

조경시공현장 ‘설계 안전성 검토(DfS)’에 대한 조경설계사의 인식 현황과 개선방안에 관한 연구

오창송* · 남진보**

*영남대학교 조경학과 겸임교수 · **국립목포대학교 조경학과 조교수

A Study on Understanding Landscape Designer's Perception of Design for Safety (DfS) in Landscape Construction and Proposing Its Improvement

Oh, Chang Song* · Nam, Jinbo**

*Adjunct Professor, Dept. of Landscape Architecture, Yeungnam University

**Assistant Professor, Dept. of Landscape Architecture, Mokpo National University

ABSTRACT

There has been an increasing recognition of safety issue in the context of landscape construction. Accordingly the government introduced a Design for Safety (DfS) in 2016, and will timely enforce the Serious Accident Punishment Act in 2024. This means that DfS will become an important part of landscape designer's work. However, there has been not enough an wide range of discussion between the landscape architecture industry and academia. Therefore, this study aims to establish basic data on landscape construction DfS by firstly collecting and drawing the characteristics of landscape construction accident cases, secondly testing the perceptions of landscape designers and lastly proposing overarching issues to develop both the acts. To address the aim, we designed a questionnaire for landscape designers based on the 'Design for Safety Work Manual' provided by the Ministry of Land, Infrastructure, and Transport. As a result, (1) the number of accidents in landscape construction under DfS application was low. (2) Landscape architects had a high perception of all DfS-related items, but there was a negative correlation between landscape design experience and additional safety reviews in design process. (3) Landscape architects considered the need for the participation and collaboration of the owner-designer-constructor in order to carry out the DfS work properly and effectively. (4) Landscape architects strongly recognized the importance of safety-related cost and time. In order to encourage the perception of DfS based on the research results, such issues such as minimizing the burden on landscape architects' additional process, making cooperative work between an owner-designer-constructor mandatory and employing BIM design process will have to be addressed.

Key Words: Safety of Landscape Construction, Landscape Design, Construction Safety Management, Risk Factors, CSI, BIM Design

Corresponding author: Nam, Jinbo, Assistant Professor, Dept. of Landscape Architecture, Mokpo National University, South Korea, Phone: +82-61-450-2364, E-mail: jinvo.nam@gmail.com

국문초록

정부는 2016년 설계 안전성 검토를 도입하였고 2024년 중대재해처벌법 확대 적용에 따라 DfS는 조경설계사 업무의 중요한 부분이 될 예정이다. 그러나 조경업계와 학계는 이에 관한 논의가 부재한 상태에서 본 연구는 조경시공 DfS에 대한 기초자료를 구축하는 것을 목적으로, 첫째, 조경시공 사고사례를 수집하여 특징을 분석하였고, 둘째, 조경설계사들의 인식 현황을 분석하여 쟁점을 도출하고 개선방안을 제시하였다. 이를 위해 국토교통부가 작성한 '설계 안전성 검토 업무 매뉴얼'을 토대로 조경설계자들을 대상으로 한 설문을 설계하였다. 분석 결과 첫째, DfS 대상 조경공사의 사고 건수가 낮았음을 확인하였다. 둘째, 조경설계자들은 DfS 관련 모든 항목에 높게 인식하였지만 조경설계 경력과 안전 인식은 반비례하였다. 셋째, 조경설계자들은 원활한 DfS 업무수행을 위해 발주자-설계자-시공자의 참여와 협업이 필요하다고 보았다. 넷째, 조경설계자들은 비용과 시간에서 안전의 중요성을 강하게 인식하였다. 연구결과를 토대로 DfS에 대한 인식을 높이기 위해서는 조경설계사들의 업무 부담의 해소, 발주자-설계자-시공자 협력체계 구축, 조경시공안전을 위한 BIM 설계도입과 같은 개선방안이 요구된다.

주제어: 조경시공안전, 조경설계, 건설안전관리, 위험요소, CSI, BIM 설계

1. 서론

1. 연구의 배경과 목적

현대 사회의 발전에 있어서 안전은 매우 중요한 화두이지만 위기의 편대성, 탈영토성, 탈시간성, 낮은 예측가능성과 같은 까다로움 때문에 한 개인(들)의 노력만으로 확보되기 어렵다. 이 때문에 정부의 적극적 개입이 요구되었고, 공공발주 경험이 많은 조경설계사들은 최종 사용자들을 위한 품질관리 차원에서 안전에 필요한 사항을 조경계획과 설계에 반영하고 있다. 실례로는 CEPTED(Crime Prevention Through Environmental Design)와 BF(Barrier-Free)와 같은 설계기법과 '공원시설의 안전조치(도시공원법 제6조의 2, 1993. 8. 5. 개정)', '어린이공원내 안전시설의 설치·관리(공원녹지법 제19조의 3, 2018. 12. 18. 개정)', 그리고 '폐쇄회로 텔레비전 등의 설치·관리(공원녹지법 제19조의 2, 2017. 4. 18. 개정)' 등의 법적 규정들이 대표적이다.

한편, 설계사들이 최종 사용자의 안전에 집중할 동안 언론은 산업재해의 일종인 건설사고를 전파했다. 산업재해는 근로자의 안전과 생명에 큰 위협이 되는 것으로 산업안전관리법은 근로자의 신체적 피로와 정신적 스트레스 등을 줄일 수 있는 쾌적한 작업환경의 조성 및 근로조건의 개선을 사업주의 의무로 규정하였다. 그러나 건설업은 높은 재해율 때문에 위험한 산업으로 인식되었고, 건설사고는 건설원가 상승요인으로 작용하였다(Moaveni *et al.*, 2019). 고용노동부(2023)에 따르면 2022년에만 산업재해로 496명이 사망하였고, 32,919명의 재해자가 발생하였다. 그중 건설업에서 사망자가 132명으로 가장 많이 발생

하였고, 재해자는 7,283명으로 집계되었다.

이에 따라 정부는 2022년까지 산업재해 사고·사망만인율을 절반까지 줄일 것을 목표로 삼았고 실제 감축하는 성과(2003년 1.24‰ → 2016년 0.53‰)를 보여주었다(관계부처 합동, 2018). 그러나 2015년부터 사고·사망만인율이 정체되면서 정부는 건설재해 발생원인의 45%가 계획 및 설계단계에서 비롯되었다고 분석하였고, 더 이상 시공단계에서 행동하는 사후 대응 방식으로는 재해방지와 사고예방에 한계가 있다고 판단하였다(신주열, 2017). 이에 따라 설계단계에서 사전에 위험 요인을 검토하고 제거할 수 있도록 정부는 2016년에 '건설공사 안전관리 업무수행 지침(국토교통부 고시 제2016-718호)'을 고시하였고, 2017년 건설기술진흥법 시행령 제75조의 2에 '설계의 안전성 검토(Design for Safety: DfS)'에 관한 규정을 신설하였다. 이후 2022년 1월 27일부터 중대재해처벌법이 강화되어 인명피해를 발생한 발주자의 책임도 무거워지면서 건설설계 단계에서 실행하여야 할 DfS는 중요한 건설안전 업무가 되었다.

