

## 경제지표를 이용한 중장기 배전계획 수립에 관한 연구

최상봉\* 김대경\* 정성환\* 배정효\* 하태현\* 이현구\* 김정식\* 문봉우\* 한상용\*  
\*한국전기연구소, \*한국전력공사

### Long-term Distribution Planning considering economic indicator

Choi Sang Bong\*, Kim Dae Kyeong\*, Jeong Seong Hwan\*, Bae Jeong Hyo\*,  
Ha Tae Hyun\*, Lee Hyun Goo\*, Kim Jeom Sik\*, Moon Bong Woo\*, Han Sang Yong\*  
\*KERI, \*KEPCO

**Abstract** - This paper presents a method of the regional long-term distribution planning considering economic indicator with the assumption that energy demands proportionally increases with the economic indicators. For the practical distribution planning, it is necessary to regional load forecasting, distribution substation planning, distribution feeder planning. Accordingly, in this paper, after performing regional load forecasting considering economic indicator, it is performed distribution substation planning and distribution feeder planning in order by using this result.

For accurate distribution planning, it is very important to scrutinize the correlation among the regional electric power demands, economic indicator and other characteristics because distribution planning results may vary depending on many different factors such as electric power demands, gross products, social trend and so on. In this paper, various steps microscopically and macroscopically are used for the regional long-term distribution planning in order to increase the accuracy and practical use of the results

#### 1. 서 론

최근 전기이용의 고도화에 따라 보다 고품질의 전력공급에 대한 요청이 제고되고 있는 실정이다. 따라서 전력회사는 공급코스트의 유지와 안정을 도모하면서 고도화·다양화된 소비자의 필요성에 대응하여야만 한다. 따라서 전력회사에서는 소비자의 욕구에 대응하기 위한 노력을 시도하고 있지만 전력설비 피해에 따른 정전이 발생되어 사회생활에 큰 영향을 끼치고 있다. 특히 대도시의 경우, 부하성장으로 인한 배전설비의 확대 및 계통의 복잡화로 설비유지 보수가 곤란한 반면 수용가 측에서는 고품질의 전력공급의 요구가 급증하고 있어 이에 대응하기 위한 경제적인 배전계통계획 수립 및 신뢰도 향상 대책 그리고 지역별 특성에 맞는

부하예측을 중심으로 하여 배전공급방식 및 운영방안을 포함한 중장기 배전개선계획 수립이 절실히 요청되고 있다.

#### 2. 본 론

배전계통은 부하가 증가함에 따라 시스템이 확장되므로 배전계통 계획의 기본 개념에 있어 가장 중요한 항목은 역시 부하를 얼마나 정확히 예측할 수 있느냐에 달려있다. 그러나 이와 같은 부하들은 개별적으로 지역의 특수성과 부하의 종별 형태에 따라 다를 뿐만 아니라 시간과 계절의 견지에서 서로 다른 특성을 가지고 있다. 따라서 부하예측의 정도를 높이기 위해서는 수용가가 소비하는 전력 에너지의 특성을 파악하는 것이 무엇보다도 중요한데 일반적으로 이와 같은 전력 에너지 소비는 경제규모(GDP,GNP등)에 비례하는 것으로 판단되기 때문에 최근에는 경제지표를 이용한 장기전력 부하예측을 많이 행하고 있다. 본 연구에서도 이와 같은 경제지표를 이용한 지역별 중장기 배전계획 수립에 관한 기법을 제안하고자 한다. 실제적인 배전계획 수립을 위해서는 지역별 부하예측 및 배전용 변전소 계획 그리고 변전소 뱅크별 배전회선 계획 등이 필요하다. 따라서 본 논문에서는 우선 경제지표를 이용한 부하예측을 수행한 후 이 결과를 이용하여 배전용 변전소 계획과 배전회선 계획을 수립하는 알고리즘을 제시하였다. 우선 부하예측에 있어서 지역의 특성은 전력수요와 총생산이외에 인구구성과 사회적 경향 등 많은 요인을 가지고 있기 때문에 각 지역의 전력수요와 경제지표 및 다른 특성요인과의 상관관계를 면밀히 분석하는 것이 매우 중요하다. 따라서 본 논문에서는 대도시인 서울시를 대상으로 하여 서울시 각 한전지점별로 지역을 분류하고 각 지역별로 전력수요와 경제지표 계수 상관계수를 도출한 후 그 상관관계를 근간으로 경제지표 시나리오와 인구시나리오 그리고 도시계획 시나리오에 대응하여 각 지역별 부하예측을 수행하였다. 각 지역별 부하예측치로부터 최종적으로 항공사진을 통해 판정된 각 관리구별 토지용도 면적

