

## 석탄의 코크스화열량 특성 및 예측방법

윤경호<sup>†</sup> · 김기홍 · 이용국

포항산업과학연구원 성에너지연구팀  
(1997년 3월 24일 접수, 1997년 6월 19일 채택)

### Method of Estimation and Characteristics for Coke Heat Quantities of Coking Coal

Kyong-Ho Yoon<sup>†</sup>, Ki-Hong Kim and Yong-Kuk Lee

Energy Conservation Research Team, RIST  
(Received 24 March 1997; accepted 19 June 1997)

#### 요 약

본 연구는 석탄을 건류하여 코크스를 만드는 공정의 적절한 열량 공급을 위하여 석탄의 종류별 코크스화열량을 사용하여 배합탄의 코크스화열량을 예측함으로써 코크스오븐 연소제어시스템을 효율적으로 운영하기 위함이다. 2중히터를 사용함으로써 로체방산열량을 최소화시킨 코크스화열량 측정장치를 제작하여 주로 사용되는 29종류의 단일탄의 코크스화열량을 측정하였으며 이 단일탄들 중 10-11종류를 2-20%씩 배합한 배합탄의 코크스화열량을 측정하였다. 단일탄의 코크스화열량과 배합비의 곱은 실제 측정된 배합탄의 코크스화열량과 평균  $\pm 7.1$  kcal/kg의 편차를 보였으나 단일탄의 코크스화열량, 배합비 및 기여도로 구성된 배합탄의 코크스화열량 추정식을 이용하여 계산한 값은 실제 측정값과 평균  $\pm 0.9$  kcal/kg으로 상당히 일치하였다.

**Abstract**—This study was performed to effectively use a combustion control system of coke oven battery by estimating the required coke heat quantities of mixed coals from coke heat quantities of individual coals. The coke heat quantities for 29 different coals and mixed coals blending 2-20% of individual coals of 10-11 types were measured by the apparatus using double heater which could minimize surface heat loss. The multiplication of coke heat quantities of individual coals by mixing ratios was considerably different from actual measured coke heat quantities of mixed coals. To estimate the coke heat quantities of mixed coals, the calculation by estimating equation that is expressed as a function of coke heat quantities of individual coals, mixing ratios and weighting factor was in good agreement with real measured values.

**Key words:** Coke Heat Quantities, Mixed Coal, Estimation

#### 1. 서 론

화성공정은 제철소 에너지 사용량의 14%를 점유하며 이 중 60% 정도가 코크스오븐에서의 건류소비열량으로 소모된다. 코크스오븐은 석탄을 코크스로 만드는 장비로서 크게 탄화실과 연소실로 구분된다. 탄화실에 10-11 종류의 석탄을 2-20%씩 혼합한 배합탄을 넣고 연소실에서 연료가스를 연소시켜 벽을 통해 석탄으로 전달된 열에 의해 약 19시간 정도 공기를 차단시켜 건류시키면 코크스가 생성된다. 이때 연소실에서 연소시키는 연료가스의 양이 에너지 문제와 직결된다. 일반적으로 연소실에서 발생한 열량은 폐가스손실열량, 로체방산열량, 코크스화열량으로 사용되며 이 중 코크스화열량이 전체 열량의 약 80%를 차지한다. 따라서 석탄의 특징에 따른 정확한 코크스화열량을 공급하는 것이 중요하다 할 수 있다.

코크스화열량은 이론적으로 석탄을 특정온도에서 코크스로 전환시키기 위해 석탄에 공급하는 열량을 말한다. 코크스화열량은 이러한 전환을 일으키는 최소한의 열량을 말하지만 코크스오븐 조업에서는

이 열량보다 더 많은 열량을 공급하여야 한다. 이것은 코크스오븐으로부터의 로체방산열량과 폐가스손실열량을 극복하기 위한 추가 열량이 필요하기 때문이다. 이러한 손실열량은 오븐의 구조와 조업방식에 따라 그 양이 다르게 나타난다. 즉, 건류온도가 높을수록, 석탄의 수분함량이 클수록 손실열량은 커진다. 일반적으로 건류 중에 발열반응에 의해 발생하는 열량이 건류에 필요한 열량의 일부분을 차지한다.

