

KWCS 57 70 15 : 2022

상수도 전기방식설비공사

2022년 11월 28일 개정
<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 70 15 : 2021	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함	제정 (2021.5)
KWCS 57 70 15 : 2022	• 전기방식 시공방법 및 자재 기준 일부개정	개정 (2022.11)

제 정 : 2021년 5월 21일

심 의 : 중앙건설기술심의위원회

소관부서 : 환경부

관련단체 : 한국수자원공사

개 정 : 2022년 11월 28일

자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

작성기관 : 한국수자원공사

- 환경부장관은 「훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」을 준용하여 승인일을 기준으로 매 3년이 되는 시점(매 3년째 12월 31일까지를 말한다.)마다 그 타당성을 검토하여 개선 등의 조치를 하여야 한다.

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	1
1.4 제출물	1
1.4.1 전기방식 설비, 전기방식 정류기	1
1.4.2 방식전위 측정설비	2
1.5 요구사항	2
1.5.1 희생양극의 보관	2
1.5.2 전기방식 정류기(일반형)	3
1.5.3 전기방식 정류기(원격감시제어형)	3
1.5.4 방식전위 측정설비(일반형)	3
1.5.5 방식전위 측정설비(자동기록용)	3
1.6 운반, 보관, 취급	4
1.7 품질보증	4
1.8 자재 검수	4
1.9 수량산출 및 대가지급	4
1.10 기타사항	4
2. 자재	5
2.1 외부전원법(심매전극법)	5
2.1.1 혼합금속산화물(MMO) 양극	5
2.1.2 고 규소철(HSCI) 양극	5
2.1.3 채움재(backfill)	6
2.1.4 정션박스(junction box)	6
2.1.5 황산구리(Cu/CuSO4) 기준전극	7

2.1.6 시험 및 검사	7
2.2 천매법	7
2.3 희생양극법	7
2.3.1 양극의 종류 및 특성	7
2.3.2 양극의 크기 및 수	7
2.3.3 기준전극(reference electrode)	7
2.4 정류기(일반형)	8
2.4.1 규격 및 수량	8
2.4.2 규격	8
2.4.3 구조	8
2.4.4 정류기 동작	9
2.4.5 배선	9
2.4.6 서지보호장치	10
2.5 정류기(원격감시제어형)	10
2.5.1 규격 및 수량	10
2.5.2 규격	10
2.5.3 구조	10
2.5.4 정류기 동작	11
2.5.5 배선	11
2.5.6 서지보호장치	11
2.6 방식전위측정설비(일반용)	11
2.6.1 규격 및 수량	11
2.6.2 구조	11
2.6.3 구성품	11
2.7 방식전위측정설비(자동기록용)	11
2.7.1 규격 및 수량	11
2.7.2 기능	11
2.7.3 구조	12
3. 시공	12
3.1 시공조건외 확인	12

3.2 외부전원법(심매전극법)	12
3.2.1 일반사항	12
3.2.2 심매 전극 시공	13
3.2.3 배관 및 배선	14
3.2.4 흠(hole) 간 이격거리	14
3.2.5 기준전극 매설	14
3.2.6 보링(boring)	14
3.2.7 벤트(환풍구) 설치	15
3.2.8 채움재(backfill) 시공	15
3.2.9 정션박스(junction box) 설치	15
3.2.10 측정함 설치	15
3.2.11 교류전원 공사	16
3.2.12 기준전극 시공	16
3.2.13 벨브실 본딩	16
3.2.14 전기방식설비 운영	16
3.2.15 시험 및 검사	16
3.3 천매법	17
3.3.1 일반사항	17
3.3.2 천매양극(shallow anode bed) 시공	17
3.3.3 배관 및 배선	18
3.3.4 시험 및 검사	18
3.4 희생양극법	19
3.4.1 일반사항	19
3.4.2 양극 시공	19
3.4.3 배관 및 배선	19
3.4.4 시험 및 검사	19
3.5 정류기(일반형)	20
3.5.1 일반사항	20
3.5.2 설치	20
3.5.3 접지	20

3.5.4 시험 및 검사	21
3.6 정류기(원격감시제어형)	21
3.6.1 일반사항	21
3.6.2 설치	21
3.6.3 접지	21
3.6.4 시험 및 검사	21
3.7 방식전위측정설비(일반용)	21
3.7.1 일반사항	21
3.7.2 설치	21
3.7.3 시험 및 검사	22
3.8 방식전위측정설비(자동기록용)	22
3.8.1 일반사항	22
3.8.2 설치	22
3.8.3 시험 및 검사	22

1. 일반사항

1.1 적용범위

- (1) 이 기준의 적용 범위는 KCS 57 70 15 (1.1)에 따르며 추가사항은 (2)항과 같다.
- (2) 이 기준은 상수도공사 중 상수도관의 전기방식설비공사에 대하여 적용하고, 주요내용은 다음과 같다.
 - 전기방식 설비(심매법)
 - 전기방식 설비(천매법)
 - 전기방식 설비(희생양극법)
 - 전기방식 정류기(일반형)
 - 전기방식 정류기(원격감시제어형)
 - 방식전위 측정설비(일반형)
 - 방식전위 측정설비(자동기록용)

1.2 참고 기준

1.2.1 관련 법규

- (1) 관련 법규는 KCS 57 70 15 (1.2.1)에 따른다.

1.2.2 관련 기준

- (1) 관련 기준은 KCS 57 70 15 (1.2.2, 1.2.3)에 따르며, 추가사항은 다음과 같다.
 - KWCS 10 10 10 공무행정요건
 - KWCS 31 10 21 전기설비공사 일반사항
 - KWCS 31 60 10 수변전설비공사
 - KWCS 31 80 10 피뢰설비공사
 - KWCS 31 80 20 접지설비공사

1.3 용어의 정의

- (1) 용어의 정의는 KCS 57 70 15 (1.3)을 따르며, 추가사항은 다음과 같다.
 - 일반용 측정함 : 방식전위를 측정하기 위하여 별도의 측정장치, 통신기구, 측정값 저장장치 등을 포함하지 않은 장치로서 단순히 측정함(test box)만으로 구성된 설비
 - 원격감시형 측정함 : 무선 원격으로 방식전위를 측정, 전송할 수 있는 기능을 수행하는 기기

1.4 제출물

- (1) 제출물은 KWCS 10 10 10 (1. 일반사항)에 따른다.

1.4.1 전기방식 설비, 전기방식 정류기

- (1) 수급인은 아래사항에 대하여 제작도면과 관련 자료를 제출하여 공사감독자에게 제출하여 승인을 받아야 한다.
- ① 제품자료
 - 가. 외형도
 - 나. 접속도
 - ② 시공 상세도
 - 가. 측정함 설치도
 - 나. 공사시방서에서 정한 도면
 - ③ 시공방법
 - ④ 준공서류
 - 가. 운전설명서
 - 나. 유지관리(보수, 교환) 설명서
 - 다. 전기방식 시설 현황(사진 첨부)을 별도로 제출
 - 라. 구간별 off 전위와 on 전위 측정결과
 - ⑤ 시험성적서

1.4.2 방식전위 측정설비

- (1) 수급인은 아래사항에 대하여 제작도면과 관련 자료를 제출하여 공사감독자에게 제출하여 승인을 받아야 한다.
- ① 설치 위치도
 - ② 설치 상세도 및 세부회로도
 - ③ 시공방법
 - ④ 기기 동작 사용 설명서
 - ⑤ 시험성적서

1.5 요구사항

- (1) 자재는 시공 전에 구조 및 설치방법을 표시한 제작도면 또는 견본을 제출하여 공사감독자의 승인을 받은 후 제작하여야 한다.
- (2) 수급인은 상세도 작성 및 시공에 앞서 시공할 지역의 현황 및 조건을 파악한 후 설계에 반영하여야 한다.
- (3) 현장 주변에 다른 방식설비가 있을 경우는 상호 간섭에 의한 문제점과 해소 대책을 공사감독자의 승인을 받은 후 시공하여야 한다.

