



전력설비기술기준

# KEPIC 가이드

## 원자력 전기

1. 품질보증
2. 원자력 기계
3. 일반기계
4. 재료
5. 비파괴검사 및 용접
6. 원전가동중검사
<b>7. 원자력 전기</b>
8. 계측 및 제어기기
9. 전기기기 및 전선용품
10. 원자력구조
11. 일반구조 및 구조총칙
12. 화재예방

안 상 복  
전기협회 기술기준실

### 1. 개 요

KEPIC-EN은 Korea Power Code Electrical Nuclear의 첫 글자를 합성한 약어이다.

이것은 우선 국내에 건설되는 가압 경수형 원자로 (Pressurized Light Water Reactor : PWR) 및 관계시설의 전기기기를 설계, 제작 설치 및 시험하기 위한 제반 여건을 규정한 것이다. 가압 중수형 원자로(Pressurized Heavy Water Reactor : PHWR)에도 적용을 할 수 있을 것으로 예상되나 실제로 적용하기 위해서는 연구, 검토 과정을 거쳐야 할 것이다. 현재의 전력기술기준은 아래의 4분야로 대별된다.

KEPIC-M : 기계분야

KEPIC-E : 전기분야

KEPIC-S : 토목구조분야

KEPIC-F : 화재예방분야

이 해설서의 목적은 KEPIC-EN제정의 참조 기술기준인 미국의 전기관련 기술기준과 KEPIC-EN의 근본적인 취치가 같음을 입증하기 위한 것이다.

원자력 발전소의 안전성 관련 전기기기에는 IEEE, ANS, ISA 기술기준이 적용되고 있으며, 우리나라에서도 가감없이 그대로 적용하고 있다. KEPIC-EN은 관련 IEEE, ANS, ISA 기술기준을 변안하는 방법을 채택하였다. 따라서 원자력발전소의 설계 및 건설 경험을 갖고 있는 기술자들은 KEPIC-EN의 이해가 훨씬 빠를 것이고, 보다 효율적으로 응용할 수 있을 것이다.



## 2. 제정배경

KEPIC-EN의 개발은 1987년 12월 한국전력공사가 한국전력기술(주)에 "원전산업 기술기준 개발을 위한 기초조사 용역"의 발주에서 시작되었다.

그전까지는 외국의 기술기준이 주로 준용되었는데 원자력 관련 전기기술자에게 가장 익숙해 있는 것이 미국의 기준이고, 그 외 캐나다의 CSAC, CSA 289, 290 시리즈(월성 1~4호기) 및 프랑스의 RCC-E(울진 1, 2호기)가 적용되었다.

그러나, 한 국가에서 여러 기술기준을 적용하다 보면 안전 규제와 검사의 통일성에 관한 문제점이 노출되어 국가적인 기술기준의 정립이 시급한 과제로 대두되었다.

1987년 영광 3,4호기 건설계약부터 주기기 공급자를 국내업체로 선정함에 있어서, 이에 대한 필요성이 더욱 증대되어 조속히 기술기준을 개발하여 후속기 건설에 착수한다는 방침하에 1988년 9월에 기초조사 용역을 마치고, 그 결과를 토대로 1992년 1월 원전산업 기술기준 개발 (2단계) 용역에 착수하였다.

재원은 한전의 영광 3, 4호기 건설 계정으로, 기술기준 초안 작성의 간사기관으로는 한국전력기술(주)가, 초안의 검토는 대한전기학회가 그 역할을 수행하였다.

## 3. KEPIC-EN의 적용범위

KEPIC-EN은 원자력 발전소의 가압 경수형 원자로 및 관 계시설의 전기기기에 대한 설계, 검증, 설치, 시험 및 검사에 관한 규정이다. KEPIC-EN의 적용을 받아야 하는 전기기기는 원자력발전소의 안전성 관련 전기 1급 품목을 그 대상으로 한다.

원자력 발전소의 전기기기 중에서 KEPIC-EN의 적용을 받지 않는 것은 전기 비1급 전기기기로서 일반전기 기술기준 「계측 및 제어기기(KEPIC-EM), 전기기기(KEPIC-EE), 전선 및 전로용품(KEPIC-EC)」의 적용을 받아야 한다. KEPIC-EN의 기술요건은 설계, 검증, 설치 그리고

시험 및 검사의 4영역으로 그룹화하였다.

