

ABB-Combustion Engineering 社の System 80+ 표준발전소는 전기출력 1,300MWe 개량형가압경수로이다. 이는 Duke Power社에 의해 개발된 표준 System 80의 핵증기공급계통(NSSS)과 Cherokee/Perkins 보조기기(BOP)설계의 진화적 개량에 바탕을 두고 있다. 최초의 설계는 미국전력연구소(EPRI)의 개량형경수로(ALWR) 발전소요건(URD) 및 미국원자력규제위원회(NRC)의 10CFR52에 적합하도록 충분히 수정됐다.

의 완전한 발전장치이다.

향상된 안전성을 설계의 기본적인 원칙으로 하고 있으며 동적인 4-Train 안전계통은 능동적이고 전적으로 긴급노심냉각과 급수 및 잔열을 제거하는데 이용된다. 비상냉각재는 원자로용기에 직접 배관을 통해 유입되며 냉각수는 격납용기 내 재장전수조(IRWST)에서 나온다. 안전감압계통은 비상노심냉각계통과 함께 증기와 물을 IRWST로 방출하며 또한 Feed and Bleed 운전방식을 통해 잔열제거를 한

보관장소와 작업공간을 제공함으로써 연료재장전을 위한 정지나 발전소의 유지보수를 간편하게 하며 원전근무자의 연간 피폭량을 70인-렘 이하로 유지하는데 결정적으로 기여할 것이라고 ABB-CE社는 말하고 있다.

격납용기 역시 구체적으로 중대 사고결과를 완화시키도록 설계되어 왔다. 각 안전설비들은 발전소의 별개 사분원구역에 화재, 침수 및 태업 등 NRC의 관심사항에 적합하도록 배치되어 있다.

원형 콘크리트차폐건물은 강철 구형체 주격납용기로부터 어떠한 누출물도 여과시키도록 함으로써 2중차폐의 방호를 할 수 있다.

ABB-CE社의 System 80+

설 계

ABB-CE社에 의하면 건설, 운전 및 유지보수의 용이성을 확보하기 위하여 이것을 기본목표로 하는 통합설계방식을 채택하고 있다고 한다.

종래의 ABB-CE社 원자로와 같이 System 80+ 원자로냉각장치(RCS)는 CE社 설계임을 구별케 하는 주요특징인 Two-Loop 형태를 갖추고 있다. 새로운 미국의 허가요건과 장차 전력사의 기대에 부응하기 위하여 System 80+는 1차계통, 2차계통과 보조기기를 포함한 하나

다.

대체교류전원으로 터빈발전기는 발전소 정전가능성을 크게 감소시킨다. System 80+는 저농축우라늄 이산화물을 연료로 하여 운전하도록 설계승인신청을 추진하고 있다. 원자연료주기는 18개월 내지 24개월을 표준으로 하고 있다.

System 80+는 종전의 원자로와 마찬가지로 기술적으로 플루토늄연료를 사용할 수 있다.

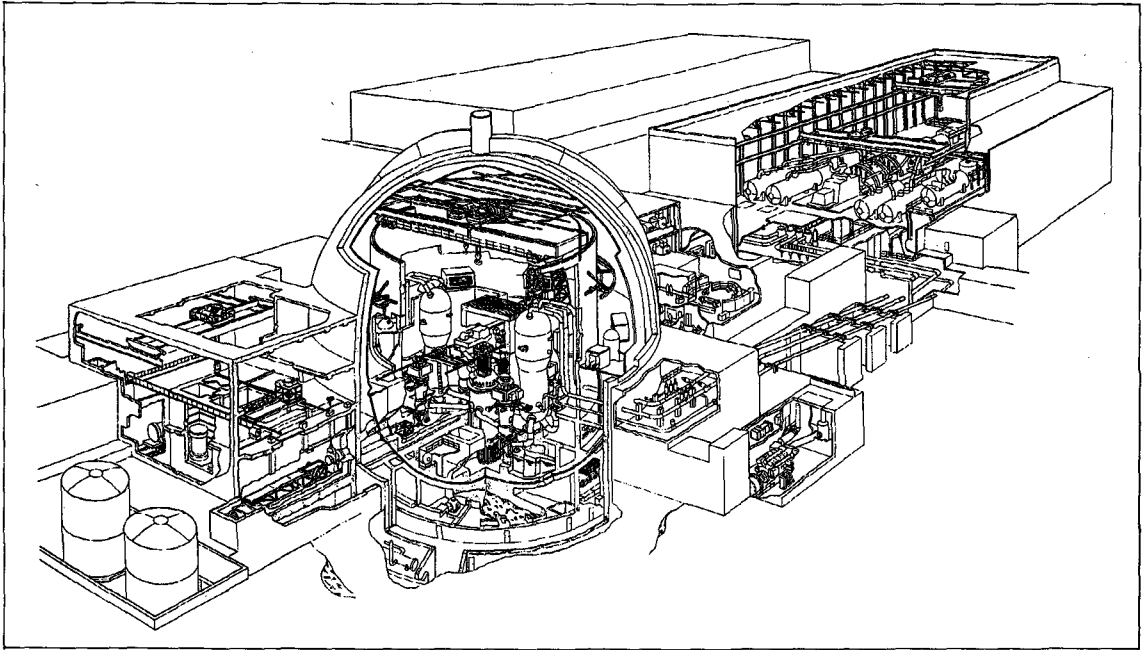
구형의 강철격납용기는 같은 용적의 재래식 원형 격납용기보다 75% 이상 작업공간을 확보할 수 있다. 이러한 격납건물은 더 많은

