حل سوالات اولین دوره آزمون صلاحیت ارزیابی، طرح و اجرای بهسازی لرزه‌ای برمبنای جزوه مهندس شایان پاک‌نیت

"این آزمون داراي 30 سوال بود که در این بین متاسفانه *5 سوال غلط* طرح شده است"

جمع‌بندی: 4 سوال از 27 سوال آزمون توسط جزوه بصورت مستقیم پوشش داده نشده بود. این در حالی است که مابقی سوالات کاملا مشابه سوالات تالیفی جزوه مهندس پاک‌نیت و یا شبیه به آن طرح شده بود.

آدرس صفحه اینستاگرام:

www.instagram.com/pakniyatgroup/

تهیه و تنظیم: شایان پاک‌نیت

Scanned with CamScanner

(صلاحیت ارزیابی، طرح و اجرای بهسازی - آزمون مرداد ۱۴۰۰)

مهندس شایان پاک‌نیت

سوال ① کدام یک از سطوح عملکرد زیر برای بهسازی لرزه‌ای یک ساختمان غیرمنطقی است؟

۱) B-4 ۲) B-3 ۳) C-1 ۴) C-4

حل: با توجه به صفحه ۲ جزوه آمادگی آزمون صلاحیت بهسازی - شایان پاک‌نیت

مهندس شایان پاک‌نیت

خواهیم داشت:

جدول(۱-۱): سطوح عملکرد ساختمان

مطابق با صفحه ۹ نشریه ۳۶۰

سطوح عملکرد اجزای غیرسازه‌ای	سطوح عملکرد سازه					
	قابلیت استفاده بی‌وقفه S-1	خرابی محدود S-2	ایمنی جانی S-3	ایمنی جانی محدود S-4	آستانه فروریزش S-5	لحاظ نشده S-6
خدمت‌رسانی بی‌وقفه N-A	خدمت‌رسانی بی‌وقفه A-1	A-2	A-3*	A-4*	A-5*	A-6*
قابلیت‌استفاده‌بی‌وقفه N-B	قابلیت‌استفاده‌بی‌وقفه B-1	B-2	B-3	B-4*	B-5*	B-6*
ایمنی جانی N-C	C-1	C-2	ایمنی جانی C-3	C-4	C-5	C-6
ایمنی‌جانی محدود N-D	D-1*	D-2	D-3	D-4	D-5	D-6
لحاظ نشده N-E	E-1*	E-2*	E-3*	E-4	آستانه فروریزش E-5	ارزش بهسازی ندارد

*این سطوح عملکرد به دلیل اختلاف زیاد بین سطح عملکرد اجزای سازه‌ای و غیرسازه‌ای، توصیه نمی‌شود.

مهندس شایان پاک‌نیت

موارد * دار جزو سطوح عملکرد غیرمنطقی تلقی می‌شوند

اعداد ۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶ ← سطوح عملکرد اعضای سازه‌ای

حروف A، B، C، D و E ← سطوح عملکرد اعضای غیرسازه‌ای

مهندس شایان پاک‌نیت

Scanned with CamScanner

الف- سطح عملکرد A: خدمت‌رسانی بی‌وقفه؛

ب- سطح عملکرد B: قابلیت استفادهی بی‌وقفه؛

پ- سطح عملکرد C: ایمنی جانی؛

ت- سطح عملکرد D: ایمنی جانی محدود؛

ث- سطح عملکرد E: لحاظ‌نشده.

روش بهسازی اجزای غیرسازه‌ای و معیار پذیرش آن‌ها برحسب هر یک از سطوح فوق باید مطابق ضوابط فصل ۹ باشد.

۱-۵-۱-۲- سطح عملکرد A- خدمت‌رسانی بی‌وقفه

سطح عملکرد خدمت‌رسانی بی‌وقفه به سطح عملکردی اطلاق می‌شود که پیش‌بینی شود اجزای غیرسازه‌ای در اثر زلزله محتمل، دچار خرابی بسیار جزیی شوند، به‌گونه‌ای که خدمت‌رسانی ساختمان به طور پیوسته انجام شود.

۱-۵-۱-۲-۱- سطح عملکرد B- قابلیت استفادهی بی‌وقفه

سطح عملکرد قابلیت استفادهی بی‌وقفه به سطح عملکردی اطلاق می‌شود که پیش‌بینی شود اجزای غیرسازه‌ای در اثر زلزله محتمل، دچار خرابی جزیی شوند، به‌گونه‌ای که پس از زلزله راه‌های دسترسی و قرار مانند درها، راهروها، پله‌ها، آسانسورها و روشنایی آن‌ها مختل نشده و استفاده از ساختمان بی‌وقفه میسر باشد.

۱-۵-۱-۲-۲- سطح عملکرد C- ایمنی جانی

سطح عملکرد ایمنی جانی به سطح عملکردی اطلاق می‌شود که پیش‌بینی شود خرابی اجزای غیرسازه‌ای در اثر زلزله محتمل، خطر جدی برای جان ساکنین به وجود نیاورد.

۱-۵-۱-۲-۳- سطح عملکرد D- ایمنی جانی محدود

سطح عملکرد ایمنی جانی محدود به سطح عملکردی اطلاق می‌شود که پیش‌بینی شود خرابی اجزای غیرسازه‌ای در اثر زلزله محتمل، به اندازه‌ای باشد که خسارت جانی حداقل شود.

۱-۵-۱-۲-۴- سطح عملکرد E- لحاظ نشده

چنانچه برای عملکرد اجزای غیرسازه‌ای سطح عملکرد خاصی انتخاب نشده باشد سطح عملکرد اجزای غیرسازه‌ای لحاظ‌نشده نامیده می‌شود.

۱-۵-۳- سطوح عملکرد کل ساختمان

سطح عملکرد کل ساختمان برحسب سطح عملکرد اجزای سازه‌ای (۱ تا ۶ مطابق بند (۱-۵-۱)) و غیرسازه‌ای آن (A تا E مطابق بند (۱-۵-۲)) تعریف می‌شود. سطوح مختلف عملکرد ساختمان که در بهسازی مبنا مطلوب و ویژه به‌کار می‌روند مطابق یکی از بندهای (۱-۵-۳-۱) تا (۱-۵-۳-۴) تعریف می‌شوند.

۱-۶- راهبردهای بهسازی

هدف بهسازی با به‌کار بستن معیارهای بهسازی بر اساس راهبردی که نواقص ملاحظه شده در تحلیل لرزه‌ای را برطرف نماید، حاصل می‌شود. هر معیار بهسازی باید به‌طور توام با دیگر معیارهای بهسازی مورد ارزیابی قرار گیرد به‌نحوی که سازه موجود مستقلا از تامین سطح عملکرد مورد نظر ساختمان برای سطح خطر لرزه‌ای انتخابی در قالب طرح بهسازی، اطمینان دهد. با اتخاذ روش کلی و راهبرد بهسازی لرزه‌ای و به‌کار بستن معیارهای بهسازی می‌توان به سطح عملکرد مورد نظر ساختمان و تامین هدف بهسازی دست یافت.

راهبردهای زیر را می‌توان به صورت منفرد یا در ترکیب با یکدیگر برای بهسازی ساختمان به‌کار گرفت:

الف- اصلاح موضعی اجزای سازه که دارای عملکرد نامناسبی در زلزله هستند؛

ب- حذف یا کاهش بی‌نظمی در ساختمان موجود؛

پ- تامین سختی جانبی لازم برای کل سازه؛

ت- تامین مقاومت لازم برای کل سازه؛

ث- کاهش جرم ساختمان؛

ج- به‌کارگیری سیستم‌های جداساز لرزه‌ای؛

چ- به‌کارگیری سیستم‌های غیرفعال اتلاف انرژی؛

ح- تغییر کاربری ساختمان

۱-۷- تحلیل خطر زلزله

۱-۷-۱- کلیات

تحلیل خطر با هدف برآورد پارامترهای حرکت قوی زمین انجام می‌گیرد. خطر ناشی از زلزله به دو صورت «طیف طرح شتاب» و «تاریخچه زمان شتاب» تعریف و به دو صورت «احتمالی» و یا «حتمی» برآورد می‌شود. در بخش (۱-۷-۲) به ارائه روش‌های برآورد طیف طرح شتاب و در بخش (۱-۷-۳) به انتخاب شتاب‌نگاشت‌های سازگار با سطوح مختلف خطر پرداخته شده است. همچنین در بخش (۱-۷-۴) گام‌های کلیدی لازم برای انجام تحلیل خطر احتمالی ویژه ساختگاه، هنگامی که انجام این تحلیل لازم است، ارایه شده است.

۱-۷-۲- طیف طرح شتاب

دستورالعمل عمومی این بخش می‌تواند برای تعیین طیف طرح شتاب در مورد هر یک از سطوح خطر زلزله زیر استفاده شود:

۱- سطح خطر ۱: معادل سطحی از حرکت‌های قوی زمین است که احتمال فراگذشت[1] از آن ۱۰٪ در ۵۰ سال باشد. این سطح خطر معادل دوره بازگشت ۴۷۵ سال است. سطح خطر۱ در استاندارد ۲۸۰۰ «زلزله طرح» نامیده شده‌است.

۲- سطح خطر ۲: معادل سطحی از حرکت‌های قوی زمین است که احتمال فراگذشت از آن ۲٪ در ۵۰ سال باشد. این سطح خطر معادل دوره بازگشت ۲۴۷۵ سال است.

[1] Probability of exceedence

سطوح عملکرد میانی عبارتند از:

ث- سطح عملکرد ۲: خرابی محدود؛

ج- سطح عملکرد ۳: ایمنی جانی محدود.

روش بهسازی اجزا و معیار پذیرش آن‌ها برحسب هر یک از سطوح فوق باید مطابق روش بهسازی ساده یا تفصیلی باشد.

۱-۵-۱-۱- سطح عملکرد ۱- قابلیت استفادهی بی‌وقفه

سطح عملکرد قابلیت استفادهی بی‌وقفه به سطح عملکردی اطلاق می‌شود که پیش‌بینی شود در اثر وقوع زلزله محتمل، مقاومت و سختی اجزای سازه تغییر قابل توجهی پیدا نکرده و استفادهی بی‌وقفه از آن ممکن باشد.

۱-۵-۱-۲- سطح عملکرد ۲- خرابی محدود

سطح عملکرد خرابی محدود به سطح عملکردی اطلاق می‌شود که پیش‌بینی شود در اثر وقوع زلزله محتمل، خرابی در سازه به میزان محدود ایجاد شود، به‌گونه‌ای که پس از زلزله با انجام تعمیر بخش‌های آسیب‌دیده ادامه‌ی بهره‌برداری از ساختمان به‌سادگی میسر باشد.

۱-۵-۱-۳- سطح عملکرد ۳- ایمنی جانی

سطح عملکرد ایمنی جانی به سطح عملکردی اطلاق می‌شود که پیش‌بینی شود در اثر وقوع زلزله محتمل، خرابی در سازه ایجاد شود، اما میزان خرابی‌ها به اندازه‌ای نباشد که منجر به خسارت جانی شود.

۱-۵-۱-۴- سطح عملکرد ۴- ایمنی جانی محدود

سطح عملکرد ایمنی جانی محدود به سطح عملکردی اطلاق می‌شود که پیش‌بینی شود در اثر وقوع زلزله محتمل، خرابی در سازه ایجاد شود، اما میزان خرابی‌ها به اندازه‌ای باشد که منجر به خسارت جانی حداقل شود.

۱-۵-۱-۵- سطح عملکرد ۵- آستانه‌ی فروریزش

سطح عملکرد آستانه‌ی فروریزش به سطح عملکردی اطلاق می‌شود که پیش‌بینی شود در اثر وقوع زلزله محتمل، خرابی گسترده در سازه ایجاد شود، اما ساختمان فروننریزد و تلفات جانی به حداقل برسد.

۱-۵-۱-۶- سطح عملکرد ۶- لحاظ‌نشده

چنانچه برای عملکرد اجزای سازه‌ای سطح عملکرد خاصی انتخاب نشده باشد، سطح عملکرد اجزای سازه‌ای لحاظ‌نشده نامیده می‌شود.

۱-۵-۲- سطوح عملکرد اجزای غیرسازه‌ای

سطح عملکرد اجزای غیرسازه‌ای ساختمان شامل پنج سطح عملکرد به شرح زیر می‌باشد:

سطوح عملکرد ساختمان در جدول (۱-۱) ارائه شده‌اند.

۱-۵-۲-۱- سطح عملکرد خدمت‌رسانی بی‌وقفه (۱- A) (OP)[1]

ساختمانی دارای سطح عملکرد خدمت‌رسانی بی‌وقفه است که اجزای سازه‌ای آن دارای سطح عملکرد ۱ (قابلیت استفاده‌ی بی‌وقفه) و اجزای غیرسازه‌ای آن دارای سطح عملکرد A (خدمت‌رسانی بی‌وقفه) باشند.

۱-۵-۲-۲- سطح عملکرد قابلیت استفاده‌ی بی‌وقفه (۱- B) (IO)[2]

ساختمانی دارای سطح عملکرد قابلیت استفاده‌ی بی‌وقفه است که اجزای سازه‌ای آن دارای سطح عملکرد ۱ (قابلیت استفاده‌ی بی‌وقفه) و اجزای غیرسازه‌ای آن دارای سطح عملکرد B (قابلیت استفاده‌ی بی‌وقفه) باشند.

۱-۵-۲-۳- سطح عملکرد ایمنی جانی (۳- C) (LS)[3]

ساختمانی دارای سطح عملکرد ایمنی جانی است که اجزای سازه‌ای آن دارای سطح عملکرد ۳ (ایمنی جانی) و اجزای غیرسازه‌ای آن دارای سطح عملکرد C (ایمنی جانی) باشند.

۱-۵-۲-۴- سطح عملکرد آستانه‌ی فروریزش (۵- E) (CP)[4]

ساختمانی دارای سطح عملکرد آستانه‌ی فروریزش است که اجزای سازه‌ای آن دارای سطح عملکرد ۵ (آستانه‌ی فروریزش) باشند. در این حالت محدودیتی برای سطح عملکرد اجزای غیرسازه‌ای وجود ندارد (سطح عملکرد لحاظ‌نشده E).

جدول(۱-۱) سطوح عملکرد ساختمان

سطوح عملکرد اجزای غیرسازه‌ای	سطوح عملکرد سازه				
	قابلیت استفاده بی‌وقفه S-1	خرابی محدود S-2	ایمنی جانی S-3	ایمنی جانی محدود S-4	آستانه فروریزش S-5	لحاظ نشده S-6
خدمت‌رسانی بی‌وقفه A	A-1	A-2	•	•	•	•
قابلیت استفاده‌ی بی‌وقفه B	B-1	B-2	B-3	•	•	•
ایمنی جانی C	C-1	C-2	ایمنی جانی C-3	C-4	C-5	C-6
ایمنی جانی محدود D	•	D-2	D-3	D-4	D-5	D-6
لحاظ نشده E	•	•	•	E-4	آستانه فروریزش E-5	ارزش بهسازی ندارد

*این سطوح عملکرد به دلیل اختلاف زیاد بین سطح عملکرد اجزای سازه‌ای و غیرسازه‌ای، توصیه نمی‌شود.

۱- OP = Operational Performance
۲- IO = Immediate Occupancy Performance
۳- LS = Life Safety Performance
۴- CP = Collapse Prevention Performance

Scanned with CamScanner

(صلاحیت ارزیابی، طرح و اجرای بهسازی - آزمون مرداد ۱۴۰۰)

مهندس شایان پاک‌نیت

سوال ۲ وزارت ورزش و جوانان در نظر دارد یکی از استادیوم‌های ورزشی را بهسازی لرزه‌ای نماید. راهنمای نشریه ۳۶۰ برای هدف بهسازی و سطح عملکردی در سطح خطر ۱ این استادیوم، کدام کی از گزینه‌های زیر را توصیه می‌کند؟

۱) مبنا، E-5 ۲) ویژه، B-1 ۳) مطلوب، C-3 ۴) ویژه، B-2

«مطابق با صفحه ۴۰۳ نشریه ۳۶۰»

مهندس شایان پاک‌نیت

با توجه به جدول صفحه ۹۸

98

جدول پ-الف: راهنمای تعیین اهداف بهسازی برای ساختمان‌های عمومی و دولتی مهم

نوع ساختمان	کاربری	هدف بهسازی	سطوح عملکردی: سطح خطر ۱	سطوح عملکردی: سطح خطر ۲
استراتژیک	ساختمان‌های اصلی و استقرار برای: نهاد رهبری، نهاد ریاست جمهوری، فرمانده‌ی کل یا فرماندهی ستاد مشترک نیروهای مسلح، فرماندهی نیروی انتظامی، وزارت‌خانه‌های کشور، نفت، امورخارجه، مخابرات و ارتباطات، صداو سیما، تاسیسات ویژه ناوبری فرودگاه و بنادر	ویژه	A-1	A-2
سیاسی	ساختمان‌های مرکزی: قوه مقننه، قوه قضاییه، استانداری‌ها، فرمانداری‌ها، وزارت‌خانه‌ها، بانک مرکزی، خزانه	ویژه	B-1	C-3
امدادی	الف- ساختمان‌های بیمارستان و درمانگاه‌های بزرگ شامل قسمت‌های اورژانس، جراحی و خدمات پزشکی وابسته به آنها، مراکز اورژانس پزشکی	ویژه	B-1	C-2
	ب- ساختمان‌های مرکزی: امداد و نجات، آتش‌نشانی، هلال‌احمر، نیروی انتظامی (پلیس) و بسیج	ویژه	B-1	C-3
ستادی	پخشداری‌ها، مراکز فرماندهی نیروهای مسلح و نیروی انتظامی در استان‌ها، مراکز مخابراتی	ویژه	B-2	C-4
شریان‌های حیاتی	ساختمان‌های اصلی و استقرار برای تأسیسات: آبرسانی، برق‌رسانی، گازرسانی، رادیو و تلویزیون، برج‌های مراقبت فرودگاه	ویژه	B-1	C-2
ساختمان‌های تراز اول میراث فرهنگی	موزه‌ها، بناهای تاریخی، کتابخانه‌های نفیس نظیر ملی، مجلس و مراکز اسناد ملی	ویژه	B-2	C-3
تاسیسات زیربنایی	ساختمان‌های اصلی و عملیاتی پالایشگاه، نیروگاه، مجتمع‌های پتروشیمی، کارخانجات تولید مواد شیمیایی	ویژه	B-1	C-3
مهم	الف- دانشگاه‌ها، حوزه‌های علمیه، مدارس، سازمان‌های مهم و موسسات تحقیقاتی	مطلوب	C-3	E-5
	ب- ادارات کل وزارتخانه‌ها و ادارات مرکزی سازمان‌های مهم در استان‌ها	مطلوب	B-2	E-5
عمومی	مساجد و مصلی‌ها، ساختمان‌های تجمعی فرهنگی شهرداری‌ها، سینما وتئاتر، استادیوم‌های ورزشی، کتابخانه‌ها، پایانه‌های مسافربری، فروشگاه‌های بزرگ و مراکز تجمعی بیش از ۳۰۰ نفر	مطلوب	C-3	E-5
	ساختمان‌های مسکونی، اداری-تجاری، هتل‌ها، پارکینگ‌های چندطبقه، ساختمان‌های صنعتی	مبنا	C-3	——
	ساختمان‌های انبارهای کشاورزی، سالن‌های مرغداری و ساختمان‌های با بهره‌برداری موقت	مبنا یا محدود	D-4	——

* در این موارد سطح عملکرد خدمت‌رسانی بی‌وقفه A-1 تحت زلزله با دوره بازگشت ۷۲ ساله نیز کنترل می‌شود.

مهندس شایان پاک‌نیت

جزوه صلاحیت بهسازی ویژه آزمون، مطابق جدول راهنمای تعیین اهداف بهسازی، استادیوم‌های ورزشی در گروه ساختمان‌های گروه مهم قرار گرفته و هدف بهسازی مطلوب برای آنها منظور گردد ضمنا سطح عملکرد آن در سطح خطر ۱، C-3 خواهد بود.

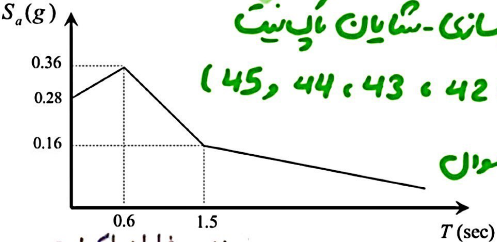
Scanned with CamScanner

(صلاحیت ارزیابی، طرح و اجرای بهسازی - آزمون مرداد ۱۴۰۰)

مهندس شایان پاک‌نیت

سوال ۳ براساس تحلیل خطر یک ساختگاه واقع در شهر زنجان، منحنی طیف شتاب با خطر یکنواخت برای خاک نوع II به صورت شکل ارائه شده است. در صورتی که زمان تناوب اصلی سازه تحت ارزیابی در این ساختگاه برابر T=1.25 sec باشد. کمترین مقدار Sa قابل قبول این سازه به کدام یک از مقادیر زیر نزدیکتر است؟

۱) $S_a = 0.345$ ۲) $S_a = 0.276$ ۳) $S_a = 0.242$ ۴) $S_a = 0.216$



مهندس شایان پاک‌نیت

ابتدا نگاهی به مثال های مربوط به جزوه صلاحیت بهسازی - شایان پاک‌نیت (صفحات ۴۱، ۴۲، ۴۳، ۴۴ و ۴۵) انداخته و سپس سوال را حل می‌کنیم.

(41)

- تحلیل آماری و به عنوان مثال محاسبه طیف میانگین یا میانگین به‌علاوه یک انحراف معیار طیف‌های پاسخ، جهت تهیه طیف طرح. استفاده از طیف طرح میانگین یا طیف طرح میانگین به علاوه یک انحراف معیار به شرطی مجاز است که مقدار این طیف کمتر از ۷۰ درصد طیف شکل ثابت استاندارد ۲۸۰۰ نباشد.

۱-۷-۳- انتخاب شتاب‌نگاشت سازگار با خطر زلزله

هرگاه انجام تحلیل دینامیکی تاریخچه زمانی مدنظر باشد، لازم است حداقل سه جفت شتاب‌نگاشت افقی با رعایت شرایط زیر انتخاب و در تحلیل مورد استفاده قرار گیرد:

- بزرگا، فاصله و نیز سازوکار گسلش شتاب‌نگاشت‌ها نزدیک به شرایط زلزله کنترل‌کننده ساختگاه باشد. زلزله کنترل‌کننده ساختگاه با انجام تحلیل تفکیک‌پذیری[1] مندرج در بخش (۱-۷-۴) قابل تعیین است.
- با محاسبه جذر حاصل‌جمع مربعات طیف پاسخ هر جفت شتاب‌نگاشت یک طیف منفرد بدست می‌آید.
- شتاب‌نگاشت‌ها به نحوی مقیاس می‌شوند که طیف میانگین حاصل در محدوده زمان تناوبی 0.2T تا 1.5T کمتر از 1.3 برابر طیف طرح سازگار با سطح خطر مدنظر نباشد (T معرف زمان تناوب اصلی سازه مورد نظر برای تحلیل دینامیکی است). طیف طرح سازگار با سطح خطر به یکی از روش‌های مندرج در بخش (۱-۷-۲) ساخته می‌شود.

