Kazimierz Dąbrowski
Tadeusz Ciężak
Politechnika Lubelska

WYZNACZANIE SZEROKOŚCI ROZWARCIA RYS PRZY RÓWNOCZESNYM WYSTĘPOWANIU M_t, M i Q, NA PODSTAWIE BADAŃ

1. Wprowadzenie

Stany graniczne nośności i użytkowania sprawdza się zwykle za pomocą wzorów obliczeniowych, wyprowadzonych na podstawie przesłanek teoretycznych i zweryfikowanych doświadczalnie. Z zasady wyniki uzyskane na podstawie wzorów obliczeniowych Y_d nie pokrywają się z wynikami badań $Y_{obs,m}$, lecz są przesunięte w stronę bezpieczną w celu uwzględnienia niepewności modelu, na podstawie którego dokonano ustaleń teoretycznych.

Przy wyznaczaniu współczynnika niepewności modelu przyjmuje się zwykle założenie

$$Y_d / X_k / \simeq X_{obs,k}, \qquad /1/$$

z którego wynika, że jeżeli do wzoru obliczeniowego Y_d podstawi się charakterystyczną wartość $X=X_k$ to otrzymuje się charakterystyczną wartość badanej wielkości Y_{obs}. We wzorze /1/ X_k jest parametrem, który w konkretnych warunkach decyduje o wystąpieniu stanu granicznego.

Przy rozważaniach dotyczących stanu granicznego rozwarcia rys można również wykorzystać średnie wartości wyników badań oraz uwzględnić niedoskonałość modelu teoretycznego w postaci zależności

$$U_d/\sigma_m/ \simeq \gamma_d U_m/\sigma_m/ , \qquad /2/$$

gdzie

$U_d/\sigma_m/$ - wzór obliczeniowy jako funkcja średnich naprężeń występujących w materiale decydującym o wystąpieniu stanu granicznego,

$U_m/\sigma_m/$ - funkcja aproksymująca średnie wartości wyników badań

γ_d - współczynnik uwzględniający niepewność modelu obliczeniowego.

Wydaje się, że przedstawione wyżej podejście może znaleźć uzasadnienie w przypadkach, gdzie normy projektowania konstrukcji nie podają wzorów obliczeniowych, co m.in. ma miejsce przy obliczaniu szerokości rozwarcia rys w elementach skręcanych z równoczesnym występowaniem momentu zginającego /M/ i siły poprzecznej /Q/.

2. Propozycja metody obliczania szerokości rozwarcia rys

Ogólną postać wzoru obliczeniowego, podaną m.in. przez Lewickiego [1], na podstawie którego można wyznaczyć szerokość rozwarcia rys przedstawia wyrażenie

$$w_d = \eta w_k / F_k / \gamma_d \gamma_n , \qquad /3/$$

w którym

$w_k/F/$ - charakterystyczna wartość najszerszej z rys występujących w elemencie pod obciążeniem charakterystycznym F_k,

