# 고위험 건설기계 안전성 평가 및 관리 기술 I

# 희토류계 영구자석(RE-Fe-B)의 선택적 고액 확산 거동에 미치는 상제어에 관한 연구

이상훈* · 마승환**

# Phase Control for Selective Solid-Liquid Diffusion Behavior of Rare Earth Alloy

SangHoon Lee*, SeungHwan Ma**

**Key Words :** EV(전기자동차), Motor(모터), Permanent magnet(영구자석), Rare earth(희토류),

ABSTRACT

Leaching and electrorefining are the two main rare earth recycling processes from waste rare earth permanent magnets (RE-Fe-B), but they have limitations as they use acids and bases and the process is complicated. Therefore, as an alternative to overcome the limitations of these wet processes, studies on a dry process for selectively extracting rare earths using Mg, a low melting point solvent metal, are being conducted. This process has the advantage of directly extracting the rare earth metal from the magnet, but there is a problem in the extraction rate which is lowered by the rare earth oxide contained in the waste magnet hence leading to the formation of intermediate phase during extraction. In this study, the Hydrogen Decrepitation and Hydrogen Dsproportionation processes of RE-Fe-B alloy were introduced. The alloy reacted with hydrogen is crushed by hydrogen embrittlement, and the matrix phase is separated into NdHx, $\alpha$ -Fe, and Fe2B, and oxygen concentration can be controlled. Subsequently, quid metal extraction between the hydrogenated magnet powder and Mg was performed to confirm the change in extraction efficiency by different hydrogen reaction conditions.

* 한국건설생활환경시험연구원/주임연구원
** 한국건설생활환경시험연구원/책석연구원
E-mail : dltkd23@kcl.re.kr

# 17톤급 휠 굴착기용 액슬 개발품 구조 안전성 비교 분석

남지우* · 강혁재** · 신민석***

# Comparison Analysis of Structural Safety of Developed Axles for 17ton Wheel Excavators

Ji-woo Nam*, Hyuck-jae Kang**

**Key Words :** Construction equipment(건설기계), Wheel excavator(휠 굴착기), Axle(차축), Structural safety(구조안전성)

ABSTRACT

전 세계적으로 대두되는 환경 대응 정책으로 일반, 민수 및 국방 등의 산업 분야는 친환경화를 위한 기술개발이 주를 이루고 있다. 건설기계 산업에서도 이에 발맞추어 유압 시스템의 고효율화, 친환경 연료 및 전기 배터리를 활용할 수 있는 기계 부품류 기술, 기존 내연기관을 친환경 연료에 맞게 개선하거나 병행 활용하는 하이브리드 기술 등의 개발이 활발히 진행되고 있는 추세이다.

액슬은 휠 타입 건설기계의 하중을 지지하고, 변속기로부터 전달되는 회전력을 바퀴로 분배하며, 건설기계의 방향과 속도는 물론 브레이킹을 전담하는 장치로 건설기계의 동력전달 효율과 안전성 확보를 위한 핵심 부품 중 하나이다. 하지만 국내에서는 친환경 기술개발에 치우쳐 일부 핵심 부품의 개발은 등한시되고 있으며, 국내 건설기계 제조사에서도 세계 선진사 제품에 기대어 완성차 제작하는 실정이다.

본 연구 논문은 국내 액슬 개발 사업의 일환으로, 개발된 액슬의 구조적 안전성을 평가하는데 의의를 가지고 있다. 건설기계 완성차 상태에서 선진사 제품과 개발품의 구조적 강성을 비교 분석하였으며, 벤치 상태(전륜 액슬)에서 건설기계 자체 무게 2배의 하중을 인가하여 안전성을 평가하였다. 향후, 해당 결과는 개발된 액슬의 구조적 개선과 신규 액슬(21톤급) 개발의 기초 자료를 활용할 예정이다.

