을 예방하도록 한다. 동절기 저온에서는 가성소다가 결정으로 석출되어 가동하지 못하는 경우가 많으므로 저장 탱크내에는 혼화기 및 히팅코일, 배관에는 히팅코일을 설치하여 결정 석출을 방지하여야 한다. 중화설비는 장기간 운휴 하면 가성소다 용액이 석출되어 배관 폐색 및 펌프 회전차가 고착되므로 주1회 30분 정도 가동점검을 실시하도록 하고 가성소다 저장탱크 청소시 발생하는 폐액, 즉 중화액은 산업폐기물 이므로 위탁처리를 하도록 한다.

#### 라) 염소주입제어 개선

현재의 염소주입방식은 수동정량제어 방식으로 원수유입량 및 수질변화에 따라 주입량의 조절이 필요한 경우 근무자가 현장에서 일일이 조절하여 주입하는 실정이다. 따라서 원수유입량 및 잔류염소농도의 검출치에 연동하여 염소주입량이 자동으로 조절되도록 자동제어설비를 구비하도록 한다.

## 6 ) 송수설비

### 가) 송수펌프 개선

현재 운영 조건에서 측정한 효율을 한국산업규격 [KS B 7505 소형다단 원심펌프 효율]과 비교한 결과 평상시의 경우에는 1,2호기 모두 한국산업규격에서 제시하고 있는 펌프효율(B효율)내에 있으나 3호기의 경우 약간 미흡한 것으로 나타났다. 그러나 3대 모두 토출밸브를 심하게 교체한 상태로 운전하고 있으며 모터의 정격용량을 초과하여 과부하상태로 운영 중이다.

토출밸브를 100%개방하여 운전할 경우 12%이상의 모터용량을 초과함에 따라 용수공급패턴 및 사업장 환경에 적합한 펌프모터의 재산정이 필요한 실정이다.

### 나) 정기적인 펌프모터 분해점검 실시

송수펌프 #3호기에 한하여 분해점검을 실시한 결과 그랜드패킹 미교체 등으로 인한 축슬리브 마모가 발생하고 있고 임펠러의 경우 제작당시 주물결함으로 인한 부분용접 및 가공상태가 불량하며 펌프케이싱내부에는 일부분에 부식이 진행되고 있는 실정이다.

축 슬리브가 일부 마모될 경우 질량불평형상태가 되어 회전기계에 진동 및 소음을 가중시킬 수 있으며 결과적으로 펌프수명 및 효율에 악영향을 줄 수 있어 분해점검에 대한 자체기준을 수립하여 정기적으로 펌프모터를 분해 점검 및 정비를 하여 펌프모터의 수명연장은 물론 설비운영의 안정성을 확보하도록 한다.

### 다) 효율저하 향상대책

예산정수장 및 배수지 사업장 환경에 부합하는 용수공급량 및 양정을 재산정하며 이에 맞는 비속도에 해당하는 펌프효율 및 고효율모터를 적용하여 수돗물의 원가에 상당부분을 차지하고 있는 에너지비용을 절감도록 한다.

송수펌프의 케이싱 및 임펠라에 부착된 스케일 제거 및 내부가공을 통해 마찰손실저감으로 효율이 개선될 수 있다. 송수펌프의 Sealing방식을 패킹방식에서 Mechanical Seal 방식으로 변경하여 기계적 손실저감에 의해 효율을 향상시키며 동시에 밀봉효과도 개선할 수 있도록 한다.

#### 라) 송수펌프용 진공펌프 교체

예산 송수펌프는 흡상조건으로 펌프 기동시 진공펌프설비를 가동해야 한다. 진공펌프설비에는 만수감지기 등이 설치되어 있지 않아 수동으로 운영 중이며 용량 부족으로 펌프 가동시마다 2대를 모두 가동하고 있다. 또한 진공펌프는 노후되어 있어 설비의 안정적 운영을 위해 교체가 필요하다. 따라서 진공펌프는 1대로도 진공을 형성 할 수 있도록 용량을 변경하여 교체하고, 만수감지기 등을 설치하여 한 번의 조작으로 진공 및 송수펌프가 연동 운전될 수 있도록 설비를 보완 할 필요가 있다.

#### 마) 펌프모터 감시용 온도계 설치

운전중인 펌프모타의 부위별 온도를 주기적으로 감시하는 것이 중요하나 온도계가 설치되지 않은 상태로 운영되고 있다. 따라서 모타 R/S/T상과 모타 부하/반부하, 펌프 부하/반부하등 최소 7개소에 온도계를 설치하여 현장 및 원격에서도 감시가 가능하도록 시스템을 구성하는 것이 필요하다.

#### 바) 송수펌프 토출측 전동밸브 미설치

송수펌프의 토출측에는 직폐식 체크밸브와 수동 Sluice 밸브가 설치되어 운영되고 있으며 전동밸브는 설치되지 않은 상태이다. 원격제어시 유량조절 기능을 할 수 없으며 수동밸브 Full Open 상태에서 펌프를 정지시키므로 체크밸브에 수격압의 부하가 집중되어 설비 손상의 우려가 있다. 따라서 현재의 수동 Sluice 밸브를 전동 Actuator가 설치된 전동 Butterfly 밸브로 교체하여 이를 펌프 기동 및 정지조건과 연동하여 운영토록 한다.

## 7) 정수지

## 가) 추가소독능 인증 및 소독효율 향상

예산정수장은 정수지만으로 소독능을 만족하지 못하여 2004년 10월 한국상하수도 협회로부터 정수지 유출지점부터 배수지까지 추가 소독능 인증을 받았고, 2009년 재인증을 받을 예정이다.

시설용량, '08년 첨두유량, '08년 평균유량을 기준으로 소독능을 평가한 결과 Giardia 불활성비가 정수지 내에서는 0.05, 0.07, 0.09로 소독능 기준 1 이상을 만족하지 못하는 것으로 나타났다. 송수관로 및 신배수지, 구배수지의 소독능을 추가(추가 소독능 인증)해서 평가한 경우 1.12, 1.53으로 '08년 운영 첨두유량과 평균유량에서 소독능 기준을 만족하는 것으로 조사되었다.

	시설용량 (23,000m <sup>3</sup> /d)		'08 첨두유량 (17,300m <sup>3</sup> /d)		'08 평균유량 (12,7550m <sup>3</sup> /d)	
	정수지만	관로, 배수지 포함	정수지만	관로, 배수지 포함	정수지만	관로, 배수지 포함
Virus	0.39	6.20	0.52	8.24	0.71	11.17
Giadia	0.05	0.85	0.07	1.12	0.09	1.53

1.

## 나) 배수지 유입밸브 전동화

예산배수지는 신배수지와 구배수지로 나뉘어져 있으며 표고차이가 있어 현재 근무자가 배수지유입밸브를 일부 교축하여 배수지 유입물량을 수동으로 조절하고 있는 실정이다. 수동식 유입밸브를 전동밸브로 교체하고 예산정수장 조정실에서 원격감시제어가 가능하도록 시스템을 구성, 수동조작에 의한 불편을 해소하고 비상시 신속한 대처가 가능하도록 한다.

## 8) 전기설비

### 가) 계약종별 변경

월평균 전력사용량은 243천(kWh)이며, 운영여건을 고려한 최적의 계약종별은 산업용(을)보다 산업용(갑)이, 선택 I 보다 선택 II가 유리하며, 금년 6월 말 발표된 전기요금을 기준으로 년간 14.8%(34,912천원)의 절감효과 있는 것으로 분석되어 전기계약을 산업용(을) 고압A 선택 II에서 산업용(갑) 고압A 선택 II로 변경하는 것을 권장한다.

### 나) 수변전설비

노후화된 수변전설비는 정전후 각종 기기의 단자조임, 내부청소 및 도장을 실시하여 설비사고 및 안전사고를 미연에 방지하고, 변압기는 고장시 대체에 많은 시간이 소요되므로 정전을 최소화 하기 위하여 설비 보완 또는 예비기의 확보를 권장하며, 추후 수변전설비에 대한 정밀진단을 실시하여 결과에 따라 수변전설비를 부분 및 전면 교체하는 것으로 권장한다.

### 다) 고압콘덴서 교체

고압콘덴서(100kVA)는 설치된지 10년이 경과한 상태로 고장률이 점차 증가하는 시점으로 전력요금 절감, 폭발, 화재, 정전사고를 방지하고자 위식에서 계산된 3.6kV 75kVA로 교체를 권장한다. 전력용 콘덴서의 고장이 발생했을 때는 폭발, 화재 및 정전사고를 유발하게 된다. 따라서 전력용 콘덴서는 여유 공간이 있을 경우 별도의 장소에 수납할 것을 권장한다.

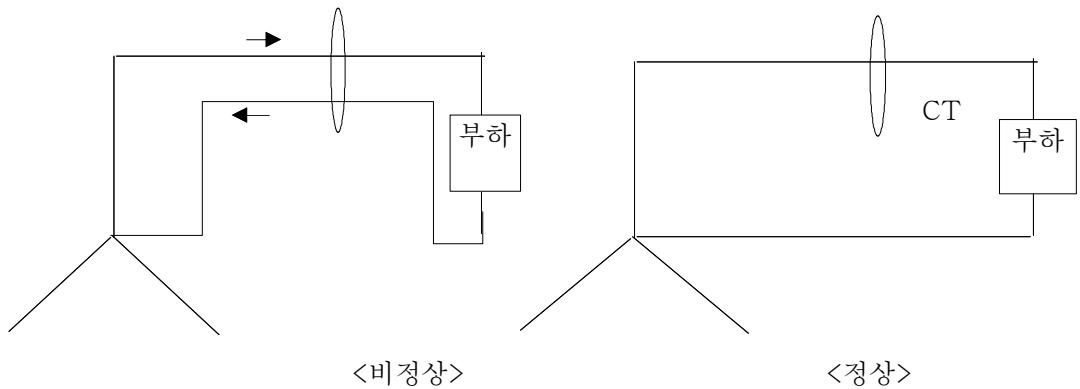
### 라) 직류전원공급장치

DC전원 공급 분전반은 차단기 조작전원, 보호계전기 전원으로 사용하고 있다. 변류기 1차에 전류가 흐르면 이 전류에 의해 코일에 자속이 생기며 이 자속은 변류기 2차 코일과 쇄교하여 전압을 유기시켜 변류기 2차에 부하에 전류가 흐른다,

### III. 지방상수도시설



현재와 같이 단상 2선이 변류기를 모두 통과하게 되면 변류기 1차에 의한 자속이 상쇄되어서 변류기 여자전류가 없게 되고 따라서 2차 코일에 전압이 유기되지 않아서 결국 2차에는 전류가 흐르지 않게 된다.



1차 전압은 AC 110V로 전압, 전류 지시계는 설치되어 있으나. 2차측 전압은 DC 110V로 전압, 전류를 표시하는 지시계가 없어 추가 설치하는 것을 권장한다.

#### 마) 저압 MCC

취수펌프 기동 및 정지 스위치 표시 램프가 동작 되지 않아 모터의 기동, 정지 상태를 현장에서 파악하기 어려우므로 표시램프 교체가 필요하다.



저압 MCC반을 점검하던중 45kW 3상 유도전동기용 전력용 케이블의 절연 피복이 열화, 경화현상 되어 떨어져 나가고 도체(동) 부분의 연푸른 녹이 발생한 것을 발견하였다. 또한 케이블의 피복을 타고 녹 발생물이 흘러내리고, 볼트까지 녹이 발생하였다. 케이블은 제작과정에서도 일부 물이 침투될 수는 있겠으나, 현실적으로 어렵고 또한 위 사진의 상황으로 보아 상당량의 물이 침투된 것으로 판단된다.

화학적 열화 등에 의한 절연물의 분해시 물의 생성 가능성은 없으며 예측할 수 있는 것은 현재 운영 환경상 케이블 단말부분에 물이나 과다한 습기가 접할 수 있는 구조가 아닌 상태이므로 케이블 제작 후 시공전에 보관, 운반 등의 과정에서 물이 침투한 것으로 판단되며, 케이블, 단자대를 교체하여 설비의 안정적으로 운영 하여야 한다.

#### 바) 누전차단기(ELB) 설치

정수장내에 가로등 설치시 분전반 MCCB에서 전원을 공급하여 가로등마다 케이블을 연결하여 가로등 전원을 공급하고 있으며 옥외 투광등은 전열용 전원에서 분기 콘센트를 설치하여 전원을 공급하고 있다.

전기설비 기술기준 및 판단기준 제225조(옥측 또는 옥외의 방전등공사)  
④항 가로등으로 시설하는 방전등에 공급하는 전로의 사용전압이 150V를 초과하는 경우는 누전차단기 설치하여 침수 또는 감전사고를 사전에 예방하기 위해서는 누전차단기(ELB)를 보완 설치가 필요하다고 판단된다.

#### 사) 피뢰설비 설치

피뢰침은 보호대상물에 접근하는 놈격을 흡입하여 신속하게 대지로 방류함으로써 화재·파손 또는 인축의 상해등을 방지할 목적으로 설치하고 있다. 예산정수장의 피뢰설비가 미설치 되어 낙뢰로부터 설비의 고장 및 화재사고로 인하여 정수장 단수 사고를 미연에 방지하기 위해 피뢰설비를 설치하는 것을 권장한다.

### III. 지방상수도시설

#### 아) 비상발전기 설치

예산 정수장은 한전전력으로부터 특고압 1회선을 수전을 받고 있으며, 한전선로 정전 시 혹은 수변전설비 이상시 정수처리 중단 및 정수 주요설비 사고를 미연에 방지하고자 비상발전기 설치가 필요하며 용량은 10kVA정도이다.

#### 자) 비상용 등기구 교체

예산정수장 정전시 비상발전기가 미설치 되어 있어 비상시 건물내에 주요 설비에 대한 점검용으로 비상용 등기구를 2003년에 설치하였다. 소내 정전 시 비상용 등기구가 켜지게 되어 있는데 등기구 시험 결과 램프가 작동되지 않아 전체 등기구 교체가 필요하다고 판단된다.

#### 차) 수전반 설비 및 송수펌프 기동반 시설개선

고압 수전반과 고압 송수펌프 기동반 사이에 저압 MCC반이 설치되어 있어 설에 대한 유지보수 및 설비운영 안정성에 대한 문제점이 발생 할 수 있다. 설비 교체시 고압수전반과 고압송수펌프 기동반은 같이 설치하고, 저압 MCC반은 독립적으로 설치하는 것이 설비 유지보수 및 설비운영에 바람직하다고 판단된다.

#### 타) 펌프모터(Pump-Motor) 개·대체시 시설개선

예산정수장에 송수고압모터(220kW×3대)가 1991년에 설치되어 운영중에 있으며, 추후 송수펌프 개·대체시 고압모터와 저압모터에 대한 경제성을 검토 하였다. 검토 결과 모터, 기동반, 콘덴서, 전력케이블에 대한 가격이 고압모터가 저압모터에 비해 고가이며, 효율을 비교하면 동일한 것으로 판단되어 저압모터로 바꾸어 교체하는 것이 경제성과 설비 유지보수의 편의성, 안정성에 유리하다고 판단된다.

## 9) 계측제어설비

### 가) 원격감시제어설비 구축 및 보완

대부분의 설비를 현장에서 수동운전하고 있으므로 중앙조정실에서 원격감시제어가 가능하도록 아래 <표 27> 정수장 데이터취득 및 제어포인트 구성현황을 참고하여 감시제어설비를 구축 및 보완하도록 한다.

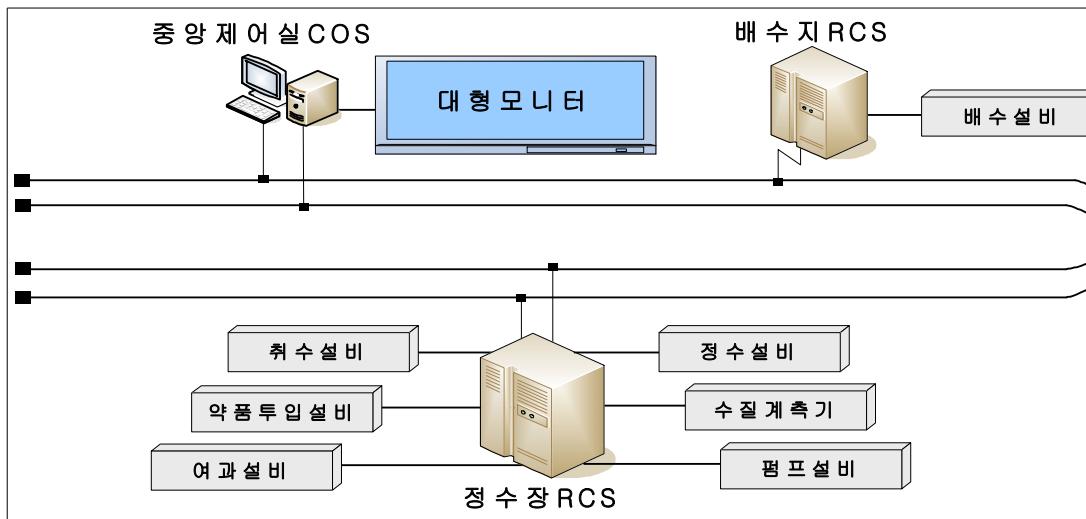
공정	항목	
	감시	제어
착수정	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 원수유입유량, 유입압력, 유입밸브 상태</li> <li>- 착수정 수위</li> <li>- 수질상태 : 수온, pH, 탁도, 전기전도도, 알카리도</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 착수정 유입밸브 : 열림, 닫힘, 개도조절</li> </ul>
약품투입	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Main Tank 및 Day Tank 수위           <ul style="list-style-type: none"> <li>- 약품투입량</li> </ul> </li> <li>- 약품투입밸브 개도 또는 정량펌프 회전수</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 응집제 주입제어</li> </ul>
혼화지 및 응집지	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 혼화기 및 응집기 상태</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 혼화기 가동, 정지</li> <li>- 응집기 가동, 정지</li> <li>- 교반강도 (G)</li> <li>- 혼화지 유입, 유출밸브 제어</li> </ul>
침전지	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 탁도</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 슬러지 수집기 가동, 정지</li> <li>- 슬러지 배출밸브 : 열림, 닫힘, 시간설정</li> </ul>
여과지	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 여과지 수위</li> <li>- 여과지 유출유량</li> <li>- 역세척 공기압력, 역세척수 압력, 표면세척수 압력</li> <li>- 수질상태 : 탁도</li> <li>- 여과지 유입/유출밸브 상태</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 가동지수</li> <li>- 여과지 유입/유출밸브 등 : 열림, 닫힘, 개도</li> <li>- 표세/역세 펌프, 공기압축기</li> </ul>

### III. 지방상수도시설

공정	항목	
	감시	제어
정수지	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 정수지 수위</li> <li>- 정수지 유입/유출유량</li> <li>- 수질상태 : pH, 잔류염소, 수온 등</li> <li>- 유입/유출밸브 상태 : 열림, 닫힘</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 유입/유출밸브 등 : 열림, 닫힘</li> </ul>
염소투입	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 잔류염소농도/염소중량/염소투입량</li> <li>- 염소투입기상태 : 가동/정지, 고장/정상</li> <li>- 중화설비상태 : 가동/정지, 고장/정상</li> <li>- 염소누출 감지기 동작상태 : 동작/복귀</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 염소투입량/염소투입밸브 개도 설정</li> </ul>
수배전반	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 전압, 전류, 주파수, 역률, 전력, 전력량</li> <li>- 차단기 상태 : 투입/개방, 원격/현장</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 차단기, 접촉기 : 투입, 개방</li> </ul>
펌프제어반	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 모터전류</li> <li>- 펌프모터 기동반 제어모드 : 원격/현장</li> <li>- 모터용 차단기/접촉기 상태 : 투입/개방</li> <li>- 모터고장 : 67, 3E, 모터역회전</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 모터용 차단기/접촉기 투입/개방</li> <li>- 모터 기동반 알람 리셋</li> </ul>
펌프모터	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 펌프압력 : 흡입, 토출</li> <li>- 베어링온도 : 모터, 펌프 (무)부하</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 펌프모터 : 가동, 정지</li> </ul>
펌프모터 및 부대설비	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 진공펌프상태 : 가동/정지, 고장/정상, 원격/현장</li> <li>- 솔레노이드 밸브 상태 : 열림/닫힘</li> <li>- 만수감지기 상태</li> <li>- 유출밸브 상태 : 열림, 닫힘</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 진공펌프 : 가동, 정지</li> <li>- 솔레노이드 밸브 : 열림/닫힘</li> <li>- 유출밸브 : 열림, 닫힘</li> </ul>

또한, 그래픽 판넬을 통한 정수공정 감시는 제한적인 감시포인트 구성으로 인하여 운영상 효율이 떨어지므로 취·정수장, 가압장, 배수지 및 관로 등의 상수도 시설물을 중앙조정실에서 감시·제어하고 데이터수집, 기록, 분석 및 비상운전 등 실시간 감시제어를 위한 SCADA(Supervisory Control And Data Acquisition)시스템을 구축하도록 한다.

취수장 및 정수장의 자동화 수준은 플랜트의 중요성, 규모, 원수수질 변환, 처리유량변동 등을 종합적으로 고려하여 결정하되, 공정별 자동운전중 문제가 발생하면 운전중 인 설비는 경보를 발하도록 구성하고 중앙조정실에서 운전자의 판단에 의하여 비상정지 할 수 있도록 구성한다.



#### 나) 여과지 자동운전 프로그램 구축 및 수위계 교체

여과지 수위를 감시하기 위해 투입압력식 수위계가 지별로 설치되어 있으나 4대중 1대만 정상 운영중이다. 역세척 공정은 운영자 수동조작에 의해 운영중이고 역세수조 수위만 중앙조정실 그래픽 패널을 통해 감시하고 있으므로, 수동 운영중인 역세척 공정을 자동운영 가능하도록 개선하고 고장상태로 운영중인 2,3,4지 여과지 수위계를 유지보수성이 용이한 초음파식으로 교체하도록 한다.

#### 다) 정수지 수위계 교체 및 송수펌프 자동운전 프로그램 구축

정수지 수위를 감시하기 위해 기어식 수위계가 설치되어 운영중이나 수위계 지시값과 중앙조정실 그래픽 패널 표시값에 오차가 발생하므로 보정이 요구된다. 배수지로 송수하기 위한 송수펌프는 운전자 수동조작에 의해 운영되고 있으며 중앙조정실 감시판넬을 통해 상태 감시중으로, 송수펌프가 동시에 진공펌프가 자동으로 연동되어 가동되도록 개선한다.

#### 라) 예산배수지 수위계 교체

배수지는 현재 무인운영 중으로 배수지에 기어식 수위계 및 사무실에 수위 전송을 위한 TM판넬이 설치되어 전용회선을 통해 정수장 제어실 TM판넬에서 수위를 원격감시하도록 구성되어 있다. 배수지 수위계 지시값과 제어실 그래픽 패널 표시값에 오차가 발생하므로 보정이 요구된다.

### III. 지방상수도시설

#### 마) 유량측정설비 교체 및 신설

착수정 전단에 원수유량계(600mm)가 설치되어 있고, 정수지 후단에 정수지 유출유량계(600mm)가 설치되어 있으며 유량계의 설치상태는 직관거리 확보 및 구배가 적정하나, 원수 유량계는 검출부 고장으로 원수유량을 파악 할 수 없는 상태이고, 유출 유량계실내는 배수펌프 고장으로 일부 침수되어 있어 고장 및 유량데이터 오차 발생 가능성이 있다. 원수 유량계는 검출부 교체를 통한 정상운영으로 적정 약품투입량 산정의 기초자료로 활용될 수 있도록 하며, 유량데이터 정확도 확보를 위해 원수 및 유출 유량계에 대한 정기적인 검·교정을 실시하도록 한다. 유출 유량계실 침수에 따른 센서 수명 단축으로 유량의 오차가 발생하고 전기적 지락, 단락 및 점검곤란 등으로 인하여 유량계의 적정한 관리가 곤란하므로 배수펌프를 수리하도록 하며, 원수 유량계실은 침수시 자동 배수가 가능하도록 배수펌프와 삼점식 수위계를 설치하도록 한다. 또한 효율적인 유수율 관리를 위해 배수지 유출 측에 유량계를 설치하도록 한다. 전자식 유량계를 설치할 경우 직관거리 확보도 중요하지만 고장 등 유지보수시 지속적인 유량데이터 관리를 위해 바이패스 배관을 설치하는 것이 권장된다.

#### 바) 수질연속자동측정기기 원격감시보완

수질계측기는 여과지에 지별 탁도계 및 정수지에 pH계, 잔류염소계가 설치되어 운영중이고, 중앙조정실 운영PC를 통해 수질데이터를 모니터링 할 수 있도록 구성하였으나 데이터 전송을 위한 통신변환장치 고장으로 원격 모니터링이 되지 않고 있으므로 보완이 요구된다.

#### 사) 화상감시설비(방호설비) 구축

배수지는 무인 운영중으로 사무실 건물에 대하여 외부전문업체에 위탁경비를 시행하고 있고 방호를 위한 CCTV와 적외선감지기 및 울타리감지기가 설치되어 있으나 중앙감시설비 DVR고장으로 운영이 되지 않고 있으므로 배수지의 안정적인 운영을 위해 고장상태인 DVR설비를 수리하고 정수장 제어실에서 원격감시가 가능하도록 개선한다.

## 아) 화상감시설비(방호설비) 구축

정수장 및 배수지에 무정전전원공급장치가 설치되어 있지 않아 정전등 전원 이상시 설비 동작이 중단되어 정수공정 운영에 지장을 초래하므로, 상용 전원 공급이상시에도 설비에 안정적인 전원공급을 위해 주요설비별 무정전 전원공급장치를 구축하도록 한다.

설치위치	수량	용량	용도
중앙조정실	1대	5kVA	중앙제어실 설비 전원공급용
배수지	1대	3kVA	배수지설비 및 화상감시설비 전원공급용

## 라. 시설 개선사항

구 분	문제점	개선방안	우선순위
취수설비 (4건)	펌프 토출밸브 수동조작에 따른 비효율적인 운영	펌프 토출측 밸브 전동화설치	B
	원수 수질이상시 대응 가능한 수처리공정 부재 (집수매거에 의존)	대체수원확보	C
	취수유량계 고장으로 펌프성능확인 불가 및 데이터 관리 미흡	보수 또는 교체	B
	집수정 수위계 미설치로 취수가능량 파악이 곤란	제어실에서 감시가 가능하도록 수위계 설치	C
약품주입 및 혼화공정 (6건)	혼화강도 권장기준 대비 미흡	낙차부 Baffle 설치	C
		관내 펌프확산장치 채택	
	누액 약품의 처리 시설 없음	약품투입실 개선 및 폐액탱크 설치	A
	응집제 투입시설 용량 과대	소용량에도 정확성을 갖는 약품주입설비로 교체	A

### III. 지방상수도시설

구 분	문제점	개선방안	우선 순위
약품주입 및 혼화공정 (6건)	약품주입량 수동 조절	유량비례 제어하도록 시설 개선	B
	실주입량 확인 불가	실주입량 확인을 위한 시량계설치	B
	약품 누출사고 위험 상주	응집제 day tank 주변 누액방지 블록 설치	B
응집·침전 공정 (2건)	침전지 조류 증식으로 미관저해	침전지 상부 차광막 설치	B
	침전지 체류시간 과다로 침전지 잔류염소 불검출		
여과공정 (2건)	역세유량 조절 방법 없어 여재유실 우려	역세밸브 공압밸브에서 전동밸브로 교체	B
염소공정 (4건)	활성탄 투입시 전염소 투입에 의한 효율저감 우려	중염소 배관 구성	B
	망간제거를 위한 전염소 증량투입시 침전지단계 휘발		
	염소가스 누출사고에 대한 위험도 높음	안전성에서 유리한 차아염소산나트륨 용액 방식으로 변경	A
송수시설 (3건)	예산송수펌프계통 불합리한 운영개선	적정용량에 맞는 펌프모터 재산정 및 고효율모터로 개선	A
	진공펌프 용량부족 및 노후	진공펌프 교체 및 연동운전 구성	B
	펌프 토출밸브 수동조작에 따른 비효율적인 운영	펌프 토출축 밸브 전동화설치	B
전기설비 (13건)	전력요금 인상에 따른 계약전력 변경	산업용(을) 고압A 선택Ⅱ에서 산업용(갑) 고압A 선택Ⅱ	A
	판넬내 거미줄과 조명설비 고장으로 지락 및 누전사고 및 야간에 판넬 점검 어려움	정전후 내부청소 및 전등 교체	B
	접지선 분기를 일반 전선 접속방법으로 처리하여 감전사고 및 안전사고 발생	접지선 분기시 압착슬리브로 분기	B
	고압송수펌프 전력용 콘덴서 용량에 맞지 않아 진상운전	3.3 kV 100kVA에서 3.6kV 75kVA로 교체	B
	고압송수펌프에 대한 유지보수 경제성 검토	추후 개대체시 고압송수펌프 보다 저압송수펌프로 교체하는 것이 경제성이 높음	C
	전력케이블 및 단자대 열화현상 발생	전력케이블 및 단자대 교체	A

구 분	문제점	개선방안	우선 순위
전기설비 (13건)	기동 및 정지 스위치 표시 램프 고장	표시램프 교체	A
	MCC반 MAIN 2차측 부하 BUS바에 의한 유지보수가 어려움	추후 개대체시 각각 독립적 MCC반 구축	C
	케이블 CT 결선에서 두가닥 모두 관통으로 전류를 알수 없으며, DC전원에 대한 전압, 전류를 알수 없음	CT결선 변경 및 DC전압계, 전류계 추가 설치	A
	감전에 의한 인명사고 발생 우려	누전차단기(ELB) 설치	B
	낙뢰에 의한 설비 고장 및 화재사고 발생에 대한 대책 설비가 없음	건물 옥상에 피뢰침 설치	C
	한전 전원 정전시 정수 주요시설에 대한 사고 방지 전원이 없음	비상발전기 설치	C
	정전시 점검용 비상용 등기구 작동 불량	비상용 등기구 교체	A
계측설비 (5건)	정수장 수동운전에 따른 운영효율성 저하 및 긴급대처능력 저하	수동운전중인 공정에 대한 자동운전설비 구축	B
	정수장 계측제어설비 미비	제어실내에서 공정 감시제어가 가능하도록 개선	A
	정수장 CCTV 설치 미구축	공정 원격화상감시 및 방호업무를 위해 CCTV 설치 구축	B
	수질 및 수량 등 정수장 주요 데이터에 대한 감시여건이 열악함	제어실내에서 실시간 수질감시가 가능하도록 개선	A

주) A : 조속시행, B : 단기시행, C : 중기 시행, D : 장기 시행

### III. 지방상수도시설

#### 마. 운영관리 개선사항

구 분	문제점	개선방안	우선 순위
취수원 (1건)	무한천 상류지역 농지 다수 존재로 농약류 유입 가능성 상주	취수원수 농약류 모니터링 필요	B
약품주입 및 혼화공정 (1건)	응집제 과다주입운영	응집제 주입율 낮추어 운영권장 Jar-test에 따른 응집제 주입율 결정	A A
응집·침전 공정 (1건)	교반강도 부족	응집기 회전수 변경 운영	B
여과 (1건)	역세시간 과다로 자갈층 교란 역세유량 조절 방법 없어 여재유실 우려	역세시간 단축 운영	B
소독공정 (2건)	중화설비 정기 점검 미흡 가성소다 결정화 우려	정기적 중화설비 가동 점검	A
펌프설비 (2건)	정기점검 부재로 인한 펌프수명 단축 우려	정기적 분해점검을 통해 주요부품에 대한 적기 교체로 설비운영의 신뢰성 향상	A
	펌프모터 이음부 덮개 미설치로 안전사고 발생우려	펌프모터 이음부 커버 설치	B
수질관리 및 설비점검 (2건)	근무자 전문성 부족	교육실시계획 수립시행으로 정수시설운영관리사 확보	A
	설비점검표 미흡	설비별 세부 점검표 작성 운영	B

주) A : 조속시행, B : 단기시행, C : 중기 시행, D : 장기 시행

#### 바. 공정별 개선사항

구 분	취수원 및 취수설비	약품주입 및 혼화	응집· 침전	여과	염소	송수 시설	전기 및 계측	수질 관리	합계
시설개선	4	6	2	2	4	3	18	-	39
운영개선	1	1	1	1	2	2	-	2	10
계	5	7	3	3	6	5	18	2	49

## 사. 종합의견

예산군 예산정수장은 시설용량 23,000m<sup>3</sup>/일로 예당저수지 하류 무한천 복류수를 원수로 사용하고 있으며, 표준정수처리공정으로 정수를 생산하여 예산군 예산읍 일원에 공급하고 있다.

최근 3년간의 수질 자료를 분석한 결과 무한천 취수보의 BOD 평균농도는 2.43mg/L로 상수원수 생활환경기준 II등급(약간좋음)에 해당되며, 기타 오염물질 농도도 매우 낮아 양호한 수질을 나타내었다. 집수매거리를 통하여 정수장으로 유입되는 복류수 수질이 개선됨을 확인할 수 있었으나, 무한천 상류에 농지가 많아 농약류 유입에 대한 수질사고 위험은 상존해 있어 지속적인 모니터링이 요구된다.

예산상수도는 평상시 비교적 저탁도의 원수가 유입되어 경험에 의해 정수 약품을 주입하고 있으며, 약품 주입 상태를 감시할 수 있는 설비가 미설치된 실정이다. 약품 혼화방식으로 낙차부 혼화를 하고 있으나, 혼화강도 G값이 95 sec<sup>-1</sup>로 권장교반강도에 비해 부족하므로 낙차부 Baffle 설치, 또는 장기적으로 판내 펌프확산 혼화방식, 워터챔프에 의한 급속분사교반방식을 권장한다. 약품투입용량도 과대한 것으로 나타나 정밀성이 높은 소용량 투입설비로의 교체가 필요하고, 약품주입량도 현재운영보다 50%가량 적게 투입하여 운영할 것을 권장한다.

응집설비의 G값도 권장치(75/s~10/s)에 비해 다소 부족한 것으로 나타나, 적정 G값을 유지하도록 상승시켜 운영할 필요가 있다. 침전지의 경우 조류의 과다번식으로 미관을 저해하고 있으며, 망간제어 목적으로 전염소 주입을 하고 있으나 과도한 침전 체류시간으로 인해 침전지 잔류염소가 불검출로 조사되었다. 침전지의 조류증식 방지를 위해 적정한 전염소처리, 차광망의 설치, 직접여과방식 중 하나를 채택하여 효율적으로 운영하는 것이 권장된다.

### III. 지방상수도시설

예산정수장은 전형적인 표준정수처리공정(응집침전지-급속여과지)으로 운영되고 있으나, 유량계 및 밸브 전동화가 되어 있지 않아 급속한 유량변화 및 수질변화에 대한 대처능력이 미흡한 실정이다. 따라서 유량에 따라 연동 할 수 있도록 밸브를 전동화하여 위기대응 능력을 강화시킬 필요가 있다.

또한, 여과지 역세속도의 과다로 인해 자갈층 교란이 일어나는 것이 조사되었다. 역세시간을 3~4분으로 줄여 운영할 것을 권장하며, 역세척 밸브가 단계적으로 Open 될 수 있도록 공압밸브에서 전동밸브 등으로 교체하여 각 개별밸브의 개폐속도를 조절할 수 있도록 하는 것이 필요하다.

소독공정은 현재의 염소가스 저장시설이 노후화 되고, 염소가스 누출사고의 위험도가 높은 상태이다. 최근 중소규모 정수장에서 안전성 확보 및 주입량 조절이 용이한 차아염소산나트륨을 소독제로 많이 사용하고 있으므로, 소독제 변경 검토를 권장한다. 또한, 망간의 효율적인 제거를 위해서 침전지와 여과지 사이에 염소를 주입할 수 있는 중염소 배관을 구성하는 것이 적정할 것으로 판단된다.

송수관로 및 신배수지, 구배수지의 소독능을 추가(추가 소독능 인증)해서 평가한 경우 1.53으로 '08년 운영 평균유량에서 소독능 기준을 만족하였으나 지원당시 정수지 Giardia 불활성화비가 0.09로 소독능을 만족하지 못하고 있는 실정으로 후염소 주입강화, 정수지/배수지 고수위 운영, 정수지 도류벽 설치 등의 대책을 강구해야 할 것으로 판단된다.

취·송수펌프 시스템 운영을 근무자에 의한 수동조작으로 이루어지고 있고 긴급대처능력이 현저하게 떨어지고 있어 진공프라이밍 설비 자동화 및 토출밸브 전동화를 통해 운영의 효율성을 극대화 할 필요가 있으며 송수관로계통의 정밀조사를 통해 계통내의 이상 유무(밸브교착) 및 시설자료를 확인하여 불필요한 에너지 낭비요인을 감소시킬 필요가 있다.

예산 취, 정수장의 전기설비 대부분이 노후화되었으며, 전력계통 구성상

예비계통이 구성되어 있지 않아 유지보수 문제점과 고장 시 정수처리 공정이 중단되는 문제점을 안고 있어 긴급대처능력을 향상시킬 필요가 있다. 계측제어설비는 예산정수장 조정실에서 정수지 수위 등 일부데이터만을 감시하는 수준으로 구성되어 있고 정수처리공정은 현장에서 수동 운영 중으로, 운영안정성 및 효율성 향상을 위해 전반적인 계측제어설비 보완을 통하여 감시제어가 가능하도록 하여야 한다.

제주특별자치도 ..... ●

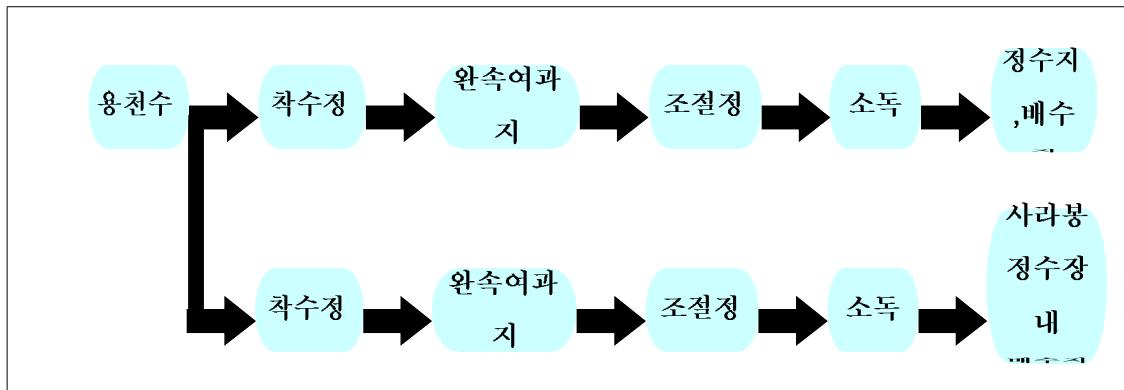
제주특별자치도 별도봉 정수장



### 13. 제주시 별도봉정수장(35,000m<sup>3</sup>/일)

#### 가. 시설개요

- 정수시설 용량 : 35,000m<sup>3</sup>/일
- 정수방식 : 완속여과
- 취수원 : 삼양 1, 2수원지 용천수
- 소재지 : 제주시 화북동 4504-1  
☎ 064) 750 7815
- 급수인구 : 71,690
- 준공년도 : 1982년
- 수처리 공정도



#### 나. 현장 기술지원 기간

- 2009년 6월 1일 ~ 6월 5일

## 다. 시설별·공정별 상호연계기능 검토

### 1) 착수정

상단 여유고는 10cm로서 시설기준에 크게 못미치므로 유입되는 원수의 수위 변동에 대비하기 위한 여유고(60cm)를 확보하도록 한다.

### 2) 완속여과지

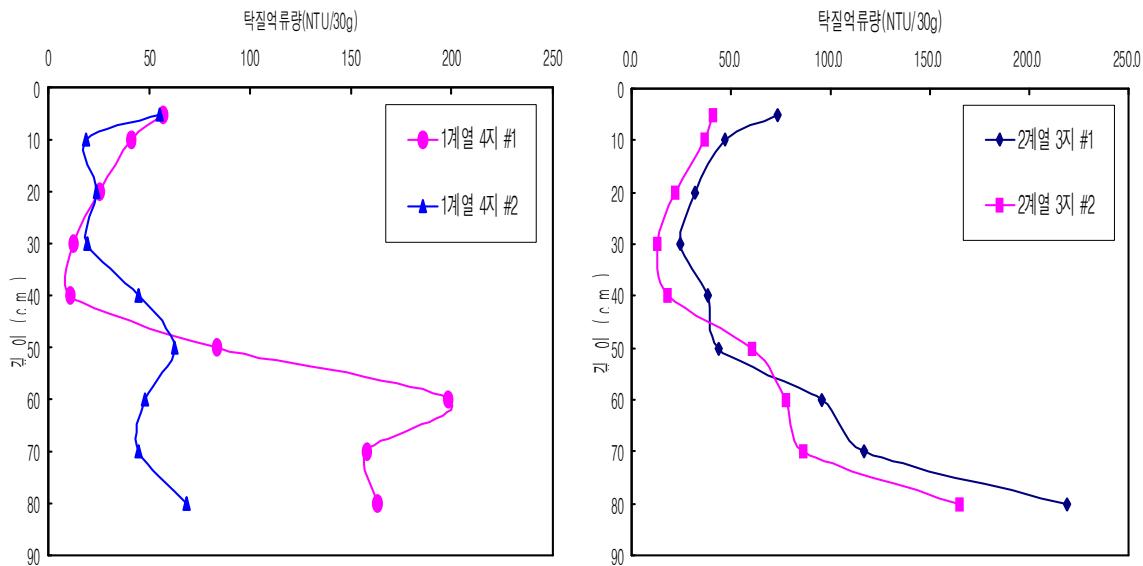
#### 가) 휴지중인 1계열 1지 운영

상수도 시설기준에서 제시된 완속여과속도 8m/일을 만족하기 어려우므로 1계열의 4지 모두 운영할 필요가 있다.

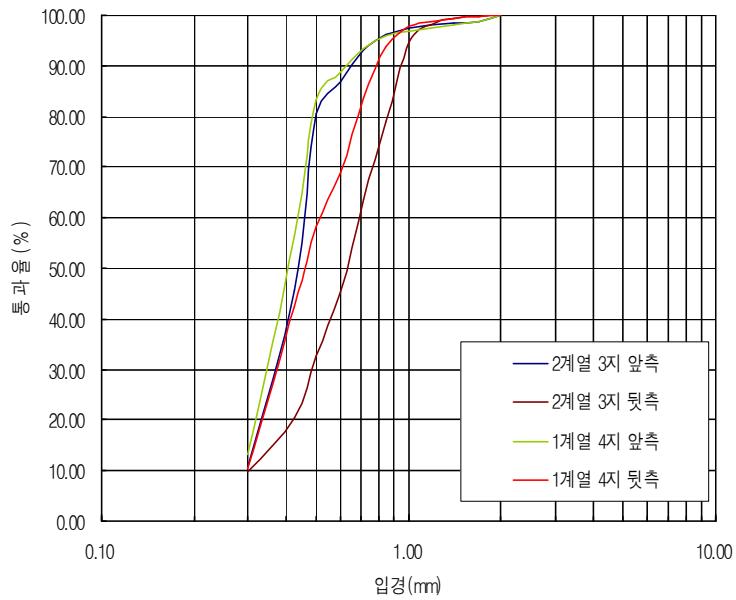
#### 나) 여과사 교체

주기적인 여과사 보사 및 포설이 실시되지 않아 여과수의 수질이 원수보다 여충깊이별 탁질억류량 조사 결과 여충 하부에 탁질이 다량 억류되어 있는 것으로 나타났다.

