

KWCS 57 40 10 15 : 2021

# 오존 주입설비

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 15 : 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 .....	3
2.2 제작조건 .....	4
2.2.1 일반사항 .....	4
2.2.2 원료가스 공급설비 .....	4
2.2.3 오존 발생설비 .....	4
2.2.4 오존 용해 및 주입설비 .....	4
2.2.5 배오존 파괴설비 .....	4
2.2.6 전원공급 .....	5
2.3 구조 및 재질 .....	5
2.3.1 액체산소 공급설비 .....	5
2.3.2 오존 발생설비 .....	6
2.3.3 오존주입기 .....	9
2.3.4 오존 주입량 제어밸브(auto flow gas control v/v) .....	12
2.3.5 오존화가스 유량계 .....	12
2.3.6 질소공급 및 공기압 제조설비 .....	13

2.3.7	배오존가스 파괴설비(열분해식) .....	15
2.3.8	감시제어 및 수배전설비 .....	16
2.3.9	오존 분석기기 .....	19
2.3.10	기타설비 .....	20
2.3.11	시운전, 검사, 기술지원, 훈련, 예비품, A/S .....	21
2.4	도장 및 설비의 표기 .....	23
2.5	시험 및 검사 .....	23
2.5.1	액체산소 공급설비 .....	23
2.5.2	오존발생설비 .....	23
2.5.3	오존용해설비 .....	24
2.5.4	배오존 파괴설비 .....	24
2.6	표준 부속품 .....	24
2.7	예비품 .....	25
3.	시공 .....	25
3.1	일반사항 .....	25
3.2	감시, 제어설비, 수배전반 설치공사 .....	25
3.3	배관공사 .....	26

## 1. 일반사항

### 1.1 적용범위

(1) 이 기준은 오존(Ozone, O<sub>3</sub>)주입설비의 설계, 제작, 시험, 운반, 설치, 검사 및 시운전에 대하여 적용한다.

### 1.2 참고 기준

#### 1.2.1 관련 법규

- 고압가스 안전관리법
- 산업안전보건법

#### 1.2.2 관련 기준

- KWCS 31 20 15 배관공사
- KWCS 57 80 05 기계공사 일반사항
- KWCS 57 80 10 05 상수도공사 펌프설비 일반사항
- KWCS 57 80 15 05 상수도공사 밸브 및 수문설비 일반사항
- KWCS 57 80 20 05 상수도공사 공기기계설비 일반사항
- KWCS 57 80 06 수처리기기 일반사항
- KWCS 57 95 45 05 상수도공사 유량계설비 일반사항
- 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 6015 알루미늄 청동주물
- KECO'S 한국전력표준
- DIN 독일공업표준
- EN 유럽 표준
- IEC 국제전기기술협회
- IEE 전기기술자협회
- SPS-KFCA-D4103-5006 스테인리스 주강품
- SPS-KFCA-D4301-5015 회 주철품
- SPS-KFCA-D4302-5016 구상흑연 주철품

1.3 용어의 정의

- 무성방전 : 방전 시에 소리가 발생하지 않는 경우
- 오존발생기 시스템 : 무성방전, 용액의 전기분해 등을 이용해서 인공적으로 오존을 발생시키는 장치
- 방전간극 : 전기·전자 방전을 일으키기 위하여 회로 일부에 두 개의 전극을 접근시켜 마주 보게 배치한 폭이 좁은 방전 공간
- 데미스터 : 섬유상태의 물체를 충전한 것이 많고, 주로 관성력을 이용하여 분리하며, 기류 중의 액적을 제거하는 장치
- 노점(이슬점) : 공기가 포화되어 수증기가 응결할 때의 온도를 말하거나, 불포화 상태의 공기가 냉각될 때 포화되어 응결이 시작되는 온도

1.4 요구조건

- (1) 수급인은 현장조건, 적용사항, 오존 주입설비의 운전을 검토하고 기술된 사항에 가장 적합한 설비를 제시해야 한다.

1.4.1 일반사항

- (1) 오존 처리의 목적
  - ① 오존 주입설비는 색도 제거, 맛·냄새제거, 유기물질의 산화, 살균 등을 주요 목적으로 설치한다.
- (2) 운전 및 감시제어
  - ① 오존 주입설비는 오존 설비동 제어실에 감시제어 시스템이 설치되어 현장 및 중앙 감시 제어설비에 의해 자동제어 및 감시가 이루어져야 한다.
- (3) 오존 주입설비 공급범위(액체산소 공급식)
  - ① 오존 주입설비는 액체산소를 이용하여 고주파수, 중주파수, 무성방전, 수냉식으로 운전되는 오존발생기 시스템과 오존가스 용해설비인 관내 혼화시스템, 배오존가스의 처리시스템의 공급을 원칙으로 하여 공사의 특성상 단계별 추진될 경우 전체 오존발생기 중 장래분을 제외한 모든 설비를 공급, 설치하여야 하고, 장래분은 향후 추가 설치하는 것으로, 전체 오존반응조 설비가 종합적으로 운전 제어되도록 제어 관련 설비는 1단계시 모두 설치하여야 하며, 전체 및 단계별 설비 대수는 공사 시방서에 따르며, 다음과 같은 설비를 포함한다.
    - 가. 액체산소 저장 및 기화, 공급설비
    - 나. 오존 발생기 및 동력 공급설비
    - 다. 오존 용해 및 주입설비
    - 라. 배오존가스 파괴설비
    - 마. 오존 주입설비에 관련된 밸브와 배관
    - 바. 전기 및 제어, 계측설비
  - (가) 오존 주입설비의 기기들은 필요한 모든 부속품과 기계 자체 배선, 기계동작

에 필요한 소비관, 공기밸브의 경우 전자변 및 공기압 연결배관이 포함되어야 한다.

(나) 유회장치, 모든 장치의 기계기초, 보온시공(필요시)을 포함한 완벽한 설비가 되어야 하며 도면에 표시된 바와 같이 설계, 제작 및 설치되어야 한다.

(다) 오존설비 설치 및 사용을 위한 제반 업무와 외부기관의 시험, 검사 등은 계약범위에 포함되며, 수급인이 절차 및 방법에 대한 계획의 공사감독자 승인을 득한 후 시행하여야 한다.

(4) 제작기준 및 자격요건

- ① 오존 주입설비의 모든 기자재의 원활한 운전 및 유지관리를 위해 동일 공급자가 1식으로 공급 및 설치하여야 한다.
- ② 수급인은 오존 시스템의 총 소비전력(오존 발생장치, 접촉설비, 파괴기, 펌프류, 압축기, 제어반, 전동밸브, 모니터 등 총 시스템 포함)에 관한 제작자의 보증서를 제출하여야 하며, 공장시험 및 현장 시운전 시 제출된 소비전력에 대해 보증하여야 한다.
- ③ 액체산소의 사용량을 규정 오존농도에서 설계조건에 규정된 액체산소량 이하가 되도록 보증하여야 한다.(액체산소농도 99.7%기준)
- ④ 오존발생기에 공급되는 냉각수 온도에 대하여 최소 2℃ 간격마다 각 수온에 대응하는 오존발생기의 최소발생가능량~최대발생가능량(100%부하) 전 운전범위에 대하여 오존발생량 매 1kg-O<sub>3</sub>/hr 간격마다 각 오존생산가능 농도별(1wt% 간격으로) 소비전력 내역을 제출하여야 한다.
- ⑤ 저압 가변 주파수용 교류인버터는 IEEE-519의 관련규정 및 K-water 고조파 유지관리 지침을 만족하여야 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) 설비에 대한 수량의 산출은 승인된 도면에 최종 조립된 수량을 기준으로 대당으로 산출하며 기능을 완전히 발휘하기 위해 소요되는 부속품을 포함한다.
- (2) 설비 단가에는 설치비용을 제외한 공장시험 및 검사, 운반, 현장검사 등 모든 비용이 포함된다. 단, 필요시 설치비용을 포함할 수 있다.

2. 자재

2.1 규격 및 수량

- (1) 규격 및 수량은 공사시방서에 따른다.

## 2.2 제작조건

### 2.2.1 일반사항

- (1) 처리유량( $m^3/day$ )(정수생산량의 105 %) : 공사시방서에 따른다.
- (2) 오존 주입율(최대&평균, ppm) : 공사시방서에 따른다.
- (3) 총 오존 요구량(kg/hr) : 공사시방서에 따른다.

