

Aluminum Curtain Wall Mock-Up Test



Curtain Wall의 Test 방법으로는 MOCK-UP TEST(실제모형시험)과 FIELD TEST(현장시험)으로 나뉘어 지고 일반적으로 고층빌딩의 경우 전반적인 성능을 확인하기 위하여 MOCK-UP TEST를 하고있다.

1 서론

1.1 MOCK-UP TEST 배경

외벽을 형성하는 Curtain Wall은 바람, 비 등 자연의 기후조건 및 주변 여건에 충분히 견딜 수 있도록 설계, 제작, 시공되어야 한다. Curtain Wall의 Test 방법으로는 MOCK-UP TEST(실제모형시험)과 FIELD TEST(현장시험)으로 나뉘어 지고 일반적으로 고층빌딩의 경우 전반적인 성능을 확인하기 위하여 MOCK-UP TEST를 하고있다. 그 시험항목에는 기밀성능시험·수밀성능시험·구조성능시험·잔류(영구)변위시험·충간변위시험·단열 및 결로시험·조립상태 등이 있고, 본물량 시공시 공사비와 비교하여 최적의 조건으로 현장에 반영될 수 있도록 수정하거나 보완하여야 할 사항을 미리 체크하여야 한다.

1.2 MOCK-UP TEST 목적

본물량을 설치하기 이전에 Typical 물량에 대해 실물시험을 통하여 Curtain Wall의 성능, 기능 및 내,외관상의 문제점을 사전에 검토함으로써 Test 결과를 Feed Back하여 Design은 물론 시공상의 문제점을 파악하고자 함에 있다.

1.3 MOCK-UP TEST 기대효과

- (1) 발주처(건축주) 신뢰감 확보
- (2) 설계시 기반영
- (3) 시행 착오 배제
- (4) 하자 사전 예방
- (5) 시공 품질 향상
- (6) COST DOWN

2 본론

2.1 공사 개요

- (1) 현 장 명 : 순화동 오피스텔 신축공사
- (2) 건축면적 : 1,289.74 M² (390.14평)
- (3) 연 면 적 : 34,706.93 M² (10,498.80평)
- (4) 구 조 : 철근 콘크리트조
- (5) 규 모 : 지하 5층 · 지상 23층
- (6) 외부마감 : THK 24 칼라 복층유리, 알미늄 슈트마감

- (7) 세 대 수 : 339세대 (18평 ~ 57 평 / 7-TYPE)

2.2 시험 개요

- (1) 시험 장소 : CNC Testing Laboratory 안성시험소
- (2) 시료 설치 : 2004.3.2 ~ 2004.3.10
- (3) 시료 부위 : 첨부 #1. 도면 참고
- (4) 시료 개요
 - 1) SIZE : 4800(W) X 7700(H) mm
 - 2) 유리 : THK 24MM Pair Glass
 - 3) 실런트 : DC 995 · DC 789 - 한국 다우코닝(주) 제품
 - 4) GASKET : Santoprene^①
- (5) 시험일
 - 1) 1차 TEST - 2004.3.12 : 기밀, 수밀, 구조, 잔류(영구)변위, 충간변위 시험
 - 2) 2차 TEST - 2004.3.15 : 단열, 결로 시험 및 조립상태
- (6) 참관인 : 감독, 감리, 쌍용 공사와, 윌플러스(컨설턴트 회사), 삼우EMC(시공협력사)

2.3 시험 적용 기준

- (1) ASTM (American Society for Testing & Materials, 미국 시험재료학회) 성능시험
- (2) AAMA (American Architectural Manufactures Association, 미국건축가협회) 성능시험

2.4 시험 결과

- 1) 기밀 성능 시험
 - (1) 정압 +7.65 kg/m²의 고정 압력으로 유지하며 시료에 대한 공기 누출량 측정
 - (2) 시험결과 : 시료전체 허용치 29.3 cfm > 4.0 cfm --- O.K
- 2) 수밀 성능 시험
 - (1) 정압 +32.0 kg/m²의 고정 압력을 유지하고, 3.4 L/min.m²(살수량)으로 15분간 살수
 - (2) 정압 +32.0 kg/m²의 역동적 압력을 유지(항공기 엔진 이용)하고, 3.4 L/min.m²(살수량)으로 15분간 살수하면서 측정
 - (3) 시험결과 : (1), (2) 시험 모두 누수없음. --- O.K
- 3) 구조 성능 시험

