

## 발전소 MBC(Mill & Burner Control) 로직 분석

신만수\*, 김병철\*, 최인규\*  
한전전력연구원\*

### Analysis of mill & burner control at thermal power plant

Man-su Shin\*, Byeng-cheol Kim\*  
KEPCO K  
EPRI\*

**Abstract** - There are generator/turbine/boiler control system in the thermal power plant. By the way, the manufacturers are different each other in many cases. Therefore there were many difficulties in interface and maintenance of power plant. So, we have been developing the integration of all control system in a single manufacturer. Mill & burner control is analyzed in this paper.

#### 1. 서 론

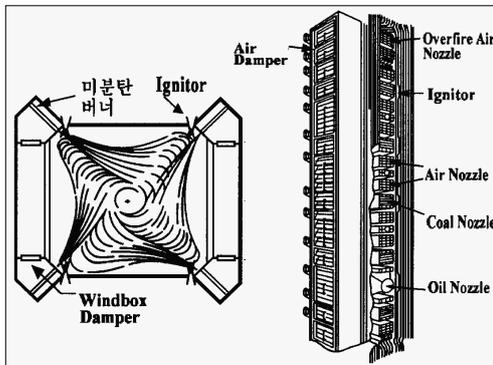
Mill & Burner Control(이하 MBC)는 발전소의 연소설비계통을 관장함으로써 보일러 안전과 밀접한 관련이 있다. 만약 MBC가 제대로 동작하지 않는다면 물적 및 인적 손실이 발생하게 된다.

본 논문에서는 이러한 MBC를 구성하는 현장설비와 제어 개념에 대해서 살펴보고자 한다.

#### 2. 본 론

##### 2.1 대상발전소 MBC 현장설비 구성

MBC는 한마디로 연소설비계통을 제어한다고 할 수 있다. Tangential/Corner 연소로에서는 연료 및 공기가 노의 각 코너에 설치된 세 개의 Windbox를 통해 유입되며 노 자체를 버너처럼 활용한다. 노즐로부터 유입된 연료 및 공기는 시계 방향으로 형성된 화염원에 직각으로 분출한다. 그림 1과 같은 연소 형태의 특징인 회전 또는 소용돌이 현상이 연료 및 공기를 혼합하는데 가장 효과적이다.



<그림 2> 코너연소식

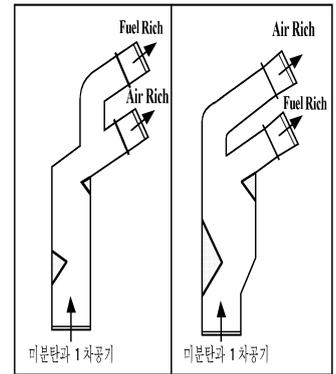
경유 버너(Warm-up 버너)는 총 12대(3개 Elevation × 4개 코너), 석탄 버너(Main 버너)는 총 24개(6개 Elevation × 4개 코너), Flame Scanner는 두 가지 종류로 설치되어 있다. I Flame sensing system의 CE safe scanner는 주로 석탄 연소를 위하여 설계된 폭넓은 가시광선에 감응하며 28대가 설치되어 있다. Flame scanner의 기본 출력은 “2/4 출력”으로 이루어져 있으며 Scanner 4개 가운데 적어도 2개 이상이 불꽃을 보았을 때 “Flame 감지” 신호를 송출한다. 나머지 종류의 Flame Scanner는 Iia Flame sensing system Flame scanner는 동일 화염검출기 Head를 이용하여 두개의 다른 Source로부터 노내 화염의 존재 유무를 검출하기 위한 것이다. 검출기 전자회로는 각 Oil Gun 화염과 Fireball 화염을 구별한다. 화염이 방출되는 가시광선의 서로 다른 특성(주파수와 강도 레벨)을 감지하여 두 화염을 구별하는 것이다.

그리고 AB, CD, EF 층에 위치한 Oil Gun은 Unit의 최저 부하까지 기동용으로 공기 분부 경유를 연소하며, 인접한 미분탄 버너의 점화 및 화염 안정의 용도로 사용된다. 또한 각 Oil Gun의 점화를 위해서 High Energy Arc Igniter가 이용된다.

