

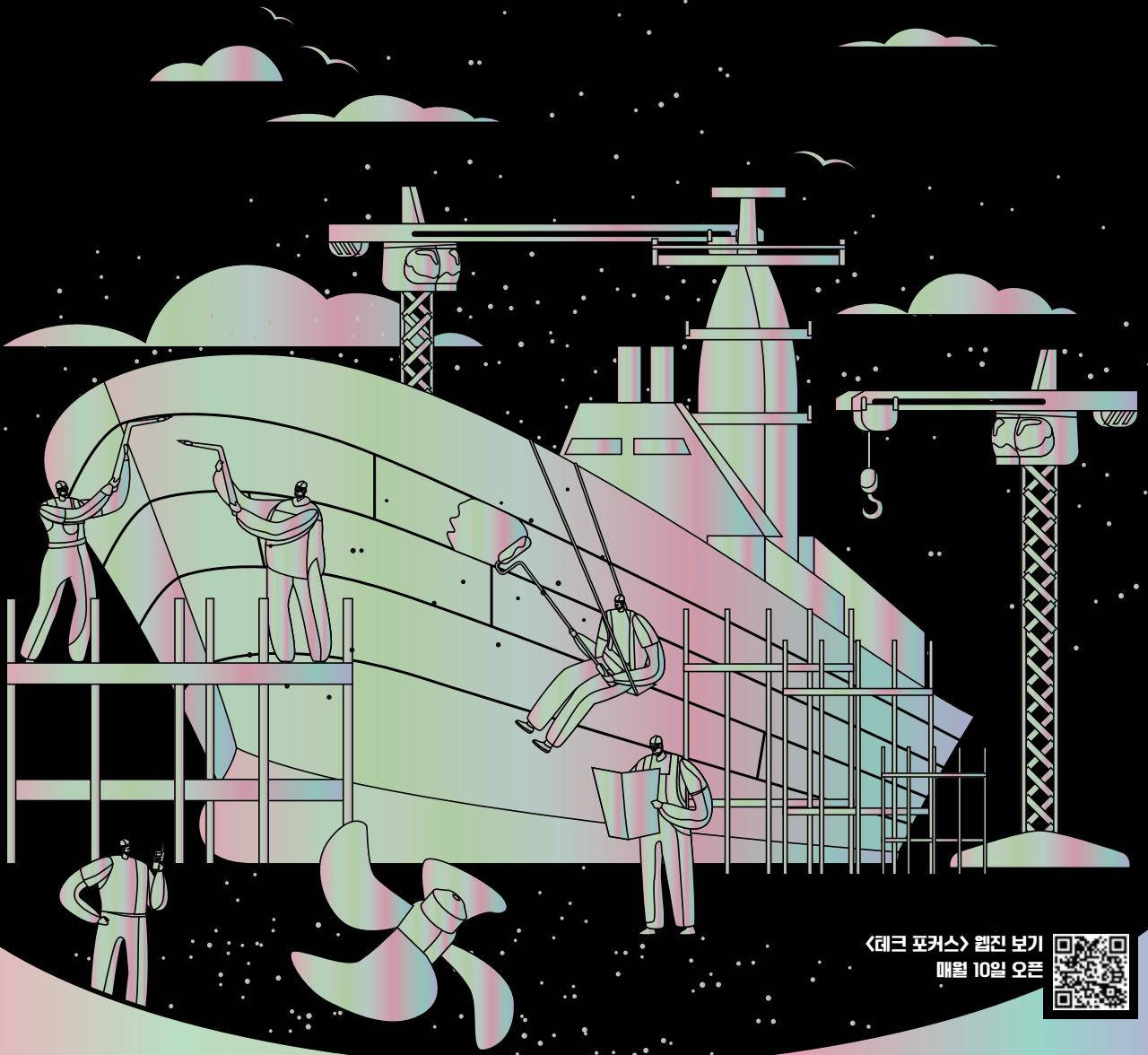
# TECH FOCUS

## 차세대 조선을 향한 항해

조선업 슈퍼 사이클이 돌아왔다. 21세기 신조선 트렌드는 친환경과 고부가가치.

21세기 조선의 성장세를 견인하기 위한 우리만의 초격차 전략은 무엇일까.

MAY  
5  
2024



<테크 포커스> 웹진 보기  
매월 10일 오픈



조선 르네상스, 격차에 격차를 더하다



등록일자 2013년 8월 24일 발행일 2024년 5월 7일 발행인 한국산업기술기획평가원 원장 전윤중 발행처 한국산업기술기획평가원, 한국산업기술진흥원, 한국에너지기술평가원, 한국공학한림원 주소 대구광역시 동구 첨단로8길 32(신서동) 한국산업기술기획평가원 후원 산업통상자원부 편집 및 제작 한국경제매거진(주)(02-360-4816) 인쇄 ㈜타라티피에스(031-945-1080) 문의 한국산업기술기획평가원(053-718-8567) 잡지등록 대구동, 라00026

본지에 게재된 모든 기사의 저작권은 한국산업기술기획평가원이 보유하며, 발행인의 사전 허가 없이 기사와 사진의 무단 전재, 복사를 금합니다.

## Focus Story

02

Intro

All About 조선<sup>Shipbuilding</sup>

04

History

조선 기술의 역사

산업혁명 이후를 중심으로

08

Trend

파도를 가르는 21세기 해양 모빌리티

전 세계 1위, 대한민국 조선의 핵심 기술

14

Issue

스마트 생태계로 운영되는 조선소

20

Interview

K-조선, 친환경 바람 타고 글로벌 주도권 확보한다

최규종 한국조선해양플랜트협회 부회장

## Changing Tomorrow

26

Challenge

혁신적인 광학 기술로 머신비전의 미래를 선도한다

(주)엔비전

## R&D Policy

30

Project

2025년 R&D 예산, 역대 최고로 편성한다

## Global Tech

32

Info

한눈에 보는 해양플랜트

34

Trend

바다 위에서 에너지를 낚다

## New Tech

38

올해의 산업혁신기술상

에너지진(주)

대형 초고압 수소저장용기 국산화, 수소산업 1등 국가 본격화

42

R&D 프로젝트

(주)엔젤로보틱스

아주 평범한 보행을 위한 매우 특별한 기술

## ESG Tech Trend

46

ESG Issue

탈탄소화를 위한 데이터 인프라의 변신

48

ESG & Tech

그린철강을 만드는 수소환원제철 기술

## Tech & Story

52

수능의 기술

수능 국어 영역 비문학지문

그리 어렵지 않아요!

58

잡 인사이드

신동휘 스틸리언 CTO·부사장

해커의 시선으로 취약점을 찾는 보안 전문가, 화이트해커

## Review & News

62

톡소리단 리뷰

64

Notice

독자 퀴즈



# All About ◆◆

## ◆◆ 조선 Shipbuilding

### 프로세스



#### 설계 및 엔지니어링

선박의 용도 및 사양에 맞는 설계 시작.



#### 재료 조달

필요한 강재<sup>①</sup>, 기계 및 장비 등의 재료 조달.



#### 조립

대형 선박의 경우, 거대한 독에서 선체와 상부 구조를 조립.



#### 시운전 및 인도

완성 후 시운전을 통해 모든 기능이 정상적으로 작동하는지 확인하고 구매자에게 인도.

① 강재: 철광석을 채굴, 제련한 후 압연 등의 방법으로 가공한 강철이다.

### 주요 제품



#### 벌크화물선

원자재나 곡물 등 대량의 건조 화물을 운송하는 데 이용된다. 수송하는 화물의 종류에 따라 곡물운반선, 광물운반선, 석탄운반선 등으로 나뉜다.

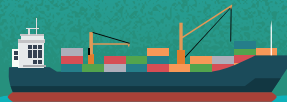
#### 유조선

추출한 원유 자체를 정유소로 옮기는 '원유운반선<sup>Tanker</sup>'과 가솔린, 디젤, 항공연료, 난방유 등 정제된 제품을 소비자에게 수송하는 '정유운반선<sup>Product Carrier</sup>'이 있다.



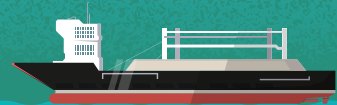
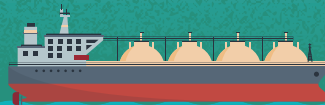
#### 컨테이너선

규격화된 컨테이너<sup>Container</sup>를 통해 화물을 운송하는 선박으로, 전 세계 주요 항만을 연결한다. 선박이 클수록 단위당 컨테이너 운송비가 저렴해진다.



#### LNG선 & LPG선

각각 액화천연가스<sup>LNG</sup>와 액화석유가스<sup>LPG</sup>를 운반한다.  $-163^{\circ}\text{C}$  이하 극저온에서 가스를 보관해야 하는 LNG선은 설계나 제작이 까다로워 고부가가치 선박에 속한다.



#### 자동차 운반선

자동차나 트럭 등 바퀴가 달린 화물을 대량으로 운송하기 위한 선박으로, 자동차가 올라가고<sup>Roll-on</sup> 내려온다<sup>Roll-off</sup>는 뜻에서 '로로선<sup>RoRo ship</sup>'이라고 부른다.



#### 기타 선박

그 외에 여객선<sup>Cruise</sup>, 원유시추탐사선<sup>Drillship</sup>, 부유식 생산저장하역설비<sup>FPSO</sup>, 전투함 등의 특수선이 있다.



## 글로벌 시장 규모 전망

2031년 전망

1903억2000만 달러



연평균  
성장률  
3.2%

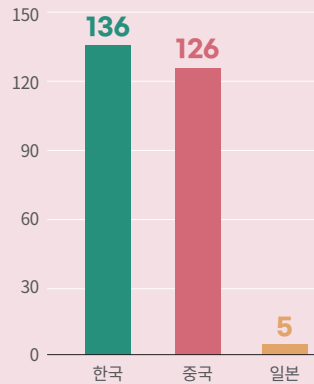
2023년 기준

1479억3000만 달러

자료: SKYQUEST

## 조선 강국 '한·중·일' 3국의 수주실적(2024년 1분기)

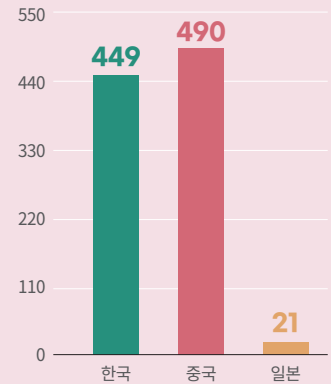
단위: 억 달러



수주액

자료: 산업통상자원부

단위: 만CGT



수주량

## 2023~2024 글로벌 조선 시장은?

Good point

- 석유, LNG 등 에너지 관련 해운시황 양호
- 환경규제로 인해 친환경 선박 전환 수요 지속



- 세계 경제 불안 및 전쟁으로 전체 해운시황 부진
- 고금리 기조·높은 선가로 투자 여건 악화

Bad point

자료: 한국수출입은행 해외경제연구소

## 국내 조선업은?

강점

고부가·친환경  
선박기술 높은  
경쟁력

약점

생산인력 부족,  
중소 조선사·  
기자재 산업의  
낮은 경쟁력

자료: 산업통상자원부

## 조선업 사이클의 3요소



자료: KDI <나라경제>

## 국내 조선 빅3

HD 한국조선해양

SAMSUNG 삼성중공업

한화오션

# 조선 기술의 역사

## 산업혁명 이후를 중심으로

우리 국민은 배라는 교통수단과 자신 간의 연결고리를 쉽게 찾지 못한다. 우리나라는 사실상 섬에 가까운데도 말이다. 또 무역의 90%가 바닷길을 통해 이루어지고 있으며, 우리나라는 세계적인 조선 강국이기도 하다.

word 이동훈(과학 칼럼니스트)



인간은 육상동물이다. 하지만 수상 교통수단인 ‘배’의 발명은 육상 교통수단인 ‘바퀴’보다 먼저였다. 배<sup>ship</sup>와 노<sup>paddle</sup>는 기원전 5000년경에 발명되었다는 것이 학계의 정설이다. 바퀴와 수레의 발명, 말의 축화 시점이 기원전 3000년경이니 그보다 2000년이나 빨랐던 것. 바퀴를 제대로 만들려면 소재를 정원형으로 말끔하게 가공하는 기술이 필요한데, 그보다는 물의 부력과 항력을 이용하는 편이 만들기 더 쉬웠기 때문일 것이다. 이후 기원전 3000년경에 돛도 발명되어, 바람의 힘으로 배를 움직일 수 있게 되었다. 그러나 산업혁명 이전의 배는 모두 소재와 동력원에 한계가 있었다.

당대의 배들은 모두 나무 등 천연 소재로 만들어졌는데, 나무는 강성<sup>●</sup>이 모자라 큰 배를 만들기 어렵다. 기껏해야 선체 길이 100m 정도에 불과하다. 그 이상 크게 만들었다가는 제 무게를 버티지 못하고 선체가 부러진다. 배가 크지 않으면 실어 나를 수 있는 인원과 물자의 양, 항속 능력에도 제한이 생긴다. 콜럼버스가 미 대륙을 발견할 때 타고 갔던 산타마리아호도 배수량은 150톤에 불과했다. 우리 해군의 참수리 고속정(130톤)보다 좀 큰 정도다. 동력원 역시 자연력이 전부였는데, 배의 경우 인력(노)과 풍력(돛)뿐이었다. 이 역시 배의 이동 능력을 심각하게 떨어뜨렸다. 따라서 인류 역사상

최초로 돛 없이 증기기관만으로 항해한 영국의 데바스테이션함



현대적인 철선의 설계를 제시한 영국의 SS 그레이트브리튼호

30% 가량 빨라졌다. 1780년대 영국의 철강 기술자 헨리 코트가 증기기관을 이용해 물성과 가격 면에서 기존보다 더욱 뛰어난 선박용 철을 대량 보급하게 된 것이 그 도화선이었다. 이로써 기존 계단식 갑판 구조를 철제 보강재가 들어간 평갑판 형태로 바꾸어, 배의 감항성<sup>㉑</sup>과 속도를 높일 수 있었던 것이다. 이후 다양한 철제 부품이 선박에 사용된다. 그리하여 1818년에는 최초의 철제 부선<sup>㉒</sup>인 ‘벌칸<sup>Vulcan</sup>호’, 1822년에는 최초의 철제 기선<sup>㉓</sup>인 ‘아론 맨비<sup>Aaron Manby</sup>호’가 등장한다. 하지만 설계나 제작 기법에는 여전히 파스너<sup>fastener</sup><sup>㉔</sup>를 통해 골조와 외피를 조립하는 기존의 목선 방식을 답습하고 있었다.

최초로 기계력을 동력으로 사용한 산업혁명이야말로, 배의 역사에서도 중요한 분수령이 될 수밖에 없었던 것이다. 기계의 힘을 빌려 더욱 단단한 소재를 사용할 수 있게 되었고, 기계로 움직이는 새로운 동력원을 마련할 수 있었다.

1843년에 나온 영국의 ‘SS 그레이트브리튼<sup>SS Great Britain</sup>호’는 신소재인 철이 갖는 특징을 최대한 활용한 혁신적 설계를 자랑했다. 철판을 겹치게 배열한 후, 이를 리벳<sup>rivet</sup><sup>㉕</sup>으로

### 》》》 산업혁명이 가져온 조선의 혁명

산업혁명 후 조선 기술은 빠르게 발전했다. 1760~1820년, 산업혁명기 대서양 해운에 운용되는 선박의 조난 위험은 1/3, 침몰 위험은 2/3가량 줄었고, 바람이 셀 때 영국 선박의 속도는

- ① 강성: 어떤 물체가 외부로부터 압력을 받아도 모양이나 부피가 변하지 않는 단단한 성질.
- ② 감항성: 선박이 자체 안전성을 확보하기 위해 갖추어야 할 능력. 안전하게 항해하기 위해 필요한 인적·물적 준비를 갖춘 상태를 뜻하기도 한다.
- ③ 부선: 동력 설비가 없어서 다른 배에 끌려다니는 배.
- ④ 기선: 증기기관의 동력으로 움직이는 배의 총칭.
- ⑤ 파스너: 분리되어 있는 것을 잠그는 데 쓰는 기구.
- ⑥ 리벳: 금속재료를 영구적으로 결합하는 데 사용하는 막대 모양의 기계.

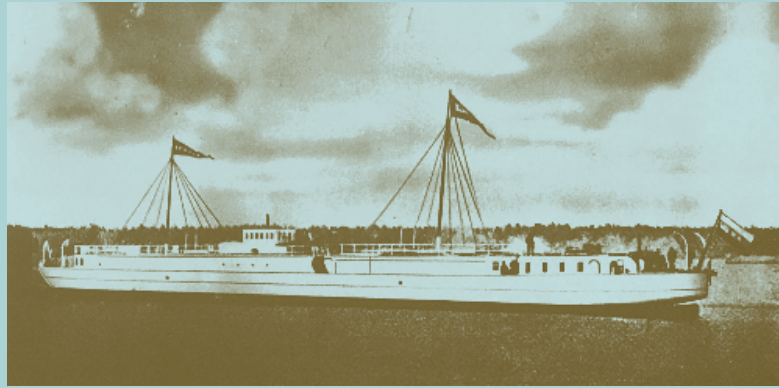
고정시켜 물이 새지 않도록 했다. 현대 선박에서 볼 수 있는 수밀구획<sup>①</sup>도 이때 도입됐다. 강성이 높은 소재인 철을 사용하므로 배의 크기도 당대 최고 수준인 3600톤(배수량)으로 만들 수 있었다. 내부 용적 역시 목선보다 더욱 넓어졌다.

SS 그레이트브리튼호에는 또 다른 흥미로운 특징이 있다. 나선형의 추진장치 ‘스크루’를 추진기로 채택한 점이다. 스크루는 그리스의 철학자인 아르키메데스가 처음 발명했다고 알려져 있으며, 배의 추진기관으로 사용된 것은 서기 18세기에 들어서다. 그리고 1838년 등장한 영국의 ‘아르키메데스호’가 스크루를 장착한 최초의 증기선이다. 1807년 미국의 발명가 로버트 폴턴이 처음으로 증기선을 발명, 즉 배의 추진기관으로 증기기관을 이식한 지 30여 년이 지난 시점이다.

### >>> 선박 기술을 견인한 추진기관의 혁신

선박은 인간이 만든 이동체 중 가장 크다. 또 항행 기간 동안 탑승자가 장기간 거주해야 한다. 따라서 어떤 이동체보다 다채로운 기술이 적용되는데, 가장 핵심은 ‘추진 기술’이다. 배는 증기기관을 통해 자연력이 아닌 기계력으로 움직일 수 있게 되었지만, 대표적인 외연기관인 증기기관 자체의 한계는 여전했다. 외연기관은 소형화와 효율 증대가 어렵다.

따라서 19세기 후반, 내연기관의 발명과 함께 선박의 동력원 역시 그것으로 대체되고 만다. 디젤엔진, 즉 최초의 내연기관을 동력원으로 탑재한 선박은 1903년에 진수된 러시아의 ‘반달<sup>Vandal</sup>호’였다. 이 배는 내연기관과 전기모터를 동시에 사용하는 디젤-전기 구동형 방식을 최초로 채택한 배라는 특징이 있다. 내연기관이 생산한 전기를 이용해 전기모터를



세계 최초의 내연기관 선박이자 디젤-전기 구동형 사용 선박인 반달호

돌리고, 그 힘으로 스크루를 돌려 앞으로 나간다. 이 방식은 기계식 변속장치에 비해 속도를 훨씬 쉽고 정밀하게 조절할 수 있다는 장점이 있다.

물론 모터가 선박의 동력원으로 사용되기 시작한 것은 그보다 한참 전이다. 1839년 독일 출신의 발명가 모리츠 폰 야코비<sup>Moritz von Jacobi</sup>가 최초의 전동 선박을 만들어, 러시아 황제 앞에서 운항 시범을 보였다. 이후 기술적 성숙을 거쳐 1880년대에 이르러 전동 선박의 전성시대가 열린 것이다. 전기모터에는 또 하나의 장점이 있다. 내연기관이나 외연기관과 달리 작동에 공기가 일절 필요 없다는 점이었다. 이는 수중에서 항행하는 배, 현대적인 잠수함의 개발에 큰 영향을 미쳤다. 물론 이전에도 잠수함은 있었지만 모두 인력으로 추진기를 작동시키는 방식이었고, 그 이동 능력은 너무도 뻥뻥했다. 잠항 상태에서 추진기를 돌리다가 승조원 전원이 질식사한 경우가 있을 정도라고.



### 세계 조선 역사를 빛낸 배들

세계에서 제일 큰 배

**biggest**



중량톤수 56만 톤의  
시와이즈 자이언트호  
(일본 스미토모 중공업, 1979년)

세계에서 제일 빠른 배

**fastest**



시속 511.1km의  
스피리트 오브 오스트레일리아  
(호주 켄 워비, 1978년)

세계에서 제일 오래 운영된 배

**oldest**



1774년부터 현재까지  
바사오르멘호(스웨덴)

세계에서 제일 깊이 잠수한 배

**deepest**



수심 1만1000m의 마리아나  
해구를 최초 정복한  
트리에스테호(미국, 1960년)



세계 최초의 전기 동력 잠수함은 폴란드의 공학자 스테판 드제비에츠키<sup>Stefan Drzewiecki</sup>가 1881년에 건조했다. 그리고 1897년, 아일랜드 발명가 존 필립 홀랜드<sup>John Philip Holland</sup>가 세계 최초로 내연기관-전기 구동력을 탑재한 잠수함을 선보였다. 전기모터만을 사용하던 드제비에츠키의 잠수함과는 달리 홀랜드의 잠수함은 수상 항해 시에는 내연기관을 작동시켜 항주하다가, 잠항 시에는 내연기관이 충전해놓은 배터리로 전기모터를 돌려 항주한다. 이는 21세기 현재까지도 모든 재래식 잠수함의 기본적인 작동 방식으로 남아 있다. 하지만 전기모터에 에너지를 공급하는 배터리는 석유에 비해 에너지밀도가 낮다. 그 때문에 재래식 잠수함의 잠항 시 속도와 항속력은 부상 시에 비해 크게 떨어진다. 이러한 문제를 해결할 방법은 없을까?

그 해결책은 인류가 발견한 세 번째 불, 원자력이다. 원자력의 에너지밀도는 화학 배터리는 물론 화석연료조차 능가한다. 한 번만 연료봉을 주입하면 10년 넘게 연료 재공급 없이 항해할 수 있다. 또한 작동에 공기가 필요 없다. 인류 최초의 원자력 선박이 다름 아닌 잠수함 ‘USS 노틸러스함’(1954년 진수)으로 정해진 것은 우연이 아니었다. 원자력에도 단점은 있다. 농축 우라늄이 제공하는 엄청난 에너지를 안전하게 통제하고, 방사능 누출을 막기 위해 큰 비용이 투입된다. 다 사용한



세계에서 가장 큰 배인 시와이즈 자이언트호

폐연료봉의 처리도 쉽지 않다. 그 때문에 민간용 선박으로 쓰기에는 채산이 맞지 않았다. 1945년 이후, 1959년에 최초의 원자력 민간 선박인 소련 해빙선 ‘레닌호’가 나오기는 했지만, 그 이후 지금까지 등장한 원자력 민간 선박이 손에 꼽을 정도로 적은 것은 바로 이 때문이다. 현재까지 건조된 원자력 선박은 운항 과정에서 채산을 따질 필요가 적은 해군 군함, 그것도 주력함인 항공모함과 잠수함이 주류다. 단, 현재 중국에서 2만4000TEU<sup>⑧</sup>급 원자력 상선을 개발하고 있다.

### 》》》 조선, 세상을 연결하는 산업

항공기의 발전 이후 배를 통해 다른 나라를 오가는 일은 현저히 줄었다. 하지만 조선산업을 통해 만들어진 수많은 배는 여전히 세계 무역의 대부분을 차지하며 세상을 하나로 이어주고 있다. 지표면의 70%는 바다고, 많은 나라가 바다와 인접해 있다. 배는 바다를 다니는 가장 경제성 높은 이동체다. 오늘날의 국제 무역과 세계화에는 조선산업이 지대한 공헌을 했다. 20세기 후반, 21세기 초에 걸쳐 우리나라를 포함한 동북아 3국(한·중·일)은 세계 조선 시장에 새로운 다크호스로 떠올랐다. 이로써 우리나라의 산업 역량과 국가 브랜드는 더욱 높아졌다. 지금 그리고 앞으로의 21세기, 조선 기술과 산업은 어디까지 발전하게 될까? 기대하지 않을 수가 없다.



세계 최초의 원자력 선박인 미국의 USS 노틸러스함

- ⑦ 수밀구획: 배가 충돌하거나 좌초로 인해 침수되는 것을 막기 위한 장치를 더해 안전을 유지하기 위해 만든 구획이다.
- ⑧ TEU<sup>Twenty-foot Equivalent Unit</sup>: 20피트 길이 컨테이너 박스의 개수로 컨테이너선의 탑재 능력을 재는 단위.

한국 조선업계에 훈풍이 불고 있다. 특히 친환경 및 스마트 선박 등 고부가가치 선박을 중심으로 수주에 집중해 수익성이 개선되었고, 2011년 이후 13년 만에 한국 조선소들의 실적이 동반 흑자를 기록 중이다. 2024년 1분기 기준, 전 세계 선박 발주량은 920만CGT로 이 중 한국이 전체의 49.7%인 457만CGT(97척)을 수주하며 글로벌 1위의 위상을 입증했다. 선종별 현황을 보면 1만2000TEU급 이상의 대형 컨테이너선 21척(55%), 14만 $m^3$  이상의 대형 LNG선 26척(70%)을 수주하는 등 주력 선종에서 절대적 우위를 보였다. 이는 고부가가치 선박 분야에서 앞선 기술력을 증명한 것이다.

# 파도를 가르는 21세기 해양 모빌리티

## 전 세계 1위, 대한민국 조선의 핵심 기술



## 온실가스 저감에 따른 친환경 선박 인기

전 산업에 걸쳐 친환경 열풍이 불며 국제 해운산업도 친환경 선박 관련 다양한 기술개발을 가속화하고 있다. IMO<sup>International Maritime Organization</sup>의 온실가스 감축 전략에 따르면 ‘국제 해운의 온실가스 배출량을 2008년 대비 2030년까지 최소 20% 저감, 2040년까지 최소 70% 저감’ 하는 것이 목표다. 특히 ‘2050년 국제 해운 온실가스 순배출량 제로<sup>Net-zero</sup> 목표’에 따라 국제 해운산업에 기존 화석연료를 대체할 친환경 선박 도입이 중요해졌다.

