BRIEFING

Vol. 218
2026. 8. 15

**발행처** 대전연구원 **발행인** 최진혁 **발행일** 2026. 8. 15

# 대전광역시 수소도시 조성방안 연구[1)]

정경석 공간환경연구실 선임연구위원

## 배경 및 필요성

탄소중립 사회로의 이행과 온실가스 감축을 위해 정부는 석유, 천연가스 등 화석연료 중심의 도시 에너지원 상당 부분을 수소로 전환하여 주택, 교통 부문에 공급코자 하고 있으며, 이를 위한 도시 내 수소 인프라 구축의 필요성이 점차 증대되고 있음

대전시의 전력 자립도는 3%수준으로 매우 낮아 외부 에너지원에 대한 의존도가 높고, 탄소중립 도시로의 전환을 위해 새로운 에너지원 확보가 시급한 상황임

본 연구는 수소경제 활성화 및 수소산업 육성을 위해 국토부에서 시범공모사업으로 추진하고 있는 수소도시 시범사업 공모제안에 대비하기 위한 기초적인 연구를 수행하는데 있음

핵심적인 대안 에너지원으로서 수소의 잠재적인 활용 가능성을 검토하고, 대전시가 수소도시로 성공적으로 전환하기 위한 종합적인 로드맵을 제시하고자 함

## 수소 경제로의 전환을 위한 전략적 필요성

대전시 수소도시 조성을 위한 차별화 전략은 도시철도 2호선으로 건설중에 있는 수소 트램의 안정적 운행과 관리를 위해 수소 트램 기반의 수소 전주기 생태계(수소 생산-저장-유통·공급-활용) 환경을 구축하고, 수소 보급 확대를 위한 수소 관련 인프라(배관망 구축 및 통합관제시스템 등)를 확충하는데 있음

### 탄소중립을 위한 대안 에너지원으로서의 수소

**(재생에너지의 간헐성과 낮은 전환효율성 대체)** 태양광, 풍력 등의 재생에너지는 특유의 간헐성과 에너지 저장 및 수송의 어려움 등으로 인해 재생에너지만으로는 미래 탈 탄소 에너지를 공급하는데 한계가 있음

**(수소에너지의 장점)** 활용단계에서 온실가스 등 유해부산물 배출이 없는 친환경성을 들 수 있으며, 연료전지 발전 시 높은 전기 전환 효율성과 다양한 에너지원을 이용한 수소 생산의 무한성과 발전, 수송(자동차/선박/항공), 산업공정, 소재 등 다양한 분야에서 활용이 가능하다는 점, 그리고 액화 압축기술과 수소 캐리어로서 암모니아 등을 활용한 용이한 저장 이동성 등을 들 수 있음

**(수소에너지의 단점)** 수소의 생산-운송-활용의 전 과정에서 대규모 인프라 구축이 필요하다는 점, 반응성/폭발성이 높아 고도의 안전 장치 마련이 요구된다는 점, 낮은 기술 성숙도 및 원가 감축이 필요하다는 점, 그리고 높은 저장 및 운송비용이 요구된다는 점임

### 분산형 전원으로서의 수소 인프라

**(수소연료전지를 통한 안정적인 전력 공급)** 비교적 높은 발전 효율성과 도심에도 안전하게 설치가 가능한 분산형 전원에도 적합한 친환경적인 전원으로 지속적인 시장 규모 확대가 예상됨

연료전지의 발전 효율은 운전장치 사용 전력과 열 손실을 감안해도 35~60% 이상이고, 열병합발전과 결합시 전체 효율은 80%까지 향상되며, 화력발전 대비 약 40%의 이산화탄소 배출량 감소와 약 26%의 에너지 사용량 절감이 가능함