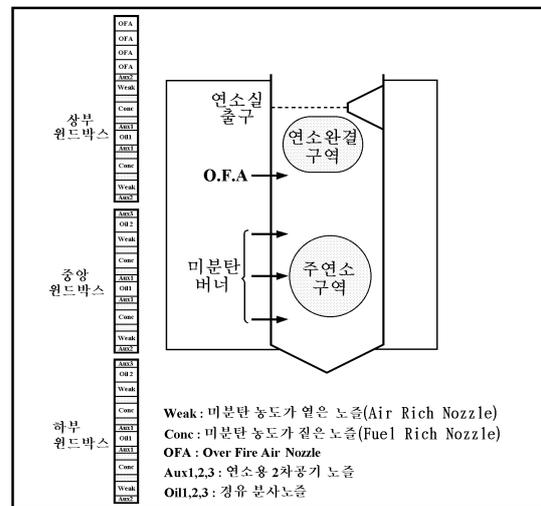
미분탄 연소계통은 급탄기에서 이송된 석탄을 미분기에서 분쇄하여 미분탄으로 만들고, 이 미분탄을 연소에 필요한 공기와 함께 바로 버너

에서 연소시키는 직접 연소식으로 급탄기와 미분기 각각 6대로 구성되어 있다. 석탄 버너는 Pollution minimum tangential firing system 방식(일명 PM 버너)로 그림 2와 같으며, Tangential firing system에 비해 질산화물의 생성을 줄일 수 있도록 개량된 설비이다. 또한 PM 버너의 위치는 그림 3과 같이 각 코너에 3개의 Wind box에 설치되는데 conc 노즐과 weak 노즐은 끼리끼리 근접하여 설치된다.

마지막으로 MBC 시스템은 전원 공급과 신호 분배부, 화염검출부, Unit 부, 세 개 층의 경유부, 여섯 개 층의 석탄부로 분리된 로직 캐비닛으로 구성(총 9면)되어 있으며, Hard wired 운전원 조작반은 CRT 인터페이스에 대한 후비장치이다.



<그림 3> PM 버너 구조



<그림 4> PM 버너의 배치

##### 2.2 대상발전소 MBC 로직

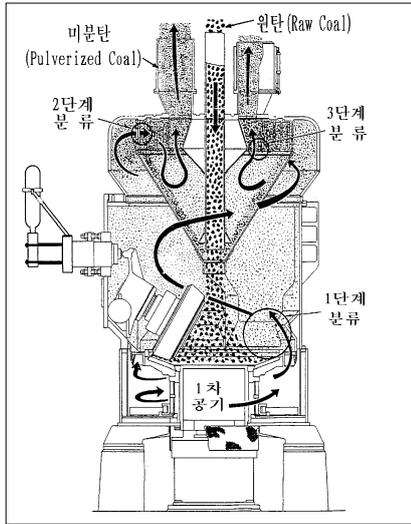
주요 시퀀스를 살펴 보면 다음과 같다. 미분기 6대의 기동순서는 B → C → D → A → E → F(예비) 순이며, 미분기 정지순서는 E → A → B → D → C 순이다. 버너 점화 순서는 코너 1 → 3 → 2 → 4 순으로 15초 간격으로 순차적 점화된다. 버너 소화 순서는 코너 1 → 3 → 2 → 4 순으로 30초 간격으로 순차적 소화된다.

좀더 상세하게 보일러 점화에 대해서 살펴보면, 통풍계통(압입 송풍기, 유인송풍기, 1차 공기 송풍기) 운전 → 5분 동안 노내 purge → 경유 이송 펌프 기동 → 경유 누설 시험 → 경유 Trip 밸브를 개방하여 Header 가압 → Atomizing 공기 압력 조정 → Oil Gun 진진 → HEA 점화기 진진 → Oil Gun 밸브 개방 → HEA 점화기의 Spark Rod 30초 동안 전진되어 있다가 후퇴 → 화염감지기 화염 감지 (실패시 Oil Gun

밸브 차단됨)

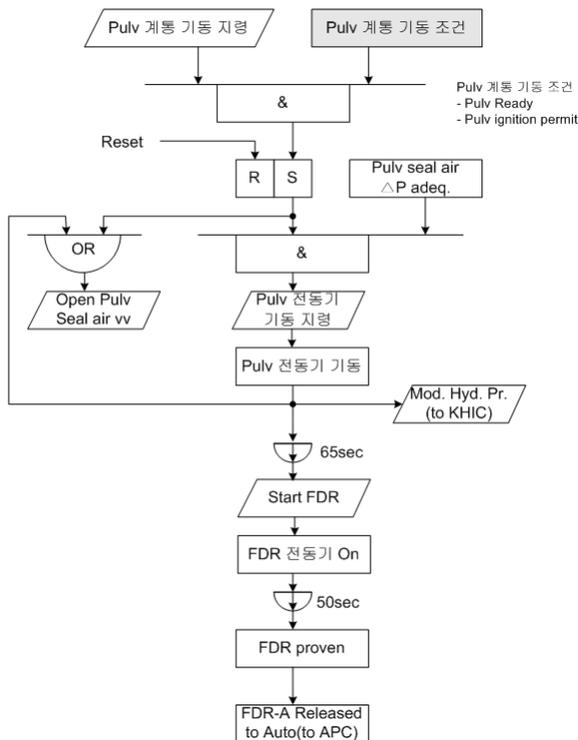
다음으로 출력감발시 연소설비계통에 국한하여 살펴보면, 해당 Elevation 경유 버너 점화 → 해당 급탄기 정지 → 미분기를 최소 동력으로 3분 이상 Purge 후 미분기 정지 → 해당 층 경유 버너 소화 순이다. 경유 버너 소화 시퀀스는 Oil Gun Scavenge 위치 → 300초 후에 Oil 밸브 차단 → Oil Gun 후퇴 (이때 코너 트립이 발생하면 Scavenge 과정 없이 바로 정지됨) 순이다.