۱-۷-۴- تحلیل خطر

تحلیل‌خطر به‌منظور برآورد پارامترهای شتاب زمین و طیف طرح شتاب در سنگ بستر ساختگاه صورت می‌پذیرد. اثرات ساختگاهی و نیز ساخت طیف طراحی بر اساس ضوابط مندرج در بخش (۱-۷-۲) انجام می‌شود. در کلیه گزارش‌های تحلیل خطر لازم است بخش‌های زیر پوشش کافی داده شود:

- لرزه‌زمین ساخت
  - شناخت زمین‌ریخت‌شناسی و توپوگرافی منطقه
  - تاریخچه زمین‌شناسی منطقه
  - تبیین ساختار تکتونیکی منطقه
  - اشاره به مطالعات دیرینه لرزه‌شناسی برای چشمه‌های فعال و اثرگذار منطقه (در صورت وجود چنین مطالعاتی یا امکان انجام آن)
  - تعیین گسل‌های لرزه‌زای فعال در شعاع موثر
  - تعیین پارامترهای لرزه‌ای گسل‌های فعال و تطابق آنها با سایر اطلاعات لرزه‌ای و در صورت وجود دادههای نرخ لغزش حاصل از مطالعات ژئودزی (اندازه گیری‌های GPS)
  - مدل‌سازی چشمه‌های لرزه‌زا به صورت چشمه‌های خطی و سطحی

[1] Deaggregation Analysis

- لرزه‌خیزی
  - مطالعات و شناسایی زلزله‌های تاریخی در منطقه
  - مطالعات و شناسایی زلزله‌های اخیر (۱۹۰۰ میلادی تا حال)
  - تدوین داده‌های تاریخی و دستگاهی
  - حذف زلزله‌های وابسته در کاتالوگ
  - لحاظ عدم قطعیت‌ها در ثبت کاتالوگ
  - ارزیابی کامل بودن کاتالوگ
  - استخراج پارامترهای لرزه‌خیزی
  - تحلیل عمق رخدادها در کاتالوگ
  - مدل‌سازی چشمه‌های لرزه‌ای
- انتخاب رابطه کاهندگی

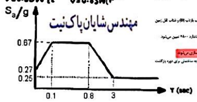
  حداقل سه رابطه کاهندگی با در نظرگرفتن ملاحظات ذیل انتخاب شود:
  - روابط کاهندگی معتبر باشد.
  - روابط کاهندگی دربردارنده پارامترهای شتاب و طیف پاسخ شتاب باشد.
  - حتی‌المقدور با خصوصیات تکتونیکی و لرزه‌خیزی منطقه همخوان باشد.
  - وزن‌دهی مناسبی بر اساس مطالعات معتبر برازندگی روابط و نیز قضاوت مهندسی صورت پذیرد.
- تحلیل خطر و تعیین زلزله تعیین کننده
  - تحلیل‌خطر احتمالی با انتگرال‌گیری تلفیقی از مدل‌های احتمالی چشمه‌های لرزه‌ای و پارامترهای لرزه‌خیزی و رابطه کاهندگی انجام میشود تا منحنی خطر (احتمال فراگذشت بر حسب پارامتر حرکت قوی زمین) به دست آید.
  - انتخاب و اعتبارسنجی نرم‌افزار مناسب برای انجام فرآیند انتگرال‌گیری تحلیل خطر
  - مدل‌سازی مناسب کلیه منابع انتشار عدم قطعیت‌های ذاتی و تصادفی و در نظرگرفتن تاثیر آنها
  - تحلیل حساسیت نتایج تحلیل خطر به منابع عمده عدم قطعیت
  - تحلیل تفکیک لرزه‌ای به منظور تعیین زلزله تعیین‌کننده در ساختگاه
  - برآورد شتاب طرح در سطوح خطر ۱ و ۲
  - تهیه طیف طبق روش موردنظر.

مهندس شایان پاک‌نیت

(42)

مثال (۲۰) برای ارزیابی ساختمان یک مدرسه (سطح عملکرد آستانه فروریزش در برابر سطح خطر ۲) سه طبقه به ارتفاع ۱۴ متر از تراز پایه در شهر کرمان، طیف ویژه ساختگاه به شکل زیر حاصل شده است. درصورتیکه سیستم باربر جانبی بتنی بوده و دارای دیوار برشی بتنی باشد و ساختمان مورد نظر منظم باشد، نیروی جانبی ناشی از زلزله (V) در تحلیل استاتیکی خطی منطبق بر نشریه ۳۶۰ به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ (W وزن موثر لرزه‌ای این ساختمان خاک محل از نوع II و Sa معرف شتاب طیفی است)

۱) V=0.13W   ۲) V=0.12W   ۳) V=0.63W   ۴) V=0.86W



۱-۷-۲-۱-۱- طیف استاندارد ۲۸۰۰

۱/۵ برابر ضریب A استاندارد ۲۸۰۰ برای ساختمان‌هایی که برای هدف بهسازی مطلوب بهسازی می‌شوند.

* هدف بهسازی ساختمان مدارس مطلوب بوده ولذا میزان شتاب مبنای طرح مربوط به زلزله سطح خطر ۲ = 1.5 A خواهد بود.

$$V = \max\left\{\frac{S_a}{g}, 0.7AB\right\} \times C_1 C_2 C_m \times W$$

(1.5A ← 0.7AB)

(43)

$$T = 0.05H^{3/4} = 0.05(14)^{3/4} = 0.362\ sec$$

شهر کرمان ← پهنه‌ای با خطر نسبی خیلی زیاد (A=0.35)

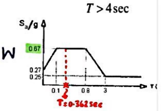
مهندس شایان پاک‌نیت

الف) برای پهنه‌هایی با خطر نسبی زیاد و خیلی زیاد

$$B = \begin{cases} S_0 + (S - S_0 + 1)\left(\frac{T}{T_0}\right) & 0 < T \le T_0 \\ S+1 = 1.5+1 = 2.5 & 0.1 = T_0 < T \le T_S = 0.5 \\ (S+1)\left(\frac{T_S}{T}\right) \times \left[\frac{0.7}{4-T_S}(T - T_S) + 1\right] & T_S < T \le 4\,sec \\ 1.7(S+1)\left(\frac{T_S}{T}\right) & T > 4\,sec \end{cases}$$

$$V = \max\left\{\frac{S_a}{g}, 0.7AB\right\} \times C_1 C_2 C_m \times W$$

(1.5A ← 0.7AB)



$$C_1 = 1 + \frac{T_s - T}{2T_s - 0.2} = 1 + \frac{0.5 - 0.362}{2(0.5) - 0.2} = 1.1725 \quad (۳-۹)$$

در هرصورت مقدار C_1 نباید از ۱ کمتر انتخاب شود.

C_2: ضریب تصحیح برای اثرات کاهش سختی و مقاومت اعضای سازه‌ای بر تغییرمکان‌ها ناشی از زوال چرخه‌ای؛ که به یکی از دو روش زیر محاسبه می‌شود:

۱- با استفاده از رابطه (۳-۱۰)

T>0.7 → $C_2=1$

T<0.7 → $C_2 = 1 + \frac{1}{800}\left(\frac{R_u - 1}{T}\right)^2$ (۳-۱۰)

۲- در غیاب محاسبات دقیق‌تر، برای تحلیل خطی می‌توان C_2 را مساوی واحد درنظر گرفت.

C_m: ضریب جرم موثر که برای اعمال اثر مودهای بالاتر بوده و مطابق جدول (۳-۴) تعیین می‌شود و برای سازه‌های بـا زمان تناوب اصلی بزرگتر از ۱ باید برابر ۱ درنظر گرفته شود.

جدول (۳-۴) مقادیر ضریب C_m

تعداد طبقات	قاب خمشی بتنی یا فولادی	قاب فولادی مهاربندی شده	سازه با دیوار برشی بتنی	سایر سیستم‌های سازه‌ای
یک یا دو	۱	۱	۱	۱
سه و بیشتر	۰/۹	۰/۹	۰/۸	۱

$$V = \max\{0.67, \underbrace{0.7 \times 1.5 \times 0.35 \times 2.5}_{0.919 \checkmark}\}$$

$$1.1725 \times 1 \times 0.8 \times W = 0.862W$$

مهندس شایان پاک‌نیت

Scanned with CamScanner

حل سوال: زنجان در پهنه‌ای با خطر نسبی زیاد قرار گرفته است. با توجه به خاک نوع II (A=0.3) خواهیم داشت: مهندس شایان پاک نیت

$T_0 = 0.1 \Rightarrow T_S = 0.5$

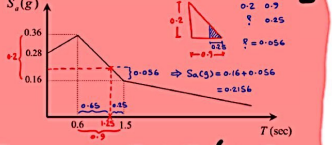
$S_0 = 1 \Rightarrow S = 1.5$

$T_S = 0.5 < T = 1.25\,sec < 4\,sec$

$$B = (S+1)\left(\frac{T_S}{T}\right) \times \left[\frac{0.7}{4-T_S}(T-T_S)+1\right]$$

$$= (1.5+1)\left(\frac{0.5}{1.25}\right) \times \left[\frac{0.7}{4-0.5}(1.25-0.5)+1\right]$$

$$= 1.15$$



$$\text{شتاب طیفی} = \max\{Sa\,,\ 0.7AB\}\times g$$

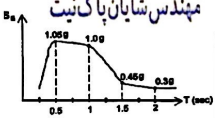
$$= \max\{0.2156\,,\ \underbrace{(0.7\times0.3\times1.15)}_{0.2415}\}\times g$$

$$= 0.2415g \simeq 0.242g$$

---

(44) ساختمان (41) ساختمانی یک کتابخانه دارای سیستم قاب خمشی فولادی منظم با ارتفاع 60 متر از تراز پایه می‌باشد. بهره‌برداران در تجزیه و بررسی خاک نوع چهار قرار دارد. نمودار طیف ویژه ساختگاه برای Sa شتاب طیفی) مطابق شکل زیر بدست آمده است. نسبت حداکثر شتاب طیفی (مورد استفاده در محاسبات سازه) برای زمان تناوب 1 ثانیه به شتاب طیفی (مورد استفاده در محاسبات سازه) برای زمان تناوب 2 ثانیه به کدام یک از نتایج زیر نزدیک‌تر است؟

مهندس شایان پاک نیت



۱) ۱/۸ ۲) ۲/۱ ۳) ۱/۶ ۴) ۳/۲

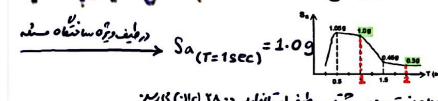
جدول ب-۱۵-۱ راهنمای تعیین اهداف بهسازی برای ساختمان‌های عمومی و دولتی مهم

نوع ساختمان	کاربری	هدف بهسازی	سطح عملکرد هدف ۱	سطح عملکرد هدف ۲
اسکلتی	ساختمان‌های اصلی و عمار برای نهاد رهبری، نهاد ریاست جمهوری، قوای سه گانه، مراکز سران کشورهای خارجی، مراکز فرماندهی عملیات نیروی انتظامی، بازداشتگاه‌های امنیتی، مقر فرماندهی مقاومت و ارتباطات مستقیم با سیستم رادیو، ترابری، فرودگاه‌ها	ویژه	A-1	A-1
		ویژه	A-2	B-1
		ویژه	C-3	B-1
بنایی	ساختمان‌های بزرگ فوق هشته که فاصله آزادشان بیشتر از ۱۰ متر باشد، سالن‌های نمایش و ورزشگاه‌های بزرگ شامل سکوهای ثابت، موزه‌ها، کتابخانه‌ها، مراکز داده، مراکز کنترل ترافیک هوایی و ارتباطات	ویژه	C-2	B-1
		ویژه	C-3	B-1
سازه‌ای	ساختمان‌های بلند مسکونی، تجاری، اداری، مهمانسرا، مراکز انتظامی، مراکز آموزشی، مراکز درمانی فاقد بخش اورژانس، مراکز نگهداری معلولان، زندان‌ها، بازداشتگاه‌ها و مراکز مشابه	ویژه	C-4	B-2
		ویژه	C-3	B-1
		ویژه	C-2	B-1
انبارهای مواد		ویژه	C-3	B-2
ساختمان‌های بلند		ویژه	C-3	B-1
		ویژه	C-3	B-1
		مطلوب	E-5	C-3
		مطلوب	E-5	B-2
		مطلوب	E-5	C-3

مهندس شایان پاک نیت

---

(45) ✓ طیف طرح ویژه ساختگاه مطابق $S_a = AB$ برده و مقدار آن برابر 70 درصد مقادیر طیف طرح استاندارد منظور شود. مهندس شایان پاک نیت



مثال نسبت به محاسبه شتاب طیفی استاندارد ۲۸۰۰ ایران کار کند.

الف) برای پهنه‌هایی با خطر نسبی زیاد و خیلی زیاد

جدول ۲-۱ پارامترهای پهنه به روابط (۲-۱)

نوع زمین	T_0	T_S	خطر نسبی کم و متوسط		خطر نسبی زیاد و خیلی زیاد	
			S_S	S	S_S	S
I	۰/۲	۰/۱	۱	۱/۵	۱	۱/۵
II	۰/۲	۰/۱	۱	۱/۵	۱	۱/۵
III	۰/۲	۰/۱۵	۱/۱	۱/۷۵	۱/۱	۱/۷۵
IV	۱/۰۰	۰/۱۵	۱/۳	۲/۲۵	۱/۱	۱/۷۵

$$B = \begin{cases} S+(S-S_1+1)\left(\frac{T}{T_1}\right) & 0 < T \le T_1 \\ S+1 & T_1 < T \le T_S \\ (S+1)\left(\frac{T_S}{T}\right)\times\left[\frac{0.7}{4-T_S}(T-T_S)+1\right] & T_S < T \le 4\,sec \\ 1.7(S+1)\left(\frac{T_S}{T}\right) & T > 4\,sec \end{cases}$$

$T = 1sec = T_S \Rightarrow B = S+1 = 1.75+1 = 2.75$

مهندس شایان پاک نیت

$$\text{شتاب طیفی} = \max\{Sa\,,\ 0.7AB\,g\} = \max\{1.0g\,,\ \underbrace{0.7(1.5\times0.35)\times2.75}_{1.011}g\} = 1.011g$$

$T = 2sec > T_S \Rightarrow B = (S+1)\left(\frac{T_S}{T}\right)\left[\frac{0.7}{4-T_S}(T-T_S)+1\right] = 1.7$

$\text{شتاب طیفی} = \max\{Sa\,,\ 0.7AB\,g\} = \max\{0.3g\,,\ \underbrace{0.7(1.5\times0.35)\times1.7}_{0.625}g\} = 0.625g$

$$\frac{Sa_1}{Sa_2} = \frac{1.011g}{0.625g} = 1.618$$

مهندس شایان پاک نیت

Scanned with CamScanner

(صلاحیت ارزیابی، طرح و اجرای بهسازی - آزمون خرداد ۱۴۰۰)

مهندس شایان پاک‌نیت

سوال ۴۰ جهت بهسازی یک ساختمان واقع در شهر شیراز از طیف دستورالعمل نشریه ۳۶۰ با مشخصات شتاب طیفی در زمان کوتاه 0.2 ثانیه برابر 0.5 و در زمان تناوب یک ثانیه برابر با 0.2 در سنگ بستر استفاده شده است. در صورتی که زمین نوع II و مقدار نسبت میرایی 0.05 باشد، مقدار شتاب طیفی طرح این سازه با زمان تناوب اصلی 1 ثانیه به کدامیک از مقادیر زیر نزدیکتر است؟

$S_{a(T=1sec)} = S_{X1} = 0.32$

۱) $S_a = 0.6$

۲) $S_a = 0.32$

۳) $S_a = 0.24$

۴) $S_a = 0.16$

40

جدول(۲-۷) مقادیر F_a بر حسب نوع خاک و مقدار S_S

نوع خاک	مقدار شتاب طیفی در زمان تناوب کوتاه S_S				
	$S_S \le 0.25$	$S_S = 0.50$	$S_S = 0.75$	$S_S = 1.00$	$S_S \ge 1.25$
1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
2	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
3	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
4	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9

جدول(۳-۷) مقادیر F_v بر حسب نوع خاک و مقدار S_1

نوع خاک	مقدار شتاب طیفی در زمان تناوب یک ثانیه S_1				
	$S_1 \le 0.1$	$S_1 = 0.20$	$S_1 = 0.3$	$S_1 = 0.4$	$S_1 \ge 0.50$
1	1	1	1	1	1
2	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
3	2.4	2	1.8	1.6	1.5
4	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4

اگر شرایط ژئوتکنیکی ویژه‌ای در ساختگاه حاکم باشد استفاده از شرایط غیرقابل‌اتکا کافی نیست و لازم است با انجام مطالعات میدانی و تهیه مدل‌های رفتار دینامیکی مناسب اثر بزرگنمایی خاک را بر روی طیف بدست آمده برای سنگ بستر لحاظ نمود. هرگاه حداقل یکی از شرایط زیر برقرار باشد، شرایط ژئوتکنیکی ساختگاه ویژه تلقی می‌شود:

- خاک‌های مستعد فروریزش تحت بارهای لرزه‌ای مانند خاک‌های با قابلیت روانگرایی بالا و رس‌های بسیار حساس
- خاک‌های دستی و یا خاک‌های متشکل از مواد آلی با ضخامت بیش از ۳ متر
- رس‌های بسیار خمیری با اندیس خمیری PI>75 و ضخامت بیش از ۸ متر
- وجود لایه‌ای با ضخامت بیش از ۳۰ متر از رس نرم یا با سختی متوسط

پس از برآورد S_{XS} و S_{X1} طیف طرح شتاب افقی مطابق شکل (۱-۷) و بر اساس روابط (۲-۷) ساخته می‌شود:

$$S_a = S_{XS}\left[\left(\frac{5}{B}-2\right)\frac{T}{T_0}+0.4\right] \quad 0<T<T_0 \qquad (۲-۷)$$

$$S_a = S_{XS}/B \quad T_0<T<T_S \qquad (۳-۷)$$

$$S_a = S_{X1}/(BT) \quad T>T_S \qquad (۴-۷)$$

که در این روابط T_S و T_0 عبارتند از:

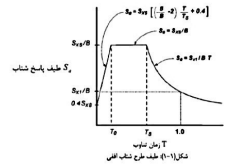
$$T_0 = 0.2T_S \qquad (۴-۷)$$

$$T_S = S_{X1}/S_{XS} \qquad (۵-۷)$$

همچنین ضریب B به صورت تابعی از نسبت میرایی موثر، β ، بیان می‌شود:

$$B = 4/[5.6-\ln(100\beta)] \qquad (۶-۷)$$

برای نسبت میرایی ۵٪ مقدار B واحد است.



شکل(۱-۷) طیف طرح شتاب افقی

۷-۲-۲-۱- فرآیند استفاده از شکل طیف حاصل از تحلیل خطر ویژه ساختگاه

فرآیند استفاده از شکل طیف حاصل از تحلیل خطر ژرفه ویژه ساختگاه و یا دو روش استفاده از طیف طرح یکپارچه و استفاده از طیف طرح آماری صورت می‌پذیرد.

۷-۲-۲-۲- طیف طرح یکپارچه[1]

با انجام تحلیل خطر ویژه ساختگاه و بدست آوردن مقادیر طیف برای دوره‌های تناوب مختلف در سطح خطر مدنظر، طیف خطر یکپارچه محاسبه می‌شود. استفاده از طیف خطر یکپارچه بدست آمده به این روش به شرطی مجاز است که مقدار این طیف کمتر از ۷۰ درصد طیف شکل ثابت استاندارد ۲۸۰۰ باشد.

برای انجام ادارات ساختگاهی در محاسبه طیف خطر یکپارچه روی سطح خاک می‌توان از دو راهکار زیر استفاده نمود:

- برآورد طیف خطر یکپارچه در سنگ بستر و محاسبه طیف خطر روی سطح خاک با انجام ادارات بزرگنمایی حاصل از مدل‌سازی رفتار دینامیکی خاک.
- برآورد مستقیم طیف خطر یکپارچه در سطح خاک با بهره‌گیری از روابط کاهندگی که فاقد به انجام ادارات ساختگاهی باشند.

۷-۲-۲-۳- طیف طرح آماری

طیف طرح آماری ویژه ساختگاه پس از تکمیل تحلیل خطر، مطابق مراحل زیر تهیه می‌شود:

- انتخاب حداقل شتاب‌نگاشت مناسب و سازگار با زلزله کنترل کننده و نیز شرایط ژئوتکنیکی ساختگاه
- همپایه‌کردن شتاب‌نگاشت‌ها برحسب حداکثر شتاب شتاب بدست آمده از تحلیل خطر ویژه ساختگاه
- تهیه طیف پاسخ برای هر یک از شتاب‌نگاشت‌ها در نسبت میرایی ۵٪ یا درصد میرایی موردنیاز

[1] Uniform Hazard Spectrum (UHS)

مهندس شایان پاک‌نیت

۷-۱- تحلیل خطر زلزله

۷-۱-۱- کلیات

تحلیل خطر با هدف برآورد پارامترهای حرکت قوی زمین انجام می‌گردد. خطر ناشی از زلزله به دو صورت «طیف طرح شتاب» و «تاریخچه زمان شتاب» تعریف و به دو صورت «احتمالی» و یا «قطعی» برآورد می‌شوند. در بخش (۲-۷-۱) به ارائه روش‌های برآورد طیف طرح شتاب و در بخش (۳-۷-۱) به انتخاب شتاب‌نگاشت‌های سازگار با سطوح مختلف خطر پرداخته شده است. همچنین در بخش (۴-۷-۱) گام‌های کلیدی لازم برای انجام تحلیل خطر احتمالی ویژه ساختگاه هنگامی که انجام این تحلیل لازم است، ارایه شده است.

۷-۲-۱- طیف طرح شتاب

دستورالعمل عمومی این بخش می‌تواند برای تعیین طیف طرح شتاب در مورد هر یک از سطوح خطر زلزله زیر استفاده شود:

۱- سطح خطر ۱: معادل سطحی از حرکت‌های قوی زمین است که احتمال فراگذشت[1] آن از ۱۰٪ در ۵۰ سال باشد. این سطح معادل دوره بازگشت ۴۷۵ سال است. سطح خطر ۱ در استاندارد ۲۸۰۰ هزارفه نامیده شده‌است.

۲- سطح خطر ۲: معادل سطحی از حرکت‌های قوی زمین است که احتمال فراگذشت آن از ۲٪ در ۵۰ سال باشد. این سطح معادل دوره بازگشت ۲۴۷۵ سال است.

[1] Probability of exceedence

۷-۲-۱-۱- فرآیند استفاده از شکل طیف ثابت

فرآیند استفاده از شکل طیف ثابت با یکی از دو روش استفاده از" شکل طیف استاندارد ۲۸۰۰" یا استفاده از "شکل طیف این دستورالعمل" صورت می‌پذیرد.

۷-۲-۱-۱-۱- طیف استاندارد ۲۸۰۰

در این روش، طیف طرح (زنجاهی شتاب از حاصل‌ضرب مقادیرضریب شتاب مبنای طرح (B)، ضریب بازتاب (B) و شتاب خاک زمین (g) بدست می‌آید. طیف طرح استاندارد ۲۸۰۰ برای میرایی ۵٪ تعیین شده است.

میزان شتاب مبنای طرح مربوط به زلزله سطح خطر ۱ یا استفاده از نقشه پهنه‌بندی خطر زلزله استاندارد ۲۸۰۰ تعیین می‌شود.

میزان شتاب‌مبنای طرح مربوط به زلزله سطح خطر۲ با یکی از دو روش زیر تعیین می‌شود:

۱. ۱/۵ برابر ضریب A استاندارد ۲۸۰۰ برای ساختمان‌هایی که برای هدف بهسازی مطلوب بهسازی می‌شوند.

۲. انجام تحلیل خطر ویژه ساختگاه برای محاسبه مقدار شتاب مبنای طرح، در این صورت نیز مقادیر پارامترهای میرایی دوره بازگشت ۲۴۷۵ سال

۷-۲-۱-۱-۲- طیف این دستورالعمل

تهیه طیف در این روش مستلزم برآورد مقدار شتاب طیفی در زمان تناوب کوتاه ۰/۲ ثانیه (S_S) و نیز مقدار شتاب طیفی در زمان تناوب یک ثانیه (S_1) در سطح خطر مدنظر است. این مقادیر برای نسبت میرایی ۵٪ و در سنگ بستر (سطح بستر لرزه‌ای) محاسبه می‌شود. برآورد مقادیر فوق با یکی از دو روش زیر تعیین می‌شود:

۱- مقدارهای مندرج که مقادیر شتاب طیفی را در سنگ بستر برای دوره بازگشت مورد نظر در اختیار قرار دهد.

۲- انجام تحلیل خطر ویژه ساختگاه برای محاسبه مقادیر شتاب طیفی درسنگ بستر برای دوره بازگشت مورد نظر.

ادارات ساختگاهی در مقادیر طیفی را می‌توان با استفاده از روابط (۱-۷) و (۲-۷) لحاظ نمود:

$$S_{XS} = F_a S_S \qquad (۱-۷)$$

$$S_{X1} = F_v S_1 \qquad (۲-۷)$$

در این روابط و F_a و F_v ضرایب نمایانگر ادارات ساختگاهی‌اند که از جداول (۲-۷) و (۳-۷) بر اساس نوع خاک و نیز مقادیر پارامترهای S_S و S_1 قابل برآوردند. برای برآورد مقادیری از S_S و S_1 که در بین حدود ارائه شده قرار دارند، از درونیابی خطی استفاده می‌شود.

