

한전계통의 부하구성비 분석

박시우, 김기동, 윤용범, 추진부
한전 전력연구원

Analysis of Load Composition for KEPCO's Power System

Si-Woo Park, Ki-Dong Kim, Yong-Beum Yoon, Jin-Boo Choo
Korea Electric Power Research Institute

Abstract - The accurate analysis of power system requires detailed load model. There are two basic approaches in modeling the load characteristics. One is to directly measure the voltage and frequency sensitivity of the load P and Q at substations and feeders. The other is to build up a composite load model from each load component. Each of these methods has advantages and disadvantages. This paper presents load composition for KEPCO's power system to develop load models by the component-based load modeling.

(dynamic)부하, 부하예측 및 모델링에서 분류하는 주거용, 상업용, 산업용 등 소비자의 사용 용도에 따른 분류, 회로해석적인 측면에서 분류하는 정전류, 정전압, 정임피던스, 정전력부하 등의 분류방법 등이 있다. 그러나, 어떤 분류방법도 다양한 부하들을 명확히 정의하기는 쉽지 않으며, 연구목적에 따라 분류방법 또한 달라질 수 있다. 본 논문에서는 모션 부하모델 개발을 위한 사전 작업으로서 개별부하를 모션부하로 합성하는 경우에 필수적인 자료인 모션별 부하구성비 데이터를 산정 및 분석하는 것이 목적이므로, 각 부하를 그 용도별 분류법에 의해 구분하였다.

1. 서 론

전력계통을 구성하는 요소중 부하모델의 표현형태는 전력계통해석 결과에 많은 영향을 준다.[1] 즉, 다양한 부하들의 특성을 정확히 모델링하는 것은 전력계통의 특성과 현상을 이해하기 위하여 매우 중요하며 정밀한 전력계통해석에 있어서 부하 모델링이 차지하는 비중은 점차 높아져 가고 있다. 이러한 부하모델 개발을 위한 모델링 기법에는 미시적 방법과 거시적 방법의 두가지로 분류할 수 있는데, 미시적 방법이란 개별 부하기기의 전압, 주파수 변화에 대한 유·무효전력의 응답특성을 부하 구성비를 이용해 합성하여 종합적인 부하특성을 취득하는 방법이고, 거시적 방법이란 실제 시스템에 대하여 외란이 발생했을 때의 전압, 주파수, 유·무효전력의 실측데이터를 취득하여 시스템 식별법 등에 의하여 모델을 구하는 방법이다.[2] 일반적으로 거시적 방법의 경우, 계통에 대한 선로정보, 부하구성비, 개별 부하기기의 구성 및 분포 등의 자료수집이 불가능한 경우에 유리한 방법이라 할 수 있으나, 대규모 계통에 있어서 전체 부하모선에 대하여 외란시 실측 데이터를 얻는 것은 불가능하기 때문에 일반적으로 미시적 방법에 의해 개발된 부하모델을 거시적 방법에 의해 검증하는 방법론을 선택하고 있는 실정이다.

한전내에 전기요금계산 등의 영업통계자료로서 사용되는 수용가의 용도별 부하구분은 다음과 같이 분류되어 있다.

- 주택용
- 상업용
- 관공용
- 농사용
- 국군용
- 유엔군용
- 아파트용
- 가로등
- 광,공업용
- 기타공공용
- 사업자용 : 사무실 및 기타, 건설용, 전기시험공작, 수병원, 변전수용
- 연립주택
- 종합계약아파트

위와 같은 용도별 부하분류를 보면 서로가 유사한 특성을 가지므로 명확히 분류하기 어려운 부하구분이 있는데 예를 들면, 주택용, 아파트용, 종합계약아파트, 연립주택과 같이 거의 동일한 특성을 갖는 부하의 경우, 다른 용도와 명확히 구분될 수 있도록 명확하고 일반화된 한가지 용도로서 표현하는 것이 타당할 것이다. 일반적으로 용도별 부하분류법은 주거용(Residential), 상업용(Commercial), 산업용(Industrial)으로 분류하며, 다음과 같은 일반적인 특징을 갖는다.[4]

- 주거용 : 일반적인 가정에서 사용하는 소용량의 기기들로, 지리학적으로 넓게 분포되어 있다.
- 상업용 : 주거용과 산업용의 중간적인 분류로 주거용 부하가 다소 포함될 수 있으나, 소비하는 에너지량은 주거용에 비해 상대적으로 크고, 산업용보다는 적으며, 지리학적으로는 산업용에 비해 넓으나, 주거용에 비해서는 분포영역이 좁다. 상업용 부하에는 병원, 쇼펜터, 공항, 사무실, 호텔 등이 포함되어 있다.
- 산업용 : 제조업 등과 같은 업종에서 대용량의 에너지

2. 본 론

2.1 부하의 용도별 분류

전력계통의 부하는 그 분류방법이 다양하다. 일반적으로 계통해석분야에서 분류하는 정태(static) 및 동태

를 소비하는 부하기기로 구성되며, 일정지역에 집중적으로 분포되어 있다.

