

비주거용 건물의 리모델링 계획 시 에너지 성능 향상을 위한 LT method의 적용 방법에 관한 연구

An application of LT method for Design-decisions to improve energy performance of non-domestic buildings during the early stage of Remodeling Process

이 승 복* 변 소 형**
Seung-Bok Leigh So-Hyung Byun

Abstract

Remodeling for an aged building is emerging as a potential alternative towards the future of the building industry. It is a more effective method than the new construction in environmental friendly view. Most of remodeling were aimed at the improvement of the function of the deteriorated finishing materials. But, at the early stage of remodeling process, energy performance of a building can be improved by adopting passive design solutions such as daylighting and natural ventilation. The purpose of this study is to explain the passive design strategy in remodeling process and to suggest a application of LT method. LT method is an energy-design tool which responds to parameters available early in design development. It provides an output of annual primary energy for lighting, heating, cooling and ventilation in non-domestic buildings. LT method basically uses the concept of passive zone and non-passive zones and should be used to evaluate the energy performance of a number of options and to make comparisons. In this paper, the process of LT method is introduced and investigated an applicability in our office building.

Keywords : Remodeling, non-domestic building, passive design, LT method

1. 서론

현재 우리나라의 건설시장에서 노후 건축물의 증가, 환경정책의 변화, 기존 건물에 대한 에너지 효율화의 필요성이 제기되고 사회적 요구 기능의 변화로 리모델링 시장 규모는 급증하고 있다. 그러나 실제로 이루어지는 리모델링의 공사 범위는 단열 보강, 설비시스템과 마감재 교체 수준을 벗어나지 못하고 있는 실정이며 이러한 목적지향적인 방법은 지속가능한 건축을 실현하기 위해서는 한계점을 가질 수밖에 없다. 따라서 앞으로는 건축물과 주변 환경을 고려한 친환경적인 리모델링 방안이 요구되며 특히 에너지 소비량이 많은 기존의 건물을 리모

델링 하는 경우 쾌적 조건과 환경에 미치는 영향을 판단하여 리모델링 가능성을 검토해야 한다. 예를 들어 미시 기후 분석은 신축 건물 계획 시에만 고려하는 것이 아니라 리모델링 시에도 고려되어 환경조절의 원리로서 이용되어야 한다. 특히 리모델링은 건물의 신축과는 달리 기존 건물과 주변의 제반 사항을 파악해야 공사가 가능한 프로세스를 가지고 있기 때문에 조사진단과 대안 제시 과정은 신축공사에 비해 오히려 중요하게 다루어져야 한다. 본 연구에서는 비주거용 건물에 한정하여 난방, 냉방, 조명에너지 특징을 파악하고 이를 통하여 계획단계에서의 에너지 효율적인 리모델링을 위해 고려해야 할 패시브 디자인 요소에 대하여 살펴본다. 그리고 사무소 건물의 리모델링 계획 시 대안 선정을 위한 방법으로 사용이 용이한 LT method의 적용가능성을 검토하고 이를 통해

* 연세대학교 건축공학과 교수

** 성균관대학교 건축학과 석사과정

우리나라 사무소 건물에 적용 가능한 환경친화적인 리모델링 프로세스에 대한 지침을 제시하고자 한다.

2. 건물 리모델링

리모델링이란 물리적·경제적·환경적 가치가 건설 당시와 비교하여 저하되어 있는 건축물에 대하여 어떠한 개선 가치를 하여 가치를 높이는 것 즉, 기존 건물의 구조적, 기능적, 미관적, 환경적 성능이나 에너지 성능을 개선하여 거주자의 생산성, 쾌적성 및 건강을 향상시킴으로써 건물의 가치를 높이고 경제성을 높이는 것을 말한다. 특히 건축물을 구성하는 골조의 일반적인 수명은 60~80년, 마감의 수명은 30~40년, 설비나 전기 기기의 수명이 15~20년이라고 판단할 때 내구연한이 다하지 않은 시점에서 무분별하게 이루어지는 재건축에 비해 리모델링은 건설자원의 낭비, 건축 폐기물로 인한 환경오염 등의 문제점을 최소화시킬 수 있다는 장점이 있다.

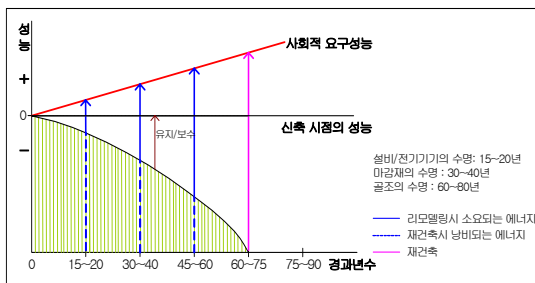


그림 5. 현 건축시장에서 리모델링의 필요성

3. 에너지 소비 측면에서 비주거용 건물의 특징

3.1 초기 계획 단계에서 건물 디자인의 중요성

비주거용 건물에서의 에너지 성능은 비슷한 용도로 쓰이는 건물이라도 많은 차이점을 가지며 이러한 차이점은 건물 디자인, 설비 시스템 디자인, 재실자의 행동 패턴에 따라 좌우된다. 이 중 건물 디자인은 초기 디자인 단계와 많은 관련이 있으며 위의 다른 두 가지 요인들에 비해 미치는 영향은 막대하지만 시공 후 건물의 성능을 향상시키기 위한 방법을 모색하는 데에는 한계점이 있다. 초기 단계에서의 건물 디자인, 예를 들어 평면, 단면, 건물의 향과 입면 디자인과 같은 요소들은 건물의 에너지

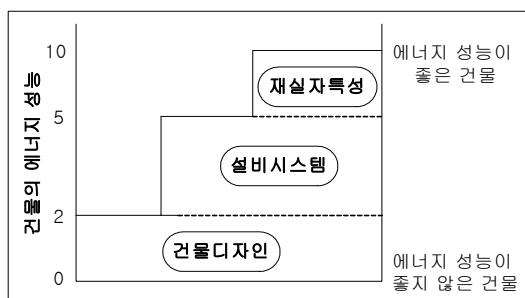


그림 6. 비주거용 건물의 에너지 성능에 영향을 미치는 요인

소비량을 2배 정도 감소시킬 수 있다. 또한 좋은 건물 디

자인을 바탕으로 설비시스템과 재실자의 특성을 건물 설계 시 주의 깊게 고려한 건물은 일반 건물에 비해 에너지 성능이 10배 정도 차이날 수 있으므로 리모델링 시에도 내구연한이 짧은 설비시스템만을 교체하는 방법보다는 계획단계에서 패시브 디자인을 건물 설계에 적용하는 것이 건물의 에너지 성능을 보다 향상시킬 수 있다. 이러한 건물 디자인과 관련된 변수들은 초기 디자인 단계에서 건축가의 역할로서 매우 중요하며 건물의 에너지 성능이나 환경조절 수준을 결정하는데 중요한 역할을 한다. 그리고 건물디자인은 설비시스템, 재실자의 특성에 따른 성능향상에 연쇄적으로 반응하며 각각의 요소들은 독립적으로 에너지 성능에 영향을 미치는 것이 아니라 상호보완적인 관계에 놓여있다. 예를 들어 평면의 깊이가 얇은 건물에서 재실자는 창문의 개폐만을 통해 자연환기가 가능하며 외부 온도 변이에 적응을 잘하며 기계식 설비시스템을 별로 필요로 하지 않는다. 이러한 내용들은 계획단계에서 건물 리모델링 시에도 동일하게 적용되므로 건축가는 에너지 효율적이며 환경친화적 이면서도 건축적인 효과가 있는 건물 디자인에 주의를 기울여야 한다.

