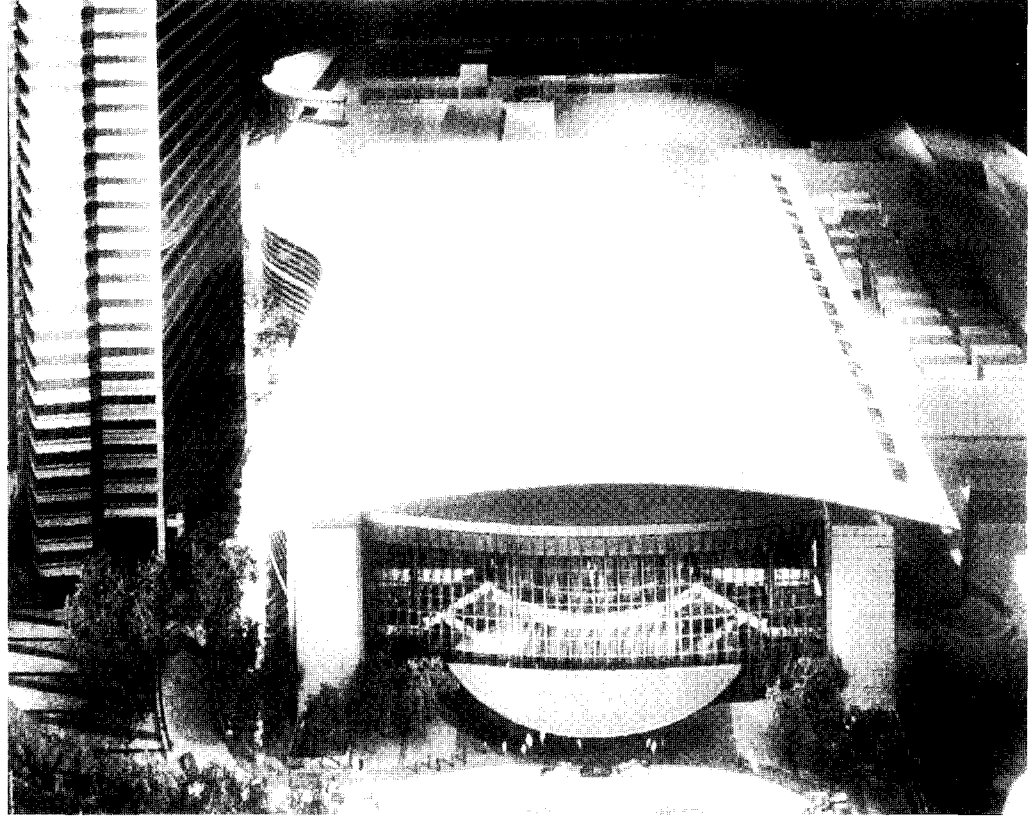
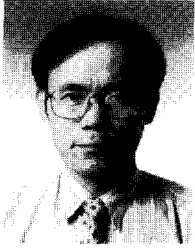


ASEM 컨벤션센터 시공사례

文 仁 洙 / ASEM 및 무역센터 확충사업현장 소장



목 차

- 1. 머리말17
- 2. 단지계획18
- 3. 컨벤션센터 건축계획18
- 4. 컨벤션센터 구조계획18
 - 4.1 지하 컨벤션센터
 - 4.2 지상 컨벤션센터
- 5. 컨벤션센터의 주요 공종별 시공기술21
 - 5.1 토공사
 - 5.2 흙막이공사
 - 5.3 초대형 Roof Truss 설치공사
 - 5.4 초대형 장스판·장폭 시공공사
 - 5.5 S.G.S(Special Glazing System) 공사
- 6. 맺음말32

1. 머리말

COEX타운 컨벤션센터는 2000년 ASEM회의 개최준비를 계기로 날로 증대되고 있는 국제회의 및 전시 행사를 유치할 수 있는 국제적인 규모의 회의장 인플라를 구축하는데 있다.

컨벤션센터는 조형성을 갖는 랜드마크(Land Mark)적인 요소로서 기존 건물구조와 증축 건물구조간의 유기적인 연결로서 공간의 융통성(Flexibility) 부여에 역점을 두었다. 또한 기존 전시장동과의 연결구조를 갖추면서 용도변경에 따른 구조해석을 통하여 기존 구조물과 신축 구조체와의 합성화되된 구조계획도 고려되었다. 특히 북측의 주 출입구 외벽은 높이 29m, 폭 81m의 초대형 유리 커튼월 외벽(Special Glazing Sys-

tem)공법과 주 트러스(Main Truss)의 지간이 81m인 초대형 지붕공법은 구조해석 및 시공측면에서도 매우 특징이 있는 공법적용이 요구되었다.

따라서 ASEM 컨벤션센터 시공 사례는 도심지공사에서 가장 장애요인이 많았던 토공사 및 흙막이공사에 관한 시공사례를 기술하였고, 그 다음으로 건설공사에서 시공기술상 특징이 있었던 공종인 초대형 Roof Truss 공사, 초대형 장스판·장폭 지붕공사 및 S.G.S(Special Glazing System)공사에 관하여 간략히 기술하였다.

2. 단지계획

2.1 단지의 정의 및 기능

COEX 타운은 1980년대에 개발이 시작된 후 2000년 ASEM회의 개최 준비를 하고 국제회의 및 전시행사를 유치할 수 있는 국제적규모의 컨벤션센터를 설립하여 무역 인플라를 구축하기 위하여 계획하였다. COEX 타운의 주요 시설인 컨벤션센터와 함께 지원시설인 업무시설, 판매시설, 위락시설을 마련하여 기능적, 운영적 측면에서의 상호 보완관계를 가지고 운영될 수 있도록 하였다.

2.2 단지 기본개념 및 위치

기존 전시장시설과의 연계성을 고려한 신축 전시장계획과 더불어 대규모 복합시설로서 갖추어야 할 지원시설의 확보 및 주변의 녹지공간과 Open Space를 활용하여 공공에게 개방된 공간을 부여함으로써 도시적 측면에서의 공공성 증진에 힘썼다.

3. 컨벤션센터 건축계획

3.1 설계개요

- ①지역적 영향력과 조형성을 갖는 랜드마크(Land Mark)적인 요소로서의 컨벤션센터 구현 및 새로운 정형(Prototype) 제시
- ②전시·컨벤션센터로서의 강함 Identity 부여와 인지도 강화
- ③기존 건물구조와 증축 건물구조간의 유기적 연결
- ④공간의 융통성(Flexibility) 부여로 시너지(Synergy)효과 창출
- ⑤에너지절약(Energy Coservation) 시스템 적용

3.2 건물개요

- 사업명: 한국종합무역센터 확충사업 증축설계
- 건물명: 지상 컨벤션센터
- 주용도: ①지하; Energy Plant, 주차장
②지상; 관람·집회시설·연회장

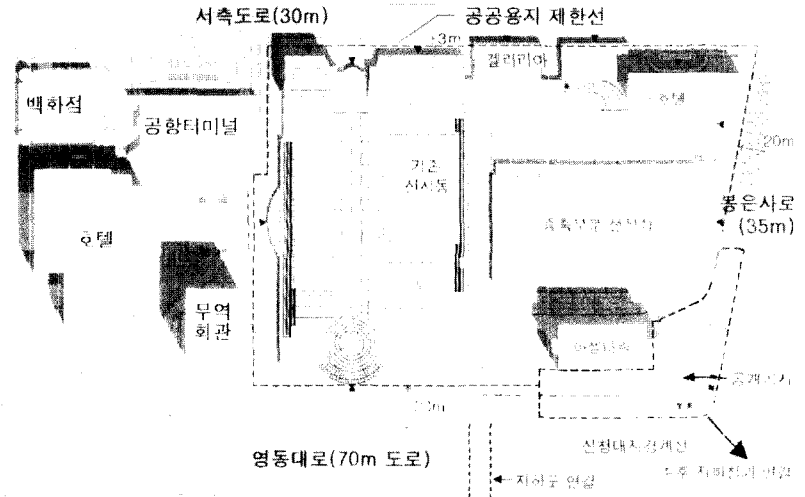


그림 1. ASEM 컨벤션센터 위치도

- 구조: 철근콘크리트 라멘조, 철골·철근 콘크리트조
- 규모: 지하 5층, 지상 4층, 옥탑 1층
- 연면적: 61,463.25㎡ / 18,592.64평
- 주요외장: 석재 커튼월 / S.G.S (Special Glazing System)
- 주요실내마감: 화강석, 무늬목, 스테인레스스틸, 카펫

4. 컨벤션센터 구조계획

4.1 지하 컨벤션센터

4.1.1 구조개념

4개층의 지하구조는 철근콘크리트 구조로서 기본모듈은 9mx9m이다.

바닥구조는 철판과 철근을 공장에서 제작한 슈퍼데크 및 페로데크를 사용, 거푸집을 최소화하여 공기단축에 도움이 되도록 하였다. 기둥은 대공간지지 합성기둥, 코어벽 내 합성기둥 및 기타 철근콘크리트 기둥이다. 지하외벽으로부터 토압 및 수압에 저항하는 바닥슬래브의 단면은 코어벽, 구획벽 및 지하외벽 등을 포함한 유한요소 모델링 해석에 의하여 결정하였다.

4.1.2 지하 구조형식

① 컨벤션 : 9mx9m 간격의 기둥배치를 기본모듈로 한 철근콘크리트구조로 하며 철골바닥보를 지지하는 기

둥은 Src 기둥으로 하고, 바닥슬래브의 두께는 150mm, 200mm, 250mm, 300mm, 400mm 중 실용도에 맞게 적절한 두께를 선정하여 사용.

② 로딩독 : 9mx9m을 기본모듈로 한 철근 콘크리트구조이며 지하 5층 부분에 9mx11.5m로 구성된 한전구역(Kepco) 피트가 형성되어 있다. 바닥슬래브의 두께는 150mm, 200mm, 250mm, 300mm, 400mm 중 실용도에 맞게 적절한 두께를 선정하여 사용하였다.

4.2 지상 컨벤션센터

4.2.1 구조개념

(1) 지상구조

전시장 1층바닥을 철골보 및 데크 슬래브로 구성하며, 1층의 기둥배치는 9mx18mx27m로써 3층바닥을 지지한다. 3층바닥은 메탈데크 슬래브와 층이 3.5m이고 길이가 18m에서 27m인 철골트러스 구조로 구성한다. 전시장 및 회의장에 필요한 각종 전시물과 시설을 반출입하는 로딩독은 철근콘크리트구조로 장스팬의 화물차량의 통행로는 철골보로, 기존 지하정화조의 상부구조는 철골로 하였다.

