دانشکده مهندسی عمران

محاسبه پریود طبیعی ارتعاش سازه های با سیستم مهار جانبی دیوار برشی فولادی

پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

در رشته مهندسی عمران گرایش زلزله

نام دانشجو:

کامیار پیروز مفتخری

استاد (اساتید) راهنما:

دکتر قلهکی

اسفند ماه 1390

دانشکده مهندسی عمران

محاسبه پریود طبیعی ارتعاش سازه های با سیستم مهار جانبی دیوار برشی فولادی

پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

در رشته مهندسی عمران گرایش زلزله

نام دانشجو:

کامیار پیروزمفتخری

استاد (اساتید) راهنما:

دکتر قلهکی

استاد (اساتید) مشاور:

دکتر وهدانی

اسفند ماه 1390

بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده مهندسی عمران

صورتجلسه دفاعیه پایان نامه کارشناسی ارشد

پایان نامه ي آقاي/خانم کامیار پیروز مفتخری براي اخذ درجه کارشناسی ارشد مهندسی عمران – گرایش زلزله تحت عنوان " محاسبه پریود طبیعی ارتعاش سازه های با سیستم مهار جانبی دیوار برشی فولادی" در جلسه مورخ 15/ 12 / 90 بررسی و با نمره 18/50

عدد	18/50
حروف	هجده و پنجاه صدم

مورد تایید قرار گرفت.

اعضاي هیئت داوران:

استاد راهنماي اول: امضاء:

استاد راهنماي دوم: امضاء:

استاد مشاور اول: امضاء:

استاد مشاور دوم: امضاء:

استاد داور: امضاء:

استاد داور: امضاء:

مدیر تحصیلات تکمیلی دانشکده: ..... امضاء .....

دانشکده مهندسی عمران

اینجانب کامیار پیروز مفتخری متعهد می شوم که محتوای علمی این نوشتار با عنوان **" محاسبه پریود طبیعی ارتعاش سازه های با سیستم مهار جانبی دیوار برشی فولادی"** که به عنوان پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی عمران گرایش زلزله به دانشگاه ارائه شده است، داراي اصالت پژوهشی بوده و حاصل فعالیت های علمی اینجانب می باشد.

در صورتی که خلاف ادعای فوق در هر زمانی محرز شود، کلیه حقوق معنوی متعلق به این پایان نامه از اینجانب سلب شده و موارد قانونی مترتب به آن نیز از طرف مراجع قابل پیگیری است.

نام و نام خانوادگی: کامیار پیروز مفتخری

شماره دانشجویی:881148002

امضاء

پایان نامه های تحت حمایت پژوهشکده فناوری های نوین مهندسی عمران دانشگاه سمنان

این پاین نامه تحت حمایت پژوهشکده فناوری های نوین نوین مهندسی عمران و در قالب گروه پژوهشی:

☐ روش های اجرایی نوین مهندسی عمران

☐ مصالح نوین مهندسی عمران

☐ سیستم های نوین ساخت

☐ روشهای تحلیل نوین در مهندسی عمران

ارائه شده است.

امضاي مدیر گروه پژوهشی

امضاي رئیس پژوهشکده

این صفحه در صورتی تکمیل می گردد که فعالیت پژوهشی مورد نظر در راستای اهداف پژوهشکده فناوری های نوین مهندسی عمران و با حمایت یکی از گروه های پژوهشی صورت پذیرد.

مجوز بهره‌برداري از پايان‌نامه

بهره‌برداري از اين پايان‌نامه در چهارچوب مقررات كتابخانه و با توجه به محدوديتی كه توسط استاد راهنما به شرح زير تعيين می‌شود، بلامانع است:

☐ بهره‌برداري از اين پايان‌نامه براي همگان با ذكر مرجع بلامانع است.

☐ بهره‌برداري از اين پايان‌نامه با اخذ مجوز از استاد راهنما با ذكر مرجع بلامانع است.

☐ بهره‌برداري از اين پايان‌نامه تا تاريخ ..... ممنوع است.

نام استاد يا اساتيد راهنما:

تاريخ:

امضاء:

تقدیم به:

پدر و مادر عزیزم **و همسر دوست** داشتنی ام که **در** همه مراحل انجام این تحقیق مشوقم بودند.

