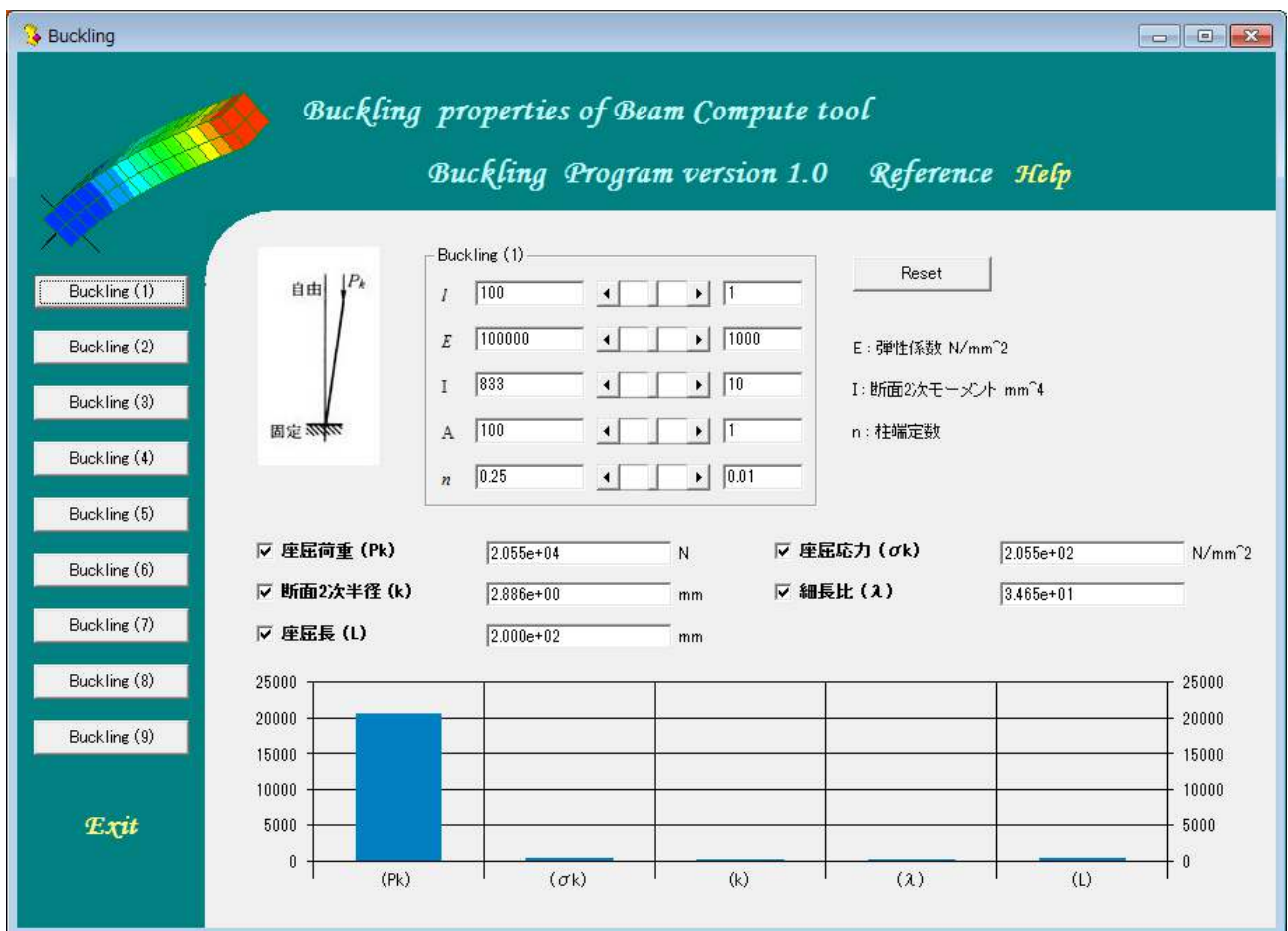


Buckling ユーザーガイド

座屈係数計算プログラム



Structural Science

概説

Buckling プログラムは、柱やビームに関するいくつかの計算公式に基づく座屈係数を計算します。それらのモデルは FEA 解析結果の検証などに有効です。

座屈 (buckling) は、構造物に加える荷重を次第に増加すると、ある荷重で急に変形の模様が変わり、大きなたわみ (変位) を生ずる現象です。構造に座屈現象を引き起こす荷重をその構造の座屈荷重とされ、座屈荷重はその構造の剛性および形状に依存し、材料の強度以下で起こることもあります。圧縮荷重を受ける柱の場合、材料、断面形状、荷重の条件が同じであっても、座屈荷重は柱の長さに依存するため、一般に短い柱では座屈を起こさず、長い柱においてのみ生じます。

動作環境

- 対応 OS プラットフォーム : Windows XP, 7, 8, 10
 - ライブラリ : VB6 ランタイム・ライブラリ
インストール・ライブラリ (インストーラ例 : vb6sp6rt4.exe を任意のインターネット・サイトからダウンロード可能) が必要です。
-

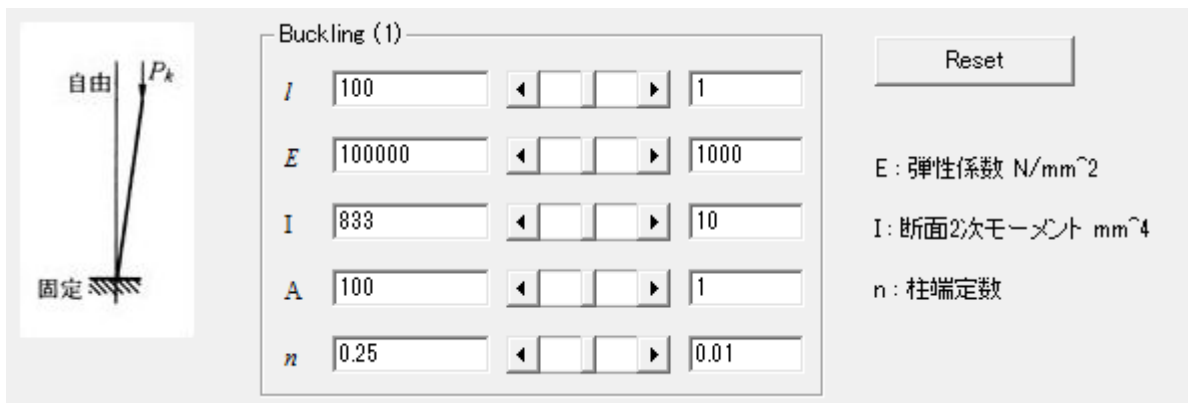
操作解説

メニュー (左側フレーム上) のボタンをクリックすることによって、それぞれの柱条件に関するパラメータを計算することができます。

- Buckling (1) : 柱形 (柱端 : 自由・固定) のオイラー公式による座屈計算
- Buckling (2) : 柱形 (柱端 : 回転・回転) のオイラー公式による座屈計算
- Buckling (3) : 柱形 (柱端 : 回転・固定) のオイラー公式による座屈計算
- Buckling (4) : 柱形 (柱端 : 固定・固定) のオイラー公式による座屈計算
- Buckling (5) : 柱形 (鋳鉄) のテトマイヤー公式による座屈計算
- Buckling (6) : 柱形 (鍛鉄) のテトマイヤー公式による座屈計算
- Buckling (7) : 柱形 (軟鋼) のテトマイヤー公式による座屈計算
- Buckling (8) : 柱形 (硬鋼) のテトマイヤー公式による座屈計算
- Buckling (9) : 柱形 (木材) のテトマイヤー公式による座屈計算

パラメータ（寸法、特性）入力フレーム

画面上段には、対応する断面形状プロットおよび条件に関するパラメータ入力フレームが表示されます。



The input frame for Buckling (1) includes a diagram of a column with a fixed base and a free top, and a table of input parameters. The parameters are:

Parameter	Value	Unit
I	100	mm^4
E	100000	N/mm^2
I	833	mm^4
A	100	mm^2
n	0.25	

Reset button is also present.

