

사례기반추론을 이용한 웹 기반 건설실패사례 정보시스템

A Web-Based Construction Failure Information System using Case-Based Reasoning

박용성* 오치돈* 전용석** 박찬식***
Park, Yong-Sung Oh, Chi-Don Jeon, Yong-Seok Park, Chan-Sik

요 약

국내 건설 산업에서 실패정보는 사례중심의 비체계적인 문서형태로 관리되고, 통계적 분석결과 정보수준의 자료로 제시되고 있다. 이는 건설실패정보의 활용을 통하여 건설프로세스가 지속적으로 개선될 수 있다는 긍정적인 측면을 간과한 건설실무자의 인식의 부재에 기인한다. 이에 본 연구는 건설실패정보의 관리 및 활용에 대한 문제점을 인식하고, 반복적으로 발생되는 건설실패를 사전에 예방할 수 있도록 실패정보를 체계적으로 관리, 공유, 학습, 활용할 수 있는 웹 기반 건설실패사례 정보시스템을 구축하기 위한 목적으로 수행되었다. 본 연구에서 개발된 건설실패사례 정보시스템은 웹과 사례기반추론기법을 이용하여 가장 유사한 과거 사례가 검색될 수 있도록 구현하였으며, 건설실패정보를 체계적으로 관리할 수 있고, 실패사례를 통한 간접적 지식습득 및 미래의 건설프로젝트의 실패발생 예방대책을 수립하는데 활용될 수 있을 것이다.

키워드 : 건설실패, 건설실패정보, 건설실패정보 분류체계, 사례기반추론, 웹 기반 건설실패사례 정보시스템

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

최근 건설 산업은 급속한 기술의 발달에 힘입어 첨단기술이 도입되고 있으며, 다양해진 발주자의 요구수준을 충족시키기 위해 부단한 기술력 향상 노력을 하고 있다. 그러나 새로운 재료, 공법의 개발과 적용의 이면에는 예측할 수 없는 다양한 형태의 불확실성이 내재되어 있으며, 이로 인해 많은 건설실패를 초래하고 있다.

과거 실패에 대한 인식은 건축물의 붕괴, 파손, 균열 등 구조

적인 부분으로 한정하여 이를 개선하고자 하였으나, 실패에 대한 연구가 지속적으로 진행되면서 현재에는 구조적 실패뿐만 아니라 건설사업 초기에 요구되는 구조물의 성능 및 기능의 미발휘도 건설실패로 취급하고 있다.

이렇듯 실패의 개념이 확대되고 다양화 되어감에 따라 이를 사전에 예방하기 위한 노력의 일환으로 실패에 대한 정보의 효율적 관리가 요구되고 있다. 그러나 국내 건설기업들은 기업이 미지 손상 등을 우려하여 발생한 건설실패에 대한 정보공개를 기피하고 있을 뿐만 아니라, 공개된 건설실패에 대한 정보가 일반화, 표준화 되어 있지 않아 체계적인 정보축적이 어려운 실정이다. 또한, 수집된 건설실패정보라 할지라도 건설회사 내부의 사례집 혹은 보고서 등 문서형태로 관리되고 있어 얻어진 실패 교훈을 효과적으로 활용하지 못하고 있다.

본 연구는 웹 프로그래밍 기술과 사례기반추론기법(Case-based Reasoning)을 활용하여 건설실패 사례를 지속적으로 수집·축적하고 이를 공유, 학습, 활용할 수 있는 웹 기반 건설실패사례 정보시스템을 구축하고자 한다. 구축된 정보시스템에 축적된 실패사례정보를 추론하여 미래 프로젝트에 내재한 실패 리스크를 사전에 예측할 수 있으며, 또한, 과거 발생한 실패사례의

* 일반회원, 중앙대학교 건축학과 박사과정, yesok777@korea.com

* 일반회원, 중앙대학교 건축학과 박사과정, chidon@wm.cau.ac.kr

** 일반회원, 한국전기연구원, 공학박사, naiss90@yahoo.co.kr

*** 종신회원, 중앙대학교 건축학부 교수, 공학박사(교신저자), cpark@cau.ac.kr

본 논문은 2004년 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임.

(과제번호:KRF-2004-041-D00767)

대책을 기반으로 한 특정 공종 및 부위 등에서 발생할 수 있는 실패에 대한 구체적인 예방대책을 수립할 수 있다. 궁극적으로는 이를 통한 건설프로세스의 지속적 개선과 건설현장의 품질 및 생산성 향상에도 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구의 목적인 건설실패사례 정보시스템의 구축을 위하여 실패의 개념과 정보분류체계 및 실무적용을 위한 기존 연구를 바탕으로 시스템에 적용할 실패정보의 분류체계 및 웹 기반 정보시스템의 필요성을 제시한다. 그리고 시스템의 추론 모형과 알고리즘을 설계하고, 사례기반추론기법과 웹 프로그래밍 기술을 활용한 웹 환경의 건설실패사례 정보시스템을 구축하여, 구축된 시스템의 적용타당성을 검증하는 것을 연구범위로 한다. 그림 1은 본 연구의 수행절차 및 방법을 도식화한 것이다.

1) 건설실패의 개념 및 분류체계

국내·외의 연구자와 기관에서 정의하고 있는 건설실패에 대한 개념 및 분류체계를 분석하여, 본 연구의 시스템 설계에 활용할 건설실패정보 분류체계를 제시한다.

2) 시스템의 검색 알고리즘 설계

건설실패사례의 추론이 가능하도록 데이터베이스의 색인 시스템을 활용하여 사용자가 원하는 가장 유사한 프로젝트 사례가 검색될 수 있도록 사례기반추론기법을 이용한 검색 알고리즘을 설계한다.

3) 시스템의 구현과 타당성 검증

시스템을 구현하기 위해 설계된 알고리즘을 바탕으로 웹 기반 건설실패사례 정보시스템을 구현하고, 실제 실패사례를 활용한

데이터베이스를 구축하고 검색하는 과정으로 시스템의 실무적용타당성을 검증한다.

1.3 기존연구 고찰

건설실패에 대한 연구는 주로 해외에서 많이 수행되고 있으며, 국내의 경우 소수의 연구자가 이에 대한 연구를 수행하고 있다. 표 1은 지금까지 국내에서 수행된 건설실패 관련연구를 정리한 것이다.

박찬식 외(2003)는 ‘건설실패정보 분류체계 구축에 관한 연구’를 통해 국내의 경우 실패사례에 대한 정보를 보관하고 있으나 표준화된 양식에 의해 분류되지 않는 문제점을 지적하였으며, 이러한 문제점을 해결하고자 국내·외 여러 실패조사기관 및 연구문헌을 통해 구성체계 및 분류기준을 비교·분석하여 건설실패정보 분류체계를 제시하였다.

