

원자력발전소의 비상디젤발전기 연료저장탱크에 대한 설계요건 고찰

마 진 수

한국전력기술(주)

(jsma@kopec.co.kr)

1. 서 론

국내에 설치되는 원자력발전소는 1978년 4월 최초의 원전인 고리 원자력발전소 1호기가 시설용량 587 MW로서 상업운전을 시작한 이래 29년째인 2007년말 현재 20기가 상업운전 중에 있으며, 앞으로 신고리1,2호기 원전을 포함한 6기의 원전이 추가로 건설되어 우리나라에서 원자력발전소가 차지하는 전력생산량도 전체발전량의 40%에 육박하게 될 예정이다. 아울러 우리나라도 지난 30년여년 동안 외국 기술을 도입하는 단계에서 벗어나 지금은 기술자립을 통해 독자적인 한국표준형 원전을 설계하고 있으며, 1400 MW급 차세대 원전인 APR 1400도 개발하는 등 세계가 놀랄 만큼의 급속한 성장과 발전을 이룩하여 왔다.

이러한 놀랄만한 성과에도 불구하고, 국내 소방관계법규인 소방시설설치유지 및 안전관리에 관한 법률 시행령[별표2]에서는 원자력발전소를 동사무소, 보건소, 경찰서, 소방서 등과 동일한 업무시설 중의 하나로 분류하고 있다. 즉, 현행 소방관계법규의 규제 관점만으로 보면 원자력발전소는 일반 업무시설로 간주되고, 적용 소화설비 기준도 동사무소와 우체국의 범주를 벗어나지 못하고 있는 실정이며, 원자력발전소에 설치되는 위험물 저장탱크도 위험물안전관리법에서는 규정하는 일반 소방대상물과 같은 범주의 위험물 설치기준을 준수하여야 하는 것이다.

이는 지난 30년간 원자력발전소의 건설과정에서 적용 법규에 대한 개선노력 없이 건설과 완공 자체만을 중시한 결과일 것이며, 본 논고에서는 원자력발전소 위험물 저장탱크 시설에 대한 소방관계법과 원자력법의 상이한 요건을 살펴보고, 비상디젤발전기 연료저장탱크의 기술기준 적용시의 문제점은 무엇이며, 비상예비동력설비의 중요성에 비추어 원전 위험물안전관리법의 효율적인 규제방향에 대한 기준을 제시해 보고자 한다.

2. 위험물의 정의

통상 위험물질이라는 명칭은 폭발물질, 인화물질, 독성물질, 방사능 함유물질 등을 포괄적으로 지시하는 용어로 사용되지만, 위험물안전관리법에서 규정하는 위험물(Hazardous Material)은 인화, 발화, 폭발 반응성, 유독성까지 포함하여 환경에 영향을 주는 불안정한 물질로서 인명과 재산에 피해를 주는 물질로 정의할 수 있을 것이다. 이들 물질은 그 물성 자체가 인화 또는 발화하는 것과 인화 또는 발화를 촉진하는 것들이 포함되어 있으며, 현행 위험물안전관리법 시행령 별표1에서는 이러한 물질들의 고유 특성, 화재 예방방법, 소화방법 등의 공통점을 묶어 제1류에서 제6류까지의 위험물로 분류하고 있다.

일반적으로 위험물 여부를 판단할 때는 저장 또는 취급하는 물질이 위험물안전관리법 별표1에서 규정한 종류별 성질에 해당되는지, 대상물질의 물리적 화

학적 성상은 기준에 포함되는지를 확인하여야 하며, 현 위험물안전관리법에서는 1) 위험물의 저장, 취급 방법, 2) 위험물의 저장, 취급 장소, 3) 위험물의 운반, 이송 등 3가지 방법으로 규제하고 있다.

3. 원자력발전소의 위험물 저장탱크 설계기준 비교

원자력발전소의 위험물 저장탱크에 대하여 규제하고 있는 국내 법규로는 소방관계법, 건축법, 원자력법 등이 있으며, 이러한 법규들은 화재로부터 인명과 재산의 피해를 최소화하는 목적은 동일하나, 소방관계법이 일반건축물의 화재로부터 인명과 재산 등을 직접 보호하는 규제사항인 반면, 원자력법은 원자력설비 설치지역에서 화재발생시 일차적으로 방사성 물질의 소외 누출을 최소화하여 궁극적으로는 일반 대중의 건강과 안전을 보호하는 것을 목적으로

제정된 법규이다.

원자력발전소 위험물 저장시설의 규제 관점에서 살펴보면 소방관계법이 국내 규격에 바탕을 둔 위험물안전관리법에 근간을 두고 있는 반면, 원자력법은 미국 원자력위원회 기준인 NRC BTP SPLB 9.5-1, 10CFR50(미연방법), Regulatory Guide 및 NFPA Code를 기본으로 하고 있다. 따라서 국내에 건설되는 원자력발전소의 위험물 저장탱크 설계는 법규의 제정 취지가 상이한 원자력법 및 해외 기술기준과 국내 위험물안전관리법을 동시에 만족시켜야 하는 어려움이 있게 되는 것이다.

