

پتانسيل خرابى پيشرونده در سازه‌ها

www.ketab.ir

مؤلف:

حميد رضا توکلى

امير حسين حسنى

سرشناسه	:	توکلی، حمیدرضا، ۱۳۴۹ -
عنوان و نام پدیدآور	:	پتانسیل خرابی پیشرونده در سازه‌ها/ نویسندگان حمیدرضا توکلی، امیرحسین حسینی.
مشخصات نشر	:	تهران: ندای کارآفرین، ۱۳۹۸.
مشخصات ظاهری	:	۴۰۰ص.
شابک	:	978-600-482-361-6
وضعیت فهرست نویسی	:	فیبا
موضوع	:	شکست سازه‌ای
موضوع	:	Structural failures
موضوع	:	طراحی سازه
موضوع	:	Structural design
شناسه افزوده	:	حسینی، امیرحسین، ۱۳۴۹ -
رده بندی کنگره	:	۶۵۶TA
رده بندی دیویی	:	۱۷۱/۲۴
شماره کتابشناسی ملی	:	۵۷۰۷۳۵۹

نام کتاب	:	پتانسیل خرابی پیشرونده در سازه‌ها
نویسنده	:	حمیدرضا توکلی و امیرحسین حسینی
صفحه‌آرا	:	اکرم ملک نژاد
طراح جلد	:	رضا کاوه
تیراژ	:	۱۰۰۰ نسخه
نوبت چاپ	:	اول ۱۳۹۸
قیمت	:	۵۰۰۰ تومان
شابک	:	۹۷۸-۶۰۰-۴۸۲-۳۶۱-۶



تهران، خیابان انقلاب، خیابان فخررازی، نبش کوچه انوری، پلاک ۲۹

تلفن تماس: ۶۶۴۰۲۷۲۲

WWW.NedayeKarafarin.ir

فهرست مطالب

پیشگفتار.....	۱۱
فصل اول: مبانی و کلیات خرابی پیشرونده.....	۱۳
۱-۱- مقدمه.....	۱۵
۲-۱- نمونه‌هایی از خرابی پیشرونده.....	۱۷
۳-۱- تعاریف خرابی پیشرونده و انواع آن.....	۲۶
۱-۲-۱- خرابی پن‌کیکی.....	۲۶
۲-۱-۱- خرابی زیبایی.....	۲۸
۳-۲-۱- خرابی دومینویی.....	۳۰
۴-۳-۱- خرابی سطح مقطعی.....	۳۲
۵-۳-۱- خرابی از نظر ناپایداری.....	۳۲
۶-۳-۱- خرابی ترکیبی.....	۳۳
۴-۱- گروه‌های خرابی پیشرونده.....	۳۴
۵-۱- اندازه و جهت‌گیری سازه.....	۳۵
۶-۱- بررسی آیین‌نامه‌ها و راهنماهای مرتبط با خرابی پیشرونده.....	۳۵
۱-۶-۱- راهنمای- GSA2003 و GSA 2013.....	۳۶
۲-۶-۱- مبحث بیست و یکم مقررات ملی ساختمان.....	۴۱
۷-۱- روش‌های تحلیل سازه آسیب دیده در روش مساحتی بایگین.....	۴۳
۱-۷-۱- تحلیل استاتیکی خطی (LS).....	۴۳
۲-۷-۱- تحلیل استاتیکی غیر خطی (NS).....	۴۴
۳-۷-۱- تحلیل دینامیکی خطی (LD).....	۴۴
۴-۷-۱- تحلیل دینامیکی غیر خطی (ND).....	۴۴
تمرین‌ها و سؤالات فصل اول.....	۴۶
فصل دوم: خرابی پیشرونده بدون در نظرگیری عامل شروع خرابی.....	۴۷
۱-۲- مقدمه.....	۴۹
۲-۲- بررسی تفصیلی خرابی پیشرونده تحت بار ثقلی مطابق با آیین‌نامه GSA.....	۴۹
۱-۲-۲- تحقیق توکلی و حسنی.....	۴۹
۲-۲-۱- روش‌های بارگذاری و شبیه‌سازی خرابی پیشرونده.....	۵۱
۲-۲-۲- صحت‌سنجی.....	۵۳
۳-۲-۲- تفسیر نتایج.....	۵۴

