



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년08월12일
 (11) 등록번호 10-1429219
 (24) 등록일자 2014년08월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G06Q 50/26 (2012.01)

(21) 출원번호 10-2012-0069420

(22) 출원일자 2012년06월27일

심사청구일자 2012년06월27일

(65) 공개번호 10-2014-0015661

(43) 공개일자 2014년02월07일

(56) 선행기술조사문헌

[카달로그] 한국건설기술연구원 교량의 성능 및 사용효율 증대를 위한 자산관리 기법 개발*

[카달로그] 한국건설관리학회 논문집 제10권 제6호 사회기반시설물 유지관리를 위한 자산관리체계 도입 전략*

KR1020110048802 A

KR1020090072223 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

한국건설기술연구원

경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)

(72) 발명자

채명진

서울특별시 영등포구 국제금융로 79 한양아파트 C-602호

이규

경기도 고양시 일산동구 산두로 240 2층 좌측
 (뒷면에 계속)

(74) 대리인

송세근

전체 청구항 수 : 총 8 항

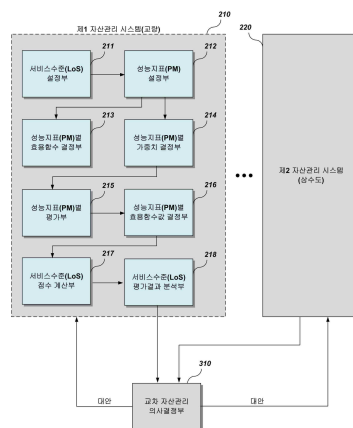
심사관 : 육성원

(54) 발명의 명칭 **사회기반시설물의 교차 자산관리 의사결정 시스템**

(57) 요약

효용함수(Utility function)를 이용하여 효용함수값(Utility value)을 산출함으로써, 이중 사회기반시설물간의 서비스수준 표준화를 통해 정량적인 서비스 질을 평가하고, 이에 따라 유지보수 우선순위를 결정할 수 있는, 사회기반시설물의 교차 자산관리 의사결정 시스템이 제공된다. 사회기반시설물의 교차 자산관리 의사결정 시스템은, 선택된 이중 사회기반시설물 각각에 대한 기설정된 사용자가치 항목에 따라 서비스수준(LOS)과 성능지표(PM)를 설정하고, 설정된 성능지표 각각의 효용함수 및 가중치를 이용하여 성능지표별 효용함수값을 산출하며, 산출된 성능지표별 효용함수값에 대응하여 각각의 서비스수준 점수로 정규화하고, 정규화된 서비스수준 점수를 비교하여 서비스수준(LOS)을 각각 평가하는 복수의 자산관리 시스템; 및 교차(Cross) 자산관리 의사결정을 지원하도록 복수의 자산관리 시스템 각각에 의해 평가된 서비스수준 평가 결과를 서로 교차 비교하고, 서비스수준 평가 결과가 높은 사회기반시설물을 먼저 유지보수하도록 우선순위를 결정하는 교차 자산관리 의사결정부를 포함하되, 복수의 자산관리 시스템 각각의 서비스수준이 성능지표별 효용함수값에 대응하여 각각의 서비스수준 점수로 정규화됨으로써 이중 사회기반시설물간의 서비스수준이 표준화되는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도6



(72) 발명자

박재우

서울 금천구 독산로18길 30-5, (시흥동)

오은호

서울 광진구 자양번영로 47-13, (자양동)

특허청구의 범위

청구항 1

도로, 철도, 항만, 댐, 교량, 공항, 하천, 상수도 및 어항시설의 사회기반시설물 중에서 선택되는 적어도 두 개 이상의 이중 사회기반시설물; 상기 선택된 이중 사회기반시설물 각각에 대한 기설정된 사용자가치 항목에 따라 서비스수준(Level of Service: LOS)과 성능지표(Performance Measure: PM)를 설정하고, 상기 설정된 성능지표 각각의 효용함수(Utility function) 및 가중치를 이용하여 성능지표별 효용함수값(Utility value)을 산출하며, 상기 산출된 성능지표별 효용함수값에 대응하여 각각의 서비스수준 점수로 정규화(Normalization)하고, 상기 정규화된 서비스수준 점수를 비교하여 상기 서비스수준(LOS)을 각각 평가하는 복수의 자산관리 시스템; 및 교차(Cross) 자산관리 의사결정을 지원하도록 상기 복수의 자산관리 시스템 각각에 의해 평가된 서비스수준 평가 결과를 서로 교차 비교하고, 상기 적어도 두 개 이상의 이중 사회기반시설물 중에서 서비스수준 평가 결과가 높은 사회기반시설물을 먼저 유지보수하도록 우선순위를 결정하는 교차 자산관리 의사결정부를 포함하되, 상기 복수의 자산관리 시스템 각각의 서비스수준이 상기 성능지표별 효용함수값에 대응하여 각각의 서비스수준 점수로 정규화됨으로써 상기 이중 사회기반시설물간의 서비스수준이 표준화되도록 하며,

상기 교차 자산관리 의사결정부는 적어도 두 개 이상의 이중 사회기반시설물(100)에 대해 사용자가치 항목에 따라 서비스수준(Level of Service: LOS) 및 성능지표(Performance Measure: PM)를 설정하고, 상기 성능지표별 효용함수(Utility function) 및 가중치에 따라 성능지표별 효용함수값(Utility value)을 결정하며, 상기 서비스수준 점수를 계산하여 상기 서비스수준(LOS)을 각각 평가하여 상기 이중 사회기반시설물(100)의 자산관리를 수행하는 제1,2 자산관리시스템(210,220) 각각에 의해 평가된 서비스수준 평가 결과에 따라 이중 사회기반시설물(100)에 대한 교차(Cross) 자산관리 의사결정을 지원하는 하도록 하는 것을 특징으로 하는 사회기반시설물의 교차 자산관리 의사결정 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 성능지표별 효용함수(Utility function)는 상기 서비스수준(LOS)별 속성이 다른 성능지표를 통합하고, 등급기준을 연속화하기 위하여 다속성 효용이론에 따라 0% 내지 100% 범위 중에서 선택적으로 결정되는 것을 특징으로 하는 사회기반시설물의 교차 자산관리 의사결정 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 복수의 자산관리 시스템 각각은,

사용자에게 편의를 제공하도록 사용자 또는 관리자에게 필요한 서비스수준(LOS)을 상기 사회기반시설물의 기설정된 사용자가치 항목에 따라 설정하는 서비스수준(LOS) 설정부;

상기 서비스수준(LOS)을 고려하여 얼마나 잘 관리를 수행하는지 나타내기 위해 상기 서비스수준(LOS)을 정량적으로 나타내는 성능지표(PM)를 상기 서비스수준(LOS)의 속성에 따라 설정하는 성능지표(PM) 설정부;

전문가 설문조사를 활용하여 0% 내지 100% 범위 중에서 선택적으로 주어지는 효용가치에 대응하는 상기 성능지표(PM)별 효용함수를 각각 선택하는 성능지표별 효용함수 결정부;

전문가 설문조사를 활용하여 상기 성능지표(PM)별 가중치를 각각 부여하는 성능지표별 가중치 결정부;

현장 조사 또는 점검결과를 활용하여 상기 성능지표를 각각 평가하는 성능지표별 평가부;

상기 선택된 성능지표(PM)별 효용함수 및 상기 부여된 가중치를 이용하여 상기 평가된 성능지표별 효용함수값을 각각 산출하는 성능지표별 효용함수값 결정부;

상기 산출된 효용함수값에 각각 대응하는 서비스수준 점수를 계산하여 정규화(Normalization)하는 서비스수준 점수 계산부; 및

상기 평가된 성능지표가 상기 계산된 서비스수준 점수에 미치는 영향을 분석하는 서비스수준 평가결과 분석부를 포함하는 사회기반시설물의 교차 자산관리 의사결정 시스템.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 서비스수준(LOS) 설정부는, 상기 사회기반시설물의 사용자 가치 항목을 지속가능성(Sustainability), 접근성(Accessibility), 비용의 적정성(Affordability), 품질(Quality), 건강과 안전(Health & Safety), 신뢰성과 대응(Reliability & Responsiveness) 및 사용자 서비스(Customer Service)로 구분하고, 각각의 속성을 설정하는 것을 특징으로 하는 사회기반시설물의 교차 자산관리 의사결정 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 산출된 성능지표(PM)는 상기 서비스수준(LOS)을 사용자가 어떻게 서비스를 경험하게 되는가를 나타내는 관점의 사용자 성능지표, 및 전문적으로 사용되는 관점의 전문 기술적 성능지표를 포함하는 사회기반시설물의 교차 자산관리 의사결정 시스템.

청구항 6

제3항에 있어서,

상기 서비스수준 평가결과 분석부는 평가 결과의 분석 및 유지관리 전략에 따른 성능지표를 재설정하는 것을 특징으로 하는 사회기반시설물의 교차 자산관리 의사결정 시스템.

청구항 7

제3항에 있어서,

상기 성능지표별 효용함수값 결정부는,

$$u_i(x_{iA}) - u_i(x_{iB}) = \alpha [u_i(x_{iD}) - u_i(x_{iE})]$$

$$u_i(x_{iB}) - u_i(x_{iC}) = \beta [u_i(x_{iD}) - u_i(x_{iE})]$$

$$u_i(x_{iC}) - u_i(x_{iD}) = \gamma [u_i(x_{iD}) - u_i(x_{iE})]$$

로 이루어진 세 개의 연립방정식을 풀이하여 효용함수값을 결정하며, 여기서, x_{iA} 는 i 번째 성능지표의 등급이며 u_i 값은 임의의 등급(E~A) 사이에서 i 번째 성능지표의 특정 등급(A~E)에 대한 효용가치를 나타내고, α , β 및 γ 는 최하위 중요도의 등급변화(여기서, 등급 E에서 D의 변화가 최하위 중요도 순서를 가지는 것으로 가정함)를 기준으로 나머지 등급변화의 상대적인 중요도 값인 것을 특징으로 하는 사회기반시설물의 교차 자산관리의 의사결정 시스템.

청구항 8

제3항에 있어서,

상기 서비스수준 점수 계산부는, $LOS = \sum k_i \times u_i(x_i)$ 를 통해 서비스수준을 결정하며, 여기서, LOS는 각 사회기반시설물의 서비스수준을 의미하며, k_i 는 성능지표별 가중치, $u_i(x_i)$ 는 성능지표 x_i 별 효용함수값을 의미하는 것을 특징으로 하는 사회기반시설물의 교차 자산관리 의사결정 시스템.

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 사회기반시설물의 자산관리에 관한 것으로, 보다 구체적으로, 이중 사회기반시설물(Infrastructure) 간의 서비스수준(Level of Service: LOS) 표준화를 통해 정량적인 서비스 질을 평가하는 사회기반시설물의 교차 자산관리(Cross Asset Management) 의사결정 시스템에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 일반적으로, 사회기반시설물(Infrastructure), 또는 공공 시설물의 자산관리라는 개념은 오래 전부터 있어 왔으나, 이러한 시설물의 규모가 커지고 대규모 개발시대를 거치면서 개발의 타당성만이 주로 고려되었을 뿐, 건설된 시설물에 대한 적극적인 관리 노력은 미흡한 실정이었다. 이러한 사회기반시설물 또는 공공 시설물에 대한 유지관리 예산이 급격하게 증가하고 정보기술의 발전으로 관련된 데이터 처리기술이 발전됨에 따라 이러한 사회기반시설물 또는 공공시설물의 통합적인 관리가 가능하게 되어 그 자산관리는 구체적인 업무로 자리잡아가고 있는 실정이다.

[0003] 국내의 경우, 2009년 현재 기획재정부 주도로 사회기반시설물에 대한 실사를 진행하고 있는데, 이것은 본격적인 자산가치 평가의 전단계로서, 사회기반시설물의 현황을 파악하고 적정수준의 사회기반시설물의 자산가치를 평가할 수 있는 방법 수립의 기초단계라고 할 수 있다. 이러한 사회기반시설물에 대한 정의는 국가의 기반 형성을 위하여 대규모 투자로 건설되고 경제적 효과가 장기간에 걸쳐 나타나는 자산을 말하며, 예를 들면, 도로, 철도, 항만, 댐, 공항, 상수도, 하천 및 어항시설 등 8개 종류로 분류하며, 국가회계기준 제14조에 따라 도 1에 도시된 바와 같이 구체화할 수 있다.

[0004] 도 1은 일반적으로 구분되는 사회기반시설물을 예시하는 도면이고, 도 2는 종래의 기술에 따른 사회기반시설물 각각의 자산관리를 개략적으로 설명하기 위한 도면이다.

[0005] 도 2를 참조하면, 종래의 기술에 따른 사회기반시설물(10)은 도로(11), 철도(12), 항만(13), 댐(14), 공항(15), 상수도(16), 하천(17) 및 어항시설(18)로 구분되며, 각각의 사회기반시설물(11~18)은 각각의 자산관리시스템(21~28)에 의해 관리되고 있다.

[0006] 한편, 사회기반시설물의 사용자 편익을 위해 제공되는 서비스의 질, 또는 사회 공동체의 사회 경제 환경적 목표를 반영하는 적절한 지수의 역할을 하는 것이 바로 서비스수준(Level of Service: LOS)이다. 이러한 서비스수준은 자산의 물리적 상태를 나타내는 지수로 표현되며, 대상 시설물의 성능 목표와 표준화된 측정 방법을 가지고 있다.

