

# 교량 보수 예산 추정 모델 개발을 위한 현황 분석

선종완\*, 박경훈\*, 김기덕\*

\*한국건설기술연구원, 도로관리통합클러스터

e-mail: jwsun@kict.re.kr

## A Study on the Development of a Model for Estimating the Cost of Bridge Maintenance

Jong-Wan Sun\*, Kyung-Hoon Park\*, Ki-Deok Kim\*

\*Integrated Road Management Research Cluster,

Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology

### 요 약

본 논문에서는 개별 교량의 유지관리 정보와 특성 등을 이용해, 교량의 보수보강비용 추정을 위한 현황을 분석하였다. 해당 방법은 시설물의 장기 유지관리 계획 수립하는 근거자료로 유용하게 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

### 1. 서론

교량은 극한적인 환경 및 하중 조건에서 사용되므로, 시의적절한 보수보강이 이루어지지 않으면 성능감소와 이에 따른 붕괴확률 증가로, 이용자의 불편을 초래하거나 안전을 직접적으로 위협하고 도로망의 단절로 인한 경제적 손실을 초래할 수 있으므로, 적극적인 관리가 필요하다.

교량을 합리적이며 안전하게 관리하기 위해서는 적절한 보수보강 비용의 확보가 필요하다. 하지만 가용한 자원은 한정되어 있으므로, 가용 예산 범위 내 최소비용으로 최대 성능을 발휘할 수 있는 유지관리 전략 수립이 필요하며, 이를 위해 다양한 유지관리 전략에 따라 비용과 성능을 예측할 수 있는 모델 개발이 선행되어야 한다[1][2].

유지관리 전략 분석을 위해 필요한 비용, 성능 모델 중 비용 예측모델 개발을 위해, 본 논문에서는 2014~2022년 수행된 보수보강비용 정보의 현황을 분석하였다.

### 2. 데이터 관리 수준에 따른 교량 보수보강 예측모델 개발 방법

보수보강비용 예측 모델을 개발하는 방법으로는 주로 과거 유지관리 이력 정보를 분석하는 방식이 사용되며, 관리주체의 정보관리 수준에 따라 개발가능한 보수보강 비용 예측모델의 수준은 구분된다.

첫 번째로 관리주체가 사업 구분에 따른 공사 현황(공사 수행업체, 계약기간, 주요 보수보강 공법, 보수보강 비용 등)만을 관리할 때는, 시설물 규모에 따른 연평균 보수보강비용 예측모델을 개발할 수 있다. 이 경우 보수보강비용 예측모델은 물가인상 등 경제적인 요인만 고려하여 갱신할 수 있으며, 적용 측면에서도 시설물 규모의 증가에 따른 요인만을 고려할 수 있다. 따라서, 이와 같은 경우 시설물 노후화에 따른 보수보강비용 증가 영향을 고려하지 못한다는 단점이 있다.

두 번째로 관리주체가 사업 구분에 따른 공사 현황(공사 수행업체, 계약기간, 주요 보수보강 공법, 보수보강 비용 등)을 시설물별로 관리하는 경우, 앞선 첫 번째에서 고려할 수 있었던 시설물 관리 규모의 증가와 물가 인상에 따른 보수보강 비용 예측 뿐만 아니라, 시설물별 특성(시설물 규모, 관리체계:종별, 노후화인자: 사용기간, 안전등급, 환경인자: 제설제 사용량, 기 후 등)을 고려한 예측모델 개발이 가능하다.

세 번째로 관리주체가 제원(구성부재정보, 구성부재물량, 부재교체일 등)과 보수보강 정보(부재별 보수보강 공법, 물량, 안전등급 등)를 부재 수준으로 관리한다면 좀 더 세밀한 예측모델을 개발할 수 있다.

첫 번째에서 세 번째로 데이터 관리 수준이 높아짐에 따라 모델의 정확도는 올라가나 관리해야 할 데이터 양이 증가하므로 관리주체 역량에 맞는 관리가 필요할 것으로 판단된다.

### 3. 교량 보수보강비용 현황 분석

본 논문에서는 현재 OO 관리주체의, 14년부터 22년까지 수행된 4,221건의 보수보강 이력 정보를 이용해 보수보강 현황 분석을 수행하였다.

보수보강 현황 중 일반적인 시설물 보전 사업과 다른 의사결정 체계를 갖는 노후교량 개축, 저등급 교량 성능개선, 수해복구 사업, 통수단면 부족교량 개선 사업, 내진성능보강, 확장공사 등은 제외하였다.