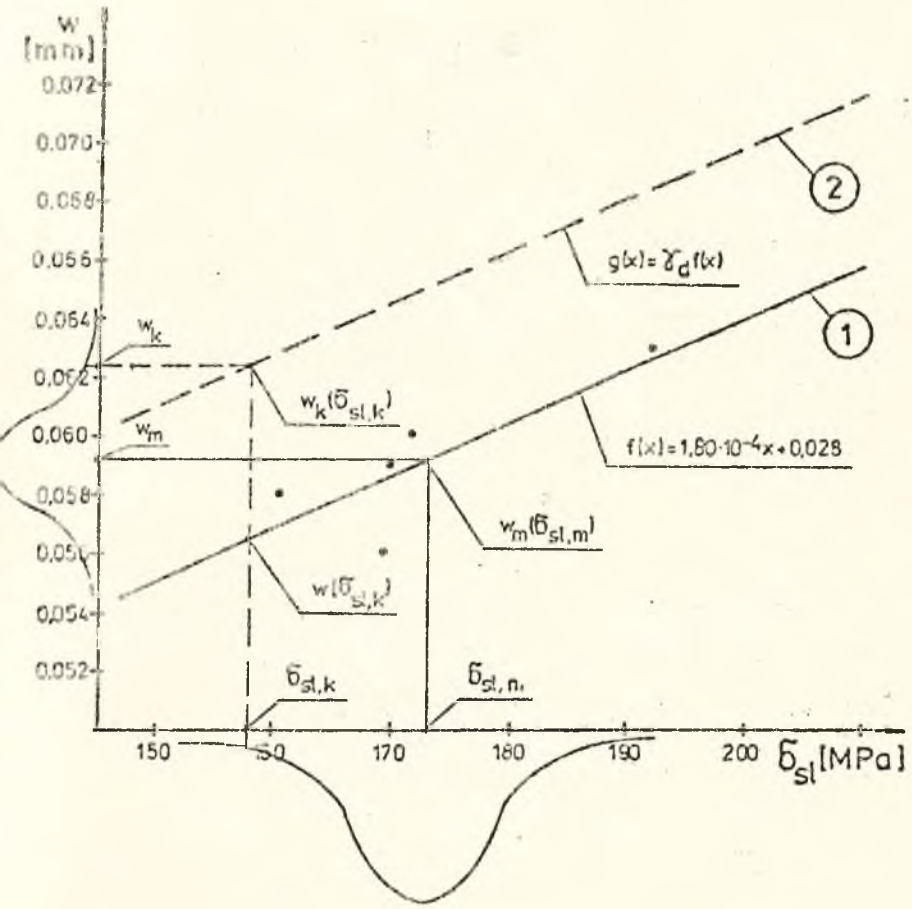
η - współczynnik konwersji, uwzględniający różnice o charakterze systemowym między warunkami badań i warunkami pracy konstrukcji /czas obciążenia, warunki brzegowe, różnice w geometrii, itp./,

γ_d - współczynnik niepewności modelu, uwzględniający wpływy czynników nie ujętych współczynnikiem η,

γ_n - współczynnik uwzględniający znaczenie budowli i konsekwencje wystąpienia rozważanego stanu granicznego.

W rozważaniach własnych zaproponowano dwa warianty obliczeń szerokości rozwarcia rys przy równoczesnym występowaniu M_t, M i Q. W pierwszym przypadku charakterystyczną wartość najszerszej z rys określono na podstawie szerokości średniej, sprowadzając tę szerokość do charakterystycznej wartości szerokości maksymalnej poprzez uwzględnienie wcześniejszych badań przeprowadzonych przez Leonhardta i Schellinga [2] oraz badań własnych [3], otrzymując wzór

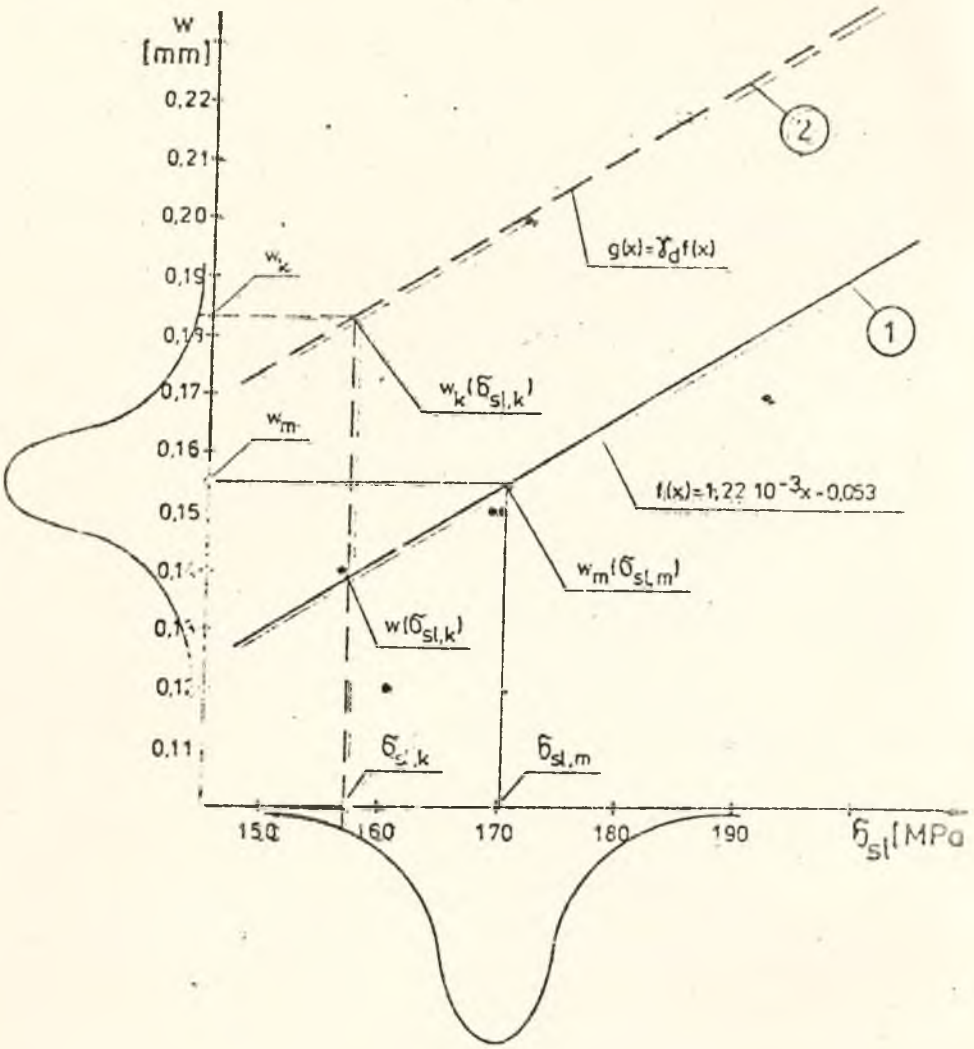
$$w_{d1} = 2 \eta w_{k,m} \gamma_{d1} \gamma_n . \qquad /4/$$