- [0007] 이와 같은 정량적인 서비스의 측정으로 목표 서비스수준을 유지하기 위한 성능 간의 차이를 정확히 규명하여, 이러한 차이를 줄이기 위해 최소비용으로 최고의 사용자 만족도를 향상시킬 수 있는 여러 작업 계획들(예를 들면, 유지관리, 보수, 보강, 교체 등) 간의 우선순위를 결정하는데 활용된다. 그러나 현재까지는 동일 시설물 내에서 동일한 서비스수준에 의해서만 의사결정이 이루어졌기 때문에, 이중 사회기반시설물간의 의사결정은 불가능한 실정이다. 이를 해결하기 위해서는 이중 시설물에 대해 개별적으로 수행된 서비스수준 분석을 표준화하여 정량화하는 방법이 필요하다.
- [0008] 예를 들면, 사회기반시설물의 자산관리를 수행하고 있는 해외 선도국에서는 도로, 교량, 상하수도 등 사회기반 시설물의 종류별로 각각의 서비스수준을 가지고 있으며, 동종 시설물간의 자산관리만 수행되고 있다. 이와 같은 이유로 이중 사회기반시설물간의 예산 분배 및 집행을 하기 위한 표준화된 의사결정 프로세스를 마련하는 것이 현실적으로 불가능하다. 다시 말하면, 기존의 선진국에서 수행하고 있는 사회기반시설물의 자산관리나 국내의 유지관리 체계는 동종 시설물 내에서 중요도에 따라 관리 우선순위를 선정하고 예산을 분배하고 있을 뿐이다.
- [0009] 도 3은 국내 사회기반시설물의 자산관리 현황을 예시하는 도면이고, 도 4는 이중 사회기반시설물의 교차 자산관리의 배경을 설명하기 위한 도면이다.
- [0010] 도 3을 참조하면, 국내의 경우 자산관리의 도입 사례가 전무하여, 현행 시설물 안전관리에 관한 제도 및 운영체계에 의한 관리자 중심의 유지관리가 운영되고 있다. 예를 들면, 중앙 정부조직을 중심으로 개별 시설물별 유지관리업무를 분담하여 관련 산하기관 및 지자체에서 개별적인 유지관리 업무를 수행하고 있다. 또한, 기존의 유지관리는 관리자 중심으로 각 시설물별 독립된 유지관리 시스템 개발이 주를 이루다가, 최근의 유지관리는 수요자 중심의 통합된 형태의 시설물 자산관리체계 구축을 위한 투자가 활발해지고 있는 실정이다.
- [0011] 또한, 최근 자산관리 범위가 확대되고, 사회기반시설물의 유지관리 비용이 급격하게 상승하고 있는데, 현행 각각의 이중 사회기반시설물에 대한 유지관리 체계는, 도 4에 도시된 바와 같이, 서로 분산된 개별 시설물을 관리하고 있고, 단지 관리자 중심의 대응적 유지관리를 수행하고 있다.
- [0012] 따라서 국가적 차원에서 사회기반시설물을 관리하기 위해서는 이들 이중 사회기반시설물을 통합적으로 관리할 필요가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0013] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허번호 제10-1092883호(출원일: 2010년 11월 4일), 발명의 명칭: "상하수도 관망의 자산관리 시스템"
- (특허문헌 0002) 대한민국 등록특허번호 제10-1049405호(출원일: 2009년 11월 3일), 발명의 명칭: "교량 자산관리 시스템"
- (특허문헌 0003) 대한민국 공개특허번호 제2010-76708호(공개일: 2010년 7월 6일), 발명의 명칭: "공공시설물 자산관리정보 시스템"
- (특허문헌 0004) 대한민국 등록특허번호 제10-606861호(출원일: 2004년 7월 16일), 발명의 명칭: "시설물 유지관리 시스템 및 시설물 유지 관리 방법"
- (특허문헌 0005) 대한민국 등록특허번호 제10-760625호(출원일: 2005년 1월 18일), 발명의 명칭: "시설물 관리 시스템"
- (특허문헌 0006) 대한민국 등록특허번호 제10-748078호(출원일: 2006년 4월 5일), 발명의 명칭: "생애주기 성능 및 비용에 기초한 사회기반 구조물의 최적 유지관리 전략 수립 방법"
- (특허문헌 0007) 대한민국 공개특허번호 제2009-72223호(공개일: 2009년 7월 2일), 발명의 명칭: "사회기반 구조물의 생애 주기 성능 및 비용에 기초한 네트워크 수준의 최적 관리 체계 수립 방법"
- (특허문헌 0008) 대한민국 등록특허번호 제10-473195호(출원일: 2001년 6월 29일), 발명의 명칭: "건설부문의 사결정 지원 수단 및 방법"

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0014] 전술한 문제점을 해결하기 위한 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는, 효용함수(Utility function)를 이용하여 효용함수값(Utility value)을 산출하고 서비스수준 점수로 정규화함으로써, 이중 사회기반시설물간의 서비스수준 표준화를 통해 정량적인 서비스 질을 평가하고, 이에 따라 유지보수 우선순위를 결정할 수 있는, 사회기반시설물의 교차 자산관리 의사결정 시스템을 제공하기 위한 것이다.
- [0015] 본 발명이 이루고자 하는 다른 기술적 과제는, 모든 사회기반시설물을 대상으로 유지관리 보수보강의 투자우선순위의 결정과 이중 사회기반시설물간의 예산 균형 배분 및 집행이 가능하도록 서비스수준 지표를 표준화하고, 이를 정량적으로 평가할 수 있는, 사회기반시설물의 교차 자산관리 의사결정 시스템을 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

- [0016] 전술한 기술적 과제를 달성하기 위한 수단으로서, 본 발명에 따른 사회기반시설물의 교차 자산관리 의사결정 시스템은,

도로, 철도, 항만, 댐, 교량, 공항, 하천, 상수도 및 어항시설의 사회기반시설물 중에서 선택되는 적어도 두 개 이상의 이중 사회기반시설물; 상기 선택된 이중 사회기반시설물 각각에 대한 기설정된 사용자가치 항목에 따라 서비스수준(Level of Service: LOS)과 성능지표(Performance Measure: PM)를 설정하고, 상기 설정된 성능지표 각각의 효용함수(Utility function) 및 가중치를 이용하여 성능지표별 효용함수값(Utility value)을 산출하며, 상기 산출된 성능지표별 효용함수값에 대응하여 각각의 서비스수준 점수로 정규화(Normalization)하고, 상기 정규화된 서비스수준 점수를 비교하여 상기 서비스수준(LOS)을 각각 평가하는 복수의 자산관리 시스템; 및 교차(Cross) 자산관리 의사결정을 지원하도록 상기 복수의 자산관리 시스템 각각에 의해 평가된 서비스수준 평가 결과를 서로 교차 비교하고, 상기 적어도 두 개 이상의 이중 사회기반시설물 중에서 서비스수준 평가 결과가 높은 사회기반시설물을 먼저 유지보수하도록 우선순위를 결정하는 교차 자산관리 의사결정부를 포함하되, 상기 복수의 자산관리 시스템 각각의 서비스수준이 상기 성능지표별 효용함수값에 대응하여 각각의 서비스수준 점수로 정규화됨으로써 상기 이중 사회기반시설물간의 서비스수준이 표준화되도록 하며,

상기 교차 자산관리 의사결정부는 적어도 두 개 이상의 이중 사회기반시설물(100)에 대해 사용자가치 항목에 따라 서비스수준(Level of Service: LOS) 및 성능지표(Performance Measure: PM)를 설정하고, 상기 성능지표별 효용함수(Utility function) 및 가중치에 따라 성능지표별 효용함수값(Utility value)을 결정하며, 상기 서비스수준 점수를 계산하여 상기 서비스수준(LOS)을 각각 평가하여 상기 이중 사회기반시설물(100)의 자산관리를 수행하는 제1,2 자산관리시스템(21,220) 각각에 의해 평가된 서비스수준 평가 결과에 따라 이중 사회기반시설물(100)에 대한 교차(Cross) 자산관리 의사결정을 지원하는 하도록 하는 사회기반시설물의 교차 자산관리 의사결정 시스템을 제공한다.
- [0017] 여기서, 상기 성능지표별 효용함수(Utility function)는 상기 서비스수준(LOS)별 속성이 다른 성능지표를 통합하고, 등급기준을 연속화하기 위하여 다속성 효용이론에 따라 0% 내지 100% 범위 중에서 선택적으로 결정될 수 있다.
- [0018] 여기서, 상기 복수의 자산관리 시스템 각각은, 사용자에게 편의를 제공하도록 사용자 또는 관리자에게 필요한 서비스수준(LOS)을 상기 사회기반시설물의 기설정된 사용자가치 항목에 따라 설정하는 서비스수준(LOS) 설정부; 상기 서비스수준(LOS)을 고려하여 얼마나 잘 관리를 수행하는지 나타내기 위해 상기 서비스수준(LOS)을 정량적으로 나타내는 성능지표(PM)를 상기 서비스수준(LOS)의 속성에 따라 설정하는 성능지표(PM) 설정부; 전문가 설문조사를 활용하여 0% 내지 100% 범위 중에서 선택적으로 주어지는 효용가치에 대응하는 상기 성능지표(PM)별 효용함수를 각각 선택하는 성능지표별 효용함수 결정부; 전문가 설문조사를 활용하여 상기 성능지표(PM)별 가중치를 각각 부여하는 성능지표별 가중치 결정부; 현장 조사 또는 점검결과를 활용하여 상기 성능지표를 각각 평가하는 성능지표별 평가부; 상기 선택된 성능지표(PM)별 효용함수 및 상기 부여된 가중치를 이용하여 상기 평가된 성능지표별 효용함수값을 각각 산출하는 성능지표별 효용함수값 결정부; 상기 산출된 효용함수값에 각각 대응하는 서비스수준 점수를 계산하여 정규화(Normalization)하는 서비스수준 점수 계산부; 및 상기 평가된 성능지표가 상기 계산된 서비스수준 점수에 미치는 영향을 분석하는 서비스수준 평가결과 분석부를 포함할 수 있다.
- [0019] 여기서, 상기 서비스수준(LOS) 설정부는, 상기 사회기반시설물의 사용자가치 항목을 지속가능성

(Sustainability), 접근성(Accessibility), 비용의 적정성(Affordability), 품질(Quality), 건강과 안전(Health & Safety), 신뢰성과 대응(Reliability & Responsiveness) 및 사용자 서비스(Customer Service)로 구분하고, 각각의 속성을 설정하는 것을 특징으로 한다.

[0020] 여기서, 상기 산출된 성능지표(PM)는 상기 서비스수준(LOS)을 사용자가 어떻게 서비스를 경험하게 되는가를 나타내는 관점의 사용자 성능지표, 및 전문적으로 사용되는 관점의 전문 기술적 성능지표를 포함할 수 있다.

[0021] 여기서, 상기 서비스수준 평가결과 분석부는 평가 결과의 분석 및 유지관리 전략에 따른 성능지표를 재설정할 수 있다.

[0022] 여기서, 상기 성능지표별 효용함수값 결정부는,

$$u_i(x_{iA}) - u_i(x_{iB}) = \alpha[u_i(x_{iD}) - u_i(x_{iE})]$$

$$u_i(x_{iB}) - u_i(x_{iC}) = \beta[u_i(x_{iD}) - u_i(x_{iE})]$$

[0023]
$$u_i(x_{iC}) - u_i(x_{iD}) = \gamma[u_i(x_{iD}) - u_i(x_{iE})]$$

[0024] 로 이루어진 세 개의 연립방정식을 풀이하여 효용함수값을 결정하며, 여기서, x_{iA} 는 i 번째 성능지표의 등급이며 u_i 값은 임의의 등급(E-A) 사이에서 i 번째 성능지표의 특정 등급(A-E)에 대한 효용가치를 나타내고, α , β 및 γ 는 최하위 중요도의 등급변화(여기서, 등급 E에서 D의 변화가 최하위 중요도 순서를 가지는 것으로 가정함)를 기준으로 나머지 등급변화의 상대적인 중요도 값인 것을 특징으로 한다.

[0025] 여기서, 상기 서비스수준 점수 계산부는, $LOS = \sum k_i \times u_i(x_i)$ 를 통해 서비스수준을 결정하며, 여기서, LOS는 각 사회기반시설물의 서비스수준을 의미하며, k_i 는 성능지표별 가중치, $u_i(x_i)$ 는 성능지표 x_i 별 효용함수값을 의미하는 것을 특징으로 한다.

[0026] 삭제

[0027] 삭제

발명의 효과

[0028] 본 발명에 따르면, 모든 사회기반시설물의 각각의 서비스수준을 사용자가치로 대별되는 7대 핵심 가치로 그룹화하고, 각 가치별로 중요도에 따라 가중산출평균을 적용하고, 효용함수를 이용하여 효용함수값을 산출하고 서비스수준 점수로 정규화함으로써, 이종 사회기반시설물간의 서비스수준 표준화를 통해 정량적인 서비스 질을 평가하고, 이에 따라 유지보수 우선순위를 결정할 수 있다.

[0029] 본 발명에 따르면, 모든 사회기반시설물을 대상으로 유지관리 보수보강의 투자우선순위의 결정과 이종 사회기반시설물간의 예산 균형 배분 및 집행이 가능하도록 서비스수준 지표를 표준화함으로써, 이를 정량적으로 평가할 수 있다. 즉, 서비스수준과 성능지표를 설정하고, 이를 효용함수를 이용하여 효용함수값을 산출하여 서비스수준 점수를 평가함으로써, 이종 사회기반시설물 간의 투자우선순위를 결정할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0030] 도 1은 일반적으로 구분되는 사회기반시설물을 예시하는 도면이다.

도 2는 종래의 기술에 따른 사회기반시설물 각각의 자산관리를 개략적으로 설명하기 위한 도면이다.

도 3은 국내 사회기반시설물의 자산관리 현황을 예시하는 도면이다.

도 4는 이종 사회기반시설물의 교차 자산관리의 배경을 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 사회기반시설물의 교차 자산관리 의사결정 시스템의 개략적인 구성도이다.

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 사회기반시설물의 교차 자산관리 의사결정 시스템의 구체적인 구성도이다.

도 7은 본 발명의 실시예에 따른 사회기반시설물의 교차 자산관리 의사결정 방법의 동작흐름도이다.

도 8은 본 발명의 실시예에 따른 사회기반시설물의 교차 자산관리 의사결정을 위해 설정된 사용자가치 항목을 나타내는 도면이다.

도 9는 본 발명의 실시예에 따른 사회기반시설물의 교차 자산관리 의사결정을 위한 사용자 성능지표와 기술적 성능지표를 비교하기 위한 도면이다.

도 10은 본 발명의 실시예에 따른 사회기반시설물의 교차 자산관리 의사결정을 위한 서비스수준 결정의 동작흐름도이다.

도 11은 본 발명의 구체적인 실시예에 따른 사회기반시설물의 교차 자산관리 의사결정 시스템에서 사회기반시설물이 교량인 경우, 서비스수준(LOS)별 성능지표(PM)를 예시하는 도면이다.

도 12는 본 발명의 구체적인 실시예에 따른 사회기반시설물의 교차 자산관리 의사결정 시스템에서 사회기반시설물이 상수도인 경우, 서비스수준(LOS)별 성능지표(PM)를 예시하는 도면이다.

도 13a 및 도 13b는 본 발명의 구체적인 실시예에 따른 사회기반시설물의 교차 자산관리 의사결정 시스템에서 사회기반시설물이 교량인 경우, 각 성능지표별 판단기준을 예시하는 도면이다.

