

## 석탄건류시 장입탄의 입도분포가 코크스 강도에 미치는 영향

류필조\* · 김제영\*\* · 유은재\*\* · 강석호\*

\*영남대학교 화학공학과

\*\*포항제철(주) 기술연구소

(1985년 12월 13일 접수, 1986년 8월 25일 채택)

## Effect of the Particle Size Distribution of the Charging Coal on Coke Strength in Carbonization

Pil-Jo Lyoo\*, Je-young Kim\*\*, Eun-Jae Yoo\*\* and Suk-Ho Kang\*

\*Department of Chemical Engineering, College of Engineering,  
Yeungnam University, Gyongsan 632, Korea

\*\*Technical Research Lab., POSCO Ltd, Pohang 680

(Received 13 December 1985; accepted 25 August 1986)

### 요 약

이론적으로 유도된 코크스강도와 코크스화성의 수학적 관계식 :

$$\bar{S} = S + k_1 \frac{\partial^2 S}{\partial (\overline{MF})^2} \sum F_i \{ (\overline{MF}) - (MF_i) \}^2 P_i \text{에서}$$

$H = \sum F_i ( \overline{MF} - MF_i )^2 P_i$ 라 두면, H의 값을 원료탄의 입도분포 조정에 의해 최소화함으로써 코크스강도를 향상시킬 수 있음을 알 수 있다. 이 이론을 기초로 장입탄의 입도조정에 의한 새로운 코크스 강도향상 방법이 제안되었다.

실제로 H 값을 줄이도록 입도조정된 장입탄으로부터 제조된 코크스의 강도시험을 통하여 제안된 방법의 타당성이 입증되었다.

**Abstract**—In order to improve the coke strength resulting from the coke manufacturing process of the bituminous coals, the particle size distribution and blending ratios of the various raw coals having different coking strengths were adjusted before charging the blended sample coals into cokes oven. The average strength,  $\bar{S}$ , of the sample cokes produced can be improved by adjusting the mixing ratio of the charging coal,  $F_i$ , and coarser fraction,  $P_i$ , retained on the 3 mm sieve screen, as well as the maximum fluidities, MFs, of the various raw coals blended in. The coke strength could be improved by maintaining the term,

$$H = \sum F_i (\overline{MF} - MF_i)^2 \cdot P_i$$

to the minimum value, as far as possible in practice.

## 1. 서론

대형의 고로(Blast Furnace)내에 철광석과 함께 장입되는 코크스(Coke)는 철광석의 하중과 고온에서의 화학반응에서도 형태를 그대로 유지할 수 있는 물리적, 화학적 안정성이 요구되므로 높은 강도의 코크스가 요구된다. 그러므로 고로용 코크스의 품질향상을 위한 노력은 코크스에 의한 제선법(Iron making) 이후 오늘날까지 새로운 공정개발도 있었지만 주로 코크스로(coke oven)에 장입되는 원료탄의 물성을 관리하는데 집중되고 있다. 장입탄의 관리는 코크스제조용 원료탄의 선택과 이들 탄종의 적절한 배합[1] 및 장입탄의 적절한 입도분포와 장입밀도 향상을 위한 장입탄의 분쇄입도 조절을 통한 사전처리로 행해지고 있다.

코크스의 강도는 코크스 제조용 원료탄의 선택과 이들 탄종의 배합비에 의해 결정되는 원료탄의 코크스화성(coking property)에 의해 1 차적인 지배를 받으며[2-6], 강도에 미치는 2 차적인 인자로서는 장입탄의 입도분포와 장입밀도를 들 수 있다. 본 연구에서는 이미 실제 조업에서 선정된 탄종과 배합비를 그대로 채택하고 다만 원료탄의 물성에 따라서 장입탄의 분쇄입도를 조절하는 사전처리에 의한 입도관리로서 코크스 강도의 향상을 기대하고자 한다.

장입밀도의 개선과 입도조절의 효과는 코크스 강도에 주로 영향을 미치는 1 차적 요인은 아니나 코크스로(coke oven)내의 석탄이 열분해할때 연화용융과 같은 거동에 영향을 미치므로 코크스화성에 변화를 주는 2 차적 요인으로서, 원료탄의 사전처리에 의해 장입탄의 코크스화성에 변화를 주어 코크스 강도를 향상시킨다. 코크스 제조 원가절감을 위한 시도는 저급탄 배합비율의 증가에 의해 실현될 수 있지만 이 경우에는 코크스 강도가 저하되므로 이를 방지하기 위해서 장입탄의 입도조절을 통하여 장입밀도를 증가시켜 줌으로써 어느 정도까지 상승시킬 수 있으며, 이 방면의 연구가 최근 활발히 진행되고 있다[7, 8].

배합탄의 입도관리에서 종래에는 코크스화성(coking property)이 나쁜 탄종을 미분쇄하여 전체 배합탄의 코크스화성의 균질성을 향상시킨다는 기본 착상으로부터 입도조절이 행해졌으나, 이 방법은 코

크스화성이 나쁜 석탄이 조직성분상 분쇄성이 나쁜 불활성 성분(Inertinite group)을 많이 함유하고 있어 분쇄동력이 증가하며 또한 미분쇄에 의해 장입밀도가 저하된다는 단점이 있다. 이 단점을 개선하기 위해 배합비율이 낮은 고유동도탄(high fluidity coal)을 미분쇄하여 코크스화성을 향상시키고 소요동력도 줄이는 방법이 제안되기도 한다. 그러나 본 연구에서는 종전의 방법과는 달리 원료탄의 코크스화성 및 균질성을 향상시키고 동시에 장입탄의 분쇄에 의한 장입밀도의 저하를 방지하여, 제조된 코크스의 강도를 향상시키기 위한 새로운 원료탄의 입도조절 방법을 제안하고자 하며 실제로 이 방법에 의해 입도가 조절된 배합탄으로부터 제조된 코크스의 강도시험을 행하여 강도향상 효과를 관찰함으로써 제안된 입도조절 방법의 타당성을 조사하였다.

