



تحلیل غیرارتجاعی سازه‌ها

با استفاده از نرم‌افزار

SeismoStruct

نویسندگان:

مهدی طهرشالی (عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ملایر)

دکتر محمد کاظم بحرانی (عضو هیئت علمی دانشگاه قم)

دکتر وحید رحیمی (عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان)

خسرو بیله‌زبان (عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ملایر)

زمستان ۱۳۹۳

عنوان و نام پدیدآور	تحلیل غیر ارتجاعی سازه‌ها با استفاده از نرم‌افزار seismostruct نویسندگان مهدی علیرضایی.. (دیگران.)
مشخصات نشر	بجنورد دانش اترک، ۱۳۹۳.
مشخصات ظاهری	۱۳۸ ص. مصور جدول.
شابک	978-600-7379-10-3
وضعیت فهرست نویسی	فنی
یادداشت	نویسندگان مهدی علیرضایی محمدکاظم بحرانی وحید رستمی خسرو پیله‌وریان.
موضوع	نرم‌افزار سازه‌های استراکت
موضوع	زلزله - تجزیه و تحلیل خطرات - نرم افزار
موضوع	ساختمان‌ها - طراحی - نرم افزار
موضوع	سازه‌های بتی - طرح و ساختمان
شناسه افزوده	علیرضایی مهدی ۱۳۶۲ -
رده بندی کنگره	۱۳۹۳ ت ۳/۵/۶۸۳ TA
رده بندی دیویی	۶۲۴/۱۸۳۴
شماره کتابشناسی ملی	۳۷۱۵۳۱۲

دانش اترک

عنوان کتاب: تحلیل غیر ارتجاعی سازه‌ها با استفاده از نرم افزار seismostruct

مؤلف: مهدی علیرضایی- محمد کاظم بحرانی- وحید رستمی- خسرو پیله وریان

ناشر: دانش اترک

نوبت چاپ: اول، بهار ۱۳۹۵

قیمت: ۸۰۰۰ تومان

تیراژ: ۵۰۰ نسخه

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۷۳۷۹-۱۰-۳

مقدمه:

مهندسی سازه گرایشی از مهندسی است که با طراحی سیستم‌های سازه‌ای به هدف باربری و مقاومت در برابر نیروهای گوناگون وارد بر سازه سروکار دارد.

یکی از عوامل موثر در اعتلای سطح علمی دانشجویان و مهندسين عمران و ارتقاء دانش فنی مهندسان، وجود مراجع مفید در زمینه‌های مختلف این رشته می‌باشد. بحث تحلیل غیرارتجاعی سازه‌ها به لحاظ طراحی سازه‌های مقاوم در برابر زلزله، بحث مهمی می‌باشد. همچنین ویرایش جدید استاندارد ۲۸۰۰ استفاده از تحلیل‌های غیرخطی مجاز دانسته شده است. مهمترین مزایای استفاده از تحلیل غیرخطی استاتیکی عبارتند از: تشریح رفتار غیر ارتجاعی سازه محل تشکیل مفاصل در اعضا، نوع و ترتیب تشکیل مفاصل در اعضای بحرانی و... به این ترتیب بدون نیاز به انجام تحلیل غیر خطی دینامیکی که بسیار زمان‌گیر و پرهزینه است، طراح با رفتار سازه در ورای حد تسلیم آشنا خواهد شد. در این کتاب سعی شده مفاهیم تحلیل غیرخطی سازه‌ها به سه آه آموزش نرم‌افزار *SeismoStruct* باشد تا مفاهیم پایه‌ای کاربردی‌تر شوند. تهیه و آماده سازی این کتاب مدت زمان نسبتاً زیاد را بخود اختصاص داده است. سعی شده کتاب با حداقل اشکال منتشر شود. با این وصف وقوف کامل داریم که هر سری اشکال نیست و نمی‌تواند رضایت کلیه دست‌اندرکاران را برآورده سازد ولی امیدواریم که رهگشایی برای ذرهای بعدی باشد. در به کاربردن اصطلاحات فنی فارسی سعی شده لغت معادل به زبان انگلیسی در پایین صفحه آورده شود تا به سجه اصلاحات چندان گویا نبود، لغت معادل به زبان دیگر معنی را برساند و ضمناً با دانستن لغت لاتین، خواننده بتواند معادل را در کتاب‌های مرجع انگلیسی جستجو کند. در نوشتن مثال‌ها سعی شده تا حد امکان مثال‌های عددی به صورت کاربردی در متن گنجانده شوند. این مجموعه را به رسم حق شناسی به تمامی کسانی که در طول زندگی، ما را در رشد و بالندگی یاری نمود و مشوق و همراه ما بوده‌اند تقدیم می‌کنیم. در اینجا از تمامی عزیزانی که دست یاری دادند، بخصوص خانم مهندس الهام علیخانی، تا این مجموعه به زیور طبع آراسته گردد بسیار سپاسگذاریم. دریافت نظرات، پیشنهادات و رهنمون‌های همکاران محترم، دانش‌پژوهان گرامی و خوانندگان عزیز موجب امتنان است.

