

초에너지 절약형 施設에 대한 試驗成果

— 日本, 大林組 技術研究所 연구결과 소개 —

다음은 지난 2월19일부터 8일간 일본 건축사회연합회 초청으로 渡日했던 대표단이 (株)大林組技術研究所를 방문, 同 연구소가 에너지 절약형 건축설계를 위해 각종 에너지 절약시설에 대한 시험성적을 종합 분석한 내용을 소개한 것이다.

金 一 榮 / 동신건설공사대표 · 본협회 에너지연구분과위원

우리 일행이 大林組技術研究所(OH-BAYASHI -GUMI Technical Research Institute)를 방문한 날은 아직도 잔설이 녹지않은 쌀쌀한 2월 21일 오전 10시반경이었다.

大林組技術研究所 건물이 들어앉은 下清戸(Shimokiyato)란 이곳은 東京에서 약 1시간 거리에 있는 清瀬市(Kiyose) 전철역에서 택시로 10분 거리에 있는 전원적인 분위기로 둘러싸인 아늑한 곳이었다.

우리들은 本館(Super Energy Conservation Bldg)에 있는 상황실에 안내되어 약 30분에 걸친 연구소장의 현황 설명을 들은 후에 각 研究棟의 현장 답사를 하였다.

동연구소는 1948년에 大阪에 연구부를 설치하여 1965년에 이곳으로 옮기면서 技術研究所로 조직 개편하여 (지금은 연구소장 아래 차장이 있고) 1개 사업부(3개課)와 10개 연구실을 가지고 건축분야 뿐만 아니라 환경, 음향, 화학 등 모든 분야에 걸친 연구를 하고 있는 곳으로써 대지면적 71,486㎡ 위에 10여동의 연구건물들이 있는 곳이다.

여기서 소개하려고 하는 것은 이 연구소에서 연구하고 있는 초에너지 절약 건물(Super Energy Conservation Bldg)에 관한 것으로서 에너지 자원이 부족한 우리 현실로서는 많은 관심을 갖게 하는 분야였다.

동연구소에서 현재 연구하고 있는 이 건물은 태양열이용과 동시에 건축물 자체의 에너지 절약형 기법을 연구개발하여 일반건물에도 응용하려고 하는 데에 그 목적이 있는 것이다.

이곳에서 실험적으로 건축한 초에너지 절약형 건물은 건축면적 886.85㎡, 연면적 3,775.84㎡의 지하 1층 지상 3층과 옥탑층이 있는 사무실 건물로서 에너지 자원이라고는 전력밖에 없는, 다시 말하면 난방을 위한 보일러 시설이 없는 것이 특징이라고 하겠다.

그러면서도 冬節期(에는) 난방문제는 태양열에 의하여 18°C~23°C의 온도를 유지하고 夏節期에는 23°C~25°C의 온도를 유지하는 건물을 건축하여 획기적인 성과를 얻었다고 하는 점이다.

물론 이러한 건물을 지을 수 있는 지리적 조건, 기후 조건, 특히 日照量 문제 및 경제적인 문제 등이 뒤따르는 문제이긴 하나 우리도 많은 관심을 갖고 연구해야 할 분야인 것만은 틀림없기에 이들이 초에너지 절약형 건물을 완공 후 1년간 측정된 연구결과 중에서 효과적으로 입증된 局部에너지 절약 수법 4가지를 살펴봄으로서 우리의 업무, 더 나아가서는 우리나라 건축물의 에너지 절약에 많은 도움이 되리라고 생각한다.

동연구소에서는 초에너지 절약형

건물을 건축하기 위하여 총 98가지의 수법을 사용하였는데 그 세부사항은 1983년도 3월호 建築士誌에 한국동력자원연구소 朴相東氏가 소개하였으므로 여기서는 생략하기로 하겠다.

