

## ۱. تعیین فرکانس طبیعی با آزمایش رزونانس

هنگامیکه فرکانس تحریک هارمونیک به فرکانس ارتعاش طبیعی ساختمان نزدیک شده و حالت رزونانس رخ دهد، حداکثر پاسخ جابجایی سازه از رابطه زیر قابل محاسبه است:

$$\omega \cong \omega_n \rightarrow u_0 = \frac{P_0}{c\omega_n} = \frac{(u_{st})_0}{2\xi}, \quad (u_{st})_0 = \frac{P_0}{k}$$

در صورتیکه مقادیر  $(u_{st})_0$  و  $u_0$  معلوم باشند، می توان درصد میرایی را بر حسب آنها محاسبه کرد:

$$\xi = \frac{1}{2} \frac{(u_{st})_0}{(u_0)_{\omega=\omega_n}}$$

برای محاسبه  $(u_{st})_0 = \frac{P_0}{k}$  می توان سازه را بوسیله یک مهار کمی کشیده و جابجایی و نیروی داخل مهار را محاسبه نمود. به

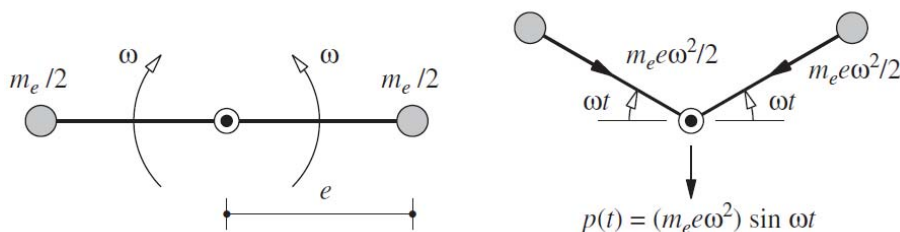
این ترتیب سختی سازه استخراج و مقدار  $(u_{st})_0$  از  $\frac{P_0}{k}$  بدست می آید. اما برای تعیین  $u_0$  لازم است سازه در فرکانس طبیعی خود تحریک شود. از آنجائیکه فرکانس طبیعی ساختمان ناشناخته است، باید فرکانس تحریک را تا زمانی تغییر داد تا اختلاف فاز پاسخ و نیروی اعمال شده برابر 90° شود. در این حالت فرکانس تحریک برابر فرکانس طبیعی ساختمان است. همچنین بدلیل کوچک بودن دامنه جابجایی می توان از پاسخ شتاب برای تعیین فرکانس طبیعی استفاده کرده و مقدار جابجایی را از رابطه زیر استخراج نمود:

$$(u_0)_{\omega=\omega_n} = \frac{(\ddot{u}_0)_{\omega=\omega_n}}{(\omega_n)^2}$$

لازم به ذکر است که ارتعاش در هر فرکانس تحریک باید تا رسیدن به پاسخ ماندگار ادامه داده شود و سپس مقادیر جابجایی، شتاب یا فاز اندازه گیری شوند. با داشتن دو مقدار فوق، درصد میرایی نیز قابل محاسبه خواهد بود.

## ۲. تعیین فرکانس طبیعی و میرایی با نمودار پاسخ دینامیکی

در این روش سازه به کمک یک ویبراتور برای محدوده ای از فرکانسهای ارتعاشی در برگیرنده فرکانس طبیعی ساختمان بصورت هارمونیک تحریک می شود. نیروی سینوسی که توسط یک ویبراتور با دو جرم غیر متوازن  $m_e$  ایجاد می شود تابعی از فرکانس تحریک بوده و برابر است با:



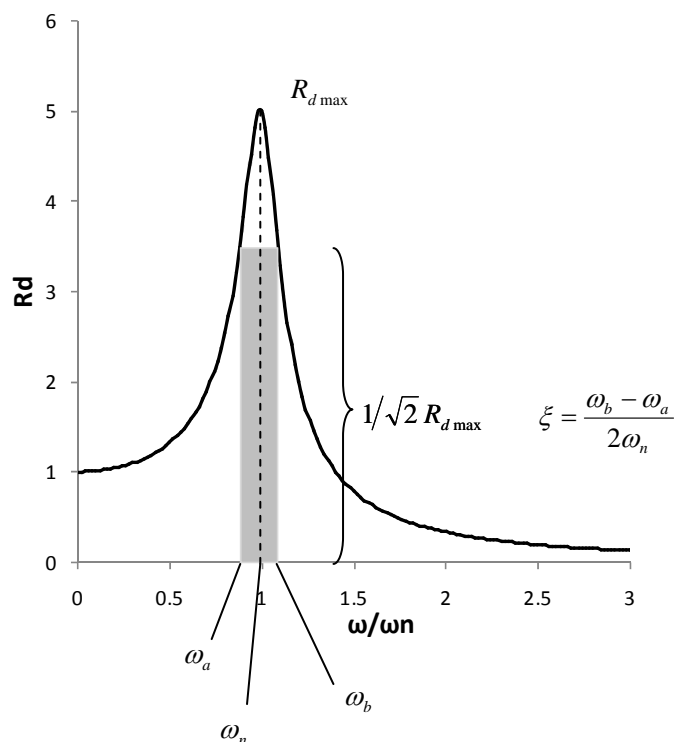
$$p(t) = (m_e e \omega^2) \sin(\omega t)$$

به این ترتیب دامنه پاسخ جابجایی و شتاب ماندگار یک سیستم یکدرجه آزاد به این تحریک خواهد شد:

$$u_0 = \left(\frac{m_e e \omega^2}{k}\right) R_d = \frac{m_e e}{m} \left(\frac{\omega^2}{\omega_n^2}\right) R_d$$

$$\ddot{u}_0 = \left(\frac{m_e e \omega^2}{m}\right) R_a = \frac{m_e e}{m} \omega_n^2 \left(\frac{\omega^2}{\omega_n^2}\right) R_a$$

در هر فرکانس دامنه حداکثر پاسخ شتاب پس از رسیدن به پاسخ ماندگار ثبت می شود. به این ترتیب می توان نمودار پاسخ دینامیکی شتاب را ترسیم کرد. پاسخ بدست آمده برای تحریکی است که دامنه آن وابسته به فرکانس تحریک است. بنابراین با تقسیم آن بر  $\omega^2$ ، پاسخ شتاب برای تحریکی با دامنه ثابت بدست می آید که مشابه  $R_a$  است. حال اگر مقادیر بدست آمده مجدداً بر  $\omega^2$  تقسیم شوند مقادیر دامنه جابجایی برای تحریکی با دامنه ثابت بدست می آیند که مشابه  $R_d$  است. نقطه اوج این نمودار متناظر با فرکانس طبیعی سیستم است. مقدار میرایی نیز با استفاده از قضیه نوار نیم توان قابل استخراج است.



۳. مرجع

Dynamic of Structures, Theory and Application to Earthquake Engineering, Anil K. Chopra, Prentice Hall Inc, 1995.