

설계안전성 검토(DfS) 제도현황 및 개선 방안



신주열 한국시설안전공단 평가본부장, juyeoul@kistec.or.kr

1. 서론

지속적인 노력에도 건설현장의 사고는 지속되고 있다. 용인 물류센터 옹벽붕괴, 평택 교량붕괴, 남양주 타워크레인 전도사고 및 최근 상도유치원붕괴사고 등이 대표적이다. 건설재해 발생 원인을 분석한 결과, 계획 및 설계단계의 원인(45%)이 시공 원인(약 38%) 보다는 많은 부분을 차지한다(그림 1). 또한 건설 현장 의사결정 정점에 위치한 발주자가 건설현장 안전관리에 가장 큰 영향을 미친다. 이에 착안하여 건설과정 중에 발생할 수 있는 위험요소를 사전에 발굴하여 설계단계에서부터 안전을 고려한 설계(Design for Safety : 설계안전성검토)를 실시하는 제도를 2016년 국내에 도입하였다.

건설현장 안전관리 핵심 책임소재를 시공사에서 발주자로 옮기는 발주자 중심의 안전관리가 DfS의 핵심 요소이다. 발주자가 건설 전 단계 안전관리의 중심에 위치하여 설계단계에서부터 시공과정 중에 발생할 수 있는 위험요소를 발굴하고, 설계사로 하여금 설계 시 이를 배제할 수 있는 설계를 하도록 하는 것이다. 설계 시 배제하지 못한 잔여 위험요소는 발주자가 시공사에게 제공하여 안전관리계획 수립시 반영하여 안전하게 건설될 수 있도록 하고 있다.

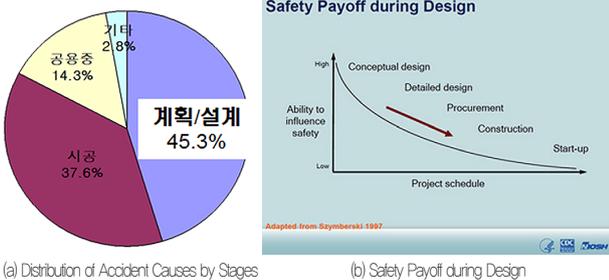


그림 1. Distribution of Accident Causes and Influence by Stages

DfS는 영국 안전보건청(Health and Safety Executive) CDM(Construction Design Management Regulation) 제도에서 그 유래를 찾을 수 있으며, 발주자를 안전관리의 정점에 두는 것이 특징이다. 또한 건설현장 안전 확보는 시공과정의 안전뿐만 아니라 건설 전 과정에서 고려되어야 하며, 특히 발주자를 건설현장 안전관리의 정점에 두고 권한과 책임을 부여하도록 하고 있다. 발주자가 전문 인력을 확보하지 못하였거나 참여 인력의 전문성이 부족할 경우에는 안전전문가(Safety Coordinator)를 별도로 지정하고 선임된 SC가 기획에서 준공까지 발주자의 책임과 권한을 대행하도록 한다.

국내에 도입된 DfS제도는 발주자에게 건설 전 과정의 안전관리 책임주체로 지정하고 책임과 권한을 부여하여 발주자 중심으로 설계단계에서부터 준공까지의 모든 과정의 책임을 담당하도록 하고 있다.

2. DfS 제도현황

2.1 DfS 용어

DfS에 대한 이해를 돕기 위하여 주로 사용되는 용어를 정리하면 아래와 같다.

