

커튼월의 이해

원인택/건축기술부 과장 조운성/건축기술부 시원

커튼월 공법은 철의 도입에 따른 새로운 구조 체계의 등장과 '자유로운 입면의 구현'이라는 근대건축의 이념을 바탕으로 1890년대에 북미, 시카고 등에서 시도되기 시작하였다. 그후 제 2차 세계대전을 거치면서 여러 사회적 요구에 부합되는 커튼월 공법상의 특징으로 인하여 급속도로 발전 보급되었다.

우리나라의 경우 회현동 무역센터에 최초로 적용된 이후 지속적인 기술보완과 시험과정을 거치면서 초기 미국과 일본 기술의 답습에서 벗어나 한국 실정에 맞도록 개선 발전되어 왔으며 오늘날에 건축물의 외벽을 구현하는 일반적이고 보편화된 공법으로 정착되어 가고 있다.

커튼월의 특징 및 분류

1. 커튼월의 특징

커튼월이 급속도로 발전 보급되어 오늘날과 같이 일반화될 수 있었던 것은 다음과 같은 공법상의 특징을 지니고 있기 때문이다.

1) 공기단축

외벽의 구성요소를 공장생산하여 현장조립하는 건식공법으로 공사가 진행되므로 공사초기에 자재생산에 착수할 경우 구조체가 완성되는 즉시 외벽조립작업에 착수할 수 있으므로 전체 공기를 단축할 수 있다.

2) 경량화

현장타설 콘크리트나 벽돌 등의 외장재에 비해 경량이므로 건물의 전체 무게를 줄이는데 주요한 역할을 하며 이는 건물의 기초나 구조에 소요되는 비용을 경감시킬 수 있을 뿐 아니라 고층건물의 구현에 필수적인 요건이 된다.

3) 가설공사의 간략화

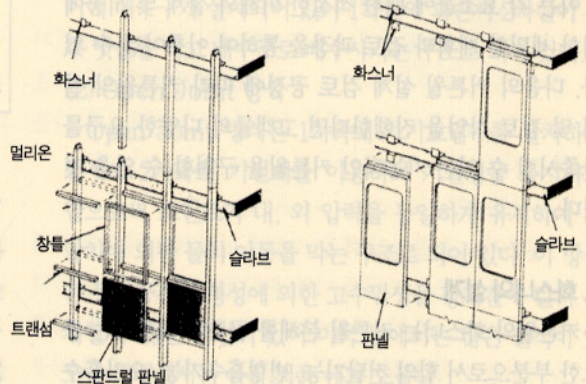
커튼월의 취부는 건물의 내부에서도 시공이 가능하므로 대형 발판 및 비계 등의 가설공사를 간략화할 수 있다.

4) 고성능

태풍, 지진, 직사광선, 외부소음 등 실내환경에 영향을 미치는 모든 외력의 흐름을 조절하고 차단하는 필터로서의 조정기능이 탁월하다.

2. 커튼월의 분류

커튼월은 그 취부 형식에 따라 커튼월형식과 윈도우월형식으로 분류될 수 있으며, 조립공법에 따라 유니트월방식과 스티월방식으로 나눌 수 있다. 또한 커튼월을 분류하는 가장 일반적인 방법은 구조형식에 따라 멀리온 방식과 판넬방식으로 나누는 것이다.



멀리온 방식

판넬방식

	멀리온 방식	판넬 방식
디자인 특징	수직선 강조, 요철이 없는 평면적 건물에 적용	변화가 많음
화스너	화스너 세팅작업과 작업 시간 단축 높은 강도의 앵커볼트 및 화스너 필요	구성재마다 화스너 체결
빗물 처리	물흡통 처리 등 기구 조립 상태의 확인이 어려움	물처리 홈통 등의 처리 및 설치 용이
인양 하역	하역이 용이함, 효율적인 인양	판넬의 크기는 인양방법에 따라 좌우됨
취부	특수한 취부기구가 필요치 않음	공장작업이 많으므로 현장 작업 감소

멀리온 방식과 판넬 방식 비교

1) 멀리온 방식(Mullion Type)

수직재인 멀리온을 슬라브에 취부하고 이에 각 부재를 조립해 나가는 방식이다.