3.2 비주거용 건물의 에너지 성능

(1) 난방

과거에는 비주거용 건물에서 난방에너지 소비량이 중요한 부분을 차지하였으나 현재에는 높은 재실밀도, 인공조명 및 전기기기의 사용으로 인한 내부 발열의 증가, 건물의 단열조건과 고기밀 기법이 강화되고 균형점 온도 (balance point temperature)가 낮아짐에 따라 난방에너지 소비량은 상대적으로 낮아지게 되었다. 그러나 난방부하가 별로 크지 않다 하더라도 건물 외피가 예열되기 전인 오전에는 난방이 요구되는 경우가 발생할 수 있으며 소규모 비주거용 건물의 경우에는 외피에 의한 열손실과 침기로 인하여 난방부하가 반드시 발생한다. 이는 창을 통한 일사 획득을 통해 부분적으로 해결할 수 있는 부분이며 결과적으로는 보조 난방 시스템에 필요한 에너지를 절감시킬 수 있다. 그러나 대부분의 비주거용 건물의 경우 일사량이 많은 시간이 아닌 이른 아침에 미리 예열을 해야 하는 재실자의 거주 특성 때문에 실내 난방을 위해 일사를 이용하는 위와 같은 방안은 다소 한계가 있다. 따라서 태양에너지를 이용하는 방법 중의 하나인 축열구조체를 건물 일부에 적용함으로써 태양열 획득이 필요한 시기까지 태양열을 저장하거나 과열을 방지할 수 있다. 일반적으로 실의 내부 발열이 작은 건물에서는 이러한 일사획득이 난방 부하 절감에 유리하게 작용할 수 있다. 비주거용 건물에서 난방에너지를 절감하기 위해 태양에너지를 효과적으로 이용할 수 있는 또 다른 방법은 예열된 공기로 환기를 하는 (ventilation pre-heating) 방식인데 이는 아트리움이나 부착온실 또는 지붕에 콜렉터 등을 설치하는 방법 등을 이용할 수 있다. 대규모의 건물일수록 체적에 비해 외피 면적이 감소하는 경향이 있는데 이는 단위 바닥 면적당 외피를 통한 열손실 감소를 의미하며 이에 따라 비주거용 건물에서는 외피의 단열값이

표 1. 조명, 냉방, 난방 측면에서 비주거용 건물의 특징

	조명(Lighting)	난방(Heating)	냉방(Cooling)
에너지 측면에서의 특징	<ul style="list-style-type: none"> • 인공조명에 투입되는 에너지는 2차 에너지(delivery energy)이므로 에너지 소비량이 크다. • 재실자들이 조명스위치를 능동적으로 조절하는데 한계가 있음 • 대규모 단위의 그룹으로 광원이 묶여 있어 시각적인 불쾌적감과 인공조명의 사용이 증가 <p>→주거용 건물에 비해 비주거용 건물에서 조명에너지가 차지하는 비중이 큼</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">재실밀도, 조명, 기기 로 인한 내부발열 증가</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">건물의 단열조건, 고기밀 기법 강화</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">대규모 건물의 경우 체적에 대한 외피면적의 감소</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">균형점 온도 (balance point temperature)가 낮아짐</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">단위면적 당 외피 열손실의 감소</div> <p>→주거용 건물에 비해 비주거용 건물에서 난방에너지가 차지하는 비중이 상대적으로 낮다. 그러나 비주거용 건물의 특성상 건물 외피가 예열되기 전인 오전 시간대의 난방 부하를 고려해야 한다.</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">평면 깊이가 깊은 건물</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">재실밀도, 기기, 조명의 사용 증가</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">일사획득이 가장 많은 재실자의 거주 시간대</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">기계식 냉방 요구</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">과열의 문제 발생</div> <p>→주거용 건물에 비해 비주거용 건물에서 냉방 에너지가 차지하는 비중이 큼</p>
적용가능한 패시브 디자인	<ul style="list-style-type: none"> • 자연채광 이용 • 인공조명의 최소화 / 조명 제어시스템 적용 	<ul style="list-style-type: none"> • 축열구조체 이용 • 아트리움이나 부속온실을 통해 예열된 공기를 환기(ventilation pre-heating) • 창을 통한 일사획득 • 고단열 기법 	<ul style="list-style-type: none"> • 자연환기를 이용하여 기계식 냉방을 최소화 • 야간통풍냉각 • 일사획득 최소화 (차양장치 / 고단열 시공 / 불필요한 인공조명의 사용제한)

난방부하에서 그리 중요한 디자인 요소는 아니다. 그러나 자연채광과 자연환기를 이용하기 위한 얇은 평면의 건물은 표면적비가 증가하므로 고단열 기법 등을 적용하여 외피를 통한 열손실이 보상되어야 한다. 일반적으로 창면적과 건물의 향이 난방 에너지 소비량에 미치는 영향은 크지 않으며 난방부하에 영향을 주는 중요한 변수는 창호 시스템의 단열값이다.

(2) 냉방

현대의 많은 비주거용 건물들은 천장 높이가 낮고 평면의 깊이가 깊은 deep plan 형태의 건물이며 높은 창 면적비를 가지고 있으며 경량 구조체와 마감재로 구성되어 있다는 점이 특징이다. 이와 더불어 재실 밀도의 증가, 기기와 인공조명 사용의 증가로 인하여 냉방부하는 증가하게 되어 기계식 냉방이 요구되고 결과적으로는 총 에너지 소비량이 증가하게 되었다. 또한 재실자의 거주 시간대는 기온이 높고 일사 획득량이 가장 많은 시간대이므로 과열의 문제가 발생할 수 있다. 이를 해결하기 위한 방안으로는 자연환기를 최대한 이용하여 기계식 냉방을 줄이는 것이다. 두 번째로는 차양장치를 설치, 고단열 시공, 불필요한 인공조명의 사용을 제한하여 낮 시간대에 기계식 냉방을 최소화하는 방법이다. 세 번째 방법은 위의 두 가지 방법을 혼용하는 것으로 내용은 다음과 같다.

(1) 건물의 외주부 즉 패시브 존은 개폐 가능한 창문을 이용하는 방법과 같은 패시브 모드(passive mode)를 적용하고 내주부나 특별한 환경조절이 필요한 곳에만 공기조화시스템을 적용한다.

(2) 연중 패시브 모드를 일정 기간 적용하고 특별한 조건에서만 공기조화시스템을 적용하는 방법이다. 이 마지막 방법은 깊은 평면의 중·대규모 건물에서는 확실한 해결책이 될 수 있으나 패시브 존과 공기조화시스템을 적용하는 존 사이에 주의 깊은 공학적 설계가 요구된다.

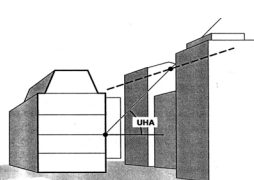
(3) 조명

우리나라 에너지 소비량 중 건물에서 사용되는 에너지가 약 40%이며 이중 조명에너지는 전기 에너지 소비량의 약 30%를 차지하고 있다. 비주거용 건물의 조명에너지 소비량은 주거용 건물에 비해 상대적으로 높으며 인공조명에 투입되는 에너지는 2차 에너지(delivery energy)이기 때문에 이를 1차 에너지(primary energy)로 환산하는 경우 전체 에너지 소비량에서 차지하는 비중이 크다. 비주거용 건물에서는 주거용 건물에서와 같이 재실자들이 조명 스위치를 능동적으로 조절하기 어려우며 대규모 단위의 그룹으로 광원이 묶여 있어 시각적으로 불쾌적감을 느끼며 때로는 인공조명으로 인한 조명 에너지량이 증가하는 경우도 있다. 이러한 높은 조명 발열은 기존의 인공조명을 재배치하거나 주광요소를 감지할 수 있는 조명 제어시스템을 적용하여 모든 작업장에 자연채광을 최대한 유입하면서 충분한 조도를 유지시킴으로써 발열량을 낮출 수 있다.

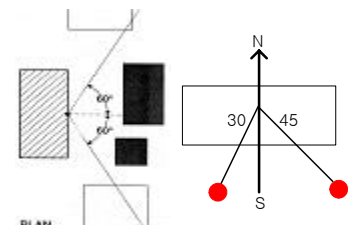
4. 에너지 효율적인 건물 디자인을 위해 고려해야 할 디자인 요소

앞에서 살펴본 비주거용 건물의 조명, 난방, 냉방 에너지의 특성에 대한 내용을 기본으로 건축 계획적 측면에서 고려해야 할 디자인 요소를 대지, 건물형태, 평면, 단면, 입면의 순서에 따라 살펴보도록 한다. 이는 건물 리모델링 시 뿐만 아니라 일반적인 건물 계획 시 에너지 성능을 향상시키기 위해 고려해야 할 요소들이다. 우선 대지에서 살펴보아야 할 세부 항목으로는 일사와 바람과 같은 미시기후를 고려한 건물 배치, 인접건물의 장애와 식생, 차폐물 등이며 건물 형태 계획 시에는 건물 전체의 부피에 대한 표면적의 비인 compactness를 고려해야 한다. compact한 건물은 추운 기후 조건에서 유리한 건물 형태이지만 대부분 평면의 깊이가 깊은(deep plan) 평면

