

전력산업기술기준

# KEPIC 가이드

## 터빈/발전기 기술기준(KEPIC-MTG)

정 무 영

대한전기협회 전력기준처 기준개발실

### 1. 제정 배경

우리 나라는 지금까지 수십기의 발전소를 건설, 설계, 운전해오면서 원자력 안전성 관련설비뿐 아니라 원자력 비안전성 및 화력설비에 있어서도 대부분 미국, 프랑스, 독일 등 기술도입국의 기술기준을 적용하여 왔으며, 발전 산업관련 법규상의 기술기준이나 산업규격에 있어서도 기술발전에 따른 제·개정 관리가 미흡하고 기술적, 제도적 관련 요건이 조화되어 있지 못한 상태였기 때문에 적용에 많은 문제점이 있었다.

터빈/발전기의 경우 표준화되고 대량생산되는 제품이 라기보다는 구매자의 사용조건에 의해 제작되는 주문제작품이기 때문에 적용기준이 제한적이며, 각 제작사마다 고유의 기준을 사용하고 있고, 프랑스와 일본 정도가 국가기준으로서 관리되고 있는 실정이다.

이에 정부의 기술자립정책과 산업계의 필요에 의해 전력산업기술기준(KEPIC)을 개발하게 되었고 그 일환으

로 본 터빈/발전기 기술기준(KEPIC-MTG)도 개발하게 되었다.

KEPIC-MTG의 개발목적은 우리 실정에 맞는 기술기준을 보유하고, 관련 산업계의 기술자립을 촉진하며, 새로운 무역환경에 대비하도록 하는 것이다. 또한, 본 기술기준에는 기술적 요건뿐만 아니라 제도적 요건도 포함함으로써 안전성과 신뢰성을 확보하도록 하였다.

### 2. 제정 방향

터빈/발전기는 고온·고압 및 고속회전되는 기기로서 극히 안전하게 운전되어야 하는 정밀성에 따라 각 제작사들이 자체의 오래된 경험에 의거 오랜 기간 축적된 기술에 의해 고유의 기술기준을 개발하여 적용하여 왔다.

그러나, 프랑스에서는 AFCEC(프랑스 증기 및 동력 변환계통의 기기 생산 및 검사규정협회)에서 1980년대 중반 터빈/발전기에 대한 제작사 고유의 설계기술은 제

외하고, 공통적으로 적용할 수 있는 재료, 제작 및 검사에 대하여 기술기준을 제정하여 적용하여 왔으며 일본에서도 발전용 증기터빈에 대하여 터빈본체 및 계통설비에 대한 기본적인 요구조건에 대하여 기준을 제정하여 적용하고 있다.

KEPIC-MTG의 개발은 터빈/발전기의 특성상 세계적으로 공통 적용할 만한 기술기준이 없고 특정기준을 참고로 하였을 때 최적의 것이라 판단하기에는 어려움이 있으나, 프랑스 AFCEC에서 제정한 RRC-TA가 울진원자력 1, 2호기에 적용된 사례도 있고 대표적으로 무리 없이 적용할 수 있으므로 본 기술기준의 참조기준으로 사용하였으며, 현 우리 나라의 실정에 적용키 어려운 부분(AFNOR의 압력용기 적용부분 등)을 제외하고는 가능한 한 프랑스의 RRD-T/A를 모델로 다음과 같은 원칙하에 작성하였다.

- 적용범위는 원자력뿐만 아니라 화력발전에도 적용할 수 있도록 한다.
- 구성이나 기술요건의 내용상의 깊이는 RRD-T/A의 수준을 유지한다.
- 재료를 비롯한 다른 요건은 국내산업여건에 적합하도록 적절히 조화시킨다.
- KEPIC의 작성원칙의 범위내에서 다른 기술기준과 상호 연계가 되도록 한다.
- 원자력분야와 화력분야로 구분할 필요가 있는 것은 분리한다.

KEPIC-MTG의 구성체계, 용어, 제도, 기타 일반사항은 기발행된 KEPIC의 타분야와 유사하게 하여 KEPIC의 일관성을 유지하도록 하였다.

