

受變電設備現況과

그 適定基準

— 大型빌딩, APT團地를
中心으로 —

Status of Demand Factors
and their Appropriate
Standards

— Office Building and
Apartment Complex —

崔 壽 鉉

韓國動力資源研究所
에너지節約技術센터長(工博)

1. 序 言

需要率은 電力需用家の 總電氣設備용량에 대한 最大使用電力의 比로서 수용가에 설치할 變壓器용량 산정時에 적용되는 중요한 指標이다.

우리나라의 各種建物は 일반적으로 變電設備와 配電線路가 過多하게 施設되어 과대한 施設投資와 變壓器에서의 불필요한 電力損失增加 등을 招來하고 있다.

이는 우리나라의 電力使用실정에 맞는 需要率기준이 마련되어 있지 않아 美國이나 日本 등 선진국형의 높은 需要率을 適用하는 것이 主因인 것으로 분석되고 있다.

물론 國內 內線規定에 단편적으로 규정되어 있기는 하지만 대상建물의 용도등에 따라 많은 차이가 있게 되므로 增加趨勢에 있는 大型建物에서의 變電設備의 合理的인 設計基準을 건물용도에 따라 설정하는 것은 매우 시급한 과제이다. 이를 위하여 일차로 조사된 電力多消費建物인 大型빌딩과 기존아파트단지에서의 總設備容量, 最大使用電力 및 需要率의 設計値等 現황을 살펴보고, 調查資料分析에 의한 適定需要率基準과 새로운 需要率基準適用時의 節電效果에 대해서 간단히 살펴보기로 한다.

II. 國內 大型建物과 아파트團地の 變電設備 現況

앞에서 언급한 바와같은 필요성에 의해 일차로 대형건물과 아파트단지의 適定需要率 산정을 위하여 韓國動力資源研究所에서 1985년에 大韓電氣學會의 협조로 大型 事務所建物과 아파트단지가 主로 建設되어 있는 서울, 부산, 대구, 광주 및 대전지역의 大型빌딩 90個所와 아파트단지 40個所를 대상으로 아래사항에 對하여 調査한 바 있다.

- 建物, 아파트단지의 總建坪 및 家口數(아파트)
- 對象建물의 變電設備容量
- 總設備容量
- 最大使用電力
- 契約電力
- 需要率 設計값
- 不等率 設計값

調査는 電力需要가 年中 最大가 되는 7~8月 (1985年) 期間중에 이루어졌으며, 設計時에 使用된 需要率값은 設計圖面 및 設計事務所로 부터 획득하였다.

조사대상 選定은 大型빌딩의 경우는 建坪을 基準으로 서울은 5,000坪以上, 기타 地方都市는 3,000坪以上の 事務用建物로 하였으며, 아파트단지는 原則的으로 각각 1,000세대 및 100세대 以上으로 選定하였다. 조사대상에서 需要率의 設計値획득이 不可能한 대상과 最大電力에 대한 資料가 未備된 建物이 多數 發生하여 最終分析은 이들을 除外한 大型빌딩 60個所와 아파트단지 36個所를 대상으로 수행하였다.

가. 事務用 빌딩

調査된 需要率 適用現況을 地域別로 要約하면 表 1과 같다. 표에서 보듯이 실제 施設된 變電設備의 需要率 適用범위는 58%~115%로서 적용폭이 대단히 넓으며 需要率의 平均값도 81.8%로 상당히 높다. 이값은 실제 사용된 電力에 대하여 계산된 需要率의 平均치 51.6% 보다 무려 30%나 높은 것이며, 우리나라 內線規定 70%보다도 10% 더 높게 채택하고 있는 실정이다.

표 2는 事務用 建物에 시설된 總設備容量을 2,000 [KVA]씩 구분하여 現施設需要率 및 最大電力을 基準으로한 需要率平均을 비교한 것이다.

표에서 보듯이 現施設需要率은 71~84% 정도이고, 實使用電力需要率은 1곳밖에 調査되지 못한 6001~8000 [KVA] 구간을 除外하고는 設備容量이 커질에 따라 약간씩 감소하며 53.8~37.5% 정도가 됨을 볼 수 있다.

