خلاصه روابط فصل سوم پیچش (مقطع دایره‌ای)

کرنش برشی: $\gamma = \dfrac{\rho\varphi}{L} = \dfrac{\rho}{c}\gamma_{max} \rightarrow \tau = \dfrac{\rho}{c}\tau_{max}$

نکته: $\varphi_{(x)} = \dfrac{x}{L}\varphi_{max}$

تنش برشی: $\tau = \dfrac{T\rho}{J} \rightarrow \tau_{max} = \dfrac{Tc}{J}$

(ρ ← فاصله شعاعی از مرکز؛ J ← ممان اینرسی قطبی)

J: مقطع سیلندر $\frac{1}{2}\pi c^4$ ؛ مقطع لوله $\frac{1}{2}\pi(c_2^4 - c_1^4)$ ← $\iint_A \rho^2 \, dA$

زاویه پیچش: $\varphi = \dfrac{TL}{JG} \rightarrow$
- متغیر پیوسته ← $\varphi = \int_0^L \dfrac{T\,dx}{JG}$
- متغیر گسسته ← $\varphi = \sum_i \dfrac{T_i L_i}{J_i G_i}$

تنش برشی در پوسته جدار نازک بسته: $\tau = \dfrac{T}{2ta} \rightarrow \varphi = \dfrac{TL}{4a^2G}\oint\dfrac{ds}{t}$ ص ۱۱۷

مقطع مستطیلی: $\tau_{max} = \dfrac{T}{c_1 a b^2}$ و $\varphi_{max} = \dfrac{TL}{c_2 a b^3 G}$ $\left(\frac{a}{b} \geq 5 \Rightarrow c_1 = c_2 = \frac{1}{3}(1 - 0.63\, b/a)\right)$

(c_1 ← در جدول است؛ a ← طول؛ b ← عرض؛ c_2 ← در جدول است)

خلاصه روابط فصل چهارم خمش (میله ← تیر یا beam)

کرنش در اثر خمش: $\varepsilon_x = \dfrac{-y}{\rho} \rightarrow \varepsilon_x = -\dfrac{y}{c}|\varepsilon_{max}| = -\dfrac{y}{c}\varepsilon_m \Rightarrow \sigma_x = -\dfrac{y}{c}\sigma_m$

تنش نرمال در اثر خمش: $\sigma = \dfrac{-My}{I_y}$ ← فرمول تنش کششان $\rightarrow \varepsilon_x = \dfrac{-My}{EI}$

(σ ← تنش خمشی)

$\Rightarrow \sigma_m = \dfrac{M}{S}$ و انحنا $\dfrac{1}{\rho} = \dfrac{M}{EI}$ (ρ ← شعاع انحنا)

مدول مقطع کششان: $S = \dfrac{I}{c}$ (c ← حداکثر فاصله از صفحه خنثی)

خمش در عضو مرکب ☆:
- $\varepsilon_x = \dfrac{-y}{\rho}$ (y ← فاصله از محور خنثی) و $\dfrac{E_2}{E_1} = n$ ، $\dfrac{1}{\rho} = \dfrac{M}{E_1 I}$
- محور خنثی از مرکز جرم مقطع تبدیل یافته عبور خواهد کرد. $\rightarrow \sigma_x = \dfrac{-My}{I}$ و $\sigma_2 = n\sigma_x$ ، $\sigma_1 = \sigma_x$

(I ← گشتاور لختی مقطع تبدیل یافته نسبت به محور مرکز جرمی)

تمرکز تنش در خمش خالص: $|\sigma_m| = k\dfrac{Mc}{I}$ (مربوط به مقطع بحرانی) ← در سطح مقطع بحرانی

بارگذاری محوری خارج از مرکز در صفحه تقارن: $\sigma_x = \dfrac{P}{A} - \dfrac{My}{I}$