

설계안전성 검토(DfS) 발전방안

신주열*

Development Plan of Design for Safety in Construction

Ju Yeoul Shin*

Abstract This study introduces the current status of the design for safety(DfS) introduced as one of the owner - centered construction site safety management plan, and presents the problems and the improvement plan. The design for safety has been shifting from the construction management-oriented safety management to the owner-centered safety management system, The owner has to make the design considering the safety from the design stage centered on the owner. The owner has to review and approve the adequacy of the safety-conscious design and The risk factors that can not be eliminated during design are the system to prevent the disaster at the construction site by planning to eliminate the risk factor when writing the safety management plan that is made at the construction stage. The design for safety system implemented from May 2016 will be further developed to prevent the risk of safety accidents that may occur in construction sites, contributing greatly to the reduction of construction accident. In addition, it suggests ways to develop more efficient and convenient system through continuous hazard finding and system improvement.

Key words DfS, Hazard, Risk, Alternative

초 록 본 연구는 발주자 중심의 건설현장 안전관리 방안의 하나로 최근 도입된 설계안전성검토(DfS)의 추진현황을 소개하고 문제점 및 개선방안을 제시한 것이다. 설계안전성 검토는 그동안 시공단계 위주의 시공사 중심의 안전관리에서 발주자 중심의 안전관리체제로 전환하면서 발주자로 하여금 발주자 중심으로 설계단계에서부터 안전을 고려한 설계를 실시토록 하였다. 발주자는 안전을 고려한 설계의 적정성을 검토하고 승인하도록 하였으며, 설계 시 배제하지 못한 위험요소는 시공사로 하여금 시공단계에서 작성하는 안전관리계획 수립 시 위험요소를 제거하도록 계획하고 시공토록 하여 건설현장의 재해를 예방하기 위한 제도이다. 2016년 5월부터 시행된 설계안전성검토 제도를 더욱 발전시켜 현장에서 발생될 수 있는 안전사고 위험요소를 사전에 예방하여 건설공사 사고 저감에 크게 기여할 것이다. 또한 지속적인 위험요소 발굴 및 시스템 개선을 통해 더욱 효율적이고 편리한 제도로 발전시켜가는 방안을 제시하였다.

핵심어 설계안전성검토, 위험요소, 위험성, 저감대책

1. 서 론

2014년 세월호 사고이후 안전에 대한 국민적 관심을

많이 향상되었으나 아직도 건설현장에서는 안전사고가 계속되고 있다. 최근 용인물류센터 옹벽붕괴, 평택 교량 붕괴, 남양주 타워크레인 전도사고 등 대형 건설재해가 계속되고 있으며, 재해율 또한 지속 증가하고 있는 실정이다.

정부는 건설재해가 시공과정의 원인으로만 발생하는 것이 아니라 계획 및 설계단계의 원인이 전체의 45%를 차지한다는 것에 착안하여 건설과정 중에 발생할 수 있는 위험요소를 사전에 발굴하여 설계단계에서부터 안전을 고려한 설계(Design for Safety)를 실시하는 제도

Received: Nov. 30, 2017

Revised: Dec. 19, 2017

Accepted: Dec. 19, 2017

***Corresponding Author:** Juyeoul, Shin

Tel) +82557714901, Fax) +82557714932

E-Mail) juyeoul@kistec.or.kr

Korea Infrastructure Safety & Technology Corporation, 24, 128 Gil, Ena-ro, Jinju-city, Jeonnam, Korea

를 2016년 도입하였다.

DfS의 유래는 영국 안전보건청(Health and Safety Executive)의 CDM(Construction Design Management Regulation)을 통해 채택한 건설사업관리 체계를 들 수 있다. 영국의 CDM은 발주자를 안전관리의 정점에 두는 것이 특징이다. 또한 건설안전은 건설사업 전 과정에서 고려되어야 하며 특히 발주자를 건설현장 안전관리의 정점에 두고 권한과 책임을 부여한다. 영국의 CDM은 발주자의 전문성이 부족할 수 있으므로 안전전문가(Safety Coordinator)를 선임하고 SC가 기획에서 준공까지 발주자의 책임을 대행하도록 의무화하고 있다.