علیرضایی بحرانی - یاربان - رستمی - زمستان ۱۳۹۳

M.Aliirzaei@iiecs.ac.ir

فهرست مطالب کتاب	صفحه
فصل ۱- معرفی برنامه.....	۵
فصل ۲- سطوح عملکردی سازه و تحلیل بارافزون.....	۱۱
فصل ۳- مدلسازی و تحلیل بارافزون یک سازه دو طبقه بتنی.....	۴۸
فصل ۴- مدلسازی و تحلیل مقادیر ویژه یک سازه دو طبقه بتنی.....	۷۴
فصل ۵- مدلسازی و تحلیل تاریخچه زمانی یک سازه دو طبقه بتنی.....	۷۹
فصل ۶- مدلسازی سریع در نرم‌افزار SeismoStruct.....	۸۵
فصل ۷- پیش پردازش در نرم‌افزار SeismoStruct.....	۸۸
فصل ۸- پردازش در نرم‌افزار SeismoStruct.....	۱۲۲
فصل ۹- پس پردازش در نرم‌افزار SeismoStruct.....	۱۲۵

نرم افزارهای رشته مهندسی عمران نرم افزارهایی هستند که برای رشته دانشگاهی عمران در مقاطع مختلف به کار می رود. با توجه به پیشرفت علم و تکنولوژی های روز جهان دانش نرم افزارهای هر رشته نیاز امروز بازار کار جهان است. برنامه SeismoStruct یک برنامه المان محدود برای تحلیل سازه ها که قادر به مدلسازی تغییرشکل های بزرگ سازه، تحلیل استاتیکی و دینامیکی و رفتار غیرارتجاعی هندسی و مصالح^۱ نیز می باشد. برنامه شامل سه قسمت پیش پردازش (Pre-Processor)، پردازش (Processor) و پس پردازش (Post-Processor) است. در بخش پیش پردازش مدلسازی انجام شده و در بخش پردازش عملیات تحلیل سازه صورت گرفته و در نهایت در بخش پس پردازش، خروجی نتایج گنجانده می شود. تمام این مراحل دارای یک رابط دیداری قوی است. هیچ فایل ورودی برای اجرای برنامه مورد نیاز نیست و تمام روند مدلسازی و ورودی اطلاعات در محیط داخلی برنامه انجام می شود. در بخش پردازش، کاربر می تواند، حرکت را بصورت بلادرنگ^۲ مشاهده نماید. همچنین در انتهای تحلیل میتوان از تغییرشکل سازه، یک فیلم با فرمت AVI تهیه نمود. در زیر ساختار نرم افزار نشان داده شده است.



