

## 전력산업기술기준

**KEPIC 가이드****크레인 기술기준(KEPIC-MC)**

윤 석 찬

대한전기협회 전력기준처 사업기준실 부장

**1. 제정배경**

국내 화력발전소와 원자력발전소에서 사용되는 크레인의 대부분이 미국의 크레인제조자협회(Crane Manufacturers Association of America, CMAA)와 기계학회(American Society of Mechanical Engineers, ASME)에서 발행하는 기술기준을 적용하여 왔으며, 국내의 대표적인 기술기준인 KS B 6228에는 크레인에 관한 매우 일반적인 사항과 용어 등의 정의에 대해서 국한되어 있고 설계 요건에 대해서는 기술하지 않고 있다. 국내 크레인 기술기준의 필요성은 오래 전부터 제기되어 전력산업기술기준(KEPIC) 제3단계사업에 화력 및 원자력 발전소에서 사용되는 크레인의 기술기준을 포함하여 개발하였으며, KEPIC 2000년판으로 발행하였다.

KEPIC 2000년판의 화력발전소 크레인 기술기준(KEPIC-MCF)은 CMAA 70을 주참조기준으로 하였

다. CMAA 70 기술기준은 이미 미국 및 국내 화력발전소의 크레인에 적용되어 안전성과 기술적 사항이 이미 검증된 기술기준이므로 이를 참조 기술기준으로 채택하였다.

그러나 그 동안 국내 원자력발전소 크레인에 적용하여 온 CMAA 70과 ASME B30.2는 원자력발전소의 특성에 관한 기술적 요건이 언급되어 있지 않았고, 실제 설계 및 구매 기술시방서 작성시의 요건이 화력발전소 크레인 요건과 유사하며, 원자력발전소의 안전성에 관련한 다음의 특수한 요건을 만족하기에 어려움이 있었다.

- 방사선 영향에 대한 설계 및 규제 요건
  - 내 방사선에 대한 크레인 도장요건
  - 단일 사고 방지 특성(Single-failure-proof Crane)의 적용(NUREG 0554 요건)
  - 내진 설계에 대한 크레인의 분류 및 설계요건
- 또한 최근 원자력발전소 크레인의 구매 기술시방서에

서 원자력 안전성에 관련한 특수한 요건을 만족시키기 위하여 ASME NOG-1을 주참조기준으로 채택하였다. ASME NOG-1은 1976년 “원자력발전소 크레인위원회”로 설립되어, 1980년에 위원회의 명칭이 “원자력시설용 크레인위원회”로 개정되어 1983년에 NOG-1 초판이 발행되었다. 최근에 ASME NOG-1의 적용 범위가 보다 더 확장되고 있는 추세이며, 이 기술기준의 제정 목적은 원자력 시설물에 사용하는 크레인의 기술적 규제 및 근거제시에 그 목적이 맞추어져 있다.

따라서 KEPIC 2000년판의 원자력발전소 크레인 기술기준(KEPIC-MCN)은 ASME NOG-1을 주참조기준으로 채택하고, 원자력발전소 고유의 특성을 위한 크레인 설계 및 구매 기술요건 등이 규정된 기술기준을 정립하여 관련 설계자들로 하여금 보다 폭넓은 설계 검토가 이루어질 수 있도록 하기 위한 토대를 마련하는데 그 목적이 있다.

(KEPIC-MCF)의 주참조기준인 CMAA 70-1994 기술기준은 현재 미국 및 국내 화력발전소의 크레인설비 건조에 적용되고 있으며, 국내 제작업체에서도 널리 이용되고 있다. 그러나 크레인의 “시험 및 검사”에 관한 규정은 별도로 기술되어 있지 않아서 “시험 및 검사”에 관한 요건은 크레인의 안전기준으로 널리 사용되고 있는 ASME B30.2-1996의 시험 및 검사 요건과 로프의 유지보수 요건 항목을 인용하여 작성하였다. 또한 CMAA 70의 크레인 사용등급 중 하역설비용 또는 기타 생산라인 물류 운반용과 같은 크레인 등급(D, E, F 등급)은 발전소의 기보수용 크레인과는 그 성격을 달리하므로 이 기술기준에서 배제하였다.

