

조선업 위험성평가 실용을 위한 개선 방안

신운철*

*한국산업안전보건공단, 산업안전보건연구원

Improvement for practical application of Risk Assessment in shipbuilding industry

Woonchul Shin*

*Department of Safety Research, Occupational Safety and Health Research Institute, KOSHA

Abstract

Subcontracting business than the contracting business in shipbuilding industry is a lot of hazardous job and highly accident because of highly work intensity. In order to prevent the accidents, there is a need to analyze characteristic of shipbuilding, to apply measures of risk assessment. In this paper, I suggested an improvement of the risk assessment through the actual condition research in shipbuilding industry. In the research method, I analysed accidents occurred until 2011-2013. Carried out the actual site survey while two weeks in May 2014. As a result, 1) The main pattern were caught-in or between, fall on the high level according to analyzed accidents. 2) To apply the weight show clear of magnitude for risk assessment. 3) Risk estimation of risk assessment is desirable to be quantization by accidents analysis, and to be greater than or equal to 4 steps.

Keywords: Fatal injury rate per 10000 population, Injury rate, risk assessment, Risk estimation, Risk evaluation, Shipbuilding industry

1. 서론

우리나라는 조선업 강국이다. 그에 걸맞게 재해율도 최근에는 국내의 전 업종 재해율에 비해 낮은 편이다.¹⁾ 조선업은 작업공정도 많고 인력도 많이 필요하여 국내의 5대 기업이 조선업종의 대부분을 차지할 정도로 대체로 대기업으로 되어있다. 조선업이 근로자 수로 보면 대기업이기는 하지만 조선업종의 작업이 많은 관계로 수급업체도 많이 있다. 조선업의 대기업인 도급사업장에서는 1차 수급의 원칙을 내세우지만 현 실정은 하도급 형태로 있다. 수급업체는 도급업체에 비해 주로 위험 작업이 많다 보니 도급업체에 비해 수급업체의 작업강도가 높아 재해 강도도 높게 나온다. 작업 여건

도 탑재나 도장 작업과 같은 힘든 작업이 많아서 도급사업장에 비해 열악한 상태이다.

조선업의 재해예방을 위하여 수급업체에 대한 재해 예방 기법은 대부분이 도급업체의 것을 기준하여 적용하여 실시되고 있는 실정이다. 수급업체의 재해예방을 위해서는 도급업체와 같이 개선방안의 제시가 필요하다. 재해예방의 방안으로 재해 분석을 통한 조선업의 특성 분석이 필요하며, 특성에 따른 위험성 평가의 적용 방안이 필요하다. 조선업의 재해 특성으로는 재해의 발생형태별, 공중 및 직종별 특성이 있다.

조선업의 재해예방에서 기초가 되는 위험성 평가는 재해에 직접적으로 영향을 줄 수 있는 인자들로 위험성이 추정되어야 재해예방에 효과를 거둘 수 있다.²⁾

† Corresponding Author: Woonchul Shin, Tel : 82.52.7030.850, E-mail : s88119@kosha.net

Dept. of Occupational Safety Research, Occupational Safety and Health Research Institute, 400, Jongga-ro Jung-gu, Ulsan, 403-711, Republic of Korea

Received June 18, 2014; Revision Received September 15, 2014; Accepted September 20, 2014.

2008년 장성록³⁾은 조선 공정의 재해 발생 형태별 위험을 나타내었으나 위험성 평가와의 연계성은 적었다. 2010년 장성록⁴⁾은 전문가를 통한 실태조사로 선종별 위험도를 나타내었으나 작업상에서의 위험도에 대한 내용은 없었으며, 공정별의 위험에 대하여는 공정에 따른 위험 작업의 항목을 나타내었지만 재해와의 상관성은 없었다. 그러므로 조선업의 재해 특성이 위험성 평가에 반영되어야 할 것이다.

이 연구는 조선업의 위험성 평가에 대한 조사를 통하여 조선업의 위험성 평가의 개선 방안을 제시코자 한다.