### 3. 적용범위

본 기술기준은 화력 및 원자력용 증기터빈/발전기에

공통적용되도록 작성되었으며, 원자력, 화력의 구분이 필요한 부분만 별도 기술하였다.

수력터빈 및 가스터빈은 그 제작형태나 기준이 증기터빈과는 연관성이 적고 적용할 수 있는 공통부분이 거의 없다. 따라서 별도의 기술기준이 필요하므로 여기서는 제외한다.

## 4. 참조 기술기준

RRC-TA 중 AFNOR(용접 규격)를 인용하고 있어서 적용이 어려운 부분을 제외하고는 대부분 RRC-TA를 참조하였으며, 진동부분은 RRC-TA에는 포함되어 있지 않으므로 ISO를 참조하였다.

〈RRC-TA의 구성 및 MTG에의 적용〉

Section	제 목	MTG 적용여부
I	General Rule	포함하였으나 전체적으로 MGA의 체계로 구성
II	Materials	포함(구성체계 통폐합)
III	Examination method	포함(ANFOR 규격은 ASTM 규격으로 바꿈 Vibration 부분은 ISO 참조)
IV	Welding	포함
V	Fabrication	적용이 어려운 AFNOR를 인용하고 있으므로 제작사 적용기준을 참조

## 5. 일반사항

### 가. 구성체계

전력산업기술기준 구성체계에 따라 기술기준 목록의 "M"에 분류하여 분류기호는 MTG로 하고 MTG의 구성은 다른 KEPIC과 일관성을 유지하기 위하여 일반기계기술기준 MG와 동일한 번호체계를 따랐다.

- MTG 1000 일반요건
- MTG 2000 재 료
- MTG 4000 제작 및 설치

기술기준

MTG 5000 시험 및 검사  
부록 A1000 설계 일반요건

나. 사용단위

사용단위는 SI 단위를 기본으로 하였으며, 사용자 편의를 위하여 일부 ft-lb 및 MKS 단위를 병기하였다.

다. 용어

용어는 법정용어, KS 용어, 기계학회용어를 적용하였으며, 전력기준 용어집에 등재된 것은 일관성을 유지하기 위하여 우선적으로 사용하였다. 이해를 돕고 오해를 방지하기 위하여 필요시 원어를 병기하였다.

6. KEPIC-MTG의 내용

가. MTG 1000 : 일반요건

MTG 1000은 MTG 전체에 대한 일반사항을 규정하는 것으로 MTG 1200까지의 내용은 RRC-TA Section I CG1000, CG4000을 참조하여 일반기계 기술기준 일반요건(KEPIC-MGA)과의 일관성 및 우리 실정에 맞게

편집하였으며 MTG 1300부터의 내용은 KEPIC의 적용, 책임, 품질 등의 제도관련사항으로 KEPIC 전체적으로 일관성을 유지하기 위하여 일반기계 기술기준의 일반요건(KEPIC-MGA)의 원칙을 준용하였다.

(1) 제도사항의 제정방향

제도관련항목	제정방향	비고
기술기준 관리 및 운영	• 전기협회를 주체로 함	
품질보증 요건	• KSA 9000(ISO 9000) 품질시스템 규격을 준용	
공급자 품질시스템 인증제도	• 제3자의 객관적 평가 및 인증제도 채택	
공인검사의 적용	• 공급자, 하청공급자 등의 공인검사 적용범위 명시	
공인검사기관 및 공인검사원 자격 인정	• 협회가 공인검사기관을 심사하여 자격인정 • 공인검사원의 자격 인정을 위한 교육, 시험, 자격증 발급 등 제반사항을 협회가 주관	KEPIC-QAI 참조
용접사 자격 인정	• 용접인정 기술기준(KEPIC-MQW)에 따라 제작자가 자체프로그램을 수립하여 용접사 자격 인정 실시	KEPIC-MQW 3000 참조
비파괴 검사원 자격 인정	• 비파괴검사원 자격인정기준(KEPIC-MEN)에 따라 협회에서 자격관리를 주관	

