

Informacje uzupełniające: Siły krytyczne przy wyboczeniu skrętnym i giętno-skrętnym

Podano formuły do obliczania siły krytycznej przy wyboczeniu skrętnym i giętno-skrętnym.

Spis treści

1. Postanowienia ogólne	2
2. Wyboczenie skrętne	2
3. Wyboczenie giętno-skrętne	3
4. Literatura	4

1. Postanowienia ogólne

Siła krytyczna przy wyboczeniu giętym będzie mniejsza niż przy wyboczeniu skrętnym lub giętno-skrętnym w następujących przypadkach:

- Dwuteowniki zwykłe i szerokostopowe o przekroju z dwoma osiami symetrii (pod warunkiem, że obie półki są stężone w kierunku bocznym w przekrojach zabezpieczonych przed zwichrzeniem)
- Przekroje rurowe

Jednak w niektórych szczególnych przypadkach siły krytyczne przy wyboczeniu skrętnym, lub giętno-skrętnym będą mniejsze niż przy wyboczeniu giętym. Dotyczy to szczególnie elementów o przekrojach otwartych. W tym dokumencie podano wzory do obliczania sił krytycznych w tych właśnie przypadkach.

Ten dokument zajmuje się elementami jednogłęziowymi o stałym przekroju, które są następująco podparte na końcach:

- są zabezpieczone przed bocznym przesunięciem
- są zabezpieczone przed obrotem wokół osi podłużnej

2. Wyboczenie skrętne

Siła krytyczna $N_{cr,T}$ przy wyboczeniu skrętnym może być obliczana ze wzoru (1):

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_o^2} \left(GI_t + \frac{\pi^2 EI_w}{l_T^2} \right) \quad (1)$$

gdzie:

$$i_o^2 = i_y^2 + i_z^2 + y_o^2 + z_o^2 \quad (2)$$

gdzie:

E moduł sprężystości podłużnej ($E = 210000 \text{ N/mm}^2$)

G moduł sprężystości poprzecznej ($G = 80770 \text{ N/mm}^2$)

I_t moment bezwładności przy skręcaniu swobodnym

I_w wycinkowy moment bezwładności

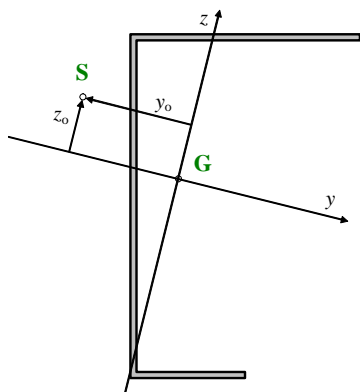
l_T długość wyboczeniowa przy wyboczeniu skrętnym. Przeważnie l_T może być przyjmowana jako fizyczna długość elementu, chyba że element jest na swoich końcach w specjalny sposób konstrukcyjnie zabezpieczony przed spaczeniem (obrotem).

y_o i z_o odległości od środka ścinania odpowiednio do osi z i do osi y , (patrz Rys. 2.1).

W przekrojach o dwóch osiach symetrii środek ścinania pokrywa się ze środkiem ciężkości, wtedy więc $y_o = 0$ i $z_o = 0$

i_y promień bezwładności względem osi y (osi mocniejszej)

i_z promień bezwładności względem osi z (osi słabszej)



Rys. 2.1 Współrzędne środka ścinania S względem środka ciężkości G

3. Wyboczenie giętno-skrętne

Przypadek wyboczenia giętno-skrętnego powinien być brany pod uwagę wtedy, kiedy środek ścinania nie pokrywa się ze środkiem ciężkości przekroju.

Siła krytyczna $N_{cr,TF}$ przy wyboczeniu giętno-skrętnym może być obliczona z równania trzeciego stopnia (3) i jest najmniejszym pierwiastkiem z rozwiązań tego równania:

$$i_o^2(N - N_{cr,y})(N - N_{cr,z})(N - N_{cr,T}) - N^2 y_o^2 (N - N_{cr,z}) - N^2 z_o^2 (N - N_{cr,y}) = 0 \quad (3)$$

gdzie:

$N_{cr,y}$ i $N_{cr,z}$ są siłami krytycznymi przy wyboczeniu giętym odpowiednio względem osi y-y i z-z

$N_{cr,T}$ jest siłą krytyczną przy wyboczeniu skrętnym, patrz § 2.

