

다중이용건축물의 웹기반 안전관리시스템 구축방안 연구

정태호 · 김희규 · 박상현

소방방재청 국립방재교육연구원 방재연구소

The Construction Plan of the Web-Based Safety Management System for Public Use Buildings

Jung, Tae Ho · Kim, Hee Kyu · Park, Sang Hyun

National Institute for Disaster Prevention

요 약

본 연구에서는 다중이용건축물의 웹기반 안전관리시스템 구축방안을 제시하였다. 이를 위하여 국내·외 시설물 안전관리시스템 현황을 분석하고, 국외 시설물 안전관리시스템 및 체계에 대한 조사·분석을 수행하였으며, 피난 시뮬레이션을 통한 성능기반 방화설계의 적용성을 검토하였다. 또한 다중이용건축물의 웹기반 안전관리시스템의 중장기 정보화전략 계획을 수립하였으며, 이를 통하여 개발 시스템의 요구성능 및 구축방안을 제시하였다.

1. 서 론

도시구조의 고도화, 집중화로 인해 초고층 건축물, 다중이용건축물, 신중업종시설 등 시설물이 다양화됨으로써 안전사고 및 재해양상이 다변화되고 있다. 최근 발생한 유원시설의 인명사고와 건설현장의 붕괴사고, 대형 화재사고 등 일련의 사고들이 재해의 빈도와 규모면에서 점차 증가추세에 있으며, 이들 시설물의 사용자와 종사자는 물론 국민의 재산보호를 위해서도 재해예방을 위한 안전관리의 중요성이 크게 부각되고 있다. 그러나 이러한 시설물에 대한 안전관리 현황을 보면, 시설물 전체에 대해 종합적인 안전관리는 시행되지 않고 있고, 여러 기관에 의한 부분적인 안전관리 정책이 시행되고 있어 효과적인 시설물 안전관리가 진행되지 않고 있을 뿐만 아니라, 세부시설별로 안전관리기준이 상이하여 시행하는 정부기관뿐만 아니라 시행의무를 부담하는 시설주 및 일반 국민에게도 상당한 혼란을 주고 있다.

『재난 및 안전관리기본법』 제27조(특정관리대상시설의 관리 등)에서 규정하는 시설에 대한 안전점검 또는 정밀안전진단은 다른 법령에 규정된 경우에는 그 법령의 규정에 의한 안전점검 또는 정밀안전진단 기준에 의하되, 다른 법령의 적용을 받지 아니하는 시설에 대하여는 행정자치부령이 정하는 기준에 따르도록 되어 있다. 그러나 분야별, 법령별, 시행기관별로 안전관리기준이 상이한 현실에서, '다른 법령에 의한 기준'에 의하도록 하는

것은 원천적으로 중복적 안전관리의 근거를 제공하는 것이며, 또한 행정자치부령이 정하는 기준도 아직 마련되어 있지 않은 실정이다.

한편, ‘재난 및 안전관리기본법’ 제74조(재난관리의 표준화 등) 제1항의 규정에, 소방방재청장은 재난관리업무의 효율적 수행을 위하여 대통령령이 정하는 바에 의하여 재난관리의 단계별로 적용할 수 있는 표준화된 지원프로그램을 개발·보급할 수 있도록 하고 있다. 그러나 재난관리의 제1단계인 예방단계에 해당하는 안전관리의 표준화된 지원프로그램은 분야별로 안전관리기준이 표준화되어 있어야만 개발이 가능한데, 분야별로 개별법에 의해 안전관리기준이 별도로 제정되어 있는 현실에서는 표준화된 안전관리프로그램의 개발은 불가능할 수밖에 없는 현실이다.

따라서 본 연구는 국민의 생명과 재산을 보호하기 위하여 효율적이고 과학적인 시설물의 안전관리 및 총체적인 안전성 향상을 도모하기 위한 시설물의 유형별, 분야별 웹에 기반한 다중이용건축물의 안전관리시스템의 개발 방향을 제시하는 데에 목적을 두고 있으며, 다중이용건축물의 방재계획을 검토·분석하고 유형별로 피난시물레이션 해석을 통해 웹기반 안전관리시스템의 구축방안을 제시하고자 한다.

