



جامعة الموصل
كلية الهندسة
قسم الهندسة المدنية

تأثير الشكل الهندسي
على الاستجابة الديناميكية للهياكل الخرسانية المسلحة
تحت تأثير الحمل الانفجاري

رسالة تقدم بها

رياض مؤيد مال الله عزيز الأعرجي

إلى مجلس كلية الهندسة في جامعة الموصل

وهي جزء من متطلبات نيل شهادة ماجستير علوم في الهندسة المدنية / إنشاءات

بإشراف

الأستاذ المساعد الدكتور

سفيان يونس أحمد كشمولة

الملخص

الغرض الرئيس من البحث دراسة تأثير الشكل الهندسي على الاستجابة الديناميكية للهياكل الخرسانية المسلحة المعرضة للحمل الانفجاري، وتقييم سلوك هذه الهياكل خلال الاستجابة لتلك الأحمال. وأجريت الدراسة على نوعين من الهياكل الخرسانية المسلحة، الأولى: هياكل خرسانية مستوية مصممة وفق الكود الأمريكي ACI-14، والثانية: عبارة عن هياكل خرسانية فراغية. استُخدم برنامج SAP2000 لغرض التصميم والتحليل، إذ تم تمثيل العنصر الإنشائي في الهيكل الخرساني بأنموذج عنصر (عتبة - عمود). اعتمد مبدأ اللدونة المتجمعة (المفصل اللدن) في تحديد تصرف العناصر الإنشائية أثناء التحليل.

ركزت الدراسة الحالية على تقييم استجابة المنشأ بعد إجراء تغييرات على الشكل الهندسي له تتضمن إعادة توزيع الفضاءات، وتغيير أبعاد المقاطع الإنشائية (الأعتاب والأعمدة) في أجزاء معينة من المنشأ، وكذلك تغيير الشكل العام للمنشأ نتيجة لحذف أجزاء من الطوابق العليا. وتم حساب المسافة بين مركزي الكتلة والصلابة للمنشأ لغرض توضيح تأثير الفرق بين المركزين في الاستجابة الديناميكية للمنشأ، وذلك من خلال حساب (دليل الضرر، الإزاحة اللدنة المتبقية نهاية التحليل، وعدد المفاصل اللدنة وحالتها حسب المدونات الخاصة بذلك). وقد تضمن البحث أيضاً المقارنة بين الهيكل الخرساني (المجهد بتأثير الحمل السكوني وغير المجهد) المعرض للحمل الانفجاري وتأثيره في دليل الضرر والمطيلية، وحالة المفاصل اللدنة والتشوّهات في العناصر الإنشائية .

تم تقييم استجابة المنشأ للحمل الانفجاري للمتغيرات في أعلاه من خلال عدد من المتغيرات منها الإزاحة الجانبية، القوة الداخلية للعناصر الإنشائية بالإضافة إلى عدد المفاصل اللدنة وحالتها المتكونة في المنشأ، ودليل الضرر المقاس بالنسبة للطاقة الكامنة والمتبددة.

وأظهرت نتائج الدراسة بأنّ انتظام توزيع فضاءات الأعمدة أدى إلى تحسن واضح في حالة المفاصل اللدنة، ودليل الضرر حسب مدونة FEMA و ATC-40 قياساً للحالات الأخرى التي تكون فيها فضاءات الأعمدة كبيرة خاصة من جهة الأحمال الانفجارية، وهي تعد حالة لعدم التناظر في المنشأ. وعند زيادة صلابة الأعمدة المحيطة للمنشأ المكون من ثمانية طوابق وبشكل متناظر أدى ذلك إلى نقصان في قيمة الإزاحة الجانبية العظمى أعلى المنشأ بمقدار 6%، وكذلك

نقصان قيمة الإزاحة اللدنة المتبقية نهاية التحليل بمقدار 8%، الذي أدى إلى نقصان دليل الضرر للمنشأ بمقدار 4%.

كذلك أظهرت النتائج أنه عند تغيير الشكل العام للمنشأ والنتائج عن تقليص مساحة الهيكل 29% بحذف عدد من العناصر الإنشائية في الطوابق العليا من البناية أدى ذلك إلى تقليل صلابة المنشأ بنسبة 34%، وزيادة الإزاحة الجانبية العظمى بمقدار 167%، بالإضافة إلى تكون عدد أكبر من المفاصل اللدنة وبحالة أكثر تشوهاً. وعند تقليص المسافة بين مركزي الكتلة والصلابة بمقدار 17% بحيث أقترب المركزان من بعضهما فأدى إلى نقصان في الإزاحة اللدنة المتبقية نهاية التحليل بمقدار 50% مع نقصان دليل الضرر بمقدار 25% مقاساً على أساس الطاقة المتبددة والطاقة الكامنة للمنشأ.