(2) 지붕구조

컨벤션센터는 지붕구조형식이 중앙부 81m와 양측 18m의 내민길이

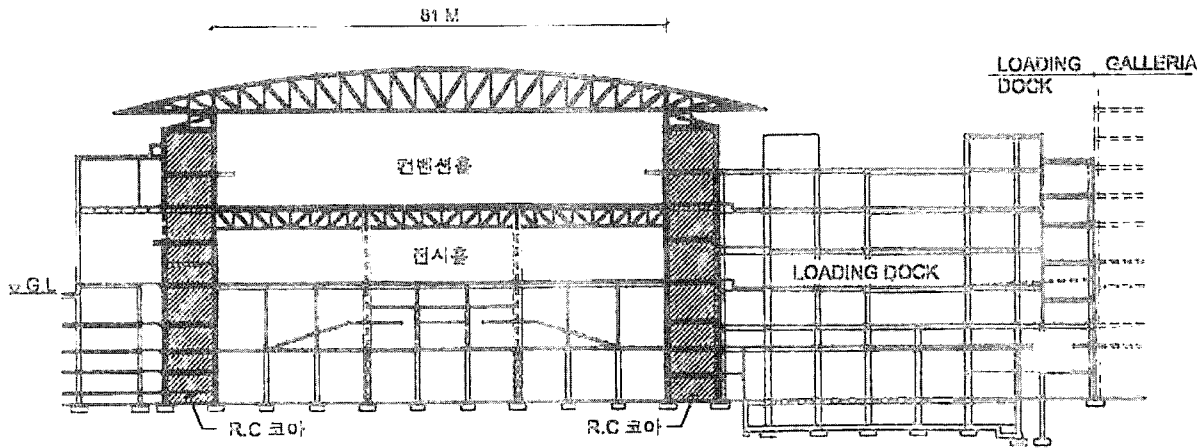


그림 2. 동서방향 단면도

(Overhang)를 포함하여 117m로써 스패의 중앙부 높이 7.0m의 활시위 모양 트러스(Curved Bowstring Pratt Truss)를 기본 트러스로 하여 상호 연결한 1방향 구조시스템으로 계획하였다.

4.2.2 주요 용도별 구조형식

(1) 1층 전시장바닥

1층의 전시장바닥은 큰 질개하중 (활하중 2,000kg/m, 집중하중 8t 및 마감하중 720kg/m)과 작하부 지하

1,2층의 도심오락시설(Ucc)의 대규모 공간(기둥간격 18mx9m)확보를 위해 보축 1,200의 강재합성보로 하였다. 전시장 바닥에 300mm 두께의 누름콘크리트를 두어 배선배관용 트렌치를 설치할 수 있게 하고 하부의 종합영상 실공간으로의 충격 및 진동소음의 전달을 최소화하도록 하였으며, 바닥구조의 고유진동수는 3hz 이상을 갖도록 하였고 철골부 및 데크 슬래브로 구성하였다.

(2) 3층 컨벤션홀

3층 컨벤션홀은 평면적으로 81m×90m(2,700평)의 크기에 천정고 17.5m의 초대형 무주 대공간이다. 바닥은 200mm 두께의 R.C 슬래브, 2.25m 간격의 H 450 합성보,보축 3.1m의 바닥 트러스로 스패 18m, 27m의 하부공간을 형성하여 활하중 1800kg/m(집중하중 8t), 마감하중(두께 300mm 누름콘크리트층) 720kg/m을 지지한다.

2,700평의 컨벤션홀 바닥은 8개의

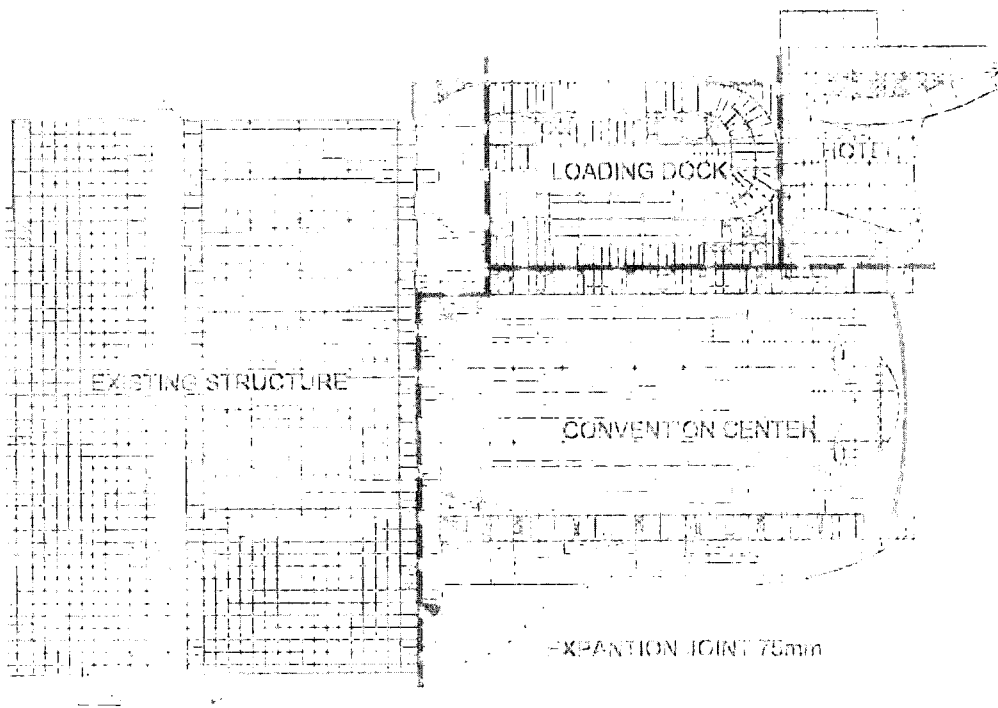


그림 3. Expansion Joint

큰 기둥과 양쪽의 콘크리트에 의해 지지된다.

트러스 거더는 연속보 거동으로 트러스 거더에 지지되는 트러스보는 하현재 단부에 수평 슬로트홀을 두어 단순보 거동을 하도록 하여 하현재에는 압축력이 발생되지 않도록 하였다. 3층의 대강당 바닥은 3연속스팬의 강재 현치보를 9m 간격으로 배치하였다. 현치거더의 단면은 플랜지 폭을 전구간 550mm 폭으로 하고 축은지간 중앙부에서 1,300mm, 기둥 근처에서 2,500mm로 한번 단면으로 Sm490(Tmc) 강재를 사용하였다. 트러스 부재는 Sm490(Tmcp)의 용접 플레이트거더, 접합은 현장 볼트이음으로 하였다. 트러스의 처짐은 고정하중에 대해 L/600(최대 12mm 이하)로 제한하였다. 바닥구조의 고유진동수는 3hz 이상을 보유하도록 하였다.

스가 큰 건물의 외관표현에 있어서 중요한 요소가 된다. 추구하는 외관의 기본이미지는 메스가 큰 장스팬의 지붕구조가 동서 양측에 위치한 긴 코어 위에 떠있는 느낌을 주도록 상현재는 곡선을 유지하면서 동서 양쪽의 처마끝 부분은 뽀족하게 18m 길이로 내밀고, 남측 지붕처마는 9m, 주출입구 상부인 북측 지붕처마는 27m 길이로 내밀어 한국 전통건축의 완만한 지붕선과 깊은 처마를 현대적으로 표현하는 것이다.

② 트러스(Truss)의 형식

건축적 지붕형태에 맞추어 반경 약 224.6m의 원호와 트러스길이 117m의 수평선이 만난 트러스 중앙부의 춤이 7m인 트러스 형태가 제안되어, 스패와 춤의 비율이 L/11.6 정도로 구조적으로 무리없이 처리할 수 있는 크기의 활시위모양 트러스(Curved Bowstring Pratt Truss)를

지붕을 27m 길이의 캔틸레버 트러스로 변경함에 따라서 인장 케이블이 없어지게 되어 H형강을 사용하게 되었다.

③ 부재의 단면

트러스의 부재는 강도, 제작 및 집합에 유리한 Sm490 Tmc 강재를 사용하여 최대 590t의 압축 및 인장력을 받는 상·하현재를 H-400x400 규격의 H단면을 넓혀서 적용하여 약 529cm²의 단면적으로 응력과 처짐을 해결하여 트러스의 자중을 최소화하고 볼트접합이 용이하도록 하였다.

④ 트러스(Truss)의 형태

지간 81m에 좌우 18m씩 돌출한 연결이 117m인 주트러스는 중앙부 춤 7m인 활모양의 프랫트러스(Pratt Truss)로 9m 간격 16조로 117m×171m의 초대형 지붕틀을 구성하였다. 주출입구 상부인 북측 지붕은 지간 27m 캔틸레버 트러스, 양쪽

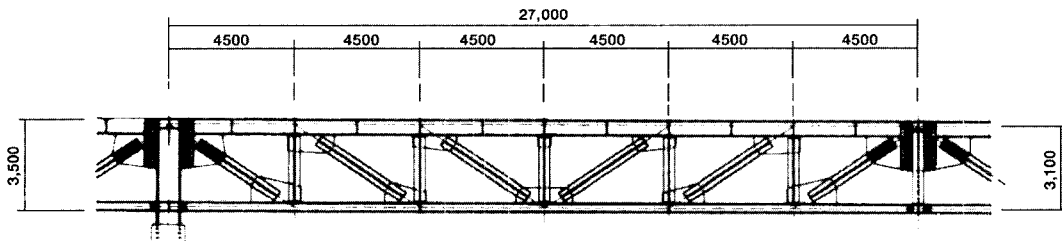


그림 4. 3층 바닥 철골트러스보

(3) 철골조 지붕틀

① 트러스(Truss)의 형태

폭 81m 길이 135m의 무주 내부 공간을 덮는 컨벤션홀의 지붕은 매

선택하였다. 트러스의 중앙부를 삼각형으로 처리하고 트러스 하현재의 중앙부에 인장 케이블을 사용하여 노출하는 안을 검토하였으나 북측

모서리에 지간 27m의 45° 방향 트러스를 둔 2방향 트러스로 하였다.