1.5.1 희생양극의 보관

- (1) 양극이 설치되기 전에 채움재(backfill)가 고체화되지 않도록 습기에 주의하고, 가능한 비, 눈 및 습기 등으로부터 보호될 수 있는 창고 내에 보관하여야 한다.
- (2) 양극을 야적할 경우에는 나무 받침대 또는 절연재 위에 적재하고 비를 맞지 않도록 비닐 등으로 포장하고, 현장 보관 시에는 지정된 장소에 보관하여야 한다.

1.5.2 전기방식 정류기(일반형)

- (1) 정류기(일반형)의 사용조건은 주위온도 -20℃~+40℃ 범위, 해발 1,000 m 이하, 옥외형, 상대습도는 100 % 이하이고, 향후 원격제어방식 시스템으로 확장이 가능한 구조이어야 한다.

1.5.3 전기방식 정류기(원격감시제어형)

- (1) 원격감시제어형 정류기의 구성품들은 상위시스템에 접속하는데 적합해야 하며, 모든 기본 구조, 운영체제, 통신망 등 필요한 부속품들을 포함한다. 원격감시제어형 정류기의 구입단가에는 시험 및 검사, 운반, 현장검사 등 모든 비용이 포함된다.
- (2) 증설, 확장, 기능보강, 이 기종과의 통신, 유지보수를 위하여 개방형 프로토콜을 적용하고 원격통신은 무선통신으로 하고 빠른 데이터 전송시간으로 서버와 TCP/IP를 통한 데이터 송수신이 가능하여야 한다.
- (3) 원격감시제어형 정류기는 상위 시스템과의 원활한 통신을 통한 감시제어가 이루어질 수 있는 구조로 구성하여야 하며, 공사감독자의 요구 시 상위부의 원격방식제어시스템과 동일한 시스템이 설치되어 있는 다른 현장(또는 공장)에서 모의 테스트를 통하여 감시제어가 가능한지의 여부를 확인할 수 있어야 한다.
- (4) 상위부 시스템과의 원활한 통신으로 감시제어가 이루어질 수 있는 구조로 구성하고 이와 비슷한 시스템에서 모의 테스트를 통하여 감시제어가 가능한지의 여부를 확인하여야 하며, 상위 원격감시제어시스템의 가동을 위해 통신 프로토콜 등 감시제어에 필요한 소프트웨어 및 자료를 제공하여야 한다.
- (5) 표준시간을 설정할 수 있고 불필요한 정보와 고장-데이터를 검출하여 이런 데이터가 제어 및 처리장치로 전달되지 않아야 하며, 외부 장비에서 데이터 요청 시 공사감독자 또는 사용자가 설정한 데이터 측정 및 전송주기에 따라 정류기의 출력전압 및 전류, 방식전위 등 데이터를 전송하여야 한다.
- (6) 성능향상이나 수정보완은 현장에서 관련 소프트웨어 또는 펌웨어 업그레이드가 가능해야 하고, 통신 감도가 기준에 도달하도록 하여야 한다.
- (7) 사용조건은 주위온도 -20℃~+40℃ 범위, 해발 1,000 m 이하, 옥외형, 상대습도는 100 % 이하이고, 향후 원격제어방식 시스템으로 확장이 가능한 구조이어야 한다.

1.5.4 방식전위 측정설비(일반형)

- (1) 방식전위측정설비(일반용) 측정함은 유지보수 및 방식전위 측정이 쉽도록 밸브실(제수 밸브, 이토밸브, 공기밸브 등)의 상부에 설치하여 밸브실의 뚜껑을 열지 않고 방식전위 측정이 가능하도록 하여야 한다. 다만, 측정함을 밸브실 상부(바깥 부분)에 설치할 경우 분실 및 파손의 우려가 있으므로 이에 대한 충분한 대책을 수립한 후 공사감독자의 승인을 득하여 설치한다.

1.5.5 방식전위 측정설비(자동기록용)

- (1) 방식전위측정설비(일반용) 측정함은 유지보수 및 방식전위 측정이 쉽도록 밸브실(제수 밸브, 이토밸브, 공기밸브 등)의 상부에 설치하고 밸브실의 뚜껑을 열지 않고 방식전위 측정이 가능하도록 하여야 하고, 상위시스템에 접속하는데 적합해야 하며, 모든 구조, 운영체제, 통신망 등 필요한 부속품들을 포함하여야 한다.
- (2) 증설, 확장, 기능보강, 이 기종과의 통신, 유지보수를 위하여 개방형 프로토콜을 적용하고 원격통신은 무선통신으로 하고 빠른 데이터 전송시간으로 서버와 TCP/IP를 통한 데이터 송수신이 가능하여야 한다.
- (3) 측정함은 상위부 시스템과의 원활한 통신으로 감시제어가 이루어질 수 있는 구조로 구성하고 이와 비슷한 시스템에서 모의 테스트를 통하여 감시제어가 가능한지의 여부를 확인하여야 하며, 상위 원격감시제어시스템의 가동을 위해 통신 프로토콜 등 감시제어에 필요한 소프트웨어 및 자료를 제공하여야 한다.
- (4) 표준시간을 설정할 수 있고 불필요한 정보와 고장-데이터를 검출하여 이런 데이터가 제어 및 처리장치로 전달되지 않아야 하며, 외부 장비에서 데이터 요청 시 공사감독자 또는 사용자가 설정한 데이터 측정 및 전송주기에 따라 정류기의 출력전압 및 전류, 방식전위 등 데이터를 전송하여야 한다.
- (5) 성능향상이나 수정보완은 현장에서 관련 소프트웨어 업그레이드가 가능해야 하고, 통신 감도가 기준에 도달하도록 하여야 한다.
- (6) 사용조건은 주위온도 -20℃~+40℃ 범위, 해발 1,000m 이하, 옥외형, 상대습도는 100% 이하이고, 향후 원격제어방식 시스템으로 확장이 가능한 구조이어야 한다.

1.6 운반, 보관, 취급

- (1) 운반, 보관, 취급은 KWCS 31 10 21 (1.10)에 따른다.

1.7 품질보증

- (1) 품질보증은 KWCS 31 10 21 (1.9)에 따른다.

1.8 자재 검수

- (1) 수급인은 자재 현장 반입 전에 공사감독자의 검수를 받고 반입하여야 한다.
- (2) 검수 항목은 규격, 구조 등의 육안검사 및 제품의 일련번호를 확인한다.
- (3) 세부사항은 KWCS 31 10 21 (2.1)에 따른다.

1.9 수량산출 및 대가지급

- (1) 수량산출 및 대가지급은 KWCS 31 10 21 (1.15)에 따른다.

1.10 기타사항

- (1) 기기의 라벨, 도장, 방습, 방부, 방폭 처리 등은 KWCS 31 10 21 (2.1)에 따른다.
- (2) 공사 기초자료 (심매법 예시)

표 1.10-1 기초자료 예시

구분	방식대상	피복 손상율	소요 전류	소요 전압	Hole 규격	Hole 수량	양극 수량	정류기
NO.1	D1,200×3,160 m	2 %	2.4	40	φ200×35 m	2	8EA (4EA/Hole)	60 V 20 A1대
NO.2	D1,200×2,029 m	2 %	1.6	35	φ200×40 m	3	15EA (5EA/Hole)	60 V 20 A1대

※ 설계 관련 상세자료는 용량계산서를 참조한다.

※ 상기표는 예시자료이므로 발주 시 해당공사 설계 내용을 기입하여야 한다.

2. 자재

2.1 외부전원법(심매전극법)

2.1.1 혼합금속산화물(MMO) 양극

- (1) 정류기에서 정류된 DC전류(방식전류)를 방식대상으로 MMO(Mixed Metal Oxide-coating) 양극을 설치하여 공급하도록 하여야 한다.
- (2) MMO 양극의 성분은 표 2.1-1에 따르며, 구성비(%)를 증명할 수 있는 공인기관 시험 성적서를 제출하여야 한다.

