

# ALC 패널을 활용한 건축물 외장 커튼월에 대한 Mock-up Test 성능 평가 연구

Performance Evaluations of Mock-up Tests for ALC Panel Curtain Wall in Building  
Exterior

김 영 호 | Kim, Young-Ho

정회원, (주)지승컨설팅 전무이사, 공학박사

이 용 수 | Lee, Yong-Soo

정회원, 원광대학교 교수, 공학박사 (교신저자)

---

## Abstracts

The green building is one of biggest factors to go the goal of energy saving and environmental conservation, reduction of energy consumption, friendly energy technology, recycling of resource, and environmental pollution reduction technology. The purpose of these green buildings realized by the energy-saving technology such as the exterior materials or curtain wall system. The curtain wall system is a element that come to insulated portions of building envelope that results in heat loss. The purpose of this paper is to carried out mock-up tests for exterior wall used in autoclaved lightweight concrete panels in green building practices. Mock-up test execute a mixed process between standard test procedure and complex test procedure based on AAMA 501(American Society for Testing and Materials) and ASTM 283, ASTM 330(American Society for Testing and Materials).

In results, tests meet the requirements that grant values in steps of procedures provided on ASTM and AAMA. ALC panel is suitable for a exterior wall product to be gratified thermal cycling performance and structural capacity, deflection(H/200) and lateral displacement(H/50), for curtain walls.

---

## Keywords

curtain wall, mock-up test, ALC panel, exterior performance

## 키워드

커튼월, 실물모형시험, 경량기포콘크리트 패널, 외장 성능

---

\* 본 연구는 2011학년도 원광대학교 교내 연구비에 의해 연구되었음.

## 1. 서론

### 1.1 연구 배경 및 목적

건축물에 사용되는 자재의 원료부터 자재의 생산, 시공, 건물의 운용과 철거 및 폐기물의 처리에 이르는 건축물의 라이프사이클 과정에서 건축물이 환경에 미치는 영향과 소비하는 에너지는 막대하다. 다양한 시설물에서도 건축물 부문이 세계 에너지 소비량의 30~40%(IEA/국제에너지기구, 2005)을 차지하는 것을 고려할 때 환경보전과 에너지 소비 저감을 위한 건축자재의 개발은 전 세계가 시급히 해결해야 할 과제이다. 우리나라는 인구 및 경제의 대도시를 중심으로 집중화되어 있으며 특히 높은 토지가로 인하여 건설되는 건축물은 고층화 및 대형화가 가속화되고 있는 실정이다. 이에 대도시와 고층 건물에서 에너지 소비문제와 환경영향에 대한 에너지 절감을 위한 노력이 이루어지고 있다. 특히 고층건물의 외피를 이루는 커튼월 소재를 위한 ‘지속가능한 건축자재(Sustainable Building Material)’의 연구개발이 시급하나 현재 국내는 해외에 비해 많이 미진한 상태이다.

본 연구에서는 건축물이나 공동주택 등에서 손쉽게 간편하게 외장 마감재를 시공할 수 있도록 단열 성능과 화재의 위험이 없는 콘크리트계 재료를 사용한 외장재 경량기포콘크리트(Auto-claved Light weight Concrete) 패널을 활용한 건축물의 커튼월 공법을 중심으로, 실 현장에 적용성과 가능성을 확인하고자 수행된 연구의 일부이다.

그러나 ALC 패널을 건축물의 외장재로 커튼월시스템에 적용하기 위해서는 다양한 건축물이나 거주환경을 고려한 항목에 대한 검토가 요구되는데, 건축 설계적 관점이나 현장의 시공적 관점, 그리고 엔지니어링 구조적 관점 등이 만족되어야만 한다.

따라서 본 연구는 ALC 패널을 건축물의 외장재로 적용하기 위해 필수적인 확인 방법으로 한국산업규격에서 정하는 기밀성 시험(KS F2292), 수밀성 시험(KS F2293), 구조성능 시험(KS F2294), 내풍압 시험(KS F2295) 등을 고려하여 최종적으로는 미국 ASTM과 AAMA에 정하는 외장재 성능평가 방법으로 실물 크기에 대한 Mock-up Test를 실시하고자 한다.

