

# 석탄 합성가스 제조를 위한 pilot급 가스화 시스템 운전특성

정석우\*, 정우현, 이승종, 윤용승

## Operation Characteristics of Pilot-Scale Gasification System for Coal Syngas Production

Seokwoo Chung\*, Woo Hyun Jung, Seungjong Lee, Yongseung Yun

**Abstract** Gasification has been regarded as a very important technology to decrease environmental pollution and to obtain higher efficiency. The coal gasification process converts carbon containing coal into a syngas, composed primarily of CO and H<sub>2</sub>. And the coal syngas can be used as a source for power generation or chemical material production. This paper illustrates the operation characteristics and results of pilot-scale coal syngas production facilities. The entrained-bed pilot scale coal gasifier was operated normally in the temperature range of 1,300~1,400°C, 2~3 kg/cm<sup>2</sup> pressure. And Indonesian KPC coal produced syngas that has a composition of 46~54% CO, 20~26% H<sub>2</sub>, and 5~8% CO<sub>2</sub>.

**Key words**

Coal(석탄), Gasification(가스화), Syngas(합성가스), Pneumatic Conveying(기류수송), Refractory(내화재), Coal Feeding System(미분탄공급장치)

\* 고등기술연구원 Plant Engineering센터

■ E-mail : swchung@iae.re.kr ■ Tel : (031)219-1946 ■ Fax : (031)219-2306

### 1. 서론

가스화용융 기술은 석탄, petroleum coke, 폐기물 등의 시료로부터 유용한 대체에너지원인 합성가스를 생산하는 고차압, 고효율 기술로서, 생산되는 합성가스는 천연가스를 대체하여 발전에 사용되거나 화학원료 또는 액체연료를 생산하기 위한 원료 물질로 사용이 가능하다. 가스화기 내부에서 공급되는 시료와 산소의 가스화 반응에 의해 생산되는 합성가스는 CO와 H<sub>2</sub>가 주 성분이며, 가스화기 내부의 고온 조건으로 인해 공급

되는 시료 중 무기물 성분은 용융되면서 골재 또는 노반재 등으로 재활용이 가능한 슬랙 형태로 배출된다. 그리고, 가스화용융 기술의 장점으로서는 가스화기 내부가 환원성 분위기이므로 주요 공해물질인 SO<sub>x</sub>와 NO<sub>x</sub>의 발생을 최소화할 수 있다는 점이다. 이는 가스화반응이 산소가 불충분한 불완전연소이므로 화학반응 자체에서 SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>가 발생하지 않고, 대신 시료 내의 S와 N 성분이 H<sub>2</sub>S와 NH<sub>3</sub> 형태로 대부분 발생되므로 후단 공정에서의 처리가 용이하기 때문이다.

가스화용융의 대표적인 공정인 가스화복합발전(IGCC) 시스

템은 석탄, 중잔유 등과 같은 고체 및 액체 시료를 고온/고압의 조건에서 가스화반응을 통하여 CO와 H<sub>2</sub>가 주성분인 합성가스를 제조한 다음 가스정제 공정을 거쳐 가스터빈에서 1차발전, 증기터빈에서 2차 발전을 하는 방식으로 말하며, 주요 설비로는 가스화기계통, 가스정제계통, 발전계통 및 산소분리계통 등으로 구분된다. 석탄가스화복합발전의 경우에는 매장량이 풍부하며 세계적으로 골고루 분포되어 있는 석탄을 환경친화적이면서도 42~50% 정도의 고효율로 활용이 가능하도록 하는 신뢰성 있는 차세대 발전기술로서, 미국, 일본, 유럽 등의 선진국에서는 이미 국가적인 차원에서 연구개발과 실증 플랜의 건설/운전이 진행중에 있으며, 국내에서도 2006년 12월부터 300 MW급 한국형 석탄 IGCC 발전소 건설 프로젝트가 시작되어 진행중에 있다. 석탄가스화복합발전 기술은 기존의 미분탄 발전방식에 비하여 발전효율이 5~10% 이상 높고, 건설비용이 감소하는 추세에 있으므로 향후 전력생산 단가의 감소가 가능하다. 그리고, 발전효율의 증대로 인해 20% 내외의 CO<sub>2</sub> 저감효과를 얻을 수 있으므로 향후 Green Round에 의한 탄소배출권이 현실화 될 경우 경제적 파급효과는 더욱 커질 것으로 예상되고 있다.