이 분야에 대해 Grosick 등[1]은 코크스오븐의 건류소비열량과 건류소비열량에 미치는 변수들에 관한 연구를 하였다. 이 연구에서는 건류시간, 건류온도, 석탄의 수분함량, 과잉공기비, 폐가스온도가 증가할수록 건류소비열량이 증가함을 보였다. 또한 장입탄의 성상이 건류소비열량에 본질적인 영향을 주는 것으로 나타났다. 석탄을 코크스로 전환하는데 필요한 열량에 관한 최초의 연구는 calorimetric bomb를 이용한 독일의 Terres와 Voituret[2]이다. 다른 연구자들은 그들의 연구를 위해서 adiabatic calorimeter를 사용하였다. 1980년에 발표된 Perch와 Bridgewater[3]의 문헌에서는 단일탄 및 배합탄을 사용하여 1,800F(982°C)까지 소비된 코크스화열량 측정결과를 보고하

였다. 휘발분 함량 5-42%인 25종의 건 단일탄 및 배합탄을 사용하여 625-740 Btu/lb(345-410 kcal/kg)의 열량을 측정하였으며 일반적으로 휘발분의 함량이 증가할수록 코크스화열량이 증가함을 보였다. 또한 Morlock 등[4]도 유사한 연구를 하였는데 미국 단일탄을 954 °C까지 건류시켰으며 주로 휘발분이 코크스화열량에 미치는 연구를 수행하였다. 그들은 같은 종류의 석탄에 대한 휘발분 변화를 고려하지 않아 휘발분에 대한 코크스화열량에 대한 관계를 규명하지는 못하였다.

러시아에서도 1960년대 코크스화열량에 관한 연구가 이루어져 Voloshin 등[5]에 의해 여러 등급별 탄에 대하여 870 °C와 970 °C까지의 코크스화열량 측정 연구를 행하였다. 그 결과 측정치는  $\pm 2$  kcal/kg의 오차범위를 유지하였으며 코크스화열량이 석탄의 type과 성상에 따라 달라져 870 °C까지의 코크스화열량의 경우 OS(Novo Kondratyevsk TsOf)가 445.7 kcal/kg, K(No. 1 pit of the "Sovetskugol" Trust)와 Zh(Nikitovka TsOf)가 각각 379.3, 405.2 kcal/kg으로 나타남을 보였다. 코크스화열량의 영향을 조사하여 수분함량이 3-8%에서는 수분 1% 증가시 코크스화열량 증가분을 1.4 kcal/kg, 8-10%에서는 5 kcal/kg, 10-12%에서는 7 kcal/kg으로 보고하였다. 단일탄과 배합탄의 코크스화열량의 관계를 규명하기 위한 연구가 Leibovich와 Leites[6]에 의해 이루어졌다. 이들은 온도구간별 코크스화열량을 구하였으며 4종류의 단일탄을 6가지 방법으로 혼합한 배합탄의 코크스화열량을 측정하였다. 그 결과 400-750 °C의 범위에서 전체 코크스화열량의 약 9.58-14.6%를 차지하여 가장 적은 값이 측정되었고 20-400 °C 범위에서 49.1-61.7%의 가장 높은값을 보였으며 단일탄의 코크스화열량으로부터 배합탄의 코크스화열량을 산술적으로 구해낼 수 없음을 보고하였다.

현재 광양제철소 코크스오븐에서 사용하는 연소제어시스템인 ABC (Automatic Battery Control) system은 석탄의 성상(수분, 휘발분, 회분)과 건류시간에 따라 건류에 필요한 연소실온도를 process computer에 의해 계산하고, 계산된 연소실온도와 석탄의 양에 의해 공급열량을 계산하여 해당되는 양의 연료가스를 공급하는 자동열량공급 시스템이다. 그러나 최근에 이 시스템의 수식모델을 제작시 석탄을 1-2종류 혼합한 배합탄을 건류시킨 결과를 사용함으로써 현재 30여 종류 중 10-11종류를 혼합시에 배합탄의 종류에 따라 적합한 열량공급이 이루어지지 않고 있다. 즉, 특정한 석탄의 경우에는 현재의 수식에 의해 계산한 열량을 공급해도 좋은 품질의 코크스가 될 수도 있으나 석탄의 종류와 배합비 변화에 따라 일반적으로 적용하기에는 적합하지 않다는 것이다.

