

# 화력발전소 보일러내의 열전달에 관한 연구

권영수\* · 서정세\*\*

## A Study on the Heat Transfer in boiler through the performance test in thermal power plant

Y. S. Kwon, J. S. Suh

**Key Words:** Heat transfer(열전달), Super-critical Pressure(초임계압), Sub-critical Pressure(아임계압), Furnace(노), Superheater(과열기), Reheater(재열기), Economizer(절탄기), Heat Absorption(열흡수량), Heat Absorption Rate(열흡수율)

### Abstract

The main reason to analyze heat transfer in boiler inside through the performance test in fossil power plant is to increase plant high efficiency and energy saving movement in the government. This study intends to have trend and analyze the boiler heat transfer through the performance test, so it may give us the heat distribution in boiler inside in super-critical and sub-critical pressure type power plant

### 1. 서 론

화력발전소에서 Plant 효율을 높이기 위해서는 주증기압력과 온도를 상승시켜야 하기 때문에 보일러내에서는 연료를 연소하게 되는 데 보일러 효율에 영향을 미치는 요소들은 연료중 수소손실, 건배기가스 손실, 연료중 수분손실, 미연탄소분, 방열량, 공기중 습분에 의한 영향등 여러 인자들이 많이 있지만, 보일러 효율을 높이기 위해서는 노내에서 석탄이 완전한 연소가 이루어지도록 하고 아울러 연소열이 어떻게 보일러 튜브로 열전달이 이루어지는가를 고찰할 필요성이 제기된다.

이번 연구의 시험대상은 역청탄이 설계탄인 아임계압형인 삼천포화력 제 4호기와 아역청탄이

설계탄인 초임계압형인 삼천포화력 5호기 인데 Plant 성능시험과 더불어 보일러내 연소가스로부터 보일러 튜브로의 대류, 복사, 전도등의 열전달되는 양을 측정하여 보일러 튜브의 열적분를 해석하였다.

Table 1에는 삼천포화력 5호기와 삼천포화력 4호기 의 주요규격이 나타나 있다.

Table 1. Plant specifications

구 분	삼천포5호기	삼천포4호기
출 력(MW)	500	560
증발량 (ton/hr)	1,513	1,650
최종과열기 증기 압력 (kg/cm <sup>2</sup> )	255	177.8
최종재열기 증기 압력 (kg/cm <sup>2</sup> )	39	37.8
최종과열기 증기 온도(℃)	541	541
최종재열기 증기 온도(℃)	541	541
보일러효율(%)	87.88	89.31

\* 한국남동발전(주)

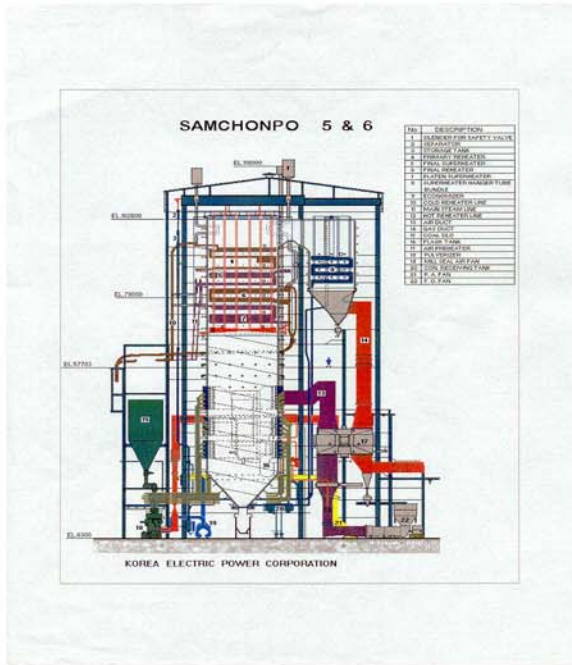
E-mail . [kyeunyou@kosep.co.kr](mailto:kyeunyou@kosep.co.kr)