2. 연구방법

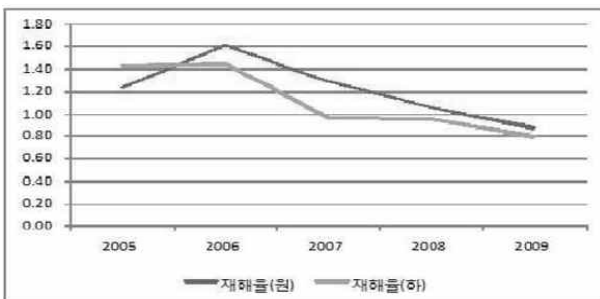
조선업종의 사업장은 주로 국내의 해안가에 위치하고 있고, 업종이 대형 기업으로 국내에는 약 3개 업체가 전체의 많은 비중을 차지하고 있다. 대기업에 대한 재해 현황은 곧 국내 조선업을 대표한다고 해도 과언이 아니다. 이 연구는 국내를 대표할 수 있는 1개의 대기업을 대상으로 하였다. 2011년부터 2013년까지의 최근 3년간 해당 기업에서 발생된 재해를 분석하였다. 재해원인의 구체적 내용을 찾기 위해 2013년에 발생된 재해를 대상으로 심층 분석하였다. 재해 분석 항목으로는 재해 발생형태별, 작업공정별, 직업 공종별로 분석하였다.

조선업 자율 재해예방의 핵심 중 하나인 위험성 평가 등의 실태를 파악하기 위해 2014년 5월에 2주간 동안 실태조사를 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

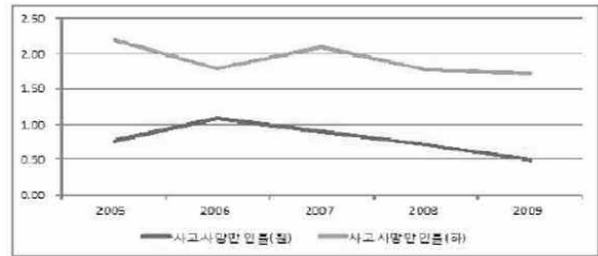
3.1. 재해 발생 형태에 따른 조선업의 특성

2013년 업무상사고 재해율은 0.59였다. 조선업의 도급과 수급대상으로 2005년부터 2009년까지 재해율은 [Figure 1]과 같다.



[Figure 1] Injury rate of the contracting business and subcontracting business in shipbuilding industry

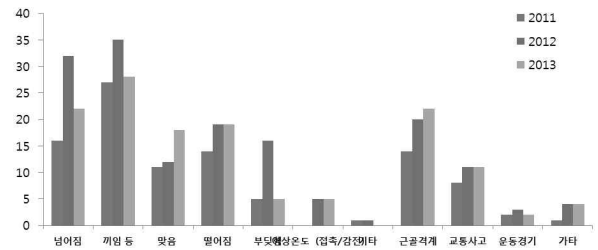
2006년에 도급 재해율 1.08 이후로 감소하였고, 2009년에는 도급과 수급의 재해율이 0.49로 낮아졌다. 또한, 2005년부터 2009년까지의 조선업의 사망만인율은 [Figure 2]와 같이 나타났다.



[Figure 2.] Fatal injury rate per 10000 population of the contracting business and subcontracting business in shipbuilding industry

[Figure 2]에서 보면 2009년 사망만인율에 대하여, 조선업의 대기업에 해당되는 도급의 만인율은 0.5였으며, 협력업체에 해당되는 수급업은 1.72로 도급업의 약 3배에 달하고 있다.¹⁾

2011년부터 2013년의 최근 3년간 재해 발생 형태별로 재해를 분석한 결과 [Figure 3]과 같이 나타났다.

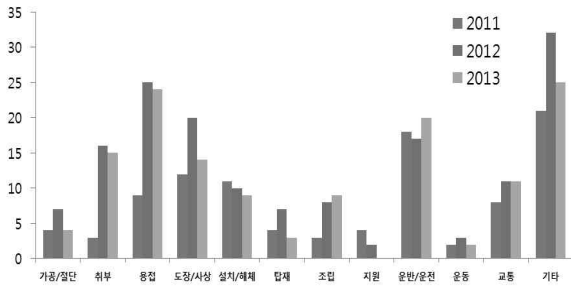


[Figure 3] Number of injuries by caused types (2011~2013)