2) 판넬 방식(Panel Type)

적당히 나누어진 외벽의 유니트를 성형하여 이를 층간 슬라브에 취부해 나가는 방식으로 유니트월 방식, 프레임 판넬 방식, 스펠드럴 판넬 방식, 규격판넬 방식 등으로 세분된다.

각 부재의 설계

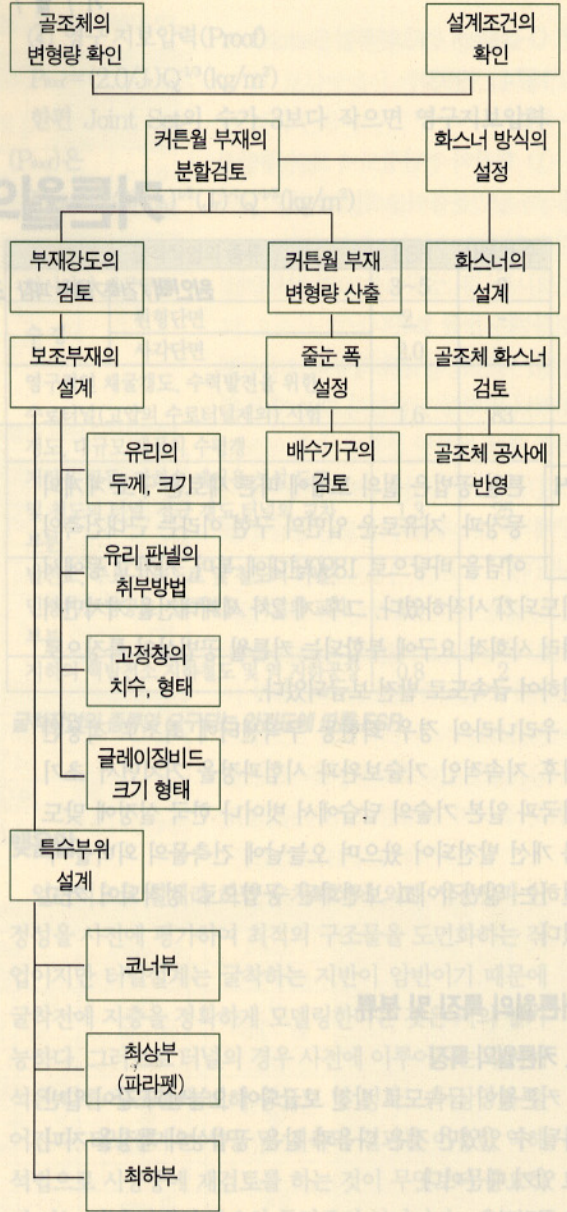
1. 커튼월의 설계, 검토 공정

건축물의 외벽은 수밀성, 기밀성, 열전도율, 음향성, 안전도 등의 물리적 요소에서부터 건물의 용도, 거주자의 만족감 등 심리적 요소에 이르기까지 많은 조건들을 충족시켜야 한다.

이는 각 요소들에 대한 적절한 이해와 설계 및 시공에 대한 세밀한 계획과 검토 과정을 통하여 이루어질 수 있다. 다음의 커튼월 설계 검토 공정에 따라 커튼월의 설계 및 검토 작업을 진행한다면 고객들의 다양한 요구를 만족시킬 수 있는 기능적인 커튼월을 구현할 수 있을 것이다.

2. 화스너의 설계

커튼월의 화스너는 커튼월 본체를 골조에 체결하는 중요한 부분으로서 힘의 전달기능, 변형흡수기능, 오차흡수기능을 하며 커튼월 본체와 골조를 연결하는 1차 화스너와 오차조정 역할을 하는 2차 화스너로 구성된다.