TEL . 02)3456-7234 FAX .02)3456-7259

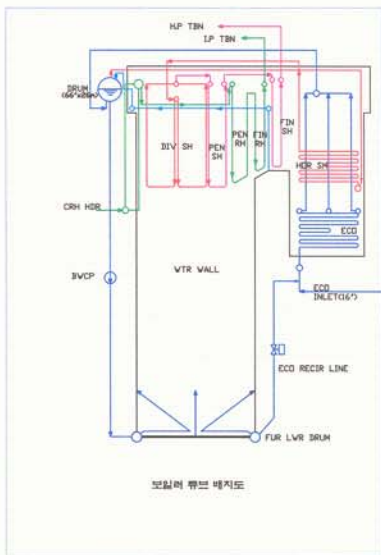
\* 경상대학교 항공기계공학과

E-mail . [jssuh@nongae.gsnu.ac.kr](mailto:jssuh@nongae.gsnu.ac.kr)

또한 [Fig. 1]과 [Fig. 2]에는 시험대상 발전소의 보일러내부 Tube 배열 구조도가 잘 나타나 있다.



[Fig. 1] Boiler Sect. of Samchonpo 5호기



[Fig. 2] Boiler Section of Samchonpo #4

## 2. 열량측정 방법

### 2.1. 계측방법

보일러 전 높이에 걸쳐서 각 층별로 노내 열 유속(Watt/M<sup>2</sup>)을 측정하여 시간당 흡수열량(Cal/h)과 전열면적당 평균 열흡수량(Cal/hm<sup>2</sup>)을 측정하였다.

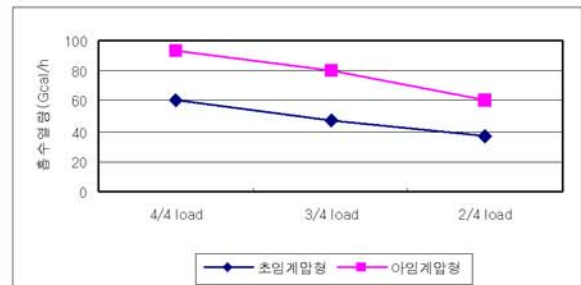
### 2.2. 계측치 계산

보일러의 각 Coner별 열 유속은 평균치를 적용하였다.

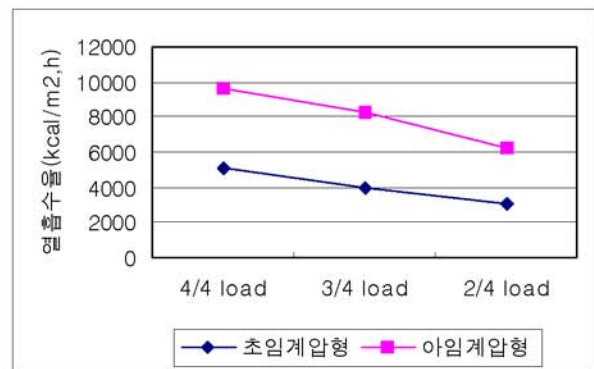
## 3. 열적분포 결과

### 3.1. 절단기

Economizer에서 열적인 분포는 [Fig. 3]에서 보면 초임계압형이나 아임계압형이나 저부하 일수록 열흡수량이 감소함을 알수가 있고 [Fig. 4]에서는 단위면적당 열흡수량인 열흡수율의 경향을 알수가 있는데 열흡수량과 같이 저부하 일수록 감소함을 알 수가 있다.



