

原電 標準化 事業의 現況

— 標準化時代를 여는 各國의 努力 —

〈各國의 動向〉

프랑스

프랑스는 당초의 GCR(가스 冷却爐)에서 輕水爐로 노선을 변경, PWR와 BWR의 兩爐型을 검토한 결과 1975년부터 PWR로 선택범위를 좁혀 개발을 추진하고 있다. 프랑스의 PWR標準化事業은 90萬kW級의 표준화에 앞서 pre series(6基), C-P1 sub series(18基)와 CP2 sub series(10基)의 標準플랜트 130萬kW級 표준화시리즈인 P4(8基)와 P'4(8基) 및 140萬kW級 표준화플랜트인 N4시리즈(6基)가 주목되고 있다. 90萬kW級 Pre series의 건설은 1970년, CP1은 1974년, CP2는 1977년, 130萬kW級의 P4는 1977년, P'4는 1980년, 140萬kW級 N4시리즈는 1984년으로 계획적으로 추진되어 왔다(表1 참조).

프랑스 標準化事業의 특징은 원자로부분과 터빈부분의 철저한 표준설계와 이를 기반으로 한 현저한 工期短縮을 들 수 있다. 따라서 최근 운전에 들어간 發電所의 工期는 64개월로 건설중의 發電所는 이보다 4개월이 짧은 60개월이면 공사를 끝낼 수 있다고 한다

西獨

西獨에서는 KWU社가 PWR, BWR 및 重水爐의 건설 및 설계에 참여하고 있는데, 1969년4월에 완공된

Obrigheim KWO發電所(PWR, 34萬kW)를 계기로 GKN1號機(PWR, 85萬5,000kW), Biblis A發電所(PWR, 120萬4,000kW) 등 PWR의 標準化에 착수, 현재는 「콤보이」라고 불리는 130萬kW級 標準化플랜트에 주력하고 있다. 이 콤보이計劃은 이미 標準化設計가 추진되고 있는 Grohde(PWR, 136萬1,000kW), Philippsburg(PWR, 136萬2,000kW), Brokdorf(PWR, *136萬5,000kW)에 이어지는 것으로서 광범위하게 설계를 표준화하여 「一括審査方式」에 의해서 간략한 심사를 할 수 있도록 도모하고 있다. 1982년부터 시작된 콤보이計劃은 같은해에 Isar發電所(PWR, 137萬kW)와 Emsland發電所(PWR, 131萬4,000kW), 1984년에는 GKN2(PWR, 130萬1,000kW)에도 적용시키고 있다.

이 콤보이計劃의 특징은 ①KWU社, 規制當局, 檢査協會(TUV)가 협력해서 심사를 간소화시킬 수 있도록 노력했기 때문에 과거 13~15회나 필요했던 認許可節次를 4회정도로 줄일 수 있었다. ②따라서 수많은 문서량을 반감하는데 성공했으며, ③CAD시스템의 도입 등에 의한 엔지니어링작업의 합리화를 도모했기 때문에 人力의 30%를 절약할 수 있었다. ④프레「콤보이」플랜트부터 변경된 기술은 근소하나 耐震은 모든 지점을 포함하도록 하는 조건을 설정했다.

〈表 1〉 프랑스의 PWR標準化計劃

시 리 즈		基 數	建設 開始	特 徵
出力 (MWe)	名 稱			
900	Pre-Series	6	1970	Tihange發電所의 經驗 3루프, PCCV (single, 鋼製liner)
	CP1 Sub-Series	18	1974	3루프, PCCV (single, 鋼製liner), 터빈建物L型配置
1300	CP2 Sub-Series	10	1977	CP1과 동일 터빈建物I型配置
	P4 Sub-Series	8	1977	4루프, 安全防護系分離 二重格納容器(PCCV 없음) 터빈建物I型配置
	P'4 Sub-Series	8	1980	基本的으로 P4와 같은, 建物크기를 축소하여 코스트 低減
1400	N4 Series	6	1984	WH와 Brown Bower의 라이센스契約完了에 의한 性能向上 및 改良 等, 建設費 5%低減