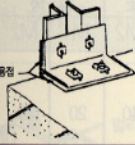
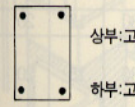
커튼월 설계 검토 공정

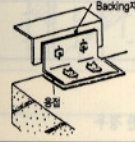
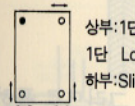
1) 판넬 방식 커튼월의 화스너

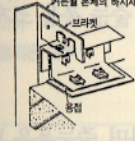
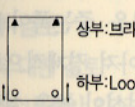
판넬형 커튼월의 화스너는 크게 고정방식, 슬라이드방식, 회전방식(핀지타입, 브라켓타입)으로 구분되며 그 특징들은 다음과 같다.

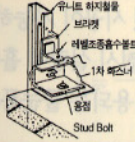
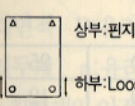
2) 멀리온 방식 커튼월의 화스너

멀리온방식의 화스너 구성방식은 다음의 그림과 같이 멀리온 상단을 화스너로 고정하여 하부방향으로 운동이

고정방식	개념도		-움집에 의해 골조체에 완전 고정 -화스너형식이 단순하고 시공관리가 용이하지만 판넬에 면내응력이 생기므로 판넬의 형상, 화스너의 고정도 등에 충분한 검토 필요
	화스너치지상태	 상부:고정단 하부:고정단	-RC조 등 면내 변형이 적은 건물에 사용 가능

슬라이드방식	개념도		-화스너에서 미끄럼이 일어날 수 있도록 볼트체결시 화스너 사이에 얇은 스텐레스 판이나 불소수지계 Backing재 삽입
	화스너치지상태	 상부:1단고정 1단 Loose 하부:Slide단	-횡방향으로의 열신축 흡수 용이 -기동, 보, Cover Panel 타입에 채용되지만 충전형 판넬에 채용되는 예는 많지 않음

회전방식 · 브라켓방식	개념도		-움집에 의해 화스너를 고정시키고 브라켓에서 열팽창, 수축, 충전변위 등을 흡수
	화스너치지상태	 상부:브라켓 하부:Loose단	-시공이 비교적 간단하고 볼트의 조임력 관리에 주의할 필요가 없음 -기동, 보, Cover Panel 타입에 많이 쓰임

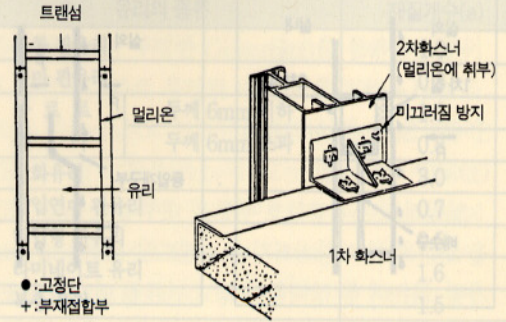
회전방식 · 핀지지 타입	개념도		-레벨조정, 자중지지에 볼트를 이용하고 충전변위시 회전지지축이 되면서 변위를 흡수
	화스너치지상태	 상부:핀지지 하부:Loose단	-판넬면 외에 무리한 응력을 발생시키지 않고 충전변위에 대해서 추진성이 좋음 -충간 일체 판넬에 적합하고 시공실적이 많음

판넬형 커튼월 화스너의 종류와 특징

일어나게 하고 트랜섬 방향은 멀리온과 사이를 띄어 슬라브의 열팽창이나 변형에 의한 신축이 이 부분의 슬라이드에 의해 조절되도록 구성되어 있다.

3. 접합부의 검토

커튼월은 여러 프리패브 부재들에 의해 구성되지기



멀리온 방식의 화스너 구성 예

때문에 이들 부재 상호간의 접합부에는 많은 움직임과 변형이 일어난다. 그러므로 접합부에는 빗물의 침입방지, 변형의 흡수, 오차의 조정 등을 고려하여 배수기구 줄눈치수, 실링재 등에 대한 충분한 검토가 필요하다.

