

교량 및 터널 시설물의 유지관리 의사결정을 위한 성능 예측 방법 개발

이동현^{1*}, 김지원², 전태현³, 정원석⁴, 박기태⁵

Development of Performance Prediction Method for Bridge and Tunnel Management Decision-making

Dong-Hyun Lee^{1*}, Ji-Won Kim², Tae-Hyun Jun³, Won-Seok Jeong⁴, Ki-Tae Park⁵

Abstract: In this study, using the Cost Prediction Model and Performance Prediction Model have developed a way to estimate future management costs and performance for bridge and tunnel by Network Level. Studies to date have primarily focused on the single facility, it is difficult to apply to the analysis of the Network Level. This study, items used as an index of 'Special Act for the Safety Control of Public Structures' was added to Usability and Functionality to Status. Action period and annual budget for each facility can be estimated through the Basic and Advanced analysis. In addition, we verified the technical feasibility through case analysis.

Keywords: Bridge, Tunnel, Facility management, Cost Prediction Model, Performance Prediction Model, Network level

1. 서 론

우리나라 교량 및 터널 시설물은 2000년대 이후 선형개량 및 확장공사 등에 의해 지속적으로 증가하였다. 일부 시설물은 공용 20년이 경과하여 대규모 유지보수가 필요한 시설물이 향후 급격하게 증가할 것으로 예상된다. 이에 따라 노후화에 의해 요청되고 있는 시설물의 유지보수 건수는 증가하고 있으나 보수보강예산은 한정되어 있어 모든 결함을 적기에 보수하기에는 충분치 못한 실정이다. 또한, 현재 시설물의 유지관리 의사결정은 상태 기반의 안전성에 국한되어 있다. 현재 국내 시설물(1, 2종)은 정밀안전진단지침에 의해 외관상태 및 구조성 안전성만을 중점적으로 평가하고 유지관리 의사결정을 수행한다. 그러나 시설물의 상태 외에 기능적 성능(기능성), 사용성, 외부 환경 요소 등 고려되어야 보다 합리적인 의사결정이 가능하다. 현재 국내 시설물 유지관리 연구분야에서는 단일 시설물(LCC)에 대한 분석에 집중하고 있다. 이는 설계단계에서 공법 결정에 대한 의사결정을 내릴 때 효과적

으로 적용할 수 있지만 분석과정이 복잡하고 고려하여야 할 변수가 많기 때문에 수십~수백개 이상의 시설물을 고려하기는 현실적으로 어렵다. 따라서 도로망차원의 네트워크 레벨 분석에는 적용하기 어려운 실정이다.

본 연구에서는 현재 평가 항목인 상태와 더불어 사용성, 기능성 등의 요소가 포함된 시설물 성능 평가 방법을 제시하고 성능 향상을 위한 시설물 예측 방법론을 개발하였다. 수백개 이상의 다수 시설물을 고려할 수 있도록 예측 모델과 비용 추정 모델을 개발하였으며, 이론적 검증에 위해 사례분석을 실시하였다. 본 연구의 방법론이 활성화된다면 예산 집행의 효율성 향상과 전략적 의사결정이 가능할 것으로 판단된다.

2. 본 론

2.1 연구개요

본 연구의 목적은 교량과 터널 시설물 군이 목표성능까지 도달할 수 있는 개략적인 비용을 산출하고, 이를 예측모델과 우선순위에 따라 배정하여, 그에 따른 미래 상태, 기능성, 사용성의 성능을 예측하는 것이다. Fig. 1, 2는 본 방법론을 적용한 가상의 시나리오 분석 과정이며, 본 연구결과가 여러 시설물 군으로 확장된다면 이를 통해 향후 목표성능을 달성하기 위한 최적 계획을 수립할 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구 방법론을 통해 도출될 수 있는 결과는 크게 각 연도

¹정회원, ㈜토탈페이브시스템 부장, 교신저자

²정회원, ㈜토탈페이브시스템 대표이사

³정회원, ㈜토탈페이브시스템 대리

⁴정회원, ㈜토탈페이브시스템 과장

⁵정회원, 한국건설기술연구원 구조융합연구소 연구위원

*Corresponding author: ssam74@daum.net

•본 논문에 대한 토의를 2016년 2월 1일까지 학회로 보내주시면 2016년 3월 호에 토론결과를 게재하겠습니다.