## 4. 미국기술기준과의 관계

KEPIC-EN은 일반요건, 설계, 검증, 설치, 시험 및 검사로 구분된다. 앞서 설명한 대로 국내의 기술자가 미국의 기술기준에 가장 친숙해 있으므로 사용자의 혼선을 최소화하기 위하여 그 내용 및 작성방법은 그대로 따랐으며, 사용에 편리하도록 그룹화하였다. KEPIC-EN의 각 그룹별로 참조된 미국 기술기준은 표 1과 같으며, 세부 기술기준별 인용내력은 5.2.2항에 명시되어 있다.

〈표 1〉

KEPIC - EN	미국 기술기준
ENA: 일반요건	ASME Sec.Ⅲ Div.1 Subsec. NCA, ANS 51.1
ENB : 설계	IEEE 279, 308, 317, 352, 379, 384, 387, 420, 494, 497, 567, 577, 603, 628, 690, 741, 765, 946 ANS 58.6, ISA 67.04
END : 검증	IEEE 323, 334, 344, 381, 382, 383, 420, 535, 572, 600, 627, 628, 649, 650, C37.82, C37.105
ENE : 설치	IEEE 336, 628, 690, ISA S67.01
ENF:시험및검사	IEEE 336, 338, 415, 450, 749, ISA S67.06

## 5. KEPIC-EN의 내용

### 가. 일반요건(KEPIC-ENA)

#### (1) 일반요건의 주요내용

##### □ ENA 1000 일반사항

대체적으로 ASME Code Subsection NCA 1000을 참조하여 작성하였다. 원자력전기 기술기준의 구성체계를 ENA 1300에 명시하였으며, 조직의 정의는 NCA 내용과 달리 아래와 같이 우리의 실정에 맞추었다.



② ENA 1411 발전사업자

정부의 규제기관으로부터 원자력발전사업을 목적으로 건설 및 운전 허가를 취득해야 하는 조직을 말한다. 원전의 설계엔지니어링, 기자재 구매 및 건설관리에 관련되는 조직도 발전사업자의 책임으로 하였다. 발전사업자에 대하여는 별도의 자격기준을 설정하지 않는다.

③ ENA 1412 제작자

KEPIC-EN에 관련된 기기를 제작하거나 공급하는 조직을 말한다. 제작자는 본 기술기준에 따라서 협회의 자격인증을 받아야 한다.

④ ENA 1314 설치자

발전소 건설 현장에서 KEPIC-EN에 준하여 설계, 제작 및 검증된 기기를 계통에 연결하거나 설치작업을 수행하는 조직을 말한다. 설치자는 본 기술기준에 따라서 협회의 자격인증을 받아야 한다.

⑤ ENA 1420 품목

품목은 아래와 같은 개념에서 정의되었다.

부품(Component) = 부분품(Part) + 부분품 + ...

기기(Equipment) = 부품 + 부품 + ...

계통(System) = 기기 + 기기 + ...

시설(Facility) = 계통 + 계통 + ...

따라서 품목이라 함은 기기 이하의 구성요소를 가리키는 용어로서 기기 및 그에 속한 부품을 말한다.

▶ ENA 2000 기기의 등급 분류

① ENA 2100 목적

원자력발전소 전기기기의 안전등급 분류 요건을 규정하며, 원자력발전소의 전력, 계측 및 제어계통(이하 "전기계통"이라 함)과 기기를 분류하는 안전등급의 정의와 분류 원칙을 제시한다.

② ENA 2200 전기기기의 등급분류

원자력발전소의 전기기기는 전기 1급(Class 1E)과 전기 비1급(Non-Class 1E)으로 분류된다. 비상 원자로 정지, 격납용기 격리, 원자로 노심 냉각, 격납용기 열제거, 원자로 열제거 및 주위 환경으로의 심각한 방사능 물질 누출방지 등 안전기능을 수행하는 안전성 관련 기기 중 전기계통 기기는 전기 1급으로 분류된다. 안전성 관련 기능수행과 관계 없는 비안전성 관련 기기 중 전기계통 기기는 전기 비1급으로 분류된다. 그러나 일부 비 안전성관련 기기는 안전기능을 보유하고 있지 않지만 손상될 경우에는 안전성 관련기기의 작동에 해를 미칠 수 있으므로 전기 비1급 기기 또는 회로 중 전기 1급과의 독립성 요건을 만족시키지 못한 기기 또는 회로는 연계회로로 취급하여야 한다.

③ ENA 2300 전기 1급 설계기준

원자력발전소의 안전성관련 계통 및 기기는 정상 운전 및 설계기준 사건발생 기간 중이나 사건 후에도 안전기능을 수행할 수 있도록 전기 1급 계통 및 기기에 관한 단일 고장기준, 품질보증요건, 기기검증, 계통의 건전성, 독립성, 신뢰도 등의 기준을 만족시켜야 한다.

