

사무소건물 조명기기와 열원기기의 고효율기기로의 교체에 관한 경제성 검토

이철구*[†] · 김종대** · 임태순**

*세명대학교 건축공학과, **계룡건설산업(주)

Feasibility Study on Retrofitting Lighting and Heat Source Equipments in Office Buildings

Chul-goo Lee*[†], Jong-dae Kim**, and Tae-soon Im**

*Department of Architectural Engineering, Semyung University

**Kyeryong Construction Industrial

Abstract

Energy saving has been main concern, thus government supporting policies which are based on Fundamentals of Low-carbon Green Growth Act', 'Green Building Support Act, have been prepared in Korea. The objective of this study is to estimate energy conservation effectiveness and economic advantage assuming that lighting equipments and heat source equipments would be retrofitted. Office building, which has total floor area of 30,000 m², was a subject of this study. From the estimations, electric rate will be decreased by 62,886,000 won per year due to lighting equipments retrofit, and gas rate will be decreased 11,141,000 won or 17,332,000 won per year due to heat source equipments retrofit (in case of COP 1.2 or 1.5). Payback period of each case that are calculated by energy saving cost and retrofit cost are estimated 27.9 year, 38.6 year and 29.2 year, thus economic supporting policies is necessary for effective energy saving in buildings. Meanwhile payback period of heat source equipment for new building is estimated 6.1 year and 8.3 year.

Key words: Energy saving(에너지절약), High efficiency apparatus(고효율기기), Economic evaluation(경제성 검토), Payback period(회수년)

1. 서 론

경제규모가 세계 10위권에 다다를 정도로 경제적으로 성장한 우리나라는 규모의 성장과 함께 지속적인 에너지소비 증가가 이루어졌으며, 그 속도는

세계에서도 손꼽을 정도로 급격하게 이루어져, 우리의 에너지소비 규모는 경제 규모를 상회한다고 일컬어지고 있다. 현재 세계 경제가 침체되어 있고 셰일가스와 같은 대체에너지의 개발과 함께 에너지공급의 주도권 싸움 등으로 인해 일시적으로 에너지의 공급이 수요를 초과하고 있으나, 불과 수년 전까지 일반화되었던 '에너지안보'라는 말은 향후의 에너지현실 측면에서 여전히 유효하다고 할 수 있다. 따라서 에너지의 확보 및 에너지절약은 이미 정부의 최우선 과제가 되어 있으며, 이에 따라 정부에서도 주요 정책 중 하나로 '저탄소 녹색성장'을 지속

[†]Corresponding author

Tel: +82-43-649-1421, Fax: +82-43-649-1755

E-mail: lcg123@semyung.ac.kr

접수일: 2016년 04월 08일

심사일: 1차:2016년 05월 10일, 2차:2016.05.23

채택일: 2016년 05월 24일

적으로 추진하고 있다.

정부에서는 이러한 정책의 추진을 위한 법적 수단으로 ‘저탄소 녹색성장 기본법’을 제정했고, 특히 건축물에 대해서는 ‘녹색건축물 조성지원법’의 제정을 통해 에너지절약 정책을 보다 실질적이면서도 구체적으로 추진하고 있다. 더욱이 ‘제로에너지건축물’이라는 용어를 법에서 정의하는 등 건축물에서의 에너지절약에 대해 지속적이면서도 점진적 강화를 도모하고 있다. ‘녹색건축물 조성지원법’에서는 녹색건축물 조성에 관해 다섯 가지의 기본원칙을 규정하고 있는데, 온실가스의 배출량을 감축하고, 환경 친화적이고 지속 가능, 신재생에너지의 활용 등과 같이 비교적 신축 건축물에 적용 가능한 원칙과 함께, 기존 건축물을 대상으로 한 에너지효율화의 추진이 있다.

본 연구는 기존 건축물을 대상으로 한 에너지효율화 추진 방법 중 하나로, 건축물에서의 에너지 사용 기기 중 조명기기와 열원기기를 대상으로 하여, 기존 기기를 새로운 고효율 기기로 교체할 때의 경제성에 대해 검토하는 것이 목적이며, 연구는 건축물 중 높은 비율을 차지하고 있는 사무소건물을 대상으로 진행하였다.