전용석 외(2005)는 ‘건설실패정보를 활용한 건설 프로세스의 지속적 개선 모형의 개념적 틀에 관한 연구’에서 건설실패를 초래한 업무 프로세스를 도출하고 이를 지속적으로 개선할 수 있는 방법론을 제시하였다.

김진대(2005)는 실제 발생한 건설실패사례 데이터를 수집하고, 실패발생 원인들의 상관관계 분석을 실시하여 실패발생 메커니즘을 규명하였다. 또한, 이를 바탕으로 체계적이고 정형화된 실패사례가 수집될 수 있도록 건설실패 조사시스템을 제안하였다.

표 1. 국내의 건설실패 관련연구

연구자	연도	연구내용
박찬식 외 3인	2003	건설실패의 발생유형 및 발생원인에 대한 정형화·표준화를 통해 실패정보를 공유할 수 있는 건설실패정보 분류체계를 제시
전용석 외 1인	2005	건설실패정보를 활용하여 건설실패의 재발을 방지할 수 있도록 건설 프로세스를 개선하는 모형을 제시
김진대	2005	건설실패사례를 수집하여 건설실패 메커니즘을 규명하고 이를 통해 건설실패 조사시스템을 제안

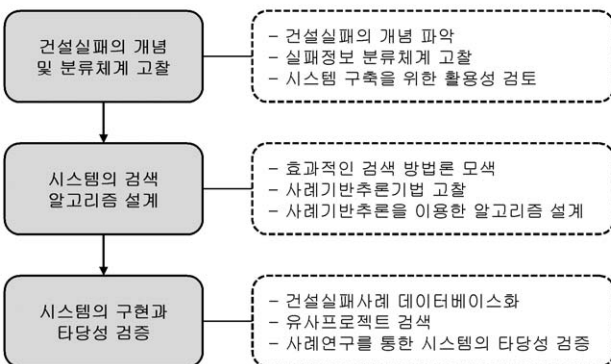


그림 1. 연구의 흐름도

그러나, 이러한 연구들은 지속적이고 다양한 형태로 발생하는 건설실패정보를 체계적으로 관리하거나 막대한 양의 정보를 효율적으로 재활용 할 수 있는 방법론 제시에 한계를 가지고 있다. 본 연구는 상기 기술한 기존연구의 한계점을 인식하고 체계적인 관리가 가능한 웹 기반 건설실패사례 정보시스템을 구축하는 차별성을 가지고 있다.

2. 건설실패의 개념 및 분류체계

2.1 건설실패의 개념

건설실패 관련 연구가 활발히 수행되지 않은 시기에는 인명피해가 발생할 수 있는 구조적 붕괴 등을 예방하기 위한 수단으로 건설실패연구가 진행되어 왔으며, 건설실패를 이러한 구조적 붕괴로 국한하여 인식하였다. 그러나 점차적으로 실패의 개념은 구조적 붕괴와 안전, 성능, 결함 등을 포함하는 포괄적인 개념으로 확대되고 있다(전용석 2004). 표 2는 국내·외 연구자의 건설실패에 대한 개념과 정의를 요약·정리한 것이다.

표 2. 건설실패의 개념 및 정의

연구자	연도	정의
Leonards	1982	- 기대성능과 측정성능의 받아들일 수 없는 차이
Hadipriono	1985	- 실패는 붕괴와 피로를 모두 의미하고 초기 요구조건대로 성능을 발휘하지 못한 상태
Janney	1986	- 구조적 실패 : 의도한 목적의 안전성이 확보되지 않은 것과 같이 구조적 시스템 또는 구성부에 성능이 감소되는 것 - 시공상 실패 : 시공 중에 발생한 붕괴와 같은 실패
Kaminetzky	1991	- 수행업무의 누락, 불이행과 같은 인간의 행동 등의 실패
전용석	2004	- 구조적 붕괴, 결함뿐만 아니라, 그로 인해 야기되는 안전성의 문제, 성능저하, 잠재적 결함 가능성을 포함하는 포괄적인 개념

2.2 건설실패정보의 분류체계

건설실패정보를 체계적으로 수집하기 위해서는 실패상황을 명확히 표현할 수 있는 분류양식이 필요하며, 이를 통해 수집된 자료를 체계적으로 추적 및 관리함으로써 향후 발생 가능성이 높은 건설실패의 유형과 원인을 손쉽게 파악하고 예방대책을 모색할 수 있다.

건설실패 정보분류 체계에 관한 대표적인 연구인 ASCE(American Society of Civil Engineers)의 'Guidelines for Failure Investigation'에서는 건설실패의 발생시점 및 유형, 실패의 원인을 구분하여 정보체계를 제시하였다. 박찬식(2003)은 건설실패정보를 시설물의 일반정보, 실패상황정보, 실패원인정보, 실패대책정보로 분류하여 정보의 축적이 가능하다고 하였다. 또한, 전용석(2005)은 건설실패정보에 대한 특성을 종합적으로 고려하여 시설물 및 부위, 발생단계, 발생유형, 발생원인, 교훈으로 건설실패정보를 구분하여야 정보의 활용성을 제고할 수 있다고 주장하였다.

이러한 건설실패정보에 대한 분류체계 내용들을 종합해 볼 때, 건설실패정보는 실패발생 당시의 현장상황과 실패발생상황을 명확히 표현할 수 있는 분류체계와 세부항목이 필요하며, 향

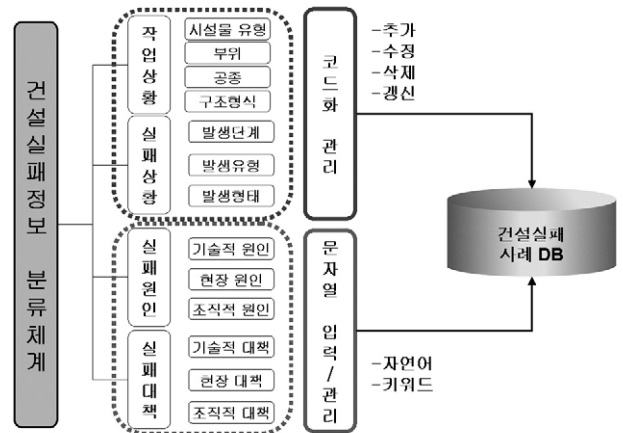


그림 2. 건설실패정보의 분류체계

후 동일한 건설실패의 재발방지와 피해를 최소화하기 위한 대책도 포함되어야 한다.

따라서 본 연구에서는 건설실패정보의 실무 활용성 제고에 반드시 요구되는 특성을 고려하여 작업상황, 실패상황, 실패원인, 실패대책의 네 가지로 분류하여 제시한다. 이는 구축될 시스템 데이터베이스의 핵심 구조이다. 그림 2는 본 연구에서 채용하는 실패정보 분류체계를 도식화한 것이다.

