

산업수용가에 대한 전력수요 예측기준에 관한 조사연구

남 기영, 최 상봉, 정 성환, 류 희석, 김 대경  
한국전기연구원

A Survey Research for Power Demand Forecast Criteria of new Industry Complex

Nam Kee-Young, Choi Sang-Bong, Jeong Seong-Hwan, Ryoo Hee-Suk, Kim Dae-Kyung  
K.E.R.I.(Korea Electrotechnology Research Institute)

**Abstract** - New cities and industrial complexes are being developed actively according to the government's policy. To determine the size of investment, number of power lines and substations for stable power supply to newly developed industrial complexes, the accurate estimation of power demand is necessary.

"The standards for the estimation of power demands in newly developed residential and industrial complexes" established by KEPCO in 1991 have been used up to now. But the background for the estimation of power demands is weak and the accuracy has not been verified. Also, it has been passed above 10 years since their establishment and the social & economic situations have changed a lot, which requires an urgent revision.

Through this survey and analysis of existing areas, new standards that will enable more accurate estimation of power demands in new cities and industrial complexes to be developed in the future are established by calculating the some kinds of power demand factors.

1. 서 론

정부의 인구분산 및 건설경기 활성화 정책에 따라 전국적으로 신도시 개발 및 산업단지의 조성이 활발히 진행되고 있으며 이에 따라 새로이 개발되는 주택단지 및 산업단지에 전력공급설비를 안전하게 시설함에 있어서 투자규모 및 전력회선 그리고 변전소 계획 등을 결정하기 위해서는 단지 내 소요 전력에 대한 예측이 절실히 제기되고 있다. 지금 현재까지는 1991년 한전에서 신설 주택 및 공단지역 전력수요 예측 기준 설정 기준을 제정하여 적용하여 오고 있으나 전력수요 산정의 기준에 대한 근거가 미약하고 정확도에 대한 검증절차가 이루어지고 있지 않을 뿐만 아니라 이에 대한 보완이 시급한 실정이다. 본 조사연구에서는 산업단지에 대한 부지원단위, 전력원단위, 부하율 등을 업종별로 분류하여 국가산업단지8개소, 지방산업단지 5개소에 대한 분석 가능한 자료 즉 피크 전력 데이터 입수가 가능한 수용가에 대해 조사 분석하여 향후의 신설 산업단지에 대한 전력수요를 예측할 수 있는 지표를 표준산업분류에 따라 산정하였다.

2. 본 론

산업단지는 규모별, 목적별로 여러 형태로 조성되어 있는데 국내에 조성되어 있는 산업단지의 종류는 국가산업단지, 지방산업단지, 농공단지, 외국인기업 전용단지, 자유무역지구 등이다. 표 2.1은 전국에 조성되어 있는 공단수와 조성면적을 보인 것이다.

표2.1 전국의 산업공단 조성현황

구 분	단지수 (개)	면 적	분 양 현 황			분양률 (%)
			분양 대상	분양	미분양	
국 가	33	414,970 (125,528)	194,492 (58,834)	183,422 (55,485)	11,070 (3,349)	94.3
지 방	157	209,195 (63,281)	97,957 (29,632)	92,149 (27,875)	5,808 (1,757)	94.1
농 공	299	45,190 (13,670)	36,308 (10,983)	35,161 (10,636)	1,147 (347)	98.8
자유무역지역	3	2,358 (713)	895 (270)	895 (270)	-	100
계	492	671,713 (203,192)	329,652 (99,719)	311,627 (94,266)	18,025 (5,453)	94.5

이 중 산업단지에 대한 전력수요 실태 조사를 위해서는 표본의 수가 많고 업종이 다양한 것이 바람직하므로 규모 및 업종 면에서 가장 유리한 국가산업단지와 지방산업단지를 주 조사대상으로 하였다. 즉, 단지별 특징은 물론 전체 조사된 산업체의 전력원단위와 부지원단위데이터에 대한 대표성을 가질 수 있는 정도의 많은 표본조사가 가능하도록 하였다.