따라서 본 연구에서는 단일탄의 종류와 배합비에 따라 여러 가지 경우가 될 수 있는 배합탄의 코크스화열량을 추정할 수 있는 계산식을 유도함으로써 코크스오븐의 연소제어시스템을 보다 효율적으로 운영하고 에너지절감을 이루고자 하였다.

## 2. 실험

단일탄과 배합탄의 코크스화열량을 측정하기 위한 실험장치를 Fig. 1에 나타내었다. 이 장치는 로안에 내부히터와 외부히터를 2중으로 부착하고 내부히터(220 V, 3  $\phi$ , 3 KW)안에 석탄을 장입하여 건류시키는 장치이다. 2중히터를 사용한 이유는 하나의 히터만 사용할 경우 히터에서 발생한 열량이 내부 석탄 쪽으로도 전달되지만 외부로 상당한 양의 열이 방출되므로 히터에서 발생한 열량이 순수하게 코크스화열량으로 전달된다고 볼 수 없다. 따라서 2중히터를 사용함으로써 두 히터를 같은 온도로 유지시키면 내부히터에서 외부로 전달되는 열이 외부히터(220 V, 3  $\phi$ , 6 KW)에 의해 차단됨으로써 내부히터에서 발생한 열량 전체가 내부 석탄으로 전달된다. 따라서 건류시

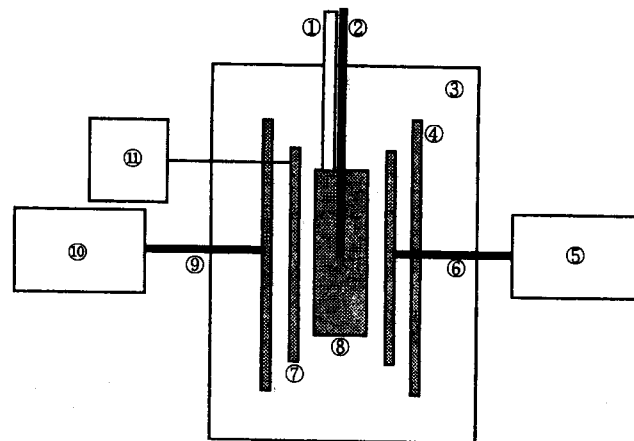


Fig. 1. Schematic diagram of the experimental apparatus.

- |                            |                                     |
|----------------------------|-------------------------------------|
| 1. Raw gas pipe            | heater temp.                        |
| 2. T/C measuring center    | 7. Inner heater                     |
| temp. of coal              | 8. Coal                             |
| 3. Furnace                 | 9. T/C measuring outer heater temp. |
| 4. Outer heater            | 10. Outer heater controller         |
| 5. Inner heater controller | 11. Watt meter                      |
| 6. T/C measuring inner     |                                     |

간 동안 내부히터에 공급된 전력량을 watt meter(KN 2100)를 이용해서 측정된 후 kcal/kg 단위로 환산하였다. 내·외부 히터의 온도를 1,000 °C로 유지시키고 상온(30 °C)의 석탄을 장입통(sts 310S, 3t, 100  $\phi$ , 300 h)에 넣어 내부히터안에 장입시키는 시점부터 석탄 중앙 온도가 950 °C가 되는 시점까지의 코크스화열량을 측정하였다. 빈 장입통이 950 °C가 될 때까지의 열량을 측정함으로써 순수한 석탄에 공급된 열량을 구할 수 있었다. 또한 장입되는 석탄의 온도를 일정하게 유지하기 위하여 석탄을 넣은 장입통을 30 °C 분위기의 또 다른 히터에 넣어 장시간 유지하였다. 장입된 석탄의 양은 1 kg이며 장입밀도는 786 kg/m<sup>3</sup>이었다.

실험대상으로 선정한 단일탄은 29종류이며 단일탄의 성상으로서 수분, 휘발분, 회분을 석탄 분석장치(FISHER coal analyzer model 490)를 사용하여 wt%로 측정하였고 코크스화열량을 3회 측정 후 평균하였다. 29종류의 단일탄 중에서 10-11종류의 석탄을 선택하고 2-20%의 배합비로 배합한 후 배합탄의 코크스화열량을 측정하였다. 배합탄의 성상은 단일탄의 성상과 같은 방법으로 측정하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3-1. 단일탄 및 배합탄의 코크스화열량 측정

