



سازمان نظام مهندسی ساختمان استان فارس
معاونت آموزش، توسعه و پژوهش

سمینار

آشنایی با ضوابط دال های دو طرفه و مجوف



دکتر محمد رضا جوانمردی

۱۶ الی ۱۹



شنبه ۱۵ آذر ماه



آشنایی با ضوابط دال های دو طرفه و مجوف

ارائه دهنده: دکتر محمد رضا جوانمردی



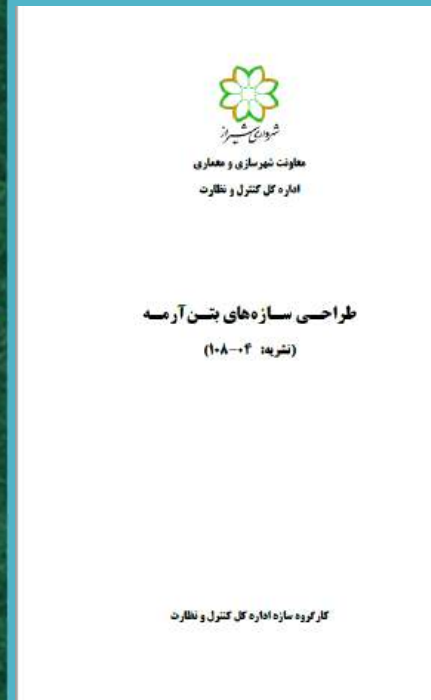
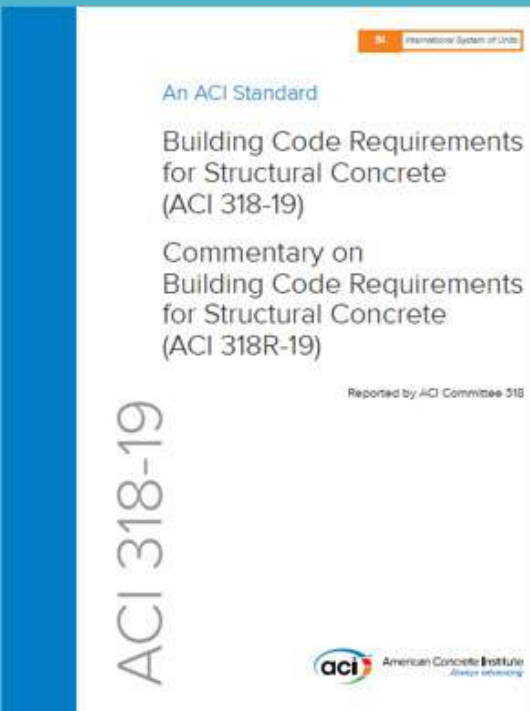
[@rjavanmardi](https://t.me/rjavanmardi)

مراجع:

- مبحث نهم مقررات ملی ساختمان ویرایش سال ۱۳۹۹
- آیین نامه ACI-318 ویرایش ۲۰۱۹
- راهنمای ۱۰۸ معاونت فنی شهرداری شیراز
- راهنمای محاسبات و طراحی سازه ای ساختمان
- راهنمای طراحی ATC برای کنترل لرزش سقف
- جزوه آرماتوبندی با توجه به سطح شکل پذیری، (دال و دیافراگم) دکتر علی رضا فاروقی
- جزوه دال مجوف دکتر حسین زاده اصل

ATC Design Guide 1

Minimizing Floor Vibration



معرفی انواع دال های دو طرفه

جزئیات آرماتورگذاری در دال های دوطرفه

ملاحظات اجرایی دال های دوطرفه

محدودیت های سقف های تیرچه بلوک (دال یک طرفه)

طراحی خمشی و برشی دال دوطرفه

کنترل لرزش و ارتعاش در دال دوطرفه

محدودیت های مشارکت دال در زلزله و ضوابط لرزه ای مربوطه



معرفی دال دو طرفه با تیر

متداول و سهولت اجرا

وزن مرده بالا

الزام به قالب بندی مناسب در هنگام اجرا



معرفی دال دو طرفه باتیر



[@riavannardi](#)

معرفی دال دو طرفه بدون تیر

سهولت اجرا و قالب بندی
لزوم کنترل دقیق پانچ لرزه ای و توزیع مناسب آرماتورهای خمشی



[@riavannardi](#)

آرماتور برشی در دال دو طرفه بدون تیر

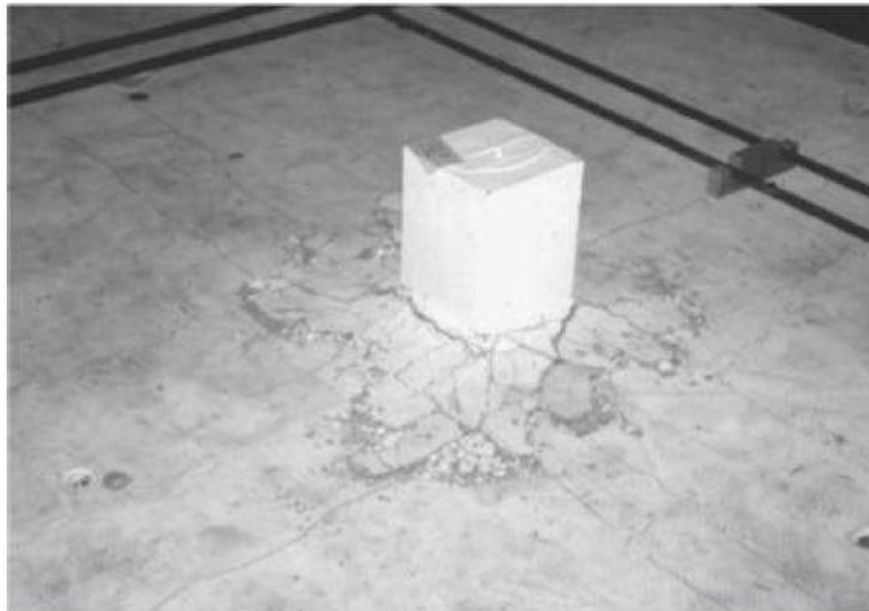


[@riavannardi](#)

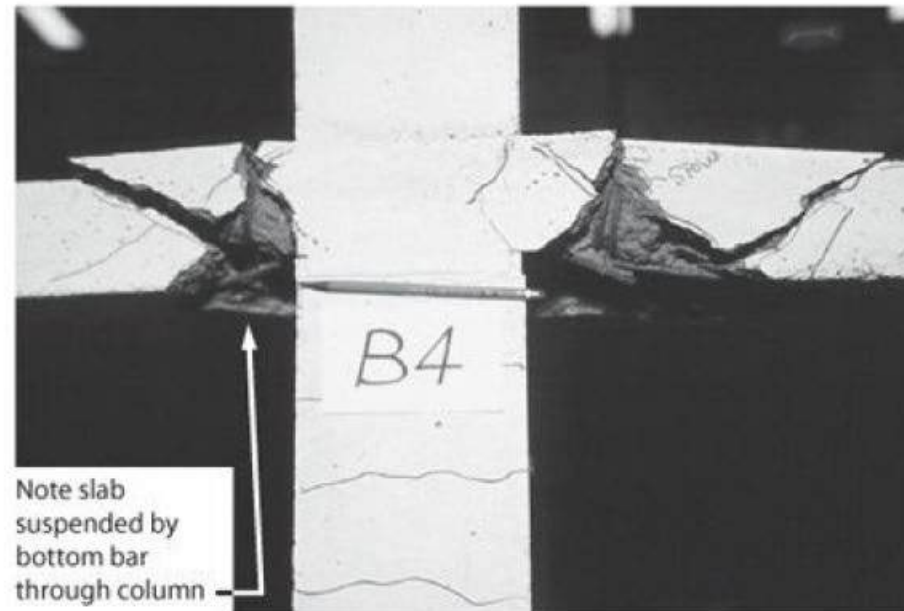
معرفی دال دو طرفه بدون تیر

شکست پانچ دال های بدون تیر در زلزله و آزمایشگاه

در ویرایش جدید استاندارد ۲۸۰۰، محدودیت های بیشتری بر روی این دالها قرار داده شده است و امکان مشارکت آن ها در زلزله وجود ندارد



(a) Interior connection viewed from top at angle



(b) Exterior connection viewed from exterior



@riavannmardi

معرفی دال های حفرة دار

سختی خمشی بالا
الزام به قالب بندی مناسب در هنگام اجرا
وزن مرده بالا



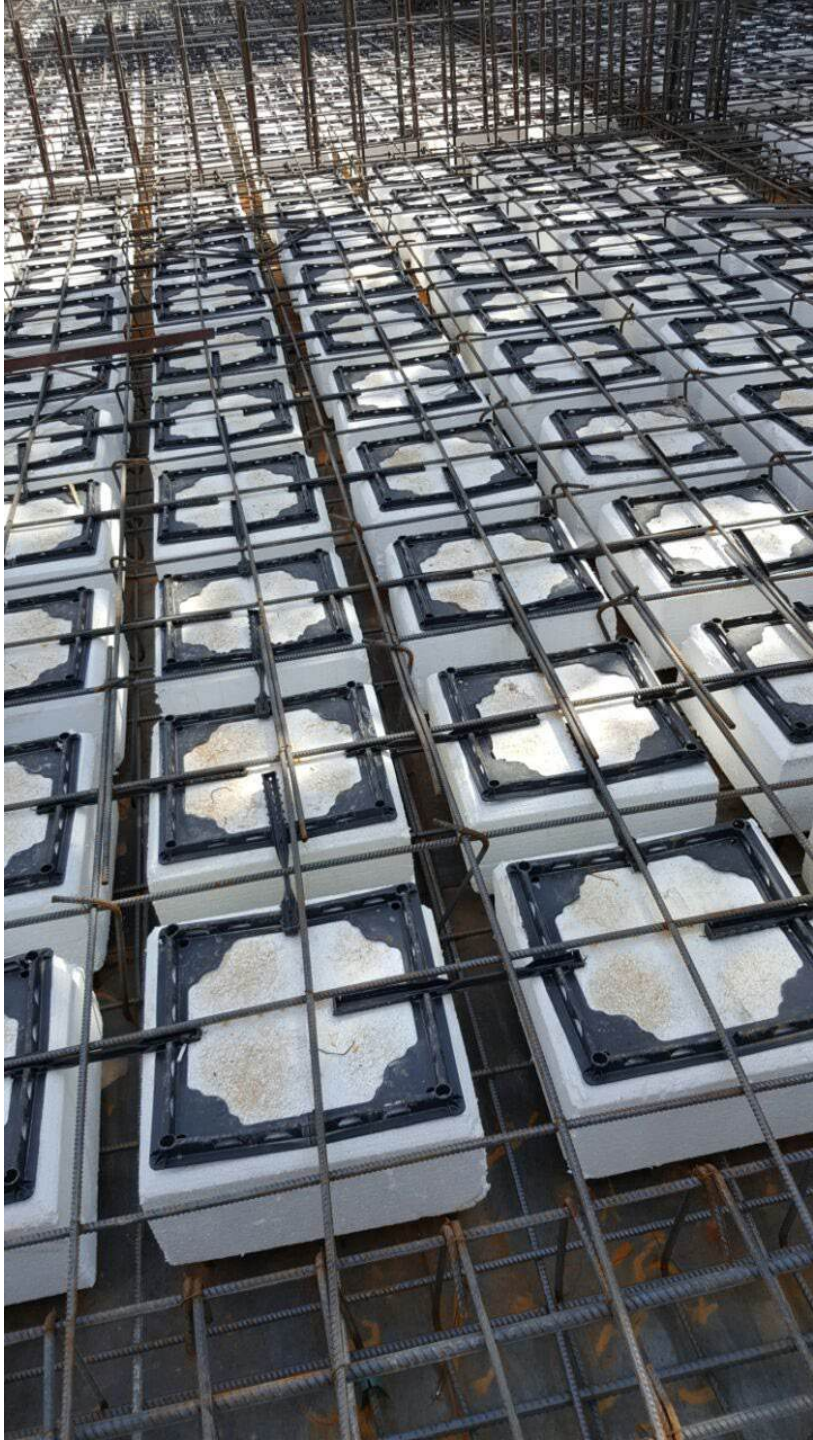
@riavannardi

معرفی دال های حفرة دار



[@riavannardi](#)

معرفی دال های حفره دار



@riavannmardi

معرفی دال های حفره دار

قالب بندی نامناسب و ریزش سقف



@riavannmardi



معرفی دال های مجوف

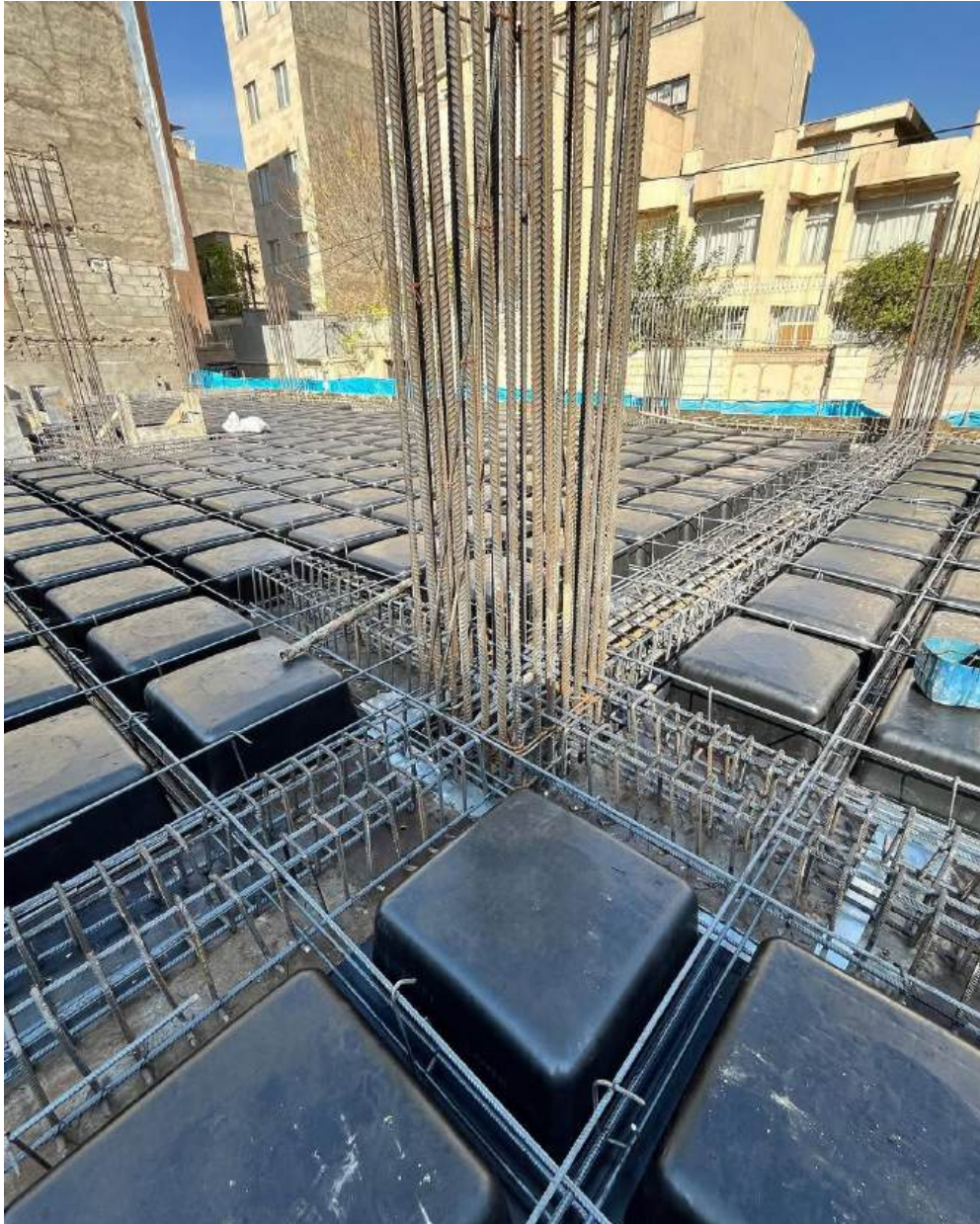
دال مجوف دو طرفه



[@riavannardi](#)

معرفی دال های مجوف

دال مجوف دوطرفه



@riavannardi

معرفی دال های مجوف

دال مجوف دو طرفه

قالب دو طرفه مربعی، رفتار کاملا مشابه با

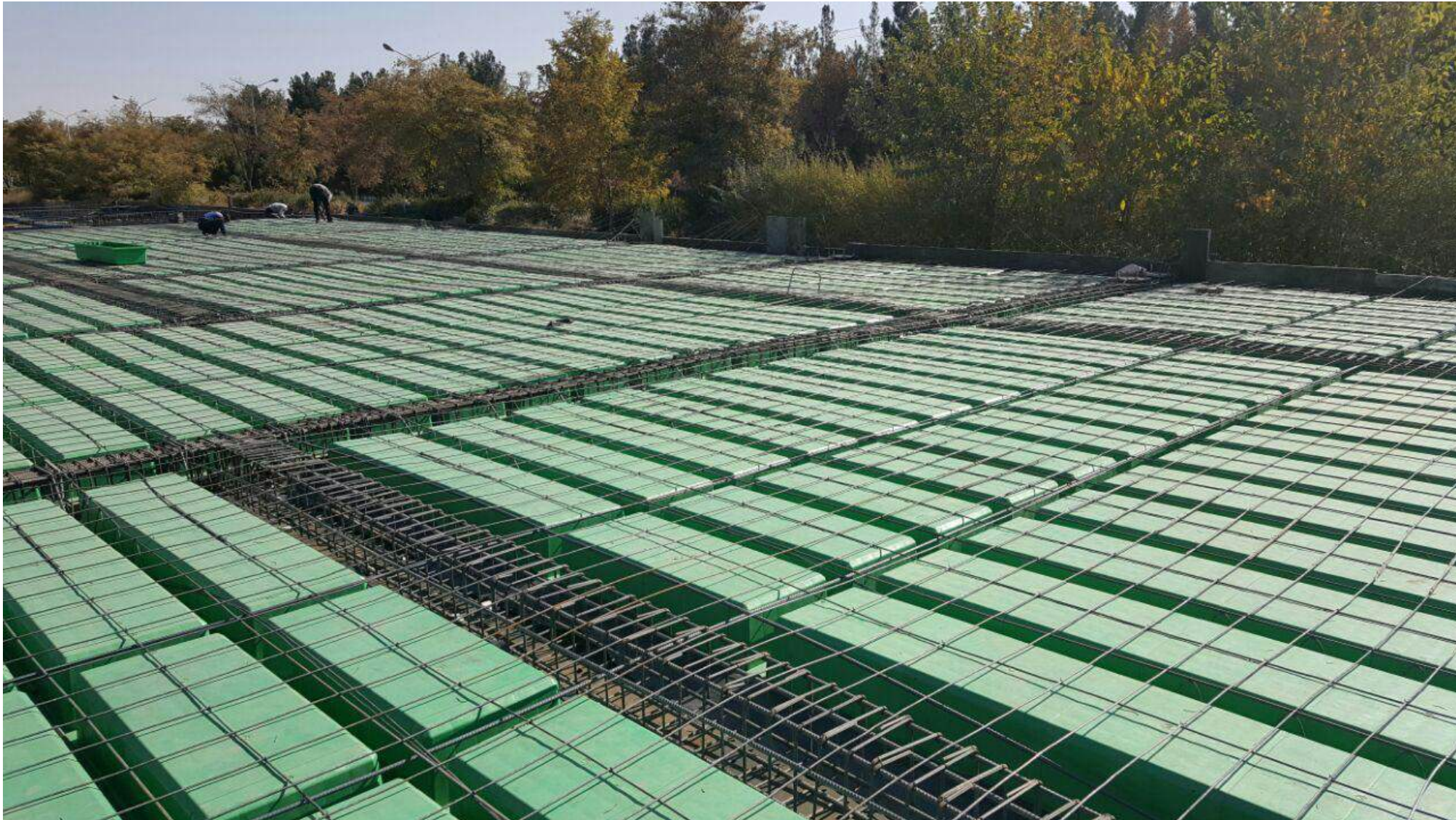
دال با سختی خمشی بالاتر



[@riavannardi](#)

معرفی دال های مجوف

دال مجوف یک طرفه



[@rjavanmardi](https://www.instagram.com/rjavanmardi)

معرفی دال های مجوف

دال مجوف یک طرفه

قالب مستطیلی رفتار و آرماتور
گذاری مشابه با سقف تیرچه
بلوک



@riavannardi



معرفی دال های مجوف

دال مجوف یک طرفه



[@riavannardi](#)

معرفی انواع دال های دو طرفه

جزئیات آرماتورگذاری در دال های دوطرفه

ملاحظات اجرایی دال های دوطرفه

محدودیت های سقف های تیرچه بلوک (دال یک طرفه)

طراحی خمشی و برشی دال دوطرفه

کنترل لرزش و ارتعاش در دال دوطرفه

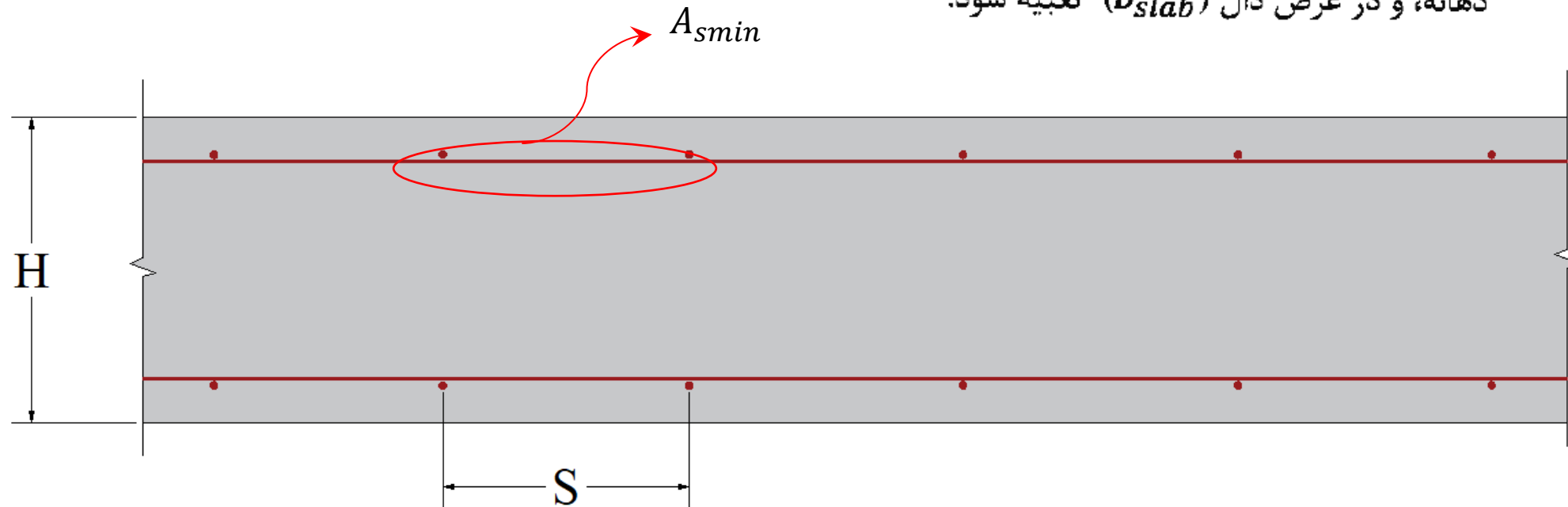
محدودیت های مشارکت دال در زلزله و ضوابط لرزه ای مربوطه



حداقل آرماتور در دال دوطرفه

۹-۱۰-۷-۱-۲ حداقل آرماتور خمشی در دال‌های دوطرفه

الف- حداقل مساحت آرماتور خمشی، $A_{s,min}$ ، برابر با $0.0018A_g$ بوده و یا مطابق آنچه در بند (ب) زیر تعریف شده است، محاسبه می‌شود. این آرماتور باید در نزدیکی سطح کششی در جهت دهانه، و در عرض دال (b_{slab}) تعبیه شود.



$$A_{smin} = 0.0018 \times H \times 1000$$



حداقل آرماتور در دال دوطرفه

حداقل شبکه میلگرد لازم برای دال‌های توپر و حفره‌دار		
نوع دال	حداقل شبکه میلگرد بالا و پایین دال	حداقل عرض پاشته تیرچه در دال حفره‌دار
توپر 15 cm	Φ10 @25cm	--
توپر 20 cm	Φ12 @25cm	--
توپر 25 cm	Φ12 @25cm	--
28 cm حفره‌دار	Φ14 @32cm	10 cm
30 cm حفره‌دار	Φ14 @32cm	10 cm
32 cm حفره‌دار	Φ14 @32cm	10 cm
34 cm حفره‌دار	Φ14 @32cm	10 cm
36 cm حفره‌دار	Φ16 @33cm	11 cm
38 cm حفره‌دار	Φ16 @33cm	11 cm
40 cm حفره‌دار	Φ16 @33cm	12 cm
42 cm حفره‌دار	Φ16 @33cm	12 cm
44 cm حفره‌دار	Φ16 @34cm	13 cm
46 cm حفره‌دار	Φ16 @34cm	13 cm
48 cm حفره‌دار	Φ16 @34cm	14 cm
50 cm حفره‌دار	Φ16 @34cm	14 cm



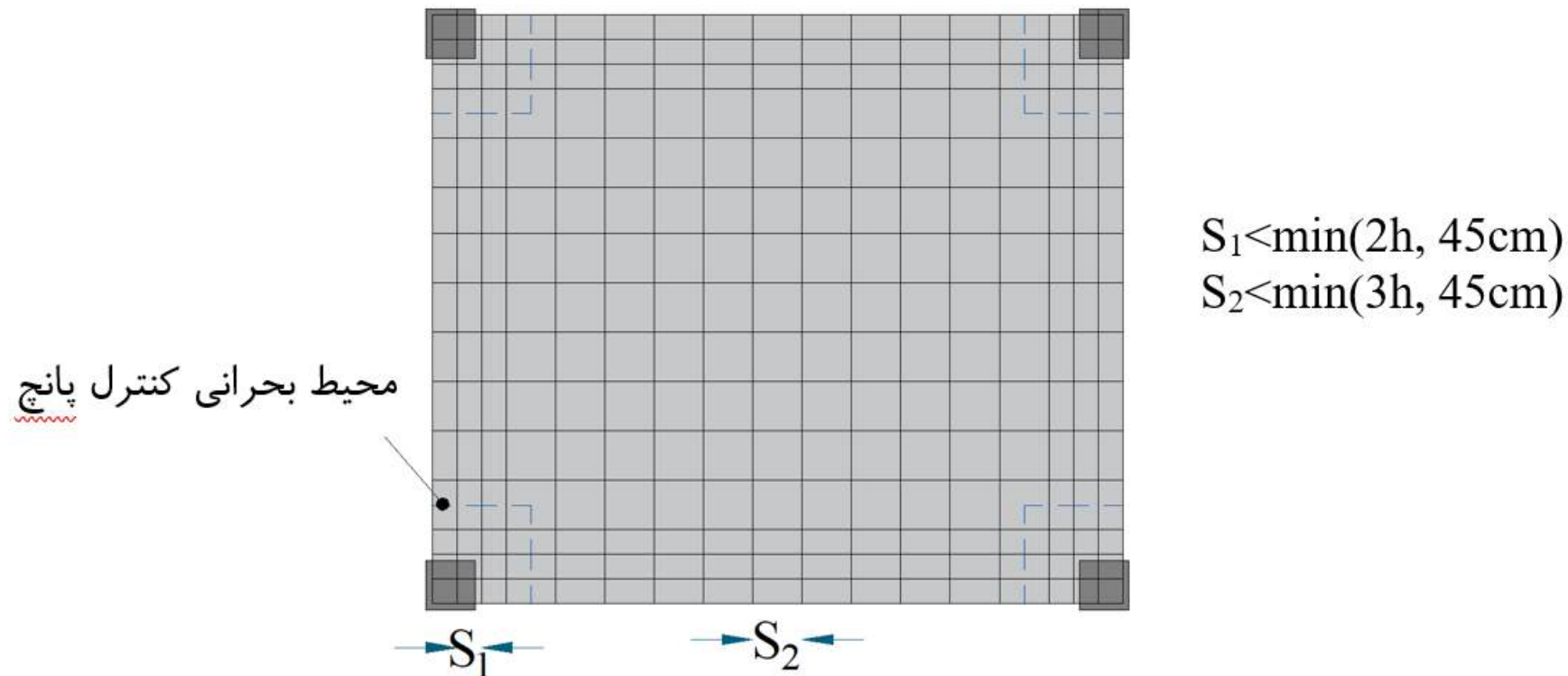
@riavannardi

فاصله حداکثر آرماتور شبکه دوطرفه

۹-۱۰-۷-۳-۲ فاصله آرماتورهای خمشی

الف- حداقل فاصله آرماتورهای خمشی S باید طبق بند ۹-۲۱-۲ باشد؛

ب- برای دال‌های توپر، حداکثر فاصله آرماتورهای طولی در مقاطع بحرانی کمترین مقدار از $2h$ و 350 میلی‌متر، و در بقیه مقاطع کمترین مقدار از $3h$ و 350 میلی‌متر باشد.



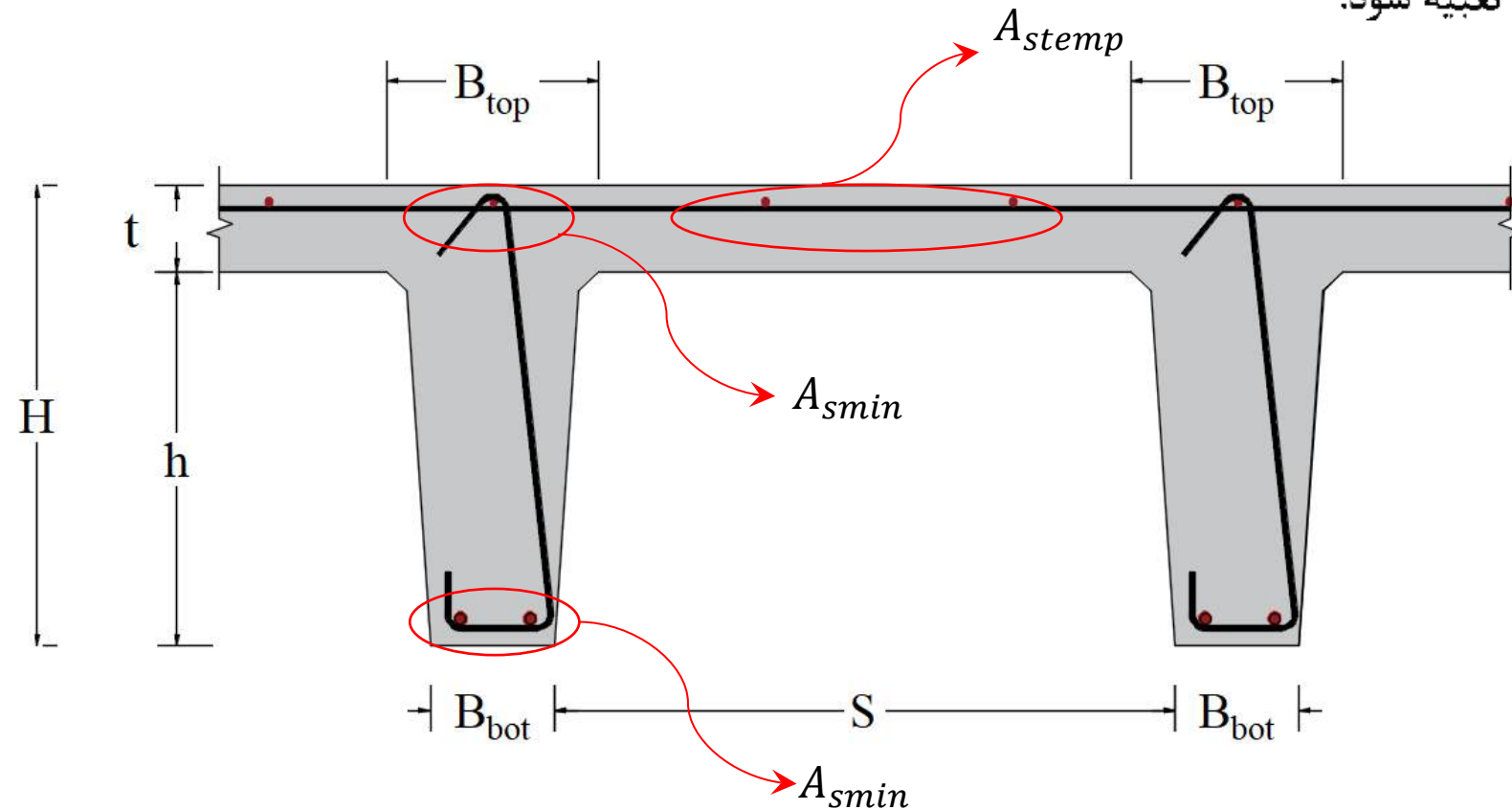
حداقل آرماتور در سقف های وافل

۹-۱۰-۷-۱-۲ حداقل آرماتور خمشی در دال های دوطرفه

الف- حداقل مساحت آرماتور خمشی، $A_{s,min}$ برابر با $0.0018A_g$ بوده و یا مطابق آنچه در بند

(ب) زیر تعریف شده است، محاسبه می شود. این آرماتور باید در نزدیکی سطح کششی در جهت

دهانه، و در عرض دال (b_{slab}) تعبیه شود.



