

1989년 봄 프라마툼社와 지멘스社의 발전사업단은 협력계약을 체결했는데, 동 협력계약을 이행하기 위한 기구로서 NPI社(Nuclear Power International)를 합작회사로 1989년 가을에 설립했다.

두 모기업의 기존 기술에 기초하여 가압경수로의 수출판촉활동과 함께 동 협력노력의 주안점을 유럽형가압경수로(EPR)인 차세대 가압경수로(PWR)의 공동기술개발에 두

에 대한 아우트라인을 설정했다. 이러한 회합의 결과로 REP 2000과 Planungsauftrag 국가개발계획은 NPI 계획과 통합될 것으로 전망된다. 통합목적은 현행 프랑스의 N4 시리즈나 독일의 Convoy 설계를 승계할 신형가압경수로 시리즈를 개발하는데 있다.

기자재설계에 적용할 규정과 표준은 계통개발 및 설계와 병행하여 개발중에 있다.

리의 충분히 반영하기로 결정했다고 말한다. 개발노력의 기저가 되는 것은 독일의 Convoy와 프랑스의 P400과 N4로 불리우는 獨佛에서 가동중인 현대식 가압경수로(PWR)이다.

따라서 신형원전설계는 일종의 혁신적인 개발이다. 피동적안전특성을 고려중에 있으며, 이들 특성은 안전관련 또는 경제적 이익이 있다고 판단되는 분야에 이용될 것이며 명시한 안전목표를 위협하지도 않을 것이다.

둘째로 중요한 특성은 정격출력의 선택문제로서 다시 말해 주로 경제적인 문제라고 NPI社는 말한다. 원자력발전소는 화석연료발전소에 대해 경쟁력이 있어야 하며 이것은 현재 1,000MWe가 넘는 용량에서만 가능하다고 NPI社는 말하고 있다. 더욱이 NPI社에 의하면 현재 성공리에 가동중인 1,400MWe급에서 분리하기 위한 유럽통합네트워드를 구성할 이유는 없다고 한다. 獨佛 전력회사간의 협의를 거쳐 NPI社는 EPR을 정격열출력 4,250MWt, 약 1,450MWe의 전기출력을 기준으로 하기로 결정했다. 이 용량은 현재 프랑스에서 건설중인 N4급에 상응하는 용량이다.

안전목표

안전향상을 위한 장기추세와 병행하여 국민적 합의를 촉진하기 위하여, NPI社는 발전소에서 대량유출을 야기시키지 않도록 설계상 중대사고에 대한 고려를 하고 있음에도 불구하고, 기존 발전소와 비교

NPI社의 유럽형 加壓輕水爐(EPR)

고 있다. 두 참여업체에서는 이 신규사업이 판매시장을 목표로 한 가압경수로의 추가개발과 상충되어서는 안된다는 것을 알았으며 처음부터 동 협력계약이 국내시장을 겨냥한 것도 아니었다.

다른 유럽 전력회사와 함께 프랑스전력공사(EDF)도 차세대원자로의 요구조건을 명시하기 위하여 REP 2000이라는 장기계획에 이미 착수했다. 또한 독일에서도 여러 전력회사들이 같은 목적으로 Planungsauftrag 개발계획을 위한 협력계약을 지멘스社와 체결했다.

1991년에 시작된 獨佛 전력회사간의 일련의 회합을 통하여 NPI社는 추진계획 및 미래의 PWR 개념

NPI社의 노력과 함께 전력회사들간의 협력을 통해, 獨佛 허가당국 그리고 전문기구인 프랑스의 원자력안전협회(IPSN), 독일의 원자력안전협회(GRS) 사이에 협력을 위한 기반이 구축됐다. IPSN과 GRS는 정부기관 기술자문기구이다. 1989년 중반 양 정부는 안전성 권위차원에서 NPI 설계에 대한 양국의 면허가능성을 확증하기 위한 실무그룹을 공동으로 설립했다.

경제여건

NPI社는 전혀 새로운 접근방법을 채택하기보다는 당초 프라마툼社와 지멘스社에 의해 제작된 원자

하여 가상의 노심용융발생빈도를 줄이려 노력하고 있다고 말했다. 노심용융 가능성에 대한 목표는 모든 내부사고의 경우 10^{-6} /년보다 적거나 단일계통의 내부사고당 10^{-7} /년보다 크지 않도록 하는 것이다. 내부사고란 발전소 내부에서 운전 도중에 우발적으로 발생하는 사고라고 정의되는데 내부위험요인(화재나 침수)과 외부위험요인(지진 또는 항공기 충돌 등)과는 대립되는 개념이다.

