

국내 전력망 인프라 확충의 현실과 해결방안 모색

조홍종* · 구효정**

요약

최근 글로벌 기술패권 경쟁의 심화와 첨단산업의 중요성 증대로 인해, 국가 차원에서 바이오, 이차전지, 반도체와 같은 첨단전략산업의 경쟁력 강화를 위한 전력 인프라 확충 필요성이 대두되고 있다. 본 연구는 용인 반도체 클러스터를 중심으로 첨단전략산업에 안정적이고 비용 효율적인 전력공급을 지원하기 위한 방안을 제안하고자 하며, 송배전망 구축의 현황과 문제점을 검토하여 구체적인 인프라 확충 방안을 논의한다. 특히 첨단산업의 에너지 수요 증가에 따라 발생하는 송전망 건설의 지연 문제와 주민 수용성 확보의 중요성을 다루며, 전력망 인프라 구축을 위한 해외 사례를 참조하여 합리적인 대응 방안을 모색한다. 미국, 캐나다, 영국 등에서는 투명한 소통 체계와 기존 인프라 활용을 통해 갈등을 줄이고 있으며, 본 연구는 이러한 사례를 바탕으로 국내 적용 가능성을 검토한다. 또한 전력망 구축에 필요한 비용을 회수할 수 있는 요금 체계 개편의 필요성을 강조하며, 일본과 유럽 국가들의 발전사업자 비용 분담 방식을 참고하여 현실적이고 지속 가능한 비용 회수 방안을 제시한다. 본 연구의 결과는 국가 첨단산업 육성과 에너지 전환을 지원하기 위한 전력 인프라 구축 과정에서 실질적인 시사점을 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

핵심 주제어 : 전력망 인프라, 주민 수용성 문제, 비용 회수 구조 개편

* 제1저자, 단국대학교 경제학과 교수, hongcho@dankook.ac.kr

** 교신저자, 단국대학교 국제학부 조교수, betterme@gamil.com

〈논문 투고일〉 2025. 02. 03

〈논문 수정일〉 2025. 03. 04

〈게재 확정일〉 2025. 03. 05

I. 서 론

최근 글로벌 차원에서 기술패권 경쟁이 심화되고 첨단산업의 중요성에 대한 인식이 확산됨에 따라, 국가 차원에서 바이오, 이차전지, 반도체와 같은 첨단전략산업의 경쟁력을 강화하고 초격차를 유지하기 위한 대규모 지원의 필요성이 지속적으로 제기되고 있다.

한국과학기술기획평가원(2024)의 분석에 따르면, 주요 5개국의 국가 전략 기술 수준 평가에서 미국이 종합적으로 가장 높은 수준(100%)을 보유하고 있으며, 이어 EU(92.3%), 중국(86.5%), 일본(85.2%), 한국(81.7%) 순으로 평가되었다. 한국은 분야별로 이차전지에서 1위를 차지했으며, 반도체·디스플레이 분야에서는 선도국과 1.3년의 격차로 2위를 기록했다. 그러나 인공지능 분야에서는 4위(선도국과 2.2년 격차), 첨단바이오 분야에서는 5위(선도국과 3.1년 격차)로 나타나 여러 분야에서 기술 격차가 존재하는 것으로 평가되었다.

첨단전략산업은 미래 경제 성장과 일자리 창출에서 핵심적이고 주도적인 역할을 할 것으로 예상된다. 이들 산업은 4차 산업혁명과 함께 새로운 경제 패러다임을 구축하고 있으며, 이 분야에서의 선점이 미래 경쟁력 확보의 핵심 요인으로 작용하고 있다. 따라서 국가 차원의 첨단전략산업 경쟁력 강화를 위한 방안을 지속적으로 모색할 필요가 있다.¹⁾

첨단전략산업은 높은 기술력과 대규모 연구 인프라를 요구하며, 연구 및 생산 과정에서 대량의 에너지를 소비한다. 고성능 연구 시설과 복잡한 생산 공정을 운영하기 위해서는 상당한 에너지 소비가 불가피하므로, 이를 뒷받침할 수 있는 안정적이고 지속 가능한 에너지 공급 인프라가 필수적이다. 특히 정전과 같은 예기치 않은 사태는 기업에 막대한 비용을 초래할 수 있어, 보조금 지원과 세제 혜택 이외에도 선행적으로 안정적이고 지속 가능한 에너지 및 전력 공급 인프라 구축이 첨단전략산업의 지원에 있어 필수적인 요소이다.

현재 국가첨단전략산업 특화단지 중 용인 반도체 클러스터가 특히 주목받고 있다. 정부는 반도체 산업의 변동성에 선제적으로 대응하고, 4차 산업혁명 가속화로 반도체 수요가 지속적으로 증가하는 상황에 발맞추어 용인에 반도체 특화단지 구축을 추진하고 있다. 이를 통해 미래 시장 선점, 글로벌 경쟁력 강화, 국내 생산설비 확충을 목표로 하고 있다. 해당 지역의 전력 수요는 2029년 0.4GW에서 증가해 2042년에는 7GW, 2050년에는 10GW에 이를 것으로 예상된다.²⁾ 정부는 2030년부터 2036년까지 초기 수요 3GW를 충족하기 위해 산단 내 LNG 발전 시설을 건설하고, 2037년 이후 7GW 이상의 후기 수요는

1) 전정환, “국가첨단전략산업 경쟁력 강화 방안 모색”, 국회입법조사처 정책연구용역보고서, 2023.

2) 산업통상자원부·과학기술정보통신부 보도참고자료(2024.01.15.)

호남과 동해안 송전선로를 통한 원거리 발전 자원을 활용하여 대응할 계획이다.³⁾

국가 차원에서 첨단전략산업을 지원하기 위한 전력망 인프라 구축 계획이 마련되고 있으나, 한국전력의 부채 문제와 주민 수용성 문제로 인한 건설 지연 등의 이유로 적기에 인프라 구축이 가능할지에 대한 의문이 꾸준히 제기되고 있다. 앞으로 산업부문 전기화와 데이터센터 확산에 따른 전력수요 증가가 예상되는 한편, 발전부문에서는 탈탄소화 기조 속에서 재생에너지 확대가 예상되고 있어 추가적인 전력망 인프라 건설과 투자가 필수적인 상황이다.⁴⁾ 그러나 송배전망 건설 지연 문제와 더불어 비용 부담 주체 및 재원 조달 문제가 지속적으로 대두될 가능성이 크다.

본 연구는 송배전망 건설의 현황과 문제점, 관련 법령을 검토하고 해외 사례를 참고하여 합리적이고 효율적인 전력 인프라 구축 방안을 모색하는 것을 목적으로 한다. 특히 용인 반도체 클러스터를 중심으로 첨단전략산업을 지원하기 위한 비용 효율적이고 안정적인 전력 인프라 구축 방안을 제안하고자 한다. 또한 해외 사례 분석을 통해 전력 인프라 관련 주민 수용성 해결 방안을 모색하고, 송배전망 건설 투자에 있어 계통 운영자 및 기타 주체 간 비용 분담 개념과 사례를 검토하여 실질적인 시사점을 도출할 계획이다. 이에 따라, 본 연구는 향후 안정적인 전력 공급 인프라 구축과 관련된 문제 해결에 유용한 시사점을 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

II. 용인 반도체 클러스터 전력공급 계획

용인 반도체 클러스터는 국가첨단전략산업 특화단지 중에서도 가장 주목받는 지역으로, 성공적인 운영을 위해 해결해야 할 과제가 있다. 용인 클러스터에는 세계 최대 규모의 첨단 반도체 생산시설과 약 200개의 반도체 팹리스, 소재, 부품, 장비 기업들이 단계적으로 입주할 예정이다. 이에 따라 전력 수요는 2029년 0.4GW에서 시작해 점차 증가하여 2042년 이후에는 7GW 이상, 2050년에는 약 10GW까지 필요할 것으로 예상되며, 이는 현재 수도권 전력 수요의 약 4분의 1에 해당하는 수준이다. 따라서 해당 지역의 전력 수요를 충족하기 위한 전력 수급 대책이 반드시 필요하다.

