فولاد- رفتار و اهمیت

اولین سؤالی که به ذهن هر فردی می‌رسد این است که چرا ما از فولاد به‌عنوان مصالح ساختمانی استفاده می‌کنیم؟ چه چیزی در آن حائز اهمیت است؟ خوب پاسخ را باید در زمین جست‌وجو کرد. فولاد یکی از فراوان‌ترین فلزاتی است که در زمین یافت می‌شود. پالایش آن کار بسیار سختی نیست و می‌توان آن را به‌راحتی با قالب‌های مختلف به شکل‌های متنوعی درآورد. جدا از این موضوع، بازیافت آن بسیار راحت است. اگر از دید مقاومت به آن نگاه کنید باید گفت که فولاد مقاومت بسیار بالایی دارد و علاوه بر این انعطاف‌پذیر هم هست. فولاد مقاومت بسیار زیادی در برابر آتش ندارد اما مقاومت آن قابل‌قبول است. جدای از این، ساخت و ساز با فولاد روند بسیار سریعی دارد. در مقایسه یا یک سازه بتنی معمولی، سازه فولادی را می‌توان در زمان کمتری ساخت.

این‌ها همه مزیت‌های فولاد بودند. حال اجازه دهید در مورد رفتار این ماده صحبت کنیم. چرا؟ چون هنگام ساخت هر سازه‌ای موضوعی که اهمیت دارد این است که باید رفتار مواد و مصالح درک شوند. این ماده آزمایش‌های دقیقی را پشت سر می‌گذارد و سپس برای استفاده وارد صنعت می‌شود. اجازه دهید یک مثال را بررسی کنیم. فرض کنید به شما یک طناب داده می‌دهند و از شما می‌خواهند که یک سر آن را به بالای یک ساختمان ببندید و سر دیگر آن را به خود متصل کنید.

حال اگر از شما بخواهم که از بالای ساختمان به پایین بپرید، این کار را انجام می‌دهید؟ نه...!! بدیهی است که این کار را نمی‌کنید چرا که از مقاومت و رفتار طناب هیچ اطلاعاتی ندارید؛ بنابراین کاری که شما انجام می‌دهید این است که مقاومت طناب را با کشیدن تحت نیروی زیاد تست کنید. این اهمیت انجام آزمایش را بر روی مصالح نشان می‌دهد. دلیل این است که از این طریق نتایجی کسب می‌کنید که به‌واسطه آن‌ها می‌توانید بهترین استفاده از ماده را داشته باشید.

قبل از اینکه بحث را ادامه دهیم. من می‌خواهم در مورد تنش و کرنش توضیحاتی بدهم.

۱- **تنش یا تنش نرمال:** رایج‌ترین تعریف تنش عبارت است از: نیرویی محوری که بر واحد سطح یک جسم یا ماده وارد می‌شود؛ اما نیروی محوری چیست؟ نیروی محوری به‌صورت کشش یا فشاری ظاهر می‌شود که شما به جسم در راستای طولی آن اعمال می‌کنید. همان‌طور که در قانون دوم نیوتون گفته شده (ma)، نیرو برابر است با وزن یک جسم (mg).

نیرویی به لحاظ بزرگی برابر اما در جهت مخالفی اعمال می‌شود. این اثر به‌عنوان کشش در جسم شناخته می‌شود. اگر مقدار نیروهایی که در دو جهت مخالف وارد می‌شوند، متفاوت باشد؛ آنگاه جسم به سمتی حرکت می‌کند که نیروی بزرگ‌تری اعمال می‌شود.

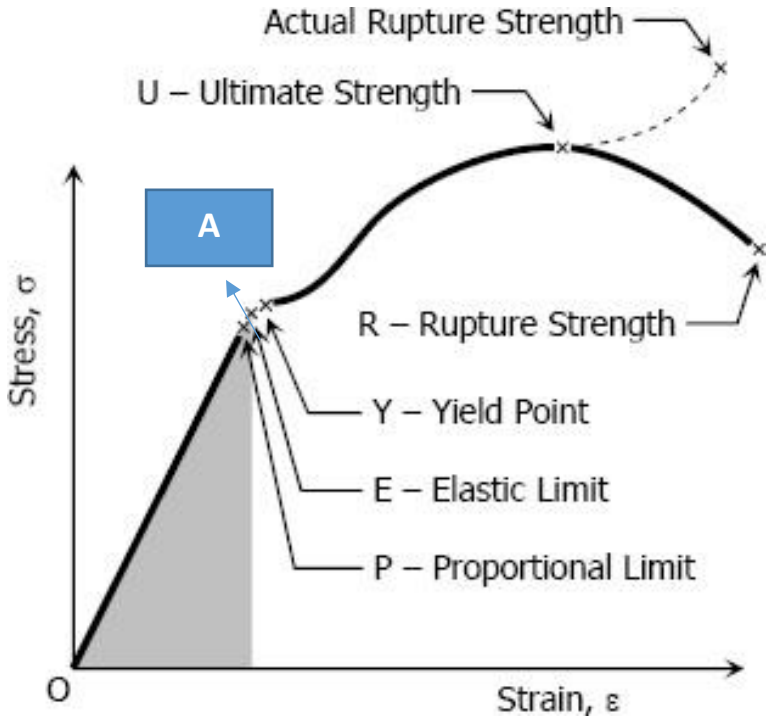
۲- **کرنش:** به معنای مقدار کششی است که جسم تحت فشار یا کشش تجربه می‌کند. تنش موجب افزایش طول در جسم می‌شود در حالی که کرتش طول سبب کاهش طول جسم می‌شود.