측정된 단일탄의 코크스화열량을 Table 1에 나타내었다. 단일탄의 코크스화열량은 그 성상인 수분, 휘발분, 회분의 양에 따라 달라 직접적인 비교는 곤란하나 전체적인 경향은 그 양이 증가함에 따라 코크스화열량도 비점결탄인 PC를 제외하고 349.6-394.9 kcal/kg으로 증가함을 보이고 있어 Perch와 Bridgewater[3]의 연구와 유사한 결과를 나타내었다. 수분, 휘발분, 회분의 양이 코크스화열량에 미치는 영향을 알아보기 위하여 Table 1의 수분, 휘발분, 회분의 양을 독립변수, 측정된 코크스화열량을 종속변수로 하여 29종류의 단일탄에 대하여 다원 회귀분석(multiple regression)을 행하여 다음과 같은 식을 구하였다.

$$Q = 1.77 M + 2.38 V + 4.82 A + 251.7$$

여기서 Q=코크스화열량(kcal/kg)

Table 1. Coke heat quantities of individual coals

Coal	Properties of coal			Coke heat quantities (Kcal/kg)
	Moisture(wt%)	Volatile matter(wt%)	Ash(wt%)	
CW	6.2	31.58	6.06	369.4
HM	6.6	31.18	6.56	368.6
ER	8.2	32.31	6.37	377.4
IH	6.4	33.78	6.53	373.5
PH	7.2	34.29	7.18	379.7
FR	7.1	23.47	9.37	352.8
LC	8.3	22.05	9.93	354.2
BM	7.5	21.20	9.78	359.3
LN	7.4	21.88	9.96	358.7
SR	6.8	16.95	7.44	366.8
YK	7.6	19.26	9.60	360.7
GC	9.8	19.02	8.97	356.3
NP	9.5	18.41	9.05	352.8
PD	8.5	21.30	8.50	349.6
SB	6.6	19.23	8.09	362.5
GP	8.5	26.32	9.14	368.0
GY	8.2	26.63	8.72	371.1
OC	8.3	28.42	9.46	375.8
GG	7.2	34.00	6.48	376.3
KL	11.2	25.09	11.88	388.6
PG	11.5	26.11	10.19	394.4
GT	6.3	34.29	7.09	374.0
DP	9.3	33.17	8.37	391.3
PB	7.2	35.77	7.15	386.6
FH	8.5	28.78	7.20	373.6
KW	9.9	33.86	8.49	394.9
MW	7.9	35.80	8.37	388.4
FW	8.2	24.22	12.18	382.2
PC	8.5	11.45	0.56	287.4

Table 2. Coke heat quantities(kcal/kg) of mixed coals obtained by experiment, arithmetical calculation and calculation using estimated equation

