



امتحان نهایی مکانیک شکست دانشکده مهندسی عمران، نیمسال دوم ۹۸-۹۹

دانشکده عمران، پردیس فنی، دانشگاه تهران

سهیل محمدی، استاد دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تهران

مسلم شاهرودی، استادیار دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تهران

نام:

شماره دانشجویی:

وقت استاندارد امتحان ۳ ساعت است. استفاده از منابع آزاد می باشد ولی هرگونه مشورت/کمک غیرمجاز است. به خواسته هر سوال توجه نمایید و همان را پاسخ دهید. از ارائه توضیحات کلی و عمومی درس برای هر سوال اجتناب شود. جواب هر سوال را در صفحه جدا نوشته و تصویر آن را با رعایت دقیق زمان مجاز، با تلگرام برای استاد درس ارسال نمایید.

سوال ۱- (۱ نمره)

الف) اثر کاهش یا افزایش مرتبه سینگلاریتی تنش بر وضعیت پایداری ترک و وضعیت پایداری رشد ترک را با تاکید بر مفاهیم فیزیکی توضیح دهید. (بسط و اثبات روابط لازم نیست)

ب) آیا انتظار سینگلاریتی میدان جابجایی در برخی مسائل شکست قابل قبول است؟

سوال ۲- (۲ نمره)

ضمن تعریف پایداری/ناپایداری ترک و پایداری/ناپایداری رشد ترک، با استدلال فیزیکی و مفهومی توضیح دهید سطح پایداری ترک در کدامیک از حالت‌های زیر بالاتر است: (بسط و اثبات روابط لازم نیست)

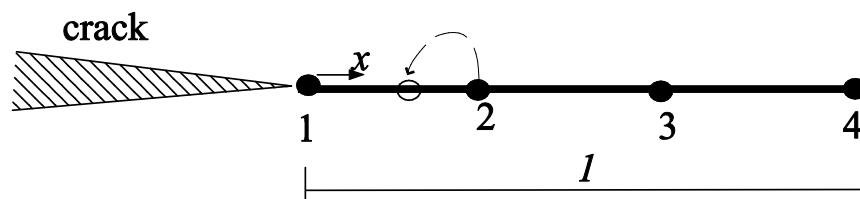
- حالت‌های الاستیک و الاستوپلاستیک
- ترک در مود خالص یا مود ترکیبی
- ترک در مقیاس ماکرو یا ترک در مقیاس اتمی
- ترک در شرایط تغییر شکل‌های کوچک یا تغییر شکل‌های بزرگ

سوال ۳- (۱ نمره)

محدودیت‌های استفاده از مفاهیم J یا $CTOD$ را برای تخمین مقدار دقیق انرژی شکست G توضیح دهید.

سوال ۴- (۳ نمره)

آیا جابجایی یکی از گره‌های میانی یک المان یک بعدی چهار گرهی می‌تواند میدان تنش سینگلار را در گره گوشه نظیر ایجاد کند؟



سوال ۵- (۰,۷۵ نمره، دکتر شاهوردی)

الف) در مورد اختلاف مقدار ضریب تمرکز تنش طراحی در دو حالت استاتیکی و بارخستگی بحث کنید.

ب) نمودار نرخ رشد ترک بر حسب ضریب شدت تنش (FCG) را رسم کنید و سه ناحیه مختلف این نمودار را توضیح دهید. نحوه مدل کردن هر ناحیه را توضیح دهید.

سوال ۶- (۱,۷۵ نمره، دکتر شاهوردی)

یک صفحه فولادی بزرگ ($K_c=55 \text{ MN m}^{-3/2}$) تحت بار چرخه ای 240 MPa کششی و 60 MPa فشاری در زمان بهره برداری می باشد. قبل از استفاده، با روش آلتراسونیک کنترل کیفی شده و یک ترک با طول 2.1 mm دیده شده است. اگر ضرایب رابطه پاریس به شرح زیر باشند، تعداد چرخه های وارده تا شکست را محاسبه کنید.

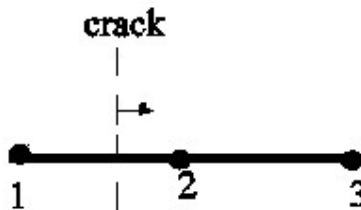
$$A = 1.5(x + a)^n = \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} x^k a^{n-k}$$

سوال ۷- (۱ نمره)

برتری/ضعف های اساسی دو روش ارتقاء داخلی و خارجی را به اختصار توضیح دهید.

سوال ۸- (۳ نمره)

شکل اثر تابع هویساید برای مدل کردن ناپیوستگی داخل یک المان سه گرهی یک بعدی به روش XFEM را رسم نمایید. آیا نیازی به عملیات shifting برای ارضای شرط انتروپولاسیون می باشد؟



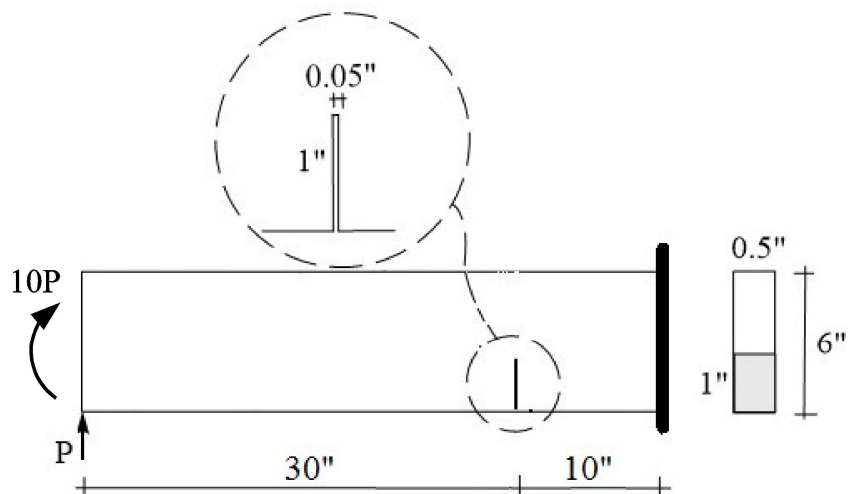
سوال ۹- (۲ نمره)

الف) در یک مسئله ترک دینامیکی، مقادیر ضریب شدت تنش دینامیکی و مقدار بحرانی آن را در دو حالت آستانه حرکت و در حال حرکت مقایسه کنید؟

ب) کدام یک از انواع موجهای طولی، عرضی و رایلی بیشترین تاثیر را بر رفتار دینامیکی ترک در مودهای رفتاری مختلف شکست دارند؟ آیا ممکن است عامل اصلی در روند انتشار موج و یا رشد ترک تغییر کند؟ پاسخ ها را با استناد بر رفتار فیزیکی و روابط تحلیلی پایه ارائه کنید. بسط و اثبات روابط لازم نیست.

سوال ۱۰- (۵ نمره)

تیر ترک دار شکل زیر از مصالحی با ضریب شدت تنش بحرانی $100 \text{ ksi}\sqrt{\text{in}}$ و تنش تسلیم 250 ksi ساخته شده است. حداکثر نیروی متمرکز P را در حالت‌های کنترل کننده شکست و تسلیم تعیین نمایید.



با آرزوی موفقیت

سهیل محمدی

۱۳۹۹/۴/۱۴