아직 ‘친환경 선박’에 대한 정의는 명확하지 않다. 일반적으로 친환경 선박은 기존 화석연료에서 배출되는 환경 오염물질을

### IMO 제80차 해양환경보호위원회 2030 온실가스 감축전략(2023.7)

2050년까지  
온실가스 총 배출량  
2008년 대비  
50% 감축

2030년까지  
최소 20%(30%까지 노력)  
2040년까지  
최소 70%(80%까지 노력)  
2050년  
순배출량 ‘0’(Net-Zero)

자료: IMO 온실가스 감축 전략

대폭 줄일 수 있는 선박을 의미한다. 친환경 선박의 발주가 증가하며 글로벌 해운선사는 선대 및 자국의 산업 환경에 적합한 대체 연료를 채택하는 한편 원활한 연료 공급망 구축을 위해 노력하고 있다.

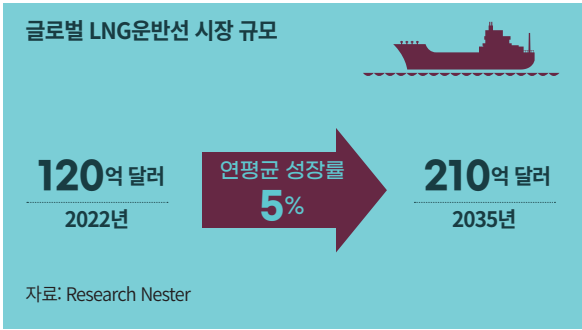
우리나라도 2020년부터 시행된 「환경친화적 선박의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률」(친환경선박법)을 기반으로 다양한 대체 연료의 개발 및 적용을 적극 검토하고 있다. 수소, 암모니아, 바이오연료, 메탄올 등이 검토되고 있으나 인프라, 규정, 공급 가능성, 환경 영향 등을 다양한 관점에서 면밀히 살펴봐야 한다.

## 선박 연료로 사용할 수 있는 대체 연료

국내 조선사들이 절대적인 강점을 가진 분야인 LNG(액화천연가스) 추진선박의 경우, LNG 연료를 사용한다. LNG는 황산화물<sup>SOx</sup>을 배출하지 않으며 질소산화물<sup>NOx</sup>과 이산화탄소<sup>CO<sub>2</sub></sup>를 기존보다 20%씩 덜 배출한다. LNG는 현재 기술 수준에서 CO<sub>2</sub> 배출량 저감 잠재력이 가장 높은 탄화수소 연료로, 매장량이 풍부하고 운송체계가 잘 구축되어 있다. 하지만 저장 및 운송에 극저온 시스템이 필요하고 궁극적으로는 다른 연료로 대체해야 한다는 한계가 있다. 영국의 조선해운시황 분석기관인 클락슨 리서치<sup>Clarksons Research</sup>에 따르면,

① IMO: 유엔 국제해사기구. 선박의 선로, 항만 시설, 교통 규제의 국제적인 통일, 국제 해운의 안전과 자유통상을 위한 차별적 조치제거 등을 목적으로 설립된 유엔 전문기구이다.





현재 LNG선박의 비중은 전체 선대의 1% 내외에 불과하지만 2022년 후반 발주량에선 17%를 차지했으며 점차 그 비율이 증가하는 추세다. 이는 여러 단점에도 불구하고 LNG연료의 풍부한 매장량과 인프라 확대에 의해 경제성이 높기 때문인 것으로 보인다.

식물이나 미생물과 같은 바이오매스를 통해 얻는 **바이오연료**는 추진기관에서 직접 연소가 가능하기 때문에 기존 선박에 적용 가능성이 높다. 이에 따라 바이오디젤, 바이오에탄올, 바이오 가스 등이 현재 상용화되고 있다. 하지만 바이오연료는 에너지 생산 자원이 산발적으로 분포되어 있어 연료의 대량 생산 및 수송에 어려움이 있다. 특히 선박은 항만 등 지정학적으로 연료 공급이 용이해야 하는데, 바이오연료는 공급 및 유통 인프라 발전이 다소 더딘 상황이다.

**메탄올**은 선박 내 기존 탱크를 그대로 사용할 수 있고, 기존 엔진을 개조하면 바로 적용할 수 있다는 장점이 있다. 하지만 이를 위해선 미흡한 국제 규정과 관련 인프라 문제를 해결해야 한다. 선박 연료에 적용되는 국제 규정 'IMO IGF code<sup>②</sup>'에 메탄올 관련 내용이 명확히 정의되지 않은 실정이기 때문이다.

**수소**를 이용한 추진방식은 수소연료전지 또는 수소연소엔진을 활용하는 방법이 있다. 수소연료전지 추진의 핵심 기술로는 수소 연료 저장시스템, 연료공급 시스템, 전력을 생산하는 연료전지시스템, 전력을 이용해 프로펠러를 구동하는 전기추진시스템으로 구분할 수 있다. 한편 수소연소엔진의 경우

수소를 연료로 이용하지만 기존 내연기관 엔진과 큰 차이가 없어 기존 내연기관의 부품을 그대로 활용할 수 있다는 장점이 있다. 또 저순도 수소를 정제 없이 그대로 사용할 수 있으며 먼지가 많고 진동이 심한 열악한 환경에서도 사용할 수 있다는 장점을 가진다. 하지만 엔진으로부터 발생하는 고열로 인해 질소산화물이 발생하고, 수소연료전지에 비해 에너지 효율이 크게 떨어진다.

### 대체 연료 선박에 필요한 기술

수소를 옮기는 방법으로는 압축수소, 액화수소, 액상유기 화합물, 암모니아 등이 있다. 압축수소의 경우 에너지 밀도가 낮고, 대형 고압 탱크 제작이 어려워 운송에는 적합하지 않다. 액화수소는 별도의 공정 없이 바로 사용이 가능하지만, -253°C의 초저온으로 운송해야 하기 때문에 가격이 비싸고 에너지 소모가 심하다. 액상유기화합물<sup>LOHC</sup>은 상온 및 상압에서 보관과 운송이 용이하나 수소를 사용하기 위해서 탈수소화 공정이 필요한데 이때 많은 에너지를 소비해야 한다.

암모니아는 LNG나 수소와 같이 극저온 환경을 요구하는 연료와 비교해 저장탱크의 제작 및 운용이 용이하고 상대적으로 비용이 저렴하다는 장점이 있다. 또한 이산화탄소를 배출하지 않으므로 IMO 탄소감축전략에 적합하다. 하지만 낮은 에너지밀도



2023년 하반기, HD한국조선해양이 세계 최초로 중형 암모니아 추진선을 수주했다. 사진은 현대미포조선의 4만5000m³급 중형 암모니아 추진선 조감도

② IMO IGF code: International Code of Safety for Ships using Gases or other Low-flashpoint Fuels code. 안전 및 환경협약과 관련된 규제



조선업계가 미래 먹거리로 떠오른 액화수소운반선의 핵심 화물창 기술 표준을 선점하기 위한 경쟁을 펼치고 있다. 사진은 현대중공업그룹이 개발하고 있는 액화수소운반선의 개념도

### 고부가가치 선박이란?

단순한 화물 수송을 넘어 다양한 특수 목적과 첨단 기술을 갖춘 선박으로 고도의 기술을 요구하는 선박을 총칭한다.



때문에 저장탱크 용량의 증가가 필요하고 질소산화물 저감과 암모니아의 독성을 완화하기 위한 별도의 시스템이 필수적이다. 암모니아는 안전 규정, 기술적 성숙도, 인프라 등을 고려할 때 가장 빠르게 적용할 수 있는 무탄소 연료이며, 암모니아 연료를 사용하는 2행정 디젤사이클 엔진도 상용화 단계에 있다. 최근 HD한국조선해양에서 2024년 1분기 기준 유럽 소재 선사와 초대형 암모니아운반선 4척에 대한 건조계약을 6319억 원에 체결한 것으로 알려져 있다.

### 스마트 선박의 핵심 트렌드, 자율운항선박

현재 우리는 초지능화, 초연결성, 융합화에 기반하여 모든 것이 상호연결되며 발전하는 4차산업혁명 시대를 살고 있다. 특히 인공지능<sup>AI</sup>, 빅데이터 등의 기술이 정보를 자동으로 데이터화하고 분석하여 현실과 가상의 세계를 하나로 합치고 있다. 그중에서도 AI와 자율주행 융합기술은 육상 교통시스템의 패러다임 변화를 이끌고 있으며 해상 교통시스템 분야도 자율운항선박<sup>MASS</sup>, Maritime Autonomous Surface Ships의 새로운 비즈니스 창출을 위한 각국 정부와 기업들의 경쟁이 치열하다. 현재 조선해양분야는 친환경 규제와 ICT 기술 발전의 두 축을 중심으로 재편되고 있으며 자율운항선박은 미래 조선해양산업의 핵심 트렌드이자 우리나라의 지속가능한 성장 동력으로 대응해야 할 기술이다.

### 자율운항선박의 정의와 등급

IMO는 물에 떠 있는 선박을 대상으로 인간과의 상호작용 없이 자동화 단계별로 독립적으로 운영될 수 있는 선박을 자율운항선박<sup>MASS</sup>으로 정의하고 자율운항을 4단계로 정의했다.

자율운항선박은 단지 선박 자동화의 범위를 넘어 선박 운항에

자율운항 4단계		
등급	자율화 정도	정의
1	자동화 프로세스 및 결정지원 시스템을 갖춘 선박	일부 기능에 대해 자동화 운용이 가능하지만, 대부분은 선원이 승선해 운용 및 시스템과 기능을 제어
2	원격제어가 가능하며 선상에 선원이 승선하는 선박	선박이 다른 장소로부터 제어 및 운영되고 있지만 선원은 승선하고 있음
3	원격제어가 가능하며 선상에 선원이 승선하지 않는 선박	선박이 다른 장소로부터 제어 및 운영되며 선원이 승선하지 않음
4	완전자율운항이 가능한 선박	선내 운용시스템으로 자체적 결정 및 조치가 가능한 선박

인간의 개입이 전혀 없는 완전자율화로 진화할 것이나, 모든 선박이 일시에 전환되기보다는 선박의 종류와 특성에 따라 점차적으로 지능화-자동화될 것이다. 자율운항 기술에 따라 통신, 보안, 친환경 추진체계 등 관련 산업부터 항만, 물류 산업까지 큰 변화가 찾아올 것이다. 특히 사람이 실수하는 부분을 최소화해 안전하게 선박을 운항하는 기술, 각종 장비와

시스템을 모니터링하고 장애를 예측하여 시스템의 신뢰성을 높이는 기술, 최적 항로를 운항해 비용을 낮추고 효율성을 높이는 기술 등에 성과가 있을 것으로 기대된다.

### 글로벌 자율운항선박 기술 동향

EU는 선박의 자율운항을 위한 MUNIN<sup>Maritime Unmanned Navigation through Intelligence in Networks</sup> 프로젝트를 통해 MASS 기술개발과 함께 통신 플랫폼을 구축했다. MASS 기술의 기술적, 법·제도적, 경제적 타당성 등을 검토하고 관련된 행정적 지원, 안정성과 자동화를 위한 R&D, 미래기술 개념 연구 등을 선도하고 있다. 전통적인 해양기술 강국인 노르웨이는 AI, 빅데이터를 이용한 미래 선박 설계 및 요소 기술개발에 집중 투자해 승객과 화물 운송 등에서 선도적인 MASS 기술 노하우를 축적 중이다. 핀란드는 정부와 민간 각 영역에서 단계적 목표를 설정하고 궁극적으로는 사업화까지 고려한 AAWA<sup>Advanced Autonomous Waterborne Applications</sup> 프로젝트를 통해 25년 근해선, 30년 원양선의 무인화를 목표로 기술개발과 관련 제도, 서비스 등을 총괄적으로 연구하고 있다.

**영상인식 기반 선박 상태 검사 및 선원관리**

**선대 자산관리 플랫폼**

**안전운항 지원 6종 서비스**

- 화물 양적화 및 입출항 지원
- 자동 이점안 및 계류 지원
- 상태 모니터링 지원
- PSC 점검 지원
- 사고대응 지원
- 자율운항 지원

**법률**

- 상용화 및 지원을 위한 법제정(안) 개발
- 국제협약 변화에 따른 국내법 개정(안) 개발

**인증**

- 기술 형식 승인을 위한 인증절차서(안) 개발
- 핵심기자재 시험기준(안) 개발

**보험**

- 자율운항선박 관련 해양사고 발생 시 각 주체의 책임, 의무구정 및 보상을 위한 표준선박 보험 약관(안) 개발

**표준화**

- IMO 의제문서 개발(채택 6건, 제출 18건)
- ISO 의제문서 개발(채택 1건, 제출 5건)
- IEC 의제문서 개발(채택 1건, 제출 5건)

IMO ISO IEC 법제 개정 및 인증지침 개발

사진은 운용기술 및 표준화 화면이다. 자율운항선박의 항해 중 사고가 났을 때, 신속한 탐지와 즉각적인 사고 대응을 위해 최적화 알고리즘을 설계하고, 자율운항선박의 고유한 특성에 적합한 안정성 및 위험도에 대한 평가 기술을 개발한다.

사진: 자율운항선박기술개발사업 통합사업단 홈페이지



사진은 지능항해시스템. 자율운항선박의 항해 안전성 확보를 위해 각종 센서에서 선박 주변의 해상 상황을 실시간으로 인지하고 분석해 자율적인 의사결정을 통해 선박이 안전하게 자율운항 할 수 있도록 지원하는 기술이다.

사진: 자율운항선박기술개발사업 통합사업단 홈페이지

중국 역시 2025계획의 전략 분야에 조선산업을 포함시키고 정부 주도의 기술개발 및 실증 환경을 조성 중이다. 특히 국영그룹인 CSSC를 중심으로 해운·조선기업 클러스터를 구축, 에너지 절감과 환경규제 충족에 초점을 맞춘 자율운항 화물 전용선을 개발하고 있다. 일본은 MASS 도입 시 발생 가능한 문제를 대비하며 산학연 공동의 개방형 플랫폼 구축을 목표로 기술개발과 함께 정부 차원의 로드맵을 수립했다. 이를 통해 스마트 선박의 데이터 처리 일원화, 표준화 가능한 플랫폼을 구축하고 있다.

기술개발사업<sup>KASS</sup>을 추진하고 있다. 본 사업은 MASS 핵심 기술을 개발하고, 단계적 실증을 통한 조기 상용화 기반 마련을 목표로 한다. 특히 지능항해시스템, 기관자동화시스템, 성능실증 센터 및 실증 기술개발, 운영기술 및 표준화 개발을 선도한다. 현재 세계 최고 수준의 국내 선박 설계·건조 기술에 ICT 융합기술을 접목한 MASS의 핵심 기술은 세계적 경쟁력 확보에 크게 기여할 것으로 기대된다. 국내에서 최초로 개발된 MASS의 첨단 감지와 지능화 시스템의 단계별 성능 검증을 통해 안정성을 확보한 제품을 선사에 인도해 국내 기자재 신뢰도 향상에도 일조할 것으로 예상하고 있다.

## 우리나라 MASS 기술 동향과 대응 방향

우리나라도 MASS 개발을 국가전략산업으로 추진하고 산업체와 연구소, 대학 등을 중심으로 역량을 결집하고 있다. 2020년부터 산업통상자원부와 해양수산부가 공동으로 사업비 약 1600억 원을 투입해 한국산업기술기획평가원과 해양수산과학기술진흥원이 전담기관으로, 자율운항선박

우리나라가 세계 1위 조선해양 강국의 위상을 유지하고, 지속가능한 성장 동력을 확보하기 위해서는 MASS 관련 첨단 기술력을 강화해야 한다. 정부 차원에서는 관련 정책의 수립과 연구개발 자금 및 인프라 구축, 규제 혁신 등의 체계적인 지원을 통해 산업의 성장을 촉진하고 국제 표준화 선점을 위한 노력을 지속해야 한다. 또한 관련 분야의 전문 기술 인력을 육성하기 위한 교육 및 연구활동 지원을 강화해야 한다.



**김명현 대한조선학회 회장** 부산대학교 조선해양공학과 교수, 대한용접접합학회 부회장, ISSC 한국대표, IIW 분과위원, Int. J. of NAOE 부편집장 및 Harbin 공과대학 겸임교수로 활동하고 있으며, 친환경 선박 구조성능 평가 관련 분야를 연구하고 있다.



**안병권 대한조선학회 부회장** 케임브리지대학교 박사, 국가과학기술자문회의 심의위원 역임. 현재 충남대학교 자율운항시스템공학과 교수로 재직 중이며, 초고속 수중운동체와 유동소음 및 캐비테이션에 관한 연구를 수행하고 있다.

# 스마트 생태계로 운영되는 조선소

조선산업은 해운업, 수산업, 군수산업 등에 사용되는 각종 선박 및 해양구조물을 건조하는 종합 산업으로 철강, 기계, 전기, 전자, 화학 등 관련 산업에 대한 파급효과가 매우 크다. 또 여타 제조업과 비교해 단위 제품의 생산 단가가 높아 수출 기여도 및 외화가득률에도 그 역할이 크다. 무엇보다 3면이 바다인 우리나라의 지정학적 특성상, 조선업은 제조산업뿐만 아니라 국가안보의 관점에서도 경시할 수 없는 주요 산업이다. 최근 LNG운반선을 중심으로 불황의 그늘에서 벗어나기는 했지만, 산업구조 변화로 인한 인력 이탈과 중국의 시장점유율 확대에 따른 고심은 여전하다.

## 한국 조선산업이 세계 1위가 되기까지

세계 조선산업은 2차세계대전 이후 호황기를 맞았다. 선진국 간의 무역량이 크게 증가하고 공업의 발전에 따라 석유와 원자재 수송량이 급증했다. 우리나라에서는 1960년 후반부터 경제개발이 가속화되면서 중화학공업에 대한 대대적인 지원과 육성이 시작되었다. 이 시기에 국내 조선산업은 노동집약적인 대규모 조립산업으로 발전하면서 제철, 기계, 전자 등 유관 산업 발전에 견인차 역할을 했다. 이러한 동력을 바탕으로 1970년대에 한국 조선산업은 세계 무대로 도약한다.

1972년 현대건설은 최대 건조 능력 50만 톤급의 시설을 갖추어 26만 톤급 초대형 원유운반선<sup>VLC</sup> 5척을 건조, 전량 수출하는 것을 목표로 조선소 건설을 착공했다. 이는 최종적으로 900m, 560m 길이의 독<sup>Dock</sup>을 포함해 450톤 골리앗 크레인 4기를 갖춘 세계 최대의 조선소로 등장하게 되었다. 이후 1975년 선박수리 전문기업인 현대미포조선이 설립되었고, 1979년 삼성조선(현 삼성중공업), 1981년 대우조선(한화오션)이 완공되었다. 한편 1973년 석유파동을 기점으로 조선 불황의 시기가

닥쳐오자 선진국에서는 시설을 감축했다. 이에 따라 우리나라는 1970년대 후반부터 건조량 기준 세계 2위의 조선국으로 부상하게 되었다.

1990년대는 우리 조선업계가 또 한 번 큰 성장점을 맞은 시기다. 1992년 조선산업 합리화 시효가 끝나며 삼성중공업, 현대중공업, 한라중공업, 대동조선 등 중대형 조선소들이 앞다투어 시설 확장에 돌입했고, 그 결과 연간 건조 능력이 500만 톤에서 800만 톤으로 크게 늘었다. 거의 모든 조선소에서 채산성과 경쟁력이 개선·회복되었고 흑자경영으로 돌아섰다.

1993년, 마침내 951만 톤의 물량을 수주하며 세계 1위로 올라섰다. 기술 수준도 높아져 업계는 과거 벌크화물선이나 유조선 등 기존에 대량으로 수주하던 선박 외에도 액화천연가스(LNG선), 초대형 컨테이너선 그리고 부유식 생산저장 하역설비<sup>FPSO</sup> 등 고부가가치 선박의 수주량을 늘려갔다. 동시에 정부 지원과 대기업 중심의 강력한 리더십이 더해지며, 2006년에는 전 세계 선박 수주량, 수주잔량, 건조량 등 세계







HD한국조선해양의 울산조선소에서 건조 중인 배들 위로 골리앗 크레인이 선박 부품을 실어 나르고 있다.

점유율 40% 수준으로 압도적인 세계 1위를 차지했다. 이러한 전성기를 거치며 조선업은 대한민국 대표 수출품목으로 전체 수출의 7~12%를 차지했고, 세계 10대 조선소에 꾸준히 7~8개의 국내 조선소가 이름을 올렸다.

### 크고 크게, 더욱 크게

조선소에 가본다면 무엇보다 그 규모에 놀라게 된다. 우리나라

대형 조선소들이 1년에 수십 척씩 건조하는 선박들은 1척의 크기가 여의도 63빌딩보다 크며, 가장 거대한 선박은 잠실 롯데타워에 버금간다.

일반적으로 조선소 독<sup>Dock</sup>에 건조 일정이 꽉 차 있으면 추가로

① 선박을 만들 때나 수리할 때, 또는 짐을 실을 때 진입하는 수역이나 그에 관련된 시설을 말한다.

건조하기가 어려워 다른 선박의 수주를 포기하게 된다. 이에 현대중공업은 기존의 건조 독을 사용하지 않고 육상에서 대형 선박을 건조하는 새로운 공법을 개발했다. 육상건조공법 이전에 대형 해상구조물(시추장비 등)을 육상에서 건조한 적이 있었으나, 10만 톤급 이상의 대형 선박 건조에는 처음으로 시도된 공법이었다. 해당 선박은 성공적으로 건조되었으며 이후에는 건조 독의 작업 물량과 관계없이 추가 수주를 할 수 있게 되어 조선소의 연간 건조 능력이 크게 향상되었다.

육상건조공법은 선박의 각 부분을 블록화해 만든 다음 이를 하나로 조립하는 방식이다. 하나의 선체 블록이 클수록 조립 및 탑재 기간이 줄어, 조선소의 연간 건조량이 증가하게 된다. 하지만 블록이 커지면 이를 운반하고 탑재하는 데 물리적 제약 요건도 증가한다. 따라서 보통 탑재 독이나 선대의 오버헤드 크레인 용량이 블록의 최대 크기를 결정한다. 2000년대에 들어서며 조선소들은 대형 부유식 크레인을 이용해 대형 블록을 탑재하는 신공법을 개발했다. 메가블록 공법이라고 불리는 이 공법은 2500~3000톤의 블록을 만들어 조립하는 방식이다. 세계 최초의 시도였다. 육상에서 6~8개의 거대한 블록을 만들고, 각 블록을 3000톤급 해상 크레인으로 부유식

독에 옮긴 후 조립했다. 배가 완성되면 독으로 이용하던 부유식 독을 침수시켜 진수했다. 메가블록 공법은 현재 우리나라 대형 조선사의 핵심 건조 기술력으로 이어지고 있다.

### 지능형 로봇 기술로 안전성 높여

조선업은 제조업 중 자동화가 가장 까다롭다. 자동차나 전자 분야와 달리 초대형 구조물에 인력과 장비가 투입되기 때문에 특히 생산직 작업자들에게 난이도와 위험성이 크다. 이에 국내 조선업계는 끊임없는 연구개발을 통해 작업환경에 적합한 로봇과 자동화 설비 등을 마련하고 있다.

한화오션은 작업자가 접근하기 어려운 협소 공간의 용접 작업을 자동화할 수 있는 로봇을 개발해 상용화한 바 있다. 이는 작업자와 로봇의 협업이 가능한 협동 로봇의 개념에 가깝다. 선박 조립은 완전 자동화가 어렵기 때문에 이를 보완해줄 수 있는 협동 로봇이 중요하다. 한 명의 작업자가 동시에 여러 대의 협동 로봇을 제어함으로써 조립 생산성을 획기적으로 높일 수 있다. 삼성중공업 또한 용접 자동화를 위한 로봇을 개발했다. 높이 60cm 내외의 블록 내부 보강재를 넘어 다닐 수 있는 이동



삼성중공업의 메가블록 리프팅 공법.  
선박건조공법이 다양해짐에 따라  
우리나라 조선업계의 수주 능력 또한  
향상되고 있다.

로봇으로, 폭 1m 정도의 협소한 공간에서 용접을 수행할 수 있다. 6축 다관절 로봇 팔, 용접선 실시간 추적, 간격 측정 등을 수행하는 레이저 비전 시스템 등으로 이루어져 있다. 선박의 주판 위에 크고 작은 부재를 부착, 용접한 소조립에도 로봇이 투입된다. 소조립 용접 로봇 시스템은 카메라 비전 시스템<sup>1</sup>을 이용해 자동으로 부재를 인식, 용접선을 추출하는 등의 작업을 수행한다.

HD현대는 FPSO 등 해양 설비에 사용되는 특수 파이프의 핫 와이어 티그 용접<sup>2</sup> Hot wire tig welding 자동화 기술을 개발했다. 기존에는 용접봉을 수동으로 공급해야 하는 데다 교체가 잦아, 작업 시간이 길었다. 여기에 자동화 시스템을 도입함으로써, 금속선 형태의 용접을 고온으로 가열해 연속 공급할 수 있게 되었다. 동일한 시간 내 더 많은 금속을 녹이며 용접할 수 있게 됨으로써 기존에 비해 작업 속도가 6배 이상 개선되었다.

이 외에도 선체의 곡선을 가공하는 자동화 기술 또한 세계 최고 수준을 보이고 있다. 곡면 가공 자동화 기술은 삼성중공업이 국내 최초로 실용화하는 데 성공했다. 한화오션 또한 곡면 가공 작업자의 지식은 활용하면서 육체노동을 최소화할 수 있는

곡면 가공 로봇을 개발해 이용하고 있고, HD현대 역시 오랜 연구를 통해 실작업이 가능한 로봇을 현장에 투입하고 있다.

### 스마트 조선소의 지향점

앞서 소개한 기술이 지금 우리나라의 경쟁력을 만들었다면, 앞으로 우리나라 조선산업을 견인할 기술은 무엇일까? 4차산업혁명의 도래와 함께 글로벌 제조업계의 혁신 모멘텀을 야기하고 있는 스마트 제조 기술은 조선 분야에서도 뜨거운 화두로 떠오르고 있다.

