2004 춘계학술발표회 논문집
한국원자력학회

IEEE323-2003년판을 이용한 Class 1E 기기의 검증시험

Qualification Test of Class 1E Equipment based on IEEE323 Std 2003

김종석, 정선철, 김태룡
한국전력공사 전력연구원
대전시 유성구 문지동 103-16

요 약

기기검증 기술기준은 IEEE Std 323-1971년판을 시작으로 1974년, 1983년 및 2003년판까지 발행이 되었다. 미국 NRC는 IEEE Std 323-1974년판을 자국내 내환경검증 시험기준으로 승인한 상태이며 IEEE Std 323-2003년판은 2003. 9월에 발행되어 현재 NRC의 공식 승인을 기다리고 있다. IEEE Std 323-2003판은 기기의 경년열화 상태를 기준으로 검증수명을 평가하는 상태감시 기법을 제시하고 있으며 DBA 시험시 더블피크를 적용하는 문제도 싱글피크와 여유도를 적용하는 것으로 결론지었다. IEEE323 Std 2003년판은 검증수명 연장방법을 구체적으로 다루어 원자력발전소 수명 연장시 적극적으로 활용할 수 있도록 개정되었다. 국내 원전들도 기기검증 유지관리의 효율성을 위해 IEEE323 Std 2003판을 적극 활용하는 것이 바람직하다.

Abstract

IEEE Standard for Qualifying Class 1E Equipment has been updated to 2003 edition since the issue of IEEE Std 323-1971, 1974, 1983. NRC approved the IEEE Std 323-1974 as Qualification standard of Class 1E Equipment in domestic nuclear power plant. IEEE Std 323-2003 was issued in September of 2003 and utility is waiting the approval of NRC. IEEE Std 323-2003 suggest a new qualification technique which adopts the condition monitoring. Performance of two transient during DBA test is no longer recommended in IEEE Std 323-2003. IEEE323 Std 2003 included a chapter of "extension of Qualified life" to make available the life extension of components during plant life extension. For the efficient control of preserving EQ in domestic nuclear power plant, IEEE323 Std 2003 is strongly recommended.

1. 서 론

원자력법 시행규칙 제 19조 2항은 원자력발전소 운영자가 발전소의 안전성 관련 전기 및 계측기기에 대한 기기검증을 수행하고 검증상태를 유지 관리하도록 요구하고 있다. 내환경검증은 발전소의 설계기준사고 분석에서 제시하는 온도, 압력, 방사선 조사량, 화학물질 및 침수상태에 따라 시험, 분석, 경험 및 복합적인 방법에 의한 검증을 하는 것이다. 분석은 부분적 시험결과 및 이론적 계산식을 토대로 하므로 내환경검증의 대부분은 시험이 차지한다. 시험이란 압력용기에 기기를 넣은 뒤 발전소 설계기준사고 시의 환경조건을 모사한 LOCA/HELB 프로파일에 따라 온도 압력을 변화시키면서 기기의 정상작동 여부를 확인하는 것이다. 내환경검증 시험을 위한 코드는 IEEE std 323을 기본으로 하며 기기 종류별로 별도의 코드를 활용한다. IEEE Std 323은 1971년판을 시작으로 1974년, 1983년 및 2003년판까지 발행이 되었다. 미국 NRC는 IEEE Std 323-1974년판을 자국내 내환경검증 시험기준으로 승인한 상태이며 IEEE Std 323-1983년판은 정식으로 인정을 하지 않고 있다. IEEE Std 323-2003년판은 2003. 9월에 2003년판이 발행되어 현재 NRC의 승인을 기다리는 상태이다. 본고에서는 최근에 발행된 IEEE Std 323-2003년판의 내환경검증 시험 방법을 검토하고 국내 원전에 적용 가능한지 여부를 분석한 결과를 기술하였다.