## 2. 이 론

코크스 강도는 주로 원료탄의 코크스화성에 의해 지배되며, 코크스화성은 원료탄의 활성물질의 양, 팽창성, 유동도, 반사율, 공극율등에 의해 측정되며 이들 원료탄의 특성과 코크스 강도의 관계는 잘 규명되어 있다[2-6].

코크스 제조에 사용되는 장입탄은 이들 물성을 고려하여 배합탄종과 배합비율이 결정되며, 장입탄의 코크스화성은 배합에 사용된 각 탄종의 입도분포를 적절히 조절하여 탄종간의 탄화도등 물성을 가능한한 균질하게 배합함으로써 코크스화성의 향상을 기대할 수 있다[7, 8]. 본 연구에서는 코크스화성을 결정하는 요소로서 가장 일반적인 최대유동도(maximum fluidity)와 조직성분중 vitrinite의 평균반사율(mean reflectance,  $\bar{R}_o$ )를 택하여 코크스화성과 각 탄종의 입도분포의 구성과의 관계로부터 유도된 이론을 토대로 코크스 강도향상을 위한 장입탄의 새로운 입도조절 방법을 제안한다.

일반적으로 코크스 제조시의 장입탄의 입도는 원료탄을 분쇄한 후의 3mm 체 통과율 또는 잔류율로서 측정한다. 여기서 각 탄종의 입도분포는 3mm 체상 잔류율을 기준으로 하며 장입배합탄의 입도구성과 각 탄종의 코크스화성과의 관계를 표시하면 다음과 같다[2, 10, 11]. 즉, 코크스강도 지배인자를 X, Y라 하면 코크스강도 S는  $S \equiv S(X, Y)$ 로 표

시되며, 코크스로의 폭을  $N$  구분으로 세분하여 각 부위로부터  $N$  개의 코크스 시료를 채취하여 각각의 강도를  $S_i$ 라 하면 평균강도  $\bar{S}$ 는

$$\bar{S} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N S_i \quad (1)$$

로 된다.

한편 장입탄의  $j$  부위에서의 강도지배 인자의 성상이 장입탄 전체의 강도지배 인자의 성상의 평균치  $\bar{X}$ ,  $\bar{Y}$ 로부터  $\Delta X_j$ ,  $\Delta Y_j$ 만큼의 편차를 가진다면,

이때  $j$  부위에서의 코크스 강도는

$$S_j = S(\bar{X} + \Delta X_j, \bar{Y} + \Delta Y_j) \quad (2)$$

가 된다.

(2)식을 (1)식에 대입하여 Taylor 급수로 전개하면 (3)식이 된다.

$$\begin{aligned} \bar{S} = S + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 S}{\partial X^2} \frac{1}{N} \sum \Delta X_j^2 + \frac{\partial^2 S}{\partial X \partial Y} \frac{1}{N} \sum \Delta X_j \Delta Y_j \\ + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 S}{\partial Y^2} \frac{1}{N} \sum \Delta Y_j^2 \end{aligned} \quad (3)$$

여기서 강도지배인자  $X$ ,  $Y$ 의 성상을 최대유동도 ( $MF$ )와 평균반사율( $\bar{R}_o$ )로써 표시하면, 통상 코크스의 강도는 (4)식과 같이 나타낼 수 있으므로 (3)식의 우변 3 제항은 무시할 수 있다.

$$\bar{S}(\bar{MF}, \bar{R}_o) = S_1(\bar{MF}) + S_2(\bar{R}_o) \quad (4)$$

또한  $\frac{1}{N} \sum \Delta X_j^2$ ,  $\frac{1}{N} \sum \Delta Y_j^2$ 항은 각 탄종의 배합비율,

강도지배인자의 입도의존성, 각 탄종의 입도구성에 의해서도 강도가 영향을 받으므로 (3)식에서 이들 인자들에 대해 고려하면 (5)식으로 쓸 수 있다.

$$\begin{aligned} \bar{S} = S + K_1 \frac{\partial^2 S}{\partial (\bar{MF})^2} \sum F_i (\bar{MF} - MF_i)^2 P_i \\ + K_2 \frac{\partial^2 S}{\partial \bar{R}_o^2} \sum F_i (\bar{R}_o - \bar{R}_{oi})^2 P_i \end{aligned} \quad (5)$$

여기서  $K_1$ ,  $K_2$ 는 상수이며  $\bar{MF}$ 는 장입탄 전체의 평균 최대유동도,  $MF_i$ 는 각 탄종의 최대유동도,  $P_i$ 는 분쇄후 각 탄종의 3 mm 체상 잔류율,  $\bar{R}_o$ 는 장입탄 전체의 평균반사율,  $\bar{R}_{oi}$ 는 각 탄종의 평균반사율,  $F_i$ 는 배합비율이다.

