

به نام خدا



مؤسسه فرهنگی هنری
دیباگران تهران

تحلیل غیر خطی و ارزیابی عملکرد سازه‌های سه بعدی

(راهنمای کامل 3D PERFORM)

ترجمه و تألیف

یاشار زرین قلم

هر گونه چاپ و تکثیر از محتویات این کتاب بدون اجازه کتبی
ناشر ممنوع است. متخلفان به موجب قانون حمایت حقوق
مؤلفان، مصنفان و هنرمندان تحت پیگرد قانونی قرار می گیرند.

Nonlinear Analysis & Performance Assessment for 3D Structures PERFORM 3D

تحلیل غیر خطی و ارزیابی عملکرد سازه های سه بعدی (راهنمای کامل PERFORM 3D)

ترجمه و تألیف: یاشار زرین قلم

ناشر: مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران

حروفچینی و صفحه آرایی: مجتمع فنی تهران

طرح روی جلد: مجتمع فنی تهران

چاپ: پرستو

نوبت چاپ: اول

تاریخ نشر: اردیبهشت ماه ۱۳۸۹

تیراژ: ۲۰۰۰ نسخه

قیمت: ۴۲۰۰۰ ریال

سروشنامه: زرین قلم، یاشار. ۱۳۶۲ - گردآورنده و مترجم.

عنوان و نام پدیدآور: تحلیل غیر خطی و ارزیابی عملکرد سازه های سه بعدی: راهنمای
کامل PERFORM 3D؛ ترجمه و تألیف یاشار زرین قلم.

مشخصات نشر: تهران: مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران: ۱۳۸۸.

مشخصات ظاهری: ۲۷۲ ص: - مصور.

شابک: 978-964-354-999-2

وضعیت فهرست نویسی: فیا

یادداشت: کتاب حاضر ترجمه بخش هایی از کتاب "PERFORM 3D Nonlinear
Analysis and Performance Assessment for 3D Structures" می باشد.

موضوع: سازه، تجزیه و تحلیل -- داده پردازی

موضوع: سازه -- طرح و محاسبه -- نرم افزار

موضوع: سازه -- برنامه های کامپیوتری

رده بندی کنگره: ۶۲۴/۱۷۱۰۲۸۸

رده بندی دیویی: ۶۲۴/۱۷۱۰۲۸۵

شماره کتابشناسی ملی: ۱۹۱۴۹۸۲

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۳۵۴-۹۹۹-۲

ISBN: 978-964-354-999-2

نشانی دفتر مرکزی: تهران، سعادت آباد، میدان کاج، خ سرو شرقی، روبه روی خ علامه، پلاک ۴۹

تلفن: ۲۲۰۹۸۴۴۶-۷ صندوق پستی: ۱۴۳۳۵/۹۴۳ وب سایت: dibagaran.mft.info

نشانی واحد فروش: تهران، شهران، بالاتر از میدان دوم، نبش کوچه شهید عسگری، پلاک ۱۵۷

تلفن: ۴۴۳۰۴۳۰۱-۵ نمایر: ۴۴۳۰۸۸۸۸ کد پستی: ۱۴۷۸۷۱۵۶۹۱

پست الکترونیکی: bookmarket@mftmail.com فروش اینترنتی: www.mftshop.com

فهرست مطالب

۷	مقدمه ناشر
۸	مقدمه
۹	پیشگفتار

فصل اول: آشنایی با کلیات نرم افزار PERFORM

۱۶	تنظیمات مربوط به جهت دید
۱۸	گره ها (Nodes)
۲۷	فریم ها (Frames)

فصل دوم: مشخصات اجزا

۳۱	المان ها و اجزا (Elements and Components)
۴۴	مدیریت خواص اجزا
۴۵	گزارش های چاپ شده (Printed Reports)
۴۵	روابط F - D
۴۷	افت مقاومت
۵۰	سطح مقطع ها (Cross sections)
۵۳	طول بخش مقطع X یکنواخت (Length of uniform X-section segment)
۵۴	طول فرعی برای مفصل انحنایی
۵۴	اختصاص خودکار ناحیه انتهایی برای تیرها و ستون ها
۵۵	اختصاص چشمه اتصال به صورت خودکار در قاب های فولادی
۵۶	انواع مدل های غیر خطی (مدل هیستریزیس)

فصل سوم: المان ها

۵۹	انواع المان ها
۶۶	گروه های المان
۶۶	مشخص کردن المان ها
۷۴	مدل سازی انواع المان ها (المان تیر)
۸۱	مدل سازی انواع المان ها (المان ستون)

