

트루텍 빌딩의 3차원 입체 커튼월 시공

Construction of Aluminum Curtain Wall with 3D Elevation for TRUTEK Building

박 철* 홍 두 표**
Park, Choel Hong, Doo-Pyo

요 약

트루텍(TRUTEK) 빌딩은 서울 마포구 상암동 DMC(Digital Media City) 단지 내에 위치한 오피스 빌딩이다. 본 건물은 독일 설계사무소의 원설계를 바탕으로 국내 실시설계가 이루어졌으며 지하 5층 지상 12층의 중규모 건물로서 그 외관을 독특한 3차원 입체 유닛을 활용한 커튼월로 마감하였다. 기존의 커튼월 공사에서 보여주었던 평면적인 모델을 탈피하고 알루미늄 바를 3차원 입체 가공함으로써 사각형 박스의 단순하게 보여질 지 모르는 입면을 독특하게 구현해 주는 데 성공했다. 18개월의 공기를 준수하기 위해 커튼월 공사는 공사계약시점부터 주요 공정으로 분리되어 공정관리가 이루어졌으며, 지속적인 공정 업데이트 및 유기적인 이해당사자 회의를 통해 디자인 현안들을 해결해 나갔다. 최초 시도되는 형태의 입면과 알루미늄 바의 가공방법에서 발생할 수 있는 리스크를 최소화하기 위하여 단계별 Mock-up을 실시하였으며, 피드백을 통해 예상되는 문제점들을 도출하고 분석하였다. 이를 통해 촉박한 공기의 준수와 품질 확보를 이룰 수 있었다.

키워드: 커튼월, 3차원 입체, Mock-Up

1. 서 론

현대 사회의 초고층 건축물에서는 외벽 커튼월 시스템이 보편화되어 있으며 이러한 추세는 이제 중저층 건물에서도 일반화되어 가는 추세이다. 이러한 커튼월 시스템은 내부 마감공사의 원활한 진행을 위한 시금석이 될 뿐만 아니라 프로젝트 공기준수를 위한 중요공종이기도 하다. 이러한 중요성을 감안할 때 설계 및 계획단계부터 집중적인 관리가 필요하다.

당 현장의 커튼월 시스템은 이러한 중요성과 더불어 국내 처음 시도되는 입면을 갖는 3차원 입체 알루미늄 바의 가공 및 유리 취부로 인해 설계 및 Mock-up 단계에 집중적인 관리가 필요했다.

또한 TRUTEK 빌딩은 오피스 빌딩이지만 3,4층은 층고 5.95M의 쇼룸을 갖고 있기 때문에 유닛의 대형화와 함께 3차원 가공의 문제를 해결하는 과제를 안고 있었다. 3,4층의 쇼룸을 전시장으로 사용하기 위하여 각 층에 개방이 가능한 전동식 5.4M 폭의 양개문을 설치하고 동일한 커튼월 마감을 하여야 하는 기술적인 문제도 풀어야 할 과제였다.

이러한 여러 디자인적인 기술적인 요소들은 여러 이해당사자들의 정기적인 회의를 통해 해결안을 도출하고 이 해결안들이 적용되는 시기를 조절함으로써 재시공의 요소를

감소시킬 수 있었다.

2. 프로젝트 개요

- 공사명 : DMC B6/2 Office Building
- 대지위치 : 서울특별시 마포구 상암동
DMC 단지 B 6/2
- 대지면적 : 2,078.00 m² (628.60 평)
- 건물용도 : 업무시설
- 건축면적 : 1,184.57 m² (358.04 평)
- 연면적 : 19,631.30 m² (5,938.47 평)
- 건폐율 : 57.01 %
- 용적률 : 584.37 %
- 건물규모 : 지하 5층 + 지상 12층
- 구조 : 지하 RC조 + 지상 RC&S조
- 시행사 : Trumf Korea 상암
- 시공사 : (주)동부건설
- 원설계 : Barkow Leibinger Architekten
(독일)
- 설계감리 : 창조건축사사무소
- C M : Davis Langdon & Seah Korea

