

국가기반시설 자산관리위험도분석 개념 연구

박미연* · 박형주**

Conceptual Study for Risk Assessment of Asset Management of Infra Structure System

Mi Yun Park* and Hung Ju Park**

접수일자: 2012년 8월 6일/심사완료일: 2012년 9월 10일

요 약 기반시설물의 자산관리란 기반시설 운영을 지원하는 기반시설물에 대한 상태 및 성능을 평가하고 적절한 유지보수 보강을 수행하여 수명을 연장시키며, 종국적으로 국가예산을 절감할 수 있는 모든 수단을 강구하는 유지운영관리의 전사적인 체계라 할 수 있다. 이 자산관리의 범위에는 관리조직, 관리인력, 그리고 조직의 목표와 슬로건, 장단기적인 사업 계획 뿐만 아니라 정보 및 데이터 등의 전체적인 것을 아우르고 있다. 기반시설 자산관리에서의 핵심은 운영 효율성과 보수 작업성, 그리고 시설 안전성 및 재해 위험성, 그리고 조직관리 및 단계적인 정책 수립을 위한 의사결정 기준수립이 관건이 된다. 따라서 본 연구에서는 일반적인 기반시설 자산관리분석위험도 기법에 대한 개괄적 소개와 더불어 BRE(Business Risk Exposure)를 통한 위험도 평가 및 기반시설 자산관리차원의 위험평가방법에 대한 전반적인 절차를 구성하여 제시하였다. 또한 사회기반시설유지관리상의 의사결정에서 가장 중요시 될수 있는 최적유지관리시기 및 비용에 대한 리스크 관리의 필요성을 제시하고자 하였다.

핵심용어 기반시설자산관리, 위험도 평가기법, 사업위험노출, 최적의사결정

ABSTRACT The asset management of infra facilities is a total framework for finally supporting a safe and comfortable service, which includes functions of supporting evaluation of condition and performance of infrastructures, making the decision method of repair or rehabilitation of deteriorated facilities, and lengthening the life cycle of structure through the decision of adequate cost and time of repair or reinforcement. In the range of the asset management, organization, human, the target, and information & data of company are included. Therefore, in this paper, applying the method of asset management analysis to the infra structures, the process of the risk assesment using BRE (Business Risk Exposure) and the basis of consisting ORDM (Optimized Renewal Decision-Making) are expressed.

KEYWORDS asset management of infra facilities, Risk assessment, BRE, ORDM

1. 서 론

사회기반시설 자산 관리의 목적은 자산의 안전 보장, 자산에 요구되는 능력의 수행, 요구된 자산의 서비스 수준과 질 충족, 기금의 경제적이고 효율적인 활용, 초과 지출의 최소화, 그리고 개인, 조직으로써 자산 이해 관계자

와 자산 관리자에게 긍정적인 인상을 심어주는 것이다. 즉, 조직과 개인은 새로운 사회기반 시설 자산에 투자할 때 자산의 긴 설계 수명 때문에 자산 관리 전략의 필요성을 잘 알지 못하는 경우가 있다. 몇 가지 예를 들자면, 처음 교량의 주요 구성 부재들이 낡기 시작해 수선이나 재건, 교체 등이 필요할 때 자산 관리 전략의 필요성을 깨닫는다. 즉, 구조적 손상문제의 발생이 확실한 데 적절한 자산 관리 계획이 부재할 경우, 유지 보수, 보강에 대한 수행시기 및 예산확보가 이미 어려운 시기로 건너가 버릴

*정회원, (주)승화기술정책연구소 소장
(E-mail: momo6238@hanmail.net)

**정회원, 가천대학교, 소방방재과 교수

수 있다는 것이다.

이용 가능한 자금에서 기타 다른 사용과 비교하여 유지 관리와 재개발을 위한 안전하고 적합한 장기 투자 자금계획을 마련하는 것은 향상된 사회기반시설 자산 관리를 위한 중요한 요소 중의 하나이다. 명확한 자산 관리 전략과 계획 없이, 조직이 자금을 안전하게 조달하거나 필요한 작업을 효과적으로 계획할 수 없는 것이다. 명확한 전략과 계획이 없다면 유지 관리 잔고비용은 필수적인 유지 관리가 아닌, 다른 목적을 위한 자금으로 흘러 나갈 수도 있다.

