

原子力發電所



I. 서론

우리나라의 에너지 수요는 60년대 이후의 경제개발 계획에 의한 중화학 공업의 성공적인 수행에 의해서 급속히 성장하고 있다. 반면 국내 에너지 자원은 빈곤하기 때문에 수입 에너지원에의 의존도는 계속 증대되어 왔다. 따라서 경제적이고 안전성 있는 수입 에너지원의 확보 여부가 앞으로 우리나라 경제의 지속적인 발전을 위한 요체로 등장하게 되었다. 최근 원유 파동에서 경험한 바와 같은 가격의 폭등, 공급의 불안정 등의 문제로 인하여 한국은 에너지원의 다원화를 절실히 필요로 하게 되었으며 특히 유희 대체 에너지로서 원자력 에너지의 개발을 집중적으로 추진하게 되었다.

한국의 장기 에너지 수급 전망에 따른 원자력발전 건설 계획에 의하면 1968년까지는 원자력발전량이 660만 kw로 급증하여 전체 발전량의 약 40%를 차지할 예정이다. 이와같은 원자력발전의 장기계획을 원활히 수행하기 위해서는 보다 경제적이고 안전도가 높은 발전로의 건설, 운영이 중요한 문제이다. 원자력발전에 관한 안전 문제가 증대되며 원자로의 대형화에 따라, 또한하고 있는 방사성물질의 방사능도가 커지며 기상적인 사

고시에 있어서의 잠재적 방사선 피폭선량도 증대한다. 이와같이 원자로 시설은 방사성물질을 대량 방출할 수 있는 잠재력때문에 원자로의 건설·허가 및 운전전혀 과정에서 설계, 제작에 대한 엄격한 설계 기술 기준을 적용하여 사고의 확률을 극소화시켜야하며, 또한 가상적인 사고가 발생하는 경우를 고려하여 방사능 피폭을 충분히 해석 및 분석함으로써 일반대중에 대한 안전 보호를 위한 적절한 공학적 안전 시설을 필요로 하게 되는 것이다. 원자력발전소의 건설 단가가 화력에 비해 약간 상회하는 것도 이러한 안전 시설에 많은 비용이 들기 때문이다. 일반대중의 안전보호에 가장 기초적인 대책은 무엇보다 부지 선정에서부터 출발하고 방사성물질의 방출의 규제와 관리에 있다고 본다. 안전만을 고려한다면 인구 밀집지구로부터 가능한 한 격리된 지역에 위치하여 가급적 넓은 지역을 비껴주 지역으로 설정하여 공학적 안전 시설이 소요되는 경비를 부분적으로 절감할 수 있겠으나 전력 소비 지역으로부터 격리된에서 오는 경비와 넓은 지역을 점유하기 위하여 필요한 경비를 추가해야 하는 상반된 요소를 적절하게 조정하여야 한다. 금세기 하반기에 들어와서 중요한 경제적인 에너지원으로 등장한 원자력발전은 우리나라에서 실현하고 또 건설 확장을 기하기 위해서

建設과 環境

韓國 原子力研究所
放射線汚染處理室長
工學博士 李相薰

는 무엇보다도 올바른 부지의 사정 검토와 선택이 중요한 당면과제로 되어 있다. 이를 위하여는 우리나라의 특유의 지정학적 여건이 적합한 원자력발전 입지의 기술 기준을 확립하고 이 기본적인 기준에 입각하여 부지 선정을 위한 제반 자료를 조사 분석하고 경제적 기술적 측면에서 부지의 적부를 평가하여 원자력발전의 장기건설계획에 따른 종합적 부지 계획을 수립함으로써 효율적인 원자력발전의 도입을 기할 수 있다고 본다. 또한 원자력발전소의 설비면에서 안전 대책을 고려한다면 원자로의 정상 운전시에 증압원 및 주위 주 거터딘에 대한 방사선 피폭선량의 허용 기준치 이상 받지 못하도록 설계를 해야 한다.

