

초고층 주거건물 외피시스템의 현황조사 및 분석

Present State Investigation and Analysis of Cladding System in High rise Residential Buildings

석호태* 곽현철** 송승영***
Seok, Ho-Tae Kwak, Hyun-Chul Song, Seung-Yeong

Abstract

As residential buildings becomes high rise buildings, the new cladding system was needed for structure system, and unpredictable problems were found in it. The aim of this study is to analysis the present state and find improvement of indoor environment in high rise residential building, which used curtain wall system. Then, suggest to create comfortable indoor environment for high rise residential buildings in the process of design.

Keywords : High-rise Residential Buildings, Curtain Wall, Cladding System

주요어 : 초고층 주거건물, 커튼월, 외피시스템

I. 서론

21세기에 접어들어 현대화의 흐름에 따른 각종 주거건물의 고층화 경향은 대규모 건설업체의 브랜드화된 초고층 주거건물들의 등장으로 더욱 가속화 되어가고 있다.

이러한 초고층의 주거건물은 현재 여러 건설업체에 의해 준공 또는 사업 추진중에 있으며, 현재의 추세 및 추후 계획 예정중인 사업 부지와 소비자의 요구를 감안한다면 앞으로도 더욱 많은 주거용 초고층 건축물의 건립을 예상할 수 있다.

초고층 주거건물에 대한 기존의 연구들이 활발하게 이루어져 있으나, 주로 구조적인 문제 및 설비 성능 등의 기계적인 관점에 국한되어 이루어져 왔으며, 건물의 초고층화에 따라 도입된 커튼월 시스템에 의해 야기될 수 있는 쾌적성의 문제에 관한 연구는 열,

빛, 공기환경 등 거의 모든 건축환경적 측면에서 미약한 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 주거의 고층화에 따라 경량화 되어가는 외피시스템에 의해 야기되는 문제점들을 파악하기 위하여 경량커튼월 시스템을 외피에 도입하고 있는 초고층 주거건물에 대한 현황 조사를 실시하고, 이에 따른 실내 환경적 요소들의 문제점을 파악한 후, 쾌적한 실내 환경의 조성을 위하여 커튼월 시스템의 계획 및 설계단계에서 고려하여야 할 사항들에 대해 살펴보고자 한다.

II. 국내 초고층 주거건물 외피시스템의 현황

1. 초고층 주거건물의 국내 현황

도시 내 가구 수의 급증에 따라 심각한 택지난과 주택공급의 불균형 등이 유발되고, 인구의 과밀화 및 입지조건 특성으로 인하여 거주환경이 지속적이지 못한 채 변화하고 있다.

이러한 시대적, 사회적 요구에 따라 70년대 초반까지는 주로 5층 규모의 저층 아파트가 건설되었고, 70년대 중반부터 12~15층 규모의 아파트가 건설되

*정회원, 영남대학교 건축학부 조교수, 공학박사
**정회원, 영남대학교 대학원 건축공학과, 박사과정
***정회원, 이화여자대학교 건축학과 조교수, 공학박사
본 연구는 한국과학재단 특정기초연구 지원으로 수행되었음.
(과제번호 R01-2003-000-10408-0)

었다가 80년대 중반부터 20층 내외의 고층 아파트가 건설되기 시작하였다.¹⁾ 이후 1996년 서울 광장동에 주거전용 아파트인 S타워가 시범적으로 건설된 이래 타워형의 주상복합 아파트로 S타워, N 및 F주상복합 건물 등이 도심에 철골·철근콘크리트 구조의 고층 주거건물로서 건설되기 시작하였으며, 1997년 분양가 자율화 이후 다양한 판상형 철골조 고층 주거건물들이 건설되었고, 최근에는 30~70층 규모의 초고층 주거건물들이 대량으로 설계 및 건설되고 있는 실정이다.

2. 초고층 주거건물의 외피구조

1) 주거건물 커튼월 외피구조의 개요

종래의 주거용 중·고층건물은 철근콘크리트의 벽식 구조가 주류를 이루고 있었다. 벽식구조의 경우, 건축물의 고층화에 따른 자중의 증가로 하층부에서의 벽체단면이 증가되고, 내진상의 어려움이 따르는 등 구조적으로 불합리한 점들이 나타나게 되어, 최근의 고층 및 초고층 주거건물에서는 이러한 문제점을 해결하고자 새로운 골조방식의 도입이 요구되었다.

주거 외의 용도로 건설된 초고층 건물에서는 철골조를 대부분 채택하고 있으나, 주거건물의 특성상 쾌적성의 문제 등으로 인하여 순수 철골조의 주거 건축은 그리 많지 않은 현실이다.

