

정밀안전진단자료를 활용한 기존 교량의 내구성 현황분석

Condition Survey on Durability of Existing Bridges Based on the Results of In-depth Inspection

김 규 선* 김 훈 겸** 이 상 철*** 김 승 진****
Gyu-Seon Kim Hun-Kyom Kim Sang-Cheol Lee Seung-Jin, Kim

ABSTRACT

A series of the field inspection and the test have been performed on 297 existing bridges, in order to evaluate the bridges since 1995. In this study, based on the test results of the in-depth inspection, the identification of the extent of the chloride content and the incidence of the carbonation depth was conducted, and construction age and member type, environment condition were considered in this analysis.

According to simple regression of the tested carbonation depth, the carbonation rate coefficient of the bridges in metropolises was estimated 5.41 and greater than 3.89 and 1.91 in case of marine condition and etc respectively. After measuring chloride content in concrete member, it was concluded that the chloride content of the bridges in marine condition was 4.7 times greater than the others. Especially, slabs had the most highly chloride content and it was estimated 0.709 kg/m^3

요 약

본 연구에서는 한국시설안전공단에서 최근 12년 동안 실시한 297개 교량의 정밀안전진단 결과 중 내구성 평가결과를 토대로 콘크리트 부재의 내구성 현황을 분석하였다. 내구성의 중요 인자인 중성화 깊이와 염화물 함유량의 경우 주변 환경 및 교량 부재별로 비교·검토하였으며, 특히 중성화 현황 분석에서는 중성화 진행정도를 단순회귀분석(simple regression analysis) 통하여 분석하였다.

주변 환경에 따른 중성화속도계수의 분석결과 도심지는 5.41로, 해상교량 3.89, 하천교량 1.91에 비해 중성화 진행속도가 빠른 것으로 나타났다. 주변 환경에 따른 평균 전염화물량의 경우 해상교량이 육상교량의 4.7배로 분석되었고, 부재별 평균 염화물량은 상부구조(슬래브)가 0.709 kg/m^3 , 교각이 0.565 kg/m^3 , 교대가 0.455 kg/m^3 로 상부구조가 하부구조에 비해서 크게 조사되었다.

* 정회원, 한국시설안전공단, 교량실, 차장, 공학박사
** 정회원, 충북대학교, 토목공학과, 박사과정
*** 정회원, 한국시설안전공단, 교량실, 부장, 공학박사
**** 정회원, 한국시설안전공단, 건축실, 실장, 공학박사

1. 서 론

공용중 교량의 내구성에 영향을 미치는 요인들을 파악하고, 관련 자료에 대한 정리 및 분석은 콘크리트교량의 내구성 설계 및 구조상세 결정에 참고자료로 활용될 수 있다. 선진 외국의 경우에는 공용중인 구조물의 성능저하를 해결하기 위하여, 실 구조물에 대한 내구성 평가 자료를 체계적으로 축적하고 분석하려는 노력이 있어 왔지만 아직 국내의 경우에는 체계적인 자료정립 및 이를 활용한 연구가 제한된 실측자료로 인해 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 한국시설안전공단에서 지난 12년간 실시한 297개 교량의 정밀안전진단 결과를 토대로 교량의 내구성에 영향을 미치는 요인들 중 콘크리트 염화물량 및 중성화 시험결과를 중심으로 인자별 현황분석을 실시하였다.

2. 분석 대상교량

교량의 내구성 및 사용성에 관련된 자료를 분석하기 위해 사용된 대상 교량은 총 297개이며, 1995년부터 현재까지 수행된 한국시설안전공단의 정밀안전진단 자료를 활용하였다.

대상 교량의 상부구조형식에 따라 강박스거더교, 플레이트거더교, PSC 박스거더교, PSC I형교를 포함하여 12개 교량 형식을 분석하였다.

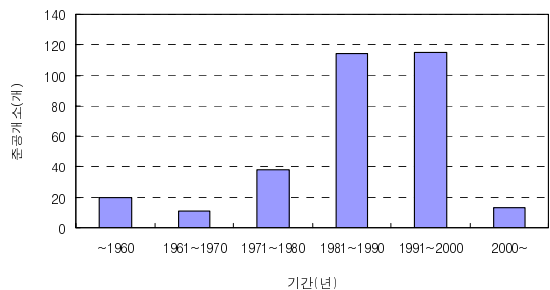


그림 1. 분석 대상교량의 년도별 분포현황

3. 내구성 현황 분석

3.1 중성화 깊이

중성화 깊이는 교량 주변환경 및 교량 부재에 따라 구분하여 분석하였다. 우선 교량의 주변 환경에 따른 중성화 속도식을 추정하기 위하여 도심지, 해상, 하천으로 구분하여 공용년수에 따른 중성화깊이를 가장 일반적인 범용화된 식인 중성화깊이 $\propto \sqrt{t}$ 의 조건으로 단순회귀분석을 통하여 추정하였다.

