



우리나라 원자력 표준의 현황과 과제

김종해·김남하
대한전기협회 전력기준처

개요

표준(Standard)은 한 나라의 기술 수준을 측정하는 중요한 척도 중의 하나이다. 그 동안 많은 전력 설비를 건설 및 운영하면서 축적된 경험에도 불구하고 우리 나라에는 고유의 표준이 없어 ASME¹⁾ Code를 비롯한 외국의 표준을 전력 설비의 건설과 운영에 적용하면서 국내 기술자들은 외국 표준의 요건을 이해하는 데 많은 어려움을 겪게 되었으며 이러한 요인들이 우리 나라 원자력발전소에 적용하기 위한 전력산업기술기준(KEPIC²⁾)을 개발하는 동기가 되었다.

KEPIC은 전력 설비의 안전성과 신뢰성 확보를 위하여 제품의 설계·제작·설치·시험 및 검사·운전·보수 등 전 단계에 적용하는 산업 표준으로서 우리 나라 전력 설비

의 건설 및 제작에 적용하던 외국, 특히 미국의 표준을 기초로 하여 개발하였다.

1987년 표준 개발을 위한 기초 조사를 시작으로 추진되어 1995년 11월, 총 5개 분야, 33권, 약 12,000쪽을 최초로 발행하여 올진 원자력발전소 5·6호기에 최초로 적용하게 되었고, 국내의 전력 산업 환경과 운영 경험을 토대로 일부를 보완·개선하여 2000년 7월에 6개 분야, 59권, 약 20,000쪽으로 재발행된 이후 신규 원전에 전면 적용할 예정으로 있다.

KEPIC 개발 현황

KEPIC의 기술적 요건(Technical Requirement)은 외국 참조 기준의 기술적 내용과 일치하도록 번안하여 개발하였으며, KEPIC의 고

유 분류 체계에 따라 일부 다른 편집 방법을 도모하였다.

다만 제도적 요건(Administrative Requirement)은 ASME Sec. III NCA의 「General Requirements」를 모델로 하여 각 기술 분야별로 우리 전력 산업 실정에 맞도록 수정하여 개발하였다. 현재까지 개발한 KEPIC은 <표 1>과 같다.

KEPIC은 품질 보증·기계·전기·토목 구조·원자력·화재 예방 등 6개 기술 분야로 구분하여 각 기술 분야는 특성에 따라 다시 세분하고 있으며, 전체적인 구성 체계는 <그림 1>과 같다.

원자력 분야로 분류된 표준은 원자력 안전성 관련 품목 및 역무에 적용하는 표준이며, 비원자력 표준은 원자력발전소의 비안전성 품목 및 화력발전소 품목에 적용하는 표

1) ASME : American Society of Mechanical Engineers (미국기계학회)

2) KEPIC : Korea Electric Power Industry Code (전력산업기술기준)



