

خلاصه نکات درس دینامیک سازه به همراه حل تشریحی سؤالات دکتر محمد عمران سراسری سالهای اخیر

معین : با مدل ریاضی می توان آن را بیان کرد .

نمودار دینامیکی : نامعین : با مدل ریاضی بیان نمی شود ← زلزله

میرایی : عاملی را که باعث افتادگی است و از دست دادن انرژی می شود را گویند .

$$m\ddot{x} + kx = 0.0$$

• ارتعاش آزاد بدون میرایی :

$$x(t) = \frac{\dot{x}_0}{\omega} \sin \omega t + x_0 \cos \omega t, \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$x = p \cos(\omega t - \theta) \quad \theta = \arctan \frac{\dot{x}_0}{x_0 \omega}$$

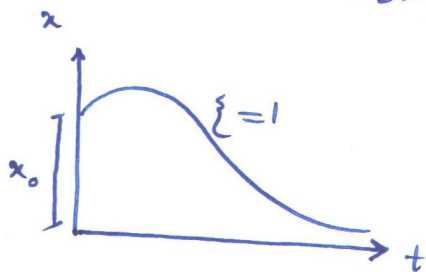
نکته : سقف یک عضو مربوط به ذات آن عضو است و به بارگذاری سازه ربطی ندارد .

$$m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = 0.0$$

• ارتعاش آزاد با میرایی :

$$\zeta = \frac{c}{2m\omega} \quad , \quad x = e^{-\zeta\omega t} (x_0(1+\zeta\omega t) + \dot{x}_0 t) \quad \zeta = 1$$

در این حالت حرکت مستهلک شونده بوده و پس از رفتن در یک نقطه می باشد .

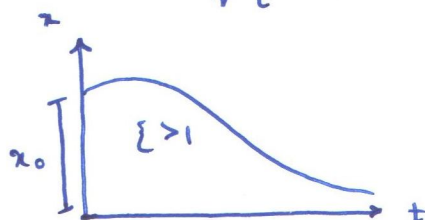


$$x = e^{-\zeta\omega t} (A \sinh \omega^* t + B \cosh \omega^* t) \quad \zeta > 1$$

$$\omega^* = \omega \sqrt{\zeta^2 - 1}$$

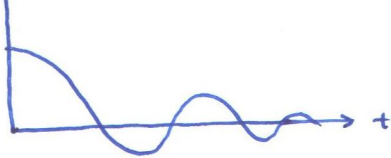
به باشد حالت اول ، حرکت مستهلک شونده بوده ، پس رفتن

برگشتی نمی باشد .



$$x = e^{-\zeta\omega t} \left(\frac{\dot{x}_0 + x_0 \zeta \omega}{\omega_D} \sin \omega_D t + x_0 \cos \omega_D t \right) \quad \zeta < 1$$

$$\omega_D = \omega \sqrt{1 - \zeta^2}$$



$$x = p e^{-\xi \omega t} \cos(\omega_d t - \theta)$$

نکته: رابطه ی تخم: معادله مربوط به دانه ی x و ξ :

$$\ln \frac{x_i}{x_i + n T_D} = \frac{2 \pi n \xi}{\sqrt{1 - \xi^2}} \cong 2 \pi n \xi$$

$$\xi_{50\%} = \frac{0.11}{n}$$

براهانت 50% دانه، مقدار ξ برابر است با:

n دانه ی مربوط به جرم m نام می باشد.

ارتعاش اجباری

حرکات اجباری تابعی از حرکات آزاد بوده و برابر آن فرو می شوند.

$$m \ddot{x} + c \dot{x} + kx = P_e = -m \ddot{x}_g$$

* اثر لرزه $\ddot{x}_g$

$$P = P_0 \sin \bar{\omega} t$$

اثر نیروی سینوسی

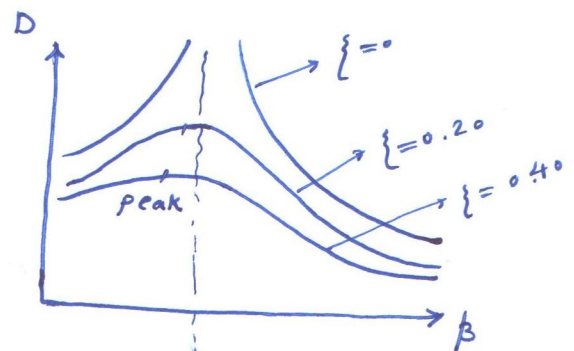
$$m \ddot{x} + c \dot{x} + kx = P_0 \sin \bar{\omega} t$$

$$x_p = \frac{P_0}{k} \left(\frac{1}{\sqrt{(1-\beta^2)^2 + (2\xi\beta)^2}} \right) ((1-\beta^2) \sin \bar{\omega} t - 2\xi\beta \cos \bar{\omega} t)$$

