



دانشگاه صنعتی مازندران

تحلیل مسائل مکانیک شکست و خستگی توسط نرم

افزار FRANC2D/L

تدوین

دکتر مسعود مهدی زاده رخی، دکتر محمود شریعتی

مهندس علی دادرسی مهندس حامد قارونی

بهار ۱۳۹۵

عنوان و نام پدیدآور	: تحلیل مسائل مکانیک شکست و خستگی توسط نرم افزار FRANC2D/L / تدوین مسعود مهدی زاده رخی... او دیگران.
مشخصات نشر	: شاهرود: دانشگاه صنعتی شاهرود، ۱۳۹۴.
مشخصات ظاهری	: ۲۶۸ ص.: مصور (رنگی)، جدول، نمودار (بخشی رنگی).
شابک	: 978-600-7153-37-6
وضعیت فهرست نویسی	: فیپا
یادداشت	: تدوین مسعود مهدی زاده رخی، محمود شریعتی، علی دادرسی، حامد قارونی.
موضوع	: مکانیک شکست اجسام-- داده پردازی
موضوع	: مکانیک شکست اجسام
شناسه افزوده	: مهدی زاده رخی، مسعود، ۱۳۶۰ -
شناسه افزوده	: دانشگاه صنعتی شاهرود
رده بندی کنگره	: ۱۳۹۴ ت۳ / ۴۰۹ TAF
رده بندی یویی	: ۶۲۰/۱۱۲۶۰۲۸۵
شماره کتابشناسی	: ۳۹۳۶۶۹۱

عنوان کتاب : تحلیل مسائل مکانیک شکست ، خستگی توسط نرم افزار FRANC2D/L

تدوین : مسعود مهدی زاده رخی، محمود شریعتی، علی دادرسی، حامد قارونی

ویراستار علمی : دکتر محمد جعفری

ویراستار ادبی : علیرضا دهقانیان

ناشر : انتشارات دانشگاه صنعتی شاهرود

چاپ اول : ۱۳۹۴

تیراژ : ۱۰۰۰ جلد

قیمت : ۱۶۰۰۰ ریال

چاپ و صحافی : چاپ مهرنقش

شابک : ۶- ۳۷- ۷۱۵۳- ۶۰۰- ۹۷۸

آدرس : شاهرود، بلوار دانشگاه، دانشگاه صنعتی شاهرود، صندوق پستی ۳۶۱۵۵-۳۱۶

فروش آنلاین کتاب shahroodut.ac.ir/fa/book تلفن : ۳۲۳۰۰۳۳۱

حق چاپ برای ناشر محفوظ است و هر گونه استفاده غیر مجاز از این اثر ممنوع است.

پیشگفتار

شکست در سازه‌ها از جمله سائلی است که بشر همواره با آن روبه‌رو بوده است. علم مکانیک شکست یک نظام مهندسی است که رفتار قطعات ترک‌دار را تحت شرایط بارگذاری مختلف مورد مطالعه قرار می‌دهد. از اینرو این علم می‌تواند ابزار لازم برای تحلیل مکانیزم‌های حاکم بر پدیده‌های انتشار ترک و همچنین میزان رشد آن را در اختیار بگذارد. موضوع مکانیک شکست تا قبل از جنگ جهانی دوم شناخته شده نبود؛ ولی در آن زمان به عنوان یک روش کامل و جامع برای تحلیل و طراحی قطعات شناخته می‌شود. امروزه این علم به دلیل پیچیدگی سازه‌ها و قطعات نسبت به گذشته، از اهمیت بیشتری برخوردار شده است. بی‌رغم اینکه دانش بشر در مورد چگونگی و آمادگی مواد و همچنین توانایی‌اش در جلوگیری از تخریب آنها به طرز قابل توجهی افزایش یافته است، ولی هنوز مطالب زیادی آموخته نشده و دانش موجود نیز در محاسبات و طراحی و ساخت، اعمال نمی‌شود. یکی از دلایل عمده‌ی این امر، پیچیدگی و دشواری تحلیل سازه‌ها و قطعات دارای ترک می‌باشد. از اینرو استفاده از روش‌های عددی بر پایه‌ی علم اجزاء محدود به یک نیاز اساسی تبدیل شده است. FRANC2D/L یکی از نرم‌افزارهای تخصصی و پرکاربرد اجزاء محدود دارای قابلیت‌های بالا در زمینه‌ی مکانیک شکست می‌باشد که برای حل مسائل مختلف در زمینه‌ی تحلیل و طراحی سازه‌ها و قطعات ترک‌دار، نحوه‌ی ایجاد و رشد ترک و پیش‌بینی عمر آنها در مقابل پدیده‌ی خستگی استفاده می‌شود. با توجه به فقدان منبعی جامع در زمینه‌ی مسائل کاربردی مکانیک شکست، سعی شده است با گردآوری کتاب حاضر ضمن رفع این مشکل، چگونگی مدلسازی مسائل مختلف مکانیک شکست به کمک نرم‌افزار FRANC2D/L توضیح داده شود.

