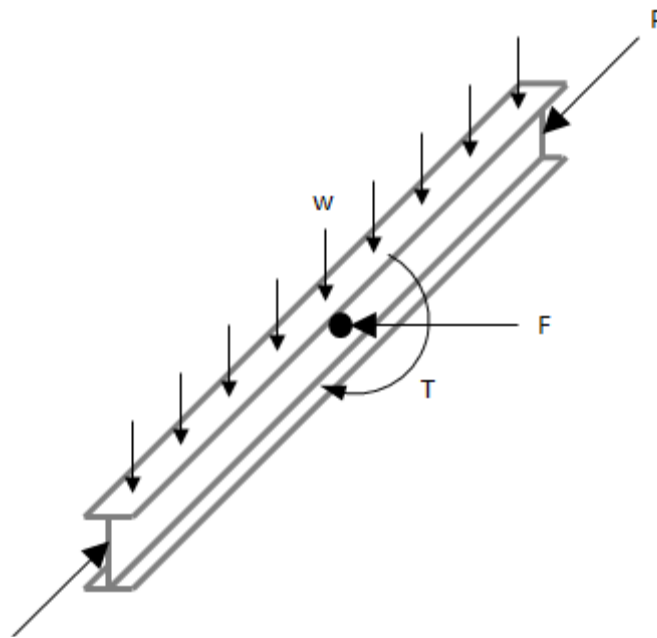


W10X54 の梁にかかるねじり及び横方向の荷重

このアプリケーションは、W10X54 鋼梁 (AISC Steel Shapes Database で定義されたもの) のねじり荷重及び横方向荷重を解析するものです。



参考文献:

- Simplified Design for Torsional Loading of Rolled Steel Members, Lin, P.H., Engineering Journal, AISC, 1977

- 2010 Specification for Structural Steel Buildings (ANSI/AISC 360/10), Fourth Printing (<https://www.aisc.org/content.aspx?id=2884>)

パラメータ

曲げねじり係数	$C_w := 1.2 \times 10^3 \text{ inch}^6$
ねじり定数 (断面ねじりモーメント)	$JT := 1.51 \text{ inch}^4$
X軸に関する断面係数	$S_x := 60 \text{ inch}^3$
Y軸に関する断面係数	$S_y := 20.6 \text{ inch}^3$
部材の断面積	$A := 15.8 \text{ inch}^2$
X軸に関する塑性断面係数	$Z_x := 66.6 \text{ inch}^3$

X軸に関する二次モーメント $I_x := 303 \text{ inch}^4$

Y軸に関する二次モーメント $I_y := 103 \text{ inch}^4$

部材の奥行 $d := 10.1 \text{ inch}$

X軸に関する回転半径 $r_x := 4.37 \text{ inch}$

重力分布荷重	中心における 横荷重	ミッドスパンでの ねじり	軸荷重
$w := 1.15 \text{ kipf} \cdot \text{ft}^{-1}$	$F := 5 \text{ kipf}$	$T := 5.1 \text{ kipf} \cdot \text{ft}$	$P := 96 \text{ kipf}$

梁の長さ	梁にかかる応力	垂直曲げ方向の 自然長	軸に対して垂直方向の 自然長
------	---------	----------------	-------------------

$L := 15 \text{ ft}$	$F_y := 50 \text{ ksi}$	$L_b := 15 \text{ ft}$	$L_x := 15 \text{ ft}$
----------------------	-------------------------	------------------------	------------------------

軸に対して水平方向の 自然長	ヤング率	剛性率	ねじり特性 (Philip, 1977)
-------------------	------	-----	-------------------------

$L_y := 7.5 \text{ ft}$	$E := 29000 \text{ ksi}$	$G := 11200 \text{ ksi}$	$\lambda := \sqrt{\frac{G \cdot J_T}{E \cdot C_w}} = 0.868 \frac{1}{\text{m}}$
-------------------------	--------------------------	--------------------------	--

