

전기적 펄스를 이용한 폐콘크리트로부터의 재생골재 분리 연구

유광석¹⁾, 안지환¹⁾, Fujita Toyohisa²⁾, 한기천¹⁾

¹⁾한국지질자원연구원

²⁾일본 동경대학교

Electrical pulse separation of construction materials

Kwang-Suk You¹, Ji-Whan Ahn¹, Toyohisa Fujita², and Gi-Chon Han¹

¹ Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources (KIGAM)

²The University of Tokyo

요 약

The electrical pulse separation of concrete samples for the recycling purpose has been investigated by the electrical disintegration method using the discharged high voltage impulse. First, when the consumed energy increased in electrical crushing, fracture section area increased clearly. This result suggests that crushing energy was consumed efficiently. Secondly, when conventional crushing after electrical disintegration is compared with only conventional crushing, gravels are more stable after electrical crushing. Thus, electrical crushing makes it easy to recover gravels from wasted concrete.

In the next year, more efficient recovery of gravel for wasted concrete by electrical disintegration will be investigated. Thus, actual wasted concrete crushing by electrical separation and combination of conventional crushing will be carried out.

1. 서 론

폐기물의 재활용에 있어서 분리선별은 매우 중요한 기술이다. 기존의 crushing, grinding 장치는 암석, 세라믹 등의 원료를 파분쇄를 위해 사용되어 온 전통적인 파분쇄 장비이다. 이들 장비는 전기적 소비가 매우 큰 장비이나 대량의 원료를 파/분쇄하는 데는 많은 이점을 갖고 있다. 현재 건설폐기물의 폐콘크리트에서 재생골재를 회수하기 위한 공정에도 이들 장비들이 사용되고 있으나, 기존 암석 파분쇄와는 달리 골재와 시멘트 몰탈의 단체 분리가 어렵고, 분리 과정에서 재생골재에 과도한 기계적 충격을 주어 골재의 물성의 열화시키는 원인이 되기도 한다. 따라서 기존의 파분쇄 공정을 대신할 새로운 파분쇄 시스템이 요구되며, 이를 위해 본 연구에서는 에너지 효율이 뛰어난 전기펄스를 이용하여 폐콘크리트로부터 재생골재를 회수하는 연구를 진행하였다. 본 기술의 원리는 단체 분리를 대상으로 하는 두 물질에 플라즈마 전류를 가하고 두 물질의 임계면에 따라 플라즈마 전류가 흐르게 되면, 두

물질 계면 사이에 열이 발생하여 열팽창계수의 차이에 의해 파괴, 물질 분리가 일어난다. 이와 같이 두 물질 사이의 계면 접착력이 약화되면, 외부의 약한 충격에 의해서도 쉽게 두 물질의 분리가 가능하게 된다. 본 연구의 목적은 폐콘크리트에 전기펄스를 가하여 시멘트 물탈이 제거된 고품질 재생골재를 회수하는데 있다.

2. 실험 방법

본 연구에서는 굵은 골재 5-10mm, 5mm이하의 잔 골재가 혼합되어 있는 column형의 콘크리트 공시체를 사용하였으며, 공시체의 두께는 1, 2, 3, 4 cm 두께로 제작하였다.

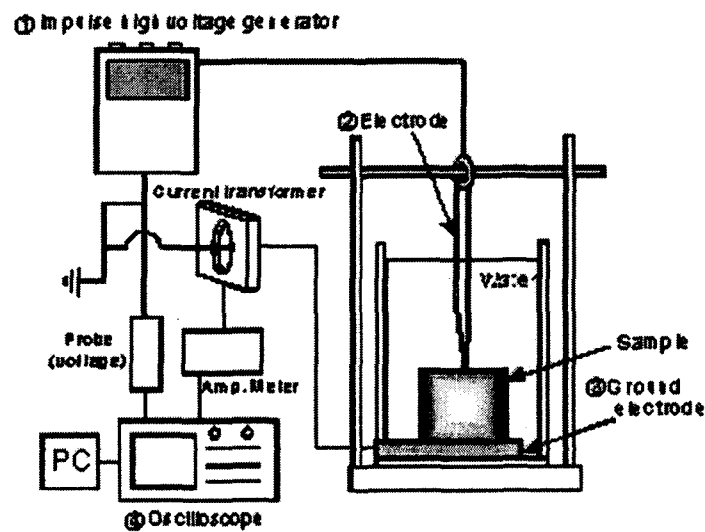


Figure. Experimental setup for electrical crushing.

그림 1은 콘크리트 공시체에 전기펄스를 가하기 위한 장비 도면을 나타내고 있다. 공시체 시료는 증류수에 담겨져 있으며, 전극은 수직 막대형의 (+) 전극과 sample의 하단면에 plate 형의 전극으로 구성되어 있다. 문헌에 의하면, 이 전극의 형태나 type에 의해 전기펄스 효율이 크게 영향을 받는 것으로 보고 되어 있다. 수직 막대 전극은 sample의 중앙에 위치하고 있으며, 전극과 sample의 거리는 수 mm 거리를 두고 있다. 그림에서와 같이 코일 타입의 전류계가 구성되어 있어, 전류의 양이 제어된다. 그리고 Oscilloscope를 이용하여 발전기의 가압 전류와 수평 전극 사이의 전압을 측정한다

3. 결과 및 토론

그림 2는 두께가 (a) 3cm, (b): 4cm 인 콘크리트 sample을 전기펄스 처리 후의 sample 변화를 나타내고 있다. 표 1은 전기펄스 처리의 조건과 분쇄 결과를 나타내고 있다.