هدف از انتشار این کتاب، ارائه‌ی مطالب کلی در رابطه با علم مکانیک شکست و آشنایی با مفاهیم اساسی آن و استفاده از این مفاهیم در تحلیل سازه‌های صفحه‌ای ترک‌دار و مسائل دو بعدی محیط‌های پیوسته به کمک نرم‌افزار FRANC2D/L می‌باشد. بیشتر فصل‌ها با یک مثال ساده همراه شده‌اند که در آن موضوعات هر فصل به‌کار گرفته شده است، تا شرح مفصل مباحث با

استفاده از مثال و هماهنگی منطقی بین آنها برای خواننده به صورت ساده و روان و در عین حال کاربردی ارائه شود.

مباحث این کتاب می‌تواند برای دانشجویان سال آخر مقطع کارشناسی و به طور اخص دانشجویان مقاطع کارشناسی ارشد و دکتری رشته‌ی مکانیک به کار رود. این کتاب شامل مقدمه‌ای بر علم مکانیک شکست، معرفی نرم‌افزار FRANC2D و آشنایی با قابلیت‌های آن، معرفی CASCA به عنوان نرم‌افزاری برای مش‌بندی اولیه‌ی سازه‌ها و قطعات، آشنایی با نرم‌افزار FRANC2DL به همراه مثال‌هایی متنوع و کاربردی در زمینه‌ی مکانیک شکست با استفاده از نرم‌افزارهای FRANC2D/L می‌باشد.

در انتها لازم می‌دانیم از همکاری همه‌ی کسانی که در آماده‌سازی این کتاب به نحوی مؤثر بوده‌اند، به‌ویژه تقدیر و تشکر کنیم.

پروفسور و محترم شریعتی - استاد گروه مکانیک دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر محمود علیزاده رخی - استادیار گروه رباتیک دانشگاه شاهرود
مهندس علی دادگر
مهندس حامد قاراری

فهرست مطالب

فصل ۱: مقدمه ای بر مکانیک شکست ۱

۱-۱-۱- مقدمه ۱

۱-۱-۲- شیار و تمرکز تنش ۳

۱-۱-۳- تنش صفحه ای و کرنش صفحه ای ۵

۱-۱-۴- تحلیل تنش قطعات ترک دار ۷

۱-۱-۵- مکانیک شکست ارتجاعی خطی ۱۳

۱-۱-۶- مکانیک شکست الاستو-پلاستیک ۱۴

۱-۱-۷- معیارهای شکست ۲۲

۱-۱-۸- محاسبه ضرایب شدت تنش ۳۰

۱-۱-۹- مود بارگذاری ترکیبی ۳۳

۱-۱-۱۰- خستگی و پیش بینی عمر ۳۳

۱-۱-۱۱- کاربردهای مهندسی و روش های طراحی ۴۱

فصل ۲: معرفی نرم افزار FRANC2D ۴۳

۲-۱-۱- مقدمه ۴۳

۲-۱-۲- فایل های ورودی و فایل های CASCA ۴۵

۲-۱-۳- فایل های راه اندازی مجدد FRANC2D ۴۶

۲-۱-۴- فایل های خروجی FRANC2D ۴۸

فصل ۳: فهرست برنامه CASCA ۴۹.....

