特 輯

NPI의 미래형 원자로 개발

NPI(Nuclear Power International)는 프라마톰과 Siemens/KWU간의 합자회사로서 설립되었으며, 기존 원자로의 판매활동과 아울러 다가오는 10년과 다음 세기에 적합한 원자로 및 원자력발전소의 차세대 개발을 관리하는 활동을 하고 있다. 이러한 미래형 원자로의 개발이 아직 초기단계에 있지만 여기서 논의해 보고자 한다. 주요 논재로는 NPI 및 母企業의 주요 목적, 기존 원자로를 통해 얻은 경험의 고려 방안, 그리고 미래형 원자로의 개발 스케줄의 관점이다.

프라마톰 N4 및 Siemens Konvoi : 2가지 개량형 원자로

프라마톰과 Siemens는 지식, 경험 및 설비를 감동적으로 조합시키는 방안을 개발해 왔다. 그들의 조합에 의한 성과로는 세계의 어느 공급자보다도 더 많은 110,000MWe 이상의 총 발전시설용량을 갖는 원자력발전소의 설계 및 건설 성과이다.

두 기업은 새로운 모델의 원자로를 근래 개발하여 건설하였는데, 즉 프라마톰사의 N4원자로와 Siemens사의 Konvoi원자로이다. 이 두 계열은 "신형 원자로"로 인정할 만한 많은 개량형 특성을 갖고 있다. 예로서 프랑스 및 서독에서 운전중인 신형 원자로는 80%이상의 가동율을 올리고 있으며, 연 10^{-5} 이하의 노심용융빈도, 100man-rem이하의 개인 피폭선량 및 5년이하의 건설기간들이다. 이러한 결과는 미래형 신형 경수로에 대한 미국전력연구소(EPRI)에 의해 책정된 요건보다 더 우수하다.

미래형 원자로에 대한 NPI의 주목적

이러한 기록으로 NPI는 두 母企業의 기본 설계원칙을 벗어나려하지 않는다. 실제 혁신적인 설계에 반영될 수 있는 기존 발전소의 풍부한 설계, 건설 및 운전경험으로 부터의 모든 이점을 오히려 취하려 하고 있다.

안전성 및 가격·효율성을 증가시키기 위한 유일한 효율적 방법으로는 건전한 기반위에서 출발하여 그것을 향상시키는 것이다. 같은 이유로 볼 때 오히려 높은 출력의 원자로를 고려하고 있는데 처음에는 1,000MWe급이 개발될 것이고, 이어 1,400Mwe급이 될 것이며, 경제성이 입증된다면 600Mwe급도 가능하다.

NPI의 일반적 PWR의 안전성 및 대중합의를 더욱 향상시키기 위하여 설계상에 중대사고(노심용융)의 영향을 감소시키기에 필요한 특성들을 포함시킬 의향이다. 원자로 건물 기초 콘크리트의 용융으로 인한 관통을 예방하기 위하여 노심내 Debris냉각성을 확신시키기 위하여 원자로 공동(Cavity)의 적절한 설계로서 이루어질 것이다.

수소연소에 의한 영향이 격납건물의 설계상

에 적절한 여유도를 제공함으로써, 그리고 필요시 점화장치를 포함시킴으로써 고려되고 있다.

고압상황에서 노심용융사고 및 이에 따른 직접적인 열은 1차계통을 감압시키기 위해 사용될 수 있는 Bleed System의 적용으로 제거될 수 있다.

결과적으로 격납건물 배기 및 정화계통의 요건들이 수립되는데 노심과 콘크리트의 상호작용은 기초콘크리트의 보호를 통하여 최소화될 것이란 점도 고려하고 있다. 또한 사고시 격납건물의 장기간 냉각을 위하여 여러 방안들을 고려하고 있다.

중대사고의 영향을 감소시키기 위한 특성으로 환경으로 방사능의 대규모방출 가능성은 적어지게 되어 비상계획은 고려될 필요가 없을 것이다. 또한 NPI의 주요 목표의 하나는 운전원 관점에서 원자로 운전의 단순화이다. 이는 이들 두 국가에서 현재 사용되고 있거나 개발중에 있는 디지탈 계층제어(I & C)기술과 인간－기계 연계성연구를 통해 이루어질 것이다. 그것들의 모두는 운전원으로 하여금 발전소 상황을 이해시키고 그들로 하여금 운전절차서의 적용을 쉽게 유도하도록 하는데 도움을 줄 것이다.

안전성을 개선시키기 위하여 수동적 계통의 사용을 고려하는데, 심층방어개념의 손상없이 수동적 계통이 수행하는 기능 신뢰성을 그것들이 실제로 향상시킬 때 그러한 계통을 포함시킬 것이라는 기본적 접근방식을 갖고 있다.

많은 요인들을 주의깊게 평가한 후 NPI는 안전응축기를 수단으로 증기발생기의 2차측을 통한 잔열제거를 위해 수동적 계통의 사용에 노력을 집중하고 있다. 이러한 계통의 신뢰성 및 경제성은 현재 평가되고 있다.

시간계획

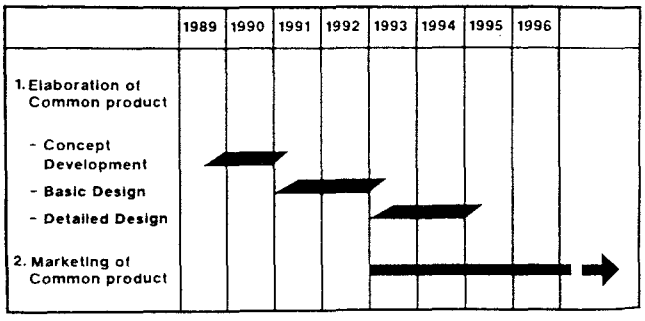
프랑스 및 독일 두 국가의 기술을 혼합하고, 이미 개량된 원자로의 설계를 더욱 개선하기 위하여 실제로 필요한 시간을 고려해 보면 이상적인 개발계획을 얻을 수 있다. 일반적 PWR계통을 판매하기 위해 준비기간으로 3~4년이 소요되며 1993년에 시작한다.

종합적 엔지니어링단계내에서는 첫번째 중요한 공정으로는 개념설계 단계의 종료시점이며 1991년 중반기 시점이다. 그때까지 일반적 PWR발전소의 주요기술특성이 명백해질 것이다.

결　　론

NPI는 원자력발전소의 차세대를 위하여 현행 원자로에서 얻은 안전기준을 무시해서는 안되며, 「운전경험의 피드백에 의한 방대한 기반에」 근간할 것이다. 이는 완전히 새로우면서 불확실한 개념에 포함되어 있을 어떤 기술적 개발에 다소 우려를 갖고 있기 때문이다.

미래형 원자로형을 위해 NPI는 잘 입증된 심층방어개념의 적용을 특히 중대사고의 감소 관점에서 계속 개선해 가야 하며, 또한 심층방어원리에 대립되지 않는다면 수동적 계통의 적용이 고려되어야 한다. 결과적으로 매우 단순하고 효율적인 Man－Machine Interface을 얻기 위하여 특별한 고려가 있어야 하겠다.



Time Schedule for NPI Common PWR Development