2. 국내·외 시설물 안전관리시스템 현황 및 분석

국내 안전관리시스템은 건축·토목분야, 가스분야, 전기분야, 소방분야, 승강기 등 각 전문분야별로 안전관리가 이뤄지고 있으며, 각각 개별적인 안전관리시스템을 구축·운영 중에 있다. 책임주체별 혹은 관리주체별 구축되어 있는 각각의 온/오프라인 안전관리시스템은 상이한 DB체계 및 표준화되지 못한 DB구성으로 인하여 시스템 통합 및 연동이 어려운 단점을 가지고 있다.

본 연구에서는 다중이용건축물물의 안전관리시스템을 개발함에 앞서 국내 온라인 안전관리시스템의 현황을 파악하고, 개별적인 시스템들의 DB체계와 구성 및 DB내용을 파악해 보고자 하였다. 이를 통하여 향후 구축될 시스템에 대한 DB통합 및 시스템 연계를 가능성을 파악해 보고, 시스템 구축을 위한 착안사항을 도출하였다.

2.1 국내 온라인 안전관리시스템 현황 및 분석

2.1.1 시설물정보관리종합시스템

시설물정보관리종합시스템에 관리대상 시설물은 『시설물의 안전관리에 관한 특별법』에 따른 1·2종 시설로써 『재난 및 안전관리기본법』에 특정관리대상시설에는 포함되지 않는다. 그러나 1995년 삼품백화점 및 성수대교 붕괴 등의 사고 이후 이러한 재해방지를 위해 구축된 시설물정보관리종합시스템의 운영 및 노하우 등에 분석함으로써 새롭게 구축될 다중이용건축물의 웹기반 안전관리시스템에 많은 착안사항을 주고 있다.

시설물정보관리종합시스템은 이전 종이문서로 관리되던 관리대장과 시설물 관리체계를 전산화 하고, 시설물 책임운영주체와 관리주체 및 보수업체 등을 시스템 운영에 참여시킴으로써 시설물관리업무 자체를 전산화하였다. 이를 통하여 실제 유지·보수업무와 전산처리업무를 통합하고, 문서처리 업무의 양을 줄이면서, 시설물 관리에 효과적인 시스템을 구축·운영 할 수 있게 되었다.

다중이용건축물의 경우 일반관리대상시설에 비하여 재해 발생시 위험성이 큰 시설물들이고 각 시설의 종류는 다양하다. 따라서 이들 다중이용건축물을 전산화하고, 시스템화하여 관리하기 위해서는 다중이용건축물 안전관리 담당자들의 업무분석을 통한 통합 및 축소가 필요하며, 업무도구로써의 안전관리시스템을 구축하여야 한다.

2.1.2 전기안전정보시스템

전기안전정보시스템은 전기안전점검을 담당하는 한국전기안전공사와 관할지역의 안전관리를 담당하는 지방자치단체 및 일반국민이 시스템운영에 참여할 수 있도록 구축되어 있다. 다중이용건축물과 관련 된 DB는 전기설비에 대한 안전점검결과와 부적합전기설비 관리 내용 등이 될 것으로 판단된다. 전기안전정보시스템에 구축된 전기설비 안전점검 DB는 전압 600V이하, 용량 75KW 미만인 일반주택 및 소규모 빌딩 등의 전기설비와 100kW미만인 제조업 및 심야전력 전기설비가 대상이기 때문에 다중이용건축물 및 소규모 시설에 대한 정보 공유는 가능할 것으로 판단된다. 또한 이미 전기안전정보시스템은 지자체 및 유관기관에 부적합설비에 대한 통보기능을 가지고 있어서 다른 시스템보다는 연계가 원활할 것으로 판단된다.