۵۸	۲-۲-۲- تحقیق توکلی و کیاکجوری
۵۹	۲-۲-۲-۱ روش‌های بارگذاری و شبیه سازی خرابی پیشرونده
۶۲	۲-۲-۲-۲ تفسیر نتایج
۷۳	۳-۲- بررسی پژوهش محققان دیگر بر خرابی پیشرونده تحت بار ثقلی
۸۰	۴-۲- تمرین‌ها و سؤالات فصل دوم
۸۱	فصل سوم: خرابی پیشرونده با در نظر گرفتن عامل شروع خرابی
۸۳	۱-۳- مقدمه
۸۴	۲-۳- خرابی پیشرونده تحت بار ثقلی و انفجار
۸۴	۳-۱- توکلی و کیاکجوری
۸۶	۲-۱-۱ روش‌ها و روابط تخمین بارهای انفجاری
۸۹	۳-۱-۲-۱ شبیه‌سازی اعمال بار به سازه
۹۱	۳-۱-۲-۲ تفسیر نتایج
۹۲	۳-۱-۲-۳ تفسیر نتایج
۹۹	۳-۲- سایر تحقیقات راجع به خرابی پیشرونده تحت بارگذاری انفجار
۱۰۰	۳-۳- خرابی پیشرونده تحت بار ثقلی و زلزله
۱۰۰	۱-۳-۳ مقدمه
۱۰۱	۳-۲-۳ نمونه‌های واقعی خرابی پیشرونده در اثر بار لرزه‌ای
۱۰۹	۳-۳-۳ تحقیقات انجام شده در مورد خرابی پیشرونده لرزه‌ای
۱۰۹	۳-۳-۳-۱ تحقیق توکلی و حسنی
۱۱۷	۳-۳-۳-۱ روش‌های بارگذاری و شبیه سازی خرابی پیشرونده لرزه‌ای
۱۲۱	۳-۳-۳-۲ تفسیر نتایج
۱۴۰	۳-۳-۳-۲ تحقیق سایر محققان راجع به خرابی پیشرونده لرزه‌ای
۱۴۲	۳-۴- خرابی پیشرونده تحت بار ثقلی و آتش سوزی
۱۴۲	۱-۴-۳ مقدمه
۱۴۲	۳-۴-۲ نمونه‌های واقعی خرابی پیشرونده رخ داده شده در اثر آتش سوزی
۱۴۹	۳-۴-۳ تحقیقات انجام شده راجع به خرابی پیشرونده در اثر آتش سوزی
۱۴۹	۳-۴-۳-۱ توکلی و کیاکجوری
۱۴۹	۳-۴-۳-۱ مدل سازی و مفاهیم
۱۵۴	۳-۴-۳-۲ تفسیر نتایج
۱۶۲	۵-۳- تمرین‌ها و سؤالات فصل سوم
۱۶۵	فصل چهارم: ارزیابی شاخص تنومندی برای خرابی پیشرونده
۱۶۷	۱-۴- مقدمه

