پیش بینی شکست ترد در سازه های حاوی ناچ U شکل تحت بارگذاری برش خالص

مجیدرضا آیت الهی[۱]، علیرضا ترابی[۲]

۱- استاد دانشگاه علم و صنعت ایران، دانشکده مهندسی مکانیک، آزمایشگاه تحقیقاتی خستگی و شکست

۲- دانشجوی دکتری دانشگاه علم و صنعت ایران، دانشکده مهندسی مکانیک، آزمایشگاه تحقیقاتی خستگی و شکست

a_torabi@iust.ac.ir

خلاصه

ناچها به طور گسترده در قطعات و سازه های ساختمانی و صنعتی مورد استفاده قرار می گیرند. از جمله پرکاربردترین آنها، ناچهای U شکل و V شکل می باشند. در این مقاله معیاری برای تعیین مقاومت قطعات دارای ناچ U شکل در برابر شکست، تحت بارگذاری برش خالص استخراج شده است. این معیار که به نام UMTS خوانده می شود، بر اساس معیار حداکثر تنش محیطی (MTS) بنا نهاده شده است. معیار UMTS در حالت کلی قابلیت بررسی رفتار شکست ناچ های U شکل تحت بارگذاری ترکیبی کششی- برشی را دارا می باشد. لیکن در این مقاله، از این معیار برای پیش بینی رفتار شکست تحت بارهای برشی استفاده شده است. علاوه بر تعیین مقاومت در برابر شکست، می توان از معیار UMTS برای پیش بینی زاویه شروع شکست در ناچ های U شکل تحت بارگذاری برش خالص نیز استفاده نمود. مجموعه ای از منحنی ها برای پیش بینی مقاومت در برابر شکست و زاویه شروع شکست در ناچهای U شکل ارائه شده است که از این منحنی ها می توان به سهولت برای پیش بینی شکست سازه های ناچدار U شکل تحت بارهای برشی خالص استفاده نمود.

کلمات کلیدی: مقاومت در برابر شکست (استحکام شکست)، بارگذاری برش خالص، معیار UMTS، ناچ U شکل

۱. مقدمه

بسیاری از مواد استفاده شده در سازه های عمرانی نظیر ساختمانها و سدها و همچنین قطعات و سازه های صنعتی، دارای رفتار ترد یا شبه ترد (مثلا" در بتن و انواع سرامیکها) می باشند که شکست ترد در این سازه ها، یکی از مهمترین حالت های تخریب می باشد. هم اکنون تحقیقات گسترده ای در رابطه با پیش بینی مقاومت این مواد در برابر شکست در حال انجام است. برخلاف ترکها که به صورت ناخواسته در قطعات و سازه ها ایجاد می شوند، ناچها (به خصوص ناچهای U شکل، V شکل و سوراخها) به دلایل خاصی که مورد نظر طراحان و مهندسین می باشد، در سازه ها ایجاد می شوند. به عنوان مثال می توان به تیرهای لانه زنبوری که به طور گسترده در سازه ساختمانها مورد استفاده قرار می گیرند، اشاره نمود.

ناچها همچنین به صورت طبیعی بر روی صخره های سنگی و کوه ها وجود دارند که می توان از مزایای آنها به منظور بهینه سازی عملیات خرد کردن سنگها و حفاری تونلها استفاده نمود[۱]. به دلیل وجود تمرکز تنش در اطراف نوک ناچهای U شکل و V شکل، این مناطق مکانهای مستعدی برای شروع ترک و در نهایت شکست سازه های ناچدار تحت بارگذاریهای مختلف اعمال شده به آنها می باشند. بنابراین سازه های ناچدار می بایست طوری طراحی شوند که مقاومت کافی در برابر پدیده شکست را داشته باشند. توجه به این نکته ضروری است که در کاربردهای مهندسی، معمولا ترک در سازه ها به صورت ایده آل ایجاد نمی شود. بعضا" لبه های ترک نسبت به یکدیگر زاویه داشته (ناچ V شکل با زاویه دهانه کوچک) و نوک آن نیز کاملا تیز نبوده و دارای شعاع گردشدگی بسیار کوچک (ترک با نوک گرد یا ناچ U شکل) می باشد. بنابراین تحلیل شکست ناچهای U شکل و V شکل کمک شایانی به تحلیل شکست قطعات و سازه های ترکدار در کاربردهای عملی نیز خواهد نمود. برای پیش بینی استحکام شکست قطعات ناچدار تحت بارهای مختلف اعمال شده به آنها، استخراج معیارهای شکست در این زمینه ضروری است که منظور از استحکام شکست همان مقاومت در برابر شکست می باشد.