

일반국도 교량 자산가치평가를 위한 부재별 생존확률 추정

이용준, 박경훈, 선종완
 한국건설기술연구원 구조연구본부/도로관리통합클러스터
 e-mail:yongjunlee@kict.re.kr

Estimating of Survival Probability of Bridge Members for Performance-Based Asset Valuation

Yong-Jun, Lee, Kyung-Hun, Park, Jong-Wan, Sun
 Dept. of Structural Engineering, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology

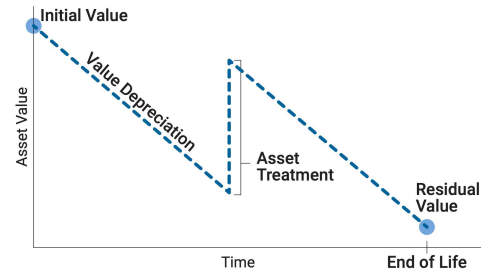
요약

본 연구에서는 일반국도 교량을 대상으로 BMS에서 수집한 수명 데이터를 기반으로 생존분석을 활용하여 공용수명에 따른 생존확률, 평균수명 등의 정보를 산정하는 방안을 제시하였다. 본 연구에서 제한한 공용수명에 따른 생존확률을 활용하여 시설물 자산가치평가에 적용하게 된다면 자산의 수명 및 성능을 고려한 가치평가 결과를 도출할 수 있게 되어 기존 정액법 기반의 평가 결과보다 객관적이고 신뢰도가 높은 결과를 도출할 수 있을 것이라 판단된다.

1. 서론

도로시설물의 효율적인 자산관리를 위해서는 관리 대상 자산의 규모를 공학적·회계학적으로 나타낼 수 있는 자산가치평가가 수행되어야 한다. 기존 자산가치평가는 매년 동일한 감가상각액을 일정하게 감액해주는 방식으로 현재 시설물의 성능을 반영하여 평가한다고 볼 수 없다는 한계가 있다. 이에 본 연구에서는 도로시설물 중 교량 부재 중 교면포장을 대상으로 성능을 고려한 자산가치평가 방안에 대해 제안하고자 한다.

파손특성, 상태등급 등에 대한 충분한 정의 및 모델의 구축이 선결되어야 활용될 수 있다(Do et al, 2017).



[그림 1] 자산가치평가의 구성 요소

2. 시설물의 자산가치평가

<그림 1>은 시간 경과에 따른 자산가치의 변화를 보여주고 있다. 그림 좌측 상단은 자산이 처음 건설되거나 획득될 때의 자산가치를 보여주며, 시간이 지남에 따라 자산가치는 하락하게 된다. 감가상각이라고도 하는 자산의 손실 가치는 자산 편익의 소비를 나타낸다. 유지보수를 통해 자산의 수명을 연장되면 자산은 가치의 일부 또는 전체를 회복할 수 있다. 자산의 수명이 다하면 잔존가치로 평가된다.

최근 대체적인 감가상각방법으로 [표 1]과 같이 제시되고 있는 소비기반 감가상각, 상태기반 감가상각 기법 등이 있다. 이러한 대체적인 감가상각기법들은 일반적으로 해당 자산의

[표 1] 자산가치평가 방법

구분	내용
정액법	· 전통적인 감가상각방법으로 주기적인 관리를 통한 유지관리가 필요하지 않은 단기 자산에 적합함(사무용품, 컴퓨터 등)
상태기반	· 일반적인 감소패턴은 물리적인 상태를 기반으로 예측된 예측된 총 생애주기 모델을 기반으로 함
소비기반	· 기능성, 용량, 효율성, 노후화와 같은 자산 수준에서의 모든 요소를 고려 · 물리적인 상태와 복구, 유지보수 이력 등을 고려하여 자산의 잔존 서비스 능력을 결정 · 매트릭스는 가치와 감가상각에 의해 서비스 수준을 결정

3. 최적수명분포를 통한 생존확률 추정

1970년대부터 건설된 일반국도 교량을 대상으로 교량관리 시스템(Bridge Management System; BMS)에서 관리하고 있는 교면포장의 수명데이터를 수집하였다. 교면포장의 수명 데이터는 교량 공용 개시 시점부터 노화 또는 파손에 따라 절삭덤펀시 및 재포장을 수행한 교량의 유지보수 이력데이터를 뜻한다.

관측된 수명 데이터가 어떤 수명분포를 따르는가는 생존분석에서 매우 중요한 과정이다. 본 연구에서는 최적 수명분포 추정을 위해서는 AD-통계량을 활용하였으며, Eq. 1과 같다.

$$Q_n = n \int_{-\infty}^{+\infty} [F_n(x) - F(x)]^2 \psi(x) dF(x) \dots\dots\dots(\text{Eq. 1})$$

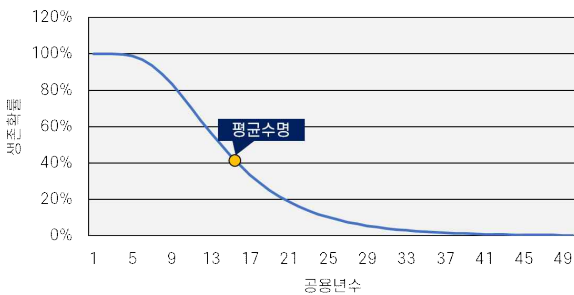
AD 통계량이 작으면 작을수록 특정 분포를 따르게 되는 적합성이 크다고 판단할 수 있다. 최적 수명분포의 선정을 위해 비교한 4가지 분포(지수, 와이블, 대수정규, 정규분포) 결과를 요약하면 [표 2]와 같이 로그정규분포가 교면포장의 수명 데이터에 가장 적합한 분포 형태임을 확인할 수 있었다.

