도입 : INTRODUCTION

경진 대회의 주제에 대한 고려와 장주기 지진파의 특성을 분석하여 설계의 주안점을 설정하였다

대회 프롤로그

대회 주제

"초고층 건물은 과연 지진에 안전한가 ?!"

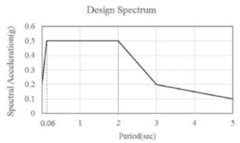
고유 진동주기가 장주기인 지진의 발생가능성이
존재하게 되어 초고층 건축물의 지진에 대한 영향을 검토후 설계

지진에 대한 고찰

대회 지진파 분석

금년 대회에는 지진파형 대신 응답스펙트럼 가속도를 제시함
장주기 형태의 지진에서 나타나는 응답 스펙트럼
설계 시 장주기에 대한 고려 필요

대략 0.06초 ~ 2초에서 응답스펙트럼 가속도가 최대

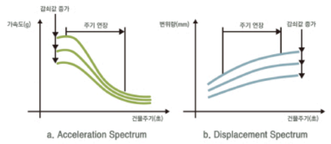


금년 대회 설계 응답스펙트럼

지진과건물고유주기

주기가 길어질수록 가속도 감소
주기가 길어질수록 변위 증가

고층 건물 일수록 고유주기가
길어지며 지진에 대한 변위량 증가

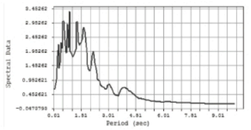


a. Acceleration Spectrum　　b. Displacement Spectrum

고베(효고현) 지진 응답스펙트럼

장주기를 가진 지진 응답스펙트럼
금년 대회와 유사한 응답 스펙트럼을 가짐
고유주기가 장주기 건물과 장주기 지진이 만날 경우 매우 위험

지진(장주기)과 초고층 건물(장주기)이 만나면 매우 위험

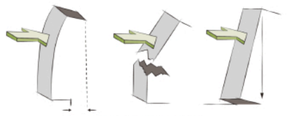


고베 효고현 지진 응답스펙트럼

장주기 건물의 특징

주기가 길어질수록 변위 증가
전도 모멘트 크게 발생, 접합부 및 부재에 과도한 에너지 발생
변위가 크게 발생하며, P – Δ효과로 붕괴가능성 높음

변위 제어에 대한 대책 필요



장주기에 따른 변형 & 파괴 양상

설계의 발상 : DESIGN IDEA

평면과 입면의 형상을 바탕으로 여러가지 초고층 시스템을 검토시켜 3가지 설계안을 만든 뒤, 경제성 · 구조성 · 독창성 3가지 주안점으로 비교분석하여 최적의 설계안을 도출하였다

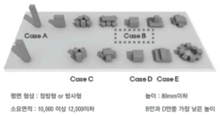
평면형상 및 입면형상

지진하중은 모든 방향에서 작용함
모든 축에서 단면 2차 모멘트가 일정할수록 비틀림 감소
원형 평면일 경우 접합부 및 부재가공이 어려움

원형에 가장 가까운 팔각형 평면

하중

	장변길이(mm)	단변길이(mm)	소요높이(mm)	소요면적(mm)
Case A	50	50	312	2500
Case B	104	100	176	10400
Case C	64	53	104	8582
Case D	100	100	178	10000
Case E	150	150	52	22500



평면 형상 : 정팔각 or 정사각형　　높이 : 80mm이하
소요면적 : 10,000 이상 12,000이하　　8안과 D안중 가장 낮은 높이

입면형상

수직하중을 지탱하는데 유리
경제적인 설계가 가능하나 SET – BACK 지점에 응력 집중 현상
수직하중과 수평하중 동시에 지탱

경사기둥을 통한 구조완전성 확보

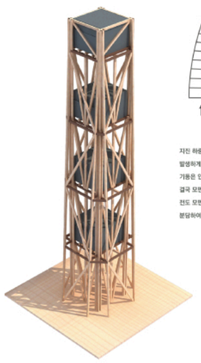
설계 방향

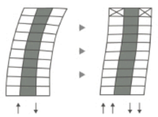
내진구조
제진구조
면진구조

건물의 강성을 높임 > 가장 효율적
열려로 에너지 소산 > 제진 효율성
건물 주기 늘림? > 상용 재료 한계

대안 1　OUTRIGGER & BELT TRUSS SYSTEM

초고층 구조에서 사용하는 대표적인 횡력저항 시스템
외부기둥에 묶인 아웃리거가 코어의 회전에 저항
전기실, 기계실, 피난층 확보를 위한 필수요소





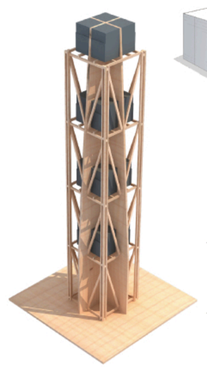
자진 하중에 의해 코어의 휘전변형이
발생하게 되면 횡하중 방향의
기둥은 인장력, 반대방향 기둥에는압축력을 발생시킨다
결국 모멘트를 기둥의 축력으로 바꿈으로써
전도 모멘트를 기둥과 코어가
분담하여 횡변위를 줄일 수 있다

