

RC구조물 염해 내구성 설계 평가 프로그램 문헌 비교연구

A Study on the Comparative Analysis of Chloride Penetration Durability Design Program of Reinforced Concrete Structures.

이 형 민* 이 한 승**

Lee, Hyung-Min Lee, Han-Seung

Abstract

As RC structures in the marine environment rapidly increase, the interest and the importance of Chloride Penetration durable design have been growing. However, there is hardly any domestic Chloride Penetration durability of RC structures designed analysis programs. Currently, Chloride Penetration durable design method is studied and launched actively as a program in the United States, Europe, Japan and etc., but it is limited to Chloride Penetration durability of RC structures excluded from maintenance construction. Also, the level of dependence on the foreign technology is high; the foreign program is imported and used when needed. The main objective is to compare and to evaluate with the durability assessment program and several conditions when considering the design of Chloride Penetration durability through the programs developed abroad.

키 워 드 : RC구조물, 염해, 내구성 설계, 평가 프로그램
Keywords : RC structure, Chloride Penetration, Durability Design, Program

1. 서 론

최근 해양환경 하에 놓여지는 RC구조물이 급증함에 따라 염해 내구성 설계에 관한 관심과 중요성이 대두 되고 있다. 현재 염해 내구성 설계법은 유럽, 일본 등을 중심으로 활발히 연구되고 프로그램으로 출시되고 있으나 보수를 제외한 신축 RC구조물의 염해 내구성 설계에 국한되어 있으며, 각 프로그램마다 입력변수의 차이, 계산 원리의 차이가 있어서 결과 예측 값의 차이가 있다. 또한 해외에서 개발된 프로그램이므로 국내 현실에 대입하여 사용하기엔 문제점이 따른다. 따라서 본 연구에서는 국외에서 개발된 프로그램들을 통하여 염해 내구성 설계 시 여러 가지 조건을 고려하여 내구성 평가프로그램을 비교 평가 하는 것이 목적이다.

2. 내구성 평가 프로그램 소개

RC구조물의 염해 내구성 평가 설계프로그램은 주로 국내보다는 국외에서 활발히 연구되고 있기 때문에 미국이나 일본에서 개발된 프로그램이 대부분이다. 그중 LIFE365프로그램은 미국 ACI, ASTM, NIST에서 주관하여 만들어진 것으로 주목적이 염해 환경하에 콘크리트 구조물의 수명, 부식 방지 전략 예측을 이

용하여 라이프 사이클 비용 분석(LCCA)를 목적으로 염화물 침투 개시시기 예측을 시작으로 염화물 증식시기를 예측한후 구조물 보수 스케줄을 제공하며, 향후 LCC 추정 및 보수비용을 산정해내는 프로그램이다¹⁾²⁾. LECCA2는 일본에서 제작되었으며, 콘크리트 구조물 장기 성능 시뮬레이션 프로그램으로, 염해 중성화에 대한 열화 시뮬레이션모델을 이용하여 콘크리트의 염화물 이온 침투 진행을 세공구조, 수화 생성물의 영향을 고려하여 예측하고 부식진행을 정량평가할수 있다. 또한 동해 현상에 대해 콘크리트내부의 동 탄성계수를 예측 할수 있다. LC assist 또한 일본에서 만들어진 프로그램으로, RC구조물에 대해 염해, 중성화 등의 열화 예측, 사용자 요구에 맞는 보수 공법 및 재료를 선정할 수있는 프로그램이다. 또한 결과를 바탕으로 LCC, LCA를 정량화하고 비용을 고려하여 최적의 공법을 선정할 수 있다³⁾. 유럽에서 개발된 Duracrete는 내구성설계에 초점을 맞춘 프로그램으로써 PC용 프로그램이 아닌 가이드북형태로 제공되고 있다.