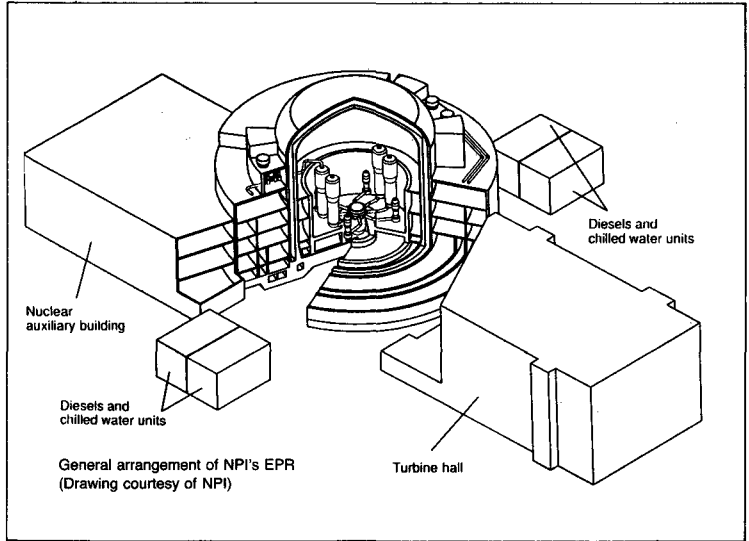
이러한 접근방법은 특히 일상적인 방법에 의한 고장이나 인적실수를 고려한 개연론적 방법과 자료와의 조화를 의미하며, 이러한 조화는 안전당국과의 협조하에 시작됐다.

더욱이 중대사고를 보다 잘 예방하고 또 그 영향을 완화하기 위한 대응방안들이 설계상에 반영되어 있다. 이들 대응방안들의 목적은 노심용융사고시 격납용기의 건전성을 유지하는데 있다. 이는 기존의 다중방호안전개념의 확대를 의미하며, 그래서 장기적으로는 주민소개와 같은 외적방호수단의 성과에 더 이상 의존하지 않는 것이다.

중대사고분야에의 개선목표는 다음과 같다.

1. 격납용기의 장단기 기능의 확보
2. 격납용기 내부 코리움의 안정
3. 격납용기로부터 환경에의 직접누출 예방
4. 장시간의 경우라도 코리움의 냉각유지

설비배치를 보면 모든 안전부품을 내장하고 있는 방들이 단일 콘



〈그림 1〉 NPI社의 유럽형가압경수로 일반배치도(NPI社 제공)

크리트기반 위에 조립되고, 주요부품들은 하부에 설치되어 어떠한 기본설계변경 없이도 강진에 잘 견딜 수 있는 여유를 주도록 하고 있다.

항공기충돌, 폭발, 폭풍우 및 기타 외적위험요소를 표준국제기준에 일치하도록 고려했지만, 설계상 필요시 아주 엄격한 요건에도 용이하게 적용할 수 있도록 하고 있다.

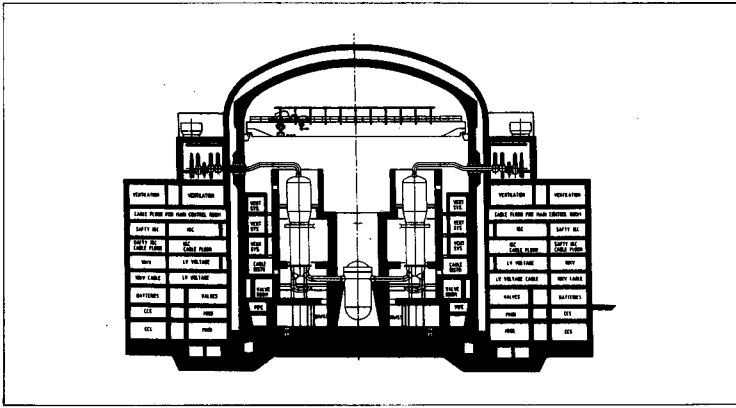
안전계통

안전주입계통과 잔열제거계통은 전용시스템 즉 신뢰성을 향상시킬 수 있는 특성을 가지고 있다. 안전주입계통은 4개 분야로 구성되어 있는데 각기 저압(Low-Head)안전주입계통과 중압(Medium-Head)안전주입계통으로 되어 있으며 둘다 격납용기내부 저수조에서 물을 공급받는다. 격납용기내부 저수조에서 물을 공급받기 때문에 재순환모드로의 전환이 필요없게 됐으며 또

한 기능에 대한 신뢰도도 향상됐다. 저장된 물은 또한 연료재장전시 원자로수조를 채우는데도 사용될 수 있어 이를 격납건물내 재장전수조(IRWST)라고 부르는 것이다.

저압안전주입계통은 원자로냉각계통의 냉온판과 저온판에 동시에 공급한다. 이러한 특성으로 노심에서 나오는 증기의 압력을 보다 신속히 감압시키고 따라서 노심까지 급냉시키게 된다.