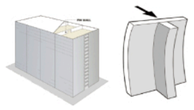
	Strip	Plate
Column	20728	–
Beam	1915	–
Girder	4806	–
Brace	5404	–
	32853	–

32853 ÷ 600 = 54.8EA
55 x 10(백만원) = 5억 5천만원

대안 2　FIN – WALL & CORE SYSTEM

고층 주상복합건물에서 많이 사용되는 시스템
지진하중에 대한 과도한 횡변위 제어
코어에 Fin–Wall을 조합하여 사용 시 효율적인 시스템





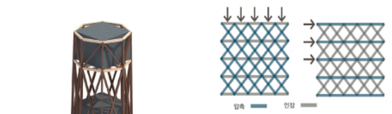
Fin–Wall 이란 날개벽을 의미하며,
일반적으로 고층 주상복합건물 등에서 코어벽체와
조합되어 횡력 저항 시스템으로
함께 활용되고 있다
코어 벽체가 단독으로 횡력에 저항할 때보다
날개벽(Fin–Wall)이 함께 저항할 경우
훨씬강하나 경제적인 면에서 효율적이다

	Strip	Plate
Column	9600	–
Beam	2160	–
Girder	2384	–
Brace	6128	–
	20272	9

20272 ÷ 600 = 33.7EA
34 x 19(백만원) = 3억 4천만원
3억 4천 + 9억 (Plate) = 12억 4천만원

대안 3　DIAGRID SYSTEM

초고층 건물에서 사용하는 가장 효율적인 횡력저항 시스템
다이아몬드처럼 생긴 기세가 수평력과 수직력에 동시에 저항
기세의 각도에 따라 효율성과 경제성이 결정



축부인은 Diagrid 구조 시스템의 형태를
연성시키는 예로 전체 크기에 비하여 작은
양의 대나무를 서로 엮어 견고하게
반복적으로 엮은 구조이다
지진하중이 작용 시 전도모멘트에
견고하게 저항하며 그 형태를 유지한다
다이아그리드의 살펴지는는
약 60~70도가 이상적이다

	Strip	Plate
Column	7008	–
Beam	4388	–
Girder	3168	–
Brace	14216	–
	28480	–

28480 ÷ 600 = 47.4
48 x 10(백만원) = 4억 8천만원

분석 : ANALYSIS

대안 별 구조해석 및 분석을 통해 최대변위를 구하고 구조적 안정성을 고려하여 2안을 채택한 뒤, 모형화 시키기 위해 접합부 상세에 관해 생각하였다

STRUCTURE DATA SHEET

재료 특성	탄성계수(Mpa)	푸아송비	비중(g/㎤)
MDF	3200	0.3	0.75

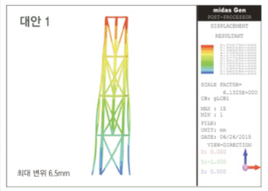
부재 특성	Girder	Beam	Column(interior)	Column(exterior)	Brace
Size (㎜)	4x6	4x6	8x12	6	4x6

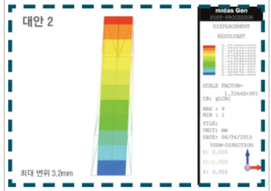
지진 하중	지역계수	지반종류	중요도계수	반응수정계수
	0.22	Sd(토사지반)	1.5(특)	4

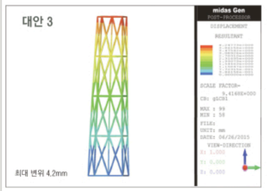
※ 지진파
고베(효고현)지진

※ KBC2009

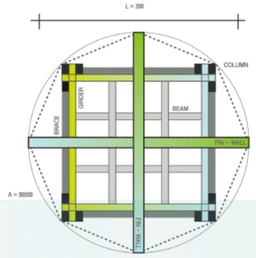
※ Load Case
우발편심모멘트 + 지진하중







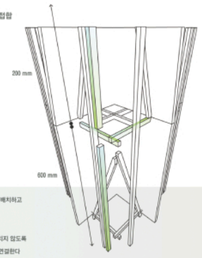
구조 평면도



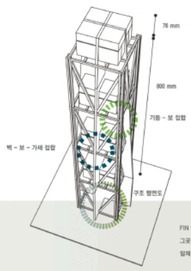
사각형 코어내부를 관통시키는
FIN–WALL을 설치하여
횡강성을 증대시킨다
코어 기둥과 FIN–WALL의 배치는
방각형 형태를 이루도록 배치한다

