

가열로 설비기술을 통한 조업기술의 개발

김 창영

포항산업과학연구원 에너지연구팀

The study for operation conditions based on the furnace Engineering

Kim chang young

RIST Energy Research Team

1. 서론

철강 생산Process중 소재를 압연하여 소정의 치수와 물성치를 확보하는 압연공정에서 압연을 위한 기본 설비로 요구되는 가열로는 압연생산성과 직접적으로 관련되고, 그와 동시에 압연Process에 소요되는 에너지의 상당부분을 차지하는 설비이다. 일반적으로 압연생산량의 증가는 에너지소비량의 증가를 요하나, 체계적인 생산전략을 갖춘다면 많은 에너지 사용량의 증가 없이도 압연생산량을 증가시킬 수도 있다. 즉 압연Process의 특징과 가열로에서 일어나는 전열 및 노내 열적특성을 충분히 파악한다면 가열로에서 소요되는 에너지사용량과 효율을 극대화시킬 수 있게 된다. 따라서 본 연구에서는 이러한 측면에서 가열로의 설비적인 구성을 위한 엔지니어링 기술과 통상적인 압연Process 특징에 근거하여 에너지 사용량과 효율을 극대화시킬 수 있는 조업방법에 대하여 살펴보고자 한다.

2. 이론

일반적으로 가열로를 사용하는 철강회사는 요구되는 가열로의 주된 설비들을 전문 가열로 Maker로부터 공급 받아서 설비를 운용하게 되며, 가열로 Maker는 수요가가 요구하는 조건에 근거하여 가열로 설비를 구성하게 된다. 수요가가 요구하는 조건들은 통상 수요가의 가장 일반적인 경우를 대상으로 하고, 가열로 Maker가 설비를 구성하는 방법은 수요가

요구사항을 충족시킬 수 있는 가장 경제적인 측면에서 이루어지게 되는데, 설비를 운용하는 초기와는 달리 수요가의 경우는 여러가지 요인들에 의하여 초기에 요구되었던 조건들과는 다른 조건으로 사용하게 된다. 그림 1에 이러한 예를 나타내었다. 이 그림은 가열로 Maker 에서 가열로를 설계하는 경우에 고려하는 사항중에서 가열로의 크기와 수요가의 열효율(연료원단위)을 충족시키기 위하여 사용하는 노상부하라는 개념을 나타낸 것으로 나타난 바와 같이 가열로의 크기와 열효율은 일정한 지점을 기점으로 최적의 상태를 보이게 된다. 즉 소재를 가열하는 가열로의 크기는 소재의 크기와 가열하는 가열온도의 배분에 따라서 차이를 보이나, 열효율(연료원단위)은 거의 일정한 노상부하에 대해 최대치를 보여서 가열로를 이에 근거하여 설계하면 열효율이 좋은 설비를 구성할 수 있으나, 설치공간의 한계, 설비가격등에 의해 가열로 크기가 결정되고, 설사 이 수치를 근거로 설비가 구성되더라도 조업조건이 항상 일정하지 않으므로 열효율은 차이를 나타내게 된다.

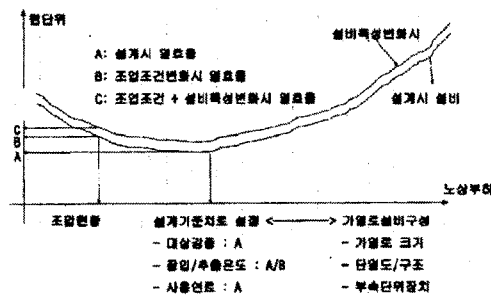


그림 1. 가열로의 열효율과 노상부하(길이)와의 관계

이러한 조업상의 한계와 적절한 조업방안을 제시하기 위해 가열로의 열적성능을 분석하기 위한 Model 을 작성하였으며, 그림 2에 본 Model 에 대한 계산 Flow 를 나타내었다.

계산 Model 에 사용된 추출시 Slab 평균온도 산출은 2차원(두께, 길이) 열전도방정식에 의하여 계산하고, 다른 여타 항목들의 경우는 일본 철강협회의 철강편람 및 철강 Maker 의 자료를 이용하여 구성하였다. 또한 가열 Pattern, Skid Beam/Button, Skid Post/ 연소용 연료와 공기 및 단열조건은 분석대상이 되는 해당 가열로의 설비조건과 조업조건을 대

상으로 구성하는데, 표 1 에 본 Model 에 의한 열정산 산출결과의 예를 나타내었다.