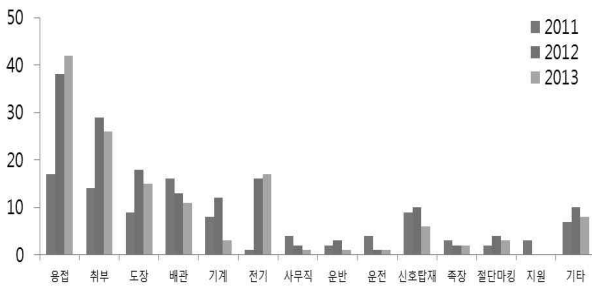
[Figure 3]을 보면 5대 주요 발생 형태로는 끼임, 넘어짐, 근골, 떨어짐, 맞음으로 나타났다. 이의 분포비율은 끼임 30%, 넘어짐 23%, 근골 19%, 떨어짐 17%, 맞음 14%로 분석되었다. 위험성 평가에도 이러한 내용이 반영되는 것이 바람직하다. 현장작업에서 발생 형태별로 위험요소가 있는 경우에는 주요 발생 형태별의 가중치가 가능성에 반영되어야 한다. 위험성 평가는 위험의 정도를 나타내는 것으로 단 한건의 끼임이나 떨어짐 요소라도 이것을 분석 비율에서 나타 난 것처럼 끼임은 2건, 떨어짐은 3건 등으로 자료상에서 가중하여야 전체적인 위험성 평가에서 위험의 크기를 바르게 나타낼 수 있다. 그러므로 가능성의 자료를 산정함에서는 재해분석의 발생 형태별 분석 비율이 가중치로 적용함이 타당하다고 본다.

3.2. 조선업의 공종별 재해 특성

최근 3년간의 공정별에 의한 재해 현황은 [Figure 4] 과 같이 나타났으며, 직종에 의한 재해 현황은 [Figure 5]와 같이 나타났다.



[Figure 4] Number of injuries by process types (2011~2013)



[Figure 5] Number of injuries by occupational types (2011~2013)

[Figure 4]의 공정별 조선업의 주요 5대 재해 현황을 보면 용접, 운반, 도장, 취부, 설치로 나타났다. 이 현황은 재해예방을 집중화 하여야 할 공정으로 위험성 평가에서도 이 공정의 우선순위가 될 수 있도록 위험성의 크기가 될 수 있도록 위험성 평가가 이루어져야 한다.

[Figure 5]는 직종별 재해현황으로 주요 5대 직종은 용접공, 취부공, 도장공, 배관공, 탑재공인 것으로 나타났다. 선박업에서 직종별 발생 형태의 주요 재해로는 용접공은 끼임과 넘어짐, 취부공은 넘어짐과 근골, 도장공은 넘어짐과 근골, 배관공은 끼임과 넘어짐, 탑재공은 떨어짐과 맞음인 것으로 나타났다. 작업 시에는 직종에 따른 발생 형태의 재해예방에 주의 관심을 두어야 한다. 또한, 직종에 따라 넘어짐은 전 직종에서 발생되었으므로, 현장에서는 미끄럼방지용 안전화 착용이 꼭 필요하다.

3.3. 위험성 평가 추정에서의 평가 기준

조선업에서 위험성 평가의 추정은 <Table 1>과 같이 평가서를 작성하여 실시하고 있으며, 추정을 위한 평가 기준은 <Table 2>와 같은 기준을 적용하고 있다.

<Table 1> A table of risk assessment in ○○ shipbuilding industry

유해 위험 요인	빈도	강도	평점	안전 / 보전 작업
1. 부재운반 하차 이동중 CLAMP가 빠지면서 제품추락사고 발생	1	2	2	* 부재 권양 이동 전 CLAMP 체결 상태 확인 후 이동 작업 실시
2. 벨트 사용시 권양이동중 부재가 빠지면서 제품추락사고 발생	1	2	2	* 부재 권양 이동 전 벨트 조임 수평 확인 후 작업

