

KEPIC - Week 행사 우수사례 논문

운영 원전에서의 KEPIC 적용방안

김범수 | 한국수력원자력(주) 울진본부 제2발전소 과장

I. 서론

KEPIC 2단계 결과물로 나온 KEPIC 1995년도 판(edition)에 이어 지속적인 개정 관리를 통해 지금까지 원활히 KEPIC 기술기준이 정착, 운영되고 있다. 하지만 원자력 발전소와 화력발전소 건설단계 중심의 적용은 되고 있지만 운영 중인 발전소에는 아직도 적용상의 여러 가지 문제점과 관련기관들의 공감대 미형성 등으로 인해 KEPIC 적용 활성화가 미흡한 실정이다. 따라서 본 논고를 통해 운영중인 원자력 발전소에 KEPIC 적용상의 문제점 파악과 향후 해결해야 할 사항이 무엇인지를 제시하고자 한다.

II. 현황 및 문제점

KEPIC 개발 전(~1995년)에는 인허가 문서인 예비안전성분석보고서/최종안전성 분석보고서를 포함하여 설계문서(Design Basis, Design Guideline 등), 구매시방서(P.O Spec.)와 건설시방서(CP Spec.) 등 각 종 문서에 외국 기술기준 명시, 운영해 왔다. 구체적인 적용현황을 살펴 보면 기술적 사항으로는 ASME, IEEE, ANSI, ASTM, NEMA, MSS 등 외국 기술기준을 적용해 왔으며 인증제도 사항으로는 국외 업체에는 ASME 인증제도를 적용했으며 국내업체에는 ASME Code 예외사항을 적

용하여 생산업허가 대상품목은 규제기관(한국원자력 안전기술원, KINS)의 심사를 통해 생산업허가제도를 적용했으며 비생산업허가 대상품목은 지금의 한국수력원자력(KHNP, 구 한전)의 자체 심사등록제도에 포함, 적용해 왔다. 이에 대한 사항은 한수원(KHNP) 건설 구매시방서 부록에 구체적으로 명시되어 있다. 그 외에도 외국 기술기준의 예외 적용사항이 다수 있는데 특히, 올진 3,4호기인 경우 FSAR 3장 부록 3B에는 재료업체에 대한 ASME 인증서 면제사항이 기술되어 있고, FSAR 3장 부록 3C에는 ASME 재료 대신에 ASTM 재료 사용을 허용하고 있다. 이는 기술적 사항이 아닌 제도적 사항에 있어서 외국 기술기준 요건을 그대로 따르기가 곤란한 국내 현실을 감안하여 제도적 사항은 탄력적으로 운영할 수 밖에 없었기 때문이다.

국내 현실을 감안, 기술 / 제도 요건을 분리, 탄력적 운영해 음

KEPIC II단계 개발후(1996~)에는 올진5,6 건설에 KEPIC 최초 부분적용을 위하여 과학기술부 고시 96-32호(전력산업기술기준의 발전용원자로 및 관계 시설 기술기준 적용에 관한 지침)가 신규 제정되었고 KEPIC 적용과 관련하여 계속적으로 과학기술부 고시 제2000-17호('00. 12.29), 제2005-4호('05. 3.22)가 제정되었다. 아울러 인허가 문서인 예비안전성분석 보고서/최종안전성분석보고서를 포함하여 설계문서(Design Basis, Design Guideline 등), 구매시방서(P.O Spec.)와 건설시방서(CP Spec.) 등 각종 문서에 부분적으로 KEPIC이 기술되어 원자력생산품목에 KEPIC 적용이 가능하도록 하였다. 신규 건설 원전에서의 적용현황을 살펴보면 기술적 사항으로는 해외 발주분에 대해서는 ASME, IEEE, ANSI, NEMA, MSS 등 해외 기술기준을 적용하였고 국제 발주분에 대해서는 해외업체는 외국 기술기준을, 국내업체는 KEPIC