- 설계안전성검토 : 건설현장의 재해발생을 미연에 방지하기 위해 설계단계에서 위험요소를 사전에 발굴 및 위험성을 평가하고 위험요인을 설계단계에서 제거 또는 저감함으로써 시공과정의 안전성 확보하는 것
- 설계안전성 검토보고서 : 위험요소별로 위험요소, 위험성, 저감대책을 작성한 보고서
- 위험요소 프로파일(hazard Profile) : 건설사고 사례분석 등

을 통해 위험요소와 위험성을 공사, 공중, 사고원인 등에 따라 분석하여 저감대책을 제시한 체크리스트

- 위험요소(hazard) : 대상시설물 고유의 위험요인으로 회피할 수 없지만 저감이 가능한 요소
- 위험성(Risk) : 물적, 인적피해 원인의 사고결과와 발생빈도(Likelihood) 및 심각성(Severity)으로 나타냄
- 저감대책(Alternative) : 설계/발주/시공/사업관리 · 감독 단계로 구분하여 발주자, 설계자 및 사업관리 · 감독자의 조치내용

2.2 DfS 법령체계

- 건설기술진흥법(법62조 제18항, 시행령 제75조의 2) : 발주청은 안전관리계획을 수립하는 건설공사(영98조 제1항)의 실시설계를 할 때에는 기술자문위원회를 하여금 시공과정의 안전성 확보 여부를 검토하여야 한다. 검토결과 개선이 필요하다고 인정되는 경우에는 보완 · 변경 등 필요한 조치를 한 후, 발주청은 검토결과를 국토부 장관에게 제출토록 하고 있다.
- 건설공사 안전관리 업무수행 지침(국토교통부 고시 '16.10.31) : 발주청, 설계자, 시공사 및 건설사업관리기술자의 안전관리 임무를 세부적으로 기술하고 있다.
- 설계안전성검토 업무 매뉴얼(국토교통부 '17.5) : 설계안전성 검토보고서의 작성 절차와 방법, 관계자들의 업무내용 및 외국의 검토사례, 설계안전성 검토사례, 보고서 목차 등을 수록하고 있다.

2.3 DfS 작성대상

설계안전성검토 대상 건설공사는 건설기술진흥법 시행령제 98조 제1항에 따른 안전관리계획 작성대상공사로 아래와 같은 공공발주 건설공사의 실시설계가 대상이 된다.

- 시트법 대상 1종 및 2종 시설물의 건설공사
- 10m 이상 굴착공사 및 폭발물을 사용하는 공사
- 10층 이상 건축물의 건설, 리모델링 및 해체공사
- 항타, 항발기, 타워크레인 및 천공기(10m 이상)
- 가설구조물 구조안전성 확인 대상 건설공사 등

2.4 설계사의 DfS 절차

설계사가 실시하는 설계안전성검토 수행절차는 <그림 2>와 같다. 실시설계 시 설계자는 발주청의 과업지시서, 발주청이 제시

한 해당 건설공사의 위험요소 및 시설안전공단이 제공하는 위험요소 프로파일을 다운받아 해당공사에 맞는 위험요소를 발췌한 후, 각각 위험요소에 대한 위험성을 평가한다. 위험요소 중 무시 또는 수용할 만한 수준 이상의 위험요소는 저감대책을 수립하여 설계에 반영한다. 설계가 80%정도 진행되면 설계자는 설계안전성검토보고서를 발주청에 제출하게 된다. 성공적인 DfS를 위해서는 설계참여자가 DfS에 대한 정확한 이해와 적성 기준 및 표현 방식을 숙지하여야 하고 경험과 충분한 검토 자료를 확보하여 해당 공사에서 발생할 수 있는 위험요소를 철저히 발췌하고 객관적인 대안과 제거방안을 마련해야한다. 설계자는 필요시 관련 전문가 자문을 통하거나 주관적인 판단이 필요할 때도 있다.

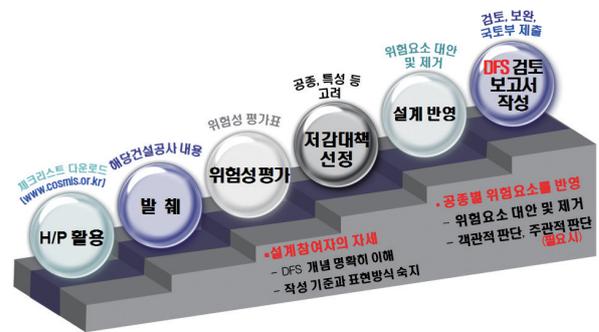


그림 2. Design for Safety Review Procedure

2.5 발주자의 DfS 승인 및 제출

발주청은 제출된 DfS보고서를 자체 기술자문위원회를 활용하여 검토를 실시하고, 보완이 필요할 경우에는 설계사에게 보완지시를 하여야 한다. 승인된 DfS보고서는 발주청이 국토교통부(시설안전공단)에 제출하여야 한다. <그림 3>

