KC CODE KCS 64 50 10

국가건설기준

표준시방서 Korea Construction Specification

KCS 64 50 10 : 2024

전기방식공사

2024년 12월 개정

해양수산부

국가건설기준

건설기준 제·개정에 따른 경과 조치

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

건설기준 제·개정 연혁

• 이 기준은 항만 및 어항공사 표준시방서 KCS 64 50 10 전기방식공사로 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요 내용	제·개정 (년. 월)
항만공사 표준시방서	• 항만공사 표준시방서 제정	제정 (1967.12)
항만공사 표준시방서	• 건설공사의 대형화와 다양화, 새로운 공법 및 자재의 발전 등 건설기술 발전에 현추세(現 趨勢) 반영, 개정	개정 (1977.12)
항만공사 표준시방서	• 해외자료의 분석과 관련 각종 시방서, 시설기준 및 제규정 등과 상호 연관성을 검토하여 반영, 개정	개정 (1986.12)
항만공사 표준시방서	• 건설환경의 변화와 부실방지를 위한 품질향상 기준을 구체화하고, 환경보호와 지반조사 등 세부적인 기준 보완, 개정	개정 (1996.12)
항만 및 어항공사 표준시방서	• 항만 및 어항공사 표준시방서로 개칭하고, 한국산업규격(KS) 및 콘크리트 표준시방서 등 타 기준의 개정내용 반영 등 대폭 개정	개정 (2005.11)
항만 및 어항공사 표준시방서	• 태풍, 이상파랑 및 지진해일 등 이상기후 대응과 저탄소, 온실 가스저감 등 녹색항만 및 친환경 설계 반영, 매스콘크리트, 상치콘크리트, 필터매트, 함선, 마리나시설 관련 시방 보완, 개정	개정 (2012.12)
항만 및 어항공사 표준시방서 시방코드(KCS 64 00 00)	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 표준시방서를 시방코드(KCS 64 00 00)로 개편하고, 타 분야 시방코드와 중복·상충 항목을 비교, 검토하여 보완	코드체계 전환제정 (2017.08)
항만 및 어항공사 표준시방서 시방코드(KCS 64 00 00)	• 기존 표준시방서와 전문시방서를 이원화하여 관리하던 항만 건설공사 시공기준을 표준시방서로 통합코드화하고, 특수분야 공사는 전문시방서로 별도 관리함으로써 각각의 역할과 기능 분담을 명확하게 재정립하여 코드체계로 개편	개정 (2018.04)
항만 및 어항공사 표준시방서 KCS 64 50 10 전기방식공사	• 항만 및 주변해안 시설 등으로 적용범위 및 용어의 정의 명확화, 희생양극 합금성분비율, 희생양극 품질, 전기방식 적용 특성값 등의 기준값의 명확화 및 내용상 애매하고, 모호한 표현 수정, 보완하여 전부개정	전부개정 (2024.12)

제 정 : 2017년 8월 16일 개 정 : 2024년 12월 24일
심 의 : 해양수산부 중앙항만정책심의회
소 관 부 서 : 해양수산부 항만기술안전과
관련단체 (작성기관) : 한국항만협회

• 해양수산부장관은 『훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정』에 따라 고시일 기준으로 매 3년이 되는 시점마다 그 타당성을 검토하여 개선 등의 조치를 해야 한다.

목 차

1. 일반사항 ····· 1

1.1 적용범위 ····· 1
1.2 참고기준 ····· 1
1.3 용어의 정의 ····· 1
1.4 제출물 ····· 2

2. 자재 ····· 2

2.1 희생양극 재질 ····· 2
2.2 희생양극 품질 ····· 4
2.3 전기방식 적용 특성값 ····· 5

3. 시공 ····· 6

3.1 희생양극방식 ····· 6
3.2 외부전원방식 ····· 8
3.3 검사 ····· 10

KCS 64 50 10 전기방식공사

1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 이 기준은 항만 및 주변해안 시설에 사용하는 강관말뚝, 강널말뚝, 부잔교 등과 같이 상시적으로 수중에 잠기는 강구조물 등의 전기방식공사에 적용한다.

1.1.1 전기방식 일반사항

(1) 항만구조물 중 강구조물은 심한 부식 환경에 노출되어 있기 때문에 부식으로부터 시설물을 보호하기 위해 경제적인 방식 대책으로 설계, 시공, 유지관리해야 한다.

