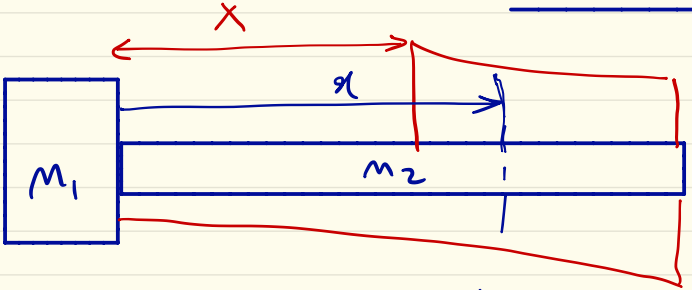
بسم الله الرحمن الرحیم ضربه جلسه ۱۵

۳) شکست در یک میله نرم در اثر ضربه جسم صلب



دیدیم که برآیند تنش در نقطه x چنین است:

$$\sigma_T(x) = \sigma_0 \left[e^{\left(-\frac{m_2}{m_1}\frac{x-X}{l_2}\right)} - e^{\left(-\frac{m_2}{m_1}\left(2-\frac{x+X}{l_2}\right)\right)} \right] \quad (۵)$$

اگر تنش در پشت نی را بخواهیم ($x = X$)

$$\sigma_T = \sigma_0 \left[1 - e^{\left(-\frac{m_2}{m_1} 2\left(1-\frac{X}{l_2}\right)\right)} \right] \quad (۶)$$

فرض کنید تنش تسلیم میله S باشد. پس شکست یا ادامه کار در X_0 رخ می دهد.

$$\sigma_T(X_0) = S$$

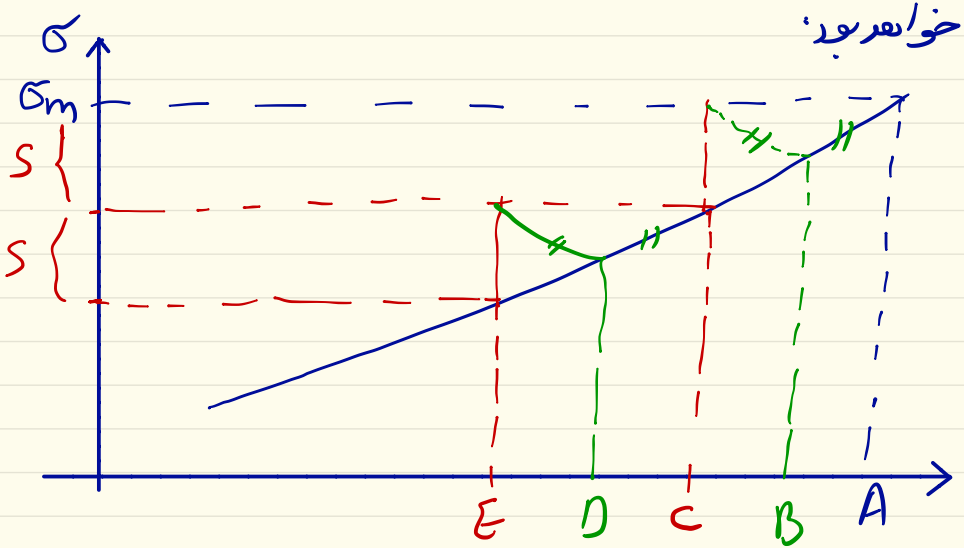
$$\longrightarrow \quad \frac{X_0}{l_2} = 1 - \frac{m_1}{m_2} \ln\left(\frac{1}{\sqrt{1 - S/\sigma_0}}\right) \qquad (c)$$

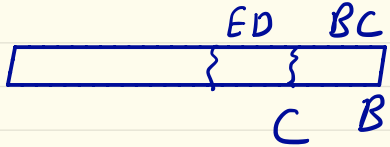
حال می‌خواهیم بدانیم که سرعت اولیه ضربه‌زن (v_0) حقدر باشد تا در مقطع X_0 شکست رخ بدهد.

$$v_0 = v_c \Big/ \left\{1 - e^{\left(-2\left(1 - \frac{X_0}{l_2}\right)\frac{m_2}{m_1}\right)}\right\} \qquad (d)$$

($v_c = \sigma_0/\beta c$)

تمرین: رابطه فوق را ثابت آورید.