효율적인 사회기반시설 자산 관리는 사업 배경과 자산의 성질에 따라 달라진다. 사업 배경과 물질적 자산 관련 작업은 서로 조화를 이뤄야 하는데 이 작업은 매우 복잡하고 어려운 일이다. 산업 혹은 경영이사회기반 시설 자산에 의해 지배될 때 자산은 최소 5년부터 20년까지 다양한 사용기한 범위를 갖게 된다. 그러므로 효과적인 사회기반시설 자산 관리의 즉각적인 혜택을 수량화 하는 것은 쉽지 않다.

자산 관리의 주요 목적은 충돌하는 목적(안전 등)의 측면에서 전략과 정책, 계획, 행위를 최적화 하는 것이다. 사회기반시설 자산 관리는 자산 사용기한의 모든 단계를 포함해야 한다.

2. 본 론

2.1 자산관리 위험도 분석

자산관리에 대한 최적의 관리방안에 대해 PAS 55에서 정의하고 있으며 자산에 대한 위험도 분석에 대해서는 PAS 55-2¹⁾에서 다음과 같이 진술하고 있다.

“위험 관리는 사전 대비적 자산 관리를 위한 중요한 기능이다. 위험 관리의 목적은 그 원인과 결과의 영향을 이해하고 그러한 불운한 사건이 발생했을 경우 받아들일 수 있는 수준의 위험을 적절히 관리하고 위험 관리를 위한

회계 감사 추적을 제공하는 것이다.” 한편, PAS 55-1은 운영, 관리 및 책임기관에 대해 다음과 같이 조언하고 있다. “기관은 자산이나 자산 관리에 관련된 위험에 대한 지속적인 확인과 평가, 그리고 자산 사용주기를 통해 필요한 위험 통제 장치의 확인과 이행을 위해 그 과정과 절차를 문서화 하여 정하고, 실행하고 유지해야 한다.”라고 하고 있다.

또한 IIMM²⁾은 핵심자산관리는 “주요 자산과 사건(event)을 확인하고 이에 대한 위험 관리 전략을 요약하는 최소한”이어야 하며 선진 자산 관리는 “개인 수준의 모든 중요한 자산과 그룹이나 시설 수준의 덜 중요한 자산”에 위기 관리를 적용해야 하는 것이라 명시하고 있다.

위험의 다양한 정의가 있지만 사회기반시설 자산 관리와 관련해서, 선택된 정의는 불확실한 사건의 가능성과 결과의 조합에 초점을 맞추어야 한다. 선택된 정의는 경영과 상업적/비용 위험(또는 만일 그것이 공학과 기술의 위험에 집중해 있다면 이러한 위험을 배제하지 않도록 주의해야 한다)을 모두 포함해야 한다. <표 1>의 위험의 정의는 위험이 무엇인가에 대해 설명하고 있다. 그러나 자산 관리 위험에 경영, 수입, 비용, 유지 관리, 명성, 안전, 서비스 수행 능력 등을 포함할 것이라는 것을 보여주지는 않고 있다.

2.2 위험 관리의 정의

안전 유지를 위한 요구는 사회기반시설 조직 내 위험 관리를 위해 중요하다. 위험 관리는 조직과 회사, 특히 공적인 집단에게 있어서 그 중요성이 점점 커지고 있다. IIMM는 위험관리에 대해 다음과 같이 설명하고 있다. 위험 관리는:

“고립된 과정으로써 수행되는 활동이 아닌 점차 모든 의사 결정에 영향을 미치는 핵심 사업의 원동력으로 간주된다.” 위험과 위험 관리에 대한 정의는 다양하다 할 수

표 1. 위험의 정의

위험의 정의	참고 문헌
목적에 대한 불확실성의 결과	BSI, 2008c
사건과 그 결과의 가능성에 대한 조합	AIRMIC et al, 2002
계획에 내제된 불확실성과 사업 성취 전망이나 사업 목적에 영향을 줄 수 있는 어떤 일의 우연한 발생 가능성. 그러한 우연한 사건은 더 만족스럽거나 혹은 덜 만족스러운 결과를 낼 수 있다.	BSI, 2002a
불운한 사건의 가능성	Godfrey, 1996
행동과 사건에 대한 긍정적 기회 혹은 부정적 위험에 상관없는, 결과물의 불확실성	HM Treasury, 2004
사업 목적(안전가동 등)에 대한 사건 발생 가능성과 그 결과의 조합	BSI, 2001

¹⁾PAS 55-Optimal management of physical assets is a Publicly Available Specification published by the British Standards Institution. The standard is split into two parts: Part 1-Specification for the optimized management of physical infrastructure assets, and Part 2-Guidelines for the application of PAS 55-1.