<Table 2> A Criteria of risk estimation

구분	평가기준	배 점
가능성 (발생 빈도)	가능성 회박 ①불안전 행동/상태가 있어도 사고가 발생하지 않음 ②과거에 사고가 발생한 사실이 없음 ③아차사고가 1건도 발생되지 않음(최근 6개월간)	1점
	일부 가능 ①표준작업대로 했을 경우 사고가 발생하지 않음 ②최근 3년 이내에 사고(경미상, 산재사고) 1건 발생 ③아차사고가 3건 미만 발생(최근 6개월간)	2점
	가능 ①표준작업이 없어 사고가 수시로 발생할 수 있을 경우 ②최근 3년 이내에 사고(경미상, 산재사고) 2건 이상 발생 ③아차사고가 3건 이상 발생(최근 6개월간)	3점
중대성 (강도)	약간 위험 ①사고발생시 인적/물적피해가 경미하며 쉽게 발생문제를 해결 할 수 있음(일시 일부 근로불능 등) ②문제점이 조금 있으나 사고가 발생된 적이 없음 ③현재 관련 법규 기준치를 100% 만족함	1점
	위험 ①사고발생시 장해가 남을 정도 또는 상당한 물적피해를 일으킬 수 있음(영구 일부 근로불능 등) ②문제점이 많고 발생된 적이 있음 ③현재 관련 법규 기준치를 100% 못함	2점
	매우 위험 ①사고발생시 원상 회복이 어려운 사망 등의 중대사고를 일으킬 수 있는 상태(영구 전 근로불능 등) ②문제점이 많고 자주 발생한다. ③현재 관련 법규 기준치를 100% 만족 못함	3점

<Table 1>에서 보면 가능성과 중대성의 곱이 한 자리 숫자로 되어있어 간편하고 보기 쉬운 장점이 있다. <Table 2>에서는 가능성에 대하여 평가기준으로 표준 작업여부, 재해현황, 아차사고로 구성되어 있다. 아차사고와 재해현황이 포함되어 있으므로 정량적인 평가 기준이 되어 있는 것으로 볼 수는 있다.

2006년 김민준⁵⁾은 위험성 평가에서 정량화 방법을 제시하였으나 총론적인 제안이었다.

2013년에 업무상 사고 부상자 건수가 159건이 있었으며, 숨은 위험은 2주 만에 22,000건을 상회하는 것으로 조사되었다. 실제 평가서에서는 아차사고 등이 반영되지 않고 있었다. 사업장 개별적으로 보면 사업장 내에서 발생하는 재해 건수는 실제 작업이 이루어지는 것로부터 발생하는 사고 요인이 많으므로 재해 발생되는 비율을 가능성의 척도로 정하는 것은 쉬운 일이 아니다. 재해 발생 가능성을 개별 사업장을 기준하여 정하는 경우는 재해가 발생하는 빈도가 적으므로 이를 적용하는 것은 난이한 문제가 된다. 하지만 가능성에 대한 기초자료로 2012년 서성화⁶⁾는 위험성평가를 통해 아차사고를 발굴하는 기법이 유효한 것으로 제시하였다.

이 내용은 다른 측면으로 보면 위험성 평가에서 아차사고의 내용이 위험성 평가의 중요한 요인 중에 하나이다. 그러므로 아차사고 등이 재해와 연계되었음을 나타내었는데, 사업장별로 아차사고나 스스로 파악한 잠재요인을 다년간의 재해 현황 또는 유사 사업장의 재해 분석 내용을 기준하면 이러한 자료는 사업장별로 많은 자료를 구축할 수 있어 가능성에 대한 정량화가 가능하다.

위험성 평가의 추정에 있어서 가능성의 정량화는 기존의 재해 분석이나 아차사고 등으로 정량화가 가능하지만 어떤 기준으로 분석할 것인가가 문제가 될 수 있다. 2007년 양광모⁷⁾는 위험성 평가에서 주로 사용되고 있는 표준안전 작업방법에 대해 가중치를 적용하는 방법을 제시하고 있다. 이 방법은 위험요인을 파악하고 위험정도에 따라 가중치를 산정하는 방식을 제시하여 위험성 평가에서 위험도가 각각 다른 요소에서의 가중치 적용의 가능성을 나타내고 있다. 또한, 2007년 김건호⁸⁾도 위험성 평가에서 가능성과 중대성에 검출도의 가중치를 삽입함으로써 더욱 적절한 평가기법을 소개하였다. 사고의 경우는 거시적으로 보면 발생 형태별 요인이 있다. 일반적 작업에서 사고 요인을 분석할 때에 발생 형태에 따른 분석 방법이 대안을 찾기가 쉽다. 조선업에서의 재해에 대하여 발생 형태별 분포 비율을 보면 <Table 3>과 같이 나타낼 수 있다.

