

재생골재중에 포함된 이물질이 빈배합콘크리트 물성에 미치는 영향

Effect of Inorganic Impurities on the Properties of Lean Concrete

김진철*

Kim, Jin-Cheol

ABSTRACT

We investigated the effect of inorganic impurities such as clay bricks and asphalt concrete in recycled aggregate on the properties of lean concrete. The optimized moisture content of lean concrete with clay bricks increased, because the absorption ratio of clay bricks is high. On the other hand, lean concrete with asphalt concrete produced an opposite result owing to low absorption ratio.

The results showed that inorganic impurities did not have a significant effect on compressive strength of lean concrete containing below 30% clay bricks and below 10% asphalt concrete.

1. 서론

건설폐기물은 국내 사업장에서 발생하는 일반폐기물중 약 61%를 차지하며, 단일 폐기물로서는 가장 많은 양을 배출하고 있다. 또한 타 산업 폐기물에 비하여 체적, 중량이 크고, 발생시기가 특정기간에 집중되는 특징이 있어 처리와 재활용 과정에서 발생하는 어려움은 대단히 크다. 이러한 문제를 정책적으로 해결하기 위하여 폐기물 관리법, 자원의 절약 및 재활용 촉진에 관한 법률이 제정되어 폐기물의 자원화 및 유효이용에 크게 기여하였다. 또한 2003년도에는 건설폐기물의 통합된 재활용 및 관리를 위하여 건설폐기물 재활용 촉진에 관한 법률이 제정되었으며, 법률의 후속조치로서 시행령 및 시행규칙이 마련되어 건설폐기물 재활용이 새로운 전기를 마련하고 있다.

재생골재에는 발생 및 처리과정에서 환경 및 재생제품의 품질에 악영향을 미칠 수 있는 이물질이 혼합되어 있다. 비닐, 플라스틱 등 환경오염의 주원인이 되는 이물질에 대하여 폐기물 관리법에서는 용적비 1% 이하로 관리하도록 하고 있다. 그러나 적벽돌, 폐아스팔트 콘크리트 등과 같이 건설 구조물의 파쇄과정에서 혼입되는 이물질 함유량이 재생제품의 품질변동에 미치는 영향에 대한 체계적인 연구결과가 없어 한계 함유량 결정이 곤란한 현실이다.

본 연구는 건축공사 현장에서 자주 혼입되는 적벽돌, 도로구조물에서 흔히 혼입되는 아스콘의 혼합률이 도로용 빈배합콘크리트 기층의 물성에 미치는 영향을 분석하였으며, 그 결과로부터 품질저하를 방지할 수 있는 최대 함유율을 결정하고자 하였다.

* 정희원 · 도로교통기술원 책임연구원 · 공학박사 · 031-371-3351(E-mail : jckim@freeway.co.kr)

2. 시험개요

2.1 사용재료

시멘트는 보통포틀랜드시멘트(비중 3.15)를 사용하였으며, 이물질로서 폐적벽돌은 적벽돌을 1차 파쇄하여 로스앤젤레스 마모시험기에서 약 50회 마모시켜 제조하였다. 페아스콘은 건조기에서 약 80℃ 온도로 가열후 파쇄하여 수중에서 급냉시켜 골재형태로 제조하였다.

잔골재는 제염한 해사를 사용하였으며, 표 1은 본 연구에 사용된 각종 재료의 표준밀도와 흡수율을 측정결과를 정리한 것이다.

표 1 각 재료의 표준밀도 및 흡수율

구 분	표준밀도(g/cm ³)	흡수율(%)
재생굵은골재	2.360	7.19
잔골재	2.643	0.65
폐적벽돌 골재	2.265	6.66
페아스콘 골재	2.400	1.34

표 1에서와 같이 재생골재는 흡수율이 7.19%로서 KS F 2573에서 규정하고 있는 3종 재생골재보다 흡수율이 커 용도의 제한을 받고 있는 골재이다. 아스콘골재의 경우 천연골재를 아스팔트가 둘러 쌓여 있는 형태로 흡수율이 매우 낮으며, 적벽돌 골재의 표면건조 포화상태 밀도 및 흡수율은 재생골재와 유사한 결과를 나타내고 있다. 이러한 결과는 재생골재 중에 포함된 이물질의 종류 및 혼합비에 따라 재생골재의 등급변화가 발생할 수 있어 KS F 2573에서 정하고 있는 흡수율 기준에 의한 재생골재 등급구분은 재고되어야 할 것으로 판단된다.