〈표 1〉 KEPIC 개발 현황

| 분 야 | 세 부분 야 | 주 참조 기준 | 비고 |
|-------|----------------|--------------------------|-----|
| 품 질 | 원자력 품질 보증 | ASME NQA-1 | |
| | 공인 검사 | ASME QAI-1 | |
| | 등록 기술자 자격 인정 | ASME Sec. III App. X II | |
| 기 계 | 원자력 기계 | ASME Sec. III | |
| | 일반 기계 | ASME Sec. VIII, HEI, API | |
| | 크레인 | ASME NOG-1, CMAA 70 | |
| | 공조 기기 | ASME AG-1 | |
| | 재료 | ASME Sec. II | |
| | 비파괴 검사 | ASME Sec. V | |
| | 용접 | ASME Sec. IX | |
| | 원전 가동중 검사 | ASME Sec. XI | |
| | 원전 가동중 시험 | ASME OM | |
| | 원전 기계 기기 성능 검증 | ASME QME-1 | |
| 전 기 | 보일러 | ASME Sec. I | |
| | 터빈/발전기 | RRC-TA | |
| | 원자력 전기 | IEEE, ANSI, ISA 등 | |
| | 계측 및 제어 기기 | IEEE, ISA, IEC 등 | |
| | 전기 기기 | NEMA, IEC, ANSI 등 | |
| | 전선 및 전로용품 | ASTM, NEMA, IEEE 등 | |
| 토목 구조 | 송·변·배전 기기 | IEC, IEEE | |
| | 원자력 구조 | ASME Sec. III, ACI 349 등 | |
| | 일반 구조 | ACI 318, AISC 등 | |
| | 구조 총칙 | ASCE 4, 7 | |
| 원 자 력 | 구조 용접 | AWS D1.1, D1.3 | |
| | 핵연료 | RCC-C | |
| | 원전 설계 | ANS 51.1 | 개발중 |
| 화재 예방 | 방사선 | ANS | |
| | 원자력발전소 | 소방법, NFPA, JEAG, NRC-SRP | 개발중 |
| | 화력발전소 | 소방법, NFPA | |
| 변전소 | 소방법, NFPA | | |
| 계 | 30개 세부 분야 | | |

부분적으로 적용할 수 있다.

KEPIC 개발은 전력 산업계 전문가로 구성된 실무 그룹에서 분야별 표준 초안을 개발하고, 각 산업계·학계·연구소·규제 기관 등 각 분야의 전문가가 참여하는 분과위원회 등의 검토와 산업계의 의견 수렴을 거쳐 조정된 내용을 각 분야 전문 위원회에서 최종적으로 승인한다.

적합성 평가 시스템

KEPIC은 자격이 인정된 조직과 개인에 의해서 원자력발전소 안전성 관련 제품에 대한 역무를 수행하도록 하는 시스템을 채택하고 있다. 적합성 평가 시스템은 원자력발전소 안전성 관련 품목에 대한 발전사업자·설계자·제조사·설치자/시공자·재료 업체·압력 방출 장치 용량 인증 기관 및 공인 검사 기관 등 조직에 대한 자격 인증 제도와 공인검사감독원 및 공인검사원, 등록기술자(RPE³⁾), 비파괴검사원(NDE⁴⁾ Personnel) 등 개인에 대한 자격 인정 제도로 대별할 수 있다.

조직에 대한 자격 인증 제도는 ASME의 N-Type Certificate와 압력 방출 장치 시험 기관 용량 인증 제도 등을 참조하여 이와 유사하게 운영하고 있으며, KEPIC은 ASME와 달리 원자력발전소 전 품

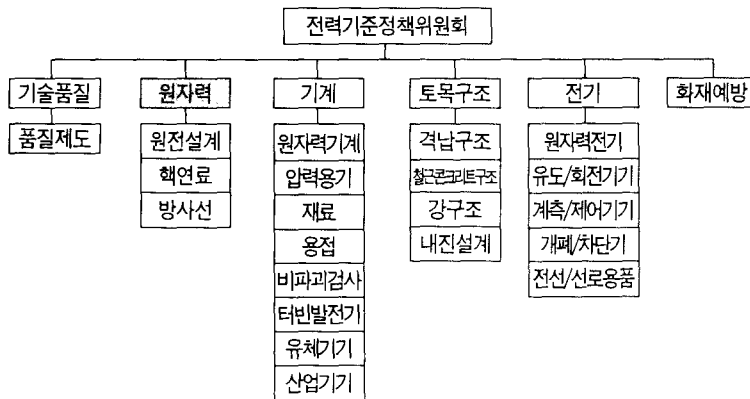
준으로서 재료(MD)·비파괴 검사(ME)·용접(MQ)·구조 용접(SW)·내진 해석(ST) 등 각 분야에 공용으로 사용하는 표준을 포함한다. 송·변·배전 분야 표준(ET)은 원자력발전소의 스위치 야드 등에