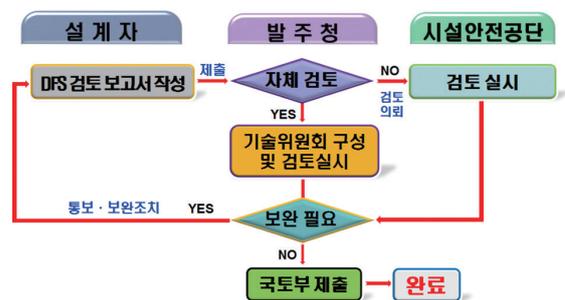


그림 3. Design for Safety Review Report Review Procedure

3. DfS 제도개선 방안

DfS 제도는 발주청 중심의 건설현장 안전관리체제로 추진 흐름은 <그림 4>와 같다. 실시설계 발주 시 발주청이 먼저 위험요소 발굴하여 설계자에게 제시하여야 한다. 설계자는 발주청이

제시한 위험요소와 자체 발굴한 위험요소를 고려하여 안전설계를 실시하고 설계안전성검토 보고서를 작성하여 발주청에 제출하고 검토·승인을 받는다. 제출받은 발주청은 보고서를 검토·승인한다. 그 이후 발주청은 잔여 위험요소를 정리하여 시공사에게 제공하고 시공사는 잔여위험요소에 대한 제거방안을 안전관리계획 수립에 포함하여 발주청의 승인을 받는다. 그러나 아직은 DfS제도 국내도입 초기단계로 시행에 있어 혼선과 어려움이 많다 할 수 있으며 제도 또한 보완 및 개선해야 할 내용들이 산재해 있다. 향후 연구개발 및 제도개선을 통해 보완·발전시켜야 할 항목들을 정리하면 아래와 같다.

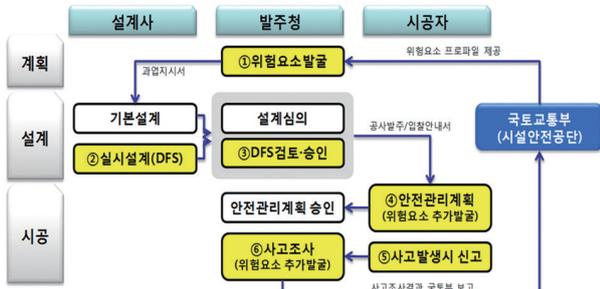


그림 4. Construction Site Safety Management System

3.1 위험요소 프로파일의 지속적인 현행화

DfS 제도의 성공적 정착여부는 DfS 시행의 기초자료가 되는 위험요소 프로파일 Data Base를 잘 구축하고 공종별로 발생될 수 있는 위험요소를 잘 발굴하여 그에 맞는 대안을 제시함으로써, 설계자가 쉽게 안전설계를 하도록 하는데 있다고 할 수 있다. 위험요소 프로파일은 건설현장에서 발생 가능성이 높아 제거해야 할 위험요소를 정리한 것이다. 현재 시설안전공단은 건설공사안전관리시스템(COSMIS)을 통하여 공종별로 약 450개의 위험요소를 등재하여 관리하고 있다. 현 위험요소 프로파일은 DfS제도 시행 준비단계에서 공단과 토목학회와 공동으로 2014년 개발한바 있다.

그러나 현장여건에 적합한 위험요소 도출을 위해서는 DfS 보고서, 안전관리계획, 사고분석자료 등에서 제시된 위험요소를 발췌하여 위험요소 프로파일을 정기적으로 현행화 할 필요가 있다. 현재 시설안전공단에서 반기별로 현행화를 추진하고 있으나, 발주청, 설계자 및 학계에서도 이에 대한 연구 및 자료축적 필요하다.

