

계통비연계 도서지역의 수요특성과 패턴분석에 따른 전력보급방안

조인승 이창호  
한국전기연구원

Power Supply Considering load Characteristics and Electricity Usage Pattern of Domestic Remote Islands

I. S. Jo, C. H. Rhee,  
Korea Electrotechnology Research Institute

**Abstract** - Recently, electricity demand of remote islands in Korea has been rapidly increased. It's mainly due to increase of income level resulted from economic development. Electricity demand patterns and characteristics in remote islands are different from those of mainland in point of time of peak load, demographic and industrial characteristics of islands, and so on. The optimal power supply in remote islands has a important relationship with accurate analysis of island's load characteristics, the adoption of relevant load forecasting technique, and optimal power facilities reflecting local's electricity demand characteristics. This paper shows the recent load pattern and characteristics, load forecasting using probability distribution, and the perpetration of relevant power facilities in remote islands.

1. 서론

최근 농어촌 전화축진법의 개정에 따라 전기사업자(향후 배전사업자)가 인수하여 운영할 도서가 현행 8개 도서에서 수용호수 50호 이상 63개 도서로 확대되었으며, 2003년 이후에는 수용호수 10가구 이상 100여 개 도서 이상으로 대폭 확대될 것으로 전망되어, 향후 국가 에너지산업에 있어서의 도서지역 전력사업의 비중은 크게 증가될 전망이다.

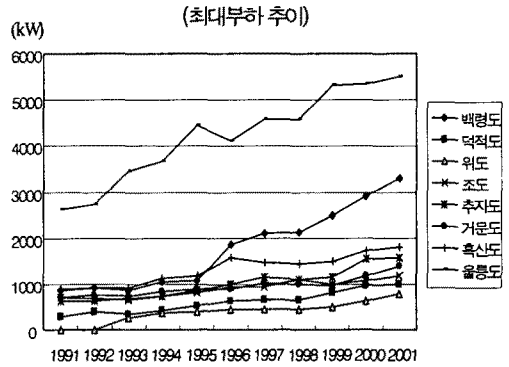
따라서 도서지역 설비계획도 향후 본토 전력수급기본계획과 연계한 과학적이고 체계적인 수급관리 및 운영체제 정립이 요구되고 있으며, 특히, 계통규모별 최적전원 구성방안 및 예비력 확보기준 설정 등 경제성 개념을 도입한 설비계획 수립이 필요하다.

2. 국내 주요도서별 전력수급지표

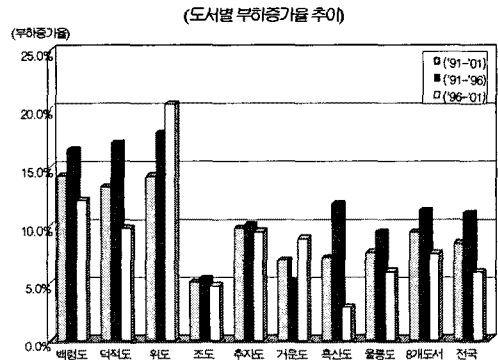
2.1 주요도서 최대부하 실적

8대 도서의 최대부하는 2001년에 800kW~5500kW 규모로 최근 10년간 전체 규모로 볼 때 약 2배에서 3.5배정도로 확대되었다. 이는 최근 최근 소득수준 향상으로 인한 가전기기 및 냉방설비 증가 및 어업 및 농사용 가공설비 증가에 따른 전력수요 증가에 기인하는 것으로 추정된다.

최대부하 증가율 추이를 보면 8개 도서는 지난 10년간 평균 최대부하 증가율은 9.4%로 동기간 전국 평균치인 8.5%보다 다소 높게 나타났으며, 지역별로 보면 지난 10년간 백령도, 위도의 부하 증가율은 14.2%로 8개 도서 평균인 9.4%에 비해서도 높은 수준이며, 반면에 조도는 5.1%로 부하 급증지역에 비해서는 낮은 성장률을 보이고 있음을 알 수 있다.

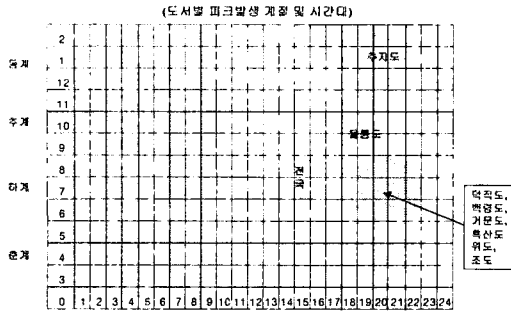


최근 5년동안을 보면, 위도의 부하증가율이 20.4%로 전국 평균 6.0%에 비해서 매우 높은 수준이며, 반면에 흑산도는 동기간 부하증가율이 2.9%에 그치고 있다. 반면에, 덕적도, 추자도, 거문도 등은 도서 평균에 비해서 최대부하 증가속도가 다소 빠른 편으로 나타났으며, 울릉도나 조도 등은 비교적 부하 증가속도가 비교적 낮은 것으로 나타났다.