2. 본 론

2.1 기기검증 시험 기술기준

2.1.1 IEEE Std 323-1974년판[1]

IEEE Std 323-1974년판은 1973년 12월에 최종 승인된 원자력발전소 Class 1E 기기의 검증기준이다. IEEE Std 323-1974년판의 대부분은 내환경검증 방법에 대하여 기술하고 있으나 IEEE Std 344에 따른 내진검증에 대한 간략한 언급을 포함하고 있다. IEEE Std 323은 “검증은 유형시험, 운전경험 혹은 분석에 의해 수행하며 이러한 요건들은 상황에 따라 개별적 혹은 복합적으로 적용이 가능하다” 라고 기술하고 있다. 운전경험에 의한 검증은 단순한 경험 그 자체만으로는 적용이 어려우나 실제 상황에서 시간대별 재질특성 변화를 보여주는 시험결과가 제공된다면 매우 유용하게 사용될 수 있다. 분석에 의한 검증은 분석방법의 적정성에 대한 검토가 필요하며 검증된 이론식 및 가정을 활용해야 한다. 분석만을 수행하는 검증은 너무 복잡하여 적용하기 어렵다. 분석에 의한 검증은 시험데이타의 외삽처리 또는 이전 시험에 의해 나타난 설계변경의 영향에 대한 결정에는 효과적으로 활용할 수 있으며 단독 환경변수의 크기에 따른 기기 성능변화를 정량화하는데

많이 사용된다. 검증은 유형시험을 원칙으로 하며 운전경험과 분석은 보조적인 방법으로 활용해야 한다. 검증작업을 수행 시 고려해야 할 사항은 ①검증조건은 실제상황과 동일 이상일 것, ②실험결과의 외삽처리는 확인된 고장모드 및 노화 메카니즘의 고려 하에 수행될 것, ③기기 수명이 발전소 수명보다 적을 경우 가동중 검증을 활용할 것, ④ 검증문서를 작성할 것, ⑤ 가동 중 검증을 위한 검증시험 데이터를 확보할 것, ⑥ Class 1E기기의 현장 설치상태를 고려한 검증을 수행할 것이다.

2.1.2 IEEE Std 323-2003년판[2]

IEEE Std 323-2003년판은 IEEE Std 323-1983년판의 개정판이며 1983년판을 적용하면서 현실적으로 개선이 필요한 부분을 반영한 것이다. 본 기술기준에서 1983년판에 비해 변화된 부분은 다음과 같다.

본 기술기준은 검증용도 및 적용 환경별로 기기를 검증하고자 할 때 그 방법을 명시하고 있다. 예를 들어 IEEE Std 323은 지금까지 열악한 환경의 Class 1E 기기 및 사후감시기기의 검증에 만 주로 사용되어 왔으나 2003년판의 경우 온화한 환경에 위치한 기기의 검증에도 활용될 수 있도록 하였다. 열악한 환경에 위치한 기기의 경우 검증문서 요구사항은 더욱 엄격해졌다.

지금까지 사용해 오던 DBE, DBA, LOCA 및 HELB와 같은 용어들을 “design basis event″로 통일 시켰다. 문장을 복잡하게 만들지 않기 위해 ”design basis accident″ 용어를 사용하기도 한다.

설계기준사고 프로파일의 시험 여유도 적용이 바뀌었다. 온도, 압력, 방사선, 운전시간에 대한 정량적 여유도를 줌으로서 IEEE Std 323-1974년판에서 적용하였던 2번의 과도상태는 적용하지 않고 설계기준사고 프로파일에 시험여유도만 주는 것으로 합의되었다.

새로운 디지털 시스템 및 개선된 아나로그 시스템은 환경요소가 기기의 성능에 중대한 영향을 미칠 경우 EMI/RFI 및 전력서지의 민감도에 대한 시험이 필요하게 되었다. 현재 설치된 I&C 계통들은 EMI/RFI 및 전력서지에 대한 민감도가 낮기 때문에 그 동안 내환경검증에서 다루지 않았으나 현재의 I&C 계통을 개선된 아나로그 시스템이나 컴퓨터 제어 디지털 시스템이나 개선된 아나로그 시스템으로 바꿀 경우 EMI/RFI 및 전력서지에 대한 영향을 검토해야 한다.