با سپاس فراوان از جناب آقای دکتر قلهکی که در این راه مرا یاری نمودند.

چکیده

دیوار برشی فولادی سیستم جانبی نوین در برابر بار باد و زلزله می باشد. دیوار برشی فولادی برای مقابله با نیروی زلزله در سازه ها استفاده می شود.در یک سیستم (SPSW) المانهای افقی و عمودي به صورت گیردار به ورق ها متصل شده اند.سیستم حاصل شده مانند یک تیر ورق طره عمل می کند. فلسفه طراحی سیستم (SPSW) به دو دسته تقسیم میشود :

الف طراحی اولیه از ورق ها و سخت کننده های ضخیم برای جلوگیری از کمانش ناشی از تنش برشی در بارگذاری های کم استفاده می شود.

ب طراحی جدیدتر از ورقهای نازک تر استفاده می کند که از ظرفیت پس کمانش ورق استفاده می کند. مطالعات عددی و آزمایشگاهی گزارش می دهد که سیستم (SPSW) دارای سختی بالا،ظرفیت جذب انرژی عالی و خواص رفت و برگشتی پایدار می باشد .اکثر آئین نامه های لرزه ای جهان شتاب پایه طراحی را تابعی از پریود طبیعی ارتعاش می دانند بنابر این محاسبه دقیق پریود طبیعی ارتعاش اهمیت زیادی برای تعیین اندازه های جانبی در طراحی دارد .برای تعیین پریود طبیعی ارتعاش یک سازه نیاز به روش های دینامیکی (روش رایلی یا آنالیز مقدار ویژه)که در آئین نامه های مانند ASCE و آئین نامه اروپا و آئین نامه ساختمانهای کانادا موجود می باشد .همچنین ویژگیهای طراحی ،فرمول های تجربی برای تهیه پریود ارتعاش طبیعی سازه مقرر می دارد.

برای طراحی اولیه این نوع سیستم به یک رابطه تجربی برای محاسبه پریود طبیعی ارتعاش نیاز است. رابطه های ارائه شده در آیین نامه های لرزه ای ایران و جهان برای این نوع سیستم سازه ای بالاخص برای سازه های بلند مرتبه بسیار محافظه کارانه و غیر اقتصادی می باشد. در این تحقیق تعدادي سازه با سیستم های قاب مختلط و قاب ساده مورد طراحی و آنالیز قرار گرفته اند و پریود طبیعی ارتعاشی آنها توسط آنالیز مقدار ویژه تعیین گردیده است. سپس با رابطه دستی ارائه شده توسط تاپکایا مقایسه گردیده است. افزایش پریود بر اثر رفتار غیر خطی دیوارها مورد بررسی قرار گرفت. کاربرد بازشوها در دیوار های برشی جهت مصارف گوناگون بسیار زیاد است بنابراین رفتار دیوار با بازشو در محاسبه پریود دیوار ها تعیین گردید. در نهایت رابطه تجربی برای محاسبه پریود طبیعی ارتعاش دیوار برشی فولادی ارائه گردید.

واژه‌های کلیدی: دیوار برشی فولادی، پریود طبیعی ارتعاش، المان محدود، بازشو، نرم افزار آباکوس

Abstract

Steel Plate shear wall system, is new side against the wind and earthquake loads.System design philosophy (SPSW) is divided into two categories:
A - Initial design of thick plates and stiffeners to prevent buckling due to shear stress at low load is used.
B - a newer design that uses a thinner sheet of plate buckling capacity of the uses.
Numerical and experimental studies report that the system (SPSW) has high hardness, high energy absorption capacity and stable properties is reciprocating. Most seismic codes accelerate the natural period of vibration as a function of the design basis ,Therefore, accurate calculation of natural periods of vibration is important to determine the size of the design side. To determine the natural period of vibration of a structure to dynamic methods (Eigenvalue analysis method or Riley) that codes such as the ASCE building codes and codes in Europe and Canada is available. The design features, the empirical formula for the natural vibration period structure is provided. The initial design for this type of system to an empirical equation to calculate the natural period of vibration is needed. Presented in relation to Iran's seismic codes For this type of structural system, especially for tall structures are very conservative and non-economic. In this study, a number of structures with Dual systems and simple systems are in design and analysis And the natural period of vibration is determined by the eigenvalue analysis Then compared with the manual provided by Tapkaya is. Increased periods of non-linear behavior of the walls was studied. Openings in shear walls used for different purposes is very high so The walls of the opening period in the wall were determined. Finally, an empirical equation to calculate the natural vibration period of steel shear walls were presented.