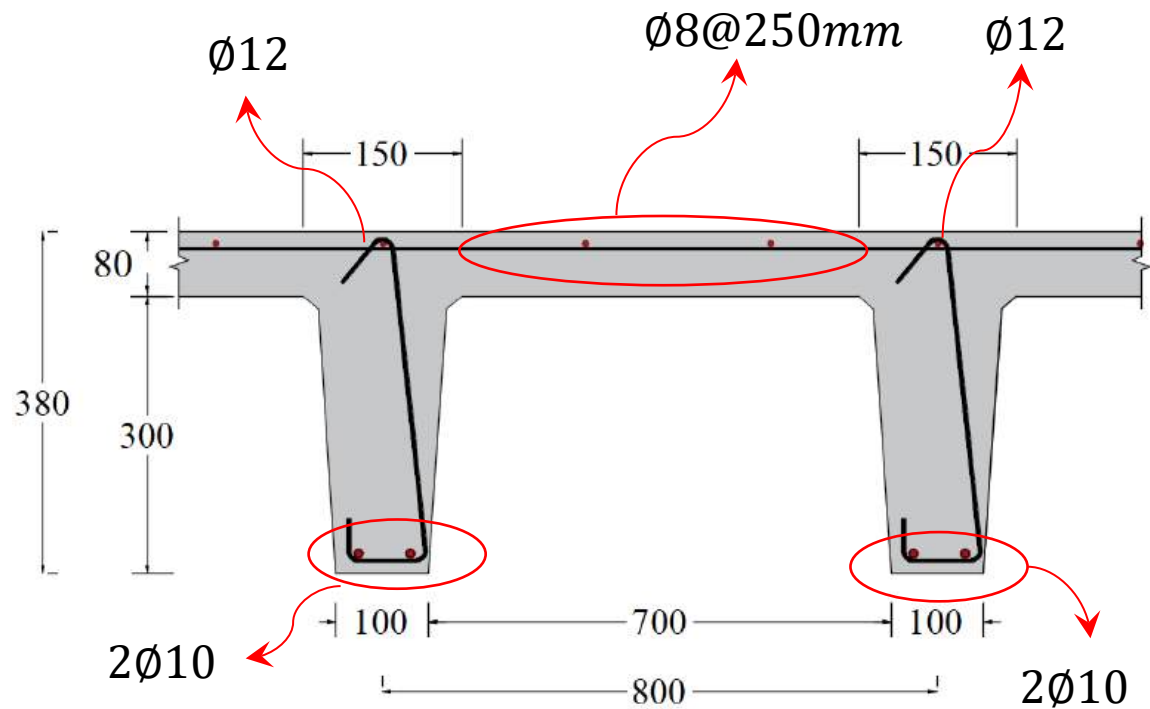
$$A_g = \frac{(B_{bot} + B_{top})}{2} \times H$$

$$A_{smin} = 0.0018 \times A_g$$

$$A_{stemp} = 0.0018 \times t \times 1000$$



آرماتور حداقل خمشی در دال



$$A_{smin} = 0.0018 \times \left(\frac{100+150}{2} \right) \times 380 = 85.5 \text{ mm}^2$$

use 2Ø10 Bot 1Ø12 Top

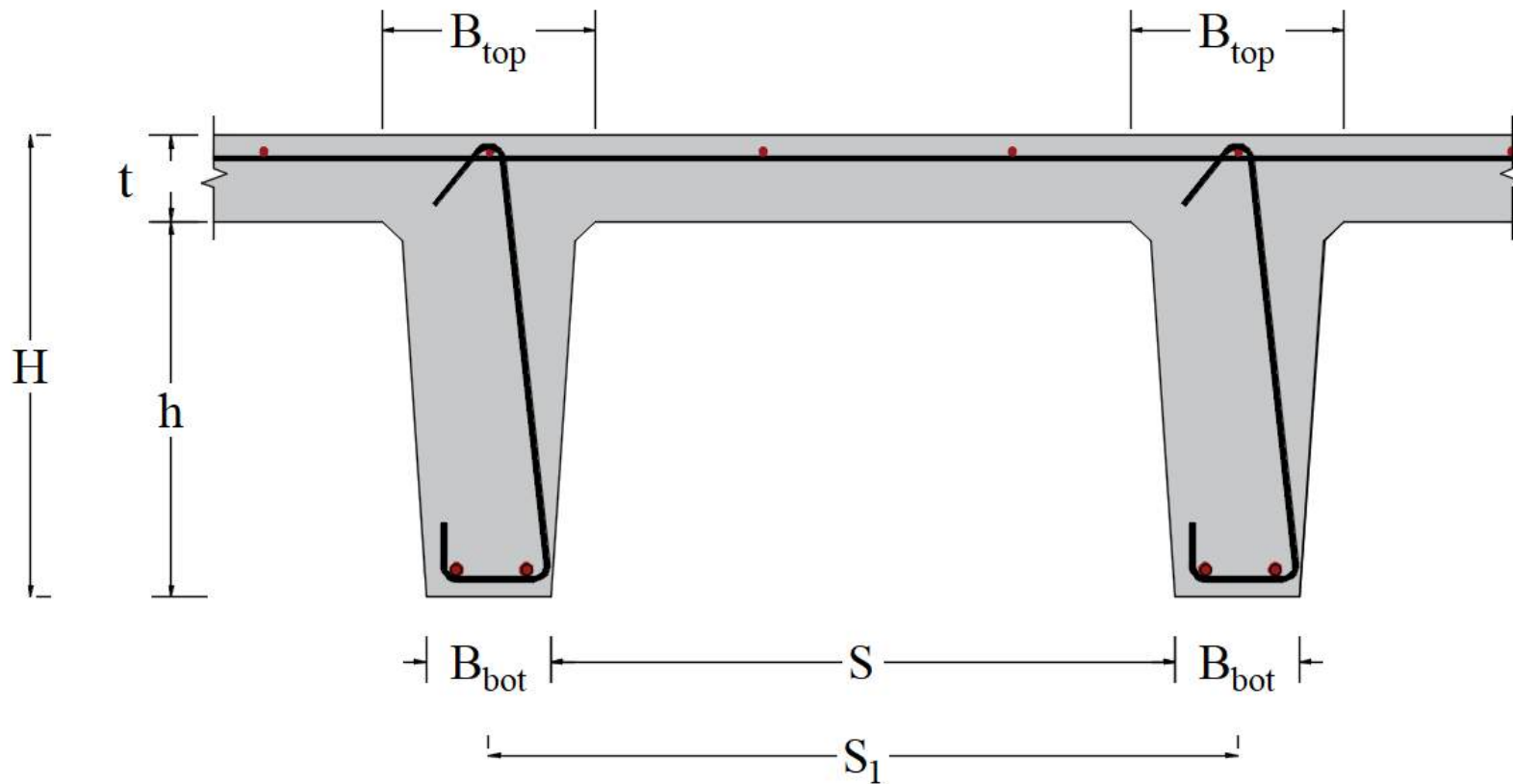
$$A_{stemp} = 0.0018 \times 80 \times 1000 = 144 \text{ mm}^2/m$$

use Ø8@250mm



محدودیت های هندسی دال های مجوف دو طرفه

۹-۱۰-۸-۱-۲ حداقل عرض تیرچه در کل ارتفاع مقطع، نباید کمتر از ۱۰۰ میلی متر باشد.



$$B_{bot} \geq 100 \text{ mm}$$

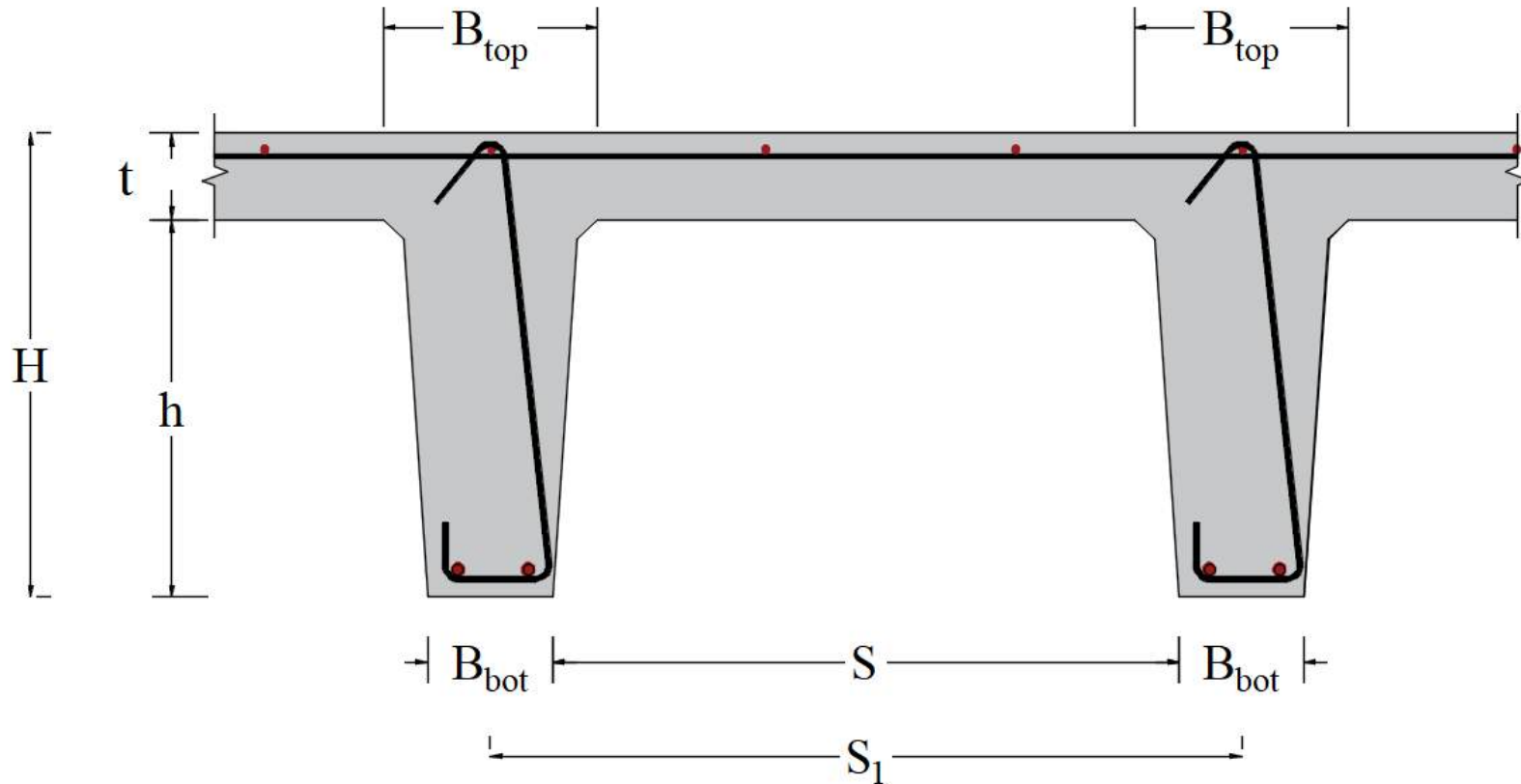


@riavannardi

محدودیت های هندسی دال های مجوف دو طرفه

۹-۱۰-۸-۱-۳ ارتفاع کل تیرچه نباید از $\frac{3}{5}$ برابر عرض حداقل آن بیشتر شود.

8.8.1.3 Overall depth of ribs shall not exceed 3.5 times the minimum width.

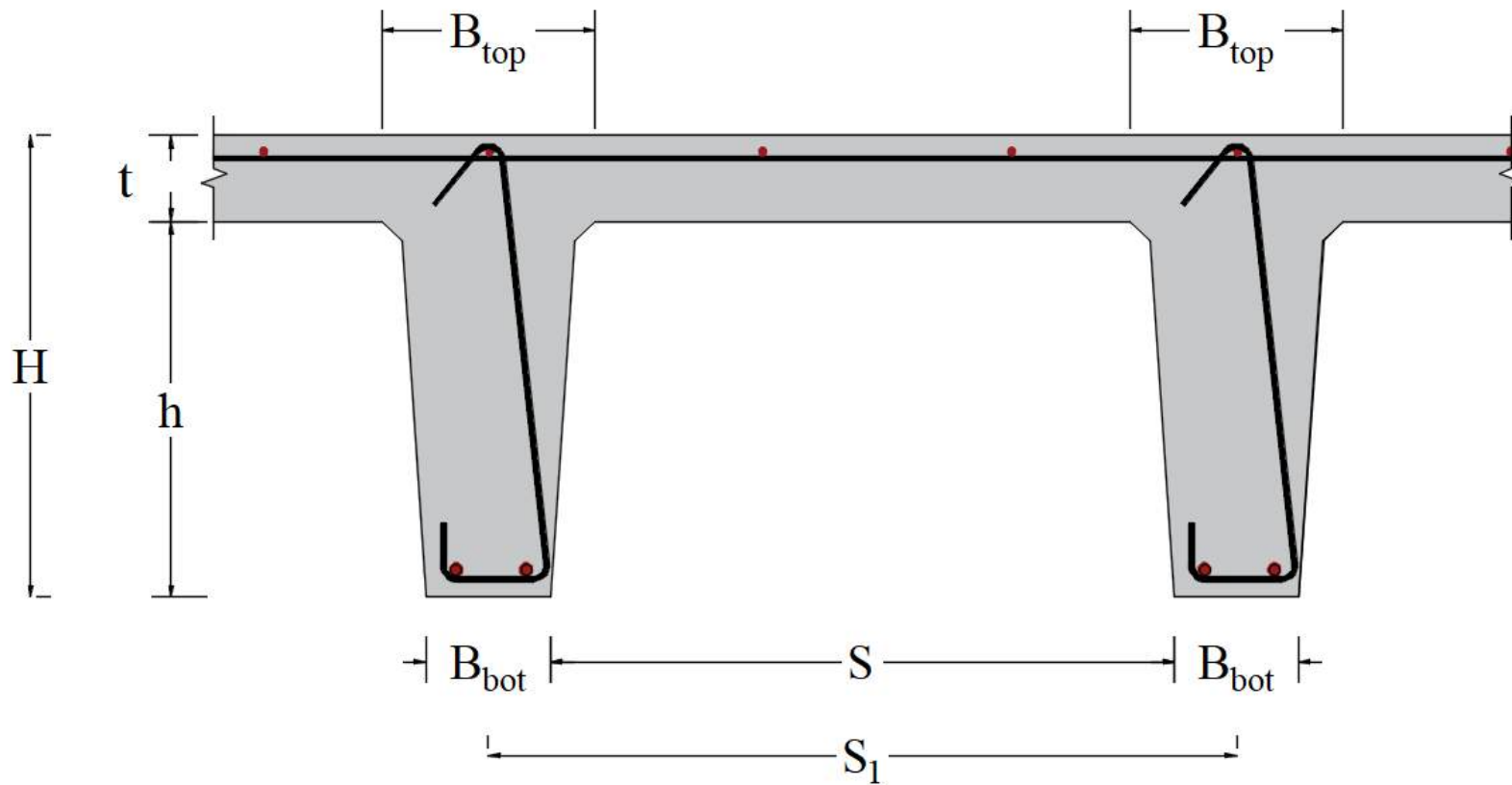


$$H \leq 3.5B_{bot}$$



محدودیت های هندسی دال های مجوف دو طرفه

۴-۱-۸-۱۰-۹ فاصله ی آزاد بین تیرچه ها نباید از ۷۵۰ میلی متر بیشتر باشد.



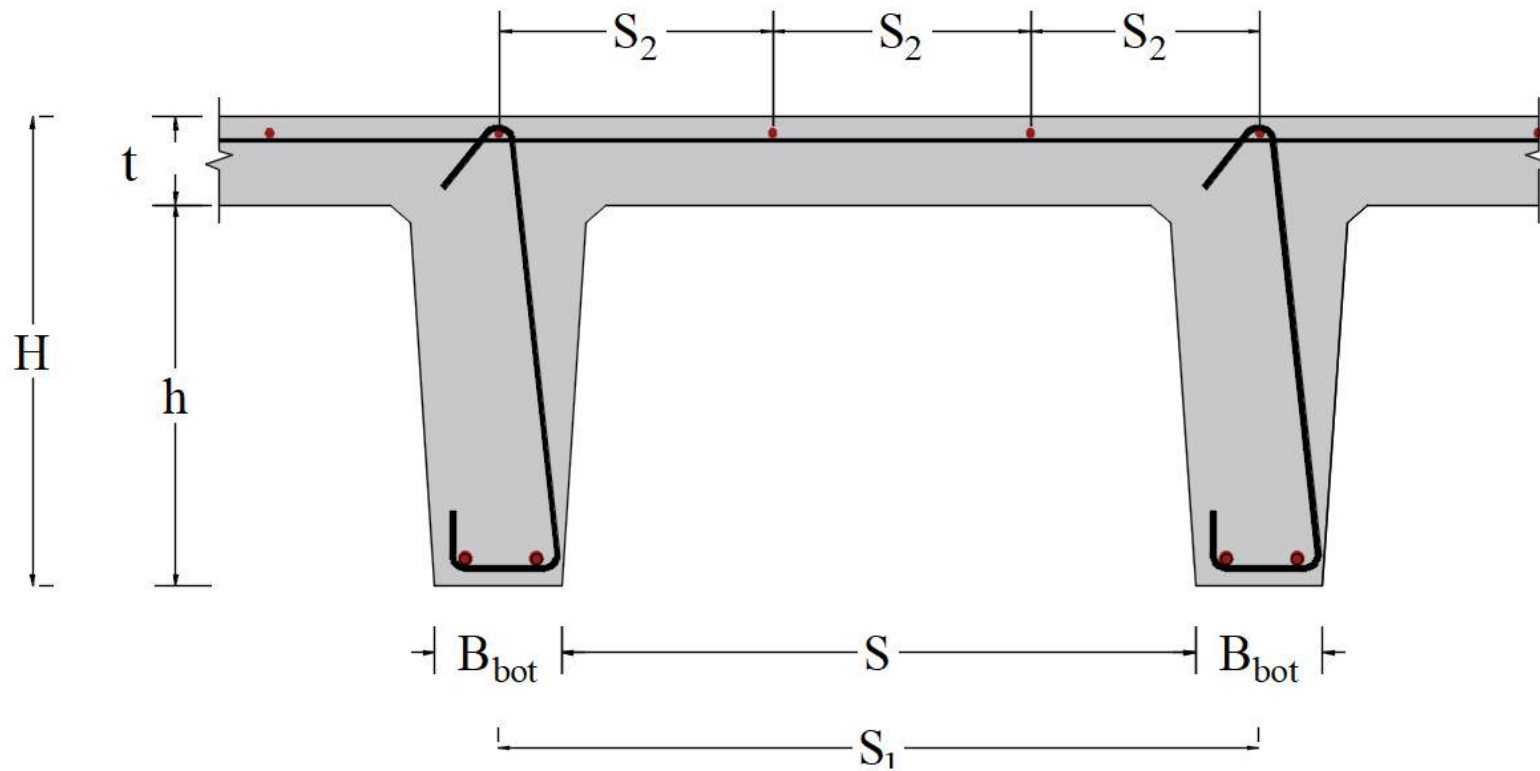
$$S \leq 750 \text{ mm}$$



@riavannardi

محدودیت های هندسی دال های مجوف دو طرفه

۵-۴-۱۹-۹ فاصله ی آرماتورهای حرارتی و جمع شدگی از یک دیگر نباید بیش تر از پنج برابر ضخامت دال و یا ۳۵۰ میلی متر در نظر گرفته شود.



$$S_2 \leq \min(5t, 350mm)$$



محدودیت های هندسی دال های مجوف دوطرفه

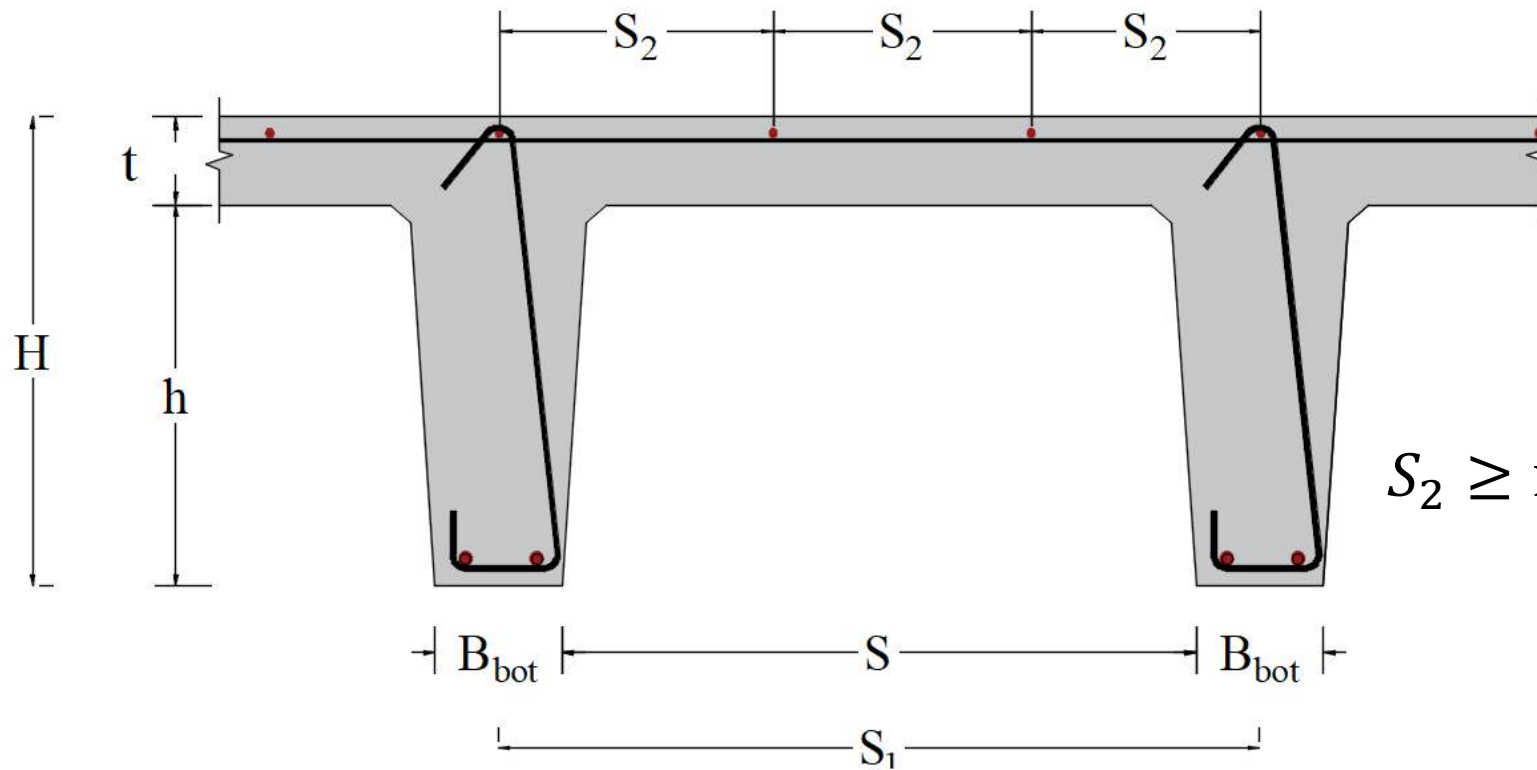
۹-۲۱-۲-۱ فاصله ی حداقل میلگردها

۹-۲۱-۲-۱-۱ فاصله ی آزاد میلگردهای موازی واقع در یک سفره ی افقی نباید کمتر از هیچ یک از مقادیر زیر باشد:

الف- ۲۵ میلی متر؛

ب- قطر بزرگترین میلگرد؛

پ- $1/33$ برابر قطر اسمی بزرگترین سنگ دانه.



$$S_2 \geq \max(25mm, d_{max}, 1.33d_{\text{سنگدانه}})$$



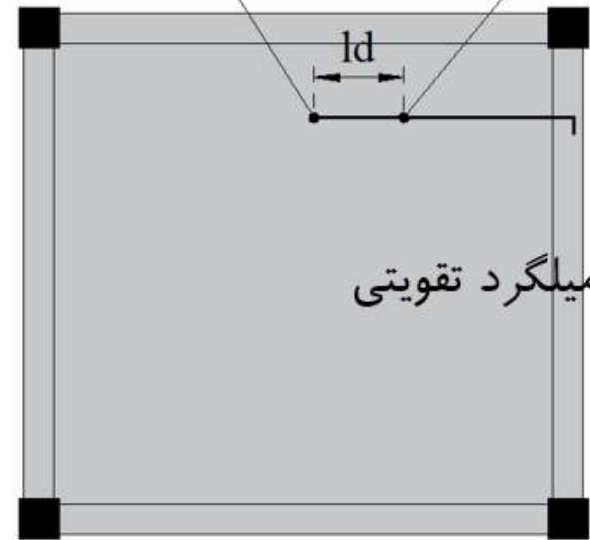
@riavannardi

محل قطع آرماتورهای تقویتی دال

۹-۱۱-۶-۲ میلگردهای کششی ادامه داده شده باید حداقل طول گیرایی l_d را پس از نقطه‌ای که دیگر به میلگردهای قطع یا خم شده برای تحمل خمش نیازی نیست، تامین کنند.

محل قطع عملی

محل قطع تئوریک



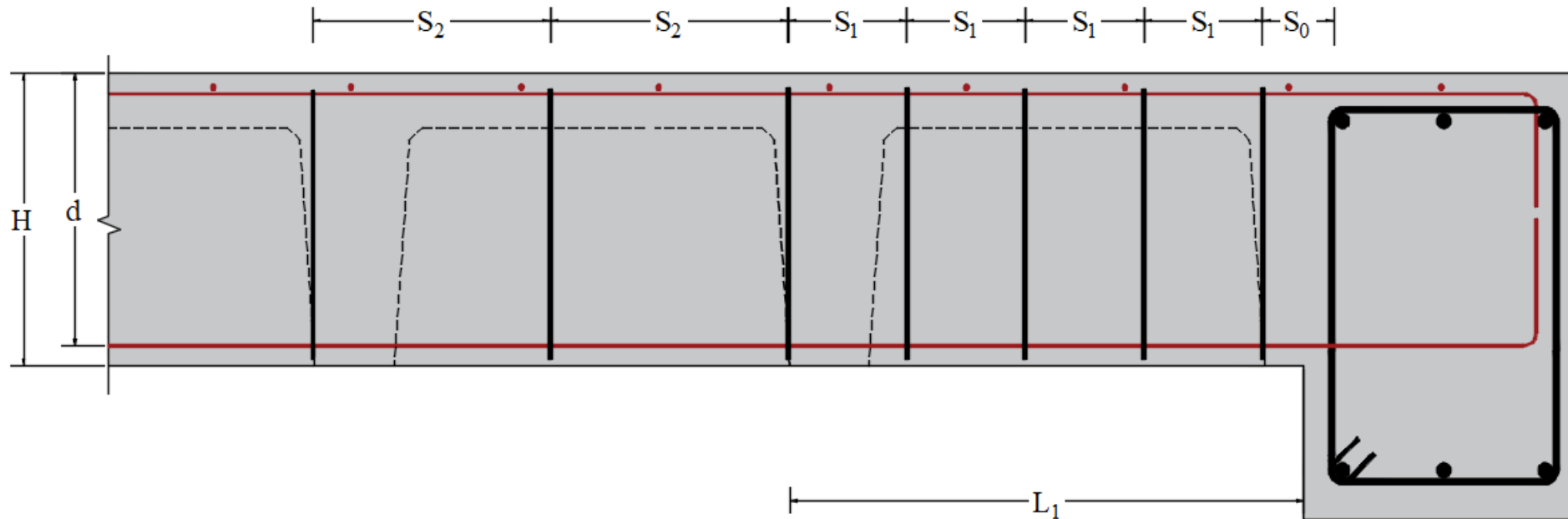
جدول ۵-۲، حداقل طول مهاری میلگرد در کشش (l_d) برای میلگردهای S400 واقع در شبکه پایین دال (سانتیمتر)

قطر میلگرد	$f_c=250 \text{ kg/cm}^2$	$f_c=300 \text{ kg/cm}^2$
Φ8	30	30
Φ10	40	35
Φ12	45	45
Φ14	55	50
Φ16	65	55
Φ18	70	65
Φ20	105	95
Φ22	110	100
Φ25	120	110
Φ28	135	125
Φ32	155	140



@riavannardi

آرماتور برشی در تیرچه ها



$$S_1 \leq \frac{d}{2}$$

$$L_1$$

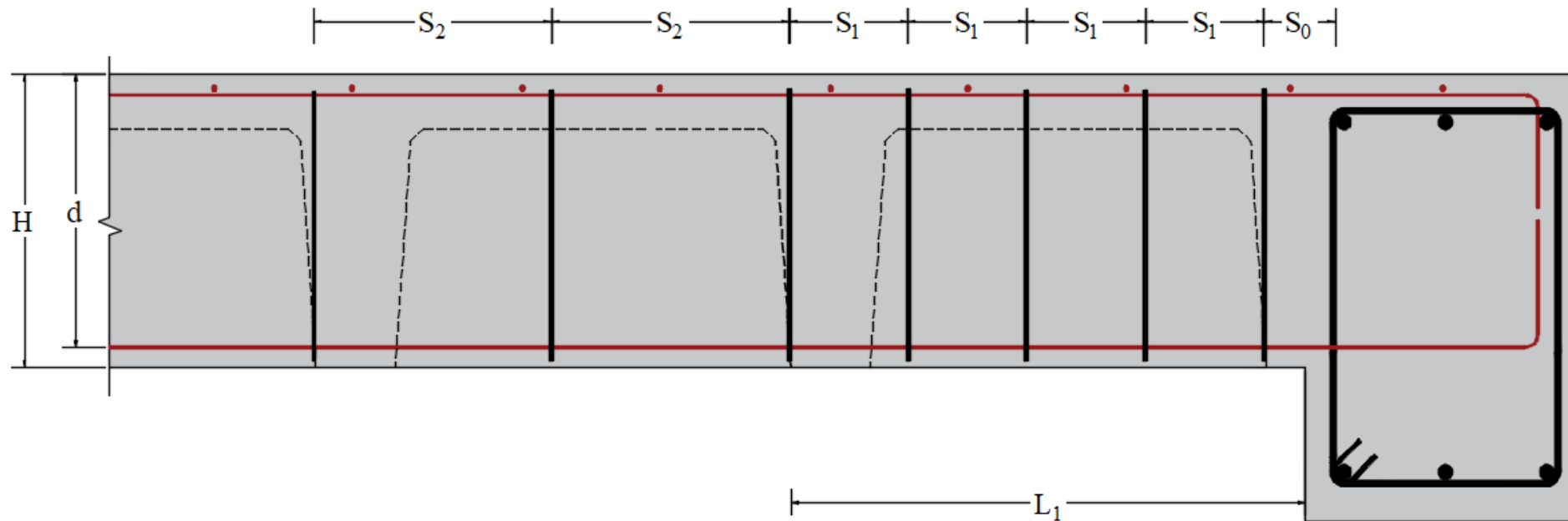
$$S_0 = 100 \text{ mm}$$

در نواحی که نیاز به آرماتور برشی وجود دارد
بر اساس گزارش نرم افزار مشخص می شود



@riavannardi

آرماتور برشی در تیرچه ها



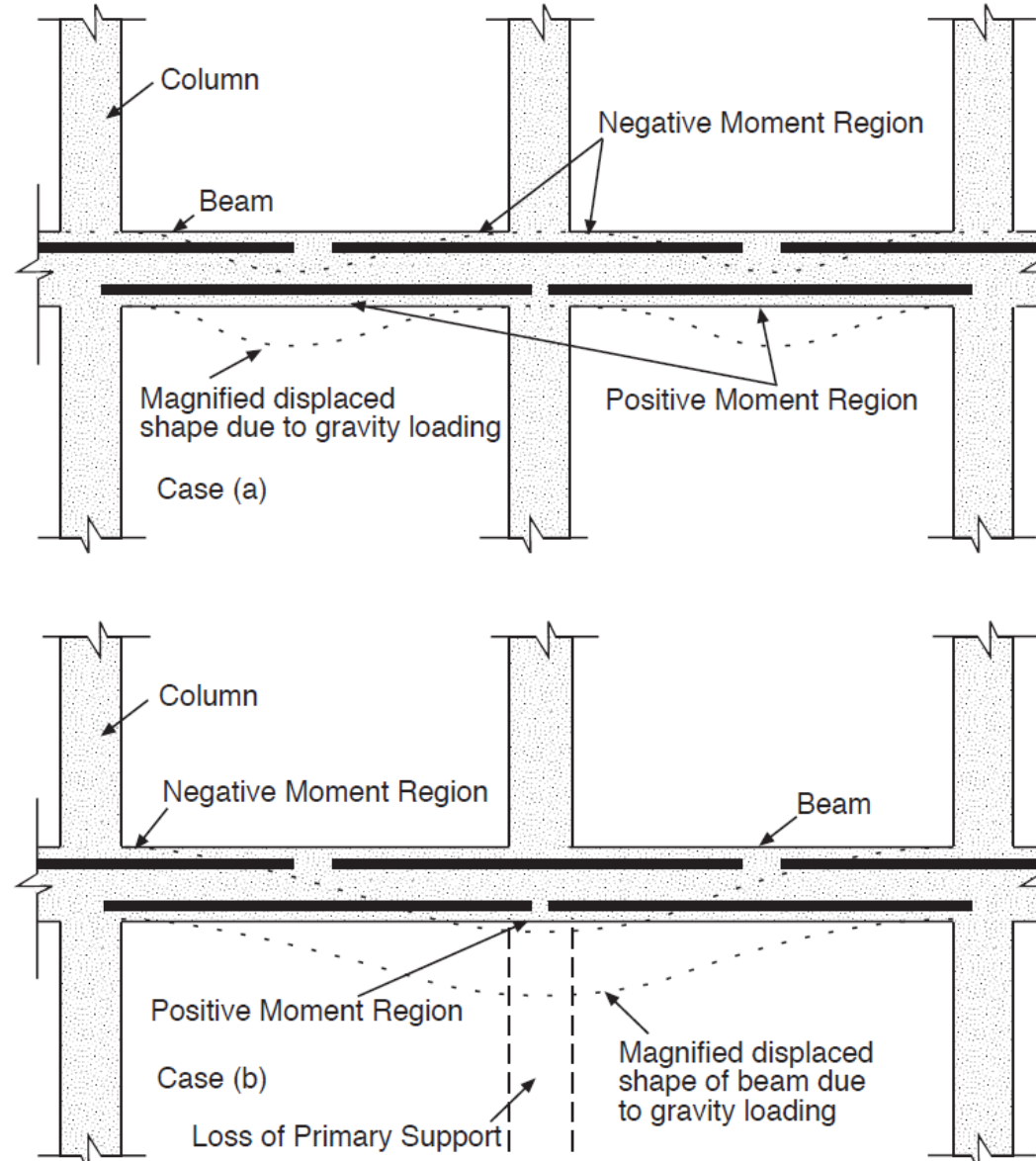
$$S_2 \leq \min(1.5H, 1.2m)$$

در نواحی که نیاز به آرماتور برشی وجود ندارد

cage. The recommended maximum spacing of stirrups used for this purpose is the smaller of **1.5h** or 1.2 m. If applicable, the shear reinforcement provisions of 9.6.3 and 9.7.6.2.2 will require closer stirrup spacings.

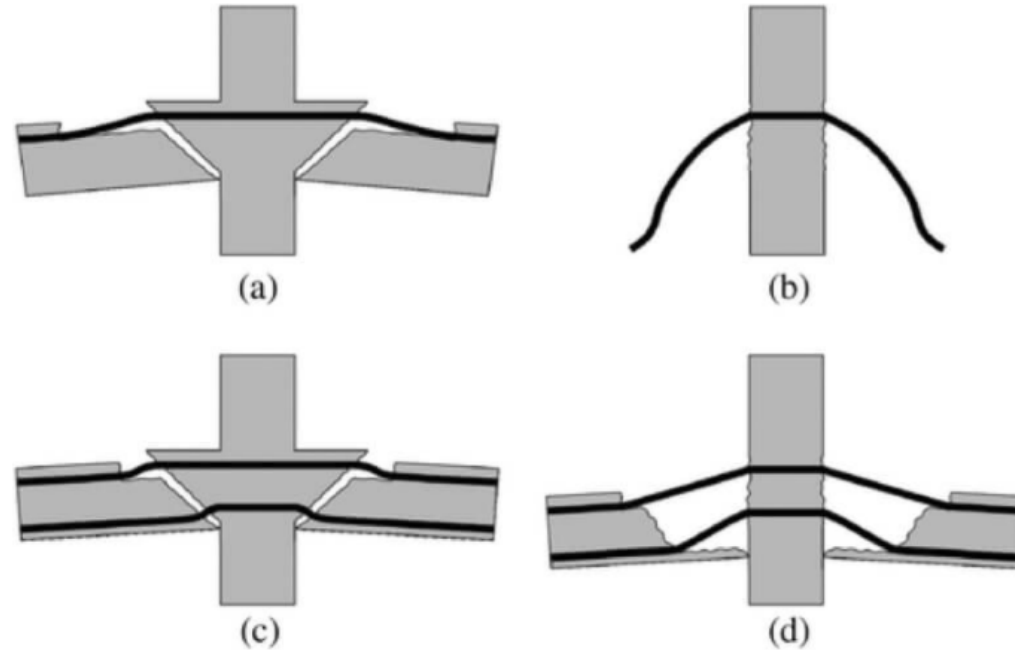


آرماتور پیوستگی در تیر، دال و تیرچه

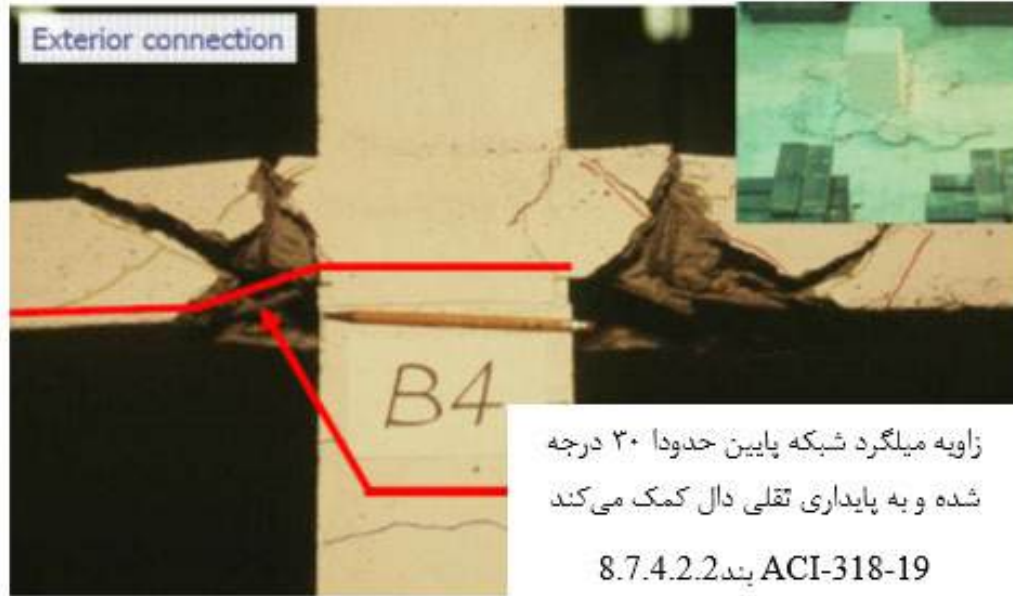


آرماتور پیوستگی در دال و تیرچه

۹-۱۱-۷-۳ به منظور تأمین یک پارچگی سازه‌ای، حداقل یک آرماتور در پایین هر تیرچه باید پیوسته بوده و مهار کافی داشته باشد تا در تکیه‌گاه به تنش جاری شدن خود برسد.



آرماتور پیوستگی در دال



زاویه میلگرد شبکه پایین حدوداً ۳۰ درجه شده و به پایداری ثقلی دال کمک می‌کند

ACI-318-19 بند 8.7.4.2.2

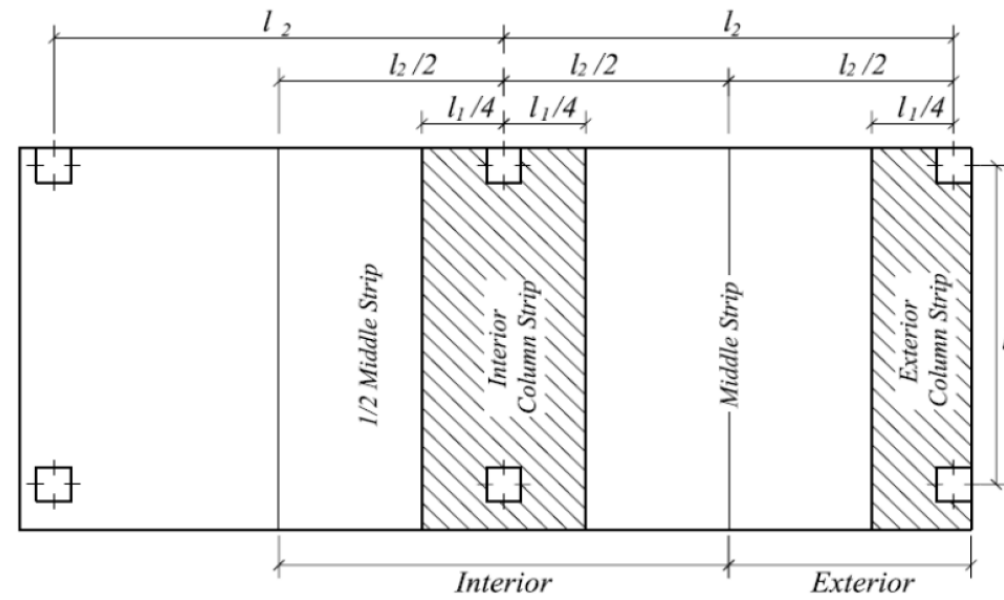
عبور حداقل ۲ میلگرد شبکه پایین از هسته ستون

۹-۱۰-۷-۳-۶ آرماتورهای انسجام

الف- کلیه آرماتورهای زیرین در نوار ستونی در هر جهت باید پیوسته باشند، و یا با وصله‌ی مکانیکی کامل، وصله‌ی جوش شده‌ی کامل یا وصله‌ی پوششی نوع B وصله شوند. وصله‌ها باید مطابق شکل ۹-۱۰-۱ قرار داده شوند.

