

건축공사 달비계 사용 실태조사를 통한 사고저감 방안 연구

임형철¹, 이동현¹, 정성춘^{2*}

¹창원대학교 건축공학과, ²산업안전보건연구원, 산업안전연구소

A Study on the Accident Reduction Method through Survey of Hanging Scaffolding Use in Building Construction

Hyoung-Chul Lim¹, Dong-Heon Lee¹, Seong-Choon Jeong^{2*}

¹Department of Architectural Engineering, Changwon National University.

²Occupational Safety & Research Bureau, OSHRI.

요약 정부와 기업에서 추진 중인 다양한 방법의 재해 저감 노력으로 전반적인 산업 재해는 감소 추세에 있으나, 건설업의 추락 재해는 줄어들지 않고 오히려 증가 추세를 보이고 있다. 이러한 건설업의 재해 중 특히 달비계에 의한 재해는 주로 추락 재해이기 때문에 발생 시 대부분 사망사고에 이르는 중대 재해가 발생된다.

이러한 이유로 본 연구에서는 달비계와 관련하여 우선 국내외의 문헌 및 제도 / 규정 분석을 시행하였으며, 그 주요 내용은 첫째, 달비계 해외기준을 참고하여 이원화 되어 있거나 규정이 없는 달비계의 규정을 별도로 작성이 요구된다는 사항을 수정하였다. 다음으로, 장비 규정, 작업 사전 계획, 교육, 관리 사항에 대한 안전 계획을 규정에 반영 하였으며, 마지막으로 이러한 안전 계획을 발주자의 주요 책무로 규정화가 필요함을 도출하였다.

아울러 이러한 달비계 재해 저감을 위하여 현장의 관련 사용 실태를 설문 조사 하였으며, 주요 결과를 활용하여 설비 개선 및 작업방법 개선으로 재해 다발 요인을 사전에 인지하고, 달비계를 사용하여 공사에 참여하는 작업자 및 관계자, 감독자, 건축주 등이 재해 저감을 위한 공동의 노력을 이행하는 기준이 될 것이다.

Abstract Despite the trend of decreasing accidents, falling accidents in the construction industry have not decreased and are even rising. Most major accidents are falling accidents caused by hanging scaffolding and are mostly serious. We conducted a review of the literature, institutions, and regulations, which showed that domestic standards are not unified because they are drawn up by referring to overseas standards for hanging scaffolding. New regulations or standards should be established, which should reflect the safety plans for equipment, work advance plans, education, and management. If facility improvement plan for Hanging Scaffolding and implementation of revision of the current work use, regulations and guides are implemented, it will be recognized in advance of the causes of the accident statistics and the classification system and will be the basis for the implementation of joint efforts by workers, managers, supervisors and owners to reduce accidents.

Keywords : Hanging Scaffold, Facility Improvement, Work Method, Accident Reduction, Site Survey

1. 서론

건설 현장 추락 사고는 해마다 다양한 형태로 발생되고 있다. 정부와 안전보건공단에서 추진 중인 재해 저감 방안으로 산업 전반의 재해와 건설업에서의 재해가 지속

1.1 연구배경 및 목적

본 논문은 산업안전보건연구원 위탁연구용역 결과의 일부임 (계약번호:2018030B876-00)

*Corresponding Author : Seong-Choon, Jeong(Occupational Safety & Health Research Institute)

email: hclim@changwon.ac.kr

Received June 11, 2019

Revised September 3, 2019

Accepted September 6, 2019

Published September 30, 2019

감소추세에 있음에도 달비계에 의한 재해는 주로 추락재해이기 때문에 발생 시 대부분 중대재해가 발생된다.

따라서 본 연구의 목표는 달비계작업의 재해예방을 위해 국내 문헌 및 제도/규정분석을 시행하였으며, 실무현황과 현장작업실태, 방향수립 등을 위하여 현장인터뷰, 설문조사 재해통계분석 등의 결과를 바탕으로 재해양상을 도출하여 실정에 맞는 작업방법 및 법규개선, 설비개선방안을 제시하여 달비계 관련 재해 예방 및 사고저감을 목표로 하는 것을 목적으로 한다.