Keywords: steel shear walls, the natural period of vibration, finite element code, opening, Abaqus software

فهرست مطالب

فصل 1: مقدمه 1

1.1 مقدمه 2

فصل 2: مروري بر منابع 3

2.1 معرفی ..... Error! Bookmark not defined.

2.1.1 تئوری های موجود در دیوار برشی فولادی 6

2.1.2 نمونه ساختمان های اجرا شده با دیوار برشی فولادی 8

2.1.3 فرم های سازه ای بکارگیری در دیوار برشی فولادی 12

2.2 محاسبه پریود طبیعی ارتعاش سیستم آزاد نامیرا 17

2.2.1 ارتعاش آزاد نامیرا 17

2.3 محاسبه پریود طبیعی ارتعاش سیستم آزاد میرا 21

2.3.1 ارتعاش آزاد میرا 21

2.3.2 انواع حرکت 21

2.3.3 سیستم های زیر بحرانی 22

2.3.4 محاسبه پریود طبیعی ارتعاش سیستم های یک درجه آزادی به روش ریلی 24

2.3.5 خواص خارج قسمت ریلی 27

2.4 محاسبه پریود ارتعاش سیستم چند درجه آزادی 29

2.4.1 معرفی 29

2.4.2 سیستم های بدون میرایی 29

2.4.3 فرکانس ها و مود های طبیعی ارتعاش 31

2.4.4 ماتریس های مودی و طیفی 33

2.4.5 تعامد مودها 34

2.4.7 همپایه کردن مودها 35

2.4.8 تجزیه یک تغییر شکل دلخواه به اشکال مودی 37

2.4.9 حل معادلات ارتعاش آزاد سیستم های نا میرا 37

2.5 تئوری آنالیز مودال یک سیستم یک درجه آزادی 40

2.5.1 تابع پاسخ فرکانسی سیستم یک درجه آزادی 40

2.5.2 نمایش گرافیکی تابع پاسخ فرکانسی 43

2.5.3 نمودار دامنه فاز ونمودار لگاریتمی 44

2 5 4 نمودارهای قسمت حقیقی و موهومی تابع پاسخ فرکانسی.....45
2 5 5 نمودار نایکوئست.....47
2 5 6 نمودار سختی دینامیکی.....48
2 5 7 **خواص تابع** پاسخ سیستم یک درجه آزادی.....49
2 5 8 خاصیت دایره ای نمودار نایکوئست.....50
2 6 **محاسبه** پریود طبیعی دیوار برشی فولادی.....52
2 6 1 معرفی و تاریخچه.....52
2 6 2 بررسی رابطه تجربی ارائه شده برای طراحی.....54
2 6 3 ارائه یک روش ساده دستی برای تخمین پریود دیوار برشی فولادی.....59
2 6 4 تخمین پریود طبیعی سیتم قاب مختلط.....63
2 6 5 اثرات غیر خطی هندسی.....67
2 6 6 اثرات غیر خطی مصالح.....72
2 6 7 نتیجه گیری.....75

فصل 3: مدل سازي Error! Bookmark not defined.7
3 1 مدل سازي ..... 7Error! Bookmark not defined.
3 1 ترسیم المان ها..... 79
3 2 Assembly..... 80
3 3 تعریف مصالح..... 81
3 4 Step 82
3 5 Interaction 83
3 6 بارگذاري..... 83
3 7 مش بندي..... 84
3 8 تحلیل سازه..... 85

فصل 4: **نتایج و تحلیل ها** 86
4 1 محاسبه پریود دیوار برشی فولادی در حالت خطی 87
4 2 مقایسه روش دستی با روش المان محدود..... 89
4 3 بررسی اثرات غیر خطی ورق..... 90
4 4 اثرات بازشو بر روی پریود طبیعی ارتعاش دیوار برشی فولادی.....97
4 5 تعیین معادله تجربی.....109

4 6 نتایج.....117
فصل 5 : **پیشنهادات**
پیشنهادات.....119
مراجع 120
پیوست‌ها Error! Bookmark not defined.

