

변전소 구조물의 형식에 따른 충응답스펙트럼 평가

CONTENTS

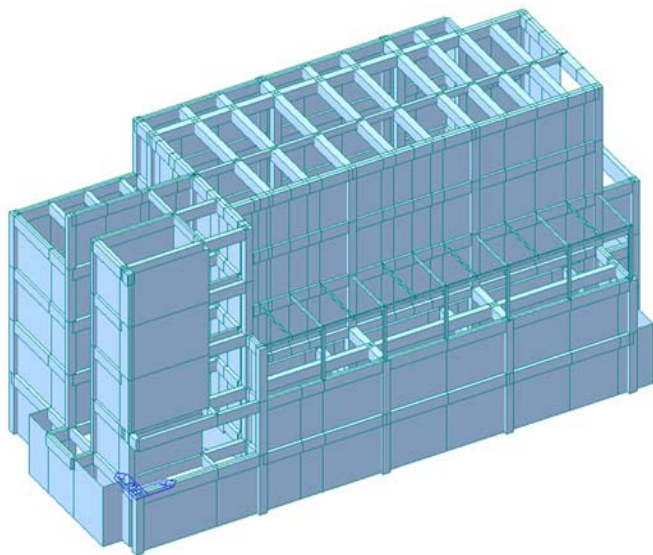
1. 연구배경 및 목적
2. 국내 송배전설비의 개정
3. 변전소 구조물의 특성 및 제원
4. 사용 지진의 특성
5. 해석 결과
6. 결 론

1. 연구배경 및 목적

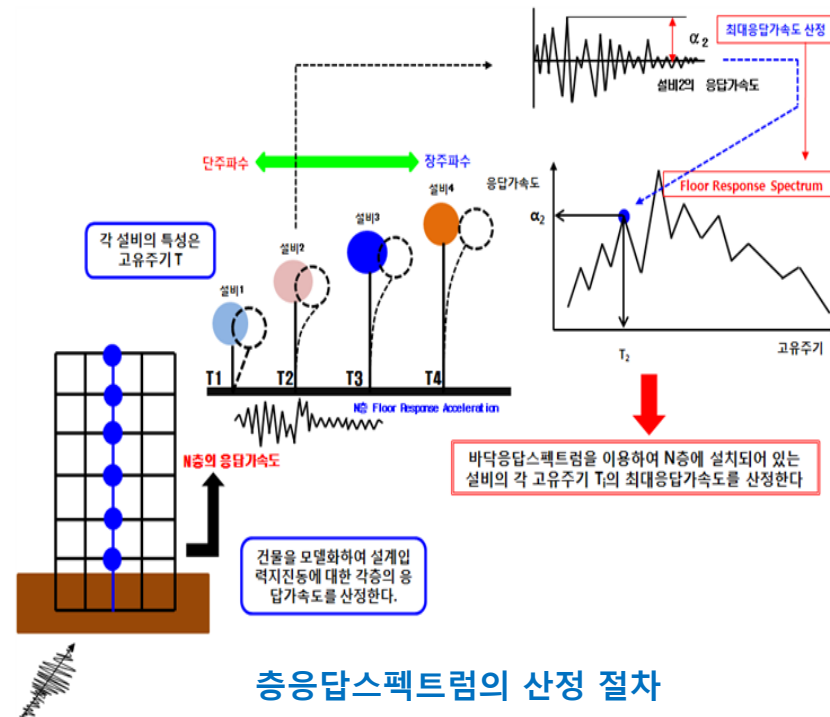
- **지진발생이 증가함에 따라 이전보다 많은 피해들이 발생**
- **발전소는 국가 기반이 되는 시설로 정전이나 피해를 입을시에 2차 피해 발생**
- **변전소 구조물 형식별 응답스펙트럼에 관한 연구는 미비한 상황**
- **구조물 형식별 층응답스펙트럼을 작성하고 영향을 확인하고자 함**
- **층응답스펙트럼을 통한 건물증폭계수 산정계획**

2. 국내 송배전설비의 동특성을 고려한 내진설계변수의 개정

- 현재 내진설계변수(건물증폭계수, 감쇠비, 마찰계수 반영)는 국외 규정을 준용하여 사용
- 기존 사용 중인 내진설계변수가 국내 실정에 적합한지에 대한 검증 필요
- 국내 변전소 건물에 대한 층응답스펙트럼 도출 후 국내 실정에 적합한 건물증폭계수를 산정



변전소 건물의 건물증폭계수 산정을 위한 구조해석 모델 (예시)



층응답스펙트럼의 산정 절차

2. 국내 송배전설비의 동특성을 고려한 내진설계변수의 개정

- 자가용 발전내진설계의 가이드라인 (일본, JEAC 3605-2009)

$$K_1 = \begin{cases} 1 + (A_B - 1) & : \text{지상층} \\ 1 & : \text{지하층} \end{cases}$$