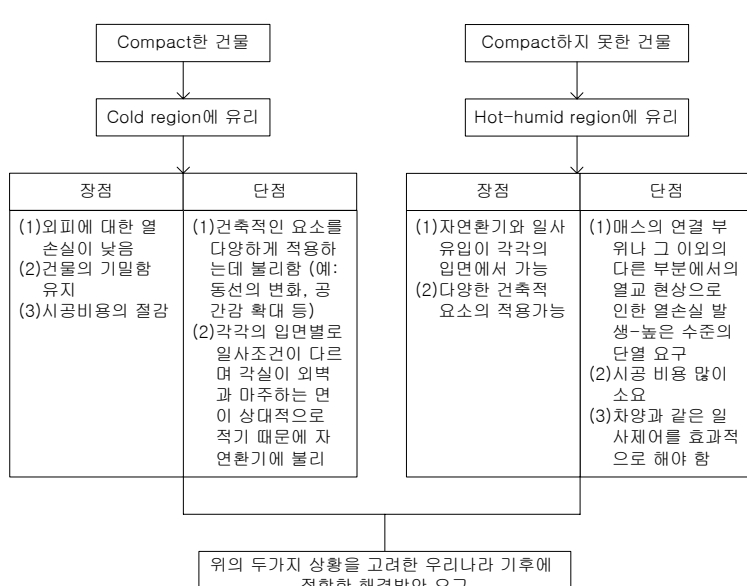
계획단계	세부항목	건물 디자인 요소
대지	배치	<ul style="list-style-type: none"> • 건물 배치에 있어서 자연형 태양 에너지와 맞통풍을 고려한 이상적인 향의 최대 허용 범위는 30°~45°가 적정 (주풍향과 수직으로 마주하는 건물배치는 실제로 open field를 제외하고는 부적절하며 도시에 속해 있는 건물군의 경우에는 지면에서 강한 저항을 발생하는 것이 원인이 된다.)
	인접건물 고려	<ul style="list-style-type: none"> • UHF 값이 큰 경우 ⇒ 난방, 냉방, 조명에서의 에너지 소비량이 크다. (Urban Horizon Factor란? UHA (Urban Horizon Angle) 에 따라 냉방, 난방, 조명에너지에 미치는 영향을 계수로 나타낸 값)
	식생, 차폐물	<ul style="list-style-type: none"> • 태양 일사를 부분적으로 투과, 흡수, 반사시킴으로써 일사 효과를 약화시키고 외벽의 현회를 줄인다. • 남쪽에 면한 경사지는 북쪽으로 경사진 지면보다 일사를 많이 받으므로 높은 건물은 북쪽에 위치시킨다. • 인접한 주변 건물, 차폐물 등은 건물의 열손실을 15%까지 절감하여 외부내공간의 쾌적성 유지 가능 • 수목과 관목지대는 바람이 부는 쪽으로 그 높이의 10~20배 만큼의 거리로 50%이상의 풍속을 감소시킴



Urban Horizon Angle

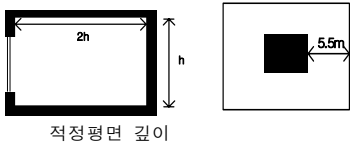
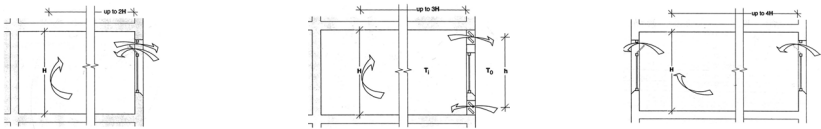
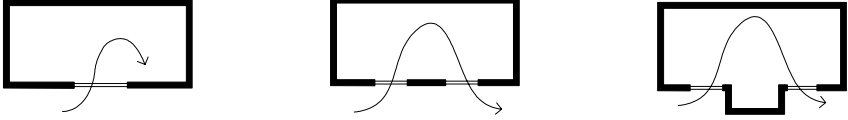
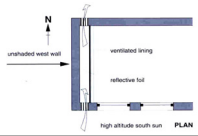
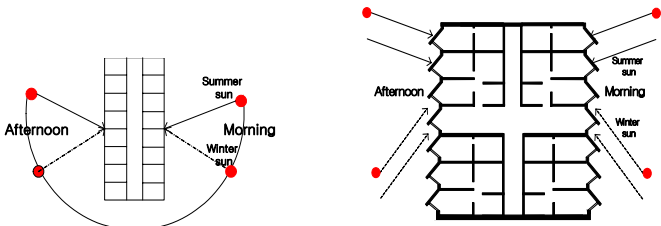


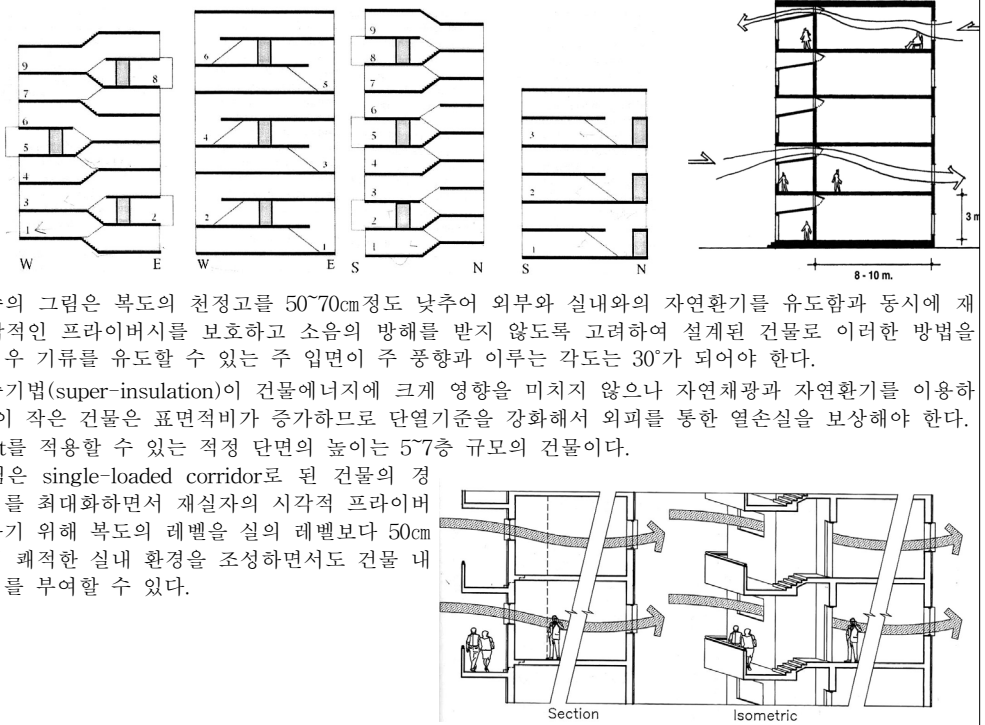
평면상에서 UHF의 제한 범위

건물형태	향을 고려한 건물형태	<ul style="list-style-type: none"> • 동서측을 따라 배치되어 있는 건물은 겨울철에 열획득을 최소화하기 위해 장축이 남쪽으로 배치되고 여름철 열획득이 최대화되는 동쪽과 서쪽 면은 짧게 두는 것이 유리하다. (오른쪽 그림은 건물의 향에 따른 열손실과 열획득을 보여주고 있다.)
	compactness	<ul style="list-style-type: none"> • 건물의 Compactness = 건물 전체의 표면적 / 건물 전체의 부피 <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">  </div>

형태이므로 자연환기나 자연채광에 불리하다. 한편 compact하지 못한 건물은 대부분 평면 깊이가 얇은 (shallow plan) 형태로 자연환기, 자연채광에 유리하나 외피에 대한 열손실이 크다는 단점이 있다. 건축가는 이러한 두 가지 측면을 모두 고려하여 우리나라의 기후대에 적합한 건물 디자인을 계획하여야 한다. 평면 계획단계에서는 건물의 에너지 성능에 영향을 미치는 평면의 조닝, 자연환기, 일사획득, 자연채광과 관련된 패시브 디자인

요소를 고려해야 하며 단면과 입면 계획단계에서도 이와 같은 방법으로 디자인 요소가 계획되어야 한다. 다음은 계획 단계 시에 고려해야 할 디자인 요소를 도표로 정리한 것이다.