1.2 연구범위 및 방법

본 연구는 국내외 달비계 관련 선행 연구 및 자료를 수집/분석하고, 국내외 달비계 관련 안전기준 및 법규를 조사하여 분석하였으며, 달비계 작업방법, 관련법규의 문제점 및 개선방안 등을 토대로 설문지 및 전문가인터뷰를 진행 결과를 바탕으로 달비계사용 실태조사를 통한 사고저감 방안에 대한 결과를 도출하고자 한다.

이를 위한 연구 방법은 Fig. 1과 같다.

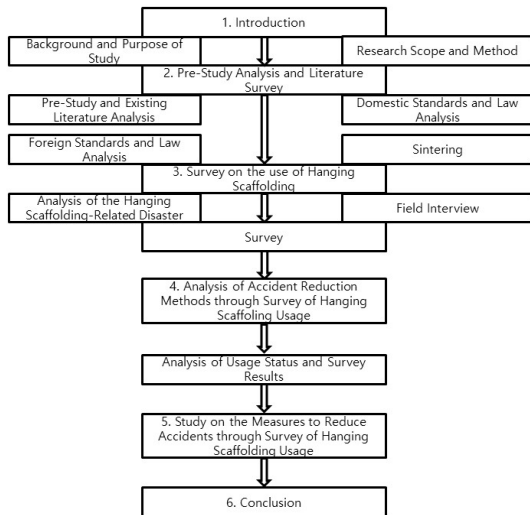


Fig. 1. Research flow chart

(1) 선행 연구 자료 및 문헌조사

국내의 달비계에 대한 구성 및 종류를 조사하고, 달비계관련 재해분석을 바탕으로 원인별 중대재해 현황을 조사하여 달비계 문제점 및 해결방안을 분석하였다.

(2) 국내 산업현장 실태조사

국내 산업현장의 설문 및 전문가인터뷰를 통해 달비계

의 문제점과 개선방안에 대한 의견을 수렴하여 적정성을 검토 하였다.

(3) 실태 분석 및 사고저감 방안 결과 도출

국내외 연구자료와 문헌고찰, 현장 실태조사 및 설문조사 결과를 바탕으로 재해양상 도출하여 달비계 사용 실태조사를 통한 사고저감 방안의 결과를 도출한다.

2. 선행연구 분석 및 문헌조사

2.1 선행연구 및 기존 문헌분석

달비계와 관련하여 직접적인 선행연구는 조사결과 거의 없으며, 일반적인 가설공사 비계관련 연구에 일부 포함되거나 비계공사의 설치 및 운용 규정에 관한 연구에서 일부 언급되고 있다.

이와 같은 선행연구에 대하여 조사내용을 정리하면 다음 Table. 1과 같다.

Table. 1. Analysis of advance research on hanging scaffolding (related to disaster prevention)

Classification	Author	Title	Main contents
Disaster prevention	Kim, Yeon-Sil (2017)	Improving the vertical life line to prevent falling down of workers during dismantling of scaffolding in temporary work	Analysis of Collision Accident Types in Deconstruction of scaffolding
	Nam, Seung-Eui (2017)	A Study on reduction methods for fall accident from scaffold in construction industry	An overall disaster analysis of scaffolding-induced falls
	Kim, Jin-Ho (2009)	A study on Reducing Plans of Accident through Case Study of Construction Accident in Scaffolding Work	Hanging scaffolding included in scaffold disaster process
	Cho, Sung-Ryong (2008)	A study of factor analysis about construction falls accident of scaffolding and temporary facilities	Include hanging scaffolding analysis in the crash factor
	Seo, Kyoung-Do (2013)	A Plan to Secure Safety in Scaffold through Analysis of Falling Accident	Included in accident analysis but excluded from securing safety

김연실(2017)과 남승의(2017)는 전반적인 가설공사

와 비계공사 시에 추락방지와 수직구명줄의 상관관계에 대하여 연구하였으며, 특히 비계해체 시 추락재해발생 유형을 분석하는 과정에서 일부 달비계재해와 수직구명줄과 상관관계를 분석하였다[1, 2].

김진호(2009)는 비계공사의 재해사고를 종류별로 분석하여 재해의 저감방안을 도출하였으며, 재해 내용에는 달비계가 포함되어 있으나 저감방안은 제외 되어 있다[3].

조성룡(2008)과 서경도(2013)는 전반적 가설구조물에서 추락사고의 요인을 분석하는 과정에서 달비계가 포함되어 있으나 안전성확보대책에서는 달비계가 제외되어 분석되었다[4, 5].