K_1 : 건물응답계수

A_B : 건물의 고유주기

$$A_B = \begin{cases} \frac{10}{3} & : T_B < 0.6 \\ \frac{10}{3} - \frac{2}{3} \left(\frac{T_B}{0.6} - 1 \right)^2 & : 0.6 \leq T_B < 1.2 \\ \frac{3.2}{T_B} & : T_B \geq 1.2 \end{cases}$$

$$T_B = (0.02 + 0.01\alpha)H$$

- 미국의 설계기준 (ASCE 7-16)

$$F_p = \frac{0.4a_p S_{DS} W_p}{\left(\frac{R_p}{I_p} \right)} \left(1 + 2 \frac{z}{h} \right)$$

→ 건물증폭계수

z : 밑면으로부터 요소 부착점까지의 구조물 높이

h : 밑면으로부터 구조물의 평균지붕높이

- 국내 설계기준

지하1층 또는 지상층 : 1.0

2층 또는 3층 : 2.0

4층 또는 그 이상의 층 : 별도의 동적해석으로 결정

2. 국내 송배전설비의 동특성을 고려한 내진설계변수의 개정

- 미국기준 (ASCE 7-16)

금오철골			쌍문_철콘 비표준			신촌_철콘 비표준		
Floor	Height	건물증폭계수	Floor	Height	건물증폭계수	Floor	Height	건물증폭계수
PhRoof	17.8m	3.00	PHF	20m	3.00	Roof	18.6m	3.00
Roof	14.8m	2.66	5F	16m	2.73	5F	16.1m	2.60
3F	10.9m	2.22	4F	12m	2.36	4F	12.5m	2.20
2F	8m	1.90	3F	8m	1.91	3F	8.5m	1.80
1F	0m	1.00	2F	4m	1.49	2F	4.5m	1.40
			1F	0m	1.00	1F	0m	1.00

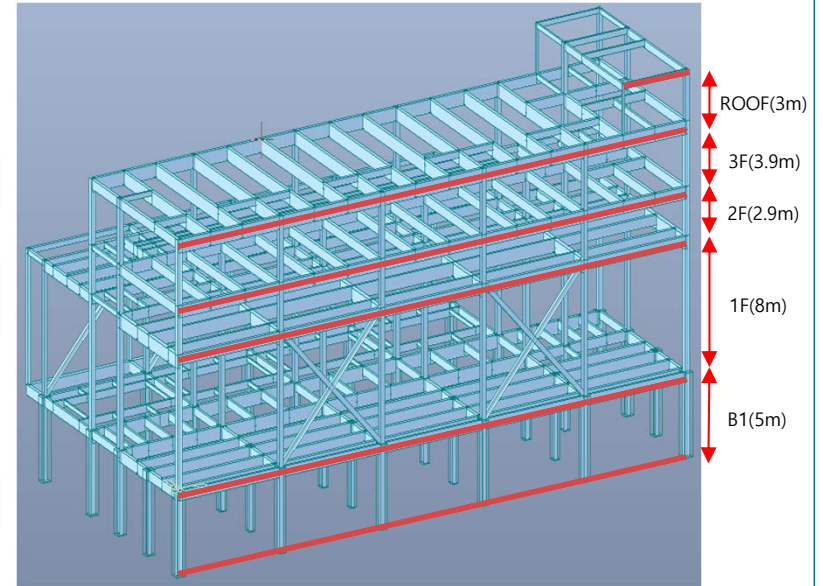
- 일본기준 (JEAC 3605-2009)

금오철골			쌍문_철콘 비표준			신촌_철콘 비표준		
Floor	Height	건물증폭계수	Floor	Height	건물증폭계수	Floor	Height	건물증폭계수
PhRoof	17.8m	3.33	PHF	20m	3.33	Roof	18.6m	3.33
Roof	14.8m	3.33	5F	16m	3.33	5F	16.1m	3.33
3F	10.9m	3.33	4F	12m	3.33	4F	12.5m	3.33
2F	8m	3.33	3F	8m	3.33	3F	8.5m	3.33
1F	0m	1.00	2F	4m	3.33	2F	4.5m	3.33
			1F	0m	1.00	1F	0m	1.00