1) 물처리기구

일반적으로 건물외벽에 누수를 일으키는 요인으로 물, 틈, 그리고 물을 이동시키는 힘을 들 수 있다. 따라서 이러한 요소들을 제거함으로써 누수를 막을 수 있으며 그 방법으로는 틈을 밀폐시키는 Closed Joint방식과 물을 이동시키는 힘을 제거하는 Open Joint방식이 있다

(1) Closed Joint 방식

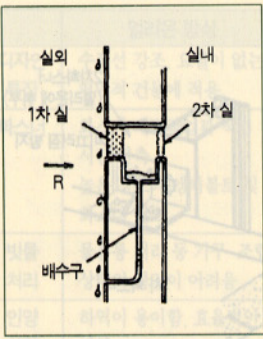
각 조인트부를 실링재 등으로 충전하여 완전 밀폐시키는 방식으로 많은 건물에서 채택하고 있는 일반적인 방식이다. 그러나 실링재는 적외선이나 열에 의한 갱년변화나 열 신축에 의한 물성열화를 피할 수 없으므로 누수사고로 이어지는 예가 있다. Closed Joint방식은 다음의 그림과 같이 실내와 실외에 각각 1, 2차실(Seal)이 있으며 그 사이에 배수구가 설치되어 있어 1차실의 파손시 2차실이 침투 빗물을 막고 배수구로 배수시키는 구조로 되어 있다.

(2) Open Joint 방식

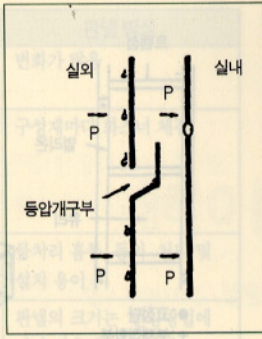
Open Joint 방식은 1차측에 외기도입구를 설치하고 동시에 2차측에 기밀재를 이용하여 기밀성을 유지하게 함으로써 조인트의 내, 외 압력을 동일하게 유지하여 기압차에 의한 물의 이동을 막는 구조로 되어 있다. 이 방식은 등압공간의 형성에 의한 고수밀성을 장기간에 걸쳐 유지할 수 있는 장점이 있어 미국 등에서는 많은 실적이 있으나 국내에서는 아직 적용 예가 드물다.

2) 실링재와 줄눈

줄눈설계가 잘못 되었거나 실링재의 선정이 적절치 못



Closed Joint 방식의 구조



Open Joint 방식의 구조

할 경우 이는 누수의 원인이 된다. 그러므로 이러한 하자
를 막기 위해서는 다음의 순서에 맞추어 면밀한 검토가
필요하다.

(1) 줄눈의 변형

커튼월은 끊임없이 지진, 바람에 의한 층간변위 및 온
도에 의한 변형을 일으키므로 실링재의 줄눈설계를 위해
서는 이러한 변형량의 산정이 선행되어야 한다.

① 열팽창신축 : 실링재는 다음의 식에 의해 산정되는
열팽창신축을 흡수할 수 있어야 한다.

$$\Delta L = a \times \Delta T \times L$$

a:부재의 열팽창계수(1/℃) ΔL:신축율(mm)
ΔT:부재의 표면온도차(℃) L:부재길이(mm)

② 층간변위 : 일반적으로 실링재는 1/300정도의 층간
변위를 일으켰을 때 커튼월 조인트의 수밀성이 저하되지
않아야 한다.

(2) 실링재의 장기허용신축률

장기허용신축율이라는 것은 줄눈에 충전된 실링재가
장기적으로 추종할 수 있는 변형량을 말하며 백분율로 표
시된다. JASS8에 의한 실링재의 장기허용신축율은 다음
과 같다.