#### [ 여충 깊이별 탁질억류량(1계열, 2계열) ]



## [ 여과사 입도분석 결과 ]



2계열 3지 뒷측을 제외하고는 최소경 0.3mm를 통과한 비율이 10%를 초과하여 완속여과 시설기준에 적합하지 않았다. 이와 같이 유효경이 작은 경우 초기 여과수질은 양호하나, 여상 수심이 깊어지고 여과속도가 낮아질 수 있다. 따라서 적합한 유효경을 가진 여과 모래를 보사 및 포설해야한다.

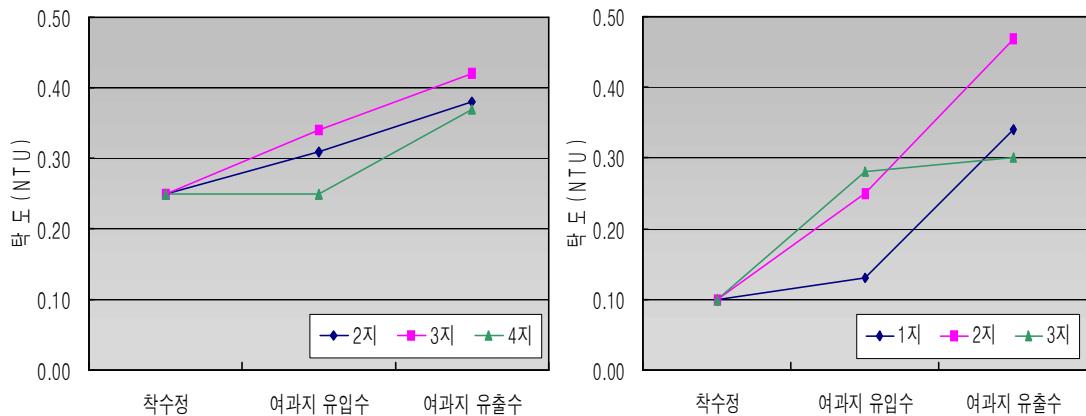
## 다) 역송실시 및 여과초기 배수

장기간 여층 내 탁질이 억류되어 있으며. 1계열 4지의 뒷부분은 하부에 탁질이 다량 억류되어 있는 것으로 나타나 오사삭취 작업 후 모래면 하부에 형성된 공기를 서서히 배제하여 여과장애가 되지 않도록 하기 위해 원수유입 전 여과수 조절정을 경유하여 역송시켜야 한다. 역송을 위한 전용배관 설치 또는 인접여과수를 이용한 역송 실시를 권장한다.

## 라) 적절한 운영안

전반적인 여과사교체 전에는 온라인 탁도계가 조절정마다 설치되어 있으므로 여과수의 탁도를 주기적으로 확인하고, 조절정의 밸브를 동작하여 탁도에 따라 여과속도를 제어하도록 한다.

## [ 공정별 탁도변화(1계열, 2계열) ]



### 마) 퇴수설비 설치

2계열에는 퇴수설비가 설치되지 않아, 여과사 삭취 또는 보사시 조절정으로 바로 유입되어 여과수 탁도증가가 우려되므로 퇴수설비설치 또는 수중펌프에 의한 여과지 내 물의 강제 배수 운영이 필요하다.

### 3) 정(배)수지

소독능력 계산 결과 지아디아의 불활성화비를 만족하지 못하였으므로 최저운영수위 상향조정과 소독제 주입량을 다소 증가시켜 운영하도록 하며, 배수지의 체류시간이 기준보다 낮아 장기적으로는 배수지의 증설을 고려하는 것이 필요하다. 또한 배수지 후단에 1,2계열 연결 배수관로 설치로 배수유량의 상호보완, 완충효과를 도보할 것을 권장한다.

### 6) 기계 및 배관설비

#### 가) 펌프사용 방안

취수펌프 1호기의 펌프효율을 측정한 결과 기준에 만족하지 못하였으므로 교체방안을 검토 혹은 임펠러의 마모 및 모터 상태를 점검 후 보수하여 사용하도록 한다.

### III. 지방상수도시설

#### 나) 취수펌프 축정렬 재조정

취수펌프 2기의 축정렬 상태가 기준범위를 초과하여 기기수명을 보장하기 어려운 상태이므로 Foot조정을 실시하도록 한다.

[ 표 축정열 위한 foot 수정값 ]

설비	구 분	모 터	
		부하측 수정값(mm)	반부하측 수정값(mm)
삼양 1수원지	수평(Horizontal)	-0.47	-0.63
	수직(Vertical)	-0.24	-0.31
삼양 2수원지	수평(Horizontal)	-1.84	5.53
	수직(Vertical)	0.16	-0.18

#### 7) 전기 및 제어계측시설

##### 가) 예비변압기 설치

무정전작업 및 변압기 이상 시 등에 대비하여 2뱅크 방식의 구성을 이루도록 한다.

##### 나) 피뢰설비 설치

삼양1,2수원지는 계측기 및 관리동의 감시설비의 낙뢰에 의한 피해를 예방해야 한다.

##### 다) 유량계 검교정 실시

사라봉유출유량계의 경우 기준오차율 보다 크게 나타났다. 또한 유입유량계실의 침수 위험이 존재하고 있고 설치 및 운영통합 실시 후 검교정을 시행하지 않고 있다. 따라서 유량계실의 유량계 상태를 정기적으로 점검하고 매년 주기적으로 유량계 검교정을 받아 유량계센서 보호 및 유량계 정확도를 유지해야 함.

## 라. 시설 개선사항

구 분	문 제 점	개 선 사 항	우선 순위
착수정	10cm로 시설기준(60cm)에 비해 여유고 부족	여유고 확보	B
완속여과지	여과사 하부층 내 탁질 억류량 과다	전반적인 여과사 교체	A
	여과사 삭취 후 역송 미실시	역송 실시로 여과개시 수질 안정화	A
	8m/d 이상으로 여과속도 과다	휴지중인 1계열 1지 운영	A
	2계열 퇴수설비가 미설치되어 상부수량 퇴수속도 느림	퇴수설비 설치 이전에는 수중펌프에 의한 강제배수	B
배수지	체류시간 5.2시간으로 권고기준 시간(12시간) 미확보	배수지 용량 증대	C
소독시설	Giardia 소독능 부족	소독제 주입농도 상향 조정 및 운영수위 증가	A
기계 및 배관	펌프효율 저하	펌프 교체 검토	B
	축정렬 기준초과	축정렬 재조정	A
전기 및 제어	비상시 대책 필요	예비변압기 설치	B
		피뢰침 설치	B

## 마. 공정별 개선사항 종합

구 분	취수원 및 취수시설	착수정	완속 여과지	정(배)수지	기계 및 배관설비	전기 및 계측설비	계
시설개선	0	1	3	1	2	2	9
운영개선	0	0	2	1	1	1	5
합 계	0	1	5	2	3	3	14

## 바. 종합의견

제주특별자치도 별도봉정수장은 시설용량  $35,000\text{m}^3/\text{일}$ 으로 삼양1, 2수원지의 용천수를 원수로 사용하여 수량변동이 적고 수질이 양호하여 완속여과방식으로 정수처리를 하고 있다. 시설은 2계열이며, 1계열은 별도봉 정수장급수구역으로 급수하며, 2계열은 인근 사라봉 정수장의 배수지로 송수된다.

설계유량에 대한 성능평가시 배수지가 43%로 나타나 배수지 증설이 요구되며, 완속여과지는 96%로 낮게 나타나 1계열 4지 모두 운영될 필요가 있다.

완속여과지는 정기적인 여과사 포설 및 교체가 이루어지지 않아 여층내 탁질액류량이 과다하여 여과수 수질이 양호하지 않게 나타나 전반적인 여과사 교체가 필요한 것으로 판단된다. 역송전용배관 설치 또는 인접여과수를 이용하여 여과장애가 발생되지 않도록 역송 실시를 권장한다. 2계열에는 퇴수설비가 설치되지 않아 여과사 삭취 및 보사 후 탁도유출이 우려되므로 퇴수밸브 등의 설치, 설치 전 운영 시에는 수중펌프에 의한 여과지 내 물의 강제 배수가 필요할 것으로 판단된다.

## IV. 상수도 관망 기술지원



## 14. 고창군 무장 1블록

### 1. 일반 현황

#### 1.1 기술지원 개요

- 기술지원대상 : 고창군 무장면 무장1블록
- 시설현황 : 배수관로 62.1km
- 급수현황(2008. 07 ~2009. 06)  
    일평균 급수량 :  $883\text{m}^3/\text{일}$ , 일최대 급수량 :  $1,442\text{m}^3/\text{일}$ ,  
    시간최대 급수량 :  $1,970\text{m}^3/\text{일}$
- 기술지원기간 : 09. 06 ~ 09(3개월)

#### 1.2 시설현황

[ 표 1 고창군 무장배수지 시설현황 ]

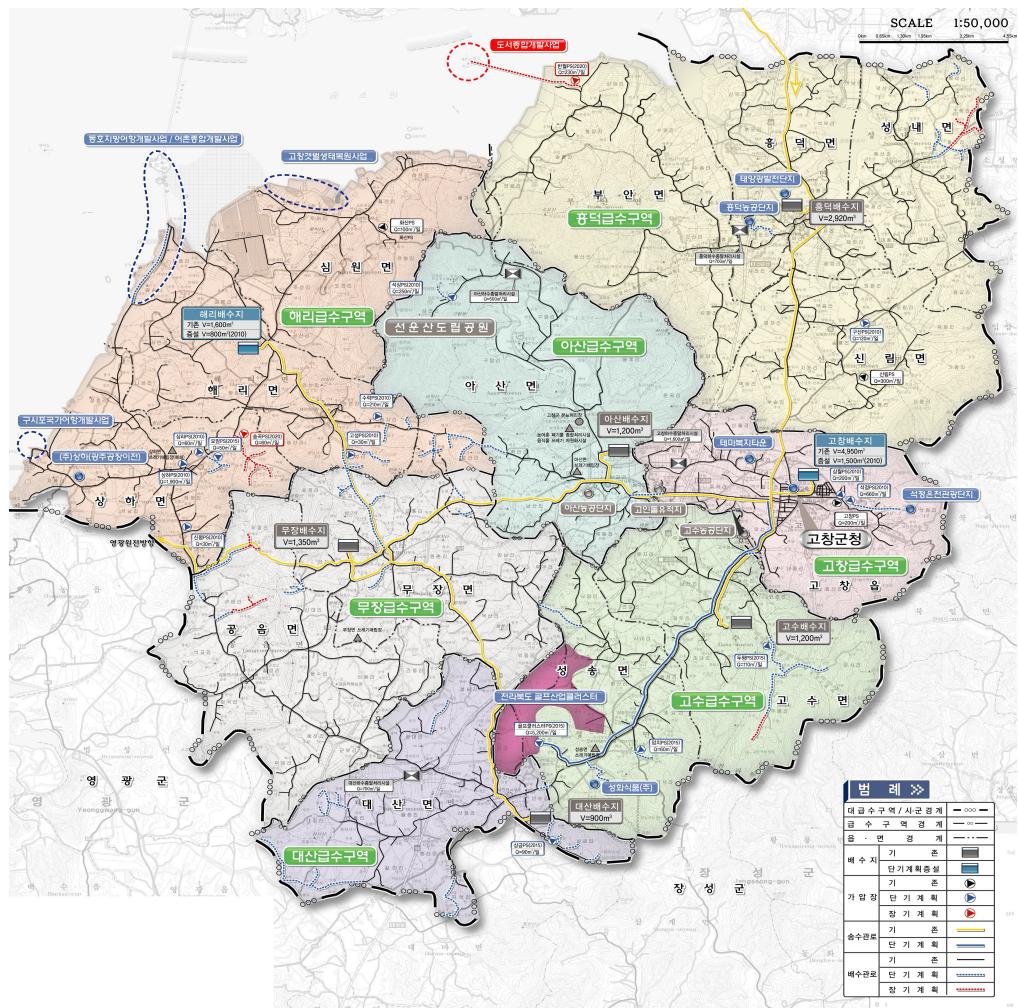
구 분	시설현황	비 고
시설용량	$V=1,350\text{m}^3$	
유입관경	D200mm	수자원공사(부안댐) 광역상수도 공급
유출관경	D200mm	무장면, 공음면 공급
배수지 H(L).W.L	(+)108.30m, (+)104.00m	
지 수	2지	
규 격	B14.8m×L10.9m×H4.75m×2지	
배수방법	자연유하	
수위계	배수지 상부에 설치	
유량계	유입, 유출부에 설치	전자식

## V. 상수도 관망

[ 표 2 무장1급수구역 시설현황 ]

구 분	지반고 (m)	급수인구 (인)	급수전 (전)	급수 계통	주관로 (mm)	배수관로 (km)	유수율 (%)	급수지역
무장1 소블록	37 ~ 78	3,119	992	무장배 수지	200	62.1	52.8	무장면 (고라리, 백양리, 만화리일부, 도곡리 전체 제외) 전지역

[ 그림 1 고창군 급수구역도 ]



## 2. 기술지원 결과

### 2.1 일반기술진단 실시 및 결과

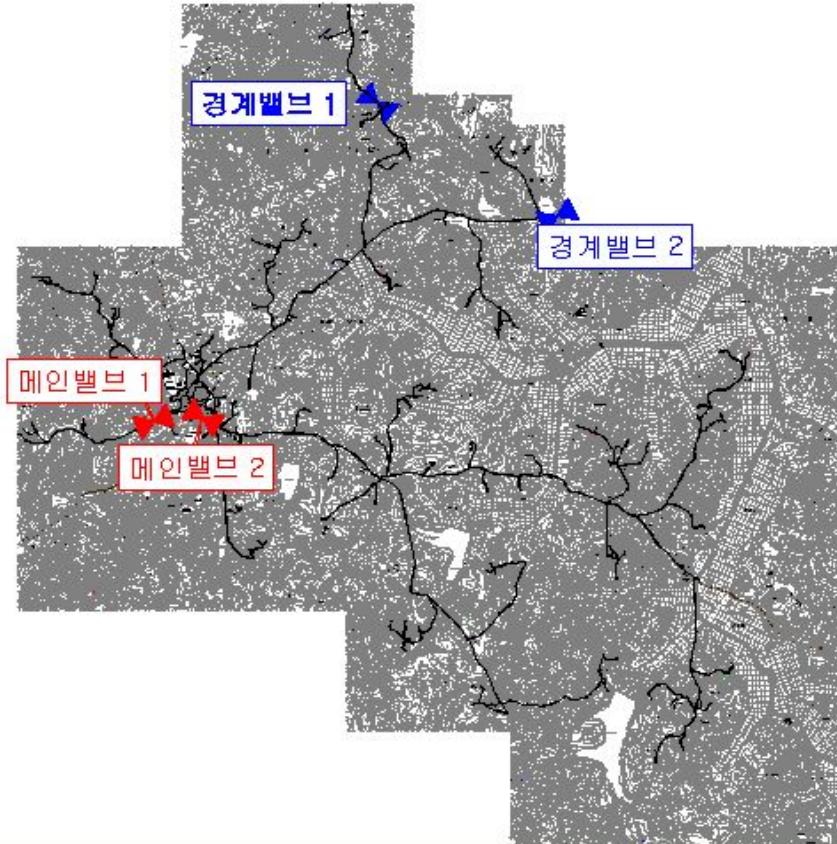
- 무장1소블록에 대하여 2007년 12월 수립된 '상수도 관망진단 매뉴얼' 일반기술진단 항목별로 기술진단을 수행하였음.
- 일반기술진단 결과 '배수지 체류시간, 비내식성 관체, 최소수압 미달 및 최대수압 초과전수'에 대한 부분은 '우수'로 평가되었으나,
- '밸브관리, 유량계 및 수위계 보정율, 유수율, 수질검사 시행율, 수질검사 개소밀도'에 대해서는 '심각'으로 평가되었음.
- '유수율'이 '심각'으로 평가되어 전문적인 관망진단을 통한 유수율 제고사업이 시급한 것으로 판단되며,
- 계측설비(유량계, 수위계)에 대한 보정관리를 주기적으로 실시하여 정확한 자료확보 및 관리가 시행될 수 있도록 조치하여야 할 것으로 판단되며,
- 수질검사 개소수를 법정 시료수만큼 증가시켜 시민들에게 먹는물에 대한 신뢰도를 확보하는 방안을 마련하여야 할 것으로 판단됨.

### 2.2 무장1블록 구역고립 확인 및 계획수립

[ 표 3 밸브 위치, 관경 및 종류 ]

구 분		위 치	설치관경 및 종류	비 고
메인밸브	1	정거리 마을 회관 앞	D200mm 제수밸브	
	2	단위조합창고 앞	D150mm 제수밸브	
경계밸브	1	무장면 송원리	D150mm 제수밸브	
	2	연꽃 방죽 주변	D100mm 제수밸브	

[ 그림 2 밸브 위치도 ]



- 소블록 유입지점에 유량계를 설치한 후 누수징후여부를 파악하기 위하여 우선적으로 소블록에 대한 구역고립이 선행되어야 함.
- 현장확인 결과 무장배수지에서 무장1블록(무장면), 무장2블록(공음면)으로 분리되어 정수가 공급되고 있으며 유출유량계(D200mm)가 각각 설치되어 있음.
- 무장면 인근 해리배수지, 아산배수지에서 무장면으로 유입되는 관로를 확인한 결과, 해리배수지에서 무장면으로의 연결관로(D150mm)는 부설되어 있으나 제수밸브가 잠겨있는 상태였으며(경계밸브1),
- 아산배수지에서 무장면으로의 연결관로(D100mm)는 부설되어 있으며 제수밸브는 열려있는 상태였음.(경계밸브2)

- 무장1블록에 대한 메인밸브를 확인한 결과 정거리 마을회관 앞 주관로 (D200mm)에 메인밸브가 있었으며(메인밸브1), 단위조합창고앞에 아산배수지에서 공급되는 관로(D150mm)상에 메인밸브를 확인할 수 있었음.(메인밸브2)
- 구역고립 현장조사 결과 메인밸브 1, 2를 다 닫았을 경우 구역고립이 되었으며, 메인밸브1을 열은 상태에서 메인밸브 2를 닫아도 구역고립이 되었음.
- 관망도상 메인밸브 1, 2를 동시에 닫아야 구역고립이 되어야 함에도 메인밸브 2만을 닫아도 구역고립이 된다는 것은 메인밸브 1이 불량일 수 있다 는 것을 유추할 수 있음.
- 무장1블록이 무장배수지에서만 공급이 되도록 하기 위해(구역고립을 구축하기 위해) 경계밸브 2, 메인밸브 2를 닫고 메인밸브 1만 열어서 공급이 되도록 하여야 함.
- 단, 메인밸브 1에 대한 이상유무 확인이 선행되어야 함.

### 2.3 유량값 비교측정 실시 및 유량계 보정계획 수립

- 무장배수지 내 무장1소블록 유출유량계가 설치되어 있으나 현장확인 결과 최근 1년간 정도검사를 실시하지 않은 것으로 확인되었음.
- 정도검사를 주기적으로 실시한 휴대용 초음파유량계를 무장배수지 유량계 실유출관로에 설치하여 '08월 19일 17:02 ~ 17:17분' 1분간격으로 유량 값을 비교 측정한 결과 데이타의 차이가 3.46~13.24%로 확인되었음.
- 정도차이가 비교적 큰 것으로 판단되므로 유량계에 대한 보정을 실시하여야 할 것으로 판단됨.

## 2.4 야간최소유량 측정 및 누수량 결정

- 휴대용 초음파유량계를 사용하여 무장1블록 주관로(D200mm)에 대해 '08월 19일 17:50 ~ 08월 23일 15:50' 1시간 간격으로 적산된 유량값을 측정 하였음.
- 측정결과 08월 19~20일(수~목) 02:50분  $11.660\text{m}^3/\text{시}$ ( $279.8\text{m}^3/\text{일}$ ), 20~21일(목~금) 03:50분  $13.537\text{m}^3/\text{시}$ ( $324.8\text{m}^3/\text{일}$ ), 21~22일(금~토) 03:50분  $14.122\text{m}^3/\text{시}$ ( $338.9\text{m}^3/\text{일}$ ), 22~23일(토~일) 01:50분  $15.590\text{m}^3/\text{시}$ ( $374.2\text{m}^3/\text{일}$ ), 23~24일(일~월) 02:50분  $14.283\text{m}^3/\text{hr}$ ( $342.8\text{m}^3/\text{일}$ )로 확인 되었음.
- 농촌지역 특성상 노령인구가 많은 비율을 차지하며, 평일보다는 주말에 가족들이 방문을 하여 야간 수요량이 증가될 될 것으로 예상되는 바 08월 19~20일(수~목)에 측정된  $11.660\text{m}^3/\text{시}$ ( $279.8\text{m}^3/\text{일}$ )을 누수량으로 결정하는 것이 합리적일 것으로 판단됨.

## 2.5 수압 측정

- '08월 20일 14:40 ~ 08월 21일 14:40분' 1일동안 40분 간격으로 '무장면 송원리, 원촌리, 목우리' 3지역에 대한 수압을 측정하였음.
- 측정결과 관말지역인 송원리와 목우리의 수압은  $465\sim 524\text{kPa}$ ( $4.74\sim 5.34\text{kgf/cm}^2$ ),  $482\sim 574\text{kPa}$ ( $4.91\sim 5.85\text{kgf/cm}^2$ )로 측정되었으며, 시가지지역인 원촌리는  $728\sim 786\text{kPa}$ ( $7.43\sim 8.02\text{kgf/cm}^2$ )로 확인되었음.
- 원촌리 지역은 최대정수압  $700\text{kPa}$ ( $7.10\text{kgf/cm}^2$ ) 이상으로 수압이 유지되고 있으며, 관말지역인 송원리와 목우리도 '상수도시설기준'상의 적정수압범위  $150\sim 700\text{kPa}$ ( $1.53\sim 7.10\text{kgf/cm}^2$ )로 유지되고 있으나 무장면 지역의 건물중 가장 높은 건물인 2층높이(약 30m,  $294\text{kPa}$ ( $3.0\text{kgf/cm}^2$ ))를 고려하면 과수압으로 유지되고 있는 것으로 판단됨.

- 측정된 수압자료는 현황확인 및 관망모델을 실제 현황에 맞게 보정하는 자료로 사용하였음.

## 2.6 설문조사 실시

- 무장면 주민들의 수돗물에 대한 인식, 수량, 수압, 수질, 급수사고 및 급수운영 등에 대한 만족도 조사를 '08월 17 ~ 21일', 5일간 30인을 대상으로 실시하였음.
- 조사결과 수돗물을 음용하는 비율은 63%로 확인되었으며, 수돗물 공급시 수량, 수압에 대해서는 약 60%가 만족하는 것을 알 수 있었음.
- 녹물 발생, 염소냄새 및 악취는 거의 발생되지 않고 있다고 답변하였으며, 단수경험은 약 73%의 주민이 경험하였으나, 사전홍보가 대체로 잘 진행되고 있다고 조사되었음.
- 수도사업자에 대한 친절도 조사에서 약 63%가 대체로 만족하는 것을 알 수 있었으며, 민원사항에 대한 조치도 약 53%가 만족하는 것을 알 수 있었음.

## 2.7 누수위치 확인 및 보수계획 수립

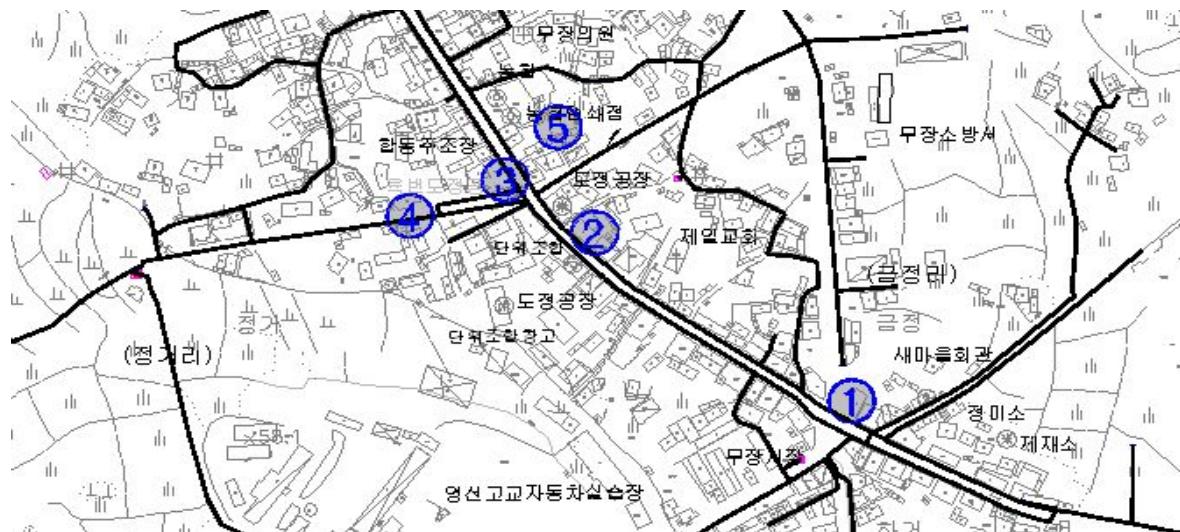
- '8월 17 ~21일, 24~28일', 10일간 무장1블록 급수지역에 대한 누수탐사를 실시하였음.
- 누수탐사결과 시가지지역에서 5개소의 누수지점을 확인할 수 있었으며 조속한 보수가 이루어져야 할 것으로 판단됨.

## V. 상수도 관망

[ 표 4 누수지점 관경·관종·부설연도 ]

누수위치	관경	관종	부설연도	비고
1	D150mm	DCIP	2005	
2	D150mm	DCIP	2005	
3	D150mm	DCIP	2005	
4	D50mm	PE	2005	
5	계량기 누수	PE	-	

[ 그림 3 무장1블록 누수확인지점 ]



### 2.8 시간계수 결정

- 무장1블록 유출유량계의 '08년 07월 01일 ~ 09년 06월 30일', 1년값을 검토하여 야간최소, 일평균, 일최대, 시간최대 유량값의 시간계수를 선정 하였음.
- 일최대 유량값을 1.00으로 환산하여 시간계수를 계산한 결과 야간최소유량 0.48, 일평균유량 0.61, 시간최대유량 1.37로 확인되었음.
- 각각의 시간계수값은 관망모델 해석시 자료로 활용하였음.

## 2.9 관망모델 보정 및 관망해석

- 관망해석 프로그램은 누수량이 없다는 가정하에 각 지점별 수압 및 관로상의 유량, 유속 등을 컴퓨터로 모의하는 프로그램임.
- 실제 현황에 맞게 프로그램상의 관망모델을 보정하여야 감압밸브 설치계획, 관로신설계획 등 정확한 계획을 수립할 수 있음.
- '08년 07월 ~ 09년 6월' 기간동안 일평균 급수량 '882m<sup>3</sup>/일'에 무장1블록에 대한 누수율 42.7% 반영한 누수량 '376.6m<sup>3</sup>/일'을 누수탐사로 확인된 5개 지점에 수요량으로 배분하였으며,
- 관망모델을 보정하기 위해 'Hazen-Williams'공식의 유속계수 C값을 100~120으로 변화시켜 실제 측정된 수압자료와 관망모델상의 수압계산값의 평균제곱근(RMS)오차를 계산하였음.
- 평균제곱근(RMS)오차가 가장 적은 C=100을 관망모델에 적용하였음.
- 보정된 관망모델을 이용하여 무장1블록에 대한 관망해석을 시간최대 기준으로 실시한 결과 수압분포결과가 232~632kPa(2.37~6.45kgf/cm<sup>2</sup>)로 '상수도 시설기준' 수압범위인 150~700kPa(1.53~7.10kgf/cm<sup>2</sup>)를 만족하였으나,
- 무장면 지역의 건물중 가장 높은 건물인 2층높이(약 30m, 294kPa(3.0kgf/cm<sup>2</sup>))를 고려하면 과수압으로 유지되고 있는 것으로 판단됨.
- 무장1블록에 대한 수압관리를 위하여 관로신설 및 감압밸브 설치계획 검토를 위한 모델로 활용하였음.

### 3. 개선방안 요약

#### 3.1 관로신설계획 수립

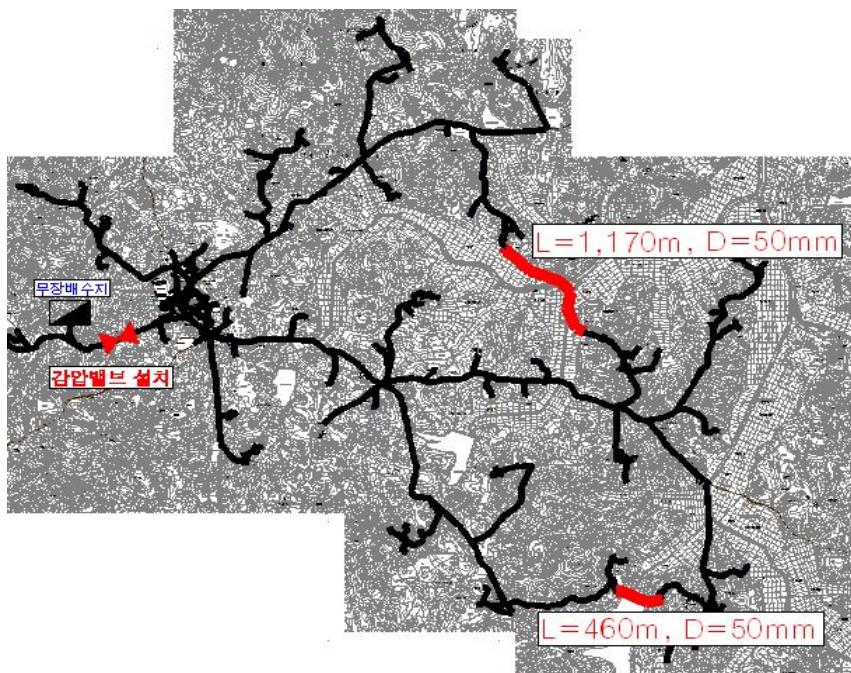
- 무장1블록의 배수관망은 현재 수지상식으로 구성되어 있음.
- 수지상식 배수관망은 균등수압, 균등분배가 어려우며 개량공사시 단수구역, 단수시간이 확대되는 단점이 있음.
- 환상형 배수관망은 균등수압을 유지할 수 있으며, 그 결과 가압펌프 및 감압밸브 설치시 균등한 증가 및 감소를 기대할 수 있음.
- 환상형 배수관망을 형성하기 위하여 덕립저수지 인근에 D50mm, L=460m, 강남리 석곡초등학교 인근에 D50mm, L=1,170m를 부설하는 것으로 계획하여 환상형 관망을 구성토록 하였음.

#### 3.2 감압밸브 설치계획 수립

- 무장면 지역에 대한 관망해석 결과 시간최대 기준으로 수압분포결과가 232~632kPa(2.37~6.45kgf/cm<sup>2</sup>), 일최대 기준으로는 203~704kPa(2.07~7.18kgf/cm<sup>2</sup>)로 확인되었음.
- 2층높이(약 30m, 294kPa(3.0kgf/cm<sup>2</sup>))에 대한 직결급수를 고려하면 부분적으로 과수압으로 유지되고 있다고 판단할 수 있음.
- 누수와 수압은 '정비례'이므로 누수관리를 위한 수압관리계획은 필수적인 사항임.
- 구축된 관망모델을 사용하여 일최대 급수량을 기준으로 감압밸브 설치계획을 수립하였음.
- 설치위치는 주관로 D200mm 지점을 선정하였으며, 주간시간(05:00~24:00)에는 147.1kPa(1.5kgf/cm<sup>2</sup>)을 감압하고, 야간시간(00:00~05:00)은 58.8kPa(0.6kgf/cm<sup>2</sup>)을 추가감압하는 것으로 계획하였음.

- 감압밸브 모의결과 주간시간(05:00~24:00)은 249~704kPa(2.54~7.18kg f/cm<sup>2</sup>)에서 151~557kPa(1.54~5.68kgf/cm<sup>2</sup>)로 감소하였으며,
- 야간시간(00:00~05:00)은 206~786kPa(2.10~8.02kgf/cm<sup>2</sup>)에서 152~564kPa(1.55~5.75kgf/cm<sup>2</sup>)로 감소함을 알 수 있었음.

[ 그림 4 감압밸브 및 관로신설계획 ]



### 3.3 메인 제수밸브 이상유무 확인

- 구역고립 현장확인 결과 정거리 마을회관 앞 D200mm(무장배수지에서 무장면으로 공급되는 주 관로) 제수밸브의 이상이 의심됨.
- 이상유무 확인 및 보수가 필요할 것으로 판단됨.

### 3.4 공기밸브, 이토밸브 설치 검토

- 지형이 국부적으로 증가에서 감소가 되는 지형에는 출수불량 및 통수능 확보를 위해 공기밸브를 설치하여야 하며, 지형상 감소에서 증가로 형성되는 지형상에는 유지관리를 위한 이토밸브를 설치하여야 함.

## V. 상수도 관망

- 현장확인 결과 일부구간에서 공기밸브가 미설치 되어 있는 것으로 확인된 바 세부적인 현장조사후 공기밸브 및 이토밸브 설치를 검토함이 타당함.

### 3.5 유지관리계획 수립

- 본 보고서에서 제시한 사항을 반영하더라도 관망에 대한 지속적인 관리가 없으면 추가적인 누수가 발생될 가능성이 많음.
- 누수복원을 방지하고 지속적인 관망관리를 시행하기 위해 관망 및 누수감시체계를 구축하여야 하며 블록별 누수, 수압, 유량을 지속적으로 모니터링하고 이상징후 발견시 조기 대응을 실시할 수 있도록 유지관리시스템을 구축함이 효율적일 것으로 판단되며, 그 결과 유수율 유지 및 향상, 재정건전성 개선을 도모할 수 있을 것으로 판단됨.

## 4. 기술지원 효과

### 4.1 고창군 유수율 제고방안 수립

- 무장1블록의 경우 무장배수지 L.W.L이 104.0m, 지반고가 37 ~ 78m를 형성하고 있어 정수두로 간략하게 계산을 하면 67 ~ 26m로 약 30m 건물의 직결급수를 고려하더라도 과수압이 유지되고 있으며 압력관리를 우선적으로 시행하여야 할 것으로 판단됨.
- 이를 근거로 고창군 7개 배수지에 대한 정수두를 계산한 결과 모든 배수지에 대한 수압관리를 시행하여야 유수율이 향상될 것으로 판단됨.
- 단 수압관리를 시행하기전 지반고별 소블록(블록시스템)이 구축되어야 함.

[ 표 5 수압관리 요구 배수지 현황 ]

배수지명	L.W.L(E.L)	지반고(E.L)	정수두(m)	유수율(%)	수압관리	비 고
고창배수지	87.10	20~125	0~67.1	46.5	◎	
고수배수지	90.70	23~75	15.7~67.7	46.5	◎	
아산배수지	89.60	4~73	16.6~85.6	60.8	◎	
무장배수지	104.00	3~78	26~101	41.5	◎	
해리배수지	64.90	2~60	4.9~62.9	72.0	◎	
대산배수지	85.50	13~85	0.5~72.5	63.2	◎	
홍덕배수지	87.50	3~90	0~84.5	59.7	◎	

주) 유수율 : 09년 06월 유수율

## 4.2 수도회계 수익구조 개선

- 타 시·군의 예를 참조하면 누수관 계량을 시행하고 고수압으로 인한 누수 복원을 방지하기 위해 감압밸브를 설치하면 약 70%의 유수율 향상을 기대할 수 있음.
- 무장1블록에 대한 유수율이 약 70%로 증가되면, 무장배수지(무장1, 2블록 이 포함되어 있음)의 유수율은 60~65%가 증가될 것으로 예상되며,
- 고창군의 경우 정수 전량을 수자원공사 부안댐 광역상수도에서 공급받고 있으므로, 연간 약 1.0억정도의 수도요금절감을 기대할 수 있을 것으로 판단됨.

[ 표 6 유수율 증가에 따른 요금절감액 ]

구 분	유수율 (%)	공급량 (m <sup>3</sup> )	사용량 (m <sup>3</sup> )	사용요금 (천원/월)	연간절감액 (천원)	월간계약량 (안) (m <sup>3</sup> )	비 고
무장배수지	41.5	63,910	26,523	25,899	—	70,000	
	50.0	53,046	26,523	21,721	50,136	60,000	
	60.0	44,205	26,523	18,101	93,576	50,000	
	70.0	37,890	26,523	15,178	128,652	40,000	
	80.0	33,154	26,523	13,870	144,348	40,000	

- 주) 1. 유수율(41.5%) : 09년 06월 유수율  
 2. 공급량 : 2009. 06월 수자원공사 수도요금 부과량  
 3. 사용량 : 2009. 06월 고창군 수도요금 부과량  
 4. 사용요금 : 월간계약량 × 118원 + 월간사용량 × 276원  
 5. 월간계약량 : 유수율 변화에 따른 계약량 조정

## 15. 상주시 모동 공성소블록 관망

### 가. 시설개요

#### ○ 일반 현황

구 분	모동 소블록	공성 소블록
위 치	모동면 이동리	공성면 이화리
인구(명)	2.790	5.390
급수인구(명)	1.601	2.539
보급률(%)	57.4	47.1
용수사용량( $m^3$ /일)	496	787

#### ○ 지원 사항 : 관망시설 전반에 대한 현황조사,

유수율제고 방안마련 및 문제점 개선책 수립

### 나. 현장 기술지원 기간

- 1차 : 2009년 3월 24일 ~ 3월 27일
- 2차 : 2009년 8월 25일 ~ 8월 28일
- 3차 : 2009년 9월 8일 ~ 9월 11일

## 다. 시설별·공정별 상호연계기능 검토

### 1) 감압밸브 2차 측 압력의 급격한 헌팅(haunting) 개선

- 감압밸브 내 자갈 및 모래가 유입되거나 니블밸브의 민감한 움직임이 발생하는 경우 그리고 분기밸브의 급폐쇄 등이 존재할 경우에 헌팅 발생
- 통수시 확실한 관로 세정작업을 실시하고 감압밸브 유입 측 배관에 스트레이너를 설치하여 이물질을 제거하였음.
- 추후에도 해당 시설의 담당자가 밸브의 급폐쇄 작동을 주의할 것을 당부

### 2) 수압측정 결과분석

- 수압측정 조사는 각 지역의 수계별로 대표성을 갖는 주관로, 급수인구 밀집지역, 고지대, 저지대, 노후관로 지역으로 선정하고, 배수관로의 압력을 측정하기 위해 소화전에 설치, 조사하였음
- 도남정수장 계통의 수압을 분석한 결과, 전체적으로  $2.0\sim5.0\text{kg}/\text{cm}^2$ 의 안정적인 수압형태를 보이는 것으로 조사되었고, 면지역에 해당되는 모동정수장 계통의 경우는 수압이  $4.0\sim6.0\text{kg}/\text{cm}^2$ 를 나타내었으며, 일부지역은 고지대에 위치하여 저수압을 형성하였음.

### 3) 수질측정 결과분석

- 해당지역에 대한 수질분석과 관련하여 미생물오염 정도 평가, 하수유입에 따른 오염정도 평가 및 급수관의 재질에 따른 부식 등의 3가지 분류로 평가하였음.
- 해당 지역에 대한 현장조사를 통해 수도꼭지에서 실시한 수질분석결과 모든 법적 수질항목에서 기준에 적합한 것으로 평가되었음.

