

Capacity curve estimation of reinforced concrete frames with a novel adaptive pushover method

رضا عباس نیا^۱، محمدمهدی مداح^۲، علیرضا تاجیک داوودی^۳

^۱ دانشیار دانشگاه علم و صنعت ایران abbasnia@iust.ac.ir

^۲ دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی زلزله دانشگاه علم و صنعت ایران mm.maddah@gmail.com

^۳ دانشجوی دکتری مهندسی زلزله دانشگاه علم و صنعت ایران a_tajik@civileng.iust.ac.ir

Abstract

Nonlinear static analysis (pushover) is one of the most important methods in the performance based-design of structure. Therefore providing a reliable pushover method has been paid attention significantly in recent years. Adaptive pushover methods are the latest techniques that are presented in recent years, in which unlike the conventional pushover methods; effects of higher modes and the progressive stiffness degradation are considered. However, some problems such neglecting the sign inverting of modes during the analysis and considering a mandatory controlling point for estimation of capacity curve, affect accuracy of these methods. In this paper a new adaptive pushover method is presented for estimation of the capacity curve reinforced concrete frames. In this method an innovative modal combination rule is utilized which consider the sign of modes and obtains the capacity curve of structure with concept of energy. Results show that this method has an excellent accuracy in estimation of the capacity curve.

کلمات کلیدی: New adaptive pushover, Capacity curve, Reinforcement concrete structure, Energy method

۱. مقدمه

اگرچه دقیقترین شیوه در ارزیابی رفتار لرزه ای سازه ها استفاده از تحلیل دینامیکی غیرخطی تاریخچه زمانی است، دستورالعمل های معتبر و آیین نامه های بهسازی لرزه ای ساختمان، استفاده از روش تحلیل استاتیکی غیرخطی فزاینده (پوش اور) را به دلیل سادگی در به کارگیری و تفسیر نتایج توصیه کرده اند. از آنجا که تخمین پاسخ لرزه ای سازه ها به روش های پوش اور مرسوم، به دلایلی نظیر در نظر نگرفتن اثر مودهای بالاتر و صرف نظر از اثرات زوال سازه در طول بارگذاری به ویژه در سازه های بلند و نامنظم از دقت مناسبی برخوردار نیست، در سالهای اخیر روش های پوش اور پیشرفته متعددی پیشنهاد شده است.

۲. مروری بر روش های پوش اور پیشرفته

روش تحلیل پوش اور مودال (MPA) که در سال ۲۰۰۲ توسط چوپرا و گونال پیشنهاد داده شده است، از معروف ترین روش های پوش اور پیشرفته می باشد که اثرات مودهای بالاتر را در پاسخ سازه لحاظ می کند [۱]. در این روش، پاسخ نهایی از ترکیب نتایج حاصل از تحلیل های پوش اور متناظر مودهای موثر سازه، به روش جذر مجموع مربعات (SRSS) یا روش مربع کامل (CQC) بدست می آید. در نظر نگرفتن اندرکنش بین مودها در ناحیه غیرالاستیک، بکارگیری قوانین ترکیب مودال الاستیک و استفاده از جابجایی بام بعنوان مشخصه جابجایی جهت تشکیل منحنی پوش اور جزو ضعف های عمده این روش محسوب می شود. همین محققین در سال ۲۰۰۴، ویرایش اصلاح شده روش MPA را تحت عنوان تحلیل پوش اور مودال اصلاح شده (MMPA) ارائه دادند که در آن بمنظور کاهش حجم عملیات، پاسخ مشارکت مودهای ارتعاشی بالاتر به صورت خطی و از روی طیف الاستیک تعیین می گردد. نتایج این روش عموماً دست بالا هستند و در سیستمهایی با میراثی پایین، بطور غیرقابل قبولی افزایش می یابد [۲]. هرناندزمنتس و همکارانش نیز در سال ۲۰۰۴، فرمولبندی جدیدی بر اساس انرژی برای روش MPA ارائه دادند که در آن جهت تعیین مشخصه جابجایی در طیف ظرفیت سیستم یک درجه آزادی، از تغییر مکان همه طبقات استفاده میشود. به اینصورت که مقدار افزایش جابجایی در هر مرحله، از تقسیم مجموع کار انجام شده در اثر مقدار بار افزایشی در تمام طبقات، بر مقدار برش پایه در همان مرحله بدست می آید [۳].

^۱ دانشیار دانشکده عمران دانشگاه علم و صنعت ایران، صندوق پستی ۱۶۷۶۵-۱۶۳ نارمک، تهران

^۲ دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی زلزله دانشکده مهندسی عمران دانشگاه علم و صنعت ایران

^۳ دانشجوی دکتری مهندسی زلزله دانشکده مهندسی عمران دانشگاه علم و صنعت ایران