2.1 산업단지 전체의 현황분석과 조사대상 선정

표 2.1과 같이 전국에는 많은 산업단지가 조성 되어 있다. 그러나 현재 단지에 입주한 업체수가 100개가 넘는 곳은 그다지 많지 않다. 따라서 본 조사에서는 국가산업단지의 경우 8개 단지, 지방산업단지 5개 내외만이 다양한 업종의 기업이 입주하여 공장이 가동되고 있는 상황이다. 조사를 위해 선정된 국가 산업단지는 구로공단, 남동공단, 반월공단, 시화공단, 구미공단, 울산공단, 녹산공단, 창원공단이며 지방 산업단지는 입주업체가 50개를 초과 하는 단지 중 업체수가 많고 비교적 업종이 다양한 단지 5개를 선정하였는데 은수지방산업단지, 성서지방산업단지, 대전지방산업단지, 진량지방산업단지, 왜관 지방산업단지 등이다.

국가산업단지의 경우는 체계적으로 입주업체에 대한 데이터가 정리되고 있으나 지방산업단지의 경우는 통계 데이터 작성이 대부분 이루어지지 않고 있는 상황이다. 따라서 본 조사에 사용된 지방산업단지는 조사에 합당한 데이터가 입수된 성서지방 산업단지와 대전지방산업단지 왜관지방산업단지 만이 채택되었다.

2.2 수요예측 방법과 데이터의 정의

산업단지의 전력수요는 동일한 업종, 동일제품을 생산 하여도 각 제조업체의 부지 이용계획과 기술정도에 따라 달라지고 조업을 등 경기변동에도 민감하게 변화하므로 주택단지에 비해 그 수요를 정확하게 예측하기가 어렵다. 따라서 공업단지의 전력수요를 정확하게 예측하기 위해서는 사업주체의 상세한 기본계획 및 입주 대상업체

의 투자계획 등 참고자료를 분석하여 다음과 같이 수요를 예측한다.

$$\text{전력수요}(kW) = \frac{\text{전력원 단위}(kWh/\text{백만원}) \times \text{부지면적}(m^2)}{\text{부지원 단위}(m^2/\text{백만원}) \times 8,760(h) \times \text{부하율}}$$

이와 같이 수요를 예측함에 있어 다음의 방법들이 사용될 수 있는데 본 연구에서는 첫 번째의 원단위를 이용한 방법을 채택하였다.

### 2.2.1 원단위 이용 방법

원 단위에는 제품 단위당 전력원 단위, 부지면적당 전력원 단위 등이 있으나 여기서는 생산 금액을 기준으로 환산한 단위 금액당 전력원 단위와 부지원 단위를 이용하는 것이다. 또, 총 설비 규모(수용가 수전설비 기준)를 예측할 때에는 수용율을 적용하여 다음과 같이 산정하며 전력수요 예측치가 현장여건과 비교하여 현저히 적다고 판단될 때에는 총 설비 규모를 전력수요로 할 수 있다.

$$\text{전력수요}(kW) = \frac{\text{전력원 단위}(kWh/\text{백만원}) \times \text{부지면적}(m^2)}{\text{부지원 단위}(m^2/\text{백만원}) \times 8,760(h) \times \text{부하율} \times \text{수용률}}$$

### 2.2.2 부하밀도에 의한 방법

부하밀도에 의한 수요 예측은 이미 공급되고 있는 지역 중 신규로 조성되는 단지와 유사한 공단의 부하밀도를 조사하여 전력수요를 예측하는 방법으로 부하밀도의 맵 또는 구획별 표준 부하밀도를 기준으로 하여 다음과 같이 산정한다.

$$\text{전력수요}(VA) = \text{개발면적}(km^2) \times \text{부하밀도} \left( \frac{kW}{km^2} \right) + \text{부동불}$$

### 2.2.3 시계열 분석에 의한 방법

과거의 부하실적 변동 경향을 파악하여 미래의 부하변동을 예측한다.

### 2.2.4 원단위 이용방법에 의한 사용 데이터

본 연구에서는 원단위 이용방법을 적용하는데 이 방법으로 전력수요를 예측하기 위해서는 전력원단위, 부지원단위, 평균전력, 부하율, 수용율, 생산액 등의 데이터가 필요한데 각각의 데이터는 다음과 같이 정의된다.