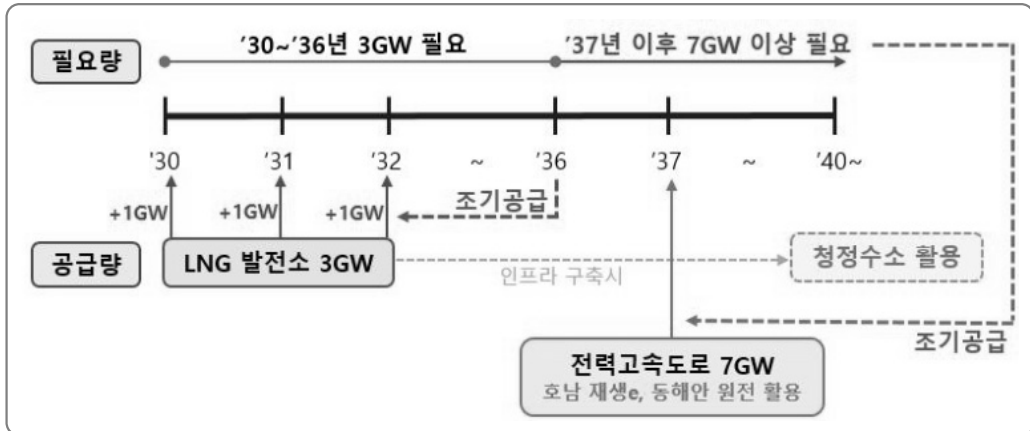
현재까지 발표된 계획에 따르면, 정부는 2030년부터 2036년까지 초기 수요 3GW를 충

3) 이데일리(2023.09.13.)

4) IEA(2023)

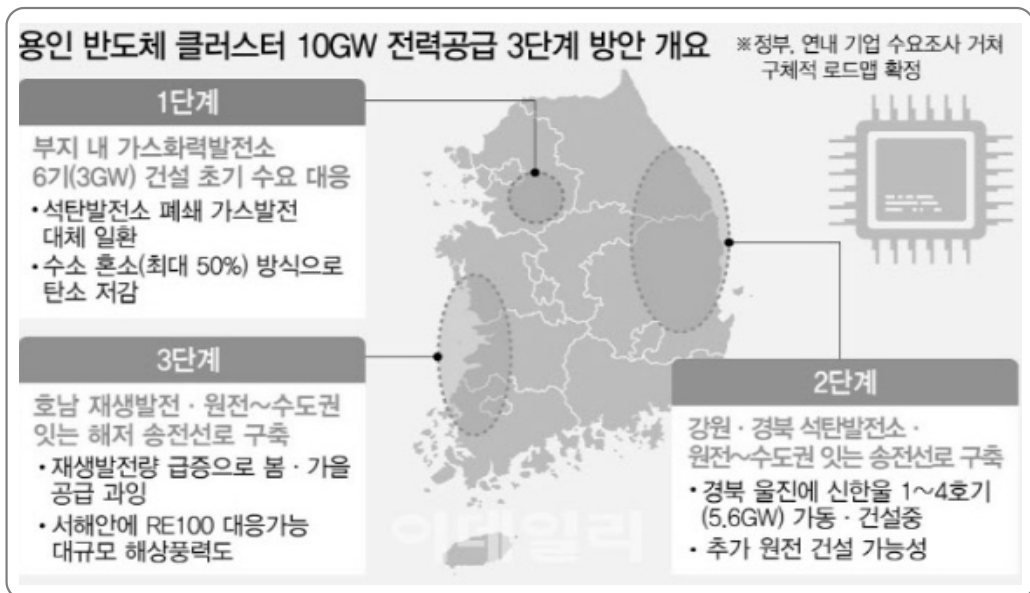
축하기 위해 산단 내 LNG 발전 시설을 건설하고, 2037년 이후 7GW 이상의 후기 수요는 호남과 동해안 송전선로 건설을 통한 원거리 발전 자원을 활용하여 대응할 계획이다([그림 1], [그림 2] 참조).

[그림 1] 용인 반도체 클러스터 전력공급계획(2024.01.15.)



출 : 산업통상자원부 · 과학기술정보통신부 보도참고자료(2024.01.15.)

[그림 2] 용인 반도체 클러스터 10GW 전력공급 3단계 방안



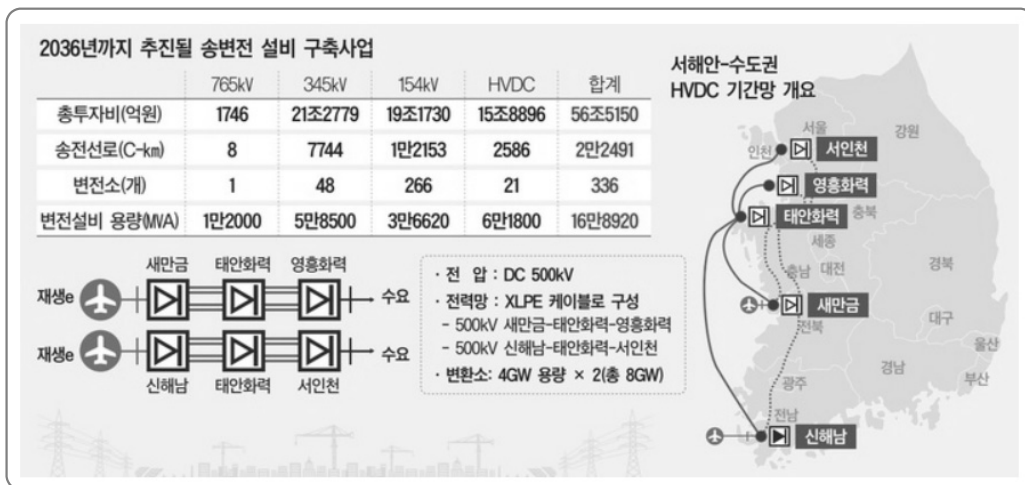
출 : 이데일리(2023.09.13.)

그동안 용인 반도체 클러스터 등 국가 전략산업을 위해 경제적 열 공급의 필요성이 대두되었지만, 국가 전력수급 상황을 고려할 때 대규모 집단에너지 시설을 새로 건설하기에는 어려움이 있었다. 이에 산업통상자원부의 지원을 받아 한국중부발전의 노후 LNG 발전소 대체 건설과 연계한 사업을 추진하여 안정적인 전력 공급과 반도체 산업의 경쟁력 강화를 동시에 기대하고 있다.⁵⁾ 해당 사업은 2024년 8월 6일 산업통상자원부로부터 허가를 받았으며, 2026년 하반기 준공을 목표로 진행되고 있다.

Ⅲ. 국내 전력 인프라 구축 계획과 현실

1. 장기 송변전설비 계획

[그림 3] 10차 장기송변전설비계획 설비별 구축사업 투자비



출 : 대한경제(2023.05)

2023년 5월에 발표된 “10차 장기 송변전설비 계획”은 2022년부터 2036년까지 15년 동안의 송변전설비 확충 계획을 다룬다. 한국전력공사는 이 기간에 약 56조 5천억 원을 투자할 계획이며, 이 중 34조 5천억 원은 원자력과 재생에너지와 같은 무탄소 전원의 전

5) SK E&S 미디어룸 홈페이지, 에너지경제연구원, “정부, ‘SK 용인 반도체 클러스터’ 집단에너지 사업 최종 허가”, 에너지 주요소식 주요뉴스, 2023.04.10.

력 계통 연계에, 나머지 22조 원은 국가첨단전략산업과 수도권 3기 신도시 등 신규 전력 공급을 위한 설비에 투자된다. 설비별로는 765kV에 1,746억 원, 345kV에 21조 2,779억 원, 154kV에 19조 1,730억 원, HVDC에 15조 8,896억 원이 투입될 예정이다([그림 3] 참조).