원자력발전소에 설치되는 위험물 저장탱크 중에는 원자력법에 따라 원자로안전과 밀접한 관계가 있는 안전성관련 계통(Safety Related System)으로 분류되는 비상디젤발전기 연료저장탱크(Class 1E Diesel Fuel Oil Storage Tank)가 있으며, 이 탱크는 원자력법 시행령 제9조(관계시설)에 근거하여 설치되는 위

표 1. 원자력발전소의 위험물 저장탱크 설계기준 비교

구분	위험물안전관리법	원자력법
법규의 세부기준	1. 위험물안전관리법 시행령 2. 위험물안전관리법 시행규칙 3. 화재안전기준	1. 원자력법 시행령 2. 원자력법 시행규칙 3. 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙
허가 단계	1. 설치허가 2. 변경허가 3. 완공검사	1. 건설허가 2. 운전허가
법률입법기관	소방방재청 예방기획국 소방정책과	과학기술부 원자력안전과
인허가 허가권자	시도지사	과학기술부 장관
인허가 권한위임	관할소방서장	한국원자력안전기술원
법규의 제정 취지	불특정 다수인이 사용하는 건축물에 대하여 화재로부터 국민의 재산과 생명을 보호	발전소 외부로 방사능 누출을 억제하고, 안전기능 업무의 수행에 영향을 미치지 않도록 화재로부터 방호하며, 발전소 운전 및 기기에 대한 피해를 최소화
원자력 발전소의 구분	소방시설설치유지 및 안전관리에 관한 법률 시행령[별표2] 9항 : 업무시설 가. 동사무소, 경찰서 및 소방서, 우체국, 보건소, 공공도서관, 국민건강보험공단 그 밖에 이와 비슷한 것으로서 그 용도에 사용되는 바닥면적의 합계가 1천제곱미터 이상인 것 나. 발전소 다. 공공업무시설 라. 일반업무시설 마. 오피스텔	원자력법 제2조 8호: 원자로 원자력법시행령 제9조: 관계시설 1. 원자로냉각계통시설 2. 계측제어계통시설 3. 핵연료물질의 취급시설 및 저장시설 4. 원자력발전소안에 위치한 방사성폐기물의 처리·배출 및 저장시설 5. 방사선관리시설 6. 원자로격납시설 7. 원자로안전계통시설 8. 기타 원자로의 안전에 관계되는 시설로서 과학기술부장관이 정하는 것.

험물탱크이고, 특수 설계된 내진 비상디젤발전기 건물(Emergency Diesel Generator Building) 내에 위치하고 있다. 특히 원자력법 규정에 의해 관계시설 내에 설치되는 위험물 저장탱크는 위험물안전관리법과 원자력법이 동시 적용되어 일부 적용기준이 상충되는 문제를 가지고 있으며, 본 논고에서는 비상디젤발전기 연료저장탱크 설계에 있어 범규가 중복 적용되어 설치 및 관리에 문제가 되는 기술적 사항만을 주제로 기술하게 될 것이다.

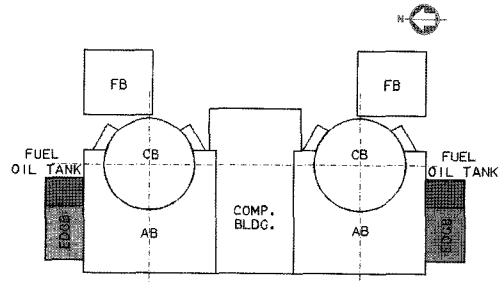


그림 2. 비상디젤발전기 건물 배치도.

4. 원자력발전소의 비상디젤발전기 설계현황

원자력발전소에는 정상적인 전원이 불시에 차단되는 경우, 원자로의 안정정지와 주요기기의 손상을 방지하기 위하여 필수설비에 비상전원을 공급하는 비상디젤발전기가 설치되는데, 이러한 설계기준은 원자력발전소내 전력공급원이 단일고장사건 발생할 때에도 그들의 고유한 안전기능을 유지하는데 필요한 독립성과 다중성을 가져야 한다는 기술요건을 준수

하여 설계되기 때문이다.

비상디젤발전기는 원자력발전소에 이상이 생겨 원자로가 불시에 정지되거나 송전철탄의 붕괴와 같은 사유로 외부전원까지도 차단되었을 때, 원자로를 안전하게 정지시키기 위한 설비와 원자로의 정지 기간 동안 원자로에서 발생한 열을 냉각시키는 필수안전설비(안전성관련 펌프, 안전성관련 송풍기, 전자제어설비 등)에 전원을 공급하는 역할을 수행한다. 따라서 비상디젤발전기는 원자력발전소의 안전을 위한 중요한 설비이므로 과학기술부고시 제2005-08호에 따라 원자로의 안전에 관계되는 시설로 분류되었으며, 어떠한 경우에도 동작하여야 하는 필수설비로써 내진등급 건물인 비상디젤 발전기건물에 위치하게 된다.