II. 원자력발전소건설과 부지조정

현재 원자력발전 사업이 이미 실용기에 도달하고 있으며 발전용 원자로의 기수가 증가함에 따라서 각국의 주요 원자로 발전국에서는 원자로 부지 기준을 제정하고 그의 적부를 판단하게 되어 있다. 지금까지 확고한 부지 기준을 제정하고 있는 나라는 미국, 영국, 캐나다, 일본 등으로 되어 있다. 또한 부지 기준을 제정한 나라에 있어서도 원자로 시설(특히 안전 시설)의 설계

의 발전원자로 시설의 인구 밀집 지역에서의 접근 등을 고려한 기준의 내용 또는 운영의 차이점이 약간씩 다르다고 볼 수 있다. 부지의 적부를 판단하는데는 안전 평가를 행한 후 그 결과가 부지 기준에 적합한지 안전 여부를 결정하는 것으로서 안전 평가의 방법이 부지 기준과 밀접한 관계를 가지고 있다. 그 안전 평가하는 방법은 보통 다음 두가지가 있으며 그 하나는 캐나다, 영국 원자력 공사에서 채용되고 있는 확률론적 안전 평가방식과 다른 하나는 미국, 일본 등에서 채용하고 있는 설계기준사고방식(Design Basis Accident)을 들을 수가 있다. 안전 평가의 이론적 근거를 추구하면 확률론적 사고 방식에 의거한 것이 합리적이라 생각되나 사고 발생 확률 위험 기준치의 산출등 실제에 있어서 여러가지 곤란을 초래하게 되므로 확률론적 안전 평가 방식을 채용하는 나라는 적은 실정이다. 그러나 설계 기준사고방식에 있어서도 사고의 선정은 사고발생 확률을 하나의 근거로 하고 있으며 기기의 신뢰도, 사고 발생 확률등을 추구하는 것이 장차 중대한 과제로 되어 있다. 현재 미국의 부지 기준은 U.S. AEC협 10 CFR 100-Reactor Site Criteria에서 제정하고 있다.

이 제정에 따르면 부지를 선정 평가하는 제안자에 있어서 원자로 시설은 방사능을 대량으로 방출하는 사고의 확률을 가장 적게 설계, 제작, 건설 및 운전되지 않으면 안되도록 되어 있다. 만일 사고가 발생시 일반 대중의 방사선 피폭의 위험도를 적게 할 수 있는 부지를 선정할 것은 물론 공학적 안전 시설을 설비하지 않으면 안된다. 원자로 시설의 내진설계에 있어서는 건축 기준법에 따를 것은 물론 활동층에서 1/4mile이내에서는 설치할 수 없도록 본문에 규정되어 있으며 1971년도에 새로이 제정 추가한 10 CER Part 100 Appendix A. "Seismic and Geologic Siting Criteria for Nuclear Power Plant"에서 상세히 규정하고 있다.

또한 부지 평가에 있어서 최대의 재해가 발생할지 모르는 설계 기준 사고를 감안하여 그밖에 발생하는 핵분열 생성물의 외계에의 방출을 가정하여 비거주 지역의 설정(Exclusion Area) 저인구지역(Low Population Zone) 및 인구중심거리(Population Center Distance)의 정의 등을 U.S. AEC Reprt TID-14844의 계산 방법에 의거 산출할 수 있도록 지침이 수립되어 있다. 그러나 실제 부지 기준 적용에 있어서 TID-14844방-

식에 의거한 부지 거리를 만족하고 있는 경우는 극히 드물고 어떤 경우는 TID에서 요구하고 있는 부지 거리의 몇분의 1 되는 것도 있다. 이것은 미국에 있어서도 TID방식을 채택하면 너무나 광대한 부지가 필요로 하며 용지배수에 큰 난점이 있다. 특히 우리나라처럼 국토가 협소한 경우는 발전로의 부지 거리 범위를 심층히 정하여야 한다고 본다. TID방법은 원자로의 격납용기 이외의 기타 안전 시설의 효과는 거의 인정을 하지 않고 있는 실정이라서 현재로서는 하나의 고전적인 문헌으로서 채용되고 있는 실정이다. 실제로 원자로의 건설 허가과 운전면허과정에서 U.S. AEC 여과계통 등을 포함하고 있는 일부의 공학적인 안전 시설의 효과를 충분히 감안하고 공학적 안전 인자로서 안전 평가에 있어서 충분히 반영하고 있다. 따라서 최근의 U.S. AEC의 사고 방식은 U.S. AEC Regulatory. Safty Guide 1.3, 1.4에서 표시된 바 TID방식에서 채용된 가정의 일부를 수정하고 있으며 현재 원자로 부지 선정에서 일차적인 지침의 역할을 하고 있다. 또한 U.S. AEC 10 CER 100에서는 동일 지침에 원자로를 다수기 설치할 경우를 규정하고 있다. 이에 따르면 하나의 원자로의 사고가 타의 원자로의 사고를 유발하지 않는다면 개개의 원자로에 대하여 필요한 비거주 구역, 저인구 지대, 인구 중심 거리의 조건을 만족하면 총도륙 되어 있고 원자로의 평상시 정상 운전에서의 방사선 피폭에 있어서는 Site 주위의 입장에서 다수기 설치하더라도 부지 경계에 있어서 연간 피폭선량의 합계선량이 법령에서 규정한 방사선 허용준위 또는 설계 기준치를 초과하지 않도록 되어 있다.

