



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۸۳۸۶

چاپ اول

۱۳۹۳

INSO

18386

1st.Edition

2014

آزمون بار معکوس برای مقاومت برشی
عناصر قائم در سامانه‌های مقاوم در برابر
نیروی جانبی ساختمان‌ها- روش‌های
آزمون

**Cyclic (reversed) Load Test for Shear
Resistance of Vertical Elements of the
Lateral force Resisting Systems for
Buildings -Test Methods**

ICS:91.060.10

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است.

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادات در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور، از آخرین پیشرفت های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی بهره گیری می شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) و وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) و وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization

2 - International Electrotechnical Commission

3- International Organization of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)

4 - Contact point

5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد
«آزمون بار معکوس برای مقاومت برشی عناصر قائم در سامانه‌های مقاوم در برابر نیروی جانبی
ساختمان‌ها – روش‌های آزمون»

رئیس:

زهرائی ، سید مهدی
(دکترای مهندسی سازه)

دبیر:

مصطفی‌زاده ، سیدحجت
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

سمت و/یا نمایندگی

استاد دانشکده مهندسی عمران دانشگاه
تهران و رییس موسسه پایدار سازه آریا

مدیر موسسه تحقیقات و پژوهش‌های علمی
بنیادین پایدار سازه آریا

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

افتخار ، محمدحسین
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

مدیرفنی انستیتو مصالح ساختمانی دانشگاه
تهران

امیری ، مهدی
(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

کارشناس سازه مهندسان مشاور توسعه
ساحل دریا

ترابی‌زاده ، محمدرضا
(کارشناس مهندسی عمران)

کارشناس آزمونگاه مصالح ساختمانی اداره
کل استاندارد هرمزگان

ذاکری ، ایمان
(دکترای مهندسی عمران)

مدیرعامل شرکت آزمونگاهی خاک بتن
آزمای پارسه خلیج فارس

رهبر رنجی، احمد
(دکترای مهندسی کشتی‌سازی)

دانشیار دانشگاه پلی تکنیک تهران،
کارشناس حقیقی تدوین استانداردهای ملی
ایران

طیپی ، سعیده
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

کارشناس بخش سازه موسسه تحقیقات و
پژوهش‌های علمی بنیادین پایدار سازه آریا

ظهرابی ، مصطفی
(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

کارشناس سازه حوزه معاونت فنی و عمرانی
شهرداری شیراز

کامجو ، بهمن
(کارشناس مهندس عمران)

کارشناس بخش سازه موسسه تحقیقات و
پژوهش های علمی بنیادین پایدار سازه آریا

عذباشی ، فرهاد
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

هییت علمی گروه مهندسی عمران دانشگاه
آزاد اسلامی واحد بندرعباس

مجتبوی ، سید علیرضا
(کارشناس مهندسی مواد)

کارشناس اداره کل نظارت بر صنایع غیر
فلزی سازمان ملی استاندارد ایران

مصطفی زاده ، سیدمحسن
(کارشناس مهندسی عمران)

کارشناس فنی شرکت آزمونگاهی آزما سازه
کاوان

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
ه	پیش گفتار
و	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۵	۲ خلاصه روش آزمون
۷	۳ آزمون
۹	۴ روش انجام آزمون
۱۲	۵ روند کار
۱۹	۶ محاسبات
۲۲	۷ گزارش آزمون
۲۴	۸ دقت اریبی
۲۵	پیوست الف (اطلاعاتی)
۲۶	پیوست ب (اطلاعاتی)
۲۹	پیوست ل (اطلاعاتی)
۳۰	پیوست پ (اطلاعاتی)

پیش گفتار

استاندارد «آزمون بار معکوس برای مقاومت برشی عناصر قائم در سامانه‌های مقاوم در برابر نیروی جانبی ساختمان‌ها- روش های آزمون» که پیش نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط موسسه تحقیقات و پژوهش‌های علمی بنیادین پایدار سازه آریا تهیه و تدوین شده است و در پانصد و یکمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان و مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مورخ ۱۳۹۳/۰۲/۰۹ تصویب شد، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدید نظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

منبع و مآخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

ASTM E2126:2009, Standard Test Methods for Cyclic (Reversed) Load Test for Shear Resistance of Vertical Elements of the Lateral Force Resisting Systems for Buildings

آزمون بار معکوس برای مقاومت برشی عناصر قائم در سامانه‌های مقاوم در برابر نیروی جانبی ساختمان‌ها – روش‌های آزمون

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد تعیین روش‌های آزمون برای ارزیابی سختی^۱ برشی، مقاومت برشی و شکل‌پذیری عناصر قائم سامانه‌های مقاوم در برابر نیروی جانبی است و در برگیرنده قابلیت اعمال اتصالات برشی و اتصالات نگهدارنده، تحت شرایط بار چرخه‌ای (معکوس) و شبه استاتیکی (معکوس) می‌باشد. این استاندارد برای آزمون‌های ساخته‌شده از چوب یا قاب فلزی مهاربندی شده با صفحات توپر یا دیگر صفحات سازه‌ای مجزا، کاربرد دارد.