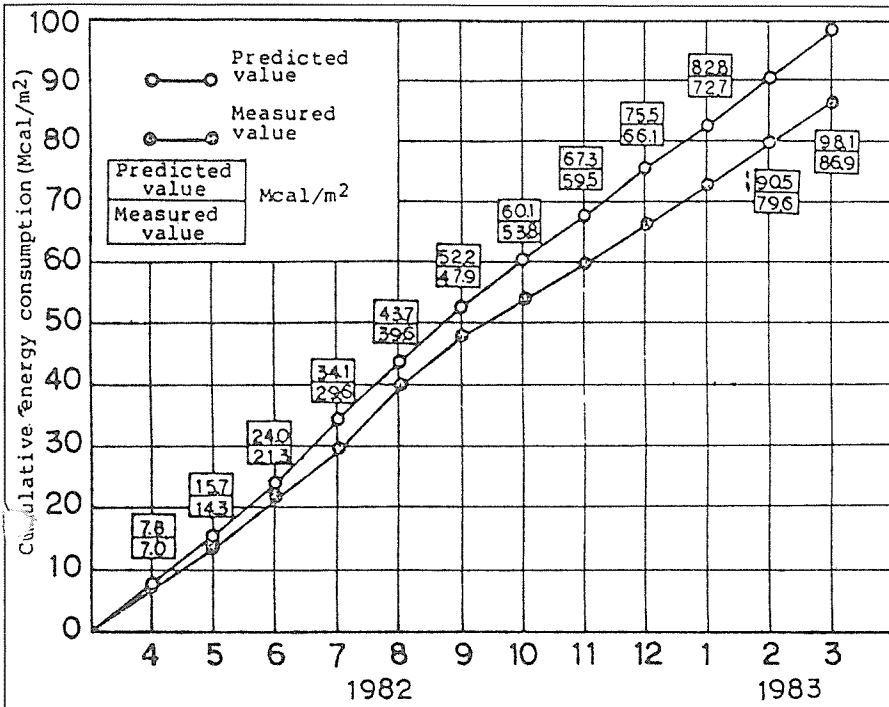
그러면 먼저 이 연구소에서 초에너지 절약형 건물을 완공한 후 1년간 측정된 에너지 소비 상태와 이 건물에 근무하는 164명으로 부서의 설문서 내용을 그들의 자료에 의하여 알아 보기로 하겠다.

1. 에너지 소비 (Energy Consumption)

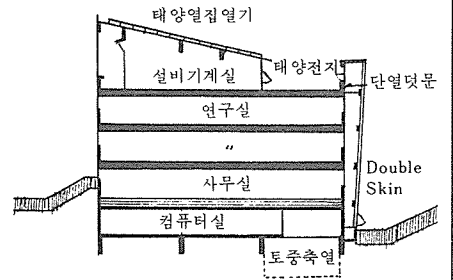
1982년 4월부터 1년간 측정된 이 건물의 단위면적(㎡) 당 전체 에너지 소모량은 圖表 1과 같으며 이 건물의 에너지 원은 전력뿐으로서 전기 소모량을 에너지로 환산하면 1Kwh=2.45M.cal/㎡年이다. 圖表 1에 표시된 予側値는 에너지 절약 계획과 동연구소에서 개발한 수법에 의해 얻은 수치이다.

그런데 본 건물의 실측치는 86.7M.cal/㎡年으로서 예측치 98M.cal/㎡年 보다 12%나 적은 수치로서 일본에 있는 동 규모(정도)의 일반 건물의 에너지 소비량 378M.cal/㎡年에 비하면 1/4 정도 밖에 되지 않는 정말로 초에너지 절약형 건물이라고 하겠다.

圖表 2는 전체 건물의 월간 에너지



〈표 1〉 Energy Consumption of Entire building



〈단면도〉

소모변화를 보여주는 것으로서 에어컨을 사용하는 8월에 최대로 소모되는 것을 알 수 있으며 최저는 11월로서 8월 소비량의 57% 밖에 되지 않는다는 것을 알 수 있다. 그리고 10월과 11월에는 에어컨을 사용함으로써 8월 소비량의 5~8% 밖에 되지 않는다.

그리고 에어컨 외에도 에너지 소모는 연중 계속 되는데 이 중 최대 소모는 照明電力이며 전체 에너지 소모량의 9%가 자동제어에 사용되는데 이는 에너지 절약 향상에 많은 장애가 되고 있으며 위생과 환기용 에너지 소모는 그리 많지 않다.

圖表 2참조(도표에서 기타는 사무실 자동장비, 컴퓨터, 복사기 등이다.)

2. 室内환경(Indoor Environment)

이 건물의 온도, 습도, 탄산가스 농도를 계속적으로 측정하고 있으며 圖表 3은 에어컨을 가동하는 상태에서의 연간 室温 분포를 나타낸 것이다.