안전성

ABB-CE社에 따르면 전반적으로 System 80+의 안전특성은 사고방지를 위하여 현재 발전소보다 100배 이상 노심용융의 가능성을 낮추고 발생가능성과는 별개로 발생할 수도 있는 중대사고결과를 완화시키는 수단들간의 균형을 유지시키는데 있다.

진화적 개량형경수로(ALWR)의 안전설계(예, System 80+)는 피동적인 ALWR의 안전성수준을 능가한다고 ABB-CE社는 말하고 있다. 왜냐하면 진화적 설계는 더욱 높은 신뢰성과 함께 능동적인 시스템으로 예기치 않은 사고를 줄이기 때문이다. 또한 이것은 운전원으로 하여금 예기치 못한 상황에 더욱 유연하게 대처하도록 한다.

Nuplex 80+ 개량된 제어기능은



〈그림 1〉 System 80+ 표준발전소 설계도(ABB-CE社 제공)

운전을 용이하게 하고 운전원의 부담을 덜어주는 콘트롤러, 분산제어 설계, 초미니 컴퓨터, 원격다기능신호장치, 파이버옵틱에 의한 소자 분리, 접촉감응음극선투브, 전기형 광디스플레이와 개량된 중요사항 확인표시기능을 갖추고 있다.

특히 설치된 경보장치와 각종 계기판들은 운전원이 필요로 할 때 도움이 되고 긴급한 경우 이외에도 매일 운전하는데 필요한 기구들을 사용할 수 있도록 다이내믹한 정보계통으로 구성되어 있다.

배전반 어디서든지 볼 수 있는 대형 스크린을 통해 주요운전변수, 최우선경보장치 그리고 주요기능들을 포함하여 발전소상태를 한눈에 알아볼 수 있도록 되어 있다. 불필요한 경보는 운전모드에 따른 작동

에 의해 제거된다.

배전반의 계기판숫자는 80%까지 감소됐으며, 운전원들이 관리하는 경보장치도 60%나 줄어들었다.

1980년 ABB-CE社 Arkansas 원자력 2호기에 처음 사용된 디지털 설비보호시스템은 대부분의 주기점검을 줄이기 위해 자동온라인성능시험을 하고 있다.

System 80+ 격납구조의 주요 안전성 특징은 발전소 전반에 걸쳐 적용되는 설계방식으로 보다 단순하며 운전원과 보수요원들에 중점을 두고 있다. 환기배관설비는 공기를 유통시키는 내부구조의 경계를 최대한 활용함으로써 규모도 적으며 단순하다.

안전시스템은 원통형콘크리트 2차격납용기 내부와 강철구형 1차격

납용기 아래에 설치되어 있어 1차 냉각계통(RCS)과 세이프가드시스템 및 원자로건물 부속건물 사이에 배관과 케이블의 길이를 줄일 수 있다.

구형체의 고유강도와 구조적 안전성은 보다 두꺼운 플레이트의 재질이나 보강재 또는 용접후 열처리를 필요로 하지 않는다.

발전소내의 재래식 동케이블의 양도 70%까지 줄어든 Gray 제어봉은 냉각수 속에 용해된 붕소의 농도를 변화시키지 않고 부하추종을 가능케 함으로써 방사성폐기물의 양을 줄인다. 원통형 원자로용기는 용접과 가동중검사요건을 전체적으로 30%나 줄였으며 Active Core 부근에는 완전히 제거했다. Inconel 690 증기발생기 튜브와 Titanium

콘덴서는 부식을 방지하고 냉각수 오염물질을 감소시킨다.

