

국방논단

제2063호(25-40) 2025년 10월 27일

발행처 한국국방연구원
발행인 김정수
편집인 박수현

수소 에너지 기술의 국방 분야 적용 현황과 발전과제

박세현 | 한국국방연구원 국방자원연구센터
sehyeonpark@kida.re.kr
한세진 | 한국국방연구원 군사발전연구센터
tpwls902@kida.re.kr

수소 에너지는 에너지 안보와 기후변화 대응을 위한 핵심 청정에너지 중 하나로 부상하고 있으며, 국방 분야에서도 전략적 자산으로 활용이 확대되고 있다. 수소 연료전지는 고에너지 밀도와 저소음 특성을 바탕으로 잠수함, 전차, 드론 등 무기체계의 은밀성과 작전 지속성을 크게 향상시킨다. 미국과 중국은 수소 에너지 기술 패권을 두고 경쟁 중이며, 우리 군도 다양한 무기체계에 수소 연료전지를 탑재하여 전력화할 예정이다. 우리 군의 선제적이고 체계적인 수소 에너지 기술 전력화를 위해서는 다음과 같은 장비 개발을 넘어선 운용 기반 마련이 병행되어야 한다. 첫 번째, 군용 수소 연료전지 충전망 확충이 시급하다. 두 번째, 드론 시대에 부합하는 군용 수소 연료전지의 기술 투자 확대가 필요하다. 마지막으로, 군사 작전의 특성상 수소 연료전지의 안정성 확보는 필수적인 전제 조건이며, 고압 수소 저장탱크의 폭발 위험성과 누출 감지 문제 해결이 실전 배치를 위해 요구된다.

최근 에너지 안보와 기후변화 대응이 국가 안보 전략의 핵심 이슈로 부상하면서, 수소 에너지는 청정에너지이자 전략 자산으로서 그 중요성이 급부상하고 있다. 특히 미국 트럼프 행정부가 파리 기후협약 탈퇴를 선언하고 탄소 중립 기조에 역행하는 행보를 보이고 있음에도 불구하고, 수소산업은 글로벌 친환경 에너지 전환 흐름 중 하나로 성장하고 있다. 이는 에너지 공급망 다변화, 고탄소 산업의 탈탄소화 등 구조적 필요에 의해 추진되는 흐름으로, 각국의 전략적 산업정책으로 자리 잡아가고 있기 때문이다.

실제로 글로벌 수소 시장은 2050년까지 미국 약 3.5조 달러, 아시아 5.3조 달러, 유럽연합 2.5조 달러 등 약 12조 달러 규모(한화 약 1경 6,800조 원)에 이를 예정이다. 또한, 세계 수소 수출입량은 2050년까지 약 6억 1,400만 톤에 달하며, 이 중 약 4억 2,000만 톤은 국제 시장을 통해 거래될 것으로 예측된다.¹⁾ 이에 따라 수소 수출국들은 자국의 수소 생산 역량을 키우고, 국제 시장에 적합한 규제와 인프라를 구축할 필요성이 대두되고 있다.

현재 수소 에너지는 전 세계 전체 에너지 소비량을 기준으로 볼 때 그 비중이 크지 않으나 에너지 저장 수단으로서의 기능을 통해 미래 에너지 체계의 주요 요소 중 하나로 부상하고 있다. 특히 전 세계 최종 에너지 소비량의 2% 수준인 수소 관련 에너지는 2050년 약 12%까지 상승할 것으로 전망된다.²⁾³⁾ 또한, 한국에너지기술연구원(KIER)은 탄소 중립을 달성하기 위해 2050년까지 국내 수소 에너지의 공급 비중을 27%까지 확대할 필요가 있다고 제안한 바 있다.⁴⁾ 2022년 러시아-우크라이나 전쟁은 에너지 공급망의 취약성을 부각시켰으며, 이에 따라 주요국은 화석연료 의존을 줄이고 수소를 포함한 대체 에너지로의 전환을 가속화하고 있다. 수소는 전통적인 화석연료와 달리 어디에서나 존재하는 물(H₂O)로부터 생산이 가능하며, 태양광이나 풍력 등 재생에너지를 활용한 수전해(水電解) 기술을 통해 청정하게 제조될 수 있다. 따라서 자원이 부족한 국가라도 기술 기반만 확보된다면 안정적인 에너지원으로 활용할 수 있다는 점에서, 수소 에너지 기술은 에너지 주권 확보를 위한 핵심 기술 중 하나로 평가받고 있다. 미국, 중국, 독일 등 수소 에너지 기술 선도국들은 수소 생산과 저장, 유통을 위한 대규모 투자를 이어가고 있으며, 우리나라도 수소 에너지 기술을 국가전략기술로 지정하고 연구개발 및 인프라 확충을 본격화하고 있다.⁵⁾ 국방

