

## 아웃리저댐퍼의 송도 ATT 적용



김 대 영 대우건설 기술연구원 시험연구팀 수석

박 기 동 대우건설 기술연구원 시험연구팀 선임

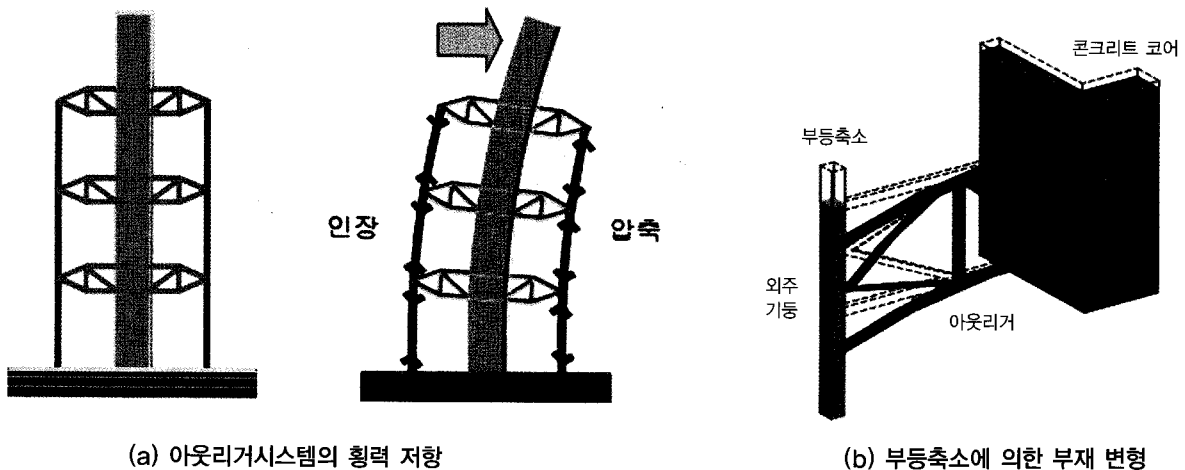
양 동 현 대우건설 기술연구원 시험연구팀 선임

### 1. 아웃리저시스템의 개요

아웃리저는 우리가 흔히 보는 이동식 크레인에서 전도를 방지하기 위해 크레인 차량의 양 옆에 수평으로 연장해서 바닥에 지지하는 팔을 연상하면 된다. 세장비가 큰 초고층 구조물에서 같은 역학적 원리로 중앙부 콘크리트 코어와 외부 기둥을 높은 강성을 지닌 아웃리저 프레임으로 묶어서 태풍 및 지진 등의 횡력 작용 시 외부 기둥이 상대적으로 강한 축력의 형태로 전달하

여 효율적으로 횡력에 저항하는 시스템이다. [그림 1] 아웃리저 시스템은 매우 우수한 횡력 저항 시스템이지만 중앙부 콘크리트 코어와 외부 기둥간의 시공 중 상당한 부등축소 발생 때문에 접합부를 고정시킬 시 그림 1과 같이 부가적인 변형 응력이 발생하는 단점을 가지고 있다. 아웃리저단부의 부등축소에 대해 대처하는 기존 방법들은 3가지 정도로 구분할 수 있다.

우선 아웃리저단부와 외부 기둥 접합부를 시공 단계부터 고정시키는 공법, 다음으로 아웃리저 단부를 외부 기둥을 시공



[그림 1] 아웃리저시스템

중 분리시켜 놓는 Delayed Joint 공법, 접합부에 심플레이트를 적층시켜서 미소 갭을 유지시켜 놓은 심플레이트 공법이 있다. 이 세가지 공법의 경우 시공 원가, 시공성, 유지관리, 품질 등에서 여러 문제점이 제기되어 왔다.

