



جامعة الموصل
كلية الهندسة

تأثير مواقع الطوابق الرخوة على الاستجابة الديناميكية غير الخطية للأبنية الخرسانية المسلحة متعددة الطوابق

طيبة سالم ابراهيم امين

رسالة ماجستير علوم
في الهندسة المدنية / انشاءات

بإشراف
أ.م.د. حلا جاسم محمد

الخلاصة

تتمتع الهياكل الخرسانية المسلحة (RC) بميزة خاصة، وهي إنشاء العديد من المباني بطوابق مفتوحة (لا تحتوي على جدران إملاء) تسمى هذه الطوابق بالطوابق الرخوة، مثل مواقف السيارات والمطاعم والفنادق والقاعات.... الخ. يُعدُّ سلوك المباني ذات الطوابق الرخوة تحت تأثير الاستجابة الزلزالية أمرًا مهمًا للغاية، إذ لا يقتصر موقعه على الطابق الأرضي فقط، لذلك اتجه الباحثون في الآونة الأخيرة إلى دراسة الموقع الأمثل للطابق الرخو؛ إذ اتجه العمل الحالي إلى دراسة تأثير موقع الطابق الرخو الواحد و الطوابق الرخوة المتتالية وغير المتتالية والطوابق الرخوة جزئيًا فضلًا عن تأثير وجود السرداب ذات جدران الإسناد الخرسانية والأساس الحصري على الاستجابة الديناميكية للمباني الخرسانية المسلحة تحت تأثير الزلازل. تناولت الدراسة أيضًا تأثير موقع الطوابق الرخوة على الأداء الزلزالي في نوعين من الهياكل ذات فضاءات متساوية بأبعاد (18 × 30 م) وغير متساوية بأبعاد (18 × 22 م) على تحليل التاريخ الزمني غير الخطي لمبنى سكني خرساني مسلح مكون من 10 طوابق (G+9). تم إجراء التحليل باستعمال برنامج Sap2000 v23. صُمِّمَت ألواح الملاء على أنها دعامة قطرية مكافئة وبعرض يساوي (0.25dm)، إذ dm هو طول قطر جدار الإملاء. في الدراسة الحالية أُخذت خمسة محاور لمواقع الطوابق الرخوة وتأثيرها على الاستجابة الديناميكية غير الخطية في الأبنية الخرسانية المسلحة. تضمن المحور الأول تأثير وجود جدران الإملاء وموقعها. المحور الثاني هو تأثير وجود الطابق الرخو الواحد في ثلاثة مواقع مختلفة. وأما المحور الثالث فتضمن تأثير وجود طوابق رخوة متتالية وغير متتالية، وأما بالنسبة للمحورين الآخرين فتضمنت تأثير وجود طوابق رخوة جزئيًا في مواقع مختلفة وكذلك تأثير وجود السرداب والأساس الحصري على الاستجابة الديناميكية غير الخطية في الأبنية الخرسانية المسلحة. المعلومات الأساسية التي تضمنتها هذه الدراسة هي الفترة الطبيعية لكل مبنى، تغاير التعجيل، قص القاعدة، الإزاحة الجانبية والإزاحة النسبية بين الطوابق في الهيكل الخرساني، كما تضمنت الدراسة تباين القوة المحورية والعزوم في الأعمدة المحددة فضلًا عن تشكيل المفاصل اللدنة في فترات زمنية مختلفة عند الإزاحة العظمى. أظهرت النتائج أنه عند إضافة جدران الإملاء حدث انخفاض في قيمة الفترة الطبيعية بشكل ملحوظ وصل إلى (77%) للأنموذج المملوء بالاتجاهين، وتزداد قيم قص القاعدة لتصل إلى 181.5%، وتنخفض قيم الإزاحة والإزاحة بين الطوابق والعزوم بنسب بلغت (40.5%، 54.5%، 44.97%) على التوالي، مما يؤدي إلى تقليل تكوين المفاصل