나. 아파트 團地

우리나라 아파트단지의 需要率 適用實態를 地域別로 要約하면 表 3과 같다. 표에서 보듯이 아파트 단지의 變電設備에 適用하고 있는 需要率의 적용범위는 36~137%로 매우 넓게 分布되어 있으며, 平均값도 67.9%로 실제 最大使用電力에 對한 總設備容量의 비인 實使用電力需要率 32.5% 보다도 무려 35.4% 높게 채택되고 있음을 알 수 있다.

〈표-1〉 事務用빌딩의 需要率 適用實態

| 지역명 | 조사대상 | 실제수요율 (%) | | 실사용전력수요율 (%) | | 현시설수요율 (%) | |
|-----|------|-----------|-------|--------------|-------|------------|-------|
| | | 범위 | 평균 | 범위 | 평균 | 범위 | 평균 |
| 서울 | 25 | 61.1-81.5 | 69.25 | 36.4-67.8 | 49.76 | 60-100 | 75.02 |
| 부산 | 10 | | | 10.8-60 | 46.53 | 57.7-109.1 | 82.0 |
| 대구 | 10 | | | 31.0-70.9 | 55.5 | 71.5-114.3 | 90.3 |
| 대전 | 7 | 60-90 | 72.14 | 45-66.7 | 54.16 | 60-97.4 | 74.73 |
| 광주 | 8 | | | 26.7-84.9 | 56.65 | 84.6-100 | 96.08 |
| 총계 | 60 | | | 10.8-84.9 | 51.61 | 57.7-114.3 | 81.77 |

주) 設計需要率: 設計時 適用된 需要率
 施設需要率: 變壓器容量 / 總設備容量 * 100
 實使用需要率: 最大使用電力 / 總設備容量 * 100

〈표-3〉 아파트단지의 需要率 適用實態

| 지역명 | 조사대상 | 실제수요율 (%) | | 실사용전력수요율 (%) | | 현시설수요율 (%) | |
|-----|------|-----------|-------|--------------|-------|------------|-------|
| | | 범위 | 평균 | 범위 | 평균 | 범위 | 평균 |
| 서울 | 15 | 71.0-85.7 | 75.57 | 12.0-65.8 | 29.9 | 45.6-87.4 | 63.09 |
| 부산 | 7 | | | 11.6-28.0 | 18.41 | 35.7-61.7 | 47.84 |
| 대구 | 6 | | | 10.0-35.6 | 18.47 | 45.7-91.4 | 73.7 |
| 대전 | 2 | | | 51.4-52.4 | 51.9 | 62.5-83.3 | 72.9 |
| 광주 | 6 | | | 10.4-80.0 | 82.92 | 45.6-137 | 96.07 |
| 총계 | 36 | | | 10.0-80.0 | 32.49 | 35.7-137 | 67.93 |

〈표-2〉 總設備容量別 需要率 比較 (事務用빌딩)

| 설비용량범위 (KVA) | 조사개소 | 총설비용량 평균 (KVA) | 변전설비용량 평균 (KVA) | 최대사용전력 평균 (KW) | 현시설수요율 (%) | 실사용전력 수요율 (%) |
|--------------|------|----------------|-----------------|----------------|------------|---------------|
| 0~2000 | 32 | 931 | 770 | 501 | 82.7 | 53.8 |
| 2001~4000 | 17 | 2,732 | 2,188 | 1,371 | 80.1 | 50.2 |
| 4001~6000 | 7 | 4,873 | 3,757 | 2,452 | 77.1 | 50.3 |
| 6001~8000 | 1 | 7,120 | 6,000 | 4,300 | 84.3 | 60.4 |
| 8001~10000 | 1 | 9,850 | 7,000 | 4,500 | 71.1 | 46.2 |
| 10001~12000 | - | - | - | - | - | - |
| 12001~14000 | 2 | 12,944 | 9,250 | 4,850 | 71.5 | 37.5 |