$1.3l_d$

ب- حداقل دو آرماتور زیرین در نوار ستونی در هر جهت باید از ناحیه‌ی محدودشده به وسیله‌ی میلگردهای طولی ستون عبور نمایند، و در تکیه‌گاه‌های خارجی مهار شوند.



@riavannardi

35

قلاب آرماتور انتهایی دال در تیر؟

۹-۱۰ دال‌های دوطرفه

۱) آرماتورهای خمشی مثبت باید تا لبه‌ی دال ادامه یابند؛ و به‌صورت مستقیم یا با قلاب انتهایی، حداقل برابر ۱۵۰ میلی‌متر داخل تیرهای لبه، ستون‌ها یا دیوارها مهار شوند.

۲) آرماتورهای خمشی منفی باید با خم یا قلاب و یا به‌صورت دیگر در تیرهای لبه، ستون‌ها یا دیوارها مهار شوند به گونه‌ای که طول مهاری کافی از بر داخلی تیر لبه، ستون و یا دیوار تأمین گردد.

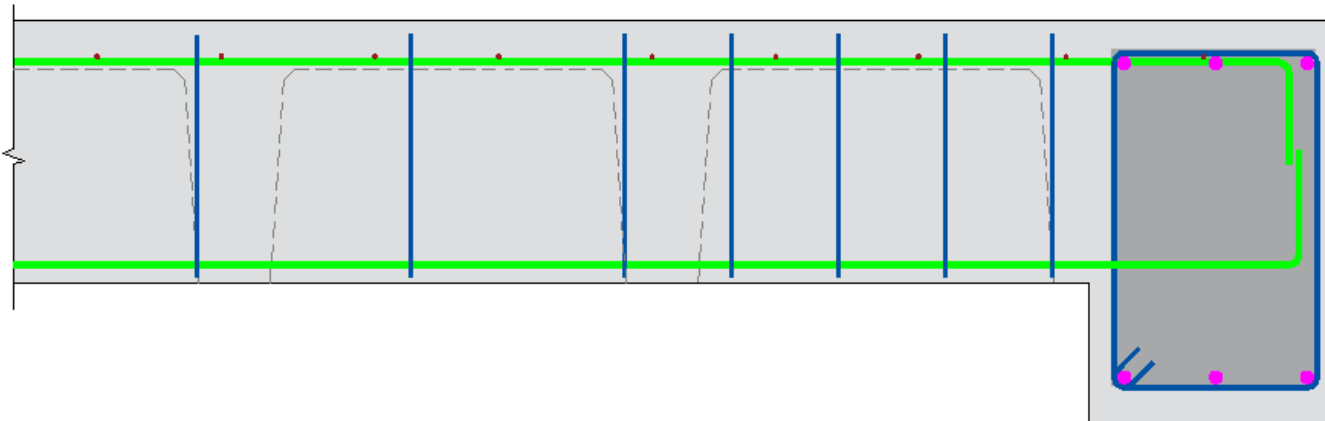
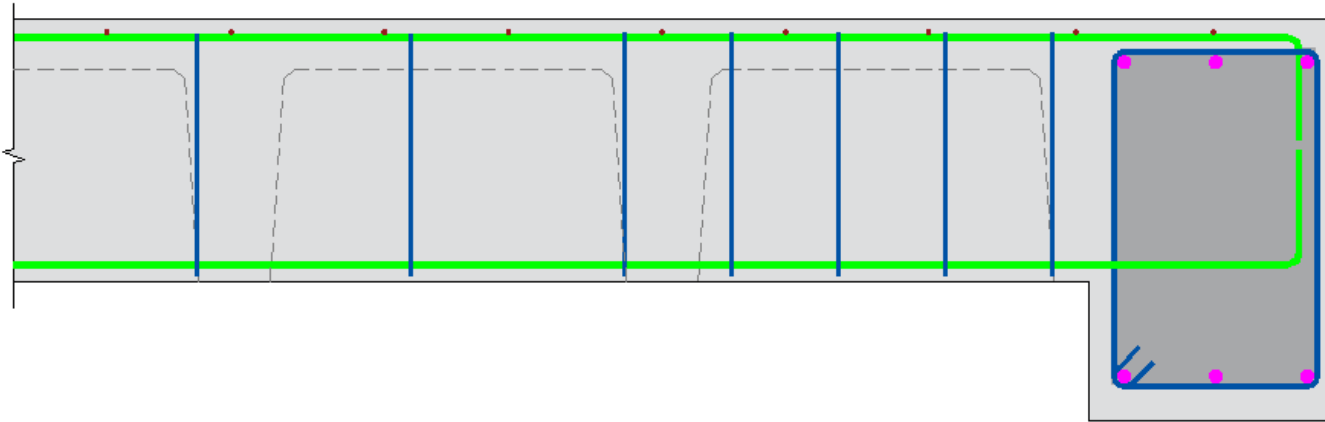
ب- در مواردی که دال در لبه‌ی ناپیوسته به تیر لبه یا دیوار منتهی نشود، و یا فراتر از تکیه‌گاه کنسول شود، مهار کردن آرماتورهای عمود بر این لبه می‌تواند داخل دال صورت گیرد.



@riavannardi

قلاب آرماتور انتهایی دال در تیر؟

در آیین نامه و مراجع معتبر به صراحت در خصوص قلاب آرماتورهای خمشی دال در درون هسته محصور شده تیر عنوان نشده است اما توصیه می شود با توجه به احتمال جدا شدن کاور تیر در هنگام زلزله، قلاب انتهایی آرماتورهای دال در درون هسته محصور شده انجام شود



معرفی انواع دال های دو طرفه

جزئیات آرماتورگذاری در دال های دوطرفه

ملاحظات اجرایی دال های دوطرفه

محدودیت های سقف های تیرچه بلوک (دال یک طرفه)

طراحی خمشی و برشی دال دوطرفه

کنترل لرزش و ارتعاش در دال دوطرفه

محدودیت های مشارکت دال در زلزله و ضوابط لرزه ای مربوطه



ملاحظات اجرایی دال های مجوف

دهانه های مورب و لزوم استفاده از فوم پلی استایرن برای افزایش نیافتن وزن مرده



@riavannardi

ملاحظات اجرایی دال های مجوف

دهانه های مورب و لزوم استفاده از فوم پلی استایرن برای افزایش نیافتن وزن مرده



[@riavannardi](#)

ملاحظات اجرایی دال های مجوف

دهانه های مورب و لزوم استفاده از فوم پلی استایرن برای افزایش نیافتن وزن مرده



[@rjavanmardi](https://www.instagram.com/rjavanmardi)

ملاحظات اجرایی دال های مجوف

دهانه های مورب و لزوم استفاده از فوم پلی استایرن برای زیاد نشدن وزن مرده



@riavannardi

ملاحظات اجرایی دال های مجوف

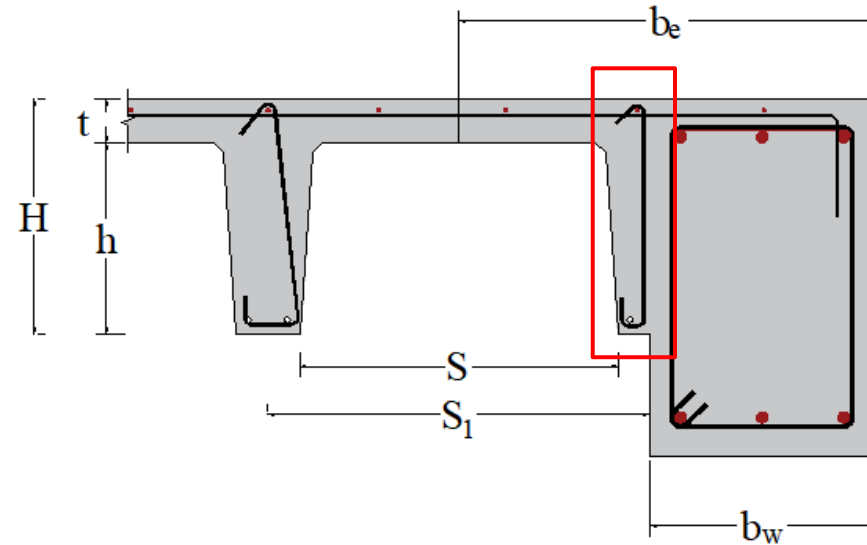
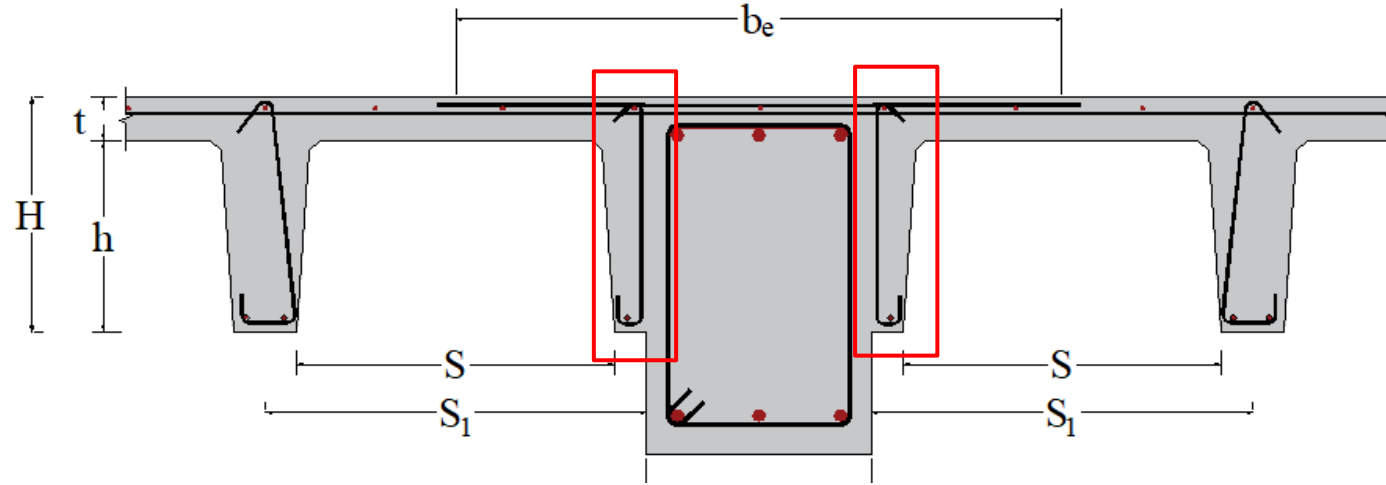
تعبیه آرماتور طولی در نصف تیرچه های چسبیده به تیر



@riavannardi

ملاحظات اجرایی دال های مجوف

تعبیه آرماتور طولی در نصف تیرچه های چسبیده به تیر



ملاحظات اجرایی دال های مجوف

تعبیه آرماتور طولی در نصف تیرچه های چسبیده به تیر



@riavannardi

ملاحظات اجرایی دال های مجوف

تعبیه آرماتور طولی در نصف تیرچه های چسبیده به تیر



@riavannardi

معرفی انواع دال های دو طرفه

جزئیات آرماتورگذاری در دال های دوطرفه

ملاحظات اجرایی دال های دوطرفه

محدودیت های سقف های تیرچه بلوک (دال یک طرفه)

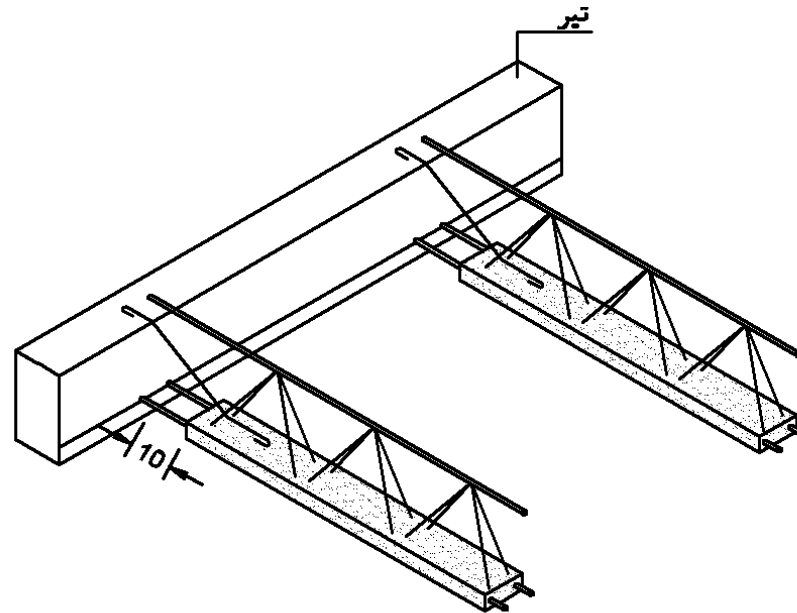
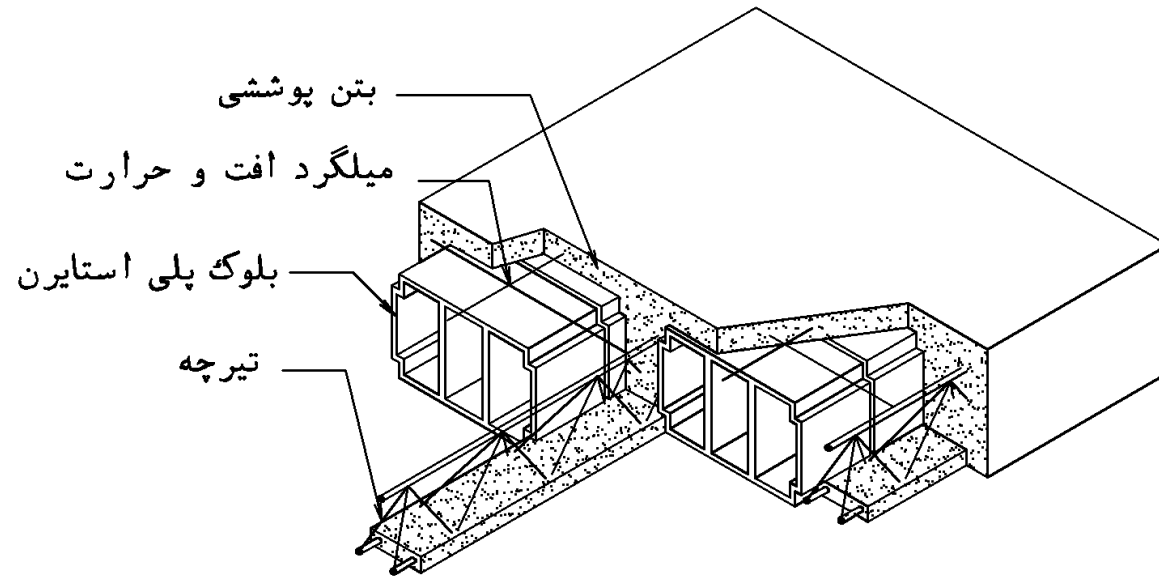
طراحی خمشی و برشی دال دوطرفه

کنترل لرزش و ارتعاش در دال دوطرفه

محدودیت های مشارکت دال در زلزله و ضوابط لرزه ای مربوطه



دقایلی کلی سقف تیرچه بلوک



آرماتور شبکه حرارتی سقف

۹-۴-۸-۱ کلیه ی آرماتورهای طولی و عرضی مصرفی در سازه های بتن آرمه باید آجدار باشند.
استفاده از آرماتورهای ساده فقط در دورپیچ ها مجاز است.

آرماتور شبکه حرارتی سقف نیز باید آجدار باشد، بنابراین حداقل
آرماتور قابل قبول برای سقف $\varnothing 8$ می باشد.



آرماتور حرارتی سقف



کیفیت نامناسب میلگرد حرارتی Ø6



[@riavannardi](#)

آرماتور حرارتی سقف



کیفیت مناسب میلگرد حرارتی Ø8



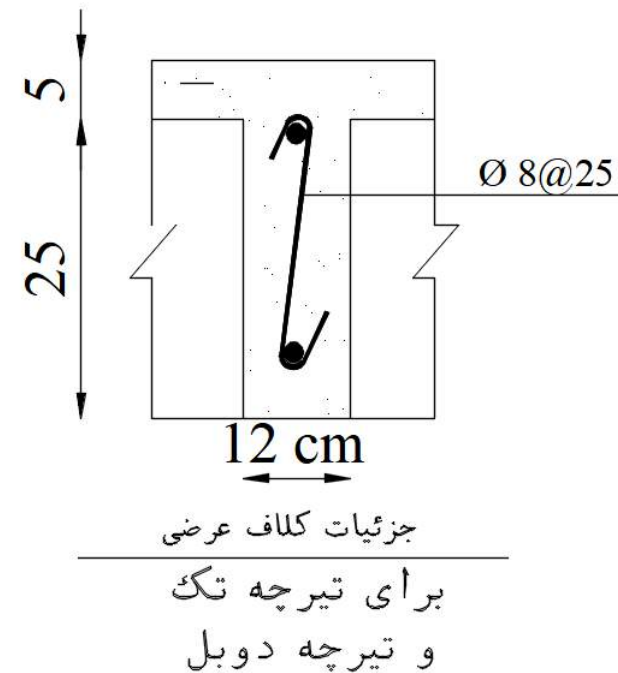
[@rjavanmardi](https://www.instagram.com/rjavanmardi)

عرض پاشنه کلاف عرضی (ریپ) در تیرچه دابل

نشریه ۵۴۳

۲) جهت کلاف میانی عمود بر تیرچه‌ها می‌باشد. حداقل عرض کلاف میانی برابر عرض بتن پاشنه‌ی یک تیرچه و ارتفاع آن برابر ارتفاع سقف خواهد بود.

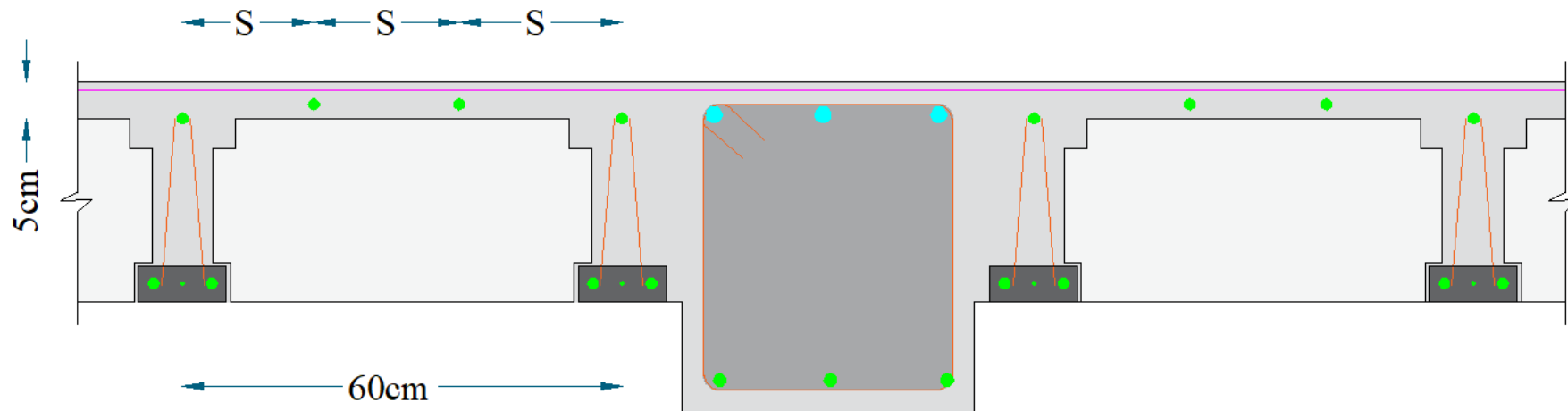
نیازی به افزایش عرض کلاف عرضی
برای تیرچه دابل وجود ندارد



حداکثر فاصله آزاد میلگردهای حرارتی در سقف تیرچه بلوک

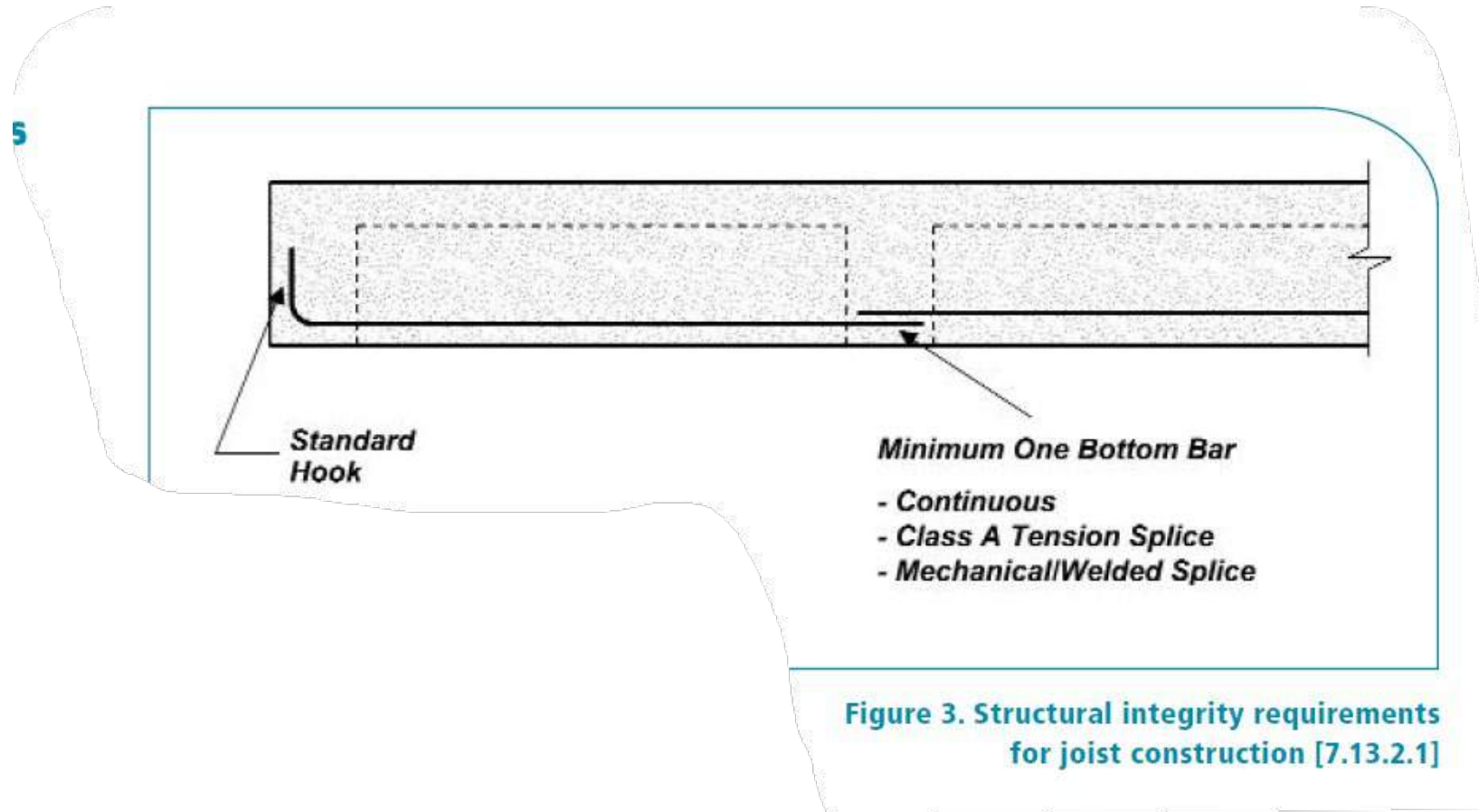
۹-۱۹-۴-۵ فاصله ی آرماتورهای حرارتی و جمع شدگی از یک دیگر نباید بیش تر از پنج برابر ضخامت دال و یا ۳۵۰ میلی متر در نظر گرفته شود.

اگر ضخامت دال رویه سقف، ۵ سانتی متر باشد، فاصله آرماتورهای روی تیرچه حداکثر ۲۵ سانتیمتر شده و باید حداقل دو شبکه آرماتور افقی بر روی سقف اجرا گردد.

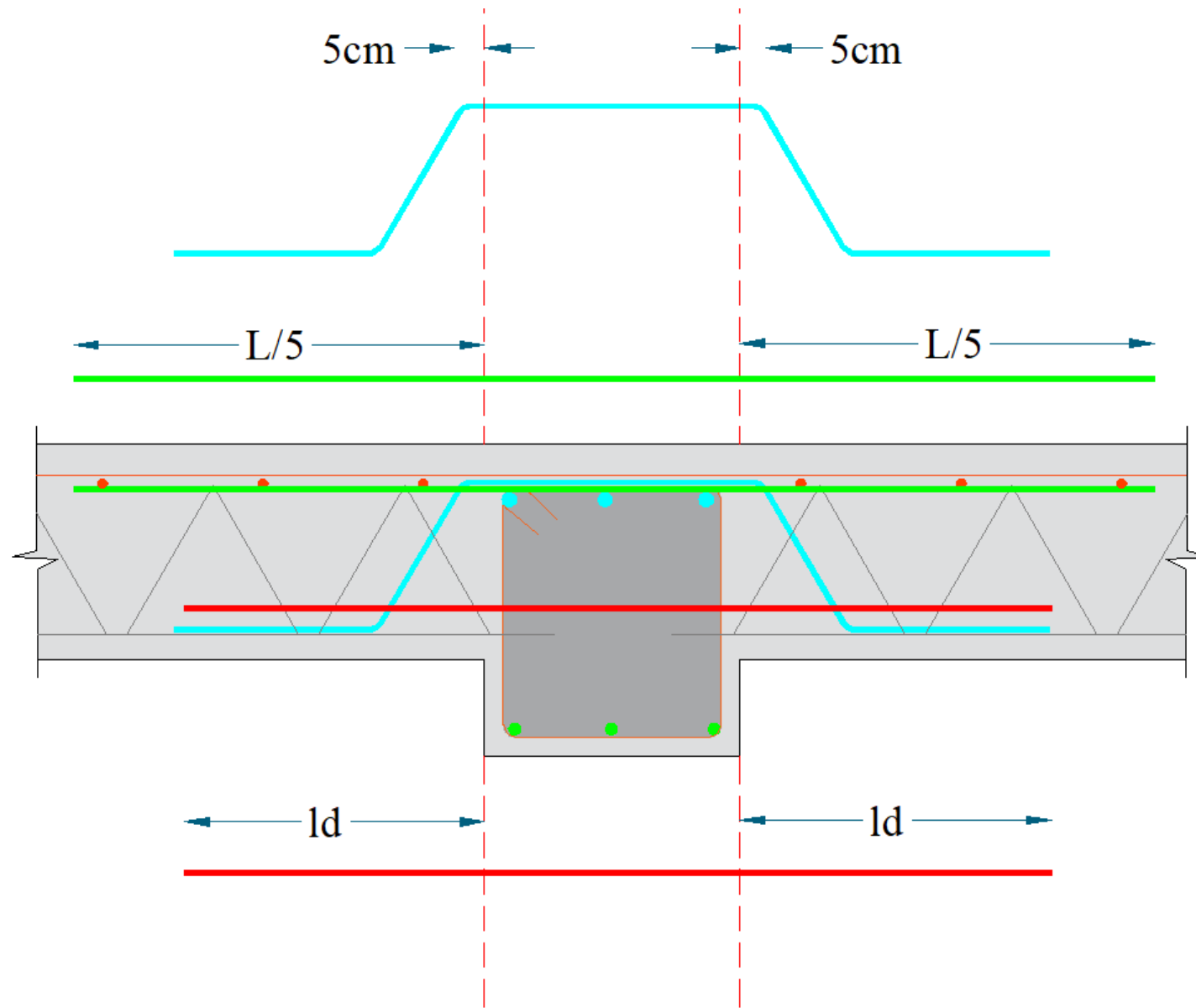


آرماتور پیوستگی در تیرچه

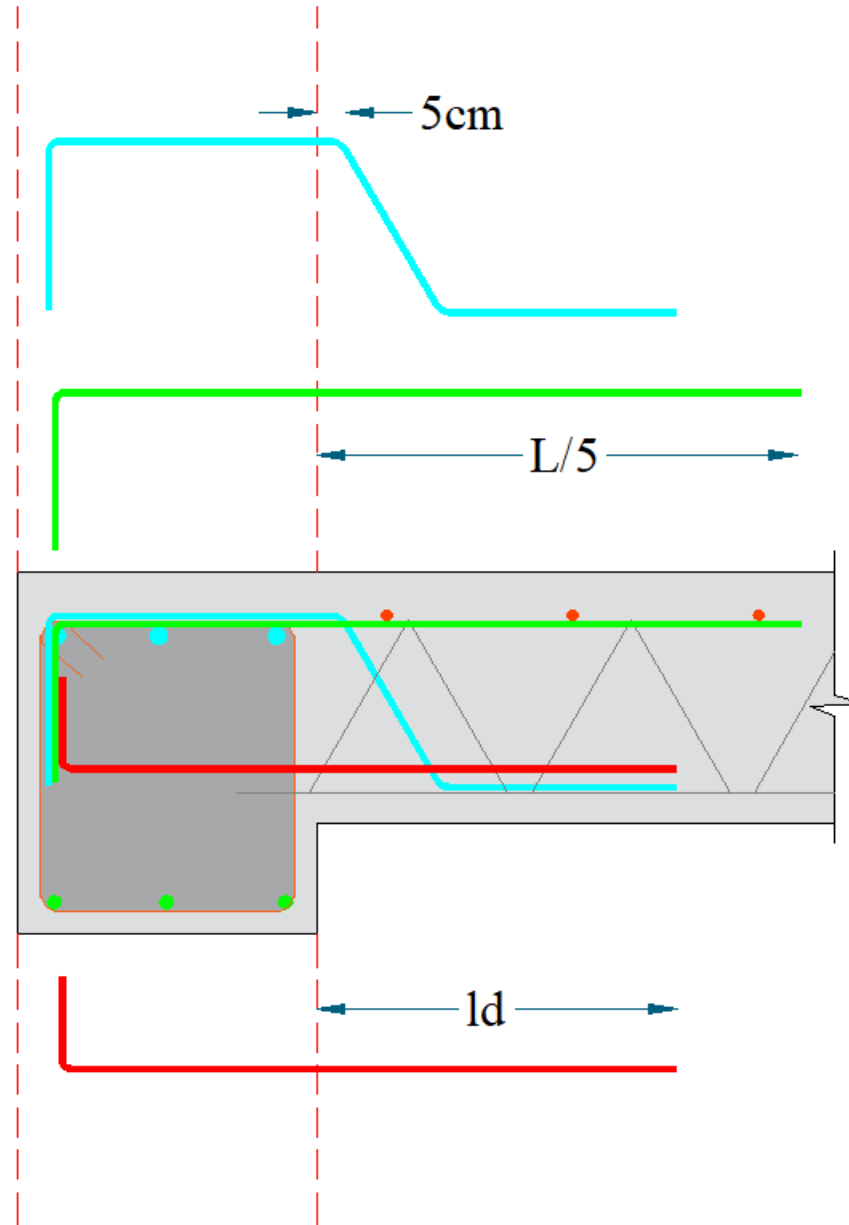
۹-۱۱-۷-۲-۳ به منظور تأمین یک پارچگی سازه‌ای، حداقل یک آرماتور در پایین هر تیرچه باید پیوسته بوده و مهار کافی داشته باشد تا در تکیه‌گاه به تنش جاری شدن خود برسد.



آرماتور گذاری کلی در سقف تیرچه بلوک



آرماتور گذاری کلی در سقف تیرچه بلوک



آرماتور پیوستگی در تیرچه



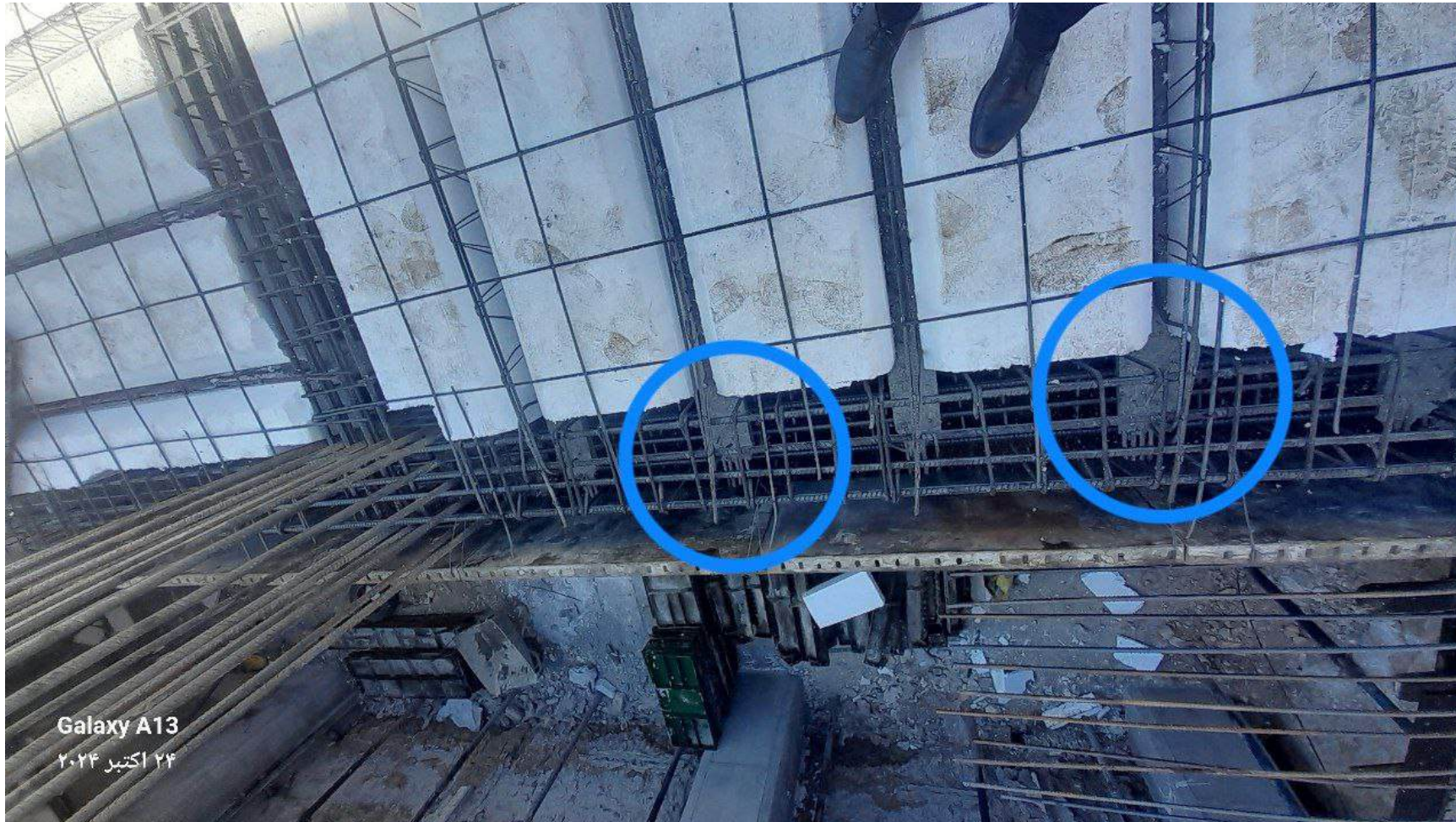
@riavannardi

اتصال سقف تیرچه به دیوار برشی



[@riavannardi](#)

وارد شدن پاشنه تیرچه در تیر بتنی



❌ تنها باید میلگرد پاشنه وارد تیرچه شود



[@riavannardi](#)

وارد شدن میلگرد پاشنه تیرچه در تیر بتنی



@riavannardi

شکم دادن تیرچه به دلیل ضعف قالب بندی



[@riavannardi](#)

معرفی انواع دال های دو طرفه

جزئیات آرماتورگذاری در دال های دوطرفه

ملاحظات اجرایی دال های دوطرفه

محدودیت های سقف های تیرچه بلوک (دال یک طرفه)