을 적용 하도록 하였고 국내 발주분은 KEPIC만을 적용하도록 하였다. 인증제도 사항으로는 해외업체에는 ASME 인증제도를, 국내업체에는 KEPIC 인증제도를 운영하도록 하면서 KEPIC 개발전에 적용해 왔던 기존의 외국 기술기준 인증제도 예외사항은 삭제하였다. 아울러, 한국원자력안전기술원의 생산업허가제도 폐지와 함께 한국수력원자력(주)의 보조기기 등록업체 심사시에 KEPIC 인증서를 사전에 취득하는 조건으로 심사제도가 변경되었다. 건설단계시 적용근거 또는 문서별 적용현황으로는 KEPIC 적용을 위해 과학기술부 고시인 전력산업기술기준의 발전용원자로 및 관계 시설 기술기준 적용에 관한 지침이 있고 인허가 문서인 예비안전성분석보고서/최종안전성분석보고서에는 한국수력원자력(주)의 발주 구분에 따라 ASME or KEPIC, ASME and KEPIC, ASME, KEPIC 등 다양하게 기술기준을 기술하여 적용해 오고 있다. 아울러 인허가 문서에 근거하여 설계문서, 구매시방서(P.O Spec.) 및 건설시방서(CP Spec.) 등에도 예비안전성분석보고서/최종안전성분석보고서와 유사하게 기술하여 적용하므로써 건설단계에서의 KEPIC 적용은 신고리1,2호기와 신월성 1,2호기에 국내 발주분에 대해서는 전면 적용하기에 이르렀다.

하지만, 아직도 운영중인 원전에서의 KEPIC 적용은 거의 전무한 실정인데 여기에는 풀어야 할 많은 난제들이 많아 현실적으로 정부를 포함하여 원자력산업계 전체가 지혜를 모아 풀어 나가야만 가능한 수준이다. 따라서 운영중인 원전의 현 주소를 파악해 보고 그 해결 방안을 제시하고자 한다.

우선, 운영중인 원전에서의 외국기술기준 적용상의 문제점을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, ASME 인증서를 보유한 소수의 국내업체만으로는 국내 조달에 한계가 있다. 이에 따라 대부분의

구매업무가 외국업체에 의존할 수 밖에 없는 현실로 국산화율이 저조한 상태이다.

둘째, 국내 ASME 인증업체인 경우, ASME 제도적 요건을 100% 충족하기가 곤란한 실정이다. 외국 고유의 제도를 국내에서 100% 충족 못하는 것은 당연한 현실이다.

셋째, 국외 발주시 고비용이 발생하고 있으며 장시간 소요 및 거리상의 제한으로 사전 품질확인 불가능한 실정이다.

넷째, 과기부 고시에서는 KEPIC 적용시 KEPIC 제도적 요건을 우선 적용토록 명시하고 있으나 ASME 적용시는 고시의 법적 효력이 없어 KEPIC 제도사항을 우선 적용하기가 곤란한 상황이다.

아울러, 운영중인 원전에서의 KEPIC 적용상의 문제점을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 최초 건설시 외국 기술기준을 적용한 관계로 KEPIC으로의 전환이 매우 곤란한 현실이다. 그 이유로는 인허가 문서(FSAR) 등 대부분의 문서가 외국 기술기준으로 명시되어 있고, 기존 안전등급의 하드웨어 설비 대부분이 ASME Code로 유지관리, 운영 중이며, 매 계획예방정비시에 보수/교체 부품 중심으로 인허가 처리가 곤란하기 때문이다.

둘째, 기존의 외국 기술기준 적용시에는 인허가 승인이 불필요 KEPIC 적용시 과기부 고시에서는 사전 인허가 승인을 요구함에 따라 KEPIC 적용시 인허가단계에서 자재조달까지 장시간 소요되기 때문이다.

셋째, 기존 외국 기술기준 적용시 구매 편리성 때문에 KEPIC 적용 기피현상이 발생하고 있다.

넷째, KEPIC 적용을 위한 구매규격서 작성능력이 미흡한 실정으로 운영중인 발전사업자의 구매엔지니어 자질향상에 장시간 소요가 예상된다.

