

주요업무 추진실적

2023. 11.

강북아리수정수센터

I. 일반 현황

조 직 4과



인 력 87/84명(정원/현원)

(‘23. 9. 30. 기준)

구 분	계	행정관리과	정수과	정수시설과	원수관리과
정 원	87	12	38	19	18
현 원	84	10	38	17	19
과부족	-3	-2	-	-2	1

(※ 공공안전관 17명, 공무원 8명, 촉탁직 3명 별도)

주요기능

구 분	담 당 업 무
행 정 관 리 과	인사, 조직, 감사, 복무, 시의회 관련 사항 예산, 회계, 재산, 물품관리에 관한 사항 청사 및 소방관리, 방호에 관한 사항 등
정 수 과	아리수 생산 및 수질 관리에 관한 사항 정수용 약품 수급 관리에 관한 사항 중앙제어실 운영 및 공정 관리에 관한 사항 등
정 수 시 설 과	정수시설물 유지관리 및 보수에 관한 사항 폭염, 장마 등 재해대책수립에 관한 사항 등 중대재해예방 및 정밀안전진단(점검) 등에 관한 사항
원 수 관 리 과	원수 취수에 관한 사항 취수시설물 유지관리 및 보수에 관한 사항 취수장 제어실 운영에 관한 사항 등

예 산

(단위 : 백만원)

계	동력비	수선유지 교체비	시설비	약품비	자산취득비	행정운영 경비
37,969	16,453	7,824	8,733	3,667	258	1,034

시설현황

구 분	정수장	통합 취수장
위 치	경기도 남양주시 고산로 171	경기도 남양주시 와부읍 경강로 682
대 지 (㎡)	474,788㎡	36,336㎡
건 물 (㎡)	26개 동 30,488㎡	5개 동 8,738㎡
시설용량	100만톤/일 (고도정수처리시설 95만톤/일)	230만톤/일

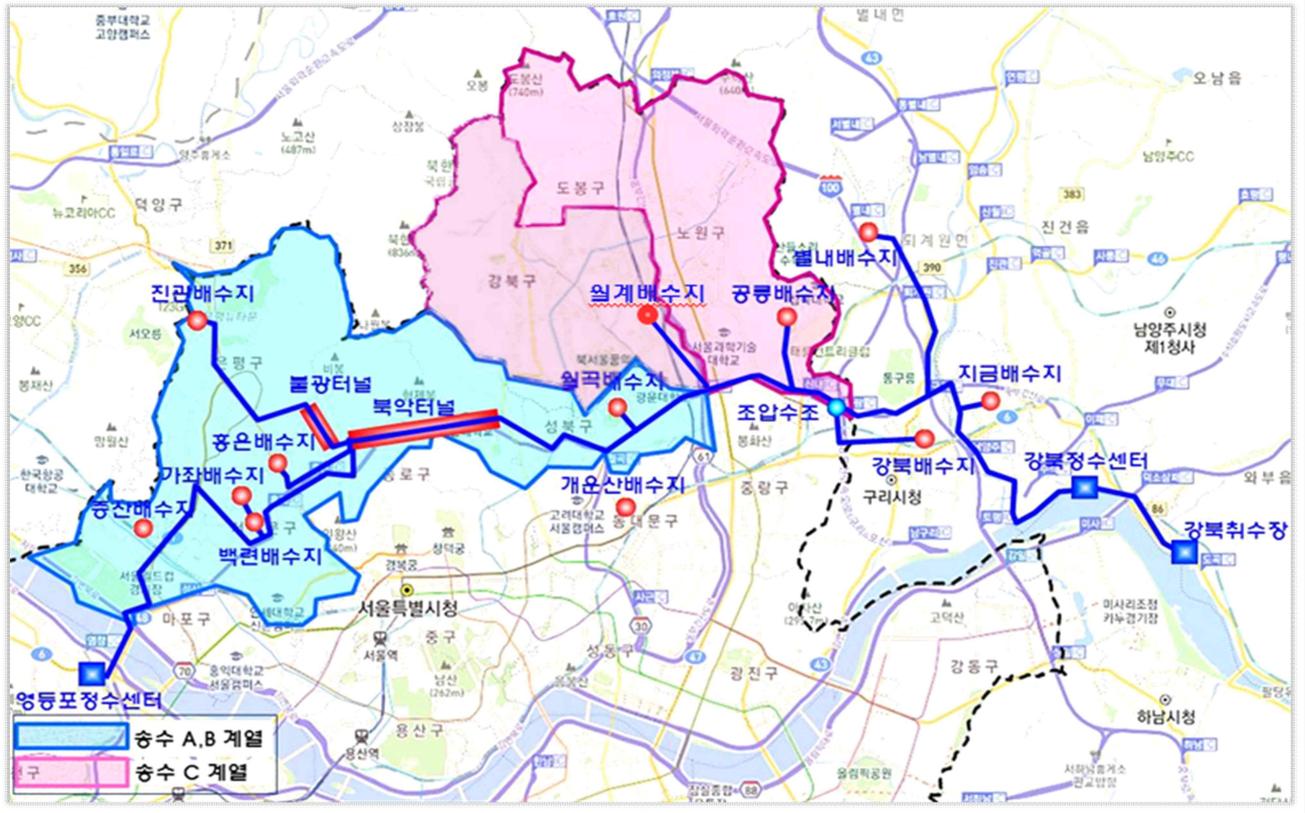
연 력

- 1993. 07. ~11. 강북 취·정수장 건설공사 착공
- 1998. 04. 24. 강북정수사업소 개칭
- 1998. 07. 21. 1단계 정수장 통수 및 준공 (50만톤/일)
- 1999. 11. 02. 2단계 정수장 준공 (50만톤/일)
- 2007. 07. 30. 강북아리수정수센터로 명칭 변경
- 2011. 08. 25. 강북통합취수장 확장 준공 (230만톤/일)
- 2014. 12. 05. 고도정수처리시설 준공 (72만톤/일)
- 2022. 05. 12. 고도정수처리시설 확장 준공 (95만톤/일)

급수구역

구분	급수구역
계	<ul style="list-style-type: none"> ○ 3개시 120개동 / 3,023천명 ○ 10개 배수지(서울 7, 남양주 2, 구리 1)
서울	<ul style="list-style-type: none"> ○ 10개구 108개동 / 2,740천명 <ul style="list-style-type: none"> - 종로(3), 성북(20), 은평(16), 서대문(12), 중랑(7) 동대문(5), 마포(2), 강북(13), 도봉(14), 노원(16) ○ 주요 배수지 <ul style="list-style-type: none"> - 공릉(17만), 월계(15만), 월곡(5만), 북악터널(14.5만) 불광터널(9만), 백련(4만), 증산(6만)
남양주	<ul style="list-style-type: none"> ○ 7개동 194천명 / 2개 배수지 <ul style="list-style-type: none"> - 지금(1.4만톤), 별내(1.8만톤)
구리	<ul style="list-style-type: none"> ○ 5개동 89천명 / 1개 배수지 <ul style="list-style-type: none"> - 강북(1.4만톤)

급수구역도



성과 목표

분야	지 표 명	세부지표	기준	2022년 (실적)	2023년 (목표)	2023 실 적 (9.30)
수 질 관 리	송 수 탁 도		0.1 NTU 이하	100%	100%	100%
	수 뜻 물 소 독 상 태 (관 할 수 계)	잔 류 염 소	0.1~0.3mg/L	95.7%	96.9%	96.9%
생 산 시 설 관 리	시 설 물 개 량 및 보 수	시 설 안 전 성 확 보	추 진 사 업 수	6	13	6
	전 기 · 제 어 설 비 교	정 전 사 고 예 방	추 진 사 업 수	13	7	4
	기 계 설 비 개 량 및 보 수	모 터 펌 프 등 정 상 가 동 유 지	추 진 사 업 수	14	12	3

II. 정책 방향

비전

아리수와 함께 만들어 가는 행복한 미래

목표

세계 최고의 수돗물을 시민에게!

