

복합 나노실리카를 이용한 시멘트 복합체의 특성에 관한 실험적 연구

An Experimental Study on the Properties of Cement Composite Using Nano-silica

이 준* 조 구 영* 서 정 필* 백 병 교** 강 석 표*** 조 성 현****
Lee, Jun Cho, Ku Young Seo, Jung Pil Baek, Byoung Gyo Kang, Suk Pyo Cho, Sung Hyun

ABSTRACT

This study was performed an evaluation of engineering properties of cement composite according to type and content of Nano-silica as admixture for marine concrete. As the results of study, when considering the porosity and compressive strength, the proper type and content are thought to be type of sodium silicate and under 5%.

요 약

본 연구는 해양콘크리트용 소재로서 나노실리카의 종류 및 혼입량에 따른 시멘트 복합체의 공학적 특성을 분석하였으며, 시험 결과 시멘트 복합체의 강도 및 공극 특성 개선에 효과적인 나노실리카는 Sodium Silicate계인 것으로 나타났으며, 적정 혼입률은 5% 이하인 것으로 나타났다.

1. 서 론

최근 우리나라는 지형학적인 특성상 국토의 효율적인 이용을 위한 해양개발이 활성화되면서 거가대교, 시화호 조력발전소 등의 국가 대형프로젝트가 해양환경 하에서 건설되고 있다. 하지만 해양환경에 건설되는 콘크리트 구조물은 해수에 의한 물리·화학적 침식이 복합적으로 작용하여 내력손실 및 공용기간 단축 등의 문제점을 야기시킬 수 있다. 따라서 본 연구에서는 해양콘크리트 구조물의 내해수성 향상을 위한 연구의 일환으로서 염소이온의 침투 및 확산방지 효과가 있는 유무기 복합 나노실리카를 이용한 시멘트 복합체의 공극률 및 압축강도 등의 물리·역학적 특성을 실험·실증적으로 수행하여 해양콘크리트용 혼화재료로서의 적용가능성을 검토하고자 한다.

2. 사용재료 및 실험 조건·방법

2.1 사용재료

표1. 사용 재료의 종류 및 물리적 성질

사용재료	물리적 성질
시멘트	·밀도:3.14g/cm ³ , ·분말도:3,459cm ² /g, ·국내 S사 보통 포틀랜드시멘트
잔골재	·밀도:2.59g/cm ³ , ·흡수율:0.7%, ·단위용적질량:1.633kg/L
Nano-Silica	Type 1 ·Ethyl Silicate, ·점도:5cp, ·고형분함량:30%, 입도:10~200nm, pH:9.1
	Type 2 ·Sodium Silicate, ·점도:7cp, ·고형분함량:30%, 입도:10~100nm, pH:9.9
혼화제	·유동화제[Polycarboxylate]

* 정희원, 한국건자재시험연구원, **정희원, (주)유비플러스, *** 정희원, 우석대학교 건축인테리어디자인학과
**** 정희원, 한일시멘트주식회사 테크니컬센터

2.2 실험조건 및 방법

표2. 실험조건 및 방법

구분	실험조건	실험방법
W/B	50%(공극률, 강도)	· 공극률 [MIP Test] · 7일 압축강도 [KS L 5105] · 28일 압축강도 [KS L 5105] · SEM, XRD
B:S	1 : 2(강도)	
Nano-silica 혼입률	MIP Test : 0, 5%, 압축강도 : 0, 5, 10%	
기타	MIP Test : 시멘트 페이스트 압축강도 : 시멘트 모르타르	

3. 결과 및 고찰

복합 나노실리카를 활용한 시멘트 복합체(모르타르)의 압축강도 특성을 고찰하여보면 Ethyl Silicate계를 활용한 경우는 혼입률이 증가함에 따라 강도가 저하되는 경향을 나타냈으나 Sodium Silicate계를 사용한 경우는 혼입률이 증가함에 따라 강도가 증가하여 Plain 대비 9.5~32.7%까지 강도가 향상되었다. 이러한 원인은 Ethyl Silicate계를 활용한 경우는 수화반응이 크게 지연되는 것으로 관찰 되었으며, 나노실리카 합성시의 원천소재 적용에 따른 상대적인 반응량 차이가 복합적으로 작용했기 때문으로 판단된다. 또한 재령 7일의 경우가 28일의 경우에 비하여 나노실리카 혼입에 따른 영향을 더 크게 받는 것으로 나타났다.

MIP시험에 의한 공극률은 Plain의 경우 19.2%, Type 1의 경우는 25.9%, Type 2는 14.7%를 나타내 Sodium Silicate계의 나노실리카를 활용한 경우가 가장 치밀한 조직구조를 갖는 것으로 나타났다. 그리고 Type 2의 나노실리카를 활용한 경우는 0.05~2 μ m 크기 범위의 공극률 감소에 효과적인 것으로 나타났다.

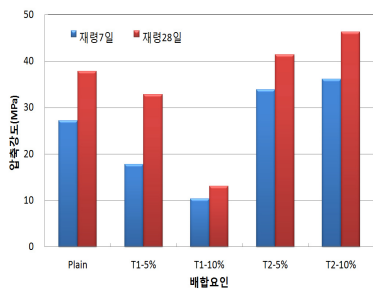


그림 1. 압축강도 시험결과

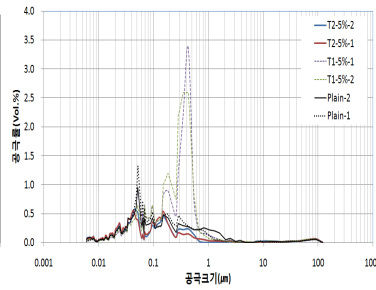


그림 2. MIP 시험결과

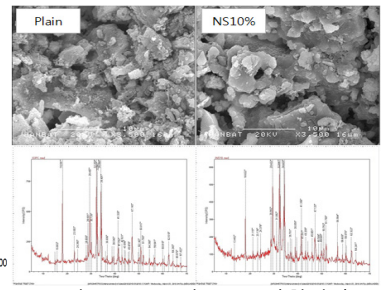


그림 3. SEM 및 XRD 시험결과

4. 결론

- 1) 압축강도 특성은 나노실리카의 Type에 따라 상이한 결과를 나타냈으며, Type 1의 경우는 Plain에 비하여 강도가 감소하는 결과를 나타냈고, Type 2의 경우는 혼입률이 증가할 수록 강도가 향상되었으나, 혼입률 10% 이상에서는 강도증가경향이 다소 둔화되는 것으로 나타났다.
- 2) MIP 시험에 의한 공극특성의 경우도 Type 2의 경우가 가장 작은 공극률을 나타내 복합체의 내부 매트릭스를 치밀하게 하는 것으로 나타났으며, 특히 2 μ m 크기 이하의 공극충진에 효과적인 것으로 나타났다.
- 3) 이상의 연구결과를 종합하여 보면, 본 연구조건만을 고려할 경우 Sodium Silicate계의 나노실리카를 활용한 경우가 시멘트 복합체의 공극 및 강도특성 등의 물성개선에 효과적인 것으로 나타났으며, 적정 혼입률은 5% 이하인 것으로 도출되었다.

감사의 글

이 논문은 2009년 중소기업기술혁신개발사업의 지원을 받아 수행되었습니다.

참고문헌

1. 박승범 (2005) 건설재료실험, 문운당.
2. 한국콘크리트학회 (2004) 최신콘크리트공학, 기문당.