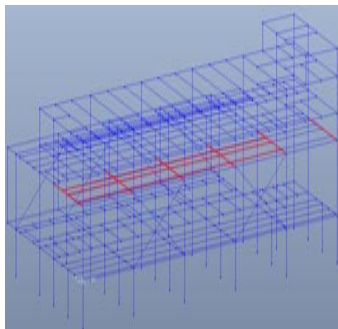
3. 변전소 구조물의 특성 및 제원

금오철골 Material Property

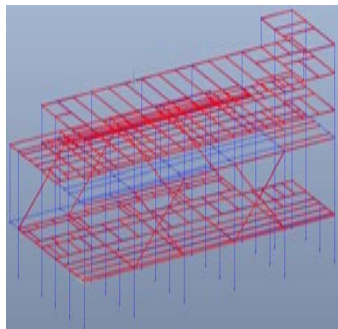
steel	E (kN/m ²)	v	온도 계수 (1/[C])	무게 밀도 (kN/m ³)	질량 밀도 (kN/m ³ /g)	Damping
SWS400	2.0594e+008	0.3	1.2e-005	76.98	7.85	0.02
SS400	2.0594e+008	0.3	1.2e-005	76.98	7.85	0.02
SRC(C21 1)	2.0594e+008	0.3	1.2e-005	76.98	7.85	0.02
SW490	2.0594e+008	0.3	1.2e-005	76.98	7.85	0.02
concrete	E (kN/m ²)	v	온도 계수 (1/[C])	무게 밀도 (kN/m ³)	질량 밀도 (kN/m ³ /g)	Dampin g
SRC(C21)	2.6094e+007	0.167	1.0e-005	23.54	2.4	0.05
C21	2.6094e+007	0.167	1.0e-005	23.54	2.4	0.05



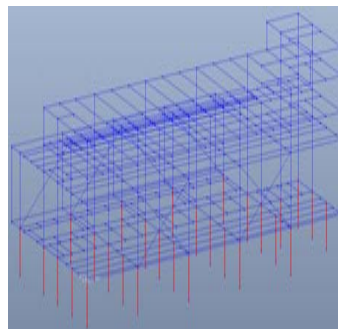
SWS400



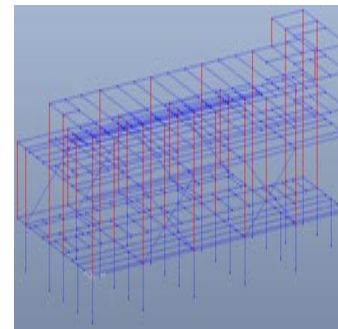
SS400



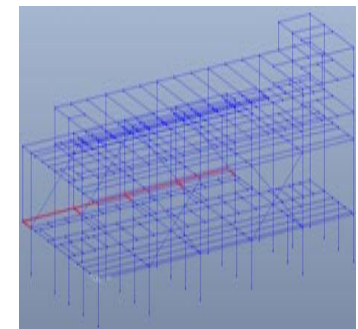
SRC(C21)



SWS490



C21



3. 변전소 구조물의 특성 및 제원

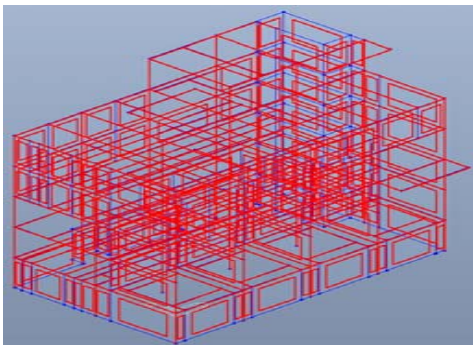
신촌_철콘 비표준

Material Property

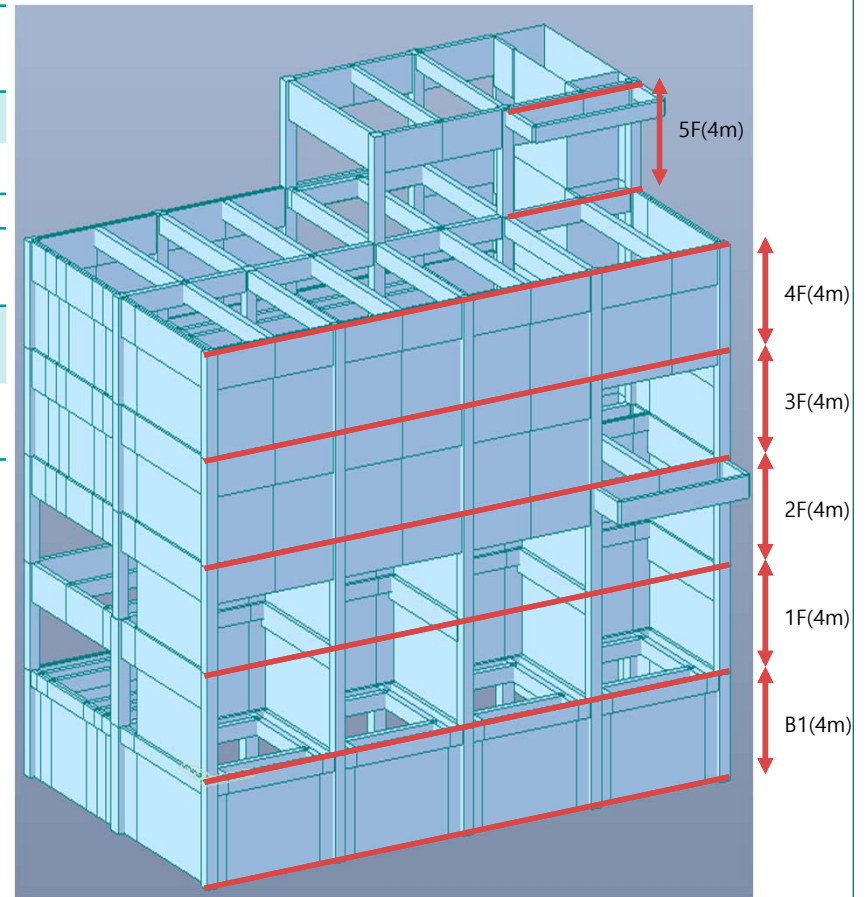
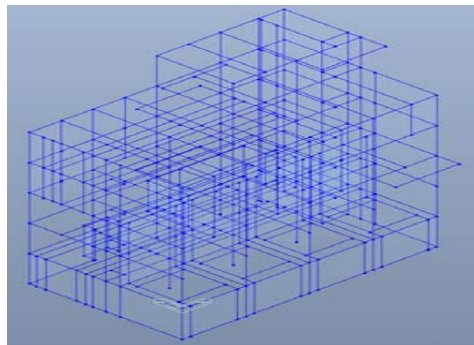
steel	E (kN/m ²)	V	온도 계수 (1/[C])	무게 밀도 (kN/m ³)	질량 밀도 (kN/m ³ /g)	Damping
SS400	2.0594e+008	0.3	1.2e-005	76.98	7.85	0.02
SRC	2.0594e+008	0.3	1.2e-005	76.98	7.85	0.02

