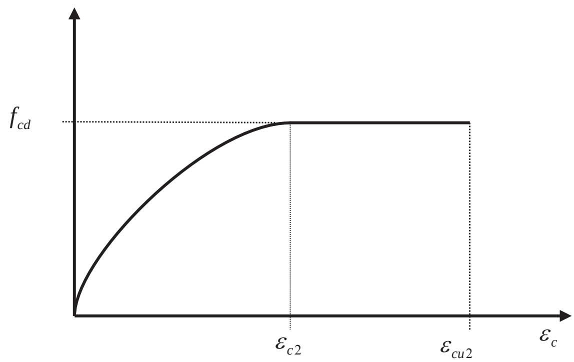
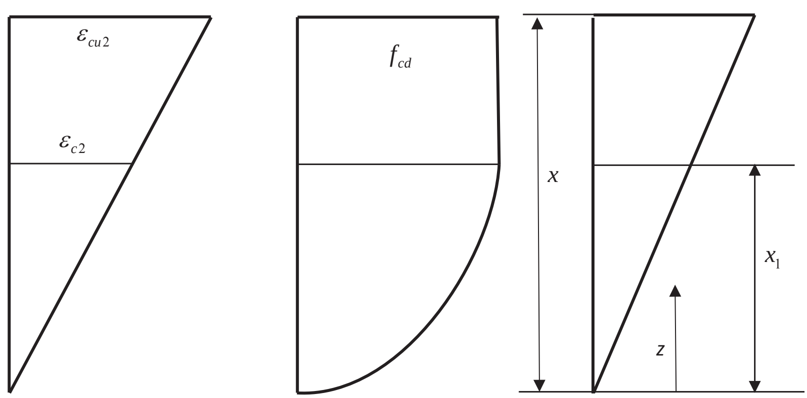


Rys. 2.1. Podstawowa zależność obliczeniowa pomiędzy odkształceniami i naprężeniami w betonie

W celu obliczenia wartości siły w betonie należy wykonać całkowanie po wysokości strefy ściskanej przekroju.



Rys. 2.2. Przebieg odkształceń i naprężeń w betonie w strefie ściskanej

Korzystając z zależności (2.1) oraz (2.2) i prawa płaskich przekrojów, całkowitą siłę w betonie można zapisać w postaci

$$N_c = f_{cd} b \int_0^{x_1} \left[1 - \left(1 - \frac{\varepsilon_{cu2}}{\varepsilon_{c2}} \frac{z}{x} \right)^n \right] \mathrm{d}z + f_{cd} b \left(x - x_1 \right). \tag{2.3}$$

Całkę można obliczyć, stosując podstawienie $t = 1 - \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{c2}} \frac{z}{x}$ oraz wstawiając $x_1 = x \frac{\varepsilon_{c2}}{\varepsilon_{cu2}}$. Ostatecznie otrzymuje się zależność

$$N_c = f_{cd} bx \left[1 - \frac{\varepsilon_{c2}}{\varepsilon_{cu2}} \frac{1}{1+n} \right]. \tag{2.4a}$$

Bardzo wygodna jest postać bezwymiarowa, gdzie $n_c = N_c/(f_{cd}bd)$ i $\xi = x/d$. Wtedy równanie (2.4a) można zapisać następująco:

$$n_c = \xi\left[1-\frac{\varepsilon_{c2}}{\varepsilon_{cu2}}\frac{1}{1+n}\right] = \xi\alpha_n . \tag{2.4b}$$

W analogiczny sposób można wyznaczyć wartość momentu względem osi obojętnej. Opisuje to zależność

$$M_c = f_{cd}b\int_0^{x_1}\left[1-\left(1-\frac{\varepsilon_{cu2}}{\varepsilon_{c2}}\frac{z}{x}\right)^n\right]z\mathrm{d}z + f_{cd}b\left(x-x_1\right)\frac{x+x_1}{2} . \tag{2.5}$$

Po przekształceniach otrzymuje się

$$M_c = \frac{1}{2}f_{cd}bx^2\left[1-\frac{2}{(n+1)(n+2)}\left(\frac{\varepsilon_{c2}}{\varepsilon_{cu2}}\right)^2\right] . \tag{2.6}$$

W postaci bezwymiarowej zapisuje się to jako

$$m_c = M_c/\left(f_{cd}bd^2\right) = \frac{1}{2}\xi^2\left[1-\frac{2}{(n+1)(n+2)}\left(\frac{\varepsilon_{c2}}{\varepsilon_{cu2}}\right)^2\right] = \xi^2\alpha_m . \tag{2.7}$$

Wzory (2.7) oraz (2.4b) pozwalają określić względne miejsce działania wypadkowej siły w betonie:

$$\zeta_1 = \frac{1}{2}\frac{\left[1-\frac{2}{(n+1)(n+2)}\left(\frac{\varepsilon_{c2}}{\varepsilon_{cu2}}\right)^2\right]}{\left[1-\frac{\varepsilon_{c2}}{\varepsilon_{cu2}}\frac{1}{1+n}\right]}\xi . \tag{2.8}$$

Względna odległość tej wypadkowej od krawędzi ściskanej wynosi więc

$$\zeta'_c = \left\{1-\frac{1}{2}\frac{\left[1-\frac{2}{(n+1)(n+2)}\left(\frac{\varepsilon_{c2}}{\varepsilon_{cu2}}\right)^2\right]}{\left[1-\frac{\varepsilon_{c2}}{\varepsilon_{cu2}}\frac{1}{1+n}\right]}\right\}\xi = \zeta_c\xi . \tag{2.9}$$

Wykorzystanie zmiennych bezwymiarowych umożliwia podanie zależności (2.4b), (2.7) oraz (2.9) dla wszystkich klas betonu. Są one zestawione w tabeli 2.1.