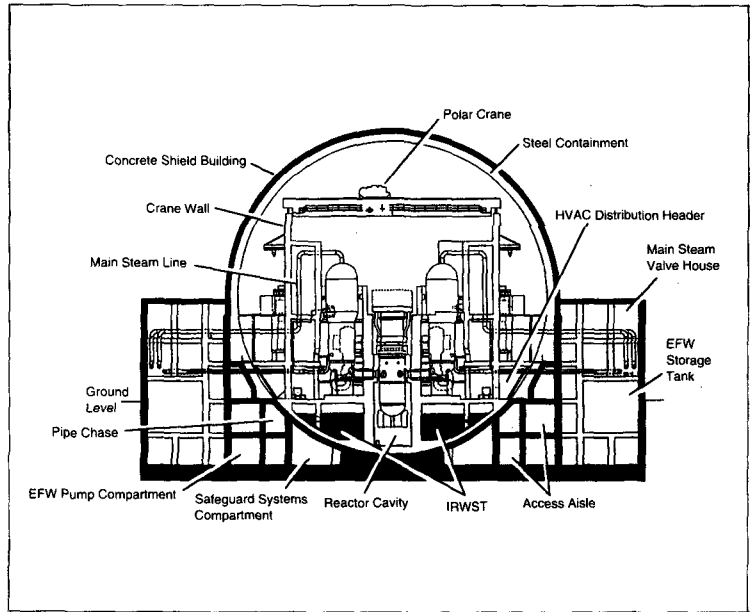
규모의 경제성에 비추어 단위기 단독으로 더 소규모의 발전기들보다 전기출력당 부품과 인력 그리고 비용을 더욱 감소시킬 수 있다. 더 높은 출력만 얻을 수 있다면 주어진 전력수요를 감당하는데 더욱 적은 수의 발전기가 필요하므로 제한된 부지를 더욱 효과적으로 사용할 수 있을 것이다.

기대하고 있는 바와 같이 산업비용연구결과에 따르면 대규모 진화적 개량형경수로(ALWR) 설계는 화석연료와 중형의 피동적 ALWR 대체품에 비교할 때 가장 경제적인 기저부하전력을 생산할 수 있다.

전반적으로 System 80+ 설계는 플랜트설계, 방사선 및 화재예방 그리고 건설과 유지보수계획 등에 광범위하게 적용되는 3차원의 설계 방식을 따르고 있다. 더욱이 기기의 사용이나 제어방식의 개발은 Nuplex 80+ 개량형제어실의 실물 크기의 모형과 다이내믹한 원형 주자동제어장치, 안전 System 제어장치와 대형 전경스크린을 이용하고 있다.

System 80+는 미국 내에서 상업화를 추진하고 있으므로 ABB-CE社와 협력사(Duke Engineering & Services, Stone & Webster 및 ABB Power Generation)에서 설계를 분담하고 있다.

ABB-CE社는 핵증기공급계통(NSSS), 개량연료와 노심, 공학적 안전특성과 발전소 전체의 개량된 기기부품 및 제어장치를 설계중이다. Duke Engineering社는 격납건



〈그림 2〉 System 80+ 구형강철격납건물

물, 1차계통구조, 운전 및 유지보수 측면을 책임지고 있다. Stone & Webster社는 BOP 시스템과 구조, 1차계통보조시스템과 터빈계통구조를 맡고 있으며 ABB Power Generation社는 터빈을 공급한다.

CES-SAR-DC라 불리우는 System 80+의 완성된 표준안전성분석보고서(SAR)는 18권으로 되어 있다. 1991년말 NRC가 1차 검토를 끝낸 뒤 공식적으로 1,500개 이상의 질문을 했는데 모두 답변을 했다. NRC는 System 80+에 대한 안전성평가보고서 초고를 92년 8월말 경에 낼 것이라고 말했다. System 80+에 대한 최종설계승인은 1993년에, 설계증명서는 1995년에 받을 것으로 기대된다.

ABB-CE社에 따르면 입증된 기술의 실현가능성은 4개의 개량형 System 80+ 핵증기공급계통(NSS

S)이 현재 한국의 영광과 울진에 건설중이라는 사실을 고려할 때 현저하게 높다. 몇몇 System 80+ 설계특성이 이곳 발전설비에 포함되어 있으며, 1995년 3월과 1996년 6월 사이에 상업운전이 개시될 예정이다.

System 80+의 개발은 미국, 유럽 그리고 아시아의 14개 전력사 실무집행자들의 모임으로 ABB-CE社의 프로그램에 대하여 조언을 하기 위해 1년에 몇차례의 회의를 갖는 「System 80+ Executive Advisory Committee」의 통제를 받고 있다.

System 80+의 개발 및 설계인증을 위하여 5천만달러 이상의 비용과 100만Engineering Hours가 이미 투자됐으며, ABB-CE社는 기술의 효시가 될 다음 단계에 착수할 준비를 하고 있다.■