도 14는 본 발명의 구체적인 실시예에 따른 사회기반시설물의 교차 자산관리 의사결정 시스템에서 사회기반시설물이 교량인 경우, 각 성능지표의 가중치를 예시하는 도면이다.

도 15는 본 발명의 구체적인 실시예에 따른 사회기반시설물의 교차 자산관리 의사결정 시스템에서 사회기반시설물이 교량인 경우, 효용함수를 결정하기 위한 설문조사를 예시하는 도면이다.

도 16은 본 발명의 구체적인 실시예에 따른 사회기반시설물의 교차 자산관리 의사결정 시스템에서 사회기반시설물이 교량인 경우, 효용함수 결정을 위한 설문조사 결과를 예시하는 도면이다.

도 17은 본 발명의 구체적인 실시예에 따른 사회기반시설물의 교차 자산관리 의사결정 시스템에서 사회기반시설물이 교량인 경우, 각 성능지표의 효용함수를 예시하는 도면이다.

도 18은 본 발명의 구체적인 실시예에 따른 사회기반시설물의 교차 자산관리 의사결정 시스템에서 사회기반시설물이 교량인 경우, 각 성능지표(PM1~PM21)의 효용함수값을 예시하는 도면이다.

도 19a 및 도 19b는 본 발명의 구체적인 실시예에 따른 사회기반시설물의 교차 자산관리 의사결정 시스템에서 사회기반시설물이 교량인 경우, 가중치를 결정하기 위한 설문지를 예시하는 도면이다.

도 20은 본 발명의 구체적인 실시예에 따른 사회기반시설물의 교차 자산관리 의사결정 시스템에서 사회기반시설물이 교량인 경우, 가중치를 결정하기 위한 설문조사 결과를 예시하는 도면이다.

도 21은 본 발명의 구체적인 실시예에 따른 사회기반시설물의 교차 자산관리 의사결정 시스템에서 사회기반시설물이 교량인 경우, 자산관리 의사결정 사항을 예시하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0031] 아래에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[0032] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[0033] 본 발명의 실시예에 따른 사회기반시설물의 교차 자산관리 의사결정 시스템은, 도로, 교량, 상수도 등 사회기반시설물을 대상으로 기존의 관리자 주도적 관리활동에서 사용자에게 제공되는 서비스의 질과 만족도 등 사용자 편의도 함께 고려한 관리 활동으로 전환하기 위해 필수적으로 요구되는 서비스수준(LOS)을 설정하고, 이를 평가함으로써 이중 사회기반시설물 간의 투자우선순위를 결정하기 위한 의사결정 방법을 제공한다. 여기서, 서비스

수준(LOS)은 자산관리의 기본 틀을 제공하며, 자산의 생애주기 동안 발생하는 모든 유지관리 활동에 필요한 의사결정 프로세스에 있어 핵심적인 역할을 한다.

- [0034] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 사회기반시설물의 교차 자산관리 의사결정 시스템의 개략적인 구성도이다.
- [0035] 도 5를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 사회기반시설물의 교차 자산관리 의사결정 시스템은, 사회기반시설물(100), 제1 자산관리 시스템(210), 제2 자산관리 시스템(220) 및 교차 자산관리 의사결정부(310)를 포함하며, 이때, 사회기반시설물(100)은 다수의 이종 사회기반시설물(110~180)을 포함할 수 있다.
- [0036] 사회기반시설물(100)은, 도로(110), 철도(120), 항만(130), 댐(140), 교량(150), 공항(160), 하천(170) 및 상수도(180)를 포함하지만, 이에 국한되는 것은 아니다. 본 발명의 실시예에 따른 사회기반시설물의 교차 자산관리 의사결정 시스템은, 적어도 두 개 이상의 이종 사회기반시설물(100)에 대해 교차 자산관리 의사결정을 지원하게 된다. 예를 들면, 도로, 교량, 상수도, 하수도, 전력, 통신시설 등의 사회기반시설물의 관리 수준과 서비스수준은 반드시 평가되고 상태에 따라서 적절한 비용이 투자 되어야 한다. 즉, 전혀 다른 종류의 시설의 상태를 평가하고 비교하여야만 한다.
- [0037] 제1 자산관리 시스템(210)은 예를 들면, 교량(150)에 대한 자산관리 시스템이고, 제2 자산관리 시스템(220)은 상수도(180)에 대한 자산관리 시스템으로서, 상기 이종 사회기반시설물(110~180)에 대해 각각 사용자가치 항목에 따라 서비스수준(Level of Service: LOS) 및 성능지표(Performance Measure: PM)를 설정하고, 상기 성능지표별 효용함수(Utility function) 및 가중치에 따라 성능지표별 효용함수값(Utility value)을 결정하며, 상기 서비스수준 점수를 계산하여 상기 서비스수준(LOS)을 각각 평가하여 상기 이종 사회기반시설물(110~180)의 자산관리를 수행한다.
- [0038] 교차 자산관리 의사결정부(310)는 상기 제1 및 제2 자산관리 시스템(210, 220) 각각에 의해 평가된 서비스수준 평가 결과에 따라 상기 이종 사회기반시설물(100)에 대한 교차(Cross) 자산관리 의사결정을 지원한다.
- [0039] 본 발명의 실시예에 따른 사회기반시설물의 교차 자산관리 의사결정 시스템은, 이들 사회기반시설물(100)의 통합 관리를 위해 이종(도로, 교량, 상수도, 하수도 등 성격이 다른 시설물을 동시에 고려함) 사회기반시설물(110~180)간의 상호 표준화를 통해 정량적으로 평가된 상호 우선순위에 따라 예산 배분 및 유지관리 활동의 우선순위를 결정하게 된다.
- [0040] 구체적인 절차로서, 각각의 서비스수준은 사용자가치로 대별되는 7대 핵심 가치로 그룹화되고, 각 가치별로 중요도에 따라 가중산출평균을 적용하여 이종 시설물간의 서비스수준 표준화를 통해 정량적인 서비스 질을 평가하며, 이를 유지보수 우선순위를 결정할 수 있다.
- [0041] 한편, 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 사회기반시설물의 교차 자산관리 의사결정 시스템의 구체적인 구성도이다.
- [0042] 도 6을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 사회기반시설물의 교차 자산관리 의사결정 시스템은, 제1 자산관리 시스템(210), 제2 자산관리 시스템(220) 및 교차 자산관리 의사결정부(310)를 포함한다. 제1 및 제2 자산관리 시스템(210, 220)은 각각, 서비스수준(LOS) 설정부(211), 성능지표(PM) 설정부(212), 성능지표별 효용함수 결정부(213), 성능지표별 가중치 결정부(214), 성능지표별 평가부(215), 성능지표별 효용함수값 결정부(216), 서비스수준 점수 계산부(217) 및 서비스수준 평가결과 분석부(218)를 포함할 수 있다.
- [0043] 본 발명의 실시예에 따른 사회기반시설물의 교차 자산관리 의사결정 시스템에서, 상기 제1 자산관리 시스템(210)은 예를 들면, 교량일 수 있고, 상기 제2 자산관리 시스템(220)은 상수도인 것으로 설명하지만, 이에 국한되는 것은 아니다.
- [0044] 제1 및 제2 자산관리 시스템(210, 220)은, 도로, 철도, 항만, 댐, 교량, 공항, 하천, 상수도 및 어항시설의 사회기반시설물 중에서 선택되는 적어도 두 개 이상의 이종 사회기반시설물에 대해 각각 사용자가치 항목에 따라 서비스수준(LOS) 및 성능지표(PM)를 설정하고, 상기 성능지표별 효용함수(Utility function) 및 가중치를 이용하여 성능지표별 효용함수값(Utility value)을 산출하며, 상기 산출된 성능지표별 효용함수값에 대응하는 서비스수준 점수로 정규화하고, 상기 서비스수준 점수를 계산하여 상기 서비스수준(LOS)을 각각 평가할 수 있다.
- [0045] 이때, 상기 제1 및 제2 자산관리 시스템(210, 220) 각각은 상기 이종 사회기반시설물(110~180)간의 서비스수준 표준화를 위해 효용함수를 이용하여 효용함수값을 산출한다. 여기서, 상기 성능지표별 효용함수는 상기 서비스수준(LOS)별 속성이 다른 성능지표를 통합하고, 등급기준을 연속화하기 위하여 다속성 효용이론에 0% 내지 100%

범위의 효용가치에 따라 선택적으로 결정될 수 있다.

- [0046] 구체적으로, 서비스수준(LOS) 설정부(211)는 사용자에게 편의를 제공하도록 사용자 또는 관리자에게 필요한 서비스수준(LOS)을 상기 사회기반시설물의 사용자가치 항목에 따라 설정한다. 이때, 상기 서비스수준(LOS) 설정부(211)는, 상기 사회기반시설물의 사용자가치 항목을 지속가능성(Sustainability), 접근성(Accessibility), 비용의 적정성(Affordability), 품질(Quality), 건강과 안전(Health & Safety), 신뢰성과 대응(Reliability & Responsiveness) 및 사용자 서비스(Customer Service)로 구분하고, 각 속성을 설정한다.
- [0047] 성능지표(PM) 설정부(212)는 상기 서비스수준(LOS)을 고려하여 얼마나 잘 관리를 수행하는지를 나타내기 위해 상기 서비스수준(LOS)을 정량적으로 나타내는 성능지표(PM)를 상기 서비스수준(LOS)의 속성에 따라 설정한다. 여기서, 상기 산출된 성능지표(PM)는 상기 서비스수준(LOS)을 사용자가 어떻게 서비스를 경험하게 되는가를 나타내는 관점의 사용자 성능지표 및 전문적으로 사용되는 관점의 전문 기술적 성능지표를 포함할 수 있다.
- [0048] 성능지표별 효용함수 결정부(213)는 0% 내지 100% 범위 중에서 선택적으로 주어지는 효용가치에 대응하는 상기 성능지표(PM)별 효용함수를 각각 선택한다.
- [0049] 성능지표별 가중치 결정부(214)는 전문가 설문조사를 활용하여 상기 성능지표(PM)별 가중치를 각각 부여한다.
- [0050] 성능지표별 평가부(215)는 현장 조사 또는 점검결과를 활용하여 상기 성능지표를 각각 평가한다.
- [0051] 성능지표별 효용함수값 결정부(216)는 상기 선택된 성능지표(PM)별 효용함수 및 상기 부여된 가중치를 이용하여 상기 평가된 성능지표별 효용함수값을 각각 산출한다.
- [0052] 서비스수준 점수 계산부(217)는 상기 산출된 효용함수값에 각각 대응하는 서비스수준 점수를 계산하여 정규화(Normalization)한다.
- [0053] 서비스수준 평가결과 분석부(218)는 상기 평가된 성능지표가 상기 계산된 서비스수준 점수에 미치는 영향을 분석하며, 또한, 평가 결과의 분석 및 유지관리 전략에 따른 성능지표를 재설정할 수 있다.
- [0054] 또한, 교차 자산관리 의사결정부(310)는 적어도 두 개 이상의 이종 사회기반시설물에 대한 서비스수준 평가 결과에 따라 유지보수 우선순위를 결정할 수 있다.
- [0055] 다시 말하면, 본 발명의 실시예에 따른 사회기반시설물의 교차 자산관리 의사결정 시스템은, 의사결정을 위해 이종 사회기반시설물간의 서비스수준(Level of Service: LOS) 표준화 프로세스를 통해 이종 시설물들의 표준 점수를 산정하고, 이를 근거로 예산배분 및 유지관리 우선순위를 결정한다. 본 발명의 실시예에서는 서비스수준의 표준화를 위해서 사용자가치를 활용하고 있으며, 이러한 사용자가치별로 시설물의 특성에 따라 적정한 항목의 세부 서비스수준(LOS)을 설정하여, 이종 사회기반시설물간에 동일한 가치를 반영하도록 함으로써 가치별 중요도에 따라 최종 점수를 산출하게 된다.
- [0056] 이러한 이종 사회기반시설물 간의 비교는, 예를 들면, 오렌지와 사과를 비교하기만큼 어려운데, 상급의 오렌지와 하급의 사과, 상급의 사과와 하급의 오렌지 등 다양한 상황이 존재할 수 있기 때문이다.
- [0057] 전술한 효용함수값(UV)을 이용하면 서비스수준(LOS) 점수가 정규화(Normalization)가 되는데, 이를 이용하여 이종 사회기반시설물(도로, 교량, 상수도, 하수도 등)의 서비스수준(LOS)을 비교 평가할 수 있다. 이때, 서비스수준(LOS)을 효용성 함수를 이용한 값으로 표현하고(UV값), 이를 이종 시설물간의 비교에 활용할 수 있다.
- [0058] 여기서, 효용함수는 주관적 판단을 객관적으로 표현한 것으로, 어떤 사람에게서는 오렌지가 더 좋고 어떤 사람에게서는 사과가 더 중요할 수도 있음을 수학적으로 표현한 것으로, 본 발명의 실시예에서 이종 사회기반시설물의 자산관리에 응용함으로써, 예를 들면, 서울시민에게는 현재 도로시설의 복구가 더 우선적인지 하수관거 정비가 더 우선적인지 판단할 수 있는 수학적/과학적 근거를 마련해 줄 수 있다.
- [0059] 한편, 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 사회기반시설물의 교차 자산관리 의사결정 방법의 동작흐름도이다.
- [0060] 도 7을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 사회기반시설물의 교차 자산관리 의사결정 방법은, 도로, 철도, 항만, 댐, 교량, 공항, 하천, 상수도 및 어항시설의 이종 사회기반시설물의 교차 자산관리 의사결정 방법으로서, 먼저, 이종 사회기반시설물 각각에 대해 사용자가치 항목에 따라 서비스수준(LOS)을 설정한다(S111). 이때, 상기 사회기반시설물의 사용자가치 항목을 지속가능성, 접근성, 비용의 적정성, 품질, 건강과 안전, 신뢰성과 대응 및 사용자 서비스로 구분하고, 각 속성을 설정한다.
- [0061] 다음으로, 상기 이종 사회기반시설물 각각에 대한 서비스수준(LOS)을 정량적으로 나타내는 성능지표(PM)를 설정

한다(S112).

