

KEPIC 가이드

전기기기(EE)

신상윤

대한전기협회 전력기준처 기준개발실 팀장

1. 제 · 개정 배경

전기기기 기술기준(KEPIC-EE)은 원자력 및 화력 발전소에 사용되는 회전기기, 변압기, 스위치기어 및 분전반, 계전기, 축전지, 충전기, 무정전 전원장치 등에 대한 재료, 설계, 제작, 설치, 시험 및 검사에 관한 요건을 범위로 하고 있다.

전기기기 일반요건(KEPIC-EEA)은 이러한 전기기기 기술기준의 적용에 있어 품목과 관련 역무(Service)의 신뢰성 확보에 필요한 조직의 구성, 책임 사항, 품질보증 요건 및 품질시스템 인증 등을 규정하는 것으로, 다양하게 적용하였던 외국 기술기준상의 제도적 사항을 정비하고 국제동향 및 국내실정을 감안한 전력산업 분야의 제도를 정립하기 위하여 제정된 것이다.

전기기기 기술적 요건(KEPIC-EEB, EEC, EED, EEF, EEG, EEH, EEI, EEJ, EEK, EEL)은 1995년판에서 내용상 불충분한 점과 현장 적용상의 도출된 문제점을 해소하기 위하여 개정 보완하였으며 그 동안 외국기준이 개정되었거나 국내 기술기준이 제정되어 있

지 않은 부분에 대하여 개정 및 정립의 필요성이 대두되어 제정하게 되었다.

2. 구성체계 및 참조기술기준과의 관계

전기기기 기술기준은 제도적 요건인 일반요건과 원자력 및 화력 발전소에 사용되는 회전기기, 변압기, 보호기기, 스위치기어 및 배전반, 계전기 및 축전지 등에 대한 재료, 설계, 제작, 설치, 시험 및 검사에 관한 기술적 요건으로 구성된다

전기기기 기술기준의 구성 및 각 그룹별로 참조된 외국기술기준은 표 1과 같다

3. 기술기준 주요내용

가. 전기기기 일반요건(EEA)

▶ EEA 1000 일반사항

전기기기 기술기준의 적용범위 및 구성을 규정하고,

〈표 1〉 KEPIC-EE의 구성 및 대응 외국 기술기준

분 류 기 호	제 목	내 용	대응 외국기준
EEA(일반요건)	일반요건	• 조직 구분과 품질시스템 요건, 인증	• ASTM Sec III NCA
EEB(회전기기)	1000 회전기기 일반사항	• 회전기 일반	• NEMA MG 1
	2000 유도기	• 중·소·대형 유도전동기 일반, 시험	• NEMA MG 1, IEEE 112
EEC(변압기)	1000 변압기 일반사항	• 변압기 일반	• ANSI C57.12.70
	2000 유입 변압기	• 일반사항 및 시험	• IEEE C57.12.00, C57.12.90
	3000 건식 변압기	• 일반사항 및 시험	• IEEE C57.12.01, C57.12.91
EED(보호기기)	1000 차단기	• 고압차단기, 저압차단기, 배선용차단기	• ANSI C37.06, C37.16, NEMA AB-1
	2000 중성점 접지장치	• 중성점 접지장치	• IEEE 32
EEE(스위치기어 및 배전반)	1000 전동기 제어반	• 전동기 제어반	• UL 845
	2000 저압 스위치기어	• 저압 스위치기어	• IEEE C37.20.1
	3000 고압 스위치기어	• 고압 스위치기어	• IEEE C37.20.2
	4000 분전반	• 분전반	• NEMA PB 1
	5000 금속외함 모선	• 금속외함 모선	• ANSI/IEEE C37.23
EEF(계전기)	1000 전력용 보호계전기	• 전력용 보호계전기	• ANSI/IEEE C37.90
	2000 계전기 서지내력 시험	• 계전기 서지내력 시험	• ANSI/IEEE C37.90.1
EEG(축전지)	1000 납축전지	• 납축전지 일반, 용량계산 및 설치	• IEEE 450, 484, 485
EEH(충전기)	1000 충전기	• 충전기	• NEMA PE-5
EET(장해전압측정)	1000 장해전압 측정	• 고전압 기기의 장해전압(RIV) 측정	• NEMA 107
EEJ(열선보온설비)	1000 열선보온설비	• 전기열선보온설비	• IEEE 622
EEK(전식방지설비)	1000 전식방지설비	• 음극방식설비, 외부전원식	• NACE RP0169, NACE RP0572
EEL(무정전전원장치)	1000 교류무정전 전원장치	• 교류 무정전전원장치	• IEEE 944

기준의 적용 주체인 조직의 구분과 정의, 요건의 일관된 전개와 적용을 위한 품목의 구분과 정의를 명시하고 있다.