3) RPE : Registered Professional Engineer

4) NDE : Non-destructive Examination

| 분야 | 원자력 | 비원자력(화력 포함) | 송·변·배전 |
|------------------|--|--|---------------------|
| KEPIC-Q 품질 보증 | MNA ENA SNA QA 일반 요건 원자력 품질 보증 | MGA EXA SGA 일반 요건 | ETA 일반 요건 |
| KEPIC-M 기계 | MN MI MO MF MH MC 원자력 기계 가동중 검사 가동중 시험 성능 검증 공조 기기 원전 크레인 | MG MB MT MC MD ME MQ 일반 기계 보일러 터빈/발전기 화전 크레인 재료 비파괴 검사 용접 | |
| KEPIC-E 전기 | EN 원자력 전기 | EC EE EM 전선 및 전로용품 전기 기기 계측 및 제어 기기 | ET 송·변·배전 |
| KEPIC-S 토목 구조 | SN 원자력 구조 | SG SW ST 일반 구조 구조 용접 구조 총척 | |
| KEPIC-N 원자력 | ND NF NR 원전 설계 원전 연료 방사선 | | |
| KEPIC-F 화재 예방 | FPN 원자력발전소 화재 예방 | FPF 화력발전소 화재 예방 | FPS 변전소 화재 예방 |

(그림 1) KEPIC의 구성 체계



(그림 2) KEPIC 개발 관련 위원회 구성

목을 망라하고 있으므로 전기 1급 품목과 내진 1급 철근 콘크리트 구조물과 강구조물 관련 조직에 대해서도 인증 제도를 채택하였다.

자료 보고서(Data Report)와 상징 각인(Stamping) 제도는 원자력 기계 품목에만 채택하였고, 각인 방법은 <그림 3>과 같이 ASME Sec. III div.1과 차이가 있다.

KEPIC-MN(원자력기계 기술기준) 및 SNB(격납구조 기술기준)는 압력 유지 품목의 제조 및 현장 설치 과정에서 공인검사 제도를 요구하고 있다. 공인 검사를 수행하는 공인검사감독원 및 공인검사원은 대한전기협회로부터 자격을 인정받아야 하며, 협회의 인증서를 보유한 공인 검사 기관에 소속되어야 한다.

Safety Valve · Relief Valve, Rupture Disk 등 압력 방출 장치는 KEPIC-MN에 규정된 과압 보호 요건을 만족하여야 하며, 압력 방출 장치는 ASME PTC-25의 요건에 부합하는 시험 설비 · 시험 방법 및 절차에 따라 공인 입회인의 입회하에 시험하여야 한다.

설계 도면과 시험 결과는 대한전기협회 또는 ASME 지정 기관 (designee)에 제출하여 검토 및 승인을 득하여야 하나, 대한전기협회의 지정 기관이 확보되어 있지 않아 아직까지는 NBBI⁵⁾ 등 ASME의 지

5) NBBI : The National Board of Boilers and Pressure Vessel Inspectors (미국 보일러 및 압력용기 검사자 협회)



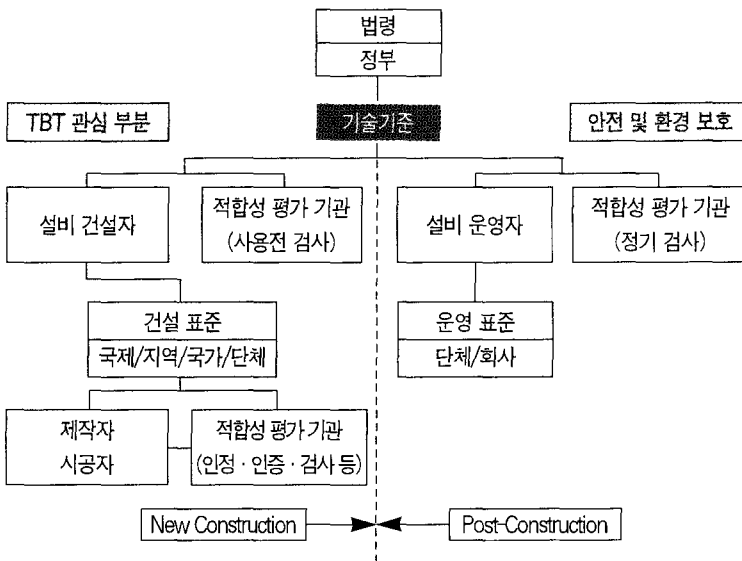
| 구 분 | ASME Sec.III, div.1 | KEPIC-MN |
|----------|---------------------|-----------|
| 기 기 | N 1 NV 1 | KP 1N |
| 부품 및 부속물 | N PT 3 | KP 3NP |
| 설 치 | NA 2 | KP 2NC |