<Table 3> Distribution ratio of by caused types

구분	넘어짐	끼임	맞음	떨어짐	부딪힘	이상 온도	기타	근골격	교통 사고	운동 경기	기타
분포 비율 (100%)	23	30	14	17	9	3	1	19	10	2	3

<Table 3>에서는 끼임이 30%, 넘어짐 23%, 근골격 19%가 주요 요인으로 나타났다.

이는 조사대상 사업장의 특성요인으로 볼 수 있다. <Table 3>에 나와 있는 비율로 재해가 발생될 여지가 있다고 추정할 수 있다. 이러한 특성은 각 공정별로 나타낼 수 있는 확률이 된다. 또한, 예시로 중대성에서는 그 크기를 근로손실일수로 상관 지으면 발생형태별로 <Table 4>와 같이 나타났다.

<Table 4> Number of the working day loss by caused types

발생형태	떨어짐	끼임	맞음	넘어짐	부딪힘
근로손실일 평균	245	230	182	186	137

해당 사업장에서 발생하는 재해는 어떤 작업을 수행할 때 발생될 수 있는 확률이므로 가능성과 중대성에 대하여 <Table 5>와 같이 가중치로 적용하면 정량화가 가능하다.

<Table 5> Weights by caused types

구분	떨어짐	끼임	맞음	넘어짐	부딪힘
가능성 가중치	1.7	3.0	1.4	2.3	0.9
중대성 가중치	2.45	2.30	1.82	1.86	1.37

이 <Table 5>는 발생형태별 사고가 1건 날 때의 가능성과 중대성의 정량화에 대한 가중치가 되므로 위험성 평가에서 정량화를 할 수 있는 참고 기준 자료로 활용함이 바람직하다.

3.4. 위험성 평가 추정에서의 단계

위험성 평가의 추정 단계는 <Table 2>에서와 같이 가능성이 3단계, 중대성이 3단계가 사용되고 있다. 이 추정의 결과로 위험성의 결정은 다음 <Table 6>과 같이 기준을 적용하여 사용되고 있다.

<Table 6> A Criteria of risk evaluation.

평가기준	평점	관리기준
- 급박한 위험 및 위험의 정도가 매우 크며, 사고시 중대성 사고로 이어질 수 있는 것 (예) 추락, 협착, 감전, 질식, 붕괴 등	9점	작업 중지 후 개선 조치
- 위험하며, 사고발생시 중대성 사고의 가능성이 있는 것 (예) 추락, 협착, 감전, 질식, 전도, 낙하 비레 등	6점	중요 위험요인은 개선계획 수립
- 다소 위험하다고 판단되며, 사고발생시 병행처로 및 경미상으로 이어질 수 있는 것	4점	가능한 안전한 상태로 개선
- 조금 위험할 소지가 있다고 판단되며 사고발생시 경미상으로 이어질 수 있는 것	3점	
- 안전한 상태이며 사고로 연결될 수 없는 상태	2점	현행 유지
	1점	

<Table 6>은 위험성 결정시의 기준으로 평점이 6단계이다. 최고 평점이 9점으로 관리 기준은 “작업 중지 후 개선 조치”로 되어 있다. 실제 현장에서는 이 기준을 지키려다 보니 아주 위급한 상황이 아니고는 실시되지 못하고 있다. <Table 6>에서 차점이 6점으로 되어 있으며, 이는 개선 계획을 수립하고 시행하도록 되어 있다. 현장에서는 한정된 자원으로 이 기준에 의한 업무를 수행하는 관계로 어느 부서든 부서에서 미리 해당 부서의 자원에 맞도록 6점에 해당되는 내용을 대상으로 정하고 그 나머지는 6점 이하가 되도록 실시되고 있다. 이러한 결과로 모든 부서가 매년 동일한 양의 개선 계획을 하고 있으며 해마다 새롭게 개선 대상을 정하여 수행하고 있다. 위험성 평가의 본질 중의 하나는 전체에 대해 위험성의 크기를 나타내며 개선 조치의 우선순위를 정하