2. 대상 건물의 조건 설정

사무소건물을 비롯한 일반적인 건축물은 국토교통부가 고시한 ‘건축물의 에너지절약 설계기준’에 따라 건축되고 있으나, 이 기준 중에는 반드시 적용해야 하는 의무사항과 가급적 적용하도록 권장하는 권장사항이 있다. 의무사항뿐 아니라 권장사항도 적용하여 건축하는 것이 에너지절약 측면에서는 바람직하나, 초기공사비의 부담으로 인해 적용되지 않는 경우가 많은 것이 현실이다.

본 연구는 앞에서 언급한 ‘녹색건축물 조성지원법’ 등 법적 제도적 지원은 고려하지 않고, 건축물에서의 에너지절약 효과만을 대상으로 경제성 검토가 이루어졌으며, 본 연구의 취지에 따라 연구의 대상물은 ‘건축물의 에너지절약 설계기준’의 의무사항만 적용하여 건축된 건축물로 하였다.

대상건물은 서울에 입지하는 것으로 가정하였다. 기존 사무소건축물의 열원기기 용량을 나타낸 문헌에, 일반사무소 건축물에 대해서는 3,000~35,000 m²를 대상으로 용량을 나타내고 있다[1]. 따라서 본 연

구에서는 일반사무소 건물 중 비교적 대형이라 할 수 있는 연면적 30,000 m²를 건축적 조건으로 하였다. 기기에 관한 조건으로는, 일반적으로 보급되어 있는, 상대적으로 효율이 낮은 것을 교체 전 기기로, 가격이 비싸나 효율이 높은 것을 교체 후 기기로 가정하였다.

3. 교체로 인한 에너지절약 효과

3.1 조명기기

조명기기는 현재 널리 사용되고 있는 형광등과 같은 일반 조명기기를 효율이 높은 LED 조명기기로 전환하는 것으로 가정하였다. 현재 조명기기는 산업통상자원부에서 고시한 ‘공공기관 에너지이용 합리화 추진에 관한 규정’에 따라 공공건물을 중심으로 기존의 형광등에서 고효율 LED 조명기기로 전환하고 있는 추세로, 신축건물은 2017년까지, 기존 건물은 2020년까지 100% 보급하도록 되어 있다. 민간건물은 강제조항이 없기 때문에 건축주나 관할 관청의 요청이 있는 경우나, 공동주택의 조합과 같이 이해관계가 있는 조직이나 기구가 요청할 경우 또는 시행사나 시공사가 설계안을 검토할 때 유지보수 비용을 함께 고려할 경우 등을 제외하고는 시공비 절감을 위해 일반 조명기기를 설치하는 경우가 많다.

일반 조명기기를 고효율의 LED 조명기기로 전환할 경우의 에너지절약성을 파악하기 위한 전제조건을 Table 1에 나타낸다. Table 1에 나타난 내용 중, 조명용 부하밀도는 내선규정 등에 의거해서 설계사무소에서 사무소건물의 조명설계 시 주로 적용하는 값이다[2]. 수요율(수용률이라고도 함)이란 설비기기의 전 용량(본 연구에서는 전체 조명용량)에 대해 실제 사용되고 있는 부하의 최대전력비율을 나타내는 것으로, 부하설비용량이 10 kW 미만의 건물은 100%로, 그 이상인 건물은 70%를 적용하는 것이 일반적이다[2]. 또 에너지절약 효과 산정을 위한 계산의 편의를 위해 조명기기의 점등시간은 하루 9시간(8:00~12:00, 13:00~18:00)으로, 매달 사무소 사용일은 22일씩 동일하다고 가정하였다.

부하밀도와 수요율 그리고 본 연구 대상 건물의 연면적을 곱한 것을 조명기기 교체 전의 소비전력으로 가정하였으며, 교체 후 소비전력은 서울시 자

Table 1. Building conditions for the energy saving effect analysis according to the lighting equipment retrofit

Density of load for equipment	30 W/m ²
Demand factor for equipment	70%
Frequency in use of equipment	Hours of lighting use per day : 9 Days of office use per month : 22
Power consumption before equipment retrofit	30[W/m ²] × 0.7 × 30,000[m ²] = 630,000[W] = 630[kW]
Power consumption after equipment retrofit	630 × 0.69 ≃ 435[kW]

료를 참고하여 일반 조명기기의 69%를 적용하였다 [3].

전기요금은 계약전력에 따라 기기 교체 이전과 이후의 기본요금이 다를 수 있으나, 계약전력은 조명 외에도 공조방식 등 다른 요소에 따라서도 크게 변동될 수 있기 때문에, 현실적으로 계산의 일관성을 위해 기본요금은 동일한 것으로 가정하였다. 따라서 교체 이전과 이후의 전기요금은 전력사용량에 관한 요금만으로 산정하였으며, kWh당 요금은 한국전력공사의 전기요금 기준[4]에 의거하였다.