〈그림 3〉 ASME와 KEPIC의 Stamping 비교

허용함으로써 1997년부터 올진 5·6호기 건설 프로젝트부터 KEPIC을 적용하고 있다.

2000년에는 KEPIC 2000년판을 원자력발전소 건설 및 운전 전 분야에 적용할 수 있도록 과학기술 부장관 2000-17호로 고시하여 신고리 1·2호기 및 신월성 1·2호기 등 신규 원자력발전소 건설에 전면적으로 적용하게 되어 본 궤도에 진입하였으며, 운전중인 원자력발전소에서도 필요에 따라 KEPIC을 채택하여 사용할 수 있게 되었다.

WTO/TBT⁽⁶⁾ 협정의 발효 이후 주요 국가에서는 자국의 기술기준, 표준 및 적합성 평가 절차(Conformity Assessment Procedure)가 협정의 요건에 부합할 수 있도록 효율적으로 체계를 수립·운영하고 있으며, 선진 주요 국가에서 운영하는 기술기준, 표준 및 적합성 평가 절차의 대표적인 체계는 〈그림 4〉와 같이 표현할 수 있다.



〈그림 4〉 기술기준, 표준 및 적합성 평가 절차의 관계 정립 모델

정 기관을 활용하여 압력 방출 장치에 대한 용량 인증을 수행하고 있는 실정이다.

KEPIC에서 채택하고 있는 등록 기술자 및 비파괴 검사원 자격 인정 제도는 ASME의 제도와 크게 다를 바는 없으나, 우리나라의 국가 기술 자격 제도에 기초하여 대한전기 협회로부터 인정을 받도록 하고 있

다.

기술기준에서의 채택

과학기술부는 KEPIC의 원자력 발전소 적용과 관련하여 1995년판 및 1996년 추록을 장관 고시 제 1996-32호로 가압경수로형 원자력발전소 건설에 적용할 수 있도록

국제표준과의 부합화 (Harmonization)

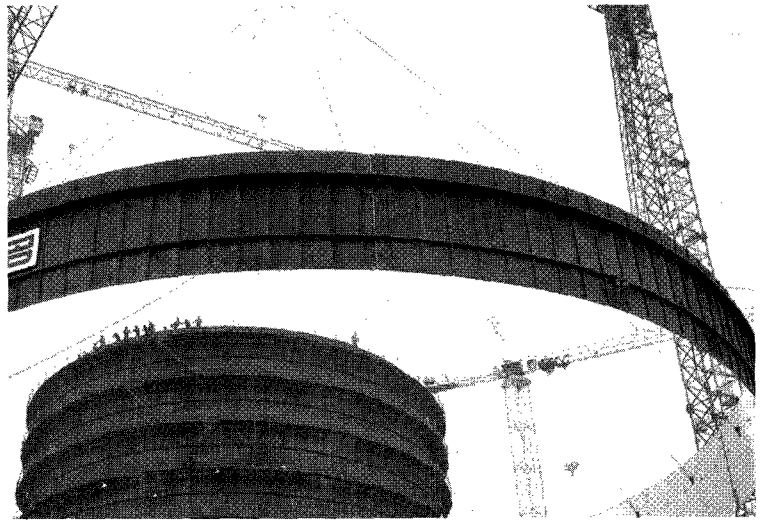
1995년 WTO/TBT 협정의 발효 이후 KEPIC도 국내외 관련 기술기준 및 표준과 관련하여 급변하고 있는 국제 동향에 부응하기 위하여 우리나라의 민간 단체 표준 기관으로서는 처음으로 대한전기 협회가 WTO/TBT 협정 부속서Ⅲ 「모범관

행규약(Code of Good Practice)에 근거하여 ISO/IEC 정보센터에 그 이행을 통보한 바 있다.