### 1.2 연구 내용

연구 대상은 건축물의 커튼월공법에 사용되는 외장

재 ALC 패널은 경량기포콘크리트를 재료를 사용하여 폭 300 ~ 600mm, 높이 3,000 ~ 4,500mm 치수로, 패널 내부에 풍하중 및 외력에 대해 충분한 강도와 강성을 갖도록 철선 6mm 또는 8mm 를 단면 내에 복배근하여 보강 제작하여 사용한다. 이들 ALC 패널을 건축물의 외장재로 설치하기 위해서는 설치철물인 패스닝 유닛으로 메인앵글, L-클립, 받침브라켓 등을 사용하여 설치하는 구법이다.

따라서 연구의 내용은 ALC 패널을 활용하여 2층 규모(높이 8000mm) 실 건축물과 동일하게 시공한 다음, 개구부가 없는 중벽구법에 대해 실물모형시험을 ASTM과 AAMA 규준을 혼용하여 실시한다.

## 2. 외장 커튼월 공법

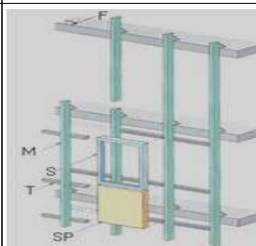
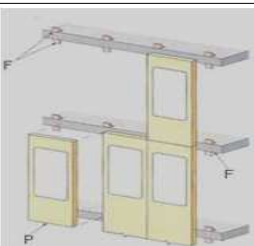
### 2.1 구조 방식에 따른 분류

외장 커튼월의 구조 방식은 풍하중이나 외적 자중에 대해 지지하는 방법으로 외력에 직접 저항하는 패널방식과 다른 구조용 부재를 활용한 대표적인 멀리온방식으로 구분된다.

멀리온 방식은 수직재(mullion)와 수평재(transom)를 격자형태로 구성하여 수직재를 구조체(슬래브, 보) 등에 연속보 형식으로 설치하는 시스템이다. 전 하중이 전달되는 수직재의 처짐량을 고려한 설계가 필수적이며, 필요에 따른 보강방법은 부재의 전체 사이즈 증가, 부재의 두께 증가, 보강재 사용, 앵커, 슬리브 위치 변경, 킥커(kicker) 설치가 있다.

패널 방식은 벽 유닛을 하나의 판재로 공장 제작하여 현장에서는 설치만 하고 마감되는 시스템이다. 유닛 자체의 구조 성능을 고려한 설계 및 제작이 필수적이며, 패널, 유리 등 마감 재료의 선정이 가능하다.

표 1. 구조 방식에 따른 분류

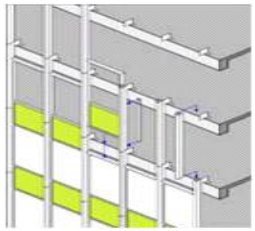
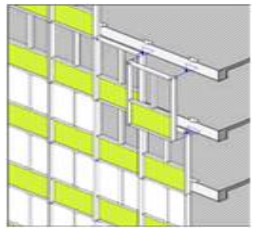
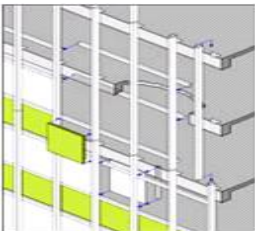
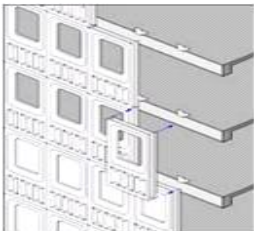
구분	멀리온 방식	패널 방식
형태		

## 2.2 설치 방식에 따른 분류

설치 방식에 따른 분류에는 스틱시스템, 유닛시스템, 패널시스템, 세미 유닛시스템 및 멀리온 유닛시스템 등이 있다.

스틱시스템(stick system wall)은 현장에서 수직재인 멀리온을 구조체에 고정 설치하고, 수평재(transom)를 설치 한 후, 패널이나 유리 시공을 실시한 방식이다. 유닛시스템(unit system wall)은 공장에서 외장패널로 구성되는 단위 유닛에 수직재(mullion)와 수평재(transom)를 부착하여 공장조립하고, 패널과 유리를 취부하여 완성품을 제작한 후, 건축 현장에 반입하여 이를 설치 시공한다. 패널시스템(panel system wall)은 외장재로 사용한 부재를 패널형식으로 공장 제작하는 것으로 패널에 마감재나 유리를 취부하여 제품을 완성한 후, 건축 현장에 반입하여 설치 시공한다. 기타 공법으로 반유닛시스템(semi-unit system wall), 수직재인 멀리온과 유닛방식의 혼용한 시스템(mullion and unit system wall) 등이 있다.

