

원전 구조물의 건조수축 저감을 위한 실험적 연구

Experimental study to improve drying shrinkage durability performance of Nuclear Power Plant Structure

임 상 준* 이 병 수** 방 창 준***
 Lim, Sang-Jun Lee, Byung-Soo Bang, Chang-Joon

Abstract

In general, nuclear power plant concrete structure's performance has been very good with the majority of identified problems initiating during construction and corrected at that time. This study is experiments to improve drying shrinkage using glycol ether-based material for the durability of nuclear power plants. Thus, this study evaluated the obtained data from a mock up test for the practical use of concrete containing glycol ether. According to the results of this study, the concrete showed resistance performance of around 40% to drying shrinkage.

키 워 드 : 원자력발전소, 실물대, 건조수축, 내구성
 Keywords : Nuclear Power Plant, Mock-up, drying shrinkage, durability

1. 서 론

원전구조물의 수명 및 계속운전 안전성분석, 차세대 원전의 설계수명 증가 등이 필요함에 따라 원전구조물의 열화 및 수명연장 연구가 활발히 진행중이다. 국제원자력기구(IAEA)가 평가한 원전 콘크리트 구조물 열화요인으로는 여러 가지가 있지만 콘크리트 건조수축에 의한 열화가 23%로 가장 높게 나타났다. 본 연구는 원전구조물의 건조수축 향상을 위한 연구로써 글리콜에테르계 혼화제를 첨가하여 원전 콘크리트구조물의 건조수축을 향상시키는 방안을 연구하였다.

2. 사용재료 및 실물대 설계

본 연구에서 사용한 재료를 보면 시멘트는 국내 H사의 1종 보통포틀랜드시멘트를 사용하고 잔골재는 인천산 세척사, 굵은 골재는 광주산 쇄석을 사용하였다. 또한 플라이애시는 강열감량 4%를 사용하고 화학혼화제는 H사의 나프타렌 계열의 고성능 감수제를 사용하였다.

실물대실험 부재의크기는 기둥 450mm×450mm×2,100mm, 중앙의 벽체는 4,000mm×200mm×2,100mm의 크기로 하고, 기둥은

주근 4개, 스트립 간격 250mm, 벽체는 수직/수평 철근 간격 250mm하였다. 콘크리트는 호퍼를 이용하여 타설하고 콘크리트의 원활한 충진을 위하여 봉상진동기를 이용하여 다짐을 실시하였다. 또한, 콘크리트의 타설과 함께 매립용 스트레인이게지를 그림2과 같이 매립시켜 콘크리트의 타설 시점부터 건조수축에 의한 콘크리트의 변화를 확인할 수 있도록 하였다.

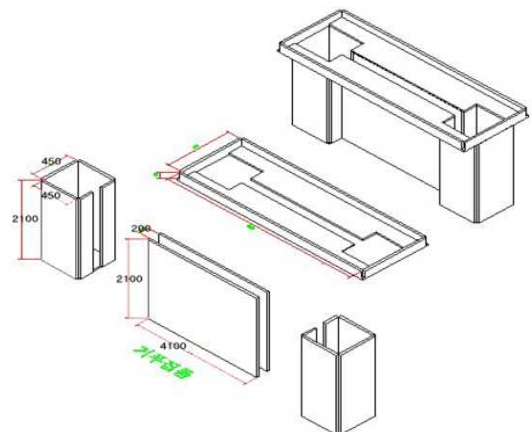


그림 1. 실물대 설계

표 1. 글리콜에테르계 재료 성상

성분	외관	밀도	용해성
글리콜에테르계 유도체	열은 황색의 액체	0.98	가수분해 가능

* (주)한국수력원자력, 일반연구원, 교신저자 (juni8765@khnp.co.kr)
 ** (주)한국수력원자력, 차장
 *** (주)한국수력원자력, 부장