- (1) 전력원단위 : [평균전력(kW)×8760(시간)]/생산액
- (2) 부지원단위 : 제조시설면적(m<sup>2</sup>)/생산액(백만원)
- (3) 평균전력 : 월최대전력(kW)/720(시간)
- (4) 부하율 : 평균전력(kW)/일최대전력(kW)
- (5) 수용율 : 평균전력(kW)/계약전력(kW)

## 2.3 분석방향

산업단지에서 제공하는 면적 데이터가 연면적, 제조시설면적, 부대시설면적 등의 3가지 면적단위가 제공되고 있는데 이들 3가지 항목들을 조합하여 분석하였다. 이는 지극히 현재 사용되고 있는 부지원단위의 통계치가 분석을 해본 결과로는 종래의 데이터와는 현격한 차를 보이고 있어 이에 대한 조사 및 분석이 필요할 것으로 사료된다. 즉 환경(복지후생) 및 사회경제적인 환경 변화와 같은 생산 주변의 변화를 고려해야 할 것으로 생각된다.

따라서 상기와 같은 분석을 통해 업종별 자료를 작성하여 업종별 지표를 분석하였는데, 입수된 자료를 통하여 분석한 결과는 일차적으로 부지원단위만을 작성하고 전력원단위는 에너지 관리공단에서 작성된 전국의 제조업체를 대상으로 작성된 지표를 사용해야 할 것으로 생각된다. 이는 공단관리청에서 제공하는 각 공단별 입주업체의 생산액은 표본업체에 대해서만 관리되고 있고 이마저도 정확한 액수로 믿기 어려울 정도로 현재의 지표와는 현격한 차를 보이고 있기 때문이며 또한 일부 공단에서는 생산액 데이터가 관리되지 않아 입수가 불가능하므로 이를 이용할 수밖에 없다.

## 2.4 분석에 대한 고찰

공장용지에 대한 수요는 전반적으로 증가세가 둔화되는 양상을 보이고 있으며, 특히 제조업의 경기변동과 밀접한 관계가 있는 것으로 나타나고 있다. 또, 대규모 장치산업의 세계적인 공급과잉 현상과 대형 설비투자의 마무리, 산업구조의 고도화, 유연적인 생산체제, 서비스 산업의 급성장, 상대적인 제조업 비중의 감소 등을 고려할 때 미래의 입지수요 증가율은 지금보다 낮은 수준에 머물 것으로 전망된다.

80년대 이후 우리나라의 설비투자는 90년대 중반까지는 기업의 투자수요 증가로 안정적인 증가세를 유지하였으며, 특히 '94~'96년 기간 중에는 석유화학, 철강, 조선 등 대규모 장치산업에 설비투자가 집중적으로 실시되었으나 증가세를 지속하던 국내 설비투자는 '97년 IMF 관리체제 이후 '97년 -6.6%에 이어 '98년에는 -36.9%로 크게 감소하였으며, 금액 면에서도 '94년 수준에 머물렀다. 그러나 '99년 이후에는 다소 회복되는 모습을 보이고는 있으나, IMF 이후 기업의 경영활동이 수익성 위주로 전환됨에 따라 과거와 같은 대규모 설비신증설은 이루어지지 않을 것으로 전망된다.

산업단지의 공장용지에 대한 수요에서도 국가 전체의 용지수요 경우와 마찬가지로 경기침체기에는 수요가 감소하고, 경기상승기에는 증가하는 등 경기변화와 밀접한 관련이 있는 것으로 나타났는데 경기 침체기였던 '98년에는 기업의 신규투자 축소로 공장용지에 대한 수요가 급감한 반면, 경기상승기였던 '99, 2000년에는 부지수요가 증가하였다.

이와 같은 동향 하에서 2001년의 생산실적 및 업체현황을 바탕으로 전력원단위를 분석하고 부지원단위의 경우 대지면적을 생산액으로 나눈 비율을 말하지만 지금까지 발표되어 왔던 통계데이터와는 동떨어진 값을 나타내고 있는데 이는 사회 환경의 변화에 따른 부대시설 면적의 증가 또한 전력사용량 및 제품원가에 미치는 영향, 생산품목의 변화 등 사회 환경변화에 따른 변화가 지속적으로 이루어져 왔기 때문으로 생각된다. 따라서 이러한 환경변화를 감안한 지표산정을 고려하기 위해 부지원단위를 제조시설면적, 제조시설면적+부대시설면적, 부지면적 등을 각각 생산액으로 나눈 표 2.2와 같은 결과 데이터를 산출하였다.

