

원전구조물 콘크리트의 열화에 따른 내구성 평가

Durability Estimation with Deterioration of Concrete in Nuclear Structure

원민식* 최윤석* 신정호* 양은익* 김호진** 김도겸***

Won, Min Sik Choi, Yoon Suk Shin, Jung ho Yang, Eun Ik Kim, Ho Jin Kim, Do Kyum

ABSTRACT

As the demand on nuclear power is increasing, it is required to investigate for concrete durability in nuclear structure. However, the inspected datas for durability are insufficient in nuclear structure. The test specimens are prepared according to the mix design that has been used in the domestic nuclear structure. And, the characteristics of durability are investigated for the specimens. It will be needed to estimate the long-term durability.

요약

원자력발전에 대한 관심이 증가하고 있다. 따라서 원전구조물 콘크리트에 대한 검토가 요구되고 있으나, 국내실정에 맞는 원전구조물의 내구성에 대한 검증자료가 많이 부족한 실정이다. 본 연구에서는 국내 원전구조물에 사용된 실제재료와 배합조건으로 시편을 제작하여 원전시설물의 열화에 대한 내구 안정성을 검토하였다. 향후 장기적인 검토가 필요할 것으로 판단된다.

1. 서론

콘크리트는 경제성 및 방사선의 차폐성, 시공의 편리성을 이유로 원전구조물의 구조적 주재료로서 많이 사용되고 있다. 그러나 이러한 원전구조물 콘크리트도 정도의 차이는 있으나 열화의 과정을 거치게 된다. 특히, 원전구조물이 놓이는 위치 및 외부환경에 따라 염해와 동결·융해에 노출될 뿐만 아니라 토양 및 지하수에 의한 황산염과 침출, 배기가스에 의한 탄산염에 의한 열화를 받는 환경에 노출되어 있다. 따라서, 본 연구에서는 국내 원전구조물에 사용된 실제 재료와 배합조건으로 시험체를 제작하여 다양한 열화요인에 따른 내구성을 평가하였다.

2. 실험 방법

2.1 배합표

실험에 사용된 배합조건은 아래 표 1과 같다.

* 정회원, 강릉원주대학교, 토목공학과
** 정회원, (주) 유디코
*** 정회원, 한국건설기술연구원

표 1 배합표

| Mix type | Gmax (mm) | Air(%) | W/C (%) | S/a (%) | 단위량 (kg/m ³) | | | | |
|----------|-----------|--------|---------|---------|--------------------------|--------|--------|--------|-------|
| | | | | | W | C | S | G | FA |
| ESWS* | 19 | 2.5 | 40 | 44.4 | 162.75 | 325.50 | 748.89 | 938.77 | 81.38 |
| 방폐 | 19 | 2.5 | 32.2 | 44.7 | 172 | 428 | 730 | 904 | 107 |
| 원전-1 | 19 | 2.5 | 50 | 46.7 | 162.75 | 260.64 | 822.01 | 938.77 | 64.86 |
| 원전-2 | 19 | 2.5 | 45 | 42.9 | 166.88 | 296.61 | 730.61 | 972.38 | 74.30 |

ESWS* - Essential Service Water System

2.2 변수 및 조건

각 변수 별 열화조건은 아래 표 2와 같다.

표 2 열화인자 및 조건

| 변수 | 열화조건 | 측정계령 | 측정 | Size |
|------|--|-------------------|------------|---------------|
| 탄산화 | KS F 2584 | 28,56,90,180,365 | 탄산화 깊이 | Ø100×200mm |
| 염해 | NaCl 3% 용액침지 | 56,90,180,365 | 침투깊이, 염화물량 | 100×100×400mm |
| | RCPT | | | |
| 침출 | 현지 지하수 | 28,56,90,180,365 | 침출수 분석 | 50×50×50mm |
| 황산염 | Na ₂ SO ₄ 5%용액침지 | 28,56,90,180,365 | 압축강도 | Ø100×200mm |
| 동결융해 | KS F 2456, B법 | 50,150,300(cycle) | 동탄성계수 | 100×100×400mm |

3. 실험결과

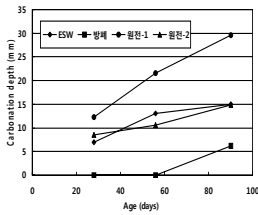


그림 1 Carbonation

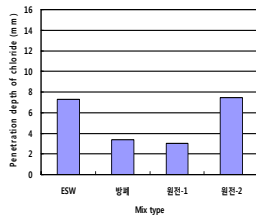


그림 2 RCPT (56일)

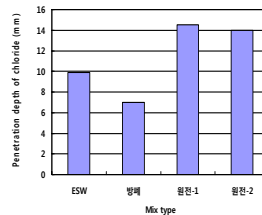


그림 3 염해 침지 (56일)

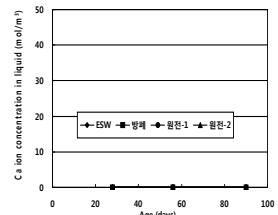


그림 4 침출

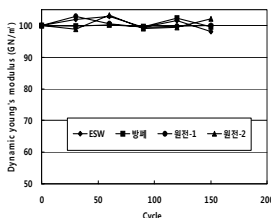


그림 5 동결·융해

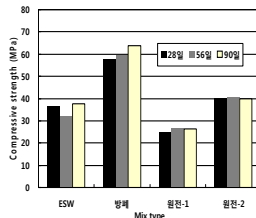


그림 6 황산염 압축강도

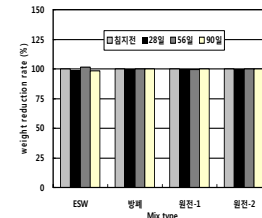


그림 7 황산염 무게변화

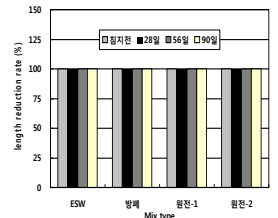


그림 8 황산염 길이변화

4. 결론

국내 원전구조물에 사용된 콘크리트의 다양한 열화조건에 대한 내구성을 평가한 결과 현 열화 노출 단계까지는 각 시설물의 목적을 충족하는 내구성능을 확보한 것으로 판단된다. 그러나 원전구조물의 사용수명을 고려하여 장기적인 열화에 대한 내구성능 평가가 필요할 것으로 사료된다.