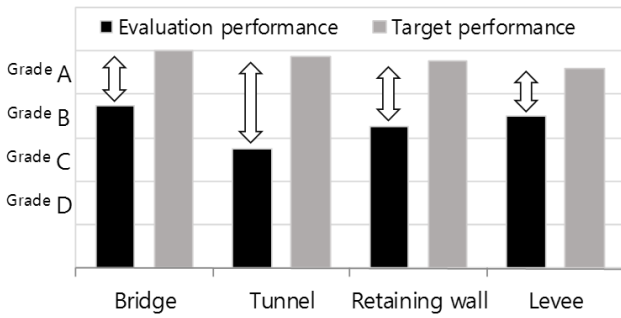


Fig. 1 GAP between evaluation and target performance

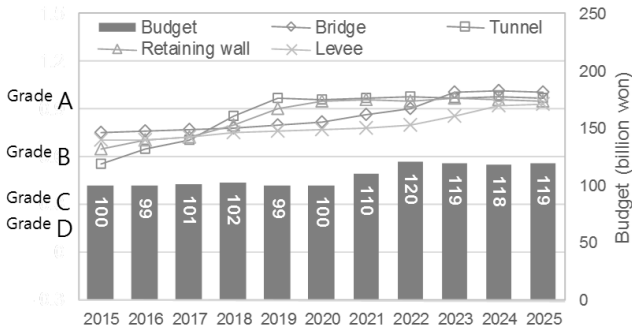


Fig. 2 Case analysis for virtual scenario

별 필요 예산 수준, 시설물군별 목표성능의 달성시기, 개별 시설물의 예산 배정계획으로 구분된다. 각 시설물 구성요소별로 발생하는 모든 비용을 평가하는 방식(일위대가 등)은 절차가 복잡하고 불확실한 변수가 많아 실제 의사결정자 및 관리자가 활용하기 어려기 때문에 거시적 관점에서 네트워크 레벨의 시설물 군의 조치비용을 추정할 수 있도록 가능한 로직을 단순화하였다.

본 연구의 분석 과정은 다음과 같이 각 정의된 성능별로 향후 공용성을 예측하고 주요조치에 대한 비용을 파악하여 예산 분배기준에 의해 분배하는 과정이다.

- (1) 시설물별 성능예측모델 개발
 - 안전성, 기능성, 사용성별 평가 성능에 따른 공용수명 파악
 - 성능 변화에 따른 적정 조치 시기 결정
 - 조치 및 미조치 시에 대한 시설물 미래 예측
- (2) 시설물별 비용추정모델 개발
 - 목표성능 달성을 위한 주요 조치 파악(안전성, 기능성, 사용성별 핵심 조치)
 - 주요 조치에 대한 평균 주기, 적용 빈도, 단가, 조치 물량 조사
 - 평가성능과 목표성능간의 갭 비용 산출

(3) 예산 분배 기준 개발

- 네트워크 레벨의 우선순위 기준 개발
- 프로젝트 레벨 우선순위 기준을 다수 시설물에 적용할 수 있도록 그룹화 및 단순화

2.2 성능 예측 모델

본 성능 예측 모델을 각 시설물에 대하여 시간에 따른 성능 변화를 파악하고 투입되는 적정 보수시기를 결정하기 위해 개발하였다. 네트워크 레벨의 적용성을 용이하기 하고 의사결정자가 쉽게 이해할 수 있도록 확정적 방법을 적용하며, 가능한 단순하고 직관적으로 개발하였다. Fig. 3은 확정적 성능 예측모델의 예시이다. 각 시설물별로 안전성, 기능성, 사용성으로 구분된 각각의 성능 예측 모델 개발하였다. 조치행위가 다수 항목(예: 기능성, 사용성)에 동시에 영향을 미치는 경우, 계산이 용이하도록 각 항목별 재조정 및 그룹화 하였다. 적용된 표준 수명은 진단보고서, MS 데이터, 기존 연구 결과 등을 근거로 설정하였다.

다음 Table 1, 2는 시설물의 사용성, 기능성, 안전성에 대한 세부 지표별로 대표조치를 구분하여 이에 대한 성능과 비용을 추정하였다.

일정기간 후 교체가 필요한 부재와 반영구적으로 교체가 필요하지 않는 비교체성 부재를 구분하여 비용을 산출하였다. 본 연구에서 교체성 부재는 신축이음, 포장, 강교도장을 선정하였는데, 이를 부재에 소요되는 유지관리비용이 전체 구조물 유지관리비용의 70%(한국도로공사 기준, 진단비용, 개축비용, 하자비용 제외)를 차지하고 있기 때문이다. 이들 교체성 부재의 수명 예측을 위해 고속도로 교량관리시스템(Highway Bridge Management System) 데이터 활용하여 추정된 기존 연구 결과를 활용하였다(“Evaluation of Repair/Rehabilitation Characteristic of Highway Bridges”, 2014). 비교체성 부재는 공용기간동안 교체될 가능성이 거의 없는 반영구적 부재로 거더, 바닥판, 교대/교각이 대상이다. 기존 연구사례에서 도출된 결과(“Evaluation of Repair/Rehabilitation Characteristic of Highway Bridges”, 2014)를 적용하였는데,