Rys.1 Zależność średnich szerokości rozwarcia rys od naprężeń w prętach podłużnych.

1 - prosta aproksymująca wyniki badań,

2 - prosta opisująca wartości charakterystyczne rozwarcia rys (przy γ_d = 1,11).



Rys. 2 Zależność maksymalnych szerokości rozwarcia rys od naprężeń w zbrojeniu podłużnym.

1 - prosta aproksymująca wyniki badań,

2 - prosta opisująca charakterystyczne wartości rozwarcia rys (przy $\gamma_d = 1,32$).

W drugim przypadku wzór opisuje szerokość obliczeniową przez charakterystyczną wartość najszerszej z rys,

$$w_{d2} = w_{k,max}\,\gamma_{d2}\,\gamma_n \cdot \qquad /5/$$

We wzorach /4/ i /5/ wartości współczynników η i γ_n przyjęto równe jedności. W czasie badań podparcie belek stanowiły przeguby kuliste, co przyczyniło się do stworzenia wyidealizowanych warunków pracy elementu. W rzeczywistych konstrukcjach więzy elementu skręcanego wywołują korzystniejsze warunki pracy, w związku z czym współczynnik η nie przekroczy wartości 1. Wartość współczynnika konsekwencji wystąpienia rozważanego stanu granicznego z uwagi na stan graniczny użytkowania jakim jest rozwarcie rys przyjęto 1.

Współczynnik niepewności modelu obliczono ze wzoru

$$\gamma_d = \frac{w_k / \sigma_{sl,k}}{w / \sigma_{sl,k}} , \qquad /6/$$

otrzymują następujące wartości

$\gamma_d = 1{,}11$ - jeżeli w rozważaniach wykorzystuje się średnie szerokości rozwarcia rys,

$\gamma_d = 1{,}32$ - jeżeli we wzorze obliczeniowym występuje charakterystyczna wartość najszerszej z rys.

Interpretację graficzną analizy przedstawiono na rys. 1 i 2.

L I T E R A T U R A

[1] Lewicki B.: Wymiarowanie na podstawie badań, Inżynieria i Budownictwo, Nr 6/1991

[2] Leonhardt F., Schelling G.: Torsionsversuche an Stahlbetonbalken, DAfStb, Heft 239, W. Ernst u. Sohn, 1974

[3] Ciężak T.: Rozwarcie rys w skręcanych elementach żelbetowych, Prace Naukowe Politechniki Lubelskiej 218, Budownictwo 40, Lublin 1990.