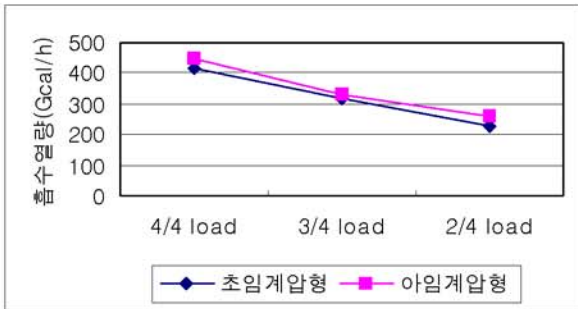
[Fig. 3] ECO. Heat Absorption



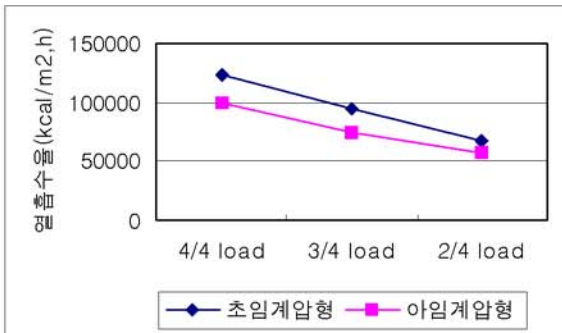
[Fig. 4] ECO. Heat Absorption Rate

3.2 Furnace(복사열)

아임계압형(560MW)이 초임계압형 보일러(500MW)보다 출력이 컨데 비해 각 출력에서 보일러 노내에서 복사에 의한 열흡수량은 [Fig. 5]에서 나타난 바와 같이 큰 차이가 없으나 노내에서 복사 열흡수율은 [Fig. 6]에서와 같이 아임계압형보다 초임계압형의 것이 오히려 더 큰 것을 알 수가 있다.



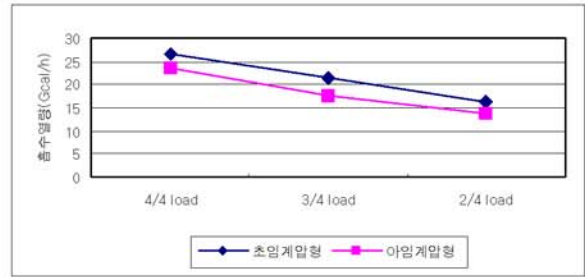
[Fig. 5] Furn. Radiation Heat Absorption



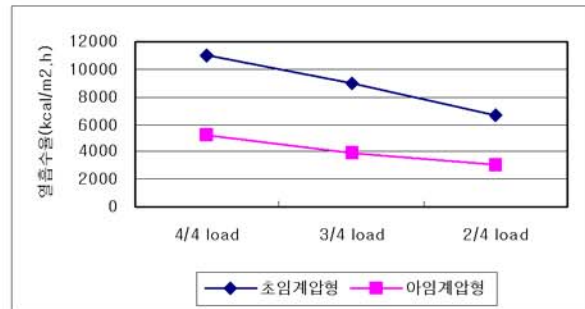
[Fig. 6] Furnace Radiation Heat Absorption Rate

3.3 Furnace(대류열)

노에서 대류에 의한 흡수열량은 [Fig. 7]에 나타난 바와 같이 아임계압형 (560MW)이 초임계압형 보일러(500MW)보다 출력이 커더라도 초임계압형의 보일러가 더 큰 경향을 나타내고 있으며, 노내에서 대류에 의한 단위면적당 열흡수율도 [Fig. 8]과같이 초임계압형이 큰 것을 알 수가 있다.



[Fig. 7] Furn. Convect. Heat Absorption

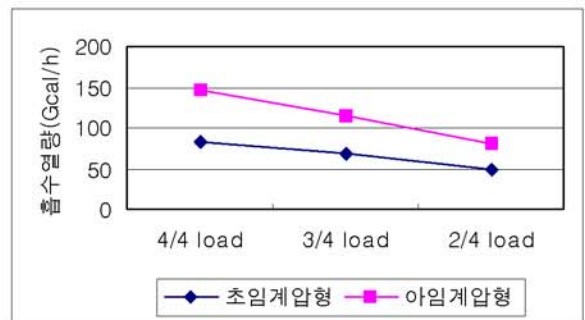


[Fig. 8] Furnace Convect. Heat Absorption Rate

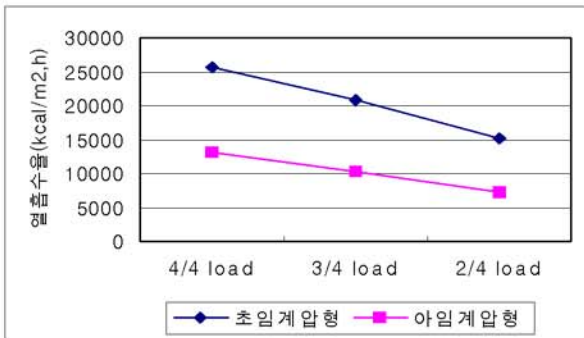
3.4 1차과열기 (1'st Superheater)

1차과열기에서 흡수열량은 [Fig. 9]과 같이 아임계압형이 커며, 고출력 일수록 그 차이가 증가함을 알 수가 있다.

