

## 하노이 주거 업무시설



이동우 대표  
(주)아이스트



윤병익 부사장  
(주)아이스트

최근에 국내건설사의 외국 진출이 활발해짐에 따라 국내 설계에 머물러 있던 구조설계사무소도 외국사와 함께 구조설계업무를 진행하는 경우가 점차 증가하고 있다. 당사에서 이번엔 경남기업에서 베트남 하노이에 주거, 호텔, 오피스등의 복합용도로 초고층 건물을 신축함에 있어 49층의 주거동을 설계하는데 참여하게 되었다. SD단계는 홍콩의 OVE-ARUP이 수행하였고, 현재 당사가 DD단계를 수행하고 있다.

### 1.1 개요

- 위치 : 베트남 하노이 Pham Hung Street
- 규모 : 지하2층 지상49층 2개동(Residential Tower)
- 최고높이 : 지상 200미터
- 구조형식 : 철근콘크리트조
- 기초형식 :  $\phi$ 2000 RCD 파일

### 1.2 적용설계기준 및 하중

#### 1) Gravity Load

- TCVN 2737 : 1995, Load and Actions
- UBC97, Volumn 2

#### 2) Wind Load

- TCVN 2737 : 1995, Load and Actions
- 설계기본풍속 39.4m/sec(3초 평균, 20년 주기)
- 풍동실험데이터 결과 - BMT
- ISO6897(5년 재현주기)

- Melbourne & Cheung(10년 재현주기)

#### 3) Seismic Load

- UBC97
- Peak Ground Acceleration : 0.1082g

#### 4) 부재 설계

- ACI 318-02
- PTI : (Post-Tension Institute)

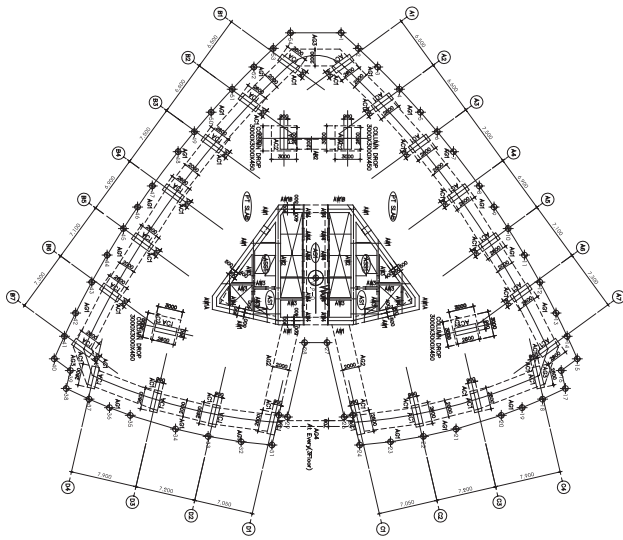
### 1.3 구조재료의 특성

콘크리트 압축강도		철근		Prestressing
70MPa	지하2층~ 지상22층	$f_y = 390\text{MPc}$	D10~D22	Grade 270
50MPa	지상23층~	$f_y = 490\text{MPc}$	D25~D35	Nominal Diamder 15.2mm

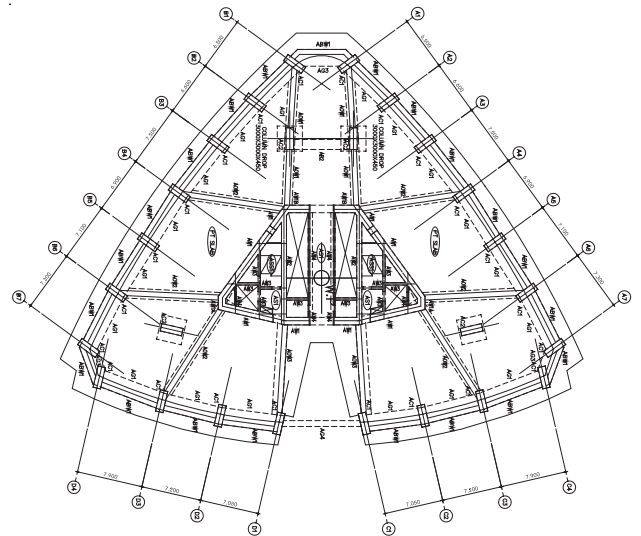
## 2. 구조계획

### 2.1 Gravity Load

주거동 슬래브의 기본 모듈은 아래그림과 같이 내부스팬 10m~11m, 캔틸레버 스패 2.0m로 구성되어 있으며, 초고층 건축물의 주요 이슈일 공사기간, 층고, 건물자중에 대한 합리적인 대안으로서 Post-Tension Flat Slab로 계획하였다. 슬래브 두께는  $L_n/40$ 로서 270mm로 하였으며, Perimeter Girder가 없는 내부기둥은 450mm 두께의 Drop Panel을 설치하였다.