1) 본고는 2025년에 수행한 정책과제 「대전광역시 수소도시 조성방안 연구」의 내용을 기초로 작성함

**(도심 입지에 적합)** 수소연료전지는 설비 크기가 작고 적층 설치가 가능해 최소 1MW 전력을 생산하는데, 약 179㎡만이 소요되는데 반해, 타 분산형 전원인 태양광발전시설의 경우, 3,000~4,000평(9,917~13,223㎡)으로 축구장 약 1.5개의 면적이 소요되며, 풍력발전시설의 경우, 태양광발전시설보다 약 2배면적이 더 소요되는 것으로 알려져 있어 도심 내에서는 수소연료전지 발전시설이 보다 적합하고 효율적인 발전시설로 알려져 있음

### 수소경제의 제약 요인

**(수소 수요의 불확실성)** 발전, 수송 등 주요 수요처의 시장이 아직 본격적으로 형성되지 않아 대규모 투자의 리스크가 상존함

**(가격의 변동성)** 수소 생산의 주요 원료인 LNG와 암모니아의 국제가격 변동성이 커 안정적인 사업 수익성 확보가 어려움

**(인허가 및 주민수용성 문제)** 수소 생산·저장시설은 위험시설로 인식되어 인허가 절차가 까다롭고, 님비(NIMBY) 현상으로 인한 사회적 갈등 발생 가능성 높음

**(자금조달)** 대규모 인프라 구축에 조 단위의 자본지출(CAPEX)이 필요하여 안정적인 자금 조달 방안과  다양한 시나리오를 고려한 수익 모델 제시가 필요함

**(기술 변동성)** 수전해, 암모니아 크래킹 등 핵심 기술이 빠르게 발전하고 있어 기술 표준화 및 경제성 확보에 대한 불확실성이 상존함

현재 주로 활용되고 있는 수소의 활용 방법은 부생수소 내지 천연가스를 개질(SMR)하여 기체나 액화수소 형태의 탄소포집 및 저장기술(CCUS : Carbon Capture, Utilization and Storage)로 전환하여 처리하는 방식(그레이 또는 블루수소)이 대부분으로, 물을 수전해하여 얻거나, 암모니아를 에너지 캐리어로 활용, 암모니아를 분해하여 수소를 추출하는 방식 등 수소 추출 관련 공정 기술의 상용화가 더 요구됨

## 수소시장 및 관련 정책 동향

**(국내 수소 생산설비)** 연간 3만 톤대의 생산능력을 확보하고 있으며, 현대차 주도의 수소차 시장 성장이 기대되고 있음. 다만, 생산 수소 대부분이 석탄, 천연가스 원료의 그레이/브라운수소가 대부분으로 그린수소는 약 0.7%에 불과해, 그린수소 R&D 투자 확대 등을 통한 단가 경쟁력 확보 유도 정책이 필요함

**(청정수소·암모니아 발전 확대)** 제11차 전력수급기본계획(2024~2038)에 따르면, 청정수소간 비용 경쟁을 통해 경제성 있는 무탄소 전력 공급 확대를 유도하고, 청정수소발전 입찰시장, 청정수소 인증제도를 활용해 무탄소 발전을 추진하는 한편 혼소율 상향을 지속적으로 추진하여 청정수소·암모니아 발전의 온실가스 감축 효과를 확대해 나갈 예정임

**(청정수소 발전 의무화제도, CHPS)** 일정규모 이상의 대규모 발전사업자에게 전력량의 일정 부분을 청정수소로 생산하도록 의무화하고, 정부가 매년 이 청정수소로 발전된 전기를 전력 도매사업자(한전)에 의무적으로 구매하도록 하는 제도를 시행 중에 있음

**(청정수소 인증제)** 수소 1kg 생산 시 발생하는 온실가스 배출량에 따라 1~4등급으로 인증하는 제도로, CHPS 입찰 자격 및 비가격 평가 요소로 활용되고 있음

**(수소도시 2.0 추진전략)** 기존의 생활권 단위 시범사업을 넘어, 도시 간 광역 연계를 통해 블루·그린수소를 도시 활동 전반에 활용하는 차세대 수소도시 모델을 제시하고 있음

## 에너지 수급 현황 및 전망

대전시는 에너지 다소비 도시임에도 불구하고 자체 생산 능력이 매우 취약한 에너지 구조를 지니고 있음

- 3%미만의 낮은 전력 자립도 및 1인당 최종 에너지 소비량도 전국 평균 이하에 그쳐, 지속가능한 도시발전을 위한 에너지 공급 및 수요 확대 전략 마련 필요