또한, 선진국에서와 같이 매년 수천억원을 투입할 여건이 안 되는 국내 상황에서 차세대발전 기술에 대한 대비의 일환으로 pilot급 설비를 활용하여 실제 IGCC 운전조건에서의 기술적 문제점을 파악함으로써, 앞으로 상용화 설비의 국내 건설완료 및 운영시 발생할 수 있는 시행오차를 최소화하고, 한국형 IGCC 기술로 도약하는데 필요한 기반기술을 구축하는 것이 필요하다고 할 수 있다. 따라서, 본 연구에서는 이러한 기반기술 확보의 일환으로 미분탄을 정량적으로 이송하고 가스화기에 공급하기 위한 denseveying 시스템, weighing 시스템 및 고압 미분탄공급장치 등에 대한 개선작업을 진행한 후 양질의 합성가스 제조를 위한 pilot급 가스화 시스템 운전특성 시험을 진행하였다.

그리고, 석탄 가스화기에 공급되는 석탄은 산소와 연소, 수증기와 반응, CO<sub>2</sub>와 반응하면서 가스화가 진행되는데, 공급되는 석탄 원료 중 유기물질의 99% 이상은 합성가스로 전환되는 반면, 무기물의 대부분은 용융 슬래크로 가스화기 벽을 타고 흘러 내려 가스화기 하부의 냉각 탱크에서 급랭되어 배출된다. 그러므로, 석탄 가스화기는 내부에는 내화재를 시공하여 가스화기를 보호하면서 열효율을 높여주게 되는데, 이때 내화재의

정확한 선정과 내화재의 형상설계에 대한 사항은 무엇보다 중요한 기술 중의 하나로 꼽을 수 있다. 따라서, 국산 내화재를 대상으로 고온, 고압 조건에서 운전되는 가스화기의 유지보수 기간을 설정하는데 중요한 요인이 되는 내화재의 성능특성 시험을 병행하여 진행하였다.

## 2. 실험장치

### 2.1 Pilot급 석탄 가스화기 시스템

대상탄의 가스화 특성을 시험하기 위한 1톤/일급 석탄 가스화기 시스템은 석탄을 74 $\mu$ m 크기의 미분탄으로 분쇄하고 열풍을 이용하여 수분함량 5% 이내로 건조시키기 위한 석탄 분쇄/건조장치, 분쇄/건조된 미분탄을 PC bin에서 저장/분배장치까지 질소가스를 이용하여 이송하기 위한 denseveying 장치, 고압으로 운전되는 석탄 가스화기에 스크류피더에서 정량적으로 공급되는 미분탄을 질소가스에 의한 기류수송 방식에 의해 석탄 가스화기로 공급하는 고압 미분탄공급장치, 공급되는 미분탄과 산소의 가스화 반응에 의해 수소와 일산화탄소가 주성분인 양질의 합성가스를 제조하기 위한 분류층 석탄 가스화기 등으로 구성되는데, Fig.1은 본 실험에서 적용한 1톤/일급 pilot 석탄 가스화기 시스템의 공정구성도를 나타낸 것이다.

그리고, 1톤/일급 석탄 가스화기에서 생성된 고온의 합성가스는 후단 정제설비의 처리온도까지 냉각수와의 간접 열교환 방식에 의해 냉각시키기 위한 합성가스 냉각장치, 합성가스에 포함된 분진을 제거하기 위하여 금속필터 또는 세라믹필터를

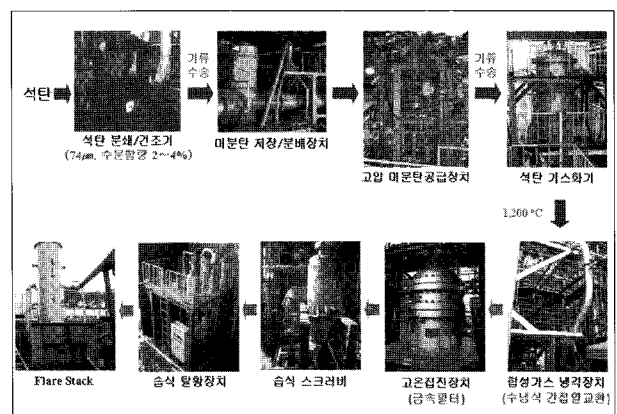


Fig. 1 Process diagram of 1 ton/day scale coal gasification system

장착하는 고온집진장치, 합성가스 중 H<sub>2</sub>S 성분을 제거하기 위한 습식탈황장치를 거쳐 플래어스택에서 연소시키는 공정으로 구성하였다.

## 2.2 미분탄 denseveying 및 weighing 시스템

미분탄 denseveying 시스템은 분쇄/건조된 미분탄을 PC bin에서 저장/분배장치까지 기류수송 방식에 의해 이송하기 위한 설비로서 제어실에서 자동운전을 진행할 수 있도록 구성하였는데, 분쇄/건조된 미분탄이 로타리 밸브를 통하여 일정량씩 체분리기에 공급되면 체분리기에서는 미분탄에 포함된 이물질을 제거하고 하부에 설치된 denseveyor로 미분탄을 공급하게 되며 레벨게이지의 감지에 따라 자동으로 미분탄이 저장/분배장치에 기류수송 된다.

