

공용년수에 따른 교량 상부구조형식별 상태변화 분석

황윤국*, 박경훈*, 선종완*, 이용준*
 *한국건설기술연구원 인프라안전연구본부
 e-mail:ykhwang@kict.re.kr

Analysis on the Condition Variation of Bridge Superstructure Types by the Service Life

Yoon-Koog Hwang*, Kyung-Hoon Park*, Jong-Wan Sun*, Yongjun Lee*
 *Dept. of Infrastructure Safety Research, Korea Institute of Civil Eng. and Building Tech.

요약

우리나라 도로 교량의 상부구조 형식 중 5가지의 형식이 전체의 87.7%를 점유하고 있으므로 이들 교량형식을 대표형식이라고 할 수 있다. 대표 형식별로 공용년수에 따른 상태변화를 분석하여 형식별로 상이한 경년 열화정도를 나타냈으며, 각각의 특성을 고려한 생애주기별 적정 관리방안을 모색하였다. 이 분석결과를 토대로 다양한 조건을 고려한 형식별 열화특성을 파악하여 맞춤형 관리체계 수립에 반영하고자 한다.

1. 서론

도로 교량의 상부구조 형식은 기술적, 경제적, 경관적, 심미적 요인에 따라 다양한 형태로 발전해 왔다. 가설위치의 여건에 따라 각 형식의 장점을 최대한 발휘하도록 건설되어 활용되고 있으나, 형식별로 시간에 따른 열화의 특성은 다르게 나타날 수밖에 없다. 국가적인 교량의 장기적 유지관리 전략의 수립을 위해서는 장래에 소요될 유지관리 예산의 추정이 필요하다. 교량 형식에 따른 열화 특성을 고려한 소요 예산의 추정과 적절한 관리 방안을 마련하는 것이 합리적으로 판단된다. 본 논문에서는 전국 도로 교량의 현황정보를 바탕으로 교량 상부구조형식에 따른 기본적인 경년 열화 특성을 분석하고, 적정 관리방안을 모색하고자 한다.

2. 교량 상부구조 형식별 현황분석

2.1 전국 교량 현황

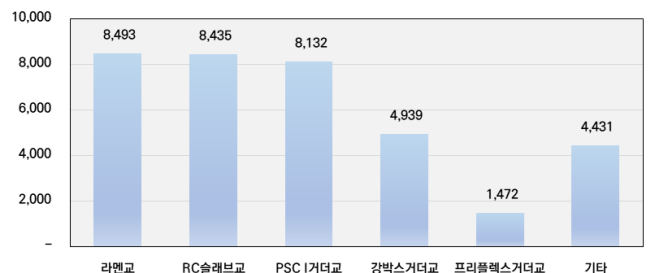
도로법에 따른 도로 상에 위치한 교량은 '19년 말 현재 35,902개소이다[1]. 도로법에 의한 도로는 고속국도, 일반국도, 특별·광역시도, 지방도, 시·군·구도 등으로 구분되며, 각 도로 상의 교량 개소 및 연장은 [표 1]과 같다. 상부구조형식 중 1,000개가 넘는 대표적인 형식은 [그림 1]과 같이 라멘교, RC슬래브교, PSCI거터교, 강박스거터교, 프리플렉스거터교의 순이며, 기타 교량형식이 4,431개소(12.3%)를 차지하고 있다.