2.1.3 전기재해통계정보시스템

전기재해통계정보는 전기재해의 감소와 예방 및 전기의 위험성 고취를 목적으로 구축·운영되고 있다. 또한 정확한 통계정보를 제공함으로써 전기재해연구 활성화에도 기여하고 있다. 통계정보시스템의 구축은 다중이용건축물의 사고유형별, 지역별, 시설별 등 분류가 가능한 개별시설별 사고이력시스템과 연동한다면 보다 쉽고, 정확한 사고통계정보를 파악할 수 있을 것이다. 또한 이를 통하여 다중이용건축물의 위험요인을 발굴하고, 제거하는데도 큰 도움이 될 것으로 판단된다. 이를 위해서는 무엇보다도 다중이용건축물의 이력관리가 핵심이며, 다중이용건축물에서 발생하는 사고 및 재해에 대하여 전산화가 될 수 있도록 소방 및 구조·구급 시스템과의 연동도 필요할 것으로 판단된다.

2.1.4 가스안전관리시스템

가스안전관리시스템은 대표적인 장치산업의 안전관리의 전형을 보여주고 있다. 2~3중실시간 안전관리를 통해서 가스시설의 안전성 향상에 기여하고 있으며, 전문지식이 없이도 기본적인 안전점검이 가능하도록 한 메뉴얼 방식의 PDA 안전점검시스템은 매우 훌륭한 시스템이라 할 수 있다. 또한 가스누설 등 사고발생시 출동차량에서 이전의 설비이력을 파악하고, 업무지시를 내릴 수 있는 업무지원시스템은 사고예방을 위한 효과적인 시스템으로 판단된다. 다중이용건축물의 경우 실질적인 안전관리 효과를 내기 위해서는 다각적인 방법이 검토되어야 한다. 가스안전관리시스템에서와 같이 온/오프라인 안전점검 메뉴얼 및 실시간 점검결과 DB생성 및 기록 등은 다중이용건축물을 보다 효율적으로 관리 할 수 있을 것이다.

2.2 국외 시설물 안전관리시스템 현황 및 분석

국외 안전관리시스템을 살펴본 결과 다중이용건축물의 안전관리시스템을 구축함에 있

어 몇 가지 착안사항을 얻을 수 있었다. 건축물의 이력의 생성·기록은 건축계획단계에서 부터 시작되어야 한다. 일부 선진국에서는 건축설계단계에서 안전관련 사항에 대한 심사와 점검을 진행하고 있었으며, 이를 DB화하여 관리하고 있었다. 또한 건설중에도 점검을 실시하여, 확인하는 과정을 거치고 있었으며, 이를 통해 정확한 건축물 도면을 비롯한 이력을 관리하고 있었다.

다중이용건축물의 경우에도 이러한 방법을 도입하여, 건축이전부터 안전한 건축·시설물이 될 수 있도록 하는 것이 필요하며, 사후점검을 통한 2중~3중 안전체계를 수립하는 것도 필요할 것이다. 안전관리시스템 상에서 실제 건축·시설물을 관리하는 안전담당자도 이를 통하여 관내 다중이용건축물에 대한 정확한 파악이 가능할 것이다.

또한 개별 다중이용건축물에 구축·운영 중인 안전관리시스템과의 연계성도 검토할 필요가 있다. 선진사례를 살펴본 결과 건축·시설물의 개별적인 안전관리시스템을 구축한 사례가 있었으며, 이를 소방서 비상시스템과 연동하여 사용하고 있었다. 이는 사고발생시 신속한 재난활동을 가능하게 한다.