این استاندارد برای اندازه‌گیری عملکرد اعضا قائم سامانه مقاوم در برابر نیروی جانبی که در معرض نیروی رفت و برگشتی زلزله هستند و در شبیه‌سازی روند بارگذاری، عملکرد و تاثیر آن‌ها را بر روی آزمون‌ها استفاده می‌شوند، کاربرد دارد.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می‌شود. در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدید نظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است. استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

- 2-1 ASTM D2395, Test Methods for Specific Gravity of Wood and Wood-Based Materials
- 2-2 ASTM D4442, Test Methods for Direct Moisture Content Measurement of Wood and Wood-Base Materials
- 2-3 ASTM D4444, Test Method for Laboratory Standardization and Calibration of Hand-Held Moisture Meters
- 2-4 ASTM E564, Practice for Static Load Test for Shear Resistance of Framed Walls for Buildings
- 2-5 ASTM E575, Practice for Reporting Data from Structural Tests of Building Constructions, Elements, Connections, and Assemblies
- 2-6 ASTM E631, Terminology of Building Constructions

1- Stiffness

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، علاوه بر اصطلاحات و تعاریف تعیین شده در استاندارد بند ۲-۶، اصطلاحات و تعاریف زیر نیز به کار می‌رود:

۱-۳

نسبت شکل‌پذیری، معکوس (D)

نسبت جابجایی نهایی (Δ_u) و جابجایی تسلیم (Δ_{yield}) به دست آمده آزمون در آزمون معکوس.

۲-۳

سختی برشی الاستیک^۱

مقاومت در برابر تغییر شکل یک آزمون در محدوده الاستیک قبل از این که اولین تغییر (در محدوده غیرالاستیک) رخ دهد، که می‌تواند به عنوان یک شیب اندازه‌گیری شده توسط نسبت باربری برشی مقاوم به جابجایی متناظر بیان شود (بند ۹-۱-۴ شکل ۱ را ببینید).

۳-۳

منحنی پوش^۲

مکان هندسی اوج منحنی‌های هیستریزیس^۳ نیرو - جابجایی، که بیشینه بارها از اولین دوره هر فاز بارگذاری معکوس را در برگرفته از نقاط روی منحنی هیستریزیس که مقدار مطلق جابجایی در بار بیشینه کمتر از مقدار بدست آمده در مرحله قبلی است، صرفه‌نظر می‌کند. (شکل ۲ را ببینید)

1- K_e
2-Envelope curve
3-Hysteresis

بحث

جابجایی آزمونه در جهت مثبت یک منحنی پوش مثبت تولید می‌کند؛ جابجایی آزمونه در جهت منفی یک منحنی پوش منفی تولید می‌کند. جهت مثبت بر اساس لنگر بیرونی محرک هیدرولیک پایه‌ریزی می‌شود.

۴-۳

منحنی پوش، میانگین

منحنی پوش با میانگین گرفتن از مقادیر مطلق نیرو و جابجایی نقاط مثبت و منفی پوش متناظر برای هر دوره به دست می‌آید (شکل ۳ را ببینید).

۵-۳

منحنی انرژی الاستو پلاستیک معادل (EEEP¹)

یک منحنی ایده‌آل الاستوپلاستیک مشخص‌کننده یک مساحت معادل با مساحت محصور شده با منحنی پوش بین منشا، جابجایی نهایی، و محور جابجایی است. برای آزمون‌های یکنواخت، منحنی نیرو-جابجایی مشاهده شده در محاسبه منحنی EEEP مورد استفاده قرار می‌گیرد (بند ۹-۱-۴، شکل ۱ را ببینید).

۶-۳

حالت محدود گسیختگی

نقطه روی نمودار پوش متناظر با آخرین نقطه داده با بار مطلق معادل مساوی یا بزرگتر از $0.8 P_{peak}$ ، که در شکل ۱ نشان داده شده است.

1- Equivalent energy elastic-plastic (EEEP)

2- P_{peak}

۷-۳

بار گسیختگی (P_u)

بار متناظر با حالت محدود گسیختگی

۸-۳

اولین تغییر بزرگ (FME¹)

اولین حالت محدود آشکار برای اتفاق (به حالت محدود نگاه کنید).

