

활성탄 및 기능성 촉매제를 이용한 콘크리트의 포름알데히드 제거에 관한 실험적 연구

Experimental Study on Formaldehyde Removal of Concrete by Using Activated Carbon and Functional Catalyst Materials

윤 기 원* 이 주 현** 최 명 화***
Yoon, Ki Won Lee, Joo Hun Choi, Myung Hwa

ABSTRACT

Recently the attention against the indoor air quality that could affect health and comfort of building becomes intensively, the efforts for a problem solving is advanced with many sidedness. The research which it mixes the activated carbon and the functional catalyst materials that will be able to dissolve foul air absorbed by activated carbon in concrete with application technique of existing differently examined the basic physical properties and the removal ratio of formaldehyde so that it analyzed the effect of air purge.

The test results in addition quantity increase of the activated carbon the slump showed the tendency which it decreased and the compressive strength appeared with no much difference. The test result removal ratio of formaldehyde was measured until the maximum 80%.

요 약

최근 실내공기질에 대한 관심이 집중되고 있는 가운데 이를 개선하고자 하는 노력이 다각도로 진행되고 있다. 본 연구는 기존의 친환경 마감재 적용 기술과 달리 콘크리트 자체에 활성탄과 흡착된 오염 공기를 분해할 수 있도록 기능성 촉매를 혼입함으로써 기본적인 물성과 포름알데히드 제거율을 시험하여 공기정화 효과를 분석하고자 하였다.

실험 결과 활성탄의 첨가량 증가에 따라 슬럼프는 감소하는 경향을 나타내었고, 압축강도는 큰 차이 없이 유사한 것으로 나타났다. 공기질 개선과 관련하여 포름알데히드 제거율을 시험한 결과 최대 80%까지 제거하는 것으로 나타났다.

*정회원, 아주산업(주) 기술연구소 연구소장
**정회원, 아주산업(주) 기술연구소 주임연구원
***정회원, 아주산업(주) 기술연구소 선임연구원

1. 서론

최근 실내공기환경에 대한 관심이 확산되면서 사회전반에 실내공기 문제에 대해 문제 해결의 요구가 커지고 있다. 이러한 문제는 주거 공간뿐만 아니라 밀폐되어 있는 다중이용시설물 등에서 문제시되고 있는 실정이다.

실내공기의 주요 오염원은 마감재를 부착하는 접착제나 마감재에서 방출되는 것으로 최근 친환경 자재개발로 이러한 문제의 해결에 접근하고 있으나 사용과정에서 마감재 변경 등을 고려하면 지속적이고 근본적인 방법이 될 수 없어 이에 대한 대책이 절실히 필요하다.

따라서 본 연구에서는 실내공기질 개선의 기능을 포함시키기 위해 자체의 탈취 및 흡·방습 기능을 가지는 활성탄과 흡착된 오염물질을 지속적으로 분해할 수 있는 기능성 촉매제를 사용하여 콘크리트를 제작하고 콘크리트의 기본적 물성 및 포름알데히드 제거 능력을 분석하여 공기정화 성능에 대한 기초적인 자료를 수립하고, 적용가능성을 평가하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

2.1. 실험계획

본 연구의 실험계획은 표 1과 같다. 배합사항으로는 W/C 30%, 50%의 2수준으로 활성탄을 시멘트 중량에 대하여 최대 2%의 범위 내에서 1%씩 변화시켜 첨가하고, 기능성 촉매제를 활성탄 중량에 대하여 무첨가와 10%의 비율로 첨가하였다. W/C 30%에서는 고성능 감수제, W/C 50%에서는 일반 AE제를 사용하여 활성탄을 첨가하지 않은 콘크리트의 슬럼프 180±25mm, 공기량 4.5±1.5%를 만족하는 배합을 정하여 전 배합에 동일하게 적용하였다.

실험사항은 기본성능으로 슬럼프, 공기량, 압축강도를 측정하였고, 공기정화 성능의 시험으로 포름알데히드 제거율을 평가하였다.

2.2 사용재료

본 연구의 사용재료로 시멘트는 국내산 A사의 보통포틀랜드 시멘트(밀도 3.15 g/cm³, 분말도 3,480 g/cm³)를 사용하고, 잔골재는 부산 해주의 세척사(밀도 2.59 g/cm³, 조립율 2.9), 굵은 골재는 양주 삼표 석산 부순 굵은 골재(밀도 2.62 g/cm³, 조립율 7.2)를 사용하였으며, 혼화제는 L사의 AE제와 SP제를 사용하고 활성탄은 인도네시아산 야자원판숯 분말(밀도 1.52 g/cm³, CaCO₃ 함유율 93.3%)을 사용하였다. 기능성 촉매제는 인산티타늄 화합물로 구성된 무색의 액상제품(밀도 1.52g/cm³, pH 6.2)을 사용하였다.