3. 피난모델링을 통한 피난시뮬레이션 사례분석 및 활용

3.1 피난시뮬레이션 대상시설 및 선정

피난시뮬레이션을 수행할 대상은 다중이 이용하고 화재발생시 많은 인명피해가 예상되는 다중이용건축물로 선정하였다. 2006년 소방방재청 화재통계연감의 화재장소별 현황을 살펴보면, 주거부문을 제외하고 화재발생건수와 인명피해 측면에서 기 선정된 건축물의 화재위험도가 매우 높은 것을 알수 있다. 음식점, 판매시설 등은 화재발생건수와 인명피해 양 측면에서 높은 화재 위험성을 나타내고 있으며, 특히 호텔·여관 등 숙박시설은 화재발생 빈도는 낮은 편이나 1회 화재시 많은 인명피해를 야기하는 것으로 조사되었다. 따라서 본 시뮬레이션 수행을 위한 시설로 판매시설(백화점 등 도·소매시장), 대형숙박시설, 공연시설, 관람·전시 시설과 신종업종 중 가장 많은 비율을 차지하고 있고, 근래에 화재로 인해 많은 피해자가 발생한 고시원으로 선정하였다.

3.2 시뮬레이션 해석조건 및 변수 설정

다중이용건축물의 특성상 빠른 화염 및 연기의 확산으로 인해 다수의 인명피해가 발생할 우려가 있는 시설물을 중심으로 우선 선정하여 피난 시뮬레이션을 수행하고 그 결과값을 차후 연구에 활용할 예정이다.

피난시뮬레이션 대상시설은 다중이용 건축물로 선정하였으며, 용도 구분은 판매시설, 대형숙박시설, 공연시설, 관람·전시시설, 고시원으로 5개의 용도로 구분하였고, 평면유형은 건축물의 코어 유형중 대표적인 방식인 중심코어, 편심 코어, 측면 코어 유형을 선정하였다. 면적 구분은 특정관리대상시설의 지정·관리 지침의 대상범위에서 구분한 연면적을 소형면적으로 하고 대형면적은 소형면적의 3배에 해당하는 면적으로 구분하여 선정하였다.

각 대상물의 피난시뮬레이션 수행은 피난개시로부터 피난이 완료되기까지의 소요시간을 측정한다. 측정된 결과값의 신뢰성을 높이기 위해 각 3회를 실시하고, 3회 실시한 평균값을 최종 결과값으로 산출한다.

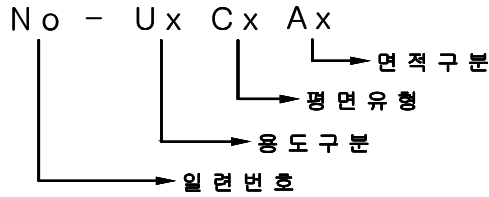


그림 1. 대상시설 코드 표기법

시뮬레이션 대상시설의 코드 표기는 그림 1에서 보는 바와 같이 No는 일련번호를 나타내고, Ux는 용도구분, Cx는 평면유형, Ax는 면적구분을 나타낸다. 예를 들어 01-U1C1A1은 용도별(Usage) 대상 중 U1은 판매시설, C1은 평면유형(Core type) 중 중심코어형, A1은 면적(Area) 분류 중 특정관리대상시설 지정의 기준면적을 의미한다.

3.2 Simulex 및 BuildingEXODUS 시뮬레이션 비교분석

3.2.1 시뮬레이션 해석개요

다중이 이용하는 복합시설 중 화재시 피난에 대한 위험성이 상대적으로 큰 영화관에 대하여 각각 Simulex와 BuildingEXODUS를 활용하여 피난안전성 평가를 실시하고, 그 결과를 비교하였다. 본 시뮬레이션을 위하여 그림 2에 나타난 바와 같이 상영관이 2개가 있는 영화관을 대상으로 선정하였다.

시뮬레이션 해석은 거실피난과 층피난으로 나누어 실시하였고, 검증방법은 전 항에서 제시한 산정식을 이용하여 계산을 실시하였다. 거실피난에서의 l_e 값은 영화관 A에서는 15m, 영화관B에서는 13m로 계산되었다. 또한 층피난에서는 최대경로로서 영화관 B에서 계단실까지 34m로 계산되었다. 또한 거실 피난 및 영화관 안에서의 보행속도는 0.5m/sec로 하였으며, 로비에서의 보행속도는 1.0m/sec로 산정하였다. 거실피난에서의 유효출구폭은 7.2m에서 각각 영화관 A는 5.84m, 영화관 B는 6.06m로 감소되었다.

