

طراحی دال زیرخاکی آبرو دهانه ۳ متر ویژه راه، با خاکریز ۲ متر

داده های ورودی :

Hs	2	m	ارتفاع خاکریز روی دال
N	1		تعداد دهانه
L _{net}	3	m	طول دهانه مفید
L1	0.3	m	طول نشیمنگاه
b _{dek}	9	m	عرض کل پل
ts	0.3	m	ضخامت دال
f _y	4000	kg /cm ²	مقاومت مشخصه فولاد
f _c	250	kg /cm ²	مقاومت مشخصه بتن در دال
f _{cg}	280	kg /cm ²	مقاومت مشخصه بتن در شاهتیرها
γ _{conc}	2.5	ton /m ³	وزن مخصوص بتن

طراحی دال بتن مسلح :

طول دهانه محاسباتی:

مطابق بند (۱۵-۲-۲) نشریه ۳۸۹، برابر حداقل دو مقدار زیر در نظر گرفته می شود:

L _{cal} =	3.3
L _{cal} =	3.3
L _{min} =	3.3

• طول دهانه آزاد + ضخامت دال :

• فاصله محور تا محور تکیه گاه:

طول دهانه محاسباتی:



بارگذاری : ۲ ۲
بار مرده : ۱ ۲ ۲

برای بارگذاری مرده دال بتنی از گزینه Selfweight نرم افزار استفاده شده است.

بار مرده خاکریز اعمالی روی دال:

مطابق نشریه ۱۳۹، بار مرده خاک روی دال برابر با وزن ستون خاک روی دال در نظر گرفته می شود.

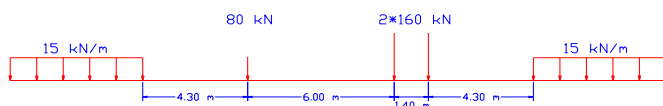
$$\begin{aligned} \text{وزن مخصوص مصالح خاکریز} &= 2 \text{ ton/m}^3 \\ \text{بار مرده خاکریز ۲ متر} &= \gamma \times 2 = 4 \text{ ton/m}^2 \end{aligned}$$

بار زنده : ۲ ۲ ۲

بارگذاری زنده، شامل سه نوع بار زنده به شرح زیر میباشد.

Mov1 : بار نوع اول : ۱ ۲ ۲ ۲

این بارگذاری که بارگذاری کامیون ۴۰ تن عادی نامیده میشود، به شرح زیر میباشد.



Mov2 : بار نوع دوم : ۲ ۲ ۳ ۲

این بار معادل ۸۰ کیلو نیوتن است که سطح اثر آن مربعی به ابعاد ۳۰ سانتی متر فرض می شود.

بار نوع سوم : ۳ ۲ ۳ ۲

این نوع بار شامل بار تانک و بار تریلی تانک بر میشود.

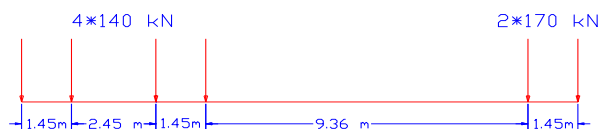
Mov3 : بار تانک:

این بار به میزان ۷۰۰ کیلو نیوتن روی دو زنجیر به ابعاد ۱ متر در ۳/۵ متر می باشد. با توجه به طول دهانه، یک

تانک در طول پل قرار داده می شود.

Mov4 : بار تریلی تانک بر :

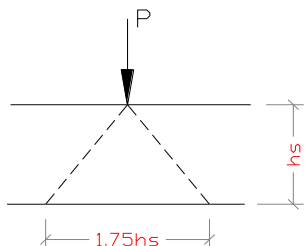
در طول پل حداکثر دو دستگاه تریلی تانک بر با حداقل فاصله بین چرخ های متوالی ۱۲ متر قرار داده می شود.



۴ ۲

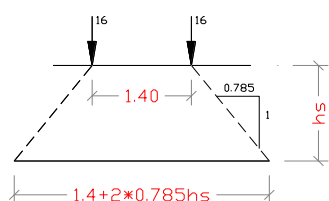
پخش بار زنده براساس ارتفاع خاکریز

با توجه به بند (۶-۴-۱) آیین نامه آشتو، چنانچه ارتفاع خاکریزی روی دال بیش از ۶۰ سانت باشد، بار زنده متمرکز در سطح مربعی به ابعاد $1.75H_s$ توزیع می گردد.