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

2. 설계안전성검토 도입배경

2.1 건설업 재해율 및 사고원인

최근 7년간의 재해율을 보면, 전체사업의 재해율은 2010년 0.69이후 매년 지속 감소하는 경향을 보이며 2016년에는 0.49로 29%의 감소를 보이는 반면, 건설업의 재해율은 2010년 0.70에서 2013년에는 0.92까지 상승하여 130%까지 증가하는 경향을 보이고 있다. 세월

호 사고가 발생한 2014년에 일시적으로 급격한 감소(0.73)를 보이다가 다시 증가하는 경향을 보이고 있다.

건설현장 사고원인을 건설단계별로 보면, 계획/설계 단계의 원인이 약 45%, 시공단계 원인이 37.6%를 보이고 있어 시공단계뿐만 아니라 계획/설계 단계에서의 안전관리가 얼마나 중요한지를 알 수 있다. 또한 Fig. 1에서 보는바와 같이 건설단계별 안전에 미치는 영향도를 보아도 건설 및 유지관리단계 보다는 기획/설계단계에서 미치는 영향이 훨씬 크다는 것을 알 수 있다.

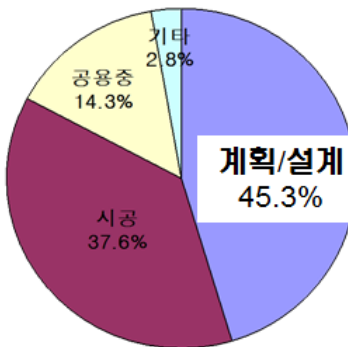
2.2 도입 배경

DfS 도입의 배경은 그동안 건설안전관리를 시공사 중심의 시공단계 위주로 사후 대응식으로 추진해 왔으며, 설계 및 발주단계에서부터 시공 중 발생할 수 있는 위험요소를 제거하기 위한 노력을 부족하게 하였고, 시공사 및 감리자에게만 안전관리 역할과 책임을 부여하는 등 많은 문제점을 도출하였다. 이를 개선하기 위하여 시공단계 위주의 사후 대응식 안전관리체계를 건설 전 과정을 아우르는 안전관리체계를 구축하기 위해 설계단계에서부터 시공과정 중 발생이 예상되는 위험요소를 발굴하고 설계 시 안전을 고려한 설계를 실시토록 하였다.

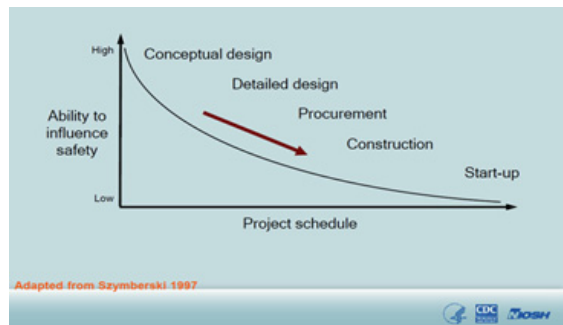
즉 설계발주, 실시설계, 시공발주, 시공 및 준공 등 전 사업단계에 걸쳐 위험요소를 관리함으로써 건설사고를

Table 1. Construction Industry Accident Rate

| 년도 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|
| 전체산업재해율 | 0.69 | 0.65 | 0.59 | 0.59 | 0.53 | 0.50 | 0.49 |
| 건설업 재해율 | 0.70 | 0.74 | 0.84 | 0.92 | 0.73 | 0.75 | 0.84 |



(a) Distribution of Accident Causes by Stages



(b) Safety Payoff during Design

Fig. 1. Distribution of Accident Causes and Influence by Stages

예방하고 발주자 중심의 안전관리를 통한 발주자에게 안전관리 책임을 부과하기 위한 목적이 있다.

2.3 Dfs 용어

Dfs에 주로 사용되는 용어는 아래와 같다.