2.2.1 작업상황

건설실패는 시설물의 유형에 따라 다양한 형태로 발생되며, 이는 건설 프로젝트가 갖는 여러 가지 특성에서 기인되기 때문이다. 따라서 건설실패의 특성을 객관적으로 파악하기 위한 체계적인 작업상황의 분류가 필요하다. 본 연구에서는 국내 건설공사에서 발생하는 정보의 교류를 촉진하기 위해 마련된 통합건설정보분류체계²⁾를 적용하는데 무리가 없을 것으로 판단하여 이를 근간으로 작업상황 정보를 분류하고 각각에 포함되는 하위 체계가 시스템에서 코드화 될 수 있도록 한다.

2.2.2 실패상황

실패상황은 실패의 원인을 파악하는데 중요한 정보이다. 작업상황에 따라 분류된 실패는 건설 프로젝트의 계획, 설계, 시공, 유지관리 등의 전 단계에서 발생할 수 있으며, 어느 단계에서 발

2) 통합건설정보분류체계는 건설공사지원통합정보체계의 활용을 촉진하고 건설정보의 공유 및 상호교류를 촉진하기 위해 건설공사의 제반 단계에서 발생하는 건설정보를 체계적으로 분류한 것이다.(건설교통부, 건설정보분류체계 적용기준, 2006. 7)

생되었는가에 따라 피해정도에 영향을 미친다. 또한, 건설실패에 대한 발생형태와 유형을 분석함으로써 반복적으로 발생될 수 있는 실패에 대한 대책마련이 가능하다. 따라서 실패상황에 대한 정보는 발생단계, 발생형태, 발생유형의 세 가지로 구분한다.

2.2.3 실패원인

건설실패는 초기의 기획단계부터 해체 및 폐기단계에 이르는 과정까지 다양한 원인에 의해 발생되며, 실패를 유발하는 원인들은 상호관계를 가지고 복합적으로 발생하는 특성을 가진다. 이러한 건설실패의 원인은 기술적 원인과 과정적 원인으로 구분할 수 있으며, 과정적 원인은 이해력 부족, 잘못된 판단 등 사람의 실수(human error)와 관련되어 있다.³⁾

즉, 기술적 원인은 실패를 발생시키는 직접적 원인에 해당하는 것이며, 과정적 원인은 직접적 원인을 야기하는 간접적 원인이라 할 수 있다. 또한, 간접적 원인은 조직내부에서의 부적절한 정보공유, 업무수행주체 상호간 의사소통의 미흡 등 프로젝트 수행을 위한 조직의 내부에서 발생할 수 있는 조직적 원인과 현장상황을 제대로 인지하지 못해 건설실패를 발생시키는 현장 원인이 포함된다. 따라서 실패원인 정보는 크게 직접적 원인과 간접적 원인으로 분류하고, 직접적 원인에는 기술적 원인, 간접적 원인에는 조직적 원인과 현장 원인으로 구분한다.⁴⁾

2.2.4 실패대책

건설실패에 대한 분석은 작업상황과 실패상황 그리고 실패원인을 파악하고 향후 동일한 실패가 발생되지 않도록 하기 위함이다. 따라서 발생한 건설실패에 대한 원인정보의 분석을 근간으로 대책이 수립되어야 한다. 따라서 실패대책 정보는 실패원인에서 분류된 기술적 원인, 현장 원인, 조직적 원인에 대해 각각 기술적 대책, 현장 대책, 조직적 대책으로 분류한다.

2.3 건설실패정보의 웹 기반 관리 필요성

국내 건설 프로젝트 수행과정에서 발생하는 방대한 실패정보

3) Levy and Salvadori(1992)는 건설실패에 대한 원인을 사람의 실수(human error)와 결부시켰으며, 그 유형을 습득한 지식의 이해력 부족, 받아들인 지식의 잘못된 이해 등을 예로 들었다.

4) 김진대(2005)는 '실패메커니즘 분석을 활용한 건설실패 조사시스템 구축에 관한 연구'에서 건설실패원인간의 상관관계 분석을 통해 건설실패 메커니즘을 규명하였으며, 간접적 원인에 조직적 원인과 현장 원인으로 직접적 원인에는 기술적 원인으로 구분하였다.

는 보고서 등의 비체계적인 문서형태로 존재하고 구체적 자료가 은폐되고 있어, 정보의 공유 및 학습 등에 장시간, 고비용이 소요되는 등 비효율적으로 관리되고 있다.

그러나 최근 IT기술의 발전으로 다양하고 방대한 양의 자료는 컴퓨터를 통해 효율적으로 입·출력 할 수 있으며, 필요한 자료를 시간과 공간에 제약받지 않고 실시간으로 조회 및 활용이 가능하게 되었다. 특히, 웹 기반은 인터넷을 통해 정보가 저장된 컴퓨터에 접근할 수 있는 방법으로서, 정보를 입력, 저장, 검색, 추출을 용이하게 활용할 수 있다.

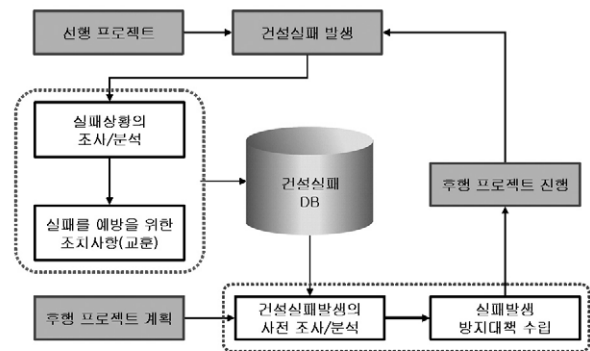


그림 3. 건설실패정보의 개념적 흐름

그림 3은 본 연구에서 개발될 시스템내의 정보의 흐름을 개념적으로 나타낸 것이다. 선행 프로젝트에서 발생한 실패정보를 분류체계에 입각하여 건설실패 데이터베이스에 저장하고, 사용하는 미래에 진행하게 될 프로젝트의 특성에 따라 코드화된 작업상황을 통해 과거 발생된 실패사례를 추론할 수 있다. 또한, 추론된 실패사례에 대한 원인과 대책을 파악함으로써 사전예방 계획을 수립할 수 있다.

3. 시스템의 검색 알고리즘 설계

3.1 사례추론 방법

건설실패사례 정보시스템은 현장관리자 및 실패관련 전문가가 데이터베이스를 통해 지속적으로 정보를 축적·검색할 수 있으며, 사례추론을 통해 효과적인 정보를 실시간으로 제공받을 수 있다.