제10차 장기 송변전설비 계획의 주요 내용은 전력 수요 증가에 대응한 송변전설비 확충 및 보강, 원자력과 재생에너지 발전소의 계통 연계, 탄소중립 목표 달성을 위한 국가 기간 망 강화 등으로 요약된다. 또한, 계획에는 지속적인 난관이 되어온 주민 수용성 문제에 대한 해결 방안도 포함되어 있다.

2. 국가기간 전력망 확충 특별법안

2023년 10월 27일, 국민의 힘 김성원 의원은 국가기간 전력망 확충 특별법안을 처음으로 대표 발의했다. 이 법안은 국가·경제·안보 및 첨단산업의 경쟁력 확보를 위해 전력망을 적기에 구축하는 것을 목적으로 하며, 주요 내용으로는 ① 국가기간 전력망의 신속한 건설을 위한 전방위 지원체계 마련, ② 인허가 절차 간소화를 통한 사업 추진 속도 향상, ③ 기존 법과 차별화된 보상·지원 체계 구축을 통한 국민 피해 최소화 등이 포함된다.

2023년 12월 8일 이인선 의원이 일부 수정한 법안을 대표 발의하였으며, 신중한 검토가 필요한 부분에 대한 수정을 반영했다. 기존 법안이 345kV 이상의 송·변전설비를 대상으로 규정한 반면, 이 의원의 수정 법안은 국가기간 전력망 확충위원회가 지정한 사업에 한해 특별법의 적용 대상으로 한정하여 법 적용 범위를 보다 엄격히 설정하였다. 이 법안은 21대 국회 회기 종료로 폐기되었으나, 2024년 6월 20일 재발의되었다.

특별법안의 핵심 사항은 다음과 같다. 345kV 이상의 국가 핵심 전력망 구축을 위해 총리 산하 범부처·지자체 전력망위원회를 신설하고, 인허가 절차를 확대(기존 18개에서 신규 16개 추가, 총 34개)한다. 또한, 조기 합의 장려금, 보상 선택제, 주민 주도 재생에너지 사업 지원 등 차별적 혜택을 제공한다. 국가 핵심 전력망은 신에너지, 재생에너지, 원자력 발전 전력 공급을 위한 345kV 이상의 설비나 국가첨단전략산업 특화단지에 전력을 공급하는 송·변전설비를 의미한다.

이와 함께, 지자체별 인허가 지연을 방지하고 보상을 확대하기 위해 인허가 신속 처리 방안을 마련하고, 송전선 최외곽선 약 3m 이내 토지 소유자에게 매수 청구권을 부여하는 조항이 포함된다.

김성원 의원, 이인선 의원의 법안 이외에도 7건의 국가기간 전력망의 확충 법안이 국회

에 계류 중에 있다. 총 9건의 법안이 모두 건설 기간 단축에 중점을 두고 있다는 점은, 국가적 차원에서 송전망 문제 해결의 긴급성이 부각되고 있음을 시사한다.

3. 송배전망 건설 관련 주민수용성 문제

제10차 장기 송변전설비 계획, 용인 반도체 클러스터 전력공급 계획 등을 통해 송배전망 구축에 관한 논의가 지속되고 있으나, 과거 사례를 살펴보면 다소 난항을 겪을 가능성이 존재한다. 특히 송배전망 건설과 관련된 주민수용성 문제가 심각하다. 입지선정 문제, 사업 인허가 문제, 송전선로 시공 문제 등 갈등 및 주민수용성 문제로 인하여 송배전망 확충이 지속적으로 지연되는 문제가 발생하고 있다. 입지선정 문제는 사업 추진에 대한 원천 반대 및 선정위원회 비협조 형태로 나타나며, 사업 인허가 과정에서는 주민 설명회 거부와 관계기관 의견 회신 지연이 발생하고 있다. 송전선로 시공 문제의 경우 지역 주민 공사 방해, 지자체 시공 인허가 비협조 등의 형태로 나타나고 있다.

[그림 4]는 국내 주요 전력망 건설사업의 지연사례를 나타낸다. 건설사업 지연사례를 보면, 당초목표 대비 최소 66개월(동해안-신가평 HVDC(신한울NP), 신시흥-신송도 T/L)에서 최대 150개월(북당진-신탄정)까지 지연되었음을 확인할 수 있다.

[그림 4] 국내 주요 전력망 건설사업 지연사례

구분	대상 사업	당초목표	준공시기	지연기간
대규모 발전력 연계	500kV 동해안-신가평 HVDC(신한울NP)	'19.12월	'25. 6월	66개월
	345kV 북당진-신탄정(태안TP)	'12. 6월	'24.12월	150개월
	345kV 당진화력-신송산(당진TP)	'21. 6월	'28.12월	90개월
전력 공급	345kV 신시흥-신송도 T/L(바이오)	'23. 6월	'28.12월	66개월
재생E 연계	345kV 신장성변전소(서남해 해상풍력)	'21. 4월	'27. 9월	77개월

출 : 김호곤(2024.07.24.)

주민 수용성 문제의 대표적 사례로는 밀양 송전탑 사건이 있다. 이 사건은 경상남도 밀양시에서 765kV 고압 송전선 및 송전탑의 설치를 두고 밀양 주민들과 한국전력공사 간에 발생한 갈등이다. 2000년 1월, 산업자원부는 신고리 원전에서 수도권으로 전력을 보내기 위해 '제5차 장기전력수급계획'에서 765kV 고압 송전선과 송전탑 건설 계획을 발표했고,

이후 한국전력공사가 부지를 선정하고 주민설명회와 환경영향평가를 진행했다. 2007년 12월, 정부는 신고리 원전과 북경남 변전소를 연결하는 송전선로 건설을 승인했다.

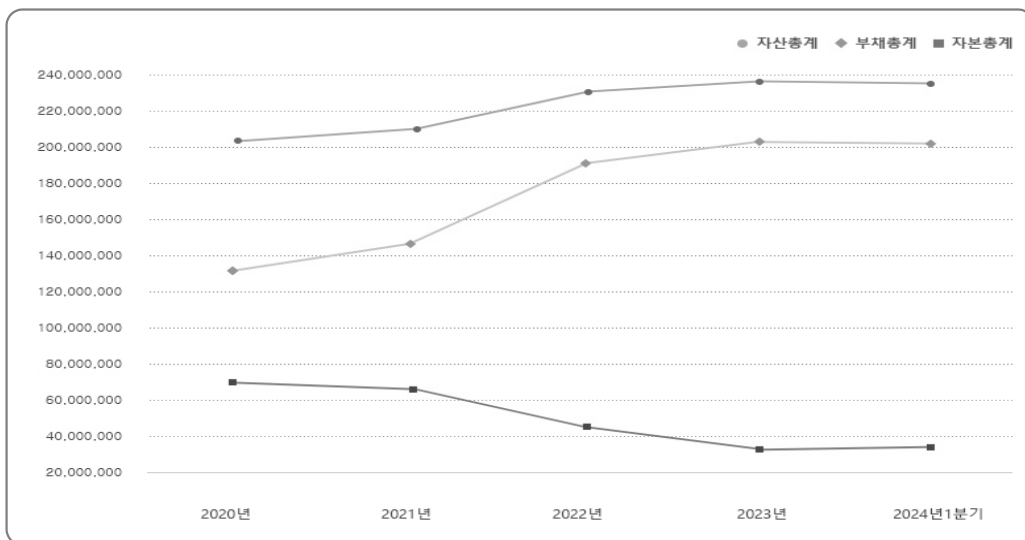
이에 2008년 7월 첫 주민 궤기대회가 열리며 양측의 의견 차이로 수차례 시위가 발생했고, 이 과정에서 주민 2명이 사망하는 일도 발생하였다. 이후에도 갈등과 시위가 지속되어 2014년에서야 송전선이 완공되었으나, 밀양 지역 내 갈등은 여전히 남아있는 상태다. 이러한 사례와 같이 전력 계통망 건설이 지속적으로 지연될 경우, 용인 반도체 클러스터에 안정적인 전력 공급에도 차질이 생길 우려가 크다.