전반적으로 재해예방을 위한 관련 연구는 달비계를 직접적으로 연구한 사항은 거의 없으며, 수직구명줄의 필요성제시와 추락 시 중대재해가 발생한다는 측면의 문제 제기 위주로 연구되어 있다.

2.2 국내 기준 및 법규분석

달비계 관련 문헌 및 기준으로는 산업안전보건법 산업안전보건기준에 관한 규칙, 가설공사 표준안전작업지침, 표준시방서 가설공사, KOSHA GUIDE 등에서 언급하고 있으나 서로 다른 종류의 달비계를 다루고 있어 혼선을 초래하고 있다. 이에 단일화거나 확대하여 정리할 필요성이 있으며, 세부내용은 아래 Table. 2와 같다.

Table. 2. Analysis of advance research on hanging scaffolding (Regulations/Guides)

criteria and literature	Analysis details
Industrial Safety and Health Act Rules on Industrial Safety Standards Article 63 [The structure of hanging scaffolding] Article 64 [inspection and repair of hanging scaffolding]	Presented mainly on hanging scaffolding
Guidelines for Standard Safety Work in Temporary Work (Ministry of Employment and Labor Notice 2012-92) Article 10 [Hanging scaffolding]	
Standard Specification for Temporary Work (2014.08) Chapter 4 Scaffolding and Job Bulletin [Materials] Other scaffolding - Hanging scaffolding [Construction] Other scaffolding - Hanging scaffolding	
KOSHA GUIDE C-33-2016 safety Manual of Hanging scaffolding (2011.12) The safety technology Method of safety work of hanging scaffolding (2010.06)	Presented mainly on hanging scaffolding

2.3 국외 기준 및 법규분석

미국 직업안전위생국 (OSHA)에서는 곤돌라형과 달비계(B)에 대하여 모두 언급하고 있으며, 달비계(B)의 경우 로프 기준과 작업대의 기준 등을 상세히 제시하고 있으며, 안전계획 및 교육관련 내용은 달비계 전반에 대한 내용으로 구성되어 있다.

캐나다는 다른 국가에 비해 사전계획, 교육, 관리 등에 주의를 기울이는 것으로 나타났다. 모든 국가들이 달비계 하중 및 로프 기준을 규정하고 있으나 작업대 규격에 대한 기준은 호주만 언급하고 있다. 또한 모든 국가들이 연결 장치로 캐리비나 등의 철물장치를 사용할 것으로 권장하고 있으며 로프매듭법에 대한 규정은 없는 것으로 보인다.

2.4 소결

달비계의 재해는 빈도에 비하여 발생하면 사망재해 가능성이 높으므로 공중, 규모, 유형 등의 재해분석사항을 면밀히 검토하여 다차원의 재해예방 대책의 수립이 필요하다. 따라서, 달비계의 작업방법과 설비개선 요소 발굴 요구되며, 특히 현재 분석된 재해유형을 토대로 설문조사를 시행 하여 규정의 개선과 작업방법 및 설비개선의 방향을 조사할 필요 있음을 파악하였다.

3. 달비계 사용실태 조사

3.1 달비계 관련 재해분석

본 연구에서는 최근 15년간 발생한 242건의 달비계 관련 중대재해를 분석하여 중대재해 원인과 대책을 조사하여 분석하였다. (출처 : 안전보건공단)

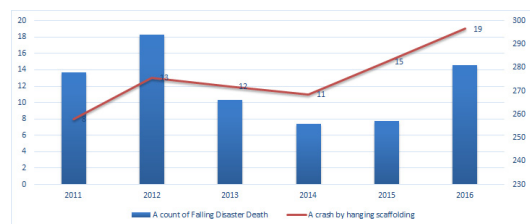


Fig. 2. A fall in hanging scaffolding compared to the entire construction industry

통계청에 따르면 2011년에서 2016년까지 산업전체에서는 1,000건 미만으로 꾸준히 감소추세에 있으며, 건

설업 역시 500건 미만으로 지속 감소추세에 있음을 알 수 있다.

현장인터뷰의 경우 달비계 사용시기에 맞추어 작업자 위주의 인터뷰를 수행하였으며, 건축시공에 활용되는 실제 달비계의 사용현황 파악에 집중하였다.

주로 작업자 입장에서의 달비계의 편의상개선에 대한 의견이 많았으며, 매듭법 현황 및 교육실태, 고정점의 사용현황, 수직구명줄의 사용실태, 로프관리 등에 대한 실태조사를 이행하였다.