2.2 전국 교량 상태등급 현황

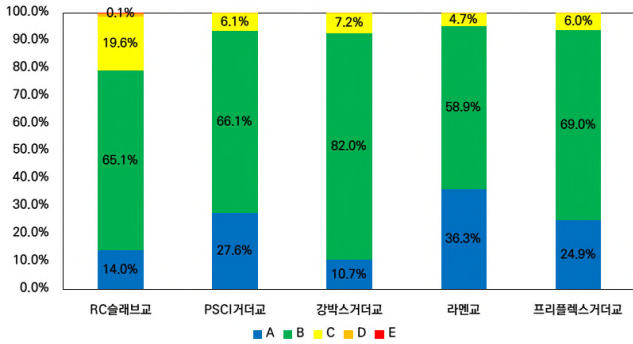
교량은 국가 주요 기반시설물로서 시설물안전법에 따라 정기적인 점검·진단을 수행하며, 안전등급을 부여한다. 안전등급은 A(양호)에서 E(불량)까지 5등급으로 구분되며, 대표 형식별 최근의 안전등급 구성비율은 [그림 2]와 같다[2]. 평균 공용년수가 높은 RC 슬래브교의 안전등급이 낮게 나타났다. 교량형식별 공용년수에 따른 상태변화는 도로의 구분 및 교량이 공용 중에 어떠한 환경적 요인에 의해 주로 지배되었는지를 파악한 후에 상태등급 변화를 설명하는 것이 타당하다. 다만 여기에서는 일반적인 경향을 설명하기 위한 것임을 첨언한다.

[표 1] 도로 구분에 따른 교량 개소 현황

도로구분	합계	고속국도	일반국도	특별·광역시도	지방도	시·군·구도
교량(개소)	35,902	10,602	8,740	1,456	5,489	9,615
교량(연장,km)	3,666.8	1,395.7	937.7	367.0	397.2	569.1



[그림 1] 교량 상부구조형식에 따른 개소 현황



[그림 2] 상부구조형식에 따른 안전등급 현황

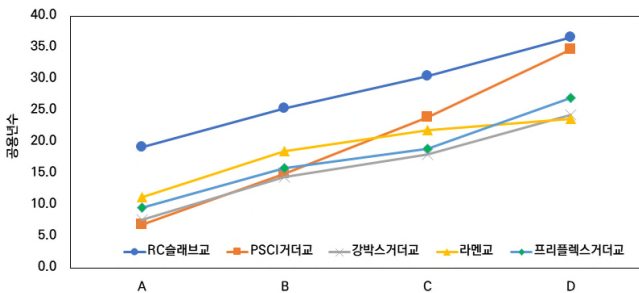
3. 교량 형식별 안전등급 변화 분석

3.1 안전등급에 따른 형식별 평균 공용년수

교량은 주기적인 점검과 보수를 통해 사용성과 안전성을 확보하게 된다. 대부분의 교량이 일반적인 보수보강을 통해 관리되고 있다는 가정 하에, 상부구조형식별로 최근의 안전등급을 근거로 공용년수를 분석하였다[표 2]. [그림 3]은 경년에 따른 안전등급의 변화를 나타낸 것으로서 교량의 공용기간이 증가할수록 안전등급이 감소하는 경향을 파악할 수 있으며, 대체로 본 논문에서 분석하고 있는 5개의 대표 교량형식이 유사한 결과를 나타내고 있다. 미소한 차이이지만 소규모 교량에 주로 적용되는 RC슬래브교가 공용년수의 증가에 따른 안전등급의 변화가 완만하게 나타났으며, PSCI거더교는 안전등급의 변화가 다른 교량 형식에 비해 큰 것으로 나타났다. 향후 각 교량 형식 및 등급별로 규모, 교통량, 환경조건, 보수현황 등 세부적인 정보를 추가하여 분석할 필요가 있다.

[표 2] 상부구조형식에 따른 안전등급별 평균 공용년수

구분	RC 슬래브교	PSCI 거더교	강박스 거더교	라멘교	프리플렉스 거더교
전체 평균	26.0년	13.5년	14.0년	16.4년	14.4년
A등급 평균	19.2년	6.9년	7.6년	11.3년	9.6년
B등급 평균	25.3년	15.0년	14.4년	18.6년	15.8년
C등급 평균	30.5년	24.0년	18.1년	21.9년	18.9년
D등급 평균	36.7년	34.7년	24.3년	23.7년	27.0년
E등급 평균	33.3년	-	-	-	-



