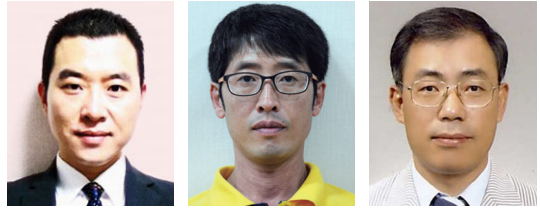


자산관리개념과 파손모형의 이해



한 대 석 | 한국건설기술연구원 수석연구원
 이 수 형 | 한국건설기술연구원 수석연구원
 유 인 균 | 한국건설기술연구원 연구위원

1. 머리말

본 원고는 일반적인 토목공학자들에게는 다소 생소할 수 있는 사회기반시설 자산관리의 개념, 그리고 자산관리의 심장이라 할 수 있는 파손모형에 대한 이해를 돕고자 기획되었다.

‘자산관리’란 용어가 국내에서 확산되기 시작한지 10여년이 지났으며, 그 사이 국가회계법(2007년)과 도로법(2014년)이 개정되었다. 국가회계법에서는 발생주의·복식부기 전환을 통해 사회기반시설에 대한 자산가치평가를 의무화하고 있으며, 도로법은 재산적 가치를 고려한 건설·관리계획 수립을 의무화하고 있다. 아직 이것이 성공적으로 정착되었다고 판단하기에는 이르지만 자산관리 도입을 지원하는 제도가 마련되었다는 점에 상당한 의의가 있다. 본 원고에서는 아직 이러한 제도들에서 구체적으로 다루고 있지 않은 전략적인 자산관리의 도입방안, 그리고 신뢰성 있는 파손모형 구축방안을 중심으로 기술하기로 한다.

2. 사회기반시설 자산관리의 개념

본 절에서는 일반적인 토목공학자들이 혼동하고 있는 자산관리시스템과 시설물유지관리시스템의 차이를 시작으로, 자산가와 대리인인 자산관리자의 정의와 역할, 그리고 보다 전략적인 자산관리 도입방안에 대해 기술하기로 한다.

2.1 자산관리시스템과 시설물유지관리시스템의 차이

일반인들에게 “자산관리”란 용어에 대해 물어보면 대부분 보유한 금융자산의 운용을 통해 수익을 창출하는 행위로 이해할 것이다. 반면 도로 등 사회기반시설 관리 분야에 종사하는 관계자들은 시설물의 유지보수, 경제성 논리에 의거한 관리전략, 보수기준, 예산제약에 따른 보수우선순위 설정 등을 자산관리의 핵심요소로 이해하고 있을 것이다. 두 관점의 차이는 무엇일까? 전자의 경우 ‘이윤’이라는 뚜렷한 목적을 추구하고 있다는 점, 후자는 ‘한정된 자원(예

산)의 객관적/효율적 활용'에 중점을 두고 있다. 즉, 두 관점의 차이는 경영(business)의 관점에서 "돈을 어떻게 써야 이윤이 발생할까?"와 행정적 관점에서 "돈을 어떻게 써야 문제가 되지 않을까?"에 있다. 이는 우리가 일반적으로 이야기 하는 자산관리시스템(Asset Management System; AMS)과 시설물유지관리시스템(Management System; MS)의 근본적인 차이로 인식할 수 있을 것이다.