철골조나 철골·철근콘크리트조를 사용하는 초고층 건물에서는 설계상의 요구성능을 충족시키기 위하여 대개 건식 경량부재를 이용한 커튼월 벽체를 구성하고 있다. 일반적인 오피스 건물에서는 이에 따른 문제점의 발생이 두드러지지 않을 수도 있으나, 주거건물에서는 겨울철의 높은 실내 습도, 24시간 건물의 사용 등, 주거건물의 고유한 특성에 의하여 경량 외피부재로 인한 문제점들이 발생하고 있다. 특히, 경량 커튼월에서 발생하는 여러 문제점들은 초고층주거의 도입이 오래되지 않아, 아직 건물의 사용에 따른 “거주 후 평가”(P.O.E., post occupancy evaluation)가 부족한 실정으로, 이들 재료 및 구조방식의 선정에 따른 문제점의 파악이 어려운 상태이다.

또한, 국내에서는 커튼월의 건축성능에 대한 인식

이 많이 부족한 상태이며, 성능기준 작성에 필요한 관계 법령이나 기준들이 과거의 중량 벽체에서 사용하던 건축 재료들의 물성치 및 요구치들을 그대로 적용하고 있으므로 이들 재료 및 부재에 대한 성능 파악이나 검토가 제대로 이루어지지 않은 채 적용되고 있는 실정이다.

초고층 주거건물의 외피부를 구성하는 커튼월은 크게 유리를 포함하는 창호부와 벽체부로 분류를 할 수 있고, 이 두 부분의 성능에 의하여 커튼월의 외피성능이 결정된다고 할 수 있다.

2) 디자인 요소로서의 커튼월

초고층 주거건물의 외피 디자인을 결정하는 중요한 요소로서 건물의 파사드를 들 수 있는데, 커튼월 방식을 채택하고 있는 오피스 건물과 비교하였을 때, 주거 건물에서는 외피의 내부공간에서 이루어지는 다양한 생활환경의 용도 및 영역들에 대한 벽체의 요구성능을 만족시키면서 파사드의 의장적 효과도 고려해야함과 동시에 시공시의 유닛화도 고려하여야 하는 복합적인 어려움이 있다. 침실의 경우에는 활동량과 착의량이 비교적 적은 편이어서 고온 다습한 환경을 요구하여 고성능·고단열의 외벽시스템이 필요하고, 주방 및 거실부 등에서는 충분한 환기 및 일조가 이루어질 수 있는 외피시스템이 필요한 것과 같이 실의 배치에 의해 건축물의 외피 디자인에 많은 영향을 미치게 될 수도 있다.

3) 주거건물 커튼월 외피구조의 요구성능

커튼월의 요구성능 중에서 건축환경적인 측면에서 영향을 크게 미치는 요소들을 살펴보면 내풍성, 수밀성, 기밀성, 차음성능, 단열성능, 결로 방지성능, 내화성능, 내진성능, 배연성, 구조성능 등을 들 수 있으며, 이러한 사항들에 대해서는 각종 법규 및 규정 등에서 정하고 있다.

3. 초고층 주거건물의 외피구조 현황조사

외피시스템의 구조, 마감재 및 단열재료, 패스닝 시스템, 시공 공법 등의 파악과, 도면 등의 자료 수집을 목적으로 2004년 8월 현재 사용중인 초고층 주거건물에 대한 사례조사를 실시하였고, 2003년 9월부터 2004년 4월까지 외피공사가 진행 중이었던 세 곳(A, I, G 주상복합)의 초고층 주거건물을 대상으로 현장방문 조사를 실시하였다. 그 결과를 바탕으로

