

## 공동주택 변압기용량 적정 산정을 위한 수용률 개선 및 사례 연구를 통한 경제성 평가

(The Study on Estimation of The Transformer Capacity of Housing and Economic Evaluation Using Case Studies)

이윤상\* · 서정열 · 신희상 · 조성민 · 김재철\*\*

(Yun-Sang Lee · Jung-Youl Seo · Hee-Sang Shin · Sung-Min Cho · Jae-Chul Kim)

### Abstract

Interest in energy efficiency and savings have been rising internationally. For this reason, the domestic housing construction in the area of power equipment is being actively studied. Currently approximately 400,000 per year of domestic housing is being built. Applies to housing construction during the current transformer capacity low utilization and load factor has been applied has been designed. In other words, excessively high reserve capacity has been applied. According to this problem, initial facility costs and power losses will cause because transformer low utilization be appropriated. Thus, the energy efficiency drops. In this paper, analysis of past utilization of the housing transformer, and applying an appropriate demand factor has been analyzing the energy loss reduction. this analysis of current domestic conditions for the proper housing transformer scheme is to calculate the capacity.

Key Words : Housing, Transformer Capacity, Utilization Factor, Demand Factor

### 1. 서 론

기존 공동주택 변압기 최대 이용전력이 낮아 변압기 용량의 여유가 매우 높은 것으로 판단되며, 이는 설계 시 과다 용량으로 설계되고 있는 것으로 지적되고 있

다. 전력용 변압기의 손실 발생 등을 고려할 경우 변압기 설계에 필요한 여러 가지 계수를 종합적인 검토가 필요하다[1]. 최근의 한 연구에 의하면 전력용 변압기를 합리적으로 운영하기 위하여 세대부하 적용기준을 임대아파트의 경우 3[kVA]에서 75[%]인 2.25[kVA]로 조정할 것을 제안하고 있다[1].

본 연구에서는 공동주택 변압기 산정 시 중요한 세대부하용량과 수용률의 적정을 알아보기 위하여, 최근에 건립된 공동주택 단지 중 최대 전력 사용 세대부하의 매월 최대 수요 전력을 조사 분석하였고, 서울에 건립된 다수의 기존 아파트 연간 최대 수요 전

\* 주저자 : (주)에다종합설계감리사무소 대표이사  
\*\* 교신저자 : 숭실대학교 전기공학부 교수  
Tel : 02-820-0647, Fax : 02-817-0780  
E-mail : jckim@ssu.ac.kr  
접수일자 : 2010년 7월 30일  
1차심사 : 2010년 8월 3일  
심사완료 : 2010년 8월 16일

력을 조사하여 분석하였다. 변압기용량 적정한 산정을 위하여 수용률을 조정하여 적용할 것을 제안하고자 한다.

## 2. 변압기용량 산정을 위한 계수

### 2.1 수용률

수용률은 수용가내에 시설된 전부하설비 용량에 대하여 실제로 사용되고 있는 부하의 최대 수요전력의 비율을 나타내는 계수로서 변압기용량 산정 시 중요한 계수이다[1]. 수용률이 과도하게 적용되면 초기 시설비용이 증가하고 전력손실이 증대 시키는 요인이 된다. 공동주택 설계 시 적용하는 수용률은 내선규정 등에서 기준을 적용하고 있다.

$$\text{수용률} = \frac{\text{최대수요전력}(kVA)}{\text{전부하설비용량}(kVA)} \times 100 (\%) \quad (1)$$

### 2.2 변압기 최대 이용률

변압기 최대 이용률이란 고객이 보유하고 있는 변압기 시설용량에 대한 최대 수요전력의 비율이다[1].

$$\text{변압기최대이용률} = \frac{\text{최대수요전력}(kVA)}{\text{변압기시설용량}(kVA)} \times 100 (\%) \quad (2)$$

변압기 최대 이용률이 낮다는 것은 변전설비 이용 면에서 비효율적이며 변압기의 과다용량이 지적된다[1].