표 2.1-1 성분별 특성

구분	특성		
티타늄 튜브	ASTM B338 Grade 1 or 2		
크 기	∅25 mm x L500 mm, ∅25 mm x L1,000 mm		
M.M.O 성분	이리듐옥사이드 + 탄탈륨옥사이드		
최대 출력 (5 °C~70 °C)	토양구분	∅25 mm x L500 mm	∅25 mm x L1,000 mm
	일반토양 (coke)	4A	8A
	담 수	4A	8A
	해저토	2A	4A
	해 수	10A	20A
	Life Time	20 years	

2.1.2 고 규소철(HSCI) 양극

- (1) 정류기에서 정류된 DC전류(방식전류)를 방식 대상으로 HSCI(High-Silicon-Cast-Iron) 양극을 설치하여 공급하도록 하여야 한다.
- (2) HSCI 양극의 성분은 표 2.1-2에 따르며, 구성비를 증명하는 공인기관 시험성적서를 제출하여야 한다.

표 2.1-2 성분별 구성비

성분	구성비 (%)
규 소 (Si)	14.2 ~ 14.75
망 간 (Mn)	1.5 이하
크 롬 (Cr)	3.25 ~ 5.00
구 리 (Cu)	0.5 이하
탄 소 (C)	0.70 ~ 1.10
철 (Fe)	잔 량

- (3) 양극 표면적(0.093 m²) 당 1 A 이하의 전류를 발생 할 때 양극의 소모율은 일반토양·매립토 및 담수는 0.340 kg/A.년, 해저토는 0.681 kg/A.년 으로 한다.
- (4) 양극의 유효 중량률은 50 %로 하여야 한다.
- (5) 규격은 0.038 m x 1.524 m(11.793 kg/EA), 0.051 m x 15.24 m(19.958 kg/EA)로 하여야 한다.

2.1.3 채움재(backfill)

- (1) 외부전원방식(HSCI) 양극 주위에 충전하여 양극의 접지 저항을 줄이고 양극의 소모를 균일하게 해주는 재료로 채움재로 분코크스(coke breeze)를 사용하여야 한다.
- (2) 채움재는 전문제조사 제품(Loresco SC-2 Type) 또는 동등 이상을 사용하여야 한다.
- (3) 채움재의 다음 성분 구성비(%)를 증명할 수 있는 공인기관 시험성적서를 제출하여야 한다.
 - ① 탄소(C)는 99.54 % 이상
 - ② 휘발성분은 0.41 % 이하
 - ③ 수분은 0.05 % 이하
- (4) 채움재 특성
 - ① 비중은 약 2 정도이어야 한다
 - ② 고유저항은 약 0.1 Ω·cm 정도이어야 한다
 - ③ 입자크기는 약 16~100 Mesh 범위이어야 한다.

2.1.4 정선박스(junction box)

- (1) 정선박스의 규격 및 재질은 공사시방서에 따른다.
- (2) 정선박스 외함의 재질은 공사시방서에 따른다.
- (3) 지상에 설치될 경우 지지대는 ㄷ-형강 재료로 규격은 공사시방서에 따른다.
- (4) 전주에 설치되는 경우 박스 뒷면에 전주 밴드용 고리를 장착하여야 한다.
- (5) 정선박스 커버는 볼트로 결합하여야 한다.

2.1.5 황산구리(Cu/CuSO₄) 기준전극

- (1) 기준전극용 고순도 황산구리(Cu/CuSO₄), 동봉, 리드선 등으로 구성하여야 한다.
- (2) 기준전극의 재료, 크기 등 상세사항은 공사시방서에 따른다.

2.1.6 시험 및 검사

(1) 양극

- ① 구조, 모양 및 치수검사를 시행하여야 한다.
- ② 성분시험을 하여야 하고 결과는 공인기관 시험성적서를 제출하여야 한다.

(2) 정선박스

- ① 구조 및 외관검사를 시행하여야 한다.
- ② 크기 검사를 시행하여야 한다.

(3) 황산구리 기준전극

- ① 구성요소 검사를 시행하여야 한다.
- ② 외관, 치수, 리드선, 전위차 검사를 시행하여야 한다.
- ③ 황산구리 기준전극의 시험결과를 기재한 제품성적서를 제출하여야 한다.

2.2 천매법

- (1) 천매법의 자재는 이 기준의 2.1 외부전원법(심매전극법)에 따른다.

2.3 희생양극법

2.3.1 양극의 종류 및 특성

- (1) 마그네슘(Mg) 양극으로 한다.
- (2) 양극의 특성은 비중 1.77, 기준전극 기준 개로전위는 $-1.55\text{ V}(\text{Cu}/\text{CuSO}_4)$, 효율 50%, 유효전기량은 1100 Ah/kg, 양극의 소모율은 7.938 kg/A.년을 기준으로 하여야 한다.
- (3) 양극 성분은 마그네슘(Mg)을 주재료로 알루미늄 0.01 % 이하, 망간 0.5~1.3 %, 철 0.03 % 이하, 구리 0.025 % 이하, 니켈 0.001 %가 포함되는 것으로 한다.

2.3.2 양극의 크기 및 수

- (1) 양극의 크기 및 수량은 설계도서 및 공사시방서에 따른다.

2.3.3 기준전극(reference electrode)

- (1) 기준전극은 고순도 황산구리(Cu/CuSO₄)로 하여야 한다.
- (2) 크기는 지름 38.1 mm, 길이는 152.4 mm를 기준으로 한다.
- (3) 구성요소는 황산구리, 동봉, 리드선(초고분자량 폴리에틸렌 케이블(HMWPE) 등)으로 하여야 한다.
- (4) 크기, 리드선 규격 등 상세사항은 공사시방서에 따른다.

2.4 정류기(일반형)

2.4.1 규격 및 수량

- (1) 규격 및 수량은 공사시방서에 따른다.

2.4.2 규격

- (1) 교류입력은 1Φ, 220 V, 60 Hz로 하여야 한다.
- (2) 직류출력은 DC 60 V, 20 A, 30 A, 50 A, 60 A로 하여야 한다.
- (3) 종합효율은 60 % 이상, 종합역률은 90 % 이상으로 하여야 한다.
- (4) 냉각방식은 강제통풍식, 정류방식은 수동 및 원격제어 환경, 운영효율 등을 고려하여 SCR 또는 IGBT를 이용한 전과정류 방식으로 하여야한다.
- (5) CPU는 최신사양으로 구성하며, 연속정격, 조정범위는 0 V~60 V로 하여야 한다.
- (6) 절연 시험은 5 MΩ 이상(500 V 메가 측정), 절연 내전압 측정은 상용주파 2 kV에서 1 분 간(전자회로 및 정류소자는 제외)으로 하여야 한다.
- (7) 온도상승한도
 - ① 정격입력 및 출력, 기준주위온도 40 ℃ 내외에서 측정하여야 한다.
 - ② 정격전압 및 부하로 8시간 운전하고 온도계법으로 권선과 철심은 140 ℃, 정류소자는 80 ℃ 이하가 되어야 한다.
- (8) 필요시 원격제어방식으로 확장이 가능하도록 제어부 및 통신부를 추가로 설치 가능한 구조로 하여야 한다.

2.4.3 구조

- (1) 정류기의 외함은 스테인리스 스틸(STS-304) 두께 2.0 mm를 사용하고, 내부는 정류부와 제어부로 나누어 구성하여야 하며 정류부와 제어부는 상호연결 및 분리가 가능하여야 한다.
- (2) 정류부는 제어부가 없이 정류기능을 수행할 수 있고 수동조작이 가능하여야 하며, 내부에 부착하는 단자대는 정류기 출력용과 센서용을 분리하여 전원 차단시 자연전위 측정이 가능하여야 한다.
- (3) 정류기는 수직자립형 또는 전주거치 형으로 하고, 2중 도어를 사용하여야 하며 견고한 잠금장치를 하여야 한다.
- (4) 정류기의 전면에서 외부 도어를 열고 스위치를 조작하고 지시계기 및 표시램프를 감시할 수 있는 구조로 하여야 하며, 각종 사용기기류는 KS 제품을 사용하거나 동등 이상의 제품을 사용하여야 한다.
- (5) 전원 배선은 정류기의 하부로 하고, 유지보수시 계기의 조정과 배선점검 등이 용이하여야 하고, 개폐부에는 곤충 등의 침입을 방지할 수 있도록 하여야 한다.
- (6) 정류기함은 직사광선에 의한 온도상승이 되지 않아야 하고, 내부습기 조절 건조용 히터는 온도감지스위치가 연동 운영되도록 부착하여야 한다.
- (7) 정류기는 원격감시제어용 제어부 설치공간을 내부에 공간을 확보하고, 이를 위한 전

원공급부는 정류기 전원공급부와 별도로 구분하여 정류기 전원 차단 시에도 해당 기
기에는 전원이 공급되어야 한다.