1.2 참고기준

KS D 0235 방식용 희생양극의 성능시험방법
DNV RP B401 Cathodic protection design
JSCE S-9301 流電陽極試驗法

1.3 용어의 정의

- 과방식(過防蝕, Over protection) : 방식전류가 적정치보다 높은 값을 나타내는 것
- 로트(Lot) : 제품, 반제품, 원재료 등의 단위 개체 또는 단위 분량을 어떤 목적 아래 같은 조건으로 처리하는 양
- 방식전류(防蝕電流, Protection current) : 음극방식법에서 방식전위를 유지하기 위해 흘려 주어야 하는 전류. 피방식체인 금속에 대해 외부에서 인위적으로 전류(방식전류)를 유입시키면 음극부에서 전류가 유입되어 음극부의 전위가 차차 저하되다가 양극부의 전위에 가까워져서 결국 음극부의 전위와 양극부의 전위가 같아짐
- 방식전류밀도(防蝕電流密度, Protection current density) : 음극방식법에서 방식전위를 유지하기 위해 공급해 주어야 하는 단위 면적당 전류값
- 방식전위(防蝕電位, Protection potential) : 부식환경에서 금속이나 합금의 부식을 방지하는 데 필요한 전위
- 양극방식법(陽極防蝕法, Anodic protection method) : 금속 또는 합금에 양극 전류를 공급하여 전위를 부동태(不動態: 금속이나 합금이 화학적으로 안정화되어 부식되기 어려운 상태) 영역으로 옮기고 유지시켜 부식을 방지하는 방법
- 외부전원방식법(外部電源防蝕法, Impressed current cathodic protection method) : 외부 직류전원장치의 양극(+)은 외부전원용 전극에 연결하고 음극(-)은 방식대상체(강구조물, 매설배관 등)에 전기적으로 연결하여 부식을 방지하는 방법
- 음극방식법(陰極防蝕法, Cathodic protection method) : 강구조물에 음극전류를 공급하여 부식방지가 가능한 최적의 방식전위에 도달시켜 부식을 방지하는 방법

- 희생양극방식(犧牲陽極防蝕, Sacrificial anode cathodic protection method) : 비전위(卑電位, Less noble potential : 상대적으로 낮은 값을 가진 전위)의 희생양극(Zn, Al 등)을 귀전위(貴電位, Noble potential : 상대적으로 높은 값을 가진 전위)의 방식대상체(강구조물, 매설배관 등)에 연결하여 부식을 방지하는 방법

1.4 제출물

(1) 제출물에 관한 사항은 KCS 64 10 10 공무행정요건(1.6 제출서류와 공정관리)에 따른다.

2. 자재

2.1 희생양극 재질

(1) 항만시설의 피방식체에 사용되는 희생양극의 종류는 시공성, 경제성 및 주변 환경의 영향 등을 고려해서 적절한 양극을 선정해야 한다. 따라서 희생양극방식에서 희생양극의 재질은 주로 전기방식용 알루미늄합금을 많이 사용한다.

2.1.1 희생양극

(1) 희생양극으로 각봉상(角棒狀)의 알루미늄합금 양극을 사용하는 경우 해양구조물 등에 대한 일반규격은 다음의 기준에 적합해야 한다. 다만 필요하면 공사감독자와 협의하여 조정할 수 있다.

표 2.1-1 희생양극의 종류 및 수명

형별	치 수 $(W1+W2)\times H\times L$	중량 (kg)	단 자		표준 중량 (kg)	표준발생 전류량(A) ρ=30 (Ω · cm)	수명 (년)
			치수 $T\times W\times(L)$	중량 (kg)			
항만A1형	(170+150)×145×335	21 이상	6×50×(335+760)	2 이상	23 이상	1	10
항만A2형	(170+135)×130×585	31 이상	6×50×(585+760)	3 이상	34 이상	1.5	10
항만A3형	(160+125)×125×875	42 이상	9×50×(875+760)	5 이상	47 이상	2	10
항만A4형	(155+115)×120×1195	52 이상	9×50×(1195+760)	6 이상	58 이상	2.5	10
항만A5형	(155+120)×110×1555	63 이상	9×50×(1555+760)	8 이상	71 이상	3	10
항만B1형	(235+200)×230×300	41 이상	9×50×(300+900)	4 이상	45 이상	1	20
항만B2형	(225+190)×205×510	59 이상	9×50×(510+900)	4 이상	63 이상	1.5	20
항만B3형	(220+180)×190×765	79 이상	9×50×(765+900)	5 이상	84 이상	2	20
항만B4형	(200+170)×190×1035	99 이상	9×50×(1035+900)	6 이상	105 이상	2.5	20
항만B5형	(195+165)×180×1340	118 이상	9×50×(1340+900)	7 이상	125 이상	3	20

(2) 양극 특성

① 알루미늄합금 양극은 다음과 같거나 동등 이상의 특성을 가진 제품을 사용해야 한다.

