

재생골재를 사용한 포러스 콘크리트의 수질정화 특성에 관한 실험적 연구

An Experimental Study on Water-Purification Properties of Porous Concrete Utilizing Recycled Aggregate

김 정 환* 조 광 연** 조 청 휘** 이 봉 춘** 박 승 범*
Kim, Jeong Hwan Cho, Gwang Yoen Cho, Chung Whi Lee, Bong Chun Park, Seung Bum

ABSTRACT

Recently great efforts and investment have been made in order to achieve economical production by applying new methods like minimization of man-power into construction field. This paper describe the performance of water purification, to which living organisms can adapt, and the physical proprties of porous concrete with continuous voids. Although conventional concrete has been regarded as a destroyer of nature, water and air can pass freely through concrete when it is made porous by forming continuous voids. this not only enables plants to vegetables, but also makes it possible for microscopic animals and plants, including bacteria, to attach to and inhabit uneven surface as well as internal voids when the concrete is provided in a natural water area or waterside area. As a result, porous concrete using recycled aggregate improved the performance of water purification.

1. 서 론

최근 환경문제가 심각해짐에 따라 생태계에 있어서 물질순환 또는 먹이 사슬의 중요성이 인식되고 있는 실정이다. 그러나 콘크리트는 현대사회환경을 구성하는 주요한 건설재료로서 다량 사용되고 있으나, 그 구조적 측면만 강조한 나머지 그 지역의 생태계가 변화하고 생물의 서식을 곤란하게 한다. 이와 같은 콘크리트구조물의 증가로 생물의 서식장이 점차 감소함에 따라 미생물에 의한 강이나 하천 등의 자정능력이 저하되어 수질오염에 막대한 영향을 주고 있다. 지금까지의 수역개발은 편이성 또는 방재기능이 중시되어 왔지만, 앞으로는 생태계에 대한 배려가 수역환경에 대한 회복기술로서 중요한 과제라고 할 수 있다. 수질의 자연정화방법으로는 박테리아 등의 미생물이 자갈 등에 생물막을 형성하여 자갈과 자갈사이에 오염수를 통과할 경우 자갈표면에 생성된 생물막에 의해 유기물을 분해시키는 접촉산화법이 있다. 최근에 이 원리를 연속공극이 형성된 포러스콘크리트에 적용시켜 자연정화작용을 향상시키는 연구가 활발히 진행되고 있다. 따라서 본 연구에서는 재생골재를 사용한 포러스콘크리트의 골재입경 및 공극특성이 수질정화특성에 미치는 영향을 검토하였다.

* 정회원, 충남대학교 토목공학과 교수
** 정회원, 충남대학교 토목공학과 대학원

2. 사용재료 및 시험방법

2.1 사용재료

2.1.1 시멘트

본 실험에 사용된 시멘트는 국내 D사 제품의 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하였다.

2.1.2 골재

굵은 골재는 충남 공주 H사에서 제조된 폐콘크리트 재생골재를 사용하였으며 물리적 성질 표 1과 같다.

표 1 재생골재의 물리적 성질

종 류	단위용적중량	비 중	실적율	공극율
10~15mm	1,342kg/m ³	2.33	57.6%	42.4%
15~20mm	1,312kg/m ³	2.31	56.8%	43.2%

2.1.3 혼화제

시멘트의 분산작용에 의해 콘크리트의 성질을 개선시키는 감수제로서 일본 K사 제품의 나프탈렌 설폰산염 고축합물계 Mighty-150을 사용하였다.

2.2 배합 및 믹싱

배합은 입경이 서로 다른 두 종류의 재생골재에 대하여 물-시멘트비 25%, 페이스트골재비(P/Gv)를 20, 30, 40%로 변화시켜 배합설계를 수행하였다. 제조에 사용한 믹서는 용량 50ℓ의 강제식 2축형 믹서를 사용하였으며, 혼합방법은 시멘트와 재생골재를 혼입 후 30초간 건비빔을 한 다음 혼화제+물을 첨가한 후 3분간 믹싱을 하는 분할투입방식 사용하였다.