피크발생 계절/시간대 추이를 보면 도서지역의 피크는 계절별로는 7~9월의 하계에 발생하고 있으나 울릉도는 9~10월 추계, 추자도는 12월 동계 피크가 발생하고 있음을 알 수 있다. 도서별로 보면, 울릉도는 오징어 건조를 위한 건조기 부하에 기인하는 것으로 추정되며, 추자도의 경우 조기의 건조를 위한 건조기 작동에 따른 부하사용의 집중에 기인하는 것으로 보인다.

한편, 최대피크의 발생시간대는 대부분의 도서가 21~22시 등의 야간에 집중적으로 발생하고 있으나, 울릉도는 주로 19-20의 초저녁에 피크가 발생하고 있다.



## 2.2 시간대별 최대부하 실적

시간대별 전력부하의 패턴을 분석하기 위하여 일중 최대, 최소, 그리고 평균치를 추출해보면, 거문도는 일중 상대 변동치가 40% 이하이고 표준편차도 10% 이하인데 반하여 울릉도는 일중 상대 변동치의 평균이 63.5%로 상대적으로 컸으며, 덕적도의 경우에는 일중 상대변동치의 표준편차가 12.7%로 가장 크게 나타났다.

표.1. 도서별 계절별 부하의 일중 변동 패턴

구분	일중절대변동치(kw)		일중상대변동치(%)	
	평균	표준편차	평균	표준편차
거문도	234.8	64.2	39.5	9.1
덕적도	150.5	58.9	42.4	12.7
백령도	794.4	142.0	47.0	5.4
울릉도	1201.4	254.5	63.5	9.7
위도	117.9	25.5	50.1	9.5
조도	239.2	56.8	44.6	11.8
추자도	324.7	84.8	50.0	9.0
혹산도	394.1	99.0	44.0	7.9

주 : 일중 절대 변동치는 일중 최대치와 최소치의 절대적 차이이며, 일중 상대 변동치는 일중 절대 변동치를 일중평균으로 나눈 비율의 백분율임

## 2.3 용도별 전력소비 실적

용도별 전력소비 실적(표 2)을 보면, 혹산도 및 추자도는 주택용 전력소비비중이 76%, 57%로 타 도시에 비하여 높은 반면에, 울릉도, 위도는 일반용 소비비중이 각각 43%, 49%로 비교적 높은 것으로 나타났다. 반면에 거문도, 조도, 덕적도는 산업용/기타 전력소비 비중이 비교적 높게 나타났다.

표. 2. 도서별 전력소비실적 및 점유율 (1999년)

구분	울릉도	혹산도	추자도	덕적도	위도
주택용	7289 (39.5%)	5685 (76.7%)	2274 (56.9%)	927 (27.2%)	730 (35.7%)
일반용	8008 (43.4%)	889 (12.0%)	1277 (32.0%)	1256 (36.8%)	990 (48.5%)
산업용 /기타	3175 (17.2%)	837 (11.3%)	443 (11.1%)	1230 (36.0%)	323 (15.8%)
합계	18472	7411	3994	3413	2043

## 2.4. 월별 전력소비패턴

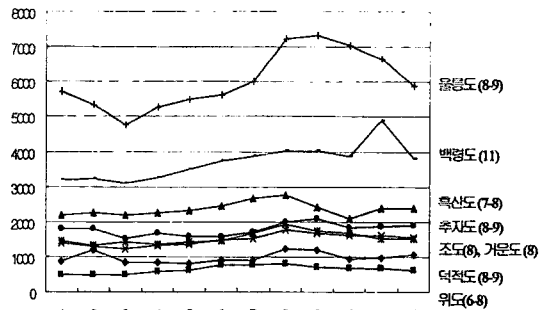
대부분의 도서는 8-9월 경에 전력소비가 가장 많으나, 백령도는 11월 중의 전력소비가 가장 많이 나타나고 있음을 알 수 있다. 백령도의 경우에는 가을철 농사용 건조기 부하사용량 집중에 기인하고 있는 것으로 추정되고 있다.

