

## Overview of Long-term Electricity Demand Forecasting Mechanism for National Long-term Electricity Resource Planning

김완수<sup>†</sup> · 전병규\*  
(Wan-Soo Kim · Byung-Kyu Jeon)

**Abstract** - Korea Power Exchange has successfully performed the Long-term Electricity Demand Forecasting. Recently there is a lot of change in electricity industry sector; the national master-plan for green gas emission reducing, rise of smart-grid, and new trend of electricity consumption, and it is becoming painful challenging for demand forecasting. In new circumstance the demand forecasting is required more flexible and more accurate.

**Key Words** : Demand Forecasting, Resource Planning

### 1. 서론

정확도 높은 전력수요 예측은 국가자원의 효율적 운용은 물론 전기사업자들의 경영정책 수립과도 직결되고 있는바, 경제여건 및 전력소비 특성 등 전력수요에 영향을 미치는 제약여건의 변화에 따라 수요예측을 작성하여 전력수급기본계획 수립과 연동화시킴으로서 전력수급계획의 최적화를 도모할 필요가 있다. 특히 2001년 전력시장이 개설되면서 전원의 구성이나 예비력 수준에 따라 전력가격의 변화추이가 큰 영향을 받게 되어 그 중요성은 더욱 커지고 있다. 또한 최근 온실가스 감축 관련 녹색성장의 일환으로 추진되고 있는 스마트그리드나 전기자동차와 같은 환경의 변화, 우리나라 산업구성 변동이나 최근 소비자 전력소비패턴 변화 등은 미래 전력수요에 대한 불확실성 요소로 전력수요예측에 대한 도전으로 나타나고 있다.

#### 1.1 장기수요예측과 단기수요예측

거래소에서 수행하고 있는 수요예측은 장기 전원계획 수립을 위해 향후 15년간의 전력판매량과 최대전력을 예측하는 장기 전력수요예측과 전력시장 및 계통운영을 위하여 수행하는 단기 전력수요예측으로 구분할 수 있다. 장기 수요예측은 다시 향후 2년간을 예측하는 단기예측과 15년간을 예측하는 장기에측으로 구분할 수 있다.

장기수요예측은 미시 및 거시 시계열분석모형을 함께 사용하여 상호 비교하는 형태로 운영된다. 반면 단기수요예측은 지수평활법을 이용한 시계열예측방법을 사용하며, 예측시스템으로는 LOFY2005라는 공식모형을 사용하고 있다. 단기수요예측결과는 시장운영과 밀접한 관계가 있으므로 시장운

\* 비회원 : 전력거래소 수요예측팀 팀장

† 교신저자, 정회원 : 전력거래소 수요예측팀 차장

E-mail : lazywolf@kpx.or.kr

접수일자 : 2010년 8월 10일

최종완료 : 2010년 8월 18일

영규칙에 관련사항이 상세히 기술되어 있다.

### 1.2 해외 수요예측 현황

#### 1.2.1 미국 EIA (Energy Information Administration)

미국의 EIA의 전력수요예측은 National Energy Modelling System(이하 NEMS)의 하위모듈인 전력시장모듈(Electricity Market Module: 이하 EMM)에서 담당하고 있다. NEMS는 석유, 천연가스, 전력, 석탄, 재생 가능한 에너지 등 에너지 수요에 대한 통합 시스템으로서 그중 전력이 포함되어 있다.

EMM에서는 전력수요예측을 위한 외생변수로서 세금, 자본비용, 운영 및 유지비용, 신기술, 송전계약 등을 사용하고, NEMS의 하위모듈인 수요모듈(Demand Module), 천연가스 배급모듈(Natural Gas Transmission and Distribution Module), 석유시장모듈(Petroleum Market Module), 석유 및 가스 공급모듈(Oil and Gas Supply Module), 석탄시장모듈(Coal Market Module), 재생 가능한 연료 모듈(Renewable Fuel Module), 거시경제모듈(Macroeconomic Activity Module)과 피드백을 통해 전력시장모듈(Electricity Market Module: 이하 EMM)이 운영된다.