concrete	E (kN/m ²)	V	온도 계수 (1/[C])	무게 밀도 (kN/m ³)	질량 밀도 (kN/m ³ /g)	Damping
C210	2.1166e+007	0.167	1.0e-005	23.54	2.4	0.05
SRC(C240)	2.2628e+007	0.167	1.0e-005	23.54	2.4	0.05

Concrete



STL,STL-RC



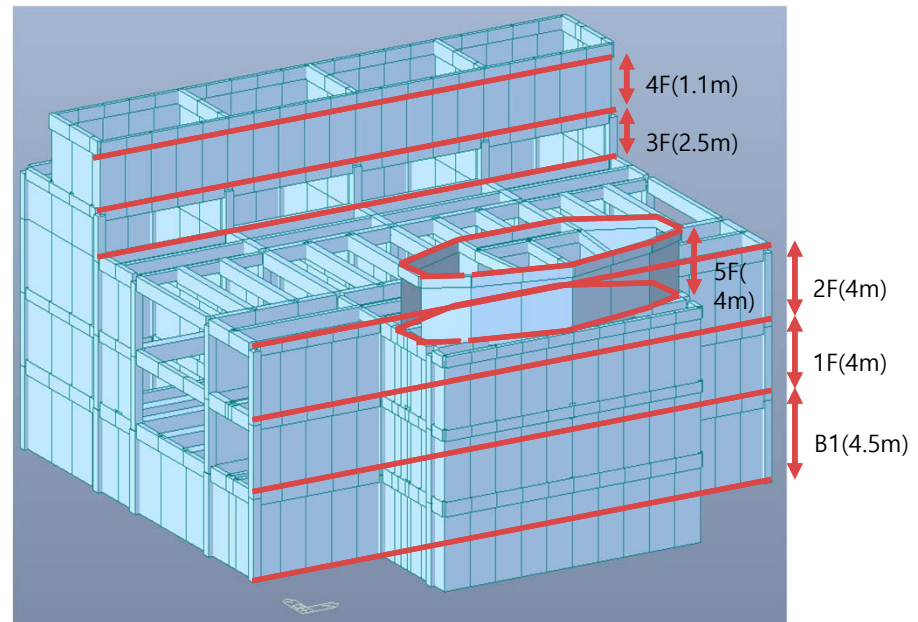
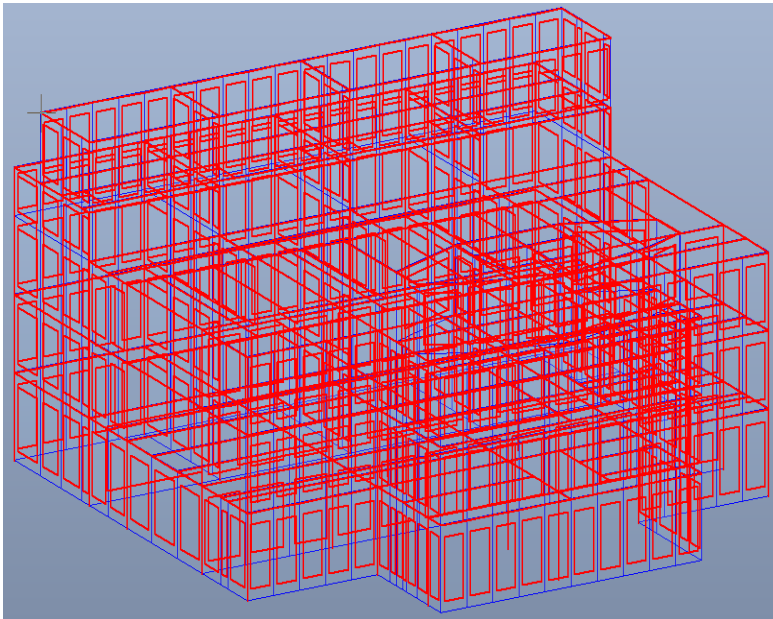
3. 변전소 구조물의 특성 및 제원