Mixed coal variant	by experiment (1)	by arithmetical calculation	Variation (1)-(2)	by calculation using estimated Eq. (3)	Variation (1)-(3)
1	377.1	369.6	+7.5	376.7	+0.4
2	383.3	374.1	+9.2	382.7	+0.6
3	371.9	373.9	-2.0	373.2	-1.3
4	368.4	374.9	-6.5	367.0	+1.4
5	367.9	371.1	-3.2	367.1	+0.8
6	377.8	373.4	+4.4	376.9	+0.9
7	378.2	371.1	+7.1	378.8	-0.6
8	368.7	373.6	-4.9	368.3	+0.4
9	375.2	375.6	-0.4	375.8	-0.6
10	371.6	375.2	-3.6	370.2	+1.4
11	368.5	370.1	-1.6	368.1	+0.4
12	375.4	369.5	+5.9	375.7	-0.3
13	378.1	371.2	+6.9	377.7	+0.4
14	376.9	374.6	+2.3	375.9	+1.0
15	366.2	371.4	-5.2	364.7	+1.5
16	368.3	364.2	+4.1	367.9	+0.4
17	375.3	377.8	-2.5	374.3	+1.0
18	374.2	370.5	+3.7	373.6	+0.6
19	366.9	367.1	-0.2	367.4	-0.5
20	371.4	372.7	-1.3	370.4	+1.0
21	372.1	379.9	-7.8	373.6	-1.5
22	369.1	373.7	-4.6	368.7	+0.4
23	374.2	372.7	+1.5	375.5	-1.3
24	377.1	370.8	+6.3	376.7	+0.4
25	370.9	371.6	-0.7	370.5	+0.4
26	366.1	371.4	-5.3	366.3	-0.2
27	365.4	371.9	-6.5	365.3	+0.2
28	383.2	375.0	+8.2	381.2	+2.0
29	381.6	369.4	+12.2	379.5	+2.1
30	377.4	376.4	+1.0	377.3	+0.1
31	380.3	368.6	+11.7	381.2	-0.9
32	385.4	379.0	+6.4	384.3	+1.1
33	376.2	366.8	+9.4	374.2	+2.0
34	374.1	376.0	-1.9	373.2	+0.9
35	381.6	377.2	+4.4	383.0	-1.4
36	380.9	371.3	+9.6	381.7	-0.8
37	387.4	377.2	+10.2	385.9	+1.5
38	367.7	375.3	-7.6	368.7	-1.0
39	373.9	372.1	+1.8	375.5	-1.6
40	377.6	377.0	+0.6	375.6	+2.0
41	372.3	376.8	-4.5	373.3	-1.0
42	381.6	372.1	+9.5	379.7	+1.9
43	385.3	374.8	+10.5	385.7	-0.4
44	374.6	377.2	-2.6	375.2	-0.6
45	377.3	378.2	-0.9	376.1	+1.2
46	384.2	378.4	+5.8	382.1	+2.1
47	372.3	378.6	-6.3	373.2	-0.9
48	375.5	376.4	-0.9	374.3	+1.2
49	386.2	377.9	+8.3	385.5	+0.7
50	383.1	374.2	+8.9	383.1	0.0
51	378.4	379.2	-0.8	377.9	+0.5
52	380.6	368.4	+12.2	379.0	+1.6
53	381.4	369.5	+11.9	380.2	+1.2
54	388.2	384.1	+4.1	386.5	+1.7
55	375.0	379.2	-4.2	374.0	+1.0
56	379.4	373.0	+6.4	379.0	+0.4
Average			$\pm 7.1$		$\pm 0.9$

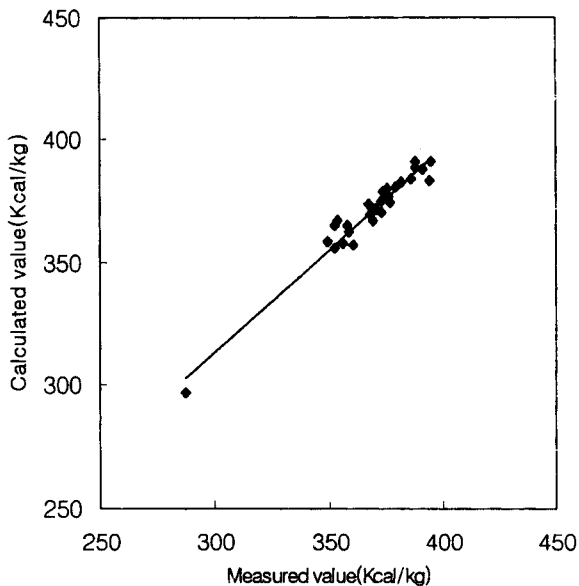


Fig. 2. Comparison of calculated value and measured value.

M=수분의 양(wt%)

V=휘발분의 양(wt%)

A=회분의 양(wt%)

Fig. 2는 위의 식으로부터 계산된 코크스화열량과 측정된 코크스화열량을 비교하여 나타낸 그림으로 데이터의 분포상태로 보아 위

의 식이 상당히 정확함을 알 수 있다. 따라서 수분, 휘발분, 회분의 양이 1 wt% 증가/감소시에 코크스화열량이 각각 1.77, 2.38, 4.82 kcal/kg 증가/감소함을 보이고 있다. 이 결과를 Kasperczyk[7]에 의해 보고된 결과인 4.9, 4.7, 3.0 kcal/kg와 비교해 볼 때 측정된 단일탄의 종류와 특성 및 측정방법 등이 다른 점을 고려하면 상당히 유사한 결과라 판단된다.