정부는 조경건설현장도 전문성 있는 안전체계를 갖추기 위해 노력하였다. 한국산업안전보건공단은 2013년에 '조경공사(수목식재작업)의 안전보건작업지침'을 작성하여 배포하였다. 국토안전관리원은 2016년부터 공공발주 조경공사를 대상으로 DfS를, 2019년부터 조경공사 사고 수집을, 그리고 2023년 2월부터 '건축·안전관리·조경 전문 분야 교육'을 시행하였다.

이러한 정부의 건설안전에 관한 정책 실행으로 조경설계단계에서 조경시공현장의 안전을 고려해야 할 때가 임박하였음을 알려주었다. 실제 2024년 1월 27일부터 공사대금과 관계없이 5인 이상의 사업장에도 중대재해처벌법이 적용되는데, 이는 조경전문건설업에 직접적인 영향이 미칠 것으로 예상된다. 대

부분 조경건설업은 소규모 사업자이고 지방자치단체와 기초자치단체가 발주하는 대부분의 공원녹지사업은 소규모 사업장 형태로 시공된다. 이러한 소규모 사업(장)들은 양·질의 안전 교육 부족, 비정규직 노동자들의 다수 분포, 단단계 하도급 구조와 구두계약 등 노동시장의 열악으로 오래전부터 건설재해율이 높았다(이용수 등, 2011; 김태우와 한형서, 2018).

그럼에도 불구하고 조경계 전반에서 안전에 대한 논의는 박재영(2022)을 제외하고는 전혀 없는 실정이다. 따라서 본 연구는 조경시공현장에 관한 DfS를 논하는 출발점이 되고자 첫째, 문헌조사를 통해 DfS 대상 조경공사의 사고에 대한 특성을 파악하고, 둘째, 조경설계사들의 DfS에 대한 인식 현황을 측정하여 분석하는 것을 목적으로 한다. 셋째, 그 개선방안을 제시하여 조경시공 안전 업무수행에 기초 정보를 제공하고자 한다. 이와 관련하여 노동과 돌봄을 강조하는 정원이 부활하는 현 기류를 고려하여 정원디자인 또는 산업 측면에서 DfS를 제안하고자 한다.

2. 연구의 진행과 방법

1) 연구의 진행

본 연구는 문헌고찰, 인식분석 그리고 개선방안 세 단계로 나누어 진행하였다. 우선 문헌고찰에서는 안전의 개념과 DfS에 대한 이론적 고찰 및 선행연구를 수행하여 설계단계에서 안전성 검토의 필요와 한계를 짚어 보았다. 동시에 국토안전관리원이 운영하는 건설공사 안전관리 종합정보망(Construction Safety Management Integrated Information; CSI)에 신고된 조경공사 사고사례(2019년~현재)를 통해 DfS 대상 사고 특징을 살펴보았다.

다음은 DfS에 대한 조경설계사들의 인식을 분석하였다. 설계된 설문은 조경설계 기술사사무소와 종합엔지니어링 레저(조경)사업부를 대상으로 비대면 조사를 실시하였고, 그 결과에 대한 통계분석을 수행하였다.

마지막은 본 연구의 고찰 및 결론에 해당하는 부분으로 분석 결과를 토대로 DfS에 대한 조경설계사의 인식의 쟁점을 도출하고, 그 개선방안을 제안하였다.

2) 설문설계와 조사

본 연구의 설문 문항은 설계단계에서 안전검토, 건설안전에 대한 설계자 업무, 위험 저감대책 고려 사항의 3가지 틀로 구성되었다. 그중 두 번째와 세 번째 틀의 설문 문항은 국토교통부(2017)에서 발행한 '설계 안전성 검토 업무 매뉴얼'을 참고하였다. 이 매뉴얼을 활용한 설문 설계는 설계자들의 인식 현황을

측정하는데 효과적일 뿐만 아니라, 그들의 역량까지 파악할 수 있는 장점이 있다(서원경 등, 2023).

첫 번째 설계단계에서 안전검토에 관한 설문 문항은 조경설계사의 입장에서 DfS의 필요성과 업무 부담 등 기초적 사항을 분석하기 위해서다. 두 번째 틀인 건설안전에 대한 설계자 업무에 관한 설문 문항은 제4장 '설계자 업무 중 건설안전을 고려한 설계' 10개 기준을 인용하였다. 이는 DfS에 대한 조경설계사들의 인식 중 기준 준수에 관한 생각과 그 기준 준수의 우선순위를 알 수 있을 것이다. 세 번째 틀인 위험 저감대책 고려 사항에 관한 설문 문항은 동 매뉴얼 제9장 '설계안전검토보고서 작성 방법 중 저감대책 평가' 항목인 미관, 기능, 기술, 비용, 시간, 환경과 비교하여 조경설계자들이 안전에 대한 중요성을 어느 정도 인식하고 있는지를 측정하는 것이다. 이는 조경설계사들이 저감대책 수립을 위한 대안 작성 시 안전을 위해 가장 먼저 고려하는 것이 무엇인지를 파악할 수 있을 것이다. 마지막으로 모든 문항에 대한 응답은 Linkert 5점 척도(1은 매우 부정, 5는 매우 긍정)로 설정되었다.

이와 같은 내용으로 설문을 작성한 후 조경설계기술사사무소와 종합엔지니어링 레저(조경)사업부 등에 유선으로 설문 취지와 간략한 설문 내용을 설명한 후 응답 여부를 문의하였다. 그리고 설문조사가 가능하다고 대답한 9개 사를 대상으로 설문지를 송부하였고 조경설계자들이 작성한 총 89장의 설문지를 회수하였다. 조사 기간은 2023년 5월 1일부터 동월 22일까지였다.

3) 통계분석 방법

DfS에 대한 조경설계가들의 인식을 분석하기 위한 통계방법은 SPSS v26을 활용하였다. 22개 질문 항목에 대한 일반적인 인식을 분석하기 위해 기술적 분석을, 질문 항목간의 상관성 여부를 분석하기 위해 상관분석을 수행하였다. 설계단계에서 안전검토에 대한 영향 인자 분석을 위해 다중회귀분석을 시행하였다.

II. 문헌 고찰

1. 설계 안전성 검토(DfS)에 대한 이론적 고찰

1) 건설산업의 생애주기와 안전관리

건설사업은 기획부터 설계, 시공, 사용 및 해체에 이르기까지 안전에 책임을 져야 할 대상은 다양하여 그 일관성을 유지하기 어렵다. 그림 1에서 보는 것과 같이 안전 주체는 생산과정에 따라 건설물을 사용하는 사용자(또는 발주자), 계획하고 설계하는 설계자, 현장에서 직접 시공이나 해체 작업에 참여하는

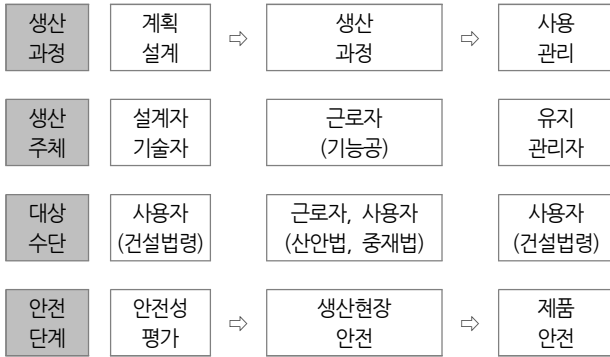


그림 1. 건설단계별 생산 및 안전주체
 자료: 고성석(2014), 필자 일부 수정

근로자 그리고 유지보수하는 관리자 등이 있고, 그 대상에 따라 규정하는 법률도 다르다(고성석, 2014).