그런데 (5)식에서 2 차 미분항은 실험적으로 (6)식의 관계에 있음이 밝혀져 있으므로 [10, 11]

$$\left| \frac{\partial^2 S}{\partial (\bar{MF})^2} \right| \gg \left| \frac{\partial^2 S}{\partial \bar{R}_o^2} \right| \quad (6)$$

(5)식을 최대유동도( $\bar{MF}$ )의 항만으로 표시된 (7)

식으로 쓸 수 있다.

$$\bar{S} = S + K_1 \frac{\partial^2 S}{\partial (\bar{MF})^2} \sum F_i (\bar{MF} - MF_i)^2 P_i \quad (7)$$

코크스화성과 코크스강도와 관계를 나타낸 Fig. 1에 의하면 [11] 강도지배인자의 2 차 미분항은 항상 “-”(負)의 값을 가지므로 (7)식에서 코크스강도  $\bar{S}$ 를 최대로 하기 위해서는  $\sum F_i (\bar{MF} - MF_i)^2 P_i$ 의 항이 최소가 되어야 함을 알 수 있다.

즉, 각 탄종의 코크스화성이 장입탄 전체의 평균성상으로 부터 벗어나는 불균질성이 코크스강도의 저하를 가져온다.

$$H = \sum F_i (\bar{MF} - MF_i)^2 P_i \quad (8)$$

(8)식에서  $H$ 는 각 탄종의 최대유동도( $MF_i$ ), 배합탄의 평균유동도( $\bar{MF}$ ), 각 탄종의 혼합비( $F_i$ ) 및 3 mm 체상에 잔류하는 원료탄의 양( $P_i$ )에 관계되는 장입탄의 불균질성을 표시하는 지표이다.

이론적으로  $H \rightarrow 0$  일때 코크스강도  $\bar{S}$ 가 최대치로 접근한다.

이 이론을 근거로 본 연구에서는 실제 조업에서 이미 선정된 배합안에 따라 탄종과 배합비율을 그대로 채택하고 이때의  $\bar{MF}$ ,  $F_i$ 는 배합안에 의해 이미 결정되어지며  $MF_i$ 는 석탄의 물성이므로 변화시킬 수 없으며 다만 각 탄종의 입도구성  $P_i$ 만을 조절하여  $H$  값을 줄임으로써 코크스 강도를 향상시

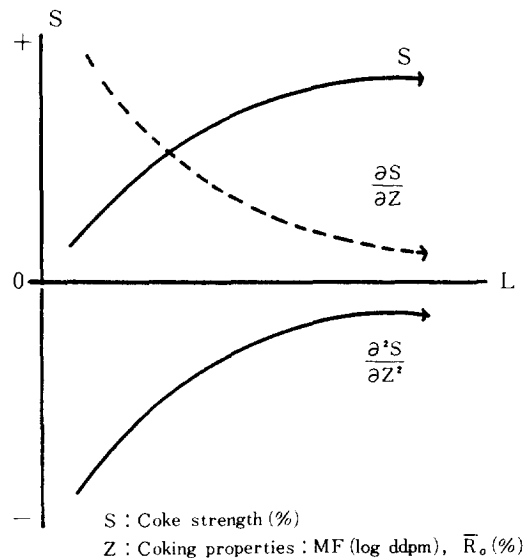


Fig. 1. The relation between coking properties and coke strength.

키고자 하는 것이다. 그러나 입도조절에 의해 장입 밀도의 저하가 일어나서는 안된다는 (9)식의 제한 조건이 있다. 즉,

$$\Sigma F_i P_i = \bar{P} \quad (9)$$

$\bar{P}$ : 장입탄 전체의 3 mm 체상 잔류율

또한 분쇄처리한 각 탄종의 입도조성  $P_i$ 는 (10)식과 같은 조건에 있다.

$$P_i^* < P_i < P_i^0 \quad (10)$$

$P_i^*$ : 분쇄기가 최대능력을 발휘했을때 분쇄후 각 탄종의 3 mm 체상 잔류율

$P_i^0$ : 분쇄전 조악탄의 3 mm 체상 잔류율

### 3. 실험

#### 3-1. 배합탄의 입도분포의 구성

포항제철의 현행 조업에 사용되고 있는 원료탄의 입도분포 구성과 제안된 방법에 의해 조절된 입도분포 구성에 의해 제조된 코크스 강도를 비교하기 위하여 배합에 사용된 원료탄은 1984년 12월 20일 현재 포항제철 제 1 코크스 공장의 실조업에 사용된 원료탄과 배합비율을 그대로 채택하였으며 다만 배합 사용된 각 탄종의 3 mm 체상 잔류율의 입도구성만을 변화시켜 (8)식의 H 값이 점차 감소하도록 조정된 배합탄을 조제하였다.

먼저 포항제철의 현행 코크스 제조에 사용된 장입탄의 탄종별 입도구성대로 혼합 조제하여 관소시험용 시료를 만들어 이때의 각 탄종의 3 mm 체상 잔류율을 “입도구성 1”이라고 하였다.

마찬가지로 동일 배합탄종을 현행 배합비대로 일정하게 두고 이론으로부터의 배합탄의 코크스화성의 균질성을 높이기 위해 H 값이 점차 감소되도록 입도구성을 조절하였다.

H 값을 감소시키기 위해서는 각 탄종의 코크스화성, 특히 본 연구의 경우 최대유동도가 장입탄의 평균치로 부터 많이 벗어난 탄종 즉, 고유동도탄(high fluidity coal)과 저유동도탄(low fluidity coal)을 세립(fine particle)화 하고 평균치에 가까운 탄종들은 조립(coarse particle)화하는 것이 효과적이다.