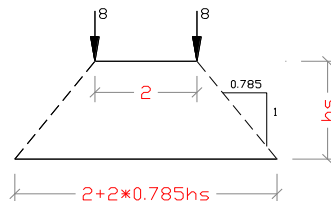


مطابق بند (۶-۴-۲) آشتو، چنانچه سطوح توزیع بارهای نقطه ای همدیگر را پوشش دهند (اورلپ داشته باشند) بار کل اعمالی در سطحی که شامل محدوده خارجی سطوح توزیع می باشد، توزیع می گردد.

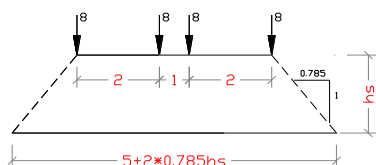
در اشکال زیر ابعاد سطوح توزیع بارهای زنده نشان داده شده است:



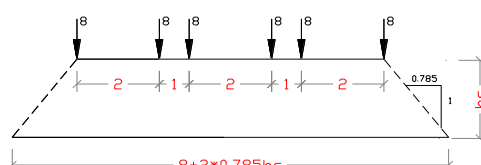
در امتداد محور پل (کامیون)



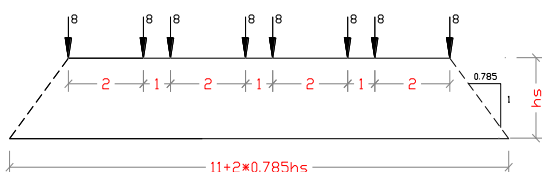
در عرض پل (یک کامیون)



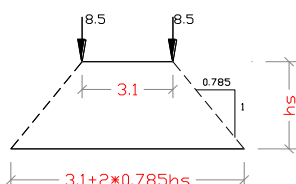
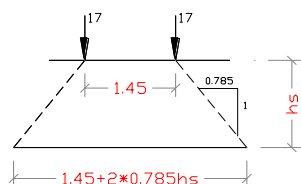
در عرض پل (۲ کامیون)



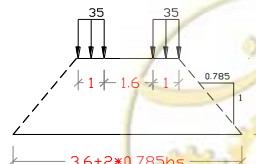
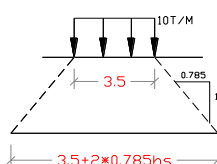
در عرض پل (۳ کامیون)



در عرض پل (۴ کامیون)



امتداد طولی و عرضی پل (تریلی تانک بر)



امتداد طولی و عرضی پل (تانک ارتشی ۷۰ تن)

۴ ۲ مقادیر شدت بار گسترده بارهای زنده:

واحد : تن - متر

شدت بار تریلی تانک بر (تن بر مترمربع)	شدت بار تانک (تن بر مترمربع)	ضریب ضربه بار کامیون (تن بر مترمربع)	شدت بار کامیون در ۴ خط (تن بر مترمربع)	شدت بار کامیون در ۳ خط (تن بر مترمربع)	شدت بار کامیون در ۲ خط (تن بر مترمربع)	شدت بار کامیون در ۱ خط (تن بر مترمربع)	طول توزیع بار در امتداد محور راه (تانک)	طول توزیع بار در امتداد محور راه (کامیون)
۱.۰۴	۱.۴۱	۱.۰۰	۱.۳۵	۱.۵۳	۱.۵۴	۱.۱۹	۴.۹۵	۷.۰۰

(شدت بار کامیون تعیین کننده می باشد).

۵ ۲ ترکیب بارهای طراحی دال بتن مسلح:

ترکیب بارگذاری بر اساس ترکیبات بارگذاری جدول ۱۰-۵-۳ نشریه ۳۸۹ و ضرایب بار به شرح زیر می باشد :

(الف) $1.25(DL+1.30(LL+I))$

بار مرده	DL	DEAD LOAD
بار زنده	LL	LIVE LOAD

برای محاسبه تلاشهای برشی و خمشی بار زنده در ضریب زیر ضرب می شود.

$0.984 \rightarrow 1$ $1.3-0.005L-0.15h =$ ضریب ضربه

این ضریب برای محاسبه نیروهای دال در بار زنده نوع اول در نظر گرفته می شود.