1) 김장한(2003), 초고층 주거건물의 에너지 성능분석에 관한 연구, 영남대학교 석사학위논문, p.32

표 1. 초고층 주거건물의 사례

구 분	규 모	구 조	외피구조	
			창호부	벽체부
H사 H아파트	지상 69층 지하 6층	S, RC SRC	-	화강석, 알루미늄 패널
S사 T아파트I	지상 66,59,42층 지하 5층	SRC, S	24 mm 칼라복층유리 복층유리(Low-ε)	알루미늄 복합패널
S사 T아파트II	지상 55층 지하 6층	SRC, S	24 mm 복층 반강화유리	3 mm AL시트
D사 A아파트	아파트 46층 업무시설 32층 지하 6층	SRC	24 mm 칼라복층유리	알루미늄 복합패널
H사 S아파트	지상 46층 지하 3층	SRC RC	24 mm 칼라복층유리	경량복합패널 위 화강석
K사 R주상복합	지상 40층 지하 5층	SRC	24 mm 로이복층유리	알루미늄 시트, 사암, 화강석
S사 R주상복합	지상 37층 지하 7층	SRC	칼라복층유리	화강석 버너마감 AL 시트접기
L사 C주상복합	지상 39층 지하 6층	SRC	복층유리 (Low-ε)	알루미늄 커튼월 시스템(UNIT)
L사 K타워	지상 32층 지하 5층	SRC	-	화강석
H사 S타워	지상 30층 지하 7층	SRC	-	저층부-화강석 고층부-GRC
R주상복합	지상 19층 지하 5층	SRC	24 mm 칼라복층유리	알루미늄 복합패널
S사 C아파트II	지상 21층 지하 7층	SRC	-	화강석버너마감 알루미늄 복합패널
S사 장안동 C아파트	지상 30층 지하 5층	S	-	TEC-stone Panel CRC Panel
S사 구의동 C아파트	지상 24층 지하 5층	SRC	-	화강석버너마감 알루미늄 복합패널
P사 S타워	지상 24층 지하 2층	S조 S-Frame	-	알루미늄 복합패널 TEC Panel

참고) 창호부의 공란은 복합재료의 사용 및 자료입수가 곤란한 경우임.

로 건축물 및 커튼월의 규모, 구조형식, 창호부 및 벽체부의 형식 등을 <표 1>에 정리하였으며, 건축적 세부사항은 다음과 같다.

1) 국내 초고층 주거건물의 규모 및 구조

초고층 주거건물은 건축물의 사용 용도에 따라 주거전용 건물과 주상복합 건물로 구분할 수 있다. 주거전용 초고층 건물은 20층 내외의 규모로, 종래의 관상형 고층아파트의 외관과 유사하나, 구조형식 및 외피의 형식에서 초고층 주거건물의 특징들을 보이고 있다.

주상복합건물의 경우에는 타워형의 평면 형태를 많이 채택하고 있으며 30~69층의 다양한 규모로 건설되었으며, 건물의 자중 감소를 위하여 철골조의 형식 또는 저층부는 철골·철근콘크리트조, 고층부는 철골조로 구성되는 복합구조를 많이 채택하고 있다.

2) 커튼월 벽체부의 마감재료

마감재료의 종류에 따른 커튼월 시스템의 종류에는 일반적으로 경량이며 내식, 내구성이 뛰어난 알루미늄 시트나 알루미늄 복합판넬 등의 재료를 사용하는 알루미늄 커튼월과 자중에 의한 구조적인 결함

은 있으나 내구성, 내오염성 등의 장점과 재료의 고급스러운 질감 등 심리적 효과의 이유로 많이 사용되고 있는 석재 커튼월, 그리고 공정상의 장점은 있으나, 구조 및 시공상의 문제점으로 많이 사용하는 사용되지 못하고 있는 PC 외벽패널 커튼월 등이 있다.

주상복합형 건물의 비주거지역인 저층부를 제외하면 대부분의 건물에서 비교적 경량의 마감 재료를 채택하고 있는 것으로 나타났으며, 최근 마감재료 기술의 발달에 의하여, 일부 저층부에만 사용되던 석재 마감의 경우에도 석재복합판넬(GPC, Granite Veneer Precast Concrete System)과 같은 형태로 경량화 되어 적용되고 있다. 일반 고층 주거건물에 적용되던 PC 외벽패널의 경우에는 벽체가 두꺼워지고 지진 및 풍하중 등에 대한 내력확보가 곤란하며, 별도 외벽마감의 필요 등의 이유로 초고층의 주거건물에서의 적용은 곤란한 것으로 나타났다.

또한, 외피부재 간의 조인트 방식에 따라 클로즈

2) 한국과학재단(2004), 경중량 커튼월 외벽의 단열 패스닝 유닛 개발, p.43

드 조인트와 오픈 조인트 방식으로 분류할 수 있는데, 종래 대부분의 커튼월 시스템에서는 누수 등의 이유로 클로즈드 조인트 방식을 채택하여 왔으나, 최근에 몇몇 국내의 업체에 의하여 결로방지 등의 성능이 우수한 오픈 조인트 방식이 도입되고 있으며, 알루미늄 커튼월뿐만 아니라 비교적 결로에 대한 위험이 큰 석재 커튼월 등에 대한 적용이 기대된다.

