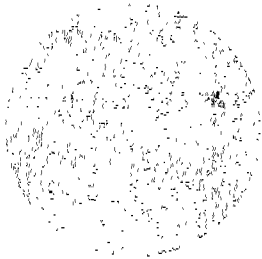
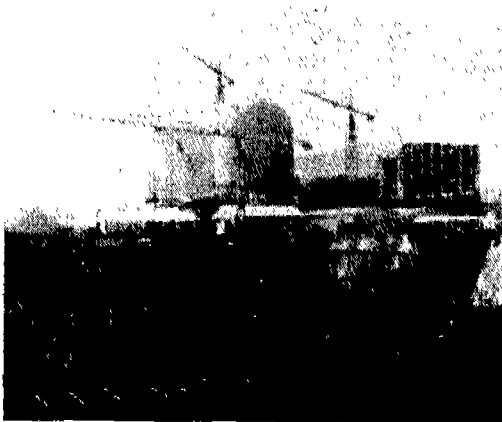


原子力9,10号機 建設現況



Construction Status of
Korea Nuclear Units
No. 9 & 10,



洪 周 甫

韓電 原子力建設部 次長

한국전력공사의 원자력 9, 10호기는 1981. 1 부처 정치 공사를 착공한 이래 1982. 10. 13 기공식을 거행하였다.

그리고 원자력 발전소의 일반적인 경제성, 기술축적 등에도 건설의 이점이 있으나 美國 및 캐나다와의 협력하에 건설한 지금까지의 원자력 사업에서 프랑스와 협력하여 건설하므로 유럽 국가와의 국제 협력이란 측면 및 핵 에너지의 다원화에도 그 의의를 찾을 수 있다.

지금 우리는 전기인, 또한 기술자로서 이 발전소 건설 현황을 검토해 보는 데에 그 의의가 있다고 생각한다.

1. 事業 概要

원자로 형식 : 가압 경수형 원자로 (Pressurized Water Reactor / PWR)

용량 : 950 MWe × 2기

위치 : 경북 울진군 북면 부구리

공기 : 9호기 1981. 1 ~ 1988. 9

10호기 1981. 1 ~ 1989. 9

총공사비 : 내자 1조5980억원

외자 11억7813만달러

계 2조4400억원 (약 34억불)

계약자 기기공급 및 기술용역

- 1차축 (NI ; Nuclear Island)은 프랑스 프라마돔 (Framatome)사와 원자로, 증기 발생기, 냉각재 펌프 등의 1차축 주기기 및 보조기기 제작 공급, 1차축 용역 설계 및 2차축의 연관부분의 관련설계, 1회축 한중 (KHIC) 국산화 기기의 최종 제작 납품 책임 및 현장 시공 지원을 위한 계약을 체결하였다.

- 2차축 (CI-Conventional Island)은 프랑스 알스툼 (Alstom)사와 터어빈, 발전기, 복수기, 냉각수 펌프 등의 2차축 주기기, 보조기기 제작공급 및 관련 용역 업무, 2차축 국산화 기기의 최종 제작 납품 책임 및 현장 시공 지원을 위한 계약을 체결하였다.

기술자문 용역

미국 Ebasco사와 약 557인-월 (Man-Month)로 사업관리, 구매 및 분야별 기술자문을 수행케 되어 있다.

서울 한전본사, 현장(울진건설) 및 파리 사무소 (품질 1명)에서 근무한다.

핵연료 공급

프랑스 프라마툼(FRAMATOME)사와는 성형가공, 코지마(COHEMA)사와 원광, 변환, 농축 계약이 되어 있다.

현장시공

동아건설산업: 주설비 구조물 공사, 상수도 취수원 및 호안 방파제 등의 부대공사

풍립산업: 사택신축

차관선

1, 2 차축의 기자재 공급, 핵연료 공급 및 건설이자 등의 재원으로 프랑스 BFCE의 6개 은행과 차관계약이 되어 있다.