* 일반회원, 동부건설 부장 cpark@dongbu.co.kr

** 일반회원, 동부건설 과장 envyhong@dongbu.co.kr



그림 1 전경 사진

3. 커튼월 수량

- 설치수량 : 442 개 (5,930 m²)
- 3D 수량 : 207 개
- 2D 수량 : 235 개
- 기본크기 :
 - 3~4층 - 2,700mm × 5,950mm
 - 5~12층 - 2,700mm × 4,200mm
- 단위중량 : 600kg ~ 800kg
- Special Gate : 2개 (5.4m × 5.95m)

당 현장의 알루미늄 커튼월 시스템은 국내에서 시도되는 최초의 3차원 입체형식으로서, 알루미늄 바의 3차원 가공을 위한 별도의 장비를 도입하였다. [elumatec Profile Machining Centre SBZ 151]은 기존의 4축(4 axis) 가공과는 달리 5축(5 axis) 가공이 가능하며 이와 동시에 드릴링, 라우팅, 테이핑, 컷팅 및 노칭이 가능하다.



그림 2 Profile Machining Centre SBZ 151

이 장비를 이용한 3차원 가공에 앞서 각 3차원 연결부에 대한 설계의 정확도를 높이기 위하여 [Inventor] 프로그램을 이용하여 시뮬레이션을 하였으며 이를 토대로 샘플을 제작하여 조립의 용이성 등을 검토하였다.

4. Design Mock-Up Stage

당 현장에서는 설계 및 계획단계의 오류를 최소화하기 위하여 정례적인 디자인 워크샵을 통해 원설계자, 커튼월 컨설턴트, 실시설계담당자 및 시공사 담당자간의 의견을 공유하고 실물모형실험을 시행하기에 앞서 [Design Mock-up]을 실시하였다. [Design Mock-up] 단계에서는 본 유닛 제작시 문제가 될 것으로 예상되는 3차원 부재 연결부의 마감 및 시공성등을 검토하여 피드백을 실시하고 시공오차 및 공장제작 오차를 반영한 새로운 시뮬레이션을 시행하였다. 또한 스펀드럴 파트와 비전 파트의 유리 색상 및 알루미늄 바의 도장 색상 등에 대한 논의를 통해 원설계자 및 발주자의 요구가 충분히 반영될 수 있는 기회를 갖도록 하였다.

당 현장의 3차원 알루미늄 바 가공을 위하여 3차원 기계 설계 전용 프로그램 중의 하나인 Inventor를 이용하여 3차원 설계를 실시하고 Inventor 파일을 [sat] 파일로 전환한 후 변경된 [sat] 파일을 제작 프로그램(CAM)인 PUMA 소프트웨어에서 불러들여 가공 기구 선정, 클램프 위치 선정, 가공기구의 회전속도, 이동속도, 작업 순서등을 계획하고 시뮬레이션을 실시하여 파일을 전송한다. 이 파일을 이용하여 [SBZ 151]에서는 알루미늄 바를 3차원 가공하게 된다.

3차원 설계, 검토, 가공, 조립도면 작성을 위해 파라메트릭 설계 기법을 도입하였다. 3차원 기계 가공기 도입을 통한 생산과정은 최적의 가공 방법을 채택함으로써 비정형 부재 가공이 가능하고 시뮬레이션을 거쳐 정밀가공 생산이 가능하다. 이러한 파라메트릭 설계 기법을 실현하기 위하여 [Inventor] 프로그램을 하였는데 이는 3차원 기계설계 전용 프로그램 중에 하나이며 항공기, 선박, 휴대폰, 자동차 등 기계 제품의 3차원 설계에 사용되며, 2D 설계에 가장 널리 사용되는 AUTOCAD를 만든 Autodesk사에서 개발하였다.