〈表 2〉 캐나다CANDU爐標準化

出力 (MWe)	基 數	運開年	備 考
600	6	1983~90	設計는 AECL 國內에 2基, 國外로 4基 輸出
500	8	1971~85	設計몬타리오 하이드로 AECL 3개 사이트에 8基, 8基, 4基가 集中立地되며, 眞空 챔버를 使用 한 壓力抑制格納方式採用
800	8	1977~87	
900	4	1989~92	

表2에 CANDU爐의 標準化內容을 나타내었다.

소 련

소련에서는 黑鉛減速輕水冷却爐(RBSK)와 加壓水型輕水爐(VVEK)에 대한 標準化를 행하고 있다.

RBSK는 소련 獨특의 壓力管型爐로서 1954년 세계에서 최초로 5,000kW의 원자력발전을 운전했다는 실적을 가지고 있는데, 이 RBSK는 플루토늄을 생산하는 것을 주체로 한 10萬kW이거나 32萬kW의 小型爐段階를 넘어 현재는 100萬kW와 150萬kW의 發電爐가 建設의 주력이 되어 있다.

VVER은 1964년 1969년에 각각 運개한 VVER-1(28萬kW), VVER-2(36萬5,000kW)와 함께 6루프형의 標準爐(44萬kW)가 1971년에 完成되었다. 이 爐는 東구 제국에 이미 46基가 수출되고 있으며, 핀란드에도 2基가 도입되어 있다. 100萬kW級의 VVER-1000은 4루프의 標準爐로 생산되고 있는 「量產爐」로서 이것 또한 16基가 東구권의 각 나라로 수출되어 있다. VVER는 水平型의 蒸氣發生器(SG)를 설치하고 있는 것이 특징인데, VVER-1000를 같은 사이트에 여러 基를 建設하기로 하고 있으며, 1990년까지는 36基를 完成시킬 계획을 추진하고 있다. 또 겨울철 대책이나 공기단축, 품질향상을 겨누어 公 共 裝 備 작 업 을 증 대 시 키 는 노 려 를 繼 續 하 고 있 으 며, 準 비 기 간 24 개 월, 建 설 기 간 60 개 월 의 공 기 를 豫 算 하 고 있 고 多 數 基 並 行 工 事 의 經 우 는

캐나다

重水爐에는 加壓重水冷却爐(CANDU-PHW)와 沸騰輕水冷却爐(CANDU-BLW)의 2型式이 있는데, 캐나다가 개발하고 있는 것은 1基를 제외하고서는 모두 CANDU-PHW이다.

캐나다내 原子力發電所는 온타리오州에 집중되어 있으며, 온타리오 하이드로社는 標準爐를 캐나다原子力公社(AECL)와 공동으로 開發중 에 있다. 現재 50萬kW級의 標準爐8基가 Pickering, 80萬kW級8基가 Bruce, 90萬kW級4基가 Darlington에 集中立地되어 있는데, 그 특징은 60萬kW의 標準爐는 AECL에 의해서 開發되어 해외에 4기(우리나라1기, 아르헨티나1기, 루마니아2기)가 수출되어 있다. 水壓壓力管의 重水爐는 中량이 무거운 부품이 적어 대형화가 비교적 쉬우며, 95萬kW級(멕시코수출용)이나 110萬kW級의 標準爐가 試設計된 일이 있다. 壓力抑制格納方式과 각 標準爐에 眞공 챔버를 사용한 負壓格納方式을 채용하고 있는 것도 그 특징의 하나라고 할 수 있을 것이다.