4. 한전의 부채 문제

현재 국내 송배전망 확충 주체인 한전의 부채 상황이 심각하다. 2022년 기준 한전의 누적 부채 규모는 약 192.8조 원에 달했으며, 2023년에는 부채가 10조 원 이상 증가하여 누적 부채 총액이 202.5조 원으로 200조 원을 초과했다. 2024년 1분기에 흑자를 기록하며 부채가 소폭 감소해 200.9조 원 수준을 보였으나, 여전히 200조 원 수준에서 벗어나지 못하고 있다([그림 5] 참조).⁶⁾

[그림 5] 한전의 재무상태표 현황

(단위 : 백만 원)



출 : KEPCO 홈페이지

6) KEPCO 홈페이지

한국전력의 부채 문제는 안정적인 전력 공급과 에너지 전환을 위한 설비 투자 및 전력망 확충에 큰 걸림돌이 될 수 있다. 한전은 전국적으로 변환설비와 해저케이블을 구축하는 등 지속적인 전력 인프라 사업을 통해 전력 공급의 안정성을 유지하고자 하지만, 극심한 적자 상황으로 인한 사업 규모 축소 및 지연이 불가피할 경우 전력 공급의 질이 저하될 우려가 있다. 또한, 분산에너지 확대와 반도체 및 이차전지 같은 첨단산업 지원을 위한 송배전망 건설에서도 어려움을 겪을 가능성이 크다.⁷⁾

IV. 해외 전력 인프라의 갈등관리 관련 주요 사례

전력 인프라 구축 시 지역 주민과의 갈등 문제는 기후 변화에 대응하고 지속 가능한 에너지 전환을 이루는 데 중요한 과제로 여겨진다. 이러한 갈등은 주로 송배전망 설치나 재생에너지 프로젝트 추진 과정에서 발생하며, 이를 제대로 관리하지 못할 경우 사업 지연, 추가 비용 발생, 사회적 갈등 심화 등으로 이어질 수 있다. 따라서 갈등을 사전에 예방하고 발생 시 신속하게 해결하며, 후속 관리로 주민 수용성을 제고하는 것이 중요하다. 주민 수용성 강화를 위해서는 갈등의 예방, 해결, 사후 관리라는 세 가지 측면이 강조되며, 해외 사례를 통해 전력 인프라 갈등 해결 방안을 고찰할 수 있다.

먼저, 전력 인프라 구축 프로젝트의 초기 단계부터 갈등 예방과 관리가 필요하다. 이를 위해 여러 국가는 지역 사회와의 소통을 강화하고 갈등 요인을 미리 파악하는 다양한 접근 방식을 채택하고 있다. 예를 들어, 미국 미네소타주의 NextGen Highways 프로젝트는 기존 고속도로 인프라를 활용하여 고압직류(HVDC) 송전망을 설치함으로써, 신규 송전망 건설 시의 환경적 및 사회적 갈등을 최소화하고 있다.⁸⁾ 이는 고속도로를 따라 송전망을 배치해 추가적인 토지 사용을 줄이고, 공사 기간을 단축하여 갈등 발생 가능성을 낮추는 방식이다. 또한, 캐나다 앨버타주는 Alberta Electric System Operator(AESO)가 주관하는 주민 설명회를 열어 전력 인프라 프로젝트의 필요성과 장점을 설명하고 주민 의견을 적극 수렴하여 계획에 반영하는 소통 과정을 통해 갈등 예방에 기여하고 있다.⁹⁾ 영국의

7) 이지훈 외(2024)

8) NextGen Highways, “NextGen Highways Feasibility Study for the Minnesota Department of Transportation”, 2022.

9) AESO Engage 홈페이지, <https://www.aesoengage.aeso.ca>.

Planning Act 2008은 국가적으로 중요한 인프라 프로젝트(NSIP)에 지역 사회가 참여할 수 있는 기회를 제공함으로써 갈등 발생을 줄이기 위한 조치로, National Grid가 추진하는 송전망 프로젝트에 주민 의견을 반영하기 위해 워크숍과 공청회를 개최하고 이를 통해 프로젝트 계획을 조정·보완한다(산업통상자원중소벤처기업위원회, 2023; 이성재, 2023).¹⁰⁾

갈등이 발생한 경우에는 중재와 협상을 통해 이를 해결하는 것이 매우 중요하다. 이 과정에서는 제3자의 중재와 투명한 협상 절차가 필수적이다. 예를 들어, 독일의 KNE 센터는 재생에너지 관련 갈등 해결을 위한 중재 기관으로, 이해관계자 간 대화를 촉진하고 공정한 해결책을 제시하여 갈등이 장기화되지 않도록 기여하고 있다.¹¹⁾ 미국 연방 에너지 규제 위원회(FERC)의 Alternative Dispute Resolution(ADR) 프로그램은 소송 대신 중재와 협상을 통해 갈등 당사자 간 합의를 도출하여 시간과 비용을 절감하고 갈등을 신속히 해결하고자 한다.¹²⁾ 또한, 호주의 TransGrid는 지역 사회의 우려를 반영하고 갈등 발생 시 이를 해결하기 위한 협의체를 구성하는 커뮤니티 컨설팅 프로그램을 운영하여 갈등을 조정하고 해결에 중점을 둔다(산업통상자원중소벤처기업위원회, 2023; 이성재, 2023).¹³⁾

마지막으로, 전력 인프라가 완공된 후에도 지역 사회와의 지속적 소통과 사후 관리가 필수적이다. 사후 관리는 갈등이 재발하지 않도록 하고, 지역 사회와의 신뢰를 구축하는 데 중점을 둔다. 예를 들어, 독일의 TenneT는 지중 송전망 정보 센터를 통해 송전망이 지역 사회와 환경에 미치는 영향을 공개하여 주민 우려를 해소하고자 하며, 농업에 미치는 영향을 줄이기 위한 방안을 모색하는 파일럿 프로젝트도 시행하고 있다.¹⁴⁾ 스웨덴의 Vattenfall은 전력 인프라 프로젝트 완료 후에도 지속적으로 주민들과 소통하며, 피드백을 수집해 이를 바탕으로 프로젝트를 개선하여 지역 사회와의 신뢰를 강화하고 있다.¹⁵⁾ 또한, 미국 북동부의 해상풍력 프로젝트는 해양 생태계에 미치는 영향을 장기적으로 모니터링하여 환경적 영향을 줄이고, 주민 수용성을 높이려 한다. 이처럼 장기 모니터링은 특히 해상풍력 프로젝트에서 중요한 역할을 한다(산업통상자원중소벤처기업위원회, 2023; 이성재, 2023).¹⁶⁾

전력 인프라 건설 과정에서 발생하는 주민과의 갈등은 지속 가능한 에너지 전환과 기후

10) United Kingdom. "Planning Act 2008", 2008.

11) KNE 센터 홈페이지. <https://www.naturschutz-energiewende.de/dialog-mediation/moderation-mediation/>

12) FERC ADR 홈페이지, <https://ferc.gov/enforcement-legal/legal/alternative-dispute-resolution/dispute-resolution-service>.

13) Transgrid 홈페이지. <https://www.transgrid.com.au/community/social-licence-program/>

14) TenneT 홈페이지. <https://www.tennet.eu/about-tennet>

15) Vattenfall, "Materiality analysis 2022".

16) NOAA Fisheries, "2024 State of the Ecosystem New England", 2025.

변화 대응을 위해 해결해야 할 과제이다. 갈등을 예방하기 위한 사전 조사, 이해관계자와의 소통, 중재와 협상을 통한 갈등 완화, 사후 관리를 통해 지역 사회의 신뢰를 구축하는 것이 필수적이다. 해외 사례를 통해 알 수 있듯, 갈등을 예방하고 신속히 해결하며, 후속 관리로 주민 수용성을 제고하는 것이 성공적인 에너지 프로젝트 수행의 핵심 요소이다. 전력망 구축의 모든 단계에서 주민과의 소통을 강화하고 그들의 우려를 반영함으로써, 전력 인프라 건설의 효율성을 높이고 안정적인 에너지 공급과 기후변화 대응에 장기적으로 기여할 수 있을 것이다.

