



جامعة الموصل
كلية الهندسة
قسم الهندسة المدنية

التقييم الانشائي وتقييم الضرر اثناء التحليل الزلزالي غير الخطي للهياكل الخرسانية المسلحة

رغيد نجيب عبد الله

رسالة ماجستير
هندسة مدنية / انشاءات

بإشراف

أ.م.د. سفيان يونس احمد

المخلص

ان الغرض من هذه الدراسة هو التعرف على كيفية تقييم الهياكل الخرسانية المسلحة وإيجاد نسب الضرر فيها عند تعرضها للأحمال الزلزالية بعد اجراء التحليل الزلزالي غير الخطي باستخدام برنامج (ETABS) ، وكذلك تحديد مستويات الأداء وفق ما اشترطته المدونات العالمية المعنية بالحد من اخطار الكوارث الطبيعية والزلازل، والمقارنة بين طرائق حساب دليل الضرر المختلفة لهذه الهياكل وما يترتب عليه من تفاوت في نوع وطبيعة القرار النهائي المتخذ بشأن الهيكل المتضرر، لتجنب الارباك الذي قد يسببه تعدد النتائج النهائية في عمليات التقييم. إضافة الى تحديد الابعاد والخواص الهندسية للأعضاء الانشائية التي تؤدي الى تقليل الضرر الزلزالي قدر الإمكان.

تم تمثيل العناصر الانشائية في الهياكل الخرسانية عن طريق نموذج (عتبة-عمود)، وقد تم الاعتماد على مبدأ اللدونة المتجمعة (Lumped Plasticity) في المفصل اللدن (Plastic Hinge) في تحديد تصرف العناصر الانشائية اثناء التحليل. وللتعرف على السلوك غير الخطي للمنشآت الخرسانية استخدم التحليل غير الخطي بنوعيه السكوني المكافئ (Pushover Analysis) والديناميكي (Time History Analysis). وقد اعتُمدت قيم ازاحات الخضوع (Yield Displacement) والازاحات القصوى (Ultimate Displacement) والازاحات العظمى (Maximum Displacement) والازاحات اللدنة المتبقية نهاية التحليل (Residual Displacement)، فضلا عن قيم قوى القص القاعدية والازاحات النسبية بين الطوابق وعدد وحالة المفاصل اللدنة وغيرها من النتائج المعنية بالتقييم الزلزالي لتحديد نسب الضرر للمنشأ.

تطرقت الدراسة الى طرائق حساب نقطة الأداء (Performance Point) او الازاحة المستهدفة للهياكل الخرسانية بعد اجراء التحليل السكوني المكافئ وذلك من خلال عدة مدونات عالمية، ومن الجدير بالذكر ان الازاحة المستهدفة او نقطة الأداء هي المرحلة التي يكون فيها المنشأ بأفضل أدائه وبأقل مستوى للضرر.

تم من خلال البحث اقتراح طريقة جديدة لحساب دليل الضرر وتطوير طريقة أخرى يمكن من خلالها إيجاد دليل الضرر الكلي للهيكل (Global DI)، وأنه يستحسن حساب دليل الضرر لاي منشأ بأكثر من طريقة وبالاعتماد على نوع المنشأ، للتأكد من سلامته وعدم الاعتماد على طريقة واحدة تحدد بمتغيرات قليلة ربما تعطي نتائج غير دقيقة لنوع معين من الحمل الزلزالي. يفضّل اعتماد معدل قيم الضرر للنتائج المتقاربة على ان تكون هذه القيم معبرة عن حالة المفاصل اللدنة المتشكلة وان تعكس بوضوح قيم الازاحات النسبية (Drifts) للطوابق، لكون ان جميع معادلات دليل الضرر هي معادلات تقريبية، تقترب أو تبتعد عن تمثيلها للقيمة الحقيقية تبعاً لنوع المنشأ وطبيعة الزلزال.