스마트 야드<sup>Smart Yard</sup> 인프라 기술은 조선소의 모든 유무형 생산 자원의 연결을 목표로 한다. 로봇을 이용한 자동화 기술이나 인공지능<sup>AI</sup> 기술 활용에 의한 지능화는 기본적으로

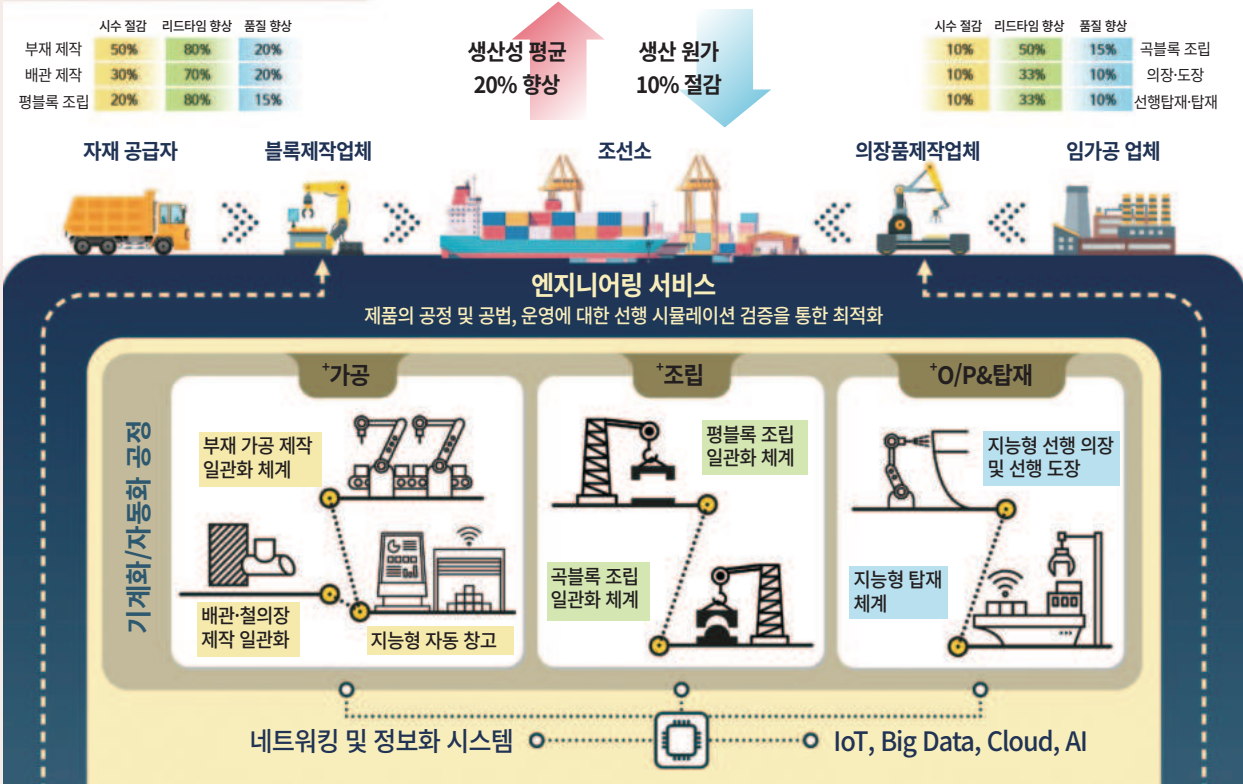
- 1 카메라 비전 시스템: 컴퓨터와 카메라를 결합해 이미지를 인식하고 해석하는 기술. 자동화된 제조 환경에서 물체를 감지하고 분류, 위치를 파악하는 등의 과정에서 중요한 역할을 한다.
- 2 핫 와이어 티그 용접: 금속의 두께가 크거나 높은 품질, 고도의 생산성이 요구되는 산업 분야에서 유용한 용접 방법이다. 용접 봉이 용접 토치를 통과하기 전에 예열되어 봉에서 녹아내리는 금속의 양이 늘고 용접 속도도 향상된다.

### 스마트 야드 핵심 기술



# The SMART K-Yard

한국형 스마트 조선소는 최첨단 ICT&자동화 기술을 도입하여 낭비요소를 제거하고, 생산시간은 단축하며 품질은 더욱 높일 수 있습니다. '스마트 생산 제어'라는 양질의 일자리를 국민들에게 제공하고, 조선소의 생산력은 극대화하는 K-Yard.



자료: 필자 제공

생산 자원의 연결을 전제로 한다. 조선소는 공간이 방대하고 대부분의 구조물과 제품이 전파의 확산에 취약한 철이기 때문에 과거에는 유선이든 무선이든 원활한 통신을 기반으로 한 생산관제에 한계가 있었다. 하지만 최근에는 이를 극복하기 위한 다양한 IoT 기술이 도입되면서 생산 자원 간의 연결 효율성이 높아지고 있다.

공정 자동화 기술은 기존의 조선 생산 시스템에서 적용하지 못했던 다양한 분야의 자동화 기술을 선제적으로 도입해, 새로운 개념의 조선 생산 시스템을 개발하는 것을 목표로 한다. 생산 장비의 기계화, 자동화를 넘어 생산 장비가 스스로 판단하고 의사결정을 내릴 수 있는 자율화를 지향하며, 인프라와 연결되어 실시간으로 정보를 공유하며 최적의 생산 프로세스를 구현하는 것이 목적이다. 조선소는 일반 기계 제조업과 달리 다루는 제품의 물성이 초대형·고하중이며, 동일한 작업을 반복하는 경우가 거의 없다. 따라서 기계적인

관점과 제어적인 관점에서 차별화된 로봇 기술 개발이 요구된다. 이로 인해 100% 자동화보다는 속련도가 부족한 작업자도 동시에 여러 공정을 관리할 수 있는 협동 로봇이 당분간 유효할 것으로 예상된다.

지능화 기술은 기존의 생산관리 영역인 생산계획, 품질관리, 운영관리 분야의 시스템 기술을 딥러닝, 디지털 트윈, IoT 등 4차산업혁명 기술과 융합해 유연하고 낭비 없는 생산관리체계 실현을 목표로 한다. 이에 조선소 진단, 생산 환경 설비 및 최적화 조선소 운영을 지원할 수 있는 가상 생산 플랫폼을 실현해 제품, 공정, 설비, 공간, 작업자 및 운영관리 정보에 대한 선행 검증 등 최적화가 가능한 디지털 트윈 기술의 연구가 진행되고 있다.

지능화 기술의 핵심은 결국 인간 관리자의 지식노동을 대체할 수 있는 인공지능개발의 성공 여부가 관건이라 할 수

있다. 아직 연구 초기 단계이긴 하지만 알파고와 챗GPT에서 유효성이 확인된 인공지능경망 기술은 조선소의 생산관리 일부 영역에서 실용화 가능성이 검증되고 있다. 머지않은 미래에 많은 인간 관리자의 의사결정 활동을 지원하고 궁극적으로는 최소의 인원만으로 조선소라는 거대 시스템 관리가 가능한 초거대 AI의 등장도 기대해볼 수 있다.

### 조선산업의 미래는

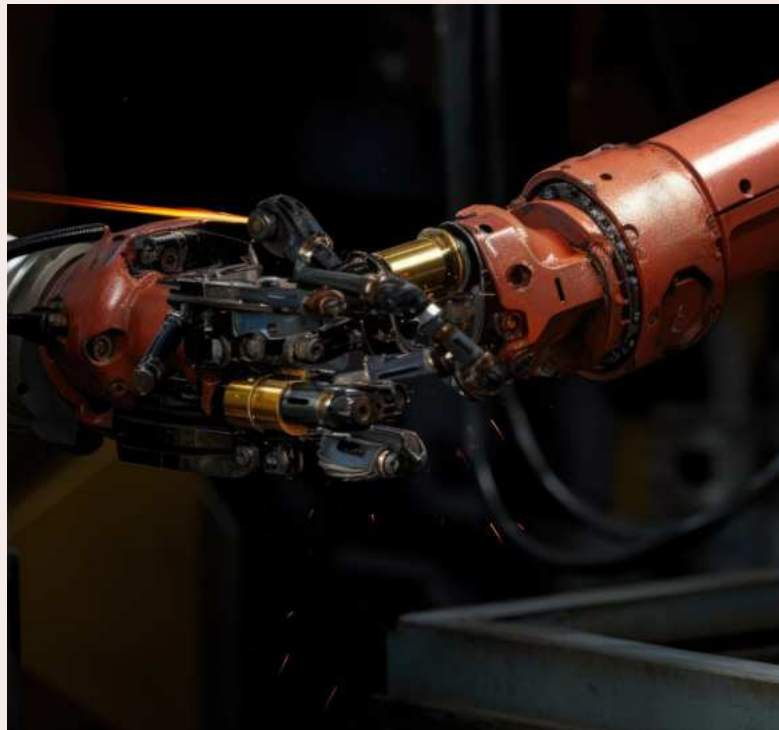
대형 선박을 연 수십 척씩 건조할 수 있는 인프라와 역량을 가진 국가는 우리나라와 일본, 중국 외에는 당분간 나타나기 어렵다고 보는 것이 합리적이다. 우리나라 조선산업이 현재 지니고 있는 인력 문제의 경우, 일본은 이미 해당 문제를 경험했으며 중국 역시 우리의 전철을 밟고 있다. 그런 관점에서 우리나라 조선업의 위험 요소는 외부가 아니라 내부에 있다고 보고 산업구조를 변화시켜야 할 것이다. 다행히 전

세계 조선해양산업은 긴 불황을 이겨내고 점차 회복기에 접어들었다. 탱커, 벌크선, 컨테이너선을 대표 선종으로 하는 시장의 경우 아직까지는 다소 위축된 상황이나 조선해운시황 분석기관 클락슨 리서치에 따르면 LNG운반선을 중심으로 한 다양한 친환경 선박 발주가 증가하며 2030년까지 꾸준히 수요가 증가할 것이다. 제품 기술 분야 역시 자율운항 기술과 친환경 기술이 활발한 연구개발을 통해 성과를 보이고 있다.

이제 우리나라 조선산업의 미래는 건조 기술의 고도화, 스마트 야드의 실현 여부에 달려 있다고 볼 수 있다. 정부에서는 단기적인 성과보다 중장기 로드맵을 기반으로 보다 정교한 R&D를 지원해야 한다. 제도에 얽매어 형평성에 매몰되기보다 제도 완화를 통해 초격차 기술을 확보할 수 있는 수월성에 높은 가중치를 두어야 한다. 현장 역시 기술을 수용하려는 태도가 필요하다. 모든 이해당사자 그룹이 만족할 수 있는 현명한 전략 수립 또한 중요하다.



사진: 한화오션



**우종훈** 서울대학교 조선해양공학과 교수 조선생산공학 및 제조 지능화 분야를 연구하고 있으며, 서울공대 정보화위원장, 대한조선학회와 한국CDE학회의 이사, 그리고 IJNAOE, JCDE의 AE로 활동하고 있다.

# K-조선, 친환경 바람 타고 글로벌 주도권 확보한다

우리나라는 친환경·고부가가치 선박 분야에서 압도적인 점유율을 가진 세계 최고의 조선 강국이다. 수주 실적 등에서 세계 1위를 달리고 있지만 중국 등 여러 국가의 맹추격을 받는 것이 사실. 이에 정부는 미래 선박 시장의 주도권 선점을 위해 국내 조선산업의 초격차 경쟁력 확보에 나서 인력난 해소와 고부가·친환경 선박 기술 조기 확보 등 당면 과제에 속도감 있게 대응하고 있다.

제2의 조선 전성기에 대한 기대감이 커지는 가운데 최규종 한국조선해양플랜트협회 부회장을 만나 글로벌 주도권을 공고히 하기 위한 조선업의 당면 과제와 미래 전망 등을 들어봤다.

word 김광균 photo 이승재



최규종 한국조선해양플랜트협회  
부회장

**Q 우선 한국조선해양플랜트협회는 어떤 일을 하고 있는지, 부회장님이 담당하고 있는 역할이 무엇인지 소개 부탁드립니다.**

한국조선해양플랜트협회는 1977년 조선업계 간 협력 증진과 수출 확대를 통한 국민경제 발전에 기여하기 위해 상공부(현 산업통상자원부) 인가를 받아 설립됐습니다. 설립 당시 회원사는 10개사였으나 수차례 신설, 합병 및 구조조정을 거치면서 현재 HD현대중공업, 삼성중공업, 한화오션 등 중대형 조선소 8개사를 회원사로 두고 있습니다. 저는 협회 상근부회장으로서 협회 사무국을 통솔하며 업계·정부 간 가교 역할을 하고 있습니다. 정부에 규제 완화와 투자 애로 사항을 건의하고, 조선소·기자재업체·대학·연구소 등 조선업 생태계를 강화하는 한편, 철강과 해운 등 전후방 산업과의 협력도 모색합니다. 국제해사기구<sup>IMO</sup>, 국제조선연합회<sup>ASEF</sup>, 한·중·일·EU조선협력회의<sup>JECK</sup>의 다자 국제 무대에 적극 참여하며 우리 조선업의 위상을 높이는 데에도 기여하고 있습니다.

**Q 1994년 기술고시 29회로 공직에 입문한 후 오랜 기간 산업부에서 근무하다가 2022년 협회 부회장직을 맡게 되셨습니다. 산업부 소속일 때와 현재 상황을 비교할 때 조선업을 바라보는 관점이 어떻게 다른지 궁금합니다.**

산업부 근무 시절인 2013년 초대 조선해양플랜트과장을 맡았습니다. 당시 글로벌 조선해양산업은 피크를 거쳐 하락기로 접어드는 전환기였고 국내적으로는 STX조선 등 조선산업의 구조조정이 한창이었습니다. 2022년 협회 부회장이 되어 조선산업을 다시 마주했을 때 감회가 남달랐습니다. 현재 조선업이 회복기로 진입하는 시기인 만큼 무한한 애정과 책임을 느낍니다. 돌이켜보면 공무원 신분에서는 조선업을 정책의 대상으로만 바라봤던 것 같습니다. 노동집약적이면서 거대 장치산업이라는 독특한 특성이 있으며 환경·안전·노사·금융 등 다양한 영역의 이해관계가 얽혀 있는 산업입니다. 그 때문에 경쟁국 대비 기술 리더십을 유지하기 위해 많은 고민을 했으나 기대만큼 성과를 냈는지는 잘 모르겠습니다. 현재 입장에서선 아무래도 조선업이 저를 포함한 10만여 국민의 생계를 담당하는 소중한

일터라는 생각을 먼저 하게 됩니다. 조선업 종사자들이 그 누구보다 열심히 일하고 있음을 잘 알고 있고요.

**Q 조선업은 오랜 기간 우리나라의 핵심 산업군이었습니다. 한동안 어려움이 있던 것도 사실이나 최근 친환경·고부가가치 선박의 수요 증가와 함께 조선업에 르네상스의 바람이 불어오는 것 같습니다. 실제 업계는 이를 어떻게 바라보고 있는지 궁금합니다.**

글로벌 조선 시장은 긴 불황에서 벗어나 2021년 말부터 회복 조짐을 보이고 있습니다. 2021년부터 2023년까지 3년간 전 세계 연평균 발주량은 5080만CGT(표준화물선 환산톤수)인데 이는 이전 15년간(2006~2020) 연평균 발주량 4290만CGT를 조금 상회하는 수준입니다. 조선해운시황 분석기관 클락슨 리서치에 따르면 2033년까지 향후 10년간 연평균 발주량은 4460만CGT 수준에서 안정화될 것으로 예상됩니다. 국내 대형 조선사들은 2021년부터 친환경·고부가 선종들을 다수 수주한 결과 이제 영업이익을 내기 시작했습니다. 안타깝게도 중소형 조선소는 인력 부족, 원가 상승 등으로 인해 아직 경영상 어려움이 해소되지 않아 조선업에 완전한 봄날이 왔다고 하기엔 아직 이르다고 봅니다.

**Q 명실공히 우리나라는 세계 최고의 조선 강국입니다. 우리 조선산업의 경쟁력을 유지·발전시키기 위한 핵심 과제는 무엇이라고 보시나요?**

조선 강국을 유지하려면 노동·자본·기술의 3요소가 탄탄하게 뒷받침돼야 합니다. 하지만 노동집약적 성격을 가진 조선업은 현재 노동력 부족으로 최대의 도전애 직면해 있습니다. 2021년 말 수주가 회복세를 보였음에도 불구하고 현장은 생산 인력 부족으로 심각한 공정 차질이 우려됐습니다. 2014년 20여 만 명에 이르던 조선업 종사자 수는 불황을 거치면서 2021년 9만 명 수준까지 감소했습니다. 저는 협회 부임 이후 문제의 심각성을 깨닫고 정부에 외국 인력 도입을 건의했습니다. 협회 내에 ‘외국인력도입지원센터’를 신설해 정부와 보조를 맞추면서



한국조선해양플랜트협회 최규중 부회장은 부임 후 협회 내 외국인력도입지원센터를 조직해 외국의 숙련 인력이 적기에 들어올 수 있도록 돕고 있다.

- ① 베트남 노동부 차관 협회 내방(2023. 12)
- ② 인도네시아 노동부 방문(2023. 2)
- ③ 외국인력도입지원센터 현판식(2022. 12)
- ④ 태국 인력용접전문인력 환영회(2022. 11)



외국의 숙련 인력이 적기에 들어올 수 있도록 지원체계를 만들었습니다. 정부가 신속하게 협조해준 덕분에 1만여 명의 외국인 숙련 근로자를 확보할 수 있었습니다. 그렇지만 지난해 우리나라 합계출산율이 세계 최저인 0.72명을 기록하며 생산가능인구가 지속적으로 감소하는 추세인 만큼 앞으로도 안정적인 노동력 확보 문제가 매우 중요한 과제가 될 수 있습니다.



Q 우리 조선업이 미래 초격차 기술을 확보하려면 향후 어떤 노력이 필요할까요? 이와 관련해 조선업계는 기술경쟁력 강화를 위해 어떤 노력을 기울이고 있는지 궁금합니다.

조선업계는 수년간 어려운 시기를 겪었고 그만큼 투자 여력도 줄었습니다. 하지만 어려운 상황에서도 미래 R&D 투자를 소홀히 해선 안 된다는 공통의 인식이 있었습니다. 조선산업 R&D 투자는 2018년 2005억 원에서 2020년 3062억 원, 2023년 4566억 원으로 꾸준히 증가하는 추세입니다. 이는 친환경·자율운항 기술이 미래를 주도할 요소라는 판단에 따라 미래 핵심 기술에 대한 R&D 투자를 확대하고 있기 때문입니다. 이와 함께 차세대 부유식 액화천연가스설비<sup>FLNG</sup> 표준 모델 디자인 도입, 인공지능<sup>AI</sup> 업무를 총괄하는 AI 센터 신설, 로봇 중심의 무인·자동화로 24시간 운영이 가능한 미래형 조선소 구축, 작업 능력 향상을 위한 스마트





조선소 모델 개발 등 생산성 향상을 위해 다양한 노력을 전개하고 있습니다. 또한 조선업계는 2014년 삼성중공업의 판교 R&D센터 설립을 필두로 한화오션의 시흥 R&D센터, HD현대의 판교 글로벌R&D센터<sup>GRC</sup> 설립을 이어가며 우수 인력 확보에도 적극 나서고 있습니다.

Q 최근 정부와 조선 3사는 미래 초격차 기술을 확보하기 위해 2028년까지 총 9조 원을 투자해 전문인력을 양성하겠다는 계획을 발표했는데요. 어떤 계획인지 설명 부탁드립니다.

정부는 2023년 11월 ‘K-조선 차세대 선도전략’을 발표했고, 지난 3월에는 ‘K-조선 차세대 이니셔티브’를 발표하면서 정부와 민간이 원팀을 이뤄 조선 분야에서도 ‘신산업정책 2.0’을 본격화하기로 선언했습니다. 매우 시의적절하고 바람직한 방향이라고 생각합니다. 조선업계와 정부는 향후 5년간 9조 원을 투자해 ▲조선산업 초격차 R&D 로드맵 수립 ▲2030 액화수소운반선 개발 프로젝트와 수소·암모니아·LNG 등 친환경 핵심 연료 기술 상용화 ▲선박 전 주기에 걸친 탄소발자국 연구 ▲자율운항선박 기술개발 및 실증과 국제표준 주도 ▲용접·가공·도장 등 생산시스템 고도화를 위한 디지털 전환 ▲스마트 생산기술 개발 등을 추진해나갈



조선업계는 어려운 상황에도 불구하고 미래 R&D 투자에 매년 1000억 원 이상 규모를 늘리고 있습니다.



일본<sup>Japan</sup>, EU, 중국<sup>China</sup>, 한국<sup>Korea</sup>의 조선협력회의<sup>JECK</sup>에서 연설 중인 최규중 부회장

예정입니다. 인력 수급과 관련해서도 ▲중장기 조선산업 인력 수급 전망 수립 ▲‘미래혁신인재 양성센터’ 설립을 통한 매년 1000명 전문 인력 양성 ▲‘해외 조선인력 협력센터’ 시범 운영 등을 이행해나갈 계획입니다.

**Q** 현재 친환경·고부가가치 선박의 수요가 증가하는 추세인데 향후 조선산업은 어떤 방향으로 발전하게 될까요?

조선해양 분야에도 친환경 바람이 거세게 불고 있습니다. 지난해 IMO 산하 제80차 해양환경보호위원회<sup>MEPC</sup>는 2050년까지 해운 분야에서 탄소중립 달성을 목표로 정하고, 온실가스 배출량을 2030년까지 2008년 대비 최소 20%, 2040년까지 최소 70% 감축하기로 합의했습니다. 국제적 환경 규제가 강화됨에 따라 향후 선박은 LNG, LPG, 메탄올 등 저탄소 연료를 사용하다가 궁극적으로 수소, 암모니아, 전기 등 무탄소 연료로 전환할 것으로 예상됩니다. 또한 AI 기술을 접목해 AI 선박 시대가 도래할 것으로 예상됩니다. 특히 자율운항 시장은 해마다 10%씩 성장해 2030년 약 2500억 달러 규모로 성장할 것으로

추산되는 만큼 향후 AI 기술의 발달과 함께 새로운 미래 성장 동력을 확보할 것으로 기대됩니다.

**Q** 조선산업의 부흥과 산업기술 초격차 확보를 위한 도움이나 응원이 필요할 것 같습니다. 지면을 통해 요청하고 싶은 부분이 있다면 한 말씀 부탁드립니다.

그동안 정부의 노력으로 조선 분야 규제가 상당 부분 개선되었으나 여전히 아쉬운 점이 있습니다. 대부분 실내에서 작업하는 일반적인 제조업과 달리 실외의 열린 공간에서 작업이 이뤄지는 조선업의 특성상 현실을 고려한 규제가 이뤄져야 하는데 국제 기준과도 동떨어진 규제로 어려움을 겪고 있는 실정입니다. 조선업계가 신나게 일할 수 있도록 불합리한 규제를 획기적으로 폐지했으면 하는 바람입니다. 또 첨단 선박 핵심 기술을 보호하고, 선박용 소재·부품·장비 등 공급망의 안정성을 보장할 수 있도록 정부가 지속적인 관심을 기울여주시길 기대합니다.

# 산업의 내일을 읽고 기업의 오늘을 이끕니다.



한국산업기술기획평가원  
유튜브 채널

2023년 올해의 산업혁신기술상 산업부 장관상 수상  
**항공기 날개 복합재 구조물 개발 기술**  
신기술 부문 (주)대한항공 민항기사업부 신도훈 부장

## 2023년 올해의 산업기술혁신상 수상기술 소개 ①



(주)대한항공

수송기 산업에서 소재 경량화는 수송기의 연비 개선과 이산화탄소 배출량 감소를 위해 필수적이라는 사실, 알고 계셨나요?

경량화는 물론 제조 과정에서의 탄소 배출까지 최소화하는데 성공한 '대한항공'의 항공기 날개 복합재 구조물 개발 스토리, 지금 만나보세요!

2023년 올해의 산업혁신기술상 산업부 장관상 수상  
**수소 충전소용 TYPE1 대형 수소 저장 용기 개발**  
신기술 부문 에너진(주) 기술연구소 이영철 연구소장

## 2023년 올해의 산업기술혁신상 수상기술 소개 ②



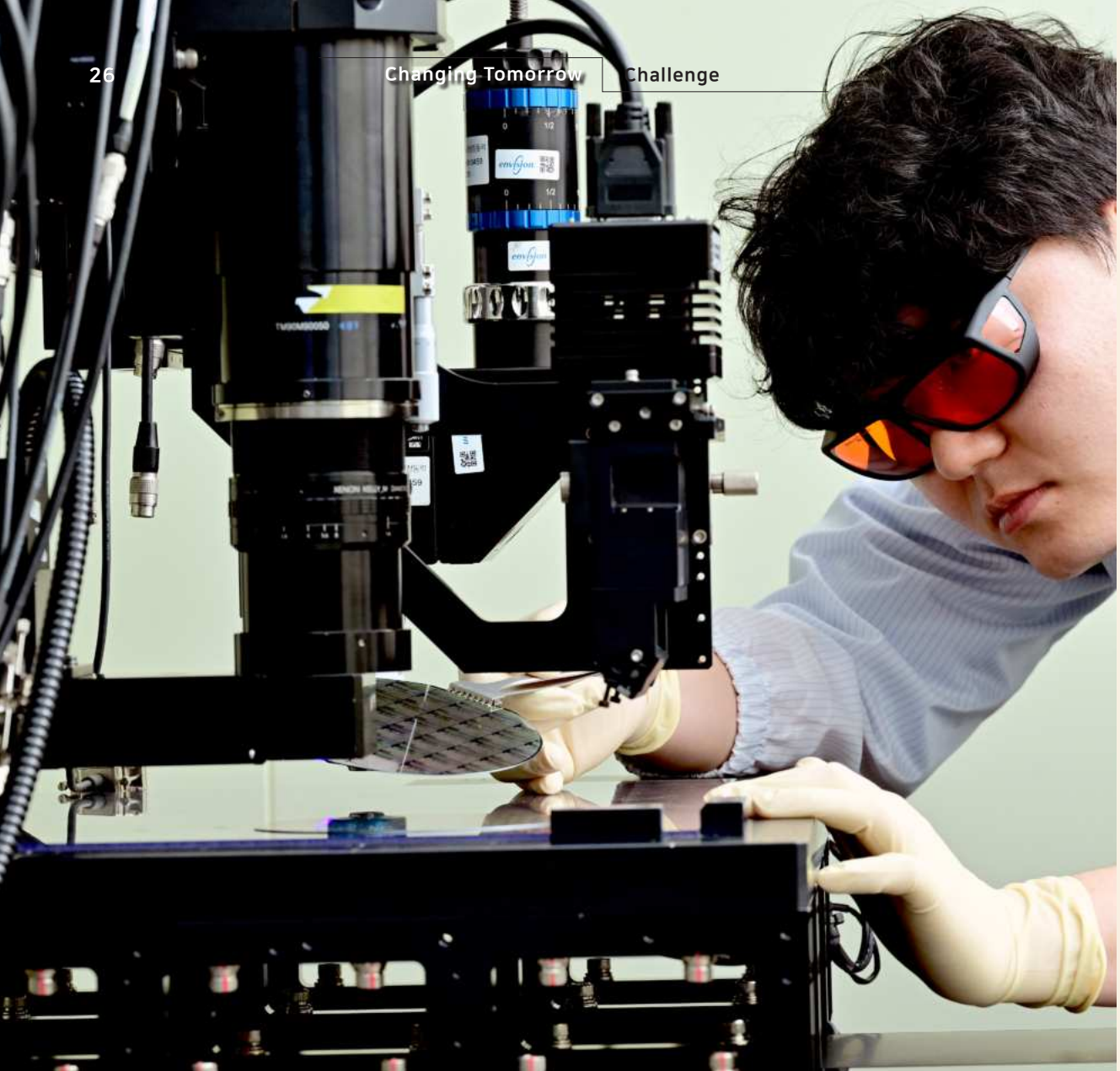
에너진(주)

신재생에너지로 주목받고 있지만, 위험하고 다루기 어렵다는 인식이 높은 수소!