▶ EEA 3000 책임과 의무

전기기기 기술기준의 적용 주체인 발전사업자, 제작자 및 설치자의 계약관계상의 역할을 고려하여 각 조직이 기술기준을 적용하는데 있어 준수하여야 할 최소한의 책임과 의무를 규정하고 있다.

▶ EEA 4000 품질보증

전기기기 기술기준은 비안전성 관련 품목을 대상으로

하고 있으므로 제도요건의 기본인 품질보증요건은 원자력 안전성관련 분야와는 달리 일반 산업계에서 일반화되어 있는 ISO 9000 품질 시스템의 품질보증 요건을 전기기기의 재료, 설계, 제작, 설치, 시험 및 검사 등에 관한 품질보증 요건으로 채택하고 있다. 품질보증 요건에서는 전기기기 기술기준에 따라 수행하는 제반 업무의 품질을 확보하기 위한 품질보증계획의 수립, 관리 및 이행에 관한 요건을 규정하고 있다.

▶ EEA 6000 문서

전기기기 기술기준을 적용하는 계약관계에 있어 발전

기술기준

〈표 2〉 전기기기 일반요건의 구성 및 대응 외국기준

기술기준번호	기술기준 항목	참 조 기 술 기 준
EEA 1000	일반사항	ASME B & PV Code Sec. III NCA
EEA 3000	책임과 의무	ASME B & PV Code Sec. III NCA RRC-EV Section I, Volume AE ISO 9000(KS A 9000)
EEA 4000	품질보증	ASME B & PV Code Sec. III NCA RRC-EV Section I, Volume AE ISO 9000(KS A 9000)
EEA 6000	문서	ASME B & PV Code Sec. III NCA RRC-EV Section I, Volume AE
EEA 8000	품질시스템 인증	ASME B & PV Code Sec. III NCA
EEA 9000	용어	ASME B & PV Code Sec. III NCA

사업자, 제작자 및 설치자가 기술기준의 요건을 이행하기 위해 필요로 하고 요구되는 설계, 제작, 설치, 시험 및 검사, 품질보증과 관련된 각종 문서의 종류와 문서의 요건을 규정하고 있다.

▶ EEA 8000 품질시스템 인증

제작자 또는 설치자는 ISO 9000(KS A 9000) 시리즈의 품질보증 요건에 적합한 품질시스템을 수립하여 인증기관으로부터 인증을 받도록 규정하고 있다.

▶ EEA 9000 용어

전기기기 일반요건의 기술기준 요건 이해와 적용의 일관성을 도모하기 위한 필수적인 용어에 대한 정의를 기술하고 있다.

전기기기 일반요건의 구성과 참조 기술기준은 표 2와 같다.

나. 회전기기 기술기준(EEB)

▶ EEB 1000 회전기 일반사항

기기 출력은 지금까지 발전소에 적용해 온 관행대로

Hp(마력)로 표시한다.

▶ EEB 2110 중소형 유도전동기

○ 적용범위

B, F종 절연의 발전소용 단상 및 3상 유도전동기 중 동기속도 3600rpm 기준, 출력 500Hp 이하의 전동기를 적용범위로 함.

○ 정격전압

단상의 경우 115V, 3상의 경우 460V를 채택하여 원자력 및 화력 발전소에 적용 가능토록 함.

▶ EEB 2120 대형 유도전동기

NEMA MG 1, Part 20의 기술기준 내용을 참조하여 제정

▶ EEB 2200 유도전동기 시험

IEEE 112의 기술기준 내용을 최대한 참조하여 제정하였으며, 전동기의 특성과 성능을 결정하는데 사용한다.

다. 변압기 기술기준(EEC)

▶ EEC 1000 변압기 일반사항

각종의 변압기에 공통적으로 적용되는 요건을 규정한 것으로서 전력계통에 사용되는 유입 및 건식변압기에 적용한다.

▶ EEC 2100 유입변압기 일반사항

소용량 및 특수용 변압기를 제외한 3상 및 단상 60Hz의 배전 및 전력용 유입변압기(단권변압기 포함)를 적용 범위로 함.