한편, 중대재해 처벌 등에 관한 법률(2021 제정)에 따라 사용자(발주자)는 건설 모든 단계의 안전 주체로 설정되면서 설계자도 자연스레 건설생산단계의 첫 번째 안전 주체가 된다. 이에 따라 건설사업 생애주기를 통괄하는 발주자(또는 사용자)가 안전보건 의무를 수행할 수 있도록 건설 초기에 설계자의 역할이 중요하게 되었다.

2) 설계단계에서 안전관리

설계단계에서 안전관리의 필요성은 건설 초기 단계가 건설 안전에 상당한 영향을 미친다는 Szymberski(1997)의 그래프에 기초한다(그림 2 참조). 이 연장선에서 Eurofound(European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions)는 건설 현장에서 발생하는 중대재해 60%는 상위단계의 의사결정에 의한 것이라고 보고하였고(서원경 등, 2023), 우리 정부도 계획 및 설계단계의 원인이 전체 건설 재해의 45% 차지한다고 보았다(신주열, 2017). 이러한 이론적 개념에 비추어 Toole *et al.*(2006)은 안전설계를 통해 생산성, 운영비, 설계변경, 환경 손상 및 관리비용이 감소하는 이익과 함께 공

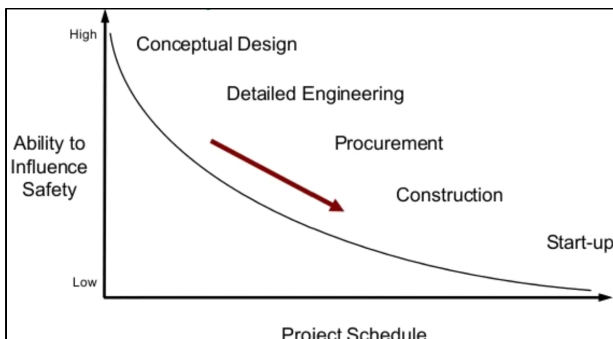


그림 2. 시간-안전 영향 곡선
 출처: Szymberski(1997).

사 지연을 줄이거나 제거할 수 있다고 증명하였다.

3) 설계안전성검토(DfS)의 개념, 절차 그리고 업무

DfS에 대한 개념은 여러 측면에서 정의할 수 있다. 우선 학술 관점에서 DfS는 설계 과정에서 시공단계의 위험을 평가하여 근로자가 안전환경에서 작업을 수행할 수 있도록 조치하는 것이고(홍성호, 2004), 실무 관점에서 DfS는 설계단계에서 건설공사의 공종별 시공 안전에 유해한 위험요소를 도출하고, 그 설계 대안을 작성함으로써 최대한 위험요소를 제거하는 것이다(방중대 등, 2016). 국토교통부 행정규칙인 '건설공사 안전관리 업무수행 지침' 제2조 29항은 DfS를 “위험요소를 설계단계에서 사전에 발굴하여 사업추진 단계별로 위험요인을 제거·저감할 수 있도록 체크리스트를 작성하는 것”이라고 정의하였다. 따라서 DfS의 개념은 건설현장 안전관리를 기존 대응형에서 예방형으로 전환한다는 공통된 취지를 담고 있다.

DfS는 안전관리체계를 기존 시공자 중심에서 발주자 중심으로 재구축하는 것이다. 발주자가 실시설계 단계에서 가장 먼저 해당 건설공사의 위험요소를 전문가 자문, 안전관리 문서, 위험요소 프로파일 등을 활용하여 설계자에게 제시한다(신주열, 2017). 그리고 설계자는 발주자가 제시한 위험요소와 자체 발굴한 위험요소를 고려하여 안전설계를 실시하고, 그 보고서를 제출한다. DfS의 기초가 되는 위험요소 프로파일은 현재 한국시설안전공단에서 건설안전정보시스템(COSMIS)에서 관리되고 있으며, 설계와 시공과정에서 발굴된 위험요소들은 지속적으로 보완될 수 있도록 체계화되어 있다.

국토교통부는 2017년에 설계 안전성 검토 업무 매뉴얼을 배포하여 다음과 같은 내용을 전파하였다. 첫째, 발주자, 설계자, 시공자, 건설사업관리기술자, 자문 수행 전문가, 검토자 및 검토기관 등 참여자별 DfS 업무 절차를 마련하였다. 둘째, 설계자를 “발주자와의 협의를 통해 설계 안전성 검토 절차를 실질적으로 수행하는 주체”로 규정하였고, 건설안전을 고려한 설계 기준을 제시하였다. 셋째, 위험요소의 도출, 위험요소에 대한 위험성 평가 및 저감대책 수립, 저감대책의 이행 그리고 설계 안전검토보고서 작성 시기와 검토에 대한 DfS 업무 범위를 설정하였다. 넷째, 설계자와 발주자가 저감 대책을 평가할 수 있도록 안전관리, 미관, 기능, 기술, 비용, 시간, 환경과 같은 항목과 3단계의 평가 등급을 제시하였다.

4) 선행연구

DfS는 국내 건설업의 환경을 충분히 고려하지 않은 상태에서 도입된 것으로 사전 준비가 미흡하였다(신주열, 2017; 서원경, 2023). 이 때문에 선행연구자들은 DfS에 대한 인식, 전문인

표 1. 선행연구

저자	Dfs 관련 연구 내용
신주열(2017)	Dfs 개발 계획 참여자 소통과 관련 자료의 부족
김진동과 김광희(2019)	Dfs 적용 문제 설계자들의 Dfs 지식 부족 설계단계에서 위험요소 도출의 적정성
이군재 등(2018)	Dfs 적용 문제 Dfs 관련 연구의 부족
김시은 등 (2019)	국내외 Dfs 비교분석 Dfs 적용의 문제와 참여자 소통 부족
김진원과 김재준(2018)	안전설계 효율성 향상 설계자의 시공 경험 및 안전 전문성 부족
한희림 등 (2019)	Dfs에 따른 건설폐기물 영향 Dfs 인식과 전문 인력의 부족 설계사무소에 원활한 수행 불가능
신원상과 손창백 (2019b)	발주자와 설계자 Dfs 업무수행 능력 분석 Dfs 인식, 전문 인력, 지원체계의 부족 발주자와 설계자 추가업무에 대한 부정
이치주와 함성일 (2020)	Dfs와 BIM 기반 설계 가이드 체계 참여자 소통 부족, 설계자 업무 영역 증가 Dfs 수행 적시성 결여
유성근 등(2018)	Dfs에 대한 건축사사무소 인식 수준 Dfs에 설계자들의 부정적 인식 Dfs에 대한 숙련 부족
이군재(2020)	Dfs와 안전관리계획과 연계 Dfs 인식, 경험, 설계비용과 시간 부족
서원경 등(2023)	중대재해처벌법 시행 후 Dfs 인식과 역량 Dfs에 대한 대규모 설계사의 높은 인식 Dfs 업무에 대한 높은 난이도

력, 지원 등의 부족을 지적하였다(표 1 참조).