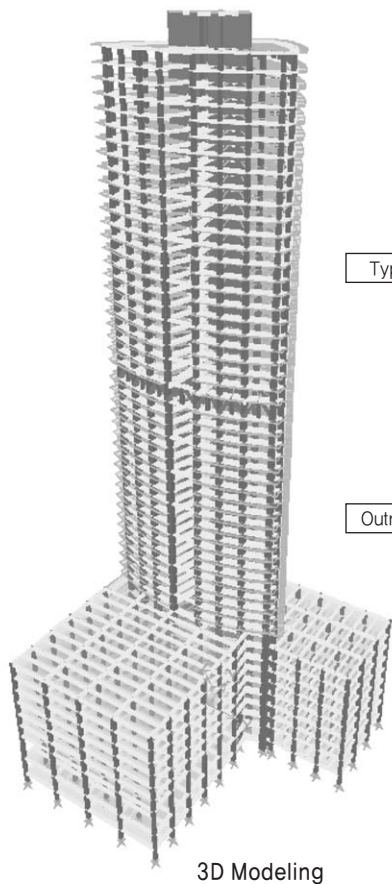
기준층 구조평면도



Outrigger층 구조평면도

## 2.2 Lateral Load System

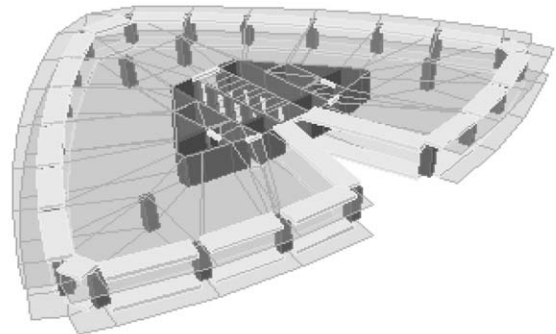
지상49층으로서 바람 및 지진에 대한 지지방식은 중앙 CORE WALL + OUTRIGGER WALL ≡ BELT WALL + PERIMETER GIRDER로 구성하였다. Perimeter Girder는 횡력기여도가 10%이하로서 큰 효과는 없으나 슬래브의 장기처짐을 고려하여 계획하였다.



Typical Floor

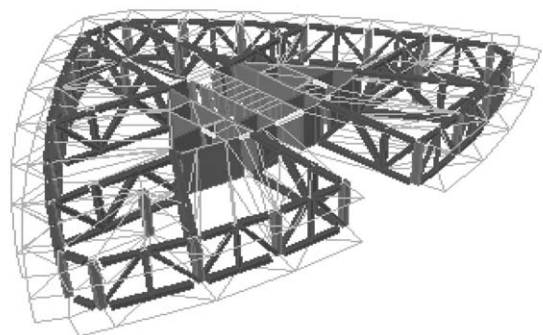
Outrigger Floor

3D Modeling



Core Wall+Perimeter Beam+Column

Typical Floor



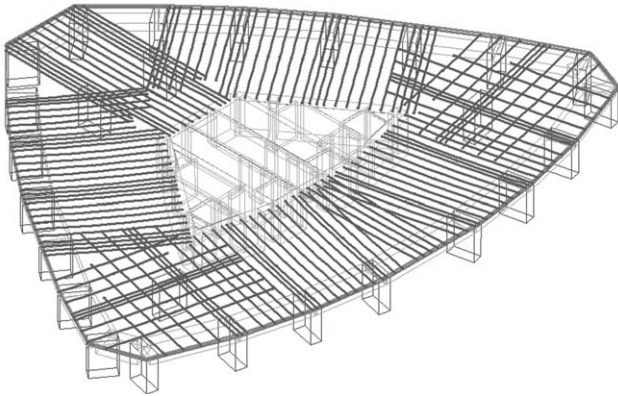
Outrigger Truss+Belt Truss

Outrigger Floor(23FL)