쌍문_철콘 비표준

Material Property

concrete	E (kN/m ²)	V	온도 계수(1/[C])	무게 밀도 (kN/m ³)	질량 밀도 (kN/m ³ /g)	Damping
C21	2.6094e+007	0.167	1.0e-005	23.54	2.4	0.05

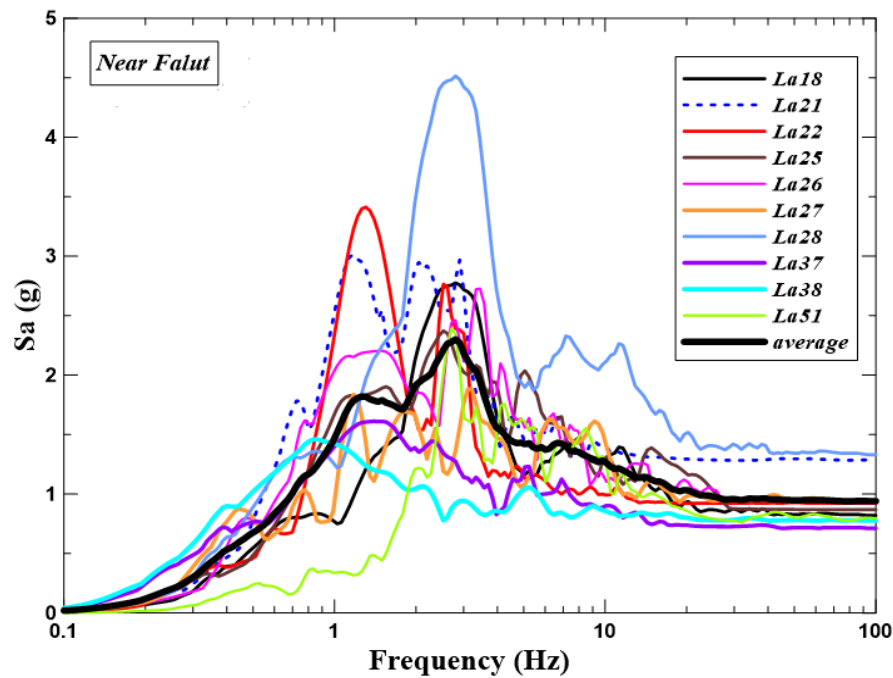
Concrete



4. 사용 지진기록 및 특성

- 지진은 근거리지진 (Near Fault Earthquake)를 사용하였다.
- 지진파의 초기에 나타나는 펄스형태의 매우 큰 속도와 큰 장주기 성분을 가진다.

근거리지진에 대한 스펙트럼

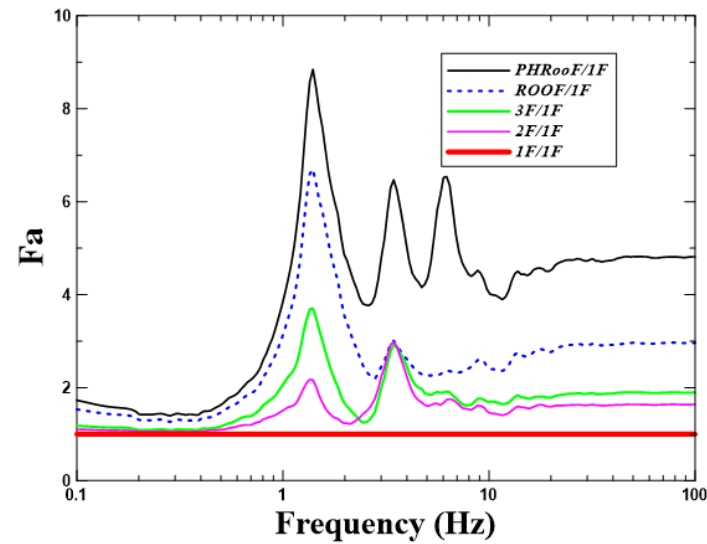
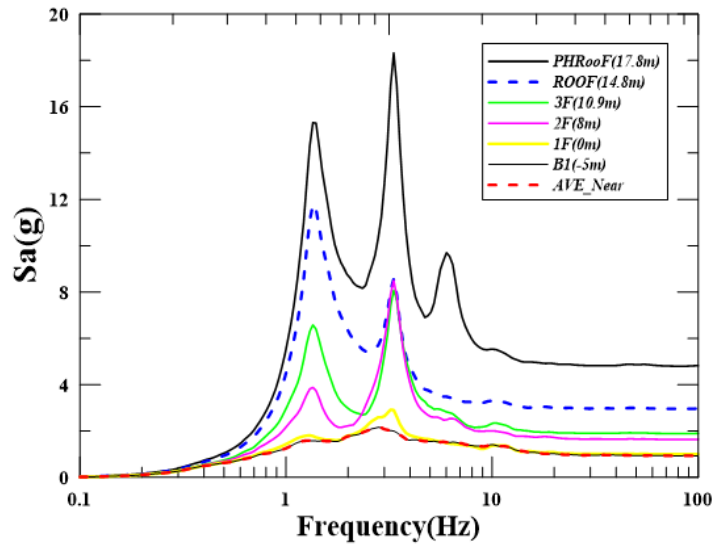