미분탄 weighing 시스템은 분배/저장호퍼에서 고압 미분탄 공급장치로 공급되는 미분탄의 무게를 측정하기 위한 설비로서 압축식 로드셀을 적용함으로써 공급되는 미분탄이 정량적으로 계량되면서 원활히 배출될 수 있도록 구성하였다. Fig.2는 시험에 적용한 미분탄 denseveying 및 weighing 시스템의 제어화면을 나타낸 것이다.

## 2.3 고압 미분탄공급장치

고압 미분탄공급장치는 스크류피더에 의해 공급되는 미분탄을 질소가스를 이용한 기류수송 방식에 의해 고온, 고압 조건으로 운전되는 석탄가스화기에 이송하기 위한 핵심 설비로서, 가스화효율 증대를 위해 석탄가스화기 내부로 분사되면서 선화를

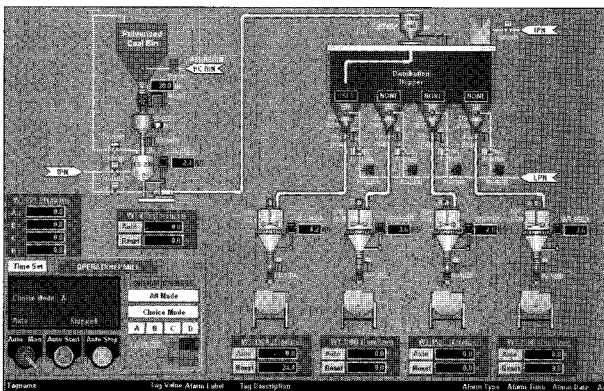


Fig. 2 Control screen of pulverized coal denseveying and weighing system

형성할 수 있도록 총 4기로 구성되어 있다. 그리고, 고압 미분탄공급장치는 미분탄 공급량에 따라 다소의 차이는 있지만 정상운전 중 가스화기의 운전압력보다 30~60 inch H<sub>2</sub>O 높은 가압 상태로 운전되면서 스크류피더가 작동되면서 질소가스에 의한 기류수송에 의해 내부에 저장된 미분탄을 가스화기에 공급하는 하부호퍼(Injection Vessel)와 상압 상태로 유지되다가 미분탄 재충진시 가압/감압 과정을 반복하면서 lock hopper 방식에 의해 외부로부터 추가적으로 공급되는 미분탄을 하부호퍼에 공급하는 상부호퍼(Lock Vessel)로 구성하였다.

본 연구에서는 석탄가스화기 시스템을 보다 높은 압력조건에서 운전하거나 미분탄 공급량을 증대시킬 수 있는 조건에서 보다 안정적인 운전을 진행하기 위하여 고압 미분탄공급장치에 설치된 스크류피더 구동용 감속모터를 기존의 감속비 30:1에서 20:1로 변경하여 교체함으로써 스크류피더용 인버터의 동일한 헤르쯔(Hertz) 조건에서 미분탄 공급량을 기존의 스크류피더의 공급량보다 증가시킬 수 있도록 개선하여 구성하였다. Fig. 3은 실험에서 사용된 고압 미분탄공급장치의 구성도를 나타낸 것이다.

## 3. 실험 및 결과

### 3.1 대상탄 분석

Pilot급 석탄 가스화기 시스템을 이용한 실험에서는 국내 화력발전소에서 보조탄으로 사용하는 인도네시아 아역청탄인 KPC탄을 대상으로 하였으며, 대상탄의 분석결과는 Table 1에

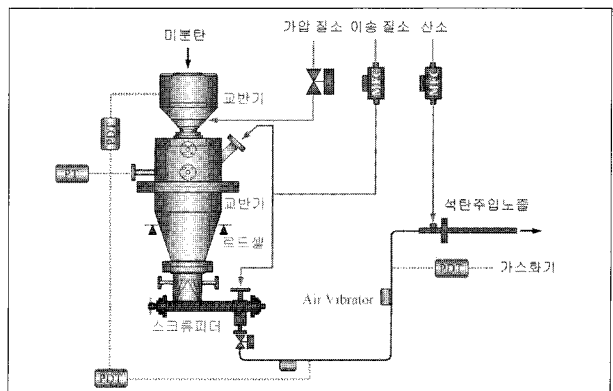


Fig. 3 Schematic diagram of high pressure pneumatic coal feeding system

나타내었는데, 이 분석 결과에 의하면 KPC탄의 경우 기존에 실험하였던 Roto, Kideco 등 다른 인도네시아 아역청탄에 비하여 회분 함량이 비교적 많은 편이고, 탄소 성분의 함량이 많으며 이에따라 발열량이 200~300 kcal/kg 정도 높은 것으로 분석되었다.

