구조용 재생골재 생산을 위한 재생골재의 비중선별

Gravity separation of recycled aggregates for production of structural aggregates

공경록* 남영우** 강헌찬***
Kong Kyoung Rok Nam Young Woo Kang Heon Chan

ABSTRACT

This study tested gravity separation with heavy-medium to produce structural recycled aggregates. A result that could produce recycled aggregates attached mortar hardly.

1. 서론

현재 우리나라에서 생산되는 재생골재의 경우 재생골재에 부착된 모르타르 및 시멘트페이스트의 함량이 높고 이물질이 많이 혼재되어 있어 품질이 매우 낮아 성토재, 복토재 등 저급품으로만 사용이 되거나 야적되는 등 그 처리문제가 심각한 현실이다. 이러한 문제를 해결하고자 일본의 Misubishi사의 경우 재생골재를 열처리 후 파분쇄를 통해 재생골재에 부착된 모르타르 및 시멘트페이스트를 제거하고 있으나 이 경우에는 모르타르 및 시멘트페이스트가 전량 슬러지 및 미분으로 발행하기 때문에 문제가 있다. 그리고 재생골재 내의 이물질인 아스콘, 타일, 적벽돌, 모르타르 덩어리의 경우에는 현재 모든 재생골재 생산업체들이 사람의 손으로 분리를 하거나 선별을 하지 않아 그 문제가 심각하다. 따라서 본 연구자들은 비중선별방법 중 의중액을 이용한 비중선별방법을 통해 품질이 낮은 재생골재에서 구조용 재생골재를 효과적으로 생산하고자 본 연구를 진행하였다.

2. 실험재료 및 방법

본 연구에 사용한 실험재료로는 부산시 다대동에 위치하고 있는 건설폐기물 재활용업체인 S사에서 생산된 13 ~ 45mm 재생골재를 대상으로 하였으며 13 ~ 45mm재생골재의 경우 아스콘, 타일, 적벽돌, 모르타르 덩어리 등과 같은 이물질이 상당량 혼재되어 있는 것을 알 수 있었다. 그리고 의중액을 제조할 때 사용한 매질로는 비중이 3.9 ~ 5.3에 속하는 시약용 Fe_2O_3, Fe_3O_4, 그리고 국내에서 일반적으로 생산되는 Fe_3O_4를 사용하였다.

실험방법으로는 실험실에서 자체제작한 선별기에 비중이 2.4 ~ 2.5정도 되는 의중액을 제조하여 그 의중액에 13 ~ 45mm재생골재를 투입한 후 선별기를 가동하여 의중액의 하부에 가라앉는 구조용 재생골재와 뜨는 품질이 낮은 재생골재로 분리·선별하였다. 그리고 현장용 장치를 설계·제작한 후 실험실에서와 동일한 방법으로 13 ~ 45mm재생골재를 구조용 재생골재와 품질이 낮은 재생골재로 분리·선별하였다.

* 정회원, 동아대학교 자원공학과 박사과정
** 정회원, 서봉리사이클링(주) 이사
*** 정회원, 동아대학교 자원공학과 교수

3. 실험결과 및 고찰

3.1. 재생골재의 밀도와 흡수율

일반적으로 재생골재는 재생골재에 부착된 모르타르 및 시멘트페이스트의 함량이 많아짐에 따라서 밀도는 낮아지고 흡수율은 높아지는 경향을 나타낸다. 이를 확인하기 위하여 본 연구자들은 재생골재에 모르타르 및 시멘트페이스트가 부착된 양에 따라 모르타르가 거의 묻지 않은 것에서부터 모르타르로만 이루어진 재생골재까지를 육안으로 10등분하였고 재생골재 내의 이물질인 아스콘, 타일, 적벽돌, 모르타르 덩어리들도 선별하여 이들의 절건밀도와 흡수율을 KS F 2503(굵은 골재의 비중 및 흡수율 측정)에 따라서 측정하였으며 이들을 그림 1.에 나타내었다.