〈표-4〉 總設備容量別 需要率 비교 (아파트단지)

| 설비용량-범위 (KVA) | 조사 개소 | 총설비용량평균 (%) | 변전설비용량평균 (%) | 최대사용전력평균 (%) | 현시설수요율 (%) | 실사용전력수요율 (%) |
|---------------|-------|-------------|--------------|--------------|------------|--------------|
| 0~2000 | 15 | 933 | 678 | 331 | 72.7 | 35.6 |
| 2001~4000 | 13 | 2,793 | 1,743 | 669 | 62.4 | 24.0 |
| 4001~6000 | 4 | 5,210 | 2,375 | 777 | 45.6 | 14.9 |
| 6001~8000 | 1 | 7,670 | 3,500 | 1,468 | 45.6 | 19.1 |
| 8001~10000 | - | - | - | - | - | - |
| 10001~12000 | - | - | - | - | - | - |
| 12001~14000 | 2 | 12,873 | 5,875 | 2,563 | 45.6 | 19.9 |
| 14001~16000 | - | - | - | - | - | - |
| 16001~18000 | - | - | - | - | - | - |
| 18001~20000 | - | - | - | - | - | - |
| 20001~22000 | 1 | 21,910 | 10,000 | 3,974 | 45.6 | 18.1 |

표 4는 總設備容量에 對한 需要率을 비교한 것으로, 現施設需要率 平均은 45.6~72.7%이고, 現使用電力基準 需要率은 14.9~35.4%로 設備容量이 커짐에 따라 需要率이 감소하였다.

Ⅲ. 適定 需要率基準(案)

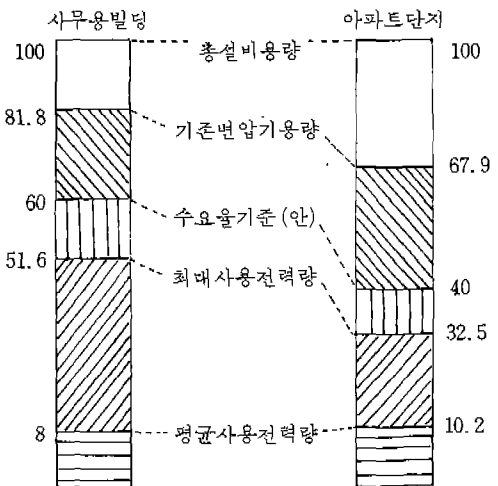
事務用 빌딩의 경우 표 1에서 보여진 바와 같이 現在 施設되어 있는 變電設備의 需要率 平均값은 81.8%로 실제 사용된 最大電力에 對한 需要率 51.6% 보다 무려 30%나 높게 施設되어 있는 것으로 分析되고 있다. 또한 總設備容量에 對한 分析結果 負荷容量이 증가함에 따라 실제 施設된 需要率값은 감소하고 있음을 볼 수 있다. 이러한 分析結果를 토대로 볼 때 需要率값은 빌딩의 使用用途 및 總設備容量에 따라 달라지고 있으므로 하나의 確定된 需要率基準值를 定하기는 現實적으로 어려우나 실제 사용되고 있는 最大電力에 의한 需要率의 平均값 52%에 장차의 負荷增設 20% 정도를 加算할 때 60%면 만족스런 것으로 판단된다.

아파트단지의 경우 표 3에서 보는 바와 같이 現施設되어 있는 變電設備의 需要率 平均값은 67.9%로 실제 사용된 最大電力에 대한 平均需要率 32.5% 보다 무려 35%나 높게 施設되어 있는 것으로 分析되었다. 또한 總設備容量에 對한 分析結果 設備容量이 증가함에 따라 施設需要率값이 줄어들고 있음을

볼 수 있다.

이러한 分析結果 아파트단지의 需要率 값도 여러 가지 要素가 복합적으로 고려되어야 하며 일률적으로 정하기에는 많은 어려움이 있음을 알 수 있다. 그러나 실제 사용되고 있는 最大使用電力에 의한 需要率 平均 32.5%와 이에 장차의 負荷增設을 20%가 산할 때 40%가 적정인 것으로 판단된다.

그림 1은 事務用빌딩과 아파트단지의 總設備容量을 100으로 했을 경우 既存設備容量, 需要率基準案 最大使用電力量, 平均使用電力量을 比較 圖視한 것이다.



〈그림-1〉 變電設備容量, 最大使用電力 및 需要率基準比較

V. 適定需要率適用에 의한 節電效果

1. 需要率과 電力損失

본 절에서는 需要率에 따른 變電設備에서의 電力損失에 대해 계산해 보기로 한다.