### 3.2 석탄 가스화기 운전조건

대상탄인 KPC탄의 가스화 특성 시험을 위하여 1톤/일급 석탄 가스화기는 24시간 LPG를 이용한 예열 후 내부온도 1300~1400℃, 운전압력 2.5기압 조건에서 시험을 진행하였다. 그리고, Table 2에 나타내었듯이 미분탄은 고압 미분탄공급장치를 이용하여 40~45 kg/h 조건으로 공급하였고 미분탄의 가스화 반응을 위해 산화제로 공급되는 산소는 미분탄과 무게비로 0.7~0.85 정도 범위인 20~26 Nm<sup>3</sup>/h를 공급하였으며,

Table 1. Analysis data of feed coal

Proximate Analysis <sup>1</sup> [wt.%]	Moisture	11.63
	Volatile Matter	37.97
	Ash	5.0
	Fixed Carbon	45.4
Ultimate Analysis <sup>2</sup> [wt.%]	C	75.31
	H	5.64
	N	0.90
	S	0.79
	O	11.71
Ash		5.65
Calorific Value [kcal/kg]		7,031

주 1) As-received basis 2) Dry basis

미분탄을 석탄 가스화기에 기류수송하기 위하여 4기의 고압 미분탄공급장치에 이송용 질소가스를 17~18 Nm<sup>3</sup>/h 공급하였다.

### 3.3 고압 미분탄공급장치 성능시험

고압 미분탄공급장치에서 미분탄을 정량적으로 공급하는 스크류피더 구동용 감속모터를 개선한 후 미분탄 공급량 증가 정도를 확인하기 위하여 스크류피더에 대한 성능시험을 진행하였는데, 그 결과는 Fig. 4와 같이 기존 감속모터를 사용하였을 경우 미분탄 공급량 부하 85% 조건인 50Hz 조건에서 26.3 kg/h의 미분탄이 공급되었으나, 감속모터 개선함에 따라 동일

Table 2. Operating conditions of coal gasifier

Variables	Operating Condition
Gasifier Pressure	2.5 kg/cm <sup>2</sup>
Gasifier Temperature	1300~1400 °C
Coal Feed Rate	40~45 kg/h
Oxygen Feed Rate	20~26 Nm <sup>3</sup> /h
Nitrogen Feed Rate	17~18 Nm <sup>3</sup> /h

한 조건에서 36.6 kg/h의 미분탄 공급이 가능해짐으로써 스크류피더의 미분탄 공급량이 30% 이상 증가되었다.

그리고, 스크류피더 구동용 감속모터 개선에 따른 고압 미분탄공급장치의 정량공급 특성을 확인하기 위하여 cold test를 진행하였는데, 그 결과 미분탄 공급 설정값 20 kg/h 조건으로 시험하였을 때 Fig. 5에 나타낸 바와같이 20.59 kg/h이 공급되었으며, 고압 미분탄공급장치의 정상운전이 진행되는 동안 실제로 공급되는 미분탄 양이 설정값에 따라 정량적으로 일정하게 공급됨을 확인할 수 있었다.

### 3.4 가스화 시스템 운전결과

아역청탄인 KPC탄을 대상으로 양질의 석탄 합성가스 제조를 위하여 Table 2의 조건에서 실시한 실험결과는 Fig. 6에 나타낸 바와 같다. Fig. 6에 나타낸 결과에 의하면 정상운전중 가스화기 압력은 2.5~2.6kg/cm<sup>2</sup>에서 일정하게 유지되었고, 가스화기 내부온도는 1,300~1,380℃로 운전되었으며, 기류수송 방식에 의해 미분탄을 40~45kg/h 공급하는 조건에서 합성가스는 90~110Nm<sup>3</sup>/h 정도가 안정적으로 제조되었음을 알 수 있다.

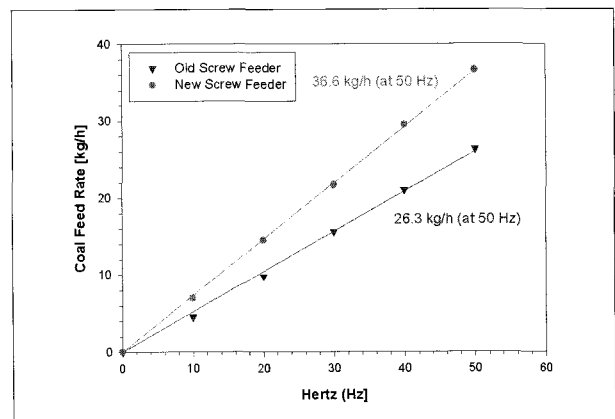


Fig. 4 Comparison of coal feed rate before and after the improvement of geared motor