계획단계	세부항목	건물 디자인 요소											
평면	조닝	<p>① 건물 외주부(passive zone)의 면적을 최대화하고 내주부(non-passive zone)에 코어를 배치한다.</p> <p>② passive zone의 적정 깊이는 대략 5.5m가 적정 깊이며 바닥에서 천장 높이의 2배가 적절하다.</p> <p>③ passive zone의 극대화를 위해 buffer zone을 마련</p>  <p style="text-align: center;">적정평면 깊이</p>											
	자연환기	<p>• 자연환기를 최대화하기 위해 개구부의 위치와 종류에 따른 평면의 적정 깊이</p>  <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;">single-sided single opening</th> <th style="width: 33%;">single-sided double opening</th> <th style="width: 33%;">cross-ventilation</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <p>• 얇은 평면에 적합(일반적으로 3~6m, 바닥에서 천장까지 높이의 2배 정도의 평면 깊이에 적정)</p> <p>• 굴뚝 효과에 의해 최소한의 환기가 가능하며 이를 통해 에너지 소비가 최소화 됨</p> </td> <td> <p>• 상하에 위치한 2개의 개구부 사이의 압력차로 single-sided single opening에 비해 굴뚝 효과가 상승</p> <p>• 환기에 적절한 평면의 깊이는 9m이며 바닥에서 천장까지 높이의 3배 정도가 적정</p> </td> <td> <p>• 가장 효과적인 환기방법</p> <p>• 환기에 적절한 깊이는 9~18m이며 적어도 바닥에서 천장까지 높이의 3배 이상이 적정</p> <p>• 유입구(inlet)나 배출구(outlet)로 공기가 이동되는 경우에 열이나 다른 오염원들이 포함될 수 있음</p> </td> </tr> </tbody> </table> <p>• 자연환기를 극대화하기 위한 방법</p>  <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;">(a) 한쪽 면에 하나의 창이 위치</th> <th style="width: 33%;">(b) 한쪽 면에 두 개의 창이 위치</th> <th style="width: 33%;">(c) 두 개의 창과 수직의 projection을 설치</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <p>• 일반적인 평면에서 가장 흔히 적용하는 방법이나 실내외의 압력차가 크지 않아 자연환기의 효과가 크지 않음</p> </td> <td> <p>• (a)를 극복하기 위한 방법으로 압력차를 크게 하기 위해 벽면에 간격을 두고 두 개의 창이 위치</p> </td> <td> <p>• (b)보다 효과적인 자연환기를 유도하기 위해 수직의 projection을 설치함으로써 이는 강한 압력차를 일으키며 실내 기류가 외부로 나오는 쪽의 projection은 강한 음압을 형성. 이는 발코니, 온실, 창고 등의 용도로 쓰일 수 있음</p> </td> </tr> </tbody> </table> <p>• 중공층 환기-신축 건물의 경우 고단열 시공이 중공층 환기에 비해 효과적이지만 리모델링 범위가 작은 건물에서는 알루미늄 호일과 같은 저방사율을 가지는 표면이 중공층과 면하는 면에 이용된다면 효과적인 방법으로 이용될 수 있다. (오른쪽 그림은 평면에서의 중공층 환기를 보여주고 있는 그림이다.)</p> 	single-sided single opening	single-sided double opening	cross-ventilation	<p>• 얇은 평면에 적합(일반적으로 3~6m, 바닥에서 천장까지 높이의 2배 정도의 평면 깊이에 적정)</p> <p>• 굴뚝 효과에 의해 최소한의 환기가 가능하며 이를 통해 에너지 소비가 최소화 됨</p>	<p>• 상하에 위치한 2개의 개구부 사이의 압력차로 single-sided single opening에 비해 굴뚝 효과가 상승</p> <p>• 환기에 적절한 평면의 깊이는 9m이며 바닥에서 천장까지 높이의 3배 정도가 적정</p>	<p>• 가장 효과적인 환기방법</p> <p>• 환기에 적절한 깊이는 9~18m이며 적어도 바닥에서 천장까지 높이의 3배 이상이 적정</p> <p>• 유입구(inlet)나 배출구(outlet)로 공기가 이동되는 경우에 열이나 다른 오염원들이 포함될 수 있음</p>	(a) 한쪽 면에 하나의 창이 위치	(b) 한쪽 면에 두 개의 창이 위치	(c) 두 개의 창과 수직의 projection을 설치	<p>• 일반적인 평면에서 가장 흔히 적용하는 방법이나 실내외의 압력차가 크지 않아 자연환기의 효과가 크지 않음</p>	<p>• (a)를 극복하기 위한 방법으로 압력차를 크게 하기 위해 벽면에 간격을 두고 두 개의 창이 위치</p>
single-sided single opening	single-sided double opening	cross-ventilation											
<p>• 얇은 평면에 적합(일반적으로 3~6m, 바닥에서 천장까지 높이의 2배 정도의 평면 깊이에 적정)</p> <p>• 굴뚝 효과에 의해 최소한의 환기가 가능하며 이를 통해 에너지 소비가 최소화 됨</p>	<p>• 상하에 위치한 2개의 개구부 사이의 압력차로 single-sided single opening에 비해 굴뚝 효과가 상승</p> <p>• 환기에 적절한 평면의 깊이는 9m이며 바닥에서 천장까지 높이의 3배 정도가 적정</p>	<p>• 가장 효과적인 환기방법</p> <p>• 환기에 적절한 깊이는 9~18m이며 적어도 바닥에서 천장까지 높이의 3배 이상이 적정</p> <p>• 유입구(inlet)나 배출구(outlet)로 공기가 이동되는 경우에 열이나 다른 오염원들이 포함될 수 있음</p>											
(a) 한쪽 면에 하나의 창이 위치	(b) 한쪽 면에 두 개의 창이 위치	(c) 두 개의 창과 수직의 projection을 설치											
<p>• 일반적인 평면에서 가장 흔히 적용하는 방법이나 실내외의 압력차가 크지 않아 자연환기의 효과가 크지 않음</p>	<p>• (a)를 극복하기 위한 방법으로 압력차를 크게 하기 위해 벽면에 간격을 두고 두 개의 창이 위치</p>	<p>• (b)보다 효과적인 자연환기를 유도하기 위해 수직의 projection을 설치함으로써 이는 강한 압력차를 일으키며 실내 기류가 외부로 나오는 쪽의 projection은 강한 음압을 형성. 이는 발코니, 온실, 창고 등의 용도로 쓰일 수 있음</p>											
일사획득 자연채광	<p>• 평면상의 깊이가 15m이하인 얇은 평면의 사무소 건물에서는, 일반 근무시간동안 필요한 조도는 주광에 의해 70%를 얻을 수 있다.</p> <p>• 평면과 입면의 폭 : 일반적 층고에서 자연채광이 유용한 폭은 6m 이내로 평면의 깊이가 입면 폭의 2배 정도까지 자연채광의 이용이 가능하다.</p> <p>• 최대한의 일사 유입을 위한 평면 형태로 태양의 이동 경로를 고려한 Triangular bay window를 적용함으로써 여름철 일사 유입을 최소화하여 여름철냉방 부하를 줄일 수 있으며 겨울철에는 최대한의 일사유입을 가능하게 한다. 그러나 여름철에 높은 태양고도 때문에 원하지 않는 직달 일사획득을 발생시킬 수 있으므로 경사진 유리는 추운 고위도 지역이나 차양장치가 있는 아트리움과 온실에서 사용된다.</p>  <p style="text-align: right;">태양의 경로를 고려한 Triangular bay window</p>												

