

# 투과전자현미경을 이용한 활성 잔사회 분석에 관한 연구

## A Study on Analytical Method for Energetically-Modified Reject Fly Ash Using Transmission Electron Microscope

정재현\*                      추용식\*\*  
Jeong, Jae-Hyun              Chu, Yong-Sik

### Abstract

Energetically-modified material using reject fly ash was manufactured to investigate the effect of the material on strength characteristic of cement mortar. In order to modify reject fly ash, a vibration mill was used. After grinding process, the defects in the alignment of atom was checked using transmission electron microscope. It was found that the compressive strength values of 28 days-cured specimens using energetically-modified reject fly ash (ERFA) were higher than that of mortar with non-ground reject fly ash.

키워드 : 모르타르, 플라이애쉬, 화력발전소, 폐기물 재활용  
Keywords : mortar, fly ash, thermal power plant, waste recycling

### 1. 서론

화력발전소에서 발생하는 플라이애쉬는 정제회와 잔사회로 나눌 수 있다. 이 중 잔사회는 정제회에 비해 입자가 크고 미연탄소 함량이 높아 사용량이 미미한 형편이다. 따라서 본 연구에서는 잔사회의 활용률을 증진시키기 위해 활성화 잔사회의 모르타르 적용성을 검토해 보았다. 또한 투과전자현미경을 통해 활성화된 입자의 상태를 분석하였다.

### 2. 재료 및 실험 방법

실험에 사용된 잔사회는 한국남동발전 삼천포화력에서 입수하였으며 잔사회의 화학 성분을 표 1에 나타내었다. 잔사회 입자를 활성화하기 위해 사용된 진동밀의 용량은 7,693cm<sup>3</sup> 이며, 볼의 총량은 15kg (∅26mm : 2kg, 11mm : 8kg, 6mm : 5kg) 으로 고정하였다. 분쇄 후 결합 발생여부를 확인하기 위해 투과전자현미경(JEM-4010, Jeol社, JAPAN)을 사용하였다. 제조한 활성화 잔사회는 시멘트양의 10%를 대체·사용하여 모르타르를 제조하고 압축강도를 측정하였다(KS L ISO 679 준거).

표 1. 잔사회 구성 성분

[unit : wt%]

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>	LOI
49.4	19.6	7.18	4.54	2.31	0.70	0.72	0.35	10.87

### 3. 실험 결과

표 2는 분쇄시간별 잔사회의 평균 입경이다. 분쇄시간이 증가함에 따라 평균 입경은 작아지나, 입도 감소 폭은 점차 낮아지는 경향을 나타내었다. 그림 1은 분쇄 전후 잔사회의 투과전자현미경 사진을 나타낸 것이다. (a), (b) 모두에서 입자의 원자배열을 관찰 할 수 있었다. 특히 분쇄 후 사진(b)에서는 선결합의 일종인 전위(Dislocation)가 확인되었다. 활성화 잔사회를 사용한 모르타르 시편의 압축강도 측정 결과를 그림 2에 나타내었다. 분쇄조건별 초기강도는 유사한 값을 보이나 재령 28일에서는 분쇄시간이 증가할수록 대체적으로 압축강도가 증가됨을 확인하였다.

표 2. 분쇄시간별 평균 입경

Grinding time (min)	0	20	40	60	80
Particle size (μm)	49	28	10.4	7.5	5.1

\* 한국세라믹기술원 연구원

\*\* 한국세라믹기술원 책임연구원, 공학박사, 교신저자(yschu@kicet.re.kr)