표 2.2 2001년 기준 업종별 원단위 관련 데이터

업종명	평균 전력	부하율 (%)	수용율 (%)	전력원 단위1	부지원 단위1	부지원 단위2	부지원 단위3
음식료품	486	46	25	1543	5	2	3
섬유 의복	281	67	39	2059	6	4	5
목재나무	47	25	14	914	8	4	5
펄프종이	688	42	23	677	4	3	3
출판인쇄	911	40	21	511	1	1	1
석유화학	1044	49	27	1518	6	3	4
요업	136	36	19	1492	8	3	4
1차금속	3696	51	24	1755	3	1	2
조립금속	276	39	21	3652	17	7	9
타타기계	117	36	18	1686	6	3	5
사무기기	179	50	25	1261	7	4	4
전기기계	487	38	21	671	5	2	3
열상유합	306	51	27	1439	3	2	3
의료광학	100	42	23	564	2	1	2
자동차	286	45	24	2440	7	3	4
기타운송 장비	864	36	17	1438	10	6	7
가구및기 타제조	287	41	22	1625	7	3	5
재생활료	60	25	20	812	5	3	3

## 2.5 분석결과

우선, 지금까지 사용되어온 데이터의 업종분류를 한국 전력공사의 통계데이터에 사용되는 표준산업분류 체계에 근거하여 18개 업종으로 나누고, 전력원단위의 경우는 전국의 제조업을 대상으로 에너지 관리공단에서 매년 작

성되어 발표되고 있으므로 이를 활용하는 것이 바람직할 것으로 생각된다. 부지원단위의 경우는 제조업체별 생산금액의 대소에 따라 대단히 큰 차를 보이고 있다는 점과, 종래에는 별로 고려되지 않았던 부대시설에 따른 면적 및 전력사용의 증가를 감안할 필요가 있다.

전력원단위와 부지원단위를 사용하여 신규 산업단지 조성 시의 전력수요를 예측할 경우 상기의 부지원단위1과 단지 조성기관의 수요예측 데이터를 바탕으로 검토하고, 매년 성장되는 부하증가율을 감안할 필요가 있다. 그러나 본 조사연구에서 나타났듯이 제조업의 전력사용량은 증가추세를 보이고 있긴 하지만 이는 제조업체 수의 증가에 따른 것으로 전체 산업에서 차지하는 제조업 전체의 판매 전력량 점유율은 다음 그림 2.1과 같이 1987년을 기점으로 하향 추세를 보이고 있고, 동일업종의 경우 전력사용 기기의 전력사용량은 절전 기기의 도입으로 인해 더 이상 증가하지 않을 것으로 전망된다. 즉, 그림 2.2와 2.3을 분석해 보면 전체 전력사용 고객 호수 및 제조업체 수의 성장률이 둔화되고 있음을 알 수 있는데 그림 2.3에서 제조업체수의 성장률과 판매 전력량 성장률의 관계를 살펴보면 제조업체 수의 증가율이 판매 전력량의 성장률을 앞지르고 있고 그림 2.1에서 알 수 있듯이 전력사용량 점유율이 감소하는 것으로 나타나 이를 종합해 보면 동일 제조업종의 경우 전력사용량은 증가하지 않을 것으로 예측할 수 있다. 제조업의 경우 특히 경기와 사회 경제 환경에 따라 다소 달라질 수 있겠지만 평균적인 개념에서 보면 전반적인 추세는 크게 변하지 않을 것이다.

따라서 산업단지의 신규 수요 예측에는 상기에서 제시한 전력원단위와 부지원단위만을 고려하여 향후의 전력수요를 예측 하더라도 문제가 없을 것으로 사료된다.