- [0062] 다음으로, 상기 설정된 성능지표(PM) 각각에 대한 0% 내지 100% 범위 중에서 선택적으로 주어지는 효용가치에 대응하는 성능지표별 효용함수를 선택하고 가중치를 부여한다(S113), 이때, 성능지표별 효용함수는 상기 서비스수준(LOS)별 속성이 다른 성능지표를 통합하고, 등급기준을 연속화하기 위하여 다속성 효용이론에 따라 0% 내지 100% 범위 중에서 선택적으로 결정될 수 있다.
- [0063] 다음으로, 현장 조사 또는 점검 결과를 활용하여 상기 설정된 성능지표(PM)를 각각 평가한다(S114).
- [0064] 다음으로, 상기 선택된 성능지표별 효용함수 및 상기 부여된 가중치를 이용하여 상기 평가된 성능지표(PM) 각각에 대한 효용함수값을 산출한다(S115). 이때, 상기 이중 사회기반시설물간의 서비스수준 표준화를 위해 상기 효용함수(Utility function)를 이용하여 효용함수값(Utility value)을 산출하게 된다. 즉, 각 성능지표(PM)에 대한 평가결과를 정량화되고 객관적인 지표로 표현 가능하면, 효용함수를 활용하여 각 성능지표별 서비스수준을 산출할 수 있고, 이러한 효용함수를 개발할 때 자산관리 사회기반시설물과 관리목표 수준 및 전문가 집단의 의견을 충분히 반영하여 효용함수를 결정하여야 한다. 이러한 과정을 통하여 시설물 안전진단 결과에 따른 등급에 따라 효용함수값을 계산할 수 있으며, 개별 성능지표에 대한 값은 각 성능지표별 가중치를 고려하여 사회기반시설물의 서비스수준(LOS) 값을 정량적으로 산출하게 된다.
- [0065] 다음으로, 상기 산출된 효용함수값에 각각 대응하는 서비스수준 점수를 계산하여 정규화(Normalization)한다(S116).
- [0066] 다음으로, 상기 평가된 성능지표가 상기 계산된 서비스수준 점수에 미치는 영향을 분석한다(S117). 이때, 상기 성능지표가 상기 서비스수준 점수에 미치는 영향을 분석하고, 평가 결과의 분석 및 유지관리 전략 등에 따른 성능지표를 재설정할 수 있다.
- [0067] 다음으로, 상기 이중 사회기반시설물 각각에 대한 교차(Cross) 자산관리 의사결정을 지원하도록 상기 평가된 서비스수준 평가 결과를 서로 교차 비교한다(S118). 이에 따라 상기 이중 사회기반시설물 중에서 서비스수준 평가 결과가 높은 사회기반시설물을 먼저 유지보수하도록 우선순위를 결정할 수 있다.
- [0068] 이하, 도 8 내지 도 21을 참조하여, 본 발명의 실시예에 따른 사회기반시설물의 교차 자산관리 의사결정 시스템에서, 이중 사회기반시설물로서 제1 자산관리 시스템이 교량에 적용되고, 제2 자산관리 시스템이 상수도에 적용된 것으로 설명하기로 한다.
- [0069] 본 발명의 실시예에 따른 사회기반시설물의 교차 자산관리 의사결정 시스템에서는, 국외의 선진 자산관리 개념 및 기법의 분석을 통하여 국내의 여건 및 실정에 부합하는 서비스수준(LOS)을 설정하고, 서비스수준(LOS)의 정량화를 위한 성능지표(performance measure)를 설정하였다. 또한, 다양한 사회기반시설물의 자산관리와 상대적인 비교를 위해서 일반화된 사용자가치(customer value) 항목과 속성을 정의하였다. 예를 들면, 제1 사회기반시설물로서, 교량의 LOS의 평가를 위한 성능지표별 판단기준을 제시하였으며, 각 성능지표에 대한 등급설정 안을 제시하였다. 또한, 이에 대응하는 이중의 사회기반시설물인 상수도를 제2 사회기반시설물로서 제시하였다.
- [0070] 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 사회기반시설물의 교차 자산관리 의사결정을 위해 설정되는 사용자가치 항목을 나타내는 도면이고, 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 사회기반시설물의 교차 자산관리 의사결정을 위한 사용자 성능지표와 기술적 성능지표를 비교하기 위한 도면이다.
- [0071] 도 8을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 사회기반시설물의 교차 자산관리 의사결정을 위해 자산관리 대상인 사회기반시설물의 사용자가치 항목을, 1) 지속가능성(Sustainability), 2) 접근성(Accessibility), 3) 비용의 적정성(Affordability), 4) 품질(Quality), 5) 건강과 안전(Health & Safety), 6) 신뢰성과 대응(Reliability & Responsiveness), 7) 사용자 서비스(Customer Service)로 구분하고, 각 속성을 설정하였다.
- [0072] 또한, 이러한 성능지표는 사용자가치별로 설정된 서비스수준(LOS)에 따라 총 21가지를 설정하였으며, 각각의 성능지표는 개별요소별 또는 그룹별 수준에서 평가되고 시간에 따라 변화되는 지표와 현재수준에 의해 결정되는 지표로 구분하였다.
- [0073] 또한, 이러한 성능지표(PM)를 정성적 또는 정량적으로 평가하기 위해서 판단기준을 설정하고, 서비스수준(LOS)에 변화를 줄 수 있는 대안을 마련하였다. 이러한 기준에 따라 각각의 성능지표의 등급 판단기준을 5점 척도로 구분하여 기본적인 등급기준을 마련하였다. 이러한 등급기준은 합리적인 지침이 제공되어야 하지만 많은 시간과 노력을 요구한다.

- [0074] 따라서 개별 성능지표별 등급기준은 현재 가용한 관련 지침 등을 참고하여 최대한 정량적으로 제시하고, 현실성을 고려하여 실제 적용가능한 성능지표를 제한할 수 있다. 또한, LOS별 속성이 다른 성능지표의 통합과 5점 척도의 등급기준을 연속화하기 위하여 다속성 효용이론을 도입하여 기본적인 성능지표별 효용함수를 개발하였다. 또한, AHP를 이용하여 각 성능척도별 가중치를 결정하고, 효용함수와 연계하여 교량의 LOS를 평가하였다.
- [0075] 본 발명의 실시예에 따른 사회기반시설물 자산관리 체계와 기존의 사회기반시설물 유지관리 시스템은 서로 유기적인 상호관계를 가지며, 서로 독립된 체계가 아니라 상호 연관되어 있다고 할 수 있다. 이러한 사회기반시설물의 상태 및 성능 이력과 생애주기비용을 파악하고 미래를 예측하는 과정을 통해 가상의 조치(유지관리 대안) 가운데 비효율성이나 경제적 관점에서 최적의 대안을 선정하게 된다.
- [0076] 여기서, 관리주체가 자산관리 계획이나 절차를 수행할 때 가장 먼저 진행하여야 할 단계가 바로 현재 제공되고 있는 서비스수준(LOS)을 명확히 파악하는 것이다. 하지만 아직까지 교량의 서비스수준(LOS)과 관련하여 명확히 문서화되어 정리되어 있거나 설정되어 있지 않은 상태이다. 따라서 현재 제공되는 서비스수준(LOS)과 성능목표를 명확히 설정하는 것이 자산관리 체계의 개발에 있어 중요하다.
- [0077] 즉, 자산관리 계획의 목적은 최소의 비용을 투자해 사회기반시설 자산이 제공할 수 있는 서비스수준(LOS)과 사용자의 기대수준을 상호 만족시키는 것이다. 따라서 서비스수준(LOS)의 결정은 자산관리체계를 적용하는데 있어 가장 중요한 단계이며 여러 세부 의사결정에 기초를 제공한다. 또한, 정책을 담당하는 관리자는 어느 부분에서 LOS의 변화가 요구되는가를 파악해야 한다.
- [0078] 또한, 서비스수준(LOS)은 정량적으로 나타낼 수 있는 성능지표(PM)를 활용하여 추구하고자 한 목적의 결과물을 나타내는 수단으로 정의할 수 있다. 이러한 서비스수준(LOS)을 설정하고 표출하기 위해 다양한 방법이 사용될 수 있지만, 자산관리 기법을 적용하는 동안 특정한 형태 또는 기본 틀을 일관하게 유지하는 것이 중요하다.
- [0079] 이러한 서비스수준(LOS)은 성능지표(PM)와 함께 사용되는데, 성능지표(PM)는 성능을 나타내는 수단으로서 시설물 운영주체가 서비스수준을 고려하여 얼마나 잘 관리를 수행하는지를 나타내는 지표이다. 때때로 서비스수준(LOS)과 성능지표(PM)는 사용자의 가치(customer value), 서비스기준(service Criteria) 또는 서비스의 속성(service attributes) 등을 표현하기 위하여 함께 활용된다. 이러한 사용자가치를 평가하기 위해 성능지표(PM)를 도입할 수 있다. LOS는 정량적으로 나타낼 수 있는 성능지표(PM)를 활용하여 추구하고자 하는 목적의 결과물을 나타내는 수단으로 정의할 수 있다.
- [0080] 또한, 이러한 서비스수준(LOS)은, 도 9에 도시된 바와 같이, 서비스수준(LOS)을 사용자가 어떻게 서비스를 경험하게 되는가를 나타내는 관점(즉, 사용자 성능지표)과 전문적으로 사용되는 관점(즉, 전문 기술적 성능지표)으로 구분하여 고려할 필요가 있다. 이는 각각의 성능지표가 다른 목적을 내포하고 있기 때문이다. 사용자 성능지표(PM)를 설정하는 경우, 사용자가 어떻게 서비스를 제공받는가에 주안점을 두며 또한, 사용자에 대하여 가치를 충분히 제공하고 있는가에 중점을 두게 된다. 또한, 기술적 성능지표(PM)는 자산관리 주체의 성능에 대한 효율성을 판단하는 기준으로 활용될 수 있다. 예를 들어, 공원을 설립하는데 있어 사용자 성능지표는 10분이라는 시간 안에 공원에 도보로 접근 가능한 인구의 수라 할 수 있다. 하지만 관리주체의 입장에서 기술적 성능지표는 인구일인당 이용 가능한 공원 면적을 들 수 있다.
- [0081] 이러한 사용자 서비스수준(LOS)/성능지표(PM)는 사용자가 어떻게 서비스를 제공받는가에 대하여 연관이 있으며 유형과 무형의 기준으로 표현 가능하다. 유형에는 시설물의 외형 및 상태, 지도나 안내책자의 여부 등이 있으며, 무형에는 직원의 친절도, 서비스 제공정도 등이 있다. 사용자 서비스수준(LOS)/성능지표(PM)는 전문가가 아닌 일반 사용자의 수준으로 목적이 설정되어야 하며 사용자가 잘 이해할 수 있어야 한다.
- [0082] 전문 기술적 서비스수준(LOS)/성능지표(PM)는 관리주체가 성능을 평가하기 위한 모든 관점을 포함한다. 이는 때때로 일반적인 사용자가 이해할 수 없는 부분도 있을 수 있다. 도로를 유지관리 하는데 중요한 지표로 활용되는 평탄성이 그 예이다.
- [0083] 일반적으로 서비스수준(LOS)과 성능지표(PM)는 직접적으로 연관된다. 따라서 관리주체가 성능지표에 대하여 더 많은 영향 및 조절이 가능할수록 성능지표(PM)와 서비스수준(LOS)은 더욱 밀접한 상관 관계를 가지게 되며, 그러한 지표는 관리주체의 성능에 대한 더욱 강력한 평가지표가 된다. 예를 들면, 최상급의 수질 등급은 깨끗한 수돗물의 공급을 직접적으로 나타내는 지표이며, 서비스수준(LOS)이 혼잡시간대가 아닌 경우 도심지의 통과소요시간으로 정의된다면 신호등이 없는 교차로 구간에서 정체시간을 나타내는 성능지표(PM)는 서비스수준(LOS)을 나타내는 좋은 지표이다. 하지만 서비스수준(LOS)을 높이거나 낮추는데 하나의 성능지표뿐만 아니라 다른 인자도 영향을 미칠 수 있으며, 관리주체가 서비스수준(LOS)을 완전히 제어할 수 없는 경우도 있기 때문에 주의하여

성능지표(PM)를 선정해야 한다.