### 2.2.2 원료가스 공급설비

- (1) 원료가스 : 액체산소
- (2) 액체산소 요구량(kg/hr) : 공사시방서에 따른다.

$$\ast \text{kg/hr} \div (0.12) \times 0.97(3\% \text{는 공기}) \approx ( \quad ) \text{kg/hr} (\approx \text{Nm}^3/\text{hr})$$

### 2.2.3 오존 발생설비

- (1) 오존 발생기(대) : 공사시방서에 따른다.
- (2) 용량(kg/hr, 대당) : 공사시방서에 따른다.
- (3) 오존 농도 : 공사시방서에 따른다.
- (4) 냉각수 온도 : 공사시방서에 따른다.
- (5) 제어방식
  - ① 유량 변동시 안정적 대응을 위해 용존오존 및 소독능 유지에 의한 자동제어 기능, 오존 주입률 지정기능, 오존 운전실 및 중앙 제어실에서의 감시·제어기능, 오존 발생기 최소운전 가스량 영역에서 산소량 고정 및 농도자동제어기능, 오존 생산량 증가 시, 산소공급량을 최저의 운전비용이 되도록 오존발생기 운전대수와 발생농도를 자동 제어하는 기능
- (6) 오존발생기는 대당 최저 6 wt % 농도로 공사시방서에서 정한 용량(kg/hr, 냉각수 온도는 공사시방서에 따른다.)까지 생산 가능한 제품으로 설치되어야 한다.
- (7) 소음발생기준 : 오존발생기(전력반포함) 반경 1 m 이내 측정된 소음은 80 dB을 초과하지 말아야 한다.

### 2.2.4 오존 용해 및 주입설비

- (1) 오존 접촉방식 : 관로를 이용한 주입(injection) 방식(관내압력 Max.0.078 MPa)
- (2) 오존 접촉효율 : 97 % 이상

### 2.2.5 배오존 파괴설비

- (1) 파괴방식 : 열분해식, 열촉매식 및 화학식
- (2) 파괴효율 : 배출 오존가스 8시간 평균 0.06 ppm 이하, 1시간 평균 0.1 ppm이하

2.2.6 전원공급

(1) 아래와 같은 전원을 공급받아 2차 설비는 오존설비에 필요한 전압조절(변압기 등)을 하는 설비를 갖추어야 한다.

- ① 위상 : 3상
- ② 전압 : 380 V
- ③ 주파수 : 60 Hz

2.3 구조 및 재질

2.3.1 액체산소 공급설비

(1) 일반사항

① 액체산소 공급설비는 산소 저장탱크, 기화기, 가스 공급장치, 배관설비 등으로 구성되며 옥외에 설치되는 것으로 정부 공인기관과 관련의 규격기준을 적용하여야 한다.

(2) 산소 저장탱크

- ① 액체산소저장탱크는 액체산소를 저장하는 밀폐형 이중 압력용기(탱크)로서 설계압력 7.83 MPa로 설계되고, 설계 온도는 -196~40 °C를 고려하여야 한다.
- ② 액체산소저장탱크는 내압용기 제작규정에 적합하고 해당 공인기관의 안전설계 검사를 받아야 한다.
- ③ 액체산소저장탱크에는 압력계 및 전송기 등을 부착하고 탱크내 액체산소의 잔존량을 확인할 수 있는 계기를 부착하여 중앙 제어실에서 감시가 가능하여야 한다.
- ④ 공기의 입·출구 등의 노즐은 플랜지형을 원칙으로 하고 보강판을 부착하도록 하여야 하며, 하부의 지지대는 다리형상으로 제작되어야 한다. 산소탱크의 상부에는 안전밸브를 부착하도록 하여야 한다.

(3) 기화기

① 기화기는 공냉식으로 산소 저장탱크의 액화산소를 기화하며 기화능력이 설계압력 1.96 MPa, 단말압력이 0.2 MPa 이상 되는 조건에서 설계용량에 적합하도록 제작되어야 한다.

(4) 가스 공급장치

- ① 가스 공급장치는 감압밸브, 안전밸브, 차압계, 바이패스(by-pass) 배관, 산소필터 등으로 구성된 유니트(unit)로서 설계압력이 1.96 MPa 이고 0.2 MPa 압력에서 통과유량이 설계유량 이상이 되도록 제작되어야 한다.
- ② 산소 공급설비의 밸브, 안전밸브 등은 정부 공인기관의 추천 규격으로 하며 배관은 동관 또는 STS 304 재질로 하여야 하고 노출 배관 중 외부 결빙이 예상되는 구간은 덮개를 설치한다.
- ③ 산소필터는 배관상의 용접 이물질 등을 제거하기 위하여 가스 공급 장치의 토출 배관 상에 1차 및 2차로 설치되며 차압계를 갖추어야 한다. 산소 여과필터는 카트

리지식으로서 1차 필터는 1.0 μm 이상의 입자를 99.9 % 제거할 수 있어야 하며, 2차 필터는 0.01 μm 이상의 입자를 99.9 % 제거할 수 있어야 한다.

(5) 사용재료

- ① 저장탱크 본체내부탱크 : STS 304, 외부탱크 SS 275 이상
- ② 저장탱크 지지대 : SS 275 이상

(6) 표준 부속품

- ① 저장탱크 입·출구 노즐 1 식
- ② 저장탱크 압력계(4~20 mA) 1 식
- ③ 저장탱크의 안전밸브를 포함한 안전설비 1 식
- ④ 관련 배관(산소탱크에서 오존발생기까지의 배관 등 옥외배관 포함) 1 식

(7) 허가 및 기초

- ① 액체산소공급설비는 콘크리트 구체 위에 설치되며, 안전 표지판 및 펜스 등을 설치하여야 한다. 기초 및 펜스는 오존 주입설비 공급자에 의해 책임아래 시공되어야 한다.(기초 및 펜스공사는 토목공사, 기초공사시 가스시설 내진설계 기준 적용과 관련 공인기관의 설계 검사 후 시공)
- ② 액체산소 공급설비의 설치 및 사용에 관한 인허가사항과 필요에 따라 지질조사 등은 본 계약범위에 포함되며 오존주입설비 공급자의 책임하에 정부 공인기관의 승인을 득하여야 한다.

2.3.2 오존 발생설비

(1) 일반사항

- ① 오존 발생설비는 오존 발생기(ozone generator)와 동력 공급장치(PSU), 고압변압기, 초크, 기계배관 및 부속, 계기류 등으로 구성하여 공급, 설치하며 옥내에 설치한다.
- ② 오존 발생설비는 제시된 신뢰성과 가동성을 위해 오존발생기 외에 자동 및 수동밸브, 배관, 압력계, 온도계, 유량계 및 필수적인 계장설비 및 부품들을 공급하여야 한다.

(2) 오존 발생기

- ① 오존 발생기는 수냉식(냉각수 기준온도는 공사시방서에 따른다. 단, 필요시 냉각수 기준온도 이하를 유지하기 위한 냉각장치(냉각기, 냉방장치 등) 설치할 수 있음)으로 설계 오존농도로 설계용량의 오존을 생산하여야 하며, 중 주파수식 또는 고주파식으로 제작되어 24시간 연속 가동할 수 있도록 설계되어야 한다.
- ② 오존 발생기의 설계 및 제작은 KS 또는 ISO/EN, IEC 등 국제 표준규격으로 하여야 하며 수급인이 설계규격과 다른 규격으로 제시할 경우 제시규격이 승인된 관련 국제규격에 비해 동등 이상으로 우수하다는 사실을 입증하여야 한다.
- ③ 받침대를 제외한 모든 부품 및 발생기 후단 배관은 스테인리스강으로 제작되어야 한다.

가. 오존 또는 오존수와 접촉하는 부위 : STS 316L

나. 오존 또는 오존수와 접촉하지 않는 부위 : STS 304L

④ 모든 플랜지는 위에서 명시된 적절한 재질의 스테인리스강으로 제작되어야 하며 탄소강으로 제작되어서는 안 된다.

⑤ 제작조건

가. 형식 : 무성방전, 수냉식, 중주파수식 또는 고주파식

나. 총 오존 생산량(kg-O<sub>3</sub> /hr · 대) : 공사시방서에 따른다.

다. 압력(kg/cm<sup>2</sup>) : 공사시방서에 따른다.

라. 건조 산소의 이슬점 : -70 °C이하

마. 오존농도 : 공사시방서에 따른다.

바. 오존발생기 인가 전력 변동폭 (연속운전) : 정격동력의 10 %~100 %

사. 방전관의 파손전압 : 정격전압의 1.5배 이상

아. 퓨즈 용단시간 : 5 ms 이내 또는 노 퓨즈(no fuse type)

자. 방전관 파손율 : 5년 이상 보증 각 개별 방전관의 파손 및 퓨즈단락 등 이상발생 유무에 대하여 상시감시 및 경보 기능을 보유하여야 한다.

⑥ 방전관의 설계온도 및 설계압력은 운전온도 및 운전전압의 1.5배 이상이 되도록 설계하여야 한다.

⑦ 방전은 고전압에 의한 무성방전으로 오존발생기 내에서 원료산소로부터 오존을 연속적으로 생산되도록 하여야 한다.

⑧ 오존 발생기는 지정된 농도, 설계온도 및 압력 하에서 작동되도록 하여야 하며 오존화 가스의 토출압력은 최대 생산조건 하에서 오존 접촉시스템 및 오존 배관시스템에서 발생하는 손실에 대해 충분하도록 하여야 한다.

(3) 동력 공급장치(PSU)

① 각 오존 발생기에는 승압 변압기(필요시), 인버터(inverter), 고전압 변압기 등 동력 공급장치와 발생기 제어 및 감시장치 등을 구비하여야 한다.