- (8) 정류기 내장형 건식변압기의 1차 전원은 단상, 220 V, 60 Hz로 공급하고, 정격 주파수
및 전압에서 방식부하를 연속적으로 운전할 수 있어야 하며, 차단기, 스위치 접점은
전 부하 또는 최초 가압시 흐르는 돌입전류에서 이상 발열, 소손 등이 없는 충분한
용량으로 하여야 한다.
- (9) 입력 및 출력 측에 과전류보호장치(누전차단기)를 설치하고 서지보호장치(Surge
Protective Device, SPD)는 뇌격 위험도를 고려하여 직접 수전을 받거나 피뢰침 같은
뇌보호 시스템으로 보호된 건물 부근의 경우 Class I을 적용하고, 별도 수전을 받지
않고 배전반을 거쳐 전원을 공급받거나 실내에 설치되는 경우 Class II를 적용하여야
한다. 단, 필요한 경우 현장여건 및 상황을 고려하여 공사감독자와 협의하여야 한다.
- (10) 정류기는 출력전류(직류)를 출력전압과 비례하여 변압 시 출력전압을 직선성(0~전전
압까지)으로 제어할 수 있어야 하고, 출력전류는 부하의 급격한 변동에도 최대정격전
류를 초과하지 않아야 한다.
- (11) 정류기는 원격제어 장비 설치가 가능한 거치대를 갖추고, 원격 장비를 설치하는 경
우는 원격감시제어용 서버와 통신이 가능하여야 한다.
- (12) 서버(master) - 정류기(slave)간 통신은 KT전용선(DSU)이나 무선통신(LTE 등)을 활용
하여 연결해야 한다.

2.4.4 정류기 동작

- (1) 현장(수동, 자동) 및 원격(수동, 자동) 제어 동작을 수행하여야 한다.
- (2) 정류기 전원 차단 시에도 현재의 동작 상태를 보전하여야 하며 전원 통전 시에 이전
상태로 동작하여야 한다.
 - ① 현장 수동(local manual) : 정류기 제어 판넬에서 설정한 전압값에 맞추어 동작
 - ② 현장 자동(local auto) : 정류기 제어 판넬에서 설정한 방식 전위값에 맞추어 동작
(차후 확장 시 동작)
 - ③ 원격 수동(remote manual) : 원격서버에서 설정한 전압값에 맞추어 동작 (차후 확
장 시 동작)
 - ④ 원격 자동(remote auto) : 원격서버에서 설정한 방식전위 설정값에 맞추어 동작 (차
후 확장 시 동작)
 - ⑤ 정류기 전원 오프(off)시에도 현재의 동작상태를 보전하여 전원 온(on)시에 이전상
태로 동작하여야 한다.

2.4.5 배선

- (1) 사용전선은 설계도서에 따라 해당 전류 용량이 충분한 것(계기용, 신호회로용, 전자회
로용은 제외)을 사용하고, 배선 단말처리는 환형 압착단자(비닐절연-캡 포함)를 사용하
여야 한다.
- (2) 비닐절연 캡으로 상별 또는 극성의 표시를 하고 색상으로 상을 구분하여야 한다. 다

만, 색상은 공사감독자와 협의하여야 하며, 그 예시는 표 2.4-1과 같다.

표 2.4-1 회로 표시

교류 단상회로	제1상(L1,L2,L3)	갈/흑/회색
	제2상(N상)	청색
직류 회로	(+) 극	적색
	(-) 극	청색

- (3) 단자간의 배선은 밴드로 묶고, 배선 고정부는 금속 부가 배선을 직접 누르지 않고 배선을 지지하며, 분기는 단자에서 하여야 한다.
- (4) 내부 배선과 외부 배선의 연결은 단자대에서 접속하고, 단자대는 투명 합성수지판으로 된 덮개(탈착이 자유로운 구조)를 사용하여야 하며, 단자대는 배선의 단자기호를 기입할 수 있어야 한다.
- (5) 단자대는 배선의 단자기호를 기입할 수 있도록 되어야 하며, 각 단자대는 약 20 % 정도의 예비단자가 있어야 한다.
- (6) 배선의 단말은 배선의 점검을 위해 배선번호를 표시한 마크-밴드를 설치하고, 외함에는 접지단자를 설치하여야 한다.
- (7) 정류기의 외함에는 접지용 단자를 붙이고 그 크기는 8 mm² 이상의 접지선을 사용할 수 있어야 한다.
- (8) 배류 지점에 매설된 기준전극과 연결하여 자동운전 시 방식전위를 검지하여 자동으로 전압과 전위 조정이 가능하여야 한다.
- (9) 정류기함의 입력 및 출력측을 정확하게 표기하고, (+)·(-)전선과 정류기함의 접속부분 접촉저항이 최소화되도록 하여야 한다.

2.4.6 서지보호장치

- (1) 정류기의 전원 입력부와 양극 인입 배선에는 뇌서지 보호용 SPD를 설치하여야 한다.
- (2) 정류기 내부에는 서지보호회로를 내장하여야 한다.

2.5 정류기(원격감시제어형)

2.5.1 규격 및 수량

- (1) 규격 및 수량은 공사시방서에 따른다.

2.5.2 규격

- (1) 정류기(원격감시제어형)의 규격은 공사시방서에 따른다.

2.5.3 구조

- (1) 구조는 이 기준 2.4.3에 따르고, 추가사항은 다음 (2)항과 같다.
- (2) 정류기는 동기화 기능을 구비하고, 원격으로 전류 제어를 하여야 하며, 원격으로 정류기의 전류 제어를 명령하고 정류기는 이 명령에 의하여 자동으로 주기적인 전류 제어

를 하여야 한다.

2.5.4 정류기 동작

(1) 정류기의 동작은 이 기준 2.4.4에 따른다.

2.5.5 배선

(1) 배선은 이 기준 2.4.5에 따른다.

2.5.6 서지보호장치

(1) 서지보호장치는 이 기준 2.4.6에 따른다.

2.6 방식전위측정설비(일반용)

2.6.1 규격 및 수량

(1) 규격 및 수량은 설계도서 및 공사시방서에 따른다.

2.6.2 구조

(1) 측정함의 크기는 설계도서에 따른다.

(2) 측정함은 쉽게 열지 못하도록 하고, 공구를 사용하여 열 수 있도록 삽입구를 만들어야 한다.

2.6.3 구성품

(1) 측정함 및 케이블로 구성하여야 한다.

2.7 방식전위측정설비(자동기록용)

2.7.1 규격 및 수량

(1) 규격 및 수량은 공사시방서에 따른다.

2.7.2 기능

(1) 주요 기능

- ① 정시 측정 및 정기 측정값 전송 기능이 있어야 한다.
- ② 상세 측정기능 및 상세 측정값 전송 기능이 있어야 한다.

(2) 데이터 수신부 및 처리부

- ① 중앙처리장치, 백업-메모리, SPD의 2중 구성 및 위치독(시스템 자동복구) 기능을 내장하여야 한다.
- ② RTC(Real Time Clock) 정밀도는 월 ±10s 이내, 옥외형 사용온도 -20℃ ~ +40℃, 외함은 밀폐 방수형 알루미늄 케이스로 하여야 한다.
- ③ AD컨버터-샘플링 속도 50 kHz 이상, AD컨버터 정확도 ±1 LSB, 전위측정장치 분해

능 $\pm 1 \text{ mV}$ 이내, 전위측정장치 오차 $\pm 20 \text{ mV}$ 이내이어야 한다.

