

3.6 Drehbettung

Erläuterung

In der nachfolgenden Berechnung wird die erforderliche mit der vorhandenen Drehbettung verglichen. Ist die vorhandene größer als die erforderliche, so kann die Verdrehung des Riegels im Rahmen als behindert angesehen werden und man kann auf einen Nachweis des Biegedrillknickens verzichten.

Aufgabenstellung

In diesem Beispiel wird ein Zweifeldträger untersucht, dessen Feldlänge $L = 4,02 \text{ m}$ beträgt. Aus der Lastermittlung ist bekannt, daß der Riegel mit einer Eigenlast und einer Verkehrslast je m belastet wird $G = 1,46 \text{ kN/m}$ und $P = 3,55 \text{ kN/m}$. Die Sicherheitsbeiwerte für die Berechnung sollen $\gamma_F = 1,35$ für die Kräfte und $\gamma_M = 1,1$ für das Material sein. Das größte Biegemoment, das aus der Statik entnommen wurde, sei $\max_M_d = -30,84 \text{ kNm}$. Für den Riegel wird ein IPE 200 Profil gewählt. Die Dacheindeckung erfolgt durch ein Trapezblech, dessen statische Kenngrößen aus einer technischen Zulassung entnommen werden können. In diesem Beispiel wurde ein TU 98/075 der Firma Thyssen verwendet mit den Kennwerten $J_{eff} = 152 \text{ cm}^4/\text{m}$, $t_p = 0,75 \text{ mm}$ und die Lage des Profils soll positiv sein. Der verwendete Stahl ist ST 37-2 und es ergibt sich für den Riegel ein plastisches Moment um die y-Achse in Designgröße von $M_{plyd} = 48,3 \text{ kNm}$. Die vorhandene Breite des Riegels kann voll eingesetzt werden und es gilt $\text{vorh_b} = 100 \text{ mm}$.

Statik

Statisches System

System := "Zweifeldträger"

Beiwert für $\text{vorh_C}_{\theta k}$

$k := \begin{cases} 2 & \text{if System} = \text{"Einfeldträger"} \vee \text{System} = \text{"Zweifeldträger"} \\ 4 & \text{if System} = \text{"Durchlaufträger"} \end{cases}$

$k = 2.00$

Feldlänge

$L := 4.02\text{m}$

Schnittgrößen aus Statik

Eigenlast in $[\text{kN/m}]$

$G := 1.46 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

Verkehrslast in $[\text{kN/m}]$

$P := 3.55 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

Sicherheitsbeiwerte

$\gamma_F := 1.35$

$\gamma_M := 1.1$

Größtes Biegemoment

$\max_M_d := -30.84\text{kN}\cdot\text{m}$

Profil

Profil := "IPE200"

$h := 200\text{mm}$

$t_s := 5.5\text{mm}$

$b := 100\text{mm}$

$t_g := 8.5\text{mm}$

$W_y := 194\text{cm}^3$

$I_{zk} := 142\text{cm}^4$

Dacheindeckung:

TU 98 / 075

$I_{eff} := 152 \frac{\text{cm}^4}{\text{m}}$

Profilstärke $t_p := 0.75 \text{ mm}$

Lage des Profils $\text{Lage} := \text{"Positiv"}$

Material

$\text{Stahl} := \text{"St37-2"}$

maximale Blechstärke $t := \max(t_s, t_g)$ $t = 8.50 \text{ mm}$

Streckgrenze $S_{fyk}(\text{Stahl}, t) = 240.00 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

Materialsicherheits- $\gamma_M := 1.1$ $f_{yk} := S_{fyk}(\text{Stahl}, t)$
beiwert

Bemessungswert der Streckgrenze

$f_{yd} := \frac{S_{fyk}(\text{Stahl}, t)}{\gamma_M}$ $f_{yd} = 218.18 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

vorhandene Breite des Gurt $\text{vorh}_b := 100 \text{ mm}$

Plastisches Moment aus Tabellenwerken für I-Profile (z.B. [5])

$M_{plyd} := 48.3 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$M_{plk} := M_{plyd} \cdot 1.1$ $M_{plk} = 53.13 \text{ kN} \cdot \text{m}$

Ermittlung der erforderlichen Drehbettung

maximales elastisches Moment um die y-Achse

$\text{max_M}_{ely} := W_y \cdot f_{yk}$ $\text{max_M}_{ely} = 46.56 \text{ kN} \cdot \text{m}$

maximales Moment um die y-Achse das vorhanden ist

$\text{vorh_M}_{ely} := |\text{max_M}_d| \cdot 1.10$ $\text{vorh_M}_{ely} = 33.92 \text{ kN} \cdot \text{m}$

Beiwert für die Wahl des Berechnungsverfahrens

$k_v := \begin{cases} 0.35 & \text{if } \text{vorh_M}_{ely} < \text{max_M}_{ely} \\ 1.0 & \text{if } \text{vorh_M}_{ely} \geq \text{max_M}_{ely} \end{cases}$ $k_v = 0.35$