표 1. 실험계획

실험요인		수준	실험인자
배합 사항	W/C(%)	2	30, 50
	활성탄 첨가율(%)	3	0, 1, 2
	목표슬럼프(mm)	1	180 ± 25
	목표공기량(%)	1	4.5 ± 1.5
	촉매제 첨가율(%)	2	0, 10
실험 사항	굳지않은 콘크리트	2	슬럼프 공기량
	경화 콘크리트	2	압축강도 (3,7,28일) 포름알데히드 제거율 (2시간)

2.3. 실험방법

슬럼프, 공기량 및 압축강도 등 콘크리트의 기본 물리성능의 시험은 KS의 해당 규정에 의거 표준적인 방법으로 실시하였다. 또한 공기정화 성능의 시험은 제조된 콘크리트로부터 모르터를 채취하여 40×40×10mm의 시험체를 제작하고, 건자재시험연구원의KICM-FIR-1085의 시험방법에 의해 포름알데히드에 대한 제거율을 Blank 농도와 비교해 환산하였다.

3. 실험결과 및 분석

3.1 콘크리트의 물성

그림 1과 2는 활성탄 첨가율 변화에 따른 슬럼프 및 공기량을 기능성 촉매제의 첨가 유·무에 따라 나타낸 것이다.

슬럼프는 활성탄의 첨가량이 증가할수록 슬럼프가 감소하는 경향을 보였는데, 활성탄 1% 증가시 슬럼프는 약 40~50% 정도 저하하는 것으로 나타났다. 이는 활성탄 입자의 다공질 특성에 의해 수분의 흡착 및 점성을 증가시키기 때문으로 판단된다.

동일 배합에서 기능성 촉매제를 사용한 경우는 그림 2와 같이 슬럼프가 다소 증가하는 경향을 나타내며, 이러한 경향은 고강도에서 더욱 큰 것으로 나타났다.

공기량은 활성탄 첨가율에 따라 큰 차이를 보이고 있지 않으나 기능성 촉매제를 사용한 경우 W/C 30%의 고강도 배합에서 크게 증가하는 것으로 나타났다.

이상의 결과로부터 촉매의 사용 유·무에 따라 스투프 및 공기량의 이상변화를 발견할 수 있었는데, 이는 촉매와 SP제의 반응에 의한 결과로 추측되어 후후 심도있는 연구가 필요하다.

그림 3은 실험계획에 따라 제작된 공시체의 재령별 압축강도를 나타낸 것이다. 실험결과 W/C 50%에서는 활성탄 및 기능성 촉매제의 사용과 관계없이 재령별 모두 유사한 강도를 발현하였다.

W/C 30%의 경우는 활성탄 혼입량의 변화에 상관없이 비슷한 결과 값을 기록하였으나, 기능성 촉매제의 사용한 30-1-10, 30-2-10의 두 배합에서 모두 재령 28일의 강도가 떨어지는 경향을 나타내었다. 이는 공기량 증가에 따른 단면결손에 기인한 압축강도의 저하로 분석되어진다.