근거리지진의 특성

Earthquake	PGA(g)	Magnitude	Distance(km)
La18	0.817	6.7	6.4
La21	1.282	6.9	3.4
La22	0.920	6.9	3.4
La25	0.868	6.7	7.5
La26	0.943	6.7	7.5
La27	0.926	6.7	6.4
La28	1.329	6.7	6.4
La37	0.711	7.1	1.5
La38	0.776	7.1	1.5
La51	0.780	6.1	3.7

5. 해석 결과

금오철골



5~20Hz			5~30Hz		
Floor	Height	Fa	Floor	Height	Fa
PhRoof	17.8m	4.69	PhRoof	17.8m	4.70
Roof	14.8m	2.51	Roof	14.8m	2.60
3F	10.9m	1.77	3F	10.9m	1.79
2F	8m	1.58	2F	8m	1.59
1F	0m	1	1F	0m	1

10~20Hz			10~30Hz		
Floor	Height	Fa	Floor	Height	Fa
PhRoof	17.8m	4.32	PhRoof	17.8m	4.47
Roof	14.8m	2.63	Roof	14.8m	2.73
3F	10.9m	1.75	3F	10.9m	1.79
2F	8m	1.54	2F	8m	1.57
1F	0m	1	1F	0m	1

5. 해석 결과

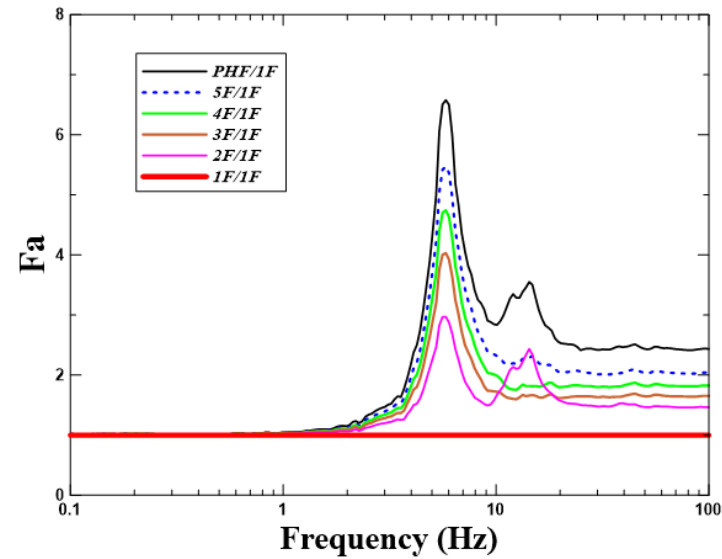
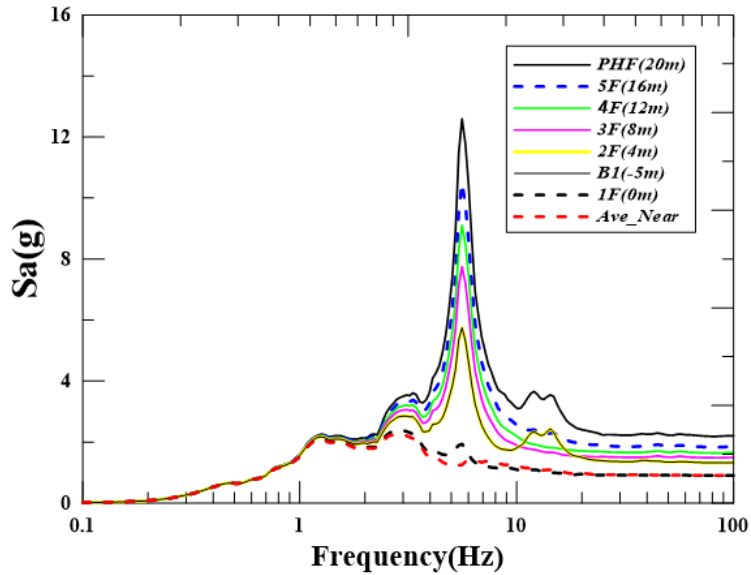
금오철골

5~20Hz			5~30Hz			10~20Hz			10~30Hz		
Floor	Height	Fa	Floor	Height	Fa	Floor	Height	Fa	Floor	Height	Fa
PhRoof	17.8m	4.69	PhRoof	17.8m	4.70	PhRoof	17.8m	4.32	PhRoof	17.8m	4.47
Roof	14.8m	2.51	Roof	14.8m	2.60	Roof	14.8m	2.63	Roof	14.8m	2.73
3F	10.9m	1.77	3F	10.9m	1.79	3F	10.9m	1.75	3F	10.9m	1.79
2F	8m	1.58	2F	8m	1.59	2F	8m	1.54	2F	8m	1.57
1F	0m	1	1F	0m	1	1F	0m	1	1F	0m	1