2.3 실험방법

2.3.1 연속공극률, 투수계수, 압축강도시험

연속공극률은 원주형 공시체의 표면건조상태의 중량을 측정된 (W_1)과 원주형 공시체의 측면과 바닥면을 완전히 밀봉하고 상부에서 물을 주입하여 공시체를 완전히 포수시킨 중량(W_2)을 측정하여 그 차를 공시체의 용적(V)으로 나눈 값을 사용하였고 투수계수시험은 일본콘크리트공학협회 에코콘크리트 연구위원회의 「포러스콘크리트의 투수계수 시험방법(안)」에 준하여 측정하였으며 Darcy의 법칙에 근거하여 투수계수를 측정하였다. 압축강도는 $\phi 10 \times 20$ cm 원주형 몰드에 콘크리트를 채우고 3층 25회씩 다진 다음 24시간 후 탈형하여 수중양생후 재령 28일에서 KS F 2405에 준하여 일본 M사 제품의 용량 100t의 유압식 만능시험기를 사용하여 측정하였다.

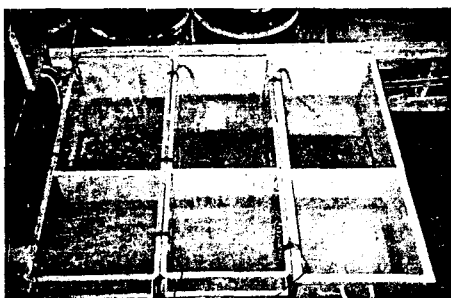


그림 1 실내 수질정화시험장치



그림 2 투수계수시험

3. 실험 결과 및 분석

3.1 공극률 특성

두종류의 재생골재 대한 연속 공극률 시험결과는 그림 3과 같다. 이를 고찰하여 보면 페이스트골재비가 증가할수록 10~15mm골재를 사용한 경우는 17.6~44.1%로 감소하였고, 15~20mm 골재를 사용한 경우는 24.5~45.3%로 감소하였다.

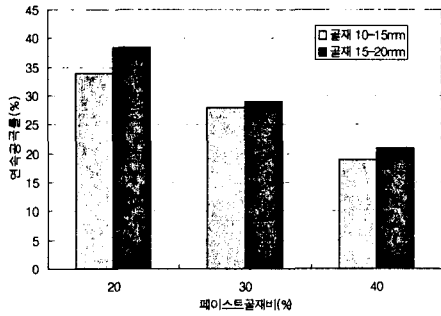


그림 3 연속공극률 시험결과

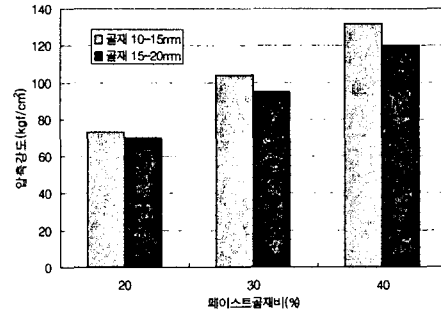


그림 4 압축강도시험결과

3.2 압축강도특성

그림 4는 두종류의 재생골재에 대한 페이스트골재비의 변화에 따른 압축강도시험결과로서 페이스트골재비가 증가함에 따라 압축강도는 증가하는 경향을 나타내었다. 10~15mm골재를 사용한 경우는 페이스트골재비가 증가함에 따라 42.5~80.8%로 증가하였고, 15~20mm 골재를 사용한 경우는 페이스트골재비가 증가함에 따라 25.7~71.4%로 증가하였다.

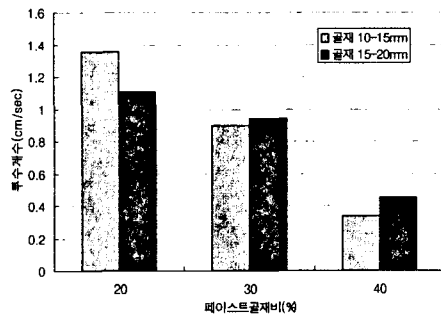


그림 5 투수계수시험결과

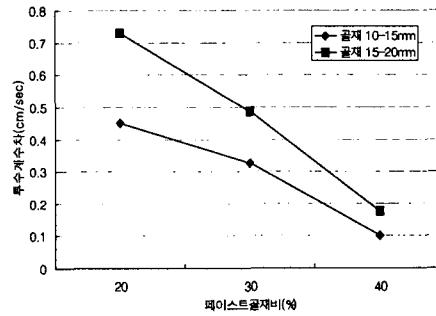


그림 6 생물부착전후의 투수계수차

3.3 투수계수특성

그림 5은 두종류의 재생골재에 대한 페이스트골재비에 따른 투수계수시험결과로서 공극률의 결과와 마찬가지로 페이스트골재비가 증가함에 따라 투수계수는 감소하는 경향을 나타내었다. 또한 포러스콘크리트 내부의 생물모양을 간접적으로 측정하기 위하여 침적후의 투수계수를 측정하였으며 그 결과는 그림 6과 같다. 이를 고찰하여 보면 페이스트골재비가 증가할수록 투수계수의 차가 적어지는 경향을 나타내었으며 골재의 입경이 클수록 투수계수의 차가 증가하는 경향을 나타내었다.