- (1) 설계풍압력(159.0 kg/m²)의 100%에 대하여 정압, 부압을 각각 50%(±79.5kg/m²), 100% (±159.0 kg/m²)의 압력을 각각 10초간 가한 후 변위량 측정
- (2) 변위기준치
 - ① 각부재(Mullion, Transom, Vertical Member, Horizontal Member, Panel 보강재 등) : 스펠길이의 1/175 또는 19mm 이하
 - ② 유 리 : 24mm 이하
 - ③ Panel : 스펠당 1/60 이하
- (3) 시험결과 : 모든 기준치 만족 --- O.K
 - ① Mullion : 7.23(정압)/7.32(부압) < 13.31 mm [(L=2330mm)/175]
 - ② Transom : 1.26(정압)/1.27(부압) < 7.66 mm [(L=1340mm)/175]
 - ③ Vertical Member : 5.24(정압)/5.37(부압) < 17.71 mm [(L=3100mm)/175]
 - ④ Horizontal Member : 0.00 < 3.66 mm (L=640mm/175))
 - ⑤ Panel 보강재 : 1.16(정압)/1.05(부압) < 3.66 mm [(L=640mm)/175]
 - ⑥ 유 리 : 9.15(정압)/8.83(부압) < 24.00 mm
 - ⑦ Panel : 4.71(정압)/7.87(부압) < 12.33 mm [(L=740mm)/60]

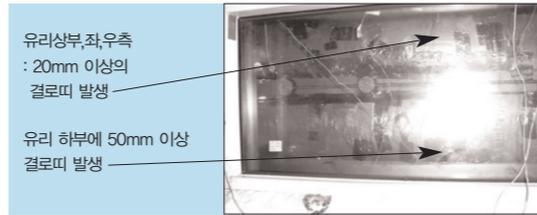
4) 잔류(영구) 변위 시험

- (1) 설계풍압력(159.0 kg/m²)의 150%에 대하여 정압, 부압 각각 75%(±119.25kg/m²), 150% (±238.50kg/m²)의 압력을 각각 10초간 가한 후 변위량 측정
- (2) 변위기준치 : 스펠길이의 2L/1000 이하
- (3) 시험결과 : 모든 기준치 만족 --- O.K
 - ① Mullion : 0.05(정 압)/0.09(부 압) < 4.66 mm [(2L=4660mm)/1000]
 - ② Transom : 0.04(정 압)/0.00(부 압) < 2.68 mm [(2L=2680mm)/1000]
 - ③ Vertical Member : 0.22(정압)/0.24(부압) < 6.20 mm [(2L=6200mm)/1000]
 - ④ Horizontal Member : 0.00 < 1.28 mm [(2L=1280mm)/1000]

① 천연고무에 황을 넣고 가열하여 신장성, 탄성, 내노화성이 우수하도록 만든 열가소성 Elastomer

5) 층간변위 시험

- (1) 지진 및 풍압 DATA를 기초로 한 변위량을 시료에 가하여 그 추종성과 복귀성을 시험.
- (2) 설계 기준치
 - ① 지진 빈도 때때로 발생 : H(층고)/400
 - ② 지진 빈도가 가끔 발생 : H(층고)/300
 - ③ 지진 빈도 거의 없음 : H(층고)/150
- (3) 시험결과 : 10초당 ±12mm 이동시 12.19 ~ 12.45mm 변위발생 → 0.5인치 이하 --- O.K



② 2단계 시험(실외온도 -10 °C / 실내온도 25 °C / 상대습도 50% 2시간 유지)



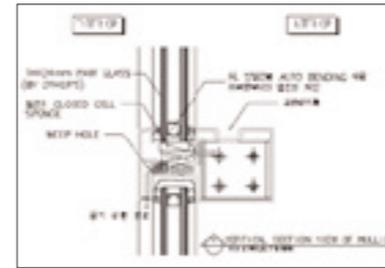
③ 3단계 시험(실외온도 -15 °C / 실내온도 25 °C / 상대습도 50% 2시간 유지)



④ 검토 의견 : 결로현상이 심하게 발생되었으나 커튼월 시스템상의 문제는 아니고, 다음의 몇 가지 사항을 보완하면 결로 현상을 현저히 줄일 수 있을 것으로 판단되지만, 전체 공사 금액이 다소 상승하는 부담이 있음.

