جامعـــــــــــة دمشـــــــــــــق

المعهد العالي للبحوث والدّراسات الزّلزاليّة

قســـم الهندســـة الإنشـــائيّة الزّلزاليـّة

تدعيم الركائز الجدارية للجسور البيتونية المنفذة محلياً باستخدام عناصر فولاذية وبتطبيق سبق إجهاد عرضي لمقاومة الحمولات الزلزالية

أطروحة أُعدّت لنيل درجة الدّكتوراه في الهندسة الإنشائيّة الزّلزاليّة

إعداد

المهندس سامر عـقيل

إجازة في الهندسة المدنيّة - جامعة دمشق

ماجستير في الهندسة الإنشائيّة الّزلزاليّة - جامعة دمشق

إشراف

الدكتور رأفت الأدلبي

أستاذ مساعد في كلية الهندسة المدنيّة - جامعة دمشق

2019

ملخص البحث

قطعت الهندسة الإنشائية الزلزالية طريق طويل منذ ولادتها، وما تزال تتطور حتى يومنا هذا، بهدف بناء منشآت هندسية قادرة على الصمود في وجه الزلازل، وتخفيف الخسائر البشرية والمادية الناتجة عنها إلى الحد الأدنى بكلفة اقتصادية معقولة، وضمن هذا السياق؛ كان هذا البحث، حيث تم فيه اقتراح طريقة جديدة للتدعيم بهدف زيادة مقاومة ومطاوعة الركائز الجدارية المنفذة محلياً باستخدام تقنية سبق إجهاد عرضي وفق نموذج هجين (قضبان سبق إجهاد فولاذية وقضبان خلائط ذاكرة الشكل SMA معاً) مع عناصر فولاذية طرفية.

قدمت الأطروحة في جزئها الأول: استعراض مرجعي حول سلوك جدران القص المنخفضة وتعريف خلائط ذاكرة الشكل SMA مع ذكر عدد من الدراسات التجريبية الحديثة حول فعالية استخدام SMA في رفع كفاءة العناصر الإنشائية المختلفة، وكذلك تم التطرق للخلفية النظرية لطريقة "نموذج جريان الإجهاد المضطرب *DSFM*" التي يعتمدها البرنامج الحاسوبي *FormWorks4.2* المستخدم في البحث. في الجزء الثاني من الأطروحة: تم استعراض نتائج الدراسة التحليلية التي شملت دراسة ركائز جدارية عاملة كجدران قص منخفضة بدون تدعيم، وجدران قص منخفضة مدعمة باستخدام قضبان سبق إجهاد فولاذية فقط مع صفائح فولاذية، وجدران قص منخفضة مدعمة باستخدام قضبان خلائط ذاكرة الشكل فقط مع صفائح فولاذية، ثم جدران قص منخفضة مدعمة وفق النموذج الهجين (قضبان سبق إجهاد فولاذية وقضبان خلائط ذاكرة الشكل معاً). في النهاية: تم إجراء التحليل الديناميكي المتزايد IDA لإيجاد معامل تعديل الاستجابة الزلزالية R ومعامل التسارع الطيفي الموافق لمستوى أداء "الانهيار" للجدارن غير المدعمة والمدعمة وفق النموذج الهجين ، لتقدير مدى فعالية الطريقة المقترحة في البحث.

أظهرت نتائج البحث أن طريقة التدعيم باستخدام قضبان سبق إجهاد فولاذية فقط أثرت إيجابياً في زيادة المقاومة القصية للجدران المدروسة، حيث بلغت نسبة الزيادة أكثر من (100%)، لكنها أثرت سلباً على المطاوعة، حيث لوحظ حدوث تدهور كبير في المقاومة والقساوة بعد الوصول للمقاومة العظمى، بينما أبدى النموذج الهجين فعالية كبيرة في زيادة كلٍ من المقاومة والمطاوعة للجدران المدروسة، حيث ازدادت قيمة التسارع الطيفي الموافق لمستوى الأداء "الانهيار" لجدران القص ذات نسبة الأبعاد (1) من القيمة (2.04) للجدران غير المدعمة إلى القيمة (4.47) للجدران المدعمة باستخدام النموذج الهجين، ووصلت قيمة معامل تعديل الاستجابة الزلزالية R في هذه الجدران المدعمة إلى القيمة (1.69) في حالة الجدار ذي الأبعاد (3x3x0.5) وإلى القيمة (2.69) في حالة الجدار (6x3x0.5m).

ABSTRACT

Seismic engineering has come a long way since its inception and continues to grow and develop continuously as engineering expertise and experimental and analytical capabilities for engineers advance. However, earthquakes are still a serious challenge for engineers in their capability to build earthquake resistant structures and minimize human and economic losses. In this context, this research proposed a new method for strengthening the bridges wall piers by a hybrid model (pre-stressing steel bars and shape memory alloys bars).

In the first part, the thesis presented a literature review of the behavior of squat shear walls and their design requirements according to the international codes, in addition to number of experimental and analytical studies on the efficiency of using Shape Memory Alloys SMA bars in structural elements. Lastly DSFM model adopted by the *FormWorks 4.2* software which used in this research are explained.

In the second part of the thesis, the analytical study has been conducted including studying of squat walls in different cases (existing, strengthened by steel PT bars with steel elements, strengthened by SMA bars with steel elements, strengthened by hybrid (PT+SMA) bars with steel elements). Finally, ***IDA*** analysis has been done to derive the response modification factor ***R*** for the strengthened shear walls.

The Research results showed that using steel PT bars increase the shear strength of squat shear walls (more than a double) but the ductility was insufficient where strength-stiffness degradation were noticeable in this case especially under reversed cyclic loads, meanwhile the walls strengthened by hybrid model showed a very good response where the spectral acceleration S_a in collapse state was increased from 2.04 for existing walls with dimension ratio (h/L=1) to 4.57 for strengthened one. The factor R reach to 1.75 for wall (3x3x0.5m) and 2.69 for wall (6x3x0.5m).

Damascus University
Higher Institute of Earthquake Studies & Research
Seismic Structural Engineering Department

Seismic Strengthening of Existing Concrete Bridges' Wall Piers Using Steel Elements and Lateral Prestressing

A Thesis Submitted in Fulfillment of the Requirements for the Degree of

DOCTOR OF PHILOSOPHY

Candidate
Eng. Samer Akil

Supervisor
Dr. Raafat Al-Edelbi

2019