

스페인의 輕水爐 建設 現況

第 3 世代 輕水爐建設로 成熟期 進入

스페인의 地中海沿岸 Tarragona州에 建設中인 Vandellos 2號機(PWR)는 한나라의 原子力計劃을 實行하는데 있어서 모든 參加者들의 發展의인 協同關係가 얼마나 重要한가를 보여 주었다.

Vandellos 2號機(PWR)가 두 電力會社 Endesa社(72%)와 Hidroelectrica de Cataluna社(28%)를 會員社로 하는 Vandellos 原子力協會(ANV)에 의해 建設되고 있으며, 現在 工事進度 85%로 商業運轉開始는 1987年12月로 豫定되어 있다.

Vandellos 2號機는 2,785MWt, 3루프型 PWR로서, 容量 982MWe의 터빈發電機와 連結된다.

完成된 플랜트에서 競爭力있는 KWH當 原子力 單價를 얻을 수 있도록 ANV는 모니터링裝置와 建設費를 비롯하여 工事全般에 걸쳐 注意 깊게 다루었다.

이 플랜트의 建設工事は 몇번 修正된 스페인의 “國家에너지計劃”(PEN)에 의한 것이다.

過去 25年間의 스페인業體의 原子力 建設經驗과 스페인 産業體, 下都給業體 및 供給業體의 直接 參與 經驗이 Vandello 2號機 建設에 活用되고 있다. ANV가 成功的으로 工事計劃을 遂行하고 있는 것은 이와 같은 蓄積된 專門知識에 힘입은 바 크다.

Vandellos 2號機에 대한 技術設計는 所有主側

의 工事設計部署 指示下에 스페인 最大의 國營 用役會社인 Initec社와 美國의 用役會社에서 遂行하고 있다. 所有主인 ANV는 工事管理를 맡으며 設計, 購買, 施工, 試運轉에 대해 全體的인 責任을 진다.

컴퓨터가 全體的인 工事管理를 위해 廣範圍하게 利用되었다. 初期의 컴퓨터 만으로는 不充分하여, 最新의 機能을 갖춘 컴퓨터시스템으로 補完하였다. 여기에는 바세로니아, 마드리드

〈表 1〉 스페인의 原電建設計劃

	Type	MWe	Vender	First power
First generation				
Zorita	PWR	160	West	7/68
Garona	BWR	460	GE	3/71
Vandellos I	Gas-graphite	500	CEA	5/72
Second generation				
Almaraz I	PWR	930	West	7/81
Asco I	PWR	930	West	12/83
Almaraz II	PWR	930	West	1/84
Cofrentes	BWR	975	GE	11/84
Asco II	PWR	930	West	10/85
Lemoniz I	PWR	930	West	—
Lemoniz II	PWR	930	West	—
Third generation				
Vandellos II	PWR	982	West	1987
Trillo I	PWR	1041	KWU	1987
Valdecaballeros I	BWR	975	GE	—
Valdecaballeros II	BWR	975	GE	—
Trillo II	PWR	1041	KWU	—
Site permit granted				
Sayago				
Regodola				
Vandellos III				