(3) 시공시기

일반적으로 줄눈의 폭은 겨울에 넓어지고 여름에 좁아
지므로 실링공사 시기에 따라 충전후 실링재가 받는 외력
이 달라진다. 즉 봄, 가을에 시공한 실링재의 인장, 압축
움직임은 사이클 형태로 일어나지만 여름과 겨울에 시공
한 경우는 압축 또는 인장의 움직임만을 일으킨다. 따라
서 여름과 겨울 시공의 경우는 신축이 한 방향으로 일

내구성 구분	실링재	인장강도		압 축		절 단	
	종류	M1	M2	M1	M2	M1	M2
9030	실리콘계						
	변성실리콘계	20	40	20	30	30	60
	폴리실파이드계						
8020	상동	15	30	15	20	20	40
7020	폴리우레탄계						
	아크릴계	15	30	15	20	20	40
7010	SBR계						
	아크릴계	7	15	7	10	10	20
7005	부틸 고무계	3	-	3	-	3	-
	유성코킹계	1	-	1	-	1	-

주) 1. M1은 온도에 의한 신축을 고려한 경우
2. M2는 바람, 지진, 진동의 신축을 고려한 경우

실링재의 장기허용신축률

어난다는 점에 유의해야 한다. 그러므로 특히 겨울철 시
공은 피하는 것이 좋으며 피치 못할 경우에는 허용 신축
률을 낮게 저감하여 생각하고, 줄눈 폭을 크게 하는 등의
배려가 필요하다.

(4) 실링재의 시공성

커튼월의 변형만을 고려한다면 줄눈폭은 넓을수록 좋
다. 그러나 부정형 실링재의 경우 줄눈폭이 넓으면 늘어
지거나 실링재의 충전량이 많아져 경제적으로 불리하게
된다. 또한 줄눈폭이 좁으면 점성이 높은 실링재를 충전
할 수 없고 내구성에도 문제가 생긴다. 일반적으로 실링
은 줄눈폭이 5-6mm 이상 되면 시공이 가능하고, 최대 줄
눈폭을 30mm 이내로 하여 충전시 실링이 흘러내리지 않
도록 해야 한다. 일반적으로 이용되는 줄눈폭과 실링충진
깊이는 다음과 같다.

(단위:mm)

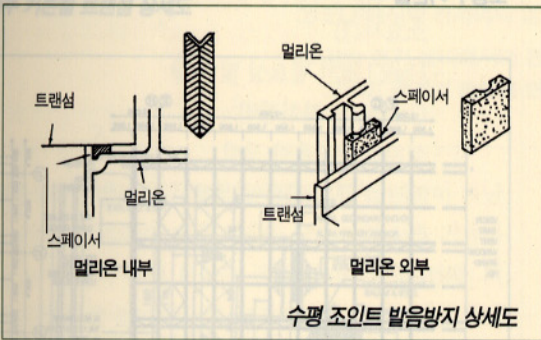
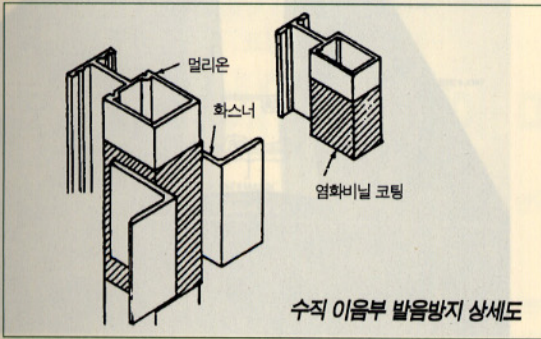
줄 눈 폭	15	20	25	30
충진깊이	8	10	12	15

줄눈폭과 실링충진 깊이

3) 커튼월의 발음방지

녹다운방식의 메탈커튼월의 경우 외부의 온도변화가
큰 오전 8-10시, 오후 3-6시 경에 일조에 의한 열적 변화
로 생기는 금속재의 수축 팽창으로 멀리온과 수평재의 조
인트 및 접합부에서 금속 특유의 마찰음이 발생하게 된
다. 이와같은 커튼월의 발음현상은 수축, 팽창을 자유롭
게 하여 마찰면을 부드럽게 함으로써 방지할 수 있는데

이를 위한 디테일로 다음과 같은 예를 들 수 있다.