## 3. 공동주택 변압기 현황

### 3.1 공동주택 현황

표 1은 2006년 국내의 주택 보급 현황을 주택 구성 유형별로 정리한 것이다. 특히 대도시를 중심으로 주상 복합 형태의 건축물이 증가하고 있어 공동 주택의 비율은 점차 높아지고 있는 추세이며 이 자료에서도 공동 주택의 비율은 56[%]로 높은 비중을 차지하고

있음을 알 수 있다[3].

표 2는 최근 5년간 국내의 주택건설 실적을 나타낸 것이며, 매년 40만에서 50만 세대의 주택이 건설되고 있다. 이를 통해 공동주택 비율이 증가하고 고급화, A/C 보급 확대 등으로 공동주택의 전력사용량 또한 증가될 것임을 예측할 수 있다.

표 1. 주택보급률 유형별 현황  
Table 1. The type of housing supply rate

(단위 : 천)

구분	보급률	가구수	유형별 주택				
			총계	단독	아파트	연립	다세대
전국	105.9	12,491	13,223	4,264	6,963	559	1,229
수도권	96.8	5,976	5,782	1,092	3,363	332	934
서울	89.7	2,588	2,322	456	1,259	147	431

표 2. 최근 5년 간 주택건설 실적  
Table 2. Housing construction performance of recently five years

(단위 : 천 호)

년도	2004	2005	2006	2007	2008	2010 (예정)
세대	463	463	469	555	371	420

### 3.2 공동주택의 전력 수요 추이 현황

전력 수요 추이를 분석하기 위하여 서울 양천구 목동지역 아파트를 중심으로 전기 안전 관리자의 면담 및 과거 전력 사용량 데이터 수집과 현재 전력 사용량을 계측하여 1980년대, 1990년대, 2000년대에 건립된 아파트를 대상으로 공동주택의 전력사용량을 조사했다. 수집된 데이터를 이용하여 서울 지역의 아파트의 시설용량 대비 최대수요전력을 분석하였다.

표 3에서 표 5는 1980년대부터 2000년대까지 서울 지역에 건립된 아파트모델 각각은 최대수요전력

량 변화추이를 보여준다. 표 3은 1987년에 건립된 아파트 전력량 사용현황이며, 건립 당시의 전력사용량의 자료가 없어서 2000년대 사용량을 조사하였다. 변압기 시설이 20년이 지났음에도 불구하고 변압기 최대 이용률이 50~65[%] 이내에서 최대전력이 형성됨을 알 수 있었고, 변압기 내구 수명인 20년이 지난 현재에도 변압기 용량에 여유가 많음을 알 수 있다. 특히 2001년부터 2009년까지 사용 전력량은 꾸준히 증가하지도 않을 뿐만 아니라 사용 전력량의 변화량도 크지 않다는 것을 확인할 수 있다. 이를 통해 변압기 용량이 과다하게 설계 되었다는 것을 알 수 있으며, 이로 인해 초기 시설비용이 커지고 전력 손실이 증가하여 에너지 효율을 저해시킨다.

표 3. 1980년대 건립 된 아파트모델의 최대수요전력 현황

Table 3. Demand power of the apartments built in 1980s

아파트명	준공 년도	세대수	시설용량 ([kVA])	최대 수요전력 ([kW])	이용률 ([%])	사용 년도
목동A 아파트	1987	2,280	4,750	2,567	54	2001
				2,851	60	2002
				2,235	47	2003
				2,973	62	2004
				2,692	56	2005
				2,837	59	2006
				2,570	54	2007
				3,085	65	2008
				2,495	52	2009
목동B 아파트	1987	1,352	3,150	1,339	42.5	2005
				1,336	42.4	2006
				1,300	41.2	2007
				1,546	49	2008
				1,342	42.6	2007

표 4. 1990년대 건립 된 아파트모델의 최대수요전력 현황

Table 4. Demand power of the apartments built in 1990s

아파트명	준공 년도	세대수	시설용량 ([kVA])	최대 수요전력 ([kW])	이용률 ([%])	사용 년도
C아파트	1997	972	3,000	1,458	48.6	2008
				1,514	50.4	2009
D아파트	1994	498	1,100	439	39.3	2006
				385	35	2007
				405	36.8	2008
				404	36.7	2009