(4) 지붕틀의 구조해석

주 트러스는 지붕하중과 컨벤션홀

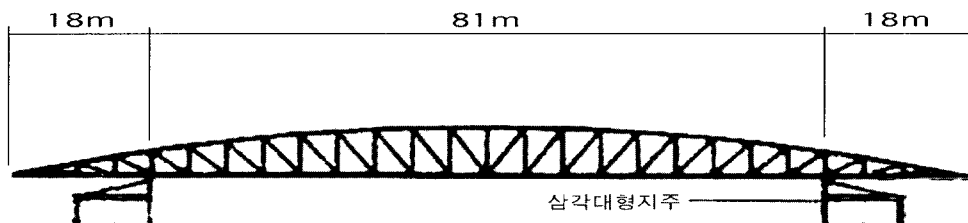


그림 5. 주 트러스 입면도

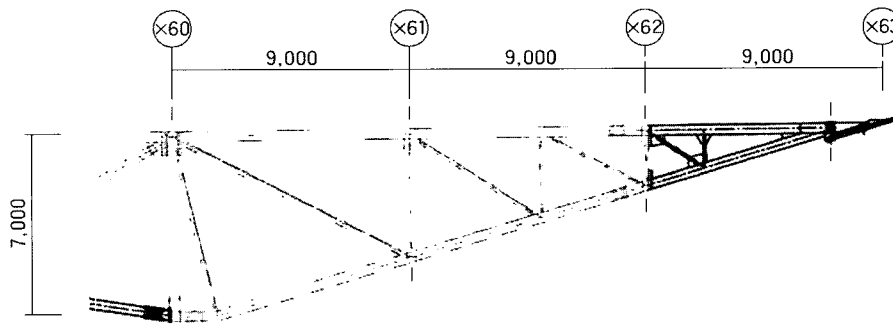


그림 6. 북측 27m 캔틸레버 트러스

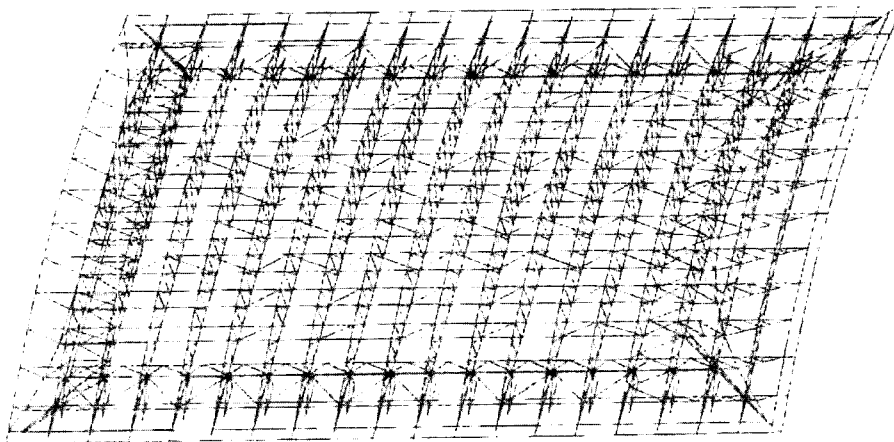


그림 7. 지붕구조의 3차원 모델

내 높이 18m의 굴절형 이동칸막이 하중을 지지한다. 상·하현재, 수직재 및 사재들을 포함한 2차원해석 및 3차원해석을 하였다. 남측과 북측의 캔틸레버형 지붕구조는 각 트러스의 상·하현재, 수직재 및 사재와 트러스를 엮는 수직가새 및 수평가새 등을 포함한 3차원해석으로 연직하중, 눈, 바람, 지진 및 온도하중 등을 복합적으로 적용하고 동적해석도 병행하였다.

(5) 텐션케이블 트러스 외벽구조 (Special Glazing System)

북측의 주출입구측 외벽은 높이 29m, 폭 81m의 초대형 유리외벽이다. 41개의 수직 방향의 텐션케이블 트러스(Tension Cable Truss), 중간 높이의 강관 수평트러스 및 2개의 상자형 기둥으로 구성된 웅장하면서도 개방감이 있는 외벽구조이다. 인

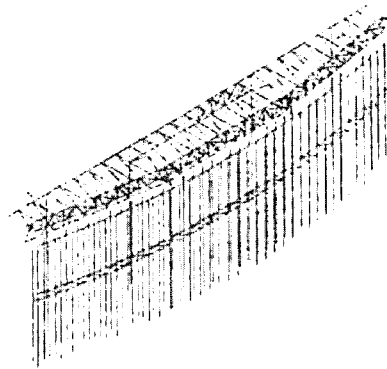


그림 8. 북측 출입구 구조 3-D 모델

장 케이블 트러스는 간격 2m, 높이 29m의 인장 케이블 트러스는 \varnothing -16mm 수직로드, 2x \varnothing -16mm 케이블과 수평 압축재로 되어있다. 하부에는 프리텐션 (Pretension)을 가하고, 풍하중에 대해 변위 및 응력의 균형을 조절해 주는 스프링기구

(Spring Assembly)를 설치하여 수직로드와 케이블에는 설계풍하중의 1.5배의 작용시에도 항상 인장력이 내재하여 형태를 유지하고 안정이 되도록 하였다. 텐션케이블 트러스는 본 구조체의 변위와 자중, 풍하중, 온도변화 및 프리스트레스(Prestress) 등을 고려한 2-D 비선형 해석, 외벽을 지지하는 본 구조체의 지붕트러스, 수평 트러스 및 2개의 장주를 포함한 지지구조는 3차원해석으로 단면산정을 하였다.

5. 컨벤션센터의 주요 공종별 시공기술

5.1 토공사

5.1.1 토공사 개요

(1) 부지 주변현황

본 공사장 동측으로는 영동대로

(폭 70m)와 한국전력공사 본사사옥(지상 21층, 지하 3층), 북측으로는 봉은사로(폭 40m)와 접해 있다. 봉은사와의 사이에는 지상3~4층의 건물들이 위치하고 있고, 서측으로는 ASEM로(폭 30m)가 위치한다. 도로변을 따라서는 지상 2~7층의 건물들이 접해 있고, 남측에는 COEX 전시장(지상 4층, 지하 2층)과 한국도심공항터미널(지상 7층, 지하 4층) 건물이 흠막이 계획선으로부터 약 20m 떨어져 위치하고 있다. 그리고 부지주변의 도로지하에는 상·하수도, 전기 지중선, 도시가스, 통신선로 등의 지하 매설물이 굴토 계획선에 근접하여 있는 전형적인 도심지 지하굴토공사이다.

(2) 주요 토공사에서 고려했던 사항

① 현장주변의 건물과 도로, 지하 매설물 등의 시설물에 지하수 유출로 인한 침하피해를 방지하고자 도로측 흠막이벽 배면부 전체에 Soil Cement Wall를 이용한 차수벽 공사를 시공하여 지하수 유출에 대하여 방진을 기하였다.

② Soldier Pile과 띠장, 토류판으로 조합된 흠막이벽에 대한 지지방식은 당초 Earth Anchor(이하 E/A)공법과 내부 버팀방식인 Strut공법이 계획되었으나, 건축계획의 변경에 따라 E/A로 계획된 일부 구간과 Strut구간에 대하여 Soil Nail공법을 적용하여 공사기간 단축 및 공사비 절감의 효과를 이루었다. 한편 Soil Nailing공법은 전시장 건물주변과 공항터미널측의 토류벽 및 Kepco지역의 흠막이에 적용하였다.

③ 굴착 및 상차 방법으로는 지표면(El.+21.98m~El.+16.76m)으로부터 El.+13.27m~El.+8.05(평균)까지 약 644,900m³의 토사는 Excavator로 직상차 하였고, El.-7.03m~El.+1.81m(평균)까지 약 461,400m³의 봉화암은 Dozer의 Ripping과 Braker를 이용하여 굴착및상차하였으며,El.+4.48m~El.-0.74m(평균)까지의 약 188,400m³의 연암

은 Dozer의 Ripping과 발파를 겸하여 집토상차하였다. El.+1.05m~El.-4.17m(평균)의 기반층을 이루는 약 254,100m³의 경암은 비진동 제어발파를 위주로 한 굴착 및 상차 방법으로 공사를 진행하였다. 그리고 토사(암 포함)의 원활한 반출을 위하여 영동대로 측과 ASEM로 측 토류벽에 2개소의 복공 Ramp를 설치하여 신속하고 효과적인 토사반출이 이루어졌다.

5.1.2 굴착공사

(1) 사토처리

도심지의 대규모 건축 현장에서 공정관리상 가장 중요시되는 공종 중의 하나는 지하굴착 작업에 따른 발생토의 사토처리이다. 사토처리를 어떻게 효율적으로 하느냐에 따라 건축의 전체 공기에 커다란 영향을 미칠 수 있으며, 이는 전체 공사비와도 직결되는 사항이므로 사토장 확보가 무엇보다도 중요시되었다. 따라서 굴착에 따른 토사처리 방법에 있어 본 토공사의 공사 발주시 사토장은 공사장 중심 반경 20km를 기준으로 하되, 운반거리 원근에 따른 정산은 하지 않는다는 조건을 부여함으로써 도급자가 자율적으로 처리토록 하였다. 그러나 약 2,000,000(m³)에 달하는 엄청난 토량을 처리할 만한 사토장을 공사초기에 확보하지 못함으로써 공기가 지연되는 상황이 발생하였으며, 이를 만회하기 위하여 발주처, 도급자, 하도급자

가 공동으로 사토장 확보에 나서 경기도 공영개발사업단에서 시행하는 호안 및 고수부지 조성공사지역(경기도 남양주시 삼패동 일대)을 사토장으로 확보하여 사토의 약 90%를 처리할 수 있게 되었다.

(2) 발파

본 현장의 암반층은 지질주상도의 지층에 나타난 것에 의하면 상부의 매립, 실트질 점토, 모래, 풍화암 및 연암 그리고 기반암인 경암층으로 구성되어 있으며, 설계는 연암 및 경암층에 진동제어 발파 또는 비진동 제어발파(흠막이벽과 전시장 본관의 외벽으로부터 20m 이내의 범위)와 Breaker의 소할작업방식으로 계획되었다.