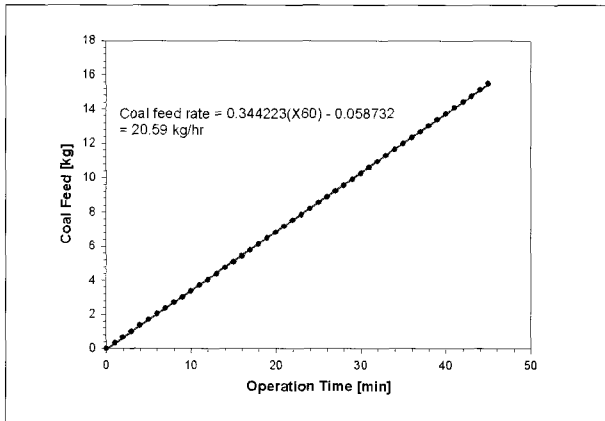


Fig. 5 Calibration result of screw feeder after the improvement of geared motor

그리고, Fig. 7은 1톤/일급 석탄 가스화기 시스템을 이용하여 제조한 석탄 합성가스의 조성을 나타낸 그래프로서, KPC탄을 대상으로 Table 2에 나타난 운전조건에서 가스화기 시스템 정상운전시 on-line 분석기를 이용한 측정 결과, 부피비로 CO 48~54%, H<sub>2</sub> 20~26%, CO<sub>2</sub> 5~8% 조성을 갖는 양질의 합성가스를 제조할 수 있었다. 이 결과에서 합성가스의 3가지 조성을 제외한 나머지는 거의 대부분 미분탄의 기류수송에 사용되는 이송용 질소 가스이다. 그리고, Fig.7의 그래프에서 2시 50분부터 5 kg/h 조건으로 스팀을 공급함에 따라 H<sub>2</sub> 조성이 약 2% 정도 증가되면서 이에따라 CO 농도가 감소하고 CO<sub>2</sub> 농도가 증가함을 알 수 있다.

석탄 가스화기의 성능을 나타내는 가스화 탄소전환율과 냉가스효율을 Fig. 8에 나타내었는데, 가스화 탄소전환율은 합성가스 유량측정장치의 계기오차와 on-line 분석기에서 분석되는 합성가스 조성의 시간차에 따라 다소의 차이는 있지만 가스화기 정상운전 시간 동안 평균적으로 99% 정도 이었으며, 냉가스효율은 70~75% 정도의 상태에서 안정적으로 운전이 진행되었다.

### 3.5 내화재 특성 시험

내화재 특성 시험에서는 국내에서 생산되는 내화재를 대상으로 알루미늄(Al) 계열 내화재와 크롬(Cr) 10% 함유 내화재에 대한 기본적인 물성 비교 시험, 시편 제작을 통해 고온 용융 조건에서 슬래크에 의한 내화재 침식특성을 파악하기 위한 회전 침식 시험 및 용융 슬래크의 내화재 내부로의 침투특성을 파악하기