1) 『에너지데일리』 (2025. 5. 19.). “[이슈] “글로벌 수소경제... 탄소중립을 향한 수소의 비전과 도전.”

2) 『Investor’s Business Daily』 (2024. 5. 1.). “Hydrogen Energy Lags in the Climate Race. But Don’t Count it Out.”

3) 『World Economic Forum』 (2022. 5. 23.). “Action on Clean Hydrogen is Needed to Deliver Net-zero by 2050. Here’s How.”

4) 『연합뉴스』 (2024. 10. 10.). “2050년 탄소중립 위해 수소에너지 비중 27%로 높여야.”

5) 신재은. (2023). “수소 정책 동향과 밸류체인별 수소 기술 개발 현황.” 『한국수소및신에너지학회』, Vol. 34, No. 6, pp.

분야 역시 이러한 에너지 전환의 흐름과 무관하지 않다. 군은 대규모 에너지 수요 주체로서 에너지 자립과 작전 지속성 확보를 위한 친환경 에너지 적용이 필수적이며, 우리 군은 2030년까지 군 시설 전력의 25%를 재생에너지로 전환할 계획이다.⁶⁾

이에 본고에서는 수소 에너지 기술에 대한 소개 및 군사적 가치를 조명하고, 수소 에너지 기술의 국방 분야 적용 현황과 미국·중국의 수소 에너지 기술 발전 동향을 분석한 후, 발전과제를 도출하고자 한다.

수소 에너지 기술의 개요 및 군사적 가치

수소 에너지 기술은 크게 수소를 생산하는 기술과 이를 활용하는 기술로 나뉜다. 먼저 수소 생산 기술은 물(H₂O), 메탄(CH₄), 암모니아(NH₃) 등 다양한 화합물에서 수소를 분리하는 데 초점을 둔다. 대표적으로 물을 전기분해하여 수소를 생산하는 수전해 기술, 천연가스를 고온의 수증기와 반응시켜 수소를 추출하는 수증기 개질⁷⁾(Steam Methane Reforming), 고온가스반응 기술 등이 있으며, 이들은 에너지원을 무엇으로 사용하느냐에 따라 탄소배출 특성과 경제성이 달라진다. 특히 수전해 기술은 태양광·풍력 같은 재생에너지뿐 아니라 원자력, 고온가스 등 다양한 전원을 기반으로 수소를 생산할 수 있어, 전략적 에너지원 확보 수단으로 주목받고 있다.⁸⁾

이와 별개로, 생산된 수소를 활용하는 기술의 중심에는 수소 연료전지가 있다. 수소 연료전지는 수소와 산소의 전기화학 반응을 통해 전기를 생산하는 장치로, 오염물질이 아닌 물만 배출하는 청정에너지 기술이다. 또한, 수소 연료전지는 다음과 같은 여러 측면에서 국방 분야 적용 시 장점이 존재한다.

첫 번째, 수소 연료전지는 전력 공급원으로서 기계적 소음과 열 배출이 적어 적의 탐지 위협에 상대적으로 자유롭다. 저소음·저열 특성을 가지고 있어 은밀한 작전 수행에 유리하여 야간 기동이나 도시지역 등 민감한 작전 환경에서 탐지 회피 능력을 도모할 수 있다. 두 번째, 수소 연료전지는 이차전지인 리튬이온전지에 비해 중량당 에너지 밀도(Wh/kg)가 훨씬 높다.⁹⁾

562-574.

6) 『에너지데일리』 (2018. 7. 11.). “2030년까지 군(軍)전력사용량 25% 재생에너지로 공급.”

7) 수증기 개질이란 탄화수소와 수증기를 고온에서 반응시켜 수소와 일산화탄소를 생산하는 공정을 의미한다.