유리의 종류		재질계수(a)
보통 판유리		1.0
연마 판유리		0.8
플로트 유리	두께 6mm 이하	1.0
	두께 6mm 초과	0.8
강화유리		3.0
망입연마 판유리		0.7
망입형 판유리		0.5
라미네이트 유리		1.6
복층 유리		1.5
무늬 유리		0.6
색경화 유리		2.0

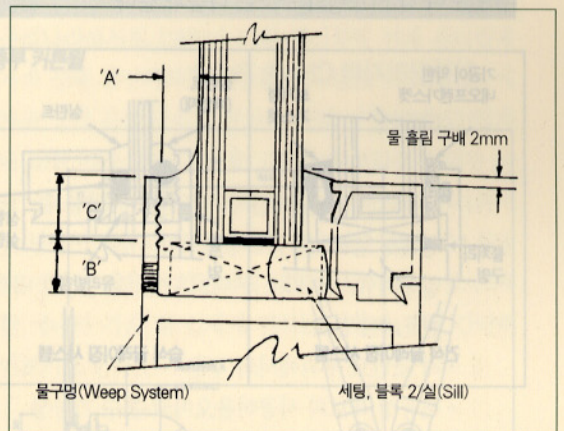
유리의 종류 및 재질계수

도 고려한다

③ 유리의 풍압에 의한 휨성은 유리의 형상(특히 종횡비)과 크기 및 두께에 따라 다르다. 특히 유리 종횡비가 1/3 이하인 경우와 1/3 이상으로 대형유리를 사용하는 경우에는 실제 실험에 의한 확인이 필요하다.

2) 글레이징 포켓의 검토

금속부재에 글레이징 포켓을 준비하는 기준치수의 일반적인 예는 다음과 같다



4. 개구부 검토

1) 풍압에 대한 검토

(1) 유리의 내풍압 강도

유리의 내풍압 강도는 다음의 식에 의해 검토될 수 있다.

$$A = \frac{30a}{P} \left(t + \frac{t^2}{4} \right)$$

A: 유리면적 P: 유리에 작용하는 풍압력
t: 유리두께 a: 유리 종류에 따른 재질계수

(2) 유리 지지재의 안정성

유리 지지재의 안정성 확보를 위해서는 다음 사항들에 주의하여야 한다.

① 유리 지지재인 새시와 가스켓은 풍압에 대하여 충분한 강성을 지니고 있어야 하는데 일반적으로 한변의 길이(L)에 대하여 1/150 정도 이하의 힘에 견디는 새시를 사용한다.

② 풍압에 의해 유리가 직접 새시에 접촉하지 않도록 압축크리프에 강한 가스켓, 그레이징비드, 실링재 등으로 유리를 지지하여야 하며 이들 재료들의 열화에 대한 안전

① 실란트 폭(A)

- 유리 두께 3mm- 6mm : 최소한 3.2mm
- 유리 두께 8mm-10mm : 최소한 5.0mm
- 유리 두께 12mm 이상 : 최소한 6.5mm

② 금속재와 유리 절단면 사이의 거리(B)

- 유리의 크기 1,200mm 이내 : 최소한 5.0mm
- 강화유리 및 크기 1,200mm 이상 유리 : 최소한 6.5mm

③ 유리의 물림(C)

-일반판유리 : 10mm

-복층 유리 : 13mm

3) 유리 Setting방식의 검토

(1) 내부 글레이징

일반적으로 전망창호 부분은 내부에서 글레이징 작업을 하는 것이 바람직하지만 스펀드럴 부분은 슬라브, 보, 기둥, 화스너 등 장애물이 많고 커튼월 벽체와 골조체 사이의 공간이 확보되지 못하여 그 작업이 매우 제한적이므로 이에 대한 검토와 준공후 파손 교체시 천정일부를 제거해서 보수해야 하는지에 대한 충분한 검토가 이루어져야 한다.