이 표에 의하면 하절기와 동절기 모두 쾌적한 온도 분포임을 알 수 있으며 하절기의 평균 온도는 23~25°C 이고 동절기에는 18°C 에서 23°C 임을 나타냈다. 각종 온도 측정결과도 온도가 균일하게 나타났으며 상대습도는 하절기에는 60%, 동절기에는 40%를 유지하였다.

그리고 에어컨을 가동치 않는 상태

에서 농축탄산가스 회석법에 의하여 측정된 자연환기 회수는 대체적으로 0.06회/h로서 이 건물의 공기 밀도가 높다는 것을 말하여 주고 있다.

동절기와 중간기(春秋)의 연구실·회의실 그리고 사무실의 空氣純度は 표준보다 낮고 또 실내 공기가 따뜻함을 알았다. 특히 코발트 농도는 표준치(10. PPM)의 1/5 보다도 작으며, 탄산가스, 먼지의 농도도 표준치(1.000 PPM, 0.15mg/m³)보다도 20%~40% 낮은 상태임을 나타냈다.

다음의 설문서는 이 건물에서 근무하는 164명의 응답 내용으로서 응답자의 60%가 室温과 습도에 대하여서 긍정적 답변을 하였으며 室内 照도와 칸막이설치에 대하여서도 만족한 상태임을 나타냈다.

그러면 이러한 평가가 나오게 된 局部 에너지 절약 수법의 실행 수법 4 가지를 차례로 알아보기로 하겠다.

●局部 에너지 절약 수법의 실행 (Performance of Distinctive Energy Saving Techniques)

1. 二重外皮(Double Skin)

이 건물에는 온실기능과 흡사한 이중외피수법(단면도 참조)이 채택되어 하절기의 냉방負荷를 감소시키기 위하여 이중외피 내의 더운공기를 상하로 뚫린 드래프트(Draft)를 통하여 자연배출토록 하였으며 동절기에는 태양열에 의하여 더워진 공기를

給氣장치를 이용하여 실내로 유입토록 하였다.

하절기의 이중외피 내의 주간 온도는 外氣 온도 보다 3°C~4°C 정도 밖에는 높지 않으며 이때 이중외피 내의 환기 회수는 50~100회/h 정도이며 유리표면 온도는 태양의 복사열 흡수 때문에 45°C 까지 도달하게 된다. 대체적으로 유리표면이 받는 태양복사열의 50%~60%가 외부 유리면에 의하여 차단되고 있으며 30% 정도가 드래프트에 의하여 배출되며 결국 태양 복사열의 10% 미만이 냉방부하가 되는 것이다.

위에서 설명한 바와 같이 이중외피의 熱負荷 저하 효과는 현저하게 나타나고 있다. 그리고 2차 열부하로서 주간 절정기의 17%와 평균적으로 8월과 9월의 21.8%의 에너지 절약 효과를 얻었다.

冬節期の 쾌청한 날의 유리표면 온도는 40°C, 이중외피내의 공기는 대략 30°C 에 달하였다. 그리고 높은 集熱溫度 때문에 集熱効率は 대체적으로 수직복사열의 16%이며 하루평균 150 M. cal 의 열량을 얻게 된다.

1월과 2월 사이의 평균 集熱은 2차 부하의 24.1%와 같다.



2. 土中蓄熱(Underground Heat Storage)

이 건물에서는 중간기(특히 가을)

<표 4> 雨水利用시설개요

물이모이는지역	지붕면적	870 m ²
	도로면(아스팔트 포장)	270 m ²
	벽면유리(수직돌출면)	700 m ²
	간디·타일(잔디 490m ² , 타일 20 m ²)	510 m ²
水槽용량	그릿챔버(Grit Chamber)	4 m ³
	침전탱크(지하베틀드)	9 m ³
	雨水 저장 탱크	28 m ³
	고가수조(잡수용)	- 2 m ³
처리 방법	모래 침전, 침전	
雨水 利用	화장실용, 냉각탑용수, 소화전	
	청소	
사용시작	1982. 6. 1	