8) 『가스신문』 (2023. 8. 8.). “수전해 기술은 고밀도 수소생산과 스택기술이 관건.”

이에 따라 장시간 지속 작전이 필요한 무기체계에 활용 시 장점이 극대화된다. 다만 순간 출력에서는 리튬이온전지가 우수하여, 장기간 운용과 더불어 가속성이나 급기동이 필요한 경우 리튬이온전지를 함께 사용하는 하이브리드 구동체계가 효과적이다. 마지막으로, 수소 연료전지의 다양한 수소 생산 기술은 에너지 공급망의 다양성과 회복탄력성을 확보하는 데 기여하며, 유사시 군의 자체 에너지 확보를 통해 작전 지속 능력을 실질적으로 강화하는 수단이 될 수 있다. 더불어 수소 연료전지를 기반으로 한 전기추진 시스템은 기계적 마모가 적어 내연기관 대비 유지보수 부담을 경감시키는 효과도 기대된다.

결과적으로 수소 에너지는 군사 작전의 은밀성, 지속성, 에너지 자립성 측면에서 전략적 가치를 높이며, 단순한 친환경 기술을 넘어 작전 운용성 향상과 에너지 전환을 선도할 잠재력을 지니고 있다.

수소 에너지 기술 국방 분야 적용 현황

수소 연료 생산 및 저장 기술

현재 우리 군은 수소 연료의 안정적 확보를 위한 자체 수소 생산 및 저장 체계를 아직 갖추지 못한 상황이나, 2021년 첫 민·군 겸용 수소충전소 준공을 시작으로 확대해나갈 계획이다. 실제로 국방부는 군용지 50곳에 추가로 민·군 겸용 수소충전소 설치를 제안한 상태이다.¹⁰⁾ 또한, 국방과학연구소(ADD)는 2022년 잠수함 내 메탄올 개질을 통한 수소 생산 기술을 개발한 바 있다.¹¹⁾ 이를 활용하면 별도 수소 충전시설이 필요 없어 수중에서의 연료 자립성 확보와 장기 작전 지속성 향상을 위한 기술적 기반으로 주목받고 있다. 이와 함께, 미국 등 일부 군사 선진국들은 야전 작전 환경에 적합한 기동형 수소 충전소 및 생산 장비를 개발하여 운용 시험 중에 있으며,¹²⁾ 이는 전방 지역에서의 에너지 보급 자립화와 보급선 단축을 위한 전략적 수단으로 평가된다. 이처럼 수소 생산 기술의 군사 환경 적용 단계는 아직 시험 단계에 머물러있지만, 작전 지속성과 에너지 자립도를 위한 기반 기술로서 향후 실전 배치되고, 확대될

9) Aristeidis Tsakiris. (2019). "Analysis of Hydrogen Fuel Cell and Battery Efficiency." World Sustainable Energy Days 2019. Wels, Austria. (2019. 2. 1.).

10) 『에너지데일리』 (2020. 6. 16.). "자운대에 국내 최초 민군 겸용 수소충전소 구축된다."

11) 『전자신문』 (2022. 2. 22.). "ADD, 잠수함 연료전지용 수소 생산기술 독자개발."

12) 『Air&Space Forces』 (2025. 4. 15.). "Air Force Piloting Hydrogen Energy Tech for Agile Combat Logistics."

여지가 있다.