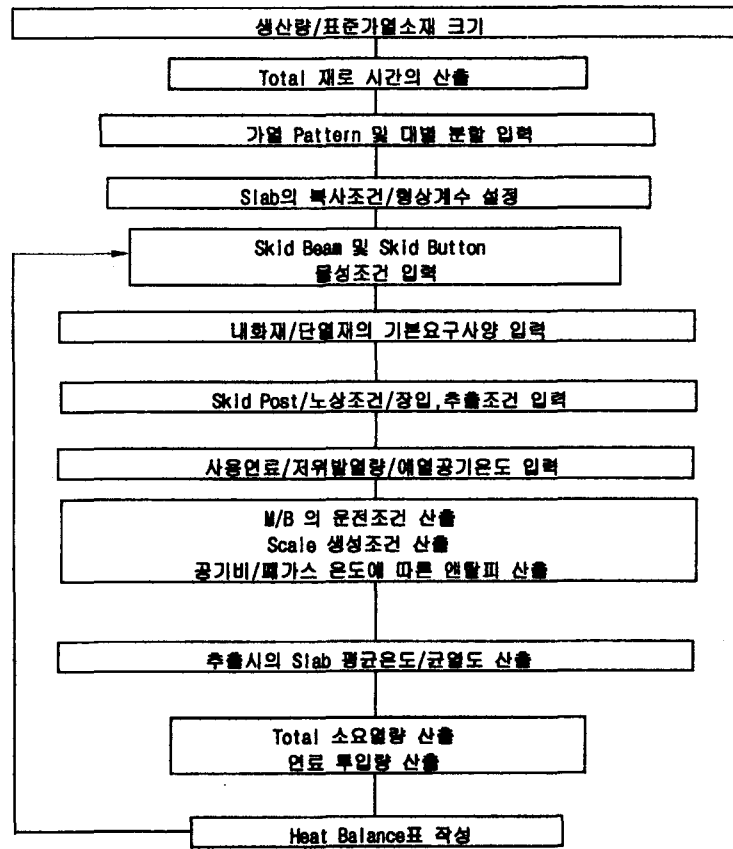


그림 2. 가열로 열적 성능 분석을 위한 Model 의 계산 Flow

입 열 (*10 ³ Kcal/T)			출 열 (*10 ³ Kcal/T)		
연료연소열	279.8	75.0	추출강재현열	196.0	52.5
공기의 현열	57.5	15.4	폐가스현열	121.8	32.6
Scale생성열	10.0	2.7	Scale손실열	2.3	0.6
장입강재현열	25.9	6.9	냉각수손실열	40.9	11.0
			방산열	12.1	3.2
			불명손실열	0.1	0.0
합 계	373.2	100.0	합 계	373.2	100.0

표 1. 예측 Model 에 의한 산출결과의 예

3. 실험

본 가열로 열적 성능 예측 Model 의 예측정도가 일반적인 열정산 결과를 보여주고 있으므로 이를 이용하여 가열로 조업상황과 적절한 가열로 조업방안에 대하여 살펴보도록 한다.

생산량과 장입온도 측면

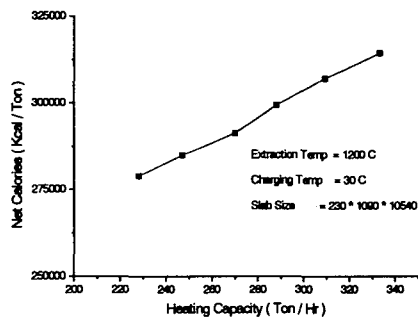


그림 3. 생산량과 연료원단위의 관계

(장입/추출온도 = 30 / 1200 C)

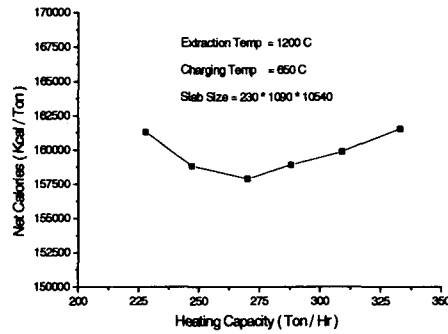


그림 4. 생산량과 연료원단위의 관계

(장입/추출온도 = 650 / 1200 C)