اللجنة في المبنى، وأما عند إضافة طابق رخو وطوابق رخوة متتالية وغير متتالية إلى المبنى في مواقع مختلفة، فيؤدي ذلك إلى زيادة الفترة الطبيعية للمبنى بفضاءات غير متساوية بنسب تصل إلى (56.3%، 136%، 91.4%) للنماذج بطابق أرضي رخو وطابق أرضي واول رخو وأرضي ورابع رخو، وأما قيم التعجيل فتتناقص بنسب تتراوح بين (2.61% إلى 35.9%)، وعند تضمين الطابق أو الطوابق الرخوة نقل نسبة قص القاعدة لتصل إلى أعلى نسبة نقصان 41.65% في الأنموذج بطوابق رخوة متتالية في الطابق الأرضي والأول للمبنى بفضاءات غير متساوية. كما ويحصل أعلى زيادة في قيم الإزاحة والإزاحة بين الطوابق عند تضمين الطابق الرخو في الطوابق السفلية، فضلاً عن ذلك يحصل زيادة في العزوم في العمود المحدد للمبنى بفضاءات متساوية بنسب تصل إلى (122.7، 93.78%، 117.21%) وللفضاءات غير المتساوية (170.19%، 119.41%، 146.28%) للنماذج بطابق أرضي رخو وطابق أرضي وأول رخو وأرضي ورابع رخو، يؤدي ذلك إلى زيادة المفصل اللدنة في عمود الطابق الرخو. أما عند إضافة جدران إملاء إلى الطابق الرخو (الجدران الخارجية مملوءة والداخلية غير مملوءة) ، فيؤدي ذلك إلى نقصان الفترة الطبيعية؛ إذ انخفضت الفترة الطبيعية من 27% (للتطابق الأرضي الرخو) إلى 6.1% (للتطابق الأرضي الرخو جزئياً)، وانخفضت العزوم بنسبة من 122.7% إلى 45% للمبنى بفضاءات متساوية، و من 170.19% إلى 47% للمبنى بفضاءات غير متساوية. أما بالنسبة للأنموذج الذي يحتوي على سرداب وأساس حصيري فقد حدث نقصان في الفترة الطبيعية والقوة المحورية والعزوم في العمود المحدد. بالنسبة للمباني المعنية في هذه الدراسة، يمكن القول أنه بالمقارنة مع مواقع الطوابق الرخوة المتتالية وغير المتتالية، يظهر المبنى الذي يحتوي على طوابق رخوة متتالية في الطابق الثامن والأخير والمبنى الذي يحتوي على طوابق رخوة غير متتالية في الطابق الرابع والأخير أفضل أداء ديناميكي مقارنةً بالمواقع الأخرى ذات الطوابق الرخوة، وهذا يؤدي إلى استنتاج ضرورة تجنب الطوابق الرخوة في الطوابق السفلية من المبنى، ويفضل أن تكون في الطوابق العليا من المبنى، لتجنب انهيار الأعمدة والمبنى بأكمله نتيجة الزلازل. كما يمكن استنتاج أن إضافة جدران الإملاء بشكل جزئي للمبنى أو إضافة جدران القص يزيد من صلابة المنشأ ومن ثم يقلل الأداء الزلزالي. ويُعدُّ هذا إحدى طرائق تقوية المباني.

University of Mosul
College of Engineering



Impact of Soft Storey Locations on the Nonlinear Dynamic Response of Multi-Storey Reinforced Concrete Buildings