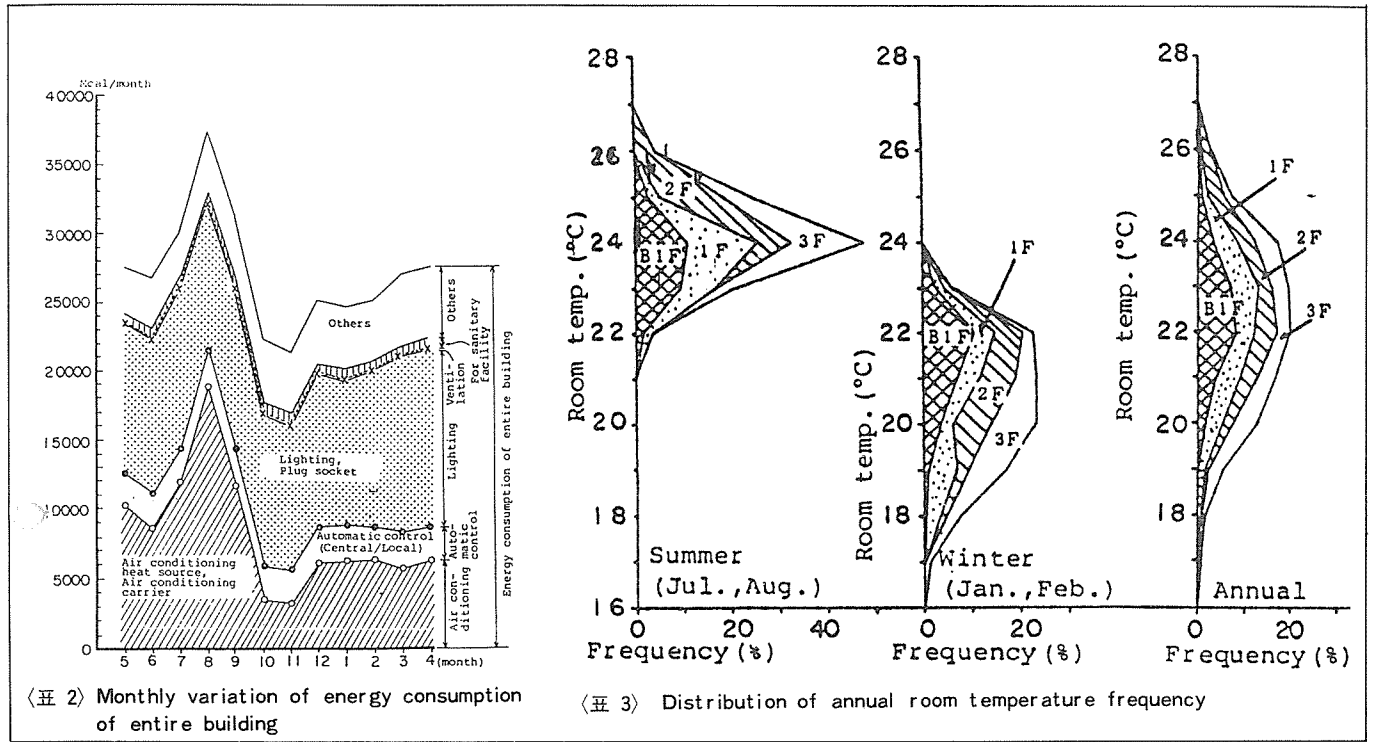
<일람표 1> 설문서 (실내환경)

 판단불가
 미응답

항 목	결 과				
室温 자동조절 (겨울) (여름)	11% 아주 좋다	47%	25%	13%	
	13%	비교적 좋다	48%	조금 나쁘다	상당히 나 쁘다
室内 온도 (겨울)	9%	44%	44%	3%	
수직 온도 변화(겨울)	7%	31%	62%		
	7%	비교적 좋다	45%	15%	20%
습도 조정 (겨울) (여름)	13%	51%	17%	3%	14%
	6%	12%	70%	7%	
室内 공기 유동 (겨울) (여름)	7%	8%	80%		
	19%	37%	36%	7%	
室内 환기	19%	37%	36%	7%	
카펫 사용	19%	66%	10%		
실내 조도	12%	37%	15%	18%	10%
	12%	비교적 좋다	37%	15%	조금 불만
칸막이 설치로 인한 작업 용이도		48%	9%	25%	18%
		용이하다	48%	불편	9%

<일람표 2> 설문서(조명)

항 목	결 과			
책상 조도	22%	50%	2%	25%
데스크 조명 상	58%	3%	39%	
베일의 반사	51%	4%	45%	
그림자	60%		40%	
책상과 ambient 조명의 照度 차이	51%		49%	
주변 디밍(dimming) (100~50%)	62%	18%	20%	
주변 디밍(50~100%)	69%	18%	13%	
휴게실 조도	64%	11%	25%	
타블렛 스위치	58%	35%	7%	



〈표 2〉 Monthly variation of energy consumption of entire building

〈표 3〉 Distribution of annual room temperature frequency

의 남은 태양열을 건물 밑에 매설한 코일을 통하여 축열하고 이를 동절기에 이용하고 있다. 이렇게 지하에 축열된 에너지는 바닥 스타브를 통하여 지하층에 직접적으로 이용되고 또한 열재생 펌프의 低温熱源으로서도 이용되기도 한다.