$$C = A\sqrt{t} \quad (\text{여기서, } C: \text{중성화 깊이, } A: \text{중성화 속도계수, } t: \text{재령(년)})^{(3)} \quad (1)$$

그림 2(a)는 도심지 교량의 공용년수에 대한 중성화깊이를 나타내고 있으며 중성화 속도계수는 5.41로 육상 및 하천 교량에 비하여 빠른 것으로 분석되었다. 그 이유는 대기 중의 이산화탄소 농도가 높고 자동차의 배기가스나 공장에서 나오는 가스 등의 산성 화학적 물질이 콘크리트에 침입하기 때문으로 판단된다. 해상의 교량은 도심지 및 하천의 교량에 비하여 해당 개소가 적어 신뢰성은 다소 떨어지나 중성화 속도계수가 3.89 및 3.73으로 비슷한 것으로 나타났다. 또한, 교량의 부재에 따른 중성화 속도식을 추정하기 위하여 상부구조, 교각, 교대로 구분하여 공용년수에 따른 중성화깊이를 분석하였다. 그림 3은 교량부재에 따른 중성화 속도를 나타낸 그래프로서 상부구조와 교각의 중성화속도는 큰 차이를 보이지 않았고, 교대의 경우는 다른 부재에 비해서 약 20%정도 중성화속도가 빠른 것으로 분석되었다.

3.2 염화물 함유량

염화물 함유량은 교량 주변 환경 및 교량 부재에 따라 구분하여 분석하였다. 주변 환경에 따른

염화물량을 살펴보면, 해상교량의 평균염화물량은 1.69kgf/m³으로 육상교량의 4.7배, 하천교량의 3.4배로 분석되어 임계부식염화물 함유량이 1.2kg/m³임을 고려할 때 육상 및 하천교량에 비하여 해상교량이 매우 큰 염화물량을 나타냈다.

