

## 공공사옥 건축물 에너지효율등급 향상을 위한 개선기법 및 사례

정한상, 변일환, 김우용, 정경원\*  
한국수자원공사 전북지역본부

### A Improvement of Energy Efficient Ratings for Public Buildings

Han-Sang Jeong, IL-Hwan Byeon, Woo-Yong Kim

Korea Water Resources Corporation Jeonbuk Water Supply Regional Headquarters, Gumi Regional office\*

**Abstract** - 한국수자원공사 전북지역본부는 2009년 1월 전북 전주시 여의동에 본부신축공사를 착공하였다. 같은 해 12월 정부는 저탄소 녹색 성장을 위해 신축 공공청사 건축물에너지효율 1등급 취득 의무화 제도를 시행하여 2010년 1월부터 신축되는 모든 공공청사는 건물에너지효율 1등급 취득이 의무화 되었다. 전북지역본부와 같이 진행중인 건축물에 대해서는 강제성은 없고 에너지효율 향상을 위한 제반 조치 마련토록 권고하였다. 그러나 전북지역본부는 정부정책과 공사 이미지 제고를 위해 진행중인 공사에 대해 건축물 에너지효율인증등급 향상을 위한 개선 방안을 수립하고 설계변경을 통해 결국 1등급 인증을 획득하였다.

#### 1. 서 론

신축공사 공정률 52% 이었던 한국수자원공사 전북지역본부 사옥 신축공사에 대해 에너지소비량을 분석하고 실현가능한 경제적인 에너지 절감방안을 통해 에너지 절감 및 건축물에너지효율등급 1등급 인증취득 사례를 제시코자 한다.

#### 2. 본 론

##### 2.1 전북지역본부 신축사옥 설계개요

전북지역본부는 당초 전북 완주군 고산면 성재리 소재의 고산정수장에 위치하고 있었으나, 운영 사업장과의 접근성 및 민원인의 교통편의 등을 고려 운영 중지된 전주가압장(전북 전주시 여의동 소재) 부지에 신규로 건축하도록 계획하였다. 사옥 설계시에는 공공기관 건축물 에너지효율 1등급 의무화 제도가 없어 일반 공공청사와 같이 미려한 인테리어 위주의 건축물로 계획되어 있었다.

<표 1> 전북지역본부 사옥 개요

구분	내용	비고
공사명	전북권 수도통합운영센터 신축공사	
대지위치	전북 전주시 덕진구 여의동 651번지의 4필지	
대지면적	19,565㎡	
건축면적/연면적	2,335'64㎡ / 9,306'72㎡	
층수	지하 1층, 지상 4층	
외벽	외벽	THK3 알루미늄 쉬트
	지붕	THK3 알루미늄 쉬트
	창호	THK24 칼라복층유리
냉난방방식	EHP 방식	
	가스온수기 / 전기순간온수기	

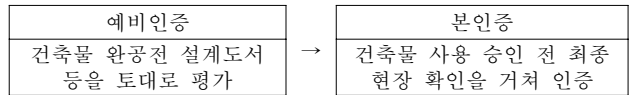
##### 2.1.1 건축물 에너지효율등급 인증 개요

- 인증명 : 건축물 에너지효율등급 인증
- 관련법 : 「건축법」 제66조의2, 시행령 제91조의2
- 대상 : 신축 공동주택, 신축 업무용 건축물
- 인증기관 : 한국에너지기술연구원, 한국건설기술연구원
- 인증등급

<표 2> 신축 업무용 건축물 에너지 등급 기준

등급	신축 업무용 건축물 기준	
	연간 단위면적당 1차에너지소요량 (kWh/㎡·년)	
1	300미만	
2	300 이상 350 미만	
3	350 이상 400 미만	
4	400 이상 450 미만	
5	450 이상 500 미만	

○ 인증절차



##### 2.1.2 에너지소비량 분석

분석기준은 국토부 고시(제2009-1306호, '09.12'31) 및 지정부 고시(제2009-329호, '09.12'31) 건축물 에너지효율등급 인정규정 [별표1] 공동주택 및 업무용 건축물의 에너지효율 인증등급 및 산정기준을 적용하였다. 분석방법은 해당건축물에 설치된 난방, 냉방, 급탕, 조명, 환기시스템에서 소요되는 단위면적당 1차에너지 소요량(kWh/㎡·년)을 산출하여 분석하는 방법으로 단위면적당 1차에너지소요량 산출식은 아래와 같다.

