Pós-Flambagem de Placas

01//

a) Nesse caso limite tem-se:

$$\boxed{\sigma_{cr} = \eta \frac{K \pi^2 E}{12(1-\nu_e^2)} \left(\frac{t}{b}\right)^2}$$

$$\sigma_{cr} \geq \frac{N_x}{t}$$

Dados da questão:

$E = 10700 Ksi$

$\nu_e = 0,3$

$b = 3 in$

$a = 10 in$

Considere $\eta = 1$. Como $a/b = 10/3 = 3,33$, por meio da Figura 5-8 (pag. 3.16) tem-se que $K_c \cong 0,5$. Então,

$$\sigma_{cr} \geq 5/t$$

$$537,26 \cdot t^2 \geq 5/t$$

$$\therefore t^3 \geq 9,30 \cdot 10^{-3}$$

$$t \geq 0,209 \text{ in} \qquad \Rightarrow \sigma_{cr} = 23,81 \text{ Ksi}$$

Logo, para que não flambe $t_{MIN} = 0,0557 in$

b) Considerando o método de Von Karman, a falha ocorre quando a borda escoa, sendo assim,

$$\boxed{b_e = b\sqrt{\frac{\sigma_{cr}}{\sigma_0}}} = b\sqrt{\frac{\sigma_{cr}}{\sigma_{cy}}}$$

$$b_e = 2,09 \text{ in}$$

$\sigma_{cr} = 23,81 Ksi$

$\sigma_{cy} = 49 Ksi$

Assim, o carregamento nessas condições é:

$$P_u = \sigma_{cy} \cdot t b_e$$

$$\therefore P_u = 21,51 \text{ kips}$$

E a tensão de falha é dado por

$$\bar{\sigma}_c = \frac{P_u}{tb} = 34,15 \text{ Ksi}$$

De modo alternativo, considere o método de Gerard,

$$\boxed{\frac{\bar{\sigma}_u}{\sigma_{cr}} = \alpha \left(\frac{\sigma_{cy}}{\sigma_{cr}}\right)^n}$$

Pela tabela 1-1 (pag. 1.12) tem-se $\alpha = 0,81$ e $n = 0,80$.

$$\therefore \bar{\sigma}_u = 34,35$$

$$\text{E} \quad P_u = \bar{\sigma}_u \cdot tb = 21,54 \text{ Kips}$$

02//

a) Tensão de bordo $(\sigma_0) = 4 Ksi$ e $24 Ksi$,

Dados da questão:

$E = 10.700 Ksi$

$\sigma_{cy} = 40 Ksi$

$\nu_e = 0,3$

$a = 15 in$

$b = 3 in$

Como $a/b = 5$, através da Figura 5-9 (pag 3-17) tem-se $K_c = 4$. Logo,

$$\sigma_{cr,E} = \frac{K \cdot \pi E}{12(1-\nu^2)} \cdot \left(\frac{t}{b}\right)^2$$

$$\sigma_{cr,E} = 6,87 Ksi$$

SABENDO QUE,

$$E_t = \frac{E}{\left[1 + 3n/7 \cdot \left(\sigma/\sigma_{0,7}\right)^{n-1}\right]}$$