코크스 제조용 배합탄의 코크스화성의 균질화를 꾀하기 위하여 최대유동도가 1000 ddpm(dial division per minute) 즉, log ddpm이 3 이상인 석탄을 세립화하여 혼합할때 코크스강도 향상에 효과적이라

는 Sukinobe 등의 연구결과(7)를 이용하여 본 연구에서 최대유동도가 1000 ddpm 이상인 탄종을 고유동도탄으로 고려하여 세립화 하였으며 저유동도탄은 80 ddpm 이하의 유동도를 가진 탄종으로 구별하였다. 이는 코크스제조시 최대유동도가 80~100 ddpm 이하에서 유동도가 강도에 미치는 영향이 지배적이며 이 이상의 유동도에서 1000 ddpm 까지의 범위에서는 강도에 미치는 영향이 거의 없으므로 80 ddpm 이하의 석탄을 저유동도탄으로 고려하고 있다. 이 저유동도탄도 역시 세립화하였으며 세립화하함은 본 실험에서는 3 mm 체상 잔류율을 줄이는 것이며 조립화는 3 mm 체상 잔류율을 종전보다 증가시키는 것을 의미한다.

각 탄종의 세립화의 정도는 장입탄 전체의 평균 최대유동도로부터 각 탄종의 최대유동도의 차이가 클수록 3 mm 체상 잔류율을 감소시켰으며 잔류율은 1 회 조업시 생산량과 실수율을 고려하여 4% 이하가 되지 않도록 하였다.

조립화된 탄종은 최대유동도가 80 ddpm과 1000 ddpm의 범위내에 있는 탄종으로 이들의 조립화는 세립화에 의해 조래된 장입밀도의 저하를 회복시킬수 있도록 적절히 조절하였다.

이상의 방법으로 H 값이 점차 줄어들도록 입도구성을 조절하여 편의상 각각 “입도구성 2”, “입도구성 3”, “입도구성 4”라고 하였다. 이들 입도구성대로 조정된 각 탄종을 배합하여 관소시험용 시료로 사용하였으며 관소시험에 사용된 배합탄종, 배합비율, 각 탄종에 대한 최대유동도(MF<sub>i</sub>), 입도구성, 장입탄 전체의 3 mm 체상 잔류율, (8)식에서 계산된 각 입도구성의 H 값을 Table 1에 수록하였다.

최대유동도의 측정은 ASTM D1812에 의해서 Gieseler Plastometer로 측정하였다.

각 탄종의 조직분석 및 공업분석의 결과를 Table 2에 수록하였으며 침강법으로 측정한 각 탄종의 분쇄 전후의 입도 분포를 Fig. 2에 나타냈다.

#### 3-2. 시료배합탄의 조제 및 건류

코크스 제조는 KS E 3710에 규정된 관소시험으로 행하였으며 관소시험용 시료의 조제 및 건류방법은 배합탄의 총량이 40 kg이 되도록 분쇄후 운반 벨트에 의해 수송되는 각 탄종을 배합비대로 채취

Table 1. Particle size compositions of mixed charging coals for test of coke strength.

Kinds of coal	Blending ratio (%)	Maximum fluidity MF <sub>t</sub> (log)	Particle size composition			
			"Comp. 1" P <sub>t</sub> (%)	"Comp. 2" P <sub>t</sub> (%)	"Comp. 3" P <sub>t</sub> (%)	"Comp. 4" P <sub>t</sub> (%)
Beatrice	2	1.66	7.3	6.0	5.0	4.0
Clint Wood	7	4.24	11.3	8.0	5.0	4.0
Mid Continent	7	4.09	7.6	4.5	4.5	4.5
Pitthiston	4	3.90	18.7	17.0	14.0	11.0
Peak Downs	7	2.79	6.6	9.7	12.3	14.8
Balmer	20	1.15	8.1	6.5	5.0	4.0
Green Hill	12	1.91	10.6	13.0	16.0	19.0
Gregory	9	3.37	20.1	19.8	18.0	15.0
New Dell	28	2.51	25.6	27.5	28.5	29.0
Petro-coke	2	—	8.5	4.0	4.0	4.0
Miscellaneous	2	0.48	10.5	10.5	10.5	10.5
Total		MF	P	P	P	P
100		2.48	15.0	15.0	15.0	15.0
H-Value			12.08	9.63	8.19	7.29

한 후 이들을 3 mm 체로 체가름하여 3 mm 이상 입도와 3 mm 이하 입도로 구분했다 (Table 1).

세립화의 경우는 3 mm 상의 입도를 조절된 입도 조성에 따라 일정량을 제거하고 제거한 양 만큼 별도로 체가름한 3 mm 이하 입도를 첨가하였으며 조립화의 경우는 반대로 3 mm 이하의 입도를 일정량 제거하고 제거한 양 만큼 3 mm 이상 입도를 첨가했다. 이와같은 방법으로 입도구성을 조절한 배합

탄종을 잘 혼합한 후 이를 3 개의 페인트통에 가만히 채운후 30 cm 높이에서 1 회 낙하시켜 원료탄 충전밀도를 조절하고 각 통의 뚜껑을 단단히 막는다. 통의 측면에는 부생가스의 통과를 쉽게하기 위해 적당히 구멍을 뚫어둔다.

이상의 방법으로 입도조성별로 각각 6 통씩을 제작하여 제 1 코크스 공장의 9 번 탄화실 (oven chamber) 와 66 번 탄화실에서 건류하였다. 건류시간은

Table 2. Analysis of coals.