▶ EEC 2200 유입변압기 시험

유입변압기의 형식시험, 일상시험 및 특수시험에 대

한 기준이며 유입변압기의 특성과 성능을 결정하는데 사용한다.

▶ EEC 3100 건식변압기 일반사항

권선 최고전압 601V 이상이고 통풍형, 비통풍형, 밀폐형 단상 및 3상 건식 배전 및 전력용 변압기 또는 단권변압기의 성능, 호환성 및 안전요건을 결정하는 데 적용한다.

▶ EEC 3200 건식변압기 시험

건식변압기에 대한 형식시험, 일상시험 및 특별시험에 대한 방법을 규정하며 건식변압기의 운전, 안전 및 시험에 대한 기본적 지침으로 사용한다.

라. 보호기기 기술기준(EED)

▶ EED 1100, EED 1200 고압 차단기 및 저압 차단기

- (1) 적용범위를 원전 소내용으로 제한하여 규정
- (2) ANSI 기준은 차단기의 정격, 시험방법, 적용지침 및 기타 관련 기준이 각각 별개의 기준으로 되어 있으나, 이용상의 편의를 위하여 하나의 기술기준에 통합하여 기술
- (3) 주위온도가 ANSI에는 옥내와 옥외 구별없이 -30~40°C로 되어 있으나, 국내 환경을 고려하여 최저온도를 -25°C로 하였고, 옥내용 -5~40°C, 옥외용 -25°C로 분류하여 제정
- (4) 제어회로 및 2차회로 상용주파 내전압시험 제어회로의 시험전압이 ANSI에는 1500V로 되어 있으나, 실제로 2000V를 적용하고 있다는 산업계 의견을 반영하여 2000V로 함
- (5) 단시간전류 시험에 대한 시험책무 12의 상수가 ANSI에는 단상으로 되어 있으나, 3상으로 시험

하는 것이 기계적·열적 성능을 확인하는 데 효과적이므로 3상으로 함

▶ EED 1300 배선용차단기

NEMA AB 1에 준하여 제작성하였다.

▶ EED 2000 중성점 접지장치

주요 개정 내용은 다음과 같다.

○ 참조기준 변경

— 절연유의 참조기준을 ANSI C59. 2에서 KS C 2301로 변경

— 부상에 대한 참조기준을 IEEE std 21-1964 및 ANSI C76.1-1970에서 IEEE C57.19.00 및 IEEE C57.19.01로 변경

○ 600V를 초과할 경우 상용주파 내전압을 $ET = 2.25E + 1000$ 을 IEEE 23, 10.3.2에 따라 $ET = 2.25E + 2000$ 로 수정

마. 스위치기어 및 배전반 기술기준(EEE)

▶ EEE 1000 전동기 제어반

- 원자력 및 화력 발전소 내에 설치되는 전동기 제어반에 대하여 적용한다
- 교류 600V 이하이고 단락전류 용량이 실효 대칭값으로 200kA 이하인 계통에 사용되는 전동기 제어반에 적용함

▶ EEE 2000 저압 스위치기어

저압 차단기 및 기타 부속장치(계측, 제어 및 보호장치 등)를 내장한 금속외함의 저압스위치 기어에 적용하며 통신용 및 선박용 저압 스위치기어 및 분전반에는 적용하지 않는다.

교류 저압 스위치기어는 교류 1000V 이하에, 직류용

은 직류 3200V 이하에 적용한다.

▶ EEE 3000 고압 스위치기어

전력차단기, 기타 차단장치, 개폐기, 제어장치, 계장 및 계측장치, 보호 및 조정장치 그리고 이와 관련한 장치 등을 내장한 정격전압이 1000V를 초과하는 폐쇄 스위치기어에 적용한다.

가스절연 변전장치(Gas Insulated Substation Equipment)에 대해서는 적용하지 않는다.

▶ EEE 4000 분전반

주파수 60Hz 공칭전압 교류 600V 이하 또는 직류 250V 이하의 전로 중 주회로 전류 1600A 이하, 분기 회로 전류 1200A 이하의 금속제 분전반에 대하여 적용한다.

▶ EEE 5000 금속외함 모선

조립식 금속외함 모선과 이와 관련한 접속, 외함 및 지지 방식 등에 대하여 적용한다. 개폐기, 단로기가 모선의 일부로서 포함될 경우에는 이 기술기준과 일치하여야 한다.