이 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원이 시행하고 대한건설기계안전관리원이 총괄하는 “고위험 건설기계 안전성 평가 및 관리 기술개발 사업(과제번호 RS-2023-00244879)”의 지원으로 수행하였습니다.

* 건설기계부품연구원/전임연구원
** 건설기계부품연구원/선임연구원
E-mail : namjw@koceti.re.kr

# ICT기반 이동식 기계류 안전장치의 기능안전 설계/평가 프로세스에 따른 SW 검증 방법론 고찰

백종희* · 신민석** · 정오현** · 강혁재**

# A Review of Software Verification and Validation in Accordance with the Processes for the Functional Safety of ICT Based Safety Devices for the Mobile Machinery

JongHee Baek*, MinSeok Shin**, OhHyun Jeong**, HuyckJae Kang**

**Key Words :** Functional safety(기능 안전), 제어부품(SRP/CS, Safety Related Parts of Control System), Construction Equipment(건설기계), safety device(안전 장치), 소프트웨어 검증(Software Verification and validation)

## ABSTRACT

Safety regulations for ICT-based safety devices, which are integrated embedded system composed with hardware and software and used more widely in the construction worksite in order to increase operational convenience, efficiency and worker's safety, has been reinforced recently. Particularly, among the European Union nations, Machinery Directive(2006/42/EC) request the conformity assesment including the Safety Related Parts of Control System(SRP/CS), which covers ICT-based safety devices classified as the safety component in order to prevent random failure, malfunctions, etc.

In this paper, focused on the software which constitute the safety component, We will briefly review the software design/verification/validation methods and measures in accordance with functional safety processes based with IEC 61508-3, ISO 13849 and ISO 19014-4, etc. For more details, We will focus on the main features and differences in the software verification and validation processes among IEC 61508-3, which covers all industrial fields, ISO 13849-1, which covers all machinery and ISO 19014-4, which covers only earth-moving machinery, for instance.

Finally, We will introduce which standards and what contents of the functional safety for the software verification and validation processes of ICT-based safety devices shall be applied as the conformity assessment standards for the various fields of industries of mobile machinery such as excavators, fork-lift industrial trucks, tower cranes, mobile cranes, tractors, etc.

이 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원이 시행하고 대한건설기계안전관리원이 총괄하는 "고위험 건설기계 안전성 평가 및 관리 기술개발 사업(과제번호 RS-2023-00244879)"의 지원으로 수행하였습니다.

* 건설기계부품연구원/선임연구원
** 건설기계부품연구원/전임연구원
E-mail : jhbaek90@koceti.re.kr

# 항타 및 항발기의 기계적 원인에 따른 건설사고 분석 및 위험도 평가

신민주* · 유한주** · 정한영** · 심성보***,†

# Construction Disaster Accident Analysis and Risk Assessment According to Mechanical Causes of Pile Driver

Min-Ju Shin*, Han-Ju Yoo**, Han-Young Jeong**, Sung-Bo Shim***,†

**Key Words :** Construction safety(건설 안전), Pile driver(항타 및 항발기), Constructure industrial accidents(건설산업재해) Machinery defects(기계적 결함)

## ABSTRACT

Among industrial accidents at construction sites, fatal accidents caused by machinery defects account for 52.8% of the total, and accidents are continuously occurring.

Accordingly, to ensure safe operation of construction equipment, we would like to propose a solution by analyzing and organizing the fundamental causes from a mechanical perspective on a component basis. This paper describes pile driver.

In this study, the structure of the pile driver was investigated on a component basis and accident cases caused by mechanical defects were analyzed based on construction accident cases (2019-2023) and risk factor profile (2020-2023) data from the Construction Safety management Integrated Information. Possible accidents that may occur due to defects and non-use of each part and response measures are presented and organized by risk (Likeligood, Severity). In this case, risk is classified into three levels (H, M, L) depending on the frequency of occurrence and severity.