④ ENA 2400 전기 비1급 설계기준

전기1급 회로 또는 연계회로로부터 독립성을 확보하기 위해서 전기 비1급 기기 및 회로는 최소 이격요건에 의해서 전기 1급 및 연계회로와 물리적으로 분리시키거나 격리장치, 차폐, 배선기법 또는 이격거리 등을 이용하여 전기 1급 회로 및 연계회로와 전기적으로 격리시켜야 하며, 그렇지 않을 경우에는 연계회로로 간주하여야 한다.

▶ ENA 3000 책임과 의무

① ENA 3100 일반사항

KEPIC - EN 의 대상이되는 전력, 계통 및 제어계통(이하 "전기계통"이라 함)과 기기를 설계, 제작, 설치하는 모



든 조직은 원자력전기 기술기준의 요건을 준수할 책임을 갖는다.

· KEPIC-EN의 대상 품목을 제작 또는 설치할 수 있는 자격을 취득한 업체는 입증 업체라 칭하며, 제작자와 설치자로 구분된다.

**② ENA 3200 발전사업자의 책임**

發電事業者는 규제기관이 요구하는 원전의 운전과 건설에 관계되는 모든 요건을 만족시켜야 한다. 이 가운데 관련된 기본적인 책임은 다음과 같다.

- 기기의 등급분류
- 기술시방서의 작성
- 품질 기록의 유지

**③ ENA 3300 제작자의 책임**

제작자는 대한전기협회(이하 협회라 한다)로부터 심사를 받고 자격을 취득하여야 한다. 제작자는 소관 업무를 직접 수행하거나 관련절차에 따라서 하청을 줄 수 있다.

**④ ENA 3230 설치자의 책임**

설치자는 협회로부터 심사를 받고 자격을 취득하여야 한다. 품질보증 계획서에는 KEPIC-EN이 요구하는 제반요건을 이행하기 위한 구체적인 방법이 기술되어야 한다.

**⑤ ENA 4000 품질보증**

품질보증은 ASME NQA-1의 기본원칙이 적용되었으며, 인증업체에 대하여 적용한다.

**⑥ ENA 6000 문서**

NCA에는 없는 항목을 별도로 작성하였다.

**⑦ ENA 6100 發電事業者 제공문서**

發電事業者는 기기, 부품 및 계통에 대한 기술시방서를 작성, 제공하고 각 시방서 간의 관계를 적절히 명시해야 한다.

기술 시방서는 KEPIC-EN에 따른 제작에 충분할 정도의 상세자료 및 설계도면을 포함하도록 작성한다.

**⑧ ENA 6200 제작자 문서**

기술시방서의 요건에 따라서 기기를 제작하는 제작자는 KEPIC-EN의 각 요건을 어떻게 만족시키고 있는지를 입증하기 위한 문서를 작성하여야 한다.

**⑨ ENA 8000 인증**

자격 인증이란 KEPIC-EN에 규정된 역무를 수행할 자격과 권한을 갖춘 업체를 문서로서 인정하는 것을 말한다. 자격의 인정시 자격을 부여하는 협회는 인증자격의 범위를 인증서에 명시 해야 하며, 자격의 유효기간은 5년으로 한다.

**(2) 일반요건 인용 내역(표 2 참조)**

일반요건의 내용작성을 위하여 인용한 기술기준은 다음과 같다. 전체적인 방침과 내용은 ASME Sec.Ⅲ, Div 1, Subsec NCA를 주로 인용하였으며, 조직과 인증 업체의 정의 등 일부사항에 대하여는 국내실정에 맞도록 수정하였다.

**나. 기기의 기술기준(KEPIC-ENB~ENF)**

**(1) 기기 기술기준의 내용**

앞에서 기술한 일반요건(ENA)은 ASME Sec.Ⅲ Div 1, Subsec. NCA를 기초로 하여 우리나라의 실정에 맞도록 제정한 반면 기술적 요건인 ENB~ENF는 원자력발전소의 전기 1급에 적용되는 미국의 기술기준을 참조하였으며, 참조한 기술기준의 번호 체계를 그대로 수용하여 번안 하였다.

여기에서 번안이라는 용어를 사용한 이유는 영어를 우리나라 말로 옮기는 것을 원칙으로 하되 우리 실정에 맞지 않는 부분은 우리 실정에 적합하도록 수정 반영하였음을 의미한다. KEPIC-EN의 기술적 요건은 이제까지 원전에 적용되어 온 미국의 기술기준을 사용에 편리하도록 설계, 검증, 설치, 시험 및 검사로 그룹화하였다.