② 전력 발생방법은 전류 제어방식 또는 주파수 제어방식이어야 하고 변압기는 건식으로 하여야 한다. 오존발생기는 정전발생으로 트립된 경우, 전원이 복전 되면 중앙에서 자동 복구할 수 있는 시스템이어야 한다.

③ 동력 공급장치(PSU)는 정격 동력의 10~100 % 범위 내에서 오존 발생기가 연속적으로 운전될 수 있도록 하여야 하며, 전압변동에 관계없이 규정된 오존발생에 필요한 에너지를 변환할 수 있는 안정된 전압 및 전력이 전달될 수 있어야 한다. 역률은 98 % 이상이어야 하며 역률이 낮을 경우 역률 보상장치를 설치하여야 한다. 동력 공급 장치의 주 차단기가 투입된 상태에서는 외함(NEMA Type 12)의 문이 열리지 않도록 안전 인터록이 구비되어야 한다.

④ 방전관의 단락을 방지하기 위해 PSU는 아래의 기능을 수행될 수 있도록 설계하여야 한다.

가. 고장전류 감지

나. 퓨즈의 용단전류이하로 고장전류 제한

다. 퓨즈 또는 이극관이 끊어질 경우 오존발생기는 자동적으로 정지하여야 하며, 고장부위를 적절히 정비한 후에 재가동이 되도록 하여야 한다.

- ⑤ PSU에서 발생하는 열은 공기냉각 방식 또는 간접 수 냉각방식으로 제거하여야 한다.
- ⑥ 전동기의 과열, 계장 품간의 간섭 및 수변전실의 변압기의 소손을 방지하고 역을 보상용 콘덴서에 의한 공진을 막기 위하여 PSU는 12 Pulse 인버터 혹은 적절한 여과장치를 갖추어 인버터에서 발생하는 고조파 왜곡(전류 분)은 IEEE 519규정을 만족시켜야 하며 반드시 시험 후 공인기관 검사 성적서를 제출하여야 한다.

(4) 기타

① 자동밸브(산소용 및 오존가스용)

가. 형식 : 볼(ball) 또는 글로브(globe) 형식 0.98 MPa

나. 규격 및 수량 : 공사시방서에 따른다.

다. 밸브재질 : STS 316L 또는 SSC 16

라. 밸브시트 : 바이톤(Viton), 하이파론(Hypalon) 또는 테프론(Teflon)

(5) 재질

- ① 본체(shell) 및 헤드(head) STS 316L
- ② 전극 (electrode) STS 316L
- ③ 플랜지 커넥터 STS 316L / STS 304L
- ④ 씰링 바이톤(Viton), 하이파론(Hypalon) 또는 동등 이상
- ⑤ 볼트, 너트 STS 304

(6) 표준부속품

- ① 유입측 산소용 압력계 1식
- ② 전자식 산소유량계(4 mA~20 mA) 1식
- ③ 온도센서 1식
- ④ 냉각수 온도전송기(4 mA-20 mA) 1식
- ⑤ 가스압 조절밸브 1식
- ⑥ 파괴판(rupture disk) 1식
- ⑦ 가스압력 스위치 1식
- ⑨ 유입가스용 자동밸브 1식
- ⑩ 배출오존용 자동밸브 1식
- ⑪ 수동 가스유량 조절밸브 1식
- ⑫ 드레인 밸브 1식
- ⑬ 자체 진단 마이크로 프로세서(micro processer) 1식
- ⑭ 오존발생기 개별 소비전력 전송기(4-20 mA) 1식
- ⑮ 냉각수 유량계(FISL) 1식

2.3.3 오존주입기

(1) 오존주입기는 인젝터, 용해주관 및 믹싱노즐, 용해수 공급펌프(motive pump), 오존주입량 제어밸브, 오존화 가스유량계, 역류방지밸브 등으로 구성하여 공급, 설치하며 옥내에 설치한다.

① 일반사항

- 가. 오존투입기는 용해주관(pipe line)에 오존가스를 주입(injection)하는 관로밀폐형(in-line) 용해시스템 혹은 용해를 위한 혼합 노즐(mixing nozzle)을 이용한 side-stream 오존 용해시스템으로 구분되며, 전체 용해공정을 통해 오존 용해율은 97 % 이상이 보증되어야 한다.
- 나. 오존화 가스는 균등하게 각 인젝터에 주입되도록 해야 하며, 오존 생산량 증감에 따라 오존화 가스량도 자동 증감되므로 이를 고려하여 오존화가스 유량변화에 관계없이 주입(injection)에는 균등 분해 되도록 해야 한다.
- 다. 오존화 가스의 자동 유량조절은 오존발생기 토출측에 설치된 비례제어 밸브에 의해 제어되도록 해야 한다.
- 라. 용해 설비에 사용될 주입(injection) 및 노즐은 국제적으로 공인된 제품이어야 하고 내 오존성 재질을 사용하여야 하며, 사용 인젝터 및 용해 노즐을 적용한 용해효율 등을 검토하여 설계용량에 대한 검증은 하여야 하며 계산서를 제출하여야 한다. 설계 계산서에는 혼합 속도에 대한 자료를 제출하고, 용해율과 혼합 속도의 상관관계에 대한 자료를 제출하여야 한다.
- 마. 오존용해 및 반응은 특수 제작된 STS 316L 재질의 용해주관(pipe line)에서 일어나도록 하며 후단에 연결된 오존 접촉 반응조에서 반응이 종결되어야 한다.
- 바. 동일성능을 보증하면서 운영관리비를 절감할 수 있는 경우 오존용해설비의 규격을 변경 제시할 수 있다.

② 오존용해 주관

- 가. 오존 용해용 주관은 원수 유입배관과 연결 가능하여야 하며, 사용압력을 고려한 강도계산서를 제출하여야 하고 원수 유입배관과 동등이상의 규격으로 하되 관의 최소 두께는 6 mm 이상이 되어야 하며, 플랜지는 KS D 3578 기준으로 제작되어야 하며 최소 두께는 20 mm 이상이어야 한다.
- 나. 오존 용해용 주관에는 오존 용해수 주입용 혼합 노즐(mixing nozzle)과 플랜지형 점검구, 배수용 노즐, 인양용 고리(필요시) 등이 설치되어야 한다.
- 다. 플랜지 볼트는 최소 인장강도 1,000 N/mm<sup>2</sup> 이상의 STS 316L HiMo 재질의 볼트로써 절연을 한 뒤 체결되도록 한다.
- 라. 규격 조건(제작자 제시사항)

용해주관 규격 : ( ) mD x ( ) mL x ( ) mm  
 용해주관 및 플랜지, 노즐 : STS 316L, 플랜지 접속  
 혼합 노즐 : PVDF, 플랜지형(flange type)  
 개스킷 : 바이톤(Viton) 또는 하이파론(Hypalon) 또는 테프론(Teflon)

볼트/너트 : STS 316L

- 마. 오존용해 주관에는 내부를 투시할 수 있는 투시창과 조명시설을 설치해야 한다.
- 바. 노즐 분사상태를 감시할 수 있도록 용해 주관 내 감시카메라를 설치하고 카메라는 좌우조정이 가능하도록 하며, 케이블은 오존에 의한 부식이 발생하지 않는 재질로 피복된 것을 사용하여야 하고 오존가스 누기가 없도록 기밀을 유지하여야 한다.
- 사. 오존 용해주관의 경사는(인젝터를 이용하여 오존가스를 주입할 경우) 오존가스의 역류에 의한 배관 및 설비 등의 부식 방지 등을 오존접촉조 방향으로 3° 이상 높게 배치하여야 한다.

③ 용해수 펌프(motive pump)-수급인 제시사항

- 가. 펌프의 제작 및 설치는 KWCS 57 80 10 05에 따른다.
- 나. 오존 용해용 용해수 공급펌프는 수직형 다단원심펌프로써 펌프의 재질은 스테인리스강재로 펌프와 전동기를 일체로 조립한 직결형으로 사용한다.
- 다. 임펠러는 스테인리스(stainless steel) 재질로서 내·외부가 모두 매끈하고 유체의 흐름을 방해하는 기공, 돌출, 편육 등의 결점이 없는 제품으로 한다.
- 라. 축봉장치는 메커니컬 실(mechanical seal)로 한다.
- 마. 축은 스테인리스강을 사용하고, 축봉장치 부분은 황동제 슬리브를 끼워 축의 마모 및 부식을 방지하고 메커니컬 실의 분해, 조립 및 각 부품의 정확한 위치 확보가 용이하도록 해야 한다.
- 바. 펌프의 구조는 연결배관을 해체하지 않고 축, 임펠러의 해체, 조립이 가능하도록 한다.
- 사. 축봉장치 주위는 유체의 선회가 가능하여 공기 및 이물질이 정체하지 못하고, 메커니컬 실에서 발생하는 마찰열을 쉽게 제거할 수 있는 구조로 제작한다.
- 아. 펌프는 최고 사용압력의 1.5배 이상으로 시험하며 변형, 균열, 누수가 없고 부하 변동에 따라 적절하게 적응할 수 있도록 한다.
- 자. 유류가 혼입되지 않는 구조로 하며, 주조 및 기계가공 부품은 열처리하여 잔류응력을 제거한다.
- 차. 용해수 펌프 유출부에는 펌프의 비정상적 가동시 시스템 정지가 가능하도록 압력전송스위치를 설치하여야 한다.