다섯째, 현재 국내 보조기기업체에 대한 한국수력원자력(주) 심사등록시 KEPIC을 적용하고 있으나 “운영 원전에서 ASME Code로 구매시“ 한국수력원자력(주)에 등록된 국내 보조기기업체는 KEPIC으로 심사등록된 관례로 입찰자격 여부가 모호한 실정이다. 즉, 국내업체인 경우 신규건설에는 KEPIC을, 운영 원전에서는 ASME 인증서 요구 중이기 때문이다. 아울러, 운영 원전에서 ASME Code를 적용하여 발주하는 경우에 국내 KEPIC 인증업체는 입찰자격이 없는 것으로 간주 중이고 한국수력원자력(주) 심사등록시에 ASME Code를 미 적용 중이므로 국내 ASME 인증업체 역시 한국수력원자력(주)의 국내 보조기기업체로 미 등록된 것으로 보아야 하므로 국내 ASME 인증업체 역시 입찰자격이 없는 것으로 간주해야 하나 묵시적으로 인정해 주고 있는 실정이다.

여섯째, 생산업 허가제도 폐지에 따라 건설시에 생산업허가 품목으로 또는 비 생산업허가로 설치한 안전성등급 품목을 운영중 원전에서 교체할 경우, 대안 마련이 안

표 1 | 건설단계와 운영단계에서의 차이점 및 운영 원전의 애로점

건설단계	운영단계	KEPIC 적용에 따른 운영 원전의 애로점
Assembly 중심 구매	부품(Part) 중심 구매	현행 FSAR은 주로 Assembly로 기술기준 명기되어 있어 Part 단위 구매시 FSAR에 명시 곤란
건설 Project 단위로 추진	호기별 보수/교체 시기	또는 품목의 차이 호기별 KEPIC 적용 현황이 달라지며, 이에 따른 FSAR 개정 관리에 어려움 예상
인허가 심사와 구매/건설 공정 기간이 장기이며 병행 추진 가능	O/H 일정 상에 인허가 심사와 구매/정비계획 수립 등 일정이 단기간 내에 처리	인허가 심사에서 납품까지 장시간 소요로 O/H 일정에 직접영향을 미치므로 KEPIC 적용 곤란
대규모 종합설계/계통설계/ 기기설계 조직 운영	소규모 설계/기술인력운영	KEPIC 적용에 따른 인허가 업무 및 KEPIC 구매시방서 작성 등 많은 어려움 내재

되어 있으며, 비 생산업허가 품목인 경우 건설시에 한국수력원자력(주)의 보조기기업체를 통해 제작, 설치한 점을 그대로 인정할 경우, KEPIC 또는 ASME에 상관없이 한국수력원자력(주)의 보조기기 등록업체인 경우 비 생산업허가 품목을 공급할 수 있는데 인정하지 않으려는 경향이 강한데 개인 사견으로는 이는 잘못된 해석인 것으로 생각된다.

특히, 원전 건설단계와 운영단계에서의 차이점과 KEPIC 적용시 운영 원전에서의 애로점을 살펴보면 표-1과 같다

III. 운영 원전에서의 KEPIC 적용방안

운영 원전에서의 원활한 KEPIC 적용을 위한 공감대 형성과 제도적 뒷받침이 미흡한 실정이지만 여러 가지 다양한 측면에서 검토한 결과를 토대로 다음과 같이 운영 원전에서의 KEPIC 적용방안을 제시하고자 한다.

첫째, 기술적 요건 적용 측면에서 보면 건설단계와 달리 운영단계에서는 KEPIC 적용에 보다 많은 탄력성 부여가 절실하다. 현재까지는 KEPIC 적용 대상 건별로 인허가 취득을 법적으로 요구 중인데 원전에서 이미 KEPIC을 적용 중인 점과 과학기술부 고시에서 인준한 최신 KEPIC은 고시를 인준한 사항이므로 운영 원전에 그대로 사용을 허용해야 한다, 단, 과기부 고시 취지에 따라 KEPIC을 우선 적용하되 해석상의 문제점 발생시 외국 참조 기술기준 우선 적용하는 개념으로 운영하면 될 것이다.

둘째, 제도적 요건 적용 측면에서 보면 기술적 요건을 어는 기술기준을 적용하든 상관없이 KEPIC 제도를 우선 적용하는 것이 필요하다. 지금까지는 ASME 적용시 ASME 제도를, KEPIC 적용시 KEPIC 제도를 우선 적용하는 것으로 되어 있으나 국내 실정에 적합하도록 정립한 KEPIC 제도 적용을 위해 기술적 요건 적용과 완전히 분리하여 “외국 기술기준 또는 KEPIC” 중 어떤 것을 적용하더라도 공인검사, , 등록기술자, 비파괴검사원, KEPIC 인증서, Stamp, Code

Data Report 등 국내에는 KEPIC 제도를 우선 적용하는 것이 절실하다.