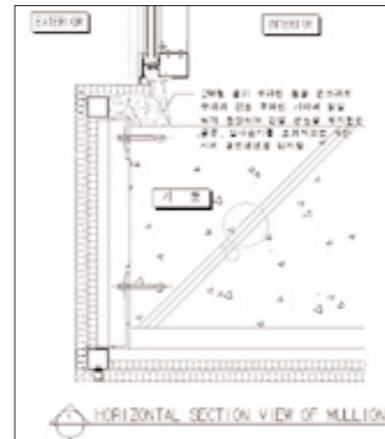
- 유리 및 유리 간봉의 재질 변경에 따른 열 관류율 수치를 낮추는 방법 : 로이유리에 단열간봉(AZON-폴리우레탄 수지)을 적용하는 것이 가장 이상적이나 단가가 비싼 것이 흠이며, 차선택으로 일반유리에 단열간봉, 또는 로이유리[®]에 일반간봉(알미늄 스페이서)을 사용하더라도 결로 방지에 효과 기대. (일반유리에 단열간봉 사용시 결로 방지에는 효과적이나 열관류율 값이 높아서 에너지 절약효과는 다소 떨어짐)
- 유리가 취부되는 수평재 하단부와 하단부와 수평재 사이를 완전 밀폐시켜 외부와의 공기를 완전 차단 : 셀란트 충전 또는 Closed Cell Sponge 설치
- 복층유리 사이에 아르곤 가스를 주입하여 열전도를 차단함 :

아르곤 가스의 외부로의 누출 방지 기법 국내 기술 미흡, 단가가 비쌘.

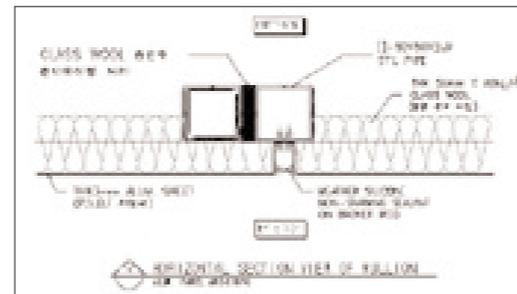


(5) 스틸 트러스 및 단열재 면에서의 결로

- ① 1단계 시험 (실외온도 -5 °C) : 결로가 발생되지 않음.
- ② 2단계 시험 (실외온도 -10 °C) : 스틸트러스 및 단열재 면에서 결로 발생.
- ③ 3단계 시험 (실외온도 -15 °C) : 일부 결빙현상 확인.
- ④ 검토 의견
 - 알미늄 단창 측면부에 콘크리트 구체가 있을 경우 : 콘크리트 구체와 알미늄 창호 후레임 사이를 2액형 폴리우레탄 폼으로 밀실하게 충전하여 실내 습기를 차단 알미늄 판넬 내부의 이슬점(Dew Point)을 낮춰 결로가 발생되지 않도록 함.



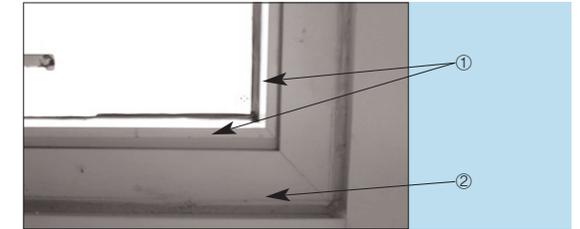
- 알미늄 단창 측면부 판넬 구간이 건식 마감일 경우 : 단열 결순이 되어 있는 ST L PIPE 의 수직, 수평부위는 GLASS WOOL로 충전후 은박테이핑 처리하여 단열결순을 보완.