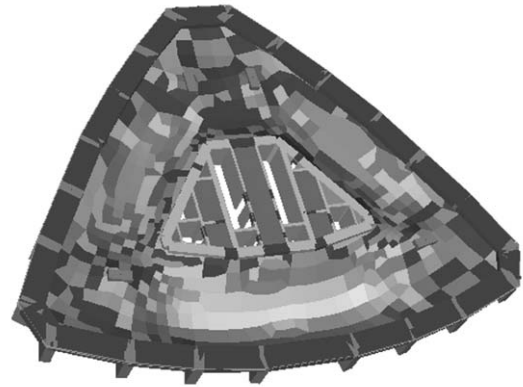
### 3. 구조해석

#### 3.1 Grout Post-Tension Slab

초고층 구조설계시 1층당 공기를 4~5일 Cycle로 하기 위해서는 FLAT SLAB 적용이 불가피하다. 그러나, 평면의 융통성과 효율성을 높이면 서 건물의 자중을 최소화하여 경제성 있는 건물로 설계하기 위해서 FLAT SLAB에 POST-TENSION 공법을 적용하여 장기치짐은  $\frac{l}{480}$  이하가 되도록 하였다.



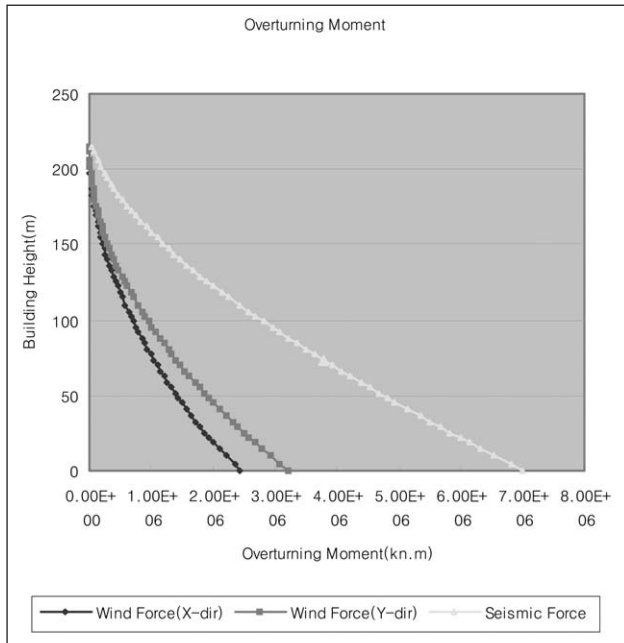
PT 해석 모델링



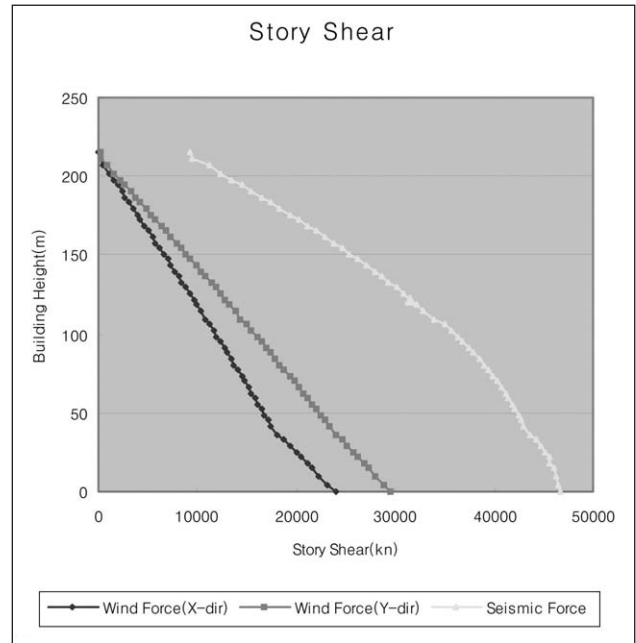
해석 결과

#### 3.2 Lateral Force

건물의 형상이나 구조물의 형식에 따른 구조물의 거동을 예측할때는 바람보다는 지진하중이 큰 것으로 나타났다.