외부 에너지 가격 변동에 취약하며, 분산에너지 활성화 정책에 대응하기 어려운 구조적 한계를 지님

표 1. 대전시 에너지 사용 현황

| 지표 | 대전시 | 전국평균 | 진단결과 |
|---|---|---|---|
| 전력자립도 | 3.1% | 107.7% | 전력 소비량의 97%를 외부에서 조달 |
| 1인당최종에너지 소비량 | 1.67toe | 4.49toe | 상대적으로 에너지 소비 효율 높음 |
| 1인당 전력소비량 | 6,732kWh | 10,558kWh | 전국 평균의 63.8% 수준 |
| 신재생에너지 발전량 비중 | 0.02%* | 10.2%** | 전국 대비 매우 미미한 수준 |

* 대전신재생/전국총발전 비율
** 전국신재생/전국총발전 비율

대전시는 수소 관련 인프라와 산업 기반을 일부 갖추고 있으나 아직 초기 단계에 머물러 있음

- 동구 낭월동에 1일 1.2톤 규모의 소규모 수송생산시설 1개소가 운영 중에 있으며, 상업용 및 연구용 포함하여 총 15기의 수소충전소가 구축되어 있고, '24년말 기준 수소차 1,820대(전국의 4.85%)가 등록되어 있음

대전 수소산업의 특화도 비중이 높은 업종은 연구개발 및 과학기술 서비스 분야로서 압도적인 특화도를 보이고 있으며, 특히, 전기·전자공학 연구개발업(2.87), 기타 공학연구개발업(3.08), 자연과학 융합 연구개발업(8.53) 등에서 전국 최고 수준의 경쟁력을 확보하고 있음

그러나 수소 생산·저장·운송과 직결되는 핵심 제조업(강관, 압력용기, 발전기 등)과 건설업 분야에서는 특화도가 낮아 수소산업 생태계의 균형 있는 성장을 위한 수소산업 육성 정책 마련이 필요함

**(대전시 최종에너지 및 신재생에너지 수요 전망)** 2030년까지 대전시의 최종에너지 수요는 전력 등가 환산치 기준 34,606.99GWh로서, 이 중 신재생에너지 부문의 수요는 1,359.30GWh, 수소 등 신에너지 부문에서의 수요는 210.69GWh로 추정됨

표 2. 2030년 대전시 에너지 수요 전망치

| 구분 | 2030년 전망 | 신재생에너지* | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 소계 | 태양광 등 | 수소에너지 |
| 합계 | 34,606.98 | 1,359.30 | 1,148.61 | 210.69 |
| 산업 | 6,109.30 | 637.21 | 538.44 | 98.77 |
| 수송 | 12,387.21 | 237.21 | 200.44 | 36.77 |
| 가정/상업 | 13,858.14 | 160.47 | 135.59 | 24.87 |
| 공공/기타 | 2,252.33 | 324.42 | 274.13 | 50.28 |

출처 : 대전광역시 제6차 지역에너지계획(2020~2025) 상의 수요 전망치 천개를 GWh 단위로 변환 추정

* 신재생에너지에는 태양열, 지열 등 열 수요가 포함되어 있는 등 비전력 에너지원이 포함된 전력 등가 환산치로 실제 전력 수요와는 다름

## 수소 수요 및 생산량 전망

### 수송부문 수요

2030년 대전시의 1일 수소 수요량은 20.84톤/일로서 년간 7,607톤/년의 생산량이 필요한 것으로 예측됨

시간당 1,000N㎥의 기체수소를 생산할 수 있는 개질기 설비 2기를 갖춘 거점형 수소생산기지를 가정할 경우 3.8톤/일 공급이 가능하게 되어 최소 거점형 수소생산기지 6개소가 수송부문에서의 수소 에너지 자립률 100%를 달성될 수 있을 것으로 예상됨