2.2 빈배합콘크리트의 배합설계

빈배합콘크리트 기층의 배합설계는 고속도로공사 품질편람에서 제시하고 있는 건식 다짐방법을 사용하였다. 본 시험방법은 KS F 2531의 E 다짐방법을 사용하여 4.5kg 램머로 각층을 92회 다짐한 공시체의 습윤밀도와 함수율 측정결과로부터 건조밀도를 계산하고 함수율과 건조밀도의 관계로부터 최적함수비(OMC)와 최대건조밀도(γ_{dmax})를 계산하는 방법이다. 표 2는 본 연구에 사용된 빈배합콘크리트 배합을 나타낸 것으로 이물질로서 적벽돌 및 아스콘 함유율은 골재 질량비 0, 10, 20, 30 및 40% 5 단계로 변화시켰다.

일반적으로 빈배합콘크리트 배합설계에서는 절대건조 상태의 골재를 사용한 다짐시험을 실시하지만 재생골재의 흡수율이 크고 골재 크기 및 형태에 따라 흡수속도가 다르므로 다짐특성에 미치는 영향을 배제하기 위하여 골재를 표면건조 포화상태로 제조하였다.

표 2. 빈배합콘크리트 기층 배합

단위질량(kg/m ³)				OMC (%)	습윤밀도 (ton/m ³)	건조밀도 (ton/m ³)
물	시멘트	재생골재+이물질	잔골재			
179	150	1,075	844	8.53	2.277	2.098

3. 실험결과 및 고찰

그림 1은 재생골재만을 사용한 빈배합콘크리트의 다짐곡선을 정리한 것이다. 이 그림에서 재생골재만 사용한 경우 최적함수비 8.53%, 최대 건조밀도 2.098ton/m³으로 나타났다. 천연골재를 사용한 빈배합콘크리트의 최적함수비가 약 5~6%정도임을 감안하면 흡수율이 높은 재생골재를 사용하였음에도 불구하고 최적함수비의 차이는 크지 않음을 알 수 있다.

그림 2는 이물질 함유량에 따른 빈배합콘크리트의 최적함수비 변화를 나타낸 것이다. 적벽돌을 혼합한 경우 함유율 증가가 최적함수비에 미치는 영향이 거의 없는 것으로 나타났으며, 아스콘은 혼합율이 증가함에 따라 최적함수비는 감소하는 결과를 나타내었다.

이러한 결과는 이물질 재료의 흡수율 차이에 기인하는 것으로 판단된다. 즉, 적벽돌의 흡수율은 표 1에서와 같이 6.7%로서 재생골재 흡수율과 거의 유사한 반면 아스콘의 경우 흡수율 1.34%로 매우 낮기 때문이다. 아스콘의 흡수율이 매우 낮은 것은 천연골재 자체의 흡수율도 낮을 뿐만 아니라 아스팔트가 골재표면에 코팅되어 있어 수분의 침투가 거의 일어나지 않기 때문이다.

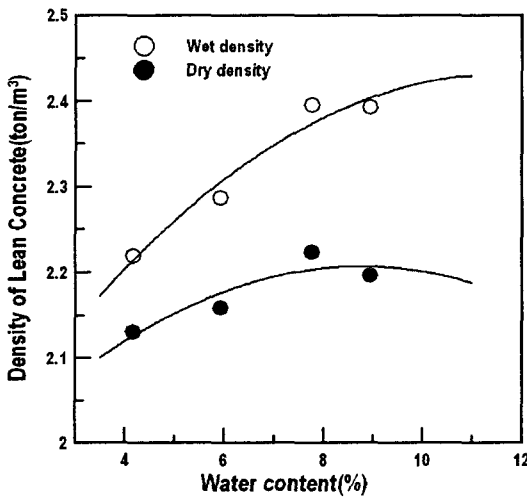


그림 1 빈배합콘크리트의 다짐곡선

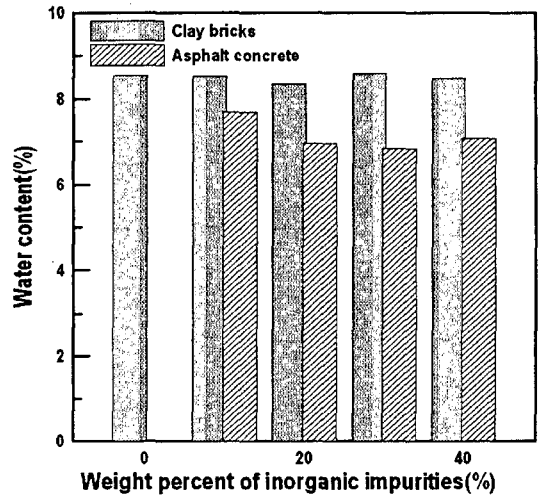


그림 2 이물질 혼합율과 최적함수비

그림 3 및 4는 각각 적벽돌 및 아스콘을 함유한 빈배합콘크리트의 재령 7 및 28일 압축강도 측정결과를 정리한 것이다. 적벽돌 혼합율과 재령별 강도를 정리한 그림 3에서 재령 7일 압축강도는 적벽돌 골재 혼합률 20%까지 혼합률 0%와 유사한 강도를 나타내었으나 혼합률 30% 이상에서는 강도감소율이 크게 발생하였다. 재령 28일 압축강도는 혼합률 20%까지 증가한 후 다시 감소하는 경향을 나타내