○ 단위면적당 1차에너지 소요량 = 단위면적당 에너지소요량 × 1차에너지 환산계수 로서

단위면적당에너지소요량은

$$= \frac{(\text{난방} + \text{냉방} + \text{급탕} + \text{조명} + \text{환기}) \text{에너지소요량}}{(\text{난방} + \text{냉방} + \text{급탕} + \text{조명} + \text{환기}) \text{해당 바닥면적}}$$

1차 에너지 환산계수 = 에너지원간의 비교를 위해서는 1차 에너지량으로 환산시 필요한 계수로서 전력 1kWh의 1차 에너지환산계수는 2.5임

<표 3> 전북지역본부 에너지소비량 분석 결과

항목	1차에너지소요량 (kWh/㎡·년)	주요부하	비고
난방	120.1	·EHP, 전기방열기	
냉방	137.1	·EHP	
급탕	27.8	·보일러, 순환펌프류	
조명	96.2	·조도계산서 기준, 실별점등시간 균등적용	
환기	51.3	·건물내 환기용팬 적용	
소계	432.5		

<표 3>과 같이 분석결과 연간 1차 에너지소요량은 432.5 kWh/㎡·년으로 <표 2>의 건축물 에너지효율등급 기준 상 4등급에 해당되는 것으로 나타났다.

##### 2.2 대안제시 및 절감방안 분석

공정률 52% 진행된 현장여건을 감안하여 에너지효율을 향상할 수 있는 모든 대안을 검토하였고 검토된 대안 중 시공성 및 경제성 분석을 통하여 에너지효율등급 향상을 위한 최적안을 선택하였다.

<표 4> 에너지절감 대안 검토 분석표

항목	절감내용	절감량 (kWh/㎡·년)	절감율 (%)	선택 여부
난방 냉방	1) 외벽단열재변경(글라스울→열반사 단열재)	4.2	1.98	○
	2) 1층 전면커튼월 24T 칼라복층유리 →24T칼라로이복층유리	8	3.52	×
	3) 1층 전면커튼월 24T 칼라복층유리 →조적(H900)+24T칼라로이복층유리	10.2	4.49	○
	4) 2층 전면커튼월 24T 칼라복층유리 →24T칼라로이복층유리	12	5.28	×

	5) 2층 전면커튼월 24T 칼라복층유리 →조적(H900)+24T칼라로이복층유리	14.6	6.4	○
	6) 1층 수직검사소 창호높이 축소 (H600)	3.2	1.41	○
	7) 지붕단열체 변경 (압축발포폴리스티렌→퍼라이트폼질)	1.3	0.57	×
급탕	8) 고효율 보일러(87%) 적용	2.3	1.01	○
조명	9) 조명등 차등적용 (사무실 9h, 회의실 6.3h)	31.7	13.95	○
	10) 형광등 안장기 변경 및 화장실 카운터 센서 적용	9.8	4.31	○
	11) 형광등, 다운라이트 → LED 교체 (100%)	53.6	23.59	×
	12) 형광등, 다운라이트 → LED 교체 (70%)	47.1	20.73	×
환기	13) 일반 배기팬(화장실 쉘) 적용 제외	29.2	12.85	○
소계		227.2	100	

위 <표 4>와 같이 절감율이 가장 좋은 것은 LED 조명 교체, 조명등 차등적용, 일반 배기팬 적용 제외, 전면커튼월을 조적(H900)+24T 칼라로이복층유리 순으로 조사되었으나, LED 조명과 같이 초기투자비가 많이 들거나 시공상 문제점이 많은 대안은 채택되지 않았다.