<표 2> 일반요건 인용 내역

분야 : 전기(원자력 전기)

기술기준번호	기술 기준 제목	인 용 기 술 기 준	비 고
ENA 1000	일반사항		
ENA 1100	적용범위	ASME Sec. III, Div 1 NCA 1100	원자력전기 기술기준구성체계 명시 제정 원전관련업체를 정의함. 전기분야의 품목을 정의함
ENA 1200	기술기준의 적용	ASME Sec. III, Div 1 NCA 1140	
ENA 1300	구 성		
ENA 1400	용어의 정의및 요건		
ENA 1410	조 직		
ENA 1420	품목		등급분류의 목적을 명시함.
ENA 2000	전기기기 등급분류	ANSI 51.1, IEEE 379,384,603	
ENA 2100	목적		
ENA 2200	전기기기 등급분류의원칙	IEEE Std 603, 2.	인용 기술기준을 참조하여 제정
ENA 2300	전기 1급 기기설계 기준	IEEE 379, 603.	
ENA 2400	전기 비1급 설계기준	IEEE Std 384, 5.6	
ENA 3000	책임	ASME Sec. III NCA	
ENA 3100	일반사항	ASME Sec. III NCA 3100	
ENA 3200	發電事業者의 책임	ASME Sec. III NCA 3200, 5000	
ENA 3300	제작자의 책임	ASME Sec. III NCA 3500	
ENA 3400	설치자의 책임	ASME Sec. III NCA 3700	
ENA 4000	품질보증	ASME Sec. III NCA 4000	
ENA 4100	일반사항	ASME Sec. III NCA 4100	
ENA 4110	적용범위	ASME Sec. III NCA 4110	
ENA 4120	정의	ASME Sec. III NCA 4120	
ENA 4200	인증업체의 품질보증 계획	ASME Sec. III NCA 4130	
ENA 6000	문서	ASME Sec. III NCA 30000	인용기준을 참조하여 제정
ENA 6100	발전사업자 제공문서	-	발전사업자가 제공하는 문서를 정의함.
ENA 6200	제작자 문서	ASME Sec. III NCA 3550	제작자가 준비하여야 할 문서를 정의함.
ENA 6300	품질보증계획서	ASME Sec. III NCA 3660, 3760	인증업체의 품질보증계획서를 정의함.
ENA 8000	인증	ASME Sec. III NCA 80000	
ENA 8100	자격인증	ASME Sec. III NCA 8100	ENA 내에서 사용된 중요한 영어를 정의함.
ENA 9000	용어정의		

(2) 인용 기술기준 내역

원자력 전기기기의 기술기준 내용 작성을 위하여 인용한 기술기준들은 그룹별로 표 3~6과 같으며, 작성된 기술기준의 내용과 번호체계는 원문과 동일하게 유지하여 번안하였다.

- (가) ENB 설계(표 3 참조)
- (나) END 검증(표 4 참조)
- (다) ENE 설치(표 5 참조)
- (라) ENF 시험 및 검사(표 6 참조)

b. 향후 과제

이번 원전 산업 기술기준 2단계에서 개발된 KEPIC-EN은 미국의 여러 기관에서 제정된 원자력발전소용 전기기술 기준을 번안하여 통합해 놓았으므로 사용에 큰 도움이 될 것으로 판단된다. 그러나, 여러 기관들이 제정한 기술기준을 우리의 법체계와 정서에 완전히 합치하도록 정리 통합하기까지는 도달하지 못하였으므로 추후 사용과정에서 지속적인



〈표 3〉 원자력 전기 설계 인용 내역

분야 : 전기(원자력 전기)