그러나 열흡수율은 흡수열량과는 다르게 [Fig. 10]와 같이 초임계압형의 것이 아임계압형보다도 훨씬 증가함을 알 수가 있다.



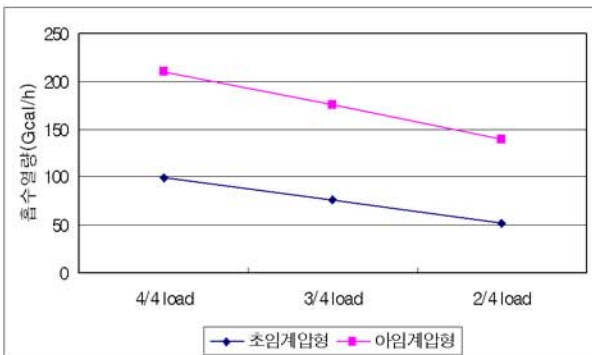
[Fig. 9] 1'ry SH Heat Absorption



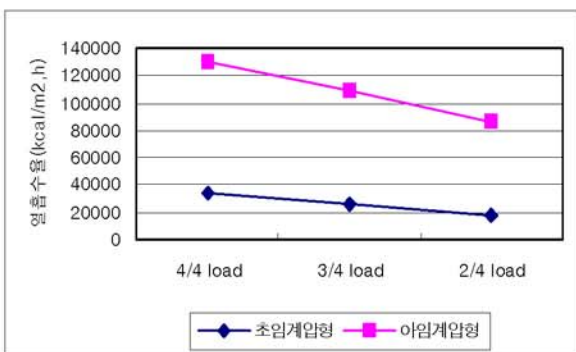
[Fig. 10] 1'ry SH Heat Absorption Rate

3.5 2차과열기 (2'nd Superheater)

2차과열기에서 열흡수량은 [Fig. 11]와 같이 아임계압형이나 초임계압형이나 출력에 비례하여 증가함을 알 수가 있으나, 열흡수율은 [Fig. 12]과 같이 아임계압형이 초임계압형의 것보다 고출력일수록 더욱 증가함을 알 수 있다.



[Fig. 11] 2'nd SH Heat Absorption

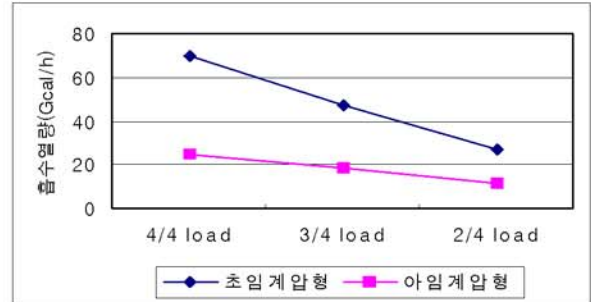


[Fig. 12] 2'nd SH Heat Absorption Rate

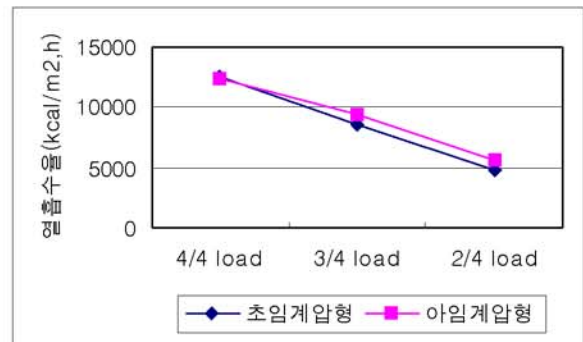
3.6 최종과열기 (Final Superheater)

최종과열기에서 흡수열량은 [Fig. 13]과 같이 초임계압형의 보일러가 고출력으로 갈수록 높게

나타나고, 열흡수율은 [Fig. 14]에서와 같이 아임계압형의 것이 높으나 정격출력에서는 같아짐을 알 수가 있다.