접합부 상세

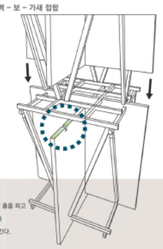
기둥 – 보 접합



3개의 기둥을 간격에 맞추어 배치하고
그 사이로 보의 가세를
학교 / 관통시켜 관찰한다
또한 기둥의 접합 부분이 깊지지 않도록
200mm와 600mm를 엇갈려 연결한다



벽 – 보 – 가세 접합



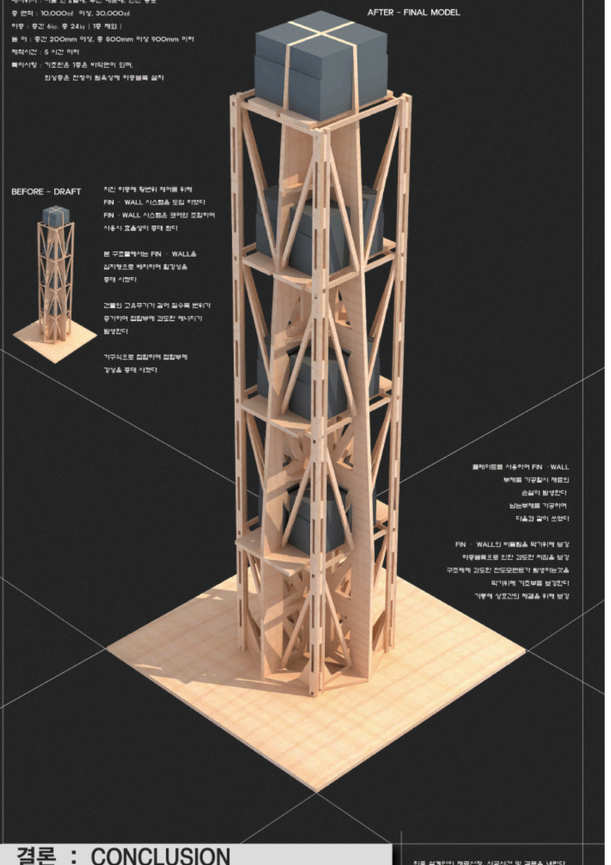
FIN – WALL 사이에 보가 들어갈 홈을 파고
그곳으로 보를 관통시켜 접합하여
일체거동 하도록 강하게 제결 시킨다.

보완 : FEEDBACK

선정된 설계안의 문제점을 찾아 보완하여 개선한다

작품 제작 규정

제작위치 : 서울 한강일대, 부산 해운대, 진천 농장
총 면적 : 10,000㎠ 이상, 30,000㎠
작품 : 층고 6㎝, 총 24㎝ (7층 제한)
높 이 : 층고 200mm 이상, 총 800mm 이상 900mm 이하
제작시간 : 5 시간 이하
폐이시장 : 기존전초 1층초 비워진의 단위.
장상층초 전체의 절초상에 작량블록 설치



BEFORE – DRAFT

지진 하중에 효과적 제어를 위해
FIN – WALL 시스템을 설립 하였다
FIN – WALL 시스템은 코어와 조합하여
사용시 효율성이 향대 된다

본 구조물에서는 FIN – WALL을
십자형으로 배치하여 횡강성을
향대 시킨다

건물의 고유주기가 길어 질수록 변위가
증가하여 접합부에 강도한 에너지가
발생한다

각구석으로 접합하여 접합부에
강성을 향대 시킨다

블레이드를 사용하여 FIN – WALL
부재를 가공할시 개발한
손실이 발생한다
b는부재를 가공하여
다음과 같이 보였다

FIN – WALL의 비틀림을 확기하기 보강
작량블록으로 진단 2층간 처짐을 보강
구조체에 강도한 전도모멘트가 발생하는것을
확기하기 기초부를 보강한다
기둥의 상호간의 처굴을 위해 보강