Among the causes of accidents, those caused by defective parts include wire rope/lifting line breakage, shackle deformation, and bolt rupture, as well as non-use of equipment and parts such as support steel plates, guide ropes, and safety caps.. By considering what parts are connected to each part, it is possible to predict possible accidents, which can serve as the basis for future research on improving construction machinery parts.

* 경북대학교 생물산업기계공학과/학생
** 경북대학교 스마트농업혁신센터/선임연구원
*** 경북대학교 생물산업기계공학과/조교수
† 교신저자 : sbs80@knu.ac.kr
E-mail : tlsalswn21@naver.com

# 굴착기 작업 사고 예방을 위한 기계 부품별 위험도 분석과 사례 연구

김건우* · 유한주* · 정한영** · 심성보***,†

# Risk Analysis According to Mechanical Factors for Each Part And Module of Excavators

Kun-Woo Kim*, Han-Ju Yoo*, Han-Young Jeong**, Sung-Bo Shim***,†

**Key Words :** Work accident(작업사고), Safety(안전성), Construction equipment(건설기계), excavators(굴착기), Risk analysis(위험도 분석),

ABSTRACT

건설 현장에서의 사고는 인적 손실 및 재산 손실 등 건설 산업의 큰 위험 요소로 작용한다. 이에 따라 건설 현장에서 사용되는 기계의 작업사고를 최소화하고, 작업 현장에서의 안전성을 향상하기 위해 기계 부품별 위험도 분석 및 사례 연구는 필수적이다.

이 연구에서는 건설 현장에서 굴착과 토사 등의 작업을 하는 핵심적인 건설기계의 종류 중 하나인 굴착기를 주요 기계 부품별로 위험도 분석을 진행하였다. 이를 위해 각 부품의 기계적 특성, 고장 가능성 및 안전 문제를 고려하였으며, 실제 건설 현장에서 발생한 굴착기 작업사고 사례를 조사하고 분석하였다.

따라서 굴착기 작업의 안전성을 향상하고 건설 현장에서의 사고 발생 가능성을 줄이는데 이바지할 것으로 기대합니다.

* 경북대학교 생물산업기계공학과/학생
** 경북대학교 스마트농업혁신센터/선임연구원
*** 경북대학교 생물산업기계공학과/조교수
† 교신저자 : sbs80@knu.ac.kr
E-mail : 35moai@naver.com

# 타워크레인 안전성 향상을 위한 위험도 분석과 사고 사례 연구

이상홍* · 유한주** · 정한영** · 심성보***,†

# Risk Analysis and Accident Case Study for Tower Crane Safety Enhancement

Sang-Hong Lee*, Han-Ju Yoo**, Han-Young Jeong**, Sung-Bo Sim***,†

**Key Words :** Tower crane(타워크레인), Risk analysis(위험도 분석), Accident case(사고 사례), Safety(안전성)

## ABSTRACT

A tower crane is a construction machine capable of lifting, rotating, and moving horizontally around a building or structure, primarily used to transport heavy loads to elevated positions at construction sites. But, despite the high efficiency and performance of tower cranes, accidents involving tower crane operators due to high-altitude work continue to occur annually. In response, the government has been distributing guidelines to facilitate safety procedures and management of work plans. However, there is currently an insufficient focus on engineering-based risk analysis and accident case analysis for tower cranes.

Therefore, it is necessary to conduct a risk analysis at the component module level of tower crane equipment to identify vulnerable components that may lead to accidents. Additionally, systematic investigation of real accident cases is essential to strengthen safety testing and evaluation techniques. In this regard, this study defines and categorizes the core components that make up a tower crane and creates system diagrams at the component and module levels. Furthermore, critical components with the potential for accidents have been identified based on accident case data. It is expected that this study can serve as foundational data to enhance the safety of tower crane operations and minimize accidents on construction sites.

* 경북대학교 생물산업기계공학과/학생
** 경북대학교 스마트농업혁신센터/선임연구원
*** 경북대학교 생물산업기계공학과/조교수
† 교신저자 : sbs80@knu.ac.kr
E-mail : Kong1311@knu.ac.kr