برنامه بطور کامل با محیط سیستم عامل ویندوز همخوانی دارد. در بخش پیش پردازش (Pre-Processor) وارد نمودن اطلاعات ورودی بسیار شبیه به برنامه های صفحه گسترده به مانند برنامه اکسل (Microsoft Excel) است. در این محیط کاربر قادر به کپی اطلاعات به داخل جداول برنامه

^۱ Geometric nonlinearities and material inelasticity.

^۲ Real-time

است. همچنین تمام خروجی‌های برنامه (شامل تصاویر و منحنی‌ها) را نیز می‌توان در محیط برنامه‌های دیگر به مانند برنامه کلمه پرداز وُرد (Microsoft Word) کپی نمود.

با استفاده از ابزار Building Modeller (این قسمت از برنامه فقط در نسخه تجاری آن قابل دسترسی است) و ابزار Wizard facility شما قادر خواهید بود یک سازه منظم یا نامنظم را در کمتر از چند ثانیه مدلسازی نمایید.

برخی از قابلیت‌های برنامه بطور خلاصه در زیر آورده شده است:

- نارا بدون هشت نوع تحلیل مجزا همچون تحلیل‌های دینامیکی و استاتیکی، تحلیل تا، سجه زمانی، تحلیل بار افزون معمولی و بار افزون بهنگام شونده^۱، تحلیل دینامیکی فزاینده^۲، تحلیل مقادیر ویژه^۳ و تحلیل بار استاتیکی غیر متغیر^۴ می‌باشد.
- برنامه دارای آرچه مدل رفتاری برای مصالح همچون مدل‌های غیرخطی بتنی، مدل‌های رفتاری برای بتن پرم‌اومت^۵، مدل‌های رفتاری برای فولاد، مدل‌های رفتاری SMA^۶ و غیره است.
- برنامه دارای کتابخانه بزرگی از المان‌های سه بعدی همچون المان فایبر تیر-ستون، المان خرپا، المان پانل پرکننده دیو^۷، المان لینک رابط و غیره است.
- برنامه دارای نوزده مدل چرخه‌ای^۸ همچون مدل‌های خطی، دوخطی، سه خطی با سخت شوندگی سینماتیکی، مدل گپ-فلاب^۹، مدل اندرکنش خاک سازه^{۱۰}، مدل تاکدا، مدل رامبراسگود^{۱۱} و غیره است.
- برنامه دارای چندین معیار پذیرش است (همچون خسارات غیرسازه‌ای، خسارات سازه‌ای و فروریزش) که در این حالت کاربر قادر به بررسی "حالت حدی سازه خواهد بود.

^۱ Adaptive pushover

^۲ Incremental dynamic analysis

^۳ Eigenvalue

^۴ Non-variable static loading

^۵ High-strength nonlinear concrete

^۶ Hysteretic models

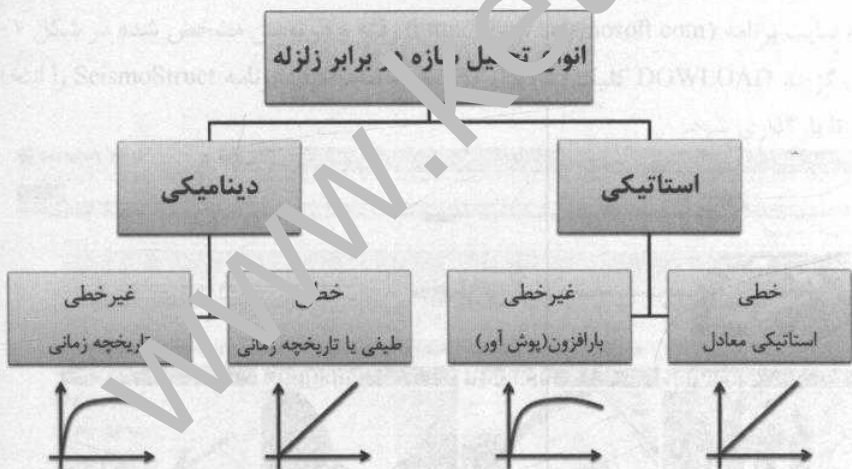
^۷ Gap-hook models

^۸ Soil-structure interaction model

^۹ Takeda model, Ramberg-Osgood model

- برنامه دارای دو پردازنده تحلیل ^۱ Skyline solver و ^۲ Frontal solver است.
- اعمال بارها می تواند بصورت متغیر و ثابت انجام شوند. این مورد برای اعمال جابجایی و شتاب نیز برقرار است.