도서별 전력소비의 월별 편차 (최소대비 최대월)는 위도와 백령도가 각각 2배정도로 가장 높은 편이며, 반면에 혹산도, 추자도의 월 편차는 낮게 나타났다

표.3. 도서별 월간 전력소비패턴

구분	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	최대	최소	편차
덕적도	0.89	1.22	0.96	0.87	0.84	0.92	0.93	1.25	1.21	0.95	0.98	1.05	1.25	0.84	1.5
위도	0.73	0.75	0.77	0.92	0.98	1.21	1.22	1.25	1.11	1.04	1.04	0.96	1.25	0.75	1.7
혹산도	0.93	0.96	0.93	0.95	0.98	1.03	1.14	1.17	1.02	0.89	1.01	1.01	1.17	0.89	1.3
조도	0.93	0.88	0.82	0.83	0.91	1.00	1.03	1.20	1.12	1.09	1.09	1.04	1.20	0.82	1.5
거문도	0.94	0.87	0.92	0.88	0.92	0.94	1.08	1.26	1.13	1.09	0.99	0.99	1.26	0.87	1.4
추자도	1.02	1.01	0.85	0.94	0.88	0.89	0.96	1.13	1.18	1.04	1.05	1.06	1.18	0.85	1.4
울릉도	0.95	0.88	0.79	0.87	0.91	0.93	1.00	1.20	1.22	1.17	1.10	0.98	1.22	0.79	1.5
백령도	0.86	0.87	0.84	0.88	0.95	1.00	1.04	1.08	1.08	1.04	1.32	1.02	1.32	0.84	1.6

(월별 전력소비 패턴)



## 3. 최대부하 추정

### 3.1. 확률분포에 의한 추정기법

연중 최대전력부하를 예측하는 데는 여러 가지 방법이 있다. 첫째, 최대부하 자료만을 이용하여 추정모형을 만들어서 최대부하를 예측하는 방법과 둘째, 정상적인 전력부하자료를 이용하여 실제로 연간 최대부하가 발생하는 확률을 계산하고 이러한 확률에 의거하여 최대부하는 예측하는 방법이 있다.

전자의 방법은 자료의 한계로 인하여 이상치가 존재할 경우 문제가 발생할 수 있으며, 후자의 방법은 실제 최대부하가 이상치에 의하여 발생할 경우 예측할 수 없다는 단점을 지니고 있다.

최대부하 발생확률은 기증모형의 예측치가 일중 최대부하의 평균치라는 가정 아래서 실제 발생한 최대부하의 확률값을 계산한 것으로서, 기증모형의 관점에서 실제로 발생한 부하수준 이상으로 최대부하가 발생할 확률이라고 해석될 수 있다.

$$\text{확률값은 } Pr(z > X) \text{ 단, } X = \frac{Y_{real} - \hat{Y}}{\sigma(\hat{Y})}$$

단,  $Y_{real}$ 은 실제 발생한 최대부하의 값

$\hat{Y}$ 은 추정치,  $\sigma(\hat{Y})$ 는 추정치의 표준편차

### 3.2. 추정모형

#### 3.2.1 변수설명

- 추정기간: 1995년 - 2000년
- 자료는 계절별로 주중, 주말 시간대별 최대부하
- 변수명
  - HMEAN : 시간대별 최대부하의 일중 평균부하
  - HMIN : 시간대별 최대부하의 일중 최소부하
  - HMAX : 시간대별 최대부하의 일중 최대부하
  - WEEK : 주중 = 1, 주말 = 0
  - YEAR : 연도
  - D(1) : 여름 더미
  - D(2) : 가을 더미
  - D(3) : 겨울 더미
- 기본 추정모형
 
$$HMEAN = C(1) + C(2)D(1) + C(3)D(2) + C(4)D(3) + C(5)YEAR + C(6)WEEK$$

#### 3.2.2 추정결과

8대 도시의 시간대별 전력 부하 자료를 이용하여 각종 효과를 추출하여 낼 수 있도록 기준 모형을 설정시 다음과 같은 점을 고려 하였다.

- 계절효과를 추정하기 위하여 계절 더미 변수 (dummy variables)를 사용
- 기본적인 전력부하의 연도별 증가효과를 측정하기 위한 연도변수를 사용
- 주말과 주중의 차이를 식별하여 추정

기준모형의 추정결과 대체로 안정적인 관계를 시험하고 있는 것으로 나타났다. 각 도시지역의 경우, 예상과는 달리 상기의 세가지 효과에 의하여 상당부분 설명이 가능하고 오차분석 결과 극심한 이상치(outlier)는 존재하지 않은 것으로 나타났다.