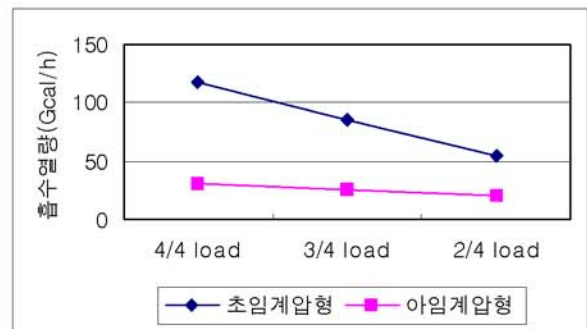
[Fig. 13] Final SH Heat Absorption



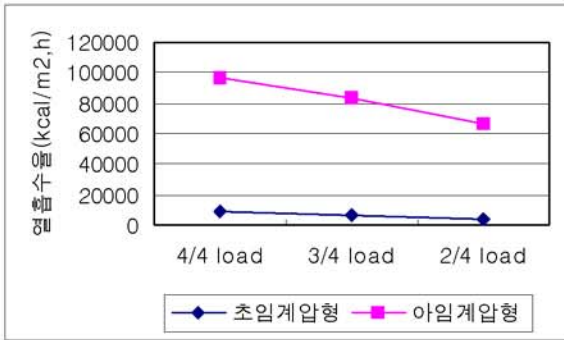
[Fig. 14] Final SH Heat Absorption Rate

3.7 1차 재열기 (Reheater)

1차 재열기에서 흡수열량은 [Fig. 15]에서 보는 바와 같이 초임계압형 보일러가 고출력으로 갈수록 증가함을 알 수가 있고, 열흡수율은 [Fig. 16]에서와 같이 아임계압형이 초임계압형 보일러에서 보다 5배 정도 많음을 알 수가 있다.



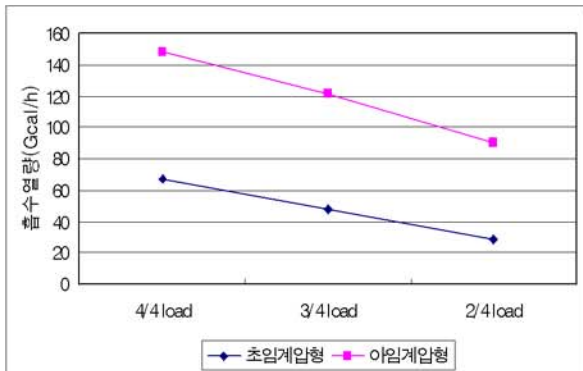
[Fig. 15] 1'ry RH Heat Absorption



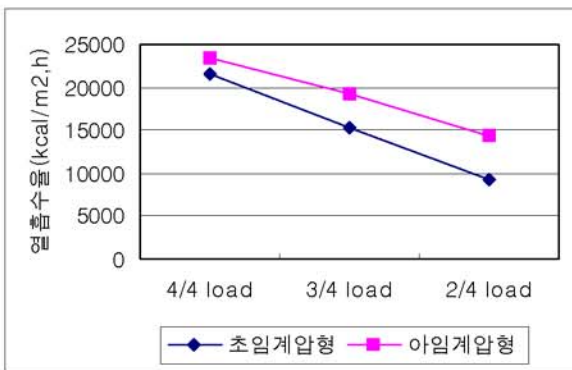
[Fig. 16] 1'ry RH Heat Absorption Rate

3.8 최종재열기 (Final Reheater)

최종재열기에서 흡수열량은 [Fig. 17]에서 보는 바와 같이 아임계압형 보일러가 초임계압형 보일러보다 2배가량 고출력으로 갈수록 증가됨을 알 수 있고, 열흡수율은 [Fig. 18]에서와 같이 아임계압형과 초임계압형 보일러와의 차이가 저출력으로 갈수록 더 커짐을 알 수가 있다.