측정된 배합탄의 코크스화열량을 Table 2에 나타내었다. 배합탄의 성상은 배합에 사용된 단일탄의 종류와 성상에 따라 달라지지만 수분 8.0 wt%, 휘발분 25.0 wt%, 회분 6.0 wt% 정도를 유지하였으며 측정된 코크스화열량이 365.4-388.2 kcal/kg의 범위를 나타내었다. 또한 Table 3에 배합탄 제조시 사용된 단일탄의 종류와 배합비에 대한 예를 일부 나타내었다. 배합조건은 단일탄의 점결성에 따라 일반적으로 실제 코크스공장에서 사용되는 배합비로써 CW에서 PH까지의 미국탄은 5-16 wt%, FR에서 SB까지의 강점결탄은 약 40 wt%, GP에서 PG까지의 준강점결탄은 약 20 wt%, GT에서 FH까지의 약점결탄은 3-10 wt%, KW에서 FW까지의 일반탄은 12-22 wt%, 비점결탄인 PC는 2-5 wt%를 배합하였다.

### 3-2. 단일탄이 배합탄에 미치는 영향

단일탄의 특성이 배합탄내에서 단일탄 상호간의 영향을 받지 않고 그 특성을 그대로 유지한다면 단순히 단일탄의 코크스화열량에 배합비를 곱한 후 합산한 값(산술 계산값)이 배합탄의 코크스화열량으로 나타나야 한다. 그러나 실제로는 단일탄의 특성이 배합시에 다른 단일탄에 영향을 주거나 받으므로 단일탄 교유의 특성이 나타나지 않

는다. Table 2에 배합탄의 실제 측정값과 단순히 산술적인 계산에 의한 값을 비교하여 나타내었다. 실제 측정값과 산술 계산값과의 편차는 평균 약  $\pm 7.1$  kcal/kg으로 상당한 차이가 있어서 단일탄의 특성이 배합시에 종류와 배합비에 따라 달라짐을 알 수 있다. Leibovich와 Leites[6]는 4종류의 단일탄을 여러 배합비로 혼합한 배합탄의 실제 코크스화열량 측정값과 산술계산값의 차이를  $-22 \sim +9$  kcal/kg으로 보고함으로써 단일탄의 특성이 배합시에 변화됨을 결론지었다. 따라서 배합탄내에서의 각각의 단일탄이 그 종류와 배합비에 따라 배합탄에 미치는 정도(기여도)를 계산할 필요가 있다.

배합에 사용된 각각의 단일탄의 코크스화열량에 배합비와 기여도를 곱한 값은 측정된 배합탄의 코크스화열량값이다. 그러므로 기여도를 구하기 위해서 상수값인 단일탄의 코크스화열량과 배합비에 미지수인 기여도를 곱했을 때의 값이 측정된 배합탄의 코크스화열량에 근접한 값이 나오도록 가능한 많은 실험 데이터를 사용해서 회귀분석을 하여 최적의 기여도값을 계산하여 Table 3에 나타내었다. 이 기여도값은 0.7-1.5의 범위를 나타냈으며 값이 클수록 많은 코크스화열량이 요구되는 단일탄이라 볼 수 있다. 이와같이 단일탄에 따라 서로 다른 혹은 비슷한 값의 기여도를 보이는 것은 배합시 만나는 다른 단일탄의 영향 때문이며 단지 가능한 많은 실험을 통해 구한 최적값일 뿐이지 절대값이라 볼 수는 없다. 또한 이 회귀분석에는 29종류의 단일탄(Table 1)을 실제 코크스공장에서 일반적으로 사용되는 배합비(Table 3)에 의해 배합된 56가지의 배합탄의 코크스화열량(Table 2)이 사용되었다. 따라서 단일탄의 종류나 배합비의 급격한 변화가 발생하지 않는 경우에는 효과적인 방법이라 할 수 있다. 그러나 보다 정확한 기여

Table 3. Mixing ratios(wt%) of mixed coals

MCV*	1	2	3	4	5	-----	52	53	54	55	56
Coal											
CW	10	8	7								
HM							3	11	5		
ER		7									
IH			8	9						13	
PH				7	15		11				12
FR		7						7	10		
LC	11		10					11	12	12	
BM			8							8	9
LN	7			7				7			
SR		8			8		9		7	15	7
YK	5				21		5	4			5
GC	12	11					18		20		16
NP				16							6
PD	7	11	16	15	6		9	16		18	
SB			9		5	-----					
GP	15	14	10	15	15		16	8			
GY		4	10					9			
OC	7		5		7			6		13	7
GG											
KL				5					11		11
PG							7		8	6	6
GT					6						
DP	4						6				6
PB	6	3							10		
FH			5								
KW		8	13					12			
MW	13	14		15	14		13		9	12	12
FW				2				5	6		
PC	3	5	4	4	3		3	4	2	3	3