표 5. 2000년대 건립 된 아파트모델의 최대수요전력 현황

Table 5. Demand power of the apartments built in 2000s

구 분	세대수	시설용량 ([kVA])	최대수요전력 ([kW])	이용률 ([%])
E 아파트	1,077	2,400	941	39
F 아파트	494	1,300	382	29
G 아파트	898	2,050	578	28
H 아파트	305	1,250	359	29
I 아파트	731	2,150	664	30
J 아파트	370	1,500	402	27
K 아파트	337	2,250	706	32

표 4는 1990년 중반에 건립된 서울 한지역의 아파트 최대 수용전력 및 변압기 이용률을 나타낸 것으로 변압기 최대 이용률이 35~50[%]로 나타나고, 표 5는 최근에 건립된 아파트로서 조사한 아파트 중 1군데 단지에서만 변압기 최대이용률이 39[%]로 조사되었고 나머지 단지에서도 30[%]이하의 이용률로 조사되었다. 조사된 공동주택 단지의 최대수요전력 현황을 보면 공

통적으로 변압기 용량의 여유가 많고 특히 최근에 건립된 아파트일수록 전력용 변압기의 여유가 많음을 알 수 있다.

#### 4. 공동주택의 변압기용량 산정방법

##### 4.1 변압기용량 산정을 위한 세대부하계산법

공동주택 세대내 용량은 사용기기가 후에 설정되기 때문에 대부분 추정 용량으로 계산한다. 그러나 부하설치가 실제 설계로 예측 가능한 경우는 이것을 기준으로 하고 추정용량보다 작아서는 안 된다[4].

세대부하 계산 방법 중 실부하 계산법과 내선규정에 의한 표준부하 계산법과 주택건설기준 규정에 의한 면적별 계산법이 있으며 적용방법은 다음과 같다 [4-5].

##### 4.1.1 실부하 계산 방법

이 방식은 실제 시설되는 부하를 계산하여 적용하는 것으로 1980년대에는 이 방식으로 설계 적용하였다. 표 6은 실부하 계산 방법을 적용한 전용면적 84[m<sup>2</sup>]인 세대의 부하계산의 예를 보여주고 있다.

##### 4.1.2 표준부하 계산법

표준부하방식은 1990년대에 적용했던 설계 방식으로 내선규정에 의한 방법으로 건물별 표준부하[VA/m<sup>2</sup>]를 바닥면적에 곱하는 방식이다. 표준부하 계산식은 식 (3)과 같으며 가산부하[VA]는 1,000을 채택하는 것을 권장한다[4-5].

$$P[VA] = 30[VA/m^2] \times \text{바닥면적}[m^2] + (500 \sim 1000)[VA] \quad (3)$$

##### 4.1.3 주택건설기준에 의한 부하 계산법

1998년 이후부터 현재까지 적용되는 방법으로 주택건설기준 등에 관한 규정 제40조(전기시설)에 의하여 변압기 용량을 산정하며, 식 (4)와 같다[6-7].

$$P1 = 3,000[W] \quad (4)$$

$$P2 = 3,000 + 60[m^2] \text{를 넘는 } 10m^2 \text{마다}$$

500[W]씩 가산

여기에서 P1은 단위세대 전용면적 60[m<sup>2</sup>]이하의 경우 부하 용량[W]을 말하며, P2는 단위세대 전용면적 60[m<sup>2</sup>]초과의 경우 부하용량[W]을 말한다.

표 7은 전용면적이 84[m<sup>2</sup>]인 세대를 기준으로 부하 용량 계산을 비교한 것으로 현재 적용하고 있는 주택건설 기준에 의한 방법으로 산정한 부하용량이 가장 크다.