7) 조립상태

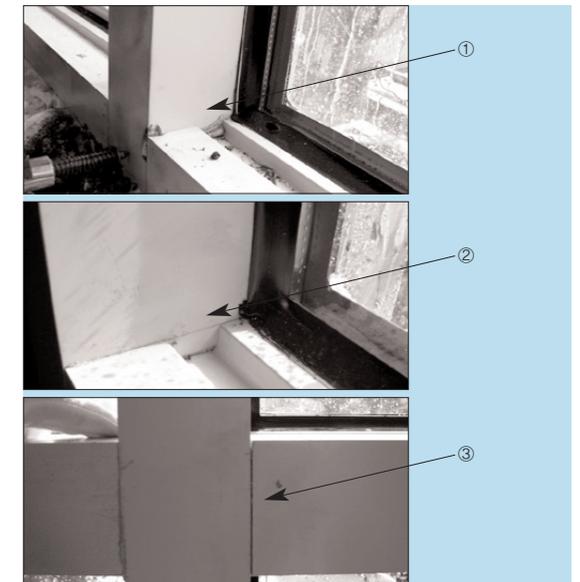
(1) 개폐창

- ① 개폐창 후레임과 VENT의 이격거리가 상,하,좌,우측이 각기 다르게 설치되어 미관상 좋지 않음
- ② 개폐창 후레임 실내측에 실시한 셀란트는 실내측에서 보이는 부분이므로 최대한 깔끔하게 시공되어야 함



(2) 수직 · 수평재 조립부위

- ① 조립 시 사용한 셀란트가 실내측으로 노출되어 미관을 해치고 있음
- ② 조립 전 수평재 위치를 마킹한 자국이 수직재 면에 남아 도장면 손상 및 미관해침
- ③ 수직 · 수평재 조립 부위 벌어져서 틈 발생 : 누수 발생 및 미관해침



(3) 알미늄 판넬 조인트 부위

- ① 알미늄 판넬 조인트가 25mm 이상 이격 : 15±2mm 유지토록 관리요망



① 천연고무에 황을 넣고 가열하여 신장성, 탄성, 내노화성이 우수하도록 만든 열가소성 Elastomer
 ② Low E 유리 : 단열성이 뛰어난 고기능성 유리의 일종으로, 단열필름이 되어 있어 겨울철에는 실내의 난방열을 반사하여 실내로 되돌려 보내고, 여름철에는 실외의 태양열 및 자외선을 차단하는 단열성이 우수한 유리

3 결론

이상에서와 같이 MOCK-UP TEST를 실시한 결과 Curtain Wall의 각각의 성능에 대해서는 대체적으로 만족할만한 결과를 얻은 것으로 사료되고, 당현장에서는 COST와 현장조건에 따라 최적의 품질을 얻기 위해서 설계에서부터 다음과 같이 기타 여러 조건과 함께 반영되어 현장시공이 이루어지고 있다.

1) 누수방지 대책

- (1) 수평재, 수평재 CAP, PROJECT 창 후레임 하단부 부분에서 WEEPING SLOT HOLE을 두어 코킹재 사이로 침투한 우수가 신속하게 외부로 재배출 될수 있도록 설계에 반영
- (2) WATER LEVEL 확보 : 당현장의 설계적용풍압 159 kg/m²의 20%인 31.8 kg/m²의 풍압에 해당되는 31.8mm 이상의 WATER LEVEL 확보가 필요하므로 최소 33mm이상 설계에 반영
- (3) 창의 개폐방향 변경 : 당초 PULL DOWN(안여닫이) 창에서 PROJECT(바깥여닫이) 창으로 변경
- (4) 공장에서 코킹 TOOLING 작업(손 마무리작업)을 철저히 하여야 하고, 현장에서는 유리가 취부되는 부분의 수직재, 수평재의 조립부위가 밀실하게 씰링작업 되었는지, 유리코킹은 제대로 되었는지 확인을 철저히 체크함.
- (5) 판넬 코킹부위는 시공 양생후 무작위로 SAMPLE 채취하여 코킹두께를 직접 체크함.

2) 결로 방지 대책

- (1) 알루미늄 단열간봉으로 AUTO BENDING SPACER를 사용하여 단열효과는 물론, 유리수명 연장
- (2) 알루미늄 수평바에 결로받이 홈을 설치하여 결로수를 일차적으로 내부로의 유입을 차단
- (3) 유리 취부 수평재 하단부 Closed Cell Sponge 등으로 완전 밀폐
- (4) 알루미늄 시트와 단창 접합부위의 열교현상 방지를 위하여 창호 후레임 상,하,좌,우에 2액형 폴리우레탄 폼을 밀실하게 충전

3) 기밀, 수밀성 유지 대책

- (1) 복층유리는 최소한 알루미늄 GLAZING POCKET 안쪽으로 12mm이상 삼입, 유리 충전깊이는 최소 7mm이상
- (2) 수평재 WEEPING HOLE 엇갈리게 설치하여 공기흐름 일차적으로 저지 · WATER LEVEL 확보

- (3) 2 POINT MULTI LOCKING 핸들 사용하여 개폐창 개폐시 후레임과 완전히 밀착하게 함.

