

엠파이어스테이트 빌딩 - 친환경 리모델링으로 거듭나다

김 원 태 | 한국건설산업연구원 연구원
wontkim@cerik.re.kr

뉴욕 맨해튼의 랜드마크인 엠파이어스테이트 빌딩의 녹색 치장이 이뤄졌다. 102층 높이에 연면적 26만㎡에 달하는 거대한 초고층 건축물이 환경 친화적 녹색 시설로 탈바꿈하고 있는 것이다. 기존 엠파이어스테이트 빌딩의 에너지 성능은 미국 업무용 건물의 평균 수준으로 평가되지만, 연평균 에너지 비용이 1,100만 달러(\$4/ft²), 이산화탄소 배출량이 2만 5,000톤(221bs/ft²), 피크 전기 수요량이 9.5MW(3.8W/ft²)에 이를 정도로 에너지 소비량과 지구 환경에 미치는 영향이 막대하다.

8개월에 걸친 친환경 리모델링 사업 구상 결과, 엠파이어스테이트 빌딩은 현 수준에서 38%의 에너지 소비 감축과 연간 440만 달러의 절감 효과를 이룰 것으로 예상됐다. 또한, 향후 15년 간 최소 10만 5,000톤의 이산화탄소 배출을 저감할 수 있는 것으로 분석됐다. 이를 위해 친환경 리모델링 추진팀은 60가지 이상의 에너지 절감 아이디어를 고안했고, 이 중에서 최종 8개의 실행 권고안을 제시했다. 최종 권고안을 제출하기까지 에너지 절감량과 경제적 타당성을 입증하는 다양한 모델링 작업과 반복적인 평가 과정을 거쳤다.

추진 동기 및 참여 주체

엠파이어스테이트 빌딩의 친환경 리모델링 개발 사업을 추진한 동기는 다음과 같은 세 가지로 요약된다. 첫째, 건물주는 건물 전체에 에너지 효율화 개보수 작업을 수행함에 있어 그 경제적 타당성이 검증되기를 원했다. 다양한 친환경 리모델링 대안들의 조합이 갖는 경제성을 평가하는 작업이 필요했던 것이다. 둘째, 다른 건물에서도 적용이 가능할 수 있도록 친환경 리모델링 사업의 복제 모델이 구축되기를 원했다. 미국 상업 건축물 보유량 중 72%가 1990년 이전에 건립된 것으로 나타났다. 친환경적 개보수의 대상 수요로 볼 수 있는 20년 이상의 노후화된 건축 시설 물량이 그만큼 많다는 뜻이다. 마지막으로, 건물주는 비용 효율적인 온실가스 배출량 저감 방안을 찾고자 했다. 2050년까지 온실가스의 배출량을 75% 감축해야 하는 정부 목표에 기여하기 위함이었다.

엠파이어스테이트 빌딩의 친환경 리모델링 사업은 5개 그룹의 상호 협력 방식으로 추진됐다. 엠파이어스테이트 빌딩의 건물주, 사업관리를 맡은 Jones Lang LaSalle사, 자문 역할을 담당한 클린턴기후재단, 에너지 전문 기업인 Johnson Controls Inc.사,