가. 양극개로전위 : (-) 1,100㎷ 이하

나. 양극전류효율 : 90% 이상

다. 소 모 율 : 3.4kg/A · yr 이하

② 합금 성분

가. 알루미늄합금 양극의 성분은 다음 값 이내이어야 한다.

표 2.1-2 Al 희생양극의 합금성분비율

합금 원소	합금성분비율 (%)
아연 (Zn)	3.0 ~ 15.0
마그네슘 (Mg)	0.5 ~ 5.0
주석 (Sn)	0.05 ~ 0.15
인듐 (In)	0.004 ~ 0.02
알루미늄 (Al)	Remainder(나머지 모두)

주) Al 희생양극은 Al을 주성분으로 하나, 방식성능 향상을 위해 규소(Si), 철(Fe), 구리(Cu) 등의 다양한 합금 성분이 미소량 포함될 수 있다.

(3) 희생양극 재료는 종류별로 다음 값 이상이어야 한다.

표 2.1-3 희생양극의 성능기준

구분 \ 재료	Zn 합금	Mg 합금	Al 합금
비중	7.14	1.77	2.83
전극전위(V.SCE)	-1.05	-1.55	-1.10
철(흑로연)에 대한 유효전위차	0.20	0.7	0.25
발생전기량(이론값)($A \cdot h/kg$)	0.82	2.21	2.88
효율(=100-자기부식률) (%)	90	50	90
유효전기량($A \cdot h/kg$)	0.74	1.10	2.30

2.1.2 외부전원방식 양극(불용성 양극)

(1) 해수 환경의 불용성 양극

① 본 전극으로는 납(lead)·은(銀) 합금 전극이 많이 사용된다. 항만시설의 방식용으로 사용되는 납·은 합금 전극의 규격과 발생전류의 사용조건은 아래 표 2.1-4와 같다. 이 합금 전극은 전류를 통전함에 따라 표면에 이산화연(PbO_2)이 생성되어 불용성으로 되는 것이며 양질의 이산화연으로 피복되게 하기 위해서는 초기에 $1 \sim 5 A/dm^2$의 높은 전류밀도로 통전해야 한다. 그러나 이 전극은 토중이나 담수중에서 이산화연을 잘 형성하지 못하므로 이러한 곳에는 사용하지 않아야 한다.

표 2.1-4 불용성양극의 발생전류량

명칭	규격 (㎜)	최소발생전류*	최대발생전류
$Pb-A$ 9형	$25\Phi \times 250l$	$5.0A$	$10.0A$
$Pb-A$ 12형	$25\Phi \times 400l$	$8.0A$	$12.5A$
$Pb-A$ 15형	$25\Phi \times 550l$	$10.0A$	$16.0A$

* 통전 초기에 PbO_2를 생성시키는 데에 필요함.

② 납·은 합금 전극의 내용연수는 적정상태로 사용할 경우 10년이지만 실용상은 5~8년 정도가 한도이므로 적시에 교환이 쉽도록 설치해야 한다. 또 전극의 도선은 수년간 사용할 때 절연이 열화되므로 폴리에틸렌 절연 비닐 시스(Sheath)의 2중 피복 케이블을 사용해야 한다.

③ 해수 환경에 사용되는 불용성 양극은 납·은 합금 전극 이외에 고가이나 성능이 우수한 백금도금 티타늄전극, 나이오비움(Niobium) 전극 및 산화 금속물을 피막 시킨 피막 산화금속(Mixed metal oxide) 전극 등을 사용할 수 있다.

(2) 지하 매설용 불용성 양극

① 직경 58㎜, 길이 810㎜의 원통형 자성산화철이 많이 사용되며 전극 한 개당의 발생 전류는 $2 \sim 3A$이며, 지중의 토양 비저항이 높으므로 전극 주위에 충전제를 넣어서 접지저항을 감소시켜야 한다.

② 전극의 매설은 피방식체로부터 10m 정도 떨어진 곳에 저수위 이하의 깊이로 하고 전극 상호 간은 1m 이상 떨어지게 설치해야 한다.

(3) 외부전원방식의 일반강 음분극한계 값은 약 $-2.0 \sim -2.5V$, 고장력강은 $-1.5V$를 기준으로 한다.