그러나 연암층은 일부 지역을 제외하고 풍화가 상당히 발달되어 발파방식보다 Breaker 및 Dozer Ripping에 의한 작업이 능률적이어서 장비에 의한 굴착작업이 이루어졌으며, 경암층에 대하여는 사전에 시험 발파를 통하여 천공간격, 천공깊이, 최소저항선, 공당 장약량, 뇌관의 종류 및 수량을 결정하고 발파 Pattern도를 작성한 후 이를 기준으로 발파를 진행하였다. 또한 발파 진동속도를 0.2cm/Sec(Kine)이하로 관리 기준치를 정하였으며, 발파시의 진동에 의한 인접 흠막이벽과 전시장 본관 건물 내부의 컴퓨터 등 정밀기기의 피해를 줄이기 위해 조치하였

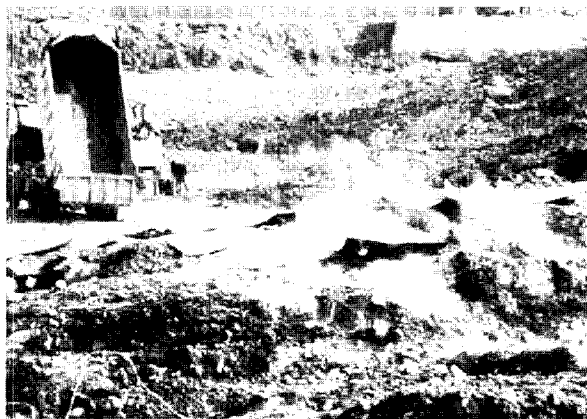


사진 1. 경암의 제어발파 작업

다. 또한 관리 기준치에 의한 발파 작업을 시행하기 위하여 자체적으로 진동, 소음 계측장비를 현장에 상시 배치하여 매 발파시마다 진동속도와 소음의 크기를 Check하여 관리기준치 이하가 될 수 있도록 해서 시공에 완벽을 기하였다.

특히 흠막이벽(Soil Nail)에서 이격거리 9m밖에 되지 않는 전시장 본관의 인접시 공시에는 1회 발파시 공당 장약량을 줄이고 뇌관은 1-3개 정도로 제한하여 진동속도를 줄이는 방법을 채택하였다.

5.2 흠막이공사

5.2.1 흠막이공사 개요

당초 설계된 흠막이 공사의 계획은 도로측은 H-Pile(H-300×300×10×15)+토류판에 S.C.W의 차수벽 설치, 건물측은 20m 이격하여 H-Pile (H-300×300×10×15)+ 토류판에 S.I.G(Special Injection Grouting) 지반 보강을 하여 건물의 침하를 방지하도록 계획되었다. 흠막이벽 지지는 Earth Anchor와 Strut로 계획하고 공항터미널 구간을 제외한 나머지 구간은 Earth Anchor로 지지하도록 계획되었다. 그러나 전시장 본관 건물의 인접부와 한국도심공항터미널 건물측 부분은 당초 설계상의 공법대로 시행할 경우 전시장 본관의 영구부력 Anchor의 손상, 기초지반의 이완 등의 직접적인 피해 발생이 우려되었다. 또한 도심공항 터미널측의 지하옹벽(Slurry Wall)과 시공시 흠막이 계획 Line 사이의 이격거리가 20m로, 설계상의 E/A 1단의 천공깊이가 29~39m 이므로 E/A설치가 불가능 하여 공법 변경에 대한 검토가 이루어졌다. 공법변경을 검토하여 전시장 본관건물측은 지반보강 Grout 없이 Soil Anchor공법으로 시행하였으며, 도심공항 터미널측 구간은 Soil Nailing공법-L.W Grouting공법으로 변경 시공하였다. 따라서 설계공법으로 시행시의 문제점이 해소되어 기존 건물의 안전

성이 확보되었다. 적절한 공법변경으로 인접발파의 시공을 위한 천공작업 및 지반보강공사인 S.I.G공사 시공기간 만큼 공사기간 단축이 가능하였다.

5.2.2 Soldier Pile + 토류판 + Earth Anchor공법

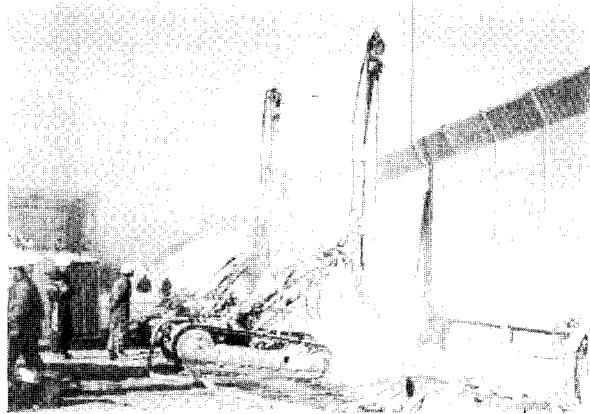


사진2. L.W Grout 천공작업

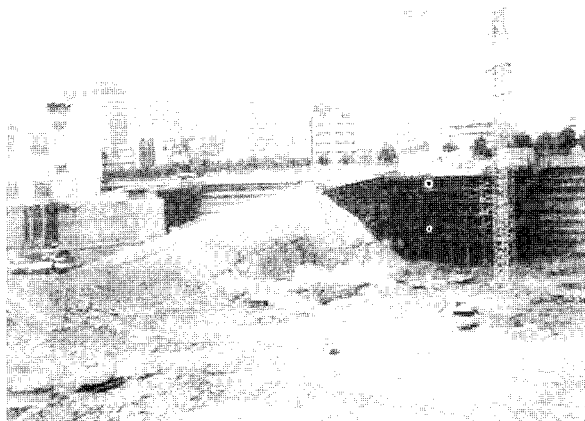


사진3. ASEM 도로변의 복구설치 전경

본 공법은 흠막이공사에서 보편적으로 사용되고 있는 공법으로 공사비가 저렴하고 시공실적이 많아 일반적으로 적용을 해오고 있다. 그러나 본 현장과 같이 지하수가 많은 사질지반의 경우 천공, H-Pile 또는 P.C Strand를 삽입해야 하고, E/A Grouting시 공벽의 붕괴를 방지하기 위하여 Casing을 사용하여야 하는 많은 문제점이 발생되었다. 특히 차수공사(본 현장에서는 S.C.W와 L.W Grout)에 완벽을 기할 수 없어 지하수 유출 및 토립자 누출로 인한

흠막이 배면 지반의 침하, 지하 매설물의 파손, 인접도로의 함몰 등 중대한 안전사고가 발생할 수 있다.

(1) Soldier Pile

Soldier Pile 공사 착공 후에도 건축 기초의 최종깊이가 확정되지 않

아 흠막이벽 설계시 굴토계획 깊이 El.-5.8m로 계획한 Soldier Pile의 단입깊이를 1.5m로 하여 Soldier Pile의 제작에 착수하게 되었다.

따라서 Soldier Pile의 제작깊이가 25-30m로 비교적 길고, 제작시기도 '96. 12월에 시작함에 따라 Pile 연결 용접시 연결부위마다 육안검사 및 침투액검사와 용접봉의 관리 등을 실시하여 품질관리를 철저히 하였다. 또한 대구경 천공시 공벽의 붕괴 방지를 위하여 Casing 설치할 반드시 풍화암층까지 설치하도록 하

였으며, 천공장비 거치시 수직, 수평을 확인하여 작업을 진행하였으나 일부구간에서는 흠막이 Line 내측으로 삽입되어 건축의 지하옹벽공사에 지장을 받기도 하였다.

(2) Earth Anchor

흠막이벽 설계시 굴토깊이를 EL. -4.3m로 하여 E/A의 길이 및 긴장력을 계산하여 1, 2단은 당초 설계제원에 따라 시공하였고, 건축기초의 최종깊이가 확정된 후 E/A의 변경설계를 하여 3단 이하에 적용 시공하였다. 지질주상도에 나타난 바와 같이 본 현장의 지층구성이 사질토로 되어 있어 E/A의 천공 및 P.C Strand 삽입시 공벽붕괴방지, Grouting 후 인장력확보 등에 대하여 E/A의 품질관리를 하였다.

① 매 공마다 천공가도 확인 후 풍화암층 진입 1m까지 Cashing을 설치하여 공벽의 붕괴를 방지하였다.

② Anchor제작: 자유장 부분에 대하여 Grease를 도포한 후 피복을 하여 자유장으로서의 역할을 할 수 있도록 하여 인장력을 확보하였으며, Packer 설치시 팽창력 및 누수상태를 확인하여 Packer의 기능을 확보하였다.

③ Anchor의 운반: 운반시 Anchor에 이 물질이 묻지않도록 관리하였다.

④ 시멘트밀크배합 및 주입: 시방서의 배합기준에 따라 배합강도 Test를 실시하여 배합상태를 확인하였으며, 시멘트밀크 주입시 매 공마다 2차주입까지 실시하였다.

⑤ Anchor 인장: 시방서의 인장 시험기준에 따라 인발시험, 인장시험, 확인시험을 실시하여 E/A의 인장력을 확보하였다.

5.2.3 Soil Nailing 공법

(1) Soil Nailing 공법 개요

Soil Nailing 공법이란 원 위치(In-Situ) 지반보강공법의 일종으로 주로 절토면, 굴착사면보강과 Ground An-

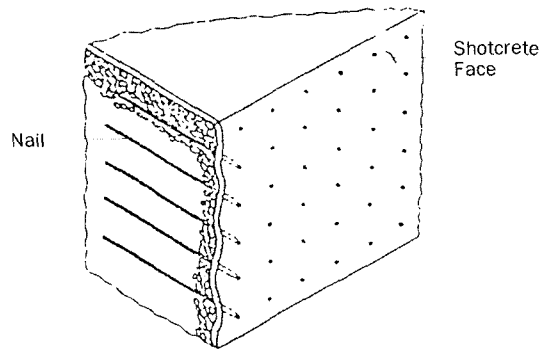


그림 9. Soil Nailing로 보강된 토피

chor 공법 대신 지하터파기의 흠막이 지보공, 대체옹벽 등에 활용되고 있다. Soil Nailing 공법은 기본적으로 인장응력, 전단응력 및 휨 Moment에 저항할 수 있는 보강재(주로 이형철근 사용)를 Pre-Stressing 없이 비교적 촘촘한 간격으로 지반에 삽입하여 원지반의 전체적인 전단강도 증대 및 변위 발생을 가급적 억제하고, 또한 굴착 도중 및 완료 후 예상되는 이완을 제한하는 공법이다. 즉, 원 지반에 천공장비를 이용하여 일정길이와 각도로 구멍을 뚫고 그 속에 보강재(Strip: 이형철근)를 넣고 공극을 Cement Milk Grouting 또는 Rasin 등으로 채워 넣어 원 지반과 일체가 되게 한다. 전면부는 Bearing Plate, Nut, Wire Mesh, 연결철근 등으로 체결하고 Shotcrete로 마감 처리하여 굴착면의 풍화방지, 응력집중을 방지토록 하여 전체를 중력식 옹벽의 개념으로 보고 배면의 토압, 수압 등에 견디도록 한 구조이다. 그림 15는 Nail 보강에 의하여 Block화된 지반의 전형적인 모습을 보여주고 있으며, Soil Nailing 공법은 흠을 지지하는 것보다 흠을 보강하는 개념이 강하다

(2) Soil Nailing 시공방법

Soil Nailing 시공방법은 터파기 굴착면을 자립할 수 있는 안전높이로 굴착함과 동시에 1차 Shotcrete로 굴착면의 표면을 처리한 후 굴착 배면지반에 천공 또는 기타의 방법으로

보강재를 삽입한 후 2차 Shotcrete를 처리하고 다음 단계의 굴착을 반복하는 단순작업에 의해 보강토체를 조성한다.

