



탄소중립의 기반, 수소 기계기술



● 2021. 9. 8.(수) 13:20~

● 온라인 생중계

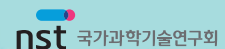
| 주최 |



이상민 국회의원, 조승래 국회의원

국민의힘 김영식 국회의원

| 후원 |



2021 글로벌 기계기술 포럼

탄소중립의 기반, 수소 기계기술

“본 포럼은 유튜브 생중계 됩니다.”

www.kimm.re.kr/forum



GREETINGS

안녕하십니까.

기계기술의 미래를 심도 있게
논의해 온 ‘글로벌 기계기술 포럼’이
올해로 8회를 맞았습니다.

지금까지 글로벌 기계기술 포럼은
국방기술부터 로봇기술,
미세먼지 해결까지
시대의 변화 속에 기계기술이
어떤 방향으로 나아가야 할지
모색하는 자리를 마련해왔습니다.

올해 글로벌 기계기술 포럼의 주제는 ‘탄소중립의 기반, 수소 기계기술’입니다.

최근 EU를 시작으로 미국과 중국 등 세계 주요 국가들이 2050년까지 탄소 배출 제로 달성을 선언하고, 앞 다투어 다양한 정책도 발표하고 있습니다. 글로벌 기업도 이런 대열에 동참하여 기술개발에 박차를 가하고 있습니다. 치열한 경쟁 속에서도 ‘탄소중립’이라는 목표 달성을 위해 뜻을 모으는 것은 탄소중립 달성이 한 국가나 특정 산업에 그치는 것이 아닌, 인류 생존의 문제로 받아들여지고 있음을 보여줍니다.

올해 포럼에서는 탄소중립 시대를 위한 다양한 준비 가운데 특별히 수소 에너지 관련 기계기술에 초점을 맞춥니다. 독일과 노르웨이, 오스트리아 등 유럽의 글로벌 전문가는 물론 산업계와 연구계의 국내 전문가를 모시고, 탄소중립 달성을 위한 수소 활용기술부터 수소 에너지 활용을 위한 대용량 액체수소 인프라 구축까지 우리 기술의 현 주소와 미래를 짚어보는 깊이 있는 논의가 이뤄질 것입니다.

탄소중립과 수소 경제라는 거대한 두 시대의 흐름 앞에서 우리가 과학적으로 어떤 준비를 해야 하는지, 또 우리 정부가 정책적으로 어떤 지원을 할 수 있는지 도모하는 의미 있는 자리가 될 수 있도록 많은 관심과 참여를 부탁드립니다.

감사합니다.



한국기계연구원
원장 박상진



더불어민주당
국회의원 이상민



더불어민주당
국회의원 조승래



국민의힘
국회의원 김영식

PROGRAM

13:00 ~ 13:20 ('20)		등록 및 접수
13:20 ~ 13:50 ('30)	개회식	<ul style="list-style-type: none">● 개회사 - 박상진(한국기계연구원장)● 환영사 - 이상민(더불어민주당 국회의원), 조승래(더불어민주당 국회의원), 김영식(국민의힘 국회의원)● 축사 - 김복철(국가과학기술연구회 이사장), 용홍택(과학기술정보통신부 제1차관)
13:50 ~ 14:20 ('30)	기조연설	<ul style="list-style-type: none">● 수소 기술: 탄소 중립 사회로의 전환 - Detlef Stolten(Director, Institute of Techno-economical Systems Analysis(IEK-3), Juelich Research Center(Germany))
14:20 ~ 15:00 ('40)	Session 1 수소 활용 기술	<ul style="list-style-type: none">● 수소 사회 도래와 미래 비전 2030 - 김세훈(현대자동차 부사장)● 액화수소 활용 수소연료전지 추진 선박 개발 - Steinar Madsen(CEO, Topeka Holding, Wilhelmsen Group(Norway))
15:10 ~ 15:50 ('40)	Session 2 대용량 수소 액화, 저장, 운송	<ul style="list-style-type: none">● 린데가 구축하는 “수소의 세계(World of Hydrogen)” - Markus Bachmeier(Director, Linde Hydrogen FuelTech(Austria))● 대한민국의 액화수소 기반 수소사회 인프라 구축 전략 - 최병일(한국기계연구원 플랜트융합연구실장, 국토교통부 상용급 액체수소 플랜트 연구단 단장)
15:50 ~ 16:30 ('40)	패널토론	<ul style="list-style-type: none">● 김성복(수소융합얼라이언스 단장)● 문 일(연세대학교 교수)● 최동규(대우조선해양 중앙연구원장)● 최병일(한국기계연구원 플랜트융합연구실장, 국토교통부 상용급 액체수소 플랜트 연구단 단장)
16:30 ~ 16:50 ('20)		폐회