시스템에서 이루어지는 사례추론 방법에 대해 설명하면, 먼저, 입력된 작업상황, 실패상황, 실패원인 및 실패대책에 대한 정보는 1차적으로 기본 데이터베이스에 저장되지만, 색인기에 의해 파일 시스템의 색인 데이터베이스에 2차적으로 저장된다.

색인이 완료된 건설실패사례정보는 사용자에게 의해 추론이 이

루어지며, 자연어 추론과 키워드 추론으로 구분하여 수행될 수 있다. 추론을 수행한 후 추론한 결과에 대한 유사도를 측정할 수 있으며, 이러한 유사도에 의해 추론에 대한 정확도를 파악할 수 있다. 또한, 현재 상황과 가장 유사한 사례를 추론할 수 있을 뿐만 아니라 유사사례에서 발생된 건설실패 키워드를 통해 2차 추론이 가능하다.

시스템에서 활용되는 엔티티는 크게 건설실패사례와 건설코드, 색인, 사용자로 구분하여 각각의 구체내용이 저장 관리된다. 표 3 은 건설실패사례 엔티티의 정의와 주요 속성을 나타낸 것이다.

표 3. 건설실패사례 엔티티 정의

구분	엔티티	설명(정의)	주요속성(항목)
건설 실패 사례 관리	건설실패사례마스터	건설실패 사례 정보의 수집을 위한 핵심 정보의 저장	사례코드, 사례명, 사고개요, 시설물 유형코드, 시설물 유형 서브코드, 부위코드, 부위 서브코드, 공종, 구조형식, 발생단계, 발생형태, 발생유형, 조직적 원인, 현장원인, 기술적 원인, 조직적 대책, 현장 대책, 기술적 대책, 인덱스 실행여부
	건설실패 사례 프로세스 개선 이미지	건설실패 사례정보의 개선 Process Image의 정보를 저장	대분류코드, 중분류코드, 소분류코드, 소분류 코드명, 코드사용 시작일자
건설 코드 관리	대분류코드	건설실패사례분류 코드의 대분류 코드를 저장	대분류 코드, 대분류 코드명, 코드사용 시작일자, 코드사용 종료일자
	중분류코드	건설실패사례분류 코드의 중분류 코드를 저장	대분류 코드, 중분류 코드, 중분류 코드명, 코드사용 시작일자
	소분류코드	건설실패사례분류 코드의 소분류 코드를 저장	대분류코드, 중분류코드, 소분류코드, 소분류 코드명, 코드사용 시작일자, 코드 사용 종료일자
건설 실패 색인 관리	건설실패 색인	수집된 건설실패 사례정보를 색인하여 저장하는 File System	사례코드, 사례명, 사고개요, 시설물 유형코드, 시설물 유형 서브코드, 부위코드, 부위 서브코드, 공종, 구조형식, 발생단계, 발생형태, 발생유형, 조직적 원인, 현장원인, 기술적 원인, 조직적 대책, 현장대책, 기술적 대책, 인덱스 실행여부, 대분류 코드, 대분류 코드명, 중분류 코드, 중분류 코드명, 소분류 코드, 소분류 코드명
사용자 관리	사용자 정보	건설실패사례기반 추론 시스템의 사용자 정보 관리	사용자 아이디, 사용자 비밀번호, 사용자 이름

3.2 검색 알고리즘 설계

그림 4는 시스템의 사례추론 방법에 따라 건설실패사례에 대한 구체적인 검색 알고리즘을 도식화하여 나타낸 것이다.

1차적인 검색은 계층적인 구조로 데이터베이스에 저장되어 있는 실패사례가 시설물 유형, 부위, 공종, 구조형식 등의 작업상황에 대한 항목으로 분류되는 과정을 거치며, 모든 항목은 코드화된다. 이는 시설물의 유형에 따라 다양한 구조형식으로 존재하고 부위와 공중에 따라 실패에 대한 원인이 상이하기 때문이다.

색인항목에 의해 검색된 실패사례를 통해 프로젝트 관리자는

진행 중인 프로젝트에서 발생할 수 있는 건설실패에 대한 내용과 원인, 그리고 대책에 대해 파악할 수 있다. 또한, 실패원인별 유사도 계산⁵⁾을 통해 2차 검색이 가능하며, 다른 형태의 작업상황, 실패상황 및 대책 등을 추론할 수 있다.

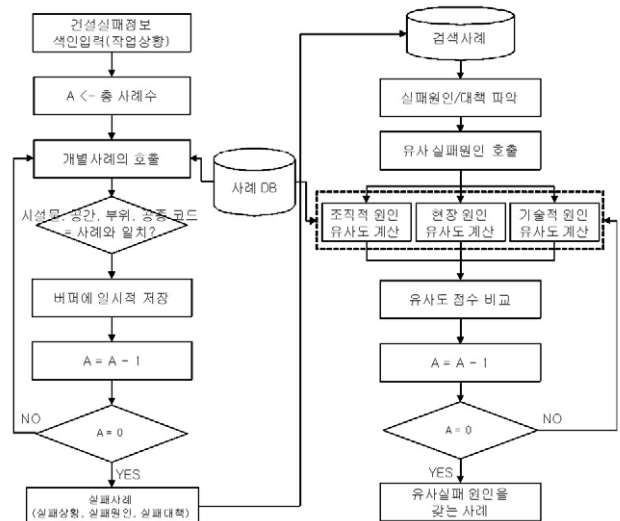


그림 4. 시스템의 검색 알고리즘

4. 시스템의 구축, 검증 및 활용

4.1 시스템의 구조

웹 기반 건설실패사례 정보시스템의 구조는 관리자에 의해 통제되는 건설코드관리모듈과 실패사례를 등록/수정/삭제할 수 있는 등록모듈, 작업상황에 대한 입력을 통해 사례의 색인이 이루어지는 색인모듈, 유사사례를 검색 및 조회할 수 있는 추론모듈의 네 가지 모듈로 구성된다. 그림 5는 시스템의 구조를 도식화한 것이다.

웹 기반 건설실패사례 정보시스템은 작업상황에 대한 내용을 일반화하여 사례등록 및 색인에 의한 추론이 용이하게 이루어질 수 있으며, 등록모듈을 통해 작업상황, 실패상황, 실패원인, 실패대책에 대한 내용이 체계적으로 등록되어 효과적인 추론이 가능하다. 또한, 코드화를 바탕으로 한 색인과정과 문자열을 이용한 추론과정을 분리하여 사용자가 요구하는 정보를 효율적으로 제공할 수 있다.