- 설계안전성검토 : 건설현장의 재해발생을 미연에 방지하기 위해 설계단계에서 위험요소를 사전에 발굴 및 위험성을 평가하여 사업 추진단계별로 위험요인을 제거·저감함으로써 시공과정의 안전성 확보 여부를 검토하는 것
- 설계안전성 검토보고서 : 위험요소별로 위험요소, 위험성, 저감대책을 작성한 보고서
- 위험요소 프로파일(Hazard Profile) : 건설사고 사례분석 등을 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
- HRA : 위험요소(Hazard), 위험성(Risk), 저감대책(Alternative)

3. Dfs 제도 개요

3.1 작성대상 등

설계안전성검토 대상 건설공사는 건설기술진흥법에 따른 안전관리계획서 작성대상공사로 아래와 같은 공·공발주 건설공사의 실시설계가 대상이 된다.

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

설계자는 실시설계가 공정률이 80% 진행될 때 설계 안전성검토보고서를 작성하여 발주청에 제출하여 검토 및 승인을 받아야 한다. 발주청의 관련 전문가가 부족 시에는 이를 한국시설안전공단에 검토를 의뢰하여 검토결과를 근거로 승인할 수도 있다.

3.2 Dfs 접목 건설현장 안전관리 체계

Dfs는 발주자 중심의 안전관리체계 구축의 일환을 추진되는 것으로 Fig. 2에서 보느냐와 같이 건설공사의 실시설계를 발주 시 발주자가 가장먼저 해당 건설공사의 위험요소를 전문가 자문, 안전관리 문서, 위험요소 프로파일 등을 활용하여 발췌하여 설계자에게 제시하여야 한다. 설계자는 발주자가 제시한 위험요소와 자체 발굴한 위험요소를 고려하여 안전설계를 실시하고 설계안전성검토 보고서를 작성하여 발주청에 제출하고 검토·승인을 받는다. 제출받은 발주청은 제출된 보고서