V. 송배전망 건설 관련 비용 부담의 문제

해외 주요국에서는 송배전 사업자가 직접 송배전망의 건설과 투자를 담당하고 있으며, 소매판매사업자와 발전사업자로부터 투자 비용을 회수하는 구조이다. 전력 소매판매사업자는 최종 소비자에게 전력을 공급하여 소매판매 전기요금을 확보하고, 이를 기반으로 전력망 관련 요금을 지불하고 있다. 전력망 관련 요금은 소매전기요금에 반영되므로 최종 소비자가 공동으로 부담하고 있다고 할 수 있다.

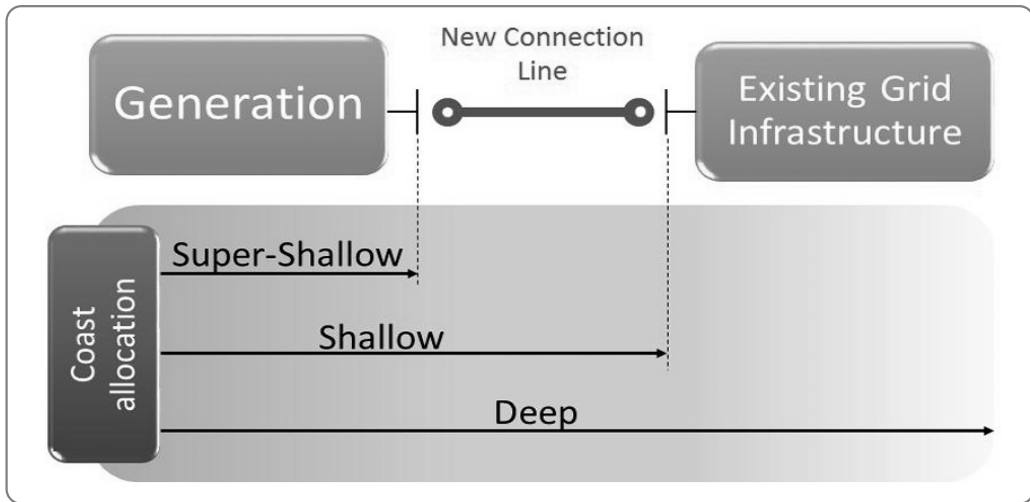
비용 부담의 기본 개념으로는 송전선로 건설 및 운영 시 발전사와 계통운영자 간의 부담 방식이 초경부담(Super shallow), 경부담(Shallow), 중부담(Deep)으로 구분된다([그림 6] 참조). 초경부담 방식은 송전 접속 고객에 비용을 부담하지 않고 모든 비용을 사회화하는 방식이다. 경부담 방식은 접속 고객이 자신이 이용하는 설비 및 관련 비용만을 지불하는 형태이며, 중부담 방식은 경부담보다 확장된 방식으로 송전 접속에 필요한 모든 공용 송전망 보강 및 추가 설비 비용을 부담하는 방식이다.¹⁷⁾

해상풍력 사례를 통해 보면, 초경부담 방식에서는 해상 풍력발전기 설치 비용과 소내 계통을 통해 스위치야드까지 연결되는 선로 비용까지만 발전사가 부담하며, 그 이후 공용선로 비용은 계통운영자가 부담하는 구조이다. 경부담 방식은 해상 풍력발전기 설치비와 소내 계통을 포함하여 공용 송전망과 연결되는 스위치야드까지의 비용을 발전사가 부담하게 된다. 중부담 방식에서는 경부담 방식의 비용에 추가로, 해상 풍력발전기부터 송전선로까지 모든 송전 접속에 필요한 공용 송전망 보강 및 추가 설비 비용까지 발전사가 부담하게 된다.¹⁸⁾

17) 김경태(2018).

18) 김경태(2018).

[그림 6] 계통운행사-발전사간 비용분담 범위

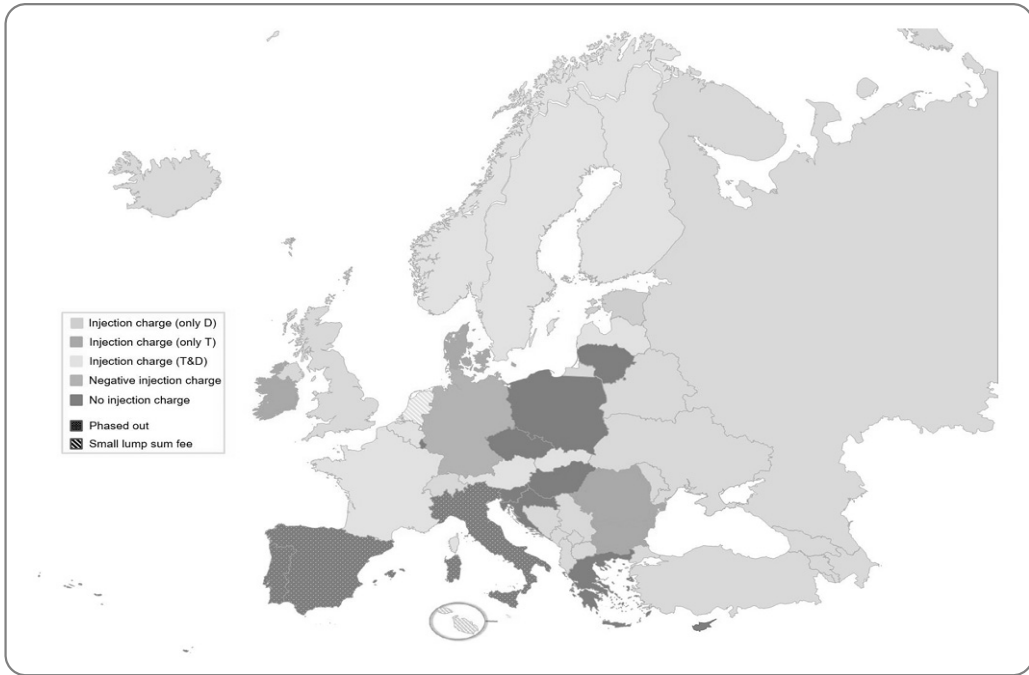


출 : 김경태(2018)

전력시장에서는 전력망 관련 비용으로 Injection Charge와 Connection Charge가 존재한다. Injection Charge는 전력 생산자인 발전사업자가 발전소에서 생산된 전력을 전력망에 주입할 때, 즉 송전선에 연결하여 전력을 공급할 때 부과되는 요금이다. 전력망 운영자는 이 요금을 통해 송전 인프라의 유지보수, 전압 조정, 전력 흐름 관리 등 전력망의 효율적 관리와 유지에 필요한 자금을 확보하며, 이는 다양한 발전원에서 주입되는 전력을 안정적으로 관리하고 망 안정성을 유지하기 위한 운영 비용으로 사용된다. 또한, 특정 지역의 전력 수요가 높은 경우 추가 비용을 이 요금을 통해 분담할 수 있어, 지역별 차등화가 발생할 수 있다.

ACER(2023) 보고서에 따르면, 유럽에서는 평가된 국가 중 절반 이상(오스트리아, 벨기에, 불가리아, 덴마크, 에스토니아, 핀란드, 프랑스, 아일랜드, 라트비아, 몰타, 네덜란드, 노르웨이, 루마니아, 슬로바키아, 스웨덴)에서 네트워크 사용자에게 Injection Charge가 부과되고 있다. 프랑스(배전망), 몰타(배전망), 네덜란드(전송망과 배전망 모두)에서는 계량, 행정, 관리 비용 등을 위한 소액의 일괄 수수료 형태로 부과되어 TSO나 DSO 비용의 일부만을 회수하고 있다. 대부분의 국가(오스트리아, 벨기에, 핀란드, 프랑스, 라트비아, 네덜란드, 노르웨이, 스웨덴, 슬로바키아)는 송전 및 배전 요금에 모두 Injection Charge를 적용하고 있다. 반면, 불가리아, 덴마크, 아일랜드, 루마니아는 송전 요금에만 적용하고 배전 요금에는 적용하지 않으며, 에스토니아는 배전 요금에만 적용하고 송전 요금에는 적용하지 않는 차이를 보인다(그림 7 참조).

