

비구조요소의 내진 설계를 위한 응답스펙트럼 생성 기법

장성진¹, 박동욱^{2*}, 김재봉³

A Method for Generating Floor Response Spectra for Seismic Design for Non-Structural Components

Sung-Jin Chang¹, Dong-Uk Park^{2*}, Jae-Bong Kim³

Abstract: Large scale damage has been globally increased due to natural disasters such as earthquake. Although a variety of studies secured seismic performance of buildings, casualties and economic loss have occurred because of poor security of seismic performance in non-structural components. Structure's location on which non-structural components are installed and characteristics of vibration occurring on each position of structures are varied, so a response spectrum is required for each position of structures. In addition, a response spectrum occurring in a structure is different, depending on the form of it and positions on which it is installed. Therefore, selection of a response spectrum is important, so a definite method for calculating the response spectrum which acts on non-structural components is necessary. A method for choosing a response spectrum is suggested in this paper, and a structural analysis was conducted with the suggested method, by selecting a ground response spectrum and a structural system, which may occur in Korea. Moreover, it helps create a response spectrum necessary for a seismic test of non-structural components, by suggesting the method for deduction it, with a simple formula.

Keywords: FRS(floor response spectrum), Non-structural components, Time history analysis

1. 서 론

세계적으로 지진, 이상기후 등과 같은 자연재해로 인한 대규모 피해가 증가하고 있다. 특히 지진으로 발생하는 피해는 구조물의 붕괴에 의한 직접적인 피해가 아닌 통신설비, 소화설비, 전력설비 등 주요 기간설비의 기능상실로 인한 피해가 많이 발생하고 있다. 최근 2011년 3월 일본 동북부 지방에 발생한 대규모 지진과 2016년 9월 대한민국 경상북도 경주에 규모 5.8의 지진을 시작으로 국내에서 규모 5 이상의 지진이 빈번히 발생함에 따라 사회적으로 지진에 대한 안전문제에 관심이 증가하고 있다(최병정, 2017).

국내에서는 구조물에 대한 내진성능평가 및 보강에 대한 연구가 활발히 진행되어(백은림 등, 2013; Dongbaek Kim et al, 2016) 있어 구조물의 안전성에 대한 문제보다 내부의 비구

조요소의 손상에 의한 인명 피해와 경제적 손실이 발생하고 있다. 따라서 비구조요소에 대한 내진성능 평가에 대한 연구 및 실험이 활발해지고 있다(주부석 등, 2011; 이상호 등, 2014; 구청수, 2006).

구조물에 설치되는 비구조요소는 천장, 커튼월, 마감재, 기계설비, 배관등 다양하며, 비구조요소에 따라 설치되는 구조물의 형식과 위치가 다양하다. 그러나 건물의 위치에 따라 발생하는 진동이 다르므로 비구조요소가 설치되는 위치에 따른 응답스펙트럼의 도출이 필요하다. 또한 구조물의 형식과 구조물이 설치되는 위치에 따라 발생하는 진동특성이 달라지므로 건물의 형식과 위치에 따른 응답스펙트럼이 필요하다.

비구조요소의 내진시험에 어떤 응답스펙트럼을 사용할 것인가가 내진시험에 중요한 요소라 할 수 있다. 그러나 일반적으로 비구조요소의 구입처 혹은 납품처가 내진성능시험을 주관하게 되는데 전문적인 지식의 부재로 인하여 응답스펙트럼을 제시하지 못하는 경우가 많다. 따라서 본 논문에서는 간단한 방법으로 내진시험에 사용가능한 응답스펙트럼을 설정할 수 있는 방법을 제시하였다.

본 논문에서는 내진성능시험에 사용가능한 응답스펙트럼을 제안하기 위하여 KDS(KDS 41 10 15, 2016)를 바탕으로 국

¹정회원, 국토교통연구인프라운영원 연구원

²정회원, 국토교통연구인프라운영원 책임연구원

³정회원, 국토교통연구인프라운영원 수석연구원

*Corresponding author: kwenry@pusan.ac.kr

Busandaehak-ro 49, Mulgeum, Yangsan, Kyungnam, 50612, Korea

• 본 논문에 대한 토의를 2019년 2월 1일까지 학회로 보내주시면 2019년 3월호에 토론결과를 게재하겠습니다.

Table 1 The first natural frequency of the analytical model

[unit : Hz]

Case	Number of stories	Number of stories								
		1	2	3	5	8	10	12	20	
Concrete Moment Frames	1	5.61	3.02	2.43	1.66	1.21	1.04	0.92	0.66	
	2	5.35	3.18	2.35	1.60	1.13	0.95	0.83	0.57	
	3	5.26	3.21	2.27	1.55	1.05	0.87	0.74	0.48	
	4	5.00	3.37	2.19	1.49	0.97	0.78	0.65	0.39	
	5				1.44	0.89	0.70	0.56	0.30	
	6				1.38	0.81	0.61	0.47	0.21	
	7				1.33	0.73	0.53	0.38	0.12	
Steel Moment Frame	1	4.33	2.56	1.9	1.32	0.94	0.81	0.72	0.51	
	2	4.16	2.47	1.82	1.24	0.87	0.74	0.65	0.44	
	3	3.99	2.39	1.75	1.17	0.8	0.67	0.58	0.38	
	4	3.82	2.3	1.67	1.09	0.73	0.6	0.51	0.31	
	5	3.64	2.22	1.6	1.02	0.65	0.52	0.43	0.25	
	6	3.47	2.13	1.52	0.94	0.58	0.45	0.36	0.18	
	7	3.3	2.05	1.45	0.87	0.51	0.38	0.29	0.12	

내에서 발생 가능한 지반응답스펙트럼과 구조시스템을 선정하였다. 건물의 형식과 높이에 따른 구조해석을 수행하여 각 층에서 발생하는 층응답스펙트럼을 도출하였다. 도출한 층응답스펙트럼을 패턴을 분석하여 건물과 비구조요소가 설치되는 높이에 따라 응답스펙트럼을 도출할 수 있도록 하였다.

