

# 대용량 석탄화력발전소의 설계기술

## Design Technology of the Large Fossil Power Plant

김 주 현

한국전력공사

### 1. 머리말

앞으로의 우리나라 新規火力은 電源開發計劃上 石炭火力은 約 40%를 차지하게 될 것이며 系統容量의 增大, 立地確保難, 建設費의 低減化 觀點에서 單位機出力은 大容量化로 가야할 것이다.

이러한 石炭火力은 從來의 基低負荷 運用火力 뿐만아니라 負荷調整機能을 担当하는 火力으로서 次한층 요구되는 環境保全에 對應하기 爲하여 既存의 石炭火力의 範圍를 넘는 性能向上, 機能向上이 要求되며 同時에 合理的인 設備의 追求가 必要하다.

이들 條件을 滿足시키기 위하여 運轉特性的 改善, 環境對策의 強化, 設備의 合理化를 重点으로 技術開發이 進行되고 있다.

여기서는 美國에서 稼動中인 1300MW 石炭火力發電所 現況과 日本의 1000MW 石炭火力 設計 技術 動向을 보일러를 中心으로 紹介하고자 한다.

### 2. 大容量 石炭燃焼 보일러의 種類

大容量, 高効率, 經濟性を 考慮하면 보일러는 貫流型 超臨界壓(Once-Through Type, Supercritical Pressure) 보일러를 採擇하여야 한다.

主要보일러 製作社들의 貫流보일러는 다음과 같다.

Babcock & Wilcox 社 ----- Universal Pressur(UP) Boiler

Sulzer 社 ----- Sulzer(Mono Tube) Boiler

KWU (Duer) 社 ----- Benson Boiler

ABB-CE 社 ----- Combined Circulation Boiler

Foster Wheeler 社 ----- FW Once-Through Boiler

이들中 美國의 B & W 社の 1300MW UP Boiler 와 日本의 BHK 社の 1000MW UP Boiler 가 稼動中이며 BHK 社가 1000MW Benson Boiler 2 基를 建設中이며 MHI 社도 1000MW MHI-Sulzer Boiler 를 1 基 製作中이다.

### 3. 1000MWe 以上 大容量 石炭火力發電所 現況

美國의 電力會社가 現在 保有하고 있는 石炭火力發電所의 最大容量은 1300 MW 級으로 1973년에 商業運轉을 開始한 American Electric Power(AEP)社의 Amos 3 号機를 비롯하여 總 9基가 稼動되고 있으며 石炭産地인 OHIO 州를 中心으로 美國의 中東部 地域에 集中되어 있다.

日本의 境遇는 電源開發株式會社(EPDC)社가 1000MWe 의 石炭火力 Matsuura 1 号機를 1990年 7月 1日 商業運轉을 開始하였으며 日本 國內에서 8 基가 現在 建設中이거나 計劃되고 있다.

발전소명	용량	소유주	위치	상업 운전	보일러 공급	비고	
Rockport 1	1300MW	AEP	IN	1984	B&W UP	607 일 연속 운전 기록	
Rockport 2	"	"	IN	1989	"		
Amos 3	"	"	WV	1973	"		
Mountaineer	"	"	WV	1980	"		
Cumberland 1	"	TVA	TN	1973	"		
Cumberland 2	"	"	TN	1973	"		
Gavin 1	"	AEP	OH	1974	"		
Gavin 2	"	"	OH	1975	"		
Zimmer	"	AEP(25.4%) CG&E(46.5%) DP&L(28.1%)	OH	1991	"		원전 개조
Matsuura 1	1000MW	EPDC	Nagasaki	1990	BHK		UP. Benson Benson MHI-SULZER
Matsuura 2	"	"	"	1997	"		
Hitachi Naka 1	"	"	Ibaraki	2005	"		
Shinchi 1	"	Sohma Joint	Fukushima	1994	BHK		
Shinchi 2	"	"	"	1995	MHI		
Shimizu 1	"	CEPCO	Shizuoka	1996	"		
shimizu 2	"	"	"	1997	"		
Haramachi 1	"	TEPCO	Fukushima	1997	"		
Haramachi 2	"	"	"	2000	"		
				이후			