5) 유사도 계산에 의한 점수는 입력사례와 기존사례에 대한 유사성 척도를 유사성 함수를 사용하여 도출하게 된다. $similarity(T, S) = \sum_{i=1}^n f(T_i, S_i) * W_i$ (T:문제사례, S:사례베이스 사례, n:각 사례의 특성 개수, i:1에서 n까지의 특성 개수, f:유사도 함수, W:특성에 대한 가중치)

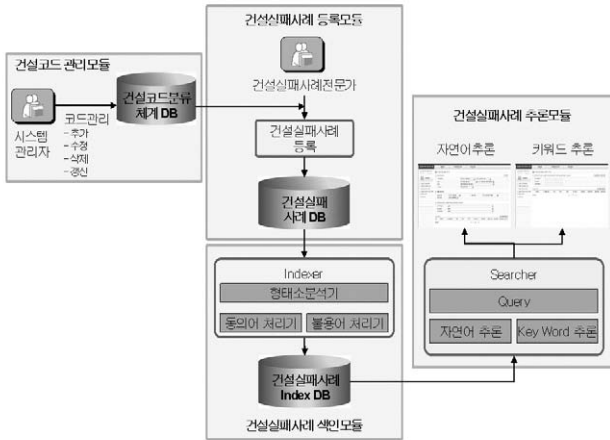


그림 5. 웹 기반 건설실패사례 정보시스템의 구조

4.1.1 건설코드 관리모듈

건설실패사례 추론시스템의 초기 로그인 화면으로서 추론 시스템을 사용하기 위해서는 회원 가입을 통해 사용자 등록을 해야 하고, 로그인을 통해 인증을 받아야 한다.

코드는 한국건설기술연구원의 통합 건설정보분류체계 및 본 연구에서 제시한 분류체계를 근간으로 하였으며, 대분류, 중분류, 소분류 체계로 구성되어 있다. 또한, 등록/수정/삭제/검색 기능을 수행할 수 있으며, 새로운 시설물, 공종, 부위 등은 신규 등록을 통해 관리할 수 있다.

등록된 코드는 코드관리 리스트를 통해 확인할 수 있으며, 해당 조건에 맞는다면 대분류, 중분류, 소분류 코드가 한꺼번에 조회가 가능하다. 신규버튼은 신규등록을 할 수 있는 화면이 팝업 형식으로 생성되며, 검색된 결과의 코드 또는 코드명을 누르면 상세화면이 팝업형식으로 나타난다. 코드의 신규 등록은 대분류/중분류/소분류가 탭으로 분리되어 있다. 해당 대분류를 선택하면 대분류에 맞는 중분류가 재 조회되고, 중분류를 선택하여 중분류에 맞는 소분류코드 및 코드명을 등록하면 등록이 완료된다.

4.1.2 등록모듈

건설실패사례 등록모듈에서는 실패사례를 건설작업상황, 실패상황, 실패원인, 실패대책으로 분류하여 입력·관리할 수 있다. 건설실패사례 정보시스템에 로그인 했을 경우 초기화면은 건설실패사례를 등록하기 위한 화면이 나타난다.

사례등록이 완료되면 화면은 등록화면과 동일하나 데이터는 수정모드로 변환되고, 건설작업상황, 실패상황 및 실패원인 분

류, 건설실패대책에 입력된 내용을 확인할 수 있다.

실패상황분류 및 실패원인분류에 대한 내용과 건설실패대책에 대한 내용입력은 데이터베이스화된 콤보박스를 통해 텍스트로 입력한다. 특히, 이러한 내용들은 구분된 분류체계로 나누어 문자열로 입력할 수 있다.

4.1.3 색인모듈

유사도 측정을 통해 추론되는 건설실패정보는 사용자에게 정확한 정보가 제공되어야하므로 입력된 실패정보에 대한 데이터를 검토하고 이를 선별하여 사례로 등록할 필요가 있다. 이를 위해 실패전문가 또는 시스템 관리자가 정보에 대한 효용성을 검증하여 사례를 등록하는 색인과정을 거쳐야 한다. 즉, 색인과정은 막대한 양의 실패사례가 축적되었을 때, 효용성이 높은 사례만을 추론할 수 있도록 하기 위함이다.⁶⁾

4.1.4 추론모듈

그림 6은 추론모듈을 구체적으로 도식화 한 것으로서, 자연어와 키워드를 추론을 위한 색인은 '건설실패정보 Document'에서 추출된 정보를 파일 시스템의 데이터베이스로 색인할 수 있다. 색인 시에는 한글의 경우 형태소 분석기에 의해 색인되며, 이 때 동의어나 불용어에 대한 처리를 통해 추론 시에 불필요한 단어에 대한 추론을 수행하지 않아 효율적인 추론이 가능하다.

추론에 의해 검색된 목록에 사례 명을 클릭하면 해당 사례의 상세 데이터가 팝업형식으로 나타나 실패사례에 대한 구체적인 내용을 확인할 수 있으며, 조회된 결과를 엑셀파일로 다운로드

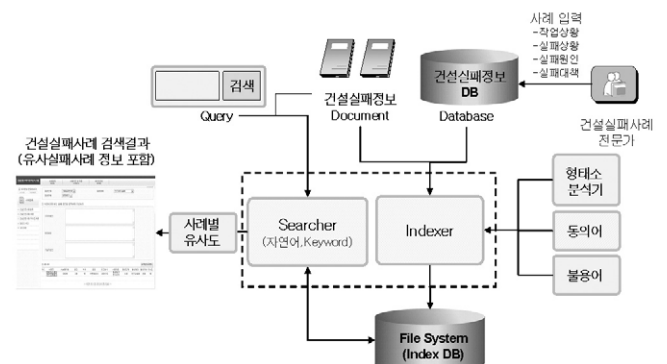


그림 6. 시스템의 추론모듈

6) 사례기반추론은 사례의 조회를 통해 의사결정을 하기 위한 것으로서, 이를 바탕으로 한 시스템의 핵심은 유사도가 높은 사례를 조회하는 것이라 할 수 있다. 따라서, 실패사례를 효율적으로 추론하기 위해서는 색인을 부여할 필요가 있다.

받을 수 있다. 또한, 최종적으로 선택한 건설실패사례의 원인을 키워드로 하여 유사한 실패원인으로 인해 발생된 실패사례를 2차적으로 추론할 수 있다.

4.2 사례연구

본 절에서는 사례연구를 통해 웹 기반 건설실패사례 정보시스템의 타당성을 검증하고자 한다. 시스템의 데이터베이스에 저장된 사례는 기준에 수집된 30개의 실패사례를 입력하였으며, 이를 통해 사례의 입력 및 건설실패의 추론방법에 대해 기술한다.

4.2.1 사례의 개요

본 사례는 연립주택 신축공사 현장의 흠막이 공사 진행 중 발생된 건설실패사례로서, 일반적으로 흠막이 벽체의 버팀보는 대칭적으로 설치해야 하지만, 벽체의 높이가 상이하여 비대칭적으로 설치함으로써 벽체 일부분의 붕괴를 유발하였고, 이로 인해 인접건물이 붕괴 및 파손되는 안전상의 실패가 발생되었다.