3) 커튼월 벽체부의 단열재료

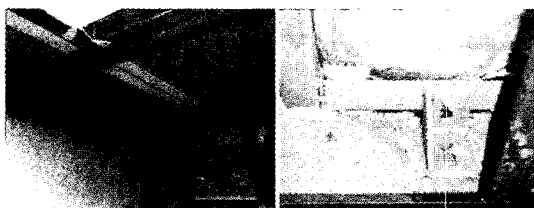
주거건물의 열성능을 결정하는 중요한 요소인 단열재료는 글라스울, 락울 등의 미네랄울과 천연섬유 소재의 재료가 많이 사용되고 있었다.

알루미늄 커튼월의 경우에는 패널의 공장 제작시에 패널·미네랄울·반사형 단열재를 유닛화하여 주로 사용하였으며, 석재커튼월의 경우에는 강재트러스 시공 후, 트러스의 내주부를 단열재로 채운 후, 반사형 단열과 방습층의 역할을 동시에 하는 알루미늄 호일 마감을 주로 사용하고 있었다. 그러나, 알루미늄 호일 등의 재료는 내구성이 취약하여 시공시의 결함 등에 의하여 파손되어 제 기능을 충분히 발휘하지 못하게 될 경우가 현장조사 결과 많은 곳에서 발견되어, 재료 및 시공방법의 개선이 시급한 것으로 생각된다.

<그림 1>의 (a)는 알루미늄 커튼월과 구조체 사이의 방화구획 내에 글라스울을 충전한 후 내화 코킹재를 도포한 모습이며, (b)는 커튼월과 구조체를 체결한 후 단열층을 시공하고 알루미늄 호일 재료로 마감을 한 모습이다.

4) 창면적비

주거의 에너지 성능뿐만 아니라 주거부의 건축환경에 많은 영향을 미치게 되는 창면적비의 경우, 단위주거의 규모 및 방위에 따라 차이는 있으나, 현장조사 결과 대부분의 건물에서는 50~60% 정도의 분포를 보이고 있었다.



(a) 알루미늄 커튼월 (b) 석재 커튼월

그림 1. 커튼월 단열부의 시공된 모습

커튼월을 적용한 일반적인 사무실 건축물의 창면적비에 비해서는 다소 낮은 비율을 보이고 있으나, 1980~90년대 국내에서 건설된 벽식 고층 주거건물의 창면적비가 37~39%³⁾였음을 감안한다면 커튼월 외피구조가 벽식 구조에 비해서는 전체 벽면적에 대한 창호부의 면적이 상대적으로 높음을 알 수 있다.

5) 커튼월 창호부의 구성

창호부 유리창의 경우에는 일부의 주거전용 건축물에서는 16 mm 복층유리를 채택하고 있었지만, 20여 층 이상의 초고층 건물에서는 대부분의 건물에서 24 mm 복층유리를 기본적으로 채택하고 있으며, 열적 특성을 고려하여 컬러복층유리 및 Low-e 복층유리 혹은 안전성을 고려한 반강화 또는 강화복층유리를 채택하고 있었다.

창호부의 프레임은 창호 전체 면적에 15~30%를 차지하기 때문에 창호부의 성능을 결정하는데 많은 비중을 차지하고 있다. 일반적인 주거건물에는 목재 프레임, 알루미늄 프레임, 플라스틱 프레임, 합성목재 프레임 등이 사용되고 있으나, 초고층 주거건물의 특성상 프레임의 두께, 중량, 내구성, 열적 성능 등을 종합적으로 고려하여야 하므로, 종래에 많이 사용되던 알루미늄 프레임을 대신하여 최근에는 PVC 프레임을 사용하는 경우가 많아졌고, 알루미늄 프레임을 사용하는 경우에는 Azon, 폴리아미드, Thermoplastic 등의 절연물을 보강하는 제품을 많이 사용하고 있다.

과거에는 창호부의 열적성능을 향상하기 위하여 복층유리 혹은 삼복층유리 등과 같이 유리창의 사이에 공기층을 두었으나, 최근에는 열적성능을 더욱 향상하기 위하여 아르곤 등의 가스를 충전하는 방법도 사용하고 있다.


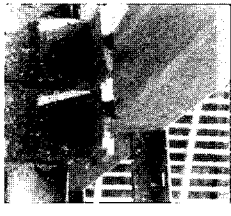
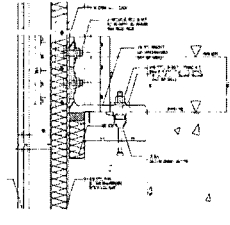
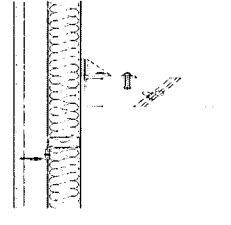
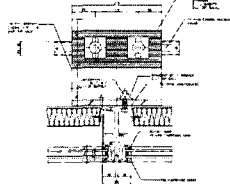
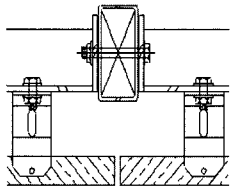
6) 커튼월 패스닝 시스템의 구성

패스닝 시스템을 구성하는 요소중에서 패스너는 커튼월과 골조와의 결합 구조체 역할을 담당하는 중요한 부재로 정밀한 시공이 요구되며 층고 및 현장여건에 따라 구조계산에 의하여 제품설계가 이루어지는 특징이 있다.