## 4) 유수율 관련 세부 추진계획 재수립

- 현실적으로 실천 가능한 유수율 제고 목표치 재설정

- 생산유량과 수수유량의 정확한 분석을 통해 목표치 재설정할 것을 권장

[참조] 서울특별시의 최근 10년간 유수율 현황

(단위:%)

구분	'96	'97	'98	'99	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06
유수율	62.0	63.3	64.2	68.2	72.0	75.3	79.2	82.7	85.3	88.0	90.2
전년대비	증0.1	증1.3	증0.9	증4.0	증3.8	증3.3	증3.9	증3.5	증2.6	증2.7	증2.2

- 각 주체별(최고책임자, 관리자, 현장담당자)로 구체적 역할 및 업무를 분장

- 월별 세부 추진계획의 수립 및 주기적 점검

- 매주 또는 매월 정기적 회의를 통해 진도 관리 및 평가

- 구체적 실천방안

- 각 읍·면 단위의 정확한 유수율 측정

- 각 읍·면 단위 유수율 현황을 정확히 파악 (유량측정 및 수압측정)

- 각 읍·면 단위 유수율 향상 목표치 설정

- 매 회의 시 진도점검 및 조치사항 파악을 통한 지속적인 실적관리

- 배관망도 작성 및 관리

- 정확한 배관의 위치 파악은 유수율 향상을 위한 선결과제

- 배관의 상황을 가장 잘 아는 현장 담당자가 주도가 되어 배관망도 작성

- 필요시 우선흥단굴착 지점을 선정, 굴착을 통해 정확한 배관의 위치파악

- 관리 가능한 소구역으로 분리하여 관리

- 각 읍·면 단위의 구역을 다시 소구역으로 분리

- 소구역별 유수율을 측정, 유수율 향상 목표치를 설정
- 유수율이 낮은 곳부터 우선순위를 정하여 구역별 집중 관리 실시
- 목표치 도달 시 다른 소구역으로 이동, 관리시행

○ 누수 탐지

- 지속적 누수탐지 계획의 수립
- 청음식 누수탐지를 적용, 누수음을 들으면서 탐지, 야간에 하수도 조사, 수압 비교측정 방법 등 사용
- 일정수준의 유수율이 달성되면 상관식 또는 다점식 누수탐지방법 등을 활용
- 누수탐지 시 교체가 필요한 관, 불용관 등을 파악, 기록하여 추후 개량사업지역선정 시 우선대상지역으로 활용

○ 잔존관(불용관) 제거

- 한 급수라인에는 반드시 한 관만 존재하는 것을 원칙으로 함
- 잔존관은 반드시 굴착 시 제거하여 유수율을 향상

○ 유량계 설치, 기존 유량계 교정 및 수리

- 각 읍·면 단위 유입부분에 유량계를 설치하여 구역별 유량 파악
- 기존 설치된 유량계의 검·교정을 통한 지속적인 정도(正度)관리

○ 주기적인 상수도 관리원(청경 포함), 상수도 대행업체 직원 교육

- 누수탐지 전문업체 및 기관으로부터 기술전수
- 외부관련기관 및 우수수법사례 연구 등을 통한 기술정보 교류

○ 지속적인 유수율 향상을 위해 동일한 목표를 공유

- 유수율 향상은 간단하지만 인내를 가지고 꾸준히 실천해야만 달성이 가능
- 따라서, 목표달성을 위해서는 최고책임자에서 현장 실무 담당자에 이르기까지 동일한 목표의식을 공유해야만 함
- 특히, 현장에서 실질적 역할을 하는 청경 및 관리원에게 동기부여 및

## V. 상수도 관망

목표의식 공유가 절실히 요구됨

- 또한, 잊은 인사이동으로 인한 담당자의 교체는 업무파악 시간소요, 지속적 진도관리를 위한 장애요인으로 작용

### 라. 시설개량 사항

단위공정	문제점	개선방안	우선순위
감압밸브 (1)	감압밸브의 2차 측 압력의 급격한 헌팅으로 전단의 초음파 유량계 계측 방해	유량의 급격한 변동발생 시 초음파 유량계의 측정이 불가하므로 감압밸브의 영향을 피할 수 있는 위치로 유량계 또는 감압밸브 위치조정 (⇒ 추후 공사 실시예정)	C
관내 이물질 (1)	수용가 관내 모래유입	민원이 발생한 수용가 수도전 점검 관말의 주기적인 퇴수 시행 (⇒기술지원 후 추가적인 민원 발생 없음)	C

주) A : 조속시행, B : 단기시행, C : 중기 시행, D : 장기 시행

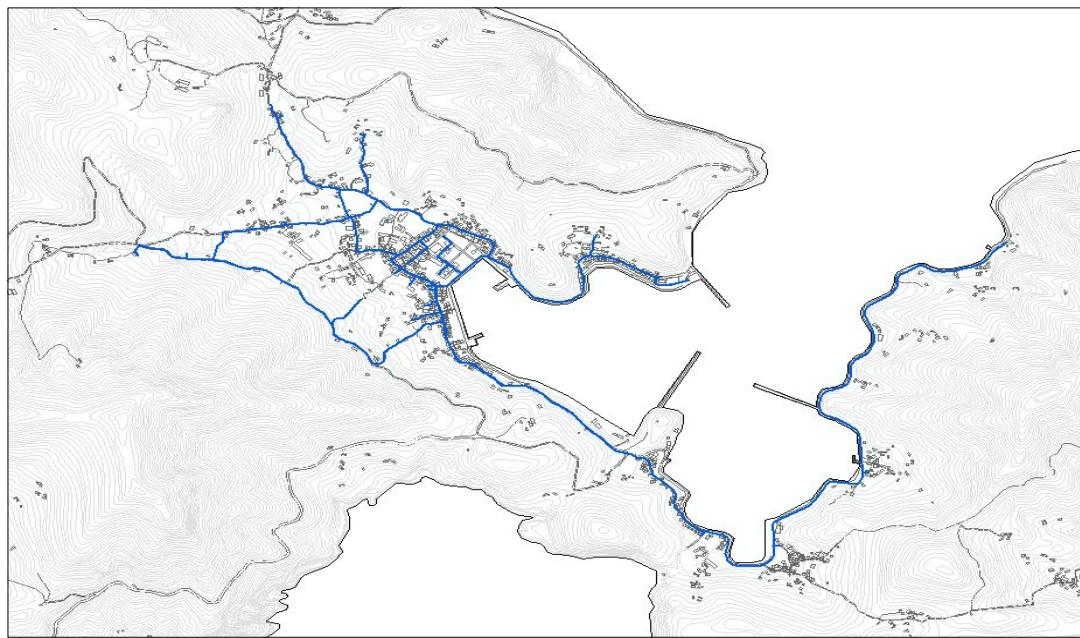
### 마. 운영관리 개선사항

구분	개선사항
노후관 개선	인구밀집 지역을 중심으로 한 노후관 개량 및 지속적인 정비 추진
불용관 정비	불용관 및 잔존관 정비계획 수립 및 시행
블록 관리	대블록 2개 구역, 중블록 8개 구역 및 소블록으로 나눠져 구성되어 있으나 이에 대한 관리 실적이 미비하여 관리 가능한 형태의 블록으로 재구성하거나 운영 중인 블록시스템을 효율적으로 운영할 수 있는 시스템 구축이 요구됨
관망도 정비	배관망에 대한 GIS 구축이 완료되어 운영중에 있음 관거교체, 간생 및 급수공사 실시 후 지속적인 관망 업데이트가 요구됨 (일부 면 단위 지역의 경우 관망 업데이트 빈도가 낮음)

## 16. 통영시 욕지도 상수도관망(10.5km, 800m<sup>3</sup>/일)

### 가. 시설개요

- 정수장 시설용량 : 800m<sup>3</sup>/일
- 관로현황 : 도수관 및 배수관 10.5km
- 급수인구 : 1,680인
- 수도전수 : 449개소
- 유수율 : 52.7%('09. 5 ~ 7월 기준)
- 소재지 : 경상남도 통영시 욕지면 욕지도 일원
- 관망도



### 나. 현장 기술지원 기간

- 2009. 1. 7 ~ 11. 30

## 다. 상수도관망 기술지원 내용

### 1) 시설물 조사 및 탐사

#### ○ 벨브류 조사

전체 83개 벨브류의 관리상태를 조사한 결과 39%에 해당하는 32개소가 정상적으로 운영·관리중인 것으로 조사되었고 잔여 51개소는 매몰, 침수 또는 개폐불가 등으로 육안확인이 어렵거나 운영이 불가능해 개선조치가 필요한 상태로 조사되었다. 특히, 매몰 또는 개폐불가인 벨브류의 경우 거의 대부분이 콘크리트 등으로 덮여있어 벨브조작이 불가능함에 따라 조속한 조치가 요구된다.

총 계	정 상	매 물		개폐불가	철개파손	침 수	기 타 (폐관용 추정)
		위치확인불가	위치확인				
83 (100%)	32 (39%)	22 (27%)	14 (17%)	7 (8%)	2 (2%)	1 (1%)	5 (6%)

#### ○ 수도계량기 조사

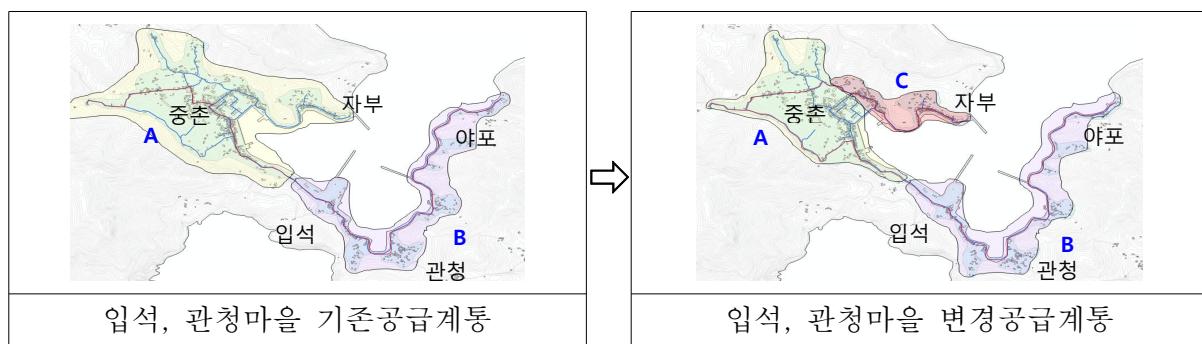
전체 449개 수용가 수도계량기중 침수 및 매몰, 고장 등의 문제계량기는 67개소(14.9%) 인 것으로 조사되었으며, 침수 및 매몰된 수도계량기에 대해서는 양수 및 매몰복구 조치가 필요하였다. 또한, 전체 수도계량기중 49%인 220개소가 수도계량기 내구년한인 8년을(50mm 이하) 초과한 것으로 나타남에 따라 계량기에 대한 종합적인 관리가 요구된다.

총조사전수	정상	문제계량기				폐전/폐가	미확인	기타
		소계	침수	매몰	고장			
449	288	67	39	27	1	13	78	3

## 2) 수리적 안정성 검토

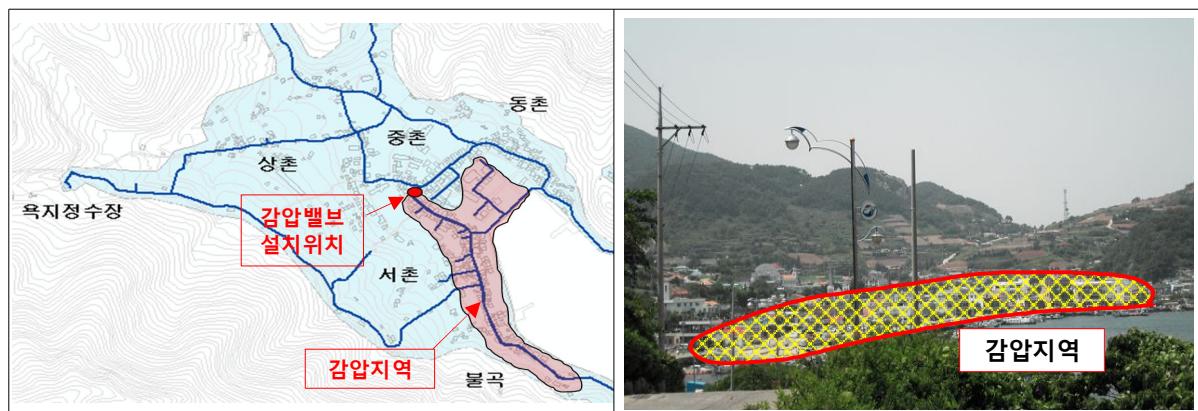
### ○ 용수공급계통 조정방안 수립

현재 육지도 급수구역을 2개구역(A, B구역)으로 구분하여 제한급수하고 있으나 관말에 출수불량이 발생함에 따라 관말 적정수압을 유지하기 위해 기존 공급체계(A, B구역)에서 C구역(자부)을 분리하여 공급하고 B구역(입석 등) 출수불량 해소 위한 연결관로 설치 (D100mm, L=110m) 필요하다.



### ○ 감압밸브 설치방안 제시

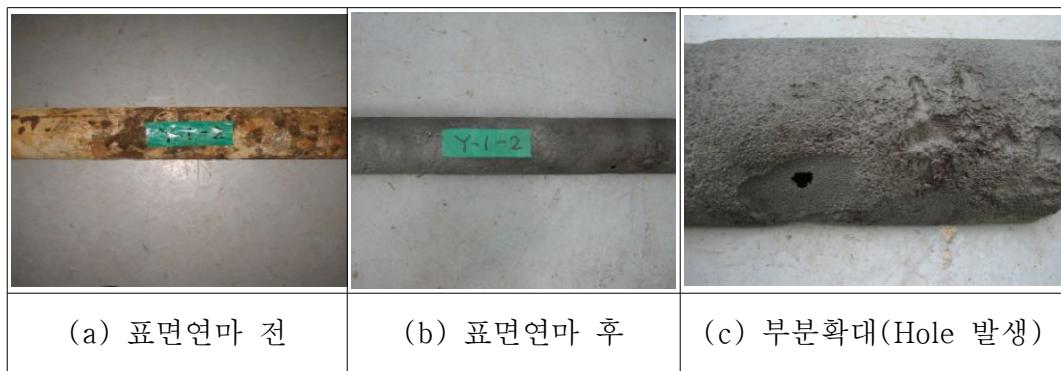
중촌마을 부근은 용수공급시 관로에 고수압(7.0~9.0kgf/cm<sup>2</sup>)이 작용하여 누수량 증가 및 관로파손에 대한 우려가 높음에 따라 감압밸브(고정유출식 D100mm) 1개소를 설치하여 중촌마을 지역 누수량 및 관로파손 위험성을 저감하도록 하였다.



### 3) 구조적 안전성 검토

#### ○ 해안구간 노후 닥타일주철관(DCIP) 개량방안 수립

자부~야포 구간의 해안도로에 매설된 금속관(DCIP, D75~100mm, L=779m)에 대하여 직접평가한 결과 관 외면은 90% 이상 전면적 부식이 진행(핀홀부식 발생)되었으므로 진행중인 노후관 교체공사에 진단결과를 반영하였다.



### 4) 수질 안전성 검토

#### ○ 관로내 수질안정화를 위한 정수처리공정 개선방안 제시

관말 일부지역 탁도 증가에 따른 정수장 여과시설을 정밀조사한 결과 여재오염, 여재층 교란여부, 역세불균일 등이 발견되어 현재 역세척수로 사용되고 있는 원수를 정수로 대체하고 관로내 적정 잔류염소를 유지하기 위한 방안으로 배수지에 후염소공정을 추가하도록 하였다.

#### ○ 운영관리 개선방안 제시 및 교육

관로내 잔류염소 안정화를 위해 소독제(차아염소산칼슘)의 정량 주입량 제시 시하였고 시설관리자 교육 실시하였다.

## 5) 감시제어설비 조사

### ○ 유수율산정 정확도 제고를 위한 유출유량계 보정시행

유출유량계와 비교시험용 초음파유량계를 비교 측정한 결과 유출유량계가 과소 측정되어 유량계 보정(+3.1%)을 실시하였다.

### ○ 취수탑 수위계 재설치 방안 제시

취수탑 초음파 수위계가 부적정하게 설치되어 계측오차가 크게 발생하므로 갈수기에 정확한 용수공급량 산정이 어려다. 따라서 초음파수위계의 센서 위치를 취수탑 중앙으로 변경하도록 하였다.

### ○ 실시간 수질측정 장치 및 자동화방안 수립

관로내 수질변동성의 최소화 및 원수수질 변화에 적절한 대처를 위한 원·정수 수질 자동측정 장치를 설치하고 약품 자동주입 시스템 구축(안) 수립 하였다.

## 라. 시설 개선사항

### [ 시설별 기능진단 및 우선순위 ]

단위공정	문제점	개선방안	우선순위
취수시설	욕지취수장 UPS전원 공급체계 부적정	UPS전원 공급 체계 변경	A
배수시설	중촌, 서촌, 불곡마을 평균수압은 7.0~9.0kgf/cm <sup>2</sup> 로 관로누수량증가 및 파손 우려	감압밸브 1개소 설치	A
	관말 출수불량지역 발생	비상연결관로 설치	B
	매몰밸브 14개소, 작동 불량밸브 7개소	매몰밸브 굴착 및 작동량 밸브 교체	B
	유량계 바이패스밸브파손 및 유량계 센서부 설치 불량으로 용수공급량 측정 불가	바이패스 밸브교체 및 유량계센서부 재설치	A
급수시설	수도계량기의 49% 내구년한 초과	내구년한 초과 수도계량기 220개소 교체	C

주) A : 조속시행, B : 단기시행, C : 중기 시행, D : 장기 시행

## V. 상수도 관망

### 마. 운영관리 개선사항

[ 시설별 기능진단 및 우선순위 ]

단위공정	문제점	개선방안	우선순위
취수시설	취수탑 수위계 설치위치 부적정	취수탑 수위계 설치위치 변경	A
	욕지취수장 UPS전원 공급체계 부적정	UPS전원 공급 체계 변경	A
배수시설	현재 2구역으로 분할하여 제한급수중에 있으나 현재 누수 등의 문제로 관찰지역 출수불량 발생	현재급수구역을 3구역으로 분할하여 공급함으로써 관찰 지역 수압 확보	B
	수도꼭지 수질검사결과 탁도와 잔류염소가 수질기준 미달	정수장 정수처리공정 개선 및 가정 저수조 주기적 청소	B
	배수지 유출유량계 오차발생	유량계 검보정 실시	A

주) A : 조속시행, B : 단기시행, C : 중기 시행, D : 장기 시행

### 바. 공정별 개선사항 종합

구분	취수시설	송수시설	배수시설	급수시설	계
시설개선	0	0	4	1	5
운영개선	1	0	2	0	3
합계	1	0	6	1	8

### 사. 종합의견

통영시 욕지도의 상수도시설은 정수장 800m<sup>3</sup>/일, 관로시설 10.5km로, 취수장 1개소로 구성되어 있으며 1,680명에게 용수공급하고 있다.

현장 시설물 조사결과 벨브류의 경우 총 83개소 중 32개소만이 정상작동되고 있으며 매몰36개소, 작동불량 7개소 등의 문제로 인해 관망의 정상적

운영이 어려움에 따라 매몰밸브 발굴 및 불량밸브교체가 시급한 실정이다.

관로누수로 인해 현재 제한급수중이며 일부지역은  $9.0 \text{kgf/cm}^2$  이상의 고수압이 작용하는 반면 관말지역은 출수불량을 겪고 있다. 관망내 수압편차가 크게 발생함에 따라 고수압지역은 감압밸브를 설치하여 운영하고 관말지역은 수압확보를 위해 급수구역을 소규모로 분리하여 제한급수할 수 있도록 하였다.

해안가에 매설된 닥타일주철관('99년, D80mm)은 이미 전면부식(핀홀)이 진행되고 있어 조사결과를 수행중이던 노후관교체공사에 반영하였다.

수도꼭지 수질검사를 실시한 결과 관로내 수질변동이 심하여 여과지를 조사한 결과 여재오염 등의 문제가 발견되어 기준에 원수로 역세척하던 공정을 정수로 대체하여 역세척 하도록 하였으며 관로내 잔류염소 안정화를 위해 소독제의 적정 주입량을 제시하였다.

감시제어설비를 조사한 결과 취수탑 수위계의 부적절한 설치로 인해 측정값의 오차가 심하게 발생하고 있으므로 수위계를 취수탑 중앙으로 이전설치가 필요하다. 정수장 유출유량계를 비교측정한 결과 3.1%의 오차가 발생하여 유량계 보정을 실시하였으며. 취수장의 원격감시제어설비의 UPS 전원공급체계가 부적정하게 설치되어 있어 현장에서 조치하였다. 또한 정수장 운영은 관리자가 약품을 직접 투입하고 있으나 향후 정수장 운영이 원활히 이뤄질 수 있도록 취수량에 따라 약품 및 염소가 자동으로 주입되도록 시스템 구축이 필요하다.

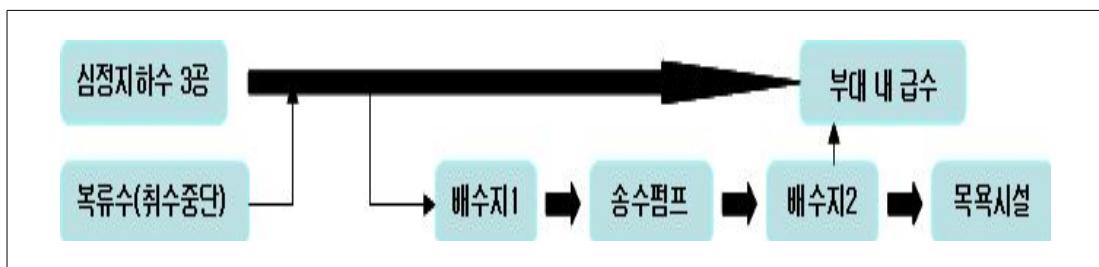
## V. 마을 및 군부대 상수도시설 기술지원



## 17. 진해시 단풍골 정수장(2,000m<sup>3</sup>/일)

### 가. 시설개요

- 정수시설 용량 : 2,000m<sup>3</sup>/일
- 정수방식 : 간이처리
- 취수원 : 홍엽곡 계곡수 및 지하수
- 수질등급 : 매우좋음( I b) (연평균 총대장균군 기준)
- 소재지 : 경상남도 진해시 해군진해기지사 시설전대
- 준공년도 : 1944년
- 수처리 공정도



### 나. 현장 기술지원 기간

- 2009년 6월 15일 ~ 6월 19일

## 다. 시설별·공정별 상호연계기능 검토

### 1) 취수원 및 취수시설

#### 가) 지하수 이용시설의 수압, 유량 측정설비 및 채수관 설치

지하수를 취수원으로 개발하여 사용할 경우 지하수법 시행규칙 제5조에 따라 수위측정관의 설치가 필요하며, 원수 수질검사가 가능하도록 채수관 또한 설치하여야 한다.

향후 관정을 청소하거나 펌프 내구연한 도래시 적정기준에 맞추어 설비를 설치하고 보호공 상단의 높이를 증고하도록 한다.

#### 나) 유공관 취수시설 앞산정수장 정수원수로 사용방안 검토

단풍골 정수장에서 먹는 물 수준까지 생산하는 것은 부지협소 등의 이유로 어려우므로 원수 중 상당부분( $13,000\text{m}^3/\text{일}$ )을 낙동강 원수(6~7NTU)로 사용하는 앞산정수장의 원수수질이 보다 양호한 단풍골 정수장의 취수원수(5~6NTU)를 관로를 매설하여 앞산정수장 착수정의 원수로 사용하는 방안을 검토해야 한다.

#### 다) 홍엽곡 계곡수를 먹는 물로 이용하기 위한 정수장 신설 검토

단풍골 정수장(시설용량  $2000\text{m}^3$ )에 착수정, 혼화지, 플록형성지, 침전지, 급속여과기, 정수지, 배수지, 소독시설 신설을 고려할 수 있다.

### 2) 배수지

#### 가) 주기적인 배수지 청소 및 소독

배수지 내부 바닥에 침전물이 쌓일 경우 유출구를 통해 탁질이 누출될 수 있으므로 6개월에 한번 이상 청소를 실시하고 소독하여야 한다.

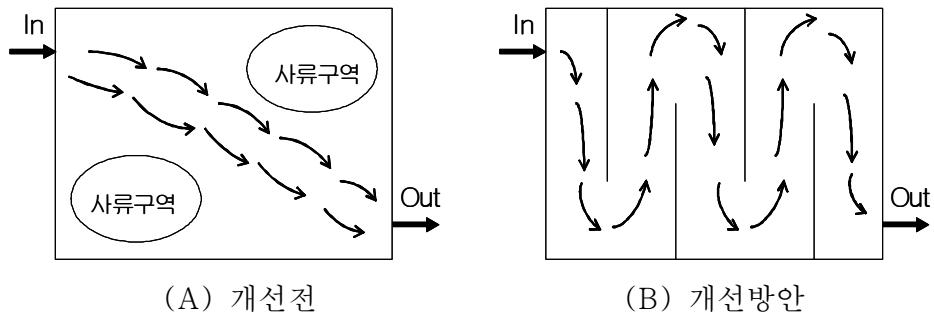
### 나) 수위계 설치

취수·증계펌프와 연계하여 자동 운전하려면 최종 배수지의 수위에 따라 가동여부가 결정되어야 한다. 저수위 및 고수위를 확인하여 취수할 수 있도록 적절한 수위계를 설치한다.

### 다) 도류벽 설치 방안

내부에 도류벽이 없는 구조로, 사류구역이 발생하여 충분한 체류시간을 확보할 수 없을 것으로 판단되므로 배수지 내부에 중간 도류벽을 설치하여 수리학적 체류시간을 증가시켜야 한다.

#### [ 배수지 도류벽 설치 개선방안 ]



### 2) 약품투입시설

소독약 미투입에 따른 하절기 세균에 의한 오염이 우려되므로 염소 주입시설을 설치하여 잔류염소를 유지하도록 해야 한다.

### 라. 시설 개선사항

구 분	문 제 점	개 선 사 항	우선 순위
배수지	소독미처리로 인한 위생상, 안정성 부족, 소독능 확보 어려움	도류벽설치, 염소투입설비 신설	C
약품 투입시설	먹는물 급수관로·배수시설에 소독제 주입관 설치가 되어 있지 않음	소독시설의 주입지점 변경	B
제어계측	유량계 미설치	공정별 유량계 설치	B

## 마. 공정별 개선사항 종합

구 분	취수원 및 취수시설	집수정	약품 주입시설	배수지	전기 및 계측설비	계
시설개선	0	0	0	2	1	3
운영개선	0	0	1	0	0	1
합 계	0	0	1	2	1	4

## 바. 종합의견

진해시 단풍골정수장은 시설용량 2,000m<sup>3</sup>/일으로 홍수 및 지하수를 사용하여 간이처리 방식으로 정수처리를 하고 있다.

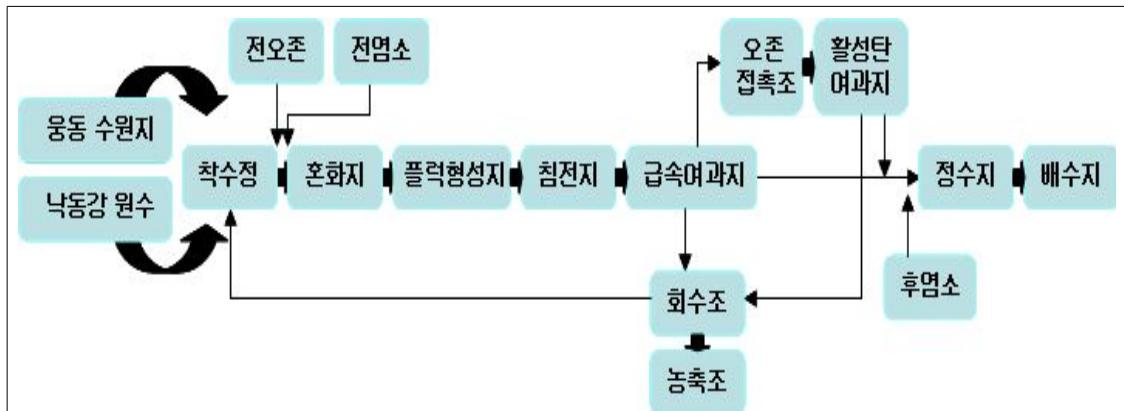
현장조사 결과, 계곡수 원수(5~6NTU), 집수매거 복류수(2~4NTU)로 탁도 저감 기능은 있으나, 단풍골 정수장에서 먹는 물 수준까지 생산하는 것은 부지 협소 등의 이유로 어려우므로 원수 중 상당부분(13,000m<sup>3</sup>/일)을 낙동강 원수(6~7NTU)로 사용하고 있는 앞산정수장에 원수수질이 보다 양호한 단풍골 수원지 취수원수(5~6NTU)를 관로를 매설하여 앞산정수장 착수정 원수로 사용하는 방안을 제시한다.

목욕시설 및 먹는 물 공급시설로 공급하는 과정에서 수인성 세균에 감염될 가능성이 있으므로 차아염소산칼슘을 이용하는 기존 시설을 상시 가동하여 안전성을 확보하고 먹는 물 급수 관로·배수시설에는 소독제 주입관이 설치되어 있지 않으므로 지하수 원수 내 주입농도 제어 및 주입 자동화가 가능한 소독주입기를 신설하여 지하수 취수량의 전량 소독이 가능하도록 해야 한다.

## 18. 진해시 앞산정수장(20,000m<sup>3</sup>/일)

### 가. 시설개요

- 정수시설 용량 : 20,000m<sup>3</sup>/일
- 정수방식 : 급속여과, 고도처리
- 취수원 : 낙동강 하천수 및 응동수원지
- 수질등급 : 매우좋음( I a) (연평균 총대장균군 기준)
- 소재지 : 진해시 해군정수장
- 준공년도 : 2000년
- 수처리 공정도



### 나. 현장 기술지원 기간

- 2009년 6월 15일 ~ 6월 19일

## 다. 시설별·공정별 상호연계기능 검토

### 1) 취수원 및 취수시설

취수원은 낙동강 하천수 및 웅동수원지를 취수원으로 이용하고 있으며, 낙동강 원수 유입유량계, 송수 유량계, 배수지 유출수 유량계 등이 있으나, 고장이거나 불량으로 정확한 유량을 측정할 수 없는 상태이며, 정확한 유입량 파악이 어려운 실정이다. 유량측정장치의 설치와 수리가 시급하며. 회수조의 반송수 또한 별도 계량이 필요하다.

### 2) 착수정

취수원은 착수정 청소나 시설개선의 경우 예비지가 필요할 것으로 판단되므로 기존의 시설을 2계열로 분할하는 것이 바람직하다.

회수조의 물이 유입될 때에 유입속도가 빠르기 때문에 유출측 위어가 수면 아래에 위치할 정도로 수위가 급상승하였다. 이는 여유고를 높이거나, 월류위어의 위치를 고수위에 설치해야 한다.

### 3) 약품주입시설

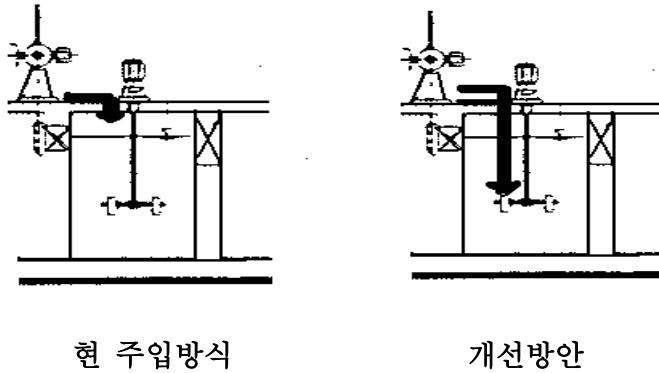
조류나 원수수질이 안 좋을 경우 분말활성탄이나 소석회를 일시적으로 수표면에 주입하는데, 이는 충분한 혼화가 이루어지지 않으며, 계속적인 일정량 주입이 어렵다. 적정한 주입을 위해 일정량을 자동으로 주입할 수 있는 장치를 설치할 것을 권장한다.

### 4) 혼화지

앞선정수장의 혼화지는 기계식 혼화지로서 순간 혼화방식보다는 Sweep Floc에 의한 응집반응이므로 개선이 어려운 체류시간의 변경보다는 응집제 주입위치를 개선하는 것이 필요하다. 한 지당 하나의 주입판에 의해 수표면에 낙차

하는 주입방법으로는 응집제의 균등한 용해나 급속혼화가 어려우므로, 혼화기 패들 부근에 주입하도록 개선해야 한다.

[ 응집제 주입위치 개선방안 ]



## 5) 플록형성지

플록형성지의 패들 단면적이 수류단면적의 20.5%로 나타났다. 패들의 운전특성 및 실재 효율을 판단하여 패들 단면적을 축소하는 방안을 강구할 수 있다. 또한 2단의 G값이 너무 낮으므로 1단과 3단의 중간값인 26으로 G값을 변경하여 평가해보도록 한다.

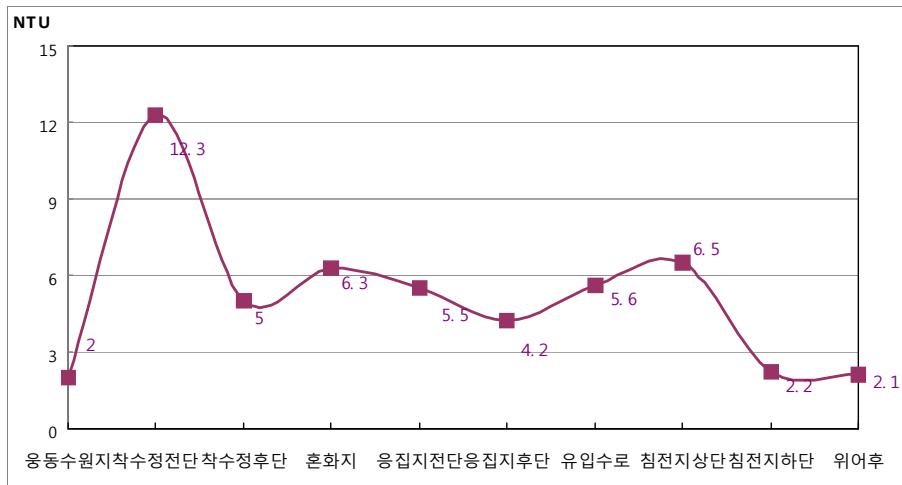
## 6) 침전지

유출부면의 수위가 낮아 유공을 통해 유출수가 낙하되고 있어 수중오리피스의 올바른 운영이 되고 있지 않았다. 침전지 유출수로에 설치된 각각의 높이를 적절하게 높여야 하며 유공의 위치를 더 낮게 변경하여야 한다. 또한 설계유량 기준으로 수중오리피스의 상승유속이  $167.8 \text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{일}$ 으로 높은 값을 나타낸다. 상승유속을 낮추기 위해서는 위어부 면적을 증가시켜야 한다.

현재 침전지의 체류시간을 높이기 위해 오리피스의 유공 일부를 막아 운영되는 방식은 o-통과유속을 높이므로 적절하지 않다고 판단된다.

스컴 발생 방지를 위해 균등한 유량 분배와 반송수에 대한 대책이 마련되어야 하며, 스컴 제거설비를 설치할 것을 권장한다. 또한 뜰채 등을 이용하여 수시로 제거해주는 것이 효과적이다.

### [ 지점별 탁도 측정결과 ]



## 7) 급속여과지

여재 표면세척기와 여재면간의 이격거리가 커져 표면세척 효율도 감소된 것으로 판단되므로 여과사의 교체 및 보사가 이루어져야 한다. 여종 표면의 굴곡은 균일한 역세수의 공급이 이루어지지 않기 때문으로 하부집수장치의 파손을 의심 할 수 있으므로 하부집수장치의 점검이 요구된다.

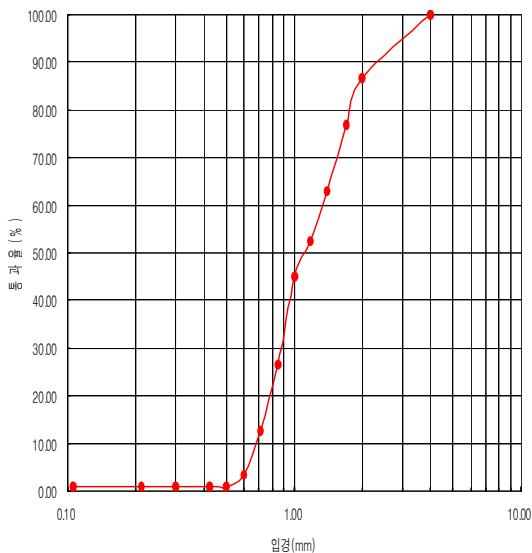
하부집수장치에 근접한 심충부에서 탁질이 억류되어 여과 유출수로 고탁도 누출현상이 일어날 우려가 있으므로 시설기준상의 권고기준인 30% 이내로 역세수압을 증가시켜 역세 후에도 제거되지 않는 탁질을 배출시키도록 해야 한다.

입도 분석 결과 유효경은 0.68mm로 상수도시설기준의 급속여과지 기준을 만족하였으나 균등계수 1.97로 상수도 시설기준인 1.7보다 높게 나타났으며, 최대·최소입경도 시설기준에 부적합하였다. 또한 설계 당시 안트라사이트와

#### IV. 마을 및 군부대

여과사의 두께가 60cm였으나 실측 결과, 현재는 45cm로 감소된 상태이다. 이를 유효경 0.68과 비교한 결과,  $L/de$ 비가 662으로 기준에 부적합하였다. 또한 여재 표면세척기와 여재면간의 이격거리가 커져 표면세척 효율도 감소된 것으로 판단되므로 여과사의 교체 및 보사가 이루어져야 한다.

[ 여과사 입도분석 결과 ]

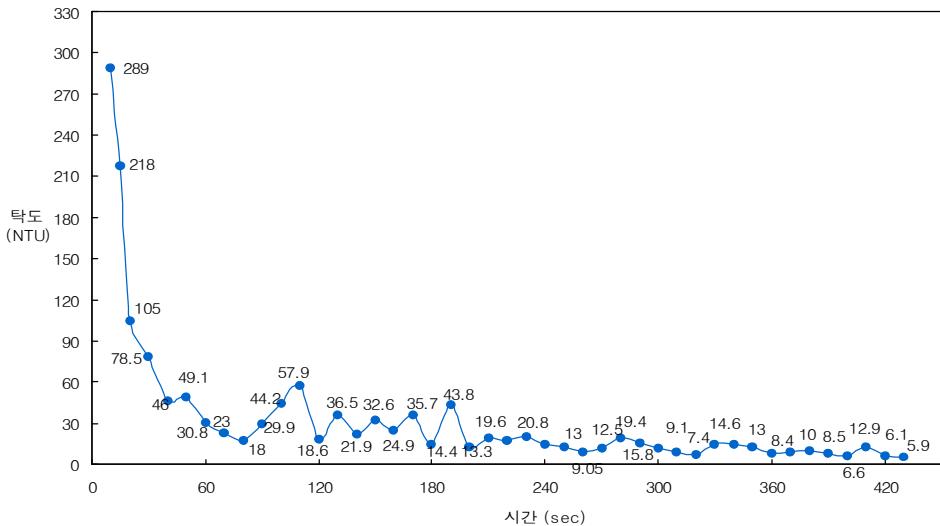


구 분	최대경 (mm)	최소경 (mm)	D10 (mm)	D60 (mm)	균등 계수
측정결과	3.85	0.21	0.68	1.34	1.97
시설기준	2.00	0.30	0.45~1.0	—	1.70
적합여부	부적합	부적합	적합	—	부적합

탁질억류량 측정시 여과사를 깊이별로 채취하여야 하나, 물이 완전히 배수되지 않아 깊이에 따른 정확한 채취가 이루어질 수 없었다. 이는 여과사 내부의 탁질이 깊숙이 침투하여 역세척이 어려울 뿐만 아니라 여층 내부에 얹류된 풀록을 교란하여 여과 수질의 악화를 가져올 수 있으며 역세척 후에 탁질 억류량을 측정한 결과 15~59NTU로 상당히 높게 나타났다.

따라서 위에서 언급된 역세 수압을 증가시켜 역세 후에도 제거되지 않는 탁질을 배출시키도록 하거나, 상승기포의 미진동에 의해 부착탁질을 벗긴 다음 역세척으로 여과층으로부터 배출시키는 방법인 공기세척과 역세척을 조합한 방식으로 개선하여 내부에 얹류된 탁질을 효율적으로 제거시킬 수 있는 방안이 있다.

## [ 역세척수 탁도 ]



## 8) 오존접촉조

전오존처리는 접촉시간이 길기 때문에 색도성분이 많은 경우에 적합하나, 현 탁물질에 의한 부산물 생성과 오존소비량이 많아지며, 슬러지가 많이 발생하게 되어 운영에 어려움이 따르므로 응집처리 효율을 증대하기 위한 목적으로만 전 오존처리를 할 경우에는 전 오존처리의 운영여부를 재고할 필요가 있는 것으로 판단된다.

과량의 오존이 주입되고 있는지 여부와 배관에서의 누설 등이 있는지 점검이 필요하며 대량의 오존이 대기로 방출되는 일이 없도록 경보하는 것, 발생기의 운전을 조속히 정지시킬 수 있는 것 등의 안전대책을 강구해야 한다. 또한 오존처리설비를 안전하게 운전하기 위하여 자동화된 오존 농도계에 의해 발생오존, 배출오존, 대기환경오존을 항상 모니터링 할 수 있어야하나, 오존농도를 자동으로 모니터링 하는 설비의 고장으로 안전성이 우려되는 상황이다.

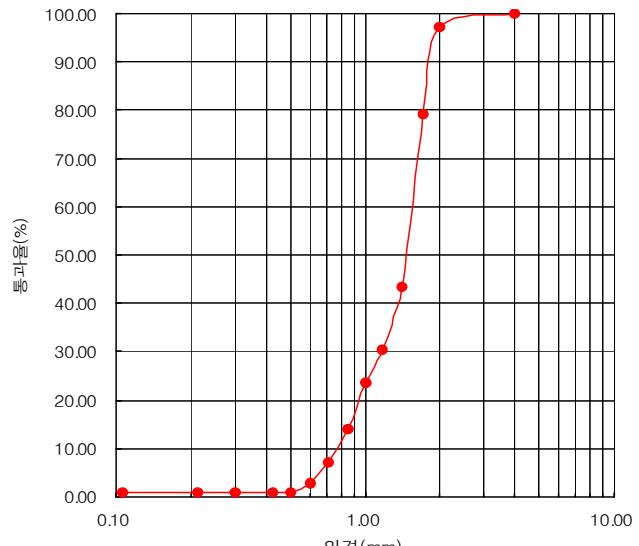
오존처리설비를 안전하게 운전하기 위하여 자동화된 오존 농도계에 의해 발생오존, 배출오존, 대기환경오존을 항상 모니터링 할 수 있도록 개선해야 할 것이다.

## 9) 활성탄여과지

활성탄 입경을 분석한 결과, 최대경은 3.27mm, 최소경은 0.5mm로 최대경의 크기가 다소 크게 나타났으므로 활성탄 교체 시 기존 활성탄보다 입경이 작은 것을 선택해야 한다. 또한 설계유량시 탄층의 두께는 2.5m로 적절하였으나 일정한 접촉시간을 유지하면서 경제적인 탄층의 높이는 2m로 판단된다.

[ 활성탄 입경 분포 ]

체크기 (mm)	잔류량 (g)
4.000	0.00
2.000	1.93
1.700	12.63
1.400	25.17
1.180	9.02
1.000	4.86
0.850	6.66
0.710	4.88
0.600	3.02
0.500	1.28
0.425	0.00
0.300	0.00
0.212	0.00
0.106	0.00



활성탄 교체시기를 판단하기 위해서는 주기적으로 원수와 급속여과지, 활성탄 흡착지에서 나온 처리수간의 UV254나 DOC를 측정하여 자료를 확보해야한다.

## 10) 배수지

단수 등 수량에 대한 변화가 심하여 이에 대처할 수 있도록 배수지 시설기준인 체류시간 2시간 이상으로의 증설이 필요하다.

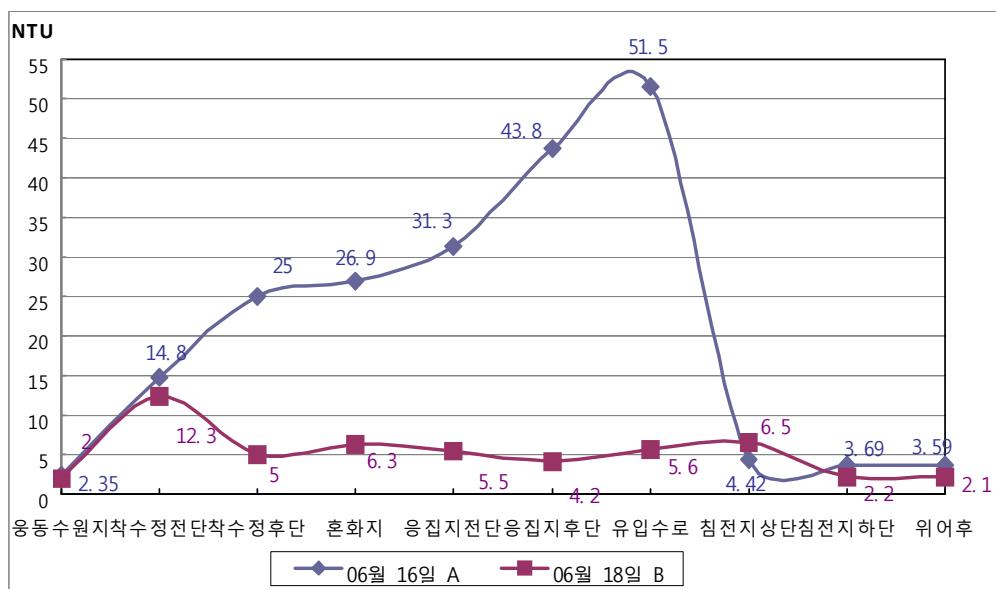
## 11) 배출수 처리시설

반송으로 인한 조류농축현상으로 정수처리공정에 문제가 될 수 있으므로 배출러지지 또는 농축조로 바로 배출할 수 있도록 해야 한다.

배출수가 충분한 체류시간을 가질 수 있도록 회수조의 증설이 필요하다고 판단된다.

회수조, 조정조, 농축조 하부슬러지는 하수처리장으로 이송하여 전량 위탁처리하는 방안이 검토되어야 하며, 배출수를 자체적으로 처리할 수 있도록 탈수시설을 신설하는 방안이 검토되어야 한다.

[ 반송수에 따른 탁도측정결과 ]



## 12) 기계 및 배관설비 분야

펌프의 최적성능을 도출하기 위해서는 펌프 유지·보수시 임펠러의 마모상태 및 모터의 상태를 정밀 점검한 후 보수하여 사용토록 한다. 축정렬 진단결과에 따른 Foot 조정을 실시하여야 하며, 교체된 역지변의 스윙 구동부분과 MOV의 간섭이 발생되고 있으므로 구동부 간섭의 정도를 파악하여 설비에 무리가 가지 않도록 조정 또는 교체하여야 할 것이다.