[그림 7] 2022년 기준 유럽 Injection Charge 적용현황



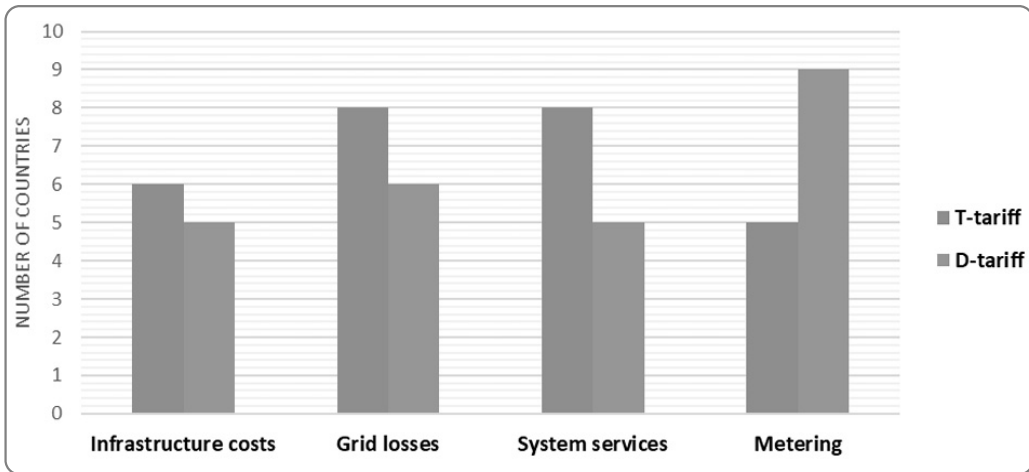
출 : ACER(2023)

나머지 10개국(키프로스, 체코, 그리스, 헝가리, 이탈리아, 리투아니아, 룩셈부르크, 포르투갈, 슬로베니아, 스페인)에서는 송전 또는 배전 비용 회수를 위한 Injection Charge를 적용하지 않고 있다. 이들 국가 대부분에서는 Injection Charge가 한 번도 부과된 적이 없으며, 이탈리아, 포르투갈, 스페인에서는 해당 요금이 단계적으로 폐지되었다.

일반적으로 Injection Charge는 인프라 비용 회수보다는 손실 보전 및 시스템 서비스와 같은 단기적 변동 비용을 지불하고 회수하는 목적이 더 크다고 볼 수 있다([그림 8] 참조).

Connection Charge는 새로운 발전소, 산업 시설 또는 대규모 전력 소비자가 전력망에 새로 연결되거나 기존의 연결을 유지하거나 업그레이드할 때 부과되는 일회성 요금으로, 경부담과 중부담 방식과 밀접하게 연관되어 있다. 이 요금은 전력망과의 물리적 연결을 구축하거나 개선하는 데 필요한 인프라 비용을 회수하기 위한 목적으로 부과되며, 새로운 연결이 네트워크를 강화할 경우, 다른 네트워크 사용자들도 그 혜택을 누리게 된다. 이에 따라 일부 비용은 사회화되어 “네트워크 사용 요금”으로 충당된다. Connection Charge는 발전사업자뿐만 아니라 최종 소비자에게도 부과될 수 있다.

[그림 8] 유럽 국가별 Injection Charge를 통한 비용회수 항목



출 : ACER(2023)

주 : T-tariff : TSO 요금 / D-tariff : DSO 요금

Connection Charge는 인프라 구축 비용 충당, 전력망 업그레이드 비용 충당, 그리고 공정한 비용 분담을 위해 부과된다. 인프라 구축 비용과 관련하여, 새로운 발전소나 시설이 전력망에 연결되기 위해서는 송전선과 변전소 등 다양한 인프라가 필요한데, 이 요금은 그러한 설비 구축에 소요되는 비용을 충당하기 위해 부과된다. 망 업그레이드의 경우, 기존 연결을 유지하거나 더 큰 전력 용량을 지원하기 위해 전력망을 개선해야 할 때, 해당 요금이 적용될 수 있다. 또한, 공정한 비용 분담을 위해 새로운 연결이나 확장으로 인해 발생하는 비용을 해당 사업자가 부담하도록 Connection Charge를 부과하게 된다.

[그림 9] 유럽 국가별 경부담, 중부담 적용 현황

Transmission	Shallow	●	●	●		●	●	●		●	●	●	●		●	●			●	●		●	●	●	●	●	●		
	Deep				●				●					●			●	●			●		●		●	●		●	●
Distribution	Shallow	●		●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		●		●		●	●	●	
	Deep		●		●				●	●	●		●	●	●			●	●		●	●	●	●	●	●		●	●

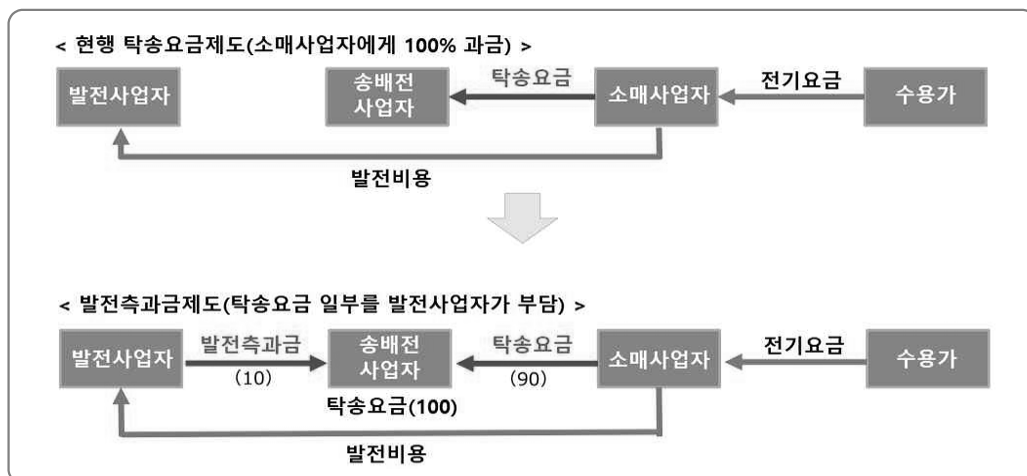
출처 : ACER(2023)

ACER(2023)에 따르면, 유럽 28개국 중 10개국(오스트리아, 불가리아, 키프로스, 체코, 프랑스, 아일랜드, 이탈리아, 룩셈부르크, 네덜란드, 폴란드)에서는 경부담(Shallow) Connection Charge가 적용되고 있으며, 5개국(크로아티아, 노르웨이, 포르투갈, 스페인, 스웨덴)에서는 송전망과 배전망 모두에 모든 네트워크 사용자에게 중부담(Deep) Connection Charge가 적용되고 있다. 나머지 13개국(벨기에, 덴마크, 에스토니아, 핀란드, 독일, 그리스, 헝가리, 라트비아, 리투아니아, 몰타, 루마니아, 슬로바키아, 슬로베니아)에서는 경부담 요금과 중부담 요금이 병행 적용되고 있다.

또한 모든 국가에서 송전망과 배전망에 연결된 소비자들은 모두 Connection Charge를 부담해야 하며, 대부분의 경우 소비자 요금은 경부담 형태로 개별 실제 비용을 기준으로 부과된다. 배전망에 연결된 소비자들은 대체로 사전에 정해진 일괄 요금이나 표준화된 단위 요금을 적용받는 것이 일반적이다.