는 것이다. <Table 6>에서 보면 평점 9점 이상에 대한 기준은 설정되어 있으나 사업장에서 실시되고 있는 현황이 하나도 없고, 평점 4점 이하의 약간의 개선으로 조치를 하는 실태이다. 평점 6점이 되는 대상만으로 개선 조치를 하는 실태이다. 6점의 단일 평점을 사업장 스스로 조절해 가면서 위험성 평가를 실시하게 되는 경우로 나타나고 있다. 이러한 경우에는 우선순위의 의미가 없어지므로 우선순위를 두기 위해서는 위험의 크기에 따라 우선순위가 정해질 수 있도록 위험성 추정의 단계를 증가시켜야 한다. 추정의 단계가 크면 클수록 세분화되어 전문성을 요구하게 되고 위험성의 개선 대책 순위를 정하기 쉬운 반면에 현장에서의 근로자 여건상 쉬운 일은 아닐 수도 있다. 따라서 가능성과 중대성의 추정 단계를 현행보다 높은 최소 4단계 이상으로 하여야 한다. 기계기구 제조업체에서는 일반적으로 가능성과 중대성에 대해 최소 4단계 이상을 하도록 관련기관에서 기술지도를 하고 있다. 좀 더 전문적인 위험성 평가에서는 5단계를 권장하는 바이다.

4. 결론

이 연구에서는 조선업에서의 재해 예방을 위해 대기업과 협력업체 간의 위험성평가 개선 방안을 제시하고자 하였다. 재해분석에서 나타난 개선 내용과 실제 조사 내용 등을 반영하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 조선업의 재해를 분석한 결과 주요 발생형태 별로는 끼임, 떨어짐이었고 위험성 평가시에는 이 지표를 가중 지표로 활용함이 위험성의 크기를 잘 나타낼 수 있다.
- 2) 조선업의 재해를 분석한 결과 주요 공정별로는 용접, 도장, 운반이었고 위험성 평가시에는 이 공정에 주안점을 두고 평가가 필요하다.
- 3) 위험성평가의 위험성 추정은 재해분석을 이용한 정량화 기준으로 가능성과 중대성 설정이 바람직하다.
- 4) 조선업의 위험성평가에서 위험성 추정시에는 최소 4단계 이상으로 설정이 바람직하다.

5. References

[1] Kim, Y.H., Jung, J.J., Back, J.B., Kim, Y.G., Hong, I.G. and Kim, D.H.(2012), "The development of assessment indicator for working together between companies and contractors in occupational safety and health", Report of OSHRI, pp63-66

[2] Shin, I.J.(2012), "Comparative Study on the Institutional Framework of Risk Assessment

between German, UK and Korea, Japan in Asian Countries", Journal of the KOSOS, 28(1):151-157

[3] Chang, S.R., Lim, H.K., Lee, K.T., Kim, H., Song, J.C., Park, S.C., Kim, H.Y.(2008), "Development of a Self-Audit Model for Hazard Assessment of Shipbuilding Industry", Report of OSHRI, pp43-47

[4] Chang, S.R., Lee, J.B., Oh, H.S., Lee, Y.J., Lee, S.J., Jo, G.Y., Ok, M.W., Lee, M.G., Lee, H.G. and JPark, J.S.(2010), "A study on the system of investment in occupational safety & health administration for shipbuilding & ship repairing industry based on a fact-finding survey", Report of OSHRI, pp18-24

[5] Kim, M.J., Ha, J.H. and Kang, G.S.(2006), "A study on the quantitative assessment techniques using the severity category and rating of Frequency of results of the qualitative risk assessment.", Spring conference of the Korean Safety Management Science, pp391-396

[6] Seo, S.H., Weon, J.I. and Woo, H.S.(2012), "Effective Detection Technique of Near Miss using 4M Risk Assessment Methodology", Journal of the KOSOS, 27(5):165-170

[7] Yang, K.M.(2007), "A Study on Development of Standard Safety Operation Method Risk Analysis by Weight", Journal of the Korean Safety Management Science, 9(1):23-35

[8] Kim, G.H., Kwon, S.M., Lee, K.B., Kim, Y.S., Lee, J.W. and Kang, K.S.(2007), "The method of risk assessment by AMEA", Journal of the Korean Safety Management Science, 9(2):97-111

저 자 소 개

신 운 철



현재 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 안전연구실에서 실장으로 근무. 공단 근무 경력 26년. 단국대학교 대학원 기계공학과 박사(열유체전공) 취득
관심분야 : 열유체 전공 분야 및 산업안전 재해예방 연구 등.

주소: 울산광역시 중구 함월6길41-9, 202호(강산파란들)