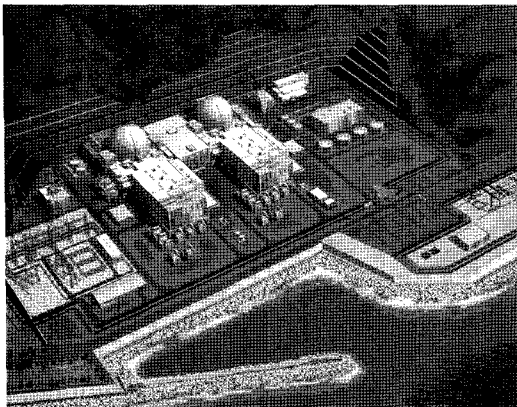


그림 1. 한국표준형원전 부지배치도.

가. 비상디젤발전기 건물

비상디젤발전기 건물은 건물 전체가 내진 1등급¹⁾으로 설계되며, 비상디젤발전기와 분리된 단독건물의 지하층에 비상디젤발전기 연료저장탱크를 탱크 전용실에 저장하는 방식으로 설계된다.

구조물은 원전화재방호 규정에 따른 화재위험도분석²⁾을 실시하고, 3시간 내화등급의 벽은 1.8 m, 천정 슬라브는 0.9 m 이상의 두께를 갖는 철근콘크리트

- 1) 내진 등급(Seismic Category) : 발생 가능한 지진강도 및 해당 품목의 기능을 고려하여 지진 설계값을 분류한 등급
- 내진 1등급(Seismic Category I) : 안전정지지진(0.2 g, 리히터지진계 6.5 해당) 발생시에도 기능을 발휘할 수 있도록 내진 설계된 구조물, 계통 및 기기. 예) 원자로 건물, 비상디젤발전기 건물, 주증기계통, 디젤발전기계통, 기기냉각계통, 제어봉 제어계통 등
 - 내진 2등급(Seismic Category II) : 안전정지지진(0.2 g) 발생시 기능 상실은 발생될 수 있으나 발전소 안전성계통에 직접적인 영향을 미치지 않거나 운전기준지진(0.1 g, 리히터지진계 5.7 해당) 발생시 전력생산을 계속 유지할 수 있도록 설계된 구조물, 계통 및 기기. 예) 터빈건물, 출입통제건물 등
 - 안전정지지진(SSE, Safe Shut-Down Earthquake) : 발전소 안전성 유지기능을 직접적으로 담당하고 있는 구조물, 계통 및 기기가 지진 발생시에도 기능을 발휘할 수 있도록 부지 특성에 맞게 고려된 지진의 최대강도 설계값

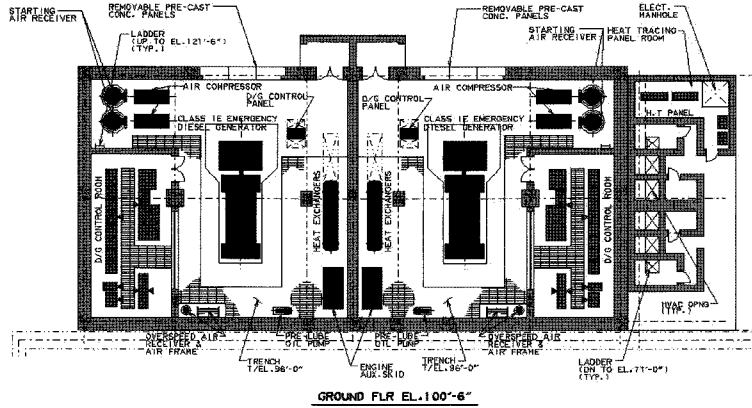


그림 3. 비상디젤발전기 건물 배치 평면도(Plan).

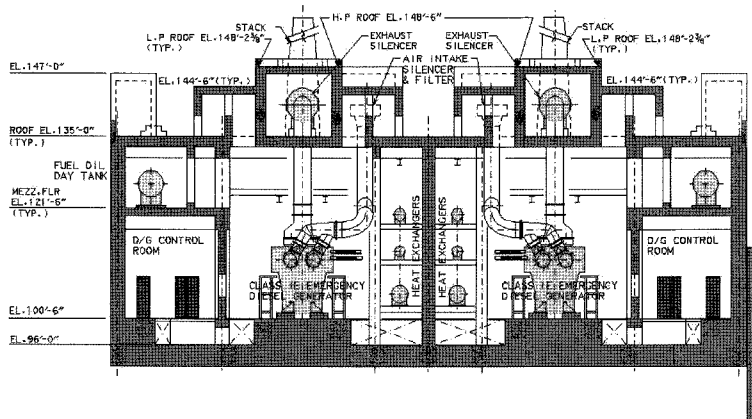


그림 4. 비상디젤발전기 건물 배치 단면도(Section).

형태로 제작된다. 지하구조물은 본 건물과 완전 분리되어 있으며, 평상시 접근이 불가능한 통제구역으로 분류된다.

