

국내 전력계통 현황 및 전망

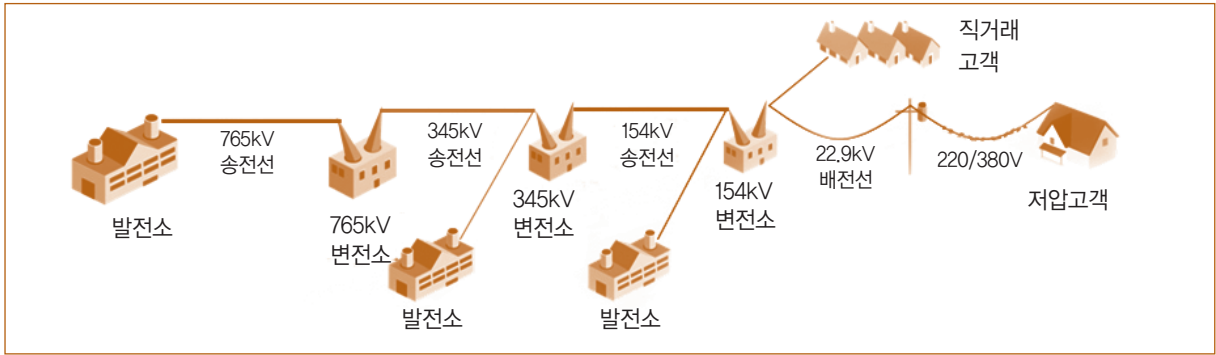


이성규
한전 계통계획처 차장

1. 개황

전력계통이란 전력을 생산하는 발전설비와 송전선로, 변전소, 배전선로 등의 송배전설비, 그리고 수송 배분된 전력을 일반 가정이나 공장에서 소비하기 위한 수전설비 등으로 구성되어 있는 시스템을 총칭하는 것이다. 아직까지는 전력을 저장할 수 있는 기술의 한계가 있기 때문에 생산과 소비가 동시에 이루어져야 하는 특성이 있다. 따라서 전력의 흐름이 한시라도 끊어지지 않도록 전력설비를 유기적으로 결합하여 관리, 운용하기 위한 보호장치, 감시장치, 급전설비, 통신설비 등의 운용설비를 갖추고 있다.

1887년 봄 경복궁 내 건청궁에서 최초의 전등이 점등된 이래 생활수준의 향상과 산업의 고도화에 따라 우리나라의 전력계통은 양적·질적인 면에서 비약적인 확충과 개선이 이루어졌다.



[그림 1] 전력계통 개념도

1935년 서울~평양 간 154kV 170km, 1937년 상주~대전 간 154kV 65km가 준공되면서 154kV 송전선이 근간을 이루다가, 1976년 여수화력~신옥천 변전소 간 345kV 초고압 송전선이 최초로 운전을 시작한 이래 지속적인 확충으로 2013년 말 기준 총 3만2,048C-km에 달하는 154kV 이상 송전선로가 전국 및 수도권에 환상망을 형성하고 있다.

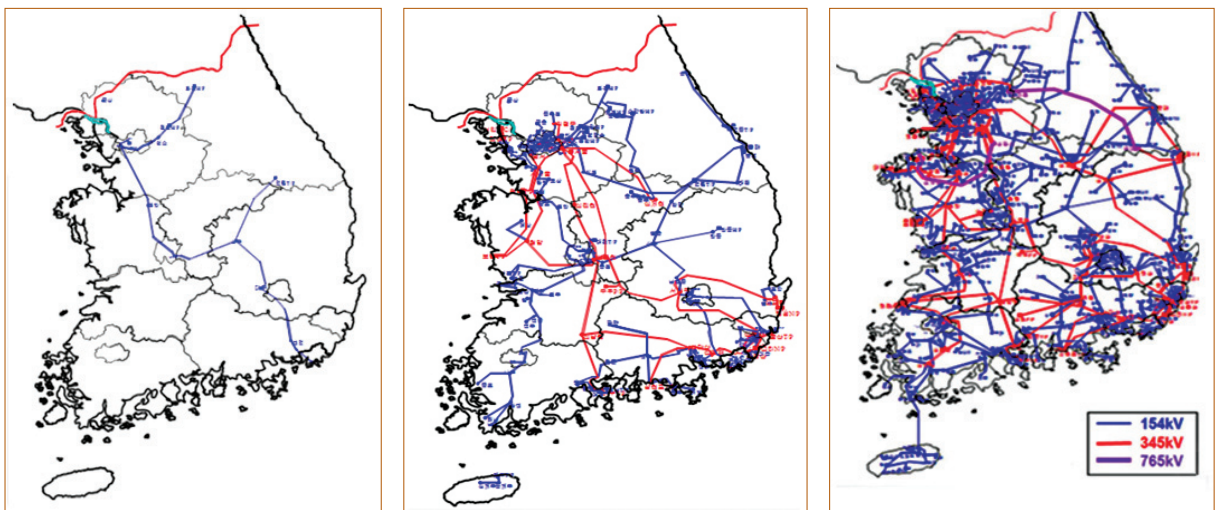
특히 1998년 당진화력~신당진변전소 간 765kV 송전선로를 준공하여 345kV로 운전하다가 2002년 5월 765kV로 격상하여 세계 최초로 765kV 병행 2회선으로 운전됨으로써 공급 신뢰도 향상과 전력손