WTO/TBT 협정에 따라 KEPIC은 관련 국제 표준 또는 국제적으로 인정된 표준과 부합하여야 한다. KEPIC과 관계되는 국제 표준 기관으로는 IEC⁷⁾, ISO⁸⁾, IAEA⁹⁾ 등 3개 기관이 있으나 이들 기관에서 발행되는 표준은 지금까지 원자력발전소의 건설과 운전에 적용한 사례는 거의 없다.

우리 나라는 세계적으로 널리 통용되고 있는 미국의 표준을 적용하여 왔으며 KEPIC은 이것을 기초로 개발된 것이므로 국제적으로 인정된 미국 표준과 부합화를 이루고 있다고 할 수 있을 것이다.

전기 분야에 있어서는 IEC 표준을 국제 표준으로 인정하는 추세이나 미국이 앞선 기술을 토대로 자국의 표준을 국제 표준화하는 노력을 계속하고 있으며, ISO 표준은 ISO 9000·ISO 14000 등 Software 관련 표준은 국제 표준으로 인정하고 있으나 보일러 및 압력 용기와 같은 Hardware 분야는 미국과 EU¹⁰⁾간에 의견 차이가 커서 조만



과학기술부는 KEPIC의 원자력발전소 적용과 관련하여 1995년판 및 1996년 추록을 장관 고시 제1996-32호로 가압경수로형 원자력발전소 건설에 적용할 수 있도록 허용함으로써 1997년부터 올진 5·6호기 건설 프로젝트부터 KEPIC을 적용하고 있다.

간에 조정이 이루어지지는 않을 전망이다.

IAEA 표준은 원자력 분야의 국제 표준이기는 하지만 주로 Software에 관한 것들이고 미국의 원자력발전 관련 표준이 국제 표준의 역할을 하는 것으로 인정하고 있다.

대한전기협회는 TBT 협정에 따른 비정부 표준 기관으로 국내의 단일 창구 기능을 수행할 수 있도록 우리나라 국가 표준 기관인 기술표준원과도 역할 조정을 추진하고, 미국의 ASME·IEEE¹¹⁾·NBBI·일본의 JEA¹²⁾·TANPES¹³⁾ 등 주요 국가의 표준화 기관과의 상호 인정

을 위한 협력 활동을 강화해 나가고 있으며, 국제 표준 기관(IEC·ISO·IAEA)의 국내 기술 분과 활동에 주도적으로 참여함으로써 KEPIC의 국제 표준과의 부합화에 힘쓰고 있다.

지금까지는 외국의 참조 기술 기준과 일치(Identical)하는 방법으로 KEPIC을 개발해 왔으나 앞으로는 국내 기술 수준의 발전과 변화에 맞추어 전진적으로 수정(Modified)함으로써 우리나라 특성을 최대한 반영시켜 나갈 계획이다.

또한, KEPIC은 한글로만 발행함으로써 외국의 사용자가 이용하는 데 불편이 있어 각 기술기준별 특성

6) WTO/TBT : World Trade Organization (세계무역기구)/Technical Barriers to Trade (무역에 대한 기술장벽)

7) IEC : International Electrotechnical Commission (국제전기표준회의)

8) ISO : International Standardization Organization (국제표준화기구)

9) IAEA : International Atomic Energy Agency (국제원자력기구)

10) EU : European Union (유럽연합)

11) IEEE : Institute of Electrical and Electronics Engineers(미국전기전자기술자협회)

12) JEA : Japan Electric Association (일본전기협회)

