

설계 안전성 검토 제도의 실효성 분석과 개선방안 제안 - 국내 추락 사고 사례 분석 중심으로 -

A Study on the Effectiveness of Design for Safety Review and Suggestion for Improvement

김정원* 유정호**

Kim, Jung-Won, You, Jung-Ho

요 약

2015년 국토교통부는 거듭된 건설현장 안전대책에도 불구하고 여전히 줄지 않는 건설 산업재해를 감소시키기 위해 설계 안전성 검토 (Design for Safety) 제도를 도입하였다. 설계 안전성 검토는 건설현장의 재해 발생을 미연에 방지하기 위해 설계단계에서 위험요소를 사전에 발굴 및 위험성을 평가하고 위험요인을 설계 단계에서 제거 저감함으로써 시공 과정의 안전성을 확보하는 것에 목적이 있다. 하지만 현재 설계 안전성 검토가 시행되고 있지만 2014년 공공기관에서 발주하는 공사에 재해율은 0.43%이고 2017년 재해율은 0.46%로 증가추세를 보여 설계 안전성 검토 실효성 여부 파악이 필요하다고 생각되었다. 따라서 본 논문은 국내 설계 안전성 사례를 분석하고 해외 사례와 비교 검토하여 설계 안전성 검토 적용 개선 방안을 스코어링 기법을 이용한 체크리스트 개발을 통해 제안하고자 한다.

키워드: 설계 안전성 검토, 스코어링 기법, 체크리스트

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

우리나라는 세계 10위권의 경제 성장을 이뤘음에도 불구하고 산업재해 사망률은 OECD 국가 중 최고 수준에 머무르고 있다. 고용노동부의 2017년 산업재해현황분석에 따르면 '건설업' 재해자 수는 '기타의 사업'의 뒤를 이어 2위로 나타났다. 지금까지의 연구들은 대부분 재해 요인 분석, 건설 근로자 안전의식 및 행동, 현장 안전관리 실태 등을 분석 및 관리 방안을 제시하는 연구들이었으나 안전사고를 줄이기 위해서는 새로운 개념의 안전관리 방안 연구가 필요하다고 생각된다. 국토교통부에서는 거듭된 건설현장 안전대책에도 불구하고 여전히 줄지 않고 있는 건설산업부문 안전사고를 감소시키기 위해 '건설현장 안전 관리체계'를 2014년 발표하였다. 대책의 주요내용은 시공자와 감리자에게만 의존해왔던 시공단계 중심의 안전관리체계를 설계, 시공, 준공단계를 아우르는 설계 안전성 검토 (Design for Safety)의 도입이면 이는 2016년부터 법 제화되어 시행되고

있다.

하지만 설계 안전성 검토가 시행 된지 3년이 지났지만 제대로 수행되고 있지 않아 유명무실한 제도로 전락할 것이라는 우려가 커지고 있다. 설계 안전성 검토가 제대로 수행되고 있지 않은 문제점으로는 설계 안전성 검토 자문위원의 자격의심 및 가이드라인 부재, 설계자의 업무 범위 증가로 인한 설계자의 부정적인 인식, 공사비 증액 부담, 계획설계부터 검토가 이루어지지 않고 실시설계가 끝나고 난 뒤에 검토가 이루어지기 때문에 안전검토보고서만 작성하는 수준에 머무르고 있는 점 등이 있다.

따라서 본 연구는 스코어링 방법을 통한 설계 안전성 검토 적용의 개선방안을 제안하고자 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 국내 설계 안전성 검토 활성화 노력의 일환으로 국내 설계 안전성 검토의 저해요인을 파악하고 국내 설계 안전성 검토 절차와 해외의 우수 설계 안전성 검토의 차이 분석을 실시하고 국내 설계 안전성 검토 절차의 개선 방안을 도출해 나아갈 것을 목표로 한다.