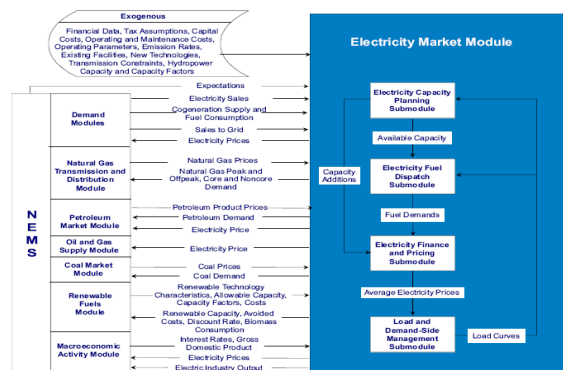


그림 1 EIA 전력모듈 개념도

Fig. 1 Concept of the EIA Electricity Market Module

### 1.2.2 미국 New York ISO

New York ISO(NYISO)에서는 예측모형의 합리성 확보를 통한 예측결과의 적정성을 판단하고 있다. NYISO에서는 자체 예측모형의 표본 외 예측 오차수준을 예측결과의 적정성 확보에 이용하고 있다. 구체적으로, 하루 전 수요예측에 대해서는 약 2%, 5분 단위 예측에 대해서는 약 0.5%를 예측모형의 적정 오차수준으로 보고, 이를 벗어날 시에는 모형의 스펙을 새롭게 바꾸고 있다.

NYISO에서는 예측결과를 시장 참여자들의 다양한 회의를 거쳐 예측결과를 확정한다. 예측결과를 확정하는 상세한 절차는 다음과 같다. 송전사업자(Transmission Organizations)들이 NYISO에 지역별 예측수요를 제출한다. 제출된 예측수요자료를 NYISO에서 예측수요를 평가하여 최종 예측결과를 도출한다. 하지만 절충을 통해 합의가 도출되지 않으면, 독립적 중재자인 분쟁조정위원회(Expedited Dispute Resolution)를 통해 예측수요를 도출한다.

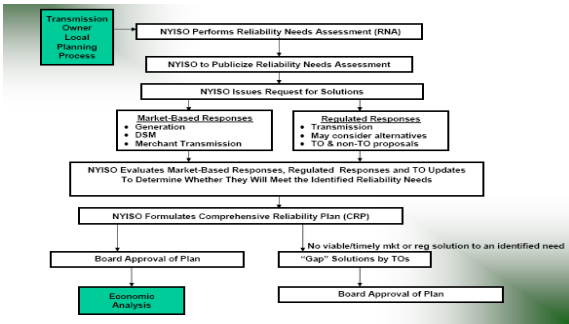


그림 2 NYISO 장기계획 절차  
Fig. 2 NYISO Long-term Planning Process

### 1.2.3 일본 IEEJ (Institute of Electricity Engineers of Japan)

#### Flow Chart of Model Analysis

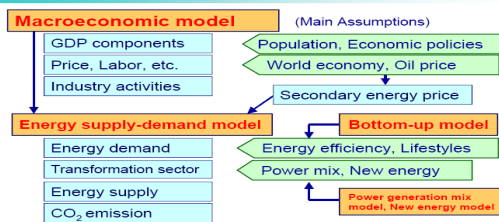


그림 3 IEEJ 장기수요예측 모형구성  
Fig. 3 Flow Chart of the IEEJ Long-term Demand Forecasting Model

일본 에너지경제연구원(IEEJ)에서는 장기 전력수요를 예측하는데 있어서 우선 거시경제모형의 변수로 GDP에 영향을 주는 가계소비, 정부지출, 저축, 정부투자, 수입 및 수출 자료와 소비자물가지수 및 노동활동인구, 가구 수 등을 이용한다. 거시경제모형은 에너지 수요공급모형에 영향을 주어 에너지 수요와 공급, 배출량 규제 등을 고려하여 장기 전력수요 예측결과를 도출한다. 도출된 장기 전력수요 예측결과를 이용하여 기술발전, 민감도 분석, 경제성장률의 변화, 에너지 가격변화 등을 가정하여 시나리오 예측결과를 함께 도출하고 있다.

