دوره آموزشی کالیبراسیون ضرایب مدلهای مادی در نرم افزار LS-DYNA

مدرس: حمید رخی

با رشد و توسعه روشهای عددی و محاسبات کامپیوتری در سه دهه اخیر، استفاده از کدهای کامپیوتری برای تحلیل سازه ها تحت بارگذاری شبه استاتیکی و دینامیکی متغیر نسبت به زمان توسط طراحان و محققان افزایش یافته است. کم هزینه بودن این شبیه سازیها نسبت به تستهای پر هزینه و خطرناک تجربی، استفاده از این کدهای کامپیوتری را تسریع بخشیده است.

به علاوه شبیه سازی عددی به همراه مدلسازی تحلیلی و تستهای تجربی، کمک موثری به شناخت پدیده ها و فرآیندها می نماید و می تواند بعنوان یک ابزار کارا در طراحی مورد استفاده قرار بگیرد. نتایج شبیه سازی عددی کمک زیادی به برنامه ریزی تستهای تجربی کرده و از طرفی نتایج تستهای تجربی به بهبود داده های مورد نیاز برای محاسبات عددی کمک می کند. با این وجود، عدم آگاهی از الگوریتمهای استفاده شده و از همه مهمتر عدم شناخت مبانی تئوری مدلهای مادی و معادلات حالت استفاده شده در این کدها، باعث عدم اطمینان به خروجی تحلیل های عددی خواهد شد.

در این دوره آموزشی، نحوه کالیبراسون ضرایب مدلهای مادی برای بیان رفتار فلزات، پلیمرها و فوم ها ارائه خواهد شد. در هر قسمت، روش ارائه شده با تستهای تجربی انجام شده، اعتبارسنجی خواهد شد.

سیلابس این دوره آموزشی به صورت زیر خواهد بود:

۱- کالیبراسیون ضرایب مدل مادی MAT_024 (PIECEWISE_LINEAR_PLASTICITY)

۱-۱ معرفی مدل مادی MAT_024 برای بیان رفتار فلزات تحت بارگذاری شبه استاتیکی و دینامیکی

۱-۲ نحوه بدست آوردن منحنی تنش- کرنش پلاستیک حقیقی با استفاده از داده‌های آزمایش کشش بر روی نمونه استاندارد [۴-۱]

۱-۳ تعیین ضرایب مدل مادی MAT_024 از روی منحنی تنش- کرنش پلاستیک حقیقی (استاتیکی)

۱-۴ شبیه سازی تست کشش نمونه استاندارد و مقایسه نتایج عددی با داده های تست تجربی [۱]

۱-۵ تعیین ضرایب مدل مادی MAT_024 برای بیان رفتار فلزات در بارگذاری دینامیکی (نرخ کرنش‌های متفاوت)

۲- کالیبراسیون ضرایب مدل مادی MAT_015 (JOHNSON_COOK)

۲-۱ معرفی مدل مادی MAT_015 برای بیان رفتار فلزات تحت بارگذاری شبه استاتیکی و دینامیکی

۲-۲ تعیین ضرایب مدل مادی MAT_015 از روی منحنی تنش- کرنش پلاستیک حقیقی (استاتیکی) [۱]

۲-۳ شبیه سازی تست کشش نمونه استاندارد و مقایسه نتایج عددی با داده های تست تجربی [۱]

۲-۴ تعیین ضرایب مدل مادی MAT_015 برای بیان رفتار فلزات در بارگذاری دینامیکی (نرخ کرنش‌های متفاوت)

۲-۵ بررسی تفاوت مدلهای مادی PIECEWISE_LINEAR_PLASTICITY و JOHNSON_COOK در پیش بینی رفتار فلزات

۳- کالیبراسیون ضرایب شکست مدل مادی Johnson Cook

۳-۱ معرفی مفهوم Triaxiality (حالتهای تنش)، مسیر بارگذاری و اندازه المان در شکست فلزات