표 2. 설치 방식에 따른 분류

구분	Stick System	Unit System
형태		
구분	Mullion & Unit System	Panel System
형태		

외장재의 구조방식에 따른 검토 결과, 수직재(Mullion Type) 중심의 커튼월 공법은 풍하중이 수직재로 모두 전달되므로 부재의 작용하중에 따른 소요 단면으로 부재의 규격이 증가될 수 있다. 그러나 패널 방식(PANEL Type)의 커튼월공법은 풍하중에 대해

직접 패널이 저항하고, 패널에 작용하는 하중을 패스닝 유닛의 단면 사이즈를 결정한 후 구조체에 외력을 전달시키는 개념이다. 이에 패널방식은 외력 하중을 직접 분담 저항하므로 수직재 방식 보다는 상대적으로 유리 할 것으로 판단되어 경량기포콘크리트를 외장재 설치방법은 패널방식이 합리적이라 판단된다.

또한 기타 설치방식에 따른 검토 결과 현장비중이 큰 스틱(stick)이나 반유닛방식(semi-unit)은 공사기간이 길어지고 현장에서 품질관리가 어려워 고층건물에 적합하지 않고, 멀리온과 유닛의 혼용방식(Mullion and UNIT)은 외장재 이외 보조철물이나 부자재의 과잉설계의 문제점을 안고 있다.

## 2.3 ALC 패널의 커튼월 공법 적용

본 연구의 주재료인 경량기포콘크리트 패널을 사용한 외장재 설치방법은 구조체에 매입철물을 사용하여 설치하는 것으로 그림 1과 같다. 구법은 ALC패널과 구조체를 연결하는 패스닝 유닛철물로 결합하는 패널방식을 적용함으로써 현장 외장재 설치 공기가 단축되고, 패널은 공장 제품으로 생산성이나 품질이 우수하므로 ALC패널 커튼월공법이 품질 관리가 가장 좋아 중고층 건축물에 가장 적합한 것으로 판단된다.

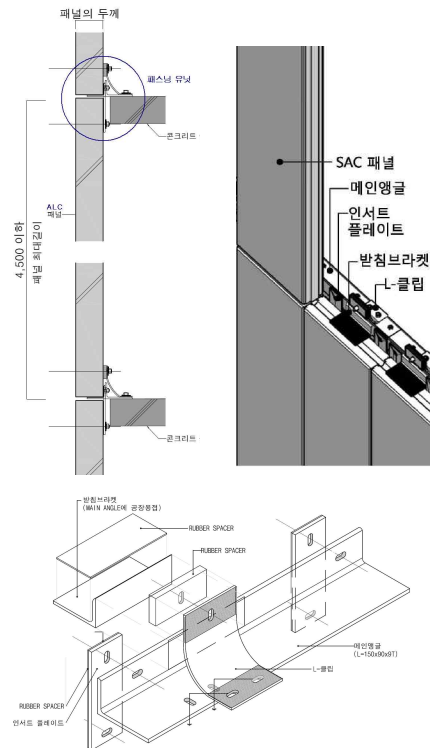


그림 1. ALC 패널 외장 커튼월 시스템 이에 본 연구에 목적에서 제시한 바와 같이 중고층

건축물에 부합하는 외벽을 선정함에 있어 구조성능, 생산품질, 현장공기, 수밀성능, 단열성능을 고려할 사항이며, 보다 다양한 커튼월 공법에 대한 실물모형실험을 통한 ALC 패널 외장커튼월 공법의 평가를 실시한다.