2. 구조해석 방법

2.1 지진하중 생성

지반응답스펙트럼은 Fig. 1과 같이 KSD 41의 6.3장의 설계스펙트럼가속도를 도출하는 방법을 토대로 작성하였다. 비구조요소가 설치되는 지역의 지반응답스펙트럼을 주어진 방법에 따라 확인하는 것이 가장 이상적인 방법이나, 다양한 수요지역들에 대하여 공통 적용을 하기 위해서는 보다 보수적인 입력하중을 설정하여야 할 것이다. 이러한, 입력하중의 보수성을 확보하기 위하여 단주기 지반증폭계수(F_v)는 1.7을 적용하였으며, 1초주기 지반증폭계수(F_v)는 2.4를 적용하였다. 지진구역계수(S)는 0.22g를 적용하여 Fig. 2와 같은 설계스펙트럼가속도를 선정하였다.

탄성시간이력해석을 수행하기 위하여 설계스펙트럼가속도를 이용하여 지진파는 1/48 octave 이하의 주파수 간격으로, 입력시간은 30초이며, 20초의 강진지속구간을 포함하도록 지진파를 생성하였다. 다양한 경우에 대하여 층에 작용하는

응답스펙트럼을 도출하기 위하여 Fig. 3과 같이 5개의 지진파를 생성하였다.

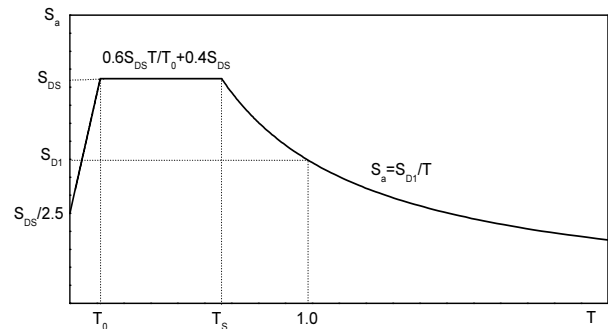


Fig. 1 Design response spectrum of KSD

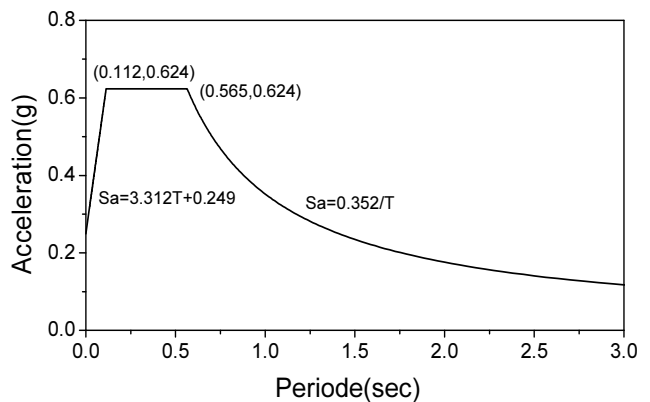


Fig. 2 Application design response spectrum

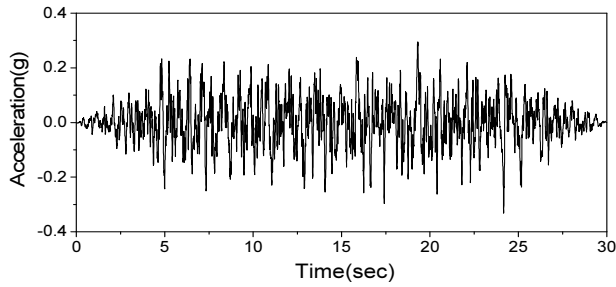


Fig. 3 Seismic waves used in the analysis

2.2 해석 모델

본 논문에서는 구조해석 프로그램 중 OpenSees를 이용하여 철골모멘트골조와 콘크리트모멘트골조의 구조해석을 수행하였다. 콘크리트모멘트골조 건물의 층간 높이는 3.5m, 철골모멘트골조 건물의 층간 높이는 4.0m로하여 건물높이 8종류(1층, 2층, 3층, 5층, 8층, 10층, 12층, 20층)에 대하여 해석을 수행하였다. 모델링은 해석결과의 일반화를 위하여 Fig. 4와 같이 집중 질량모델을 해석 대상 구조물로 선정하였다.

층에 작용하는 질량은 동일하게 적용하였으며, 강성은 에너지평형법에 의한 층강성 분포를(Akiyama, 2002) 고려하여 적용하였다. 건물의 고유진동수 변화에 따른 층응답스펙트럼을 고려하기 위하여 Table 1과 같은 고유진동수를 가지도록 콘크리트모멘트골조 47종, 철골모멘트골조 56종의 해석을 수행하였다.