나. 비상디젤발전기 연료저장탱크

비상디젤발전기 연료저장탱크는 저장용량 373,000 리터의 수평식 원통형 디젤연료유 저장탱크로써, 설계 및 설치기준이 엄격한 미국 기계학회 설계기준 (ASME Section III Code)에 따라 내진 1등급으로 설계되며, 정기 검사를 위한 맨홀과 접근용 사다리가

별도로 갖추어진다.

또한, 비상디젤발전기 연료저장탱크 연결주입구의 배관계에는 탱크 건전성을 유지하기 위해 정상 운전 중의 작동(연료 주입 및 이송)시의 진동은 물론 지진 등에 의한 진동이 발생할 경우 발생할 수 있는 모든 방향에 대한 힘과 모멘트에 대해 충분한 강성 및 지지력을 갖고 있도록 설계된다.

그리고 국내에 운전중인 원자력발전소에 대해서는 각 원전별로 18개월에 한번씩 원전의 가동을 중지한 후 설비의 건전성을 확인하는 계획예방정비를 실시

- 2) 화재위험도분석(Fire Hazard Analysis) : 화재발생시 원자로의 안전정지능력을 확보하고 환경으로의 방사성물질 누출 가능성이 최소화됨을 입증하기 위하여 각 방화지역별 가상 화재에 대한 위험성을 검토하고 화재예방 및 화재방호조치가 적합한지 평가하기 위한 정량적 또는 정성적인 위험도분석

원자력발전소의 비상디젤발전기 연료저장탱크에 대한 설계요건 고찰

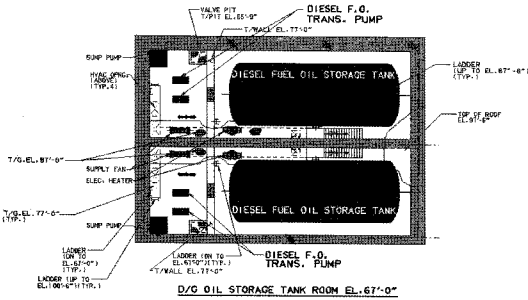


그림 5. 비상디젤발전기 연료저장탱크 배치 평면도(Plan)

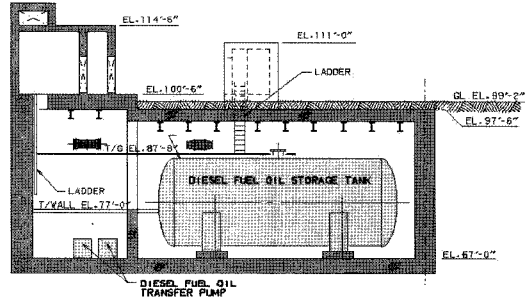


그림 6. 비상디젤발전기 연료저장탱크 배치 단면도(Section)

하고 있으며, 비상디젤발전기 연료저장탱크와 같은 안전성 관련 탱크는 매 10년마다 수압시험을 수행하고, 자체점검주기에 따라 누설, 변형 부식에 대한 육

안검사를 수시로 수행하여야 하는 가동중 검사(Inservice Inspection, 발전소 운전중 검사)도 준수하고 있다.

표 2. 원자력발전소의 비상디젤발전기 연료저장탱크 개요

구조물	설치위치	유별/품명	탱크형태	탱크용량
비상디젤발전기 건물 (지하1층 및 지상2층 규모)	비상디젤발전기 건물 지하1층 탱크전용실	제4류/ 제2석유류	수평식 원통형 탱크	373,000 리터 (지정수량의 373배)

표 3. 비상디젤발전기 연료저장탱크 용량산정(신고리1,2호기 기준)

<p>설계기준 비상디젤발전기 연료이송계통은 동일한 기능을 갖는 2개의 계열로써, 각 계열은 1대의 연료저장탱크, 2대의 연료 이송펌프 및 1대의 일일탱크로 구성되며, 1대의 연료저장탱크 용량은 비상디젤발전기 1대를 정격출력(원자로 안전정지에 필요한 기기의 전력부하)에서 7일간 운전하기에 충분한 연속가동 용량과 주기 시험에 필요한 용량을 보유했을 수 있어야 함.</p>
<p>부하내역</p> <div style="text-align: center;"> </div>
<p>연료 저장탱크용량 산출내역</p> <ul style="list-style-type: none"> - 비상디젤발전기 출력용량: 연속운전출력(6,000 kW), 간헐운전 최대출력(6,600 kW) - 디젤엔진 연료소비율 : 0.21 kg/kW-hr - 비상디젤발전기 연료저장탱크 총용량 : 0.21 kg/kW-hr × 6,600 kW × 24 hr/day × 7 day = 232,848 kg = 291,060 리터 (디젤비중 : 0.8) - 주기 시험운전용량이 고려된 총용량 : 373,000 리터