3.2 DfS 관리시스템 구축

건설단계별로 발생될 수 있는 위험요소를 잘 관리하고 정보를 제공하는 스마트한 설계안전성검토 시스템 구축이 필요하

다. 4차 산업혁명의 핵심어인 초연결(Hyper-Connected), 초지능화(Hyper-Intelligent), 무인화·자동화(Automation), 수요중심(On-demand)의 개념을 시스템에 잘 접목시켜 건설현장 안전정보가 설계-시공단계로 자동 제공되고, 설계자-시공청-발주자-건설사업관리기술자 간에도 정보가 자동으로 연계되도록 시스템을 구축하여 지능형(AI) 위험성 관리가 이루어지도록 할 필요가 있다.

현재 국토교통부(시설안전공단)에서 DfS 검토 및 관리시스템을 포함한 건설전과정의 안전정보를 담을 수 있는 '건설공사 안전관리 종합정보망'을 구축 중에 있다. 또한 설계자가 편리하게 활용할 수 있는 설계자 중심의 SMART DfS 시스템의 구축이 필요하다.

3.3 위험성평가 기준제시

설계안전성 검토 업무 매뉴얼에서는 위험성 평가를 매트릭스 평가방법으로 위험성을 발생빈도(확률)와 사고심각성(강도)의 곱으로 평가하는 방법을 제시하고 있으며 필요시 발주청과 협의하여 다른 의사결정방법을 활용할 수 있도록 하고 있다. 그러나 위험성 평가의 기초 자료인 발생빈도와 사고심각성에 대한 제시된 등급 판단기준이 정성적으로 모호하고 불명확하여 발주청 및 설계자가 자의적으로 판단하도록 하고 있어 정확한 위험도가 평가가 이루어지지 않고 있다. 따라서 산학연 공동 연구개발을 통해 공종별 사고사례 Data Base를 구축하고 발생빈도와 사고심각성에 대한 판단기준을 보다 계량화하여 객관적인 위험성 평가가 이루어지도록 하여야 한다.

3.4 DfS 작성, 검토 기준 개발

설계자가 안전을 고려한 설계를 실시한 후 이를 설계안전성 검토 보고서 형태로 작성하여 발주청의 검토·승인을 받아야 한다. 이를 위한 기준이 되는 「건설공사 안전관리 업무수행 지침」 및 「설계안전성 검토 업무 매뉴얼」이 제시되어 있다. 그러나 그 내용이 구체적이지 못하고 검토보고서 작성 기준과 검토에 관한 구체적인 기준이 마련되지 않아 현장에서 혼선을 초래하고 있다. 따라서 설계안전성 검토보고서 작성 기준, 설계안전성 검토보고서 검토기준 등의 구체적인 기준에 대한 연구 및 제공이 필요하다.

3.5 전문가 양성을 위한 교육체계 구축

제도를 도입한지 2년이 경과하였음에도 현장 일선에서는 아직도 DfS 제도 시행에 혼선과 어려움을 호소하고 있다. 시설안

전공단에서 순회교육 등을 통해 많은 전파교육을 실시하고 있음에도 DfS 전문가가 양성에는 한계가 있는 실정이다. 이로 인해 다수의 현장경험이 있는 기술자와 관련 대학교수들이 DfS의 전문가로서 자문 및 보고서 검토 업무에 참여하고 있다. 그러나 이들은 대부분 DfS에 대한 기본적인 정보 및 개념이 부족한 상태에서 자문 및 검토에 참여하여 오히려 실무에 혼란을 가중시키는 경우를 종종 볼 수 있다. 다행히 한국건설안전공학회(건설안전성 검토위원회)에서 「건설 DfS Education Center」설립을 위해 기본계획을 수립하고 준비 중인 것으로 알고 있다. 이러한 DfS 전문가 양성체계의 조속한 구축이 시급하며, 이의 조속한 실현을 위한 산학연 및 정부차원의 적극적인 지원이 요구된다.