طراحی خمشی و برشی دال دوطرفه

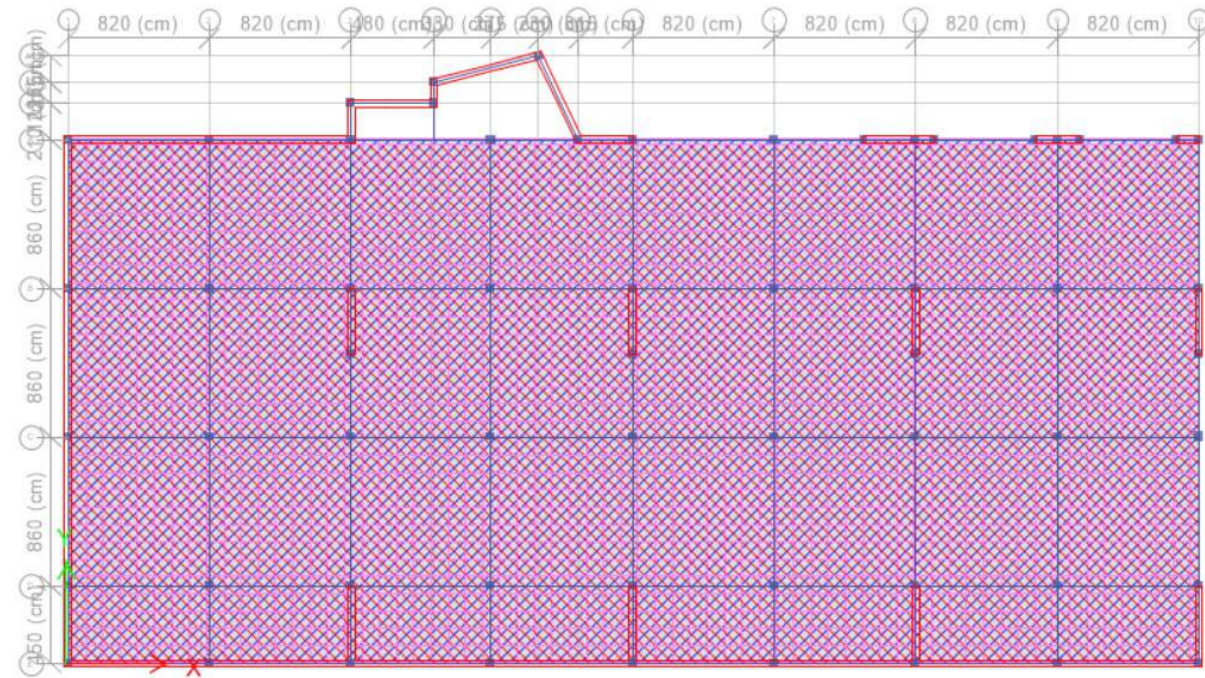
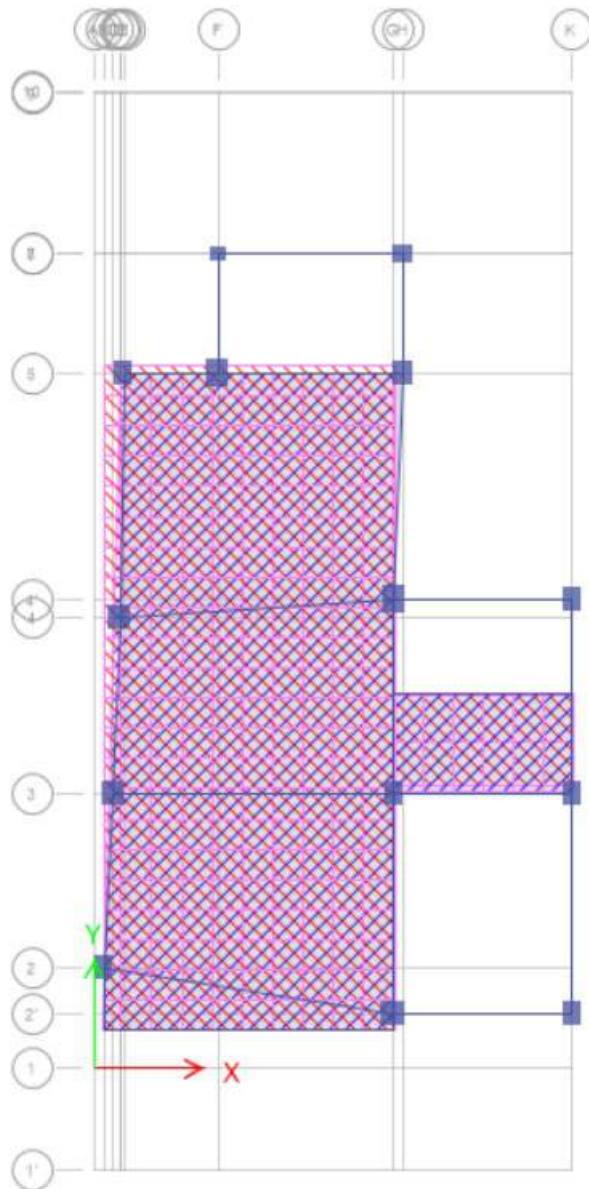
کنترل لرزش و ارتعاش در دال دوطرفه

محدودیت های مشارکت دال در زلزله و ضوابط لرزه ای مربوطه



طراحی خمشی دال با نرم افزار Etabs

ترسیم نوارهای طراحی بر روی کل سطح دال در هر دو راستا



@riavannardi

طراحی خمشی دال با نرم افزار Etabs

تنظیمات نرم افزار (ضرایب ترک خوردگی اعضا)

Frame Assignment - Property Modifiers

Property/Stiffness Modifiers for Analysis

Cross-section (axial) Area	1
Shear Area in 2 direction	1
Shear Area in 3 direction	1
Torsional Constant	1
Moment of Inertia about 2 axis	0.35
Moment of Inertia about 3 axis	0.35
Mass	1
Weight	1

OK Close Apply

ضرایب ترک خوردگی تیرها

Frame Assignment - Property Modifiers

Property/Stiffness Modifiers for Analysis

Cross-section (axial) Area	1
Shear Area in 2 direction	1
Shear Area in 3 direction	1
Torsional Constant	1
Moment of Inertia about 2 axis	0.7
Moment of Inertia about 3 axis	0.7
Mass	1
Weight	1

OK Close Apply

ضرایب ترک خوردگی ستون ها

در صورت استفاده از نرم افزار safe16 ضرایب ترک خوردگی پیچشی 0.1 به کلیه تیرها وارد می شود، در صورت استفاده از ورژن های بالاتر ترک خوردگی پیچشی به تیر باید اعمال شود



@riavannardi

64

طراحی خمشی دال با نرم افزار Etabs

تنظیمات نرم افزار (ضرایب ترک خوردگی اعضا)

Shell Assignment - Stiffness Modifiers

Property/Stiffness Modifiers for Analysis

Membrane f11 Direction	0.35
Membrane f22 Direction	0.35
Membrane f12 Direction	0.35
Bending m11 Direction	0.25
Bending m22 Direction	0.25
Bending m12 Direction	0.25
Shear v13 Direction	1
Shear v23 Direction	1
Mass	1
Weight	1

OK Close Apply

ضرایب ترک خوردگی دال ها

Shell Assignment - Stiffness Modifiers

Property/Stiffness Modifiers for Analysis

Membrane f11 Direction	0.35
Membrane f22 Direction	0.35
Membrane f12 Direction	1
Bending m11 Direction	0.1
Bending m22 Direction	0.1
Bending m12 Direction	0.1
Shear v13 Direction	1
Shear v23 Direction	1
Mass	1
Weight	1

OK Close Apply

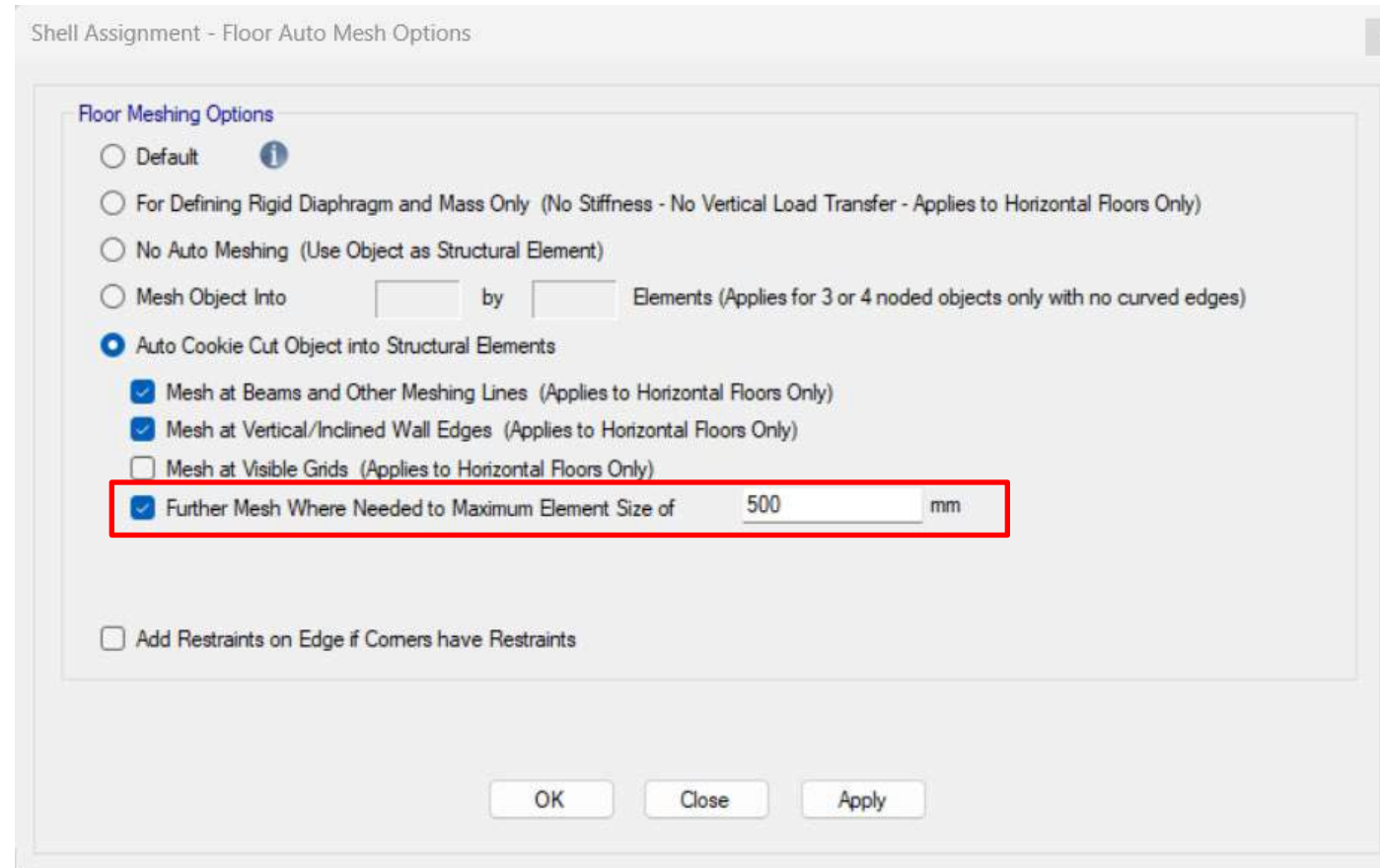
ضرایب ترک خوردگی دیوارهای برشی



@riavannardi

طراحی خمشی دال با نرم افزار Etabs

حداکثر سائز مش بندی به ۱.۵ برابر ضخامت کل دال (H) محدود شود



در دال مجوف عرض نوارهای طراحی ضربی از عرض تیرچه ها باشد (برابر با عرض تیرچه یا ۲ برابر عرض تیرچه) تا به راحتی تعداد میلگرد تقویتی در هر تیرچه مشخص شود



@riavannardi

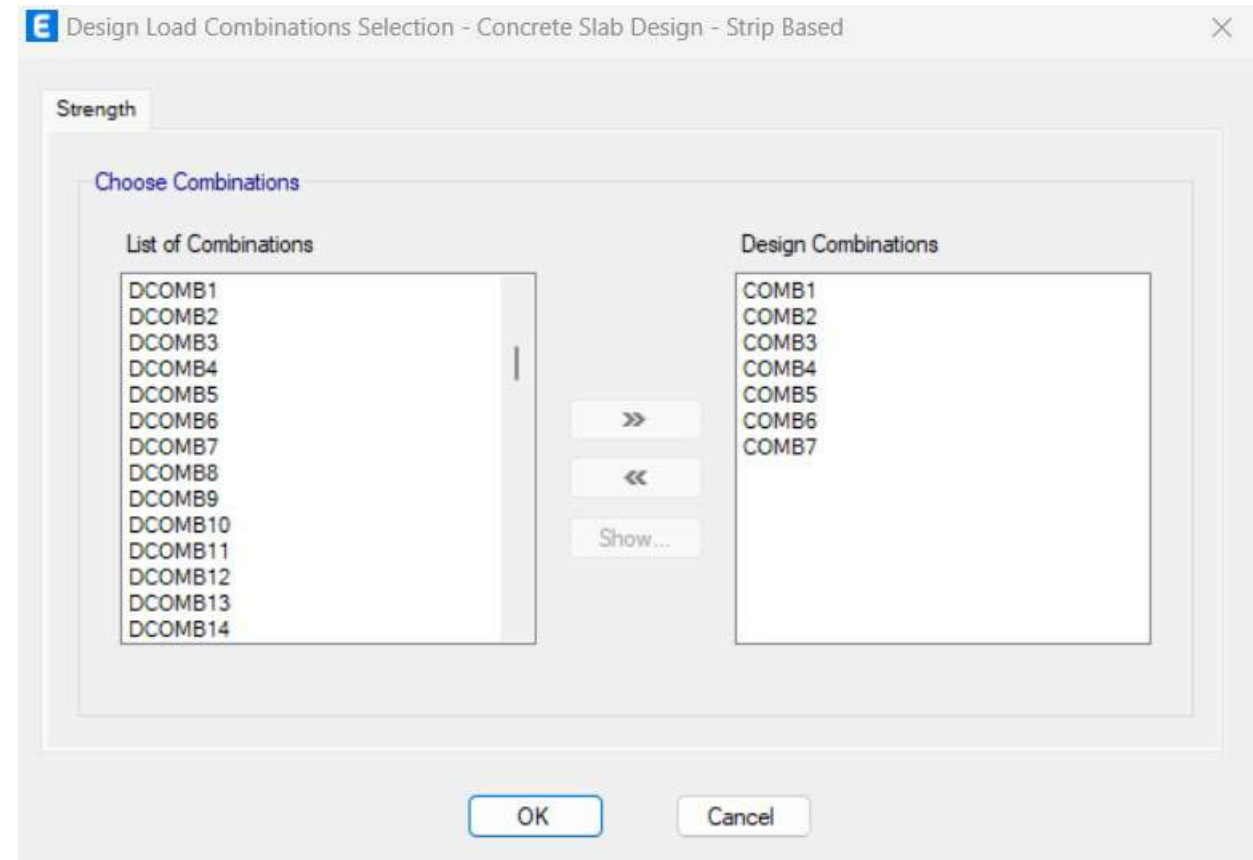
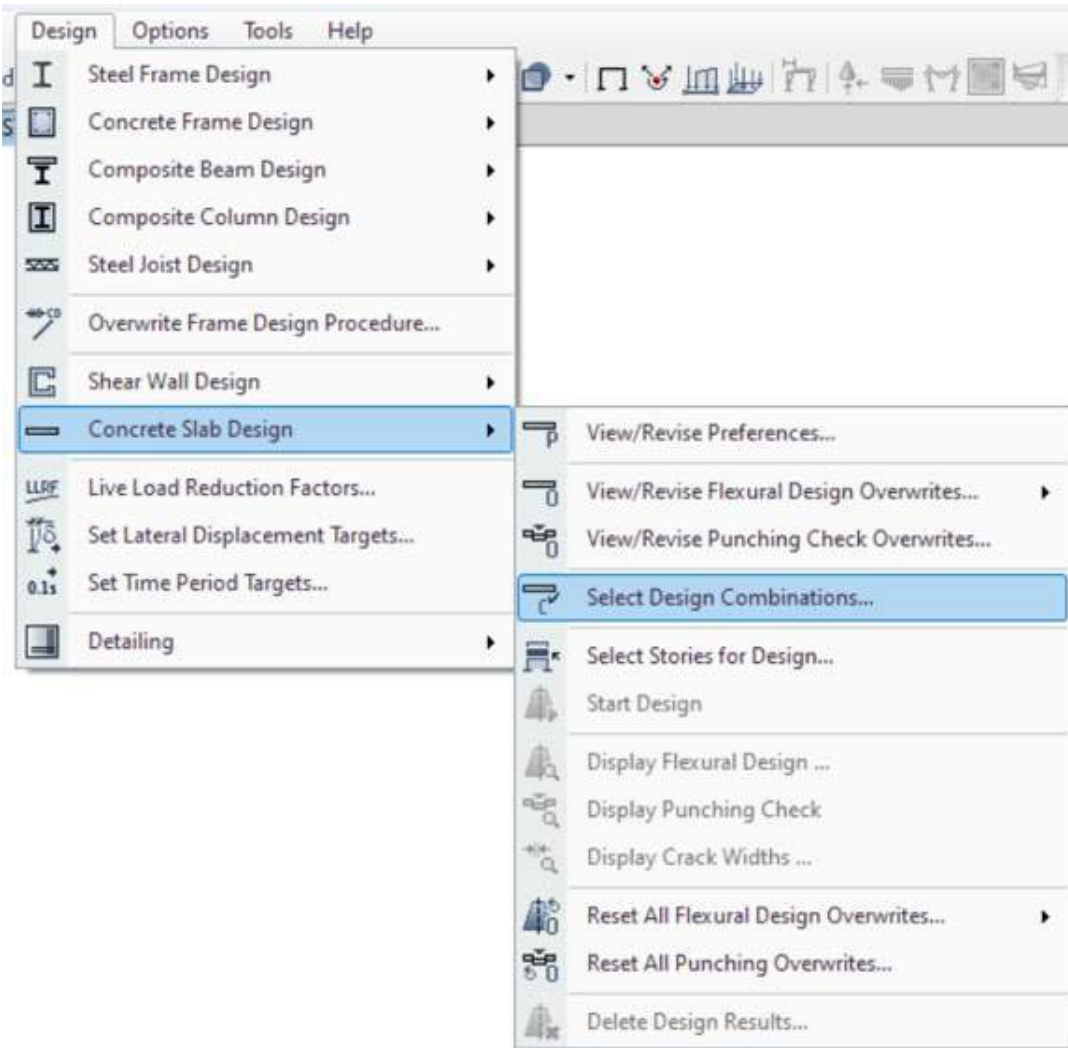
66

طراحی خمشی دال با نرم افزار Etabs

ترکیبات بارگذاری در طراحی خمشی دال

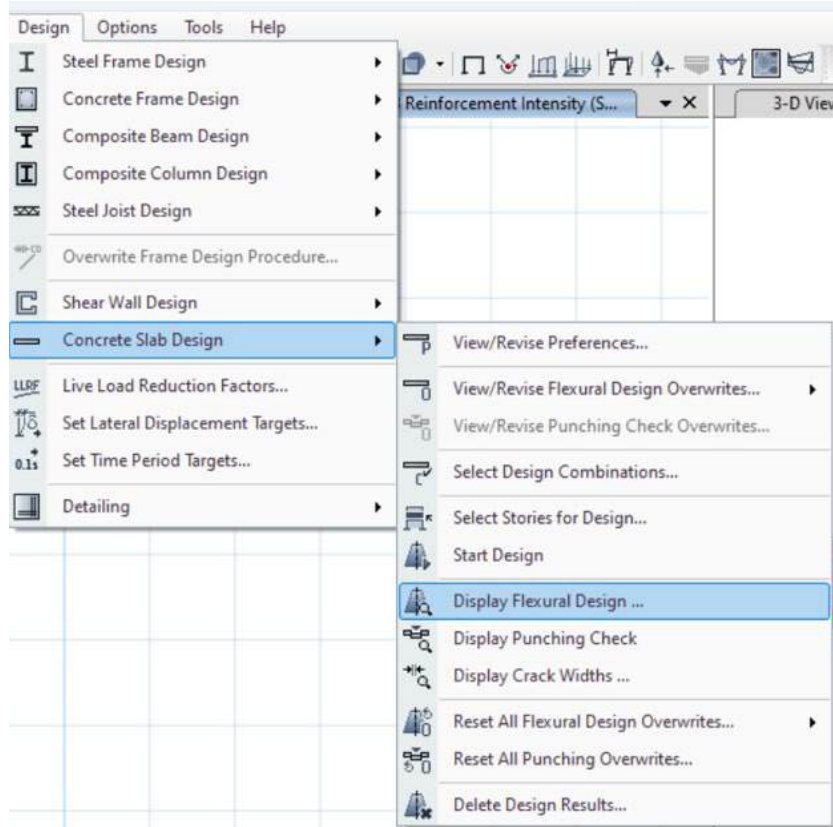


@riavannardi



ترکیبات بارگذاری ثقلی انتخاب می شود

مشاهده خروجی آرماتور تقویتی با نرم افزار



Slab Design

Choose Display Type

Design Basis: Strip Based

Display Type: Enveloping Flexural Reinforcement

☐ Impose Minimum Reinforcing

Choose Strip Direction

☒ Layer A

☒ Layer B

☐ Layer Other

Rebar Location Shown

☒ Show Top Rebar

☒ Show Bottom Rebar

Reinforcing Display Type

☐ Show Rebar Intensity (Area/Unit Width)

☐ Show Total Rebar Area for Strip

☒ Show Number of Bars of Size:

Top: 16d

Bottom: 16d

Reinforcing Diagram

☒ Show Reinforcing Envelope Diagram

Scale Factor: 1

☒ Show Reinforcing Extent

Display Options

☒ Fill Diagram

☒ Show Values at Controlling Stations on Diagram

Show Rebar Above Specified Value

☐ None

☒ Typical Uniform Reinforcing Specified Below

☐ Reinforcing Specified in Slab Rebar Objects

Typical Uniform Reinforcing

☒ Define by Bar Size and Bar Spacing

☐ Define by Bar Area and Bar Spacing

Top: 12d, 800

Bottom: 10d, 400

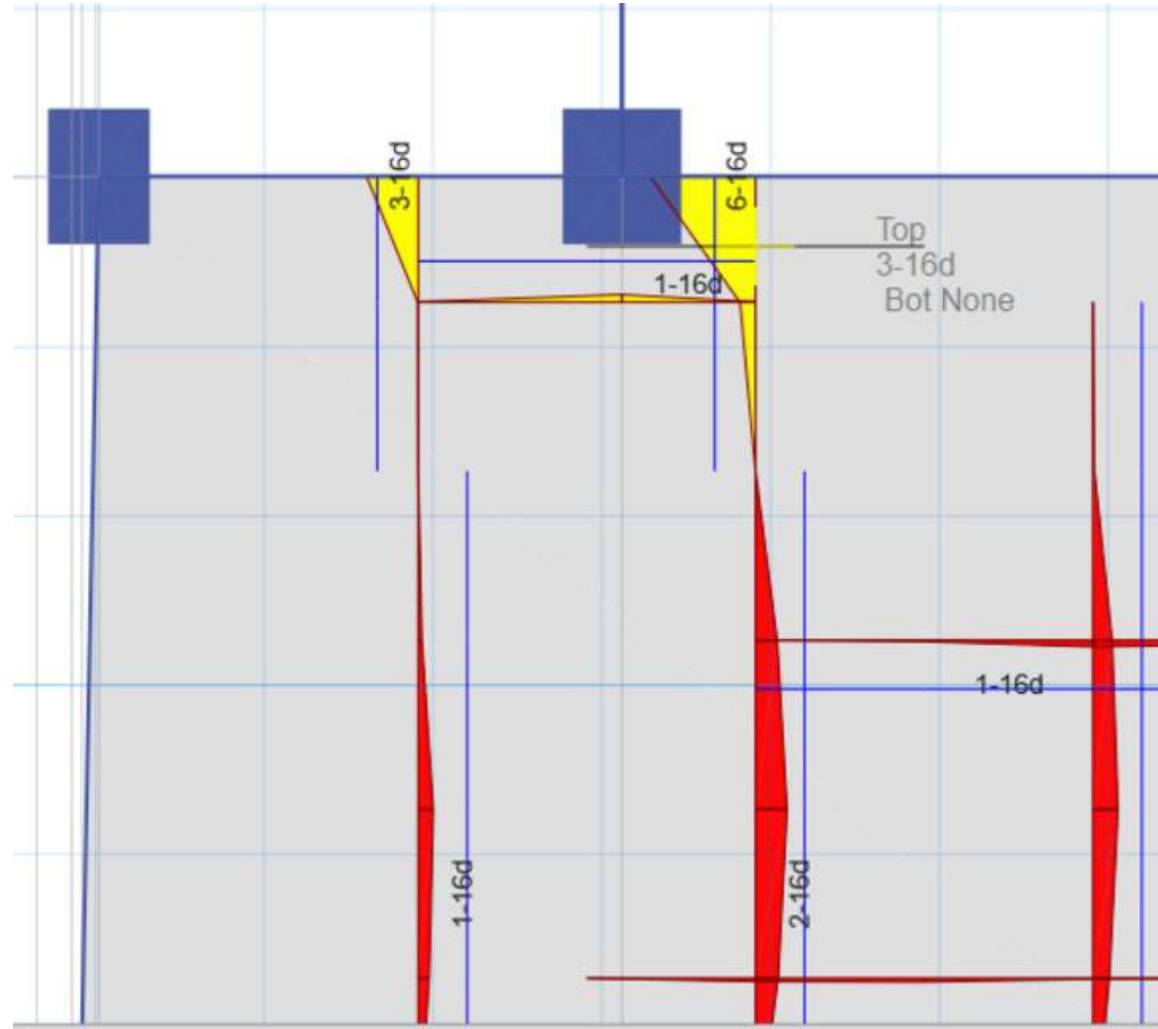
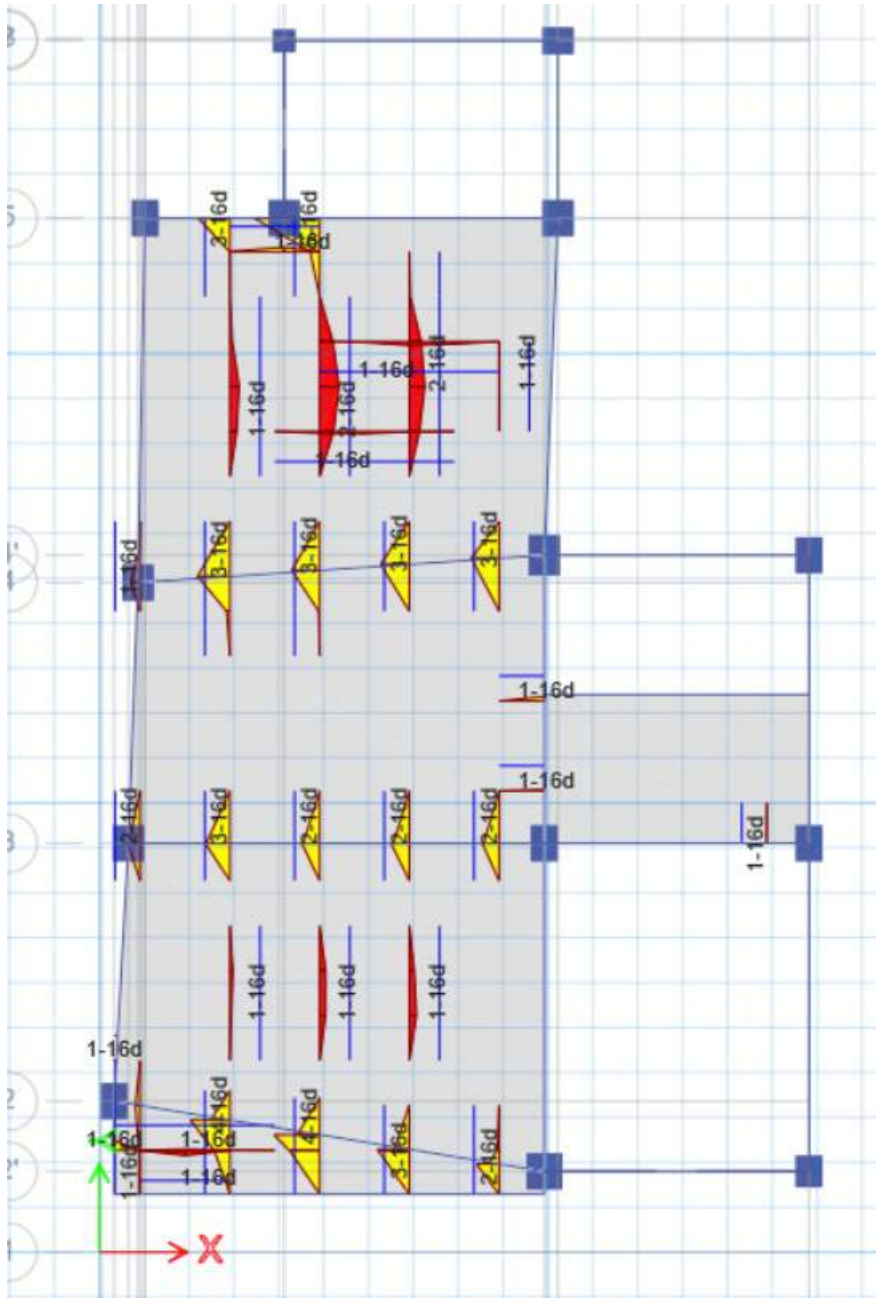
OK Close Apply



@riavannardi

68

مشاهده خروجی آرماتور تقویتی با نرم افزار



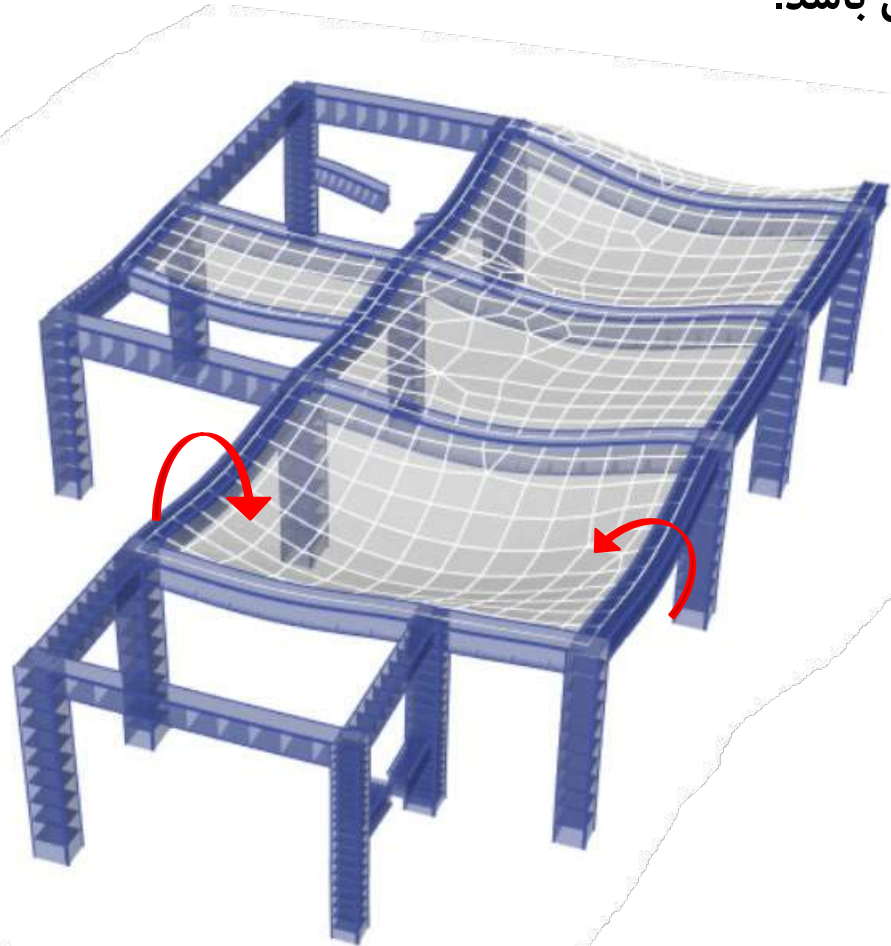
میلگرد تقویتی در بر تیر یا تکیه گاه را می توان در نظر گرفت



@riavannardi

آرماتور پیچشی در تیر ها

در دال های بتنی مانند دال وافل، با توجه به اینکه لنگر انتهایی دال، برابر با لنگر پیچشی در تیر انتهایی می شود، طراحی تیر ها خصوصا تیر های پیرامونی برای پیچش انتهایی الزامی می باشد.



با توجه به پیچش همسازی ضریب کاهش سختی J میتواند در ابتدا ۱ وارد شود.

برای سختی پیچشی در تیر آیین نامه ها هیچ ضریبی پیشنهاد نشده است و باید ضریب کاهش سختی پیچشی J برای آن ها محاسبه و منظور شود ، مقدار ضریب کاهش سختی از شرط $T_u \geq \phi T_{cr}$ محاسبه می گردد.

پس از آن در صورت جوابگو نبودن تیر در پیچش، ضریب J تا حدی کاهش پیدا می کند که $T_u > \phi T_{cr}$ شود.



آرماتور پیچشی در تیرها

در طراحی پیچشی تیرها در ورژن ۲۲ نرم افزار Etabs تغییرات قابل توجهی بوجود آمده است. که این تغییرات در Realase Note نرم افزار، آورده شده است:

ETABS v22.1.0 Release Notes

© 2024 Computers and Structures, Inc.

Notice Date: 11-July-2024

This document lists changes made to ETABS since v22.0.0, released 31-May-2024. Items marked with an asterisk (*) in the first column are more significant.

Design – Concrete Frame Enhancements Implemented

*	Ticket	Description
	10637	An enhancement has been made to ACI concrete codes "ACI 318-14" and "ACI 318-19" for torsion design if redistribution of torsion and forces are identified. The members for which <u>redistribution is identified</u> are designed for a torsion maximum of <u>T_u and $\phi * T_{cr}$ per section ACI 318-14 22.7.3 and ACI 318-19 22.7.3</u> . The members for which redistribution is not identified are designed for a torsion T_u obtained from analysis. If a member is overwritten with a <u>reduction factor for torsional stiffness</u> or if the member is assigned a section for which a <u>reduction factor for torsional stiffness</u> is applied, it is considered to <u>redistribute torsion</u> .



@riavannardi

71

آرماتور پیچشی در تیرها

در ETABS 22 به بعد در صورت اعمال ضریب ترک خوردگی پیچشی به تیرها، نرم افزار طراحی پیچشی را برای $T_{u,Design} = \text{Max}(T_u, \phi T_{cr})$ طراحی می کند (در ورژن های اخیر Tu,Design اضافه شده است، در ورژن های قبلی این مورد وجود نداشت). حال حتی اگر سختی پیچشی ل تیرها را عددی بسیار کوچک مانند 0.001 وارد کنیم نرم افزار مقدار Tu,Design برای طراحی را حداقل برابر ϕT_{cr} در نظر می گیرد و آرماتور طولی و عرضی پیچشی قابل توجهی برای تیرها محاسبه می شود. این مورد در ETABS 21 و ورژن های قبلی وجود نداشت، عملاً در ورژن های قبلی با اعمال ضریب کاهش سختی پیچشی، ممکن بود تیر برای لنگر پیچشی کمتر از ϕT_{cr} طراحی شود اما در ورژن ۲۲ به بعد عملاً این مورد ممکن نمی باشد.



آرماتور پیچشی در تیر ها

نتایج زیر مقایسه طراحی پیچشی یک تیر با نرم افزار در ورژن ۲۱ و ۲۲ می باشد، در ورژن ۲۲ یک بار ضریب کاهش سختی پیچشی 0.35 به تیر وارد شده و بار دیگر ضریب ۰.۳۵ وارد نشده است.