연구의 목적을 달성하기 위한 연구의 흐름은 다음과 같다.

(1) 지금까지 국내에 적용되었던 설계 안전성 검토에

* 광운대학교 대학원 건축공학과 학사과정, jeongwon55@kw.ac.kr

** 광운대학교 대학원 건축공학과 교수, 공학박사(교신저자)
myazure@kw.ac.kr

대한 제도와 절차를 이해하기 위해 선행연구를 정리한다.

(2) 설계 안전성 검토의 실효성이 있는지 확인하고 없다면 실효성이 없는 원인의 가설을 설정한다.

(3) 국내 설계 안전성 검토의 실효성이 없는 원인을 찾기 위해서 설계 안전성 검토를 적용한 공사의 사례를 추락 사고를 중심으로 분석한다.

(4) 도출된 원인을 중점으로 해외 우수 설계 안전성 검토 절차 및 제도와 우리나라 설계안전성 검토 절차 및 제도의 비교분석을 실시한다.

(5) 분석을 통하여 우리나라 건설산업 특성에 맞게 개선방안을 제시한다.

2. 설계 안전성 검토의 예비 고찰

2.1 설계 안전성 검토의 정의

설계 안전성 검토란 건설현장의 재해 발생을 미연에 방지하기 위해 설계단계에서 위험요소를 사전에 발굴 및 위험성을 평가하고 위험요인을 설계 단계에서 제거 저감함으로써 시공 과정의 안전성을 확보하는 것이다.

2.2 선행 연구 고찰

건설현장의 안전관리나 재해 현황 분석 등과 관련하여 많은 연구들이 수행 되었으나 설계 안전성 검토와 관련된 연구는 아직 부족한 실정이다. 이를 위해 국토교통부에서는 '건설 공사 안전관리 업무 매뉴얼(2014)'를 통해 건설공사 위험요소 체크리스트를 개발하였다. (Kim, 2019)는 건설안전 강화를 위한 설계 안전성 검토의 제도적 실행력 강화방안을 제시하였다.

(You et al, 2018)은 우리나라 설계 안전성 검토 적용의 설계 사무소의 부정적인 인식 수준분석과 해결 방안을 제시 하였다.

(Kim et al)은 설계 안전성 검토를 효과적으로 적용하기 위한 단위작업별 분석 방법을 제시하였다.

(Hong, 2004)는 설계 안활용한 안전성 검토 개념을 설계 안전관리정보모형을 제시하였다. 앞서 많은 연구들이 제도적인 방법, 기술적인 방법들을 통해서 설계 안전성 검토 적용 방안을 제시하였지만 실효성 여부에 대한 연구가 필요하다고 생각이 되었다.

3. 국내 제도와 해외 제도 비교 분석

3.1 국내 제도 분석

국토교통부는 설계 안전성 검토 절차 각 단계별로 발주

자, 설계자, 시공자 및 건설사업관리기술자가 수행하여야 할 업무 내용, 절차 체계, 활용 예제 등을 포함한 매뉴얼과 일반 절차를 개발하였다.

준비단계로 설계 안전성 검토 대상 목적물의 확인 및 목표설정을 하고 설계 안전성 검토 팀 구성 및 발주자와의 협의를 통해 설계안전 보고서 검토 시기를 협의하고 대표 설계자 및 공종별 설계자 검토 팀을 구성한다. 구성된 팀은 재해사례, 작업절차서, 실시설계도면, 시방서, 내역서, 수량산출서, 각종 계산서 등의 설계도서 및 사례 분석을 실시한다.

실시단계에서는 설계 안전성 검토 팀이 대표 설계자와 공종별 설계자와 함께 위험요소를 파악한다. 위험요소를 파악할 때는 위험성 추정 및 평가를 실시하고 위험성 허용 여부를 결정하게 된다. 위험성 저감대책의 검토 및 수립하고 저감대책을 반영한 위험성을 평가한다. 도출된 저감대책을 이행하고 잔존 위험요소를 파악 후에 안전관리 문서에 기록을 하고 실시단계에서 이루어진 모든 과정 및 결과를 기록한다.