۸۴.....	مدل سازی انواع المان ها (المان چشمه اتصال)
۸۵.....	مدل سازی انواع المان ها (المان دیوار برشی)
۹۳.....	مدل سازی انواع المان ها (المان فنر تکیه گاهی) (support spring element)
۹۵.....	مدل سازی انواع المان ها (المان میله ویسکوز) (Viscous Bar Element)
۹۶.....	مدل سازی المان های قاب خمشی
۹۷.....	مدل سازی المان های قاب مهاربندی
۹۷.....	مدل سازی تیرهای الاستیک
۹۸.....	مدل سازی مهاربندها

فصل چهارم: آماده سازی مدل

۹۹.....	الگوهای بارگذاری (Loads patterns)
۱۰۴.....	تغییر مکان طبقه و انحنای (Drift and deflection)
۱۰۷.....	برش سازه (Structure section)
۱۱۲.....	غیرفعال کردن المان ها (Inactive elements)
۱۱۳.....	حالت های حدی و نسبت های کاربردی (Limit states and usage ratios)

فصل پنجم: حالت های بارگذاری

۱۱۹.....	حالت های بار ثقلی (Gravity load cases)
۱۲۳.....	حالت های بار تحلیل استاتیکی غیر خطی (Static push-over load cases)
۱۳۴.....	حالت های بار زلزله دینامیکی (Dynamic earthquake load cases)
۱۴۳.....	تحلیل طیف پاسخ (Response spectrum analysis)

فصل ششم: اجرای تحلیل

۱۴۷.....	مجموعه تحلیل ها (Analysis series)
۱۵۵.....	اجرای تحلیل (Running analyses)
۱۵۷.....	میرایی ویسکوز الاستیک (Elastic viscous damping)

فصل هفتم: خروجی های تحلیل

۱۶۱.....	شکل های مودی (Mode shapes)
۱۶۲.....	نمودارهای اشکال تغییر شکل یافته (Deflected shape plots)
۱۶۷.....	دیاگرام های لنگر خمشی و برش (Moment and shear diagrams)

۱۷۱.....	نمودارهای تاریخچه زمانی (Time history plots)
۱۷۷.....	نمودار تغییر مکان هدف
۱۸۲.....	گراف‌های نسبت‌های کاربردی (Usage Ratio Graphs)

فصل هشتم: مرور سریع یک مثال فولادی

۱۸۵.....	فراخوانی سازه
۱۸۵.....	گره‌ها (Nodes)
۱۸۶.....	مشخصات اجزا (Component properties)
۲۰۵.....	المان‌ها (Elements)
۲۰۶.....	جهت دید
۲۰۷.....	فریم‌ها (Frames)
۲۰۷.....	الگوهای بارگذاری (Load patterns)
۲۱۰.....	تغییر مکان‌های نسبی (Drift)
۲۱۰.....	مقاطع سازه‌ای (Structure sections)
۲۱۱.....	حالت‌های حدی (Limit states)
۲۱۳.....	حذف المان‌ها برای بارهای ثقلی
۲۱۳.....	حالت‌های بار (Load cases)
۲۱۸.....	مجموعه تحلیل‌ها (Analysis series)
۲۲۱.....	اجرای تحلیل‌ها (Run analyses)
۲۲۱.....	اشکال مودی (Mode shapes)
۲۲۲.....	انرژی (Energy)
۲۲۲.....	گروه‌های حالت حدی (Limit state groups)
۲۲۳.....	شکل‌های تغییر یافته (Deflected shapes)
۲۲۳.....	تاریخچه زمانی (Time histories)
۲۲۴.....	حلقه‌های هیستریزس (Hysteresis loops)
۲۲۴.....	دیاگرام‌های برش و خمش و جزییات تغییر شکل‌ها

فصل نهم: روش تحلیل استاتیکی غیر خطی

۲۲۵.....	طراحی براساس سطوح عملکرد
۲۲۶.....	سطوح عملکرد ساختمان
۲۲۸.....	روش‌های تحلیل سازه

۲۳۳.....	الگوی توزیع بار جانبی.....
۲۳۴.....	محاسبه تغییر مکان هدف.....
۲۳۸.....	خلاصه روند تحلیل استاتیکی غیر خطی.....

پیوست (طبقه‌بندی روش‌های مقاوم‌سازی)

۲۴۱.....	روش‌های افزایش استقامت سازه.....
۲۴۲.....	روش‌های کاهش تحریک زلزله.....
۲۴۵.....	قاب‌های مهاربندی مجهز به المان‌های جاذب انرژی.....
۲۴۶.....	میرایی در سازه‌ها.....
۲۴۷.....	انواع وسایل تلف‌کننده انرژی.....
۲۴۹.....	کنترل غیر فعال سازه‌ها با استفاده از سیستم جرم متحرک.....
۲۴۹.....	وسایل اتلافگر انرژی وابسته (حساس) به سرعت (میراگرهای ویسکو الاستیک).....
۲۵۲.....	وسایل اتلافگر انرژی وابسته (حساس) به سرعت (میراگر سیال لزج).....
۲۵۵.....	تجهیزات اتلافگر بر مبنای عملکرد اصطکاکی.....
۲۶۵.....	تجهیزات اتلافگر بر مبنای عملکرد هیستریزیس (میراگرهای ADAS).....