## 13) 전기 및 제어계측 분야

낙뢰사고 및 낙뢰로 인한 2차 재해를 방지하기 위해 약품투입동의 개별 접지를 실시하고 SPD(서지보호장치)를 설치하도록 하며, 개수로 유량계를 착수정에 설치하여 정확한 원수유량을 파악해야 한다.

## 라. 시설 개선사항

구 분	문 제 접	개 선 사 항	우선 순위
취수원	낙동강원수의 높은 단가 및 급수량 증가	웅동수원지의 취수를 위한 관로 매설	D
		단풍골수원지의 원수사용을 위한 관로 매설	D
착수정	부정확한 원수유입량 측정과 잦은 수질변동	유량계 설치 및 수리	B
		철저한 원수 수질 모니터링 필요	B
	반송수에 의한 수위급상승	유량조절용 밸브 설치	C
약품 주입설비	분말활성탄 및 소석회 주입설비 없음	자동주입장치 설치	C
혼화지	응집제 주입지점 부적절	혼화기 패들 부근으로 주입	A
플록형성지	패들의 단면적비와 G값 부적절	패들의 단면적비 변경 및 G값 변경	A
침전지	수중오리피스의 부적절한 운영	침전지 유출수로에 설치된 위어의 높이와 유공의 위치 변경	B
	수중오리피스의 상승유속, o-통과유속 부적절	·오리피스 유출부 면적 증가	C
		·오리피스의 유공을 균일하게 막음	A
	스컴 발생	·스컴 제거 설비 설치	A
여과지	여과사 포설두께 기준에	·여과사 교체	B

구 분	문 제 점	개 선 사 항	우선 순위
	부적합, 머드볼 형성 및 여과지속시간 감소로 인한 역세척 횟수 증가		
	역세구역 일부 집중 여층표면의 굴곡	·하부집수장치 점검	B
	여과사 내부 탁질 제거 어려움	·역세척 방법 변경	C
오존 접촉조	부정확한 오존 주입량	·주입배관의 유량계 및 압력 점검	A
		·오존주입량 제어방식 변경	B
	접촉조와 활성탄여과지에서 심한 오존냄새 발생	·배관에서의 누설 점검	A
		·오존농도 모니터링 설비 수리 및 개선	A
활성탄 여과지	활성탄여과지의 적절한 운영을 위한 자료 미비	·원수, 급속여과지, 활성탄 여과지 처리수의 UV254, DOC자료 확보	B
		·활성탄 교체 및 재생	C
배수지	급수요구량의 변동 및 단수시 배수지의 용량 부족	·배수지 증설	D
배출수 처리시설	회수조 용량 부족	·회수조 증설	D
		·반송수의 착수정 유입중단	B
	상등수의 착수정 유입에 의한 처리 어려움	·배출수의 전량 위탁처리	C
		탈수시설 설치	D

#### IV. 마을 및 군부대

구 분	문 제 점	개 선 사 항	우 선 순위
기계 및 배관설비 분야	펌프의 경과년수가 10년을 지나 전반적인 효율이 저하	임펠러의 마모상태 및 모터의 상태를 정밀 점검한 후 보수	C
	축정렬 상태가 기준의 범위를 초과한 상태로 측정	진단결과에 따른 Foot 조정을 실시	B
	교체된 역지변의 스윙 구동부분과 MOV의 간섭이 발생	구동부 간섭의 정도를 파악하여 조정 또는 교체	C
전기 및 제어계측분야	낙뢰사고 및 낙뢰로 인한 2차재해	피뢰설비 및 접지설비 보수	B
	정확한 원수유량 파악 어려움	적정유입유량계 설치	B

#### 마. 공정별 개선사항 종합

구 분	취수 원 및 취수 시설	착수 정	약품 주입 시설	혼화 지	플록 형성 지	침전 지	여과 지	고도 처리	배수 지	배출 수 처리 시설	기계 및 배관 설비	전기 및 계측 설비	계
시설 개선	2	3	1	0	0	3	1	2	1	2	2	2	19
운영 개선	0	0	0	1	1	1	2	4	0	2	1	0	12
합계	2	3	1	1	1	4	3	6	1	4	3	2	31

## 바. 종합의견

진해시 앞산정수장은 20,000m<sup>3</sup>/일 용량의 시설로서 낙동강 하천수 및 웅동수원지에서 취수하여 급속여과 공정 및 고도처리로 정수 처리하는 시설이다. 앞산정수장에 유입되는 원수 수질자료(2007년, 2008년) 분석결과 pH는 수질기준에 따라 기준에 적합하였으며, BOD는 2007년 2월 약간나쁨(IV)을 제외하고는 약간좋음(Ⅱ) 등급 이상이었다. 총대장균군은 2007년에는 보통(Ⅲ)등급에서 2008년에 매우좋음(I a)으로 수질등급이 상승하였다.

앞산정수장은 수돗물생산가 절감과 보다 양호한 원수의 수질을 위해 웅동수원지의 원수와 처리시설 미비로 먹는물 생산이 어려운 단풍골 수원지의 원수를 관로를 매설하여 사용하는 방안을 제시한다.

또한 각 공정별 관리에 있어 원수유입량 변동을 파악할 수 있도록 유량계 설치 및 수리가 요구되며 공정관리의 효율적인 운영을 위해 철저한 원수 수질 모니터링이 필요하다.

회수조 수위의 급상승 및 수위 동요를 안정시키기 위해 월류 위어의 위치를 고수위로 변경하거나 유량조절용 밸브를 착수정 상류측에 설치해야 한다.

분말활성탄이나 소석회 주입시 적절한 주입량과 충분한 혼화가 이루어 질 수 있도록 자동주입장치를 설치하고 응집제 주입지점은 혼화기 패들 부근에 주입하도록 개선해야 한다.

플록형성지에서 패들 단면적 비가 다소 높게 나타났으므로 패들 단면적을 기준치에 적합하게 변경하고 G값은 시설기준범위에는 적합하였으나, 점감식 운영방법에 맞게 변경하여 최적의 교반조건을 찾도록 해야 한다.

침전지의 수중오리피스 유출부면 수위가 낮아 유공을 통해 유출수가 낙하되고 있어 풀록이 파괴될 수 있다. 그러므로 침전지 유출수로의 각락의 높이를 유출부면의 수위가 유공의 윗부분까지 올라오도록 높이고, 유공의 위치를

#### IV. 마을 및 군부대

현재보다 낮게 변경하도록 한다. 또한 수중오리피스의 상승유속과 개구부의 통과유속이 기준보다 높게 나타나오리피스 유출부 면적을 증가시키도록 하며, 오리피스의 유공을 일부 막아 운영하지 않도록 한다.

웅집제 주입 이후부터 갈색 스컴이 생성되어 침전지까지 넓게 분포되어 있었다. 스컴 생성을 피할 수 없을 경우에는 손쉽게 제거할 수 있는 스컴제거 설비를 권장하며, 뜰채를 이용해 수시로 제거해야 한다.

앞산정수장의 여과지는 2000년 준공 이후 여과사의 교체 없이 운영되고 있어 여과사의 두께가 25% 감소한 상태로 기준에 부적합하였으며, 머드볼 형성 및 여과지속시간 감소로 인한 역세척 횟수 증가로 여과사의 전면 교체가 필요할 것으로 판단된다. 또한 하부집수장치의 점검이 요구된다.

탁질 억류량 분석 결과등으로 미루어 내부에 억류된 탁질을 효율적으로 제거시킬 수 있는 공기세척과 역세척 방식으로 개선하는 방안을 권장한다.

전오존접촉조의 경우는 다량의 슬러지 발생으로 운영이 쉽지 않았다. 따라서 응집처리 효율증대가 목적인 앞산정수장의 경우 전오존처리의 운영여부를 재고할 필요가 있으며, 유기물 산화가 목적인 앞산정수장의 경우 처리 수량 변화에 대응하기 위한 제어방식 중 유입수 및 처리수의 TOC, DOC을 반영하여 오존주입량을 제어하는 방식으로 변경이 필요하다.

또한 오존접촉조와 활성탄 여과지에서 오존냄새가 심하게 발생하고 있어 과량의 오존이 주입되었는지 여부와 배관에서의 누설 등의 점검이 필요하며, 오존농도를 모니터링 하는 설비의 수리가 시급하다.

부족한 배수지의 용량에 대해 수요량의 시간적 변동에 대처하기 위한 배수지의 증설이 필요할 것으로 판단된다. 급속여과지의 역세척 횟수 증가와 활성탄여과지의 역세척수, 조정조와 농축조의 상등수 등으로 회수조의 용량이 현저히 부족하므로 회수조에서의 충분한 체류시간 확보를 위해 같은 용량의 회수조 1지가 더 필요하다고 판단된다.

회수조의 상등수가 착수정으로 유입되었을 때 원수의 탁도가 현저히 높아져 처리에 장애를 일으키고 있었다. 따라서 반송수의 착수정 유입을 중단하고 하수처리장으로 전량 이송하여 위탁하는 방안이 검토되어야 하며, 배출수를 자체적으로 처리할 수 있도록 탈수시설 설치 방안을 제안한다.

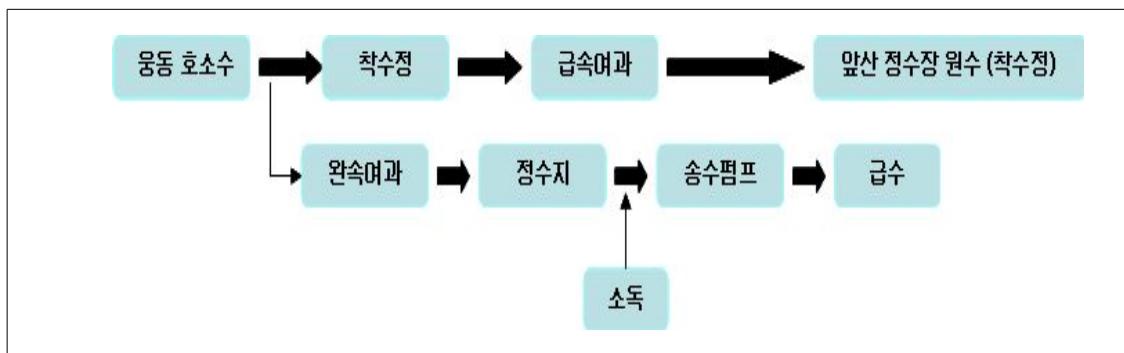
기계 및 배관설비 분야는 펌프의 효율저하 추이, 노후화 정도, 효율 저하 요인 분석 등 체계화된 Data 관리를 통해 적절한 유지 보수와 순차적인 펌프 교체가 이루어질 수 있도록 하여야 한다.

전기 및 제어계측 분야에서는 우선 낙뢰사고 및 낙뢰로 인한 2차재해를 방지하기 위해 약품투입동의 개별접지를 실시하고 SPD(서지보호장치)를 설치해야하고, 개수로 유량계를 착수정에 설치하여 정확한 원수유량을 파악해야 한다.

## 19. 진해시 웅동정수장( $8,000\text{m}^3/\text{일}$ )

### 가. 시설개요

- 정수시설 용량 :  $8,000\text{m}^3/\text{일}$
- 정수방식 : 급속여과, 완속여과방식
- 취수원 : 웅동저수지 호소수
- 소재지 : 경남 진해시 웅동면
- 준공년도 : 1913년
- 수처리 공정도



### 나. 현장 기술지원 기간

- 2009년 6월 15일 ~ 6월 19일

## 다. 시설별·공정별 상호연계기능 검토

### 1) 취수시설

현재 주기적인 원수수질 검사를 실시하지 않고 있으며, 안정적인 수도공급을 위하여 정기적인 원수수질 검사를 실시해야 한다.

### 2) 착수정

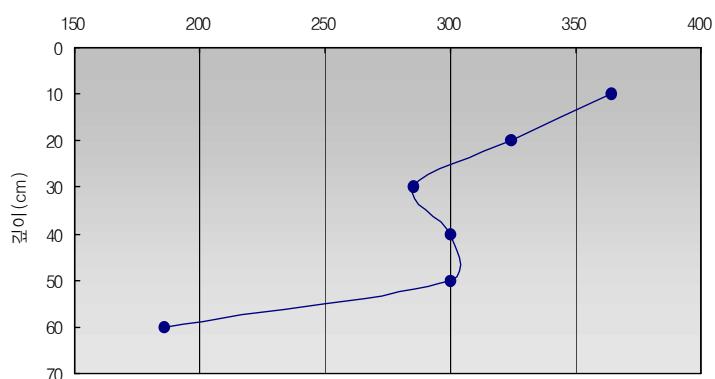
입수의 유량관리와 유지관리상 편리를 위하여 유입되는 유량을 측정하기 위한 유량조견표를 착수정 위에 설치해야 한다. 수리와 청소 등을 위하여 우회(By-pass)관 또는 배수설비를 설치해야 한다. 유량의 급작스러운 변동에 대비하기 위한 over-flow용 배관을 설치해야 하며, 착수정 여유고 60cm를 확보하도록 한다.

### 3) 급속여과지

웅동수원지 급속여과지의 여과수는 앞산정수장의 착수정으로 유입되므로 일반 급속여과공정이 아닌 전처리 개념으로 운영되고 있다. 따라서, 일반정수처리 공정을 거치지 않고 원수가 급속여과지로 직접 유입되므로 탁질의 대부분이 여층 표면에 얹류되어 있었으며 여과속도가 시설기준을 크게 하회하여 표면여과의 특성을 보이며, 표층부에 다량의 탁질이 얹류되어 있다.

[ 여층 깊이별 탁질억류량 ]

지점	탁질억류량(N TU/30g)
0~10cm	364
10~20cm	324
20~30cm	285
30~40cm	300
40~50cm	300
50~60cm	186



## IV. 마을 및 군부대

### [ 시간별 역세척배출수 탁도 ]

측정시간(sec)	0	20	40	60	80	100	120	140
탁도(NTU)	11	43	187	194	112	122	110	122
측정시간(sec)	160	180	200	220	240	260	280	300
탁도(NTU)	111	85	73	51	41	45	62	44
측정시간(sec)	320	340	360	380	400	420	440	460
탁도(NTU)	37	35	30	24	34	34	33	27
측정시간(sec)	480	500	520	540	560	580		
탁도(NTU)	32	16	45	42	14	25		

다시 정수장 원수로 사용되므로 여과속도, 여과사 입도 분포, 탁질억류량 및 역세척수 탁도에 대하여 분석 및 검토, 시설기준 준수여부는 큰 영향을 미치지 않을 것으로 보인다.

### 3) 완속여과지

사층 깊이가 평균 59cm로 기준을 하회하고 여과사 입도 부적합, 여층 내 탁질억류량 과다 및 여층깊이 미확보로 전반적인 여과사 포설 및 교체가 필요하며, 이로 인한 여과기능 재생과 여과수 수질 개선 및 안정적 수질 확보를 도모하여야 한다. 또한 여재의 평탄작업이 필요하다. 역송을 위한 전용배관 설치 또는 인접여과수를 이용한 역송 실시를 권장한다.

### [ 완속여과지 깊이 측정 결과 ]

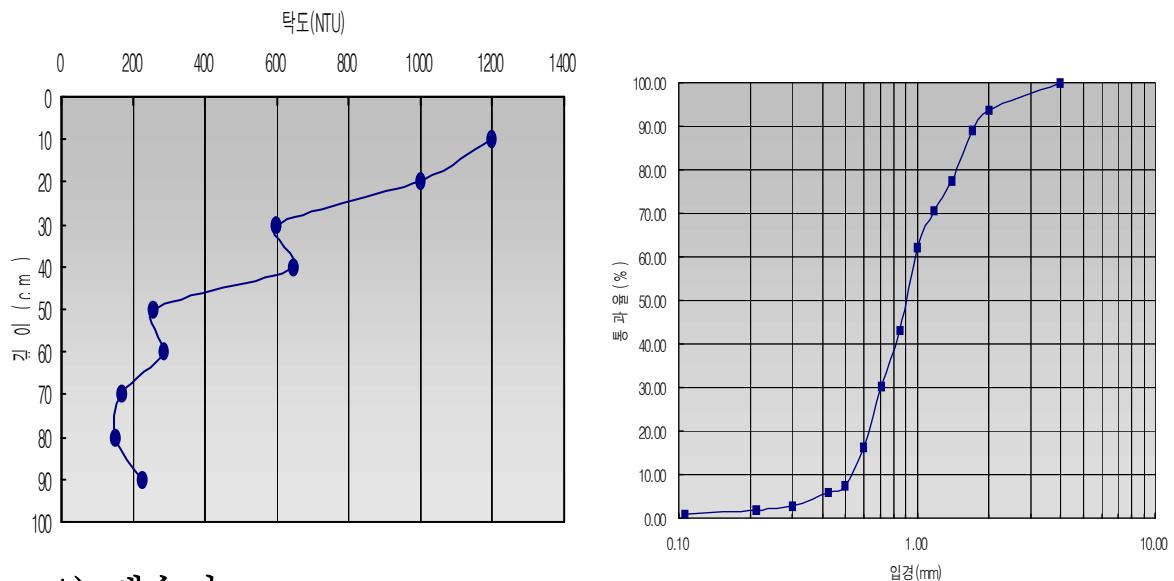
(단위 : cm)

		DRAIN			
66	59	56	63	60	
59	59	52	57	63	
62	56	55	55	57	
61	63	51	55	56	
68	66	60	59	58	
61	66	57	62	57	
		INLET			

### [ 완속여과지 여과사 입도분석 결과 ]

구 분	여층두께 (cm)	최대경 (mm)	최소경 (mm)	D10 (mm)	D60 (mm)	균등계수
결과값	59	3.67	0.11	0.53	0.98	1.87
시설기준	70~90	2.00	0.18	0.3~0.45	—	2.0이하
적합여부	부적합	부적합	부적합	부적합	—	적합

## [ 입도분석결과 및 여층 깊이별 탁질역류량 ]



### 4) 배수지

소독능 평가에서는 만족하였으나 설계용량에 대비하여 체류시간이 3.5시간으로 부족하다. 배수량의 시간변동 조절과 함께 비상시에도 일정한 수량과 수압을 유지하기 위해 정수지의 용량을 증대시켜 배수지 기능을 겸할 것을 권장한다.

## IV. 마을 및 군부대

### 라. 시설 개선사항

구 분	문 제 점	개 선 사 항	우선 순위
취수시설	원수의 주기적인 수질검사 미실시로 안정성 미확보	주기적인 원수 수질검사 실시	B
착수정	원수 유입량에 대한 유량관리 미흡	유량조견표 설치	A
	부대설비의 수리 및 청소를 위한 우회(By-pass)관 미설치	우회(By-pass)관, 배수설비 설치	B
	급격한 유량 변동시 범람의 위험	over-flow용 배관 설치	B
완속 여과지	여과사 내 탁질억류량 과다 및 여재 입도 부적절	전반적인 여과사 교체	A
	역송 미실시로 여과장해 발생 우려	역송 실시	A
배수지	정수량과 배수량의 시간변동 조절을 위한 체류시간 미확보	배수지 용량 증대	C
전공정	전반적인 시설 노후 및 즉각적인 예산확보 곤란	혼화-응집-침전-여과-소독 의 현대화 시설 설치	C

### 마. 공정별 개선사항 종합

구 분	취수원 및 취수시설	착수정	급속여과지	완속여과지	배수지	계
시설개선	0	3	0	1	1	5
운영개선	1	0	0	1	0	2
합 계	1	3	0	2	1	7

## 바. 종합의견

진해시 웅동정수장은 시설용량 8,000m<sup>3</sup>/일으로 웅동수원지 호소수를 원수로 사용하여 급속여과 및 완속여과방식으로 정수처리를 하고 있다.

웅동정수장은 현재 주기적인 원수수질 검사를 실시하지 않고 있었으며, 이에 안정적인 수도공급을 위하여 전용상수도로써 상수원 관리규칙에서 제시하는 수질항목에 대하여 주기적인 원수 수질검사를 실시할 필요가 있다.

착수정으로 유입하는 원수의 유량관리를 위하여 유입유량을 측정하기 위한 유량조견표를 설치 해야 하고, 착수정과 그 부대시설의 수리와 청소를 위하여 우회(By-pass)관 또는 배수설비를 설치 해야한다.

유량의 갑작스러운 변동에 대비하기 위한 over-flow용 배관을 설치 해야 하며, 여유고를 60cm 확보하도록 한다.

여과장애를 해소하도록 모래면 하부에 형성된 공기를 서서히 배제하고, 여과기능 재생과 여과수 수질 개선 및 안정적인 수질 확보를 위하여 전체 여과사 포설 및 교체가 필요하다.

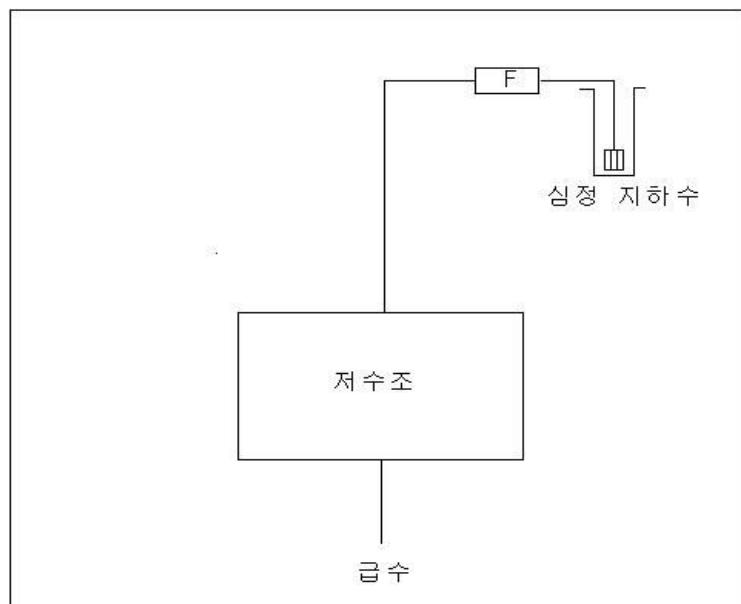
배수량의 시간변동 조절과 함께 비상시에도 일정한 수량과 수압을 유지하기 위해 정수지의 용량을 증대시켜 배수지 기능을 겸할 것을 권장한다.

시설이 전반적으로 많이 노후되어 수도시설 운영 효율 향상과 신뢰할 수 있는 수돗물 생산을 위하여 ‘혼화-응집-침전-여과’ 공정의 신설이 필요하다.

## 20. 국군 정보사 229대대 (100m<sup>3</sup>/일)

### 가. 시설개요

- 정수시설 용량 : 100 m<sup>3</sup>/일
- 정수방식 : 지하수 취수 + 소독
- 취수원 : 심정 지하수
- 시설위치 : 강원도 고성군 (이하 주소는 보안상 미기재)
- 수처리 공정도



### 나. 현장 기술지원 기간

- 2009년 4월 27일 ~ 4월 30일

## 다. 시설개량 사항

단위공정	문제점	개선방안	우선순위
취수원 및 취수시설 (1)	취수량 부족	신규 취수원 확보 또는 고성군 상수도 수수	C
소독설비 (1)	소독 미처리로 인한 위생상 안전성 부족	소독제 자동주입장치 도입 (기술지원 후 조치 완료)	A

주) A : 조속시행, B : 단기시행, C : 중기 시행, D : 장기 시행

## 라. 운영관리 개선사항

단위공정	개선사항
수질관리 (3)	<ul style="list-style-type: none"> <li>분기별 수질검사 기록 관리</li> <li>일일 수질 감시 및 기록 관리</li> <li>- 탁도계, pH측정기, 잔류염소측정기 등 기본 수질검사 장비를 확보하여 일일 수질 감시</li> <li>관밀 잔류염소 적정 관리(0.1mg/L 이상)</li> </ul>
특기사항 (2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>업무관련 장교 및 사병 전출 및 전역 시 업무인수인계 철저</li> <li>정수시설 운영요원 수처리 능력 배양</li> <li>- 수질기준에 맞도록 영내시설에 정수를 공급하기 위해 정수시설 운영요원의 기술력 배양이 요구되므로 한국수자원공사, 한국환경공단 등 수처리 전문기관에서의 정수장 운영관리 교육 수강을 권장</li> </ul>

## 마. 공정별 개선사항 종합

구분	취수시설	응집· 혼화지	급속 여과기	소독 설비	정수지	수질 관리	기타	계
시설개선	1	0	0	1	0	0	0	2
운영개선	0	0	0	0	0	3	2	5
합계	1	0	0	1	0	3	2	7

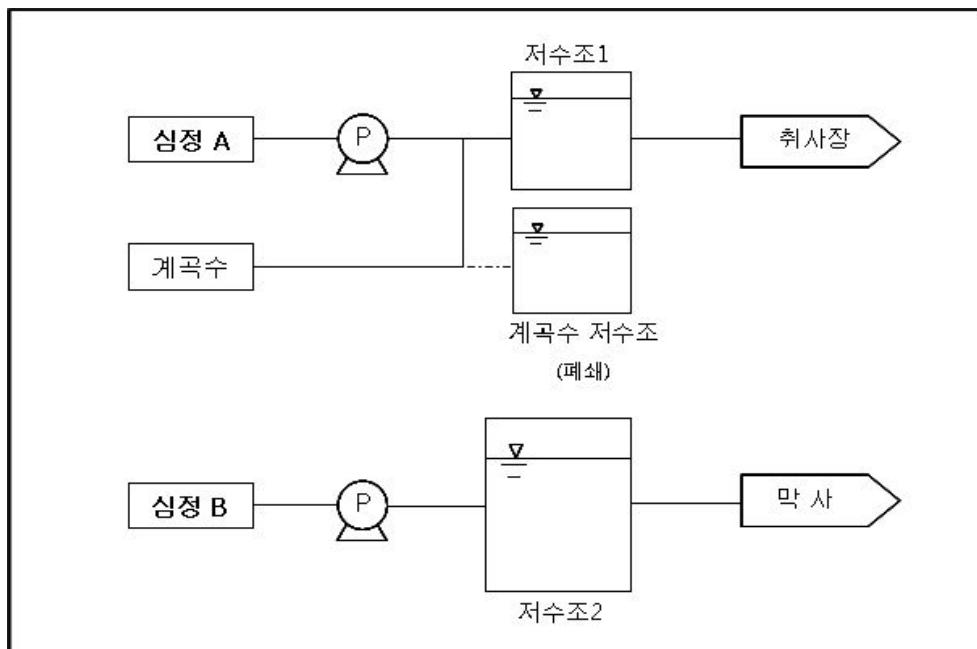
## 바. 종합의견

육군 정보사 229대대는 주 취수원인 심정 지하수를 저수조에 유입시켜 별도의 소독시설을 거치지 않고 유입되고 있어 미생물에 의한 오염으로 하절기 등에 수질오염사고가 발생할 위험이 있으며, 현재 끓여서 음용하고 있는 실정이다. 현 소독방식의 문제로 인해 급수라인상의 정수에서 잔류염소가 검출되지 않고 있었고, 별도 소독처리가 없이 끓여서 음용하는 것만으로는 미흡하며, 적정 소독처리를 통한 안전성 확보가 필요하여 기술지원 기간 중 임시로 염소주입설비를 저수조 상단에 설치하여 고체상 염소정(Calcium hypochlorite,  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ )을 격일 단위로 1정 씩 주입하여 저수조 및 최종 관말에서 잔류염소가 수질기준 이상으로 유지하였다. 심정펌프의 가동상태를 확인한 결과 현재 수동운전을 하고 있고, 수위계가 펌프와 연동으로 운전하고 있으며, 별도 예비호기는 설치되어 있지 않은 상태이다. 일반적인 국내 상수도는 병원성 미생물이 정수에 포함되지 않도록 하기 위하여 정수장의 운영·관리기준을 설정하는 『정수처리기준』에 의해 엄격히 관리되고 있으며, 특히 소독공정의 중요성이 한층 부각되는 상황이다. 기술지원시 처리수는 현재 음용수 수질기준의 모든 항목에서 합격하였다. 비록 임시적으로 염소주입설비를 설치하여 염소를 간헐적으로 주입하고 있으나 향후 적정한 소독처리가 실시되지 않을 경우 건강상 위해인자로 작용할 우려가 크며, 실제로 군부대 여건상 안전한 수돗물을 공급하는데 한계가 있을 것으로 예상된다. 따라서 본문에서 제시한 바와 같이 소독제 자동주입장치를 설치하여 소독능력을 안정적으로 확보하도록 한다. 아울러 탁도, pH, 잔류염소농도를 측정할 수 있는 기본적인 수질시험 장비를 확보하여 정수수질을 관리하도록 하며, 불가피하게 수질기준이 초과된 수돗물이 공급될 경우에는 즉시 부대 내에 공지하여 수질사고가 발생하지 않도록 하여야 한다.

## 21, 22. 국군 정보사 9965부대 A, B( $100\text{m}^3/\text{일}$ )

### 가. 시설개요

- 정수시설 용량 :  $100\text{ m}^3/\text{일}$
- 정수방식 : 지하수 취수 + 소독
- 취수원 : 심정 지하수
- 시설위치 : 강원도 고성군 (이하 주소는 보안상 미기재)
- 수처리 공정도



### 나. 현장 기술지원 기간

- 1차 : 2009년 5월 12일 ~ 5월 15일
- 2차 : 2009년 5월 26일 ~ 5월 29일

## IV. 마을 및 군부대

### 다. 시설개량 사항

단위공정	문제점	개선방안	우선순위
취수원 및 취수시설 (2)	하절기 취수량 부족	신규 취수원 확보 또는 고성군 상수도 수수	C
	계곡수 유입 (미생물 등 오염원 존재)	계곡수 유입라인 폐쇄 소독시설 설치	C
소독설비 (1)	소독 미처리로 인한 위생상 안전성 부족	소독제 주입장치 도입 (기술지원 후 조치 완료)	A

주) A : 조속시행, B : 단기시행, C : 중기 시행, D : 장기 시행

### 라. 운영관리 개선사항

단위공정	개선사항
수질관리 (3)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 분기별 수질검사 기록 관리</li> <li>• 일일 수질 감시 및 기록 관리</li> <li>- 탁도계, pH측정기, 잔류염소측정기 등 기본 수질검사 장비를 확보하여 일일 수질 감시</li> <li>• 관말 잔류염소 적정 관리(0.1mg/L 이상)</li> </ul>
특기사항 (2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 업무관련 장교 및 사병 전출 및 전역 시 업무인수인계 철저</li> <li>• 정수시설 운영요원 수처리 능력 배양</li> <li>- 수질기준에 맞도록 영내시설에 정수를 공급하기 위해 정수시설 운영요원의 기술력 배양이 요구되므로 한국수자원공사, 한국환경공단 등 수처리 전문기관에서의 정수장 운영관리 교육 수강을 권장</li> </ul>

### 마. 공정별 개선사항 종합

구분	취수시설	응집· 혼화지	급속여과 기	소독 설비	정수지	수질 관리	기타	계
시설개선	2	0	0	1	0	0	0	3
운영개선	0	0	0	0	0	3	2	5
합계	2	0	0	1	0	3	2	8

## 바. 종합의견

육군 정보사 9965대대는 주 취수원인 심정 지하수를 A와 B 2기의 펌프를 이용해 저수조에 유입시켜 별도의 소독시설을 거치지 않고 유입되고 있어 미생물에 의한 오염으로 하절기 등에 수질오염사고가 발생할 위험이 있으며, 현재의 처리수는 소독 없이는 음용수로 사용이 불가한 실정이다.

또한 예비 취수원으로 계곡수를 저수조로 바로 유입시켜 사용하였으나 현재 유입량이 미미하여 사용하고 있지 않았다.

해당 원수는 미생물 등 기타 오염물질이 여과 및 소독처리 과정을 거치지 않고 바로 저수조로 유입되어 이를 재사용할 시에는 정밀여과 및 소독시설의 설치가 반드시 이루어져야 한다.

한편, 하절기 용수 사용량의 첨두유량이 발생하는 시점에서 기준의 수량으로는 용량이 부족할 것으로 예상되어 신규 취수원 확보하거나 고성군 상수도를 수수할 것을 검토하도록 한다. 기술지원시 처리수는 현재 음용수 수질 기준의 모든 항목에서 합격하였다. 그러나 현 소독방식의 문제로 인해 급수라인상의 정수에서 잔류염소가 검출되지 않고 있었고 기술지원 기간 동안 임시적으로 염소주입설비를 설치하여 관말에서 잔류염소를 유포토록 조치하였다.

비록 임시적으로 염소주입설비를 설치하여 염소를 간헐적으로 주입하고 있으나 향후 적정한 소독처리가 실시되지 않을 경우 건강상 위해인자로 작용할 우려가 크며, 실제로 군부대 여건상 안전한 수돗물을 공급하는데 한계가 있을 것으로 예상된다.

아울러 탁도, pH, 잔류염소농도를 측정할 수 있는 기본적인 수질시험 장비를 확보하여 정수수질을 관리하도록 하며, 불가피하게 수질기준이 초과된 수돗물이 공급될 경우에는 즉시 부대 내에 공지하여 수질사고가 발생하지 않

#### IV. 마을 및 군부대

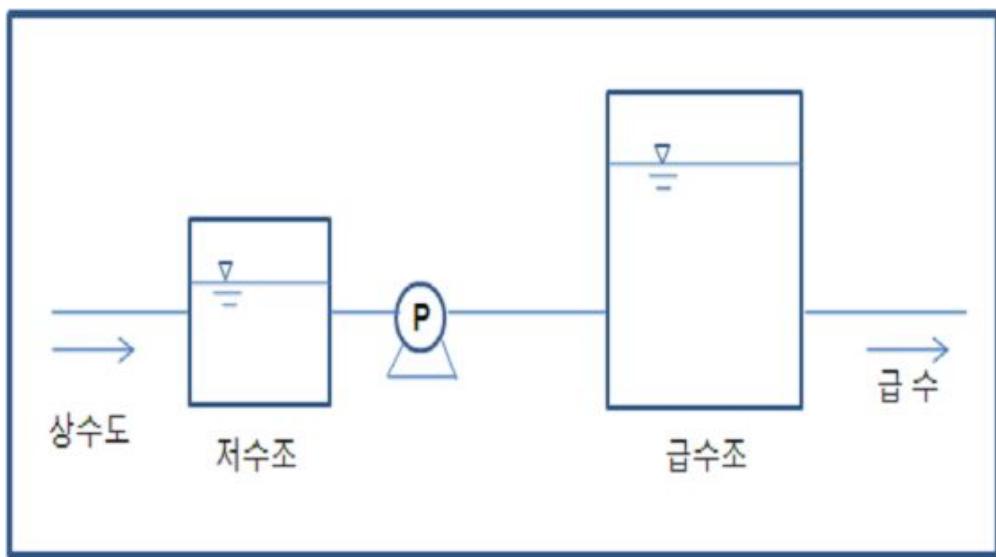
도록 하여야 한다. 최근에는 소규모 상수도시설에 대한 소독제의 자동주입장치가 다수 개발되어 보급되고 있다.

따라서 본문 및 부록에 수록되어 있는 주요 소독제 자동주입장치를 참고하고, 경제성 및 운영관리 측면을 고려하여 선택 설치하여야 한다.

## 23. 국군 정보사 901본부대 (70m<sup>3</sup>/일)

### 가. 시설개요

- 정수시설 용량 : 70 m<sup>3</sup>/일
- 정수방식 : 상수도 수수 및 저수 후 급수
- 취수원 : 상수도
- 시설위치 : 충남 태안군 (이하 주소는 보안상 미기재)
- 수처리 공정도



### 나. 현장 기술지원 기간

- 2009년 6월 9일 ~ 6월 12일

## 다. 시설개량 사항

단위공정	문제점	개선방안	우선순위
관로시설 (1)	누수 발생	누수지점 탐지 및 누수 차단	B
소독 및 급수 (1)	적정 잔류염소의 부족	추가 소독제 자동주입장치 도입 및 잔류염소농도 관리 요청	C

주) A : 조속시행, B : 단기시행, C : 중기 시행, D : 장기 시행

## 라. 운영관리 개선사항

단위공정	개선사항
수질관리 (3)	<ul style="list-style-type: none"> <li>분기별 수질검사 기록 관리</li> <li>일일 수질 감시 및 기록 관리</li> <li>- 탁도계, pH측정기, 잔류염소측정기 등 기본 수질검사 장비를 확보하여 일일 수질 감시</li> <li>관말 잔류염소 적정 관리(0.1mg/L 이상)</li> </ul>
특기사항 (2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>업무관련 장교 및 사병 전출 및 전역 시 업무인수인계 철저</li> <li>정수시설 운영요원 수처리 능력 배양</li> <li>- 수질기준에 맞도록 영내시설에 정수를 공급하기 위해 정수시설 운영요원의 기술력 배양이 요구되므로 한국수자원공사, 한국환경공단 등 수처리 전문기관에서의 정수장 운영관리 교육 수강을 권장</li> </ul>

## 마. 공정별 개선사항 종합

구분	취수시설	응집· 혼화지	급속여과 기	소독 설비	정수지	수질 관리	기타	계
시설개선	0	0	0	1	0	0	1	2
운영개선	0	0	0	0	0	3	2	5
합계	0	0	0	1	0	3	3	7

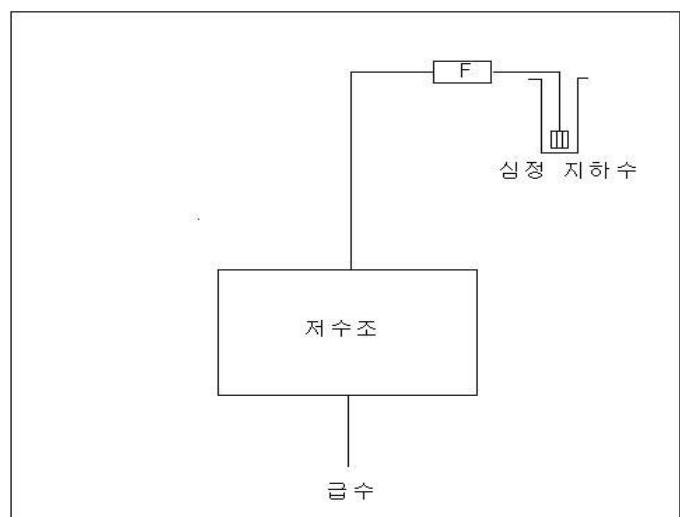
## 바. 종합의견

육군 정보사 901본부대는 급수원으로 태안군에서 직접 상수도를 공급받고 있다. 따라서 별도의 처리를 거치지 아니하고 부대 정문에 위치한 1차 상수도 집수정으로 상수도가 인입되어 펌프를 통해  $70\text{m}^3/\text{일}$  용량의 영내 급수탱크에 저장되어 해당 영내 시설의 급수전으로 공급되고 있다. 그러나 최근 수개월 내에 상수도 사용량 및 수도요금의 현저한 증가로 인해 누수가 의심되었으며, 잔류염소 농도값 측정 등을 통해 누수가 의심되는 지역을 찾을 수 있게 되었다. 따라서 누수탐지장비를 보유한 상급부대 또는 태안군에 의뢰하여 누수로 의심되는 지역을 정밀탐사 후 누수되는 곳을 보수하는 것이 시급히 필요하다고 하겠다. 기술지원시 관할에서 채취한 상수도 샘플에서는 전 항목이 먹는물 수질기준을 만족하였다. 그러나 잔류염소 농도 값은 기준치의 값을 겨우 만족하는 수준이어서 급수탱크에서 장시간 저류했을 때에는 미생물 등에 의한 2차 오염 가능성이 있다고 볼 수 있다. 따라서 부대 자체 내의 추가 염소주입장치를 설치하거나 또는 상수도를 공급받고 있는 태안군에 염소주입농도를 높여줄 것을 요청하는 등의 조치가 필요하다고 하겠다. 아울러 탁도, pH, 잔류염소농도를 측정할 수 있는 기본적인 수질시험 장비를 확보하여 정수수질을 관리하도록 하며, 불가피하게 수질기준이 초과된 수돗물이 공급될 경우에는 즉시 부대 내에 공지하여 수질사고가 발생하지 않도록 하여야 한다. 상수도 집수정에서 영내탱크로 연결관로상 누수로 의심되는 인접 구간에서 시료를 채수하여 잔류염소 농도 값을 측정한 결과 자연수에 존재할 수 없는 미량( $0.05\text{mg/L}$ )검출로 누수에 의한 것으로 밝혀짐에 따라 정확한 누수지점을 찾기 위해 군 본부 공병대 등에 요청하여 누수예상지점에 대한 검침 실시 후 누수복구가 요청되었으며, 이 후 공병대대의 지원으로 누수의심지역에 대한 굴착 및 확인을 통해 총 3개소에 대한 복구를 실시하였다.

## 24. 상주시 양정1 마을상수도( $110\text{m}^3/\text{일}$ )

### 가. 시설개요

- 정수시설 용량 :  $110\text{ m}^3/\text{일}$
- 정수방식 : 지하수 취수 + 소독
- 취수원 : 지하수
- 상수도시설 위치 : 경북 상주시 공검면 양정1리
- 준공년도 : 1997. 1월
- 수처리 공정도



### 나. 현장 기술지원 기간

- 1차 : 2009년 7월 7일 ~ 7월 10일
- 2차 : 2009년 9월 8일 ~ 9월 9일

## 다. 시설개량 사항

단위공정	문제점	개선방안	우선순위
저수조 (1)	소독제 주입농도가 일정하지 않음	생산수량에 비례하여 제어되는 소독제 주입장치 도입 (기술지원 후 조치 완료)	B
관망관리 (1)	누수의심 지역 존재	야간 최소유량측정 및 정밀 누수탐사 실시	A

주) A : 조속시행, B : 단기시행, C : 중기 시행, D : 장기 시행

## 라. 운영관리 개선사항

단위공정	개선사항
수질관리 (2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>일일 수질검사 실시 및 기록 관리</li> <li>- 탁도계, pH측정기, 잔류염소측정기 등 수질검사장비를 확보하여 일일 수질검사를 실시</li> <li>관말 잔류염소 적정 관리(0.1mg/L 이상)</li> </ul>
특기사항 (1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>정수시설 운영요원 수처리 능력 배양</li> <li>- 수질기준에 맞도록 영내시설에 정수를 공급하기 위해 정수시설 운영요원의 기술력 배양이 요구되므로 한국수자원공사, 한국환경공단 등 수처리 전문기관에서의 정수장 운영관리 교육 수강을 권장</li> </ul>

## 마. 공정별 개선사항 종합

구분	취수시설	응집· 혼화지	급속여과 기	소독 설비	정수지	수질 관리	기타	계
시설개선	0	0	0	0	1	0	1	2
운영개선	0	0	0	0	0	2	1	3
합계	0	0	0	0	1	2	2	5

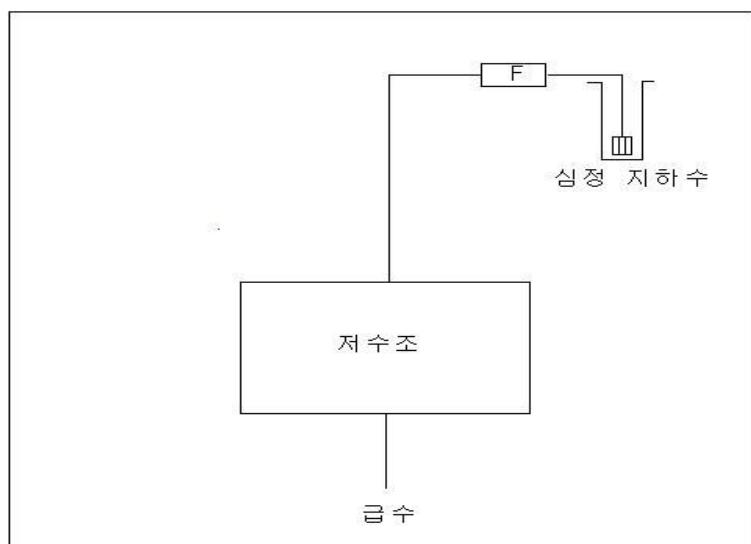
## 바. 종합의견

양정1 마을상수도는 주 취수원인 심정 지하수를 50m<sup>3</sup>의 용량을 가진 2개의 저수탱크에 유입시킨 후 소독시설을 거쳐 지역 주민들에게 공급되고 있다. 기술지원 신청 당시 총 2회의 원수 및 처리수에 대한 수질검사를 실시하였으며, 원수와 처리수 모두에서 수질기준을 만족하는 것으로 나타났다. 유입 원수가 음용수 수질기준을 만족하여 별도의 정수시설이 필요 없으나 미생물 등에 의한 오염이 건강상 위해인자로 작용할 우려가 있어, 항상 염소가 주입될 수 있도록 감시할 필요가 있다. 따라서 본문에서 제시한 바와 같이 담당자 교육 및 주요사항 숙지 등을 통해 해당 시설의 소독능력을 안정적으로 확보하도록 한다. 기술지원 결과 저수조 및 관말에서 잔류염소 농도의 범위가 큰 것으로 드러났으며, 이는 소규모 마을상수도 시설의 특성상 일정한 농도의 잔류염소를 유지하는 것이 어렵기 때문에 판단된다. 따라서 항상 일정한 소독효과를 통해 안전한 물을 공급하기 위해 염소주입 시설을 생산량에 연동하여 주입되는 비례제어 방식으로 변경하는 것에 대해서도 검토가 필요하다. 야간최소유량 측정결과 해당지역의 중심부에 위치한 공성면사무소 주변으로 누수가 발생되는 것을 알 수가 있었으며, 이에 대해서는 추후 청음 및 정밀 배관탐사를 통해 누수의심지역을 집중 탐사하여 이를 개선할 것을 요청한다. 아울러 정수시설의 관리인이 pH, 잔류염소농도를 측정할 수 있는 기본적인 능력을 갖출 수 있도록 한국수자원공사, 한국환경공단 등 수처리 전문기관에서의 정수장 운영관리 교육 수강을 권장하며, 불가피하게 수질기준이 초과된 수돗물이 공급될 경우에는 즉시 시청 상수도과에 공지하여 수질 사고가 발생하지 않도록 하여야 한다.