두 시스템의 중요한 차이점은 프로세스 구조에도 있다. 자산관리는 현대 기업경영에서 일반적으로 활용하는 PDCA(Plan-Do-Check-Action) 순환구조를 근간으로 한다. 즉 목표를 설정하고 달성하기 위한 계획수립, 이것을 달성했는가에 대한 확인, 달성하지 못했다면 무엇이 문제인가에 대한 분석을 통해 다음 순환사이클을 대비한다. 반면 시설물유지관리시스템은 해당 회계연도에 할당된 예산을 집행하고, 적절하게 사용했는가에 대한 평가가 수행되면 프로세스가 종료된다. 이 프로세스 하에서는 미래의 설계에 현재의 상황이 중요한 변수로 활용되기 어려우며, 설정된 목표가 없으므로 얼마의 예산이 필요한지를 추정한다는 것 자체가 모순이다. 그렇다고 이 두 시스템이 완전히 다른 것은 아니다. 보유자산의 현황과 상태파악, 파손의 예측과 보수예산 추정을 위한 생애주기비용분석 등 시스템을 구성하는 기본요소는 매우 유사하다. 다만 현 시설물유지관리시스템에 도로관리목표, 서비스수준(Level of Service; LOS)체계, 성과확인파 예산분배를 위한 GAP분석체계, 자산가치평가, 리스크 관리, 중장기 재무관리계획을 추가함으로써 어렵지 않게 자산관리시스템의 요건을 갖출 수 있다고 판단된다.

2.2 자산가와 자산관리자

자산관리에 대한 개념을 살펴보면 중세 귀족(자산가)이 집사(자산관리자)를 두는 스투어드십(Stewardship)과 유사하다. 집사는 자산가가 보유한 자산을 파악하고 어떻게 운영할지, 그리고 해당 계획을 통해 특

정기간 동안 얼마의 이윤을 창출할 수 있는지에 대해 자산가에게 설명한다. 자산가는 이것이 자신이 설정한 목표나 가치에 부합하는지 확인하고 승인한다. 당연히 더 나은 제안을 하는 집사를 고용할 수도 있다. 여기서 중요한 핵심은 자산관리 도입을 단순히 자산레지스터를 구축하고, 다양한 분석기법을 통해 더 나은 의사결정방안을 도출하는 것으로 한정하면 안 된다는 것이다. 자산관리시스템은 집사가 전략을 도출하기 위해 사용하는 도구 일 뿐, 그 자체가 자산관리 고유의 역할을 수행하는 것은 아니기 때문이다(그림 1 참조).¹⁾

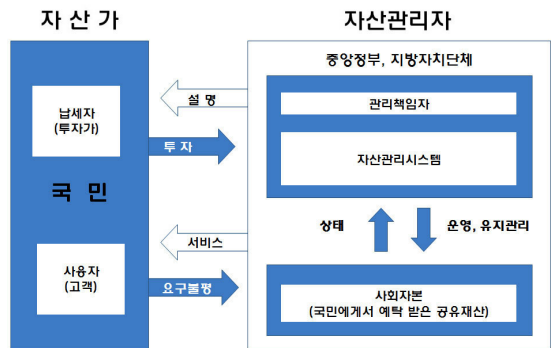


그림 1. 자산가와 자산관리자와의 관계 (JSCE, 2009)

그림 1의 핵심은 “소통”에 있다. 분명한 것은 도로 관리에 있어 자산가는 세금을 납부하고 그 도로를 이용하는 국민이라는 점이다. 누군가는 관련 예산을 분배해주는 국토교통부나 기획재정부, 혹은 예산을 승인하는 의회를 자산가로 착각할 수도 있을 것이다. 그러나 현 시점에서 국민이 도로인프라에서 기대하는 가치와 요구는 무엇이며, 그 기대에 얼마나 부응하고 있는지, 정부가 제공하는 도로서비스는 몇 점이라고 평가할 수 있을지에 대해 명확하게 설명하기 어려울 것이다. 이는 아직 온전한 자산관리가 도입되지 않았음을 의미한다. 정부는 자산관리시스템

1) Japan Society of Civil Engineers (2009), *Challenge for Implementation of Asset Management*, JSCE, Tokyo (in Japanese).

을 통해 국민과의 소통의 도구를 마련하고, 그 안에서 답을 찾아야 하는 의무가 있다.