5.3 초대형 Roof Truss 설치공사

5.3.1 초대형 철골조 지붕틀 개요

지간 81m에 좌우 18m씩 돌출한 연길이 117m(중량 110톤)인 주트러스는 중앙부축이 7m인 활모양의 프랫 트러스(Pratt Truss)로서 남북방향 9m간격 16조로 폭117m, 길이 171m의 초대형 지붕틀을 구성하였다.

주 출입구 상부인 북측지붕은 지간 27m 캔틸레버 트러스, 양쪽 모서리에 지간 27m의 45도 방향 트러스를 둔 2방향 트러스로 하였다.

주트러스의 상·하현재 단면은 접합과 좌굴을 고려하여 "H"자 형상으로 하였고 이음 및 접합은 모두 현장 볼트로 하여 시공성과 품질관리를 원활토록 하였다. 초대형 트러스는 삼각대형 지주에 의해 지지되는데 지주의 상단에 한쪽은 핀(Pin), 다른 한쪽은 이동단(Sliding)으로 하여 양측 코어의 지진변위, 응력변위 및 온도 등에 미치는 영향을 최소화 하였다.

5.3.2 캔틸레버의 북측지붕틀

북측의 트러스인 27m 캔틸레버 트러스와 모서리의 25도 방향 트러스의 상, 하 현재는 ㄱ교차하는 부분의 접합을 고려하여 설치방향을

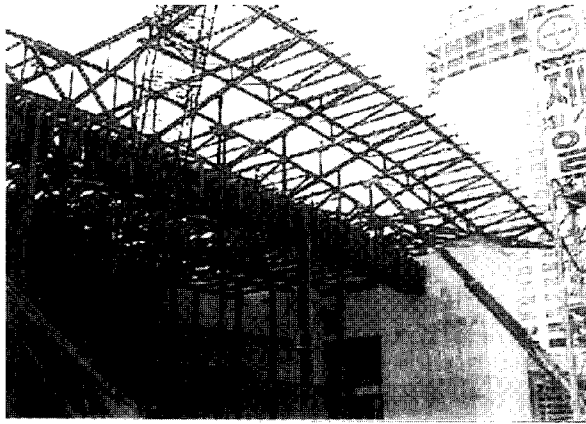


사진4. 북측 27m 캔틸레버 트러스 지붕단부

"T"자로 하고 사재 및 수직부재는 겹 앵글을 사용하였다.

(3) Crane 양중 공중연결 방법

가조립장을 설치하고 단품부재를 Set품으로 조립하여 설치 지점으로

이동, Set품을 모빌 크레인으로 들어 올리면서 공중연결하여 설치하는 공법

5.3.4 현장 지붕트러스 설치

대형차에 실려 이동된 4개 Span 2set를 1층바닥에서 1개의 Set품으로 조립하여 감독원이 검측을 한 후 양중준비를 하였다. 양중시 부재 손상 방지를 위한 Shackle 4개조를 별도 제작 준비하였으며(Swing Space 4층 동서방향 45열 남북방향 22열~13열 기둥 상부에는 트러스를 지지할 수 있는 가설 Support를 도면에 명기된 Camber, 값을 적용, Level 조정이 가능토록 하단부에 Screw Jack을 부착하였고, 동서방향 4열 남쪽으로 넘어지지 않도록 "L"자형 철물을 사

5.3.3 초대형 Roof Truss 철골 조립방법

(1) Heavy Lifting 방법

지상 Core 벽에 리프팅 타워를 설치하고 트러스 부재를 지상에서 조립하여 유압잭을 이용, 트러스 전체를 동시에 들어올리는 공법

(2) Sliding Launching 방법

북측 Core 양단부에 Lifting Tower를 설치하고 2개의 트러스를 동서방향, 남북방향 부재를 Box 형태로 지상에서 완전 조립하여 콘크리트 코어 남북방향 13열과 22열 상단부에 레일을 설치하고 Lifting Tower를 이용하여 들어 올린 후 밀어넣는 공법.

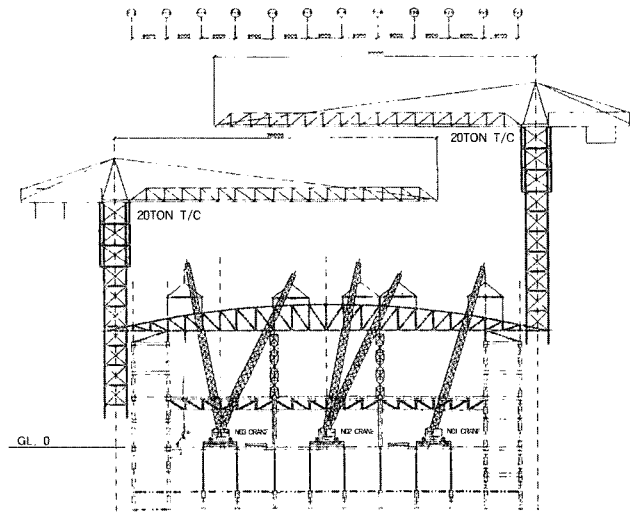


그림 11. 크레인 양중 공중연결 공법

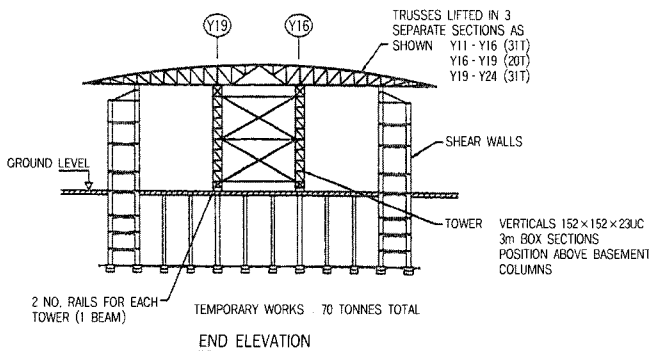


그림 10. Heavy Lifting 공법

용하여 가새를 설치, 지지토록 하였으며 Pot Bearing을 동시에 설치하였는데 남북방향 22열에는 고정용, 남북방향 23열에는 유동용으로 배치하여 Level검측을 하였다. 포트베어링의 최대 마찰계수는 0.05이어야 하며, 남북방향 22열에 설치하는 17개의 베어링은 트러스의 수평 남북방향과 동서방향(X.Y열) 이동을 구속하는 동서 축에 대한 회전변위 0.01 Radian을 허용토록 하였다. 남북방향 13열에 설치하는 17m의

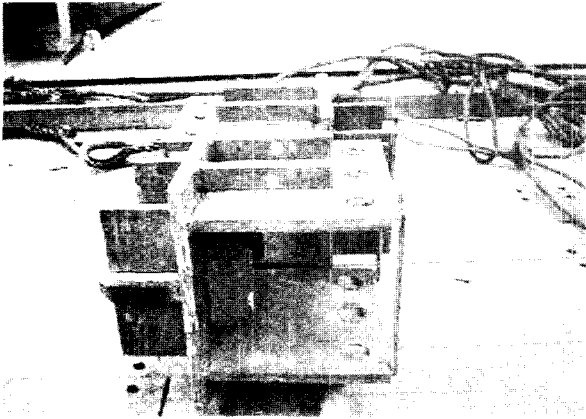


사진5. Shackle 제작품

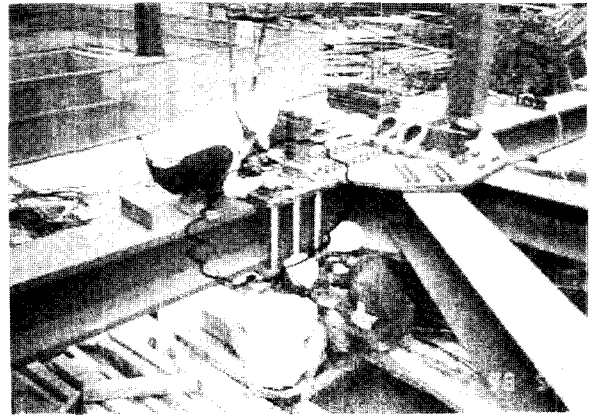


사진6. Shackle 제작품 설치작업

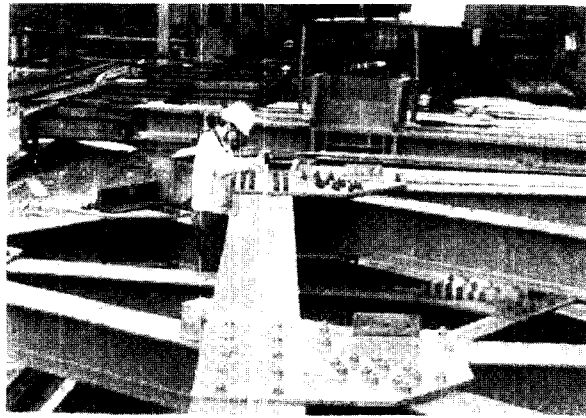


사진7. 지붕 기준트러스 Set품 조립작업

베어링은 트러스의 수평 남북방향 이동을 구속하고, 남북방향 축에 대한 회전변위 0.01 Radian을 허용토록 하였다. 동서방향 60열의 남북방향 16, 19열에 설치하는 2개의 베어링은 남북방향을 구속하고 수평 동서방향으로 ±40-70mm 수평 변위를 허용하였다.