2.2 희생양극 품질

(1) 희생양극 자재는 1로트(도가니, 고로(高爐))당 3개의 시편을 샘플링하여 전류효율, 소모량, 양극전위(개로전위, 폐로전위)의 기준치를 통과해야 하며, 이에 대한 국가공인 성적서를 공사감독자에게 제출하여 승인을 받아야 한다.

(2) 희생양극 자재의 품질시험 성분기준값은 KS D 0235, JSCE S-9301, DNV RP B401 등을 만족하는 기준값을 제출해야 한다. 이 경우의 희생양극(알루미늄, 아연 등) 성능 기준값은 단기시험(14일 이하)은 KS D 0235, JSCE S-9301, DNV RP B401 등의 기준값을 만족해야 하며, 장기시험(1년)은 DNV RP B401 Annex C의 형식승인(TAC; Type Approval Certificate)을 만족하는 기준값을 제출하여 승인을 받아야 한다.

2.3 전기방식 적용 특성값

(1) 방식전류밀도, 소요 방식전위 및 희생양극의 특성은 다음 표 2.3-1에 명시된 값 이내이어야 한다.

표 2.3-1 환경에 따른 방식전류밀도, 방식전위 등

방식 전류 밀도

(단위: mA/m^2)

환경			나강파일 전기방식		도장 파일 전기방식
			초기방식 전류밀도	정상방식 전류밀도	초기전류밀도
일반 해역	항내	해수중 토 중	100 20	50 10	20 + 100 x S
	항외	해수중 토 중	100 x F 20 x F	50 x F 10 x F	20 x F + 100 x S
특수 해역	오염	해수중 오염토중 토 중	100 x K 150 x K 20 x K	50 x K 100 x K 10 x K	20 x K + 100 x S
	조류	1m/s 2m/s 5m/s	160 230 270	80 115 135	

주) F는 해역의 파랑, 조류의 정도에 따른 상수이며, 그 값의 범위는 1.0~1.5까지로 한다.
K는 해수의 오염정도에 따른 상수이며, 그 값의 범위는 오염도에 따라 1.2~1.5까지로 한다.
S는 도막의 열화 및 손상에 의해 발생하는 강의 손상율(손상피복면적 /전피복면적)로, 도장계에 따라 0.1~0.25까지의 범위로 한다.

방식 전위

단위: $mV(SCE)$)

청정해역	-770 이하
오염해역	-900 이하
고조류 해역	-770 이하
도장 병용 시	-770 ~ -1050

주) 청정해역 방식전위 -770 이하는 -771, -772$mV(SCE)$ 등의 이하를 의미한다.(다른 해역의 경우도 동일하다.)

전위, 유효전기량

특성	Al 합금	Zn 합금	Mg 합금
개로전위(V.SCE)	-1.10 이하	-1.0 이하	-1.5 이하
전류효율(%)	90 이상	95 이하	50 이하
발생전기량($A \cdot h/kg$)	2600 이상	780 이하	1100 이하

(2) 전기방식의 적용범위는 D.L (±)0.0m 이하에서만 적용한다.

(3) 방식필요전류밀도

① 초기 방식전류밀도는 환경과 조건에 따라 다르지만 해수중 $0.1A/m^2$(나강면), 해토중 $0.02A/m^2$(나강면), 도장부 $0.07 \sim 1A/m^2$로 사용한다.

② 방식이 진행됨에 따라 방식유지 전류밀도는 감소하고 약 $0.05A/m^2$에서 방식을 유지한다.

③ 오염이 심한 해수에서는 $0.12 \sim 0.15A/m^2$로 전류밀도 값이 상승되며 파랑 및 조위차가 큰 해수 중에서는 $0.15 \sim 0.2A/m^2$로 사용한다.

3. 시공

3.1 희생양극방식

3.1.1 시공일반

(1) 양극은 일반적으로 수중용접 하여 부착한다. 다만, 구조물의 형상이 복잡한 경우에는 공장 등에서 피방식체에 양극을 부착하여 운반 설치할 수 있다.

(2) 표시

① 설계도면에 근거하여 양극의 부착위치 및 전위 측정장치의 설치 위치를 피방식 구조물에 정확하게 표시해야 한다.

(3) 양극의 배치

① 양극의 배치는 강구조물의 전면에 고르게 분산하여 배치하는 것을 원칙으로 해야 한다.

② 양극 설치는 건하식, 용접식, 볼트부착식 중 적합한 방법으로 설치해야 한다.

