الجمهورية العربية السورية
جامعة دمشق
المعهد العالي للبحوث والدراسات الزلزالية
قسم الهندسة الإنشائية الزلزالية

دراسة الاستجابة الزلزالية للأبنية البيتونية العالية ذات الجملة الأنبوبية مع أخذ التأثير المتبادل بين التربة والمنشأ

رسالة مُقدِّمة لنيل درجة الماجستير في الهندسة الإنشائية الزلزالية

إعداد
م. عامر عبد الستّار النّدّاف

إشراف

أ.د.م. هالة توفيق حسن – مشرفاً رئيسياً

استاذ في قسم الهندسة الإنشائية الزلزالية

د.م. أمجد الحلواني – مشرفاً مشاركاً

مدرّس في قسم الهندسة الإنشائية الزلزالية

2021

الملخَّص

تعتبر المباني العالية من أهم المجالات التي يتم فيها تقديم الأفكار المعمارية الجديدة والحلول الإنشائية المبتكرة والجريئة، ومن أهم أنواع الجمل الإنشائية المعتمدة لمقاومة الأحمال الجانبية في الأبنية البيتونية العالية هي الجملة الأنبوبية، ومن أنواعها جملة أنبوب داخل أنبوب tube–in–tube حيث تتألف هذه الجملة غالباً من أنبوب خارجي مكوّن من إطارات خاصة مقاومة للعزوم وأنبوب داخلي مكوّن من جدران قص، يربط بين الأنبوبين بلاطة بيتونية بحيث تكون المساحة بين الأنبوبين خالية تماماً من الأعمدة. إنّ التفاعل المتبادل بين التربة والمنشأ Soil Structure Interaction–SSI يلعب دوراً مهماً وأحياناً حاسماً في تحديد سلوك الجملة الإنشائية، لذا فإن تجاهل تأثير التربة يجعل استجابة المنشآت تختلف عن استجابتها الواقعية، فلذلك لابدّ من لحظ أثر التربة بعين الاعتبار في التحليل الإنشائي. إنّ الاستجابة الزلزالية للأبنية بمفهومها العام هي رد فعل البناء عند تعرضه للهزة الزلزالية، وتعتمد هذه الاستجابة على الخصائص الديناميكية للبناء لذلك تختلف الاستجابة الزلزالية من بناء لآخر، وتُقدّر الاستجابة الزلزالية للأبنية بطريقتين اثنتين إما طرق تجريبية كتسجيلات الضجيج، أو طرق تحليلية باستخدام النمذجة الرقمية. يقدّم البحث دراسة تحليلية لـ 27 نموذج باستخدام التحليل الديناميكي وفق برنامج المحاكاة الرقميAbaqus 2019، لمقارنة الاستجابة الزلزالية لعدة نماذج من الأبنية البيتونية العالية جملتها الإنشائية أنبوب داخل أنبوب، ذات ثلاثة ارتفاعات مختلفة (15–20–25 طابق) لتتوافق مع الأبنية الموجودة أو المخطط لتنفيذها في مدينة دمشق وما حولها، وثلاثة سجلات زلزالية متباينة بالمحتوى الترددي وقيمة الشدة الزلزالية العظمى (0.105g–0.255g–0.348g) حيث تتقارب هذه القيم من قيم الPGA التي حددها الكود العربي السوري

لمنطقة دمشق أو ريفها، ومع أخذ أثر نوعين مختلفين من الترب بالاستعانة بتقارير ترب محلية، إحداهما صخرية في محافظة دمشق (المزة–ماروتا سيتي) والأخرى بحصية سيلتية في محافظة ريف دمشق (التل) مقارنةً بحالة القاعدة الموثوقة (دون أخذ أثر التربة بالحسبان). قورنت قيم نتائج الاستجابة الزلزالية (دور الاهتزاز الطبيعي– قوة القص القاعدي– الانتقالات الأفقية الطابقية الأعظمية) لكافة النماذج المدروسة فيما بينها فبيّنت النتائج المستخلصة عدم ظهور أثر التفاعل المتبادل بين التربة والمنشأ SSI بوضوح عند الهزات الزلزالية ذات الشدات الصغيرة التي تتراوح قيمة PGA فيها حول 0.105g، وإنّما ظهر أثر التفاعل المتبادل بين التربة والمنشأ جلياً عند الشدات الأعلى منها، ازدادت قيم الانتقالات الطابقية الأفقية الأعظمية بازدياد الشدة الأعظمية للهزة الزلزالية بالحالتين (وثاقة تامة– SSI)، كما ازدادت قيمة دور الاهتزاز الطبيعي بازدياد عدد طوابق المبنى بالحالتين (وثاقة تامة– SSI)، ولوحظ الأثر الواضح لوجود التربة عبر زيادة قيم كل من الانتقالات الطابقية والدور الطبيعي للمنشآت بوجود التربة السيلتية البحصية مقارنة مع المنشآت ذات القاعدة الموثوقة، بينما تقاربت نتائج الانتقالات الطابقية والدور الطبيعي بوجود التربة الصخرية مقارنة مع المنشآت ذات القاعدة الموثوقة، كما أنّ قيم قوة القص القاعدي للأبنية المستندة على تربة صخرية أو بحصية سيلتية انخفضت كلما انخفض تماسك التربة، وانخفضت مقارنةً مع حالة الاستناد بوصفها وثاقةً تامة، مالم تحصل حادثة الطنين (توافق أو تقارب دور التربة مع دور الهزة الزلزالية المسيطر) وهذا ساهم في تضخيم القوى والانتقالات.

الكلمات المفتاحية: التأثير المتبادل بين التربة والمنشأ، جملة أنبوب داخل أنبوب، التربة البحصية السيلتية، التربة الصخرية، التحليل الديناميكي، طريقة العناصر المحدودة.

Abstract

Tubular system is considered as one of the most important seismic resistant structural systems in high rise RC buildings, and one of its types is the tube in tube, this system usually consists of an outer tube composed of special moment resisting frames (SMRF) and an inner tube that consists of shear walls. The soil structure interaction (SSI) may plays an important role in determining the behavior of the structural system, thus it had to be taken into consideration in structural analysis. This research presents an analytical study using dynamic analysis according to Abaqus 2019 program, to compare the seismic response of several high RC building models that use the tube in tube system and have three different heights, by taking the effect of two kinds of soils, rocky and gravel–silt soils comparing to the fixed base case (without soil effect). The results have showed an increase in period and storey displacements in the presence of gravel–silt soil compared to structures with fixed base, while the results in rocky soil and fixed base were so close. In addition, taking soil effect led to a decrease in base shear values unless resonance is not close.

Keywords: Soil structure interaction (SSI) – tube in tube system – gravel silt soil – rocky soil – dynamic analysis – finite element method.

Syrian Arab Republic

Damascus University

Higher Institute of Earthquake Studies & Research Seismic

Seismic Structural Engineering Department

Studying the seismic response of R.C. high buildings with Tubular system considering the effect of soil – structure Interaction (SSI)

Thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master in Seismic Structural Engineering Department

Prepared by

Eng. Amer abdulsattar alnaddaf

Supervised by

Dr. Eng. Hala Hasan

professor of Seismic Structural Engineering Department

Higher Institute of Earthquake Studies & Research – Damascus University –Syria

Dr. Eng. Amjad Al Helwani

Teacher of Seismic Structural Engineering Department Higher

Institute of Earthquake Studies & Research – Damascus University – Syria

2021