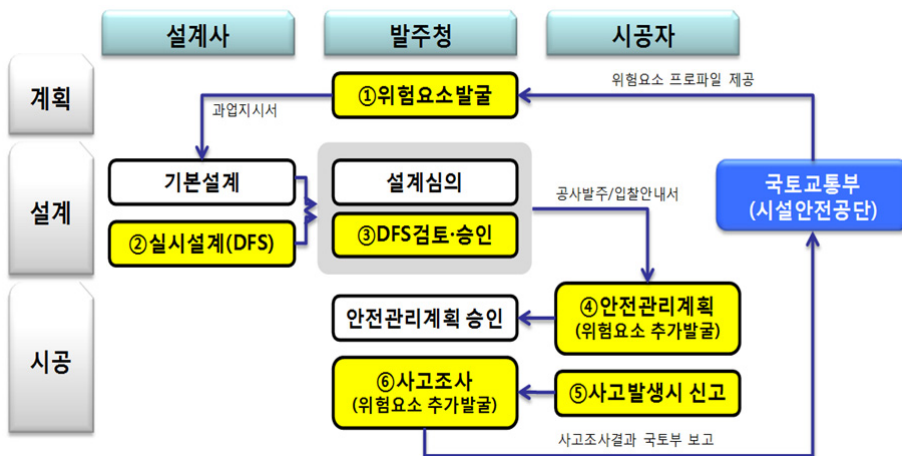


Fig. 2. Construction Site Safety Management System

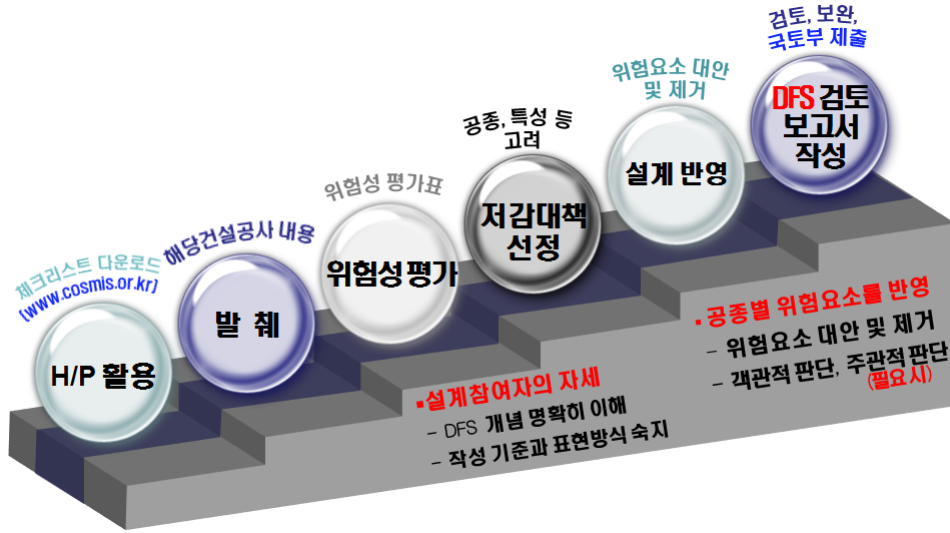


Fig. 3. Design for Safety Review Procedure

가 적정한지를 검토하고 보완이 필요하다면 보완토록 조치한다. 실시설계가 완료되면, 발주자는 설계안전성 검토보고서와 설계 후 잔여 위험요소를 정리하여 시공사에게 제공하여야 하며, 시공사는 잔여위험요소에 대한 제거방안을 안전관리계획 수립에 포함하여 발주청의 승인을 받는다. 이렇게 작성된 설계안전성검토보고서와 안전관리계획서는 국토교통부장관(한국시설안전공단)에 제출하고 한국시설안전공단은 과정 중 도출된 위험요소를 정리하여 위험요소 프로파일에 반영토록 하여 발주청 및 설계사의 안전설계에 반영토록 제공하게 된다. 설계안전성검토의 기초가 되는 위험요소프로파일은 현재 한국시설안전공단에서 건설안전정보시스템(COSMIS)에서 관리되고 있으며, 설계, 시공 과정 및 사고조사보고서 등에서 위험요소를 발굴하여 지속적으로 보완을 하도록 체계화되어 있다.

3.3 DfS 검토 실시

설계사가 실시하는 설계안전성 검토 수행절차는 Fig. 3과 같다. 실시설계 시 설계자는 발주청의 과업지시서, 발주자가 제시한 해당 건설공사의 위험요소 프로파일 및 한국시설안전공단에서 제공하고 있는 위험요소 프로파일을 다운받아 설계하고자 하는 해당공사에 적절한 위험요소를 발취한 후, 각각 위험요소에 대한 위험성을 평가한다. 위험요소를 평가하여 위험요소를 무시하거나 수용할 만한 수준 이상의 위험요소는 저감대책을 수립·선정하여 다시 위험성 평가를 실시하여 받아들일 수 있는 수준인지 여부를 판단하여 설계에 반영한다.

설계가 80%정도 진행되면 설계자는 설계안전성검토 추진내용을 보고서로 작성하여 발주청에게 제출하는 과정을 거치게 된다. 이 과정에서 성공적인 DfS를 위해서는 설계참여자가 DfS에 대한 정확한 이해와 적성 기준 및 표현방식을 숙지하여야 하고 경험과 충분한 검토 자료를 확보하여 해당 공사에서 발생할 수 있는 위험요소를 철저히 발취하고 객관적인 대안과 제거방안을 마련해야한다. 설계자는 필요시 관련 전문가의 자문을 통하여 주관적인 판단이 필요할 때도 있다.