계획단계	세부항목	건물 디자인 요소
단면	자연환기	<p>• 자연환기를 최대한 유도할 수 있는 건물의 단면 - 복층 구조, skip floor 등을 적용하는 경우 가능하다.</p>  <p>skip floor와 복층 구조를 적용한 건물의 단면</p> <p>• 가장 오른쪽의 그림은 복도의 천정고를 50~70cm 정도 낮추어 외부와 실내와의 자연환기를 유도함과 동시에 재실자의 시각적인 프라이버시를 보호하고 소음의 방해를 받지 않도록 고려하여 설계된 건물로 이러한 방법을 적용하는 경우 기류를 유도할 수 있는 주 입면이 주 풍향과 이루는 각도는 30°가 되어야 한다.</p> <p>• 고단열 건축기법(super-insulation)이 건물에너지에 크게 영향을 미치지 않으나 자연채광과 자연환기를 이용하기 위한 폭이 작은 건물은 표면적비가 증가하므로 단열기준을 강화해서 외피를 통한 열손실을 보상해야 한다.</p> <p>• Stack-effect를 적용할 수 있는 적정 단면의 높이는 5~7층 규모의 건물이다.</p> <p>• 오른쪽 그림은 single-loaded corridor로 된 건물의 경우 자연환기를 최대화하면서 재실자의 시각적 프라이버시를 보호하기 위해 복도의 레벨을 실의 레벨보다 50cm 정도 낮추어 쾌적한 실내 환경을 조성하면서도 건물 내 공간적 흥미를 부여할 수 있다.</p>
	일사유입 자연채광	<p>• 중량구조체의 외피 구조는 재실시간에 들어오는 일사유입을 지연시키는 효과를 가지고 있으며 재실자가 거주하지 않는 시간대에 유입된 일사는 환기에 의한 방법으로 제거될 수 있다.</p> <p>• 천창을 이용하는 경우 맨 최상층이나 단층 건물에 적용해야 한다는 한계가 있으나 자연채광을 이용할 수 있는 평면 깊이에는 제약이 없다는 장점이 있다.</p>
입면	자연환기 일사유입 자연채광	<p>• 단층유리의 경우에는 35%의 창 면적비가 최적이며 복층유리일 경우 창 면적비가 70%가 되어도 조명 에너지 소비량은 35%의 단층유리에서의 조명 에너지 소비량보다 17% 정도 값이 작다. 그러나 이러한 경우에는 큰 창 면적비를 통하여 과열의 위험이 증가되며 특히 이는 서쪽 입면에서 특히 주의하여야 한다. 일반적으로 50%를 넘는 창 면적은 과열의 위험이 증가하기 때문에 피해야 한다.</p> <p>• 창의 위치는 폭이 좁으며 높이가 높은 창의 경우 좁고 넓은 창에 비하여 실내에 균일한 자연채광을 분배한다.</p> <p>• 클리어스토리 창은 일사유입이 잘 되지 않는 깊은 곳까지 자연채광을 유입시킨다.</p> <p>• 내부 일사 획득을 최소화하기 위한 방법으로는 차양을 설치할 수 있는데 이러한 경우 외부차양보다는 내부차양, 고정차양보다는 가변차양을 사용하고 색유리와 반사유리의 사용은 차양의 목적에는 적절하지 않다. 이는 색유리나 반사유리는 자체의 열적 차폐계수 보다는 자연채광 감소 효과가 크고 작은 유리 면적 사용 시에는 효과가 없기 때문이다.</p> <p>• 직달일사가 아닌 자연채광을 도입하기 위해서는 현회를 방지할 수 있는 빛 선반 등이 적용될 수 있다.</p>

5. 비주거용 건물의 리모델링 계획 시 에너지 향상을 위한 대안 선정 방법

5.1 LT method

(1) LT method의 개념

건물의 에너지 성능을 평가할 수 있는 방법으로는 현재 여러 가지 컴퓨터 시뮬레이션 도구가 사용되고 있다. 그러나 이는 많은 에너지 투입 변수가 필요하며 과다한 계산 용량과 시간이 소요되고 건축가가 프로그램을 이해하고 숙달하는 수준까지는 상당한 시간이 필요하기 때문에 실용적인 측면에서는 여전히 문제점을 내포하고 있다. LT(Lighting and Thermal energy) method는 복잡한 시뮬레이션 도구의 문제점을 해결할 수 있는 손쉽고 간편

한 도구로서 비주거용 건물의 연간 에너지 소비량을 계산하기 위한 방법으로 영국에서 개발되었다. 영국의 남부와 북부 기후 데이터를 기반으로 비주거용 건물, 특히 사무소, 공공건물, 학교, 대학 건물의 유형별로 컴퓨터 시뮬레이션 한 결과를 그래프나 도표로 작성하고 사용자는 이를 참고하여 건물 형태와 파사드 디자인과 같이 실제 건물에 적용되는 중요한 변수들만 작업지에 입력하여 수계산을 통해 연간 냉방, 난방, 조명 에너지 소비량을 파악할 수 있다. LT method는 다음과 같은 변수들의 함수 관계를 통하여 계산한 것이며 여기에서 고려된 변수들은 다음과 같다.

- (1)영국의 지역기후
- (2)향을 고려한 건물의 배치
- (3)창의 면적과 종류

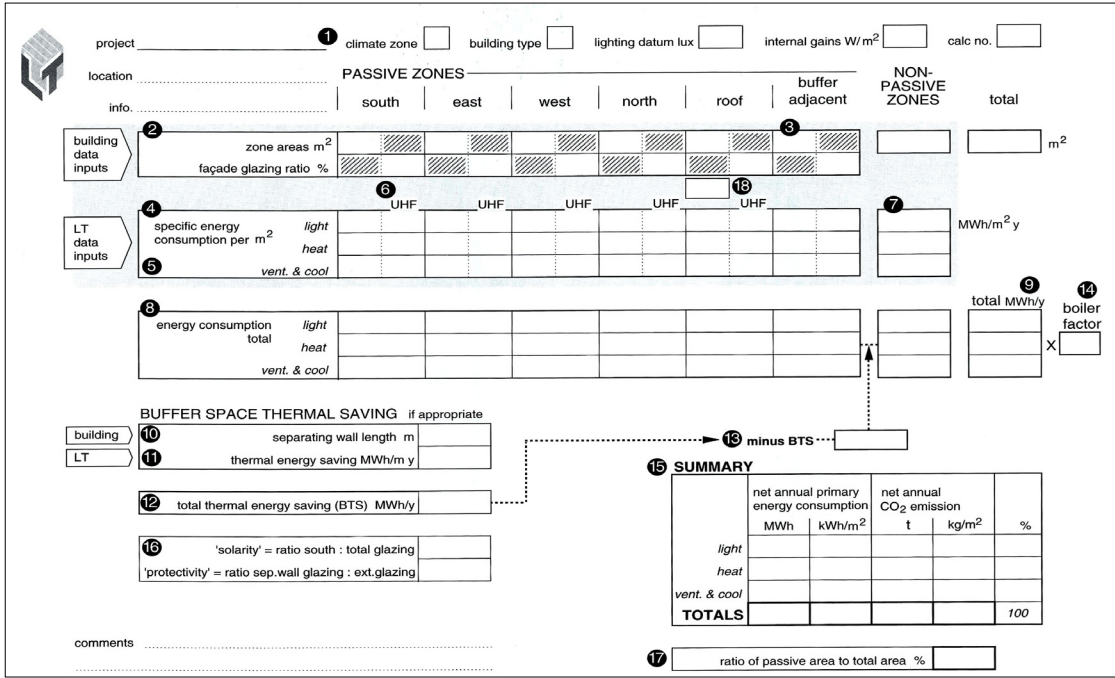


그림 3. LT method worksheet

- (4)인접 건물들의 장애
- (5)아트리움의 유무
- (6)재실자의 사용시간 패턴
- (7)조도 수준
- (8)내부 발열

LT method에서 보여지는 그래프들은 냉방, 난방, 조명, 환기를 위해 투입되는 에너지와 이와 관련된 인자들을 중요하게 고려하며 외피에 의한 열손실, 환기에 의한 열손실, 일사확득과 자연채광과 관련된 에너지 인자들을 중요하게 고려한다. LT method는 실제 건물의 정확한 에너

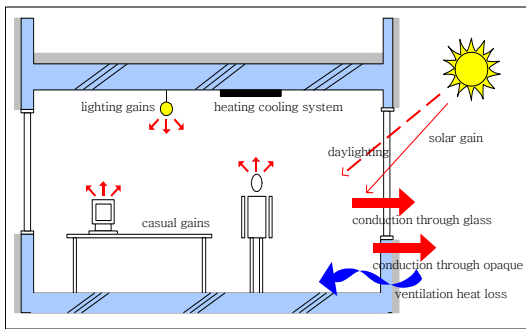


그림 4. LT model에서 고려된 요소들

지 성능을 계산하기 위한 도구라기보다는 초기 디자인 단계에서 여러 가지 대안들의 에너지 성능을 평가하기 위해 사용되는 도구이다. 더욱이 LT method를 통하여 냉방, 난방, 조명 에너지의 상대적인 분석이 가능하며 이는 에너지 성능에 영향을 미치는 다양한 변수들 사이의 상대적인 중요도를 제시할 수 있다. LT method는 수작업 시 몇 가지 제한된 변수들만 작업지에 기입하도록 되어 있지만 그 이외의 많은 변수들은 이미 가정된 값이며 이는 에너지 소비량을 절감시키는 디자인을 가능하게 해주

는 가정들이다. 예를 들어 LT method에 적용된 모델은 자연채광의 조도가 최소 수준 이하로 떨어지는 경우에만 인공조명이 켜지는 것으로 가정하여 이는 자동적으로 조도의 수준을 감지하는 제어가 요구된다는 내용을 포함하고 있다. 그러나 LT method는 정확한 에너지 모델이 아니기 때문에 여러 가지 디자인 변수들이 있는 대안을 상대적으로 평가할 수밖에 없다는 한계점이 있다.