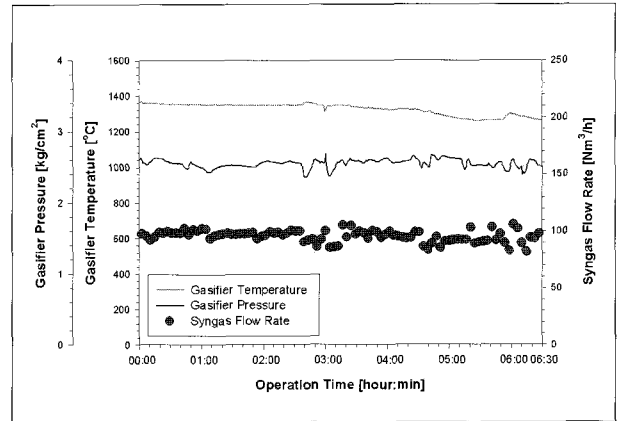


Fig. 6 Operation profile of 1 ton/day scale coal gasifier

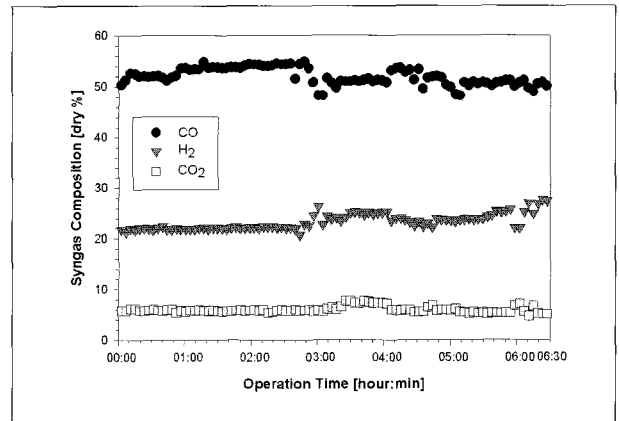


Fig. 7 Coal Syngas composition produced from 1 ton/day scale coal gasifier

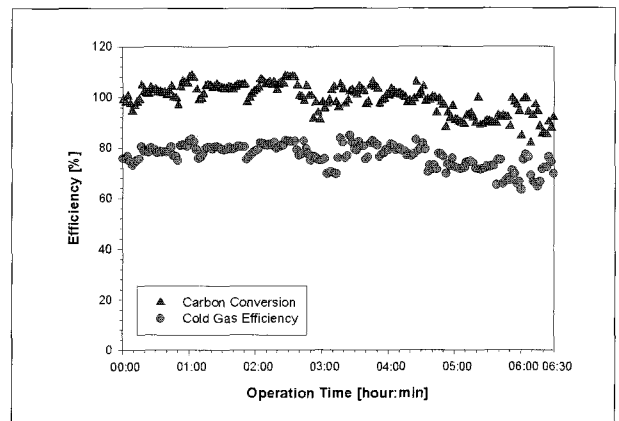


Fig. 8 Profiles of carbon conversion and cold gas efficiency

위한 도가니 침윤 시험을 진행하였다.

그리고, 이 결과를 바탕으로 크롬 함유 내화재에 대해 크롬 함량을 10%, 20%, 40%, 60%로 변화시킨 시편을 제작한 후 고

온 용융 조건에서 내화재 특성 시험을 진행하였는데, 시편을 제작한 후 동일한 조건에서의 회전 침식 시험을 통하여 크롬 함량에 따른 슬래깅 가스화기 적용특성을 파악하였다.

### 3.5.1 Al vs Cr 내화재 시험 결과

먼저, 알루미늄 계열 내화재와 크롬 함유 내화재에 대해 화학적 조성 분석을 실시하고, 시편을 제작하여 1,500℃의 동일한 온도조건으로 가열하면서 선변화율, 곡강도, 압축강도, 기공율 등의 물리적 특성을 측정하였는데, 그 결과는 각각 Table 3과 Table 4에 나타낸 바와 같다.

Table 3의 분석결과에 의하면 2종류의 내화재 성분에 있어 가장 큰 차이점은 알루미늄 계열 내화재는 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 성분이 95% 까지 함유되어 있다는 점이고, 크롬 내화재는 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 성분이 10% 함유되어 있다는 것이다. 그리고, 일반적으로 내화재의 물리적 특성은 고온에서 선변화율이 작을수록, 곡강도와 압축강도가 클수록, 기공율이 작을수록 우수하다는 측면에서 볼 때 Table 4의 결과에 따라 크롬 함유 내화재가 슬래깅 방식의 가스화기에 적합할 것으로 판단되었다.

실제 용융 슬래크에 의해 내화재 침식특성을 파악하기 위한 회전 침식 시험은 내화재 시편의 내식성 평가를 위하여 진행하였는데, 시험장치를 1,500~1,600℃ 조건으로 가열하고 회전시키면서 슬래크를 공급하여 장시간 용융 슬래크와 내화재를 접촉시킨 후 용융 슬래크에 의한 내화재 침식 정도를 측정하는 방식으로 진행하였다. 그리고, 내화재 내부로의 용융 슬래크에 의한 침투 정도를 파악하기 위한 도가니 침윤 시험은 도가니 형태로 내화재 시편을 제작하고 내부에 일정량의 슬래크를 넣은 후 고온 전기로에 넣어 1650℃ 온도 조건에서 6시간 동안 유지하는 상태

Table 3. Chemical compositions of alumina and chrome castable refractory

Refractory		Al	Cr
Chemical Composition [wt.%]	SiO <sub>2</sub>	0.17	1.17
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	95.47	78.26
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.09	0.08
	CaO	3.74	2.46
	MgO	0.07	0.11
	Na <sub>2</sub> O	0.43	0.00
	K <sub>2</sub> O	0.00	0.12
	TiO <sub>2</sub>	0.02	2.73
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	10.06	

Table 4. Physical properties of alumina and chrome castable refractory

내화재 종류	선변화율[%]	곡강도[kg/cm <sup>2</sup> ]	압축강도[kg/cm <sup>2</sup> ]	기공율[%]
Al	0.31	145.0	600	28.57
Cr	0.38	400.1	1,969	15.65

에서 진행하였는데, Fig. 9와 Fig. 10은 각각 알루미늄 계열 내화재와 크롬 함유 내화재의 회전 침식 시험 및 도가니 침윤 시험 결과를 나타낸 것이다.