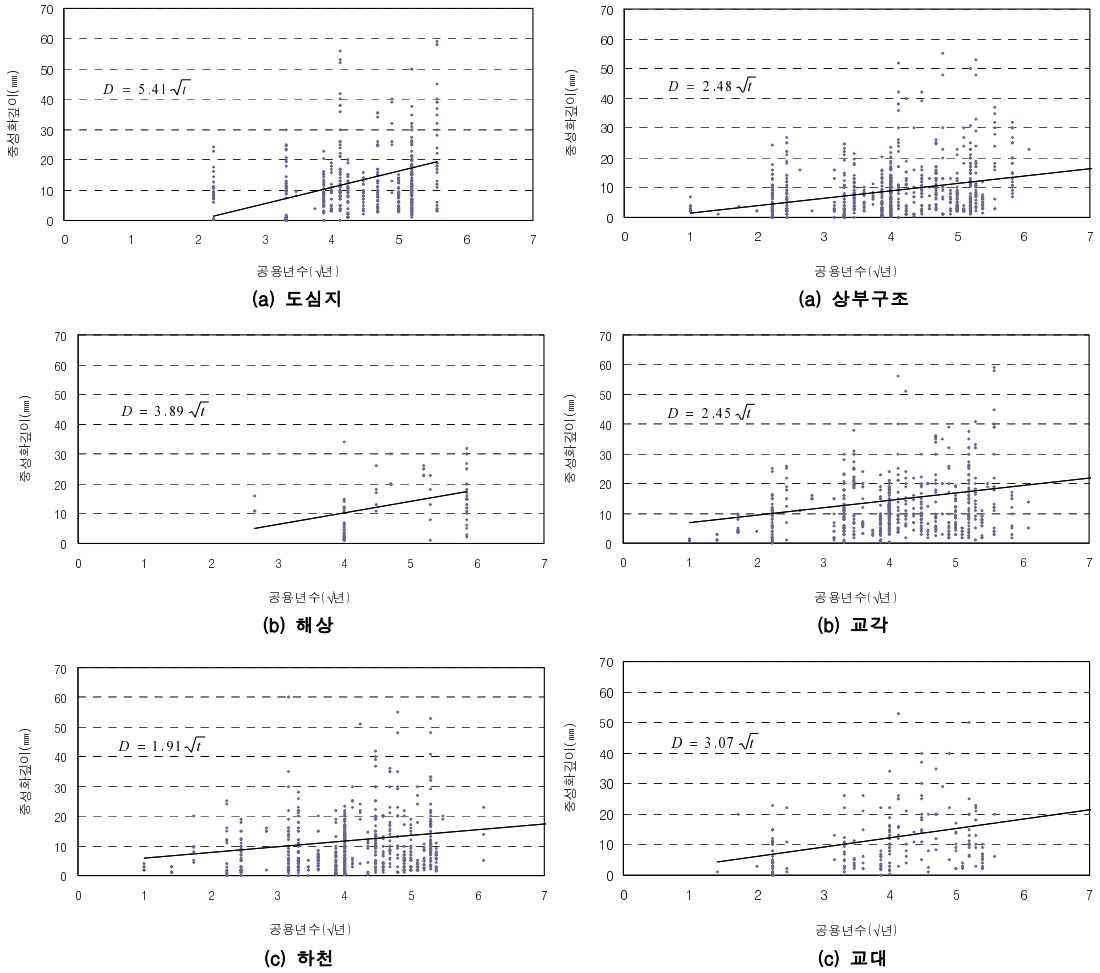


그림2. 주변 환경에 따른 중성화 속도

그림3. 교량 부재에 따른 중성화 속도

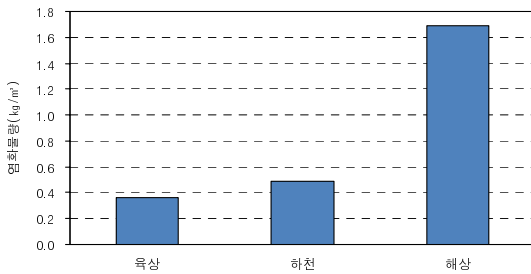


그림4. 주변 환경에 따른 염화물량

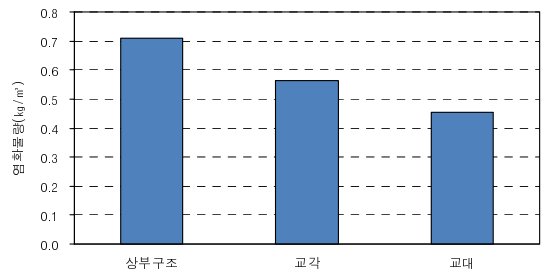


그림5. 교량 부재에 따른 염화물량

그림 5는 교량 부재별 염화물량을 나타낸 그래프이며, 상부구조의 평균 염화물량은 0.71 kg/m³, 교각은 0.57 kg/m³, 교대는 0.45 kg/m³로 분석되어 상부구조가 하부구조에 비하여 다소 많은 염화물량을 함유하고 있었다. 이는 상부구조의 조사결과가 대부분이 바닥판을 포함하고 있어, 제설제의 영향이 지배적인 것으로 사료된다.

3.3 콘크리트 균열깊이 및 피복두께

균열깊이는 교량의 상부구조와 하부구조로 구분하여 분석하였으며, 균열깊이가 피복두께 이상인 경우 상부구조가 76%, 하부구조가 52%로 적절한 보수가 이루어 지지 않을 경우 부재의 내구성 저하 가능성이 높은 것으로 나타났다. 한편, 표 1에는 콘크리트 피복두께를 분석한 결과를 제시하였으며 측정피복두께가 설계피복두께 미만인 경우가 상부구조는 47%, 하부구조는 58%로 분석되어 피복두께가 확보되지 않아 내구수명이 설계시보다 저하될 가능성이 높은 것으로 분석되었다.

표1. 균열깊이 및 피복두께 비교

균열깊이 형식	상부구조		측정피복 형식	상부구조	
	상부구조	하부구조		상부구조	하부구조
피복두께 이상	76 %	52 %	설계피복두께 이상	53 %	42 %
피복두께 미만	24 %	48 %	설계피복두께 미만	47 %	58 %

4. 결 론

주변 환경에 따른 중성화속도 분석결과 도입되는 중성화 속도계수가 5.41로, 해상교량 3.89, 하천교량 1.91에 비해 중성화 진행속도가 빠른 것으로 나타났고, 부재별 중성화 속도는 상부구조가 2.48, 교각이 2.45, 교대가 3.07로 분석되었다. 주변 환경에 따른 평균 염화물량은 해상교량이 육상교량의 4.7배로 분석되었고, 부재별 평균 염화물량은 상부구조가 0.709 kg/m³, 교각이 0.565 kg/m³, 교대가 0.455 kg/m³로 상부구조가 하부구조에 비해서 크게 조사되었다. 한편 균열깊이 분석결과, 균열깊이가 피복두께를 초과하는 경우는 상부구조는 76%, 하부구조는 51%로 조사되었다

감사의 글

이 논문은 2008년 한국건설교통기술평가원의 건설핵심기술연구개발사업 연구비 지원에 의해 수행되었습니다. 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 이영재, 김용희, 이윤영 “동해안 39개 철도구조물의 염화물 함유량과 중성화에 대한 현황분석”, 구조물진단학회논문집, 제7권 1호, 2003.
2. 이창수, 설진성, 윤인석 “서울시내 140개 철근콘크리트 교량의 내구성 현황 분석”, 구조물진단학회 논문집, 제4권 3호, 2007.
3. 콘크리트표준시방서 유지관리편 해설, 한국콘크리트학회, 2005. pp.93-95