(2) MTG 1000 항목별 해석

〈MTG 1000 항목별 참조 기술기준〉

기술기준 번호	기술기준 제목	참조 기술기준
MTG 1000	일반요건	
MTG 1100	일반사항	
MTG 1110~ MTG 1145	적용범위 설치	RRC-TA SEC.I CG 1100, CG 1200 및 CG 2000
MTG 1200	적용기기	RRC-TA SEC.I CG 4000 및 한국중공업(이하 한중) 규격
MTG 1300	책임과 의무	KEPIC-MGA 3000
MTG 1400	품질보증	KEPIC-MGA 4000 및 KSA 9000
MTG 1500	공인검사	KEPIC-MGA 5000 및 KEPIC-QAI
MTG 1600	적용문서	RRC-TA SEC.I CG 3000
MTG 1800	품질시스템 인증, 명판 및 표시	KEPIC-MGA 8000
MTG 1900	품질관련 용어	KEPIC-MGA 9000 및 RRC-TA SEC.I CG 5000

### 나. MTG 2000 : 재료

터빈/발전기에 사용되는 중요 재료는 상용규격의 재료를 사용하지 않고 제작자가 정하는 설계특성에 따라 제품의 성능을 만족하기 위해서 제작자 고유의 재료규격을 적용하고 있는 실정이다. 따라서 본 KEPIC-MTG의 재료도 상용재료 규격을 언급하여서는 터빈/발전기에 소요되는 재료 규격을 충족시킬 수 없으므로 터빈/발전기의 구성품 및 부품에 적용되는 재료를 제작 또는 구매하기 위한 조건을 기술한 기술시방서의 성격으로 RRC-TA

를 참조하여 한중에서 적용하고 있는 재료규격(GE사의 적용규격)을 원용하여 규격을 제정하였다. 여기에 명시하지 않은 재료들은 일반 상용규격의 재료를 사용하도록 명시하였으며 MTG 2100은 일반조항, MTG 2200은 터빈재료, MTG 2300은 발전기 재료에 대하여 기술하였다. 또한 주 참조기준인 RRC-TA는 프랑스 재료규격인 AFNOR (NF)를 인용하고 있으므로 이 AFNOR는 적용하기에 우리 실정에 맞지 않으므로 이에 상응하거나 또는 실질적인 ASME 또는 ASTM 등의 규격으로 바꾸어 실용성을 높였다.

〈MTG 2000 항목별 참조 기술기준〉

기술기준 번호	기술기준 제목	참조 기술기준
MTG 2000	재료	RRC-TA SEC.II 및 한중 재료규격
MTG 2100	일반-터빈/발전기재료	
MTG 2110	일반조항	RRC-TA SEC.II CMTA 100
MTG 2111	전체구성 및 MTG 2000의 사용	RRC-TA SEC.II CMTA 110
MTG 2112	적용범위	RRC-TA SEC.II CMTA 111
MTG 2113	기술시방서	RRC-TA SEC.II CMTA 112
MTG 2114	국제규격과의 관계	추가
MTG 2120	일반조건	
MTG 2121	개요	RRC-TA SEC.II CMTA 310
MTG 2122	압연 또는 단조 봉강	RRC-TA SEC.II CMTA 320
MTG 2123	판재	RRC-TA SEC.II CMTA 330
MTG 2124	강관(유보)	RRC-TA SEC.II CMTA 350
MTG 2125	단조품	
MTG 2126	주조품	RRC-TA SEC.II CMTA 360
MTG 2127	단조비 검사	RRC-TA SEC.II CMTA 380
MTG 2128	잔류성분	RRC-TA SEC.II CMTA 130
MTG 2129	크리프 영역내에서 강재작업	RRC-TA SEC.II CMTA 190
MTG 2200	터빈재료	RRC-TA SEC.II Part 1 및 한중규격
MTG 2210	단조강	RRC-TA SEC.II CMT 1000
MTG 2211	로터 및 커플링	RRC-TA SEC.II CMT 1200
MTG 2212	블레이드	RRC-TA SEC.II CMT 1300
MTG 2213	유압밸브	RRC-TA SEC.II CMT 1500
MTG 2214	기타	RRC-TA SEC.II CMT 1600
MTG 2220	주조강	RRC-TA SEC.II CMT 2000
MTG 2221	블레이드	RRC-TA SEC.II CMT 2300
MTG 2222	터빈케이싱	RRC-TA SEC.II CMT 2400