가장 최근에 지어진 3개의 즈상복합형 초고층 주거건물을 대상으로 현장조사를 실시한 결과 알루미늄 커튼월의 패스닝 시스템으로는 슬래브매입 C채

3) 한국에너지기술연구원(2002), 창호시스템의 열성능 평가

표 2. 커튼월 패스닝 시스템의 상세

분류	알루미늄커튼월	석재커튼월
설치 모습		
단면 상세		
평면 상세		
시스템 구성	슬래브매입 C채널 + 패스너 + T볼트 + 멀리언 + 마감재료로 구성	앵커볼트고정플레이트 + 1차 패스너 + 강재프레임 + 2차 패스너 + 마감재료 구성

널과 패스너간을 T볼트로 결속하고 패스너와 멀리언 간을 볼트로 결속하는 형태를 주로 채택하고 있는 것으로 조사되었으며, 일부 사용된 석재 커튼월에서는 강재트러스 지지공법을 이용하여 석재와 강재트러스간을 긴결하고, 구조체와 강재트러스의 긴결에는 슬래브에 앵커볼트를 이용하여 긴결하는 앵커볼트고정 플레이트방식의 패스닝 시스템이 사용되었다.

패스닝 유닛의 구성부재가 모두 열전도율이 높은 금속으로 이루어져 있고, 특히 주상복합건물의 경우에는 온수배관이 접하기 때문에 패스닝 유닛에 의한 여러 문제의 발생 가능성이 높다.

III. 커튼월의 사용에 의해 발생하는 초고층 주거건물 외피시스템의 문제점

경량 커튼월 외피를 채택하고 있는 초고층 주거건물에서는 벽식 고층 주거건물 또는 일반 주거건물의

벽체와 비교하였을 때, 벽체의 물적 특성과 구조적인 변화에 따라 열, 공기, 음, 빛환경등 실내의 각종 환경요소들에 많은 영향을 미치게 되었는데, 특히, 건축열환경과 관련된 외벽체의 열적 성능과 결로 현상의 문제가 크게 대두되고 있는 실정으로 이와 관련된 현상을 정리하였다.

1. 전열에 의한 열손실

현황조사를 통하여 도출된 결과에서와 같이, 커튼월이 적용된 초고층 주거건물에서는 건물 전체에 대한 창면적비가 60%에 육박하게 되어, 전체 벽체 면적중 창호부가 차지하는 비중이 상당히 큼을 알 수 있다. 창호부는 조망, 채광 및 환기의 목적으로 설치되는 필수적인 부분이면서도 외피부하지배형 건축물인 주거 건물에서 열적으로 가장 취약한 부분이기도 하다.

특히, 창호부(유리+새시)의 전열⁴⁾에 의한 겨울철 실내열량의 손실은 주거건물의 에너지 사용량에서 상당한 부분을 차지하고 있으며 전열에 의한 열적 손실을 방지하기 위하여 Low-ε 복층유리 또는 낮은 투과율의 유리를 사용하고는 있지만 일반 중·저층 주거건물에 비해서는 상당히 높은 전열에 의한 열량 손실을 발생시키고 있다.

2. 커튼월 부위의 결로현상

커튼월에서 발생하는 결로현상은 크게 창호부와 벽체부의 결로로 나누어 생각할 수 있다.

창호부에서 발생하는 결로현상으로는 스페이스(spacer, 감봉)의 냉교현상(cold edge)에 의하여 유리의 가장자리부터 결로가 발생하게 되는 유리면의 결로현상과 타 외피재료에 비하여 상당히 큰 전열특성(150 W/mK)을 나타내는 알루미늄 프레임 부분에 발생하는 표면결로가 있으며, Low-ε 복층유리 또는 삼중유리로 강화를 하더라도 단일 스페이스를 적용하지 않으면 결로저항성을 효과적으로 개선하기 어렵다.

벽체부에서 발생하는 결로현상에는 벽체의 내부측 표면에 발생하는 표면결로와 벽체부의 전열 및 투습 특성에 의하여 발생할 수 있는 섬유계 단열재의 내

4) 실제 사용중인 AI 창호의 K-value로 2.80~3.84 W/m²°C의 분포를 나타내는 것으로 조사됨.