결론 : CONCLUSION

최종 설계안의 제원선정, 시공시간 및 결론을 내린다

물량 산출표

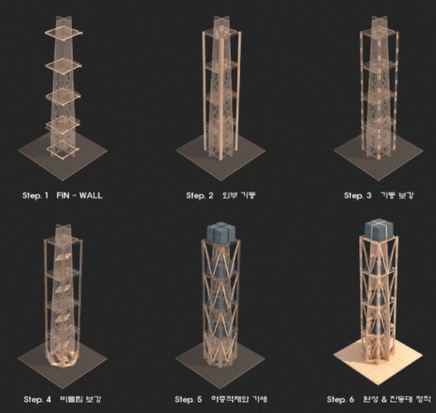
	종 류	단위 규격	소요 개수 (EA)	단가 (백만원)	단가 (백만원)
주골조	기둥 (MDF Strip)	6mm X 4mm X 600mm	16	10	10
	보 (MDF Strip)	6mm X 4mm X 600mm	11	10	10
	가세 (MDF Strip)	6mm X 4mm X 600mm	5	10	10
	기둥보강재	6mm X 4mm X 600mm	2	10	10
FIN–WALL	벽 (MDF Plate)	200mm X 200mm X 6mm	9	100	100
접착제	접착제	접착제	2	200	200
				총 계	1,640
제원 제한 : 2400 (백만원)				제원 사용률	96 %

현장별 시공 공정표

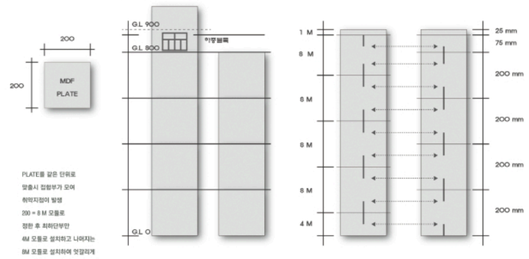
장비 설치시간 : 10분
부재가공시간 (2인 1조) : 1시간
부재조립시간 (2인 1조) : 1시간 30분

		시 공 계 획					
경과시간	10분	1시간 10분		2시간 40분		3시간 10분	5시간
소요시간	10분	60 분		90 분		30 분	110 분
현장1	장비 설치	Plate 가공 (직쏘기)	부재조립	부재조립		마무리 및 정리	여유시간 (110분)
현장2		Plate 천공 (클라인더)	Strip 가공				
현장3		마무리 및 운반					
현장4		지수산제도	부재조립				
최장 시간 : 5 시간							
		작업시간 : 3시간 10분				여유시간 : 1시간 50분	

모형 제작 순서

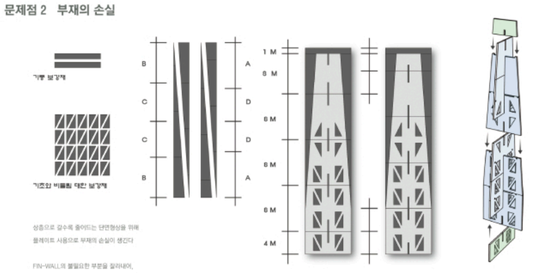


문제점 1　FIN – WALL 의 접합부 물림



PLATE를 같은 단위로
맞출시 접합부가 모여
취약지점이 발생
200 = 8 M 모듈로
정한 후 최하단부만
4M 모듈로 설치하고 나머지는
8M 모듈로 설치하여 횡강성계
가구식으로 연결한다

문제점 2　부재의 손실

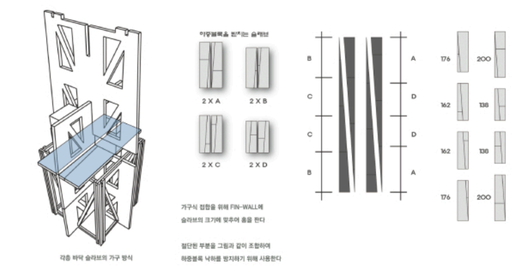


상층으로 갈수록 줄어드는 단면형상을 위해
플레이트 사용으로 부재의 손실이 생긴다

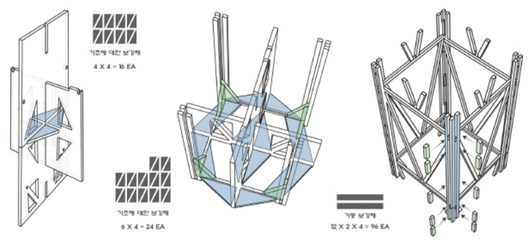
FIN–WALL의 불필요한 부분을 잘라내어,
절단된 부분을 사각형에 맞게 붙임으로서
부재를 재사용할 수 있게 한다

PLATE FIN – WALL 접합 방식

문제점 3　하중블록 하단부 보강필요



문제점 4　FIN – WALL 비틀림 문제 / 기초 정착 문제 / 기둥부 국부좌굴



2015 Seismic Structural Design Contest
2015 Seismic Structural Design Contest
2015 Seismic Structural Design Contest