- [0084] 결국 서비스수준(LOS)은 자산관리 절차의 모든 의사결정에 있어 가장 결정적인 영향을 미치는 요소이며, 사용자와 사전에 충실히 협의되어야 한다.
- [0085] 한편, 도 10은 본 발명의 실시예에 따른 사회기반시설물의 교차 자산관리 의사결정을 위한 서비스수준 결정의 동작흐름도로서, 자산관리 계획에 있어 LOS를 결정하는 절차는 다음과 같이 간략히 나타낼 수 있다.
- [0086] 본 발명의 실시예에 따른 사회기반시설물의 교차 자산관리 의사결정을 위한 서비스수준 결정은, 도 10에 도시된 바와 같이, 먼저, 사용자, 관리주체, 관련 법령 등 관계자들에 대한 이해가 이루어져야 한다(S121). 예를 들면, 사용자들의 그룹별 분류, 및 사용자들이 가치를 두는 점의 파악 등이 수행된다.
- [0087] 다음으로, 현재 서비스수준(LOS)을 분석하여 설정한다(S122). 예를 들면, 어떻게 서비스를 제공할 것인가를 결정하고, 핵심이 되는 서비스의 기준을 설정하며, 사용자 LOS와 기술적 LOS를 결정하고, 이러한 LOS와 전략적으로 기대하는 결과물을 연계시킨다.
- [0088] 다음으로, 성능지표를 결정한다(S123). 즉, 서비스 품질, 신뢰도, 유연도 등 중요서비스 기준 및 가치를 결정한다.
- [0089] 다음으로, 사용자들에 대한 자문조사를 수행한다(S124). 예를 들면, 왜 사용자들에게 자문조사를 하는지 여부, 제공하는 서비스와 만족품질의 상관성을 이해하고, LOS 적절성을 재검토하고, 자문의 방법론을 완성하여야 한다.
- [0090] 다음으로, LOS와 관리주체의 목표와의 연계에 따라 결과물을 이해한다(S125). 즉, 사용자 입장에서의 결과물을 이해하고, 결과물들을 정리하여야 한다.
- [0091] 한편, 도 11은 본 발명의 구체적인 실시예에 따른 사회기반시설물의 교차 자산관리 의사결정 시스템에서 사회기반시설물이 교량인 경우, 서비스수준(LOS)별 성능지표(PM)를 제시하는 도면이고("자산관리 통합프레임워크 및 정착개발", 한국건설기술연구원 2011-116에서 인용), 도 12는 본 발명의 구체적인 실시예에 따른 사회기반시설물의 교차 자산관리 의사결정 시스템에서 사회기반시설물이 상수도인 경우, 서비스수준(LOS)별 성능지표(PM)를 제시하는 도면이며, 도 13a 및 도 13b는 본 발명의 구체적인 실시예에 따른 사회기반시설물의 교차 자산관리의 의사결정 시스템에서 사회기반시설물이 교량인 경우, 각 성능지표별 판단기준을 제시하는 도면이다.
- [0092] 도 11을 참조하면, 본 발명의 구체적인 실시예에 따른 사회기반시설물의 교차 자산관리 의사결정 시스템에서, 서비스수준(LOS) 평가를 위한 성능지표(PM)로서, 효율적이고 합리적인 교량 자산관리를 위해 본 발명의 실시예에서는 전술한 바와 같이 LOS와 연계된 7개 사용자가치를 정의하였으며, 각각의 사용자가치를 서비스수준(LOS) 및 성능지표(PM)와 이러한 성능지표(PM)의 평가를 위한 평가기준과 연계하였다.
- [0093] 이때, 개별 성능지표(PM)의 기준(scoring)은 전문가 자문을 통해 결정하였고, 각 지표는 5점 지표로 구분하였다. 성능지표(PM)의 분류는 최상위 주제 분류를 "환경", "경제" 및 "사회/문화"로 구분하였으며, 각 주제별로 사용자가치(customer value)에 대하여 세분화하였다. 각 주제별 사용자가치에 대하여 이를 평가하기 위한 서비스수준(LOS)별 성능지표를, 도 11에 도시된 바와 같이, 21개로 정의하였다. 이때, 도 11에 도시된 성능지표는 본 발명의 실시예에서 자산관리 평가를 수행하고자 하는 대상시설물인 교량에 대하여 고려 가능한 모든 항목을 포함시킨 것으로, 각 지표별 민감도는 평가 방법에 따라 좌우될 것이다. 또한, 이러한 성능지표는 이중 사회기반시설물, 예를 들면, 상수도에도 유사하게 적용된다.
- [0094] 도 11에 도시된 성능지표를 살펴보면, 개별 교량별로 평가할 수 있는 항목과 평가 대상전체 교량군으로 평가할 수 있는 항목으로 구분되며, 시간의 함수인 항목과 시간 불변인 항목으로 구분될 수 있다. 여기서, 시간에 따라 변화하는 함수는 공용년수가 증가함에 성능지표가 변화하는 것을 의미하며, 주기적인 유지관리 및 평가가 필요하다. 시간에 따른 불변 함수는 교량 설계와 교량군에 따라 결정되거나 평가등급이 시간에 따라 변하지 않는다는 것을 의미하며, 특정한 조치를 통해 성능 평가 점수가 변하는 특징을 가지고 있다.
- [0095] 도 11에 도시된 바와 같이, 교량에 대한 성능지표를 정량적으로 등급으로 판단하기 위해서는 적절한 판단기준이 필요하며 이러한 기준에 변화를 가져올 수 있는 가용한 방법에 대한 고려가 선행되어야 한다. 이러한 교량에 대한 각 성능지표별 판단기준과 LOS에 변화를 줄 수 있는 방법을 후술하는 도 13a 및 도 13b에 정리하였다.
- [0096] 또한, 도 12를 참조하면, 본 발명의 구체적인 실시예에 따른 사회기반시설물의 교차 자산관리 의사결정 시스템에서 사회기반시설물이 상수도인 경우, 서비스수준(LOS)별 성능지표(PM)를 제시한다. 즉, 도 11은 교량에 대한

서비스수준(LOS)별 성능지표(PM)를 나타내고, 도 12는 상수도에 대한 서비스수준(LOS)별 성능지표(PM)를 나타낸다.

- [0097] 전술한 바와 같이, 이중 사회기반시설물 유지관리에 자산관리 기법을 도입하는데 있어서, 대상 사회기반시설물이 제공하는 서비스수준(LOS)과 함께 이를 정량적으로 평가하고 그 결과를 시설물 유지관리에 필요한 예산수립 등에 반영하는 지표로서, 성능지표(PM)의 수립이 우선적으로 필요하다.
- [0098] 본 발명의 실시예에서는 교량 자산관리를 위한 서비스수준을 설정과 이를 평가하기 위한 성능지표를 결정하고, 지속적으로 객관적이고 정량적인 평가를 위한 절차를 제시한다. 이것은 각 성능지표의 평가를 정량적인 기준에 근거하여 보다 명확하고 구체적으로 나타내기 위한 것이다.
- [0099] 전술한 도 11에 도시된 바와 같이, 교량의 성능 및 사용효율 증대를 위한 자산관리기법 개발 및 기타 연구결과에 의한 9가지의 서비스수준 분야와 총 21개의 성능지표에 대하여 이들을 정량적으로 평가하기 위하여 활용 가능한 관련 평가 기준을 나타내고 있다. 도 11에 도시된 바와 같이, 각 성능지표를 정량적으로 평가하기 위한 관련 기준들을 제시하고 있으나, 일부 성능지표에 대하여는 정성적 판단기준 만을 적용할 수밖에 없는 경우도 있는 것으로 분석되었다. 또한, 각각의 성능지표를 정량적으로 평가하기 위한 구체적인 기준의 부족도 문제시되고 있다. 예를 들면, 교량주위 소음 등의 성능지표에서는 특정소음 기준(dB)에 대하여 중간정도인 "C"등급으로 판단하더라도 "A"와 "E" 등의 등급 판단을 위한 등급별 차이 등에 대한 보다 구체적인 기준의 정립이 필요할 것으로 판단된다.
- [0100] 따라서 교량자산관리에 적용하기 위해서는 총 21개의 성능지표 중 각 교량(프로젝트 수준) 또는 각 교량군(네트워크 수준)의 서비스수준을 좀 더 구체적으로 평가 할 수 있도록 그 범위를 재조정하여야 한다.
- [0101] 또한, 성능지표를 정량적으로 평가 가능한 예로서, 교량의 상태등급을 들 수 있다. 교량의 상태등급은 시설물 안전진단 세부지침을 활용할 수 있고, 이러한 개별 부재의 상태평가결과를 합산하여 단위 교량의 상태평가를 정량화된 등급으로 산출할 수 있다.
- [0102] 또한, 각 성능지표에 대한 평가결과를 정량화되고 객관적인 지표로 표현 가능하다면, 본 발명의 실시예에 따른 효용함수(Utility Function)를 활용하여 각 성능지표별 서비스수준을 산출할 수 있을 것으로 판단된다. 이러한 효용함수를 개발할 때 교량자산관리의 대상교량과 관리목표 수준 및 전문가 집단의 의견을 충분히 반영하여 효용함수를 결정하여야 한다.
- [0103] 도 14는 본 발명의 구체적인 실시예에 따른 사회기반시설물의 교차 자산관리 의사결정 시스템에서 사회기반시설물이 교량인 경우, 각 성능지표의 가중치를 제시하는 도면이다.
- [0104] 이러한 과정을 통하여 시설물안전진단 결과에 따른 등급에 따라 효용함수값을 계산할 수 있으며, 도 14에 도시된 바와 같이, 개별 성능지표에 대한 값은 각 성능지표별 가중치를 고려하여 대상교량의 서비스수준(LOS) 값을 정량적으로 산출하게 된다.
- [0105] 고객관점과 관리자 관점의 서비스수준 점수 및 가중치 분석은 설문조사 및 전문가의 AHP 분석을 통하여 산출할 수 있으며, 이에 따라 상호간의 갭 분석을 통하여 갭을 줄일 수 있는 방향으로 의사결정을 진행할 수 있다. 예를 들면, 고객 관점은 사회/문화적 가중치를 더 높게 생각할 수 있는 반면에 관리자 관점은 경제적 가중치나 환경적 가중치를 가장 높게 매길 수 있으며, 이러한 갭에 따른 차이를 서로 극복하여야 한다.
- [0106] 한편, 도 15는 본 발명의 구체적인 실시예에 따른 사회기반시설물의 교차 자산관리 의사결정 시스템에서 사회기반시설물이 교량인 경우, 효용함수를 결정하기 위한 설문조사를 제시하는 도면이고, 도 16은 효용함수 결정을 위한 설문조사 결과를 제시하는 도면이며, 도 17은 각 성능지표의 효용함수를 제시하는 도면이며, 도 18은 본 발명의 구체적인 실시예에 따른 사회기반시설물의 교차 자산관리 의사결정 시스템에서 사회기반시설물이 교량인 경우, 각 성능지표(PM1-PM21)의 효용함수값을 제시하는 도면이다.
- [0107] 본 발명의 구체적인 실시예에 따른 사회기반시설물의 교차 자산관리 의사결정 시스템에서, 성능지표별 효용함수는 다음과 같이 결정된다.
- [0108] 각각의 사회기반시설물, 예를 들면, 대상교량의 서비스수준(LOS)은 다속성 효용이론(Multi-Attribute Utility Theory: MAUT)을 적용하여 정량화한 값으로서 결정할 수 있다. 여기서, 다속성 효용이론은 복수의 기준을 고려하는 의사결정 과정에서 효과적으로 활용될 수 있으며, 이러한 다속성 효용이론을 활용할 경우, 다양한 특성을 가지는 서비스수준(LOS)에 대하여 부분적인 특성과 전체적인 특성 모두를 고려할 수 있는 장점을 갖게 된다. 또한, 이러한 이론이 객관적인 관점에서 해결책을 제시하지 못하고 주관적인 부분에 영향을 많이 받는다는 단점

을 가지고 있으나, 본 발명의 실시예에서 같이 다양한 관점에서 문제에 접근할 수밖에 없는 경우에 합리적인 사결정을 할 수 있다.

[0109] 따라서 본 발명의 실시예에서는 교량의 서비스수준(LOS)을 평가하기 위한 다양한 성능지표를 고려하여 각 성능지표의 바람직한 정도(relative desirability)를 고려하여 최종적으로 정량화된 서비스수준(LOS)로 표현하고자 한다.

[0110] 이를 평가하기 위해서는 우선적으로 각 성능지표에 대한 개별효용함수(single attribute utility function)를 결정하여야 하는데, 이는 단일 성능지표 내의 등급변화와 효용가치와의 상관 관계를 나타낸다. 이를 결정하기 위해서는 각 성능지표 등급 간의 변화(즉, E→D, D→C, C→B, B→A)의 중요도의 순서를 선호(Preference)에 따라 결정할 수 있다. 각 등급의 변화 중에서 그 중요도가 가장 낮은 경우와 비교하여 나머지 등급 변화의 중요도를 상대적인 값으로 결정할 수 있다.

[0111] 본 발명의 실시예에서는 각 성능지표를, 도 15에 도시된 바와 같이, 5단계로 구분하며 최하위 등급인 E(아주나쁨)와 최상위 등급인 A(아주 좋음)의 경우 각각 0%와 100%의 효용가치를 가지는 것으로 가정하였다. 각 등급변화에 따른 중요도의 변화를 수식으로 표현하면 다음의 수학적 식 1과 같다(단, 등급 E에서 D의 변화가 최하위 중요도 순서를 가지는 것으로 가정)

수학적 식 1

$$u_i(x_{iA}) - u_i(x_{iB}) = \alpha[u_i(x_{iD}) - u_i(x_{iE})]$$

$$u_i(x_{iB}) - u_i(x_{iC}) = \beta[u_i(x_{iD}) - u_i(x_{iE})]$$

$$u_i(x_{iC}) - u_i(x_{iD}) = \gamma[u_i(x_{iD}) - u_i(x_{iE})]$$

[0112]

[0113] 여기서, x_{iA} 는 i 번째 성능지표의 등급이며 u_i 값은 임의의 등급 E~A사이에서 i 번째 성능지표의 특정 등급(A~E)에 대한 효용가치이다. 또한, α , β 및 γ 는 최하위 중요도의 등급변화(여기서는, $[u_i(x_{iD}) - u_i(x_{iE})]$)를 기준으로 나머지 등급변화의 상대적인 중요도 값이다. 여기서, $u_i(x_{iB})$, $u_i(x_{iC})$ 및 $u_i(x_{iD})$ 의 값은 위의 세 연립방정식을 풀이하여 결정할 수 있다.(상기 수학적 식 1은 "교량의 성능 및 사용효율 증대를 위한 자산관리기법", 한국건설기술연구원 2010-090에서 인용)

[0114] 본 발명의 실시예에서는 이러한 각 성능지표별 효용함수를 결정하기 위하여 설문조사를 실시하였다. 도 15는 이러한 각 성능지표별 효용함수를 결정하기 위한 설문조사를 예시적으로 나타내며, 전문한 과정을 거쳐서 i 번째 성능지표에 대하여 단일속성 효용함수를 결정할 수 있다.

[0115] 구체적으로, 각 성능지표별 효용함수를 구하기 위하여 연구진별 교량관리 전문가들을 활용하여 각 항목에 대하여 설문조사를 실시하였다. 일반적인 사회기반시설물의 성능지표별 효용함수의 결정을 위해서는 설문조사 시에 사용자집단을 포함할 수 있으나 본 발명의 실시예의 목적상 사용자집단은 설문조사 대상에서 제외하였다. 도 16은 설문조사의 결과를 예시하고 있으며, 도 17은 각 성능지표의 효용함수를 예시하며, 또한, 도 18은 각 성능지표별로 효용함수를 설문조사 결과를 활용하여 회귀분석을 통하여 2차 및 3차곡선으로 표현한 것이다.

[0116] 일부 설문조사 결과에서는 수집된 자료 간의 변화가 크게 나타나기도 하였지만 최상위등급 A와 최하위등급 E의 효용가치를 각각 100%와 0%로 가정한 관계로 인하여 상관관계수(R2)는 상대적으로 높게 나타났다. 구체적으로, 도 18에서는 그래프의 표현을 위하여 등급 A=5 그리고 등급 E=1로 나타내었다. 이때, 대부분의 성능지표에서 하위등급간의 변화(E→D 또는 D→C)에 상대적으로 큰 효용가치를 나타내었으며 B→A등급 간의 변화는 효용가치가 가장 낮게 나타났다.

[0117] 한편, 대상교량이 제공하는 서비스수준(LOS)을 교량군별, 교량별, 성능지표별로 평가한 후, 교량별 서비스수준(LOS)을 정략적으로 평가하기 위해 효용이론을 접목해 각각의 성능지표별 서비스수준(LOS) 효용함수를 개발할 수 있으며, 각각 성능지표(PM)에 대한 가중치를 결정한 후, 서비스수준(LOS) 효용함수값과 결정된 가중치의 곱으로서, 각 대상교량의 서비스수준(LOS)을 정량화된 값으로 나타낼 수 있다.

[0118] 이때, 교량별 LOS를 결정하기 위한 방법을 수학적 식 2와 같이 수식적으로 표현할 수 있다.