실 감소에 획기적으로 기여하게 되었다.

또한, 수도권 전력수요 증가에 따른 송전선로 확보의 어려움을 해소하기 위해 765kV 신가평~신태백 송전선로를 2000년 7월 준공하여 345kV로 운전하다가 2004년 11월 본격적으로 765kV로 운전하기 시작하였다.

아울러 제주지역의 전력계통 신뢰도 향상을 위해 1997년 육지~제주 간 #1 HVDC 운전을 시작하였고, 2014년 육지~제주 간 #2 HVDC가 상업운전에 들어가게 되었다.

변전설비는 1960년 1,209MVA에서 2013년 27만

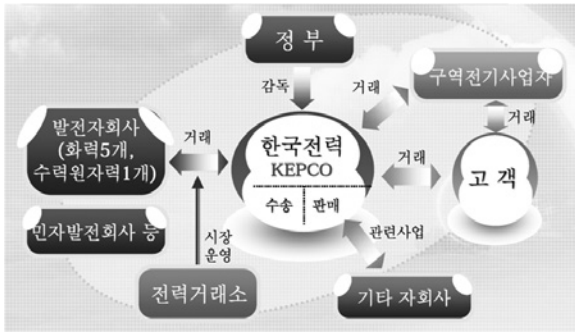


1965년

1985년

2013년

[그림 2] 전력계통 성장과정



[그림 3] 전력산업 구조

9,520MVA로 약 230배 증가하였다.

우리나라 전력계통은 765kV-345kV-154kV-22.9kV로 고전압화, 단순·표준화됨으로써 전력계통의 신뢰도 향상과 송전손실 감소에 크게 기여하고 있다.

1961년 이후 한국전력이 수직통합체제로 독점 운영해 온 전력산업은 경쟁력 강화를 위해 2001년 4월 전력산업구조개편을 통해 발전부문은 한수원과 화력발전 5개사로 분리되고 전력계통 운영 및 전력거래는 전력거래소에서 담당하고 있다.

2. 현황

우리나라 전력계통은 지리적·정치적 영향으로 인해 독립된 전력계통으로 구성이 되어 있다. 이에 대한 해결책으로 향후 러시아, 중국 등과의 동북아 계통연계를 추진할 필요가 있는데, 남북관계 등 정치적

분위기가 큰 변수로 작용을 할 것으로 보인다.

우리나라의 최대전력은 1990년대에는 연평균 9.5% 증가하였으나 2001년 이후에는 5.0% 대로 증가율이 둔화되었으며 2013년에는 전년대비 1.8% 증가하는데 그쳤다. 2014년 하계 최대전력 수요는 7,605만kW로 2002년 4,312만kW 대비 약 76% 증가하였으며, 그간 연중 최대전력은 하계에 발생하였으나 2009년부터는 동계에 발생하고 있다.

2013년 기준으로 전국 전력수요의 약 41%를 수도권에서 소비를 하고 있지만 수도권의 발전설비 용량은 23% 수준이다. 수도권지역의 부족한 전력은 비수도권으로부터 6개의 송전선로(765kV 2개, 345kV 4개)를 통해 공급을 받고 있다.