1982년 11월부터 12월 중순까지 지하에 축열하였는데 이 기간의 축열량은 2.42G cal가 되었다. 또한 난방기간 동안의 온수탱크 내의 남은 열도 축열되며 부분적으로는 동절기의 따뜻한 기온으로 인하여 온수탱크 내에 발생하는 상당량의 과잉 태양열과 동절기 전체 축열량은 중간기의 축열량을 초과하고 있다.

지하에 누적 축열된 양은 3월말 경이면 7.04G cal에 달하며, 地下蓄熱槽에서 부터 바닥을 통하여 各室로 방출된 누적열량과 지하 Heat coil을 통하여 회복된 열량은 각각 2.01G cal과 0.81G cal이었다. 다시 말하면 2.82G cal로서 이는 전체 축열의 40%가 난방을 위하여 효과적으로 이용되었음을 말한다.

3. 에너지 절약형 조명(Energy Conservation Lightion)

이 건물에서는 조명절약을 위하여

- 1) Task/Ambient Lightion 방식
- 2) 昼当 利用照明 방식
- 3) 타블렛(Tablet)형 스위치 사

용

4) 시간제 계획조명 제어방식 등과 같은 수법이 채택되었다. 다행스럽게도 연간 에너지 소비량을 34.2M. cal/m²年으로 절약할 수 있었으며 이 소비량은 일반 건물의 1/3 정도이며 일본에 있는 다른 에너지 절약형 건물의 1/2 정도 밖에는 되지 않았다.

이 건물의 昼光利用으로서의 남측 창 옆의 조명기구들이 昼光의 투사정도에 따라 100%, 50%로 자동통제되고 있으며 나머지 방들의 조명기구들은 자동적으로 ON-OFF토록 되어 있다. 그리고 조명상황에 따라 작업 테이블의 照度는 균일하게 誤誇照度(650lx)를 초과하였다. 그 외에 설문서에 대한 답변으로서도 이 건물의 조명환경이 대다수 사람들에게 만족을 준다는 것을 입증하였다.

4. 雨水利用(Use of Rain Water)

자원절약적인 면에서 지붕, 도로표면 그리고 정원의 잔디표면에서 흐르는 빗물을 저장하여 간단한 처리를 한 뒤 화장실이나 냉각탑 용수로 이용하였다. 여러 곳에서 흐르는 빗물은 Grit Chamber에 보내지고 또 침전탱크로 보내진 뒤 흙이나 모래 등을 걸러낸다. 표 4는 雨水利用 施設의 개요이다. 1982년 6월부터 1983년 5월까지 1년간 측정된 결과

에 의하면 화장실 용수의 86%와 이 건물 전체 소비수량의 35%를 雨水와 설비시설에서 排出되는 물로 충당하였다.

주기적인 수질검사 결과에 의하면 최초 사용에 나타난 조금 높은 PH(수소이온의 지수)를 제거한다면 이 빗물은 화장실용이나 냉각탑 용수로 충분하다는 것을 알았다.

결론적으로 동 연구소에서는 超에너지 절약형 건물을 만들기 위하여 총 98가지의 수법을 이용하여 연간 단위 면적당 에너지 소비량이 86.7M. cal/m²年이란 획기적인 성과를 얻었으며 이 수치는 목표치 98M. cal/m²年보다 12%나 적은 수치로서 日本에 있는 일반건물의 에너지 소비량의 1/4 이란 놀라운 결과를 얻었다. 그러므로 위에서 설명한 局部에너지절약 수법 즉, 이중외피 수법, 土中蓄熱 수법, 에너지 절약형 照明, 그리고 雨水利用 수법 등의 効果는 입증되었다. 앞으로 측정과 평가는 계속 될 것이며 그 결과는 일반건물 건축에도 적용될 것으로 믿는다.

참고 / OHBAYASHI-GUMI
 Technical Research Institute
 Environmental Laboratory Letter