(2) 외부 글레이징

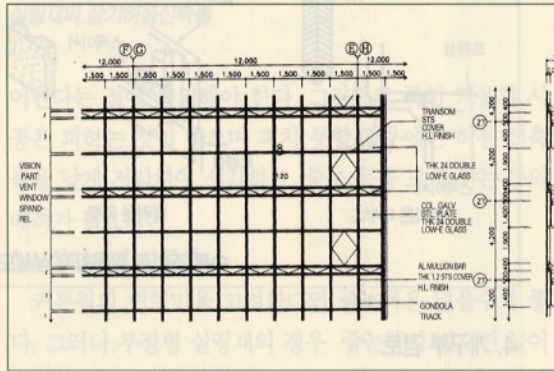
비드의 취부 부분 및 코너에서 서로 접하는 부분에 방수의 부담이 가중되므로 이에 대한 구체적인 방수계획이 선행되어야 한다

4) 유리 Glazing방식의 검토

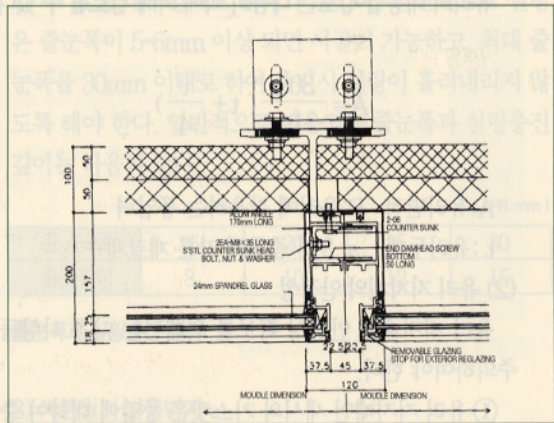
유리 주변의 금속과 면하는 사이의 공간을 충진함으로써 방수효과는 물론 유리의 파손을 방지하는 역할을 한다. 글레이징 방식은 크게 건식과 습식의 두가지로 나눌 수 있으며 각 시스템의 구조는 다음과 같다



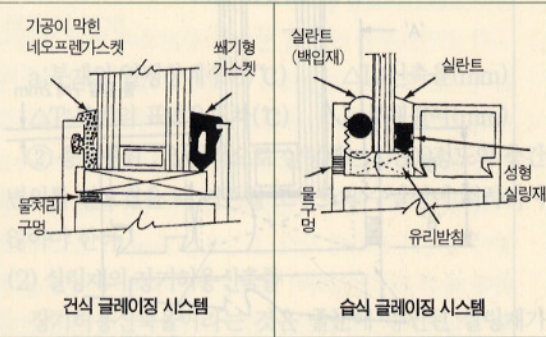
고층부 커튼월



고층부 커튼월 입면도 및 단면도



고층부 커튼월 멀리온 평면 상세도

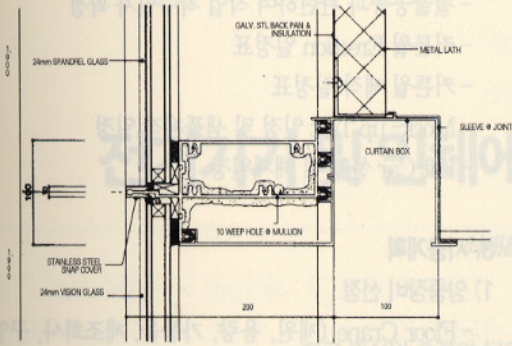


최근 시공 사례 - POSCO Center

1. 고층부 커튼월

고층부 커튼월 시스템은 유니트화하여 모든 가공 및 제작 작업이 공장에서 이루어졌다. 각 유니트의 크기는 1.5(폭)X4.2m(높이)로 분할하여 현장반입이 용이하도록 하였으며, 현장에서는 단순 Cladding작업만으로 설치토록 설계되었다. 기후 변화에 따른 기밀, 수밀, 구조적 성능저하 및 온도 변화 등에 의한 구조물의 변위로부터 발

