

입상인공 Zeolite를 이용한 포러스콘크리트의 물리·역학적 특성에 관한 실험적 연구

A Study on the Physical and Mechanical Properties of Porous Concrete Using Granular artificial zeolite

서 대 석**	박 승 범*	조 광 연***
Seo, Dae seuk	Park, Seong Bum	Cho, Gwang yeon
이 준**	이 윤 선**	김 봉 균**
Lee, Jun	Lee, Yoon Sun	Kim, Bong Kyun

ABSTRACT

The results of an experiment on the sea water purification of the porous concrete using granular artificial zeolite and its influence on the physical and mechanical properties are reported in this paper. Two different sizes of coarse aggregate of 5~13, 13~20mm, and three of void ratio(15, 20 and 30 percent) for a given size of aggregate were used. In the water permeability, an aggregate of the size of 13~20mm is much higher than that of the 5~13mm, but the water permeability is smaller in the less design void ratio. and In the compressive strength, an aggregate of the size of 5~13mm is much higher strength than that of the 13~20mm, but the compressive strength is higher in the less design void ratio.

1. 서론

최근 각종 산업의 발달과 함께 지구환경문제가 심각해짐에 따라, 환경문제의 해결에 문제가 크게 대두되고 있다. 이러한 환경문제 중에서도 우리나라의 경우에는 연안해역에서의 매립, 해양투기, 기름유출 등에 의한 해양오염에 의한 수질 악화와 담수호 조성 및 간척 등에 의한 해양환경의 오염이 가속화되고 있어 연안해역에서의 해양생태계가 파괴로 인하여 어패류 등 수산자원의 고갈현상이 심화되는 등 사회문제로 대두되고 있으며, 이를 시급히 해결하기 위한 연구가 필요한 실정이다. 가까운 일본의 경우에는 이를 해결하기 위한 방안으로 일반콘크리트와 달리 내부를 포함하여 넓은 표면을 가지고 있기 때문에 투수성, 흡음성이 뛰어나며 생물서식이 용이하고 수질정화 성능을 가지고 있는 포러스콘크리트를 이용하는 방법이 연구되고 있다. 내부 구조는 미세 다공질의 구조로 이루어져 있어 흡착 및 이온교환 작용에 의한 수질정화 효과가 있는 입상인공Zeolite를 이용한 해수정화에 관한 연구가 이루어지고 있는 실정으로 입상 인공Zeolite를 이용한 포러스콘크리트는 우리나라와 같은 연안해역 또는 폐쇄성해역에서 각종 오염물질을 효과적으로 제거할 수 있는 장점이 있으나 이에 대한 연구는 거의 전무한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 포러스콘크리트의 수질정화 성능의 향상을 위하여 입상인공 Zeolite를 이용한 포러스콘크리트를 제조를 위하여 사용골재의 입도와 설계공극률, 입상인공Zeolite의 혼입량에 따른 물리·역학적 특성을 구명하여 해수정화 등에의 현장적용을 위한 사전연구로서 입상인공Zeolite를 이용한 포러스콘크리트의 특성에 대한 기초자료를 얻는데 그 목적이 있다.

* 정희원, 충남대학교 토목공학과 교수

** 정희원, 충남대학교 토목공학과

*** 정희원, 공주영성정보대학교 교수

2. 사용재료 및 시험방법

2.1 사용재료

2.1.1 시멘트

본 실험에서 사용된 시멘트는 국내 S사의 밀도 3.14g/cm^3 , 분말도 $4091\text{cm}^2/\text{g}$ 의 고로슬래그 함유량이 30%인 고로슬래그 시멘트를 사용하였다.

2.1.2 골재

골재는 충남 금산 H사의 화강암질의 부순돌을 사용하였으며 물리적 성질은 표 1과 같다.

표 1 골재의 물리적 특성

입 도	단위용적질량(kg/m^3)	밀 도(g/cm^3)	흡수율(%)	실적율(%)
5~13mm	1,504	2.81	1.3	54.3
13~20mm				

2.1.3 입상인공 Zeolite

본 연구에 사용된 입상비료는 석탄회를 NaOH의 1M농도 용액에서 100°C 로 4시간 수열합성반응 시켜 제조한 인공Zeolite를 입상화시켜 제조한 것으로 그 물리적 특성은 다음과 같다.

표 2 입상인공 Zeolite의 물리적 특성

입 도	단위용적질량(kg/m^3)	밀 도(g/cm^3)	흡수율(%)	실적율(%)
8mm	2.19	1.9	18	53.2

2.1.4 혼화제

시멘트의 분산작용에 의해 콘크리트의 성질을 개선시키는 감수제로서, 일본 K사 제품의 나프탈렌 설핀산염 고축합물계 Mighty-150으로 밀도는 1.20, pH 7~9이며 고형물 함량이 41~45%의 것을 사용하였다

2.1.5 실리카흄

본 연구에 사용된 실리카흄은 호주 Elkem사의 920D제품을 사용하였으며 화학적 조성 및 물리적 특성은 표 3와 같다.