현재 우리나라의 부지 선정에 있어서도 단일기보다는 다수기의 설치를 고려한 부지 조사에 착안이 필요하다고 본다. 원자로 부지의 선정 기준은 첫째 원자로의 가상 사고의 결과로 부터 발생되는 사고와 둘째 원자로의 정상 운전시 방사성물질의 환경에의 계속적인 방출 등으로 인하여 야기되는 방사성 장애로부터 일반대중의 안전 보호를 도모하는데 그 기준을 두고 있다. 일반적으로 원자력발전소 뿐만 아니라 제핵식 발전소(화력, 수력) 건설에 있어서 그의 부지 선정의 적합성 안전성 및 전력 수급의 타당성을 충분히 고려해야 한다는 것은 물론 이들 발전소 건설의 부지 선정 요건에는 막대한 양의 냉각수 공급량 조건과 부하 중심지와의 밀접한 거리를 유지해야 한다고 본다. 특히 원자력 발전소에서는 후보 부지에 있어서 지질 및 지진학적 특성 조사와 일반 거

주 지역에서 충분히 격리되므로써 일반대중의 안전을 보호해야 하는 문제점이 있다. 추가적으로 환경 보존 문제가 부지 선정에 중요한 요소로 등장하였다. 그 한 예로서는 방사성물질의 외계에의 방출로 야기되는 방사성 오염 문제뿐만 아니라 배수의 온도 상승으로 인한 환경에 미치는 영향을 들 수 있으며 또한 대부분의 원자력발전소의 위치가 연안 지방에 있는 것이 상례인 점으로 보아 특정 지역에 대한 거주 지역, 휴양 지역 및 보호 지역으로서의 가용 용지에 대한 여러 제한을 받게 되는 것이다. 원자력발전 후보 부지의 적격 여부를 선정하는 때는 제인자를 고려해야 할 줄 안다. 최근의 활동을 고려한다면 평가인자로서는 내별하면 환경 보존 문제를 우선하여 공학적, 지질학적 제인자에 대한 평가는 물론 건설 운전량 및 원자로 시설의 보안 문제등 고려해야 할 점이 너무 많으며 이들의 제인자를 다시 세분하여 부지 평가를 수량적으로 다루는 새로운 평가 방법이 개발되고 있다. 즉 평가 대상인자의 상대적인 가중치를 설정에 부합하게 설정해 놓고 각각 세분 인자에 대한 등급을 결정하여 개개의 후보 부지에 대한 평가점을 산출하는 방법이며 우리나라와 같이 지리적이고 환경 제약이 다른나라와 특이한 점을 고려해 볼때 평가 대상 인자의 상대적 가중치론 심층히 결정할 필요가 있다고 본다.

Ⅲ. 원자력발전소의 시설안전대책

원자로 용기중에 밀폐 장전된 핵연료봉은 핵분열반응에 의하여 발생하는 열은 원자로 순환계통의 냉각재에 의하여 제거되고 냉각재는 이 열을 흡수하고 증기발생기를 통하여 "터빈"계에 열을 준다. 이와 같이 경수형(PWR) 원자로형 원자력발전소의 경우 "터빈"계는 방사성물질을 거의 포함하고 있지않아 "터빈"계의 안전설비로서는 증배의 화학과 거의 같은 정도의 것을 사용하고 있는 실정이다. 원자력발전소의 설비면에서의 안전대책을 본다면 Plant전체의 설계방침으로서 원자력발전소의 정상운전시엔 발전소종업원은 물론 주위 주민에 대해 방사선피폭을 법규에서 규정한 허용치이상 받지 않도록 설계를 해야함은 물론 발전소주위의 방사선선량율에 대하여서는 충분한 여유를 가지고 있어야 한다.

(次號에 계속)