جامعة دمشق
المعهد العالي للبحوث والدراسات الزلزالية
قسم الهندسة الإنشائية الزلزالية

" سلوك الإطارات الفولاذية ذات الوصلات مسبقة الإجهاد مبددة الطاقة تحت تأثير حمولات الزلازل"

"Seismic behavior of steel frames equipped with post-tensioned energy dissipating connections"

رسالة أعدت كجزء من متطلبات نيل درجة الماجستير في الهندسة الإنشائية الزلزالية

إعداد: المهندس محمد هشام الحنون
إشراف: أ.د.م. محمد أحمد السمارة
مشرف مشارك: د.م. أمجد الحلواني

ملخص

في السنوات الأخيرة ، تمّ تقديم الوصلات مسبقة الإجهاد مبددة الطاقة كحل بديل للوصلات الصلدة .

لوحظ بعد زلزال (NorthRidge 1994) حدوث انهيارات هشة في عقد أكثر من 100 إطار ، وقد تراوحت ارتفاعات هذه الإطارات بين طابق واحد إلى 26 طابق ، وتراوحت أعمارها بين القديمة والحديثة [15]. بعد الزلزال السابق ، أجريت العديد من التجارب بهدف تحسين أداء الوصلات الصلدة وتجنب حدوث هذه الانهيارات الهشة، وتمّ تقديم الوصلات شبه الصلدة التي تضمن تبديد طاقة الزلزال من خلال تلدن حاصل في الوصلة نفسها دون حدوث ضرر في عناصر الإطار الرئيسية (الجوائز – الأعمدة) وحديثا قدمت الوصلات مسبقة الإجهاد مبددة الطاقة.

إنّ الوصلات الصلدة وشبه الصلدة والمصممة وفق متطلبات الكود الزلزالي الحالية يجب أن تمتلك القدرة على الاستجابة اللدنة المطاوعة وعلى تبديد طاقة الزلزال ، حيث يعرف هذا السلوك بالسلوك المرن - اللدن ، هذا السلوك يضمن تبديد طاقة الزلزال من خلال تلدن يحصل في أطراف الجوائز عندما تكون الوصلات صلدة ، أو تلدن في الوصلة نفسها عندما تكون الوصلة شبه صلدة، وبالتالي وفقاً لهذا السلوك لابد من وجود انتقالات متبقية بعد حدوث الزلزال .

أما الوصلات مسبقة الإجهاد مبددة الطاقة فتمتلك سلوك مرن – لاخطي ، يعرف ب سارية العلم (Flag –Shaped) . إنّ هذا السلوك يضمن تبديد الطاقة أثناء حدوث الزلزال وعدم حدوث أي ضرر في عناصر الإطار الرئيسية ، كما يضمن العودة إلى الوضع الأصلي غير المتشوه (استعادة المركزية) .

يتم تبديد الطاقة بواسطة عناصر ثانوية تسمى عناصر تبديد الطاقة (ED System) ، أما استعادة المركزية فيتم بواسطة كابلات مسبقة الإجهاد عالية المقاومة (PT System) [7] .

تمّ في هذا البحث إجراء مقارنة بين نموذج مخبري و آخر تحليلي لوصلة مسبقة الإجهاد خارجية وذلك بهدف التأكد من السلوك التحليلي للوصلة ، ولإثبات أنّ الوصلة قادرة على تأمين الصلابة والمقاومة الكافية بالمقارنة مع الوصلات الصلدة.

وتمّ لاحقا إجراء تحليل ديناميكي لاخطي لإطارات متعددة درجات الحرية صممت أولا كإطارات ذات إتصال صلد ، ثم أعيد تصميمها لتكون متصلة بشكل مسبق الإجهاد مبدد للطاقة. وأشارت نتائج التحليل أنّ الانزياح الجانبي النسبي الأعظمي والتسارع الأعظمي للإطارات المسبقة الإجهاد أقل بنسبة وسطية لا تتجاوز (35%) ، وأن الانتقالات المتبقية في الإطارات المسبقة الإجهاد معدومة ، في حين أنّ الإطارات ذات الوصلات الصلدة نتج فيها انتقالات متبقية ملحوظة.

ABSTRACT

This master thesis is aimed at the presenting of a new type of moment – resisting steel connection that incorporates high strength post – tensioned steel elements along with energy dissipating bars. The most significant characteristic of these Post – Tensioned Energy Dissipating (PTED) connections is their capacity to ensure no residual drifts through self – centering properties, In addition, these connections can be designed to provide the desired amount of energy dissipation.

A comparison between Experimental and Analytical exterior connection were carried out to validate the PTED concept , and to demonstrate that these connections were capable of achieving stiffness and strength characteristics comparable to traditional welded moment – resisting connections.

Numerical analyses on MODF frames first designed as welded moment-resisting frames and then as PTED frames indicated that , under code level seismic loading , the maximum interstory drifts and maximum accelerations of these tow types of systems are very similar . However , unlike the welded frames which sustained considerable residual drifts along their height, the PTED frames sustained no residual drifts. The work presented in this thesis suggests that the proposed PTED connections offer a viable alternative to welded moment resisting frames in seismic regions.