- 入力値ラベル：例（ I , E , I , A , n ）
- 入力値ボックス：例（100, 100000, 833, 100, 0.25）
- スクロールバー：矢印操作によって入力値は変更します。
- ステップ値：スクロール操作に伴う入力値の増減値 例（1, 1000, 10, 1, 0.01）

計算結果

画面中段には、次のような計算結果（ラベル、結果値ボックス）が表示されます。

<input checked="" type="checkbox"/> 座屈荷重 (P_k)	2.055e+04	N	<input checked="" type="checkbox"/> 座屈応力 (σ_k)	2.055e+02	N/mm ²
<input checked="" type="checkbox"/> 断面2次半径 (k)	2.886e+00	mm	<input checked="" type="checkbox"/> 細長比 (λ)	3.465e+01	
<input checked="" type="checkbox"/> 座屈長 (L)	2.000e+02	mm			

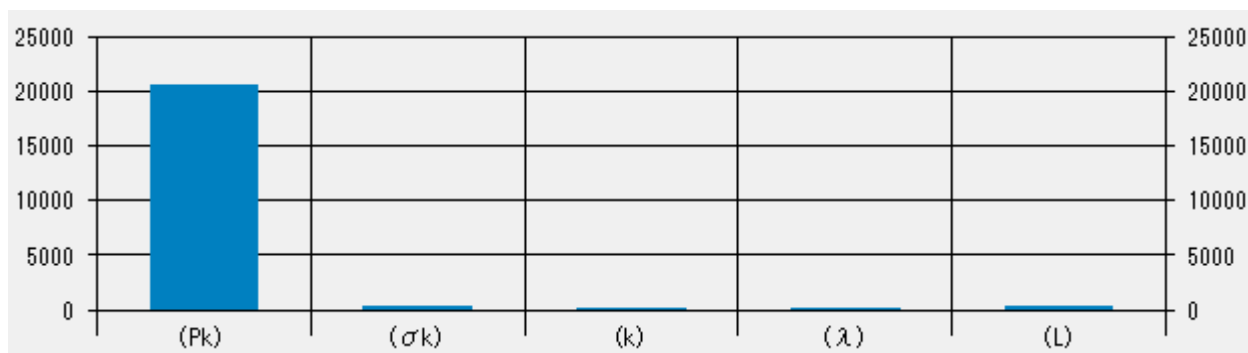
それぞれの構造条件によって、得られる計算値は異なります。Beam (1))構造では、次のような計算値が対象となります。

- 座屈荷重：座屈が生じる荷重 N
- 座屈応力：座屈荷重に伴う応力 N/mm²
- 断面2次半径： I/A の平方根 mm
- 細長比：梁長と断面2次半径の比
- 座屈長：梁長と柱端条件定数(n)の平方根比 mm