## 25. 상주시 율현 마을상수도(150m<sup>3</sup>/일)

### 가. 시설개요

- 정수시설 용량 : 150 m<sup>3</sup>/일
- 정수방식 : 지하수 취수 + 소독
- 취수원 : 지하수
- 상수도시설 위치 : 경북 상주시 화서면 율림리
- 준공년월일 : 2002. 3. 25
- 수처리 공정도



### 나. 현장 기술지원 기간

- 1차 : 2009년 7월 21일 ~ 7월 24일
- 2차 : 2009년 9월 10일 ~ 9월 11일

## IV. 마을 및 군부대

### 라. 시설개량 사항

단위공정	문제점	개선방안	우선순위
취수원 및 취수시설 (1)	취수원수 수질불량 (질산성 질소 항목 초과)	일시적 농도증가로 인한 사항으로 기술지원 실시기간 동안 정상농도 범위수준이었음	C
소독설비 (1)	소독제 자동투입장치 고장 으로 인한 소독실시 부족	소독제 자동주입장치 수리 및 소독제 제공	A

주) A : 조속시행, B : 단기시행, C : 중기 시행, D : 장기 시행

### 마. 운영관리 개선사항

단위공정	개선사항
수질관리 (3)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 분기별 수질검사 기록 관리</li> <li>· 일일 수질 감시 및 기록 관리</li> <li>- 탁도계, pH측정기, 잔류염소측정기 등 기본 수질검사 장비를 확보하여 일일 수질 감시</li> <li>· 관말 잔류염소 적정 관리(0.1mg/L 이상)</li> </ul>
특기사항 (1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 정수시설 운영요원 수처리 능력 배양</li> <li>- 수질기준에 맞도록 마을내 수용가에 정수를 공급하기 위해 정수시설 운영요원의 기술력 배양이 요구되므로 한국수자원공사, 한국환경공단 등 수처리 전문기관에서의 정수장 운영관리 교육 수강을 권장</li> </ul>

### 바. 공정별 개선사항 종합

구분	취수시설	응집· 혼화지	급속 여과기	소독 설비	정수지	수질 관리	기타	계
시설개선	1	0	0	1	0	0	0	2
운영개선	0	0	0	0	0	3	1	4
합계	1	0	0	1	0	3	1	6

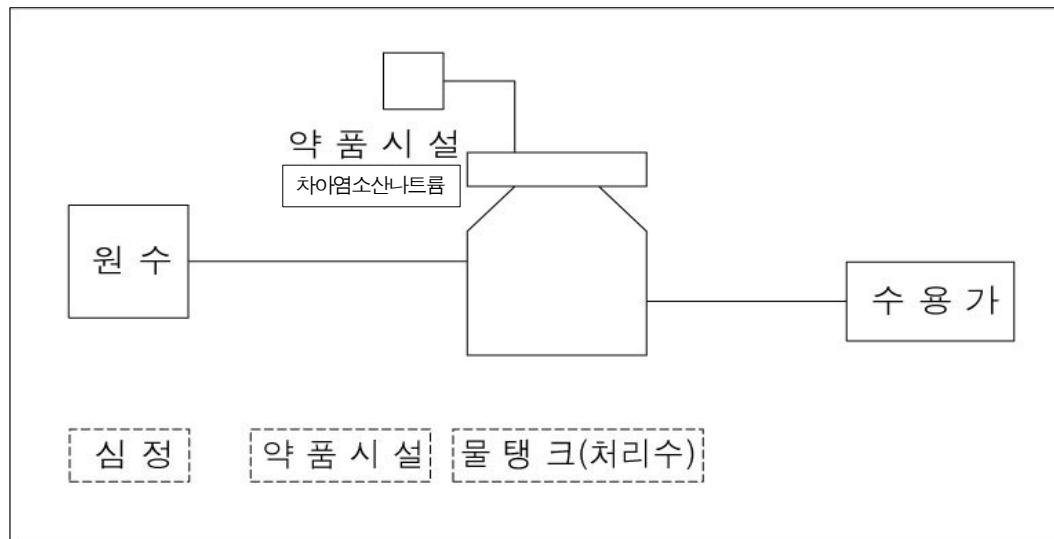
## 사. 종합의견

율현 마을상수도는 주 취수원인 심정 지하수를 저수조에 유입시켜 소독시설을 거쳐 해당 지역에 거주하는 주민들에게 공급되고 있다. 기술지원 신청 당시 정수시설 처리수의 질산성 질소농도가 기준치인  $10\text{mg/L}$ 을 초과하여 공급되고 있었다. 해당시설에 대한 수질조사 등 기술지원을 2회 실시하였으며, 매회 수질시험을 실시한 결과 질산성 질소의 농도가 약  $2\text{mg/L}$  이하로 검출되어 수질시험 검사 전항목에 있어 수질기준을 만족하는 것으로 드러났다. 이를 통해 검토한 결과 해당 시설의 일시적인 농도증가 현상의 발생 또는 검체 운반시에 혹시 발생할 수 있는 오염 등의 원인이라 판단된다. 추후에도 주기적으로 해당 시설에 대한 질산성 질소 모니터링을 통해 지속적으로 수질을 감시하여 질산성 질소의 농도 증가가 재발생 시에는 해당시설에 대한 정밀 검사가 요구되는 상황이다. 기술지원 당시 처리수는 현재 음용수 수질기준의 모든 항목에서 합격하였다. 비록 염소주입설비를 설치하여 염소를 주입하고 있으나 상시 적정한 소독처리가 실시되지 않을 경우 건강상 위해인자로 작용 할 우려가 크며, 실제로 마을상수도 관리 여건상 지속적인 관리 및 감시가 요구된다. 따라서 본문에서 제시한 바와 같이 담당자 교육 및 주요사항 숙지 등을 통해 해당 시설의 소독능력을 안정적으로 확보하도록 한다. 아울러 정수시설의 관리인으로 지정된 마을 이장님이 pH, 잔류염소농도를 측정할 수 있는 기본적인 능력을 갖출 수 있도록 한국수자원공사, 한국환경공단 등 수처리 전문기관에서의 정수장 운영관리 교육 수강을 권장하며, 불가피하게 수질기준이 초과된 수돗물이 공급될 경우에는 즉시 시청 상수도과에 공지하여 수질사고가 발생하지 않도록 하여야 한다.

## 26. 양양군 하월천리 소규모급수시설(100m<sup>3</sup>/일)

### 가. 시설개요

- 시설용량 : 100m<sup>3</sup>/일
- 정수방식 : 해당없음
- 취수원 : 심정 지하수
- 수질등급 : 불소(F)농도 초과
- 소재지 : 강원도 양양군 현남면 하월천리 마을
- 준공년도 : 2004년
- 수처리 공정도



### 나. 현장 기술지원 기간

- 2009년 10월 14일 ~ 10월 16일

## 다. 시설별·공정별 상호연계기능 검토(현시설운영시)

### 1) 취수원 및 취수시설

#### 가) 지하수 이용시설 안내문 비치

취수펌프실에 지하수이용시설 안내문의 크기를 300mm(가로)×200mm(세로) 이상으로 하고, 비·바람 등 외부 충격에 쉽게 변색되거나 파손되지 아니하는 재질로 제작하여 외부에서 잘 보이도록 적절한 곳에 부착하도록 한다.

#### 나) 심정펌프모터 판넬 시간계 설치

취수펌프모터의 가동시간 확인을 위해 취수펌프 조작판넬에 Hr-meter를 설치하여 펌프 운영관리에 참고하도록 한다.

#### 다) 심정펌프실 내 청결유지

취수펌프실내 배관전선 정리 및 내부청결유지 등 펌프실내 유지관리를 청결히 하여 심정펌프모터 기능유지에 만전을 기하도록 한다.

### 2) 배수 및 소독시설

#### 가) 보호시설물 개선 및 주기적인 배수탱크 청소실시

배수탱크 주변의 철조망 등 보호시설물은 접근이 가능한 구조로 개선하여 수시점검이 이루어지도록 하며, 위생을 위하여 주기적으로(2회/년 이상) 배수탱크 청소를 실시하도록 한다.

#### 나) 소독시설 점검, 보수 및 소독실시

설치되어 있는 소독설비는 조속한 점검 및 보수로 소독을 실시하여 안전한 수돗물이 공급될 수 있도록 하여야 한다.

### 3) 수질관리

#### 가) 소독설비 변경 고려

수도꼭지에서 탁도가 0.34~0.99NTU로 높게 나타나고 있다. 이는 원수가 지하수 인점을 감안하면 배수탱크에서의 재오염을 우려할 수 있다. 따라서 배수지탱크의 주기적인 점검 및 청소로 탁도관리에 만전을 기하여야 할 것이다.

#### 나) 불소 제거방안 강구

하월천리 소규모급수시설의 심정지하수를 불가피하게 계속 사용 할 경우 장기적으로 불소(F)제거방안을 수립하여 처리하여야 한다.

### 라. 시설 개선사항(현시설운영시)

시설	구분	문제점	개선방안	우선순위
하월천리 소규모급수시설	취수시설	·지하수용 심정펌프 가동시간파악 곤란	·Hr-meter 설치	B

주) A : 조속시행, B : 단기시행, C : 중기 시행, D : 장기 시행

### 마. 운영관리 개선사항

시설	구분	문제점	개선방안	우선순위
하월천리 소규모 급수시설	취수시설	·지하수법에의한 안내문미설치	·지하수이용시설 안내문설치	B
		·심정펌프실 내 관리미흡	·주기적인 펌프실내 유지관리	A
	배수탱크	·배수탱크로 접근이 어려움	·배수탱크 주변 수시점검실시	C
	소독시설	·소독 미실시	·소독시설 점검보수 및 소독실시	A
수질관리		·수도꼭지에서 탁도기준초과	·주기적인 배수탱크 청소실시	A
		·불소의 과다검출	·불소 제거방안 강구	A

주) A : 조속시행, B : 단기시행, C : 중기 시행, D : 장기 시행

## 바. 공정별 개선사항

구 분	취수시설	소독시설	배수탱크	수질관리	계
시설개선	1	0	0	0	1
운영개선	2	1	1	2	6
계	3	1	1	2	7

## 사. 종합의견

하월천리 소규모급수시설에 대한 현장 수질검사 결과 불소(F)가 먹는 물 수질기준을 초과하여 나타나고 있으며, 인근 급수가정의 수도꼭지에 대한 탁도검사 결과 또한 0.34~0.99NTU로 높게 나타나고 있어 음용수로서 부적합한 것으로 조사되었다.

본 시설을 지속적으로 사용할 경우 불소제거 방안을 수립하여 처리할 수 있으나 고도의 숙련된 기술이 필요하게 된다. 따라서 하월천리 소규모급수시설의 경우 관리자가 비전문가인 마을1인으로 구성되어 시설관리에 많은 어려움이 발생할 것으로 예상되므로 기존 시설 개선을 위한 투자보다는 지방상수도 조기공급을 위한 시설보안을 우선 순위로 투자 할 것을 권장한다.

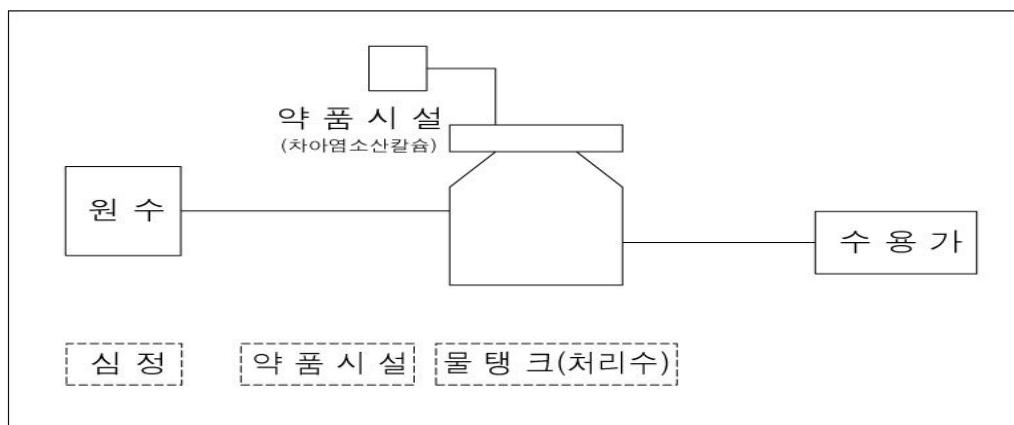
현장 기술지원 이전 양양군에서는 하월천리 마을의 안전한 생활용수를 공급하기 위하여 2009년 8월 양양군 통합상수도의 지방상수도를 연결하는 배관 공사를 완료한 실정으로 마을 주민의 위생을 고려하여 지방상수도의 조속한 공급으로 기존시설을 폐쇄하도록 한다.

지방상수도를 전환시에는 기존 배수탱크로 지방상수도를 공급하여 간접 배수방식으로 급수 할 것을 권장한다.

## 27. 연기군 봉기1리 마을상수도

### 가. 시설개요

- 시설용량 : 30m<sup>3</sup>(배수탱크)
- 취수원 : 심정 지하수
- 원수수질 : 질산성질소 수질기준 초과
- 상수도시설 위치
  - 연기군 금남면 봉기1리 사래울 마을
- 정수방식 : 해당없음
- 급수인구 : 35명(행복도시 대상지역으로 이주에 따른 급수인구 감소)
- 급수구역 : 봉기1리
- 준공년도 : 2001년(취수시설)
- 정수처리 공정도 : 원수(지하수) 취수 → 배수탱크 → 소독 → 급수



## 나. 현장 기술지원 기간

- 1차 기술지원 : 2009년 4월 13일 ~ 4월 19일
- 2차 기술지원 : 2009년 4월 23일 ~ 5월 15일

## 다. 시설별·공정별 상호연계기능 검토

### 1) 취수원 및 취수시설

#### 가) 심정펌프 출구 유량계 교체

현장 기술지원시 유량계가 고장난 상태로, 유량계 보수 또는 교체가 필요하다.

#### 나) EOCR(전자식 과전류계전기) 설정치 정정

EOCR 부하전류 템은 실 운전 전류보다 높게 설정되어 있으므로 실 운전 전류에 맞게 템을 14A에서 10A로 정정하여야 한다.

#### 다) 심정, 배수지 수위 표시등 설치

심정 및 배수지 수위정보를 제공할 수 있는 다른 표시등이 없어 운전자가 운전조건을 확인하기 어려우므로, 운영자에게 최소한의 심정, 배수지 수위 정보가 제공될 수 있도록 표시등(HIGH, LOW)을 설치하도록 한다.

#### 라) 신호용 서지보호장치 설치

전원용과 별도로 신호용 서지보호장치를 추가 설치하여 전원용과 적절한 보호협조가 이뤄질 수 있도록 한다.

## 2) 배수시설

### 가) 주기적인 배수탱크 청소 실시

배수탱크 내부바닥에 토사 침전물이 쌓여 있으므로 배수탱크의 위생을 위하여 주기적으로(2회/년 이상) 배수탱크 청소를 실시하도록 한다.

### 나) 드레인 배관 보온 실시

배관부가 부분적으로 노출되어 있으므로, 드레인 배관 겨울철 동파방지를 위해 보온을 실시하도록 한다.

### 다) 전극봉 유지관리 실시

전극봉 센서 접촉부(감지) 부위의 백태발생으로 오동작을 일으킬 수 있으므로, 백태를 주기적으로 제거하도록 한다.

### 라) 등전위 본딩 실시

뇌격 시 접지전위의 상승 등에 의한 피해를 방지하도록, 피뢰 접지극 및 배수지 구조물, 각종 설비 접지극을 하나로 묶는 등전위 본딩을 실시하도록 한다.

## 3) 소독시설

### 가) 잔류염소 농도 관리 철저

수도꼭지에서 잔류염소 농도가 낮게 검출되므로, 적정 잔류염소 농도(0.1mg/L 이상, 하절기 0.4mg/L 이상)가 유지될 수 있도록 주기적으로 잔류염소 농도를 측정하여 소독제 보충주기를 조정하여 운영할 필요가 있다.

## 4) 수질관리

### 가) 수처리 시스템 설치 운영

원수중 유입되는 혼탁 물질과 수질기준을 초과하는 질산성질소 제거를 위해 전처리 여과필터 설치 및 막여과 장치를 설치·운영 할 필요가 있다.

### 나) 잔류염소 수질검사 및 기록 관리

수도꼭지에서 적정 잔류염소가 유지될 수 있도록 일일 수질검사(잔류염소)를 실시하고 그 데이터를 기록 관리하도록 한다.

### 다) 마을상수도 운영자 교육실시 및 운영 매뉴얼 비치

마을상수도를 적정하게 운영할 수 있도록 제작업체에 의뢰하여 교육실시 및 운영 매뉴얼을 비치할 필요가 있으며, 2008 먹는물수질관리지침(환경부)에 의거 정기교육(1회/년 이상) 및 수시교육(수인성전염병 발생시 등)을 실시하도록 한다.

## 라. 시설 개선사항

구 분	문제점	개선방안	우선 순위
취수시설	·심정펌프 출구 유량계 고장	·유량계 교체	A
	·심정, 배수지 수위표시등 미설치	·심정, 배수지 수위 표시등 설치	B
	·신호용 서지보호장치 구비요망	·신호용 서지보호장치 설치	B
배수시설	·배수탱크 배관 동결대책 미흡	·드레인 배관 보온실시	B
	·뇌격시 접지전위 상승, 역설락 피해 발생 우려	·등전위 본딩 실시	C
수질관리	·원수중 혼탁물질 유입	·전처리 여과필터 설치	A
	·질산성질소 수질기준 초과	·막여과 장치 설치	A

주) A : 조속시행, B : 단기시행, C : 중기 시행, D : 장기 시행

## IV. 마을 및 군부대

### 마. 운영관리 개선사항

구 분	문제점	개선방안	우선 순위
취수시설	·EOCR 설정치 부적합	·EOCR 정정	A
배수탱크	·전극봉 백태발생	·전극봉 주기적인 유지관리 요망	A
	·침전물 퇴적	·주기적 청소시행(2회/년)	C
소독시설	·잔류염소 농도관리 미흡	·잔류염소 농도 측정 및 소독제 보충주기 조정	A
수질관리	·잔류염소 농도관리 미흡	·검사장비(잔류염소) 확보	C
		·잔류염소 측정·기록	C
		·운영자 교육실시	B
		·운영 매뉴얼 비치	B
	.마을상수도 운영관리 전문성결여	.전문기관에 위탁관리	D

주) A : 조속시행, B : 단기시행, C : 중기 시행, D : 장기 시행

### 바. 공정별 개선사항 종합

구 분	취수시설	역삼투막 시설	소독시설	배수탱크	수질관리	계
시설개선	3			2	2	7
운영개선	1	2	1		5	9
계	4	2	1	2	7	16

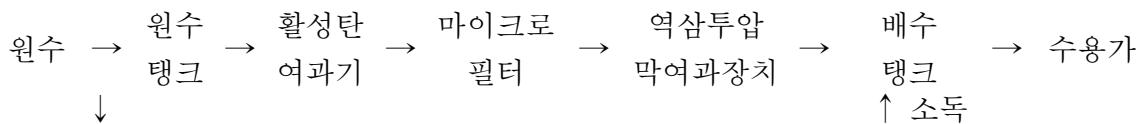
## 사. 종합의견

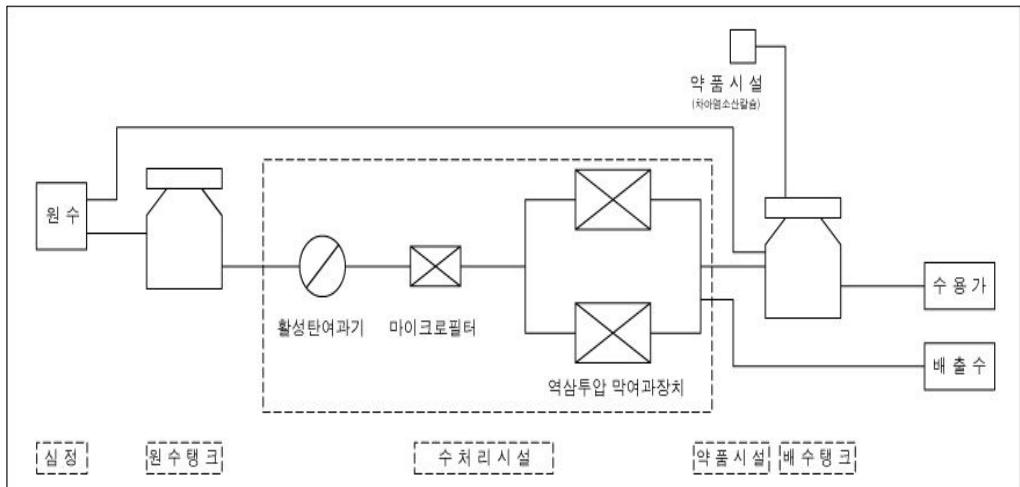
봉기1리 마을상수도는 관정 지하수를 수원으로 하고 있으며, 질산성 질소가 수질기준을 초과하고 원수의 탁도가 높은 것으로 나타나, 탁질과 질산성 질소 제거를 위해 전처리 여과 필터 및 막여과 장치를 설치·운영하는 것이 효과적일 것으로 사료되며 현장조사 결과, 수도꼭지에서 잔류염소 농도가 낮게 검출 된 바 이는 분기별로 소독제를 보충하고 있어 소독제 부족으로 인한 것으로 사료되므로 주기적으로 잔류염소 농도를 측정하고 소독제 보충주기도 조정하여 운영할 필요가 있다.

## 28. 연기군 와촌1리 마을상수도

### 가. 시설개요

- 시설용량 : 30m<sup>3</sup>(배수탱크)
- 취수원 : 심정 지하수
- 원수수질 : 질산성질소 수질기준 초과
- 상수도시설 위치
  - 연기군 서면 와촌1리 대실마을
- 정수방식 : 역삼투압 막여과(R/O membrane) 방식
- 급수인구 : 70명('소규모 급수시설 운영현황' 참조, 연기군)
- 급수구역 : 와촌1리
- 준공년도 : 1999년(취수시설), 2007년(정수시설)
- 정수처리 공정도 :





## 나. 현장 기술지원 기간

- 1차 기술지원 : 2009년 4월 13일 ~ 4월 19일
- 2차 기술지원 : 2009년 4월 23일 ~ 5월 15일

## 다. 시설별·공정별 상호연계기능 검토

### 가) 취수원 및 취수시설

#### 1) 심정펌프 출구 유량계 교체

현장 기술지원시 유량계가 고장난 상태로, 유량계 보수 또는 교체가 필요하다.

#### 2) 시료채취용 출수장치 밸브 교체

출수장치 밸브노후에 의한 차수불량으로 교체가 필요하다.

### 3) 심정 수위계와 심정펌프 연동운전 실시

심정펌프는 심정 수위에 상관없이 항상 가동될 수 있도록 전기적인 결선이 되어있는 상태이므로 심정 수위계와 심정펌프가 연동운전이 이뤄질 수 있도록 전기회로를 변경하여야 한다.

### 4) EOCR 설정치 정정

EOCR 부하전류 텹은 실 운전 전류보다 높게 설정되어 있으므로 실 운전 전류에 맞게 텹을 20A에서 10A로 정정하여야 한다.

### 5) 전원용 서지보호장치 설치

한전인입서지로부터 설비를 보호하기 위해 메인차단기 2차 측에 서지보호장치(SPD)를 설치하도록 한다.

## 나) 수처리시설(역삼투압 막여과 시설)

### 1) 막여과설비등 수처리 시스템 정상 운영 및 향후 개선 방안

원수 중 유입되는 혼탁 물질과 수질기준을 초과하는 질산성질소 제거를 위해 역삼투막 여과설비를 상시 정상 가동 하여야 할 것으로 사료된다.

#### ▷ 역삼투막 설비 개선 방안

- 원수 중 부유물질, 맛·냄새 및 유기물 제거를 위하여 역삼투막의 전처리 설비로 설치한 활성탄 여과기는 원수의 수질 특성을 고려할 때 생략해도 무방한 공정이므로 향후 신규시설 설치 시와 원수수질이 양호한 경우 아래와 같은 방안을 고려할 필요가 있다.

기준	원수탱크 → 공급펌프 → 활성탄여과기 → M/F → 고압펌프 → R/O → 배수지
개선	원수탱크 → 공급펌프 → M/F → 고압펌프 → R/O → 배수지

## 다) 배수시설

### 1) 주기적인 배수탱크 청소 실시

배수탱크 내부바닥에 토사 침전물이 쌓여 있으므로 배수탱크의 위생을 위하여 주기적으로(2회/년 이상) 배수탱크 청소를 실시하도록 한다.

## 라) 소독시설

### 1) 잔류염소 농도 관리 철저

수도꼭지에서 잔류염소 농도가 낮게 검출되므로, 적정 잔류염소 농도 (0.1mg/L 이상, 하절기 0.4mg/L 이상)가 유지될 수 있도록 주기적인 잔류 염소 농도 측정과 소독제를 적기에 보충하도록 한다.

## 마) 수질관리

### 1) 잔류염소 수질검사 및 기록 관리

수도꼭지에서 적정 잔류염소가 유지될 수 있도록 일일 수질검사(잔류염소)를 실시하고 그 데이터를 기록 관리하도록 한다.

### 2) 마을상수도 운영자 교육실시 및 운영 매뉴얼 비치

마을상수도를 적정하게 운영할 수 있도록 설치 업체에 의뢰하여 교육실시 및 운영 매뉴얼을 비치할 필요가 있으며, 2008 먹는 물 수질관리지침(환경부)에 의거 정기교육(1회/년 이상) 및 수시교육(수인성전염병 발생시 등)을 실시하도록 한다.

### 3) 마을상수도 운영 관리 개선 방안

연기군 마을상수도는 유지관리는 연기군 환경관리과에서 담당하고 시설 운영은 해당 마을에서 자체적으로 운영하고 있어 전문성 결여 및 농촌인구의 고령화와 재정적 부담이 커 적정한 운영관리가 사실상 어려운 실정이다. 따라서 마을상수도의 적정 운영관리를 위해서는 상수도담당 인력을 보강

## IV. 마을 및 군부대

하여 지자체에서 직접 운영관리하거나 전문기관에 위탁하는 방안이 있겠으나 지자체의 예산부족 등으로 운영관리가 어려운 실정이므로 중앙정부에서 급수서비스가 낙후된 농어촌지역의 마을상수도에 대한 설치 및 운영관리 위탁운영 방안 마련 등 행정적, 재정적 지원이 확대되어야 할 것으로 사료됨

### 라. 시설 개선사항

구 분	문제점	개선방안	우선순위
취수시설	·심정펌프 출구 유량계 고장	·유량계 교체	A
	·By-pass 배관 밸브 차수불량	·밸브 교체	A
	·서지보호장치 구비요망	·서지보호장치 설치	B
역삼투막 시설	·질산성질소 수질기준 초과	·막여과설비 상시 가동 (현재 가동 중)	A

주) A : 조속시행, B : 단기시행, C : 중기 시행, D : 장기 시행

### 마. 운영관리 개선사항

구 분	문제점	개선방안	우선 순위
취수시설	·수위계와 심정펌프 연동운전 불가	·수위계와 심정펌프 전기회로 변경	B
	·EOCR 설정치 부적합	·EOCR 정정	A
	·서지보호장치 구비요망	·서지보호장치 설치	B
배수탱크	·전극봉 백태발생	·전극봉 주기적인 유지관리 요망	A
	·침전물 퇴적	·주기적 청소시행(2회/년)	C
소독시설	·잔류염소 농도관리 미흡	·잔류염소 농도 측정 및 소독제 보충주기 조정	A
수질관리	·잔류염소 농도관리 미흡	·검사장비(잔류염소) 확보	C
		·잔류염소 측정·기록	C
		·운영자 교육실시	B
		·운영 매뉴얼 비치	B
	.마을상수도 운영관리 전문성 결여	.전문기관에 위탁관리	D

주) A : 조속시행, B : 단기시행, C : 중기 시행, D : 장기 시행

## 바. 공정별 개선사항 종합

구 분	취수시설	역삼투막 시 설	소독시설	배수탱크	수질관리	계
시설개선	3	1				4
운영개선	3	2	1		5	11
계	6	3	1	0	5	15

## 사. 종합의견

와촌1리 마을상수도는 관정 지하수를 수원으로 하고 있으며, 질산성 질소가 수질기준을 초과하는 것으로 나타나, 역삼투압 막여과 시설을 2007년도에 설치하였으나 조사 당시에는 높은 운영비 부담으로 가동을 중단하고 미처리 지하수를 그대로 공급하고 있었으며, 고압펌프는 고장 수리차 반출된 상태였다.

원수중 유입되는 혼탁물질과 수질기준을 초과하는 질산성질소 제거를 위해 역삼투막 여과설비를 상시 정상 가동하여야 할 것으로 사료된다.(현장 기술지원 이후 현재는 정상 가동 중)

현장조사 결과, 수도꼭지에서 잔류염소 농도가 낮게 검출 된 바 이는 분기별로 소독제를 보충하고 있어 소독제 부족으로 인한 것으로 사료되므로 주기적으로 잔류염소 농도를 측정하고 소독제 보충주기도 조정하여 운영할 필요가 있다.

---

# 2009년 지방상수도 기술지원 고객만족도 조사 결과 보고서

---

*2009. 12.*



# 제 출 문

## 환경부

한국수자원공사

환경관리공단

한국상하수도협회 貴 中

본 보고서를

『지방상수도 기술지원 고객만족도 조사』 용역의

결과보고서로 제출합니다.

2009. 12.

(주) 리서치월드 대표이사

# ••• 목 차 •••

제1장 조사의 개요 .....	1
① 조사 배경 및 목적 .....	1
② 조사설계(Research Design) 및 진행 .....	2
③ 조사내용 .....	3
④ 분석절차 및 통계처리 도구 .....	4
제2장 만족도의 평가모형 .....	6
① 만족도 평가모형의 구성체계 .....	6
② 만족도 평가방법 및 용어의 정의 .....	8
제3장 조사결과 분석 .....	11
① 응답자 특성에 관한 사항 .....	11
② 고객만족도지수 .....	15
③ 기술지원에 관한 사항 .....	19
제4장 조사결과 시사점 .....	41
제5장 부 록 .....	44
① 응답자특성별 교차분석표 .....	44
② 조사표 .....	55

## ●● 표 차례 ●●

<표 1-1> 조사내용 .....	3
<표 3-1> 응답자의 특성 요약 .....	11
<표 3-2> 측정지표별 만족도점수 : 기술지원 수행기관별 .....	18
<표 3-3> 기술지원을 받게 된 경로 : 기술지원 수행기관별 .....	20
<표 3-4> 기술지원 인력 규모 : 기술지원 수행기관별 .....	22
<표 3-5> 기술지원 소요 기간 : 기술지원 수행기관별 .....	24
<표 3-6> 기술지원 인력 형태 : 기술지원 수행기관별 .....	26
<표 3-7> 기술지원보고서를 읽었는지 여부 : 기술지원 수행기관별 .....	28
<표 3-8> 기술지원보고서 개선사항 조치 결과 : 기술지원 수행기관별 .....	30
<표 3-9> 기술지원을 계속 받을 의사 : 기술지원 수행기관별 .....	32
<표 3-10> 계속 기술지원을 희망하는 이유 : 기술지원 수행기관별 .....	34
<표 3-11> 기술지원 추가 문의 및 요청 여부 : 기술지원 수행기관별 .....	36
<표 3-12> 정수시설의 효율적인 운영을 위한 중요 사항 : 기술지원 수행기관별 .....	38
<표 3-13> 고객의 소리 .....	39

## ●● 그림 차례 ●●

<그림 3-1> 기술지원 수행기관 .....	12
<그림 3-2> 상수도분야 근무 기간 .....	12
<그림 3-3> 현근무 부서 .....	13
<그림 3-4> 현부서 근무기간 .....	13
<그림 3-5> 최종학력 전공분야 .....	14
<그림 3-6> 기술지원 수혜시설 소재지 .....	14
<그림 3-7> 고객만족도지수 : 전체 .....	15

<그림 3-8> 고객만족도지수 : 기술지원 수행기관별	16
<그림 3-9> 측정지표별 만족도점수 : 전체	17
<그림 3-10> 측정지표별 만족도점수 : 기술지원 수행기관별	18
<그림 3-11> 기술지원을 받게 된 경로	19
<그림 3-12> 기술지원을 받게 된 경로 : 기술지원 수행기관별	20
<그림 3-13> 기술지원 인력 규모	21
<그림 3-14> 기술지원 인력 규모 : 기술지원 수행기관별	22
<그림 3-15> 기술지원 소요 기간	23
<그림 3-16> 기술지원 소요 기간 : 기술지원 수행기관별	24
<그림 3-17> 기술지원 인력 형태	25
<그림 3-18> 기술지원 인력 형태 : 기술지원 수행기관별	26
<그림 3-19> 기술지원보고서를 읽었는지 여부	27
<그림 3-20> 기술지원보고서를 읽었는지 여부 : 기술지원 수행기관별	28
<그림 3-21> 기술지원보고서 개선사항의 조치 결과	29
<그림 3-22> 기술지원보고서 개선사항 조치 결과 : 기술지원 수행기관별	30
<그림 3-23> 기술지원을 계속 받을 의사	31
<그림 3-24> 기술지원을 계속 받을 의사 : 기술지원 수행기관별	32
<그림 3-25> 계속 기술지원을 희망하는 이유	33
<그림 3-26> 계속 기술지원을 희망하는 이유 : 기술지원 수행기관별	34
<그림 3-27> 기술지원 추가 문의 및 요청 여부	35
<그림 3-28> 기술지원 추가 문의 및 요청 여부 : 기술지원 수행기관별	36
<그림 3-29> 효율적 정수시설 운영을 위해 중요한 사항	37
<그림 3-30> 정수시설의 효율적인 운영을 위한 중요 사항 : 기술지원 수행기관별	38

## 〈조사결과 요약 : 기술지원 만족도〉

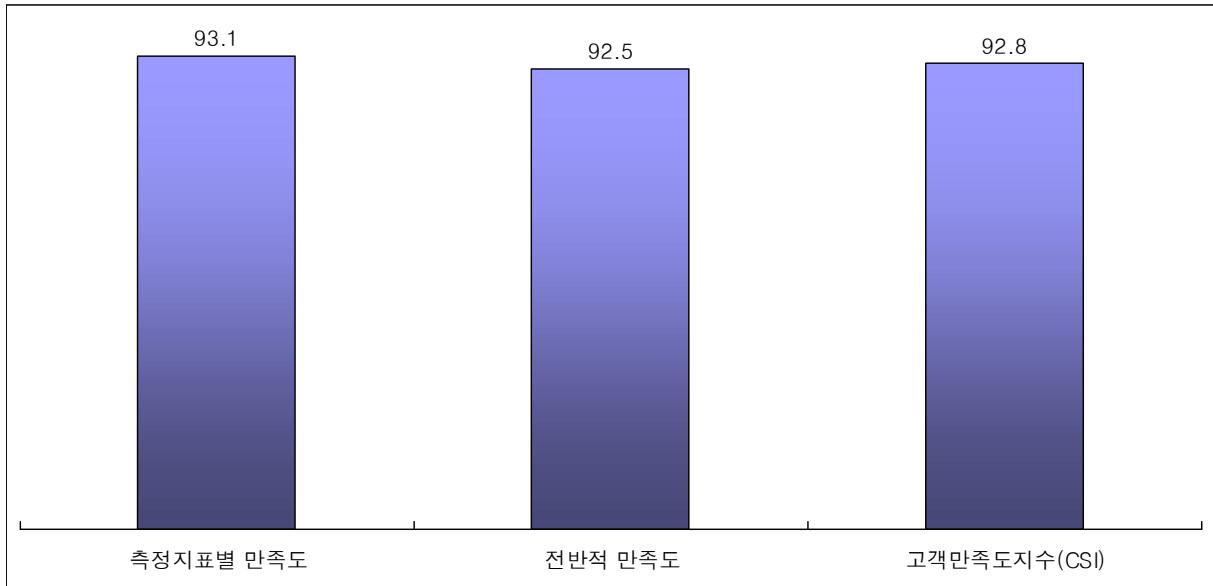
조사항목	조사결과
● 기술지원기관 직원의 친절도	✓ 100점 기준 93.9점
● 기술지원기관 직원의 전문성	✓ 100점 기준 92.6점
● 기술지원기관의 기술력	✓ 100점 기준 90.0점
● 기술지원기관의 사후관리	✓ 100점 기준 96.7점
● 기술지원 전반적 만족도	✓ 100점 기준 92.5점

## 〈조사결과 요약 : 기술지원에 관한 사항〉

조사항목	조사결과
● 기술지원을 받게 된 경로	✓ 환경부의 추천(64.3%) > 상하수도협회에 자체신청(14.3%)
● 기술지원 인력 규모	✓ 4명 이상(67.9%) > 2명(14.3%)
● 기술지원 소요 기간	✓ 4일 이상(67.9%) > 2일(17.9%)
● 기술지원 인력 형태	✓ 소속 직원(82.1%) > 소속직원 + 대행업체 직원(14.3%)
● 기술지원보고서를 읽었는지 여부	✓ 있다(71.4%) > 없다(28.6%)
● 기술지원보고서 개선사항 조치 결과	✓ 개선결과 좋은 효과 거둠(60.0%) > 개선사항 현재 반영중(30.0%)
● 기술지원을 계속 받을 의사	✓ 있다(96.4%) > 없다(3.6%)
● 계속 기술지원 반기를 원하는 이유	✓ 기술지원이 효과적으로 문제해결에 도움(63.0%) 운영관리 전반에 대해 자문(37.0%)
● 기술지원 현장조사에 동행 여부	✓ 있다(100.0%)
● 기술지원 추가 문의 및 기술지원 요청 여부	✓ 없다(67.9%) > 있다(32.1%)
● 정수시설의 효율적인 운영을 위한 중요 사항	✓ 예산(64.3%) > 기술력(32.1%)

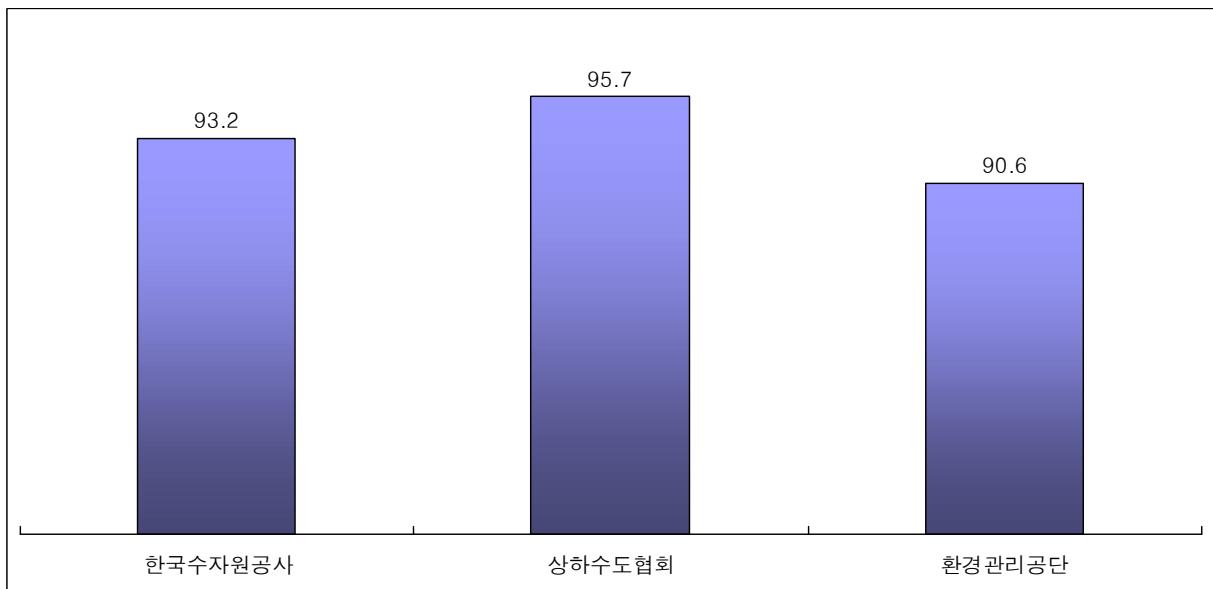
## 종합 고객만족도지수

---



## 수행기관별 고객만족도지수

---



# 제1장 조사의 개요

---

① 조사 배경 및 목적

② 조사설계(Research Design) 및 진행

③ 조사내용

④ 분석절차 및 통계처리 도구

## 제1장 조사의 개요

### ① 조사 배경 및 목적

#### ①-1

#### 조사 배경

- 환경부에서는 인력과 예산부족으로 어려움을 겪고 있는 중·소규모 지방상수도 및 군부대 정수시설을 대상으로 상수도 시설의 운영·관리에 도움을 주고자 한국수자원공사, 한국상하수도협회, 환경관리공단의 3개 기관과 엑무대행계약을 체결하여 국고로 기술지원을 실시하고 있음
  - 이에 따라 본 조사는 단순히 무료의 기술지원으로 서비스를 끝내기 보다는 사후 관리의 차원에서 기술지원을 받은 지방상수도 업무 담당자를 대상으로 기술지원 만족도를 평가함과 동시에 기술지원 효과 등에 대한 업무 담당자의 의견을 수렴하고자 착수되었음