کرنش خطی عبارت است از تغییر طول نسبت به طول اولیه.

کرنش سطحی عبارت است از تغییر سطح نسبت به سطح اولیه

کرنش حجمی عبارت است از: تغییر حجم نسبت به حجم اولیه

در اینجا ما با کرنش خطی یعنی تغییر طول نسبت به طول اولیه روبرو هستیم. فرض کنید طول تغییر یافته A و طول اولیه L باشد، آنگاه کرنش برابر است با: A/L



شکل بالا رابطه تنش- کرنش را نشان می‌دهد. این آزمایش تحت کشش انجام می‌شود. همان‌طور که مشاهده می‌کنید این رابطه تا نقطه A که نقطه تسلیم فولاد است، ثابت باقی می‌ماند؛ به عبارت دیگر فولاد از نقطه A به بعد رفتاری پلاستیک خواهد داشت و می‌تواند بعد از برداشتن نیرو به شکل اولیه خود بازگردد. از این نقطه به بعد بدون اینکه نیاز به افزایش قابل‌توجه نیرو باشد، فولاد دچار کشش می‌شود. شیب نمودار یعنی تغییرات تنش به تغییرات کرنش برابر با مدول یانگ یک عضو الاستیک است.

E = تغییرات تنش / تغییرات کرنش ... (1)

یا

E = تنش / کرنش ...(2)

از معادله دو وقتی استفاده می‌شود که نیروهای اعمال شده به جسم سبب تغییر شکل نشوند و یا هیچ نیروی داخلی در جسم وجود نداشته باشد. در سایر موارد از معادله اول استفاده می‌شود.

پس از آن به نقطه‌ای می‌رسیم که مقاومت فولاد مقداری کاهش می‌یابد. چرا این اتفاق می‌افتد؟ دلیل این است که اگر فولاد را ماده‌ای بسیار یکنواخت و همگن در نظر بگیریم باز هم حفره‌ها و ناهمواری‌هایی در آن وجود دارد؛ بنابراین

وقتی آن را به‌شدت بکشید،ذرات کوچک در یک راستا قرار می‌گیرند. با توجه به اینکه این کار مستلزم صرف انرژی است، تنش کاهش می‌یابد.

پس از اینکه فولاد به حد پایین تسلیم برسد، چگالی آن به‌شدت افزایش می‌یابد، چرا که همه ذرات ریز در یک راستا قرار می‌گیرند. در چنین وضعیتی شکستن فولاد بسیار سخت خواهد بود. گویی ذرات ریز فولاد به ما می‌گویند که هیچ مهم نیست چه اتفاقی بیفتد، ما یکدیگر را رها نمی‌کنیم. این شرایط باعث می‌شود فولاد رفتار سخت از خود نشان دهد و شما نیز به نیروی بیشتری برای کشیدن آن احتیاج خواهید داشت. رفتار قسمت اول پلاستیکی است چرا که تنش و کرنش رابطه خطی ندارند. مرحله بعد، مرحله گلویی شدن است. زمانی که بار بسیار زیاد شود و فولاد دیگر نتواند بار بیشتری را تحمل کند اما هنوز شکل‌پذیر باقی بماند، دچار کشیدگی می‌شود. در این حالت، امکان اینکه بتوان بار دیگر بار را برداشت، وجود ندارد؛ بنابراین جسم به جای کشیده شدن تحت تغییر شکل موضعی قرار می‌گیرد و مقطع عرضی جسم کاهش می‌یابد. این حالت را گلویی شدن می‌نامند. این حالت تنها زمانی اتفاق می‌افتد که جسم شکل‌پذیر باشد.

برج‌های مرکز تجارت جهانی در آمریکا را به خاطر آورید. این برج‌ها مورد اصابت هواپیما قرار گرفتند؛ اما یک از آن‌ها تا ۵۰ دقیقه بعد و دیگری تا ۱۰۰ دقیقه بعد از بخورد پابرجا ماندند. می‌توانید حدس بزنید دلیل چه بوده است؟ بله دلیل رفتار شکل‌پذیر فولاد بود. اگر این چنین نبود، این دو برج در مدت کوتاهی پس از برخورد فرومی‌ریختند.

مترجم: بهاره بهرامی

منبع:

http://www.thestructuralmadness.com/2014/02/steel-behavior-and-importance.html