3.6 DfS 적용대상을 민간공사까지 확대

현재 DfS는 발주청(공공발주)에서 발주하는 안전관리계획 작성대상 건설공사(건설기술진흥법 시행령 제98조 제1항)의 실시설계가 대상이 된다. 그러나 건설현장의 안전관리 사각지대에 있는 건설공사는 민간공사라 할 수 있다. 민간공사에까지 당장 DfS를 적용하기에는 비용 및 사회적 합의가 필요하겠으나 장기적으로 민간공사에도 상대적 위험도가 높은 공종에 국한하여 본 제도를 도입할 필요가 있다. 이를 통해 민간공사의 안전사고를 유발하는 위험요소를 근본적으로 제거할 수 있을 것이다.

3.7 계획 및 설계초기단계에서부터의 DfS 전문가 참여 의무화

「설계 안전성 검토 업무 매뉴얼」 제7장(자문 수행 전문가 업무)에서 설계자 또는 발주자가 관련 공사에 필요한 건설안전과 시공관련 경험과 전문성이 부족한 경우, 건설안전 전문가와 시공전문가 등을 설계안전성 검토과정에 참여토록 규정하고 있다. 전문가의 역할도 제7장에서 정의하고 있다. DfS 제도가 도입취지에 맞게 적용되기 위해서는 설계 기획단계에서부터 관련 전문가(DfS Coordinator)가 적극적으로 참여가 필요하다. 위험요소 도출, 위험성평가 및 대안선정 등의 각 추진 단계마다 DfS 전문가가 참여하여 심도있는 논의 및 심의를 통해 실효성 있는 검토가 진행되어야 할 것이다.

3.8 안전인식 개선노력 등

DfS의 실행력 제고를 위해서는 거버넌스 구축 및 인식개선이 필요하다. 발주청은 설계사로 하여금 DfS를 효과적으로 추진하기 위한 적정 설계비용을 지급하여야 하고, 내부 전문가를 양성하여 전문성을 높여야 한다. 정부와 시설안전공단은 효율적인

추진을 위한 대가기준을 고시할 필요가 있으며, 검토 매뉴얼 및 사례집을 정기적으로 제작·배포하고 홍보하여 본 제도가 초기에 정착·확산하도록 노력하여야 한다.

이상에서 살펴본바와 같이 지속되는 건설사고를 근본적으로 줄이기 위한 노력으로 발주자를 건설현장 안전관리 정점에 두고 건설현장 안전관리 책임을 부여하고, 설계단계에서부터 시공 및 준공단계까지의 전 단계의 안전관리체계 구축을 위하여 설계안전성 검토 제도를 도입·추진 중에 있다. 이러한 산학연의 공동 노력을 통해 건설안전 문화가 조성되고 우리 건설현장에서 다시는 건설사고가 발생되지 않기를 기대해 본다.

참고문헌

1. 설계안전성 검토 업무 매뉴얼, 2017.5, 국토교통부
2. 건설공사 안전관리 업무수행 지침, 2016, 국토교통부
3. 신주열, 설계안전성검토(DfS) 발전방안, 2017, 한국임반공학회 논문집(터널과 지하공간)
4. 신주열, 설계의 안전성(DfS) 검토 제도 활성화 방안, 2017, 한국구조물진단유지관리공학회 봄학술발표회 논문집
5. 성주현, 신주열, 설계안전성검토 적용 매뉴얼 개선방안 연구, 2017, 한국시설안전공단
6. 김경수, 신주열, 건설공사 위험요소 프로파일 개발연구, 2014, 국토교통부
7. 김용구, 2018, 사전 건설안전성 확보를 위한 설계 DFS 제도 강화방안, 건설안전학회 춘계연합세미나

※ 신주열

- 1983년 인하대학교 자원공학과
- 1985년 인하대학교 대학원 자원공학과(석사, 임반공학)
- 현재 한국시설안전공단 평가본부장