²⁾IIMM(international infrastructure asset management manual: 2012)기반시설 자산관리매뉴얼.

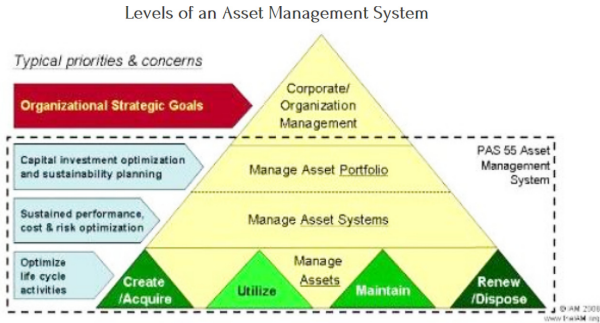


그림 1. 기반시설 자산관리 수행단계

있다. 이 가이드는 위험은 “목적에 대한 불확실성의 결과”로 그 결과는 긍정적일 수도 부정적일 수도 있다. 위험 관리는 “위험에 대하여 조직을 관리하고 통제하는 협력적 활동이다”.

모든 자산 관리자는 적절한 위기관리가 가능하도록 자기 판단 능력을 보유해야 한다. 위기 평가에 대해 잘 이해하고 있는 직원은 위기의 결과에 대해서도 적절한 판단이 가능하다. 이러한 확신이 없다면 위기관리 과정은 과소 혹은 과대 평가 될 수도 있으며 커다란 재난을 발생시킬 수 있다. 이는 엄청난 인명 피해뿐 만 아니라 사회적 손실로 이어진다.

2.3 위험 관리의 배경

기반시설 자산관리차원에서의 위험 관리는 기반시설 전반적인 노후화의 도래와 이를 보수 보강할 수 있는 재원의 적절한 공급이 잘 이루어지기 힘든 시점이 도래하면서 이에 대한 중요성이 인식되게 되었다. 1960년대와 70년대 구축된 대부분의 기반시설들이 서서히 노후화되어 가고 있으며 또한 기존에 구축된 많은 기반시설들이 발전하고 증가하고 있는 사회적, 외적 하중 규모에 대한 수용 능력을 따라가지 못해 절대적인 성능 및 내력확보가 요구되는 시설이 급격히 늘어나고 있다. 그러나 비용적인 측면과 기능향상적인 측면을 다 만족하기에는 관리조직이나 관리전략 등이 체계적이지 못하다 보니 기반시설에 대

표 2. 위험관리의 정의

위험관리의 정의	참고 문헌
위험과 관련하여 조직을 명령하고 통제하는 조직적 활동	BSI, 2008a
모든 계획되거나 예정된 행위 범위 내에서 조직이 지속적 이익 달성을 목적으로 행위에 수반되는 위험을 방법적으로 다루는 과정	AIRMIC et al, 2002
위험을 정의, 분석, 평가하고 처리, 감독 하는 정책과 절차, 방법, 실행의 체계적 적용	BSI, 2000a
결과물이나 결과물 발생 가능성의 범위를 결정하기 위해 위험과 관련된 주요 요소로부터 성취 가능한 가치를 위한 공식적인 과정의 적용	IIMM
위험과 관련하여 조직을 이끌고 통제하는 조직화된 행위	PAS 55-1
정책, 프로그램, 프로젝트의 주기 동안 나타나는 위험을 정의하고 평가 통제하는 구조적 접근	HM Treasury, 2004
위험을 정의, 분석하고 평가, 처리, 감독하고 위험에 관한 의견 교환과 관련. 한 관리 정책, 절차와 실행의 체계적 적용	BSI, 2001

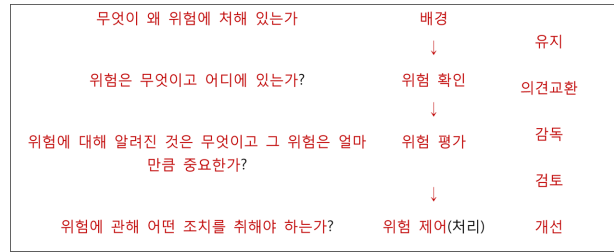


그림 2. 위험 관리 과정

한 위험 관리는 단순하지 못한 실정이다. 자산관리 개념에는 조직 내 전략적 부분과 관련이 매우 깊다.