그 원인으로 이치주와 함성일(2020)은 실시설계 70~80% 상태에서 Dfs 수행은 위험성 평가가 어렵기 때문에 시공단계에서 사고예방은 제한적일 수밖에 없다고 하였다. 김진원과 김재준(2018)은 건설 현장의 위험에 대한 지식이 부족하고, 관련 교육을 받지 않은 설계사들의 부족한 역량에서 원인을 찾았다. 우리 정부도 건설시공과 안전에 대한 설계사들의 경험과 전문성 부족을 인지하고 있지만, 건설안전 전문가 또는 시공 전문가와 협업 또는 자문, 컨설팅을 방안으로 제시할 뿐이다(국토교통부, 2017).

한편, 선행연구들은 설계사들의 시공현장 안전에 대한 낮은 인식과 역량을 문제 삼고 있지만, 안전에 대한 설계사의 역할을 도모하기 위해 다음의 시사점을 밝혔다. 우선 설계사가 위험 식별을 위한 안전 지식과 안전설계 시스템을 부족을 극복하기 위해서는 설계사들도 의무화된 안전교육에 참여해야 할 것

이고, 건설 노동자 안전을 위한 설계방법을 제한할 수 있는 시스템 지원을 요구하였다. 다음으로 늦은 Dfs 시행시기는 형식적인 서류작업 전략할 위험과 시공 직전까지 안전준비를 미룰 수 있기 때문에 설계단계에서 안전시공 전문가의 도움 또는 안전 역량을 가진 설계사 선정을 요구하였다.

표 1 외의 선행연구 중 Dfs를 언급하지 않았지만, 시공안전 을 위해 설계단계에서 BIM 활용이 연구되었다. 권오철 등 (2013)은 다양한 실무자 경험 반영, 단계별 위험요소 제시, 건설안전 설계의 표준화, 시각화를 위해 BIM의 활용을 높게 평가하였다. 또한, Zhang *et al.*(2013)과 Lu *et al.*(2021)은 BIM 이 사전에 구축된 매뉴얼을 기반으로 자동 분석하기 때문에 건설안전에 빠르고 쉽게 대응할 수 있으며, 이치주와 함성일 (2020)은 설계자를 위한 건설안전관리 기준 제공과 안전관리자 및 시공자와의 협업 향상에 도움을 줄 수 있다고 보았다.

2. Dfs 대상 조경시공과정에서 발생한 사고의 특징

2019년부터 현재까지 CSI에 신고된 조경공사 사고 건수는 총 54건으로 건축공종에서 발생한 총 건설사고의 0.48%(11,080 건)에 해당하였다. 이 중 21건이 Dfs를 수행하였고 2명이 사망 하였다(그림 3 참조). Dfs는 ‘건설기술진흥법시행령 제75조의 2(설계의 안전성 검토)’에 명시된 “발주청”에 근거하여 공공부 문이 발주한 특정 규모 이상의 공사를 대상으로 한다. 이 때문에 Dfs를 수행한 조경공사는 지방자치단체가 발주한 공원 및 녹지 공사 8건, LH 또는 지방공기업이 발주한 공동주택 공사 3 건, 교육·연구·문화 및 집회시설 등 대지 안의 조경공사 6건 등에서 발생한 사고가 CSI에 신고되었다.

사고유형을 살펴보면 부딪힘(5건)이 가장 많았고, 대부분 자재 운반 중 작업자의 부주의로 발생하였다. 그 외 유형은 2~3건으로 대동소이하였다. 사고원인을 살펴보면 작업자 원인(작업자부주의와 작업자불완전행동)으로 발생한 사고가 12건으로 절반 이상을 차지하였고, 관리자 원인(작업순서미준수, 시공관리미흡, 운전자자격관리미흡, 위험정보미제공)으로 발생한 사고는 그 절반인 6건이었다. 조경공정 중 식재공에서 가장 많은 사고가 발생하였는데, 사고 경위를 살펴보면 소나무 등 높은 수 고의 나무에서 전정 및 전지과 지주목 설치 시 고소작업 과정에서 발생하였다. 시설공에서 발생하는 사고는 대부분 장비사용 중에 발생하였다. 특히 테크 자재 절단 과정에서 발생하는 사고 (3건)는 반복적이었다. 앞서 언급한 사망자가 발생한 사고 2건 은 수목 이식공사 시 굴착기 작동 미숙과 벌도 작업 중 신호 미 전달로 인한 두부 외상이었다. 이상 살펴본 결과, 고소작업에 대한 위험성 체크와 자재 적재의 위치를 Dfs에서 계획하고 시

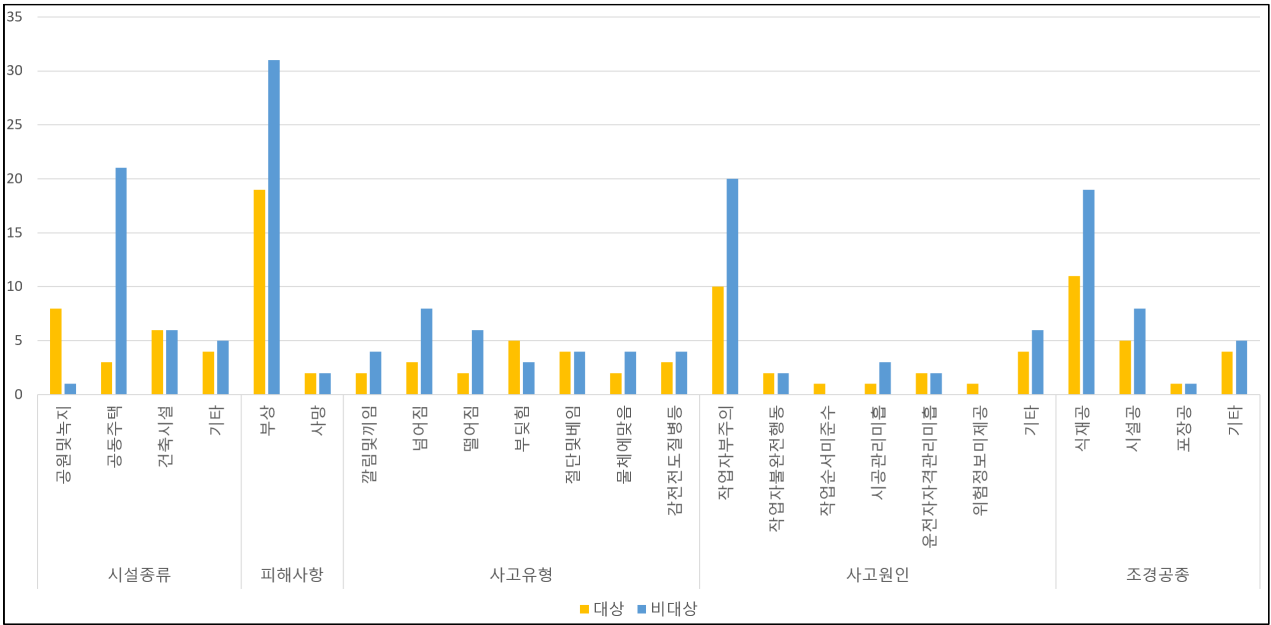


그림 3. DfS 대상 · 비대상 조경시공 과정에서 발생한 사고 현황(2019년부터 2023년 4월까지 CSI에 신고된 사례)
 자료: <https://www.csi.go.kr/acd/acdCaseList.do>

공단계에 전달되었다면 최소 6건의 사고를 예방하였을 것으로 추정된다.