نتایج طراحی پیچشی در ورژن ۲۲ بدون کاهش سختی پیچشی (J=1):

نتایج طراحی پیچشی در ورژن ۲۲ با کاهش سختی پیچشی (J=0.35):

Torsion Force and Torsion Reinforcement for Torsion, T_u

T_u kgf-cm	$T_{u,Design}$ kgf-cm	ϕT_{th} kgf-cm	ϕT_{cr} kgf-cm	Rebar A_t/s cm ² /cm	Rebar A_l cm ²
27755.89	27755.89	83778.82	335115.3	0	0

T_u

آرماتور عرضی پیچشی

آرماتور طولی پیچشی

$Max(T_u, \phi T_{cr})$

Torsion Force and Torsion Reinforcement for Torsion, T_u

T_u kgf-cm	$T_{u,Design}$ kgf-cm	ϕT_{th} kgf-cm	ϕT_{cr} kgf-cm	Rebar A_t/s cm ² /cm	Rebar A_l cm ²
9967.5	335261.76	83815.44	335261.76	0.0521	6.84

آرماتور عرضی پیچشی

آرماتور طولی پیچشی

نتایج طراحی پیچشی در ورژن ۲۱ با کاهش سختی پیچشی (J=0.35):

Torsion Force and Torsion Reinforcement for Torsion, T_u (Part 1 of 2)

T_u kgf-cm	ϕT_{th} kgf-cm	ϕT_{cr} kgf-cm	Rebar A_t/s cm ² /cm	Rebar A_l cm ²	Cover cm	Area A_{cp} cm ²	Area A_{oh} cm ²	Area A_o cm ²
9967.5	83815.44	335261.76	0	0	4.445	2250	1484.5	1261.8

آرماتور عرضی پیچشی

آرماتور طولی پیچشی

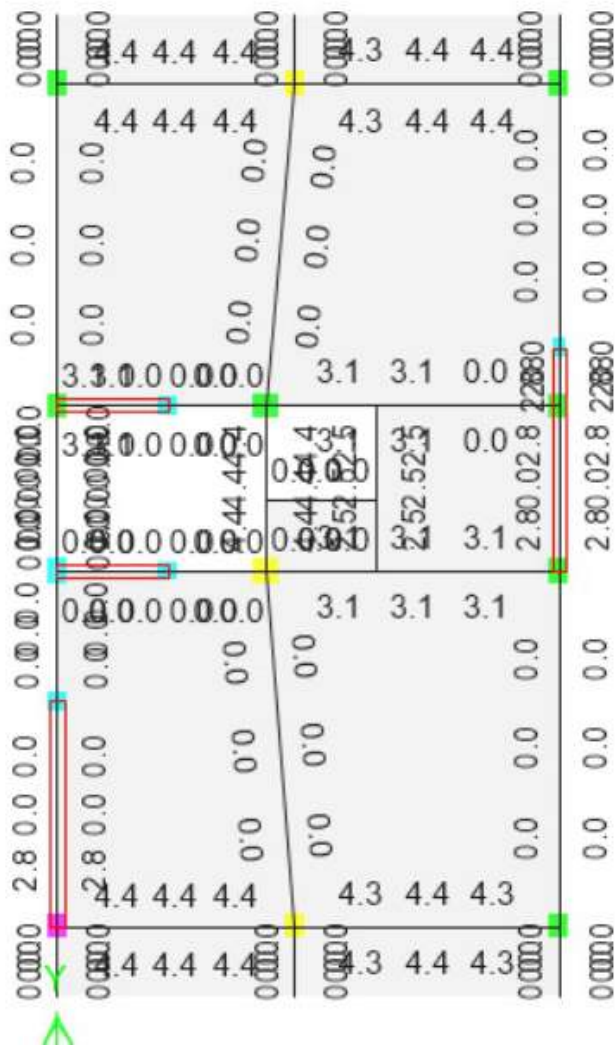


@riavannardi

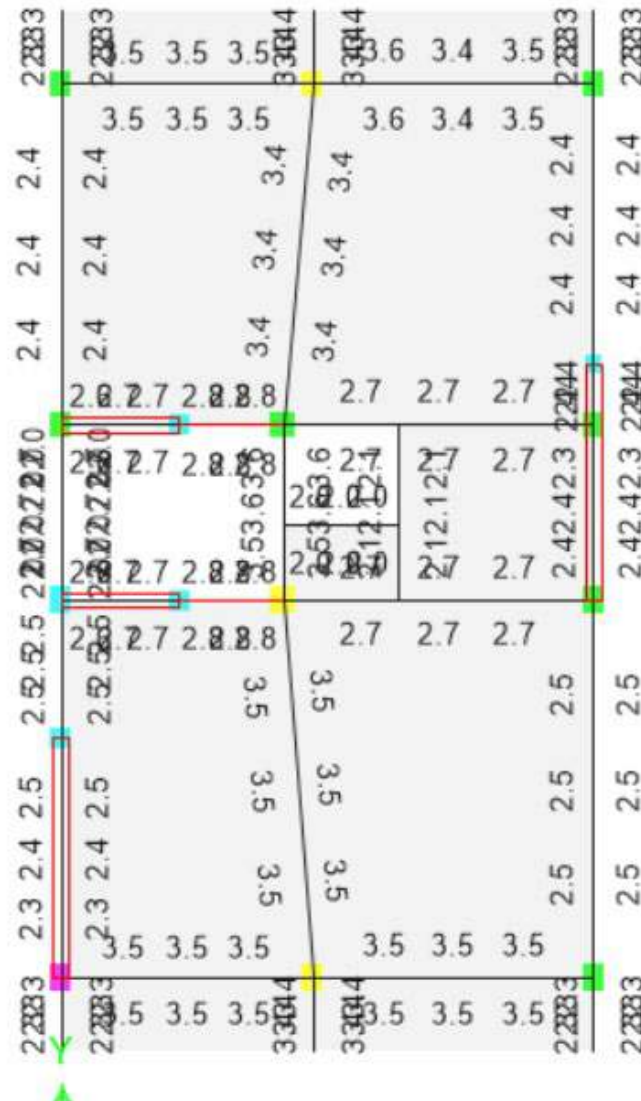
آرماتور پیچشی در تیر ها



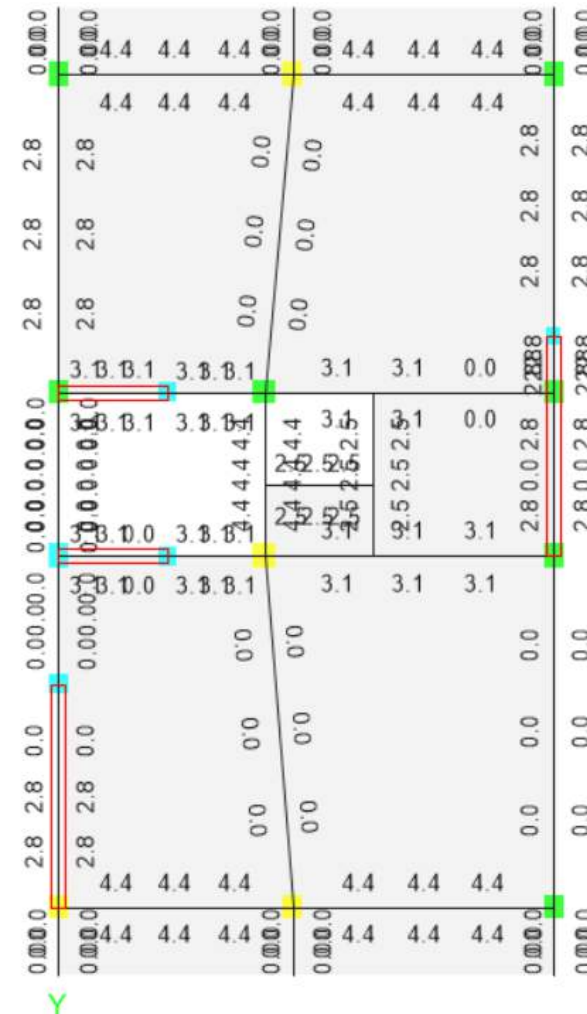
@riavannardi



آرماتور طولی پیچشی در ورژن ۲۱ ($J=0.35$)



آرماتور طولی پیچشی در ورژن ۲۲ ($J=0.35$)



آرماتور طولی پیچشی در ورژن ۲۲ بدون کاهش سختی پیچشی ($J=1$)

آرماتور پیچشی در تیرها

از نتایج فوق مشخص است که در ورژن ۲۲ نرم افزار نباید هیچ ضریب کاهش سختی پیچشی به تیرهایی که مشکل پیچشی ندارند اعمال گردد، در غیر اینصورت این تیرها برای ضابطه طراحی پیچشی برای لنگر $Max(T_u, \emptyset T_{cr})$ طراحی می شوند که صحیح نمی باشد.

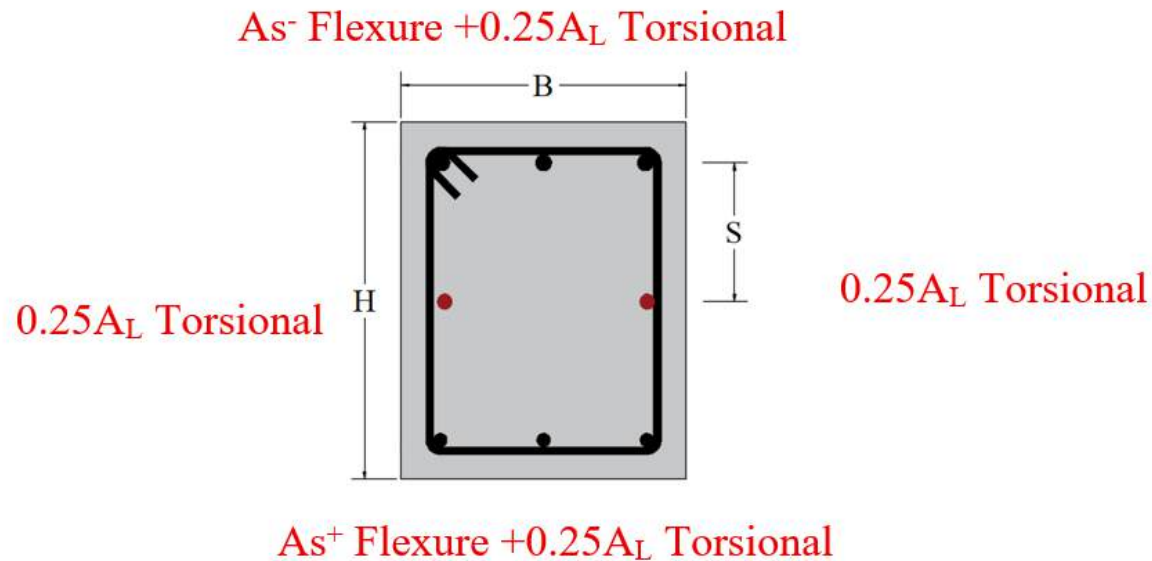
برای تیرهایی که مشکل پیچش دارند، در صورت اعمال ضریب کاهش سختی پیچشی، طراحی پیچشی همواره برای لنگر $Max(T_u, \emptyset T_{cr})$ انجام می شود، در صورت حل نشدن مشکل پیچش تنها راه افزایش هندسه تیرها یا تغییر بارگذاری و کاهش لنگر پیچشی در تیر می باشد.



آرماتور پیچشی در تیر ها

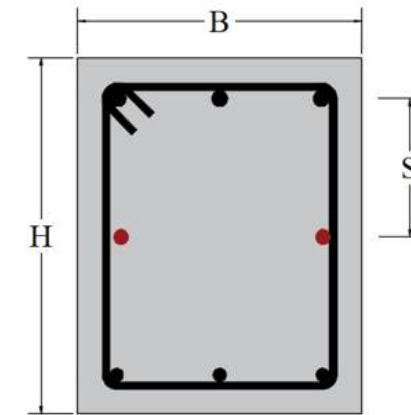
آرماتور طولی پیچشی باید در هر چهار وجه مقطع بطور مساوی پخش شد (نرم افزار در قسمت Total Reinforcing نصف آرماتور را به شبکه بالا و نصف دیگر را به شبکه پایین اضافه می کند)

اگر مقطع تیر مستطیلی و با ارتفاع بیشتری باشد، در تقسیم آرماتور پیچشی، سهم گونه بیشتر از بالا و پایین تیر می شود و در این حالت آرماتور پیچشی در بالا و پایین کمتر از یک چهارم می شود.



نحوه پخش آرماتورهای طولی خمشی و پیچشی در تیر

$A_s^- \text{ Flexure} + 0.5A_L \text{ Torsional}$



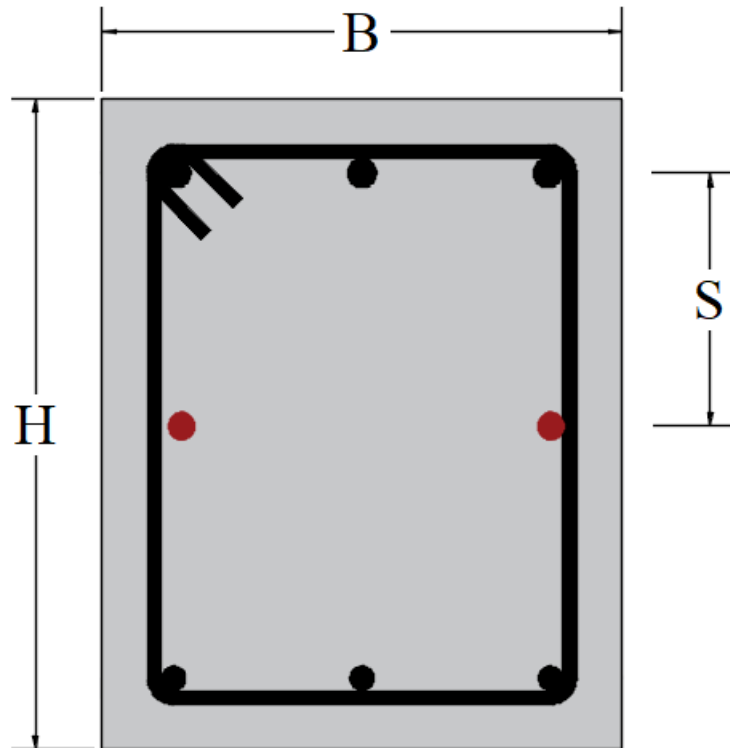
$A_s^+ \text{ Flexure} + 0.5A_L \text{ Torsional}$

نحوه پخش آرماتورهای طولی خمشی و پیچشی در نرم افزار



آرماتور پیچشی در تیر ها

همچنین حداکثر فاصله آرماتورهای پیچشی در عمق تیر
باید کمتر از ۳۰ سانتیمتر باشد



$$S \leq 300 \text{ mm}$$



آرماتور برشی در تیرچه ها

۲-۴-۴-۸-۹ برای اعضای بتنی که در آن‌ها از حداقل فولاد عرضی استفاده نشده باشد،
از رابطه‌ی (۱۳-۸-۹) تعیین می‌شود. $V_c, A_v < A_{v,min}$

$$V_c = \left(0.66 \lambda_s \lambda (\rho_w)^{1/3} \sqrt{f'_c} + \frac{N_u}{6A_g} \right) b_w d \quad (13-8-9)$$

که λ_s ضریب اصلاح تاثیر اندازه بوده و بر اساس رابطه‌ی (۱۴-۸-۹) تعیین می‌شود.

2.5.2.2 Determine Concrete Shear Capacity

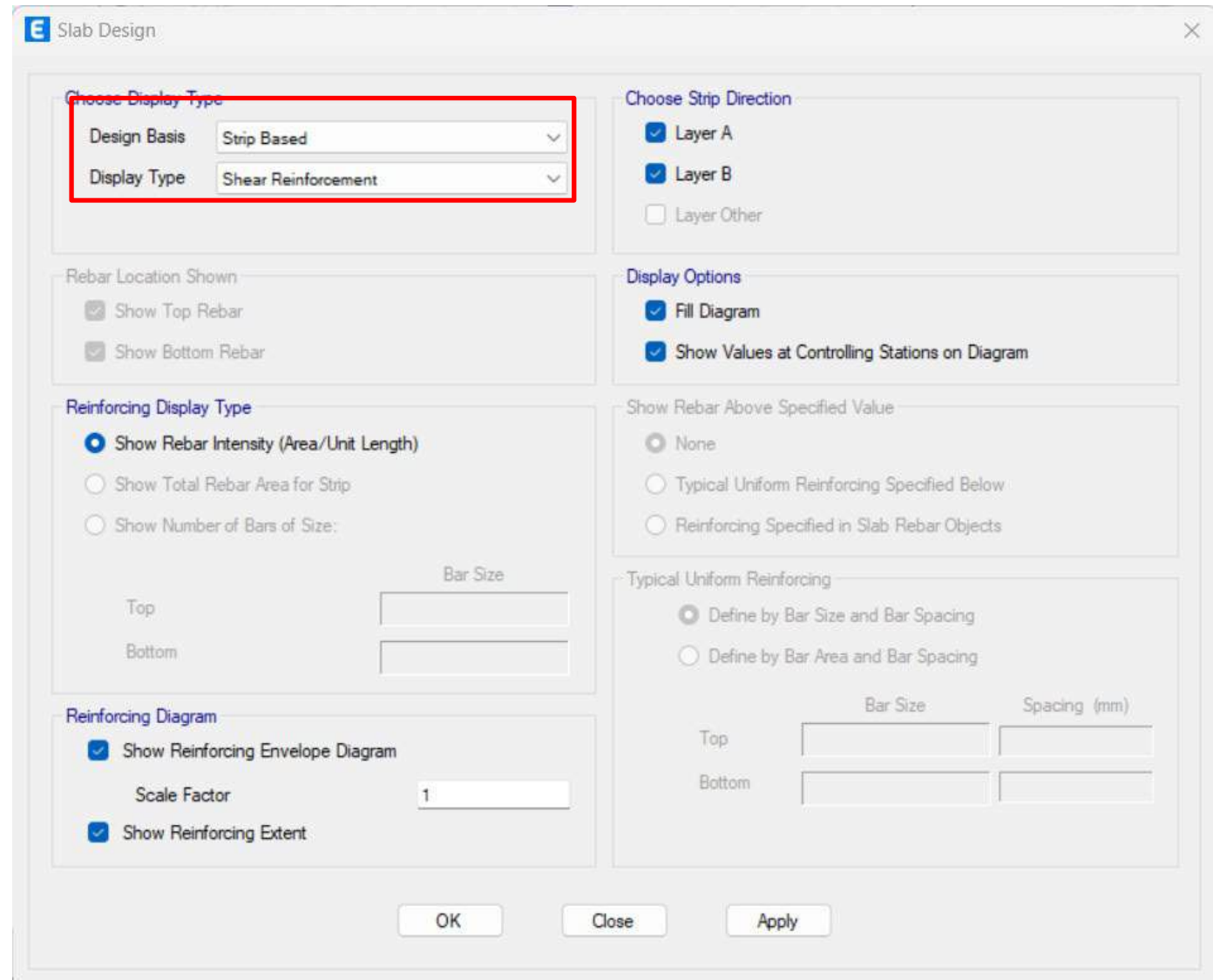
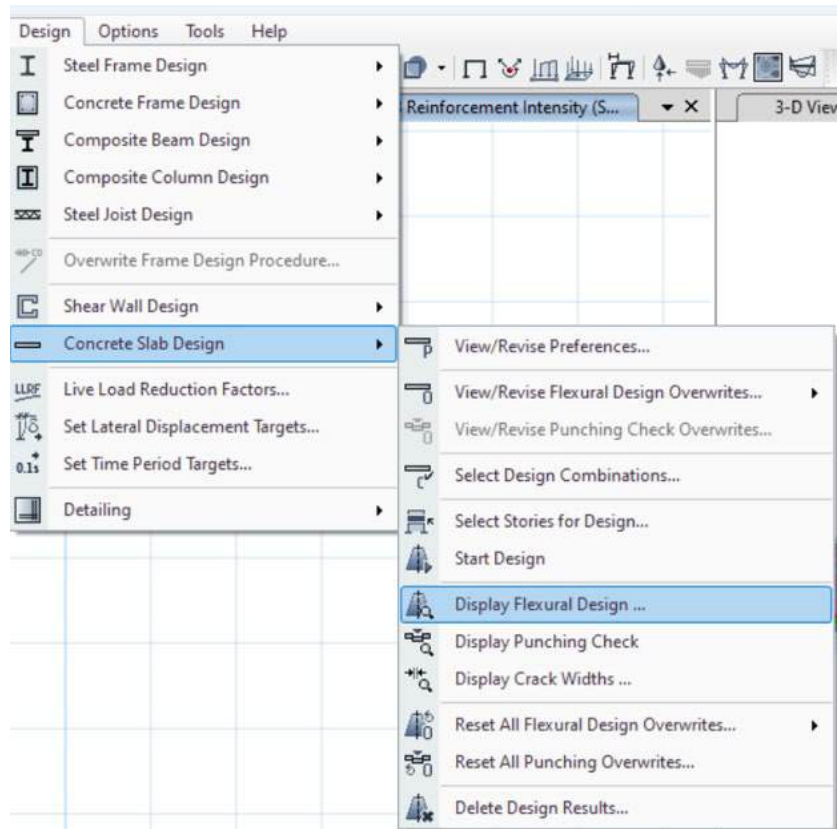
If the slab is not provided with the minimum shear rebar, i.e. $A_v < A_{v,min}$,

$$V_c = \left(8 \lambda_s \lambda (\rho_w)^{1/3} \sqrt{f'_c} + \frac{N_u}{6A_g} \right) A_{cv} \quad (ACI 22.5.5.1(c))$$

در Etabs 20.1 و ورژن‌های بالاتر مقاومت برشی بتن بر اساس ویرایش جدید ACI محاسبه می‌شود

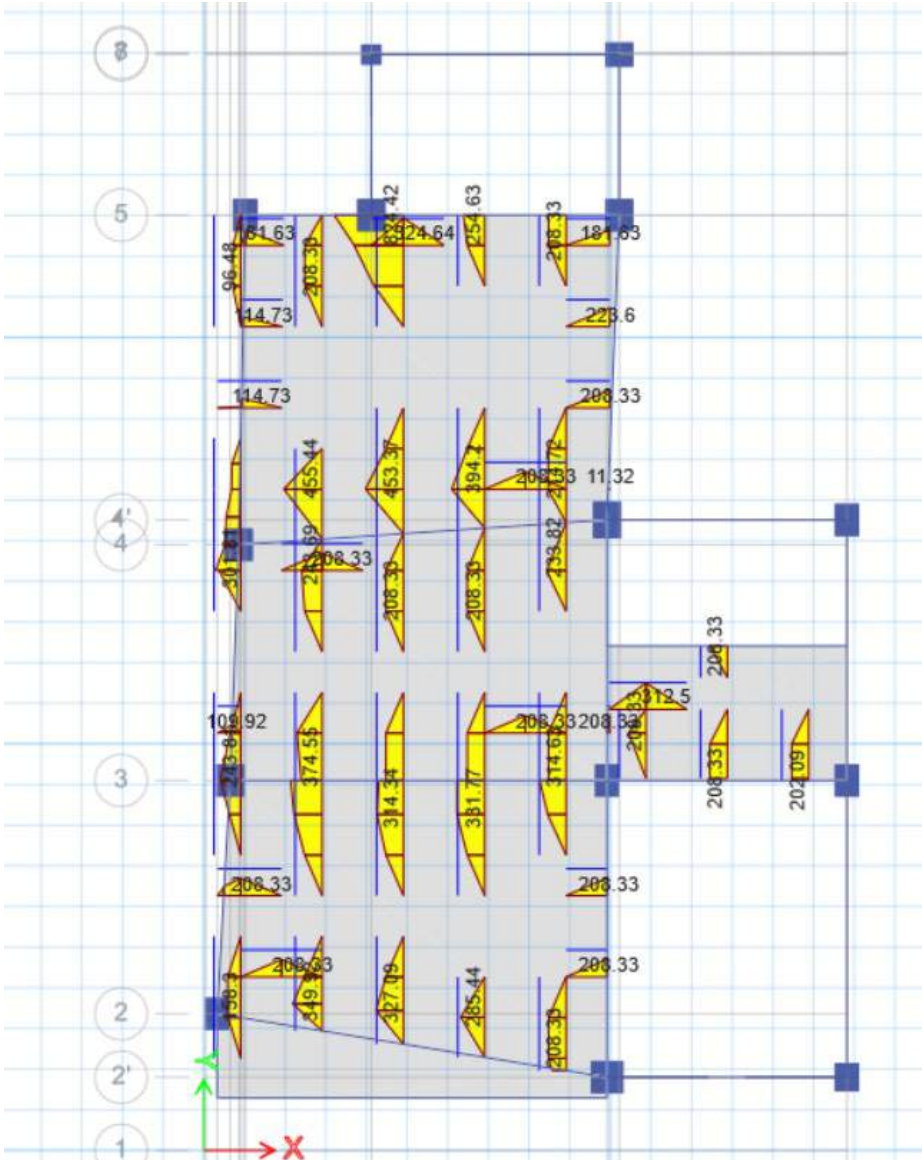


آرماتور برشی در تیرچه ها

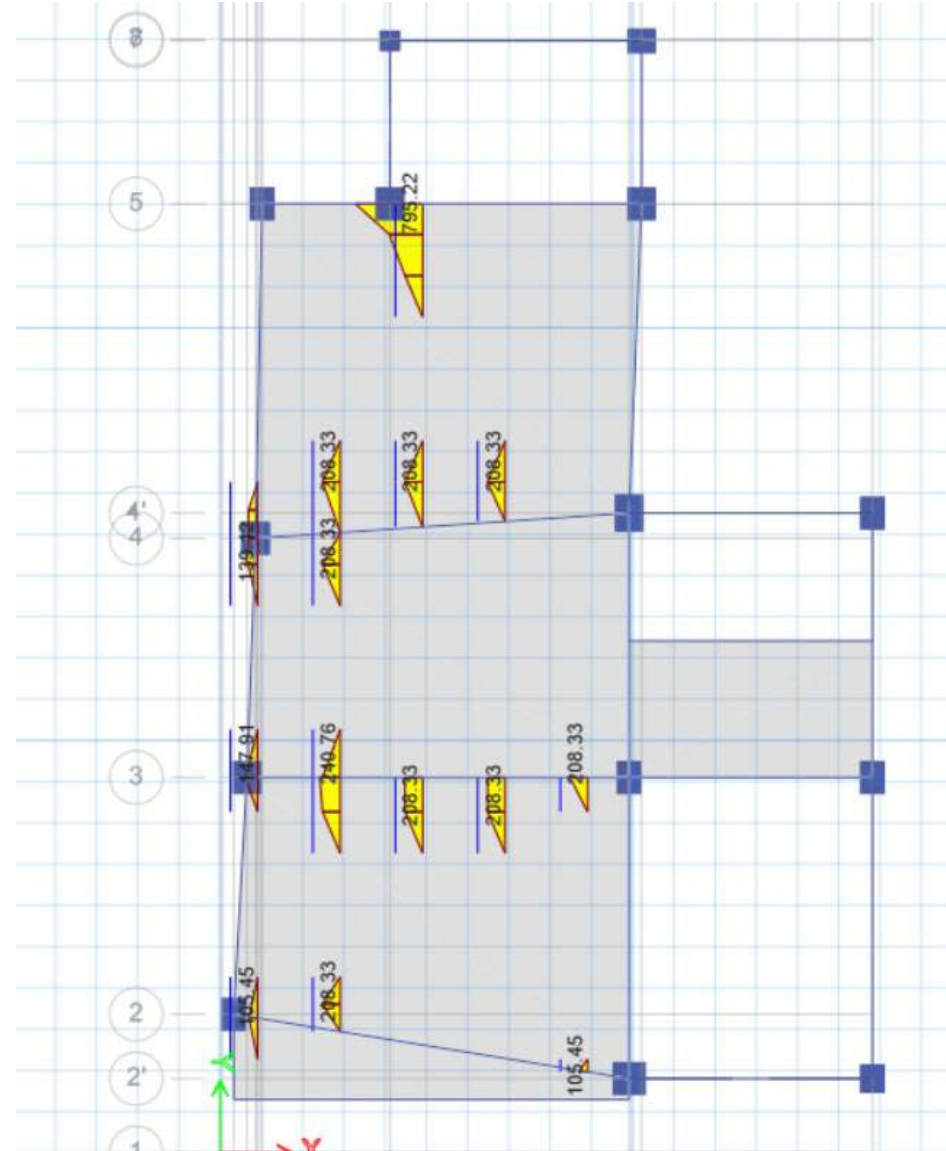


@riavannardi

@riyavanmardi

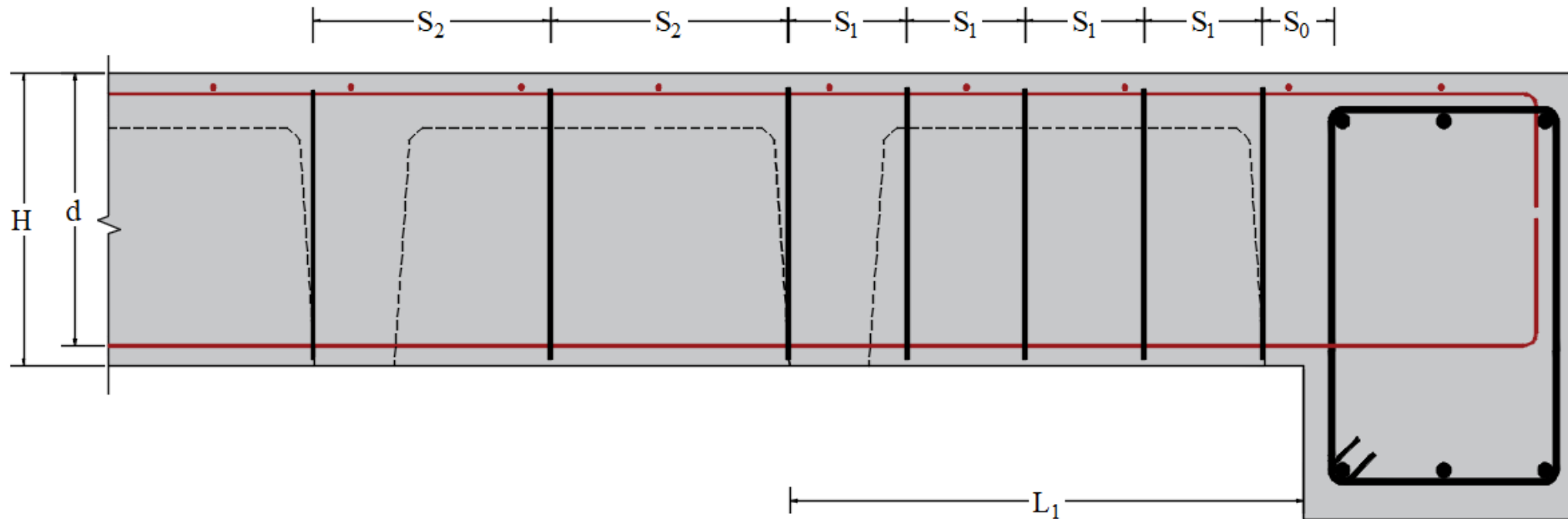


ACI 318-19



ACI 318-14

آرماتور برشی در تیرچه ها



$$S_1 \leq \frac{d}{2}$$

$$L_1$$

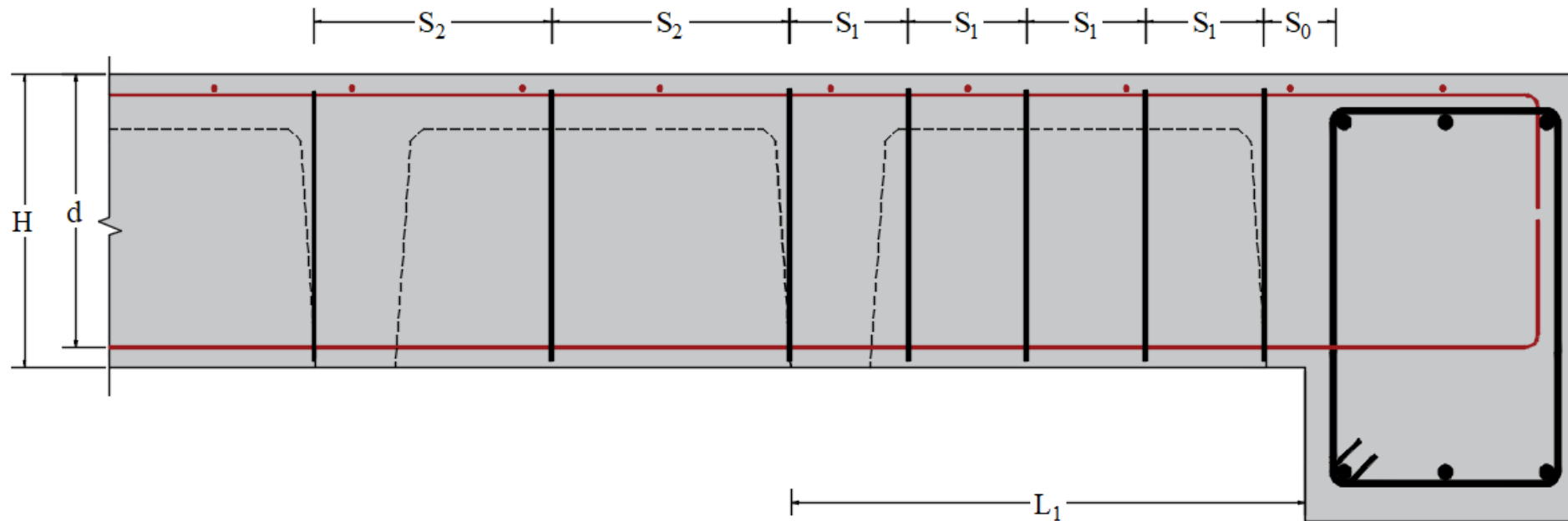
$$S_0 = 100 \text{ mm}$$

در نواحی که نیاز به آرماتور برشی وجود دارد
بر اساس گزارش نرم افزار مشخص می شود



@riavannardi

آرماتور برشی در تیرچه ها



$$S_2 \leq \min(1.5H, 1.2m)$$

در نواحی که نیاز به آرماتور برشی وجود ندارد

cage. The recommended maximum spacing of stirrups used for this purpose is the smaller of **1.5h** or 1.2 m. If applicable, the shear reinforcement provisions of 9.6.3 and 9.7.6.2.2 will require closer stirrup spacings.



کنترل خیز در دال ها

جدول ۹-۱۹-۳ حداکثر تغییر مکان مجاز

انواع عضو	تغییر مکان مورد نظر	حد تغییر مکان	ملاحظات
۱- بامهای تخت که به اعضای غیر سازه‌ای متصل نیستند یا آن‌ها را نگهداری نمی‌کنند؛ و بنا بر این تغییر مکان زیاد آسیبی در این اعضا ایجاد نمی‌کند.	تغییر مکان آبی ناشی از بارهای زنده	$\frac{l}{180}$	-
۲- مانند بالا در مورد کفها		$\frac{l}{360}$	
۳- بامها یا کفهایی که به اعضای غیر سازه‌ای متصل هستند یا آن‌ها را نگهداری میکنند؛ و تغییر مکان زیاد ممکن است آسیبی در این اعضا ایجاد کند.	آن قسمت از تغییر مکان که بعد از اتصال اعضای غیر سازه‌ای ایجاد می‌شود. منظور مجموع اضافه تغییر مکان دراز مدت ناشی	$\frac{l}{480}$	تبصره ۱
۴- بامها یا کفهایی که به اعضای غیر سازه‌ای متصل هستند یا آن‌ها را نگهداری میکنند، ولی تغییر مکان زیاد آسیبی در این اعضا ایجاد نمیکند.	از بارهای دائمی و تغییر مکان آبی ناشی از بارهای زنده است (تبصره ۳).	$\frac{l}{240}$	تبصره ۲

۹-۱۹-۲-۴-۲ در ساختمان‌های متعارف مسکونی، اداری و تجاری رعایت محدودیت‌های شماره‌های ۲ و ۴ از جدول ۹-۱۹-۳ کافی تلقی میشود.

Def-Live= Dead & Live Crack- Dead Crack

Def-Sustain= (Sustain Long Term Crack- Sustain Crack) +(Dead & Live Crack- Self Dead Crack)



@riavannardi



معرفی انواع دال های دو طرفه

جزئیات آرماتورگذاری در دال های دوطرفه

ملاحظات اجرایی دال های دوطرفه

محدودیت های سقف های تیرچه بلوک (دال یک طرفه)

طراحی خمشی و برشی دال دوطرفه

کنترل لرزش و ارتعاش در دال دوطرفه

محدودیت های مشارکت دال در زلزله و ضوابط لرزه ای مربوطه

ترکیب بارهای تعریف شده در نرم افزار در Load Case

نوع آنالیز (Analysis Type)	ترکیبات بار	نام ترکیب بار
Nonlinear (Cracked)	DS	Self Dead Crack
Nonlinear (Cracked)	D+DW+DC+DWC	Dead Crack
Nonlinear (Cracked)	D+DW+DC+DWC+ L1+L2+LR+L1C+L2C+LRC	Dead & Live Crack
Nonlinear (Cracked)	D+DW+DC+DWC+ 0.3(L1+L2+LR+L1C+L2C+LRC)	Sustain Crack
Nonlinear (Long Term Cracked)	D+DW+DC+DWC+ 0.3(L1+L2+LR+L1C+L2C+LRC)	Sustain Long Term Crack

ترکیب بارهای تعریف شده در نرم افزار در Load Combination

Def-Live= (Dead & Live Crack)- (Dead Crack)

Def-Sustain= (Sustain Long Term Crack- Sustain Crack)+(Dead & Live Crack- Self Dead Crack)



General

Load Case Name: Dead+Live

Load Case Type: Nonlinear Static

Mass Source: Previous

Analysis Model: Default

Design...

Notes...

Initial Conditions

- ☒ Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State
- ☐ Continue from State at End of Nonlinear Case (Loads at End of Case ARE Included)

Nonlinear Case

Loads Applied

Load Type	Load Name	Scale Factor
Load Pattern	D	1
Load Pattern	DC	1
Load Pattern	DW	1
Load Pattern	DWC	1



Add

Delete

Other Parameters

Modal Load Case: Modal

Geometric Nonlinearity Option: None

Load Application: Full Load

Results Saved: Final State Only

Floor Cracking Analysis: Cracked (Short Term)

Nonlinear Parameters: Default - Iterative Event-to-Event

Modify/Show...

Modify/Show...

Modify/Show...

Modify/Show...

OK

Cancel

کنترل خیز در دال ها

E Floor Cracking Analysis Parameters

Floor Cracking Analysis Options

- ☐ No Cracked Analysis
- ☒ Cracked (Short Term)
- ☐ Cracked (Long Term)

Long Term Cracking Options

- ☐ Creep and Shrinkage Parameters from Material Properties

Age at Loading, Days

Cracked Age for Creep/Shrinkage, Days

- ☒ Creep, Shrinkage and Aging Coefficient Specified Below

Creep Coefficient

Shrinkage Strain

Aging Coefficient

Other Cracking Parameters

Relative Displacement Convergence Tolerance: 0.005

Maximum Iterations: 30

Note

The cracking analysis is only done on concrete beams and slabs that have been designed and/or their reinforcement has been specified. All other objects are treated as linear.

OK

Cancel

با نرم افزار Etabs



@riavannardi

6

Define\Load Cases

General

Load Case Name: Sustain long term Design...

Load Case Type: Nonlinear Static Notes...

Mass Source: Previous

Analysis Model: Default

Initial Conditions

☒ Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State

☐ Continue from State at End of Nonlinear Case (Loads at End of Case ARE Included)

Nonlinear Case:

Loads Applied

Load Type	Load Name	Scale Factor
Load Pattern	L1C	0.3
Load Pattern	L2	0.3
Load Pattern	L2C	0.3

Add Delete

Other Parameters

Modal Load Case: Modal

Geometric Nonlinearity Option: None

Load Application: Full Load Modify/Show...

Results Saved: Final State Only Modify/Show...

Floor Cracking Analysis: **Cracked (Long Term)** Modify/Show...

Nonlinear Parameters: Default - Iterative Event-to-Event Modify/Show...

OK Cancel

کنترل خیز در دال ها

Floor Cracking Analysis Parameters

Floor Cracking Analysis Options

☐ No Cracked Analysis

☐ Cracked (Short Term)

☒ Cracked (Long Term)

Long Term Cracking Options

☐ Creep and Shrinkage Parameters from Material Properties

Age at Loading, Days:

Cracked Age for Creep/Shrinkage, Days:

☒ Creep, Shrinkage and Aging Coefficient Specified Below

Creep Coefficient: 2.35

Shrinkage Strain: 0.00078

Aging Coefficient: 0.8

Other Cracking Parameters

Relative Displacement Convergence Tolerance: 0.005

Maximum Iterations: 30

Note

The cracking analysis is only done on concrete beams and slabs that have been designed and/or their reinforcement has been specified. All other objects are treated as linear.

