

Planning

탄성계수

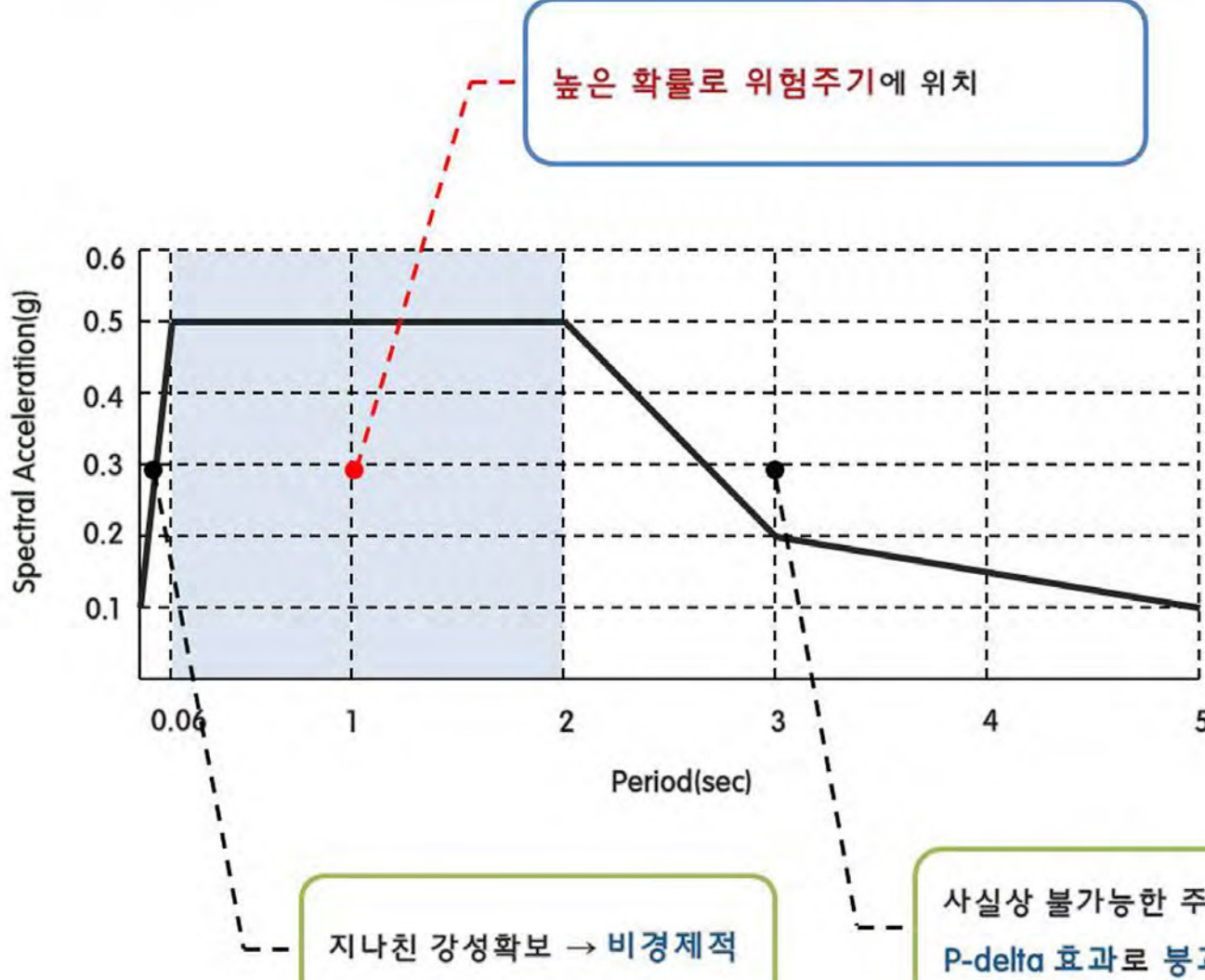


회차	P(N)	l(mm ⁴)	L(mm)	δ(mm)	E(MPa)
1	1.96	32	100	10.1	2021.45
2	1.96	32	100	9.8	2083.33
3	1.96	32	110	12.8	2123.01
4	1.96	32	110	12	2264.55
5	1.96	32	120	13.5	2613.33
6	1.96	32	120	13.2	2672.73
7	1.96	32	130	18	2491.97
8	1.96	32	130	17.9	2505.89
9	1.96	32	140	20.7	2706.44
10	1.96	32	140	22	2546.52

선형 부재 단부에 하중을 가하고 레이저 변위계를 활용하여 처짐 발생량을 확인하였다. 실험은 길이 L을 2회 주기로 10mm씩 증가시키며 총 10회를 수행하였다. 그 결과, 주어진 MDF의 탄성계수는 약 2403MPa로 추정된다.