③ 양극의 배치와 설치는 시공 전에 상세도면을 제출하여 공사감독자의 승인을 받아야 한다.

(4) 양극 부착

① 수중용접으로 양극을 부착할 경우는 설계 수심에 크레인이나 인력으로 부착한다. 이때 양극의 부착개소에 부착되어 있는 해양생물이나 녹 등을 제거한 후에 ㄷ형강을 용접으로 부착하거나 수중에서 스터드 볼트를 용접한 후 양 끝단에 볼트구멍을 낸 코어(Core)를 너트로서 견고하게 부착해야 한다.

② 용접 완료 후 부산물은 잠수부에게 제거하도록 하는 동시에 그 용접상황을 육안이나 사진으로 확인해야 한다.

(5) 전위 측정장치

① 전기방식 시 방식전위를 측정하는 장치를 설치해야 한다.

② 측정장치는 연속 측정이 가능해야 하며 측정위치와 설치개소는 공사감독자의 승인을 받아야 한다.

③ 측정장치의 부착은 상부 콘크리트 타설 전에 피방식체의 상부에 강관을 용접해 흰색 페인트로 도장하여 다른 철근과 구별이 가능하도록 해야 한다. 세워진 부분의 강관은 측정함 내에 연결해 강관 끝에 내식 합금제 단자를 용접하여 부착한다. 방식전위 측정은 고저항 전위차계의(+, 적)단자에 피방식체의 리드선을 연결하고 (-, 흑)단자에 기준전극을 연결하여 측정한다.

(6) 측정함 설치

① 방식 대상 시설물이 전기방식에 의해서 완벽하게 방식되고 있는지의 여부를 상시 관리하기 위해서 시험편이나 양극의 발생전류를 측정하기 위한 측정함을 부착해야 한다. 측정함을 부착할 경우는 설계도면 및 유지관리계획에 따라 설치해야 한다. 측정함의 부착은 다음 그림을 참고하되 공사감독자와 협의해야 한다.