금번 IEEE Std 323-2003년판에서 새롭게 등장한 것은 상태감시에 의한 수명평가 이다. 기기의 노화감쇠는 기기가 처해진 환경변수 및 노화 메카니즘으로 인해 발생한다. 따라서 안전성 관련 전기기기는 설계기준사고 시험 이전에 실제 상황과 동일한 경년열화가 되어 있어야 한다. 이전 버전에서는 기기가 성능요구치를 계속적으로 만족하는 시간을 검증수명이라고 명시하였다. IEEE Std 323-2003년판은 기기의 성능 요구치가 만족되는 기기의 경년열화 상태를 정하고 이를 검증 만족 상태라고 명시하고 있다. 따라서 기기의 검증 만

족 상태가 계속 유지되기만 하면 기존의 검증수명을 초월하여도 계속 사용될 수 있도록 하였다. 본 기준이 활용되면 인허가 갱신시 검증 수명 연장이 가능하게 된다.

IEEE Std 323-2003년판은 “5.2 Extension of qualified life” 라는 항목과 ”5.3 Condition monitoring”항목을 신설하여 검증수명 연장에 대한 내용을 구체화하였으며 특히 5.2.d 요건에는 기기 부품 중 경년열화에 민감한 부품을 신품으로 교체하여 기기의 검증을 계속 유지할 수 있는 방안을 제시하고 있다.

2.2 기기검증 프로그램

2.2.1 기기 사양

기기검증 대상기기는 기기명칭, 기기 현장 연결 상황, 검증수명 목표, 안전기능, 정상, 비정상 및 설계기준사고 환경 조건 및 시험여유도에 대한 정보를 문서화 해야 한다. 정상 및 비상 운전시의 환경조건은 주변 압력/온도, 상대습도, 방사선, OBE 내진 및 진동, 운전 횟수, 전기부하 및 신호, 응축/화학물질 살수/침수 및 EMI/RFI 및 전력서지에 대한 내용을 문서에 수록한다.

2.2.2 검증 계획

검증프로그램에서는 시험, 검사, 성능평가, 성능한계, 안전성능을 수행할 수 있음을 보여주는 분석이 포함된다. 검증계획에는 경년열화 영향, 경년열화 메카니즘, 경년열화 고려사항, 검증수명 목표, 시험 여유도, 주기적 정비 및 교체, 안전성능 제한치에 대한 내용이 포함되어야 한다.

2.2.3 검증 수행

검증은 유형시험, 운전경험, 분석, 데이터의 내외삽 처리, 검증수명 연장, 상태기준 검증, 안전성능 기준치를 결정함으로서 수행된다.

유형시험은 검증계획 수립, 설계기준시험 프로파일, 현장 설치 요건, 기기 연결 상태, 검증시험 중 안전성능의 모니터링, 시험여유도 적용, 시험순서, 자연열화 및 가속열화, 방사선 가속조사, 지진 및 진동에 대한 검증, 정상 및 설계기준사고에서의 정상 작동 및 육안검사 요건을 가지고 수행된다. 시험여유도의 경우 온도 +8℃, 압력 +10%, 사고 시 방사선 +10%, 전압 ±10%, 작동시간 +10%, 지진/진동 +10%, 주파수 ±5%이 적용된다. 시험순서는 육안검사-기본 기능 검사-안전성능 검사-가속열화 및 가속 방사선 조사-진동시험-OBE/SSE 내진시험-설계기준사고 시험 중 안전성능 검사-육안검사의 순으로 수행된다.

운전경험에 의한 검증을 위해서는 다음과 같은 사항에 대한 기록 데이터가 필요하다. 운전경험이 있는 기기는 검증대상기기와 동일한 제품이거나 비록 약간 다르다 하여도 그

차이점으로 인해 기기의 안전성능을 감소시키지 않아야 한다. 운전경험을 가진 기기는 검증하려는 기기보다 동등 또는 더 열악한 조건 및 환경에 노출되었음을 보여주고 이러한 환경에서 안전기능을 만족스럽게 수행하였다는 기록이 있어야 한다. 비 안전성 계통에 설치된 동일한 기기의 운전경험인 경우도 환경 및 운전조건에 대한 동일성이 증명된다면 활용할 수 있다. 검증수명에 대한 결정은 운전조건과 운전이력에 대한 분석을 통해 수행된다.