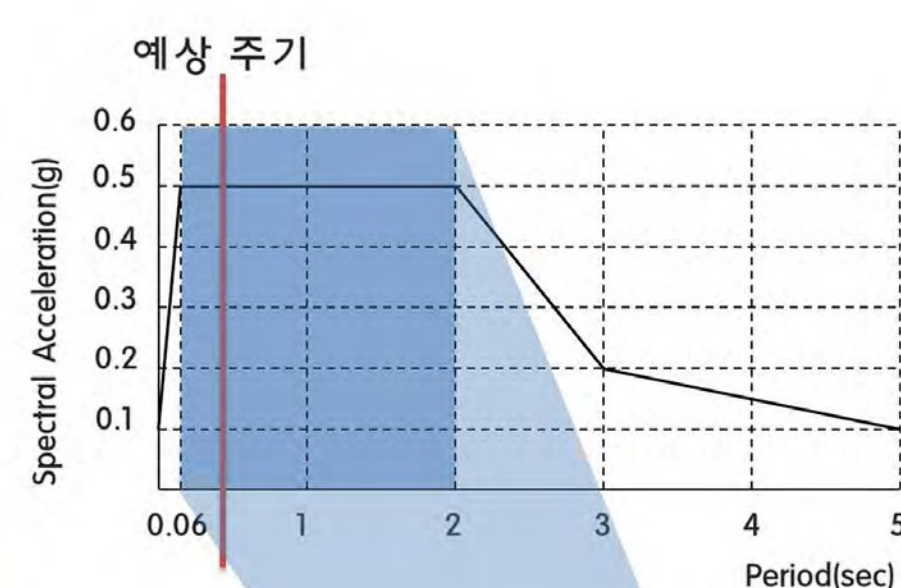
설계방향



위험주기를 피하기 위해 목표주기를 0.06초 이하로 설정하는 것은 비경제적 설계가 되기 쉽고, 2초 이상의 주기를 구현하는 것은 MDF의 재료적 특성상 사실상 불가능하다고 판단하였다. 즉, 높은 확률로 위험주기에 속하게 된다. 따라서 본 설계는 최대 응답을 감소시키는 제진설계에 초점을 두는 방향으로 진행하였다.

지진파 선정

- 지진파를 적용하는 이유
- 1. 시간이력해석
 - 가속도 이력을 파악하여 추후 제진장치 효율 판단
- 2. 설계가속도스펙트럼의 Peak값 0.5g
 - 이는 평균값이기 때문에 더 큰 가속도가 가해질 수 있음
 - 안전한 설계를 위해 0.5g 이상의 지진파를 적용



예상되는 구조체의 주기는 0.5초 이내로 설계가속도스펙트럼에서 최대응답을 나타낸다. 동일한 주기에서 0.5g 이상의 최대 응답을 보이는 지진파 중 하나인 El centro 지진파를 검토하였다.

현실적 설계를 위해 감쇠비 2%를 적용

Design

중력 저항 설계

단면 2차 모멘트	제작 난이도
 <사각형> 7.5x10 ⁷ mm ⁴ 쉬움	 1. 부재의 두께 ↑ 기둥 두께가 지나치게 커지고 일체화시공이 불가능
 <팔각형> 7.1x10 ⁷ mm ⁴ 보통	 2. 부재의 수 ↑ 세장한 부재로도 중력방향하중에 저항 가능 상부구조와 일체화시공 가능, 경제적
 <원> 7.0x10 ⁷ mm ⁴ 어려움	

면적이 3000mm²인 도형들 중 단면2차모멘트 값이 가장 크고 제작이 용이한 사각형 단면을 채택하였다.

횡력 저항 설계

Load Case	Story	Story Height (mm)	Allowable Story Drift Ratio	Time/Step (sec)	Story Drift (mm)	Modified Drift (mm)	Story Drift Ratio	Remark
RMC=Not Used, Cd=1, I=1.5, Scale Factor=1, Allowable Ratio=0.015 Press right mouse button and click 'Set Story Drift Parameters...' menu to change RMC or Cd/Scale Factor/Allowable Ratio!								
TH(max)	4F	200.00	0.0150	5.8300	30.8389	20.5592	0.1028	NG
TH(max)	3F	200.00	0.0150	5.8300	49.7535	33.1690	0.1658	NG
TH(max)	2F	200.00	0.0150	5.8300	59.6431	39.7620	0.1968	NG
TH(max)	1F	200.00	0.0150	5.8100	47.2076	31.4717	0.1574	NG

설계된 모델을 El centro 지진파로 가진 후 층간변위를 검토하였다. 검토 결과 4개층에서 N.G로 나타났고, 횡변위 저감대책이 필요한 것을 알 수 있다. 따라서 가새의 성능평가를 실시하였다.

