



송·배전 종합 설비계획 시스템 구축



박 운 학
한국전력공사 계통운영실 차장

1. 개 황

송·배전 설비계획은 전기사업법 제25조(전력수급 기본계획수립) 및 제27조(송전사업자 등의 책무)에 의거 2년마다 발표하는 지식경제부 전력수급기본계획을

근간으로 향후 15년간의 전원개발계획(전력거래소 주관)과 송·배전 설비확충계획(KEPCO 주관)을 수립하는 것을 말한다.

KEPCO에서 작성하는 송배전 설비계획 수립 대상으로는 765·345·154kV 송전선로 및 변전소 신증설계획,

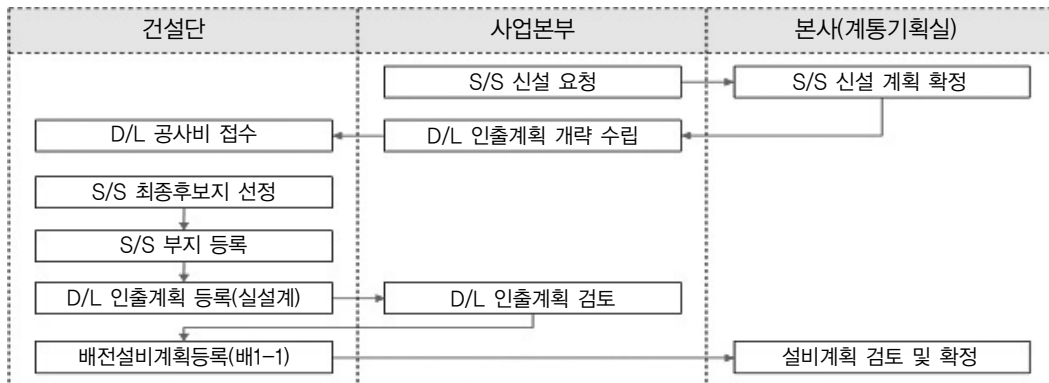
변전소 신증설에 따른 배전선로 인출계획, 전기품질 (과부하 해소, 전압강하 초과 해소, 부하전환 능력 보강 등) 향상을 위한 송·배전 계통보강 계획, 신도시 개발 관련 배전간선·대비관로·전력구·공동구 건설계획 및 도서지역 계통연계를 위한 해저케이블 건설 계획 등이 있다.

과거 배전분야는 3년 단위의 단기계획을 수립하였고 송·변전분야는 15년 장기 계획을 수립함으로써 양 분야의 계획을 통합하기가 곤란하였으나, 2009년 12월 조직 개편으로 송·변전과 배전계획 분야가 통합되면서 2010년부터 2024년까지의 송전·변전·배전 설비에 대한 종합적인 장기 계획을 최초로 수립하게 되었다. 이에 따라 배전분야의 장기 계획을 위한 업무 프로세스를 개선하고 미래를 대비한 최적의 경제적 설비 계획 수립을 위한 보다 체계적이고 효율적인 업무처리 기법이 필요함에 따라

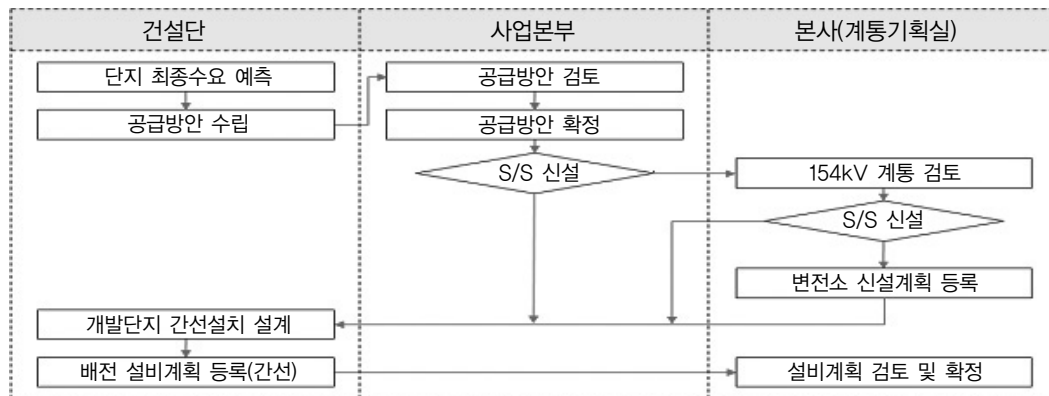
2010년 8월 송·배전 종합 설비계획 시스템 개발에 착수하였고, 이번 달 구축 완료 예정에 있다.