OK Cancel



@riavannardi

کنترل خیز در دال ها

تنظیمات نرم افزار (ضرایب ترک خوردگی اعضا در کنترل خیز و فرکانس)

Property/Stiffness Modifiers for Analysis	
Cross-section (axial) Area	1
Shear Area in 2 direction	1
Shear Area in 3 direction	1
Torsional Constant	0.15
Moment of Inertia about 2 axis	0.5
Moment of Inertia about 3 axis	0.5
Mass	1
Weight	1

ضرایب ترک خوردگی تیرها

Property/Stiffness Modifiers for Analysis	
Cross-section (axial) Area	1
Shear Area in 2 direction	1
Shear Area in 3 direction	1
Torsional Constant	1
Moment of Inertia about 2 axis	1
Moment of Inertia about 3 axis	1
Mass	1
Weight	1

ضرایب ترک خوردگی ستون ها

اعمال ضریب λ به تیرها در کنترل خیز مجاز و در راستای اطمینان است
در صورت استفاده از نرم افزار Safe16 ضرایب ترک خوردگی تیر 1 وارد می شود
در صورت استفاده از ورژن بالاتر نرم افزار Safe ضرایب ترک خوردگی پیچشی
مشابه فایل Etabs وارد شود



@riavannardi

کنترل خیز در دال ها

تنظیمات نرم افزار (ضرایب ترک خوردگی اعضا در کنترل خیز و فرکانس)

Shell Assignment - Stiffness Modifiers

Property/Stiffness Modifiers for Analysis

Membrane f11 Direction	1
Membrane f22 Direction	1
Membrane f12 Direction	1
Bending m11 Direction	1
Bending m22 Direction	1
Bending m12 Direction	1
Shear v13 Direction	1
Shear v23 Direction	1
Mass	1
Weight	1

OK Close Apply

ضرایب ترک خوردگی دال ها

Shell Assignment - Stiffness Modifiers

Property/Stiffness Modifiers for Analysis

Membrane f11 Direction	1
Membrane f22 Direction	1
Membrane f12 Direction	1
Bending m11 Direction	0.35
Bending m22 Direction	0.35
Bending m12 Direction	0.35
Shear v13 Direction	1
Shear v23 Direction	1
Mass	1
Weight	1

OK Close Apply

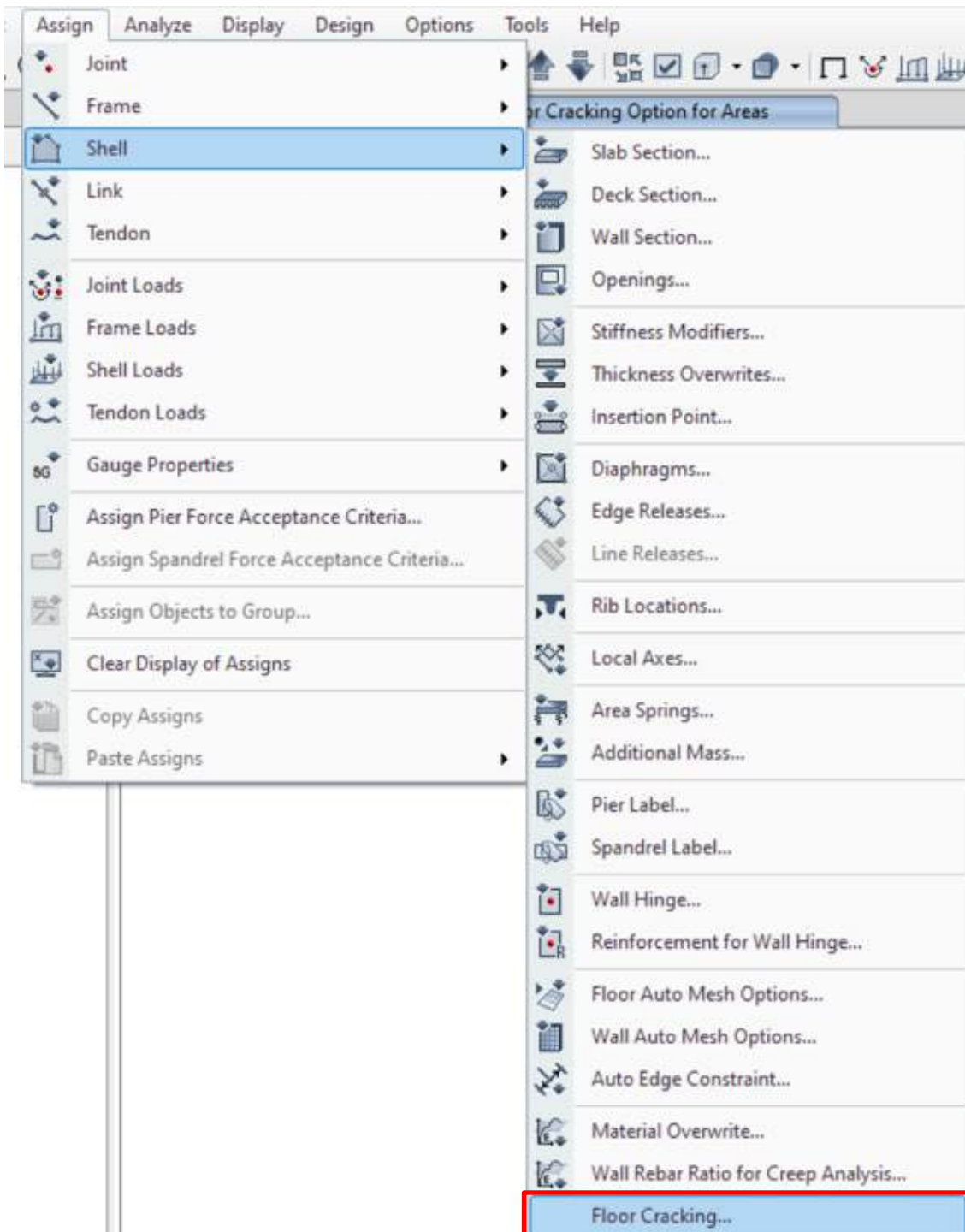
ضرایب ترک خوردگی دیوارهای برشی



@riavannardi

کنترل خیز در دال ها

تنظیمات نرم افزار



Assign Floor Cracking Option to Floor Objects

☒ Consider Selected Floor Objects in Floor Cracking Analysis

OK

Close

Apply

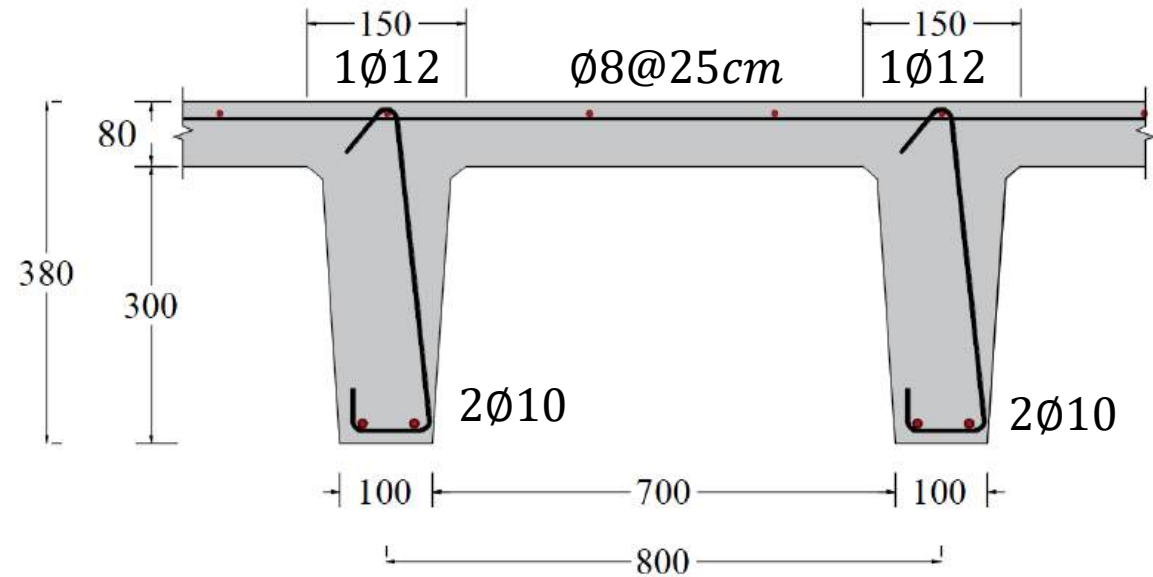
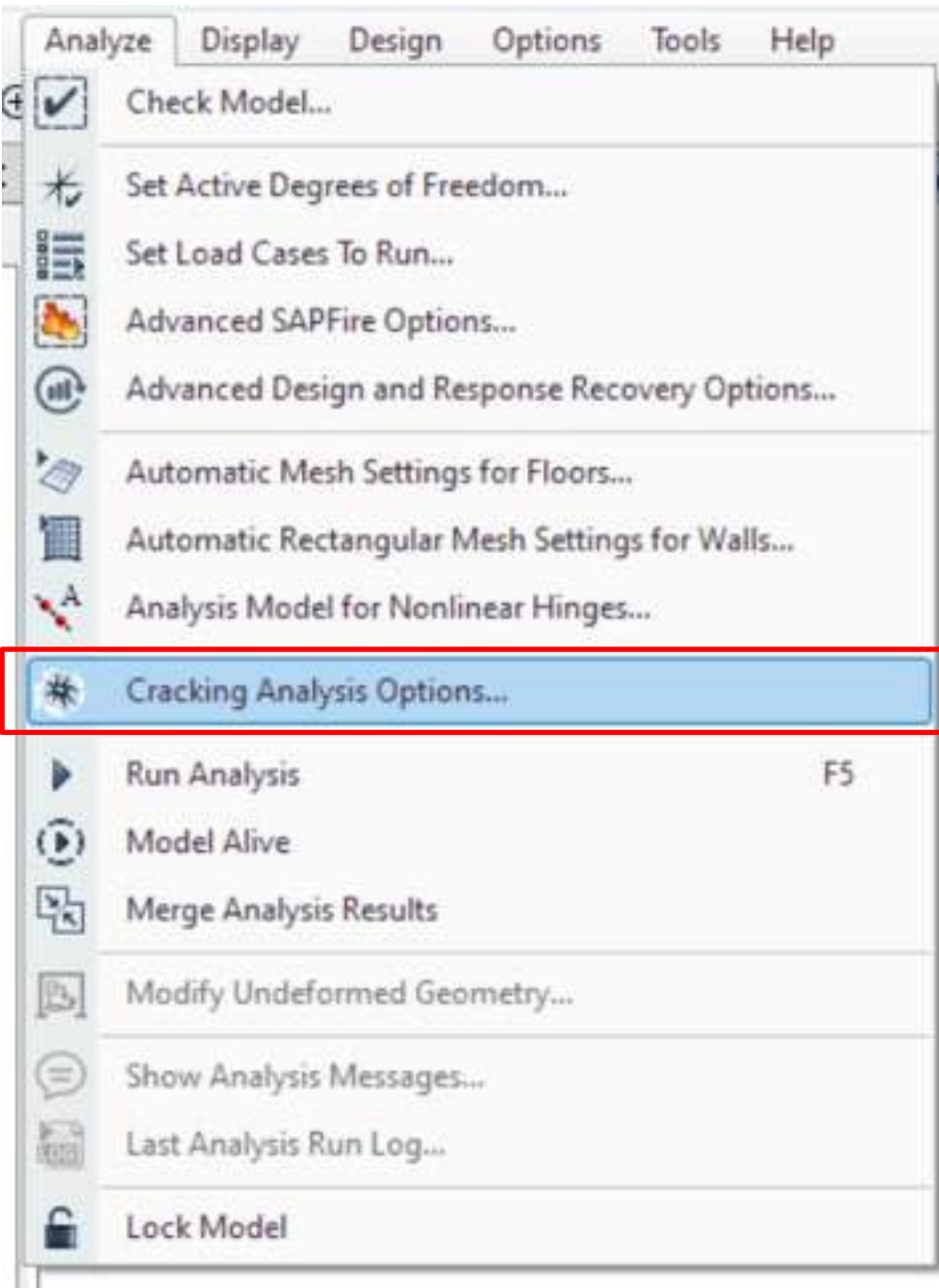


@riavannardi

90

کنترل خیز در دال ها

تنظیمات نرم افزار



$$\rho_{top} = \frac{113 + 2 \times 50}{800 \times 380} = 0.0007$$

$$\rho_{bot} = \frac{2 \times 79}{800 \times 380} = 0.00052$$

$$\min(\rho_{top}, \rho_{bot}) = 0.00052$$



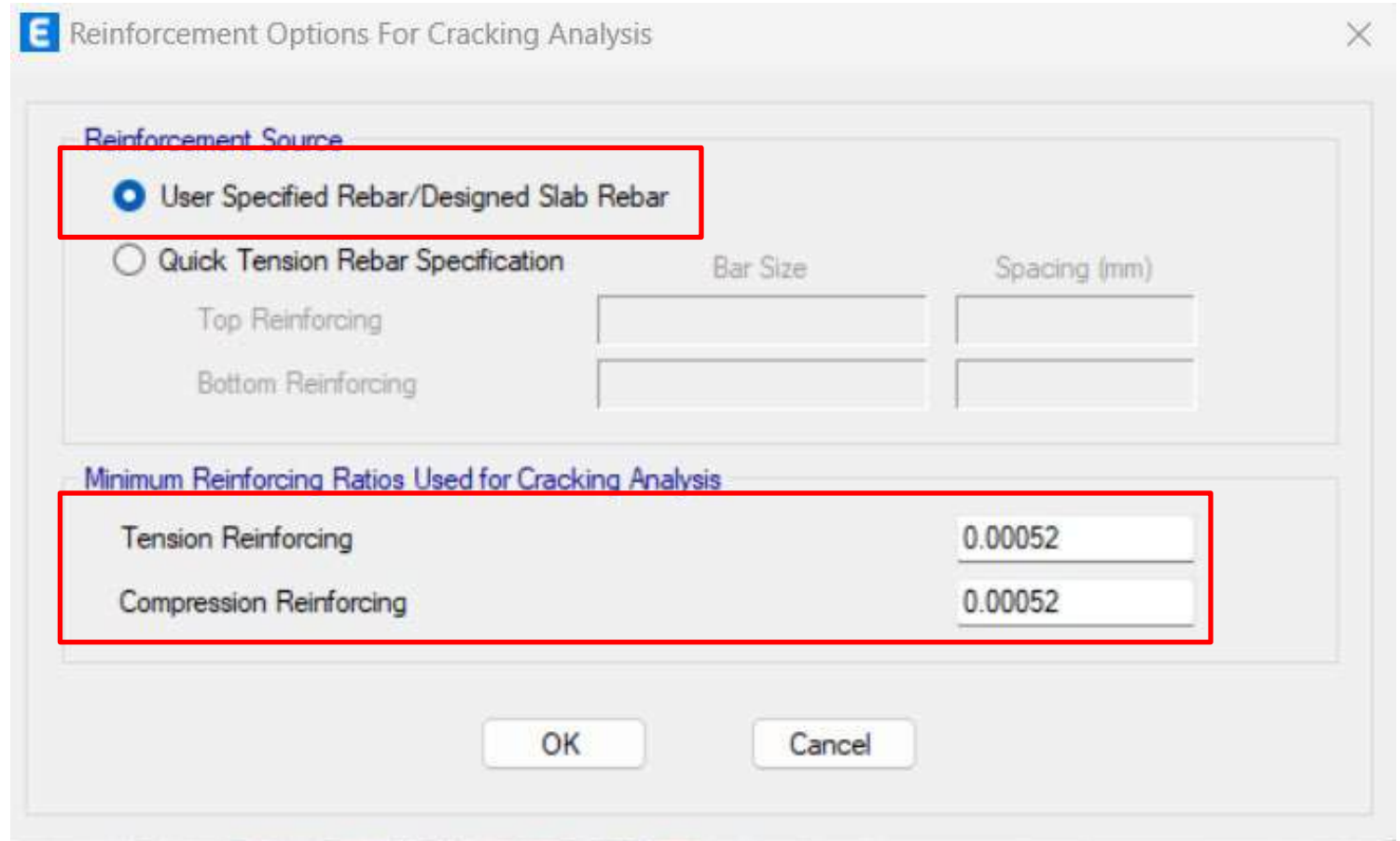
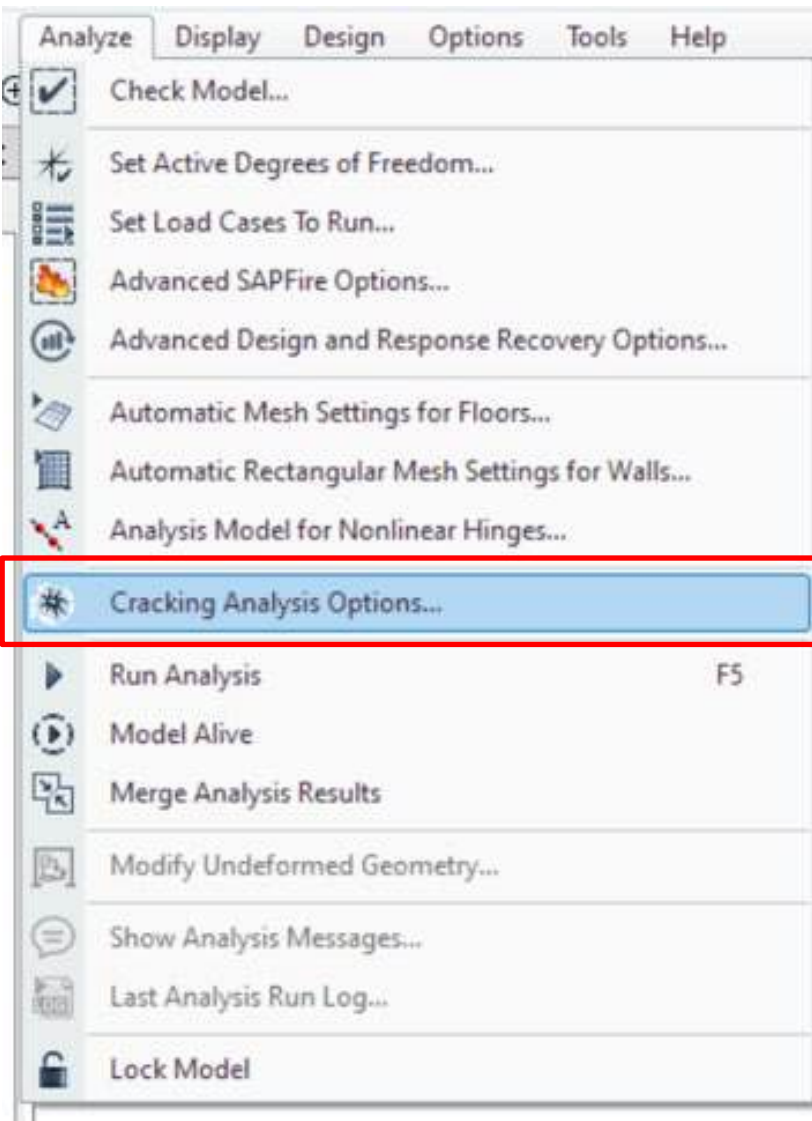
@riavannardi

کنترل خیز در دال ها

تنظیمات نرم افزار



@riavannardi





Def-Live= Dead & Live Crack- Dead Crack

Def-Sustain= (Sustain Long Term Crack- Sustain Crack) +
(Dead & Live Crack- Self Dead Crack)

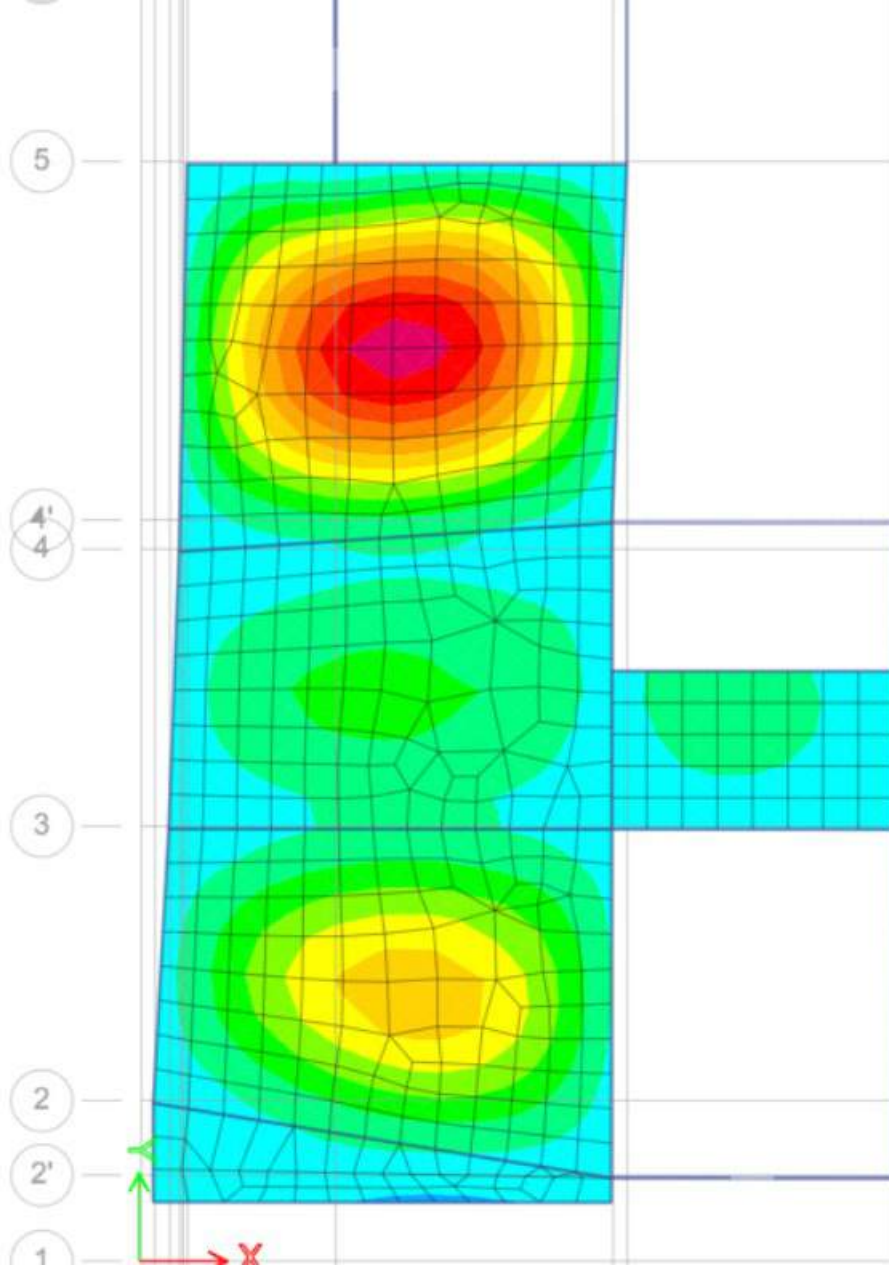
کاربری طبقه	ترکیبات بارگذاری	مقدار حداکثر تغییر شکل مجاز
بام	Def-Live	L/180
طبقات	Def-Live	L/360
طبقات و بام	Def-Sustain	L/240

خیز مجاز در طره ها تا ۲ برابر مقدار جدول فوق میتواند باشد

کنترل خیز در دال ها



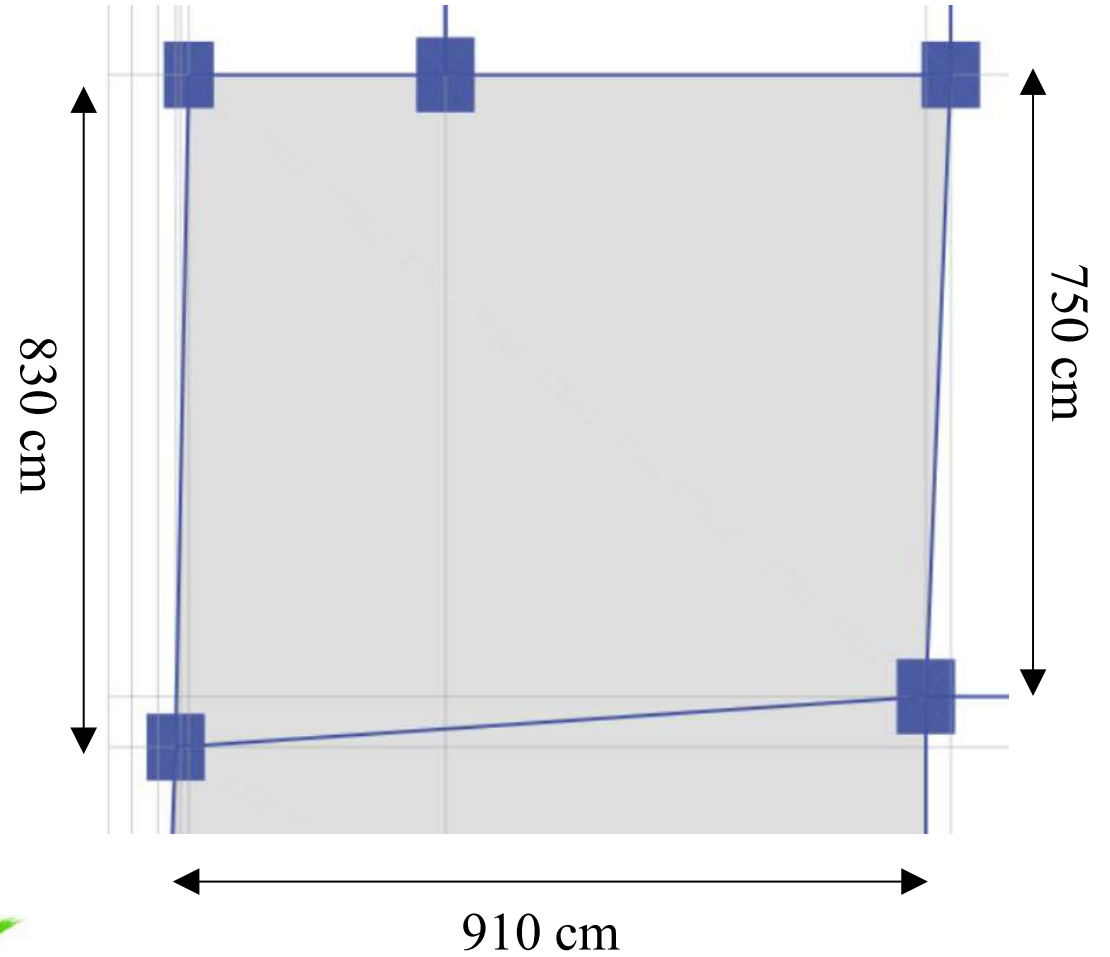
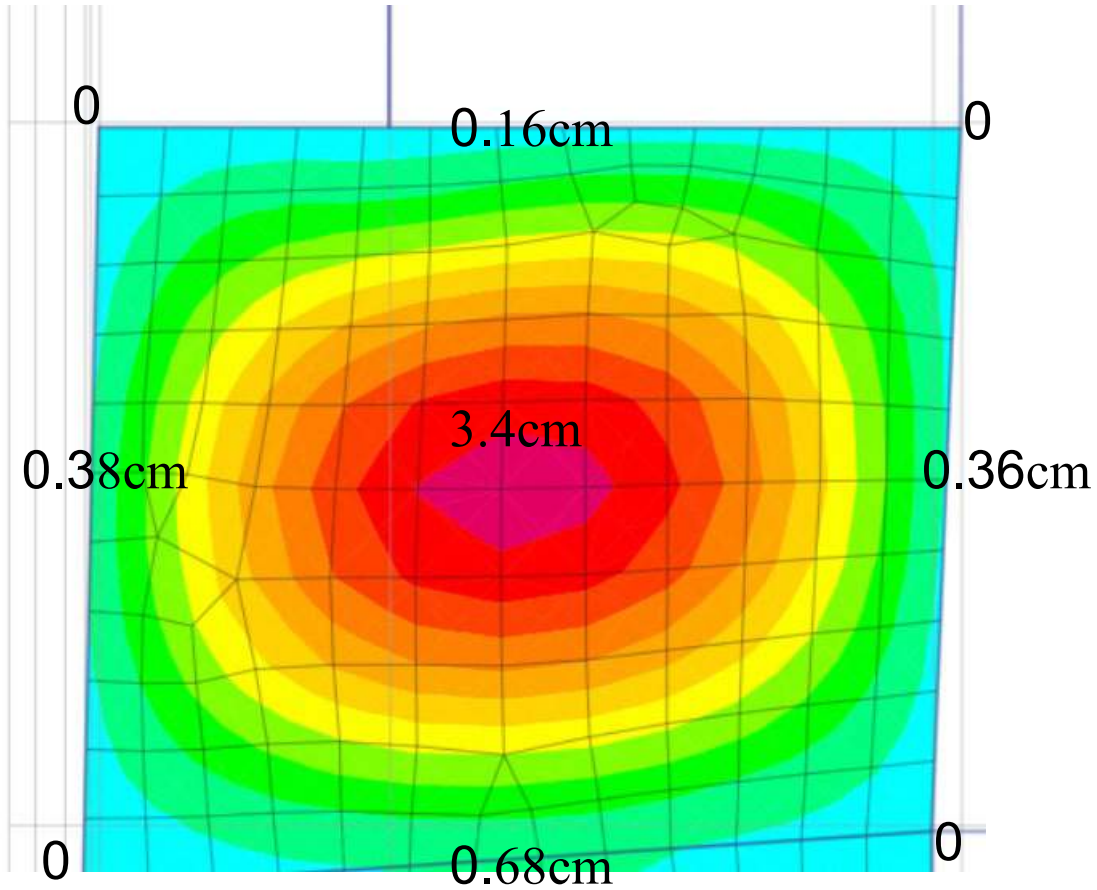
@riavannardi



Def-Sustain max=3.4cm

$$\text{Def-Sustain} = (\text{Sustain Long Term Crack} - \text{Sustain Crack}) + (\text{Dead \& Live Crack} - \text{Self Dead Crack})$$

کنترل خیز در دال ها



$$3.4 - \frac{0.68 + 0.16}{2} = 2.98cm \leq \frac{(830 + 750)/2}{240}$$



$$3.4 - \frac{0.38 + 0.36}{2} = 3.03cm \leq \frac{910}{240}$$



$$3.4 \leq \frac{\sqrt{910^2 + 750^2}}{240}$$



@riavannardi

95



معرفی دال های مجوف و محدودیت های هندسی دال ها

طراحی خمشی دال های مجوف

طراحی برشی دال های مجوف

کنترل خیز در دال های دوطرفه

کنترل ارتعاش در دال های دوطرفه

محدودیت های مشارکت دال در زلزله و ضوابط لرزه ای مربوطه

کنترل ارتعاش در دال های دوطرفه

روش اول: کنترل تغییر مکان معادل با فرکانس در کف با Safe یا Etabs
روش دوم: کنترل فرکانس در کف با Safe یا Etabs
روش سوم: کنترل شتاب کف بر اساس ضوابط 1 ATC-Design Guide

کنترل ارتعاش در کف ها



روش اول: کنترل تغییر مکان معادل با فرکانس در کف با Etabs یا Safe

برای محاسبه‌ی فرکانس دوره‌ای، f ، می‌توان از رابطه‌ی (۹-۱۹-۶) استفاده نمود.

$$f = \frac{18}{\sqrt{\Delta_{is}}} \quad (۹-۱۹-۶)$$

که در آن Δ_{is} تغییر مکان استاتیکی قائم حداکثر کف تحت اثر بار مرده و بخشی از بار زنده که دائمی فرض می‌شود (بر حسب میلی متر)، و f فرکانس دوره‌ای ارتعاش بر حسب هرتز می‌باشد. در صورتی که به مطالعات جامع تر برای ارتعاش کف ها نیاز باشد می‌توان از مراجع معتبر بین‌المللی دیگر بجای رابطه ۹-۱۹-۶ و جدول ۹-۱۹-۴ استفاده نمود.

$$\frac{18}{\sqrt{\Delta_{is}}} \geq 5 \text{ Hz} \rightarrow \Delta_{is} \leq 13 \text{ mm}$$

بجای کنترل لرزش می‌توان تغییر مکان دال تحت بار را حساب کرده و در صورت کمتر بودن

تغییر مکان از 13 mm لرزش دال جوابگو می‌باشد



روش اول: کنترل تغییر مکان معادل با فرکانس با Etabs یا Safe

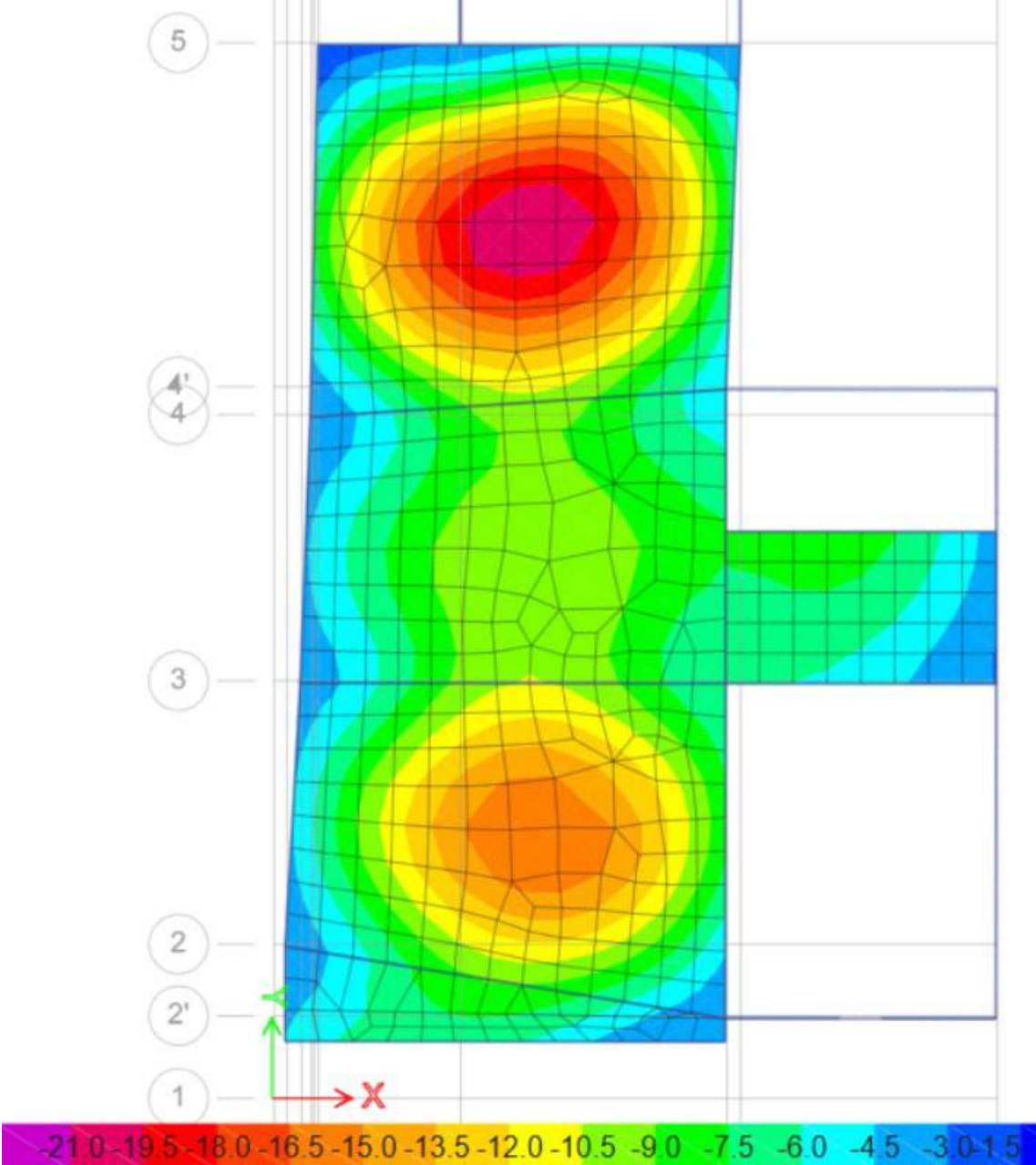
$$\Delta_{is} = 21 \text{ mm} \geq 13 \text{ mm} \quad \times$$

کنترل لرزش با نرم افزار Safe و تحت ترکیب بار

Sustain Crack



@riavannardi



Sustain Crack

D+DW+DC+DWC+
0.3(L1+L2+LR+L1C+L2C+LRC)

Nonlinear (Cracked)

روش دوم: کنترل فرکانس در کف با Etabs یا Safe

حداقل فرکانس دوره‌ای کف‌ها برای کاربری‌های مختلف نباید از مقادیر مشخص شده در جدول

۹-۱۹-۴ کمتر باشد:

جدول ۹-۱۹-۴ حداقل فرکانس دوره‌ای کف‌ها

نوع کاربری	حداقل فرکانس دوره‌ای کف‌ها (f)
ساختمان‌های مسکونی و اداری	$f \geq 5 \text{ Hz}$
ساختمان‌های تجاری-فروشگاه‌ها	$f \geq 4 \text{ Hz}$
سالن‌های اجتماعات با صندلی‌های ثابت	$f \geq 4 \text{ Hz}$
سالن‌های اجتماعات بدون صندلی‌های ثابت	$f \geq 8.5 \text{ Hz}$
تعمیرگاه‌ها، سالن‌های ژیمناستیک و ورزشی	$f \geq 9.5 \text{ Hz}$
پارکینگ‌ها	$f \geq 4 \text{ Hz}$

مدول الاستیسیته بتن در نرم
افزار در 1.25 ضرب شود

در محاسبه‌ی فرکانس دوره‌ای ارتعاش کف‌ها، باید اثر ترک خوردگی قطعات، با منظور نمودن ممان اینرسی مؤثر، I_e ، متناظر با بارهای مرده و زنده‌ی بدون ضریب، در محاسبه‌ی تغییر شکل‌ها مورد توجه قرار گیرد. این تغییر شکل‌ها مربوط به اثر بارهای مرده و بخشی از بارهای زنده که دائمی فرض می‌شود (بدون ضرایب بار) بوده و ضریب ارتجاعی دینامیکی بتن ۱/۲۵ برابر مقدار E_c منظور می‌گردد.