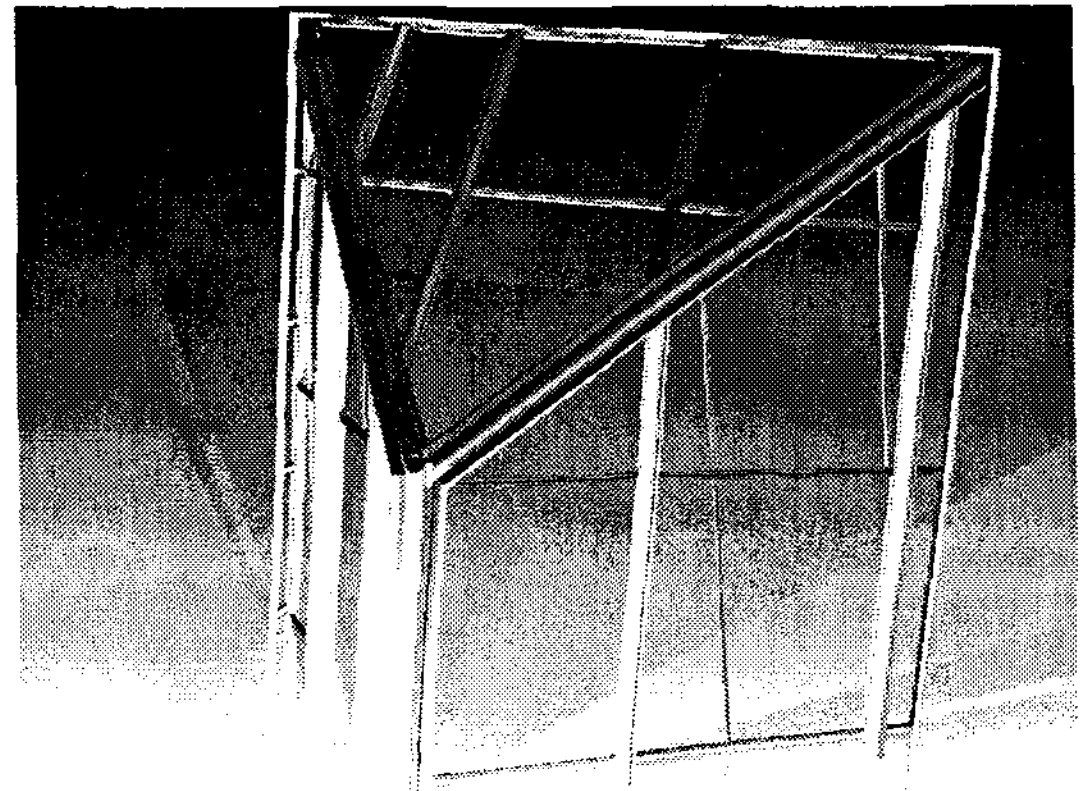


그림 3 주출입구 3차원 모델링

개략적인 설계 제작 순서는 다음과 같다.

먼저, Inventor 로 3차원 디자인으로 하고 Inventor 파일을 SAT 파일로 변환한다. 이후 SAT 파일을 Puma software에서 불러들여 가공 tool 선정, 클램프 위치 선정, 가공기기의 회전속도 이송속도 작업 순서 등을 계획하고 시뮬레이션을 실시하고 파일 저장, 전송, 3차원 가공기계 (Elumatec SBZ151)에서 Alum. Bar를 3차원 가공한다.

위의 과정속에서 중요한 요소중의 하나는 2D 제작도면이 생략된다는 점이다. 이는 2D상에서 표현이 불가능한 가공을 3차원 파일을 읽어들이어 자동으로 가공이 가능하기 때문이다.