수소 연료 동력 활용 기술

우리 군은 비교적 이른 시기에 잠수함에 수소 연료전지 기반 공기불요추진(Air-Independent Propulsion, AIP) 시스템을 도입하여 운용해왔다. 1,800톤급 손원일급(KSS-II) 잠수함에는 독일 Siemens사의 수소 연료전지 AIP가 장착되어, 잠항 시 산소 공급 없이도 최대 약 2~3주간 지속 작전이 가능하다.¹³⁾ 연료전지 AIP를 통해 잠수함은 디젤엔진 사용을 최소화하여 수중에서 저소음·저배출로 은밀성을 유지할 수 있게 되었는데, 이는 수중 작전능력 지속시간 확대에 크게 기여했다. 더불어 우리 군은 독자적 잠수함 개발 사업(KSS-III)에서도 향상된 수소 연료전지 추진체계를 채택하였다. 3,000톤급 도산안창호급 잠수함은 리튬이온전지와 수소 연료전지를 결합한 차세대 AIP 시스템을 갖추고 있어, 잠항 지속능력이 한층 증대되었다. 실제로 도산안창호급은 연료전지와 고성능 배터리의 조합 덕분에 3주 이상 물 위로 부상하지 않고도 임무 수행이 가능하다고 평가된다. 특히 2024년 진수된 장보고-III Batch-II 이봉창함에는 추진 기관과 연료전지 체계가 개선된 AIP가 적용되어, 높은 국산화율과 더불어 성능을 동시에 향상시킨 사례로 주목된다. 또한, 국방과학연구소는 한국군이 개발하는 잠수함의 잠항 성능을 개선하기 위해 잠수함 연료전지용 수소 생산기술을 독자개발한 사례가 있다.¹⁴⁾ 높은 잠항시간을 요구하는 잠수함의 경우 수소 연료 활용이 매우 효과적이며 이를 위해서는 고효율의 연료전지 탑재가 필수적이다. 이에 따라 국방과학연구소는 고순도 수소를 잠수함 내에서 직접 생산할 수 있는 잠수함 연료전지용 메탄올 수증기 개질 플랜트를 개발하여 국산 잠수함의 성능 향상에 크게 기여할 것으로 예상된다. 이처럼 우리 군은 잠수함에 수소 연료전지를 성공적으로 적용하여 조용하고 장기간 지속 가능한 수중전력을 구축해 나가고 있으며, 국방과학연구소 주관으로 잠수함 성능 향상 목적의 잠수함 연료전지용 수소 생산기술 독자개발에 힘쓰고 있다.

지상 장비 분야에서도 수소 연료전지 추진 기술의 도입을 위한 연구와 검증이 진행되고 있다. 차세대 K3 전차 개발 구상에서 수소 연료전지가 핵심 동력원 후보로 검토되고 있는데, 이는 세계

13) 『세계일보』 (2015. 9. 8.). “[한국의 무기 이야기] 적 핵심시설 타격...손원일급 잠수함.”

14) ADD 보도자료. (2022. 2. 22.). 『국방과학연구소, 잠수함 연료전지용 수소 생산기술 독자개발』.

최초로 수소 기반 스텔스 전차를 구현하려는 시도로 알려져 있다.¹⁵⁾ 현대로템은 K2 흑표 전차의 후속인 4세대 K3 전차에 하이브리드 디젤-전기 또는 수소 연료전지 전동화 파워팩을 적용하는 방안을 연구 중이며, 2040년 생산을 계획하고 있다.¹⁶⁾ 수소 전차의 가장 큰 장점은 엔진 소음과 열 배출 감소를 통해 스텔스 성능 향상 및 작전 거리 연장과 이에 따른 군수부담 감소를 기대할 수 있다는 점이다. 실제로 K3 전차가 수소 연료전지를 채택하면 물과 열만 배출하여 탐지 회피 능력이 크게 높아지고 정숙성이 향상되어 야간 기동 및 매복능력이 증대될 것이다. 또한, 전기모터 기반 구동으로 가속 성능이 좋아지고, 에너지 효율 향상으로 주행거리 500km 이상을 달성할 수 있다.¹⁷⁾



수소 연료전지 적용 도산안창호급 잠수함¹⁸⁾



ADD 개발 잠수함 연료전지용 메탈물 수증기 개질 플랜트¹⁹⁾

<그림 1> 한국군 주요 수소 연료전지 동력 활용 (예정) 해상 장비

장갑차 분야에서는 K806 차륜형 장갑차를 활용한 수소 연료전지 추진 실증이 진행 중이다. 방위사업청은 ‘차륜형장갑차 수소 연료전지 및 전동화 추진시스템 적용기술 개발’ 과제를 통해 K806 장갑차에 연료전지 전기추진 체계를 탑재하는 연구를 2026년까지 추진 중이다.²⁰⁾ 이 사업은 군용 차량의 전기구동화를 위한 소재·부품 기술개발의 일환으로, K806에 수소 연료전지와 모터를 장착하여 실제 주행 시험을 목표로 진행되고 있다. 수소 연료전지 장갑차는 유사시 배기가스와 소음이 거의 없어 정숙한 정찰 임무에 유리하고, 저온에서도 시동성이 좋아

15) 『글로벌이코노믹』 (2025. 5. 6.). “현대로템, 차세대 전차 ‘K3’ 디자인 특허...K2 계보 잇는다.”