금오철골(ASCE 7-16)			금오철골 (JEAC 3605-2009)			금오철골 (국내 설계기준)		
Floor	Height	건물증폭계수	Floor	Height	건물증폭계수	Floor	Height	건물증폭계수
PhRoof	17.8m	3.00	PhRoof	17.8m	3.33	PhRoof	17.8m	별도의 해석 필요
Roof	14.8m	2.66	Roof	14.8m	3.33	Roof	14.8m	별도의 해석 필요
3F	10.9m	2.22	3F	10.9m	3.33	3F	10.9m	2.00
2F	8m	1.90	2F	8m	3.33	2F	8m	2.00
1F	0m	1.00	1F	0m	1.00	1F	0m	1.00

5. 해석 결과

신촌_철콘 비표준



5~20Hz			5~30Hz		
Floor	Height	Fa	Floor	Height	Fa
PHF	20m	3.73	PHF	20m	3.44
5F	16m	2.94	5F	16m	2.73
4F	12m	2.50	4F	12m	2.35
3F	8m	2.18	3F	8m	2.06
2F	4m	2.03	2F	4m	1.91
1F	0m	1	1F	0m	1

10~20Hz			10~30Hz		
Floor	Height	Fa	Floor	Height	Fa
PHF	20m	3.06	PHF	20m	2.84
5F	16m	2.20	5F	16m	2.15
4F	12m	2.83	4F	12m	2.83
3F	8m	2.65	3F	8m	1.65
2F	4m	2.95	2F	4m	1.79
1F	0m	1	1F	0m	1

5. 해석 결과

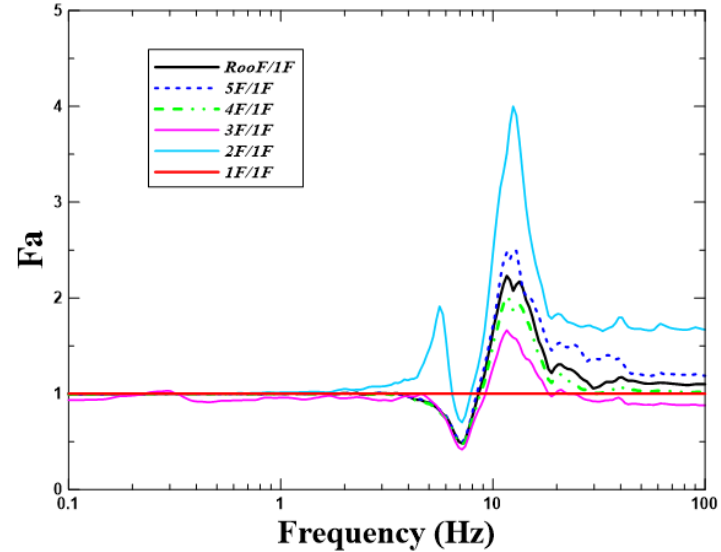
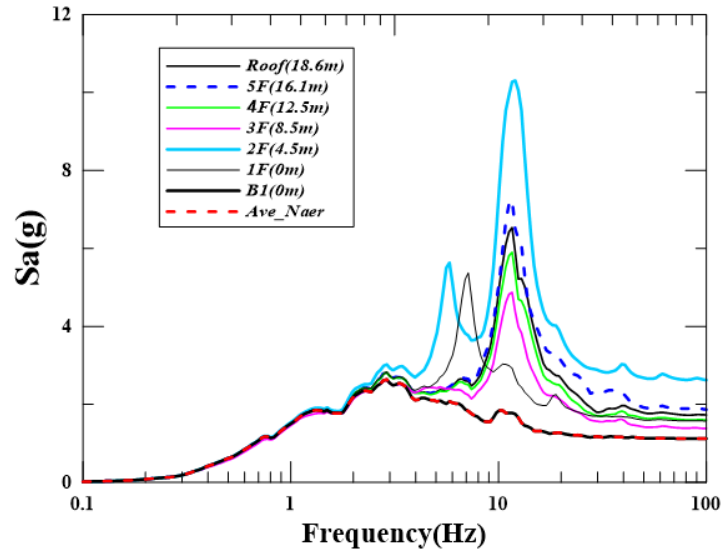
신촌_철콘 비표준

5~20Hz			5~30Hz			10~20Hz			10~30Hz		
Floor	Height	Fa	Floor	Height	Fa	Floor	Height	Fa	Floor	Height	Fa
PHF	20m	3.73	PHF	20m	3.44	PHF	20m	3.06	PHF	20m	2.84
5F	16m	2.94	5F	16m	2.73	5F	16m	2.20	5F	16m	2.15
4F	12m	2.50	4F	12m	2.35	4F	12m	2.83	4F	12m	2.83
3F	8m	2.18	3F	8m	2.06	3F	8m	2.65	3F	8m	1.65
2F	4m	2.03	2F	4m	1.91	2F	4m	2.95	2F	4m	1.79
1F	0m	1	1F	0m	1	1F	0m	1	1F	0m	1