다음은 조직에서의 위험관리관련 전략적 사항을 표현한 것이다.

- 위험에 대한 조직의 전략적 접근
 - 수용 가능한 위험 수준
 - 위험 분석과 평가를 위한 메커니즘
 - 위험관리와 위험관리 과정을 위한 역할과 책임
 - 조직 전체를 통한 위험 관리 절차에 대한 의견 교환 과정
- 영국의 자산관리조직에서는 PAS 55-1의 전제조건에 따라, 조직의 위험 관리 방법론을 제시하고 있으며 이를 실천하는 기준을 제시하고 준용할 것을 강조하고 있다.
- 직면한 위험에 대해 공용기간에 따른 시설 사용에 대한 위험의 변화를 고려해야 한다
 - 예방적 위험 관리를 통해 조직에 의해 적용되거나 감시될 수 있는 대상들을 만들어 내도록 해야 한다.
 - 자산 관리 목적, 목표 계획에 의해 예방, 감소, 통제되는 위험을 파악하고 분류해야 한다.

사회기반 시설 조직은 가끔 이미 그들의 기존 위기 관리 과정을 통해 자산의 위험을 인지하고, 위기의 수용 가능 수준과 위기 평가방법, 그리고 가능한 통제 장치 범위를 정해 놓았을 것이다. 자산 관리 위험 정의, 평가, 통제 과정은 조직의 위험 관리 배경과 절차에 일관성 있어야 하며 변화에 따른 반응이 가능해야 한다.

2.4 방법론적 접근법

위험은 그 정의에 따라 여러 문헌에서 다양한 방법론적 접근법을 추천하고 있다(BSI, 2000 and 2001, AIRMIC et al, 2002, Godfrey, 1996).

- PESTLE (정치, 경제, 사회, 기술, 법/규정, 환경) 또는 SWOT (강점, 약점, 기회, 위협) 분석
- FMEA/FMCE/HAZOP/HAZAN/HAZCON (고장 및 파괴 유형과 결과 분석/ 고장 및 파괴 유형, 결과와 위험 상태 분석/위험, 작동성 연구/위험 분석, 건설에서의 위험)
- ETA(Event Tree Assessment) 분석
- FTA(Fault Tree Assessment) 분석
- 즉각적인 결과 리스트 방법

FMEA, FMECA, HAZOP, HAZAN와 HAZCON 연구는 고장 및 파괴 유형이 체계적으로 정의되고 평가되는 것과 유사한 방식이다. 고장 및 파괴 유형은 체계의 문제로부터 야기되는 과정들이다. 이러한 위험 분석의 형태는 대부분 기계적, 전기적 설비의 위험 관리에 사용되지만 IIMM와 Hartford and Baecher(2004)에서는 사회기반 시설에 적용하였다. IIMM은 위험성과 고장 유형을 위험 발생 가능성과 심각성에 따른 순위가 정해진 경우, FMECA 유형을 추천한다. FMEA와 FMECA는 구성요소와 기능 중심적 접근 방식이다. 그림 3의 구성요소 중심의 접근방식에서 시스템에 있는 모든 요소들이 정의되고 평가된다. 기능 중심 접근법에서는 시스템 기능(혹은 결과물)이 정의, 평가 된다.

FTA 분석(결함수 분석)은 몇 개의 과정을 거쳐 원인을 추론하기 위해 구성요소(수준)에 도달할 때까지 원치 않는 결과물이 나오기 전으로 돌아가는 작업이다. 그림 4은 결함수 분석의 예를 제시하고 있다. 결함수 분석은 원치 않는 결과물의 원인을 찾아내는 데 유용하다. ETA(사건수) 해석은 소나기, 다중 충돌 사고, 테러리스트 공격과