이 기준은 기본적으로 개방형이 아닌 폐쇄형 조립 도체의 성능 특성에 관한 것으로 금속외함 분할 조립식 모선으로 구성된 600V 미만의 급전 버스덕트(옥내외용) 및 삽입식 버스덕트(옥내용에 한함)는 적용 대상이 아니며 38kV를 초과하는 전압에 사용하는 금속외함 조립식 모선도 적용되지 않는다.

바. 계전기 기술기준(EEE)

▶ EEF 1000 전력용 보호계전기

원자력 및 화력 발전소내 전력기기의 보호와 제어에 사용되는 계전기 및 계전기 시스템에 적용하며 계전기

와 계전기 시스템의 표준 사용조건, 정격, 요구되는 특성 및 시험조건 등을 규정한다.

▶ EEF 2000 계전기 서지 내력시험

정지형 계전기 및 디지털 계전기에 대한 형식시험에 적용하며 보호계전기 또는 보호시스템이 아닌 다른 설비에 대해서도 서지 내력시험이 요구될 경우에 이 기술기준을 적용할 수 있다.

사. 축전지 기술기준(EEG)

▶ EEG 1000 납축전지

발전소 내의 제어전원(125V)용 및 전력공급(250V)용 고정형 납축전지로 적용범위를 규정하였고, 축전지에 관한 용어는 KS C 8505, JIS C 8704, IEEE 450 등에서 인용하여 수록하였다.

축전지의 용량 시험은 IEEE 450의 요건을, 가속 수명 시험은 IEEE 535의 요건을 채택하여 이 기술기준의 발전소 적용이 가능하도록 하였다.

▶ EEG 1100 납축전지 용량계산 및 설치

전 부동운전(full float operation)용 고정형 납축전지(stationary battery)의 설치 기준 및 용량 산정에 적용하며, 축전지에 관한 용어는 IEEE 484, IEEE 485 등에서 인용하여 수록하였다.

축전지 설치 항목은 발·변전소용 축전지 설치시의 안전 예방 조치에 관한 제반사항, 축전지 설치 설계시에 포함되는 고려사항, 인수·저장·조립 및 초기 충전시 등의 설치사항, 기록사항들을 규정한다.

축전지의 용량계산 항목은 부하의 정의, 셀의 선정, 용량을 결정하는 기본요소인 최대계통전압, 최소계통전압, 보정계수(correction factor) 및 사용 주기 및 셀

전압/시간 특성계산 등을 규정한다.

아. 충전기 기술기준(EEH)

▶ EEH 1000 충전기

출력전압에 있어서 NEMA PE-5에서는 공칭 출력 전압이 120V 또는 130V(셀수 60개), 240 또는 260V(셀수 120개)로 되어 있지만, 현재 원자력 발전소의 표준인 공칭 출력전압 125V(셀수 58), 250V(셀수 116개)를 표준으로 하였다.

자. 고전압 기기의 라디오주파수 장애전압 측정 기술기준(EEI)

▶ EEI 1000 고전압 기기의 라디오주파수 장애전압 측정

적용 대상은 600V 이상의 고전압 전력기기로서 IEC 및 KS처럼 특정 기기를 규정하지 않았고, 주파수 범위는 15kHz~30MHz로서 IEC 60437의 500kHz~2MHz 및 KS C 0262의 10kHz~3000GHz에 비해 중간 정도이다.

시험조건 사항은 IEC 60437에는 규정되어 있지 않으며, KS C 0262에는 잡음 전계강도 및 온도만 규정되어 있으나, 주 참조기준인 NEMA 107에 따라 다음과 같이 상세히 규정하였다.

- 시험 지역 : 시료 주위의 전계가 왜곡되지 않는 곳
- 주변 RIV : 제한값보다 6dB 이상 낮아야 함
- 보정 정밀도 : 시험전에 시료, 무선 잡음계에 충분한 시간 동안 시험 조건을 인가함
- 주어진 시험시간과 장소에 대해 주어진 대기 조건에서 수행
- 온도 : 10°C (50°F) ~ 40°C (104°F)

차. 전기열선 보온설비 기술기준(EEJ)

▶ EEJ 1000 전기열선 보호설비

IEEE 622A에서는 발전소 배관계통에 적용되는 열선 보온설비 계통의 선정, 설계 및 설치에 관한 내용이 제시되었으며, IEEE 622B에서는 열선 보온설비 계통의 자재 및 제어 패널에 대한 시험절차 및 설치후 유지보수를 위한 고장 점검 지침을 언급하고 있다. IEEE 622A, 622B 외의 다른 비교 기술기준이 없으므로 IEEE 622A와 622B를 조합하여 재구성하였으며 항목별 해설은 다음과 같다.