3.2 해외 제도 분석

3.2.1 미국 (PtD)

미국 OSHA(Occupational Safety and Health Administration)에서 제시하는 설계 안전성 검토 절차는 다음과 같다. PtD에서 설계 전문가는 건설 안전을 위한 효과적인 수행을 위해서 안전전문 기술을 보유한 다양한 전문가를 참여시켜 협업하여 설계 안전성 검토를 실시한다. 설계 안전성 검토 조직은 건설공사의 잠재적인 위험요소를 파악한 뒤 각각의 위험요소에 대한 위험성을 평가한다.

PtD는 개념설계단계에서부터 30%, 60%, 90% 시점에서 중점 안전설계를 하는 것이 특징이다. 추가적인 위험제어위해 발주자, 시공자와 함께 설계자는 함께 도면을 검토하고 시공을 위한 도면을 발행한다.

PtD 설계자들에게는 PtD설계를 위한 설계 체크리스트, 구성원들 간에 의사결정 지원도구 등이 지원된다. 또한 위험요소를 파악하기 위하여 What if 분석, 결함수 분석등의 다양한 기법들이 사용된다.

3.2.2 싱가포르 (DfS GUIDE)

싱가포르에서는 설계 안전성을 검토하기 위하여 DfS GUIDE라는 설계 검토 과정을 도입하여 사용하고 있다. DfS GUIDE는 설계 안전성 코디네이터가 주도하여 설계 안전성을 검토하고 주요 공사 참여자인 발주자, 설계자, 시공자가 함께 참여한다. 설계 안전성 코디네이터가 위험요소

를 파악하고 관리하며 DfS GUIDE를 이끌어 나간다.

DfS GUIDE의 절차는 다음과 같다.

Step 1 G (Group together) : 주요 공사 참여자들로 구성된 설계 안전성 검토 팀을 구성한다.

Step 2 U (Understand) : 전체 설계 개념을 이해한다.

Step 3 I (Identify) : 설계 또는 시공방법에서 기인하는 위험요소에 대해 파악한다.

Step 4 D (Design) : 위험요소를 제거하거나 감소시킬 수 있는 설계를 이끌어 나간다.

Step 5 E (Enter) : 안전보건 또는 감소될 수 있지만 아직 존재하는 위험에 영향을 주는 결정적인 설계변경을 포함한 모든 정보를 안전 관련 문서에 기록한다.

DfS GUIDE 설계 검토 과정에서 Step 3과 Step 4는 반복적으로 이루어져야 하며 설계 안전성 검토 과정에서 파악된 위험요소가 모두 제거되어 설계 검토에서 더 이상 설계 변경이 필요없다고 생각 될 때 까지 반복을 실시한다.

DfS GUIDE는 GUIDE1, GUIDE2, GUIDE3의 3단계로 이루어지며 GUIDE1에서는 개념설계검토, GUIDE2에서는 상세설계 및 유지관리 검토, GUIDE3에서는 시공 전 설계 검토로 이루어진다.

설계 안전성 검토 제도의 실행을 위해 발주자가 공사 관련 정보가 연속적으로 전달될 수 있도록 적절한 자격을 갖춘 코디네이터를 임명하고 코디네이터는 위험요소를 파악하고 GUIDE를 이끌어 나간다. 코디네이터는 유지관리를 위해 시공 결과물을 발주자에게 인계 할 때 까지 프로젝트의 설계에서부터 일관되게 진행하도록 하며, 개념설계 단계부터 가능한 한 일찍 투입되는 것을 권장한다. 코디네이터는 독립적인 개인의 자격으로 프로젝트 팀에 참여하거나 팀 내에서 코디네이터의 역할을 부여받아 업무를 수행 할 수 있다.