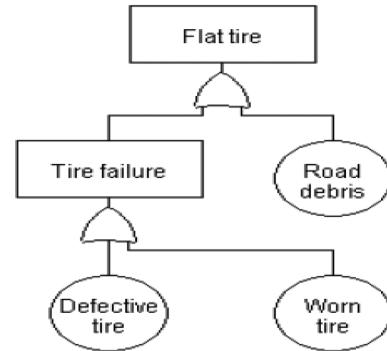


그림 4. 결함수 분석의 작성 예

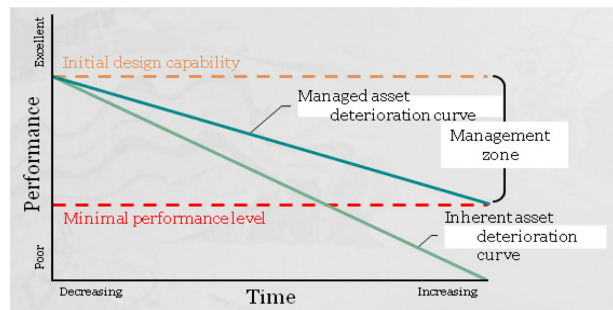


그림 5. 자산관리전략과 열화모델 개발

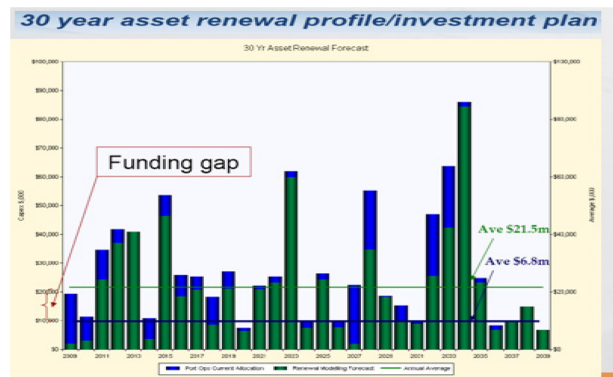


그림 6. 자산관리 전략수립에 따른 장기적인 투입계획수립의 예

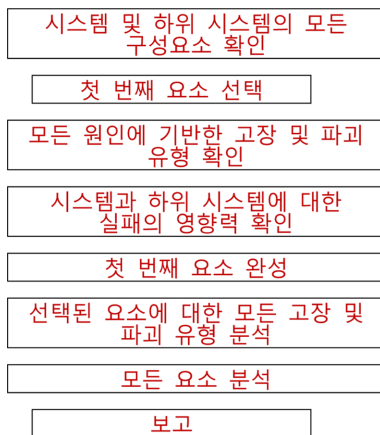


그림 3. FMEA에 대한 구성 요소 기반의 접근

같은 사건으로 발생하는 결과물에 대해 알아낸다. 사건수 해석은 사건의 결과를 결정하고 사건을 완화하는 해결책을 찾아내는 데 사용된다. 기존의 위험 통제가 충분하거나 혹은 개선 사항이 필요하다는 것을 밝힐 경우 결함수 분석과 같이 혼합하여 이용 할 수 있다.

2.5 자산위험 분석에 따른 최적 의사결정

위험도 분석에서 가장 중요하게 거론되는 것이 위험상황을 제거하거나 완화시키기 위한 지속적인 노력을 어떤 방법으로 수행하며 누가 할 것이며 언제부터 어떻게 해야 할 것인가 하는 것이다. 그리고 이런 위험성에서 얻어진 결과를 간과할 경우 어떠한 피해와 사회적 비용손실이 발

생하게 되며 기반시설의 장기적인 위험수준이 얼마나 취약하게 되는지를 보여주는 지표를 개발하는 것이 중요하다. 여러 타 분야에서는 이러한 위험분석에 기초하여 위험성 지표가 주는 의미를 재해석하고 이를 해소하거나 완화하기 위한 다양한 노력들을 수행하고 있다. 기반시설 자산관리 차원의 위험도 분석 및 평가를 수행하는 대부분의 나라는 복지비용이 큰 비중을 차지하는 복지 중심적 선진국들이거나 세금으로 국가살림을 살기에 이미 버거워지고 있는 나라들이 대부분이다. 이들 국가들은 이미 기반시설의 안전 확보 및 관리에 투입되어야 하는 비용이 바다났거나 그 비슷한 수준에 있다 보니 연방정부나 주정부는 지자체 스스로 자구책을 강구할 것을 요구하고 이를 법으로 규정까지 하여 둔 실정이다. 이런 규정을 통해 만들어진 것이 기반시설 자산관리매뉴얼(IIMM, 2016, 2012)이며 미국, 호주, 뉴질랜드, 영국 및 유럽 전역에서 기반시설 자산에 대한 위험관리 및 최적 의사결정방법론이 공론화되고 있다. 그러나 우리나라의 경우 다가오는 재정적인 문제와 기반시설노후화 관련 문제들에 대한 의사결정자들의 인식부족으로 안전과 방재적인 차원의 관리방안이 마련되고 있지 못하는 것이 심히 우려되는 부분이다. 기반시설 자산관리의 최적의사결정의 중요한 요소는 비용과 성능향상이다. 적절한 비용투입으로 최적의 시설물 상태를 유지시키는 것이다. 이러한 비용규모와 투입시기의 결정은 기반시설의 노후화 수준을 평가하는 로직의 구성이 필요하며 그 기반시설과 관련된 다양한 각도의 위험도 평가가 이루어져야 한다. 예를 들어 시설물 수명을 예측하고 판단하기 위해서는 사회적 위험, 구조적 안정성관련 위험, 정치적 위험, 그리고 무리적 위험 등을 평가하여 잔존 수명을 결정하게 된다. 이를 위험평가요소는 구조적 기능적 위험만을 목표로 하지 않으며 지역과는 발전가능성을 염두 해 둔 재개발등으로 인한 수명등도 포함하여야 한다. 이들 위험분석 및 평가의 지표개발 및 로직의 구성은 최적으로 시설물의 개·대체 의사결정의 평가요소로 작용하게 되며 최적의 합리적인 의사결정을 달성하도록 할 것이다.