باتوجه به رابطه (c) فاصله نقاط شکست از انتهای آزاد عبارتست از:

$$X_1 = l_2 \frac{m_1}{m_2} \ln\left(\frac{1}{\sqrt{1 - S/\sigma_0}}\right)$$

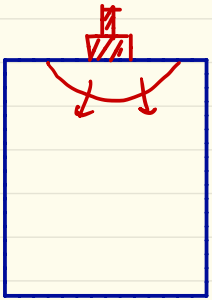
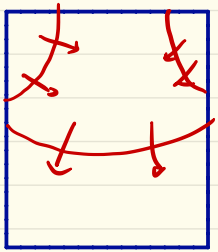
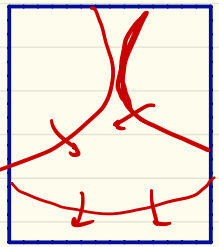
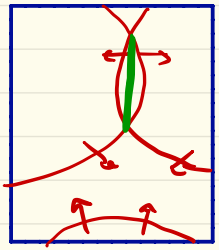
$$X_2 = l_2 \frac{m_1}{m_2} \ln\left(\frac{1}{\sqrt{1 - 2S/\sigma_0}}\right) \qquad (f)$$

$$\vdots$$

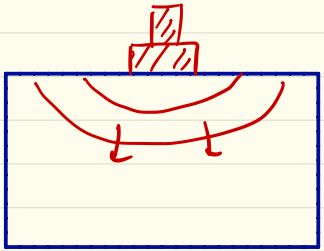
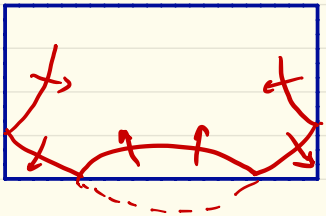
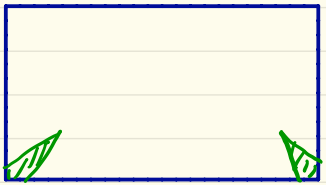
$$X_n = l_2 \frac{m_1}{m_2} \ln\left(\frac{1}{\sqrt{1 - nS/\sigma_0}}\right)$$

این رابطه تا موقعی برقرار است که $S < \frac{S_u}{n}$ باشد.

④ لایه لایه شدن در سنگ

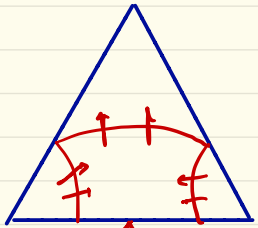
شکست مرکزی

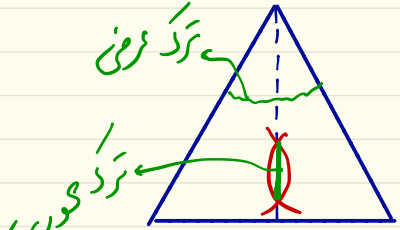




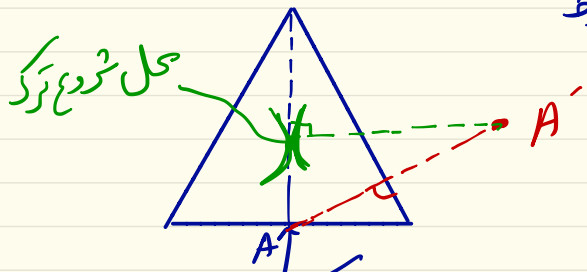
شکست لبه ای

3-8 ـ چند نمونه از الگوی شکست در اثر بار ضربه‌ای

① مفروط



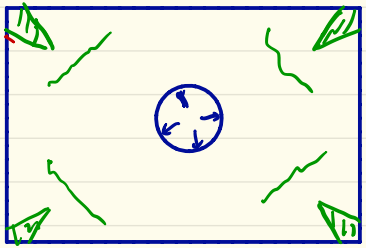




ترک محوری در اثر موج منعکس شده از پهلوها بوجود می‌آید.

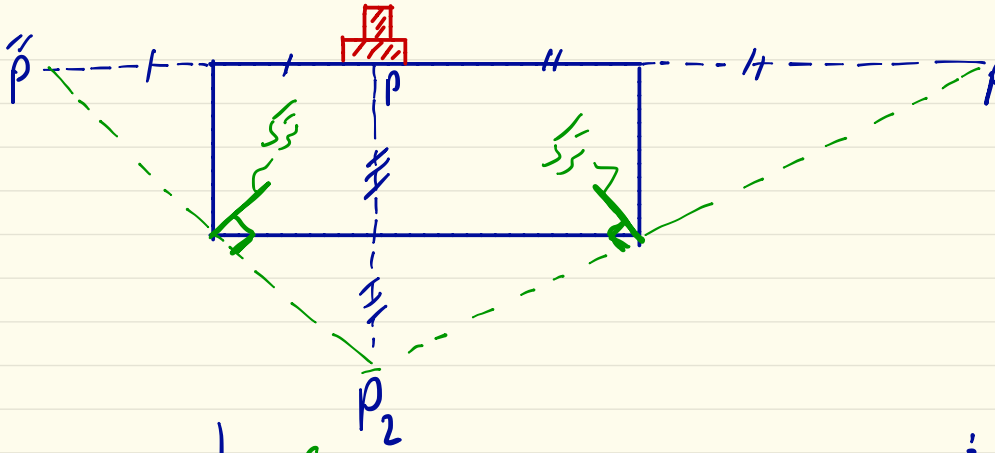
ترک عرضی بعداً در تحلیل دقیق‌تر سه‌بعدی به علت تغییر علامت موج فشاری لایه‌جوانه می‌شود.