ضریب B برای نسبت میرایی موثر، β، برابر با: به معادله زیر برابر واحد بدست می‌آید.

$$B = \frac{4}{[5.6-\ln(100\beta)]} \quad \frac{4}{[5.6-\ln(100\times0.05)]} = 1.0$$

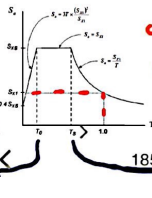
در نهایت رابطه‌ای ساده ارائه شده برای طرح شتاب افقی به ترتیب زیر ارائه می‌شود:

$$S_a = \left[37\times\frac{(S_S)^2}{S_{X1}}\right]+0.4S_{XS} \qquad 0<T<T_0$$

$$S_a = S_{XS} \qquad T_0<T<T_S$$

$$S_a = \frac{S_{X1}}{T} \qquad T>T_S$$

به این ترتیب نمودار طیف پاسخ به کار رفته در دستورالعمل بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود برحسب پریود به ارای نسبت میرایی مؤثر ۵ درصد به فرم زیر خواهد بود:



شکل ۸-۵ حصب طیف دستورالعمل بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود برای نسبت میرایی مؤثر ۵ درصد

روابط ساده شده

بر گرفته از کتاب تفسیر دستورالعمل بهسازی لرزه‌ای ساختمان های فراوانی موجود

در کتاب تفسیر دستورالعمل بهسازی لرزه‌ای ساختمان های موجود نوشته

مهندس شایان پاک نیت و جزوه تهیه شده بصورت ساده شده برای حل این مثال بسیار کاربردی است.

$$\begin{cases} F_a \\ S_{XS} = 1.2\times(S_S=0.5) = 0.6 \\ S_{X1} = 1.6\,(S_1=0.2) = 0.32 \\ F_v \end{cases}$$

$$\begin{cases} T_0 = 0.2T_S = 0.1067 \\ T_S = \frac{S_{X1}}{S_{XS}} = \frac{0.32}{0.6} = 0.53 \end{cases}$$

0.1067 < 0.53

Scanned with CamScanner

(صلاحیت ارزیابی، طرح و اجرای بهسازی - آزمون مرداد ۱۴۰۰)

مهندس شایان پاک‌نیت

سوال ۵ برای ارزیابی کیفی و جمع‌آوری اطلاعات از یک ساختمان در مرحله مقدماتی بازدید، حداقل چند درصد از اعضاء، اجزاء و اتصالات باید بازرسی عینی شوند؟

۱) ۱۰ درصد ۲) ۱۵ درصد ۳) ۲۰ درصد ۴) ۴۰ درصد

۲-۷-۳-۱-۳- روش‌ها و محدوده‌ی کاربرد

بازرسی وضعیت موجود ساختمان باید حداقل بازرسی عینی از کلیه‌ی اعضا و قطعاتی که در مقاومت در برابر بار جانبی شرکت دارند و جهت بررسی در دسترس می‌باشند را شامل شود. در بازرسی وضعیت موجود ساختمان در مواردی ممکن است نیاز به انجام آزمایش‌های اضافی، بنا به تشخیص طراح نیز باشد.

هدف از این بازرسی شناسایی و تعیین هرگونه مغایرت در هندسه و پیکربندی ساختمان، تعیین موارد کاهش سختی و مقاومت در اعضا، کنترل پیوستگی مسیرهای انتقال بار، تشخیص ضرورت انجام آزمایش‌های دیگر مطابق با بند (۲-۷-۳-۱-۴) جهت تعیین و اندازه گیری میزان آسیب و ضعف و نیز اندازه گیری ابعاد موجود ساختمان و مقایسه‌ی آن با اطلاعات موجود در مدارک فنی و تعیین هرگونه تغییر شکل دائمی می‌باشد.

اگر وجود پوشش معماری و موانع دیگر امکان بازرسی عینی را سلب کرده باشد، بازرسی می‌تواند با برداشت موضعی مصالح پوششی یا به طور غیرمستقیم مثلاً از طریق ایجاد حفره در مانع و استفاده از وسایل مخصوص (Fiber Scope) انجام گیرد.

بازرسی عینی ساختمان شامل شالوده‌ها (قسمت‌های قابل دیدن)، اعضای سیستم‌های مقاوم در برابر بارهای جانبی، دیافراگم‌ها و اتصالات می‌باشد. در هر طبقه حداقل ۲۰٪ اعضا، اجزا و اتصالات باید بازرسی عینی شوند. اگر آسیب و ضعف قابل ملاحظه‌ای در بعضی اعضا مشاهده شود، تعداد نمونه‌ی مورد بازرسی عینی از آن اعضا به ۴۰٪ افزایش یابد. درصدهای ارائه شده تعداد حداقل را مشخص می‌کنند و بنا به شرایط ساختمان، طراح تعداد نمونه‌ی لازم را مشخص خواهد کرد. این بازرسی صرفاً به منظور مطالعه‌ی هندسه، آسیب و ضعف مشهود می‌باشد و وضعیت آرماتورها بررسی نمی شود.

در بازرسی وضعیت موجود، علاوه بر جمع آوری اطلاعات ذکر شده، قطر و نحوه‌ی آرماتور گذاری اعضا نیز مطالعه می‌شود. اطلاعات لازم تکمیلی را می‌توان با مطالعه‌ی اعضا از طریق روش‌های مخرب و یا غیر مخرب (مثل استفاده از دستگاه ردیاب آرماتور) به دست آورد. مطالعه‌ی جزئیات آرماتورهای اعضا را می‌توان با برداشتن مقدار محدودی از بتن رویه انجام داد.

ضوابط زیر در بازرسی اتصالات اصلی ساختمان باید مورد توجه واقع شوند :

۱- اگر بعضی نقشه‌های اجرایی یا جزئیات کافی موجود است، از هر نوع اتصال اصلی (اتصال تیر به ستون میانی، اتصال تیر به ستون کناری، اتصال ستون به شالوده و اتصال تیر به دیافراگم) یک نمونه با برداشتن بتن رویه بررسی شود. اگر تفاوتی با نقشه‌ها دیده نشود، می‌توان فرض کرد که وضعیت اجرا شده مطابق نقشه‌ها می‌باشد. اگر تفاوتی با نقشه‌ها دیده شود، حداقل ۵٪ اتصالات موجود از آن نوع باید بررسی شوند تا میزان تفاوت کاملاً مشخص شود.

۲- اگر نقشه‌های اجرایی موجود نباشند، از هر نوع اتصال اصلی حداقل سه عدد باید بررسی شوند. اگر آنها به صورت یکسان اجرا شده بودند، نیازی به بازرسی اضافی نیست. اگر جزئیات اتصالات مختلف بودند، تعداد اتصال بیشتری باید بازرسی شوند تا زمانی که اطلاعات دقیقی از نحوه‌ی اجرای ساختمان حاصل شود.

۲-۷-۳-۱-۴- آزمایش‌های اضافی

بنا به شرایط فیزیکی قطعات و اتصال دهنده‌ها ممکن است آزمایش‌های مخرب و غیر مخرب اضافی توسط طراح مورد نیاز تشخیص داده شود. این آزمایش‌ها ممکن است جهت تعیین درجه‌ی خسارت یا وجود زوال یافتگی یا درک بهتر از وضعیت موجود و کیفیت بتن مورد نیاز باشند. دستورالعمل و نحوه کاربرد روش‌های مخرب و غیرمخربی که ممکن است در خلال بازرسی وضعیت موجود مورد نیاز باشند، باید برمبنای استانداردهای معتبر باشند.

این سوال در جزوه صلاحیت بهسازی - شایان پاک‌نیت بود. اما به راحتی شرکت کننده نمی‌توانست آن را از نشریه ۳۶ برداشت کند.

مهندس شایان پاک‌نیت

مهندس شایان پاک‌نیت

مهندس شایان پاک‌نیت

Scanned with CamScanner

۲-۳-۲- ضریب آگاهی

درجه‌ی اعتبار نتایج حاصل از اطلاعات جمع‌آوری شده از ساختمان موجود توسط ضریب آگاهی K، در محاسبه‌ی ظرفیت هر یک از اجزای سازه اعمال می‌شود. ضریب آگاهی با استفاده از جدول (۲-۱) متناسب با هدف انتخاب شده برای بهسازی و سطح اطلاعات تعیین می‌شود.

در تحلیل‌های خطی، اطلاعاتی در سطح حداقل برای هدف بهسازی مطلوب یا پایین‌تر مجاز است. لیکن در تحلیل‌های غیرخطی جمع‌آوری اطلاعات باید در سطح متعارف یا جامع انجام گیرد.

جدول۲- ۱- ضریب آگاهی

هدف بهسازی		مطلوب یا پایین تر		ویژه	
سطح اطلاعات		حداقل	متعارف	متعارف	جامع
نوع تحلیل		تحلیل خطی	هر نوع تحلیل	هر نوع تحلیل	هر نوع تحلیل
مصالح عمده سازه	فولادی	۰/۷۵	۱	۰/۷۵	۱
	بتنی	۰/۷۵	۱	۰/۷۵	۱
	بنایی	۰/۷۵	۱	۰/۷۵	۱

مهندس شایان پاک نیت

۲-۷-۳-۳- مدل‌سازی تحلیلی ساختمان

اطلاعات جمع‌آوری شده از بررسی وضعیت موجود ساختمان باید در تهیه‌ی مدل تحلیلی ساختمان به کار گرفته شود. عمده خصوصیاتی که در این رابطه مورد نیازند عبارتند از :

۱- ابعاد مقاطع اعضا، قطر، تعداد و آرایش میلگرد در مقطع و مشخصات فنی آن‌ها؛

۲-هندسه، شکل و نحوه‌ی پیکربندی اعضا و نیز وجود هرگونه خروج از مرکزیت یا تغییرشکل دائمی در آنها؛

۳- شکل اتصالات و وجود هرگونه خروج از مرکزیت در آن‌ها؛

۴- اطلاع از هرگونه تغییر در سیستم سازه‌ای و یا کاربری ساختمان بعد از اجرای اولیه‌ی آن و درنظرگرفتن اثر آن بر عملکرد ساختمان؛

۵- آگاهی از نحوه‌ی اندرکنش احتمالی اجزای غیرسازه‌ای با اجزای سازه‌ای و دخالت یا عدم دخالت آن‌ها در تحمل بار جانبی وارد به ساختمان.

همچنین باید به تفاوت‌های میان اطلاعات مندرج در مدارک فنی موجود و اطلاعات حاصل از بازرسی عینی ساختمان توجه نمود و این امر را در تحلیل سازه ملحوظ نمود.

سطح مقطع و مشخصات فنی اجزاء مقطع اعضای ساختمان را می‌توان مطابق اطلاعات ارائه شده در نقشه‌های طراحی در نظر گرفت به شرطی که در طی بازرسی وضعیت موجود تطابق مشخصات اعضا با نقشه‌ها تأیید شود و نیز در اعضا، ترک خوردگی و فروپاشی به نحوی که باعث کاهش ظرفیت شود، مشاهده نگردد. اگر مقطع عضو را به علت وجود آسیب و خرابی نتوان کامل فرض کرد، باید میزان کاهش در سطح مقطع از طریق اندازه‌گیری مستقیم محاسبه و سپس ظرفیت مقطع را از طریق روش‌های محاسباتی معمول محاسبه نمود.

مهندس شایان پاک نیت

۲-۷-۳-۴- ضریب آگاهی K

در محاسبه‌ی ظرفیت و تغییر شکل‌های مجاز اعضای بتنی باید ضریب آگاهی مطابق ضوابط بند (۲-۳-۲) و با درنظر گرفتن ضوابط اضافی زیر درنظر گرفته شود:

درصورتیکه یکی از شرایط زیر صادق باشد مقدار ضریب آگاهی K را باید برابر با ۰/۷۵ اختیار کرد :

۱- در خلال ارزیابی اعضا، خرابی و زوال‌یافتگی مشاهده شود به نحوی که برای اطلاع از چگونگی رفتار اعضا نیاز به انجام آزمایش‌های اضافی باشد لیکن آزمایش‌ها انجام نگیرد و استفاده از ضریب K =1 قابل توجیه نباشد.

۲- درصورتی که مشخصات مکانیکی اعضا دارای ضریب تغییرات (C.O.V) بزرگتر از ۲۵٪ باشند.

۳- در صورتی که اعضا شامل مصالح با مشخصات نامعلوم باشند.

مثال (۱۶) مقدار بزرگترین فشاری ستون زیر مطابق کدام ترکیب حالت (111)

ترکیب بارهای نیروکنترل در شرایط هدف بهسازی ویژه، 250 t بدست آمده است.

مهندس شایان پاک نیت

مقطع بحرانی‌شده در این ستون مطابق سوال ۴ انجام پذیرفته در راستای کنترل سطح اطلاعات جامع

می باشد. مقدار مقاومت فشاری مطابق نشریه ۳۶۰ به کدام گزینه نزدیک تر است؟ IPB240

نتایج آزمایش‌های مقاومت مصالح به شرح روبرو است :

مصالح	المان	مقاومت (kg/cm²)
فولاد	تیر	۲۶۶۰
	ستون	۲۴۲۸
	مهاربند	۲۲۶۲

مهندس شایان پاک نیت

۱) 1.57 ۲) 1.18 ۳) 1.14 ۴) 1.52

مقدار میانگین مقاومت تسلیم مورد انتظار بدون ضریب کاهش $F_{yc} = \frac{2660+2428+2262}{3} = 2450 \frac{kg}{cm^2}$

مهندس شایان پاک نیت

اختلاف مقدار نتایج آزمایش - مقدار میانگین = $F_{y\,LB}$ کرانه پایین مقاومت تسلیم مورد انتظار

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}(x_i - \mu)^2}{N=n-1}} = \sqrt{\frac{(2660-2450)^2 + (2428-2450)^2 + (2262-2450)^2}{3-1=2}}$$

$\sigma \simeq 200\ kg/cm^2$

مهندس شایان پاک نیت

حل سوال :

$$f_{c,ip} = \frac{f^1_{c,ip} + f^2_{c,ip} + f^3_{c,ip}}{3}$$

$$= \frac{15.5 + 16.8 + 24.7}{3}$$

مقاومت فشاری مورد انتظار $= 19$

$$S_c = \sqrt{Q_c} = \sqrt{\frac{(f^1_{c,ip} - f_{c,ip})^2 + (f^2_{c,ip} - f_{c,ip})^2 + (f^3_{c,ip} - f_{c,ip})^2}{3-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{(15.5-19)^2 + (16.8-19)^2 + (24.7-19)^2}{2}} = 4.978$$

کرانه پایین مقاومت فشاری $= 19 - 4.978 = 14\ MPa$

$$C.O.V = \frac{S_c = 4.978}{f_{c,ip} = 19} = 0.25$$

Scanned with CamScanner

(صلاحیت ارزیابی، طرح و اجرای بهسازی - آزمون مرداد ۱۴۰۰)

مهندس شایان پاک‌نیت

سوال ۶) در ارزیابی یک سازه بتنی هیچگونه اطلاعاتی از طرح و اجرای آن در دسترس نیست. جهت دستیابی به سطح اطلاعات متعارف از مقاومت فشاری بتن تیرهای این سازه، سه مغزه‌گیری انجام و نتایج نشان داده شده در جدول زیر به دست آمده است. کران پایین مقاومت فشاری و ضریب آگاهی بتن تیرها در این سازه به کدام یک از مقادیر زیر نزدیکتر هستند؟

شماره نمونه	$f^{i}_{c,ip}\ (MPa)$
1	15.5
2	16.8
3	24.7

۱) $f_{CLB}=14MPa\ ,\ k=0.75$

۲) $f_{CLB}=19MPa\ ,\ k=0.75$

۳) $f_{CLB}=14MPa\ ,\ k=1.0$

۴) $f_{CLB}=19MPa\ ,\ k=1.0$

مهندس شایان پاک‌نیت

✓ مطابق مثال ۱۲ فصل فناوری جزوه بهسازی - شایان پاک‌نیت - ص ۱۱۱ خواهیم داشت:

تمام نمونه‌های برداشته شده‌ی فولادی باید با مصالح جدید جایگزین شوند، مگر این که نتایج تحلیل نشان دهد که نیازی به جایگزینی نیست. درصورت صلاحدید طراح، تعداد آزمایش‌های مخرب می‌تواند با جایگزینی آنها با آزمایش‌های غیرمخرب مناسب کاهش داده شود.

در جمع آوری مشخصات مصالح در سطح اطلاعات جامع مشخصات مورد انتظار مصالح بر اساس متوسط‌گیری از نتایج آزمایش و کرانه پایین مشخصات مصالح بر مبنای مقدار متوسط منهای یک انحراف معیار به دست می‌آیند.

تعیین مقاومت بتن نمونه گیری شده با اعمال ضریب اصلاحی بر روی مقاومت اندازه‌گیری شده نمونه، انجام می شود. یک روش مناسب روش پیشنهادی Bartlett & MacGregor (در سال ۱۹۹۵) به شرح زیر می باشد:

$$f^{i}_{c,ip}=F_{L/d}\times F_{dia}\times F_{r}\times F_{mc}\times F_{d}\times f_{c} \qquad (۱-۲)$$

در رابطه فوق:

$f^{i}_{c,ip}$= مقاومت فشاری معادل بتن در جا برای i- امین مغزه بتن گرفته شده از یک رده؛

f_c = مقاومت اندازه گیری شده مغزه؛

$F_{L/d}$= ضریب اصلاحی نسبت طول به قطر نمونه؛

F_{dia} = ضریب اصلاحی قطر نمونه؛

F_r = ضریب اصلاحی وجود میلگرد در نمونه؛

F_{mc} = ضریب اصلاحی میزان رطوبت در نمونه،

F_d = ضریب اصلاحی صدمه دیدن نمونه در هنگام عملیات مغزه گیری.

مقادیر متوسطی برای ضرایب اصلاحی فوق در جدول (۲-۴) پیشنهاد شده اند.

با محاسبه $f^{i}_{c,ip}$، مقاومت فشاری که در تحلیل سازه مورد استفاده قرار می گیرد، مطابق رابطه زیر بدست می آید:

$$f_{c,ip}=\frac{\left[f^{1}_{c,ip}+f^{2}_{c,ip}+.....+f^{n}_{c,ip}\right]}{n} \qquad (۲-۲)$$

که در آن $f^{1}_{c,ip}, f^{2}_{c,ip}, ..., f^{n}_{c,ip}$ مقاومت های فشاری معادل محاسبه شده از تک تک مغزه ها با استفاده از رابطه‌ی (۲-۱) می باشند و n تعداد مغزه های گرفته شده از هر رده بتن می باشد.

میزان تغییرات در مقاومت اندازه‌گیری شده باید به منظورهای زیر کنترل شود:

۱- مشخص نمودن کیفیت کلی بتن؛

۲- مشخص نمودن کافی بودن یا نبودن تعداد نمونه‌های گرفته شده؛

۳- حذف کردن اشتباه!

۴- مشخص نمودن و تفکیک بخش‌های مختلف بتن ریزی؛

۵- نیاز به اعمال تصحیح بیشتر به $f_{c,ip}$.

مهندس شایان پاک‌نیت

واریانس، انحراف استاندارد و ضریب تغییرات باید توسط روابط زیر محاسبه شوند:

$$Q_c=\left[\frac{(f^{1}_{c,ip}-f_{c,ip})^2+(f^{2}_{c,ip}-f_{c,ip})^2+...(f^{n}_{c,ip}-f_{c,ip})^2}{n-1}\right] \qquad (۳-۲)$$

$$S_c=(Q_c)^{0.5} \qquad (۴-۲)$$

$$C.O.V=\left[\frac{S_c}{f_{c,ip}}\right] \qquad (۵-۲)$$

در روابط فوق:

Q_c: واریانس؛

S_c: انحراف استاندارد؛

C.O.V: ضریب تغییرات؛

مهندس شایان پاک‌نیت

جدول ۲-۴ : مقادیر متوسط پیشنهادی جهت ضرایب اصلاحی رابطه (۲-۱)

درصد تغییرات(٪)	مقدار متوسط ضریب	ضریب اصلاحی
		نسبت طول به قطر $F_{L/d}$
$2.5(2-L/D)^2$	$1-\{0.117-4.3(10^{-4})f_c\}\times\left[2-\frac{L}{d}\right]^2$	مغزه مرطوب[۴]
$2.5(2-L/D)^2$	$1-\{0.114-4.3(10^{-4})f_c\}\times\left[2-\frac{L}{d}\right]^2$	مغزه خشک[۴]
		قطر مغزه: F_{dia}
11.8	1.05	50 mm
0.0	1.00	100 mm
1.8	0.98	150 mm
		وجود میلگرد: F_r
0.0	1.00	وجود ندارد
2.8	1.08	یک میلگرد
2.8	1.13	دو میلگرد
		رطوبت مغزه: F_{mc}
2.5	1.09	٪ مغزه مرطوب
2.5	0.95	٪ مغزه خشک
2.5	1.06	صدمه در هنگام مغزه گیری: F_d

[۳] f_c بر حسب MPa است. هر MPa را می توان تقریباً معادل 10 kg/cm² در نظر گرفت.

[۴] مطابق روال استاندارد ASTM C42

Scanned with CamScanner

(صلاحیت ارزیابی، طرح و اجرای بهسازی - آزمون مرداد ۱۴۰۰)

مهندس شایان پاک‌نیت

سوال ✓ برای ارزیابی و ارائه طرح بهسازی یک ساختمان با مصالح بنایی که نقشه‌ها و مشخصات مصالح آن موجود نباشد، تحت چه شرایطی می‌توان از انجام آزمایش‌های تعیین مصالح چشم پوشی نمود؟

۱) بدون انجام آزمایش نیز می‌توان سازه مورد نظر را ارزیابی و جهت هر هدفی بهسازی ارزیابی و طرح نمود.

۲) انجام آزمایش تعیین مصالح برای این سازه الزامی است.

۳) تنها در صورتی که از تحلیل غیرخطی استاتیکی استفاده شود.

۴) تنها در صورتی که از روش‌های خطی استفاده شود.

مهندس شایان پاک‌نیت

مطابق جدول ضریب آگاهی

۲-۷-۴-۲-۲- تعداد حداقل آزمایش های لازم برای تعیین مشخصات مصالح در سطح اطلاعات حداقل

تنها تعیین مجاز در سطح

درصورتی که مقاومت مشخصه طراحی دیوار/ پایه بنایی معلوم باشد، نیاز به انجام آزمایش نیست و مقادیر موجود در این مدارک به عنوان کرانه پایین مشخصات مصالح در نظر گرفته می‌شود. برای تبدیل مقاومت کرانه پایین به مورد انتظار از ضرایب جدول(۲-۶) استفاده می‌شود.

اطلاعات حداقل یا کفی

در غیر اینصورت، می‌توان از مقادیر پیش فرض مشخصات مصالح مطابق بند (۲-۷-۴-۲-۵) به عنوان مقادیر کرانه پایین مشخصات مصالح در روش‌های خطی فصل سوم در تحلیل ساختمان استفاده نمود.

خطی می باشد از طرفی مطابق

در ساختمان‌های بنایی کلاف‌دار درصورتیکه مقاومت مشخصه میلگرد معلوم نباشد، میلگرد صاف نوع AI و میلگرد آجدار نوع AII در نظر گرفته شود و لزومی به انجام آزمایش نیست.

۲-۳-۲- ضریب آگاهی

بند ۲-۷-۴-۲-۲

درجه‌ی اعتبار نتایج حاصل از اطلاعات جمع‌آوری شده از ساختمان موجود توسط ضریب آگاهی K، در محاسبه‌ی ظرفیت هر یک از اجزای سازه اعمال می‌شود. ضریب آگاهی با استفاده از جدول (۲-۱) متناسب با هدف انتخاب شده برای بهسازی و سطح اطلاعات تعیین می‌شود.

نشریه ۳۶۰ و مطابق

در تحلیل‌های خطی، اطلاعاتی در سطح حداقل برای هدف بهسازی مطلوب یا پایین‌تر مجاز است. لیکن در تحلیل‌های غیرخطی جمع‌آوری اطلاعات باید در سطح متعارف یا جامع انجام گیرد.

صفحه ۱ جزوه صلاحیت بهسازی

جدول۲- ۱- ضریب آگاهی

هدف بهسازی		مطلوب یا پایین تر		ویژه	
سطح اطلاعات		حداقل	متعارف	متعارف	جامع
نوع تحلیل		تحلیل خطی	هر نوع تحلیل	هر نوع تحلیل	هر نوع تحلیل
ضریب آگاهی K	فولادی	۰/۷۵	۱	۰/۷۵	۱
	بتنی	۰/۷۵	۱	۰/۷۵	۱
	بنایی	۰/۷۵	۱	۰/۷۵	۱

مهندس شایان پاک نیت می توان بجای انجام آزمایش از مقادیر کرانه پایین مشخصات مصالح استفاده نمود.

Scanned with CamScanner

1

گردآوری مدارک و اطلاعات، شناخت وضع موجود :

مهندس شایان پاک نیت

جمع آوری اطلاعات و بازرسی وضعیت موجود اعضا و اجزای سازه ای ساختمان در سطح اطلاعات اولیه

فولادی

درصورتی که مشخصات مصالح فولادی در نقشه های اجرایی موجود باشد این مقادیر را می توان به عنوان مشخصات کرانه پایین مصالح در نظر گرفت

در غیر این صورت جمع آوری مشخصات مصالح باید طبق سطح اطلاعات متفاوت صورت گیرد!

مشخصات کرانه پایین مصالح فولادی = 1.1 × مشخصات مورد انتظار مصالح فولادی

مهندس شایان پاک نیت

بتنی

آرماتور :

درصورتی که مشخصات مصالح در نقشه های اجرایی موجود باشد این مقادیر را می توان به عنوان مشخصات کرانه پایین مصالح در نظر گرفت.

در غیر این صورت جمع آوری مشخصات مصالح باید طبق سطح اطلاعات متفاوت صورت گیرد.

مشخصات کرانه پایین مصالح آرماتور = 1.15 × مشخصات مورد انتظار مصالح آرماتور

بتن :

به این ۲ شرط می توان از مقادیر درج شده در نقشه ها به عنوان مشخصات کرانه پایین مصالح استفاده نمود

شرط ۱) با استفاده از آزمایش های غیر مخرب نظیر چکش اسمیت نسبت به یکنواختی مصالح اطمینان حاصل شود.

و یا

شرط ۲) مدارک فنی معتبر دال بر انجام آزمایش در زمان ساخت موجود باشد.

در غیر این صورت جمع آوری مشخصات مصالح باید طبق سطح اطلاعات متفاوت صورت گیرد!