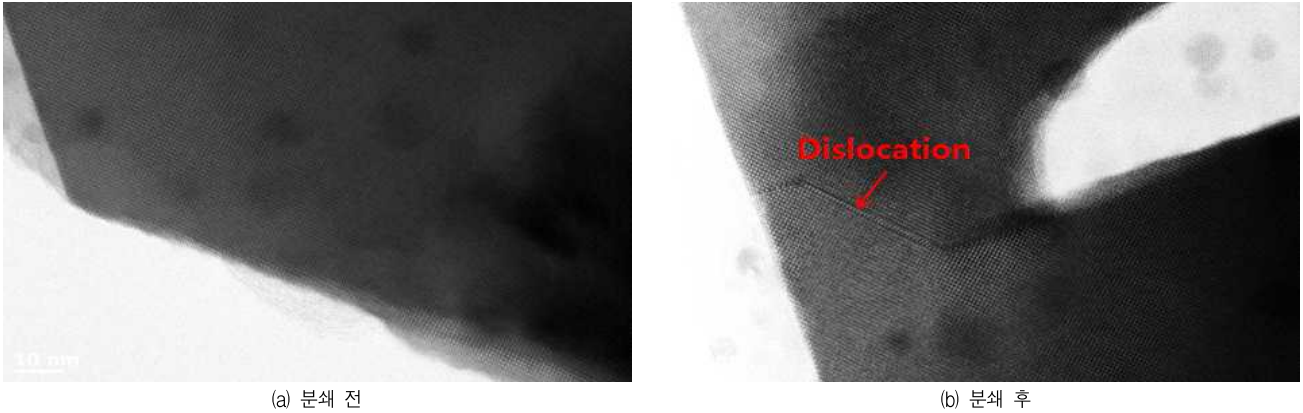


그림 1. 분쇄 전후 TEM 사진

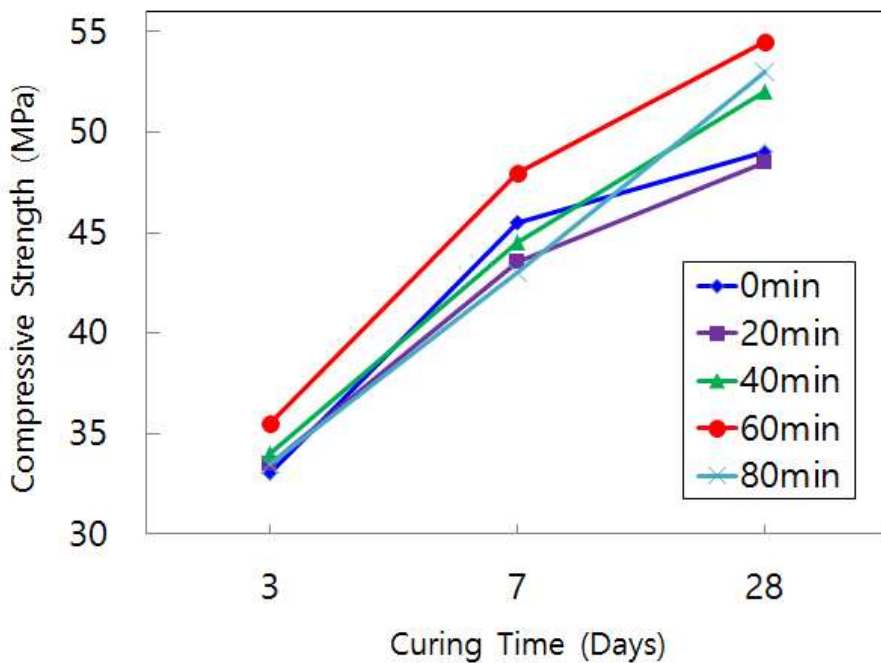


그림 2. 분쇄시간별 압축강도

#### 4. 결 론

활성 잔사회를 사용한 모르타르의 압축강도는 비활성 상태일 때보다 높은 압축강도 값을 발현하였다. 이는 분쇄로 인한 비표면적 증가와 함께 원자배열에 발생한 결함이 입자를 불안정한 상태로 만들어 활성화도를 증대시켰기 때문이라 사료된다. 따라서 잔사회의 활성화 기법은 잔사회의 사용량 증대에 기여가능하며, 투과전자 현미경을 이용한 원자구조 및 결합 분석을 통해 이를 확인할 수 있다.

#### 감사의 글

본 연구는 2015년도 국토교통부 국토교통기술 지역특성화 사업 (15RDRP-B103390-03) 의 연구비 지원에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

#### 참 고 문 헌

1. Y. Wang, Performance Assessment of Cement-Based Materials Blended with Micronized Sand : Microstructure, Durability and Sustainability, Delft University of Technology, Thesis(Doctor), 2013
2. J. S. Robach, and I. M. Robertson, In-situ Transmission Electron Microscopy Observations and Molecular Dynamics Simulations of Dislocation-defect Interaction in Ion-irradiated copper, Philos. Mag., Vol.83, No.8, pp.955~967, 2003