- ④ 전원은 고성능 리튬-배터리(3.6 V)전원을 사용하고, 데이터 송수신(1회/1일) 경우 1년 이상 동작하여야 한다.
 - ⑤ 방식전위 측정범위 $\pm 10 \text{ V}$ 이내이고, 과전류자동차단기능이 있어야 한다.
- (3) 데이터 송신부
- ① 데이터 전송 시 사용전력 400 mA/h 이하, 단방향 및 양방향 통신이 가능하여야 한다.
 - ② 전원부는 전원공급 없이 1년 이상 작동되어야 하고, 무선통신 연결 기능이 있어야 한다.
- (4) 무선모뎀은 입력전원 3.6 V(배터리), 사용 동작환경 백업, 통신으로 접속서버 전환, 전압 샘플링 주기 및 통신 주기 변경, 펌웨어-업그레이드 단자 포함, 운용환경 수신신호 강도(RSSI :Receiver Signal Strength Indicator)는 -100 dBm 이상 지역으로 하여야 한다.

2.7.3 구조

- (1) 측정함의 외함은 자립형으로 스테인리스(STS-304) 두께 1.5 mm를 사용하고, 빗물 또는 오물이 침투가 어려운 구조로 하여야 하며, 만약의 침투 시 장비가 파손되지 않아야 한다.
- (2) 측정함의 크기는 설계도서에 따르고, 손상하지 못하도록 특수형 잠금장치를 설치하여야 한다.
- (3) 측정함 내부에는 부품이 없는 빈 공간을 만들어 침수 또는 오물 청소를 쉽게 할 수 있어야 하고, 단말장치는 측정함 내부에 설치되어야 하며 단말장치를 고정할 수 있도록 하여야 한다.
- (4) 외함에는 안테나 고정용 홈이 있어야 하고, 안테나는 측정함 뚜껑에서 돌출되지 않아야 하며, 단말장치와 연결할 배선 및 커넥터는 방수형으로 하여야 한다.

3. 시공

3.1 시공조건 확인

- (1) 인접한 지중매설 구조물의 전기적 간섭유무를 조사하여 기록표를 작성하여야 한다.
- (2) 직류를 사용하여 가동하는 철도 및 지하철 등 누설전류가 예상되는 부분의 간섭 전위를 조사하여 측정기록표도 작성하여 제출하고 이에 대한 대책을 수립하여야 한다.
- (3) 철근이 금속제 배관에 전기적인 접촉이 되지 않도록 하여야 한다.

3.2 외부전원법(심매전극법)

3.2.1 일반사항

- (1) 하나의 베드(bed)에서 분담하는 방식거리는 장거리 배관인 경우 수십 킬로미터(km)까

지 가능하나, 방식설비 용량을 지나치게 크게 하는 경우 관로 주위에 매설되어 있는 타 시설물에 간섭영향을 초래할 수도 있다. 특히 방식거리를 길게 하는 경우 정류기에서 많은 전류를 배관에 유입시켜야 하므로 배류점에서 방식전위가 과방식을 초래할 우려가 있다. 또한, 배관경로가 도심지를 관통하는 경우에는 타 시설물 등의 간섭과 방식전류의 차단 등을 함께 고려하여야 한다. 따라서 배드당 분담거리는 분담구간 말단의 방식전위를 보장할 수 있는 범위 내에서 경제성과 현장상황을 고려하여 결정하되, 하나의 배드에서 10 A~20 A의 방식전류를 분담하도록 한다.

- (2) 터파기 및 토목공사는 KWCS 31 10 21 (3.1), KWCS 31 60 10 (3.1), KWCS 31 80 10 (3.1)에 따른다.
- (3) 현장 시공 전에 위치 및 작업일정, 주변 현황 등을 공사감독자와 협의하여, 시공으로 인한 주변 민원이 없도록 하여야 한다.

3.2.2 심매 전극 시공

- (1) 홀(hole)의 깊이는 암반층 전까지의 깊이로 하되 지표면으로부터 60 m가 넘지 않고 웰의 지름이나 대지고유저항에 상관없이 상부 15 m는 절연해야 하며, 절연재료는 PVC-파이프 등을 사용하여야 한다.
- (2) 웰(well)의 지름은 양극의 지름 0.038 m인 경우 150 mm 이상으로 하고, 지름 0.051 m 또는 홀 내에 다량 배치의 경우에는 200 mm 이상 강관으로 한다.
- (3) 웰을 보링한 후 웰의 대지고유저항을 측정하고, 양극은 대지고유저항이 낮은 곳에 집중적으로 설치하여야 한다.
- (4) 웰-케이싱(well-casing)은 철관으로써 완전하게 설치하고 양극과 채움재(back-fill)를 시공한 후 임시 통전시험을 하여 범위를 확인하여야 하며, 만약 정류기의 전류용량은 문제가 없으나 웰의 저항이 커서 발생전류가 부족하면 웰을 추가로 보링하여 충분한 전류발생이 되도록 하여야 한다.
- (5) 채움재를 시공한 후 48시간동안 방치하여 침하부분은 다시 보충하고 상부는 자갈로 덮어야 하며, 침하 속도를 확인할 수 없을 경우는 자갈 등의 채움을 유보할 수 있다.
- (6) 웰에 시공하는 양극 리드선은 웰 내부에서 접속하지 않아야 하며, 현장 여건이 부득이한 경우 공사감독자의 승인 후 지하수위 상부에서 스플라이싱 키트(splicing kit)를 사용해서 연결하여야 한다.
- (7) 배관과 이격거리는 관로 노선 부분에 설치하는 경우 현장 상황을 고려하여 가능한 멀리 이격하고, 수중에 매설하는 양극과 그 주위 1 m 이내의 거리에 있는 임의 점과의 사이의 전위차는 10 V를 넘지 않도록 하여야 하며한다. 다만, 양극의 주위에 사람 접촉 방지시설을 하고 위험표시를 하는 경우에는 예외로 한다.
- (8) 전기방식 회로 전선과 저압 가공전선이 동일 지지물에 시설되는 경우, 전기방식 회로를 하부의 별도의 완금류에 가선하고, 이격거리는 30 cm 이상으로 하여야 한다. 다만 전선이 케이블인 경우는 예외로 한다.
- (9) 전기방식 시설이 전식작용으로 다른 시설에 장애를 줄 우려가 있는 경우 이를 방지하기 위하여 그 시설과 피 방식체를 전기적으로 접속하는 등 적당한 방지 방법을 하여

야 한다.

- (10) 양극 사이의 간격은 2 m~4 m 정도로 하고, 최 하위 양극의 끝은 서포트 양극 (support anode)의 끝에서 1.5 m 상부에 위치하도록 하며, 양극 베드 보링 시 함몰에 주의하여야 한다. 이때, 양극을 시공 전 공사감독자의 입회 후 깊이를 확인하고 양극 을 설치하여야 한다.

3.2.3 배관 및 배선

- (1) 방식대상 배관에서의 음극(-)선 인출은 지하 지점에서 인출하고, 전선의 접속은 지상 에서 하여야 하며, 전선은 전선관을 사용 배선하여야 한다.
- (2) 음극(-)전선의 길이가 300 m를 초과하는 경우에는 지하에서 스플라이싱 키트로 지하수 위 보다 높은 지점에서 연결하여야 하고, 300 m 미만의 경우 연결하지 않아야 한다. 다만, 전류가 흐르지 않는 측정선은 지하에서 스플라이싱 키트로 연결할 수 있다.
- (3) 딥 웰(deep well) 양극 베드(anode bed)에서 인출된 양극 리드선은 가까운 정선박스 에서 연결한다.
- (4) 전선은 방식 전용(HMW PE)케이블 또는 동등 이상의 전선을 사용하고, 허용전류는 최대출력 보다 50 % 이상 여유가 있어야 하며, 최소 크기는 8 mm² 이상으로 하여야 한 다.
- (5) 지중 매설 전선은 깊이 60 cm 이상 깊이(중량물의 통행 우려가 있는 곳은 깊이 1.2 m 이상)에 매설하고, PVC 전선관을 사용하며, 노출이 되는 경우 후강전선관을 사용하여 야 한다.
- (6) 전선은 중간에 연결없이 배선되어야 하며 피복이 손상되거나 갈라진 상태인 경우 절 대 사용하여서는 안된다.