한국전력공사의 전기요금은 사용자의 선택 조건에 따라 다양하게 적용되며, 사용자가 선택한 조건 중에서도 계절별, 시간대별로 요금체계가 다르다. 본 연구에서는 요금체계 중 본 시스템의 조건에 적합한 일반용전력(을) 고압B 선택 II로 하여 전기요금을 산정하였다.

Table 2에 상기 선택조건에서의 계절별 및 시간대별 요금체계를 나타낸다. Table 2에서 시간대는 사무소에서 점등하는 시간대라고 가정한 08:00~12:00 및 13:00~18:00만을 나타냈다.

Table 2. Electricity rate by seasonal and time variance [won/kWh]

Time zone	Jun.~Aug.	Mar.~May Sept., Oct.	Nov.~Feb.
08:00~09:00	56.2	56.2	63.2
09:00~10:00	108.5	78.5	108.5
10:00~12:00	189.7	108.8	164.7
13:00~17:00	189.7	108.8	108.5
17:00~18:00	108.5	78.5	164.7

Table 1과 Table 2의 조건에 따라 조명기기 교체 이전과 교체 이후의 에너지비용 산정 결과를 Table 3과 Table 4에 나타내며, Table 3과 Table 4의 산정 과정은 다음과 같다.

Table 2에 나타냈듯이, 전기요금은 계절별 및 시간대별로 다르기 때문에 Table 2에 의거해서 산정할 필요가 있다. 먼저 1월의 경우 사무소 사용시간 9시간 중, kWh당 164.7원이 3시간, 108.5원이 5시간, 63.2원이 1시간이므로, 소비전력이 630 kW인 대상건물의 경우 아래의 식 (1)로 1일 전기요금이 산정되며, 월간 전기요금은 월 22일 사용하는 것으로 하여 식 (2)와 같이 산정된다. 2월, 11월, 12월도 동일한 요금체제이므로 식 (2)에서 산정한 요금과 같다.

$$R_d = 630 \times (164.7 \times 3 + 108.5 \times 5 + 63.2 \times 1) \quad (1)$$

$$\simeq 692,870$$

$$R_m = 692,870 \times 22 = 15,243,140 \quad (2)$$

R_d : 1, 2, 11, 12월의 1일 조명용 전기요금[원]

R_m : 1, 2, 11, 12월의 월간 조명용 전기요금[원]

동일한 방법으로 하여 3월, 4월, 5월, 9월, 10월에 대해 산정한 과정을 식 (3)과 (4)에, 6월, 7월, 8월에 대해 산정한 과정을 식 (5)와 (6)에 나타낸다.

Table 3. Monthly and annual electric rate for lighting before equipment retrofit [1,000 won]

Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Annual
Electric rate	15,243	15,243	12,003	12,003	12,003	19,562	19,562	19,562	12,003	12,003	15,243	15,243	179,673

Table 4. Monthly and annual electric rate for lighting after equipment retrofit [1,000 won]

Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Annual
Electric rate	10,518	10,518	8,282	8,282	8,282	13,498	13,498	13,498	8,282	8,282	10,518	10,518	123,976

$$R_d = 630 \times (108.8 \times 6 + 78.5 \times 2 + 56.2 \times 1) = 545,580 \quad (3)$$

$$R_m = 545,580 \times 22 = 12,002,760 \quad (4)$$

R_d : 3, 4, 5, 9, 10월의 1일 조명용 전기요금[원]
 R_m : 3, 4, 5, 9, 10월의 월간 조명용 전기요금[원]

$$R_d = 630 \times (189.7 \times 6 + 108.5 \times 2 + 56.2 \times 1) = 889,180 \quad (5)$$

$$R_m = 889,180 \times 22 = 19,561,960 \quad (6)$$

R_d : 6, 7, 8월의 1일 조명용 전기요금[원]
 R_m : 6, 7, 8월의 월간 조명용 전기요금[원]

Table 1에 대한 설명에서, 조명기기 교체 후의 소비전력은 서울시 자료를 통해 일반 조명기기의 69%로 가정하였으므로, 전기요금 또한 Table 3에서 나타난 요금의 69%에 해당하는 금액을 기기 교체 후의 요금으로 하여 Table 4에 나타냈다.