표 6. 전용면적 84[m<sup>2</sup>]인 세대의 실부하 계산 예  
Table 6. Load calculation of a housing area at 85[m<sup>2</sup>]

구분	부하종류	부하계 ([VA])	구분	부하종류	부하계 ([VA])
거실등	FL 40[W]×2	100	현관	IL 60[W]×1	60
주침실등	FCL 40[W]+300	105	발코니	IL 60[W]×3	180
침실등	FCL 40[W]×2	120	배기FAN	50[VA]	50
주방	FL 40[W]×1	50	전등계		785
식탁	FL 60[W]×1	60	전열	150[VA]×10	1,500
욕실	IL 60[W]×1	60	에어컨		1,000
			계		3,285

표 7. 각 방식별 세대부하용량 계산 비교  
Table 7. Compare to calculation of load capacity of each type

구분	실부하법 (1980년대)	표준부하계산법 (1990년대)	주택건설기준
전용면적	85[m <sup>2</sup> ]		
적용부하	3,285([VA])	3,550([VA])	4,500([VA])

## 5. 변압기용량 적정화

수변전 설비 설계 시 전력용 변압기 용량의 적정 산출을 위하여 세대부하 계산에서 이용률의 적절히 상향 조정을 적용하였다. 기존 변압기 용량 산정 시 반영되는 이용률이 너무 낮아 무부하 전력 손실이 커져 있는 실정이다. 이용률의 상향 조정을 통해 수용률을 저감시키고, 이를 토대로 변압기 용량을 줄일 수 있을 것으로 예상된다.

### 5.1 세대부하 계산의 적정화 검토

세대부하 계산은 변압기용량 산정 및 간선용량 산정에 가장 중요한 기초자료이다. 산정 방법은 주택건설 기준에 의한 부하계산법에 의하여 계산된다. 표8은 조사된 아파트(564세대 단일 평형 85[m<sup>2</sup>])중에서 전력사용이 최대인 세대를 대상으로 월별 최대전력 사용현황을 나타낸 것으로, 평상시 대부분은 최대 사용률이 50[%] 이하로 여유가 많았으며, 6~9월 하계에는 80~90[%]정도의 최대 사용률을 보였다.

표 8. 전력 사용이 최대인 세대의 월별 전력사용 현황  
Table 8. Monthly maximum power usage

월별	설계계산 부하 ([kVA])	최대 수요 전력([kW])	월전력 사용량 ([kWh])	일평균전력 사용량 ([kWh])	사용률
1	4.5	1.7	614	19.81	37
2	4.5	1.9	507	18.14	42
3	4.5	2.3	599.4	19.34	51
4	4.5	1.6	519.9	17.33	35
5	4.5	1.6	578.2	18.61	35
6	4.5	3.7	638.7	21.29	82
7	4.5	3.5	731.4	23.59	78
8	4.5	4.0	902.4	29.11	89
9	4.5	3.4	603.7	20.12	76
10	4.5	2.3	575	18.56	51
11	4.5	1.0	563.7	18.79	40
12	4.5	2.0	633	20.4	44

하계 전력 사용은 89[%]까지 도달하지만 세대별 주요 전력의 변화추이를 표 3~5를 통해서 볼 때 향후 세대별 전력 사용량은 현재와 큰 차이를 보이지 않을 것으로 판단된다. 그러므로 본 논문에서 제시하는 설계 시 적용되는 부하계산방식이 적정하게 되고 있음을 알 수 있다.

여기에서 최대 사용률이라 하면 설계 계산 부하 대비 최대수요전력의 비율로 정의한다. 세대부하 용량의 적정성을 알아보기 위해 564세대(단일평형 85[m<sup>2</sup>])로 구성된 아파트 단지에서, 1년 중 전력량이 가장 많은 세대의 1년간 월별 최대 사용전력과 월별 전력사용량을 조사하였다. 조사방법은 원격검침 실시간으로 기록이 되는 음니 원격 검침 시스템을 이용하였다.

### 5.2 수용률 적정화

수용률은 변압기용량 및 간선 굵기 선정 시 필요한 지표로서 총 부하 설비 용량에 대하여 최대수요 전력의 비율을 나타내는 계수이다[1]. 간선은 시설 후 부하 증가가 있어도 교체가 어렵고, 여유가 많으면 전압강하와 선로 손실을 줄일 수 있다.

그러나 변압기는 용량이 여유가 너무 많으면 전력손실이 커지고 초기투자비가 커져서 불합리하다. 공동주택 변압기 최대 전력사용의 조사에 의하면 표 5에서 보듯이 변압기 이용률이 30[%] 전 후로 매우 낮아서 용량의 여유가 너무 많다는 것을 알 수 있다.