واحد : تن - متر

مجموع لنگر (ترکیب بار)	لنگر بار زنده طراحی	لنگر بار تریلی تانک بر	لنگر بار زنده تانک	لنگر بار زنده کامیون (حداکثر)	لنگر وزن خاک	لنگر وزن دال
۱۱.۴۸	۲.۰۹	۱.۴۳	۱.۹۲	۲.۰۹	۵.۴۵	۱.۰۲

۱ ۳ طراحی خمشی دال:

ضخامت دال: $ts = 30 \text{ cm}$
ارتفاع موثر دال $d = 22.5 \text{ cm}$
عرض واحد طراحی: $b = 100 \text{ cm}$



ML(max)= 2.09 t.m ماکزیمم لنگر بار زنده:

M_U= 11.48 t.m

$$As = \frac{0.85 f_{cd} b d}{f_{yd}} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 M_u}{0.85 f_{cd} b d^2}} \right]$$

A_{s(req)}= 16.6 cm² محاسبه آرماتور خمشی اصلی:

کنترل آرماتور حداقل خمشی :
 $\rho_{min} = 0.14 \left(\frac{h}{d} \right)^2 \frac{\sqrt{f'_c}}{f_y}$
 مطابق بند (۱۱-۵-۲) نشریه ۳۸۹:

A_{s(min)}= 7.00 cm²/m < A_{s(req)} ok.

TAKE : Φ 18 @ 14 As = 18.2 cm²/m

آرماتورهای توزیع:

مطابق آیین نامه آشتو برای خاگریزی بیش از ۶۰ سانت نیازی به آرماتور توزیع نمی باشد.

آرماتور افت و حرارت :

b = 360 cm

h = 30 cm

آرماتور افت و حرارت = 0.0018 × b × h = 19.4 cm²/m A_s= 9.72 cm²/m

نصف مقدار فوق برای سفره بالا و پایین در جهت عمود بر ترافیک در نظر گرفته می شود.

TAKE : Φ 10 @ 28 As = 10.1 cm²/m

V_d= 7.84 طراحی برشی دال: ۲ ۳

VL(max)= 2.32 ton ماکزیمم برش بار زنده:

V_U = 1.25 V_D + 1.625 V_L = 13.6 ton

$v_c = 0.2 \times \Phi_c \times \sqrt{f'_c}$ (N/mm²)

مطابق بند ۱۲-۱۷-۴-۱ نشریه ۳۸۹، در دالهای زیرخاکی، مقدار مقاومت برشی مقطع ۲۵ درصد افزایش داده می شود:

v_c = 5.98 kg/cm²

V_C = 1.25 × v_c × A_V = 16.8 ton

V_s = V_U - V_C = 0.0 ton

از آرماتورهای اودکا (خم ۴۵ درجه) آرماتورهای کششی بصورت یک در میان بعنوان آرماتور برشی استفاده می کنیم.

مقدار نیروی برشی میلگردهای مایل مطابق بند (۱۲-۴-۳) آیین نامه آبا از رابطه زیر بدست می آید. که مقدار آن نباید بیشتر از

مقدار $1.50 v_c b_w d$ در نظر گرفته شود.

V_s = φ_s . A_v . f_y . sinθ

θ = 45 deg

V_s = 16.4 ton > 0 ok.

1.50 v_c b_w d = 20.17 ton



کنترل ضوابط بهره برداری : ۴
کنترل خیز : ۱ ۴

$$E = 5000\sqrt{f_c} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$E_c = 250000 \text{ kg / cm}^2$$

$$E_s = 2000000 \text{ kg / cm}^2$$

$$n = 8.00$$

$$M_{cr} = \frac{f_r I_g}{y_t}$$

$$f_r = 0.6\sqrt{f_c}$$

$$f_r = 30.0 \text{ kg / cm}^2$$

$$\xi = 2.0$$

مقدار خیز بدست آمده از تحلیل کامپیوتری (با I_g) برای بارهای بدون ضریب برابر است با :

$$\Delta_{0D} = 0.13 \text{ cm}$$

$$\Delta_{0L} = 0.04 \text{ cm}$$



مقدار لنگر بدون ضریب در محل خیز حداکثر برابر است با :

$$M_D = 6.47$$

$$M_L = 2.1$$

$$Ma = 8.6$$

آرماتورهای استفاده شده :

$$d = 22.5 \text{ cm}$$

$$A'_s = 0 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A''_s = 18.2 \text{ cm}^2/\text{m}$$