16) 『한국경제』 (2024. 10. 23.). “현대로템, 세계 최초 수소연료 기반 차세대 첨단 전차 만든다.”

17) 『서울경제』 (2023. 12. 26.). “軍. 미래형 ‘전차’ 청사진은...韓 ‘K3’·獨 ‘KF-51’·美 ‘에이브럼스 X’ 누가 셀까[이현호 기자의 밀리터리!톡].”

18) 『투데이에너지』 (2024. 4. 1.). “범한퓨얼셀, 잠수함용 연료전지 기술 내재화.”

19) 『월간수소경제』 (2022. 2. 22.). “국방과학연구소, 잠수함용 수소 생산하는 기술 개발.”

20) 방위사업청 기동사업부 전차사업팀. (2022). 『청아람』. 방위사업청.

엔진 예열시간 없이 즉각 출동하는 장점을 기대하고 있다. 더불어 동일 과제로 50톤급 이상 전차용 대용량 연료전지 추진 기술 개발도 병행되고 있는데, 이는 앞서 언급한 K3 전차에 적용 예정인 수소 파워팩 기술의 선행 연구적 성격을 가진다. 요약하면, 육군 전투차량 분야에서 수소 연료전지 적용이 실증 단계에 진입하여 향후 친환경 고기동 장비로의 전환 토대를 마련하고 있다.



수소 연료전지 파워팩 기반 K3 전차 예상도²¹⁾



K806 장갑차 수소 연료전지 및 전동화 추진 시스템 적용기술 개발²²⁾

<그림 2> 한국군 주요 수소 연료전지 동력 활용 예정 지상 장비

무인항공기(UAV) 분야의 경우, 미국은 선제적으로 관련 연구를 시작했고 2009년 해병대 소형정찰기인 Ion Tiger에 수소 연료전지를 탑재하여 26시간 비행 기록을 세웠다.²³⁾ 또한, 2013년에는 액체수소 연료까지 활용하여 약 48시간의 비행 기록을 수립한 바 있다.²⁴⁾ 이 시험은 소형 UAV에 연료전지와 극저온 수소저장 기술을 접목한 것으로, 기존 배터리 드론의 체공 시간이 수시간에 불과했던 한계를 극복한 혁신적 성과였다. 미국 HevenDrones사의 차세대 군용 드론 Raider는 50파운드(약 23kg)를 탑재하고 10시간 이상 비행이 가능하며, 장거리 군사 임무에 적합하다고 평가된다.²⁵⁾ 우크라이나 드론 제조기업인 Skyeton사는 기개발된 무인기에 수소 연료전지를 탑재하는 방안을 구상하여 2025년 4월 수소 연료전지를 탑재한 군용 무인기인 Raybird 시험비행에 성공했다.²⁶⁾ Raybird는 18시간 이상 체공이 가능하게 설계되어²⁷⁾ 적

21) 『조선비즈』 (2025. 7. 25.). “현대로템, 수소연료전지 탑재 K3 전차 시제 개발.”

22) 방위사업청 보도자료. (2024. 3. 12.). 『방위사업청, 미래 무기체계에 수소연료전지 적용』.

23) 이충준 외. (2012). “연료전지 UAV를 위한 고체 상태 NaBH₄ 수소 발생 및 공급 시스템의 특성 연구.” 『한국항공우주학회』, Vol. 40, No. 10, pp. 901-909.

24) 김진욱 외. (2022). “Conceptual Design of Hybrid Electric Vertical Take-off and Landing(eVTOL) Aircraft with a Liquid Hydrogen Fuel Tank.” 『한국초전도·저온공학회』, Vol. 24, No. 2, pp. 27-38.

25) 『Breakingdefense』 (2025. 2. 13.). “Heven Drones Unveils New Hydrogen-powered, Long Range UAV at IDEX.”

후방 깊숙한 영역까지 정찰 및 타격임무 수행이 가능할 것으로 기대된다.