#### 4. 次世代 大容量 石炭火力 보일러의 技術革新 課題

앞으로의 石炭火力 보일러는 原子力發電의 增加에 따라 기름, 가스燃焼 보일러에 匹敵하는 負荷調整 機能이 要求될 것으로 豫想된다.

運用面에서 改善事項은

- 高負荷 變化速度, Fringe 負荷變動의 吸收等 負荷調整 能力의 向上  
最低安定 負荷의 低減  
DSS 運用 對應을 위한 起動時間의 短縮  
系統의 信賴性 向上을 위한 所內 單獨運轉  
安定된 制御特性을 얻기 위하여는 特性이 다른 炭種에 대한 制御 Parameter 를 自動 修正하는 機能도 重要하다.
- 環境對策으로는  
燃焼中 低 NOx 對策과 脫窒裝置의 採用 및 脫黃裝置의 採用  
騒音對策의 強化  
景觀保全 對策도 重要視 될것임
- 効率向上 面에서  
經濟性的 追求와 CO<sub>2</sub> 低減의 一環으로 蒸氣 條件의 向上이 豫想(Super Critical Pr, Ultra Super Critical Pr) 되며 經濟性を 考慮한 機能向上을 圖謀할 必要가 있다.
- 自動화 面에서는  
運轉補修의 高度化에 對應하여 Man-Machine Communication 의 充實化, 設備 監視의 強化가 重要하다.  
自動화 計劃에서는 運轉員, 補修員에의 適切한 運轉 Guide 를 위한 運轉 技術 System(Expert System), 現場点檢 業務 輕減을 위한 運轉監視, 起動 停止가 쉬운 操作의 集約化와 操作量의 輕減이 必要하다.

## 5. 設計方向과 適用技術

次世代의 石炭火力에 要求되는 機能은 高信賴性 確保가 가장 重要함은 물론 經濟的인 效果追求를 前提로 開發되어야 한다.

### ○ 運用機能의 向上

石炭專燒 最低負荷의 負荷變化 特性을 向上하기 위하여 Mill Burner System 의 Turn Down 擴大, 微粉機의 加壓力 制御와 回轉 分給機를 活用한 Mill 自動化 採用 버니의 着火特性을 改善한 低 NOx 버니 採用으로 最低負荷를 ECR 의 20% 로 達成하고 單體버니로는 15% 까지 Turn Down 을 擴大, 起動時間 短縮을 爲하여 Mill 버니 System 의 完全 自動化 및 디빈 高低压 By-pass System 과 보일러 起動 循環 System 採択.

### ○ 環境對策面

低 NOx 버니를 採択(BHK, NR-2 BNR, MHI MACT BNR) 하여 NOx 200 ppm 以下, 未燃分の 減少.

脫黃 脫窒裝置의 最新 Compact 化 設計.

### ○ 蒸汽條件의 向上

材料面에서 高溫強度가 優秀한 ASTM SA213 T91, SA335 P91 (9 Cr 改良材) 를 採用하고 超超臨界压 보일러를 對象으로 實証試驗한 高溫 腐蝕對策을 反映하여 信賴性이 높은 設計.

### ○ 設備의 大容量化

大容量 Mill 을 採択하여 Mill 台數를 줄이고 (1000MW-7台) Slagging 特性을 考慮하여 實績있는 버니 人力을 採用하여 信賴性 Space 減少, 補修의 簡略化 시킨.

### ○ 自動制御面

豫測制御, Digital 分散制御方式 採択

大形 CRT 採用으로 運轉人員 減少

運轉支援 System (Expert System) 採用