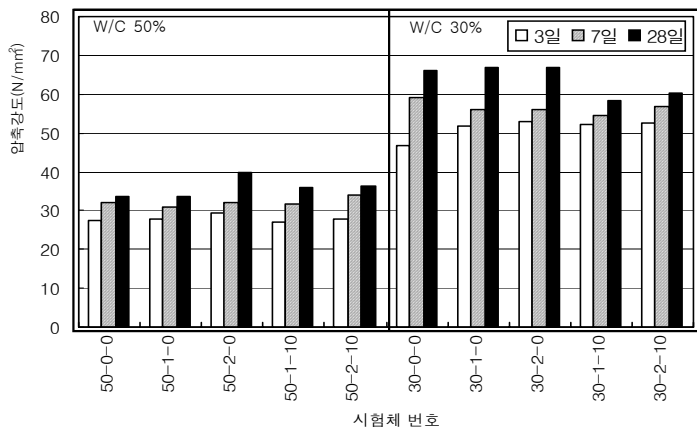


그림 3. 압축강도 시험 결과

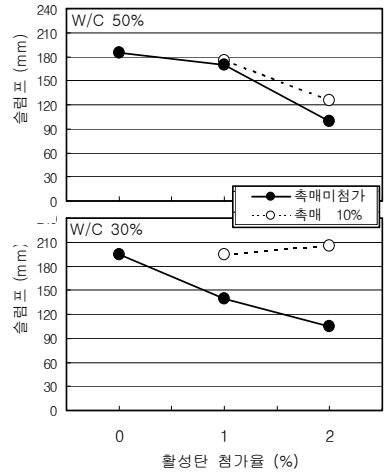


그림 1. 슬럼프 시험 결과

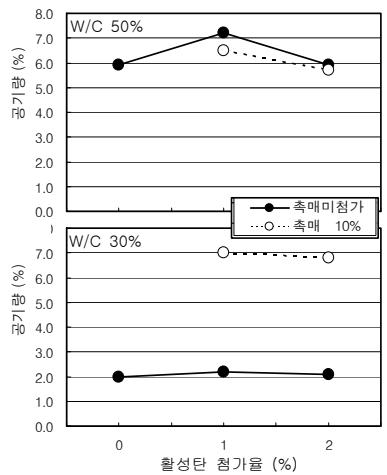


그림 2. 공기량 시험 결과

* 시험체 번호의 기호 ①-②-③

- ① 물시멘트비(%)
- ② 활성탄의 시멘트질량 대비 첨가율(%)
- ③ 기능성촉매제의 활성탄질량 대비 첨가율(%)

3.2 포름알데히드 제거 성능

활성탄 및 기능성 촉매제를 혼입한 모르터의 포름알데히드 제거효과는 그림 4와 같다.

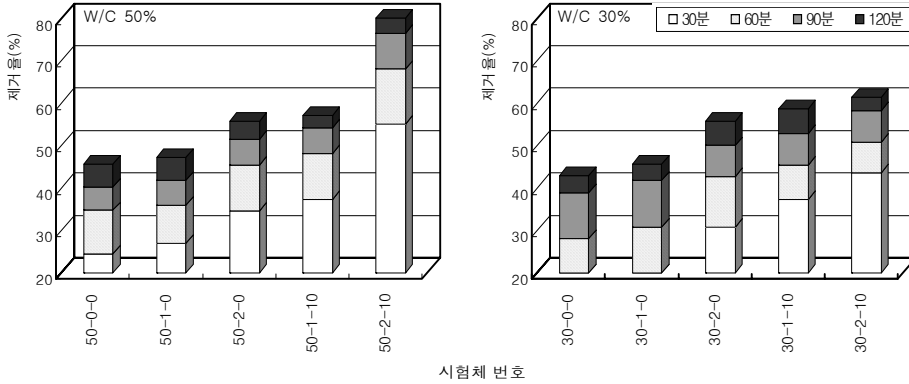


그림 4. 포름알데히드 제거율 시험 결과

실험계획에 의한 배합별 시간경과에 따른 포름알데히드 제거율은 W/C 50%에서 활성탄 1%를 첨가한 모르터는 Plain 모르터와 비교하여 큰 차이를 보이지 않았으나, 활성탄이 2% 첨가된 50-2-0과 활성탄 1%, 기능성 촉매제 10%가 사용된 50-1-10의 경우 Plain 모르터보다 10%정도 제거율이 큰 것으로 나타났다. 특히, 활성탄 2%와 공기촉매제 10%가 첨가된 50-2-10 모르터는 2시간 경과 후 포름알데히드 제거율이 80%정도로 가장 높은 제거 효과를 나타내었다. 한편, W/C 30%에서는 전반적으로 W/C 50%의 경향과 유사하나 전체적으로 포름알데히드 제거율은 다소 낮은 것으로 측정되었는데, 이는 고강도 부배합의 경우 콘크리트의 밀실성이 증대되어 흡착 작용을 저해한 것으로 분석된다.

4. 결론

활성탄을 이용한 콘크리트 기초적인 물성과 포름알데히드 제거율 등을 시험한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 활성탄 첨가 여부에 따른 콘크리트의 슬럼프는 활성탄의 수분 흡착에 의해 저하하는 것으로 나타났다. 공기량과 압축강도는 큰 차이가 없는 것으로 분석되었다.
- (2) 활성탄 및 공기 촉매제를 사용한 모르터의 포름알데히드 제거 효과는 활성탄의 첨가량이 높아질수록 그 효과가 큰 것으로 측정되었다. 다만, 활성탄 첨가율이 증가할수록 유동성 저하의 문제가 발생하여 2%내외의 첨가량이 적절한 것으로 사료된다.

한편, 고강도로 갈수록 치밀한 공극 구조를 띄게 됨에 따라 포름알데히드 분자를 흡착하는 비율이 낮아 활성탄 첨가율을 증가시켜 주어야 할 것으로 분석되었다.

참고문헌

1. 최원기 외 2명, 숯을 이용한 건축재료 개발을 위한 기초적 연구, 대한건축학회논문집 계획계 v.20, n.3, 2004
2. 우종권 외 3명, 활성탄을 잔골재로 이용한 친환경 모르타르 개발에 관한 연구, 한국건축시공학회 논문집 v.6, n.2, 2006
3. 이종찬, 기능성 재료를 사용한 콘크리트의 특성에 관한 연구, 한국건설순환자원학회 논문집, 2007