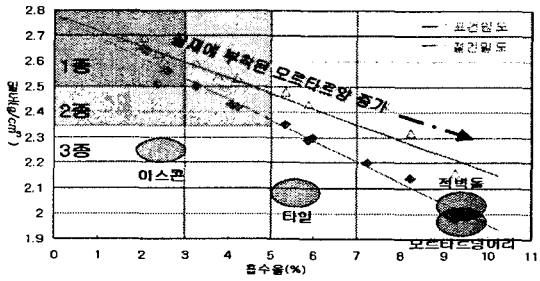
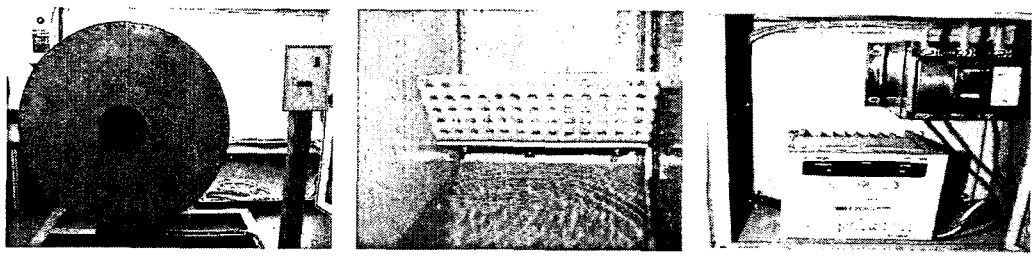


그림 1. 재생골재의 이물질과 재생골재의 모르타르함량에 따른 밀도와 흡수율

그림 1.은 재생골재의 이물질과 재생골재의 모르타르함량에 따른 밀도와 흡수율을 나타낸 그래프이다. 그림 1.을 통해서 알 수 있는 것은 모르타르의 함량이 늘어남에 따라서 절건밀도가 낮아지는 것을 알 수 있으며 이를 이용하여 본 연구자들은 재생골재에 모르타르가 거의 묻지 않은 구조용 재생골재와 그 외의 재생골재들을 비중차이를 이용하여 비중선별하는 방법을 구상하였고 그 방법으로 의중액을 이용한 비중선별방법에 대하여 연구를 진행하였다.

3.2. 의중액을 이용한 비중선별방법을 이용한 구조용 재생골재의 생산

본 연구자들은 이전의 연구결과를 통해 의중액을 이용한 비중선별방법의 가능성에 대해서는 확인을 하였으며 그 가능성을 토대로 재생골재 내에서 효과적으로 구조용 재생골재를 생산하고자 본 연구자들은 그림 2.와 같은 장치를 설계·제작하여 실험을 진행하였다.



a)선별기 전체모습 b)선별기 내부 c)선별기 컨트롤러

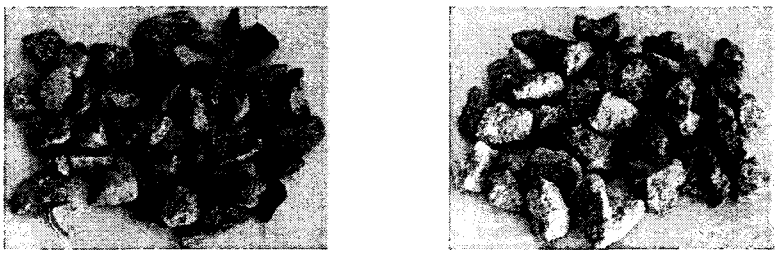
그림 2. 의중액을 이용한 재생골재 선별기(실험실용)

그림 2.는 실험실에서 자체제작한 의중액을 이용한 비중선별기가 되겠으며 그 원리로는 a)와 같은 선별기의 내부에 구조용 재생골재의 비중보다는 낮고 그 외의 재생골재들보다는 비중이 높은 의중액을 제조한 후 재생골재를 투입하면 의중액보다 비중이 높은 구조용 재생골재는 가라앉고 의중액보다

비중이 낮은 그 외의 품질이 낮은 재생골재는 의중액의 상부에 가라앉지 않고 떠있게 될 것이다. 이러한 상황에서 b)와 같이 내부에 갈퀴가 회전하며 가라앉은 구조용 재생골재를 선별기의 상부로 이송시켜 따로 배출하는 장치가 되겠다. 본 연구자들은 그림 2.와 같은 장치에 표 1.에 나타낸 매질을 이용하여 비중이 2.4 ~ 2.5정도인 의중액을 제조한 후 재생골재를 투입하였으며 그 결과 그림 3.과 같은 재생골재들을 선별할 수 있었다.

표 1. Fe_3O_4, Fe_2O_3, 일반 Fe_3O_4의 비중

매질명	비중
Fe_2O_3	5.3341
Fe_3O_4	4.4402
일반 Fe_3O_4	3.9678



a)의중액 하부의 재생골재 b)의중액 상부의 재생골재

그림 3. 의중액을 이용한 비중선별기를 통해 선별된 재생골재(실험실용)

그림 2.와 같은 장치를 이용하여 그림 3.의 a)와 같이 모르타르가 거의 묻지 않은 우수한 품질의 재생골재를 얻을 수가 있었다. 본 연구자들은 이와 같은 선별결과를 토대로 그림 4.와 같은 원리를 이용하여 현장에 적용시킬 수 있는 장치를 설계·제작하였으며 이를 그림 5.에 나타내었다.