일본에서는 기존에 소매사업자가 송배전망 이용 요금을 탁송요금 형태로 100% 부담해왔다. 소매사업자는 최종 소비자로부터 전기요금을 받아 이를 통해 탁송요금을 지불하므로, 해당 비용은 전기요금에 반영되어 최종 소비자가 분할하여 부담하는 구조였다. 그러나 최근 일본에서는 발전 측도 송배전망 이용 요금의 일부를 부담하는 제도 도입(안)이 본격적으로 추진되고 있다.¹⁹⁾

[그림 10] 현행 탁송요금제도 및 ‘발전측 부담제도’ 개요

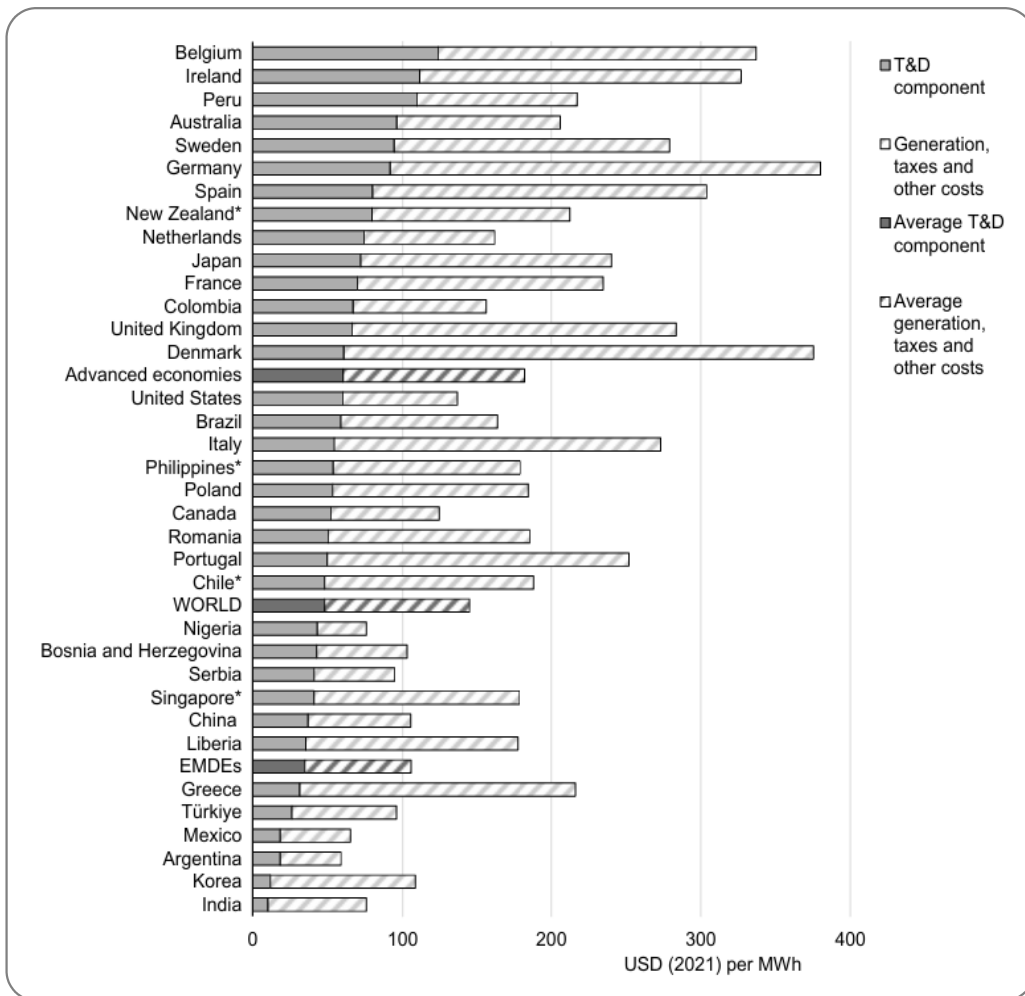


출 : 에너지경제연구원(2024)

19) 에너지경제연구원, “일본의 발전측 송배전망 이용요금 분담금 제도 도입(안)”, 세계 에너지시장 인사이트 제23-7호, 2024.08.08.

일본은 인구 감소와 에너지 효율 강화로 인해 전력 수요 증가세가 둔화되고 있다. 한편, 재생에너지 도입 확대에 계통 연계 수요가 증가하고 기존 송배전 설비의 노후화로 개보수 및 교체 필요성이 높아지면서 송배전 관련 비용이 증가하고 있다. 재생에너지 도입에 따른 송배전망 접속 용량 증가와 낙후된 송배전망의 교체 필요성으로 인해 향후 송배전망 유지 및 운영 비용이 확대될 것으로 예상되지만, 인구 감소와 수용가의 자가발전 및 소비 확대 등으로 회수되는 탁송요금은 감소할 것으로 전망된다.

[그림 11] 유럽 국가별 Injection Charge를 통한 비용회수 항목



출 : IEA(2023)

탁송요금을 최대한 억제하면서도 안정적인 전력 공급과 재생에너지 도입 확대를 지원하는 데 필요한 투자를 가능하게 하기 위해, 송배전망 유지·운영비용의 안정적인 회수가 보장되어야 한다. 이에 따라 일본 정부는 송배전망 유지·운영 비용 중 일부, 즉 탁송요금의 10%를 발전사업자가 부담하도록 하는 ‘발전측 송배전망 이용요금 부담금 제도(이하 발전측 부담제도)’ 도입을 결정하였다. 자원에너지청 산하 전력·가스기본정책소위원회는 이 제도를 2024년에 도입하기로 확정하였다.

IEA(2023)에 따르면, 2021년 기준 국가별 전력망 관련 비용이 가정용 전기요금에 반영되는 수준을 살펴보면, 한국은 MWh당 12달러로 유럽의 여러 국가가 MWh당 100달러를 초과하는 것과 큰 차이를 보이고 있다. 일반적으로 가정용 전기요금에서 전력망이 차지하는 비중은 20~30%이지만, 페루, 호주, 미국 등 일부 지역에서는 발전 믹스와 높은 송배전 비용으로 인해 이 비율이 50%에 육박한다. 대부분의 경우, 송배전(T&D) 요금 중 배전 부문이 약 2/3를 차지한다. 이와 같은 결과는 한국의 낮은 전기요금이 전력망 관련 비용을 소매 전기요금에서 충분히 회수하지 못하는 주요 원인임을 보여준다.

VI. 결 론

1. 요약 및 한계점

향후 국가첨단전략산업 육성의 중추적인 역할을 수행할 용인 반도체 클러스터에 안정적이고 지속가능한 전력공급 방안 마련이 시급한 상황이다. 산업단지 조성에 맞춰 안정적인 전력공급 인프라가 구축되어야만 글로벌 반도체 산업 패권 경쟁에서 충분한 경쟁력을 확보할 수 있다. 현재 수도권-비수도권 간의 전력수급 불균형이 극심한 가운데, 최고 10GW의 전력을 사용하는 용인 반도체 클러스터가 구축된다면 전력계통 불안정성이 심화될 것으로 예상된다.

정부 차원에서 (1단계) 부지 내 가스화력발전소 3GW, (2단계) 동해안-수도권 송전선(HVDC) 구축, (3단계) 서해안-수도권 송전선(HVDC) 구축으로 전력공급 및 인프라 구축 계획이 마련되어 있는 상태이지만 앞서 주민수용성 문제로 인해 송전탑 및 송전선 건설이 매우 지연되는 사례를 살펴본 바 있다. 또한 현재 한전의 부채 문제로 인하여 건설비용 및 주변지역 지원금을 감당하기가 어려운 실정이다.