○ 제어계통의 선정

열선 보온설비 계통에 적용 가능한 제어형식(기계식 및 전자식)을 적절하게 선택하기 위한 특성, 기능 및 적용 대상, 외부 환경에 대한 기능의 적정성 및 전체 계통과의 호환성을 규정

○ 감시 및 경보계통의 선정

공정의 중요도에 따른 계통의 복잡성 및 신뢰도 증대를 위한 계통의 간략화에 의한 선정을 규정

○ 제어, 감시 및 경보계통의 설계

가열되어야 할 배관이나 설비에 요구되는 사전에 설정된 온도(또는 요구 온도)와 실제 온도를 비교하여 전기히터에 전원을 인가하거나 혹은 차단하기 위한 열선 보온에 대한 제어계통과, 전기 가열 보온 배관계통의 상태에 대한 정보를 제공하기 위한 감시 및 경보계통을 규정하였으며, 현장 및 집중제어 및 경보, 다중화 적용 및 장착기법 등으로 구성

○ 제어기 및 경보장치에 대한 공장 교정 및 시험

열선 보온 배관계통에 적용되는 모든 온도 제어기 및 경보장치는 계통에 사용되기 전에 교정하기 위

한 교정방법을 규정

- 제어 및 경보장치에 대한 발전소에서의 인수시험 전기적 및 외관의 인수시험을 규정
- 제어 및 경보장치의 설치 최종 승인된 설치 도면에 준해 설치, 장착, 연결되는 설치법 및 도면 등을 규정
- 시험, 시운전 및 보수 열선 보온 배관설비의 제어 및 경보계통이 그들의 설계 기능을 제대로 수행하기 위한 시험, 시운전 및 보수 계획 등을 규정
- 열선 보온설비 계통의 시험에 관한 기본 개념, 절차 및 적정 시험 시기 열선 보온설비 계통의 설계, 구매, 설치 및 기동 과정에서 발생하는 자재인수 시험, 단열재 시공전 시험, 성능시험, 정기시험 및 감시 기법을 규정
- 전기적 특성 시험 직/병렬 저항 히터케이블 시험, 기계식/전자식 온도 제어기 시험, 제어/감시/경보 패널시험 등을 규정

카. 전식 방지설비 기술기준(EEK)

▶ EEK 1000 음극방식설비

이 기술기준은 지중 매설 또는 수중에 설치되는 강철, 주철, 연철, 구리 및 알루미늄 배관계통의 외부부식방지에 관한 실무 지침이며, 신규 배관계통, 기존 피복 배관계통, 기존 나배관(裸配管) 계통의 부식방지에 대한 최소 요건을 규정한다.

배관시스템의 설계, 음극방식의 기준/시스템 설계/시스템 설치, 외부부식 제어, 운전 및 유지보수 등을 규정

하고 있다.

NACE STD RP-01-69(Control of External Corrosion on Underground or Submerged Metallic Piping Systems)를 주 참조기준으로 제정

▶ EEK 1100 외부전원식 음극방식설비

지중 또는 수중 금속구조물의 음극방식에 필요한 방식 전류를 유출시키는 외부전원식 음극방식설비의 설계, 설치, 운영 및 유지보수를 위한 기법을 규정하였다.

NACE STD RP-05-72(Design, Installation, Operation, and Maintenance of Impressed Current Deep Groundbeds)을 주 참조기준으로 제정하였다.

타. 교류 무정전 전원장치 기술기준(EEL)

▶ EEL 1000 교류 무정전 전원장치

반도체식 교류 대 교류 변환장치(정지형)에 대한 적용 및 성능요건을 규정하고 있으며, IEC 60xxx의 전환스위치 시험에서는 단지, IEC 60xxx를 따르도록 규정되어 있으나, 이 기술기준에서는 사용자의 편의를 위해, IEC 146의 내용을 참고하여 상세 시험 내용(절연 시험, 온도상승 시험, 단락내력 시험 등)을 규정하였다.

시험 절차는 실험실 및 공장, RIV, RIV의 현장 측정으로 구분하여 각각에 대하여 그림을 포함하여 기술하였다.

시험 결과는 IEC 60xxx 및 KS C 0262에서는 규정 사항이 없으나 NEMA 107에 따라 회로의 RIV 계수(P)는 1MHz의 주파수 중간대역에서 0.25 이상, 30kHz~5MHz에서 0.2 이상으로 규정하고 있다.