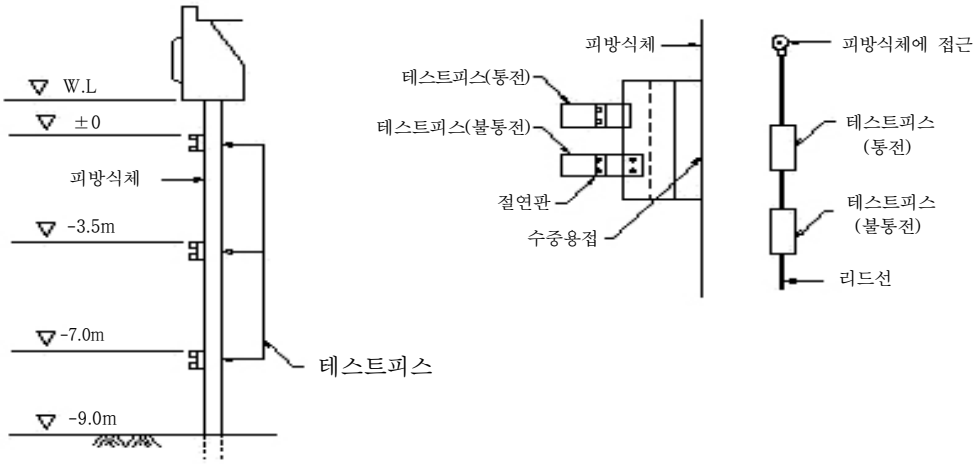


그림 3.1-1 희생양극방식의 측정함 부착요령

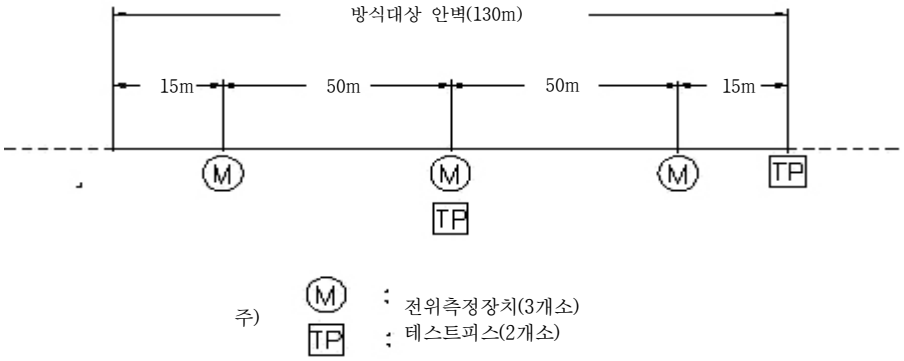
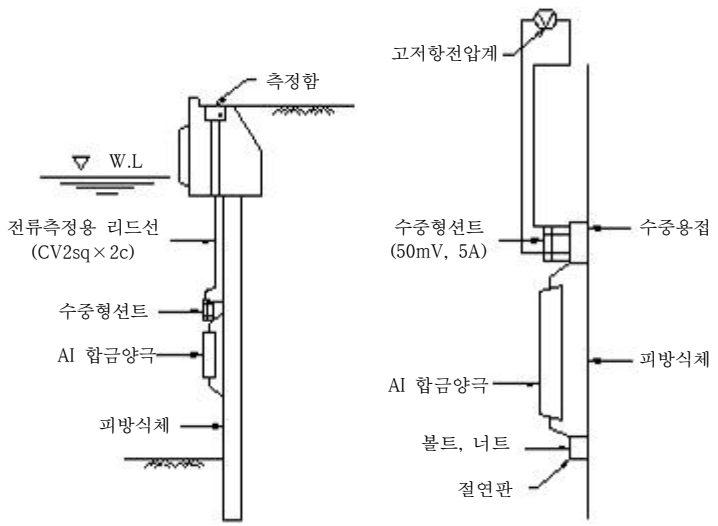


그림 3.1-2 희생양극방식의 전위측정장치 및 시험편 설치 위치도



주) 양극의 발생전류 측정장치는 양극의 부착이 수심 방향 1단인 경우는 안벽 연장 방향으로 임의의 2점을 정하며, 양극이 수심 방향 2단 이상인 경우는 각 1단마다 1개의 양극을 안벽 연장 방향 임의의 지점에 전류 측정장치를 설치한다.

그림 3.1-3 희생양극방식의 전류측정 장치

(7) 제출서류

① 희생양극의 규격서와 시방서의 요구에 부합되는 품질(하자)보증서와 주괴 시험성적서(또는 검사증명서, Ingot Mil Certificate) 및 화학성분 분석표, 삽입심 시험성적서(또는 검사증명서, Insert Core Mil Certificate), 계약보증서, 희생양극의 화학성분 분석표, 희생양극 성적서, 치수, 중량 및 표면 검사표, 측정함(Test Box) 성적서, 형식승인(TAC), 유지관리계획서 등의 각종 서류를 제출해야 한다.

3.2 외부전원방식

(1) 표시

① 설계도면에 근거하여 불용성양극의 부착 위치와 전극장치 설치개소 등을 정확하게 표시해야 한다.

(2) 전위측정 위치

① 희생양극방식에 준해 사용한다.

(3) 배류장치(排流裝置)의 설치

① 외부전원에 의한 전기방식은 정류기(Rectifier)를 이용하여 교류를 직류로 변환해야 한다.

② 정류기에서 일정한 직류를 얻기 위해서 필터링은 비효율적이므로 교류파형을 포함한 직류전류로 방식효과를 나타낸다.

③ 항만구조물에는 과방식을 방지하기 위하여 균일한 분포로 전류가 공급되어야 한다.

④ 상부 콘크리트 타설 전에 피방식체에 강관(통상 22~25ø 정도)을 상부방향으로 용접하여 배류장치의 설치가 용이하도록 한다. 강관의 정상부분에는 접속상자가 설치되므로 상부 콘크리트의 끝과 접속함의 규격을 고려해 강관을 부착해야 한다. 강관은 배류장치용 및 기타 철근과의 식별이 가능하도록 붉은색 페인트로 도장하고 입상된 부분의 강관은 배류 장치함 내에 연결해 강관의 선단에는 내식 합금제 단자를 용접으로 부착한다.

(4) 접착공사

① 피방식체들의 상호 접촉저항을 줄이기 위해 강관을 이용해 피방식체들을 용접, 전기적인 접속을 실시해야 한다. 단, 피방식체가 구조물의 강재 등에 의해 전기적으로 확실히 접속되어 있을 경우는 굳이 연결할 필요는 없다.

(5) 배관공사

① 배관공사에 사용하는 전선관은 경질염화비닐 전선관 또는 두꺼운 강재 전선관을 사용해야 한다. 이러한 전선관을 사용할 경우는 내 외면에 라이닝을 실시한 것을

사용하여 내구성을 크게 해야 한다. 접속 상자는 전극장치 설치개소 및 배류장치 설치개소에 설치한다. 단 접속함 간의 거리가 많이 떨어져 있거나 전선관 내에 수납하는 전선의 가닥수가 많고 전선 삽입 시의 작업성이 불량하다고 판단되는 경우는 공사감독자와 협의하여 중계용으로서 접속함을 임의위치에 설치할 수도 있다.