Mode No.	Frequency (rad/sec)	Frequency (cycle/sec)	Period (sec)
1	43.3855	6.9500	0.1448
2	43.4336	6.9159	0.1446
3	71.8274	11.4380	0.0874
4	128.0075	20.3730	0.0491
5	128.8430	20.3900	0.0488

<△형가새> 최대 횡변위 : 6.1mm, 고유주기 : 0.14s
 <X형가새> 최대 횡변위 : 6.7mm, 고유주기 : 0.16s

층간변위 검토 OK

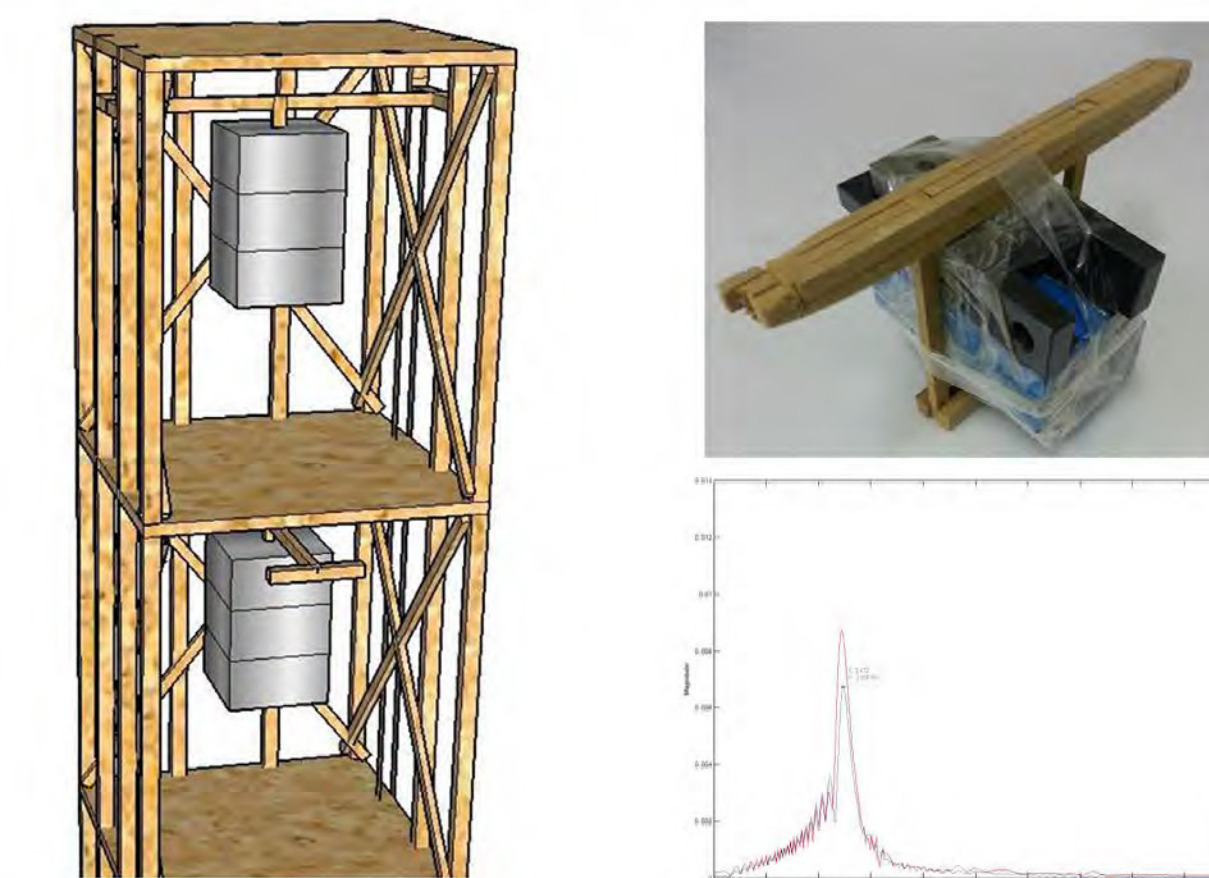
Modeling & Analysis

TMD 설계 및 제작

실측 고유주기 $T = 0.4s$

$$l = \left(\frac{T}{2\pi}\right)^2 g = \left(\frac{0.4s}{2\pi}\right)^2 \times 9.8m/s^2 \approx 40mm$$