3.2 설문조사

달비계 관련재해의 저감을 위한 설비개선 및 작업방법 개선을 위하여, 재해 통계를 다각도로 분석하여 재해양상을 심도 있게 분석하였다.

본 결과를 토대로 설문지를 제작하여 작업자 및 현장 관리자를 대상으로 120부의 설문을 실시하였으며, 102부를 회수하여 분석하였다.

4. 달비계 사용 실태 설문조사

4.1 사용실태 및 설문조사 결과 분석

달비계 관련 교육과 매듭, 점검, 위험행동 등과 같은 위험인지에 대한 설문에 대하여는 대부분 인지도가 낮게 도출되었고, 기초적인 달비계 작업의 위험요인에 대하여 사전에 인지하고 있는지 여부를 질의 하고 이에 따라 가장 위험한 요인은 무엇인지를 질의 하였으며, 주요 내용은 다음과 같다.

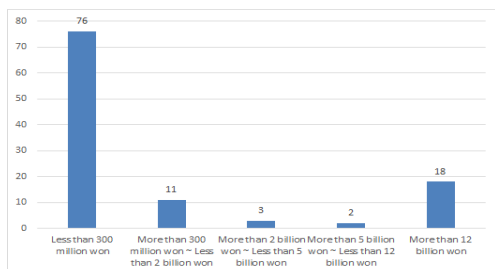


Fig. 3. Accident Status by Construction Value

Fig. 3의 공사금액별 재해발생 현황을 살펴보면 결과 총 110건 중 3억 미만부터 120억원 이상 분포에서 3억 미만의 소규모 공사에서 높은 사고율을 보이고 있다.

120억 이상의 대형현장은 안전관리비용과 안전관

리자선임 등에서 상대적으로 체계적인 운영이 되고 있음을 보여주고 있으며, 반면 공사금액이 3억원에서 120억원 미만의 건설 현장은 중·소규모 건설업체가 참여하는 경우가 많아 실질적으로 효율적인 안전관리체계 구축에 어려움이 많아 대체로 높은 안전 사고 발생률을 보이고 있다.

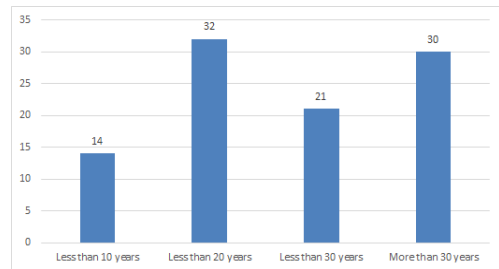


Fig. 4. Frequency of occurrence of disaster by casualty experience

Fig. 4에서 보는바와 같이 전체 재해 중 경력을 확인 할 수 있는 건수는 97건이며, 이에 따른 경력별 사고율을 살펴보면 10년 미만의 경력자에 비해 10년 이상의 경력자들의 재해 발생빈도가 높은 것을 알 수 있다. 경력이 많을수록 사망자수가 늘어나는 현상을 보이고 있는데, 이는 작업에 참여될 가능성이 높을 뿐 아니라, 경력자들이 자신들의 안전에 대한 과신에서 초래되는 결과이다.

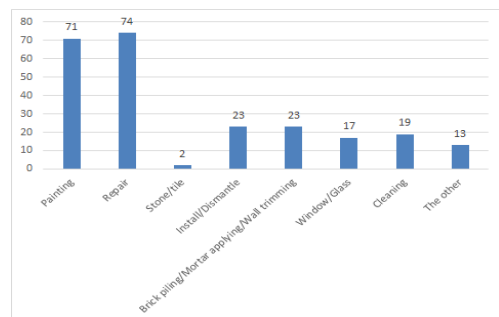


Fig. 5. A Study on the Re-incident of Work Types

Fig. 5를 살펴보면 달비계를 활용한 주요 작업은 시공 과정의 경우 도장이 가장 높은 편이며, 유지보수단계에 있어서는 청소보다는 보수과정에서 사고가 많이 발생되는 것으로 나타났다.

시공과정에서 발생한 사고가 50% 정도로 나타나서 유지보수와 비슷한 재해건수를 보이고 있으나, 통계상의 보수와 청소, 에어컨 등의 설치 등을 포함한 사고는 120건

을 상회하여 안전관리의 음영상태 수행작업으로 사고에 취약한 것으로 나타났다.