5.4 초대형 장스판·장폭 지붕공사

5.4.1 지붕공사 개요

Convention Center의 지붕마감은 표면이 미려하고, 내구성이 우수하며 청결함이 지속되는 스테인레스 스틸 강판으로 설계되었다. 지붕 디자인은 폭 117m, 길이 171m의 육중한

Mass로, 한국의 전통건축에서처럼 가볍게 부유하는 느낌을 주도록 처마선을 가능한 깊게 만들었다. 특히 옥외공간이나 진면도로와 인접하는 27m 깊이의 북쪽처마는 3차원 포물선 형태로, 중앙부를 완만한 경사로 깊게 파서 부유하는 이미지를 극대화 시켰다. 그 중에서도 급속지붕은

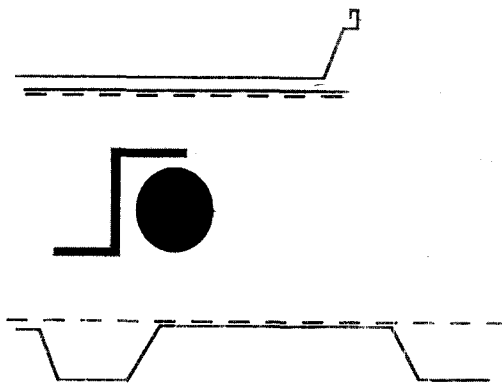


그림 12. 지붕단면도

- Roof Sheet
- 10mm 공기층
- Slab Sheet
- Waterproofing
- 내화보합판 12mm (2장)
- Z Bar (90°)으로 설치
Mighty Lock으로 고정
- Rigid Insulation 40mm (2)
- 목도 스텐트판 20mm
- Deck 위에 방습지류 설치

디자인과 색상의 선택이 다양하고, 시공이 간편하며, 콘크리트 지붕에 비하여 건물의 하중을 줄일 수 있다. 또한 지붕 해체시 폐재는 100% 재활용이 가능하여 환경친화적인 건축소재로 인정받고 있다. 여러 금속재 중 최근 국내에서 개발된 내구성 이 매우 우수한 스테인레스틸 Pos 446이 선택되었다.

5.4.2 지붕공사의 Mock-Up Test

(1) 부양력시험(Dynamic, Oscillating Wind-Up Lift Test)

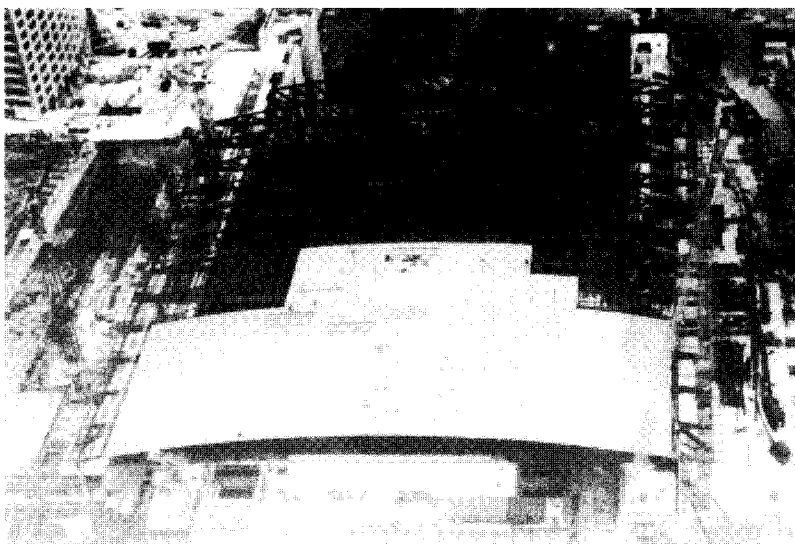


사진 8. 지붕층 시공조감도

Vacuum Chamber에 -275.6kg/m^2 , Pressure Chamber에 $+236.5\text{kg/m}^2$ 의 압력을 가하여 시험을 하였다. 이는 지붕이 512kg/m^2 의 부양력에 저항하는 능력에 대한 시험을 말하며 이것을 바람의 속도로 바꾸면 90.5m/Sec 이다. ($23\sim 28\text{m/Sec}$ 이면 사람이 쓰러질 정도의 바람속도이다. [$P = 1/16v^2$])

(2) 구조성능시험(Static Structural Wind-Lift Test)

설계 풍압력 (Positive Pressure 330kg/m^2 , Negative Pressure 370kg/m^2 의 50%, 100%를 각각 10초간 가한 후 번위량 측정)

(3) 침수시험(Water Penetration

Test)

하부 Chamber에 58.56kg/m^2 의 정압력을 유지하며 표준 살수량인 평방미터당/분당/3.41의 수량을 15분간 살수하며 내부에서 누수여부를 시험하였다.

5.4.3 지붕재 현장제작의 품질관리

(1) 거푸집(Forming) 작업

① 조립된 기계의 시운전: 길이 8m, 5매를 Forming하여 길이 및 폭, 모양 등을 Check 하여 기계 설치를 완료하고 본격적인 제품생산

② Forming 순서는 공정계획을 5 Block 으로 나눈 것을 참조하여 Roof Sheet 1block 생산 후 Roof Cap 1block 순으로 반복하여 제작

③ 성형기에서 바로 나온 자재의 후면 청색Tape를 제거

④ 성형기는 5-6매마다 길이 및 폭 등을 Check 하여 기계의 이상유무를 수시확인

⑤ 성형된 자재는 현장에서 시공되는 순서에 맞춰 미리 제작된 조립식 야적틀에 (7 Sheet/1칸) 야적

⑥ 야적시 Stainless 총 하중 100 ton을 야적할 수 있도록 구조검토

(2) 거푸집 성형자재 양중계획

① Main Roof의 데크 작업이 완료되었을 때 성형자재를 지붕 위로 양중

② 양중용 장비는 타워크레인을 사용하고 자재고정용 Frame을 제작하여 1회 6-7매의 성형 Sheet를 양중

③ 지붕면이 곡면임을 감안하여, 자재를 지붕의 중앙부에 위치하도록 조정하고 양쪽의 처짐 부위는 고임목을 설치하여 최대한 수평을 유지

④ 지붕 위에 올려진 Sheet(40m 기준)의 이동은 1장/8-10명이 한 개조로 편성되어 인력이동

5.4.4 지붕재설치 시공순서

(1) Roof Truss 설치

철골 트러스의 설치가 완료되고 감리자의 완성검측을 득한 후에 지붕공사를 진행

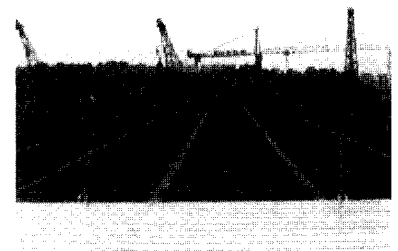


사진 9. Roof Truss 설치

(2) Metal Deck 설치

Roof Truss의 설치 완성검사를 득한 후 1,2mm의 아연도금 Deck를 지붕중심선의 직각 방향으로 판개 후 와셔용접으로 고정, 인발 Test를 하여 구조성능을 확인



사진 10. Metal Deck설치

(3) Vapor Barrier

실내 습기가 지붕재에 전달되는 것을 방지하기 위해 폴리프로필렌 재질의 Sheet를 최하단부에 설치

(4) 목모 시멘트판

지붕의 내화, 차음 성능을 유지하기 위해 나무조각과 시멘트로 압축 성형한 20mm 시멘트 판을 나사못으로 고정 후 Fastener로 재고정하였으며, 이때 판재간 틈새는 4mm 이하로 규정하여 차음 성능 확보에 유의, 사용된 목모 시멘트판의 음향 투과 손실은 시험 결과 250hz에서 25.7db, 1000hz에서 36.8db로 차음 성능이 우수한 제품

(5) Fastener (Z-Bar)

Roof Sheer(지붕판재)를 긴결하는 Roof Connector를 구조체인 Deck에 연결하는 Fastener를 910mm 간격으로 설치하였다. 고정은 볼트로(너트를 포함한 Bolt로 상부에서 조이기만 하면 Deck 하부에 너트용 받을 형성함) 하였으며 간격은 1,500mm 이하

(6) 단열재

열전도율 0.028(W/M·K), 밀도 40(Kg/m³)인 경질 단열재 40mm를 이중으로 설치하였고, 상부에 20mm 공간을 형성하여 차음 및 단열에 유리하도록 시공

(7) 내수용 합판

1mm 방수 Sheet를 시공하기 위한 바탕면은 12mm 내수용 합판을 두겹으로 설치, 공사 중 습기에 의한 변형을 방지하기 위해 천막으로 작업 종료 후 보호

(8) Waterproofing

금속 지붕재만으로도 방수가 되지 만 건물의 중요성을 감안하여 고무화 아스팔트와 고밀도 폴리에틸렌 필름을 접착한 Sheet 방수재를 선택 하였다. 이 제품은 합판에 접착시 프라이머와 별도의 열을 사용하지 않고 바로 작업이 가능하고, 자기 밀봉(Self Selling) 효과가 있어 Roof Connector를 나사못으로 고정 하여도 방수효과를 낼 수 있으며, 공인기관의 시험 결과 신장율이 327%에 달했다. 두께가 얇아 바탕 청소가 불량할 경우 찢어질 우려가

있어 합판 시공 및 진공 청소기로 청소후 Sheet 방수 시공

(9) Roof Connector (Tight Frame)

S'st Sheet를 고정하기 위해 3.2mm의 아연도금된 Connector를 Fastener 위치에 500x910 간격으로 사용하였다. 백색 줄을 Sheet 방수 위에 표시하여 하부 Fastener에 나사못으로 정밀하게 설치

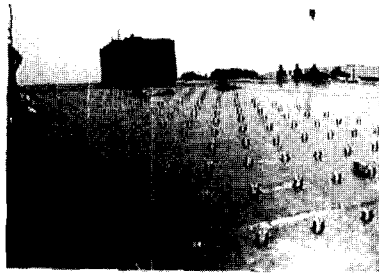


사진 11. Roof Connector설치

(10) Slip Sheet

공사중 방수지 보호와 S'st Sheet의 신축 팽창시 하부 방수 Sheet와 원활한 Slip 효과를 얻기 위하여 Slip Sheet를 설치



사진 12. Slip Sheet설치

(11) S · st Sheet

Connector에 Sheet를 고정 후

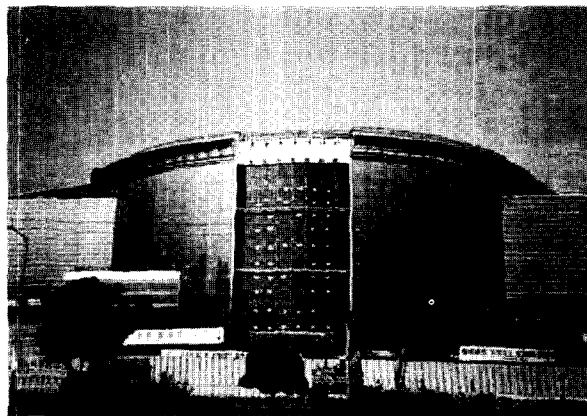


사진 13. East Entry

Cap은 고정하는 나사못 없이 인력으로 눌러서 고정하여 누수대비 하였고, 보수시 탈착이 용이하도록 시공, Sheet 연결부위는 Seal Tape 2열, 코킹 2열로 시공후 방수 Drilling Screw로 완전 집착시켜 누수에 대비

5.4.5 초대형 지붕공사의 시공상 문제점 및 대책

(1) 117m Truss의 처짐을 보정하는 문제

Deck 하부에 C형강 등으로 장선을 설치하여 Level 조정

(2) Deck와 철골의 현장용접

철골에 Bracket를 설치하여 C형강과 Bolt 처리한 후 C형강과 Deck를 Bolt 처리

(현장 용접 최소화 필요)

(3) Deck 나누기

Deck Top에 Fastener Bolt가 시공되어야 하나, 끝에 걸릴 경우가 생기면 체결이 불가능하므로 설치기 등을 하여 정밀 시공

(4) 방수 Sheet 훼손

두께 1mm의 방수 Sheet는 합판에 청소가 불량할 경우 훼손되는 경우가 많아 진공 청소기 등으로 완벽하게 청소

5.5 S.G.S(Special Glazing System) 공사

5.5.1 S.G.S 공사개요

대규모 Open구간 외벽커튼월 시스템

템에 적용하고 있는 S.G.S (Special Glazing System)는 Tension Cable System은 상부Truss에 매달린 Cable 구조물(Sus Rod, Cruciform, Sus Cable 및 Wind Truss)을 1층바닥에 설치된 Spring Assembly에 연결, 압축 Spring의 힘을 이용하여 Pretension을 갖도록 형성된 구조물로서 약 20톤의 Tension이 걸리게 설계되었다.

