

폐콘크리트 미분말을 활용한 재생시멘트의 원료조합

Raw Materials Composition of Recycled Cement from Waste Concrete Powder

권 은 희* 안 재 철** 박 동 천*** 강 병 희****
Kwon, Eun-Hee Ahn, Jae-Cheol Park, Dong-Cheon Kang, Byeung-Hee

Abstract

This study is for analyzing possibility of utilizing as cement from waste concrete. The scrapped fine powder which contains a large amount of hydrate of cement can supercede lime stone, and greenhouse gas reductions are expected. However, Fine Aggregate powder efficient separation technology development is essential for that limestone substitution effect and reduce greenhouse gas emissions in order to facilitate through the recycling of the scrapped fine powders.

키 워 드 : 폐미분말, 재생시멘트, 잔골재 미분말
Keywords : Scrapped Fine Powder, Recycled Cement, Fine Aggregate Powder

1. 서 론

최근 친환경 구조물의 건설 및 건설과정시 발생하는 환경부하를 최소화하기 위하여 건설폐기물의 60%이상을 차지하는 폐콘크리트를 재활용하기 위한 방안이 활발히 연구되고 있다. 이를 통하여 다양한 재생프로세스를 통해 고품질의 순환골재를 제조하여 재활용하는 연구는 실용화 단계에 이르렀다. 그리고, 순환골재 제조후 부산되는 잔골재 성분이 포함된 세립과 잔골재 성분이 제거된 페이스트 성분의 미분을 재활용하려는 연구도 저자 등을 중심으로 이루어지고 있다. 이러한 미분을 재활용하는 사례는 불활성 충전재로서 노반재 또는 벽돌 등의 시멘트계 제품의 제조시 석분 등의 대체 용도로 사용되는 것이 일반적이며, 저온소성 과정을 통해 재생시멘트로 활용하고자 하는 연구도 부분적으로 이루어지고 있다.

본 연구는 폐콘크리트 미분말(이하, 폐미분말)에 함유된 다량의 페이스트 성분을 이용하여 시멘트의 석회석의 대체원료로서 활용하고자 하였다. 이 경우, 석회석의 대체로 인한 천연 자원의 절감 효과 뿐만 아니라, 석회석의 탈탄산 반응으로 인한 온실가스 감축 효과도 기대할 수 있을 것으로 판단된다.

따라서 본 연구에서는 시멘트 원료 최적화 조합을 통하여 잔골

재 미분이 혼입된 폐미분말의 시멘트 원료로서의 활용 가능성을 분석하였다. 그리고, 이를 통하여 석회석 원료 절감의 가능성을 분석하였다.

2. 원료조합 조건

2.1 폐콘크리트미분말 모델의 제조

본 연구에서는 폐미분말은 폐콘크리트의 재생과정에서 굵은골재와 150 μ m 이상의 잔골재가 제거된 시멘트 수화물과 일부 잔골재 미분말로 구성된 것으로 정의한다. 단, 폐미분말 중의 페이스트 성분은 실제 폐콘크리트를 이용할 경우 배합 및 재령을 알 수 없기 때문에 재령 6개월의 페이스트를 사용하였으며, 기존 연구^{1),2)}를 토대로 폐콘크리트의 재생프로세스 과정에서 분리되지 못한 150 μ m 이하의 잔골재가 0~60%로 혼입된 것으로 가정하여 계산하였다.

연구에 사용된 폐미분말 모델과 부산원료의 화학조성은 표 1, 2와 같다.

2.2 원료 조합

본 연구에서는 재생프로세스 과정에서 상당량의 SiO₂가 포함되어 있는 폐 미분말의 사용량을 최대화 하기위해 LSF가 낮고 SM이 높은 중용열시멘트를 기준으로 LSF 87.0, SM 3.0, IM 1.10으로 고정하여 엑셀의 SOLVER, 프로그램을 이용하여 폐미분말 사용량을 최대로 하는 원료조합 최적화를 수행하였다. 원료 조정계수범위는 실제 시멘트 품질관리 기준에 준하여 LSF 87~100, SM 2.2~3.0 IM 1.1~2.2로 하였다.

* 동아대학교 건축공학과 석사과정
** 동아대학교 건축공학과 연구원, 공학박사
*** 한국해양대학교 해양공간건축학과 조교수, 공학박사, 교신저자 (dcpark@hhu.ac.kr)
**** 동아대학교 건축공학과 교수, 공학박사
이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 20110014286).