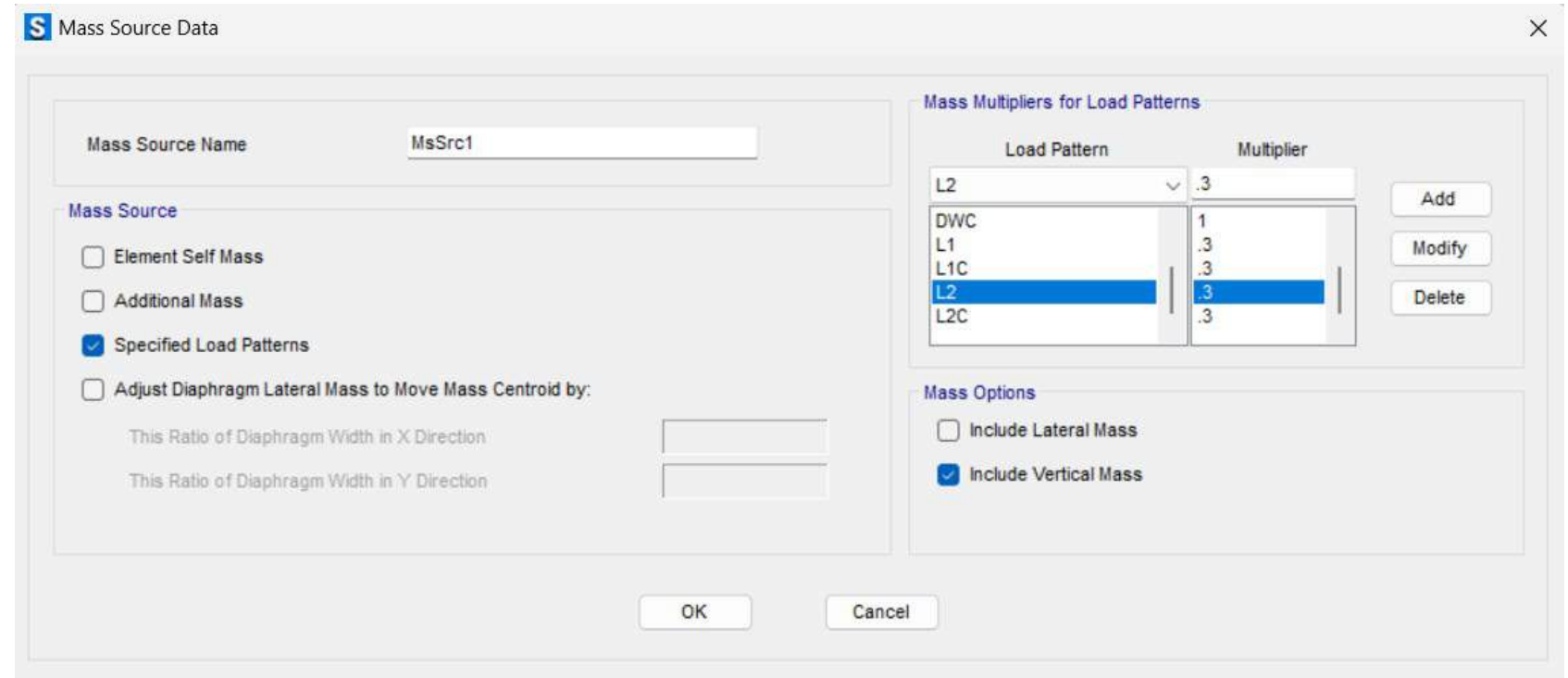
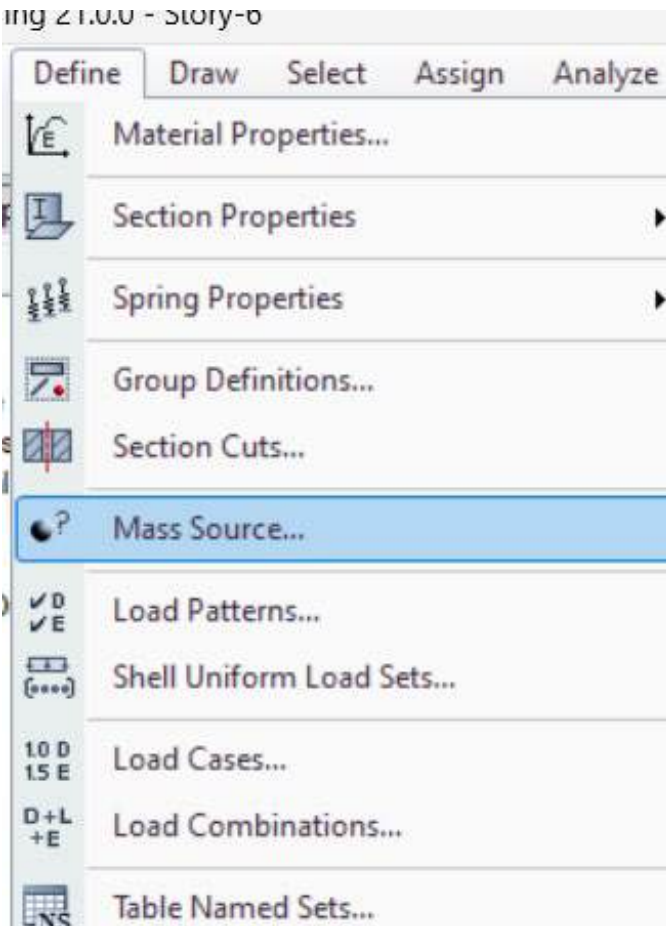
@riavannardi

روش دوم: کنترل فرکانس در کف با Etabs یا Safe

تنظیمات جرم لرزه ای



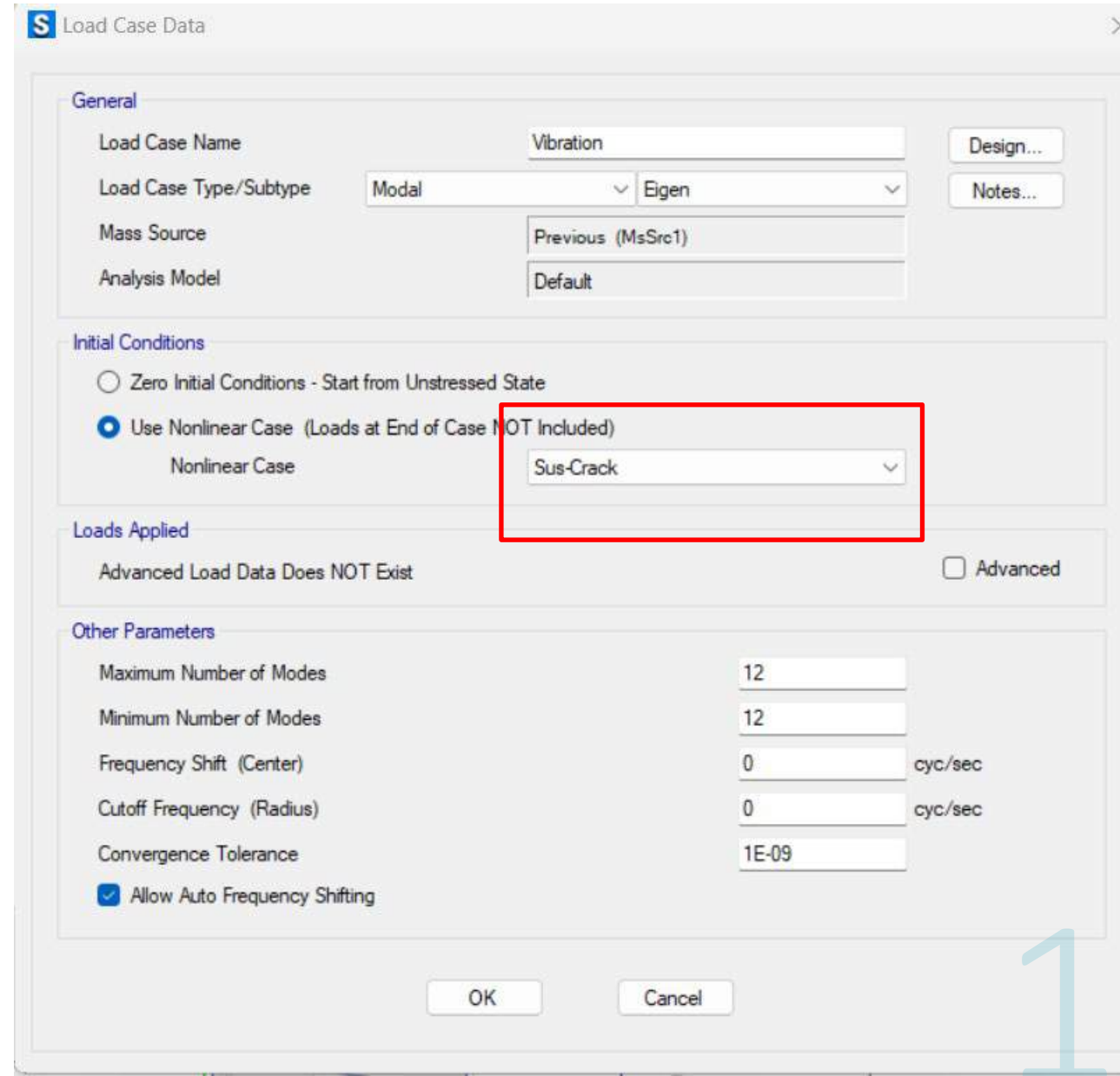
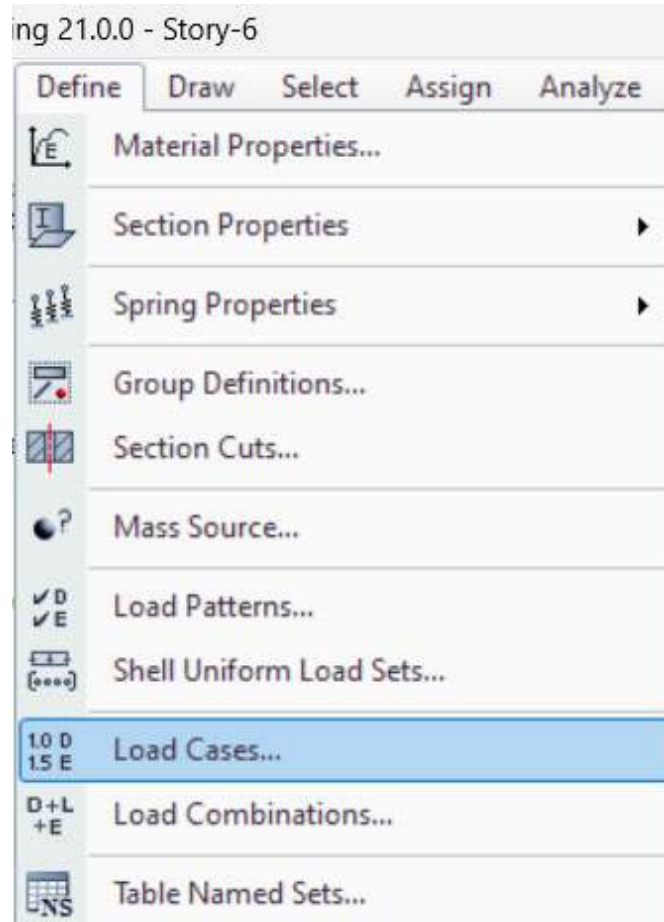
@riavannardi



تنظیمات نرم افزار Safe

101

روش دوم: کنترل فرکانس در کف با Etabs یا Safe



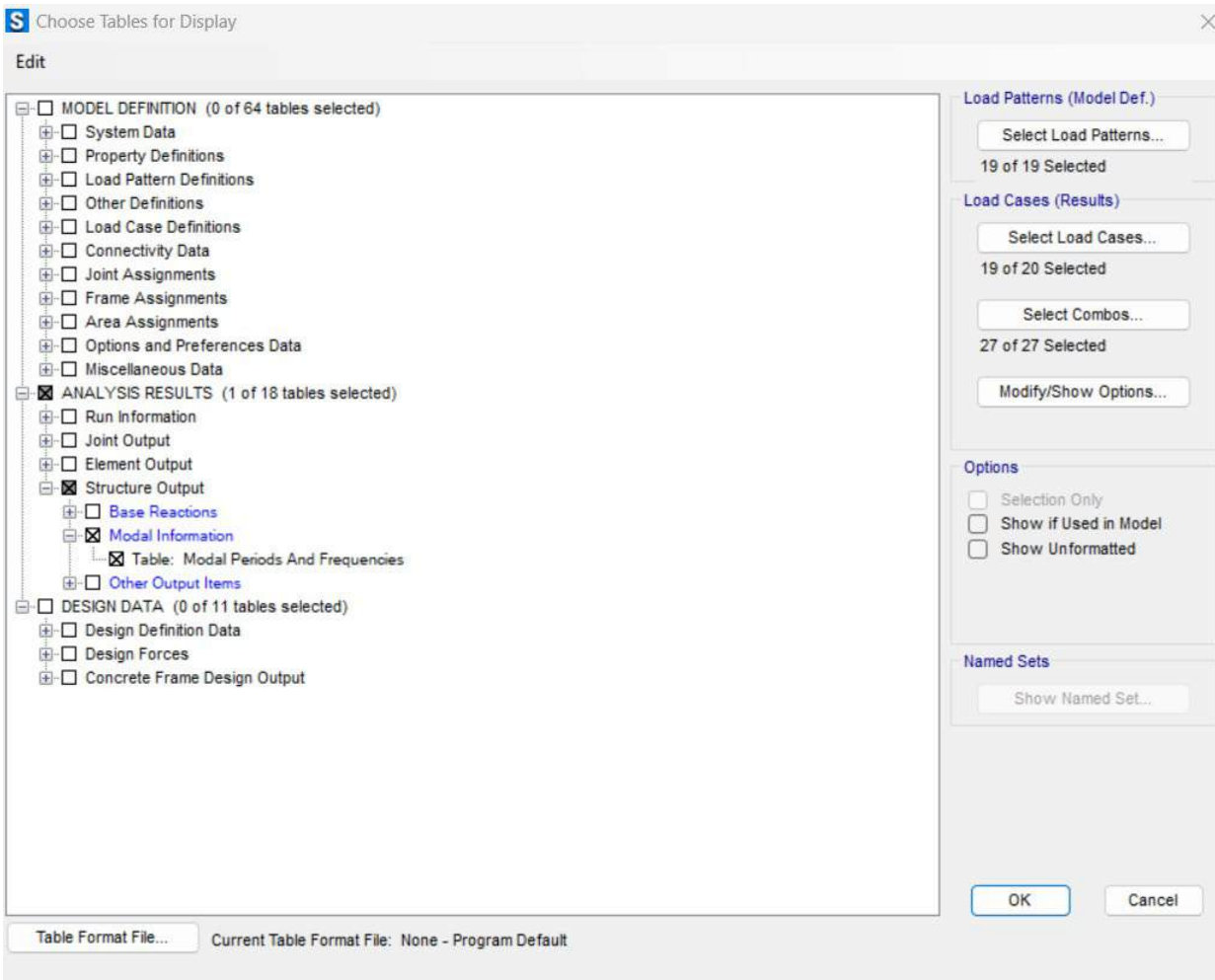
تنظیمات نرم افزار Safe



@riavannardi

102

روش دوم: کنترل فرکانس در کف با Etabs یا Safe



Modal Periods And Frequencies

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None Modal Periods

Filter: None

	Case	Mode	Period sec	Frequency cyc/sec	CircFreq rad/sec	Eigenvalue rad ² /sec ²
▶	Vibration	1	0.187	5.343	33.5681	1126.8198
	Vibration	2	0.175	5.708	35.8641	1286.2347
	Vibration	3	0.149	6.707	42.1408	1775.8441
	Vibration	4	0.125	7.976	50.1149	2511.5007
	Vibration	5	0.103	9.706	60.9855	3719.2314
	Vibration	6	0.099	10.092	63.4077	4020.5345
	Vibration	7	0.093	10.781	67.7398	4588.6759
	Vibration	8	0.091	11.01	69.1781	4785.6136
	Vibration	9	0.085	11.81	74.204	5506.2326
	Vibration	10	0.075	13.318	83.6771	7001.8611
	Vibration	11	0.073	13.709	86.1364	7419.4784
	Vibration	12	0.067	14.982	94.1325	8860.9209

$$f \geq 5 \text{ Hz}$$



کنترل لرزش با Safe

103



@riavannardi

روش دوم: کنترل فرکانس در کف با Etabs یا Safe

برای کنترل ارتعاش در دال‌ها با نرم‌افزار Etabs و بر اساس فرکانس باید بصورت زیر عمل کرد:
الف- در قسمت Mass Source فقط گزینه Include Vertical Mass انتخاب شود، تا تنها موده‌های ارتعاش قائم توسط نرم افزار محاسبه گردد:

Mass Source Data

Mass Source Name: MsSrc1

Mass Source

- ☐ Element Self Mass
- ☐ Additional Mass
- ☒ Specified Load Patterns
- ☐ Adjust Diaphragm Lateral Mass to Move Mass Centroid by:

This Ratio of Diaphragm Width in X Direction:

This Ratio of Diaphragm Width in Y Direction:

Mass Multipliers for Load Patterns

Load Pattern	Multiplier
L2c	0.3
D2c	1
L1	0.3
L1c	0.3
L2	0.3
L2c	0.3

Mass Options

- ☐ Include Lateral Mass
- ☒ Include Vertical Mass
- ☐ Lump Lateral Mass at Story Levels

OK Cancel

تنظیمات نرم افزار Etabs



روش دوم: کنترل فرکانس در کف با Etabs یا Safe

ب- از منوی Define>Load Case Data حالت بار مودال تعریف و در قسمت Load Case Type گزینه Modal انتخاب گردد. در قسمت Load Applied تنها Acceleration UZ انتخاب می شود. با این تعریف، نرم افزار به صورت خودکار مودهای اصلی ارتعاشی سقف و دوره تناوب آن را محاسبه می کند. همچنین برای در نظر گرفتن اثرات ترک خوردگی خمشی تیر و دال باید از گزینه Stiffness at End of Nonlinear Case ترکیب بار Sus Crack انتخاب گردد.

Load Case Data

General

Load Case Name: Modal

Load Case Type/Subtype: Modal Ritz

Mass Source: Previous (MsSrc1)

Analysis Model: Default

P-Delta/Nonlinear Stiffness

☐ Use Preset P-Delta Settings

☒ Use Nonlinear Case (Loads at End of Case NOT Included)

Nonlinear Case: Sus-Crack

Loads Applied

Load Type	Load Name	Maximum Cycles	Target Dyn. Par. Ratio, %
Acceleration	UZ	0	99

Other Parameters

Maximum Number of Modes: 24

Minimum Number of Modes: 24

OK Cancel

تنظیمات نرم افزار Etabs



@riavannardi

روش دوم: کنترل فرکانس در کف با Etabs یا Safe

ج- برای مشاهده دوره تناوب مودهای اصلی می‌توان از منوی Display>Show Table Analysis در شاخه Modal Periods and Frequencies گزینه Results Data>Modal Information را انتخاب نمود تا فرکانس‌های ارتعاشی و دوره تناوب آن‌ها نمایش داده شود. در این جدول فرکانس بر حسب Cyc/sec کلیه مودهای ارتعاشی باید بزرگتر از مقادیر مشخص شده در جدول باشد.

$$f \geq 5 \text{ Hz}$$



E Choose Tables for Display

Edit

☐ MODEL DEFINITION (0 of 116 tables selected)

- ☐ System Data
- ☐ Property Definitions
- ☐ Load Pattern Definitions
- ☐ Other Definitions
- ☐ Load Case Definitions
- ☐ Connectivity Data
- ☐ Joint Assignments
- ☐ Frame Assignments
- ☐ Area Assignments
- ☐ Options and Preferences Data
- ☐ Miscellaneous Data

☒ ANALYSIS RESULTS (1 of 42 tables selected)

- ☐ Run Information
- ☐ Joint Output
- ☐ Element Output
- ☒ Structure Output
 - ☐ Base Reactions
 - ☒ Modal Information
 - ☒ Table: Modal Periods And Frequencies
 - ☐ Table: Modal Participating Mass Ratios
 - ☐ Table: Modal Load Participation Ratios
 - ☐ Table: Modal Participation Factors
 - ☐ Table: Modal Direction Factors
 - ☐ Table: Response Spectrum Modal Info
- ☐ Other Output Items

☐ DESIGN DATA (0 of 14 tables selected)

- ☐ Design Definition Data

Load Patterns (Model Def.)

Select Load Patterns...

6 of 80 Selected

Load Cases (Results)

Select Load Cases...

14 of 114 Selected

Select Combos...

0 of 617 Selected

Modify/Show Options...

Options

- ☐ Selection Only
- ☐ Show if Used in Model
- ☐ Show Unformatted

Named Sets

Show Named Set...

OK Cancel

Table Format File... Current Table Format File: None - Program Default

E Modal Periods And Frequencies

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None Modal Periods

Filter: None

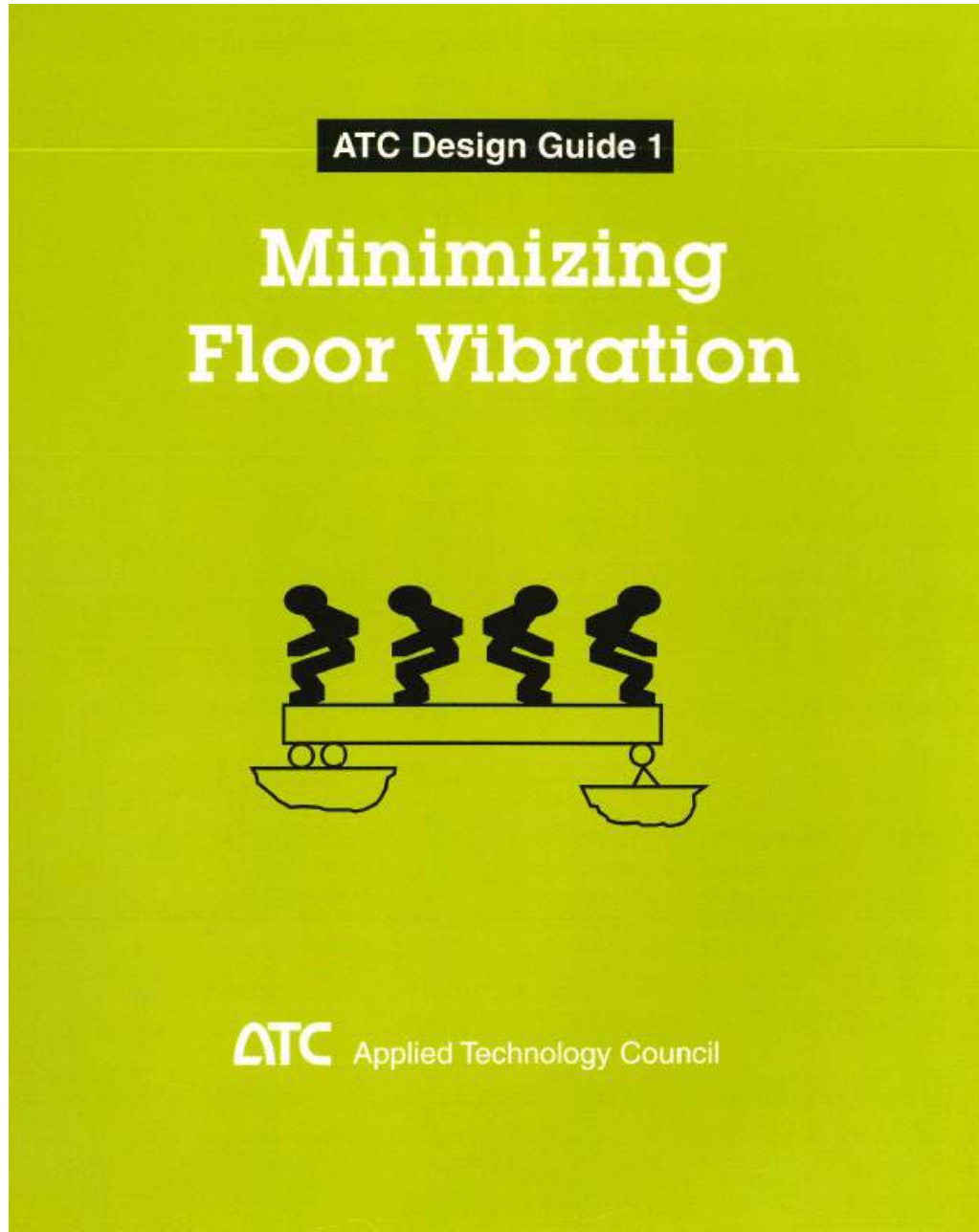
	Case	Mode	Period sec	Frequency cyc/sec	CircFreq rad/sec	Eigenvalue rad ² /sec ²
	Modal	1	0.137	7.288	45.7907	2096.7915
	Modal	2	0.133	7.506	47.1607	2224.1318
	Modal	3	0.131	7.634	47.9667	2300.8075
	Modal	4	0.129	7.749	48.6884	2370.5648
	Modal	5	0.128	7.803	49.0261	2403.5622
	Modal	6	0.114	8.808	55.3424	3062.7786
	Modal	7	0.107	9.359	58.807	3458.2676
	Modal	8	0.106	9.434	59.2772	3513.7908
	Modal	9	0.104	9.655	60.6637	3680.079
	Modal	10	0.102	9.824	61.7282	3810.369
	Modal	11	0.091	10.936	68.7134	4721.536
	Modal	12	0.088	11.39	71.5644	5121.4598
	Modal	13	0.082	12.222	76.7947	5897.4247
	Modal	14	0.078	12.88	80.9262	6549.0554
▶	Modal	15	0.068	14.704	92.3901	8535.9366
	Modal	16	0.066	15.117	94.9834	9021.8443

Record: << < 15 > >> of 24

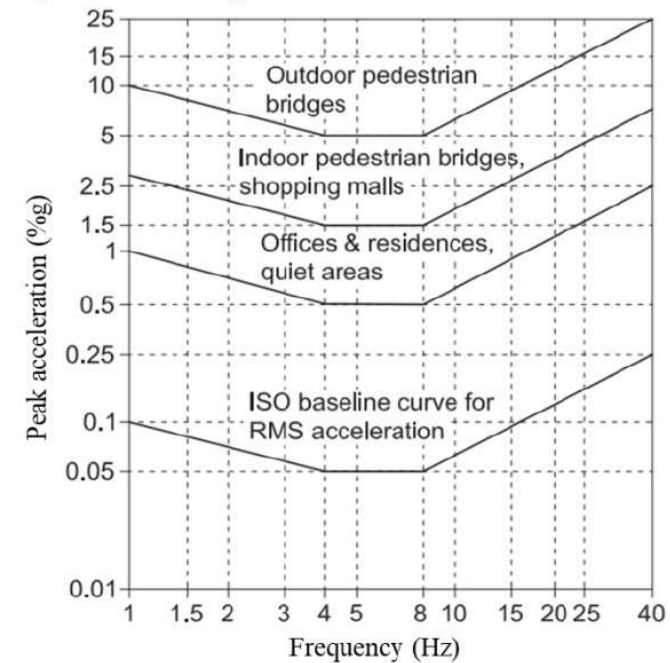


@riavannardi

روش سوم: کنترل لرزش بر اساس 1 ATC Design Guide (کنترل بر اساس شتاب)



$$\frac{a_p}{g} = \frac{P_0 e^{-0.35f}}{\beta W}$$



@riavannardi

107

روش سوم: کنترل لرزش بر اساس 1 ATC Design Guide (کنترل بر اساس شتاب)



@riavannardi

$$\frac{a_p}{g} = \frac{P_0 e^{-0.35f}}{\beta W}$$

$\frac{a_p}{g}$ حداکثر نسبت شتاب حرکت

P_0 نیروی ثابت ناشی از حرکت افراد که پیشنهاد ATC40 برای کاربری اداری و مسکونی برابر با 29 kg

f حداقل فرکانس خروجی نرم افزار Safe

W وزن کل موثر چشمه سقف برابر با کل وزن مرده و ۳۰ درصد بار زنده سقف ضرب در مساحت کف

کف های فاقد دیوار مانند کف های اداری و مراکز خرید 2%

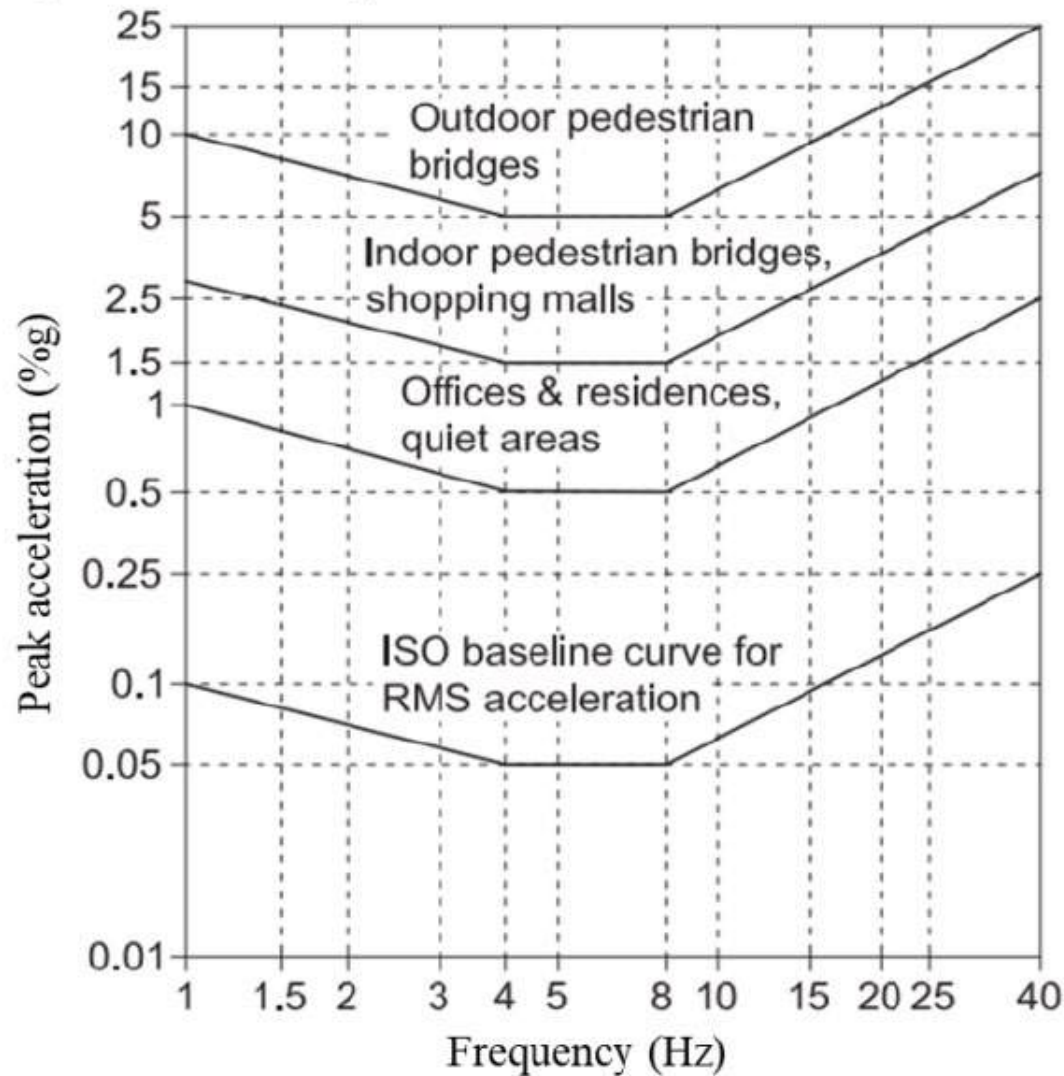
کف های دارای دیوار پارتیشن غیر متصل به سازه 3%

کف های دارای دیوار پارتیشن متصل به سازه 5%

β نسبت میرایی

روش سوم: کنترل لرزش بر اساس ATC Design Guide 1 (کنترل بر اساس شتاب)

$$\frac{a_p}{g} \times 100$$

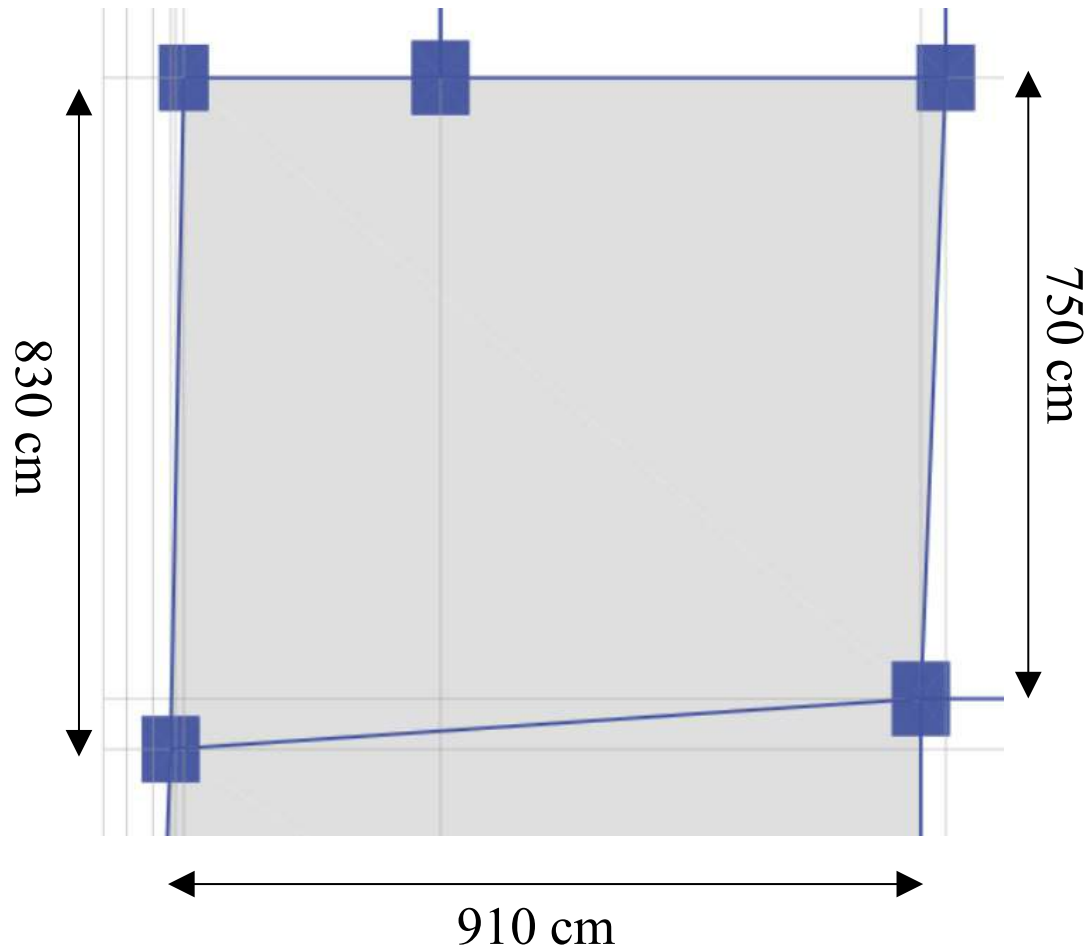


در صورتیکه در نمودار $\frac{a_p}{g}$ و مقدار فرکانس (f) متناظر با آن در زیر خط مشخص شده برای کاربری قرار بگیرد لرزش سازه قابل قبول است



@riavannardi

روش سوم: کنترل لرزش بر اساس ATC Design Guide 1 (کنترل بر اساس شتاب)



$$W = 9.1 \times \frac{8.3 + 7.5}{2} \times (650 + 0.3 \times 500) = 57512 \text{ kg}$$

$$\frac{a_p}{g} = \frac{P_0 e^{-0.35f}}{\beta W} = \frac{29 \times e^{-0.35 \times 4.44}}{0.03 \times 57512} = 0.00355$$

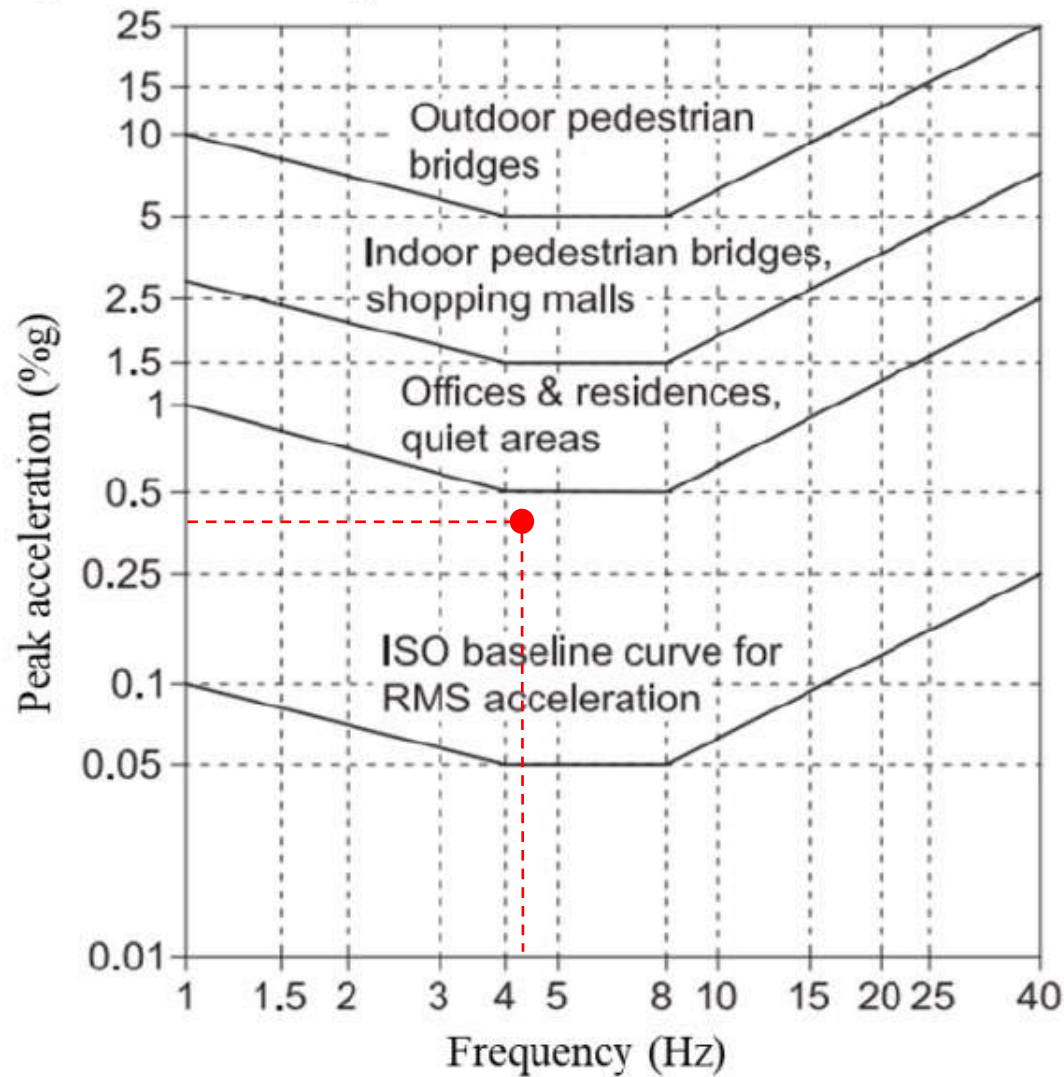
$$\frac{a_p}{g} \times 100 = 0.355, \quad f = 4.44 \text{ Hz}$$



@riavannardi

روش سوم: کنترل لرزش بر اساس 1 ATC Design Guide (کنترل بر اساس شتاب)

$$\frac{a_p}{g} \times 100$$



$$\frac{a_p}{g} \times 100 = 0.355, \quad f = 4.44 \text{ Hz}$$



@riavannardi

111

معرفی انواع دال های دو طرفه

جزئیات آرماتورگذاری در دال های دوطرفه

ملاحظات اجرایی دال های دوطرفه

محدودیت های سقف های تیرچه بلوک (دال یک طرفه)

طراحی خمشی و برشی دال دوطرفه

کنترل لرزش و ارتعاش در دال دوطرفه

محدودیت های مشارکت دال در زلزله و ضوابط لرزه ای مربوطه



مشارکت دال در زلزله

۹-۲۰-۵-۵ در سازه‌های با اهمیت بسیار زیاد و یا در مناطق با خطر نسبی زلزله‌ی بسیار زیاد، استفاده از سیستم دال و ستون به صورت سیستم قاب متوسط و یا سیستم دو گانه مجاز نمی‌باشد.

