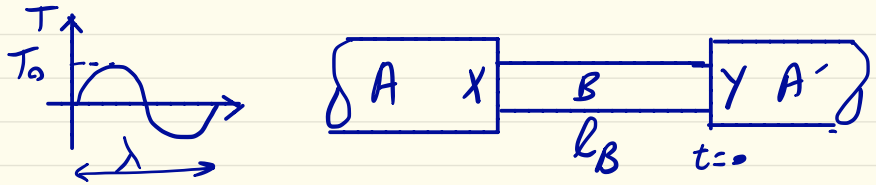
بسم الله الرحمن الرحیم ضربه جلسه ۱۴

6-6 . انتشار موج پیچی درمیله‌ای با مقاطع مختلف (ضربه آرام کشسان) Pulse smoothly elastic



X مقطع $T = \frac{2}{1+n} T_0$ (a)

که در آن

$$n = \frac{J_1 \rho_1 C_{T1}}{J_2 \rho_2 C_{T2}}$$

Y مقطع $T_{1T} = \frac{2n}{n+1} T = \frac{2n}{n+1} \cdot \frac{2}{n+1} T_0$ (b)

$$T_{1R} = -\frac{n-1}{n+1} T = -\frac{n-1}{n+1} \cdot \frac{2}{n+1} T_0 \quad (c)$$

الف - $l_B = (\frac{1}{2})(c_B/c_A)$

در این حالت موج برگشتی T_{1R} همزمان با ورود موج ورودی به سطح مقطع X می‌رسد.

در مقطع X بار دوم $t = l_B/c_B$

$$T_{2R} = -\frac{n-1}{n+1} \cdot T_{1R} = \left(\frac{n-1}{n+1}\right)^2 \cdot T = \frac{2}{n+1}\left(\frac{n-1}{n+1}\right)^2 T_0 \quad (d)$$

در مقطع Y بار دوم $t = 2l_B/c_B$

$$T_{3T} = \frac{2n}{n+1} T_{2R} = \frac{2n}{n+1} \cdot \frac{2}{n+1}\left(\frac{n-1}{n+1}\right)^2 T_0 \quad (e)$$

$$T_{3R} = -\frac{n-1}{n+1} T_{2R} = -\left(\frac{n-1}{n+1}\right)^3 \cdot \frac{2}{n+1} T_0 \quad (f)$$

شدت موج در A' $T_{A'} = T_{1T} + T_{3T}$ (g)

ب) $T_{A'} = \frac{2n}{n+1} \cdot \frac{2}{n+1} \cdot T_0 \left[1 + \left(\frac{n-1}{n+1}\right)^2 + \left(\frac{n-1}{n+1}\right)^4 + \cdots\right]$ در زمان: $2m\left(\frac{2l_B}{c_B}\right)$

وقتی $m \to \infty$

ا) $T_{A'} = \frac{4n}{(n+1)^2} \cdot T_0 \left[\frac{1}{1 - \left(\frac{n-1}{n+1}\right)^2}\right] = T_0$

پس اگر $l_B = \left(\frac{\lambda}{2}\right)\left(\frac{c_B}{c_A}\right)$ باشد موج ورودی و خروجی تقریباً با هم هستند.

ب - $l_B = \left(\frac{\lambda}{4}\right)\left(\frac{c_B}{c_A}\right)$:

در این حالت وقتی موج برگشتی از Y به X می‌رسد و منعکس می‌شود، همزمان با اولین پیچی متوقف می‌شود.

$t = 2\frac{l_B}{c_B} \rightarrow$ $\quad T_{A'} = -T_{1T} + T_{3T}$ (j)

$t = 4\frac{l_B}{c_B} \rightarrow$ $\quad T_{A'} = T_{1T} - T_{3T} + T_{5T}$ (k)

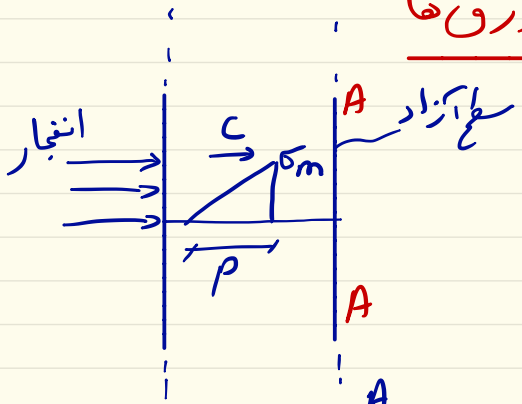
$t = 2m\left(\frac{2l_B}{c_B}\right) \rightarrow$ $\quad T_{A'} = T_{1T} - T_{3T} + T_{5T} + \cdots T_{(2m-1)T}$ (l)

$$= \frac{2n}{n+1} \cdot \frac{2}{n+1} T_0 \left[1 - \left(\frac{n-1}{n+1}\right)^2 + \left(\frac{n-1}{n+1}\right)^4 + \cdots + \left(\frac{n-1}{n+1}\right)^{2m}\right]$$ (m)