저압 및 중압안전주입계통은 엄격한 수용기준에 입각하여 설계됐다. 즉, 중소형의 냉각재상실사고시에 노심을 노출시키지 않고, 대형 냉각재상실사고시에만 아주 제한적인 노심손상만을 초래할 정도의 허용가능한 노심의 온도상승이 그것이다. 중압안전주입계통의 충수압력은 2차측 설계압력보다 낮아 증기발생기의 튜브파단시에도 환경에 대량 방사능누출을 야기시킬 오염



(그림 2) 유럽형가압경수로 원자로건물 단면도(NPI社 제공)

수의 배출도 없을 것이다.

잔열제거계통은 격납용기 외부에 설치된 펌프 및 열교환기와 함께 4개 안전분야 중 2개 분야에 구성되어 있다. 이들 2개 분야에서 전면 고장의 경우(정전 등으로)에 다른 2개 안전분야의 저압안전주입계통이 이를 보완할 수 있다.

2차측 열제거를 위하여 피동적인 해결책을 강구중에 있다. 즉 증기 발생기에서 나온 증기는 안전복수기로 보내지고 다시 거기서 액화되어 중력에 의해 증기발생기로 되돌아 온다. 이어서 안전복수기는 그 위에 설치된 제3탈염수조로부터 중력에 의해 급수를 받게 된다.

이 계통은 원자로정지에 따른 1차 최대압력의 경우를 제외하고 2차측 계통의 밀봉을 유지하는 이점을 가지고 있다. 따라서 잠재적 방사능누출이 증기발생기튜브파단의 경우에도 감소될 수 있을 것이다. 이 계통에 대한 포괄적인 평가도 현재 진행중에 있다.

원자로건물과 격납용기

격납용기는 증대노심손상을 포함하여 사고결과를 완화시키기 위한 원자로안전개념 범위 내에서는 특히 중요하다.

격납용기는 프리스트레스트 콘크

리트 원통으로(임의의 강철판에도 잘 접합되는) 2번째 프리스트레스트 원통에 의해 둘러싸이므로 2중 방벽이 된다. 누설이 되면 중간 환형공간에 수집되어졌다가 배수관으로 방출되기 전에 여과를 거치므로 환경에로의 직접적인 누출사태도 없다.

전기, 계기 및 제어계통을 포함한 안전계통은 격납용기외벽을 감싸고 있는 환형건물 내부에 설치되어 있다. 원자로와 환형건물은 단일 콘크리트바다 위에 조립함으로써 강진에도 잘 견딜 수 있는 능력을 제고시킨다. 유동체계통은 환형건물의 저층부에 설치되고 전기 및 계장기기들은 상층부의 주제어실에 설치될 예정이다. 이러한 배치는 격납건물의 모든 위치에서 5개 분야의 상호간을 엄격히 분리시키는 방편이 된다.

예를 들면 4개 안전분야와 1개 운전분야를 분리시키는 것 같은 것이다. 이러한 특성으로 안전계통과 격납용기간에 방사형회로를 구성하도록 하여 배관과 케이블의 길이를 최소화한다.

격납용기내 하부에는 안전주입계통급수용 물을 저장하는 격납용기내재장전수조(IRWST)가 있다.

사용후연료 저장조는 환형건물의 운전분야에 설치되는데, 여기엔 부

수적 냉각계통과 화학 및 체적제어 계통의 고압충전펌프가 내장되어 있다. 이들 두 운전분야의 능동적인 부품들은 배치상 분리되어 있고, 여분의 중간수조는 격납용기 내부에 설치되어 있다. 중간수조는 연료재장전시에만 사용하며 사용후 연료가 중간수조로부터 격납용기 외부수조로 이동됨으로써 재장전으로 인한 정지시간을 단축시킨다.

이러한 컴팩트형 배치는 안정성 유지에 중요한 기차재가 원자로건물내에 설치되어 보호받고 있다는 것을 의미한다. 기기배치도 항공기 충돌을 포함한 외부위험요인에 견딜 수 있도록 설계되어 있다.

1차계통 부속건물은 원자로건물과 연결되어 있고 터빈건물의 중앙선은 원자로건물 중앙을 통과한다. 각 2개의 비상발전기 건물은 원자로건물의 한 쪽에 위치하게 된다.

계장계통

계장계통은 전기 및 유동체계통 같은 4개 분야로 구성되므로 자동화의 가능성을 제고시킨다. 왜냐하면 대리기능성능으로 표시장치에 고도의 신뢰성을 부여하기 때문이다. 모든 조치들이 최초의 수분 이내에 자동적으로 취해지겠지만, 운전원이 루프프로그램을 조작할 필요가 있는 몇몇 조건하에서는 자동처리를 대신할 수 있다.

제어실은 컴퓨터디스플레이를 최대한으로 활용하여 고도로 압축된 정보를 제공하며 운전원은 접촉감응디스플레이로 제어를 하게 된다.

■