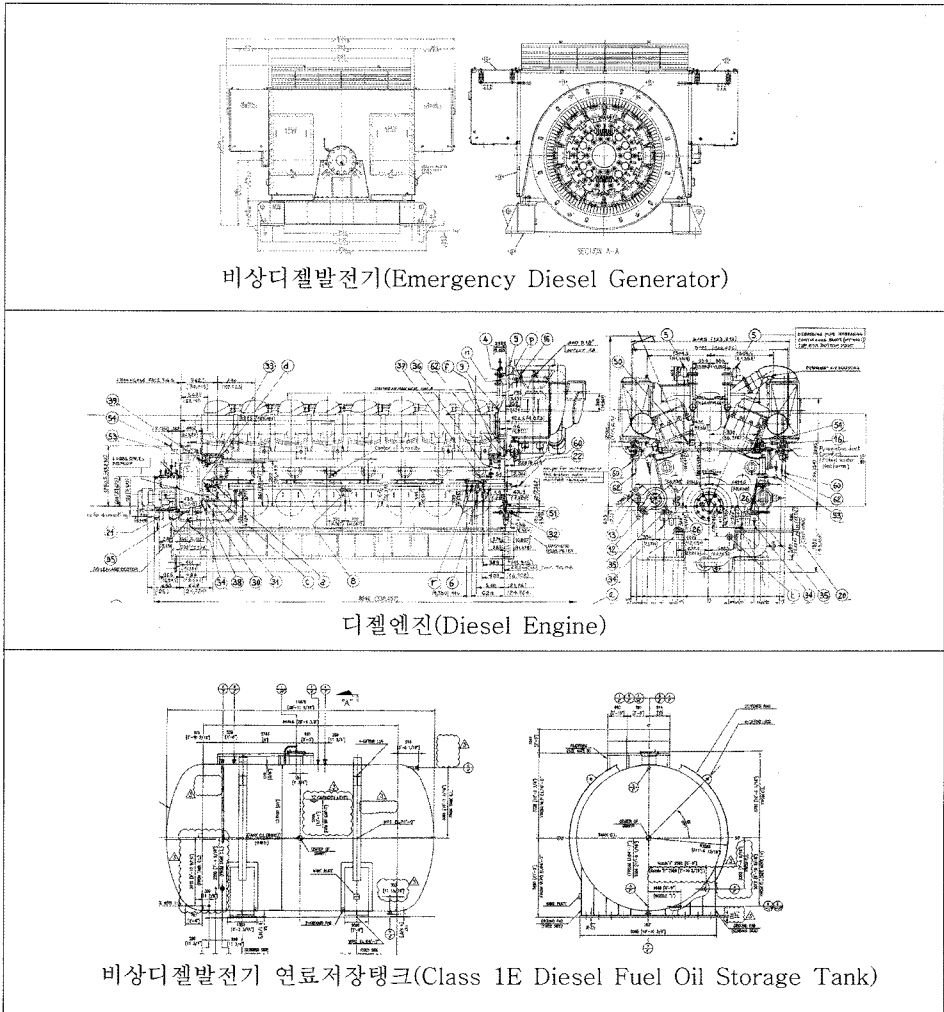


그림 7. 비상디젤발전기 및 관련기기 외형도.

다. 화재방호계통

비상디젤발전기 연료저장탱크 탱크전용실에는 자동화재 탐지설비가 설치되어 주제어실이나 현장 제어실에서 화재를 자동으로 감지하고 화재신호를 전송할 수 있도록 하며, 수동 소화설비로는 소화기 및 이산화탄소 호스릴 소화전이 설치되고, 화재감지기의 화재신호에 따라 저압식 이산화탄소 자동소화설비가 전역방출방식으로 작동하여 화재를 진압하도록 설계된다.

탱크전용실 내부로부터 화재확산방지 및 탱크실 내부 기밀성 유지를 위해 방화댐퍼가 설치되어 있으며 자동소화설비 방출신호와 동시에 공기조화설비

의 환기 팬(Fan)이 자동으로 정지되도록 설계된다.

5. 원자력발전소의 비상디젤발전기 연료저장탱크 규제요건 요약

비상 디젤발전기 계통은 원자로의 안전에 직접 영향을 주기 때문에 원자력법에 따라 안전등급으로 분류되어 있으며, 원자력법을 기준으로 원자력 국제규격을 준수하고 각종 운전조건과 하중조건을 고려하여 설계 및 설치된다. 원전의 비상디젤발전기 연료저장탱크 설치후 검사요건과 관련하여 원자력법과 해외설계기준을 검토하였으며 아래 표와 같이 정리하였다.