5) 심정일(2000), 열성능이 개선된 알루미늄 창호 샘플의 제안, 대한설비공학회 2000 동계학술발표회 논문집, pp. 460~465.

부결로, 그리고, 강재 프레임의 내부결로 등이 있다.

이러한 결로현상은 외기의 온도가 크게 낮아져 실내외의 온습도 환경이 상이하게 나타나는 겨울철에 주로 발생하게 되는데, 겨울철 난방을 하는 주거에서는 실내 절대습도의 값이 외기에 비하여 상대적으로 높아지게 됨으로 결로의 위험이 상당히 커지게 된다. 알루미늄 시트 등의 경량 외피를 사용할 경우에는 벽체의 단열을 강화하기 위하여 실내측에 섬유계 단열재를 알루미늄 호일 등의 차습시트와 함께 설치하게 되는데 재료 자체의 연약성에 의하여 공사중에 파손이 많이 일어나게 되고 따라서 차습능력이 많이 저하되게 된다. 따라서, 외장판넬에 들어가는 일반적인 섬유계 단열재의 외부 측에 주로 내부결로가 발생하게 되어 단열성능의 저하, 생활의 불편 초래, 구조적 안전성 저해 등의 문제점이 발생하게 된다.

석재를 마감재로 사용하는 경우에는 석재간의 줄눈충 등이 시간의 경과에 따라 파괴되어 구조체중 상대적으로 가장 낮은 온도를 나타내는 강재 프레임의 내외측에서 결로가 발생하게 되어 프레임 부식 등의 문제가 발생하기도 한다.

3. 겨울철 외주부의 콜드드래프트

겨울철 외기에 의하여 냉각된 유리표면에 의하여 실내에 냉기류가 발생하게 되고, 냉복사 현상이 발생하게 되어 실내 거주자들에게 열적으로 불쾌적인 환경이 조성될 수 있다. 특히, 커튼월을 채택한 확장 발코니형의 베란다 부분이나, 직접 거실부가 외기와 접하게 되는 구조 등에서는 이중창호를 채택할 때보다 더욱 불쾌적 환경이 형성된다.

4. 창호부를 통한 일사의 과다 유입

조망 및 채광의 목적으로 사용된 창호부가 조망권을 선호하는 고층부 거주자의 요구를 충족해주기 위한 방법으로 창면적비를 증가하게 되었으나, 창호부를 통한 실내공간의 과다한 노출은 여름철 일사의 실내 유입과 연결되어 냉방부하의 과도한 증가를 유발시키게 되었다. 선행된 연구의 결과, 초고층 주거건물의 냉방부하 중에서 일사에 의한 열획득 부분이 전체의 46% 정도로 나타나, 일사의 효과적 제어 가 여름철 냉방부하의 감소에 가장 효과적임을 알 수 있었다. 따라서, 조망에 대한 요구를 만족하면서

일사량을 제어할 수 있는 기술의 개발이 무엇보다 절실한 것으로 나타났다.

IV. 초고층 주거건물 외피시스템의 개선방안

현재의 건물에너지절약설계 방법에 의한 법규에서는 벽체부의 단열성능에 대하여 규제를 실시하고 있으나, 실제 커튼월을 채택한 건축물에서는 전체 벽체부의 50%를 상회하는 창호부를 통한 에너지의 손실이 더 큰 비중을 차지하고 있는 것으로 나타났다. 따라서 외피부하지배형 건물에 해당하는 초고층 주거건물임에도 불구하고 조망 및 채광에 대한 역할을 담당하는 창호부의 비율이 과다하게 계획되어지는 경향이 있으므로, 이에 대한 법규적 규제가 실시되어야 할 것으로 생각되며, 커튼월 외피구조를 형성하는 두 요소인 벽체부와 창호부의 세부적 개선방안을 제시하면 다음과 같다.

1. 벽체부의 성능개선방안

일반적인 중·저층 주거건물에서 사용중인 철근콘크리트를 이용한 벽식 외벽체의 경우에는 콘크리트 구조체에 별도의 단열재료를 이용한 단열 및 방습층을 구성하여 벽체를 이루고 있어, 종래의 연구결과⁶⁾ 일반적인 외기 상태인 경우에, 결로 성능만을 대상으로 할 경우에는 벽체 단열재의 두께가 20 mm 이상만 되어도 결로에 의한 벽체의 피해는 방지할 수 있는 것으로 실측되었으나, 커튼월 시스템의 외벽체에서는 차습층 및 단열재의 설치가 용이하지 않아 이에 대한 연구가 충분히 이루어져야 할 것으로 생각된다. 즉, 석재 커튼월의 경우에는 단열층이 강재 트러스의 내주부에 설치되어, 구조적인 문제 등으로 인하여 단열층의 두께가 균일하지 않아 열교의 발생 가능성이 크기 때문에, 이러한 부분적 열교부의 발생을 줄일 수 있는 구조의 개발이 요구된다.