수학적 식 2

$$LOS = \sum k_i \times u_i(x_i)$$

[0119]

[0120] 여기서, LOS는 각 대상교량의 서비스수준을 의미하며, k_i 는 성능지표별 가중치, $u_i(x_i)$ 는 성능지표 x_i 별 효용 함수값을 의미한다.

[0121] 다시 말하면, 다속성효용이론을 적용하여 각 교량별 서비스수준(LOS)을 평가하기 위해서는 각 성능지표별 가중치를 결정하여 이를 수학적 식 2와 같이 그 각 성능지표별 효용함수의 값과의 곱으로 나타내어야 한다.

[0122] 따라서 본 발명의 실시예에서 각 성능지표별 가중치를 결정하기 위하여, AHP(Analytic Hierarchy Process)기법을 활용하고자 하였다. 수학적 식 2의 성능지표별 가중치 k_i 는 Saaty가 고안한 AHP 기법을 이용하여 사용자가치별 서비스수준(LOS)과 각 성능지표(PM)를 계층으로 구분하고, 각 계층별 비교항목을 쌍대비교법(pairwise comparison method)을 활용하여 결정할 수 있다. AHP는 목표값들 사이의 중요도(weight)를 계층적으로 나누어 파악함으로써 각 대안의 중요도를 산출하는 기법으로서, 다수의 목표, 평가기준 및 의사결정주체가 포함되어 있는 의사결정 문제를 계층화하여 해결하는데 적합하다.

[0123] 한편, 도 19a 및 도 19b는 본 발명의 구체적인 실시예에 따른 사회기반시설물의 교차 자산관리 의사결정 시스템에서 사회기반시설물이 교량인 경우, 가중치를 결정하기 위한 설문지를 제시하는 도면이고, 도 20은 가중치를 결정하기 위한 설문조사 결과를 제시하는 도면이다.

[0124] 교량의 서비스수준(LOS)의 평가를 위하여 각 주제별, 사용자가치별 및 성능지표별 항목에 대하여 쌍대비교를 통하여 중요도를 결정하였다. 이를 위하여 효용함수를 결정하기 위한 설문조사를 실시한 집단과 동일한 전문가집단에 대하여 설문조사를 실시하였다. 단 각각의 개별비교에서 상대적 중요도를 본 발명의 실시예에서는 5점지표를 기준으로 하여 설문조사를 실시하였다. 도 19a 및 도 19b는 가중치 결정을 위한 설문지의 예시를 나타내고 있다. 가중치결정의 설문조사 결과는 도 20에 도시된 바와 같다.

[0125] 한편, 도 21은 본 발명의 구체적인 실시예에 따른 사회기반시설물의 교차 자산관리 의사결정 시스템에서 사회기반시설물이 교량인 경우, 자산관리 의사결정 사항을 제시하는 도면이다.

[0126] 본 발명의 구체적인 실시예에 따른 사회기반시설물의 교차 자산관리 의사결정 시스템에서, 교차 자산관리 체계는 각각의 사회기반시설물에 대해 선택된 성능지표(PM)에 대해 현재 성능수준 판단, 목표 성능관리수준과의 Gap 분석, 대안 생성, 최적 전략 및 계획 분석으로 이루어진 일련의 체계로 구성된다. 교차 자산관리의 대안은 성능지표(PM)로 평가된 현재의 요소별 서비스수준(LOS)이 관리 목표 서비스수준(LOS)에 미치지 못할 경우에 생성되며, 의사결정 방법은 이렇게 생성된 대안 가운데 성능과 비용을 고려하여 최적의 비용 효율성을 확보할 수 있는 연차별 자산관리 대상을 결정하는 것을 의미한다.

[0127] 본 발명의 실시예에 따른 교차 자산관리에서는 서비스수준(LOS), 자산가치, 경제성 등의 인자를 종합적으로 고려해 의사결정을 수행한다. 즉, 교차 자산관리 수준에서는 구조적 성과와 유지관리비용의 고려뿐만 아니라 사용자관점에서의 서비스수준(LOS)과 관리자 관점의 자산가치를 고려하여 의사결정을 지원한다. 또한, 이중 자산의 관리수준을 조정함으로써, 전체 자산의 관리를 효율적으로 수행할 수 있도록 특정한 관리수준에 따른 예산 결정 시나리오를 제공해주게 된다. 이러한 교차 자산관리 의사결정 사항을 정리하면 도 21에 도시된 바와 같다.

[0128] 결국, 본 발명의 실시예에 따르면, 모든 사회기반시설물의 각각의 서비스수준을 사용자가치로 대별되는 7대 핵심 가치로 그룹화하고, 각 가치별로 중요도에 따라 가중산출평균을 적용하고, 효용함수(Utility function)를 이용하여 효용함수값(Utility value)을 산출함으로써, 이중 사회기반시설물간의 서비스수준 표준화를 통해 정량적인 서비스 질을 평가하고, 이에 따라 유지보수 우선순위를 결정할 수 있다.

[0129] 또한, 본 발명의 실시예에 따르면, 모든 사회기반시설물을 대상으로 유지관리 보수보강의 투자우선순위의 결정과 이중 사회기반시설물간의 예산 균형 배분 및 집행이 가능하도록 서비스수준 지표를 표준화함으로써, 이를 정

량적으로 평가할 수 있다. 즉, 서비스수준을 설정하고, 이를 효용함수(Utility function)를 이용하여 효용함수 값(Utility value)을 산출하여 평가함으로써, 이중 사회기반시설물 간의 투자우선순위를 결정할 수 있다.

[0130] 전술한 본 발명의 설명은 예시를 위한 것이며, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수 있다.

[0131] 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 산출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

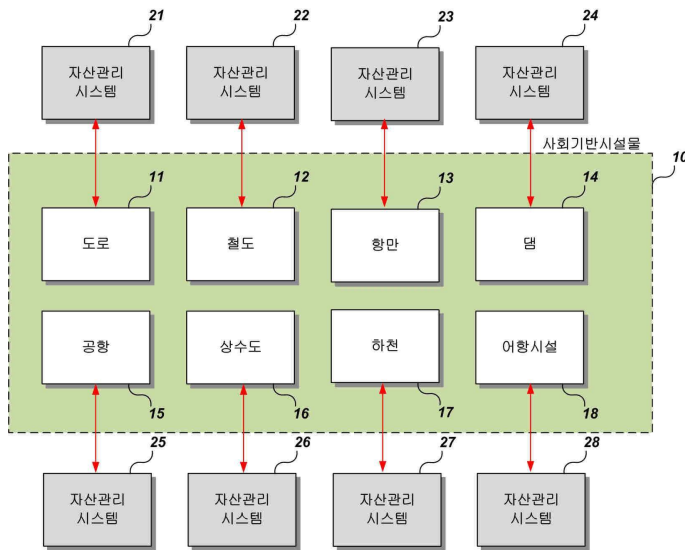
- [0132] 100: 사회기반 시설물
- 110~180: 이중 사회기반 시설물
- 210: 제1 자산관리 시스템(교량)
- 220: 제2 자산관리 시스템(상수도)
- 310: 교차 자산관리 의사결정부
- 211: 서비스수준(LOS) 설정부
- 212: 성능지표(PM) 설정부
- 213: 성능지표별 효용함수 결정부
- 214: 성능지표별 가중치 결정부
- 215: 성능지표별 평가부
- 216: 성능지표별 효용함수값 결정부
- 217: 서비스수준 점수 계산부
- 218: 서비스수준 평가결과 분석부

도면

도면1

구분	관련법상 정의	관련법령
도로	· 일반인의 교통을 위한 시설로서 고속국도 및 일반국도 등으로 분류	도로법
철도	· 일반인의 교통을 위한 시설로서 운영자산(역사 등) 및 시설자산(선로 등) 등을 포함	철도사업법
항만	· 선박의 출입, 사람의 승선과 하선, 화물의 하역·보관 및 처리 등을 위한 시설	항만법
댐	· 하천의 흐름을 막아 그 저수를 활용하기 위해 설치한 공작물	댐건설및지원법률
공항	· 항공기의 이륙·착륙 및 여객·화물의 운송을 위한 공항시설을 갖춘 공공용 비행장	항공법
상수도	· 관로 그 밖의 공작물을 사용하여 원수나 정수를 공급하는 시설	수도법
하천	· 빗물 등이 모여 흐르는 물길로서 하천구역과 하천시설을 포함	하천법
어항시설	· 천연 또는 인공의 어항시설을 갖춘 수산업 근거지	어촌어항법

도면2



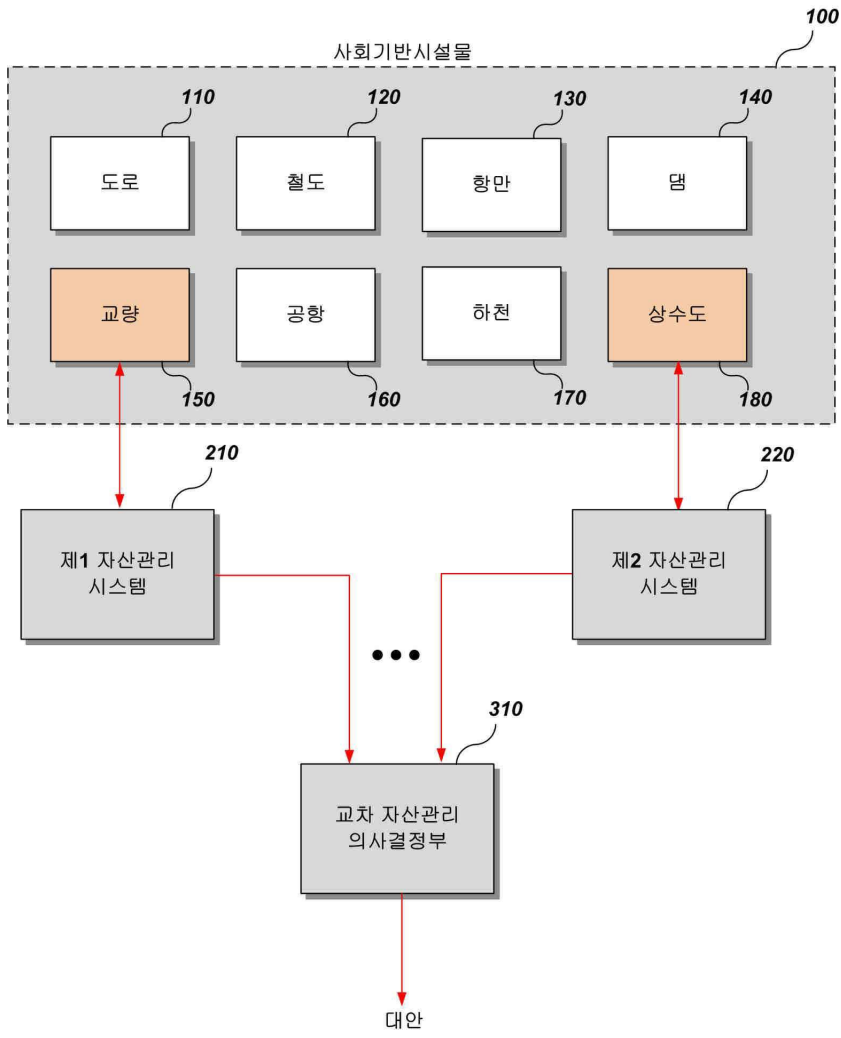
도면3

구분	국내 현황
운영주체	- 중앙 정부 중심으로 시설물별 산하기관을 두어 시설물 관리에 대한 정책과 예산, 계획 등이 수립되고 있음.
운영대상	- 도로, 철도, 항만, 댐, 건축물, 하천시설물, 상하수도, 폐기물 등 사회 기반시설물을 대상으로 주기적인 안전점검 및 적정 유지관리
운영체계	- 각 조직 내에서 시설물 관리를 위한 예산계획, 시설물 점검, 보수보강 등을 담당하는 운영조직이 시설물별로 상이함 - 시설물 생애주기 동안 성능 및 유지관리를 위한 모니터링 전담 조직이 부재함
운영현황	- 시설물별 재해 재난 예방과 관리자 중심의 시설물 유지관리 업무수행 - 시설물 유지관리를 위한 예방적 유지관리 및 보수,보강 계획과 시행을 위한 매뉴얼 등의 관리 기준 미흡 * 한국시설안전공단의 FMS, 한국도로공사의 PMS 및 HBM 등의 유지관리 프로그램은 시설물 현황 파악을 위한 DB구축 수준의 시스템이며, 유지 관리 공법 및 시기결정 등 주요 의사결정 지원 기능은 부재함