3.2.4 홀(hole) 간 이격거리

- (1) 베드.bed) 구간 내 홀수가 2개 이상인 경우 이격하여야 한다.
- (2) 홀 상호간의 이격거리는 홀의 깊이로 하고 최소 30 m 이상으로 하여야 한다.

3.2.5 기준전극 매설

- (1) 매설배관 주위에 기준전극을 매설하는 경우 기준전극은 배관으로부터 50 cm 이내에 설치하여야 한다.
- (2) 데이터로거 등을 이용하여 방식 전위를 원격으로 측정하는 경우 기준전극은 전위측정 용 터미널(T/B) 하부에 설치할 수 있다.

3.2.6 보링(boring)

- (1) 딥웰양극 설치를 위한 보링 위치를 선정 후 공사감독자의 입회하에 홀의 깊이 및 토 질을 검토하여 접지저항 값을 판단하고, 이에 따라 깊이 및 수량 등을 변경 시공하여 야 한다.
- (2) 보링 완료 후 홀 내부의 불순물을 제거하고, 스틸 케이싱을 설치하며, 또한 상부로부

터 15 m 이상 부분은 PVC 케이싱으로 절연작업을 하여야 한다.

- (3) 지하 15 m 이하부터 전극을 설치하고, 보링에 사용하는 케이싱은 다른 철제 구조물과 접촉되지 않아야 하며, 보링 지점은 현장 여건을 감안하여 전류 분포가 고르게 될 수 있는 장소를 선정하여야 한다.
- (4) 스틸-케이싱 시공 후 접지저항 값을 측정하여 결과표를 공사감독자에게 제출하여 승인을 받아야 한다.

3.2.7 벤트(환풍구) 설치

- (1) 전극 소모 가스를 대기 중으로 분출하는 벤트는 PVC 전선관(28C)에 구멍을 여러 개 뚫어 가스를 포집하고, 지상부분 벤트는 케이싱에 지름 50 mm 강관으로 설치하며, 엘보우를 사용하여 벤트 입구가 지면을 향하도록 하여야 한다.
- (2) 지상 구조물 또는 차량통행에 지장을 주지 않는 곳으로 높이는 외관을 고려하여 1 m 이하(현장 조건에 따라 조정)하고, 벤트의 소손 우려가 있는 장소는 울타리 등 보호조치를 하여야 한다.

3.2.8 채움재(backfill) 시공

- (1) 전극을 홀의 중앙에 놓은 후 채움재인 분코크스(coke breeze)를 전극 상부가 덮을 정도로 충전하고, 전극이 없는 상단부에 방식전류가 발생하지 않도록 하여야 한다.
- (2) 연동유압기, 원통추(deep well weight) 등을 이용하여 채움재 공극을 최소화하여야 한다.
- (3) 원통추 설치 시 케이블이나 배관이 손상되지 않아야 하고, 필요시 물을 부어 안정화하여야 하며, 시공 후 전극과 스틸-케이싱 사이 저항 측정 결과를 공사감독자에게 제출하여 승인을 받아야 한다.
- (4) 홀의 끝 부분은 채움재가 지하수에 의해 유실되지 않는 조치를 하여야 한다.

3.2.9 정선박스(junction box) 설치

- (1) 딥웰로 전극을 설치할 때는 1홀당 설치되는 전극 수 이상의 단자와 션트(shunt)를 설치하여 전극의 단락상태를 확인할 수 있도록 한다.
- (2) 정선박스를 지상에 설치하는 경우는 벤트 시설용 콘크리트 기초 위(주상용은 전주 위)에 지지대를 사용하여 견고하게 설치하고, 단자는 전극 수보다 2개 이상 내장시켜야 하며, 전극 인출 리드 케이블은 각 단자에 연결하고 과전류 차단을 하여야 한다.
- (3) 정선박스는 스테인리스(STS 304)로 제작하고, 정류기에서 정선박스까지는 단심케이블로 배선하며, 정선박스에서 각 전극으로 분기하도록 하여야 한다.
- (4) 정선박스는 접지하고, 뚜껑은 볼트로 고정하며, 내부에는 전류 분배를 시킬 수 있는 버스-바를 내장하여야 한다.

3.2.10 측정함 설치

- (1) 측정함 설치하는 현장 여건에 따라 설치하고, 연결(bonding)하여야 하며, 측정용 케이블

은 중간에서 접속하지 않아야 한다.

- (2) 측정함은 양극-베드 설치지점 인근에 설치하고, 관로구간은 1 km 내외를 기준으로 견고하고 안전하게 설치하여야 하며 외부에서 전위측정을 할 수 있어야 한다.
- (3) 측정함은 스틸 케이싱(steel casing)이 설치되는 지점 및 타 배관과 상호교차 또는 병행하여 간섭이 우려되는 경우에 설치하여야 한다.

3.2.11 교류전원 공사

- (1) 수전이 필요한 경우 수용 신청(공사감독자 명의)하고, 각 시설물 마다 적산전력계를 설치하여야 한다.
- (2) 적산전력계는 보호함 안에 설치하고, 사람의 손이 잘 닿지 않는 높이에 설치하여야 한다.

3.2.12 기준전극 시공

- (1) 황산구리(Cu/CuSO_4), 기준전극은 측정함과 함께 설치하고, 측정 위치에 시공하여야 하며, 외부로부터 손상이 발생하지 않도록 하여야 한다.
- (2) 시공 전 전극의 손상 유무를 확인하고, 전극의 포장재는 시공 직전에 제거하여야 하며, 취급, 시공 및 관리 중 동결되지 않도록 하여야 한다.
- (3) 기준전극은 피 방식물을 기준하여 양극의 반대 쪽에 10 cm 정도 이격 되도록 하고, 측정 대상인 피 방식물의 중심선 이하가 되도록 지름 0.051 m ~ 0.076 m 구멍을 뚫어 설치하여야 하며, 기준전극 위치가 구조물(벨브 실 등)과 근접한 지점인 경우 구조물로부터 약 15 m 이상 이격하여 설치하여야 한다.
- (4) 전극은 시공 전에 잠시 동안 20~30 s 깨끗한 물통에 담가 미리 적셔 두고, 시공 후에는 전극의 상부에 깨끗한 물을 부어야 한다.
- (5) 전극이 충분히 적셔진 후 굴착한 흙(모래 사용 금지)으로 되메우기하고, 되메우기 후 손으로 다져주어야 하며, 전극에 부착된 리드선을 측정함의 단자에 연결하여야 한다.

3.2.13 벨브실 분당

- (1) 벨브실에 설치된 벨브(제수벨브, 이토벨브, 공기벨브 등)의 양단은 분당하여야 한다.
- (2) 분당은 배관 사이를 연결하여야 한다.

3.2.14 전기방식설비 운영

- (1) 송수 관로는 지자체 또는 수용가의 관로와 전기적으로 분리하고 분기점에서 전기적으로 절연하여 전기방식설비를 분리 운영하여야 한다.
- (2) 수급인은 분리 지점에서 배관 연결 시 절연 시공이 되도록 하여야 한다.

3.2.15 시험 및 검사

- (1) KS 제품을 사용하고 이것이 아닌 경우 재료의 모양, 치수, 구조 등을 확인하고, 관련 기관의 시험성적서 또는 검사증을 제출하여야 하며, 필요시 입회 시험 및 검사하여야

한다.