مشخصات کرانه پایین مصالح بتن = 1.25 × مشخصات مورد انتظار مصالح بتنی

بنایی

۱) درصورتی که مقاومت مشخصه طراحی دیوار / پایه معلوم باشد نیاز به انجام آزمایش نیست و مقادیر موجود در این مدارک به عنوان کرانه پایین مشخصات مصالح در نظر گرفته می شود.

مشخصات کرانه پایین مصالح بنایی = 1.3 × مشخصات مورد انتظار مصالح بنایی

۲) درصورتی که مقاومت مشخصه طراحی دیوار / پایه معلوم نباشد می توان از مقادیر پیش فرض مشخصات مصالح استفاده نمود.

مهندس شایان پاک نیت

Scanned with CamScanner

(صلاحیت ارزیابی، طرح و اجرای بهسازی - آزمون مرداد ۱۴۰۰)

مهندس شایان پاک نیت

سوال ۸ چنانچه مصالح فولادی به‌کار رفته در ساختمان فولادی موجود بالاتر از فولاد نرمه باشد، در بازرسی وضعیت موجود جوش‌های اتصالات این ساختمان، کدام‌یک از عبارت صحیح است؟

۱) آزمایش مخرب برای تعیین مقاومت جوش کافی است.

۲) تعیین ابعاد و طول جوش و تعیین کیفیت براساس آزمایش‌های غیرمخرب و تعیین مقاومت براساس آزمایش‌های مخرب الزامی است.

۳) تعیین ابعاد و طول جوش کافی است.

۴) تعیین ابعاد و طول جوش و انجام آزمایش‌های غیرمخرب برای تعیین کیفیت جوش کافی است.

۲-۷-۲-۲- تعیین مشخصات مصالح

۲-۷-۲-۲-۱- کلیات

برای تعیین مشخصات مکانیکی مصالح اعضا و اتصالات فولادی موجود، لازم است تنش تسلیم مصالح مبنا و اجزای اتصال تعیین شود.

در صورتی که انجام آزمایش برای یافتن این کمیت‌ها ضروری شود، می‌توان اطلاعات مفید دیگری نظیر مقاومت نهایی و تغییر شکل نسبی نهایی مصالح را از روی منحنی‌های تنش – کرنش مصالح به دست آورد.

آزمایش نمونه‌ها برای تعیین مشخصات مکانیکی آنها باید بر مبنای استاندارد ملی یا معتبر بین‌المللی انجام شود. گستره آزمایش‌های لازم از یکسو به میزان در دسترس بودن اطلاعات اولیه‌ی ساختمان و اطلاعات حین ساخت آن و از سوی دیگر به امکان دسترسی به اجزای مختلف ساختمان و شرایط مصالح بستگی دارد.

مشخصات مصالح باید با نمونه برداری از مصالح و انجام آزمایش تعیین شود. نمونه برداری باید از محل‌هایی که تنش کم باشد انجام گیرد. در آزمایش اتصالات پیچی یا پرچی به هنگام برداشتن آنها باید پیچ‌های مناسبی جایگزین شوند. نمونه برداری از یک اتصال جوشی باید با مرمت آن اتصال همراه باشد.

اگر فولاد مبنا ST37 (فولاد نرمه) باشد در این حالت ابعاد و طول جوش در محل هر نمونه‌ی اتصال نمایان شده اندازه‌گیری و با آزمایش‌های غیرمخرب، کیفیت جوش مشخص شود. اگر فولاد به کار رفته بالاتر از ST37 باشد در این حالت مقاومت جوش با نمونه گیری از محل اتصال و انجام آزمایش مخرب علاوه بر موارد ذکر شده فوق، تعیین شود. در مورد اتصالات پیچی یا پرچی در محل هر اتصال نمایان، علاوه بر تعیین تعداد، ابعاد و آرایش مربوط، یک نمونه از هر تیپ باز شده و مشخصات مکانیکی مصالح با آزمایش تعیین شود.

حداقل تعداد آزمایش‌ها باید براساس ملزومات بند (۲-۷-۲-۲-۳) و (۲-۷-۲-۲-۴) تعیین شود.

تعیین کربن معادل مصالح مبنا و اجزای اتصال و یا بررسی قابلیت جوش پذیری مصالح مبنا و اجزای اتصال به تشخیص طراح ممکن است با انجام آزمایش ضرورت یابد.

۲-۷-۲-۲-۲- جمع آوری مشخصات مصالح فولادی در سطح اطلاعات حداقل

درصورتی که مشخصات مصالح فولادی در دفترچه‌ی محاسبات یا نقشه‌های اجرایی موجود باشد این مقادیر را می‌توان به عنوان مشخصات کرانه پایین مصالح در سطح اطلاعات حداقل درنظر گرفت. درغیر این صورت جمع آوری مشخصات مصالح باید طبق سطح اطلاعات متعارف در بند (۲-۷-۲-۲-۳) صورت گیرد. درصورتی که مشخصات مورد انتظار مصالح فولادی لازم باشد می‌توان مقادیر کرانه پایین را در ضریب ۱/۱ ضرب نمود.

۲-۷-۲-۲-۳- جمع آوری مشخصات مصالح فولادی در سطح اطلاعات متعارف

حداقل تعداد آزمایش‌های لازم برای تعیین مقاومت تسلیم و مقاومت کششی مصالح فولادی در یک برنامه‌ی جمع آوری اطلاعات در سطح متعارف باید براساس ضوابط زیر باشد :

✓ این سوال توسط خود بوشن داره نشده بود. با این حال داوطلب آزمون به راحتی می‌توانست آن را در نشریه ۳۶۰ پیدا کند. (صفحه ۳۰ نشریه ۳۶۰)

مهندس شایان پاک نیت

Scanned with CamScanner

(صلاحیت ارزیابی، طرح و اجرای بهسازی - ازمون مرداد ۱۴۰۰)

مهندس شایان پاک‌نیت

سوال⑩ کدام یک از عبارات زیر در مورد اعضای اصلی و غیراصلی صحیح است؟

۱) ارزیابی اعضای غیراصلی همواره براساس تغییرشکل‌های ناشی از زلزله در ترکیب با بار ثقلی انجام می‌گردد.

۲) ارزیابی اعضای غیراصلی بسته به شرایط براساس نیرو یا تغییرشکل ناشی از زلزله در ترکیب با بار ثقلی صورت می‌پذیرد.

۳) در تحلیل‌های استاتیکی غیرخطی فقط اعضای اصلی مدل می‌شوند.

مهندس شایان پاک‌نیت

۴) در تحلیل‌های خطی امکان اضافه نمودن هر عضو غیراصلی به مدل وجود دارد.

✓ این سوال در جزوه صلاحیت بهسازی نیست ما به راحتی با مراجعه به بند مربوط به اعضای اصلی و غیراصلی قابل حل است.

۳-۲-۲-۲-اعضای اصلی و غیراصلی

اعضای سازه‌ای که در سختی جانبی و یا توزیع نیروها در سازه موثرند و یا در اثر تغییرمکان جانبی سازه تحت تاثیر نیرو قرار می‌گیرند به دو گروه اصلی و غیراصلی تقسیم می‌شوند. اعضای اصلی اعضایی هستند که برای تحمل بار جانبی جهت رسیدن به سطح عملکرد موردنظر نیاز می‌باشند. اعضایی که برای تحمل بار جانبی جهت رسیدن به سطح عملکرد موردنظر، نیاز نمی‌باشند، می‌توانند به عنوان اعضای غیراصلی در نظر گرفته شوند.

ملاحظات زیر باید در ارزیابی اعضای اصلی و غیراصلی مدنظر قرار گیرد.

۱- اعضای اصلی باید برای نیروها و تغییرشکل‌های ناشی از زلزله در ترکیب با بار ثقلی، و اعضای غیراصلی باید برای تغییرشکل‌های ناشی از زلزله در ترکیب با آثار بار ثقلی ارزیابی شوند.

۲- در تحلیل‌های خطی، فقط سختی و مقاومت اعضای اصلی منظور می‌شود. چنانچه جمع سختی جانبی اعضای غیراصلی از ۲۵٪ جمع سختی جانبی اعضای اصلی ساختمان تجاوز نماید، باید تعدادی از آنها را جزء اعضای اصلی محسوب نمود تا آنجا که این نسبت کمتر از ۲۵٪ شود. چنانچه در نظرگرفتن یک عضو غیراصلی در مدل سبب افزایش نیرو یا تغییرشکل‌ها در یک عضو اصلی شود، باید آن عضو به عنوان عضو اصلی در مدل اضافه شود.

۳- دسته‌بندی اعضای سازه به عنوان اعضای اصلی و غیراصلی نباید به گونه‌ای انجام شود که ساختمان نامنظم به ساختمان منظم تبدیل شود.

۴- در تحلیل‌های غیرخطی، سختی و مقاومت هردو گروه اعضای اصلی و غیراصلی و همچنین تغییرات مقاومت و سختی این اعضا در اثر زوال چرخه‌ای باید در مدل‌سازی وارد شود. در تحلیل استاتیکی غیرخطی ساده‌شده مطابق بند (۳-۴-۳-۱) فقط اعضای اصلی مدل شده و از اثر زوال چرخه‌ای صرفنظر می‌شود.

۵- هرگاه جمع سختی جانبی اجزای غیرسازه‌ای بیشتر از ۱۰٪ سختی جانبی کل در هر طبقه باشد، در روش‌های تحلیل غیرخطی باید اثر آنها در مدل سازه درنظر گرفته شود.

Scanned with CamScanner

(صلاحیت ارزیابی، طرح و اجرای بهسازی - آزمون مرداد ۱۴۰۰)

مهندس شایان پاک‌نیت

سؤال (۱۱) سازه‌ای مسکونی با استاندارد ۲۸۰۰ طراحی شده و ضریب زلزله طرح آن براساس طیف این استاندارد، C به دست آمده است. برای ارزیابی لرزه‌ای این سازه براساس روش تحلیل استاتیکی خطی نشریه ۳۶۰، ضریب زلزله Cs برای زلزله سطح خطر یک و با استفاده از همان طیف استاندارد ۲۸۰۰ محاسبه می‌شود. کدام یک از گزینه‌های زیر در رابطه با این دو ضریب صحیح است؟

مهندس شایان پاک‌نیت

۱) $C_s > C$ ۲) $C_s < C$ ۳) $C_s = C$ ۴) $C_s \le C$

✓ با توجه به صفحه ۱۱ فصل سوم جزوه صلاحیت بهسازی - شایان پاک‌نیت - ضریب زلزله

روش استاتیکی خطی نشریه ۳۶۰

شامل ضرایب افزاینده ≥ بوده

(به استثنای Cm در بعضی از موارد)

که سبب بزرگ شدن این ضریب

خواهند بود. این در حالی است که

ضریب زلزله استاندارد ۲۸۰۰ با

توجه به تواگیری ضریب رفتار در خرج

همواره مقدار کمتری بدست می‌آید.

مهندس شایان پاک‌نیت

Scanned with CamScanner

(صلاحیت ارزیابی، طرح و اجرای بهسازی - آزمون مرداد ۱۴۰۰)

مهندس شایان پاک نیت

سوال (۱۲) برای انجام تحلیل استاتیکی غیرخطی یک سازه، منحنی نیرو-تغییرمکان سازه تا جابجایی ۵۷۵ میلی‌متر برای نقطه کنترل بدست آمده است. تغییرمکان هدف بدست آمده با استفاده از این منحنی در چه محدوده‌ای باید باشد تا مقدار تغییرمکان هدف محاسبه شده قابل قبول تلقی شود؟

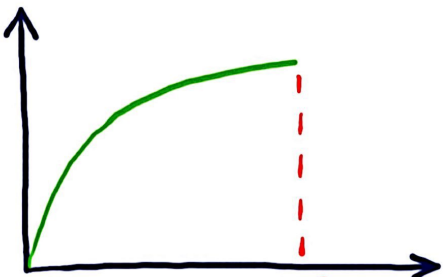
۱) کمتر از 575mm

۲) کمتر از 380mm

۳) کمتر از 287mm

۴) کمتر از 460mm

مهندس شایان پاک نیت



حل سوال ۸:

$$1.5\delta_t = 575\,mm \Rightarrow \delta_t = \frac{575}{1.5} = 383.33\,mm$$

✓ مطابق صفحه ۷۱ فصل تحلیل های غیرخطی

جزوه صلاحیت بهسازی - شایان پاک نیت - رابطه

بین برش پایه و تغییرمکان نقطه کنترل پایه برای هر گام

افزایش نیروهای جانبی تا رسیدن به تغییرمکان حداقل ۱/۵

برابر تغییرمکان هدف ثبت شود.

« پاسخ صفحه ۲۹ شرح ۳۶۰ »

Scanned with CamScanner

(صلاحیت ارزیابی، طرح و اجرای بهسازی - آزمون مرداد ۱۴۰۰)

مهندس شایان پاک‌نیت

سوال (۱۳) هدف بهسازی دو ساختمان چهار و پنج طبقه مجاور هم "محدود" تعیین شده است. چنانچه تراز سقف طبقات دو ساختمان یکسان بوده و ارتفاع طبقات 3.4 متر باشد، کدام گزینه در مورد درز انقطاع بین دو ساختمان صحیح می‌باشد؟

✓ تفاوت ارتفاع دو ساختمان ۴ و ۵ طبقه > ۵۰٪ ارتفاع ساختمان کوتاه‌تر است.

۱) ۶۸ میلی‌متر درز لازم است.

۲) ۱۷۰ میلی‌متر درز لازم است.

۳) ۱۳۵ میلی‌متر درز لازم است.

۴) نیازی به لحاظ نمودن درز انقطاع نمی‌باشد.

مهندس شایان پاک‌نیت

(76)

لغزشی باید متناسب با حرکت جانبی مستقل هر ساختمان در حالتی‌که ساختمان‌ها در دو جهت مخالف تغییرمکان دهند درنظرگرفته شود. عضو مشترک موجود نیز یا باید کاملاً حذف شود یا به یکی از ساختمان‌ها مطابق شرایط بند (۳-۷-۱) مهار شود.

✓ مطابق صفحه ۷۶ خوده صلاحیت بهسازی - شایان پاک‌نیت - مطابق رویه گزینه ۴ صحیح است.

۳-۷-۵- درزهای انقطاع

مهندس شایان پاک‌نیت

۳-۷-۵-۱-حداقل بعد درز انقطاع

ساختمان‌ها باید به طور مناسبی از سازه‌های مجاور فاصله داشته باشند تا امکان برخورد حین زلزله وجود نداشته باشد. مگر در شرایط استثنایی که در بند (۳-۷-۵-۲)ذکر شده است. حداقل بعد درز انقطاع طبق ضوابط استاندارد ۲۸۰۰ محاسبه می‌شود.

۳-۷-۵-۲- موارد استثنا

برای سطح عملکرد سازه‌ای ایمنی جانی یا پایین‌تر در صورتی‌که تراز دیافراگم‌های ساختمان موردنظر با ساختمان مجاور یکی باشد و تفاوت ارتفاع دو ساختمان کم‌تر از ۵۰٪ ارتفاع ساختمان کوتاه‌تر باشد، نیازی به رعایت ضوابط حداقل بعد درز انقطاع مطابق بند (۳-۷-۵-۱) نمی‌باشد.

ساختمان‌هایی که شرایط بند (۳-۷-۵-۱) را از لحاظ فاصله‌ی بین ساختمان‌ها برآورده نسازند، می‌توان از طریق بهسازی بهبود رفتار داد، به شرط این‌که تحلیلی که بتواند انتقال اندازه حرکت و انرژی ناشی از برخورد دو ساختمان را در نظر بگیرد انجام گیرد و یا یکی از موارد زیر صادق باشد:

۱- دیافراگم‌های ساختمان‌های مجاور در ترازهای یکسان قرار داشته و نشان داده شود که قادر به انتقال نیروهای ناشی از برخورد می‌باشند؛

۲- نشان داده شود که ساختمان‌های مجاور پس از برخورد، حتی با حذف اعضایی که ممکن است در اثر برخورد دچار خرابی شدید شوند، قادر به تحمل کلیه بارهای ثقلی و جانبی می‌باشند.

✓ ضوابط استاندارد ۲۸۰۰ ویرایش چهارم در ارتباط با درز انقطاع:

۳-۵-۶ در ساختمان‌های با اهمیت "خیلی زیاد" و "زیاد" با هر تعداد طبقه و یا در ساختمان‌های بیشتر از هشت طبقه، عرض درز انقطاع بین ساختمان و ساختمان مجاور باید با استفاده از تغییر مکان جانبی غیرخطی طرح در طبقه (با درنظر گرفتن اثر $\Delta - P$) تعیین شود. برای این منظور پس از محاسبه این تغییر مکان برای هر دو ساختمان می‌توان از جذر مجموع مربعات دو عدد برای تعیین درز انقطاع استفاده نمود. در صورتی که مشخصات ساختمان مجاور در دسترس نباشد، حداقل فاصله هر طبقه ساختمان از زمین مجاور باید برابر ۷۰٪ مقدار تغییر مکان جانبی غیرخطی طرح در آن طبقه ساختمان درنظر گرفته شود.

285/916

✓ دقت کنید سطح عملکرد ایمنی جانی در هدف بهسازی محدود، ایمنی جانی و آستانه فروریزش است.

Scanned with CamScanner

(صلاحیت ارزیابی، طرح و اجرای بهسازی - آزمون مرداد ۱۴۰۰)

مهندس شایان پاک نیت

سوال (۱۶) در خصوص رفتار تغییرشکل کنترل و نیرو کنترل کدام یک از عبارات زیر صحیح است؟

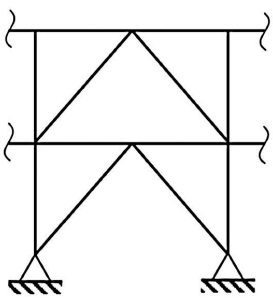
۱) در تحلیل‌های خطی خمش در پی نواری تغییرشکل کنترل است.

۲) برش در تیرها در قاب خمشی فولادی تغییرشکل کنترل است.

۳) نیروی محوری مهاربندها در سیستم قاب مهاربندی واگرا، تغییرشکل کنترل است.

۴) نیروی محوری در کلیه اعضاء نیرو کنترل است.

سوال (۱۷) قاب مهاربندی شده زیر که از اعضای اصلی محسوب می‌شوند را در نظر بگیرید، براساس دستورالعمل ۳۶۰ کدام یک از گزینه‌های زیر نادرست است؟



۱) تیرهای دهانه مهاربندی کنترل شونده توسط تغییرشکل می‌باشند.

۲) ستون‌های دهانه مهاربندی کنترل شونده توسط نیرو هستند.

۳) مهاربندی‌های کششی کنترل شونده توسط تغییرشکل هستند.

۴) مهاربندی‌های فشاری کنترل شونده توسط تغییرشکل هستند.

مهندس شایان پاک نیت

✓ جواب هر دو تست

✓ تحلیل استاتیکی غیرخطی

۱۶ و ۱۷ در جدول موجود

در جزوه صلاحیت بهسازی

فصل غیرخطی صفحه ۱

به شرح روبرو است:

1

مهندس شایان پاک نیت

مراحل انجام تحلیل استاتیکی غیرخطی

- مرحله اول: مشخص نمودن اعضایی که تحت تلاش‌های تغییرشکل کنترل و نیرو کنترل هستند.
- مرحله دوم: تعریف مفاصل پلاستیک برای المان‌های تحت تلاش‌های تغییرشکل کنترل و مفاصل نیرویی برای المان‌های تحت تلاش‌های نیرو کنترل
- مرحله سوم: شناخت محل تشکیل مفصل پلاستیک و نیرویی در اعضای مختلف سازه و اختصاص آنها به عناصر سازه‌ای مربوطه
- مرحله چهارم: تعریف ترکیب‌بارهای ثقلی و الگوهای توزیع بار جانبی نوع یک و در صورت نیاز نوع دو مطابق نشریه ۳۶۰
- مرحله پنجم: انجام تحلیل اولیه استاتیکی غیرخطی بصورت تسلسلی و گام‌به‌گام افزاینده و تشخیص نوع تلاش لنگر خمشی موجود در ستون‌های قاب خمشی
- مرحله ششم: ترسیم منحنی تغییرشکل/نیرو کنترل برحسب

نوع رفتار مقاومت اعضا در روش‌های غیرخطی

		کشش	فشار	برش	خمش
قاب خمشی فولادی	تیر	تغییرشکل کنترل	نیرو کنترل	تغییرشکل کنترل	تغییرشکل کنترل
	ستون	تغییرشکل کنترل	نیرو کنترل	نیرو کنترل	تغییرشکل کنترل، $e \le \frac{P_y}{P_c} \le 0.8$ / تغییرشکل کنترل، $\frac{P_y}{P_c} > 0.8$ / نیرو کنترل، $e \le \frac{P_y}{P_c} > 0.8$
قاب مهاربندی واگرای فولادی	مهاربند	نیرو کنترل	نیرو کنترل	—	—
	تیر در دهانه مهاربندی	نیرو کنترل	نیرو کنترل	نیرو کنترل	نیرو کنترل
	تیر در دهانه فاقد مهاربندی یا اتصالات ساده	نیرو کنترل	نیرو کنترل	نیرو کنترل	نیرو کنترل
	تیر پیوند	—	—	تغییرشکل کنترل	تغییرشکل کنترل
	ستون در دهانه مهاربندی	نیرو کنترل	نیرو کنترل	—	نیرو کنترل
	ستون در دهانه فاقد مهاربندی یا اتصالات ساده	نیرو کنترل	نیرو کنترل	نیرو کنترل	نیرو کنترل
قاب مهاربندی همگرای فولادی	مهاربند	تغییرشکل کنترل	تغییرشکل کنترل	—	—
	تیر در دهانه مهاربندی	نیرو کنترل	نیرو کنترل	نیرو کنترل	نیرو کنترل
	تیر در دهانه مهاربندی	تغییرشکل کنترل	تغییرشکل کنترل	تغییرشکل کنترل	تغییرشکل کنترل، $e \le \frac{P_y}{P_c} \le 0.8$ / تغییرشکل کنترل، $\frac{P_y}{P_c} > 0.8$ / نیرو کنترل، $e \le \frac{P_y}{P_c} > 0.8$
	تیر در دهانه فاقد مهاربندی یا اتصالات ساده	نیرو کنترل	نیرو کنترل	نیرو کنترل	نیرو کنترل
	تیر در دهانه مهاربندی ۷ و ۸ برای مقاومت در برابر بارهای غیرمتعادل در ترکیب با بارهای ثقلی	نیرو کنترل	نیرو کنترل	نیرو کنترل	نیرو کنترل
	ستون				تغییرشکل کنترل، $e \le \frac{P_y}{P_c} \le 0.8$

Scanned with CamScanner

(صلاحیت ارزیابی، طرح و اجرای بهسازی - آزمون مرداد ۱۴۰۰)

مهندس شایان پاک نیت

سوال (۱۵) در تحلیل استاتیکی خطی یک ساختمان چهار طبقه فولادی، حداکثر تغییرمکان طبقات به ترتیب ۶۱، ۱۴۱، ۲۵۱، و ۳۷۷ میلی‌متر و تغییرمکان متوسط طبقات متناظر به ترتیب ۵۱، ۹۰، ۲۴۱، و ۳۲۲ میلی‌متر به دست آمده است. در خصوص در نظر گرفتن پیچش این ساختمان کدام یک از عبارت‌های زیر صحیح است؟

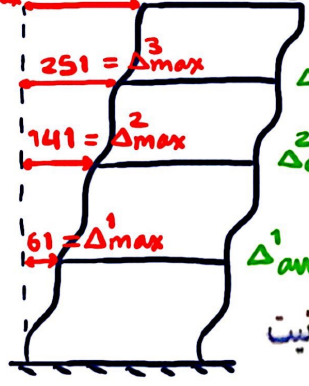
۱) در تحلیل خطی باید فقط تغییرمکان‌های ناشی از پیچش اتفاقی افزایش یابند.

۲) در تحلیل خطی باید فقط نیروهای ناشی از پیچش اتفاقی افزایش یابند.

۳) در تحلیل خطی باید هم نیروها و هم تغییرمکان‌های ناشی از پیچش اتفاقی افزایش یابد.

۴) در این ساختمان افزایش نیروها و تغییرمکان‌های ناشی از پیچش اتفاقی ضروری نیست.