2. 推進經緯

1977. 7 ~ 1978. 5 : 현지답사 및 기술검토결과 경북 울진군 북면 부구지점을 원자력 후보지로 실무진 합의

1978. 7 : 제 33차 경제장관 협의회에서 원자력발전소 건설업지로 선정

1978. 8 ~ 1979. 4 : 지질조사

1979. 5 ~ 1979. 12 : 부지 확정후 전원개발 특별법에 의거한 전원개발 실시계획 승인

1980. 11 : 프랑스 프라마툼사 및 코지마사와 1차축 (NI) 및 핵연료 공급계약 체결. 울진 원자력건설 사무소 발족

1981. 1 : 부지 정지공사 착공

1981. 4 : 1차축 차관계약 서명, 1차축 계약자 FRAMATOME사와 예비건설 추진회의 개최

1981. 10 : 원자력법에 의거 기초공사(LWA) 시행토록 파기처가 인정

1981. 12 : 미국 Ebasco사와 사업관리 자문용역 계약 체결

1982. 2 : 프랑스 알스툼 아틀란틱(Alsthom-Atlantique)사와 2차축 기기 공급계약 서명

후속 주요 건설공정 (9호기 기준, 10호기는 9호기와 1년시차)

1982. 12 : 발전소 본관 정초 착수

1985. 2 : 원자로 설치

1985. 8 : 터어빈 설치

1986. 2 : 수전

1987. 4 : 1차계통 수압시험

1987. 10 : 핵연료 장전

1988. 9 : 발전소 준공

1982. 10월말 현재의 종합 공정 진도율은 11.7%이다.

3. 主要 設備內譯

핵중기(1차축)설비

원자로 및 증기발전기 : 3 Loops, 가압경수로, 2785MWt, 5400 Ton/HR 3대, 프랑스 프라마툼사

냉각재 펌프 : 20,988톤/시간 3대

연료중량 : 72.4톤

발전설비

터어빈 발전기 : 950MW, 고압터어빈 1, 저압터어빈 3, 불란서 알스툼 아틀란틱사

복수기 : 냉각면적 71760M², 냉각수 유량 946260 GPM.

냉각수 펌프 : 초당 30.9톤 2대

주변압기 : 360MVA

4. 事業效果

탈석유 대체 에너지 개발에 기여 : 석유 대체 효과 약 250만톤/년간

경제적 발전으로 저렴한 전력 공급 : 연간 약 125억 kWh 전력생산.

발전원가 차이(석유발전-원자력발전) 약 15억원/일당



원자력 9, 10호기 건설공사 현장 사진

중화학공업 및 건설업체 육성: 국산화 기자재 약 2300억원. 국내건설 공사비 약 4400억원.

고용증대 효과: 연인원 약 400만명/건설시

설계 및 제작분야 국내기술 축적

균형있는 지역개발 촉진

국제협력의 증진, 핵연료 공급의 다원화에 기여

5. 基本運營 体制

앞에서 기술한 바와같이 韓電 주도형(Island-Base, Non-Turnkey)로 종합 사업관리는 Ebasco사의 기술자문을 받아 한국전력공사가 책임지고 수행하고 2차측을 프랑스 프라마톱사 및 알스톰사 공히 기술용역, 기기 공급, 현장 시공을 지원하고, 현장의 건설 시공은 동아건설이 수행한다.

프랑스 파리에 파리사무소를 두어 프라마톱과 같이 근무하며 계약자와의 기술관계, 현지 기기 구매 특별업무 등을 신속히 처리하도록 되어 있다. Ebasco사의 품질 관계 전문가 1인이 우리 주재 사무소와 함께 품질관리 업무를 수행한다.

그러나 프랑스와는 최초로 원자력 발전소를 건설하며, 아직 국내에서는 적용이 생소한 프랑스 공업 규격의 적용, 美國의 Ebasco사의 참여 등으로 인한 기본 계약구조의 복잡 등으로 공사 및 공정관리의 어려움, 기술상의 상호 연관 업무의 조정 등이 많이 예상되며 계약자 역무도 많을 것이므로 공사를 책임지는 한국전력공사의 본사 및 현장의 유자격 인력이 적기에 확보되어야 할 것이다.

