الجمهورية العربية السورية، دمشق

جامعة دمشق، المعهد العالي للبحوث والدراسات الزلزالية

قسم الهندسة الانشائية الزلزالية

تحسين استجابة المنشآت الزلزالية بوساطة أجهزة التحكم شبه الإيجابي

اطروحة اعدت كجزء من متطلبات الحصول على درجة الماجستير

في الهندسة الانشائية الزلزالية

في المعهد العالي للبحوث والدراسات الزلزالية، جامعة دمشق

إعداد

يزن محمود الغصين

الدكتور المشرف

د. م. هاله توفيق حسن

المعهد العالي للبحوث والدراسات الزلزالية

المشرف المشارك

د. م. تركي طبق

مركز الدراسات والبحوث العلمية

دمشق **2015**

الملخص:

يشهد العالم طلباً متزايداً على أبنية مقاومه للزلازل الشديدة، وبالرغم من تطور اساليب التصميم ومساهمتها في تخفيض المخاطر الزلزالية وكودات التصميم، لا زلنا نعاني من الخسائر البشرية والاقتصادية خاصه في الأبنية الهامة (مثل المشافي وابنيه المصارف ...). لذلك يسعى الباحثون دوما لإيجاد حلول أفضل لتحسين الاستجابة الزلزالية للمنشآت وتقليل مخاطر الزلازل.

تأتي طريقه التحكم شبه الايجابي بالاستجابة الديناميكية للمنشآت (Semi Active Control) كحل ذكي ومتكيّف لهذه المشكلة، من خلال وضع مخمدات يمكن التحكم بخواصها (من خلال حاسب وبرنامج تحكم) في اماكن محدده في البناء، وبالتالي التحكم باستجابة البناء في الوقت الحقيقي للحركة الديناميكية، ولا تتطلب هذه المخمدات طاقة كهربائية عالية مقارنة مع التحكم الايجابي (الذي يتطلب وضع مكابس هيدروليكية ومحركات)، ويمكن ضبطها للتكيّف مع الحمل الديناميكي الذي يخضع له المبنى مما يجعلها الحل الامثل لتحسين استجابة المباني التي لا يمكن تحسين استجابتها بالعزل الزلزالي (كالأبنية العالية).

تم في هذه الدراسة تقيّم أثر استخدام التحكم شبه الإيجابي على استجابة الأبنية التي تتعرض للزلازل باستخدام المخمدات الهيدروليكية المغناطيسية (MR damper)، والتي يتم التحكم بها بوساطة نظرية التحكم الخطي وبرنامج (Matlab)، بأوامر كهربائية تتغير في المجال (A2.5~0)، ثم مقارنة النتائج مع أبنية بدون مخمدات (Uncontrolled)، وأبنية مزودة بالتحكم السلبي التقليدي (Passive control) حيث تعمل المخمدات طوال الوقت بأمر كهربائي ثابت (A2.5)، وذلك من خلال دراسة تحليلية لأبنية مشروع (SAC)، وهو مشروع يهدف الى جمع الجهد المبذول في دراسة أساليب تحسين استجابة المنشآت من خلال مجموعة أبنية معيارية وبعض سجلات الزلازل التي تم دراسة الأبنية عليها لمقارنة النتائج.

تـم فـي هـذا البحـث اسـتخدام ابنيـة مـن 3 ، 9 ، 20 طـابق، وهـي أبنيـة نموذجيـة للأبنيـة المنخفضـة والمتوسـطة والعاليـة الارتفـاع لمنطقـة لـوس انجلـيس، كاليفورنيـا، وبـالرغم انـه لـم يـتم انشـائها فإنهـا تحقـق شـروط الكـود الأميركـي للأبنيـة، ولكونهـا ابنيـة معياريـة لدراسـات(SAC) فقـد أعطـت أساسـاً أوسـع لمقارنـة نتـائج هـذه الدراسـة، وتـم اختبـار اداء المـتحكم (H∞) المطـور فـي هـذا البحـث علـى اربعـة سـجلات زلزاليـة أساسـية هـي السـنترو، وهاشـينوهي، ونـورث ردج، وكـوبي، و6 مشـتقة منهـا مسـتخدمة فـي مشـروع (SAC) وهـي تشـكل سـجلات هـزات زلزاليـة معياريـة لـزلازل قـد تـؤثر علـى منطقـه زلزاليـة باحتمـال 50% و10 % و2% فـي خمسـين عـام ولـزلازل قريبـة او بعيـدة الموقـع (near and far field)، يزيـد مـن دقـة اداء المـتحكم فـي نظـام الـتحكم شـبه الإيجـابي تحـت هـذه الـزلازل، ويعطـي نتـائج دقيقـة وموثوقة في تحسين الاستجابة الديناميكية.