365일 건강하고 맛있는 아리수 생산 공급

**과학적인
원·정수 수질관리**

- 과학적 원·정수 수질관리
- 소형생물 관련 공정운영 대응계획
- 조류 및 맛냄새물질 관리
- 식품안전경영시스템 (ISO22000) 운영
- 배출허용기준 준수를 위한 방류수 수질관리

**시설물
안전 및 유지관리**

- 중대재해처벌법 관련 사업장 안전관리
- 염소설비 공정안전관리(PSM)
- 정수지 정비사업
- 오존투입설비 증설 등
- 노후시설물 시설개선
- 취정수센터 기전설비 정기점검
- 전기설비 노후시설개선
- 감시제어설비 노후시설개선
- 기계설비 개량
- 시설물 유지보수 추진
- 취수펌프동 옥상방수

**효율적인
정수센터 운영관리**

- 생산원가 절감
- 임상활성탄 교체
- 노후 염소 및 약품투입설비 개량
- 취수장 염소저장 및 투입설비 구매설치
- 도수관로 잔류염소 측정기 구매설치
- 배출수 재처리장 최적 운영 방안 연구

Ⅲ. 2023년 주요업무 추진실적 보고

1 과학적인 원·정수 수질관리

- 1-1. 과학적 원·정수 수질관리
- 1-2. 소형생물 관련 공정운영 대응계획
- 1-3. 조류 및 맛냄새물질 관리
- 1-4. 식품안전경영시스템(ISO 22000) 운영
- 1-5. 배출허용기준 준수를 위한 방류수 수질관리

2 시설물 안전 및 유지관리

- 2-1. 중대재해처벌법 관련 사업장 안전관리
- 2-2. 염소설비 공정안전관리(PSM)
- 2-3. 정수지 정비사업 추진
- 2-4. 오존주입설비 증설 및 활성탄흡착지 유출부 거름망 설치
- 2-5. 노후 정수시설물 안전성 확보를 위한 시설개선
- 2-6. 취·정수센터 기전설비 정기점검
- 2-7. 전기설비 안전성 확보를 위한 노후시설 개선
- 2-8. 감시 제어 설비 안전성 확보를 위한 노후시설 개선
- 2-9. 기계설비의 안정적 운영을 위한 설비 개량
- 2-10. 취·정수센터 시설물 유지보수 추진
- 2-11. 강북·떡도 취수펌프동 옥상방수 정비

3 효율적인 정수센터 운영관리

- 3-1. 생산원가 절감
- 3-2. 입상활성탄 교체
- 3-3. 노후 염소 및 약품(가성소다) 투입설비 개량
- 3-4. 취수장 염소 저장 및 투입설비 구매설치
- 3-5. 도수관로 잔류염소 측정기 구매설치
- 3-6. 배출수 재처리장 최적 운영 방안 연구

1. 과학적인 원·정수 수질관리

1-1. 과학적 원·정수 수질관리

1-2. 소형생물 관련 공정운영 대응 계획

1-3. 조류 및 맛냄새물질 관리

1-4. 식품안전경영시스템(ISO 22000) 운영

1-5. 배출허용기준 준수를 위한 방류수 수질관리

1-1. 과학적 원 · 정수 수질관리

강북아리수정수센터 소장:윤준성 ☎3146-5801 정수과장:하은경 ☎5840 담당:이승열☎5842

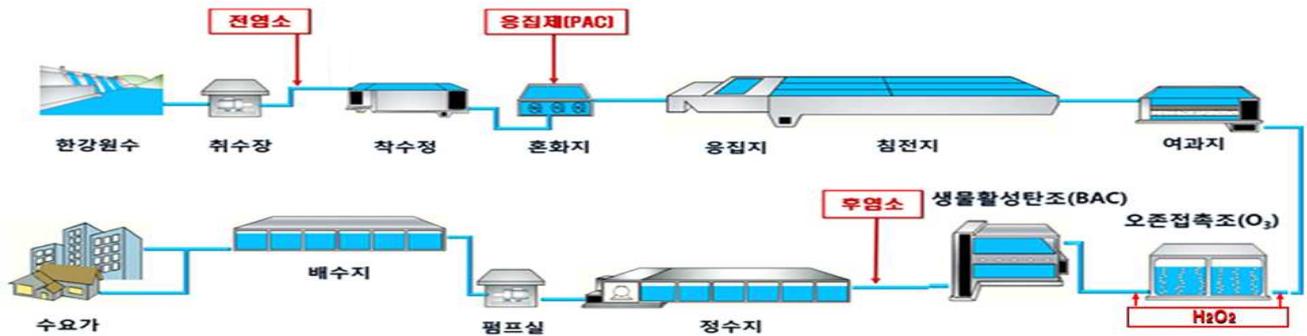
공정별 수질을 자동측정, 상시 모니터링하고 계절별 원수 유입 특성에 따른 맞춤형 수질관리로 깨끗하고 맛있는 아리수 생산·공급

□ 수질관리 목표

항 목	단 위	수질 기준	목표 수질	'23 생산수질
탁도	NTU	0.5 이하	0.06이하	0.05
pH	-	5.8~8.5	7.0~7.2	7.1
잔류염소	mg/L	4.0 이하	0.3~0.7	0.5
2-MIB/지오스민	ng/L	20 이하	8 이하	불검출
총트리할로메탄	mg/L	0.1 이하	0.04 이하	0.03

□ 정수처리공정 최적 운영

○ 정수처리 공정



○ 공정별 세부 내용

공정	수질 측정항목	감시내용
취수장	탁도, pH, 수온, TOC, 페놀, NH ₃ -N, 시안, Chlo-a, 생물경보장치	- 24시간 원수수질 자동 감시, 살균 및 산화처리(전염소 처리) - Seoul Water Now 실시간 공개(2개 항목)
↓		
착수정	탁도, pH, 잔류염소, 수온, 전기전도도, 알카리도	- 최적 응집조건 유지 - pH6.8이하 가성소다, pH7.5이상 CO ₂ 투입
↓		
혼화지	pH, SCD	- 응집제 주입률 자동산정
↓		
응집 침전지	탁도, pH, 잔류염소, 알카리도	- 침전지 상징수 탁도 등 수질감시, 슬러지 인발주기 탄력 운영 - 수중 CCTV 카메라로 응집상태 실시간 감시
↓		