DfS 비대상 조경공사는 33건으로 대상 조경공사보다 12건이 많았고, 그 중 민간에서 발주한 공동주택공사가 64%(21건) 차지하였다. 이 때문에 부상자 수도 대상 조경공사보다 12명 많은 31명으로 집계되었다. 특히 DfS 비대상 조경공사는 작업자부주의로 발생한 사고(20건)가 대상 조경공사보다 2배 높았으며, 사고유형으로 깔림 및 끼임, 넘어짐, 떨어짐에 의한 사고가 높았다. 이는 개부구, 점검구, 필로티 등 돌출 구조물이 많은 공동주택공사의 특성을 반영한 것이다. 따라서 민간부분이 발주한 공동주택 공사까지 DfS 시행 범위를 확대할 필요가 있다.

III. 연구 결과

1. 응답자 분포

앞서 언급하였듯이 본 연구를 위해 조경설계자 총 89명이 설문에 응답해 주었다. 응답자들을 5년 단위 경력으로 구분하였는데, 1~10년 미만 경력자가 53명(59.5%) 참여하였고, 그 이상 경력자들은 균등하게 분포하였다. 이 중 20년 이상 최고 경력자는 14명(15.7%)이었다(표 2 참조).

사전에 응답자들에게 “조경시공 현장에서 안전책임자는 누구인가?”에 대한 질문하였는데, 시공자(35명, 39.3%)와 건설사업

표 2. 응답자 분포

경력	분포(%)	
1~5년 미만	34	(38.2)
6~10년 미만	19	(21.3)
11~15년 미만	11	(12.4)
16~20년 미만	11	(12.4)
20년 이상	14	(15.7)
합계	89	(100.0)

관리기술자(30명, 33.7%)라는 답변이 가장 높았다. 그리고 발주자(15명, 16.9%)와 설계자(9명, 35%)라는 답변은 매우 낮았다.

2. 설계단계에서 안전 검토에 대한 인식

조경설계 단계에서 안전검토에 대하여 조경설계자들의 인식은 Q3(3.70), Q4(3.92), Q5(3.56), Q6(4.21) 문항에 응답하였다(표 3(1)). 즉, 조경설계자들은 설계단계에서 조경시공안전을 검토하는 것이 중요하고, 그것이 어떤 형태로든 조경설계에 영향을 미칠 것이고, 조경시공안전에 관한 매뉴얼도 필요하다고 생각하고 있지만 동시에 업무부담을 가중시킬 것으로 예상하였다.

해당 설문 항목 간에 상관분석을 수행한 결과, Q3과 Q5 사이에서는 작은 정(+)의 상관성이 도출되었다. 즉, 조경시공안

표 3. DfS에 대한 조경설계사들의 인식 분석을 위한 설문 내용과 기술통계 분석 결과

설문 구조	연번	설문 내용	기술통계 분석 결과	
			Mean	Std.
(1) 설계단계에서 안전검토	Q3	조경설계 단계에서 조경시공안전성을 검토하는 것이 중요하다고 생각하십니까?	3.70	0.886
	Q4	조경시공안전성 검토가 조경설계에 영향을 줄 것이라고 생각하십니까?	3.92	0.815
	Q5	조경설계에서 조경시공안전성 매뉴얼이 필요하다고 생각하십니까?	3.56	0.916
	Q6	조경설계에서 조경시공안전성을 검토하는 것이 업무에 부담될 것으로 생각하십니까?	4.21	0.648
(2) 건설안전에 대한 설계자 업무	Q7	조경설계에서 조경시공안전을 위해 설계자가 발주자와 협의가 중요하다고 생각하십니까?	3.69	0.874
	Q8	조경설계에서 시공법 및 절차에 의한 위험요소를 회피, 제거, 감소하는 것이 중요하다고 생각하십니까?	3.78	0.765
	Q9	조경설계에서 조경시공안전을 위해 지하굴착을 배제하는 것이 중요하다고 생각하십니까?	3.07	0.998
	Q10	조경설계에서 위험장소에서 작업을 최소화하기 위해 공장제작품 활용하는 것이 중요하다고 생각하십니까?	3.22	1.020
	Q11	조경설계에서 동일 장소에서 시공 절차가 충돌하지 않도록 조경시설간 거리를 확보하는 것이 중요하다고 생각하십니까?	3.55	0.965
	Q12	조경설계에서 조경시공안전을 위해 부서지기 쉬운 자재를 최소화하는 것이 중요하다고 생각하십니까?	3.71	0.855
	Q13	조경설계에서 조경시공안전을 위해 해체 및 개·보수 공사시 옹벽 등 기본 구조물을 존치하는 것이 중요하다고 생각하십니까?	3.19	0.824
	Q14	조경설계에서 위험요소를 고려하기 위해 조경시공 전문가가 설계과정에 참여하는 것이 중요하다고 생각하십니까?	3.47	0.955
	Q15	조경설계에서 조경시공안전을 위해 1:3 이하의 경사에서 조경시설과 식재를 최소화하는 것이 중요하다고 생각하십니까?	3.30	0.817
(3) 위험 저감대책 평가 요소	Q16	조경설계에서 인력식재공간과 기계식재공간을 구분하는 것이 중요하다고 생각하십니까?	2.88	0.915
	Q17	조경설계에서 안전관리가 미관보다 중요하다고 생각하십니까?	3.16	0.903
	Q18	조경설계에서 안전관리가 기능보다 중요하다고 생각하십니까?	3.33	0.823
	Q19	조경설계에서 안전관리가 기술보다 중요하다고 생각하십니까?	3.28	0.783
	Q20	조경설계에서 안전관리가 비용보다 중요하다고 생각하십니까?	3.67	0.758
	Q21	조경설계에서 안전관리가 시간보다 중요하다고 생각하십니까?	3.79	0.653
	Q22	조경설계에서 안전관리가 환경보다 중요하다고 생각하십니까?	3.09	0.928

전 검토의 중요성이 높을수록 조경설계 영향과 매뉴얼의 필요성이 증가하는 것으로 나타났다(Q3&4: $r=0.616, p=0.000$, Q4&5: $r=0.669, p=0.000$). 그러나, 조경시공 안전성 검토의 업무 부담과는 통계적으로 유의한 상관성이 나타나지 않았다.

흥미로운 것은 조경설계 경력이 많을수록 업무부담감을 제외한 모든 문항에서 부(-)의 상관성을 보였다. 즉, 설계경력이 높을수록 설계단계에서 안전검토에 대한 업무 부담 때문에 Q3~5를 낮게 인식하는 경향을 보여준 것으로 해석된다.