2.6 BRE(Business Risk Exposure)

사업위험노출(BRE)은 조직(organization)이 특정자산이나 그룹자산의 잠재적인 소실(실패)에 직면할 가능성이 있는 노출이나 노출(점수)수준을 계산하는 방법이다. 사업위험노출은 실패의 가능성(즉, 예측된 실패가 발생할 가능성과 확률은 무엇인가?)과 실패할 수밖에 없는 자산으로 인한 실패 결과(만약 자산이 실패 할 경우 지역사회나 설비들의 손실비용과 그로 인한 영향은 무엇인가?) 둘

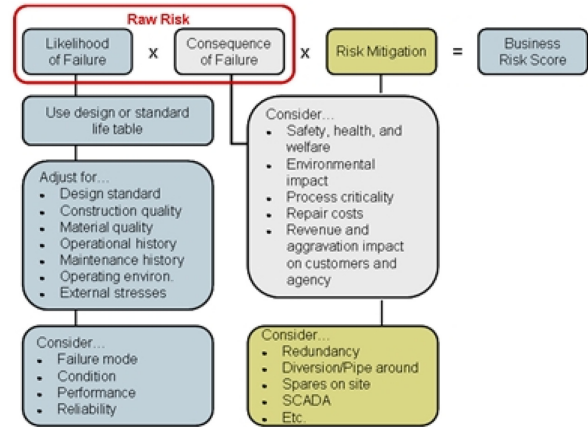


그림 7. Business Risk Exposure의 프레임 워크

다를 평가한 것으로 표현된다.

BRE를 수학적으로 표현하면 위험 완화조치를 위해 조정된 가능한 실패의 결과 및 가능성의 곱이다. 위험완화 조치는 실패의 가능성 또는 실패의 결과 중 하나를 줄이기 위해 각 사례별로 자산에 적용된 실행들이다. 여기서 실패의 가능성이란 ‘위험관점으로 보면 역사 또는 특정자산의 알려진 실적에 따라 발생하는 오류의 예상 가능성을 말하며 실패의 결과는’ 사회 경제적, 환경 또는 규제적 관점에서의 단점에 해당하는 손실, 부상 등, 질적 또는 양적으로 표현되는 자산 실패의 결과를 말한다.

3. 결 론

기반시설 위험도 분석에 대한 개괄적인 내용을 기술하였다. 운영 전반적인 것에서 위험분석을 위한 접근이 이루어져야 하며 이를 위한 다양한 기준과 매뉴얼이 만들어져 사용과 적용의 편의를 도모하고 있음을 알 수 있다. 국가기반시설의 안전은 사회 안전의 기초를 확보하는 것이다. 방재차원의 기반시설 위험분석이 매우 시급한 상황이며 이러한 분석에는 반드시 비용 경제적 손실분석이 같이 이루어져야 한다. 그렇게 함으로써 적절한 보수보강이 이루어지질 못함으로써 사회에 얼마나 큰 위험비용을 감당해야 하는지를 지를 인식할 수 있다.

참고문헌

PAS55 Assessments and Certification, BSI, England.
 IIMM (International Infrastructure asset management manual), 기반시설자산관리 매뉴얼, 2012.
 박미연 외2인, 사회기반시설 자산관리, 위탁관리연구소, 2012.
 이영재/김도연, 기업위기관리, 캄인, 2012.