카. 재질

(가) 케이싱	SSC 13 이상
(나) 임펠러	STS 304
(다) 스테이지케이싱	STS 304
(라) 주축	STS 410
(마) 축 슬리브	STS 304
(바) 볼트 및 너트	STS 304

④ 인젝터(injector)

가. 인젝터는 물 및 가스용으로서 가스 주입노즐이 2개로서 설계 오존농도 외에 최저농도 6 wt % 일 경우에도 오존가스를 이송하여 설계조건외 오존 용해효율을 만족할 수 있어야 한다.

나. 인젝터는 설계조건외 오존농도 및 발생기 최소 오존농도(6 wt %)에 따른 최대 오존화 가스량을 이송하는 데 필요한 동력(motive) 유량 및 압력, 출구 압력조건을 제시하여야 한다.

(가) 형식 : 물 및 가스용 인젝터

(나) 규격 및 수량 : D ( ) mm × ( ) 대

(다) 재질 : STS 316L

(라) 부속설비 : 체크밸브, 압력계, 역류방지용 자동밸브

다. 부속설비 : 역류방지 자동밸브

(가) 형식 : 리미트 스위치박스(limit switch box 포함)

(나) 재질 : STS 316L 또는 SSC 14

(다) 규격 및 수량: D ( ) m × ( ) 대

(라) 부속설비 : 리미트 스위치박스(limit switch box)

라. 기타 부속설비

(가) 오존화 가스 체크밸브(SSC16) 1식

(나) 오존 용해수 압력계 1식

(다) 인젝터 우회(by-pass) 배관 1식

(전동밸브 우선적용, 필요시 수동밸브 적용 가능)

마. 혼합 노즐(mixing nozzle)

(가) 혼합노즐은 오존가스와 용해수를 용해주관에 분사하여 용해주관 내에서 용해되도록 하는 설비로서 오존 용해효율이 설계조건을 만족하도록 규격 및 설치위치, 수량 등이 결정되어야 한다.

(나) 혼합 노즐은 강제 회전 용해방식으로서 설계조건외 오존농도 및 발생기 최소 오존농도에 따른 최대 오존화 가스량의 혼합 및 용해효율 보증에 필요한 노즐의 설계유속 조건을 제시하여야 한다.

(다) 혼합 노즐은 PVDF 재료를 사용하여야 하며 외부에서 유지관리가 가능한 구조로 조립되어야 한다. 설치 노즐 부위의 배관은 엘보 또는 단관을 사용한 양쪽 플랜지형 식으로 하여 점검 및 보수 용이하도록 한다. 유니온은 사용할 수 없으며 반드시 플랜지형으로 설치되어야 하며 가스켓은 테프론(teflon) 재질을 기본으로 한다.

⑥ 냉각수 펌프

가. 냉각수펌프는 오존발생기에 냉각수를 공급하기 위해 설치하며 오존발생기의 오존생산에 필요한 충분한 수량을 공급하여야 한다.

나. 케이싱은 STS 304 이상으로 하고 임펠러는 STS 304(SSC 13) 주축은 STS304 이상으로 하며 기타사항은 KWCS 57 80 10 05에 따른다.

다. 부속품

- (가) 냉각수 밸브
- (나) 형식 : 수동 버터플라이 밸브
- (다) 규격(mm) : 공사시방서에 따른다.
- (라) 재질 : STS 304 또는 SSC 13
- (마) 수량 : ( )대[1단계 ( )대, 2단계 ( )대]
- (바) 냉각수 유량계(FITC) : 오존발생기 내 구성품
- (사) 형식 : 차압식 또는 면적식 또는 동등이상
- (아) 규격 : ( )mm 또는 ( )~( )m<sup>3</sup>/hr/대
- (자) 재질 : STS 304 또는 SSC 13
- (차) 수량 : ( )대[1단계 ( )대, 2단계 ( )대]

⑦ 스트레이너(strainer) - 필요시

- 가. 스트레이너는 반자동 역세척 방식으로 하되 원수를 사용하는 곳(막힘이 자주 발생할 수 있는 곳)에 설치되는 스트레이너는 자동역세척식(auto strainer)을 설치한다. 예비호기를 구비하고 손실압력 및 막힘이 최소가 되는 형상의 스크린을 장착, 청소 및 유지관리가 용이하여야 한다.
- 나. 스크린의 간극은 1.0 mm 이며 간극의 유효면적은 유입관 면적의 3배 이상이 되어야 한다.
- 다. 스트레이너의 연결은 플랜지접속으로 KS B 1511 10K에 따른다.
- 라. 스트레이너의 입, 출구의 차압을 측정할 수 있는 차압 검출기(sensor) 및 현장제어반으로의 전송을 위한 분리형 변환기(converter W/Transmitter)를 설치하며, 차압 검출기에 필요한 각종 소비관(STS tube)을 포함한다.
- 마. 스트레이너 입, 출구에는 맥동을 방지할 수 있는 압력계를 설치한다.
- 바. 스트레이너
  - (가) 규격 : D ( ) mm 이상 × ( ) m<sup>3</sup>/min 이상
  - (나) 수량 : ( ) 대
  - (다) 재질 : 본체 STS 304, 스크린 STS 304 (20.0 Mesh)

2.3.4 오존 주입량 제어밸브(auto flow gas control v/v)

- (1) 제어밸브는 오존화가스 배관 중에 설치하여 오존화가스 유량을 제어하는 설비로서 오존주입율에 따른 오존발생기의 운전과 연동되어야 한다.
  - ① 형식 : 전동식 글로우브 밸브(비례제어 - 4 mA~20 mA)
  - ② 규격 및 수량 : 공사시방서에 따른다.
  - ③ 재질 : STS 316L 또는 SSC 16 이상

2.3.5 오존화가스 유량계

- (1) 형식 : 열량형 질량 우량계(thermal mass flowmeter)

- (2) 규격 및 수량 : 공사시방서에 따른다.
- (3) 재질 : STS 316L 또는 SSC 16 이상
- (4) 용량 : ( ) Nm<sup>3</sup>/hr~( ) Nm<sup>3</sup>/hr

### 2.3.6 질소공급 및 공기압 제조설비

- (1) 산소식 오존 발생기는 액체산소 공급시 약 1.0~3.0 %의 질소공급이 필요하므로 이를 위하여 건조된 공기를 액체산소에 공급하고 각종 공압용 자동 밸브를 작동시키기 위한 공기 공급 장치로서 설계되어야 한다. 본 설비는 각 하부 요소설비 고장시는 각 예비설비로 자동절체 운전될 수 있도록 하여야 하며, 필요시 자동절체 밸브를 갖추어야 한다.

#### ① 공기압축기

- 가. 공기압축기는 oil free형으로 진동이 적고 연속 및 단속운전에 적합하여야 한다.
- 나. 공기압축기는 패키지형으로 내부에는 방염 처리된 흡음재를 부착한 방음커버로 되어 소음을 최소화하여야 한다.
- 다. 동력전달은 V-벨트에 의해 구동하여야 한다.
- 라. 유니트에는 제어반이 장착되어야 하고, 보호등급 IP 55 이상이어야 한다.
- 마. 자동 및 반자동 겸용으로서 단속, 연속운전이 가능하여야 한다.
- 바. 공기압축기는 압력계, 압력스위치, 안전밸브, 유입 및 토출밸브, 배수밸브 등이 설치되어야 한다.
- 사. 전동기는 전폐형 농형 유도전동기로 직입기동에 적합하고, 절연등급은 F종, 보호등급 IP 55 이상이어야 한다.
- 아. 공기 저장탱크는 한국산업안전보건공단의 검사를 받은 제품이어야 하고, 공기탱크에는 안전밸브, 압력계이지 자동배수트랩 및 모든 필요한 노즐, 맨홀을 갖춰야 한다.
- 자. 현장조작반은 공기압축기 패키지에 내장되어야 하며, 다음과 같이 운전 필요 모든 부품을 갖춰야 한다.
  - (가) 비상정지 스위치, 운전, 정지 스위치
  - (나) 토출 압력계
  - (다) 운전, 정지, 고장표시등 및 경보장치
  - (라) 운전 중의 상태를 중앙 제어실로 신호를 보낼 수 있는 단자

#### ② 애프터 쿨러(after cooler)

- 가. 팬(fan)에 의한 공냉식으로서 구동 전동기 및 팬, 파워 램프(power lamp), 압력계이지, 운전램프, 자동배수 트랩, 유·출입 노즐 등으로 구성된다.
- 나. 압축공기의 최대압력 0.97 MPa에 적합하여야 하며 충분한 열교환 능력을 보유하여야 한다.