CONTENTS



기조연설



수소 기술: 탄소 중립 사회로의 전환

Detlef Stolten
Director, Institute of
Techno-economical Systems
Analysis(IEK-3),
Juelich Research Center
(Germany)



SESSION 1



수소 활용 기술



수소 사회 도래와 미래 비전 2030

김세훈
현대자동차 부사장



액화수소 활용 수소연료전지 추진 선박 개발

Steinar Madsen
CEO, Topeka Holding,
Wilhelmsen Group
(Norway)



SESSION 2



대용량 수소 액화, 저장, 운송



린데가 구축하는 “수소의 세계 (World of Hydrogen)”

Markus Bachmeier
Director,
Linde Hydrogen FuelTech
(Austria)



대한민국의 액화수소 기반 수소사회 인프라 구축 전략

최병일
한국기계연구원 플랜트융합연구실장,
국토교통부 상용급 액체수소
플랜트 연구단 단장



패널 토론



김성복
수소융합얼라이언스 단장

문 일

연세대학교 교수

최동규

대우조선해양 중앙연구원장

최병일

한국기계연구원 플랜트융합연구실장,
국토교통부 상용급 액체수소 플랜트
연구단 단장

2021 글로벌 기계기술 포럼

기조연설



수소 기술: 탄소 중립 사회로의 전환

Detlef Stolten
Director, Institute of Techno-economical Systems Analysis(IEK-3),
Jülich Research Center(Germany)

DETLEF STOLTEN

독일 옐리히 연구소 산하 기술경제시스템분과(IEK-3) 소장,
RWTH 아헨대 교수



Abstract

Biographical Information

수소 기술: 탄소 중립 사회로의 전환

기후 변화는 더 이상 이론적인 것이 아닌 실감할 수 있는 현실이 되었고, 전 세계에서 홍수와 산불 등으로 생명을 앗아가기 시작했다. 최근 발표된 IPCC 보고서는 “인간의 영향이 대기, 바다, 육지를 덮히고 있다는 것은 명백하며, 또 이로 인해 대기, 해양, 빙권 및 생물권에서 광범위하고 빠른 변화가 발생하고 있다”고 결론지었다. 또한 기후 변화의 주요 원인으로 이산화탄소(CO₂), 메탄(CH₄)을 꼽았으며, 지금까지 이산화황(SO₂)에 의한 대기오염 효과에 비해 경시되어 왔던 이들 온실가스에 의한 지구 온난화가 현재 우리가 느끼는 것보다 더 심각하다고 말하고 있다.

이는 단순한 기술개발로 그치는 것이 아닌, 재생에너지 기술의 실질적인 적용이 필요하다는 것을 의미한다. 재생에너지는 매일, 매시, 매분, 혹은 매 계절마다 변동이 심하기에 에너지 저장이 필요하다. 일반적으로 배터리를 통해 최대 몇 시간 동안 에너지 저장이 가능하지만, 그 이상은 가스 형태로만 저장이 가능한 상황이다. 수소는 전기분해를 통해 효과적으로 생성될 수 있는 가장 단순한 가스이며, 메탄과 달리 기후에 영향을 미치지 않는다. 향후 수소 운송에 기존 천연 가스 인프라를 상당 부분 사용할 수 있어 더욱 유용할 것이다.