#### ①-2

#### 조사 목적

- 기술지원에 따른 만족도를 조사하여 고객만족도지수(CSI)를 산출함으로서 현재의 기술지원 서비스 수준을 파악함은 물론 향후 기술지원 서비스 강화를 위한 방안을 도출할 수 있을 것으로 기대됨
  - 즉, 기술지원 수행기관별로 만족도, 기술수준 및 지원에 따른 효과 등을 객관적으로 조사·비교함으로서 향후 지방상수도 기술지원 사업개선을 위한 기초자료로 활용하고자 함이 본 조사의 목적임

## 2 조사설계(Research Design) 및 진행

조사대상	<p>▶ 2009년 지방상수도 시설에 대해 무료 기술지원을 받은 시설 및 기관에 근무하는 업무 담당자</p> <p>※ 기술지원 수행기관 : 한국수자원공사, 한국상하수도협회, 환경관리공단</p>
표본규모	<p>▶ 총 28표본(Sample)으로 기술지원 수행기관별 표본수는 아래와 같음</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 한국수자원공사 : 6표본</li> <li>- 한국상하수도협회 : 8표본</li> <li>- 환경관리공단 : 14표본</li> </ul>
조사방법	<p>▶ 표준화된 질문지(Structured Questionnaire)를 이용한 전화조사(Telephone Interview)</p>
표본추출 방법	<p>▶ 2009년도 기술지원을 받은 시설의 담당자 리스트를 활용한 전수조사(全數調查)</p>
조사기간	<p>▶ 2009년 12월 4일 - 12월 10일</p>
조사기관	<p>▶ (주)리서치월드 / 02 - 588 - 0820</p>

### 3 조사내용

- 본 조사의 주요 조사내용을 요약하면 <표 1-1>과 같으며, 구체적인 조사내용은 별첨한 <부록> 조사표를 참조하도록 함

&lt;표 1-1&gt; 조사내용

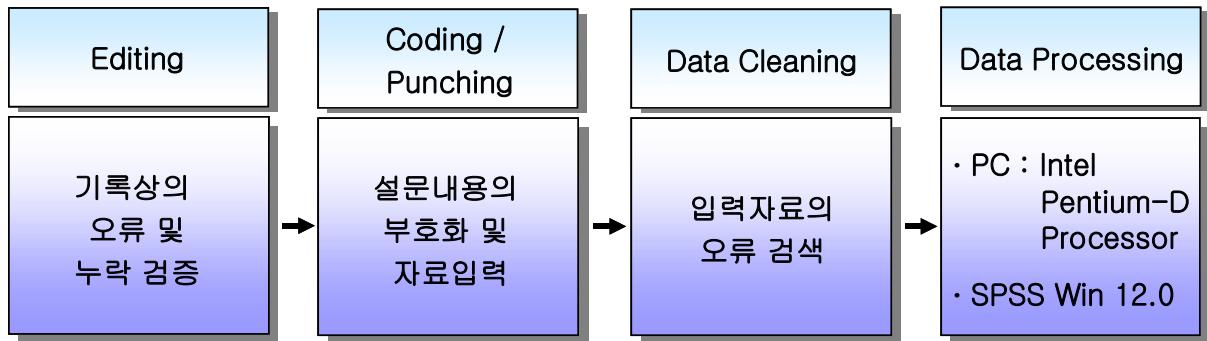
부 문	조사항목
기술지원 만족도	<ul style="list-style-type: none"> <li>기술지원기관 직원의 친절도</li> <li>기술지원기관 직원의 전문성</li> <li>기술지원기관의 기술력</li> <li>기술지원기관의 사후관리</li> <li>기술지원 전반적 만족도</li> </ul>
기술지원에 관한 사항	<ul style="list-style-type: none"> <li>기술지원을 수행한 기관</li> <li>기술지원을 받게 된 경로</li> <li>기술지원 인력 규모</li> <li>기술지원 소요 기간</li> <li>기술지원 인력 형태</li> <li>기술지원보고서를 읽었는지 여부</li> <li>기술지원보고서 개선사항 조치 결과</li> <li>개선 필요성을 못 느끼는 이유</li> <li>기술지원을 계속 받을 의사</li> <li>계속 기술지원 받기를 원하는 이유</li> <li>기술지원 협장조사에 동행 여부</li> <li>기술지원 추가 문의 및 기술지원 요청 여부</li> <li>정수시설의 효율적인 운영을 위한 중요 사항</li> <li>고객의 소리</li> </ul>
응답자 특성	<ul style="list-style-type: none"> <li>상수도 분야 근무기간</li> <li>근무 부서</li> <li>현부서 근무기간</li> <li>최종학력의 전공분야</li> <li>근무지 권역</li> </ul>

## 4. 분석절차 및 통계처리 도구

4-1

### 분석절차

- 조사된 조사표는 비불량 조사표에 한해 편집(Editing)과 부호화(Coding), 입력(Punching)과정을 거친 후, 통계분석을 실시함



4-2

### 통계처리 도구

- Hardware : Intel Pentium-D Processor System
- Software : 개인용 컴퓨터 통계처리 프로그램인 SPSS (Statistical Package for the Social Science) Win +12.0 / MS-Excel 등

## 제2장 만족도의 평가모형

---

① 만족도 평가모형의 구성체계

② 만족도 평가방법 및 용어의 정의

## 제2장 만족도의 평가모형

### ① 만족도 평가모형의 구성체계

①-1

평가를 위한 체계

- 고객만족도 조사는 그 목적이 단순히 고객의 평가수준 점검외에도 서비스 제공조직을 개선할 수 있는 기초 자료 제공에 있으므로 품질에 대한 포괄적인 평가방식이 필요함
  - 이것은 고객만족도의 평가대상이 되는 서비스의 품질을 여러 측면에서 분류하는 것은 가능하지만, 보편적으로는 '과정품질'과 '결과품질'로 구분하여 볼 수 있는데, '과정품질'은 서비스가 어떻게 제공되는지에 대한 평가로, '결과품질'은 고객과 서비스 제공자간 상호작용 결과의 성과품에 대한 평가로 볼 수 있음
  - 이에 따라 '과정품질'은 서비스의 제공방법과 절차가 주요 관심사이고, '결과품질'은 서비스의 이용목적에 대한 달성여부가 주요 관심사라고 볼 수 있음
- 이와 같이 서비스의 품질은 복합적으로 구성되고 있어 고객만족도 평가를 위해서는 다양한 측면에 대한 접근이 필요함에 따라 고객평가를 위한 기초원칙은 고객만족도를 형성할 수 있는 여러 세부평가항목들을 구성한 후, 각 항목들을 평가하여 이를 종합화 할 필요가 있다는 점임
- 이런 측면을 고려하여 서비스에 대한 만족도를 측정하기 위해서는 우선적으로 ① 측정지표별 만족도와 ② 전반적 만족도를 합산하여 고객만족도지수(CSI : Customers Satisfaction Index)를 산출하도록 함

$$\text{종합고객만족도지수} = \text{측정지표별 만족도} + \text{전반적 만족도}$$

● 측정지표별 만족도와 전반적 만족도에 대한 설명은 아래와 같음

- 측정지표별 만족도는 서비스 공급자의 특성을 반영하여 서비스의 요인을 범주화 한 후, 해당하는 세부 평가항목의 만족도를 평가한 다음, 산출한 만족도로, 다양한 요인들의 만족도인 “항목 만족도”를 합산한 만족도를 말함
- 전반적 만족도는 제공하는 서비스 전반에 대해 고객이 종합적으로 느끼는 체감만족도를 의미하는 것으로, “지금까지 서비스 경험에 비추어 모든 측면을 고려해 볼 때 전반적으로 얼마나 만족하십니까?”라는 단일항목을 구성하여 전반적 만족도를 측정함

## ①-2

## 조사표의 구성체계

● 이와 같은 평가 틀(Frame)에 기초하여 실제 고객평가를 위한 조사표(설문지)는 다음과 같이 구성됨

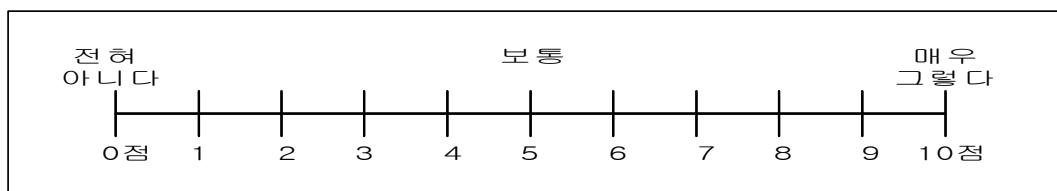
- 측정지표별 만족도를 산출하기 위해서 각 항목별 만족도 측정지표를 조사표에 구성함
- 또한, 전반적 만족도(체감만족도)를 측정하기 위한 지표가 있음
- 그밖에 응답자들의 특성이 포함되는데, 이는 근무부서, 근무기간, 전공분야 등과 같은 응답자 특성별로 조사결과가 어떤 차이가 있는지를 살펴보기 위함임

## ② 만족도 평가방법 및 용어의 정의

### ②-1 척도(Scale)

● '척도'는 각 항목별 만족도가 어느 정도나 되는지를 측정하기 위한 도구로 본 조사에서는 리커트(Likert)의 11점 척도를 활용하여 10점 만점 기준으로 조사되었음

- 11점 척도는 5점이나 7점 척도에 비해 세부적인 만족정도를 확인할 수 있을 뿐만 아니라, 고객만족도 지수를 산정하는데 용이하기 때문으로, 서비스의 양적·질적 수준에 대한 고객들의 인식을 최저 0점에서 최고 10점 사이의 점수로 평가하는 방법임



### ②-2 항목 만족도

● 항목만족도는 평가항목을 잘 반영할 수 있도록 구성된 보다 구체적인 세부항목에 대하여 만족도를 측정하고 구체적인 업무개선 요인을 파악하는 것임

- 항목 만족도는 해당 시책에 영향을 미치는 평가항목의 만족도로, 11점 척도별 응답비율을 곱하여 합산한 만족도를 말함

$$\text{항목 만족도 } X_i = \sum_{j=1}^n (K_j \times R_j)$$

$K_j$  : 척도별 배점

$R_j$  : 만족척도별 응답비율(만족척도별 응답자 / 전체응답자)

## [2]-3

## 고객만족도지수

- 고객만족도지수(CSI)는 서비스의 각 시책에 대한 고객들의 종합적 평가정도를 의미하는데, 중요도 가중치가 부여된 '측정지표별 만족도'와 '전반적 만족도'를 50%씩 반영해 이를 합산하여 산출함

고객만족도지수  $Z = 0.5 * F + 0.5 * T$

단,  $F$  = 측정지표별 만족도 /  $T$  = 전반적 만족도

## [2]-4

## 중요도(가중치)

- 중요도는 고객들이 평가한 측정지표 만족도 점수에 대한 각 측정지표의 영향력의 역할을 수행하게 되는데, 가중치를 부여하는 방법에는 여러 방법이 있을 수 있으나, 본 조사에서는 상관계수(Coefficient of Correlation)를 활용하도록 함

- 상관계수를 산정, 가중치를 부여하는 방법은 각 항목별 만족도와 전반적 만족도간의 상관계수를 구하여 합산한 다음, 합산한 값을 1로 설정하고, 각 차원별 상관계수가 차지하는 비중만큼을 가중치로 설정하는 방법임

## 제3장 조사결과 분석

---

① 응답자 특성에 관한 사항

② 고객만족도지수

③ 기술지원에 관한 사항

## 제3장 조사결과 분석

### ① 응답자 특성에 관한 사항

①-1

#### 응답자의 특성 요약

- 본 조사에 응답한 응답자 28명의 기술지원 수행기관, 상수도 근무기간, 근무 부서, 현부서 근무기간, 근무지 권역, 전공분야 등 응답자 특성을 요약하면 <표 3-1>과 같음

&lt;표 3-1&gt; 응답자의 특성 요약

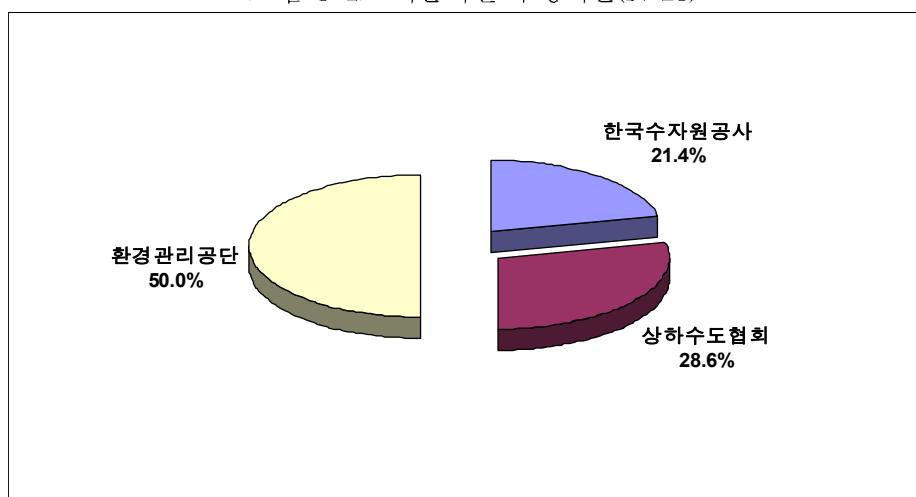
구분	응답자 수(명)	비율(%)	구분	응답자 수(명)	비율(%)
♣전체♣	28	100.0	♣전체♣	28	100.0
기술지원 수행기관	한국수자원공사	6	행정	3	10.7
	상하수도협회	8	토목	12	42.9
	환경관리공단	14	기계	2	7.1
상수도 근무기간	1년 미만	5	전공분야	전기	3
	1-3년 미만	7		화공	3
	3-5년 미만	2		환경	4
	5년 이상	14		기타	1
근무 부서	정수장	7		서울	1
	시·군청	14		강원	9
	군부대 정수시설	7		충남	3
현부서 근무기간	1년 미만	6	근무지 권역	전북	5
	1-3년 미만	10		경북	3
	3-5년 미만	2		경남	6
	5년 이상	10		제주	1

## [1]-2

## 응답자 특성별 분포

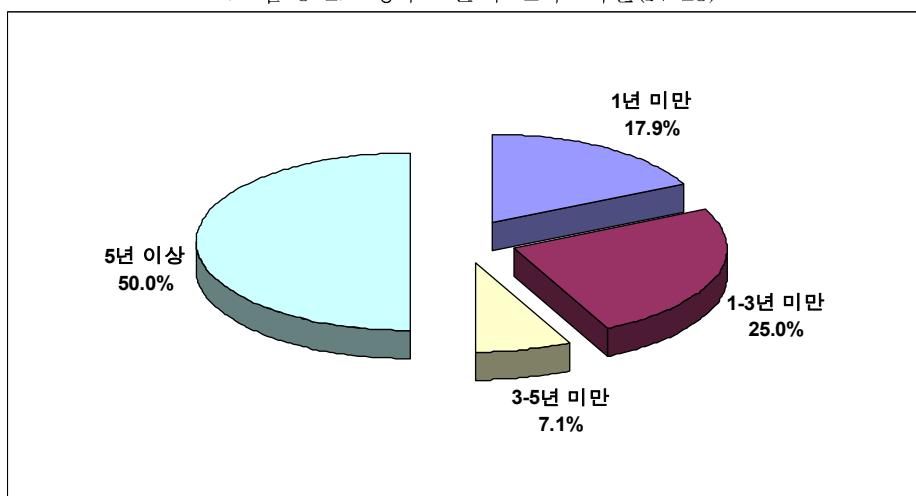
- 기술지원 수행기관별 분포를 살펴보면, '환경관리공단'이 50.0%로 가장 높고, 다음으로 '상하수도협회(28.6%)', '한국수자원공사(21.4%)'의 순으로 나타났음(<그림 3-1> 참조)

&lt;그림 3-1&gt; 기술지원 수행기관(N=28)



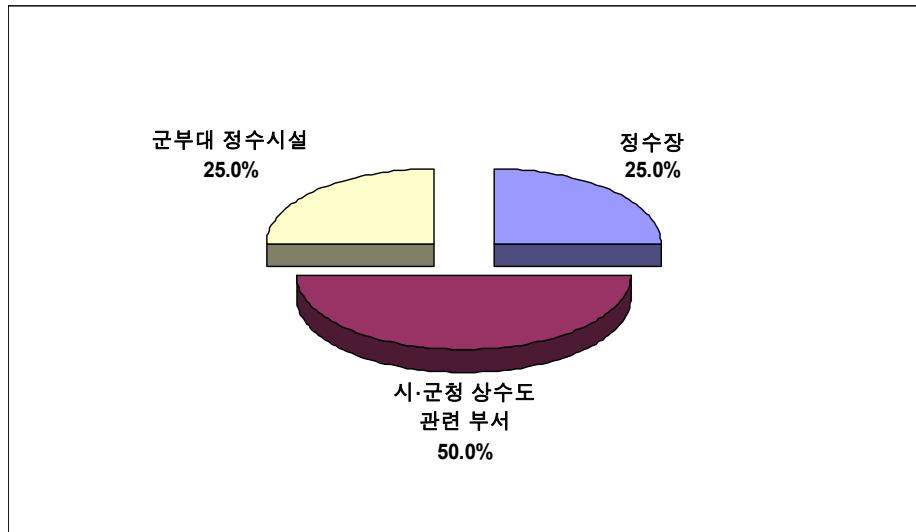
- 본 조사에 응답한 기술지원 수혜시설 담당자의 상수도분야 근무 기간별 분포를 살펴보면, '5년 이상'이 50.0%로 가장 높게 나타났음(<그림 3-2> 참조)

&lt;그림 3-2&gt; 상수도분야 근무 기간(N=28)



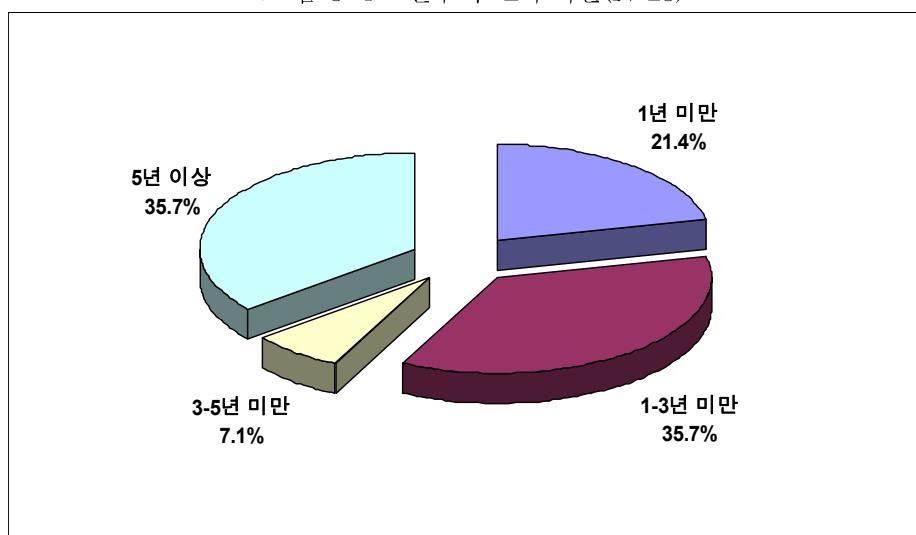
- 본 조사에 응답한 기술지원 수혜시설 담당자의 근무 부서별 분포를 살펴보면, '시·군청 상수도 관련 부서'가 50.0%로 가장 높게 나타났음(<그림 3-3> 참조)

&lt;그림 3-3&gt; 현 근무 부서(N=28)



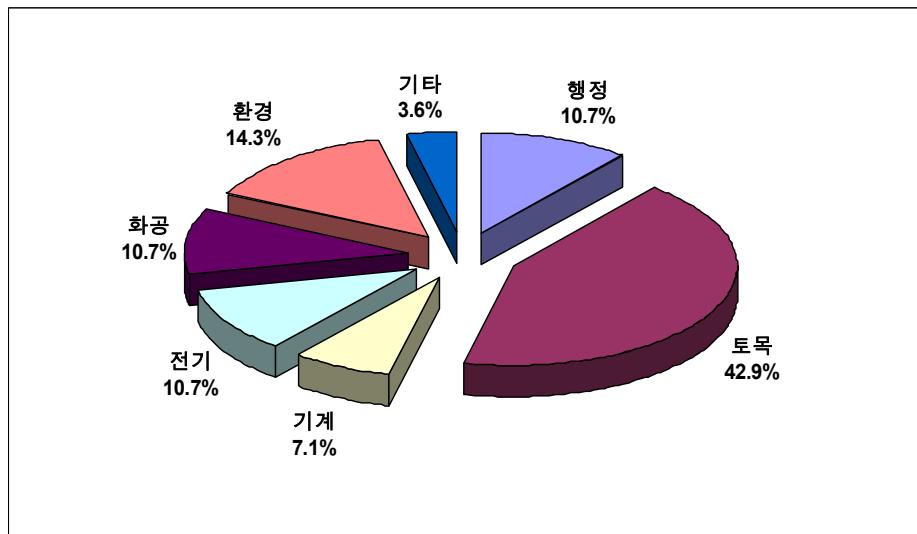
- 본 조사에 응답한 기술지원 수혜시설 담당자의 현부서 근무기간은 '1~3년 미만'과 '5년 이상'이 동일한 35.7%로 높은 비율을 차지하고 있는 것으로 나타났음(<그림 3-4> 참조)

&lt;그림 3-4&gt; 현부서 근무기간(N=28)



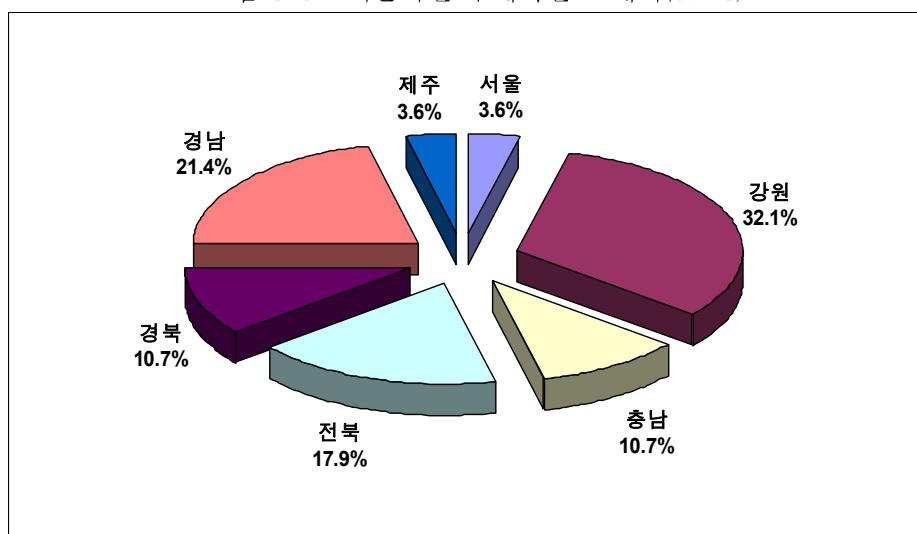
- 기술지원을 받은 수혜시설의 담당자 최종학력의 전공분야는 '토목'이 42.9%로 가장 높은 비율을 차지하고 있는 것으로 나타났음(<그림 3-5> 참조)

&lt;그림 3-5&gt; 최종학력 전공분야(N=28)



- 기술지원 수혜시설의 소재지를 살펴보면, '강원'이 32.1%로 가장 높고, 다음으로 '경남(21.4%)', '전북(17.9%)'의 순으로 나타났음(<그림 3-6> 참조)

&lt;그림 3-6&gt; 기술지원 수혜시설 소재지(N=28)



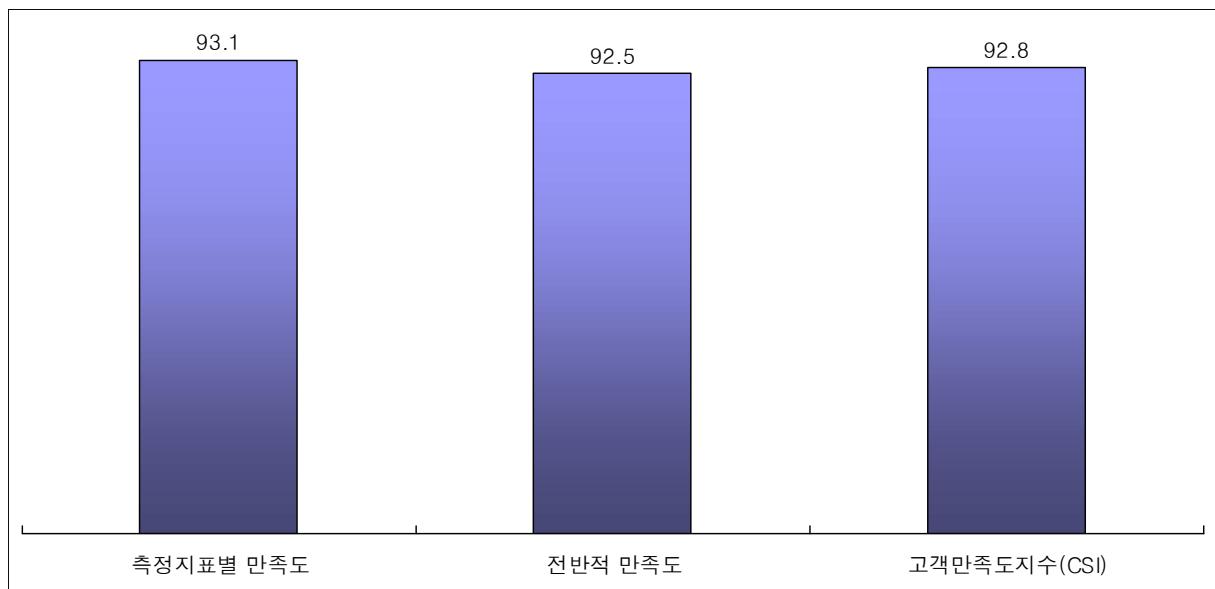
## 2 고객만족도지수

### 2-1

### 종합 고객만족도지수

- 2009년 고객만족도 조사결과를 바탕으로 앞의 2장에서 설명한 고객만족도지수의 산출방법에 의거 지방상수도 기술지원 고객만족도지수(CSI)를 산출한 결과, 100점 기준 92.8점으로 나타나, 지방상수도 기술지원에 대한 종합적 만족수준은 '매우 만족' 수준임을 알 수 있음(<그림 3-7> 참조)
  - 한편, 측정지표별 만족도는 93.1점, 응답자들이 평가하는 전반적 만족도는 92.5점으로 나타나, 90점대 이상의 매우 우수한 수준인 것으로 분석됨

<그림 3-7> 고객만족도지수 : 전체

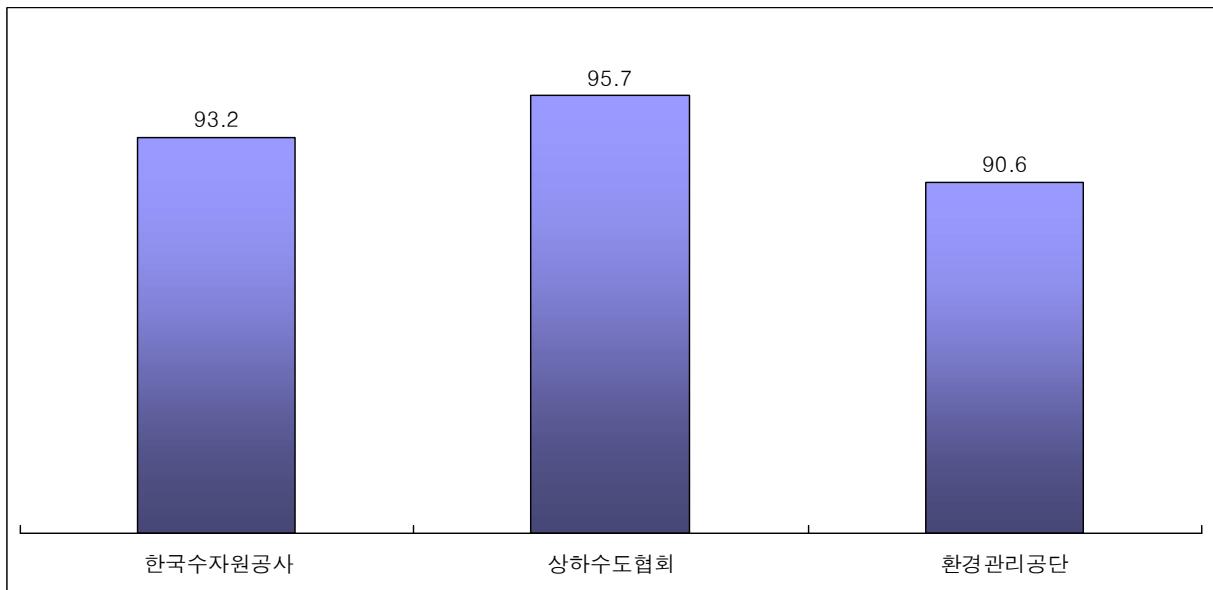


## [2]-2

## 기술지원 수행기관별 고객만족도지수

- 기술지원을 수행한 기관별로 고객만족도지수를 살펴보면, '상하수도협회'가 100점 기준 95.7점으로 가장 높은 만족도 수준을 보이고 있으며, 다음으로 '한국수자원공사(93.2점)', '환경관리공단(90.6점)' 순으로 나타났음(<그림 3-8> 참조)
  - 이와 같은 결과는 기술지원 수혜시설 고객들이 한국수자원공사, 상하수도협회, 환경관리공단의 상수도시설 기술지원에 대해 매우 만족하고 있는 것으로 분석됨

&lt;그림 3-8&gt; 고객만족도지수 : 기술지원 수행기관별



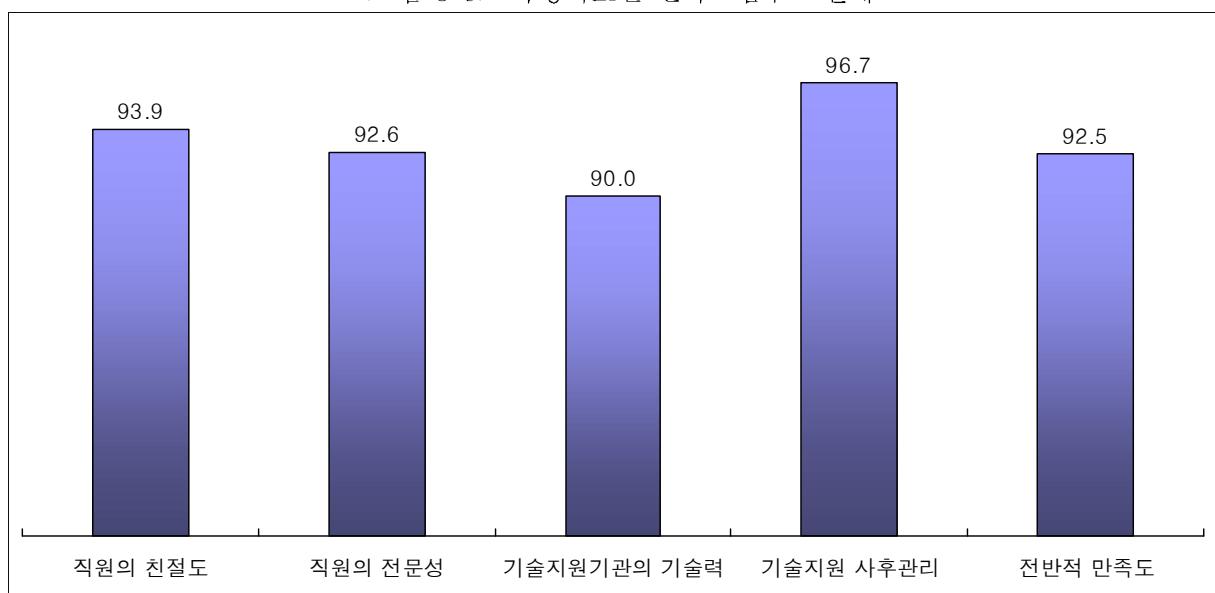
## [2]-3

## 측정지표별 만족도 점수

● 측정지표별 만족도 점수를 살펴보면, 전반적 만족도는 92.5점으로 나타난 가운데, '기술지원 사후관리'가 96.7점으로 가장 높은 만족도 수준을 보이고 있는 것으로 나타났음(<그림 3-9> 참조)

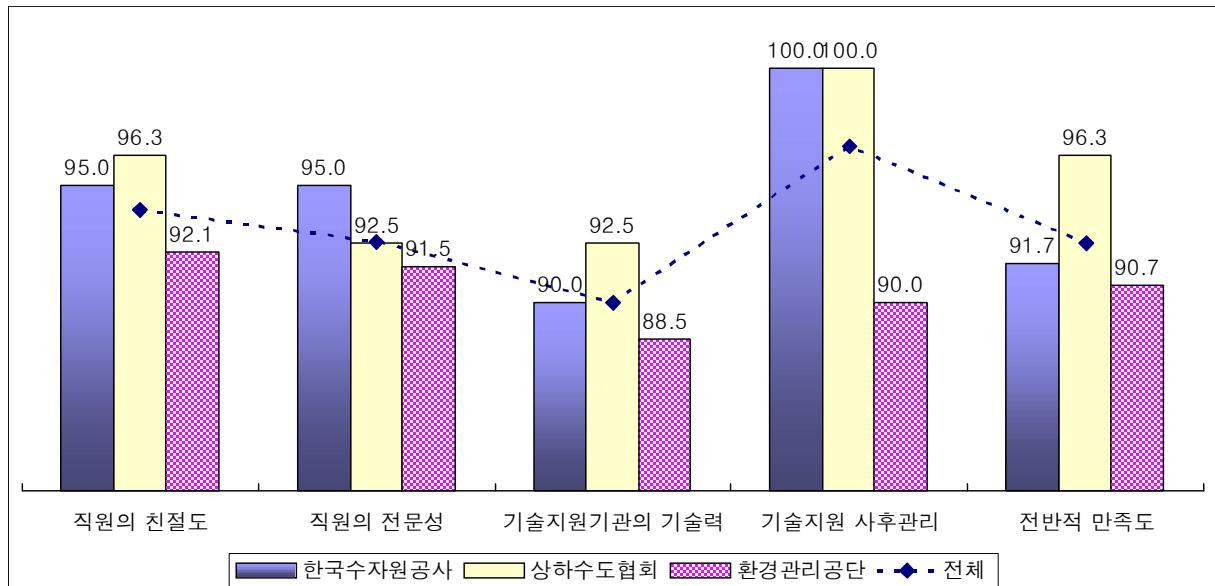
- 다음으로, '직원의 친절도(93.9점)', '직원의 전문성(92.6점)', '기술지원기관의 기술력(90.0점)'의 순으로 나타남
- 모든 측정지표별 만족도점수가 모두 90점대 이상의 수준을 보이고 있어, 상수도 기술지원서비스를 실시하고 있는 수행기관에 대한 만족도가 매우 높은 것을 보여 주고 있음

&lt;그림 3-9&gt; 측정지표별 만족도점수 : 전체



- 측정지표별 만족도점수를 기술지원 수행기관별로 살펴보면, <그림 3-10> 및 <표 3-2>와 같음

&lt;그림 3-10&gt; 측정지표별 만족도점수 : 기술지원 수행기관별



&lt;표 3-2&gt; 측정지표별 만족도점수 : 기술지원 수행기관별

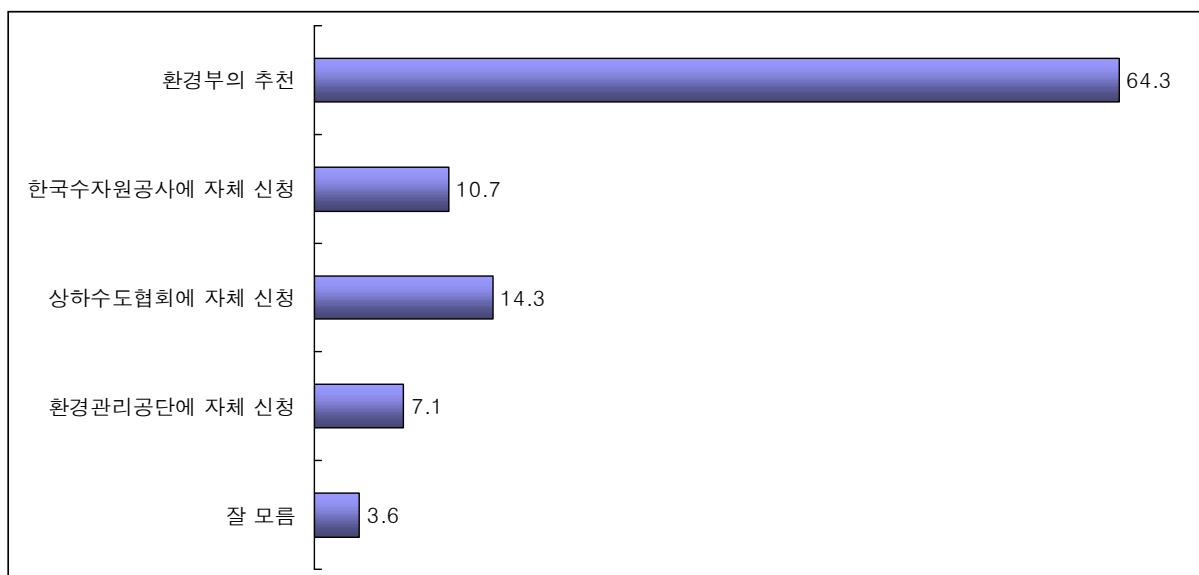
구분	직원의 친절도	직원의 전문성	기술지원기관의 기술력	기술지원 사후관리	전반적 만족도
♣전체♣	93.9	92.6	90.0	96.7	92.5
한국수자원공사	95.0	95.0	90.0	100.0	91.7
상하수도협회	96.3	92.5	92.5	100.0	96.3
환경관리공단	92.1	91.5	88.5	90.0	90.7

### 3 기술지원에 관한 사항

#### 3-1 기술지원을 받게 된 경로

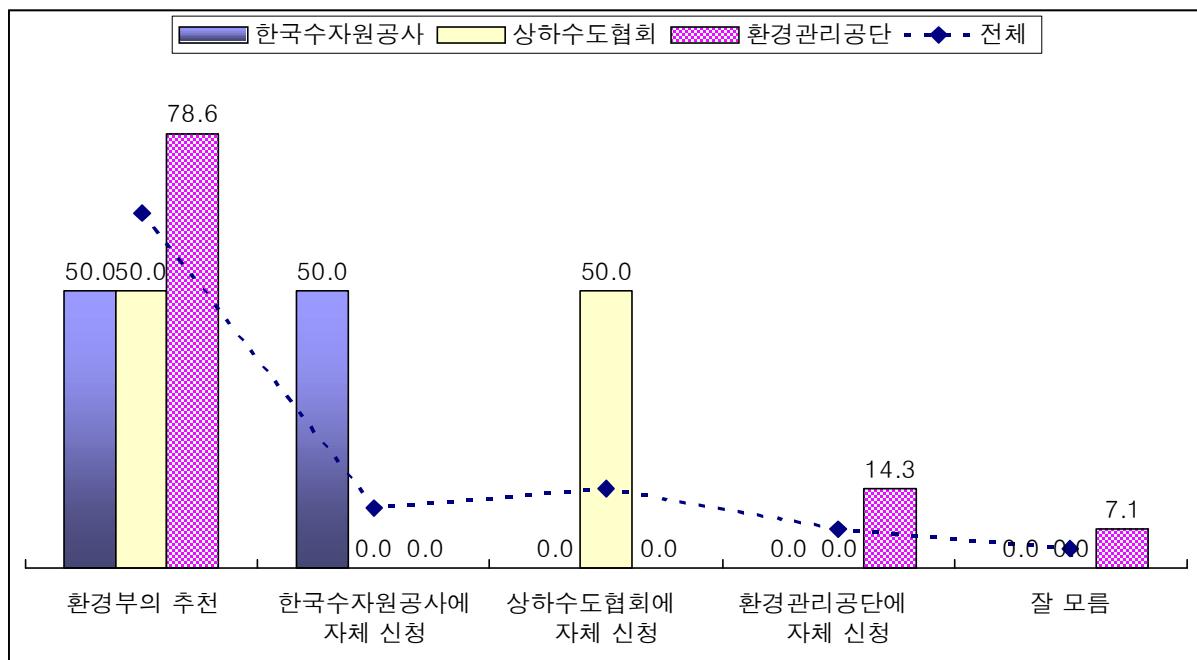
- 기술지원을 받게 된 경로에 대한 조사결과, '환경부의 추천'이 64.3%로 가장 높고 다음으로, '상하수도협회에 자체 신청(14.3%)', '한국수자원공사에 자체 신청(10.7%)', '환경관리공단에 자체 신청(7.1%)'의 순으로 나타났음(<그림 3-11> 참조)
  - 따라서, 상수도시설에 대하여 기술지원을 받게 된 것은 환경부의 추천에 의해서가 가장 많은 것을 알 수 있음

<그림 3-11> 기술지원을 받게 된 경로(N=28)



- '기술지원을 받게 된 경로'를 기술지원 수행기관별로 살펴보면, 환경관리공단에서 기술지원을 받은 시설은 '환경부의 추천(78.6%)'이 차지하는 비율이 상대적으로 높게 나타남(<그림 3-12> 및 <표 3-3> 참조)

&lt;그림 3-12&gt; 기술지원을 받게 된 경로 : 기술지원 수행기관별



&lt;표 3-3&gt; 기술지원을 받게 된 경로 : 기술지원 수행기관별

구분	환경부의 추천		한국수자원공사에 자체 신청		상하수도협회에 자체 신청		환경관리공단에 자체 신청		잘 모름		합계	
	빈도 (명)	비율 (%)	빈도 (명)	비율 (%)	빈도 (명)	비율 (%)	빈도 (명)	비율 (%)	빈도 (명)	비율 (%)	빈도 (명)	비율 (%)
♣전체♣	18	64.3	3	10.7	4	14.3	2	7.1	1	3.6	28	100.0
기술지원 수행기관	한국수자원공사	3	50.0	3	50.0	-	-	-	-	-	6	100.0
	상하수도협회	4	50.0	-	-	4	50.0	-	-	-	8	100.0
	환경관리공단	11	78.6	-	-	-	-	2	14.3	1	7.1	14 100.0