여과지	탁도, 입자수	- 지별 유출 탁도 및 입자수 감시
↓		
고도	탁도, 입자수, pH, TOC 누출오존, 용존오존, 오존	- 고도처리수 유출 탁도 등 수질감시 - 고도산화에 의한 맛·냄새물질 제거
↓		
정수지	잔류염소	- 염소소독 : 수도꼭지 0.1~0.3mg/L 유지 - 소독능 실시간 감시(불활성화비 1이상)
↓		
송수	탁도, pH, 잔류염소, 수온, 전기전도도	- 아리수 주요항목 감시 - Seoul Water Now 실시간 공개(3개 항목)
↓		
배수지	탁도, pH, 잔류염소, 수온, 전기전도도	- 아리수 주요항목 감시 - Seoul Water Now 실시간 공개(3개 항목)
↓		
배출수처리	pH, TOC, SS, 망간	- 방류수 수질감시

□ 공정별 실시간 수질감시 및 비상대응체계 구축

○ 원·정수 수질감사

- 원수(21항목) : 일일(탁도 등 9항목), 주간(질산성질소 등 12항목)
- 정수(25항목) : 일일(탁도 등 9항목), 주간(일반세균 등 16항목)

○ 비상대응체계구축 운영

- 고탁도 원수 유입, 풍수해, 조류 및 냄새물질 농도 증가시 T/F팀 단계별 비상근무
- 수질사고 등에 대비 현장조치 매뉴얼 작성 비치 및 수시 직원교육 실시

□ 원수유입 특성별 수질관리

○ 갈수기 수질관리

- 강수량 저하에 따른 오염물질 유입감시
 - ▶ 조류차단막, 오일펜스 설치 오염물질 유입 차단 및 독성물질 감시 위한 생물감시장치(발광박테리아) 운영
- 원수 pH 7.5 이상시 CO₂ 투입 최적 응집조건 유지
- 조류 및 냄새물질 발생시 수질실험 강화, 고도산화(AOP)주입 상향 조정
 - ▶ 조류 분석(일1회 ⇨ 일 2~4회), 냄새물질 검사(주1회 ⇨ 일1회) 강화
 - ▶ 고도산화 강화 : (오존주입률)0.5mg/L ⇨ 0.5~2.2mg/L, (과산화수소)0.3mg/L ⇨ 1.0~2.5mg/L

○ 장마철 수질관리

- 고탁도 원수 유입시 응집제 변경(PAC ⇨ PAHCS) 운영
- 강우초기 NH₃-N 과다 유입시 전염소 주입률 상향조정
- 원수 알카리도 저하(28mg/L이하)시 NaOH 투입 최적응집 유도
- 송수 잔류염소 탄력적 운영 ⇨ 관말 잔류염소 0.1mg/L 이상 유지
- 충분한 정수약품 확보(응집제 30일, 염소가스 및 과산화수소 10일 이상)

1-2. 소형생물 관련 공정운영 대응강화

강북아리수정수센터 소장 : 윤준성 ☎5801 정수과장 : 하은경 ☎5840 담당 : 조완선 ☎5861

정수처리공정 상시모니터링과 공정운영 및 위생시설 강화를 통해 소형생물 등으로부터 안전한 아리수 생산공급

□ 추진 배경

- 인천(20년), 창원(22년) 등 수돗물에서 소형생물 발생 보도
- 소독 등 정수처리공정 적극 대응으로 소형생물 없는 아리수 생산

□ 추진 계획

- 생물 활동기별 공정 운영 및 생물 감시 강화
- 유충 차단 시설 설치 및 운영

□ 추진 실적

- 소형생물 발생 대비 정수처리 운영 강화
 - 소독/산화 공정 강화 : 염소 및 오존 주입률 증가로 생물 불활성화
 - 여과/흡착 공정 강화 : 세척 주기 단축 및 역세척 강화로 누출 차단
 - 활성탄 역세척수 염소 주입 시스템 강화 운전 : 활성탄 탄층 위생 개선
- 유충 차단 시설 설치·운영
 - 다중 차단 시스템 구축 운영: 여과지 원형거름망, 활성탄지 방충망, 포충기 등
 - 식품안전경영시스템(ISO22000)에 의한 공정 위생관리 강화 및 시설보완



여과지 원형거름망



활성탄 지별 방충망



회수조 방충망



활성탄지 내 포충기

- 정수처리공정 소형생물 일일 검사 : 활성탄수 및 정수 불검출

□ 향후 계획

- 소형생물 활동기 감시 및 정수처리 운영 강화
- 생물 비활동기 활성탄 신탄 교체 실시(예정) : '23. 11~'24. 2월중

1-3. 조류(藻類) 및 맛·냄새물질 관리

강북아리수정수센터 소장 : 윤준성 ☎5801 정수과장 : 하은경 ☎5840 담당 : 조완선 ☎5861

경보제에 의한 신속대응과 고도정수처리공정의 효율적 운영으로 조류 및 맛·냄새물질 최적관리

추진 목표

- 정수 목표 수질 : 조류 독소 불검출, 맛·냄새물질 8ppt 이하 제어
- 조류 및 맛·냄새물질 경보제 운영(취수 원수 기준)

경보제 단계		관심	경계	대발생
유해남조류(세포/mL)		1,000 이상	10,000 이상	1,000,000 이상
맛·냄새물질 (ng/L)	2-MB	20	100	-
	지오스민	100	300	-

추진 계획

- 조류 및 맛·냄새물질 상시 감시 체계 구축
- 상황 대응력 제고 및 고도정수처리공정 최적 운영

추진 실적 : 9. 30 현재 경보제 미발령

- 조류 및 맛·냄새물질 상시 모니터링
 - 원수 : 최대 유해남조류 338세포/ml 발생(9/14), 맛·냄새물질 15ppt(8/7)
 - 정수 : 맛·냄새물질, 조류 독소 모두 불검출
- 조류 발생 대비 대응 훈련 실시: '23. 5월
 - 고농도 맛·냄새물질 발생 대비 고도설비 부하 점검
- 고도정수처리공정 최적화 운전
 - 맛·냄새물질 발생 농도에 따라 고도공정(오존 등) 운영 강화
 - 분기별 고도정수처리공정 자체 진단 및 최적화 수행

향후 계획

- 유관기관과 연계한 취수원 및 유입원수 수질감시 강화
- 조류경보제 발령시 비상근무 등 단계별 대응절차 수행

1-4. 식품안전경영시스템(ISO 22000) 운영

강북아리수정수센터 소장:윤준성 ☎3146-5801 정수과장:하은경 ☎5840 담당:안지현☎5848

개정된 ISO 22000:2018 규격에 맞추어 생산과정에서의 위해요소 적정관리 및 고품질의 아리수 생산 공급을 위한 식품안전경영시스템 운영

□ ISO 22000 인증 현황

인 증 구 분	식품안전경영시스템(ISO 22000)
목 적	생산 전 과정의 위해요소 효과적 관리
최 초 인 증 취 득 일	2016. 10. 27.
인 증 범 위	취수~수도꼭지까지 전 공정
인 증 기 관	BSI (영국표준협회)
인 증 유효 기 간	2022. 10. 27. ~ 2025. 10. 26.