이로 인한 전력손실이 대단히 많은 것으로 추정되며 투자비손실도 상당할 것으로 추정된다. 간선 굵기 선정 시 사용하는 수용률을 현행 내선 규정의 수용률을 적용하고 변압기 이용률을 60[%]까지 상승시켜 변압기 용량 선정 시 사용하는 수용률을 25~30[%] 낮추어 변압기 용량을 선정할 것을 제안한다.

표 9는 실태 조사된 30[%] 전후의 전력 변압기 이용률을 56~60[%]로 상승시켜서 현행 수용률을 30[%] 낮추었을 때의 조정안이며, 설계 시 적용을 제안한다.

표 9. 30[%] 하향 조정된 수용률  
Table 9. Adjusted downward demand factor by 30[%]

세대수	현행 수용률	조정 수용률
100	45	32
200	44	31
300	43	30
400	42	30
500	42	30
600	41	29
800	41	29
850초과	40	28

### 6. 사례 분석을 통한 경제성 평가

- 사례분석을 위한 아파트 단지 모델
- 공동주택 전용면적 85[m<sup>2</sup>] 단일 평형 1,500세대
- 규 모 : 지하 2층 지상 20층 18동

표 9에서 나타난 현행 내선규정의 수용률과 조정된 수용률을 이용하여 아파트 단지 모델의 설계에 적용하여 변압기용량과 변압기 최대 이용률 변화를 보고 경제성을 평가하여 본다.

그림 1은 위 조건의 아파트단지의 수변전 설비 단선 결선도이다. 현행방식으로 수용률을 적용하여 계산하면 1,000[kVA] × 3BANK로 구성되어지며, 표 9와 같이 수용률을 조정하면 1,000[kVA] × 2BANK로 구성 되어짐을 나타내고 있다. 공동주택 변압기 용량을 표 9의 현행 수용률 적용과 조정된 수용률 적용으로 산정하고, 현행방식과 조정된 방식을 비교하여 전력 손실량과 투자비를 계산하여 경제성 평가를 한다.

표 10, 표 11은 수용률을 현행 내선규정의 수용률 적용방식과 조정한 방식으로 변압기용량을 계산한 것으로 수용률을 조정하면 1000[kVA] 변압기 1BANK에서 750세대까지 공급이 가능하여 2BANK로 구성할

수 있으므로 변전실 면적을 줄이고 차단기 등 부대비용을 절약할 수 있어 초기 투자비도 줄일 수 있다.

표 12는 변압기용량의 현행 및 조정후의 전력손실량 및 초기투자비를 비교한 것으로 무부하 전력손실이 년 간 23,652[kWh]가 절약되었고 초기투자비도 4천만 원 가량이 절약되었다.

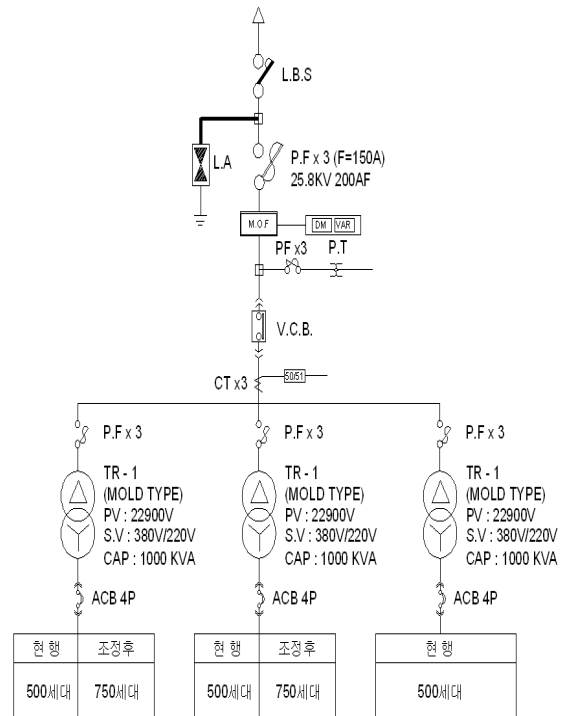


그림 1. 단선결선도  
Fig. 1. One-Line diagram

표 10. 변압기 용량 계산(현행 수용률 적용)  
Table 10. Calculate transformer capacity(Current)