Dot Point Glazing System은 상부 구조체에 매다는 Suspended 방식으로 풍압에 대항하는 Wind Truss 및 이를 매다는 Rod가 Back Structure로 형성되어 있으며 Mullion 역할을 담당하는 Glass Fin과 커튼월을 형성하는 Facade Glass로 이루어져 있다.

본 S.G.S(Special Glazing System)는 통상적으로 시행했던 외벽 커튼월 시스템에서 구조적인 제약조건으로 해결하기 힘든 대규모 Open 구간을 Cable 구조물과 Glass 만으로 처리한 공법이다.

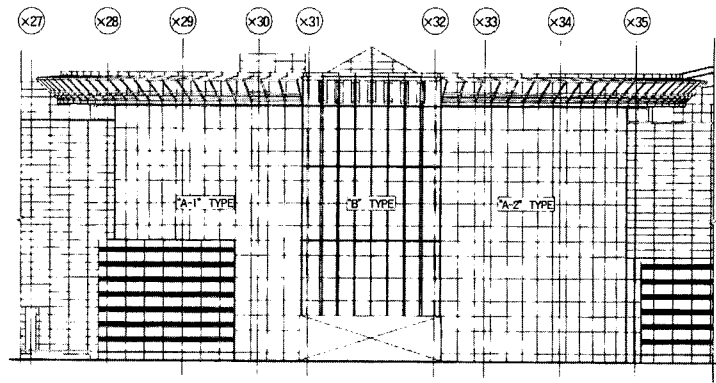


그림 14. 동측 입면도

좌·우측에 Tension Cable System과 정면 중앙에 Dot Point Glazing System을 설치하였다. 또 풍하중의 취약함을 보완하기 위해 Horizontal Wind Truss를 설치하였다.

5.5.3 Tension Cable System

Tension Cable System은 풍압, 자중, 온도편차 및 지진에 의한 움직임을 흡수할 수 있는 구조물로 설

로써 동계공사의 품질확보 및 공기 단축 효과를 보였다.

Tension Cable System 설치 순서

- ① 가설 달비계 설치

가설 달비계를 설치하여 측량작업 및 상부 Bracket 설치시 작업을 원활히 수행할 수 있도록 했다.

- ② 설치기준선 Marking

측량작업 후 설치기준선을 Marking 했다.

- ③ Chemical Anchor Hole Marking

1층 바닥부분은 사전에 준비한 Spring Assembly의 Base Plate 부분 Template를 사용, Chemical Anchor Hole을 Marking 했다.

- ④ Top Bracket 설치

상부 Truss 부분의 설치기준선에 Top Bracket를 설치했다. Top Bracket 설치시 용접사 기량 Test에 합격한 기능사만이 설치작업을 하였다.

⑤ Chemical Anchor Hole 타공후 봉인 1층바닥부분 Chemical Anchor Hole 타공후 불순물 투입방지 및 철근부식방지를 위해 Back Up Rod 삽입 후 Sealant로 봉인했다. 철근이 닿아 타공이 안된 부분은 철근탐상 후 주근과 늑근을 구분한 다음, 구조검토에 의하여 절단이 가능한 철근을 Core Drill로 절단하고 타공하였다.

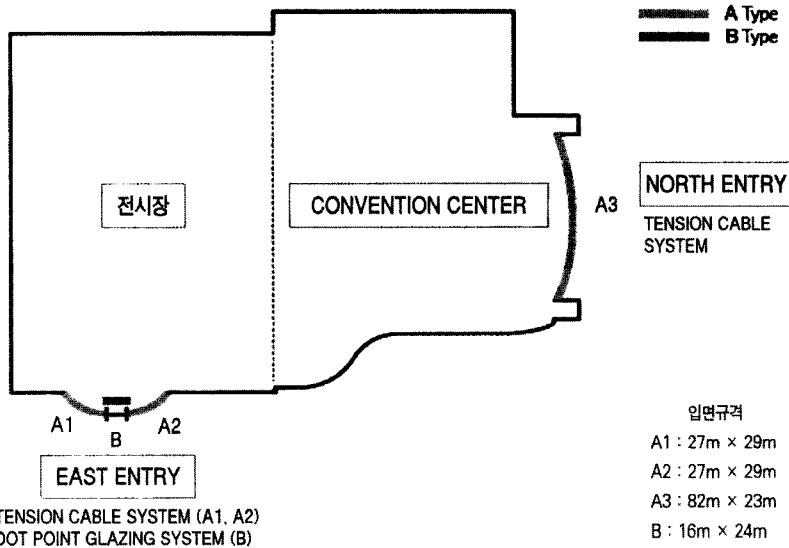


그림 13. S.G.S 설치 위치도

5.5.2 ASEM 컨벤션센터의 S.G.S 설치위치

ASEM 컨벤션센터의 북측 주출입구 정면에 Tension Cable System을 설치하였고, 동측 주출입구 정면

계되었으며, 구조부재는 고인장강도 스테인레스 스틸제품을 사용하여 볼륨을 최소화하였다. 외부면은 4side Structural Glazing Unit 공법을 적용하여 Factory Glazing을 실시함

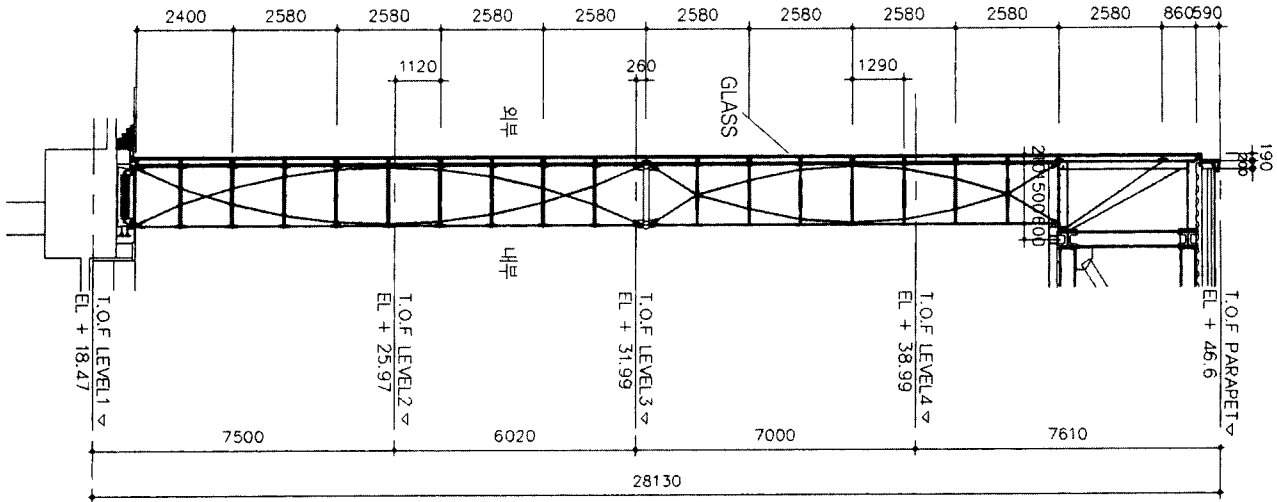


그림 15. Tension Cable System A-3 단면도

⑥ Horizontal Wind Truss 설치
하중 및 횡력에 견딜 수 있는 Horizontal Wind Truss를 설치했다.

Wind Truss 길이가 27m로서, 공장에서 현장까지 운송문제 해결차원에서 1/2로 제작하여 반입하였다. 그후 현장에서 연결용접 후 윈치와 Wire Rope를 이용하여 임시로 설치했다.

⑦ Spring Assembly 설치

Chemical Anchor를 매입, 1일동안 양생 후 Spring Assembly를 Torque 압 45kg/M로 Nut를 고정했다. 또한 Spring Coil을 압축시켜 Pretension을 준비했다.

⑧ Rod 및 Cruciform 설치

설치는 상부 Bracket → 중간 Horizontal Wind Truss → Spring Assembly → Back Structure → Tension Cable 설치했으며, Rod와 Cruciform은 바닥에서 조립하여 Rope로 끌어올려 설치했다. 조립시 현장 실제온도를 Check, Techno Chart 상에 표기된 온도에 맞는 Cruciform Position 치수를 적용하여 Rod를 Cruciform Hanger Coupler에 설치 후 길이를 조정했다.

⑨ Tension Cable 설치

상부 Bracket에 Pin으로 고정된 후 기설치된 Cruciform의 Guide Block에 걸친 후 70kg 정도의 힘으로 잡아당겨 Wind Truss Bracket Hole에 Pin

으로 연결, 고정했다. (Top 부분)

Wind Truss Bracket Hole에 Pin으로 연결고정한 다음 기설치된 Cruciform의 Guide Block에 걸친 후 70kg 정도의 힘으로 잡아 당겨 Spring Assembly Connection Plate의 Hole에 Pin으로 연결, 고정했다. (Bottom 부분).

⑩ Pretension

Spring Assembly의 Connection Plate에 연결된 Rod와 Cable의 Pin 결합상태 확인후 압축된 Spring Coil의 압축상태를 풀어 Pretension을 실시했다. Spring의 원리를 이용하여 벌어지려고 하는 힘을 수직의 인장력으로 변화시키는 것이 Pretension의 Key Point이다.