□ 추진계획

- ISO 22000 목표의 지속적인 추진으로 고품질 아리수 생산 공급
 - 식품안전경영시스템(ISO 22000) 식품안전목표 7개 항목 적정 운영
- 여과지동 및 활성탄흡착지동 위생관리 집중 강화
 - 출입시 위생복 착용 등 식품회사 수준 관리
- ISO 22000 : 2018 규격 인증 유지

□ 추진실적

- 식품안전목표 추진현황 ('23. 9월 기준)

추진목표	세부기준	추진실적
정수탁도	0.1NTU 이하	평균 0.06NTU
송수잔류염소	0.20~0.80mg/L	평균 0.46mg/L
냄새물질	지오스민·2-MIB : 8ng/L 이하	지오스민·2-MIB : 불검출
총트리할로메탄	0.08mg/L 이하	평균 0.02mg/L
여과수탁도	0.15NTU 이하	0.04NTU
불활성화비	1이상	최소 4.95

- 내부심사 : 개선권고 후 개선(3건)
- 표준문서 개정 : 5건(절차서 4건, 지침서 1건)
- 갱신심사 : 개선권고에 따른 개선(3건)
- 사후심사 : 개선권고 사항(3건)

1-5. 배출허용기준 준수를 위한 방류수 수질관리

강북아리수정수센터 소장:윤준성 ☎3146-5801 정수과장:하은경 ☎5840 담당:조성연☎5844

배출수 처리시설의 자체 방류수 수질 모니터링 기능 강화와 시설 운영 능력 향상을 통한 법적 수질기준 준수

배출수처리시설 현황

배출수지(4지)	회수조(2지)	배슬러지지(2지)	농 축 조(2set)	탈수기(8대)	폐수처리능력
1,600m ³ ×4	1,603m ³ ×2	1,568m ³ ×2	1차 3,848m ³ ×2 2차 1,017m ³ ×2	450kg.DS/h.대	60,000톤/일

추진목표

- 방류수 수질 관리목표(TMS로 실시간 감시)

SS(mg/L)		pH		TOC(mg/L)	
관리목표	방류수 기준	관리목표	방류수 기준	관리목표	방류수 기준
5	10	6.6~7.8	5.8~8.6	17	25

추진실적

- 방류수 수질기준 준수(하수도법 시행규칙 제3조)
 - SS, BOD, TOC, T-N, T-P, 총대장균군수, 생태독성(7개항목)
- 수질오염물질의 배출허용기준 준수(물환경보전법 제32조)
 - 방류수 수질기준 7개 항목 포함 pH, 용해성망간, 클로로포름 등 56개항목
 - ※ 물환경보전법 개정으로 22년부터 COD → TOC로 변경
- 방류수 수질검사 실시
 - 용해성망간 및 클로로포름 : 서울물환경연구원(월1회)
 - 생태독성 및 특정수질유해물질 32항목 : 서울보건환경연구원(분기1회)

- 방류수 수질현황

구 분(mg/L)	pH	SS	TOC	용해성망간	클로로포름
수질기준	5.8~8.6	10	25	2	0.08
방류수질(23.9월까지)	7.3	2.1	3.9	0.5	0.03

- 생산량 증가에 따른 탈수기 추가 설치 : 2대(벨트프레스)

향후계획

- 수질TMS 측정기기 법정 정도검사 실시 '23. 11월 중

2. 시설물 안전 및 유지관리

- 2-1. 중대재해처벌법 시행 관련 안전관리
- 2-2. 염소설비 공정안전관리(PSM)
- 2-3. 정수지 정비사업 추진
- 2-4. 오존주입설비 증설 및 활성탄흡착지 유출부 거름망설치
- 2-5. 노후 정수시설물 안전성확보를 위한 시설개선
- 2-6. 취정수센터 기전설비 정기 점검
- 2-7. 전기설비 안전성 확보를 위한 노후시설개선
- 2-8. 감시 제어설비 안전성 확보를 위한 노후시설개선
- 2-9. 기계설비의 안정적 운영을 위한 설비 개량
- 2-10. 취정수센터 시설물 유지보수
- 2-11. 강북·뚝도 취수펌프동 옥상방수 정비

2-1. 중대재해처벌법 관련 사업장 안전관리

강북아리수정수센터 소장:윤준성 ☎5801 정수시설과장:최병희 ☎5870 담당:엄주원☎5881

정수센터 안전·보건 조치 의무를 준수하여 중대재해 예방 및 무재해 사업장 구축에 만전을 기함

추진근거

- 중대재해처벌법 제4조(안전·보건 관리체계 구축 및 이행)

추진계획 및 실적

- 안전 및 보건확보 의무사항 이행

연번	안전 및 보건 확보 의무사항	이행 실적
1	안전보건 목표와 경영방침 설정	산업재해 예방 종합계획 수립('23.1.)
2	안전·보건 업무 전담조직 설치	안전보건관리 책임자 지정 안전관리팀신설 (2021.10.)
3	유해·위험요인 확인·개선 절차	정기 위험성평가 실시('23. 3.~5.) 9월 기준 143건 중 65건 완료
4	안전보건에 관한 예산 편성	안전관리 예산 편성: 13,389백만원
5	관리책임자 등 업무수행 평가	상수도사업본부 상반기 이행점검 완료
6	안전/보건관리자, 산업보건의 등 배치	안전관리업무 위탁 용역 실시('21.12.~) 보건관리업무 위탁 용역 실시('21.12.~)
7	근로자 의견청취 절차 마련	산업안전보건위원회 운영(분기 1회) 부서 업무공지 정보 공개 부서안전관리 게시판 설치
8	재해 발생 등에 대비 매뉴얼 마련	현장조치 행동매뉴얼현행화('23. 1.)
9	도급·용역시 근로자 안전·보건 확보 방안	안전보건협의체 구성 및 운영(9회 운영)
10	안전보건교육 실시 확인 및 이행	책임자, 관리감독자 교육 : 5명 근로자 정기교육 : 132명(분기 1회)

향후계획

- 센터 내 중요 공정시설에 안전보건 통합게시판 설치
 - 약품 탱크, 여과지 등 주요 공정에 안전·보건 수칙 통합게시판 설치(25개)

2-2. 염소설비 공정안전관리(PSM)

강북아리수정수센터 소장 : 윤준성 ☎5801 정수과장 : 하은경 ☎5840 담당 : 김태현 ☎5845
 원수관리과장 : 노지문 ☎2490 담당 : 정정재 ☎5234

산업안전보건법 제44조에 따라 중대산업사고를 예방하기 위해 작성된 염소설비 공정안전보고서를 이행 및 보완하고자 함

※ PSM(Process Safety Management 공정안전관리)