었다. 이러한 결과는 적벽돌 골재의 강성이 매우 낮아 빈배합콘크리트 제조시 다짐에너지에 의해 파쇄가 일어나기 때문으로 생각된다. 즉, 혼합율이 낮은 경우 다짐에너지에 의해 적벽돌이 대부분 파쇄되지만 혼합율이 증가하면 파쇄되지 않는 적벽돌이 존재하므로 강도에 직접적인 영향을 미치는 것으로 생각된다.

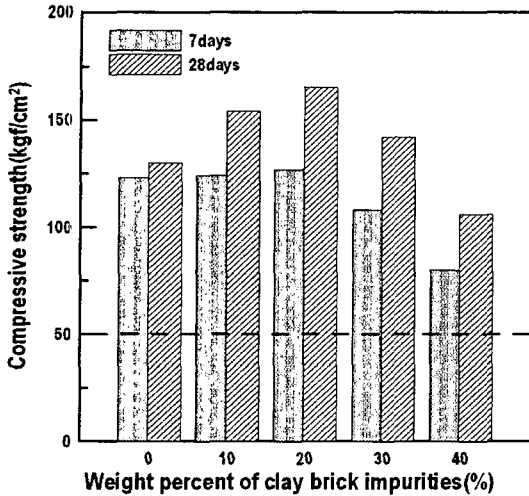


그림 3 적벽돌 혼합율과 압축강도

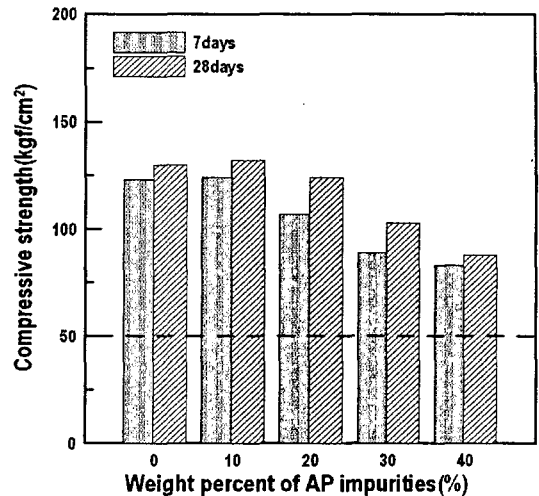


그림 4 아스콘 혼합율과 압축강도

아스콘 혼합율과 빈배합콘크리트의 압축강도를 정리한 그림 4에서는 아스콘 혼합율 10%의 경우 무혼합과 거의 유사하였으나 20% 혼합한 경우 약 23%의 강도감소율을 나타내었으며, 혼합율 증가에 따라 재령에 관계없이 압축강도가 감소하였다.

이상의 결과로부터 빈배합콘크리트의 강도에 영향을 미치지 않는 이물질의 한계량은 적벽돌 20%, 아스콘 10%임을 알 수 있다. 재생골재 생산과정에서는 적벽돌 및 아스콘이 혼재되어있으며, 일반적인 생산시스템으로는 이들 이물질 제거가 곤란한 현실을 감안할 때 빈배합콘크리트의 품질에 영향을 미치지 않는 범위의 한계혼합률은 10% 이하로 설정하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

4. 결론

- 1) 재생골재중에 포함된 이물질중 적벽돌은 흡수율 6.7%로 매우 높지만 아스팔트의 골재코팅효과 및 천연골재의 낮은 흡수율로 인하여 아스콘은 1.3%로 매우 낮게 나타났다. 이물질의 종류 및 혼합율에 따라 재생골재의 품질변화가 발생하므로 흡수율만으로 재생골재의 품질 및 등급을 결정하는 것은 재고할 필요가 있다.
- 2) 이물질 종류 및 혼합율에 따른 빈배합콘크리트의 최적함수비를 측정한 결과 흡수율이 큰 적벽돌의 경우 혼합율 증가에 따라 최적함수비가 증가하였으나 흡수율이 낮은 아스콘의 경우 반대의 경향을 나타내었다.
- 3) 적벽돌 혼합율이 빈배합콘크리트 강도에 미치는 영향은 낮았으나 아스콘의 경우 10% 이상에서는 크게 나타났으며, 품질에 영향을 미치지 않는 범위의 한계 혼합률은 10% 이하로 설정하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.