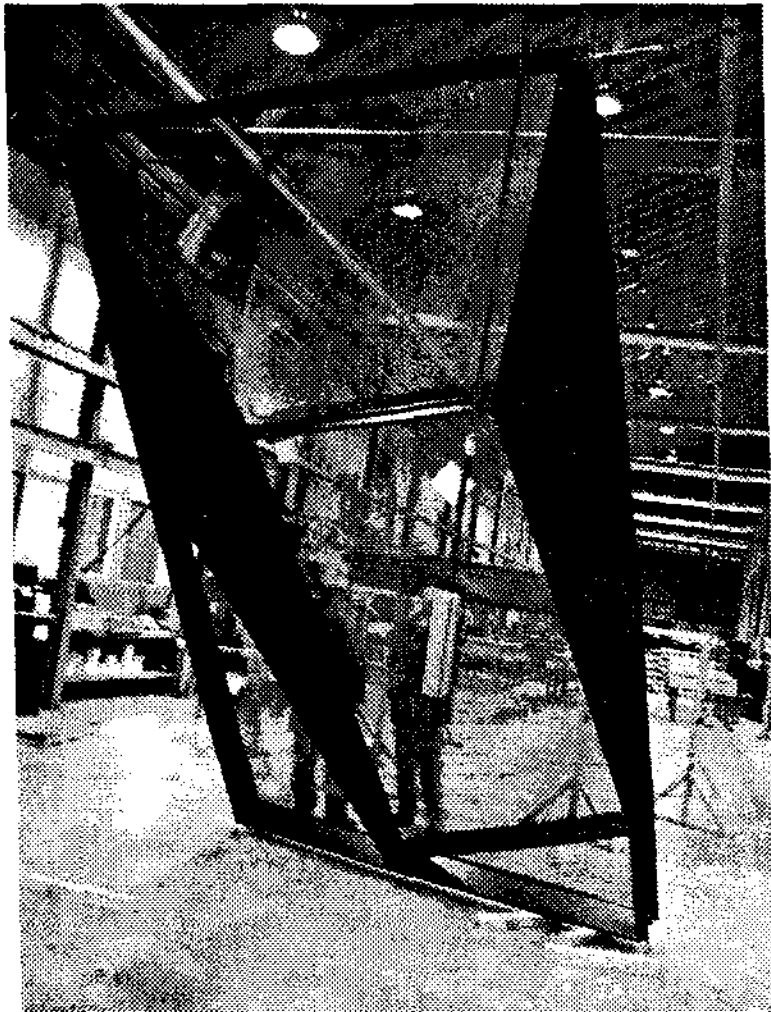


그림 4 공장에서의 Design Mock-up

5. Visual Mock-Up Stage

설계자와 협의된 대로 제작된 design mock-up 이라 할지라도 실제 현장에서 시공되었을 때 느껴지는 상이함과 시공상의 문제점을 파악하고, 발주자의 최대 관심사 중에 하나인 불투명 유리에 대한 좀 더 정확한 판단을 위하여 현장에 샘플 유닛을 설치하였다. 이 visual mock-up 은 향후 opaque glass (불투명 유리)의 품질 피드백에 중요한 역할을 하게 되었다. 그리고 도면과 설계미팅을 통해 결정된 사양에 대해서도 실물을 접하게 된 발주처의 입장에서 만족을 하지 못하게 경우 적절한 문제 해결 방안을 도출하여 향후 전체적인 공정 진행에 차질이 발생치 않도록 하였다.

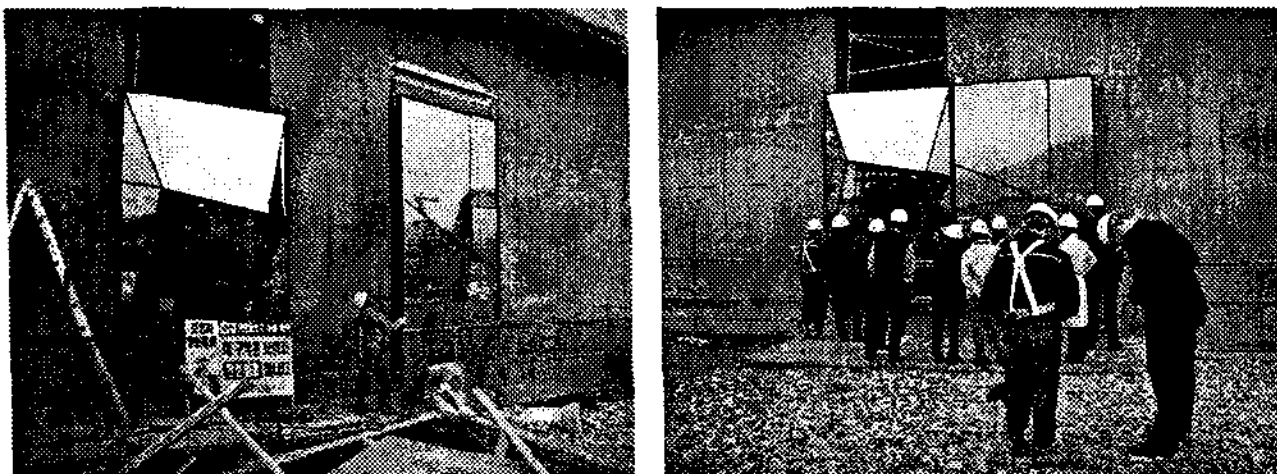


그림 5 Visual Mock-up 모습

6. Functional Mock-Up Stage

커튼월 시스템은 건축물의 외장재로서 주변의 환경변

화에 대응하고 용도에 따라 1차적으로 건축물의 내부 공간을 보호할 수 있어야 한다. 나아가 내부 사용자 및 발주자의 경제적, 심미적 요구를 만족시킬 수 있어야 한다. 이러한 커튼월 시스템의 성능평가를 실시함에 있어 객관적인 판단 근거를 확보하기 위한 각종 성능시험을 실시하여야 한다는 것은 주지의 사실이다.

