

단 신

## 반성코크스를 이용한 무점결재의 탄소성형체 제조

김제영 · 이성영 · 최재훈 · 김철우 · 박양덕

산업과학기술연구소 탄소재료연구실  
(1990년 8월 13일 접수, 1991년 6월 30일 채택)

## Preparation of Carbon Solid from Semi-Coke without Using a Binder

Je-Young Kim, Seong Young Lee, Jae Hoon Choi, Chol Woo Kim and Yang Duk Park

Carbon Mat. Lab., Research Institute of Industrial Science and Technology,  
P. O. Box 135, Pohang 790-600, Korea  
(Received 13 August 1990; accepted 30 June 1991)

### 요 약

반성코크스를 원료로 사용하여 결합재를 사용하지 않는 탄소 성형체 제조시의 성형압 및 소성온도에 따른 성형체의 특성을 조사하였다. 성형압의 경우  $1500 \text{ kg/cm}^2$ 까지는 성형체의 특성치변화가 큰 것으로 나타났으며, 동일한 성형압하에서 소성온도를 변화시켰을 경우에는  $1200^\circ\text{C}$ 에서 가장 높은 강도를 나타내었으며 밀도는  $1.60 \text{ g/cm}^3$ 이었다.

**Abstract**—The properties of carbon solid prepared from semi-coke powder without using a binder were examined on both the moulding pressures and the calcining temperatures. Up to  $1500 \text{ kg/cm}^2$ , the pressure effect on the carbon solid changed characteristically high. The highest compressive strength was obtained on carbon solid calcined at  $1200^\circ\text{C}$ , and its density was  $1.6 \text{ g/cm}^3$ .

### 1. 서 론

탄소재료는 원자로용 흑연재료, 기계용 고밀도 탄소 재료, 전기 및 야금용 탄소재료 등 전 산업분야에서 광범위하게 이용되는 재료이다. 일반적으로 탄소재료는 코크스를 소성한 후, 적절한 입도로 파쇄하여 유기결합재와 혼합하여 혼련, 성형, 소성 등의 공정을 거쳐서 제조하게 된다. 그러나 이러한 제조법은 소성중에 결합재로 사용되는 유기물중의 저분자량 성분이 반응계 외부로 유출되므로써 탄소성형체내에 기공이 형성되며, 이러한 기공으로 인해 기계적 특성이 저하된다. 따라서 기공을 제거하기 위하여 수회에 걸쳐 함침 및 재소성 과정을 거치게 되므로 제조 시간이 연장될 뿐만 아니라 생산원가도 상승하게 된다. 이와 같은 문제점을 개선하기 위하여 수년전부터 결합재를 사용하지 않고 탄소

입자 자체만으로 성형체를 제조하는 자기소결성 탄소 성형체 제조연구가 활발히 진행되어 왔다[1-4].

본 연구에서는 결합재를 사용하지 않고 탄소성형체를 제조하기 위하여 석탄타르 핏치(coal tar pitch)를 적절한 열처리에 의하여 수축율이 큰 것으로 알려진[5] 모자이크 조직을 갖는 반성코크스(semi coke)를 제조한 후 성형체를 제조하므로써 원료 및 성형체의 제조조건에 따른 특성의 변화를 조사함과 동시에 자기소결성 탄소 성형체의 제조가능성을 검토하였다.

### 2. 실험

#### 2-1. 시료

탄소성형체의 제조에는 석탄타르를 열처리하여 모자이크 조직을 가지는 반성코크스를 사용하였으며 Table 1

Table 1. Properties of semi-coke

T.I. <sup>a)</sup> (wt%)	Q.I. <sup>b)</sup> (wt%)	Elemental analysis(wt%)				Proximate analysis	
		C	H	N	S+O	F.C. <sup>c)</sup>	V.M. <sup>d)</sup>
98	94	93.57	3.6	1.42	1.41	94.1	5.9

<sup>a)</sup> T.I: Toluene Insoluble

<sup>b)</sup> Q.I: Quinoline Insoluble

<sup>c)</sup> F.C: Fixed Carbon

<sup>d)</sup> V.M: Volatile Matter

에 특성을 나타내었다. 제조된 반성코크스는 성형체의 원료로 사용하기 위해서 진동 불밀을 이용하여 4시간 파쇄하였으며, 파쇄된 원료의 평균입도는 약 6  $\mu\text{m}$ 였다.