(2) LT method의 사용방법

LT method는 그림 3과 같은 작업지를 이용하여 다음과 같은 순서를 통해 수작업으로 계산할 수 있다.

- (1)건물의 기본적인 정보를 입력한다.
- (2)외주부(passive zone)와 내주부(non-passive zone)의 면적과 건물의 장면적비를 입력한다.

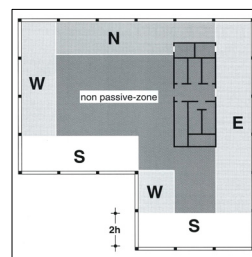


그림 5. 향 결정 방법

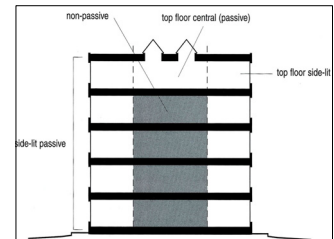


그림 6. 단면상에서 면적결정

LT method는 기본적으로 패시브 존을 최대화하여 설비 시스템에 대한 의존도를 최소화하고 에너지 소비량을 줄이는 것을 목표로 하고 있다. 건물 입면에서 단면 높이의 2배 정도 떨어진 곳을 외주부로 결정하고 그 이외의 부분은 내주부로 결정한다. 향 별 총 면적 계산 시에는 건물의 모서리 부분에서는 그림 5와 같이 좋은 향의 순서대로 동향과 서향보다는 남향으로 향을 결정하며 안쪽으로 들어간 모서리 부분은 자연채광과 자연환기에 불리하

기 때문에 내주부로 결정한다. 창면적비는 입면 전체 면적에 대한 유리 면적의 비로 계산한다. 최상층에 천창이 있는 경우 면적은 'roof' 란에 기입한다. 지붕을 통한 열 손실은 대부분의 경우 값이 작아서 무시할 수 있지만 단일 층의 소규모 건물의 경우에는 난방 에너지의 12% 정도를 예상하지 못할 수 있으나 큰 규모의 다층 건물인 경우에는 일반적으로 5%이내의 오차가 있다. 만약 이러한 오차를 무시할 수 없다면 최상층의 경우 수평면 곡선(horizontal curve)의 창 면적비가 0인 지점에서의 값을 읽는다.

(3)아트리움과 같은 완충 공간의 경우 'buffer-adjacent'란에 총 면적을 기입한다. 창면적비는 아트리움과 건물을 구분 짓는 벽(separating wall)에 대한 면적비를 계산한다.

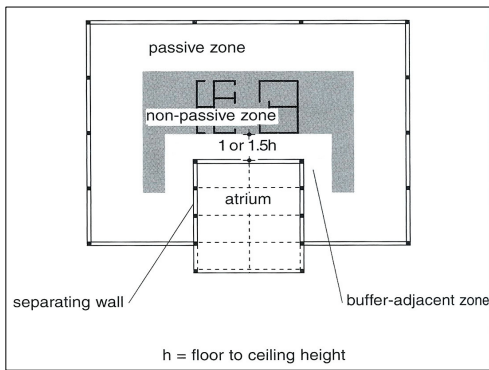


그림 7. 아트리움이 있는 건물의 면적산정

(4)지역의 기후, 건물의 종류, 인체와 기기발열(internal gains)과 방위에 따라서 LT 곡선으로부터 각 향별 연간 에너지 소비량(specific energy consumption) 값을 읽는다. 아트리움이 있는 완충공간의 경우 방위와는 관계없는 수평면 곡선(horizontal curve)을 사용한다.

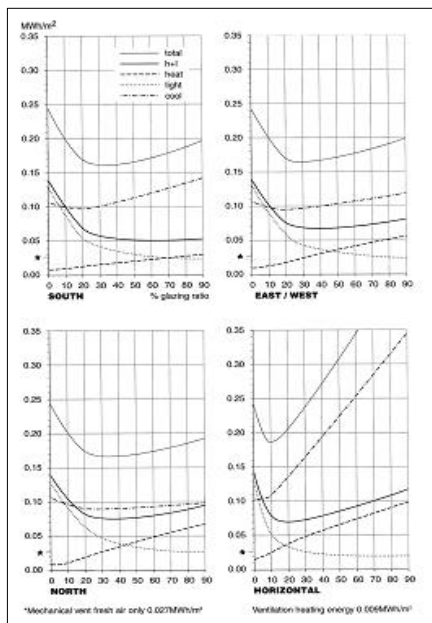


그림 8. 향별 에너지 소비량(MWh/m²) 곡선의 예

y축은 연간 1차 에너지 소비량을 MWh/m²로 나타내며 x축은 전체 건물의 면적에 대한 창면적비를 나타낸다. 'total'로 명시되어 있는 곡선은 자연환기 되는 건물에서의 에너지 사용량을 파악하는데 사용될 수 있으나 내주부에도 최소 환기를 위한 값이 고려된다. LT 곡선은 4향에 대해서만 제공이 되는데 이는 건물이 특정한 향의 45°이내의 범위에 있을 경우에 적용할 수 있음을 의미한다.

(5)건물 내 모든 곳에 완전공기조화시스템을 적용하는 경우에는 각 향별로 나타나 있는 냉방에너지 소비량 값을 읽는다. 건물의 내주부에만 설비시스템을 적용하고 외주부에는 자연환기와 같은 패시브 디자인을 최대한 이용하는 경우에는 에너지 소비량 값을 0으로 기입한다.

(6)각각의 입면에 대한 UHA를 구하고 창면적비, 조명발열, internal gains과 방위를 통하여 도표로부터 UHF값을 결정한다. 15°보다 작은 UHA는 보정 계수가 필요하지 않으며, 15°~45° 사이는 중간 정도의 방해물에 해당되고 45° 이상의 경우는 큰 방해물에 해당되므로 이에 해당하는 값을 찾는다. 또한 평면상에서 한 입면의 좌우 방향으로 60° 이상의 범위에 있는 방해물은 무시할 수 있다. 기계식 환기시스템을 통해 신선한 공기를 유입하고 천창을 사용하는 경우의 UHF값은 항상 1.0이다. 표 2는 북부지역의 300lux, 30W/m²인 사무소 건물의 남향에서의 UHF의 예이다.

표 2. 남향에 대한 UHF 값의 예

orientation	UHA degree	gazing ratio(%)	correction factors		
			heating	cooling	lighting
south	15-45	20	1.2	1.02	1.4
		40	1.6	0.95	1.5
		60	1.9	0.91	1.4
		80	1.9	0.88	1.5
	>45	20	1.2	1.00	2.0
		40	1.6	0.85	2.3
		60	2.1	0.72	2.2
		80	2.2	0.64	2.2

(7)내주부(non-passive zone)에서는 창면적비가 0에서의 LT곡선으로부터 에너지 소비량 값을 읽는다.

(8)외주부와 관련된 칸에는 (2)의 값에 (4)의 에너지 소비량값과 UHF를 곱한 값을 기입하고 내주부와 관련된 칸은 외주부의 총면적에 (7)의 값을 곱하여 기입한다.

(9)각 존에서의 조명, 난방, 냉방에너지 값을 합하여 기입한다.

(10)아트리움이 있는 경우 Buffer space Thermal Saving(BTS)칸에는 평면상에서 전체 separating wall의 길이의 합에 층수를 곱한 값을 기입한다.

(11)BTS표로부터 1에서 7까지 적절한 아트리움의 타입을 선택하고, (a)부터(d)까지의 환기방식을 선택하여 이에 맞는 적정 값을 기입한다. ×1은 단층유리이며 ×2는 복층유리에 해당한다.