성능검증을 위하여 ASTM 및 AAMA 규정을 적용하여 기밀시험, 수밀시험, 구조성능시험, 변위시험 등을 시행하였으며 열순환시험을 3사이클 시행하여 창호의 결로문제를 검증하였다.

당 현장의 커튼월 시스템은 각종 3차원 연결부를 많이 포함하고 있기 때문에 기존의 2차원 평면 형태를 성능평가 하던 것과는 달리 몇 가지 성능시험에 대한 반복시험을 실시하였다. 구조성능시험에서도 외부로 돌출된 형태의 특이성으로 인해 국부적인 집중 하중에 대한 우려를 하였으나 사전 구조계산을 통해 검증 받았던 바와 같이 허용범위 이내의 변위 발생을 확인할 수 있었다.

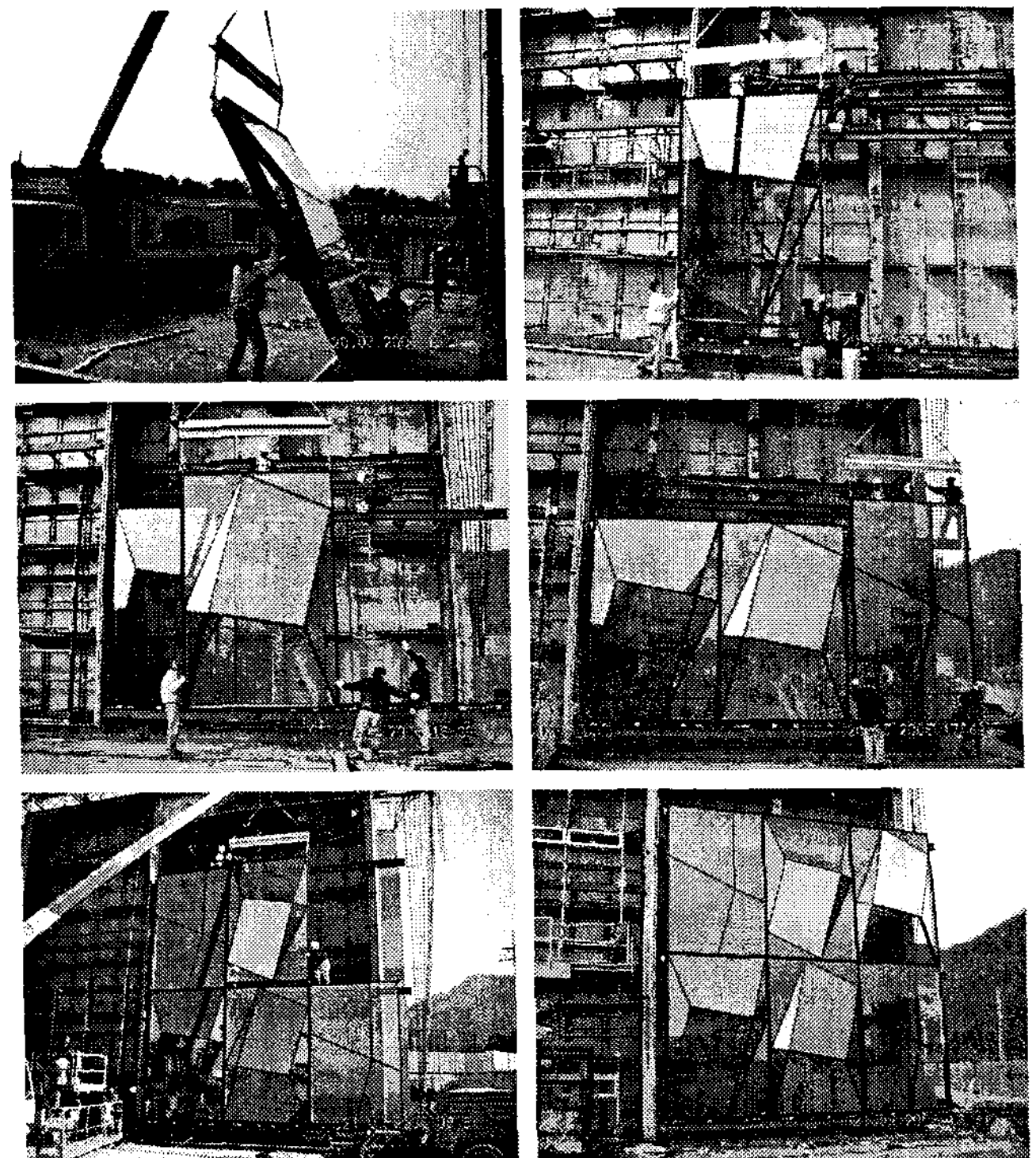


그림 6 Functional Mock-up용 유닛 설치 모습

7. 현장 시공

7.1 매립앵커

공장에서 생산된 커튼월 유닛은 단위 중량이 600kg~800kg 으로 사이즈는 5,950mm x 2,700mm 또는 4,200mm x 2,700mm 이다. 구조계산을 통해 매립 앵커의 종류를 결정함에 있어 이와같은 고정하중 및 높은 층고로 인한 풍하중 등을 감안하여 HCW 52/34 를 매립 앵커로 사용하였으며, 기존의 일자형 매립 앵커와는 달리 말굽형의 매립앵커를 사용하여 지지 하중을 증가시킬 수 있었다.

7.2 운송 계획