사업개요

- 산업안전보건법 시행령 개정으로 공정안전보고서 제출 대상 기관
- 산업안전보건법 제44조~제46조에 따른 공정안전보고서 작성·제출, 심사, 이행
- 염소설비 현황 ※ 염소저장량 1.5톤 이상 공정안전보고서 제출

장 소 별	저 장 허가량	설 비 내 역						
		기화기	진 공 조절기	투입기	인젝터	급속분사 교 반 기	중화설비	
취수장	강 북	64톤	2대	2대	3대	3대	-	1대
	뚝 도	64톤	2대	2대	3대	3대	2대	1대
	구 의	24톤	2대	2대	3대	3대	2대	1대
정 수 장	19톤	3대	3대	9대	4대	4대	1대	

- 공정안전보고서 이행 컨설팅 용역 추진(취수장, 정수장)
 - 염소설비 공정안전관리 운영 및 이행 평가 대비 기술지원

추진실적

- 전문업체 방문 컨설팅(변경관리, PSM 12대 요소별 실행서류, 개선사항 등) : 매월
- 공정안전관리(PSM) 교육 및 비상훈련 : 반기별 1회 실시
- PSM 사업장 자체감사(1회/년), 공정안전보고서 개정 기술지원(매월)

예산집행실적

(2023.9.30. 기준 / 단위 : 천원)

사업명	예산현액	집행액	집행률(%)	향후집행		집행 잔액	비고
				집행액	집행률(%)		
취수장 공정안전관리 이행 컨설팅	31,000	21,945	70.8%	7,315	94.4%	1,740	
정수장 공정안전관리 이행 컨설팅	35,700	-	-	33,649	94.3%	2,051	

향후계획

- 유해, 위험물질을 지속적으로 관리, 점검하여 중대산업사고 사전 예방

2-3. 정수지 정비사업 추진

강북아리수정수센터 소장:윤준성 ☎5801 정수시설과장:최병희 ☎5870 담당:정준석☎5885

정수지 내부 구조물의 내구성 향상과 안전한 수돗물 공급을 위한 정수지 방수·방식 정비로 체계적인 시설물 유지 관리 추진

추진배경

- '20년 정밀점검 결과 노후로 인하여 도막재 용탈 및 탈락, 액체침투 방수 콘크리트 표면 열화 및 훼손 등으로 내구성 향상 및 안전한 수돗물 공급을 위해 정수지 정비 추진

사업개요

- 사업내용 : 정수지(1호지) 구조물 보수(방수,방식) 12,936 m²
 - '23년 : 구조물 단면보수 12,936m², '24년 : 구조물 방수·방식 12,936m²
- 사업기간 : '23. 7. 20. ~ '24. 7.18.(장기계속)
- 사 업 비 : 23년 1,054백만원, 24년 1446백만원(총사업비 2,500백만원)

추진실적

- 방수방식 공법선정위원회 심의 '23. 4.
- 정수지 유입밸브 교체 '23. 8.
- 콘크리트 도막재 제거 '23. 8.



방수방식 공법 선정



유입밸브 교체 완료



콘크리트 도막재 제거 중

예산집행실적

(2023.9.30. 기준 / 단위 : 천원)

사업명	예산현액	집행액	집행률(%)	향후집행		집행잔액	비고
				집행액	집행률(%)		
정수지 정비	1,054,000	285,001	27.1	745,900	95.2	23,099	

향후계획

- 콘크리트 단면보수 및 복구 '23. 12.
- 도막 및 패널 방식 '24. 7.

24 오존주입설비 증설 및 활성탄흡착지 유출부 거름망 설치

강북아리수정수센터 소장: 윤준성 ☎5801 정수시설과장: 최병희 ☎5870 담당: 이진근, 박노성 ☎5873

노후 오존주입설비의 증설 및 개량과 소형 생물 차단 설비의 도입으로 깨끗하고 안전한 아리수 생산공급

사업개요

사업명	오존 주입설비 증설	활성탄흡착지 유출부 거름망 설치
사업내용	오존주입설비(오존발생기, 배오존과괴설비) 냉각수펌프 구매 및 철거설치, 배관공사	관급자재(필터게이트, 버터밸브, 신축관) 9개소 제작 및 설치, 전기제어공사
사업기간	'23. 5. ~ 12.	'23. 4. ~ 12.
사업비	1,500,000천원	836,000천원

추진실적

○ 오존 주입설비 증설

- 설계 및 사전 심사 완료 '23. 5. ~ 6.
- 발주 및 계약체결 완료 '23. 6. ~ 9.

○ 활성탄흡착지 유출부 거름망 설치

- 시험 설치 1개소 완료 '23. 1. ~ 4.
- 설계 및 사전 심사, 발주 및 계약체결 완료 '23. 4. ~ 7.
- 관급자재 납품 완료 및 설치 공사 '23. 7. ~ 9.

예산집행실적

(2023.9.30. 기준 / 단위 : 천원)

사업명	예산현액	집행액	집행률(%)	향후집행		집행잔액	비고
				집행액	집행률(%)		
오존 주입설비 증설	1,500,000	622,000	41.5%	629,000	83.4%	249,000	
활성탄흡착지 유출부 거름망 설치	836,000	499,000	59.7%	333,000	99.5%	4,000	

향후계획

- 공사 시행 및 납품 '23. 10. ~ 12.
- 사업 준공 '23. 12.

2-5. 노후 정수시설물 안전성 확보를 위한 시설개선

강북아리수정수센터 소장:윤준성 ☎5801 정수시설과장:최병희 ☎5870 담당:정준석,이석배☎5885

노후 정수시설물의 내구성 향상과 안전성 확보를 위한 시설물 개선 및 보수·보강 추진

사업개요

- 사업내용 : 관리본관, 여과지동, 송수펌프동 등 방수 13,685㎡
 - 관리본관 옥상방수 1,141㎡(220백만원)
 - 여과지동(1,2계열) 옥상방수 7,726㎡(600백만원)
 - 송수펌프동 등 건축물 외벽 보수 및 도장 4,818㎡(591백만원)
- 사업기간 : '23. 3. ~ '23. 12.
- 총사업비 : 1,411백만원

추진실적

- 관리본관 옥상방수 완료 '23. 6.
- 여과지동 옥상방수 완료 '23. 7.



관리본관 옥상 완료



여과지동 옥상(1,2계열) 완료



송수펌프동 바탕처리 중

예산집행실적

(2023.9.30. 기준 / 단위 : 천원)

사업명	예산현액	집행액	집행률(%)	향후집행		집행잔액	비고
				집행액	집행률(%)		
옥상방수 및 외벽보수공사	1,411,000	811,307	57.5	571,693	98.0	28,000	

향후계획

- 송수펌프동 등 건축물 외벽 보수 완료 '23. 12.