#### ③ 공기 건조기(냉동식)

- 가. 압축공기에서 송출되는 최대용량의 공기를 냉동, 건조시키기에 충분한 용량이어

야 한다.

나. 냉동식으로서 제습 효율은 95.0 % 이상이고, 압연강재(SS 400)로 제작하며 연속 및 단속운전에 용이한 구조이어야 한다.

다. 압축 공기량이 변하여도 주위온도 32 ℃, 입구온도 38 ℃에서 출구공기 노점 (dew point)은 4 ℃이하로 유지되어야 하며, 공기량에 따라 노점이 변하지 않아야 한다.

라. 공기 건조기에는 조작반이 부착되어 있어야 하며, 운전/정지 스위치 및 냉매 게이지가 부착되어야 한다.

마. 유, 출입 노즐, 압력계, 자동배수 트랩 등 기타 필요한 장치를 갖추어야 한다.

④ 공기 건조기(흡착식)

가. 공기 건조기는 가압교대 흡착방식으로 한쪽이 압축공기를 건조하는 동안 다른 쪽은 흡착제를 재생한다. 재생이 완료되면 운전대기 상태가 되며, 자동시간 조절기에 의해 흡착과 재생이 자동으로 변환되어야 한다.

나. 공기 건조기 정상운전 상태에서는 제어반의 조작 없이 자동으로 운전되어야 한다.

다. 건조공기는 계통 내에서 수분의 응축을 방지하기 위하여 대기압 상태에서의 노점이 -70 ℃ 이하가 되도록 설계되어야 한다.

라. 공기 건조기는 일체형으로 강 구조물 위에 공기 건조기 및 관련 부속품 일체가 탑재된 상태로 공급하여야 한다.

마. 각 건조탑에는 공기 입, 출구 노즐과 관련 밸브류 및 운전에 관련된 계기류 등이 부착되어야 한다.

바. 공기 건조기는 여과 필터의 교환이나 청소시에도 압축공기를 계속 공급할 수 있도록 차단 밸브 및 우회 밸브(by-pass valve)를 부착하여야 한다.

⑤ 공기 저장탱크

가. 한국산업안전보건공단의 검사를 받은 제품이어야 하고, 제작 및 설치에 따른 검사를 마친 제품이어야 한다.

나. 공기 저장조는 기계 구조용 강판제 용접구조로서 동판 및 경판의 두께는 내압 (사용압력 0.97 MPa) 및 부식여유(1.0 mm 이상)를 충분히 고려하여 결정한다.

다. 공기 입 · 출구 노즐, 압력계, 압력스위치, 안전밸브, 조절장치(regulator), 드레인 및 기타 필요한 설비를 갖추어야 하며 압력의 고저신호 및 경보를 현장 제어반에 보낼 수 있어야 한다.

라. 맨홀은 점검하기 좋은 높이에 위치하여야 한다.

⑥ 부속설비

가. 전치필터(pre filter)

(가) 규격 : 5.0 micron

(나) 수량 : 공사시방서에 따른다.

나. 라인 필터(line filter)

- (가) 규격 : 1.0 micron
- (나) 수량 : 공사시방서에 따른다.
- 다. 유착 필터(coalescing filter)
  - (가) 규격 : 0.01 micron
  - (나) 수량 : 공사시방서에 따른다.
- 라. 공기 유량계(FISL)
  - (가) 형식 : 차압식
  - (나) 규격 및 용량 : D ( ) mm, ( )~( ) Nm<sup>3</sup>/hr
  - (다) 수량 : 공사시방서에 따른다.
  - (라) 재질 : STS 304
  - (마) 기타 : 4 mA~20 mA(공기유량 감시용)
- 마. 공기량 조절 자동밸브
  - (가) 형식 및 규격 : 전동식 ball valve
  - (나) 규격 및 용량 : D ( ) mm, ( )~( ) Nm<sup>3</sup>/hr
  - (다) 수량 : 공사시방서에 따른다.
  - (라) 재질 : STS 304
  - (마) 리미트 스위치 박스(limit switch box) 부착형
  - (바) 기타 : 4 mA~20 mA(공기유량 제어용)

**2.3.7 배오존가스 파괴설비(열분해식)**

(1) 일반사항

- ① 물에 용해되지 않은 오존화 공기는 각 오존 접촉지 상부에서 수집되고 오존을 파괴시켜 오존 농도가 환경정책기본법 대기환경기준에 적합하도록 처리하여 한다.
- ② 배오존 파괴설비는 제습기(demister), 파괴탑, 히터, 열교환기, 현장 조작반(LOP), 배관 및 밸브 등으로 구성된다.

(2) 배오존 파괴기

- ① 배오존 파괴기는 350 ℃ 이상, 열촉매식인 경우 80 ℃ 이상에서 운전되어야 하며, 2 초 이내에 배출되는 오존가스가 파괴되도록 설계, 제작하여야 하며 전자동으로 운전되어야 한다. 배오존파괴기의 가동온도를 원격 감시할 수 있어야 한다.
- ② 처리된 가스를 열교환기로 이송시켜 유입가스를 약 200 ℃ 이상으로 예열시켜 전력비를 낮추도록 설계되어야 한다.(열촉매식인 경우 불필요)
- ③ 배기가스는 접촉조로부터 굴뚝을 통해 배출시키고 굴뚝의 높이는 안전을 고려하여 시공되어야 하고 외기가 역으로 유입되지 않도록 하여야 하며 반드시 보온처리하여야 한다.(열촉매식인 경우 불필요)
- ④ 히터 케이싱(heater casing)은 열손실을 방지하기 위하여 압면 등으로 보온하여 안전에 이상이 없도록 하여야 한다.(열촉매식인 경우 불필요)
- ⑤ 현장 조작반은 방수형으로 제작되어야 하며 운전 제어는 온도에 따른 SCR 전압제

어로 구성되어야 한다. 지시계 신호는 4 mA~20 mA로 하여야 하며 외부에 신호를 줄 수 있도록 구성되어야 한다.

- ⑥ 규격심사시 제출된 성능보증(소비전력, 보증효율 등)을 만족하여야 하며, 다른 규격 제출시(열축매식, 활성탄흡착식) 촉매 교체주기(최소 1년이상) 및 부대설비에 대하여 설비 내용년수(3년간) 동안 보증하여야 하며, 제출 보증기간 내 성능저하에 따른 촉매 등의 교체비용은 수급인이 부담하여야 한다.
- ⑦ 오존점촉조 유입수량이 감소하여 내부에 부압이 발생할 경우 진공과압방지밸브 뿐만 아니라 배오존가스 배출구로도 다량의 외기가 유입되어 배오존과괴기의 온도가 급격히 저하되므로, 외부로부터 공기가 유입되지 않도록 배출구 끝단에 플랩밸브 형식 등의 커버를 설치한다. 이러한 플랩커버 등은 배기가스 배출에 지장을 주지 않는 형식 및 규격으로 선정되어야 한다.

(3) 배오존 밸브

- ① 형식 : 공압식 버터플라이 밸브(on-off)
- ② 규격 및 수량 : 공사시방서에 따른다.
- ③ 밸브본체 및 디스크 : SSC 14
- ④ 밸브시트 : 바이톤(Viton) 또는 하이파론(Hypalon)

(4) 재 질

- ① 파괴탑 STS 316L
- ② 히터 인콜로이(incoloy) 800
- ③ 열교환기 STS 316L
- ④ 단열(보온)재 암면(rock wool) 및 알루미늄

(5) 표준 부속품

- ① 파괴탑 1식
- ② 히터 1식
- ③ 열교환기 1식
- ④ 현장조작반 1식
- ⑤ 계기류 및 밸브 1식

(6) 배오존가스 농도계

- ① 형식: UV흡수식
- ② 측정범위 : 0 ppm~1 ppm 또는 0 ppm~2 ppm
- ③ 기타 : 4 mA~20 mA(대기방출 배오존가스 감시)

(7) 배출오존가스 농도계

- ① 형식: UV흡수식
- ② 측정범위 : 0 ppm~1 ppm 또는 0 ppm~2 ppm
- ③ 기타 : 4 mA~20 mA(배오존과괴기 출구에서 측정되는 오존농도 연속측정)

2.3.8 감시제어 및 수배전설비

(1) 감시 제어용 수배전 설비, 종합제어반 및 현장조작반은 오존 주입설비의 운전 제어용으로서 이 기준에 표시하지 않은 사항은 전기공사 전문시방서와 KWCS 31 10 10 (2. 자재)에 따른다. 컴퓨터의 사양은 구매 시 공사감독자와 협의 후 결정하여야 한다.