۳-۲ نحوه بدست آوردن مقدار کرنش پلاستیک شکست توسط آزمایش کشش بر روی نمونه استاندارد [۱]

۳-۳ نحوه بدست آوردن مقدار کرنش پلاستیک شکست توسط آزمایش کشش بر روی نمونه‌های شیاردار، تست برش و پانچ [۱]

۳-۴ تعیین ضرایب شکست مدل مادی Johnson Cook با استفاده از داده های بدست آمده از قسمت قبل

۳-۵ شبیه سازی تست کشش نمونه‌های استاندارد و شیاردار، تست برش و پانچ و مقایسه نتایج عددی با داده های تست تجربی [۱]

۴- کالیبراسیون ضرایب مدلهای شکست GISSMO و Tabulated Johnson Cook

۴-۱ معرفی مدل شکست GISSMO و تفاوت آن با مدل شکست Johnson Cook با شبیه‌سازی تست کشش نمونه استاندارد

۴-۲ معرفی مدل شکست Tabulated Johnson Cook و تفاوت آن با مدل شکست J.C با شبیه‌سازی تست کشش نمونه استاندارد

۵- کالیبراسیون ضرایب مدل مادی SAMP_LIGHT

۵-۱ معرفی مدل مادی SAMP_LIGHT برای بیان رفتار پلیمرها

۵-۲ تعیین ضرایب مدل مادی SAMP_LIGHT از روی منحنی تنش- کرنش پلاستیک حقیقی در حالت کششی و فشاری [۵]

۵-۳ شبیه سازی تست خمش سه نقطه ای و مقایسه نتایج بدست آمده با داده های تجربی موجود [۵]

۶- کالیبراسیون مدلهای مادی HONEYCOMB، LOW_DENSITY_FOAM و CRUSHABLE_FOAM

۶-۱ معرفی مدلهای مادی فوق برای بیان رفتار فوم

۶-۲ نحوه بدست آوردن ضرایب مدلهای فوق با استفاده از نتایج تست آزمایشگاهی [۶]

۶-۳ شبیه سازی رفتار فوم تحت بارگذاری شبیه استاتیکی و مقایسه نتایج عددی با داده های تست تجربی [۶]

[1] Seidt, J. D., 2010, “Plastic deformation and ductile fracture of 2024-t351 aluminum under various loading conditions”, PhD Thesis, Ohio State University.

[۲] رخی، ح.، خوشحال، م.، محمدی، م.، فرضی، ا. ح.، ۱۴۰۳، "کالیبراسیون ثابت های مدل مادی و مدل آسیب جانسون- کوک توسط آزمایش کشش بر روی نمونه های استاندارد، شیاردار و تست پانچ"، سی و دومین کنفرانس بین المللی مهندسی مکانیک، دانشگاه صنعتی اراک، اراک.

[۳] رخی، ح.، ضیاء شمامی، م.، موسوی، م. و.، میرزا بابای مستوفی، ت. ۱۴۰۳، "کالیبراسیون پارامترهای مدل آسیب گیسمو جهت پیش بینی رفتار پلاستیک و شکست نرم آلومینیوم"، نشریه علمی مکانیک هوافضا، دوره ۲۱، شماره ۲، ص ص ۱-۱۲.

[۴] رخی، ح.، احمدی، ح.، توزنده‌جانی، ح.، ۱۴۰۴، "کالیبراسیون مدل آسیب گیسمو برای پیش‌بینی رفتار شکست فولاد Docol 1400M توسط آزمایش کشش بر روی نمونه‌های استاندارد، شیاردار، تست برش و پانچ"، سی و سومین کنفرانس بین المللی مهندسی مکانیک، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران.

[5] M. A. Dundar et al., Tensile, compression, and flexural characteristics of acrylonitrile–butadiene–styrene at low strain rates: Experimental and numerical investigation, Polymers and Polymer Composites 2021, Vol. 29(5) 331–342.

[6] G. Slik et al, Material model validation of high efficient energy absorbing foam, 5th LS-DYNA Forum, Ulm 2006. D-III-1