표 4. 실패사례 조사결과

사례명	시설물 유형	부위	공종	구조형식
○○연립주택 신축공사	주거 및 상업시설 (공동주택)	지반 및 지하구조 (흠막이 지보부위)	흠막이 및 지보공사	기타 및 혼합구조
실패상황	발생단계	시공단계		
	발생형태	안전상 실패		
	발생유형	부분붕괴		
실패원인	조직적원인	설계기준의 미비 작업완료상태 점검 미흡 의사소통 미흡		
	현장원인	부적절한 현장조사		
	기술적원인	시공성 여부 미점검 하중을 고려하지 않은 설계 현장조건에 맞지 않는 공법 선정		
실패대책	조직적 대책	상이한 흠막이 높이를 고려한 설계기준 마련 작업완료 후 점검강화		
	현장 대책	철저한 현장조사 실시		
	기술적 대책	현장조건을 고려한 시공성 여부 확인 설계단계에서의 정확한 하중 파악 현장조건에 적합한 공법 선정 및 검토		

이러한 건설실패를 통해 파악할 수 있는 정보는 표 4와 같이, 시설물의 유형이 주거 및 상업시설 중, 공동주택이며, 발생단계는 시공단계, 발생유형은 부분붕괴, 발생형태는 안전상의 실패라는 것을 알 수 있다. 또한, 실패원인 중, 조직적 원인으로는 '설계기준의 미비', '작업완료상태 점검 미흡', '의사소통 미흡' 현장원인으로는 '부적절한 현장조사', 기술적 원인으로는 '시공성 여부 미점검', '하중을 고려하지 않은 설계', '현장조건에 맞

지 않는 공법 선정'으로 조사되었다. 즉, 3가지의 원인이 복합적으로 작용한 것을 알 수 있으며, 이에 대한 대책도 원인별로 분류되어 파악되었다.

4.2.2 사례등록

실패사례를 조사한 실패전문가 혹은 현장관리자는 시스템에 로그인 한 후, 등록화면을 통해 실패상황에 대한 내용을 상세히 입력할 수 있다. 등록화면에는 건설작업상황(그림 7) 뿐만 아니라, 실패상황 및 실패원인(그림 8), 실패대책(그림 9)으로 분류하여 입력 및 등록할 수 있다.



그림 7. 건설실패사례 등록화면



그림 8. 실패상황 및 실패원인 등록화면

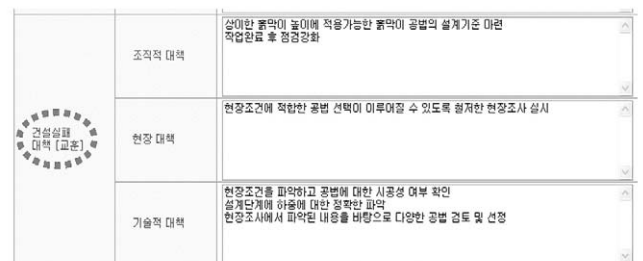


그림 9. 건설실패대책 등록화면

건설작업상황에 대한 내용입력이 있어 사례개요는 작업상황에 대한 구체적인 내용을 입력하게 되므로 색인항목에 의한 추론에서도 세부적인 작업상황을 파악할 수 있게 한다. 또한, 실패상황에 대한 내용입력은 실패상황과 실패원인에 대한 연관성을 파악할 수 있게 하고, 입력된 작업상황과 함께 구체적인 건설실패에 대한 내용을 체계적으로 정리하여 제공하게 된다. 실패대책은 각 실패발생 원인별 분류하여 구체적인 내용을 입력할 수 있어 건설실패가 갖는 복합적인 원인을 파악하는데 유용한 자료로 활용될 수 있다.

4.2.3 실패사례 색인

실패사례에 대한 내용입력이 완료되면 데이터베이스화를 위해 색인과정을 거쳐야 한다. 사례로 등록완료한 ‘00연립주택 신축공사장 붕괴사고’에 대한 사례는 입력과 동시에 데이터베이스에 저장되지 않고 그림 10과 같이 색인여부를 확인할 수 있다.



그림 10. 신규사례의 색인



그림 11. 전체사례의 색인

사례명	시설물유형	부위	공종	구조형식	발생단계	발생형태	발생유형	인덱스
신월주대교 붕괴사고	교량시설	교양시설부위	교양공사	기타 및 혼합 구조	시공단계	경제적 실패	완전붕괴	Y
안양 박달 우회도로 열차사고	교량시설	교양시설부위	교양공사	기타 및 혼합 구조	사용단계	안전상의 실패	균열	Y
강릉도림천 교량의 부분붕괴	교량시설	교양시설부위	교양공사	현수구조	사용단계	경제적 실패	부분붕괴	Y
충주기상 지붕 붕괴리드 단	교육시설	지붕	단층시설	리넨구조	시공단계	안전상의 실패	완전붕괴	Y
대전 신동IC 연결로 교량	교량시설	교양시설부위	교양공사	기타 및 혼합 구조	사용단계	경제적 실패	부분붕괴	Y
주성북한건물의 가시성 출몰이 돌출 (세미나 자료)	업무시설	벽면, 지붕	벽면 및 지붕 공사	기타 및 혼합 구조	시공단계	가능상의 실패	완전붕괴	Y
지하주차장 데크의 붕괴	기타 공공 건축 시설물	지하구조물부위	토공사	리넨구조	사용단계	가능상의 실패	완전붕괴	Y
원소교 붕괴사고	교량시설	교양시설부위	교양공사	구조	시공단계	가능상의 실패	완전붕괴	Y
해운대해수욕장 리넨구조 건물 붕괴	보안/방재시설	기둥	프린트시스템	리넨구조	사용단계	안전상의 실패	부분붕괴	Y
00 연립주택 신축공사장 붕괴사고	공동주택	벽면, 지붕	벽면 및 지붕 공사	기타 및 혼합 구조	시공단계	안전상의 실패	부분붕괴	Y

그림 12. 등록사례의 색인

신규로 입력된 사례는 색인여부에 ‘N’(NO)으로 표시되어 아직 데이터베이스에 저장되지 않은 것을 확인할 수 있게 된다. 이러한 신규사례는 그림 11과 같이 전체사례를 대상으로 하거나 그림 12와 같이 신규데이터를 선택하여 색인할 수 있다. 색인이 완료된 후에는 그림 12와 같이 데이터가 색인되었는지를 확인할 수 있다.

이러한 색인 기능을 통해 중복사례 또는 명확히 조사되지 않은 사례를 데이터베이스화하기 이전에 선별하여 삭제함으로써, 비효율적인 사례의 추론을 사전에 예방할 수 있다.