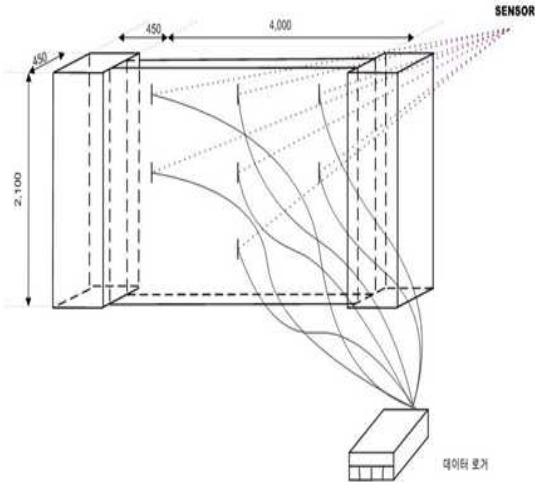


그림 2. 실물대실험 매립게이지 위치

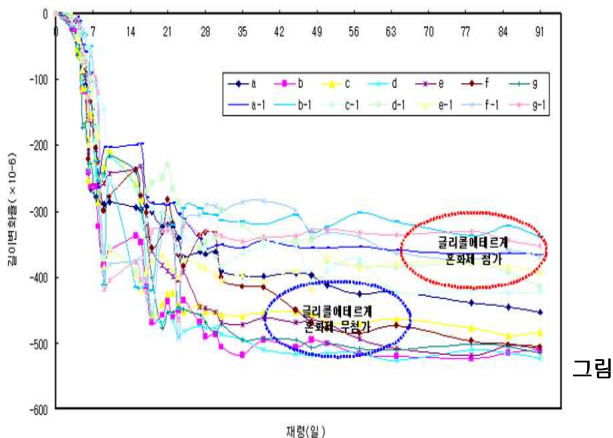
3. 실험결과 및 고찰

실물대 실험의 벽 부재에 스트레인게이지를 매립시켜 타설 초기부터 건조수축에 의한 길이변화 결과를 그림3에 나타내었다.

매립된 게이지의 위치별 글리콜에테르계 혼화제를 첨가하지 않은 a~g까지의 변화율의 경우 그림3과 같이 초기재령 7일전에 -400×10^{-6} 정도의 급격한 변화율을 보이고 그 이후에도 재령 21일까지 약 -100×10^{-6} 정도의 그 감소율을 나타내어 재령 28일부터는 완만한 변화율을 나타내었다.

반면, 글리콜에테르계 혼화제를 첨가한 부재의 길이변화율은 그림2와 같이 a-1~g-1은 초기 재령에서 약 -300×10^{-6} 전후의 길이변화율을 나타내고 28일 이후부터 완만한 변화율을 보이면서 91일 재령에서 약 -400×10^{-6} 정도의 변화율을 나타내어 글리콜에테르계 혼화제를 혼입하지 않은 시험체와 비교하여 약 $-100 \sim 200 \times 10^{-6}$ 정도의 낮은 변화율로 나타났다.

이는 글리콜에테르계 혼화제가 콘크리트 잉여수의 표면을 덮고 있어 수분 증발을 억제하고 높은 휘발점을 가지고 있어 액상의 물질이 증발하면서 발생하는 콘크리트 표면에서의 인장응력을 발생시키지 않은 것으로 사료된다.



그림

3. 건조수축 실험결과

4. 결 론

원전구조물의 열화요인으로 가장 많이 발생하는 건조수축 저감 방안에 대한 연구로서 실물대실험 결과, 글리콜에테르계 혼화제를 혼입한 콘크리트의 장기폭로 시 건조수축에 의한 길이변화의 저감효과를 통하여 원전구조물의 건조수축에 의한 균열발생에 관한 문제점을 개선할 수 있을 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 2012년도 지식경제부의 재원으로 한국에너지기술연구원(KETEP)의 지원을 받아 수행되었으므로 이에 감사드립니다. (No. 2011T100200162)

참 고 문 헌

1. 원전구조물 내경 설계 및 평가기술 분석보고서, pp.12~13, 2008
2. 제13회 원자력안전정보회의 자료(제9-1분과 : 콘크리트 구조물의 내구성 확보), 원자력안전기술원, 2008.4
3. 한국콘크리트표준시방서, 4.5 내구성설계편, 건설교통부, 2004.8
4. ACI 349-06, Code Requirements for Nuclear Safety-Related Concrete Structures and Commentary, pp.45, 2006