2-6 취·정수센터 기전설비 정기점검

강북아리수정수센터 소장:윤준성 ☎5801 정수시설과장:최병희 ☎5870 담당:이종팔, 김기철, 박노성☎5882

취·정수센터 기전설비 정기 점검을 통해 설비 기능의 최적상태 유지 및 돌발사고 발생을 사전 예방하여 안정적인 아리수 생산 공급에 기여

목표 및 현황

- 목 표 : 외부 전문기관 점검을 통한 기전설비의 성능유지
- 시설현황

구 분	전기설비		유량계 (취·송수)	호이스트	크레인	압력용기	컨베이어
	취수장	정수장					
수 량	변압기 6대 수배전반 102면	변압기 2대 수배전반 139면	6	11	8	19	2

사업개요

- 전기설비 외부 전문기관 정기점검 : 2023. 5. ~ 2023. 10.

구 분	대 상	점검주기	점검시기	관 련 법	검사기관	소요예산(천원)
전기설비	정수장	요청 1년 정기 3년	2023. 10. 2025. 9.	본부방침 전기사업법제65조	전기안전공사 등 진단기관	22,000
유량계	취수(3) 송수(3)	년 2회	2023. 5. 2023. 10.	국가표준기본법 제3조	교정검사 인증기관	본부시행

- 기계설비 외부 전문기관 정기점검 : 2023. 1. ~ 2023. 3.

시설명	대 상	점검주기	점검시기	관 련 법	검사기관	소요예산(천원)
호이스트	7대	2년	2023. 2	산업안전보건법 제36조	안전검사 등록기관 (대한산업 안전협회)	1,400
크 레 인	3대	2년	2023. 2			
압력용기	8대	2년	2023. 2			
컨베이어	2대	2년	2023. 2			

추진 실적

- 호이스트, 크레인, 압력용기, 컨베이어 점검완료 '23. 2.
- 취,송수용 상반기 유량계 교정검사 완료 '23. 5.

향후계획

- 전기설비 안전진단 및 하반기 유량계 교정검사 '23. 11.

2-7. 전기설비 안전성 확보를 위한 노후시설 개선

강북아리수정수센터 소장:윤준성 ☎5801 정수시설과장:최병희 ☎5870 담당:손영일,곽정아 ☎5822

내용연수가 경과된 본관동,여과지(1,2)동 전기설비의 교체, 성능개선을 통하여 사고예방 및 안정적인 정수생산에 기여

사업개요

사업명	사업내용	설치년도	사업기간	사업비
여과지(1,2계열) 폐쇄형배전반교체	12면	2011년	'23. 1.~10.	606백만원
본관동 폐쇄형배전반 교체	11면	2011년	'23. 1.~10.	470백만원
고압 모터펌프 전력케이블 교체	4,820m	1997년	'23. 1.~ 8.	450백만원

추진실적

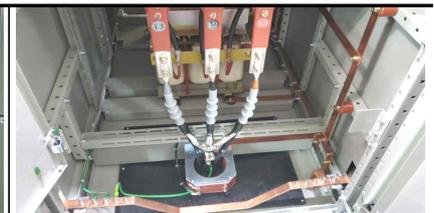
- 설계용역 완료 '23. 4. 27.
- 고압모터펌프 전력케이블 교체공사 준공 '23. 8. 18.
- 여과지동1,2계열 폐쇄형배전반 설치 완료 '23. 9. 22.



여과지(1,2계열) 교체



본관동 교체



고압모터펌프 전력케이블 교체

예산집행실적

(2023.9.30. 기준 / 단위 : 천원)

사업명	예산현액	집행액	집행률(%)	향후집행		집행잔액	비고
				집행액	집행률(%)		
여과지(1,2계열) 폐쇄형배전반	606,000	363,773	60.0%	180,477	89.8%	61,750	
본관동 폐쇄형배전반	470,000	236,000	50.2%	173,001	87.0%	60,999	
고압모터펌프 전력케이블 교체	382,141	271,100	70.9%	-	70.9%	111,041	

향후 계획

- 본관동 폐쇄형배전반 설치 사업 준공 '23. 11.

2-8. 감시 제어 설비 안전성 확보를 위한 노후시설 개선

강북아리수정수센터 소장:윤준성 ☎5801 정수시설과장:최병희 ☎5870 담당:손영일,곽용찬 ☎5822
 원수관리과장:노지문 ☎2490 담당:이한표 ☎5226

내용연수가 경과된 감시 제어 설비의 교체와 신설로 성능개선을 통한 사고예방 및 안정적인 정수생산

사업개요

사업명	사업내용	설치년도	사업기간	사업비
여과지(1~4계열) 역세척 제어반 교체	58면	2011년	'23. 5.~12	1,800백만원
강북취수장 울타리 감시설비 설치공사	545m	-	'23. 3.~11	210백만원
정수장 지하공동구 소방시설 설치공사	2,940m	-	'23. 4.~ 7	200백만원

추진실적

- 지하공동구 소방시설 설치공사 준공 '23.07.25.



역세척 현장 제어반 진행 중

울타리 감시설비 진행 중

지하공동구 소방시설 완료

예산집행실적

(2023.9.30. 기준 / 단위 : 천원)

사업명	예산현액	집행액	집행률(%)	향후집행		집행잔액	비고
				집행액	집행률(%)		
여과지(1~4계열) 역세척 제어반 교체	1,800,000	-	0%	1,581,000	87.8%	219,000	
강북취수장 울타리 감시설비 설치공사	210,000	18,497	8.8%	168,046	88.8%	23,457	
정수장 지하공동구 소방시설 설치공사	200,000	127,840	63.9%	-	63.9%	72,160	

향후 계획

- 취수장 울타리 감시설비 설치 완료 '23. 11.
- 여과지 역세척제어반 교체 완료 '23. 12.

2-9. 기계설비의 안정적 운영을 위한 설비 개량

강북아리수정수센터 소장:윤준성 ☎5801 정수시설과장:최병희 ☎5870 담당:이진근,박노성,김근혁☎5873

노후되어 성능이 저하된 송수펌프 등 기계설비 개량으로 에너지 사용량 절감과 안정적인 정수 생산

사업개요

사업명	사업내용	설치년도	사업기간	사업비
배출수처리장 슬러지이송배관 개량	배관160m 각종밸브 9개	1997년	'23. 5.~11.	250백만원
배출수지 슬러지수집기 개량	2대 교체	1997년	'23. 6.~12	230백만원
송수모터펌프 교체	1,800kw×2대 900kw×2대	1997년	'23. 5.~12	1,650백만원 국비(726백만원)

추진실적

사업명	사업추진내역	비고
배출수처리장 슬러지이송배관 개량	- '23. 4.~5. : 설계, 사전심사, 발주 - '23. 5~11. : 계약체결 및 공사 중	
배출수지 슬러지수집기 개량	- '23. 6. : 설계, 사전심사, 발주 - '23. 8.~12 : 계약체결 및 제작 중	
송수모터펌프교체	- '23. 3.~6. : 설계, 사전심사, 발주 - '23. 6.~12. 계약체결 및 제작 중	

예산집행실적

(2023.9.30. 기준 / 단위 : 천원)

사업명	예산현액	집행액	집행률(%)	향후집행		집행잔액	비고
				집행액	집행률(%)		
배출수처리장 슬러지이송배관 등 개량	250,000	84,000	33.6%	127,000	84.4%	39,000	
배출수처리장 슬러지 수집기 개량	230,000	0	0%	230,000	100.0%	0	
송수펌프동 모터펌프 교체	1,519,000	623,000	41.0%	578,000	79.0%	318,000	

향후계획

- 공사 시행 및 납품 '23. 10. ~ '23. 12.
- 사업 준공 '23. 12.