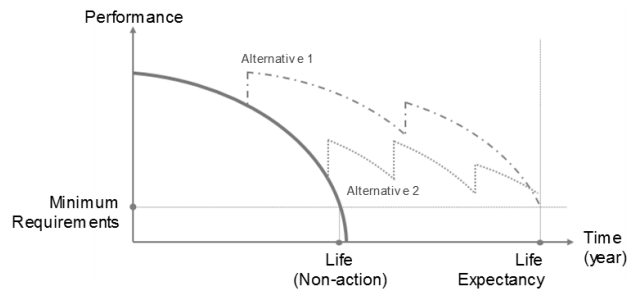


Fig. 3 Deterministic performance prediction model

Table 1 Performance indicators and actions : Bridge

Criteria	Feature	Detailed indicators	Typical actions
Usability	Drivability	Roughness	Pavement
		Vibration Serviceability	Expansion joint
Function-ality	Maintenance	Bridge lighting, Inspection system	Daily maintenance cost
Safety	Condition safety	Facility Inspection	Main member repair
	Structural safety	Report	

Table 2 Performance indicators and actions : Tunnel

Criteria	Feature	Detailed indicators	Typical actions
Usability	Drivability	Roughness	Pavement in tunnels
Function-ality	Maintenance	Tunnel brightness, Damage prevention / drainage system	Daily maintenance cost
		Facility Inspection Report	Tunnel lining repair, etc.
Safety	Condition safety	Facility Inspection Report	Tunnel lining repair, etc.
	Structural safety	Report	

Table 3 Regression equation for main members

Members	Type of damage	Regression equation
Deck plate	Crack(over 0.3 mm)	$y = 5E-05x + 0.0006$
	Crack(under 0.3 mm)	$y = 0.0081\ln(x) + 0.0017$
	Breakout	$y = 4E-05\ln(x) + 0.0003$
	Reticulation crack	$y = 0.0016\ln(x) - 0.0005$
	Efflorescence	$y = 0.0002\ln(x) + 0.0034$
	Segregation	$y = 0.0001\ln(x) - 0.0002$
	Spalling	$y = 4E-06\ln(x) + 3E-05$

정밀안전진단보고서를 토대로 개발된 손상종류별 회귀식을 적용하여 시간의 따른 부재의 손상도를 추정하였다. 다음 표는 추정식의 일부사례이다. 여기서, x는 공용년수, y는 단위면적당 발생량이다. 여기서 제시된 회귀식을 통해 시간에 따른 교량 부재의 전체 손상량을 산출하고 이를 토대로 평균 조치시기를 결정하였다.

터널의 경우는 국내 연구사례가 거의 없어 손상에 대한 예측모델이 거의 존재하지 않았다. 본 연구에서는 FMS 데이터를 이용하여 터널 라이닝 결함 지수 예측식을 바탕으로 성능 예측모델을 개발하였다(“Development of Life Cycle Cost Estimation Models and System for Underground Road Structures (Tunnel and Underground Motorway)”, 2006). 성능 예측 모델 기본식은 2차 곡선형태로 정의하고 성능평가 항목에 따라 평균 조치시기를 산출하였는데, 이는 부재의 평균 수명으로부터 도출하였다. 주요 조치시기까지 기간을 초기 성능 지점에서 C등급 진입하는 시점으로 성능 예측 모델을 구현하였다.

Table 4 Performance index range per rating

Criteria	Performance index range	Median
Grade A	$0 \leq x < 0.87$	0.935
Grade B	$0.87 \leq x < 0.74$	0.805
Grade C	$0.74 \leq x < 0.51$	0.625
Grade D	$0.51 \leq x < 0.21$	0.36
Grade E	below 0.21	0.105

Table 5 The average action time per bridge performance

Criteria	Typical actions	Method	Average action time
Safety	Main member damaged	Main member repair	Entrance moment to Grade C (About 26 years)
Function-ality	Daily maintenance	Fixed costs (regular repair, etc.)	Every years
Usability	Roughness decline	Resurfacing, Bridge improvement	About 8~12 years
		Expansion joint change	About 10~16 years

Table 6 The average action time per tunnel performance

Criteria	Typical actions	Method	Average action time
Safety	Tunnel lining damaged	Tunnel lining repair	Entrance moment to Grade C (About 23 years)
Function-ality	Daily maintenance	Fixed costs (regular repair, etc.)	Every years
Usability	Roughness decline	Resurfacing	About 8~12 years

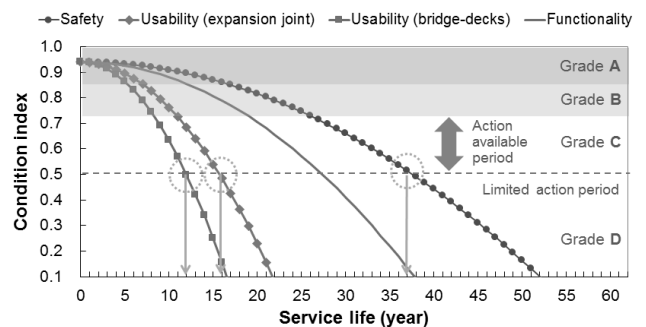


Fig. 4 Bridge performance prediction model

기본식 $y = (x^2 - a^2)/a^2$ (y: 성능 x: 연도, a: 변수)

