

KWCS 57 40 10 25 : 2021

고도산화설비 (UV AOP)

2021년 5월 21일 제정
<http://www.kcsc.re.kr>

한국수자원공사 전문시방서 제·개정에 따른 경과 조치

이 기준은 발간 시점부터 사용하며, 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설 공사는 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 연혁

- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 댐 및 상수도공사 전문시방서와 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 댐 및 상수도공사 전문시방서를 중심으로 해당 부분을 통합 정비한 것으로 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
K-water 댐 및 상수도공사 전문시방서	• K-water 댐 및 상수도공사 전문시방서 제정	제정 (1997)
K-water 댐 및 상수도공사 전문시방서	• K-water 댐 및 상수도공사 전문시방서 개정	개정 (2004)
K-water 댐 및 상수도공사 전문시방서	• K-water 댐 및 상수도공사 전문시방서 개정	개정 (2008)
K-water 댐 및 상수도공사 전문시방서	• K-water 댐 및 상수도공사 전문시방서 개정	개정 (2010)
KWCS 57 40 10 25 : 2021	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함	제정 (2021.5)

제 정 : 2021년 5월 21일

심 의 : 중앙건설기술심의위원회

소관부서 : 환경부

관련단체 : 한국수자원공사

개 정 :

자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

작성기관 : 한국수자원공사

목 차

1. 일반사항	1
1.1 적용범위	1
1.2 참고 기준	1
1.2.1 관련 법규	1
1.2.2 관련 기준	1
1.3 용어의 정의	2
1.4 요구조건	2
1.4.1 일반사항	2
1.5 제출물	3
1.6 수량산출 및 대가 지급	3
2. 자재	3
2.1 규격 및 수량	4
2.2 제작조건	4
2.2.1 일반사항	4
2.2.2 UV 시스템 유입수의 수질	4
2.2.3 운영조건	5
2.3 UV AOP 설비	5
2.3.1 UV 반응조	5
2.3.2 UV 램프	6
2.3.3 UV 램프 강도 측정기	6
2.3.4 UV 투과율 측정기	7
2.3.5 온도 측정기	7
2.3.6 차압계(미압계)	7
2.3.7 과수농도계	7
2.3.8 유속측정기	8
2.4. 과산화수소 주입설비	8

2.4.1	규격 및 수량	8
2.4.2	과산화수소 주입펌프	8
2.4.3	전자유량계	9
2.4.4	과산화수소 저장탱크	9
2.4.5	과산화수소 현장제어반 및 부대설비 구성	10
2.5	감시제어설비 및 전기공급설비	10
2.5.1	일반사항	10
2.5.2	감시제어설비	11
2.5.3	종합제어반(MCP)	11
2.5.4	전기공급설비	12
2.5.5	계측제어설비 및 전기설비의 시공	13
2.6	시운전, 기술지원, 검사, 성능검증시험, 훈련 및 예비품	14
2.6.1	시운전	14
2.6.2	기술지원	14
2.6.3	검사	15
2.6.4	성능검증시험	15
2.6.5	교육	16
2.6.6	예비품 및 유지관리공구	16
3.	시공	16

1. 일반사항

1.1 적용범위

- (1) 이 기준은 고도산화설비(UV + 과산화수소)의 설계, 제작, 시험, 운반, 설치, 검사 및 시운전, 교육 등에 대해 적용한다.

1.2 참고 기준

1.2.1 관련 법규

- 에너지이용 합리화법

1.2.2 관련 기준

- 고효율에너지기자재 보급촉진에 관한 규정
- 효율관리기자재 운용규정
- KWCS 10 10 10 공무행정요건
- KWCS 57 40 10 15 오존 주입설비
- KWCS 57 80 06 수처리기기 일반사항
- KWCS 57 80 10 25 다이어프램 펌프
- DIN 독일공업표준
- EN 유럽 표준
- IEC 국제전기기술협회
- IEE 전기기술자협회
- KECO'S 한국전력표준
- KS B 1511 철강제 관플랜지의 기본치수
- KS D 3503 일반구조용 압연강재
- KS D 3576 배관용 스테인리스강관
- KS D 3595 일반배관용 스테인리스강관
- KS D 3698 냉간압연 스테인리스 강판 및 강대
- KS D 3705 열간압연 스테인리스 강판 및 강대
- KS D 3706 스테인리스 강봉
- KS D 6024 구리 및 구리합금주물
- SPS-KFCA-D4103-5006 스테인리스 주강품
- EPA/625/1-86/021 Design Manual: Municipal Wastewater Disinfection
- EPA/815-R-06-007 Ultraviolet Disinfection Guidance Manual for the Final Long Term 2 Enhanced Surface Water Treatment Rule
- IEEE 519 Recommended Practices and Requirements for Harmonic Control in Electrical Power Systems

- NEC/NFPA 70 National Electrical Code
- NEMA 250 Enclosures for Electrical Equipment
- NFPA 79 Electrical Standards for Industrial Machinery
- NWRI-00-03 Ultraviolet Disinfection Guidelines for Drinking Water and Water Reuse
- ONORM M 5873-1 Plants for the Disinfection of Water Using Ultraviolet Radiation Requirements and Testing Low Pressure Mercury Lamp Plants

1.3 용어의 정의

내용 없음

1.4 요구조건

- (1) 수급인은 현장조건, 적용사항, UV AOP 설비의 전처리 및 후처리공정 운전조건을 검토하고, 기술된 사항에 가장 적합한 설비를 제시하여야 한다.

1.4.1 일반사항

- (1) UV AOP 설비의 목적

- ① UV AOP 설비는 UV 방사선과 과산화수소의 반응에 의해 OH 라디칼을 형성하여 맛·냄새제거, 미량유해물질, 유기물질의 산화 등을 목적으로 설치하며 소독공정으로 도 사용이 가능하여야 한다.

- (2) 운전 및 감시제어

- ① UV AOP 설비는 공사시방서에 제시된 위치에 감시제어시스템이 설치되어 현장 및 중앙감시 제어설비에 의해 자동제어 및 감시가 이루어져야 한다.