표 3 실리카흄의 화학적 성분 및 물리적 특성

화학적 성분(%)				물리적 특성			
SiO ₂	H ₂ O	CaO	lg.loss	Specific Gravity	Bulk density (kg/m^3)	Blain's (m^2/g)	Particle size (μm)
91.1	0.8	1.3	2.0	2.2~2.3	150~700	15~30	0.5

2.2 콘크리트의 배합 및 믹싱

배합은 물-결합제비(W/B) 25%로 일정하게 하고 입상인공 Zeolite의 혼입량은 결합제의 10, 20, 30%, 혼화제 혼입율은 실리카흄 10%로 하여 골재입경은 5~13mm, 13~20mm 목표공극률을 20, 25, 30%로 변화시켜 배합설계를 하였다. 믹싱은 시멘트페이스트의 분산성을 향상시키기 위해 30%의 옴니 믹서를 사용하였으며, 혼합방법은 200rpm으로 시멘트, 골재와 입상비료를 혼입 후 1분간 건비빔을 하고 혼화제와 물을 첨가하고 3분간 비비는 분할투입방식을 사용하였다.

2.3 실험방법

2.3.1 투수계수시험

투수계수시험은 일본콘크리트공학협회 에코콘크리트연구위원회의 『포러스콘크리트의 투수계수 시험방법(안)』에 준하여 측정하였으며 투수계수를 계산하였다.

2.3.2 전공극률시험

전공극률 시험은 일본 콘크리트공학협회 에코 콘크리트위원회의 포러스콘크리트의 공극률 시험방법(안)중 용적법에 준하여 측정하였다.

2.3.3 압축강도 시험

압축강도는 $\varnothing 10 \times 20$ cm 원주형 몰드에 콘크리트를 채우고 3층 25회씩 다진 다음 24시간 후 탈형하여 수중양생후 KS F 2405에 준하여 일본 M사 제품의 용량 100t의 유압식 만능시험기를 사용하여 재령에 따른 압축강도를 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 투수계수

그림 1과 2는 부순돌의 입도에 따른 설계공극률과 입상비료의 혼입률에 대한 투수계수시험결과이다. 그림에서 보는 바와 같이 사용골재의 입도가 5~13mm이고 설계공극률이 15, 20, 25%로 증가함에 따라 각각 0.46~0.71, 0.79~0.93, 1.27~1.52cm/sec로 나타났으며, 13~20mm의 골재의 경우, 설계공극률이 15, 20, 25%로 증가함에 따라 각각의 투수계수는 1.84~2.29, 2.49~2.85, 3.63~4.3cm/sec로 사용골재의 입도와 설계공극률이 증가함에 따라 투수계수는 증가하는 경향을 나타내었으며, 사용골재의 입도와 설계공극률이 일정할 때 입상비료의 혼입률이 증가함에 따라 투수계수는 감소하는 경향을 나타냈다. 이러한 경향은 사용골재의 입도가 5~13mm인 경우에 비하여 13~20mm의 경우가 공극의 크기가 크고 물의 흐름에 대한 저항이 작게 되기 때문으로 판단된다.

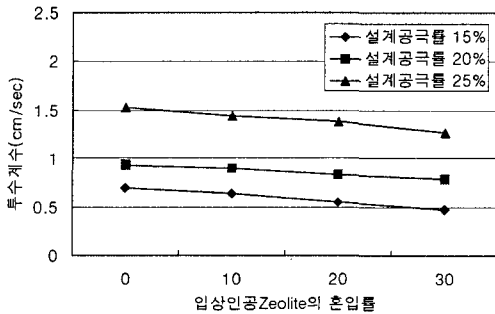


그림 1 투수계수(사용골재의 입도 : 5~13mm)

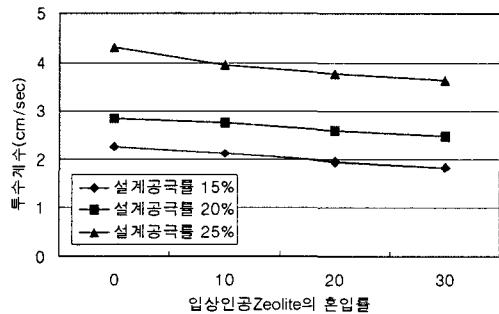


그림 2 투수계수(사용골재의 입도 : 13~20mm)

3.2 실측공극률

그림 3과 4는 사용골재의 입도와 설계공극률, 입상비료의 혼입률에 따른 설계공극률과 실측공극률과의 관계를 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 사용골재의 입도가 5~13mm이고 설계공극률이 15, 20, 25%로 증가함에 따라 실측공극률은 13.5~14.8, 17.6~20.1, 22.9~25.1%로 나타났으며, 13~20mm 골재의 경우, 설계공극률이 15, 20, 25%로 증가함에 따라 각각의 실측공극률은

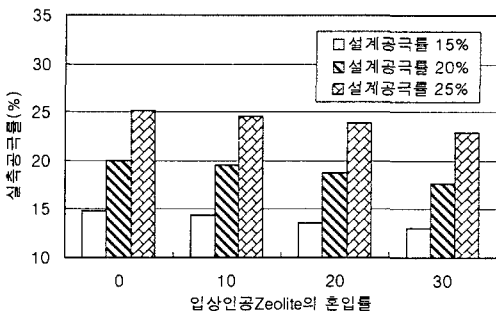


그림 3 실측공극률(사용골재의 입도 : 5~13mm)