$m \rightarrow \infty$

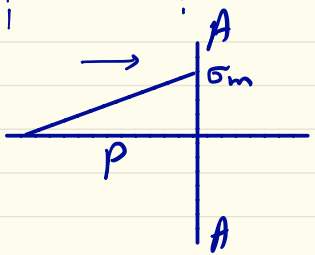
$$T_{A'} = \frac{4n}{(n+1)^2} T_0 \left[\frac{1}{1 + \left(\frac{n-1}{n+1}\right)^2}\right] = \frac{2n}{n^2+1} T_0$$ (n)

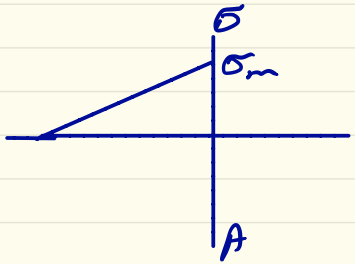
7-3 - قطعه قطعه شدن و لایه لایه شدن در سیلیها و ورق‌ها

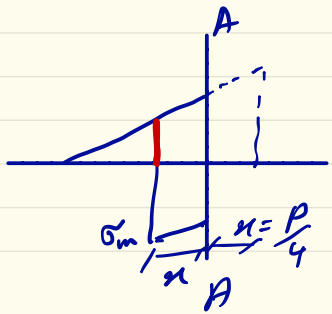


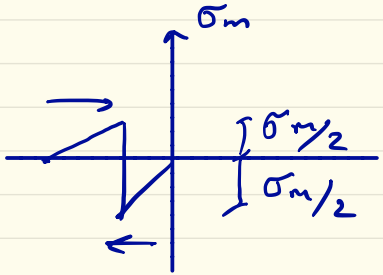
① ورق

اگر فرض کنیم فشار ایجاد شده، توسط انفجار بصورت مثلثی یا دندانه‌ای باشد داریم:

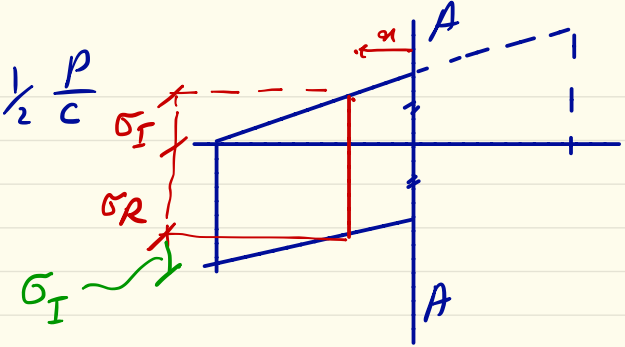


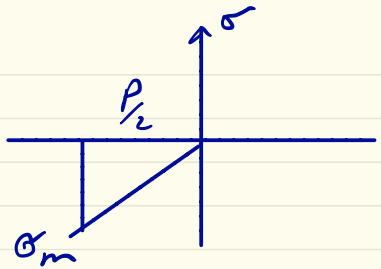






3) $T = \frac{1}{2}\frac{P}{C}$





سرعت ذرات در مقطع به فاصله x ($x < P/2$)

$$v_N = v_I + v_R = \frac{\sigma_I}{\rho C} + \frac{(\sigma_m - \sigma_I)}{\rho C} = \frac{\sigma_m}{\rho C}$$

پس تمام ذرات جسم پیشانی کشتی موج ولی با آزاد دارای سرعت یکنواخت v_N هستند. این نتیجه مختص زمان $t = \frac{1}{2}\frac{P}{C}$ نیست. مثلاً در زمان $t \leq \frac{1}{2}\frac{P}{C}$ هم می‌توان این نتیجه را دید.

به صورت کلی اگر موج برگشتی به مقدار x حرکت کرده باشد برابر تنش در پیشانی موج برگشتی خواهد بود.

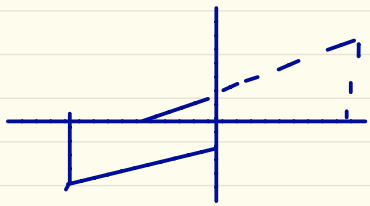
برای تنش پیچشی مورد بررسی $\sigma' = \sigma_m - \sigma_m \frac{\rho - 2x}{\rho} = \frac{2x}{\rho}\sigma_m$

یعنی در $x = \frac{\rho}{2}$ به مقدار ماکزیمم خودش رسد.

