

پیشگفتار

شکست از جمله مسائلی است که بشر همواره در سازه‌هایش 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 روانه‌زنی، انتشار ترک و همچنین میزان رشد آن را در اختیار بگذارد. موضوع مکانیک شکست تا قبل از جنگ جهانی دوم شناخته شده نبود؛ ولی هم‌اکنون 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. علیرغم اینکه دانش بشر در مورد چگونگی و امادگی مواد و همچنین توانایی‌اش در جلوگیری از تخریب آنها به طور قابل توجهی افزایش یافته است، ولی هنوز مطالب زیادی آموخته نشده و دانش موجود نیز در همه‌ی موارد 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. از اینرو سعی شده است تا با توجه به فقدان منبعی جامع در زمینه‌ی مسائل کاربردی مکانیک شکست، 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 آشنائی 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 به کار 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 دکترای 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، صمیمانه تقدیر و تشکر کنیم.

دکتر محمود شریعتی - استاد گروه مکانیک دانشگاه صنعتی شاهرود

پاییز ۱۳۹۱

فهرست مطالب

فصل ۱: مقدمه‌ای بر مکانیک شکست ۱

مقدمه ۱

۱-۱- حفره (شیار) و تمرکز تنش ۳

۱-۲- تنش صفحه‌ای و کرنش صفحه‌ای ۵

۱-۳- تحلیل تنش اعضای ترک‌دار ۷

۱-۴- مکانیک شکست ارتجاعی خطی ۱۳

۱-۵- مکانیک شکست الاستو-پلاستیک ۱۴

۱-۶- معیارهای شکست ۲۱

۱-۷- مود بارگذاری ترکیبی ۳۰

۱-۸- خستگی و پیش‌بینی عمر ۳۰

۱-۹- کاربردهای مهندسی و روش‌های طراحی ۳۸

فصل ۲: مقدمه‌ای بر FRANC2D ۴۱

فصل ۳: فایل‌های FRANC2D ۴۵

مقدمه ۴۵

۳-۱- فایل‌های ورودی و فایل‌های CASCA ۴۵

۳-۲- فایل‌های راه‌اندازی مجدد FRANC2D ۴۶

۳-۳- فایل‌های خروجی FRANC2D ۴۸

فصل ۴: فهرست مرجع CASCA ۴۹.....

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

فصل ۵: ایجاد شبیه‌سازی FRANC2D ۶۵.....

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

فصل ۶: راهنمای فهرست مرجع CASCA ۸۱.....

۸۱.....	مقدمه
۸۲.....	۶-۱- PRE-PROCESS
۹۲.....	۶-۲- MODIFY
۱۰۲.....	۶-۳- ELEM STIFF
۱۰۲.....	۶-۴- ANALYSIS
۱۰۳.....	۶-۵- BOUNDARY
۱۰۳.....	۶-۶- POST-PROCESS
۱۱۱.....	۶-۷- ANNOTATE

۱۱۱.....	NODE INFOrmation	-۶-۸
۱۱۱.....	READ FILE	-۶-۹
۱۱۲.....	WRITE FILE	-۶-۱۰
۱۱۲.....	BIG WINDOW	-۶-۱۱
۱۱۲.....	RESET	-۶-۱۲
۱۱۲.....	- ZOOM +	-۶-۱۳
۱۱۳.....	PAN	-۶-۱۴
۱۱۳.....	SNAP	-۶-۱۵
۱۱۳.....	HELP	-۶-۱۶
۱۱۳.....	END	-۶-۱۷

فصل ۷: بررسی چند مثال توسط نرم افزار FRANC2D..... ۱۱۶

۱۱۶.....	مقدمه	۱-۷
۱۱۶... ۱۱۶.....	تحلیل تنش و به دست آوردن ضرایب شدت تنش برای یک نمونه ی CT	۱-۷
۱۳۲.....	صفحه با ترک مرکزی مایل در حالت مود ترکیبی	۲-۷
۱۴۰.....	تحلیل دو بعدی یک سد بتونی	۳-۷
۱۴۹.....	تعیین ضرایب رشد ترک برای یک نمونه ی SENT	۴-۷
۱۵۵.....	تحلیل دو بعدی یک صفحه ی مربعی دارای گشودگی با ترک لبه ای دو طرفه برای زوایا و عرض بارهای متفاوت	۵-۷
۱۷۱.....	تحلیل مکانیک شکست ورق های ترک دار حاوی گشودگی های دایروی تحت بار متمرکز	۶-۷
۱۷۸.....	بررسی اثر گشودگی های دایروی بر رشد ترک در تیرهای حاوی ترک لبه ای دو طرفه	۷-۷

فصل ۸: مقدمه ای بر FRANC2D/L..... ۱۹۳

۱۹۳.....	مقدمه	۱۹۳
۱۹۳.....	اصول پیاده سازی	۸-۱
۱۹۸.....	فرایند حل مسئله	۸-۲

۱۹۸.....	۳-۸- ترسیم کامپیوتری
۱۹۸.....	۴-۸- فایل‌های FRANC2D/L
۱۹۹.....	۵-۸- مثال‌های خودآموز FRANC2D/L
۲۵۴.....	۶-۸- راهنمای فهرست مرجع FRANC2D/L

پیوست..... ۲۶۱

۲۶۱.....	پیوست الف- فرمت فایل .inp
۲۶۵.....	پیوست ب- فرمت فایل .tdi

مراجع..... ۲۶۷