[표 2] 최적 수명분포 추정

	와이블	로그정규	지수	정규
AD통계량	5.8	5.1	200.7	10.3

현재 교면포장의 수명데이터가 로그정규분포를 따를 때 척도 및 위치모수를 활용하여 Eq.2와 같이 공용년수 t년일 때의 생존확률을 산정할 수 있다.

$$R(t) = 1 - p = 1 - \Phi\left(\frac{\ln t - \mu}{\sigma}\right) \dots\dots\dots(\text{Eq. 2})$$



[그림 2] 교면포장 공용수명에 따른 생존확률(신뢰도)

[그림 2]는 일반국도 교량 부재 중 교면포장의 공용수명에 따른 생존확률을 산정한 결과이며, 평균적으로 유지보수(덤펀시 or 재포장)를 수행하는 공용기간은 15.55년이고 그 때 생존확률은 41.0%이다. 또한, 노후교량 기준인 30년 이후 교면포장 생존확률은 5% 미만으로 떨어지는 것을 확인할 수 있다.

4. 교면포장 자산가치평가

본 연구에서 추정된 공용년수에 따른 교면포장 생존확률을 활용하여 교면포장에 대한 자산가치평가 방안을 제안하였다.

상태기반 감가상각기법을 적용하기 위해서 앞에서 추정된 평균수명을 활용하였고 소비기반 감가상각기법을 적용하기 위해서는 공용년수에 따른 생존확률을 활용하였다.

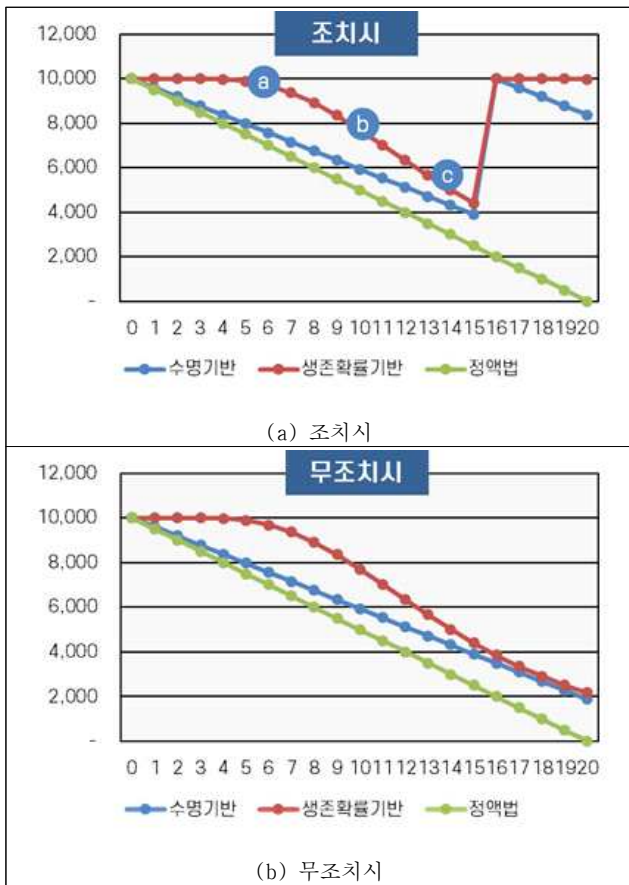
교면포장의 자산가치 추정을 위해 초기 가치가 10,000만원이고 재포장 비용은 6,500만원이라고 가정하였다.

자산가치평가 방안을 제안하기 위해 교면포장 자산을 10,000만원의 재포장 비용은 7,500만원으로 가정하였다.

[표 3]과 같이 자산가치평가 결과, 기존 정액법의 경우 감가상각비는 500만원이며 구축물 내용년수 기준일 때 자산가치는 1,000원으로 분석된다. 상태기반과 소비기반의 경우 무조치시 가치는 각각 1,875만원, 2,174만원이고 조치시 8,375만원, 9,971만원으로 분석되었다. 평가결과의 차이가 발생한 가장 큰 이유는 [그림 3]과 같이 소비기반 감가상각기법의 경우, 총액과 자산가치의 차액에 현재 생존확률을 반영한 감가상각율을 곱하여 평가하기 때문에 현재의 파손 특성을 반영하여 자산가치를 산정하였기 때문이다. 향후 본 연구에서 제안한 시설물 생존확률을 고려하여 자산가치를 평가한다면 현재 시설물의 상태가 반영된 합리적인 자산가치 평가 결과를 도출할 수 있을 것으로 기대된다.

[표 3] 자산가치평가 결과(예)

구 분	정액법 (기준)	상태기반 (수명기반)	소비기반 (생존확률)
총 자산	10,000만원	10,000만원	10,000만원
재포장비용	6,500만원	6,500만원	6,500만원
내용년수	20년(자산판 매불가)	16년 (유지보수 후 원상복구)	16년 (유지보수 후 원상복구)
잔존가치	1,000원	3,500만원	서비스수준에 따라 다름
감가상각비	500만원	406만원	열화곡선에 따라 변동
내용년수 기준일 때 자산가치	1,000원(0원)	무조치시 1,875만원 조치시 8,375만원	무조치시 2,174만원 조치시 9,971만원



[그림 3] 유지보수 유무에 따른 자산가치 변화 비교

참고문헌

- [1] 도명식, 박성환, 최승현 “대체적 감가상각기법을 활용한 도로자산의 가치 평가” 한국도로학회 논문집 Vol.19 No.3 pp, 19-30, 2017
- [2] 이용준, 박경훈, 선종완, “LCD 모듈 테스터 설계”, 한국구조물진단유지관리공학회 봄학술발표회, 2023년
- [3] KICT 교량관리시스템(<https://nbms.kict.re.kr/>)