베이지안 기법을 이용한 중성화에 노출된 콘크리트 구조물의 내구성 예측

Durability Prediction for Concrete Structures Exposed to Carbonation Using a Bayesian Approach

정 현 준* 김 규 선** 주 민 관*** 이 상 철****

Jung, Hyunjun Kim, GyuSeon Ju, MinKwan Lee, SangCheol

ABSTRACT

This paper provides a new approach for predicting the corrosion resistivity of reinforced concrete structures exposed to carbonation. In this method, the prediction can be updated successively by a Bayesian theory when additional data are available. The stochastic properties of model parameters are explicitly taken into account into the model. To simplify the procedure of the model, the probability of the durability limit is determined from the samples obtained from the Latin hypercube sampling technique. The new method may be very useful in designing important concrete structures and help to predict the remaining service life of existing concrete structures which have been monitored.

요 약

본 논문에서는 중성화에 노출된 콘크리트 구조물의 내구성을 예측하기 위한 새로운 접근 방법을 제시한다. 이 예측 방법은, 새로운 계측 데이터 있을 때 베이스 이론에 근거하여 지속적으로 업데이팅을 할 수 있다. 모델 매개변수의 확률론적인 특성이 고려된다. 염해 해석 모델의 절차는 라틴 하이퍼큐브 샘플 추출법으로 간단하게 정리되고 이를 통해 얻는 표본으로 결정된다. 이러한 새로운 방법은 중요한 콘크리트 구조물을 설계하기에 아주 유용하고 모니터링을 통한 실 콘크리트 구조물의 잔존수명을 예측 할 수 있다.

1. 서 론

최근 국내에서는 증가하는 이산화탄소의 영향으로 인해서 콘크리트 구조물의 내구성 저하는 증가하고 있는 실정이다. 중성화에 노출되어 있는 콘크리트 구조물의 내구성 수명을 예측하는 방법은

* 정회원, 한국시설안전공단, 진단본부 일반도로팀, 연구원
** 정회원, 한국시설안전공단, 진단본부 일반도로팀, 차장
*** 정회원, 한국시설안전공단, 진단본부 일반도로팀, 연구원
**** 정회원, 한국시설안전공단, 진단본부 일반도로팀, 부장

통상적으로 시간에 따라서 증가하는 중성화 깊이로 평가하고 있다. 이때 콘크리트 표면부터 철근까지의 피복두께와 중성화된 깊이가 같아 질 때 한계상태함수로 정의 한다면 파괴시점으로 볼 수 있다. 중성화가 시작되는 시점부터 파괴된 시점까지를 구조물의 수명으로 정의하고 목표로 하는 내구수명과 구조물이 파괴되는 수명의 차이로 잔존수명을 예측할 수 있게 된다.

2. 베이지안 기법을 이용한 내구성 예측방법

2.1 일차원 중성화 예측 모델

일반적으로 가장 많이 사용되고 있는 $\sqrt{T}$법을 모델식으로 사용한다.

$$C = A\sqrt{T}$$

2.2 중성화의 한계상태식

$$\underline{\vartheta} = \underline{\theta}[A, T], \quad R = r(\underline{\vartheta}), \quad S = s(\underline{\vartheta})$$

$$G = R - S$$

여기서 R은 피복두께(D)로 하며, S은 중성화 깊이(C)로 한다.

2.3 내구수명예측

손상확률 P_f와 신뢰성 지수 β는 다음과 같은 관계가 있다.

$$P_f = \int_{-\infty}^{0} f_G(g)\, dg$$

$$\beta = \frac{\mu_G}{\sigma_G} \quad , \quad P_f = \Phi(-\beta)$$

3. 적용 예

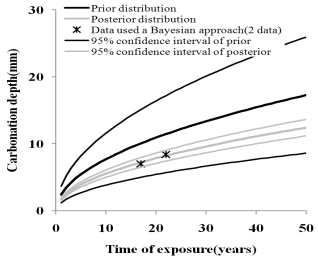

그림1. 중성화 예측(예시:노량대교)

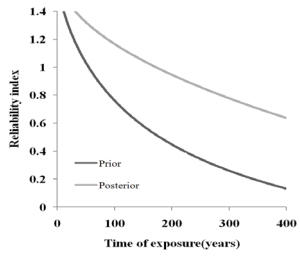

그림2. 신뢰성 지수(예시:노량대교)

4. 결 론

1> 일반적으로 내구성을 예측하기 위한 중성화 예측 모델식에 모델의 불확실성을 고려할 수 있도록 베이지안 기법을 적용하였다.

2> 적용성이 좋은 베이지안 기법으로 중성화에 노출된 콘크리트 구조물의 내구적 사용수명을 예측함으로서 중성화된 콘크리트 구조물의 유지·관리를 하기 위한 부식개시를 예측할 수 있다.

감사의 글

본 연구는 국토해양부가 출연하고 한국건설교통기술평가원에서 위탁 시행한 건설핵심기술연구개발사업(04핵심기술C02, 06건설핵심D20) 지원으로 수행되었으며, 연구비 지원에 감사드립니다.

참고문헌

1. 정밀안전진단보고서, 한국시설안전공단, 1995-2007
2. 정현준, 지광습, 공정식, 강진구 베이지안 기법을 이용한 염해 콘크리트구조물의 내구성 예측, 한국콘크리트 학회 논문집, Vol.20, No.1, 2008, pp.77~88.