어느 建物の 總設備容量 Q_t (kVA), 變電設備의 施設需要率 D_i (%), 最大使用電力에 대한 需要率 D_p (%) 最大使用電力에 대한 平均使用電力의 비인 負荷 L_f (%)라 하고, 이때 모든 變壓器의 效率 및 損失比가 각각 n (%), a 로 일정하며, 또 設備된 變壓器는 恒時 運轉된다고 했을 경우 變電損失量을 구해보면 아래와 같다.

현재 設備된 變壓器容量 Q_i (kW)는

$$Q_i = D_i \times Q_t / 100$$

最大使用電力量 Q_p (kW)는

$$Q_p = D_p \times Q_i / 100$$

平均使用電力量 Q_a (kW)는

$$Q_a = L_f \times Q_p / 100$$

가 되며, 設備利用率 즉, 平均使用電力量에 대한 變壓器容量의 비 X (%)는

$$X = [Q_a / Q_i] \times 100 \\ = (D_p / D_i) \times L_f \times 100$$

이 된다.

또한 變壓器容量 Q_i (kVA)에 全負荷가 걸렸을 경우 總損失電力量 W_t (W) 및 이때의 鐵損, 全負荷鐵損을 각각 W_i (W), W_{cn} (W)라 하면

$$W_t = Q_i \times [1 - n/100] \times 1000$$

$$W_i = W_t / [1 + a]$$

$$W_{cn} = W_i \times a$$

가 된다.

〈표-5〉 事務所빌딩의 年 最大 및 平均 使用電力量 (대전지역 1984)

| 건물명 | 연최대부하량A (KWH) | 연평균부하량B (KWH) | B/A×100 (%) |
|--------|---------------|---------------|-------------|
| 대한생명보험 | 64 | 15.8 | 24.7 |
| 소청빌딩 | 131 | 23.8 | 18.2 |
| 외환은행 | 102 | 12.9 | 12.6 |
| 충청은행 | 180 | 17.5 | 9.9 |
| 대전일보사옥 | 231 | 39.4 | 17.1 |
| 평균 | 142 | 21.9 | 15.5 |

이때 銅損은 利用率의 제곱에 비례하기 때문에 利用率 x (%)에서의 銅損 W_c (W)은

$$W_c = [x/100] \times W_{cn}$$

이 된다.

따라서 利用率 x (%)에서의 總損失電力量 W_x (W)는 $W_x = W_i + W_c$

에 의해 變電時의 損失電力量이 구해진다.

2. 事務所빌딩의 損失電力量 比較

事務所빌딩의 變電設備現況 調查結果 現施設需要率은 $D_i = 81.8$ (%), 實使用 最大電力에 대한 需要率은 $D_p = 51.6$ (%)으로서 여기서 20%의 餘裕率을 둔 需要率基準은 $D_r = 60$ (%)이 되었다. 따라서 需要率 81.8 (%)와 60 (%)에서의 電力損失量을 비교하여 보면 다음과 같다. 이때 最大使用電力에 대한 平均使用電力의 비 L_f (%)는 표 5 과 같이 대전 지역의 事務所빌딩의 年 最大消費電力量 및 年平均消費電力量을 참고하여 계산한 平均 값 15.5 (%)로 하였다. 여기서 變壓器의 效率 및 損失比는 현재 생산되는 變압기와 과거 수년간의 變압기특성을 고려하여 각각 97%, 3.5로 하였다.

표 6 은 事務所빌딩의 總設備容量을 1000 (KVA)라 했을 경우의 電力損失量을 比較한 것으로 既存設備의 경우 年間 49.4 (MWH)의 電力이 變電時에 損失되는 반면, 基準案適用時에는 37.2 (MWH)가 損失되어 24.6%의 節約效果를 기대할 수 있다.

3. 아파트단지의 損失電力量 比較

〈표-6〉 總設備容量1000 (KVA) 時의 損失電力量 比較 (事務所 빌딩)

| 내역 | 기준설비 | 기준안적용 |
|-------------|--------|--------|
| 變압기용량 (KVA) | 818 | 600 |
| 평균설비이용율 (%) | 9.8 | 13.3 |
| 전부하손실 (KW) | 24.54 | 18.0 |
| 철손 (KW) | 5.45 | 4.0 |
| 전부하동손 (KW) | 19.09 | 14.0 |
| 부하동손 (KW) | 0.19 | 0.25 |
| 전손실 (KW) | 5.63 | 4.25 |
| 연변전손실 (KWH) | 49,371 | 37,212 |
| 절전효과 | 24.6% | |