〈表 2〉
技術仕様

Reactor		Power input	Cold condition: 89m
Type	Pressurized water(PWR)	Motor input power	Hot condition: 5,086kW Cold condition: 6,790kW
Fuel	Enriched uranium dioxide	Starting current	Hot condition: 5,522kW Cold condition: 7,340 kW 3485A at 6kV
Control rods	Boron carbon	Turbine-generator	
Number of fuel assemblies	157	Design	Westinghouse
Number of rods in each fuel assembly	264	Manufacturer	Westinghouse, E. N. Bazan(El Ferrol)
Number of fuel rods	41,448	Type	TC 6F
Average enrichment of the initial fuel load (percentage by weight)	2.1, 2.6, 3.1	Blade length last phase low pressure	111.76cm
Average enrichment of the reload fuel	3.04 per cent	Number of shells	Ihigh pressure and 3low pressure
Guide thimble material	Zircaloy-4	Speed	1,500revolutions per minute
Total weight of uranium	66,411kg	Power	982,028kW
Average linear power density in the core(at nominal power)	17.88kW/m	Generator power	1,092MVA
Average specific power (at nominal power)	41.8kW/kgU	Power factor	0.9
Project reload schedule	12months	Voltage	21kV
Portion of the core withdrawn	33.3per cent	Turbine cycle	
Reactivity control measures	Control roads, consumable poison, chemical balance	Number of reheating phases	2
Reactor vessel basic material	Carbon steel	Number of condenser reheating phases	6
Reactor vessel lining material	Austenitic stainless steel	Heater drain system	Back ward pumping
Reactor vessel design	Westinghouse	Heaters in the condenser neck	Number 1, 2, 3 and 4
Reactor vessel manufacturer	Ensa(Santander)	Condenser	
Steam generator		Type	Unipressure
Design	Westinghouse	Number of tubes	77,994(titanium)
Manufacturer	Ensa(Santander)	Absolute pressure	50.8mm Hg
Model	F	Condensd flow	3718t/h
Moisture carry over maximum content	0.25per cent	Cooling water flow	48.5m ³ /s
Flow	5,813t/h	Steam conditions in the shutdown valves	
Temperature	226°C	Flow	5,545t/h
Reactor coolant pumps		Absolute pressure	65.66kg/cm ²
Design	Westinghouse	Temperature	282.3°C
Model	1,000	Enthalpy	662kcal/kg
Type	Vertical, centrifugal one stage	Humidity content	0.25per cent
Flow	Hot condition:6.49m ³ /s Cold condition:6.16m ³ /s	Containment building	
Hydraulic head	Hot condition:83m	Type	Pre-stressed concrete
		Design pressure	3.78kg/cm ²
		Inside diameter	40m
		Inside height	62.8m

와 현장에 配置된 1744M-Byte의 記憶裝置, 36개의 스크린端末器와 8개의 프린터가 包含된다.

強力한 ANV의 工事管理機構가 設計와 機資材의 購買를 監督함으로써 工事日程을 맞출 수 있었다. 工事期間中 繼續 勞動組合과 紐帶關係를 維持함으로써 工事日程을 맞출 수 있었다. 下請業者가 施行하는 作業을 監理하는 한편 A

NV는 原請業者에 대해서는 그들 内部에서 일어나는 問題를 스스로 解決할 責任을 賦課했다. ANV는 또한 契의書上에 인센티브條項을 넣어 가장 잘 工事를 施行한 會社에 대해서는 追加 工事의 惠譯을 주었다.

將次の 플랜트 稼動率을 考慮하여 設計, 機器類의 品質과 組立工事, 試運轉, 運轉員 訓練

등에 대해 特別한 關心을 두었다. ANV는 또 한 在來式 部品에 대해서는 물론이고 原子力 安全과 關聯된 機器에 대한 積極的인 品質保證 프로그램을 設定하고 監督하였다. ANV는 自體 要員에 대해서도 現場實習, 廣範圍한 訓練

課程과 다른 原子力發電所의 試運轉에의 參與 등을 통해 訓練을 實施하여 플랜트가 完工될때 円滑한 運轉이 이루어지도록 하였다.