مقدمه ناشر

خط مشی کیفیت انتشارات مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران در عرضه کتاب ملی است که بتواند

خواسته‌های به روز جامعه فرهنگی و علمی کشور را تا حد امکان پوشش دهد

حمد و سپاس ایزد منان را که با الطاف بی‌کران خود این توفیق را به ما ارزانی داشت تا بتوانیم در راه ارتقای دانش عمومی و فرهنگ این مرز و بوم در زمینه چاپ و نشر کتب علمی دانشگاهی، علوم پایه و به ویژه علوم کامپیوتر و انفورماتیک گام‌هایی هر چند کوچک برداشته و در انجام رسالتی که بر عهده داریم، مؤثر واقع شویم. گستردگی علوم و توسعه روزافزون آن، شرایطی را به وجود آورده که هر روز شاهد تحولات اساسی چشمگیری در سطح جهان هستیم. این گسترش و توسعه نیاز به منابع مختلف از جمله کتاب را به عنوان قدیمی‌ترین و راحت‌ترین راه دستیابی به اطلاعات و اطلاع‌رسانی، بیش از پیش روشن می‌نماید. در این راستا، واحد انتشارات مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران با همکاری جمعی از اساتید، مؤلفان، مترجمان، متخصصان، پژوهشگران، محققان و نیز پرسنل ورزیده و ماهر در زمینه امور نشر درصدد هستند تا با تلاش‌های مستمر خود برای رفع کمبودها و نیازهای موجود، منابعی پربرار، معتبر و با کیفیت مناسب در اختیار علاقه‌مندان قرار دهند.

کتابی که در دست دارید با همت "مهندس یاشار زرین‌قلم" و تلاش جمعی از همکاران انتشارات میسر گشته که شایسته است از یکایک این گرامیان تشکر و قدردانی کنیم.

ویراستاری: فاطمه پورعبدل

ویرایش و صفحه‌آرایی کامپیوتری: آرزو مهدوی و تهمینه کاشانیان

طراح جلد: مریم فرجیان

ناظران چاپ: حیدر شفیعی و کریم براغ

در خاتمه ضمن سپاسگزاری از شما دانش‌پژوه گرامی درخواست می‌نماید با مراجعه به آدرس dibagaran.mft.info (ارتباط با مشتری) فرم نظرسنجی را برای کتابی که در دست دارید تکمیل و ارسال نموده، انتشارات دیباگران تهران را که جلب رضایت و وفاداری مشتریان را هدف خود می‌داند، یاری فرمایید.

امیدواریم همواره بهتر از گذشته خدمات و محصولات خود را تقدیم حضورتان نماییم.

مدیر انتشارات

مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران

publishing@mftmail.com

مقدمه

با توجه به پیشرفت‌های اخیر در زمینه نرم‌افزارهای مهندسی، تحلیل سازه‌های سه بعدی توسط نرم‌افزارها بسیار ساده‌تر از گذشته شده است.

در سال‌های اخیر دانشگاه برکلی کالیفرنیا اقدام به تهیه نرم‌افزارهای جامع مهندسی عمران به منظور تحلیل سازه‌ها کرده است. یکی از کاربردی‌ترین نرم‌افزارهای این دانشگاه، برنامه PERFORM می‌باشد که از آن به منظور تحلیل غیرخطی و ارزیابی عملکرد سازه‌ها استفاده می‌شود. قابلیت‌های فوق‌العاده PERFORM در زمینه تحلیل غیرخطی، از مزیت‌های این نرم‌افزار نسبت به برنامه‌های مشابه است.

در این کتاب که زیر نظر جناب آقای دکتر محمود یحیایی، استاد دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی ترجمه و تألیف شده است، سعی بر این بوده که گزینه‌های پرکاربرد و برخی از مبانی تئوری نرم‌افزار PERFORM بیان شود.

از آن جایی که منبع اصلی این کتاب براساس راهنمای نسخه ۴ نرم‌افزار PERFORM می‌باشد، بنابراین سعی شده است در مواقعی که ممکن است ترجمه بعضی از کلمات ابهاماتی را در ذهن خواننده ایجاد کند، اصل عبارت انگلیسی داخل پرانتز مقابل معادل فارسی آن قرار داده شود.