커튼월 유닛의 입체화에 따른 대량 운반이 불가능하고 각각의 순서가 정해져있기 때문에 동일한 유닛만 반입이 될 경우 시공이 원활하지 않기 때문에 운송계획 수립시 다음과 같은 철저한 관리가 필요하다.

사이즈 및 3차원 형상으로 인해 기존의 단일 팔레트에 다량 적재가 불가능하여 별도의 전용팔레트를 제작하여 운송하였으며 운반 중 파손을 최소화하고 있으며 1회 2개 유닛을 운송한다.

- ① 사용장비 : 5 Ton Truck (적재함 size=2,150 x 5,400)
▶ 3,4층 Unit 적재가능
- ② 1회 운송량 : 1 Pallets (2 UNITs)
- ③ 총 운송예정 Unit : 410 UNITs (1~2층 Knock down 자재 출고는 제외)
- ④ 총투입대수 : 205대 + 15대 (1~2층 Knock down 자재 출고용)

7.3 설치 모습

당 현장의 커튼월은 입면 구성상 크게 북동측,북서측 및 남서측 일부 구간이 3D입면이며 잔여구간이 2D입면 구간으로 구성되며 전체적인 가설계획 및 마감공정의 일정을 고려하여 2D입면 구간을 선행 시공중이다.

또한 유닛의 사이즈, 형상, 중량 및 인접 현장과의 간섭으로 인한 작업 효율성 및 가설장비 사용의 난이도를 고려하여 모노레일을 이용하지 않고 타워크레인을 이용하여 설치되며 타워크레인의 해체 후에는 유압식 크레인을 이용하여 시공을 완료할 계획이다.