특히 코킹 등 보수작업의 경우 전체 작업중 가장 높은 사고발생을 보여주고 있어서 안전관리의 사각지대임을 알 수 있다.

시공단계에서는 외부도장 공사가 총 71건 29%로 가장 높은 사고 발생률을 보였으며, 조적 미장 전출, 창호 등은 비슷한 사고건수를 보여주고 있다.

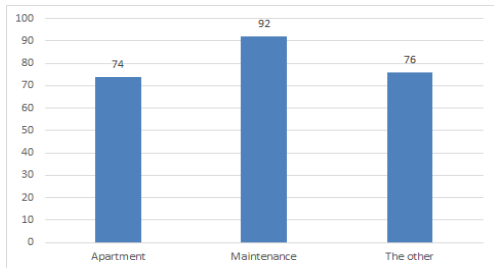


Fig. 6. Current status of accidents by type of construction

Fig. 6은 최근 15년간 재해내용을 대분류의 재해발생 원인에 대하여 분류한 결과, 재해원인은 로프와 고정점문제로 나타났으며, 모두 수직구명줄이 설치되지 않거나 착용하지 않아서 생긴 경우이다.

로프에 의한 사고 중 지지로프 풀림으로 인한 사고 발생률이 다른 요인에 비하여 39%로 높게 나타났고 고정점 결손으로 인한 사고 발생률은 15%, 불안정한 행동에 의한 사고 발생률은 28%로 실질적으로 로프 풀림으로 인한 사고 발생이 다른 요인에 비해 다수인 것으로 파악되었다.

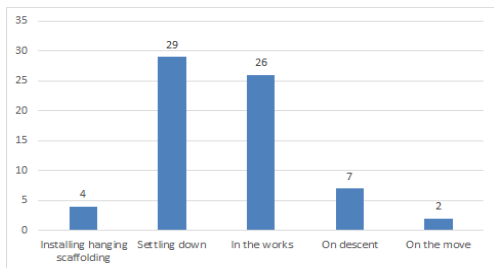


Fig. 7. Current status of reoccurrence by action

Fig. 7을 살펴보면 대분류의 불안정한 행동은 준비 중/안착 중/작업 중/하강 중/이동 중의 다섯 단계로 구분하고 있으며, 이 중 안착 중과 작업 중에 전체의 80%이

상의 재해가 발생하는 것으로 나타나 작업방법의 즉시 개선이 요구되고, 수직구명줄의 의무화가 요구되는 점을 보여주고 있다.

이는 달비계 설치 중(준비 중) 단계에서 수직구명줄을 먼저 설치하고 달비계의 로프설치와 안착을 시행하여야 함에도 불구하고 작업의 불편과 유지보수단계 수직구명줄 미설치로 인한 중대재해가 다수 발생한 내용을 보여주고 있다.

5. 달비계 사용실태 조사를 통한 사고 저감대책

설문결과를 토대로 건축공사 달비계 관련재해의 저감을 위한 사용실태 및 작업방법개선을 위하여, 재해 통계를 다각도로 분석하였으며, 달비계 관련 교육과 매듭, 점검, 위험행동 등과 같은 위험인지에 대한 설문에 대하여는 대부분 인지도가 낮게 도출되었고, 기초적인 달비계 작업의 위험요인에 대하여 사전에 인지하고 있는지 여부를 질의 하고 이에 따라 가장 위험한 요인은 무엇인지를 질의 하였다.

선행연구와 현장 관리자 인터뷰, 재해 양상 등에서 수직구명줄의 중요성을 언급하고 있으며, 단순히 체결만으로도 대부분 재해를 저감할 수 있는 것으로 나타났다. 미 체결/미설치의 이유에 대하여 질의한 결과, 불편함과 줄 꼬임 등이 주요요인으로 나타났고, 여전히 벨트식 보다는 안전그네방식을 선호함을 알 수 있었다.

6. 결론

건축공사 달비계 사고 사용실태 조사를 통한 사고저감 방안을 위하여 문헌 및 제도 분석, 국내외 사례 재해통계 및 설문조사 결과를 바탕으로 재해양상을 심도 있게 분석하였다.