2.3 자산관리의 도입방안

자산관리를 도입하기 위해서는 무엇을 해야 하는가에 대한 고민이 필요하다. 결론부터 이야기하면 천편일률적인 자산관리 도입이란 없다. 자산관리 국제표준 ISO 55000 시리즈²⁾나, 이를 근간으로 개발된 국제인프라관리메뉴얼³⁾ 등을 살펴보면 리더십, 의사결정과 업무프로세스, 이를 지원하는 조직과 시스템, 감사제도 등 전사적 관점에서 자산관리 요건을 다루고 있으며, 조직이 처한 환경에 따라 자산관리 도입요소와 그 구체도는 매우 상이할 수 있다고 판단하고 있다. 즉 '자산관리 도입을 했다, 안했다'가 아닌 '내가 하는 자산관리는 몇 점이다'라고 평가하는 것이 올바른 이해일 것이다. 좀 더 쉬운 예로, 누군가는 1,000원을 지출하는데 자신의 목표와 미래의 재무상황까지 고려하는 반면, 누군가는 별 다른 계획 없이 돈을 쓰다가 은행잔고가 바닥이면 그때서야 지출을 관리하기 시작할 것이다. 그러나 후자 역시 하나의 방법론으로 간주될 수 있으며, 어느 것이 더 나은 방법이라고 쉽게 단정하기 어렵다. 후자의 입장에서는 그런 방식으로 돈을 지출해도 아무런 문제가 되지 않으며, 복잡한 고민 없이 사는 것에 높은 가치를 가지고 있을 수도 있다. 즉 우리는 인식을 하든 못하든 이미 자산관리를 하고 있는 것이며, 자신에게 더 적합한 자산관리 방법이 무엇인지에 대한 고민이 필요하다는 것이다.

사실 이러한 문제는 이미 자산관리 도입을 시도했

던 대부분의 나라에서 공통적으로 겪어왔던 고민거리였다. 이런 점에 착안하여 국제인프라관리메뉴얼에서는 정량적인 자산관리 도입을 지원할 수 있는 '자산관리성숙도평가'라는 도구를 내놓았다. 이 평가체계는 자산관리정책, 상태평가, 의사결정, 관련 시스템과 관련된 16개의 평가항목으로 구성되어 있으며, 각 평가항목을 5단계(인식-기본-핵심-중급-고급)로 구분하여 점수를 책정하도록 하고 있다. 이 시스템을 활용하면 도로관리자는 자산관리 핵심요건에 있어 어느 부분이 취약한지에 대해 정량적으로 판단하고, 구체화된 자산관리 도입전략을 수립할 수 있다는 장점이 있다. 이 평가체계의 핵심은 기술적·정량적 자산관리 도입을 지원한다는 점에 있다고 본다. 그러나 이보다 더 중요한 것은 조직에 요구되는 적정 자산관리수준을 고려하여 최적화된 자산관리 도입을 지원한다는 점이며, 나아가 서로 이질적인 자산관리체계들이 하나의 규격화된 틀에서 도입되고 발전해 나간다는 점이다. 서로 상반된 개념인 자기화(Customization)와 일반화(Standardization)를 모두 충족시켜 주는 탄력적인 도구라 할 수 있다.

모든 것이 완벽하게 갖추어진 자산관리만이 그 구실을 할 수 있고, 그 때까지 기다려야 한다고 생각하는 것은 오산이다. 현재수준에서 갖출 수 있는 최선의 자산관리를 우선 도입하고, 필요에 의해 지속적으로 확장하고 고도화하는 전략이 적합하다고 판단된다.

3. 자산의 파손모형

파손모형이 자산관리에 있어 매우 중요한 위치에 있음에도 불구하고 도로관리자들은 이에 대한 접근을 꺼려하는 경향이 있다. 파손과정의 불확실성을 정량적으로 표현하기 위한 통계적 접근이 매우 까다롭고 방대한 자료가 필요한 데에도 그 이유가 있지만, 무엇보다 미래보다는 현재에 집중할 수밖에 없는 현 관리체계의 특성이 근본적인 이유가 아닌가

2) International Standard Organization (2014), ISO 55000~2: *Asset Management*, International Standard Organization, Geneva.

3) Institute of Public Works Engineering Australasia (2015), *International Infrastructure Management Manual*, 5th eds., Institute of Public Works Engineering Australasia.