난방·냉방분야에서는 당초 열효율이 떨어지는 전면 복층유리를 최대한 줄이고 H 900mm의 조적 및 칼라로이복층유리로 변경하였다. 로이복층유리(Low-Emissivity Coated Glasses)는 내부유리와 외부유리에 공기층을 형성하도록 복층으로 만든 유리로서 내부유리에는 특수금속막(매우 얇고 투명한 은과 흡수성이 강한 산화금속을 여러겹 유리위에 코팅)을 코팅하여 단열 성능을 극대화시킨 고단열 복층유리이다. 적용된 24T칼라로이복층유리는 외부 6mm+공기층 12mm+내부 로이유리 6mm로 제작된 제품을 채택하였다.

에너지 절감율이 가장 큰 조명분야는 추가비용이 부담되지 않는 경제적인 방안으로 개선토록 계획하였다. 조명등 점등시간을 사무실과 회의실 차등 적용하여 이론적으로 에너지 절감토록 하였으며, 화장실 및 주요 복도에는 카운터센서(Counter Sensor)를 이용한 조명등 자동제어스위치를 적용하였다.

즉 방향인식 카운터센서를 이용하여 출입자 인원을 IN카운터하고 최종 퇴실자 인원을 OUT 카운터 하여 그 수가 0일 때만 자동 소등되도록 시설하였으며 특히 조명과 화장실 배기 팬을 연계시켜 에너지 절감효과를 증가시켰다. 즉 사용자가 있을 경우 조명과 배기 팬이 같이 켜지고, 최종 이용자가 OUT 카운터 되면 조명은 즉시 소등되고 배기 팬은 화장실 청결을 위해 약 2분 후에 정지되도록 하였다. 일반 배기팬의 상시부하에서 제외하여 에너지 절감 효과를 향상시켰다.

이와 같이 실현가능한 경제적인 절감 방안을 적용시키켜 건축물에너지효율등급 인증취득을 위한 5개 지표 (난방, 냉방, 급탕, 조명, 환기)에 대한 1차에너지소비량 분석 결과 327.3 kWh/m<sup>2</sup>·년로 분석되었다.

또한 주요부하에 대해서 에너지 기자재 인증을 받은 제품을 채택하여 기본적인 에너지사용량을 절감하도록 계획하였다.

<표 5> 각 분야별 에너지절감율

항 목	1차 에너지소비량 (kWh/m <sup>2</sup> ·년)			공사비 증감액	비 고
	당초	변경	절감율(%)		
난방	137.1	225.0	7.45	증 4백만원	
냉방	120.1				
급탕	27.8	25.5	0.53	-	
조명	96.2	54.7	9.60	증 26백만원	
환기	51.3	22.1	6.75		
소계	432.5	327.3	24.32	증30백만원	

결과적으로 <표 4>와 같이 에너지 절감을 추진시 1차 에너지소비량이 327.3 kWh/m<sup>2</sup>·년으로 에너지효율 2등급 인증이 가능한 것으로 분석되었다. 에너지효율등급 1등급 인증을 위해서는 <표 4>의 에너지 절감방안외에 더욱 많은 설계변경과 투자비용이 요구되어 건축공기 및 관련예산 등 현실적으로 추진이 어려웠다. 따라서 현실적으로 조정가능한 조명분야에서 업무에 직접적인 불편과 피해가 발생되지 않는 범위에서 각종 간접조명을 폐쇄(행사 등 특수한 경우는 부분적으로 활용)하고 창가의 전등은 격등으로 변경하여 부하를 최소화하였다.

### 2.3 심사 및 인증

신축 공공주택 및 업무용 건축물 에너지효율 등급 인증기관은 한국에너지기술연구원, 한국건설기술연구원으로서 전북지역본부 사무소에 대해

서는 대전에 위치한 한국에너지기술연구원에 심사 요청하였으며, 서류 중심의 예비심사와 건축물 준공 뒤 본심사로 진행되었다.