3.2 열원기기

사무소건물의 열원기기는 열원방식 및 공조방식에 따라 여러 조합이 있을 수 있으나, 본 연구에서는 일반적으로 적용되고 있는 흡수식냉온수기를 대상으로 하여 고효율의 기기로 교체할 때의 에너지 절약 효과를 파악하기로 한다.

Table 5에 흡수식냉온수기를 고효율 기기로 전환할 때의 에너지절약 효과를 파악하기 위한 전제조건을 나타낸다. 앞서 건축적 조건에서, 대상 건물을 연면적 30,000 m²의 규모로 가정했는데, 이 규모의 사무소건물에 관한 대략적 열원기기 용량은 3,000

kW(약 860RT)로 가정할 수 있으므로[1], 본 연구에서는 이 용량을 기준으로 검토하기로 한다. 또 기기 대수는 부분부하 운전을 고려하여 설계사무소에서 일반적으로 적용하고 있는 방법에 따라 2대로 가정하였다.

흡수식냉온수기의 효율은 종류에 따라 차이가 있으나, 기존에 널리 보급되어 사용되고 있는 기기(통칭 보급형 또는 표준형이라고 함)의 COP 1.0을 교체 전의 기기 성능으로, 그리고 현재 고효율 제품으로 일반적으로 적용되고 있는 기기의 COP 1.2 및 현재 최고 수준의 효율이라고 할 수 있는 COP 1.35를 교체 후의 기기 성능으로 가정하였다.

기기 교체로 인한 에너지절약 효과를 파악하기 위해 연간의 에너지사용량을 산정할 필요가 있으나, 연간의 부하에 관련된 국내 자료는 매우 부족하며, 국외의 일부 자료 또한 일관성이 결여되어 있는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 일본의 건축설비 관련 학회인 공기조화위생공학회에서 제안한 전부하상당시간을 연간의 에너지사용량과 운전비 산정에 적용하였다[5].

한편, 흡수식냉온수기의 효율 향상은 냉동사이클 중의 열교환기 성능 개선, 새로운 열교환기의 추가 등 냉방모드에서 이루어지는 것이며, 난방모드와 냉동사이클은 관계가 없기 때문에 직접적인 효율 향상이 이루어지지 않는다. 따라서 전부하상당시간은 냉방기간에 대한 것만 적용하였다.

냉난방용 도시가스의 요금체제는 도시가스 업체에 따라 약간의 차이는 있으나, 대부분 동절기와 하절기 및 기타로 구분해서 요금을 달리 하고 있다. 본 연구에서는 사용량이 미미할 것으로 예상되는 기타를 제외하고, 또 상기 전부하상당시간에 대해 설명

Table 5. A precondition for the energy saving effect analysis according to the heat source equipment retrofit

Capacity and quantity of heat source equipment	1,500 kW × 2
Performance of heat source equipment before retrofit	COP : 1.0
Performance of heat source equipment after retrofit	COP : 1.2 and 1.35
Equivalent full load hours in cooling period	778h
Annual cooling load	3,000[kW = kJ/s] × 778[h] × 3,600[s/h] = 8,402,400,000[kJ] = 8,402.4[GJ]
Quantity of gas for cooling before equipment retrofit	Annual cooling load ÷ COP = 8,402.4[GJ] ÷ 1.0 ≃ 8,402[GJ]
Quantity of gas for cooling after equipment retrofit	1. Annual cooling load ÷ COP = 8,402.4[GJ] ÷ 1.2 = 7,002[GJ] 2. Annual cooling load ÷ COP = 8,402.4[GJ] ÷ 1.35 = 6,224[GJ]
Gas rate in cooling period	7.9575 won/MJ = 7,957.5 won/GJ

한 것과 같은 이유로 등열기를 제외한 하절기 요금을 연간 가스요금 산정에 이용했다. 아울러 본 연구의 대상건물은 서울에 입지하는 것으로 가정하였으므로 서울 지역 도시가스 업체인 서울도시가스 2016.4.1. 현재의 가스요금을 산정 기준[6]으로 하였다.