۹-۳

حالت محدود

اتفاقی که دو حالت رفتاری، در زمانی که بعضی رفتارهای سازه‌ای آزمون به‌طور آشکار تغییر می‌کند را تعیین می‌کند.

۱۰-۳

آزمونه

عنصر قائم سامانه مقاوم در برابر نیروی جانبی مورد آزمون قرار می‌گیرد. مثال‌هایی از آزمون‌ها، دیوارها، صفحات مجزای سازه‌ای، قاب‌های قابل حمل و غیره می‌باشند. یک آزمون می‌تواند یک جزء جداگانه یا تمام مسیر مقاومت در یک سامانه مقاوم در برابر نیروی جانبی باشد.

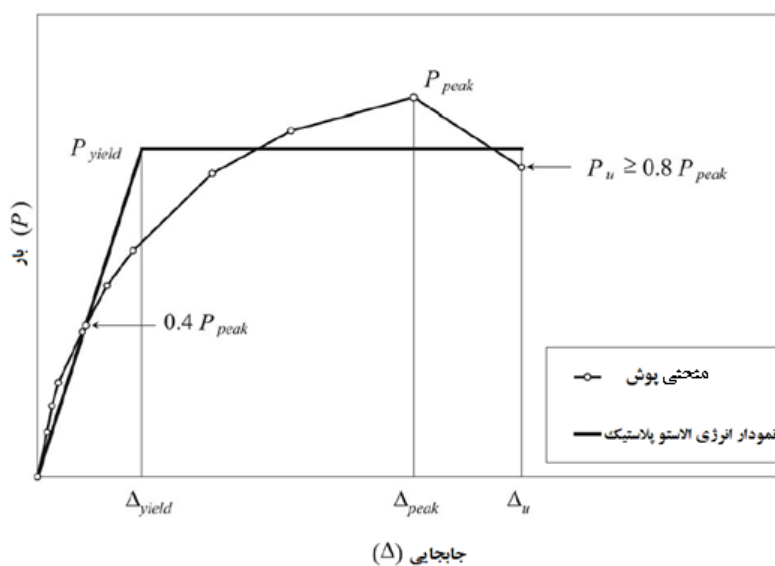
۱۱-۳

پاسخ تثبیت شده

مقاومت باری که بین دو دوره متوالی در همان دامنه بیشتر از پنج درصد تغییر نمی‌کند.

حالت مقاومت محدود

نقطه‌ای روی منحنی پوش متناظر با بزرگ‌ترین جابجایی مطلق در بزرگ‌ترین بار مطلق که توسط آزمون تحمل می‌شود (شکل ۱ را ببینید).



شکل ۱- پارامترهای عملکردی آزمون (A) آخرین نقطه در: $(P_{peak} \times 0.8) \geq$ بار نهایی

جابجایی نهایی، معکوس (Δ_u)

جابجایی متناظر با حالت گسیختگی محدود در آزمون معکوس.

جابجایی نهایی، یکنواخت (Δ_m)

جابجایی متناظر با حالت گسیختگی محدود در آزمون یکنواخت.