وأظهرت النتائج أيضاً أن زيادة صلابة المنشأ في الطوابق السفلى يؤدي إلى تحسن كبير في استجابة المنشأ من حيث التشوهات اللدنة وحالتها وكذلك نسبة الضرر فيها بشكل عام. وعند تقليل مقاومة الانضغاط بنسبة 50% أدى ذلك إلى زيادة إزاحة المنشأ مع نقصان في المطيلية للمنشأ بمقدار 50%، ونقصان في التشوهات بحسب مقياس دليل الضرر بمقدار 30%.

إن موقع الانفجار وشدته له تأثير واضح في استجابة المنشأ من حيث دليل الضرر والتشوهات اللدنة، وله علاقة وثيقة أيضاً بارتفاع المنشأ. وهناك تطابق واضح من حيث الاستجابة الديناميكية والنمطية Mode Shapes للتحليل الديناميكي للمنشأ الفراغي للدراسة الحالية مقارنة مع دراسات أخرى لنفس المنشأ والخصائص.

Abstract

The main goal of the present study is to elucidate the effect of geometrical shape of reinforced concrete building on dynamic response of the reinforced concrete frame which is exposed to blast load and evaluating their behavior. Two types of reinforced concrete frames were studied, The first one plain frame, while the second is three dimensions frame.

SAP2000 software was used for the analyze and design of the frames, where the structural element of the concrete frame was simulated as(Beam-Column) element depending on plasticity concept (Plastic Hinge) to illustrate the behavior of structural elements during the analysis.

The study focused on evaluating the structural response after the geometrical shape modification which involve retopology of span, dimensions modification of structural element sections (Beam-Column) in specific parts of the frame, and changing the design of structure due to eliminating some parts from the upper storeys.

The distance between the center of mass and center of stiffness for the frame was computed to illustrate the impact of both center location on the frame dynamical response from calculating the damage index and the residual plastic displacement at the end of analysis as well as the number and status of the plastic hinges formation.

Furthermore, the study was included a comparison between the stressed and unstressed concrete frames which are exposed to blast load and its effect on damage index, ductility, status of the plastic hinges, and structural element deformation.

Moreover, the structure response for the blast load for various variables which include (lateral displacement, internal force for the structural elements, number and status of generated plastic hinges in the frame, damage index which depends on potential and hysteresis energies) were evaluated in this research.

The results showed, the uniform distribution of the span and column leads to developing the plastic hinges status and the damage index according to ATC-40 and FEMA codes, comparing to other cases where the spans are longer particularly close to blast loads which is considered as unsymmetrical case of the frame. Increasing the surrounding column stiffness which have symmetrical distribution, resulted in decreasing (the maximum displacement (6%), residual plastic displacement at the top of the frame (8%) , and damage index for the frame (4%). Modifying the geometrical shape by removing some structural elements from the upper storeys leads to decreasing frame stiffness (34%) and increasing the maximum displacement (167% approximately), and more deformation was occurred. Reducing the distance between the mass and stiffness center (17%) resulted in decreasing the residual displacement (50%) at the end of analysis, and (25%) of the damage index. Increasing the frame stiffness of the lower frame storeys resulted in significant improving in frame behavior. Reducing the compressive strength (50%) lead to increasing the frame displacement and decreasing the frame ductility (50%), in addition to decreasing the frame deformation (30%), according to damage index. The blast location and intensity have significant impact on the frame response relating to damage index and plastic deformation. The study results match the previous researchers results which related to dynamic response and mode shape for the dynamic analysis of the three dimensions frame.

University of Mosul
Engineering College
Civil Engineering Dept.



Effect of Geometrical Shape on the Dynamic Response of Reinforced Concrete Frames Subjected to Blast Loading

A Thesis Submitted

By

Riyadh Muauaid Malallah Aziz Alaaraji

The Council of College of Engineering

**University of Mosul As Partial Fulfillment of The
Requirements For The Degree of Master Science**

In

Civil Engineering / structural Engineering

Supervised By

Assist.Prof

Dr. Sufyan Younis Ahmed Kashmola

2020 A. D.

1441 A. H.