(2) 일반사항

- ① 오존 처리설비 전체를 감시하고 제어할 수 있는 제어 시스템 및 각 기기에 동력을 공급하는 수배전 설비(MCC 포함)로써 그의 설계, 제작, 설치, 시험 및 검사, 시운전에 대하여 적용한다.
- ② 모든 오존주입설비를 자동 및 수동으로 제어할 수 있도록 감시제어설비 및 수배전 설비와 각 장치별 현장조작반(LOP)을 공급하여야 한다. 공급범위는 다음과 같다.
  - 가. 전원공급용 수배전반(MCC) 1식
  - 나. 오존주입설비 자동제어 종합제어반 1식
  - 다. 오존용해설비 현장조작반(LOP) 1식
  - 라. 배오존 파괴설비 현장조작반(LOP) 1식
  - 마. 냉각수펌프 현장조작반(LOP) 1식

(3) 제어 시스템 개요

- ① 오존설비의 감시, 제어는 오존 주입설비 종합 제어반과 중앙 제어실에서 이루어지도록 감시, 제어를 위한 모든 FDS(Function Design Specification)을 제공하여야 하며, 또한 계측 제어설비 수급인이 오존설비와 관련된 작업(프로그램 입력, 배선, 성능시험 등)의 시행 시 기술자가 지원하여야 하며, 오존설비의 기능 테스트 시에도 제작사의 기술자가 참여하여 원활한 시운전이 되도록 하여야 한다.
- ② 오존시스템의 자동운전 및 정지 시에 각 장비의 기능상 혹은 보호를 위하여 설치되는 On/Off 자동밸브(전동식 혹은 공압식)도 운전, 정지에 대한 제어 시스템을 포함시켜야 한다.

(4) 감시, 제어 설비

- ① 설비의 최적 성능과 최적운전을 도모하고 각종 구성품들의 자동 경보체계를 확실히 하기 위하여 오존주입설비는 종합 제어반(controller) 및 현장 조작반(LOP)에 의하여 자동 및 수동으로 운전될 수 있어야 하며 중앙조정실의 감시제어설비시스템 네트워크(ethernet TCP/IP)와 연계되어야 한다.
- ② 오존생산량은 운영자가 설정한 오존주입률로써 유입유량 비례제어방식으로 운전될 수 있어야 하며, 또한 운영자가 설정한 잔류용존 오존농도 값 또는 크립토스포리듐(Cryptosporidium) 소독능 목표 값에 추종하여 컨트롤시스템에서 자동 연산된 오존 주입률에 의해 자동 제어되어야 한다. 조작자가 오존생산농도를 지정할 경우에는 오존생산 농도도 일정한 범위에서 유지될 수 있어야 하며, 특정 범위 즉, 오존 발생기가 운전 가능한 최소 원료산소량 범위에서는 오존생산농도 대신 오존생산량 SV에 추종하도록 제어하여야 한다.
- ③ 오존 주입량의 제어는 오존 접촉조 유입부에서 자동밸브에 의해 자동적으로 오존을 주입하여야 하며, 오존 접촉조에서 설치된 다수의 용존오존 분석기 농도를 분석

하여 오존 분해속도를 결정한 후 목표 잔류오존농도를 유지할 수 있는 최소의 주입률로 자동적으로 제어될 수 있어야 한다.

- ④ 오존 공정의 운영은 시스템 전체의 운영단가가 최소화되도록 오존발생기의 운전대수 및 오존생산농도 운전점을 컨트롤시스템에서 스스로 분석 연산하여 제어하여야 하며, 현재 운영 상태에서 오존 발생 단가(원/kg) 등이 제어반에 연산되어야 한다.
- ⑤ 위에서 분석한 오존발생기 최적 운전점 분석결과(오존발생기 운전부하전력 및 기 타설비 부하전력)와 실제 오존발생설비로부터 감시된 실시간 부하전력과의 비교감시기능을 보유하여야 한다.

#### (5) 종합제어반(MCP)

- ① 종합 제어반은 터치스크린 방식으로 PLC에 의해 피드백(feedback) 제어와 시퀀스(sequence)제어를 행하고, 프로세스 신호의 입력과 출력의 업무를 수행하는 32bit 마이크로 프로세서(micro processor)를 내장하는 컨트롤러와 데이터 수집용 입·출력 카드 및 제어·연산용 CPU 및 상위 DCS와 연결하는 통신모듈 등을 포함한다.
- ② 제어반의 각종 포인트(point)에 대한 소프트웨어 프로그램은 노트북 컴퓨터를 통하여 설치되며, 수정 또는 보수시에도 현장에서 노트북 컴퓨터를 통하여 이루어져야 한다.
- ③ 제어반은 제어, 통신, 입출력 기능 등 오존설비 제어의 핵심역할을 하는 것으로, 시퀀스 기능, PID제어, 논리 연산, 비율제어, 입·출력 및 자료 송·수신 등 이 기준에서 주어진 모든 기능이 수행되어야 한다. 종합제어반은 엑셀 연산 시트(excel operation sheet) 형태의 운전연산로직에 현장의 실측값을 입력하고 엑셀 시트(excel sheet)로부터 연산된 결과값을 다시 읽어 실제 오존발생기의 제어에 적용할 수 있도록 하여야 한다.
- ④ 종합제어반은 중앙시스템에서 오존설비 제어에 필요한 정보를 중앙조정실에 전송하고, 중앙조정실로부터 제어신호를 전송받아 수행하는 것이 필요하다. 이 전송방식에는 조작신호를 제어선을 통하여 직접 전송하는(4~20 mA DC, RS-485, 펄드버스 방식 등) 직접방식과 유·무선 등의 텔레컨트롤장치 등에 의한 원격제어방식이 있으며, 시스템의 종합적인 특성 등을 고려하여 최적의 방식을 적용한다.

#### (6) 노트북 컴퓨터

- ① 래더 프로그램 설치(ladder program install) 또는 수정을 위한 용도로 사용할 수 있어야 하며, 종합제어반과 연속적인 통신이 가능하여야 한다.
- ② 소프트웨어 패키지는 사용권을 포함하여 공급하여야 하며, 노트북 컴퓨터의 사양은 공자감독자와 협의하여 공급하여야 한다.

#### (7) 무정전 전원장치(UPS)

- ① 수급인은 모든 오존관련 설비에 대한 계장 및 감시제어용 전원으로서 무정전 전원장치(UPS)를 공급하여야 한다.
- ② 수급인은 UPS 용량계산서를 제출하여야 하며, 최소 UPS 복구(backup) 시간을 30

분 이상으로 하여야 한다.

- ③ UPS는 통신 모듈이 구비되어 통신 되어야 한다.

(8) 수배전 설비

- ① 수급인은 오존설비에 대한 모든 필요한 동력 및 제어, 감시, 조작용 전력공급 장치를 공급, 설치, 시운전하여야 한다.
- ② 오존 설비용으로 공급되는 전원 전력은 3φ 4W, 380 V/220 V, 60 Hz로 오존 설비용 부하량을 고려하여 이후에 필요한 수배전 설비는 오존설비 공급자가 구성하여야 한다. 또한, 제어, 감시 및 조작 전압은 AC/DC 220 V 및 DC 24 V를 표준으로 하여야 하며 필요한 변압기 또는 변환기를 공급하여야 한다.
- ③ 전체 오존설비 및 개별오존발생기의 소비전력을 측정하기 위한 전력량계가 구비되어야 하며 오존 발생 kg당 전력 소비량(kWh) 계산을 위해 그 측정값이 중앙 제어실로 전송되어야 한다.
- ④ 배전반은 옥내용, 자립형, 금속 폐쇄형으로 그 구성품은 저압 차단기(MCCB, 또는 ACB), 변압기(주형 몰드 변압기 또는 건식 변압기 : 필요시)로서 설계조건은 전기공사의 설계조건을 따른다.
- ⑤ 수급인은 모든 수배전 설비 구성부품의 정격에 대한 계산서를 제출하여야 하며, 설비의 기동시 전압강하가 5 % 이내가 되도록 기동방법을 결정하여야 한다.
- ⑥ 수배전설비의 1차측 전원공급은 전기설비 수급인이 공급하도록 하며 충분한 용량의 수전이 이루어질 수 있도록 ⑤항의 계산서를 제출하도록 하며 사전에 충분한 협의가 이루어질 수 있도록 하여야 한다.

2.3.9 오존 분석기기

(1) 오존농도 분석기

- ① 분석기는 오존발생기에서 생산되는 오존농도를 연속 측정하여야 하며 자외선 흡수식으로서 측정범위는 0 %~15.0 %, 허용오차는 ±1.0 % 이내이어야 한다.
- ② 오존농도 분석기는 오존용 직독식으로서 전자동이며 샘플링 유량의 변화에 무관하여야 한다.
- ③ 분석기는 오존파괴기 및 온도, 압력자동 보정장치를 포함하여야 한다.

(2) 오존누출 감지기

- ① 오존설비 가동시 오존이 누출될 경우 인명보호, 기기보호를 위해 설치하며 자외선 흡수식으로서 측정범위는 0 ppm~1.0 ppm, 정밀도는 ±0.005 ppm, 경보설정은 0.1 ppm 및 0.3 ppm으로 하여야 한다.
- ② 감지기 설치위치는 오존용해실(지하층) 및 오존발생기실이며, 배관이나 배선을 포함하여 시공하여야 하며 오존이 누출되었을 경우 전체 시스템이 폐쇄(shut down) 되도록 하여야 한다.
- ③ 오존누출 감지기는 공기 중의 먼지를 많이 흡입하므로 예비필터 등 필요한 예비품을 공급하여야 하며 이에 대한 방지대책을 제시하여야 한다.