분석에 의한 검증은 논리적인 평가, 유사성 평가 혹은 기기가 특정 조건에 처하였을 경우 안전기능을 수행할 수 있음을 증명하는 수학적 모델을 필요로 한다. 분석은 시간대별 환경인자를 고려해야 한다. 분석기법은 대부분의 기기에 대해 제한적으로 사용가능하며 항상 시험 데이터와 운전경험에 근거해야 한다. 사용된 분석기법에 대한 적정성도 평가를 해야 한다.

시험데이타의 외삽 및 내삽처리는 특정 운전조건에서의 안전성능이 다른 운전조건에 적용하는 경우와 유사한 기기에 적용하는 경우가 있다. 운전조건의 비교분석은 물리학적 원리에 근거하여 수행되어야 한다. 외삽 및 내삽처리시 검증대상기기 구성품의 재질은 동일 또는 동등하여야 하며, 기본 형상에 변화가 없다면 크기는 변할 수 있으나 이 경우 스케일 확인하여 표면적이 달라짐에 따른 열 충격 변화 및 질량 및 모드 변화에 따른 지진 영향을 고려하여야 한다. 형상은 동일해야 하며 차이가 있으면 안전기능에 영향을 미치지 않는지 여부를 분석해야 한다. 운전 및 환경에 의한 응력은 정상 및 비정상 운전조건에서 동등해야 한다. 시험하려는 기기의 경년열화 메카니즘들은 검증대상기기의 경년열화 메카니즘을 모두 포함할 수 있어야 한다. 안전기능은 작동 및 작동해제 상황에서 모두 동일하여야 한다.

기기 검증수명의 연장은 수명 결정시 적용된 환경조건이 실제상황에 비해 과도하게 보수적임을 평가한 경우, 수명 결정에 사용된 활성화에너지가 보수적임을 평가한 경우, 설계기준 사고 이전의 실제 운전조건이 수명결정에 사용된 운전조건보다 덜 심각함을 확인한 경우, 유사한 기기의 검증 수명이 더 긴 것을 확인하였을 경우, 기기가 설치된 환경보다 더 열악한 환경에서 자연 열화된 기기가 있을 경우, 기기의 자연열화 및 가속열화 기간이 검증된 수명보다 더 긴 것이 확인된 경우 가능하다.

상태감시에 의한 검증을 위해서는 가속열화 작업을 단계별로 수행하고 단계별 상태를 나타내는 지시값을 측정해야 한다. 특히 수명만료 시점으로 정하는 설계기준사고 바로 직전의 경년열화 상태 값을 측정하는 것이 필요하다. 상태감시를 위해 측정되는 값은 경년열화의 변화를 감지할 수 있는 것이어야 한다. 검증이 완료된 기기의 경우 다른 샘플을 구해서 노화년도별 경년열화 지시값을 측정하는 것이 필요하다. 상태 지시값이 기존의 검증 과정에서 얻어진 것이면 사용자는 기존방법에 의한 수명과 상태감시 결과에 의한 수명 중 하나를 선택하거나 두개를 조합하여 사용할 수 있다. 상태감시에 의한 검증이 수행되면 기기는 수명 종료에 해당하는 상태에 도달할 때까지 검증되는 것이다. 상태를 지시

하는 값의 경향이 현실적이지 못하면 수명결정에 의한 검증방법으로 복귀할 수 있다. 상태감시에 의한 검증 시 검증문서에는 시험방법, 상태지시 값 사용의 제한요건, 가속열화 방법이 기술되어야 한다.

검증대상기기는 지정된 한계 범위 내에서 안전기능을 수행할 수 있어야 하며 안전기능을 만족시키지 못하는 경우 기기의 수정 혹은 사용의 제한요건을 결정하여야 한다.

2.2.4 수정

검증이 완료된 기기에 수정이 가해지는 경우 추가적인 검증이 필요한지 여부를 평가하여야 한다. 기기의 수정이라 함은 설계, 재질, 제작공정, 간극, 윤활제, 고정상태를 포함한다. 검증의 수정이라 함은 안전기능, 제한 값, 유전응력 정도, 기계적 응력, 사고 후 환경 조건 및 발전소 수명연장 등을 말한다. 평가결과 추가적인 검증이 불필요할 경우 평가문서를 작성하여 검증문서 파일에 포함하여야 한다. 평가결과 추가적인 조치가 필요하면 조치 작업 후 수정된 기기가 검증되었음을 확인하는 문서를 작성하여야 한다.