- (3) UV AOP 설비의 공급범위

- ① UV 반응조 ()계열 및 부대 설비를 공급, 설치하여야 하며 전체 설비가 종합적으로 운전 감시제어 되도록 설치하여야 하고, 다음과 같은 설비를 포함한다.

가. UV 반응조 및 관련 밸브·배관

나. 산화수소 주입설비 및 관련 밸브·배관

다. 전기 및 제어, 계측설비 등

- ② UV AOP 설비의 기기들은 필요한 모든 부속품과 설비 자체배선, 설비동작에 필요한 소배관 등이 포함되어야 한다.

- ③ 모든 설비는 기계기초, 보온시공(필요시)을 포함하여 요구되는 성능을 충분히 발휘할 수 있도록 구비되어야 한다.

- ④ 설비 설치 및 운전을 위한 관련법 규정에 따르는 제반업무와 외부기관의 시험, 검사 등은 계약범위에 포함되며, 수급인은 절차 및 방법에 대한 계획을 공사감독자의 승인을 득한 후 시행하여야 한다.

- ⑤ 종합제어반까지 1차 동력 배선, 결선은 전기공사 공급범위이며 제어반에서 본 설비의 동력, 감시 및 제어용 배선, 배관, 결선 및 시운전은 본 설비공급자의 공급범위

이다.

(4) 설계기준

- ① 처리대상물질(예시 2-MIB(2-MethylIsoBorneol) 또는 1,4 -dioxane)제거율은 다음 전체시스템 소비전력량(Electrical Energy Dose, EED) 및 과산화수소 주입율 조건하에서 공사시방서에서 정한 값(%) 이상이어야 한다. 명시된 정수장의 설계조건에 제시된 최대수질조건에서 성능을 발휘하여야 한다.
 - 가. 전체시스템(램프, 안정기 등 포함, 종합제어반인입전력량) 소비전력량(EED)은 공사시방서에 정한 값(kWh/m³) 이하여야 한다.
 - (가) 요구 UV dose ≤ UV dose (clean lamp) × 오염계수(fouling factor) × 노화인자(aging factor)
 - (나) 과산화수소주입율은 공사시방서에 정한 값(mg/L) 이하여야 한다.
- ② UV 반응조의 손실수두는 설계유량(()천m³/일×1.05/()계열)에서 ()m 이하여야 하며 UV반응기 전·후단 밸브를 포함한 전 구간의 총 손실 수두는 ()m 이하여야 한다.
- ③ UV AOP 설비는 소독공정으로도 사용이 가능해야 한다.
- ④ 과산화수소 주입율은 잔류염소와 과산화수소의 반응으로 과산화수소 잔류량이 변화되므로 잔류염소로 인한 영향요소를 고려하여 과산화수소주입율을 결정하여야 한다.

(5) 자격요건

- ① UV AOP 설비의 모든 기자재의 원활한 운전 및 유지관리를 위해 동일 공급자가 1식으로 제작, 공급 및 설치하여야 한다.
- ② 수급인은 제작사로부터 단독공급확약서(sole & exclusive supply certificate), 전체시스템에 대한 성능보증서(램프 및 안정기 수명보증 포함), 전체시스템의 소비전력량 EED(electrical energy dose), 과산화수소 주입율에 대한 제작사보증서, 반응조에서의 손실수두에 대한 제작자 보증서, 전체시스템에 대한 제작사 A/S보증서를 제출하여야 하며, 계약시 제출한 소비전력에 대해 보증하여야 한다.

(6) 성능보증

- ① UV AOP 설비에 대한 보증기간은 준공일로부터 3년으로 한다.

1.5 제출물

- (1) 제출물은 KWCS 10 10 10 (1. 일반사항)에 따르며, 추가사항은 다음 (2)항과 같다.
- (2) 설비의 제작도면은 부속품과 함께 완전한 패키지로서 함께 제출하여야 한다.

1.6 수량산출 및 대가 지급

- (1) 수량산출 및 대가 지급은 KWCS 57 40 10 15 (1.6)에 따른다.

2. 자재

2.1 규격 및 수량

(1) 규격 및 수량은 공사시방서에 따른다.

2.2 제작조건

2.2.1 일반사항

(1) 공급인은 다음의 설계기준을 만족하는 UV AOP 설비를 공급해야 한다.(처리대상물질이 2-MIB일 경우)

- ① 최대유량 : ()m³/일(정수생산량×1.05)
- ② UV254투과율 : ()% 이상
- ③ 제거대상물질 : (2-MIB 또는 1,4-dioxane)
- ④ 목표제거율 : ()%
- ⑤ UV 반응조 손실수두 : ()m 이내

(2) UV AOP 설비는 램프효율이 저하되어 교체가 필요한 시점까지 목표 제거율을 달성할 수 있어야 한다(오염계수와 노화인자를 고려).

2.2.2 UV 시스템 유입수의 수질

(1) 정수장 유입수 수질

- ① 정수장 유입수 수질범위는 다음 표 2.2-1을 참고하며, 상세한 사항은 공사시방서에 따른다.

표 2.2-1 정수장 유입수 수질범위

구 분	단 위	최 소	평 균	최 대
TOC	mg/L			
TSS	mg/L			
탁도	NTU			
질산성질소(NO ₃ ⁻ -N)	mg/L			
철	μg/L			
망간	μg/L			
pH	-			
잔류염소(전염소)	mg/L			
총알칼리도(as CaCO ₃)	mg/L			
경도(as CaCO ₃)	mg/L			
칼슘	mg/L			

(2) UV AOP 설비 유입수 수질

- ① UV AOP 설비 유입수 수질범위는 다음 표 2.2-2를 참고하며, 상세한 사항은 공사 시방서에 따른다.