원자력발전소의 비상디젤발전기 연료저장탱크에 대한 설계요건 고찰

표 4. 비상디젤발전기 연료저장탱크의 원자력법 규제요건

원자력법	규제요건
원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제24조(전력공급설비)	<input type="checkbox"/> 설계기준 사고시에도 노심냉각, 격납건물 건전성과 다른 필수기능들을 안전한 상태로 유지하는데 필요한 용량과 능력을 갖는 전력공급설비를 설치함 <input type="checkbox"/> 안전관련 전력계통은 그 계통들의 연속성과 기기들의 상태를 확인하기 위해서 주기적인 시험과 검사를 할 수 있도록 설계되어야 함
원자력법 시행규칙 제19조(정기검사)	<input type="checkbox"/> 원자로 안전에 관련되는 시설인 비상발전기 연료저장계통은 정기검사를 받아야 하며, 시설별 검사대상과 세부적인 검사방법은 과학기술부장관이 별도로 정함
과학기술부 고시 제2004-13호(원자로 시설의 가동중 검사에 관한 규정) 제4조(검사주기 및 개시일)	<input type="checkbox"/> 발전용 원자로 운영자는 가동중 검사를 매 10년 단위로 실시하여야 하며, 가동중 검사 주기 개시일은 발전소 상업운전일을 기준으로 함
과학기술부 고시 제2005-10호(원자로 시설의 정기검사 대상 및 방법에 관한 규정) 제2조(정기검사 대상시설 및 분야)	<input type="checkbox"/> 시설 및 분야별 검사대상항목 : 별표1 <input type="checkbox"/> 정기검사대상 : 비상 디젤발전기 설비계통 포함

표 5. 비상디젤발전기 연료저장탱크의 해외설계기준 규제요건

해외설계기준	규제요건
ANSI/ANS 59.51 (Fuel Oil Systems for Emergency Diesel Generators), Section 6.3.5	<input type="checkbox"/> 디젤발전기의 연료유계통 및 구조물은 내진1등급 요건을 만족하도록 설계되어야 함
Regulatory Guide 1.137, Section C.1.c & ANSI/ANS 59.51, Section 5.3	<input type="checkbox"/> 비상발전기 연료 저장탱크는 외부의 연료보충 없이 비상발전기를 7일동안 연속 가동할 수 있는 용량과 정기검사시 연료소비량을 합한 용량이어야 함
Regulatory Guide 1.137, Section C.1.e.(1) & ANSI/ANS 59.51, Section 6.4.1	<input type="checkbox"/> 연료 공급계통은 발전소 기술지침 및 시험절차에 따라 정기적 시험을 수행할 수 있도록 설계되어야 함. <input type="checkbox"/> 연료유 저장탱크 및 배관은 매 10년마다 수압시험을 수행하고, 누설, 변형 부식에 대한 육안검사를 수행하여야 하며 검사와 보수를 위한 개구부, 밸브, 배관 및 계측기류는 점검 및 보수공간을 고려하여 배치하여야 함
10CFR50, Appendix A (CFR : Code of Federal Regulation)	<input type="checkbox"/> “환경 및 동적효과 설계기준”에 발전소 안전에 중요한 구조물, 계통 및 부품들은 기기의 상실 및 원자력 발전소 외부로부터의 사건 및 상황에 의해 발생할 수 있는 비산물, 및 유체토출 등을 포함하는 동적영향으로부터 적절히 보호되어야 함 <input type="checkbox"/> 안전성과 관련 있는 구조물이나 계통, 기기 등은 화재, 폭발로 인한 영향을 최소화할 수 있도록 설계 및 배치되어야 하며, 화재감지 및 화재진압계통은 적합한 용량과 능력을 갖도록 설계/시공하여 발전소 안전에 중요한 구조물이나 계통, 기기 등의 화재로 인한 손상을 최소화할 수 있어야 함
NFPA 30 (Flammable and Combustible Liquid Code), Section 4.3.4.2.1	<input type="checkbox"/> 옥내건물에 단독으로 설치되는 탱크의 용량은 100,000갤런 (378,500리터)을 초과할 수 없음.

반면 국내 위험물안전관리법의 규정에 의하면 1층 이하의 옥내탱크전용실에 설치되는 저장탱크 용량은 허용용량(2만리터)을 초과할 경우, 위험물안전

관리법 시행규칙 제30조(옥외탱크저장소의 기준) 및 32조(지하탱크저장소의 기준) 요건에 따라 옥외탱크 저장방식 또는 지하매설 저장방식으로 설치하도

표 6. 비상디젤발전기 연료저장탱크의 위험물안전관리법 규제요건

위험물안전관리법	규제요건
위험물안전관리법 제2조(정의)	<input type="checkbox"/> 지정수량이라 함은 위험물의 종류별로 위험성을 고려하여 대통령령이 정하는 수량으로서 위험물시설의 설치 규정에 의한 제조소 등의 설치허가 최저기준이 되는 수량을 의미함
위험물안전관리법 시행령 별표1(위험물의 지정수량)	<input type="checkbox"/> 제4류 제2석유류(비수용성액체) 지정수량: 1000리터
위험물안전관리법 시행규칙 별표7(옥내탱크저장소의 위치, 구조 및 설비의 기준)	<input type="checkbox"/> 옥내 저장탱크의 용량은 1층 이하의 층에 있어서는 지정수량의 40배(제4석유류 및 동식물유류 외의 제4류 위험물에 있어서 당해 수량이 20,000 l를 초과할 때에는 20,000 l)이하, 2층 이상의 층에 있어서는 지정수량의 10배(제4석유류 및 동식물유류 외의 제4류 위험물에 있어서 당해 수량이 5,000 l를 초과할 때에는 5,000 l) 이하로 저장하여야 함
위험물안전관리법 시행규칙 별표6	<input type="checkbox"/> 옥외탱크저장소의 위치, 구조 및 설비의 기준
위험물안전관리법 시행규칙 별표8	<input type="checkbox"/> 지하탱크저장소의 위치, 구조 및 설비의 기준

록 규정되어 있다.