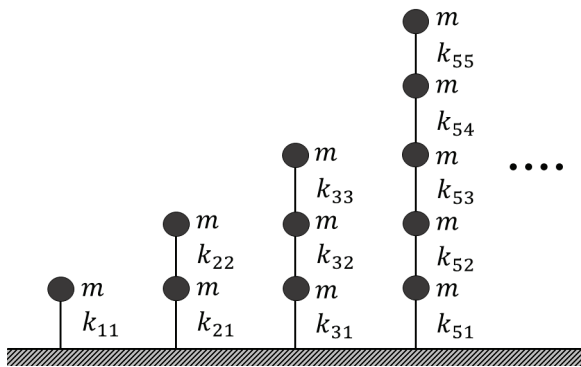


Fig. 4 Analysis model

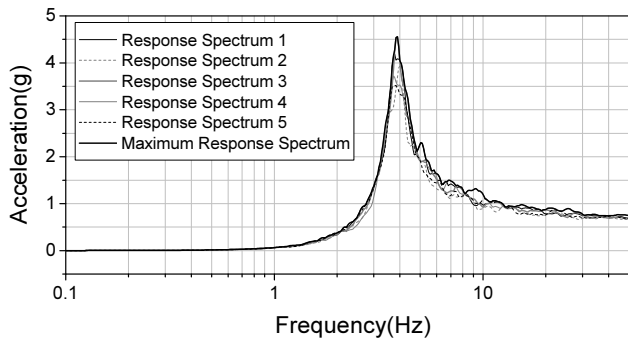


Fig. 5 Comprehensive floor response spectrum of 5 seismic waves

3. 층응답스펙트럼 도출

3.1 탄성시간이력 해석

콘크리트모멘트골조 47종, 철골모멘트골조 56종에 대하여 5개의 지진파를 적용하여 총 515개의 탄성시간이력해석을 수행하였다. 구조물의 감쇠는 1차모드와 질량참여율이 90% 이상이 되는 모드를 레일리댐핑 5%로 적용하였으며, 해석 간격은 1/512초로 설정하여 해석을 수행하였다. 탄성시간이력해석을 통하여 계산된 층별 가속도이력으로부터 5% 감쇠비를 적용하여 층응답스펙트럼을 산정하였다.

건물에 입력되는 지진하중에 따라 층응답스펙트럼이 차이가 발생하므로 보수성을 고려하여 Fig. 5와 같이 5개의 지진파에 대한 응답을 포괄하도록 층응답스펙트럼을 생성하였다.

콘크리트모멘트골조와 철골모멘트골조의 층응답스펙트럼을 도출하면 Fig. 6과 Fig. 7과 같다. Fig. 6과 Fig. 7의 포괄층응답스펙트럼은 건물의 각층에서 발생하는 층응답스펙트럼을 모두 포괄한 층응답스펙트럼이다.

1차모드 고유진동수 가장 큰 증폭을 확인 할 수 있었으며, 고층건물일 수록 2차 모드와 3차 모드 고유진동수의 영향이 커지는 것을 확인 할 수 있었다. 고층일수록 고차모드 고유진동수의 질량참여율이 높아지기 때문에 이런 현상이 발생하는 것으로 판단된다.

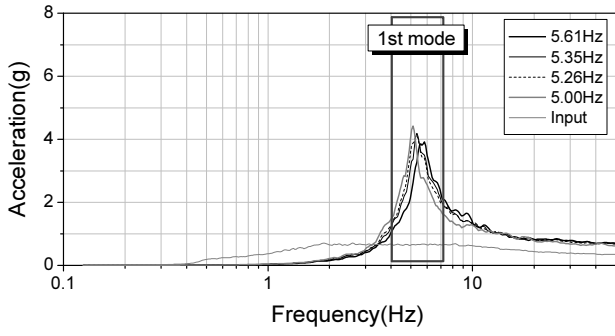
건물에 설치되는 비구조요소의 고유진동수가 건물의 고유진동수와 일치하거나 유사할 경우 비구조요소에 큰 영향을 줄 것이다. 따라서 비구조요소의 고유진동수를 건물의 고유진동수와 일치하지 않도록 설계한다면 안전성을 확보할 수 있을 것으로 판단된다.

3.2 건물별 층응답스펙트럼 비교

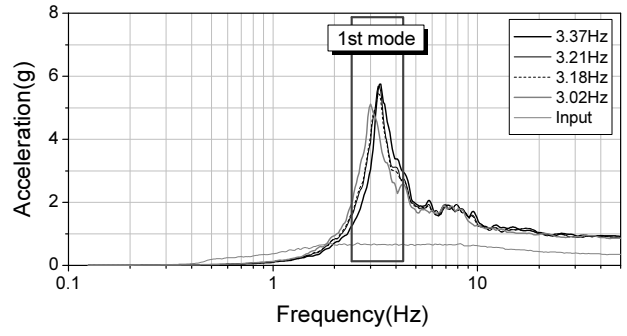
최대증폭계수는 식(1)을 이용하여 Table 2와 같이 도출하였다. 여기서, MA 는 최대증폭계수 이고, $a_a(f)$ 는 구조해석 결과로 도출된 층응답스펙트럼이며, $a_d(f)$ 는 설계스펙트럼가속도 이다. 건물의 높이가 증가 할수록 최대증폭계수가 증가하는 경향을 보임을 Table 2에서 확인 할 수 있다.

$$MA = \max \left(\frac{a_a(f)}{a_d(f)} \right) \times 100 \quad (1)$$

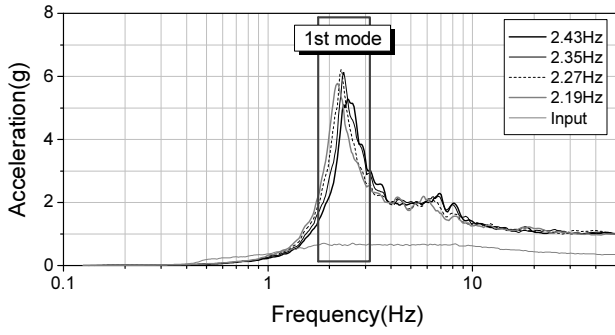
설계스펙트럼가속도는 3구간(가속도 증가구간, 가속도 유지구간, 가속도 감소구간)으로 나눌 수 있다. 해석결과로부터 최대증폭가속도는 가속도 증가구간과 가속도 유지구간에서 발생하는 것을 확인 할 수 있었으며, 가속도 유지구간 이후 가속도 감소구간에서는 ZPA 최대값과 연결하여도 모든 층응답스펙트럼이 포락되는 것을 확인하였다. 따라서 가속도 증가