엠파이어스테이트 빌딩 친환경 리모델링 세부 내용

항목	조치 내용 및 추진 경과	예산 투자액	연간 절감액 (절감률)	담당 주체
건물 에너지 최적화 (Balance of Direct Digital Controls)	- 기존의 건물 에너지 제어 장치(DDC)를 최적화하는 업그레이드 조치 2010년 10월 완료	\$7.6M	\$741K (9%)	Johnson Controls사
임차인 주간 조명 조절 (Tenant Day/Lighting/Plugs)	- 임대 공간에 조명 전기 밀도를 조정, 외곽 공간에 점멸 안정기와 감광장치와 개인 사무 공간에 센서 등을 설치하는 조치 2013년 12월 완료	\$24.5M	\$941K (6%)	임차인 건물주
변풍량 공조기 (VAV AHU)	- 기존의 천장형 정풍량 공조기를 대체하여 에너지 효율적 바닥형 변풍량 공조기 설치 2013년 12월 완료	\$47.2M	\$702K (5%)	건물주
냉동기 시설 개보수 (Retrofit Chiller Plant)	4대의 전기 냉각기의 보수 및 관련 제어 장치의 업그레이드 조치 2010년 4월 완료	\$5.1M	\$675K (5%)	Johnson Controls사
건축물 창호 (Building Windows)	- 기존의 6,514장의 외장 이중유리에 코팅 필름을 설치하고 가스를 채우는 조치로 95%의 유리가 재활용되었고, 단열 성능이 R2에서 R7으로 강화됨. 2010년 10월 완료	\$4.5M	\$410K (5%)	Johnson Controls사
임차인 에너지 관리 (Tenant Energy Management)	- 최신식 에너지 사용량 및 침투 정보 등을 온라인으로 제공하는 조치 2010년 12월 완료	\$365K	\$396K (3%)	모든 주체
방열기 반사판 (Radiative Barrier)	- 건물 외곽에 위치하고 있는 방열기 후면에 6,514개의 반사판을 설치하는 조치 2010년 10월 완료	\$2.7M	\$190K (3%)	Johnson Controls사
임차인 수요 제어 환기 (Tenant Demand Control Ventilation)	- 냉난방 공조기의 외기 유입을 제어할 수 있도록 이산화탄소 감지 센스를 설치하는 조치 2010년 10월 완료	상기 항목에 포함	\$117K (2%)	Johnson Controls사

설계 파트너 및 검토자인 Rocky Mountain Institute사가 주요 기관으로 참여했다.

친환경 리모델링 조치

권고된 8개의 친환경 리모델링 조치안은 1) 기존의 건물 에너지 제어 장치를 최적화하는 관련 장비 업그레이드, 2) 임대 공간에 조명 부하를 최소화하는 각종 센서 및 제어 장치 설치, 3) 기존의 정풍량 공조기를 대체할 고효율 변풍량 공조기 설치, 4) 냉동기 및 관련 제어 장치 개보수, 5) 기존 외장 유리에 단열 성능을 강화하기 위한 특수 코팅 필름과 가스 주입, 6) 개별 임차인의 에너지 사용량과 절약 정도를 온라인으로 알려주는 조치, 7) 난방 에너지 효율을 높이는 방열기 후면 반사판 설치, 8) 외기 유입을 제어하는 이산화탄소 감지기 부착 등이다.

이러한 최종 실행안이 결정되기까지 다양한 의사 결정 지원 도구들이 활용됐다. 기존의 산업 표준 분석 기법을 이용하거나, 필요시 자체적으로 분석 도구를 개발하기도 했다. 사업 추진팀이 고안한 개별 친환경 리모델링 대안들에 대한 재무 의사결정 지원 모델을 개발하였다. 모델은 각 대안의 개략적인 영향도를 측정하기 위해 15년 이상(2008~23)에 걸친 연차별 현금 흐름에 대한 순현가를 산정한다. 임차인의 설계 보조 피드백 툴도 개발됐다. 이 외에도 에너지 시뮬레이션 설계 도구, 통합 설계 체크 리스트 등을 이용하여 건축물 성능을 비교 평가하고 최종 권고안이 도출됐다.