본 논문에서도 위와 같은 분류법에 따라 유사한 부하특성을 갖는 부하에 대하여 다음과 같이 주거용, 상업용, 산업용의 3가지 부하로 분류하였다.[5]

표 1. 용도별(주거용, 상업용, 산업용) 부하분류 기준

	세부 용도
· 주거용	· 주택용 · 아파트용 · 종합계약아파트 · 연립주택
· 상업용	· 상업용 · 관공용 · 국군용 · 유엔군용 · 가로등 · 기타공공용 · 사무실 및 기타 · 건설용 · 전기시험공장 · 부속병원 · 변전소용
· 산업용	· 농사용 · 광·공업용

2.2 모선별 용도별 부하구성비 산출

모선별 부하구성비 산출을 위해 필요한 데이터는 다음과 같다. 전국 수용가에 대한 각각의 부하분류코드(주택용, 상업용, 관공용 등), 해당 수용가에 전력을 공급하는 변전소명, 계약전력(kW) 또는 판매전력량(kWh) 자료가 필요하며, 그 외에 부하는 계절적(봄, 여름, 가을, 겨울)인 영향(용도별 부하구성비 변화)을 많이 받으므로, 계절별로 활용가능한 정밀 부하모델 산출을 위해서는 일정시점이 아닌 각 계절별 계약전력, 판매전력량 자료가 추가적으로 필요하다.

다음은 모선별 용도별 부하구성비 산출을 위해 취득한 데이터의 일부이다.

표 2. 취득 자료 일부

교압/저압	D/L 코드	D/L 명	수용가 코드	용도 코드	용도 명	판매전력량 현황							
						'98.4		'98.8		'98.10		'99.1	
						계약전력 [kW]	사용량 [kWh]	계약전력 [kW]	사용량 [kWh]	계약전력 [kW]	사용량 [kWh]	계약전력 [kW]	사용량 [kWh]
교압	131801	녹가동	341	10	기타공용	700	24060	700	8760	700	11280	700	18468
교압	200102	신흥동	3910	2	상업용	500	8773	500	21172	500	23098	500	56092
저압	200111	신진동	393	3	공공용	661	49181	780	92080	784	39538	869	78324
저압	200112	신진동	393	1	주거용	179	10593	179	10098	179	5235	209	16273
.

취득된 데이터는 전국 수용가에 대한 판매전력량 데이터 중에, 해당 수용가에 전력을 공급받는 배전선로 정보가

기재되어 있는 경우에만 배전선로별로 전력량이 합산처리된 것으로, 배전선로 코드가 누락되거나 오류가 발생한 경우에는 배전선로별 판매전력량 자료에 합산이 되지 않아, 나머지 누락된 데이터는 수용가별로 데이터를 추가 취득하였다. 최종적으로 얻고자하는 데이터는 각 변전소별 계절별 용도별 판매전력량 및 부하구성비이므로, 취득된 데이터중 배전선로별로 합산처리된 데이터에 대해서는 각각 해당 변전소별로 다시 합산처리하고, 배전선로 정보가 누락된 데이터는 각 수용가의 지리적 위치 정보(동코드)를 이용하여 근접된 변전소에 합산처리하였다. 그러나, 일부 지역의 경우 주변에 다수의 변전소가 전력을 공급하는 경우가 있으므로, 그런 경우는 해당 변전소에 각 판매전력량을 일정 배분하였다. 최종 산정된 모선별 계절별 용도별 판매전력량은 다음 식에 의하여 용도별 부하구성비로 환산되며, 간략한 부하구성비 산정 흐름도는 그림 1과 같다.

$$\text{주거용 부하구성비} = \frac{\text{주거용 판매전력량}}{\text{주거용} + \text{상업용} + \text{산업용 판매전력량}} \times 100[\%]$$

$$\text{상업용 부하구성비} = \frac{\text{상업용 판매전력량}}{\text{주거용} + \text{상업용} + \text{산업용 판매전력량}} \times 100[\%]$$

$$\text{산업용 부하구성비} = \frac{\text{산업용 판매전력량}}{\text{주거용} + \text{상업용} + \text{산업용 판매전력량}} \times 100[\%]$$