مشارکت دال در مناطق با خطر نسبی بسیار زیاد و یا ساختمان

ها با اهمیت بسیار زیاد مجاز نمی‌باشد

۹-۲۰-۵-۵ دال‌های دو طرفه‌ی بدون تیر

۹-۲۰-۵-۵-۱ لنگرهای ضریب‌دار دال‌ها در تکیه گاه‌ها باید برای ترکیب‌های بارگذاری، شامل اثرات زلزله، محاسبه گردند. آرماتور مورد نیاز برای تحمل M_{sc} باید در عرض نوار ستون تعریف شده در بند ۹-۱۰-۲-۵ قرار داده شوند.

18.4.5 Two-way slabs without beams

18.4.5.1 Factored slab moment at the support including earthquake effects, E , shall be calculated for load combinations given in Eq. (5.3.1e) and (5.3.1g). Reinforcement to resist M_{sc} shall be placed within the column strip defined in 8.4.1.5.

در مبحث 9 و آیین نامه ACI 318-19 تنها ضوابط لرزه ای مربوط به دال بدون تیر آورده شده است و ضوابط لرزه ای دال با تیر در هیچ مرجعی آورد نشده است



معرفی دال دو طرفه بدون تیر

پیش نویس ویرایش پنجم استاندارد ۲۸۰۰

۳-۴-۱-۲-۱ سیستم‌های متشکل از دال بتنی تخت (با یا بدون کتیبه) همراه با ستون بتنی که فاقد تیر بوده یا دارای تیر با ارتفاع مقطع برابر یا کمتر از ضخامت دال هستند و نیز سیستم‌های متشکل از سقف‌های تیرچه و بلوک با تیرهایی که ارتفاع مقطع آنها برابر یا کمتر از ضخامت سقف است به عنوان سیستم قاب ساختمانی محسوب گشته و در آنها کل نیروی جانبی زلزله باید از طریق دیوارهای برشی یا قاب مهاربندی شده تحمل شود. در این گونه ساختمان‌ها اگر سیستم مقاوم لرزه‌ای از نوع قاب مهاربندی شده باشد، وجود تیر در دهانه‌های مهاربندی شده الزامی است.

مطابق استاندارد ۲۸۰۰، مشارکت لرزه‌ای دال بدون تیر حتی در سیستم

های دوگانه مجاز نمی باشد.



@riavannardi

Slab-Column and Slab-Wall Connections

10.1 Preview

Slab-column framing and slab-wall framing generally are not used as part of the seismic-force-resisting system in regions of high seismicity. Such framing is, however, used to support gravity loads. As such, its design must ensure that it is capable of supporting the gravity loads as the building sways under earthquake motions. This latter subject is the main focus of this chapter. In regions of lower seismic risk, slab-column frames may be used to provide resistance to lateral forces, including forces due to wind and earthquake loading. This latter application is not considered directly in this book.



مشارکت دال در زلزله

The general building code may also permit the use of intermediate moment frames as part of dual systems for some buildings assigned to SDC D, E, or F. It is not the intent of ACI Committee 318 to recommend the use of intermediate moment frames as part of moment-resisting frame or dual systems in SDC D, E, or F. The general building code may also permit substantiated alternative or nonprescriptive designs or, with various supplementary provisions, the use

– Copyrighted © Material – www.concrete.org

ACI 318-19



[@rjavanmardi](https://www.instagram.com/rjavanmardi)

مشارکت دال در زلزله

الف) تمامی تیرها شرط $\alpha_{f1}.L_2 / L_1 \geq 1$ را اقلان می نمایند

در این حالت، دال ها از نوع Shell مدل شوند و ضرایب اصلاح سختی مربوط به $m11$ ، $m22$ و $m12$ آنها برابر $0/25$ معرفی گردد. بنابراین با توجه به آنکه اثر سختی دال به طور مستقیم لحاظ می گردد باید تیرها را با مقطع مستطیلی مدل نمود (عملکرد بال های تیر از طریق لحاظ نمودن سختی دال منظور می گردد). در این حالت

ب) تمامی یا برخی از تیرها شرط $\alpha_{f1}.L_2 / L_1 \geq 1$ را اقلان نمی نمایند

مطابق با توضیحاتی که پیش تر ارائه گردید، در این حالت مشارکت دال در باربری جانبی می تواند قابل توجه باشد. بر این اساس و با هدف جلوگیری از مشارکت سختی خمشی خارج صفحه دال در باربری جانبی لازم است دال ها به صورت Membrane مدل شوند و یا اگر از نوع Shell مدل می شوند، ضرایب اصلاح سختی مربوط به

$m11$ ، $m22$ و $m12$ آنها مقدار کوچکی نظیر $0/01$

معرفی گردد؛ لیکن نظر به آنکه مطابق ضوابط مبحث

کارگروه بتن نرم افزارهای ایرانی



@riavannardi

مشارکت دال در زلزله

ارائه گردیده است). در مقابل، اگر ارتفاع تیرها به گونه‌ای اختیار شود که رابطه $\alpha_{f1} \cdot L_2 / L_1 \geq 1$ برقرار باشد، مشارکت دال در باربری جانبی، قابل توجه نبوده و انتظار تشکیل قاب‌های دال-ستونی نمی‌رود. لذا حتی اگر در مدل سازی از سختی خمشی دال‌ها صرف نظر نشود، عملاً کاهش در سهم باربری جانبی سیستم قائم مقاوم لرزه‌ای ایجاد نخواهد شد. در این حالت انتظار می‌رود نتایج حاصل از مدلی که در آن تیرها به صورت مستطیلی مدل می‌شوند و از سختی خمشی دال صرف نظر نمی‌شود با نتایج مدلی که در آن تیرها با مقطع T و L (یا مستطیل معادل آنها؛ مطابق توضیحات مشروح ذیل بند ب) مدل می‌شوند و از سختی خمشی دال صرف نظر می‌شود، یکسان باشد. بر این اساس و با توجه به توضیحات فوق،

نشریه شماره ۱ کارگروه کمیته ایرانی

نرم افزارهای مهندسی



@riavannardi

مشارکت دال در زلزله

$$\alpha_f = \frac{E_b I_b}{E_s I_s}$$

ممان اینرسی تیر
ممان اینرسی دال

L_1 طول دهانه دال در راستایی که لنگر محاسبه می شود

L_2 طول دهانه دال در راستای عمود بر راستای L_1

$$\alpha_f \frac{L_2}{L_1} < 1$$

دال مجاز به مشارکت در باربری جانبی نمی باشد

$$\alpha_f \frac{L_2}{L_1} \geq 1$$

دال مجاز به مشارکت در باربری جانبی می باشد

نشریه شماره ۱ کارگروه کمیته ایرانی نرم افزارهای مهندسی

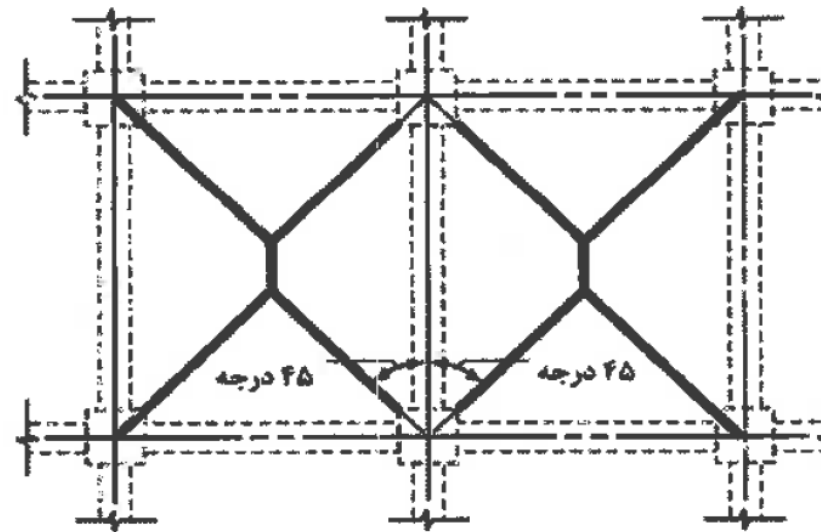


مشارکت دال در زلزله

۹-۱۰-۹-۱۱-۲ تیرهایی که در آن‌ها نسبت $\alpha_f l_2 / l_1$ حداقل مساوی با یک باشد، باید برای برش ناشی از باری طراحی شوند که در محدوده‌ی خطوط مورب ۴۵ درجه‌ی رسم شده از گوشه‌های دال‌های دو طرف تیر و محورهای چشمه‌های اطراف به دال‌ها وارد می‌شود. در این موارد برشی مستقیماً از دال به ستون‌ها وارد نمی‌شود.

$$\alpha_f = \frac{E_b I_b}{E_s I_s}$$

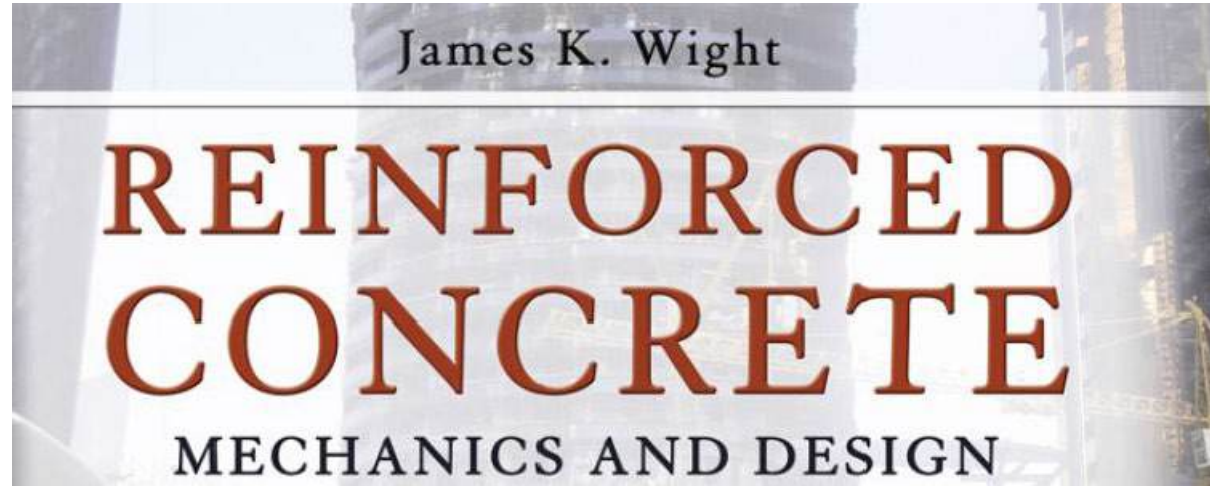
ممان اینرسی تیر
ممان اینرسی دال



شکل ۹-۱۰-۲ سطح بارگیر برای محاسبه‌ی برش تیرهای داخلی



مشارکت دال در زلزله



2. Select the slab thickness and beam size. The slab thickness is chosen to satisfy deflection requirements once the beam size is known. If $\alpha_f \ell_2 / \ell_1$ exceeds 1.0 for all beams, all the shear is transferred to the columns by the beams, making it unnecessary to check shear while selecting the slab thickness. If there were only edge beams, the minimum slab thickness for deflection would be governed by Table 13-1 and would be $\ell_n / 33 = 8.18$ in., based on $\ell_n = 22.5$ ft. To select a thickness for a slab with beams between interior columns, the thickness will be arbitrarily reduced by 15 percent to account for the stiffening effect of the beams, giving a trial thickness of 7 in. Assume a beam with an overall depth of about 2.5 times that of the slab to give a value of α_f a little greater than 1.0.

ارتفاع تیرها برای رعایت شرط $\alpha_f \frac{L_2}{L_1} \geq 1$ تقریباً باید چقدر باشد؟



@riavannardi

121

مشارکت دال در زلزله

بنابراین برای ارضای شرط $\alpha_f \frac{L_2}{L_1} \geq 1$:

در دال معمولی باید ارتفاع تیرها حداقل ۲.۵ برابر دال باشد (کتاب پروفیسور وایت).

در دال حفره دار ارتفاع تیرها باید حداقل ۲ برابر ارتفاع دال حفره دار باشد (جزوه دکتر فاروقی).

در دال مجوف ارتفاع تیرها باید حداقل ۱.۵ برابر ارتفاع دال مجوف باشد (جزوه دکتر فاروقی).



مشارکت دال در زلزله

در شرایطی که در کلیه تیرها شرط $\alpha_f \frac{L_2}{L_1} \geq 1$ رعایت شود:

در این حالت سختی تیر بسیار بیشتر از دال بوده و عمده برش ثقیلی توسط تیر به ستون انتقال می یابد. همچنین می توان دال را در زلزله مشارکت داد، به عبارت دیگر می توان از یکی از دو روش زیر استفاده کرد:

- ۱- از دال با المان Shell و سختی خمشی 0.25 استفاده کرد. در این حالت دال باید برای کل ثقل و زلزله طراحی شود.
- ۲- تیرها بصورت T شکل و یا L شکل با در نظر گرفتن عرض موثر در نظر گرفته شوند، مابقی دال خارج از ناحیه موثر، با المان Shell با سختی کم مدل سازی شوند.

لازم به ذکر است در صورت مدل سازی تیر بصورت T یا L شکل، در محاسبه تیر ضعیف، ستون قوی و همچنین کنترل برش لرزه ای در تیر باید آرماتورهای تعبیه شده در عرض موثر دال نیز در نظر گرفته شوند.



مشارکت دال در زلزله

در شرایطی که در برخی تیرها شرط $\alpha_f \frac{L_2}{L_1} \geq 1$ رعایت نشود:

در این حالت مشارکت دال در زلزله مجاز نمی باشد. بنابراین باید دال با المان Shell با سختی کوچک مانند 0.001 مدل سازی شود. تیرها می تواند بصورت T شکل و یا L شکل با در نظر گرفتن عرض موثر در نظر گرفته شوند.

لازم به ذکر است در صورت مدل سازی تیر بصورت T یا L شکل، در محاسبه تیر ضعیف، ستون قوی و همچنین کنترل برش لرزه ای در تیر باید آرماتورهای تعبیه شده در عرض موثر دال نیز در نظر گرفته شوند.



مشارکت دال در زلزله

۹-۳-۳-۳ مشخصات هندسی تیر T

۹-۳-۳-۳-۱ در تیرهای T شکل که دارای دال یک پارچه و یا مرکب می باشند، عرض موثر بال، b_f باید برابر با عرض جان تیر، b_w ، به اضافه‌ی قسمتی از بال در هر طرف تیر مطابق جدول ۹-۳-۱ در نظر گرفته شود. در این جدول h ضخامت دال و s_w فاصله‌ی آزاد بین جان تیر مورد نظر و جان تیر مجاور آن می باشد.

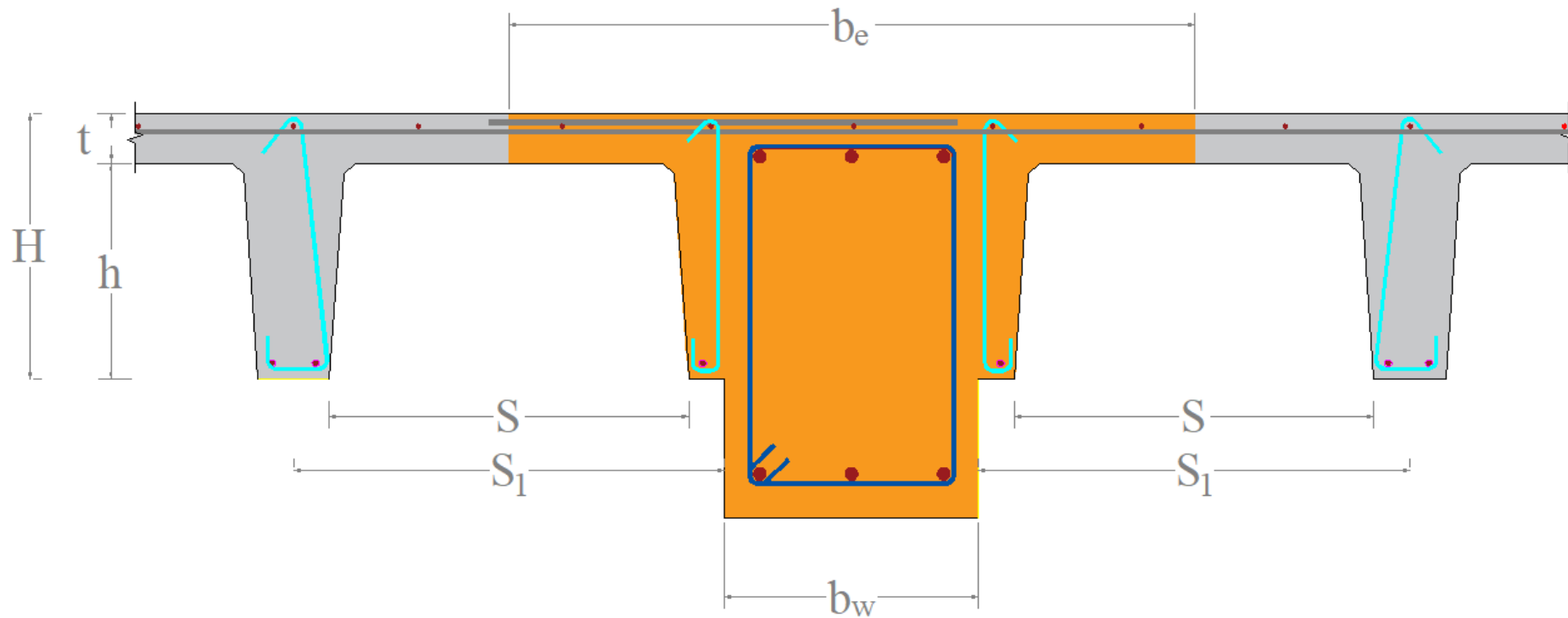
جدول ۹-۳-۱ محدودیت ابعاد برای عرض موثر بال از بر جان تیر T شکل

وضعیت		عرض موثر بال، از بر جان تیر
بال در دو طرف جان	کمترین از:	$8h$
		$s_w/2$
		$l_n/8$
بال در یک طرف جان	کمترین از:	$6h$
		$s_w/2$
		$l_n/12$



مشارکت دال در زلزله

عرض موثر تیرهای T شکل

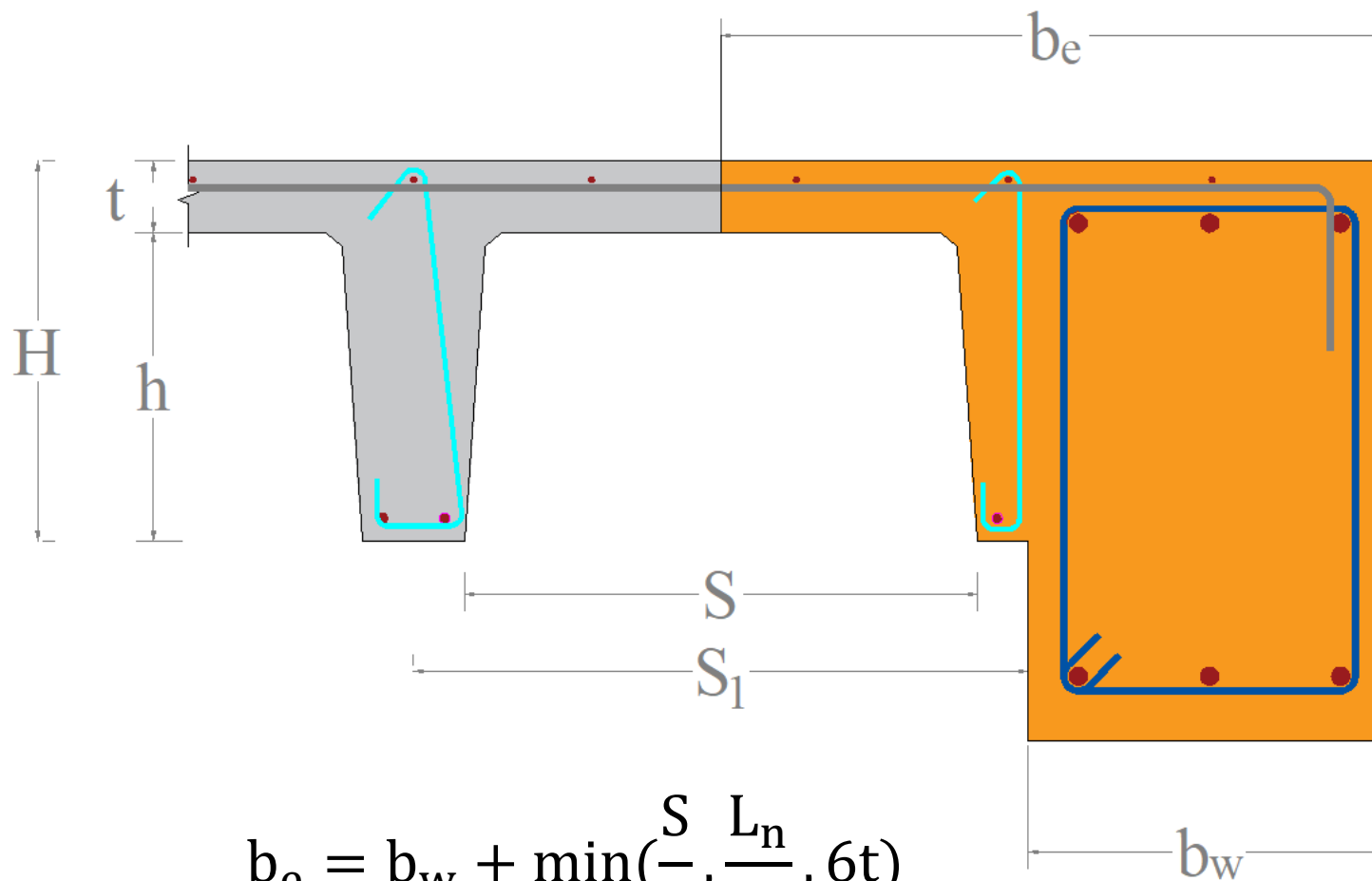


$$b_e = b_w + 2 \times \min\left(\frac{S}{2}, \frac{L_n}{8}, 8t\right)$$



مشارکت دال در زلزله

عرض موثر تیرهای L شکل

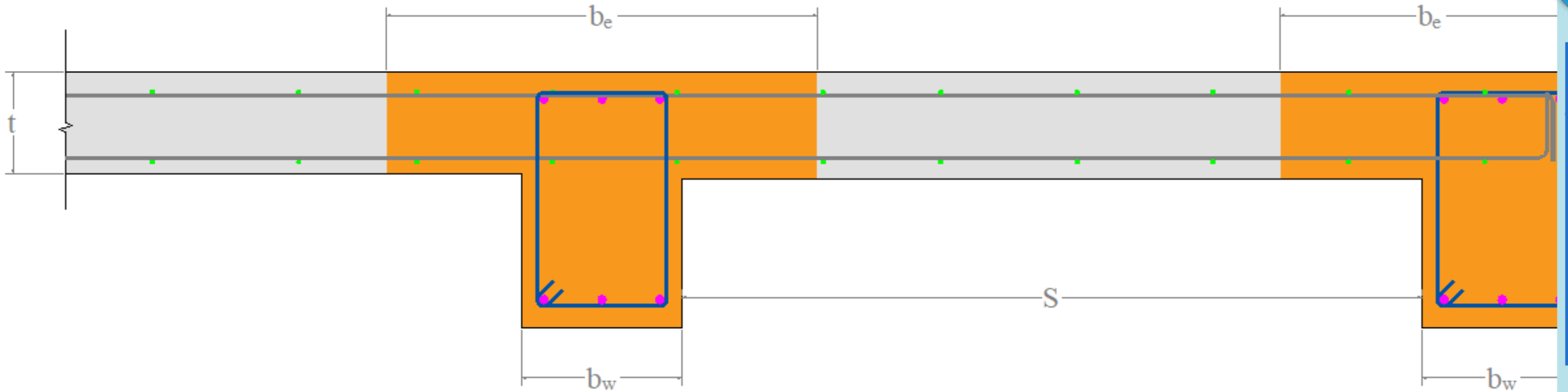


$$b_e = b_w + \min\left(\frac{S}{2}, \frac{L_n}{12}, 6t\right)$$



مشارکت دال در زلزله

عرض موثر تیرهای T و L شکل



$$b_e = b_w + 2 \times \min\left(\frac{S}{2}, \frac{L_n}{8}, 8t\right)$$

$$b_e = b_w + \min\left(\frac{S}{2}, \frac{L_n}{12}, 6t\right)$$

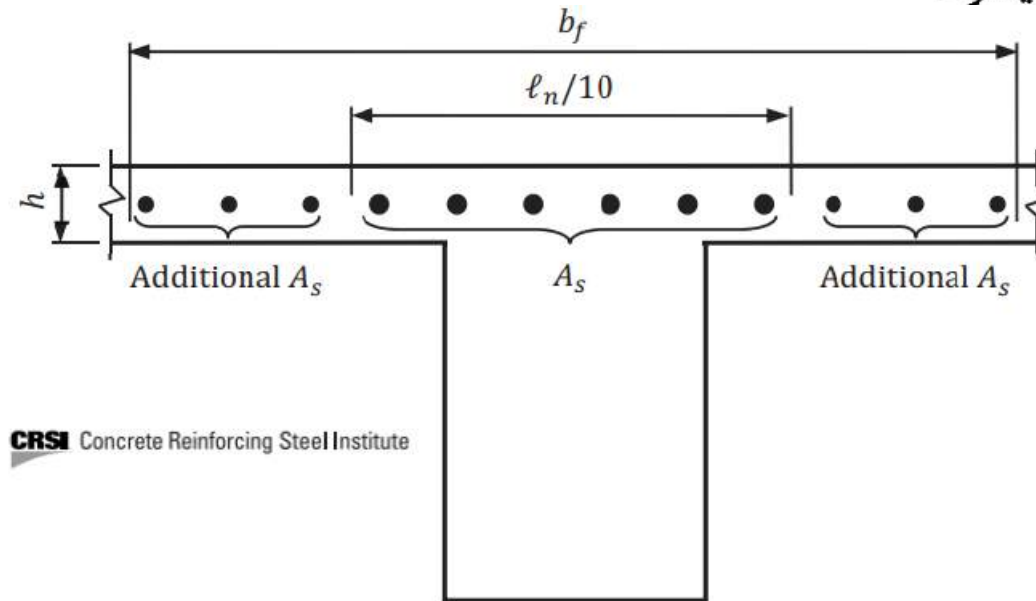


@riavannardi

مشارکت دال در زلزله

محدوده آرماتور گذاری تیر T شکل برای کنترل عرض ترک

۹-۱۹-۳-۴ در مواردی که بال‌های تیر با مقطع T شکل در کشش قرار دارد، قسمتی از میلگردهای کششی، طبق بند ۹-۶-۳-۳، باید در طولی به اندازه‌ی عرض موثر تیر و نه بیش‌تر از $l_n/10$ ، در بال‌ها توزیع شوند؛ و در صورتی که عرض موثر تیر از $l_n/10$ بیش‌تر باشد، باید در طول اضافی آن آرماتور اضافی پیش بینی شود. فاصله‌ی این میلگردها از یک دیگر مشمول ضوابط بند ۹-۱۹-۳-۱ میشود.



کنترل عرض ترک

$$\text{Additional } A_s(\text{total}) \geq 0.0018[b_f - (l_n/10)]h$$



مشارکت دال در زلزله

در سایر موارد به طور کلی ۲ راهکار زیر برای طراحی دال در مناطق لرزه خیز پیشنهاد می گردد:

روش اول- عدم مشارکت دال در زلزله و استفاده از عملکرد T و L شکل برای تیرهای لرزه ای

روش دوم- عدم مشارکت دال در زلزله و استفاده از قابلیت Stage Construction



مشارکت دال در زلزله

روش اول - استفاده از عملکرد T و L شکل برای تیرهای لرزه ای

در این حالت طراحی سازه در ۲ مرحله انجام شود:

فایل طراحی اول - طراحی سازه با مدل سازی دال با المان Membrane یا المان Shell با سختی خارج از صفحه ناچیز مانند 0.001 (کلیه m ها 0.001 اعمال گردد) و مدل سازی تیرها بصورت T شکل

لازم به ذکر است در صورت مدل سازی تیر بصورت T یا L شکل، در محاسبه تیر ضعیف، ستون قوی و همچنین کنترل برش لرزه ای در تیر باید آرماتورهای تعبیه شده در عرض موثر دال نیز در نظر گرفته شوند.

فایل طراحی دوم - طراحی سازه با مدل سازی دال با المان Shell با سختی خارج از صفحه 0.25



مشارکت دال در زلزله

روش دوم - استفاده از قابلیت Stage Construction

در این حالت با توجه به قابلیت جدید نرم افزار Etabs دال در باربری ثقیل مشارکت داده شده، اما در باربری جانبی، مشارکت پیدا نمی کند

فایل طراحی اول - دال با المان Shell مدل سازی شده و سختی خارج از صفحه ناچیز مانند 0.001 (کلیه m ها 0.001 اعمال گردد)، در آنالیز در هنگام تحلیل بارهای ثقیل، می توان سختی دال را تغییر داده و همان 0.25 لحاظ کرد. طراحی خمشی دال با این مدل انجام می شود.

فایل طراحی دوم - طراحی سازه با مدل سازی دال با المان Membrane یا المان Shell با سختی خارج از صفحه ناچیز مانند 0.001 (کلیه m ها 0.001 اعمال گردد). طراحی برشی دال با این مدل انجام می شود.



مشارکت دال در زلزله

روش دوم - استفاده از قابلیت Stage Construction

Stage-1 تغییر ضرایب ترک خوردگی دال

Define/Name Assignment Set/Shell Modifiers

Named Shell Property Modifier Data

Modifier Name: ShMod1

Property Modifiers

Membrane f11 Direction	0.35
Membrane f22 Direction	0.35
Membrane f12 Direction	0.35
Bending m11 Direction	0.25
Bending m22 Direction	0.25
Bending m12 Direction	0.25
Shear v13 Direction	1
Shear v23 Direction	1

OK Cancel



@riavannardi

مشارکت دال در زلزله

روش دوم - استفاده از قابلیت Stage Construction

E Load Case Data

General

Load Case Name: Stiff-Mod Design...

Load Case Type: Nonlinear Staged Construction Notes...

Mass Source: Previous

Analysis Model: Default

Initial Conditions

☒ Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State

☐ Continue from State at End of Nonlinear Case (Loads at End of Case ARE Included)

Nonlinear Case:

Stage Definition

Stage Number	Stage Name	Duration, Days	Provide Output	User Comment	Number Operations
1	Stage1	0	Yes		2
2	Stage2	0	Yes		10

Add Add Copy Insert Delete ⬆ ⬇

Stage Operations... Tree View... Auto Rename

Other Parameters

Geometric Nonlinearity Option: P-Delta

Results Saved: End of Final Stage Only Modify/Show...

Floor Cracking Analysis: No Cracked Analysis Modify/Show...

Nonlinear Parameters: Default - Iterative Event-to-Event Modify/Show...

☐ Material Properties Are Time Dependent

OK Cancel



@riavannardi

134

مشارکت دال در زلزله

روش دوم - استفاده از قابلیت Stage Construction

Stage Data

Operation	Object Type	Object Name	Age at Add, days	Type	Name	Scale Factor
Add Structure	Group	All	1			
Change Modifiers	Group	Floor		Shell	ShMod1	

Buttons: Add, Add Copy, Delete

Stage Name: Stage1 Stage: 1 of 2

Show Stage Tree... OK Cancel

Load Case Data

General

Load Case Name: Stiff-Mod Design... Notes...

Load Case Type: Nonlinear Staged Construction

Mass Source: Previous

Analysis Model: Default

Initial Conditions

☒ Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State

☐ Continue from State at End of Nonlinear Case (Loads at End of Case ARE Included)

Nonlinear Case:

Stage Definition

Stage Number	Stage Name	Duration, Days	Provide Output	User Comment	Number Operations
1	Stage1	0	Yes		2
2	Stage2	0	Yes		10

Buttons: Add, Add Copy, Insert, Delete

Stage Operations... Tree View... Auto Rename

Other Parameters

Geometric Nonlinearity Option: P-Delta

Results Saved: End of Final Stage Only Modify/Show...

Floor Cracking Analysis: No Cracked Analysis Modify/Show...

Nonlinear Parameters: Default - Iterative Event-to-Event Modify/Show...

☐ Material Properties Are Time Dependent

OK Cancel



@riavannardi

مشارکت دال در زلزله

روش دوم - استفاده از قابلیت Stage Construction

Stage Data

Operation	Object Type	Object Name	Age at Add, days	Type	Name	Scale Factor
Add Structure	Group	All	1			
Change Modifiers	Group	Floor		Shell	ShMod1	

Buttons: Add, Add Copy, Delete

Stage Name: Stage1 Stage: 1 of 2

Buttons: Show Stage Tree..., OK, Cancel

Stage-1 تغییر ضرایب ترک خوردگی دال



@riavannardi

مشارکت دال در زلزله

روش دوم - استفاده از قابلیت Stage Construction

Stage Data

Operation	Object Type	Object Name	Age at Add, days	Type	Name	Scale Factor
Load Objects	Group	All		Load Pattern	D	1.2
Load Objects	Group	All		Load Pattern	DC	1.2
Load Objects	Group	All		Load Pattern	DW	1.2
Load Objects	Group	All		Load Pattern	DWC	1.2
Load Objects	Group	All		Load Pattern	L1	0.5
Load Objects	Group	All		Load Pattern	L1C	0.5
Load Objects	Group	All		Load Pattern	L2	1
Load Objects	Group	All		Load Pattern	S	0.2

Stage Name: Stage2 Stage: 2 of 2

Show Stage Tree...

OK Cancel

Add Add Copy Delete

Stage-2 حالات باری که برای آن های ضریب ترک خوردگی دال تغییر پیدا می کند

کل بارهای مرده، زنده و برف



@riavannardi

مشارکت دال در زلزله

روش دوم - استفاده از قابلیت Stage Construction

General

Load Case Name: D1

Load Case Type: Linear Static

Mass Source: Previous (MsSrc1)

Analysis Model: Default

P-Delta/Nonlinear Stiffness

☐ Use Preset P-Delta Settings

☒ Use Nonlinear Case (Loads at End of Case NOT Included)

Nonlinear Case: Stiff-Mod

Loads Applied

Load Type	Load Name	Scale Factor
Load Pattern	D1	1

Buttons: Design..., Notes..., Add, Delete, OK, Cancel

در منوی Load Case کلیه بارهای مرده و زنده و برف از قسمت Nonlinear Stiffness ترکیب بار تعریف شده انتخاب شود



@riavannardi

مشارکت دال در زلزله

روش دوم - استفاده از قابلیت Stage Construction

(۱) چرا در طراحی برشی دال باید حتی برای ترکیبات بار ثقلی نیز سختی دال کاهش یابد؟
پاسخ: شکست برشی شکست بسیار ترد و نامطلوب در سازه می باشد، و تیر به تنهایی باید توانایی تحمل تلاش های برشی را بدون حضور دال داشته باشد.

(۲) آیا با استفاده از این روش دال در زلزله مشارکت نمی کند و ضوابط آیین نامه ای در این مورد برآورده می شود؟

پاسخ: در این روش تنها در باربری ثقلی و برای تلاش های خمشی، دال مشارکت داده می شود، بنابراین مغایرتی با آیین نامه وجود ندارد.



مشارکت دال در زلزله

سختی اعضا در فایل محاسبه پریود سازه:

در محاسبه پریود می توان سختی کلیه المان های سازه ای را در ۱.۴ ضرب کرد

در محاسبه پریود دال با المان Shell مدل سازی شده و سختی خارج از صفحه آن 0.35 اعمال می گردد

ضریب ترک خوردگی	المان سازه ای
1	ستون
0.5	تیر
0.5	دیوار ترک خورده
1	دیوار ترک نخورده
0.35	دال



مشارکت دال در زلزله

سختی اعضا در فایل محاسبه دریافت سازه:

در محاسبه دریافت نیز دال با المان Shell مدل سازی شده و سختی خارج از صفحه آن 0.25 اعمال می گردد

ضریب ترک خوردگی	المان سازه ای
0.7	ستون
0.35	تیر
0.35	دیوار ترک خورده
0.7	دیوار ترک نخورده
0.25	دال



با تشکر از توجه شما

فرم نظرسنجی سمینار

آشنایی با ضوابط دال های دو طرفه و مجوف



جهت پر کردن نظرسنجی، لطفاً QR CODE بالا را
اسکن نموده یا لینک مربوطه را با مرورگر باز کنید.