기술기준번호	기술 기준 제목	인용기술기준
ENB 1000	설계 일반 사항	-
ENB 1100	안전 계통 설계	IEEE 603
ENB 1200	전기1급 기기 및 계통 관련 문서 식별 방법	IEEE 494
ENB 2000	전기1급 기기 및 회로 독립성	IEEE 384
ENB 3000	안전 계통 단일 고장 기준	IEEE 379
ENB 4000	신뢰도 분석	-
ENB 4100	안전 계통 신뢰도 분석 일반 지침	IEEE 352
ENB 4200	안전 계통 설계 및 운전 신뢰도 분석 요건	IEEE 577
ENB 5000	전기1급 전력 계통 및 기기 보호	IEEE 741
ENB 6000	설비 및 기기 설계	-
ENB 6100	보호 계통 설계	IEEE 279
ENB 6200	전력 계통 설계	-
ENB 6210	전기1급 전력 계통 설계	IEEE 308
ENB 6220	우선 전력 공급 계통 설계	IEEE 765
ENB 6230	직류 보조 전력 계통 설계	IEEE 946
ENB 6240	예비 전력 공급용 디젤 발전기 유니트	IEEE 387
ENB 6300	계측 제어 계통 설계	-
ENB 6310	제어실 설계	IEEE 567
ENB 6320	원격 정지 제어반 설계	ANS 58.6
ENB 6330	사고 감시용 계측 설비 설계	ANS 4.5, IEEE 497, RG 1.97
ENB 6340	전기1급 제어반, 패널 및 랙 설계	IEEE 420
ENB 6350	안전성관련 계측 기기 설정치	ISA
ENB 6400	전선 및 전노로용품 설계	S67.04
ENB 6410	전기1급 케이블 계통 설계	-
ENB 6420	전기1급 전선로 계통 설계	IEEE 690
ENB 6430	격납용기 구조물 전기 관통부 집합체 설계	IEEE 628, IEEE 317

〈표 5〉 원자력 전기 설치 인용 내역

분야 : 전기(원자력 전기)

기술기준번호	기술 기준 제목	인용기술기준
ENE - 1000	설치 일반 사항	-
ENE - 1100	전력, 계측 및 제어 기기 설치 요건	IEEE 336
ENE - 2000	설비 및 기기 설치	-
ENE - 2100	전기1급 케이블 계통설치	IEEE 690
ENE - 2200	전기1급 전선로 계통 설치	IEEE 628
ENE - 2300	안전성 관련 신호 전송기 및 변환기 설치	ISA S67.01

보완과 개정이 필요할 것이다.

또한 이번에 개발된 기술기준은 활용도 우선의 항목들이므로 나머지 미개발된 항목들의 추가 제정과 기제정된 항목에 대

〈표 4〉 원자력 전기 검증 인용 내역

분야 : 전기(원자력 전기)

기술기준번호	기술 기준 제목	인용기술기준
END 1000	검증 일반 사항	-
END 1100	전기1급 기기 검증	IEEE 323
END 1200	안전 계통 기기 검증 시험 수행 조직	IEEE 600
END 2000	전기1급 기기 내진 검증	IEEE 344
END 3000	설비 및 기기 검증	-
END 3100	안전 계통 기기 설계 검증	IEEE 627
END 3200	스위치기어 및 제어반 검증	-
END 3210	전기1급 스위치기어 검증	-
END 3211	전기1급 스위치기어 집합체 검증	ANSI C37.82
END 3212	전기1급 급속 외장형 전력용 스위치기어 내진 검증	IEEE C37.81
END 3220	전기1급 전동기 제어반 검증	IEEE 649
END 3230	전기1급 제어반, 패넬 및 랙 검증	IEEE 420
END 3300	연속 사용 전기1급 전동기 형식 시험	IEEE 334
END 3400	전기1급 보호 계전기 및 보조 기기 검증	IEEE C37.015
END 3500	전기1급 납 축전지 검증	IEEE 535
END 3600	전기1급 정지형 축전지용 충전기 및 인버터 검증	IEEE 650
END 3700	안전성 관련 동력 구동 밸브 작동기 검증	IEEE 382
END 3800	전선 및 전로용품 검증	-
END 3810	전기1급 케이블 및 접속부 형식 시험	IEEE 383
END 3820	전기1급 전선로 계통 검증	IEEE 628
END 3830	전기1급 접속 집합체 검증	IEEE 572
END 3900	전기1급 모듈 형식 시험	IEEE 381

〈표 6〉 원자력 전기 시험 및 검사 인용 내역

분야 : 전기(원자력 전기)

기술기준번호	기술 기준 제목	인용기술기준
ENF 1000	시험 및 검사 일반사항	-
ENF 1100	전력, 계측 및 제어기기 시험 및 검사 요건	IEEE 336
ENF 2000	전기1급 전력 계통 가동전 시험 계획 작성 지침	IEEE 415
ENF 3000	설비 및 기기 시험	-
ENF 3100	안전 계통 주기 시험	IEEE 338
ENF 3200	안전성관련 계기 채널 응답 시간 시험	ISA S67.06
ENF 3300	예비 전력 공급용 디젤 발전기 유니트 주기 시험	IEEE 749
ENF 3400	대용량 납 축전지 보수, 시험 및 교체	IEEE 450

한 지속적인 유지관리가 기술기준의 정착에 필수 불가결하므로 관련 학계, 산업계, 및 연구소의 많은 관심과 참여가 요청된다.