#### EDMC/IEEJ Long-Term Energy Supply and Demand Model Configuration

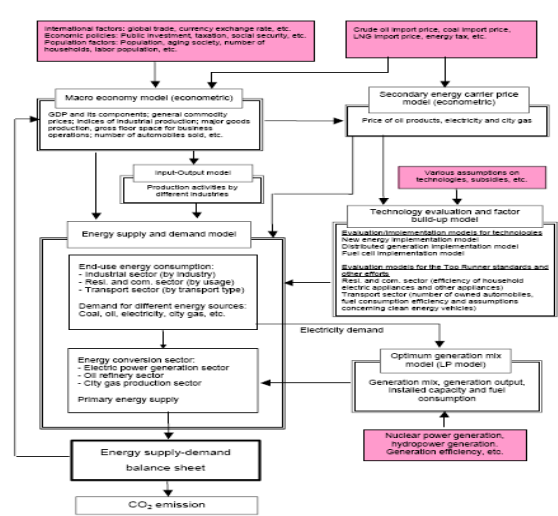


그림 4 IEEJ 장기수요예측 모형 운영절차  
Fig. 4 IEEJ Long-term Supply and Demand Model Configuration

### 1.2.4 캐나다 IESO (Independent Energy System Operator)

캐나다 온타리오 주의 Independent Energy System Operator(IESO)의 전력수요 예측 모형은 기상변수, 근무일 변수, 그리고 경제변수를 이용한 전력 수요 예측과 설명변수에 대한 시나리오 분석을 하고 있다. IESO의 전력수요 예측 모형은 입력전제에 대하여 평균기온과 평균 경제 예측치를 사용하고 있다. 또한 가격민감도에 대한 전력수요모형도 제공하고 있다.

IESO의 전력수요 예측모형의 입력변수(Drivers)로는 요일변수(calendar variables), 기상효과(Weather effects), 경제상황(Economic Condition) 등 세 개가 있다.

### 1.2.5 뉴질랜드

뉴질랜드 전기위원회에서는 전력판매량 예측을 하기 위해서 로지스틱 성장곡선에 기반을 둔 로지스틱 모형이 초기에 제안되었다. 로지스틱 모형은 시계열모형으로서 피보나치 연구방법을 사용하여 최대전력수요를 얻는 모형이다. 추정된 최대전력 수요는 최적의 로지스틱 성장 곡선의 적합성을 위해 상수항으로 사용되었고 예측은 그 추정된 곡선을 통해 얻어질 수 있었다. 여기서 중요한 점은 이러한 로지스틱 모형이 매우 효과적으로 과거의 전력수요를 설명한다는 것이다.

$$Y = a + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + u$$

설명변수로는 GDP와 전력가격, 인구수를 가진다. 그리고 총 전력수요 자료는 국내와 해외부분으로 나눈다.

전력수요자료는 뉴질랜드 에너지부(Ministry of Energy)에서 발행하는 Energy Planning Report와 경제개발부(Ministry of Economic Development, MED)에서 발행하는 에너지 자료를 사용한다. 그리고 GDP 자료는 뉴질랜드 통계국으로부터 구하고 전력가격 자료는 경제개발부(MED)자료를 사용한다.

## 2. 장기 전력수요예측 절차

### 2.1 장기수요예측 프로세스

전력거래소에서 전력수급계획 수립을 위하여 수행하는 장기 전력수요예측 과정은 자료수집, 모형검토, 판매량 및 최대 전력 예측, 예측안 심의, 예측안 확정 순으로 진행된다. 수집되는 예측전제자료는 현행 장기예측방법인 미시모형 운영에 소요되는 자료들을 기준으로 산업별 부가가치, 물가지수 등 경제변수 뿐만아니라, 가전기기 보급률 전망, 전기사용가 전망, 수도소비량 전망 등 미시적 예측자료도 함께 수집되고 분석된다.