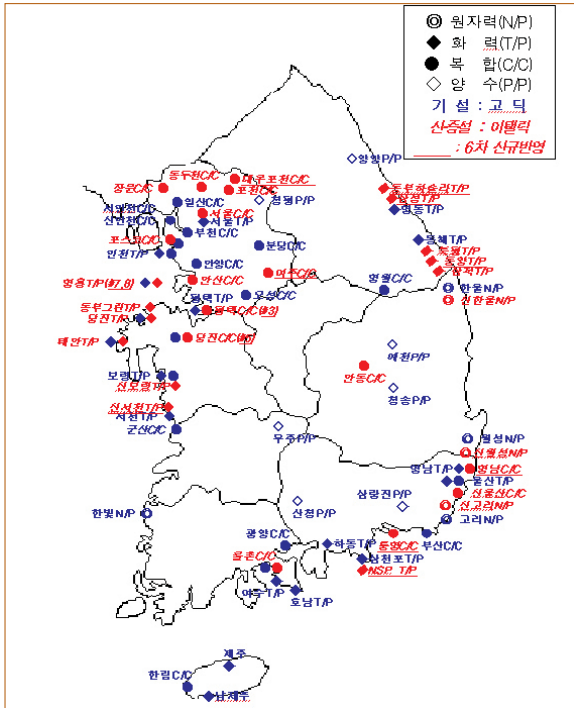
우리나라의 전력설비는 세계 최고수준으로 밀도가 높으며, 이는 전력계통 취약요인으로 작용하고 있다. 우리나라와 일본, 미국 등의 해외 전력회사와 설비밀도를 비교해 보면 [표 1]과 같다.

우리나라 발전소의 주요 입지분포를 살펴보면 석탄화력, 원자력발전 등 대단위 기저 발전단지는 비수도권 해안가에 편재되어 있다. 이에 반해 최대 전력 수요지인 수도권지역은 대부분 고비용의 LNG 복합발전소가 운전 및 건설 중에 있다.

전력산업구조개편 이후 민간발전사의 시장 진입이 확대되고 있어 2012년 12.2%에서 2027년에는 24.6%로 증가될 것으로 보인다. 또한, 정부의 신재생에너지 보급 확대 정책에 힘입어 신재생 전원의 비중도 확대되고 있는데, 제6차 전력수급기본계획에

[표 1] 전력설비 밀도 비교





[그림 4] 발전소 입지 분포

반영된 설비용량 기준으로 신재생 전원은 2012년 5.0%에서 2027년 20.2%로 증가될 것으로 보인다.

발전소 입지확보가 곤란해지면서 기존 발전단지에서 발전기를 추가 건설하고, 발전설비 용량도 대용량화(석탄화력 500MW → 1,000MW, 원자력발전 1,000MW → 1,400MW)함에 따라 기존 송전망의 부족 현상이 발생하고 있다. 이를 해결하기 위해 기존 송전선로를 용량이 큰 송전선로로 교체하거나, 새로운 송전선로를 건설해야 하는데 이로 인한 대규모 갈등이 계속되고 있다.

주요 대규모 발전단지는 충남 서해안(당진, 보령, 태안), 인천, 강원/울진 및 고리 등 4개 단지이다. 이들 4개 단지의 설비용량은 전국 용량의 약 30%인 3,962만kW이며, 향후 7,022만kW로 현재 설비의 약 1.8배 정도 증가하게 된다. 그러나 765kV 신고리~북경남 송전선로 사례처럼 대규모 집단 갈등으로 일부 초고압 송전선로 건설이 지연되고 있다.

지역별 전력수급여건을 살펴보면 호남지역, 영남지역만 자체적인 수급균형을 이루고 있고, 영동지역 및 중부지역에서 생산된 전력은 수도권으로 대규모로 유통되고 있으며 비수도권에서 수도권으로의 전력유통량은 지속적으로 증가할 것으로 전망된다. 발전설비 용량은 2013년말 기준으로 8,697만kW이며, 2002년말 5,380만kW 대비 약 62% 증가하였다.

3. 전망

운전 정지 원전의 재가동 및 신규 건설 발전소의 운전 등으로 그동안의 전력수급 불안정은 해소될 것으로 보인다. 장기적으로도 전력수요 증가세가 둔화될 것으로 보여, 수급계획에 반영된 발전설비가 제대로 이행될 경우 전력수급은 안정될 전망이다.

다만 지역 수용성 문제로 인한 발전·송전설비의 건설 차질 등으로 인한 불확실성도 여전히 존재한다. 제6차 전력수급기본계획에 의하면 2016년 이후 설비 예비율은 20%를 상회하게 되어 전력수급 여건은 안정화 될 것으로 예상된다.

[표 2] 지역별 전력수급여건

[2013년 기준, 단위 : 만kW]

구분	수도권	영동지역	중부지역	호남지역	영남지역
전력수요	3,100 (41%)	200 (3%)	1,200 (16%)	700 (10%)	2,300 (30%)
설비용량	1,900 (23%)	900 (11%)	1,700 (21%)	1,100 (14%)	2,500 (31%)

이에 따라 앞으로 우리나라 전력계통도 기존의 확장 위주의 정책에서 신기술 설비를 확대 적용하여 기존 설비의 활용성을 높이는 전력계통의 최적화에 초점을 맞추어 확충해 나갈 예정이다.