셋째, 인허가 측면에서 보면 최대한 간편한 인허가 처리 가능하도록 해야 한다. 현재까지는 KEPIC 적용시 발생 건별(Case by Case)로 인허가 취득하도록 법적으로 요구하고 있으나 실제적으로 운영 원전에서는 매 계획예방정비를 위한 준비기간이 단기간임을 고려할 때 불가능한 부분이 대부분이다. 아울러, 인허가 처리를 위한 방안들이 다양하게 있을 수 있지만 개인적으로 검토한 최적방안을 다음과 같이 제시하고자 한다.

제1안으로 FSAR 개정없이 ISI Long Term Plan에 KEPIC을 반영, 적용하는 방안이다. 세부적으로는 최종안전성분석보고서 개정없이 가동중검사 중장기계획(ISI Long Term Plan)에 적용기술기준으로 최신 KEPIC 명시하여 규제기관 승인후 적용하는 것인데 예를 들면 표-2와 같다.

표 2 | 가동중검사 중장기 계획서에서의 적용방안

현행의 가동중검사 중장기 계획서	개 선 (예시)
2.0 적용문서 • ASME Section, XI-1989년판	2.0 적용문서 • KEPIC MI-2002년도판

제2안으로 외국기술기준이 명시된 최종안전성분석보고서 해당 장, 절에 “외국기술기준 or KEPIC”으로 일괄 명시해서 규제기관 승인후 발주자가 선택 적용하는 것으로 예를 들면 표-3과 같다.

표 3 | 최종안전성분석보고서에서의 적용방안

현 행(FSAR 3.1.2.10)	적 용 방 안
All Welding~are qualified in accordance with the requirements of Section IX of the ASME B&PV Code~	All Welding~are qualified in accordance with the requirements of Section IX of the ASME B&PV Code or KEPIC MQW~

제3안으로는 FSAR 3장 부록에 “과기부 고시에서 인준한 KEPIC을 외국기술기준 대신에 적용할 수 있다”는 대체 적용 문구와 KEPIC 적용 표를 함께 명시하여 규제기관 승인후 적용하는 것으로 예를 들면 다음과 같다.

세부 적용방안으로는 다음의 과학기술부 고시 제2005-4호(2005. 3.22) (별표1,

표 4 | 최종안전성분석보고서 부록에의 적용방안

적용대상	FSAR 3장 부록 3B 제목 : 관련 코드, 표준, 사양과의 일치여부 → 면제요건 명시
현행	<p>목 차</p> <p>3B.0 적용범위</p> <p>3B.1 ASME 코드 Sec. III, Division 2-1992, 콘크리트 격납건물에 대한 요건</p> <p>3B.2 ASME 코드 Sec. III, 일반요건, NCA-1989</p>
적용방안	<p>목 차</p> <p>3B.0 적용범위</p> <p>3B.1 ASME 코드 Sec. III, Division 2-1992, 콘크리트 격납건물에 대한 요건</p> <p>3B.2 ASME 코드 Sec. III, 일반요건, NCA-1989</p> <p>3B.3 KEPIC 대체 적용(신 설)</p>

별표 1 | 원자로시설의 기술기준으로 적용되는 전력산업기술 기준

분야	분류 기호	제목	참조기준	비고
QA 품질 보증	QAP	원자력 품질보증	ASME NQA-1 (1994 edition, 1995 addenda)	
	QAI	공인검사	ASME QAI-1 (1995 edition, 1996 addenda)	전력산업기술기준을 우선 적용
	QAR	등록기술자의 자격 인정	ASME Appendix XXIII (1996 addenda)	전력산업기술기준을 우선 적용
MN 원자력 기계	MNA	일반요건	ASME III NCA(1995 edition~2000 addenda)	MNA는 전력산업 기술기준을 우선 적용 별표2적용
	MNB	1등급 기기	ASME III Div.1 NB('95 edition~'00 addenda)	
	MNC	2등급 기기	ASME III Div.1 NC('95 edition~'00 addenda)	
	MND	3등급 기기	ASME III Div.1 ND('95 edition~'00 addenda)	
	MNE	금속격납용기	ASME III Div.1 NE('95 edition~'00 addenda)	
	MNF	지지물	ASME III Div.1 NF('95 edition~'00 addenda)	
	MNG	노심지지구조물	ASME III Div.1 NG('95 edition~'00 addenda)	
	MNZ	부록	ASME III Div.1 NZ('95 edition~'00 addenda)	

원자로시설의 기술기준으로 적용되는 전력산업기술기준) 내용을 그대로 적용하는 방안이다.