Coal	Maceral groups					Proximate Analysis			
	Vitrinite	Exinite	Fusinite	Semi Fusinite	Mineral Matter	Moisture	Ash	VM	F. C.
Beatrice	82.7	0.0	9.6	6	1.7	1.4	5.42	18.09	75.35
Clint Wood	71.8	5.8	10.2	7.5	4.7	1.28	8.04	30.41	60.27
Mid Continent	89.8	0.0	4.4	3.7	2.1	0.88	6.43	26.82	65.87
Pitthiston	75.4	7.8	8.4	6.4	2.0	1.27	6.90	30.18	61.65
Peak Downs	73.6	0.0	11.5	10	4.9	1.10	9.36	20.88	68.66
Balmer	62.0	0.0	12.8	21	4.0	1.02	9.87	21.09	68.02
Gregory	71.1	4.0	12.0	10	2.9	1.96	8.48	32.67	56.89
Green Hill	71.7	1.8	10.0	13	3.6	1.61	7.31	26.63	64.45
New Dell	74.3	5.6	8.4	7.5	4.2	3.09	8.80	36.83	51.28
Petro. -coke	—	—	—	—	—	0.79	0.39	11.23	87.59

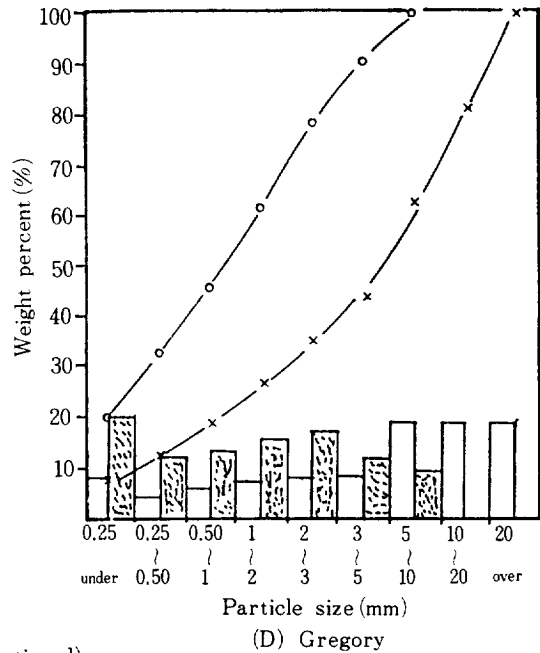
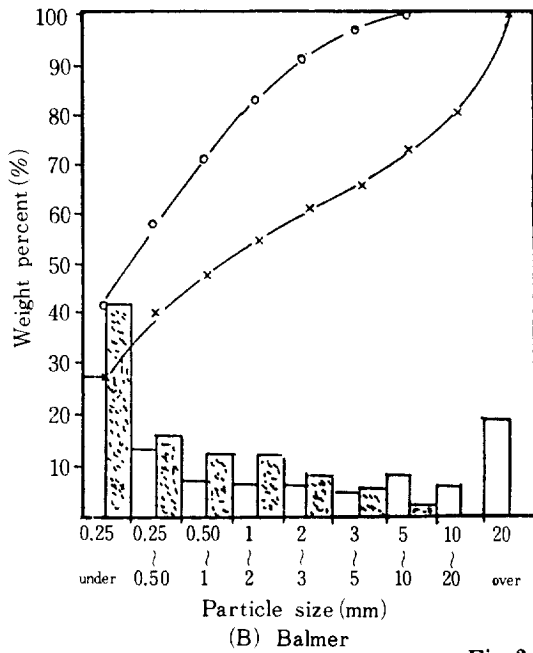
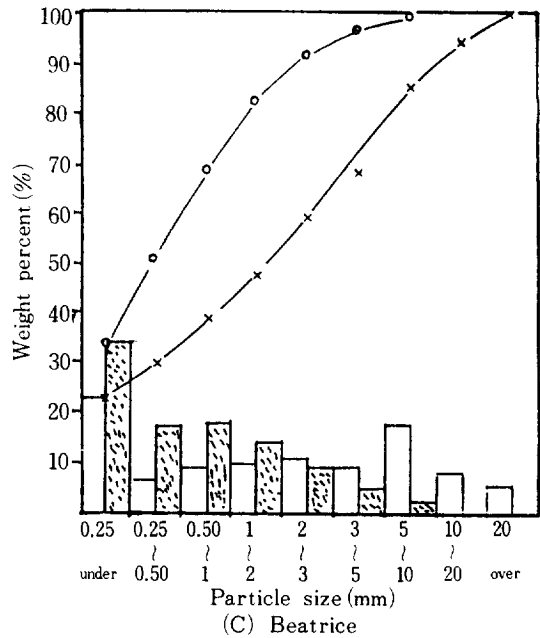
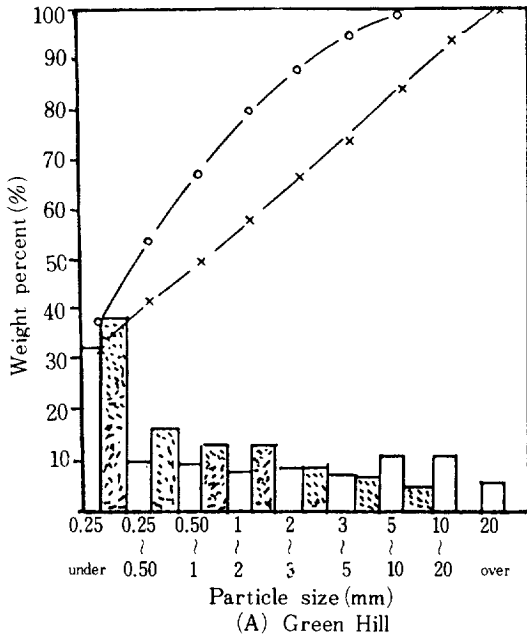


Fig. 2. (Continued).

