به نام ایزد یکتا

۴۲۶۷۱

پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله

پایان نامه کارشناسی ارشد

مهندسی زلزله

موضوع :

طراحی دیوارهای برشی بازشودار با عملکرد دوگانه شکل پذیری

۱۳۸۱ /۵/ ۳۰

دانشجو :

فریبرز سهرابی

استاد راهنما :

دکتر منصور ضیایی فر

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
تاریخ ثبت ۱۳۸۱/۵/۳۰

۱۳۸۰

۳۲۶۷۱

تقدیم به :

تو همسر عزیزم

که صبورانه مرا یاری نمودی .

با تشکر از :

دکتر منصور ضیایی فر

و با تشکر از :

ریاست محترم ، امور اداری و دبیرخانه مرکز
آموزش و تحقیقات هلال احمر

استاد راهنما : دکتر منصور ضیایی فر امضاء

اعضای هیئت داوری :

دکتر ساسان عشقی امضاء

دکتر حسین رجایی امضاء

رئیس تحصیلات تکمیلی : دکتر بهرخ حسینی هاشمی امضاء

چکیده :

وجود بازشو در المانهای بتن مسلح فرضهای ساده کننده طراحی را تغییر می دهد . لذا طراحی به شیوه های معمول در مورد این المانها مناسب به نظر نمی رسد . از طرف دیگر در دیوارهای برشی بتن مسلح به دلایل معماری و یا سازه ای بازشوهایی ایجاد می شود . دلیل سازه ای ایجاد این بازشوها می تواند ایجاد ضعف در عملکرد برشی قسمتهای فوقانی و در نتیجه استفاده از مکانیزم خرابی برشی دیوار در کنار خرابی خمشی در پایه دیوار جهت ایجاد شکل پذیری دوگانه در دیوار باشد . هدف از این تحقیق مقایسه روشهای مختلف طراحی دیوارهای برشی بازشودار می باشد . لذا ابتدا روشهای طراحی موجود در دیوارها و تیرهای بتنی بازشودار مورد بررسی قرار گرفته و دو روش میله و کش و خرپای پلاستیسیته جهت طراحی دیوارهای بازشودار انتخاب شده است . این دو روش در طراحی سه دیوار با شکل بازشوهای دایره ای ، مستطیلی و شکافدار (که هدف از ایجاد بازشو در آنها ایجاد عملکرد شکل پذیری دوگانه بوده است) اعمال شده و نتایج مورد بحث و بررسی قرار گرفته است . از آنجا که نقص عمده هر دو روش لحاظ نکردن بارگذاری رفت و برگشتی در عملکرد دیوار بتن مسلح است پیشنهاد شده است که اصلاحاتی در روشهای مذکور با استفاده از تئوری میدان فشار انجام گیرد .

فهرست

فصـــل اول : مقدمـــه.....۱

تنـــوع در دیوارهـــای برشـــی ۳

ایجـاد بازشـو در دیـوار بـدلیل مسـایل معمـاری.....۵

دیوارهـــای برشـــی جفـــت.....۶

مـدهای شکسـت در دیوارهـای برشـی و جـذب انـرژی دوگانـه.....۷

مـــروری بـــر فصـــلهای پایـــان نامـــه.....۸

فصل دوم : مروری بر روشهای برخورد با بازشوها در المانهـای بـــتن مســـلح.....۱۲

۲-۱ دیوارهـــای برشـــی جفـــت.....۱۳

۲-۲- دیوارهـــای برشـــی بازشـــودار.....۱۶

۲-۳ تیرهـــای عمیـــق بازشـــودار.....۲۵

۲-۳-۱ طراحـــی بـــه روش هـــای جدیـــدتر.....۲۹

۲-۴- تیرهـای بتنـی بـا رفتـار خمشـی و برشـی.....۳۰

۲-۴-۱-رفتار تیرهای بتنی بـا بازشـوی کوچـک تحـت خمـش خـالص...۳۱

۲-۴-۲- تیرهای بتنی با بازشـوی کوچـک تحـت اثـر خمـش و بـرش....۳۵

۲-۴-۲-۱-روش متـــداول طراحـــی..... ۳۶

۲-۴-۲-۲-کنتـــــرل تـــــرک..... ۴۰

۲-۴-۲-۳- روش خرپـــــای پلاستیســـــیته..... ۴۰

۲-۴-۲-۳-۱- مدل خرپای پلاستیسـیته در تیرهـای بازشـودار ۴۴

۲-۴-۳- تیرهای با بازشوی مستطیلی بزرگ تحت خمش و برش.....۴۹
۲-۴-۳-۱ روش حدی.....۵۱
۲-۴-۳-۲- روش خرپای پلاستیسیته ۵۲
۲-۴-۳-۳ روش میله و کش.....۵۵
۲-۴-۳-۳-۱- کاربرد روش در تیرهای بتنی بازشودار.....۵۷