에 의거하여 각 관리구별로 부하를 예측하였다. 또한 배전용 변전소의 장기확충 계획은 관리구별로 예측된 부하를 1998년 현재 설비를 베이스로 공급하는 경우, 변전소의 각뱅크별 가동상황(이용률)을 산출하여 신·증설을 검토하는 방법을 채택하였다

### 2.2.1 지역별 장기전력부하예측 알고리즘

본 논문에서는 부하예측의 정확성과 실용성을 제고하기 위하여 우선 거시적으로 지역별 용도별 부하예측을 산출한 후 미시적으로 한전 관리구별로 부하를 예측하는 3단계과정을 거쳐 부하예측 알고리즘을 수행하였다.

① 우선 지역을 전력회사의 공급구역(지점)으로 분류하고 각 공급구역별로 10년간의 각 년도별 경제지표 및 인구 그리고 용도별 전력수요데이터를 분석하여 상관관계를 도출하고 향후 경제지표 시나리오와 인구예측 시나리오를 이용하여 지역별 용도별 부하예측을 수행한다.

② 예측된 각 지역별 용도별 부하예측 데이터로부터 각 지역에 대하여 관리구별로 용도별 토지면적을 판정하고 제 1 단계에서 예측한 각 지역별 용도별 부하예측 데이터로부터 항공사진을 통해 판정된 데이터로부터 토지용도별 부하밀도를 산출하여 관리구별 부하를 예측한다.

③ 예측된 관리구별 부하에 도시계획 시나리오를 고려하여 최종 관리구별 부하예측을 수행한다.

### 가. 제 1 단계(지역별, 용도별 부하예측 알고리즘)

지역별, 용도별 부하예측을 수행하기 위하여 우선 서울시 전체를 한전관리지점별로 지역을 분류하여 1986년부터 1995년까지 각 한전지점별로 지역별 데이터를 집계하여 각 지점별로 용도별 판매전력량과 연간 GDP 계수중 강한 상관관계를 갖는 항목을 도출한다. 도출된 지점별, 용도별 판매전력량은 부하율에 의해 최대전력으로 산출되고 미리 예측된 경제지표 시나리오와 인구예측 시나리오에 의거하여 각 지점별 용도별 부하예측을 수행한다. 다음은 구체적인 제 1 단계 알고리즘의 순서이며 그림 2.1은 제 1 단계 각 지역별 용도별 부하예측 흐름도를 제시하였다.

#### 1. 지역분류

- ① 전체 12개지점(한전관리지점(K))별로 지역분류
- ② 동부,서부,남부,북부,중부,성동,성서,성북,영등포,강동,강서,강남

#### 2. 지역별 데이터

- ① 1986~1995년 GDP, 인구, 지점별, 용도별 전력수요 및 부하율
- ② 지하철/철도 피크부하현황
- ③ 지점별, 용도별 전력수요 및 부하율
- ④ 상하수도 처리장

#### 3. 상관관계 도출

지점(K)별로 연간 용도별 판매전력량과 연간 GDP내의 여러 계수중 강한 상관관계를 갖는 항

목을 도출함.

$$Y = A(K) + B(K) \cdot X$$

여기서, Y : 1인당 용도별 판매전력량

X : 1인당 관련 GDP 계수

4. 판매전력량/(365x24) = 평균전력을 산출, 각 지점별로 부하율을 적용하여 최대전력 산출
5. GDP 관련 계수의 시나리오 산출
6. 인구예측 시나리오의 산출
7. 용도별 최대부하 예측 = 인구예측 시나리오 × 1인당 용도별 최대부하
8. 각 지역별 용도별 부하예측

### 나. 제 2 단계(관리구별 부하예측)

제 1 단계 부하예측 결과로부터 항공사진을 이용한 토지용도 판정 데이터를 이용하여 관리구별 부하밀도를 다음과 같이 예측한다. 다음 그림 2.2은 제 2 단계 및 제 3 단계 각 관리구별 부하예측 흐름도를 제시하였다.