فهرست اشکال

شکل(2 1).....6

شکل(2 2) مدل میله ای دیوار برشی فولادی.....7

شکل(2 3) ساختمان نپتون استیل.....8

شکل(2 4) هتل هایت رجنسی.....9

شکل(2 5) بیمارستان لس آنجلس.....10

شکل(2 6) ساختمان 35 طبقه کوبه.....11

شکل(2 7) دیوار برشی معمولی.....12

شکل(2 8) دیوار برشی متصل به قاب.....13

شکل(2 9) دیوار برشی با بازو.....14

شکل(2 10) دیوار برشی محیطی.....15

شکل(2 11) دیوار برشی بهم پیوسته.....16

شکل(2 12) قابهای محیطی پر شده.....16

شکل(2 13) 18

شکل(2 14) فرکانس طبیعی.....20

شکل(2 15) فرکانس طبیعی میرا.....23

شکل(2 16) میرایی.....24

شکل(2 17) 24

شکل(2 18) سازه دو درجه آزادي.....30

شکل(2 19) سیستم یک درجه آزادي.....39

شکل(2 20) نمودار سه بعدي FRF.....42

شکل(2 21) FRF موبیلیتی سیستم یک درجه آزادي.....43

شکل(2 22) FRF رسپتانس سیستم یک درجه آزادی.....43

شکل(2 23) FRF اکسلرانس سیستم یک درجه آزادی.....43
شکل(2 24) نمودار لگاریتمی.....44
شکل(2 25) قسمت موهومی FRF سیستم یک درجه آزادي.....45
شکل(2 26) قسمت حقیقی FRF سیستم یک درجه آزادی.....45
شکل(2 27) قسمت حقیقی FRF سیستم یک درجه آزادی با میرایی.....46
شکل(2 28) قسمت موهومی FRF سیستم یک درجه آزادی با میرایی.....46
شکل(2 29) نمودار نایکوئست.....46
شکل(2 30) نمودار نایکوئست با میرایی.....47
شکل(2 31) پاسخ سیستم یک درجه آزادی.....49
شکل(2 32) فرم رسپتانس.....50
شکل(2 33) فرم رسپتانس.....51
شکل(2 34) فرم رسپتانس.....51
شکل(2 35) مقایسه معادلات با نتایج المان محدود.....57
شکل(2 36) مقایسه روش دستی با نتایج المان محدود.....63
شکل(2 37) مد اول ارتعاش دیوار برشی فولادي.....70
شکل(2 38) اثرات غیر خطی هندسی بر روی پریود.....70
شکل(2 39) بارگذاري دریفت.....71
شکل(2 40) اثرات غیر خطی مصالح.....71
شکل(3 1)المان ها.....77و78
شکل(3 2) سازه اسمبل شده.....79
شکل(3 3) قاب خمشی.....81
شکل(3 4) نمودار جابجایی برش پایه.....82
شکل(3 5) نمونه مشبندي.....83
شکل(4 1) قاب سه طبقه در حالت خطی.....85

شکل(4 2) قاب هفت طبقه در حالت خطی.....85
شکل(4 3) قاب ده طبقه در حالت خطی.....86
شکل(4 4) قاب پانزده طبقه در حالت خطی.....86
شکل(4 5) پریود در حالت خطی.....88
شکل(4 6) قاب سه طبقه در حالت غیر خطی.....89
شکل(4 7) قاب هفت طبقه در حالت غیر خطی.....90
شکل(4 8) قاب ده طبقه در حالت غیر خطی.....91
شکل(4 9) قاب پانزده طبقه در حالت غیر خطی.....91
شکل(4 10) پریود حالت خطی به غیر خطی.....94
شکل(4 11) سازه 7 طبقه قاب ساده با بازشو.....103
شکل(4 12) سازه 15 طبقه قاب مختلط با بازشو.....104
شکل(4 13) سازه 3 طبقه قاب ساده با بازشو.....104
شکل(4 14) 105
شکل(4 15) 105
شکل(4 16) مقایسه پریود آیین نامه ها.....107
شکل(4 17) بهترین منحنی برازش یافته.....108
شکل(4 18) بهترین منحنی برازش یافته.....109
شکل(4 19) بهترین منحنی برازش یافته.....110
شکل(4 20) سازه هاي بلند مرتبه قاب مختلط.....111
شکل(4 21) نمودار کوتاه مرتبه و میان مرتبه قاب ساده.....112
شکل(4 22)) نمودار کوتاه مرتبه و میان مرتبه قاب مختلط.....113
شکل(4 23) سازه هاي بلند مرتبه قاب مختلط.....113
شکل(4 24) 114
شکل(4 25) 115