- (2) 관로 포설 시공 후, 가동전시험을 실시하여 방식전위가 기준전위를 만족하는지 확인하여야 한다.
- (3) 각종 특성시험을 위한 시험계획(항목, 방법, 내용 등)을 공사감독자에게 제출하여, 자재 반입 전 검사하여야 할 사항을 확인하여야 한다.
- (4) 전기방식 설치공사 후 준공검사원을 공사감독자에게 제출하여 다음 사항을 검사를 받고 결과보고서를 제출하여야 한다.
 - ① 측정함
 - ② 측정용 리드-케이블(배관 인출선)
 - ③ 정류기 및 배선배관 상태
 - ④ 기타 전기방식 시설
 - ⑤ 각 리드선의 결선 상태
- (5) 시운전 및 시험
 - ① 전기방식설비의 시공 후 검사가 완료되면, 방식전위 측정, 방식전류 측정, 토양상태 측정, 접지저항 측정 등을 시행하여 그 결과를 기록을 작성하여 제출하여야 한다.
 - ② 방식전위는 황산구리 기준전극으로 -850 mV 이하, 기준전극 간에 음극 분극량은 100 mV 이상이어야 한다.
 - ③ 양극-베드마다 방식전류 최저값은 설계 요구전압을 인가하였을 때 설계 소요전류가 발생하여야 한다.
 - ④ 방식전위 측정은 자연전위 측정, 정류기 전원 투입, 방식전위 조정 및 측정 순서로 하여야 한다.
 - ⑤ 시공 전에 관로가 매설된 노선 및 베드 설치 확정위치의 대지고유저항, pH, 습도 등을 측정하여 설계 시 적용한 자료와 비교 검토하여야 한다.
 - ⑥ 접지저항 측정 데이터는 매홀 당 접지저항 측정값, 매전극과 강관 사이의 저항값 또는 매 전극과 나머지 전체 전극사이의 저항값 등으로 하여야 한다.
 - ⑦ 소요방식전류 측정시험 자료데이터는 구간 구분에 대한 설명서, 배류점과 구간말단 전위, 정류기 직류전압, 전류 값, 시험시의 토양상태 등으로 하여야한다.
 - ⑧ 절연측정 데이터는 각 절연부위의 절연저항 측정, 간섭전위 측정 및 필요시 직류전압 인가시험 결과값(전압, 전류) 등으로 하여야 한다.

3.3 천매법

3.3.1 일반사항

- (1) 시공 일반사항은 이 기준 3.2.1을 따른다.

3.3.2 천매양극(shallow anode bed) 시공

- (1) 관로에서 약 150 m의 거리를 두고 여러 개의 전극을 설치하는 전극은 지표면으로부터 1.5m~4 m 정도 깊이로 매설하여야 한다.

- (2) 지중에 시설하는 양극(양극 주위에 도전물질 채움 시공인 경우에는 이를 포함)의 매설깊이는 75 cm 이상으로 하여야 한다.
- (3) 수중에 매설하는 양극과 그 주위 1 m 이내의 거리에 있는 임의 점과의 사이의 전위차는 10 V를 넘지 않도록 하고, 양극의 주변에 사람이 접촉되는 것을 방지하기 위한 울타리를 설치하여야 한다.
- (4) 전기방식 회로의 전선과 저압 가공전선을 동일 지지물에 시설하는 경우에는 전기방식 회로를 밑으로 하여 별개의 완금류에 시설하고, 또한 전기방식 회로의 전선과 저압 가공전선과의 이격 거리는 30 cm 이상(케이블인 경우 제외)으로 하여야 한다.
- (5) 전기방식 시설이 다른 시설에 전식작용에 의한 장애를 줄 우려가 있는 경우에는 이를 방지하기 위하여 그 시설과 피 방식체를 전기적으로 접속하는 등 적당한 방지방법으로 하여야 한다.
- (6) 양극 사이의 이격거리는 양극수량계수(spacing factor)를 계산하여 0.85일 경우 가장 경제적이므로, 채움재 지름의 40배 이상을 유지하여야 한다.

3.3.3 배관 및 배선

- (1) 배관 및 배선 이 기준 3.2.3의 배관 및 배선에 따른다.

3.3.4 시험 및 검사

- (1) KS 제품을 사용하고 이것이 아닌 경우 재료의 모양, 치수, 구조 등을 확인하고, 관련 기관의 시험성적서 또는 검사증을 제출하여야 하며, 필요시 입회시험 및 검사하여야 한다.
- (2) 각종 특성시험을 위한 시험계획(항목, 방법, 내용 등)을 공사감독자에게 제출하여, 자재 반입 전 검사하여야 할 사항을 확인하여야 한다.
- (3) 전기방식 설치공사 후 준공검사원을 공사감독자에게 제출하여 다음 사항을 검사받고 결과보고서를 제출하여야 한다.
 - ① 측정함
 - ② 측정용 리드-케이블(배관 인출선)
 - ③ 정류기 및 배선배관 상태
 - ④ 기타 전기방식 시설
 - ⑤ 각 리드선의 결선 상태
- (4) 시운전 및 시험
 - ① 전기방식설비의 시공 후 검사가 완료되면, 방식전위 측정, 방식전류 측정, 토양상태 측정, 접지저항 측정 등을 시행하여 그 결과를 기록을 작성하여 제출하여야 한다.
 - ② 방식전위는 황산구리 기준전극으로 -850 mV 이하, 기준전극 간에 음극 분극량은 100 mV 이상이어야 한다.
 - ③ 방식전위 측정은 자연전위 측정, 정류기 전원 투입, 방식전위 조정 및 측정 순서로 하여야 한다.
 - ④ 시공 전에 관로가 매설된 노선 및 베드 설치 확정위치의 대지고유저항, pH, 습도

- 등을 측정하여 설계시 적용한 자료와 비교 검토하여야 한다.
- ⑤ 접지저항 측정 데이터는 매홀 당 접지저항 측정값, 매전극과 강관 사이의 저항 값 또는 매 전극과 나머지 전체 전극사이의 저항 값 등으로 하여야 한다.
- ⑥ 소요 방식전류 측정시험 자료데이터는 구간 구분에 대한 설명서, 배류점과 구간말 단 전위, 정류기 직류전압, 전류값, 시험시의 토양상태 등으로 하여야 한다.
- ⑦ 절연측정 데이터는 각 절연부위의 절연저항 측정, 간섭전위 측정 및 필요 시 직류 전압 인가시험 결과값(전압, 전류) 등으로 하여야 한다.

3.4 희생양극법

3.4.1 일반사항

- (1) 이 기준 3.2.1 (2), (3)항에 따른다.

3.4.2 양극 시공

- (1) 도면에 명기된 위치에 설치하며, 양극 리드-케이블과 배관은 캐드-웰드 공법으로 연결 하며, 외부를 에폭시로 마감처리 하여야 한다.
- (2) 되메우기 시 양극이 파손되지 않도록 주의하여야 한다.
- (3) 양극은 측정함의 설치되는 지점(스틸-케이싱 부분, 하천통과 등은 제외)에 설치하여야 한다.
- (4) 양극과 방식 대상물과의 최소 이격거리는 30 cm 이상으로 하고, 양극 사이의 간격도 최소 30 cm 이상으로 하여야 한다.
- (5) 양극 매설 깊이는 방식 대상의 최하 면 또는 그 이하에 설치하여야 한다.
- (6) 전기방식 회로 전선과 저압 가공전선이 동일 지지물에 시설되는 경우, 전기방식 회로 를 하부의 별도의 완금류에 가선하고, 이격거리는 30 cm 이상으로 하여야 한다. 다만 전선이 케이블인 경우는 예외로 한다.
- (7) 전기방식 시설이 전식작용으로 다른 시설에 장애를 줄 우려가 있는 경우 이를 방지하 기 위하여 그 시설과 피 방식체를 전기적으로 접속하는 등 적당한 방지 방법을 하여야 한다.

3.4.3 배관 및 배선

- (1) 전선관을 사용하여 배선하고, 길이가 300 m를 초과하는 경우에는 지하에서 스플라이 싱 키트(splicing kit)를 사용하여 연결하여야 한다.
- (2) 전선은 F-CV 케이블 또는 동등 이상의 전선을 사용하며, 크기는 8 mm² 이상으로 하여야 한다.
- (3) 지하에 매설하는 전선은 지면에서 60 cm 이상 깊이로 매설하여야 한다.