2.3 검증 문서

2.3.1 온화한 환경의 기기에 대한 검증문서

온화한 환경에 위치한 Class 1E 기기의 검증문서는 설계/구매 사양서, 내진시험보고서, 품질보증서(C of C) 이다. 설계/구매 사양서는 정상 및 예상 운전조건별 특정 환경지역에서의 기능 요구 값을 수록하여야 한다. 온화한 환경에 위치한 기기의 경우 중대한 노화 메카니즘이 없을 경우 검증수명을 문서화할 필요가 없다. 내진검증의 경우 중대한 노화메카니즘이 존재할 경우만 경년열화 된 시험편을 사용하여 내진검증을 수행하고 이를 문서화 한다.

2.3.2 열악한 환경의 기기에 대한 검증문서

Class 1E 기기의 검증문서는 요구사양의 만족 여부, 검증수명, 감시/정비 혹은 상태감시 주기의 설정이 수립되어 있음을 보여주어야 한다. 검증에 사용된 데이터는 적용 타당성이 있어야 하며 이해가 쉽고 추적이 가능한 형태로 정리되어 제시된 결론에 대한 독립적 감사가 가능하도록 하여야 한다. 열악한 환경에 위치한 기기의 검증문서는 다음사항을 포함하여야 한다.

- 기기명, 기기 제작사, 모델번호
- 안전기능
- 검증방법
- 정상운전 환경의 온도, 압력, 방사선, 상대습도, EMI/RFI, 파워서지, 운전 싸이클, 설

계기준사고
- 성능 제한치
- 시험순서
- 기기 고정방법, 설치 방향, 주변기기 연결 상태, 전선관 밀봉 요구사항
- 설계기준 사고 모의시험 형상(시험 챔버 내부에 어떤 커넥터가 있는지 여부 등)
- 시험을 위해 선정된 표본 기기가 대표기기인지 여부에 대한 판정
- 중대한 경년열화 메카니즘에 대한 평가
- 검증수명 결정 근거
- 가속열화 시험 결과
- 설계기준 사고 시험 결과. 시험결과에는 온도-시간 곡선, 압력-시간 곡선, 습도, 화학물질 분사, 물 분사, 전기적 부하, 기계적 부하, 가압된 전압, 주파수 및 침수상황이 기술되어야 한다.
- 방사선원, 조사율 및 총 조사선량이 포함된 방사선 시험 결과
- 내진시험 결과
- 최대온도, 최대압력, 방사선, 전압, 작동시간, 내진 준위에 대한 여유도
- 검증을 유지하기 위한 감시, 정비, 주기적 시험 혹은 교체 계획
- 검증에 영향을 미치는 시험 중 이상상태에 대한 평가
- 제한사항 및 경고를 포함하는 검증 요약 및 결론, 검증수명 및 주기적 감시/정비 주기

2.4 등온시험 데이터를 이용한 활성화에너지 산출

검증대상기기는 설계기준사고 이전에 검증수명 목표치에 해당하는 경년열화가 완료되어야 한다. 경년열화는 자연열화, 가속열화 또는 두 가지의 복합을 통해 수행된다. 자연열화를 통해 경년열화를 수행할 경우 별도의 계산이 필요 없으나 장기간 열화된 시편이 없을 경우 가속열화 방법을 적용한다. 가속열화의 경우 운전온도와 검증목표 수명에 해당하는 가속열화 온도 및 가속열화 시간을 결정해야 한다. 가속열화에 필요한 조건의 재료의 활성화에너지에 따라 달라진다. 다음은 등온시험 데이터를 이용한 활성화에너지 계산 방법을 설명한 것이다. 본 실험 데이터는 미국의 검증회사에서 NYLON재질의 활성화에너지를 산출하는 과정에서 생산된 것이나 본고에서는 설명을 쉽게 하기 위해 약간의 가상 데이터를 추가하였다.[3] 활성화에너지를 계산하기 위해서 133, 157.5, 202, 240℃의 온도군에서 NYLON을 열화한 후 특정 온도 군에서 특정 시간대별로 재질을 가속열화하고 100, 200, 400, 1000, 5000, 10000시간 대별로 경년열화된 NYLON을 인출한 후 최대 인장강도를 측정한 결과를 표 1에 나타내었다. 측정되어야 할 물성치는 최대 인장강도, 파단-연신율, 유전율, 인덴터 지수 등 재료의 안전기능에 관계되는 것이면 상관이 없으나 본 실험에서는 최대 인장강도를 기준으로 활성화에너지를 산출하였다.
경년열화되지 않은 NYLON의 인장강도 값은 540이었으며 온도군 및 시간대별로 가속 열화