## 2. 아웃리거 댐퍼

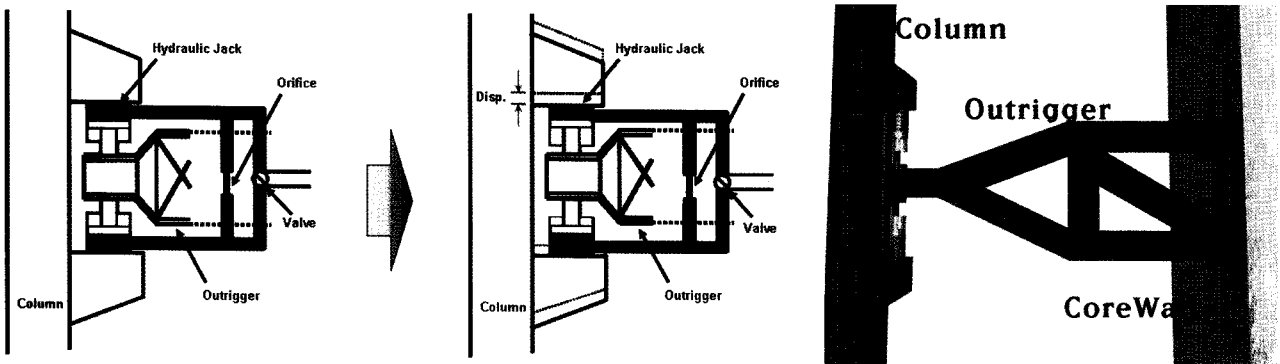
본 신기술은 그림 2와 같이 댐퍼를 아웃리거단부 접합부에 설치하여 시공 중 부등축소량은 자동보정하고 횡력에는 잠김 효과를 일으켜 효과적으로 저항하도록 합니다. 1주일에 1mm 이하로 매우 서서히 발생하는 부등축소에는 내부의 충전재가 배관을 통해 천천히 이동하여 흡수 보정하도록 하고 태풍/지진 등의 동적하중에는 배관을 이어주는 오리피스와 작은 내부 직경을 이용하여 충전재의 이동을 막아주어 잠김효과를 일으켜 횡력에 저항하도록 합니다. 구조물의 물량 절감을 위한 댐퍼는 잠김효과 보다는 댐핑효과를 이용해 최적화 설계 적용된다.

## 3. 기술 적용 대상 건물 개요

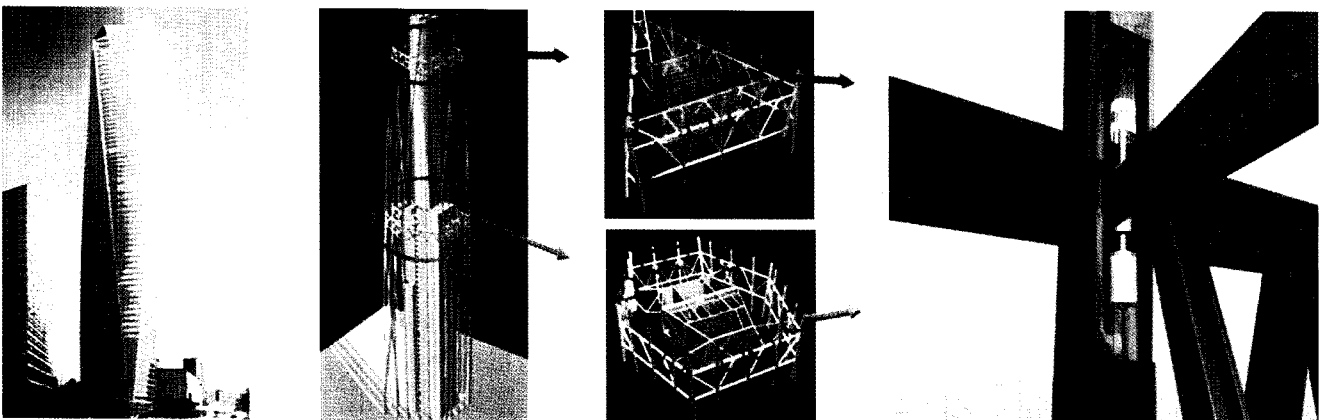
아웃리거댐퍼 시스템이 시공 중 시범 적용될 송도 북동아시아 무역타워 (North-East Asia Trade Tower)는 인천시 연수구 송도동에 위치해 있으며 높이 305미터 지상 68층의 건물로서 완공이 되면 국내 최고층 건물이 된다. 구조시스템으로는 RCD 파일 기초위에 중앙부 철근콘크리트 코어와 6개 코너 메가 칼럼, 27개 외주, 그리고 아웃리거와 벨트 트러스로 구성된 두개 아웃리거층 (34층과 65층)이 시스템적으로 복합 구성된다. [그림 3]