그리고 한국전력공사의 원자력 담당 이사의 경영 지침에 따라 韓電에는 원자력 발전소 건설을 주관하는 원자력 건설부 내에 원자력 9, 10호기 Project Manager(차장급), 프로젝트 담당 책임자, 공사주관과(공사관리, 구매 및 토목 건축공사와 등) 및 분야별 설계 업무를 담당하는 기계, 전기, 토목, 건축의 설계 전담 부서가 있으며, 건설 시공을 주관하는 울진 원자력 건설사무소에는 소장, 건설 행정 업무를 지원하는 서무과 및 기술부서 여러 과(공사관리, 기술 및 감독과)가 있으며 품질관리 업무를 관장하는 전담부서인 품질관리과(QA)가 있다.

현장 조직은 공사의 진척, 시공 업무의 증가에 따라 83년초에는 부소장 보강 및 설계 시공의 감독 기능을 강화하기 위하여 설계과 및 감독과 등이 추가로 발족 보강될 것이다.

이리하여 건설 시공 계약자인 동아건설과의 시공 업무 관리, 현장 설계 계약자인 한국전력 기술 주식회사의 현장설계 및 기술자로 관리, 대계약자(프라마톱, 알스톰 및 에바스코)관리 등의 막중한 업무를 수행토록 되어 있다.

6. 適用 工業 規格(Code & Standards)

- 1차측은 1980. 8. 1 현재 유효한 프랑스 규격(RCC Series의 C, E, G, I, M, P 및 AFNOR Standards 등 관련 프랑스 규격)

- 2차측은 1980. 12末 현재 유효한 프랑스 규격을 적용토록 되어 있으며,

- 기타 1차측은 가동전, 중 검사(Pre In Service Inspection)는 美國 ASME Code Section XI (1980.8. 1)를 적용케 되어 있다.

7. 基準 發電所 選定

원자력 발전소는 그 설계 및 운영에 기준이 되는 기준 발전소를 선정하며 원자력 9, 10호기의 기준 발전소(Reference Plants)는 프랑스 남서쪽에 위치한 Le Blayais 발전소 제 3, 4 호기이다. 프랑스 전력공사(EDF) 소유로 3 호기는 900MW급 용량으로 82년말, 4 호기는 83년초 제동 병일될 예정이다.

특히 이 발전소의 기초는 강가의 진흙 바닥 일부를 모래로 치환한 후 다져서 원자로 기초 콘크리트를 타설하고 본관 건물을 신축하였다.

이는 우리나라와 같은 국토가 좁은 곳에서 발전소 부지로서의 적합조건을 단단한 암반 위에만 해야 한다는 일반의 관념을 바꿔야 된다는 좋은 예가 될 수 있다.

기술용역회사는 전력회사인 EDF/SOFINEL 사이며 원자로측, 터어빈측의 기기공급자는 프라마톱사, 알스톰사이다. 현장구조물 토건공사 등은 SBTP 사가 맡아 시공하였다.

LE BLAYAIS 발전소는 원자력 9, 10호기의 Ref. Plants 인 3, 4 호기 외에 1, 2 호기가 있으며 합계 950MW×4기의 대단위 발전소이다. 여기의 SBTP 사는 원자력 9, 10호기의 현장시공회사인 동아건설과의 기술협력을 맺은 프랑스의 전문 토건 공사 시공회사이다.

8. 諸般 認許可

전원개발특별법 및 전기사업법에 의한 전원개발 실시

계획 등의 중요한 허가는 앞의 추진경위에서 약속한 바와 같이 건설초기에 이미 특하였으며 원자력법에 의한 건설허가(Construction Permit/CP)는 예비안전성 분석 보고서를 관련부처인 과학기술처에 제출하고 제 3기판의 검토보고서가 첩부되어 원자력위원회(AEC)의 최종 심의를 거쳐 허가를 받게 되어 있다.