جواب دائم

$$D = \frac{1}{\sqrt{(1-\beta^2)^2 + (2\xi\beta)^2}}$$

ضریب بزرگنمایی



در این حالت فرکانس نیروی خارجی با فرکانس طبیعی برابر است $\omega = \bar{\omega}$

$$\beta = 1 \rightarrow D = \frac{1}{2\xi}$$

نکته: مقدار D_{max} از رابطه زیر می آید:

$$\beta_{max} = \sqrt{1 - 2\xi^2} \quad , \quad D_{max} = \frac{1}{2\xi \sqrt{1 - \xi^2}}$$

۲۸- در محصل دینامیک سازه ۴، معمولاً دینامیک هر یک از اجزای سازه (جواب عمومی معادلات)

در مقابل پاسخ محتمل (جواب خصوصی معادلات حرکت) کدام است؟

جواب: وجود دانه‌های بسیار کوچک و پر بودن آنها

۲۹- در ارزیابی پروردار سازه آزاد یک سازه یک درجه آزادی، چنانچه جبرم معادلات آن برابر

و منفی معادلات آن ۸ برابر شود، در این صورت پروردار آن چند برابر خواهد شد؟

$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

(۲) شرایط اولیه ارتباط دارد.

(۱) ۵

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

(۴) سبکی به درجه آزادی دارد.

(۳) ۲

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \rightarrow m \rightarrow 2m, k \rightarrow 8k \rightarrow T_2/T_1 = \sqrt{\frac{1}{4}} = \frac{1}{2} \checkmark$$

۳۰- معیار دقت محصل دینامیک سازه ۴ به روش رانیه اصلاح شده بر چه پایه‌ای است؟

(۱) آزمون دقت (۲) حذف مستقیم (۳) روش تکراری (۴) روش انرژی

* روش رانیه اصلاح شده، چسبی بر روی تکرار می‌باشد که بر پایه سادگی قرار دادن انرژی چسبی

تجاسس است. (پایه دقت روش تکراری)

(۳) در محصل دینامیک سازه ۴ به چند درجه آزادی به صورت آلیز مودال، کدام رابطه نادرست است؟

$$\{\phi\}_i^T [m] \{\phi\}_j = 0 \quad (۲)$$

$$\{\phi\}_i^T [k] \{\phi\}_j = 0 \quad (۱)$$

$$\{\phi\}_i^T [m] \{\phi\}_j \neq 0 \quad (۴)$$

$$\{\phi\}_i^T [k] \{\phi\}_j \neq 0 \quad (۳)$$

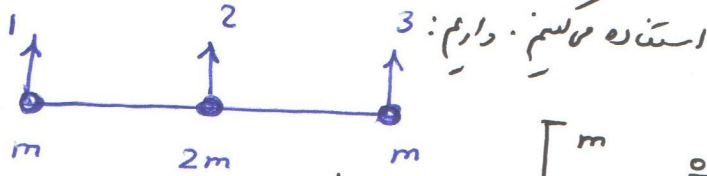
علاقه اصل سازه مودال، گریز ۴ نادرست است.

۳۲- چنانچه یک تیر بیندازیم (بدون تیر کاه) به صورت یک مدل جرم همگن و یک جرم متمرکز داریم. اگر در هر دو طرف آن

$$\begin{bmatrix} 1 & -2 & 1 \\ -2 & 4 & -2 \\ 1 & -2 & 1 \end{bmatrix}$$

در نظر گرفته شود، مودهای ارتعاشی طبیعی آن در صورتی که ماتریس معکوس ۳ به صورت

معین شده باشد، به چه حالتی است؟
حل: از رابطه $|[k] - [m]\omega^2| = 0$



۱- مود صلب یک مود غیر صلب

$$\begin{vmatrix} 1 - m\omega^2 & -2 & 1 \\ -2 & 4 - 2m\omega^2 & -2 \\ 1 & -2 & 1 - m\omega^2 \end{vmatrix} = 0$$

$$m = \begin{bmatrix} m & 0 \\ 0 & 2m \\ 0 & m \end{bmatrix}$$

(۲) سه مود غیر صلب

۳ مود صلب فرض $m\omega^2 = x \Rightarrow x = 0$

معادله و تیرهای رابطه

زیر ختم می‌شود:

(۴) ۲ مود صلب و ۱ مود غیر صلب

$$2x^3 = 8x^2 \Rightarrow x = 4$$

$$\Rightarrow m\omega^2 = 4 \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{4}{m}}$$

فقط یک ω بدست می‌آید.

یک مود غیر صلب داریم. جواب نهایی است.

۳۳- با توجه به سؤال ۳۲، کدام لرزه صغیر است؟

(۱) مود صلب برچ داران استقلال قطری از یکدیگر می‌باشند و می‌توانند مستقل باشند.

(۲) ۳ مود غیر صلب = = = = = نمی‌باشند، = = = = = هستند.

(۳) ۲ مود غیر صلب = = = = = = = = = = =

(۴) ۳ مود صلب = = = = = = = = = = = نیستند.

به طبع روابط مودهای صلب، این مودها اگرچه دارای استقلال قطری هستند، ولی می‌توانند غیر مستقل باشند.