수소충전소에 적용이 가능한 폭발의 위험성을 차단한 수소저장용기를 개발한 국내 기업이 있습니다.

'에너진(주)'의 수소 충전소용 TYPE1 대형 수소 저장 용기를 영상으로 만나보세요.





## 혁신적인 광학 기술로 머신비전의 미래를 선도한다

세계 최고속 디스플레이 AIO용 자동초점  
시스템 제품화

(주)앤비전

반도체, 디스플레이 제품이 고도화되면서 더 작은 구조와 더 정밀한 공정이 요구된다. 이에 따라 검사해야 하는 불량 역시 육안으로는 확인이 불가능할 정도로 작아지고 있다. 이런 가운데 머신비전 전문기업 (주)앤비전이 1 $\mu$ m 수준의 정밀도를 유지하면서 세계에서 가장 빠른 자동 광학 검사기용 자동초점 장치를 개발하는 데 성공했다. 우리나라 반도체와 디스플레이 산업의 위상 제고는 물론 국내외 검사장비 시장에 혁신적인 광학 기술을 선도할 것으로 기대된다.

word 조범진 photo 김기남

## 검사장비 국산화디스플레이 등 글로벌 경쟁력 향상 도모

최근 반도체는 배선 폭과 간격이 수 나노미터<sup>nm</sup> 이하로 줄고, 고해상도 디스플레이는 픽셀 크기가 점점 작아지고 있다. 이에 따라 작아지는 불량을 검사하기 위해서는 배율이 더 큰 검사 광학계가 필요한 상황이다.

검사 광학계는 선명한 이미지를 위해 초점을 정확히 맞추어야 한다. 초점 중심에서 멀어질수록 이미지가 점점 흐려지기 때문에 초점을 유지하는 것이 매우 중요하다. 또한, 배율이 높을수록 초점 심도는 작아지는데, 현재 요구되는 초점 심도는 10마이크로미터<sup>μm</sup> 이하로 매우 작다. 그 때문에 자동으로 정밀 초점을 맞추는 장치가 필요하며, 고속 검사를 위해 고속으로 초점을 맞추는 기술도 필요하다.

이런 가운데 1 $\mu$ m 수준의 정밀도를 유지하면서 세계에서 가장 빠른 자동 광학 검사기용 자동초점 장치를 (주)앤비전이 독자 기술로 개발에 성공한 것은 큰 의미가 있다. 우리나라는 반도체와 디스플레이 기술 강국이지만 관련 장비의 국산화는 아직 어깨를 나란히 하지 못하는 실정이다. 이런 상황에서 검사장비의 국산화 및 국내 디스플레이와 반도체산업의 글로벌 경쟁력 상승이라는 두 마리 토끼를 모두 잡을 수 있는 계기를 마련한 것이다.

## 국내 최초, 세계 최고 속도의 뛰어난 기술과 제품 선보여

(주)앤비전이 개발 및 제품화에 성공한 ‘세계 최고속 디스플레이 AOI<sup>Automatic Optical Inspection</sup>(자동 광학 검사)용 시스템’은 자동 광학 검사기의 자동초점을 위한 것이다. 광학계와 검사 대상 간의 간격을 정확하게 측정하기 위한 ‘자동초점 센서’와 항상 동일한 간격을 유지하기 위한 ‘자동초점 스테이지’,

그리고 이 장치를 제어하는 ‘자동초점 제어기’로 구성되어 있다.

각각의 특징을 살펴보면, (주)앤비전이 국내에서 최초로 개발한 자동초점 센서는 정반사 레이저 삼각법을 적용한 레이저 변위 센서를 응용해 검사 대상 표면에 레이저를 조사하고, 표면의 높이에 따라 변하는 레이저 위치를 계산하여 거리를 측정할 수 있다. 아울러 다양한 알고리즘을 적용해 레이저 위치가 변화할 때도 잡음을 최소화하고, 동시에 고속 계산이 가능하도록 설계했다. 정밀도는 1 $\mu$ m 이하, 간격 측정 속도는 9kHz(초당 9000개 간격 데이터 측정)의 성능을 가진다.

다음으로 자동초점 스테이지는 정밀 가공된 기구와 정밀 모터를 사용하여 0.5 $\mu$ m 이내 오차에서 최대 20kg 무게의 광학계를 초당 1200mm 스캔 속도의 고속 자동 검사기에 적용할 수 있는데, 현존하는 자동초점 장치 중 세계 최고 속도를 자랑한다. 이와 함께 이상의 두 장치를 제어하는 자동초점 제어기는 FPGA<sup>Field-Programmable Gate Array</sup>(프로그래밍이 가능한 비메모리반도체) 기반으로



(주)앤비전이 국내 최초로 개발한 자동초점 센서

세계 최고속 디스플레이 AOI용 자동초점 시스템을 개발한 주역들. 왼쪽부터 백남석, 정세진, 박경희, 지원수, 전찬우, 박효진





자동초점 장치를 적용한 자동 광학 검사기로 구현된 선명한 이미지를 통해 검사 공정에서 불량률을 줄여내어 불량률을 줄일 수 있고, 이는 수율 상승 효과로 이어진다.

프로세서를 설계하고 제어 알고리즘을 구현했다. 이는 레이저 신호를 받아 신호의 수준을 점수화해 높은 점수 즉, 무결점 신호만 선별하는 스코어링 알고리즘이다. 잡음이 없는 데이터를 얻을 수 있어 디스플레이 외에도 다양한 검사 대상에 적용할 수 있다.

### 대만과 중국 이어 2024년 유럽 시장 진출 계획

(주)엔비전의 '세계 최고속 디스플레이 AOI용 자동초점 시스템' 개발 및 제품화 성공 결과는 향후 산업에 큰 변화를 가져올 것으로 예상된다. 지원수 상무는 “반도체나 디스플레이와 같은 최첨단 전자제품은 매우 복잡한 제조공정을 거치기 때문에 각 과정에서 여러 불량 요소가 발생한다. 이에 따라 본 기술은 고배율 검사기의 안정적이고 정확한 운용에 중요한 구성 요소가 된다”며, “자동초점 장치를 적용한 자동 광학 검사기로 구현된 선명한 이미지를 통해 검사 공정에서 불량률 줄여내어 불량률을 줄일 수 있고, 이는 수율 상승 효과로 이어진다”고 말했다. 또한 “불량이 잦은 제조 공정을 파악하고 이를 개선함으로써 불량률을 낮출 수 있다”면서 “이로 인해 제조 원가가 낮아지면 결국 소비자가 지불해야 할 가격이 낮아지게 되어 고성능 제품을 합리적 가격으로 구매할 수 있는 경제성이 생겨난다”고 덧붙였다.

끝으로, 앞으로의 활용 및 상용화 전략과 관련해 “현재 반도체 외관 검사 공정과 디스플레이 외관 검사 공정 및 인쇄회로기판<sup>PCB</sup> 외관 검사 공정을 포함하는 주요 산업 분야에 모두 적용되고 있다”며 “자동 광학 검사기는 분야와 제품에 따라 다양한 배율의 이미지 광학계가 적용되는데, 현재 이 자동초점 장치는 1.67배에서 10배까지 모두 대응할 수 있도록 라인업이 구성되어 있다. 향후 추가적으로 고배율 10배 이상에도 대응할 수 있도록 라인업을 추가할 예정이다. 2022년부터 대만과 중국 시장 진출을 시작으로 2024년에는 유럽 시장 진출을 계획하고 있다”고 말했다.



### 최상의 이미징 솔루션 제공 머신비전 전문기업



(주)엔비전은 2003년 설립되었으며 이미징 솔루션 분야를 선도하는 머신비전 전문기업이다. 초창기 주력사업은 라인 스캔 카메라와 고해상도 렌즈였다. 이후 지속적인 연구와 개발을 통해 현재는 기존 주력사업뿐만 아니라 영역 스캔<sup>Area Scan</sup> 카메라, 3D 모듈, 조명, 오토포커스<sup>Auto Focus</sup> 모듈, 이미징 모듈 등 다양한 분야를 선도하고 있다.

[www.envision.co.kr](http://www.envision.co.kr)

**AOI용 자동초점 시스템 개발 시 난관을 극복하고 해결했던 경험은?**

2019년 자동초점 센서를 개발하기 위해 일본 업체와 협업을 검토했을 때, 높은 개발비와 까다로운 조건을 요구해 초기 개발을 포기할 수밖에 없었다. 이후 산학 연구를 통해 기초 기술을 확보했고, 2020년에 시작된 국가 지원 과제를 통해 자동초점 장치에 한정되지만 국내 최초로 정반사 레이저 변위 센서를 개발하는 데 성공했다. 그리고 이를 적용한 자동 광학 검사기용 자동초점 장치에 세계 최고 속도 및 정밀도를 구현한 것이다.

**(주)엔비전의 다른 연구 분야 기술 및 성과는 무엇인가?**

일반적인 자동 검사기용 광학 기술뿐 아니라 다양한 기술을 개발하고 있다. 전기자동차 산업과 고대역폭메모리<sup>HBM</sup> 반도체산업의 성장으로, 두 분야에 적합한 광학 기술 개발에 집중하고 있다. 특히, 전기자동차 산업의 경우 안전상의 이유로

배터리 불량 검사 비중이 높은 편이다. 이에 맞추어 배터리 검사를 위한 이미징 솔루션 개발을 진행하고 있다. 대표적으로, 원통형 전지 내부 검사를 위한 ‘원통형 전지 내부 이미징 광학계’를 개발하여 시장에 출시했다. 이는 특수 설계된 렌즈로 깊고 좁은 전지 내부를 한 번에 볼 수 있는 광학계다. 또, 내부보다 이미지를 찍기 어려운 원통형 전지 외부 검사도 필요하다. 일반적으로 2~4개의 이미징 광학계를 이용하거나 검사하고자 하는 원통형 전지를 움직이며 촬영하던 방식과 달리, (주)엔비전에서는 원통형 전지를 움직이지 않고 하나의 광학계로 촬영하는 기술을 개발했다. 이 외에도 엣지<sup>EDGE</sup>의 품질을 중요시하는 반도체 웨이퍼와 디스플레이 글라스, 자동차용 배터리 파우치의 엣지 상·하면과 측면 검사를 위해 2~3개의 이미징 광학계를 이용하던 기존 기술과 달리 (주)엔비전은 단일 광학계로 3개 면을 동시에 이미지화할 수 있는 기술을 개발했다.

**과제 진행에 있어 한국산업기술기획평가원<sup>KEIT</sup> 지원의 긍정적인 파급효과는 무엇인가?**

계획서 또는 제안서를 통해 해외 선행 기술을 비교하고, 기술을 파악하는 데 큰 도움이 되었다. 중소·중견기업의 경우 별도의 비즈니스 모델 조직이 없는데, KEIT가 지원하는 과제를 통해 참여 연구원들이 자유롭게 선진 기술을 파악하고 분석할 수 있었다. 또한, KEIT의 지원으로 기업의 금전적 부담이 완화된 과제를 원활히 진행하는 데 도움이 되었다. 특히, 관련 산업 분야의 협회나 단체 등과 교류할 수 있는 가교 역할, 세미나 등을 통한 과제 참여 기업에 대한 홍보와 기술 소개의 열린 공간을 만들어주는 등 큰 도움이 되었다.

**앞으로의 계획 및 목표는?**

우리나라 AOI 분야 기술은 디스플레이, PCB, 자동차용 이차전지 산업 분야에서 경쟁력이 높은 편이다. 그러나 반도체산업 분야에서는 일부 공정을 제외하고 외산 장비의 기술 장벽이 높다. 따라서 반도체 검사 시장에 적용될 수 있는 혁신적인 광학 기술 개발에 더 집중하고자 한다.



KEIT, 선진 기술 접근과  
기술 홍보 가교 역할

산학 협력 통한 기초 기술 확보, 국가 지원 과제 통해 결실

반도체 검사 시장에 혁신적인 광학 기술 선보일 계획

# 2025년 R&D 예산, 역대 최고로 편성한다

정부가 2025년도 연구개발<sup>R&D</sup> 예산 규모를 역대 최대 수준으로 확대하기로 했다. 이에 따라 R&D 예산은 당초 예상보다 10% 이상 증액될 것으로 보인다. 구조개혁과 규모 확대를 동시에 도모하겠다는 계획이다.

word 이슬기 <한국경제신문> 기자



정부는 세계 각국이 치열한 경쟁을 벌이고 있는 AI·첨단바이오·양자 등 3대 미래 기술에 대한 투자를 대폭 강화하겠다는 입장이다.

## 개혁 진행 동시에 R&D 예산 대폭 증액

정부의 발표에 따르면 내년도 R&D 예산은 31조 원 이상 규모가 될 것으로 전망된다. 이는 올해 예산인 26조5000억 원 대비 큰 폭으로 늘어난 규모이자 역대 최대 규모가 될 것으로 보인다. 당초 정부가 그렸던 내년도 R&D 예산 규모인 27조6000억 원을 10% 이상 넘어서는 규모다.

앞서 정부는 올해 R&D 예산을 2023년도(31조1000억 원) 대비 4조6000억 원 삭감했다. ‘나눠먹기식 R&D’ 등 비효율적인 예산이 많아 구조개혁을 위해선 삭감이 불가피하다는 논리였다. 이후

대통령실은 “유례없이 빠른 기술변화의 파고 속에서 개혁 작업에만 매달릴 수 없다”며 “개혁을 진행하는 동시에 내년 R&D 예산을 대폭 증액하고자 한다”는 입장을 전했다. 양적 삭감에 주력하다 보니 현장에 과도한 충격을 줬다는 목소리를 정부가 수용한 것으로 보인다. 특히 R&D 예산 감축은 1991년 이후 33년 만의 일이어서 과학계 등의 반발이 크기도 했다. 다만 대통령실은 “R&D 예산 증액은 예산 복원이 아니다”라며 “기존에 달리던 트랙이 아닌 새로운



고속선로로 바꿔 탈 수 있게 하는 것”이라고 설명했다.

R&D 예산안은 올 상반기 내로 분야별 전문위원회 검토 및 과학기술혁신본부 예산 배분·조정이 이뤄지고, 8월께 확정된다. 이 과정에서 R&D 예산 집행이 투명하게 이뤄질 수 있는 조치도 동시에 취해진다. 정부는 R&D 연구비 집행 세부 내역과 대표 연구 성과를 국민 누구나 열람할 수 있도록 공개할 계획이다. 또, 프로젝트 매니저<sup>PM</sup>가 이 연구 전 주기를 책임 관리하는 선진형 PM제도, 글로벌 R&D 기획·관리 역량 강화, 개방형 기획 도입 등 선도형 R&D 체계에 부합하는 연구관리 체계가 현장에 정착할 수 있도록 연구관리 전문기관으로서의 체질 전환도 추진한다. 이와 함께 연구기관과 대학 사이 벽을 허물어 연계를 강화하고 ‘블록 펀딩’을 통해 대학부설연구소 경쟁력도 획기적으로 끌어올리겠다고 밝혔다. 여기에 연구 생태계를 전 세계로 확장해 ‘호라이즌 유럽<sup>①</sup>’ 같은 다자 연구개발 협력 플랫폼에 참여하고, 정상급 외교를 통한 글로벌 플래그십 프로그램도 확대한다고 덧붙였다.

### R&D다운 R&D로!

정부는 R&D를 R&D답게 하기 위해 △적시 신속 지원 △투명한 연구 환경 △글로벌 개방과 연대 △혁신·도전 R&D 및 인재 양성 등에 중점을 두겠다고 밝혔다.

그 대표적인 예가 ‘선도형 R&D 전환’이다. 혁신·도전형 R&D 사업 1조 원 투입을 시작으로 향후 R&D 예산의 5% 수준으로 확대할 방침이다. 혁신·도전형 R&D는 현재 4개 부처가 6개 사업을 추진 중이고, 추가로 사업을 더 발굴할 예정이다.

① 호라이즌 유럽: 유럽연합이 시행 중인 연구혁신 분야 재정지원 프로그램. 2021~2027년에 걸쳐 955억 유로를 지원한다.

구체적으로 인공지능<sup>A</sup>·첨단바이오·양자기술 등 3대 게임체인저 기술 분야에 예산을 확대해 해당 기술의 ‘G3 도약’을 2030년까지 추진하겠다는 입장이다. 차세대 AI 반도체, 국산 반도체 기반 K-클라우드 등 미래 AI 서비스에 필수적인 기반 기술은 국가가 선제적으로 확보할 수 있도록 투자하고, 디지털 바이오와 바이오 파운드리에 집중 투자하겠다는 것. 또 양자 기술 분야는 미국, EU 등 선도기관과의 공동연구 강화를 통해 선도 기술을 속도감 있게 추격하는 한편, 양자 소부장·팹 구축 등 기반 투자도 지속할 예정이다. 한편 반도체, 이차전지 등 첨단산업 분야는 초격차 확보를 위한 차세대 기술은 물론, 미래 생태계 선점을 위한 공급망 급속 기술까지 지원 범위를 확대한다는 방침이다.

### 필요한 R&D는 신속하고 확실하게 밀어준다

한편 정부는 신속한 R&D 예산 배정을 위해 예비타당성조사 기준을 대폭 완화하기로 했다. 예비타당성조사는 정부 재정이 대규모로 투입되는 사업에 경제적 타당성 등을 평가하는 제도다. 다만 예타 통과까지 길게는 수년이 걸려 신속성을 필요로 하는 R&D 분야에는 맞지 않다는 지적이 과학계에서 제기돼왔다. 선정 단계에서 절차적 합법성에 주력하다 보니 시간과 비용이 지나치게 많이 든다는 것이다.

이에 따라 정부는 사업의 통합·재기획 등을 통한 부처 고유 임무 분야 사업 신설 등 사업 유형별·단계별 특성을 고려한 R&D 예타제도 개선을 적극 추진한다. 그뿐만 아니라 기존의 선정·탈락 중심의 심사에서 벗어나 전문가 검토와 대안 제시를 통해 기획 완성도를 높이는 방식으로 전환하겠다는 방침도 밝혔다. 한편 연구비가 필요한 경우 바로 지원하고, 연구과제도 연중 수시 착수할 수 있도록 할 방침이다. 이 밖에 평가 전문성 및 투명성을 높이기 위해 평가위원 마일리지 및 인센티브 제도를 도입하고, 부처나 기관 간 벽 허물기를 위한 R&D 지출 한도 탄력 운영도 추진해나갈 계획이다.

### 정부 R&D 예산 추이

단위: 원



자료: 정부

# 한눈에 보는

# 해양 플랜트

## 해양플랜트 Offshore plant란?

해양산업을 영위하는데 필요한 해상, 해중, 해저, 해저지층의 공간 영역에서 인간의 활동을 지원하는 설비나 시스템 등을 말한다.

### 주요 해양 오일&가스 플랜트

#### 시추용

- ① 고정식<sup>Jack-up</sup>: 가장 많이 사용하는 구조물, 작업 수심 최대 140~180m
- ② 반잠수식<sup>Semi-submersible</sup>: 8~10개 닻으로 위치를 고정하고 시추, 최대 3700m
- ③ 시추선<sup>Drillship</sup>: 자항이 가능한 선박에 시추설비 탑재, 최대 3700m

#### 생산용

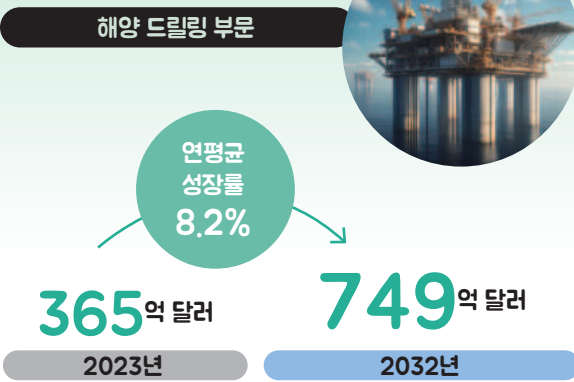
- ① 고정식 플랫폼<sup>Jacket</sup>: 가장 많이 사용, 300m 내외
- ② 중력식 구조물<sup>GBS</sup>: 북극해, 캐나다, 러시아 등 거친 해역, 100m 내외
- ③ 부유식 생산저장하역설비<sup>FPSO</sup>: 신조 또는 유조선을 개조, 2000m 내외

## 해양플랜트의 종류

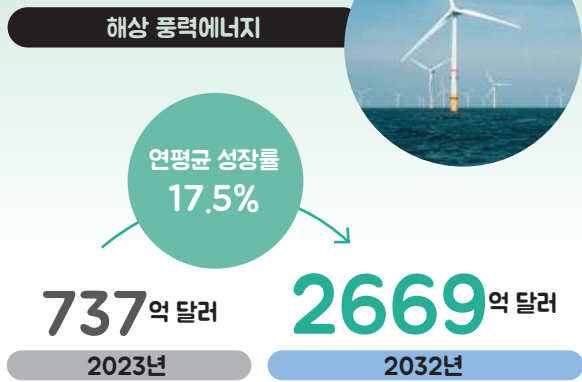
	해양 광물자원	해양 신재생에너지	해양 공간 이용 및 미래 기술		
	해양 석유 및 가스, 기타 해양 광물자원 등을 탐사, 개발, 생산하는 시설로 깊은 바다에서 발견되는 자원을 효율적으로 채취하기 위해 설계된다.	재생 가능한 에너지 자원을 이용해 전력을 생산하는 시설로 지속가능성이 높다.	미래 기술 및 식량 등의 과학 연구부터 환경보호, 재난 대응 및 레저 시설 등 다양한 목적으로 활용된다.		
좁은 의미의 해양플랜트	<table border="1"> <tr> <td>해양 석유 및 가스 석유, 천연가스, 셰일가스, 메탄 하이드레이트 등</td> <td>기타 해양 광물자원 해저광산, 망간단괴, 열수광상 등</td> </tr> </table>	해양 석유 및 가스 석유, 천연가스, 셰일가스, 메탄 하이드레이트 등	기타 해양 광물자원 해저광산, 망간단괴, 열수광상 등	조력발전, 조류발전, 해상풍력발전, 해수온도차발전, 해수염도차발전 등	가스저장기지, 해상 및 해저도시, 해양 연구 및 관측, 해양쓰레기 수거 및 처리 등
해양 석유 및 가스 석유, 천연가스, 셰일가스, 메탄 하이드레이트 등	기타 해양 광물자원 해저광산, 망간단괴, 열수광상 등				

자료: 선박해양플랜트연구소

## 분야별 글로벌 시장 규모



자료: Fortune Business Insights



자료: Global Market Insights Inc.

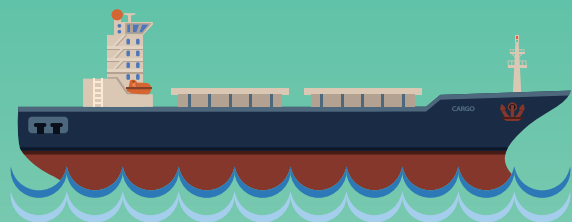


## 5년 내 글로벌 해양플랜트 산업은?

부유식 생산저장하역설비<sup>FPSO</sup>, 부유식 액화천연가스 생산설비<sup>FLNG</sup> 중심으로 최대 1730억 달러 규모의 해양플랜트 168기가 발주될 것으로 예측된다.

자료: Energy Maritime Associates

1730억 달러 규모의 해양플랜트 168기가 발주될



# 바다 위에서 에너지를 낚다

해양플랜트 관련 서비스산업은 선박의 건조를 제외한 모든 영역과 밀접한 관계를 갖는다. 특히 선박 건조와 비교해 부가가치가 높고, 오랜 시간 동안 운영 및 유지·보수를 실시한다는 특징이 있다. 기존 해양플랜트는 석유와 가스 중심으로 구축되었으나, 셰일가스 개발로 유가가 떨어지고, 팬데믹 이후 경기 침체와 탄소배출 규제가 강화되며 신재생에너지로의 전환이 가속화되고 있다.

해양플랜트는 여러 목적과 기술로 만들어 지지만 상대적으로 타 산업 제품에 비해 국민적 인지도가 높지 않다. 이에 우선 해양플랜트에 대한 개념과 종류를 짚어볼 필요가 있다.

해양플랜트는 해양이나 해저에 저장되어 있는 자원을 생산하거나 가공, 저장, 운송 등을 수행하는 플랜트 또는 해수의 에너지(운동·열) 등을 활용하여 전력을 생산하는 설비 등 다양한 해양구조물을 포함한다. 크게 상부 구조물과 하부 구조물로 구분된다. 상부 구조물은 해당 해양플랜트의 고유 생성 목적을 수행하는 기능을 맡으며, 각 기능에 따라 모듈<sup>Module</sup>로 구성된다. 하부 구조물은 상부 구조물을 해상에 설치하거나 떠 있도록 하는 고정식 구조물 또는 해양부유체 구조물을 의미한다.

### 해저 자원을 개발하기 위한 플랜트

해양플랜트는 각각의 목적에 따라 총 7개 그룹으로 분류할 수 있다. 첫 번째 그룹은 **석유 및 가스<sup>Oil&Gas</sup> 플랜트**이다. 해저에 저장된 원유나 천연가스를 찾고 시추해 관련 제품을 생산하고 저장 및 운송 등을 하기 위해 제작된다. 이는 다시 개발설비, 생산설비, 지원설비로 세분화된다. 개발설비는 시추설비와 이를 지원하는 특수 목적을 가진 지원선박을 뜻한다. 탐사선박, 이동형 해양시추설비(드릴십), 해저파이프·케이블 설치 선박, 고하중물 크레인 선박, 선원거주 선박 및 인양선 등이다. 생산설비는 개발설비를 통해 개발된 유정<sup>油井</sup>에서 제품을 생산·가공·저장·운송하는 설비를 의미한다. 이동형 해양생산설비, 고정식 생산설비 등이다. 지원설비는 앞서 언급한 두 설비의 운영을 위한 각종 지원선박 또는 설비 등을 뜻한다.

