

용매추출법으로 제조된 무회분석탄의 물성 및 열적특성 비교

권호중^{*,**}, 최호경^{*,†}, 조완택^{*}, 김상도^{*}, 유지호^{*}, 전동혁^{*}, 임영준^{*}, 임정환^{*}, 이시훈^{*}, 이영우^{**,†}

Comparative Physical Properties and Thermal Characteristics of Ash-Free Coal Produced by Solvent Extraction

Ho Jung Kwon^{*,**}, Ho kyung Choi^{*,†}, Wan Taek Jo^{*}, Sang Do Kim^{*}, Ji Ho Yoo^{*}, Dong Hyuk Chun^{*}, Young Joon Rhim^{*}, Jeong Hwan Lim^{*}, Si Hyun Lee^{*}, Young Woo Rhee^{**,†}

전 세계 석탄 매장량 약 9천억 톤으로 그중 저등급석탄은 54%의 비율을 차지하고 있는데[1], 일반적으로 이러한 저등급석탄은 수분함량이 높고, 발열량은 낮아 이용에 어려움이 있다. 또한 석탄에 포함되어 있는 회분은 여러 가지 환경오염 문제를 일으키다[2]. 때문에 석탄을 청정하게 사용하기 위한 기술들이 연구되고 있고, 특히 잘 사용되지 못하는 저등급석탄의 회분과 수분을 제거하여 여러 분야에 적용하기 위한 연구들이 활발하게 진행되고 있다[3].

회분과 수분을 제거하기 위한 대표적인 화학적 전처리 방법으로 용매추출법이 있다[4]. 본 연구는 석탄의 용매추출에서 극성용매와 비극성용매로 만든 추출액을 감압증류, 회석침전 방식으로 각각 제조된 무회분석탄의 열적특성을 비교하였다. 석탄의 용매추출은 3단계로 구분할 수 있다. 첫 번째는 석탄과 유기용매를 일정비율로 혼합하여 슬러리를 만드는 과정이고 두 번째는 제조된 슬러리를 반응기에 투입 후 온도를 올려 석탄의 유기성분을 용매가 녹여내는 단계이다. 세 번째로는 반응이 끝난 슬러리를 금속 필터를 이용하여 고/액 분리 후 액체성분인 '추출액'을 건조하여 무회분석탄을 얻어내는 단계이다. 분석용 샘플 제조에는 원탄으로 아역청탄 등급의 인도네시아 Kideco 석탄과 추출용 용매로 극성용매인 N-methyl-2-pyrrolidone (NMP)을 사용하였다. 샘플의 물성변화 확인을 위해 공업분석, 발열량분석과, 열적특성 확인을 위해 TGA분석을 실시하였다.

각 샘플에 대한 명명은 다음과 같다. Raw는 원탄, NMP는 NMP로 추출한 무회분석탄을 의미하고, VD는 감압건조, SD는 분무건조를 이용하여 회수한 무회분석탄을 뜻한다. DP는 회석침전방식을 말하고 DP 뒤에 붙는 W는 회석용매로 사용한 water을 의미한다.

Table 1은 원탄과 무회분석탄의 공업분석과 발열량 분석 결과이다. 제조된 모든 무회분석탄은 원탄에 비해 회분함량이 4.59 wt%에서 2.43 wt%이하로 줄어들었다. 또한 원탄은 발열량이 44 10 kcal/kg으로 낮고, 무회분석탄의 발열량은 66 59 kcal/kg 이상으로 높은 수치를 나타낸다.

Table 1. Proximate analysis and calorific value of raw and ash-free coal samples

Sample	Proximate analysis (wt%)				Calorific value (kcal/kg)
	Moisture	Ash	Volatile Matter	Fixed Carbon	
Raw	27.23	4.59	33.42	34.76	4,410
NMP-SD	0.52	2.43	57.25	39.80	6,659
NMP-VD	0.50	1.09	55.55	42.86	7,581
NMP-DP-E	0.54	1.37	42.09	56.00	8,207
NMP-DP-W	0.50	0.82	51.02	47.66	7,596

* Dry and ash-free basis

다음은 Air 분위기에서 TGA 분석을 한 결과이다. Figure 1은 온도변화에 따른 무게 감량을 나타 내었고, Figure 2에서는 DTG를 나타내었다.

Figure 1에서 원탄은 회분을 많이 함유하고 있어 연소 후 질량이 0이 아니고, 무회분석탄의 경우 회분을 거의 함유하고 있지 않기 때문에 질량이 0에 가깝게 나타난다. Figure 2에서는 무회분석탄의 연소 온도가 원탄보다 올라간 것을 확인 할 수 있다. 또한 DTG의 피크가 비교적 좁고 높게 나타난 것을 확인 할 수 있는데 이는 제조된 무회분석탄이 보다 일정한 영역에서 연소될 수 있음을 의미한다.

* 한국에너지기술연구원 305-343 대전광역시 유성구 가정로 152

** 충남대학교 에너지과학기술대학원 305-764 대전광역시 유성구 대학로 99

† 연락처, khjkhjkwon@naver.com
TEL : (042) 860-3453

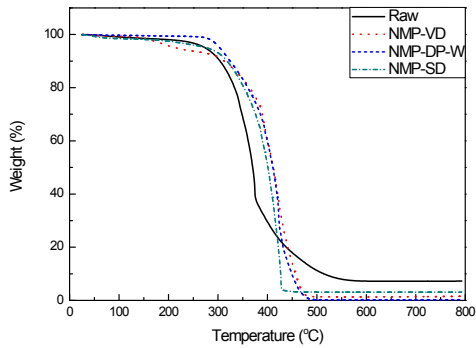


Fig. 1 AFC extracted by NMP : Weight

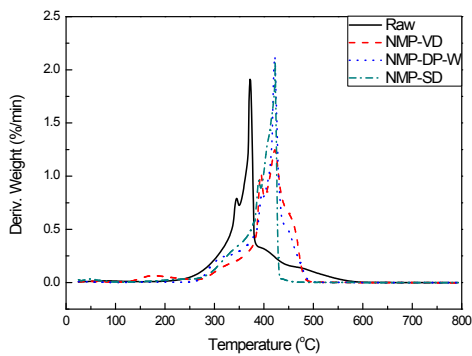


Fig. 2 AFC extracted by NMP : Deriv. Weight

본 연구에서는 석탄의 회분제거를 위해 용매추출법을 이용하여 무회분석탄을 제조하였으며, 물리적 특성과 열적특성을 확인하기 위하여 공업분석, TGA분석을 실시하였다.

제조된 무회분석탄 모두 원탄에 비해 회분함량이 감소하였으며, 휘발분과 발열량이 증가하였다. 또한 저등급석탄인 원탄으로부터 제조된 무회분석탄은 고등급석탄과 같은 연소특성을 보인다.

후 기

본 연구는 2013년도 산업통상자원부의 재원으로 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다. (No. 201310101810)

참고 문헌

- [1] British Petroleum, "Statistical Review of World Energy,"(2015).
- [2] Rahman, M., Samanta, A., Gupta, R., "Production and characterization of ash-free coal from low-rank Canadian coal by solvent extraction," Fuel Processing Technol., 115, 88-98(2015).

3).

[3] S. C. Sin, "Japan Clean Coal Cycle Initiative" KIER, APEC. Energy Group, January(2005).

[4] Sato, Y., Kushiyama, S., Tatsumoto, K. and Yamaguchi, H., "Upgrading of Low Rank Coal with Solvent," Fuel Process. Technol., 85, 1551-1564(2004).