신촌_철콘 비표준			신촌_철콘 비표준(JEAC 3605-2009)			신촌_철콘 비표준 (국내 설계기준)		
Floor	Height	건물증폭계수	Floor	Height	건물증폭계수	Floor	Height	건물증폭계수
Roof	18.6m	3.00	Roof	18.6m	3.33	PhRoof	17.8m	별도의 해석 필요
5F	16.1m	2.60	5F	16.1m	3.33	Roof	14.8m	별도의 해석 필요
4F	12.5m	2.20	4F	12.5m	3.33	3F	10.9m	2.00
3F	8.5m	1.80	3F	8.5m	3.33	2F	8m	2.00
2F	4.5m	1.40	2F	4.5m	3.33	1F	0m	1.00
1F	0m	1.00	1F	0m	1.00			

5. 해석 결과

쌍문_철콘 비표준



5~20Hz			5~30Hz		
Floor	Height	Fa	Floor	Height	Fa
Roof	18.6m	1.32	Roof	18.6m	1.29
5F	16.1m	1.44	5F	16.1m	1.44
4F	12.5m	1.22	4F	12.5m	1.19
3F	8.5m	1.05	3F	8.5m	1.03
2F	4.5m	2.08	2F	4.5m	2.00
1F	0m	1	1F	0m	1

10~20Hz			10~30Hz		
Floor	Height	Fa	Floor	Height	Fa
Roof	18.6m	1.78	Roof	18.6m	1.57
5F	16.1m	1.98	5F	16.1m	1.78
4F	12.5m	1.61	4F	12.5m	1.42
3F	8.5m	1.33	3F	8.5m	1.20
2F	4.5m	2.77	2F	4.5m	2.39
1F	0m	1	1F	0m	1

5. 해석 결과

쌍문_철콘 비표준

5~20Hz			5~30Hz		
Floor	Height	Fa	Floor	Height	Fa
Roof	18.6m	1.32	Roof	18.6m	1.29
5F	16.1m	1.44	5F	16.1m	1.44
4F	12.5m	1.22	4F	12.5m	1.19
3F	8.5m	1.05	3F	8.5m	1.03
2F	4.5m	2.08	2F	4.5m	2.00
1F	0m	1	1F	0m	1

10~20Hz			10~30Hz		
Floor	Height	Fa	Floor	Height	Fa
Roof	18.6m	1.78	Roof	18.6m	1.57
5F	16.1m	1.98	5F	16.1m	1.78
4F	12.5m	1.61	4F	12.5m	1.42
3F	8.5m	1.33	3F	8.5m	1.20
2F	4.5m	2.77	2F	4.5m	2.39
1F	0m	1	1F	0m	1

쌍문_철콘 비표준		
Floor	Height	건물증폭계수
PHF	20m	3.00
5F	16m	2.73
4F	12m	2.36
3F	8m	1.91
2F	4m	1.49
1F	0m	1.00

쌍문_철콘 비표준		
Floor	Height	건물증폭계수
PHF	20m	3.33
5F	16m	3.33
4F	12m	3.33
3F	8m	3.33
2F	4m	3.33
1F	0m	1.00

신촌_철콘 비표준 (국내 설계기준)		
Floor	Height	건물증폭계수
PhRoof	17.8m	별도의 해석 필요
Roof	14.8m	별도의 해석 필요
3F	10.9m	2.00
2F	8m	2.00
1F	0m	1.00

6. 결론

- 금오철골은 모든 Hz범위에 대해 미국기준(ASCE 7-16)과 비교해서 최고층은 약 60%정도 높게 나타나는 경향을 보였으며 (Roof~1F) 까지는 약 2~19% 정도 작게 나타났다.
- 일본기준과 비교하였을 시 최고층은 약 56%정도 높게 나타났고 그 아래층에 대하여는 25~53%정도 작은 경향을 보였다.
- 국내 기준에 대하여는 4층이상은 별도의 해석이 필요하며 그 아래층에 대하여는 해석결과가 국내 설계기준보다 약 10% 작게 나타났다.
- 신촌_철콘 비표준의 경우 미국기준과 비교하였을 때 모든 층에대하여 약 13~45%범위로 증가하였는 경향을 보였다.
- 일본 기준에 대하여는 최고층에서는 5~20Hz, 5~30Hz 의 경우 약 3~10%증가하였고, 1~20Hz, 10~30Hz의 경우 약 2~16% 감소하는 경향을 보였다, 또한 (5F~1F)의 경우 10~39%정도 감소하였다.
- 쌍문_철콘 비표준의 경우 모든 범위에 대하여 대체적으로 미국기준, 일본기준, 국내기준보다 전반적으로 낮게 나타나는 경향을 보였다.

감사합니다