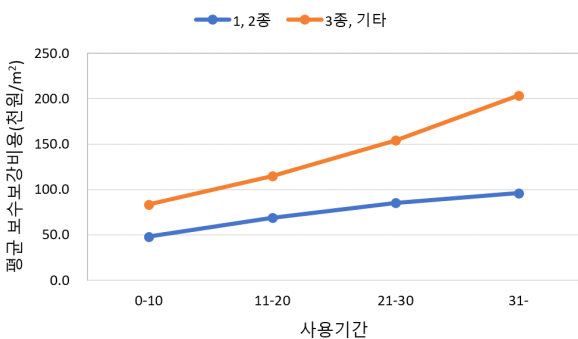
보수보강정보에서 획득 가능한 교량별 보수보강단가(=보수보강비용/서비스면적)는 공사시점이 상이하기 때문에, 건설공사비지수[3]를 활용해 보수보강공사비용을 23년 말 기준으로 현재가치로 환산하여 사용하였으며, 서비스 면적은 개별 교량별로 획득된 보수보강비용을 정규화하기 위해 사용된 인자로 교장폭의 곱으로 정의하였다.

보수보강비용에 영향을 주는 인자로 점검진단 정보 중 교량 수준의 대표 안전등급을 선정하였으며, 시설물 안전 및 유지관리에 관한 특별법에 따라 주기적으로 정밀 점검 및 진단을 실시하는 1, 2종 시설물과 그 외 시설물을 구분(시특법, 시특법 외)하였고, 공용년수에 따른 노후화 영향을 반영하기 위해 공용년수를 인자로 선정하였다.

공용년수, 시설물 종별 기준으로 보수보강비용 단가를 살펴보면, 1, 2종에 비해 3종, 기타 교량이 단가 측면에서 평균 1.83배 높으며, 1, 2종의 경우 공용년수 구간에 따라 1.26배 증가하며, 3종, 기타의 경우 1.35배 증가함을 확인할 수 있다.

[표 1] 공용년수 따른 평균보수보강비용 단가(천원/m<sup>2</sup>)

공용년수	1, 2종	3종, 기타	비고
1-10	48.05	83.36	
11-20	68.61	114.86	
21-30	85.35	154.24	
31-	96.08	203.54	



[그림 11] 사용기간 및 종별 평균보수보강비용 단가

[표 2] 공용년수, 안전등급에 따른 평균보수보강비용 단가(천원/m<sup>2</sup>)

공용년수	1, 2종			3종, 기타		
	A	B	C	A	B	C
1-10	25.5	49.5	54.2	3.0	71.5	27.3
11-20	13.2	63.3	115.7	24.5	136.5	182.9
21-30	-	64.1	114.4	44.6	139.7	218.9
31-	-	69.8	116.0	-	168.5	260.2

공용년수, 종별, 대표 안전등급에 따른 결과를 살펴보면 등급이 낮아질수록, 공용년수가 증가할수록 보수보강비용 단가가 높아지는 것을 확인할 수 있으며, 대체적으로 보수 1, 2종 시설물과 3종, 기타 시설물 사이에는 관계는 명확하지 않는 것으로 보인다.

### 4. 결론

본 논문에서는 유지관리 전략 분석을 위한 기초 모델 중 교량수준의 비용 예측을 개발을 위해 최근 10년간 수집된 보수보강이력정보를 활용하여 보수보강 예측모델 개발을 위해 현황분석을 실시하였다.

시특법 대상시설물 여부, 공용년수, 안전등급에 따라 결과에 영향을 미치는지 여부를 검토해본 결과 공용년수 증가함에 따라 안전등급이 낮아짐에 따라 보수보강비용 단가가 증가하는 것을 확인할 수 있다.

산정된 결과는 교량 제원정보, 작년도 안전등급 정보가 수집되었을 때 내년도 보수보강비용을 산정하는데 사용할 수 있다. 또한 교량 상태열화모델 등과 결합된다면 생애주기비용이 최소가 되는 최적전략을 찾는 데 활용될 수 있다.

개발된 모델을 실제 의사결정에 사용하기 위해서는 교량의 제원특성, 사용기간, 기후특성, 교통특성 등 데이터의 품질 및 예측모델에 영향을 미칠 것으로 예상되는 다양한 인자와 추가 데이터를 고려한 빅데이터 분석을 통해 단위보수보강 비용모델의 개발이 필요할 것으로 판단된다.

### 참고문헌

- [1] 선중완, 이후석, 박경훈, “교량 성능변화를 고려한 유지관리비용 추계분석 방법 개발”, 산학기술학회 논문집, 제19권, 12호, pp 717-724, 2018
- [2] 선중완, 박경훈, 이용준, 교량 유지관리 전략 수립을 위한 현황 분석, 산학기술학회 2023년 봄 학술대회 논문집, 제 24권 1호, pp 507-508, 2023
- [3] 건설공사비지수 <https://cost.kict.re.kr/#/> 자료실