E

$$E_s = \frac{E}{\left[1 + 3/7 \left(\sigma/\sigma_{0,7}\right)^{n-1}\right]}$$

PARA CALCULO DA CORREÇÃO PLASTICA, CONSIDERE A TABELA 5-1 (pag 3.59) CONSIDERAMOS

$$\eta_j = \frac{E_s}{E_t}\left(1/2 + 1/2\sqrt{1/4 + 3E_t/4E_s}\right)$$, ONDE

$$\boxed{j = (1-\nu_e^2)/(1-\nu^2)}$$

NESSE CONTEXTO TEMOS,

$$\sigma_{cr} = \eta(\sigma_{cr}) \cdot \sigma_{cr,E}$$

APÓS UM MÉTODO DE RELAXAMENTO, TEMOS

$$\therefore \sigma_{cr} = 6,87 \text{ Ksi}$$

A LARGURA EFETIVA DA PLACA PARA $\sigma_b = 4 Ksi$,

$$b_e = b\sqrt{\frac{\sigma_{cr}}{\sigma_b}} = 3,93 \text{ in}$$

$$P = \sigma_b \cdot t b_e \quad \therefore P = 0,629 \text{ Kips}$$

A LARGURA EFETIVA DA PLACA PARA $\sigma_b = 24 Ksi$

$$b_e = b\sqrt{\frac{\sigma_{cr}'}{\sigma_b}} = 1,606 \text{ in}$$

$$P = \sigma_b \cdot t b_e \quad \therefore P = 1,541 \text{ Kips}$$

b). CONSIDERANDO O MÉTODO DE VON KARMAN, A FALHA OCORRE QUANDO A BORDA DA PLACA ESCOA, LOGO

$$b_e = b\sqrt{\frac{\sigma_{cr}}{\sigma_{cy}}} = 1,244 \text{ in}$$

$$\sigma_b = \sigma_{cy}$$

ASSIM,

$$P_u = \sigma_{cy} \cdot tb = 1,99 \text{ Kips}$$

CONSIDERANDO O MÉTODO GERARD, PELA TABELA 1-1 (pag 1.12) TEMOS $\alpha = 0,80$ E $n = 0,58$.

$$\frac{\bar{\sigma}_u}{\sigma_{cr}} = \alpha\left(\frac{\sigma_{cy}}{\sigma_{cr}}\right)^n$$

$$\therefore \bar{\sigma}_u = 15,27 \text{ Ksi}$$

$$\Rightarrow P_u = \bar{\sigma}_u \cdot tb$$

$$\therefore P_u = 1,83 \text{ Kips}$$

Q2

a) DADOS DA QUESTÃO.

$E = 6500$ Ksi

$\nu_e = 0,3$

$a = 12"$

$b = 3"$

$t = 0,07"$

SABENDO QUE $a/b = 4$, NA FIGURA 5-9 (pag 3.17) TEM-SE QUE $K=4$. ASSIM

$$\sigma_{cr,E} = \frac{K \cdot \pi^2 E}{12(1-\nu_e^2)} \cdot \left(\frac{t}{b}\right)^2$$

$$\therefore \sigma_{cr,E} = 12,79 \text{ Ksi}$$

APÓS UM MÉTODO DE RELAXAMENTO, OBTEMOS

$$\sigma_{cr} = 11,69 \text{ Ksi}$$

Assim,

$$P = \sigma_{cr} \cdot bt$$
$$P = 2,45 \text{ Kips}$$

b) Sabendo que $\sigma_b = 16ksi$, a largura efetiva da placa é dada por:

$$b_e = b\sqrt{\frac{\sigma_{cr}}{\sigma_b}} = 2,56 \text{ in}$$

Assim,

$$P = \sigma_b \cdot b_e t = 2.8y$$

c) Considerando o método de Von Karman do qual a falha é assumida quando o bordo escoa,

$$b_e = b\sqrt{\frac{\sigma_{cr}}{\sigma_{cy}}} = 2,35 \text{ in}$$

Assim,

$$P_u = \sigma_{cy} \cdot tb_e = 3,12 \text{ kips}$$

[...]m outra perspectiva, conside o método [...] Gerard, do qual pela Tabela 1-1 [...]ag. 1.12) tem-se que $\alpha = 0,78$ e [...]$= 0,80$. Então,

$$\frac{\overline{\sigma_u}}{\sigma_{cr}} = \alpha\left(\frac{\sigma_{cy}}{\sigma_{cr}}\right)^n \Rightarrow \overline{\sigma_u} = 13,44 \text{ Ksi}$$

$$\therefore P_u = \overline{\sigma_u}\, bt = 2,82 \text{ kips}$$

04) Primeiramente consideremos que tanto o revestimento quanto o reforçador são compostos pelo mesmo material. Tome K=4 (Tabela 5-9)

Considerando o método de Gerard, temos da Tabela 1-1 (pag 1.12) que $\alpha = 0,78$ e $n = 0,80$.