최종적으로 작성된 예측안은 수요예측실무소위원회 심의를 거쳐서 확정이 되며, 수요관리실무소위원회에서 결정된 수요 관리에 따른 부하억제량의 반영여부 및 반영방법에 대하여도 결정하게 된다. 제5차 전력수급기본계획에서는 수요관리 부하억제량을 프로그램별로 구분하여 적용여부를 설비 계획 시 프로그램 성격에 따라 구분하여 차감 또는 비상자원으로 활용할 예정이다.

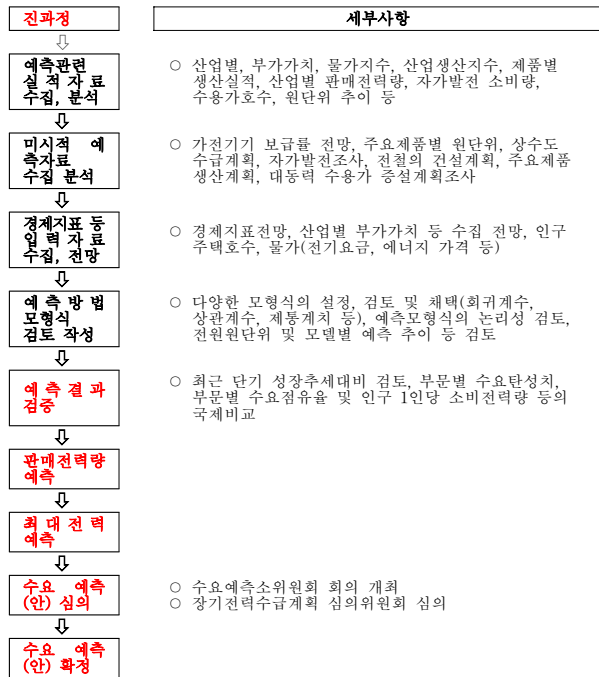


그림 5 전력거래소 전력수요 예측과정  
Fig. 5 Procedure of the KPX Long-term Demand Forecasting

### 2.2 미시모형과 LEFS

거래소에서는 장기예측을 위해 주 예측모형으로 미시모형을, 보조 예측모형으로 LEFS(Long-run Electricity Forecasting System)를 사용하고 있다.

미시모형은 전력수요의 형태 및 특성과 자료의 신뢰성 등을 감안하여 용도별로 주택용, 상업용, 산업용으로 구분하여 부문별 판매량을 예측하는 방법이다. 부문별로는 성격에 따라 수요를 세분하여 예측하게 되는데, 주택용은 2개 부문으로, 상업용은 3개 부문, 산업용은 10개 부문으로 구분하여 예측하게 된다. 이렇게 부문별로 예측된 판매량은 1차로 종합된 후 단기 예측모형인 SEFS(Short-run Electricity Forecasting System)

결과와 연계시켜 최종판매량으로 변환된다. 최대전력예측은 판매량 예측결과를 부하전환모형을 통하여 산출되어진다.

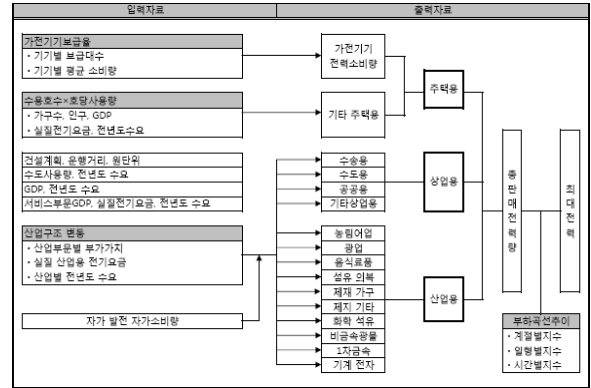


그림 6 전력거래소의 미시모형 예측절차  
Fig. 6 Structure of the KPX Micro Demand Forecasting Model

보조모형으로 사용하는 LEFS는 GDP와 부문별 전력가격 등을 예측전제로 하는 시간변동계수를 갖는 공적분 시계열 모형으로 현재 주요 모형인 미시모형의 예측결과에 대한 검증용 모형으로 사용하고 있다.