### 3. Mock-up Test 성능평가

#### 3.1 평가 방법

ALC 패널의 외장 커튼월공법의 성능 평가 결정은 미국의 AAMA 501 (American Society for Testing and Materials)와 ASTM 283, 330 (American Society for Testing and Materials) 의 Standard 와 Complex Test Procedure 방법을 분석하여 결정하였으며, 본 연구의 ALC 패널 커튼월 공법의 적합한 Mock-up Test 평가 순서는 그림 2 와 같은 순서로 진행하고자 한다. 또한 ASTM 및 AAMA에 포함되어 있지 않으나, 국내의 외장재 성능에서 중요시 되고 있는 결로 시험을 추가로 포함하여 시험을 실시하고자 하며, 층간변위 시험의 경우 국내 경량기포콘크리트에 대한 명확한 지침이 없으나, 일본 ALC패널구조설계지침·동해설(2004)에 따라 변형추중성능의 층간변형각 1/100에 대해 패널의 건전성 확보를 제시하고 있다.

따라서 본 연구는 일본 ALC지침에 따라 패널의 추중성능시험을 평가하고자 L/50~L/100 까지 정하고 있어 이에 대한 시험을 실시하였다.

표 3은 각 시험 항목별 ALC 외장재의 요구 성능을 정리한 것이다.



그림 2. ALC 외장 패널의 단계별 Mock-up Test 프로세스

표 3. 외장재의 국내외 표준시험 방법

시험항목	시험기준	요구 목표 성능
열순환 시험	AAMA 501.5	열에 의한 파괴가 없을 것, 열순환 시험 뒤 기밀, 수밀 성능이 허용치를 만족할 것 Hot cycle : +82 °C / Cold cycle : -18 °C / 3 Cycle
결로 시험	AAMA 501.5	다음의 시험 조건에서 결로 발생이 없을 것 내부온도 : 24 °C / 내부습도 : 40% ~60% / 외부온도 : -18 °C
Pre-Load Test	ASTM E 330	시험체 및 Chamber의 양생 상태를 점검하는 시험. 설계풍하중의 50% 압력을 가압하여 이상 유무를 점검
기밀성능시험	ASTM E 283	시험압력 : 300 Pa 허용누기량 : 0.06 cfm (cubic feet per minute) (0.0183 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ·min) 이내의 누기량이 발생할 것
정압수밀성능 시험	ASTM E 331	시험압력 : 731 Pa 살수량 : 3.4 L/m <sup>2</sup> ·min (시간당 203 mm) ; 시간 : 15분 의 조건에서 누수가 발생하지 않을 것.
동압수밀성능 시험	AAMA 501.1	시험풍속 : 34 m/s 살수량 : 3.4 L/m <sup>2</sup> ·min (시간당 203 mm) ; 시간 : 15분 의 조건에서 누수가 발생하지 않을 것.
구조성능시험	ASTM E 330	KBC 2009 건물 최대설계풍압 가압. 최대풍압 시 ALC패널 중앙부 최대 처짐량이 L/200 이내 일 것
AAMA 501.4		건물의 내진설계에 따른 변위량을 적용하여 3 Cycle 반복할 것. 시험체의 파손이 없을 것. 층간변위 시험 뒤 기밀, 수밀 성능을 만족할 것
층간변위시험		
잔류변위시험	ASTM E 330	구조성능시험 압력의 1.5배에 해당하는 압력을 가압할 것. 압력을 제거한 후 잔류변위량이 0.2%이내이며, 기타 부속물의 파손이 없을 것

### 3.2 ALC 패널의 성능 평가 결과

#### (1) 성능평가를 위한 시험 단계 설정

ALC 패널 시스템이 적용된 공법의 성능평가 위해 5단계로 세분화하여 시험을 실시하였다(그림 2 참조). 1단계로, ALC 패널의 외장재로서의 기본성능인 기밀성, 수밀성을 갖추었는지에 대한 평가로 진행되었으며, 2단계는 패널과 패널이 만나는 조인트 부분에 대한 기밀성, 수밀성 평가를 진행하였다. 3단계는 실물 외장 커튼월을 Mock-up 설치하여 실물시험을 진행하였다. ALC 패널 두께는 150mm, 200mm, 길이 8000mm 으로 층 높이 4000mm 에 대한 2층 규모로 종벽 구조의 패널 배치하여 Mock-up Test 을 진행하였다.