그림 3 에는 장입과 추출온도를 각각 30 C, 1200 C 로 한 경우의 생산량 변화에 따른 연료원단위의 변화를 나타내었다. 통상 고정된 가열로의 크기에서 생산량을 증대시키기 위해서는 가열온도의 변화가 요구되며, 이러한 가열온도는 추출온도를 확보하기 위한 임의의 가열온도를 설정하여 적용하였다. 그림에 나타난 바와 같이 생산량의 증대에 따라서 요구되는 연료량, 즉 연료원단위가 지속적으로 상승하는 경향을 보이는데, 이러한 경향은 장입온도를 650 C 로 상향한 경우에는 약간의 차이를 보이고 있다. 즉 그림 1 에서 나타낸 바와 같이 생산량 270 T/Hr 를 기점으로 생산량이 증가 혹은 감소하더라도 연료원단위는 증가하는 경향을 보여주고 있다.

이를 전체적인 경우로 살펴보면 그림 5 와 같다. 그림에 나타난 바와 같이 생산량이 연료원단위에 미치는 영향은 장입온도가 낮은 경우에 직접적으로 관계되나, 장입온도가 상향되어 600 C 이상이 되게 되면 연료원단위에 미치는 영향은 거의 없고 일정한 경향을 보이게 된다.

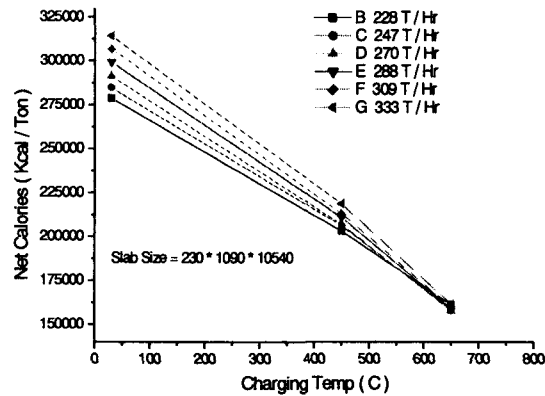


그림 5. 생산량/장입온도와 연료원단위의 관계

사용 연료 측면

구분	지위발열량	공기량 ($\mu = 1.1$)	폐가스비열	연료원단위
MXG	2800 Kcal	3.08 Nm ³ /Nm ³	0.3642 Kcal/Nm ³	206889 Kcal/Ton
COG	4400	4.92	0.3591	193887
LNG	9530	11.62	0.3593	194847
LPG	13800	15.91	0.3609	192804
LP	22750	26.12	0.3608	189918

표 2. 사용 연료종류에 따른 연료원단위

동일한 연소조건(공기비, 예열공기온도) 을 고려한 경우의 연료원단위는 LP < LPG < COG < LNG < MXG 의 경향을 보인다.

4. 결론

가열로 엔지니어링 기술에 기초한 가열로 열적 성능 예측 Model 을 작성하고 이를 이용하여 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1). 해당 가열로의 조업조건을 같이 고려하는 경우, 실제 열효율(열정산)측정에 의한 결과와 유사한 결과를 얻을 수 있어서 Model 에 의한 가열로 조업현황에 대한 분석이 가능하다.

2). 가열로 열적 성능 예측 Model 을 적극 활용하면 현재 실시하지 않는 조업조건 및 향후에 개선을 위한 가열로 설비적인 측면의 개선사항과 운용방안에 대한 제시가 가능하다.

5. 참고문헌

- 1). 일본철강협회 열경제기술부회 “ 연속강편가열로에서의 전열실험과 계산방법 “. 1971
- 2). J.P Holmann “ Heat Transfer “ 4th, 1979
- 3). Kurosaki Co. “ 공업로의 열사와 최근의 동향, 공업로 설계의 기초와 성에너지 “,1987
- 4). 일본철강협회 열경제기술부회 “ 가열로 노내 전열해석법의 기초와 응용 “ 1981
- 5). 한국과학원 “ 공업로 기술강좌 “, 1999