표 2.2-2 UV AOP 설비 유입수 수질범위

구 분	단 위	최 소	평 균	최 대
UV 투과율	%			
TOC	mg/L			
탁도	NTU			
pH	-			
잔류염소	mg/L			

2.2.3 운영조건

(1) 운영모드

- ① UV AOP 설비는 2-MIB(또는 1,4-dioxane 등) 제거를 위한 AOP공정 운영모드(고출력 UV 조사량 및 과산화수소 주입)와 소독공정 단독운영모드(저출력 UV 조사량, 과산화수소 미주입)로 운영이 가능해야 한다.
- ② 소독공정의 크립토스포리듬(cryptosporidium)에 대한 소독능 확보 기준은 불활성화 비 계산방법 및 정수처리 인증 등에 관한 규정(환경부) 또는 US EPA의 안내 매뉴얼(guidance manual) 기준에 따른다.

(2) 최적 운영조건 제시

- ① 2-MIB(또는 1,4-dioxane 등) 제거를 위한 AOP공정 운영모드에서는 같은 제거율을 확보하기 위한 UV 조사량과 과산화수소 주입을 조합이 다양하기 때문에 운영비용 최소화가 가능하도록 제거율에 따른 UV 조사량과 과산화수소 주입을 상관관계(표 또는 관계식)를 제시하여야 한다.

2.3 UV AOP 설비

2.3.1 UV 반응조

- (1) UV 반응조는 ()계열로 구성되며 관로형으로 설치한다. 각 계열은 최대 ()m³/일의 유량을 처리할 수 있도록 제작한다.
- (2) UV 반응조 및 전·후단 배관은 UV 광선, OH 라디칼 등에 견딜 수 있는 내식성재질이어야 한다.(STS 316L, 내부식성 재질, 또는 동등이상)
- (3) UV 램프의 빛이 운영자에게 직접 노출되지 않도록 제작되어야 한다.
- (4) 램프 작동 여부는 UV강도계 이외에 육안 확인이 가능한 시스템이어야 한다.

- (5) 각 계열별 UV 반응조 전·후단 30 cm 지점에는 간이 유속계를 설치하여 관 단면의 입의 지점에서 유속을 측정할 수 있는 구조로 제작되어야 한다.
- (6) UV 반응조 내부에 공기가 정체될 경우를 대비하여 UV 반응조 공기 배기관(air vent)을 설치하여야 한다.
- (7) 유출입 배관은 공사시방서에서 정한 규격(mm) 이하로 구성되어야 하며, UV 반응조 전·후단 배관 공급범위는 유입밸브 후단부에서 유출밸브 전단부 사이이다.
- (8) UV 반응조는 반응조 내부의 물을 배수하기 위한 드레인 밸브가 설치되어야 한다.
- (9) 각 UV 반응조간 공간은 램프 교체 등 유지보수에 충분하게 확보되어야 한다.
- (10) 운영 중 램프파손으로 인한 수은 및 파손물질의 유출을 방지하기 위해 별도의 트랩(trap)이 구성되어야 한다.(필요시)
- (11) 운영 중 램프파손으로 인한 수은 및 파손물질의 유출을 방지하기 위하여 필요시 긴급차단밸브를 설치하고 긴급차단밸브 설치시 유입원수의 유속을 고려하여 오염수 유출을 방지할 위하여 밸브 개폐시간 및 조작기 용량 검토하여야 한다.
- (12) 램프슬리브가 파손되면 슬리브 내로 인입되는 원수에 의해 UV램프가 파손 및 소손되므로 슬리브 제작 시 투과율, 외부충격, 압력, 온도 등을 고려하여 제작하도록 명기하여야 한다.

2.3.2 UV 램프

- (1) UV 램프의 형식은 (저압, 중압)이며, 램프 입·출력값은 공인인증시험기관 또는 동등 이상의 제3기관을 통해 제시되어야 한다.
- (2) UV 램프 노화인자(aging factor)는 0.9이상이어야 한다(램프 수명 도래시).
- (3) 석영슬리브 투과율(@254 nm)은 90 %이상 이어야 하며, 반응기 강도계 값의 이론적 계산 값을 제시하고 제3기관 성적서를 제출하여야 한다.
- (4) UV 램프 재점등시 안정화에 소요되는 시간은 6분 이하여야 한다.
- (5) UV 램프 수명은 점등시간 기준으로 저압램프의 경우 12,000시간 이상, 중압램프의 경우 8,000시간 이상 보증되어야 한다.
- (6) UV 램프 개별 점등 상태는 종합제어반에서 표시되어야 한다.
- (7) UV 램프를 보호하는 석영슬리브는 모든 램프에 설치되어야 하며, 보증기간은 최소 5년 이상(full guarantee)이어야 한다.
- (8) 설치된 모든 UV램프의 위치(각도)별 강도는 일정하여야 하며 이를 전수 검사를 통해 램프의 이상여부를 평가하여야 한다.

2.3.3 UV 램프 강도 측정기

- (1) UV 강도측정계 중 UV 반응조 내부의 물과 접촉하는 부분은 내식성 재질이어야 한다.
- (2) UV 강도 측정센서는 NIST(national institute of standards and technology) 등 국제표준 센서를 적용하여야 하고, 교정(calibration)이 완료되어 있어야 한다.

- (3) UV 강도계의 경우 데이터 신뢰성 확보 및 운영관리의 편의성을 위해 기준센서를 구비하도록 하고 센서 교정 절차(sensor calibration procedure) 및 센서키트(sensor kit)를 구성하여야 한다.
- (4) UV 강도측정시스템은 연속측정방식으로 측정범위는 $20 \text{ W/m}^2 \sim 250 \text{ W/m}^2$, $240 \text{ nm} \sim 300 \text{ nm}$ ($\geq 90\%$) 정확도 3% 이내, 측정각도 120도 이상, 운전범위에서 선형성 2% 이내 파장(nm), 장기간 안정성 1% 이내(1000hr, 가동기준)이며 재질은 STS 316L + EPDM, 센서 슬리브는 석영으로 구성되어야 한다.
- (5) UV강도센서는 1 volt~5 volt, 4 mA~20 mA의 전류로 전환하여 제어반 등 상위 감시제어시스템에 전송되어야 한다.
- (6) UV강도센서는 UV반응기 운영 중에도 교체가 가능하여야 하고 UV강도센서는 각 개별 램프의 UV강도값을 실시간으로 측정하여 보여주어야 한다.