#### (2) 기밀성 및 수밀성 시험 결과

수밀성 및 기밀성에 관한 평가시험을 실시하였다. 시험 결과 모든 시험에서 누수가 발생하지 않았으며, ALC 패널 자체는 외장재로서 요구되는 기본 성능을 충족하는 것으로 나타났다. AAMA 추천 최대압력인 731 Pa 기준에 대해 외부측에서 시간당 203 mm의 강우량에 해당되는 물을 살수하여 15 분간 지속하였으나 누수 현상이 발생되지 않았다.

표 4. 기밀 성능 시험 결과

측정된 공기 누기량(cfm)		
시료 (ALC 패널)	실제 누기량 ( $Q_g$ ) 단위 : cfm	허용치 단위 : cfm
150 mm (도료)	0.07	0.23
150 mm (미도료)	0.05	0.23
200 mm (도료)	0.12	0.23
200 mm (미도료)	0.06	0.23
200 mm (건조)	0.06	0.23
200 mm (침수)	0.01	0.23

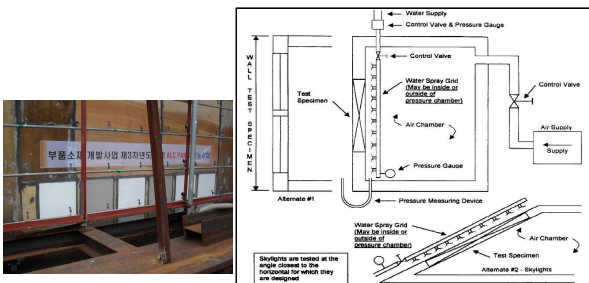


그림 3. 수밀 성능 시험 전경 및 방법

#### (3) 조인트 성능 시험 결과

ALC 패널 간의 존재하는 조인트(joint)에 관한 성능 평가 시험으로, 시험 결과 클로징조인트공법의 경우 누수가 발생하지 않아 ALC 패널의 외부 조인트로 적합하다고 결정하였다.



그림 4. 패널 간의 조인트 시험 전경 및 실러트

#### (4) Mock-up Test 실물 시험 결과

외장 패널 설치방법에 따른 실물 Mock-up Test 의 시료에 대한 구성은 표 5와 같고, 그림 5 ~ 그림 8 은 시료 설치 전경이며, 그림 9는 종벽 배치도를 보여 준다.

표 5. 실물 ALC 패널의 치수와 배근도

패널 설치	패널 두께	패널 폭	전체 높이	면적
종벽 배치	200 mm	3600 mm	7630 mm	27.47 m <sup>2</sup>
중벽 배치	150 mm	5400 mm	8000 mm	43.2 m <sup>2</sup>