#### 1. 관리구별로 분류

##### ① 183개 관리구

#### 2. 각 관리구를 용도별 토지면적 판정

- ① 주택용, 공공용, 서비스업, 산업용,농림어업용
3. 제 1 단계의 각 용도별 부하예측결과를 이용
4. 도시계획 시나리오의 산출
5. 용도별 부하밀도 예측 = 용도별 부하/각 용도별 전체면적
6. 관리구별 부하밀도 예측

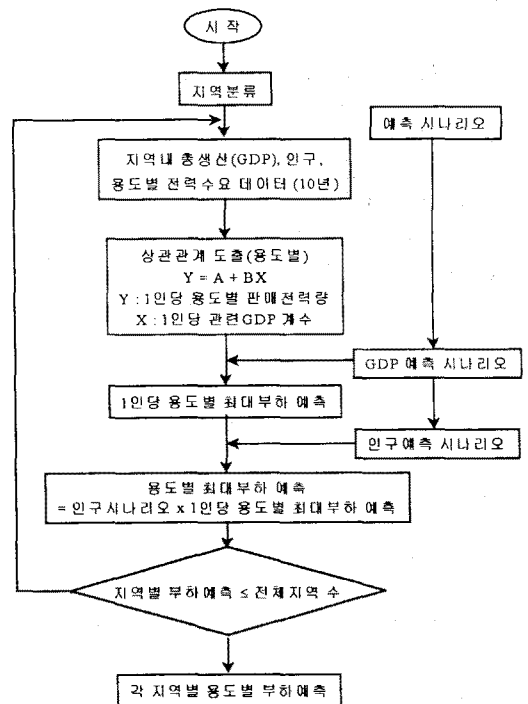


그림 2.1 지역별 용도별 부하예측 흐름도

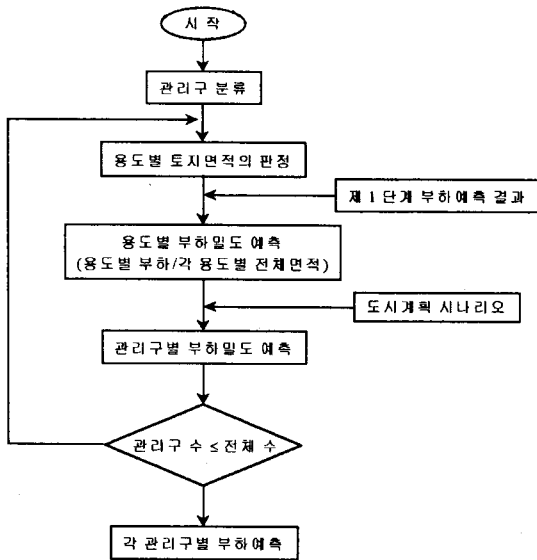


그림 2.2 관리구별 부하예측 흐름도

다. 제 3 단계(도시계획 시나리오)

제 2 단계에서 예측된 관리구별 부하밀도로부터 다음과 같은 도시계획 시나리오를 관리구별로 고려하여 최종 관리구별 부하를 예측한다.

1. 주택재개발 사업
2. 저밀도 아파트
3. 주요택지개발 사업
4. 도심상업지역 재개발 사업

### 2.2.2 배전용 변전소의 장기확충 계획

배전용 변전소의 장기확충계획을 수립하고자 할 때의 알고리즘은 다음과 같다.

- ① 각 관리구별로 장기 부하예측을 실시한다.
- ② 1998년 현재 배전용 변전소의 공급구역범위를 관리구별로 설정한다.
- ③ 각 연도별, 변전소별로 가동 목표율을 산정한다.
- ④ 가동 목표율을 초과하는 경우, 배전용 변전소의 신·증설을 계획한다.