2-10. 취·정수센터 시설물 유지보수 추진

강북아리수정수센터 소장:윤준성 ☎5801 정수시설과장:최병희 ☎5870 담당:이진근,손영일,정준석 ☎5823

취·정수센터 시설물(토목,기계,전기 등) 정비 및 환경개선을 위한 시설물 유지보수 시행

추진배경

- 취·정수센터 시설물 손괴 및 돌발사고시 연간단가 계약업체를 통해 신속한 점검·보수로 안정적 정수생산·공급

추진실적

- 토목 및 조경 분야
 - 토목·건축 시설물 균열보수, 도로정비, 방수방식 등 유지관리
 - 정기적 점검을 통해 시설물 손상부 보수 실시
 - 취·정수센터 내 조경수 관리(전정, 시비) 및 잔디 풀깎이 등 환경개선 실시
- 기계설비 분야
 - 취·정수센터 내 기계설비 고장 신속정비, 노후설비 도장 및 추가설치 등
 - 3차 작업지시 기성 완료(송수펌프, 약품설비 등)
- 전기설비 분야
 - 특·고압 수배전설비, 감시제어·영상감시·계측설비 개선 및 고장설비 신속정비
 - 3차 작업지시 기성 완료(본관동 외 6개소 전기실, 공동구 등)

예산집행실적

(2023.9.30. 기준 / 단위 : 천원)

사업명	예산현액	집행액	집행률(%)	향후집행		집행잔액	비고
				집행액	집행률(%)		
토목 및 조경관리	850,000	648,373	76.3%	143,114	93.1%	58,513	
기계설비 유지관리	380,000	50,444	13.3%	301,204	92.5%	28,352	
전기설비 유지관리	510,000	206,922	40.6%	252,393	90.1%	50,685	

향후 계획

- 취·정수센터 설비 사고 시 신속정비, 개선 '23. 12

2-9. 강북·뚝도 취수펌프동 옥상방수 정비 추진

강북아리수정수센터 소장: 윤준성 ☎5801 원수관리 과장: 노지문 ☎2490 담당:김종필 ☎5233

강북·뚝도 취수펌프동 옥상 노후 및 열화된 방수층을 정비하여 건물내 누수를 방지함으로써 취수시설 보호 및 안전사고 예방에 기여

사업개요

- 사업내용 : 강북·뚝도 취수펌프동 옥상방수
 - 강북·뚝도(전기실, 펌프실)의 노후 및 열화된 옥상 방수 정비 5,414㎡
- 사업기간 : '23. 3. ~ '23. 7.
- 사 업 비 : 420백만원

추진실적

- 특정제품 선정심의, 발주, 계약체결 '23. 2. ~ 3.
- 강북·뚝도(전기실, 펌프실)옥상방수 완료 '23. 3. ~ 7.



예산집행실적

(2023.9.30. 기준 / 단위 : 천원)

사업명	예산현액	집행액	집행률(%)	향후집행		집행잔액	비고
				집행액	집행률(%)		
강북·뚝도 취수펌프동 옥상방수	420,000	381,058	90.7	-	90.7	38,942	

추진효과

- 취수펌프동 옥상에 노후 및 열화된 방수층을 정비하여 취수시설 보호 및 안전사고 예방

3. 효율적인 정수센터 운영관리

3-1. 생산원가 절감

3-2. 입상활성탄 교체

3-3. 노후 염소 및 약품(가성소다) 투입설비 개량

3-4. 취수장 염소 저장 및 투입설비 구매설치

3-5. 도수관로 잔류염소 측정기 구매설치

3-6. 배출수 재처리장 최적 운영 방안 연구

3-1. 생산원가 절감

강북아리수정수센터 소장:윤준성 ☎5801 정수시설과장:최병희 ☎5870 담당 최수미 ☎5872

정수센터 설비의 효율 개선과 신재생 에너지 활용, 약품 최적 투입 등을 통한 아리수 생산원가 절감 추진

□ 추진목표

- 아리수 생산단가 추진 목표: 톤당 전력사용량 0.347kWh/ m³ 이하
 - 연도별 톤당 전력사용량 현황

구분	2019년	2020년	2021년	2022년
강북실적	0.337	0.339	0.345	0.348

- 전력요금이 저렴한 경부하 시간대 정수 생산 최대화 및 설비 효율 개선
- 정수처리공정 운영 최적화

□ 추진실적

- 정수센터 설비의 효율 개선을 통한 전력사용량 1,744,138kWh 절감
 - 노후 송수펌프 5대, 취수펌프 4대 교체
- 신재생 에너지 활용을 통한 827,848kWh 감축(23.1~8)
 - 태양광 에너지 670,641kWh, 지열에너지 203,385kWh
- 정수처리공정 최적화로 약품비 절감 추진
 - 액체염소: 조류 발생 정도와 THMs 관리수준 내 투입 최적화
 - 응집제
 - ▶ 원수 pH 측정값 및 알칼리도 값에 따라 응집제 투입률 변경 관리
 - ▶ 약품투입률 결정시스템(DAS, AI, CAS-T)을 상시 비교하여 투입률 결정
 - ▶ 연도별 자-시험 데이터와 응집제 투입률을 분석하여 최적 투입
 - 과산화수소: 평시 및 냄새 발생 시(농도별 차등투입)를 구분하여 투입률 관리

□ 향후계획

- 냉,난방 가동시간 및 온도 적정 유지와 불필요한 전등 소등 등 에너지절감
- 정수센터 설비의 효율 개선을 통한 전력사용량 1,030,527kWh 절감
 - 노후 송수펌프 4대 교체 완료('23. 12 준공 예정)

3-2. 입상활성탄 교체

강북아리수정수센터 소장:윤준성 ☎5801 정수과장:하은경 ☎5840 담당:이승열☎5842
정수시설과장:최병희 ☎5840 담당:정준석☎5885

교체 주기(6년)가 도래된 입상활성탄 교체로 안전하고 맛있는 아리수 생산 공급

사업 개요

- 활성탄흡착지 시설현황 : 48지(1계열 24지, 2계열 24지)
- 사업내용
 - 2023년 입상활성탄 교체 물량 : 9지(1,958m³)
- 사업기간 : '23. 3. ~ '23. 12.
- 사업비 : 3,251백만원(구매비 : 2,928백만원, 교체비 : 323백만원)

추진 실적

- 2023년 물량 전량(9지) 반입 및 시험성적 합격 '23. 6.
- 9지 물량 중 8지 기성처리 완료 '23. 8.
 - 8지 기성금액 : 2,989백만원
 - ※ 2022년 이월물량(6지) 구매 및 교체 완료 : '23. 3.