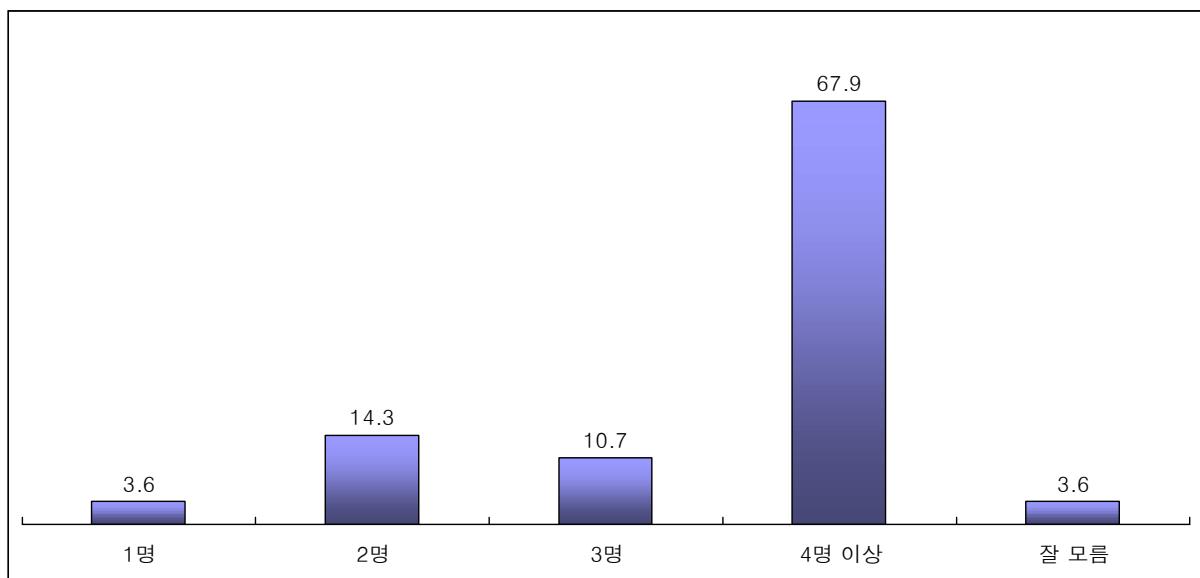
## [3]-2

## 기술지원 인력 규모

■ 기술지원 인력 규모에 대한 조사결과, '4명 이상'이 67.9%로 가장 높고 다음으로, '2명(14.3%)', '3명(10.7%)'의 순으로 나타났음(<그림 3-13> 참조)

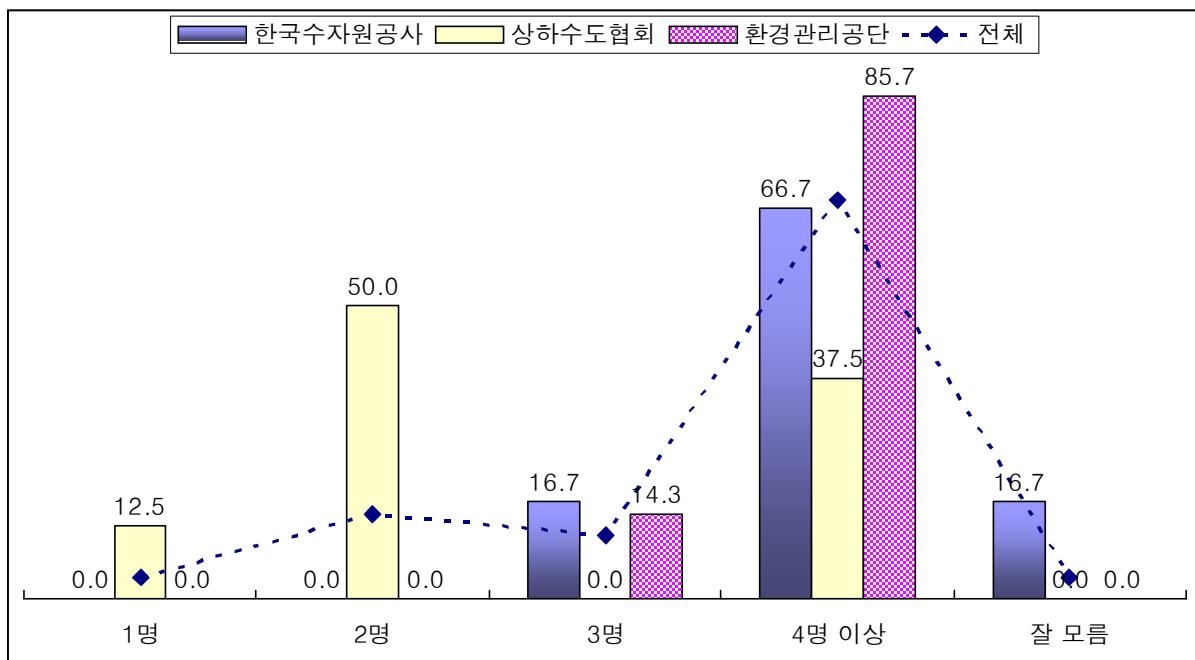
- 따라서, 상수도시설에 대하여 기술지원을 수행한 기관의 기술지원 인력 규모는 4명 이상이 가장 많은 것을 알 수 있음

<그림 3-13> 기술지원 인력 규모(N=28)



- '기술지원 인력 규모'를 기술지원 수행기관별로 살펴보면, 환경관리공단에서 기술지원을 받은 시설은 '4명 이상(85.7%)'이 차지하는 비율이 상대적으로 높게 나타남 (<그림 3-14> 및 <표 3-4> 참조)

&lt;그림 3-14&gt; 기술지원 인력 규모 : 기술지원 수행기관별



&lt;표 3-4&gt; 기술지원 인력 규모 : 기술지원 수행기관별

구분	1명		2명		3명		4명 이상		잘 모름		합계		
	번호 (명)	비율 (%)											
♣전체♣	1	3.6	4	14.3	3	10.7	19	67.9	1	3.6	28	100.0	
기술지원 수행기관	한국수자원공사	-	-	-	1	16.7	4	66.7	1	16.7	6	100.0	
	상하수도협회	1	12.5	4	50.0	-	-	3	37.5	-	-	8	100.0
	환경관리공단	-	-	-	-	2	14.3	12	85.7	-	-	14	100.0

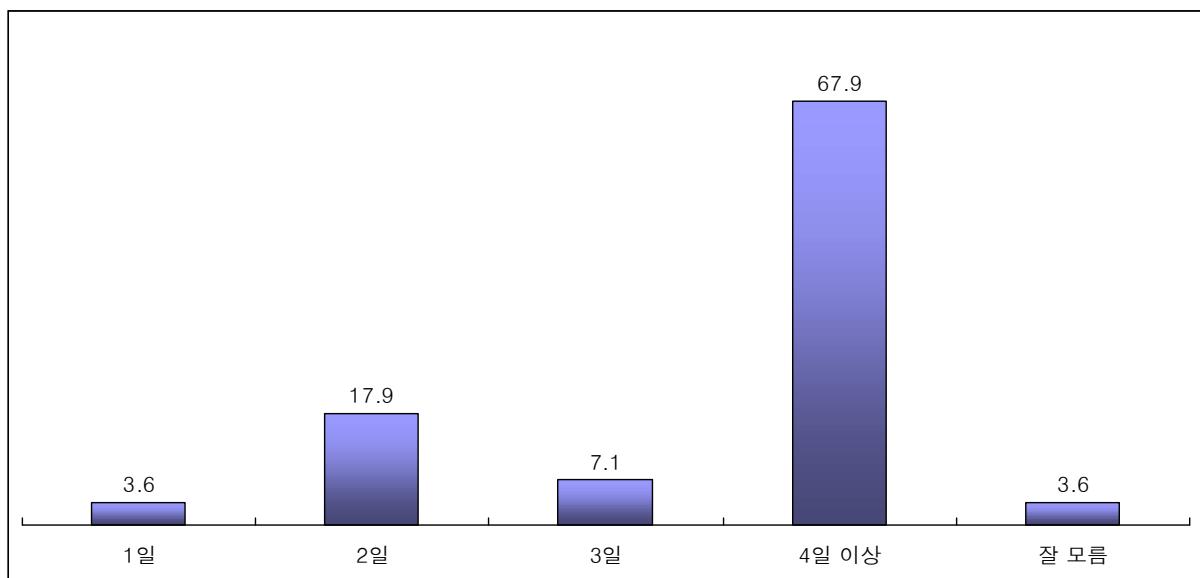
## [3]-3

## 기술지원 소요 기간

● 기술지원 소요 기간에 대한 조사결과, '4일 이상'이 67.9%로 가장 높고 다음으로, '2일(17.9%)', '3일(7.1%)'의 순으로 나타났음(<그림 3-15> 참조)

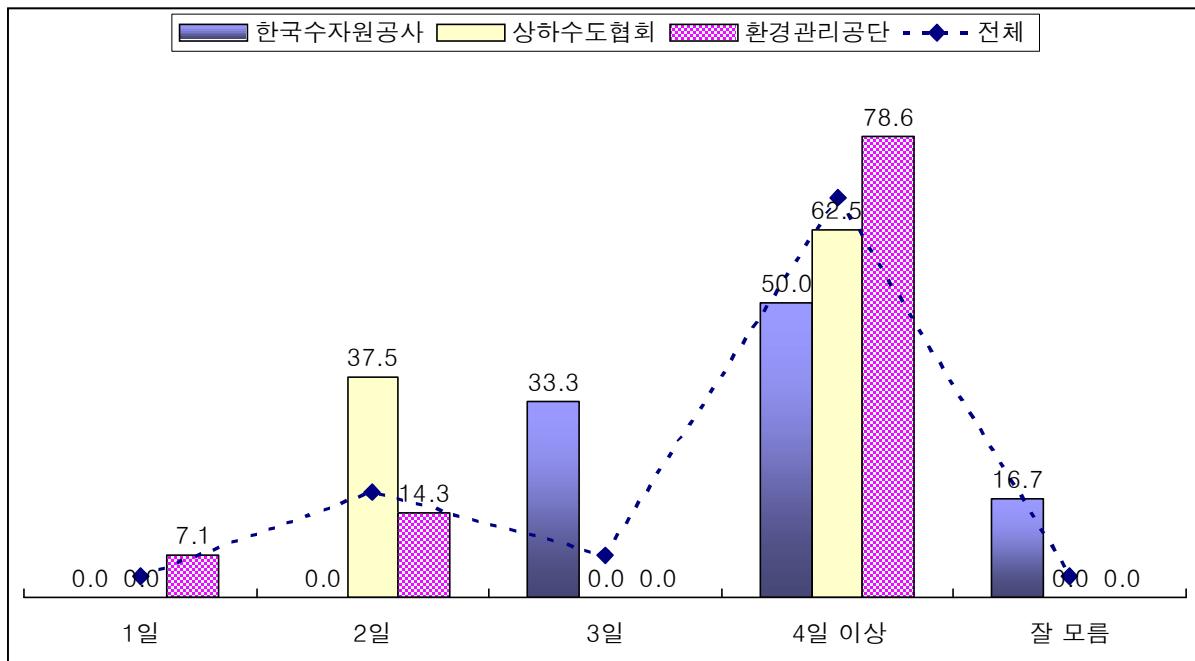
- 따라서, 상수도시설에 대하여 기술지원을 수행한 기관의 기술지원 소요 기간은 4일 이상이 가장 많은 것을 알 수 있음

<그림 3-15> 기술지원 소요 기간(N=28)



- '기술지원 소요 기간'을 기술지원 수행기관별로 살펴보면, 환경관리공단에서 기술지원을 받은 시설은 '4일 이상(78.6%)'이 차지하는 비율이 상대적으로 높게 나타남 (<그림 3-16> 및 <표 3-5> 참조)

&lt;그림 3-16&gt; 기술지원 소요 기간 : 기술지원 수행기관별



&lt;표 3-5&gt; 기술지원 소요 기간 : 기술지원 수행기관별

구분	1일		2일		3일		4일 이상		잘 모름		합계	
	빈도 (명)	비율 (%)										
♣전체♣	1	3.6	5	17.9	2	7.1	19	67.9	1	3.6	28	100.0
기술지원 수행기관												
한국수자원공사	-	-	-	-	2	33.3	3	50.0	1	16.7	6	100.0
상하수도협회	-	-	3	37.5	-	-	5	62.5	-	-	8	100.0
환경관리공단	1	7.1	2	14.3	-	-	11	78.6	-	-	14	100.0

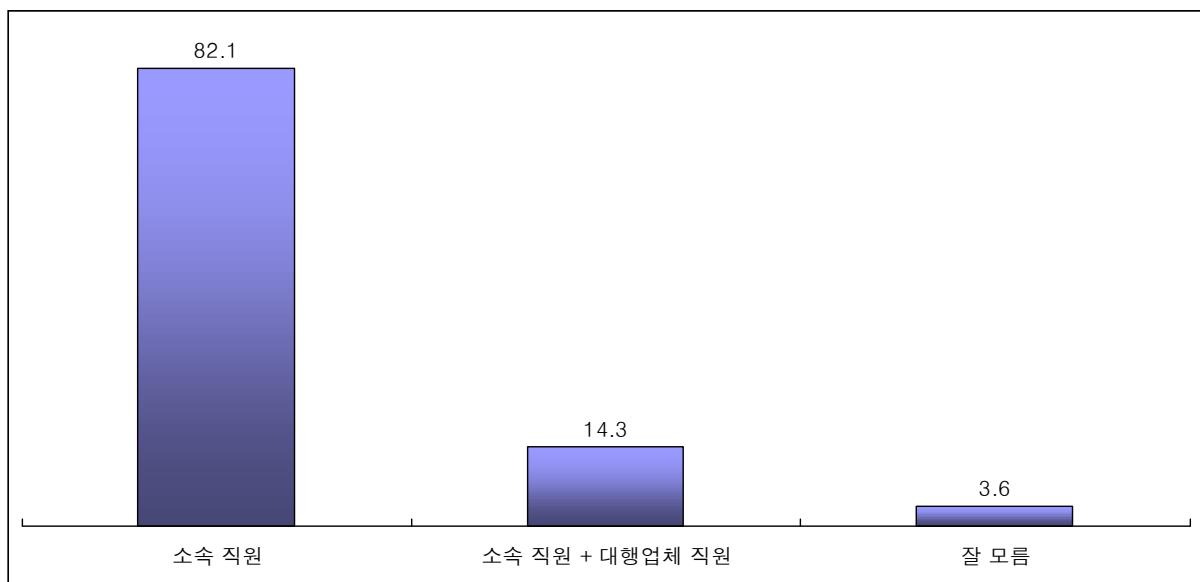
## [3]-4

## 기술지원 인력 형태

● 기술지원 인력 형태에 대한 조사결과, '소속 직원'이 82.1%로 가장 높고 다음으로, '소속 지원 + 대행업체 지원(14.3%)', '잘 모름(3.6%)'의 순으로 나타났음(<그림 3-17> 참조)

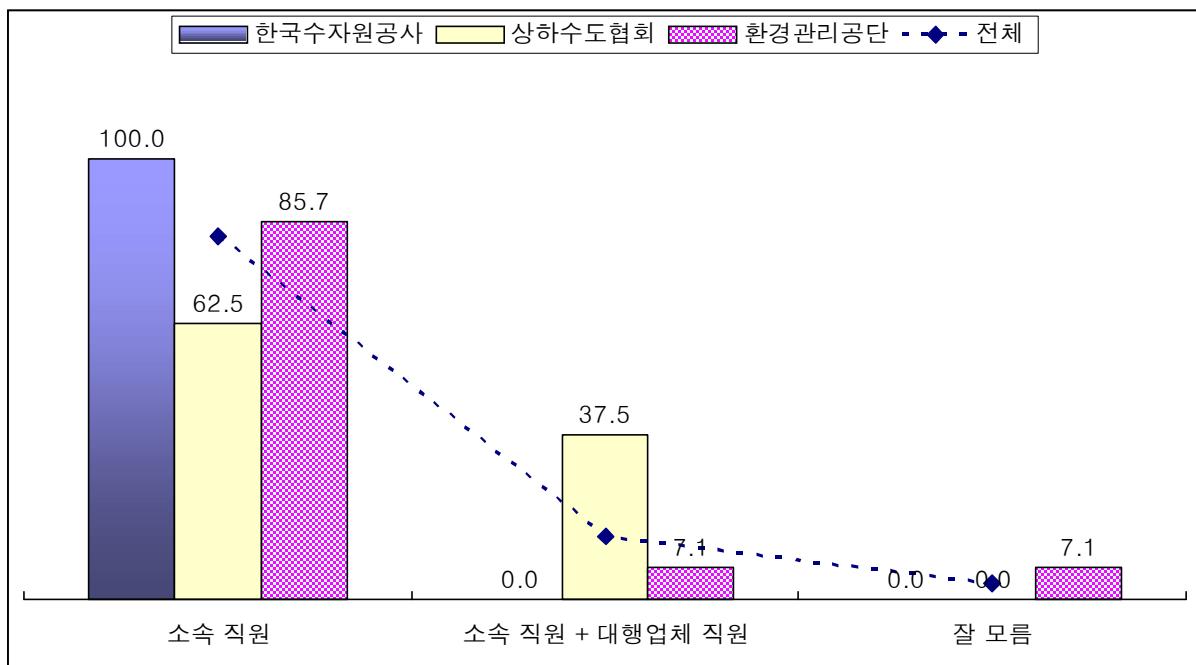
- 따라서, 상수도시설에 대하여 기술지원을 수행한 기관의 기술지원 인력 형태는 소속 직원이 가장 많은 것을 알 수 있음

<그림 3-17> 기술지원 인력 형태(N=28)



- ‘기술지원 인력 형태’를 기술지원 수행기관별로 살펴보면, 한국수자원공사에서 기술지원을 받은 시설은 ‘소속 직원(100.0%)’이 차지하는 비율이 상대적으로 높게 나타남(<그림 3-18> 및 <표 3-6> 참조)

&lt;그림 3-18&gt; 기술지원 인력 형태 : 기술지원 수행기관별



&lt;표 3-6&gt; 기술지원 인력 형태 : 기술지원 수행기관별

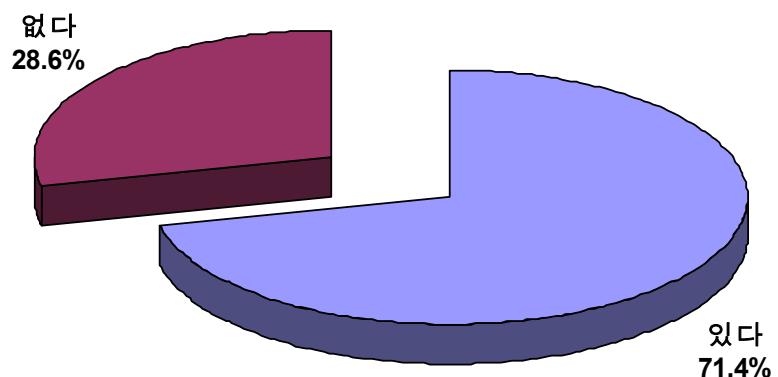
구분	소속 직원		소속 직원 + 대행업체 직원		잘 모름		합계	
	빈도(명)	비율(%)	빈도(명)	비율(%)	빈도(명)	비율(%)	빈도(명)	비율(%)
♣전체♣	23	82.1	4	14.3	1	3.6	28	100.0
기술지원 수행기관	한국수자원공사	6	100.0	-	-	-	6	100.0
	상하수도협회	5	62.5	3	37.5	-	8	100.0
	환경관리공단	12	85.7	1	7.1	1	7.1	14

## ③-5

## 기술지원보고서를 읽었는지 여부

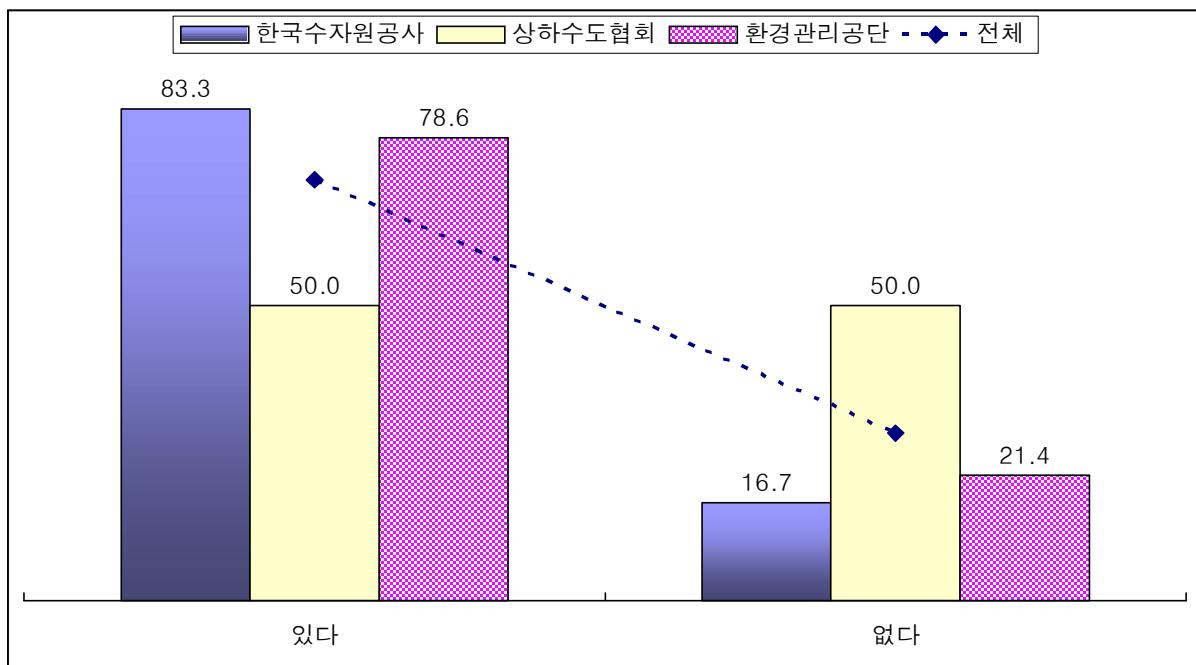
- 기술지원이 완료된 후 발간된 기술지원보고서를 읽었는지 여부에 대해서는 '있다'가 71.4%, '없다'가 28.6%로 나타났음(<그림 3-19> 참조)

&lt;그림 3-19&gt; 기술지원보고서를 읽었는지 여부(N=28)



- '기술지원보고서를 읽었는지 여부'를 기술지원 수행기관별로 살펴보면, 한국수자원공사에서 기술지원을 받은 시설은 '있다(83.3%)'가 차지하는 비율이 상대적으로 높게 나타남(<그림 3-20> 및 <표 3-7> 참조)

&lt;그림 3-20&gt; 기술지원보고서를 읽었는지 여부 : 기술지원 수행기관별



&lt;표 3-7&gt; 기술지원보고서를 읽었는지 여부 : 기술지원 수행기관별

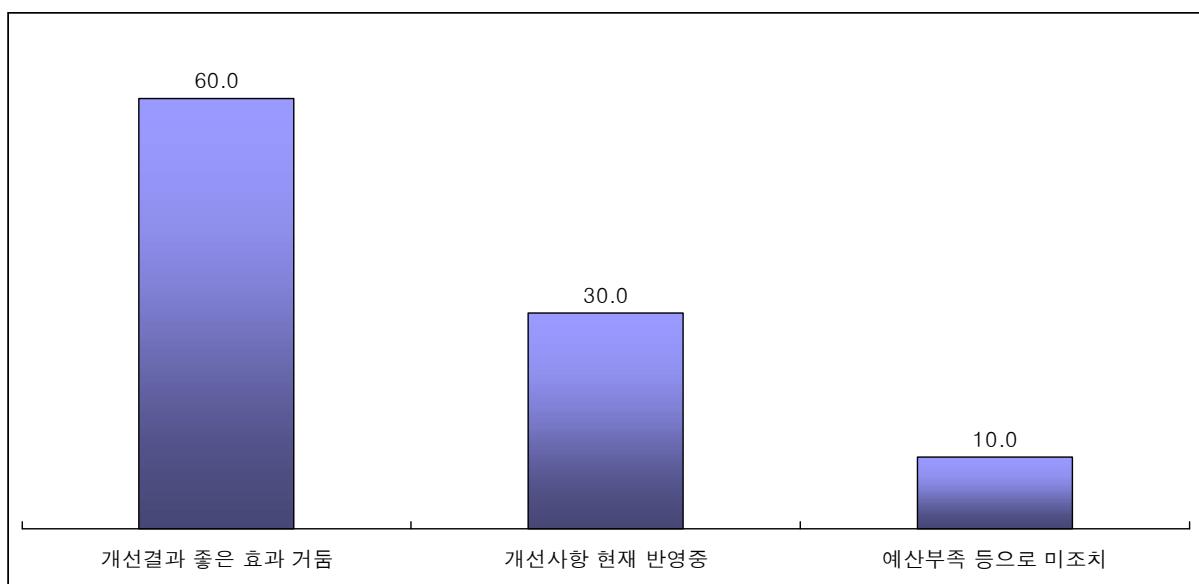
구분	있다		없다		합계		
	빈도(명)	비율(%)	빈도(명)	비율(%)	빈도(명)	비율(%)	
♣전체♣	20	71.4	8	28.6	28	100.0	
기술지원 수행기관	한국수자원공사	5	83.3	1	16.7	6	100.0
	상하수도협회	4	50.0	4	50.0	8	100.0
	환경관리공단	11	78.6	3	21.4	14	100.0

## ③-6

## 기술지원보고서 개선사항의 조치 결과

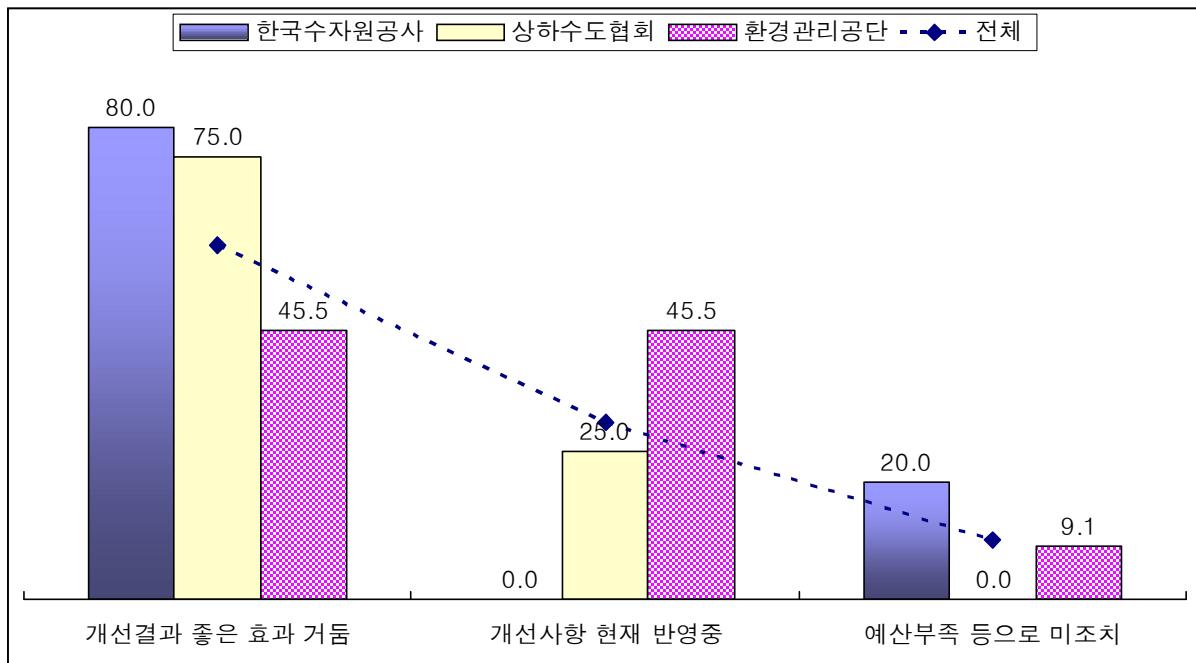
- 기술지원보고서를 읽어 본 경험이 있는 응답자 20명만을 대상으로 기술지원보고서에 제시된 개선사항에 대한 조치결과를 조사한 결과 '개선결과 좋은 효과 거둠'이 60.0%로 가장 높은 비율을 차지하고 있는 것으로 나타났음(<그림 3-21> 참조)
  - 다음으로, '개선사항 현재 반영중(30.0%)', '예산부족 등으로 미조치(10.0%)'의 순으로 높게 나타남

&lt;그림 3-21&gt; 기술지원보고서 개선사항의 조치 결과(N=20)



- ‘기술지원보고서 개선사항 조치 결과’를 기술지원 수행기관별로 살펴보면, 한국수자원공사에서 기술지원을 받은 시설은 ‘개선결과 좋은 효과 거둠(80.0%)’이 차지하는 비율이 상대적으로 높게 나타남(<그림 3-22> 및 <표 3-8> 참조)

&lt;그림 3-22&gt; 기술지원보고서 개선사항 조치 결과 : 기술지원 수행기관별



&lt;표 3-8&gt; 기술지원보고서 개선사항 조치 결과 : 기술지원 수행기관별

구분	개선결과 좋은 효과 거둠		개선사항 현재 반영중		예산부족 등으로 미조치		합계		
	빈도 (명)	비율(%)	빈도 (명)	비율(%)	빈도 (명)	비율(%)	빈도 (명)	비율(%)	
♣전체♣	12	60.0	6	30.0	2	10.0	20	100.0	
기술지원 수행기관	한국수자원공사	4	80.0	-	-	1	20.0	5	100.0
	상하수도협회	3	75.0	1	25.0	-	-	4	100.0
	환경관리공단	5	45.5	5	45.5	1	9.1	11	100.0

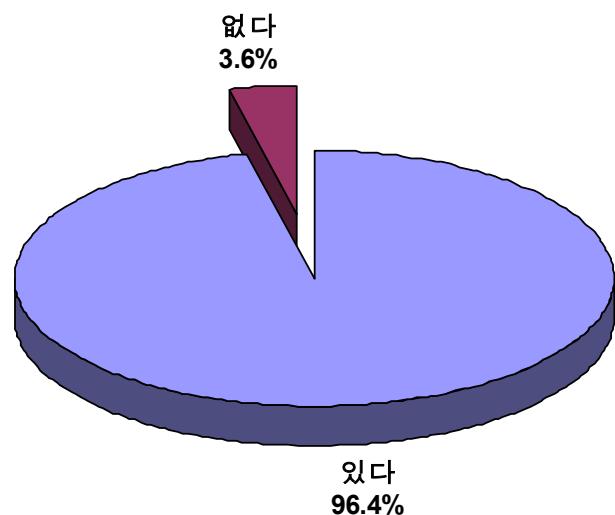
## ③-7

## 기술지원을 계속 받을 의사

● 기술지원을 계속 받을 의사에 대한 조사결과, '있다'가 96.4%라는 압도적 비율로 기술지원을 계속 희망하고 있는 것으로 조사되었음(<그림 3-23> 참조)

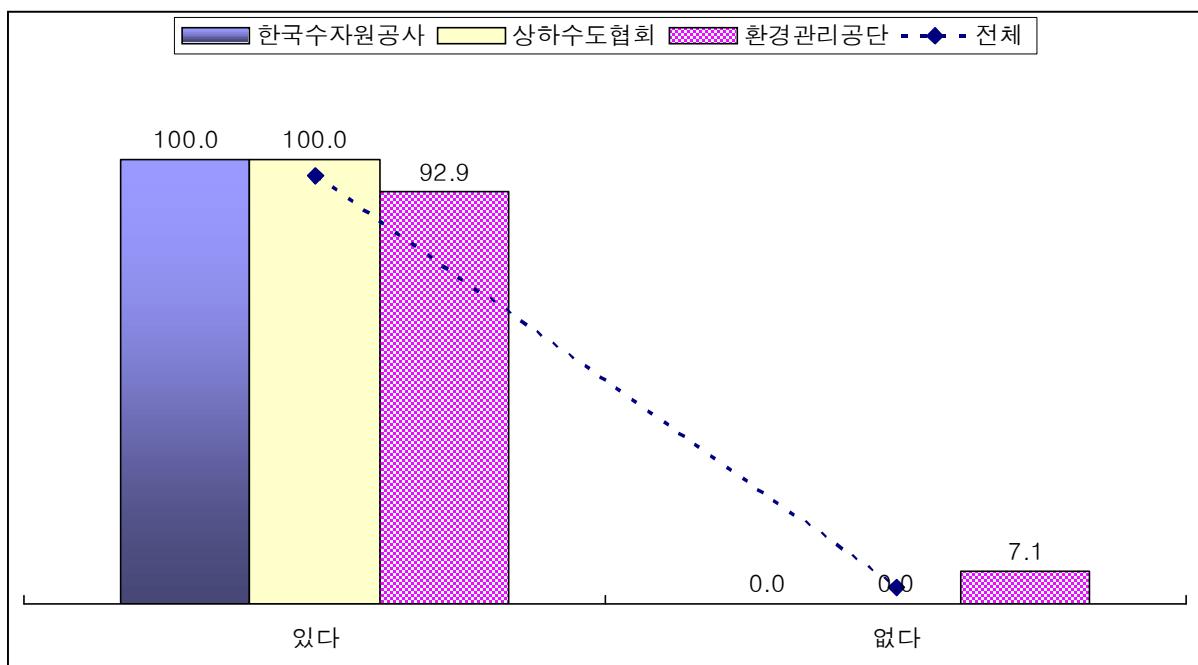
- 이는 지방자치단체 및 군부대의 상수도 업무에 매우 긍정적인 효과와 역할을 하고 있는 것으로 해석할 수 있음

<그림 3-23> 기술지원을 계속 받을 의사(N=28)



- ‘기술지원을 계속 받을 의사’를 기술지원 수행기관별로 살펴보면, 한국수자원공사와 상하수도협회에서 기술지원을 받은 시설은 ‘있다’가 100%로 나타남(<그림 3-24> 및 <표 3-9> 참조)

&lt;그림 3-24&gt; 기술지원을 계속 받을 의사 : 기술지원 수행기관별



&lt;표 3-9&gt; 기술지원을 계속 받을 의사 : 기술지원 수행기관별

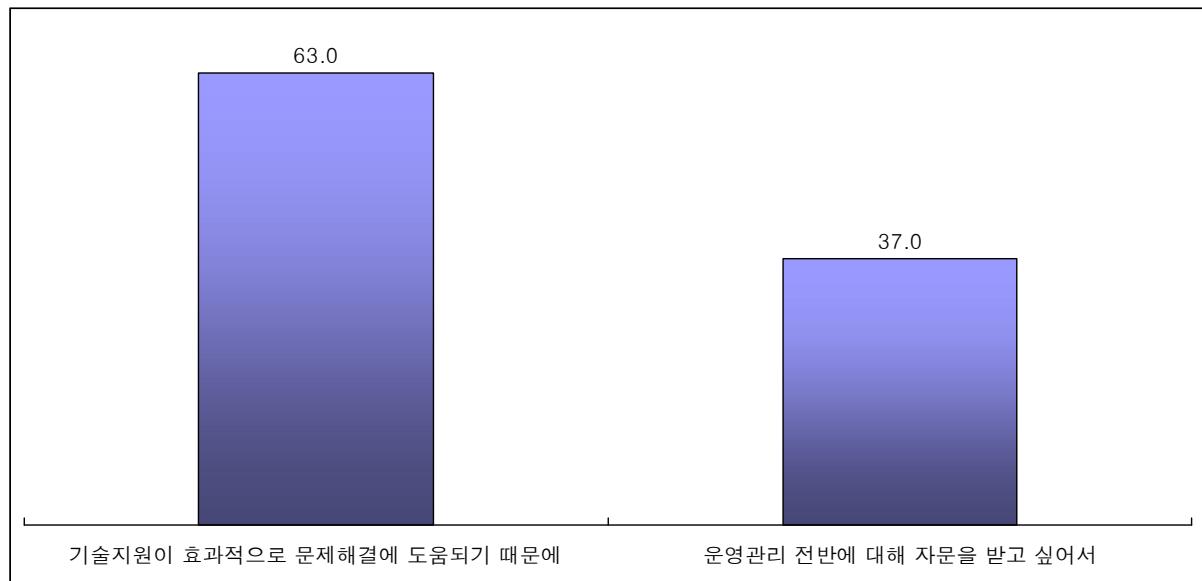
구분	있다		없다		합계		
	빈도(명)	비율(%)	빈도(명)	비율(%)	빈도(명)	비율(%)	
♣전체♣	27	96.4	1	3.6	28	100.0	
기술지원 수행기관	한국수자원공사	6	100.0	-	-	6	100.0
	상하수도협회	8	100.0	-	-	8	100.0
	환경관리공단	13	92.9	1	7.1	14	100.0

## ③-8

## 계속 기술지원을 희망하는 이유

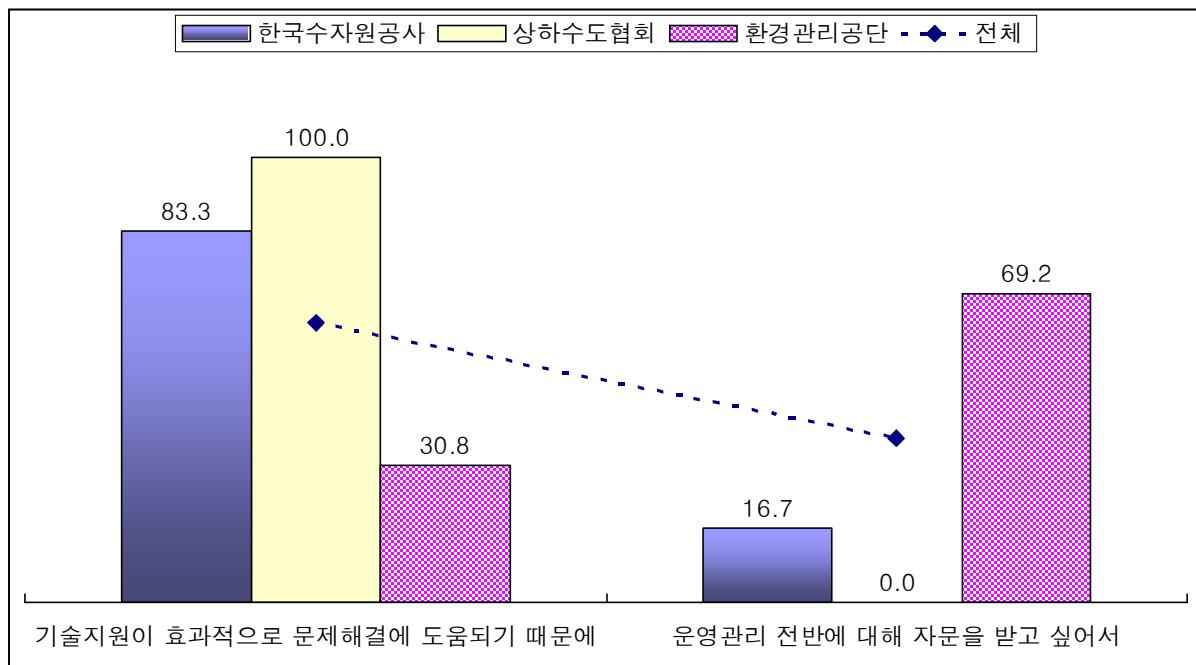
- 계속 기술지원을 희망하는 27명만을 대상으로 그 이유를 조사한 결과, '기술지원이 효과적으로 문제해결에 도움 되기 때문에'가 63.0%, '운영관리 전반에 대해 자문을 받고 싶어서'가 37.0%로 나타났음(<그림 3-25> 참조)
  - 이와 같은 조사결과는 기술지원사업이 지방상수도 운영 및 관리에 필요한 자문과 문제해결에 매우 도움이 되고 있음을 시사해 주고 있음

&lt;그림 3-25&gt; 계속 기술지원을 희망하는 이유(N=27)



- '계속 기술지원을 희망하는 이유'를 기술지원 수행기관별로 살펴보면, 상하수도협회에서 기술지원을 받은 시설은 '기술지원이 효과적으로 문제해결에 도움 되기 때문에(100.0%)'가 차지하는 비율이 상대적으로 높게 나타남(<그림 3-26> 및 <표 3-10> 참조)

&lt;그림 3-26&gt; 계속 기술지원을 희망하는 이유 : 기술지원 수행기관별



&lt;표 3-10&gt; 계속 기술지원을 희망하는 이유 : 기술지원 수행기관별

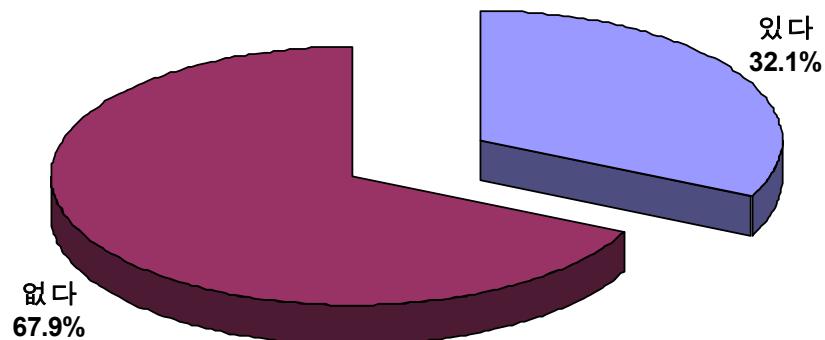
구분	기술지원이 효과적으로 문제해결에 도움 되기 때문에		운영관리 전반에 대해 자문을 받고 싶어서		합계		
	빈도(명)	비율(%)	빈도(명)	비율(%)	빈도(명)	비율(%)	
♣전체♣	17	63.0	10	37.0	27	100.0	
기술지원 수행기관	한국수자원공사	5	83.3	1	16.7	6	100.0
	상하수도협회	8	100.0	-	-	8	100.0
	환경관리공단	4	30.8	9	69.2	13	100.0

③-9

## 기술지원 추가 문의 및 요청 여부

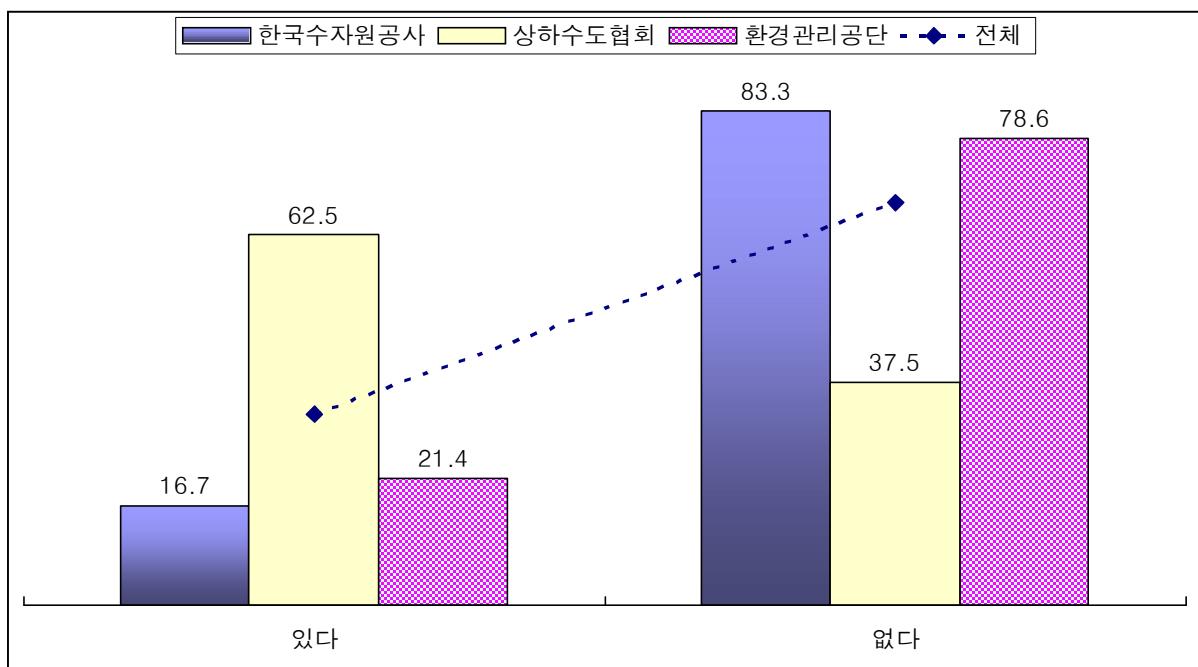
- 기술지원 이후 기술지원 결과 및 기타 문제를 해결하기 위해 기술지원기관에 문의 및 추가 기술요청을 했는지에 대해서는 전체 응답자의 67.9%가 '없다'에 응답해 '있다(32.1%)' 보다 높게 나타났음(<그림 3-27> 참조)