### 비수송부문 수요(연료전지 발전)

수소 연료전지발전 원료로서 수소는 주로 산업부문과 가정/상업용, 그리고 공공/기타부문에서 주요 사용되고 있음

대전시 제6차 에너지기본계획 상 비수송 부문의 수소발전용 수소 수요의 전력 등가 환산치는 약 173.92GWh로 이를 수소 1kg당 전기변환효율 21~28kWh(출처:제1차 수소경제 이행계획)의 산술평균치(24.5kWh)로 수소생산량을 계상해 보면, 년간 7,099톤/년으로 추정됨

### 거점형 수소생산기지 공급 전망치

2030년 기준 대전시의 수송분야 7,607톤/년과 발전(비수송) 원료 7,099톤/년을 합산하여, 14,706톤/년이 소요될 것으로 예측되며, 이는 1,000N㎥/h 개질기×2기에서 하루에 3.8톤/일 생산하는 것을 전제 할 시 거점형 수소생산기지(2,000N㎥/h급 개질기) 11개소(10.6개소)가 최소 필요한 것으로 분석됨

전기 변환효율에 따라 다음 표와 같이 거점형의 수소생산기지가 최소 10~12개소가 필요한 것으로 분석됨

표 3. 대전시 거점형 수소생산기지 예측치(2030년 기준)

| 구분 | | 발전용 원료(톤/년) | 소송용 연료(톤/년) | 총수요 (톤/년) | 생산기지 (개소) |
|---|---|---|---|---|---|
| 변환효율 (kWh/㎏) | 21.0 | 8,282 | 7,607 | 15,889 | 11.5 |
| | 24.5 | 7,099 | 7,607 | 14,706 | 10.6 |
| | 28.0 | 6,212 | 7,607 | 13,819 | 10.0 |

## 수소 공급 및 인프라 구축 방안

대전시 자체의 단기적 수소생산기지 구축에 부합하는 입지 후보지를 검토하고, 그에 따른 사업모델(안)을 제시해 보면 다음과 같음

표 4. 수소생산기지 주요 후보지 특징

| 구분 | 회덕정수장 일대 | 신대공영차고지 일대 |
|---|---|---|
| 주민 수용성 | 주변 주거밀집구역 부재로 주민수용성 높음 | 주변 주거밀집구역 부재로 주민수용성 높음 |
| 주변토지 이용정합성 | GB지역이나 시설 폐지된 일부 정수장 부지 활용 가능 | 주변 자연녹지지역 및 GB지역 |
| 수소배관망 설치 경제성 | 약 1km 이내의 배관설비로 경제성 높음 | 약 3.5km의 배관설비로 경제성 보통 |
| 주변시설 연계가능성 | 인근 연축도시개발지구 및 연축 트램 차량기지, 신대공영차고지와의 연계 가능성 높음 | 신대 공영차고지와 인근 연축도시개발지구, 연축 트램 차량기지와의 연계 가능성 높음 |
| 개발가능성 | 3,300㎡이상 규모 개발시 GB관리계획 변경 및 도시계획시설(변경) 결정 필요<br>생활용수 처리시설은 휴지상태이나, 공업용수는 현재 가동중 | 신대차고지 박차 공간의 부족으로 차고지내 개발 불가능, 인접 부지 매입을 통한 개발 가능(GB관리계획 변경 및 도시계획시설 결정 필요) |
| 부지매입 | 상수도 특별회계 자산으로 일반회계로의 전환 필요 | 부지매입 필요 |