3. 건설안전을 고려한 설계에 대한 인식

건설안전을 고려한 설계에 대한 인식에 관한 결과는 평균

3.39로 나타났다(표 3(2)). 건설안전을 고려한 설계에 있어서 조경설계에서 시공 중 발생할 수 있는 위험요소를 회피, 제거, 감소하는 것(Q8, 3.78)과 부서지기 쉬운 자재를 최소화하는 것(Q12, 3.71)에 대한 중요성이 가장 높게 나타났다. 반면, 인력식재공간(초관목 및 R8 교목)과 기계식재공간(R10 이상)을 구역 구분하는 것의 중요성(Q16, 2.88)은 가장 낮게 나타났다.

흥미로운 것은 조경설계에서 위험요소를 고려하기 위해 조경시공 전문가가 설계과정에 참여하는 것의 중요성(Q14, 3.47)이 높게 분석되었으며, 더 나아가 설계자가 발주자와 협의하는 것에 대한 중요성(Q7, 3.69)도 높게 인식되었다. 이는 DfS에 대한 조경설계자들 조경시공 현장 안전에 대한 자신들의 전문성 부족을 보완하려는 태도로 해석된다.

이 결과는 상관분석에서도 잘 나타난다. 조경설계에서 조경 시공안전을 위해 설계자가 발주자와 협의하는 것(Q7)이 조경 설계에서 시공법 및 절차에 의해 발생한 위험요소를 회피, 제거, 감소하는 것(Q8)에 긍정적인 것으로 강한 정(+)의 상관성을 보여준다($r=0.675, p=0.000$). 더하여, 설계자가 발주자와 협의하는 것의 중요성(Q7)과 조경시공 전문가가 설계과정에 참여하는 것의 중요성(Q14) 사이에서 정(+)의 상관성($r=0.398, p=0.000$)을 보여주었다. 즉, 조경설계자들은 조경시공현장의 안전을 위해 설계단계에서 설계자-발주자-시공자와 협력 네트워크 구축이 매우 필요하다고 보았다.

4. 위험 저감대책 평가요소에 대한 인식

저감대책 평가요소에 대한 인식에 관한 결과는 평균 3.39로 나타났다. 즉, 조경설계에서 안전을 위한 대안이 미관, 기능, 기술, 비용, 시간 및 환경 어느 것보다 중요한 것으로 인식하고 있다. 안전이라는 주제를 기준으로 시간(3.79), 비용(3.67), 기능(3.33), 기술(3.28), 미관(3.16), 환경(3.09)순으로 중요성이 높은 것으로 나타났다(표 3(3)). 이것은 조경설계사들의 고유한 특성을 잘 보여주는 것으로 설계단계에서 가장 많이 분석하고 고민하는 미관과 환경보다 안전의 중요성을 다소 낮게 인식하는 반면, 자신들의 업역을 벗어난 시공단계에서 주로 고민하는 (공사)시간, (공사)비용보다 안전의 중요성을 다소 높게 인식하였다. 즉, 조경설계 단계에서 조경시공현장의 위험 저감을 위한 대안을 마련하기 위해서는 미관과 환경보다는 시공단계의 주요 업무인 시간과 비용 부분에서 더 많은 대안 마련이 필요하다고 생각한 것으로 해석된다.

이는 상관분석에서도 잘 나타나는데, 안전 중요성이 비용과 시간의 상관성에서도 강한 정(+)을 보여주었다($r=0.692, p=0.000$). 그런데, 이 분석에서 흥미로운 것은 조경설계 경력이 높을수록 안전이 비용과 시간보다 중요한가?라는 질문에 부(-)의 상관성을 보여주었다($r=-0.376, p=0.000$). 즉, 과거 (공사)기간과 (공사)비용에 대하여 경력이 많은 조경설계자들은 안전보다 여전히 중요한 주제라고 보고 있다.

5. 설계단계에서 안전검토에 대한 영향 인자 분석

건설안전에 대한 설계자 업무, 위험 저감대책이 설계단계에서 안전검토의 중요성에 영향 인자를 분석하기 위해 다중회귀 분석을 수행하였다. Q3~Q6에 대한 회귀분석 결과, 모든 회귀 모형은 통계적으로 유의하게 나타났다(표 4 참조). 회귀모형의 설명력은 약 35.7%~61.8%로 분석되었으며, Durbin-Watson 통계량은 1.5~2.5의 수치이기에 독립성을 충족한다고 볼 수 있

다. 분산팽창지수(VIF) 또한 모두 10 미만으로 다중공선성 문제는 없는 것으로 판단된다.

설계단계에서 안전검토에 대한 다중회귀분석 결과, 일부 독립변수 항목에서 통계적으로 유의한 결과가 도출되었다. 설계 단계에서 안전검토 항목인 Q3~Q5에 영향을 미치는 인자는 Q7 '발주자와 협의의 중요'인 것으로 분석되었다. Q7가 통계적으로 유의한 결과값이 나왔는데, 발주자와 협의의 중요성이 높을수록 설계단계에서 안전검토 항목(설계단계에서 조경시공안전검토의 중요성(표준화 계수 베타_0.431), 조경시공안전검토가 조경설계에 영향(표준화 계수 베타_0.397), 조경시공안전관련 매뉴얼의 필요(표준화 계수 베타_0.551)도 높아지는 것으로 나타났다. 그 외 다른 인자들은 통계적으로 유의하지 않았다.

IV. 고찰 및 결론

본 연구는 문헌고찰을 통해 조경공사 사고사례 현황을 살펴 보았고, 이후 통계분석을 통해 DfS에 대한 조경설계사들의 인식 현황을 분석하였다. 그리고 분석 결과로 도출된 쟁점과 그 개선방안에 대한 논의는 다음과 같다.

(1) DfS 대상 조경공사 사고가 DfS 비대상보다 현저하게 낮은 사고율을 보여주었고, 조경공종 중 식재공사에서 사고가 가장 자주 발생하였다. 대부분 전정 및 지주목 설치를 위한 고소 작업과 경사지 작업 과정에서 발생한 것으로 설계단계에서 이 부분의 위험을 설계도면에 기록할 필요가 있다. CSI의 사고사례에서 보았듯이, DfS 대상 조경공사의 사고는 작업자부주의와 불완전행동으로 부딪힘이 가장 많았고, DfS 비대상 조경공사의 사고는 넘어짐과 떨어짐에 의한 사고가 많았다. 이들 사고는 급경사 또는 구조물 도출과 같이 복잡한 지형·지물에 의한 것으로 이에 대한 작업자의 주의가 도달하지 못하여 불완전한 행동으로 이어진 것이다. 따라서 조경시공 중 사고 대비에 필요한 정보의 설계 기록과 그 기록이 시공자에게 정확하게 이양하거나 연계한다면 최소한 물적 요인에 의한 근로자의 불완전행동을 예방할 수 있을 것이다. 이 때문에 건설안전 연구자들은 설계단계의 설계 안전성 검토와 시공단계의 안전관리계획의 통합 운영에 관한 주장도 있다(김진희와 정영수, 2020; 이근재, 2020).