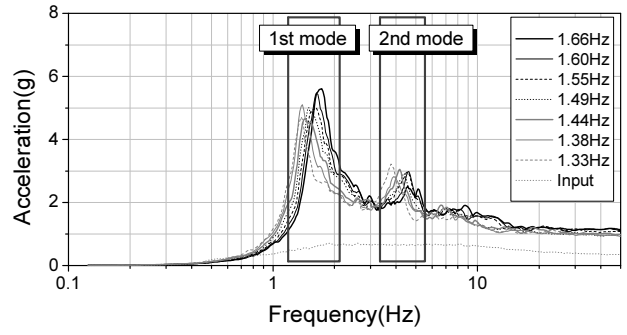
(a) 1-story building



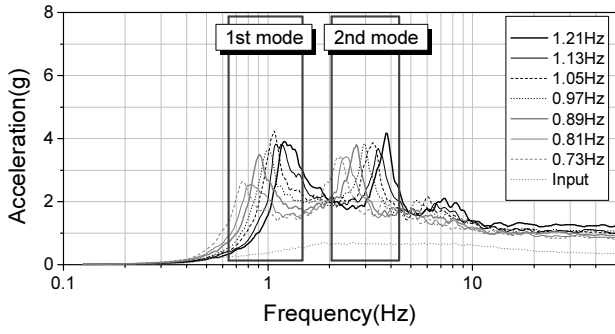
(b) 2-story building



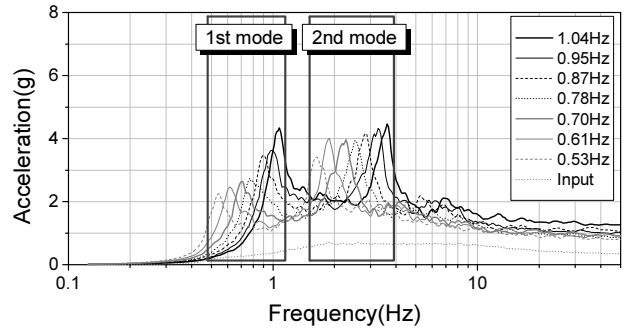
(c) 3-story building



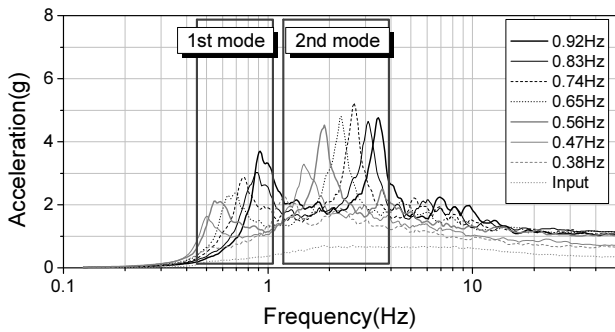
(d) 5-story building



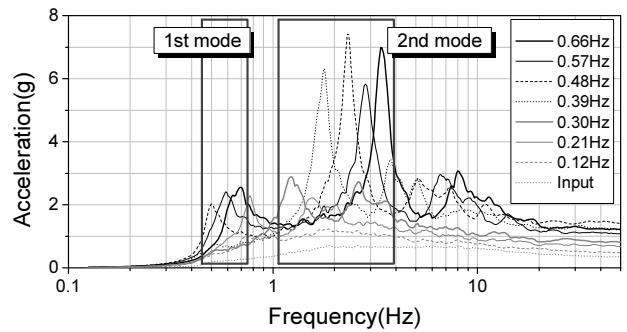
(e) 8-story building



(f) 10-story building

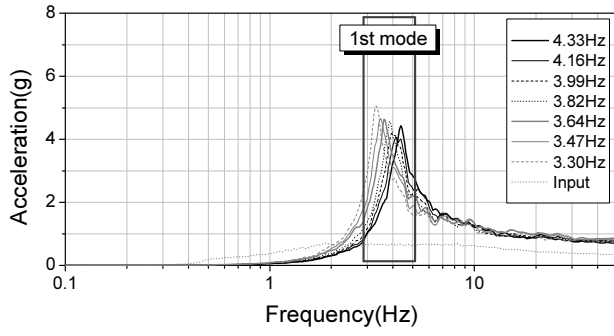


(g) 12-story building

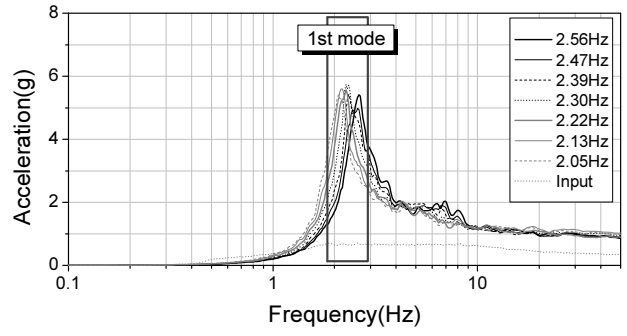


(h) 20-story building

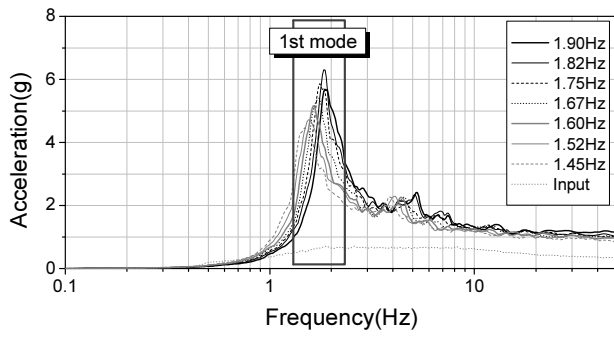
Fig. 6 Concrete moment frame response spectrum