3.2.3 영국 (CDM)

영국의 Construction Design and Management regulation (CDM)규정은 설계자와 발주자의 업무로 설계 안전성 검토가 의무화 되어 있다. 설계단계는 주설계자, 주도급업자가 적절한 시기에 선임이 되어야 하고 주 설계자는 공사 이전단계를 계획, 관리, 모니터링하여 위험요소 없이 공사를 수행하도록 안전, 보건과 관련된 문제를 조정한다.

전문가를 선정하기 위해서는 안전보건 관리를 위한 경험과 전문 지식, 기술, 경험이 있는지를 확인해야 하고 개인이 아닌 기관을 선정할 경우에는 설계 안전성 검토를 위한 시스템이 갖추어져 있는 지 확인해야 한다.

CDM에서 발주자는 건설공사 초기단계에서 설계자와 시공자등 관련자들에 충분한 공기와 자원 등을 제공하고 실현 가능한 현장정보를 제공해야 한다. 설계자는 공사기간 중공 이 후에 건축물을 사용 시 발생할 수 있는 위험요소

를 제거하고 통제하는데 목표가 있다. 주설계자는 설계 작업이 수행되는 단계에서 주도급자는 건설단계에서 건강, 안전을 계획하고 모니터링하여 조정하는 것이 목적이다.

발주자는 초기단계인 설계단계부터 발주자의 의무를 대신 할 주 설계자를 지명하여야 하며 공사단계에서는 주 시공자를 지명 하여야 한다. 발주자는 주 설계자와 주 시공자 상이에 정보가 공유되도록 해야 하며, 안전환 설계와 공사의 안전관리가 제대로 수행될 수 있도록 건설공사 전체에 걸쳐 발주자가 주도적으로 안전관리를 진행하는 것이 발주자의 안전관리의 중점이다.

3.3 국내와 해외의 설계 안전성 검토 비교

국내에서도 설계 안전성 검토가 법제화 되어 2016년부터 공공에서 발주하는 공사 중 건설기술진흥법 시행령 제98조 1항에 따른 안전관리계획을 수립하여야 하는 공사에 대해 설계 안전성 검토가 이루어지고 있다.

싱가포르에서는 DfS GUIDE라는 설계 안전성 검토 과정을 도입하면서 설계 안전성 코디네이터가 주요 공사 참여자인 발주자, 시공자, 설계자등을 모두 참여시켜 협업하여 설계 안전성 검토를 수행하고 있다.

영국의 CDM제도는 설계 초기부터 주설계자에 의해서 개념설계 단계부터 설계 검토를 주관하고 주도급자와 함께 설계 안전성 검토를 수행해나간다.

국내의 설계 안전성 검토 제도를 해외 사례와 비교해 보았을 때 아직 국내 실무자들에게는 설계 안전성 검토에 대한 인식이 부족하고 설계 안전성 검토에 대한 부정적인 인식이 있다. 또한 해외의 경우 싱가포르의 DfS 코디네이터와 영국의 주설계자와 주도급자같이 설계 안전성 검토를 주도해나갈 수 있는 전문 인력이 존재하지만 시행 초기인 우리 나라같은 경우 전문 인력 부족과 자격위원의 자격 의심이 들어 설계 안전성 검토가 보고서 작성에만 머물러 있는 실정이다.

4. 스코어링 방법을 통한 개선방안 제안

4.1 국내 설계 안전성 검토 사례 분석

현재 국내에서 실행되고 있는 설계 안전성 검토가 어떻게 이루어지고 있는지 조사해보기 위해 시설안전공단에서 2018년에 배포된 설계 안전성 검토 사례집을 참고하였다.

검토 사례 중 추락 사고를 방지하기 위한 설계 안전성 검토가 어떻게 이루어져 있는 지 분석해보았다.