(2) 조경설계자들은 DfS에 대한 모든 항목에서 높게 인식하였다(평균 3.3 이상). 다만 경력이 높을수록 업무부담의 가중을 우려하였다. 이 결과는 중대재해처벌법 시행 후 건축설계사들의 인식이 높아졌다는 서원경 등(2023)의 연구 결과와 유사한 평균값을 보여주었다. 하지만 모든 건설설계사들은 DfS라는

표 4. 설계단계에서 안전검토에 대한 다중회기분석 결과

Model summary								
Model		<i>R</i>	<i>R</i> square	Adjusted <i>R</i> square	Std. error of the estimate	Durbin-Watson		
Q3		0.773	0.598	0.504	0.62082	1.622		
Q4		0.666	0.443	0.314	0.66444	1.857		
Q5		0.786	0.618	0.529	0.60893	2.413		
Q6		0.598	0.357	0.208	0.58098	2.034		
ANOVA								
Model		Sum of squares	<i>df</i>	Mean square	<i>F</i>	Sig.		
Q3		39.015	16	2.438	6.327	0.000		
Q4		24.247	16	1.515	3.433	0.000		
Q5		41.345	16	2.584	6.969	0.000		
Q6		12.943	16	0.809	2.397	0.007		
Coefficients								
Model		Unstandardized coefficients		Standardized coefficients	<i>t</i>	Sig.	Collinearity statistics	
		Beta	Std. error	Beta			Tolerance	VIF
Q3	Q7	0.442	0.115	0.431	3.850	0.000	0.472	2.117
	Q8	0.306	0.145	0.263	2.105	0.039	0.380	2.634
Q4	Q7	0.372	0.122	0.397	3.045	0.003	0.474	2.108
Q5	Q7	0.570	0.112	0.551	5.097	0.000	0.474	2.108
Q6	Q17	-0.244	0.091	-0.337	-2.688	0.009	0.592	1.689

새로운 업무에 부담을 느끼고 있다. 설계사들은 시공현장과 안전에 대한 전문지식이 부족한 상태이고, 발주자-설계자 계약에서 DfS 업무 추진에 필요한 시간, 비용, 인력 산출의 기준이 정립되지 않은 상태이다. 이 때문에 선행연구자들은 DfS가 설계사에 실질적으로 정착하기 위해서는 “DFS 업무를 전담하여 수행할 전담조직의 구축 및 전문인력 양성과 이를 위한 교육프로그램의 개발 필요”와 “설계사무소에서 DFS 업무수행 시 필요한 비용에 대한 적절한 대가를 지급할 수 있도록 대가 산정기준을 정립”하는 것이 시급하다고 주장하였다(신원상 등, 2019a). 이 외에도 현 소규모 조경설계사가 DfS 업무에 쉽게 접근할 수 있도록 현행 DfS 지원시스템을 간소화할 필요가 있다. 특히 위험요소 도출, 위험설 평가, 저감대책 수립, 보고서 정보 모듈 등 복잡한 DfS 업무를 조경공사 규모별로 적용 범위를 차별할 필요가 있다. DfS에서 도출된 안정성 확보 여부는 건설기술진흥법 시행령 제75조의 2에 따라 국토안전관리원에 의뢰하도록 하고 있는데, 대형 굴착공사가 없는 조경공사의 특성을 고려하여 그 피드백 과정을 최소화할 필요가 있다.

(3) 조경설계자들은 건설안전을 고려한 설계를 수행하기 위해서는 발주자 협의와 시공자 참여가 중요하다고 보았다. 설계 단계에서 조경시공안전을 구축하기 위해서는 발주자-설계사-시공자 협력체계 구축이 요구된다. 특히 시공현장 전문성이 부족한 수밖에 없는 조경설계사 입장에서 이러한 참여 형태를 매우 긍정적으로 보고 있다. 그러나 조경공사 대부분이 공공발주라는 점을 고려할 때 우리나라 입찰제도와 조경설계사가 기대하고 있는 안전협력체계가 불일치하여 조경시공 안전설계의 한계가 존재하는 것도 사실이다. DfS 관계 법령에서 명시한 발주청과 설계자는 직접 계약 당사자로 안전을 포함한 모든 내용을 서로 협력하고 협의할 수 있지만 시공자 참여는 별도이다. 현행 공공부분 공사 발주에 있어서 턴키 및 대안입찰과 기술제안입찰은 설계시공 일괄발주를 하기 때문에 안전에 대한 발주자-설계사-시공자 협력이 가능하지만, 대부분의 공공부분 조경공사는 설계시공 분리발주를 원칙으로 하기 때문에 DfS 수행을 위한 직접 시공자의 참여가 어렵다. 따라서 DfS를 수행하는 실시설계 70~80% 단계에서 발주청은 예비 조경시공사를 사

전에 선정하여 DfS에 참여시킬 수 있는 제도적 또는 정책적 지원이 요구된다. 이러한 협력체계가 가능하다면 시공사의 비용과 시간을 제안하여 안전설계의 대안을 제안할 수 있는 설계사와 발주청의 판단 오류를 점검할 수 있을 것이다.

(4) 조경설계자들은 비용과 시간 항목에서 안전의 중요성을 가장 강하게 인식하였다. 이를 위해서는 정확한 위험 요소 발굴과 그 프로파일링을 보완하여 조경건설정보를 추출하고, 그 정보를 연속적으로 전달할 수 있는 자동화 도구의 활용이 요구된다. 특히 DfS는 사업추진 단계별로 위험요소의 제거 또는 저감시킬 수 있는 체크리스트라는 개념에 비추어 볼 때, 계획-설계-시공-운영 및 관리까지 확대하여 데이터 기반의 체계적인 프로세스를 지원하는 BIM(Building Information Modelling)을 활용하는 것은 매우 유용할 것이다(Volk *et al.*, 2014). BIM은 건설안전에 있어서 설계부터 시공까지의 프로젝트 진행을 위한 모델을 제시하기에 업무 부담에 따른 시간효율성과 프로젝트 기간관리 및 재정관리에 긍정적이다. 따라서 BIM과 DfS가 서로 연동된다면, 본 연구에서 제기된 업무 부담, 발주자-설계자-시공자의 공동참여, 비용과 기간의 쟁점을 해결할 수 있는 실마리를 제공할 것이다.

(5) 마지막으로 정원산업에서 DfS 수행을 제안하려고 한다. 국내 정원산업 규모에서 설계시공 5.5% 차지한 것으로 알려져 있다(산림청, 2015). 현재 이 사업은 국가와 지방자치단체 주도로 추진(국가정원 2개소, 지방정원 45개소, 2022년 기준 등록 및 조성 중; 배준규, 2022)하면서 DfS의 대상이 될 수 있다. 하지만 정원은 여전히 DfS 정책 동조화의 한계도 분명하다. 우선 DfS는 설계시공 분리발주 원칙에서 출발한다. 이에 정원산업에서 DfS 업무를 수행하기 위해서는 건설서비스업 관련 면허를 보유하고 있는 조경설계사가 정원설계를 수행하여야 하는 전제가 요구된다. 이 때문에 건설서비스업 관련 무면허자들이 포함된 다양한 분야의 작가들이 정원을 설계할 때 DfS 업무 수행의 사각지대가 발생할 수밖에 없다. 다음은 산업재해 분류업종에 따라 정원산업은 건설업에 포함되어야 한다. 실제 정원산업은 도시공원, 식물원과 수목원, 도시농원 등 건설업에서 수행하는 사업도 있지만, 주택텃밭, 공동체텃밭, 주말농장 등은 설계 절차 없이 일반 시민의 참여만으로 추진이 가능한 사업도 있어 DfS 업무가 모든 정원산업에서 수행하는 데 한계가 있다. 즉, 정원산업은 한국표준산업분류 승인과 국가승인 통계조사지표 확정이 이루어지지 않고 있어 안전관련 업무수행의 한계가 있다. 종합하면, DfS 업무 사각지대를 인정된 상태에서 정원산업을 현 조경건설업의 범주에서 운영하는 것과 DfS 업무를 포괄적으로 운영하기 위해 정원 건설업을 생성하는 것을 비교하는 논의가 진행되어야 할 것이다.