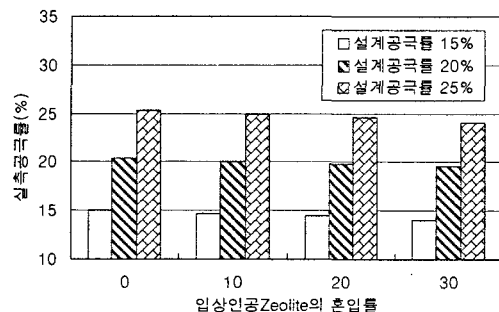


그림 4 실측공극률(사용골재의 입도 : 13~20mm)

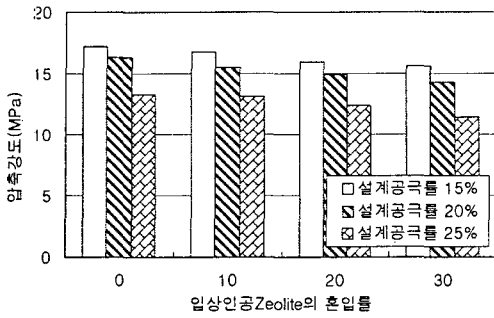


그림 5 압축강도(사용골재의 입도 : 5~13mm)

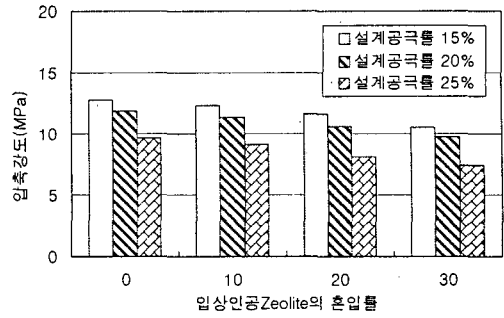


그림 6 압축강도(사용골재의 입도 : 13~20mm)

14.1~15.2, 19.5~20.4, 24.1~25.2%로 동일한 설계공극률에서 사용골재의 입도가 클수록 입상인공 Zeolite의 혼입에 대한 영향이 사용골재의 입도가 작은 경우에 비하여 작게 나타났으며, 사용골재의 입도가 큰 경우가 설계공극률과 실측공극률의 차이도 적게 나타났다.

3.3 압축강도

그림 5와 6은 설계공극률, 입상비료의 혼입률과 사용골재의 입도에 따른 압축강도와의 관계를 나타 낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 사용골재의 입도와 설계공극률이 증가함에 따라 압축강도는 감소 하는 경향을 나타냈다. 설계공극률이 20%에서 25%로 증가하는 경우의 압축강도에 대한 변화가 15% 에서 20%로 설계공극률이 증가하는 경우의 압축강도의 변화보다 크게 나타났으며, 입상비료의 혼입률 이 30%인 경우에는 20%에 비하여 압축강도가 현저하게 감소하는 경향을 나타냈다.

4. 결 론

본 연구는 해양 오염의 원인이 되는 각종 오염물질의 흡착과 생물부착에 의한 해양환경오염의 저감 을 위하여 입상인공Zeolite를 사용한 포러스콘크리트의 물리·역학적 특성에 대한 연구로 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 해수정화용 포러스콘크리트의 투수계수는 입상비료의 혼입률이 증가함에 따라 투수계수는 다소 감 소하는 경향을 나타냈으나, 설계공극률과 사용골재의 입도가 증가함에 따라 증가하는 경향을 나타 냈으나
- 2) 사용골재의 입도와 입상인공Zeolite의 혼입률에 따른 설계공극률과 실측공극률의 차이는 사용골재 의 입도가 작고, 입상인공Zeolite의 혼입률이 증가함에 따라 크게 나타났다.
- 3) 해수정화용 포러스콘크리트의 압축강도는 사용골재의 입도가 클수록 입상인공Zeolite의 혼입률이 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타냈으며, 특히 입상인공Zeolite의 혼입률이 30%이상이고 설계공 극률이 20%인 경우에 압축강도는 크게 감소하는 것으로 나타났다.
- 4) 입상인공Zeolite를 사용한 포러스콘크리트의 물리·역학적 특성을 분석결과 해수정화용 포러스콘크 리트 2차제품으로의 적용이 가능한 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 건설핵심기술연구개발사업의 지원에 의하여 수행되었으며, 이에 관계자 여러분께 감사드 립니다.

참 고 문 헌

1. 박승범, “신편 토목재료학” 문운당, 2004
2. 田中光徳, 玉井元治, 岡材悦子 “多孔質コンクリートを用いた河川浄化に関する研究”, セメント・コン クリート論文集, No.52, pp.772~777, 1998.
3. 玉井元治ほか “自然の海水に沈漬したポラスコンクリートへの現状の将来展望に関するシンポジウム 論文集”, pp.83~90, 1995.