3.4 DfS 검토 및 승인

설계자가 설계안전성검토보고서를 발주청에 제출하며, 발주청은 자체 기술자문위원회를 구성하여 그 적절성을 심사하고 보완이 필요시에는 그 적시 설계자에게 보완을 지시하여야 한다. 만약 건설안전 전문인력 또는 기술력이 부족한 발주청의 경우에는 필요시 설계안전

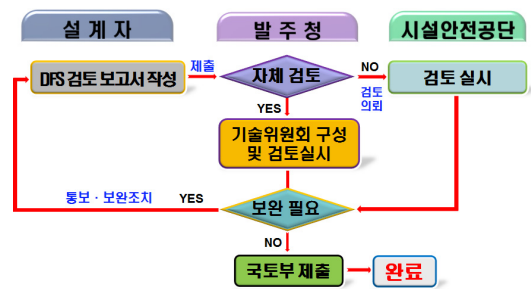


Fig. 4. Design for Safety Review Report Review Procedure

성 검토 적정성 여부를 한국시설안전공단에 검토를 의뢰하여 검토를 받은 후 그 결과에 따라 승인여부를 결정할 수 있다. 발주청은 승인한 Dfs 보고서는 국토교통부(한국시설안전공단)에 제출하여야 하며, 제출받은 한국시설안전공단은 검토내용 중 HRA를 발취하여 위험요소 프로파일에 반영한다.

3.5 Dfs 관련 법령

Dfs와 관련된 법령은 건설기술진흥법이다. 건진법 시행령 제75조의 2(설계의 안전성 검토)에서 발주청은 안전관리계획을 수립하는 건설공사의 실시설계를 할 때에는 기술자문위원회로 하여금 시공과정의 안전성 확보 여부를 검토하게 하거나 한국시설안전공단에 검토를 의뢰하여야 한다라고 정하고 있다. 또한 검토결과 개선이 필요하다고 인정되는 경우에는 보완 변경 등 필요한 조치를 한 후, 발주청은 검토결과를 국토부 장관에게 제출토록 하고 있다.

‘건설공사 안전관리 업무수행 지침’(고시 ’16.10.31)에서는 발주자, 설계자, 시공자 및 건설사업관리기술자의 안전관리 임무를 세부적으로 기술하고 있다. 또한 ‘설계안전성검토 업무 매뉴얼’을 발간(’17.5)하여 지침에 따라 설계안전성 검토보고서의 작성 절차와 방법, 관계자들의 업무내용 및 외국의 검토사례, 설계안전성 검토사례, 보고서 목차 등을 수록하고 있다.

지침에 따르면 발주자는 해당사업의 안전관리 총괄책임을 수행하게 되며, 실시설계 발주 전 전문가 자문, 안전관리문서 검토 및 위험요소프로파일 등 자료를 분석하여 위험요소/저감대책을 사전에 발굴하고, 설계발주 시 과업지시서의 설계조건에 Dfs를 실시토록 반영하여 설계자가 Dfs를 실시할 근거를 마련하여 주도록 하고 있다. 발주청에 보고서가 제출되면 기술자문위원회 및 공단으로 하여금 검토하여 승인하고, 설계안전성 검토 보고서, 잔여위험요소, 위험성 및 저감대책 등을 시공자에게 전달해야 한다.

설계자는 과업지시서의 설계조건을 확인·검토하여 안전을 고려한 설계를 실시한 후 발주자에게 제출한다. 시공자는 발주청으로부터 제출받은 잔여위험요소 및 설계 시 확인하지 못한 잔존 위험요소를 추가로 발굴하여 저감대책을 안전관리계획서에 반영한다. 건설사업관리기술자는 시공사가 작성한 안전관리계획서를 검토·확인하여 보완조치를 하고 발주청에게 제출하도록 하고 있다.

4. Dfs 발전방안 제안

Dfs제도는 영국에서는 1994년부터 시행하였으나 우리는 2016년부터 본격 시행하여 아직은 초기단계에 있다할 수 있다. 관련연구도 충분치 못하여 2014년 토목학회와 시설안전공단이 위험요소 프로파일을 연구하여 약 450개의 리스트를 작성하였으며, 제도를 시행한 이후인 2017에야 매뉴얼 개발하여 배포한 상태이다. Dfs의 성공여부는 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.