مهندس شایان پاک نیت



$\Delta^4_{max}=322mm \rightarrow \eta_4=\frac{\Delta^4_{max}}{\Delta^4_{ave}}=\frac{377}{322}=1.17$

$\Delta^3_{ave}=241 \rightarrow \eta_3=\frac{\Delta^3_{max}}{\Delta^3_{ave}}=\frac{251}{241}=1.04$

$\Delta^2_{ave}=90 \rightarrow \eta_2=\frac{\Delta^2_{max}}{\Delta^2_{ave}}=\frac{141}{90}=1.567$

$\Delta^1_{ave}=51 \rightarrow \eta_1=\frac{\Delta^1_{max}}{\Delta^1_{ave}}=\frac{61}{51}=1.196$

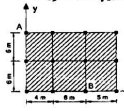
مهندس شایان پاک نیت

مهندس شایان پاک نیت

✓ در یک پیچش مثال مشابهی در جزوه صلاحیت بهسازی حل شده است (صفحات ۲۸، ۲۹)

که بیان می‌کند چنانچه $\eta>1.2$ شود بایستی نیروهای تغییرمکان‌های ناشی از پیچش اتفاقی به کمک A افزایش یابد

(28) مثال (۱۵) در شکل زیر پلان سه بعدی یک طبقه یک ساختمان نشان داده شده است. با توجه به جهت وزش باد و صلبیت نشان داده شده، بردار نیروی وارده در راستای Y و تغییرمکان نسبی ناشی از Δ_A و Δ_B در راستای Y به ترتیب ۳۲ و ۲۳ میلی‌متر است. مطلوب است تعیین ضریب تغییرمکان در طبقه مذکور:



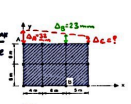
مهندس شایان پاک نیت

ضریب تغییرمکان $\eta=\frac{\Delta_{max}}{\Delta_{ave}}$

$=\frac{\Delta_{max}=\Delta_A}{\frac{\Delta_A+\Delta_C}{2}}$

$\Delta_A=\Delta_C+(AC$ ضرب $tan\theta)$ که Δ_{CA}

AC ضرب $tan\theta=\frac{AB}{AC}$ ضرب $\frac{\Delta_A-\Delta_B}{L_{AB}}=\frac{32mm-23mm}{1000mm}=0.0009$



(29) $\Delta_C=32mm-15000\left(\frac{32-23}{10000}=0.0009\right)=18.5mm$

$\Delta_{ave}=\frac{\Delta_A+\Delta_C}{2}=\frac{32+18.5}{2}=25.25mm$

$\eta=\frac{\Delta_{max}}{\Delta_{ave}}=\frac{32}{25.25}=1.26>1.2$ مهندس شایان پاک نیت

✓ اگر در تحلیل‌های خطی استاتیکی یا دینامیکی فراتر کنل پیچش در یکی از طبقات از ۱/۲ باشد، نیروها و تغییرمکان‌های ناشی از پیچش اتفاقی در تمامی طبقات باید در ضریب $3 \leq A=\left[\frac{\eta}{1.2}\right]^2$ ضرب شوند. در محاسبه A بزرگترین مقدار η در طبقات باید لحاظ شود.

با توجه به بند شماره ۳۰ دستورالعمل‌های خطی چنانچه $\eta>1.2$ شود بایستی نیروهای تغییرمکان‌های ناشی از پیچش اتفاقی در تمامی طبقات به میزان ضریب A ضرب شود.

$A=\min\left(\left[\frac{\eta_{max}}{1.2}\right]^2, 3\right)$ مهندس شایان پاک نیت

$=\min\left(\left[\frac{1.26}{1.2}\right]^2=1.1025, 3\right)=1.1025$

به عبارتی بایستی نیروها و تغییرمکان‌های ناشی از پیچش اتفاقی با کمک ضریب 1.1025 در مقدار برآیند نیروهای زلزله (0.05 درصد عدم قطعیت در راستای عمود بر راستای مورد بررسی) افزایش یابد.

Scanned with CamScanner

(صلاحیت ارزیابی، طرح و اجرای بهسازی - آزمون مرداد ۱۴۰۰)

مهندس شایان پاک نیت

سوال ۱۶ برای ارزیابی و بهسازی مطلوب یک سازه فولادی از نوع قاب ساختمانی ساده با مهاربندی‌های همگرا و پی‌های سطحی منفرد، که اطلاعات آن در حد حداقل است، مدلی تهیه شده است. در این مدل بدون در نظر گرفتن پی، تکیه‌گاه‌های سازه کاملاً صلب در نظر گرفته شده‌اند چنانچه ظرفیت مجاز باربری خاک در مدارک موجود $q_a=0.2MPa$ اعلام شده باشد، برای تامین عملکرد ایمنی جانی، حداکثر تنش به دست آمده از تحلیل در زیر پی به کدام یک از گزینه‌های زیر باید محدود شود؟

۱) 0.90 MPa ۲) 1.80 MPa ۳) 2.70 MPa ۴) 3.60 MPa

فصل ۴ نشریه ۳۶۰ به دلیل عدم وقت کافی در جزوه صلاحیت بهسازی نوشته نشده اما تست طرح شده به کمک مفاهیم پایه نشریه ۳۶۰ و بندهای مربوط در نشریه به راحتی قابل حل است

۴-۳- معیارهای پذیرش

۴-۳-۱- روش‌های خطی

۴-۳-۱-۱- ارزیابی برکنش

در روش‌های خطی ارزیابی کفایت پی برای تحمل نیروهای وارده شامل کنترل صریح ظرفیت برکنش پی می‌باشد. اگر نیروهای وارد بر پی شامل یک نیروی محوری کششی ناشی از زلزله باشد، ظرفیت پی در برابر برکنش هنگامی کافی دانسته می‌شود که رابطه (۱۵-۱) برقرار باشد:

$$\frac{P_E}{mP_D} \le 1 \qquad (۱۵-۴)$$

در رابطه‌ی (۱۵-۴)، P_E نیروی محوری کششی پی ناشی از زلزله و P_D نیروی محوری پی ناشی از بار مرده می‌باشد. ضریب m برای سطوح عملکرد IO، LS و CP به ترتیب برابر با ۱/۵، ۲ و ۳ در نظر گرفته می‌شود.

اگر از ظرفیت کششی پی برای مقابله با واژگونی سازه استفاده می‌شود (مثلاً سیستم پی عمیق)، خاک پی کنترل شونده توسط رو فرض شده و ظرفیت باربری آن بدون استفاده از کرانه‌ی بالا تعیین می‌گردد. سپس خاک پی توسط رابطه‌ی (۱۶-۴) ارزیابی می‌گردد:

$$\frac{Q_{UF}}{\kappa Q_c} \le 1 \qquad (۱۶-۴)$$

در رابطه‌ی (۱۶-۴)، Q_c ظرفیت نهایی خاک پی طبق بند(۴-۴-۱) و κ ضریب آگاهی طبق بند (۲-۳-۲) می باشد.

۴-۳-۴-۱-۲- ارزیابی خاک و سازه‌ی پی

۴-۳-۴-۱-۲-۱- فرض تکیه‌گاه صلب

وقتی تکیه‌گاه سازه به صورت صلب در نظر گرفته شده و در مدل سازه، پی آن در نظر گرفته نشده باشد، رفتار خاک پی کنترل کننده توسط تغییر شکل فرض شده و کفایت آن توسط رابطه‌ی (۱۷-۴) ارزیابی می‌گردد:

$$\frac{Q_{UD}}{2\kappa m Q_c} \le 1 \qquad (۱۷-۴)$$

در رابطه‌ی (۱۷-۴)، Q_c ظرفیت نهایی خاک پی طبق بند (۴-۴-۱) و κ ضریب آگاهی طبق بند (۲-۳-۲) می‌باشد. مقادیر ضریب m ذیل رابطه‌ی (۱۵-۴) ذکر شده است.

رفتار سازه‌ی پی در برابر نیروهای وارده، نیروکنترل فرض شده و برای ارزیابی آن باید نیروهای حاصل از تحلیل خطی طبق رابطه‌ی (۱۸-۴) به تراز نیروهای واقعی، Q_{UF}، کاهش داده شوند:

$$Q_{UF} = \frac{Q_{UD}}{m} \qquad (۱۸-۴)$$

که مقادیر ضریب m در ذیل رابطه (۱۵-۴) داده شده است.

۴-۴- ظرفیت باربری ، مقاومت ، سختی و معیارهای پذیرش پی

ظرفیت باربری ، مقاومت ، سختی و معیارهای پذیرش پی باید طبق ضوابط داده شده در این بخش تعیین شود. باید توجه داشت که وجود مخاطرات ساختگاهی مذکور در بخش (۴-۲) مسأله‌ای است که باید قبل از پرداختن به مقاومت و سختی پی بررسی شده و ساختگاه ایمن شده باشد.

۴-۴-۱- ظرفیت باربری مورد انتظار خاک پی

منظور از ظرفیت باربری مورد انتظار در این دستورالعمل، ظرفیت باربری نهایی است. محاسبات ظرفیت باربری بر مبنای اطلاعات گردآوری‌شده طبق بند (۲-۶) انجام می‌گیرد.

ظرفیت باربری مورد انتظار خاک پی را می‌توان توسط یکی از دو روش تجویزی یا ساختگاهی آن‌گونه که در بندهای (۴-۴-۱-۱-۱) و (۴-۴-۱-۱-۲) توصیف شده محاسبه کرد.

۴-۴-۱-۱- روش تجویزی

در روش تجویزی، ظرفیت باربری پی بدون انجام مطالعات ساختگاهی و با استفاده از شواهد موجود، به یکی از دو روش زیر انجام می شود :

الف- در صورتی‌که مدارک فنی ساختمان یا گزارش مطالعات ژئوتکنیک انجام‌شده برای محل موردنظر در دسترس بوده و حاوی اطلاعاتی درمورد پارامترهای طراحی پی‌ها باشند، محاسبه‌ی ظرفیت باربری مورد انتظار تجویزی توسط روابط زیر مجاز است:

۱- پی سطحی: ظرفیت باربری مورد انتظار تجویزی پی سطحی، q_c، می‌تواند از رابطه (۱-۴) محاسبه شود.

$$q_c = 3q_a \Rightarrow q_c = 3(0.2) = 0.6\ MPa \qquad (۱-۴)$$

که در آن:

q_a: ظرفیت باربری مجاز ذکرشده در مدارک فنی موجود برای پی‌های سطحی تحت بارهای ثقلی.

۴-۲-۳- ضریب آگاهی

درجه‌ی اعتبار نتایج حاصل از اطلاعات جمع‌آوری شده از ساختمان موجود توسط ضریب آگاهی κ، در محاسبه‌ی ظرفیت هر یک از اجزای سازه اعمال می‌شود. ضریب آگاهی با استفاده از جدول (۱-۲) متناسب با هدف انتخاب شده برای بهسازی و سطح اطلاعات تعیین می‌شود.

در تحلیل‌های خطی، اطلاعاتی در سطح حداقل برای هدف بهسازی مطلوب یا پایین‌تر مجاز است. لیکن در تحلیل‌های غیرخطی جمع‌آوری اطلاعات باید در سطح متعارف یا جامع انجام گیرد.

جدول۲-۱- ضریب آگاهی

هدف بهسازی		مطلوب یا پایین تر		ویژه	
سطح اطلاعات		حداقل	متعارف	متعارف	جامع
نوع تحلیل		تحلیل خطی	هر نوع تحلیل	هر نوع تحلیل	هر نوع تحلیل
اسکلت فلزی	فولادی	۰/۷۵	۱	۰/۷۵	۱
	بتنی	۰/۷۵	۱	۰/۷۵	۱
	بنایی	۰/۷۵	۱	۰/۷۵	۱

$$Q_{UD} \le 2\kappa m Q_c \Rightarrow Q_{UD} \le 2.7\ MPa$$

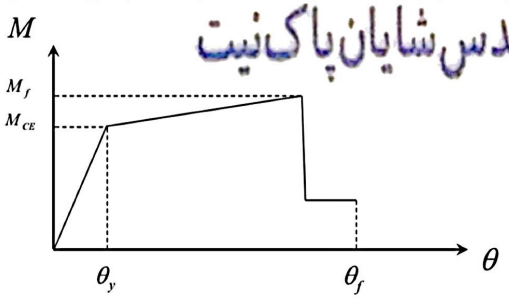
(0.75 ↑ ، 3 ↓ ، 0.6)

Scanned with CamScanner

(صلاحیت ارزیابی، طرح و اجرای بهسازی - آزمون مرداد ۱۴۰۰)

مهندس شایان پاک‌نیت

سوال (۲۱) برای ارزیابی یک سازه موجود از روش تحلیل استاتیکی غیرخطی استفاده شده است. به همین منظور برای مدل‌سازی تیرهای خمشی آن که مقطع آنها از پروفیل IPE 270 و دارای تکیه‌گاه جانبی کافی هستند از منحنی لنگر-دوران به صورت شکل زیر استفاده شده است. با در نظر گرفتن اثرات سخت‌شدگی کرنشی، مقادیر لنگر نهایی (Mf) و دوران نهائی (Θf) به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ تنش تسلیم مورد انتظار تیر Fye=275 Mpa است.



مهندس شایان پاک‌نیت

۱) $\theta_f = 10\theta_y$, $M_f = 1.33M_{CE}$

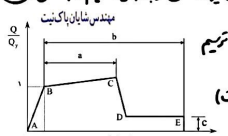
۲) $\theta_f = 12\theta_y$, $M_f = 1.27M_{CE}$

۳) $\theta_f = 10\theta_y$, $M_f = 1.27M_{CE}$

۴) $\theta_f = 12\theta_y$, $M_f = 1.33M_{CE}$

✓ این ست عیناً درجزوه حل شده است (صفحات ۲۱و۲۲جزوه صلاحیت بهسازی)

سوال (۲۱) منحنی پنج‌خطی رفتار لنگر-دوران تیر خمشی مربوط به کدام سیستم قاب خمشی

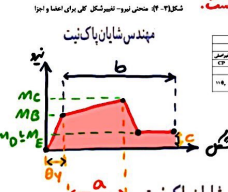


شکل(۲-۴) منحنی تیرو- تغییرشکل کلی برای اعضا و اجزا

با مقطع IPE270 را بر مبنای نشریه ۳۶۰ تریم

نماید. (تیر ۵ تیری ودارای مهاربندجانبی کافی است)

نیز فرض نموده شده IPE270 شرایط این جدول را دارا است.



جزء الفانی	پارامترهای مدل‌سازی: نسبت انتهایی (زاویه‌ای پلاستیک)				پارامترهای مدل‌سازی: نسبت انتهایی (زاویه‌ای پلاستیک)				معیارهای پذیرش: (زاویه‌ای پلاستیک)			
	تقویت نشده				تقویت شده				آستانه اشغال قابل قبول			
	a	b	c		a	b	c		IO	LS	CP	
$\frac{b_f}{2t_f} \le 0.3\sqrt{\frac{E}{F_{ye}}}$ و $\frac{h}{t_w} \le 2.45\sqrt{\frac{E}{F_{ye}}}$	9	11	0.6		9	11	0.6		1	9	1.5	
$\frac{b_f}{2t_f} \ge 0.38\sqrt{\frac{E}{F_{ye}}}$ و $\frac{h}{t_w} \ge 3.76\sqrt{\frac{E}{F_{ye}}}$	7	9	0.6		7	9	0.6		1	7	1.5	

$$\begin{cases} a = 9\theta_y \\ b = 11\theta_y \\ c = 0.6 \\ IO = \theta_y \\ LS = 9\theta_y \\ CP = 11\theta_y \end{cases} \Rightarrow \begin{bmatrix} A \\ B \\ C \\ D \\ E \end{bmatrix} \begin{matrix} 0 \\ 1 \\ 1.1+0.03a \\ a \\ b \end{matrix} \begin{matrix} c \\ c \\ c \\ c \\ c \end{matrix} \Rightarrow \begin{bmatrix} A \\ B \\ C \\ D \\ E \end{bmatrix} \begin{matrix} 0 \\ 1 \\ 1.27 \\ 9 \\ 11 \end{matrix} \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0.6 \\ 0.6 \end{matrix}$$

$M_B = M_y = M_{CE} = Z F_{ye} = 484 \times 1 \times 2400 = 1277760\ kg\cdot cm = 12.78\ t\cdot m$

$M_C = 1.27 M_B = 1.27 \times 1277760 kg\cdot cm = 1622755.2\ kg\cdot cm = 16.23\ t\cdot m$

$M_D = M_E = 0.6 M_B = 0.6 \times 1277760 = 766656\ kg\cdot cm = 7.7\ t\cdot m$

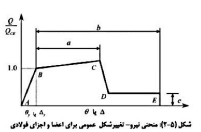
مهندس شایان پاک‌نیت

(22) $\theta_y = \frac{Z F_{ye} \cdot L_b}{6 E I_b} = \frac{M_{CE} \cdot L_b}{6 E I_b}$

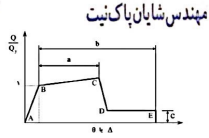
✓ چرخش و تغییر:

$= \frac{1277760 \times 500}{6 \times 2 \times 10^6 \times 5790} = 0.0092$

مهندس شایان پاک‌نیت



شکل (۲-۵) منحنی تیرو- تغییرشکل کلی برای اعضا و اجزای فولادی



شکل(۲-۴) منحنی تیرو- تغییرشکل کلی برای اعضا و اجزا

$\theta_B = \theta_y = 0.0092$

$\theta_C = \theta_y + (a = 9\theta_y) = 10\theta_y = 0.092 = \theta^S_{LS}$

$\theta_E = \theta_y + (b = 11\theta_y) = 12\theta_y = 0.1103 = \theta^S_{CP}$

چرخش تیر، تغییر سطوح، عمر دیاینی جانبی و آستانه فروریزش برای عضو غیر اصلی

θ_f

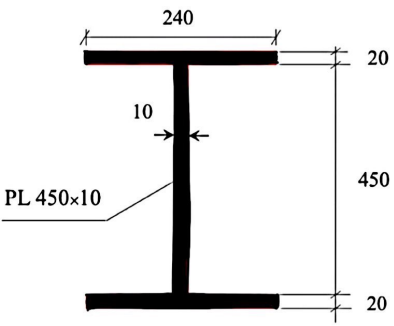
مهندس شایان پاک‌نیت

Scanned with CamScanner

(صلاحیت ارزیابی، طرح و اجرای بهسازی - آزمون مرداد ۱۴۰۰)

مهندس شایان پاک نیت

سوال (۱۸) در یک سازه با سیستم قاب خمشی فولادی و با هدف بهسازی ویژه، جمع‌آوری اطلاعات در حد متعارف انجام شده است. تیرهای اصلی و موجود در این سازه با مقطع شکل زیر و دارای تکیه‌گاه جانبی کافی هستند. در صورتی که تحلیل از نوع استاتیکی غیرخطی کامل باشد، ظرفیت دورانی این تیرهای خمشی برای سطح عملکرد ایمنی جانی (LS) به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ ابعاد به میلی‌متر و Fye=270MPa است.



۱) $9\theta_y$

۲) $6.75\theta_y$

۳) $6\theta_y$

۴) $4.5\theta_y$

مهندس شایان پاک نیت

✓ مشابه این تست در جزوه صلاحیت بهسازی

- شایان پاک نیت - مفصل غیرخطی صفحه ۲۳

حل شده است.

سوال (۲۳) اگر در شکل قبل هدف بهسازی همان باشد و میزان زاویه‌ی چرخش خمیری تیر نظیر سطح خطر ۱ و ۲ برحسب رادیان به ترتیب 0.046 و 0.0828 باشد

میزان پذیرش عضو خمشی در حالت انجام تحلیل استاتیکی خطی ساده شده به کدام چقدر خواهد بود؟ (ضرب θ_y ها یکسان است)

مهندس شایان پاک نیت

$\theta^{H1} \leq k\theta^{P}_{LS} \Rightarrow 0.046 \leq \theta_y + 6\theta_y \Rightarrow 7\theta_y = 0.0644$

$\theta^{H2} \leq k\theta^{P}_{CP} \Rightarrow 0.0828 \leq \theta_y + 8\theta_y \Rightarrow 9\theta_y = 0.0828$

$\theta_y = \frac{ZFye \cdot Lb}{6EIb} = 0.0092$

$\theta^{H1} \leq k\theta^{S}_{LS} \Rightarrow 0.046 \leq \theta_y + 9\theta_y \Rightarrow 10\theta_y = 0.092$

$\theta^{H2} \leq k\theta^{S}_{CP} \Rightarrow 0.0828 \leq \theta_y + 11\theta_y \Rightarrow 12\theta_y = 0.1104$

با توجه به مبانی و شکل روبرو، سختگیری در تحلیل استاتیکی غیرخطی ساده شده با در نظر گیری ضوابط پذیرش تقریباً اعضای اصلی بیشتر است.

الف) معیار پذیرش اعضای غیراصلی ب) معیار پذیرش اعضای اصلی

سوال (۲۱) ماتفی پذیرفته رشته عمران- دوران تیر در خمش مرتبط به یک سیستم قاب خمشی با مقطع IPE270 را برای بنای نشریه ۳۶۰ ترسیم نموده است. (تیر a متری و دارای مهاربندی جانبی است)

نیز خم زیر شده IPE270 شرایط این جدول را داراست.

مهندس شایان پاک نیت

تغییر شکل

$M_B = M_y = M_{CE} = ZFye = 484 \times 1.1 \times 2400 = 1277760\ kg \cdot cm = 12.78\ t \cdot m$

$M_C = 1.27 M_B = 1.27 \times 1277760\ kg \cdot cm = 1622755.2\ kg \cdot cm = 16.23\ t \cdot m$

$M_D = M_E = 0.6 M_B = 0.6 \times 1277760 = 766656\ kg \cdot cm = 7.7\ t \cdot m$

مهندس شایان پاک نیت

Scanned with CamScanner

$$\frac{b_f}{2t_f} = \frac{240}{2(20)} = 6 < 0.3\sqrt{\frac{E}{F_{ye}}} = 8.165$$

$F_{ye} \to 270$

$$\frac{h}{t_w} = \frac{450}{10} = 45 < 2.45\sqrt{\frac{E}{F_{ye}}} = 66.68$$

$E \to 2\times10^5$

مهندس شایان پاک نیت

مهندس شایان پاک نیت

لذا شرایط ردیف الف جدول را داراست.

۲-۳-۲- ضریب آگاهی

درجه‌ی اعتبار نتایج حاصل از اطلاعات جمع‌آوری شده از ساختمان موجود توسط ضریب آگاهی κ، در محاسبه‌ی ظرفیت هر یک از اجزای سازه اعمال می‌شود. ضریب آگاهی با استفاده از جدول (۲-۱) متناسب با هدف انتخاب شده برای بهسازی و سطح اطلاعات تعیین می‌شود.

در تحلیل‌های خطی، اطلاعاتی در سطح حداقل برای هدف بهسازی مطلوب یا پایین‌تر مجاز است. لیکن در تحلیل‌های غیرخطی جمع‌آوری اطلاعات باید در سطح متعارف یا جامع انجام گیرد.

جدول۲- ۱- ضریب آگاهی

هدف بهسازی		مطلوب یا پایین تر		ویژه	
سطح اطلاعات		حداقل	متعارف	متعارف	جامع
نوع تحلیل		تحلیل خطی	هر نوع تحلیل	هر نوع تحلیل	هر نوع تحلیل
روش‌های تحلیل	فولادی	۰/۷۵	۱	۰/۷۵	۱
	بتنی	۰/۷۵	۱	۰/۷۵	۱
	بنایی	۰/۷۵	۱	۰/۷۵	۱

کلین استیشی غیرخطی کامل

۲-۵-۲-ظرفیت اجزا در روش‌های غیرخطی

هنگامی که از روش‌های غیرخطی استفاده می‌شود، ظرفیت اجزای تغییرشکل‌کنترل باید براساس تغییرشکل‌های غیرخطی مجاز با لحاظ نمودن ضریب κ و ظرفیت اجزای نیروکنترل باید برابر کرانه‌ی پایین ظرفیت با لحاظ نمودن ضریب κ درنظرگرفته شود. جدول (۲-۷) اطلاعات لازم برای محاسبه‌ی ظرفیت اجزای سازه را هنگامی‌که از تحلیل غیرخطی استفاده شود، نشان می‌دهد.