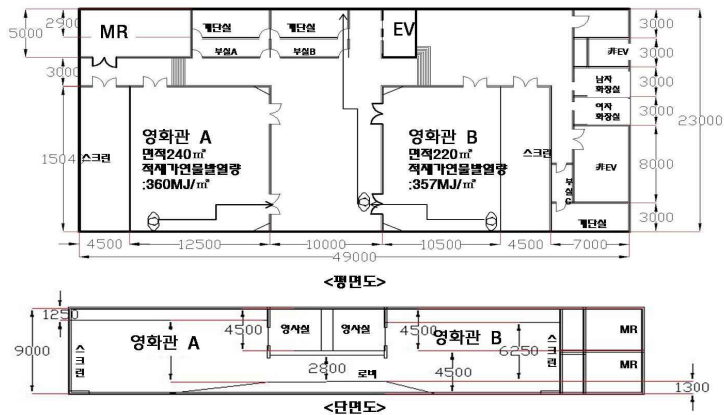


그림 3. 해석대상 영화관의 평면 및 단면

3.2.2 Simulex 해석결과

대상 영화관에 대하여 Simulex에 의해 시뮬레이션을 수행하였고, 해석결과는 다음 그림과 같다. 그림에 도시한 바와 같이 거실피난은 각 상영관 모두 출입구가 3개씩 있으며, 층피난을 위한 계단은 중앙계단이 유일한 조건으로 상정하였다.

그림 4는 각 피난시간 구간별로 피난이 이루어진 사람들의 수를 나타낸 것이다. 100초와 200초 부근에서 피난인원이 감소한 것은 그 시간대에 사람들이 몰려 병목현상이 나타난 결과임을 알 수 있으며, 피난은 시간구간별로 비슷하게 이루어지나, 전체적으로 볼 때는 시간이 경과함에 따라 피난속도가 상승하는 것으로 나타났다.

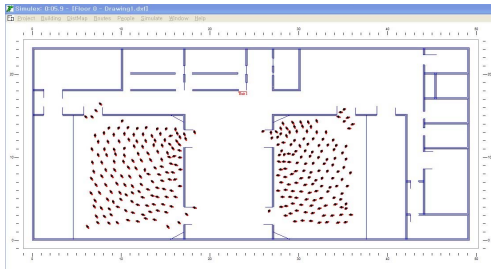


그림 4. Simulex 해석결과, t=00:05

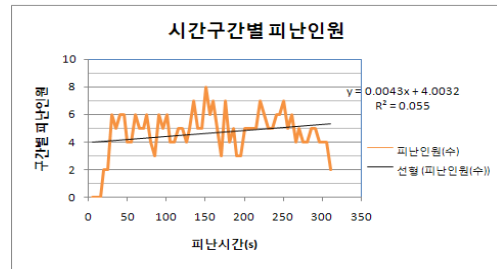


그림 5. Simulex의 시간구간별 피난인원

3.2.3 BuildingEXODUS 해석결과

동일한 조건으로 대상 영화관에 대하여 BuildingEXODUS에 의해 시뮬레이션을 수행하였고, 그림 6은 Simulex와 동일한 조건으로 시간경과에 따른 누적피난인원을 산정한 그래프이다. 피난은 시간구간별로 비슷하게 이루어지나, 전체적으로 볼 때는 시간이 경과함에 따라 피난속도가 상승하는 것으로 나타났다.