우선 위험요소가 무엇인지 도출된 다음 위험요소가 설계 단계에서 해결될 수 있는 지 시공단계에서 해결될 수 있는 지에 대해 조사한다. 다음으로는 위험요소를 제거, 대체, 기술적 제어, 관리적 통제, 개인보호구 등 어떠한 방법을 통

해 관리할 것 인지에 대해 검토한다. 최종적으로 설계자는 위험요소를 관리할 대안을 선정하고 설계 안전성 검토 기술위원회의 평가를 받게 된다.

4.2 체크리스트 개발을 통한 스코어링 평가 방식

현재 국내 설계 안전성 검토에서는 제도 도입 초기임으로 적절한 검토를 하고 있는지에 대한 전문가의 부족 및 자격 의심이 큰 설계 안전성 검토 적용의 큰 저해 요인이다. 또한 설계 안전성 검토의 가이드 라인 부재 또한 저해 요인 중 하나로 꼽을 수 있다.

이를 해결하기 위해 스코어링 방법을 이용한 체크리스트 방법을 제시한다. 현재 설계 안전성 검토 자격심사는 심사위원의 주관적인 평가가 들어가지만 현재 우리나라 설계 안전성 검토의 전문가 수준으로는 적절하게 평가가 되었고 안전한 설계인지 확신할 수 없다. 따라서 객관적인 평가가 가능한 체크리스트의 개발을 통해 이러한 문제를 해결하고자 한다.

체크리스트는 국내 재해 사례를 통해 위험요소가 생길 수 있는 부분을 방지할 수 있도록 점검항목을 생성하고 항목별로 가중치를 두어 점수를 매길 수 있게 하는 방식으로 작성하여 현행 제도와 함께 이루어져 자문위원의 주관적인 평가와 더불어 객관적인 평가도 함께 이루어 질수 있도록 한다.

5. 결론

국내 건설업의 안전사고를 줄이기 위해서는 지금 시행되고 있는 설계 안전성 검토의 개선이 이루어지는 것이 중요하다. 본 연구에서는 현재 국내에서 이루어지고 있는 제도와 해외 우수 사례를 비교하여 국내 설계 안전성 검토 제도의 저해요인을 도출하고 이를 해결할 수 있는 개선 방안으로 스코어링방식을 통한 체크리스트 개발을 제안하였다.

앞으로 발생하는 안전사고 유형과 원인의 분석을 통해 체크리스트 작성과 항목별 가중치를 설정하여 설계 안전성 검토의 적용의 개선을 이룰 수 있을 것이라고 생각된다.

참고문헌

- 이군재 (2018). “건설 현장 환경 개선을 위한 설계 안전성 검토 활용방안”, KIEAE Journal, Vol18.
- 김진원 (2016). “설계의 안전성 검토를 위한 건설공사 단위 작업 분석”, LHI Journal Vol No.4.
- 김진원 (2018), “설계의 안전성 검토 업무의 효율성 증대를 위한 공동주택 건설 공사의 단위작업별 재해위험성 평가.” 대한건축학회 논문집 구조계 Vol.34회.
- 신주원 (2019), “설계 안전성 검토 제도현황 및 개선 방안” 한국건설관리학회.
- 유성곤 (2016). “설계사무소의 DIS 인식수준 분석 및 해결 방안”, 한국건축시공학회 학술,기술논문발표회 논문집.
- 신원상 (2019). “발주자 및 설계자의 DIS 업무수행능력 분석 및 향상방안”, 한국건설관리학회 논문집 Vol.20 No.5
- 지경환 (2019). “설계안전성 적용을 통한 안전사고 예방을 위한 안전개선 연구” Hazard Mitig. Vol.19, No.2
- 국토교통부 (2017). “설계 안전성 검토 업무 매뉴얼”
- 국토교통부 (2018). “설계안전검토보고서 사례집”

감사의 글

본 논문 작성에 도움을 주신 유정호 교수님께 감사의 말씀 드립니다.