جدول(۲-۶): اطلاعات لازم برای محاسبه‌ی ظرفیت اجزای سازه در تحلیل‌های خطی

پارامتر	تغییرشکل‌کنترل	نیروکنترل
مقاومت مصالح موجود	مقاومت مورد انتظار با درنظرگرفتن سخت‌شدگی	کرانه‌ی پایین مقاومت
مقاومت مصالح جدید	مقاومت مورد انتظار از مصالح	مقاومت اسمی مصالح
ظرفیت اجزای موجود	$\kappa \times Q_{CE}$	$\kappa \times Q_{CL}$
ظرفیت اجزای جدید	Q_{CE}	Q_{CL}

جدول(۲-۷): اطلاعات لازم برای محاسبه‌ی ظرفیت اجزای سازه در تحلیل‌های غیرخطی

پارامتر	تغییرشکل‌کنترل	نیروکنترل
ظرفیت تغییرشکل اجزای موجود	(حد تغییرشکل) $\times \kappa$	---
ظرفیت تغییرشکل اجزای جدید	حد تغییرشکل	---
ظرفیت اجزای موجود	---	$\kappa \times Q_{CL}$
ظرفیت اجزای جدید	---	Q_{CL}

ر جداول (۲-۶) و (۲-۷)، κ ضریب آگاهی از مشخصات سازه مطابق جدول (۲-۱)

جدول (۵-۳): پارامترهای مدل‌سازی و معیارهای پذیرش در روش‌های غیرخطی- اجزای سازه‌ی فولادی

جزء/ تلاش	پارامترهای مدل‌سازی			معیارهای پذیرش					
	زاویه‌ی چرخش خمیری، رادیان		نسبت تنش پس‌ماند	زاویه‌ی چرخش خمیری، رادیان					
				کلیه‌ی اعضا	اعضای اصلی [۱۴]		اعضای غیراصلی	
	a	b	c	IO	LS	CP	LS	CP
تیرها – در خمش [۱۵]								
الف: $\frac{h}{t_w} \le 2.45\sqrt{\frac{E}{F_{ye}}}$, $\frac{b_f}{2t_f} \le 0.3\sqrt{\frac{E}{F_{ye}}}$	$۹\theta_y$	$۱۱\theta_y$	۰/۶	θ_y	$۶\theta_y$	$۸\theta_y$	$۹\theta_y$	$۱۱\theta_y$
ب: $3.75\sqrt{\frac{E}{F_{ye}}} \le \frac{h}{t_w} \le 5.7\sqrt{\frac{E}{F_{ye}}}$ یا $0.38\sqrt{\frac{E}{F_{ye}}} \le \frac{b_f}{2t_f} \le 0.76\sqrt{\frac{E}{F_{ye}}}$	$۴\theta_y$	$۶\theta_y$	۰/۲	$۰/۲۵\theta_y$	$۲\theta_y$	$۳\theta_y$	$۳\theta_y$	$۴\theta_y$
پ: مقادیر $\frac{h}{t_w}$ یا $\frac{b_f}{2t_f}$ بین مقادیر داده‌شده در ردیف الف و ب	با استفاده از درون‌یابی خطی و کوچک‌ترین مقدار حاصل							
ت: $\frac{h}{t_w} \ge 5.7\sqrt{\frac{E}{F_{ye}}}$, $\frac{b_f}{2t_f} \ge 0.76\sqrt{\frac{E}{F_{ye}}}$	رفتار نیروکنترل							

$\kappa\theta^S_{LS}$ = ظرفیت دورانی $= 0.75 \times 9\theta_y = 6.75\theta_y$

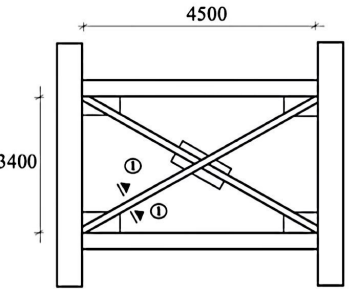
مهندس شایان پاک نیت

Scanned with CamScanner

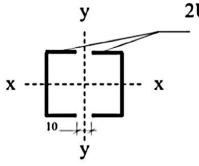
(صلاحیت ارزیابی، طرح و اجرای بهسازی - آزمون مرداد ۱۴۰۰)

مهندس شایان پاک‌نیت

سوال ⑲ یک سازه با سیستم قاب ساده و مهاربندی ضربدری مطابق مشخصات ارائه شده در شکل تحت ارزیابی قرار دارد. اطلاعات جمع‌آوری شده در سطح جامع بوده و از تحلیل دینامیکی خطی استفاده شده است. حداکثر نیروی محوری فشاری که از تحلیل به‌دست می‌آید جهت پذیرش این مهاربند در ایمنی جانی (LS) به کدام‌یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ فاصله تسمه‌ها مطابق ضوابط مبحث ۱۰، ابعاد به میلی‌متر و FYLB=250MPa، Fye=275 است. مشخصات مقطع بادبند $A=3480mm^2$، rxx=46.5mm و ryy=45.9mm است.



مهندس شایان پاک‌نیت



مقطع ۱-۱

(۱) $P_{UD} \le 3100kN$

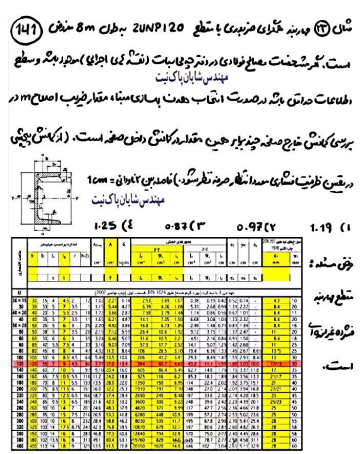
(۲) $P_{UD} \le 620kN$

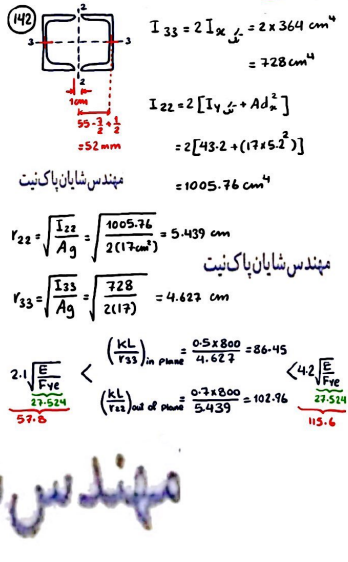
(۳) $P_{UD} \le 2450kN$

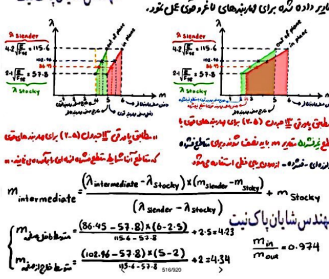
(۴) $P_{UD} \le 2800kN$

✓ مشابه این تست (دقیقا همین مقطع) در جزوه صلاحیت بهسازی - شایان پاک‌نیت - به قرار زیر حل شده است:

صفحات ۱۴۱، ۱۴۲، ۱۴۳ فصل ۵ جزوه







مهندس شایان پاک‌نیت

Scanned with CamScanner

حل سوال:

$$\lambda_{\text{کلی}} = \max(\lambda_x \, , \, \lambda_y)$$

$$\lambda_x = \frac{k_{in} L}{r_{xx}} = \frac{0.5 \times \sqrt{3400^2 + 4500^2}}{46.5} = 60.65$$

مهندس شایان پاک نیت

$$\lambda_y = \frac{k_{out} \cdot l}{r_{yy}} = \frac{0.7 \times 5640}{45.9} = 86.01$$

$$\lambda_{\text{کلی}} = \max(60.65, 86.01) = 86.01 \leq 4.71\sqrt{\frac{E}{F_{ye}}} = 127$$

($E = 2\times10^5$ ، $F_{ye} = 275$)

براساس کانتن خارج از صفحه

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2_{\text{کلی}}} = \frac{\pi^2 \times 2\times10^5}{(86.01)^2} = 266.83 \text{ Mpa}$$

کانتن خمش ارتجاعی ستون

$$F_{cre} = \left[0.658^{\frac{F_{ye}}{F_e}}\right] \cdot F_{ye} = \left[0.658^{\frac{275}{266.83}}\right] \times 275$$

مهندس شایان پاک نیت

$$= 178.65 \text{ Mpa}$$

مهندس شایان پاک نیت

ظرفیت فشاری مورد انتظار

$$P_{CE} = F_{cre} \times A_g = 178.65 \text{ mpa} \times 3480 \text{ mm}^2$$

$$= 621'687.5 \text{ N}$$

براساس کانتن خارج از صفحه

$$P_{UD} \leq mk P_{CE} = m \times 1 \times 621687.5 \text{ N}$$

(بایستی m را تعیین نمود)

Scanned with CamScanner

مهندس شایان پاک نیت

ادامه‌ی جدول (۵-۲): معیار پذیرش در روش‌های خطی- اجزای سازه‌ی فولادی

جزء/ تلاش	ضریب m در روش‌های خطی [۱]			
	کلیه‌ی اعضا	اعضای اصلی		اعضای غیراصلی
	IO	LS	CP	LS	CP
اتصال ردیف ۱۶ از جدول (۵-۱) [۵]					
الف : شکست در سطح مقطع موثر و یا برش در پیچ یا پرچ [۶]	۱/۵	۴	۵	۴	۵
ب : شکست در جوش اتصال ورق به بال تیر و یا بال ستون و همچنین شکست کششی در سطح مقطع کل ورق	۱/۲۵	۱/۵	۲	۱/۵	۲
اتصال ردیف ۱۷ از جدول (۵-۱)					
الف : تسلیم ورق انتهایی	۲	۵/۵	۷	۷	۷
ب : تسلیم پیچ‌ها	۱/۵	۲	۳	۴	۴
پ : تسلیم جوش	۱/۲۵	۱/۵	۲	۳	۳
اتصال ردیف ۱۸ از جدول (۵-۱) [۴،۱۱]	۲/۴-۰/۰۰۴ d_{bg}	----	----	۱۳/۰-۰/۱۱۴ d_{bg}	۱۷/۰-۰/۱۵۲ d_{bg}
اتصال ردیف ۱۹ از جدول (۵-۱) [۴]	۸/۹-۰/۰۷۶ d_{bg}	----	----	۱۳/۰-۰/۱۱۴ d_{bg}	۱۷/۰-۰/۱۵۲ d_{bg}
تیر پیوند در قاب مهاربندی واگرا [۷،۸]					
الف : $e \le \frac{1.6M_{CE}}{V_{CE}}$	۱/۵	۹	۱۳	۱۳	۱۵
ب : $e \ge \frac{2.6M_{CE}}{V_{CE}}$	مشابه با مقادیر m در تیرها				
پ : $\frac{1.6M_{CE}}{V_{CE}} < e < \frac{2.6M_{CE}}{V_{CE}}$	با استفاده از درون‌یابی خطی محاسبه می‌شود.				
مهاربند فشاری (به استثنای مهاربندهای واگرا) [۱۳]					
برای $\frac{Kl}{r} \ge 4.2\sqrt{E/F_{ye}}$					
الف: زوج نبشی و زوج ناودانی کمانش داخل صفحه [۱۲]	۱/۲۵	۶	۸	۷	۹
ب: زوج نبشی و زوج ناودانی کمانش خارج صفحه [۱۲]	۱/۲۵	۵	۷	۶	۸
پ: مقطع Z یا I	۱/۲۵	۶	۸	۷	۹
ت: مقطع قوطی و مقاطع لوله‌ای شکل	۱/۲۵	۵	۷	۶	۸
برای $\frac{Kl}{r} \le 2.1\sqrt{E/F_{ye}}$ [۱۴]					
الف: زوج نبشی و زوج ناودانی کمانش داخل صفحه [۱۲]	۱/۲۵	۵	۷	۶	۸
ب: زوج نبشی و زوج ناودانی کمانش خارج صفحه [۱۲]	۱/۲۵	۴	۶	۵	۷
پ: مقطع Z یا I	۱/۲۵	۵	۷	۶	۸
ت: مقطع قوطی و مقاطع لوله‌ای شکل	۱/۲۵	۴	۶	۵	۷
برای $2.1\sqrt{E/F_{ye}} < \frac{Kl}{r} < 4.2\sqrt{E/F_{ye}}$	با استفاده از درون‌یابی خطی بین مقادیر داده‌شده برای مهاربندهای لاغر و قوی محاسبه می‌شود.				
مهاربندی کششی (به استثنای مهاربندی‌های واگرا) [۹]	۱/۲۵	۶	۸	۸	۱۰
دیوارهای برشی فولادی [۱۰]	۱/۵	۸	۱۲	۱۲	۱۴
اجزای دیافراگم					
الف: تسلیم برشی دیافراگم و یا کمانش در چشمه یا ورق	۱/۲۵	۲	۳	۲	۳
ب: اجزای لبه و جمع کننده دیافراگم- با مهار جانبی کافی	۱/۲۵	۶	۸	۶	۸
پ: اجزای لبه و جمع کننده دیافراگم- با مهار جانبی محدود	۱/۲۵	۲	۳	۲	۳

مهندس شایان پاک نیت

لذا مهاربند متوسط بوده و بایستی جهت یقین m بین مهاربند لاغر و قوی درون یابی خطی انجام داد.

$$2.1\sqrt{\frac{E}{F_{ye}}} = 2.1\sqrt{\frac{2\times10^5}{275}} = 56.63 < \left(\frac{KL}{r}\right)_{out} = 86.01 < 4.2\sqrt{\frac{E}{F_{ye}}} = 113.266$$

Scanned with CamScanner

مهندس شایان پاک نیت

$$m_{\text{متوسط خارج از صفحه}} = \frac{(\lambda_{\text{متوسط}} - \lambda_{\text{قوی}}) \times (m_{\text{لاغر}} - m_{\text{قوی}})}{(\lambda_{\text{لاغر}} - \lambda_{\text{قوی}})} + m_{\text{قوی}}$$

$$= \frac{(86.01 - 56.63) \times (5 - 4)}{(113.266 - 56.63)} + 4 = 4.5188$$

مهندس شایان پاک نیت

$$\frac{P_{UD}}{mk\,P_{CE}} \leq 1.0 \rightarrow P_{UD} \leq mk\,P_{CE} = 2809281.48\,N$$

mk: 4.5188×1 — P_{CE}: $621687.5\,N$

$$\Rightarrow P_{UD} \leq 2809.3\,kN$$

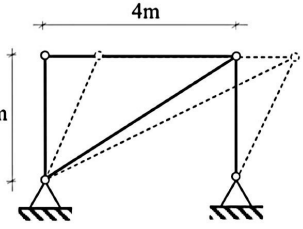
مهندس شایان پاک نیت

Scanned with CamScanner

(صلاحیت ارزیابی، طرح و اجرای بهسازی - آزمون مرداد ۱۴۰۰)

مهندس شایان پاک نیت

سوال (۲۰) تحلیل غیرخطی استاتیکی ساده شده در جهت حرکت به سمت راست برای سازه‌ای که بخشی از آن در شکل زیر نشان داده شده است، نقطه عملکرد را 30 میلی‌متر نشان داده است. عملکرد قابل قبول سازه براساس وضعیت مهاربند نشان داده شده به کدام یک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر است؟ سختی تیرها و ستون‌ها نسبت به مهاربند کششی از میلگرد از Φ20 بی نهایت فرض می‌شود. مهاربند از اعضای اصلی کنترل شونده با تغییرشکل است و مقاومت مورد انتظار و مدول الاستیسیته آن به ترتیب 270 و 200000 مگاپاسگال و ضریب آگاهی یک فرض می‌شود.



مهندس شایان پاک نیت

۱) LS

۲) CP

۳) IO

۴) عملکرد به مراتب بهتر از IO

جدول (۵-۴): پارامترهای مدل‌سازی و معیارهای پذیرش در روش‌های غیرخطی- اجزای سازه‌ی فولادی

جزء/ تلاش	پارامترهای مدل‌سازی [۱و۲]				معیارهای پذیرش					
	تغییرشکل خمیری		نسبت تنش پس‌ماند	کلیه‌ی اعضا	تغییرشکل خمیری					
					اعضای اصلی [۴]				اعضای غیراصلی	
	a	b	c	IO	CP	LS	CP	LS	CP	LS
تیرها و ستون‌ها در کششی (به استثنای تیروستون‌های قاب با مهاربندی واگرا)	۵Δ_T	۷Δ_T	۱/۰	۰/۲۵Δ_T	۲Δ_T	۳Δ_T	۵Δ_T	۶Δ_T	۷Δ_T	
مهاربند فشاری (به استثنای مهاربندهای واگرا) [۵]										
برای $\frac{Kl}{r} \geq 4.2\sqrt{E/F_{ye}}$										
الف: زوج نبشی و زوج ناودانی کمانش داخل صفحه [۶]	۰/۵Δ_C	۱۰Δ_C	۰/۳	۰/۲۵Δ_C	۶/۰Δ_C	۸/۰Δ_C	۸/۰Δ_C	۸/۰Δ_C	۱۰/۰Δ_C	
ب: زوج نبشی و زوج ناودانی کمانش خارج صفحه [۶]	۰/۵Δ_C	۹Δ_C	۰/۳	۰/۲۵Δ_C	۵/۰Δ_C	۷/۰Δ_C	۷/۰Δ_C	۷/۰Δ_C	۹/۰Δ_C	
پ: مقطع I یا Z	۰/۵Δ_C	۱۰Δ_C	۰/۳	۰/۲۵Δ_C	۶/۰Δ_C	۸/۰Δ_C	۸/۰Δ_C	۸/۰Δ_C	۱۰/۰Δ_C	
ت: مقطع قوطی و مقاطع لوله‌ای شکل	۰/۵Δ_C	۹Δ_C	۰/۳	۰/۲۵Δ_C	۵/۰Δ_C	۷/۰Δ_C	۷/۰Δ_C	۷/۰Δ_C	۹/۰Δ_C	
برای $\frac{Kl}{r} \leq 2.1\sqrt{E/F_{ye}}$ [۷]										
الف: زوج نبشی و زوج ناودانی کمانش داخل صفحه [۶]	۱/۰Δ_C	۸Δ_C	۰/۵	۰/۲۵Δ_C	۵Δ_C	۷Δ_C	۷Δ_C	۷Δ_C	۸Δ_C	
ب: زوج نبشی و زوج ناودانی کمانش خارج صفحه [۶]	۱/۰Δ_C	۷Δ_C	۰/۵	۰/۲۵Δ_C	۴Δ_C	۶Δ_C	۶Δ_C	۶Δ_C	۷Δ_C	
پ: مقطع I یا Z	۱/۰Δ_C	۸Δ_C	۰/۵	۰/۲۵Δ_C	۵Δ_C	۷Δ_C	۷Δ_C	۷Δ_C	۸Δ_C	
ج: مقطع قوطی و مقاطع لوله‌ای شکل	۱/۰Δ_C	۷Δ_C	۰/۵	۰/۲۵Δ_C	۴Δ_C	۶Δ_C	۶Δ_C	۶Δ_C	۷Δ_C	
برای $2.1\sqrt{E/F_{ye}} < \frac{Kl}{r} < 4.2\sqrt{E/F_{ye}}$	با استفاده از درون‌یابی خطی بین مقادیر داده‌شده برای مهاربندهای لاغر و قوی محاسبه می‌شود.									
مهاربند کششی (به استثنای مهاربندهای واگرا) [۴]	۱۱Δ_T	۱۴Δ_T	۰/۸	۰/۲۵Δ_T	۷Δ_T	۹Δ_T	۱۱Δ_T		۱۳Δ_T	

۴.۵Δ_T ۳.۵Δ_T

۱- Δ_C تغییرشکل محوری در بار کمانشی مورد انتظار می‌باشد.

۲- Δ_T تغییرشکل محوری در بار نظیر کششی حد تسلیم (بار لهیدگی مورد انتظار) می‌باشد

۳- در صورتی که قطعه‌ها در مقاطع مرکب ضوابط مبحث دهم مقررات ملی ساختمان(روش حدی) را برآورده نمایند، باید معیارهای پذیرش با ضریب ۰/۸۵ کاهش یابد.

۴- مقادیر معیارهای پذیرش جدول برای مقاطع پر شده با بتن و یا مقاطعی که شرایط مقطع فشرده لرزه‌ای را برآورده می‌نمایند، ارائه شده است. برای مقاطع غیرفشرده مقادیر معیارهای پذیرش باید نصف گردد و برای مقاطع فشرده غیرلرزه‌ای - از میان‌یابی خطی استفاده گردد.

۵- در مواردی که اتصال مهاربند ضوابط کنترل مقاومت فشاری مورد نیاز مبحث دهم مقررات ملی ساختمان(بخش طرح لرزه‌ای) را برآورده نمایند، باید معیارهای پذیرش در ۰/۸ ضرب گردد.

۶- اعداد این دو ستون برای حالتی است که از روش استاتیکی غیرخطی ساده‌شده مطابق بند (۵-۳-۴-۱) برای تحلیل سازه استفاده شود. در غیر این صورت معیار پذیرش اعضای اصلی مشابه اعضای غیراصلی خواهد بود.

۷- برای مهاربندهایی که فقط برای کشش طراحی شده‌اند، مقادیر معیارهای پذیرش در ۰/۵ ضرب می‌شود ولی نیاز به انتخاب کمتر از ۰/۲۵ نمی‌باشد.

923/926

✓ برای حل این سئت می توان به شان ۹ جزوه صلاحیت بهسازی - شایان پاک نیت - صفحه ۴۴ استناد نمود.

مهندس شایان پاک نیت

(۴۴)

$$Acc_{intermediate} = \frac{(\lambda_{intermediate} - \lambda_{Stocky}) \times (Acc_{Slender} - Acc_{Stocky})}{(\lambda_{Slender} - \lambda_{Stocky})} + Acc_{Stocky}$$

مهندس شایان پاک نیت

$$\begin{cases} Acc_{\text{شرط طراحی}} = \frac{(86.45 - 57.8) \times (18\Delta_C^{Slender} - 3.5\Delta_C^{Stocky})}{85.4 - 57.8} + 3.5\Delta_C^{Stocky} \\ Acc_{\text{شرط طراحی}} = \frac{(102.96 - 57.8) \times (14\Delta_C^{Slender} - 3.5\Delta_C^{Stocky})}{85.4 - 57.8} + 3.5\Delta_C^{Stocky} \end{cases}$$

$\Delta_C^{Stocky} = 0.695\,cm$ ← $\Delta_C^{Slender} = 0.583\,cm$

$$\begin{cases} Acc_{\text{شرط داخل صفحه}} = \Delta_{LS}^{S.in} = 3.983 \equiv 5.731\,\Delta_C^{(in\ plane)} \\ Acc_{\text{شرط خارج صفحه}} = \Delta_{LS}^{S.out} = 3.531 \equiv 6.146\,\Delta_C^{(out\ of\ plane)} \end{cases}$$

$\Delta_C^{S.out} = 0.961\,cm$ ← $\Delta_{LS}^{S.out} = 3.571\,cm$

مهندس شایان پاک نیت

ب) مهاربند کششی:

$$P_T = A_g \times F_{ye} = 34\,cm^2 \times 1.1 \times 2400\,\frac{kg}{cm^2} = 89760\,kg$$

$$\equiv 89.76\,Ton$$

$$\Delta_T = \frac{P_T \times L}{E \times A} = \frac{89760 \times 800}{2 \times 10^6 \times 34} = 1.056\,cm$$

مهندس شایان پاک نیت

$$\Delta_{LS} = 11\Delta_T = 11 \times 1.056\,cm = 11.616\,cm$$

Δ_T = تغییرشکل محوری در بار نظیر کششی حد تسلیم (بار لهیدگی مورد انتظار)

Scanned with CamScanner

تحلیل استاتیکی ساده شده ⇐ از مقیاس‌های پذیرش اعضای اصلی استفاده می‌شود.