فصل سوم :ارزیابی روشهای طراحی از طریق مقایسه با نمونه های آزمایشگاهی.....۶۱

فصل چهارم : طراحی دیوارهای برشی با رفتار دوگانه شکل پذیری.....۷۰

۴-۱- دیوار برشی شکافدار.....۷۵
۴-۲- دیوار با بازشوهای دایره ای.....۸۱
۴-۳- دیوار با بازشوی مستطیلی.....۸۷

فصل پنجم : اثر بارگذاری رفت و برگشتی بر سازه های بتنی..... ..... ۹۲

۵-۱- رفتار هیستریتیک بتن مسلح و اندیسهای خرابی.....۹۳
۵-۱-۱ رفتار هیستریتیک عناصر خمشی در برنامه های کامپیوتری.....۹۳
۵-۲- مدلهای رفتاری هیستریتیک بتن مسلح در اجزای محدود.....۱۰۱
۵-۳- اثرات بارگذاری رفت و برگشتی در دیوارهای برشی..... ۱۰۲
۵-۳-۱- اثر آرماتورگذاری قطری.....۱۰۲

۵-۳-۲ - دیوارهـــــای بازشـــــودار ۱۰۹
۵-۴- مدلهای تئوری جهت لحاظ کـردن تـرک خـوردگی در بـتن.....۱۱۲
۵-۴-۱ مـــدل خرپـــای بـــا زاویـــه متغیـــر.....۱۱۳
۵-۴-۲- تئـــــوری میـــــدان فشـــــار.....۱۱۷
۵-۵- پیشنهاد روش برای لحاظ کردن اثر بارگذاری متناوب در تئوری میدان فشـــار و ســـایر روشـــهای طراحـــی.....۱۲۲

فصل ششـــم : نتیجـــه گیـــری.....۱۲۶

۶-۱- نتـــــایج اصـــــلی تحقیـــــق.....۱۲۷
۶-۲- پیشـــــنهاد بـــــرای تحقیقـــــات آینـــــده.....۱۲۷

فهرست شکلها

شکل ۱-۱ : آرایش های ممکن برای دیوارهای برشی در پلان ساختمان [۲]..... ۲

شکل ۱-۲ : مثالهایی برای پایداری پیچشی دیوارهای برشی [۳].....۳

شکل ۱-۳ : مقاطع متداول در دیوارهای برشی [۳].....٤

شکل ۱-٤ : دیوارهای برشی غیر منشوری [۳]..... ٤

شکل ۱-٥: دیوارهای برشی به صورت یک تیر کنسول [۳]..... ٥

شکل ۱-٦ :تأثیر بازشوها بر مقاومت برشی دیوار[۳]..... ٦

شکل ۱-۷ : الف) دیوار برشی جفت ب) تیر متصل کننده [٤]..... ۹

شکل ۱-۸ : مقایسه سیستم مقاوم دیوار برشی جفت با دیوار برشی توپر[۳].....۱۰

شکل ۱-۹ : دیاگرام انحنای تئوری و واقعی در یک دیوار برشی در کرنشهای فشاری مختلف [۸].....۱۰

شکل ۲-۱ : خرابی در دیوار برشی جفت [٤]..... ۱٤

شکل ۲-۲ :عمل ترکیبی برشی و خمشی در تیر همبند الف) رفتار خمشی ب)دونیم شدگی قطری و دوران محور عطف ج) مرحله نهایی شکست [٦]..... ۱٥

شکل ۲-۳ آرماتورگذاری و الگوی ترک در مدلهای دیوار برشی با مقیاس یک چهارم تحت بارگذاری تناوبی [٤]..... ۱٦

شکل۲-٤ : نمودار بار تغییر شکل الف) دیوار بدون بازشو ب)دیوار بازشودار[۷]... ۱۷

شکل ۲-٥ : ابعاد کلی نمونه های آزمایش علی و ویت (۱۹۹۱)[۲]..... ۱۹

شکل ۲-٦ : شبیه سازی با قاب برای تحلیل دیوارهای برشی جفت سه بعدی[۹]..... ۲۰

شکل ۲-۷ : مدلهای میله وکش در جهتهای مثبت و منفی ارائه شده توسط تایلور و همکاران (۱۹۹۷)(واحد بار کیپس است)[۱۰]..... ۲۱

شکل ۲-۸ : نمودار بار تغییر مکان برای دیوار شکل ۲-۷.....۲۲

شکل ۲-۹ : دیوار برشی با بازشو در پایه دیوار الف)شبکه بندی با المانهای سوراخدار ب) شبکه بندی با المانهای ریز توسط نرم افزار SAP IV..... ۲۳