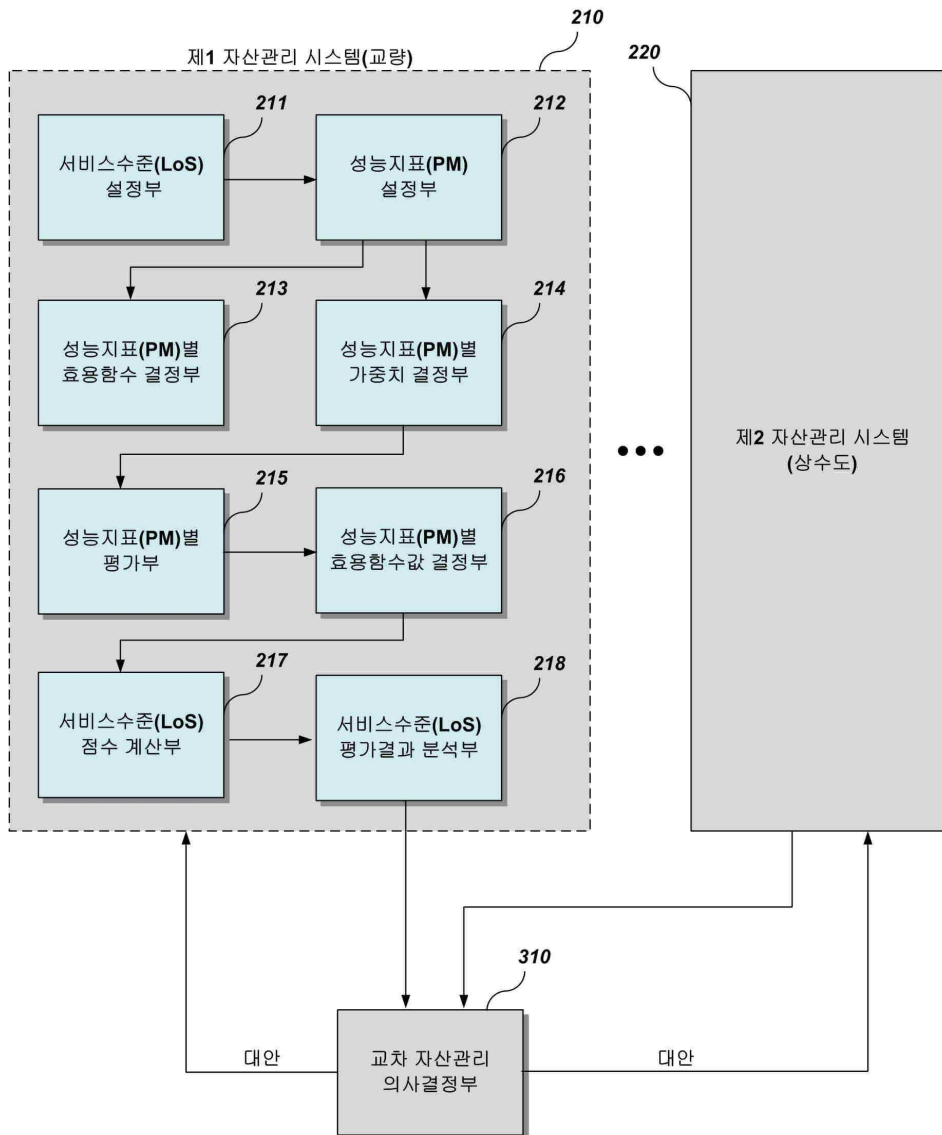
도면4



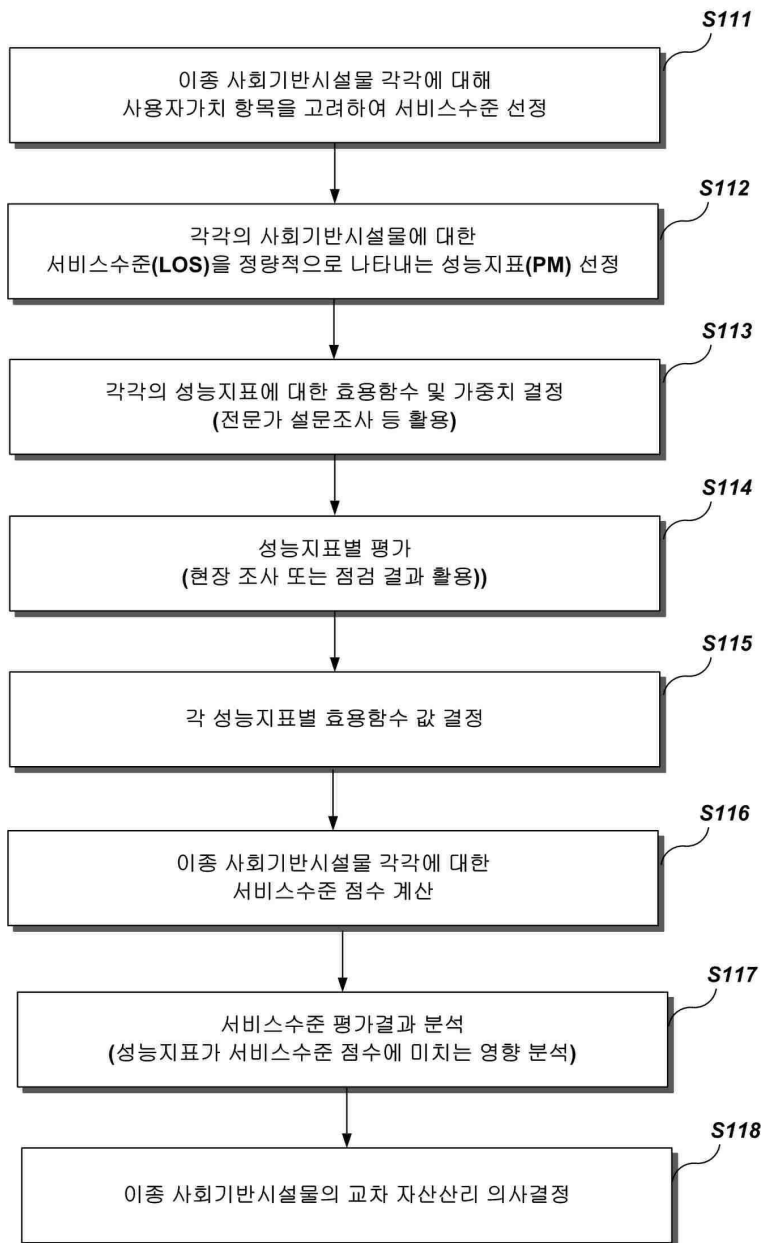
도면5



도면6



도면7



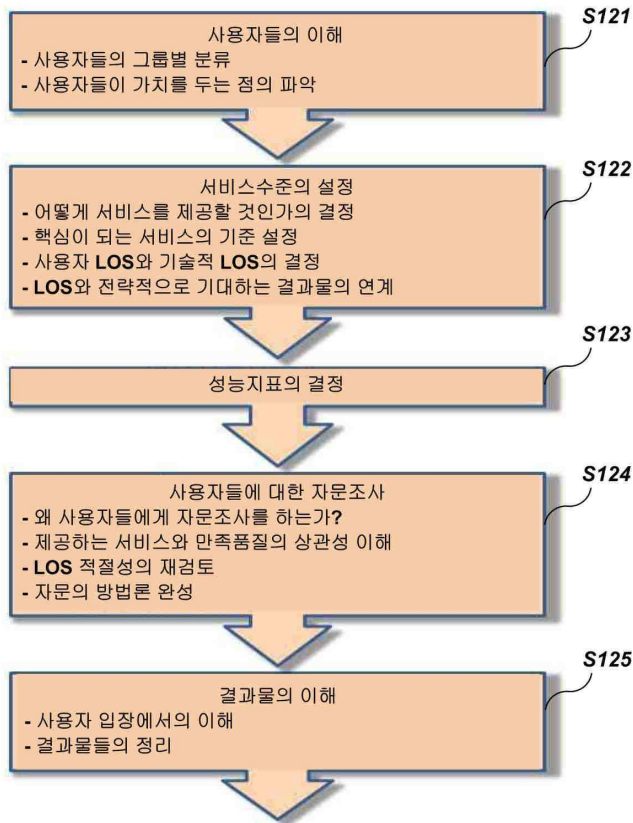
도면8

사용자가치	속성의 정의	사례
지속가능성 (Sustainability)	- 환경에 대한 역기능 관리 - 미래를 위한 서비스의 관리	- 환경에 대한 교통의 영향(대기오염) - 교량 주변의 소음, 진동, 먼지 - 주위 경관과 잘 어울리는 교량
접근성 (Accessibility)	- 서비스의 사용이 용이할 것(서비스를 제공하는 시간, 공간적 분포)	- 하중이나 형하고에 제한이 있는 교량의 수
비용의 적정성 (Affordability)	- 서비스를 위해 지불하는 비용 대비 적정한 서비스의 제공 - 가능한 최소비용으로 요구되는 LOS를 실현	- 예산의 $+(x)\% \sim -(y)\%$ 범위에서 운영비용을 관리
품질 (Quality)	- 제공되는 서비스의 표준 - 기능에 맞게 잘 관리된 시설물 - 상태의 좋고 나쁨	- 기능에 적절한 교량의 상태/성능 유지
건강과 안전 (Health & Safety)	- 사고율을 낮춰 안전한 사용을 위한 관리 - 제공되는 서비스로 인한 재해가 발생되지 않도록 관리할 것	- 사고율 낮아지도록 관리 - 운행에 적합한 밝기의 조명 제공
신뢰성과 대응 (Reliability & Responsiveness)	- 예측가능하고 연속성 있는 LOS의 제공 - 서비스 요구에 대한 즉각적인 대응	- 유지보수로 인한 최소한의 교통 통제 - 교통 통제 시 정보를 제공 - 자연재해나 교통사고 등 응급상황에서 영향의 최소화 - 불만에 대한 신속한 응답과 처리
사용자 서비스 (Customer Service)	- 관리자(서비스 제공자)가 사용자를 대하는 태도	- 도로의 이용자비용(VOC) - 고객을 대하는 태도가 공손(응답의 만족도)

도면9

사용자가치	사용자 LOS/성능지표	기술적 LOS/성능지표
시간/편리성	공원으로부터 일정 반경내 거주하는 인구의 비율	인구 1,000명당 공원복지의 크기
건강	수돗물로 인한 질병 보고 건수	수돗물의 등급
안전	연간 치명적 사고의 횟수	미끄럼 저항성의 정도
신뢰도	연간 서비스 중단 횟수	연간 100km당 파이프 파손 정도

도면10



도면11

Well Being	Customer Value	LOS	Performance Measures	비고
환경	Sustainability 지속가능성	환경에 대한 역기능 없이 지속적인 서비스 제공*	교량주위소음	PM1
			외관 및 주변 경관과의 조화	PM2
			환경 및 생태에 대한 영향	PM3
			유해물질 배출정도	PM4
			에너지 효율성	PM5
경제	Accessibility 접근성	사용자의 제약 없는 교량접근*	차량통행제한 여부	PM6
			접근수단의 다양성	PM7
			도로와 효율적으로 연계	PM8
	Affordability 비용의 적절성	교량을 효율적으로 관리**	교량관리에산투입의적정성	PM9
			사용자가 교량을 통행하는데 지불하는 비용의 적절성	PM10
			공용내하력†	PM11
			상태등급†	PM12
Quality 품질	교량의기본기능발 휘적절성*	재해 취약도	PM31	
		기상변화민감도	PM14	
사회/문화	Health/ Safety 건강과 안전	사용자가 안전하게 사용*	운전자의안전운행가능여부	PM15
			보행자 및 접근수단의 안전한 사용 여부	PM16
			안전한 점검/진단가능여부	PM17
			교통통제계획 등 교통정보 제공여부	PM18
	Reliability/R esponsiveness 신뢰성/ 대응	예측 가능하고 연속성 있는 서비스를 제공**	위급사항 발생 시 대응정도	PM19
			즉각적인 대응으로 영향 최소화**	
	고객서비스 Customer Service	서비스 요구에 대한 친절한 응대**	서비스 요구에 대해 적절하게 응대	PM20
			민원 발생을 최소화	민원발생정도

* : 교량별(project level) 평가항목, ** : 교량군(network level) 평가항목, † : 시간종속함수

도면12

LOS 총괄표			상수도(상수관로)				성능측정방법(예시)			
Wellbeing	가중치	Customer value	가중치	LOS	Performance Measures	가중치	측정단위	계산식	단위	5점 척도
환경	1	지속가능성 Sustainability	10	수환경 보전과 안전한 물순환을 회복을 통한 지속적인 서비스 제공	취수원수 수질	10	대분류	취수 원수수질	BOD mg/L	1점: BOD 10mg/l 이상 2점: 6-10mg/l 3점: 3-6mg/l 4점: 1-3mg/l 5점: 1mg/l이하.
경제	5	접근성 Accessibility	3	고객이 요구하는 상수관로의 서비스를 제공하는 것	급수 보급률	10	대분류	급수인구/총인구×100	%	1점: 81-85% 2점: 86-90% 3점: 91-95%, 4점: 96-99% 5점: 100%
		비용의 적정성 Affordability	2	상수도 서비스 이용 비용의 적정성	요금 만족도 (수도요금 민원 건수)	10	대분류	(연간 수도요금 민원건수/급수인구) ×1,000	건/천명	1점: 11이상 2점: 5-10 3점: 1-5, 4점: 0.5-1 5점: 0-0.5
		질 Quality	5	상수도 기능에 적절한 상태 유지	유수율	3	소분류	연간 유수수량/연간 생산량×100	%	1점: 70%이하 2점: 71-80% 3점: 81-90%, 4점: 91-95% 5점: 96-100%
					급수압 부적정율	2	소분류	급수압력 부적정 측정개소/총 급수압력 측정개소×100	%	1점: 21%이상 2점: 11-20% 3점: 6-10%, 4점: 1-5% 5점: 0%
관개의 노후도	5				소분류	(관개 평균내용년수)	년	1점: 50년이상 2점: 31-50년 3점: 21-30년 4점: 11-20년 5점: 10년 이내		
사회/문화	6	건강과 안전 Health/Safety	공공의 안전에 위협요소가 없을 것	관로 사고 건수	4	대분류	(전체관로 사고건수/관로총연장)×100	건/100km-년	1점: 11건이상 2점: 6-10건 3점: 3-4건, 4점: 1-2건 5점: 0건	
			공공의 건강에 위협요소가 없을 것	음용수의 수질기준에 대한 만족도 (수질 민원건수)	6	대분류	(연간 수질 민원건수/급수인구) ×1,000	건/천명	1점: 11이상 2점: 6-10 3점: 1-5, 4점: 0.5-1 5점: 0-0.5	
	4	신뢰성과 대응 Reliability/Reponsiveness	예측가능하고 연속성 있는 서비스를 제공	연간 비계획적 단수시간	5	대분류	연간 비계획적 단수시간/100km	시간/100km-년	1점: 2시간 이상 2점: 11-20시간 3점: 6-10시간 4점: 1-5시간 5점: 없음	
			상수도 서비스 요구에 대한 즉각적인 대응	민원처리 소요시간	5	대분류	민원처리 총 소요시간/전체 민원건수	시간/건	1점: 3시간이상 2점: 11-30시간 3점: 6-10시간내, 4점: 3-5시간내 5점: 3시간내	
			책임감 있는 시설의 운영 서비스 요구에 대한 친절한 응대	사이버민원서비스 만족률	5	대분류	사이버 민원의 3시간이내 답변률/전체 사이버 민원접수건수×100	%	1점: 50%이하 2점: 51-70% 3점: 71-80%, 4점: 81-90% 5점: 91-100%	
	1	고객 서비스 (Customer Service)	책임감 있는 시설의 운영 서비스 요구에 대한 친절한 응대	전화민원서비스 응답률	5	대분류	민원서비스응답률/민원서비스제거율×100	%	1점: 80%이하 2점: 81-85% 3점: 86-90%, 4점: 91-95% 5점: 96-100%	