یاشار زرین‌قلم

yashar_zaringhalam@yahoo.com

پیشگفتار

PERFORM-3D برنامه‌ای قدرتمند به منظور ارزیابی لرزه‌های سازه‌هاست که با استفاده از آن می‌توان سازه‌های پیچیده از جمله سازه‌های با دیوار برشی و ... را به صورت غیرخطی تحلیل کرد. اصول کلی و بنیادی این نرم‌افزار منطبق بر گزارشات FEMA می‌باشد. نرم‌افزار PERFORM توسط پروفسور Graham H. Powell از دانشگاه برکلی تهیه شده است. این نرم‌افزار شامل مؤلفه‌های غیرخطی برای مهاربندها، تیرها، ستون‌ها، میله‌ها، دیوارهای برشی، میانقاب‌ها، اتصالات و جداسازهای لرزه‌ای می‌باشد. این مؤلفه‌ها دارای رابطه غیرخطی نیرو- تغییر مکان هستند. امکان مدل کردن کاهش مقاومت المان‌ها نیز در این نرم‌افزار وجود دارد. همچنین قابلیت استفاده از سیستم‌های کنترل غیر فعال مانند میراگرهای انرژی و جداسازهای لرزه‌ای در مدل سازه نیز از دیگر خصوصیات این برنامه است. از دیگر قابلیت‌های این برنامه می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱- تعیین حالات حدی و نسبت‌های کاربردی: برای یک طراح آنالیز غیرخطی به تنهایی

چندان مفید نیست. برای بحث روی سطوح عملکرد سازه باید میزان مقاومت و تغییر شکل سازه را با ظرفیت آن‌ها مقایسه کرد. نرم‌افزار PERFORM قابلیت محاسبه حالات حدی و نسبت‌های کاربردی را برای انواع مقاومت‌ها، تغییر شکل‌های نسبی، چرخش‌ها و ... در سطوح عملکرد مختلف دارا می‌باشد.

۲- محاسبه انرژی مستهلک شده: پاسخ یک سازه هنگام وقوع زلزله، به میزان استهلاک

انرژی در سازه بستگی دارد. نرم‌افزار PERFORM قابلیت محاسبه انرژی مستهلک شده توسط هر یک از مکانیسم‌های اتلاف انرژی را هنگام وقوع زلزله دارد. انواع حالات جذب و اتلاف انرژی در نرم‌افزار براناس موارد زیر می‌باشد:

- انرژی جذب شده توسط جرم‌ها
- انرژی کرنشی برگشت‌پذیر المان‌ها
- انرژی مستهلک شده توسط پارامتر αM
- انرژی مستهلک شده توسط پارامتر BK در المان‌ها
- انرژی غیرالاستیک تلف شده

برنامه به طور اتوماتیک هنگام آنالیز دینامیکی غیرخطی، تمام مؤلفه‌های فوق را محاسبه کرده و میزان تأثیر هر کدام را در جذب انرژی زلزله نشان می‌دهد.

۳- آنالیز استاتیکی و دینامیکی غیرخطی: نرم‌افزار قابلیت انجام انواع آنالیزهای خطی و

غیرخطی تحت بارهای ثقیل، بارهای استاتیکی پوش‌آور و بارهای دینامیکی ناشی از زلزله را دارد، همچنین می‌توان رکوردهای ناشی از زلزله را در سه جهت به سازه اعمال کرده و اثر

همزمانی رکوردها را بررسی کنیم. این نرم افزار قابلیت انجام آنالیز دینامیکی غیرخطی افزایشی را نیز دارا می باشد.

۴- تعیین سطوح عملکرد سازه بر پایه آنالیز استاتیکی غیرخطی: نرم افزار بر اساس آیین نامه (ATC-40) طیف پاسخ عملکرد سازه را مشخص می کند. طیف پاسخ نشان دهنده نقطه عملکرد سازه است.

نسخه جدید این نرم افزار قابلیت فراخوانی هندسه مدل از برنامه های Sap و Etabs را نیز دارد. از جمله دیگر قابلیت های این نرم افزار می توان به موارد زیر اشاره نمود:

- امکان مدلسازی با هر تعداد المان
- المان های خطی و غیر خطی
- سهولت استفاده از محیط گرافیکی برنامه
- امکان مدل کردن دیوارهای برشی
- امکان مدل کردن میراگرهای سیال و اصطکاکی
- در نظر گرفتن اثرات پی دلتا
- توانایی تحلیل سازه های بزرگ
- محاسبه نسبت های ظرفیت / نیاز برای زلزله های متعدد
- محاسبه ظرفیت تغییر شکل یا مقاومت برای انواع المان ها
- محاسبه بالانس انرژی برای افت انرژی
- ترسیم نمودارهای رنگی نسبت های ظرفیت / نیاز
- نتایج تاریخچه زمانی مربوط به تغییر شکل. تغییر شکل نسبی و نیروها
- نمایش هندسه تغییر شکل یافته به صورت متحرک
- نمودارهای چرخه هیسترزیس
- نمودارهای بالانس انرژی

در این کتاب سعی شده است توضیح کامل دستورات و گزینه های کاربردی نرم افزار PERFORM ارائه شود.