スパンの中心で発生するモーメント

曲げモーメント Philip, page 101

$M_x := w \cdot L^2 / 8 = 32.344 \text{ kipf} \cdot \text{foot}$	$\beta := \frac{4 \cdot \sinh(\lambda \cdot L / 2)^2}{\lambda \cdot L \cdot \sinh(\lambda \cdot L)} = 0.485$
--	--

$M_y := F \cdot L / 4 = 25.422 \text{ kN m}$

$M_0 := T \cdot L / (4 \cdot d) = 30.808 \text{ kN m}$

ねじりモーメント

$M_T := \beta \cdot M_0 = 1.495 \times 10^4 \text{ J}$

ねじりに対する容量の確認 (AISC 360-10 H3.3 & Philip p100)

荷重点における最大組合せ垂直応力	$f_{bx} := \frac{M_x}{S_x} + \frac{2 \cdot M_T}{S_y} = 1.332 \times 10^8 \text{ Pa}$
------------------	--

$F_{nx} := F_y / \Omega = \frac{50}{\Omega} \text{ ksi}$

圧縮に対する安全率	$\Omega := 1.67$
-----------	------------------

右記が 1 以下となる場合、設計要件を満たす	$f_{bx} / F_{nx} = 0.645$
------------------------	---------------------------

圧縮および曲げに対する容量の確認 (AISC 360-10, H1)

$$M_{rx} := (M_x/S_x + 2 \cdot M_T/S_y) \cdot S_x = 130.949 \text{ kN m}$$

$$\text{有効座屈長さ係数 } K := 0.85$$

弾性座屈応力

$$F_e := \frac{\pi^2 \cdot E}{(K \cdot L/r_x)^2} = 233.495 \text{ ksi}$$

限界応力

$$F_{cr} := 0.658^{\frac{F_y}{F_e}} \cdot F_y = 45.714 \text{ ksi}$$

許容軸強度

$$P_n := F_{cr} \cdot A = 3212.839 \text{ kN}$$

$$P_c := P_n / \Omega = 1923.855 \text{ kN}$$

有効曲げ強度 (Chapter F AISC 360-10)

$$M_n := \min(F_y \cdot Z_x, F_y \cdot S_x) = 338.954 \text{ kN m}$$

$$M_{cx} := M_n / \Omega = 202.967 \text{ kN m}$$

下記は、 M_{rx} よりも大きいため、
設計要件を満たす

$$M_{cy} := M_n / \Omega = 2.030 \times 10^5 \text{ J}$$

設計要件を満たすために、下記は1 以下
となる必要がある

$$\frac{P}{P_c} + \frac{8}{9} \cdot \left(\frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_y}{M_{cy}} \right) = 0.907$$

たわみの計算

最大ねじれ角 (Lin, p100 eq4) [°]

$$\phi := \frac{T}{2 \cdot G \cdot J_T \cdot \lambda} \cdot \left(\frac{\lambda \cdot L}{2} - \frac{2 \cdot \sinh(\lambda \cdot L / 2)}{\sinh(\lambda \cdot L)} \right) \cdot \sinh\left(\frac{\lambda \cdot L}{2}\right) = 0.502$$

$$I_3 := I_x \cdot \cos\left(\frac{(90 - \phi) \cdot \pi}{180}\right)^2 + I_y \cdot \sin\left(\frac{(90 - \phi) \cdot \pi}{180}\right)^2 = 103.015 \text{ in}^4$$

$$I_4 := I_x \cdot \cos\left(\frac{(90 - \phi) \cdot \pi}{180}\right)^2 + I_y \cdot \sin\left(\frac{(90 - \phi) \cdot \pi}{180}\right)^2 = 103.015 \text{ in}^4$$

中心における垂直方向のたわみ

$$\Delta_{\text{vert}} := \frac{5 \cdot w \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_3} = 0.011 \text{ m}$$

中心における水平方向のたわみ

$$\Delta_{\text{horiz}} := \frac{F \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot I_4} = 0.005 \text{ m}$$