전력망 확충과 관련하여 본 연구는 국가적인 차원에서 에너지 전환 및 첨단산업 지원을 위한 전력 인프라 확충의 필요성을 강조하였다. 본 연구의 핵심적인 논지는 송전망 구축 과정에서 나타나는 주민 수용성 문제 해결과 효율적인 비용 회수 체계 도입의 중요성이다. 두 가지 주요 논지를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 해외의 성공적인 사례들처럼 전력망 확충 시 주민들의 수용성을 높이기 위한 체계적 대응이 필요하다. 이를 위해 갈등 예방부터 사후 관리에 이르기까지의 전 과정을 투명하게 운영하고, 주민 의견을 사전에 반영할 수 있는 소통 창구를 마련해야 한다. 미국의 NextGen Highways와 같은 사례는 기존 인프라를 활용하여 환경적·사회적 갈등을 줄이는 방법을 보여주며, 캐나다와 영국은 주민과의 소통을 통해 프로젝트 지지와 협력을 강화하고 있다. 이러한 사례들은 국내 전력망 확충에 있어 갈등을 예방하고 해결하는 방향성을 제시하며, 보다 원활한 추진을 위해 벤치마킹이 필요하다.

둘째, 전력망 확충에 필요한 재정적 부담을 안정적으로 해소하기 위해 요금 체계 개편이 필수적이다. 국내의 경우 발전사업자와 최종 소비자 모두가 비용을 분담하는 방식으로 요금 체계를 재정비하여, 송전 인프라 투자 비용을 회수할 수 있는 구조를 마련하는 것이 필요하다. 일본은 송배전망 사용료의 일부를 발전사업자가 분담하도록 제도를 개편하고 있으며, 유럽 여러 국가에서도 송전망 관련 요금을 최종 전기요금에 포함시켜 비용을 분산하고 있다. 이처럼 인프라 구축에 소요된 비용이 장기적으로 회수될 수 있도록 전기요금 체계를 합리적으로 조정하는 방안이 필요하다.

2. 미래사회에 대한 시사점

이 같은 두 가지 과제가 해결되지 않을 경우 단순히 용인 반도체 클러스터에 안정적인 전력을 공급할 수 없을 뿐만 아니라 향후 에너지 전환 및 첨단전략산업 지원과정에서 안정적인 전력공급을 위한 전력 인프라 구축과 관련한 모든 상황에서 문제가 발생하게 될 것이다. 한국의 주력 수출품인 반도체 생산이 차질을 빚게 될 것이기 때문에 미래 경제성장을 하락으로 이어지게 된다. 송전망 문제는 범부처 컨트롤타워를 통하여 해결하도록 대통령이 나 국무총리 산하에 국토 종합 인프라 건설청을 신설하고 도로, 철도, 항만 등의 기본인프라 계획과 에너지 인프라 계획을 동시에 수립해야 한다. 이러한 국가 총력을 다하여 국민들을 설득하고 조기 건설될 수 있도록 인센티브 제도를 마련해야 한다. 또한 향후 전력망 확충 과정에서 주민 수용성 문제에 대한 적극적인 대응과 함께 재정적 지속 가능성을 보장하는 요금 체계의 개편은 국가 에너지 정책의 핵심 과제로 인식할 필요가 있다.

참고문헌

- 국가첨단전략산업 경쟁력 강화 및 보호에 관한 특별조치법(약칭: 국가첨단전략산업법)[시행 2023. 7. 1.] [법률 제19205호, 2022. 12. 31., 일부개정].
- 김경태, 2018. “고압직류송전(HVDC) 접속설비 건설에 대한 합리적인 비용분담 방안에 관한 연구”. 서울대학교 공학전문대학원 공학전문석사학위 연구보고서.
- 김호곤, 2024.07.24. “전력망 적기 확충을 위한 주요 해결 과제”. 전력망 적기 확충을 위한 혁신 대토론회 발표자료.
- 대한민국 대통령실 홈페이지, 2023.03.15. “尹 대통령, 반도체 등 첨단산업 육성은 죽느냐 사느냐의 문제...서두르지 않으면 안 돼”.
- 산업통상자원부, 과학기술정보통신부 보도참고자료, 2024.01.15. “세번째, 민생을 살찌우는 반도체산업(「국민과함께하는민생토론회」) “세계 최대·최고 반도체 메가 클러스터” 조성방안 발표”.
- 산업통상자원중소벤처기업위원회, 2023.11. “국가기간 전력망 확충 특별법안 검토보고”. 제410회국회(정기회) 제10차 산업통상자원중소벤처기업위원회.
- 에너지경제연구원, 2024.08.08. “일본의 발전측 송배전망 이용요금 분담금 제도 도입(안)”. 세계 에너지시장 인사이트 제23-7호.
- 에너지경제연구원, 2023.04.10. “정부, ‘SK 용인 반도체 클러스터’ 집단에너지 사업 최종 허가”. 에너지 주요소식 주요뉴스.
- 이데일리, 2023.09.13. “용인 반도체 클러스터 전력대책 밑그림 완성...송전망 등 난제 풀까”
- 이성재, 2023.05.16. “해외 전력 인프라의 갈등관리 관련 주요 사례조사”. *전기저널*.
- 이지훈, 홍원준, 조홍종, 2024. “국내 전력시장의 구조적 문제점과 근본적 개선방안 연구”. *산업연구*. 48(1), pp. 79-114.
- 전정환, 2023. “국가첨단전략산업 경쟁력 강화 방안 모색”. 국회입법조사처 정책연구용역 보고서.
- 한겨레, 2024.07.22. “용인 반도체 전력공급 관촬을까...전문가 “일부 지방 분산을””.
- 한국과학기술평가원, 2024.02.28. “2022년 기술수준평가”.
- 한국전력공사, 2023. “제10차 전력수급기본계획 장기 송변전설비계획(2022~2036)”.
- ACER, 2023. “Report on Electricity Transmission and Distribution Tariff Methodologies in Europe”.

- AESO Engage 홈페이지, <https://www.aesoengage.aeso.ca>
- FERC ADR 홈페이지, <https://ferc.gov/enforcement-legal/legal/alternative-dispute-resolution/dispute-resolution-service>.
- IEA, 2023. “Electricity Grids and Secure Energy Transitions : Enhancing the foundations of resilient, sustainable and affordable power systems”.
- KEPCO 홈페이지, <https://home.kepco.co.kr>.
- KNE 센터 홈페이지. <https://www.naturschutz-energiewende.de/dialog-mediation/moderation-mediation/>
- NextGen Highways, 2022. “NextGen Highways Feasibility Study for the Minnesota Department of Transportation”
- NOAA Fisheries, 2025. “2024 State of the Ecosystem New England”.
- SK E&S 미디어룸, 2024.06.05. “SK E&S-한국중부발전, 용인 반도체 클러스터 집단에너지사업 공동 추진”, 보도자료.
- TenneT 홈페이지. <https://www.tennet.eu/about-tennet>
- Transgrid 홈페이지. <https://www.transgrid.com.au/community/social-licence-program/>
- United Kingdom, 2008. “Planning Act 2008”.
- Vattenfall, “Materiality analysis 2022”.

Challenges and Solutions for Expanding Power Grid Infrastructure in Korea

Hong Chong Cho* · Hyojung Koo**

ABSTRACT

In light of increasing global competition in advanced industries, the need to enhance the competitiveness of key strategic sectors, such as biotechnology, secondary batteries, and semiconductors, has become critical. This study aims to propose effective and stable power supply solutions for supporting advanced industries, with a focus on the Yongin Semiconductor Cluster. The research examines the current state and challenges of power grid construction, highlighting issues related to construction delays and the importance of gaining public acceptance for transmission projects. Drawing from international case studies in the U.S., Canada, and the U.K., the study explores solutions for minimizing social conflicts through transparent communication systems and leveraging existing infrastructure. Furthermore, the research emphasizes the need for a restructured electricity pricing system to effectively manage infrastructure costs, referencing cost-sharing practices for transmission networks observed in Japan and European countries. This study's findings provide practical insights for building robust energy infrastructure to support national advanced industries and facilitate energy transition goals.

Key Words : Power Grid Infrastructure, Community Acceptance Issues, Reforming the Cost Recovery Structure

* First Author, Professor, Department of Economics, Dankook University, hongcho@dankook.ac.kr

** Corresponding Author, Assistant Professor, Department of International Business Administration, Dankook University, betterm@gmail.com