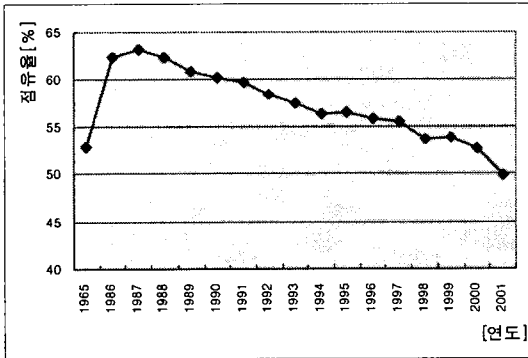


그림 2.1 전체산업의 제조업 전력사용량 점유율 추이

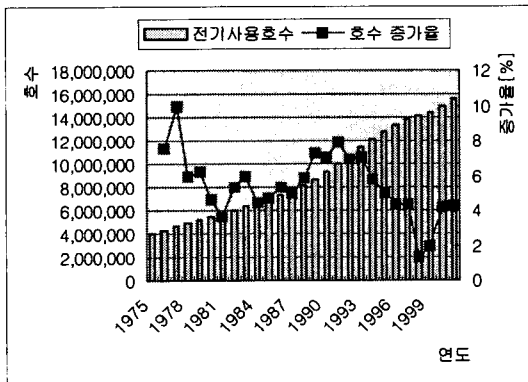
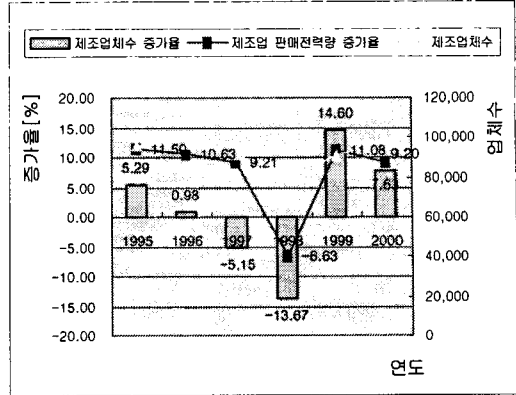


그림 2.2 전체 전력사용 고객 호수 및 성장률 추이



2.3 제조업의 업체 수 및 판매 전력량 증가율 추이

### 3. 결 론

이상의 분석결과를 토대로 산업단지의 전력수요 예측 지표인 전력원단위, 부지원단위, 부하율 및 수용율은 신 분류체계에 따라 표 2.3과 같이 결정하는 것이 바람직할 것으로 사료된다. 단, 부지원 단위는 부지원단위1의 데이터를 적용하되 산업단지의 성격에 따라 유동적으로 2와 3을 선택해도 좋을 것이다.

표 2.3 산업단지 수요예측 지표

업종명	부하율 (%)	수용율 (%)	전력원단위	부지원 단위1	부지원 단위2	부지원 단위3
음식료품	46	25	에너지 관리공단 데이터, 광공업동계통, 전국규모통계데이터 이용 (매년 유관기관에서 최신의 데이터 작성)	4.9	2.4	3.0
섬유의복	67	39		6.3	4.2	5.2
목재나무	25	14		7.8	3.7	4.7
필프종이	42	23		4.3	3.0	3.4
출판인쇄	40	21		1.1	0.8	1.0
석유화학	49	27		6.2	3.1	4.1
요업	36	19		7.7	2.9	3.6
1차금속	51	24		2.7	1.3	1.6
조립금속	39	21		16.8	7.3	8.6
기타기계	36	18		6.4	3.0	5.3
사무기기	50	25		7.1	3.5	4.3
전기기계	38	21		5.0	2.2	3.1
영상음향	51	27		3.0	2.1	2.5
의료광학	42	23		1.9	1.4	1.7
자동차	45	24		6.9	2.9	3.8
기타운송장비	36	17		10.1	6.2	6.7
가구및기타제조	41	22		6.6	3.3	5.0
재생재료	25	20		4.6	2.9	2.9

이와 같은 조사 연구는 산업체의 사용기기, 전력사용의 유형의 변화, 생산성의 변화 등이 영향을 미치는 요소이며 이 요소들이 대단히 변하기 쉬운 기술적 사회적 특성을 가지고 있으므로 향후 5년 또는 10년 정도의 주기로 정기적으로 분석할 필요가 있다.

### [참 고 문 헌]

- [1] 한국전력공사 판매사업단 영업처, "신설주택 및 공단지역 전력수요예측 기준", 1991
- [2] "전력수요상징과 공급력 계획", 일본전기평론, 1993. 4
- [3] "한국주요경제지표", 통계청, 2001
- [4] "시도별 지역내 총생산", 통계청, 2001
- [5] 최상봉의, "경제지표를 고려한 장기 전력부하예측 기법", 대한전기학회 하계학술대회, 1998.
- [6] Choi Sang Bong, et al. "Long Term Load Forecasting considering economic indicator", ICEE Conference, 1998
- [7] "2002년도판 한국전력통계", 한국전력공사, 2002.5
- [8] "2002년도판 경영통계", 한국전력공사, 2002.5