\*MCV=Mixed Coal Variants

Table 4. Weighting factor of individual coals

Coal	Weighting factor
CW	1.517102
HM	1.516028
ER	1.480355
IH	1.496096
PH	1.485467
FR	0.808551
LC	0.805646
BM	0.794488
LN	0.796573
SR	0.777127
YK	0.790093
GC	0.800375
NP	0.089591
PD	0.816795
SB	0.103258
GP	1.517603
GY	1.504275
OC	1.485663
GG	1.925680
KL	1.432655
PG	1.416506
GT	0.347218
DP	0.334596
PB	1.102126
FH	1.913447
KW	0.793511
MW	0.806384
FW	0.819066
PC	0.753849

도 산출을 위해서는 가능한 많은 실험이 요구된다.

이러한 단일탄의 기여도를 사용하여 단일탄의 코크스화열량으로부터 배합탄의 코크스화열량을 유도할 수 있다. 즉, 배합에 참여하는 각각의 단일탄의 코크스화열량에 배합비와 기여도를 곱하면 배합탄의 코크스화열량을 구할 수 있다.

### 3-3. 배합탄의 코크스화열량 추정식

단일탄의 종류와 배합비 변화에 따라 배합탄의 코크스화열량을 계산하는 추정식은 식 (1)과 같다. 즉, 이 식은 배합탄내의 단일탄의 종류와 코크스화열량, 배합비, 기여도를 사용해서 배합탄의 코크스화열량을 예측할 수 있는 식이다. Table 2에 실제 측정값과 이 추정식을 이용하여 계산한 배합탄의 코크스화열량값의 차이를 나타내었다. 두 값의 차이가 평균 약  $\pm 0.9 \text{ kcal/kg}$ 으로서 실제측정값과 산술적인

계산값의 차이  $\pm 7.1 \text{ kcal/kg}$ 에 비해 상당히 일치함을 알 수 있다.

$$\text{배합탄의 코크스화열량} = \sum_{i=1}^n (\text{단일탄의 코크스화열량} \times \text{배합비} \times \text{기여도})$$

여기서 n=단일탄의 수  
i=단일탄의 종류

## 4. 결 론

석탄 건류시에 배합탄의 코크스화열량을 예측하는 연구를 통해 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 단일탄 및 배합탄의 코크스화열량을 측정한 결과 단일탄은 349.6-394.9 kcal/kg, 배합탄은 365.4-388.2 kcal/kg의 범위를 보였다.

(2) 단순히 단일탄의 코크스화열량에 배합비를 곱한 산술적인 계산값과 실제 측정값 사이에는  $\pm 7.1 \text{ kcal/kg}$ 의 큰 차이를 보임으로서 단일탄의 특성이 배합시에 다른 단일탄의 영향을 받을 수 있었다.

(3) 배합탄내에서 단일탄이 배합탄의 코크스화열량에 미치는 정도를 수치화하여 다음과 같은 탄종류와 배합비 변화에 따른 배합탄의 코크스화열량 추정식을 유도하였다.

$$\text{배합탄의 코크스화열량} = \sum_{i=1}^n (\text{단일탄의 코크스화열량} \times \text{배합비} \times \text{기여도})$$

(4) 배합탄의 코크스화열량 추정식을 사용하여  $\pm 0.9 \text{ kcal/kg}$  범위에서 배합탄의 코크스화열량을 예측할 수 있었다.

## 참고문헌

- Grosick, H. A., Helm, E. J. and Airgood, J. M.: AISE Year Book, 192(1976).
- Terres, E. and Voituret, K.: *Gas u. Wasserfach*, 74, 98(1971).
- Perch, M. and Bridgewater, H. L.: *Iron and Steel Engineer*, July, 47(1980).
- Morlock, R. J., Naso, A. C. and Cameron, J. R.: "Heat Requirement for Coking", Symposium Science & Technology of Coal", Canadian Inst., Min. & Met., Ottawa, March 29 to 31, 1967.
- Voloshin, A. I., Virozub, I. V. and Kazmina, V. V.: *Coke and Chemicals(USSR)*, 3, 17(1962).
- Leibovich, R. E. and Leites, V. A.: *Coke and Chemistry*, 4, 23 (1960).
- Kasperczyk, J.: *Fuel*, 53, 126(1974).