산업기술이 탄소중립 공정으로 전환되면 산업분야에서 많은 양의 수소가 필요해질 것이기에, 기존의 에너지 분야 외에도 산업분야에 대한 고려도 필요하다.

지난 10년간 독일의 옐리히 연구센터 에너지기후연구소는 발전, 교통, 건물, 산업 등 각 에너지 수요 섹터를 하나의 연결된 에너지 시스템으로 모델링하고 이 시스템에서의 경제성을 갖춘 이산화탄소 감축 방법론을 연구해왔다.

이번 포럼에서는 2050년까지 1990년 대비 이산화탄소 배출량을 80%, 95% 감축하기 위한 감축 방법론과 올 6월에 결정된 독일 2045 기후중립 시나리오에 따른 예측 전망 등을 발표할 예정이다.

- 2000~현재 RWTH 아헨 대학교 교수(연료전지 학장)
- 1998~현재 옐리히 연구소 산하 기술경제시스템분과(IEK-3) 소장
- 1997~1998 독일 도르니에 위성시스템부문 마케팅 차장
- 1989~1997 독일 도르니에사 고체산화물연료전지(SOFC) 프로젝트 총괄 및 세라믹 연료전지 그룹장
- 1986~1989 독일 로버트 보쉬사 중앙연구원
- 1989 독일 클라우스탈 공업대 박사(금속 재료공학)
- 1986 독일 클라우스탈 공업대 석사(금속 재료공학)

2021 글로벌 기계기술 포럼

Session 1

수소 활용 기술



수소 사회 도래와
미래 비전 2030

김세훈
현대자동차 부사장

액화수소 활용 수소연료전지
추진 선박 개발

CEO, Topeka Holding,
Wilhelmsen Group(Norway)

김세훈

현대자동차 부사장
(연료전지사업부장)

SESSION 1



Abstract

수소 사회 도래와 미래 비전 2030

최근 전 세계적으로 지속가능성에 대한 고민이 깊어지는 가운데,
각국에서는 신재생에너지의 활용을 확대하기 위한 움직임과 함께 신재생에너지의 간헐성과
지역적 편차를 보완할 수 있는 솔루션으로 수소에너지를 주목하고 있다.
이에, 수소 사회로 가기 위한 국가 차원의 전략과 정책들이 세계 곳곳에서 발의되고 있다.

수소의 가능성에 착안한 이러한 변화는 산업 전반으로도 확산되고 있다.
자동차산업 뿐 아니라, 정유/에너지/제철/발전/IT 등 산업 전반에서도 수소경제를 선도하기 위한
움직임이 확산되고 있어 그야말로 에너지 패러다임의 변화가 산업을 이끌고 있는 것이다.

본 발표에서는 우리 삶과 밀접한 수소의 활용 사례를 보여준 자동차산업을 중심으로
이러한 수소사회로의 움직임을 살펴본다.

Biographical Information

- 2020~현재 현대자동차 연구개발본부 연료전지사업부 사업부장/부사장
- 2018~2020 현대자동차 연료전지사업부장/전무
- 2016~2018 현대자동차 연료전지개발실장/상무
- 1993~1997 독일 아헨공대 박사(기계공학)
- 1990~1992 서울대 석사(기계공학)
- 1985~1990 서울대 학사(기계공학)

STEINAR MADSEN

노르웨이 빌헬름센 해운그룹
토피카 유한회사 CEO



Abstract

액화수소 활용 수소연료전지 추진 선박 개발

이 혁신적인 HySHIP 사업에는 총 14개 유럽 파트너업체가 협력하여 액체수소로 구동되는 새로운 로로선(RO-RO vessel)의 설계 및 건조 작업을 비롯, 현실적인 액체수소 공급체인 및 벙커링 플랫폼 구축을 진행하고 있다. 새로운 선박은 노르웨이 해운그룹 빌헬름센(Wilhelmsen)에 의해 운용되어 노르웨이 해안을 따라 각지의 수소허브에 액체수소를 공급할 예정이며, 2024년 운용 개시를 목표로 하고 있다.