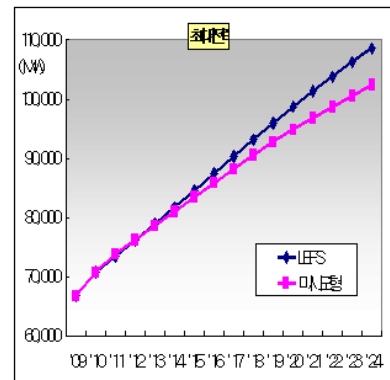


그림 7 미시모형과 LEFS 최대전력 예측결과 비교  
Fig. 7 Future Peak Load Forecasting Results by Micro Model and LEFS Model

### 2.3 주택용 수요예측

주택용 전력수요는 주요 가전기기 수요와 기타 주택용 수요, 2개 부문으로 세분하여 예측작업이 진행된다.

주요 가전기기에 의한 수요예측은 매 격년마다 수행하는 가전기기 보급률 조사결과 중 전력수요의 주종을 있다고 판단되는 TV, 세탁기, 선풍기, 냉장고, 에어컨 등 5개 품목을 대상으로 기기별 보급대수, 대당 소비전력 및 연 사용 시간 등을 감안한 미시적인 방법으로 예측된다. 보급률 전망은 최대보급율과 보급률 실적을 설명변수로 하여 Gompertz 곡선을 사용하여 예측된다.

기타주택용 전력수요는 주택용 전력수요 중에서 주요 가전기기 부분의 전력수요를 제외한 수요로서, 예측방법은 주택용 수용가호수에 기타 호당 전력사용량을 곱하여 산출한다.

주택용 수용가호수는 인구수를 설명변수로 하여 회귀분석방법에 의하여 예측한다. 주택용 수용가호수 추정식은 아래와 같다.

$$\ln(Y_t) = c + \beta_1 \ln(\text{Population}_t) \quad (1)$$

기타 호당 전력사용량은 1인당 실질GDP, 실질 주택용 전력요금 및 계절더미를 설명변수로 하여 회귀 분석방법에 의하여 예측한다. 추정식은 아래와 같다.

$$\ln(Y_t) = c + \beta_1 \ln(\text{GDP}_t) + \beta_2 \ln(\text{Price}_t) + \sum_{i=1}^3 \alpha_i D_i \quad (2)$$

### 2.4 상업용 수요예측

상업용 전력수요는 전기, 수도 운전 및 통신 등의 사회간접자본시설, 도·소매 음식점 등의 상가, 호텔 등 숙박업, 기타 레저산업, 사회 및 개인사업, 공공기관 등 업무용 시설에서 소비되는 전력수요로, 3차 산업의 발달과 사회간접자본의 증대 및 도시 빌딩의 대형화로 인해 높은 성장률을 보여 왔다. 상업용 부문의 전력수요는 수도용, 공공용 및 기타 상업용 수요 등 3개 부문으로 구분하여 예측하고 있다.

수도용 전력수요는 정수, 가압, 배수처리 등의 시설에 사용되는 전력수요로서, 예측방법은 수도사용량(WAT)과 전년도 수도용 전력수요를 설명변수로 하는 회귀분석방법을 사용한다.

$$\ln(Y_t) = c + \beta_1 \ln(\text{WAT}_t) + \beta_2 \ln(Y_{t-4}) + \alpha \text{DWAT}_t \quad (3)$$

공공용 수요는 관공서, 군부대, 외교기관, 교육기관, 보도기관, 사회복지기관, 종합병원 등 비영리단체에서 사용하는 전력수요로서 주로 조명용, 냉온방용, 사무용, 기기용 등으로 소비된다. 예측방법은 GDP 및 전년도 공공용 전력수요를 설명변수로 하는 회귀분석방법을 이용하여 전망한다.