원자력 9, 10호기는 금년(1982) 11월에 韓電, 科技處, 원자력연구소(안전센터) 및 프라마톱사가 합동으로 제반 문제점을 정리, 의견교환 후 원자력위원회(AEC)에서 심의, 결정케 되어 있다. 건설허가를 득한 후에도 공사시공방법의 신고를 필한 후 건축물의 시공을 단계별로 수행하여 제반 검사를 받아야 한다.

지금까지의 전주기 원자력 발전소가 미국(미국 및 캐나다)의 규정, 허가방식에 준하여 수행되었으나, 프랑스는 우선 관련 공업규격이 상이하고, 인허가 방식도 다르며 발전소 표준화(Standardization)의 개념이므로 프랑스를 주기기 공급선으로 택한 이상 설계, 시공업무도 이에 준하여 수행되어야 할 것으로 본다.

9. 國產化 計劃

정부의 방침에 따라 국산화율은 점진적으로 제고하여야 하며, 상공부 산하 기계공업진흥회의 최종 국산화 심의를 받아 기자재 도입 혹은 국산화를 결정케 되어 있다.

원자력 9, 10호기는 계약에 의거 원자력 7, 8호기 수준으로 국산화토록 되어 있으며, 대상업체로는 한국중공업(KHIC) 및 전문계열화 회사(전문계열 품목)를 적극 지원 및 육성하여 제작에 참여토록 한다. 계획된 국산화율은 약 37%이며, 참고로 전호기의 실적 및 건설중인 발전소의 계획은 아래와 같다.

원자력 1호기	8%	실적
" 2 "	12.8%	계획
" 3 "	10%	"
" 5, 6호기	29.2%	"
" 7, 8 "	35.5%	"

10. 品質管理 業務

계약자 품질보증 계획은 美國의 10 CFR 50 APP. B의 제반 요건이 충족되어야 하며 계약자는 품질보증 계획서 및 사양서 등을 韓電에 제출하고 이 기준에 따라 품질관리 업무를 수행케 되어 있다.

11. 海外 訓練

1, 2차측 계약서 및 핵연료 공급계약서에 의거 약 90명의 요원을 6개월 내지 1년반의 기간으로 해외훈련토록 되어있고 제 1진(14명)은 1983. 5. 1부터 프랑스전력공사(EDF)의 Bugey의 훈련원에서 훈련을 시작해야 한다.

합동강의는 영어, 현장실무 교육은 불어로 하게 되어 있으므로 우선 기본자격을 가진 요원을 분야별 요원개발책임자가 2개월간 연수원에서 합숙으로 기본 어학훈련을 받고 다시 2개월의 기술용어훈련을 기술계 대학에서 시킬 예정이다.

중학부터 배우는 영어에 비해 불어에 대한 일반의 이해는 전반으로 수준이 낮기 때문에 단기간의 집중 어학훈련(약 4개월)을 받았다 해도 실지 프랑스에 갔을 때는 수강에 많은 어려움이 예상된다.

제 1진은 韓電의 설계요원, 현장건설 감독요원의 일부이고 그후 1984년 초부터는 운전 및 보수, 보전물리, 원자로안전관계 요원의 훈련이 계속 시행되어질 것이다.

12. 技術 專修(Transfer of Technology)

한국전력기술주식회사(KOPEC/전 KNE사)로 하여금 주계약서 APP-k에 의거 약 50명(약 1400인월)이 프랑스의 프라마톱, 알스톰사에서 외국인과 같이 근무하며 기술전수를 수행케 되어 있다. 이리하여 기계, 전기, 토건분야, 품질보증분야는 물론이고 관리분야에서 실지 기술업무에 참여를 함으로써 프랑스의 신기술을 익히게 되어 있다. 현재 28명의 기간 기술자가 여러 분야에서 근무중이다.