주체별 역할 및 교훈

이러한 예상 절감량을 달성하기 위해서는 관련 주

특집 Do Do Do! 녹색 건설

체의 개별적인 노력이 필요했다. Johnson Controls사는 성과 계약(performance contract) 메커니즘을 통해 전체 예상 절감량의 61%를 실현시키게 된다. 건물주와 5개 조치안에 대한 개별 성과 계약을 체결한 Johnson Controls사는 현재 에너지 사용량의 20% 이상을 줄이는 것을 목표로 한다. 성과 계약은 엠파이어스테이트 건물주가 Johnson Controls사가 담당 한 친환경 사업의 초기 투자비용을 최대 가격 보증(guaranteed maximum price) 방식을 통해 지불하고, 이후 연간 절감액을 회수하는 형식으로 추진된다. 만약 성과 계약 기간인 15년 동안 절감액이 예상보다 낮을 경우, Johnson Controls사는 그 차액을 건물주에게 지불토록 보증한다.

다음으로 엠파이어스테이트 빌딩 건물주가 전체 예상 에너지 절감량 중 22%를 책임지게 된다. 시설물 유지관리의 책임자인 건물주는 4년 간에 걸친 변풍량 공조기의 교체를 담당하게 된다. 건물주는 임차인들의 에너지 절감을 돕고 인센티브를 제공하는 역할도 수행하게 된다. 나머지 예상 에너지 절감량의 17%는 임차인들의 노력으로 달성된다. 임차인은 사전 제작 에너지 프로그램, 설계 가이드라인, 에너지 관리 지침 등을 통해 효율적인 에너지 소비와 에너지 절감을 직접 실천할 수 있도록 유인된다. Johnson Controls사가 담당한 5개 패키지는 2010년 10월까지, 나머지 조치들은 2013년 12월까지 완료되도록 계획됐다. 엠파이어스테이트 빌딩의 친환경 리모델링 과정에서 수행 주체가 습득한 주요 교훈을 살펴보면, 우선 전체 빌딩 시스템에 대한 동태적인 의사결정과 생애주기 측면에서의 접근이 필요하다는 사실이다. 녹색 관련 기술의 발전 속도는 매우 빠른 동시에 다양한 조합이 이뤄질 수 있기 때문이다. 비용 대

비 효과적인 투자가 이뤄지기 위해서는 건물 설비 장비의 생애주기비용이 고려되어 최적 교체 시점 등이 결정될 수 있어야 했다. 특히, 전체 에너지 절감의 반 이상이 이뤄지는 곳은 결국 임대 공간이라는 사실도 주목해야 하는 사안으로 지적했다. 임차인 스스로가 에너지 소비량을 줄이도록 유도하는 프로그램의 개발과 관련 기술의 적용이 중요함을 의미한다. 친환경 리모델링 개발 프로세스에 대한 정비 노력도 필요함을 깨닫게 되었다.

시사점

우리나라 친환경 관련 정책은 대부분 신규 건축물 건립 사업에 치중되어 있다. 또한, 아직까지 민간 부문보다는 공공 부문이 주도하는 친환경 건축물 사업이 주류이다. 기존의 민간 건축물에 대한 녹색화 전략이 미흡해 보인다. 국토해양부 자료에 따르면, 전국 건축물 중 69.7%가 건립된 지 15년이 지나 리모델링이 가능한 것으로 나타났다. 이들 리모델링 후보 건축물을 친환경 사업으로 유도해, 국가 에너지 소비 절감 및 이산화탄소 저감 목표 달성 노력의 일환으로 삼아야 한다. 이러한 측면에서 본다면, 민간 주도로 추진되었던 엠파이어스테이트 빌딩의 친환경 리모델링 사업의 개발 과정은 우리에게 시사하는 바가 크다. 친환경 리모델링 사업이 가져다 줄 실질적인 효과에 대한 불신이나 초기 투자 비용에 대한 건물주와 임차인의 부담이 사업 추진상의 걸림돌로 작용할 수 있었다. 하지만 8개월이라는 장기간에 걸친 녹색 효과와 경제성에 대한 철저한 사전 검증 작업을 통해 잠재된 난관을 극복할 수 있었다. 우리나라의 노후화된 건축물의 녹색화를 유도할 수 있는 모범 사례를 만드는 것이 이제 우리에게 주어진 과제이다. CERIK