۱۶۷	۲-۴- کلیات و مفاهیم
۱۶۹	۱-۲-۴- تخمین استواری بر اساس سختی
۱۷۰	۲-۲-۴- تخمین استواری بر اساس خسارت
۱۷۳	۳-۲-۴- تخمین استواری بر اساس انرژی
۱۷۴	۳-۴- تحقیق توکلی و کیاکجوری
۱۸۱	۴-۴- تحقیق توکلی و مرادی
۱۸۳	۱-۴-۴- شاخص تنومندی بر اساس روش سختی
۱۸۴	۲-۴-۴- شاخص تنومندی بر اساس روش برش پایه
۱۸۵	۳-۴-۴- شاخص تنومندی بر اساس روش انرژی
۱۸۶	۵-۴-۴- کاربرد انرژی در باز توزیع نیروها
۱۸۷	۶-۴-۴- رابطه پیش‌بینی برای شاخص تنومندی بر اساس انرژی
۱۸۸	۷-۴-۴- شاخص تنومندی برای خرابی زایی در سازه
۱۹۴	۸-۴-۴- شاخص تنومندی برای پیکربندی در سازه
۱۹۹	۹-۴-۴- حالت‌های مختلف شاخص تنومندی
۲۰۰	۱۰-۴-۴- معرفی مدل‌های دارای خرابی موضعی
۲۰۰	۱۱-۴-۴- معرفی نرم‌افزار PERFORM 3D
۲۰۲	۱۲-۴-۴- فرضیات مدلسازی
۲۰۲	۱۳-۴-۴- تفسیر نتایج
۲۰۳	۱-۱۳-۴-۴- بررسی شاخص تنومندی بر اساس روش سختی
۲۰۹	۲-۱۳-۴-۴- بررسی شاخص تنومندی بر اساس روش برش پایه
۲۲۲	۳-۱۳-۴-۴- بررسی شاخص تنومندی بر اساس روش انرژی
۲۵۷	تمرین‌ها و سؤالات فصل چهارم
۲۵۹	فصل پنجم: سیستم‌های مقاوم در برابر خرابی پیش‌رونده
۲۶۱	۱-۵- مقدمه
۲۶۳	۲-۵- روش‌های طراحی خرابی پیش‌رونده
۲۶۶	۳-۵- ملاحظات بهسازی ساختمان‌ها در برابر خرابی پیش‌رونده
۲۶۶	۱-۳-۵- تقویت موضعی برای جلوگیری از آغاز گسیختگی
۲۶۷	۱-۱-۳-۵- بهبود عناصر آسیب‌پذیر در برابر تهدیدات مشخص
۲۶۸	۲-۱-۳-۵- بهسازی عناصر آسیب‌پذیر در برابر تهدیدات غیرمشخص
۲۶۸	۳-۱-۳-۵- محدودیت‌های ناشی از سیستم سازه‌ای موجود
۲۶۹	۲-۳-۵- بهبود باز پخش انرژی برای محدود نمودن خرابی موضعی

- ۲۷۰-۱-۲-۳-۵- مقاومت سازی موضعی به منظور تأمین پاسخ سراسری ۲۷۰
- ۲۷۰-۲-۳-۵- اضافه نمودن مسیرهای جایگزین انتقال بار ۲۷۰
- ۲۷۱-۳-۳-۵- روش‌های بهبود باز پخش انرژی و توزیع مجدد بارها ۲۷۱
- ۲۷۱-۱-۳-۳-۵- عملکرد دو طرفه ۲۷۱
- ۲۷۱-۲-۳-۳-۵- خریاهای ثانویه ۲۷۱
- ۲۷۲-۳-۳-۳-۵- ایجاد طبقات محکم در ساختمان ۲۷۲
- ۲۷۲-۴-۳-۳-۵- اجازه توسعه یافتن به عملکرد زنجیروار ۲۷۲
- ۲۷۴-۴-۳-۳-۵- ارزیابی سیستم‌های سازه‌ای موجود ۲۷۴
- ۲۷۴-۱-۴-۱-۱- مرور اسناد ۲۷۴
- ۲۷۴-۲-۴-۱-۵- بررسی نحوه ساخت ۲۷۴
- ۲۷۵-۳-۴-۳-۵- مصالح ۲۷۵
- ۲۷۵-۴-۳-۳-۵- ارزیابی ظرفیت موجود سیستم‌های سازه‌ای ۲۷۵
- ۲۷۶-۵-۳-۳-۵- بهبود وقت به مالچ خاص ۲۷۶
- ۲۷۶-۱-۵-۳-۳-۵- سازه‌های ای و ی مسلح ۲۷۶
- ۲۷۸-۲-۵-۳-۳-۵- المان‌ها و المان‌های زود ۲۷۸
- ۲۷۹-۴-۳-۳-۵- تحقیق توکلی و نقوی ۲۷۹
- ۲۸۰-۱-۴-۳-۵- مدلسازی ۲۸۰
- ۲۹۲-۲-۴-۳-۵- تفسیر نتایج ۲۹۲
- ۳۳۲-۴-۳-۳-۵- تحقیق توکلی و اکبرپور ۳۳۲
- ۳۳۲-۱-۴-۳-۵- کلیات تحقیق و مدل سازی ۳۳۲
- ۳۳۷-۲-۴-۳-۵- نتایج ۳۳۷
- ۳۴۷-۵-۳-۳-۵- تحقیق توکلی و قره‌چماقلو ۳۴۷
- ۳۴۸-۱-۵-۳-۳-۵- مدلسازی و کلیات ۳۴۸
- ۳۶۳-۲-۵-۳-۳-۵- نتایج ۳۶۳
- ۳۸۸-۶-۳-۳-۳-۵- تمرین‌ها و سؤالات فصل پنجم ۳۸۸
- ۳۸۹- منابع و مأخذ ۳۸۹