2. 현황

송·배전 설비계획 업무의 이해를 돕고자 설비계획 시스템 소개에 앞서 송·배전 설비계획 관련 주요 업무처리 절차를 먼저 소개하고자 한다. 송·변전분야와 배전 분야를 종합적으로 관리하는 설비계획 주요 프로세스는 변전소 신설에 따른 배전선로 신설 계획 수립과 대규모 개발단지(혁신도시, 기업도시, 주택단지, 산업단지 등) 전력공급 관련 송·배전설비 확충계획 두 가지로 요약할 수 있으며 관련 업무처리 흐름은 아래 그림과 같다.



변전소 신설 관련 프로세스



대규모 개발단지 전력공급 관련 프로세스

한편, 설비계획 시스템의 주요 특징으로는 크게 송·배전 계통도 관리 분야와 설비계획 관리 분야 두 가지로 나눌 수 있으며, 계통도는 지리정보시스템(GIS)을 기반으로 지형도 및 설비도면을 체계적으로 관리하는 것이고, 설비계획 관리는 사업소에서 수립한 계획에 대한 등록·결재·검토·확정·예산편성 등을 관리하는 기능이다.

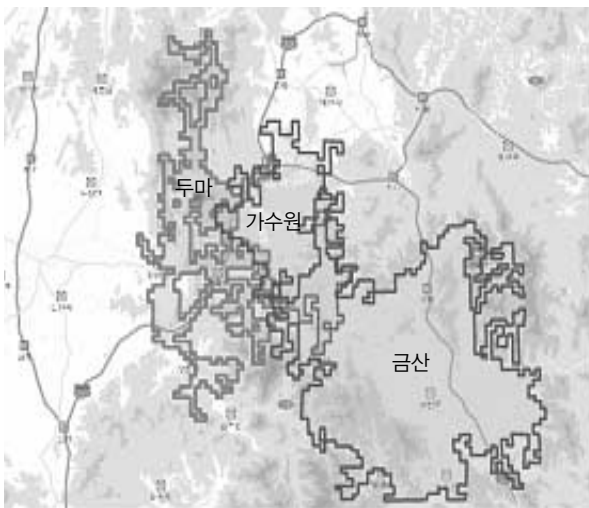
■ 전사 통합 계통 DB 구축

현재 KEPCO에 구축되어 있는 지리정보시스템(GIS) 기반의 계통 DB를 보면 송·변전계통은 전사 통합된 하나의 DB로 구축되어 있다. 하지만 배전계통은 설비가 방대하여 14개 사업본부별로 분리 구축된 배전정보 시스템을 활용하여 업무를 처리하고 있어 개별 설비계획에 대한 종합적인 검토가 곤란하여 전사 통합 계통 DB를 추진하게 되었다. 이와 같이 통합 계통 DB가 구축될 경우 설비계획 관련 업무효율 향상은 물론 전국의 송·배전 계통운영 현황을 실시간으로 확인할 수 있어 향후 스마트 그리드 도입 시에도 즉시 대응할 수 있는 기반을 마련하는 계기가 될 수 있다.