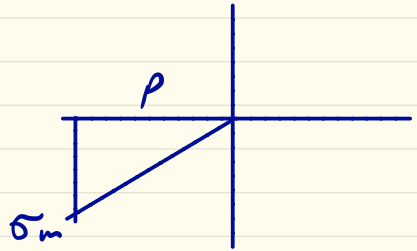
اگر این تنش، به تنش شکست (σ_f) برسد باعث شکست قطعه می‌شود

غلط $v' = \frac{\sigma'}{\rho c} = \frac{2x}{\rho c \cdot \rho}\sigma_m$ سرعت تمام ذرات بین این پیمانه دلبه آزاد

4) $t = \frac{3}{4}\frac{\rho}{c}$



5) $t = \frac{\rho}{c}$



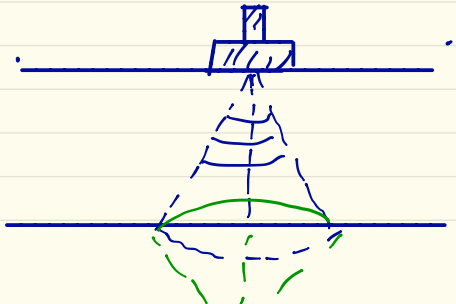
اگر $\sigma_m > \sigma_f$ باشد شکست در فاصله $x < \frac{l}{2}$ رخ می‌دهد (شرط شکست $\sigma_m = \sigma_f$ است)

اگر $\sigma_m = \sigma_f$ باشد در $x = \frac{l}{2}$ شکست رخ می‌دهد.

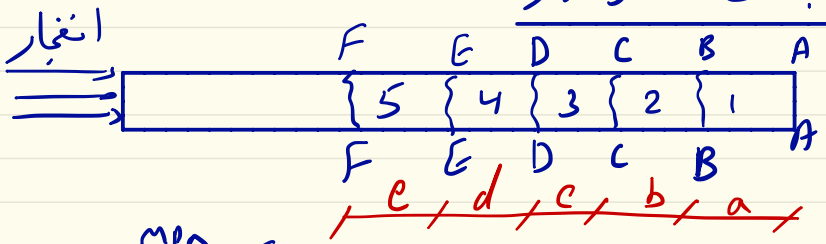
و اگر $\sigma_m < \sigma_f$ باشد شکستی رخ نمی‌دهد.

برای موجبان تنش با شکل‌های مختلف می‌توان این تحلیل را نیز انجام داد. بطور مثال رفتار موج دندانه‌ای معکوس در کتاب آمده است.

این تحلیل‌ها برای حالتی قابل قبول است که عرض منطقه صدمه تقریباً برابر عرض ورق باشد. اگر صدمه در منطقه کوچک وارد شود استاد موج فشاری حالت تقریباً کروی خواهد داشت.