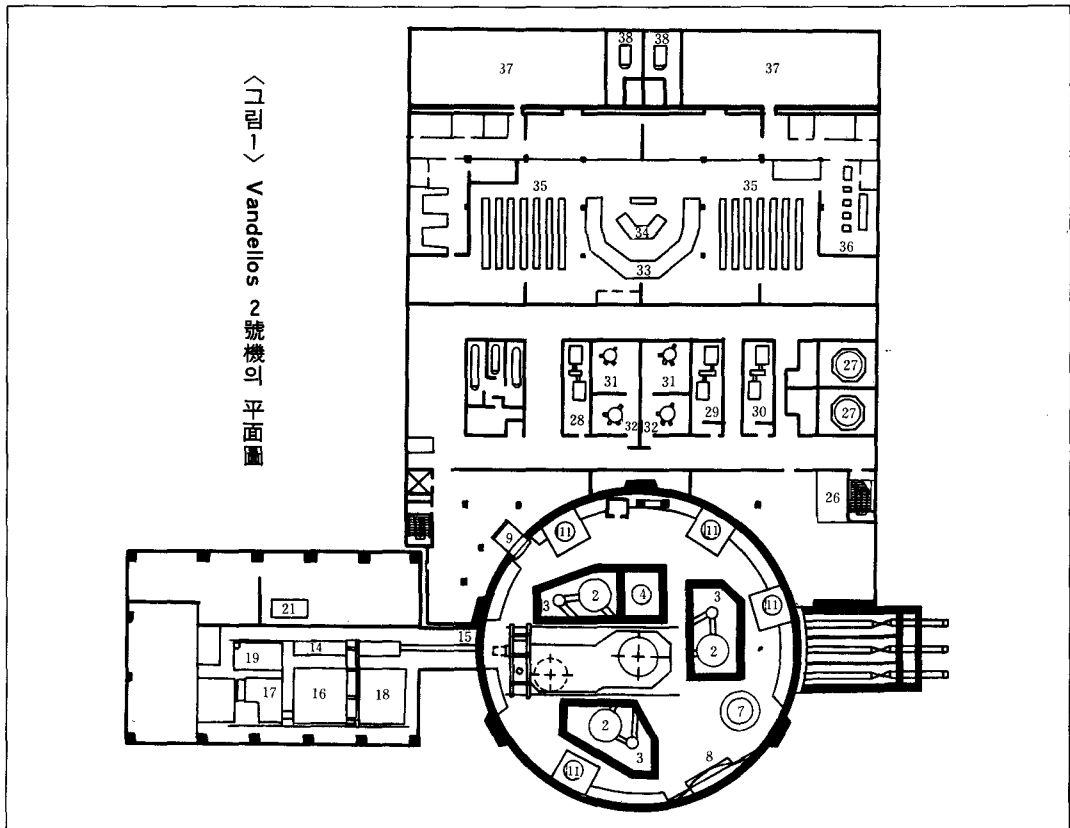
工事 日程表

1976年 2月에 仮承認이 나자마자 早速한 時 日內에 正式工事承認을 얻기 위해 빠른 速度로 準備作業을 進行시켰고, 承認이 나오는데로 基礎콘크리트打設을 始作할 豫定이었다. 그러나 이 許可取得이 늦어져 1980年12月까지 遲滯됨에 따라 豫備作業이 鈍化되었다.

正式工事承認이 나온 直時 最初의 基礎콘크리트打設이 始作됐으며, 이것은 最初의 콘크리트打設로 부터 核燃料裝填까지 66個月을 豫定한 初期計劃에 맞추는 것이 目標였다. 이 工事日程은 工程에 대한 再修正이 있었던 1984年 5