4.2.4 실패사례 추론

실패사례의 추론은 코드화로 분류된 작업상황, 실패상황에 대한 선택과 실패원인의 키워드를 입력함으로써 가능하다. 그림 13과 같이, 시설물 유형에 ‘주거 및 상업시설’ 항목과 ‘공동주택’ 항목을 선택하고 ‘부적합한 조직’과 ‘의사소통’에 의한 실패원인을 입력하여 추론하면 유사도 측정결과 값과 함께 실패사례가 검색된다. 검색결과 2개의 실패사례정보가 나타났으며, 각각의 유사도는 80.28과 74.26으로 측정된 것을 알 수 있다.

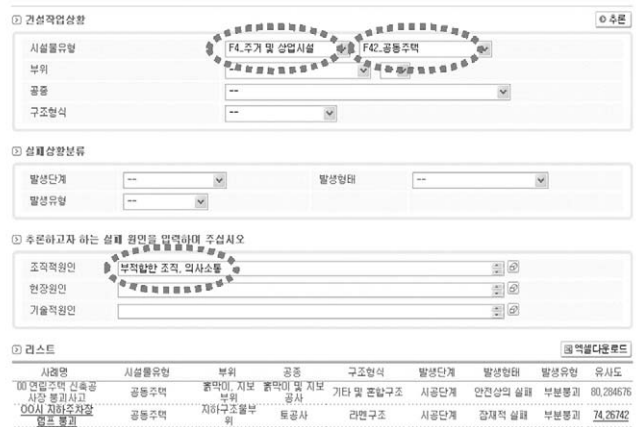


그림 13. 실패사례 추론결과

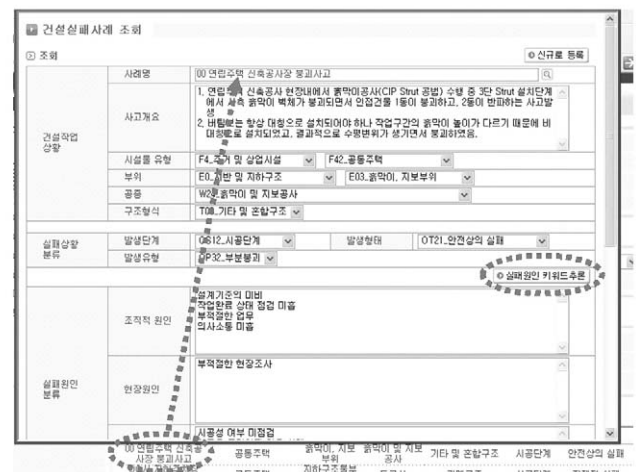


그림 14. 실패사례의 조회

사례를 조회하게 되면 그림 14와 같이, 작업상황에 대한 내용과 실패상황, 실패원인, 실패대책을 구체적으로 제공받을 수 있다. 특히, 실패원인 키워드 추론의 기능은 조회된 실패사례의 조직적 원인과, 현장원인, 기술적 원인의 세부내용을 키워드로 하여 2차적인 추론이 가능하다.

그림 15는 최초로 조회된 실패사례의 조직적 원인에 포함되어 있는 '설계기준의 미비, 작업완료 상태점검 미흡', '부적절한 업무', '의사소통 미흡' 등의 내용과 현장원인에 해당하는 '부적절한 현장조사', 기술적 원인의 '시공성 여부 미점검', '하중을 고려하지 않은 설계', '현장조건에 맞지 않는 공법선정'의 내용을 키워드로 2차추론을 한 결과를 나타낸 것이다. 그 결과, 이러한 원인에 의해 연구 및 과학시설에 해당되는 라멘구조의 건축물이 기획·설계단계에서 기둥부위 토공사 과정 중, 변형에 의한 기능상의 실패가 발생되었음을 파악할 수 있다.

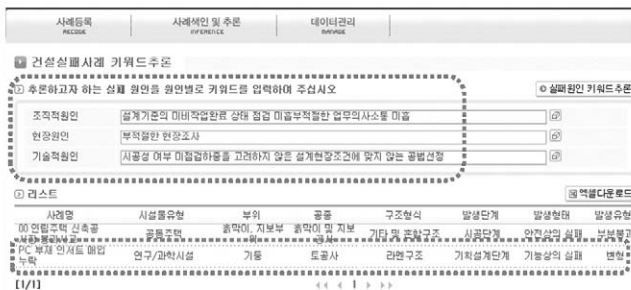


그림 15. 실패원인 키워드를 통한 2차 추론

4.3 시스템의 활용

현재의 건설실무에서 발생되고 있는 건설실패는 그 개념도 명확히 정착되지 못하고 있으며, 프로젝트 구성원들이 발생된 건설실패를 은폐하거나 축소하려는 인식이 강하게 작용하고 있다. 이러한 이유로 현재 국내에서는 지속적으로 발생하는 건설실패 사례를 효율적이고 체계적으로 관리하기 위한 연구가 미진한 실정이며, 건설실패 발생에서 생성되는 정보를 활용하여 이를 개선하고자 하는 노력이 부족하다. 이는 건설실패를 통한 지식과 교훈의 습득기회가 상실되고 있는 것으로서, 프로젝트에 참여하는 구성원 개인의 지식으로 존재하고 있다. 따라서 이를 개선하기 위해서는 이러한 지식과 경험을 공유, 학습하기 위한 시스템의 마련이 필요하다. 본 연구에서 개발한 건설실패사례 정보시스템의 활용방안은 다음과 같다.

(1) 건설실패정보의 체계적 관리

현재 국내에서 발생된 건설실패사례는 보고서, 사례집 등의

문서형태로 수집·보관·관리되어 지고 있어 건설현장에서 발생하는 방대한 양의 건설실패정보를 관리하는데 한계를 가지고 있다. 본 연구의 웹 기반 건설실패사례 정보시스템은 정형화되고 일반화된 분류체계를 통해 지속적으로 발생하는 실패사례를 체계적으로 관리할 수 있다.

(2) 건설실패정보 습득의 시간 및 공간제약 극복

웹 기반의 정보시스템은 건설현장, 건설업체의 직무 수행자들의 다양한 사용자가 시간과 공간(장소)에 대한 제약이 없이 간편하게 실패정보를 습득할 수 있다.

(3) 건설실패에 대한 지식습득 및 교육자료 활용

지속적이고 다양한 형태로 발생되고 있는 건설실패정보는 프로젝트 수행주체 개개인의 지식으로만 존재하고 있을 뿐만 아니라 실패정보가 산발적으로 존재하고 있어 이를 활용하는데 많은 어려움이 따르고 있다. 웹 기반 건설실패사례 정보시스템은 이러한 정보를 통합할 수 있는 도구로 활용할 수 있고, 건설 프로젝트를 수행하는 다양한 구성원들이 간접적으로 지식을 습득할 수 있는 기회를 얻을 수 있으며, 공공기관 및 학교와 기업에서 건설실패에 대한 교육 자료로 활용할 수 있다.