Table 4와 같이 조사된 평가 성능 등급을 중앙값으로 설정하고 조치가 이루어진 시설물에 대해서는 A등급 중앙값

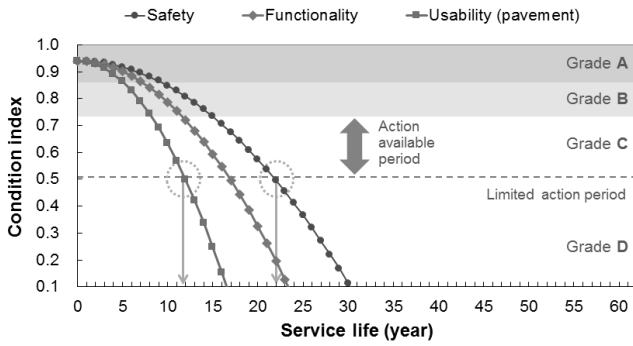


Fig. 5 Tunnel performance prediction model

(0.935)으로 복귀하는 것으로 가정하였다.

다음 Table 5, 6과 Fig. 4, 5는 각각 교량과 터널에 대한 각 성능 항목별로 정의된 조치 대상과 조치 공법 평균 조치 시기이다. 안전성과 사용성 조치는 C등급에서 D등급으로 진입하기 전에 이루어지는 것으로 설정하였다. 교량의 경우는 사용성(평탄성 인자) 항목이 포장과 신축이음으로 2가지로 구분하였다.

2.3 비용 추정 모델

각 시설물 성능 조치별 비용을 추정을 위해 이력 자료 수집하였다. 네트워크 레벨에 적용이 용이하도록 시설물의 기본 제원으로 추정가능이 하도록 하였다. 또한, 시설 확장, 교통관리 및 시스템 교체, 운영비, 전기료 등 시설물 성능과 연관성이 낮은 부분은 제외하였다. 비용 추정 모델의 개발 과정은 다음과 같다.

- (1) 주요조치 : 각 시설물의 안전성, 기능성, 사용성 측면에서 목표성능을 도달할 수 있는 수준의 보강 공법
- (2) 평균단가 : 주요 조치에 대한 단위면적당 적용 단가로 과거 실적으로부터 추정할 경우 현재가치화하여 적용
- (3) 조치비율 : 주요 조치가 여러 가지 공법일 경우 각 공법별로 실제 적용된 비율을 의미함 (이력 자료)
- (4) 물량추정 : 시설물 제원(면적, 용량 등)을 토대로 적용된 주요 조치 물량을 추정
 - 교면 포장 : 시공 면적 = 교량 면적
 - 전면 재도장 : 시공 면적 ≠ 교량 면적 → 실적 자료를 통해 도출된 회귀식 적용

Fig. 6은 강교도장에 대한 비용추정모델의 예시로 교량의 기본 제원과 과거 실적자료를 통해 주요 물량을 추정하고 회귀식을 도출하였다.

기능성에 적용된 회귀식은 “5th Transport Investment Appraisal Guideline”, Ministry of Land, Infrastructure, and

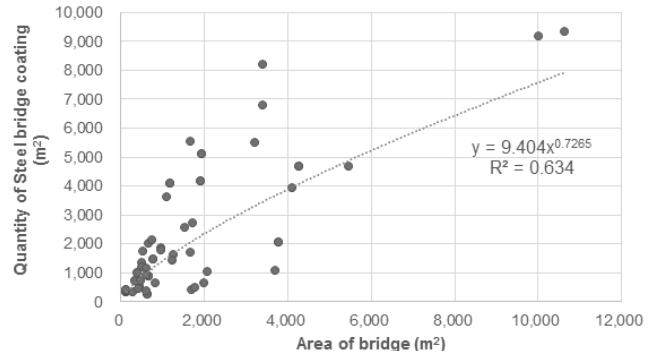


Fig. 6 Quantity calculated regression equation for Steel bridge coating

Table 7 Cost estimate method for bridge

Criteria	Typical method	Average costs (won/m ²)	Basis
Safety	Crack repair, water leak repair, etc.	Y=0.679×X · apply to service life · unit : 1,000 won / 2 lane × m × year	Maintenance big data analysis (Korea Expressway corp.)
Functionality	Daily maintenance cost	Y=86.659×X · apply to tunnel extension · unit : 1,000 won / 4 lane × m	Regression equation for annual incurred expense
Usability	Resurfacing (cutting and overlay)	151,000	Repair record (Korea Expressway corp.)