مهندس شایان پاک نیت

عضو مهاربندی از نوع سیلندر کششی بوده و لذا مطابق بارگذاری $\vec{V}$ ، مقیاس‌های پذیرش در ۱۵٪

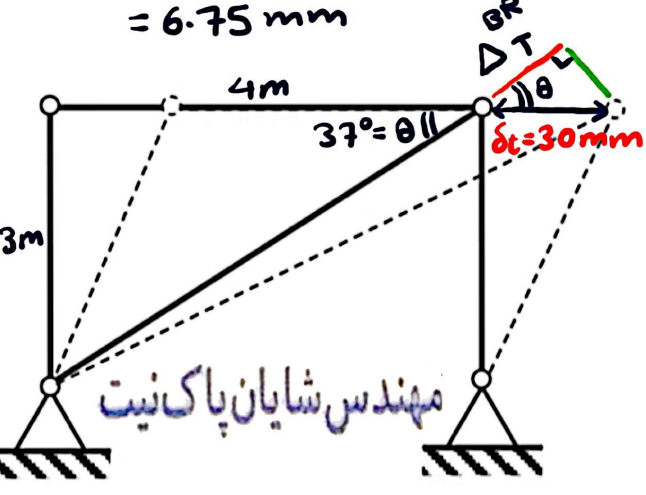
$$\begin{cases} K^{1}\Delta^{P}_{LS} = \Delta_T + 7\Delta_T \xrightarrow{\times 0.5} \Delta_T + 3.5\Delta_T = \underbrace{4.5\Delta_T}_{30.375\,mm} \\ K^{1}\Delta^{P}_{CP} = \underbrace{\Delta_T + 9\Delta_T}_{10\Delta_T} \xrightarrow{\times 0.5} \Delta_T + 4.5\Delta_T = 5.5\Delta_T = 37.125\,mm \end{cases}$$

ضرب می‌شوند.

$$\Delta_T = \frac{P_T L}{E A_g} = \frac{A_g \times F_{ye} \times L}{E \times A_g} = \frac{F_{ye} \times L}{E} = \frac{270 \times 5000}{2 \times 10^5}$$

مهندس شایان پاک نیت

$= 6.75\,mm$



مهندس شایان پاک نیت

$$\cos\theta = \frac{\Delta_T^{BR}}{\delta_t}$$

$$\Rightarrow \Delta_T^{BR} = \delta_t \times \cos\theta$$

$$= 30 \times \cos 37^\circ$$

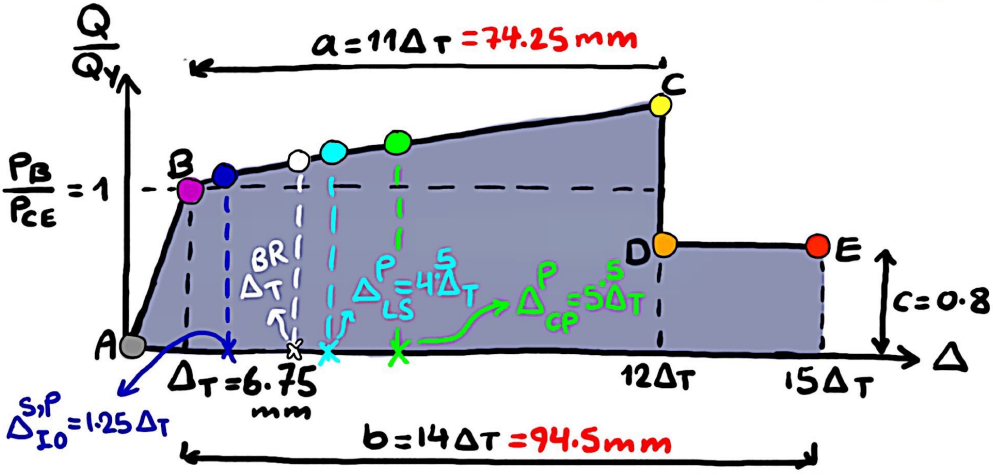
$$= 23.96\,mm$$

مهندس شایان پاک نیت

Scanned with CamScanner

$$\Delta_{IO}^{S,P} = 1.25\Delta_T = 8.44 < \Delta_T^{BR} = 23.96 < \Delta_{LS}^{P} = 30.375$$

مهندس شایان پاک نیت



جدول (۵-۴): پارامترهای مدل‌سازی و معیارهای پذیرش در روش‌های غیرخطی- اجزای سازه‌ی فولادی

جزء/ تلاش	پارامترهای مدل‌سازی [۱و۲]			معیارهای پذیرش				
	تغییرشکل خمیری		نسبت تنش پس‌ماند	تغییرشکل خمیری				
				کلیه‌ی اعضا	اعضای اصلی[۶]		اعضای غیراصلی	
	a	b	c	IO	LS	CP	LS	CP
تیرها و ستون‌ها در کشش (به استثنای تیروستون‌های قاب با مهاربندی واگرا)	۰/۵ Δ_T	۷ Δ_T	۰/۱	۰/۷۵ Δ_T	۳ Δ_T	۵ Δ_T	۶ Δ_T	۷ Δ_T
مهاربند فشاری (به استثنای مهاربندهای واگرا)[۵]								
برای $\frac{Kl}{r} \geq 4.2\sqrt{E/F_{ye}}$								
الف: زوج نبشی و زوج ناودانی کماننش داخل صفحه[۴]	۰/۵ Δ_C	۱۰ Δ_C	۰/۳	۰/۲۵ Δ_C	۶/۰ Δ_C	۸/۰ Δ_C	۸/۰ Δ_C	۱۰/۰ Δ_C
ب: زوج نبشی و زوج ناودانی کماننش خارج صفحه[۴]	۰/۵ Δ_C	۹ Δ_C	۰/۳	۰/۲۵ Δ_C	۵/۰ Δ_C	۷/۰ Δ_C	۷/۰ Δ_C	۹/۰ Δ_C
پ: مقطع I یا Z	۰/۵ Δ_C	۱۰ Δ_C	۰/۳	۰/۲۵ Δ_C	۶/۰ Δ_C	۸/۰ Δ_C	۸/۰ Δ_C	۱۰/۰ Δ_C
ت: مقطع قوطی و مقاطع لوله‌ای شکل	۰/۵ Δ_C	۹ Δ_C	۰/۳	۰/۲۵ Δ_C	۵/۰ Δ_C	۷/۰ Δ_C	۷/۰ Δ_C	۹/۰ Δ_C
برای $\frac{Kl}{r} \leq 2.1\sqrt{E/F_{ye}}$ [۷]								
الف: زوج نبشی و زوج ناودانی کماننش داخل صفحه[۴]	۱/۰ Δ_C	۸ Δ_C	۰/۵	۰/۲۵ Δ_C	۵ Δ_C	۷ Δ_C	۷ Δ_C	۸ Δ_C
ب: زوج نبشی و زوج ناودانی کماننش خارج صفحه[۴]	۱/۰ Δ_C	۷ Δ_C	۰/۵	۰/۲۵ Δ_C	۴ Δ_C	۶ Δ_C	۶ Δ_C	۷ Δ_C
پ: مقطع I یا Z	۱/۰ Δ_C	۸ Δ_C	۰/۵	۰/۲۵ Δ_C	۵ Δ_C	۷ Δ_C	۷ Δ_C	۸ Δ_C
ج: مقطع قوطی و مقاطع لوله‌ای شکل	۱/۰ Δ_C	۷ Δ_C	۰/۵	۰/۲۵ Δ_C	۴ Δ_C	۶ Δ_C	۶ Δ_C	۷ Δ_C
برای $2.1\sqrt{E/F_{ye}} < \frac{Kl}{r} < 4.2\sqrt{E/F_{ye}}$	با استفاده از درون‌یابی خطی بین مقادیر دادهشده برای مهاربندهای لاغر و قوی محاسبه می‌شود.							
مهاربند کششی (به استثنای مهاربندی‌های واگرا)[۵]	۱۱ Δ_T	۱۴ Δ_T	۰/۸	۰/۲۵ Δ_T	۷ Δ_T	۹ Δ_T	۱۱ Δ_T	۱۳ Δ_T

۱- Δ_C تغییرشکل محوری در بار کمانشی مورد انتظار می‌باشد.

۲- Δ_T تغییرشکل محوری در بار نظیر کششی حد تسلیم (بار لهیدگی مورد انتظار) می‌باشد.

۳- در صورتی‌که تعمده‌ها در مقاطع مرکب ضوابط مبحث دهم مقررات ملی ساختمان(روش حدی) را برآورده نسایند، باید معیارهای پذیرش با ضریب ۰/۵ کاهش یابد.

۴- مقادیر معیارهای پذیرش جدول برای مقاطع پر شده با بتن و یا مقاطعی که شرایط مقطع فشرده فرزهای را برآورده می‌نمایند (ارائه شده است. برای مقاطع غیرفشرده مقادیر معیارهای پذیرش باید نصف گردد و برای مقاطع فشرده غیرلرزه‌ای - از میان‌یابی خطی استفاده گردد.

۵- در مواردی‌که اتصال مهاربند ضوابط کنترل مقاومت فشاری مورد نیاز مبحث دهم مقررات ملی ساختمان(بخش طرح لرزه‌ای) را برآورده نسماید، باید معیارهای پذیرش در ۰/۸ ضرب گردد.

۶- اعداد این دو ستون برای حالتی است که از روش استاتیکی غیرخطی سادهشده مطابق بند (۳-۴-۳-۱) برای تحلیل سازه استفاده شود. در غیر این صورت معیار پذیرش اعضای اصلی مشابه اعضای غیراصلی خواهد بود.

۷- مهاربندهایی که فقط برای کشش طراحی میگردند، مقادیر معیارهای پذیرش در ۰/۵ ضرب می‌شود، ولی نباید به انتخاب کمتر از ۰/۲۵ نمی‌باشد.

مهندس شایان پاک نیت

$$\begin{cases} \Delta_C = \Delta_T + a = 80.97mm \\ \Delta_E = \Delta_T + b = 101.25mm \end{cases}$$

مهندس شایان پاک نیت

Scanned with CamScanner

(صلاحیت ارزیابی، طرح و اجرای بهسازی - آزمون مرداد ۱۴۰۰)

مهندس شایان پاک‌نیت

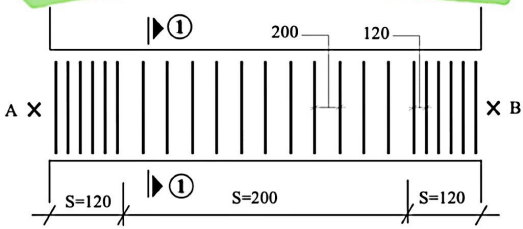
سوال (۲۲) آرماتورگذاری عرضی یک تیر بتنی موجود در یک ساختمان قاب خمشی تحت ارزیابی مطابق شکل ارائه شده است. مقاومت برشی بتن تیر برابر $V_{CLB}=200kN$ محاسبه شده و نیروی برشی در نقاط A و B از تحلیل غیرخطی استاتیکی در تغییرمکان هدف برابر $V_A=V_B=350kN$ به دست آمده است. جهت تعیین پارامترهای مدل‌سازی و معیارهای پذیرش برای این تیر، شرایط آرماتورهای عرضی و نوع کنترل شوندگی تیر از نظر برش و خمش مطابق با جداول نشریه ۳۶۰ کدام عبارت است؟ اندازه‌ها به میلی‌متر، S فاصله خاموت‌ها است. مشخصات آرماتورهای عرضی $F_{ye}=360MPa$ و $F_{YLB}=320MPa$ است.

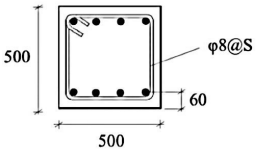
۱) آرماتورهای عرضی با شرایط "C" و تیر با خمش کنترل می‌شود.

۲) آرماتورهای عرضی با شرایط "NC" و تیر با خمش کنترل می‌شود.

۳) آرماتورهای عرضی با شرایط "C" و تیر با برش کنترل می‌شود.

۴) آرماتورهای عرضی با شرایط "NC" و تیر با برش کنترل می‌شود.





مقطع ۱-۱

* این سوال ابهام دارد ولی توانند پاسخ صحیح ۲ گزینه‌ای !!!

✓ مشابه این مثال در جزوه صلاحیت بهسازی - شایان پاک‌نیت - به طور آنچه در صفحات بعدی آمده است حل شده است.

مهندس شایان پاک‌نیت

$S=120 < \frac{d}{2}=\frac{440}{2}=220\ mm \Rightarrow$ می‌توان از V_S در تعیین V_{CL} استفاده نمود.

$$V_{CL}=V_C+V_S=[0.17\sqrt{f_c}\times bd]+[\frac{d}{S}A_v\times f_{yt}]=317.96\,KN$$

(200KN، 440، 320MPa، 120، $2\pi(4)^2$، $V_S=117956.33N$)

Scanned with CamScanner

مهندس شایان پاک نیت

مثال ① درقاب خمشی شکل زیر بار V برش طراحی برحسب سازه را بدست آورید

مقطع پلاستیک کنترل در دو انتها تیر و بارگذاری بدست آید در صورت انتخاب سطح مقطع

$f_c = 28\ MPa$

$W_u = 1.1W_D + 0.275W_L = 5\ t/m$

$M_{UD} = 16.58\ t.m$

6m

مهندس شایان پاک نیت

Mpr1 Mpr2 W_u V_{pr1} V_{pr2}

$V_{pr} = \max \begin{cases} V_{pr1} = \frac{M_{pr1}+M_{pr2}}{L_n} - \frac{W_u L_n}{2} \\ V_{pr2} = \frac{M_{pr1}+M_{pr2}}{L_n} + \frac{W_u L_n}{2} \end{cases}$ ✓

حداکثر نیاز برشی طراحی V

⑤ مهندس شایان پاک نیت

$M_{pr1} = A_s f_{ye} z = M_{ce1}$

$= A_s(1.15 f_y)(d - \frac{a}{2})$

$= 5\pi r^2(1.15 f_y)(d - \frac{\Delta x}{2})$

$= 5\pi r^2(1.15 f_y)(d - \frac{\frac{A_s x 1.15 f_y}{b x (\alpha x 1.25 f_c')}}{2})$

$= 5x3.14x10^2 x 1.15 x 400 x (440 - \frac{5x3.14x10^2 x 1.15 x 400}{\frac{300 x 0.85 x 1.25 x 28}{2}})$

$= 288548233.1\ N.mm = 28.85\ t.m$

مهندس شایان پاک نیت

$M_{pr2} = A_s f_{ye} z = M_{ce2}$

$= 3\pi r^2 x (1.15 f_y) x (d - \frac{a}{2})$ // $a = \frac{A_s x 1.15 f_y}{b x (\alpha x 1.25 f_c')}$

$= 3x10^2 x (1.15 x 400) x (440 - \frac{\frac{3x3.14x10^2 x 1.15 x 400}{300 x 0.85 x 1.25 x 28}}{2})$

$= 180141683.9\ N.mm = 18.01\ t.m$

مهندس شایان پاک نیت

⑥ مهندس شایان پاک نیت

$$V_{pr} = V_{pr2} = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{L_n} + \frac{W_u L_n}{2}$$

$$= \frac{28.85 + 18.01}{6} + \frac{5 \times 6}{2} = 22.81\ t$$

مقاومت برشی تیر $V_n = V_c + V_s = V_{CL}$ مهندس شایان پاک نیت

تیر با خمش کنترل می‌شود. $V = V_{pr} < 0.8(V_n = V_{CL})$ ← طراحی

تیر با برش کنترل می‌شود $V = V_{pr} > 0.8(V_n = V_{CL})$ ← طراحی

جدول (۶-۵) معیارهای پذیرش عددی برای روش‌های خطی - تیرهای بتن مسلح

شرایط	شرایط‌الف							
	سطح عملکرد							
	نوع عضو							
	اصلی							
	CP		LS		CP		LS	
	IO							
الف- تیرهایی که با خمش کنترل می‌شوند[۱و۲]	$\frac{\rho - \rho'}{\rho_{bal}}$	آرایش عرضی	$\frac{V}{b_w d \sqrt{f'_c}}$					
	≤۰/۰	C	≤۳	۴	۲	۶	۲	۱۰
	۰/۰	C	۶	۴	۲	۴	۲	۵
	≥۰/۵	C	≤۳	۴	۲	۴	۲	۵
	≤۰/۵	C	۶	۴	۲	۴	۲	۵
	۰/۰	NC	≤۳	۴	۲	۴	۲	۵
	۰/۰	NC	۶	۴	۲	۴	۲	۵
	≥۰/۵	NC	≤۳	۴	۲	۴	۲	۵
	≤۰/۵	NC	۶	۴	۲	۴	۲	۵
ب- تیرهایی که با برش کنترل می‌شوند[۱و۲]								
	اگر فاصله بست‌ها کوچکتر از $\frac{d}{2}$ باشد			۰/۷۵	۱/۵	۰/۷۵	۲	۳
	اگر فاصله بست‌ها بزرگتر از $\frac{d}{2}$ باشد			۰/۷۵	۱/۵	۰/۷۵	۲	۳
پ- تیرهایی که توسط طول گیرایی یا وصله کنترل می‌شوند[۱و۲]								
	اگر فاصله بست‌ها کوچکتر از $\frac{d}{2}$ باشد			۰/۷۵	۱/۵	۰/۷۵	۲	۳
	اگر فاصله بست‌ها بزرگتر از $\frac{d}{2}$ باشد			۰/۷۵	۱/۵	۰/۷۵	۲	۳
ت- تیرهایی که طول گیرایی در اتصال تیر- ستون کنترل‌کننده است[۱و۲]				۲	۲	۲	۲	۲

مهندس شایان پاک نیت

⑦ مهندس شایان پاک نیت

۲-۶-۶- برش و پیچش

مقاومت‌های برشی و پیچشی باید مطابق ضوابط آتا محاسبه شوند مگر در مواردی که در این دستورالعمل اشاره شود.

مقاومت‌های برشی و پیچشی باید از شیوه‌های مناسب و با لحاظ موارد زیر محاسبه گردند:

۱- نیاز شکل‌پذیری: مقاومت برشی و پیچشی درون خاموزشه (تا) با نیاز شکل‌پذیری متوسط یا زیاد، باید مطابق روش‌های مربوط به اعضای شکل‌پذیر محاسبه شود (نیاز ضوابط فصل بیستم آتا) در محاسبه مقاومت برشی داخل نواحی خاموزشه اعضای با نیاز شکل‌پذیری کم و طرح مواجب خاموزشه برای اعضایی با هر سطح از نیاز شکل‌پذیری، استفاده از شیوه‌های مسلول پذیرفته ازنجایی مثال نظیر ضوابط فصل دوازدهم آتا بسنده نیاز شود. در هر حال مقاومت برشی کلیه مقاطع نباید ۱۵۰ مقدار مقاومت برشی نهایی اسمی حاصل از محاسبات مطابق فصل دوازدهم آتا درنظر گرفته شود.

۲- آرماتور عرضی: اثر فواصل یا شکل نامناسب آرماتورهای عرضی باید به نحو مناسب در محاسبه مقاومت برشی و پیچشی لحاظ شود. برای این منظور می‌توان معیارهای زیر عمل نمود:

الف- اثر فاصله‌ی عرضی آرماتورهای عرضی بیش از نصف عمق مؤثر عضو و کمتر از دو عمق مؤثر عضو در جهت برش باشد، حداکثر ۱۵۰ آرماتورهای عرضی مورد نیاز برای برش محاسبه شده باید در نظر گرفته شود.

ب- اگر فاصله‌ی طولی آرماتورهای عرضی بیش از عمق مؤثر عضو در جهت برش باشد، آرماتورهای عرضی برآثر قرض می‌شوند.

پ- آرماتورهای عرضی با وصله پوششی در نواحی به احتمال تسلیم خمشی قرار دارند، نباید برای مقاومت برشی مورد استفاده قرار گیرند، مگر در مواردی که نشان داده شود که وصله پوششی به صورت مؤثر عمل می‌کند.

تراز شکل‌پذیری	حداکثر مقدار DCR با نسبت شکل‌پذیری
کم	کوچکتر از ۲
متوسط	۲ تا ۴
زیاد	بزرگتر از ۴

مهندس شایان پاک نیت

آرماتورهای عرضی با حلقه پوششی در تیرها و ستون ها

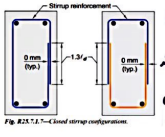


Fig. R25.7.1.7—Closed stirrup configuration.

درخواهی با شکل پذیری متوسط: حداکثر ۱۵۰ این آرماتورهای عرضی مورد قرض می‌شوند.

درخواهی با شکل پذیری متوسط و زیاد $(DCR > 4)$ ← بی‌اثر منظور نشوند

$2 < DCR < 4$

* اگر $\frac{d}{4} < S < d$ ← بیشتر حداکثر ۵۰٪ آرماتورهای عرضی مورد قرض می‌شوند. چنین اگر $S = 10\ cm < d = 440$

* اگر $S < \frac{d}{4}$ ← بیشتر آرماتورهای عرضی برای برآیند هستند.

$V_n = V_c + V_s$

⑧

$= [0.17\sqrt{f'_c} \times bd] + [\frac{A_v}{S} f_{yt} \times d]$

$= [0.17 \times \sqrt{28} \times 300 \times 440] + [\frac{\frac{440}{100} = 2\pi(5)^2 \times 340}{2349951.12}]$

مهندس شایان پاک نیت $= 115741.12\ N$

$= 353732.45\ N = 35.37\ ton = V_{CL}$

کرنش‌پذیری ظرفیت برشی

* بررسی نوع کنترل تیر ②

تیر با خمش کنترل می‌شود (مورد «الف» جدول)

$V_{pr} = 22.81 t < V_n = 35.37 t \Rightarrow$

$0.8 V_n = 28.3 t$

1) $\frac{\rho - \rho'}{\rho_{bal}} \leq 0.0$ / ≥ 0.5

2) آرماتورعرضی ← C سه‌ضعف واجد شرایط / NC ← ضعف فاقد شرایط

3) $\frac{2V}{V_c} \leq 3.0$ / ≥ 6.0

مهندس شایان پاک نیت

Scanned with CamScanner

(10)

۲) کنترل آرماتور عرضی برای واجد شرایط (C) بودن عضو :

۲-۱- اگر در محدوده مفصل خمیری خیری در عضو فاصله تنگ ها (S) به شرط $S \le \frac{d}{3}$

مهندس شایان پاک نیت

و علاوه براین؛

۲-۲- برای اعضا با نیاز شکل پذیری متوسط و زیاد، مقاومت تامین شده توسط تنگ ها (V_s)

مهندس شایان پاک نیت

حداقل برابر با $\frac{3}{4}$ برش طراحی باشد

مهندس شایان پاک نیت

عضو واجد شرایط (C)

$S \le \frac{d}{3} \rightarrow 100\ mm \le \frac{440}{3} = 146.7$ (OK)

این کنترل فقط برای اعضایی با نیاز شکل پذیری متوسط و زیاد لازم الاجراست

$V_s \ge \frac{3}{4} V_{\text{طراحی}}$ (for $DCR_{max} \ge 2$)

$DCR = \frac{Q_{UD}}{Q_{CE}} = \frac{M_{UD}}{M_{CE}} = \frac{16.58\ t.m}{\min(28.85, 18.01)} = 0.92 < 2$ ⇒ نیاز شکل پذیری کم است

کمترین انتخاب می شود تا در جهت اطمینان عضو واجد شرایط باشد

نیاز شکل‌پذیری	حداکثر مقدار DCR یا نسبت شکل‌پذیری
کم	کوچک‌تر از ۲
متوسط	۲ تا ۴
زیاد	بزرگ‌تر از ۴

⇓

عضو واجد شرایط (C) تلقی می شود.

ادامه حل مسئله : $V_{\text{طراحی}} = V_A = V_B = 350KN > 0.8(V_n = V_{CL} = 317.96KN)$

لذا باید با برش کنترل می شود

عضو واجد شرایط (C)

$S \le \frac{d}{3} \rightarrow 120mm \le \frac{440}{3} = 146.67\ mm$ (OK)

$V_s \ge \frac{3}{4} V_{\text{طراحی}} \rightarrow 117.96\ kN \ge \frac{3}{4}(350) = 262.5\ kN$ (NO)

عضو فاقد شرایط (NC)

Scanned with CamScanner

مهندس شایان پاک نیت

۲ـ نکته در ارتباط با این سوال:

① ابتدا اینکه کنترل ($V_s \geq \frac{3}{4} V_{طراحی}$) تنها در شرایطی انجام می‌پذیرد که صورت سوال نیاز خاص پذیری عضو را تعیین کرده باشد و یا اطمینان تعیین آن را به دادطلب بدهد. لذا به نظر می‌رسد با توجه به بلاتکلیفی داده طلب، نیازی به این کنترل نبوده و عضو واجد شرایط (C) انتخاب می‌گردد.

مهندس شایان پاک نیت

② مطابق جدول صفحه ۱۹۳ نشریه ۳۶۰ پاورقی ۳ (کنترل آرماتور عرضی) تنها برای تیرهای که با خمش کنترل می‌شوند معنا داشته و از اساس برای تیرهای کنترل شونده با برش بی معناست.

مهندس شایان پاک نیت

Scanned with CamScanner

(صلاحیت ارزیابی، طرح و اجرای بهسازی - ازمون مرداد ۱۴۰۰)

مهندس شایان پاک‌نیت

تست ۲۳) برای ارزیابی عملکرد میانقاب‌ها تحت بارگذاری عمود بر صفحه، تحلیل سازه تحت دو سطح خطر ۱ (برای بررسی سطح عملکرد ایمنی جانی) و سطح خطر ۲ (برای بررسی سطح عملکرد آستانه فروریزش) انجام و تغییرمکان خارج از صفحه میان‌قاب‌ها در یک طبقه 5 و 2.7 میلی‌متر به دست آمده است. برای قابل قبول بودن سطح عملکرد مورد اشاره برای این میان‌قاب‌ها، حداقل جابجایی نسبی در طبقه مورد نظر مطابق با کدام‌یک از گزینه‌های زیر می‌تواند باشد؟

* این سوال می‌تواند ۲٪ نمره باشد

۱) 100mm ۲) 75mm ۳) 90mm ۴) 50mm

(19)

✓ معیار پذیرش در ارزیابی رفتار عمود بر صفحه میانقاب مصالح بنایی:

مهندس شایان پاک‌نیت

۸-۳-۴- ارزیابی عمود بر صفحه میانقاب مصالح بنایی

میانقاب غیرمسلح با نسبت h_{inf}/t_{inf} کم‌تر از مقادیر داده‌شده در جدول (۸-۳) که ضوابط مربوط به کنش قوسی را طبق بند (۸-۳-۴-۱-۱) برآورده سازد، لازم نیست در برابر نیروهای زلزله در امتداد عمود بر صفحه ارزیابی نمود.

$\frac{h_{inf}}{t_{inf}} = 12.5 < 9$ NO

سختی عمود بر صفحه میانقاب مصالح بنایی

جدول (۸-۳): نسبت‌های حداکثر h_{inf}/t_{inf}

سطح عملکرد	پهنه لرزه‌ای با خطر نسبی کم	پهنه لرزه‌ای با خطر نسبی متوسط	پهنه‌های لرزه‌ای با خطر نسبی زیاد و خیلی زیاد
IO	۱۴	۱۳	۸
LS	۱۵	۱۴	۹
CP	۱۶	۱۵	۱۰

مهندس شایان پاک‌نیت

۸-۳-۴-۳-معیارهای پذیرش

میانقاب تحت بارگذاری عمود بر صفحه نباید توسط روش‌های استاتیکی خطی یا غیرخطی بیان شده در فصل ۳ تحلیل شود.

کرانه پایین مقاومت عمود برصفحه میانقاب مصالح بنایی غیرمسلح باید بیشتر از فشار عمود برصفحه آن طبق بند (۳-۷-۲-۲) باشد.