## 2-2. 성형체의 제조 및 물성평가

분쇄한 원료입자를 직경 10 mm의 금형을 사용하여 성형체의 높이가 약 10 mm 정도되게 성형하였다. 이때 성형압은 500-3000  $\text{kg}/\text{cm}^2$ 의 범위내에서 500  $\text{kg}/\text{cm}^2$ 의 단위로 변화시켜, 성형하였으며, 성형체는 3 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 로 승온하여 1000 $^{\circ}\text{C}$ 에서 60분간 질소 분위기하에서 소성한 후 냉각속도 5 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 로 실온까지 냉각하였다. 또한, 2000  $\text{kg}/\text{cm}^2$ 의 일정한 성형압으로 성형한 후, 소성온도를 900 $^{\circ}\text{C}$ , 1000 $^{\circ}\text{C}$ , 1100 $^{\circ}\text{C}$ , 1200 $^{\circ}\text{C}$ , 1300 $^{\circ}\text{C}$ , 1400 $^{\circ}\text{C}$ 로 변화시켜 소성하였으며, 1000 $^{\circ}\text{C}$  이상의 소성온도의 경우, 일차적으로 1000 $^{\circ}\text{C}$ 에서 소성한 후, 최종온도까지 재소성하였다.

각 성형체에 대해서 수축율, 밀도 및 압축강도를 측정하였다. 수축율은 성형체의 소성전후의 부피변화로부터 구하였으며, 밀도는 겉보기 밀도, 압축강도는 UTM(Inston 4204)을 이용하여 crosshead speed 0.5 mm/min의 조건에서 측정하였다.

성형압에 따른 성형체의 기공특성은 1000 $^{\circ}\text{C}$  소성체에 대해 porosimeter(Quantachrom Autoscan 33)를 이용하여 측정하였다.

## 3. 결과 및 고찰

Fig. 1에 성형압의 변화에 따른 압축강도 및 기공율의 변화를 나타내었다. 성형압이 1000  $\text{kg}/\text{cm}^2$ 까지는 압축강도가 600  $\text{kg}/\text{cm}^2$ 이하였으나 1500  $\text{kg}/\text{cm}^2$ 에서는 강도가 1300  $\text{kg}/\text{cm}^2$ 으로 급격히 증가하였고, 그 이후는 완만한 증가현상을 보이고 있다. 성형체의 기공율의 변화도 강도변화와 마찬가지로 성형압이 1500  $\text{kg}/\text{cm}^2$ 까지 급격한 감소현상을 보이나 그 이후로 크게 감소하지 않고 있다. 성형압이 1500  $\text{kg}/\text{cm}^2$  이상에서 기공율은 5% 이하를 나타내고 있으며, 기존의 점결재를 사용하는 탄소성형체와는 달리 함침과정이 필요없음을 알

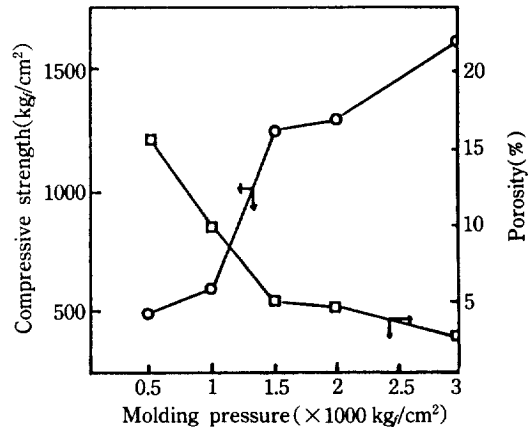


Fig. 1. The effect of molding pressure on compressive strength and porosity of carbon solids.

Table 2. Changes of bulk density and volumetric shrinkage(molding pressure: 2000  $\text{kg}/\text{cm}^2$ )

Temperature( $^{\circ}\text{C}$ )	900	1000	1100	1200	1300	1400
Bulk density( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	1.33	1.53	1.56	1.60	1.60	1.59
Volumetric shrinkage(%)	29	30	30.5	32	35	37

수 있다. 이와 같은 것은 체적 수축율을 조사한 결과 거의가 30% 전후의 수축율을 나타내었으며, 따라서 1500  $\text{kg}/\text{cm}^2$  이상의 성형압에서 입자상호간의 접촉이 양호하게 되어 입자중에 일부 함유된 결합재 성분이 소성과정중에 용융되어 입자간의 결합을 향상시켜준데 따른 결과로 판단된다. 따라서 본 시료의 경우 입자간의 결합력을 충분하게 주기 위해서는 1500  $\text{kg}/\text{cm}^2$  이상의 성형압이 요구됨을 알 수 있다. 그러나 결합재 성분이 과량 존재하는 경우 성형압이 낮아도 융착이 쉽게 일어날 수 있으나 이러한 경우에는 휘발성분의 배출이 증가함에 따른 기공이 다량 생성되므로 밀도 및 강도의 저하를 유발하게 된다.