대부분의 재해가 경력 20년 이상 경력자에게 나타나고, 달비계 관련 교육과 매듭, 점검, 위험행동 등과 같은 위험인지에 대한 요인들을 사전에 인지하고 있는지, 이에 가장 위험한 요인인 무엇인지 질의하고 결론들 도출한 결과 작업 단계에서의 로프의 풀림이나 파단이 가장위험하다고 판단하고 있으나 관리자는 이러한 부분은 KOSHA Guide대로 이행하도록 권고하고 관리하고 있으므로 재해보다는 안착중이나 하강중 재해가 더 많다고 인지하고

있었다.

따라서 본 연구는 선행연구와 설문조사, 재해원인 등을 분석하여 다음 과 같은 결론을 도출 하였다.

첫째, 달비계의 규정, 가이드에 대한 별도의 교육이나 체크리스트가 존재하지 않는다.

둘째, 달비계관련재해가 다른 공중에 비하여 사고 시 중대재해로 이어질 수 있는 인식도가 개선되어야 할 것이다.

셋째, 규정과 제도의 강제화가 필요하다는 점을 도출 할 수 있었다.

따라서 본 연구는 건축공사 달비계 사용실태를 조사하여 사고저감 방안을 제시 하고자 하였으며, 통계를 통하여 다양한 현장에서의 사고원인을 조사 하였지만 건축공사에 집중하여 다른 산업현장을 살펴보지 못한점에 한계를 가진다.

References

- [1] Y. S. KIM "Improving the vertical life line to prevent falling down of workers during dismantling of scaffolding in temporary work", Proceedings of KICEM Annual conference, Korea Journal of Construction Engineering and Management, Seoul, Vol.16, pp.41-42 Nov. DOI : http://www.auric.or.kr/User/Rdoc/DocRdoc.aspx?returnVal=RD_R&dn=352455#.XP3_T017kuU
- [2] S. Y. NAM "A Study on reduction methods for fall accident from scaffold in construction industry", Proceedings of KICEM Annual conference, Korea Journal of Construction Engineering and Management, Seoul, Vol.12, pp.18-21 Nov. 2017. DOI: http://www.auric.or.kr/User/Rdoc/DocRdoc.aspx?returnVal=RD_R&dn=352529#.XP3_4017kuU
- [3] J. H. KIM "A study on Reducing Plans of Accident through Case Study of Construction Accident in Scaffolding Work", Korean Architectural Institute of Korea, Vol.11, No.2, pp.275-248, Nov. 2009. DOI: http://www.auric.or.kr/User/Rdoc/DocRdoc.aspx?returnVal=RD_R&dn=352529#.XP3_4017kuU
- [4] S. R. CHO " A study of factor analysis about construction falls accident of scaffolding and temporary facilities", Proceedings of KICEM Annual conference, Korea Journal of Construction Engineering and Management, Seoul, Vol.3, pp.143-147, Nov. 2008. DOI: http://www.auric.or.kr/user/rdoc/DocRdoc.aspx?returnVal=RD_R&dn=219571#.XP4AOE17kuU
- [5] K. D. SEO "A Plan to Secure Safety in Scaffold through Analysis of Falling Accident", Master's thesis, Kyung Hee University DOI: <http://www.riss.kr/link?id=T13429945&outLink=K>

임 형 철(Hyong-Chul Lim)

[정회원]



- 1993년 2월 : 연세대학교 건축공학과 (공학사)
- 1995년 8월 : 연세대학교 건축공학과 (공학석사)
- 2005년 2월 : 연세대학교 건축공학과 (공학박사)

- 1995년 9월 ~ 2006년 2월 : 대립산업(주)
- 2006년 3월 ~ 현재 : 창원대학교 건축공학과 교수

<관심분야>

건설안전, 건축건영, 건축시공

이 동 헌(Dong-Heon Lee)

[정회원]



- 2012년 2월 : 창원대학교 건축공학과 (공학사)
- 2016년 2월 : 창원대학교 건축공학과 (공학석사)
- 2016년 9월 ~ 현재 : 창원대학교 건축공학과 (박사과정)

<관심분야>

건축시공, 건설관리

정 성 춘(Seong-Choon Jeong)

[정회원]



- 1994년 2월 : 동아대학교 건축공학과 (공학사)
- 1999년 4월 : 창원대학교 토목공학과 (공학석사)
- 2002년 8월 : 동아대학교 건축공학과 (공학박사)

- 2003년 3월 ~ 현재 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 연구위원

<관심분야>

건설안전, 건축시공