3.4 수질정화특성

시간에 따른 TOC 제거율은 그림 7~8과 같다. 이를 고찰하여 보면 재생골재의 종류에 관계없이 페이스트골재비가 증가할수록 TOC 제거율이 감소하는 경향을 나타내었는데 이는 공극률이 감소하여 미생물의 부착이 감소했기 때문이라 판단된다. 또한 재생골재의 입경에 따른 영향을 검토하여 보면 15~20mm 재생골재를 사용한 포러스콘크리트보다는 10~15mm 재생골재를 사용한 포러스콘크리트가 조기

에 높은 정화능력을 가지고 있는 것으로 나타났다.

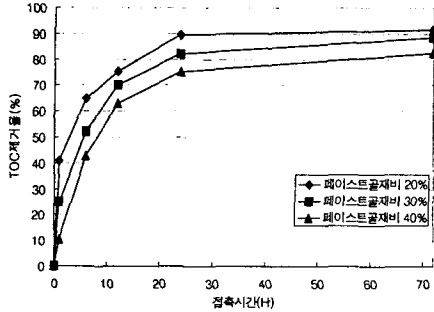


그림 7 접촉시간과 TOC제거율과의 관계
(10~15mm 재생골재)

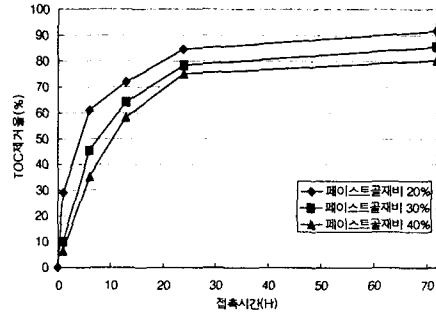


그림 8 접촉시간과 TOC제거율과의 관계
(15~20mm 재생골재)

4. 결 론

재생골재를 사용한 포러스콘크리트의 골재입경 및 공극특성이 수질정화특성에 미치는 영향을 검토한 결과는 다음과 같다.

1. 재생골재를 사용한 포러스콘크리트의 연속공극률과 투수계수는 페이스트골재비가 증가함에 따라 감소하였는데 이는 골재에 대한 페이스트량의 증가로 골재에 부착되는 페이스트의 두께 증가로 인해 공극이 감소된 것으로 판단된다. 또한 압축강도는 페이스트골재비가 증가함에 따라 증가하는 경향을 나타내었다. 이러한 경향은 페이스트골재비가 증가할수록 페이스트량이 증가하여 공극이 감소되어 압축강도가 증가한 것으로 판단된다.
2. 재생골재를 사용한 포러스콘크리트 내부의 생물모양을 측정하기 위하여 침적 전후의 투수계수를 비교한 결과, 페이스트골재비가 증가할수록 투수계수의 차가 적어졌으며 재생골재의 입경이 클수록 투수계수의 차가 증가하였다. 이는 포러스콘크리트에 부착되는 생물모양은 연속공극률에 영향을 받는다고 판단된다.
3. 재생골재를 사용한 포러스 콘크리트의 실내수질정화시험결과, 시간에 따른 TOC 제거율은 공극률이 증가할수록 증가하였으며 재생골재의 입경이 작을수록 초기에 높은 제거율을 나타내었다. 그러나 접촉시간 24시간 이후 TOC 제거율은 80%이상으로 나타나 공극률, 입경의 영향은 그다지 크지 않은 것으로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 한국생산기술연구원 2000년도 청정생산기술사업의 지원에 의하여 수행되었으며, 이에 깊은 감사를 드립니다.

참 고 문 헌

1. 박승범. "신편 토목재료학" 문운당, 2000.
2. 玉井元治. "多孔質コンクリートの生物付着と水質浄化" 化學工業, Vol. 47, No. 4, pp. 9~15, 1996.
3. 日本コンクリート工學協會. "エココンクリート特輯" 콘크리트工學, Vol. 36, No. 3, pp.6~62, 1998.
4. Tamai M., Kawai A., and Kitada H. "Properties of No-fines Concrete in Seawater and Possibility of Purifying Water Quality" JCA Proceeding of Cement and Concrete, No. 46, pp. 880~885, 1992.