생각해 본다. 이에 본 절에서는 자산관리에 있어 파손모형의 중요성과 주요 요건, 맞춤형 파손모형 개발에 대해 기술하기로 한다.

3.1 파손모형의 중요성

누군가는 이렇게 이야기 할 수도 있다. “자산의 내용연수(기대수명)가 1년 더 늘고 줄어든다고 무슨 일이 생기겠는가?” 결론부터 이야기하면 무슨 일이 생긴다. 1억 원인 자동차의 기대수명이 10년이라고 가정해 보자. 1년은 기대수명의 10%로 해당가치는 1,000만 원에 이른다. 자신의 중고차를 매매하는데 1,000만 원을 낮게 평가한다면 좋아할 사람이 있겠는가? 얼마 전 기획재정부는 경부고속도로의 현재자산가치를 약 11조 원(토지제외)으로 평가한 바 있다. 국가회계처리지침에 따라 도로의 내용연수를 20년으로 가정하면 연 감가상각비는 5,500억 원이 된다. 여기서 내용연수에 -1년의 편차가 발생하면 연 감가상각비는 5,790억 원, 매년 +270억 원이 추가적으로 감가상각 된다(추정 원칙인 재조달원가를 기준으로 하면 그 이상이 된다). 만약 정부가 회계적인 관점에서 자산가치를 유지한다는 전략 하에 예산을 할당한다면 매년 270억 원의 예산이 과잉 투자되며, 반대의 경우 해당금액 만큼의 예산부족에 시달릴 수 있다. 이는 분명히 문제가 된다. 한편, 재무계획 측면에서 살펴보면 기대수명의 변화는 생애주기비용분석에서 관리비용의 규모는 물론 침투가 발생하는 시점까지 이동시킨다. 즉, 신뢰성 있는 파손모형의 구축 없이는 중장기 재무관리계획 수립이 불가능하며, 이 역시도 분명한 문제가 된다.

3.2 파손모형의 조건

자산의 기대수명은 그 불확실성이 매우 크다. 파손과정에 알려진 혹은 알려지지 않은 수많은 설명변수가 관여하고 있기 때문이다. 이는 곧 자산관리계획의 불확실성 역시 매우 크다는 것을 의미한다. 자

산의 기대수명은 천장에 달려 있는 전구가 언제 고장 날지 예측하는 것과 같은 개념으로, 파손모형은 이 수명을 일반화하는 것을 주요기능으로 한다. 그러나 하나의 숫자로 표현되는 기대수명 만으로는 자산관리를 제대로 지원할 수 없다. 앞서 기술한 바와 같이 파손·결함에 대한 리스크를 고려할 수 없기 때문이다. 또한, 예방적 유지보수 등 보다 섬세한 유지보수전략을 수립하기 위해서는 자산의 상태나 시간에 따라 변화하는 자산의 파손속도를 정량적으로 분석할 수 있어야 한다.

Han and Lee(2016)⁴⁾는 자산관리를 지원하기 위한 이상적인 파손모형의 조건을 제시한 바 있다. 여기에는 1)기대수명 추정, 2)파손속도 변화과정 추정, 3)설명변수의 포함가능 여부, 4)파손과정에 대한 리스크 분석, 5)서비스수준 적용을 위한 이산형 모형, 6)복수의 파손유형 고려, 7)샘플부족 및 파라미터 추정문제 대응을 주요 요건으로 포함하고 있다. 그리고 이 조건을 모두 충족하는 모형으로 ‘Bayesian Markov multi-state exponential Hazard model(BMH 모형)’을 제시한 바 있다. 해당 모형은 마르코프 연쇄이론을 기반으로 마르코프 전이행렬을 구성하는데 다단계해저드 이론을 접목한 모형으로, 해저드함수의 파라미터 추정에 비모수 추정기법인 MCMC(Markov Chain Monte-Carlo)를 접목하는 구조를 가지고 있다. 모형의 이론적 배경과 실증분석 사례는 Han and Lee(2016)을 참조하길 바란다.