4) 코킹재 오염 방지 대책

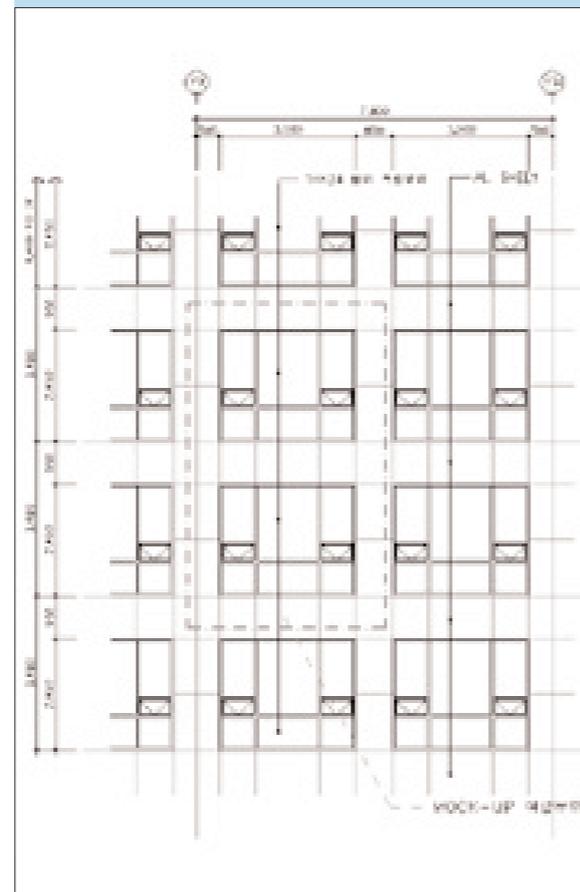
- (1) 비오염성 실리콘 실란트 사용 : 실리콘 내부에 오염 주범인 잔류오일이 발생하지 않음
- 한국 디우코닝(주) 제품 : 구조용 DC 995 / 비구조용 DC 977(비오염성) 사용
- (2) 추후 정기적인 외장 청소(1~2회/년 요망)를 하여 먼지 흡착에 의한 오염을 제거함

5) 구조적 보완 대책

- (1) AZON은 유리의 지속적인 장기하중을 받으므로 AZON의 파기로 인한 알루미늄 바 및 유리의 탈락이 우려되므로 유리 하단부 2개소에 GLASS SETTING CLIP을 받혀 하중을 지탱함.

첨 부 #1

● 시료 부위 도면



6) 알루미늄 바 표면처리 방법 및 스크래치 보호방법

- (1) 외부 알루미늄 바의 표면처리는 지정색 불소수지 도장이며, 표면처리 조건은 크롬산 피막처리(화성피막처리)를 원칙으로 함.
- (2) 도장후 1차 비닐보양 →가공후 2차 비닐 보양 →현장반입후 수평재 3차 보양
- (3) 설치 완료된 알루미늄 바의 스크래치는 TOUCH UP PAINT로 보완

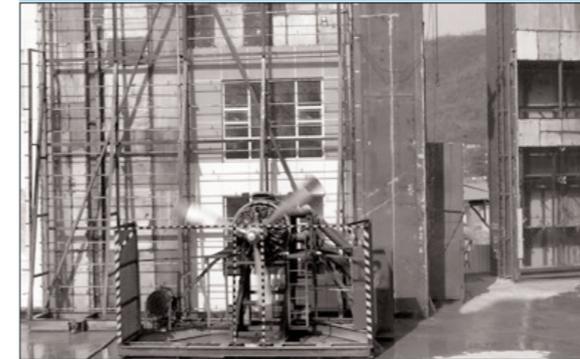
7) 공장검수

현장반입전 작업자의 Workmanship과 조립상태를 사전 점검하여 품질 향상시킴.

8) 컨설팅 업체의 현장 수시 체크

Shop Drawing에서부터 MOCK-UP TEST, 공장검수 현장 주기적 체크 등 설계 및 시공 전반에 걸쳐 검증을 받음.

● MOCK-UP TEST 기타 사진



MOCK-UP TEST 전경



층간 변위 시험



구조 성능 시험 (Glass)



구조 성능 시험 (Transducer)



결로 시험 (Project 창)



결로 시험 (AL BAR)