Table 8 Cost estimate method for Tunnel

Criteria	Typical method	Average costs (won/m ²)	Basis
Safety	Crack repair	58,224	Regression equation (Inspection Report)
	Section repair	196,201	
Functionality	Daily maintenance cost	Y=33.600×X · apply to bridge extension · unit : 1,000 won / 4 lane × m	Regression equation for annual incurred expense
	Resurfacing (cutting and overlay)	151,000	
Usability	Bridge-decks improvement (rapid concrete)	262,000	Repair record (Korea Expressway corp.)
	Expansion joint change	909,209	

Transport, 2013과 “A Study of LCC DB Improvement & System Application in Highway Design Stage”, Korea Express-

way Corporation, 2014에서 제시된 결과를 참고하였다. 안전성 항목 단가는 기존 정밀안전진단보고서, FMS자료, MS 데이터(HBMS, Highway Bridge Management System), 2015년 유지관리 단가 등을 참고하였다. 강교도장과 같이 물량 산출이 어려운 경우 실적자료에 통한 회귀식을 적용하였다. 교량과 터널 시설물에 대해 산정된 비용 추정 방법은 각각 Table 7, 8과 같다.

2.4 네트워크 레벨 우선순위 선정 방법

네트워크 레벨에 맞게 우선순위 기준을 그룹화 및 단순화하여 적용하였다. 기본적으로 성능이 낮은 순서로 조치가 이루어지며, 동일한 성능을 가지고 있을 경우 다음과 같은 지표에 의해 결정한다. 이는 동일 상태의 시설물의 경우 보다 노후된 시설물(공용기간), 사용자가 많은 시설물(교통량), 성능저하가 가속화되는 시설물(환경요소)에 우선적으로 적용하기 위함이며, 각 항목별 가중치는 전문가 회의를 통해 결정하였다. 우선순위별 점수와 가중치는 Table 9, 10과 같으며, 본 우선순위 기준은 다음 절에 설명할 확장분석 방법에 적용하였다.

여기서, 환경요소는 염해에 노출될 가능성을 지표화한 것이다. 해안으로부터 날아들어 오는 대기중의 비래염분에 의한 영향을 해안인접 거리로 추정하였다(예: 해안거리 1,000 m 이상 a등급, 비말대 e등급).

2.5 시나리오 분석 방법

본 연구에서 시나리오 분석 방법은 2가지로 구분하여 적용하였는데, 일반적인 평가 성능에 따른 기본 분석 방법(이하: 기본분석)과 연간 투입 예산에 따른 확장 분석 방법(이하: 확장분석)으로 나눌 수 있다. 기본분석은 적정 보수시기에 조치를 취하여 시설물의 성능과 연간 투입 예산 정도를 파악하는

분석 방법이다. 이에 반해 확장분석은 분석자가 설정한 연도별 예산 내에서 시설물의 향후 성능과 목표한 성능 달성시기를 파악하기 위한 방법이다. 따라서 기본 분석은 목표성능 달성을 위해 일정기간동안 적정 예산을 파악하는 것이 목적이지만, 확장 분석은 분석자가 설정된 예산에 대하여 시설물의 성능이 향후 어떻게 변화하는 지 파악하는 것이 목적이라 할 수 있다.

(1) 기본 분석

- ① 시설물 성능평가에 따른 미래 상태 예측
- ② 목표성능 달성에 필요한 총 필요 예산 산출
- ③ 연간 시나리오 도출

기본 분석은 Fig. 7과 같이 시설물 제원과 각 성능평가 결과만 입력하면, 목표성능이 향후 몇 년도에 달성할 수 있는지 알 수 있으며, 각 시설물별로 어느 시기에 조치하여야 되는지 연간 시나리오를 파악할 수 있다.

(2) 확장 분석

- ① 연도별 예산 시나리오 설정(연간 예산 한도)
- ② 시설물 평가성능에 따른 미래 상태 산출
- ③ 목표성능 달성에 필요한 예산 산출
- ④ 당해연도 설정 예산 범위내에 우선순위에 의해 배정
- ⑤ 조치 대상 다음연도 재산정(시설물 성능 저하 반영)
- ⑥ 목표연도까지 ④, ⑤ 단계 반복
- ⑦ 연도별 시설물 성능 평가 취합, 연간 시나리오 도출

확장 분석은 Fig. 8과 같이 시설물 제원, 각 성능평가 결과

Table 9 Score by priority

Score	Traffic volume	Service period	Environment
100%	Over 40,000	Over 20 years	e
80%	30,000~40,000	15~20	d
60%	20,000~30,000	10~15	c
40%	10,000~20,000	5~10	b
20%	Under 10,000	Under 5 years	a

Table 10 Weighting for priority decision

Weighting	Traffic volume	Service life	Environment
Usability	80	10	10
Functionality	70	20	10
Safety	20	60	20