2.3.4 UV 투과율 측정기

- (1) UV 투과율(UVT) 측정시스템은 254 nm의 파장에서의 투과율을 자동으로 측정하여야 하며, 254 nm에서 90% 이상으로 정확도는 $\pm 0.3\%$ 이하, 반복성 0.1% 이내, 자동세척가능형, 자가진단가능(과도한 물 때, 램프 출력, 및 전기적 오류 감지가능), 4 mA~20 mA 출력 및 RS485통신가능, 허용탁도 0 NTU~3 NTU, 선형성 $< \pm 1\%$, 측정주기는 1회/2분 이내여야 한다.
- (2) UV 투과율 측정시스템은 UV 투과율 값에 따라 UV AOP 설비가 자동으로 제어될 수 있도록 UV AOP 설비의 제어반과 연동되어야 한다.

2.3.5 온도 측정기

- (1) UV 반응조 내에서의 처리수 흐름이 없거나 비어있는 상태에서 UV 램프의 발열로 인한 피해를 방지하기 위해서 온도 측정기가 설치되어야 한다.
- (2) 설정된 온도 이상 상승시에는 알람을 발생하고 자동으로 UV AOP 설비를 정지할 수 있도록 구성되어야 한다.
- (3) 온도계는 데이터전송가능형으로 측정범위는 $0 \text{ }^\circ\text{C} \sim 150 \text{ }^\circ\text{C}$, 정확도 $< \pm 0.15 \text{ }^\circ\text{C}$, 보호등급은 IP65이상으로 구성하여야 한다.

2.3.6 차압계(미압계)

- (1) 차압계는 반응조에서 발생하는 손실수두를 측정하는 장비로 측정범위는 0 mmAq~150 mmAq 또는 0 mmAq~300 mmAq 정확도 $< \pm 0.1\%$, 전송가능형으로 보호등급은 IP65로 구성하여야 한다.

2.3.7 과수농도계

- (1) 과수농도계의 형식은 전류계 막 세포(amperometric membraned cell)으로 측정범위는 0 ppm~30 ppm, 반응속도 90% in 60sec, 정확도 $< \pm 0.5 \text{ ppm}$, 민감도 최소 0.001 ppm,

연속측정 및 데이터 전송이 가능하여야 한다.

- (2) 설치위치는 UV반응조 이전에 1개소를 설치하고 UV와 반응한 이후 1개소에 설치하도록 구성하여야 한다.

2.3.8 유속측정기

- (1) 유속측정기의 측정방식은 초음파 전송 시간차측정방식이며 측정범위는 3 cm/s ~ 400 cm/s, 정확도 $\lt; \pm 3 \% \text{ of full scale}$, 데이터 저장이 가능하여야 한다.

2.4. 과산화수소 주입설비

2.4.1 규격 및 수량

- (1) 규격 및 수량은 공사시방서에 따른다.

2.4.2 과산화수소 주입펌프

2.4.2.1 튜브펌프인 경우

- (1) 형식 : 호스형(hose type) 저맥동 펌프 헤더 및 제어 드라이버 내장 구동장치
- (2) 규격
 - ① 정 격 : 액체 () L/min, 정확도 $\pm 0.5 \% \text{ RD}$ 연속운전
 - ② 흡입조건 : 자흡식
 - ③ 송출압력(MPa) : 공사시방서에 따른다.
 - ④ 전원 및 기타 : AC 220 V 단상 60 HZ, 100 VA 이하, 소음 최대 70 db 이하
- (3) 수량 : 공사시방서에 따른다.
- (4) 구조 및 재질
 - ① 호스 펌프는 헤드(head), 구동장치 및 호스 등으로 구성되며 송출하고자 하는 약품 및 펌프 상호간에 오염이 없는 완전 자흡식으로써 펌프 손상없이 공회전 운전이 가능하고 별도의 밸브 및 씬(seal)이 필요없고 펌프 정지 시 약품흐름 차단 및 송출 측으로부터의 역류방지역할을 수행하며, 변형에 민감한 물질의 송출에 이상적인 구조이어야 한다.

2.4.2.2 다이어프램 펌프인 경우

- (1) 상세규격
 - ① 운전범위(액체, l / min) : 공사시방서에 따른다.
 - ② 다이어프램 규격(mm) : 공사시방서에 따른다.
 - ③ 제어방식: (유량 및 농도에 의한 복합비례) 제어방식
 - ④ 흡입 토출구경(mm) : 공사시방서에 따른다.
 - ⑤ 최대 사용압력(MPa) : 공사시방서에 따른다.

(2) 고도산화설비의 구조는 KWCS 57 80 10 25에 따른다.

(3) 구성품

- | | |
|---|----|
| ① 공통 베이스 | 1식 |
| ② 압력 게이지 | 1개 |
| ③ 역압밸브(backpressure valve) | 1개 |
| ④ 면적식 유량계(calibration column) | 1개 |
| ⑤ 맥동 방지밸브 | 1개 |
| ⑥ 실리콘 제어 정류소자(SCR) 속도 제어반(speed controller) | 1대 |
| ⑦ 축압기(accumulator) | 1대 |

2.4.3 전자유량계

(1) 용도 : 원수유량과 주입율을 기준으로 약품 투입량이 산출되면 전용컨트롤러(controller)에서 P.I.D제어를 통하여 정량펌프를 조절하게 되며 구경은 적정유속범위를 만족하여야 하며 이때 실제 투입되는 약품량을 검출하는데 사용할 수 있어야 한다. 또한, 배관은 전후단 직관설치 규정에 적합하여야 한다.

(2) 형식 : 자기식 유량계(magnetic flow meter)

(3) 구경 : 공사시방서에 따른다.

(4) 수량 : 공사시방서에 따른다.

(5) 일반사항

① 재질

가. 전극봉(electrode) : HAST- C, 티타늄(titanium) 이상

나. Liner : 내산성, 내알카리성 재질 이상

② 정도 : $\pm 0.5\%$ FS

③ 반복성 : $\pm 0.05\%$

④ 센서/변환기는 일체형(또는 분리형) 구조로 한다.