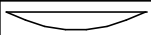

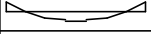

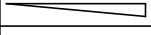
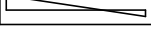
Momentenverlauf		freie	gebundene
Drehachse			
1		4,0	0,0
2a		3,5	0,12
2b			0,23
3		2,8	0,0
4		1,6	1,0
5		1,0	0,7

Tabelle aus [8] Teil 2
Seite 11 Tabelle 6

Beiwert für den Verlauf des Momentes

$$k_{\theta} := 3.5$$

$$\text{erf}_{C_{\theta k}} := \frac{M_{plk}^2 \cdot k_{\theta} \cdot k_v \left(\frac{\text{vorh_M}_{ely}}{\text{max_M}_{ely}} \right)^2}{E_{\text{Stahl}} \cdot I_{zk}}$$

$$\text{erf}_{C_{\theta k}} = 6.16 \text{ kN} \cdot \frac{\text{m}}{\text{m}}$$

Ermittlung der Drehfederkonstante der Eindeckung

$$k_b := \begin{cases} \left(\frac{\text{vorh_b}}{100\text{mm}} \right)^2 & \text{if } \frac{\text{vorh_b}}{100\text{mm}} \leq 1.25 \\ \left(1.25 \cdot \frac{\text{vorh_b}}{100\text{mm}} \right) & \text{if } 1.25 < \frac{\text{vorh_b}}{100\text{mm}} \wedge \frac{\text{vorh_b}}{100\text{mm}} \leq 2.0 \end{cases}$$

$$k_b = 1.00$$

$$k_t := \begin{cases} \left(\frac{t_p}{0.75\text{mm}} \right)^{1.1} & \text{if Lage = "Positiv"} \\ \left(\frac{t_p}{0.75\text{mm}} \right)^{1.5} & \text{if Lage = "Negativ"} \end{cases}$$

$$k_t = 1.00$$

$$A := \gamma_M \cdot (G \cdot \gamma_F + P \cdot \gamma_F) \cdot \left(\frac{\text{m}}{\text{kN}} \right)$$

$$A = 7.44$$

$$k_A := \begin{cases} [1.0 + (A - 1) \cdot 0.08] & \text{if } t_p = 0.75\text{mm} \wedge \text{Lage = "Positiv"} \\ [1.0 + (A - 1) \cdot 0.16] & \text{if } t_p = 0.75\text{mm} \wedge \text{Lage = "Negativ"} \\ [1.0 + (A - 1) \cdot 0.095] & \text{if } t_p = 1.0\text{mm} \end{cases}$$

$$k_A = 1.52$$

Wert aus [9] Tabelle 2-3.2

$$C_{\theta PK}(\text{Profil}) = 49.20 \text{ kN} \cdot \frac{\text{m}}{\text{m}}$$

Zeile	Trapezprofil-lage positiv negativ	Schrauben in Untergurt Obergurt	Schraubenabstand b_r $2b_1$	Schellen durchmesser mm	Gitterweite kN/m	max b_t mm
Aufloset						
1	X	X	X	22	5,2	40
2	X	X	X	22	3,1	40
3		X	X	K0	10,0	40
4		X	X	K0	5,2	40
5		X	X	22	3,1	120
6		X	X	22	2,0	120
Sag						
7	X	X	X	16	2,6	40
8	X	X	X	16	1,7	40

b_r = Rippenabstand

K_0 = Aluklebkappen aus Stahl mit $t \geq 0,75 \text{ mm}$

b_1 = Breite des angeschlossenen Gurtes Trapezprofils

Tabelle aus [8] S. 12 Tabelle 7

$$C'_{\theta Ak} := 5.2 \text{ kN} \cdot \frac{\text{m}}{\text{m}}$$

$$C_{\theta Ak} := C'_{\theta Ak} \cdot k_t \cdot k_b \cdot k_A$$

$$C_{\theta Ak} = 7.88 \text{ kN} \cdot \frac{\text{m}}{\text{m}}$$

$$C_{\theta Mk} := \frac{k \cdot E_{\text{Stahl}} \cdot I_{zk}}{L \cdot (\text{m})}$$

$$C_{\theta Mk} = 148.36 \text{ kN} \cdot \frac{\text{m}}{\text{m}}$$

$$\text{vorh_}C_{\theta k} := \frac{1}{\frac{1}{C_{\theta Mk}} + \frac{1}{C_{\theta Ak}} + \frac{1}{C_{\theta Pk}(\text{Profil})}}$$

$$\text{vorh_}C_{\theta k} = 6.49 \text{ kN} \cdot \frac{\text{m}}{\text{m}}$$

Nachweis

$$\text{Nachweis}(\text{erf_}C_{\theta k}, \text{vorh_}C_{\theta k}) = \text{"Nachweis erfüllt !"}$$

$\text{kN} \equiv 1000 \cdot \text{N}$

$\text{MN} \equiv 1000 \cdot \text{kN}$

 Übersicht:C:_CD-ROM Mathcad\Arbeitsblaetter\MIT\TV_3_51_Charakteristische_Werte.mcd(R)

 Übersicht:C:_CD-ROM Mathcad\Arbeitsblaetter\MIT\TV_3_52_Nachweis.mcd(R)