

الجمهورية العربية السورية
جامعة دمشق
المعهد العالي للبحوث والدراسات الزلزالية

تأثير الأنماط العليا للاهتزاز على تقييم أداء المنشآت الإطارية

**Effects of Higher Modes of Vibrations on Performance
Evaluation of Frame Structures**

أطروحة قدمت كمتطلب جزئي لنيل درجة الماجستير في الهندسة
الإنشائية الزلزالية

إعداد

المهندسة فائزة الخباز

إشراف

الأستاذ الدكتور المهندس محمد السّمارة

دمشق 2012

ملخص البحث

إن عملية تقييم أداء المنشآت زلزالياً تعتبر عملية معقدة و صعبة التطبيق و قد عمل الباحثون على إيجاد طرائق تقييم متطورة تزود بمنهجية سهلة لتقدير قياسات الاستجابة اللامرنة للمنشآت إلى أن توصلوا إلى طرائق التحليل الستاتيكية اللاخطية التي أصبحت مفضلة للتحليل و بديل جيد للطرائق الديناميكية المعقدة التي تحتاج إلى زمن كبير .

ومن هذه الطرائق الستاتيكية طريقة التحليل بالدفع الجانبي التقليدي التي تعتمد على فرضيتين أساسيتين وهما أن الاستجابة يسيطر عليها نمط الاهتزاز الأساس وشكل النمط يبقى ثابتاً بعد مرحلة السيلان. وقد وُجد أن هذه الطريقة تعطي نتائج مرضية للمنشآت منخفضة ومتوسطة الارتفاع التي يعتبر تأثير الأنماط العليا فيها غير هاماً..

وللتغلب على الافتراضات التي تعتمد عليها الطريقة السابقة تم إيجاد طريقة التحليل بالدفع الجانبي النمطي (MPA) التي تأخذ بعين الاعتبار أثر الأنماط العليا وبالتالي تعتبر مناسبة أكثر للمنشآت المرتفعة.

وقد قمنا بهذا البحث باستخدام طريقة MPA لتحليل منشآت إطارية بارتفاعات مختلفة حيث أننا بالإضافة إلى نمط الاهتزاز الأساس قمنا بإدخال أنماط أخرى وحساب كميات الاستجابة ونقطة الأداء لكل نمط على حدا و من ثم تجميع هذه النتائج بطريقة الجذر التربيعي لمجموع المربعات (SRSS) فحصلنا على (انتقالات، مؤشر انزياح طابقي نسبي) الناتجة عن تأثير عدة أنماط وقارنا نتائج دفع المنشأ وفق النمط الأول فقط ونتائج دفع المنشأ وفق عدة أنماط مجمعة، و قمنا أيضاً بتحليل المنشآت بطريقة تحليل التواريخ الزمنية (THA) لزلزال El Centro كطريقة دقيقة لمقارنة كميات الاستجابة واستخلاص النتائج.

و بالإضافة إلى تقييم الطلبات الزلزالية (انتقالات و انزياحات طابقية) قمنا بالبحث بميكانيزمات المفصل اللدن المحتملة للمنشأ التي تظهر بالتحليلات الدفعية حيث أن دفع المنشأ بتوزيع قوى موافق للأنماط العليا يؤدي إلى ميكانيزمات مفصل لذن مختلفة كلياً عن تلك التي تحدث عند دفع المنشأ بتوزيع قوى موافق لشكل النمط الأساس وذلك بحل مثال على منشأ معدني مؤلف من 3 طوابق، و تحدثنا عن ظاهرة حدوث انعكاس باتجاه منحنى الاستطاعة المقابل للأنماط الأعلى حيث أن هذه الظاهرة قليلة الحدوث نسبياً و تحدث غالباً بالمنشآت التي تحوي طابق لين أو طابق ضعيف.

وكمحلة أخيرة قمنا بإجراء تقييم للأداء العام المنشآت السابقة وذلك بحالتين:

باعتبار نمط الاهتزاز الأساس فقط وبإدخال أثر الأنماط العليا.

و من ثم مقارنة نتائج التقييم إلى أن خالصنا لأهم نتائج و توصيات البحث.

Abstract

The process of seismic evaluation for structures is difficult to be applied so the researchers have worked to find improved evaluation procedures that give an easy methodology for quantitative measure for the structural inelastic response.

Finally, the researchers have found inelastic static (pushover) analysis that became favored for analysis and a good replacement for inelastic dynamic analysis that needs a long time to be done.

The Conventional inelastic static pushover analysis is based on two basic assumptions: (1) the response is controlled by the fundamental mode of the structure; and (2) the mode shape remains unchanged after the structure yields.

Both these assumptions have inherent limitations that can severely affect the accuracy of the results.

The researchers have found that this procedure is capable of providing satisfactory predictions of seismic demands for low and medium-rise structures if the inelastic action is distributed over the height of the structures and the effect of higher modes isn't important.

To address these limitations, several researchers have developed a pushover analysis procedure—the modal pushover analysis (MPA) — that includes the contributions of all modes of vibration that contribute significantly to the seismic demand. In addition, it is capable of providing satisfactory predictions of seismic demands for high-rise structures.

In this report, four framed buildings with 5 , 8, 12 and 18 stories respectively were analyzed by using MPA analysis, the seismic demand due to individual terms in the modal expansion of the effective earthquake forces is determined by a pushover analysis using the inertia force distribution for each mode.

The combined values of modal demands were computed for buildings including several modes by using (SRSS) provides an estimate of the total seismic demand on inelastic systems and these results were compared with the demands that corresponding the first mode. Then those results were compared with the “exact” results of nonlinear Time History Analysis (RHA).

After that, we have searched about possible plastic hinge mechanisms of 3 story steel building. Pushover curves were developed using lateral force distributions corresponding to the first few elastic modes of the building and we found that Higher-“mode” pushover analyses reveal local story mechanisms not detected by the traditional pushover analysis using first-“mode”. In addition, we talked about the phenomenon of “reversal” in the pushover curve that occurs only in pushover curves for “modes” higher than the fundamental mode. Moreover, this phenomenon was found to be very rare in several recent investigations that examined behavior of steel and concrete moment-resisting frame buildings.

Finally, we have evaluated and compared the global performance evaluation for the previous structures without and within the effect of the higher modes of vibration. General conclusions on the applicability of inelastic static analysis for seismic response assessment are finally discussed.

**Damascus University
Higher Institute of Earthquake
Studies and Research
Structural Earthquake Engineering**

**“Effects of Higher Modes of Vibrations
on Performance Evaluation
of Frame Structures”**

A Thesis submitted in partial fulfillment of the Master Degree
In Structural Earthquake Engineering

Prepared by:
Eng.Fayza Alkhabbaz

Supervised by:
Prof.Dr.Eng. Mohammad Alsamarah

2012