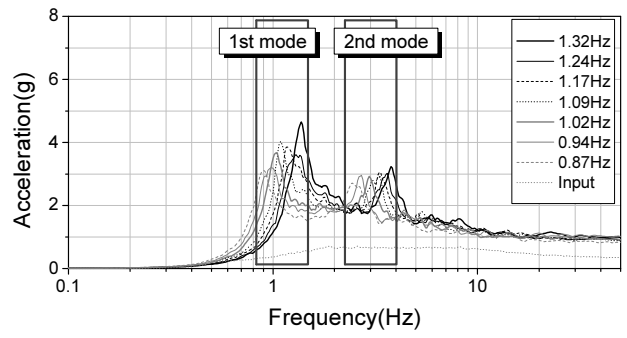
(a) 1-story building



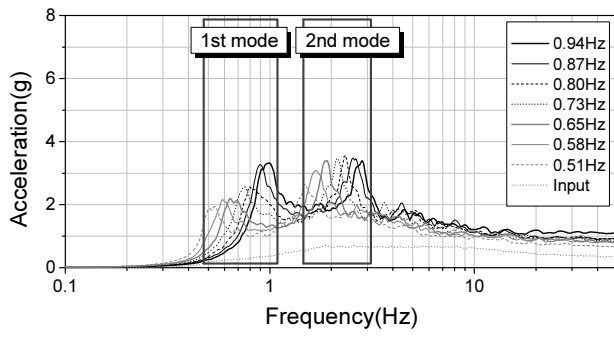
(b) 2-story building



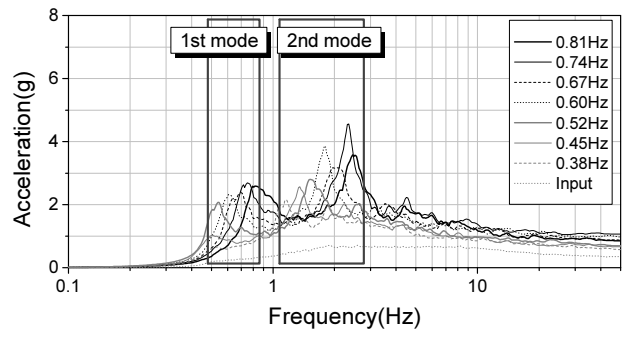
(c) 3-story building



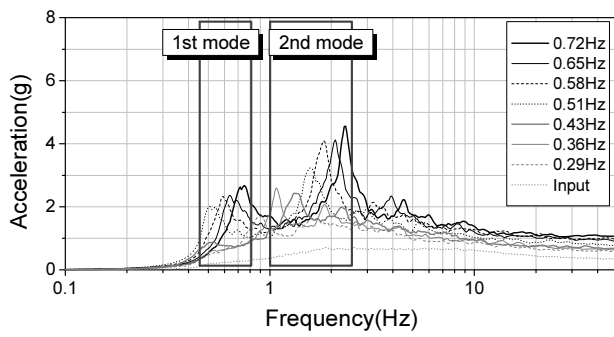
(d) 5-story building



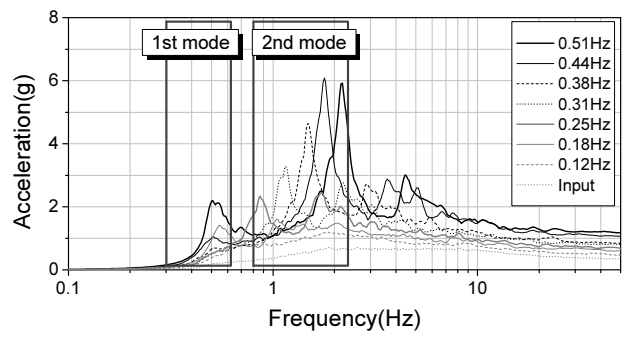
(e) 8-story building



(f) 10-story building



(g) 12-story building



(h) 20-story building

Fig. 7 Steel moment frame response spectrum

Table 2 Maximum amplification factor

[unit : %]

Case	Number of stories								
	1	2	3	5	8	10	12	20	
Concrete Moment Frames	1	608	779	815	912	848	1108	1042	1086
	2	629	846	958	913	949	1019	928	1115
	3	623	883	953	857	1077	1054	1046	1158
	4	676	872	899	925	1024	973	987	959
	5				860	1027	976	1012	643
	6				989	864	1108	955	809
	7				921	958	1021	497	388
	Max.	676	883	958	989	1077	1108	1046	1158
Steel Moment Frame	1	679	839	880	909	939	885	994	1181
	2	638	773	975	739	994	976	1014	923
	3	648	849	941	887	880	864	1078	862
	4	699	894	881	1006	934	1053	1079	762
	5	713	853	862	962	932	986	728	733
	6	701	871	817	901	991	746	658	667
	7	765	836	829	948	1005	503	520	345
	Max.	765	894	975	1006	1005	1053	1079	1181

구간과 유지구간에선 최대증폭계수를 곱하고, 감소구간은 ZPA와 연결하여 그림 Fig. 8과 Fig. 9를 도출하였다.

콘크리트모멘트골조의 해석 결과 Fig. 8과 같이 설계스펙트럼 대비 층응답스펙트럼의 최대증폭계수는 1,158%이며, ZPA 최대증폭계수는 443%로 확인되었다. 철골모멘트골조는 Fig 9와 같이 설계스펙트럼 대비 층응답스펙트럼의 최대증폭계수는 1,181%이며, ZPA 최대증폭계수는 373%로 확인되었다. 층응답스펙트럼은 구조물의 고유진동수에서 최대증폭계수를 가지는 것으로 확인되었으며, 이 현상은 공진에 의한 것으로 판단된다.

‘KDS 6.7.4.3 탄성시간이력해석’에 ‘충전단력, 충전도모멘트, 부재력 등 설계값은 시간이력해석에 의한 결과에 중요도계수를 곱하고 반응수정계수로 나누어 구한다.’이라고 명기되어있다. 보수성을 감안하여 건축물의 중요도 중 가장 중요도가 높은 특으로 가정할 경우 중요도는 1.5이고, 철골모멘트골조와 콘크리트모멘트골조의 반응수정계수는 4.5와 5로 하였다. 층응답스펙트럼 결과에 중요도계수를 곱하고, 반응수정계수를 나누어 철골모멘트골조는 층응답스펙트럼의 1/3배, 콘크리트모멘트골조는 층응답스펙트럼의 3/10배를 적용하여 Fig. 10과 같이 응답스펙트럼을 도출할 수 있다. ZPA는 보수성을 확보하기 위하여 탄성시간이력해석 결과를 그대로 이용하였다.(최경석 등, 2013)