크레인과 건축물의 간섭 한계를 나타내는 거리와 일반적인 크레인의 제원 등에 관한 부분은 KS B 6228 을 반영하였으며, KEPIC-MCF의 작성시 참조한 기술기준은 표 1에서 보여준다.

## 2. 제정방향 및 참조 기술기준

### 가. 화력발전소 크레인

KEPIC 2000년판 화력발전소 크레인 기술기준

### 나. 원자력발전소 크레인

KEPIC 2000년판 원자력발전소 크레인 기술기준(KEPIC-MCN)은 주참조기준을 ASME NOG 1-1996으로 하고 구성체계 역시 동일하게 작성하였다.

〈표 1〉 화력발전소 크레인 기술기준(KEPIC-MCF) 비교표

KEPIC 번호	KEPIC 제 목	참조 기술기준	비 고
MCF 1000	일반사항	CMAA 70 70-1, 2, 7	* 발전소용 이외의 목적인 크레인 등급은 제외
MCF 2000	구조요건	CMAA 70 70-3	
MCF 3000	기계요건	CMAA 70 70-4	
MCF 4000	전기요건	CMAA 70 70-5	
MCF 6000	시험 및 검사	ASME B30.2 chap. 2	
부록	부록 A 크레인 설계 입력 자료 양식	CMAA 70 Fig 6.1	* 운전원의 책임 및 훈련사항 삭제
	부록 B 크레인의 건물 간격 도면	KS B6228	
	부록 C 크레인의 권장 운전 속도	CMAA 70 Fig. 6.2, 6.3	
	부록 D 내진해석 일반	ASME NOG-1-4150	
	부록 E 참조기준		

ASME NOG-1은 원자력발전소 크레인에 적용하기 위한 기술적 특성을 기술하고 있으나, 이러한 특성을 적용받지 않는 크레인 등을 위하여 ASME NOG-1은 크레인의 등급을 세 가지로 분류하여 놓았다. 이 중 크레인 형식 I 및 II는 원자력발전소의 특성에 대하여 적용받는 것으로 되어 있고, 크레인 형식 III은 이러한 특성을 적용받지 않는 경우가 대부분이므로 크레인 형식 III의 기술적 내용은 대부분 CMAA 70의 기술적 요건을 따르도록 되어 있다. 원자력발전소 크레인 기술기준(KEPIC-MCN) 개발시에도 이와 동일한 방법을 취하여 작성하였으며, CMAA 70에 해당하는 부분은 KEPIC의 화력발전소 크레인 기술기준(KEPIC-MCF)을 적용하였고, ASME NOG-1의 구성체계를 따라서 작성하였다.

KEPIC-MCN의 작성시 참조한 기술기준은 표 2와 같다.

〈표 2〉 원자력발전소 크레인 기술기준(KEPIC-MCN) 비교표

KEPIC 번호	KEPIC 제 목	참조 기술기준
MCN-1000	일반사항	ASME NOG-1-1000
MCN-2000	구조요건	ASME NOG-1-4000
MCN-3000	기계요건	ASME NOG-1-5000
MCN-4000	전기요건	ASME NOG-1-6000
MCN-5000	도장 및 마감	ASME NOG-1-3000
MCN-6000	시험 및 검사	ASME NOG-1-7000
부록	MCN-I 의무 적용 요건	ASME NOG-1-B
	MCN-A 임의 적용 요건	ASME NOG-1-A
	MCN-B 참조 적용 사항	ASME NOG-1-C
	MCN-C 참조 기준	ASME NOG-1160

### 3. 제정 범위

크레인 기술기준의 제정범위는 화력 및 원자력 발전소에 설치되는 천장크레인(Electric Overhead Crane) 및 겐트리크레인(Gantry Crane)을 대상으로 하고, 기

술기준의 내용으로는 구조요건, 기계요건, 전기요건, 시험 및 검사 분야로 구성하며, 수동으로 작동하는 Gib 크레인이나 Hoist 크레인은 제정범위에서 제외하였다.

## 4. 작성 방법

### 가. 화력발전소 크레인

#### · MCF 1400 품질보증

크레인에 대한 품질보증 항목은 CMAA 70에는 없는 사항으로 발전사업자의 관련 구매기술시방서의 요건에 따르도록 하였다.