それぞれの計算結果に関するチェックボックスの選択によって、次のグラフ（チャート）の表示対象となります。デフォルトでは、すべてのチェックボックスが選択されます。

グラフ（チャート）

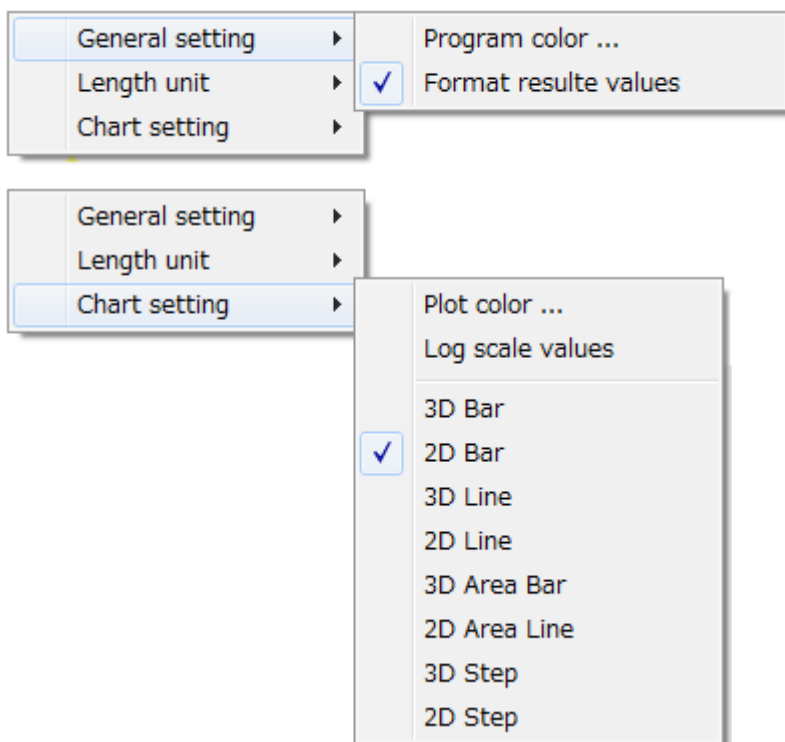
画面下段には、計算結果に対応するグラフが表示されます。



パラメータ入力フレームの寸法、材料特性の値の変更に伴って、グラフ値が変更されます。

ポップアップ・メニュー

プログラム・フォーム上でマウスの右ボタンをクリックすることによって表示されるポップアップ・メニューから、いくつかのプログラム設定（プログラム・カラー、寸法単位、チャート・タイプなど）を変更することが可能です。




参考文献

プログラムに使用した公式について、以下に示します。

プログラムの主な計算式には、エンジニアブック 18 版（サイト：<http://ebw.eng-book.com/heishin/vfs/>）などが参考にされています。

Buckling (1)：柱形（柱端：自由・固定）のオイラー公式


柱端の条件 (座屈形)	
n	1/4

オイラーの式 材料の比例限度 σ_p 以内で生ずる座屈に対する理論公式である。

$$P_k = \pi^2 \left(\frac{EI}{L^2} \right) \quad \sigma_k = n \pi^2 \left(\frac{E}{\lambda^2} \right) = \pi^2 \left(\frac{E}{(L/k)^2} \right)$$

l ：柱の長さ、 EI ：曲げ剛性（縦弾性係数×断面二次モーメント），
 $k = \sqrt{I/A}$ ：断面二次半径、 n ：柱端の条件による定数で、代表的な場合の値を左表に示す、 A ：柱の断面積、 $\lambda = l/k$ ：細長比、 $L = l/\sqrt{n}$ ：座屈長さ

Buckling (2)：柱形（柱端：回転・回転）のオイラー公式


柱端の条件 (座屈形)	
n	1

オイラーの式 材料の比例限度 σ_p 以内で生ずる座屈に対する理論公式である。

$$P_k = \pi^2 \left(\frac{EI}{L^2} \right) \quad \sigma_k = n \pi^2 \left(\frac{E}{\lambda^2} \right) = \pi^2 \left(\frac{E}{(L/k)^2} \right)$$

l ：柱の長さ、 EI ：曲げ剛性（縦弾性係数×断面二次モーメント），
 $k = \sqrt{I/A}$ ：断面二次半径、 n ：柱端の条件による定数で、代表的な場合の値を左表に示す、 A ：柱の断面積、 $\lambda = l/k$ ：細長比、 $L = l/\sqrt{n}$ ：座屈長さ

Buckling (3)：柱形（柱端：回転・固定）のオイラー公式


柱端の条件 (座屈形)	
n	2.019 ≒ 2

オイラーの式 材料の比例限度 σ_p 以内で生ずる座屈に対する理論公式である。

$$P_k = \pi^2 \left(\frac{EI}{L^2} \right) \quad \sigma_k = n \pi^2 \left(\frac{E}{\lambda^2} \right) = \pi^2 \left(\frac{E}{(L/k)^2} \right)$$

l ：柱の長さ、 EI ：曲げ剛性（縦弾性係数×断面二次モーメント），
 $k = \sqrt{I/A}$ ：断面二次半径、 n ：柱端の条件による定数で、代表的な場合の値を左表に示す、 A ：柱の断面積、 $\lambda = l/k$ ：細長比、 $L = l/\sqrt{n}$ ：座屈長さ