Table 5의 조건에 따라 열원기기 교체 이전과 이후의 에너지비용을 계산하면 각각 식 (7)~(9)가 된다.

$$W1 = A \times D = 8,402 \times 7957.5 \approx 66,859,000 \quad (7)$$

$$W2 = B \times D = 7,002 \times 7957.5 \approx 55,718,000 \quad (8)$$

$$W3 = C \times D = 6,224 \times 7957.5 \approx 49,527,000 \quad (9)$$

W1 : 교체 전 가스요금[원/냉방기간]

W2 : COP 1.2의 기기로 교체 후 가스요금[원/냉방기간]

W3 : COP 1.35의 기기로 교체 후 가스요금[원/냉방기간]

A : 교체 전 가스사용량[GJ]

B : COP 1.2의 기기로 교체 후 가스사용량[GJ]

C : COP 1.35의 기기로 교체 후 가스사용량[GJ]

D : 가스요금[원/GJ]

4. 교체로 인한 경제성 검토

기기 교체에 의한 경제성을 검토하기 위해 사용되는 방법 중, 투자비 회수기간 산정법이 있으며, 본 연구에서는 간편하게 이용할 수 있는 이 방법으로 경제성을 파악하기로 한다. Table 6에 기기 교체에 필요한 비용과, 앞에서 산정된 에너지절감액을 나타낸다. 기기 교체에 따른 비용은 물가정보 책자[7] 및 기기 제조업체에 문의에 의한 것이다.

LED 조명기기의 경우 용량 외에도 디자인 등에 따라 가격 차이가 있어, 본 연구에서는 각 업체 제품 중 평균적인 가격이라 할 수 있는 60,000원(20W급)을 고려하였다. Table 1에서 조명용 부하설비용량을 30 W/m²로 하였으므로, 본 연구의 대상인 연면적 30,000 m² 규모인 건물의 경우 총 900,000 W (900 kW)의 설치 용량이 필요하다. 한편, LED 조명기기의 용량은 이 용량의 69%로 가정하였으므로, 필요 부하설비용량은 621,000W가 되며, 20W급 LED 조명기기의 가격을 60,000원으로 고려하였으므로, 조명기기의 설치비용은 1,863,000,000원으로 산정된다. 한편 형광등은 32W급의 가격인 3,260원

Table 6. Estimated benefits by comparing initial investment on the retrofitting and annual energy saving potentials [1,000 won]

Equip.	Initial investment	Energy saving potentials
Lighting	1. LED lamp (900,000 × 0.69/20) × 60 = 1,863,000 ¹⁾	Electric rate : 179,673–123,976 = 55,697 ³⁾
	2. Fluorescent lamp (900,000/32) × 3.260 = 91,688 ²⁾	
Heat source	1. COP 1.0 181,000 × 2 = 362,000	1. COP 1.2 66,859–55,718 = 11,141 ⁴⁾
	2. COP 1.2 215,000 × 2 = 430,000	2. COP 1.35 66,859–49,527 = 17,332 ⁵⁾
	3. COP 1.35 253,000 × 2 = 506,000	

[Footnote] 1) The price of 20W LED lamp is assumed 60,000 won

2) The price of 32W fluorescent lamp is assumed 3,260 won

3) Table 3 and 4

4) Cost formula (7) and (8)

5) Cost formula (7) and (9)

을 적용하여 설치비용이 약 91,688,000원으로 산정된다.

흡수식냉온수기 또한 주요 제조업체별로 가격 차이가 있기 때문에, LED 조명기기의 경우와 같이 평균적인 가격을 적용하여 경제성 검토가 이루어졌다. Table 5에 나타난 바와 같이 1,500 kW급 2대를 고려했으며, 1,500 kW급의 해당 가격은 COP 1.2의 경우 215,000,000원으로, COP 1.35의 경우는 253,000,000원으로 가정하였다.

Table 6에 나타나 있는 기기 설치비용 및 연간 에너지절감액에 의해 식 (10)~(12)와 같이 투자비 회수기간이 산정된다.

$$P1 = \frac{1,863,000,000}{55,697,000} \approx 33.4 \quad (10)$$

$$P2 = \frac{430,000,000}{11,141,000} \approx 38.6 \quad (11)$$

$$P3 = \frac{506,000,000}{17,332,000} \approx 29.2 \quad (12)$$

P1 : 조명기기의 투자비 회수기간[년]

P2, P3 : COP 1.2와 1.35인 열원기기의 투자비 회수기간[년]

식 (10)~(12)에서 알 수 있듯이, 조명기기와 열원 기기의 수명을 고려하면, 이 두 기기의 교체 효과는 전혀 없다고 할 수 있다. 특히 LED 조명기기와 일반 형광등은 현재 가격차가 매우 커서 강제성이 없는 민간건물의 경우 교체는 물론 최초로 설치할 경우에도 자발적인 도입의 가능성은 매우 적을 것으로 판단된다.