(12)BTS칸에는 (10)과 (11)의 값을 곱하여 기입한다.

vent mode config type	a		b		c		d	
	x1	x2	x1	x2	x1	x2	x1	x2
1 A N	0.62	0.71	0.71	0.77	0.65	0.72	1.27	1.39
2 A N	0.62	0.84	0.82	1.01	0.69	0.84	1.24	1.50
3 A N	0.47	0.64	0.60	0.75	0.57	0.71	1.02	1.27
4 A N	0.39	0.60	0.60	0.80	0.49	0.62	1.01	1.34
5 A N	0.35	0.49	0.47	0.67	0.41	0.54	0.60	0.89
6 A N	0.62	0.95	0.84	1.22	0.71	0.99	1.09	1.57
7 A N	0.56	0.75	0.67	0.90	0.65	0.81	1.01	1.34

그림 9. 아트리움의 thermal saving을 고려한 계수

- (13)아트리움의 난방에너지로부터 BTS 값을 빼서 (9)번에 total값을 입력한다. 만약 이 값이 마이너스가 되는 경우에는 0으로 값을 기입한다.
- (14)각 열의 합에 보일러 효율(B=0.65)을 곱한다. 보일러 효율이 0.65가 아닌 경우 0.65에 실제 보일러 효율을 나누는 값을 입력한다.
- (15)이를 통하여 조명, 난방, 냉방 에너지의 연간 1차 에너지 소비량, 단위 면적 당 에너지 소비량과 총 CO₂ 방출량, 단위 면적 당 CO₂ 방출량을 파악할 수 있다.
- (16)Solarity와 protectivity는 LT계산 시 필수적이지는 않으나 아트리움의 성능을 판단할 수 있는 중요한 변수이다. 'Solarity'는 아트리움의 외피면적에 대한 separating wall의 비율을 나타낸 것이며 'protectivity'는 아트리움 외피의 전체 창 면적에 대한 남쪽으로 직면한 창 면적의 비율을 말한다.
- (17)Passive area ratio의 값은 LT계산을 위해서는 필수

적이지는 않지만 이를 통해 에너지 절감의 가능성을 파악할 수 있다.

5.2 우리나라 사무소 건물의 리모델링 계획 시 LT method의 적용방안

(1) 우리나라 사무소 건물

LT method에서 정의하고 있는 내부 발열(W/m²)은 조명을 제외한 인체 기기 등을 통한 열획득을 말하며 이를 'internal gain'이라고 명시하고 있다. 우리나라 사무소 건물의 경우 65W의 현열, 55W의 잠열과 단위 면적 당 0.2명 정도의 인원이 있다고 가정하기 때문에 단위 면적 당 인체의 발열량은 (65+55)×0.2=24(W)이며 일반적인 사무소 건물의 단위 면적 당 기기 발열은 15W이므로 총 internal gain = (24+15)/2=19.5 ≈ 20(W)가 된다. 조명 발열과 관련하여 우리나라의 사무소 건물의 조도 기준은 500lux이나 일반적으로는 400~450lux의 조도로 적용되고 있기 때문에 우리나라 사무소 건물에 적용할 수 있는 internal gain은 20W, 조명발열은 400lux로 가정하였다.

(2) 보간법

변수 x의 함수 f(x)의 모양은 미지이나, 어떤 간격을 가지는 2개 이상인 변수의 값 x_i(i=1,2,...,n)에 대한 함수값 f(x_i)가 알려져 있을 경우 그 사이의 임의의 x에 대한 함수 값을 추정하는 방법을 말하며 실함수의 전개를 이용하여 변수 x₀, x₁의 근방에서 함수 f(x)를 근사적으로 나타내는 식에 의하여 구할 수 있다. 이것이 간단한 보간 공식인데, 비례부분 또는 선형 보간이라고 한다.

$$f(x) = f(x_0) + \frac{f(x_1) - f(x_0)}{x_1 - x_0} (x - x_0)$$

그림 10. 자동 계산을 위한 worksheet

(3) 사무소 건물의 LT method 자동 계산을 위한 worksheet

internal gain은 20W/m², 조명발열은 400lux로 가정하고 보간법을 적용하여 에너지 소비량을 그래프에서 파악하였다. 이는 우리나라 기후에 적용하기에 다소 오차가 있으나 냉방, 난방, 조명 에너지량의 상대적인 분석이나 리모델링 대안들의 에너지 성능 측면에서 상대적인 대안 비교를 하는데 그 의의가 있다. 따라서 엑셀을 이용하여 자동으로 보간법 계산을 가능하게 하고 창 면적비와 각 향에 대한 증별 면적만 대입하면 연간 에너지 소비량 값을 자동으로 계산할 수 있는 worksheet을 만들었다. 이를 통해 150lux, 300lux의 조명 기기와 15W/m², 30W/m²에 대한 그래프만 주어져 있는 기존의 LT method를 이용하여 우리나라 사무소 건물에 적합한 상대적인 에너지 성능 분석이 가능하다.

5.3 LT method를 이용한 대안 비교 가능성

우리나라 사무소 건물에서의 LT method 적용가능성을 코어의 위치와 종류, 창 면적비에 대하여 검토하였다.

(1) 코어의 위치와 종류

사무소 건물에서 코어의 종류 및 배치에 따라 코어의 열적완효과와 획득 일사량이 변화하게 되므로 에너지 절약적인 측면에서 코어의 역할은 중요하다. 중·소규모 사무소 건물에 적정한 코어의 유형인 중심코어형, 편심코어형과 분산코어형을 선정하고 코어의 배치에 따라 편심코어형과 분산코어형은 동측, 서측, 남측, 북측으로 구분하여 유형화하였다. 그리고 각각의 유형을 코어의 종류, 배치, 향에 따라 LT method를 적용한 후 단위면적 당 연간 에너지 소비량을 파악하였다 상대적인 대안 비교를 위해 선정된 건물의 개요는 5층 규모, 기준층 총면적 500m², 각 향별 창면적비는 30%인 사무소용 건물이며 코어의 기준층 바닥 면적의 비는 중·소규모 사무소의 경우 보통 15~22%를 차지하고 있으므로 20%의 값을 적용하여 평가하였다. 이 중에서도 각 대안별 냉방 에너지의 차이는 거

표 3. 중·소규모 사무소 건물에서 적용되는 코어의 유형

코어의 유형	세부 유형			
중심코어				
	(a)중심코어A			
편심코어				
	(b)편심코어A	(c)편심코어A	(d)편심코어A	(e)편심코어A
	(f)편심코어B	(g)편심코어B	(h)편심코어B	(i)편심코어B
분산코어				
	(j)분산코어A	(k)분산코어A		

의 없으나 일사획득, 자연채광과 관련이 있는 난방, 조명

에너지에서의 에너지 소비량 값의 차이가 크게 나타났다. 이는 건물의 외주부로부터 멀리 떨어진 곳에 코어를 배치하는 비율이 높아질수록, 일사유입을 저하시키기 때문에 중심코어에 비해 편심코어 배치 시 에너지 소비량 값이 높으며 북향의 분산코어에 비해 남북향으로 배치되어 있는 분산코어의 경우 에너지 소비량 값이 낮다는 사실을 파악할 수 있다. 따라서 중소규모 건물의 코어 계획 시에는 될 수 있는 한 외주부 범위 내에 코어를 배치하는 중심코어 배치 방법이 유리하다.

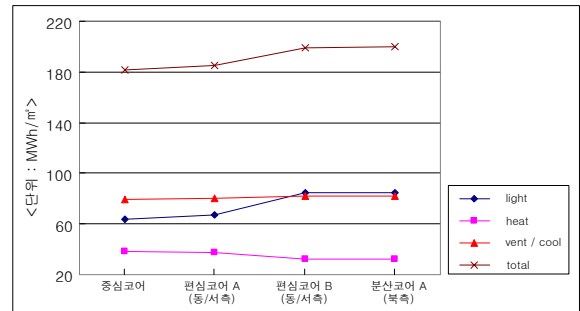


그림 11. 코어유형에 따른 단위면적 당 총 에너지 소비량

(2) 창면적비

창의 기능은 재실자들에게 조망을 제공하며 자연채광과 자연환기 및 일사를 도입할 수 있는 유용한 수단이지만 이와 동시에 유리의 열악한 단열 성능으로 인하여 건물 열손실의 가장 큰 요인이 되고 있다. 이와 같이 창은 긍정적인 측면과 부정적인 측면을 동시에 고려하여 에너지 효율적인 창 규모를 결정하는 일은 상당히 중요하다. LT method에서 제한하고 있는 유리의 종류는 복층유리이며 창을 구성하는 프레임은 전체 창면적의 20%로 제한하고 있다. 따라서 창면적비를 다음과 같이 변화하여 LT method를 적용하였다. 창면적비가 20% 이후부터 전체 에너지 소비량은 창 면적비가 증가함에 따라 꾸준히 증가하며 냉방 에너지 소비량은 증감 차이가 작아서 전체

