Republic of Iraq
Ministry of Higher Education and Scientific Research
University of Mosul/College of Engineering
Civil Engineering Department

Effect of Modeling Method of the Infill Panels on the Nonlinear Dynamic Response of RC Frame

Maysam Nabeel Mohamad Ismail

Master's thesis in Civil Engineering/Structural Engineering

Supervised by

Prof. Dr. Mohamad Najim Mahmood

Dr. Halla Jasem Mohamad

2022 1444

Abstract

In multi-storey building, masonry infill panels are normally used as a partition according to the required spaces that serve the purpose of the building. For simplicity, most of the structural engineer neglect these infills in the structural analysis of these building and disregarding them causes an under estimate the lateral stiffness of the building. The present work involves a parametric study on the effects of using infill panels on the nonlinear time history analysis of a hypothetical reinforced concrete (RC) structures. The present work involved analyzing 8 storeys (G+7) Reinforced Concrete (RC) structure considering three different panel's size (3×3m, 3×5m, and 3×6m). The thesis includes studying the effects of counting the infill panels on the dynamic response of these structures. The study also presented the effects of modelling the infill panels by an equivalent diagonal strut of either single, double, or triple strut with different locations of connection with the beams and columns. Each member of the structure (beams, columns and struts) is assigned a proper plastic hinge property, depending on the material properties, geometry of the section and reinforcement of each member.

The predicted results are compared with that of bare frame and frames with full infill panels. The main emphasis of the present work is to find the easiest and most appropriate modelling of infill panels. The study also included investigating the effect of aspect ratio (L/h) of the infill panel, where L is the span of the panel and h is its height, on determining the path and location of multiple diagonal struts that gives the most appropriate results. The structures were analyzed by using SAP2000, V23 software. Several parameters were studied in the time history analysis due to using different modeling of infill panels. These parameters included natural period, variation of roof acceleration, base shear, roof displacement and variation of drift ratio along building height. The presented results also included variation of axial force in selected struts, axial force and bending moment in a selected column. Plastic hinge formation at different time steps is also presented. The main important improvements that emerged from using the infill panels in the analysis are the noticeable reduction in the natural period when compared with the bare frame, and the average of this reduction was (49%, 51%, 72%), roof displacements with an average of reduction (32%, 55%, 72%) for the three panels size 3x3m, 3x5m, 3x6m, respectively. The inclusion of the infill panels also led to a significant reduction in the storey drift ratios, which causes a

reduction in the number of plastic hinge formation in the structures. The inclusion of infill panels in the analysis of these structures also caused an increase in the base shear for the three different panels compared with the bare frame, the average of this increase was (110%, 160%, 206%). Additionally, it resulted in a decrease in the bending moment by (63%, 59%, 42%) and an increase in axial force for a selected columns by (42%, 76%, 84%) for the three panels 3x3m, 3x5m, 3x6m, respectively. When the infill panels are included in the analysis by an equivalent diagonal strut, it was observed that the execution time of analysis decreases compared with the full infill model. This leads to the conclusion that employing an equivalent strut instead of a full infill panel to represent the infill panel is more efficient and produces economic outcomes in terms of the analysis' execution time.

جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الموصل / كلية الهندسة
قسم الهندسة المدنية

تأثير طريقة نمذجة جدران الاملاء على الاستجابة الديناميكية غير الخطية لهيكل خرساني مسلح

ميسم نبيل محمد اسماعيل

رسالة
مقدمة الى مجلس كلية الهندسة في جامعة الموصل
كجزء من متطلبات نيل شهادة الماجستير
في الهندسة المدنية/ انشاءات