## 4. Pre-Engineering 및 송도 ATT 현장 적용

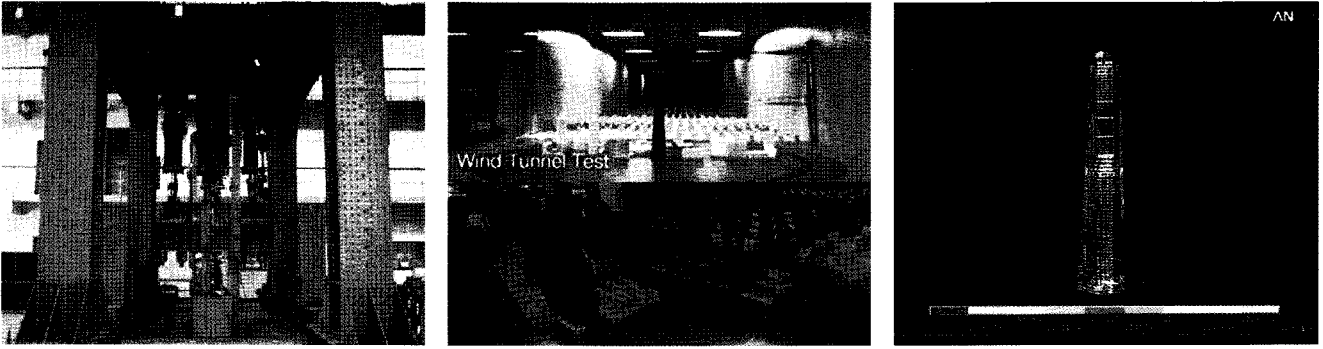
아웃리거댐퍼의 성공적인 송도 ATT 프로젝트의 적용을 위해 최초 시제품의 제작 후 대형구조실험동에서 동적/정적/내구성 등의 다양한 특성 시험, 정확한 풍하중 산정을 위한 풍압



[그림 2] 아웃리거댐퍼의 구성 및 형상



[그림 3] 송도 ATT의 구조시스템 및 아웃리거댐퍼의 위치



[그림 4] 구조실험, 풍동실험 및 구조해석

모형을 이용한 풍동실험을 직접 수행하였습니다. 댐퍼의 동특성 평가와 정확한 응답 평가를 위해 3D 컴퓨터 모델을 이용한 정밀 구조해석 또한 수행되었습니다. [그림 4]

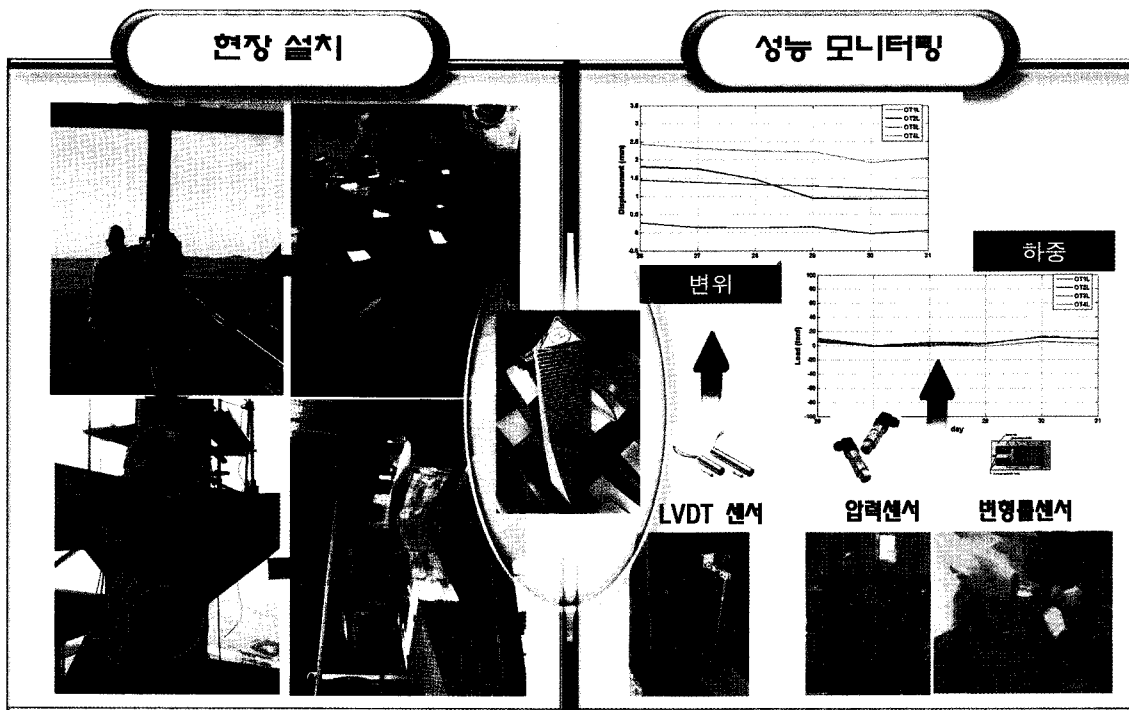
Pre-Engineering 이후에 아웃리거댐퍼는 면제진 장치 전문 제작업체인 미국 Techstar에 의해 제작되었으며 제작된 실 제품은 유니슨과 한양대를 포함한 여러 시험기관에서 성능 검증 이후 그림 5와 같이 송도 ATT의 아웃리거 접합부에 설치 완료 되었다.