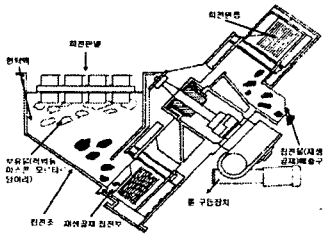


그림 4. 선별기의 원리

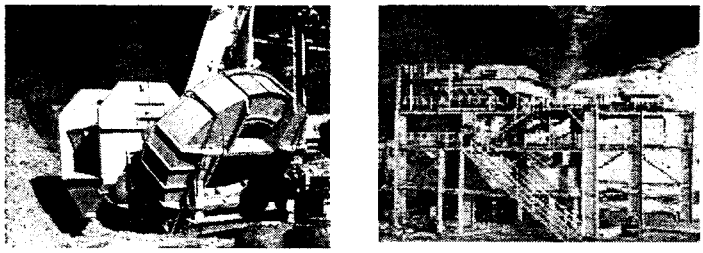
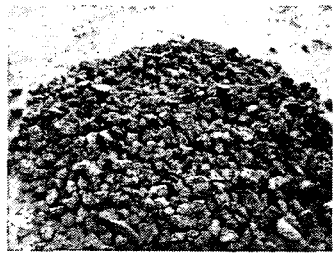


그림 5. 의중액을 이용한 재생골재 선별기(현장용)

그림 4.는 현장에 설치할 선별기의 원리를 나타내었으며 실험실용 선별기와 원리는 같으나 회전하는 드럼이 약 35도의 각도로 누워있는 것이 차이점이다. 그리고 그림 5.는 그림 4.의 원리를 토대로 선별기를 제작하여 현장에 설치한 모습이며 그림 5.의 장치를 이용하여 국내에서 생산되는 일반적인 Fe_3O_4 매질을 이용하여 비중이 2.4 ~ 2.5인 의중액을 제조하여 재생골재의 선별실험을 진행하였으며 그 결과를 그림 6.에 나타내었다.

a)의중액의 하부에 가라앉은 재생골재

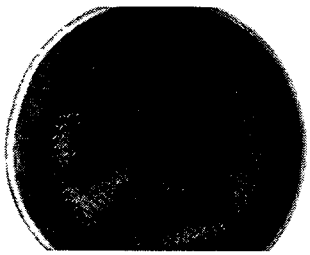


b)의중액의 상부에 떠있는 재생골재

그림 6. 의중액을 이용한 비중선별기를 통해 선별된 재생골재(현장용)

그림 5.와 같은 현장용 선별기를 이용하여 그림 6.의 a)와 같이 모르타르가 거의 묻지 않은 재생골재를 선별할 수 있었다.

그림 3.과 그림 6.은 선별기에서 선별된 재생골재를 세척한 후 건조시킨 상태가 되겠으며 세척효과에 대해서는 그림 7.에 나타내었다.



a)세척 전

b)세척 후

그림 7. 의중액에 의한 선별 후 재생골재의 세척 전과 세척 후의 모습

본 연구에 사용한 의중액의 경우 매질로 Fe_3O_4를 사용하였기 때문에 그림 7.의 a)와 같이 선별 후 검정색의 Fe_3O_4가 재생골재의 표면에 피막된 것을 볼 수 있으나 이는 간단한 세척과정을 거치면서 b)와 같이 재생골재표면에 피막된 Fe_3O_4가 제거되는 것을 알 수 있었다.

4. 결론

품질이 낮은 재생골재에서 구조용 재생골재를 생산하고자 의중액을 이용한 비중선별방법을 이용하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 재생골재는 부착된 모르타르의 함량이 많아짐에 따라서 밀도는 낮아지고 흡수율은 높아지는 것을 알 수 있었다.

(2) 비중이 2.4 ~ 2.5정도인 의중액을 이용하여 재생골재를 비중선별할 때 구조용 재생골재의 생산가능성을 확인할 수 있었다.

(3) 의중액을 이용한 비중선별 후 Fe_3O_4가 재생골재의 표면에 피막되어 있으며 이들은 단순한 세척공정을 통해서도 피막을 제거할 수 있었다.