두 번째 그룹은 **해양 이산화탄소 지중저장 CCS와 이퓨얼<sup>E-fuel</sup> 플랜트**이다. 해저에 고갈된

유정 및 가스전에 육상에서 포집한 이산화탄소를 지중저장하거나 해상에서 수소를 생산하고 이를 기반으로 E-fuel을 생산한다. 플랜트 가동 전력은 해상풍력이나 해양태양광, 해양재생에너지, 해양원자력발전 등으로 만든다.

### 땅보다 넓은 해양이 무대인 플랜트

#### 해상풍력 및 해양태양광 플랜트, 해양재생에너지 플랜트,

해양원자력발전 플랜트를 각각 3, 4, 5번째 그룹으로 묶는다.

해상풍력·태양광은 바다 위에 있지만 해수 이외의 에너지를 활용하여 전력을 생산하는 플랜트들이다. 반대로 파도의 운동에너지나 바닷물의 온도 등 해양이 가지고 있는 자체 에너지를 활용해 전력을 생산하는 플랜트를 해양재생에너지 카테고리 묶는다. 해수의 운동에너지를 활용하는 파력발전, 조수간만의 차이를 활용하는 조력발전, 조류의 흐름으로 전력을 만드는 조류발전, 해수 지표면과 해저의 해수 온도 차이를 이용하는 해수온도차발전 등이 여기에 속한다.

해양원자력발전 플랜트는 보통 소형 원자로를 활용해 전력을 생산한다. 도서 지역의 전력 공급이 주요 목적으로, 최근 소형 원자로의 개발이 가시화되면서 관련 기술을 육상이 아닌 해상에서 적용하기 위한 연구가 진행되고 있다.

이어 사람이 바다 위에서 생활하기 위해 만드는 해양거주도시를

① 이퓨얼<sup>E-fuel</sup>: 전기분해를 통해 가공해 만든 연료로 수송 분야에서 탄소중립 실현 수단으로 주목받고 있다. 물의 전기분해로 얻은 수소에 이산화탄소와 질소 등을 합성해 만든다. e-메탄올, e-메탄, e-암모니아 등이 있다.



국내 최초의 해상풍력 전용 설치선인 '현대프론티어호'. 지난 2023년 6월 출항했다.

포함해 해양에너지섬, 해양 공항 등을 여섯 번째 그룹, **해양 공간 활용 플랜트**로 구분한다. 일곱 번째는 **해양 광물탐사(자원) 플랜트**, 해양망간단괴와 같이 해저면에 분포된 다양한 해양광물을 탐사하기 위해 만들어진다.

### 목적과 형태에 따라 제 모습을 바꾸다

한편 설치 형태에 따라서도 크게 부유식, 반잠수식, 고정식 등으로 나뉜다. 고정식은 연안의 대륙붕에 큰 구조물을 활용해 고정식으로 설치된다. 주로 자원을 탐사, 생산, 저장, 운송하는 플랜트에 적용한다. 반잠수식은 연안과 심해에 동시에 적용이 가능한 형태로 설비의 일부분이 바다에 잠겨 있다. 부유식은 깊은 바다에 위치한 자원을 탐사·생산하는 플랜트에 적용되는 것으로 선박 형태로 구분하는 것이 일반적이다. 이처럼 해양플랜트는 그 목적과 설치 형태에 따라 구분하지만, 또 한편으로는 특정 목적을 위해 다양하게 조합할 수 있다는 특징이 있다. 각각의 명칭은 목적 및 설치에 따라 유동적으로 사용한다.

### 해양플랜트 산업의 화두와 나아갈 방향

최근 해양플랜트 산업의 중요한 이슈는 탄소 규제이다. 탄소의 생성을 최소화하고 석유나 가스 등의 에너지를 확보하는 것이 핵심으로, 이 두 가지 요구를 만족시킬 수 있는 원천 물질인 수소와 암모니아를 생산하기 위한 미래형 신재생 해양플랜트의 개발이 요구되고 있다. 한편 현재 가장 빠르게 성장하고 있는 분야는 해상풍력이다. 국제에너지기구<sup>IEA</sup> 보고서에 따르면 해상풍력을 통해 생산하는 전력의 양이 2018년 대비 2040년에는 15배로 증가할 것이라는 예상이다. 해상풍력이 각광받는 이유는 4가지로 정리할 수 있다.



한국부유식풍력(KF윈드)이 울산에 추진 중인 반잠수식 부유식 해상풍력발전. KF윈드는 글로벌 해상풍력발전기업인 오션원즈와 메인스트림리뉴어블파워, 울산 향토기업인 금양그린파워가 합작 설립한 재생에너지 전문기업이다.

첫째, 해상풍력 자원의 무한함이다. 고정식 또는 부유식 해상풍력발전 플랜트를 이용하면 2040년을 기준으로 전 세계 발전량의 11배를 해상풍력으로 생산할 수 있다.

둘째, 해상풍력의 안정성이다. 신재생에너지를 평가할 때 설비이용률 인덱스를 사용한다. 최고 발전 용량으로 얼마만큼 발전할 수 있는가를 보는 것인데 20%에 불과한 태양광과 달리 육상풍력과 해상풍력은 각각 35%, 50%를 기록했다.

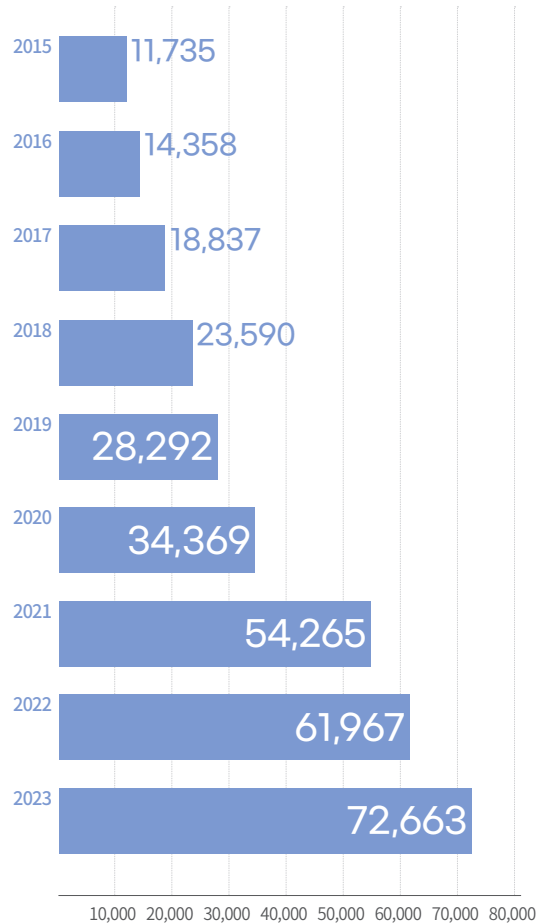
셋째, 해상에 설치되기 때문에 소음이나 경관 등의 불편이 없다. 넷째, 꾸준히 원가가 낮아지고 있다. 2015년부터 2019년까지 해상풍력의 원가가 60% 하락했다는 데이터가 발표된 바 있다.

해상풍력에 대한 기술개발과 동시에 이를 운영하고 유지하는



## 전 세계 해상풍력 에너지 용량

단위: MW



자료: Statista

서비스산업 역시 중요하다. 앞서 언급했지만, 해양플랜트의 경우 초기 설치만큼 운영과 보수가 큰 시장을 형성하고 있다. 이에 노르웨이 국영에너지기업인 에퀴노르<sup>Equinor</sup>를 필두로 여러 글로벌 기업이 글로벌 해양풍력 서비스산업에 진출해 있으며 국내 시장까지 점유율을 높이고 있다. 이에 우리 산업계의

적극적인 대응과 함께 관련해 법적인 제도가 뒷받침되어야 관련 산업에서 한국이 위치를 확고히 할 수 있을 것이다.

현재 여러 분야에서 친환경 에너지의 중요성이 강조되고 있다. 이에 따라 기존 강자였던 Oil&Gas 플랜트보다 신재생에너지 플랜트의 성장세가 빨라지고 있다. 변화하는 시장에서 국내 조선해양, 해양플랜트 산업의 경쟁력을 향상하기 위한 노력이 필요한 때다.



**한성종 선박해양플랜트연구소 해양플랜트산업지원센터장** 해양에서의 무탄소 가치사슬을 구현하기 위한 해양에너지 (수소/암모니아/메탄올 등)의 공급망 구축과 이를 선박 친환경연료로 활용하기 위한 연구를 진행중이다. ISO TC67/WG13<sup>Oil and gas industries including lower carbon energy</sup> 위원으로 활동하고 있다.



# 대형 초고압 수소저장용기 국산화, 수소산업 1등 국가 본격화

## 수소충전소용 type1 대형 수소저장용기 개발


2019년 정부의 ‘수소경제 활성화 로드맵’ 발표 이후 수소전기차 보급 확대를 위해 필수적인 수소충전 인프라 구축이 절실히 요구되고 있다. 하지만 수소충전소의 핵심 구성품 중 하나인 수소저장용기 대부분이 미국 제품이며, 소재는 중국산이 주를 이루고 있어 이에 대한 대체가 시급한 상황이다. 이 가운데 고온·고압·고진공 장비 전문 제작업체인 에너진(주) 자체 기술과 국내 소재를 활용해 100MPa 압력에서 1000ℓ 이상 저장할 수 있는 대형 초고압 수소저장용기를 세계 최초로 개발하는 데 성공하며 주목받고 있다.

word 조범진 photo 김기남

올해의 산업혁신기술상 신기술 부문

에너진(주)



사업명	소재부품기술개발사업(소재부품패키지형)		
연구과제명	수소충전소용 type1 대형 수소저장용기 개발		
정부과제 수행기간	2020. 4. ~ 2022. 12.(33개월)		
총 정부출연금	3,400백만 원		
개발기관	에너지(주)	에너지(주) 인터뷰 영상 바로보기	
참여 연구진	이영철 외		

#### HOW TO ▶

해당 과제는 수소충전용 대형 수소저장용기를 강선 와인딩 방식으로 제작하는 국내 최초의 프로젝트였다. 따라서 관련된 법규와 코드가 없다는 한계가 있었다. 이에 에너지(주) 연구팀은 소재 구매부터 미국기계학회<sup>ASME</sup>의 코드를 적용할 수밖에 없었는데, 이 때문에 제품 개발과 동시에 낯선 코드 등을 공부해야 한다는 어려움이 존재했다. 당시에는 시간적 부담이나 심리적 압박이 컸지만 해당 경험을 통해 이후의 여러 인증 과정을 무사히 진행하며 국내는 물론 세계 최초의 고압 수소저장용기를 개발할 수 있었다.

### 순수 국내 기술로

#### 세계 유일 대형 초고압 수소저장용기 개발

국내 수소충전소 설립 계획은 2030년까지 660개소를 구축하는 것이다. 그러나 현재 900bar<sup>bar</sup> 이상을 저장할 수 있는 고압 수소저장용기는 전량 수입에 의존하고 있는 실정이다. 수소경제 활성화와 선도국으로의 도약을 목표로 하는 우리나라로는 해당 용기의 국산화가 필수적이며, 에너지 안보 차원에서 절실한 상황이라 할 수 있다. 따라서 세계 최초로 100MPa 압력에서 1000ℓ 이상 저장할 수 있는 대형 초고압 수소저장용기를 개발한 에너지(주)의 성과에 더욱 주목할 수밖에 없다. 특히 에너지(주)이 순수 국내 기술로 해당 용기를 개발했다는 점, 소재 역시 국산 제품을 사용했다는 점에서 박수 받을 만하다.

에너지(주) 연구소장인 이영철 부사장은 “우리 회사가 개발에 성공한 수소저장 압력용기를 적용한 수소충전소는 현재 해외에서 대부분 수입에 의존하는 수소저장 압력용기의 적용

동향을 바꿀 것으로 예상된다”라며 “대한민국이 전 세계 수소전기차 보급 및 수소충전소 구축에 대한 테스트 베드 역할과 산업표준화를 선점할 수 있을 것으로 예상된다”라고 말했다.

또한 “국내 포스코 소재를 사용하여 내수시장을 활성화함과 동시에 자재 공급이 쉽고 유지·보수 시에도 신속한 대응이 가능하다”며, “향후 수소 관련 산업 분야 외에도 보다 안전하고 신뢰성이 높은 고압용기를 필요로 하는 액화천연가스<sup>LNG</sup>와 초임계 등에 적용할 수 있어 관련 시장 진출이 기대된다”고 밝혔다.

### 강선 와인딩 방식 적용, 높은 안전성으로 넘비현상 해소 기대

기존 수소충전소에 설치되는 모노블록 형태의 고압 수소저장용기는 900bar 이상의 내압을 요구한다. 해당 용기는 용접이나 단조<sup>Forging</sup> 공정을 통해 튜브 형태로 제작되는데 그로 인해 압력용기의 결함이 발생할 가능성이 높고, 폭발 사고의 위험성도 있다. 이러한 우려는 결국 수소충전소 구축에 큰 어려움이 되는 넘비<sup>NIMBY</sup>현상으로 이어지기도 한다.

반면 에너지(주)가 개발한 와이어 와인딩<sup>Wire Winding</sup> 방식으로 제작된 고압 수소저장용기는 기존 모노블록 형태의 압력용기 제작 방식을 벗어난 강선<sup>steel wire</sup> 와인딩 방식이다. 이를 통해 내부 용적률을 높이는 것은 물론 용기 자체의 불안정성이 낮아져, 폭발에 대한 우려도 줄게 된다.

또 모듈 형식으로 제작하기 때문에 다단 적용이 가능하다. 따라서 필요시 증설 및 고압 압력용기의 내용적 확대가 용이하다. 수소저장용기 개발을 위해 가장 필요로 했던 철강 소재의 경우 포스코가 수소저장용기 소재로 개발한 ‘그린어블 에이치투<sup>Greenable H2</sup>’를 사용함으로써 설계에서부터 소재와 제작까지 국산화를 이뤄냈다.

이 부사장은 “강선 와인딩 방식을 적용하는 강<sup>鋼</sup> 권선<sup>steel wire wound</sup> 고압 수소저장용기는 탄소섬유 복합 재료 용기에 비해 연신율(인장시험에서 쇠붙이 따위가 끊어지지 않고 늘어나는 비율)과 내구력이 높아 제품 안전성 확보가 용이하다”며



33개월간의 R&D를 통해, 국내 수소경제를 견인할 대형 수소저장용기를 개발한 에너지진 연구팀

“압력용기에 최고 압력이 가해도 보호층 및 내부 코팅<sup>steel liner</sup>에 균열이 발생하지 않고, 내부에 미세 결함이 있더라도 균열 전파를 원천적으로 차단해 안정성이 높다”고 설명했다.

### 어려운 국내외 인증 획득, 수출 등 사업화 전망 청신호

세계 최초이자 국내 최초의 기술이기에, 에너지진(주) 연구개발<sup>R&D</sup> 과정 역시 녹록지 않았다. 용기 개발에 참여했던 한 관계자는 “강선 와인딩 방식에 의한 고압 수소저장용기 제작과 관련된 국내 법규 및 코드가 없어 소재 구매 단계부터 미국기계학회<sup>ASME</sup> 코드인 ASME section VIII division 3을 적용했다. 따라서 ASME 감독관의 감독 아래 전 과정을 진행해야만 했다”며, “개발 단계부터 ASME 코드에 대한 이해와 적용에 어려움이 있었으며, 자투리 시간을 활용해 공부를 병행해야 했기에 시간적으로나 육체적으로 부담이 컸다”라고 대답했다.

#### 용어 설명

##### 수소취성

철강 처리 과정에서 피도금물이 강의 결정격자 사이에 있는 수소를 흡입함으로써 연성을 잃게 되는 현상이다. 고강도강이 뒤늦게 파괴되는 이유가 바로 이 때문인 것으로 알려져 있다.

난관은 더 있었다. 이 부사장은 “어렵게 ASME 인증을 받았지만, 이후 ASME보다 훨씬 엄격하고 까다로운 한국가스안전공사<sup>KGS</sup>의 인증을 또 받아야만 했다”며 고개를 저었다. 그는 “KGS AC111에 따라 소재 시험이 추가됐다”라며 “수소취성 검사 기술을 통해 국내 인증을 추가해야 국내에 설치할 수 있는 제품이기 때문이다”라고 말을 이었다. 이 부사장을 포함한 연구진은 이전 ASME 인증 과정에서 공부했던 내용과 경험을 바탕으로 또 한 번 인고의 시간을 버텼고, 마침내 KGS 인증을 획득했다.

옛말에 인내는 쓰고 열매는 달다고 했던가. 지난한 과정을 거친 결과, 에너지진(주)의 제품은 국내 수소충전소는 물론 미국에서도 바로 사용할 수 있어 향후 사업 확대에 긍정적인 역할을 할 것으로 기대된다. 더욱이 ASME 인증은 유럽연합<sup>EU</sup>의 인증과 기준 및 조건이 유사해 독일 등 EU 국가로 수출하는 데 이점으로 작용할 것으로 보인다.

이 부사장에 따르면 현재 에너지진(주)은 기존 생산 공정 외 별도의 생산 공정을 구축하고 있다. 이를 통해 소재 다변화와 내부 용적 향상 등 사용자의 편의를 높일 수 있는 다양한 제품을 선보이겠다는 입장이다. 높은 안전성과 합리적인 가격을 바탕으로 국내 수소경제는 물론 글로벌 수소 인프라 구축에 에너지진(주)의 역할이 더욱 커질 것으로 기대된다.

**수소충전소용 Type1 대형 수소저장용기 외에도 자체적으로 개발한 수소충전소용 열교환기<sup>PCHE</sup>는 무엇인가?**

2017년부터 개발 보급 중인 PCHE<sup>Printed Circuit Heat Exchanger</sup>(인쇄회로형 열교환기)는 수소충전소에 프리쿨러<sup>pre-cooler</sup>로 디스펜서 앞단에 설치하는 제품으로, 수소전지차에 고속으로 충전하기 위해 수소가스를 -40°C로 냉각하는 열교환기이다. 현재 당사에서는 PCHE를 제작하는 장치를 개발하여 판매하고 있으며, 어느 회사보다 성능이 뛰어난 PCHE를 제작하고 있다고 자부한다.

**과제 진행에 있어 한국산업기술기획평가원<sup>KEIT</sup>의 역할과 긍정적인 효과는 무엇인가?**

국내 수소충전 인프라와 관련한 많은 제품이 전담기관인 KEIT의 지원으로 개발되었고, 당사의 이번 고압 수소저장용기 개발도

역시 KEIT의 지원을 받아 수행한 과제다. 공동연구기관인 포항산업과학연구원, 한국생산기술연구원, 한국가스안전공사 등과 협력 체제 구축 및 원활한 상호 의사소통과 정보 교환의 가교 역할을 해주었으며, 어려웠던 인증 획득 과정에 큰 도움이 되었다.

**향후 개발 계획 및 목표는?**

고압 수소저장용기 기술을 사용하여 파생되는 제품을 지속적으로 개발할 계획이다. 현재 개발 중인 다이어그램 방식과 피스톤 방식 수소압축기의 융합 형태인 벨로우즈 수소압축기가 올해 시제품 개발이 완료되면 실증을 거쳐 내년부터 판매가 가능할 것으로 판단된다. 또한, 수소취성 검사 기술에 대해서도 저변형률속도시험<sup>SSRT, Slow Strain Rate Test</sup> 장치 등 관련 장치 개발이 진행되고 있다.



**에너지진(주)**

초고온·초고압·급속 열처리 융합기술 등 극한 공정 장비와 전고체 배터리·MLCC·MLPC 장비, 그리고 수소 충전 인프라를 개발 및 제조하는 기업이다. 2010년에 설립되었으며 7000㎡의 생산 시설과 한국산업기술진흥협회의 인증을 받은 부설연구소를 운영하고 있다. 수소 및 전기배터리 산업 등을 비롯한 재생 가능 에너지, 그린 에너지 소재로 인류의 번영을 목표로 한다.

[www.energin.com](http://www.energin.com)



2018년 개봉한 영화 <어벤저스: 인피니트 워> 속에서 제임스 로드(워 머신)는 일반인과 별다를 게 없는 평범한 모습으로 캡틴 아메리카 일행을 맞는다. 앞선 영화 <캡틴 아메리카: 시빌 워>에서 사고를 당해 하반신 마비를 판정받았음에도 불구하고, 제임스를 일어서게 만든 웨어러블 로봇, 그것이 바로 워크온슈트의 개념이다.

word 김아름 photo ㈜엔젤로보틱스 제공

하반신 완전마비  
장애인의 운동보조  
슈트형 로봇  
‘워크온슈트’



워크온슈트 제품 착용 모습

아주  
평범한  
보행을  
위한  
매우  
특별한  
기술

연구과제명	하반신 완전마비 장애인의 일상생활 운동보조를 위한 전동형 외골격 로봇개발 및 제품화(로봇산업기술개발사업)
제품명	워크온슈트
정부과제 수행기간	2019.4.~2021.12(33개월)
총 정부출연금	3,883백만 원
개발기관	(주)엔젤로보틱스
참여연구진	공경철, 권용수, 김규석, 김태우, 박윤용, 나동욱, 최정수, 이두용, 유우진

### 공학과 의학이 만나 탄생한 워크온슈트

인공지능 로봇 기업 (주)엔젤로보틱스가 개발한 ‘워크온슈트’는 하반신 완전마비 장애인을 위한 웨어러블 로봇이다. 등에서부터 발바닥까지 연결된 로봇을 입으면 스스로 기립을 유지해 서거나 움직일 수 있다. 비장애인 성인 남성의 걸음걸이와 비슷하거나 그보다 조금 빠른 속도로 걸을 수 있고, 2시간 이상 연속 보행도 가능하다. 20도 이상의 경사로나 표면이 편평하지 않은 도로는 물론, 계단도 큰 어려움 없이 걸을 수 있다. 온전히 착용자의 의지로 말이다.

### 워크온슈트에 적용된 핵심 기술 4가지

웨어러블 로봇에 적용된 수많은 기술 가운데 엔젤로보틱스만의 핵심 기술은 크게 4가지다.

#### 첫 번째, 착용자 맞춤 궤적 생성 기능.

쉽게 말해 환자 맞춤형 걸음걸이를 지원한다는 것. 로봇뿐 아니라 우리가 사용하는 대부분의 제품은 사용자의 적응을 요구한다. 물론 워크온슈트 역시 로봇 자체에 대한 적응은 필요하다. 하지만 일정 시간 사용한 후부터는 착용자가 편안하게 느끼는 걸음걸이를 제공한다. 인간행동 반복학습 알고리즘을 적용했기 때문이다. 오래 신은 신발이 자신의 발 모양에 따라 변하는 것처럼, 워크온슈트 역시 착용자의 걸음걸이와 체형 등을 반영해 그에 어울리는 형태로 작동하게 되는 것이다.

#### 두 번째, 고출력 구동기 및 마찰보상 기능.

평지를 걸을 때와 달리 경사로나 계단을 걸을 때는 순간적인 힘과 속도가 필요하다. 워크온슈트에는 2.9kg의 가볍지만 강력한 구동토크를 갖는 고출력 구동기 모듈이 탑재되어 있어, 순간 최대 180Nm의 보조력을 생성할 수 있다. 덕분에 지면의 상태에 큰 영향을 받지 않고 보행을 지속할 수 있다.

#### 세 번째, 자세 측정 및 균형 유지 기능.

웨어러블 로봇이 내장된 센서를 통해 착용자의 자세와 움직임을 정밀하게 측정한다. 서 있을 때와 걸을 때 상체를 얼마나 숙이는지 엉덩이와 무릎 관절은 어디에서 어떻게 움직이는지를 파악해두었다가, 착용자가 넘어지거나 외부 자극이 가해져 몸의 균형이 맞지 않을 때 작동한다. 로봇 스스로가 착용자의 몸 상태를 능동적으로 이동시켜 안정된 상태로 되돌리는 역할을 한다.

#### 네 번째, 사용자 인터페이스.

워크온슈트에는 총 6가지 동작 모드가 탑재되어 있어 착용자가 원하는 모드를 필요한 상황에 따라 적절히 선택할 수 있다. 일어서기와 앉기, 평지 보행 등 일상생활을 보조하는 3가지 모드와 계단 오르내리기, 경사 오르내리기, 역경사 등 3가지 장애물 극복 모드를 제공한다. 워크온슈트와 함께라면 하반신 완전마비 환자도 일반 사회 인프라를 사용할 수가 있는 것이다.

### 엔젤로보틱스만의 기술적 우위, 비결은

엔젤로보틱스처럼 하반신 완전마비 장애인을 위한 웨어러블 로봇을 만드는 곳은 세계 곳곳에 존재한다. 대표적인 곳이 이스라엘의 라이프워드<sup>Lifeward</sup>(리워크로보틱스), 미국의 엑소바이오닉스<sup>Eksobionics</sup>다. 이들은 각각 ‘리워크<sup>Rewalk</sup>’, ‘엑소<sup>Ekso</sup>’ 모델을 개발해 의료기관 및 장애인 등에게 제품을 공급한다. 두 기업 모두 미국 증권시장에 상장해 막대한 투자금을 확보했지만, 실상 기술경쟁력에선 엔젤로보틱스가 한 발 앞선다. 그 비결은 바로 ‘기술의 방향’에 있다.

앞서 언급했듯 엔젤로보틱스의 워크온슈트4.0은 인간의 행동을 반복적으로 학습한다. 기술의 목적이 ‘인간의 편이’를 향하고 있는 것이다. 고정되고 제한된 각도와 높이, 기울기를 오가는 제품들과 달리 워크온슈트는 착용자 개개인의 특성에



2020 사이배슬론 금메달리스트인 엔젤로보틱스 김병욱 선수가 워크온슈트를 입고 보행 중이다.

맞은 움직임을 목표로 한다. 모든 사람은 각자의 보행이 있다. 그 때문에 정형화된 보행 궤적이나 보조력 패턴을 적용할 경우 부자연스럽고 불편한 보행이 되고 만다. 그에 반해 워크온슈트는 착용자가 20회의 반복적인 보행 훈련을 수행하면 알고리즘이 생성되며, 생성된 알고리즘을 기기에 적용해 보행속도와 안정성을 개선한다. 따라서 로봇의 발이 지면과 접촉하며 가해지는 충격이 적고 착용자도 편안함을 느끼게 된다.

