الجمهورية العربية السورية

جامعة دمشق

المعهد العالي للبحوث والدراسات الزالزالية

قسم الهندسة الإنشائية الزلزالية

السلوك الزلزالي للإطارات المعدنية المزودة بروابط مخمدة للطاقة وميكانيكيات دوران الجسم الصلد – استعادة التمركز ذاتياً

دراسة أعدت لنيل درجة الماجستير في الهندسة الانشائية الزلزالية

إعداد : خالد مدخنة

إشراف : الدكتور المهندس أمجد الحلواني

دمشق 2016

ملخص الرسالة

تعتمد الإطارات المعدنية المقاومة للعزوم التقليدية على امتصاص كامل الطاقة الزلزالية عن طريق أضرار في كامل الإطار أو أجزاء منه، حيث أن الصلابة العالية لهذه الإطارات تجعل الطلب كبيرا على القوى الزلزالية، ويؤدي ذلك إلى أضرار في المنشأ وصعوبة أعمال الصيانة مع بقاء تشوهات كبيرة متبقية بعد حدوث الزلزال،

تم استخدام ميكانيكية دوران الجسم الصلد (التأرجح) Rocking في السابق من خلال إعطاء درجة حرية للإطار تسمح بالتأرجح تؤدي إلى تخفيض القوى الزالزالية بشكل كبير في العناصر مع زيادة الانتقالات الجانبية، كما يمكن استخدام عناصر مخمدة للطاقة سهلة الإستبدال تمتص الطاقة الناتجة وتنحصر معظم اضرار المنشأ فيها. وتم تزويد الإطار بعناصر إستعادة تمركز ذاتي Self–Centering عن طريق كابلات مسبقة الشد لتأمين استعادة المنشأ إلى وضعة الأول قبل حدوث الزلزال والقضاء على الازاحات المتبقية بشكل كبير.

تم حديثا القيام بتجارب مخبرية على إطارات تمتلك امكانية التأرجح Rocking مع مخمدات طاقة وعناصر إعادة تمركز ذاتي لإيجاد وتقييم السلوك الزلزالي للإطار مع دراسة برامترية لكامل عناصر الإطار، والحصول على شكل العلم Flag Shape في الحلقة الهستيرية للمنشأ، أي أن المنشأ يعود لوضعة الأول بعد حدوث الزلزال ولا تتطلب أعمال الصيانة سوى استبدال عناصر تخميد الطاقة بسهولة.

يهدف البحث إلى فهم ألية عمل هذا النوع من الإطارات المعدنية وشرح مكوناته الثلاث الأساسية (التأرجح ، مخمدات الطاقة ، إعادة التمركز الذاتي) وتقييم السلوك الزلزالي له من خلال محاكاة التجربة المخبرية ببرنامج ABAQUS والحصول على نتائج متقاربة مع التجربة المخبرية ، مع دراسة برامترية للمكونات الثلاثة لإيجاد أفضل النتائج.

تم التوسع في هذا البحث بدراسة عناصر تخميد الطاقة ومقارنتها مع تجارب مخبرية خاصة بها، من خلال تحليل لا خطي للمادة ولا خطية هندسية non–linear geometry وإيجاد أثر التحنيب الخطي واللاخطي واللامثالية الهندسية للصفائح المشكلة لعناصر التخميد وتفصيل عملية التحليل بشكل كبير ، وإيجاد الحلقات الهستيرية التكرارية لجميع حالات التحليل حيث تم الحصول على حلقات هستيرية تكرارية متقاربة بشكل كبير جدا مع التجربة المخبرية.

كما تم نمذجة Macro Model لعناصر التخميد بشكل أولي تقريبي يهدف إلى تبسيط وتسريع عملية تحليل عناصر التخميد والتوصية بتطوير هذا النموذج ليعطي نتائج دقيقة بالاعتماد على الدراسة التفصيلية والتحليلية لعنصر التخميد في هذا البحث

ABSTRACT

Traditional Steel frames are designed to accommodate damage in parts of the frame because of the high rigidity which requires considerable demand for seismic forces. This, in turn, leads to difficulties related to maintenance and residual drifts of the whole frame.

Rocking mechanism is introduced to reduce the seismic forces in the frame by releasing degrees of freedom in the frame's support system. In addition an energy dissipative shear links are incorporated to accommodate damage within them. This would not be fully functional without the introduction of post tensioning tendons that actively participate in self centering of the frame and hence, eliminating any residual drifts.

To assess the seismic response several experiments and parametric studies were made on frames that are rocking-enabled, supplied with energy absorbing fuses and self centering parts. The results gave flag shaped hysteresis loops which means that energy absorbing behavior ensured the return of the frame to its original position without significant drifts. This would reduce maintenance.

This research is aimed at clarifying the aspects of this kind of frames, and explaining the three components of rocking - energy absorbing - self centering parts in the frame.And aimed at evaluating the seismic response through numerical simulation of the experiments using ABAQUS. The results of the simulations were greatly consistent with the experiments. The parametric study on the numerical model also gave some desirable behaviors.

There were comprehensive studies on the energy absorbing parts to reach the most accurate results with the experiments. This was done through nonlinear analysis for materials and geometries (P-Delta effect) and through investigating the effect of linear, nonlinear buckling in addition to geometric imperfections of the parts. The hysteritic loops of the energy absorbing parts were compared with the experiment to judge the accuracy of the analysis.

Syrian Arab Rebublic

Damascus University

Higher Institute for Research & Studies Earthquake

Earthquiake Structural Engineering Department

Seismic Behavior Of Steel Frames Equipped With Energy Dissipative Links Along With Rocking – Self Centering Mechanisms

A thesis Prepared to obtain a Master Degree in Earthquiake Structural Engineering

Prepared by: Khaled Madkhana

Supervised by : Dr.Eng.Amjad Al-Helwani

Damascus 2016