2. 패스닝 시스템의 성능개선방안

초고층 주거건물의 알루미늄 커튼월에서 사용되는

6) 이종성, 김성완, 공동주택 외벽체의 결로방지를 위한 단열 계획에 관한 연구, 공기조화냉동공학회 '97하계학술발표회 논문집, pp. 654-658.

표 3. 패스닝 시스템의 단열성능 향상방법

개념도	
개선 방안	<ul style="list-style-type: none"> • 단열패드, 단열와셔 삽입으로 슬라브-패스너-커튼월 및 패스너-볼트, 패스너-너트가 열적으로 차단됨 • 단열볼트의 대체로 볼트가 단열됨 • 패스너 외부 단열피복으로 슬라브-패스너, 패스너-바닥 마감층이 열적으로 차단됨

기존 패스닝 시스템의 단열성능 향상방법으로는, <표 3>과 같이 전열경로의 차단을 위하여 패스닝 유닛 구성부재 사이에 단열재를 삽입하는 방법과 내력이 크지 않은 일부 부재를 단열재료로 대체하는 방법, 패스닝 유닛의 외부를 단열피복하는 방법 등이 고려될 수 있으며, 본 연구에 선행된 실험⁷⁾ 결과, 생애기간 동안의 난방에너지비용이 최대 6%까지 절감가능하여 패스닝 시스템의 개선이 커튼월 건축물의 에너지 성능의 향상에 효과적인 것으로 나타났다.

석재 커튼월의 패스닝 시스템에서는 표면 및 내부 단열재의 결로 문제와 석재와 구조체의 접합에 의한 열교 문제가 가장 대두되는 것으로 나타났다. 따라서, 석재와 핀 및 브라켓 등의 접합부와 강재트러스 및 앵커볼트로 고정되는 플레이트를 통한 전열성능의 개선이 가장 효과적일 것으로 생각된다.

3. 창호부의 성능개선방안

유리와 프레임으로 구성된 창호부의 성능개선 방법 중에서는 단열성능의 개선이 가장 우선시 요구되

고 있다. 창호부에서는 전도, 대류, 복사의 모든 열 전달 형태가 발생하며, 이러한 열전달 현상을 억제하기 위해서 다양한 방법들이 적용되고 있다. 현재 사용중인 창호부 성능개선 방법으로는 유리 부분의 성능개선을 위한 저방사(Low-ε)유리, 투과율 감소를 위한 각종 프린팅 유리 등의 방법이 사용되고 있고, 프레임 부분의 성능 개선을 위한 방법으로 각종 시스템 창호 및 전열 방지제품(thermal breaker)이 사용되고 있으며, 국외의 경우에는 투광율의 조절이 가능한 투광조절창(electrochromic glazing)도 사용하고 있다.

창호부에서 발생하는 결로 및 콜드 드래프트 현상을 방지하기 위해서는 창호 프레임부위의 전열방지제품의 적극적인 채택과 복층유리에 사용되는 단열스페이서의 채택에 의하여 창호부에 발생하는 열교의 형태인 숏서킷(short circuit)현상을 방지하는 것이 최선의 방법일 것으로 판단된다.

4. 건축계획적 개선방안

초고층 주거건물에서 조망권의 확보를 위하여 창면적비의 감소가 어려울 경우에는 여름철 실내로의 일사유입을 차폐하기 위한 건축적인 방법을 고려하여야 할 것이다.

최근 이중외피시스템의 국내 도입에 대한 연구도 활발하게 진행되고 있으며 실내·외측에 설치 가능한 루버, 블라인드, 행거 등의 일사차폐장치의 적용과 Low-ε, 칼라복층유리, 프린팅 유리 등 일사차폐용 창호의 사용방법 등이 있다.

실내공간의 계획에 있어서도 실내측에 가구나 커튼을 설치할 때 공기의 순환이 가능하도록 벽면으로부터 거리를 두고 설치해야 하며, 특히 창문의 유리면에서 30 cm 정도 거리를 두고 설치하여 공기 순환의 방해로 인한 결로의 발생을 예방하여야 할 것이다.