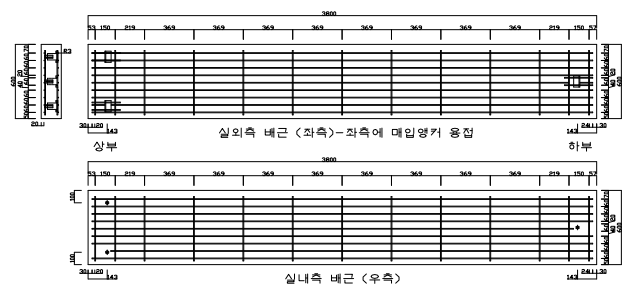


그림 5. ALC 패널 반입



그림 6. 패스닝 유닛 설치





그림 7. ALC 패널 설치

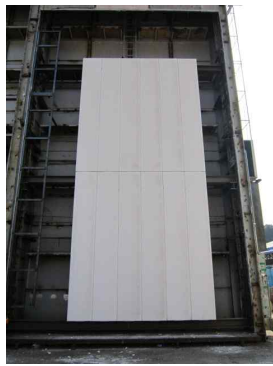


그림 8. 설치 완료

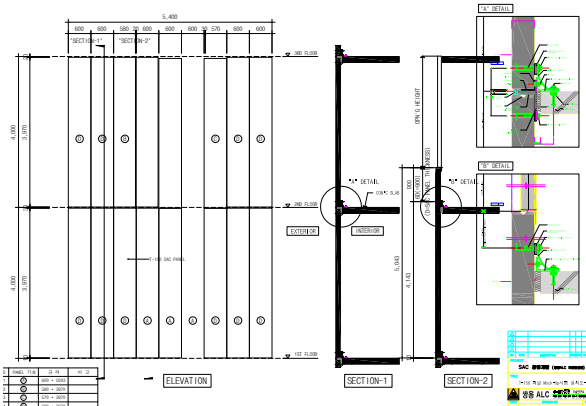


그림 9. ALC 패널(두께 150mm)의 종벽 배치도

1) 열순환 시험 결과

열순환 시험의 표면온도 측정 결과는 그림 10 과 같으며, 그림 10 (c) 일반적인 유리 커튼월의 열순환 시험 측정결과와 상이한 분포를 나타낸다. 이는 ALC 패널 자체의 단열능력이 우수하여, Hot & Cold 조건에서 일정한 온도를 유지함을 보여주는 내단열 성능을 확인해 주는 결과이다.

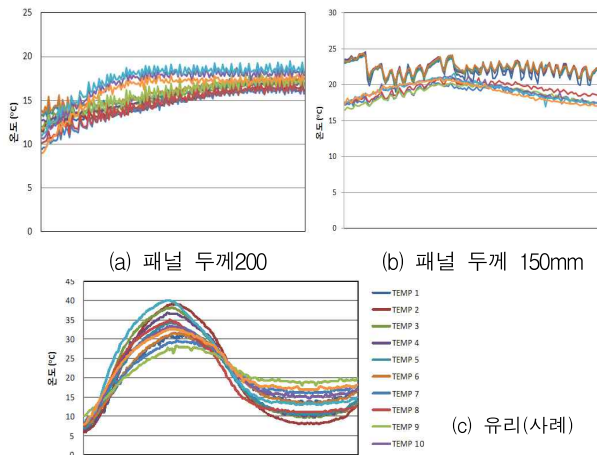


그림 10. 패널 두께200, 150mm의 시간별 열순환 표면온도 분포

2) 결로 시험 결과

결로 시험은 외장재가 겨울철에 발생할 수 있는 결로 현상에 대한 예측 및 발생 분포를 살펴보는 시험으로써, 표 6 과 같은 온습도 조건으로 시험을 진행하였다.

표 6. 결로 시험 온도 조건

단계	외부온도	내부온도	내부습도	이슬점
Step 1	-18℃±3℃	22℃±3℃	40%±5%	7.77℃
Step 2	-18℃±3℃	22℃±3℃	50%±5%	11.09℃
Step 3	-18℃±3℃	22℃±3℃	60%±5%	13.87℃

ALC 패널의 표면온도 측정위치는 열순환 시험시 온도 측정 위치와 동일하며, 시험 결과, 측정위치 모두에서 이슬점이하의 온도 분포는 나타나지 않았으며, 모든 단계에서 외장재가 겨울철에 발생할 수 있는 결로현상이 발생되지 않았다. 이는 경량기포콘크리트 패널이 갖는 기공 효과로 판단된다.

3) Pre-Load Test (ASTM E 330)

Mock-up Test의 본 시험을 진행하기 앞서서 시험체 및 Chamber의 양생 상태를 점검하는 시험으로써 설계 풍하중의 50% 압력을 가압하여 외장재의 상태 이상 유무를 점검하는 시험이다. 200mm 패널의 경우 1315pa, 150mm 패널의 경우 735pa 에 대해 특이한 점이 나타나지 않았다.

4) 1차 기밀 성능 시험 (ASTM E 283)

본 시험 단계는 일반 건물의 시험 압력 +75 Pa 와, 초고층빌딩이나 고도의 온습도 조절이 필요한 건물의 시험 압력 300 Pa 두 경우로 진행하였다.

시험 결과, 75 Pa에서는 허용치의 약 8~11% 수준의 누기량이 발생하였으며, 300 Pa의 경우는 18~19% 수준에서 만족하는 것으로 나타났다. 따라서 열적 스트레스를 받은 다음의 ALC 패널의 기밀성능은 허용치를 만족하는 것으로 판단된다.

표 7. 1차 기밀성능 시험결과

구분 ALC 패널 시험 압력	측정결과 (단위 : cfm)		허용치 (단위 : cfm)	결 과
	75 Pa	300 Pa		
200mm	1.95	3.18	17.74	허용치 만족
150mm	2.65	5.54	27.90	허용치 만족

5) 1차 정압하에서 수밀 성능 시험 (ASTM E 331)

수밀 성능 시험은 시험 압력 +731 Pa에서 분당 3.4 L/m<sup>2</sup>·min (203 mm/hr)을 살수한 결과, 누수 이상이 나타나지 않았다.