우리 군은 2021년 방위사업청 주도로 수소 연료전지 드론에 대한 신속시범획득사업 구매계약을 체결하여 첫걸음을 뗐다.²⁸⁾ 다만 실전 배치를 위한 기술성숙도는 아직 해외 선진 사례에 비해 낮은 수준이다. 따라서 미국처럼 수소 연료 보급 및 저장 기술까지 통합된 연구, 우크라이나와 같이 기존 검증된 드론에 연료전지를 적용해 신속 실전 운용 능력을 확보하는 등과 같은 접근법이 요구된다. 우리 군도 향후 본격적으로 UAV에 수소 연료전지를 적용함으로써 유사시 지속적인 정보수집 및 타격능력을 보강할 수 있을 것으로 기대된다.

미·중 수소 에너지 기술 발전 동향

세계 각국이 수소 에너지 기술에 주목하는 가운데, 미국과 중국을 중심으로 수소 에너지 분야가 전략 육성되고 있다. 바이든 전 행정부 시절, 미국은 2021년 「인프라법(Infrastructure Investment and Jobs Act)」 및 2022년 「인플레이션 감축법(Inflation Reduction Act)」 등을 통해 수십억 달러 규모의 수소 투자계획을 추진하고, 에너지부 주도로 청정수소 전략(Hydrogen Shot)을 발표하는 등 수소경제 선도를 위한 대규모 지원책을 시행 중이다.²⁹⁾ 또한, 미 국방부도 군용 수소 활용 연구에 적극 투자하고 있으며, 중국에 대한 기술 의존을 경계하고 있다. 2023년 미국 국무부 에너지차관보는 향후 청정에너지 공급망에서 중국이 수소 분야를 지배하지 못하도록 해야 한다고 강조하며, 수소 분야에서의 중국 의존 탈피 전략을 천명하였다.³⁰⁾ 이는 태양광에 이어 수소 에너지 기술까지 중국에 뒤처질 경우, 신재생 에너지 공급망 리스크가 커질 것을 우려한 발언으로 해석된다.

트럼프 현 행정부는 수소 에너지에 대한 전략적 중요성을 여전히 인정하고 있으나, 정책적 우호성은 낮아지고 있다. 2025년 5월, 미국 하원은 청정수소 생산 세액공제 관련 조항인 Section 45V

26) 『FlightGlobal』 (2025. 4. 25.). “Ukraine’s Raybird UAV flies with Hydrogen Fuel Cell.”

27) 『Unmanned Systems Technology』 (2025. 1. 8.). “Skyeton Develops Small UAS for Long-Range&Extended-Endurance Missions.”

28) 『연합뉴스』 (2021. 5. 17.). “소음 적은 ‘수소 드론’ 군 정찰 투입된다…11월부터 시범운용.”

29) U.S. Department of Energy. (2021). “Hydrogen Shot: An Introduction.” DOE(energy.gov/eere/fuelcells/articles/hydrogen-shot-introduction). (검색일: 2025. 6. 9.).

30) 『Reuters』 (2023. 10. 26.). “US Energy Transition Needs to Avoid China Dependence - State Dept Official.”

내 세액공제 적용 종료 시점을 2033년에서 2026년으로 단축시켜 재정 지원의 기한 축소를 검토 중이다.³¹⁾ 세액공제 종료 시점이 앞당겨지면 2026년 이후 착공되는 수소 프로젝트는 세제 혜택을 받을 수 없어, 기존 투자계획이 재검토될 가능성이 크다. 그럼에도 불구하고 휴스턴 항구의 수소 트럭 충전소 건설에 2,500만 달러(한화 약 350억 원) 규모의 연방 보조금 투입과 같은 핵심 인프라 투자 지원을 지속하여 수소산업 생태계의 기반을 유지하려는 움직임을 보이고 있다.³²⁾