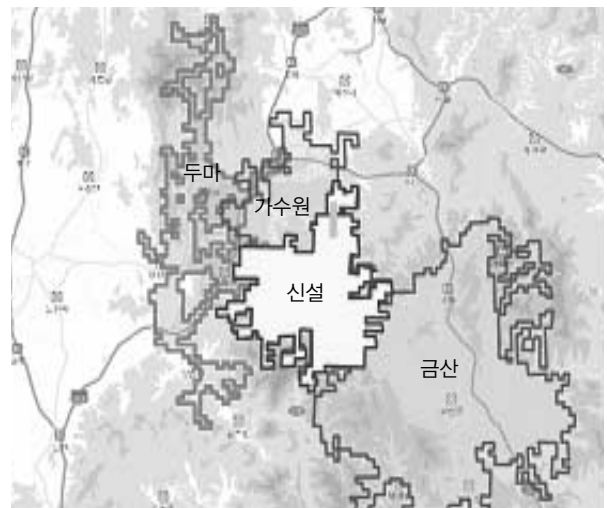
■ 설계시스템과 연동된 설계도면 관리

설비계획 수립을 위해서는 해당 계획의 설비와 예산 규모를 파악하기 위해 관련 설계 서류를 작성해야만 한다. 시스템 구축 이전에는 공사비 예산서 및 설계도면을 수작업에 의해 작성한 관계로 자료의 정확도가 낮을 뿐만 아니라 관련 서류의 체계적인 이력관리가 제한되어 설비계획에 따른 송·배전계통 변화 추이를 파악하기 곤란하였다. 그러나 설비계획 시스템 구축 이후에는 설계시스템과 연동된 설계서류 관리로 보다 정확한 설비현황 및 예산규모 파악이 가능하고, 계획 연도별 설계도면의 체계적인 관리로 향후 송·배전계통 변화를 시스템 시뮬레이션을 통해 상시 확인할 수 있게 된다.

이러한 설계도면 관리 기능을 활용하면 변전소별 공급구역 정보를 수시로 제공하여 송·배전 설비계획 담당자들에게 설비계획 방향을 설정하도록 도움을 줄 수 있다. 아래 그림은 충남 남부지역의 일부 변전소별 전력공급 현황을 지리정보시스템의 지형도 위에 도표로 표시한 것으로 특정 연도 이후에 변전소가 신설되는 것을 가정하여 변전소 건설 이전과 이후의 공급구역(송·배전계통) 변화를 이미지 형태로 보고 있다.



변전소 건설 이전



변전소 건설 이후

■ 장기수요 예측

수요예측은 향후 부하성장 여부를 전망하는 설비계획의 핵심 업무로서 수요예측 결과에 따라 송·배전설비 투자 규모가 결정된다. 수요예측은 전원단 중심의 송·변전 예측과 부하 측 중심의 배전 예측으로 구분되며, 송·변전 예측은 주요 경제지표와 온도계수 및 전력판매량에 대한 공적분 모형을 적용하여 각 변전소별로 15년간 예측을 시행하고 배전 예측은 기초자치단체의 단위 지역별 경제지표와 전력판매량에 대한 회귀분석 모형을 적용하여 각 배전선로별로 15년간 예측을 시행한다. 이와 같이 수요예측 결과를 기준으로 변전소 및 배전선로의 과부하 예상시기에 맞춰 변전소 또는 배전선로 신설 계획을 수립함으로써 불요불급한 과다투자 또는 선투자 등을 예방하여 최적의 설비투자가 가능해진다.

■ 부하밀도 맵

부하밀도 맵은 수요예측 완료 후 개별 고객들의 전력 사용량 실적 및 예측 값을 분석하여 1일 평균 사용량을 면적으로 나눈 단위면적당 부하밀도를 산출하고 부하밀도 구간별로 색상을 구분하여 지도상에 표시한 것을 말한다. 부하밀도 맵은 지역별 부하분포 현황을 직관적으로 이해할 수 있으며, 과거 실적부터 미래 예측까지 연도별로 순차적으로 보여주게 될 경우 전력수요의 이동 또는 성장 패턴을 분석하는데 유용한 도구로 사용될 것으로 예상된다.