$$\ln(Y_t) = c + \beta_1 \ln(\text{GDP}_t) + \beta_2 \ln(Y_{t-4}) \quad (4)$$

기타 서비스부문의 전력수요는 수도용과 공공용을 제외한 나머지 부문의 전력수요로 지하철 및 전철에 대한 부문과 일반 영리사업 위주의 수요로 구성된다. 예측방법은 서비스 부문의 부가가치, 실질 상업용 전력요금, 전년도 전력수요 및 인구추계, 계절더미 등을 설명변수로 하는 회귀분석방법을 사용하여 전망하며 추정식은 아래와 같다.

$$\ln(Y_t) = c + \beta_1 \ln(\text{Service } V_t) + \beta_2 \ln(\text{Price}_t) + \beta_3 \ln(\text{Population}_t) + \beta_4 \ln(Y_{t-4}) + \sum_{i=1}^3 \alpha_i D_i \quad (5)$$

### 2.5 산업용 수요예측

산업용 수요는 산업생산 활동에 사용되는 전력수요로서 생산활동과 직접적인 상관관계를 가지고 있다. 산업용 수요는 농림어업, 광업, 제조업으로 크게 구분되며 제조업은 음식료품, 섬유, 의복 등 8개 산업 부문별로 세분되어 총 10개 부문으로 구분된다. 각 산업별 수요예측 방법은 산업별로 장기 전력 원단위 변동요인을 반영하고자, 산업별 수요특성을 감안하여 산업별 부가가치, 산업용 실질 전력요금, 전년도 전력수요 및 추세변동 등을 설명변수로 하는 다수의 설정가능 예측모형식을 대안으로 작성한다. 그리고 그중에서 제반 통계 검증을 통하여 최적 모형식을 대안으로 작성하고 검증을 통하여 최적 모형식을 선정하는 방법을 취하고 있

다. 그리고 산업용 전력수요의 예측에 있어서는 수용가의 자가발전량 고려가 필요한 바, 한전의 판매 전력량과 자가발전 소비량이 포함된 산업별 전체 소비전력량을 먼저 전망하고, 별도 예측된 자가발전 자가소비량을 감하여 전력판매량을 산정한다.

농림어업을 제외한 나머지 산업용 9개 부문에 대한 예측 모형은 아래와 같이 부문별 생산자부가가치와 산업용 전기요금을 설명변수로 하고 있다.

$$\ln(Y_t) = c + \beta_1 \ln(\text{Produce } VA_t) + \beta_2 \ln(\text{Price}_t) + \beta_3 \ln(Y_{t-4}) + \sum_{i=1}^3 \alpha_i D_i \quad (6)$$

농림어업은 낮은 전력가격으로 가격에 대한 수요반응도가 매우 낮아, 가격 대신 시간흐름에 따른 추세변수를 사용한다.

$$Y_t = c + \beta_1 \text{Produce } VA_t + \beta_2 \text{Time} + \sum_{i=1}^3 \alpha_i D_i \quad (7)$$

### 2.6 장단기 수요예측 연계

15년 이상의 장기예측에서는 경제변수에 주로 영향을 받게 되어 기상요인이나 근무일수의 변화, 최근 월별 단기변화에 따른 수요반영이 어렵다. 이러한 단기적 변화를 적용하기 위해서는 장기 수요예측모형과 달리 기상요인을 반영한 단기예측모형이 필요하다. 거래소에서는 향후 2년간 예측을 위하여 SEFS를 사용한다.

SEFS는 시간변동계수를 갖는 오차수정모형 모형으로 미시모형과 유사하게 판매량을 주택용과 상업용, 산업용으로 구분하여 예측하게 된다. 다만 미시모형과 같이 부문별로 세부 구분하여 예측하는 방식이 아닌 용도별 구분별로 판매량을 추정하는 방식을 사용한다. GDP는 시간변동계수로 추정하고 나머지 기온효과(TE)나 가격 등은 고정계수로 추정한다.

$$\ln(Y_t) = c + \beta \text{TE}_t + \gamma_t \ln(\text{GDP}_t) + \lambda \ln(\text{Price}_t) + \epsilon_t \quad (8)$$

일반적으로 단기적인 변동은 그 추세가 장기로 갈수록 장기균형점으로 회귀하는 경향이 있다. 따라서 단기 예측된 예측결과는 시간의 흐름에 따라 점차 장기 예측결과로 접근한다고 예상할 수 있다. 이는 단기 충격이 점차 사라지면서 장기 평형상태로 들어서는 것을 의미한다. 이를 전력수요예측에 반영하기 위하여 장단기 연계를 시행한다. 장단기 연계는 부문별로 장단기 연계를 수행하고, 이를 취합하여 전체 판매량의 장단기 연계 예측결과를 도출하게 된다.