가동율 (Working Ratio; 24시간 / 전류시간) 140%였으며 전류 온도는 1270℃였다.

### 3-3. 코크스 강도시험

전류후 코크스로에서 회수한 코크스는 입도구성별로 3회의 강도시험[12]을 행하였다. 강도시험을

위하여 50 mm 이상의 입도의 코크스를 30kg씩 선별하고 선별된 것을 10kg씩 3등분하여 1회 시험에 필요한 시료로 취하여 코크스 강도시험용 드럼에 장입하여 10분간 150회전시킨 다음 드럼으로부터 회수하여 15mm 체로 체가름 한 후 체류량을 평량하였으며 동일 방법으로 한 입도구성에 대해 3

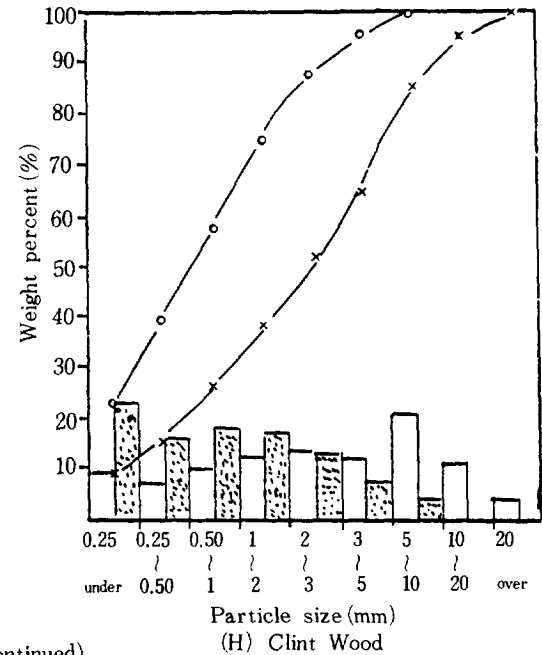
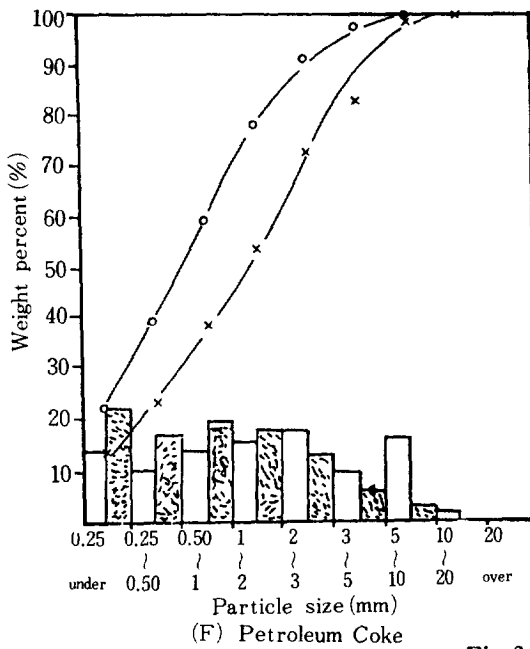
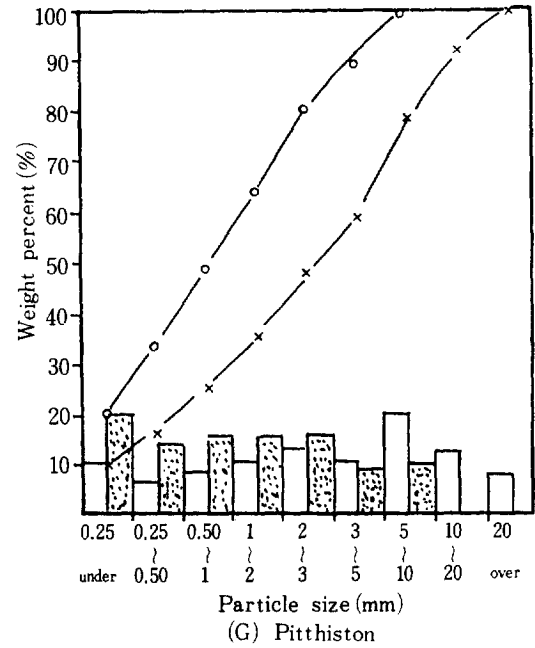
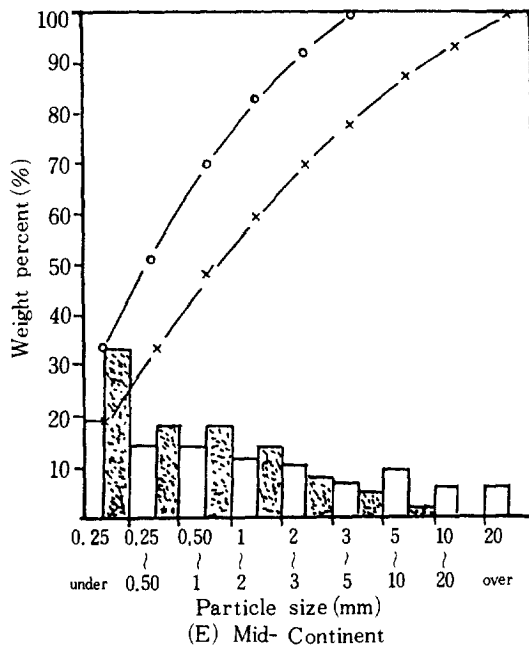


Fig. 2. (Continued).