그림 7 3,4층 내외부 모습

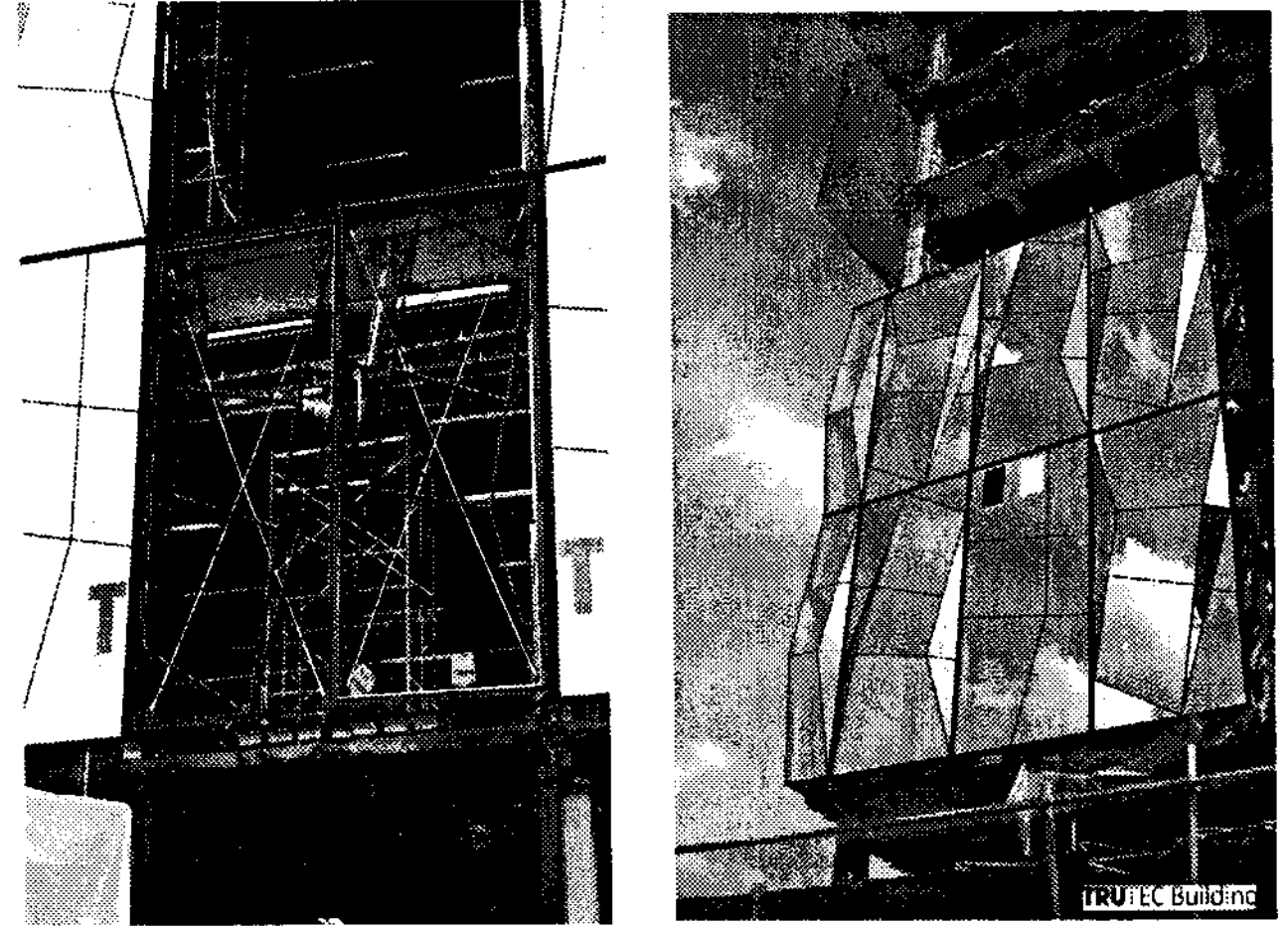


그림 8 3층 Special Gate 커튼월 프레임

8. 나가기

당 현장의 커튼월 시스템은 국내에서 처음 시도되는 공기법과 입면으로 이에 수반되는 고도의 엔지니어링이 필수적이다.

또한 독일의 원설계자와 홍콩의 컨설턴스 및 국내 업체간의 정기적인 디자인 워크샵과 Design Mock-up 등의 다양한 피드백 절차를 통해 예상되는 문제점들을 사전에 파악하여 본 제작에 반영될 수 있도록 하였다. 이를 통해 궁극적으로 내부 마감 작업의 초석이 될 수 있는 주요공종으로서의 역할을 성공적으로 마쳤으며, 향후 디자인되는 동일한 개념의 커튼월 공사에 있어서도 이 경험을 토대로 반복되는 시행착오를 줄이며 계약 공기 준수를 통해 이해관계자의 이익을 극대화할수 있을것으로 보인다.

Abstract

TRUTEC building, which is located at DMC B block is zone, is just one the office building in Soeul. TRUTEC building is designed by Barkow Leibinger Architekten in Germany, has 5 stories under and 12 stories above and has been finished with the unique three dimensional curtain wall unit. Big trial to make unique elevation succeeded as getting rid of the typical plain curtain wall unit. In addition, aluminum bars are treated by the latest CNC machine in order to achieve 3D section. Construction of curtain wall is highly focused from the moment of contract to keep the schedule because the contract period is 18 months. Regular design meeting and technical meeting between stakeholders including construction manager, designer, engineer, consultant and so on have been held during the construction to minimize the risks from the unique elevation and trial. Step by step mock-up test (design mock-up and visual mock-up on site) has been performed before functional mock-up test.

Keywords : TRUTEC, 3D Curtain wall, Mock-up