(6) 전극장치 설치공사

① 상부 콘크리트 타설 전에 전극지지 파이프 또는 전극 리드선 입상용의 파이프를 설치한다. 이때 파이프의 상단에는 접속상자가 설치되므로 상부 콘크리트의 끝과 접속함의 규격을 고려해 파이프를 부착한다. 전극장치 본체의 설치는 배관공사 완료 후에 수중용접 또는 충분한 강도를 확보할 수 있는 방법으로 부착해야 한다.

(7) 직류 전원장치 설치공사

① 직류 전원장치는 설계도면에 근거해 소정의 위치에 앵커볼트 등을 이용해 완전히 고정한다. 이때 본 장치는 전기설비 기술기준에 근거하여 제3종 접지공사를 실시해야 한다.

(8) 배선공사

① 사용할 전선은 KS규격에 적합한 600V 비닐절연전선, 클로로필렌 외장전선, 비닐 외장전선, 또는 폴리에틸렌 외장전선이어야 한다. 또한 전선의 접속은 접속함 내에서 실시하며 접속부는 절연재 등을 사용해 완전한 수밀 처리를 실시해야 한다.

(9) 통전조정

① 직류 전원장치의 운전은 통전 개시 때에는 정격의 1/2 정도의 부하(負荷)로 운전을 실시하며 장치를 조정한 후에 서서히 정격운전을 실시한다. 정격운전 후 피방식체의 전위를 측정해 통전전류를 조정할 필요가 있다.

(10) 측정 장치

① 외부전원방식의 경우 자동 제어장치를 갖춘 직류 전원장치가 필요하다. 이 장치를 설비할 경우에는 피방식체의 전위측정을 위한 기준전극은 두 개의 불용성양극의 중간위치에 부착해야 한다.

(11) 불용성양극의 배치

① 항만구조물의 경우에는 일정한 전류분포를 위하여 불용성양극을 설치해야 한다.

② 균일한 전류분포가 되지 않으면 구조물의 과방식이나 미방식이 발생하므로 유의하여야 한다.

③ 외부전원방식 불용성양극은 HSCI(고규소주철양극), Pb-Ag(연은합금양극), MMO 양극 등을 사용한다.

④ 전류분포를 균일하게 하여 음영구역이 발생하지 않도록 한다.

⑤ 외부전원방식 양극과 통전용 케이블의 염소가스에 의한 손상을 방지한다.

3.3 검사

3.3.1 재료검사

(1) 전기방식에 사용되는 주된 재료는 재료 검사서를 제출하여 현장이나 공장에서 입회 검사를 받아야 한다.

(2) 희생양극방식

① 사용재료의 검사는 현장에 반입된 실제 수량의 확인, 치수, 질량 등의 검사를 시행하고 각 양극의 형상에 대한 치수의 허용범위는 5% 이내, 질량의 허용범위는 2% 이내이어야 하고 양극의 부착 총 질량은 양극 한 개의 표준질량의 합계보다 작아서는 안 된다. 즉 양극 한 개의 표준질량이 30㎏ 미만인 경우 양극 질량의 허용범위는 ±4% 범위 이내이어야 한다.

② 양극의 성능시험은 KS D 0235, JSCE S-9301, DNV RP B401 등을 만족하는 기준값을 제출하여 승인을 받아야 한다. 양극성능의 합격 여부는 2.3 전기방식 적용 특성값에서 알루미늄합금 양극의 경우 양극의 발생전기량이 2,600 $A \cdot h/kg$ 이상, 전류효율 90% 이상이어야 한다.

(3) 외부전원방식

① 사용재료의 확인은 현장에 반입된 실제의 수량을 확인하고 치수, 외부형상 등을 발췌하여 검사한다.

② 전기방식에 사용하는 직류전원 장치의 종류에는 공냉식과 유냉식이 있으며 유냉식이 일반적으로 많이 사용하며 유냉식의 직류전원 장치 검사기준은 아래와 같다.

가. 온도상승은 정격 부하상태로 8시간 이상 연속 운전한 후에 각 부의 온도 상승값은 아래의 기준 이내이어야 한다.

(가) 변압기 (권선, 철심, 절연물) : 55℃ 이하

(나) 실리콘 정류소자 : 100℃ 이하

(다) 개폐기 및 퓨즈관류 : 30℃ 이하

나. 절연 저항은 AC측, DC측, 대지측(大地側) 각 상호간의 절연 저항 측정값은 3MΩ 이상이어야 한다.

