

실제측자료에 기반한 기존 층가속도분포 설계식 평가

Measurement-Based Evaluation of Vertical Acceleration Profile for Nonstructural Component Design

김성용*¹⁾
Kim, Sung-Yong

이철호**
Lee, Choel-Ho

박지훈***
Park, Ji-Hun

경주지진과 포항지진으로 인해 광범위한 건축물 비구조요소 피해가 발생함에 따라, 실효성있는 비구조요소 내진설계에 대한 중요성이 부각되고 있다. KBC2016에 따르면, 비구조요소 설계를 위한 등가정적지진하중(F_p)는 지반에서의 가속도로 환산된 단주기 설계스펙트럼 가속도($0.4S_{DS}$)로부터 비구조요소의 작동상태를 고려한 중량(W_p), 건축물 내에서 비구조요소가 설치된 위치에 따라 선형적으로 증가하는 증폭계수($1+2z/h$ 로 z 는 비구조요소의 높이이며 h 는 건물 최대높이), 비구조요소의 중요계수(I_p), 요소 자체의 응답특성이 고려된 증폭계수(a_p), 반응수정계수(R_p)를 적용하여 아래 식 (1)을 통해 산정한다[1].

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

지진 당시 계측된 실제측자료를 토대로, 본 연구에서는 식(1)을 구성하는 인자 중 건물의 층에 따라 선형적으로 증가한다고 가정된 층가속도분포 설계식을 평가하였다. 통상적으로 구조물의 여러 동특성에 따른 응답증폭정도를 분석하는 데에는 해석적 모델을 통한 연구가 병행되어야 하나, 단순한 해석적 모형을 활용할 경우 층 다이어프램의 연성(flexibility), 비정형건물의 경우 편심으로 인한 비틀림증폭, 지진에 의한 강성저하 및 감쇠증가, 구조체 내부의 비내력벽이나 파티션의 영향, 지반과 구조물 간의 상호작용, 비구조요소와 지지부 간의 상호작용 등 여러 요인을 반영하기 어려운 점을 고려하여, 실제측자료만을 활용하여 층가속도분포 설계식을 평가하였다. 본 연구에서는 CSMIP(California Strong Motion Instrumentation Program) 지진자료로부터 지진기록을 수집하였으며, 62개의 지진으로부터 66개의 건물에서 계측된 총 2997개의 지진기록이 포함되어 있다. Fig. 1은 본 연구에서 활용한 데이터베이스의 통계를 도시한 것으로, 대상 건물의 80%가량은 25층 이하의 건물에 집중되어 있다. 또한 다수의 데이터가 최대지반가속도(Peak Ground Acceleration, PGA) 0.1g인 지진기록이며, 이하에서는 0.1g이하 PGA의 지진기록과 나머지 기록들을 분리하여 분석하였다.

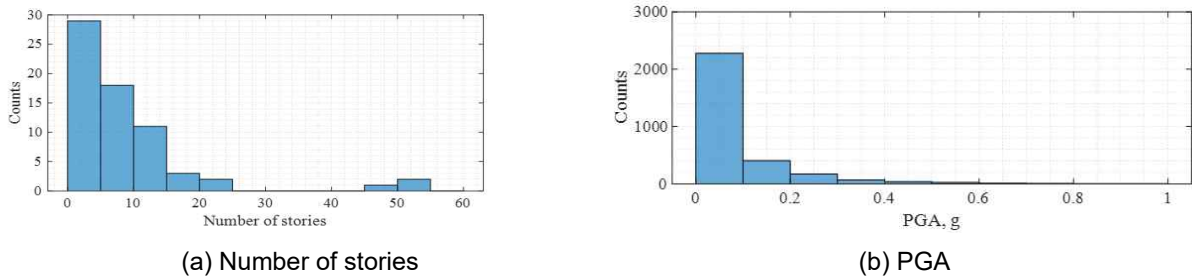


Fig. 1. Statistics of database used in the study

* 정회원·창원대학교 건축공학과, 조교수 (E-mail: sungyong.kim@changwon.ac.kr)

