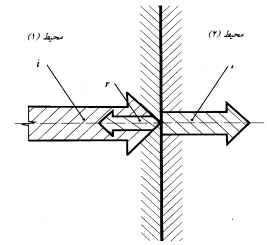
آزمون فراصوتی
Ultrasonic Testing (UT)

تابش قائم موج به سطح مشترک دو محیط

مدرس: دکتر فرهنگ هنرور
گروه ساخت و تولید
دانشکده مهندسی مکانیک
دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

تابش موج از محیط 1 به 2



$$u_i = U_i e^{i(\omega_1 t - k_1 x)}$$
$$u_r = U_r e^{i(\omega_1 t + k_1 x)}$$
$$u_t = U_t e^{i(\omega_2 t - k_2 x)}$$

جابجایی بر روی مرز و در محیط 1: $u^{(1)} = u_i + u_r$

جابجایی بر روی مرز و در محیط 2: $u^{(2)} = u_t$

شرایط مرزی (پیوستگی جابجایی و تنش نرمال روی سطح مشترک):

$$u^{(1)}\big|_{x=0} = u^{(2)}\big|_{x=0}$$

$$\sigma_x^{(1)}\big|_{x=0} = \sigma_x^{(2)}\big|_{x=0}$$

$$U_i + U_r = U_t$$

$$\sigma = E\frac{\partial u}{\partial x} \qquad E_1 \frac{\partial u^{(1)}}{\partial x}|_{x=0} = E_2 \frac{\partial u^{(2)}}{\partial x}|_{x=0}$$

$$E_1 k_1 (U_i - U_r) = E_2 k_2 U_t$$

$$\rho_1 c_{L1} (U_i - U_r) = \rho_2 c_{L2} U_t$$

$$U_r = \frac{z_1 - z_2}{z_1 + z_2} U_i \qquad U_t = \frac{2z_1}{z_1 + z_2} U_i$$

$$\sigma_i = E_1 \frac{\partial u_i}{\partial x} = E_1(-ik_1)U_i e^{i(\omega t - k_1 x)}$$
$$\sigma_r = E_1 \frac{\partial u_r}{\partial x} = E_1(ik_1)U_r e^{i(\omega t + k_1 x)}$$
$$\sigma_t = E_2 \frac{\partial u_t}{\partial x} = E_2(-ik_2)U_t e^{i(\omega t - k_2 x)}$$

$$R = \frac{\sigma_r}{\sigma_i}|_{x=0} = -\frac{U_r}{U_i} \qquad R = \frac{z_2 - z_1}{z_1 + z_2}$$

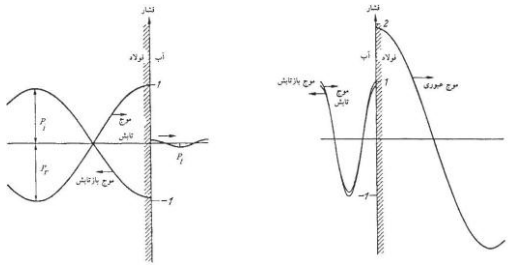
$$T = \frac{\sigma_t}{\sigma_i}|_{x=0} = \frac{E_2 k_2}{E_1 k_1}\frac{U_t}{U_i} \qquad \frac{E_2 k_2}{E_1 k_1} = \frac{z_2}{z_1} \qquad T = \frac{2z_2}{z_1 + z_2}$$

تاثیر نسبت امپدانس بر ضرایب R و T

		R	T
1	$z_1 = z_2$	0	1
2	$z_1 >> z_2$	-1	0
3	$z_1 << z_2$	1	2

$$R = \frac{z_2 - z_1}{z_1 + z_2} \qquad T = \frac{2z_2}{z_1 + z_2}$$

تابش موج از فولاد به آب و برعکس



سرعت در یک نقطه x تنش (فشار) = توان

$$Pwr_i = \frac{1}{2}\frac{E_1 A_i^2 \omega^2}{c_{L1}} \qquad Pwr_t = \frac{1}{2}\rho_2 c_{L2} A_t^2 \omega^2 \qquad Pwr_r = \frac{1}{2}\rho_1 c_{L1} A_r^2 \omega^2$$

$$R_e = \frac{Pwr_r}{Pwr_i} = \left[\frac{1 - z_2/z_1}{1 + z_2/z_1}\right]^2 = \left[\frac{z_2 - z_1}{z_1 + z_2}\right]^2$$

$$T_e = \frac{Pwr_t}{Pwr_i} = \frac{4\left[z_2/z_1\right]}{\left[1 + z_2/z_1\right]^2} = \frac{4z_1 z_2}{\left[z_1 + z_2\right]^2}$$

تاثیر نسبت امپدانس بر ضرایب R_e و T_e

		R_e	T_e
1	$z_1 = z_2$	0	1
2	$z_1 >> z_2$	1	0
3	$z_1 << z_2$	1	0

$$R_e = \left[\frac{z_2 - z_1}{z_1 + z_2}\right]^2 \qquad T_e = \frac{4z_1 z_2}{\left[z_1 + z_2\right]^2}$$