&lt;그림 3-27&gt; 기술지원 추가 문의 및 요청 여부(N=28)



- '기술지원 추가 문의 및 요청 여부'를 기술지원 수행기관별로 살펴보면, 한국수자원공사에서 기술지원을 받은 시설은 '없다(83.3%)'가 차지하는 비율이 상대적으로 높게 나타남(<그림 3-28> 및 <표 3-11> 참조)

&lt;그림 3-28&gt; 기술지원 추가 문의 및 요청 여부 : 기술지원 수행기관별



&lt;표 3-11&gt; 기술지원 추가 문의 및 요청 여부 : 기술지원 수행기관별

구분	있다		없다		합계		
	빈도(명)	비율(%)	빈도(명)	비율(%)	빈도(명)	비율(%)	
♣전체♣	9	32.1	19	67.9	28	100.0	
기술지원 수행기관	한국수자원공사	1	16.7	5	83.3	6	100.0
	상하수도협회	5	62.5	3	37.5	8	100.0
	환경관리공단	3	21.4	11	78.6	14	100.0

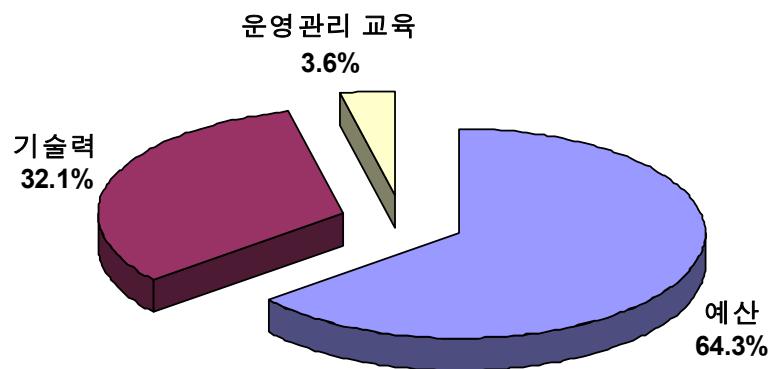
## ③-10

## 정수시설의 효율적인 운영을 위한 중요 사항

- 정수시설의 효율적인 운영을 위한 중요 사항에 대해 조사한 결과, '예산'이 64.3%로 가장 높고 다음으로, '기술력(32.1%)', '운영관리 교육(3.6%)'의 순으로 나타났음 (<그림 3-29> 참조)

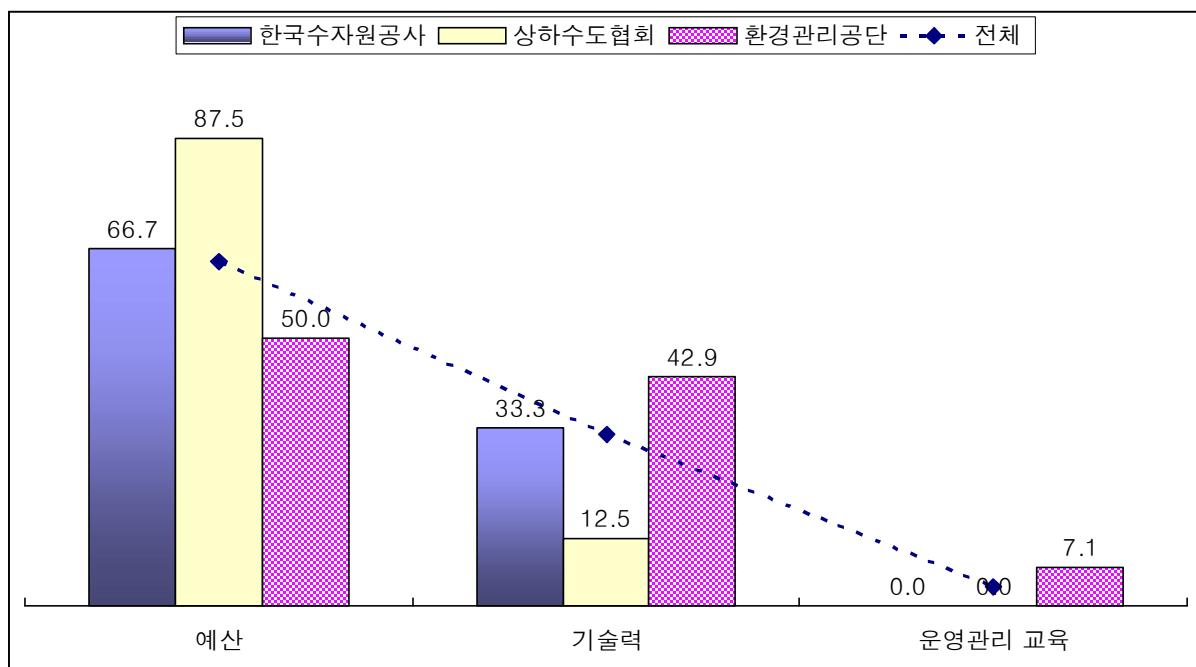
- 따라서, 효율적 정수시설 운영을 위해 예산 확보가 가장 중요한 문제로 인식되고 있는데 '기술력'도 비교적 중요하게 인식되고 있음을 알 수 있음

<그림 3-29> 효율적 정수시설 운영을 위해 중요한 사항(N=28)



- ‘정수시설의 효율적인 운영을 위한 중요 사항’을 기술지원 수행기관별로 살펴보면, 상하수도협회에서 기술지원을 받은 시설은 ‘예산(87.5%)’이 차지하는 비율이 상대적으로 높게 나타남(<그림 3-30> 및 <표 3-12> 참조)

&lt;그림 3-30&gt; 정수시설의 효율적인 운영을 위한 중요 사항 : 기술지원 수행기관별



&lt;표 3-12&gt; 정수시설의 효율적인 운영을 위한 중요 사항 : 기술지원 수행기관별

구분	예산		기술력		운영관리 교육		합계		
	빈도(명)	비율(%)	빈도(명)	비율(%)	빈도(명)	비율(%)	빈도(명)	비율(%)	
♣전체♣	18	64.3	9	32.1	1	3.6	28	100.0	
기술지원 수행기관	한국수자원공사	4	66.7	2	33.3	-	-	6	100.0
	상하수도협회	7	87.5	1	12.5	-	-	8	100.0
	환경관리공단	7	50.0	6	42.9	1	7.1	14	100.0

## 3-11

## 고객의 소리(VOC : Voice of Customer)

- 기술지원사업의 효과성 제고를 위한 개선방안이나 제안으로는 모두 6건의 의견이 제시되었는데, 구체적인 내용을 살펴보면 <표 3-13>과 같음

&lt;표 3-13&gt; 고객의 소리

## 고객의 소리

- 시설투자를 좀 많이 해 주세요.
- 기술지원 소요기간이 너무 촉박하다. 좀 여유 있게 일하시면 좋겠다.
- 시설에 대한 예산을 좀 주세요.
- 이론보다 현장 경험(상수도 관리)이 있는 사람이 나와서 지원을 해주시면 담당자가 배울 점이 많아 좋을 것 같다
- 기술지원으로 오시는 직원의 경력이 (상-오래된 분, 중, 하) 골고루 해서 오시면 좋겠다.
- 전문성이 우리들보다 뛰어나기 때문에 환경관리공단에 우리도 가서 교육을 받았으면 한다.

## 제4장 조사결과 시사점

---

## 제4장 조사결과 시사점

- 본 조사를 통해 한국수자원공사, 상하수도협회, 환경관리공단 3개 기관에서 추진하고 있는 지방상수도 기술지원의 서비스 만족도를 외부의 조사전문기관에 의뢰해 외부고객의 시각에서 객관적으로 평가한 고객만족도 조사라는데 의의가 있음
- 2009년 지방상수도 기술지원 고객만족도 조사결과를 바탕으로 고객만족도지수를 산출한 결과, 100점 만점 기준 "92.8점"으로 나타나 매우 높은 만족도 수준을 보이고 있는 것으로 나타났음
  - 기술지원을 수행한 기관별로 고객만족도지수를 산출한 결과 또한, 모두 90점대 이상의 높은 만족수준을 보이고 있어, 상수도 기술지원서비스를 실시하고 있는 수행기관에 대한 만족도가 매우 높은 것을 보여주고 있음
  - 이는 당 기관이 수행한 타 민간 및 공공기관들의 일반적인 고객만족도 평가점수와 비교해도 다소 높은 수준인 것으로 평가됨
  - 따라서, 기술지원사업이 지방상수도 운영 및 관리에 필요한 자문과 문제해결에 매우 도움이 되고 있음을 시사해 주고 있음
- 기술지원 후 기술지원보고서에 제시된 개선사항의 조치 결과에 대해서는 '개선결과 좋은 효과 거둠(60.0%)', '개선사항 현재 반영중(30.0%)', '예산부족 등으로 미조치(10.0%)' 등 긍정적인 응답률이 100%로 나타나, 기술지원보고서가 지방상수도 운영 및 관리에 도움을 주고 있는 것을 알 수 있음

- 기술지원을 계속 받을 의사에 대해서는 전체 응답자 중 96.4%라는 압도적 비율로 기술지원을 계속 희망하고 있는 것으로 조사되어, 지방자치단체 및 군부대의 상수도 업무에 매우 긍정적인 효과와 역할을 하고 있는 것으로 해석할 수 있음
  - 한편, 계속 기술지원을 희망하는 이유로는 '기술지원이 효과적으로 문제해결에 도움 되기 때문에(63.0%)'와 '운영관리 전반에 대해 자문을 받고 싶어서(37.0%)'로 조사되었음
  
- 정수시설의 효율적인 운영을 위한 중요 사항으로는 '예산'이 64.3%, '기술력'이 32.1%로 나타나, 예산 확보가 가장 중요한 사항인 것으로 조사되었음
  - 따라서 예산 및 기술력 부족으로 어려움을 겪고 있는 중·소규모 지방상수도 및 군부대 정수시설을 대상으로 실시되고 있는 기술지원 서비스는 지방상수도 운영에 도움을 주는 등의 긍정적 효과를 거두고 있으며 지방상수도 업무 담당자들로부터 높은 만족도를 평가받고 있는 것을 시사해 주고 있음

## 제5장 부 록

---

① 응답자특성별 교차분석표

② 조사표

## 제5장 부 록

## ① 응답자특성별 교차분석표

## ①-1. 평가항목별 만족도 점수(100점 만점)

구분		응답자 수(명)	직원의 친절도	직원의 전문성	기술지원 기관의 기술력	기술지원 사후관리	전반적 만족도
<b>♣전체♣</b>		28	93.9	92.6	90.0	96.7	92.5
기술지원 수행기관	한국수자원공사	6	95.0	95.0	90.0	100.0	91.7
	상하수도협회	8	96.3	92.5	92.5	100.0	96.3
	환경관리공단	14	92.1	91.5	88.5	90.0	90.7
상수도 근무기간	1년 미만	5	98.0	98.0	96.0	100.0	98.0
	1~3년 미만	7	92.9	88.6	88.6	100.0	92.9
	3~5년 미만	2	95.0	90.0	80.0	.	95.0
	5년 이상	14	92.9	92.9	89.3	95.0	90.0
근무 부서	정수장	7	91.4	92.9	90.0	100.0	90.0
	시·군청	14	95.7	91.5	88.5	.	92.9
	군부대 정수시설	7	92.9	94.3	92.9	95.0	94.3
현부서 근무기간	1년 미만	6	96.7	96.7	93.3	100.0	96.7
	1~3년 미만	10	93.0	89.0	87.0	100.0	91.0
	3~5년 미만	2	95.0	90.0	70.0	.	85.0
	5년 이상	10	93.0	94.0	93.0	95.0	93.0
전공분야	행정	3	90.0	93.3	80.0	100.0	83.3
	토목	12	96.7	94.2	94.2	98.0	96.7
	기계	2	90.0	90.0	85.0	.	90.0
	전기	3	100.0	93.3	93.3	.	93.3
	화공	3	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	환경	4	85.0	87.5	82.5	90.0	87.5
	기타	1	80.0	80.0	80.0	.	70.0
근무지 권역	서울	1	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	강원	9	91.1	92.2	85.6	100.0	87.8
	충남	3	96.7	96.7	96.7	100.0	96.7
	전북	5	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	경북	3	90.0	80.0	80.0	.	90.0
	경남	6	91.7	90.0	88.3	85.0	90.0
	제주	1	100.0	100.0	100.0	.	100.0

## 1-2. 기술지원을 받게 된 경로

구분	환경부의 추천		한국수자원 공사에 자체 신청		상하수도협 회에 자체 신청		환경관리공 단에 자체 신청		잘 모름		합계		
	빈도 (명)	비율 (%)	빈도 (명)	비율 (%)	빈도 (명)	비율 (%)	빈도 (명)	비율 (%)	빈도 (명)	비율 (%)	빈도 (명)	비율 (%)	
♣전체♣	18	64.3	3	10.7	4	14.3	2	7.1	1	3.6	28	100.0	
기술지원 수행기관	한국수자원공사	3	50.0	3	50.0	-	-	-	-	-	6	100.0	
	상하수도협회	4	50.0	-	-	4	50.0	-	-	-	8	100.0	
	환경관리공단	11	78.6	-	-	-	-	2	14.3	1	7.1	14	100.0
상수도 근무기간	1년 미만	2	40.0	2	40.0	1	20.0	-	-	-	-	5	100.0
	1-3년 미만	3	42.9	1	14.3	3	42.9	-	-	-	-	7	100.0
	3-5년 미만	1	50.0	-	-	-	-	-	-	1	50.0	2	100.0
	5년 이상	12	85.7	-	-	-	-	2	14.3	-	-	14	100.0
근무 부서	정수장	4	57.1	1	14.3	-	-	2	28.6	-	-	7	100.0
	시·군청	8	57.1	2	14.3	3	21.4	-	-	1	7.1	14	100.0
	군부대 정수시설	6	85.7	-	-	1	14.3	-	-	-	-	7	100.0
현부서 근무기간	1년 미만	2	33.3	2	33.3	1	16.7	-	-	1	16.7	6	100.0
	1-3년 미만	6	60.0	1	10.0	3	30.0	-	-	-	-	10	100.0
	3-5년 미만	2	100.0	-	-	-	-	-	-	-	-	2	100.0
	5년 이상	8	80.0	-	-	-	-	2	20.0	-	-	10	100.0
전공분야	행정	2	66.7	-	-	-	-	1	33.3	-	-	3	100.0
	토목	6	50.0	2	16.7	4	33.3	-	-	-	-	12	100.0
	기계	2	100.0	-	-	-	-	-	-	-	-	2	100.0
	전기	3	100.0	-	-	-	-	-	-	-	-	3	100.0
	화공	3	100.0	-	-	-	-	-	-	-	-	3	100.0
	환경	2	50.0	1	25.0	-	-	-	-	1	25.0	4	100.0
	기타	-	-	-	-	-	-	1	100.0	-	-	1	100.0
근무지 권역	서울	-	-	-	-	1	100.0	-	-	-	-	1	100.0
	강원	7	77.8	-	-	-	-	1	11.1	1	11.1	9	100.0
	충남	-	-	3	100.0	-	-	-	-	-	-	3	100.0
	전북	4	80.0	-	-	-	-	1	20.0	-	-	5	100.0
	경북	-	-	-	-	3	100.0	-	-	-	-	3	100.0
	경남	6	100.0	-	-	-	-	-	-	-	-	6	100.0
	제주	1	100.0	-	-	-	-	-	-	-	-	1	100.0

## [1]-3. 기술지원 인력 규모

구분	1명		2명		3명		4명 이상		잘 모름		합계		
	빈도 (명)	비율 (%)											
♣전체♣	1	3.6	4	14.3	3	10.7	19	67.9	1	3.6	28	100.0	
기술지원 수행기관	한국수자원공사	-	-	-	1	16.7	4	66.7	1	16.7	6	100.0	
	상하수도협회	1	12.5	4	50.0	-	-	3	37.5	-	-	8	100.0
	환경관리공단	-	-	-	-	2	14.3	12	85.7	-	-	14	100.0
상수도 근무기간	1년 미만	1	20.0	1	20.0	-	-	2	40.0	1	20.0	5	100.0
	1-3년 미만	-	-	-	1	14.3	6	85.7	-	-	7	100.0	
	3-5년 미만	-	-	-	-	-	2	100.0	-	-	2	100.0	
	5년 이상	-	-	3	21.4	2	14.3	9	64.3	-	-	14	100.0
근무 부서	정수장	-	-	1	14.3	-	-	6	85.7	-	-	7	100.0
	시·군청	-	-	-	-	3	21.4	10	71.4	1	7.1	14	100.0
	군부대 정수시설	1	14.3	3	42.9	-	-	3	42.9	-	-	7	100.0
현부서 근무기간	1년 미만	1	16.7	1	16.7	-	-	3	50.0	1	16.7	6	100.0
	1-3년 미만	-	-	-	3	30.0	7	70.0	-	-	10	100.0	
	3-5년 미만	-	-	-	-	-	2	100.0	-	-	2	100.0	
	5년 이상	-	-	3	30.0	-	-	7	70.0	-	-	10	100.0
전공분야	행정	-	-	-	-	-	-	3	100.0	-	-	3	100.0
	토목	1	8.3	3	25.0	1	8.3	7	58.3	-	-	12	100.0
	기계	-	-	-	-	-	-	1	50.0	1	50.0	2	100.0
	전기	-	-	-	-	2	66.7	1	33.3	-	-	3	100.0
	화공	-	-	1	33.3	-	-	2	66.7	-	-	3	100.0
	환경	-	-	-	-	-	-	4	100.0	-	-	4	100.0
	기타	-	-	-	-	-	-	1	100.0	-	-	1	100.0
근무지 권역	서울	1	100.0	-	-	-	-	-	-	-	-	1	100.0
	강원	-	-	3	33.3	-	-	5	55.6	1	11.1	9	100.0
	충남	-	-	-	-	-	-	3	100.0	-	-	3	100.0
	전북	-	-	1	20.0	-	-	4	80.0	-	-	5	100.0
	경북	-	-	-	-	-	-	3	100.0	-	-	3	100.0
	경남	-	-	-	-	3	50.0	3	50.0	-	-	6	100.0
	제주	-	-	-	-	-	-	1	100.0	-	-	1	100.0

## [1]-4. 기술지원 소요 기간

구분	1일		2일		3일		4일 이상		잘 모름		합계		
	빈도 (명)	비율 (%)											
♣전체♣	1	3.6	5	17.9	2	7.1	19	67.9	1	3.6	28	100.0	
기술지원 수행기관	한국수자원공사	-	-	-	2	33.3	3	50.0	1	16.7	6	100.0	
	상하수도협회	-	-	3	37.5	-	5	62.5	-	-	8	100.0	
	환경관리공단	1	7.1	2	14.3	-	11	78.6	-	-	14	100.0	
상수도 근무기간	1년 미만	-	-	-	-	-	4	80.0	1	20.0	5	100.0	
	1-3년 미만	-	-	1	14.3	1	14.3	5	71.4	-	-	7	100.0
	3-5년 미만	-	-	1	50.0	-	-	1	50.0	-	-	2	100.0
	5년 이상	1	7.1	3	21.4	1	7.1	9	64.3	-	-	14	100.0
근무 부서	정수장	1	14.3	1	14.3	-	-	5	71.4	-	-	7	100.0
	시·군청	-	-	1	7.1	2	14.3	10	71.4	1	7.1	14	100.0
	군부대 정수시설	-	-	3	42.9	-	-	4	57.1	-	-	7	100.0
현부서 근무기간	1년 미만	-	-	-	-	-	5	83.3	1	16.7	6	100.0	
	1-3년 미만	-	-	1	10.0	1	10.0	8	80.0	-	-	10	100.0
	3-5년 미만	-	-	1	50.0	1	50.0	-	-	-	-	2	100.0
	5년 이상	1	10.0	3	30.0	-	-	6	60.0	-	-	10	100.0
전공분야	행정	-	-	-	-	1	33.3	2	66.7	-	-	3	100.0
	토목	-	-	3	25.0	1	8.3	8	66.7	-	-	12	100.0
	기계	-	-	1	50.0	-	-	-	-	1	50.0	2	100.0
	전기	-	-	-	-	-	-	3	100.0	-	-	3	100.0
	화공	-	-	1	33.3	-	-	2	66.7	-	-	3	100.0
	환경	-	-	-	-	-	-	4	100.0	-	-	4	100.0
	기타	1	100.0	-	-	-	-	-	-	-	-	1	100.0
근무지 권역	서울	-	-	-	-	-	-	1	100.0	-	-	1	100.0
	강원	1	11.1	4	44.4	1	11.1	2	22.2	1	11.1	9	100.0
	충남	-	-	-	-	-	-	3	100.0	-	-	3	100.0
	전북	-	-	1	20.0	-	-	4	80.0	-	-	5	100.0
	경북	-	-	-	-	-	-	3	100.0	-	-	3	100.0
	경남	-	-	-	-	1	16.7	5	83.3	-	-	6	100.0
	제주	-	-	-	-	-	-	1	100.0	-	-	1	100.0

## [1]-5. 기술지원 인력 형태

구분	소속 직원		소속 직원 + 대행업체 직원		잘 모름		합계		
	빈도(명)	비율(%)	빈도(명)	비율(%)	빈도(명)	비율(%)	빈도(명)	비율(%)	
♣전체♣	23	82.1	4	14.3	1	3.6	28	100.0	
기술지원 수행기관	한국수자원공사	6	100.0	-	-	-	6	100.0	
	상하수도협회	5	62.5	3	37.5	-	8	100.0	
	환경관리공단	12	85.7	1	7.1	1	14	100.0	
상수도 근무기간	1년 미만	5	100.0	-	-	-	5	100.0	
	1-3년 미만	3	42.9	4	57.1	-	7	100.0	
	3-5년 미만	2	100.0	-	-	-	2	100.0	
	5년 이상	13	92.9	-	-	1	14	100.0	
근무 부서	정수장	6	85.7	-	-	1	14.3	7	100.0
	시·군청	10	71.4	4	28.6	-	14	100.0	
	군부대 정수시설	7	100.0	-	-	-	7	100.0	
현부서 근무기간	1년 미만	6	100.0	-	-	-	6	100.0	
	1-3년 미만	5	50.0	4	40.0	1	10.0	10	100.0
	3-5년 미만	2	100.0	-	-	-	2	100.0	
	5년 이상	10	100.0	-	-	-	10	100.0	
전공분야	행정	2	66.7	-	-	1	33.3	3	100.0
	토목	8	66.7	4	33.3	-	12	100.0	
	기계	2	100.0	-	-	-	2	100.0	
	전기	3	100.0	-	-	-	3	100.0	
	화공	3	100.0	-	-	-	3	100.0	
	환경	4	100.0	-	-	-	4	100.0	
	기타	1	100.0	-	-	-	1	100.0	
근무지 권역	서울	1	100.0	-	-	-	1	100.0	
	강원	8	88.9	-	-	1	11.1	9	100.0
	충남	3	100.0	-	-	-	3	100.0	
	전북	4	80.0	1	20.0	-	5	100.0	
	경북	-	-	3	100.0	-	3	100.0	
	경남	6	100.0	-	-	-	6	100.0	
	제주	1	100.0	-	-	-	1	100.0	

## [1]-6. 기술지원보고서를 읽었는지 여부

구분	있다		없다		합계	
	빈도(명)	비율(%)	빈도(명)	비율(%)	빈도(명)	비율(%)
<b>♣전체♣</b>	20	71.4	8	28.6	28	100.0
기술지원 수행기관	한국수자원공사	5	83.3	1	16.7	6
	상하수도협회	4	50.0	4	50.0	8
	환경관리공단	11	78.6	3	21.4	14
상수도 근무기간	1년 미만	3	60.0	2	40.0	5
	1-3년 미만	4	57.1	3	42.9	7
	3-5년 미만	2	100.0	-	-	2
	5년 이상	11	78.6	3	21.4	14
근무 부서	정수장	6	85.7	1	14.3	7
	시·군청	8	57.1	6	42.9	14
	군부대 정수시설	6	85.7	1	14.3	7
현부서 근무기간	1년 미만	4	66.7	2	33.3	6
	1-3년 미만	5	50.0	5	50.0	10
	3-5년 미만	2	100.0	-	-	2
	5년 이상	9	90.0	1	10.0	10
전공분야	행정	3	100.0	-	-	3
	토목	8	66.7	4	33.3	12
	기계	1	50.0	1	50.0	2
	전기	1	33.3	2	66.7	3
	화공	3	100.0	-	-	3
	환경	4	100.0	-	-	4
	기타	-	-	1	100.0	1
근무지 권역	서울	-	-	1	100.0	1
	강원	7	77.8	2	22.2	9
	충남	3	100.0	-	-	3
	전북	5	100.0	-	-	5
	경북	-	-	3	100.0	3
	경남	4	66.7	2	33.3	6
	제주	1	100.0	-	-	1
						100.0

## [1]-7. 기술지원보고서 개선사항 조치 결과

구분	개선결과 좋은 효과 거둔		개선사항 현재 반영중		예산부족 등으로 미조치		합계	
	빈도 (명)	비율(%)	빈도 (명)	비율(%)	빈도 (명)	비율(%)	빈도 (명)	비율(%)
♣전체♣	12	60.0	6	30.0	2	10.0	20	100.0
기술지원 수행기관	한국수자원공사	4	80.0	-	-	1	20.0	5
	상하수도협회	3	75.0	1	25.0	-	-	4
	환경관리공단	5	45.5	5	45.5	1	9.1	11
상수도 근무기간	1년 미만	2	66.7	1	33.3	-	-	3
	1-3년 미만	2	50.0	1	25.0	1	25.0	4
	3-5년 미만	1	50.0	-	-	1	50.0	2
	5년 이상	7	63.6	4	36.4	-	-	11
근무 부서	정수장	3	50.0	3	50.0	-	-	6
	시·군청	4	50.0	2	25.0	2	25.0	8
	군부대 정수시설	5	83.3	1	16.7	-	-	6
현부서 근무기간	1년 미만	3	75.0	1	25.0	-	-	4
	1-3년 미만	3	60.0	1	20.0	1	20.0	5
	3-5년 미만	1	50.0	-	-	1	50.0	2
	5년 이상	5	55.6	4	44.4	-	-	9
전공분야	행정	2	66.7	1	33.3	-	-	3
	토목	5	62.5	2	25.0	1	12.5	8
	기계	1	100.0	-	-	-	-	1
	전기	-	-	1	100.0	-	-	1
	화공	-	-	2	66.7	1	33.3	3
	환경	4	100.0	-	-	-	-	4
근무지 권역	강원	7	100.0	-	-	-	-	7
	충남	3	100.0	-	-	-	-	3
	전북	-	-	4	80.0	1	20.0	5
	경남	2	50.0	1	25.0	1	25.0	4
	제주	-	-	1	100.0	-	-	1

## [1]-8. 기술지원을 계속 받을 의사

구분	있다		없다		합계		
	반도(명)	비율(%)	반도(명)	비율(%)	반도(명)	비율(%)	
<b>♣전체♣</b>	27	96.4	1	3.6	28	100.0	
기술지원 수행기관	한국수자원공사	6	100.0	-	-	6	100.0
	상하수도협회	8	100.0	-	-	8	100.0
	환경관리공단	13	92.9	1	7.1	14	100.0
상수도 근무기간	1년 미만	5	100.0	-	-	5	100.0
	1-3년 미만	7	100.0	-	-	7	100.0
	3-5년 미만	2	100.0	-	-	2	100.0
	5년 이상	13	92.9	1	7.1	14	100.0
근무 부서	정수장	6	85.7	1	14.3	7	100.0
	시·군청	14	100.0	-	-	14	100.0
	군부대 정수시설	7	100.0	-	-	7	100.0
현부서 근무기간	1년 미만	6	100.0	-	-	6	100.0
	1-3년 미만	10	100.0	-	-	10	100.0
	3-5년 미만	2	100.0	-	-	2	100.0
	5년 이상	9	90.0	1	10.0	10	100.0
전공분야	행정	3	100.0	-	-	3	100.0
	토목	12	100.0	-	-	12	100.0
	기계	2	100.0	-	-	2	100.0
	전기	3	100.0	-	-	3	100.0
	화공	3	100.0	-	-	3	100.0
	환경	4	100.0	-	-	4	100.0
	기타	-	-	1	100.0	1	100.0
근무지 권역	서울	1	100.0	-	-	1	100.0
	강원	8	88.9	1	11.1	9	100.0
	충남	3	100.0	-	-	3	100.0
	전북	5	100.0	-	-	5	100.0
	경북	3	100.0	-	-	3	100.0
	경남	6	100.0	-	-	6	100.0
	제주	1	100.0	-	-	1	100.0

## [1]-9. 계속 기술지원 받기를 원하는 이유

구분	기술지원이 효과적으로 문제해결에 도움되기 때문에		운영관리 전반에 대해 자문을 받고 싶어서		합계	
	빈도(명)	비율(%)	빈도(명)	비율(%)	빈도(명)	비율(%)
<b>♣전체♣</b>	17	63.0	10	37.0	27	100.0
기술지원 수행기관	한국수자원공사	5	83.3	1	16.7	6
	상하수도협회	8	100.0	-	-	8
	환경관리공단	4	30.8	9	69.2	13
상수도 근무기간	1년 미만	5	100.0	-	-	5
	1-3년 미만	6	85.7	1	14.3	7
	3-5년 미만	-	-	2	100.0	2
	5년 이상	6	46.2	7	53.8	13
근무 부서	정수장	3	50.0	3	50.0	6
	시·군청	8	57.1	6	42.9	14
	군부대 정수시설	6	85.7	1	14.3	7
현부서 근무기간	1년 미만	5	83.3	1	16.7	6
	1-3년 미만	6	60.0	4	40.0	10
	3-5년 미만	1	50.0	1	50.0	2
	5년 이상	5	55.6	4	44.4	9
전공분야	행정	1	33.3	2	66.7	3
	토목	11	91.7	1	8.3	12
	기계	2	100.0	-	-	2
	전기	-	-	3	100.0	3
	화공	1	33.3	2	66.7	3
	환경	2	50.0	2	50.0	4
근무지 권역	서울	1	100.0	-	-	1
	강원	6	75.0	2	25.0	8
	충남	3	100.0	-	-	3
	전북	2	40.0	3	60.0	5
	경북	3	100.0	-	-	3
	경남	2	33.3	4	66.7	6
	제주	-	-	1	100.0	1

## [1]-10. 기술지원 추가 문의 및 기술지원 요청 여부

구분	있다		없다		합계	
	빈도(명)	비율(%)	빈도(명)	비율(%)	빈도(명)	비율(%)
<b>♣전체♣</b>	<b>9</b>	<b>32.1</b>	<b>19</b>	<b>67.9</b>	<b>28</b>	<b>100.0</b>
기술지원 수행기관	한국수자원공사	1	16.7	5	83.3	6
	상하수도협회	5	62.5	3	37.5	8
	환경관리공단	3	21.4	11	78.6	14
상수도 근무기간	1년 미만	2	40.0	3	60.0	5
	1-3년 미만	1	14.3	6	85.7	7
	3-5년 미만	-	-	2	100.0	2
	5년 이상	6	42.9	8	57.1	14
근무 부서	정수장	3	42.9	4	57.1	7
	시·군청	-	-	14	100.0	14
	군부대 정수시설	6	85.7	1	14.3	7
현부서 근무기간	1년 미만	2	33.3	4	66.7	6
	1-3년 미만	1	10.0	9	90.0	10
	3-5년 미만	-	-	2	100.0	2
	5년 이상	6	60.0	4	40.0	10
전공분야	행정	1	33.3	2	66.7	3
	토목	5	41.7	7	58.3	12
	기계	-	-	2	100.0	2
	전기	-	-	3	100.0	3
	화공	1	33.3	2	66.7	3
	환경	2	50.0	2	50.0	4
	기타	-	-	1	100.0	1
근무지 권역	서울	1	100.0	-	-	1
	강원	3	33.3	6	66.7	9
	충남	1	33.3	2	66.7	3
	전북	2	40.0	3	60.0	5
	경북	-	-	3	100.0	3
	경남	2	33.3	4	66.7	6
	제주	-	-	1	100.0	1

## [1]-11. 정수시설의 효율적인 운영을 위한 중요 사항

구분	예산		기술력		운영관리 교육		합계		
	빈도(명)	비율(%)	빈도(명)	비율(%)	빈도(명)	비율(%)	빈도(명)	비율(%)	
♣전체♣	18	64.3	9	32.1	1	3.6	28	100.0	
기술지원 수행기관	한국수자원공사	4	66.7	2	33.3	-	-	6	100.0
	상하수도협회	7	87.5	1	12.5	-	-	8	100.0
	환경관리공단	7	50.0	6	42.9	1	7.1	14	100.0
상수도 근무기간	1년 미만	3	60.0	2	40.0	-	-	5	100.0
	1-3년 미만	5	71.4	2	28.6	-	-	7	100.0
	3-5년 미만	-	-	2	100.0	-	-	2	100.0
	5년 이상	10	71.4	3	21.4	1	7.1	14	100.0
근무 부서	정수장	3	42.9	3	42.9	1	14.3	7	100.0
	시·군청	9	64.3	5	35.7	-	-	14	100.0
	군부대 정수시설	6	85.7	1	14.3	-	-	7	100.0
현부서 근무기간	1년 미만	3	50.0	3	50.0	-	-	6	100.0
	1-3년 미만	7	70.0	2	20.0	1	10.0	10	100.0
	3-5년 미만	1	50.0	1	50.0	-	-	2	100.0
	5년 이상	7	70.0	3	30.0	-	-	10	100.0
전공분야	행정	1	33.3	1	33.3	1	33.3	3	100.0
	토목	10	83.3	2	16.7	-	-	12	100.0
	기계	1	50.0	1	50.0	-	-	2	100.0
	전기	2	66.7	1	33.3	-	-	3	100.0
	화공	1	33.3	2	66.7	-	-	3	100.0
	환경	2	50.0	2	50.0	-	-	4	100.0
	기타	1	100.0	-	-	-	-	1	100.0
근무지 권역	서울	-	-	1	100.0	-	-	1	100.0
	강원	6	66.7	2	22.2	1	11.1	9	100.0
	충남	2	66.7	1	33.3	-	-	3	100.0
	전북	1	20.0	4	80.0	-	-	5	100.0
	경북	3	100.0	-	-	-	-	3	100.0
	경남	6	100.0	-	-	-	-	6	100.0
	제주	-	-	1	100.0	-	-	1	100.0

## 2 조사표

S.N.				
------	--	--	--	--

### 「지방상수도 기술지원에 관한」 고객만족도 조사표 (2009. 12.)

안녕하세요? 환경부 주관으로 한국수자원공사, 상하수도협회, 환경관리공단에서 전국 지방자치단체 및 군부대에 대하여 무료로 실시하고 있는 지방상수도 기술지원에 대한 만족도 조사를 실시하고 있습니다. 업무 담당자나 내용을 아시는 분을 부탁드립니다.

조사주관 : 환경부 (02)2110-6871 / 조사기관 : (주)리서치월드 (02)588-0820

DQ1. 환경부에서는 한국수자원공사, 상하수도협회, 환경관리공단과 공동으로 지방상수도 시설에 대하여 무료로 기술지원을 실시하고 있습니다. 이러한 기술지원에 대하여 알고 계시는지요?

- ① 예 □ 계속 진행!    ② 아니오 □ 담당자나 내용을 아는 직원을 바꿔서 진행!

본 조사는 지방상수도의 발전을 위하여 환경부에서 시행하는 기술지원 만족도 조사로 신뢰성있는 통계를 위해 객관적으로 설문에 응해주시길 부탁드립니다.

※ 지금부터 드리는 질문에 대해서 선생님 의견과 일치하는 번호를 말씀해주시기 바랍니다.

문1. 기술지원 업무담당자나 기술지원기관으로부터 고객만족도 조사와 관련하여 좋은 평가를 위한 전화나 부탁을 받으신 적이 있습니까?

- ① 예                    ② 아니오

문2. 선생님의 관내 상수도시설에 대하여 기술지원을 수행한 기관은 어디인지요?

- ① 한국수자원공사    ② 상하수도협회    ③ 환경관리공단

문2-1. 그럼, 어떤 경로를 통해서 기술지원을 받게 되셨나요?

- ① 환경부(산하기관 포함)의 추천에 의해서  
 ② 자체적으로 한국수자원공사에 신청해서  
 ③ 자체적으로 상하수도협회에 신청해서  
 ④ 자체적으로 환경관리공단에 신청해서  
 ⑤ 기타 ( 구체적으로 : )

문2-2. 기술지원 인력 규모?

- ① 1명    ② 2명    ③ 3명    ④ 4명 이상

## 문2-3. 기술지원 소요기간?

- ① 1일    ② 2일    ③ 3일    ④ 4일 이상

## 문2-4. 기술지원 인력 형태?

- ① 기술지원기관 소속 직원  
 ② 기술지원기관 대행업체(용역 등) 직원  
 ③ 기술지원기관 소속 직원 + 대행업체(용역 등) 직원

## 문3. 기술지원이 완료된 후 발간된 기술지원 보고서를 읽어 보신 적이 있으신가요?

- ① 있다    ② 없다  문4번으로 이동!

## 문3-1. 기술지원보고서에는 개선사항들이 제시되어 있는데요. 이에 대해 어떤 조치를 하셨는지요?

① 개선결과 좋은 효과를 거두었다	 문4번으로 이동!
② 개선사항들에 대해서 현재 반영중이다.	
③ 개선의 필요성은 있으나, 예산부족 등으로 미조치 상태이다	 문3-2번으로 이동!
④ 개선의 필요성을 느끼지 못 한다	
⑤ 개선 후에도 별다른 효과가 없었다	

## 문3-2. 개선의 필요성을 느끼지 못하는 이유 또는 효과가 없었다면 무엇 때문인가요?

- ① 기술지원 결과가 현장여건과 맞지 않다.  
 ② 기술지원 결과가 근본적인 원인 해결이 되지 않았다.  
 ③ 기술지원이 단순히 일반적인 기술제공만 하고 있다.  
 ④ 기타 ( 구체적으로 : )

## 문4. 지방상수도에 대한 기술지원은 무료로 실시되고 있습니다. 앞으로도 기술지원을 계속 받으실 의사가 있으십니까?

- ① 있다    ② 없다  문5번으로 이동!

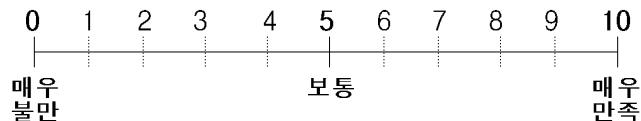
## 문4-1. 계속 기술지원을 받기를 원하시는 가장 큰 이유는 무엇인지요?

- ① 기술지원이 효과적으로 문제해결에 큰 도움이 되기 때문에  
 ② 운영관리 전반에 대해 자문을 받고 싶어서  
 ③ 기술지원 보고서를 운영관리에 참고하기 위하여  
 ④ 기타 ( 구체적으로 : )

## 문5. 기술지원시에는 현장조사를 실시하고 있습니다. 선생님께서는 현장조사에 동행하신 적이 있으신가요?

- ① 있다    ② 없다

※환경부에서는 지역간 수돗물 수질격차해소를 통하여 모든 국민이 양질의 수돗물을 안심하고 마실 수 있도록 중소규모 지방상수도 시설에 대한 기술지원을 실시해오고 있습니다. 이와 관련하여 다음 문항에 대해서 10점 만점 기준으로 '매우 만족'은 10점, '매우 불만족'은 0점으로 하여 0점에서 10점 사이의 점수로 말씀해 주십시오.



문6. 기술지원기관의 직원이 귀 시(군 또는 군부대) 상수도시설 기술지원시 현장에서 상세한 내용의 설명 등 기술지원 담당자들의 친절도에 대해서 얼마나 만족하시는지요?

직원들의 친절도 ⇒ \_\_\_\_\_ 점

문7. 귀 시(군 또는 군부대) 상수도시설 기술지원시 지방상수도 시설에 대한 충분한 지식과 경험 등 기술지원 담당자들의 전문성에 대해서 얼마나 만족하시는지요?

직원들의 전문성 ⇒ \_\_\_\_\_ 점

문8. 귀 시(군 또는 군부대) 상수도시설 기술지원시 첨단과학화 장비를 활용한 조사 및 정밀(전문)실험 등 기술지원기관의 기술지원 능력에 대하여 얼마나 만족하시는지요?

기술지원기관의 기술력 ⇒ \_\_\_\_\_ 점

문9. 상수도시설 기술지원의 극대화를 하기 위해서는 기술지원 후 사후관리가 매우 중요합니다. 기술지원후에도 기술지원의 결과 및 기타 문제를 해결하기 위해 기술지원기관에 문의 및 추가 기술지원요청을 한 적이 있으십니까?

① 있다      ② 없다 ⇒ 문10번으로 이동!

문9-1. 지원기관에 문의 및 추가 기술지원 요청시 지원기관의 사후관리에 대해 얼마나 만족하시는지요?

사후관리 만족도 ⇒ \_\_\_\_\_ 점

문10. 2009년도에 실시된 귀 시(군 또는 군부대)의 상수도시설 기술지원 결과에 대해 전반적으로 얼마나 만족하시는지요?

전반적(체감) 만족도 ⇒ \_\_\_\_\_ 점

문11. 정수시설을 효율적으로 운영하기 위해서 가장 중요하다고 생각하시는 것은 보기 중 무엇인지요?

① 예산      ② 기술력      ③ 인력      ④ 운영관리 교육

문12. 지방상수도 시설에 대한 기술지원 사업이 효과를 거두기 위한 개선방안이나 제안이 있으시면 말씀해주시기 바랍니다.

예) 예산, 인력, 교육, 횟수 등

SQ1. 선생님께서는 상수도 분야에서 얼마나 근무하셨는지요?

- ① 1년 미만    ② 1~3년 미만    ③ 3~5년 미만    ④ 5년 이상

SQ2. 현재 근무하시는 부서는 보기 중 어디에 해당되시는지요?

- ① 정수장 ② 시·군청 상수도 과령 부서 ③ 군부대 정수시설 담당

### SQ3. 현 부서에서는 얼마나 근무하셨는지요?

- ① 1년 미만    ② 1~3년 미만    ③ 3~5년 미만    ④ 5년 이상

SQ4. 실례지만, 최종으로 졸업하신 학교의 전공분야는 무엇이지요?

- ① 인문사회계열(행정)      ② 토목      ③ 기계      ④ 전기  
⑤ 화공      ⑥ 환경      ⑦ 기타(      )

♣ 지금까지 질문에 응답해주셔서 대단히 감사합니다. ♣

# 지방상수도 기술지원 고객만족도 조사

## 결 과 보 고 서

♣ 제 출 일 : 2009년 12월 14일

♣ 조사주관 : 환경부

♣ 조사기관 : (주)리서치월드

(고객 만족도조사 전문기관)

서울시 서초구 방배동 453-12



☎ 02 - 588 - 0820 / FAX : 02 - 588 - 0829

[www.r-world.co.kr](http://www.r-world.co.kr) / [behappy@r-world.co.kr](mailto:behappy@r-world.co.kr)