한편, 중국은 세계 최대 수소 생산국으로 부상하며 수소기술 패권 경쟁의 주도권을 잡고 있다. 중국은 2020년대 들어 수소를 국가전략산업으로 육성하고 막대한 보조금과 인프라 투자를 통해 수소 연료전지 차량 보급과 충전소 구축을 가속화하고 있다. 그 결과 2023년 기준 전 세계 수소 생산량의 30%를 중국이 차지하여 2위인 미국(약 14%)과 두 배 이상 격차를 보이고 있다.³³⁾ 특히 중국은 수소 트럭·버스 등 상용 차량 분야에 주력하여 관련 기술과 시장 점유율을 높이고, 여기에 연계된 수소 충전소 인프라를 세계 최다 수준으로 확충하고 있다. 2024년 말 기준 중국 내 수소 충전소는 약 450개소에 달하여 인프라 면에서도 미국·유럽을 앞서 나가는 추세다.³⁴⁾ 또한, 중국 정부는 2023년 8월 국가 표준화 지침을 발표하여 수소 에너지 산업 전반에 걸친 국내 표준체계를 수립하고 있으며,³⁵⁾ 국제 표준화 기구에도 적극 참여하여 향후 글로벌 수소 표준 결정권을 확보하려는 것으로 보인다. 이러한 국제 표준 주도권 경쟁은 수소의 생산 방법이나 충전 압력·탱크 규격 등 기술표준 분야에서 미·중 간 견제가 나타나는 요인이다. 결국 미국은 중국 견제 및 법안 발의를 통해 자체 공급망 구축에 집중하였으나 트럼프 행정부 들어 수소 에너지에 대한 지원이 감소하는 추세이고, 중국은 대규모 내수시장과 정부 주도로 수소산업 생태계를 선점하면서, 수소 에너지 분야 경쟁력을 키워나가는 형국이다.

발전과제

수소 에너지 기술은 지속성, 은밀성이라는 장점에 힘입어 첨단 무기체계의 핵심 동력원으로 점차 부상하고 있으며, 우리 군도 잠수함, 전차, 무인기 등 다양한 무기체계에 수소 기반 추진

31) 『월간수소경제』 (2025. 5. 23.). “美, 청정수소 후퇴하나…인센티브제 폐지 위기.”

32) 『투데이에너지』 (2025. 1. 20.). “美 정부, 휴스턴항 수소 충전소 설립에 2,500만 달러 지원.”

33) 한국에너지기술평가원. (2024). “글로벌 수소 리뷰 2024.” 동향 다이제스트(energy.ketep.re.kr/globalenergy/site/main/board/trend_digest/20364). (검색일: 2025. 7. 21.).

34) 『Evcandi』 (2025. 2. 7.). “Nearly 80% of Global Hydrogen Refueling Stations are Located in Just Five Countries.”

35) International Energy Agency. (2023). *Global Hydrogen Review 2023*. IEA.

기술을 시도하고 있다. 그러나 우리 군이 이러한 기술을 선제적이며 체계적으로 전력화하기 위해서는 장비 개발을 넘어 운용 기반 마련이 병행되어야 한다. 첫 번째, 군용 수소 연료전지 충전망 확충이 시급하다. 국내 민간용 수소 충전소는 2024년 4월 기준 약 267개소로, 전 세계 기준으로 상위 보급 수준임에도 불구하고 접근성이 떨어지는 편이며, 군 부대 내 전용 차량 수소 충전소는 사실상 전무한 실정이다. 육군이 일부 지역 부대에 수소차를 도입해 시범 운용하고 있지만, 충전은 인근 민간 충전소에 의존하고 있어 군 운용의 제약이 크다. 수소 연료전지 장비를 본격적으로 전력화하려면 부대 내 군 전용 또는 이동형 수소 충전시설을 확보해야 한다. 특히 야지나 격오지에서는 고정식 공급장비보다 기동형 수소 장비가 유용하므로, 선진국 사례를 참고한 적극적인 연구개발이 요구된다. 실제로 미국은 공기 중 수분을 포집해 수소를 추출하는 자급형 수소 발전기인 HyTEC(Hydrogen at the Tactical Edge of Contested Logistics)을 해병대용 시제품으로 제작하여 배치하였다. HyTEC은 낙하산을 이용한 공중 투하가 가능하며, 설치시간도 30분도 걸리지 않아 기동성을 극대화하였다. HyTEC이 본격 전력화되면 수소 연료 재공급을 일정 부분 해결해 줄 것으로 기대된다.³⁶⁾ 또한, 미 해병대와 육군은 H-TaRP(Hydrogen Tactical Refueling Point) 시스템을 통해 알루미늄 펠릿과 물의 반응을 활용한 이동형 수소 생성·충전 솔루션을 개발하여 야전 실증을 진행 중으로, 이러한 시스템이 실용화되면 현장에서 생산한 수소를 기반으로 무인항공기와 전술차량 충전이 가능해진다. 이러한 사례들은 수소를 최전선에서 생성·활용함으로써 보급로를 단축하는 미래 군수 혁신의 방향을 제시한다고 할 수 있다.