Teba Salim Ibrahim Amen

M.Sc. Thesis

in Civil Engineering/Structures

Supervised by

Assistant Prof. Dr. Halla Jasem Mohamad

Abstract

Reinforced concrete (RC) has a special advantage in the construction of many buildings with open floors (without masonry walls). These storeys are called soft storeys, such as parking lots, hotels, halls, etc. The behavior of buildings with soft storeys under the influence of dynamic response is deemed to be of utmost significance, as its location is not limited to the ground storey only. Therefore Recently, researchers have focused on studying the optimal location of the soft storey. The current work aims to study the effects of the location of a single soft storey, consecutive soft storeys, non-consecutive soft storeys, and partially soft storeys, in addition to the effect of the presence of a basement with concrete retaining walls and raft foundation, on the seismic response of reinforced concrete buildings under the influence of earthquakes. A parametric study was conducted using two RC buildings, each having ten stories ($G + 9$) to investigate the effect of the location of soft storeys on the seismic performance of two types of structures. The first building was designed with equal spans; its plan dimensions are 18×30 m. The second building was designed with unequal spans; its plan dimensions were 18×22 m. The nonlinear time history analysis was carried out using the program SAP 2000 v23. The infill panels were modeled as an equivalent diagonal strut with a width equal to $0.25 d_m$, where d_m is the length of the infill wall diameter. . In the current study, five axes were considered for the locations of soft storeys and their effect on the nonlinear dynamic response in reinforced concrete buildings. The first sections included the effect of the presence of infill panels and their locations in the buildings. The second sections included the effect of the presence of a single soft storey in three different locations. The third sections included the effect of the presence of consecutive and non-consecutive soft stories. As for the last two axes, it included the effect of the presence of partially soft storeys in different locations and the effect of the presence of a basement and raft foundation in reinforced concrete buildings. The study included the effects of successive and non-successive soft-story locations on the variation of roof displacement, acceleration, base shear and the variation of axial forces and bending moment in columns with time, in addition to the formation of plastic hinges at different times at the maximum displacement. as well as the time period for each building. The obtained results showed that including infill panels in the analysis for buildings decreased the value of the time period, reaching (77%) for the model infilled in both directions, and infill panels caused an increase in the values of base shear to reach 181.5%, and the values of displacement, the displacement between storeys, and moments decreased by percentages

reaching (40.5%, 54.5%, and 44.97%), respectively, which leads to reducing the formation of plastic joints in the building. The obtained results showed that including consecutively and non-consecutively soft storeys in the analysis for buildings in different locations having either equal or unequal spans increased the time period, the increase in the time period of the building with unequal spans by percentages of up to (56.3%, 136%, 91.4%) for models with a soft ground storey, a ground storey, a first soft storey, a ground storey, and a fourth soft storey. As for the acceleration values, they decrease by rates ranging from 2.61% to 35.9%, and when including the soft storey or stories, the base shear ratio decreases, reaching the highest percentage of decrease of 41.65% in the model with a consecutive soft storey on the ground and first storey of the building with unequal spans. The highest increase in the values of displacement and drift ratio occurs when the soft story is included in the lower stories. . In addition, there is an increase in the moments in the column defining the building with equal spans by percentages of up to (122.7, 93.78%, 117.21%) and for unequal spans (170.19%, 119.41%, 146.28%) for the models with soft ground storey, ground storey, first soft story, ground storey, and fourth soft storey, this leads to an increase in the plastic hinges in the soft story column. However, when infill panels are included in the soft storey (the external walls are filled and the internal walls are not filled), the time period decreases, as the time period decreased from 27% (for the soft ground storey) to 6.1% (for the partially soft ground storey), and the moments decreased by a percentage of 122.7% to 45% for a building with equal spans and from 170.19% to 47% for a building with unequal spans. As for the model containing a basement and a raft foundation, there was a decrease in the time period, axial force, and bending moments in the specified column. For the particular buildings under consideration, it may be said that compared to consecutive and non-consecutive soft-storey locations, the building with a consecutive soft-storey on the eighth and last storey and the building with a non-consecutive soft-storey on the fourth and last level exhibits the best dynamic performance compared with that having other soft-storey locations. This leads to the conclusion that soft stories should be avoided in the lower storeys of the building, preferably put in the upper stories of the building, to avoid failure of the columns and the entire building as a result of earthquakes. It can also be concluded that adding partial infill walls to the building or adding shear walls increases the rigidity of the structure and thus reduces seismic performance. This is considered one of the ways to strengthen buildings.