⑤ 직관거리 : KWCS 57 95 45 (3.1.3) 만족

⑥ 접지판 및 접지봉사용하에 표준접지 시공을 하며 배관이 비전도체인 경우 접지를 원활하게 하기 위하여 접지저항을 사용하여야 한다.

2.4.4 과산화수소 저장탱크

(1) 과산화수소수 저장탱크는 50 % 농도의 과산화수소까지 저장할 수 있는 과산화수소에 내부식성 재질로 설치하며, 구조적으로도 안정적이어야 한다.

(2) 과산화수소수 저장탱크는 수위를 알 수 있도록 수위계가 설치되어 있어야 하며, 누액을 대비하여 안정장치를 적정하게 갖추고 있어야 한다.

(3) 과산화수소 내에서 자연적으로 발생하는 산소를 제거하기 위한 장치가 구성되어야 한다.

(4) 저장탱크는 상부 유입과 하부 유출 상부에 환기구(vent)용으로 U자를 뒤집어 놓은 모

양의 배출시설이 갖추어져야 한다.

- (5) 어떤 공정상의 물질도 저장탱크로 들어가지 않도록 고려하며 쉽게 배수가 가능하도록 설치해야 한다.
- (6) 인공조명 필요시 환선이 금속 탱크와 접촉하지 않도록 하고 질식 가스는 쉽게 탐지되지 않으므로 탱크 외각에 위치한 송풍기로부터 강제 통풍에 의해 작업원을 보호하도록 구성한다.

2.4.5 과산화수소 현장제어반 및 부대설비 구성

- (1) 과산화수소 주입설비는 UV AOP 설비와 연동하여 운전모드에 따른 자동화 운영이 가능하도록 적정 제어시스템이 구성되어야 한다.
- (2) UV AOP 설비의 과산화수소를 메인 배관에 적정하게 혼합할 수 있도록 디퓨저가 설치되어야 하며, 필요시 가압수를 통해 메인배관에 주입할 수 있도록 동기 펌프(motive pump)와 부대시설을 설치하여야 한다.
- (3) 누액된 약품이 외부로 누출되지 않도록 방지하며 약품주입기 및 부속설비의 유지관리가 용이하도록 하기 위해 SKID 장치를 설치한다.
- (4) 현장제어반은 약품의 저장, 용해조의 희석농도 설정 및 운전에 관한 사항, 약품주입량의 제어감시 및 약품주입펌프 등 부대설비의 연동을 제어하여야 한다.
- (5) 약품제어반의 원격운전은 각각의 주입기 1조당 타공사(계측제어)분의 중앙제어실로부터 처리수량 및 약품 주입을 신호를 받아 현장제어반의 PPM 연산기 및 PID 컨트롤러에 의해 자동비례주입이 가능하도록 구성하여야 한다. 주입지점까지의 약품주입펌프 연동운전을 포함하며 현장에서의 주입율(PPM) 입력을 통한 현장자동운전 및 이상의 각 설비별로 수동으로도 조절할 수 있도록 하여야 한다.
- (6) 현장제어반과 중앙조정실의 신호 수수는 아날로그 및 건접점에 의한 실배선 및 RS232C 통신방식의 겸용으로 필요에 따라 선택이 가능하도록 구성한다. 비례제어기는 입력신호에 의해 설정된 주입률(ppm단위)에 따라 정확하게 주입될 수 있어야 하며 또한 실제 주입량 및 적산값을 중앙 제어실에 보낼 수 있어야 한다.
- (7) 과산화수소가 직접 접촉하는 과산화수소 탱크, 배관, 펌프는 과산화수소에 의한 기포 발생을 억제하기 위해 산세정작업을 실시하여야 하고 배관 내에는 기포를 제거할 수 있는 벤트(vent)를 설치하여야 한다.

2.5 감시제어설비 및 전기공급설비

2.5.1 일반사항

- (1) UV AOP 설비 공급자는 UV AOP공정의 운영을 자동화할 수 있도록 계측제어설비를 구성하여야 한다. 감시제어설비는 운전모드별로 유량, 수질에 따라 자동 운전할 수 있어야 하며, UV AOP 설비 공급자는 UV반응조와 현장제어반(PLC), 정수장의 원격감시제어설비(DCS 또는 RCS) 사이의 통신이 가능하도록 상호작용을 구축하여야 한다.

- (2) UV AOP 설비 전체를 감시 제어할 수 있는 감시제어설비 및 각 기기에 동력을 공급하는 전기공급(MCC 포함)으로써 이의 설계, 제작, 설치, 시험 및 검사, 시운전에 대하여 적용한다.
- (3) UV AOP 설비를 자동 및 수동으로 제어할 수 있도록 감시제어설비 및 전기공급설비와 각 장치별 현장조작반(LOP)을 공급하여야 한다. 공급범위는 다음과 같다.
 - ① 전원공급용 수전반(MCC) : 1식
 - ② UV AOP 설비 종합제어반 : 1식
 - ③ UV AOP 설비 현장조작반(LOP) : 1식
 - ④ 과산화수소주입설비 현장조작반(LOP) : 1식
- (4) UV AOP 설비의 감시제어는 종합제어반과 중앙제어실 감시제어설비에서 이루어지도록 감시제어를 위한 모든 FDS(function design specification)을 제공하여야 하며, 또한 수급인은 UV설비와 관련된 작업(프로그램 입력, 배선, 성능시험 등)의 시행시 기술자를 지원하여야 하며 UV AOP 설비의 기능 테스트 시에도 기술자가 참여하여 원활한 시운전이 되도록 하여야 한다.
- (5) UV AOP 설비의 자동운전 및 정지 시에 각 장비의 기능상 혹은 보호를 위하여 설치되는 ON/OFF 자동밸브도 운전, 정지에 대한 사항은 감시제어시설비에 포함시켜야 한다.