3. 내구성 평가 프로그램 특징

표 1과 같이 LIFE 365 프로그램의 특징은 Fick 제2법칙을 기반으로 ERF함수를 이용하여 염화물 확산시기를 확률론적으로 예측을 한다. 또한 주위 온도 및 습도와 보수재료 종류를 입력하여 염화물 확산속도 및 부식 시기를 예측한다. 이를 이용하여 내구성

*한양대학교 건축환경공학과 박사과정
**한양대학교 건축공학과 교수, 교신저자 (erclcehs@hanyang.ac.kr)

설계와 보수를 연동하며 LCC를 정량적으로 도출해낸다. LECCA2 프로그램의 경우 LIFE365와 동일한 방법으로 Fick 제2법칙을 기반으로 하지만 유한요소법(FEM)법을 이용하여 확률론적으로 예측을 한다. 또한 수화반응을 기반으로 염해 내구성 설계를 실시하여 시멘트의 화학성분, 분말도, 콘크리트 배합등을 고려하여 정밀한 예측이 가능하다. 하지만 이 프로그램은 LCC, LCCO₂ 평가는 불가능하다. LC assist의 경우 계산 원리는 LECCA2와 동일하다. 수화반응기반 내구성설계를 비롯해서 환경조건을 입력이 불가하지만 LCC평가가 가능하다. Duracrete의 경우 Life365의 계산 원리와 동일하지만 환경조건만 입력이 가능하다.

의 화학성분, 분말도, 배합 등을 고려한 수화반응 기반 염해 내구성설계, 건축물 환경조건(온도 및 습도), 보수재료 종류에 따른 보수시기 예측, 내구성설계-보수 연동 등이 내구성설계 프로그램에 필요한 요소이며, 더 나아가 LCC 평가 및 LCCO₂ 평가 부분이 추가적으로 필요하다. 이를 통해 시뮬레이션 평가 결과와 실제 현장 결과가 부합하는 것이 중요할 것이다. 또한 이러한 평가요소를 기초로 제작된 국내 평가프로그램이 필요할 것으로 판단된다.

표 1. 해외 콘크리트 염해 내구성평가 프로그램

		프로그램명			
		Life 365	Lecca2	LC assist	Dura crete
제작 국가		미국	일본	일본	유럽
계산원리		Fick 2nd law기반	Fick 2nd law ERF 함수	Fick 2nd law ERF 함수	Fick 2nd law
		ERF 함수	유한요소법	유한요소법	ERF 함수
평가대상	염해	○	○	○	○
	중성화	×	○	○	×
	동해	×	○	○	×
	철근부식	×	○	×	×
확률론적 접근		○	×	×	○
복합염화		×	×	×	×
수화반응기반 내구성 설계		×	○	×	×
환경조건 (온도 및 습도)		○	○	×	○
보수재료 종류		○	○	○	×
내구성설계-보수 연동		○	○	○	×
LCC 평가		○	×	○	×
LCCO ₂ 평가		×	×	×	×

감사의 글

이 논문은 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 20120000740).

참고 문헌

1. Ehlen, M.A. , Thomas, M.D.A. ,and Bentz, E.C. ,Life-365 Service Life Prediction Mode Version 2.0: Widely used software helps assess uncertainties in concrete service life and life-cycle costs, Concrete international, Vol,31, No.5, pp41~46, 2009
2. Violetta, B.,Life-365 Service Life Prediction Model Choosing the right corrosion protection system, Concrete international, Vol,24, No.,12, pp.53~57, 2002
3. 伊藤 節男, 玉腰 直樹, 山本 和範., 土木構造物のライフサイクル総合評価システムの開発 「LCアシスト」, Electric power civil engineering, Vol.322, pp90~94, 2006

4. 결 론

외국에서 개발된 프로그램의 비교분석을 한 결과, 염화물 부식 시기 예측을 위해 확률론적으로 접근이 필요한 프로그램의 염화물 확산 시기 예측을 위한 계산 원리와 확률론적인 예측, 시멘트