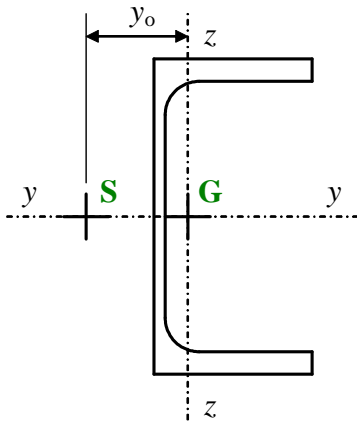
Równanie (3) można również zapisać następująco:

$$\left(\frac{i_y^2 + i_z^2}{i_o^2} \right) N^3 + \left[\frac{1}{i_o^2} (N_{cr,y} z_o^2 + N_{cr,z} y_o^2) - (N_{cr,y} + N_{cr,z} + N_{cr,T}) \right] N^2 + (N_{cr,y} N_{cr,z} + N_{cr,z} N_{cr,T} + N_{cr,T} N_{cr,y}) N - N_{cr,y} N_{cr,z} N_{cr,T} = 0 \quad (4)$$

Jeżeli przekrój poprzeczny jest symetryczny względem osi y-y (patrz Rys. 3.1) siła krytyczna może być obliczana ze wzoru (5):

$$N_{cr,TF} = \frac{i_o^2}{2(i_y^2 + i_z^2)} \left(N_{cr,y} + N_{cr,T} - \sqrt{(N_{cr,y} + N_{cr,T})^2 - 4N_{cr,y} N_{cr,T} \frac{i_y^2 + i_z^2}{i_o^2}} \right) \quad (5)$$

Jeżeli przekrój poprzeczny jest symetryczny względem osi z-z siła $N_{cr,y}$ we wzorze (5) powinna być zastąpiona przez siłę $N_{cr,z}$.



Rys. 3.1 Przekrój poprzeczny symetryczny względem osi y-y.

4. Literatura

- 1 Timoshenko, S.P. and Gere, J.M.
Theory of elastic stability. 2nd Edition. Mc Graw-Hill. 1961.

Protokół jakości

TYTUŁ ZASOBU	Informacje uzupełniające: Siły krytyczne przy wyboczeniu skrętnym i giętno-skrętnym		
Odniesienie			
DOKUMENT ORYGINALNY			
	Imię i nazwisko	Instytucja	Data
Stworzony przez	A. BUREAU	CTICM	02/02/05
Zawartość techniczna sprawdzona przez	Y. GALEA	CTICM	02/02/05
Zawartość redakcyjna sprawdzona przez	D C Iles	SCI	2/3/05
Zawartość techniczna zaaprobowana przez:			
1. WIELKA BRYTANIA	G W Owens	SCI	1/3/05
2. Francja	A Bureau	CTICM	1/3/05
3. Szwecja	A Olsson	SBI	1/3/05
4. Niemcy	C Mueller	RWTH	1/3/05
5. Hiszpania	J Chica	Labein	1/3/05
Zasób zatwierdzony przez Koordynatora Technicznego	G W Owens	SCI	21/04/06
TŁUMACZENIE DOKUMENTU			
Tłumaczenie wykonał i sprawdził:	Z. Kiełbasa, PRz		
Tłumaczenie zatwierdzone przez:			

Informacje ramowe

Tytuł*	Informacje uzupełniające: Siły krytyczne przy wyboczeniu skrętnym i giętno-skrętnym	
Seria		
Opis*	Podano formuły do obliczania siły krytycznej przy wyboczeniu skrętnym i giętno-skrętnym.	
Poziom dostępu*	Umiejętności specjalistyczne	Praktyka
Identyfikator*	Nazwa pliku	D:\ ZBIGNIEW KIEŁBASA\TŁUMACZENIE ACCES STEEL\CZĘŚĆ 1\001\SN001a-EN-EU-POL.doc
Format		Microsoft Word 9.0; 6 Pages; 187kb;
Kategoria*	Typ zasobu	Informacje uzupełniające
	Punkt widzenia	
Temat*	Obszar stosowania	Budynki wielokondygnacyjne;
Daty	Data utworzenia	18/04/2009
	Data ostatniej modyfikacji	02/02/05
	Data sprawdzenia	
	Ważny od Ważny do	
Język(i)*		
Kontakt	Autor	Alain Bureau, CTICM
	Sprawdził	Yvan Galéa, CTICM
	Zatwierdził Redaktor Ostatnia modyfikacja	
Słowa kluczowe*	Wyboczenie skrętne, siła krytyczna Eulera	
Zobacz też	Odniesienie do Eurokodu	
	Przykład(y) obliczeniowy	
	Komentarz	
	Dyskusja	
	<i>Inne</i>	
Sprawozdanie	Przydatność krajowa	
Instrukcje szczególne		