آرماتور در وجه بالایی دال

آرماتور در وجه پایینی دال

محاسبه مشخصات مقاطع :

مشخصات مربوط به مقطع دال :

$$(I_g) = 2.25E+05 \text{ cm}^4$$

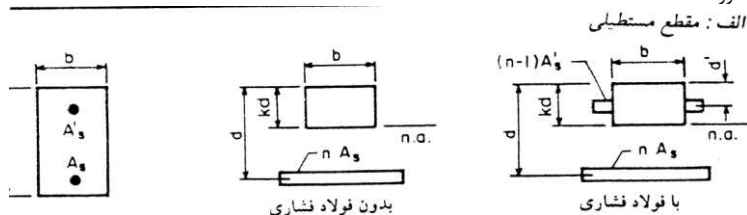
$$(y_t) = 15.0 \text{ cm}$$



$$(M_{cr}) = 4.5 \quad t.m$$

لنگر ترک خوردگی مقطع:

ممان اینرسی مقطع ترک خورده:



$$B = b/(nA_s) \quad r = (n-1)A_s''/(nA_s) \quad I_g = bh^3/12$$

$$kd = (\sqrt{2dB + 1} - 1)/B$$

بدون فولاد فشاری

$$I_{ct} = bk^3d^3/3 + nA_s(d - kd)^2$$

$$kd = [\sqrt{2dB(1 + rd'/d) + (1 + r)^2} - (1 + r)]/B$$

با فولاد فشاری

$$I_{ct} = bk^3d^3/3 + nA_s(d - kd)^2 + (n-1)A_s''(kd - d')^2$$

$$B = 0.69$$

$$kd = 6.76E+00$$

$$I_{ct} = 4.63E+04 \quad cm^4$$

$$I_e = I_{cr} + (I_g - I_{cr}) \times \left(\frac{M_{cr}}{M_a} \right)^3 \leq I_g$$

محاسبه ممان اینرسی موثر:

$$(I_e) = 7.23E+04 \quad cm^4$$

مقدار خیز آبی بار مرده بر مبنای ممان موثر به صورت زیر تصحیح می شود:

$$\Delta_D = \Delta_{0D} \times (I_g/I_e) = 0.4 \quad cm$$

خیز دراز مدت ناشی از بار مرده:

مقدار خیز اضافی ایجاد شده در طول زمان را که در اصطلاح اضافه افتادگی دراز مدت نامیده می شود، می توان از حاصلضرب افتادگی آبی ناشی از بار مرده در ضریب λ بدست آورد. مقدار λ از رابطه زیر بدست می آید:

$$\lambda = \xi / (1 + 50 \times \rho')$$

$$\rho' = A_s' / b \times d = 0.0045$$

$$\lambda = 1.63$$

مقدار λ برای تیر دو سر مفصل در جهت اطمینان ۲ در نظر گرفته شده است.

خیز دراز مدت ناشی از بار مرده:

$$\Delta'D = 2 \times \Delta_D = 0.8 \quad cm$$

خیز آبی ناشی از بار زنده:

$$\Delta_L = \Delta_{0L} \times (I_g/I_e) = 0.1 \quad cm < 1/1000 + 0.50 = 0.8 \quad cm$$

O.K

خیز منفی با توجه به خیز دراز مدت ناشی از بار مرده انتخاب می شود که نحوه اعمال آن به صورت سهمی خواهد بود:

$$\Delta = 1 \quad cm$$

لیکن با توجه به مقدار اندک خیز دراز مدت اعمال آن در قالب بندی ضروری نیست.



کنترل عرض ترک:

۲ ۴

$$\begin{aligned} s &= 140 \text{ mm} && \text{فاصله آرماتورها:} \\ d_c &= 50 \text{ mm} \\ A &= 2.s.d_c \\ A &= 14000.0 \text{ mm}^2 \\ f_s &= 240.0 \text{ N/mm}^2 \\ w &= 13 \times 10^{-6} \times f_s \sqrt[3]{d_c A} \\ w &= 0.28 \text{ mm} &< w_{all} = 0.3 \end{aligned}$$