3.4.4 시험 및 검사

- (1) KS 제품을 사용하고 이것이 아닌 경우 재료의 모양, 치수, 구조 등을 확인하고, 관련

기관의 시험성적서 또는 검사증을 제출하여야 하며, 필요시 입회시험 및 검사하여야 한다.

- (2) 각종 특성시험을 위한 시험계획(항목, 방법, 내용 등)을 공사감독자에게 제출하여, 자재 반입 전 검사하여야 할 사항을 확인하여야 한다.
- (3) 전기방식 설치공사 후 준공검사를 준공검사원을 공사감독자에게 제출하여 다음 사항을 검사받고 결과보고서를 제출하여야 한다.
 - ① 측정함
 - ② 측정용 리드-케이블(배관 인출선)
 - ③ 정류기 및 배선배관 상태
 - ④ 기타 전기방식 시설
 - ⑤ 각 리드선의 결선 상태
- (4) 시운전 및 시험
 - ① 전기방식설비의 시공 후 검사가 완료되면, 방식전위 측정, 방식전류 측정, 토양상태 측정, 접지저항 측정 등을 시행하여 그 결과를 기록을 작성하여 제출하여야 한다.
 - ② 방식전위는 황산구리 기준전극으로 -850 mV 이하, 기준전극 간에 음극 분극량은 100 mV 이상이어야 한다.
 - ③ 방식전위 측정은 자연전위 측정, 정류기 전원 투입, 방식전위 조정 및 측정 순서로 하여야 한다.
 - ④ 시공 전에 관로가 매설된 노선 및 베드 설치 확정위치의 대지고유저항, pH, 습도 등을 측정하여 설계 시 적용한 자료와 비교 검토하여야 한다.
 - ⑤ 접지저항 측정 데이터는 매극 당 접지저항 측정값 등으로 하여야 한다.
 - ⑥ 절연측정 데이터는 각 절연부위의 절연저항 측정, 간섭전위 측정 및 필요시 직류전압 인가시험 결과값(전압, 전류) 등으로 하여야 한다.

3.5 정류기(일반형)

3.5.1 일반사항

- (1) 다음에 명시하지 않은 사항은 KWCS 31 10 21 (3. 시공)에 따른다.

3.5.2 설치

- (1) 정류기함은 콘크리트 패드 또는 전주 위에 설치하여야 한다.
- (2) 1차측 전로에는 개폐기 및 누전차단기(과부하검용, 자동복구형)를 설치하여야 한다.
- (3) 정류기함을 주상에 설치할 경우, 견고하게 지지하여야 한다.

3.5.3 접지

- (1) 금속제 외함은 접지공사를 하여야 한다.
- (2) 접지공사는 KWCS 31 80 20 (3. 시공)에 따른다.

3.5.4 시험 및 검사

- (1) KS 제품이 아닌 것에 대해서는 사용재료의 모양, 치수 구조 등을 확인하고, 관련기관의 시험성적서 또는 검사증을 공사감독자의 승인을 받아야 한다.
- (2) 특성시험
 - ① 수급인은 자재 특성 시험계획(시험 항목, 방법, 시험내용, 계획 등)을 공사감독자에게 제출하고, 자재 반입 전 공장검사를 하여야 한다.
 - ② 정류기 제작 완료 후 공사감독자의 입회 하에 구조 및 외관검사, 배선검사, 절연저항 측정, 절연내전압 시험, 온도상승 시험, 효율시험, 역률시험, 경보시험, 동작시험, 조작시험, 출력전압 조정범위 시험 등을 하여야 한다.
- (3) 검사 및 기록
 - ① 수급인은 시공 후 공사감독자에게 준공검사원을 제출하여야 한다.
 - ② 수급인은 측정용 리드-케이블(배관 인출선), 정류기 및 배관배선 상태 및 기타 사항에 대해 검사하여야 한다.
 - ③ 검사가 완료되면 그 결과보고서를 작성하여 제출하여야 한다.

3.6 정류기(원격감시제어형)

3.6.1 일반사항

- (1) 다음에 명시하지 않은 사항은 KWCS 31 10 21 (3. 시공)에 따른다.

3.6.2 설치

- (1) 정류기(원격감시제어형)의 설치는 이 기준 3.5.2 (1), (2)에 따른다.

3.6.3 접지

- (1) 정류기(원격감시제어형)의 접지는 이 기준 3.5.3에 따른다.

3.6.4 시험 및 검사

- (1) 정류기(원격감시제어형)의 시험 및 검사는 이 기준 3.5.4 (1), (2)에 따른다.

3.7 방식전위측정설비(일반용)

3.7.1 일반사항

- (1) 다음에 명시하지 않은 사항은 KWCS 31 10 21 (3. 시공)에 따른다.

3.7.2 설치

- (1) 측정함은 측정이 용이하고 손 망실 우려가 없는 곳에 설치하여야 한다.
- (2) 희생양극법의 배관에는 각각 500 m, 300 m 이내의 간격으로 설치하여야 한다.
- (3) 외부전원법의 배관에는 1,000 m 내외의 간격으로 설치하며, 방식구간 마다 배류점과 양단의 방식전위를 측정할 수 있어야 한다.

- (4) 측정합이 유실(또는 분실)될 경우 측정-리드선 위치 확인 가능토록 전자표시기 (electronic marker)를 측정합의 리드선마다 설치하여야 한다.

3.7.3 시험 및 검사

- (1) KS 제품이 아닌 것에 대해서는 사용 재료의 모양, 치수, 구조 등을 확인하고, 관련기관의 시험성적서 또는 검사증을 공사감독자의 승인을 받아야 한다.

3.8 방식전위측정설비(자동기록용)

3.8.1 일반사항

- (1) 다음에 명시하지 않은 사항은 KWCS 31 10 21 (3. 시공)에 따른다.

3.8.2 설치

- (1) 방식전위측정설비(자동기록용)의 설치는 이 기준 3.7.2에 따른다.

3.8.3 시험 및 검사

- (1) 방식전위측정설비(자동기록용)의 시험 및 검사는 이 기준 3.7.3에 따르며, 추가사항은 다음 (2)와 같다.
- (2) 특성시험
 - ① 수급인은 자재 특성 시험계획(시험 항목, 방법, 시험내용, 계획 등)을 공사감독자에게 제출하고, 자재 반입 전 공장검사를 하여야 한다.
 - ② 방수시험은 수조(수심 1 m)에 1시간 이상 담가 방치 후 동작시험에 이상 없어야 한다.
 - ③ 동작시험은 검증된 계기로 방식전위를 측정하여 이상 없어야 한다.

집필위원

성명	소속	성명	소속
이현	한국수자원공사	제갈훈	한국수자원공사
조은	한국수자원공사	유정호	한국수자원공사
박성빈	한국수자원공사	안윤상	한국수자원공사
이서영	한국수자원공사		

자문위원

성명	소속	성명	소속

국가건설기준센터 및 건설기준위원회

성명	소속	성명	소속
이영호	한국건설기술연구원	박규홍	중앙대학교
구재동	한국건설기술연구원	김영진	(주)한국지하안전협회
김기현	한국건설기술연구원	김용주	한국환경공단
김태송	한국건설기술연구원	김형건	표스코건설
김희석	한국건설기술연구원	나득주	(주)한국종합엔지니어링
류상훈	한국건설기술연구원	손창섭	(주)서용엔지니어링
안준혁	한국건설기술연구원	이영철	한국수자원공사
원훈일	한국건설기술연구원	박태식	테이즈엔지니어링
이상규	한국건설기술연구원		
이승환	한국건설기술연구원		
이여경	한국건설기술연구원		
이용수	한국건설기술연구원		
주영경	한국건설기술연구원		
최봉혁	한국건설기술연구원		
허원호	한국건설기술연구원		

중앙건설기술심의위원회

성명	소속	성명	소속
이양규	대림대학교	안철홍	국토안전관리원
박정남	한국환경공단	이상호	국민대학교
김재철	송실대학교	주강필	SK건설(주)

소관부처

성명	소속	성명	소속
김진권	환경부	정하늬	환경부

KWCS 57 70 15 : 2022 상수도 전기 방식설비공사

2022년 11월 28일 개정

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 : 042-629-3712~3713
<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>