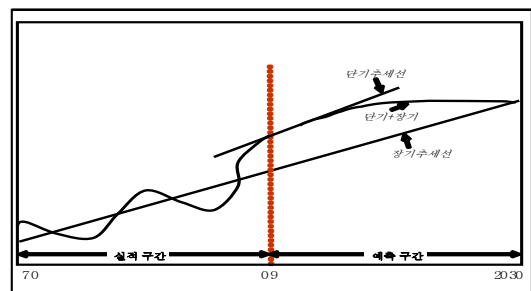


그림 8 장단기 예측결과 연계 개념도  
Fig. 8 Concept of Combining Long-term and Short-term Forecasting Results

### 2.7 최대전력 예측

최대전력 예측은 단기와 장기를 구분하여 단기 예측에는 공적분 오차수정 모형을 사용하고 장기 예측에는 부하 변조 계수모형을 사용하여 예측한다.

단기 예측에 사용되는 공적분 모형은 주별 기온 효과 (TE), 표준화된 주별 판매량(SWS), Dummy변수 등을 이용하여 주별 최대전력을 예측한 후, 주별 최대전력 중 가장 높은 수치를 연간 최대전력으로 선정하는 모형이다.

$$Peak_t = \alpha + \beta \times TE_t + \gamma \times SWS + \delta_1 \times Dummy(SH)_t + \delta_2 \times Dummy(WH)_t + \delta_3 \times Dummy(SV)_t + \epsilon_t \quad (9)$$

장기 최대전력 예측에 사용되는 부하변조계수모형은 예측된 부문별 연간 판매량을 주기별 부하변조계수를 이용하여 피크일의 시간별 부하로 배분하는 방식을 이용하고 있다. 이러한 방식은 최대전력이 8월 근무일 기준으로 15시에 걸리는 것을 가정하고 최근 5년간의 실적을 기반으로 예측한다.

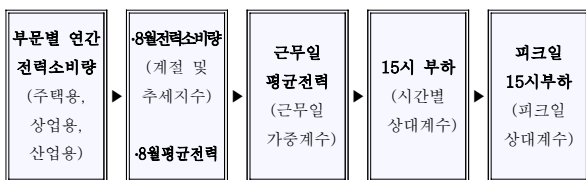


그림 9 장기 최대전력예측 절차  
Fig. 9 Long-term Peak Load Forecasting Process

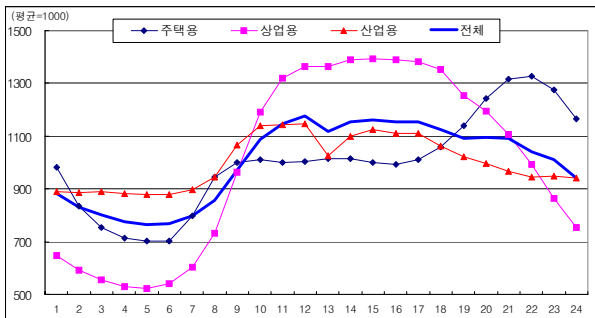


그림 10 피크일 상대계수 부하곡선  
Fig. 10 Daily Standard Demand Patterns of Peak Day

### 2.8 수요관리 억제량 반영

전력수급기본계획을 수립하는 데에 있어서 가장 기본적인 난관은 수요관리로 실제 구현되는 최대전력 수요를 어떻게 예측하느냐는 것이다. 즉, 최대전력수요의 예측에 있어서 수요관리 전 최대전력 수요를 예측하고 이를 이용하여 계획된 수요관리량을 반영함으로써 수요관리 후 최대전력 수요를 예측하는 것이 중요하다.