현재 제품의 성능 모니터링을 위해 변위/하중 등이 지속적으로 계측되고 있으며 계측결과 접합부에 발생하는 부등축소

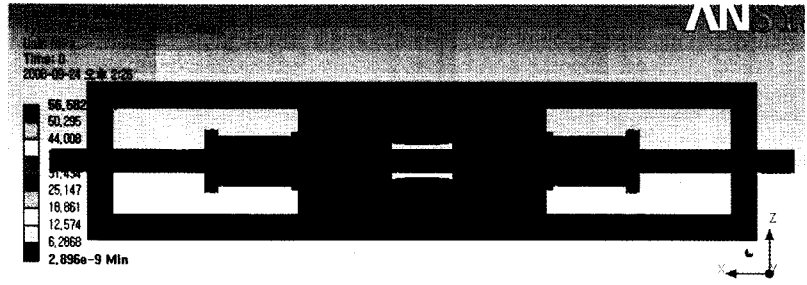
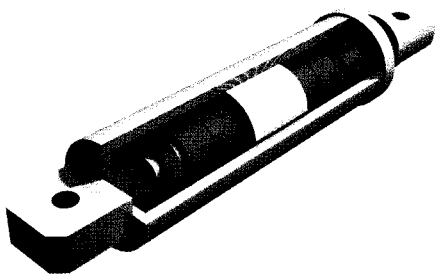
량은 아웃리거댐퍼에 의해 부가적인 응력 발생 없이 자동 보정되고 있는것으로 확인되고 있다. 풍하중에 의한 접합부 고정 효과 여부에 대해서는 가속도계를 설치하여 System Identification 작업을 수행하였으며 그 결과 접합부가 Pin 접합인 경우보다 진동주기가 더 짧아 풍하중에 의한 단부 고정효과가 확실히 나타나는 것으로 검증되었다.

### 5. 아웃리거댐퍼 송도 ATT 적용 효과

건국대학교 경제경영연구소에서 수행한 원가계산 비교에



[그림 5] 아웃리거댐퍼의 송도 ATT 설치 적용 및 모니터링



[그림 6] 마찰댐퍼의 형상 및 해석

의해 아웃리거댐퍼의 적용에 의해 접합부 철골 구조물은 27% 물량이 감소하고 접합부의 현장 용접량은 개소 당 89.6 m 에서 25.4m 로 75% 급감하였다. 또한 유지관리를 위한 별도의 인력 구성이 불필요해지고 심플레이트 보정을 위한 유압잭 설치 과정이 생략되어 개소 당 절감액을 분석한 결과 약 40%를 절감하는 효과가 있었다.

공사기간의 경우 제작단계와 시공단계로 나누면 제작단계에서 접합부의 30% 물량 감소 및 용접량 감소에 의해 16일의 제작기간이 6일로 단축되며 시공 단계에서는 심플레이트 공법에 비해 현장용접량 감소 및 가설재 설치, Shim Plate 및 유압잭 설치, 계측장비 설치, 정기적인 보정 작업, 유압잭 해체, Shim Plate 및 임시 철물 해체 공정이 필요없어 약 20일의 공기단축 효과가 있었다.

### 6. 향후 연구계획

아웃리거댐퍼는 시공 중 부등축소량을 보정하는 공법 적 의미 외에 설계 및 시공 물량 절감을 위한 목적으로 최적화되어 사용될 수 있다. 이를 위해 영구적으로 구조물에 설치될 경우 아웃리거시스템 최적화에 활용될 수 있는 방안을 검토 중에 있으며 이를 위해 장치적인 측면에서는 유지관리의 용이성을 위해 내부 충전재를 사용하지 않고 고력황동과 분철을 이용한 마찰재와 외부 실린더 표면의 마찰력을 이용한 새로운 형태의 마찰댐퍼 [그림 6]를 개발하고 있으며 링크요소 등을 포함한 비선형 해석에 최적화된 범용 구조해석 프로그램인 ANSYS 등을 이용한 건축물의 동적거동을 분석하고 정확한 물량 절감량을 산정하고자 하고 있다.