#### · MCF 2100 재료

재료는 미국 재료시험학회(American Society for Testing and Materials, ASTM)의 재료 및 이와 동등 이상인 재료를 사용하도록 하였다.

#### · MCF 2200 용접

화력발전소 크레인 기술기준(KEPIC-MCF)의 용접에 관한 요건은 미국 용접학회(American Welding Society, AWS)의 AWS D14.1 "Specification for Welding Industrial and Mill Cranes"를 적용하였다.

#### · MCF 3310 호이스팅 장치

기술기준 작성시 사용된 용어 중 스내깅(snagging), 스내칭(snatching), 투 블로킹(two blocking) 등은 적절한 대응어가 없어 외래어를 그대로 표기하였으며 이에 대한 의미는 다음과 같다.

#### - 스내깅(snagging)

인양하중의 갑작스러운 정지 상태

#### - 스내칭(snatching)

하중 인양시 갑자기 감아 올라가는 상태

-투 블로킹(two blocking)

하중을 인양하는 과정에서 크레인 구조물 또는 기타 다른 장애물에 부딪히거나 걸려서 호이스팅 장치에 과부하가 걸리는 현상

· MCF 3354.3 차륜 및 레일의 크기 결정

차륜과 레일의 규격과 치수는 산업계의 요구에 따라 KS 규격을 적용하여 작성된 표를 추가하였다.

· MCF 6000 시험 및 검사

시험 및 검사는 ASME B30.2('96년)의 "Test and Inspection"을 인용하였으며, 축의 하중 시험 및 유지보수는 ASME B30.1('96년) "Hook"의 해당부분(10-1.2.2~3)을 인용하여 작성하였다.

## 나. 원자력발전소 크레인

· MCN 1160 용어정의

ASME NOG 1에서 크레인 형식 I은 "단일사고 방지 특성(Single Failure Proof Feature)를 적용하여야 하는 크레인을 의미한다"로만 정의되어 있으나, MCN에서는 이에 대하여 안전성에 저해되지 않음을 입증할 경우에는 단일사고 방지특성을 적용하지 않을 수도 있다"는 단서 조항인 산업계의 요청을 반영하였다.

· MCN 2230 용접재료

ASME NOG 1은 용접에 관한 요건으로 AWS D1.1에 따라 작성되었는데, 이에 대한 KEPIC의 대응 기준인 KEPIC-SWS(구조용접)로 대체하였다.

· MCN 3452.3 하중 적재

차륜과 레일의 규격과 치수는 산업계의 요구에 따라

KS 규격에 의한 값도 추가하여 작성되었다.

· MCN 6650, 6660 축의 입증하중 시험, 축의 유지보수  
ASME B30.1의 10-1.2.2~3의 요건을 인용하여 추가 작성하였다.

## 다. 단위변환

화력발전소 크레인 기술기준(KEPIC-MCF)의 단위는 SI 단위에 ft-lb 단위를 병기하였으며, 원자력발전소 크레인 기술기준(KEPIC-MCN)의 단위는 ft-lb 단위에 SI 단위를 병기하였다. 다만, 크레인 정격하중(톤), 차륜하중(kgf) 등은 산업계의 통용성 측면에서 SI 단위 대신에 MKS 단위를 사용하였고, KS에 의한 레일 및 차륜에 관한 단위는 KS에서 MKS로 제시되고 있으므로 그대로 MKS 단위를 사용하였다.

다음은 기술기준의 작성시 참조기준에서 제시된 ft-lb 단위체계의 식을 SI 단위로 변환하는 간단한 예를 보여 준다.

원식(CMAA70 5.2.10.1) : 호이스트 구동 기어비

$$= \frac{N_f \times D \times \pi}{R \times V \times 12}$$

$N_f$  : 회전수(rpm)

$D$  : in

$R$  : 로프 감속비(계수)

$V$  : fpm

변환식 : 호이스트 구동 기어비

$$= \frac{N_f \times D \times \pi}{R \times V \times 1000}$$

$N_f$  : 회전수(rpm)

$D$  : mm

$R$  : 로프 감속비(계수)

$V$  : mpm