엔젤로보틱스의 기술적 우위는 국제 사이배슬론에서 여실히 드러났다. 사이배슬론<sup>Cyathlon</sup>은 사이보그와 애슬론의 합성어로, 장애인들이 재활로봇이나 웨어러블 디바이스를 이용해 경기를 치르는 대회를 말한다. 2016년 스위스 취리히 연방 공과대학교에서 최초 개최된 후 4년에 한 번 열리고 있다. 엔젤로보틱스는 제1회 사이배슬론 착용형 외골격로봇 부문에서 동메달을 획득했으며, 2020년에 열린 두 번째 대회에서 동일 부문 금메달과 동메달을 획득했다. 15개국 20팀 가운데 1등과 3등이 모두 엔젤로보틱스에서 나왔다.

### 최고의 기술을 지킬 수 있는 힘을 준, KEIT

하나의 기술이 세상에 공개되기까지는 셀 수 없는 시간과 자금이 필요하다. 이는 워크온슈트도 다르지 않다.

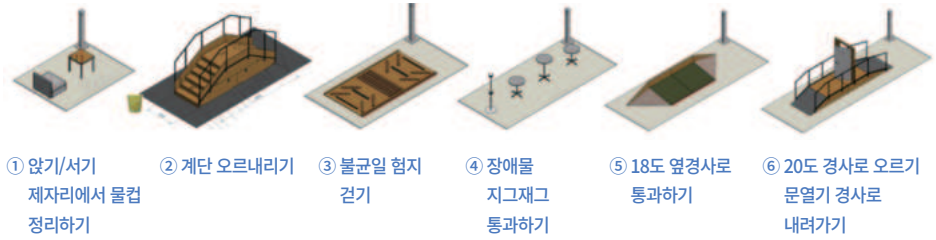
워크온슈트의 등판부 디스플레이. 사용자 전용 크러치와 해당 화면을 통해 원하는 보행 방식을 설정할 수 있다.



웨어러블 로봇을 착용하고 강의 중인 공경철 대표

2003년, 엔젤로보틱스의 창업자인 공경철 대표가 석사 과정 중 개발했던 웨어러블 로봇 'EXPOS'는 이후 불완전마비 환자의 보행 재활을 위한 연구로 이어졌고, 12년의 노력 끝에 2015년 '워크온슈트1.0'으로 귀결되었다. 이듬해 개최된 제1회 사이배슬론에서 동메달이라는 값진 결과를 안고 돌아와, 대기업의 투자도 받았지만 제품 상용화의 길은 멀었다. 그때 연을 맺은 곳이 바로 한국산업기술기획평가원<sup>KEIT</sup>이다. R&D의 중요성과 난제는 물론, 창업자들의 니즈를 잘 아는 전문가의 도움은 주효했다. 그렇게 2019년부터 2021년까지 총 33개월간의 지원을 통해 워크온슈트는 지금의 4.0 버전으로 업그레이드되었다. 공경철 대표는 "제2회 사이배슬론 출전을 위한 기술개발 비용과 파일럿을 위한 로봇 제작 비용, 대회 참가 등 많은 예산이 필요했는데 KEIT의 R&D 지원 덕분에 당초 계획했던 '개인맞춤형' 로봇을 완성할 수 있게 되었다"라며 "과제 종료 후에도 매년 로봇산업기술개발을 추진하는 KEIT의 패널로 참여하고 있다"고 말했다. KEIT의 R&D 지원을

**워크온슈트 착용자가  
걸을 수 있는  
장애물의 종류**  
(사이배슬론 대회 기준)



통해 성장한 기업이 이제 로봇산업 분야의 리더가 되어 국내 로봇기술 개발 역량 및 제도 개선에 큰 힘을 보태고 있는 것이다.

엔젤로보틱스는 2023년 산업통상자원부 R&D 우수성과 10선에 선정된 워크온슈트 외에도 다양한 단계의 웨어러블 로봇을 연구개발하고 있다. 사고나 질병으로 인해 일시적으로 보행에 어려움을 겪게 된 환자들을 위한 ‘엔젤 메디<sup>angel MEDI</sup>’, 노인이나 보행 불편 환자 등이 신체 능력을 유지하기 위해 사용하는 일상생활 보행보조 브랜드 ‘엔젤 슈트<sup>angel SUIT</sup>’, 제조업이나 위험한 산업 현장에서 일하는 근로자들의 근골격계를 보호하기 위한 라인 ‘엔젤 기어<sup>angel GEAR</sup>’ 등이다. 이 중 엔젤로보틱스 제품이 가장 탁월한 효과를 보이는 곳은

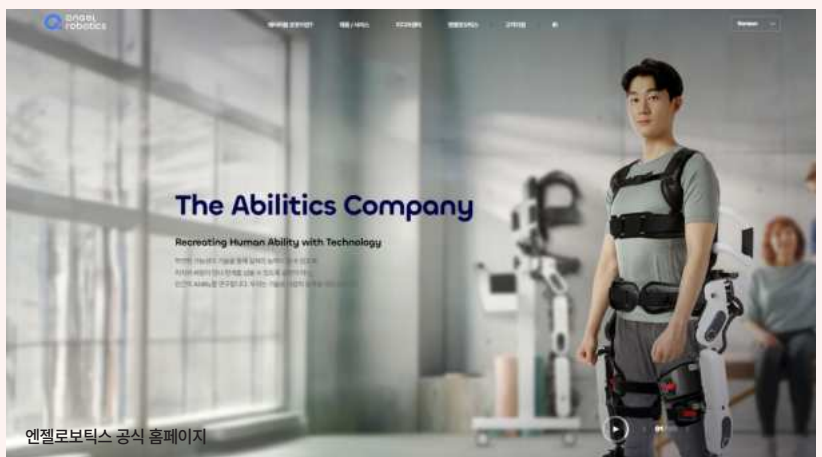
의료 재활 현장으로, 2022년 말부터 건강보험 수가 적용을 받고 있어 환자의 경제적 부담은 낮아졌고 병원의 수익성은 향상됐다. 좋은 기술의 발전이 우리 사회에 안겨주는 이익이다.

지난 2023년 11월에 열린 ‘SBS D포럼’에 강연자로 나선 공 대표는 이렇게 말했다.  
“우리나라의 로봇 기술은 선진국과 비교해 거의 동등한 수준입니다. 그리고 그 세계 최고의 기술력을 바탕으로 지금도 끊임없이 연구개발을 진행 중입니다.”  
신체의 불편 때문에 꿈을 포기하는 이들, 노화와 질병으로 한계를 규정짓는 이들을 위한 새로운 가능성이 엔젤로보틱스에서 개발되고 있다.

**(주)엔젤로보틱스**

2017년 ‘기술로 사람의 능력을 재창조한다’는 사명 아래 설립된 웨어러블 로봇 기업이다. 의학과 공학을 결합한 고유의 로봇 기술력을 바탕으로 다양한 웨어러블 로봇을 개발하고 있다. 2020년 ‘아이언맨 올림픽’이라고 불리는 사이배슬론 대회에서 관련 부문 금메달을 수상할 정도로 세계적인 기술력을 보유하고 있다. 기존 상식의 틀을 깨 사람들의 일상을 바꾸고, 웨어러블 로봇을 누구나 사용하는 생활필수품으로 여기는 미래를 연구 중이다.

[www.angel-robotics.com](http://www.angel-robotics.com)



## 탈탄소화를 위한

# 데이터 인프라의 변신

데이터 인프라 기업들의 ESG 경영 활동이 활발해지고 있다. 특히 ICT 기술을 토대로 추진하는 환경 및 사회문제 해결 프로젝트는 정보통신기술 기업이 가야 할 길을 제시한다는 측면에서 남다른 의미가 있다.

word 이승균 <환경ESG> 기자

데이터 인프라 기업들이 산업의 탈탄소화를 중심으로 기후변화 대응 활동을 적극 추진하고 있다. 국내 대표 데이터 및 통신 기업인 LG유플러스는 2050년까지 탄소중립을 달성하기 위해 주요 전력 사용처인 데이터센터<sup>IDC, Internet Data Center</sup>와 통신국사의 친환경 전환에 속도를 내고 있다. 이홍렬 LG유플러스 커뮤니케이션센터 ESG추진실장은 “데이터 인프라의 탈탄소화를 통신사의 빼놓을 수 없는 ESG 경영 화두”로 꼽았다.

### 간접배출의 원인, 전력 사용량 줄이기

통신업의 온실가스배출은 직접배출보다 전력 사용으로 인한 간접배출이 대부분을 차지한다(99.5%). 최근에는 5G 상용화와 IDC 증설로 간접배출량이 더욱 늘고 있다. 온실가스 배출량의 70%는 네트워크 장비, 20%는 IDC, 10%는 기업 건물에서 나온다. LG유플러스는 데이터 인프라의 탈탄소화를 위해 2022년 K-RE100에 가입했고, 2050년까지 사용 전력의 100%를 재생에너지로 전환하는 온실가스 감축 로드맵을 수립했다. 과학 기반 감축 목표 이니셔티브<sup>SBTi</sup>에 따라 2030년까지 2021년 배출량 대비 약 38%를 재생에너지 전환으로 줄이는 중간목표를 세웠다. 최종적으로 2050년

온실가스 예상 배출량의 25%를 자체 감축하고 나머지 75%는 재생에너지를 사용한다는 입장이다.

### 에너지 효율성 향상이 핵심

온실가스배출 감축에 가장 중요한 기술 중 하나는 에너지 효율성을 높이는 것이다. 이에 관련 기업들은 지속적으로 통신국사, 기지국의 기존 장비를 고효율 장비로 바꾸고 있다. 또 건물과 통신국사에 외기 도입 장치를 설치하고 있으며, 통신장비 전원을 인공지능<sup>AI</sup>으로 조절하는 에너지 세이빙 시스템을 도입하는 추세다. 외기 냉방설비를 이용해 전력 사용량을 줄일 뿐 아니라 초고속인터넷 등 홈 서비스를 제공하는 인프라인 광동축혼합망<sup>HFC</sup>을 전력 소모가 적은 광가입자망<sup>FTTH</sup>으로 교체하기도 한다.

IDC 역시 설계 단계부터 다양한 기술을 적용해 에너지 효율을 높였다. 서버에서 발생하는 열을 건물 중앙으로 배기하는 중앙풍도 방식을 도입했고, 전산실 공조 효율을 높일 수 있도록 충분한 높이의 층고를 확보하기도 했다. 냉방 효율을 극대화하기 위한 외기 냉방, 항온-항습 시스템도 적용하곤 한다. 태양광, 빗물, 지열 등 자연에너지를 활용할 수 있는





← 삼성SDS는 동탄데이터센터의 PUE를 세계 최고 수준인 1.1로 운영한다는 입장이다. 냉각기술과 지열, 태양광발전 등이 이에 활용된다.

카카오에 따르면  
카카오데이터센터 안산의 PUE는 1.3 이하로, 효율적 전력 사용을 위한 다양한 기술이 사용되었다.



설계를 도입해 처음부터 미래지향적 친환경 데이터센터 구축에 힘쓰고 있다. IDC의 친환경성은 총전력량을 IT 장비 전력량으로 나눈 'PUE<sup>①</sup>'라는 지표로 표현하는데, 1에 가까울수록 에너지 효율이 높다. 2020년 업타임 인스티튜트에서 발표한 조사 자료에 따르면, IDC의 평균 PUE는 1.59, LG유플러스의 IDC 중 한 곳인 평촌메가센터의 PUE는 1.39로 세계적이 뚜렷한 한국에서 초대형 IDC가 달성할 수 있는 최대 수치에 근접한 것으로 평가된다.

① PUE<sup>①</sup>Power Usage Effectiveness: 데이터센터의 전력사용효율지수. 1에 가까울수록 에너지 효율이 높다는 의미다.

### 디바이스 고도화가 주는 이점

각 가정 및 개인이 사용하는 디바이스의 고도화 역시 온실가스배출 저감에 도움이 된다. 기기 간 사물인터넷<sup>IoT</sup> 센서와 중앙관리센터의 연결을 강화해 에너지 효율화 및

최적화를 실현시킨다. 스마트폰 이용자가 다양한 편의성 앱 서비스를 사용해 물리적으로 이동하는 필요성을 줄이는 것 역시 간접적으로 탄소배출 저감에 기여하는 것이다. 세계이동통신사업자협회 2019년 보고서에 따르면 통신사업의 네트워크 인프라로 인한 전 세계 탄소배출 저감량은 2억1350만 톤으로 추정되며, 이는 모바일 분야의 연간 탄소배출량의 10배에 해당하는 수치다. 국내 역시 유사한 분석이 있다. 2023년 11월 산업정보학회에서 동아대학교 교수진이 발표한 자료에 따르면, 통신산업으로 인한 국내 탄소배출 저감량이 4700만 톤이며 국내 통신 3사 배출량의 5.6배에 달하는 수치다.

이처럼 데이터 및 통신 인프라 산업 분야는 다양한 방법으로 에너지의 효율을 높임으로써, 고객과 국민을 위한 기술을 개발하고 있다. 보이지 않는 곳에서 탄소 감축을 위해 노력하는 이들의 발걸음이 고도의 디지털 사회로 향하는 우리 미래의 표준이 되길 응원한다.

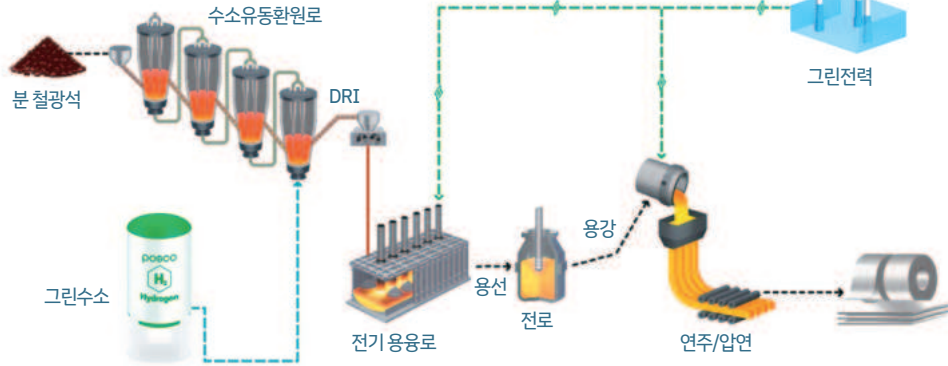
# 그린철강을 만드는 수소환원제철 기술



전 세계가 지구온난화로 고통을 겪고 있다. 유엔 산하 기구인 '세계기상기구(WMO)'는 2027년 안에 지구 평균기온이 1.5°C 기준점을 넘을 가능성이 높다고 보고했다. 지구 온도가 상승하면 폭염, 폭우와 같은 극한 현상이 빈발할 뿐만 아니라 미처 예상치 못한 변화가 나타난다. 과학자들은 오랫동안 이러한 지구온난화에 대한 대책을 주문하였으나, 지구온난화가 일상생활에서 우리에게 미치는 영향을 체감한 것은 극히 최근의 일이다. 2022년 8월 대치동 학원가가 대폭우로 물에 잠기고, 같은 해 9월 태풍 힌남노로 인해 포스코 포항제철소가 침수되어 가동이 중단되는 초유의 사태가 발생하기도 했다.



포스코의 한국형 수소환원제철 기술 'HyREX'



관련 기사 바로보기

2023년 9월호  
'기후변화 문제로 보는  
시선과 수소환원제철'



자료: 포스코

철, 현시대 인류가 가장 많이 사용하는 원소

지구온난화 문제를 해결하는 방법으로 '지속가능발전'이 있다. 지속가능발전이란 전<sup>前</sup> 노르웨이 수상이었던 그로 할렘 브룬틀란<sup>Gro Harlem Brundtland</sup> 박사가 주창한 개념으로, 미래 세대가 자신의 필요를 충족할 수 있는 능력을 손상하지 않으면서 현재의 필요를 충족할 수 있도록 개발하는 것을 뜻하며, 우리가 가진 한계를 기술 발전과 사회제도 개선으로 극복하는 것을 의미한다. 인류의 근본적인 한계는 물질의 한계다. 지구 지표상에 존재하는 주기율표상의 원소는 산소<sup>O</sup>, 실리콘<sup>Si</sup>, 알루미늄<sup>Al</sup>, 철<sup>Fe</sup>, 칼슘<sup>Ca</sup>, 칼륨<sup>K</sup>, 나트륨<sup>Na</sup>, 마그네슘<sup>Mg</sup>, 티타늄<sup>Ti</sup>, 탄소<sup>C</sup> 순이다. 이 중 인류의 삶에 꼭 필요한 건축, 수송, 에너지 관련 장치나 설비는 철강, 알루미늄, 마그네슘, 티타늄 등으로 만들게 된다. 2021년 기준 전 세계에서 가장 많이 사용된 금속은 철강이다. 약 19억 톤의 철강이 사용되었다. 세계 인구를 80억 명으로 계산하면, 전 세계 모든 인구가 남녀노소 및 빈부에 상관없이 1년에 1인당 237.5kg의 철강을 사용했다는 것이다. 자동차 1대에 약 1톤의 철강이 필요하니, 4인 가족 기준으로 매년 1대의 자동차를 새로 구입한 셈이다. 두 번째로 많이 사용된 알루미늄이 6700만 톤 정도이고,



나머지 금속은 100만 톤도 쓰이지 않았다. 가히 그 양의 방대함을 짐작할 수 있다. 철강이 이렇게 많이 사용된 것은 금속으로 만드는 과정 중 다른 금속에 비해 에너지 소비량이 가장 적은 값싼 금속이기 때문이다.

또한 지구온난화를 해결하기 위한 각종 에너지 기술이 개발되고 있는데, 대부분 철강을 구조재로 사용하는 기술임에 주목할 필요가 있다. 태양광발전, 풍력발전, 수소발전, 원자력발전 등은 기본적으로 철강을 구조물로 사용한다. 전기자동차, 수소자동차, 제로 에너지 건축물 등도 철강 제품이 핵심 요소가 된다. 철강이 아닌 다른 소재로 가공해 제품을 제조해도 그것을 제조하는 기계는 철강 제품이다. 즉, 전 인류가 보편적 복지를 누리는 지속가능한 발전을 이루기 위해 철강 사용은 피할 수 없는 한계 조건이다.

철강산업에서 탄소가 많이 발생하는 이유

철강은 인류에게 꼭 필요한 소재지만, 온실가스 배출의 문제에서 벗어날 수 없다는 한계를 지닌다. 철강의 원료가 되는 철광석은 철<sup>Fe</sup>과 산소<sup>O</sup>가 결합하여 이루어진 헤마타이트<sup>Hematite</sup>와 마그네타이트<sup>Magnetite</sup>, 괴타이트<sup>Goethite</sup>와 같은 광석을 원료로 한다. 철<sup>Fe</sup>과 결합된 산소<sup>O</sup>를 떼어내기 위해서는 두 원소에 대해 강력한 친화력을 가진 원소가 필요하다. 현재까지는 가장 값싼 원소로 탄소<sup>C</sup>를 사용했다. 철<sup>Fe</sup>과 결합된 산소<sup>O</sup>를 탄소<sup>C</sup>와 결합시켜 이산화탄소<sup>CO2</sup> 또는 일산화탄소<sup>CO</sup> 형태로 자연으로 배출하는 것이 철의 제련반응이다.

문제는 이렇게 배출된 가스가 온실가스의 주범이 되고 있는 것이다. 철강산업의 온실가스 배출량은 전 세계 온실가스 배출량의 약 7%를 차지하며, 이의 대부분은 철광석 제련 공정에서 발생한다. 따라서 과학자들은 온실가스를 배출하지 않는 다른 값싼 환원제를 사용한 공정을 개발하기 위해 노력해왔다.

### 유럽형 수소환원제철 기술

연구자들이 주목한 것은 수소였다. 수소는 지구상에 물<sup>H<sub>2</sub>O</sup>의 형태로 존재하기 때문에 매우 풍부하고, 수소가 환원에 사용되며 배출되는 물질 또한 물<sup>H<sub>2</sub>O</sup>이기 때문에 지구온난화를 막을 수 있다는 개념이다. 이후 많은 연구진이 신재생에너지를 통해 전기를 만들고, 이 전기로 물을 분해해 수소를 얻은 뒤, 철광석을 환원시키는 꿈의 기술을 개발하는 데 도전했다. 가장 먼저, 파일럿 규모의 실증 설비를 선보인 곳은 스웨덴 하이브리트<sup>HYBRIT</sup>였다. 스웨덴에서는 바람이 많이 불고 인구가 적은 북극 근처에서 풍력을 통해 전기를 생산하고, 생산된 전기를 이용해 샤프트형 반응기<sup>1</sup>에서 철광석 펠릿<sup>Pellet</sup>을 환원시켜 직접환원철<sup>DRI</sup>을 생산했다. 이후

직접환원철을 신재생에너지로 생산된 전기를 사용하는 전기로에 투입해 그린철강 제품 생산을 실증했다. 현재 유사한 기술이 독일, 미국, 호주 등에서 개발되고 있다. 그러나 이 기술은 광석 중 극히 일부만 사용할 수 있는 DRI용 펠릿을 원료로 하기 때문에 보편적 기술로 사용하기에는 어려움이 크다.

### 한국형 수소환원제철 기술

한국형 수소환원제철 기술은 전 인류의 문제를 해결할 수 있는 원천기술이 될 수 있다. 한국에서는 이미 고로 중심의 용광로 기술을 대체하기 위해 유동환원기술<sup>2</sup>과 용융환원기술<sup>3</sup>을 결합한 신제선기술인 'FINEX'를 개발해 상용화에 성공한 경험이 있다. FINEX 유동로에서는 약 25%의 수소를 사용해 이미 수소환원제철의 원천기술을 부분적으로 보유하고 있다. 특히 유동로 환원법은 샤프트형 환원법에 비해 사용할 수 있는 광석의 종류가 풍부하여, 지구상에 존재하는 대부분의 광석을 원료로 활용할 수 있다는 점에서 장점이 크다. 한국에서 개발되고 있는 수소환원제철 기술은 유동환원기술과 ESF용융기술<sup>4</sup>이 결합된 것으로 'HyREX'로 불린다. 현재 2030년까지 파일럿 플랜트 구축을 추진하고 있으며, 국내 대·중소기업, 연구소, 학계 등이 공동연구를 통해 상용화의 조기 달성을 목표로 가열찬 연구를 진행하고 있다. 전 세계가 뜨겁게 경쟁하는 수소환원제철 기술 개발에서 대한민국이 초격차 기술 개발에 성공해 그린철강을 널리 보급하고 전 인류의 지속가능한 발전을 견인할 날을 기대해본다.

- ① 샤프트형 반응기: 철광석을 압축해 만든 펠릿을 투입해 철을 제련하는 샤프트형 미드렉스 공법에서 사용하는 환원로. 분광석을 수소로 환원해 철강을 생산하는 한국형 기술과 상대된다.
- ② 유동환원기술: 작은 가루 형태의 철광석을 유동환원반응기 안에 넣고 균일한 속도와 간격으로 움직여 환원시키는 기술.
- ③ 용융환원기술: 작은 가루 형태의 철광석을 용융환원반응기에 넣고 가열시켜 액체로 변화시키는 기술.
- ④ ESF용융기술: 전기용해로<sup>Electric Smelting Furnace</sup>를 사용해 철광석을 용융환원하는 기술.



**이준호 고려대학교 신소재공학부 교수** 주 연구 분야는 친환경 제선 및 제강 기술 개발, 친환경 소재 및 리사이클링 기술 개발 등이다. 2007년부터 2022년까지 포스코 철강전문교수로 지냈으며, 2021년 12월 이달의 산업기술상을 수상했다.



**보이는 것 부터  
보이지 않은 것 까지**

**초격차 산업기술 R&D  
초협력으로 이뤄집니다**



산업통상자원부

**KEIT**

한국산업기술기획평가원  
Korea Planning & Evaluation Institute of Industrial Technology

## 수능의 기술 PART I

## 수능 국어 영역 비문학지문

## 그 리 어 렵 지 않 아 요 !

2025학년도 6월 평가원 모의고사가 한 달 앞으로 다가왔다.  
 한정된 시간 내 광범위한 공부를 마쳐야 하는 수험생들을 위해,  
 <테크 포커스>가 출제 가능성이 있는 산업 관련 내용을 모아봤다.

## REVIEW

## 2022학년도 수능 9월 모의평가 국어 영역

‘메타버스(metaverse)’는 ‘초월’이라는 의미의 ‘메타(meta)’와 ‘세계’를 뜻하는 ‘유니버스(universe)’의 합성어로, 현실 세계와 가상 공간이 적극적으로 상호 작용하는 공간을 의미한다. 각각 전달 장치는 메타버스 속에서 사용자를 대신하는 아바타가 보고 만지는 것으로 설정된 감각을 사용자에게 전달하는 장치이다. 사용자는 이를 통하여 가상 공간을 현실감 있게 체험하면서 메타버스에 몰입하게 된다.

자료: 한국교육과정평가원



## 메타버스는 어떤 기술인가?

2022년은 ‘메타버스’라는 말이 정보기술<sup>IT</sup> 산업의 최대 화두 중 하나였다. 메타버스는 현실 세계와 동일한 사회·경제·문화 활동이 이뤄지는 3차원<sup>3D</sup>의 가상 세계다. ‘나’는 현실 세계에 있으면서 가상의 세계로 들어가는, 가상과 현실이 융합된 새로운 세계를 의미한다.

메타버스는 360도의 시야 확보가 가능한 헤드셋 ‘HMD<sup>Head Mounted Display</sup>’를 사용해 컴퓨터뿐 아니라 모든 종류의 디지털 환경과 연결된 가상 세계로 들어갈 수 있다.

소셜미디어에 밀렸던 메타버스가 확장되고 있는 이유는 가상현실<sup>VR</sup>·증강현실<sup>AR</sup> 등 메타버스에 필요한 기술이 진보했기 때문이다. 가상현실은 실제와 유사하지만 실제가 아닌 인공 환경을 말한다. 증강현실은 현실 세계에 있는 물리적 객체에 텍스트, 이미지, 음성, 영상 등 디지털 데이터를 AR 디바이스를 통해 화면상에 보여주는 기술이다.

메타버스 안에서는 나를 대변하는 3D 아바타를 갖게 된다. 아바타는 게임 캐릭터 형태를 넘어 실제 얼굴과 똑같은 모습을 생성하고, 이 아바타로 얼굴 표정을 통한 감정 전달과 모션 캡처를 통한 동작까지 똑같이 실시간으로 구현한다. 사람들은 아바타를 만들어 다른

사용자들과 채팅하거나 사진도 찍을 수 있다. 이것은 지금의 방식일 뿐 아바타 기술은 더욱 발전할 전망이다. 미래엔 어떤 형태로 나의 분신을 갖게 될지 알 수 없다.