Buckling (4) : 柱形（柱端：固定・固定）のオイラー公式

柱端の条件 (座屈形)	
n	4

オイラーの式 材料の比例限度 σ_p 以内で生ずる座屈に対する理論公式である。

$$P_k = \pi^2 \left(\frac{EI}{L^2} \right) \quad \sigma_k = n \pi^2 \left(\frac{E}{\lambda^2} \right) = \pi^2 \left(\frac{E}{(L/k)^2} \right)$$

l : 柱の長さ、 EI : 曲げ剛性（縦弾性係数×断面二次モーメント）、
 $k = \sqrt{I/A}$: 断面二次半径、 n : 柱端の条件による定数で、代表的な場合の値を左表に示す、 A : 柱の断面積、 $\lambda = l/k$: 細長比、 $L = l/\sqrt{n}$: 座屈長さ

Buckling (5) : 柱形（鋳鉄）のテトマイヤー公式

	鋳 鉄
$\sigma_0 \doteq \sigma_y$ MPa (=N/mm ²)	761
a	0.01546
b	0.00007
適 用 範 囲	$\lambda < 88$

テトマイヤーの式 これは実験公式である。

$$\sigma_k = \sigma_0 (1 - a \lambda + b \lambda^2), (\lambda = l/k)$$

σ_0 ($\doteq \sigma_y$), a , b の値および上式の適用範囲を左表に示す。

l : 柱の長さ、 $k = \sqrt{I/A}$: 断面二次半径、

I : 断面二次モーメント、 A : 柱の断面積

Buckling (6) : 柱形（鍛鉄）のテトマイヤー公式

	鍛 鉄
$\sigma_0 \doteq \sigma_y$ MPa (=N/mm ²)	296
a	0.00425
b	0
適 用 範 囲	$\lambda < 112$

テトマイヤーの式 これは実験公式である。

$$\sigma_k = \sigma_0 (1 - a \lambda + b \lambda^2), (\lambda = l/k)$$

σ_0 ($\doteq \sigma_y$), a , b の値および上式の適用範囲を左表に示す。

l : 柱の長さ、 $k = \sqrt{I/A}$: 断面二次半径、

I : 断面二次モーメント、 A : 柱の断面積

Buckling (7) : 柱形（軟鋼）のテトマイヤー公式

	軟 鋼
$\sigma_0 \div \sigma_{ys}$ MPa (=N/mm ²)	304
a	0.00368
b	0
適 用 範 囲	$\lambda < 105$

テトマイヤーの式 これは実験公式である。

$$\sigma_k = \sigma_0 (1 - a\lambda + b\lambda^2), (\lambda = l/k)$$

σ_0 ($\div \sigma_{ys}$), a , b の値および上式の適用範囲を左表に示す。

l : 柱の長さ, $k = \sqrt{I/A}$: 断面二次半径,

I : 断面二次モーメント, A : 柱の断面積

Buckling (8) : 柱形（硬鋼）のテトマイヤー公式

	硬 鋼
$\sigma_0 \div \sigma_{ys}$ MPa (=N/mm ²)	328
a	0.00185
b	0
適 用 範 囲	$\lambda < 90$

テトマイヤーの式 これは実験公式である。

$$\sigma_k = \sigma_0 (1 - a\lambda + b\lambda^2), (\lambda = l/k)$$

σ_0 ($\div \sigma_{ys}$), a , b の値および上式の適用範囲を左表に示す。

l : 柱の長さ, $k = \sqrt{I/A}$: 断面二次半径,

I : 断面二次モーメント, A : 柱の断面積

Buckling (9) : 柱形（木材）のテトマイヤー公式

	木 材
$\sigma_0 \div \sigma_{ys}$ MPa (=N/mm ²)	28.7
a	0.00626
b	0
適 用 範 囲	$\lambda < 100$

テトマイヤーの式 これは実験公式である。

$$\sigma_k = \sigma_0 (1 - a\lambda + b\lambda^2), (\lambda = l/k)$$

σ_0 ($\div \sigma_{ys}$), a , b の値および上式の適用範囲を左表に示す。

l : 柱の長さ, $k = \sqrt{I/A}$: 断面二次半径,

I : 断面二次モーメント, A : 柱の断面積