پیشگفتار

خرابی پیشرونده وضعیتی در یک سازه است که بروز یک خرابی موضعی در یک عضو سازه‌ای منجر به خرابی اعضای مجاور آن و فروریزش های اضافی در سازه می‌شود. خرابی موضعی می‌تواند تحت بارگذاری های غیر معمول مانند انفجارها و یا در زلزله های شدید رخ دهد. در سناریوی خرابی پیشرونده نیروهایی در ساختمان ایجاد می‌گردد که ساختمان اساساً برای تحمل آنها طرح نگشته است. این وضعیت پایداری ساختمان را تهدید کرده و می‌تواند باعث انهدام آن شود. البته آیین نامه های مخصوص به خرابی پیشرونده در سال های اخیر به بررسی راهکارهایی برای مقابله با این نوع خرابی پرداخته اند. در کشور ما نیز خرابی پیشرونده در ساختمان های مهمی از جمله سازه های پلاسکو اتفاق افتاده است که لزوم بررسی بیشتر و دقیق تر این پدیده را امری ضروری جلوه می‌دهد.

در این کتاب در فصل اول بررسی کامل خرابی پیشرونده و مفاهیم آن پرداخته می‌شود سپس در فصل دوم و سوم به بررسی خرابی پیشرونده تحت بار ثقلی تنها، ثقلی و انفجار، ثقلی و زلزله و ثقلی و تشنه سوزی پرداخته شده است. در ادامه در فصل چهارم به بررسی مفهوم مهم نشست استواری در خرابی پیشرونده پرداخته شده است و در انتها، در فصل آخر به بررسی راهکارهای موجود برای مقاوم سازی و بهسازی در برابر خرابی پیشرونده پرداخته شده است. گونه ای که با مطالعه همه ی فصل ها به میزان قابل توجهی میزان تسلط برای آگاهی و انجام تحقیق های مرتبط با خرابی پیشرونده فراهم آمده است.

تلاش نویسندگان این کتاب بر این بوده تا اندوخته های خود را به صورتی بی عیب و نقص ارائه کنند تا در زمینه های مختلف مهندسی و پژوهشی مفید باشد. در ادامه از تمامی دوستان و استایدهای که ما را در نگارش این کتاب یاری رساندند کمال تشکر و قدر دانی را می‌داریم. در خاتمه از تمامی اساتید، دانشجویان و مهندسان عزیزی که این کتاب را مطالعه می‌کنند درخواست می‌نماییم تا ما را از نظرات و پیشنهادات اصلاحی بهره مند سازند.

Tavakoli@nit.ac.ir

حمیدرضا توکلی

amirhosein.hasani68@gmail.com

امیرحسین حسینی