부하밀도 맵의 단위면적은 500m×500m를 기준으로 해당 지역 내에 존재하는 고객들의 1년간 전기사용량(kWh)을 연간 시간(8760h)과 단위면적(250,000㎡)으로 나눈 평균 부하밀도(W/㎡)로 환산 후 이를 7개 구간으로 구분한다.

■ 계통운영 실태 분석

계통운영 실태 분석은 현재 송·배전 계통에 대한 현황분석 및 각종 기술계산을 통해 문제점을 도출해 내는 과정으로 설비계획 수립 직전년도 실적 기준 수요예측에 따른 수요성장률을 적용해 향후 계통운영 실적을 예상하는 작업이다. 분석 자료로는 변전소 및 배전선로의 최대부하, 최대부하 구현시기, 송·배전선로 운전용량 초과 여부 및 선로 간 연계현황 등이 있으며, 관련 계통운영시스템과 연계를 통해 자동으로 자료를 추출하게 된다.

■ 경제성 평가

경제성 평가는 신설되는 변전소 단위로 건설비와 운영비용을 포함한 총 건설비용과 건설 이후 30년간의 전력판매 수익을 비교하여 해당 변전소의 손익분기점을 산출하는 것을 말한다. 건설비용은 초기 건설비와 향후 설비증설 비용에 변전소 운전 소모되는 연간 고정비용을 모두 합한 비용이고, 전력판매수익은 변전소 공급지역에 대한 장기 수요예측에 따른 연도별 예상 판매수익의 누적금액을 말한다.

3. 전망

송·배전 계통은 변전소와 변전소간 배전선로를 통해 거미줄처럼 얽혀 있어 특정 변전소나 배전선로에 과부하가 발생할 경우 연계된 타 변전소나 배전선로로 부하를 전환함으로써 과부하를 해소할 수 있다. 또한 이러한 송·배전계통의 특성을 고려하여 개별 설비계획에 대해 연계선로 간 부하전환 가능성을 과학적으로 평가함으로써 선로고장 시 복구력에 문제가 있는지 여부를 판단해주는 기능이다. 이를 통해 부하전환만으로 과부하 해소가

가능한 경우 관련 설비계획을 보류하게 되어 불필요한 설비투자를 예방할 수 있을 것으로 판단된다.

위와 같은 송·배전 종합 설비계획 시스템 구축을 통해 얻을 수 있는 기대 효과를 살펴보면 다음과 같이 요약할 수 있다.

첫째, 송전·변전·배전 분야의 투자비 종합 검토로 최적 설비계획 수립이 가능하다. 과거 송·변전과 배전 계획이 별도로 수립되어 변전소 준공 시기와 배전선로 건설 시기가 맞지 않아 설비이용률이 저하되고, 변전소 건설 위치가 부하중심점에서 멀리 떨어져 배전선로 건설비용 증가로 인한 총 투자비용 증가 등 부적합 투자 사례가 존재하였으나, 송·배전 종합 검토가 가능해짐에 따라 경제성을 확보한 최적 설비계획을 수립할 수 있게 되었다.

둘째, 변전소 단위 송·배전 수요예측 공유로 예측 정확도 향상 및 최적 투자시기 선정이 가능하다. 송·배전 예측은 전원단 중심의 대규모 예측기법으로 고객별 부하특성에 따른 맞춤형 예측이 곤란하여 부하 측 중심의 소규모 예측 기법을 적용한 배전예측 결과를 공유하고 보정하여 보다 정확한 예측결과를 도출함으로써 변전소 건설시기를 최적화 할 수 있다.

셋째, 정확한 계통운영 실태 분석으로 불요불급한 설비투자 억제가 가능하다. 계통운영 실태 분석을 통해 직전년도 최대부하 실적, 송·배전계통 연계 현황 등의 자료를 추출하고, 추출결과에 따라 설비보강 시기가 결정되기 때문에 분석결과의 신뢰도가 설비계획에 미치는 영향이 매우 중요한 요소가 된다. KEA