후 최대 인장강도 값은 표1과 같다. 표 1의 데이터를 그래프로 나타낸 것이 그림 1이다.

표 1 NYLON 재료의 온도 및 시간대별 가속열화 후 최대 인장강도

시간 / 온도군		100h	200h	400h	1000h	5000h	10,000h
Oven1	133℃	540	540	510	500	480	270
Oven2	157.5℃	510	540	500	350	230	165
Oven3	202℃	450	380	270	230	115	115
Oven4	240℃	210	135	115	115	115	115

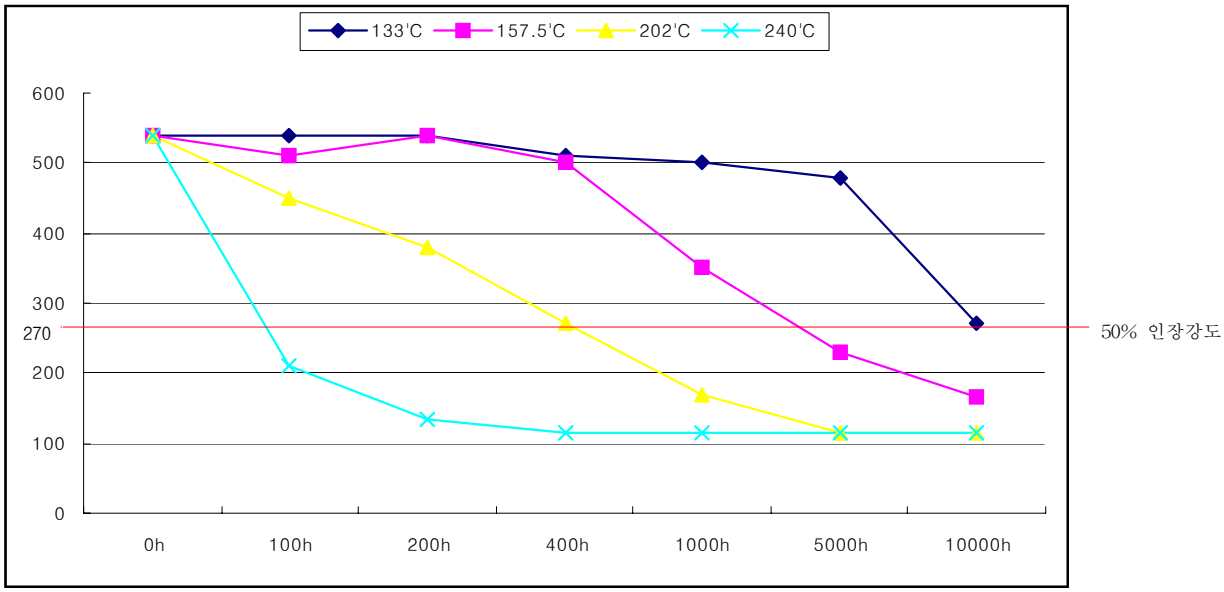

그림 1 온도 및 가속열화 시간대별 그래프

상기 그래프에서 인장강도 값이 50%로 감소한 경우의 시간대를 뽑아내어 failure time을 확인하면 표 2의 데이터를 얻을 수 있다.