⑪ Horizontal Wind Truss Bracket 설치 Hsl M20x150 Hilti Anchor 설치후 Bracket을 설치하였다. 이때 첩볼트의 Torque 압력은 38kg/M이며 Horizontal Wind Truss의 Wing Plate와 Bracket을 Pin으로 고정했다.

⑫ 알루미늄 Mullion 및 Transom 설치알루미늄 Mullion Bar를 Cruciform의 Hanger Coupler Plate에 Sleeve 겸용 Bracket에 설치후 순차적으로 Transom을 설치했다. Mullion의 Joint는 Extension을 고려하여 5m/M의 Gap을 두었다.

⑬ Glass 설치

공장에서 기제작된 Glass Unit의 Z-Bar 설치 및 구조코킹 상태점검을 설치전 실시했으며, 알루미늄 Transom의 Setting용 Clip이 Glass Unit 폭의 1/8 지점에 설치되었는지 확인한 후 Glass를 설치했다. Glass Unit 설치하는 Unit 자체의 Z-Bar와 Mullion 및 Transom에 기설치된 Wind Load Clip으로 고정했다.

⑭ 코킹

코킹작업 부위의 건조 및 청결상태 확인 후 오염부위는 톨루엔을 사용하여 청소를 하였다. Back-Up재 설치후 마스킹 테이프를 설치하였고, 썰링재가 줄눈 구석구석까지 완전히 충전되도록 밀실하게 충전하였으며, 코킹작업 완료 후 마스킹 테이프를 제거하고 마감손질 후 주위 청소 및 정리정돈을 하였다. 코킹오염으로 인한 외관 손상을 방지하기 위해 비오염성 썰란트를 사용하였다. 비오염성 썰란트와 구조 썰란트의 상용성 Test를 사전에 실시하여 이상없음을 확인한 후 코킹작업을 실시하였다.

5.5.4 Dot Point Glazing System

전면 커튼월 Facade Glass를 지지하고 풍하중에 대항하는 Glass Fin이

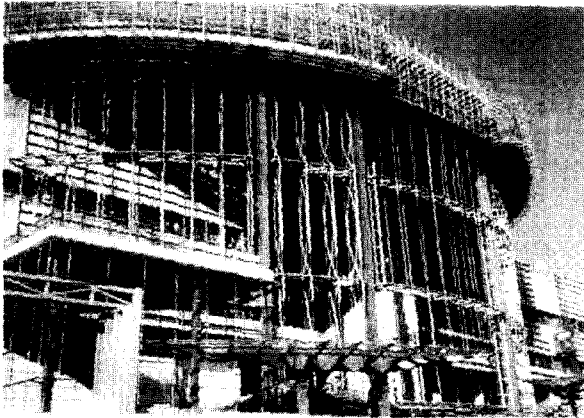


사진 14. Tension Cable System



사진 15. Glass Fin 설치

Sus Rod로 설치된 Horizontal Wind Truss 및 Balance Truss와 결합하여 상부 구조체에 매달려 있는 Suspended방식이다. Facade Glass에 Hole을 가공하여 특수제작된 금구물을 사용하여 Glass Fin에 연결시켰으며, Glass Fin과 Glass Fin사이를 Stainless Steel(Sus316) Clamp Plate로 연결시켰다. 이때 Clamp Plate로 볼트를 조일 때 마찰력을 높이기 위해 1mm Vegetable Shim을 Glass Fin 양면에 부착설치했다. 본 시스템은 $\phi 25$ Sus Rod로서 시각적으로 탁트인 효과를 극대화시켰으며, 상부 구조체에 매달린 유리 자중은 각 Horizontal Wind Truss에 전달되어 분산되고 Glass Fin의 연결부는 Expansion Movement를 흡수할 수 있게 설계한 것이 Key Point이었다.

- ① Top Bracket에 $\phi 25$ Sus Rod를 수직방향으로 설치
- ② $\phi 25$ Sus Rod 상부 Wind Truss를 설치
- ③ Wind Truss의 Lug를 Facade Glass의 Clamp Plate에 끼워 Bolt로 고정
- ④ 상기와 같은 방법으로 반복하여 중앙 및 하부 Wind Truss를 설치
- ⑤ Bolt 조정 후 Lug와 Clamp Plate를 용접
- ⑥ 지상에서 1번 Glass Fin에 상부고정용 Clamp Plate를 설치(이때

고정용 Bolt 조임의 Torque 압은 $49.2\text{kgf} \cdot \text{M}$ 으로 실시)

⑦ 지상에서 2번 Glass Fin을 Clamp Plate에 삽입한 후 1mm Vegetable Shim을 Glass 양면에 설치하고 고정용 Bolt로 고정(이때 Torque 압은 $49.2\text{kgf} \cdot \text{M}$ 으로 최초 25%, 75%, 100%순서로 순차적으로 실시)

⑧ 지상에서 2번 Glass Fin을 Class Plate를 상부에서 삽입

⑨ 결합된 1, 2 Glass Fin을 Winch로 들어올려 Top Bracket에 Pin으로 고정

⑩ Glass Fin을 상기와 같은 방법으로 Top 부분에서 Bottom 부분으로 Glass Fin을 반복 설치

⑪ Glass Fin 설치·완료후 Wind

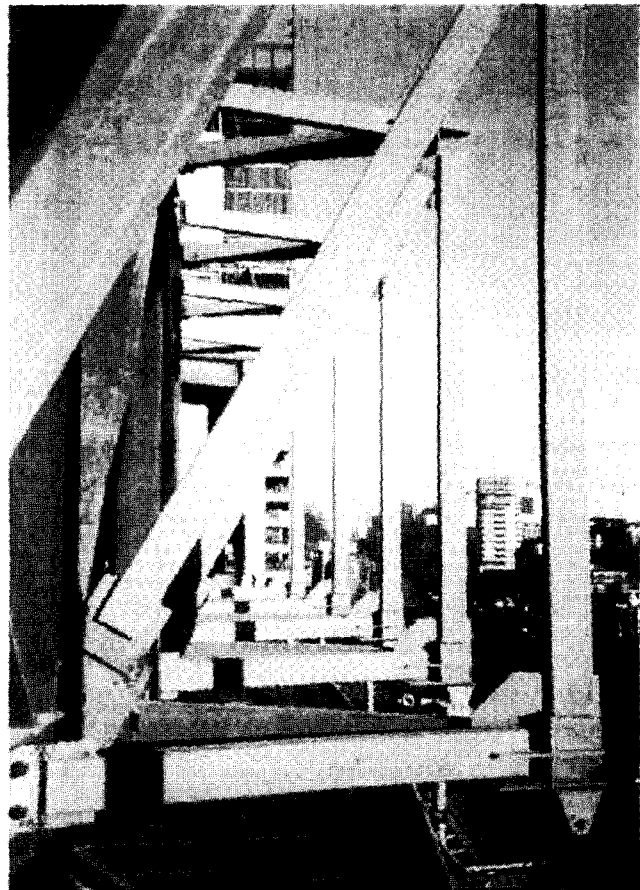


사진 16. Horizontal Wind Truss 설치용 상부 구조체 설치

Truss Bracket에 임시 고정

⑫ Facade Glass를 특수 제작된 금구류인 Spg Bolt로 체결한 다음 Glass Pin Clamp Plate의 Hole에 Spg Bolt로 고정

⑬ Facade Glass에 Wind Truss 고정용 Clamp Plate 설치전 Silicon Pad를 Glass 양면에 끼운후 Clamp Plate를 Bolt로 고정

⑭ 상기와 같은 방법으로 반복 설치

⑮ 구조 Caulking 전 최종 점검하여 치수 조정 후 구조 Caulking을 실시

5.5.5 S.G.S의 실물성능시험 (Mock-Up Test)

(1) S.G.S의 Mock-Up Test 목적
실물성능시험은 S.G.S 공사 시행 전에 설계에 대한 제반성능을 확인·보완하기 위하여 건축물의 외벽 구조체 가운데 가장 중요한부분을 실물과 동일하게 제작한 후 Chamber(시험장치)에 설치하여 설계조건에 동일하게 시험을 하는데 목적이 있다.

(2) S.G.S의 Mock-Up 부위

Mock-Up 부위는 S.G.S 공사에 두가지 System이 존재하는 동측면을 선택하였으며, 그중 Tension Cable System의 29.7m Full Height를 선정하였고, Dot Point Glazing System의 중앙 부위 Height 11.2m를 선정하였다.

(3) S.G.S의 Mock-Up Test 결과
Tension Cable System은 시험에전부 통과하였으나, Dot Point Glazing System에서 Structure Performance Test(영구변위량 시험)시 Glass Fin이 파손되어 Test 통과에 실패했다.

Glass Fin이 파손된 원인은 Clamp Plate의 평활도가 불량했고, 이로 인한 볼트 짐의 고른 응력분포가 이루어지지 않아 편심이 작용하여 Test시 반복된 Stress로 파손되었다.

Clamp Plate 제작시 평활도를 최대한 유지시켰으며, Clamp Plate 사이의 공극을 없애기 위해 Fiber Material 대신 1mm Vegetable Shim을 사용하여 파손원인을 보완하고 영구변위량 재시험을 실시하여 만족스러운 결과를 얻었다.

6. 맺음말

ASEM 및 무역센터 확충공사는 테헤란로와 영동대로를 끼고 있는 현장위치로서 도심지 공사현장중에서도 애로사항이 가장 많고, 시공상 문제점도 가장 많은 공사현장이었다. 컨벤션센터의 준공시기를 맞추기 위한 애로사항 및 문제점을 몇가지 간추린다면,

첫째 자재적치 장소가 협소하였고, 둘째 지하공사 수행에 필요한 진입로 및 양중장비계획이 원활치 못하였으며,

셋째, 소음및 분진으로 인한 각종 민원발생과 그에대한 대응문제 이었다. 또한 본 공사는 설계나 시공이 병행되는 Fast Track 공사라는 점도 문제점이었다.

따라서 본 공사는 철저한 계획수립과 돌관작업만이 준공목표를 달성할 수 있다는 판단이 되었으며 Fast Track 공사에서 수반되는 공사진행중 공기단축과 병행하여 품질확보에 중점을 두었고, 인원조직의 구성 및 설계확정 및 시공도면 작성등에 따른 난관을 공사관련 기술자의 합심 일체로 대처하였다.

끝으로 본 공사가 성공적으로 마무리 될 수 있도록 노력하신 설계사, 감리회사 및 시공회사등 관계자에 감사의 마음을 전합니다.