그림 3은 각 두께가 다른 콘크리트 시료로부터 전기펄스 처리 후 분쇄된 파편의 조각 수와 입도 분포를 나타내고 있다. 도표에서 알 수 있듯이 sample에 가해진 전압이 높아질수록 파편의 수는 증가하고 있다.

Table 1 Conditions and results of electrical crushing⁴⁾

Thickness cm	Applied Voltage kV	Fracture Section Area mm ²	No. of fragments			Consumed Energy J	Crushing Time μsec.
			0.3-1mm	1-5mm	+5mm		
1	76	5260	9	2	4	3.06	34
2	70	8136	1	3	3	6.51	36
3	60	10665	4	3	2	8.27	50
4	80	25332	20	11	3	11.08	27

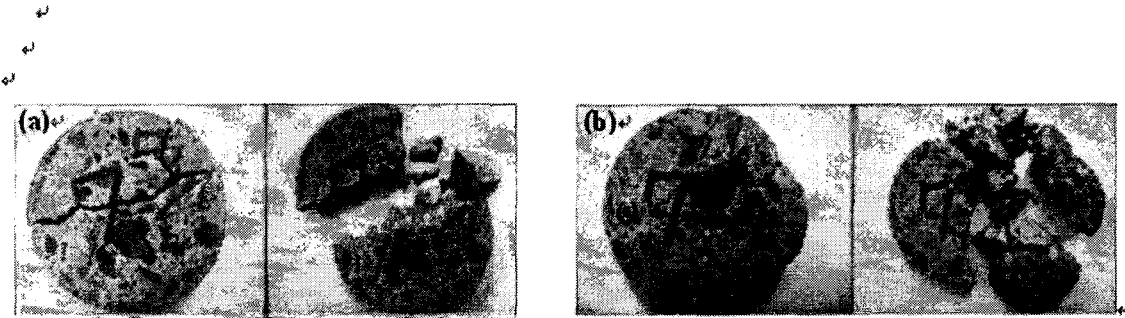


Fig. 2 Photographs of concrete samples after electrical crushing (a): 3cm, (b): 4cm in thickness⁴⁾

그림 4는 소비 에너지와 파단면적의 관계를 나타내고 있다. 이와는 식 1으로 표현할 수 있다.

$$E = VI \Delta t \quad (1)$$

Where :

- 1) the consumed energy E
- 2) sum of the voltage V per period 't' and
- 3) the sum of current I per voltage applied period 't' measured by the oscilloscope.

Fig. 4는 전기펄스 처리 시 소비 에너지와 파단 면적과의 관계를 나타내고 있다. 그림에서와 같이 전기 펄스의 가압 에너지가 증가할수록 콘크리트의 파단면이 증가하고 있다. 이는 전기 펄스의 전처리에 따라 콘크리트 파분쇄 효율이 증가된 것을 의미한다.

4. 결론

본 연구에서는 폐콘크리트로부터 재생골재를 회수하기 위한 전기펄스 전처리 적용 연구를 행하였다. 본 연구 결과, 높은 전압의 전기펄스를 가할수록 폐콘크리트로부터 골재의 분리 효율이 증가하는 것으로 나타났다. 이는 폐콘크리트 내에서 골재와 시멘트 몰탈의 계면에서 열팽창에 따른 균열이 생성되고 이로 인해 골재와 시멘트 몰탈의 분리 현상에 기인한 것

로 판단된다. 따라서 폐콘크리트를 파분쇄하기 전에 전기 펄스 전처리 공정을 첨가함으로써 재생골재의 회수율을 향상 시킬 수 있을 것으로 판단된다.

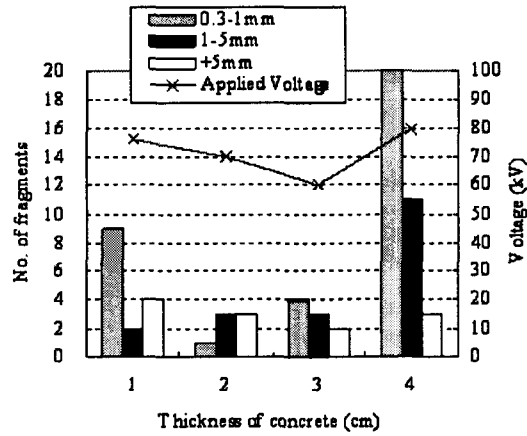


Fig.3 The distribution of Number of fragments and fragment size

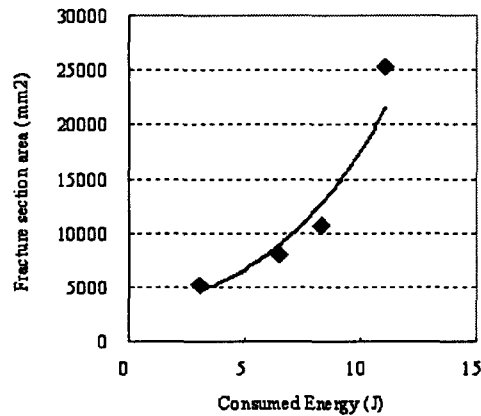


Fig.4 Particle size distribution of concrete samples after crushing by jaw crusher

References

- 1) Rohi M. Salem, Role of chemical and mineral admixtures on physical properties and frost-resistance of recycled aggregate concrete, ACI Materials Journal, pp558-563, 1998.
- 2) University of Akron, Survey of aggregate waste production in Ohio, 1988.10.
- 3) V.M.John, Reserch & development methodology for recycling residues as building materials - a proposal, Waste Management, Vol.21, pp213-219, 2001.