예산집행실적

(2023.9.30. 기준 / 단위 : 천원)

사업명	예산현액	집행액	집행률(%)	향후집행		집행잔액	비고
				집행액	집행률(%)		
2023년 입상활성탄 구매 및 교체	3,251,000	2,988,805	91.9	262,195	100	0	

향후계획

- 소형생물 비활성기에 입상활성탄 교체공사 실시 예정 '23. 11.
- 입상활성탄 구매사업 최종 준공 처리 '23. 12.

3-3. 노후 염소 및 약품(가성소다) 투입설비 개량

강북아리수정수센터 소장:윤준성 ☎5801 정수시설과장:최병희 ☎5870 담당:박노성,김근혁☎5875

안정적인 시설 운영을 위하여 노후된 염소 및 약품투입설비를 개량하여 성능확보 및 안정적인 정수 생산

사업 개요

사업명	사업내용	설치년도	사업기간	사업비
정수장 염소투입설비 개량	투입기 2대 기화기 1대 인젝터 4대	2008 2011 2010	'23. 4.~12.	420백만원
가성소다 투입설비 개량	1,2계열 가성소다 투입기 4대 3,4계열 가성소다 투입기 4대	2012 2010	'23. 4.~9.	450백만원

추진실적

○ 염소투입설비 개량

- 설계, 심사, 발주 '23. 1~3.
- 계약체결 및 개량 중 '23. 4.~12.

○ 가성소다 투입설비 개량

- 설계, 심사, 발주 계약체결 '23. 3.~5.
- 계약체결 및 공사시행 '23. 5.~9.
- 준공 완료 '23. 9.

예산집행실적

(2023.9.30. 기준 / 단위 : 천원)

사업명	예산현액	집행액	집행률(%)	향후집행		집행잔액	비고
				집행액	집행률(%)		
염소투입설비 개량	420,000	32,000	7.6%	347,000	90.2%	41,000	
가성소다 투입설비 개량	450,000	344,000	76.4%	-	-	106,000	

향후계획

- 정수장 염소투입설비 개량 완료 '23. 12

3-4. 취수장 염소 저장 및 투입설비 구매·설치

강북아리수정수센터 소장 : 윤준성 ☎5801 원수관리 과 장 : 노지문 ☎2490 담당 : 정정재 ☎5234

강북통합취수장 내용연수 경과 염소투입 설비를 교체, 선제적으로 중대사고 예방하여 쾌적한 작업환경 개선, 안전문화 정착

사업개요

- 사업내용 : 노후된 염소투입기 외 기타 노후설비 구매·설치
- 사업기간 : 2023. 3. 22. ~ 2023. 9. 19.
- 총사업비 : 400백만원

추진실적

○ 설치내역

구매품목	수량	설치위치	구매품목	수량	설치위치
염소 투입기	1대	구의 1호	역수 방지장치	1식	강북
다중화 시스템 신설	1식	강북 ⇄ 구의	냉·난방기	6대	강북·구의·뚝도
기화기 압력 전송계	2대	강북	호이스트	4대	강북·구의·뚝도
배관 압력 전송계	4대	뚝도·구의	중화설비실 셔터	1식	강북
압력 스위치	4대	뚝도·구의	긴급차단 밸브	6대	강북
에폭시 도장	1식	강북	차단밸브 제어반	1대	강북



긴급차단밸브 설치



기화기 압력전송계 설치



호이스트 교체



염소투입기 교체



다중화시스템 신설

예산집행실적

(2023.9.30. 기준 / 단위 : 천원)

사업명	예산현액	집행액	집행률(%)	향후집행		집행잔액	비고
				집행액	집행률(%)		
취수장 염소 저장 및 투입설비 구매설치	400,000	330,330	82.5%	-	82.5%	69,670	

3-5. 도수관로 잔류염소 측정기 구매·설치

강북아리수정수센터 소장 : 윤준성 ☎5801 원수관리 과 장 : 노지문 ☎2490 담당 : 정정재 ☎5234

취수 도수관로 노후 잔류염소 측정기 교체로 전처리 소독 염소 투입에 철저를 기해 맛있는 아리수 생산에 만전을 기함.

사업개요

- 사업내용 : 도수관로 잔류염소 측정기(4대) 구매·설치
- 사업기간 : 2023. 2. 1.~2023. 5. 30.
- 총사업비 : 73백만원

추진실적

- 추진내용
 - 도수관로 잔류염소 측정기(DPD비색법) 구매·설치(총 4대)
 - ▶ 취수장 외부 도수관로 강북A·강북B(2,600mm) 라인에 2대 설치
 - ▶ 취수장 외부 도수관로 구의·뚝도(2,200mm)라인에 2대 설치



구의/뚝도(전)



구의/뚝도(후)



강북 A/B(전)



강북 A/B(후)

예산집행실적

(2023.9.30. 기준 / 단위 : 천원)

사업명	예산현액	집행액	집행률(%)	향후집행		집행잔액	비고
				집행액	집행률(%)		
도수관로 잔류염소 측정기 구매설치	73,000	61,187	83.8%	-	83.8%	11,813	

사업효과

- 소독 약품 적정 투입 효율성 증대로 아리수 소독 부산물 발생 최소화

3-6. 배출수 재처리장 최적 운영 방안 연구

강북아리수정수센터 소장 : 윤준성 ☎5801 정수과장 : 하은경 ☎5840 담당 : 송예지 ☎5862

방류수의 용해성망간, 클로로포름 등의 저감을 위해 설치된 배출수 재처리장의 효율 분석 및 최적 운영 방안 마련

연구개요

○ 추진배경

- 방류수 배출허용기준의 지속적인 강화로 인해 수질기준 준수가 어려운 문제 발생
- 배출수 수질개선을 위해 신규 재처리장 설치('23. 2.) : 폭기, 오존+DAF
※ DAF(Dissolved Air Flotation 용존공기부상법)
- 도입시설에 대한 효율 분석 및 운영 지침 제시 필요

○ 추진계획

- 배출수 재처리장 운영 효율 분석
- 배출수 재처리장 최적 운영 지침 제시

추진실적

○ 배출수 재처리 공정별 수질 변화 모니터링 및 제거 효율 분석

- 클로로포름 최대 57.1% 제거
- 용해성망간 최대 100% 제거
- 부유물질(SS) 최대 86.6% 제거

○ 배출수 재처리 운영에 따른 최종 방류수 수질 변화 모니터링

- 수온이 낮은 겨울철 클로로포름 제거 효율이 낮아 수질기준 초과
- 용해성 망간 및 SS는 수질기준 이내로 유지

○ 용해성망간 및 클로로포름 유입 농도별 운영인자(폭기량, 오존 주입 농도 등) 변경 실험 진행 중

- 경제적인 운영을 위한 최적 방안 마련

향후 계획

- 현장 실험 및 데이터 분석 완료 '23. 10. ~ 11.
- '23. 12. : 최종 결과 보고서 작성 '23. 12.