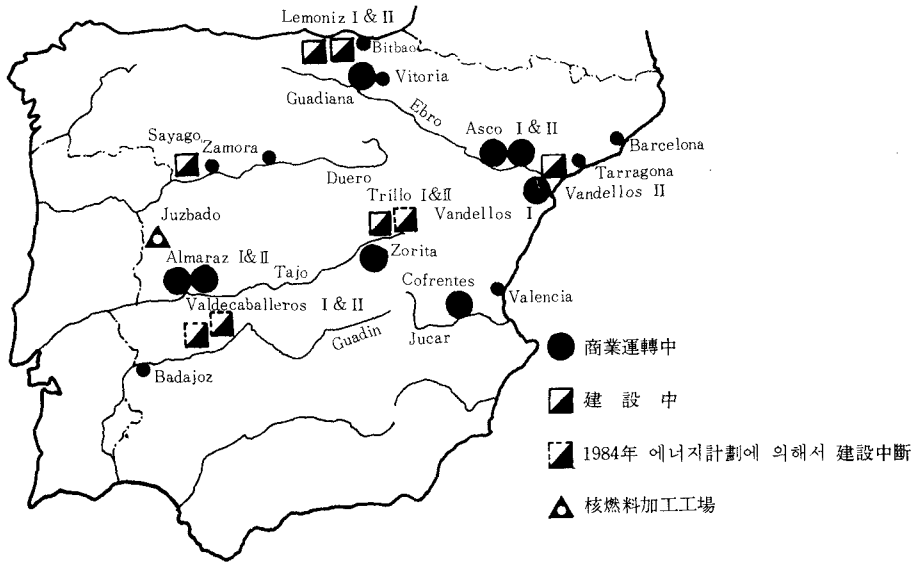
〈表 3〉 主要日程表

Preliminary permit	February 1976
Construction permit	December 1980
First structural concrete	July 1981
Start mechanical erection	December 1982
Polar crane erection	March 1984
NSSS heavy components erection	April/September 1984
Main loop welding completed	February 1985
Energization(provision of electricity supply to components for testing)	April 1986
Planned	
Secondary hydro	December 1986
Cold hydro	January 1987
Hot functional	March 1987
Core load	July 1987
Commercial operation	December 1987



〈그림 1〉 Vandellós 2 號機의 平面圖

〈그림 2〉 스페인의 原子力發電所



월까지 繼續되었다. 協商이 이루어져 原子力 플랜트도 다른 産業開發과 똑같은 取扱을 받도록 여러가지 惠澤이 주어졌다.

市評議會와의 協商 結果, 責任과 義務事項에 대해 ANV測과 合意를 보았는데, 여기에는 工事進陞에 關한 定期的인 通報와 大型 플랜트가 非工場地帶에 미치는 影響을 最少化시키기 위한 支援 등이 包含됐다.

또한 ANV는 都市地域의 放射能 大氣汚染을 監視할 뿐아니라 周邊의 沿岸地域에 대한 水文學的 管理 및 調査에 關한 計劃을 實踐에 옮겼다. 協商은 몇달이 걸렸지만 相互間 相對方 意見を 尊重하고 理解하려는 雰圍氣였다. 工事期間中 市評議會와 住民들과의 關係도 繼續 圓滿히 維持되었다.

設計의 高度化

스페인의 規制事項들은 技術開發國家에서 承認時 모델로 삼고있는 基準플랜트의 設計概念에 根據를 두고있다. Vandellos 2號機의 境遇는 스페인의 Asco 2號機와 美國의 Snupps유니트들

이 基準이 되었다. Asco 2號機를 基準設計로 삼음으로서 承認節次上에 많은 편의를 보았다.

Vandellos에서는 綜合컴퓨터시스템과 같은 몇가지 高度設備을 包含시키기도 決定했다. 이 裝置는 4200NSSS와 BOP의 프로세스 變動值를 直時 모니터하게 되어 있어 運轉員에게 運轉狀態에 關한 可視的인 情報를 提供하고 데이터를 綜合整理해 준다.

Vandellos 2號機는 또한 改良燃料아셈블리를 使用하게 돼있는데, 이것을 使用하면 높은 信賴度를 維持하면서 運轉上의 伸縮性이 向上되고 燃料사이클의 費用이 節減되며 爐心の 運轉마진이 改善된다.

여러가지 플랜트 改善事項을 包含시키기로한 ANV의 決定은 原子力 當局에서 要求하는 TMI事故待의 改善事項과 完全히 符合되므로 Vandellos 2號機는 現在 建設中인 PWR中에서 가장 最新의 機能을 갖추게 될 것이다.

또한 이것은 國內의 製作과 建設分野에 많은 參與 機會를 提供하게 되므로 스페인에서 好意的인 反應을 얻을 수 있었다.