보일러 정지는 출력감발시 시퀀스가 비슷하나 약간 차이가 있는데, Elevation-CD 경유 버너 점화 → 급탄기-D 정지 → 미분기-D를 최소 동력으로 3분 이상 Purge 후 미분기 정지 → 급탄기-C 정지 → 미분기-C를 최소 동력으로 3분 이상 Purge 후 미분기 정지 → 1차 공기 송풍기 2대 모두 정지 → Elevation-CD 경유 버너 소화(각 버너 5분간 Scavenge 후 Oil Gun이 Retract) → Post purge 5분간 진행 순이다.



〈그림 5〉 석탄 및 공기의 흐름도

그림 4는 미분기 내부의 공기와 석탄 흐름도를 나타낸 것이며, 그림 5는 미분기 계통 기동 신호 흐름을 나타낸 것이다.



〈그림 6〉 미분기 계통 기동 흐름도

### 2.3 타 발전소와 차이점

보일러가 불시 정지되는 항목은 다음과 같다. 제작사가 다른 같은 용량의 발전소와 비교하였는데, 많은 항목에서 같았으나 일부 항목에서는 정정치가 약간 상이한 부분이 있었고 없는 항목도 있었다. 그 비교 내용은 표 1과 같다.

〈표 1〉 보일러 불시 정지 항목

No	항목	비고 (타발전소)
1	Furnace Pr(-) < -228[mmH <sub>2</sub> O]	-180[mmH <sub>2</sub> O]
2	Furnace Pr(+) > 230[mmH <sub>2</sub> O]	+ 150[mmH <sub>2</sub> O] + 250[mmH <sub>2</sub> O] (Tx)
3	Loss of all fuel	
4	Total air flow low (25% 이하)	
5	Eco inlet flow low (급수, 330[t/h] 이하, 15초 시지연)	
6	Loss of critical power (2초 시지연)	
7	APC/SQC power lost (10초 시지연)	
8	125V 소내축전지 전원상실 (2초 시지연)	
9	모든 급수펌프 정지 (15초 시지연)	
10	모든 압입송풍기/모든 유인송풍기 정지	
11	TBN trip & 발전기 차단기 closed	
12	Spiral Evap outlet temp high > 493[°C] (4 out of 60, 3초 시지연)	>500°C
13	Flame failure	1초 시지연
14	Final SH/RH temp High (>570[°C], 20초 시지연)	3 out of 4
15	Emergency push button	타발전소만
16	Final SH outlet pressure high (>280[kg/cm <sup>2</sup> ])	타발전소만
17	Loss of oil 교류 전원 & No Coal Fire(Coal Feeder가 정지한 상태에서 Oil burner 전원 상실 발생)	타발전소만
18	Purge 완료 후 20분 이내 No fire인 상태	타발전소만

### 3. 결 론

현장 제어설비를 개조할 경우 현장 기기들을 그대로 사용하기 때문에 기존 로직을 완벽하게 분석해내는 것이 필요하다. 또한 거기에 타 발전소의 좋은 로직 등을 채용한다면 향후 국산 제어시스템이 개발되어 현장에 적용될 때 보다 안정적인 시스템 운영을 할 수 있으리라 기대된다.

### [참 고 문 헌]

- [1] 한국서부발전(주) 태안발전본부 교육훈련센터, “모의화력실무” 교재, 2007
- [2] 한국전력기술(주), “태안화력 1,2호기 운전지침서”, I 권호, 1996
- [3] 발전교육원, “보일러 운전실무”, 교육원 교재, 1998
- [4] 한국서부발전(주) 태안발전본부, “F.S.S.S.-Logic Diagram”, 도면, 1994
- [5] 한국남부발전(주) 하동화력본부, “Boiler Logic & Sequence 해설”, 지침서, 1998

본 연구는 전력기반기금의 지원에 의해서 수행되었습니다.