6) 동압하에서 수밀 성능 시험 (AAMA 501.1)

정압 수밀시험과 동일한 압력 조건 (+731 Pa) 에서 일정 풍속 34 m/s 으로 가압하여 누수를 점검하는 시험이다. 일반적으로 17 m/s 이상의 바람을 태풍이라고 구분되지만 시험 풍속 조건에서 시험 결과는 누수가 발생되지 않았다.

7) 구조 성능 시험 / ASTM E 330

건축물 높이 100m, ALC 패널의 두께가 200mm, 150mm 시료에 대해 기본풍속(노풍도 B)은 40m/s, 35m/s 에서 발생하는 정압과 부압에 대해 평가를 실시한다.

표 8. 구조성능 시험의 풍하중 조건

기준				정압	부압
ALC두께	기본풍속	층높이 (mm)	허용처짐 (H/200)	Pa	Pa
200	40m/s	3800	19mm	1825	2460
150	35m/s	4000	20mm	2014	2634

정압과 부압을 커튼월에 100% 작용할 때 패널의 처짐을 측정하였으며, 중앙부에 ALC패널 200mm 의 경우 최대 6.37mm(정압), 10.35mm(부압)가 발생하였으며, 150mm 패널의 경우 최대 중앙부 처짐은 9.18mm(정압), 15mm(부압) 발생하였다. 패널의 처짐 값은 ALC 설계기준에서 제시하는 허용 처짐 H/200 을 만족하고 있어 충분한 풍하중에 대한 안전성을 확보하는 것으로 나타났다.

8) 2차 정압하에서 수밀 성능 시험 (ASTM E 331)

2차로 진행되는 정압 하에서 수밀성능 시험은 구조 성능 시험 후 외장재에 발생할 수 있는 풍압으로 인한 수밀성능의 변화가 발생되었는지 점검하는 시험이다. 시험 결과는 누수 발생되지 않아 건전성을 확인할 수 있었다.

9) 1차 층간변위시험 (AAMA 501.4)

본 시험은 건물이 지표면으로부터 수직하게 건설되

어 있으므로 횡 하중에 의한 발생하는 수평변위에 대해 항할 수 있는지를 판단하는 시험이다. 주 대상 하중은 지진이나 바람 하중에 대한 저항시험이다.

시험 방법은 2개 층으로 설치된 외장 커튼월 시료의 중앙층 수평부재를 좌우로 3회 반복하여 시험체의 이상 유무를 점검한다. 시험 변위는 ALC 패널 200mm 두께는 ± 19 mm (총 이동량 38 mm), 150mm 두께는 ± 20 mm (총 이동량 40 mm)으로 실시한 결과 경량기포콘크리트 패널의 시료의 손상이나 파손이 발생하지 않았다.



그림 11. 층간 변위용 가력장비 및 변위량 표시

10) 2차 기밀 성능 시험 (ASTM E 283)

본 시험은 층간변위 시험 후, 외장재의 기밀성능 변화 여부를 확인하고 실시하는 시험이다. 조건은 1차 기밀성능 시험과 동일하다. 시험 결과, 75 Pa에서는 허용치의 약 8~11% 수준의 누기량이 발생하였으며, 300 Pa의 경우는 18~19% 수준에서 만족하는 것으로 나타났으며, 누기량의 변화가 거의 발생하지 않았다. 따라서 층간변위시험 다음의 ALC 패널의 기능성능은 허용치를 만족하는 것으로 판단된다.

그리고 3차 정압하에서 진행되는 수밀성능 시험과 반복되는 잔류변위 시험(ASTM E330)에 대해서도 이상이 나타나지 않았다.

11) 2차 층간변위시험 (AAMA 501.4)

본 최종 시험은 전 단계에 실시된 1차 층간변위 시험에 가한 수평변위를 2배 (H/100 ; 38mm, 40mm), 4 배(H/50 ; 76mm, 80mm) 로 증가시키면서 진행되는 횡 하중에 대한 ALC 외장재의 건전성과 구조안전성 평가하는 시험이다. 최종 발생 변위에서 ALC 패널을 사용한 건축물 100m에 대한 층간변위는 충분히 패스닝유닛의 제기능으로 변위를 흡수하여 패널의 파손이나 손상이 나타나지 않는 것으로 확인되었다. 다만 슬래브의 거치면 접합부에서 부재 파손이 나타났다.