본 연구는 연구결과를 통해 DfS에 대한 조경설계자들의 인식 향상에 필요한 쟁점 도출과 사고사례를 통해 DfS의 효용과 사고의 특징을 밝혔다는 점에서 의미가 있을 것이다. 또한 조경설계경력과 안전인식이 반비례한다는 흥미로운 결과도 발견하였고, 안전관련 업무 추가에 대한 부담감도 감지하였다.

그러나 본 연구는 정량분석을 위해 조경전문가 대상으로 한 만큼 표본수와 그 대표성의 한계가 있다. 이 때문에 설문조사 전후로 FGI(Focus Group Interview)와 같은 보완조사가 필요하였지만 이를 시행하지 못하였다.

DfS는 곧 조경설계사에 직면하게 될 업무인 만큼 후속 연구는 조경설계사의 업무 부담을 최소화 할 수 있는 실질적 방안을 제시할 필요가 있다. 또한 정원설계 단계에서 정원시공안전을 검토할 수 있는 정책 모델 개발해야 할 것이다.

References

- 고성석(2014) 시공 중 산업안전 및 건물의 유지관리개념의 안전. 건축 58(10): 58-62.
- 고용노동부(2023) 2023. 3월 말 산업재해현황. 국가통계 승인번호 제 118006호.
- 관계부처 합동(2018) 산업재해 사망사고 감소대책: 고위험 분야 집중 관리 및 안전우선 문화 확산. 국토교통부 보도자료, 2018. 01. 23. http://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_71/dtl.jsp?lcmsspage=12&id=95080271 (Accessed on 13 August 2023).
- 국토교통부 (2017) 설계 안전성 검토 업무 매뉴얼.
- 국토안전관리원 건설공사 안전관리 종합정보망. <https://www.csi.go.kr/acd/acdCaseList.do> (검색일 2003. 5. 30.).
- 김시은, 정재민, 정재욱(2019) 해외 유사 제도 비교분석을 통한 설계안전성검토 개선 방안. 한국안전학회지 34(6): 38-49.
- 김진동, 김광희(2019) 설계단계 설계 안전성 검토 적용의 문제점과 도출 위험요인의 적정성. 한국건축시공학회지 19(6): 549-555.
- 김진원, 김재준(2018) 설계의 안전성 검토(DfS) 업무의 효율성 증대를 위한 공동주택 건설공사의 단위작업별 재해위험성 평가. 대한건축학회논문집 구조계 34(6): 45-53.
- 김진희, 정영수(2020) 건설 안전관리 개념적 틀 및 정보이양 효율성 분석. 한국건설관리학회 논문집 21(4): 50-61.
- 김태우, 한형서(2018) 소규모 건설사업장에서의 안전의식 변화에 대한 연구. 기업경영리뷰 9(3): 233-250.
- 박재영(2022) 조경시공현장 안전관리 항목에 관한 연구. 한국환경과학회지 31(7): 653-663.
- 방중대, 손정락, 조건희, 김진원, 노영의, 이광로, 김승민, 기준일(2016) LH 건설현장의 안전사고 예방을 위한 안전관리지침 개선 연구. 한국토지주택공사 토지주택연구원.
- 배준규(2022) 정원산업 동향과 전망. 산림임업 전망 발표대회.
- 산림청(2015) 정원산업 현황 조사와 전망. (정책연구용역 결과보고서)
- 서원경, 차유나, 강영철(2023) 설계사의 설계 안전성 검토(DfS): 인식 현황과 업무 수행을 위한 필요 역량 분석. 대한건축학회논문집 39(6): 253-263.
- 신원상, 손창백(2019a) 건설프로젝트의 설계안전성 검토에 대한 인식 분석 및 개선방안. 한국건축시공학회지 19(4): 351-369.
- 신원상, 손창백(2019b) 발주자 및 설계사의 DFS 업무수행능력 분석 및 향상방안. 한국건설관리학회 논문집 20(5): 95-103.
- 신주열(2017) 설계안전성 검토(DfS) 발전방안. 터널과 지하공간 27(6): 351-356.

19. 유성곤, 이근형, 신원상, 손창백(2018) 설계사무소의 D.F.S 인식수준 분석 및 해결방향. 한국건축시공학회 학술발표대회 논문집 18(1): 43-43.
20. 이근재(2020) 설계 안전성 검토 결과를 활용한 시공단계 안전관리 업무 개선: 설계 안전성 검토와 안전관리계획의 연계를 중심으로. 한국안전학회지 35(6): 54-60.
21. 이근재, 민영기, 정광호(2018) 건설 현장 안전 환경 개선을 위한 설계 안전성 검토 활용 방안. KIEAE Journal 18(5): 113-120.
22. 이용수, 김진수, 최성식, 김창은(2011) 건설현장의 재해율 저감을 위한 개선방안 연구. 한국경영공학학회지 16(3): 99-113.
23. 이지주, 함성일(2020) 떨어짐 사고 예방을 위한 DfS와 BIM 기반의 안전난간 설계가이드 시스템. 대한건축학회논문집 36(10): 235-241.
24. 한희림, 김민서, 김효진, 이동현, 이영주, 이근재(2019) 설계 안전성 검토(DfS)에 따른 건설 폐기물 저감 효과 연구. 한국생태환경건축학회 학술발표대회 논문집 19(2): 201-201.
25. 홍성호(2004) Design for Safety 개념을 활용한 건설안전관리정보모형. 한국건설관리학회 학술대회논문집, 109-116.
26. Lu, Y., P. Gong, Y. Tang, S. Sun, and Q. Li(2021) BIM-integrated construction safety risk assessment at the design stage of building projects. Automation in Construction 124: 103553.
27. Moaveni, S., S. Y. Banihashemi, and M. Mojtahedi(2019) A conceptual model for a safety-based theory of lean construction. Buildings 9(1): 1-11.
28. Szymberski, R.(1997) Construction project safety planning. TAPPI Journal 80(11): 69-74.
29. Toole, T. M., N. Hervol, and M. Hallowell(2006) Designing for construction safety. Modern Steel Construction 46(6): 55-59.
30. Volk, R., J. Stengel, & F. Schultmann(2014) Building information modeling (BIM) for existing buildings-literature review and future needs. Automation in Construction 38: 109-127.
31. Zhang, S., J. Teizer, J. K. Lee, C. M. Eastman, & M. Venugopal(2013) Building information modeling (BIM) and safety: automatic safety checking of construction models and schedules. Automation in Construction 29: 183-195.

Received : 22 August, 2023

Revised : 21 September, 2023 (1st)

9 November, 2023 (2nd)

28 November, 2023 (3rd)

Accepted : 28 November, 2023

3인익명 심사필