기술기준 번호	기술기준 제목	참조 기술기준
MTG 2230	봉강	RRC-TA SEC.II CMT 3000
MTG 2231	블레이드	RRC-TA SEC.II CMT 3300
MTG 2232	부착품 및 기타부품	RRC-TA SEC.II CMT 3600
MTG 2240	판재	RRC-TA SEC.II CMT 4000
MTG 2241	블레이드	RRC-TA SEC.II CMT 4300
MTG 2300	발전기 재료	RRC-TA SEC.II Part 2 및 한중규격
MTG 2310	단조강	RRC-TA Ed 1988 CMA 1.1200, 1.1370, 1.1400 한중제작 STANDARD
MTG 2320	동도체	RRC-TA Ed 1988 CMA 1.3480, 3481, 3482, 3483, 3485 한중 재료규격
MTG 2330	강재	RRC-TA Ed 1988 CMA 1.3490 한중 재료규격
MTG 2340	판재	한중 재료규격 ASTM A876

**다. MTG 3000 : 설계**

설계 사항으로 터빈/발전기의 설계 규격은 각 제작사마다 고유의 설계기준을 적용하여 기기의 성능을 보장하도록 설계제작하며, 국제적으로 통용되는 설계기준이 없고 한중의 설계기준을 적용할 경우 일관성이 없는 일방적

인 규정이 되며 그 내용도 너무 방대(약 5000 페이지)하므로 본 KEPIC-MTG에서는 제외하였다.

**라. MTG 4000 : 제작**

터빈발전기의 중요 구성품 및 부품의 제작은 기기의 성

〈MTG 4000 항목별 참조 기술기준〉

기술기준 번호	기술기준 제목	참조 기술기준
MTG 4000	제작 및 설치	
MTG 4100	용접	한중 제작기준
MTG 4110	일반	"
MTG 4111	일반조항	"
MTG 4112	터빈계통 배관 용접절차서	"
MTG 4113	보수 용접절차서	"
MTG 4114	피복아크용접(SMAW) 작업지침서	"
MTG 4115	서브머지드 아크용접(SAW) 작업지침서	"
MTG 4116	플렉스코어드 아크용접(FCAW) 작업지침서	"
MTG 4117	용접봉 및 플렉스의 보관과 취급	"
MTG 4118	터빈축의 용접	RRC-TA SEC. IV CS 3800
MTG 4119	용접 열처리	한중 제작기준
MTG 4120	제작작업장의 기술인정사항	"

기술기준 번호	기술기준 제목	참조 기술기준
MTG 4121	적용범위	한중 제작기준
MTG 4122	인정조건	"
MTG 4123	인정보고서	"
MTG 4124	작업장의 인정기간	"
MTG 4125	용접절차의 이관	"
MTG 4130	비합금강, 저합금 또는 합금강의 용융을 통한 표면경화	RRC-TA SEC. IV CS 8000
MTG 4131	일반사항	RRC-TA SEC. IV CS 8100
MTG 4132	용가재의 사용 승인	RRC-TA SEC. IV CS 8200
MTG 4133	표면경화절차의 인정	RRC-TA SEC. IV CS 8300
MTG 4140	발전기부품의 용접	한중 제작기준
MTG 4141	발전기부품의 용접제관절차서	"
MTG 4142	발전기배관의 용접절차	한중 제작기준
MTG 4200	제작	
MTG 4210	개요	RRC-TA SEC. V CF 1000
MTG 4220	증기터빈 제관제작	한중 제작기준
MTG 4221	증기터빈 제관제작절차서	"
MTG 4222	탄소강 부품의 응력제거 열처리	"
MTG 4223	저합금강 부품의 응력제거 열처리	"
MTG 4224	열처리에 의해 강화된 페라이트강의 응력제거 열처리	"
MTG 4225	대형 정밀제관물의 보관 및 저장	"
MTG 4226	표시절차	RRC-TA SEC. V CF 2000
MTG 4230	표면처리	RRC-TA SEC. V CF 5000
MTG 4231	표면 금속코팅	RRC-TA SEC. V CF 5100
MTG 4232	물리화학적 표면처리	RRC-TA SEC. V CF 5500
MTG 4240	청정	RRC-TA SEC. CF V 6000
MTG 4241	일반사항	RRC-TA SEC. CF V 6100
MTG 4242	분류	RRC-TA SEC. CF V 6200
MTG 4243	오염물질의 요구사항	RRC-TA SEC. CF V 6300
MTG 4244	수압시험을 포함한 제작과 설치에 적용되는 특별요구사항	RRC-TA SEC. CF V 6400
MTG 4245	세척방법과 관련된 특별요구사항	RRC-TA SEC. CF V 6500
MTG 4246	청정도의 보존과 보호	RRC-TA SEC. CF V 6600
MTG 4250	발전기 배관제작	한중 제작기준
MTG 4251	원자력, 화력 발전기 배관제작 기술시방서	"