(3) 용존오존 측정기

- ① 오존접촉 후 수중의 용존오존을 측정하여 오존생산량의 증,감을 조정하기 위하여 설치하며, 자외선 흡수식으로서 측정범위는 0 ppm~1.0 ppm, 정밀도는 ±0.001 ppm, 재생성은 ±0.2 % of full scale, 출력은 4 mA~20 mA로 하여야 한다.
- ② 용존오존 분석기는 전극방식을 이용한다.
- ③ 용존오존 분석기는 완전한 내장형 및 전자동형이어야 하며 샘플유량변화에 무관하여야 한다.
- ④ 자동온도 및 압력보정장치와 샘플링 펌프(필요시), 유압 장치(압력조절기, 가분리기, 보호필터 등)을 포함하여야 한다.
- ⑤ 각 지점의 샘플링튜브는 각 튜브 단말에 부착된 자동밸브에 의하여, 용존오존측정기에서 용존농도 측정지점을 원격 선택할 수 있도록 하여야 한다.

(4) 이슬점 감지기

- ① 소배관 중에 설치하여 산소의 이슬점을 감시하기 위하여 설치되는 센서식 감지기로서 측정범위는 +20~100 ℃, 노점 정확도 ±2 ℃이어야 한다. 정확한 측정을 위하여 이슬점 감지기에 유입가스량을 측정할 수 있는 유량계를 설치하여야 한다.

2.3.10 기타설비

(1) 일반사항

- ① 기타설비는 샘플링 설비(필요배관, 배선 포함), 배관 및 배선 설비, 진공과압 방지 밸브, 안전장비로 구성한다.

(2) 샘플링 설비

- ① 수급인은 오존화수, 오존화산소 등의 샘플을 채취할 수 있는 적합한 샘플링 지점을 갖추고 이에 필요한 배관, 배선 및 밸브 등을 공급 설치하여야 한다.

(3) 배관

- ① 오존 주입설비의 오존용 배관은 KS D 3576 배관용 스테인리스 강관을 적용한다. 스테인리스 강관의 두께는 sch 10S를 사용하여야 한다.
- ② 옥외용 산소배관 지지대는 콘크리트 기초 위에 설치하여야 하며, 기초 구조물은 본 공사에 포함한다. 오존설비 관련 모든 지지대는 STS 304를 기준으로 설치하고 미래 증설분을 고려한 규격으로 설계되어야 한다.
- ③ 공급범위의 각 기기류 관련 배관(배수포함)은 다음과 같다.
  - 가. 산소가스 옥외 및 옥내배관
  - 나. 압축공기 공급배관
  - 다. 오존가스 주입배관
  - 라. 냉각수 옥내배관
  - 마. 오존분석기 샘플링수 배관
  - 바. 오존용해설비 이송수(motive) 배관
  - 사. 각 기기류 관련배관(배수포함)

아. 배관 및 밸브류 지지대 및 부속품

- ④ 각 유체별 재질 적용기준 : 각 유체별 재질기준은 다음과 같거나 이와 동등 이상이어야 한다.

가. 오존가스 접액부	STS 316L
나. 오존처리수 접액부	STS 316L
다. 냉각수 배관	STS 304
라. 산소이송배관	STS 304
마. 배관 지지대	STS 304
바. 볼트, 너트류	STS 304
사. 압축공기 배관	SPPS40

- ⑤ 배관 규격

가. 기체 유속	10.0 m/sec 이하
나. 액체 유속	3.0 m/sec 이하

- ⑥ 개스킷(gasket)

가. 오존 접촉부	테프론(Teflon) 또는 이와 동등 이상
나. 오존 비접촉부	klingerit 또는 이와 동등 이상

- ⑦ 플랜지 규격

가. 주입공기나 오존화 공기에 사용하는 모든 플랜지는 KS, JIS, DIN, ASME 규격의 금속 개스킷 표준이상의 기준으로 제작한 것이나, 금속으로 만든 개스킷이어야 한다.

나. 플랜지 규격은 별도의 명가 없는 한 KS D 1511 0.98 MPa용을 적용하며, 플랜지 체결용 볼트와 너트는 접촉조 내부 연결부를 제외하고는 카뎀도금 탄소강이상 이어야 한다. 플랜지 개스킷은 오존화 가스 배관에는 하이파론(Hypalon) 혹은 테프론으로 되어야 하며 압축공기 배관에도 건조 공기에 의해 고무재질은 떨어지기 쉬우므로 하이파론(Hypalon)과 같은 개스킷을 사용하여야 한다. STS 배관 용접부는 TIG 용접을 하여야 한다.

- ⑧ 액체 및 가스제어용 밸브(볼, 글로브 또는 버터플라이 밸브)

가. 몸체	STS 316L or SSC 14
나. 오존접촉부	STS 316L or SSC 14

- ⑨ 체크밸브

가. 몸체	STS 316L or SSC 14
나. 오존접촉부	STS 316L or SSC 14

- ⑩ 볼트·너트

SSC 13

#### (4) 진공과압 방지밸브

- ① 진공과압 방지밸브는 각 오존접촉조에 설치하여 수조 내의 수위변동에 따른 부압 및 과압을 해소할 수 있도록 하여야 한다
- ② 진공과압 방지밸브의 배기가스는 각 배오존과괴설비로 유입되도록 배관을 구성하

여야 하며 사용재료는 STS 316L을 적용한다

- ③ 형식 : 압력 진공 릴리프 밸브(pressure vacuum relief valve, STS 316L cover 포함)

가. 재질 : STS 316L or SSC 14

나. 규격 : 공사시방서에 따른다.

다. 수량 : 공사시방서에 따른다.

- ④ 안전장비 : 수급인은 오존설비 가동에 필요한 안전장비를 공급, 설치하여야 하며 안전장비는 오존 마스크 10개, 소화설비(소화기) 6개, 소음차단 귀마개(헤드셋형) 5개, 휴대용 오존누출 감지기 1대를 포함하여야 한다.

(5) 옥외 경보장치

- ① 오존주입동 등 건물 출입구에 내부 오존상황을 알려주는 전광판(경보보드), 경보등, 사이렌 등의 옥외 경보장치를 설치하여 건물 출입 전에 내부 오존누출 및 위험여부를 시각적 및 청각적으로 미리 인지할 수 있도록 하여야 한다.

**2.3.11 시운전, 검사, 기술지원, 훈련, 예비품, A/S**

(1) 시운전

- ① 준공된 공사에 대한 공사감독자의 승인을 받기 위하여 수급인은 개별 성능 시험이 포함된 모든 장비의 설치가 완료되었다는 사실을 서명승인 받은 후 공사감독자의 입회지시에 따라 사업주가 만족하도록 연속 시운전을 하여야 하며, 시운전 시 DCS(Distributed Control System) 또는 PLC(Programmable Logic Controller) 제작업체가 제어 프로그램을 입력시킬 때 기술지원을 하고, 제작업체와 협력하여 기능 테스트를 실시하여야 한다.
- ② 시운전 기간 동안 설비 운전원에 대한 교육을 시행하여야 하며 교육 전에 세부 교육계획서를 제출하여야 한다.
- ③ 시운전 시기는 전체공사의 공정을 고려하여 공사감독자와 협의하여 결정하도록 하여야 하며 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 포함시켜서는 안 되며 연속 시운전은 최소 3개월간 연속 시행하여야 한다.
- ⑥ 시운전 중 기계 및 전기설비 또는 제어 계장설비의 설치 혹은 기타설비 등이 비정상적인 경우 수급인 부담으로 수정, 보수하여야 하며 시설의 정상운전을 보증하여야 한다.
- ⑦ 시운전시 발생하는 경비 중 시운전시 요구되는 공구, 장비, 소모성 자재, 노무비 및 약품비(액체산소 1회 충전량) 등은 수급인이 공급하며, 연속적인 시운전을 위하여 요구되는 전력비, 용수비, 연료비 등은 K-water가 부담한다. 또한, 시운전을 위해 요구되는 기타 경비 및 수질 분석 경비는 수급인이 부담한다. 단, 시운전이 1개월

을 초과할 경우 시운전이 성공적으로 완료될 때까지의 연장된 기간의 전력비, 용수비, 연료비, 약품비 등은 수급인이 지불하여야 한다. K-water의 귀책사유 시는 그러하지 않는다.

(2) 기술지원

- ① 원활한 공사시공 및 시운전을 위해 수급인은 오존제작사 및 국내 기술자를 상주시켜야 한다.
- ② 기술지원(시험, 시운전, 관리감독)을 위해서 제작사의 기계기술자 1인과 시운전 기술자 1인을 2개월 이상 상주하여야 한다(100 man day 이상)

(3) 검사

- ① 모든 기자재 및 공사는 공사감독자의 검사를 받아야 한다.
- ② 외국 공장검사를 위하여 공사감독자는 계약 이행 기간 동안 최소 1회 이상의 출장을 하여 주요 기자재가 제작 및 시험되는 공장에서 검사한다.

