MSC 방법을 이용한 철근콘크리트 구조물의 탄산화 해석

Analysis of Reinforced Concrete Structures under Carbonation Using Monte Carlo Simulation method

김 지 상* 박 혜 종** 김 주 형***
Kim, Jee Sang Park, Hye Jong Kim Joo Hyung

ABSTRACT

Uncertainties in carbonation process of concrete structures are treated by probability-based durability analysis for carbonation using Monte Carlo simulation technique. The results requires the minimum cover thickness of 53mm for 10% of corrosion probability under $4mm/year^{0.5}$ of carbonation coefficient. The more researches on statistical properties of design variables may give reliable durability analysis/design methods for carbonation of concrete structures.

요 약

콘크리트 구조물의 성능 저하 현상 중의 하나인 탄산화에 의한 내구성능 저하를 평가하는 방법으로 각 설계변수의 불확실성을 고려하기 위하여 MCS(Monte Carlo Simulation)기법을 적용하여 탄산화의 영향을 받는 철근콘크리트 구조물의 내구성 해석을 수행하고 그 결과를 분석하였다. 일반적인 경우 50년 경과시 부식확률 10%에 이르는 필요피복두께는 탄산화 속도계수가 $4mm/year^{0.5}$일 경우 최소 53mm가 요구되는 것으로 나타났다. 추후 설계변수의 통계적인 성질에 대한 추가적인 연구를 통하여 탄산화 과정의 불확실성을 합리적으로 고려할 수 있는 내구성 해석방법을 정립할 수 있을 것이다.

1. 서 론

철근 콘크리트 구조물의 내구성능 저하에 의한 피해가 증가함에 따라 최근 국내의 콘크리트 표준시방서에서도 염해, 탄산화 및 동결 융해등의 성증저하 현상에 대하여 콘크리트의 내구성 평가에 관한 규준이 마련되었다[1]. 그러나, 내구성능 저하 과정의 불확실성은 부분안전계수 형식을 이용하고 있는데, 주로 외국 자료를 이용하고 있어 이에 대한 검증과 확인이 필요한 것으로 판단되어 MCS기법을 이용하여 탄산화에 노출된 콘크리트 구조물의 내구성 해석을 실시하였다.

* 정회원, 서경대학교 토목공학과, 교수
** 정회원, 서경대학교 도시환경시스템공학과, 석사과정
*** 정회원, 한국건자재시험연구원, 연구원

2. MCS 방법을 적용한 내구성 해석

2.1 탄산화 모델

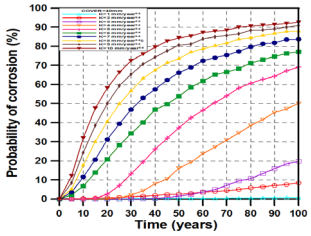
가장 널리 쓰이는 Fick의 제1법칙을 탄산화에 대한 시간 모델로 변형하여 적용하였다.

$$\chi_c = K \bullet t^n \ , \quad n = 0.5$$

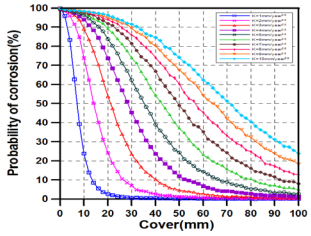
여기서, χ_c : 탄산화 깊이(mm), K : 탄산화 속도계수($mm/year^{0.5}$), t : 공용연수($year$)

2.2 MCS 방법의 적용

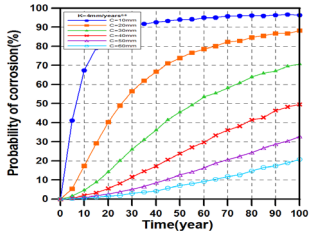
MCS 방법을 적용하여 내구성해석을 실시하였으며 모두 정규 분포로 모델링한 각 설계변수의 값을 일정한 범위 내에서 변화시켜 가면서 각 설계변수가 파괴확률에 미치는 영향을 고찰하였다. 발생 가능한 범위 안에서 탄산화속도계수를 변화시키면서 철근의 부식확률 및 필요 피복두께를 도출하여 정리한 것이 그림 1 및 2이다. 또한, 다양한 철근의 피복두께를 적용하여 시간경과에 따른 철근의 부식 확률을 도출하여 그림3에 도시하였다.



[그림1. 다양한 탄산화속도계수의 시간에 따른 부식확률]



[그림2. 재령 50년일 때 탄산화 속도계수 변화 시 필요피복두께]



[그림3. 다양한 피복두께의 시간에 따른 부식확률]

4. 결론

1. 재령이 50년이고 탄산화속도계수가 4 $mm/year^{0.5}$일 경우 철근의 부식확률 10%를 만족하기 위해서는 최소 53mm의 피복두께가 요구되는 것으로 나타났다.

2. 콘크리트 표준시방서의 탄산화 설계형식에 대하여 추가적인 검증이 필요할 것으로 판단된다.

감사의 글

이 연구는 국토해양부가 출연하고 한국건설교통기술평가원에서 위탁 시행한 2004년도 건설핵심기술연구개발사업(과제번호:04핵심기술C02-02)의 연구비 지원에 의하여 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 건설교통부, “콘크리트 표준시방서(내구성편)”, 2004.

2. 이창수, 윤인석, 김용혁, “서울시내 콘크리트 구조물의 중성화 진행 속도의 확률분석”, 서울도시연구 제5권 제1호, 2004.

3. 권성준, 박상순, 남상혁, 노병철, “탄산화에 노출된 콘크리트 취약부의 확률론적 내구수명 평가”, 한국구조물진단학회지 제 12권 제2호, 2008