능 보증을 위하여 국제규격을 따르지 않고 제작사 고유의 규정을 적용하여 제작하고 있으며, 제관제작품의 용접도 ASME의 압력용기 규정을 따르지 않고 있다. 또한 주 참조기준인 RRC-TA의 Section IV: Welding 및 Section V: Fabrication도 프랑스 규격인 AFNOR를

인용하고 있으므로 우리 실정에는 적합하지 않다. 따라서 열처리, 표시 및 청정부분을 제외한 본 제작기준은 현재 한국에서 유일하게 터빈/발전기를 제작, 납품하고 있는 한국중공업에서 적용하고 있는 용접 및 제작(제관) 기준을 인용하였으며 용접사인정, 용접재료 부분은 KEPIC-

MQW 및 MDW의 내용 중 터빈/발전기에 해당하는 부분을 인용하였다.

후반부의 설치에 대한 기준은 현재 마땅히 적용할 기준이 없으므로 적용기준이 확립되는 대로 추후 발행할 예정이다.

**마. MTG 5000 : 시험 및 검사**

RRC-TA SEC III의 시험 및 검사에 관한 사항을 인

용하여 MTG 5000에 규정하였으며, RRC-TA에서 인용하고 있는 AFNOR 시험규격은 우리 실정에 맞지 않으므로 현재 널리 사용되고 있는 ASME, ASTM 또는 ISO의 시험규격을 적용토록 바꾸어서 실제 적용할 수 있도록 규정하였다. 또한 진동이나 발전기의 일부 전기적 시험은 RRC-TA에도 기술되어 있지 않아 현재 적용하고 있는 ISO 또는 한중 제작기준을 기술하였다.