하지만, 수요관리량이 정책적 판단 및 의지에 따라 변동된다는 점과 실제 정책추진에 따른 절감가능량에 대한 불명

확한 점으로 인하여 수요예측결과와 교란요소로 작용할 여지가 크다. 또한 감축프로그램 효과가 지속되는 효율향상이나 기보급의 경우는 과거 전력수요 실적에 기 반영되어 있으므로, 예측결과에 과거 증가추세만큼의 자연증가분이 반영되므로 수요관리량을 차감 시 과다차감에 대한 가능성이 상존하게 된다.

이러한 문제점에 대한 해결책으로 4차 수급계획까지는 한전의 수요관리소위원회에서 제공하는 수요관리 절감목표량을 순증분차감방식을 통하여 해결해왔다.

2010년의 경우는 과거 정책적 의지에 따라 과다반영된 목표량의 현실화를 위하여 정책연구 등을 통하여 규명하고 있으며, 수급계획 시 이러한 현실화된 수요관리량을 반영 여부를 프로그램별로 판단하여 선별적으로 수행하는 방안을 검토하고 있다.

### 3. 결 론

장기 전력수요예측은 장기 전력수급계획의 중요한 기본자료로서 그 중요도는 향후 더 커지고 있다. 15년 장기예측의 특성 상 최근 급변하고 있는 환경변화와 정책목표를 그대로 반영하기 어려운 점이 있다. 또한 장기예측에 따른 불확실성도 최근 온실가스 감축 및 녹색성장 정책추진에 따라 점차 커지고 있다. 뿐만 아니라 최근 냉난방기기의 보급확대와 물가상승에 따른 전력의 실질소매가격 하락, 타 에너지원과의 상대가격의 지속적 하락 등에 따라 예측의 어려움은 점차 커지고 있는 것이 현실이다.

보다 정확한 예측결과를 위해서는 지속적인 예측모형의 개발과 연구, 검증 등이 필요하며, 미래 변화를 모형에 적용시킬 수 있는 새로운 설명변수의 발굴 등이 필요하다. 또한 보다 적절한 예측전제확보를 위한 관련기관과의 긴밀한 협조체제가 무엇보다도 중요하다고 할 수 있다.

또한 수요에 큰 영향을 미칠 것으로 판단되는 수요관리 저감량, 에너지 상대가격에 따른 수요변화량, 스마트그리드 등 녹색성장관련 기술에 따른 수요변화량, 가격변화 및 전반적인 기후변화에 따른 전력소비패턴 변화 계량화, 미래 소비형태변화 시나리오별 변동량 등에 대한 검토와 연구가 필요하다. 특히 예측결과 및 예측전제에 대한 교란요소인 정책추진 불확실성을 수치적으로 계량화시켜 예측결과에 반영시키는 방법에 대한 연구가 필요할 것이다.

### 참 고 문 헌

- [1] 지식경제부, “전력수급기본계획 수립을 위한 기술지침 개발”, Vol. 1 pp. 456~503, 2010
- [2] 전력거래소, “장기전력 수요예측”, pp. 37~90, 2004
- [3] 전력거래소, “5차 전력수급기본계획 수요예측실무소위원회” 내부안건, 2010
- [4] 전력거래소, “단기전력수요 예측시스템”, 2001
- [5] 전력거래소, “장기 시계열 예측시스템”, 2008
- [6] 전력거래소, “전력수요 예측시 수요관리 반영방법 개선 방안 연구”, 2008

---

저 자 소 개



**전 병 규 (全 丙 奎)**

1958년 6월 5일생. 1979년 충남대 전기공학  
학과 졸업(학사). 1992년 연세대 산업대  
학원 졸업(석사). 2010년 현재 전력거래  
소 수요예측팀 팀장



**김 완 수 (金 完 洙)**

1969년 8월 21일생. 1995년 경원대 전자  
계산학과 졸업(학사). 2006년 헬싱키경제  
대학 졸업(MBA), 2001년 전력거래소 과  
장, 2010년 현재 전력거래소 수요예측팀  
차장