No caso em que temos t_{MIN}, a tensão de falha é dado por $\sigma_u = N_x/t$. Propomos então um método de relaxamento de modo que a variável de controle é t. Assim

$$t_{MIN} = 0,0991 \text{ in}$$
$$\overline{\sigma_u} = 30,26 \text{ Ksi}$$
$$\sigma_{cr} = 34,33 \text{ Ksi}$$

A fim de encontrar a carga de falha utilizando o método de Von Karma,

$$b_e = 2,78 \text{ in}$$

e

$$P_u = \sigma_{cy} \cdot (b_e t + A_{ref})$$
$$P_u = 43,02 \text{ Kips}$$

05)

a) Dados da questão:

$E = 10700$ Ksi
$\nu = 0,3$
$F_{02} = 36,7$ Ksi
$F_{cy} = 38$ Ksi
$a = 8''$
$b = 4''$
$t = 0,156''$

COMO $a/b = 2$, PELA FIGURA 5-14 (pag 3.21) TEM-SE $K_c = 4$. ASSIM

$$\sigma_{cr,E} = \frac{K \pi^2 E}{12(1-\nu_e^2)} \cdot \left(\frac{t}{b}\right)^2 = 58,83 ksi$$

APÓS UM MÉTODO DE INTERAÇÃO,

$$\sigma_{cr} = 36,36 ksi$$

$$\therefore P_{cr} = \sigma_{cr} \cdot tb = 22,69 kips$$

b) CONSIDERE O MÉTODO DE VON KARMAN,

$$b_e = b \cdot \sqrt{\frac{\sigma_{cr}}{\sigma_{cy}}} = 3,91 in$$

ASSIM,

$$P_u = \sigma_{cy} \cdot tb_e = 23,19 Kips$$

$$\sigma_u = 37,17 Ksi$$

c) A ESPESSURA MÍNIMA SUGERE QUE $\sigma_u = N_x/t$. CONSIDERANDO O MÉTODO DE VON KARMAN, TEM-SE APÓS UM INTERAÇÃO QUE:

$$t_{MIN} = 0,1173$$

06//

DADOS DA QUESTÃO.

$E_c = 10700 ksi$

$F_{cy} = 40 ksi$

$F_{o} = 39 ksi$

$a = 12''$

$b = 4''$

$t = 0,156''$

a) APARTIR DA FIGURA 5-9 TEMOS QUE $K_c = 7,5$, UMA VEZ QUE $a/b = 3$. ASSIM,

$$\sigma_{cr,E} = \frac{K_c \pi^2 E_c}{12(1-\nu_e^2)} \left(\frac{t}{b}\right)^2 = 110,32 ksi$$

APÓS INTERAÇÃO.

$$\sigma_{cr} = 43,15 ksi$$

COMO $\sigma_{cr} > F_{cy}$, ENTÃO CONSIDERE $\sigma_{cr} = 40 ksi$

b) CONSIDERANDO O MÉTODO DE VON KARMAN,

$$b_e = b \sqrt{\frac{\sigma_{cr}}{\sigma_{cy}}} = 4 in$$

ASSIM,

$$P_u = \sigma_{cy} \cdot bt = 24,96$$

$$e \ \sigma_u = 40 ksi$$

DE OUTRO MODO, CONSIDERANDO O MÉTODO DE GERARD, NO QUAL $\alpha = 0,80$ E $n = 0,58$ (TABELA 1-1), BEM COMO $\sigma_{cr} = 43,15 ksi$, OU SEJA, A FLAMBAGEM OCORRE POUCO DEPOIS DO ESCOAMENTO, TEM-SE

$$\rightarrow \sigma_u = 33,035 ksi$$

07//

PARA QUE A FLANGE NÃO FALHE QUANDO SUBMETIDA A UM CARREGAMENTO $N_x = 3 kips/in$, TEMOS QUE

$$\sigma_c \geq N_x/t$$

NO CASO EM QUE TEMOS t_{MIN}, ENTÃO $\sigma_c = N_x/t$.