Table 2는 2000  $\text{kg}/\text{cm}^2$ 의 일정한 성형압으로 성형체를 제조한 후 소성온도에 따른 성형체의 밀도 및 체적 수축율을 측정한 것을 나타내었다. 1200 $^{\circ}\text{C}$ 에서 밀도는

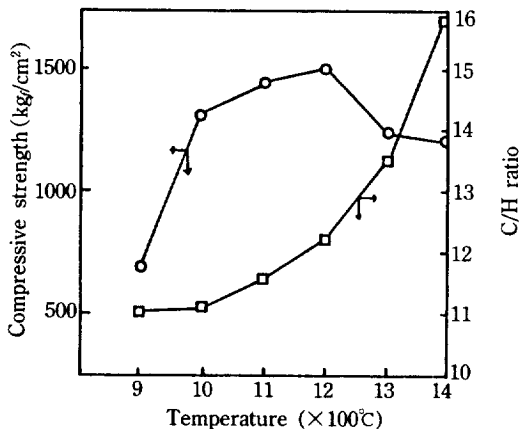


Fig. 2. The effect of calcination temperature on compressive strength and C/H ratio of carbon solids.

약  $1.60 \text{ g/cm}^3$ 을 나타내었고 그 이상의 온도에서는 밀도의 증가가 나타나지 않았다. 이와는 달리 체적 수축율은  $1200^\circ\text{C}$ 까지 큰 변화가 없으나  $1200^\circ\text{C}$  이상에서 크게 수축되었음을 알 수 있다.

Fig. 2는 소성온도 변화에 따른 압축강도 및 C/H비를 측정된 결과를 나타낸 것이다.  $900^\circ\text{C}$ 와  $1000^\circ\text{C}$  사이에서 압축강도의 증가가 현저하며  $1200^\circ\text{C}$ 에서 최대치를 나타낸 후 감소하고 있다. C/H비는 이와는 달리  $1000^\circ\text{C}$ 까지 큰 변화가 없으며  $1000^\circ\text{C}$  이후 C/H비가 증가하며  $1200^\circ\text{C}$  이후에 크게 증가하고 있다.

Table 2 및 Fig. 2의 결과를 고려해 보면 반성코크스 입자를  $900^\circ\text{C}$ 와  $1000^\circ\text{C}$  사이에서 결합재 성분이 용융되어 입자 상호간의 융착이 일어나며 일부 체적 수축율의 증가와 함께 밀도 및 압축 강도가 증가하는 것으로 생각되며 이 융착과정은  $1200^\circ\text{C}$ 까지 유지되므로 입자간의 결합력의 증가와 함께 수축율의 증가로 인해  $1200^\circ\text{C}$

$^\circ\text{C}$ 까지 압축강도 및 밀도가 증가되는 것으로 판단된다. 그러나  $1200^\circ\text{C}$  이후에는 밀도는 유지되나 압축강도는 저하하며 C/H비가 급격히 증가하는 것은 융착과정이  $1200^\circ\text{C}$ 에서 완료된 후 결합재 성분중 잔존하는 경질성분이 다량 유출되어 이에 따른 입자간의 결합력이 약화된 데 따른 결과로 추정되며, 밀도는 수축율의 증가에 의해  $1200^\circ\text{C}$ 와 동일하게 유지되는 것으로 판단된다.

#### 4. 결 론

반성코크스를 미분쇄하여 결합재를 사용하지 않고 탄소성형체를 제조한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 성형압의 변화에 따른 강도의 변화는 성형압이 증가함에 따라 증가하였으며  $1500 \text{ kg/cm}^2$ 의 경우 최대 증가를 나타내었으며,  $1500 \text{ kg/cm}^2$  이상에서는 증가폭이 둔화되었다.

(2) 강도는 소성온도가  $1200^\circ\text{C}$ 에서 가장 높은 값을 나타내었으나 그 이상의 온도에서는 점차 감소하였으며, 밀도변화는 없었다.

#### REFERENCES

1. Yamada, Y., Shibata, K., Honda, H. and Oi, S.: *Tanso*, No.88, 2(1977).
2. Ogawa, I., Yoshida, H. and Kobayashi, K.: *Tanso*, 113, 47(1983).
3. Ogawa, I. and Kobayashi, K.: *Tanso*, 98, 96(1979).
4. Mukohara, S. and Suzuki, H.: *Tanso*, 95, 141(1979).
5. 大谷 朝男: 炭素材料入門, p. 168, 日本炭素材料學會 (1981).