〈表 3〉 소련의 輕水爐標準化

爐 型	出 力 (MWe)	基 數	連開年	備 考
黑鉛減速 輕水冷却爐 (RBSK)	1000	22	1973 ~88	10萬kW 플루토늄生產爐 6基, 發電爐1基, 20萬kW 發電爐1기를 베이스로 標準爐開發채널爐特 채널爐이므로 特別한 製 造設備없이 建設可能
	1500	8	1983 ~91	
加壓水型 輕水爐 (VVER)	400	8	1971 ~84	6 루프, S/G 水平型 터빈發電機 2×22萬kW 4 루프, S/G 水平型, 11 개사이트에 集中立地 그 의 25基計劃中 터빈發電 機 2×50 또는 1×100萬 kW
	1000	36	1980 ~90	

24개월로 次號機를 착공하고 있다.

소련의 輕水爐標準化事業에 대해 表 3에 나
타내었다.

美 國 그 외의 나라에서는 우선 세
계 輕水爐의 3분의1을 차지하
는 미국을 들 수 있다.

미국에서의 표준화의 움직임은 이미 오래전
서 부터 시작되었는데, 알기텍트 엔지니어링
社, 벡텔社는 1973년에 5개전력회사와 협정을
맺고 SNUPPS(Standardized Nuclear Unit P-
ower Plant System)이라 불리지는 115萬kW P-
WR標準플랜트의 설계를 추진한 일이 있다. 이
때 原子爐部分(NSSS)은 웨스팅하우스社(WH)
가, 터빈발전기는 제너럴일렉트릭社(GE)가 공
급했다.

이 SNUPPS의 성과는 대서양을 건너 영국에
까지 전파되어 英國의 中央電力廳(CEGB)은 그
안전기준에 비추어 안전면과 운전원의 피폭저
감의 견지에서 다소의 변경을 가했다고는 하나
기본적으로는 SNUPPS의 표준설계에 의해서 S-
izewell B(PWR, 114萬4,000kW)에 반영되고
있다.

이탈리아 이탈리아는 次期PWR로서 3
루프 95萬kW級の 표준설계가
7~8基 建設을 목표로 검토되고 있다. 原子爐部
分(NSSS)은 WH製나 이탈리아 특유의 두가지
조건(高地震帶에서 低地耐力, 安全基準)을 고
려, 二重格納容器는 建物共通基礎方式을 채용
하고 있다. 이 二重格納容器는 콘크리트로 內
部格納容器에 鋼板liner를 사용하고 있다. 또한
이탈리아의 표준설계는 플랜트設計, 土建工事,
補助系統, 主要機器配置 등의 점에서 미국, 프
랑스, 서독, 영국, 일본의 설계와 달라 각국에
서 주목하고 있다.

〉各國의 노력〈

각국 다같이 건설까지의 리드타임이나 건설
기간의 단축에 노력을 傾注하고 있다. 미국의
경우 엔지니어링과 건설기간은 1960년대 전반
에 각각 13개월과 38개월, 후반에 20개월과 54
개월, 70년대 초에 37개월과 63개월, 70년대 중
간에서 42개월과 66개월로 점점 장기화되는 현
상을 보이고 있는데, TMI事故이후는 다시 규
제가 강화되었고, 수요의 停滯, 財政難 등의 요
인이 가중되어 평균120개월이거나 그 이상으로
늘어났다. 물론 이 평균치는 특별한 사정으로
극단적으로 완성이 늦어진 것까지를 포함한 것
인데, 1983년에 완성한 Florida Power & Li-
ght의 St. Lucie發電所2號機(PWR, 84萬2,000
kW)와 같이 72개월로 공사가 끝난 예도 있었
다.

한편 서독의 경우 工期가 지연되는 심사방
식을 개선하여 표준화를 한층 앞서게 한 콤보
이計劃이 실시되면 工期는 70개월이 될것으로
내다보고 있다. 물론 실제 심사가 계획대로 진
행되면 60개월 또는 그 이하의 기간에 완공될
가능성도 있다. 프랑스의 경우에도 표준화의 추
진에 의해 60개월로 공정을 단축하는 계획을 세
우고 있다.