〈표-7〉 아파트단지의 年 最大 및 平均
使用電力量 (대전지역 1984)

| 건 불 명 | 연최대부하량A (KWH) | 연평균부하량B (KWH) | B/A×100 (%) |
|-----------|------------------|------------------|----------------|
| 빌 라 맨 셴 | 84 | 22.1 | 26.4 |
| 동신아파트 | 143 | 48.8 | 34.1 |
| A D D 아파트 | 263 | 82.0 | 31.2 |
| 평 균 | 163 | 51.0 | 31.3 |

아파트단지의 受變電設備 現況調查結果 現施設 需要率 $D_i=67.9(\%)$, 實使用 最大 電力基準需要率 $D_p=32.5(\%)$ 로 調査되었으며 여기에 20[%] 정도 의 餘裕率을 두어 需要率基準案 $D_r=40(\%)$ 로 設定 하였다.

따라서 需要率 67.9[%]와 40[%]에서의 電力損 失을 比較하기로 한다. 또한 最大使用電力에 대한 平均使用電力의 비 $L_f[\%]$ 는 표 7에 調査된 바와 같이 대전지역 아파트단지에서 調査된 平均값 31.3 [%]로 하였다. 또한 變壓器效率 및 損失比는 事務 用빌딩과 같은 값을 使用했다.

표 8은 아파트단지의 總設備容量을 1000[KVA]라 했을 경우 既存設備의 需要率값과 基準案 適用時의 電力損失量을 比較한 것으로 既存設備의 경우 年間 42.8[MWH]가 損失되는 반면 基準案 適用時에는 28.6[MWH]가 損失되어 무려 33.1%의 節約이 기 대된다.

IV. 結 論

電氣에너지는 다른 어느 에너지로도 대체할 수 없 는 필수 에너지로서 에너지資源이 貧弱한 우리나라 의 경우 不必要하게 낭비되는 電氣에너지의 損失경 감은 매우 중요한 과제라고 생각된다.

본 연구에서 수행한 “需要率基準案 研究”는 電力 消費가 많은 事務用 빌딩과 아파트단지의 適定 受 變電設備의 容量基準案을 제시함으로써 不必要하게 낭비되는 電力損失을 경감하는데 있다.

受變電設備 및 電力使用에 대한 實態調查結果 조 사대상건물의 用途, 總設備容量, 地域에 따라 큰 차 이를 보이고 있어 일정한 需要率基準을 잡기에는 매우 어려움이 있음은 앞에서 설명한 바와 같다.

〈표-8〉 總負荷容量1000[KVA]時의
損失電力量 比較(아파트단지)

| 내 역 | 기준설비 | 기준안적용시 |
|-------------|--------|--------|
| 변압기용량 (KVA) | 679 | 400 |
| 평균설비이용율 (%) | 15.0 | 25.4 |
| 전부하손실 (KW) | 20.37 | 12.0 |
| 절손 (KW) | 4.53 | 2.67 |
| 전부하동손 (KW) | 15.84 | 9.33 |
| 부하동손 (KW) | 0.36 | 0.60 |
| 전손실 (KW) | 4.88 | 3.27 |
| 연변전손실 (KWH) | 42,775 | 28,636 |
| 절 전 효 과 | 33.1% | |

그러나 平均的으로 最大使用電力에 20%정도의 餘 裕率을 두어 일차로 事務用빌딩의 경우 60%, 아파 트단지의 경우 40%가 國內實情을 고려한 적정 需 要率인 것으로 판단 되었다.

이 基準의 適用時 事務용빌딩 및 아파트단지의 受 變電設備容量은 각각 26.7%, 41%나 줄일 수 있으며 結果的으로 각각 25% 및 33% 정도 節電效果를 얻 을 수 있음을 보았다.

以上的 結果는 수집된 資料에 대해 平均的으로 分 析한 것으로 실제 適用을 위해서는 用途, 總設備容 量 규모등 建物の 特性에 맞도록 補完할 需要가 있 으며, 앞으로 호텔, 病院, 學校施設, 銀行等과 같 은 特殊용도의 大型建物에 대한 확대연구가 지속적 으로 수행되어야 할 것이다. *