표. 4. 거문도의 최대부하 기본모형 추정결과 (예)

구분	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	-22282.80	7534.399	-2.9574	0.0051
C(2)	136.8773	18.62130	7.3505	0.0000
C(3)	59.67708	18.20198	3.2786	0.0021
C(4)	39.04861	18.20198	2.1452	0.0379
C(5)	11.42227	3.771929	3.0282	0.0042
C(6)	5.309624	13.01984	0.4078	0.6855
R-squared	0.616877			
Adjusted R-squared	0.570155			
Durbin-Watson stat	1.337147			

### 3.3. 추정결과

기준모형을 중심으로 하여 예측된 여름철 최대치와, 실제 연간 최대부하와 자료의 연간 최대부하의 차이의 평균을 합산하여 연간 최대부하는 예측할 수 있다. 이러한 예측 값에 추정치의 분포와, 최대부하의 자료 값과 실적값의 차이의 분포를 이용하여 확률적 예측을 수행하였다. 여기서, 예측값의 분포는 t-분포를 하게되나, 최대부하의 자료 값과 실적값의 차이분포가 정규분포를 한다는 가정을 고려하여 공히 정규분포를 한다는 가정을 하고 확률값을 계산하였다. 실제 발생한 최대부하는 어느 특정 일의 특정 시간에 발생한 최대부하로서 기준 모형이 평균적이 최대부하의 값이라고 한다면, 연간 최대부하는 발생가능성이 희박한 현상일 수 있다. 확률적 접근은 어느 정도의 위험을

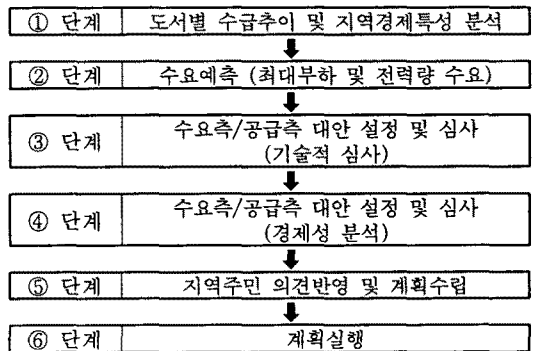
감수하고 최대부하에 대응하느냐 하는 질문에 효율적인 대답을 줄 수 있다. 따라서 점 추정 및 예측 방법보다는 확률적 접근을 하는 것이 경제적인 대처 방안 마련시 효율적일 것으로 판단된다.

표. 5. 주요도시 최대부하 추정결과

구분	2002	2003	2004	2005	2006
거문도	1264.4	1279.2	1294.2	1309.6	1326.3
덕적도	1175.4	1237.7	1300.3	1363.3	1426.7
백령도	3549.3	3754.3	3959.7	4165.6	4372.0
울릉도	5438.0	5579.4	5720.7	5862.1	6003.5
위도	898.3	921.1	944.1	967.3	1090.8
조도	1407.3	1450.4	1493.9	1537.7	1581.9
추자도	1736.9	1806.3	1876.4	1947.2	2018.6
흑산도	2050.6	2437.2	2503.2	2570.1	2637.9

### 4. 수급계획절차

계통비연계 도서지역의 전력수급계획은 일반적인 국가 전체의 전력수급계획 절차와는 달리 지역의 특수성 및 공급대안의 한계성, 수립주체의 영업전략 반영 등 제한된 범위내에서 다음과 같이 진행된다.



### 5. 결론

계통비연계도시의 전력수요(최대부하)는 최근 들어 경제상황의 호전에 따라 높은 증가율을 보이고 있다. 도서지역의 전력수요는 계통연계지역과 여러 가지 측면에서 다른 점이 있다. 예를 들면, 최대부하 발생시점, 지역/산업특성에 따른 부하사용 특성, 수요예측기법의 제한적인 이용 등이다. 도서지역의 적정 전원보급을 위해서는 도서지역의 수요특성분석, 적절한 수요예측기법의 정립, 도서지역의 지역특성에 적합한 설비구성의 선택, 기타 신규수요에 대한 선별적 반영 등 여러 가지 점을 고려하여 수급계획이 수립되고 집행되어야 한다.

#### [참고 문헌]

- [1] 한국전기연구소, 한국전력공사, "구입전력의 적정수준과 효율에 관한 연구", 1993.
- [2] 한국전력기술주식회사, "소도시 장기전력 수급계획용 자료조사-수요예측보고서", 1995. 6
- [3] 한국전력공사, "소도시 전력사용 실태조사 연구", 1997.10
- [4] 한국전기연구원, "도서지역 전력수요예측 및 수급계획 수립방안 연구", 2002.10 (예정)