메타버스의 핵심 기술은 그래픽과 인공지능<sup>AI</sup>이다. AI와 만난 메타버스는 다양한 가능성을 만들어낸다. 메타버시티가 대표적이다. 메타버시티는 2021년 12월에 처음 나온 메타버스 공유 대학 플랫폼으로, 현재 국내 60여 개 전문대학 25만여 명의 대학생이 강의실과 캠퍼스로 활용하고 있는데 챗GPT와 같은 생성형 AI를 만나 폭발적 시너지를 얻고 있다. 대학생들은 자신의 아바타 위에 활성화된 CHATTER(챗GPT)와 대화하며 학습 서포터로 활용한다. 강의실은 AI로 생성한 360도 이미지를 배경으로 설정해 시공간의 제약을 벗어날 수 있도록 했다. 따라서 원하는 장소를 메타버스 강의실로 구현할 수 있다.

인류는 지금 가상과 현실이 융합된 새로운 세계로 빠르게 이전 중이다. 앞으로 그 속도는 점점 더 빨라질 것이고, 머지않은 미래에 우리는 현실 공간보다 메타버스에서 훨씬 많은 시간을 보내게 될지도 모른다.



## 2023학년도 대학수학능력시험 국어 영역

우리나라의 연간 1인당 커피 소비량은 세계 평균의 2배 이상일 정도로 우리나라 사람들은 커피를 마시는 일에 관심이 많다. 이러한 관심이 커피 사랑에만 머물지 않고, 일회용 컵 회수 방안처럼 커피로 인한 사회적 문제에 대한 관심으로 이어지는 현상은 바람직하다. 하지만 커피로 인한 사회적 문제를 논할 때, 상대적으로 관심을 받지 못하고 있는 것이 있다. 커피를 만든 후 남은 커피 찌꺼기, 바로 ‘커피박(coffee 粕)’이다. 여러 면에서 커피박에 대한 우리 사회의 관심은 낮은 편이다.

우선, 커피박을 잘못 처리하고 있는 사람이 많다. 추출 직후의 커피박을 싱크대 배수구에 버리거나 흙에 버리기도 하는데, 이는 잘못된 처리 방법이다. 배수구에 버린 커피박에서 나온 카페인과 하수 처리 과정에서 완벽히 걸러지지 않은 채 강물에 흘러 들어가 부정적으로 작용할 수 있다. 그리고 흙에 버린 커피박은 토양과 식물에 악영향을 줄 수 있다.

또한, 커피박이 다양한 분야에서 재활용될 수 있다는 사실을 모르는 사람도 많다. 커피박은 일상에서 탈취제나 방향제로 이용된다. 그뿐만 아니라 건축 분야에서 합성 목재를 대신하는 재료로 쓰이거나 농업 분야에서 혼합 및 발효 과정을 거쳐 비료로 사용되기도 한다. 최근에는 바이오에너지의 원료로 활용될 수 있다는 점도 부각되고 있다.

끝으로, 커피박 수거 시설이 매우 부족하다는 점도 아쉬운 부분이다. 커피박을 그냥 버리지 않고 분리배출해야 한다는 것을 알게 되더라도 수거 시설이 있어야 실천으로 이어질 수 있다. 커피박 수거 시설을 곳곳에 마련한다면, 커피박 분리배출에 대한 시민들의 관심이 높아지는 효과가 있을 것이다.

자료: 한국교육과정평가원



## 커피박을 이용하는 바이오 기술은?

2023학년도 대학수학능력시험 국어 영역에 커피박(coffee 粕, coffee grounds

재활용 및 재활용 기술 관련 지문이 나왔다. 우리의 삶 속에 깊이 침투한 첨단 기술의 힘, 그리고 그 기술의 수요를 낳은 환경오염에 대해 생각해 보게 만드는 지문이었다.

커피 원두에서 커피액이 되는 부분은 0.2%에 불과하다. 나머지 99.8%는 ‘커피박’이라는 폐기물이 되어 버려진다. 커피 전문점에서 커피 1잔을 만들 때마다 20g의 커피박이 발생한다. 통계에 따르면 우리 국민 1명이 1년 동안 마시는 커피잔의 수는 평균 370잔. 이를 우리나라 인구 5000만 명으로 환산해보면, 한 해 동안 35만 톤의 커피박이 발생하게 되는 것이다. 그리고 이 커피박을 소각 폐기하는 과정에서 톤당 338kg의 이산화탄소가 나온다.



물론 커피박을 방향제나 비료 등으로 재활용<sup>recycle</sup>하는 노력은 존재했다. 하지만 기술의 발전에 따라, 전에 없던 커피박의 재활용<sup>upcycle</sup>이 가능해지고 있다. 재활용이란 폐기물을 본래의 기능보다 새롭고 고등한 기능을 지닌 자원 또는 제품으로 재탄생시키는 과정이다. 커피박의 주성분은 목질계 바이오매스다. 즉, 화학적 효과를 지닌 유기물이라는 뜻이다. 이 점을 이용해 커피박을 다양한 용도로 사용할 수 있다. 우선, 커피박은 탄소연료전지 등 전지의 에너지로 쓰일 수 있다. 탄소연료전지의 산화극에 커피박(사전에 열분해를 통해 비정질 탄소화한다)을 놓고, 환원극에 산소를 놓으면 전해질로 산소 이온이 지나가게 된다. 커피박이 산소 이온과 만나면 산화되어 이산화탄소가 되고, 이때 1개의 탄소가 4개의 전자를 만들어낸다. 이 전자들이 이동하면서 전기가 흐른다. 커피박은 수소도 포함하고 있으므로, 기존 탄소연료전지에서 발생하는 단전자 표면 오염 현상인 탄소 침적이 방지된다.

비정질 탄소화된 커피박은 리튬 이온 배터리보다 더욱 용량이 큰 차세대 배터리인 리튬-황 배터리의 원료로도 쓰일 수 있다. 이 배터리의 에너지원인 황은 부도체다. 따라서 전기가 잘 통하는 탄소와 제대로 접촉이 이루어져야 하는데, 커피박으로 만든 탄소가 그 역할을 할 수 있다. 탄화된 커피박은 여러 내구재의 원료로도 사용될 수 있다. 콘크리트 제조 시 사용되는 모래의 10~15%를 커피박으로 대체할 수 있고, 플라스틱 제작 시 들어가는 플라스틱 중 35%를 커피박 필렛으로 대체할 수도 있다. 커피박 필렛은 합성 목재의 원료로도 사용 가능하다. 탄화된 커피박은 탄소가 주성분이므로, 해당 내구재의 강성을 높여준다. 2023년과 2024년, 1년 반 동안 전 세계 커피 생산량은 1억7140만 포대(1포대=60kg)에 달하므로, 관점을 달리하면 커피박은 쓰레기가 아니라 엄청난 보물 창고인 셈이다.

## 관련 기술 더 알아보기

메타버스를 확장하는  
실감기술은?



플라스틱을 분해하는 바이오  
기술은?



## 수능의 기술 PART I

# 수능부터 논술, 면접까지 써먹는 수험생을 위한 기술 상식

PREVIEW

## KEYWORD 1. 자율주행

자율주행은 사람이 운전하지 않고 스스로 알아서 목적지까지 데려다주는 기술. 지금은 운전자 없이도 주행할 만큼의 수준은 아니고, 부분 자동화된 2단계 자동차가 도로 위를 달리고 있다. 자율주행차에서 가장 앞선 미국의 전기자동차 기업 테슬라의 자율주행이 2단계 수준이다.

자율주행은 운전자가 얼마나 개입하느냐에 따라 6단계로 나뉜다. 0~2단계는 운전자가 운전을 하면서 각종 상황에 대응한다. 시스템이 보조 역할을 하지만 주체는 사람이다. 3~5단계(3단계: 조건부 자동화, 4단계: 고도 자동화, 5단계: 완전 자동화)는 시스템이 스스로 운전과 돌발 상황에 대처한다. 보통 3단계부터 자율주행차로 평가한다.

자율주행차는 인지, 판단, 제어라는 3가지 기능이 핵심이다. ‘인지’는 차량의 주변 상황을 감지하는 기술이다. 사람의 눈에 해당하는 카메라, 레이더, 라이다, GPS, 초음파 같은 여러 센서가 자동차들의 주행 속도, 도로 위를 오가는 사람들, 표지판과 차선, 교통 신호, 장애물, 날씨와 도로 표면 상태 등의 모든 상황을 매 순간 감지해서 저장한다. ‘판단’은 인지 기술로 모은 데이터를 인공신경망의 딥러닝으로 분석해서 차의 움직임을 어떻게 할지 결정하는 기술이다. 출발과 멈춤, 속도, 방향 등을 결정한다. 이렇게 시가 판단한 대로 차량을 움직이게 하는 기술이 ‘제어’이다. 자율주행차가 일상화되면 우리는 차 안에 앉아 영화를 보거나 책을 읽어도 된다. 전문가들은 2030년쯤이면 시내처럼 복잡한 도로에서 완전자율주행차가 달릴 것으로 보고 있다.



## KEYWORD 2. 지능형 로봇

로봇은 ‘인간의 일을 대신하는 자동 장치 또는 인간 형태의 기계’를 말하는데, 적어도 세 가지의 기능인 센서(시각·촉각·청각 등 감각을 받아들이는 장치), 플랜(결정을 내리는 장치), 액추에이터(작동 장치)를 갖추고 있어야 한다. 예를 들어 스마트폰은 카메라와 마이크 센서가 있고, 고성능 컴퓨터도 탑재되어 계획을 세울 수 있지만 움직이지 않기 때문에 로봇은 아니다. 반면 “테이블 위의 수많은 과일 가운데 딸기만 골라 담아”라고 명령하면 팔을 들어 올려 딸기만 바구니에 담은 RT-2라는 로봇은 그야말로 지능형 로봇이다. RT-2는 2023년 7월 구글이 선보였다.

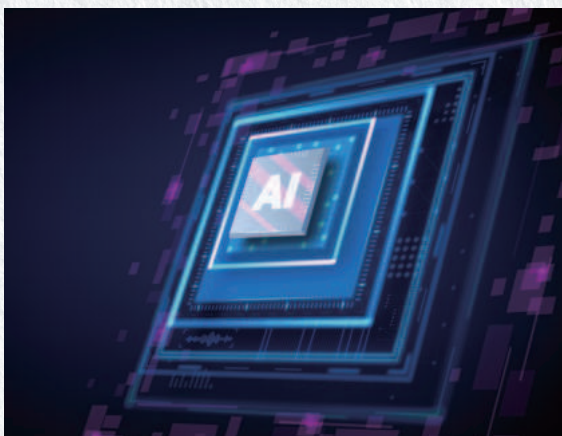
지능형 로봇은 생성형 AI, 환경 인식, 메커니즘 등 3대 핵심 기술의 결합으로 이뤄진다. 이런 로봇 기술의 발전 방향은 ‘초거대 AI’를 접목한 ‘자율성 증가’이다. 초거대 AI는 딥러닝 기법을 쓰는 인공신경망 가운데서도 파라미터(매개변수)가 무수히 많은 AI를 뜻한다.

파라미터는 인간 뇌에서 정보를 학습하고 기억하는 시냅스와 유사한 역할을 한다. 그 때문에 파라미터가 많을수록 AI의 연산 능력이 높다. 현존하는 최고의 초거대 AI는 세계적인 인공지능 연구소 ‘오픈AI’가 만든 GPT-3 모델로 파라미터 수가 1750억 개다. 초거대 AI가 이미 대규모 언어 모델을 학습했기 때문에 로봇은 별도의 학습 없이도 사람의 목소리를 인식하고, 자율적으로 의사를 결정해 사용자가 원하는 임무를 수행할 수 있다.



“어느 날 아침, 가사 로봇이 잠을 깨운다. 식탁에는 이미 아침밥이 정갈하게 차려져 있다. 세수를 하고 밥을 먹는 사이 로봇은 입고 나갈 옷을 들고 온다. 퇴근 후 집에 돌아오니 청소 로봇이 집 안 대청소를 해놓았다.” 우리 일상에 파고들 미래 로봇의 모습이다.

### KEYWORD 3. AI 반도체



AI 반도체는 인공지능 응용 프로그램을 위해 설계된 반도체 칩이다. 대량의 데이터를 처리하고 머신러닝 알고리즘을 실행하는 데 최적화되어 있으며, 높은 처리능력과 에너지 효율성을 제공한다.

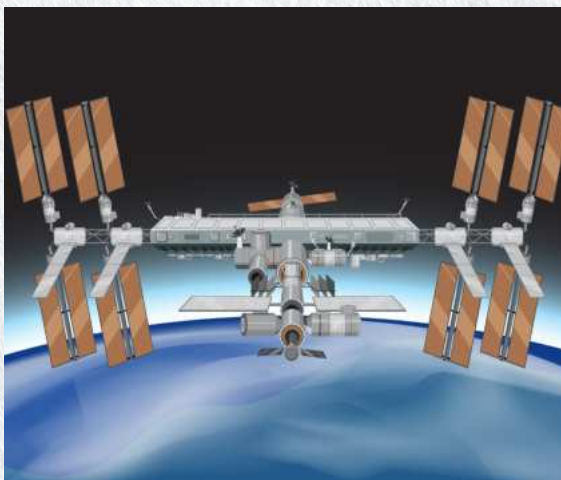
AI 반도체 시장이 성장하며 떠오른 기업이 있으니 바로 엔비디아<sup>NVIDIA</sup>이다. 그래픽 처리 장치<sup>GPU</sup> 제조기업인 엔비디아의 제품은 본래 그래픽을 처리하기 위해 설계되었는데, 병렬 처리 능력이 AI 계산에 유용하다는 것이 발견되며 다양한 AI 작업에 사용되고 있다. AI 반도체 시장에서 엔비디아의 영향력이 커지자 구글, 메타, 마이크로소프트, 아마존 등 글로벌 빅테크 기업들은 특정 기업에 대한 의존도를 줄이기 위해 자체 AI 반도체를 개발하고 있다.

한편, AI 모델이 점점 더 크고 복잡해짐에 따라 단순히 고성능의 계산 능력만으로는 충분하지 않게 되었다. 이에 AI 반도체와 직접 연결되는 고속 메모리 기술 HBM<sup>High Bandwidth Memory</sup>를 사용해 데이터 전송 속도와 처리능력을 향상시키고 있다. 국내 기업인 SK하이닉스와 삼성전자가 이 HBM의 글로벌 주도권을 확보한 상태다.

### KEYWORD 4. 항공우주 기술

항공우주 기술은 단순히 ‘인간을 하늘과 우주로 날게 해주는 기술’ 이상의 의미가 있다. 하늘과 우주를 선점한 국가는 전시와 평시를 막론하고 외국과의 경쟁에서 엄청난 우위를 차지할 수 있다.

유감스럽게도 과거 약소국이었던 우리나라는 열강들의 항공우주 기술 경쟁에 직접 뛰어들지 못하고, 경제력과 과학기술력이 충분히 성장된 20세기 후반부터, 항공우주 기술을 축적하기 시작했다. 현재 우리나라의 가장 대표적인 항공우주 기술 제품은 KAI(한국항공우주산업)에서 개발 제작한 KT-1 기본훈련기와 T-50 고등훈련기다. 공군 조종사 교육에 사용된다. 세계 여러 나라에서 운용 중인 공군 훈련기들의 퇴역 시점을 노리고 개발이 진행되었다. 자체 조종사 교육까지 포기하는 공군은 별로 없기 때문에 생각보다 훨씬 큰 시장이다. 초음속 성능을 지닌 고등훈련기 T-50의 개발로 우리나라는 세계 12번째 초음속 항공기 개발 국가가 되었다. KAI는 KF-21 보라매 전투기도 개발하여 2022년 첫 비행을 실시, 2026년 공군에 실전 배치를 목표로 하고 있다. 그 외에도 헬리콥터인 KUH(수리온), LAH, 한국형 발사체 KSLV-I/II, 각종 무인기와 인공위성 등을 자체 개발하여, 21세기 우리 손으로 만든 항공기와 로켓, 우주선으로 하늘과 우주를 개척할 준비를 갖추고 있다.



### 관련기술 더 알아보기

완벽한 자율주행  
시대는 언제 올까?



로봇과 우리는 친구가  
될 수 있을까?



수능의 기술 PART I

# 공·직·생을 위한

(공업일반 직업탐구영역을 선택한 수험생)

## 소부장 요점 정리

DEEPCVIEW



### POINT 1. 유기기판

AI 반도체 시대가 열리자 반도체기판으로 광섬유 소재의 '유리기판'이 떠오르고 있다. 광섬유는 빛 신호를 전달하는 가느다란 유리 또는 플라스틱

섬유의 일종이다. 현재 주로 사용되는 소재는 플라스틱 계열이다. 반도체기판은 반도체칩과 컴퓨터 메인보드를 연결하는 부품인데, 소재로 연결하느냐에 따라 반도체의 성능이 결정된다. 유기기판의 강점은 신호전달 속도와 전력효율. 플라스틱 소재는 표면이 거칠어 미세 회로를 형성하기 어려운 반면 유기기판은 표면이 평탄해 미세 회로 구현이 쉽고 넓은 면적의 제작이 가능하다. 기판의 면적이 넓으면 더 많은 칩이 탑재돼 고속 데이터 전송에 유리하다. 또 추가 기판 없이도 내부에 전류를 일정하게 흐르게 하는 반도체 소자를 내장할 수 있어 전력 효율이 높다. 이미 국내외 글로벌 반도체 기업에서 유기기판 도입을 추진 중이다.

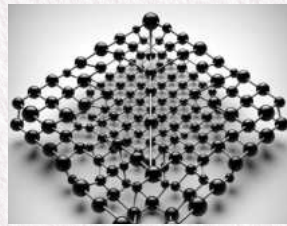
### POINT 2. 초전도체



전력을 효율적으로 전달하는 '초전도체'는 특정 온도 이하에서 전기저항이 0이 되는 성질을 갖는 물질이다. 전기는 전기저항이 낮을수록 잘 통한다. 전기저항이 0이면 전류가 아무런 저항 없이 흘러 송전 중에 전력 손실이 없다. 문제는 초전도

현상이 극저온에서만 이뤄진다는 점이다. 그래서 자기공명영상장치<sup>MRI</sup>, 자기부상열차 등에서 초전도 자석을 냉각시키는 데 값비싼 액체 헬륨(-269°C)이나 액체 질소(-196°C) 등을 사용한다. 반도체 공정에서 과열된 웨이퍼를 식히는 데도 쓰인다. 만약 냉각 과정 없이

상온·상압에서 초전도 현상을 보이는 초전도체가 현실화된다면 핵융합 발전·양자컴퓨터의 상용화 등 혁신적 미래가 열릴 것이다. 세계가 상온 초전도체 개발에 주목하는 이유다.



### POINT 3. 그래핀

탄소의 동소체 중 하나로 망사<sup>mesh</sup>와 비슷하게 생겼다. 탄소 원자들이 육각형 모양으로 배열 및 연결되어 있다. 얇고 가벼우면서 내구성이 뛰어나고 독특한

물리적·화학적 성질 때문에 활용 범위가 넓다. 또한 탄소 원자 한 겹으로 되어 있기 때문에 투명도도 높다. 기계 부품이나 방탄복 등 가벼우면서도 높은 내구성이 필요한 제품의 소재, 디스플레이·이차전지·태양전지·자동차 등 우수한 열 전도도와 전자이동도가 요구되는 전기·전자 제품의 소재로 각광받고 있다.

### POINT 4. 폴리올레핀 엘라스토머<sup>POE</sup>

친환경 재생에너지에 대한 관심이 높아지면서 태양광 패널 필름 신소재인 폴리올레핀 엘라스토머<sup>POE</sup>가 주목받고 있다. 태양광 패널은 태양광을 전기에너지로 바꿔주는 태양전지와 태양전지를 보호하는 필름(봉지재) 등으로 구성되는데, 접착성이 뛰어난 필름이 공기와 수분 등을 차단해 태양전지의 방어 역할을 하고 있다. 현재 가장 많이 쓰이는 필름 소재는 에틸렌초산비닐이다<sup>EVA</sup>. EVA는 분자구조상 산소가 많아 물과의 결합이 쉽기 때문에 물이 침투할 가능성이 있다. 반면 POE는 산소가 없어 물이 쉽게 붙지 않는다. 따라서 물 위나 습도가 높은 곳에 설치하는 태양광 패널이나 수분에 취약한 고효율 패널을 쓸 때 유익하다.

또 탄성이 높고 충격 강도가 뛰어나 태양광 패널을 조금 더 오래 튼튼하게 사용할 수 있다.



## POINT 5. 파인 세라믹스



세라믹스는 도자기를 뜻한다. 도자기는 뜨거운 불로 구워지기에 열에 강하다는 장점이 있다. 경도와 내식성, 전기절연성도 높다. 그러나 기계적 충격에 약하고,

천연 소재를 원시적으로 가공하므로 물성을 조절하기 어렵다는 단점도 존재한다. 파인 세라믹스는 기존 세라믹의 문제를 해결하기 위해 개발됐다. 만들기에 따라 기존의 세라믹 재료와 비교할 수 없이 다양하고 우수한 전기적, 공학적, 구조적 특징을 갖게 할 수 있다. 나무에서 나오는 천연수지와 인간이 만든 합성수지(플라스틱) 간의 관계와 비슷하다고 보면 된다. 철이나 플라스틱에 비해 더욱 나은 물성을 부여할 수 있는 제3의 소재로 각광받고 있으며, 사용처도 전기, 전자, 구조, 의료, 교통 등 실로 무궁무진하다.

## POINT 6. 형상기억합금

문자 그대로 '자신의 형상을 기억하는 합금'이다. 더 정확히 말하면, 변형되어도 열을 가해 특정한 온도를 맞추주면 원래의 형상으로 돌아가는 합금이다. 형상기억합금의 원리는 1938년 하버드대학교의 그레닝거 교수와 MIT공대의 무래디언 교수가 발견했다. 어떤 변형된 금속에 열을 가했더니 원래의 형상으로 되돌아가는 현상을 발견한 것이다. 형상기억합금은 제조하기에 따라 3가지 기억 방식을 갖게 할 수 있다. 첫 번째는 1방향 기억이다. 합금을 저온에서 변형시킨 후 일정한 온도 이상으로 가열하면 원래의 형상으로 회복되고, 온도를 다시 낮추도 변형되었던 상태로는 돌아가지 않는 것이다. 두 번째는 2방향 기억이다. 고온에서의 형상과 저온에서의 형상을 동시에 기억한다. 세 번째는 초탄성 거동이다. 힘을 주어 늘어나게 한 다음 힘을 제거하면 고무처럼 곧바로 원래의 크기로 돌아가는 것을 말한다. 형상기억합금은 매우



여러 분야에서 사용되고 있다. 사람의 체온으로 부피가 커지는 스텐트, 역시 사람의 체온으로 적절한 형태를 유지하는 브래지어 와이어 등 인간의 삶에 밀착된 것도 있다.

## POINT 7. 탄소섬유 강화 플라스틱

탄소섬유를 첨가하여 강도를 높인 플라스틱으로, carbon fiber reinforced plastic 약자인 CFRP로도 불린다. 강성과 내화학성, 내열성이 우수하면서도



무게가 가볍다. 대부분의 플라스틱은 화학적으로 안정되어 있어 산화(녹 발생 또는 부패)되지 않지만, 열에 약하고 한 번 크랙(금)이 발생하기 시작하면 물리적 내구성을 회복할 수 없다. 이에 탄소섬유를 결합하여 플라스틱의 물성을 크게 향상시킨 것이다. 탄소섬유 강화 플라스틱은 가볍지만 강성이 뛰어나고 녹슬면 안 되는 부품이 필요한 모든 장소에 다 사용될 수 있다. 보잉787 같은 항공기의 기체 소재로도 쓰인다. 플라스틱의 특성상 큰 부품도 별도의 결합용 부품이 없이 처음부터 한 덩어리로 찍어낼 수 있고, 줄어든 기체 무게는 고스란히 연비의 향상으로 이어지기 때문이다. 녹슬 위험이 없으므로 유지관리 또한 수월하다.

## POINT 8. 가성 칼륨

산업의 소금이라 불리는 '가성 칼륨'<sup>KA</sup>(수산화칼륨)은 한국이 세계 시장점유율 30%를 차지할 만큼 앞서 있다. 가성 칼륨은 물에 잘 녹고 알칼리성이 강한 화합물. 태양전지·농약·비료 등을 만들 때 필수적으로 쓰이며 의약품, 식품첨가물로도 많이 사용한다. 가성 칼륨의 원재료는 소금의 일종인 염화칼륨<sup>KCl</sup>이다. 염화칼륨 수용액을 전기분해하면 칼륨<sup>K</sup>, 염소<sup>Cl</sup>, 수소<sup>H2</sup>로 쪼개지고, 칼륨을 수산화이온<sup>OH</sup>과 반응시키면 가성 칼륨이 만들어진다.



**김형자 과학 칼럼니스트** 청소년 과학 잡지 <Newton> 편집장을 지냈으며, 현재 과학 칼럼니스트와 저술가로 활동 중이다. 문화체육관광부 <K-공간>, <조선일보>, <주간조선>, <시사저널> 등의 매체에 과학 칼럼을 연재하고 있다. 저서로는 <구명에서 발견한 과학>, <먹는 과학책>, <지구의 마지막 1분> 등이 있다.



**이동훈 과학 칼럼니스트** <월간 항공> 기자, <파플러사이언스> 외신 기자 역임. 현재 과학/인문/국방 관련 저술 및 번역가. <과학이 말하는 윤리>, <화성 탐사>, <미래의 전쟁>, <위대한 파리>, <오퍼레이션 페이퍼클립> 등의 과학 서적을 번역했다.

# 해커의 시선으로 취약점을 찾는 보안 전문가, 화이트해커

신동희 스틸리언 CTO · 부사장

◆ 화이트해커

갈수록 사이버 위협이 고도화·지능화되면서 많은 기업과 기관이 정보 보안 강화에 골몰하고 있다. 이와 더불어 일상화되고 있는 사이버 위협에 대처하기 위한 화이트해커의 역할과 중요성도 커지고 있다.