3.3 파손모형의 구축

경험상 대부분의 관계자들은 파손모형을 하나의 “예측모형”으로 간주하고 있다. 그러나 파손모형은

4) Han, D. and Lee, S. (2016), Stochastic Forecasting of Life Expectancies Considering Multi-Maintenance Criteria and Localized Uncertainties in the Pavement-Deterioration Process, (ASTM) *J. of Testing and Evaluation*, Vol. 44, No. 1, pp. 128-140.

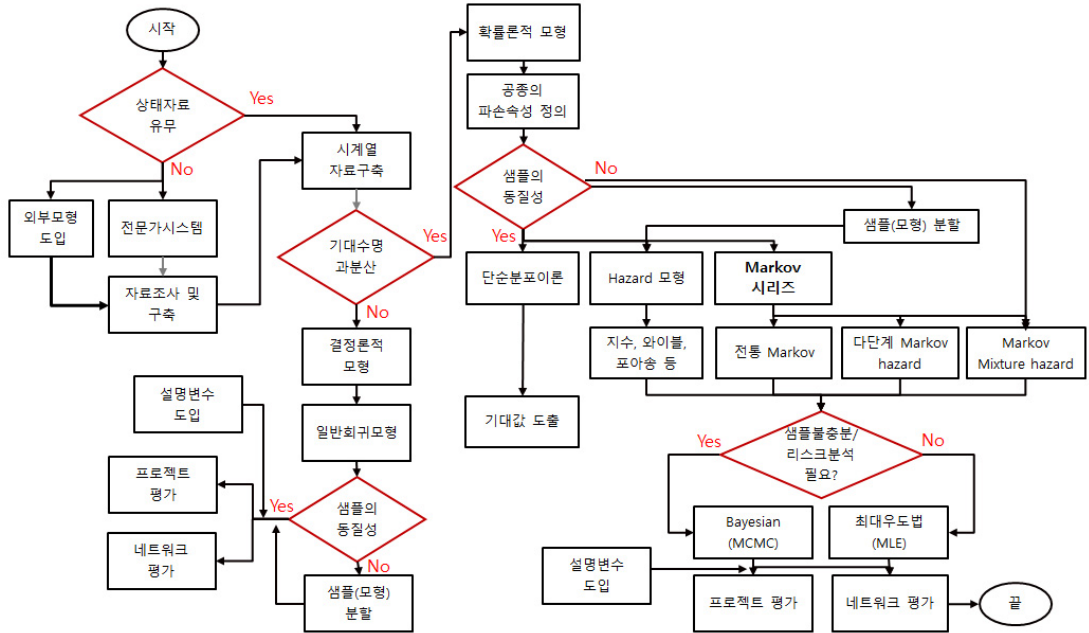


그림 2. 파손모형의 구축 및 개선을 위한 흐름도 (KICT, 2014)

과거에 발생했던 상태변화 이력을 통계적으로 일반화 시킨 하나의 정보로 간주하는 것이 더 올바른 이해라고 할 수 있다.

파손모형은 단순한 회귀모형부터 고차원 확률통계 모형까지 구축방법이 다양하다. 회귀모형은 샘플이 충분하지 않거나 매우 유의한 설명변수가 있을 때 유용하며, 이해와 추정이 매우 간편하다는 장점이 있다. 그러나 대부분의 연구에서는 Markov나 신뢰성 이론 등과 같은 확률모형들을 선호하고 있는데, 이는 기대수명이 불확실하고 파손과정이 일반적으로 비선형이기 때문이다. 그렇다고 이제 막 자산관리를 시작한 도로관리자가 BMH 모형과 같은 고차원 확률모형을 활용하기는 어렵다. 모형 구축이 어렵다기 보다는 모형 구축에 필요한 실증자료가 없기 때문이다. 이런 경우 국가회계처리기준에서의 내용연수를 활용할 수 있다. 해당기준이 없다면 현장경험이 풍부한 전문가의 판단을 참조할 수 있으며, 국내외에서 도출된 연구결과를 참조할 수도 있다. 다만, 이러

한 가정이 적용되는 동안 지속적인 모니터링을 통해 공용성 자료를 누적하는 전략이 필요하다. 이는 신뢰성 있는 자산관리시스템 구축에 많은 시간이 소요되는 이유 중에 하나이다.