كما أظهرت النتائج انه ومع زيادة مقاومة انضغاط الخرسانة المستخدمة تزداد نسب الضرر في الهياكل الخرسانية المعرضة للحمل الزلزالي اذ ارتفع مؤشر الضرر بنسبة تتراوح ما بين (6%-13%) تقريبا عند زيادة مقاومة الانضغاط من (25MPa) الى (45MPa) في الهياكل التي تمت دراستها، اذ تساهم الصلابة المتزايدة للهيكل في تراكم الضرر في المفاصل اللدنة نتيجة للزيادة في صلابة العضو الانشائي. كما حققت نسبة ابعاد عمق العتب الى العمود الأقل من (1) ضررا اقل بمقدار (18%) تقريبا من النسبة الأكثر من (1)، اذ يميل الهيكل في هذه الحالة الى سلوك مطيلي وتحقيق ازاحات عظمية أكبر من بقية الحالات تمكنه من مقاومة أكبر للأحمال الجانبية.

كما اثبتت الدراسة التناسب الطردي بين مدة الزلزال وذرورة تعجيل حركة الارض من جهة وبين نسب الضرر التي تحدث في المنشآت المعرضة للأحمال الزلزالية من جهة أخرى، فضلا عن التداخل الذي يحدث فيما بين هذه العوامل وبين الخصائص الهندسية للمنشأ نفسه كالتردد الطبيعي للبنية والصلابة والسلوك غير الخطي وغيرها من العوامل، مما يؤثر بشكل او بآخر على الزيادة او النقصان في نسب الضرر ومستويات الأداء.

Abstract

The purpose behind this study is to identify how to evaluate reinforced concrete structures and find the rates of damage when they are exposed to seismic loads after conducting a non-linear seismic analysis using the (ETABS) program. It also aims at determining performance levels stated by international codes which deal with reducing the risks of natural disasters and earthquakes and making a comparison between the different methods of calculating the damage index of these structures and the consequences of varying degrees in type and nature of the final decision which was taken for the damaged structure in order to avoid confusion evolving from the multiple final results of the evaluation. Moreover, it aims at to determine the dimensions and engineering properties of the structural members that lead to reducing seismic damage as much as possible.

The structural elements in the concrete structures were represented by a (Beam-column) model, and the principle of lumped plasticity in the plastic hinge was adopted to determine the behavior of the structural elements during the analysis. To identify the non-linear behavior of concrete structures, both types of nonlinear analysis (static and dynamic) were used. The values of the yield, maximum and ultimate displacements and the residual plastic displacements were adopted at the end of the analysis, as well as the values of the base shear forces, interstorey drifts, the number and condition of the plastic hinges and other results related to the seismic evaluation were adopted to determine the damage of the structure.

The study shed the lights on the methods of calculating the performance point or the target displacement of concrete structures after conducting an equivalent static analysis through several international codes.

Through the research, a new method for calculating the damage index was suggested and another method was developed through which it is easy to find the global damage index of the structure.

It is advisable to calculate the damage index for any structure in more than one method to ensure the integrity of the structure and to abandon the use of one single method determined by few variables that may give inaccurate results for a particular type of seismic load. It is preferable to adopt the average of damage values for the convergent results, provided that such values should express the state of the formed plastic hinges and reflect clearly drifts values, since all damage index equations are approximate equations, approaching or distancing from their representation of the true value depending on the type of structure and the nature of the earthquake.

The results came to a conclusion that with the increase of the compressive strength of the concrete used, the percentage of damage in concrete structures subject to seismic load has also increased as the damage index increases approximately (6%-13%) with increasing the compressive strength from (25MPa) to (45MPa) in the structures that were considered in the study. The rigidity of the structure contributes to the accumulation of damage in the plastic hinges due to the increase in the rigidity of the structural members. The ratio of the dimensions of the depth of the beam to the column less than (1) also achieved less damage approximately (18%) than the ratio of more than (1), as the structure in this case tends to have a ductile behavior and achieve greater displacements than the rest of the cases, enabling it to withstand greater resistance to lateral loads.

The study also proved that the direct proportionality between the duration of the earthquake and the peak ground accelerating on the one hand, and the rates of damage that occur in the structure subjected to the seismic loads on the other hand, as well as the interaction that occurs between these factors and the engineering characteristics of the structure itself, such as the natural frequency of the building, stiffness, non-linear behavior and others factors that affect in one way or another, the increase or decrease in damage rates and performance levels.

University of Mosul
College of Engineering
Civil Engineering Dept



Structural and Damage Evaluation During Nonlinear Seismic Analysis of Reinforced Concrete Frames

Ragheed Najeeb Abdullah

M.Sc. Thesis
Civil Engineering/ Structure

Supervised By

Assist. Prof

Dr. Sufyan Younis Ahmed

2021A.D

1442A.H