بطور خلاصه تحلیل های سازه در برابر زلزله را می توان بصورت شکل ۱-۱ در نظر گرفت. یک تحلیل از لحاظ آنکه وابسته به زمان باشد، یا خیر، به دو نوع تحلیل استاتیکی و دینامیکی تقسیم می شود. هر یک از تحلیل های دینامیکی و استاتیکی نیز بسته به اینکه رفتار غیرارتجاعی مصالح در آنها در نظر گرفته شده باشد، یا خیر نیز به تحلیل های مختلفی تقسیم می شوند. در تحلیل استاتیکی در صورتی که رفتار مصالح خطی در نظر گرفته شده باشد، ساده ترین نوع تحلیل بوده و تحت عنوان تحلیل استاتیکی معادل شناخته می شود. لیکن در یک تحلیل استاتیکی غیرخطی رفتار غیرخطی مصالح در نظر گرفته شده است. در تحلیل دینامیکی در صورتی که رفتار خطی مصالح مورد نظر باشد، بایستی بصورت تحلیل دینامیکی طیفی و یا تحلیل تاریخچه زمانی خطی مورد استفاده قرار گیرد، لیکن در حالتی که رفتار غیرخطی مورد نظر باشد، بایستی لزوماً بصورت یک تحلیل تاریخچه زمانی غیرخطی صورت گیرد.



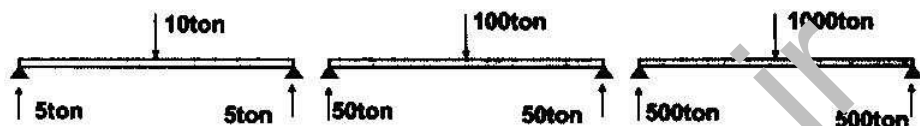
شکل ۱-۱ انواع تحلیل سازه در برابر زلزله

تفاوت یک تحلیل ارتجاعی و غیرارتجاعی در چیست؟

^۱ Skyline solver (Cholesky decomposition, Cuthill-McKee nodes ordering algorithm, Skyline storage format)

^۲ Frontal solver for sparse systems, introduced by Irons [1970] featuring the automatic ordering algorithm proposed by Izzuddin [1991].

در تیرهای نشان داده شده در شکل ۱-۲، طول و مقطع تیرها ثابت بوده و بار در وسط تیر اعمال میشود، مقطع تیر IPE160 است. در تیر سمت چپ نیرو برابر ۱۰ تن بوده و عکس‌العمل‌های تکیه‌گاهی هر یک به میزان ۵ تن است. در شکل وسط بار ۱۰ برابر شده و همچنین مقدار عکس‌العمل‌های تکیه‌گاهی نیز ۱۰ برابر شده است. در شکل سمت راست بار ۱۰۰ برابر شده و همچنین مقدار عکس‌العمل‌های تکیه‌گاهی نیز ۱۰۰ برابر شده است. این نوع تحلیل، یک تحلیل خطی بوده که میزان پاسخ‌های سازه با میزان بار بصورت خطی تغییر می‌کند.



شکل ۱-۲ مفهوم تحلیل خطی و غیرخطی

همانطور که دیده می‌شود، رفتار خطی مصالح (در حالتی قانون هوک همواره ثابت است) رفتاری غیر واقعی بوده و در مواردی که احتمال ورود سازه به حیطه غیرخطی وجود دارد بایستی رفتار واقعی مصالح در نظر گرفته شود.