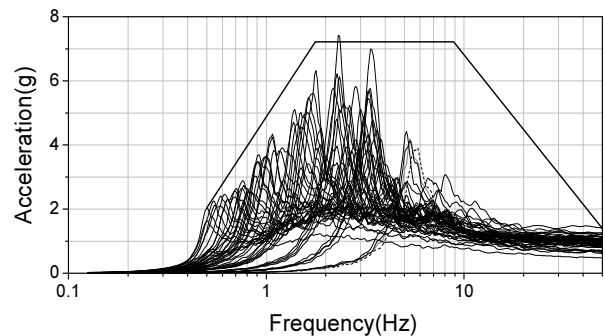


Fig. 8 Comprehensive floor response spectrum of Concrete Moment Frames

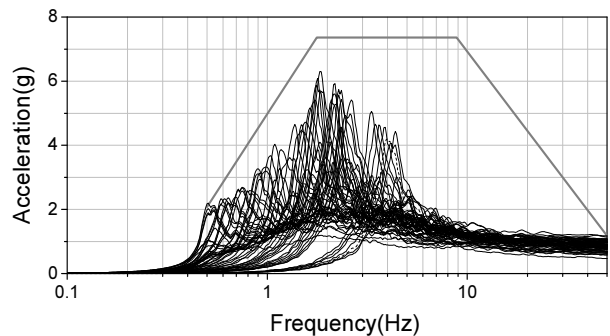
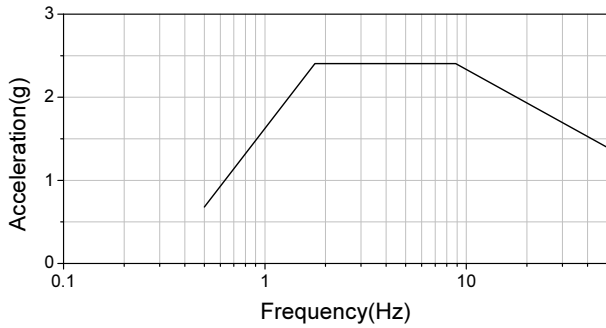
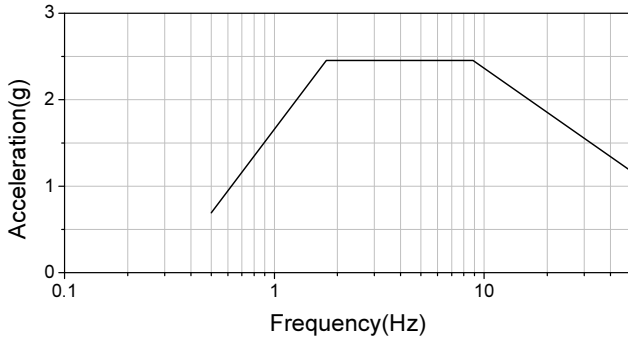


Fig. 9 Comprehensive floor response spectrum of Steel Moment Frames



(a) Concrete Moment Frames



(b) Steel Moment Frames

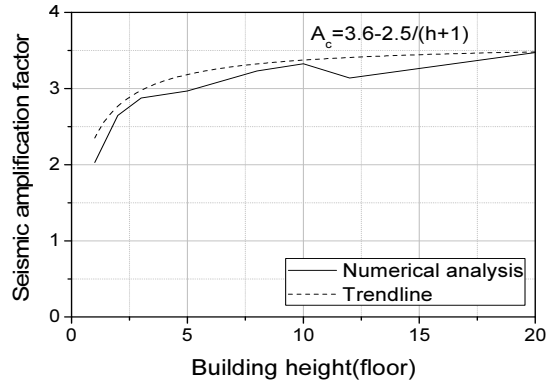
Fig. 10 Response spectrum

4. 층응답스펙트럼 간략식 도출

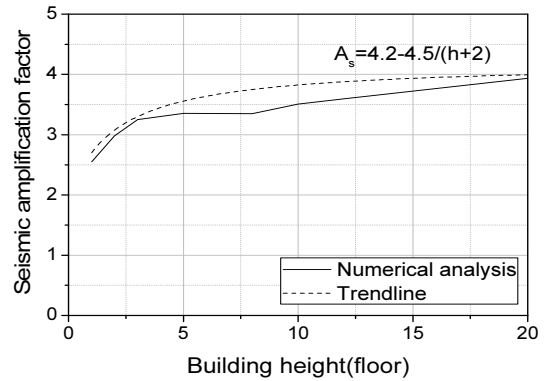
비구조요소의 내진시험 시 시험체가 설치되는 건물의 특성(건물 구조형식, 건물 높이 등)과 설치 위치를 규정하기 어려운 경우가 많이 발생한다. 이런 경우에는 모든 경우를 포괄하는 시험을 수행할 경우 설치가 가능한 건물과 높이가 다양해진다. 그러나 보수적으로 시험을 수행할 경우 과도하게 보수적인 시험이 될 우려가 발생한다. 따라서 본 논문에서는 비구조요소가 설치되는 건물의 특성과 건물의 높이를 알 경우 응답스펙트럼을 생성하는 간략식을 정의하였다.

4.1 건물 높이에 따른 간략식 도출

탄성시간이력해석인 것을 고려하여 수치해석을 통하여 도출된 증폭계수에 중요도계수를 곱하고 반응수정계수로 나누어 각층의 지진증폭계수(A)를 구하였다. 여기서 지진증폭계수는 보수성을 확보하기 위하여 최대증폭계수를 이용하였다. 건물의 모든 층의 지진응답계수 최대값과 건물의 높이의 관계를 Fig. 11과 같이 도출하였다. 건물의 높이가 높아질수록 지진증폭계수가 커지는 경향이 나타남을 Fig. 11에서 확인할 수 있다. 콘크리트모멘트골조 지진증폭계수(A_c)와 철골모멘트골조 지진증폭계수(A_s)는 건물높이에 대한 지진증폭계수의 변화를 이용하여 식(2)와 식(3)을 정리하였다. 여기서 h 는 건물의 높이(층)이다.