표 1. 페미분말 모델의 화학조성

구분	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	MnO	LOI	Sum
페이스트	18.20	3.86	2.63	47.70	2.44	0.25	0.78	0.00	0.00	23.10	98.96
잔골재	75.10	12.10	2.03	1.32	0.32	3.32	4.80	0.00	0.00	0.49	99.48

표 2. 사용된 각 원료 및 부산원료의 화학조성

구분	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	MnO	LOI	Sum
석회석	11.15	2.04	0.81	45.20	1.82	0.14	0.88	0.20	0.00	37.61	99.85
전로슬래그	14.90	2.74	38.40	31.80	6.99	0.06	0.05	0.11	2.26	0.00	97.31

3. 계산결과 및 분석

페미분말의 시멘트 원료로서 활용을 위해 중용열 시멘트의 화학성분 기준을 토대로 원료조합 최적화를 수행한 결과는 표 3과 같다. 그림 1, 2와 같이 잔골재 혼입율이 0%인 경우 시멘트 제조 원료의 80% 이상을 페미분말로 활용할 수 있었으나, 잔골재 혼입율이 증가할수록 페미분말의 사용량이 급격히 줄어드는 것을 확인할 수 있었으며, 이에 따라 상대적으로 석회석의 사용량이 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 이는 잔골재 성분의 혼입에 따라 페미분말의 CaO성분이 감소되기 때문이며, 이에 따라 페미분말은 화학적 특성상 석회석이 아닌 SiO₂ 원료인 점토 등의 대체로 활용 가능성이 증가하는 것을 나타내고 있다.

실제 페콘크리트에서 부산되는 페미분말 중 잔골재 혼입율이 약 50~60%인 점²⁾을 감안하면, 시멘트 원료로서 페미분말을 활용할 수 있는 양은 약 11~15%의 범위이다. 따라서, 페미분말 중 시멘트 수화물을 고부가가치적으로 활용하기 위해서는 잔골재 미분말의 효율적인 분리가 필요할 것으로 판단된다.

표 3. 각 원료의 조합비

(단위: %)

잔골재율	0	10	20	40	50	60
페콘크리트 미분말	81.76	37.55	24.37	14.32	11.87	10.14
석회석	15.78	58.97	71.84	81.66	84.06	86.04
전로슬래그	2.46	3.48	3.78	4.02	4.07	3.82

4. 결 론

이상과 같은 연구를 통하여 페미분말의 시멘트 원료로서 활용 가능성을 분석하였다. 페미분말은 내부 시멘트 수화물이 다량 함유되어 있어 석회석의 대체가 가능한 시멘트 원료로서 활용이 가능한 것을 확인할 수 있었으며, 이를 통한 온실가스 감축효과도 기대된다.

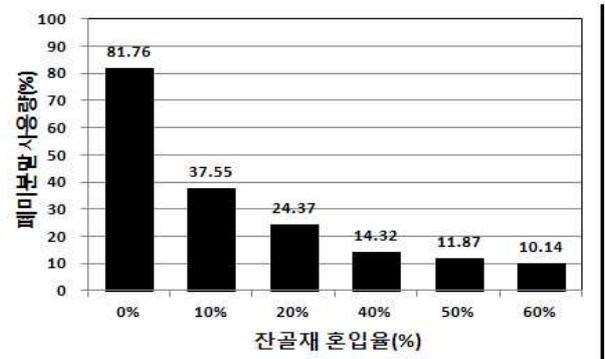


그림 1. 페미분말의 잔골재 혼입율에 따른 페미분말 사용량

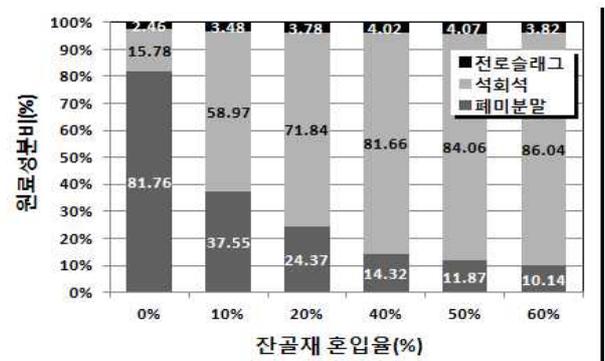


그림 2. 페미분말의 잔골재 혼입율에 따른 석회석 사용량

단, 페미분말의 재활용을 통해 석회석 대체 및 온실가스 저감 효과를 도모하기 위해서는 잔골재 미분말의 효율적인 분리 기술의 개발이 필수적이다. 또한, 잔골재 중 SiO₂ 성분은 석영(Quartz)질로 소성도가 낮을 우려가 있으므로, 본 연구에서의 계산 결과를 토대로 실제 실험적 연구가 수행할 필요가 있다.

참 고 문 헌

1. 안재철, 오상균, 강병희, 실제페콘크리트 부산미분말을 이용한 재생시멘트의 수화특성, 대한건축학회논문집(구조계) 제21권 제9호, pp.121~128, 2005.9
2. 오상균, 페콘크리트 미분말을 이용한 재생시멘트의 수화성 회복에 관한 연구, 대한건축학회논문집(구조계) 제18권 제10호, pp.53~60, 2002.10