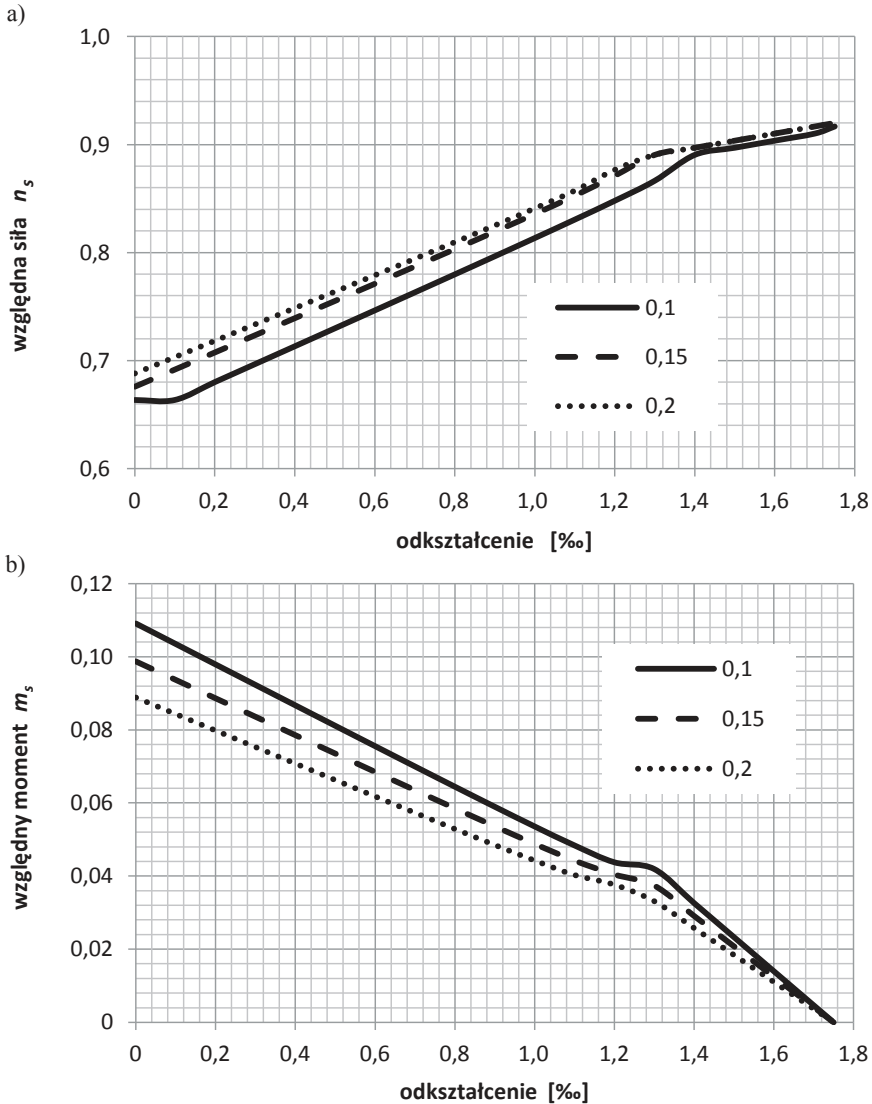


W związku z tym wartość względnej siły podana jest następującą całką:

$$\begin{aligned} n_{c1} &= \frac{2}{\pi \varepsilon_{c3}} \int_0^{\phi_1} \sin^2 \phi (\beta_{11} - \beta_{12} \cos \phi) d\phi \\ &= \frac{\beta_{11}}{\pi \varepsilon_{c3}} (\phi_1 - \sin \phi_1 \cos \phi_1) - \frac{2}{3\pi \varepsilon_{c3}} \beta_{12} \sin^3 \phi_1. \end{aligned} \quad (5.55)$$



Rys. 5.15. Wykresy względnej siły (a) i względnego momentu (b) jako funkcji odkształcenia dla trzech wartości *ald*

W przedziale od $\phi_1 < \phi \leq \pi$ naprężenia są stałe, a siła jest równa

$$n_{c2} = \frac{2}{\pi} \int_{\phi_1}^{\pi} \sin^2 \phi \, d\phi = \frac{1}{\pi} (\pi - \phi_1 + \sin \phi_1 \cos \phi_1). \quad (5.56)$$

W podobny sposób można wyznaczyć momenty wywołane tymi siłami. Ramię sił (z uwzględnieniem znaku) ma wartość $-r \cos \phi$. Wartości względnych składowych tego momentu określone są następującymi zależnościami:

$$\begin{aligned} m_{c1} &= \frac{1}{\pi \varepsilon_{c3}} \int_0^{\phi_1} (\beta_{12} \cos^2 \phi \sin^2 \phi - \beta_{11} \sin^2 \phi \cos \phi) \, d\phi \\ &= \frac{\beta_{12}}{8\pi \varepsilon_{c3}} \left[\sin(2\phi_1) \left(\sin^2 \phi_1 - \frac{1}{2} \right) + \phi_1 \right] - \frac{\beta_{11}}{3\pi \varepsilon_{c3}} \sin^3 \phi, \end{aligned} \quad (5.57)$$

$$m_{c2} = -\frac{1}{\pi} \int_{\phi_1}^{\pi} \cos \phi \sin^2 \phi \, d\phi = \frac{1}{3\pi} \sin^3 \phi_1. \quad (5.58)$$

Na rysunku 5.15 pokazane są rozkłady względnej siły i względnego momentu generowanych przez zbrojenie w przekroju. Zostały one sporządzone dla betonu klasy C50/60 przy trzech różnych wartościach stosunku a/d . Widać, że zmiany te są, z pominięciem drobnego zaburzenia, praktycznie liniowe.

5.4. Wyznaczanie nośności przekrojów kołowych

Wymiarowanie przekrojów kołowych jest niemożliwe w sposób analityczny. Wynika to ze struktury wzorów opisujących równania równowagi. Nawet zastosowanie metody uproszczonej w odniesieniu do przekrojów ze strefą rozciąganą prowadzi do układu równań przestępnych, w których jedną z niewiadomych jest kąt α_0 określający zasięg strefy ściskanej oraz jego funkcje trygonometryczne. Problem ten można rozwiązać dwojako:

a) skorzystać z programów komputerowych przyjmujących kolejno wartości tego kąta i sprawdzających spełnienie warunków równowagi;

b) zastosować rozwiązania graficzne związane z krzywymi interakcji $m-n$ (krzywymi granicznymi). Sporządza się je, wykorzystując warunki równowagi. Można je zapisać w postaci:

$$n_{Ed} = 0,9n_c(\alpha_0) + \omega n_s(\alpha_0), \quad (5.59)$$

$$m_{Ed} = 0,9m_c(\alpha_0) + \omega m_s(\alpha_0). \quad (5.60)$$