



تحلیل عددی یک قطعه ترک دار جدید جهت بررسی رفتار شکست مواد سنگی و بتنی

مجیدرضا آیت الهی^۱، غلامرضا حسین پور^۲، محمدرضا محمد علیها^۳

۱- استاد دانشکده مهندسی مکانیک دانشگاه علم و صنعت ایران

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده مهندسی مکانیک دانشگاه علم و صنعت ایران

۳- استادیار دانشکده مهندسی صنایع دانشگاه علم و صنعت ایران

:

rz_mec2005@yahoo.com

خلاصه

شکست مود ترکیبی کششی-برشی یکی از مدهای شایع و اماندگی در توده های سنگی و سازه های بتنی به شمار می رود. بنابراین مطالعه پارامترهای چقرمگی شکست مود I/II، از موضوعات تحقیقاتی مهم برای تحلیل پایداری سازه هایی همچون سدها به شمار می رود. چقرمگی شکست مود ترکیبی معمولاً با استفاده از نمونه های مناسب آزمایشگاهی مورد مطالعه و بررسی قرار می گیرد. در این تحقیق، یک قطعه جدید اصلاح شده آزمایشگاهی برای بررسی شکست مود ترکیبی کششی-برشی (مود I/II) در مواد سنگی پیشنهاد می گردد. این قطعه، نمونه مثلی شکل با ترک لبه ای و تحت بارگذاری خمشی سه نقطه ای می باشد. هندسه ساده، تهیه و آماده سازی آسان قطعه پیشنهادی، امکان آزمایش با فیکسچرهای متداول موجود، اعمال بار فشاری به جای کششی که برای آزمایش مواد سنگی مناسبتر است، از جمله مزایای اولیه این قطعه می باشد. برای این قطعه ضرایب شدت تنش K_I و K_{II} با استفاده از تعداد زیادی تحلیل اجزاء محدود برای محدوده متنوعی از شرایط بارگذاری محاسبه گردید. در این قطعه، با تغییر نقاط تکیه گاهی بارگذاری، حالت های مختلفی از مود ترکیبی I/II ایجاد می گردد. نتایج عددی نشان می دهند که این قطعه قابلیت مناسبی جهت انجام تست های شکست و بررسی تجربی رفتار شکست مود ترکیبی کششی-برشی در مواد سنگی و بتنی دارد.

کلمات کلیدی: قطعه جدید آزمایشگاهی، ترک، تحلیل اجزاء محدود، بارگذاری مود ترکیبی، سازه های سنگی و بتنی.

۱. مقدمه

عملیات مهندسی همچون انفجار و خرد کردن سنگها که در کاربردهای عملی نظیر سد سازی، تونل سازی، حفاری و پروژه های عمرانی استفاده می گردند، اغلب به عنوان فرایند تشکیل و رشد ترک در توده های سنگی به حساب می آیند. چقرمگی شکست یک پارامتر مهم در طراحی این سازه های سنگی برای بیان شرایط بحرانی تنش ها یا انرژی مورد نیاز برای آغاز شکست ترد در نزدیک نوک ترک می باشد. لذا تخمین چقرمگی شکست برای شناخت رفتار مکانیکی توده های سنگی دارای ترک و شکاف اهمیت زیادی دارد. در عمل اغلب ترکها و شکاف های موجود در یک توده سنگی در زاویه ها و جهت های مختلفی نسبت به راستای بارگذاری قرار داشته و در این شرایط این توده ها می توانند در معرض دو مود اصلی بارگذاری، به نامهای مود I بارگذاری (مود بازشونده لبه های ترک) و مود II بارگذاری (مود لغزش داخل صفحه یا برشی لبه های ترک) و یا هر ترکیب دلخواهی از این دو مود قرار داشته باشند. از آنجاییکه مطالعات تجربی شکست بر روی توده های سنگی واقعی بسیار مشکل و پرهزینه می باشد، محققین ترجیح می دهند که آزمایشات خود را روی قطعات آزمایشی انجام دهند. بنابراین این نمونه ها باید طوری طراحی شوند که بتوانند همان شرایط تنش ها و کرنش ها در اطراف نوک ترک را برای قطعات و سازه های مهندسی ترکدار در شرایط کاری واقعی فراهم آورند. تاکنون قطعات آزمایش مختلفی مانند قطعه تیر ترکدار لبه ای و تحت بارگذاری خمشی چهار نقطه ای [1]، قطعه ترک دار فشرده تحت بار کششی و برشی [2]، قطعه دیسک برزلی با ترک مرکزی و تحت بار فشاری قطری [3-5]، قطعه نیمه دیسک ترکدار تحت بارگذاری خمشی سه نقطه ای [6-8]، قطعه مثلی شکل با ترک لبه ای و تحت بارگذاری خمشی سه نقطه ای [9-11]، توسط محققین مکانیک سنگ برای آزمایشات شکست مود ترکیبی مورد استفاده قرار گرفته است. یک قطعه مناسب آزمایشگاهی باید دارای هندسه و شرایط بارگذاری ساده، عملیات آماده سازی ارزان بوده و آزمایش آن با فیکسچرها و دستگاه های تست معمولی امکان پذیر باشد، همچنین توانایی ایجاد محدوده کاملی از مود ترکیبی (شامل مود I خالص تا مود II خالص) را داشته باشد. در این مقاله یک قطعه جدید آزمایشگاهی مناسب برای بررسی رفتار شکست مود ترکیبی مواد سنگی پیشنهاد می گردد. قطعه آزمایشگاهی پیشنهاد شده نمونه اصلاح شده