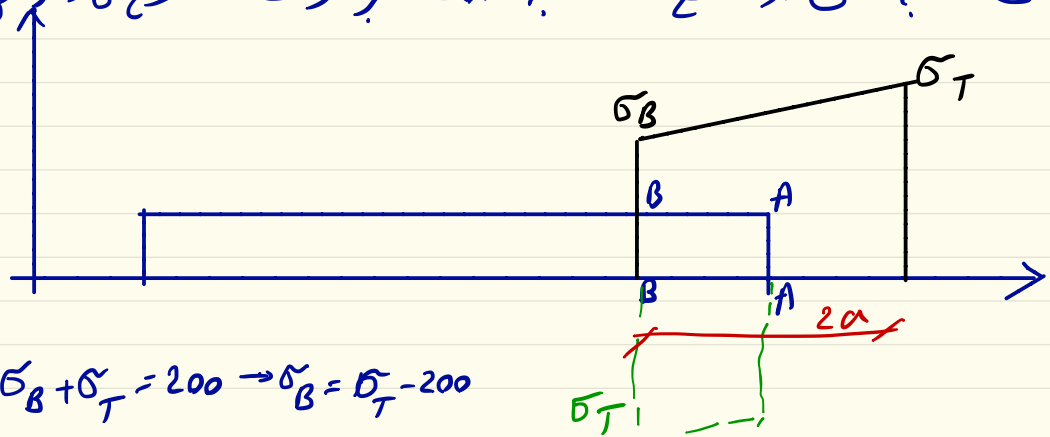


⑤ قطعه قطعه شدن یک میله بتونی در اثر انفجار



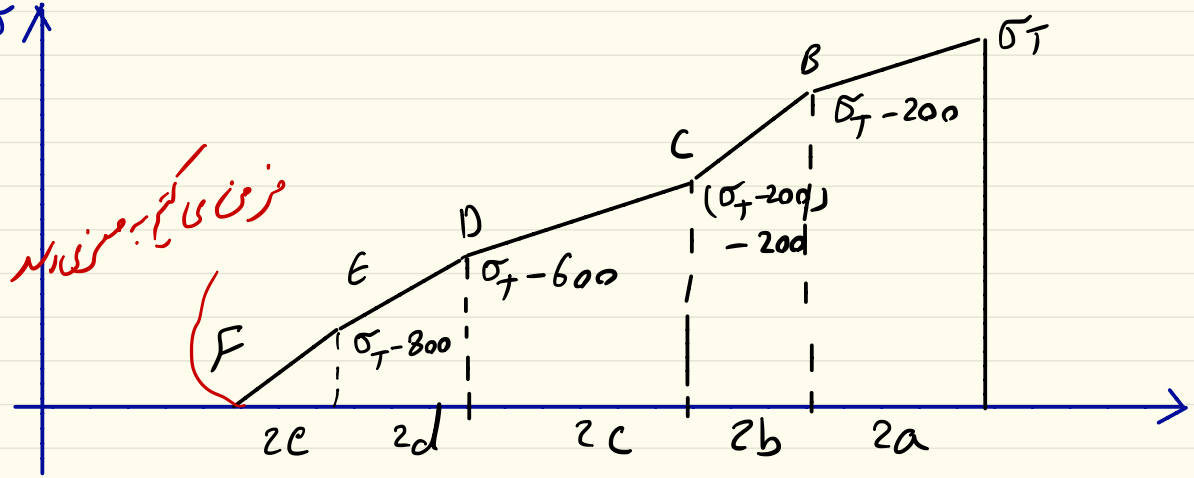
با بررسی مناطق شکست می‌توان شدت فشار انفجار را یافت. فرض کنید $\sigma_T = 200\ MPa$ باشد.

اگر فرض کنیم پیشانی موج فشاری ایجاد شده σ_T باشد وقتی موج به لبه آزاد (A-A) می‌رسد به صورت کششی منعکس می‌شود. وقتی نتیجه تنش در مقطع B-B به 200 برسد شکست رخ می‌دهد.



$$-\sigma_B + \sigma_T = 200 \rightarrow \sigma_B = \sigma_T - 200$$

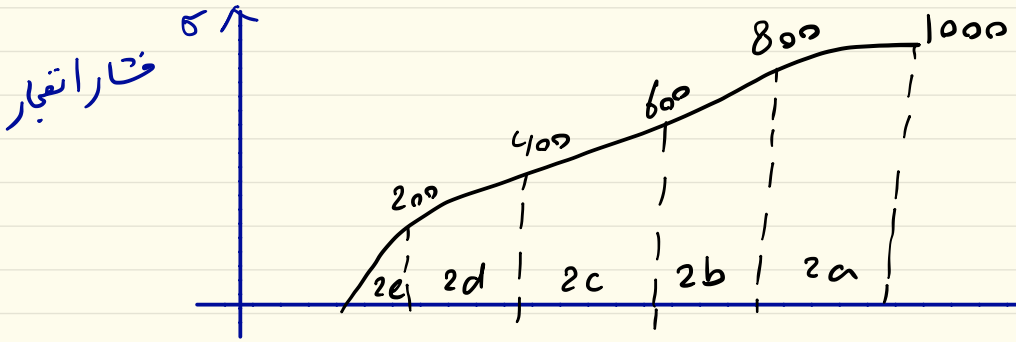
بعد از شکست، لبه B-B به عنوان لبه آزاد عمل می‌کند و می‌توان جهتِ صحیح هارا در هر آن بیان کرد.



چون مقطع F-F آخرین مقطع شکست است پس در آن مقطع تنش نباید بیشتر از 200 باشد وگرنه یک تقطه شکست دیگر نیز بوجود خواهد آمد. اگر فرض کنیم در این مقطع تنش دقیقاً صفر باشد:

$$-\sigma_F + (\sigma_T - 800) = 200 \Rightarrow \sigma_T = 1000 \text{ MPa}$$

$\sigma_F = 0$



وقتی قطعات ی شکنند با سرعتی (که برابر با $\frac{\sigma_{fc}}{E_c}$ نیست) از هم جدای شوند.