

مشخصات مصالح

مدول الاستیسیته فولاد بکار رفته در آرماتور	$E_s = 2.0 \times 10^5$ N/mm ²
مقاومت فشاری مشخصه بتن (28 روزه استوانه ای استاندارد)	$f_c = 30$ N/mm ²
وزن مخصوص بتن (بین 25 تا 25 متغیر است)	$\gamma_c = 25$ kN/m ³
مدول الاستیسیته بتن	$E_c = 2.54 \times 10^4$ N/mm ²
ضریب اثر بتن سبک	$\lambda = 1$
نسبت مدول الاستیسیته فولاد به بتن	$n = E_s / E_c = 7.88$
مدول گسیختگی بتن	$f_r = 0.63\lambda(f_c)^{0.5} = 3.5$ N/mm ²

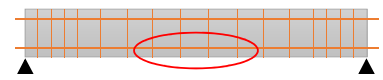
(مقررات ملی بند ۹-۱۳-۱)
(مقررات ملی بند ۹-۱۳-۸)

ابعاد تیر و مقطع

عرض تیر	$b = 300$ mm
ارتفاع تیر	$h = 500$ mm
پوشش بتن	Cover = 45 mm
ارتفاع موثر تیر	$d = h - \text{cover} - d_b/2 = 446.0$ mm
فاصله میلگرد فشاری از تار بالای تیر	$d' = \text{cover} + d_b/2 = 54.0$ mm
طول دهانه تیر	$L = 6.00$ m

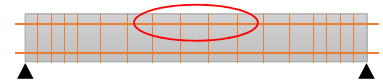
مشخصات آرماتور کششی (پایین) در وسط دهانه

تعداد آرماتور	$N_o = 4$
قطر اسمی آرماتور	$d_o = 18$ mm
سطح مقطع آرماتور	$A_s = 1018$ mm ²
درصد آرماتور کششی	$\rho = 0.008$



مشخصات آرماتور فشاری (بالا) در وسط دهانه

تعداد آرماتور	$N_o' = 4$
قطر اسمی آرماتور	$d_o' = 18$ mm
سطح مقطع آرماتور	$A_s' = 1018$ mm ²
درصد آرماتور فشاری	$\rho' = 0.008$



تعیین ممان اینرسی کل (I_g) و ممان اینرسی ترک خورده تبدیل یافته (I_{cr})

$$B = b / (nA_s) = 300 / (7.88 * 1,018) = 0.037$$

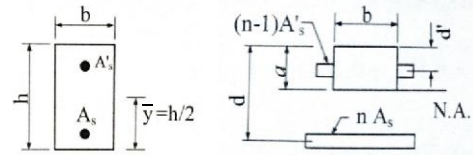
$$r = (n-1)A_s' / (nA_s) = (7.88 - 1) * 1,018 / (7.88 * 1,018) = 0.873$$

$$I_g = bh^3 / 12 = 300 * 500^3 / 12 = 3.125E+09 \text{ mm}^4$$

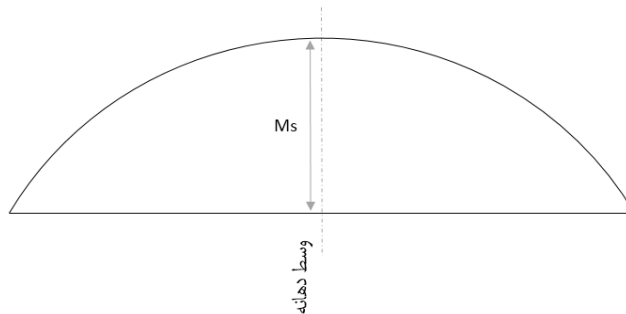
ارتفاع بلوک تنشی $a = [2dB(1 + rd' / d) + (1 + r)^2]^{0.5} - (1 + r) / B =$

$$[(2 * 446 * 0.037 (1 + 0.873 * 54 / 446) + (1 + 0.873)^2)^{0.5} - (1 + 0.873)] / 0.037 = 119.8 \text{ mm}$$

$$I_{cr} = ba^3 / 3 + nA_s(d - a)^2 + (n-1)A_s'(a - d')^2 = 1.055E+09 \text{ mm}^4$$



تعیین لنگرهای مورد نیاز تیر دو سر مفصل (غیر ممتد)



لنگر خمشی حداکثر در وسط دهانه تحت تمام بارهای ثقلی بدون ضریب	$M_s = 152$ kN.m	برای ترکیب بار کل (D+L)
لنگر خمشی حداکثر در وسط دهانه تحت بارهای ثقلی دائم بدون ضریب	$M'_s = 102$ kN.m	برای ترکیب بار دائم (D+0.2L)
لنگر خمشی حداکثر در وسط دهانه تحت وزن سازه	$M_{str-s} = 20$ kN.m	در ETABS حدودا (0.25D)

ترک می خورد
 ترک نمی خورد

محاسبه ممان اینرسی های موثر

فاصله دورترین تار کششی تا محور خنثای مقطع (بدون آرمتور) $\bar{y} = h / 2 = 500 / 2 = 250$ mm

لنگر ترک خوردگی تیر $M_{cr} = (fr * I_g) / \bar{y} = (3.45 * 3,125,000,000) / 250 = 43.1$ kN.m

$\eta = M_{cr} / M = 43.13 / 152.00 = 0.28$

$\eta' = M_{cr} / M'_s = 43.13 / 102.00 = 0.42$

$\eta'' = M_{cr} / M_{gr-s} = 43.13 / 20.00 = 2.16$

ممان اینرسی موثر مقطع $I_e = I_{ct} + (I_g - I_{ct})\eta^3 = 1.103E+09$ mm⁴

ممان اینرسی موثر مقطع تحت بارهای دائم $I'_e = I_{ct} + (I_g - I_{ct})\eta'^3 = 1.212E+09$ mm⁴

ممان اینرسی موثر مقطع تحت وزن سازه ای سقف $I_{str-e} = I_{ct} + (I_g - I_{ct})\eta''^3 = 3.125E+09$ mm⁴

محاسبه افتادگی

$$\Delta = \frac{5L^2}{48EI} (M_s) \quad (*)$$

زمان بارگذاری **5 Years and More**

ضریب زمان بر اساس زمان بارگذاری $\xi = 2.0$

ضریب اضافه افتادگی $\lambda_\Delta = \xi / (1 + 50\rho') = 1.68$

افتادگی آبی بار کل Δ (Immediate All) = 20.4 mm

افتادگی آبی بار سقف سازه ای Δ (Immediate Structural) = 0.0 mm **در جهت اطمینان**

افتادگی آبی بار نهایی ① Δ (Imm All) - Δ (Imm Str) = 20.4 mm

افتادگی آبی بار دائم ② Δ (Immediate Sustained) = 12.4 mm

اضافه افتادگی دراز مدت بار دائم ③ Δ (Long Term Sustained) = Δ (Immediate Sustained) * $\lambda_\Delta = 12.4 * 1.68 = 20.9$ mm

Δ (Total) = ① + ③ = 20.4 + 20.9 = 41.2 mm

کنترل محدودیت افتادگی

بله

در صورت افتادگی احتمال آسیب دیدگی در اعضای غیر سازه ای می باشد؟

$$\Delta$$
 (Total) = 41.2 > L / 480 = 12.5 mm

توجه: مقدار افتادگی تیر از مقدار مجاز بیشتر است و باید پیش خیز اعمال گردد

مقدار پیش خیز مورد نیاز در وسط دهانه تیر

$$\delta = 29.0$$
 mm

منحنی پیش خیز مورد نیاز تیر