اگر از روش دینامیکی غیرخطی استفاده شود، معیارهای عملکردی زیر باید براساس حداکثر تغییرمکان عمود بر صفحه میانقاب باشد:

۱- برای سطح عملکرد قابلیت استفاده بی‌وقفه‌ی سازه، نسبت تغییرمکان خارج از صفحه پانل به تغییر مکان جانبی نسبی طبقه باید کوچک‌تر یا مساوی ۲٪ باشد؛

۲- برای سطح عملکرد ایمنی جانی سازه، نسبت تغییرمکان خارج از صفحه پانل به تغییر مکان جانبی نسبی طبقه باید کوچک‌تر یا مساوی ۳٪ باشد؛

۳- برای سطح عملکرد آستانه فروریزش سازه، نسبت تغییرمکان خارج از صفحه پانل به تغییر مکان جانبی نسبی طبقه باید کوچک‌تر یا مساوی ۵٪ باشد.

در صورتیکه نشان داده شود قاب پیرامونی پس از خرابی میانقاب پایدار باقی می‌ماند، محدودیت‌های عملکرد آستانه فروریزش سازه برای میانقاب موضوعیت ندارد.

تغییرشکل‌های قابل‌قبول میانقاب موجود و جدید باید یکسان فرض شود.

$\frac{\Delta_{inf}}{\Delta_{st}} \le 0.02$: IO (۱

≤ 0.03 : LS (۲

≤ 0.05 : CP (۳

355/930

✓ با توجه به صفحه 19 جزوه صلاحیت بهسازی - شایان پاک نیت - فصل میانقاب ها خواهیم داشت:

ایمنی جانی در برابر سطح خطر ①: $(\Delta_{st}^{H1})_{min} = \frac{\Delta_{inf}}{0.03} = 166.67$ mm ، $H1 \to 5mm$

آستانه فروریزش در برابر سطح خطر ②: $(\Delta_{st}^{H2})_{min} = \frac{\Delta_{inf}}{0.05} = 54mm$ ، $H2 \to 2.7mm$

ایراد سوال: با توجه به صورت سوال $(\Delta_{inf}^{H1} = 5mm) > (\Delta_{inf}^{H2} = 2.7mm)$ به نظر می رسد!

توجه به ماهیت زلزله سطح خطر ۱ < زلزله سطح خطر ۲ ، ایراد جایجا نوشته شده است.

$\Delta_{st}^{H1} = \frac{2.7}{0.03} = 90$

$\Delta_{st}^{H2} = \frac{5}{0.05} = 100mm$

Scanned with CamScanner

✓ در هر صورت این سوال ابهام دارد ! مهندس شایان پاک نیت

- دقت کنید که تکیه‌گاه جابجایی نبی طبقه عنوان شده در نشریه ۳۶۰ $(\Delta_{ST}^{H1}, \Delta_{ST}^{H2})$ جابجایی های موجود بوده و نه مجاز ! از طرفی هر یک بدست آمده از یک زلزله با یک شدت مشخص بوده و در راستای اعتنای هدف بهسازی در دو راستای با دو سطح عملکرد متفاوت بکار می‌روند. لذا یقین حداقل جابجایی نبی در طبقه به معنای انتخاب عدد بزرگتر نبوده و تنها می‌تواند معنای ریاضی داشته باشد . به عبارتی ذهن طراح سوال تنها می‌توانسته به دنبال مقدار مینیمم (که البته معنای خاصی ندارد !) باشد.

$$\Delta_{ST}^{\text{حداقل}} = \min\left[(\Delta_{ST}^{H1})_{min} \text{ و } (\Delta_{ST}^{H2})_{min}\right]$$

$(\Delta_{ST}^{H1})_{min} = 166.67\,mm$ ، $(\Delta_{ST}^{H2})_{min} = 54\,mm$

مهندس شایان پاک نیت

$90\,mm$ ، $100\,mm$

✓ به این ترتیب به احتمال زیاد در صورت سوال گزینه صحیح $50\,mm$ و به احتمال کمتر و قطعیت $90\,mm$ خواهد بود.

Scanned with CamScanner

(صلاحیت ارزیابی، طرح و اجرای بهسازی - آزمون مرداد ۱۴۰۰)

مهندس شایان پاک‌نیت

تست (۲۴) دیوار بنایی دو سر گیردار به طول 4m، ارتفاع موثر 3m، ضخامت 30cm ساخته شده با آجر با مقاومت فشاری 10MPa و ملات با مقاومت 6MPa مفروض است. بار مرده اعمال شده به دیوار برابر با 9 kN/m است. با فرض وزن مخصوص دیوار برابر $18.5\ kN/m^3$ و حد بالای بارهای ثقلی خارجی وارد به دیوار به مقدار 44 kN، کران پایین مقاومت جانبی نظیر مود خرابی پنجه دیوار بر حسب kN به کدام گزینه نزدیکتر است؟ از مقادیر پیش‌فرض مشخصات مصالح استفاده نمائید.

✓ این سوال بصورت مشابه در جزوه صلاحیت بهسازی - شایان پاک‌نیت - صفحات ۳۴ و ۳۵ نفس

۱) 123 ۲) 41 ۳) 117 ۴) 47 هفتم حل نکرده است

جدول ۲-۵- ب: مقادیر تقریبی کرانه پایین مقاومت های فشاری منشور آجرکاری بر مبنای مقاومت فشاری آجر

f_b مقاومت فشاری آجر (MPa)	f'_m مقاومت فشاری واحد آجرکاری (MPa)		E_m مدول الاستیسیته واحد آجرکاری (MPa)	
	ملات نوع قوی و یا خیلی قوی (۱۲ تا ۱۷/۵ MPa)	ملات نوع متوسط (۸ تا ۴/۵ MPa)	ملات نوع قوی و یا خیلی قوی E_m=550 f'_m	ملات نوع متوسط E_m=400 f'_m
۱۰/۰	۳/۷ تا ۴/۱	۲/۷ تا ۳/۰	۲۰۳۵	۱۰۸۰
۹/۰	۳/۵ تا ۳/۸	۲/۶ تا ۳/۱۳	۱۹۲۵	۱۰۴۰
۸/۰	۳/۳ تا ۳/۶	۲/۵ تا ۲/۹۶	۱۸۱۵	۱۰۰۰
۷/۵	۳/۲ تا ۳/۴	۲/۴ تا ۲/۸۷	۱۷۶۰	۹۶۰
۷/۰	۳/۱ تا ۳/۳	۲/۳ تا ۲/۷۷	۱۷۰۵	۹۲۰
۶/۵	۲/۹ تا ۳/۲	۲/۲۵ تا ۲/۶۶	۱۵۹۵	۹۰۰
۶/۰	۲/۸ تا ۳/۰	۲/۲ تا ۲/۵۵	۱۵۴۰	۸۸۰
۵/۵	۲/۷ تا ۲/۸	۲/۱ تا ۲/۴۴	۱۴۸۵	۸۴۰
۵/۰	۲/۵ تا ۲/۷	۲/۰ تا ۲/۳۰	۱۳۷۵	۸۰۰

(34) ✓ مقاومت جانبی مورد انتظار از نوع حرکت گهواره‌ای پایه بنایی (V_r):

$V_r = 0.9\alpha P_E \left(\frac{L}{heff}\right) = 0.9 \times 1.0 \times 4.38 \times 1.2812S = 5.051\ ton$

$\alpha = 1.0$ برای پایه بنایی

مهندس شایان پاک‌نیت

$heff = 1.6m$

مقاومت جانبی مورد انتظار

$Q_{CE} = min[V_{bjs} \, 9 \, V_r] = min[10.989 5.051]$

$= 5.051\ t$

مهندس شایان پاک‌نیت

✓ کرانه پایین مقاومت جانبی از نوع مود خرابی فشاری پنجه دیوار (V_{tc}):

$V_{tc} = \alpha P_L \left(\frac{L}{heff}\right)\left(1 - \frac{f_a}{0.7 f'_m}\right)$ مهندس شایان پاک‌نیت

$f_a = \frac{P_E}{L.t} = \frac{4.38t}{2.05 \times 0.33} = 6.4745\ \frac{Ton}{m^2}$

$f'_m = 3Mpa = 30\ \frac{kg}{cm^2} = 300\ \frac{Ton}{m^2}$ مصالح با کیفیت خوب

(35) $P_L = (0.9Q_D) \times$ سطح بارگیر مهندس شایان پاک‌نیت

$= [0.9(\gamma h)](L.t) = [0.9(1850 \times 3)](2.05 \times 0.35)$

وزن دیوار شاهد پخ در طبقه اول

$= 3584\ kg = 3.58\ Ton$

$V_{tc} = 1.0 \times 3.58 \times 1.2812S \times \left(1 - \frac{6.4745}{0.7 \times 300}\right) = 4.445t$

$\begin{cases} L = 4m\ ,\ heff = 3m\ ,\ t = 30\ cm \\ \gamma_w = 18.5\ \frac{kN}{m^3}\ 9\ Q_D = 9\ \frac{kN}{m} \\ P_E = P_{CE} = 44 + 1.1(18.5 \times 3 \times 4 \times 0.3) = 117.26kN \\ \alpha = 1.0\ 9\ 2.7mpa < f'm < 3.3mpa \end{cases}$

$f_a = \frac{P_E}{L.t} = \frac{117.26kN}{4 \times 0.3} = 97.717\ \frac{kN}{m^2}$

$\frac{L}{heff} = \frac{4}{3} = 1.33\ 9\ f'm \simeq 3mpa$ (3000 kN/m²)

$P_L = (0.9Q_D) \times$ سطح بارگیر $+ [0.9(\gamma h)](L.t)$

$= 0.9(9\ \frac{kN}{m} \times 4m) + (0.9 \times 18.5 \times 3 \times 4 \times 0.3)$

$= 92.34\ KN$

$V_{tc} = 1.0 \times 92.34 \times \left(\frac{4}{3}\right)\left(1 - \frac{97.717}{0.7 \times 3000}\right) = 117.4\ KN$

Scanned with CamScanner

(صلاحیت ارزیابی، طرح و اجرای بهسازی - آزمون مرداد ۱۴۰۰)

مهندس شایان پاک نیت

سوال (۲۵) برای ساختمان‌های سه طبقه بنایی غیر مسلح در تهران، کدام یک از گزینه‌های زیر در رابطه با معیارهای پذیرش خارج از صفحه دیوارهای بنایی، تحت بارهای جانبی عمود بر صفحه آنها صحیح نیست؟

۱) در سطح عملکرد قابلیت استفاده بی‌وقفه در دیوارها، ترک خمشی مجاز نیست و در این دیوارها تنش کششی ناشی از خمش باید کمتر از مقاومت کششی آجر در خمش باشد. (این گزینه باید مقاومت کششی دیوار/پایه بنایی باشه !!!)

۲) در سطح عملکرد ایمنی جانی، وقوع ترک خمشی در بخش‌هایی از دیوار قابل پذیرش است مشروط بر آنکه پایداری دیوار تحت بارهای دینامیکی تامین شده باشد.

۳) در سطح عملکرد آستانه فروریزش، برای دیوارهای با نسبت ارتفاع به ضخامت 9.5، وقوع ترک در بخش‌هایی از دیوار قابل پذیرش است.

این سوال هم دارای ۲ گزینه صحیح می باشه !!! *

۴) در کلیه سطوح عملکردی، پایداری خارج از صفحه دیوار باید تامین شود.

مهندس شایان پاک نیت

۷-۶-۳-معیارهای پذیرش

برای سطح عملکرد قابلیت استفاده بی‌وقفه در دیوار مصالح بنایی نباید ترک‌های خمشی ناشی از بارهای جانبی عمود بر صفحه ایجاد گردد. برای این منظور باید تنش کششی ناشی از خمش آن از مقاومت مورد انتظار کششی خمشی، f'_{te} که در بند (۷-۶-۲) آمده است، کمتر باشد.

$f_{ub} \le f'_{te}$ (دیوار)

برای سطوح عملکرد ایمنی جانی و آستانه فروریزش، ترک‌های خمشی ناشی از بارهای جانبی عمود برصفحه می‌تواند در قسمت‌هایی از دیوار مصالح بنایی ایجاد گردد. لیکن دیوار تحت بارهای دینامیکی باید پایدار بماند و در این حالت در صورتی که نسبت ارتفاع به ضخامت دیوار (h/t) کمتر از مقادیر جدول (۷-۳) باشد، نیازی به کنترل پایداری دیوار نمی‌باشد.

جدول (۲-۵-ت) (46)

مطابق صفحه ۴۶ فصل هفتم خزوه صلاحیت بهسازی - شایان پاک نیت - خواهیم داشت:

جدول(۷-۳): محدودیت نسبت (h/t) برای دیوارها

نوع دیوار	خطر نسبی کم و متوسط $A \le 0.25$	خطر نسبی زیاد $0.25 < A < 0.35$	خطر نسبی بسیار زیاد $A \ge 0.35$
دیوارهای ساختمان‌های یک طبقه	۲۰	۱۶	۱۳
دیوارهای اولین طقبه ساختمان‌های چندطبقه	۲۰	۱۸	۱۵
دیوارهای طبقه آخر ساختمان‌های چندطبقه	۱۴	۱۲	۹
سایر دیوارها	۲۰	۱۶	۱۳

A: نسبت شتاب مبنای طرح، مطابق استاندارد ۲۸۰۰

ماشه تهران — ماشه شیراز — ماشه شایان و اصفهان

دیوارهای طبقه اول (تهران) $\frac{h}{t} \le 15$

دیوارهای طبقه دوم (تهران) $\frac{h}{t} \le 13$

مهندس شایان پاک نیت

مطابق برای یک ساختمان بنایی ۳ طبقه در شهرهای شیراز و تهران (خطر نسبی زیاد و خیلی زیاد)

در سطح عملکرد ایمنی جانی و آستانه فروریزش:

جدول ۲-۵-ت: مقادیر تقریبی کرنش پایین مدول الاستیسیته و برش دیوار/ پایه بنایی

مدول الاستیسیته در فشار	$E_m = 400 \sim 550 f'_m$
مدول برشی	$G_m = 0.4 E_m$

جدول ۲-۶: ضرایب تبدیل کرنه پایین مشخصات به مشخصات مورد انتظار

ضریب	خصوصیت
۱/۳	مقاومت فشاری
-	مدول الاستیسیته در فشار *
۱/۲	مقاومت کششی
۱/۲	مقاومت برشی

* مدول الاستیسیته مورد انتظار در فشار، ۴۰۰ تا ۵۵۰ برابر مقاومت فشاری مورد انتظار در نظر گرفته می‌شود.

		اولین طبقه	طبقه میانی	طبقه آخر	
$(\frac{h}{t})_{max}$	شیراز	18	16	14	
	تهران	15	13	9	

دیوارهای طبقه سوم (تهران) $\frac{h}{t} \le 9$ ⇒ گزینه ۳ صحیح نیست!

گزینه‌های ۱ و ۳ هر دوی توانند صحیح نباشند.

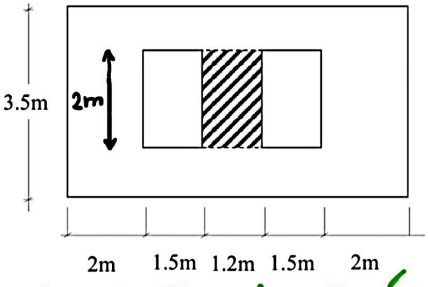
مهندس شایان پاک نیت

Scanned with CamScanner

(صلاحیت ارزیابی، طرح و اجرای بهسازی - آزمون مرداد ۱۴۰۰)

مهندس شایان پاک نیت

سوال (۲۶) پایه آجری نشان داده شده در شکل زیر (قسمت هاشور خورده) بخشی از یک ساختمان دو طبقه است، حداکثر مقاومت جانبی ناشی از مودهای تغییرشکل کنترل این پایه به کدام یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ مقدار کران بالای نیروی محوری ناشی از بارهای ثقلی ضریبدار در پایه برابر با 200kN، مقاومت برشی متوسط ملات برابر 0.2MPa، مقاومت فشاری آجرکاری برابر 5MPa و ضخامت خاصل دیوار دو لایه آجرکاری برابر 300mm فرض شود.



$h_{eff} = 2000mm$
$L = 1200mm$
$t = 300mm$
$f'_m = 5MPa$
$P_{CE} = P_E = 200kN$ (!!!در این سوال)

(۱) $Q_{CE} = 860kN$
(۲) $Q_{CE} = 127kN$
(۳) $Q_{CE} = 54kN$
(۴) $Q_{CE} = 108kN$

✓ مشابه این سوال در جزوه صلاحیت بهسازی - شایان پاک نیت - فصل هفتم صفحات ۲۹،۳۰

حل شده است! دقت کنید که مقاومت جانبی مورد انتظار، مقدار حداقل است و نه حداکثر !!!

(29) مهندس شایان پاک نیت

- بررسی دیوار شماره ۲ :

✓ مقاومت جانبی مورد انتظار از نوع مقاومت برشی لغزشی (V_{bjs}) :

$V_{bjs} = v_{me} \cdot A_n$ مهندس شایان پاک نیت

$= \left[\frac{0.75\left(v_{te} + \frac{P_{CE}}{A_n}\right)}{1.5} = 0.5\, v_{te} + \frac{P_{CE}}{2A_n}\right] \times A_n$

$= 0.65\, A_n + \frac{P_{CE}}{2}$

A_n = سطح مقطع خالص ست $= L \times t = 2.05 \times 0.33 = 0.6765\, m^2$

$P_{CE} = (1.1Q_D + 0.275Q_L)(\text{سطح باربر}) + [1.1(Q_D + \gamma h)](L \cdot t)$
(وزن طبقه تحت به میزان کم باربر دیوار شماره ۲ / وزن دیوار شماره ۲ طبقه حکمت)

$+ (1.1Q_D + 0.275Q_L)(\text{سطح باربر}) + [1.1(Q_D + \gamma h)](L \cdot t)$
(وزن طبقه اول به میزان کم باربر دیوار شماره ۲ روی دیوار شماره ۲ / وزن دیوار شماره ۲ روی دیوار شماره ۲)

(30) دیوار باربر عرضی بنده و لذا سطح باربر خواهد راست و در مقابله P_{CE} تنها وزن آن و دیوار روی آن منظور گردد.

مهندس شایان پاک نیت

$= [1.1(1850 \times 3) \times (2.05 \times 0.35)] + [1.1(1850 \times 3) \times (2.05 \times 0.35)]$
$= 4380.34\, kg + 4380.34\, kg$

$\Rightarrow P_{CE} = 8760.675\, kg = 8.76\, Ton$

$V_{bjs} = 0.65\, A_n + \frac{P_{CE}}{2} = (6.5 \times 0.6765) + \frac{8.76}{2} = 8.78\, t$

✓ مقاومت جانبی مورد انتظار از نوع حرکت گهواره‌ای پایه بنایی (V_r) :

$V_r = 0.9 \alpha P_E \left(\frac{L}{h_{eff}}\right) = 0.9 \times 1.0 \times 8.78 \times \frac{2.05}{1.6} = 9.0\, Ton$
($\frac{2.05}{1.6} = 1.28125$)

$\alpha = 1.0$ برای پایه بنایی

$h_{eff} = 1.6m$ مهندس شایان پاک نیت

$Q_{CE} = \min[V_{bjs} \text{ و } V_r] = \min[8.53 \text{ و } 9.0]$ (مقاومت جانبی مورد انتظار)
$= 8.53\, t$

Scanned with CamScanner

حل سوال: دیوار ۲ پایه آجری است لذا خواهیم داشت

$$v_{me} = \frac{0.75\left(0.75\, v_{te} + \frac{P_{CE}}{An}\right)}{1.5}$$

مهندس شایان پاک نیت

$$= \frac{0.75\left[(0.75 \times 0.2\,mpa) + \frac{200 \times 10^3\,N}{1200 \times 300}\right]}{1.5} = 0.3528\,mpa$$

- مقاومت جانبی مورد انتظار از نوع مقاومت برشی لغزشی (V_{bjs}) :

مهندس شایان پاک نیت

$$V_{bjs} = v_{me} \cdot An = 0.3528 \times (1200 \times 300) = 127008\,N = 127\,kN$$

- مقاومت جانبی مورد انتظار از نوع حرکت گهواره‌ای پایه بنایی (V_r) :

$$V_r = 0.9\,\alpha\, P_E \left(\frac{L}{heff}\right) = 0.9 \times 1.0 \times 200 \times 10^3 \times \frac{1200}{2000}$$

مهندس شایان پاک نیت

$$= 108000\,N = 108\,kN$$

مقاومت جانبی مورد انتظار $Q_{CE} = \min[V_{bjs} \,,\, V_r]$

این در حالی است که صورت سوال حداکثر مقاومت جانبی ناشی از نیروی زلزله شمال کنترل را خواسته و

لذا $Q_{CE} = 127\,kN$

Scanned with CamScanner

(صلاحیت ارزیابی، طرح و اجرای بهسازی - آزمون مرداد ۱۴۰۰)

مهندس شایان پاک‌نیت

سوال (۲۷) ساختمان بنایی سه طبقه در شهری با نسبت شتاب مبنای طرح A=0.3 قرار دارد. دیوارهای به ارتفاع سه متر در طبقه اول این ساختمان به ازای چه ضخامتی براساس نشریه ۳۶۰ نیاز به کنترل پایداری خارج از صفحه در برابر بارهای دینامیکی دارند؟ سطح عملکرد ساختمان LS لحاظ شود.

۱) 200mm ۲) 150mm ۳) 220mm ۴) 250mm

✓ با توجه به صفحه ۴۶ فصل هفتم جزوه صلاحیت بهسازی - شایان پاک‌نیت - خواهیم داشت

بطور مثال تهران دارای پهنه‌ای با خطر نسبی زیاد (A=0.3) بوده و برای طبقه اول در شرایط سطح عملکرد ایمنی جانی

خواهیم داشت: مهندس شایان پاک‌نیت

$$\frac{h}{t} = \frac{3000mm}{t} \leq 18$$

$$\Rightarrow t \geq \frac{3000}{18} = 166.67\ mm$$

⇐ لذا گزینه ۲ صحیح است.

(46) جدول (۲-۵-ت)

مهندس شایان پاک‌نیت

۷-۶-۳-معیارهای پذیرش

برای سطح عملکرد قابلیت استفاده بی‌وقفه، در دیوار مصالح بنایی نباید ترک‌های خمشی ناشی از بارهای جانبی عمود بر صفحه ایجاد گردد. برای این منظور باید تنش کششی ناشی از خمش آن از مقاومت مورد انتظار کششی خمشی، f_{te} که در بند (۷-۶-۴) آمده است، کمتر باشد.

$f_{ub} \leq f_{te}$ (دیوار)

برای سطوح عملکرد ایمنی جانی و آستانه فروریزش، ترک‌های خمشی ناشی از بارهای جانبی عمود برصفحه می‌تواند در قسمت‌هایی از دیوار مصالح بنایی ایجاد گردد. لیکن دیوار تحت بارهای دینامیکی باید پایدار بماند و در این حالت در صورتی که نسبت ارتفاع به ضخامت دیوار (h/t) کمتر از مقادیر جدول (۷-۳) باشد، نیازی به کنترل پایداری دیوار نمی‌باشد.

جدول (۷-۳): محدودیت نسبت (h/t) برای دیوارها

نوع دیوار	خطر نسبی کم و متوسط $A \leq 0.25$	خطر نسبی زیاد $0.25 < A < 0.35$	خطر نسبی بسیار زیاد $A \geq 0.35$
دیوارهای ساختمان‌های یک طبقه	۲۰	۱۶	۱۳
دیوارهای اولین طبقه ساختمان‌های چندطبقه	۲۰	۱۸	۱۵
دیوارهای طبقه آخر ساختمان‌های چندطبقه	۱۴	۱۴	۹
سایر دیوارها	۲۰	۱۶	۱۳

مهر: مانند یزد و اصفهان — مانند شیراز — مانند تهران

A: نسبت شتاب مبنای طرح، مطابق استاندارد ۲۸۰۰

مهندس شایان پاک‌نیت

✓ بطورمثال برای یک ساختمان بنایی ۳ طبقه در شهرهای شیراز و تهران (خطر نسبی زیاد و خیلی زیاد)

$(\frac{h}{t})_{max}$	طبقه آخر	طبقه میانی	اولین طبقه
شیراز	14	16	18
تهران	9	13	15

مهندس شایان پاک‌نیت

در سطح عملکرد ایمنی جانی و آستانه فروریزش:

جدول ۲-۵-ت- مقادیر تقریبی کرانه پایین مدول الاستیسیته و برشی دیوار پایه بنایی

$E_m = 400-550 f'_m$	مدول الاستیسیته در فشار
$G_m = 0.4 E_m$	مدول برشی

جدول ۲-۶ ضرایب تبدیل کرانه پایین مشخصات به مشخصات مورد انتظار

ضریب	خصوصیت
۱/۳	مقاومت فشاری
-	مدول الاستیسیته در فشار*
۱/۳	مقاومت کششی
۱/۳	مقاومت برشی

* سمبول الاستیسیته مورد انتظار در فشار، ۲۰۰ تا ۵۵۰ برابر مقاومت فشاری مورد انتظار در نظر گرفته می‌شود.

Scanned with CamScanner