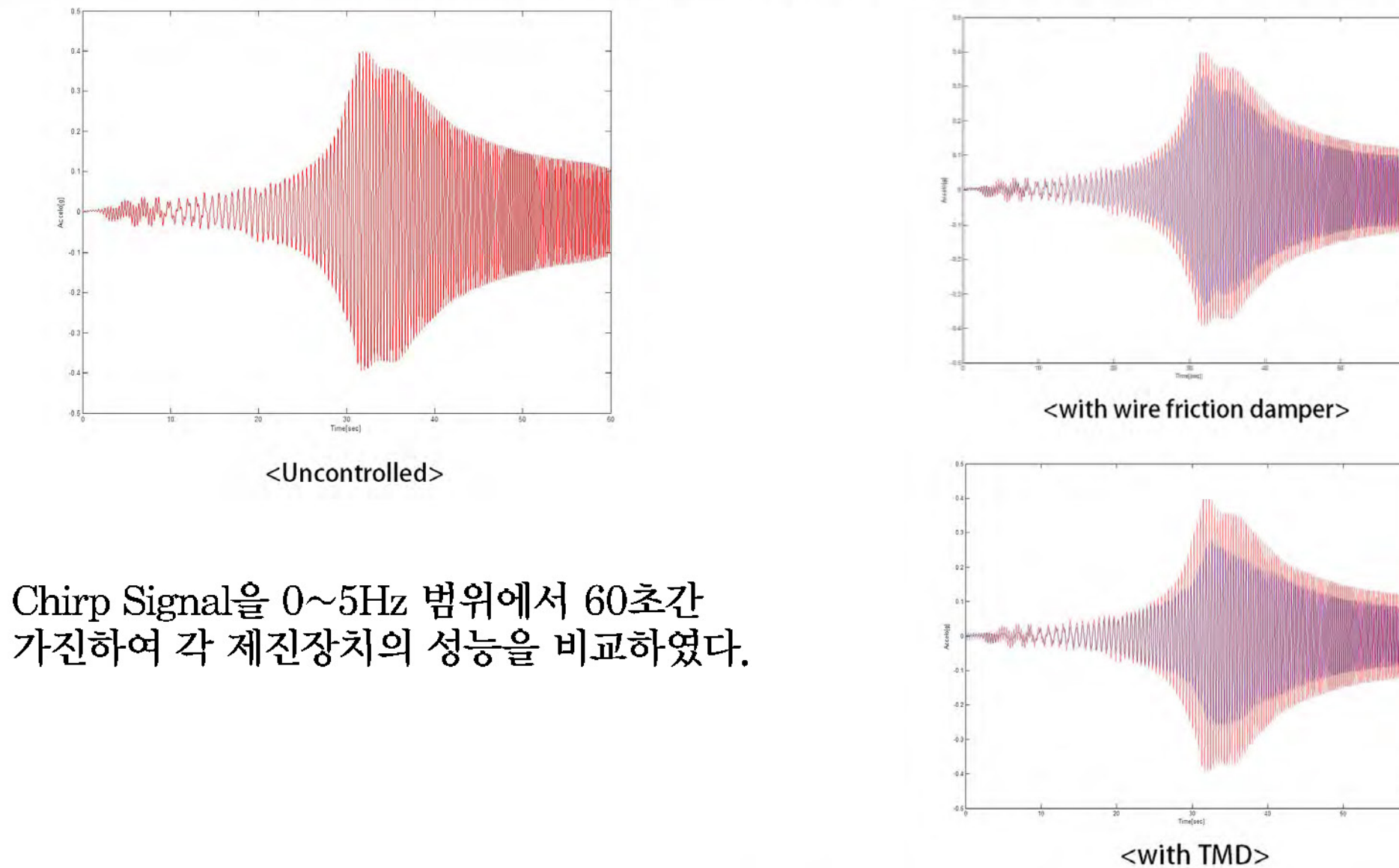
$m_{TMD} = \mu \times m_{Total} \times 1$ (차모드 참여질량)
 $\mu = 0.05$ 라 가정하였을 때
 $m_{TMD} = 0.05 \times 25kg \times 75\% = 0.9375kg \approx 1kg$
 *규정상 주의 두께가 500g이라는 것을 고려함



Wire Friction Damper 설계 및 제작

면줄 두 개를 구조물 최상부 모서리 양 끝에 고정 후 각 층의 모서리 양 끝으로 면줄이 엇갈리게 연결하여 최하층까지 연결한다. 이 때 면줄은 구조물의 거동에 따라 움직일 수 있도록 묶어만 준다. 최하층까지 엮인 면줄의 끝은 MDF 부재와 연결된다. 구조물이 거동하면서 면줄과 함께 MDF가 움직이며 최하부에 설치된 또 다른 MDF와 마찰을 일으켜 댐퍼로서의 역할을 수행한다.

제진효과



Chirp Signal을 0~5Hz 범위에서 60초간 가진하여 각 제진장치의 성능을 비교하였다.

시공계획 및 예산

구분	총 소요물량	구입단가 (백만원)	소요비용 (백만원)	합계 (백만원)
MDF strip	48	10	480	1,240
MDF plate	4	100	400	
면줄	16	10	160	
접착제	1	200	200	
합계				