2.5.2 감시제어설비

- (1) 설비의 최적 성능과 최적운전을 위하여 각종 구성품들의 자동 경보체계를 적절하게 하기 위하여 UV AOP 설비는 종합제어반 및 현장조작반(LOP)에 의하여 자동 및 수동으로 운전될 수 있어야 하며, 필요시 중앙제어실의 감시제어설비 시스템 네트워크(ethernet TCP/IP)와 연계되어야 한다.
- (2) UV 조사량은 운영자가 설정한 운전모드에 따라 유입유량 비례제어방식으로 운전될 수 있어야 하며, 또한 운영자가 설정한 2-MIB 제거효율 또는 크립토스포리듐(cryptosporidium) 소독능 목표값에 추종하여 감시제어시스템에서 자동연산된 UV 조사량에 의해 자동제어 되어야 하며 이를 구성하기 위해 필요한 기술료 등 모든 비용은 본 계약에 포함한다.
- (3) 공정의 운영은 시스템 전체의 운영단가가 최소화되도록 UV 조사량 및 과산화수소 주입을 등 운전점을 감시제어설비에서 스스로 분석 연산하여 제어하여야 하며, 현재 운영 상태에서 운영 단가(원/m³) 등이 제어반에 연산되어야 한다.
- (4) 무정전 전원장치(UPS)
 - ① 수급인은 모든 UV AOP 설비에 대한 계장 및 감시제어용 전원으로서 무정전 전원장치(UPS)를 공급하여야 한다.
 - ② 수급인은 UPS 용량계산서를 제출하여야 하며, UPS의 복구 시간(backup time)을 최소 60분 이상으로 하여야 한다.
 - ③ UPS 상태감시를 자체 PLC에서 수집하여 상위시스템으로 전송하여야 한다.

2.5.3 종합제어반(MCP)

- (1) 종합제어반은 터치스크린 방식으로 PLC(Programmable Logic Controller)에 의해 피드백(feedback) 제어와 시퀀스(sequence)제어를 행하고 프로세스(process) 신호의 입력과 출력의 업무를 수행하는 32Bit 마이크로 프로세서(micro processor)를 내장하는 제어반으로 자료 수집용 입출력 카드 및 제어연산용 CPU 및 상위 DCS와 연결하는 통신 모듈 등을 포함한다.
- (2) 종합제어반의 각종 point에 대한 소프트웨어 프로그램은 노트북 컴퓨터를 통하여 설치되며, 수정 또는 보수 시에도 현장에서 노트북 컴퓨터를 통하여 이루어져야 한다.
- (3) 종합제어반은 제어, 통신, 입출력 기능 등을 수행하며, 시퀀스 기능, PID제어, 논리 연산, 비율제어, 입출력 및 자료 송수신 등 이 기준에서 주어진 모든 기능이 수행되어야 한다. 메인컨트롤 장치는 I/O bus 통신을 담당하는 통신 카드, 고급연산 능력과 시퀀스(sequence)제어 능력을 갖추어 프로세서 장치(process unit)의 입출력 업무를 수행하는 메인 CPU 장치(unit), 상위 DCS와의 고속 통신처리를 위한 네트워크 제어 카드(network control card) 등으로 구성되어야 한다.
- (4) 종합제어반은 중앙제어시스템과 통신(ethernet)이 가능하도록 호환이 가능한 제품으로 구성하여야 하며, 부득이 프로토콜(protocol)이 상이하여 원활한 통신이 어려운 경우는 프로토콜(protocol) 변환기를 구비하거나 별도의 PLC를 중앙제어실에 설치하여 배선(hard wiring)으로 통신에 이상이 없도록 하여야 한다. 배선(hard wiring)으로 구성 시 관련배관 및 배선은 UV AOP 설비 공급자가 공급하도록 하여야 한다. 또한 중앙제어시스템에서 필요로 할 경우에는 요구하는 정보를 제공하여야 한다.
- (5) 노트북 컴퓨터
 - ① 래더 프로그램 설치(ladder program install) 또는 수정을 위한 용도로 사용할 수 있어야 하며 종합제어반과 직렬(serial) 통신이 가능하여야 한다.
 - ② 소프트웨어 사용권을 포함하여 공급하여야 하며 노트북 컴퓨터는 공급 당시 최신 사양으로 제공하여야 하며, 공급 전 공사감독자와 협의하여야 한다.

2.5.4 전기공급설비

- (1) 수급인은 UV AOP 설비에 대한 모든 필요한 동력 및 제어, 감시, 조작용 전력공급 장치를 공급, 설치 및 시운전하여야 한다.
- (2) UV AOP 설비용으로 공급되는 전력은 3 ϕ , 380 V/220 V, 60 Hz로 UV AOP 설비용 부하량을 고려하여 이후에 필요한 전기공급설비는 UV AOP 설비 공급자가 구성하여야 한다. 또한, 제어, 감시 및 조작 전압은 AC 220 V 및 DC 24 V를 표준으로 하여야 하며 필요한 변압기 또는 변환기를 공급하여야 한다.
- (3) 전체설비 및 개별 반응조의 소비전력을 측정하기 위한 전력량계가 구비되어야 하며, 그 측정값이 중앙제어실로 전송되어야 한다.
- (4) 배전반은 옥내용, 자립형, 금속폐쇄형으로 그 구성품은 저압차단기(MCCB, 또는

- ACB), 변압기(주형 몰드 변압기 or 건식 변압기 - 필요시)로서 설계조건은 전기공사의 설계조건을 따른다.
- (5) 수급인은 모든 전기공급설비 구성부품의 정격에 대한 계산서를 제출하여야 하며, 설비의 기동 시 전체설비의 전압강하가 10 % 이내가 되도록 기동방법을 결정하여야 한다.
 - (6) 전기공급설비의 1차측 전원공급은 전기설비 수급인은 공급하도록 하며 충분한 용량의 수전이 이루어질 수 있도록 (5)항의 계산서를 제출하도록 하며 사전에 충분한 협의가 이루어질 수 있도록 하여야 한다.
 - (7) 고조파 발생에 대하여(harmonics & distortion) 가변설비 가동시 상황을 가산하여 가동률 50 %부터 100 %까지 각 10 %단위로 변화하여 IEEE-519 기준에 미달인 경우에는 대책도 함께 승인도서 제출시 제시하여야 한다.
 - (8) 설계용량(차단기, 변압기, 케이블, CT, PT 등 내선규정, K-water 설계지침, KS, IEC중 만족하여야 함)의 적정성 및 설비보호장치(PF, VCB, ACB, ACCB등)의 용량검토 및 보호협조관계를 첨부하여야 한다.
 - ① 세팅(setting) : 값(적용값, 동작시간 등) 조정을 위한 계산식 및 보호협조 곡선도 작성
 - ② 보호계전기 세팅값 및 계전기 프로그램 포함
 - (9) 수배전반 등 각종 폐쇄배전반 설치시에는 K-water의 설계지침 제4편 전기방재설비공사의 제3장 전기 및 계측제어설비 내진설계기준 중 기기의 손상으로 인하여 대규모 피해가 초래되는 것을 방지할 수 있는 붕괴방지수준을 반영하여 시공하여야 하며 설계지침 (2.3.3) 수배전반 용량별 앵커 보강(3층 이내 적용)의 표 2.5-1를 참조한다.