(4) 건설실패발생의 예방대책 수립

건설실패는 유사한 건설 프로젝트에서 반복적으로 발생한다는 특성을 가지고 있지만, 이에 대한 정보를 습득하지 못하면 유사한 원인에 의한 건설실패는 지속적으로 발생될 것이다. 따라서 유사 건설 프로젝트의 과거 실패사례 정보를 통해 발생가능성이 있는 실패원인을 파악하고 대책(교훈)을 습득하여 예방대책을 수립할 필요가 있다. 웹 기반 건설실패사례 정보시스템은 데이터베이스화 된 과거 실패사례를 추론하여 향후 수행하게 될 프로젝트와 가장 유사한 사례프로젝트를 도출할 수 있으며, 이를 통해 빈번하게 발생하는 실패요소의 파악 및 대책수립이 가능하다.

5. 결론

해외 선진외국에서는 이러한 실패정보에 대한 활용성을 인지하고 이에 대한 연구를 지속적으로 수행하고 있지만 국내의 경우 아직 미비한 실정이다. 이에 본 연구는 국내 건설실패 관련 정보의 활용에 관한 한계점 및 문제점을 인식하고 지속적으로 발생하는 건설실패에 대한 정보를 체계적으로 관리, 공유, 학습, 활용할 수 있는 웹 기반 건설실패사례 정보시스템을 구축하기

위한 목적으로 수행되었다.

웹 기반 건설실패사레 정보시스템을 구축하기 위해 선행연구에서 제시된 건설실패정보 분류체계를 시스템화 할 수 있도록 하였고, 웹 프로그래밍과 사례기반추론기법을 적용하여 시스템을 구축하였다. 이를 통해 건설실패정보를 체계적으로 관리하고, 향후 프로젝트에서 발생할 수 있는 실패원인을 파악하여 예방대책을 수립할 수 있도록 활용방안을 제시하였다.

개발된 웹 기반 건설실패사레 정보시스템은 건설실패정보를 체계적으로 관리할 수 있고, 이를 통해 간접적으로 지식을 습득할 수 있는 기회를 제공하며, 건설현장에서 실패예방을 위한 사전대책을 수립하는데 활용될 수 있다. 또한, 건설실패사레 정보를 일괄적으로 관리할 수 있는 기관이 설립되어 건설실패에 대한 구체적인 이해를 돕는 도구 및 교육 자료로 활용하게 되면 건설 산업의 이미지를 개선하고 산업전반의 발전에도 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

그러나 본 연구에서 개발된 웹 기반 건설실패사레 정보시스템은 문서형태로 정보가 제공되는 한계점을 가지고 있으므로, 향후 더욱 효율적인 실패사레 분석을 위해서는 실패발생과 관련한 그림 및 동영상 등이 제공될 수 있도록 해야 할 것이다. 이와 함께, 건설관련 실무자 및 관리자와 근로자들이 건설실패를 은폐 또는 축소하지 않고 이를 교훈삼아 개선하고자하는 인식의 전환과 문화의 조성이 필수적이다.

참 고 문 헌

1. 김진대 (2005), 실패 메커니즘 분석을 활용한 건설실패 조사시스템 구축에 관한 연구, 중앙대학교 석사학위논문
2. 박찬식, 전용석, 신영환, 장내천 (2003), "건설실패정보 분류체계 구축에 관한 연구," 한국건설관리학회논문집, 한국건설관리학회, 제4권, 제1호, pp. 97-105
3. 예태곤 (2003), 사례기반 건설안전 관리시스템의 추론모형, 서울대학교 석사학위논문
4. 장내천 (2002), 건설실패 정보시스템 구축에 관한 연구, 중앙대학교 석사학위논문
5. 전용석 (2005), 건설실패 정보를 활용한 건설 프로세스의 지속적 개선 모델, 중앙대학교 박사학위논문
6. 전용석, 박찬식 (2005), "건설실패정보를 활용한 건설 프로세스의 지속적 개선 모델의 개념적 틀에 관한 연구," 한국건설관리학회논문집, 한국건설관리학회, 제6권, 제1호, pp. 195-204

7. 중앙대학교 건설실패연구회(<http://www.contil.org>)
8. FitzSimon, Neal (1985), "Notes on Statistics of Failures of Constructed Works," Reducing Failures of Engineered Facilities, Conference Proceeding Paper ASCE, pp. 11-13
9. FitzSimon, Neal and Vannoy Donald (1984), "Establishing Patterns of Building Failures," Civil Engineers, ASCE, Vol. 54, No. 1, pp. 54-57
10. Hadpripriono, Fabin (1985), "Anlysis of Events in Recent Structural Failures," Journal of Structural Engineering, ASCE, Vol. 111, No. 7, pp. 1468-1481
11. Janney, Jack R. (1986), Guide to Investigations of Structural Failures, U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration
12. Kaminetzky, Dov (1991), Design and Construction Failures, McGraw-Hill
13. Leonards, Gerald (1982), "Investigations of Failures," Journal of the Geotechnical Engineering Division, ASCE, Vol. 108, No. 2, pp. 187-246
14. Levy, Matthys and Salvadori, Mario. (1992), Why Buildings Fall Down, W.W. Norton
15. Russell, J. S. (1994), Lessons-Learned and Constructability Review Databases, WISDOT Research #92-07, University of Wisconsin-Madison Technical Report 116
16. The Technical Council on Forensic Engineering of ASCE (1989), Guidelines for Failure Investigation, ASCE
17. Wardhana, Fabin (2003), "Study of Recent Building Failures in the United States," Journal of Performance of Constructed Facilities, ASCE, Vol. 17, No. 3, pp. 151-158

논문제출일: 2008.08.27

심사완료일: 2008.09.22

Abstract

In order to encourage construction practitioners to acknowledge failures and disseminate the information, the failure information must be documented and accumulated with a well-structured format, which contains not only the fact and result but also the circumstance and cause of the failure. In the Korean construction industry, many failures are not explained clearly and often not even reported publicly, partly because due to the lack of understanding positive aspects of failures, which can improve construction practices as a result of learning from failures. The purpose of this study is to develop a web-based construction failure information system using the case-based reasoning techniques, which can systematically accumulate, manage, and share the valuable failure information using a structured failure cases database. It can be utilized for planning proactive solutions on future failures by searching the very similar past failure cases.

Keywords : Construction Failure, Construction Failure Information, Construction Failure Information Classification, Case-Based Reasoning Method, Web-Based Information system of Construction Failure