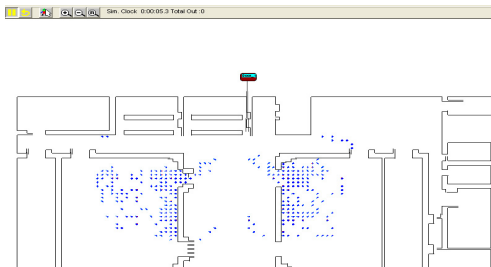


그림 6. EXODUS 해석결과, t=00:05

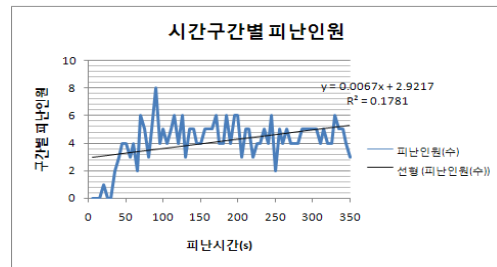


그림 7. Exodus의 시간구간별 피난인원

3.3 피난시뮬레이션 활용방안

피난시뮬레이션 수행을 통한 피난안전성 평가는 건축물의 설계단계에서 피난설계의 적정성을 검증하고, 이미 건축된 건축물의 피난안전성 평가를 위해 수행된다. 건물의 피난안전성 평가는 피난에 필요한 최소시간이 허용 가능한 피난시간 이하가 되는가를 확인하는 과정이다. 건축물의 설계자와 기존 건축물의 피난안전성 평가자는 예상되는 화재가 발생하여 확대되는 시간동안 대상공간의 재실자가 피난에 지장을 받는 위험한 상황에 도달하는가를 통하여 피난안전성을 평가하게 된다.

화재발생 위험이 높은 관리대상 시설이나 신종 시설이어서 관련 법규 및 관리 시스템이 미처 정비되지 못하여 그 위험성을 제대로 판단할 수 없는 관리대상 시설에 대하여는 피난시물레이션 수행을 통하여 내재되어 있는 위험성을 사전에 예측하고 이에 적합한 대응책을 마련하는 것이 대형 사고를 예방할 수 있다고 본다. 이러한 차원에서 지자체의 안전담당자는 필요하다고 판단되는 경우 해당 시설에 대한 위험성 평가를 실시하게 할 수 있는 시스템의 구축이 필요하다고 판단된다. 이러한 방안의 하나로 피난 시물레이션을 통한 위험등급지수를 산정하는 과정을 제시하고 관리대상시설의 안전등급 결정을 위한 활용방안의 한 예가 될 것이다. 본 연구에서는 관리대상 건물에 대한 검증과 피난안전성능 향상을 위한 수립계획 및 안전등급 결정을 위해 활용할 계획에 있으나 프로그램 구매 이후 연구기간의 한계로 인하여 본 장에서는 신체특징과 재실자 밀도를 고려한 피난 시물레이션과 피난안전성 평가시 이동식 장애물의 영향에 관한 사례분석을 실시하였다.

차후 연구에서 관리대상시설을 유형별, 면적별, 용도별 등으로 분류하여 피난시물레이션을 수행하고, 그 결과값을 활용하여 위험등급지수를 산정하고 안전등급결정을 위한 이용방안으로 활용할 계획에 있다.

4. 다중이용건축물의 웹기반 안전관리시스템 개발방향

4.1 웹기반 안전관리시스템 구축 기본방향

온라인 안전관리시스템에 대한 구성은 서비스 고도화, 서비스 차별화, 콘텐츠의 업그레이드가 자유로운 유연한 시스템 구축이 필요하며, 다음과 같은 사항을 수용하는 방향으로 구축되어야 할 것이다.

- ① One-Stop 서비스 : 다양한 정보구조의 변환을 통한 정보접근의 용이성 제고, 정보검색 기능의 강화를 통한 접근편이성 극대화와 개인서비스와 민원열람의 통합성 제고
- ② 인터페이스 강화 : 다양한 시설물 정보를 제공하는 시스템 인터페이스 강화
- ③ 솔루션 통합 및 진보 : 다양한 시설물 정보에 대한 접근경로의 단순화 및 패턴화를 통한 편이성 증대, 친밀성 및 전문성을 제고할 수 있는 포탈디자인 확보
- ④ On-Off 라인 채널연계 : 지자체 담당자가 원하는 정보를 쉽게 검색하고 활용할 수 있는 On-Off 라인 채널연계 가능한 시스템 구축