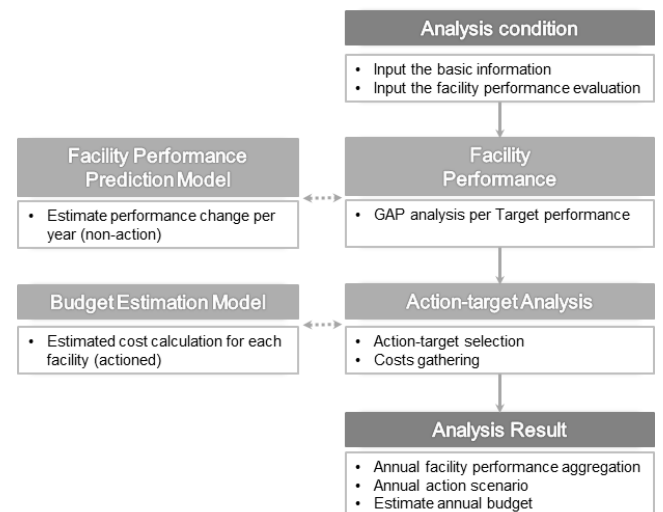


Fig. 7 Basic analyse process

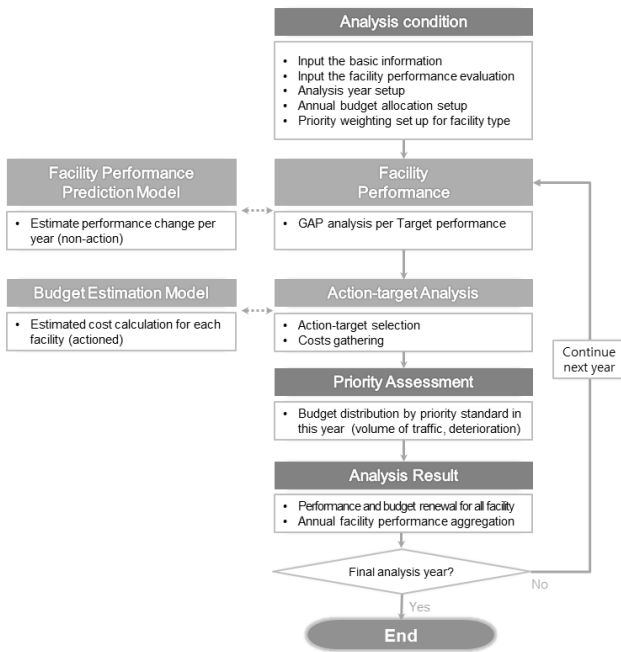


Fig. 8 Advanced analyse process

가 더불어 연간 지출 예산 한도를 설정하면 우선순위 기준에 의해 조치시기를 분배한다.

2.6 사례 분석 결과

시설물의 제원 및 기존 상태평가 자료를 기초로 가상의 시나리오 분석 수행하였다. 본 연구에서는 이론적 타당성을 검증하기 위해 엑셀시트에 의해 분석을 수행하였으나, 실제 대규모 시설물을 분석하기 위해서는 프로그램 개발이 필요하며, 이는 향후 후속과제로 진행될 예정이다. 분석사례 데이터는 고속도로 자료를 바탕으로 Table 11과 같이 교량4개소, 터널 4개소를 선정하였으며, 현재 각 시설물의 실제 상태등급(시투법 기준)을 토대로 사용성, 기능성, 안전성 등급은 동일하게 가정하였다.

다음 Fig. 9는 예산을 전혀 배정하지 않았을 경우 분석결과이다. 전체 통합성능 등급이 8년차부터 D등급 이하로 하락하였으며, 사용성 등급은 9년차에 E등급 이하로 매우 낮게 나타났다. 하락폭인 적은 안전성 등급만이 C등급을 유지할 수 있었다.

다음 Fig. 10은 기능성 성능 예산만 투자한 사례로 통합성능이 10년 동안 C등급을 유지하고 있다. 이는 일상보수, 청소, 제설 등의 소규모 수선유지비만 집행할 수 있는 최소 일상관리비만 투자한 결과이다. 연간 10백만 원가량 지출하여 10년간 총 100백만 원의 비용이 소요된 결과이다. 구조적 문제는 없지만 일부 사용성이 낮은 시설물은 D등급 이하로 사용자가 이용할 경우 문제가 발생할 가능성이 매우 높다.