두 번째, 드론 시대에 부합하는 군용 수소 연료전지의 기술 투자 확대가 필요하다. 해외 주요국들은 이미 수소 연료전지를 활용한 장기체공형 드론을 실증·운용하고 있으며, 이는 미래 감시정찰 및 타격 능력을 강화할 수 있는 핵심 수단으로 평가받고 있다. 우리 군도 단발적 시범사업을 넘어, 드론 플랫폼에 특화된 수소 연료전지 기술 확보와 운용개념 정립을 병행함으로써 수소 기반 무인전력 강화에 속도를 내야 한다.

마지막으로, 수소 연료전지의 안정성 확보는 군 도입을 위한 필요조건이며, 고압 수소 저장탱크의 폭발 위험성과 누출 감지 문제는 실전 배치를 위한 기술적 과제이다. 수소는 가볍고 확산성이 높아 누출 시 점화 위험이 크기 때문에, 연료전지 시스템의 내충격성, 밀폐성, 화재 대응 능력을 전투 환경에 맞게 강화할 필요가 있다. 따라서 기술 투자 시에는 출력 효율뿐 아니라 군 운용

36) 『Air&Space Forces』 (2025. 4. 15.). “Air Force Piloting Hydrogen Energy Tech for Agile Combat Logistics.”

환경에 적합한 안전 기준과 위협 대응 체계까지 함께 개발·적용되어야 할 것이다.

내연기관을 동력으로 하는 무기체계는 점차 무인화, 고성능화되며 발전을 거듭할 것이고, 동력원은 친환경 에너지 체계로 전환되어가는 변곡점에 놓여있다. 국가나 군 모두 친환경 시대에 걸맞은 수소 에너지 기술 투자를 소홀히 하지 말아야 할 이유이다.

※ 본지에 실린 내용은 집필자의 개인적 의견이며, 본 연구원의 공식적 견해가 아님을 밝힙니다.

최근호 및 차호 소개

제2061호(10월13일)	권현진, 군 가산복무자 확보를 위한 제언
제2062호(10월20일)	김진형, 부대 기획의 필요성 및 절차적 발전방향
제2063호(10월27일)	박세현·한세진, 수소 에너지 기술의 국방 분야 적용 현황과 발전과제
제2064호(11월 3일)	황인빈·강인호·남기현·오택영, 네덜란드 2025-2029 방위산업 및 혁신 전략의 주요 내용과 시사점

한국연구재단 등재학술지

『국방정책연구』 투고를 환영합니다

『국방정책연구』는 한국국방연구원에서 연 4회 발행하는 계간지로서 2008년 한국연구재단의 국내학술지 평가에서 2009년 1월 1일부로 등재학술지로 선정된 국방전문학술지입니다.

학계 및 관련 기관 연구자들의 안보·군사 등 국방정책 전반에 관한 원고를 모집하오니, 많은 투고 바랍니다.

원고 종류 안보, 군사, 인력, 군수, 정보화 등 국방정책과 관련된 논문

원고 분량 A4 용지 20~30매 내외(국방정책연구 원고집필요령 참조)

접수 방법 국방정책연구 논문투고시스템 <http://jdpskida.com>

문의 국방정책연구 담당 02-961-1291 / jdps@kida.re.kr

- 다른 곳에 발표되었거나 발표될 예정으로 있는 글이어서는 아니 되며, 순수한 창작 논문이 아닌 경우에는(연구 프로젝트의 요약이나 재정리 등) 그 내용을 밝혀야 합니다.
- 기고된 글은 본지의 편집 방향과 기준에 따라 실리지 않을 수도 있으며, 본지는 기고된 원고의 반환에 대해서 책임지지 않습니다.
- 다음의 원고 집필 요령을 반드시 지켜주시기 바라며, 이를 준수하지 않은 원고는 게재하지 않습니다.