شکل(4 26) 116

فهرست جداول

جدول (2 1) خصوصیات سازه ها.....54و55
جدول (4 1) خصوصیات و نتایج قاب های ساده.....87
جدول (4 2) خصوصیات و نتایج قاب های مختلط.....87
جدول (4 3) اعمال دریفت طبقات.....89
جدول (4 4) قاب ساده 3 طبقه.....92
جدول (4 5) قاب مختلط 3 طبقه.....92
جدول (4 6) قاب ساده 7 طبقه.....92
جدول (4 7) قاب مختلط 7 طبقه.....92
جدول (4 8) قاب ساده 10 طبقه.....93
جدول (4 9) قاب مختلط 10 طبقه.....93
جدول (4 10) قاب ساده 15 طبقه.....93
جدول (4 11) قاب مختلط 15 طبقه.....93
جدول (4 12) قاب ساده 3 طبقه با بازشو10%.....95
جدول (4 13) قاب مختلط 3 طبقه با بازشو10%.....95
جدول (4 14) قاب ساده 3 طبقه با بازشو30%.....95
جدول (4 15) قاب مختلط 3 طبقه با بازشو30%.....95
جدول (4 16) قاب ساده 3 طبقه با بازشو50%.....96
جدول (4 17)) قاب مختلط 3 طبقه با بازشو50%.....96
جدول (4 18) قاب ساده 3 طبقه با بازشو80%.....96
جدول (4 19) قاب مختلط 3 طبقه با بازشو80%.....96
جدول (4 20) قاب ساده 7 طبقه با بازشو10%.....97
جدول (4 21) قاب مختلط 7 طبقه با بازشو10%.....97
جدول (4 22) قاب ساده 7 طبقه با بازشو30%.....97
جدول (4 23) قاب مختلط 7 طبقه با بازشو30%.....97
جدول (4 24) قاب ساده 7 طبقه با بازشو50%.....98

جدول (4 25) قاب مختلط 7 طبقه با بازشو50%.....98
جدول (4 26) قاب ساده 7 طبقه با بازشو80%.....98
جدول (4 27) قاب مختلط 7 طبقه با بازشو80%.....98
جدول (4 28) قاب ساده 10 طبقه با بازشو10%.....99
جدول (4 29) قاب مختلط 10 طبقه با بازشو10%.....99
جدول (4 30) قاب ساده 10 طبقه با بازشو30%.....99
جدول (4 31) قاب مختلط 10 طبقه با بازشو30%.....99
جدول (4 32) قاب ساده 10 طبقه با بازشو50%.....100
جدول (4 33) قاب مختلط 10 طبقه با بازشو50%.....100
جدول (4 34) قاب ساده 10 طبقه با بازشو80%.....100
جدول (4 35) قاب مختلط 10 طبقه با بازشو80%.....100
جدول (4 36) قاب ساده 15 طبقه با بازشو10%.....101
جدول (4 37) قاب مختلط 15 طبقه با بازشو10%.....101
جدول (4 38) قاب ساده 15 طبقه با بازشو30%.....101
جدول (4 39) قاب مختلط 15 طبقه با بازشو30%.....101
جدول (4 40) قاب ساده 15 طبقه با بازشو50%.....102
جدول (4 41) قاب مختلط 15 طبقه با بازشو50%.....102
جدول (4 42) قاب ساده 15 طبقه با بازشو80%.....102
جدول (4 43) قاب مختلط 15 طبقه با بازشو80%.....102
جدول (4 44).....106