6. 위험물안전관리법 대비 원자력법 및 해외설계기준의 설계요건

원자력법 및 해외설계기준에 따르면 비상디젤발전

기 연료저장탱크는 안전성 디젤발전기 연료계통 규제요건에 따라 발전소 수명기간 동안 정기적인 가동중 검사 실시를 의무화하고 있으며, 비상디젤발전기 연료저장탱크를 배치하기 위해 원자력법 및 해외설계기준과 위험물안전관리법의 지하탱크저장소로 설계할 경우 차이점을 아래 표와 같이 비교하여 보았다.

표 7. 위험물안전관리법 대비 원자력법 및 해외설계기준의 설계요건 비교

항목	원자력법 및 해외설계기준	위험물안전관리법 설계기준 (지하탱크저장소 기준)	비고
1. 저장용량	- 원자력 안전정지를 위한 7일 연속가동 용량 확보(397,400리터) - 지진, 중대사고, 외부전원상실, 화재 등에서도 원자로의 안전정지가 가능하도록 2기의 비상발전기 설치(다중설비)	- 저장용량 기준 없음	비상디젤발전기계통은 2기의 비상발전기와 연료저장탱크로 구성
2. 가동중 검사	- 매 10년마다 수압시험 및 육안검사(검사를 위한 보수공간 확보, 접근사다리 및 계단 설치)	- 누유검사관 4개소 설치	원전의 안전성관련 계통 및 기기는 정기점검절차에 의해 검사 및 성능저하 여부 판별
3. 비산물 방호	- 외부 및 내부 비산물로부터 비상발전기 및 연료저장탱크를 보호하기 위해 철근 콘크리트 구조물 내에 설치	- 비산물방호 불필요	선형 비산물로부터 방호되도록 개구부를 특수 설계
4. 탱크구조	- 내진 및 원자력안전등급에 의한 ASME Section III 설계 및 제작(두께 16 mm)	- 두께 3.2 mm 이상	-
5. 저장소 구조	- 3시간 방화벽 및 내진1등급 구조(1.35 m 이상의 콘크리트) - 슬라브는 0.9 m 이상의 콘크리트로 설치 - 디젤발전기 건물과 분리된 단독건물의 지하층에 탱크 전용실 설치	- 두께 0.3 m 이상의 콘크리트 구조물에 방수조치 - 지면 밑에 설치된 탱크전용실에 설치 - 입자지름 5 mm 이하의 마른 자갈분(모래) 채움	모래를 채움으로 가동중 검사의 육안검사 불가능

표 7. 계속

항목	원자력법 및 해외설계기준	위험물안전관리법 설계기준 (지하탱크저장소 기준)	비고
6. 소화설비	- 자동화재 탐지설비 및 내진설계된 화재진압설비 설치	- 소화설비 불필요	-
7. 공기조화 설비	- 안전등급 공기조화설비 설치 - 3시간 등급의 방화덮개	- 공기조화설비 불필요	-

7. 결 론

자원이 빈약한 우리나라는 에너지의 대부분을 수입하고 있으며, 원자력발전소는 연료공급의 안전성과 발전단가의 경제성, 그리고 이산화탄소가 배출되지 않는 환경친화적 에너지라는 점에 있어서 커다란 장점을 갖고 있는 것만은 분명한 사실이다. 따라서 이러한 원자력발전소의 건설은 현실적으로 우리에게 꼭 필요한 시설일 수밖에 없으며 지진, 화재 및 자연재해로부터 원자력발전소를 안전하게 건설하고 유지하는 것은 우리의 당연한 책임이 될 것이다.

이러한 관점에서 원전의 설계기준은 일반 산업설비와 본질적으로 다른 기준으로 설계되어야 하며, 원전 안전설비에 비상전원을 공급하는 비상디젤발전기의 연료저장탱크와 같은 위험물 저장탱크는 일반 산업설비에 적용되는 위험물안전관리법의 해당 요건을 문장 그대로 적용하기에 어려운 점이 많고, 이러한 위험물안전관리법이 방사능 물질을 보유하고 있는 원자력발전소의 안전규제지침으로 적합하지 않다는 것은 원자력발전소의 특수성을 고려하여 보면 당연한 사실이다.

특히 비상디젤발전기 연료저장탱크의 저장 형태만을 고려하여 보면, 국내 위험물안전관리법상 기준만을 준수하여 지하탱크로 저장하는 방식을 채택할 경우 탱크주위에 모래(5 mm 이하의 마른 자갈분)를 채워야 하므로 아래와 같은 문제점이 발생하게 된다.

첫째, 위험물탱크의 지하매설 방식은 일반적인 화재위험성이 회피 목적상의 방법으로서 적합한 것으로 고려될 수 있으나, 원자력발전소의 관련 기준에서 요구하고 있는 가동중 검사는 수행할 수 없는 구조이다.