۴۹.....	مقدمه
۵۰.....	۱-۳- صفحه‌ی اصلی
۵۲.....	۲-۳- Geometry صفحه‌ی
۵۶.....	۳-۳- SubRegions صفحه‌ی
۵۷.....	۴-۳- Subdivide صفحه‌ی
۵۹.....	۵-۳- Mesh صفحه‌ی

فصل ۴: ایجاد شبکه‌سازی FRANC2D ۶۵.....

۶۵.....	مقدمه
۶۵.....	۱-۴- تعیین نوع تحلیل و حواص داده
۶۶.....	۲-۴- شرایط مرزی
۷۱.....	۳-۴- تحلیل تنش و پس‌پردازش
۷۳.....	۴-۴- موقعیت ترک
۷۵.....	۵-۴- تحلیل تنش و تحلیل شکست
۷۶.....	۶-۴- گسترش ترک
۷۸.....	۷-۴- تحلیل رشد ترک خستگی

فصل ۵: راهنمای برنامه CASCA ۸۱.....

۸۱.....	مقدمه
۸۲.....	۱-۵- PRE-PROCESS
۹۲.....	۲-۵- MODIFY
۱۰۲.....	۳-۵- ELEM STIFF
۱۰۲.....	۴-۵- ANALYSIS
۱۰۳.....	۵-۵- BOUNDARY
۱۰۳.....	۶-۵- POST-PROCESS
۱۱۲.....	۷-۵- ANNOTATE

۱۱۲.....	۸-۵ - NODE INfOrMation
۱۱۲.....	۹-۵ - READ FILE
۱۱۲.....	۱۰-۵ - WRITE FILE
۱۱۳.....	۱۱-۵ - BIG WINDOW
۱۱۳.....	۱۲-۵ - RESET
۱۱۳.....	۱۳-۵ - ZOOM +
۱۱۳.....	۱۴-۵ - PAN
۱۱۴.....	۱۵-۵ - SNAP
۱۱۴.....	۱۶-۵ - HELP
۱۱۴.....	۱۷-۵ - END
۱۱۵.....	فصل ۶: بررسی چند مثال توپا نرم افزار FRANC2D
۱۱۵.....	۱-۶ - مقدمه
۱۱۵.....	۱-۶ - تحلیل تنش و به دست آوردن ضرایب شدت تنش برای یک نمونه‌ی CT
۱۳۲.....	۲-۶ - صفحه با ترک مرکزی مایل در حالت مود ترکیبی
۱۴۰.....	۳-۶ - تحلیل دو بعدی یک سد بتونی
۱۴۹.....	۴-۶ - تعیین ضرایب رشد ترک برای یک نمونه‌ی SENT
۱۵۵.....	۵-۶ - تحلیل دو بعدی یک صفحه‌ی مربعی دارای گشودگی با ترک لبه‌ای دو طرفه برای زوایا و عرض بارهای متفاوت
۱۵۵.....	۶-۶ - تحلیل مکانیک شکست ورق‌های ترک‌دار حاوی گشودگی‌های دایروی تحت بار متمرکز
۱۷۱.....	۷-۶ - بررسی اثر گشودگی‌های دایروی بر رشد ترک در تیرهای حاوی ترک لبه‌ای دو طرفه
۱۷۸.....	
۱۹۳.....	فصل ۷: مقدمه‌ای بر FRANC2D/L
۱۹۳.....	مقدمه
۱۹۳.....	۱-۷ - اصول پیاده‌سازی
۱۹۸.....	۲-۷ - فرایند حل مسأله

۱۹۸.....	۳-۷- ترسیم کامپیوتری
۱۹۸.....	۴-۷- فایل های FRANC2D/L
۱۹۹.....	۵-۷- مثال های خودآموز FRANC2D/L
۲۵۴.....	۶-۷- راهنمای برنامه FRANC2D/L
۲۶۱.....	پیوست
۲۶۱.....	پیوست الف- فرمت فایل inp
۲۶۵.....	پیوست ب- فرمت فایل tdi
۲۶۷.....	مراجع