شکل ۲-۱۰ : المانهای نه گرهی بکار رفته توسط ماکرتیچ و آسواد (۱۹۹۷) [۲]..... ۲٤
شکل ۲-۱۱ : تغییرات کرنش بتن در وسط دهانه و صفحه شکستِ تیر عمیق با بازشو در جـــــــــــان..... ۲۶
شکل ۲-۱۲ : الگوی ترکها در شکست تیر عمیق با بازشوهای مستطیلی..... ۲۷
شکل ۲-۱۳ : الگوی ترکها در شکست تیر عمیق با بازشوهای دایره ای[۱۳].....۲۸
شکل ۲-۱۴: ناحیه بحرانی برای بازشوی جان..... ۲۹
شکل ۲-۱۵ : موقعیت هندسی بازشوی جان که مسیر بحرانی بار را قطع می کند..... ۳۰
شکل ۲-۱۶ : اجرای داکتهای تأسیساتی به شکل متداول [۱۴].....۳۱
شکل۲-۱۷ : عبور داکتها و لوله های تأسیساتی از جان تیرها[۱۴].....۳۲
شکل۲-۱۸ : تیر بتنی تحت خمش خالص..... ۳۴
شکل ۲-۱۹ : تیر با بازشوی کوچک [۱٤].....۳۵
شکل ۲-۲۰ : شکست برشی تیرهای فاقد میلگرد برشی [۱٤].....۳٦
شکل ۲-۲۱ : دو مود شکست برشی با بازشوی کوچک.....۳۸
شکل ۲-۲۲ : مقاومت برشی تأمین شده توسط آرماتورها[۱٤]..... ۳۹
شکل ۲-۲۳ : دیاگرام آزاد در محل بازشوی تیر[۱٤]..... ٤۱
شکل ۲-٢٤ : عمل خرپایی در تیر توپر[۱٤].....٤٤
شکل ۲-۲۵ : رفتار خرپایی در تیر بازشودار [۱٤]..... ٤٦
شکل ۲-۲٦ : ارزیابی معادله ۲-۱۹ [۱٤].....٤۸
شکل ۲-۲۷ : آرماتورهای قطری در تیر بازشودار [٤]..... ٤۸
شکل ۲-۲۸: تیر بازشودار تحت ممان خمشی و نیروی برشی (الف) تیر ؛ (ب) دیاگرام آزاد بازشو ؛ (ج) دیاگرام آزاد یالهای فوقانی و تحتانی..... ۵۰
شکل ۲-۲۹ : دیاگرام عملکرد خرپایی در تیر با بازشوی مستطیلی (با تقویت کننده های افقـــــــــــی)[۱٤].....٥٤
شکل ۲-۳۰ : عمل خرپایی در تیر با بازشوی مستطیلی مسلح شده با آرماتور قطـــــــــــری.....٥٦

شکل۲-۳۱ : مدل میله و کش (الف) نواحی B و D (ب) نواحی D در انتهای تیر (ج) نواحی D2 و D3 (د) نیروهای طراحی خاموتها (ه) آرایش میلگردها ۵۸
شکل ۳-۱ :دیوار RW3 ..... ۶۳
شکل ۳-۲ : آرماتور گذاری دیوار W-3 توسط علی و ویت (۱۹۹۱) [۸] ٦٤
شکل۳-۳ : مدل میله و کش برای دیوار W-3 ..... ٦٦
شکل ۳-٤ : جزئیات آرماتورگذاری برای دیوار RW-3 الف) خرپای پلاستیسیته ب) میله و کش ٦٧
شکل۳-٥ : جزئیات آرماتورگذاری برای دیوار W-3 الف) خرپای پلاستیسیته ب) میله و کش ٦٩
شکل ٤-۱: مودهای رفتاری دیوارهای برشی [۳] ۷۱
شکل ٤-۲ : دیاگرامهای نیروی برشی و لنگر خمشی در یک دیوار برشی ۷۲
شکل ٤-۳ : شکل کلی دیوارهای مورد بررسی الف) با بازشوی مستطیلی ب) با بازشوی دایره ای ج) دیوار شکافدار (ابعاد برحسب سانتیمتر) ۷٤
شکل ٤-٤: بارگذاری دیوارهای مورد مطالعه ۷٥
شکل ٤-٥ : نواحی D در مدل میله و کش دیوارهای الف) شکافدار ب) بابازشوی مستطیلی بزرگ ۷۷
شکل ٤- ٦ : خرپای تشکیل شده و نیروهای وارده بر یکی از نواحی D (این ناحیه در شکل ٤-٥ داخل دایره قرار گرفته است) ۷۸
شکل ٤-۷- مدلسازی نواحی B توسط نرم افزار SAP2000 ... ۷۹
شکل ٤-۸ : مدل میله و کش برای دیوار با بازشوی دایره ای (C : فشاری و T : کششی) ۸۳
شکل ٤-۹ : ابعاد تغییر یافته نواحی B دیوار با بازشوی مستطیلی در روش میله و کش ۸۸
شکل ٥-۱ : رفتار هیستریتیس بتن در مدلسازی IDARC ۹٥