	세대당 부하 (kVA)	세대수	총부하 (kVA)	기존방식		
				수용률 (%)	수용 부하 (kVA)	변압기 용량 (kVA)
TR-1	4.5	500	2,250	42	945	1,000
TR-2	4.5	500	2,250	42	945	1,000
TR-3	4.5	500	2,250	42	945	1,000

표 11. 변압기 용량 계산(조정된 수용률 적용)  
Table 11. Calculate transformer capacity (Adjusted)

구분	세대당 부하 (kVA)	세대수	총부하	수용률 (%)	수용 부하 (kVA)	변압기 용량 (kVA)
TR-1	4.5	750	2,250	29	978	1000
TR-2	4.5	750	2,250	29	978	1000

표 12. 변압기 용량 변경 전, 후 전력손실량 비교  
Table 12. Comparison of power loss before and after the transformer capacity

구분	변경 전	변경 후	증 감
변압기 용량	1,000[kVA]×3대	1,000[kVA]×2대	1,000[kVA]×1대 감소
변압기 종류	MOLD	MOLD	
무부하 손실	2,700×3×24×365 =70,956[kWh]	2700×2×24×365 =47,304[kWh]	23,652[kWh] 감소
초기 투자비	100,499,000원	59,553,000원	40,946,000원 감소

그림 2와 3은 공동주택 전력 사용량을 조정된 수용률에 적용하여 변압기 용량을 산정했을 때 과거 20년간 전력 사용량 데이터를 이용하여 이용률과 손실률을 구한 것이다.

그림 2는 변압기용량 조정 후 이용률 변화를 나타낸 것으로 현행방식으로 할 경우 변압기 내구 년인 20년 후에도 60[%]대의 이용률을 나타내지만 조정 시에는 이용률이 최대 90[%]까지 상승한다. 그림 3은 변압기 용량을 현행방법에서 본 연구에서 제안하는 수용률을 적용했을 경우 손실이 약 절반가량 감소하는 것을 알 수 있다.

변압기 용량적정화로 용량을 낮추고, 고효율 저손실 변압기를 채택하여 이용률을 높이면 전력용 변압기의 수명이 다하는 20년간 사용했을 경우 무부하 손실이 963,920[kWh](연간 48,196[kWh])절약되며 현재 전기요금으로 계산한다면 96,392,000원이 절약된다.

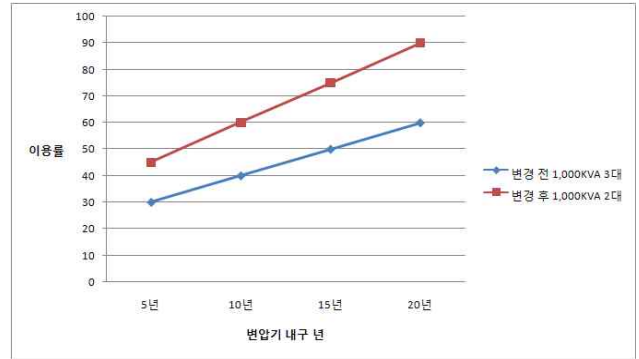


그림 2. 변압기 용량 조정 후 이용률 변화  
Fig. 2. Utilization factor of transformer capacity after adjusted

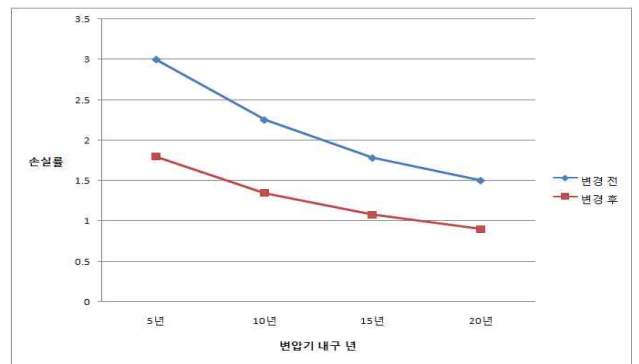


그림 3. 변압기 용량 조정 후 손실률 변화  
Fig. 3. Loss factor of transformer capacity after adjusted

## 7. 결 론

공동주택의 전력용 변압기의 이용률 실태를 조사하여 본 결과, 현 설계 방식으로 시설된 변압기의 이용률이 30[%] 전후로 낮게 나타나며 용량의 여유가 너무 많아 전력 손실이 많이 발생함을 알 수 있다.