Fig. 9의 결과에 의하면 11시간동안 회전 침식 시험을 진행한 결과 알루미늄 계열 내화재는 용융 슬래크에 의해 12.28 mm가 침식되었으며, 크롬 함유 내화재는 거의 침식되지 않고 오차범위인 0.8 mm가 침식된 것으로 확인되었다. 따라서, 용융 슬래크의 흐름에 의한 침식 정도가 훨씬 작은 크롬 함유 내화재가 고온으로 운전되는 슬래깅 가스화기의 장시간 수명유지에 유리할 것으로 판단되었다. 그리고, Fig. 10에 나타낸 결과에서는 알루미늄 계열 내화재의 경우 용융 슬래크가 내화재 내부로 침투한 흔적을 확실히 확인할 수 있었으며 이에 따라 잔존 슬

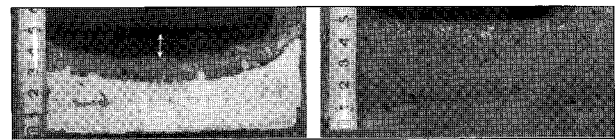


Fig. 9 Comparison of erosion test results of alumina and chrome castable refractory

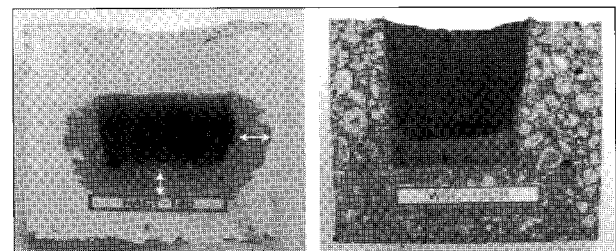


Fig. 10 Comparison of penetration test results of alumina and chrome castable refractory

래크이 거의 없었으나 크롬 함유 내화재의 경우에는 내화재 내부로의 침투 흔적 없이 시료로 사용한 슬래크가 녹았다가 그대로 다시 고형화되어 쌓여 있는 것으로 확인되었는데, 그 이유는 크롬 함유 내화재가 보다 치밀한 구조를 형성하여 내화재의 내침식성과 내침윤성을 향상시키기 때문인 것으로 예측되었다.

### 3.5.2 Cr 함량별 내화재 시험 결과

알루미늄 계열 내화재와 크롬 함유 내화재의 슬래깅 가스화

기 적용을 위한 회전 침식 시험 및 침윤 특성 비교시험 결과를 바탕으로 크롬 함량을 10%, 20%, 40%, 60%로 각각 변경시킨 4종류의 시편을 제작하여 내화재의 성능특성 시험을 진행하였는데, Fig. 11은 내화재 시편의 내열충격성을 확인하기 위하여 1,400℃ 가열과 공냉, 수냉을 반복하며 시험을 진행한 스폐링(spalling) 시험 결과를 나타낸 것으로서, 이 결과에 의하면 크롬 함량이 증가할수록 내화재 시편의 크랙(crack) 발생이 감소함으로써 내스폴링성이 우수한 것으로 확인되었다.

그리고, Fig. 12는 회전 침식 시험장치 내부온도 1500~1600℃ 조건에서 슬래크를 계속 공급하며 48시간 동안 진행한 침식 시험 결과를 나타낸 것인데, 이 결과에 의하면 크롬 10% 내화재는 6.7 mm, 20% 내화재는 3.2 mm, 40% 내화재는 2.9mm, 60% 내화재는 오차범위인 0.9 mm가 침식됨으로써 내화재의 크롬 함량이 증가함에 따라 내침식성이 향상되는 것으로 확인되었다. 따라서, 고온의 용융 조건에서 운전되는 슬래킹 가스화기의 경우 크롬 함량이 높은 내화재를 사용하는 것이 용융 슬래크에 의한 내화재 손상을 방지하면서 안정적인 연속

Cr 함량	상부면	하부면
10%		
20%		
40%		
60%		

Fig. 11 Comparison of spalling test results of chrome castable refractories

운전을 진행하는데 도움이 될 것으로 판단된다.

#### 4. 결론

국내 화력발전소에서 사용하는 인도네시아 아역청탄인 KPC 탄을 사용한 2.5기압, 1300~1380℃ 조건에서의 석탄 가스화

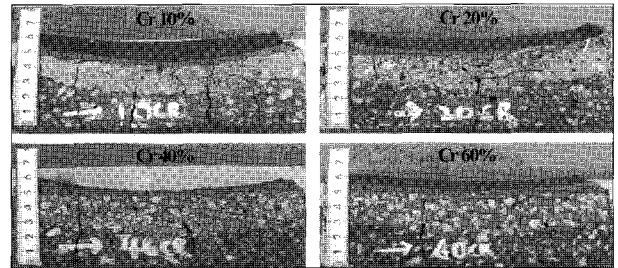


Fig. 12 Comparison of erosion test results of chrome castable refractories

시험을 통하여 대상탄의 가스화 특성 파악 및 양질의 합성가스 제조를 위한 운전기술 개발을 진행하였는데, 미분탄의 이송 및 공급장치를 개선한 후 시험을 진행한 결과 미분탄을 40~45 kg/h 조건으로 일정하게 공급하는 상태에서 CO 48~54%, H<sub>2</sub> 20~26%, CO<sub>2</sub> 5~8% 조성의 양질의 합성가스를 100 Nm<sup>3</sup>/h 정도 안정적으로 제조할 수 있었다. 그리고, 정상운전 동안에 가스차 탄소전환율은 평균 99% 정도이었으며, 냉가스효율은 70~75%를 달성하였다.