사실 파손모형 구축에는 생각보다 고려할 사항이 많다. 주요요소를 요약해 보면 1)시계열 자료의 유무와 샘플규모, 2)파손지표의 형태(연속/단속), 3)과분산, 4)샘플의 동질성, 5)파손과정의 선형성, 6)설명변수의 영향, 7)정보수요의 형태(네트워크/프로젝트), 8)리스크분석 수요 등이 있다. 그림 2에서는 이러한 항목들을 고려한 파손모형의 구축방안을 제시하고 있다⁵⁾.

앞서 신뢰성 있는 파손모형 구축의 중요성과 개발에 많은 시간과 노력이 필요하다고 강조한 바 있다. 그렇다고 충분한 데이터가 축적될 때까지 기다릴 것

5) Korea Institute of Civil Eng. and Building Tech.(2014), *The Development of Asset Management Platform and Service Model in Urban Infra-facilities*, KICT, Goyang-si.

인가? 반드시 통계적으로 완벽하고 복잡한 모형을 지향해야 하는가? 혹은 재산적 가치나 목표달성에 중요하지 않은 자산유형에 대해서도 모형구축에 많은 시간과 노력을 투자해야 하는 것인가? 그렇지 않다. 이 역시 자산관리 도입 전략과 같은 개념으로 접근해야 할 필요가 있다. 조직의 관리환경, 정보수요를 고려해 그것을 충족할 수 있는 수준의 파손모형이면 초기모형으로 충분하며, 자산관리의 고도화 전략이나 새로운 정보수요의 발생에 따라 더 기능이 풍부한 파손모형을 개발하는 것이 적합하다.

4. 맺음말

우리나라에서 자산관리가 언급되기 시작한 지난 10년간 많은 기술적 발전과 경험·자료가 축적되었다. 여전히 많은 사람들이 더 나은 의사결정방안에 대해 고민하고 있고, 관련 정부 부처에서도 자산관리 도입을 검토 중이다. 그러나 현실을 보면 언제나

답보상태이다. 원인은 무엇인가? 그 이유는 조직이나 제도가 아닌 기술적 측면을 중심으로 자산관리 도입을 추진해 온 결과라고 본다. 사실 공공사업을 관리하는 비영리기관, 특히 조직의 업무프로세스 변경이 매우 어려운 정부기관의 자산관리 도입은 거대한 도전이라고도 할 수 있다. 이러한 문제 때문에 앞서 자산관리 도입을 시도해 온 영국이나 호주, 뉴질랜드, 미국 등은 자산관리 도입을 강제하는 법제도(특히, 예산과 회계) 정비를 선행하는 전략을 택하고 있다.

주요 선진국의 자산관리 도입을 추진했던 한 해외 자산관리 컨설팅 전문가는 자산관리의 미래에 대해 다음과 같이 이야기 한 바 있다. “머지 않아 내 직업은 없어질 것, 자산관리 개념에 근거한 사고방식은 이미 너무나 당연한 것이 되어가고 있기 때문.”

법제도의 정비를 넘어 자산가와 자산관리자 본연의 권리와 의무가 당연해지는 그 날까지 우리의 노력은 계속되어야 할 것이다.

학회지 광고접수 안내

본 학회지에 게재할 광고를 모집합니다. 우리 학회지는 계간으로 매회 2,100부를 발간하여 회원과 건설관련 기관에 배포하고 있습니다. 회사 영업신장과 이미지 제고를 원하시는 업체는 우리 학회지에 광고를 실어주시기 바랍니다.

광고료 : 표2 · 표3 · 표4(300만원) · 간지(200만원)
※ 상기금액은 연간(4회)광고료임.

사단법인 **한국도로학회**
전화 (02) 3272-1992 전송 (02) 3272-1994