بسم الله الرحمن الرحیم ضربه جلسه ۱

مراجع:

1- Impact strength of materials
by: Johnson

2- مکانیک ضربه - شاکری

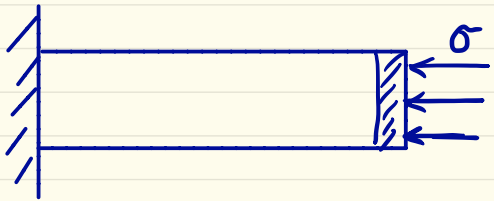
@ utimpact daneshmehr.com

حضور در کلاس تاثیر مثبت دارد.

- میان ترم ۶
- پایان ترم ۷
- پروژه ۵
- تمرین ۲

فصل اول: مبانی ضربه

بار ضربه به بارگذاری گفته می‌شود که زمان اعمال آن خیلی کم و در عین حال مقدار بار محدود باشد. به عبارتی همه گذرای بارگذاری دینامیکی که در آن موج تنش مورد بررسی قرار می‌گیرد در مکانیک ضربه به آن پرداخته می‌شود.



۱-۱- قانون ضربه- اندازه حرکت:

این قانون قادر به بیان تنش‌های گذرا و تغییر شکل نیست و فقط قادر به بیان سرعت‌های قبل و بعد از برخورد است.

$$\vec{P} = \int_0^t \vec{F}\,dt = \vec{\Delta}_{mv} = m\vec{v} - m\vec{v}_0 \qquad (1.1)$$

ضربه

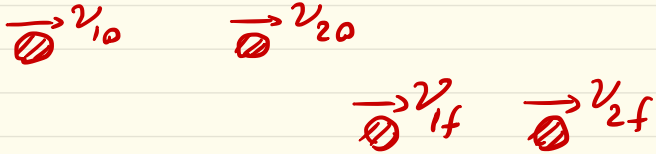
یا

$$\vec{P} = \int_0^t \vec{F}r\,dt = \vec{\Delta}_{Iw} = I\vec{w} - I\vec{w}_0$$

در یک برخورد چون ضربه‌ها به دو جسم برابر و مخالف جهت وارد می‌شوند لذا می‌توان گفت

$$\sum \vec{P}_i \equiv \sum_i m_i \vec{v}_i = \text{Constant} \qquad (1.2)$$

$$\equiv \sum_i m_i (r_i \vec{v}_i) = \text{Constant}$$



در این اصل فرض بر این است که اتلاف انرژی وجود ندارد.

۱.۲ - اصل بقای انرژی

$\Delta E = 0$

اگر اتلاف انرژی وجود داشته باشد:

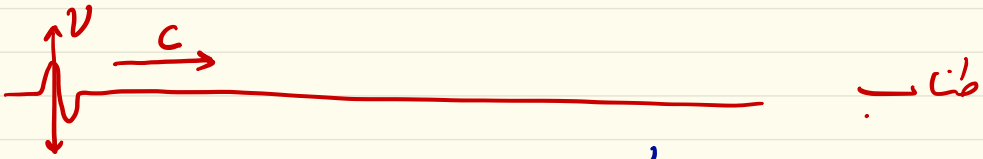
$$\text{ضریب بازگشت } e = \frac{\text{دوره دور شدن } P_{2n}}{\text{دوره نزدیک شدن } P_{1n}} = \frac{v_{2f} - v_{1f}}{v_{1o} - v_{2o}}$$

برخورد کاملا الاستیک (اتلاف انرژی صفر است) $e = 1$

برخورد کاملا پلاستیک (دو قطعه به هم می چسبند) $e = 0$

1.3 - موج تنش:

وقتی ذرات یک قسمت از جسم در حالت عدم تعادل باشند (حالت گذرا و به نوعی ضربه بین ذرات) این عدم تعادل پس از صرف زمان محدودی به سایر نقاط جسم منتقل می شود. انتشار فضای عدم تعادل، موج تنش را بوجود می آورد. که به عبارتی همراه با توزیع تنش در جسم است.

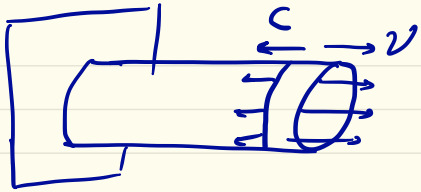


دو نوع سرعت در جسم دیده می شود:

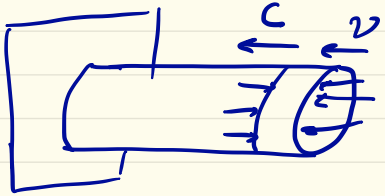
۱- سرعت ذرات جسم v

۲- سرعت انتشار موج c

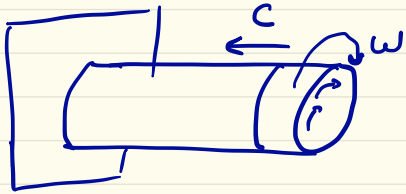
- موج تنش کششی :