한편 열원기기의 경우, 신축건물 또는 기존 건물에 설치된 열원기기의 교체시기가 당도하여 새로운 열원기기로 교체할 경우는 COP 1.0의 흡수식냉온수기의 가격인 362,000,000원을 고려할 때 다음의 식 (13), (14)와 같이 회수기간이 대폭 줄어들며, 이 경우 충분한 경제성 확보를 기대하기는 어렵지만 도입의 가능성은 있다고 할 수 있다. 따라서 이와 관련한 정책적 수단과 함께 에너지절약의 중요성에 관한 보다 적극적인 홍보를 통해 건물 사용자의 참여를 유도할 필요가 있다.

그러나 조명기기는 신축건물 또는 기존 건물에 설치된 조명기기의 교체시기가 당도하여 새로운 기기로 교체할 경우에도, 형광등으로 교체한다면 앞서 나타낸 LED 조명기기의 설치비용 1,863,000,000원과 그에 상응하는 형광등의 설치비용 91,688,000원의 비용 차이가 매우 커서 식 (15)에 나타낸 바와 같이 회수기간의 차이가 식 (10)과 별 차이가 없으며, 따라서 보다 적극적인 정부의 정책 지원이 필요하다.

$$P_2 = \frac{430,000,000 - 362,000,000}{11,141,000} \approx 6.1 \quad (13)$$

$$P_3 = \frac{506,000,000 - 362,000,000}{17,332,000} \approx 8.3 \quad (14)$$

$$P_1 = \frac{1,863,000,000 - 91,688,000}{55,697,000} \approx 31.8 \quad (15)$$

5. 결 론

‘저탄소 녹색성장 기본법’ 및 ‘녹색건축물 조성지원법’의 의미에 따라, 사무소건물에서의 주요 에너지사용 기기인 조명기기와 열원기기를 현재 판매되고 있는 고효율 기기로 전환할 경우의 에너지절약 성과 경제성을 검토한 본 연구에서 아래와 같은 결과가 도출되었다.

(1) 현재의 전기요금과 가스요금 기준으로, 연면적 30,000 m² 규모의 사무소건물에 대한 고효율 기기의 전환에 의한 연간 에너지비용 절감액은 조

명기기가 55,697,000원, 열원기기가 11,141,000원(COP 1.2인 경우) 및 17,332,000원(COP 1.35인 경우)으로 산정되었다.

(2) 교체비용과 에너지비용 절감액에 의거한 투자비 회수기간은 조명기기가 33.4년, 열원기기가 38.6년(COP 1.2인 경우) 및 29.2년(COP 1.35인 경우)으로 산정되어, 사용자 입장에서 조명기기 및 열원기기 교체에 따른 경제적 이점은 없는 것으로 나타났다.

(3) 열원기기의 경우, 신축건물에서 처음 설치할 때 및 기기의 교체시기가 당도하여 새로운 기기를 도입할 때 고효율기기를 선택할 경우의 투자비 회수기간은 6.1년 및 8.3년으로 대폭 줄어들어 정책적 수단 및 홍보에 따라서는 도입의 가능성이 크다고 할 수 있다. 다만, 조명기기의 경우 LED 조명기기와 일반 형광등의 가격 차이가 매우 커서 상당한 정책적 고려가 없다면 민간건물에서의 도입은 용이하지 않을 것으로 판단되며, 따라서 국가의 적극적인 정책적 지원이 필요하다.

(4) 최근 원유가 등 국제 에너지가격이 저렴해져 고효율 기기로의 교체에 대한 경제성이 낮은 편이나, 미래의 실정을 고려한다면 고효율 기기로의 교체에 의한 에너지절감에 대해 보다 적극적인 관심이 필요하다고 여겨진다.

후 기

이 논문은 2015학년도 세명대학교 교내학술연구비 지원에 의해 수행된 연구임.

References

1. The Society of Air-Conditioning and Refrigerating Engineers of Korea, 2001, *Handbook of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering*, Vol. 1, pp. 2.4-4~2.4-7
2. Yoon, J. G., 2001, A Study on the Load Density and Estimation of Transformer Capacity in Large Building, Master's thesis, Hanyang University, p. 19, 41
3. LED lighting supply policy of public institution, Seoul City, 2015.
4. Electric rates table at home page of Korean Electric Power Corporation Cyber Branch, 2016.
5. Japan District Heating & Cooling Association, 2002, *Handbook of District Heating and Cooling*, pp. 47.
6. Gas rates table at home page of Seoul City Gas, 2016.
7. General prices information, 2016. 3, Korea Price Information.