둘째, 지하매설 방식은 정기 가동중 검사가 요구되거나 정확한 누설부위를 찾는 시험이 필요할 때

모래를 제거해야 하는 어려움이 있으며, 탱크파단 사고시 즉각적인 보수가 불가능하여 비상대응 능력을 감소시키는 장애요소가 될 수 있다.

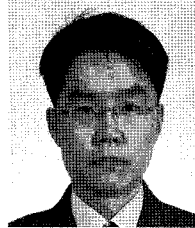
따라서 원자력발전소의 비상디젤발전기 연료저장탱크는 설계기준에 따라 내진1등급 요건을 만족하도록 설계되어야 하고 외부사고로 인해 발생하는 비산물로부터 방호되어야 함으로 옥외탱크나 지하탱크 저장방식이 아닌 내진 설계된 구조물 내에 옥내탱크 저장방식으로 설치하는 것이 적절하다고 판단되며, 최대 저장용량도 원자력발전소의 대규모 전력 부하용량을 고려하여 NFPA 30과 같이 최대 10만갤런(378,500리터)의 용량을 갖는 옥내저장탱크로 설치할 수 있도록 허용되어야 할 것이다.

현재 우리나라의 원자력발전소 설계기술은 자립단계를 넘어서 기술의 도입국인 미국으로 숙련된 기술인력을 수출하고 있으며, 앞으로도 원자력발전소 추가 건설은 에너지 수입국인 우리나라에서는 불가피한 선택일수 밖에 없는 현실이다. 본 논고에서는 원자력발전소를 국내에 건설할 때 문제가 될 수 있는 비상디젤발전기 연료저장탱크에 대해 문제점 및 합리적 개선점을 국내의 규제요건에 근거하여 살펴보았으며, 앞으로도 원자력발전소의 특수성에 대비하여 개선이 필요한 사항과 기술적 불합리성을 서로 고민해 볼 수 있는 기회를 갖게 되길 희망해 본다.

참고문헌

1. 소방기본법, 2003.5.29.
2. 소방시설공사업법, 2003.5.29.
3. 소방시설설치유지 및 안전관리에 관한 법률, 2003.5.29.
4. 위험물안전관리법, 2005.5.26.
5. 질의회신-옥내탱크저장용량 관련, 예방01254-85, 내부부, 1992.04.15.
6. 질의회신-옥내저장탱크의 용량 및 설치위치에 관한 질

- 의회신, 예방13807-533, 행정자치부, 1998.9.25.
7. 질의회신-육내탱크저장소의 기준에 관한 질의회신, 예방과-1634, 행정자치부, 2004.5.18.
 8. 질의회신-육내탱크저장소의 시설기준에 관한 질의회신, 소방정책과-3814, 소방방재청, 2005.8.29.
 9. 질의회신-원자력발전소 화재방호관련 소방관계법령 적용제의 요청에 대한 회신, 소방정책과-1886, 소방방재청, 2005.5.2.
 10. 원자력법, 2005.12.30.
 11. 원자력법 시행령, 2006.6.30.
 12. 원자력법 시행규칙, 2006.7.14.
 13. 원자로 시설 등의 기술기준에 관한 규칙, 2006.7.19.
 14. 과학기술부고시 제2004-13호, “원자로시설의 가동중 검사에 관한 규정”, 2002.12.26.
 15. 과학기술부고시 제2005-08호, “기타 원자로의 안전에 관계되는 시설에 관한 규정”, 2005.5.18.
 16. 과학기술부고시 제2005-10호, “원자로시설의 정기검사 대상 및 방법에 관한 규정”, 2005.5.18.
 17. 경수로형 원전 안전심사지침 9.5-1, “원자력발전소 화재방호지침”, 한국원자력안전기술원, 1999.
 18. 10CFR(Code of Federal Regulation)50, Appendix A, “General Design for Nuclear Power Plants”.
 19. NFPA 30, “Flammable and Combustible Liquid Code”, National Fire Protection Association, 2003.
 20. NFPA 804, “Standard for Fire Protection for Advanced Light Water Reactor Electric Generating Plants”, National Fire Protection Association, 2006.
 21. NFPA 805, “Performance-Based Standard for Fire Protection for Light Water Reactor Electric Generating Plants”, National Fire Protection Association, 2006.
 22. ANSI/ANS-59.51, “Fuel Oil Systems for Safety-Related Emergency Diesel Generator”, American National Standard, 1997.
 23. Regulatory Guide 1.137, “Fuel Oil Systems for Standby Diesel Generators”, 1979.10.
 24. BTP SPLB 9.5-1, “Fire Protection Program”, U.S. Nuclear Regulatory Commission, 2003.10.
 25. Regulatory Guide 1.189, “Fire Protection for Nuclear Power Plants”, 2007.03.
 26. 신고리1,2호기 원자력발전소 비상디젤발전기 연료 이송계통 설계기준서, 한국전력기술, 2002.11.
 27. KEPIC FPN 추록, “원자력발전소 화재예방”, 대한전기협회, 2005.



〈저 자〉

마 진 수

한국전력기술(주)

jsma@kopec.co.kr