أظهـرت نتـاءج الدراسـة التحليـة فاعليـه الـتحكم شـبه الإيجـابي فـي تحسـين اسـتجابة المبنـى مـن خـلال تقليـل الانتقـال الاعظمـي لأعلـى البنـاء، والانزيـاح النسـبي بـين الطوابـق، وتقليـل تشـكل المفاصـل اللدنـة ممـا يثبـت أنّ الـتحكم شـبه الإيجـابي هـو حـل مهـم لتحسـين اسـتجابة الأبنيـة وتخفيـف المخـاطر الزلزالية على الأبنية.

الكلمات المفتاحية: التحكم شبه الإيجابي، الاستجابة الزلزالية للأبنية، مخمدات الهيدروليكية المغناطيسية.

Abstract:

The world is witnessing a growing demand for buildings resistant to severe earthquakes, but in spite of the development of risk reduction methods and seismic design codes, we still suffer from human and economic losses, especially in important buildings (such as hospitals, banks...). Therefore, the researchers always seeks to find better solutions to improve buildings seismic response and reduce earthquakes risks.

The Semi Active Control of dynamic response is a smart and adaptable solution for this problem, through using Magneto Rheological (MR) dampers, which properties can be controlled (by a computer and a control program).When MR dampers are implanted in a building, we can control the building response in the real time to a dynamic movement. This dampers requires low electrical energy comparing with Active control (which requires using hydraulic compressors and engines), but they can be tuned to adapt to the dynamic load which the building is subject to, making it the better solution to improve the response of buildings that can't be improved by seismic isolation (high rise buildings).

This article presents the impact of the use of Semi Active control to the seismic response of buildings exposed to earthquakes using MR dampers. MR Dampers are controlled, by the optimal linear control theory in MATLAB, by electrical orders change in the field (0 ~2.5 A).Then results are compared with the Uncontrolled building (without dampers), and traditional Passive controlled building, where the dampers works the whole length of time by constant electric current (2.5 A).

The 3-storey. 9-storey and 20-storey buildings used for this study are typical low, medium and high-rise buildings of the Los Angeles area, California. Although not built, they verify the terms of ACI. These buildings are benchmark for the studies of (SAC), what will provide a basis for a broader comparison the results of this study. The study uses four basic earthquake records and six derivative of them, these records are examples of earthquake may affect a seismic zone with probability of 50%, 10% and 2% in the fifty years. These records are examples of near and far field earthquakes. All these earthquakes give proposed semi-Active control method accurate results and reliable performance of the controller.

The results show Effectiveness of Semi Active Control in improving the response of the building by reducing the maximum displacement of the building and the relative displacement between floors as well as reducing energy damped by deformation of frame joints, which proves that the Semi Active Control is the best solution for reducing seismic risk on high-rise buildings.

KEY WORDS: Semi active control, structural control, MR dampers, LQR, H_∞

Damascus University
High Institute Of Earthquake Studies and Research
Dept. of Earthquake Structural Engineering

Improving seismic response of Structures by semi Active control

A thesis submitted as a partial fulfillment
for the Master degree in Structural earthquake engineering

By

Yazan Mahmoud Al_Gasin

Under the Supervision of

Dr. Eng. Hala T. Hasan
Doctor of Structural Engineering
Higher Institute of Earthquake Studies & Research Damascus University

Dr. Eng. Turki Tabak
Doctor of Civil Engineering
Scientific Studies and Research Center

Damascus, 2015