전력계통 전압 안정도 개선을 위해 FACTS(Flexible AC Transmission System, 유연송전시스템)를 확대 설치하고, 장거리 초고압 송전선로 건설이 불가피할 경우에는 HVDC 등 다양한 대안도 적용하여 사회적 수용성 및 기술성을 높여나갈 계획이다. 또한, 연구 단계에 머물러 있는 초전도 케이블의 경우도 실계통에 설치하여 운전할 예정이다.

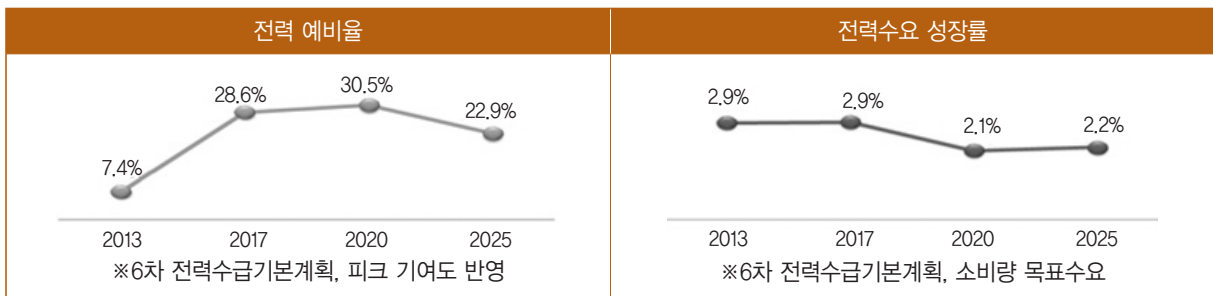
765kV 신고리~북경남 송전선로 건설과 관련한 밀양 사례에서 보는 바와 같이 최근 송전선로 건설 민원이 증가하면서 초고압 송전선로 추가건설이 쉽지 않은 상황이다. 따라서 장거리 초고압 송전망의 신규건설을 최소화하기 위한 대책이 필요하다.

기존의 발전계획을 수립한 후 송전계획을 수립하

던 절차를 계통여건을 우선 고려한 발전소 건설을 위해 발전-송전계획의 Package화가 필요하다는 것이 전문가들의 견해이다. 이에 따라 제7차 전력수급기본계획 수립 시에는 발전소 건설의향 조사 이전에 송전정보를 사전에 제시하여 참고자료로 활용할 예정이다.

환상망으로 송전계통을 운전 중인 수도권은 발전단지 및 전력수요가 집중되고 있고, 특히 그동안 원전 정지 및 여름철 고온현상 등으로 인한 전력수급 문제로 고가의 인천지역 발전기 운전량이 증가하였다. 이로 인해 인천지역에서 수도권 북부로의 일부 용통 송전선로가 중부하 운전되었으나, 수도권 북부의 신규 발전기 가동 및 원자력 발전소의 재가동 등으로 2015년에는 근본적으로 문제가 해소가 될 것으로 보인다.

다만 발전소의 집중으로 인한 고장전류 문제는 여전히 존재하여 계통 불안정성이 점차 증가하고 있다. 이에 따라 수도권 고장전류 감소를 위해 단기적으로



[그림 5] 전력예비율 및 전력수요 성장률 전망



[그림 6] 주요 신기술 설비 현황

는 리액터 및 차단용량이 큰 차단기 설치계획을 수립하여 설치 중에 있으며, 중장기적으로는 경제성·기술성을 고려한 다양한 대안을 검토하여 근본적인 대책을 마련할 예정이다.

송변전설비 건설단계에서도 지역 수용성을 높여 적기 건설을 통한 전력계통 안정화를 위해 제3자 주도의 입지선정제도 시범 도입 등 입지선정절차를 개선하고 있다. 또한 송변전설비가 위치한 지역에 대해

합리적인 보상을 위해 ‘송변전설비 주변지역의 보상 및 지원에 관한 법률’을 제정하여 시행 중에 있다.

스마트그리드, 전력저장장치(ESS)와 전기차의 보급 확대, 신재생에너지 확대 등으로 향후 우리나라 전력계통은 한 단계 업그레이드가 필요할 것으로 보인다. 이를 위해서는 전력계통 분야 전문가들의 다양한 의견을 청취하여 관련 대책을 마련해야 할 것이다. 