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
تهیه کننده

شـــکل ٥-٢ : رشـــد تغییـــر شـــکل پلاســـتیک [٢٠].....٩٦
شـــکل ٥-٣ : معنـــی فیزیکـــی انـــدیس خرابـــی [٢٠]..... ٩٨
شـکل ٥-٤ : تعریـف شکسـت خمشـی تحـت الـف) بارگـذاری یکنواخـت ب) بارگـذاری تنـــــــــــــــاوبی..... ١٠٠
شکل ٥-٥ : دیاگرام بار تغییر شکل دیوارهـای برشـی الـف) آرماتورگـذاری مرسـوم ب) آرماتورگـــــــذاری قطـــــــری.....١٠٤
شکل ٥-٦ : ابعـاد نمونـه هـای آزمایشـی (سـیتیپانت و همکـاران (٢٠٠١))..... ١٠٥
شکل ٥-٧ :پاسـخ هیسـتریتیک دیـوار هـای الـف)W1 ب) W2 ج) W3 د) W4.....١٠٦
شکل٥-٨ : خرابـی برشـی در پایـه دیوارهـا الـف) W1 ب) W2 ج) W3 د)...W4 ١٠٧
شـکل ٥-٩ : تغییـرات خرابـی برشـی بـا شـکل پـذیری تجمعـی [٢٥]..... ١٠٨
٥-١٠ : دیـــــــــــوار PW1 [٢٦]..... ١١١
شـــکل ٥-١١: دیـــاگرام بـــار تغییـــر شـــکل دیـــوار PW [٢٦]..... ١١٢
شکل ٥-١٢ : دیاگرام بار تغییرشکل برای مودهای رفتاری مختلـف دیـوار بـا آرایشـهای مختلـــــــف آرماتورهـــــــا [٢٦]..... ١١٣
شکل ٥-١٣ : منحنی بار تغییر شکل محاسباتی بـرای آرایشـهای مختلـف آرماتورهـا١١٤
شـکل ٥-١٤ : شـرایط تعـادل بـرای خرپـای بـا زاویـه متغیـر.....١١٦
شـــکل ٥-١٥ : میـــدان کشـــش در تیرورقهـــای فـــولادی..... ١١٧
شکل ٥-١٦ : شـرایط سـازگاری بـرای المانهـای تـرک خـورده جـان..... ١١٩
شـــکل ٥- ١٧ : اثـــر θ در کـــرنش آرماتورهـــا..... ١١٩
شکل ٥-١٨ : دیاگرام موهر برای تنش وکرنش الف)نمونه استوانه ای و ب) بتن در ترک خـــــــــوردگی قطـــــــــری.....١٢١
شـکل ٥-١٩ : فلوچـارت پیشـنهادی بـرای روش تئـوری میـدان فشـار..... ١٢٥

فهرست جداول

جدول۴-۱ : آرماتورگذاری دیوار شکافدار به دو روش خرپای پلاستیسیته و میله و کش (cm^2) ۸۰

جدول ۴-۲ : مقایسه حجم کل آرماتور مصرفی از دوروش در دیوار شکافدار (cm^3)..... ۸۱

جدول ۴-۳ : جدول آرماتورگذاری دیوار با سوراخ دایره ای (cm^2) ۸۴

جدول ۴-۴: مقایسه حجم کل آرماتور مصرفی از دوروش در دیوار با بازشوی دایره ای(cm^3)..... ۸۶

جدول ۴-۵ : آرماتورگذاری در دیوار با بازشوی مستطیلی..... ۸۹

جدول ۴-۶: مقایسه حجم کل آرماتور مصرفی از دوروش در دیوار با بازشوی مستطیلی بزرگ (cm^3)..... ۹۰

جدول ۵-۱ : خصوصیات مصالح و نسبت آرماتورها برای چهار دیوار W1 تا W4 [۲۵]..... ۱۰۳

فهرست نمودارها

نمودار ۴-۱ : حجم کل آرماتور مصرفی از دوروش در دیوار شکافدار نمودار.....۸۱

۴-۲ : حجم کل آرماتور مصرفی از دوروش در دیوار با بازشوی دایره ای..... ۸۶

نمودار ۴-۳ : حجم کل آرماتور مصرفی از دوروش در دیوار با بازشوی مستطیلی بزرگ.....۹۰