표. 2.5-1 앵커기준

설비중량[kg]	앵커 종류*	개수	최소간격 [mm]
150	M8	4	225
250	M8	4	225
500	M8	4	225
750	M8	4	225

- (10) 변압기 선정
 - ① UV 설비의 효율적 운영을 위하여 변압기 선정시에는 K-water 설계지침 제2편 발전 및 수도전력설비의 수도시설 변압기의 용량산정 방법으로 설계하되 그 특성은 에너지이용 합리화법(산업통상자원부) 제15조 및 효율관리기자재 운용규정(산업통상자원부)에 의거하여 표준소비효율 제품으로 선정하고 효율기준은 [별표 3] 최저소비효율기준 및 소비효율등급 부여기준을 따르도록 한다.

2.5.5 계측제어설비 및 전기설비의 시공

- (1) 수급인은 모든 감시제어설비 및 전기공급설비에 대한 배치도 및 설치방안을 승인용으로 제출하여야 한다.
- (2) 수급인은 공급하는 모든 설비간의 전기, 신호, 통신, 제어 케이블 및 와이어와 배관(케이블 트레이 포함)에 대한 모든 자재의 공급 및 시공을 수행하여야 한다.(동력라인과 제어라인은 적정이격 거리를 유지하여 시공)
- (3) 단, 다음 작업은 타 계약자(계측제어설비 및 전기계약자)에 의해 시행된다.
 - ① UV 제어실 제어반 ↔ DCS의 RCS까지의 통신 케이블 연결 작업
 - ② 광통신 선로연결 작업시 각각의 허브 및 선로작업
 - ③ 정수장 메인 전기실 ↔ UV설비용 MCC 메인 차단기 1차 단자까지의 인입라인(line)

2.6 시운전, 기술지원, 검사, 성능검증시험, 훈련 및 예비품

2.6.1 시운전

- (1) 설치 완료된 대상설비에 대한 공사감독자의 승인을 받기 위하여 수급인은 개별 성능 시험이 포함된 모든 장비의 설치가 완료되었다는 사실을 서명승인 받은 후 연속 시운전을 하여야 하며, 시운전 시 DCS 업체가 컨트롤 프로그램을 입력시킬 때 기술지원을 하고, DCS 업체와 협력하여 기능테스트를 실시하여야 한다.
- (2) 시운전 기간 동안 설비 운영자에 대한 교육을 시행하여야 하며 교육 전에 세부 교육 계획서를 제출하여야 한다.
- (3) 시운전 시기는 전체 공사의 공정을 고려하여 공사감독자와 협의하여 결정하도록 하고 시운전 전에 계획서를 제출하여야 한다.
- (4) 설치된 각 기기의 조정 및 기능시험은 계속 시운전을 원활하게 착수하기 위하여 계획된 설치기간 동안에 수행되어야 한다.
- (5) 상기 작업에 필요한 기간은 시운전 기간에 포함되지 않으며, 시운전은 3개월간 연속 시행하여야 한다.
- (6) 시운전 기간 중 기계 및 전기설비 또는 계측제어설비 작동이 비정상적인 경우 수급인 부담으로 수정, 보완하여야 하며 시설의 정상운전을 보증하여야 한다.
- (7) 시운전시 발생하는 경비 중 시운전시 요구되는 공구, 장비, 소모성 자재 노무비 및 약품비(검증평가에 필요한 과산화수소 충전량) 등은 수급인이 공급하며, 연속적인 시운전을 위하여 요구되는 전력비, 용수 공급비는 K-water가 부담한다. 단, 연속부하 시운전이 1개월을 초과할 경우 시운전이 성공적으로 완료될 때까지의 연장된 기간(1개월 초과분)의 전력비, 용수 공급비는 수급인이 지급하여야 한다. K-water의 귀책 사유시에는 그러하지 않는다.

2.6.2 기술지원

- (1) 원활한 공사시공 및 시운전을 위해 수급인은 UV 반응조 제작사 및 국내 기술자를 상

주시켜야 한다.

- (2) 기술지원(시험, 시운전, 관리감독)을 위해서 UV 제작사의 설비기술자 1인과 시운전 기술자 1인은 20일 이상 상주하여야 한다.

2.6.3 검사

- (1) 모든 기자재 및 공사는 공사감독자의 검사를 받아야 한다.
- (2) 외국 공장검사를 위하여 공사감독자는 계약 이행 기간 동안 기자재가 제작 및 시험되는 공장에서 검사를 시행하여야 하며 공사감독자가 필요하다고 판단될 경우 중간검사를 시행할 수 있다. 검사에 소요되는 비용은 계약에 포함된다.(공사감독자 출장비용 제외)