본 연구에서는 향후 Dfs가 잘 정착하여 건설현장에 안전사고를 예방하기 위해 필요한 몇 가지를 제안하고자 한다. 먼저 건설단계별로 발생될 수 있는 위험요소를 잘 관리·제공할 수 있는 스마트한 설계안전성검토 시스템 구축이 필요하다. 4차산업혁명의 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-시공자-발주자-건설사업관리기술자 간에도 정보가 자동으로 연계되도록 시스템을 구축하여 지능형(AI) 위험성 관리가 이루어지도록 할 필요가 있다. Fig. 5에서 보는바와 같이 현재 2차원적으로 환류되는 건설안전 정보가 4차산업혁명 기술

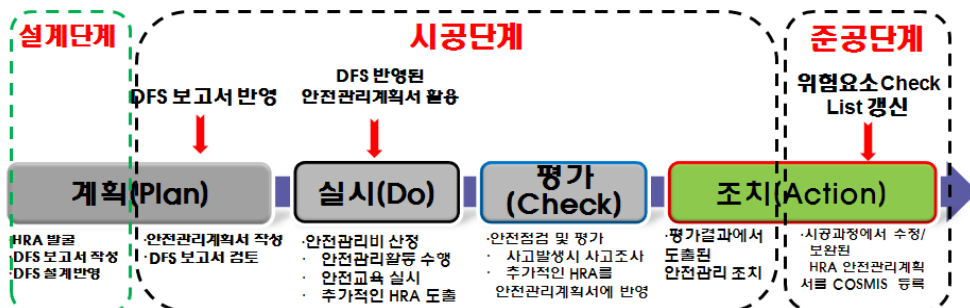


Fig. 5. Step-by-step Design for Safety Role

을 활용한 3차원적인 정보환류가 필요하다.

두 번째로 위험요소 프로파일의 지속 현행화가 필요하다. 현재 위험요소 프로파일은 교량, 터널, 하천, 건축물 등 4개 공종에 국한하여 제공되고 있다. DfS시행에 따라 공단으로 제공되는 DfS 보고서의 환류 뿐 만 아니라 특히 위험공종 즉, 특수구조, 깊은 구조, 초고층 등 위험요소를 다수 함유하고 있는 공종에 대한 위험요소 발굴에 대한 정부차원 연구가 필요하다. 현재는 국토교통과학기술진흥원에서 도심지 공동구 위험성요소 및 관리기술연구가 진행 중이나 보다 DfS의 조기정착을 위해서는 체계적인 연구가 필요하다고 판단된다.

마지막으로 DfS의 실행력 제고를 위해서는 정부차원의 거버넌스 구축이 필요하다. 발주청은 설계사로 하여금 DfS를 효과적으로 추진하기 위한 적정 설계비용을 지급하여야 하고, 정부는 설계안전성검토 보고서 작성 및 검토 대가기준을 제시할 필요가 있다. 또한 효율적인 추진을 위한 검토 매뉴얼 및 사례집을 제작하여 배포하고 홍보 및 확산 대책을 수립하여야 한다.

이상에서 살펴본바와 같이 지속되는 건설사고를 근본적으로 줄이기 위한 노력으로 발주자를 건설현장 안전관리 정점에 두고 책임을 부여하고, 설계단계에서부터 시공 및 준공단계까지의 전 단계의 안전관리체계 구축을 위하여 설계안전성 검토 제도를 도입·추진 중에 있다. 이러한 노력이 건설안전 문화를 조성하고 우리의 건설현장에서 다시는 재해로 인한 피해가 발생되지 않기를 기대해 본다.

References

1. Design for Safety Review Task Manual, 2017. 5, Ministry of Land, Infrastructure and Transport.
2. Ju Hyun Sung, 2017, Study on Improvement Method of Design for Safety Review Application Manual, Korea Infrastructure Safety & Technology Corporation.
3. Kyung Su Kim, 2014, Research Report on the Development of Hazard Profile for Construction Work, Ministry of Land, Infrastructure and Transport.



신 주 열

1983년 인하대학교 공과대학 자원공학과
공학사
1985년 인하대학교 대학원 자원공학과
공학석사

Tel: 055-771-4901
E-mail: juyeoul@kistec.or.kr
현재 한국시설안전공단 평가본부장