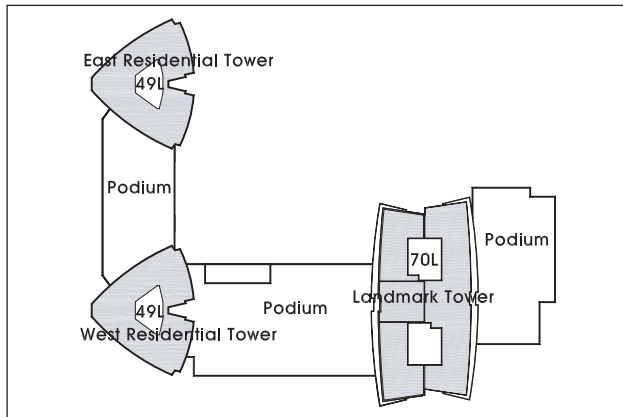
OVERTURNING MOMENT



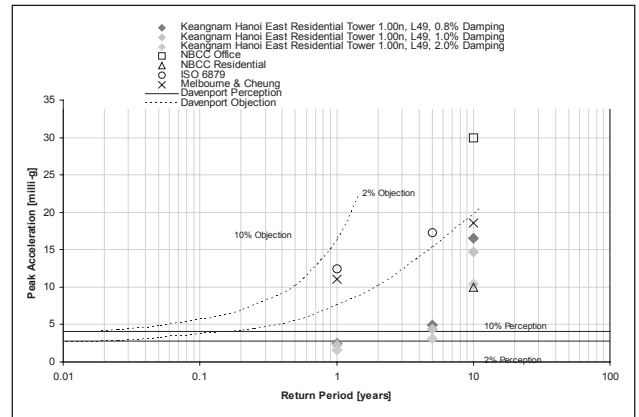
STORY SHEAR

### 4. 바람에 의한 사용성 평가

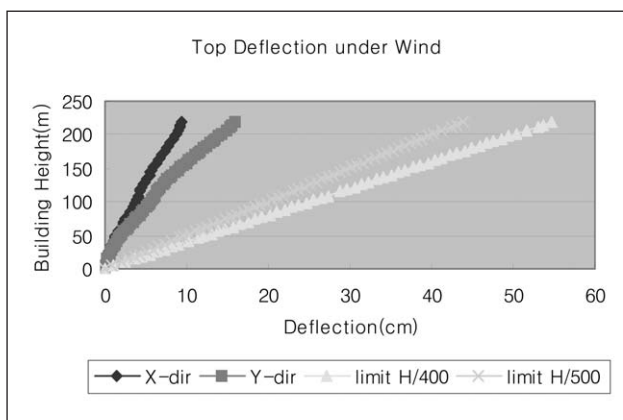
풍동실험에 의한 사용성 평가는 ISO6897과 Melbourn & Cheung 기준에 따라 검토하였으며, 두 개의 Residential Tower의 강성과 질량이 거의 같음에도 불구하고 Location과 주변건물들과의 관계로 West Residential Tower의 Peak acceleration이 36%정도 불리하게 나타났다.



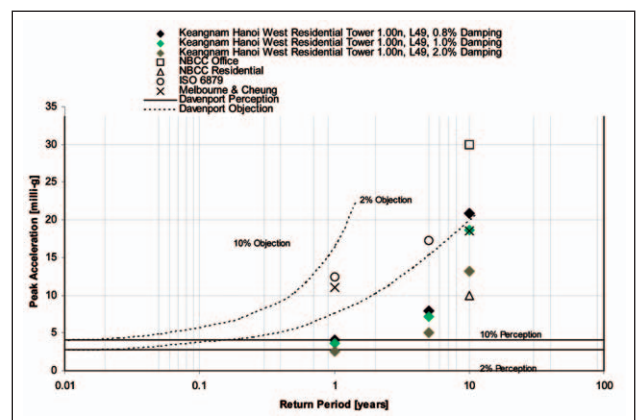
SITE Plan



East Residential Tower



구조해석에 의한 횡변위검토



West Residential Tower

### 5. 맺음말

본 프로젝트는 현재 DD 단계에 있으며 FAST TRACK 방식으로 설계되고 있고 현장시공은 파일공사중이다. 구조시스템 선정부터 최적의 구조 형식을 선정하고자 노력하였으며, 국내 현장에서는 아직 활성화되지 않고 있는 Post-Tension Slab를 적용함으로써 시공사에게 다소 부담이 되 기도 하지만, 초고층 건물을 철근콘크리트로 시공하기 위해서 장스팬이면서 층고나 건물자중의 문제를 해결해야 하는데 그 대안으로 PT SLAB 와 고강도콘크리트공법이 선정되고 있다. 따라서 이미 외국에서의 많은 사례에서 볼 수 있듯이 구조설계자와 시공사가 초고층 철근콘크리트의 일반적인 슬래브시스템중의 하나인 PT 슬래브에 익숙해져 경제적이고 합리적인 설계가 되도록 해야되겠다.