〈MTG 5000 항목별 참조 기술기준〉

기술기준 번호	기술기준 제목	참조 기술기준
MTG 5000	시험 및 검사	RRC-TA SEC. III
MTG 5100	공장시험	
MTG 5110	기계적, 물리적, 물리화학적 및 화학적 시험	RRC-TA SEC. III CC 1000
MTG 5111	일반	RRC-TA SEC. III CC 1100
MTG 5112	기계적 시험	RRC-TA SEC. III CC 1200
MTG 5113	물리적, 물리화학적 실험	RRC-TA SEC. III CC 1300
MTG 5120	초음파 탐상검사	RRC-TA SEC. III CC 2000
MTG 5121	일반	RRC-TA SEC. III CC 2100
MTG 5122	주조품의 초음파 탐상검사	RRC-TA SEC. III CC 2200
MTG 5123	단조품의 초음파 탐상검사	RRC-TA SEC. III CC 2300
MTG 5124	판재의 초음파 탐상검사	RRC-TA SEC. III CC 2400
MTG 5125	이음 없는 강관 및 스텐브의 초음파 탐상검사	RRC-TA SEC. III CC 2500
MTG 5126	완전용입용접의 초음파 탐상검사	RRC-TA SEC. III CC 2600
MTG 5127	금속용착에 대한 초음파 탐상검사	RRC-TA SEC. III CC 2700
MTG 5130	방사선 투과검사	RRC-TA SEC. III CC 3000
MTG 5131	일반	RRC-TA SEC. III CC 3100
MTG 5132	주조품의 방사선 투과검사	RRC-TA SEC. III CC 3200
MTG 5133	용접부의 방사선 투과검사	RRC-TA SEC. III CC 3300
MTG 5140	침투탐상검사	RRC-TA SEC. III CC 4000
MTG 5141	일반	RRC-TA SEC. III CC 4100
MTG 5150	자분탐상검사	RRC-TA SEC. III CC 5000
MTG 5151	일반	RRC-TA SEC. III CC 5100
MTG 5152	전극봉을 이용한 전류 통전에 의한 자분탐상 검사	RRC-TA SEC. III CC 5200
MTG 5153	유도전류에 의한 자분탐상 검사	RRC-TA SEC. III CC 5300
MTG 5160	외류탐상검사	RRC-TA SEC. III CC 6000
MTG 5161	자화부품의 분류-일반사항	RRC-TA SEC. III CC 6100
MTG 5170	진동	ISO
MTG 5171	비왕복형 기계의 진동	IS 7919
MTG 5172	기계진동-비회전품에서의 측정에 대한 기계진동의 평가	SO 10816
MTG 5180	기타 검사방법	RRT-TA SEC. III CC 7000

기술기준 번호	기술기준 제목	참조 기술기준
MTG 5181	육안검사	RRT-TA SEC. III CC 7100
MTG 5182	표면조건의 결정	RRT-TA SEC. III CC 7200
MTG 5183	수입조시험	RRT-TA SEC. III CC 7300
MTG 5184	누설시험방법	RRT-TA SEC. III CC 7400
MTG 5185	로터 열안정 시험	RRT-TA SEC. III CC 7500
MTG 5186	발전기의 공장내 전기적 시험	한중시험 및 검사시방서, ANSI C 50.10, ANSI C 50.13
MTG 5200	현장시험	유보
MTG 5300	상능시험	유보
MTG 5400	비파괴검사의 자격(인증)	RRC-TA SEC. III CC 8000
MTG 5410	적용범위	RRC-TA SEC. III CC 8010
MTG 5420	인증체계	RRC-TA SEC. III CC 8020
MTG 5430	정의	RRC-TA SEC. III CC 8030
MTG 5440	요구자격	RRC-TA SEC. III CC 8040
MTG 5450	자격등급	RRC-TA SEC. III CC 8050
MTG 5460	자격조건	RRC-TA SEC. III CC 8060
MTG 5500	용어	RRC-TA SEC. III CC 9000
MTG 5510	일반	RRC-TA SEC. III CC 9100
MTG 5520	용어	RRC-TA SEC. III CC 9200

〈MTG A1000 참조 기술기준〉

기술기준 번호	기술기준 제목	참조 기술기준
부록 A1000	설계요건	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 한국표준화력 Design Requirements</li> <li>• 한국 표준원자력 Design Requirements</li> <li>• EPRI Utility Requirements Document Volume II, Chapt. 13</li> <li>• KSNP(Korea Standard Nuclear Plant) Design Requirements</li> </ul>

**바. 부록 : MTG A1000 설계요건**

증기터빈/발전기의 설계 사항을 기준으로 제정하기에는 앞에서 언급하였듯이 제작사 고유의 적용규격을 언급해야 하기 때문에 많은 어려움이 있다. 그러나 본 기준에서는 증기터빈/발전기의 설계를 위한 기본적으로 요구되는 요건들을 기술하여 전반적인 요구사항을 충족하도록 규정하였으며, 발전사업자나 제작자 모두가 사용할 수 있도록 편의를 도모하였다.

**6. 향후 해결과제**

MTG에서 아직 기준으로 기술하지 않은 설치 규정, 현장시험기준 및 성능 시험(ASME PTC 등) 등에 대한 추가제정과 공인검사 시행에 관련한 제도적인 사항 준비, 그리고 산업계의 필요사항에 부응하고 새로운 기술을 반영하기 위한 지속적인 보완이 필요할 것이다. ☑