

고품질 재생골재를 사용한 콘크리트의 물리적 특성

엄남일¹⁾, 유광석¹⁾, 한기천¹⁾, 조희찬²⁾ 안지환¹⁾

¹⁾한국지질자원연구원

²⁾서울대학교

Physical properties of concrete using high quality recycled aggregates

Nam-Il Um¹⁾, Kwang-Suk You¹⁾, Gi-Chun Han¹⁾, Hee-Chan Cho²⁾, Ji-Whan Ahn¹⁾

Korea Institute of Geosciences & Mineral Resources, Minerals & Materials Processing Division¹⁾

Seoul National University²⁾

요 약

본 연구에서는 건설폐기물에 포함되어있는 폐콘크리트를 사용하여 200℃, 300℃, 400℃, 500℃로 각 온도에 따라 열화 처리한 후 분쇄하여 시멘트 페이스트 분리량과 골재의 물리적 특성을 파악하였다. 열화 처리의 온도가 높아질수록 시멘트 페이스트의 분리율은 높아졌으며, 압축강도는 낮아지는 경향을 보였다.

1. 서 론

건설폐기물 중 폐콘크리트로부터 재생골재의 생산은 주로 단순 파쇄에 의해 이루어지고 있으며, 이러한 방식은 시멘트 페이스트와 골재를 충분히 분리하기 어렵다. 시멘트 페이스트는 골재에 비해 비중이 낮고, 흡수율, 마모율이 높기 때문에 재생골재 표면에 존재하는 시멘트 페이스트는 생산된 재생골재의 비중, 흡수율, 마모율 등 골재로서의 일반적인 성질이 천연 골재보다 현저히 낮다. 따라서, 현재의 단순 파쇄에 의해 생산되는 재생골재는 도로 충전재나 성토재 등 저부가가치 용도로 사용되고 있다.

재생골재를 콘크리트용 골재 등 고부가가치의 재활용 용도로 활용하기 위해 폐콘크리트로부터 천연 골재와 동등한 품질을 갖는 재생골재를 회수하기 위한 연구가 진행 중이며, 주로 골재를 손상시키지 않고 페이스트만을 선택적으로 열화시키는 방법이 제시되고 있다. 본 연구에서는 고품질의 재생골재를 얻기 위한 방법으로 가열에 의해 폐콘크리트를 열화했을 때, 콘크리트의 압축강도 변화 및 분쇄시 시멘트 페이스트의 제거율 등을 조사하였다.

2. 실험 방법

건설폐기물 중간 처리업체로부터 폐콘크리트 덩어리 및 생산된 재생골재를 시료로 사용하였으며, 폐콘크리트 덩어리는 200℃, 300℃, 400℃, 500℃에서 1시간 가열한 후 압축강도를 측정하였다. 재생골재는 25mm, 20mm, 15mm, 10mm, 5mm로 입도별 분리하여 염산을 사용하여 시멘트 모르타르량을 측정하였다. 재생골재와 시멘트 페이스트의 분리효율을 확인하기 위해 입도별 분리된 시료를 각각의 온도(200℃, 300℃, 400℃, 500℃)로 열화처리 한 후 원통

형 불 밑에 의해 마모시켰다. 시료/불 = 1로 하였으며 시간은 30min, 60min, 90min, 180min으로 하여 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

Fig. 1은 각 입도별 시멘트 페이스트의 함유량을 나타낸 것이다. 5-10mm의 입자에서 가장 많은 모르타르의 양을 포함하였으며 입자가 큰 재생골재일수록 함유하고 있는 시멘트 모르타르의 양은 감소하였다. 이러한 시멘트 모르타르는 재생골재의 재활용에 악 영향을 주기 때문에 효율적인 제거가 필요하다. 폐 콘크리트에 부착되어 있는 시멘트 페이스트의 TG-DTA 곡선을 확인하여 Fig. 2에 나타내었다. TG-DTA분석 결과 100℃부근에서 1차 피크나 나타났는데 이는 CSH 화합물의 탈수 때문이며 500℃ 부근에 2차 피크가 나타나는데 Ca(OH)₂의 탈수에 의한 것이라 판단된다. 흡열 곡선을 살펴보았을 때 500℃ 이후에 열처리를 통한 시멘트 페이스트의 변형이 일어남을 확인할 수 있었다.