(a) Concrete Moment Frames



(b) Steel Moment Frames

Fig. 11 Change of maximum amplification factor by number of stories

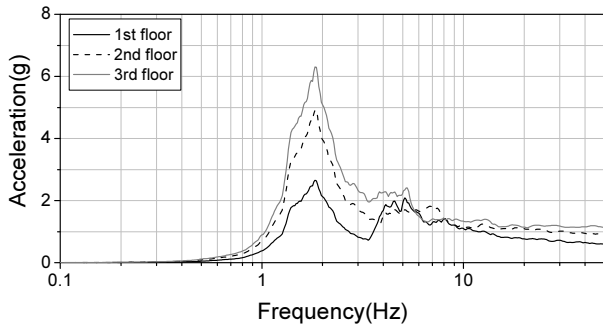
$$A_c = 3.6 - \frac{2.5}{h+1} \quad (2)$$

$$A_s = 4.2 - \frac{4.5}{h+2} \quad (3)$$

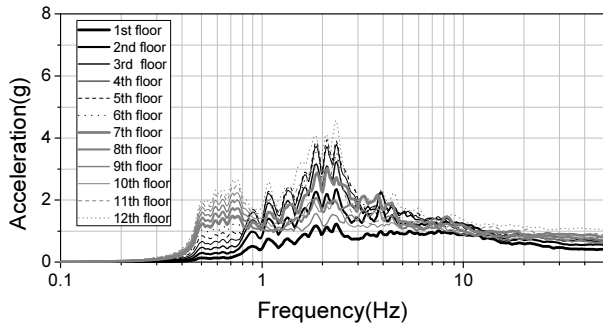
지진응답계수 간략식을 이용하여 건물의 높이와 종류를 알면 그 건물에서 발생할 수 있는 최대 지진응답계수의 파악이 가능할 것으로 판단된다.

4.2 건물 층별 층응답스펙트럼 비교

Fig. 12 (a)는 3층 철골모멘트골조의 고유진동수가 다른 4개 건물에 대한 층별 포괄층응답스펙트럼을 비교한 것이다. Fig. 12 (b)는 12층 철골모멘트골조의 고유진동수가 다른 7개 건물에 대한 층별 포괄층응답스펙트럼을 비교한 것이다. Fig. 12에서 확인할 수 있듯이 건물의 상대 높이가 증가할수록 층응답스펙트럼이 커지는 것을 확인할 수 있다. 구조물의 고유진동수에서 건물의 높이가 높아질수록 층응답스펙트럼이 커지는 현상이 발생하였다. 따라서 고유진동수에서 공진이 발생함에 따라 고유진동수에서 최대증폭계수를 가지며, 상대높이가 높아질수록 증폭계수가 커지는 것으로 판단된다.



(a) 3-story building



(b) 12-story building

Fig. 12 Comparison of floor response spectrum by number of stories(Steel Moment Frame)

Fig. 13은 건물의 높이비에 따른 지진응답계수의 변화를 나타낸 것이며, 건물의 높이비가 증가할수록 지진응답계수가 커지는 경향을 보임을 확인하였다. 건물에 비구조요소의 설치높이에 적합한 지진응답계수의 산정이 필요하므로, 건물의 높이비에 따라 식(2)와 식(3)을 식(4)와 식(5)로 변경이 가능하다. 여기서, x 는 비구조요소가 부착된 높이(층)이며, 1층 바닥을 $x=0$ 으로 한다. 단, 식(3)의 $\frac{2x}{h}$ 와 식(4)의 $\frac{3x}{2h}$ 가 1이상인 경우는 1을 적용한다.

$$A_c = \left(2.6 - \frac{2.5}{h+1}\right) \times \frac{2x}{h} + 1 \quad (4)$$

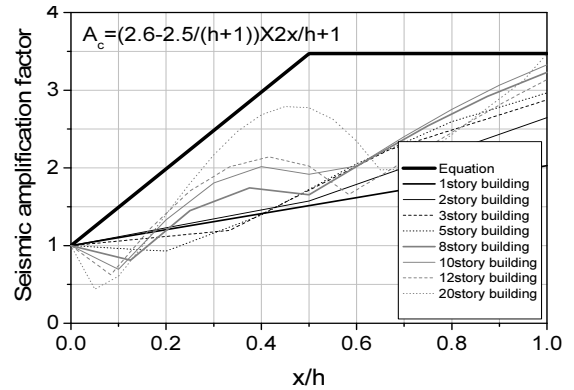
$$A_s = \left(3.2 - \frac{4.5}{h+2}\right) \times \frac{3x}{2h} + 1 \quad (5)$$

건물의 층응답스펙트럼(FRS)은 설계스펙트럼가속도(S)와 지진증폭계수(A)의 곱으로 생성하며, 식(6)은 콘크리트모멘트골조의 층응답스펙트럼 간략식이고, 식(7)은 철골모멘트골조의 FRS 간략식이다.

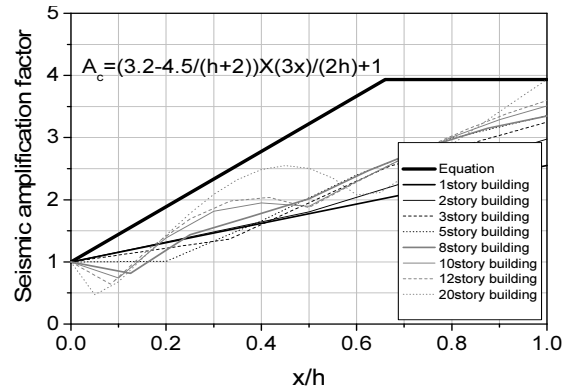
$$FRS_c = A_c \times S = \left[\left(2.6 - \frac{2.5}{h+1}\right) \times \frac{2x}{h} + 1 \right] \times S \quad (6)$$

$$FRS_s = A_s \times S = \left[\left(3.2 - \frac{4.5}{h+2}\right) \times \frac{3x}{2h} + 1 \right] \times S \quad (7)$$

도출한 간략식을 이용하여 건물의 특성과 건물이 설치되는 위치를 파악한다면 간단히 층응답스펙트럼의 생성이 가능할 것으로 판단된다.