도면13a

성능지표	판단기준	LOS 변화를 줄 수 있는 방법
교량주위소음	<ul style="list-style-type: none"> - 소음에 노출된 거주 인구수 - 주위소음기준 - 운전자소음기준(같은차량이네트워크도로를운행하는가운데느끼는소음정도차이) 	방음벽 설치, 포장재질 개선
외관 및 주변경관과의 조화	<ul style="list-style-type: none"> - 교량자체의 경관미 - 시각적 개방감 	외부조명설치, 분수 설치, 개방감이 뛰어난 구조로 난간교체, 전체 도시 디자인에 맞도록 교량 개축
환경 및 생태에 대한 영향	<ul style="list-style-type: none"> - 교하공간교란도(생태파괴범위가넓다),교각, 교대가 하천 생태계에 미치는 영향 - 유지 보수 작업시 주위 환경에 미치는 영향 - 취사 및 불법행위 빈번여부 	취사 금지팻말 붙이기, 접근방지 펜스 설치, 조명설비, CCTV, 환경 및 생태관련 단체
유해물질 배출정도	<ul style="list-style-type: none"> - 교량의종방향경사도 - 교면포장종류 - CO2등 유해물질 발생 	포장재료 개선, 유해물질 저감 장치(우수 이물질 저감)
에너지 효율성	<ul style="list-style-type: none"> - 조명시설, 가로등, 경사도, 곡률반경 	에너지 절감형 조명시설 교체
차통행제한여부	<ul style="list-style-type: none"> - 중차량통행제한여부 	차량 하중별 통행 가능 도로 정보 제공(지도, 인터넷), 교량 보강, 개축, 진출입 차단시설의 설치 여부, 과적차량 검문소의 설치 여부
접근수단의 다양성	<ul style="list-style-type: none"> - 유모차, 휠체어, 노약자, 자전거 등 접근성 	접근로 건설, 엘리베이터 설치, 인도 설치
도로와 효율적으로 연계	<ul style="list-style-type: none"> - 교량 진입으로 인한 지체(차로수 차이, 곡률반경) 발생 정도 	확폭, 선형 개량, 신호개선
교량관리에 산투입의 적정성	<ul style="list-style-type: none"> - 교량을 비용 효율적으로 관리하고 있는나?? - 교량자산관리시스템유무 - 자산관리위원회유무 - LCC활용 	교량관리시스템활용및 개발, 관리자 직무교육, 위탁교육

도면13b

성능지표	판단기준	LOS 변화를 줄 수 있는 방법
사용자가 교량을 통행하는데 지불하는 비용의 적절성	- 교량 통행료의 적절성	통행료 조절, 대체노선 개발
공용내하력	- 공용내하력을 목표 관리수준으로 유지한다.	보강, 개축
상태등급	- 상태등급을 목표 관리수준으로 유지한다.	보수, 보강, 개축
재해 취약도	- 내진설계여부 - 세굴의정도 - 충돌, 화재, 테러	내진성능 개선, 세굴보호공, 충돌방지공, 방재시설의 설치
기상변화민감도	- 기상변화(안개, 바람, 결빙, 호우, 폭설)에 대비가 되어 있다	제설장비구비, 안개제거기, 배수시설 관리, 도로정보시스템
운전자의 안전운행가능여부	- 교통 안전시설 설치여부 (차선휘도, 중분대설치, 노면, 풍향계설치여부) - 교량의사고율	중분대 설치, 차선도색, 반사경 설치, 난간설치, 가드레일 설치
보행자 및 접근수단의 안전한 사용 여부	- 유모차, 휠체어, 노약자 - 보행자나 자전거 이용자의 안전한 사용여부	난간 및 연석 설치
안전한 점검/진단가능여부	- 유지관리를 위한 접근성이 좋고 관리자가 안전하게 점검진단활동 가능함	점검시설 설치 및 교체
교통통제 계획 등 교통정보제공 여부	- 정보의 신속성과 정확성	교통정보시스템을 운영, 교통방송과 유기적인 관계 유지, 쌍방향 통행정보시스템 개발
위급사항 발생 시 대응정도	- 방재계획, 응급복구, 비상전화, 대피시설	비상전화 설치, 응급복구설비 구비,
서비스 요구에 대해 적절하게 응대	- 서비스 요구에 대한 친절한 응대 - 서비스요구에 대한 적절하고 신속한 처리 - 서비스요구접수방법의다양성	민원실직원교육, 친절교육, 업무 Manual개발, 전화, 방문, 인터넷
민원발생정도	- 민원발생의 빈도수	민원발생 원인 해결

도면14

성능지표	가중치
교량주위의 소음	20%
공용내하력	30%
상태평가	20%
재해취약도	15%
안전점검시설	15%
안전운전가능성	미고려

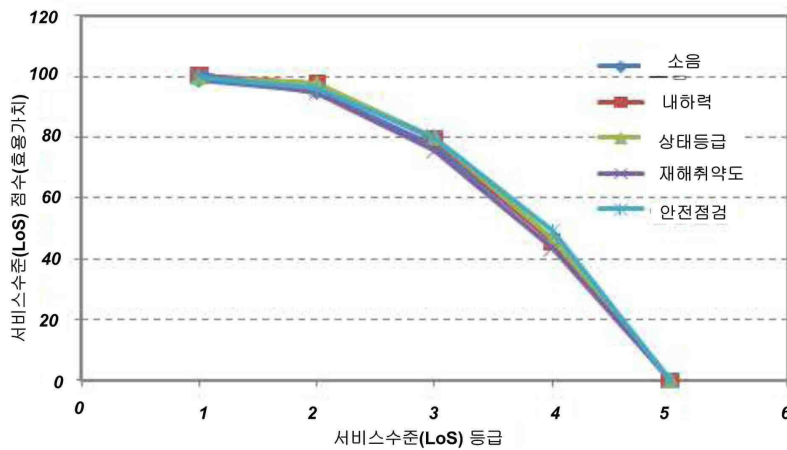
도면15

성능지표	Scoring 점수, 등급				
	A	B	C	D	E
안전한점검/진단가능여부	점검을 위한 보조시설을 갖추고 있으며 점검이 매우 용이하다	점검을 위한 보조시설을 갖추고 있으며 점검이 용이하다	점검을 위한 보조시설을 갖추고 있으며 점검 용이성이 일반적인 수준이다	점검을 위한 보조 시설이 갖춰져 있지 않으며 점검이 어렵다.	점검을위한보조시설이갖춰져있지않으며 점검이매우어렵다.
중요도순서	4	3	1	2	
중요도	×1	×2	×4	×3	
중요도 합	$\Sigma = 10$				
효용가치	10/Σ	9/Σ	7/Σ	3/Σ	0/Σ

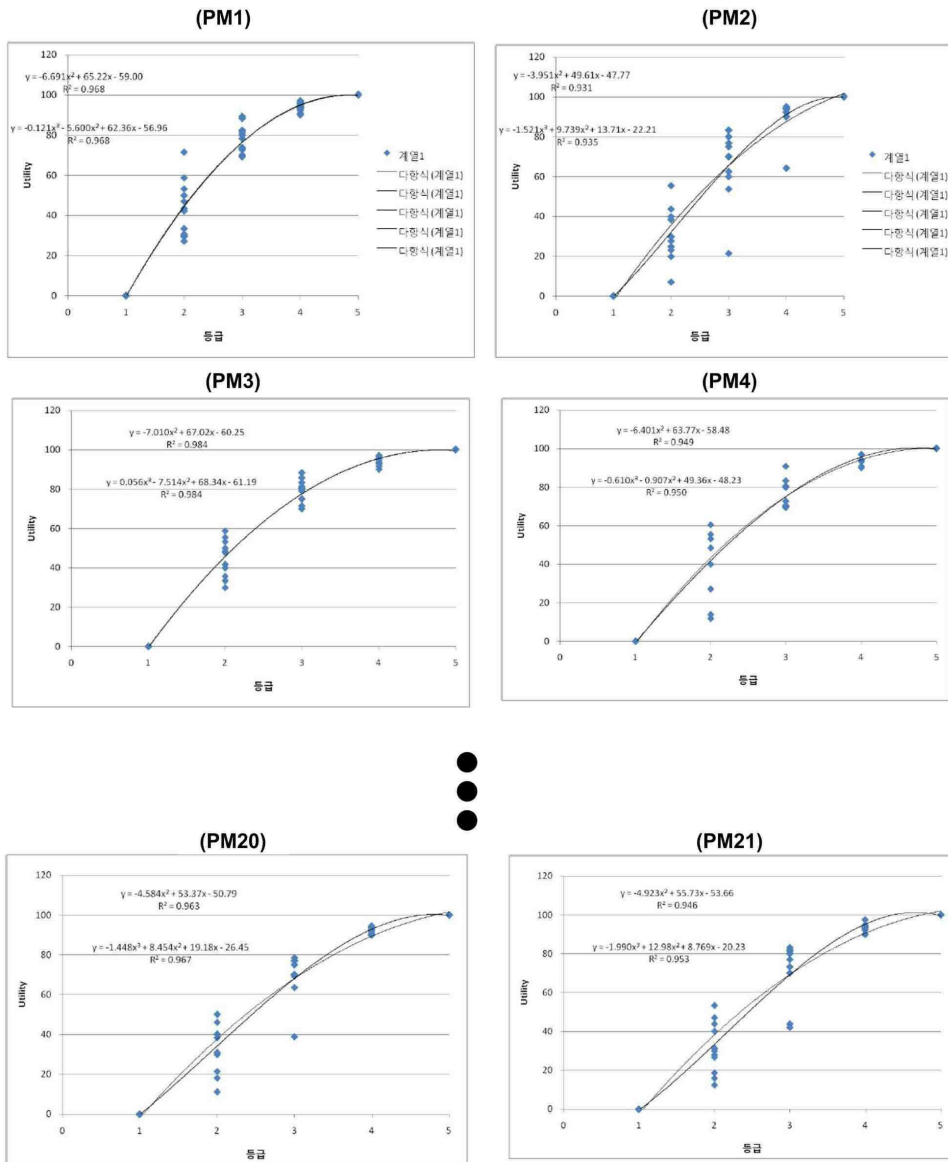
도면16

등급	참여자1	참여자2	참여자3	참여자4	...	참여자n
A	1	1	1	1	...	
B	0.83	0.88	0.90	0.9	...	
C	0.58	0.65	0.76	0.7	...	
D	0.25	0.29	0.29	0.3	...	
E	0	0	0	0	...	

도면17



도면18



도면19a

	상대적 중요도					
	매우 중요	중요	보통	중요	매우 중요	
설문 1						
환경						경제
환경						사회문화
경제						사회문화
설문 2						
Accessibility 접근성						Affordability 비용의 적절성
Accessibility 접근성						Quality 품질
Affordability 비용의 적절성						Quality 품질
설문 3						
Health/Safety 건강과 안전						Reliability/Responsiveness 신뢰성/대응
Health/Safety 건강과 안전						고객서비스 Customer service
Reliability/Responsiveness 신뢰성/대응						고객서비스 Customer service
설문 4						
교량 주위 소음						외관 및 주변경과관의 조화
교량 주위 소음						환경 및 생태에 대한 영향
교량 주위 소음						유해물질 배출정도
교량 주위 소음						에너지 효율성
외관 및 주변경과관의 조화						환경 및 생태에 대한 영향
외관 및 주변경과관의 조화						유해물질 배출정도
외관 및 주변경과관의 조화						에너지 효율성
환경 및 생태에 대한 영향						유해물질 배출정도
환경 및 생태에 대한 영향						에너지 효율성
유해물질 배출정도						에너지 효율성

도면19b

설문 5						
차량통행제한 여부						접근수단의 다양성
차량통행제한 여부						도로와 효율적으로 연계
접근수단의 다양성						도로와 효율적으로 연계
설문 6						
교량 관리 예산 투입의 적정성						사용자가 교량을 통행하는데 지불하는 비용의 적절성
설문 7						
공용내하력						상태등급
공용내하력						재해 취약도
상태등급						재해 취약도
설문 8						
기상변화민감도						운전자의 안전운행 가능 여부
기상변화민감도						보행자 및 접근수단의 안전한 사용 여부
기상변화민감도						안전한 점검/진단 가능 여부
운전자의 안전운행 가능 여부						보행자 및 접근수단의 안전한 사용 여부
운전자의 안전운행 가능 여부						안전한 점검/진단 가능 여부
보행자 및 접근수단의 안전한 사용 여부						안전한 점검/진단 가능 여부
설문 9						
교통통제 계획 등 교통정보 제공 여부						위급사항 발생시 대응 정도
설문 10						
서비스 요구에 대해 적절하게 응대						민원발생정도

도면20

Performance Measures	구분	Weight	Rank
교량주위소음	PM1	5.74%	8
외관 및 주변 경관과의 조화	PM2	3.88%	12
환경 및 생태에 대한 영향	PM3	7.46%	3
유해물질 배출정도	PM4	7.86%	1
에너지 효율성	PM5	7.52%	2
차량통행제한 여부	PM6	3.92%	11
접근수단의 다양성	PM7	2.83%	18
도로와 효율적으로 연계	PM8	3.42%	16
교량관리예산투입의적정성	PM9	6.67%	4
사용자가 교량을 통행하는데 지불하는 비용의 적절성	PM10	4.68%	10
공용내하력	PM11	6.66%	5
상태등급	PM12	6.54%	6
재해 취약도	PM13	6.04%	7
기상변화민감도	PM14	1.96%	21
운전자의안전운행가능여부	PM15	3.46%	15
보행자 및 접근수단의 안전한 사용 여부	PM16	2.48%	20
안전한 점검/진단가능여부	PM17	2.65%	19
교통통계계획 등 교통정보 제공여부	PM18	3.21%	17
위급사항 발생 시 대응정도	PM20	5.34%	9
서비스 요구에 대해 적절하게 응대	PM21	3.84%	13
민원발생정도	PM22	3.84%	13

도면21

자산관리전략	자산관리계획
<ul style="list-style-type: none"> ○ 예산 투입의 효과를 LOS 측면에서 정량화 ○ 예산 투입 지연에 따른 LOS 변화 예측 ○ 성능, 기간, 예산 등 제약조건에 따른 LOS-LCC 관계 분석 수행 <ul style="list-style-type: none"> - LOS 유지에 따른 소요예산 - 투입예산제약이 있는 경우 목표관리수준에 도달하기 위해 필요한 최소 기간 및 전략 - 정의된 기간 내 목표관리수준에 도달하기 위해 필요한 최소 예산 수준 및 전략 - 정의된 기간 내 일정 또는 변동 예산을 투입할 경우 최대 예상 LOS 수준 및 전략 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 시설물 자산가치 평가 ○ 평가 대상 교량에 대한 LOS-LCC 관계에 따른 조치 대안 수립 ○ 투입비용 대비 LOS 및 가치 변화에 따른 조치 우선순위 산정 ○ 관리수준별 예산수립 및 투입예산에 따른 LOS 및 가치변화 추정 ○ 하위 유지관리 주체별 균등한 예산 배분