(4) 훈련 및 교육

- ① 설비를 인수 후 운전과 유지관리에 투입될 운전원에 대하여 수급인은 교육을 시행하여야 하며 훈련 및 교육은 최소 1개월의 운전교육을 실시하여야 한다.
- ② 수급인은 세부 훈련 및 교육 계획서를 공사감독자에게 제출하여 승인을 득하여야 한다.

(5) 예비품 및 유지관리 공구

- ① 수급인은 오존설비제작사가 추천하는 예비품(최소 1년간의 소모품 또는 부품)뿐만 아니라 주요부품(방정관, 퓨즈 등)에 대한 단가를 명시하고 유지관리공구를 공급하여야 하며, 품목별로 정리된 내역(단가, 수량, 금액)을 제출하여야 한다.

(6) A/S 계획

- ① 하자보수 기간 내 무상으로 정기적인 현장점검을 실시하여 설비의 성능을 유지하도록 하여야 하며 하자보수기간(3년) 만료 후에도 정기적인 사후관리(규격 심사 시 제출된 A/S 계획에 따르며 미제출시 공사감독자와 협의하여 결정)가 이뤄지도록 하여야 한다.

**2.4 도장 및 설비의 표기**

- (1) 도장 및 설비의 표기는 KWCS 57 80 06 (2.4)에 따른다.

**2.5 시험 및 검사**

- (1) 다음에 표시하지 않은 사항은 KWCS 57 80 05 (3.3.3, 3.3.4)에 따른다.

(2) 일반사항

- ① 치수 및 외관검사
- ② 재료시험 (필요시, 시험성적서 확인)
- ③ 회로 및 인터록 조작시험
- ④ 성능시험

**2.5.1 액체산소 공급설비**

(1) 액체산소 공급설비는 정부 공인기관의 설계 및 사용검사를 득하여야 한다

**2.5.2 오존발생설비**

- (1) 오존발생설비는 승인된 시험 및 검사계획서에 의해 시행한다.
- (2) 오존발생기 용기(vessel)는 수압에 의한 내압 및 누설시험을 시행하여야 하며, 수압검사는 가스라인과 냉각수 라인 중 사용압력이 상위하는 압력 중 1.5배에 해당하는 압력에서 수압시험을 실시한다. 수압 및 누설시험은 냉각수라인과 가스라인을 각각 구분하여 실시한다.(공인기관 시험성적서 제출)
- (3) 성능검사는 오존발생기의 성능이 만족하는지를 확인하기 위해 실시하는 것으로 오존발생기 성능시험 시 제출된 성능곡선도의 성능조건을 만족할 수 있는지 확인할 수 있도록 설계조건(오존농도( ) wt %, 냉각수온도 26 ℃ 등)에 따른 성능시험(설비성능의 30 %, 50 %, 75 %, 100 %)을 공사감독자의 입회하에 실시하여야 하며 성능조건을 만족하지 못할 경우 개선 또는 재제작 후 재시험을 실시하여야 한다.(최종 시운전까지 완료되면 자체 시험성적서 제출)
- (4) 모든 흠집과 제작 불량은 개선되거나 수정되어야 하며 수정 및 재 작업된 부품은 같은 공정으로 재시험되어야 한다.
- (5) 오존발생기는 다음의 항목의 성능보증을 하여야 한다.
  - ① 오존생산량 : 오존가스량 x 오존농도에 의해 측정되어짐
  - ② 오존생산농도 : 오존농도계에 의해 측정되어짐
  - ③ 역율
  - ④ 전류고조파
  - ⑤ 소비전력
- (6) 오존발생기의 전력소비량은 시험기간의 수온에서 다음과 같은 조건 이상을 만족하여야 한다.
  - ① 발생기 부하 100 % 발생시 각 발생기별 전력 소비량의 차이가 3 %이내이어야 한다.
  - ② 각 발생기별 생산량의 100 % 발생 조건에서 표 2.5-1의 조건에서 제시한 전력 소비량과의 차이가 5 %이내에서 모두 만족하여야 한다.

**표 2.5-1 오존 발생농도당 전력소비량**

오존 발생 농도(%)	7 %	8 %	9 %	10 %	11 %	12 %
오존 발생 kg당 전력 소비량(kWh)	7.43	7.86	8.51	9.37	10.44	11.7

(7) 수압시험 시의 압력은 시험 기간동안 손실이 없어야 하며 내압시험을 위해 적어도

240분 이상 지속되어야 한다.

- (8) 상기 위의 조건에 따라 설비의 개선 또는 재제작 후 공장에서 재시험이 필요한 경우 재시험에 의해 소요되는 모든 검사 및 출장(최소 2인, 7일 이내)에 관련된 비용은 수급인이 부담한다.

**2.5.3 오존용해설비**

- (1) 오존용해설비는 주입된 오존 농도와 접촉조 후단에 잔류된 오존 농도를 측정하여 설계조건의 오존 용해효율을 만족하여야 하며, 시험에 사용되는 계기는 검·교정된 계기를 사용하여 계기의 오차율을 제외한 성능으로 하여야 한다.

**2.5.4 배오존 파괴설비**

- (1) 배오존 파괴설비는 배출되는 오존 농도를 측정하여 설계조건을 만족하여야 하며, 접촉조 후단에 잔류된 오존 농도를 측정하여 설계조건의 배기가스 오존 농도 기준(법적 기준) 이하로 만족하여야 한다.

**2.6 표준 부속품**

- |                               |     |
|-------------------------------|-----|
| (1) 산소 및 오존 압력전송기             | 1 식 |
| (2) 산소, 오존가스, 냉각수 배관 및 밸브, 부속 | 1 식 |
| (3) 분석기기류 샘플링 배관 및 부속         | 1 식 |
| (4) 안전장비                      | 1 식 |
| (5) 진공과압 방지밸브                 | 1 식 |
| (6) 산소가스 유량계                  | 1 식 |
| (7) 냉각수 유량계 및 유량스위치           | 1 식 |
| (8) 질소 공급용 압축공기 유량계 및 자동밸브    | 1 식 |
| (9) 기초볼트 및 너트                 | 1 식 |

**2.7 예비품**

- |                                      |        |
|--------------------------------------|--------|
| (1) 펌프류 기계식 실(seal)                  | 50 %   |
| (2) 방전관 및 오존 발생기 퓨즈(fuse)            | 10 %/대 |
| (3) 산소 가스용 필터                        | 100 %  |
| (4) 압축 공기용 필터                        | 100 %  |
| (5) 현장조작반 수선용 부품(퓨즈, 램프, 스위치, 릴레이 등) | 10 %   |
| (6) 누출오존감지기(센서부)                     | 100 %  |
| (7) 배오존파괴기 촉매제                       | 1대 교체분 |

**3. 시공**

### 3.1 일반사항

- (1) 수배전설비(MCC 제어반)이후의 종합제어반, 현장조작반, 각 기기류의 동력 및 제어용 배관 및 배선공사는 본 공사로 한다.
- (2) 오존 주입설비의 일반사항은 KWCS 57 80 05 (3. 시공)와 각 기기별 설비 일반에 따른다.

### 3.2 감시, 제어설비, 수배전반 설치공사

- (1) 수급인은 모든 감시 제어설비 및 수배전 설비에 대한 배치도 및 설치방안을 승인용으로 제출하여야 한다.
- (2) 수급인은 수급인이 공급하는 모든 오존 설비간의 전기, 신호, 통신, 제어 케이블 및 와이어와 배관(케이블 트레이 포함)에 대한 모든 자재의 공급 및 공사를 수행하여야 한다.(동력라인과 제어라인은 이격 거리를 유지하여 시공)
- (3) 단, 다음 작업과 자재는 타 수급인(전기계약자)에 의해 시행된다.
  - ① 오존제어실 제어반↔DCS의 RCS까지의 통신 케이블 연결작업
  - ② 광통신 선로연결 작업시 각각의 허브 및 선로작업
  - ③ 정수장 메인 전기실↔오존설비용 MCC MAIN 차단기 1차 단자까지의 저압 인입라인

### 3.3 배관공사

- (1) 모든 스테인리스 배관은 용접 시 질소를 충전하여 용접시공을 하여야 한다.
- (2) 용접 후 트리클로로에탄( $C_2H_5Cl_3$ )으로 불순물을 제거한다.
- (3) 불순물 제거 후 물로 세척한다.
- (4) 질소가스를 이용하여 솔벤트, 먼지 등을 제거하고 건조시켜야 한다.
- (5) 오존의 누설을 방지하기 위해 오존가스관련 배관의 용접부위는 사용압력이 0.098 MPa 이상이 되는 배관은 기밀검사(전체)를 실시하여야 한다.
- (6) 오존 주입설비의 기타사항은 KWCS 31 20 15 (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	박찬흥	환경부

KWCS 57 40 10 15 : 2021  
**오존 주입설비**

---

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](mailto:kcsc@kict.re.kr)  
<http://www.kcsc.re.kr>