Table 11 Facility information for case study

	Facility	Type	Length (m)	Area(m ²)	Completion	
Bridge	10000	PSCI	152	554	2011	
	200IC30	STB	160	1,424.00	1994	
	30001Q(0)	PSCI	101.2	1,235.70	1994	
	40000	PSCI	93	1,088.10	1986	
Tunnel	50000	NATM(2Arch)	421	8,588	1999	
	60000	NATM	522	7,183	2001	
	70000	NATM	740	7,385	1986	
	8000000	Conventional	320	3,194	1983	
	Facility	Total Grade	Usability	Functionality	Safety	Traffic volume
Bridge	10000	A	A	A	A	18,736
	200IC30	B	B	B	B	19,001
	30001Q(0)	B	B	B	B	28,017
	40000	C	C	C	C	31,482
Tunnel	50000	B	B	B	B	86,764
	60000	A	A	A	A	83,533
	70000	C	C	C	C	28,822
	8000000	C	C	C	C	8,561

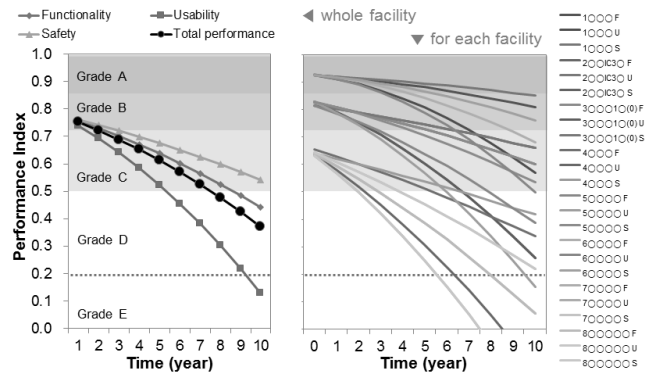


Fig. 9 Analysis result(non-action)

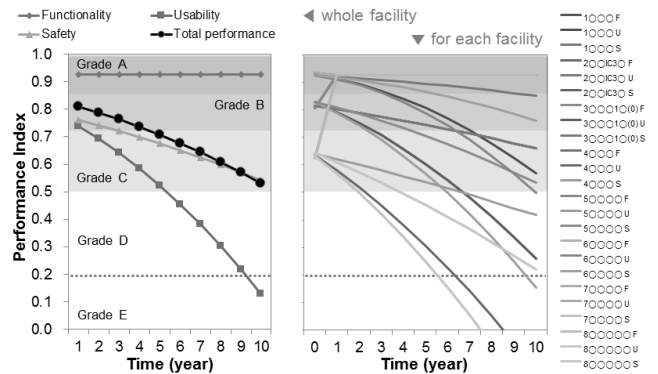


Fig. 10 Analysis result(Infusion the least costs - Functionality)

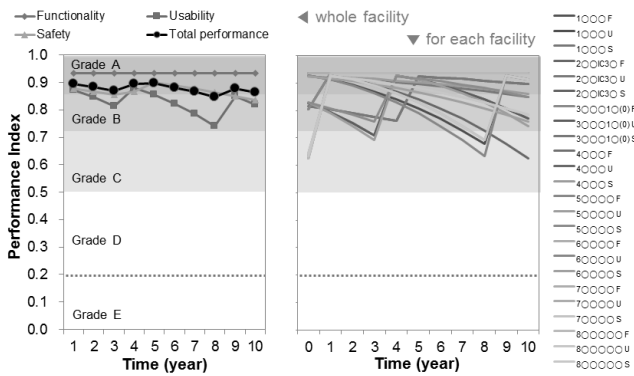


Fig. 11 Basic analysis result

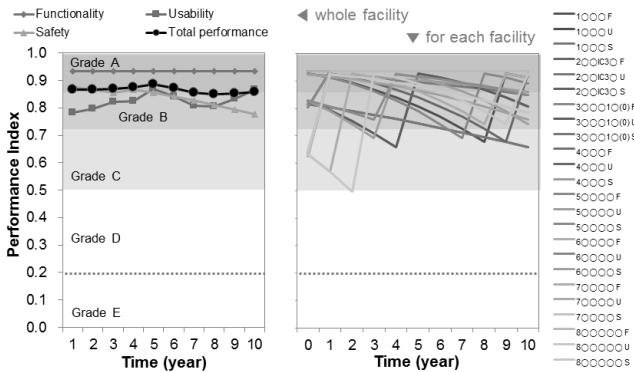


Fig. 12 Advanced analysis result

Fig. 11은 기본분석으로 평가성능에 따라 최적 시기에 예산 배정한 결과이다. 10년간 총 약 2,470백만원이 투자되었으며, 연간 투자비용은 Fig. 13의 기본분석(Basic analysis)과 같다. 전체 통합성능 A~B등급 유지되고 있으며, 분석기간 동안 전체 평균 통합성능지표는 0.877로 나타났다. 이는 0.87 이상으로 A등급에 해당된다.

본 분석 결과는 성능측면에서는 최적 유지관리 시나리오 계획이나, 특정 년도에 예산이 집중되는 경향이 있기 때문에 연간 예산 한도에 따른 확장 분석을 통해 적정한 예산 한도를 결정하여야 한다.