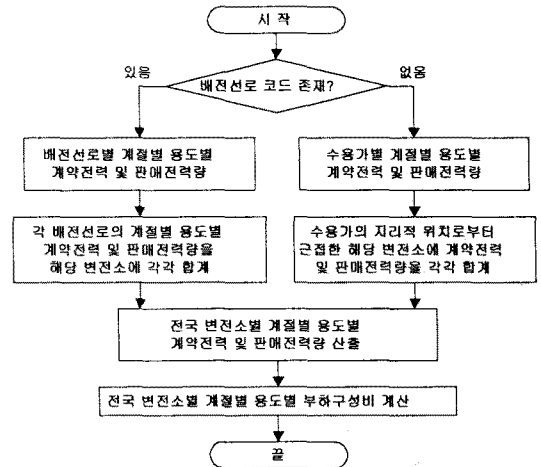


그림 1. 모선 부하구성비 산정 흐름도

2.3 부하구성비 분석

계산된 전국 154kV급 모선별 계절별 용도별 판매전력량으로부터 전국, 관리처, 모선별 부하구성비를 산정하였으며 그 결과는 다음과 같다.

· 전국 계절별 용도별 부하구성비

모선별 용도별 판매전력량을 모두 합산하여 전국의 계절별 용도별 부하구성비를 산출하였으며, 그 결과는 아래와 같다.

표 3. 전국 계절별 용도별 부하구성비

	봄('98.4)[%]	여름('98.8)[%]	가을('98.10)[%]	겨울('99.1)[%]
주거용	16.2	16.4	16.1	17.7
상업용	28.3	32.7	29.0	28.4
산업용	55.4	50.9	54.9	53.9

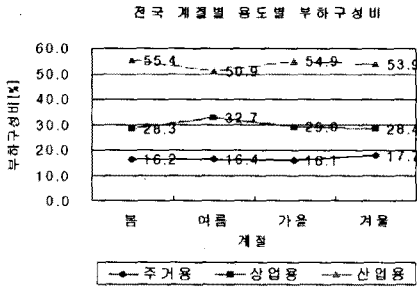


그림 2. 전국 계절별 용도별 부하구성비

그림 2에서 보는 바와 같이 계절에 따라 부하의 용도별 구성비 변화를 관찰할 수 있다. 즉, 여름의 경우에는 냉방부하의 급격한 사용으로 산업용 부하의 구성비가 증가되며 이에 반해, 산업용 부하는 하계휴가의 영향으로 사용전력량이 감소하여, 4계절이 부하구성비에 다소 영향을 미치는 것을 확인할 수 있다.

· 전력관리처별 용도별 부하구성비

다음은 각 변전소가 소속되어 있는 전력관리처별 부하구성비를 계산한 결과이다.

표 4. 전력관리처별 용도별 부하구성비

관리처명	주거용[%]	산업용[%]	합계[%]
서울	30.6	46.2	23.2
남서울	25.2	56.3	18.5
수원	12.1	29.8	58.1
계천	17.0	23.1	60.0
대전	17.5	21.9	60.6
광주	16.0	18.1	65.9
대구	12.5	16.6	70.9
부산	16.1	19.6	64.3
창원	18.9	21.3	59.7
제주	4.6	62.7	32.6
전국	17.7	28.4	53.9

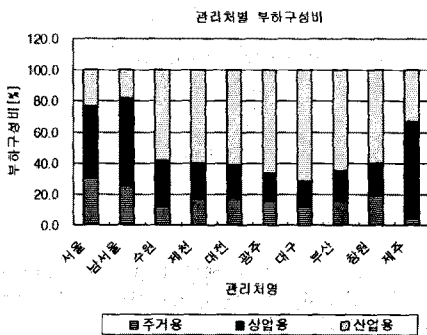


그림 3. 관리처별 부하구성비

관리처별 용도별 부하구성비 산정 결과를 보면, 일반적으로 서울지역은 주거용 및 산업용의 비율이 타지역에 비해 높으며 공단이 밀집된 지역에서는 산업용의 비율이 상당히 높은 것을 알 수 있다. 특히, 제주지역은 관광단지가 밀집되어 있어 산업용의 비율이 전국 평균에 비해 월등히 높음을 확인할 수 있다.

· 모선별 계절별 용도별 부하구성비

다음은 앞서 설명된 부하구성비 산정방법에 의해 전국 154kV급 변전소에 대하여 산출된 계절별 용도별 부하구성비이다. 지면관계상 그 결과의 일부를 표시하였다.