PELA TABELA 5-9 TEM-SE QUE $K_c = 4$

CONSIDERANDO O MÉTODO DE VON KARMAN, REALISA-SE UMA INTERAÇÃO NA QUAL t É A VARIÁVEL DE CONTROLE:

$$t_{MIN} = 0{,}080 \text{ in}$$

UTILIZANDO O MÉTODO DE GERARD NO QUAL PELA TABELA 1-1 TEM-SE QUE $\alpha = 0{,}78$ E $n = 0{,}80$, ENCONTRA-SE

$$t_{MIN} = 0{,}10 \text{ in}$$

08// PELA TABELA 5-9 TEM-SE QUE $K_c = 7$, UMA VEZ QUE $a/b = 4$

a) SABE-SE QUE $\sigma_{cr,E} = \frac{K \pi^2 E}{12(1-\nu_e^2)} \left(\frac{t}{b}\right)^2$

ENTAO,

$$\sigma_{cr,E} = 11{,}81 \text{ ksi}$$

APÓS INTERAÇÃO TEMOS QUE,

$$\sigma_{cr} = 11{,}81 \text{ ksi}$$

LOGO, A FLAMBAGEM OCORRE EM REGIME ELÁSTICO.

b) CONSIDERANDO QUE,

$$b_e = b\sqrt{\frac{\sigma_{cr}}{\sigma_b}}$$

$$\therefore b_e = 1{,}74 \text{ in}$$

c) UTILIZANDO O MÉTODO DE GERARD, TEMOS POR MEIO DA TABELA 1-1 QUE $\alpha = 0{,}80$ E $n = 0{,}58$.

SABENDO QUE

$$\frac{\overline{\sigma}_c}{\sigma_{cr}} = \alpha \left(\frac{\sigma_{cy}}{\sigma_{cr}}\right)^n$$

ASSIM,

$$\overline{\sigma}_c = 25{,}85 \text{ ksi}$$

09//

a) PARA TAL CONSIDERE A FIGURA 5-13 (pag 3.20) PARA A QUAL TEM-SE $b/t \cong 20$. PORTANTO, $K_c = 5{,}75$

$$\sigma_{cr} = 38{,}57 \text{ ksi}$$

b) COM A PRESENÇA DO REFORÇADOR, ASSUME-SE QUE O DESLOCAMENTO E SEJA O MESMO TANTO PARA O REFORÇADOR QUANTO PARA A PLACA, SENDO ASSIM:

$$\varepsilon_{ref} = \varepsilon_{pl}$$

$$\frac{\sigma_b}{Es_{REF}} = \frac{\sigma_{pl}}{Es_{PL}}$$

$$\Rightarrow \sigma_{pl} = \frac{\sigma_b}{Es_{REF}} \cdot Es_{PL}(\sigma_{pl})$$

APÓS UMA INTERAÇÃO, TEM-SE QUE

$$\sigma_{pl} = 50 \text{ ksi}$$

A LARGURA EFETIVA, POR SUA VEZ, É DADA POR

$$\boxed{b_e = b\sqrt{\frac{\sigma_{cr}}{\sigma_b} \cdot \left(\frac{Es_{PL}}{Es_{REF}}\right)}}$$

$$\therefore b_e = 2{,}63 \text{ in}$$

ASSIM,

$$P = \sigma_{x} \cdot b_e t$$

$\therefore P = 13{,}14$ Kips

— // —