② ورق با انفجار داخلی

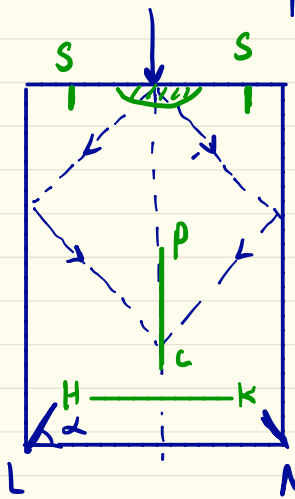


ترک‌های عرضی در اثر پدیده تغییر علامت موج فشاری بوجود می‌آیند.

③ قطعات چهارگوش



④ قطعه استوانه‌ای شکل :



a) خرابی در محل انفجار

b) ترک دایره‌ای SS در اثر انعطاف از سطح جانبی

c) ترک خطی وطولی PC

d) در استوانه کوتاه، ترک صفحه‌ای HK در اثر تغییر علامت

e) یا ترک مزدوج M یا ترک‌های گوشه‌ای M در قطعات چهارگوش در اثر ترکیب انعطاف موجان حاشیه وسطح پایین استوانه

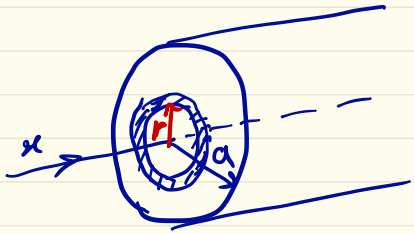
بخش چهارم:

موجهای تنشی الاستیک، تحلیل جامع مسائل مربوطه

۴-۱- اعتبار تئوریهای ساده ارائه شده در بخش قبل:

الف - موجهای طولی

تئوری موجهای طولی (بصورت مقدماتی) که در بخش قبل ارائه شد، برای میله‌هایی که قطر آن نسبت به طول موج انتشالی کوچک است، در یک محدوده، فرکانسی خاص معتبر است.



$$\varepsilon_x = \frac{\partial u}{\partial x} \xrightarrow{\sigma_r = 0} \varepsilon_r = -\nu \frac{\partial u}{\partial x} \qquad (a)$$

$$u_r = \int \varepsilon_r dr = -\nu r \frac{\partial u}{\partial x} \longrightarrow v_r = -\nu r \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial t} \qquad (b)$$

$$dT_r = \frac{1}{2}(2\pi r\,dr\,dx)\,\rho\left(v r \frac{\partial^2 u}{\partial x\,\partial t}\right)^2 \qquad (c)$$

انرژی جنبشی حاصل از عرض شعاعی

$$T_r = \int_0^a dT_r = \frac{\pi a^4}{4}\rho\left(v\,\frac{\partial^2 u}{\partial x \partial t}\right)^2 dx \qquad (d)$$

$$L = T - U = \frac{1}{2}\rho\pi a^2 dx\left(\frac{\partial u}{\partial t}\right)^2 + \frac{\rho\pi a^4}{4}\rho\left(v\frac{\partial^2 u}{\partial x\partial t}\right)^2 - \frac{1}{2}E\pi a^2\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2 dx \qquad (4-1)$$

لاگرانژین — انرژی جنبشی — انرژی پتانسیل (کرنشی الاستیک)

هملتون $\delta \int L\,dt = 0$

$$\rho\left(\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - \frac{v^2 a^2}{2}\frac{\partial^4 u}{\partial x^2 \partial t^2}\right) = E\cdot\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \qquad (4-2)$$

این یک معادله موج است که یک حل تقریبی بیان می‌کند که سرعت موج در این معادله (C_p) چنین بدست می‌آید:

$$u = A \sin \frac{2\pi}{\lambda}(x - C_p t)$$

$$\frac{C_p}{C_0} = 1 - \nu^2 \pi \left(\frac{a}{\lambda}\right)^2 \qquad (4-3)$$

C_0: سرعت موج در رودی کانال $C_0 = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$

λ: طول موج

همانطور که دیده می‌شود سرعت انتشار موج (C_p) بستگی به طول موج (و فرکانس) وارد شده به سیال دارد

λ بزرگ ⟵ $C_p \sim C_0$

برای $0.2 \geq \frac{a}{\lambda} \geq 0$ تحلیل ساده ارائه شده در مثال قبل دقت خوبی دارد.