표 9. 2차 층간변위 시험 결과

구분	측정 육안		결과
	변위 H/100	변위 H/50	
ALC패널	손상 없음	ALC패널 하부측 바닥 접합부 파손	허용치 만족
200mm	손상 없음	ALC패널 하부측 바닥 접합부 파손	허용치 만족
150mm	손상 없음	이상없음	허용치 만족

#### 4. 결론

본 연구는 ALC 패널을 건축물의 외장재로 적용하기 위해 필수적인 확인 방법으로 한국산업규격에 근간이 되는 미국 ASTM과 AAMA에 정하는 외장재 성능평가 방법을 적용하여 실물 2층 규모(높이 8000mm)에 대한 Mock-up Test를 실시하고 다음과 같은 결론을 얻었다.

경량기포콘크리트 패널의 표면온도를 측정 한 결과, 열순환 시험, 결로시험에서 안정된 온도변화와 겨울철에 발생할 수 있는 결로현상이 발생되지 않았다. 이는 ALC 패널의 기공에 의한 내단열 효과로 판단된다.

건축물 높이 100m, ALC패널 두께 200mm는 기본풍속 40m/s, 150mm 두께는 기본풍속 35m/s 평가 조건으로, 패널에 작용하는 정압과 부압 시험에서 발생 처짐은 설계기준의 허용 처짐 H/200을 만족하고 있어 100m 건축물의 적용 시 구조안전성을 확인되었다.

층간변위 시험결과, ALC패널 외장시스템은 일본 ALC구조설계지침·동해설(2004)에 따라 변형추종성능의 층간 변형각 1/100에 대해 구조 안전성 확보하였으며, 1/50에 대해서도 만족하는 결과를 얻었다.

ALC 패널을 활용한 외장커튼월의 Mock-up Test 결과, 미국의 건축물 제조자 협회의 외장재 성능 기준인 ASTM과 AAMA의 요구조건을 모두 충족하는 결과를 얻었다.

향후 ALC 패널 공법의 활용도를 높이기 위해서는 각종 홍보용 기술자료, 표준설계도서나 공사시방서 등과 같은 설계자나 엔지니어가 본 공법적용을 위한 기술적 자료 제공이 필연적이라 생각하며, 보다 기술의 발전을 위해 실제 건축설계나 현장 테스트베드 시공 경험을 통해 지속적으로 보완, 개선시켜야 할 것이라 판단된다.

#### 참고문헌

1. 한국산업규격, KS F 2292 기밀성시험
2. 한국산업규격, KS F 2293 수밀성시험
3. 한국산업규격, KS F 2294 구조성능시험
4. 한국산업규격, KS F 2295 내풍압 시험
5. 한국산업규격, KS F 4914 경량 기포 콘크리트 패널
6. 국토교통부(구, 건설교통부), 고시 제1997-377호 경량기포콘크리트패널 구조설계기준, 1997
7. (주)에스와이씨, 복합기능형 ALC 패널 시스템용 부품소재 개발(년차연구보고서), 2012.3.30
8. (주)에스와이씨, 복합기능형 ALC 패널 시스템용 부품소재 개발(최종연구보고서), 2013.3.30
9. AAMA 501, Method of Tests for Exterior Walls, 2005
10. ASTM E283, Standard Test Method for Determining Rate of Air Leakage Through Exterior Windows, Curtain Walls, and Doors Under Specified Pressure Differences Across the Specimen, 1999
11. ASTM E330, Standard Test Method for Structural Performance of Exterior Windows, Doors, Skylights and Curtain Walls by Uniform Static Air Pressure Difference, 2002
12. ASTM E331, Standard Test Method for Water Penetration of Exterior Windows, Skylights, Doors, and Curtain Walls by Uniform Static Air Pressure Difference, 2000
13. ALC협회(일본), ALC패널구조설계지침·동해설, 2004

논문접수일 (2013. 11. 08)

심사완료일 (2013. 11. 20)

게재확정일 (2013. 11. 25)