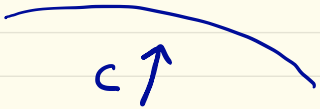
- موج تنش فشاری :



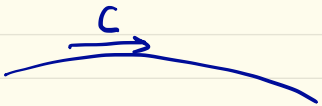
- موج تنش پیچشی :



انواع موج از نگاه دیگر:

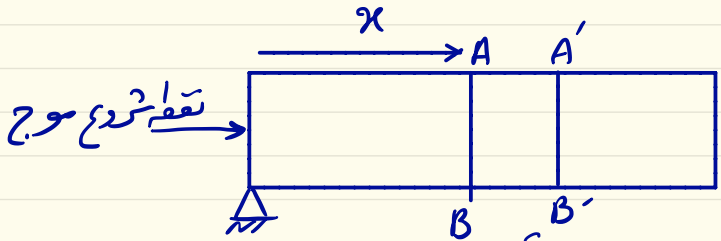


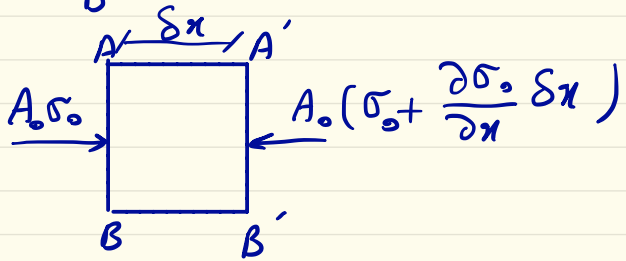
۱- موج حجمی یا بدنه‌ای Body wave



۲- موج سطحی surface wave

۱.۴ - روابط انتشار موج





$\Sigma F_x = ma_x$

معادلات حاکم (روابط حرکت)

$$-\frac{\partial \sigma_0}{\partial x}\delta x A_0 = A_0 \delta x \rho_0 \frac{\partial^2 u}{\partial t^2}$$

$$\Rightarrow \frac{\partial \sigma_0}{\partial x} = -\rho_0 \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} \qquad (a)$$

از طرفی

$$\frac{\partial u}{\partial x} = -\frac{\sigma_0}{E} \qquad (\sigma = E\varepsilon) \text{ (تنش فشاری)}$$

$$\Rightarrow \quad \frac{\partial \sigma_0}{\partial x} = -E \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \qquad (b)$$

$$(a),(b) \Rightarrow \quad \boxed{\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \frac{E}{\rho_0} \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}} \qquad (1.3)$$

تعریف: سرعت انتشار موج $C_L = \sqrt{\frac{E}{\rho_0}}$ (1.4)

پس معادله موج تک محوری بصورت زیر است

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = c^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \qquad (1.5)$$

می‌توان جواب معادله فوق را چنین نوشت

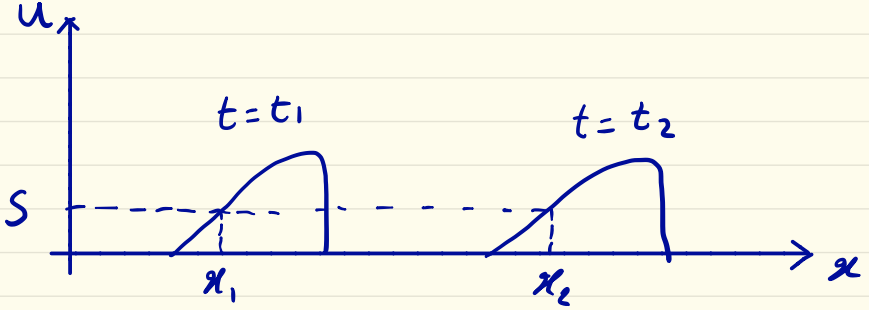
$$\boxed{u = f(x - ct) + F(x + ct)} \qquad (1.6)$$

f, F می‌توانند هر تابعی باشند.

$$\frac{\partial u}{\partial t} = -c f'(x-ct) + c F'(x+ct)$$

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = c^2 f''(x-ct) + c^2 F''(x+ct) = c^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$$

$u = f(x-ct)$



فرض کنید در t_1 و x_1 مقدار تابع $f(x_1-ct_1)=S$ باشد. همچنین در t_2 می‌توان x_2 را به گونه‌ای یافت که مقدار تابع S باشد:

$$S = f(x_1-ct_1) = f(x_2-ct_2)$$

$$\Rightarrow x_1 - ct_1 = x_2 - ct_2$$

یعنی اگر $x_2 > x_1 \longrightarrow t_2 > t_1$

یعنی این موج به سمت x مثبت در حرکت است (رو به جلو)

به طریق مشابه $F(x+ct)$ موج حرکت کننده به سمت عقب است.

توجه:

همانطور که دیده شد c_1 مستقل از v است.

$c_1 = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$: به خواص ماده جسم بستگی دارد.

$v = \frac{\partial u}{\partial t}$: به شکل نیروی وارده بستگی دارد.