** 정회원·인천대학교 도시건축학부, 교수 (E-mail: jhpark606@inu.ac.kr)

*** 정회원·서울대학교 건축학과, 교수 (E-mail: ceholee@snu.ac.kr)

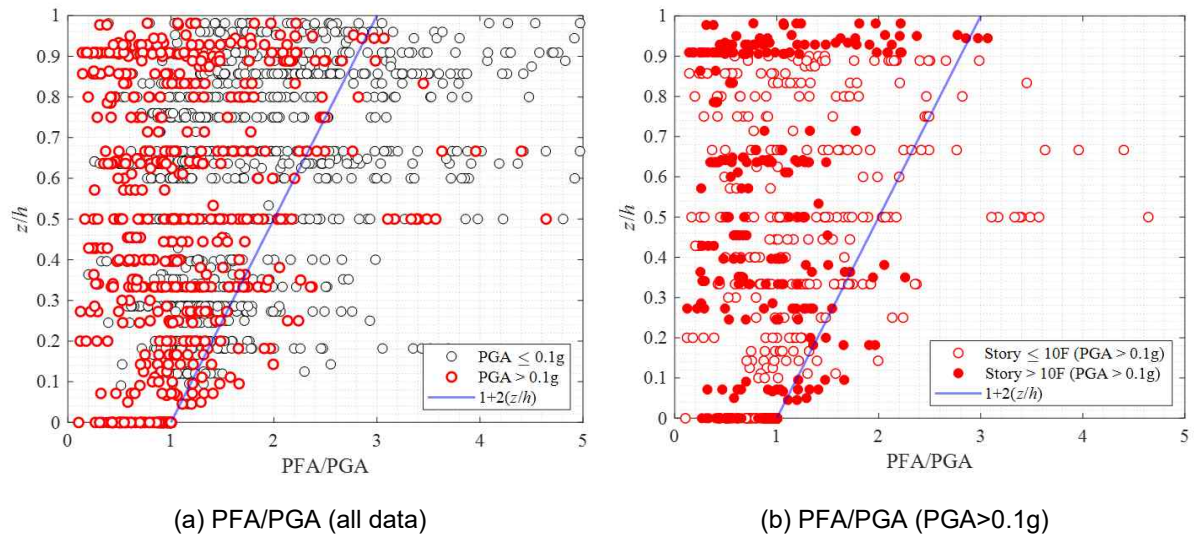


Fig. 2. Vertical profile of PFA/PGA

Fig. 2(a)는 수집된 데이터베이스로부터 최대층응답가속도(Peak Floor Acceleration, PFA)를 PGA로 정규화하여 이를 현행 층가속도분포 설계식 제시치와 비교한 것이다. 이에 따르면 PGA가 0.1g보다 작은 경우 기준 제시치 대비 두 배 이상에 이르는 층가속도증폭이 나타났는데, 이는 작은 크기의 지반운동에도 실제 구조물의 주요진동수가 아닌 고주파수의 국소적 진동에 따른 큰 일시응답이 관여되는 등 여러 이유가 있었기 때문으로 판단된다. 반면 내진공학에서 고려되어야 할 현실적인 데이터로 판단되는 PGA 0.1g 이상의 계측치에 대해서는 전반적으로 설계식이 충분한 정도의 보수적 예측치를 제시하는 것으로 나타났다. Fig. 2(b)는 상기 데이터 중 PGA가 0.1g를 초과하는 자료에 대해, 층수가 10층 이상인 건물과 10층 이하인 건물을 따로 도시한 것이다. 이에 따르면 중저층 건물의 경우 설계식 예측치를 초과하는 계측치가 다수 나타난 반면, 고층 건물의 경우 전반적으로 설계식 대비 낮은 수준의 응답증폭을 보이는 것을 확인하였다. 다만 10층 이상 건물의 경우 중저층 부근에서 설계식보다 더욱 증폭된 계측치가 나타났다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부 도시건축 연구개발사업의 연구비지원(18AUDP-C146352-01)에 의해 수행되었습니다.

참고 문헌

1. AIK. KBC2016. Korean Building Code-Structural. Architectural Institute of Korea. 2016.