2.6.4 성능검증시험

- (1) UV AOP 설비 설치 완료 후 수급인이 보증한 제거효율 달성을 위한 소비전력값 및 과산화수소 주입량의 검증시험을 위한 스파이킹 테스트(spiking test)를 수행한다.
- ① 검증 평가를 위한 세부 절차, 계획(수질검사 포함), 공급 부품, 수질분석기관 등은 사전에 공사감독자의 승인을 받아 수행한다.
- (2) 성능검증시험 검증평가의 절차는 다음과 같다.
- ① 검증평가는 이 기준 2.2.2에 제시된 원수수질조건 범위 및 최대 유량 이내 범위에서 수행한다.
- ② 2-MIB(또는 1,4-dioxane 등) 주입 및 균일한 농도확산을 위해 정적 혼합(static mixer)을 임시설치(시험완료 후 단관대체) 또는 전단부에 디퓨저를 임시설치(수급인 제시) 한다.
- ③ 수급인이 제시한 제거율별 과산화수소주입량 및 소비전력량을 검증한다.
- ④ 검증평가대상 반응조는 적정하게 배치되어 테스트할 수 있도록 계획하고 공사감독자의 승인을 득하여야 한다.
- ⑤ 유량별로 전력량을 단계별로 실험하여 제거율별 소비전력량 검량선을 작성할 수 있도록 시험한다.
- ⑥ 램프점등 정상화 시간 평가를 위한 평균유량 조건에서 램프가 완전히 소등되었다가 점등 후 4분부터 2분 간격으로 10분까지 2-MIB(또는 1,4-dioxane 등)의 제거효율을 평가한다.
- ⑦ 특정 운영 조건(유량, 조사량, 과산화수소 주입량)에서 시료 채취는 3번 하여 결과를 평균한 값을 사용한다.
- ⑧ 샘플시료는 UV반응조 전단 및 후단에서 채취한다.
- (3) 2-MIB(또는 1,4-dioxane 등) 제거효율 이외에도 보증 손실수두 검증을 시행하여야 하며, 성능검증시험을 위한 부대설비 및 소요시약(스태틱 믹서, 2-MIB 시약, 시약주입펌프 및 탱크 등)을 제공하여야 한다.
- (4) 성능검사결과 수급인이 보증한 목표제거율 달성을 위한 소비전력량 및 과산화수소 주

입을 보다 많은 소비전력량 및 과산화수소 주입율이 필요한 경우에는 15년간 운영비를 현가로 환산하여 K-water에 위약금을 지급하여야 한다.

- (5) 수급인이 검사결과에 이견이 있는 경우 1회에 한하여 재검사를 요청할 수 있으며, 재검사에 소요되는 경비 일체는 수급인이 부담한다.

2.6.5 교육

- (1) UV AOP 설비 인수 후 운전과 유지관리에 투입될 운영근무자에 대하여 최소 10일 이상 교육을 실시하여야 한다.
- (2) 수급인은 세부 교육계획서를 공사감독자에게 제출하여 승인을 득하여야 한다.

2.6.6 예비품 및 유지관리공구

- (1) 수급인은 다음의 품목을 예비품으로 납품하여야 하며 주요부품(UV 램프 등)은 단가를 명시하고, 유지보수에 필요한 유지관리공구를 공급하여야 한다.

① UV 램프	공급수량의 10 %
② 석영 슬리브	공급수량의 5 %
③ 오링 씬(o- ring seal)	공급수량의 5 %
④ 세척 와이퍼(또는 세척링)	공급수량의 5 %
⑤ 세척 장치(드라이브)	공급수량의 5 %
⑥ 안정기(ballast) 및 냉각팬	공급수량의 5 %
⑦ 표준 강도계	2 세트
⑧ 현장 강도계	2 세트
⑨ UV 투과도계	1 세트

3. 시공

- (1) 시공은 KWCS 57 80 06 (3. 시공)에 따른다.

집필위원

성명	소속	성명	소속
이현	한국수자원공사	송두호	한국수자원공사
문부영	한국수자원공사	장창래	한국수자원학회
설재현	한국수자원공사	함대헌	한국수자원학회
손승규	한국수자원공사	백태효	한국수자원학회
제갈훈	한국수자원공사	최미경	한국수자원학회

자문위원

성명	소속	성명	소속
유병조	한국수자원공사	남우성	도화
전환돈	서울과기대		

국가건설기준센터 및 건설기준위원회

성명	소속	성명	소속
이영호	한국건설기술연구원	박규홍	중앙대학교
구재동	한국건설기술연구원	김동욱	공주대학교
김기현	한국건설기술연구원	김상현	부산대학교
김나은	한국건설기술연구원	김성준	건국대학교
김태송	한국건설기술연구원	김용주	한국환경공단
김희석	한국건설기술연구원	김원재	한국건설기술연구원
류상훈	한국건설기술연구원	김종겸	강릉원주대학교
소병진	한국건설기술연구원	김형건	포스코건설
원훈일	한국건설기술연구원	나득주	(주)선진엔지니어링종합건축
이승환	한국건설기술연구원	박세출	한국수자원공사
이용수	한국건설기술연구원	배범한	가천대학교
이용준	한국건설기술연구원	손창섭	(주)서용엔지니어링
주영경	한국건설기술연구원	안재환	한국건설기술연구원
최봉혁	한국건설기술연구원	이봉섭	강원대학교
허원호	한국건설기술연구원	이상민	(주)한국종합기술
		이상엽	(주)한국종합기술
		이영철	청정씨앤씨
		정창화	(주)태성종합기술
		한석우	국제대학교(전기과)
		한태환	명지전문대학
		홍승관	고려대학교

중앙건설기술심의위원회

성명	소속	성명	소속
김일호	한국건설기술연구원	안철홍	국토안전관리원
김진형	(주)대한콘설탄트	이채영	수원대학교
양승경	한국수자원공사	강석태	한국과학기술원
최용주	서울대학교		

소관부처

성명	소속	성명	소속
이상훈	환경부	박찬홍	환경부

KWCS 57 40 10 25 : 2021
고도산화설비(UV AOP)

2021년 5월 21일 제정

소관부서 환경부

관련단체 한국수자원공사
34350 대전광역시 대덕구 신탄진로 200
Tel : 042-629-3114(대표전화)
<http://www.kwater.or.kr>

작성기관 한국수자원공사
34350 대전광역시 대덕구 신탄진로 200
Tel : 042-629-3709~3710
<http://www.kwater.or.kr>

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
Tel : 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
<http://www.kcsc.re.kr>