표 4. 창 면적비 변경 범위

창면적비	(a) 10%	(b) 20%	(c) 30%	(d) 40%	(e) 50%	(f) 60%
조명	233.759	181.154	161.475	149.677	145.342	140.777
난방	74.3665	84.7025	95.727	103.938	110.772	115.651
냉방	197.138	194.783	199.263	207.559	215.396	225.213
총에너지 소비량	505.263	460.74	456.464	461.173	471.509	481.641

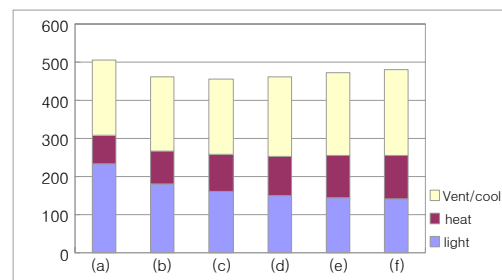


그림 12. 창 면적비 변경에 따른 조명, 난방, 냉방 에너지 소비량

에너지 소비량의 변화에 커다란 영향을 미치지 못하고 있는데 이는 냉방에너지 소비량이 창면적비 보다는 유리
의 차폐계수와 더 밀접한 관계가 있기 때문이다. 결과적
으로 에너지 절약의 측면에서는 가능한 한 창면적비는
30%정도가 적정하나 조망 또는 환기 등을 고려해야 하는
경우에는 자연채광의 효과를 최대한 이용함으로써 전체

에너지 소비량을 감소시킬 수 있도록 유리
의 깊게 선택할 필요가 있다.

6. Worksheet을 이용한 계획 단계에서의 환경친화적인 리모델링
프로세스

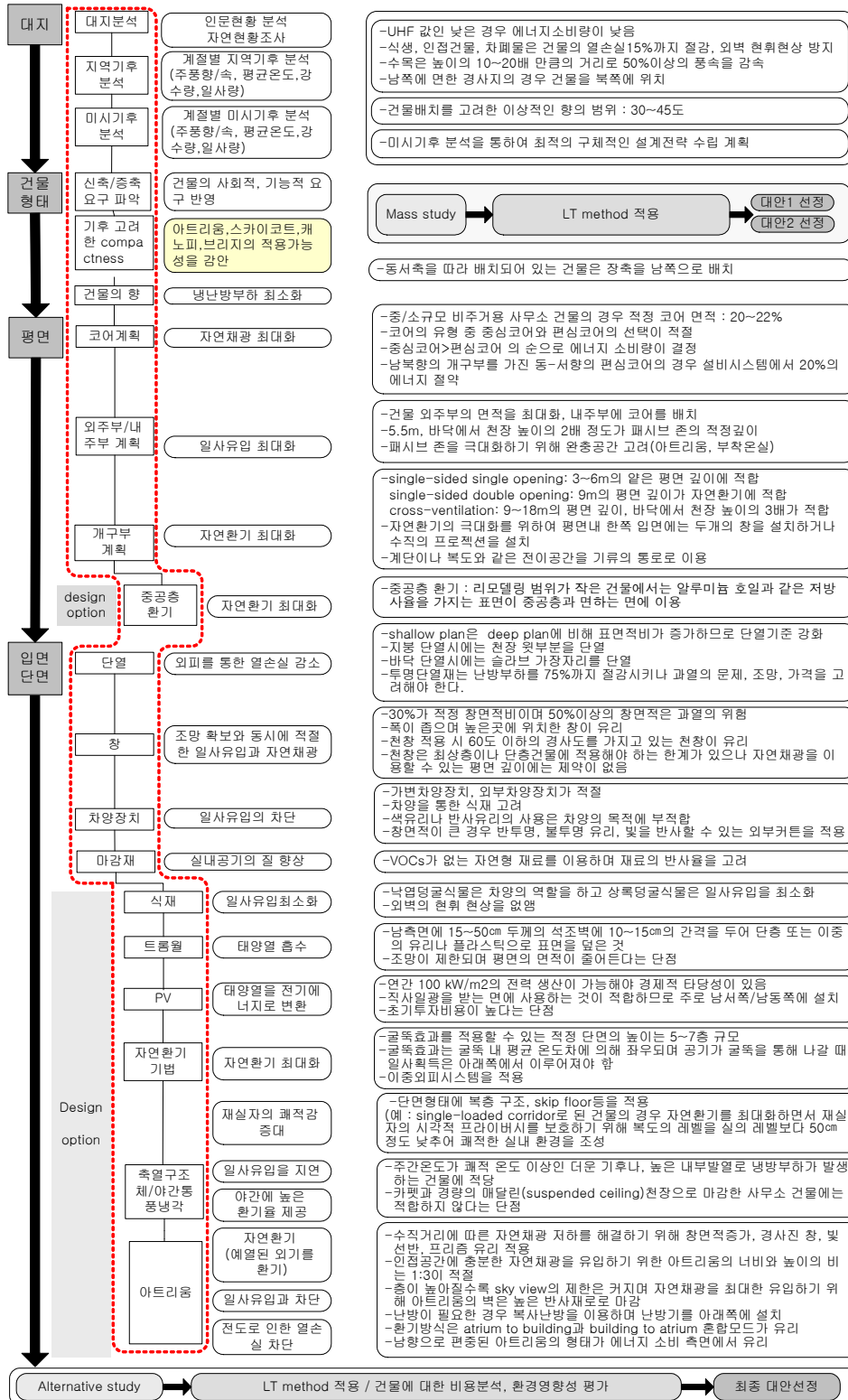


그림 13. 계획단계에서의 리모델링 프로세스

리모델링 프로세스는 앞에서 논의된 계획 단계에서 추구되어야 할 구체적인 설계 기법들을 바탕으로 초기 계획 단계에서의 건물 디자인 시 에너지 성능에 영향을 미치는 요소들을 대지, 건물형태, 평면, 단면, 입면의 단계로 크게 세분화하여 각 단계에서 반드시 고려되어야 하는 항목과 선택적으로 고려할 수 있는 사항을 분리하였다. 선택적으로 고려할 수 있는 사항은 기본적으로 초기 계획 단계의 건물에서 적용할 수 있는 패시브 시스템에 한정하였으며 제어시스템이나 설비시스템 등이 통합적으로 고려되어야 하는 액티브 시스템에 관한 내용은 배제하였다.

7. 결론

본 연구에서는 문헌 및 사례 등을 참조하여 비주거용 건물에서의 조명, 난방, 냉방 에너지 측면에서의 특징을 살펴보고 이를 바탕으로 하여 대지, 건물형태, 평면, 단면, 입면의 계획단계에서 적용할 수 있는 에너지 효율적인 디자인 요소에 대하여 살펴보았다. 이러한 패시브 디자인 요소들은 리모델링 계획 시에도 고려될 수 있는 내용들이며 특히 건물 디자인이 초기 계획 단계에서만 적용가능하며 에너지 성능을 향상시키는데 중요한 역할을 한다는 점을 감안하여 건축가는 각별히 주의를 기울여야 할 것이다. 또한 리모델링 계획 시에 여러 가지 대안들을 상대적으로 비교하기 위한 방법으로 영국에서 개발된 LT method를 소개하고 이에 대한 사용방법을 소개하고 보간법을 이용하여 우리나라의 사무소 건물에 적용할 수 있는 LT method를 소개하고 이에 대한 적용가능성을 검토하였으며 이를 바탕으로 계획단계에서 적용할 수 있는 구체적인 리모델링 프로세스를 제시하였다. 이러한 대안 선정 방법과 프로세스를 통하여 실제 건물 계획 시 대안들의 손쉽고 타당성 있는 검토가 가능하며 건축가, 엔지니어링 전문가와 건축주들 사이의 의사결정 과정에 원활한 피드백이 이루어질 수 있다.

참고문헌

1. Nick Baker and Koen Steemers, "Energy and Environment in Architecture"
2. Baruch Givoni, "Climate Considerations in Building and Urban Design"
3. Architect's Council of Europe, "A GREEN VITRUVIUS"
4. 원재운, "리모델링의 개념과 시장전망"
5. 민지선, 박한규, "건축 리모델링의 프로세스에 관한 연구"
6. 김수현, "생태학적 접근방법을 이용한 건축디자인 프로세스에 관한 연구"성균관대학교 석사논문
7. 안태경, 강제식, 김소연, 이승원, "사무소 건물 외피구조의 변화특성에 관한 연구"
8. 장세희, 최을, 김병선, 이경희, "사무소 건물의 냉난방 에너지 실태조사"
9. Klaus Daniels, "The technology of Ecological Building"