표 5. 모선별 계절별 용도별 부하구성비(일부)

연번	관리처명	변전소명	98.4월(%)			98.8월(%)			98.10월(%)			99.1월(%)		
			주거	산업	합계	주거	산업	합계	주거	산업	합계	주거	산업	합계
1	서울	중부	10.7	69.7	19.6	9.0	75.6	15.4	10.3	71.2	18.5	11.5	68.5	20.0
2	서울	양주	19.5	45.8	34.7	20.2	49.6	30.2	20.5	46.7	32.8	21.7	48.0	30.3
59	남서울	동서울	38.6	50.1	11.4	34.8	49.7	15.5	33.5	45.6	20.9	35.0	44.6	20.4
60	남서울	성남	5.2	71.9	22.9	4.9	72.8	22.4	4.9	71.6	23.5	5.4	72.3	22.2
97	수원	신안천	23.5	14.0	62.5	23.4	17.1	59.5	21.5	15.2	63.3	25.0	14.8	60.2
98	수원	부평	31.6	27.3	41.1	31.0	33.1	35.8	29.7	30.2	40.1	32.1	28.4	39.5
151	계천	속초	7.8	22.9	69.4	9.0	33.2	57.8	8.0	26.5	65.5	8.6	27.0	64.5
152	계천	광창	30.6	58.0	11.4	25.8	62.8	11.4	28.4	57.8	13.9	27.3	65.7	6.9
198	대전	갑천	3.7	5.4	90.9	4.8	9.1	86.1	4.9	11.4	83.7	6.2	15.8	78.1
199	대전	예산	16.7	19.6	63.6	18.0	24.2	57.8	17.7	21.2	61.1	16.4	18.1	65.5
262	광주	북광주	16.6	26.7	56.8	17.2	28.6	54.1	15.9	25.5	58.6	16.7	24.7	58.6
263	광주	계림	32.5	35.5	32.0	31.7	38.5	29.8	32.5	35.3	32.2	32.9	33.1	33.9
303	대구	김천	5.9	21.6	72.5	6.5	16.4	77.1	6.6	14.7	78.7	7.6	16.0	76.5
304	대구	관음	41.8	38.6	19.6	40.0	42.9	17.1	40.7	42.4	16.9	42.4	39.1	18.5
363	부산	울산	9.4	9.0	81.6	9.5	10.7	79.7	8.5	9.3	82.2	9.2	9.4	81.4
364	부산	온산	1.3	1.1	97.6	1.1	1.3	97.7	0.9	1.0	98.1	1.5	1.3	97.5
405	창원	마산	23.7	26.6	49.6	19.5	29.4	51.1	20.2	27.0	52.8	23.8	25.9	50.3
406	창원	서마산	22.4	27.2	50.5	21.2	33.6	45.2	20.7	30.0	49.4	25.2	29.3	45.5
438	제주	한라	3.0	31.6	65.4	1.6	33.8	64.6	1.3	29.6	69.1	2.9	31.2	65.9
439	제주	안덕	5.3	64.4	30.3	1.6	77.0	21.5	1.8	70.4	27.8	3.4	68.3	28.2

3. 결 론

본 논문에서는 전력계통 안정도 정밀해석을 위한 모선 부하모델 개발의 사전연구로서 한전내 취득가능한 데이터를 이용하여 전국 154kV급 변전소의 계절별 용도별 부하구성비를 산출하였다. 기존의 통계자료는 전국 전체 부하에 대한 용도별 부하구성비에 국한되어 있는 반면, 본 연구에서는 전국의 모선별 계절별 용도별 부하구성비를 산정 및 분석하고, 데이터를 구축함으로써 추후, 정밀한 모선별 부하모델을 개발할 수 있는 기반을 마련하였다. 또한, 본 모선별 부하구성비 자료는 모선부하모델 개발뿐만 아니라 계절별 용도별 부하구성의 변화를 분석함으로써 부하예측분야에도 도움이 될 것으로 예상된다.

[참 고 문 헌]

- [1] Wen-Shiow Kao, Chia-Jen Lin, Chiang-Tsang Huang, "Comparison of Simulated Power System Dynamics Applying Various Load Models with Actual Recorded Data", IEEE Transactions on Power Systems, Vol 9, No. 1, February 1994
- [2] IEEE Task Force on Load Representation for Dynamic Performance, "Load Representation for Dynamic Performance Analysis", IEEE Transactions on Power Systems, Vol 8, No. 2, May 1993
- [3] G. E. Company, "Load Modeling for Power Flow and Transient Stability Computer Studies", Vol 1-2, 1987.1
- [4] C. A. Gross, "Power System Analysis", John Wiley & Sons, Second Ed, pp23-pp28, 1986
- [5] 한국전력공사, 전력경제처, "98년도 전력수요 예측 통계집", 1998