표 5. 수소생산기지 주요 후보지 특징(계속)

| 구분 | 대덕평촌지구 (산업시설용지3) | 낭월동수소생산 기지 일대 |
|---|---|---|
| 주민 수용성 | 공업지역내 입지, 주민수용성 높음 | 주변 주거밀집 지역과 충분한 이격으로 주민 수용성 높음 |
| 주변토지 이용정합성 | 주변 근린공업 및 공역지역 | GB지역(GB3~5등급)이나 국유지 60%이상 |
| 수소배관망 설치 경제성 | 약 7.5km의 배관설비로 경제성 낮음 | 약 17km의 배관설비 필요<br>off-site방식에 의한 T/T운송이 경제적 |
| 주변시설 연계가능성 | 주요 개발사업지구 및 기존 수소인프라와 성당거리 이격되어 있어, 연계 가능성 낮음 | 광역교통 연계가능하고 민원 리스크 낮음<br>기존 수소 관련 인프라(충전소 등)와 연계 용이 |

| 구분 | 대덕평촌지구<br>(산업시설용지3) | 낭월동수소생산<br>기지 일대 |
|---|---|---|
| 개발가능성 | 지구단위계획 허용용도상 수소생산설비 및 발전소 건립 가능, 별도의 개발계획 변경 불필요 | 3,300㎡이상 규모 개발시 GB관리계획 변경 및 도시계획 시설(변경) 결정 필요 |
| 부지매입 | 대전시 소유토지 | 국유지 외 일부 사유지 부지매입 필요 |

**(주요 입지 후보지)** 회덕정수장 일대와 신대공영차고지 일대, 대덕평촌지구내 산업시설용지3, 현 낭월동 수소생산기지 일대 등을 종합 검토한 결과를 보면 회덕정수장 인근 일대와 대덕평촌지구, 또는 현 낭월동 수소생산기지를 확장하여 활용하는 것이 가장 실현 가능성이 높은 것으로 분석됨

**(사업 모델안)** 대전시 수소도시 조성과 관련한 주요 사업모델(안) 및 추정된 소요 사업비는 다음과 같음

표 6. 세부 사업계획 및 추정 사업비

| 구분 | 사업비<br>(억원) | 세부 내역 | 비고 |
|---|---|---|---|
| 계획수립 | 5 | 수소도시 마스터플랜(MP) 수립<br>- 세부사업 별 실시설계는 개별 용역설계 | |
| 생산 | 229 | 수소트램 차량기지 인근 도시가스 개질형 생산기지 구축<br>- 1,000Nm3/hr × 2기 개질기 설치로 수소 3.8톤/일 공급<br>- 배관을 통한 신대 수소충전소, 수소트램 충전소 공급<br>- 출하기지를 통한 대전광역시 관내 수소충전소에 안정적 공급 | |
| 활용 | - | 수소트램 충전소 구축사업 국토부 공모사업 연계<br>- '26년 공모사업 선정 완료 및 '27년 말 준공 예정<br>- 3.25톤/일 수요<br>既구축한 신대 수소충전소 내 수소버스 수요 충족 | |
| | 82.5 | 연료전지 설치<br>- 한국수자원공사(10kW × 5대, 12.5억원)<br>- 구축예정인 대덕구청사, 주택단지(440kW × 2대, 70억원)<br>: 연료전지 30억원/대(10년 LTSA 포함)<br>: 연결공사 10억원(한전계통, 열배관 등) | |
| 교통 | - | 대전 도시철도 2호선 건설사업 연계 수소트램 34편성 공급 | 별도 사업 |
| | 12 | 신대 버스차고지의 수소버스 전환을 통한 수소 수요 확보<br>- 수소버스 6억/대 × 2대 | |
| 인프라 | 105 | 수소배관 약 3.5km 설치 (30억/km 산정)<br>- 수소생산기지~수소트램 충전소~신대 수소충전소 | |
| | 1.5 | 한국가스기술공사 수소DX센터 연결을 통한 통합모니터링 체계 구축(충청 초광역단위의 통합운영센터로 확대)<br>- 생산기지 : 0.7억, 충전소 : 0.4억 × 2개소 | |
| 소계 | 435 | | |

그림 1. 대전시 수소도시 구축 사업모델(안)