재생골재의 각 온도에 따른 열화 처리를 통해 압축강도를 측정해본 결과 Fig. 3과 같은 결과를 얻을 수 있었다. 열화 처리의 온도가 올라갈수록 압축강도는 감소하였고 500℃에서 매우 낮은 값을 나타내고 있었다. 이는 재생골재에 부착되어 있는 시멘트 페이스트의 탈수 반응에 의한 접착력의 감소 때문이라고 생각된다.

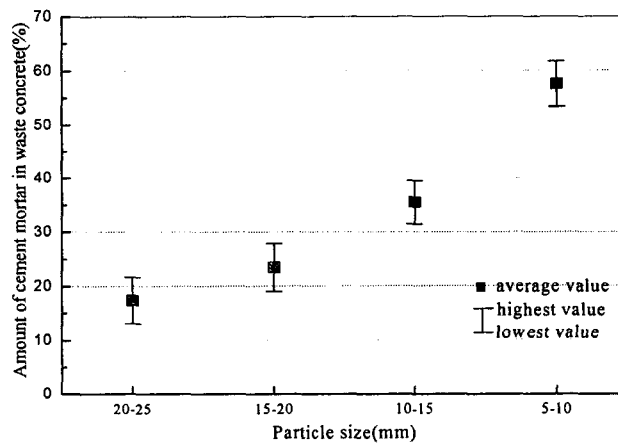


Fig. 1. Attachment amount of cement paste of recycled aggregates on particle size.

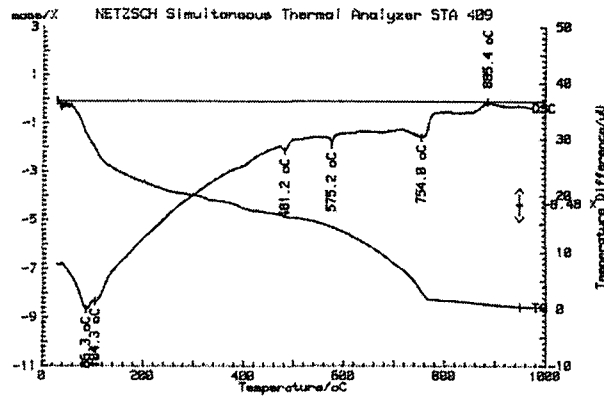


Fig. 2. TG/DTA curves of cement paste attached on waste concrete.

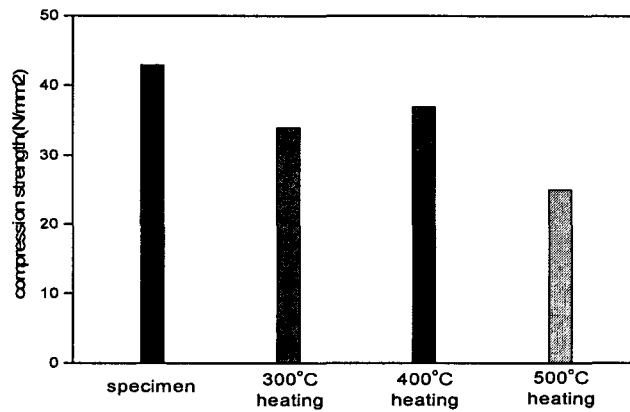


Fig. 3. Compressive strength of waste concrete according to heating temperature.

Fig. 4는 가열 온도에 따라 마모시간에 따른 시멘트 페이스트의 제거율을 나타낸 것이다. 각 시료는 마모 시간이 길수록 제거 효율은 증가되었고 90분 이후에는 일정하게 유지되었다. 온도별 열화 처리된 각각의 재생골재를 비교하였을 때 열화처리 되지 않은 시료는 약 20%의 매우 낮은 제거율을 보였고 200°C, 300°C, 400°C는 약 55~60%로 비슷한 제거율을 보였지만 500°C에서는 약 83%의 높은 제거율을 나타냈다.