그리고, 고온, 고압 조건에서 운전되는 슬래킹 가스화기의 핵심 요소기술 중 하나인 내화재의 특성파악을 위하여 국산 내화재를 대상으로 성능특성 시험을 진행하였는데, 회전 침식 시험, 침윤 시험 및 스폐링 시험 등의 시험을 진행한 결과, 크롬 함유 내화재가 알루미늄 계열 내화재에 비해 내침식성, 내침윤성이 우수한 것으로 확인되었으며, 크롬 함량이 증가함에 따라 역시 내침식성과 내침윤성이 향상되어 슬래킹 가스화기의 장시간 안정적인 운전에 유리할 것으로 판단되었다. 하지만, 내화재의 크롬 함량이 증가함에 따라 비용적인 측면 또한 크게 증가하므로 슬래킹가스화기 설계시 용융 슬래크와의 접촉이 많은 곳은 크롬 함량이 높은 내화재를 선정하고, 용융 슬래크와 접촉하지 않는 부분은 크롬 함량이 낮은 내화재를 적용하는 방식의 설계가 필요할 것으로 판단된다.

#### 후기

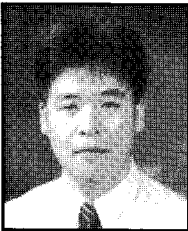
본 연구는 산업자원부 산하 에너지관리공단 신·재생에너지센터와 석탄 IGCC 사업단에서 지원하는 “3톤/일급 가스화시스템 구축 운전 및 국내 고유 가스화기 모델 개발” 과제 및 한국에너지기술연구원에서 지원하는 “습식 가스화기 내화재 선정평가 및 습식세정장치 기본설계 기술 개발” 과제의 일환으로

수행되었습니다. 지원에 감사드립니다.

## References

- (1) 정석우, 김문현, 이승중, 윤용승, "석탄 합성가스 제조 및 화학 원료(DME) 전환설비의 운전특성", 한국신·재생에너지학회 춘계학술대회, p.83~86, 2006
- (2) 산업자원부, 가스화 복합시스템 연계 실증 및 모사기술 개발, 보고서 2000-N-CO02-P-01, Vol.1, 2002
- (3) Y.Yun, S.W.Chung, S.J.Lee, Preliminary Selection of IGCC Candidate Coals in Korea for IGCC Applications, Pittsburgh Coal Conference, 2007
- (4) Y.Yun, S.W.Chung, Gasification of an Indonesian subbituminous coal in a pilot- scale coal gasification system, Korean J. Chem. Eng., 24(4), p.628~632, 2007
- (5) J. Rawers, K. Collins, M. Peck, Oxides Reactions with a High-Chrome Sesquioxide refractory, Journal of Material Science 36, p.4837~4843, 2001
- (6) J. Bonar, C. Kennedy, R. Swaroop, Coal Ash Slag Attack and Corrosion on the Refractories, American Ceramic Society Bulletin, Vol.59, No.4, p.473~478, 1980
- (7) W. T. Bakker, Greenberg M. Trondt, U. Gerhardus, Refractory Practice in Slagging Gasifiers, American Ceramic Society Bulletin, Vol.63, No.7, p.870~876, 1984

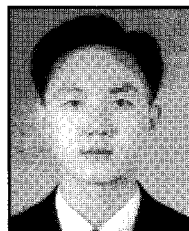
### 정석우



1993년 아주대학교 화학과 이학사  
1995년 아주대학교 에너지학과 공학석사  
2000년 아주대학교 시스템공학과 공학박사 수료

현재 고등기술연구원 플랜트엔지니어링센터 수석연구원  
(E-mail : swchung@iae.re.kr)

### 정우현



1997년 수원대학교 기계공학과 공학사  
2001년 수원대학교 기계공학과 공학석사  
2004년 아주대학교 에너지학과 공학박사 수료

현재 고등기술연구원 플랜트엔지니어링센터 선임연구원  
(E-mail : castor@iae.re.kr)

### 이승중



1988년 연세대학교 화학과 이학사  
1990년 연세대학교 화학과 이학석사  
2002년 아주대학교 시스템공학과 공학박사

현재 고등기술연구원 플랜트엔지니어링센터 수석연구원  
(E-mail : sjlee@iae.re.kr)

### 윤용승



1974년 연세대학교 화학공학과 공학사  
1980년 KAIST 화학공학과 공학석사  
1990년 University of Utha 화학공학과 공학박사

현재 고등기술연구원 플랜트엔지니어링센터 연구위원  
(E-mail : ysyun@iae.re.kr)