다. 내압은 온도상승 시험 후 위 측정값 상호간에 AC 1,500V의 전압에 1분간 이상 견디어야 한다.

라. 효율은 DC 측정 부하 시 60% 이상이어야 한다.

마. 전압 변동률(SCR 제어의 경우는 제외함)은 전압 변동률은 아래 식에서 산출한 값의 30% 이하이어야 한다.

$$\text{전압 변동률}(\%) = \frac{10}{9} \times \frac{E_{10} - E_{100}}{E_{100}} \times 100$$

여기서 Ⓐ직류전류계 Ⓥ직류전압계이며 부하는 1/10 부하로부터 100% 전체부하로 변화시킨다. 시험은 정격 입력상태에 부하가 1/10일 때는 Ⓥ값은 E_{10}이고 전체부하일 경우 Ⓥ값은 E_{100}으로 측정하여 전압 변동률을 산출한다.

3.3.2 검사

(1) 준공검사는 방식대상 시설의 방식 전위를 측정하여 시험성적서 및 공사기록 사진 등의 자료에 의해 실시한다.

① 전위측정은 방식 대상 시설 전역이 규정된 방식전위(-780mV 이하 : 해수염화은 전극, -770mV 이하 : 포화카로멜 전극, -850mV 이하 : 포화황산동전극)에 만족하는지를 확인해야 한다.

② 설계도면대로 시공되었는지를 확인해야 한다.

③ 사용재료가 설계상의 성능에 만족하는지를 확인하고 시험성적서를 제출해야 한다.

전기방식공사

집필위원	분야	성명	소속	직급
(2024년 전부개정)	총괄 사석공사	박대춘	㈜세광종합기술단	사장
	해양지형조사	임민혁	한국해양조사협회	팀장
	저유동성 모르타르 주입공법	최충락	㈜케이씨아이	전무
	전기방식공사 페트롤레이텀 피복방식공사	배일용	한국화학융합시험연구원	수석연구원
	피복방식공사 페트롤레이텀 피복방식공사	이창근	도로교통연구원	수석연구원
	피복방식공사	조성기	한국페인트잉크 공업협동조합	전무
	항만기술기준 전문기관	이재진	한국항만협회	팀장
	항만기술기준 전문기관	서진성	한국항만협회	차장

심의위원	분야	성명	소속	직급
(2024년 전부개정)	항만및해안	김남균	여수광양항만공사	과장
	항만및해안	김우생	동아대학교	교수
	항만및해안	조충현	인천항만공사	실장
	토목시공	김성호	대보건설	대표이사
	토목시공	윤성민	영남대학교	교수
	토질및기초	추연욱	공주대학교	교수
	해양조사	하태민	강원대학교	교수

중앙항만정책심의회	분야	성명	소속	직급
(2024년 전부개정)	의장	남재헌	해양수산부	국장
	항만개발	박영현	한국해양과학기술원	책임연구원
	항만개발	우수한	중앙대학교	교수
	항만시설 기술기준	김성진	인천항만공사	처장
	항만시설 기술기준	김영택	한국건설기술연구원	선임연구위원
	항만시설 기술기준	안익성	㈜항도엔지니어링	사장
	항만시설 기술기준	오정은	한국해양과학기숭원	연수연구원
	항만시설 기술기준	조미라	인덕대학교	교수

해양수산부	성명	소속	직책
	남재헌	항만국	국장
	전충남	항만기술안전과	과장
	전형준	항만기술안전과	시설사무관
	이지수	항만기술안전과	시설주사

표준시방서
KCS 64 50 10 : 2024

전기방식공사

2017년 8월 16일 제정
2018년 4월 17일 개정
2024년 12월 24일 개정

(관련단체)
한국항만협회
07271 서울시 영등포구 양산로 53(양평동 3가)
월드메르디앙 비즈센터 705호
☎ 02-2165-0090 E-mail : kpha@koreaports.or.kr
https://www.koreaports.or.kr

항만기술기준본부
07271 서울시 영등포구 양산로 53, 705호
(양평동 3가, 월드메르디앙비즈센터)
☎ 02-2165-0103~6 E-mail : kpcs@koreaports.or.kr
https://kpcs.portcals.go.kr

해양수산부
30110 세종특별자치시 다솜2로 94 (어진동)
정부세종청사 5동 항만기술안전과
☎ 044-200-5951, 5952
https://www.mof.go.kr