본 연구에서는 변압기의 전력손실을 최소화하여 에너지손실을 줄이는 방법으로 변압기용량 적정화하는 방법 채택을 제안한다.

변압기용량 최적화 방안으로 변압기의 이용률을 높이기 위해 수용률을 현행보다 25~30[%]를 줄여서 적용하도록 제안한다. 변압기 용량의 적정화로 무부하 전력손실을 줄인다면 년 간 공동주택이 40만호 이상 건립되는 것을 감안할 때 아주 많은 전력손실을 줄이

고 에너지절약을 할 수 있다.

앞으로 부하증가가 예상되는 전기자동차 충전용 전력 및 전전화주택화, 가전제품의 대형화 및 다양화, 전기 냉·난방 등 부하증가가 예상되므로 이에 대응할 수 있는 변압기 설치공간을 확보할 수 있도록 설계 시 충분히 검토하여 건축설계에 반영하도록 한다.

또한 미래형 주택인 장수명 아파트가 건설되어지므로 여기에 능동적으로 대처할 수 있도록 시설 및 관리 공간 확보, 장비반입이 용이할 수 있는 공간 확보가 이루어 질 수 있도록 관련 법규나 기술기준을 정비하여야 한다.

### References

- [1] 서승관, 김세동, 나채동, 오용택, “임대아파트 전력소비특성을 고려한 변압기 최대 이용률 분석과 단위세대 부하 용량 적용 개선에 관한 연구”, 조명설비학회 Vol. 24, No. 2 pp. 127~132, Feb. 2010.
- [2] 국토해양부, “건축물의 에너지 절약 설계기준 국토해양부 고서”, 2010-371호
- [3] 국토해양부, “주택보급률 유형별 현황”, 2007.
- [4] 건설교통부, “건축전기설비설계기준”, 2005.
- [5] 대한전기협회, “내선규정전문위원회 최신개정판, 내선규정”, 2010.
- [6] 주택 건설 기준 등에 관한 규정 제 40조. 1998. 8.
- [7] 대한주택공사, “전기, 정보통신 설계기준”, 2009.

### ◆ 저자소개 ◆



#### 이윤상(李潤相)

1961년 5월 30일생. 2000년 서울산업대 전기공학과 졸업. 2005년 숭실대학교 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2007년 숭실대학교 대학원 전기공학과 수료(박사). 현재 (주)에다종합설계감리사무소 대표이사.

E-mail : lys2229@hanafos.com



#### 서정열(徐正烈)

1982년 10월 19일생. 2005년 숭실대 전기공학과 졸업. 현재 숭실대학교 대학원 전기공학과 석사과정.

E-mail : seojy@ssu.ac.kr



#### 신희상(申熙尙)

1980년 9월 18일생. 2007년 숭실대 전기공학과 졸업. 2009년 숭실대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 현재 숭실대 대학원 전기공학과 박사과정.

E-mail : shs8828@ssu.ac.kr



#### 조성민(趙成旻)

1980년 10월 3일생. 2003년 숭실대 전기공학과 졸업. 2008년 숭실대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 현재 숭실대 대학원 전기공학과 박사과정(수료).

E-mail : dannyone@ssu.ac.kr



#### 김재철(金載哲)

1955년 7월 22일생. 1979년 숭실대 전기공학과 졸업. 1983년 서울대학교 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1987년 동 대학원 전기공학과 졸업(박사). 1988년~현재 숭실대 전기공학과 교수. 본 학회 감사.

E-mail : jckim@ssu.ac.kr