(a) Concrete Moment Frames



(b) Steel Moment Frame

Fig. 13 Amplification Factor Change with Variation of number of stories

5. 결론

본 논문에서는 구조물의 동적특성을 고려하여 1층, 2층, 3층, 5층, 8층, 10층, 12층, 그리고 20층 건물을 모델링하였으며, 5개의 지진파를 이용하여 탄성시간이력해석을 수행하였다. 수치해석을 통하여 각층의 층응답스펙트럼을 도출하여 건물에 작용하는 층응답스펙트럼의 경향을 파악하였다.

가장 취약한 지반상태를 적용한 설계스펙트럼가속도를 이용하여 지진파를 생성하였으며, 이로부터 1~20층까지의 층응답스펙트럼의 포괄층응답스펙트럼을 생성하였다. 이렇게 생성한 철골모멘트골조와 콘크리트모멘트골조의 포괄층응답스펙트럼은 20층 이하의 건물에 대하여 비구조요소의 내진 시험에 적용이 가능할 것으로 판단된다.

탄성시간이력해석으로부터 건물의 저차고유진동수에서 지진증폭계수가 크게 나오는 것을 확인할 수 있었다. 이것은

건물의 공진에 의한 응답의 증폭으로 판단된다. 그러므로 건물의 고유진동수와 비구조요소의 고유진동수가 유사하거나 일치할 경우 지진하중이 비구조요소에 큰 영향을 줄 것으로 보인다. 따라서 비구조요소의 안전성을 확보하기 위하여 건물의 고유진동수와 일치하지 않도록 설계할 필요성이 있다.

탄성시간이력해석으로부터 지진증폭계수가 건물의 높이가 높아질수록 커지는 경향을 보임을 확인 할 수 있었다. 그러나 지진증폭계수의 경향이 건물의 높이가 높아질수록 로그함수 형태를 보이므로 무한히 증가하는 경향은 아닌 것으로 판단된다. 또한 건물의 상층부로 갈수록 지진증폭계수가 커지는 경향을 보임을 확인하였다. 이러한 지진증폭계수로부터 증폭계수의 증가 경향을 보수적으로 평가하여 층응답스펙트럼을 도출할 수 있는 간략식을 제시하였다. 제시한 간략식을 이용한다면 간단하게 비구조요소의 내진시험이 가능한 건물의 층응답스펙트럼의 도출이 가능할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부 국토교통기술촉진연구사업의 연구비 지원(과제번호 18CTAP-B132921-02)에 의해 수행되었습니다.

References

1. Choi, B. J. (2017), Seismic Design for Nonstructural Elements and Damage of Gyeongju 9.12 Earthquakes, Journal of Korean Society of Steel Construction, 29(1), 19-24 (in Korean, with English

abstract).

2. Baek, E. L., Oh, S. H., Lee, S. H. (2013), Performance of Seismic Retrofit According to the Stiffness and Strength Ratios of Steel Damper to Reinforced Concrete Frame, Journal of the Earthquake Engineering Society of Korea, 17(4), 171-180 (in Korean, with English abstract).

3. Kim, D. B., Lee, B. H., Kwon, S. D., Lee, I. D. (2016) An Experimental Study on the Reinforcement of Low-Rise RC Structure for Seismic Performance, Journal of Korea Society of Disaster Information, 12(2), 144-149 (in Korean, with English abstract).

4. Ju, B. S., Ryu, Y. H., Jung, W. Y. (2011), Seismic Risk Analysis of Nonstructural Components in Critical Facilities, Journal of the Korean institute for structural maintenance inspection, 15(3), 34-38 (in Korean, with English abstract).

5. Lee, S. H., Choi, H. S., Jeon, B. G. (2014), Test Procedures and Practices of Seismic Performance Certification for Nonstructural Components, Magazine of the Korea institute for structural maintenance and inspection, 18(3), 48-56 (in Korean, with English abstract).

6. Akiyama, H.(2002), Earthquake-Resistant Design Method for Buildings Based on energy Balance, Goomibook.

7. Choi, K. S., Yi, W. H., Yang, W. J., Kim, H. J. (2013), A Study on Evaluation of Floor Response Spectrum for Seismic Design of Non-Structural Components, Journal of the earthquake engineering society of Korea, 17(6), 279-291 (in Korean, with English abstract).

Received : 11/15/2018

Revised : 12/21/2018

Accepted : 12/31/2018

요 지 : 세계적으로 지진과 같은 자연재해로 인한 대규모 피해가 증가하고 있다. 다양한 연구를 통하여 건물에 대한 내진성능은 확보되었으나, 비구조요소의 내진성능 확보 미흡으로 인하여 인명 피해 및 경제적 손실이 발생하고 있다. 비구조요소는 구조물에 설치되는 위치가 다양하고, 구조물의 위치에 따라 발생하는 진동특성이 다르므로 구조물의 위치별 응답스펙트럼이 필요하다. 또한 구조물의 형식과 구조물이 설치되는 위치에 따라 구조물에 발생하는 응답스펙트럼이 다르게 발생한다. 따라서 응답스펙트럼의 선정이 중요하므로 비구조요소에 작용하는 응답스펙트럼을 도출할 수 있는 명확한 방법이 필요하다. 본 논문에서는 응답스펙트럼을 도출하는 방법을 제안하였으며, 제안한 방법으로 국내에서 발생 가능한 지반응답스펙트럼과 구조시스템을 선정하여 구조해석을 수행하였다. 또한, 간단한 수식으로 응답스펙트럼을 도출하는 방법을 제안함으로써, 비구조요소의 내진시험에 필요한 응답스펙트럼을 생성할 수 있도록 하였다.

핵심용어 : 층응답스펙트럼, 비구조요소, 시간이력해석
