unesco
Category 2 Centre under the auspices of UNESCO
RCECWA
Regional Education and Research Center on Earthquake Risk Management and Resilience for West and Central Asia
International Institute of Earthquake Engineering and Seismology

شناسایی آسیب در اعضا و اتصالات سازه‌های فولادی با تکنیک به‌روزرسانی مدل به‌وسیله الگوریتم‌های فراکاوشی

امید بهار
دانشیار پژوهشکده مهندسی سازه omidbahar@iiees.ac.ir

میثم رمضانی

روش به‌روزرسانی مدل عبارت است از اصلاح پارامترها در مدل المان محدود سازه، به نحوی که مدل به‌روزشده بتواند معرف سازه واقعی باشد و مشخصات دینامیکی به‌دست آمده از آزمایش روی سازه را به خوبی نشان دهد. در این تحقیق، روشی کارآمد بر اساس به‌روزرسانی مدل المان محدود و با تمرکز بر روی نوع و نحوه استخراج داده‌ها ارائه شده است. مطابق این روش در ابتدا، پارامترهای دینامیکی سازه آسیب‌دیده همچون اشکال مودی انتقالی، دورانی و فرکانس سازه استخراج می‌گردد. در ادامه با استفاده از الگوریتم‌های فراکاوشی ارتقاءیافته، مدل المان محدود به‌روز می‌گردد. در طی این فرآیند اعضای آسیب‌دیده به روش غیر مستقیم شناسایی می‌گردند؛ درواقع با شناسایی اعضای سالم و حذف آن‌ها از فضای جست‌وجو، موقعیت و شدت آسیب در اعضای دیگر با دقت بیشتری تخمین زده می‌شود. به منظور بررسی عملکرد روش ارائه‌شده در این مطالعه، به شناسایی آسیب یک سازه تیر شکل و دو سازه خرپایی معین و نامعین به صورت عددی و یک سازه تیر شکل به صورت آزمایشگاهی که تصاویر آن در اشکال زیر نمایش داده شده است، پرداخته شد، شکل‌های (۱ تا ۴).

نتایج این بررسی‌ها نشان داد که استفاده از مؤلفه‌های دورانی شکل مود که با روش ابتکاری این رساله استخراج شده است، دارای اطلاعات بسیار ارزشمندی است که این روش را قادر می‌سازد تا موقعیت و شدت آسیب را با دقت بالا با استفاده از اطلاعات مود اول شناسایی کند. در ادامه، سازه معیار ASCE و دو سازه ۱۰ و ۱۲ طبقه سه‌بعدی دیگر نیز مورد مطالعه قرار گرفتند تا مشخص شود که این روش در سازه‌های سه‌بعدی حتی با در اختیار داشتن اشکال مودی ناکامل نیز کارآمد است. یکی دیگر از اعضایی که می‌تواند مشخصات دینامیکی سازه را تحت تأثیر قرار دهد اتصالات است که عمدتاً نادیده گرفته می‌شود. در این مطالعه، از روش ارائه‌شده برای شناسایی آسیب، تعیین سختی و ضریب گیرداری اتصالات مدل‌های آزمایشگاهی یک تیر و دو ستون طره و یک قاب یک طبقه یک دهانه نیز استفاده شد که در شکل‌های (۵ تا ۷) نمایش داده شده است.

برای انجام مقایسه و بررسی دقت سختی و ضرایب گیرداری به‌دست‌آمده توسط این روش، سختی اتصالات این مدل‌ها با روش بارگذاری استاتیکی نیز به دست آمد. نتایج این مقایسه نشان داد که مدل معرف سازه واقعی که توسط این روش به دست می‌آید دارای دقت بسیار بالایی است و می‌تواند جایگزین روش‌های سنتی و پرهزینه گردد.

واژه‌های کلیدی: شناسایی آسیب غیرمستقیم، سختی اتصالات، مؤلفه دورانی شکل مود، الگوریتم ژنتیک ارتقاءیافته، الگوریتم تکامل تفاضلی ارتقاءیافته، به‌روزرسانی مدل

Investigation on Dynamic Transfer Functions to Estimate Internal Strains Imposed on Rectangular Cross-Section Underground Structures Due to Shear Wave Free Field Motions

Omid Bahar
Associate Professor, Structural Engineering Research Center
omidbahar@iiees.ac.ir