#### 2.3.1 심사 및 인증방법

한국에너지기술연구원은 예비심사와 본심사를 거쳐 조사·평가하였으며 판단기준으로는 각종 제출자료 및 분석프로그램 Visual-DOE를 사용하였다. Visual-DOE 프로그램은 Lawrence Berkeley 연구소에서 개발된 DOE 2.1E를 계산엔진으로 사용하여 입·출력기능을 향상시킨 것으로, 미국의 로스알라모스 과학연구소와 로렌스 버클리 연구소가 미국 에너지성(Department of Energy)의 의뢰로 공동 개발한 건축물에너지 해석 프로그램이다. 프로그램은 시물레이션에 필요한 건축물의 구조와 주요 자재, 기후데이터 등 분석대상의 기초값을 입력하면 열원기기의 종류, 용량 및 댁수를 이용하여 사용되는 시간별 에너지량을 계산하고 연간 에너지 소비량과 경제성도 분석하게 된다.



<그림 1> Visual-DOE 초기화면 및 본부사옥 3D 모델링 화면

#### 2.3.2 분석 및 심사 결과

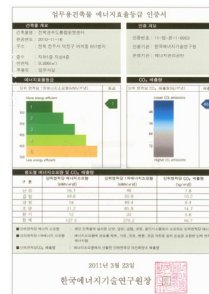
한국에너지기술연구원에서 분석프로그램 Visual-DOE을 통해 시물레이션한 결과 예비심사에서 274.11 kWh/m<sup>2</sup>·년으로 산정되어 본심사 대상으로 선정되었으며 본부사옥 준공 뒤 현장에서 본심사에서 조사결과 본부사옥의 단위면적당 1차 에너지사용량은 270.2 kWh/m<sup>2</sup>·년로 최종 인증 받을 수 있었다.

<표 4> 본심사 평가결과

구분	단위면적당 에너지소요량 (kWh/m <sup>2</sup> ·년)	단위면적당 1차 에너지소요량 (kWh/m <sup>2</sup> ·년)	단위면적당 CO <sub>2</sub> 배출량 (kg/m <sup>2</sup> ·년)
난방	16.7	46	7.8
급탕	49.6	66.9	10.2
냉방	18	49.4	8.4
조명	31.2	85.9	14.7
환기	12	33	5.6
합계	127.5	270.2	46.7

### 3. 결 론

한국수자원공사의 전북지역본부 사옥 신축공사는 당초 단위면적당 에너지소요량은 432.5 kWh/m<sup>2</sup>·년로 건축물 에너지효율 등급상 4등급이었다. 그러나 공정률 52%인 시점에서 정부의 신축 공공건물 에너지효율등급 1등급 의무화가 시행되었다. 본부사옥은 에너지효율등급 1등급 의무대상건축물은 아니었으나 저탄소 녹색성장의 정부정책에 적극 동참하고 에너지 절감을 통한 원가절감 및 기업 이미지 제고를 위해 가장 경제적이고 실현가능한 에너지 절감 방안을 검토 및 적용하여 단위면적당 에너지소요량을 대폭 낮추었다. 본부사옥의 연간 1차 에너지소비량이 당초 432.5 kWh/m<sup>2</sup>·년에서 약 37% 절감한 270.2kWh/m<sup>2</sup>·년으로 낮추어 공공건축물 에너지효율등급 1등급 인증을 받을 수 있었다 이로써 당초보다 연간 37% 에너지 절감으로 연간 약 8천만원의 에너지비용을 절감할 수 있게 되었다. 본 과업의 중요성은 건축 중에도 건축물 특성에 맞는 경제적인 다양한 에너지 절감 방안을 모색하고 적용하여 그 결과를 기록하였다는 점이며, 이는 기존 건축물에도 많은 도움이 되리라 판단된다.



<그림 2> 에너지효율 1등급 인증서 및 본부 사옥 전경