이때 변전소 확장계획이 필요한 변전소는 बैं크 구성별로 다음과 같다.

- ① 2뱅크 구성 변전소 : 목표 이용률을 75% 초과하는 변전소
- ② 3뱅크 구성 변전소 : 목표 이용률을 80% 초과하는 변전소
- ③ 4뱅크 이상 구성 변전소 : 목표 이용률을 90% 초과하는 변전소

따라서 위의 알고리즘에 따라 변전소 신·증설을 계획할 경우는 기존설비를 유용하게 활용한다는 관점에서 다음과 같은 우선 순위에 의해 시행함을 원칙으로 하였다.

- ① 부하 분담이 가벼운 주변 변전소로 부하 절체

- ② 변전소 बैं크의 증설
- ③ 변전소의 신설

따라서 이상과 같은 결과에 의해 각 बैं크구성별 대책 대상은 다음과 같다.

- ① 2뱅크 구성 변전소에서 이용률이 75%를 초과하는 변전소
- ② 3뱅크 구성 변전소에서 이용률이 80%를 초과하는 변전소
- ③ 1×60MVA+1×40MVA 구성 변전소에서 이용률이 65%를 초과하는 변전소(65MVA 초과)
- ④ 1×60MVA+2×40MVA 구성 변전소에서 이용률이 79.3%를 초과하는 변전소(111MVA 초과)

가. 변전소간 부하 절체 방법

변전소간 부하 절체 방법은 부하예측을 통해 서울시의 소관리구별(500m × 500m)로 연도별 부하를 산출하여 관할 변전소가 목표 이용률을 초과할 경우, 부하 분담이 가벼운 주변 변전소로 부하를 절체하는 방법을 사용한다. 서울시의 경우, 변전소간 부하 절체는 한강을 횡단하는 것을 제외하고 모든 장소에 자유롭게 적용하였다.

나. 변전소의 적정시기 및 적정용량 산정

일반적으로 배전용 변전소의 확충시, 확충계획용으로 변전소 신설이나 증설시 변전소 위치의 선정은 그 지역의 환경적 요인과 지리적 요인 그리고 송전용 변전소의 송전루트와 관련된 전기적 요인 등 “한전 장기 송변전 설비계획”이 가장 합리적인 것으로 판단된다. 따라서 본 연구에서는 한전에서 제시한 장기 송변전 설비계획안에서 제시한 변전소 신·증설안을 근거로 배전용 변전소의 공급구역과 공급구역에서의 설비용량을 제약조건으로 배전용 변전소의 적정시기 및 적정용량을 산출하여 비교하였다.

### 3. 결 론

- (1) 경제지표를 고려하여 각 지역별, 관리구별 장기 전력부하를 예측하였다.
- (2) 지역별로 경제지표 시나리오와 인구시나리오, 도시계획 시나리오를 고려하여 부하를 예측하였다.
  - ◆ 지역별로 중별부하와 경제지표 지수와의 상관 관계를 도출하였다.
  - ◆ 각 지역별 특성을 고려하여 지역별 부하를 예측하였다.
  - ◆ 항공사진을 이용한 토지용도 데이터로부터 각 관리구별 부하를 예측하였다.
- (3) 시나리오별 부하예측이 가능하다.
- (4) 변전소 बैं크 상정사고를 대비한 변전소 बैं크구성과 적정 बैं크 이용률을 산정하였다.
- (5) 시나리오별 부하예측으로부터 연도별 중장기 변전소 계획을 수립하였다.

(참 고 문 헌)

- [1] "Comparison with the long range electricity consumption trends in various areas", Tohoku University, 1995.
- [2] "전력수요상정과 공급력계획", 일본전기평론, 1993. 4.
- [3] "20kV 급 배전방식", 일본 전기협동연구 제30권 제5호, 1975.
- [4] "Research into Load Forecasting and Distribution Planning", EPRI Report EL-1198, Electric Power Institute, Paloalto, CA, 1979.
- [5] "서울통계연보", 1986.
- [6] "2011년 서울도시기본계획", 1997, 서울특별시
- [7] "서울시 주택개발 재개발 연혁연구", 1996.
- [8] "한국주요경제지표", 통계청, 1997