Meysam Ramezani

Model up dating technique is defined as the process of modif ying the parameters value in the finite-element model of a structure such that the updated model more correctl y describes the dynamic properties obtained from an exper imental structure. In this project, a promising and efficient method is presented based on finite element model updatin g and focusing on the type and method of data extraction . According to this method, the dynamic parameters of the damaged structure such as translational and rotational mode sh apes and frequency of the structure are extracted. Next, t he finite-element model is updated using improved metaheu ristic algorithms. During this process, structural damage identification is carried out indirectly. In fact, by identif ying healthy elements and removing them from the search space, the location and severity of the damage in other elements are more accurately estimated. In order to evaluate the per formance of the proposed method, the damage identifications for a simple beam and two determinate and indeterminate truss are numerically investigated, and a simple beam is also experimentally studied as shown in Figures (1 to 4).

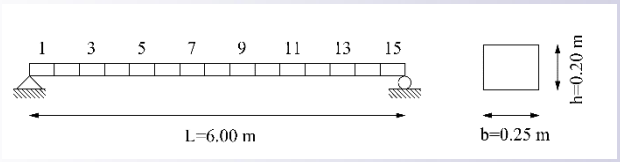
The results show that the rotational mode shapes extracted by the innovative method of this dissertation provide valuable information that enables this method to identify the location and severity of damage with high accuracy using the first mode information. Then, the ASCE benchmark structure and two other 10 and 12-story 3D structures are studied in order to evaluate the proposed methodology in 3D structures with incomplete modal shapes.

Another element that can affect the dynamic characteristics of the structure is the connections, which are mostly ignored. In order to evaluate the efficiency of the proposed method in determining the stiffness and fixity factor of connections, experimental tests are performed on a cantilever beam with welded seat angle connection, two cantilever columns with bolted angle connection, and a single-bay single-story frame with bolted angle connections as shown in Figures (5 to 7).

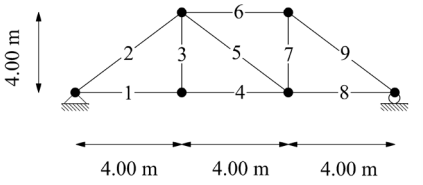
To compare and evaluate the accuracy of stiffness and fixity factors obtained by this method, the stiffness of the connections is also obtained through static loading method.

The results show that the structural properties obtained by this method are highly accurate and this method can replace traditional and costly methods.

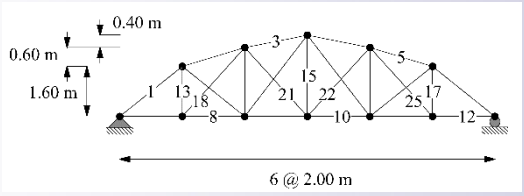
Keywords: Indirect damage detection, Connection stiffness, Rotational mode shapes, Improved genetic algorithm, Improved differential evolution algorithm, Model updating



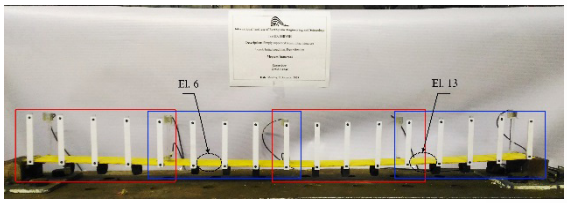
شکل (۱): مدل تحلیلی تیر ساده



شکل (۲): مدل تحلیلی خرپای دوبعدی معین

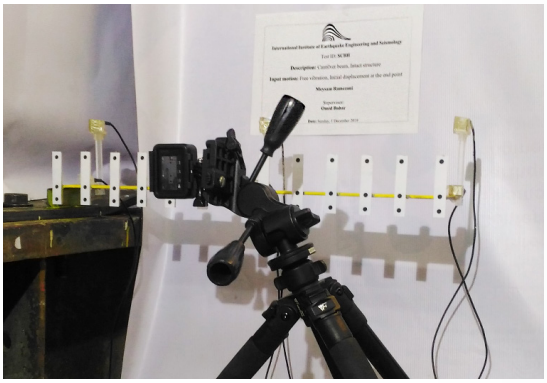


شکل (۳): مدل تحلیلی خرپای دوبعدی نامعین



شکل (۴): مدل آزمایشگاهی تیر ساده

شکل (۵): مدل آزمایشگاهی ستون طره



شکل (۶): مدل آزمایشگاهی تیر طره

شکل (۷): مدل آزمایشگاهی قاب یک طبقه و یک دهانه