이러한 열화 특성을 확인해 보기 위해 SEM 사진(Fig. 5)을 통해 열화처리에 따른 재생골재와 시멘트 모르타르 사이의 표면 변화에 대해 확인하여 보았다. 열화처리 되지 않은 시료에서는 재생골재와 모르타르 사이가 매우 조밀하게 붙어 있었지만 열화처리 된 시료(500°C)에서는 재생골재와 모르타르 사이에 균열이 생기는 것을 확인할 수 있었다.

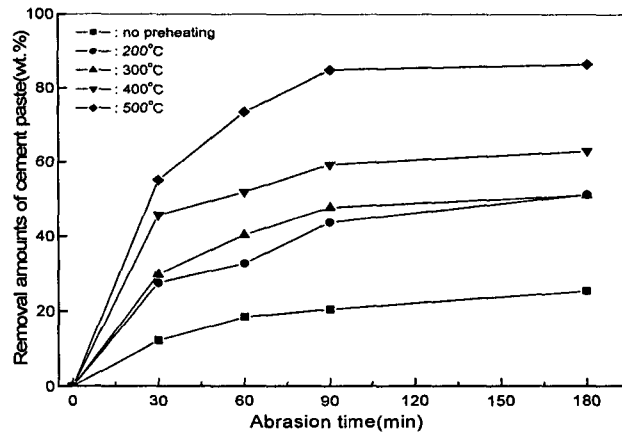


Fig. 4. Removal rate of cement paste from recycled aggregate depending on heating temperature.

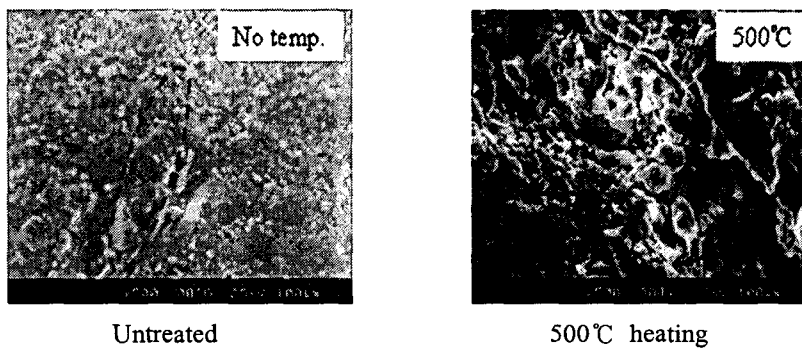


Fig. 5. SEM photographs of surface between aggregate and cement paste according to heating temperature.

4. 결 론

폐 콘크리트를 열화처리 하였을 때 가열 온도에 따라 압축강도는 감소하는 경향을 보였으며, 500°C에서 급격한 감소를 나타냈다. 이러한 경향은 재생골재에 붙어있는 시멘트 페이스트의 탈수반응에 의한 접착력의 약화로, TG-DTA 측정 결과 500°C부근에서 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 의 탈수에 의한 피크가 일어났고 흡열 곡선을 살펴보았을 때 500°C 이후에 재생골재의 변형이 일어남을 확인할 수 있었다. 이러한 변화는 SEM을 통하여 확인해 보았는데 500°C로 열화처리 된 폐 콘크리트의 재생골재와 시멘트 페이스트 사이에 커다란 균열이 일어남을 알 수 있었다. 열화처리 후 재생골재와 시멘트 페이스트의 제거율을 확인하기 위해 분쇄하였을 때 제거율은 증가하였고 500°C에서 처리된 폐콘크리트의 제거율은 약 84%로 매우 높았다.

참고 문헌

- [1] Ray I, Gupta AP, Biswas M., 1994 : Effect of latex and superplasticiser on Portland cement mortar in the fresh state, (16):309, Cement and Concrete Composites.

- [2] Slate FO, Nilson AH, Martinez S., 1986 : Mechanical Properties of high strength lightweight concrete, 533, ACI Materials Journal.
- [3] Iravani S., 1996 : Mechanical properties of high-performance concrete, 416 ACI Mater J.