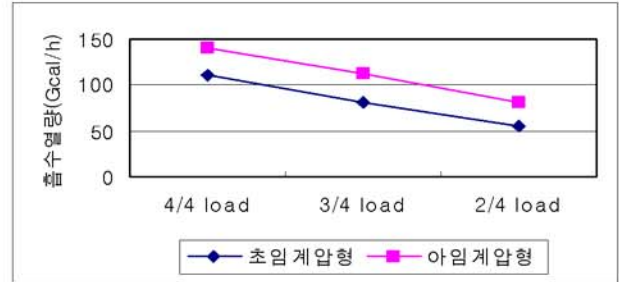
[Fig. 17] Final RH Heat Absorption



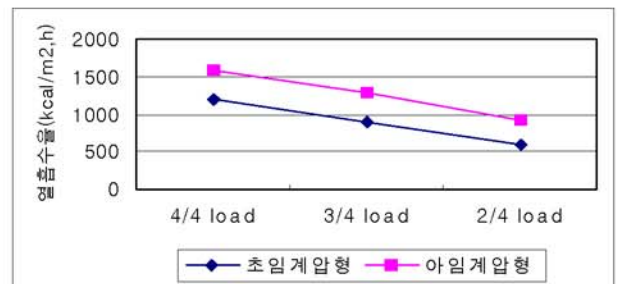
[Fig. 18] Final RH Heat Absorption Rate

3.9 공기에열기 (Air Heater)

공기에열기에서 흡수열량과 열흡수율은 [Fig. 19]과 [Fig. 20]에서 보는 바와 같이 아임계압형이 초임계압형보다 고출력으로 갈수록 비례적으로 증가 한다.



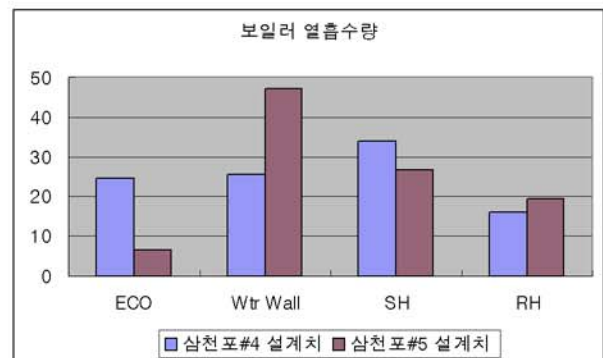
[Fig. 19] AH Heat Absorption



[Fig. 20] AH Heat Absorption Rate

3.10 보일러 부위별 열흡수량

보일러 설계 열흡수율은 절탄기에서는 아임계압형이 초임계압형의 것보다 3배정도 많고 노내에서 열흡수율은 아임계압형보다 초임계압형이 1.5배 정도 많다. 또한 과열기에서는 아임계압형이 많고 재열기에서는 초임계압형이 다소 많다.



[Fig. 21] Boiler Heat Absorption

#### 4. 결 론

상기와 같이 아임계압형 및 초임계압형 보일러 내의 열적분포해석을 통해서 보일러 튜브가 과열되는 부위를 미리 알 수 있어 향후 정비계획에도 기초자료로 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

#### 후기

본 연구는 한국남동발전(주) 및 항공기부품기술연구센터의 지원에 의해 이루어졌으며, 이에 감사드린다.

- (1) KEPRI, 1999, The Performance Test Result for the selecting the greastest efficiency point of Boryeung Thermal Powerstation unit 5, pp. 77 ~ 138.
- (2) KEPRI, 1999, The Performance Test Result for the selecting the greastest efficiency point of Samchonpo Thermal Powerstation unit 4, pp. 18 ~ 45.
- (3) KEPCO, 1995, The operation procedure of Samchonpo unit 3,4. pp 5 ~ 24.
- (4) KEPCO, 1999, The operation procedure of Samchonpo unit 5,6. pp 8 ~ 20.