회의 강도시험을 행하여 그 평균치로써 코크스강도를 Drum Index ( $DI_{15}^{150}$ ) [12]로 표시했다.

#### 4. 실험결과 및 고찰

Table 1에 수록된 각 탄종을 포항제철의 현행

배합탄의 조건과 동일한 조건의 “입도구성 1”과 (8)식의 H값이 점차 감소하도록 조절한 몇가지 배합탄 시료 “입도구성 2”, “입도구성 3”, “입도구성 4”로써 제조한 코크스의 강도시험을 행한 결과를 Table 3에 수록하였다.

Table 3에 나타난 결과를 (8)식의 H값과 코크스

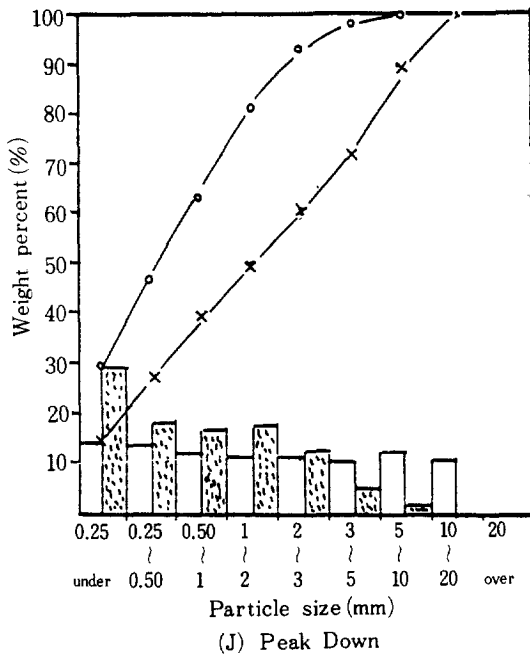
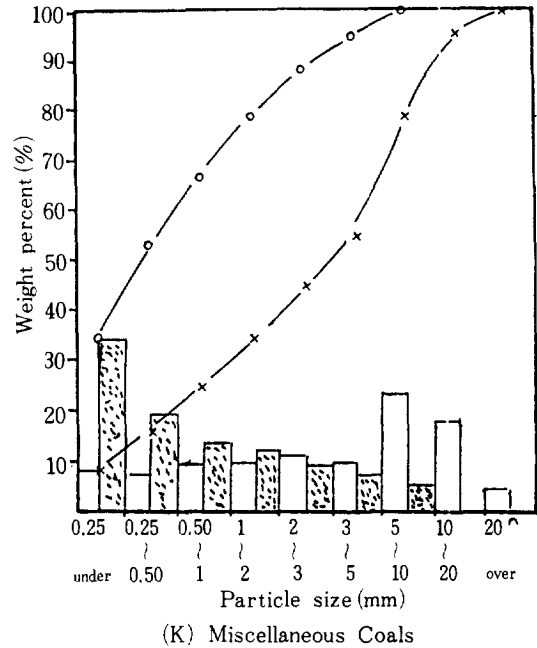
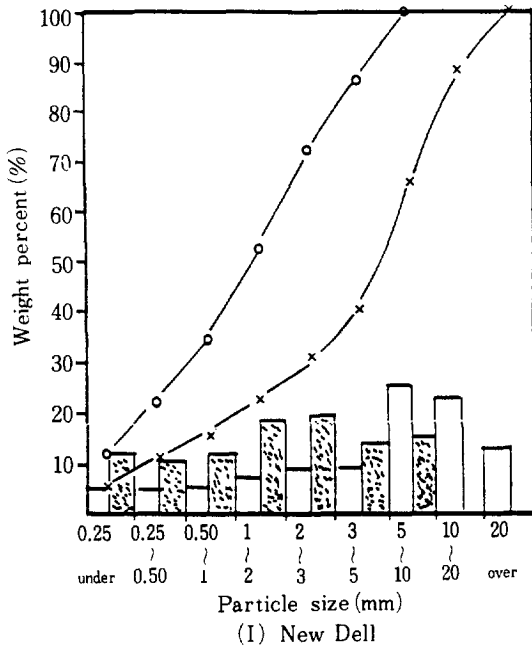


Fig. 2. Histogram and cumulative curve for particle size distribution of charging coals before and after crushing.

— before crushing  
 ▨ after crushing  
 —x— weight percent passed 3 mm screen before crushing  
 —o— weight percent passed 3 mm screen after crushing

벗어난 탄종 즉, 고유동도탄과 저유동도탄을 현행 보다 세립화하여 코크스화성의 균질성을 향상시키고 평균치에 가까운 탄종은 현행보다 조립화하여 세립화에 의한 장입밀도의 저하를 방지함으로써 코크스의 강도향상을 꾀할수 있음을 보여주고 있다.

Table 3. Results of drum tests of mixed charging coals with different particle size composition.