4.2 안전관리시스템의 서비스 기능 및 요구성능 분석

온라인 안전관리시스템은 시설주 및 분야별 안전담당자(건축, 토목, 소방, 전기, 가스, 승강기, 위험물 등), 지방자치단체 및 재난관리책임기관의 안전관리자, 중앙정부인 소방방재청의 3자간 역할이 조화롭게 상호소통됨으로써 보다 효율적인 시설물의 안전관리가 가능하기 때문에 이를 위하여 본 시스템에서 제공하는 서비스기능은 시설물 기본정보관리, 공사이력관리, 안전점검관리, 조치사항 및 보수이력관리, 첨부파일관리, 검색기능관리, 보고서작성관리, 통보관리 등으로 크게 구분할 수 있었다.

또한 온라인 안전관리시스템의 요구성능을 분석한 결과, 중앙정부, 지방자치단체, 분야별 안전관리자 및 시설주의 개별 책임주체별로 요구성능과 시스템에 반영할 기능을 분석하였으며, ①일정 통보 기능, ②사용자환경(UI)하에서 점검 체크리스트 제공 및 입력 기능, ③데이터베이스 축적 및 자료 검색 기능 부여 및 ④점검결과 출력기능 및 보고서 작

성기능 등은 기초적으로 필수적인 기능으로 조사되었다.

5. 결론

다중이용건축물의 웹기반 안전관리시스템 구축방안 연구를 통해 도출된 시스템의 구축방안은 다음과 같다.

- 1) 다중이용건축물의 안전관리시스템은 『재난 및 안전관리기본법』에 의한 특정관리대상시설중 많은 수를 차지하고 있는 다중이용건축물의 안전관리체계를 표준화하기 위한 종합시스템으로 구축한다.
- 2) 다중이용건축물의 안전관리시스템은 재난관리책임기관의 업무통합과 이를 통한 종합적인 안전관리를 위해 건축, 토목, 소방, 가스, 전기, 승강기 등의 각 분야별 안전관리업무를 통합할 수 있는 시스템으로 구축한다.
- 3) 다중이용건축물의 과학적 안전관리를 위하여 각 시설에 대한 시설평가기준과 지침(각 분야별 체크리스트 등)에 기반한 안전등급제도를 운영한다.
- 4) 실제적인 다중이용건축물의 안전관리와 통합적인 안전관리 업무수행을 지원하기 위하여 웹기반 안전관리시스템을 구축·운영한다.

참고문헌

1. 재난 및 안전관리 기본법
2. 시설물의 안전관리에 관한 특별법
3. 2007년도 특정관리대상 시설물 지정관리지침(소방방재청, 2008)
4. 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(건축물편) (건설교통부, 2003)
5. 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(교량편) (건설교통부, 2003)
6. 시설물 안전관리 표준화 방안, 2007. 4, 소방방재청
7. 재해 취약시설의 선정기준 및 점검기법연구(국립방재연구소, 2001)
8. 콘크리트구조물의 효율적 유지관리를 통한 내구수명 확보방안 연구, 2006.7, 건설교통부
9. 콘크리트 구조물의 유지관리 지침(안), 1999.12, 시설안전기술공단
10. 건축물의 유지관리를 위한 진단-평가시스템 개발, 2004, 한국시설안전기술공단
11. K.P.Adlassnig, G.Kolarz, CADIAG-2: Computer-Assisted Medical Diagnosis Using Fuzzy Subsets (Edited by M.M.Gupta & E. Sanchez, Approximate Reasoning in Decision Analysis), North Holland, pp.219~247, 1982
12. Earl Cox, The Fuzzy Systems Handbook, 2nd ed., AP Professional, 1998
13. Quatrani, T., Visual Modeling with Rational Rose and UML. Addison Wesley Longman, Inc., 1998