표 2 Failure time 선정

	온도		failure time	
Oven1	x1	133℃(406°K)	y1	10,000hr
Oven2	x2	157.5℃(430°5K)	y2	3,000hr
Oven3	x3	202℃(475°K)	y3	400hr
Oven4	x4	240℃(513°K)	y4	100hr

온도 및 시간에 대한 Arrhenius방정식은

$$\frac{1}{t} = A_e \times e^{-\frac{E_a}{K_B}(1/T)} \quad (1)$$

식(1)을 풀면 $LN\ t = \frac{E_a}{K_B}(\frac{1}{T}) + c$ (2)

식(2)는 y = mx +b의 형태로 대체할 수 있다.[4] (3)

$y = mx+b$, $y = \ln x$, $m = E_a/K_b$, $x = 1/T$, $b = c$ (4)

표 2의 데이터를 이용하여 식(4)의 형태로 구성하면 표 3과 같은 형태가 된다.

표 3 식(3)의 x, y 값

x	y
1/406	9.306
1/430.5	8.006
1/475	5.991
1/513	4.605

표3의 데이터를 식(2)에 대입하면 다음과 같이 식(5), (6), (7), (8)을 얻을 수 있다.

$$9.306 = \frac{E_a}{K_B}(\frac{1}{406}) + c \quad (5)$$

$$8.006 = \frac{E_a}{K_B}(\frac{1}{430.5}) + c \quad (6)$$

$$5.991 = \frac{E_a}{K_B}(\frac{1}{475}) + c \quad (7)$$

$$4.605 = \frac{E_a}{K_B}(\frac{1}{513}) + c \quad (8)$$

식(5), (6), (7), (8)을 이용하여 Ea를 산출하려면 4개의 점들이 선형관계를 이루어야 하므로 실험데이타를 바탕으로 근사화된 선형라인을 구해야 한다. 선형라인의 기울기가 활성화에너지가 된다. 마이크로소프트 엑셀프로그램에서 제공하는 통계 기능을 이용하여 slope, intercept 및 correl값을 산출하면 다음과 같다. Slope(y,x)는 선형 회귀선의 기울기, Intercept(y,x)는 선형 회귀선의 y 절편, Correl(x,y)는 두 데이터 집합사이의 상관계수를 나타낸다. Correl(x,y)값이 “1”에 가까울수록 데이터가 선형화 되어 있음을 알수 있다. 본 실험데이타를 통해 나타난 Correlation coefficient값

은 0.9999이며 Intercept값은 -13.278로 나타났다.

식(3)의 y = mx + b의 관계를 이용하면 m에 해당되는 Slope는 9,164, b = -13.278이 된다.
$m = E_a/K_b$ 이므로 활성화에너지(E_a) = m × 0.00008617 = 0.7897283626 ≒ 0.79ev 가 된다.

3. 결 론

기기검증 기술기준 IEEE323 Std 2003년판을 검토하고 국내 가동원전의 적용 가능성을 분석하였다. 2003판에서 새로이 도입된 상태감시에 의한 수명평가 방법은 기기의 경년열화 상태를 평가하여 검증 종료 시점에 도달하였는지 여부를 평가하는 기법이므로 검증문서가 확보되지 않은 장기사용 원전에 적용할 경우 매우 유용하게 활용할 것으로 기대된다. IEEE323 Std 1974년판과 1983년판의 차이점으로 대두되었던 설계기준사고 시험시 더블피크를 적용하는 문제도 2003년판에서는 싱글피크와 여유도를 적용하는 것으로 결론지었다. IEEE323 Std 2003년판은 검증수명 연장방법을 별도의 단원에서 보다 구체적으로 다루어 원자력발전소 수명 연장시 적극적으로 활용할 수 있도록 개정되었다. NRC는 본 기기검증 규정 개정판의 승인을 긍정적으로 검토하고 있다. 향후 국내 원전들도 기기검증 기준을 IEEE323 Std 2003판으로 바꾸어 적용하는 것이 최신 기술수준에 적합한 기술기준을 활용하는 것이라고 판단된다.

참고문헌

[1] IEEE, IEEE Standard for Qualifying Class 1E Equipment for Nuclear Power Generating Station, IEEE Std 323-1974, 1973

[2] IEEE, IEEE Standard for Qualifying Class 1E Equipment for Nuclear Power Generating Station, IEEE Std 323-2003, 2003

[3] Tom Hancock, Wyle. Life calculation for NYLON RESIN, 1982

[4] IEEE, IEEE guide for the Statistical Analysis of Thermal Life Test Data, 1971