제4안으로는 발주자 책임하에 KEPIC 적용하되, 사전 인허가 승인 대신에 법정 정기검사로 대체하는 것

으로 우선 구매후 O/H시에 정기검사로 대체하는 방안이며 예를 들면 표-5와 같다.

앞에서 제시한 방안별로 장단점을 갖고 있는데 이를 비교해 보면 표-6과 같으며 종합적으로 검토한 결

과에 따르면 제3안이 바람직한 것으로 사료된다.

표 5 | 발주자 책임하에의 최종안전성분석보고서에의 적용방안

구 분	적 용 방 안
현 행	적용 건별로 사전 인허가 취득후 구매, 제작, 설치
적용방안	우선 구매/제작 후, 설치단계에서 현장 정기검사시 보수/교체 작업을 제출, 적용

IV. 맺음말

우리 고유의 기술기준인 KEPIC이 그야말로 자리매김을 할려면 운영중인 발전소에 적용을 반드시 해야 한다. 하지만 운영 원전에서의 KEPIC 적용을 위해서는 규제 기관, 발전사업자, 산학연 모든 기관들의 공동 해결 노력이 필수적이다. 앞서 제시한 방안을 포함하여 운영원전에서의 KEPIC 적용방안의 조속한 정립이야 말로 향후



표 6 | 적용방안별 비교 검토결과

구 분	적 용 방 안	장 점	단 점
1안	ISI Long Term Plan에 KEPIC 최신 판 반영, 적용	<ul style="list-style-type: none"> • FSAR 개정 불필요 • Long Term Plan 개정 범위가 매우 간단 	<ul style="list-style-type: none"> • 안전성등급 기계분야를 제외하고는 타 분야의 적용근거 미흡
2안	FSAR 해당 장, 절에 “외국기술기준 or KEPIC” 일괄 명시	<ul style="list-style-type: none"> • 기존의 인허가 심사 범위와 수준이 유사 	<ul style="list-style-type: none"> • FSAR에 정확한 명시 곤란 • 비안전성등급 분야 적용 근거 미흡
3안	FSAR 부록에 “KEPIC을 외국기술기준 대신 적용” 문구와 KEPIC 적용표 명시	<ul style="list-style-type: none"> • FSAR 추가 개정없이 KEPIC 적용 가능 • 비안전성등급까지 명시할 경우 모두 적용 가능 	<ul style="list-style-type: none"> • 인허가 심사범위에 비안전성등급까지 포함되어 인허가시 발전사업자 부담 가중
4안	발주자 책임하에 KEPIC 적용하되, 사전 인허가 대신 정기검사로 대체	<ul style="list-style-type: none"> • FSAR 개정 불필요 	<ul style="list-style-type: none"> • 발주자 책임 가중 <ul style="list-style-type: none"> - 오류발생시 O/H 영향 • 규제기관과 발전사업자간 사전 조율 미흡으로 마찰 가능성 내포

KEPIC의 백년대계를 결정짓는 운명의 한판이 될 것이며 다음과 같은 기대효과를 통하여 향후 우리가 얻을 수 있는 이득이 엄청나다라는 것은 자명한 사실을 직시해야 할 것이다.

1. 공감대 형성으로 운영 원전의 KEPIC 적용 활성화 도모

2. KEPIC 적용 확대로 기자재 국산화율 향상 기여
3. 운영중 원전의 KEPIC 적용을 통한 문제점 피드백 가능
4. 국내 고유 기술기준 활용으로 사용자 편리성 증대
5. KEPIC 적용에 따른 불필요한 인력절감, 시간단축 가능
6. Dedication 업무 부담 경감