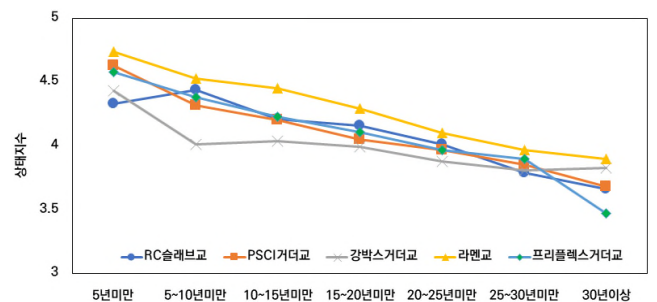
[그림 3] 상부구조형식에 따른 안전등급별 평균 공용년수 변화

3.2 공용년수에 따른 형식별 평균 상태지수 변화

교량의 안전등급을 평가하는데 있어서 모든 교량에 대해서 일반적으로 적용되는 것은 상태평가 방법이다. 5단계(A~E)로 평가되는 상태평가 결과를 수치적으로 나타내기 위하여 지수화(A=5, B=4, C=3, D=2, E=1)하였다. [표 3]은 5년 단위로 각 교량 형식별로 평균 상태지수를 나타내고 있다. [그림 4]와 같이 소규모 교량에 주로 적용되며 유지관리가 용이한 라멘교가 공용년수에 따른 상태지수가 높게 나타나고 있다. 강박스거더교는 초기에 상태가 낮아지지만 이후에는 상대적으로 큰 변화를 나타내지 않으며, 프리플렉스교는 반대의 경향을 보이고 있다. 이러한 분석은 교량 상부구조형식에 따른 전반적인 경년 열화 경향을 파악할 수는 있으나, 개별 교량의 맞춤형 관리방안을 제안하기에는 한계가 존재한다. 개별 교량의 준공시기, 위치, 환경, 교통하중, 보수이력 등 다양한 정보를 고려한 분석을 위해서는 기초 데이터의 체계적인 구축과 빅데이터분석 등에 대한 노력이 필요하다. 현재의 결과를 활용하여 강박스거더교의 초기 열화 요인, 공용년수 30년 이상된 프리플렉스거더교의 열화 증진 원인 등에 대한 추가적인 분석이 필요할 것으로 판단된다.

[표 3] 상부구조형식에 따른 공용년수별 평균 상태지수

구분	RC 슬래브교	PSCI 거더교	강박스 거더교	라멘교	프리플렉스 거더교
5년미만	4.33	4.63	4.43	4.74	4.58
5~10년미만	4.44	4.32	4.01	4.53	4.38
10~15년미만	4.21	4.20	4.04	4.45	4.23
15~20년미만	4.16	4.05	3.99	4.29	4.11
20~25년미만	4.01	3.97	3.88	4.10	3.97
25~30년미만	3.79	3.85	3.81	3.97	3.90
30년이상	3.66	3.68	3.83	3.90	3.47



[그림 4] 상부구조형식에 따른 공용년수별 평균 상태지수 변화

4. 결론 및 향후연구

도로 교량의 대부분을 차지하는 대표적인 상부구조형식에 대해서 공용년수에 따른 평균적인 열화 경향을 분석하였다. PSCI거더교가 안전등급에 따른 공용년수 변화폭이 컸으며, 라멘교는 안전등급의 변화가 적고 열화의 진전도 다른 형식

에 비해 낮은 것으로 나타났다. 또한 강박스거터교는 초기, 그리고 프리플렉스거터교는 공용년수 30년이 초과되었을 때 열화의 폭이 큰 것으로 나타났다. 따라서 교량 상부구조형식에 따른 경년 열과 특성을 고려한 유지관리 전략의 수립이 필요한 것으로 판단된다. 이러한 결과들은 향후 개별교량의 특성에 따른 보다 다양한 조건을 고려한 분석이 필요하며, 이를 위해서 기초데이터의 축적과 합리적인 분석방법의 정립이 필요할 것으로 판단된다.

참고문헌

- [1] 국토교통부, “2020년 도로 교량 및 터널 현황조사”, 한국건설기술연구원, 2020년.
- [2] <https://bti.kict.re.kr>, 도로 교량 및 터널 현황정보시스템, 국토교통부.