

An Alternative Approach for Performance Evaluation of Structures (IDA) Using Synthetic Seismograms

A. Nicknam^a, A. Asadian Ardakani^b, P. Shahdous Moghadam

^aAssistant Professor, Iran University of Science and Technology (IUST), A_Nicknam@iust.ac.ir

^bGraduate Student, Iran University of Science and Technology (IUST), Alirezaasadian@yahoo.com

Abstract

Recently, the well known Incremental Dynamic Analysis method (IDA) is widely used for seismic strength capability prediction of designed or existing buildings. This procedure provides seismic capacity of structures using multiple nonlinear dynamic analyses under sets of scaled ground motion accelerations. Results of IDA are the plots of nonlinear analysis sets presenting damage measure (e.g., maximum inter-story drift, peak roof displacement) versus intensity measure (e.g., first mode spectral acceleration, peak ground acceleration PGA). Suite of seismograms, recorded on the same site soil condition, is required for appropriately performing dynamic analysis of the structure under study. This article is intended to propose an alternative choice where synthetic seismograms are used in IDA procedure. Comparison the result of traditional IDA with those of this study constitutes another part of the article. The proposed technique can reliably be used for seismic performance evaluation of important structures in the regions with lack of sufficient reliable earthquake data. We have implemented the technique on a 3-story moment resisting steel frame (MRF) using simulated and recorded seismograms having the same response spectra. The well known ω^2 method is used for simulating time series. Finally, the median IDA curve obtained from the two approaches are compared and assessed. The result shows good agreement of structural nonlinear capacity between the observed and simulated seismograms confirming the reliability of proposed technique.

Key Words: Incremental Dynamic Analysis (IDA), Structural performance, simulated earthquake

۱. مقدمه

مهندسی زلزله از بدو پیدایش، مسیر پر فراز و نشیبی را پیموده و هم‌چنان به صورت پویا در حال پیشرفت است. هر زمان که زلزله روی می‌دهد مطالب جدیدی به دست می‌آید که باعث افزایش دانش و تخصص در این زمینه می‌گردد. از جمله می‌توان به عواقب زلزله‌ی سال ۱۹۸۹ لوماپریتا و زلزله‌ی سال ۱۹۹۴ نوستریج اشاره کرد که محققان دریافتند ساختمان‌های طراحی‌شده با استانداردهای آن زمان به اندازه‌ی کافی قابل اطمینان نیستند.

روش‌های متعددی برای این منظور ارائه شده است. مسلماً یکی از قابل اعتمادترین روش‌ها، روش تحلیل دینامیکی فزاینده^۱ است. این روش با مقیاس‌کردن و گسترش زلزله‌ها، تمام بازه‌ی رفتاری سازه از الاستیک تا فروریزش را پوشش می‌دهد. روش IDA شامل قراردادن مدل سازه تحت یک یا چند شتاب‌نگاشت است که هر کدام به چندین سطح مقیاس شده‌اند. بدین وسیله یک منحنی (یا بیش‌تر) از پاسخ سازه نسبت به سطح تحریک^۲ تولید می‌شود. با جمع‌بندی صحیح این منحنی‌های IDA، تعریف سطوح محدودیت و ترکیب نتایج با تحلیل خطر احتمالاتی^۳، می‌توان به تمام اهداف مشخص‌شده رسید. چرا باید روی روش IDA متمرکز شد؟ این روش پتانسیل عظیمی دارد و می‌تواند بیش از یک راه حل برای PBEE جهت کمک به محققان و مهندسان حرفه‌ای به منظور درک صحیح‌تر از رفتار لرزه‌ای سازه‌ها باشد.

۲. روش تحلیل دینامیکی افزایشی

روش تحلیل دینامیکی افزایشی^۴، روش آنالیزی است که اخیراً در انواع مختلف، جهت محاسبه‌ی عمل کرد سازه تحت بارهای لرزه‌ای توسعه داده شده است. این روش شامل رفتار یک مدل تحت یک یا چند زلزله است که هر کدام از زلزله‌ها با چندین سطح از شدت مقیاس شده‌اند. بنابراین این روش، به دست آوردن منحنی‌های پاسخ پارامتری برحسب شدت‌های مختلف زلزله است. در ابتدا مفاهیم پایه بیان شده و مشخصات منحنی‌های تحلیل دینامیکی افزایشی برای سازه با یک درجه‌آزادی^۵ و

¹ Incremental Dynamic Analysis (IDA)

² Intensity Level

³ Probabilistic Seismic Hazard Analysis (PSHA)

⁴ Incremental Dynamic Analysis (IDA)

⁵ Single-degree-of-freedom (SDOF)