그리고 현장설계업무에도 韓電의 감독하에 계약자 프라마톱사 및 알스톰사와 현장에서 시행해야 하는 철근 배근 도면, 케이본 튜레이, 배관관계의 많은 도면을 제작해야 한다. 발전소의 준공 직전에는 준공도면(AS-Built Dwg)까지도 KOPEC에서 작성토록 되어 있으며 프랑스에서의 설계업무 참여, 현장의 설계업무 및 시공상태 파악의 참여는 연속적인 기술전수를 가능케 하여 이렇게 함으로써 원자력 후속기(11, 12호기)부터는 독자적인 기술용역을 가능토록 기술이 전수될 것이다. 참고로 KOPEC의 설계업무 참여율은 약 20%에 달한다.

13. 結 論

원자력 9, 10호기는 건설방식, 적용설계기준 및 제반 인허가 관련 기술자료 등이 전호기와는 다른 프랑스식의 건설을 수행해야 하고 여기에다 울진지역의 특수성에 따른 보안설비 등이 추가되어야 하며, 동계 공사 수행이 어려운 점, 인근에서 자재조달 및 공사인력을 지원받을 큰 도시도 없는 여건에서는 많은 어려움

이 있을 것으로 예상되나, 앞에서 기술한 프랑스식 건설방식의 장점을 활용하고 예산, 인력, 자재공급을 지원하는 韓電의 타부서의 적극적인 지원, 건설 시공자 동아건설의 성실하고 착실한 시공의 힘을 합하여 안정성 확보, 기술축적을 하면서 목표 공기를 달성하여 원자력 9호기를 국제 올림픽까지는 건설토록 해야할 것이다.

〈107p에서 계속〉

경상남도	392		2	3		397
계	760	309	343	374	1,703	3,489

○전기보안담당자교육실시결과보고 (동력자원부, 작시도청 12.22)

○교육이수자 명부제작 (300부)

2. 제 8차 기사운영위원회 개회

① 일시 : 1982. 12. 7 15 : 00

③ 장소 : 당협회 회의실

③ 보고사항 : ○전 회의록 보고

○82년도 기사관리사업실적보고

④ 심의안건

• 제 1 안건 : 83년도 기사관리사업계획 (안)

심의

• 제 2 안건 : 지부자원금 배정기준개정 (안)

심의

• 제 3 안건 : 지부활성화 방안 심의

• 제 4 안건 :

i) 회비규정 (부과기준) 일부변경 (안)

ii) 법령 및 전기기사 권익에 관하여

3. 전기안전협의회 회칙 (안) 검토의견 발송 (한국전력으로 12.10)

4. 취업업무

○회 망 자 : 김종현 외 21명

○의뢰업체 : 문화예술진흥원 1개업체

5. 전기설비조사 및 기술질의 회신

○업체명 : 삼아아파트

○조사일 : 82. 12. 16 (회신 12.23)

6. 절연유시험

○근로복지공사 (4 건)

7. 대판청업무

○전기기사 1인이 보안담당자로 겸임할 수 있는 사업장 수의 산정기준 (안) 발송 (서울특별시 12.24)

* 國家技術資格檢定試驗問題 解答 *

해답

- 전기용융 ● 1. ⊕ 2. ⊕ 3. ⊗ 4. ⊕ 5. ⊕ 6. ⊕ 7. ⊕ 8. ⊕ 9. ⊕ 10. ⊕
11. ⊕ 12. ⊕ 13. ⊕ 14. ⊕ 15. ⊕ 16. ⊕ 17. ⊗ 18. ⊕ 19. ⊕ 20. ⊗
21. ⊕ 22. ⊕ 23. ⊗ 24. ⊕ 25. ⊗
- 전기기기 ● 1. ⊕ 2. ⊗ 3. ⊕ 4. ⊕ 5. ⊗ 6. ⊕ 7. ⊕ 8. ⊕ 9. ⊗ 10. ⊕
11. ⊕ 12. ⊕ 13. ⊗

서울공과대학 제공