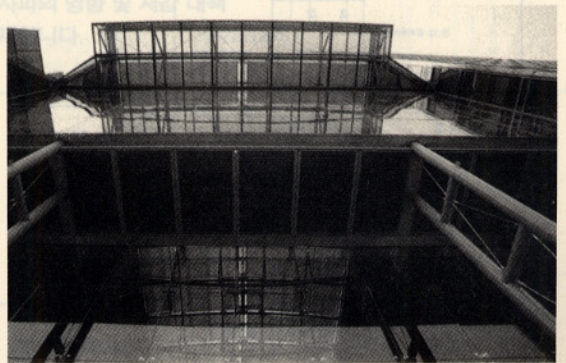
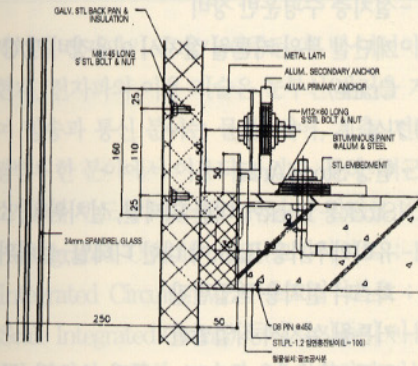
생되는 성능저하를 최소화 하기 위하여 각층마다 Stack Joint, Structural Splice, Bond-Breaker, Thermal Break System 등의 디테일을 고려하였다.



고층부 커튼월 트랜스 섹션도

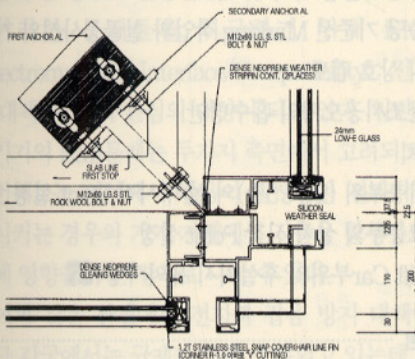
2. 저층부 커튼월

현대적 분위기의 투명한 Glass Skin을 통하여 외부의 활기찬 감각이 내부로 투영될 수 있도록 Hinge Bolt & Rib Glass System으로 설계되었으며, 철제 파이프 트러스에 설치된 철제 환봉(Rob)의 교차점으로부터 돌출된 파이프의 선단에 의하여 유리면이 지지되는 Horizontal Supported System과 Steel Pipe Truss에 의해 유리면이 지지되는 Truss Supported System 및 철제 파이프나 새시의 지지없이 스테인레스 스틸로 보강된 Glass Buttress에 의해 지지되는 Rib Glass Supported System이 적용되었다

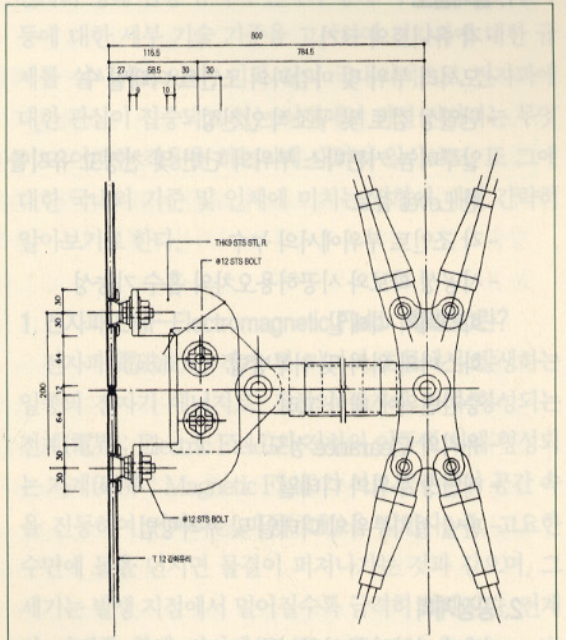


저층부 커튼월

고층부 커튼월 앵커 상세도



고층부 커튼월 코너멀리온 상세도



Horizontal Supported System 단면상세도