국내 대표적인 화이트해커이자 정보 보안 전문가인 신동휘 스틸리언 최고기술경영자<sup>CTO</sup> 겸 부사장을 만나 화이트해커의 세계를 탐구해본다.

word 김광균 photo 김기남

**화이트해커라는 직업이 일반인에게 다소 생소하게 여겨질 수 있을 텐데요. 화이트해커는 어떤 일을 하는 직종인가요?**

일반적으로 화이트해커는 어떤 시스템이나 모바일 앱에서 나타날 수 있는 취약점을 식별하는 등의 역할을 수행합니다. 취약점을 악의의 목적으로 활용하는 ‘블랙해커’와 달리 **선의의 목적으로 해킹 피해를 예방하기 위해 모의해킹, 사전 방어 시스템 구축 등을 수행하는 보안 전문가**입니다. 화이트해커는 고객과 협의된 시스템 혹은 개인이 연구하고 싶은 주제에 대한 취약점 분석 업무를 주로 한다고 보면 됩니다.

**화이트해커로 활동하게 된 이유나 계기가 궁금합니다.**

특별한 이유는 없고 단지 재미있기 때문입니다. 언젠가 영화 <스워드피쉬<sup>Swordfish</sup>>(2001)를 본 적이 있는데요. 천재 해커가 등장하는 범죄 액션물인데 영화를 본 뒤로 해킹에 매료되었죠. 그 후 관심을 갖고 공부하기 시작했고 이후 보안 관련 일을 하게 되었습니다. 웹이나 앱 서비스를 출시하면 개발자들이 열심히 고민하고 설계해서 개발하는 과정이 있었을 겁니다. **잘 만들었다고 생각한 결과물을 파고들어 문제점을 찾아내는 작업이 매우 재미있기 때문에** 이 일을 하고 있습니다.

**사회적으로 정보 보안을 중시하는 분위기가 확산되면서 화이트해커에 대한 시장 수요도 늘어날 것으로 생각되는데요. 주로 어떤 분야에서 업무 의뢰가 많이 들어오나요?**

정보 보안에 대한 사회적 관심이 높아지고 있고, 실제로 다양한 사고가 발생하는 만큼 사고를 사전에 막기 위한 **모의해킹과 취약점 분석 업무 의뢰**가 대부분이라 할 수 있습니다. 과거에는 주로 웹이나 앱 같은 주요 서비스를 대상으로 하는 업무 요청이 많았지만 최근에는 좀 더 다양한 분야의 환경과 제품을 대상으로 하는 모의해킹 및 취약점 분석 의뢰도 많은 편입니다. 또한 저희 회사의 다양한 보안 솔루션 제품에 관한 문의도 상당히 많은 편이고요.

**화이트해커로 활동하면서 가장 기억에 남거나 보람을 느낀 순간이 있다면 소개 부탁드립니다.**

일을 하다 보면 보람을 느끼는 순간도 많고 아쉬움이 남는 순간도 있습니다. 어느 특정한 일화가 기억에 남는다고는 다양한 능력을 지닌 사람들과 인연을 맺으면서 함께 일을 하기도 하고 헤어지기도 하는 매 순간이 여러 의미로 남게 되는 것 같습니다.

**직원을 채용할 때 어떤 기준으로 인재를 판단하시나요? 화이트해커로서 갖춰야 할 중요한 역량이 무엇이라고 생각하시는지 궁금합니다.**

인재를 채용할 때 무엇보다 역량, 보안성, 창의성을 중요하게 생각합니다. 자기 주도적인 성향을 바탕으로 어떤 미션이 주어지더라도 업무 내용을 빠르게 파악하고 처리할 수 있는 인재를 찾는 편입니다. 특히 정보 보안은 뭔가 지켜야 한다는 걸 의미합니다. 보안이라는 것은 어느 영역에서든 적용되기 때문에 다양한 분야에 걸쳐 쌓아야 할 지식의 양이 많습니다. 따라서 빠르고 체계적으로 지식을 습득하는 노하우는 물론, 자기 주도적이고 능동적인 업무 역량이 뒷받침돼야 합니다.

## 일반 직종과는 다른 화이트해커만의 특별한 채용 경로가 있나요?

|

저희 회사를 예로 들면 화이트해커 채용은 거의 100% 임직원이나 지인의 소개를 받고, 사전 검증 과정을 거쳐 인재 영입을 추진하고 있습니다. 또한 채용 이전에 가능한 업무와 관련된 미션을 부여하고 애초 의도한 결과에 도달하는지 여부와 결과에 도달하는 과정 등을 지켜보면서 업무에 대한 자세를 판단합니다.

## 인재 육성·발굴을 위한 교육도 매우 중요한 것 같은데요. 화이트해커 육성이나 역량 강화를 위한 교육은 어떻게 이뤄지고 있는지, 별도의 교육기관이 존재하는지 궁금합니다.

|

대부분의 교육이 그렇듯 대학이나 교육기관에서 강의 방식으로 교육과정이 진행됩니다. 주로 정보 보안 관련 학과를 운영하고 있는 대학에서 관련 교육을 진행하거나 한국인터넷진흥원<sup>KISA</sup>, 한국정보기술연구원<sup>KITRI</sup>, 한국정보보호산업협회<sup>KISIA</sup> 등과 같은 곳에서 교육 프로그램을 운영하고 있습니다. 꼭 그러한 교육과정을 거치지 않더라도 처음 시작하는 단계이거나 처한 환경에 따라 혼자 공부하는 이들도 있습니다. 때로는 혼자서 지식을 습득하고 발전시키는 편이 효과적인 경우도 있습니다.

## 화이트해커로서 현재 관심을 두고 지켜보는 연구 분야나 최신 핵심 기술 동향이 있다면 소개해주세요.

|

키워드를 꼽아보자면 인공지능<sup>AI</sup>과 머신러닝<sup>ML</sup>을 들 수 있을 것 같습니다. 쉽게 말씀드리자면 자동화라 할 수 있습니다. 보안 분야는 오랜 시간 동안 끈기 있게 분석하고 결과에 도달해야 하는 것들이 많습니다. 갈수록 분석 대상의 크기와 분석 난도가 높아지고 있기 때문에 분석의 효율을 높이려면 자동화에 관한 지식과 기술 동향을 파악하는 것이 도움이 된다고 보고 있습니다.

## 우리나라가 보안 선진국으로 나아가기 위해 보완하거나 해결해야 할 과제에는 어떤 것들이 있을까요? 우리가 참고할 만한 해외 벤치마킹 사례가 있다면 함께 말씀해주세요.

|

우리나라는 보안 범죄에 대한 제재와 처벌이 다른 국가에 비해 상대적으로 약한 편입니다. **보안 범죄에 대한 제재 수준을 강화하는 것이 시급히 해결해야 할 과제라 생각합니다.** 기업이나 기관이 다루는 정보의 가치를 정확히 측정하기란 어렵겠지만 대략적으로 그 가치를 판단할 수 있는 기준은 있습니다. 정보의 가치를 훼손하는 사건이나 사고가 발생했다면 이에 합당한 제재나 처벌 조치가 이뤄져야 합니다. 또한 보안과 관련된 가이드나 규정, 법령에 마련된 내용을 이행하는 데 만족하며 보안 강화를 위한 추가적인 투자를 하지 않는 사례가 있는 만큼 처벌 규정을 강화하는 방안을 적극 고려하고 보안 강화를 위한 적극적인 투자가 가능하도록 권장해야 합니다. 현재 우리나라에서 일정 규모 이상의 기업이나 기관은 정보보안최고책임자<sup>CISO</sup>를 임원급으로 두도록 하고 있으며, 문제가 생기면 CISO가 모든 책임을 지고 물러나야 하는 것으로 의무화돼 있습니다. 하지만 권한은 적고 책임만 많은 직책이라는 지적이 많기 때문에 현실적인 개선이 필요하지 않나 싶습니다.

## 화이트해커라면 일반적인 해커와 동일한 능력 혹은 그 이상의 실력을 갖춰야 하지 않을까 싶은데요. 그러한 역량을 끌어올리기 위해 어떤 공부와 활동을 하는 것이 좋을까요?

|

어떤 공부를 해야 한다기보다 일단 관심과 흥미가 있는 것이라면 무엇이든 공부해보면 좋을 듯합니다. 무엇을 먼저 해야 할지 고민하고 갈팡질팡할 시간에 뭐라도 일단 해보려고 노력하는 것이 훨씬 효율적입니다. 청소년기에 다양한 경험을 해보라는 일반적인 답변을 하고 싶습니다. 다만 여기에 몇 가지 디테일을 더하자면 첫째, 경험을 통해 스스로 재미를 느끼는 것을 찾아냈으면 합니다. 둘째, 경험을 위해 다양한 시도를 하면서 본인만의 지식 습득 방법을 체득하기 바랍니다. 경험상 이 부분이 가장



# STEALIEN

엄매여 공부할 필요는 없다고 봅니다. 컨퍼런스는 분야별로 다양할 텐데 일단 무엇이든 직접 참석해보고 듣다 보면 본인에게 맞는 컨퍼런스가 무엇인지 알게 됩니다. 최근에는 매우 깊이 있는 주제를 다루는 컨퍼런스가 국내에서 다수 열리고 있으므로 적극적으로 관심을 갖고 어떤 프로그램이 마련돼 있는지 살펴보기 바랍니다. 무엇보다 **컨퍼런스에 참석하면 반드시 연사에게 질문을 해보길 권하고 싶습니다.** 얻어가는 게 많을 겁니다.

5월호 잠인사이드에는 폭소리단 강현재, 김동민, 김룬한, 김승연, 김신, 김태권, 김형우, 류승연, 류창훈, 문준아, 박기혁, 서동성, 손상완, 송시운, 임주왕, 전길송, 전주규, 조재현, 최정락, 홍종관 님께서 참여해주셨습니다.

중요하다고 생각합니다. 지식 습득을 위한 자신만의 확실한 방법을 체득한다면 꼭 보안 분야가 아니라 하더라도 어떤 분야에서도 좋은 성과를 낼 수 있으리라 확신합니다.

**보안업계 진출을 꿈꾸는 사회 초년생에게 추천할 만한 참고 도서나 자격증, 박람회 등이 있다면 소개해주세요.**

|  
특정한 책에 구매받지 말고 관심이 가는 책이라면 무엇이든 읽어보기를 권합니다. 자격증은 공부를 하다 보면 자연스럽게 따라올 수 있는 것이라 생각합니다. 자격증에

## 신동휘 부사장은 누구

신동휘 부사장은 성균관대학교에서 컴퓨터공학과 물리학을 전공했고 동 대학원에서 정보통신공학 석·박사 과정을 수료했다. 2015년 스틸리언을 창업해 현재 최고기술경영자(CTO)이자 부사장으로 기술 연구와 경영을 책임지고 있다. 다양한 기업과 기관을 대상으로 정보 보안 솔루션을 제공하며 한국의 정보 보안 역량을 강화하는 데 기여하고 있다.

### <테크 포커스>의 든든한 서포터



### ‘톡’톡하게 ‘소’통하고 ‘리’뷰하는 <테크 포커스> 독자 ‘단’

톡소리단은 산업기술에 관심 있는 다양한 연령층의 독자로 구성되어 있으며, 매월 표지를 선정하고 콘텐츠와 관련한 의견을 제안하는 등 활발한 활동을 이어가고 있습니다. <테크 포커스>를 함께 만들어가고 있는 톡소리단의 4월호 리뷰를 확인해보세요!



**김형우**  
|  
Focus Story ‘탄소중립’을 통해 많은 것을 알게 되었습니다. ‘Changing Tomorrow’는 이번 호에 새롭게 추가됐네요. <테크 포커스>가 정체되지 않고 변화를 주려는 모습이라고 생각됩니다. 그림이 있거나 간결한 글은 읽기 좋았지만, 숫자나 글자 수가 많은 기사는 조금 부담스러웠습니다.

**류창흔**  
|  
한국형 탄소중립 100대 핵심 기술 등 탄소중립에 대한 전반적인 이해에 도움이 되었습니다. 경제적 여건 등 현실적으로는 어렵지만, 인류의 미래를 위해서는 반드시 가야 할 길이지요. 저부터 대중교통을 이용하고 일회용품 사용을 줄여야겠다고 생각했습니다.

**서정수**  
|  
탄소중립과 관련해 원론적인 내용 위주이긴 하지만, 환경운동연합 등 환경단체의 의견을 실은 기사여서 이해의 폭을 넓힐 수 있었습니다. 특히 여러 관점을 균형 있게 구성한 점이 좋았던 것 같습니다. 탄소감축을 실현하는 방법 중 하나인 탄소크레딧 시장 등에 대한 기사도 준비해주시면 좋을 것 같습니다.

**All About 탄소중립 2p→**  
**김동민**  
|  
탄소중립에 대한 내용을 일목요연하게 정리해 전체를 이해하는 데 도움이 되었습니다. 연도별 목표와 함께 실제 감축 실적이나 주요 국가별 실적 등도 같이 정리가 되었으면 하는 아쉬움이 있습니다. 탄소중립 노력의 필요성을 절감할 수 있었습니다.

**All About 탄소중립 2p→**  
**김형우**  
|  
‘(배출된 탄소)-(흡수된 탄소)=0’ 덕분에 탄소중립 개념의 이해가 쉬웠습니다. ‘Intro’는 잘 모르는 주제를 쉽게 이해할 수 있도록 도움을 주네요. 이번 호도 탄소중립과 관련된 핵심적인 지표와 다양한 정보 덕분에 전체를 한 번에 파악하는 데 큰 도움이 되었습니다.

**탄소중립, 산업 발전의 핵심이 되다 8p→**  
**손상완**  
|  
국제 사회가 단순히 온실가스를 감축하는 것을 넘어 탄소중립으로 기후위기 대응을 하려 한다는 것을 알게 되었습니다. 우리나라는 제조업과 수출로 경제발전을 이루어온 만큼 온실가스 대배출 산업의 비중이 크지요. 특히 EU에 수출하는 기업들의 노력이 필요해 보입니다.



**탄소중립, 산업 발전의 핵심이 되다 8p→**

**류승연**  
|  
EU의 탄소중립산업법과 미국의 IRA 등 국내 제조산업은 고려해야 할 점이 많은 것 같습니다. 글로벌 무역 추세가 탄소중립 및 보호무역주의인 만큼 제조와 수출로 주로 먹고사는 우리나라 입장에서 규제를 꼼꼼히 확인하고 이에 맞춰 기술개발을 이어나가야 할 것입니다.

**느낌표보다 물음표를 달면 더 잘 보이는 탄소중립 20p→**

**김륜한**  
|  
탄소중립의 선진 그룹은 역시 EU일 것입니다. 그러나 지역적 탄소 저감에만 집중하면 결국 고탄소 산업의 아웃소싱화가 되지 않을까 우려가 됩니다. 즉, EU의 탄소는 줄어도 다른 개도국의 탄소 발생량은 늘 수 있습니다. 지구 내 탄소의 총량을 낮추기 위한 노력이 필요합니다.

**우리만의 기술로 첨단 바이오테크놀로지 시대 연다 24p→**

**김태권**  
|  
줄기세포 분화를 통해 오가노이드를 개발, 재생의학의 원천 기술을 확보하려는 노고에 박수를 보냅니다. 오가노이드는 질병 모델링 구축에 활용되어 신약 개발의 자원으로 유용하게 쓰이는 것으로 알고 있습니다. 우리나라가 줄기세포 분야의 강국으로 성장하도록 힘을 내주세요.

**글로벌 초격차 확보 위한 지원 아까지 않는다 28p→**

**조상래**  
|  
정부의 R&D 예산 축소가 아쉬웠는데 기사를 통해 다시 과학기술 발전에 투자한다는 사실이 반가웠습니다. 차세대 반도체, 이차전지, 미래 모빌리티 등 미래로 나아가는 산업에 투자하고 인재를 육성한다면 향후 우리나라의 기술 경쟁력을 확보할 수 있을 것으로 기대됩니다!

**미래를 수확하는 세포농업과 배양육 34p→**

**류창흔**  
|  
이번 칼럼을 통해 글로벌 대체단백질 시장 전망과 투자액, 국내외 푸드테크 시장 규모를 알 수 있었습니다. 새로운 분야 진출 시 불가피하게 부작용이 있을 수 있는데, 출발부터 장점을 강화하고 지속적인 안전성 평가와 인허가 가이드라인으로 부작용을 최소화하면 좋겠습니다.

**미래를 수확하는 세포농업과 배양육 34p→**

**조재현**  
|  
SF영화에서 보던 '배양육'에 대한 소개와 기술이 인상적입니다. 제가 사는 지역에도 근처에 축사가 있어 가축 배사로 인한 민원이 끊이지 않습니다. 세포 배양육이 식생활 패러다임을 전환하는 좋은 대체재가 될 것 같습니다.

**미래형 비행체 산업 생태계 성장 기반을 마련하다 38p→**

**김형우**  
|  
국내 항공산업은 많이 성장했지만, 글로벌 항공업체와 비교하면 경쟁력이 부족하다고 알고 있었습니다. 국내 기업이 대형 항공기 부품을 세계 최초로 개발한 것은 적지 않은 공로라고 생각합니다. 이번 개발기술로 글로벌 시장에서 두각을 나타내길 응원합니다.

**세계는 지금 에너지 대전환 중 46p→**

**김륜한**  
|  
전기화학적 저장법만 알고 있었는데 다양한 방법으로 에너지를 저장할 수 있다는 것을 알게 되었습니다. 전기가 보급에 따라 향후 전지 형태의 ESS가 꾸준히 증가할 것입니다. 버려지는 에너지를 저장하고 폐배터리를 재활용할 수 있는 사업 등이 필요해 보입니다.

**세계는 지금 에너지 대전환 중 46p→**

**손상완**  
|  
태양광이나 풍력과 같은 재생에너지의 생산 변동성을 보완하기 위해서는 ESS와 같은 에너지 저장 기술 보급이 중요하다고 알고 있습니다. ESS 기술이 발전해 전력 수급 불일치에 따른 전력 낭비, 송전 중 전력 손실 등과 같은 문제를 해결해 에너지 효율을 향상시켰으면 합니다.

**세계는 지금 에너지 대전환 중 46p→**

**전길송**  
|  
ESS에 대해서 자주 들었지만 정확한 개념은 없던 터라, 이번 호에 실린 칼럼이 제게 실질적인 도움을 주었습니다. 핵심 내용을 쉽게 이해할 수 있었고 해당 산업에 대한 전망도 예측해볼 수 있었던 유용한 시간이었습니다.

**'탄소 포집·저장·활용' 기술, 기후변화 잡는다 54p→**

**김태권**  
|  
대기에서 이산화탄소를 포집하고 저장하여 활용하는 기술이 CCUS 기술이라는 점, 특히 직접 탄소 포집(DAC) 기술에 대해 새롭게 알게 되었습니다. 이를 땅속에 저장하여 광물화할 수 있다는 사실도 알게 되었습니다. 앞으로도 이런 기술을 자주 소개해주면 좋겠습니다.

**'탄소 포집·저장·활용' 기술, 기후변화 잡는다 54p→**

**류승연**  
|  
친환경 소재 관련 기업에 다니고 있어 CCUS 개념 및 R&D 투자 현황 등이 큰 도움이 되었습니다. CCUS가 탄소감축에 가장 효과적인 해결책이 될 것입니다. 탄소감축의 필요성으로 볼 때 관련 법이나 제도가 부족합니다. 기술개발을 뒷받침할 법과 제도 정비 또한 신속히 이뤄져야 할 것입니다.

# 2024년도 소재부품기술개발사업(3차) 신규 지원 대상과제 공고

## ● 사업 목적

제조업 글로벌 경쟁력 제고를 위하여 소재의 해외 의존도 완화, 기술 고도화 및 미래 시장 선점을 위한 소재·부품 기술개발 지원

## ● 연구개발비 지원 규모 및 기간

세부사업명	패키지형	이종기술융합형(이어달리기)
개발형태	혁신제품형	
지원대상	소재·부품·장비산업 경쟁력 강화 특별조치법 시행령 제2조 (소재·부품 및 장비의 범위)에 해당되는 소재·부품 및 장비 업종 분야	
2024년 공고예산(안)	410.3억 원 내외	(이어달리기) 59.64억 원 내외
지원규모	연구개발과제별 특성에 따라 달라짐(지원대상 사업 및 과제(RFP, 품목) 목록(첨부파일 참조))	
지원기간	7년 이내(1차년도 6개월) (연구개발과제별 특성에 따라 달라짐, 연구개발과제 제안요구서 <sup>RFP</sup> 참조)	(이어달리기) 4년 이내(1차년도 6개월)(연구개발과제별 특성에 따라 달라짐, 연구개발과제 제안요구서(품목) 참조)
차별적 지원	주관연구개발기관 공통연구개발기관	
중소·중견기업 정부지원 연구개발비 배분 비율	50% 이상(필수) (단, 대기업, 제한 없음 주관 연구개발과제는 예외로 함)	70% 이상(권고)
연구개발과제구성 의무사항	수요기업 <sup>2)</sup> 은 1차년도부터 참여 필수	
	·(통합형) 한 개 이상의 수요기업은 통합형 연구개발과제의 연구개발기관으로 참여 필수(총괄연구개발과제 제외) *총괄 및 세부연구개발과제가 컨소시엄을 구성하여 신청	·(이어달리기) 원천기술 보유자 및 소속기관 참여 필수. 수요기업은 공동연구개발기관으로 참여 필수
	·(병렬형) 세부연구개발과제별 수요기업 참여 필수(총괄연구개발과제 제외) *총괄 및 세부연구개발과제를 각자 신청하여 평가 후 선정된 연구개발과제로 컨소시엄 구성	
협약유형	해외연계 R&D는 국외 소재 기업, 대학, 연구기관 등이 연구개발기관 또는 연구개발기관 외 기관으로 참여 필수	
기술료	일괄협약	
기술료	영리기관별 징수	

1) 지원 예산과 규모는 예산 상황 및 평가 결과에 따라 변경될 수 있음

2) 수요기업이란 개발제품 및 기술에 대한 구매 또는 실시를 희망하여 개발과정에서 성능 평가 및 검증 역할을 하는 참여기업

\*수요기업은 공동연구개발기관으로 참여할 경우에 한해서 기업 유형에 관계없이 정부지원연구개발비, 기관부담연구개발비 비중을 중소기업 수준으로 조정 가능(필요시 정부지원연구개발비 없이 연구개발과제 참여가 가능)

\*수요기업이 참여하는 연구개발과제는 접수 마감일까지 수요기업 약속서 제출 필수

## ● 평가 절차 및 평가 일정

· 패키지형/이종기술융합형(이어달리기)

공고(산업통상자원부, 4월) → 신청 서류 접수(주관연구개발기관, 4~5월)

→ 사전 검토(KEIT, 5월) → 연구개발계획서 평가 및 연구개발비 적정성 검토

(연구개발과제평가단, 5~6월) \*서면평가 실시가능 → 신규 연구개발과제 확정

(산업통상자원부, 사업별 심의위원회, 6월) → 평가 결과 통보 및 이의 신청(7월)

→ 협약체결 및 정부지원연구개발비 지원(7월)

※ 상기 일정 및 평가방식, 절차 등은 내·외부 상황에 따라 다소 변경될 수 있음

\*이의신청: 연구개발과제평가단에서 선정방법 및 절차 등 중대한 하자가 있는 경우, 1회에 한하여 신청할 수 있음

## ● 신청방법, 신청서 제출기한 및 접수처

구분	패키지형	이종기술융합형(이어달리기)
공고기간	2024. 4. 8(월) ~ 5. 8(수)	2024. 4. 8(월) ~ 5. 22(수)
신청서 및 관련 양식 교부기간	○ 양식교부: 2024. 4. 8(월) ~ 계속 ○ 양식교부 및 접수안내: 범부처통합연구지원시스템(www.iris.go.kr)	
접수기간	2024. 4. 15(월) ~ 5. 8(수) 18:00까지 *접수마감시간 엄수 요망 (18시 이후 수정 또는 제출 불가)	2024. 4. 15(월) ~ 5. 22(수) 18:00까지 *접수 마감 시간 엄수 요망 (18시 이후 수정 또는 제출 불가)

연구책임자가 온라인에 접속하여 접수 마감일 18시까지 모든 과제 정보(신청항목)를 전산에 입력하고 제출 대상 서류를 업로드 완료하여 '제출완료' 상태인 연구개발계획서(과제)만 접수하는 것을 원칙으로 함. 전산 정보 입력 및 서류 업로드 시 최소 1시간 이상 소요될 수 있으며 기간 내에 완료되지 않은 과제에 대한 구제는 절대 불가(접수 유예 없음)

신청 방법: 연구개발계획서 및 첨부서류 전체 온라인 접수(오프라인 서류 제출 불필요)

연구개발계획서 접수처: 범부처통합연구지원시스템(www.iris.go.kr) → 사업정보 > 사업공고 > 사업공고 메뉴(주관연구개발기관이 대표로 온라인 제출)

※ 범부처통합연구지원시스템<sup>RS</sup> 접수 대상 사업의 경우, 접수 불가 시 기존 산업기술 R&D 정보포털(itech.keit.re.kr)을 활용하여 접수 예정(추후 별도 공지)

## ● 문의처

범부처통합연구지원시스템 IRIS 사이트(www.iris.go.kr) 참조

▶ 지원상의 한계로 해당 공고 일부 내용이 누락되어 있습니다. 보다 자세한 내용은 QR코드 또는 관련 홈페이지를 통해 확인하세요.



**독자 퀴즈**

친환경 선박과 스마트 선박은 ○○○○  
○○○에 속한다. 이는 단순한 화물 수송을 넘어 다양한 특수 목적과 첨단 기술을 갖춘 선박으로 고도의 기술을 요구한다.

## 다음 ○○○○○○에 들어갈 단어를 적어주세요!

퀴즈에 참여해주시는 정답자 중 추첨을 통해 소정의 상품을 보내드립니다. 퀴즈 답변과 휴대폰 번호를

**grintjssu@hankyung.com**으로 보내주세요. 독자 선물은 교환, 환불이 불가합니다.

전화번호 누락, 오류 등으로 인한 반송 시 재발송하지 않습니다.



산업통상자원부 산하 R&D 전문기관  
한국산업기술기획평가원이 발행하는 국내외 산업기술의  
모든 것을 담은 전문지 <테크 포커스>

# TECH FOCUS



<테크 포커스> 웹진 보기  
매월 10일 오픈



<테크 포커스> 웹진(techfocus.kr)에서 신간호와 함께 과월호도 모두 만나보세요!



이차전지 양극재



웨어러블 로봇



전투기(FA-50FH)  
정밀미사일표적시스템



LNG 운반선



Brain to X



AI반도체



인공장기



자율주행 전기차



K9 자주포 엔진

한강의 기적을 넘어  
한국의 기적으로

산업기술 R&D가  
대한민국 경제의  
든든한 빛이 됩니다



산업통상자원부



한국산업기술기획평가원  
Korea Planning & Evaluation Institute of Industrial Technology



ISSN 3022-7178