“토피카(Topeka)”란 이름으로 개발 중인 이 선박은 상업용으로 운용되는 세계 최초의 액체수소 활용 로로선이 될 것이며, 정해진 일정에 따라 연안 고객 화물 및 컨테이너화된 액체수소를 수소 허브로 운송할 예정이다. 노르웨이 서해안은 기지간 운송 대형 액화수소 운송에 적합한 운송로가 산재하여 있으며, 곳곳에 연안산업을 위한 기지들이 위치해 있다. HySHIP 사업은 선박을 비롯한 혁신적인 동력 시스템 및 공급네트워크 모두에 대한 대규모 실증사업이 될 것이며, 미래엔 벙커링 허브들을 통해 페리선을 비롯한 액체수소 대형 해양선박에 수소를 공급할 것이다.

빌헬름센 토피카 유한회사 슈타이너 매드센 사장은 “수소연료는 저공해 혹은 무공해 해운산업을 가능케 하며, “토피카”는 액체수소 연료를 사용하는 해상운송 시대의 첫 단추가 될 것이다. 빌헬름센 그룹은 통합 액체수소 인프라 및 산업생태계를 구축함으로써 이를 통해 동시에 매년 약 25,000대 가량의 트럭을 도로에서 줄일 수 있을 것”이라고 밝혔다.

Biographical Information

- 2021~현재 노르웨이 빌헬름센 해운그룹 토피카 유한회사 최고경영자
- 2018~2021 노르웨이 Mast Finans사 소유주
- 2015~2018 노르웨이 리사비카항구 최고경영자
- 2014~2015 노르웨이 Reliable Offshore Energy사 소유주
- 2006~2014 노르웨이 Det Stavangerske Dampskibsselskab(DSD)사 최고경영자
- 1998~2006 노르웨이 Det Stavangerske Dampskibsselskab(DSD)사 최고재무관리자
- 1991~1998 미국 앵커 드릴링 플루이즈사 그룹장

SESSION 1

2021 글로벌 기계기술 포럼

SESSION 2

대용량 수소 액화, 저장, 운송



린데가 구축하는
“수소의 세계(World of Hydrogen)”

Markus Bachmeier
Director,
Linde Hydrogen FuelTech(Austria)

대한민국의 액화수소 기반
수소사회 인프라 구축 전략

최병일
한국기계연구원 플랜트융합연구실장,
국토교통부 상용급 액체수소 플랜트 연구단 단장

MARKUS BACHMEIER

린데 수소연료기술 유한회사
국장



Abstract

Biographical Information

린데가 구축하는 “수소의 세계(World of Hydrogen)”

독일의 린데(Linde)는 수소분야에서 100년 이상의 경험을 토대로, 수소 생산, 가공, 저장 및 유통 분야의 글로벌 리더로 성장하였다. 린데만의 특별한 기술을 통해 수소 밸류체인인 모든 단계에서 활동 중이며, 세계에서 가장 뛰어난 액화수소 제조역량 및 유통 시스템을 통해 청정 수소에너지 전환을 이끌고 있다. 또한 약 1,000km에 이르는 파이프라인 네트워크와 결합된 세계 최초의 고순도 수소저장 동굴을 운영하여 고객들에게 안정적으로 수소를 공급하고 있다. 이와 더불어 전 세계 약 200여개의 수소충전소 및 80여개 수전해 플랜트를 설치·운영하고 있으며, 영국의 ITM Power와 합작하여 ILE (ITM Linde Electrolysis)를 설립, 최신 수전해 기술을 운용중이다.

전 세계 대다수의 수소액화플랜트는 린데를 통해 건설되었으며, 소형 및 대형 수소액화기의 원천 기술을 보유하고 있다. 하루 50톤 이상의 액화수소를 생산할 수 있는 대규모 플랜트에 대한 개념설계안을 가지고 있다. 시장이 성장하면서, 수소 액화기술의 대형화 및 맞춤형 설계로 총소유비용(TCO)을 낮출 것으로 기대한다.