확장분석결과는 Fig. 12와 같다. 연간 투입 예산 40 억원 미만으로 설정하여 동일한 성능을 가지고 있는 경우 우선순위 기준에 의해 예산을 분배하였다. 총 투자비용은 Fig. 13의 확장분석(Advanced analysis)과 같이 10년간 총 약 2,488백만원이 투자되어 기본분석 결과와 유사하게 나타났다. 전체 통합성능은 기본 분석결과와 같이 A~B등급 유지하는 것으로 나타났다, 분석 기간 동안 전체 평균 통합성능지표가 0.866으로 기본 분석 결과에 비해 미미하게 낮게 나타났다. 등급기준 0.87 이하로 B등급에 해당된다.

연간 투자 예산을 비교해보면 기본 분석의 경우 특정년도에 투자예산이 집중되는 현상이 나타났다. 이는 시설물의 성

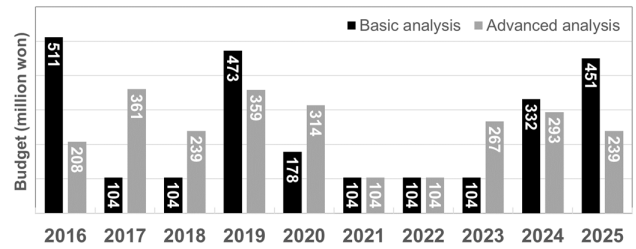


Fig. 13 Comparing annual investment budget

능 등급체계상 조치시기가 동시에 발생되기 때문이다. 따라서 현실적으로 확장 분석과 같이 예산을 우선순위 기준에 따라 분산하여 투입하는 것이 보다 합리적이다. 확장 분석의 투자 예산의 분석 대상 샘플수가 많아지면 연간 예산간의 편차도 보다 낮아질 것으로 판단된다.

3. 결론

국내 LCC나 유지관리 관련 연구는 대부분 단일 시설물에 집중되어 있었다. 이에 따라 관리주체 입장에서 다수의 시설물을 고려하여 유지관리 계획을 수립할 경우 정량적인 예측이 어려웠다. 현재 대부분의 관리주체에서 전체 시설물의 성능에 대한 예측을 할 수 없는 실정이며, 미래에 대한 예측을 단순 추세식에 의존하고 있다. 따라서 투자비용 대비 성과를 파악하기 어렵고, 예산 확보도 다른 분야에 비해 힘든 실정이다. 본 연구 결과를 활용하면 성능예측 모델과 시나리오 분석 방법에 의해 향후 다수의 시설물의 비용대비 미래 성능을 파악할 수 있으며, 보다 정량화된 정보에 의해 효과적인 중장기 예산 수립을 할 수 있을 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 국토교통과학기술진흥원 건설기술연구사업인 ‘사회기반시설(SOC) 성능중심 관리·운영을 위한 한국형 성능등급 산정기술 개발’ 과제[14SCIP-C078607-01]의 일환으로 이루어졌습니다. 이에 감사드립니다.

References

1. Korea Expressway Corporation (2014), A Study of LCC DB Improvement & System Application in Highway Design Stage, 47-86.

2. Kim, J.W., and Park, C.W. (2014), Evaluation of Repair/Rehabilitation Characteristic of Highway Bridges, 170-194.
3. Ministry of Land, Infrastructure, and Transport (2013), 5th Transport Investment Appraisal Guideline, 291-297.
4. Kang, H.T. (2009), Development of Asset Management System's Framework, Korea Expressway Corporation Research Institute, 176-177.
5. Korea Infrastructure Safety and Technology Corporation (2006), Development of Life Cycle Cost Estimation Models and System for Underground Road Structures(Tunnel and Underground

Motorway), 99-100.

6. NCHRP REPORT 551 (2005), Performance Measures and Targets for Transportation Asset Management, TRR, 78-82.

Received : 11/12/2015

Revised : 12/07/2015

Accepted : 12/27/2015

요 지 : 본 연구에서는 비용예측모델과 성능예측모델을 이용하여 네트워크 레벨에서 향후 교량과 터널 유지관리 비용과 성능을 예측할 수 있는 방법론을 개발하였다. 현재 국내의 시설물 유지관리 관련 연구는 대부분 단일 시설물에 집중되어 있어 도로망차원의 네트워크 레벨 분석에는 적용하기 어렵다. 따라서 시설물군 단위로 유지관리 계획을 수립해야하는 실무주체에게 유의한 정보를 제공하지 못하고 있는 실정이다. 본 연구의 예측모델은 시설물의 성능에 현재 시뮬법에 의해 평가하고 있는 상태외 사용성과 기능성을 포함하였으며, 기본 분석과 확장 분석을 통해 각 시설물의 조치 시기와 연간 예산을 추정할 수 있다. 또한 사례 분석을 통해 기술적 타당성을 검증하였다. 본 연구의 방법론이 활성화된다면 다수의 시설물의 비용대비 미래 성능을 파악할 수 있으며, 효과적인 중장기 예산 수립을 할 수 있을 것으로 판단된다.

핵심용어 : 교량, 터널, 시설물 유지관리, 비용예측모델, 성능예측모델, 네트워크 레벨