بإشراف
الأستاذ الدكتور محمد نجم محمود
الدكتورة حلا جاسم محمد

1444 2022

الخلاصة

في الابنية المتعددة الطوابق ، تُستخدم عادةً جدران الاملاء كقواطع وفقًا للمساحات المطلوبة التي تحقق الغرض من المبنى. لغرض التبسيط، أهمل معظم المهندسين الإنشائيين وجود جدران الاملاء في التحليل الإنشائي لهذه المباني وتجاهلهم لهذه الجدران يؤدي إلى تقدير أقل للصلابة الجانبية للمبنى. شملت الدراسة الحالية تأثير استخدام جدران الاملاء على الاستجابة الديناميكية غير الخطية باستخدام تحليل التاريخ الزمني (time history analysis) للهياكل الخرسانية المسلحة الافتراضية (RC). تضمنت الدراسة تحليل هيكل مكون من 8 طوابق (G + 7) من الخرسانة المسلحة (RC) مع الأخذ بنظر الاعتبار ثلاثة فضاءات مختلفة (3 × 3 م ، 3 × 5 م ، 3 × 6 م). كذلك تضمنت الدراسة تأثير استخدام جدران الاملاء ونمذجتها كدعامات قطرية مكافئة بعدة حالات شملت كل من الدعامة المفردة و المزدوجة و الدعامة الثلاثية مع مواقع اتصال مختلفة مع الاعتاب والأعمدة. تم تحديد خاصية المفاصل البلاستيكية المناسبة لكل عضو في الهيكل (اعتاب وأعمدة ودعامات)، اعتمادًا على خصائص المواد والشكل الهندسي للمقاطع وحديد التسليح لكل عضو. تم اجراء مقارنة النتائج مع تلك الخاصة بجدران الاملاء الكاملة والهيكل بدون جدران الاملاء. في الدراسة الحالية تم التركيز على ايجاد التمثيل الأسهل والأنسب لجدران الاملاء. كما تضمنت الرسالة دراسة تأثير نسبة العرض إلى الارتفاع (L / h) ، حيث L هو طول جدار الاملاء و hهو ارتفاعه، على تحديد مسار وموقع الدعامات القطرية للحصول على افضل النتائج. تم نمذجة جدران الاملاء هذه في ثلاثة حالات مختلفة مثل الدعامة المفردة والدعامة المزدوجة والدعامات الثلاثية، وتم أخذ العرض المكافئ لهذه الدعامة المكافئة يساوي (0.25dm) كما هو محدد في الدراسات السابقة، حيث dm هو طول قطر جدار الاملاء. تم تحليل الهياكل باستخدام البرنامج SAP2000، V23 وكما شملت أيضا دراسة العديد من المتغيرات في التحليل الديناميكي غير الخطي تحت تاثير الهزة الارضية. تضمنت هذه المتغيرات تاثير اضافة جدران الاملاء بنماذجها المختلفة على الفترة الطبيعية لكل منشأ، وتغير التعجيل، وقوى القص عند القاعدة، وإزاحة الهيكل الخرساني، وتغير نسبة الازاحة البينية بين الطوابق على طول ارتفاع المبنى. تضمنت النتائج المعروضة أيضًا تباين القوة المحورية في دعامة معينة ، والقوة المحورية وعزم الانحناء في عمود محدد لكل منشأ. كما يتم عرض تشكيل المفاصل اللدنة في فترات زمنية مختلفة. تتمثل التحسينات المهمة الرئيسية التي نتجت عن استخدام جدران الاملاء في التحليل في الانخفاض الملحوظ في الفترة

الطبيعية عند المقارنة مع الهيكل بدون جدران الاملاء ومعدل النقصان كان بمقدار (49%، 51%، 72%) وإزاحة السقف بمعدل نقصان (32%، 55%، 72%) بالنسبة للفضاءات الثلاثة 3×3م، 3×5م، 3×6م على التوالي. استخدام جدران الاملاء ايضا يؤدي الى نقصان في نسبة الازاحة بين الطوابق، مما أدى إلى تقليل عدد المفاصل اللدنة المتكونة في الهياكل وكما أدى استخدام جدران الاملاء في تحليل هذه الهياكل أيضًا إلى زيادة قص القاعدة للفضاءات الثلاثة المختلفة مقارنة بالهيكل بدون جدران الاملاء ومعدل هذه الزيادة (110%، 160%، 206%). بالإضافة إلى ذلك، انخفاض في عزوم الانحناء بمقدار (63%، 59%،42%) وزيادة القوة المحورية للأعمدة المحددة بمقدار (42%، 76%، 84%) للفضاءات الثلاثة 3×3م، 3×5م، 3×6م على التوالي. عندما يتم تضمين جدران الاملاء في التحليل بواسطة الدعامة القطرية المكافئة، تم ملاحظة أن وقت تنفيذ التحليل يتناقص مقارنة بالنموذج الذي يتضمن جدران املاء كامل. يؤدي هذا إلى استنتاج أنه من الأكثر كفاءة تمثيل جدران الاملاء بدعامة مكافئة بدلاً من استخدام جدران الاملاء الكاملة وتحقيق نتائج اقتصادية من حيث الدقة وقت تنفيذ التحليل.