린데의 수소충전소(HRS) 네트워크는 전세계에서 승용차, 택시, 버스, 대형 상용차량 및 페리선에 이르는 다양한 수소 모빌리티의 수소공급 인프라를 제공하고 있다. 린데 수소충전소는 다양한 필요조건에 맞추어 압축 시스템을 제공하며, 원천특허기술인 아이오닉 컴프레서 및 크라이오펌프는 뛰어난 신뢰성과 고에너지효율, 낮은 관리비용으로 새로운 혁신을 보여주었다. 수소전지 및 수소기술은 세계가 청정에너지로 전환함에 따라 모빌리티를 비롯한 여러 분야에서 큰 역할을 할 것이다. 세계적인 청정에너지 사회로의 변환에 따라 수소전지 및 수소기술은 모빌리티를 비롯한 여러 분야에서 주요한 역할을 할 것으로 기대된다.

- 2019~2021 린데 수소연료기술 Sales&Products 국장
- 2008~2019 린데그룹 수소솔루션글로벌부문장
- 1998~2008 독일 BMW 그룹 마케팅 부장
- 1991~1998 독일 보스턴 컨설팅 그룹(BCG) 컨설턴트
- 1993~1994 프랑스 INSEAD MBA
- 1984~1990 독일 뮌헨 공과대학교 Diploma(기계공학)

한국기계연구원 플랜트융합연구실 실장
국토교통부 상용급 액체수소 플랜트 연구단장



Abstract

대한민국의 액화수소 기반 수소사회 인프라 구축 전략

세계적으로 탄소중립 실현을 위한 재생에너지의 사용이 확대되고 있으며, 이러한 재생에너지의 저장, 활용을 위해 수소사회로의 전환이 진행 중이다. 수소사회로의 전환을 위해 수소의 생산, 이송, 저장, 활용 부분에서의 대용량 인프라 구축의 필요성이 늘어나고 있다.

액화수소는 대기압에서 저장이 가능하며, 기존 고압기체수소 대비 우수한 체적에너지 밀도를 가지고 있어, 수소의 대용량 이송, 저장 및 활용 측면에서 장점을 가진다.

본 발표에서는 이러한 액화수소를 생산, 저장하고 활용하기 위해 필요한 핵심 기술과 현재 대한민국에서 추진되고 있는 액화수소 기술 개발 및 정책 현황을 살펴본다. 최종적으로 대한민국에 가장 적합한 중장기적인 액화수소 기반 수소사회 인프라 구축 방안을 검토한다.

Biographical Information

- 2019~현재 국토교통부 상용급 액체수소 플랜트 연구단 단장
- 2001~현재 한국기계연구원 책임연구원
- 1992~2000 한국과학기술원 박사(기계공학)
- 1990~1992 한국과학기술원 석사(기계공학)
- 1986~1990 한국과학기술원 학사(기계공학)

2021 글로벌 기계기술 포럼

2021 글로벌 기계기술 포럼

탄소중립의 기반, 수소 기계기술

패널 토론

- **김성복** 수소융합얼라이언스 단장
- **최동규** 대우조선해양 중앙연구원장
- **문 일** 연세대학교 교수
- **최병일** 한국기계연구원 플랜트융합연구실장,
국토교통부 상용급 액체수소 플랜트 연구단 단장



김성복

수소융합얼라이언스 단장

문 일

연세대학교 교수

최동규

대우조선해양 중앙연구원장

최병일

한국기계연구원 플랜트융합연구실장,
국토교통부 상용급 액체수소 플랜트 연구단 단장

2021 글로벌 기계기술 포럼

탄소중립의 기반, 수소 기계기술

탄소중립과 수소 경제라는 거대한 두 시대의 흐름 앞에서
우리가 과학적으로 어떤 준비를 해야 하는지, 또 우리 정부가 정책적으로 어떤 지원을 할 수 있는지
도모하는 의미 있는 자리가 될 수 있도록 많은 관심 부탁드립니다.

www.kimm.re.kr/forum

문의 : 한국기계연구원 대외협력실
(T. 042-868-7329)



HYDROGEN BASED MECHANICAL TECHNOLOGY FOR CONVERTING TO CARBON NEUTRAL SOCIETY