욕실이나 주방 등 다량의 습기가 발생하는 곳에는 장기적인 환기를 통해 신선하고 적절한 습도를 지닌 외부공기를 유입시켜야 하며, 창호의 개폐율을 크게 하여 외부와 내부의 공기를 빠르고 원활하게 교체하는 방법과 시스템 창호에서 사용되는 Tilt-position에 의한 소량의 공기를 지속적으로 교체하여 주는 기능을 이용하여 외부의 신선한 공기를 유입하는 방법을

7) 송승영 외(2003), 커튼월 단열 앵커링 유닛의 난방에너지 성능 및 경제성 평가, 대한건축학회논문집(계획계), 19권 12호

표 4. 커튼월 시스템 도입에 따른 실내환경 문제들의 발생원인과 개선방안

고려 요소	발생장소	발생원인 및 문제점	개선방안
외피의 전열손실	벽체부, 창호부 패스너	<ul style="list-style-type: none"> •과다한 창면적비 •벽체의 열교부위 발생 	<ul style="list-style-type: none"> •전열성능이 우수한 창호, 구조재료의 사용 •단열부의 열교방지 •투광조절 장치의 사용
결로	벽체부의 표면결로	<ul style="list-style-type: none"> •건축재료의 오염 및 파괴 •열성능 저하, 불패감 조성 	<ul style="list-style-type: none"> •벽체부 단열의 강화 •패스닝 시스템의 전열방지
	유리창의 결로	<ul style="list-style-type: none"> •실내 습도 증가 •2차 문제 야기 	<ul style="list-style-type: none"> •Low-e, 프린팅 유리의 사용 •창호 프레임의 Thermal breaker 강화 •단열 스페이서의 사용
	단열재의 내부결로	<ul style="list-style-type: none"> •열성능 저하 	<ul style="list-style-type: none"> •차습층의 강화 •패스닝 시스템의 개선
콜드 드래프트	창호부	<ul style="list-style-type: none"> •유리창의 결로에 의한 2차적 문제 발생 •PMV, PPD에 영향 	<ul style="list-style-type: none"> •창호 주변부의 환기강화 •완충공간의 계획 •창호 프레임부위의 전열방지 제품 사용

사용할 수도 있다. 실내공기의 질과 에너지성능을 동시에 고려하여야 하므로, 공조시에는 전·현열교환기 등의 설치가 적극적으로 요구된다.

V. 결 론

본 연구에서는 초고층 주거건물의 증가에 따라 주거건물에 도입된 커튼월 시스템에 의해 발생하게 된 건축환경적인 문제점들을 현황조사 등의 방법으로 살펴보고 커튼월과 관련한 최근의 연구 동향과 기술개발 현황을 바탕으로 성능개선방안의 제시를 목적으로 하였으며, 연구의 결과를 정리하면 다음과 같다.

1) 국내 초고층 주거건물의 현황조사 결과, 대부분이 철골조 및 철골·철근콘크리트조로 되어 있었으며, 외피의 마감재료로는 알루미늄 커튼월을 채택한 비중이 가장 높고, 타 커튼월 건축물 및 중·저층 주거건물에 비하여 비교적 높은 창면적비를 나타내고 있었다.

2) 주거건물의 커튼월 도입에 따른 건축환경적 측면의 문제점으로는 전열에 의한 열손실, 각종 결로 문제에 따른 구조적, 열쾌적 문제와 콜드드래프트의

발생, 과다한 일사의 유입 등이 지적되었다.

3) 초고층 주거건물의 커튼월 시스템 도입에 따른 건축환경 문제들의 발생원인과 대책 방안에 대한 내용을 정리하면 <표 4>와 같다

쾌적환경에 대한 거주자들의 요구는 시간의 경과에 따라 더욱 증가할 것으로 예상되며, 향후 초고층 주거건물을 계획·설계시에는 보다 쾌적한 주거환경을 조성하기 위하여 이러한 사항들에 대한 고려가 더욱 요구될 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. 과학기술처(1992), 신주택 기술개발, 공동주택의 초고층화를 위한 계획 및 설계기법 개발.
2. 박명석(1996), 사무소건물용 커튼월 알루미늄틀에서의 열 전달 특성, 대한건축학회 학술발표대회논문집.
3. 서동훈 외(2002), 경량 석재커튼월 개발을 위한 기초물성의 실험적 연구, 대한건축학회 학술발표대회논문집.
4. 송승영(1998), 공동주택 외피 접합부 열교부위의 최적 단열상세 결정 방법에 관한 연구, 서울대학교 박사학위논문.
5. 한국과학재단(2004), 경중량 커튼월 외벽의 단열 패스닝 유닛 개발.

(接受: 2004. 8. 20)