Particle size comp.	Coke strength runs of experiment H-Valve	Drum index ( $DI_{15}^{80}$ )			
		1	2	3	mean
Comp. 1	12.08	85.6	85.7	85.8	85.7
Comp. 2	9.63	86.4	87.0	87.1	86.8
Comp. 3	8.19	86.1	87.0	88.0	87.0
Comp. 4	7.29	87.2	88.0	87.9	87.7

강도와와의 관계로 나타내면 Fig. 3 과 같다. Fig. 3 은 H 값이 감소되도록 입도구성이 조절된 배합탄의 코크스 강도가 점차 향상됨을 보여주고 있다. 그러므로 코크스 제조용 장입탄의 입도관리는 배합에 사용된 각 탄종의 코크스화성, 특히 본 연구의 경우 최대유동도가 장입탄 전체의 평균치로부터 크게

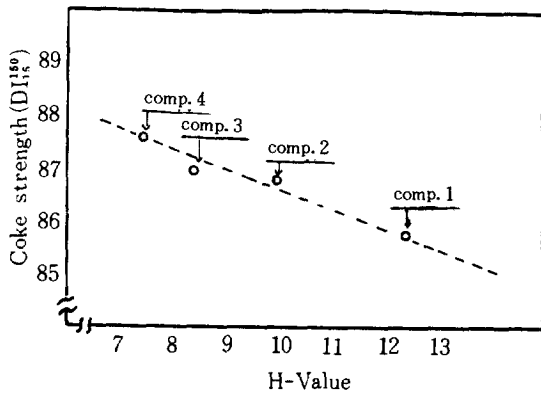


Fig. 3. Relation between coke strength( $DI_{10}^{100}$ ) and H-Value of equation(8).

그러나 본 연구에서는 아직 (8)식의 H값의 최적치를 구하지는 못했으며 다만 H값과 코크스 강도의 관계를 조사하기 위해 현행입도구성에 비해 점차 H값을 줄이도록 입도구성을 변화시킨 경우의 코크스 강도와 H값의 관계를 정성적으로만 밝혔다.

배합탄의 입도구성으로부터 H값은 원료탄의 분쇄성과 동력비의 관계, 원료탄의 배합비, 각 탄종의 코크스화성 등을 고려한 최적화로써 얻어질 수 있을 것이다. 그러므로 이들의 최적화에 의한 배합에 사용되는 탄종의 최적 입도구성을 결정하는 연구는 계속 연구되어야 할 과제이다.

## 5. 결 론

코크스 제조용 배합탄의 입도조절에 의한 코크스 강도향상을 꾀하기 위해서는 석탄의 코크스 화성의 균질성을 높여야하며, 균질성을 높이기 위해 배합에 사용된 석탄중에서 배합탄의 평균 코크스화성( $\overline{MF}$ )과의 차이가 많은 고유동도탄과 저유동도탄을 세립화하여 3mm체상 잔류율을 낮추고 장입밀도의 저하를 방지하기 위해 평균치에 가까운 탄종은 3mm체상 잔류율을 높여 (8)식의 H값이 적어지도록 각 탄종의 입도구성을 조절한 결과 최대 2%의  $DI_{10}^{100}$ 가 증가하였다.

## NOMENCLATURE

$F_i$  : Mixing ratio of the charging coal, %

H : Heterogeneity of coking property of mixed charging coals from average value

$K_1, K_2$  : Constant

$\overline{MF}$  : Average maximum fluidity of mixed charging coal, ddpn

$MF_i$  : Maximum fluidity of each coal, ddpn

N : Numbers of samples

$\overline{P}$  : Weight percent retained on 3 mm sieve of mixed charging coal, %

$P_i$  : Weight percent retained on 3mm sieve of each coal, %

$P_i^u$  : Weight percent retained on 3mm sieve of each coal before crushing, %

$P_i^l$  : Weight percent retained on 3mm sieve of each coal after crushing with maximum capability of the crusher, %

$\overline{R}_{oi}$  : Mean reflectance of each coal

$\overline{R}_{ot}$  : Average mean reflectance of mixed charging coal

$S_i$  : Coke strength

$\overline{S}$  : Average coke strength

X, Y : Parameters of coking properties

$\Delta X_i, \Delta Y_i$  : Deviation of coking properties from the average value

## REFERENCES

1. 김학령 : 화학공학, 19 (4), 339/344 (1981).
2. Suginohe, H. and Miyagawa, T., et al.: "A New Method of Predicting the Coke Strength", Transactions ISIJ, 23, 417/24 (1983).
3. Nishioka, K. and Yoshida, S.: "Index for True Dilatation of Coal and Its Usefulness", Transactions ISIJ, 23, 381/86 (1983).
4. Nishioka, K. Yoshida, S. and Hariki, M.: "A Carbonization Model with Consideration of Coking Mechanism", Transactions ISIJ, 23, 482/89 (1983).
5. Nishioka, K. and Yoshida, S.: "Strength Estimation of Coke as Porous Material", Transactions ISIJ, 23, 387/92 (1983).
6. Nishioka, K. and Yoshida, S.: "Investigation of Bonding Mechanism of Coal Particles and Generation Mechanism of Coke

- Strength during Carbonization”, Transactions ISIJ, **23**, 175/81 (1983).
7. Matsui, Masaharu., et al.: “Adjustment of Coal Grain Size for Coking Composition”, Jpn. Kokai Tokyo Koho Jp. 80 **03**, 458 (1980).
  8. Kawasaki Steel Corp.: “Adjusting Size Distribution of Coal Grains for Metallurgical Coke Manufacture”, Jpn. Kokai Tokyo Koho Jp.81 **59**, 892 (1981).
  9. 宮州垂夫, 榎木義夫, et al.: “石炭組織成分の粉碎性に及ぼす影響”, コークス・サーキュラー, **24** (2), 118/33 (1975).
  10. 笠岡玄樹, et al.: “新しい装入炭粒度調整理論の応用”, 川崎製鉄技報, **13** (4), 493/502 (1981).
  11. 杉辺英孝, 宮川亜夫: “統計理論のコークス炉装入炭粒度調整技術への応用”, 鉄と鋼, **68** (15), 2133/40 (1982).
  12. 한국공업규격 KS E 3721, “코크스류의 시험방법” (1974).