13) TANPES : Thermal and Nuclear Power Engineers Society(일본화력원자력발전기술협회)



〈표 2〉 국제 표준 범주에 따른 KEPIC 재분류 방안

| 분 야 | 관련 국제 표준 | 해당 KEPIC 및 표준 (예) |
|--------------------|----------|--|
| 전기기술 | IEC | 전기(KEPIC-E) 화재 예방(KEPIC-F) |
| 화력 발전 기술 (비원자력) | ISO | 품질 경영(ISO 9000) 일반 기계(KEPIC-MG, MB) 일반 구조(KEPIC-SG) |
| 원자력 발전 기술 | IAEA | 품질 보증(KEPIC-Q) 원자력 기계(KEPIC-MN) 원자력 구조(KEPIC-SN) 원자력(KEPIC-N) |

과 사용 빈도에 따라 영어가 병기된 한글-영문판을 단계적으로 발간하는 방안을 고려하고 있으며, 국제적인 추세에 맞도록 SI 단위 사용 체계를 정립해 나가고 있다.

기술 분야의 재분류

국제 표준화 추세에 맞추어 KEPIC의 기술 분야는 재분류할 필요가 있다. 즉 국제 표준 기관의 관리 대상 분야에 따라 전기 분야(IEC 범주), 화력을 포함하는 비원자력 분야(ISO 범주), 원자력 안전성 분야(IAEA 범주)로 구분하여 KEPIC의 관리 대상 분야를 재분류함으로써 국제적인 변화 추세를 능동적이고 신속하게 반영해 나갈 수 있도록 한다.

재분류 방안은 〈표 2〉에 예시하였다.

적합성 평가 절차의 개선

표준의 적합성 평가 절차 또한 국제 표준과 부합화하여야 한다. 현재 ASME Code의 제도를 참조하여 개발·운영하고 있는 KEPIC의 제반 자격 인증 시스템을 ISO/IEC Guide에 따라 운영하는 방안을 검토중에 있다.

또한 원자력 기계·원자력 전기·원자력 구조 품목에 국한하고 있는 KEPIC의 원자력 품질 보증 자격 인증 대상 범위를 앞으로는 공조 기기(HVAC)나 크레인과 같은 원자력 안전성 관련 전 품목에 확대 시행할 예정이다.

향후 전망

KEPIC이 최초 발행된 이후 많은 시간이 경과하지 않았음에도 불구하고 향후 원자력발전소의 건설 또

는 운영은 KEPIC에 기초할 것으로 전망된다.

KEPIC 개발에 참여하고 있는 국내의 전문가들이 각 분야에서 최선의 노력을 경주하고 있고, 대한전기협회에서도 사용자의 요구에 부합하는 데 필요한 모든 조치를 단계적으로 추진해 나가고 있다.

국제적으로는 자국 표준의 우월적 지위를 선점하기 위한 선진 각국, 특히 미국과 EU간의 주도권 다툼이 치열한 현실에서 지속적인 원자력발전소 건설 및 운영 경험을 바탕으로 한 우리 나라의 기술력을 기반으로 하여 국제 표준과의 부합화를 위한 국제 동향에 능동적으로 대처함으로써 원자력 분야의 명실상부한 우리 나라 고유 표준으로서의 토대를 굳히고 나아가서는 KEPIC이 국제적으로 인정받는 기반을 공고히 할 수 있을 것이다.

KEPIC은 특정 단체의 소유가 아니고 우리 나라 전력 산업계 모두의 것이다. 전력 산업 각 분야 종사자들이 KEPIC을 다양한 방법으로 사용하고, 확인된 문제점이나 개선사항을 비롯하여 국내 전력 산업 환경의 변화 및 관련 기술의 발전에 따라 필요한 사항을 충실히 반영·개선해 나갈 때 비로소 살아있는 표준으로 발전하여 전력 산업의 경쟁력을 강화해 나갈 수 있을 것이므로 전력 산업계 종사자 모두의 적극적인 참여가 절실히 요구된다.