

지역 간 전력 수급 불균형과 송전망 제약 완화 기술

한국의 전력 수급 구조는 생산지와 소비지가 분리되어 있는 것이 특징이다. 2023년 기준, 수도권은 전체 전력의 39.3%를 소비하지만 생산 비중은 25.4%에 그친다. 반면, 원자력과 재생에너지 설비가 집중된 경상·전라권은 전체의 50.6%를 생산하지만 소비는 39.2% 수준이다. 이로 인해 남부 지방에서 생산된 잉여 전력을 수도권으로 수송하는 과정에서 송전 선로의 혼잡과 전력 손실이 발생한다.

특히 남부에서 수도권으로 향하는 송전 선로의 이용률이 통상적인 안정 범위를 넘어선 85~90%에 달하는 등 포화 상태가 지속되고 있다. 송전망의 물리적 확장이 지연되는 상황에서 기존 교류(AC) 송전망 방식만으로는 늘어나는 전력 유통량을 감당하기 어렵다. 이는 발전 제약(송전 용량 부족으로 발전기를 돌리지 못하는 상황)과 계통 불안정성을 유발하는 주된 원인이 된다.

이에 대한 기술적 해법으로 손실률을 줄이고 대용량 장거리 전송이 가능한 초고압 직류송전(HVDC)과 계통 유연성을 높이는 에너지저장장치(ESS) 도입이 추진되고 있다. 또한 장기적으로는 대규모 송전이 필요 없는 분산에너지 시스템을 확대하여 송전망에 집중된 부하를 분산시키는 방식이 병행되고 있다.

핵심용어

복상 조류(Northbound Power Flow)

남부 지방의 발전 단지에서 생산된 전력이 수요가 많은 수도권으로 이동하는 흐름을 뜻한다. 현재 이 구간의 송전 용량이 한계에 도달해 계통 운영의 주요 제약 요인이 되고 있다.

HVDC (초고압 직류송전)

교류(AC) 전력을 직류(DC)로 변환하여 전송하는 방식이다. 교류 송전 대비 전력 손실이 적고(약 1/3 수준 감소), 동일한 선로에서 더 많은 용량을 보낼 수 있어 장거리 대용량 송전에 유리하다.

송전 혼잡비용(Congestion Cost)

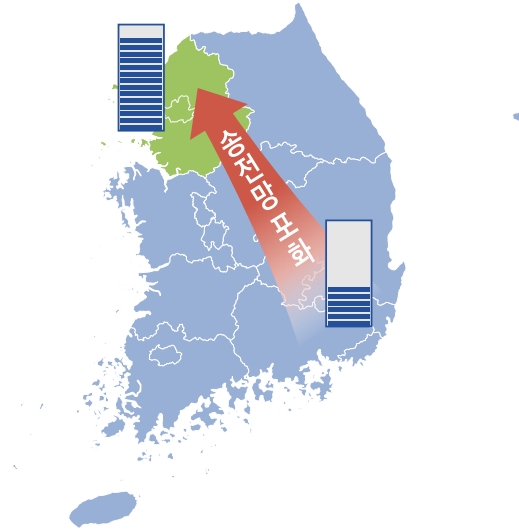
송전망 용량이 부족하여 저렴한 발전기(지방)를 돌리지 못하고, 수요지 인근의 비싼 발전기(수도권 LNG 등)를 가동함으로써 추가로 발생하는 비용을 말한다.

분산에너지(Distributed Energy)

에너지 소비 지역 인근에서 전력을 생산하고 소비하는 시스템이다. 송전망 건설 수요와 송전 손실을 줄이는 효과가 있다.

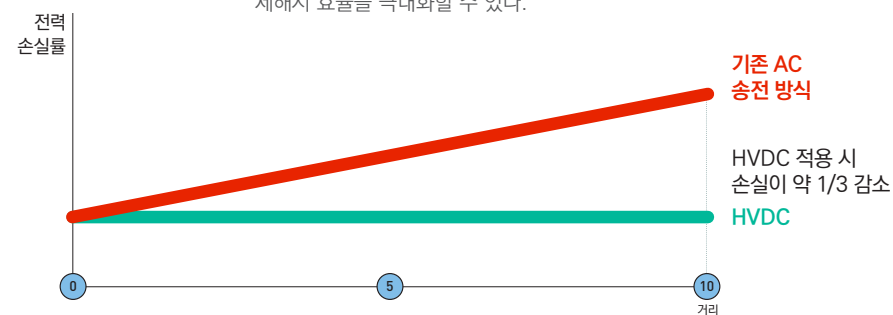
수도권 vs 비수도권 전력 자립률 비교

한국의 전력 생산은 남부에서, 소비는 수도권에서 주로 이루어져서 불균형을 이룬다. 이에 대응하기 위해 대규모 송전시설이 필요한데, 여기에는 적지 않은 비용과 사회적 합의가 요구된다.



HVDC 도입에 따른 효율 개선 효과

전력 소비와 생산의 불균형을 완화하는 방법 중 하나는 송전의 효율을 크게 높이는 것이다. 현재 한국은 최고 수준의 송전 효율을 유지하고 있지만, 장거리 송전 시 직류를 사용하는 HVDC 기술을 적용하면 전력 손실을 지금보다 더 억제해서 효율을 극대화할 수 있다.



한국은 남부에서 생산한 전기를 북쪽의 수도권에서 대량으로 사용한다. 따라서 발전소에서 만들어진 전기는 국토를 세로로 가로질러 이동한다. 하지만 긴 거리를 한정된 선로로 보내면, 일부 전기가 열로 손실되고 송전선에 과부하가 걸린다. 이를 줄이기 위해 고압직류송전(HVDC), 전력저장장치(ESS), 송전선 고효율화와 같은 기술이 도입되고 있다. 이러한 조치는 전력 흐름을 더 안정적으로 만들고, 송전 손실과 정체를 줄인다.

송전체계, 이렇게 바꾸면...