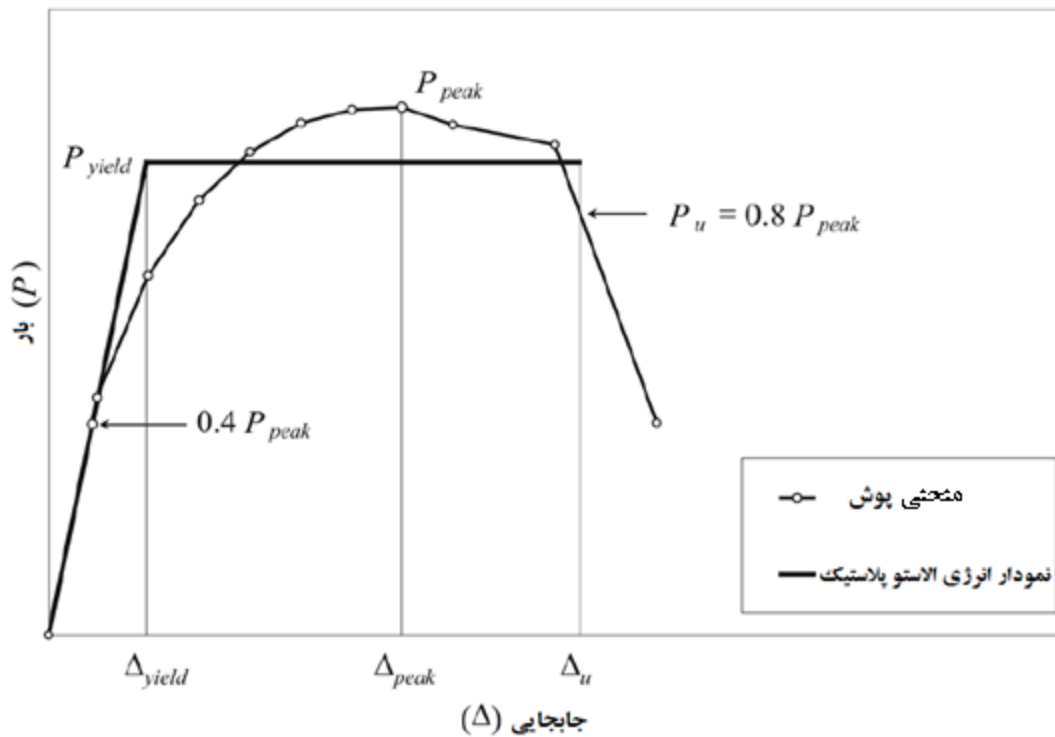
حالت محدود تسلیم

نقطه در رابطه نیرو- جابجایی که سختی برشی الاستیک گروه پنج درصد یا بیشتر کاهش می‌یابد. برای آزمون-هایی با پاسخ الاستیک شکل‌پذیر غیرخطی، اجازه داده شده است نقطه تسلیم^۱، با استفاده از منحنی انرژی الاستوپلاستیک تعیین شود (بند ۹-۱-۴ را ببینید).

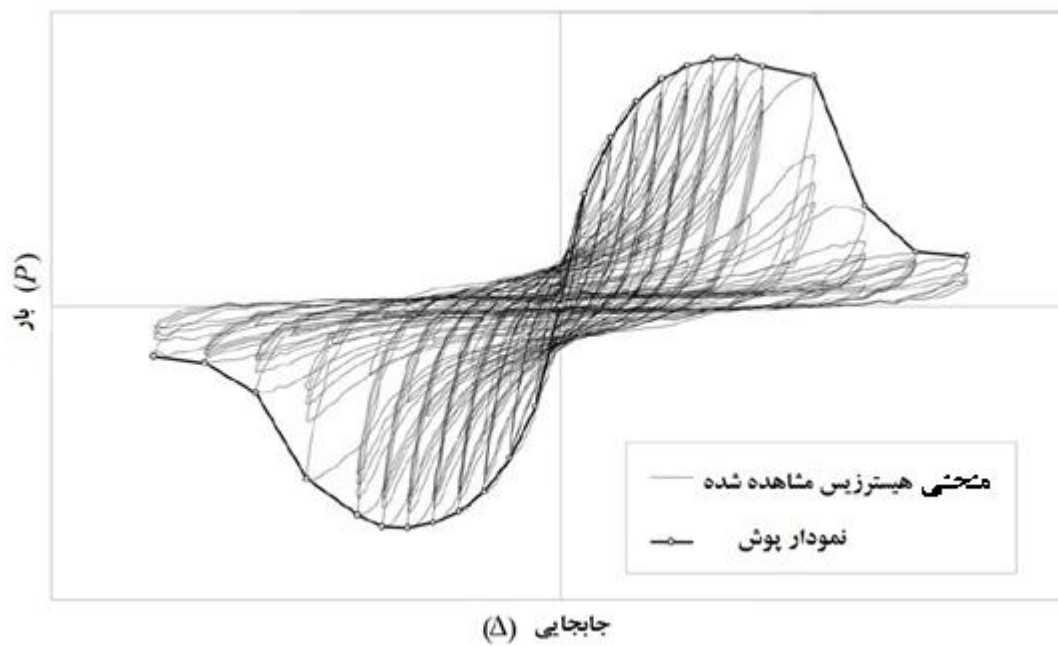
۴ خلاصه روش آزمون

سختی برشی الاستیک، مقاومت برشی و شکل‌پذیری آزمون‌ها، با قرار دادن یک آزمون در معرض بارهای برشی معکوس صلب‌شده تعیین می‌شود. این موضوع با گیردار کردن لبه پایینی آزمون به یک پایه آزمونی شبیه به ابزار انتهایی و اعمال یک نیروی موازی با بالای آزمون به انجام می‌رسد. صفحات پوشیده شده‌ای که یک مؤلفه از آزمون هستند باید به‌گونه‌ای قرار گیرند که در طول بر روی قاب آزمون باربری نداشته باشند (یادآوری را ببینید). هنگامی که آزمون به مقدار جابجایی مشخص شده رسید، مقدار بار دندانه‌ای (برش) و جابجایی‌ها به ترتیب اندازه‌گیری می‌شوند (بند ۸-۷ را ببینید).

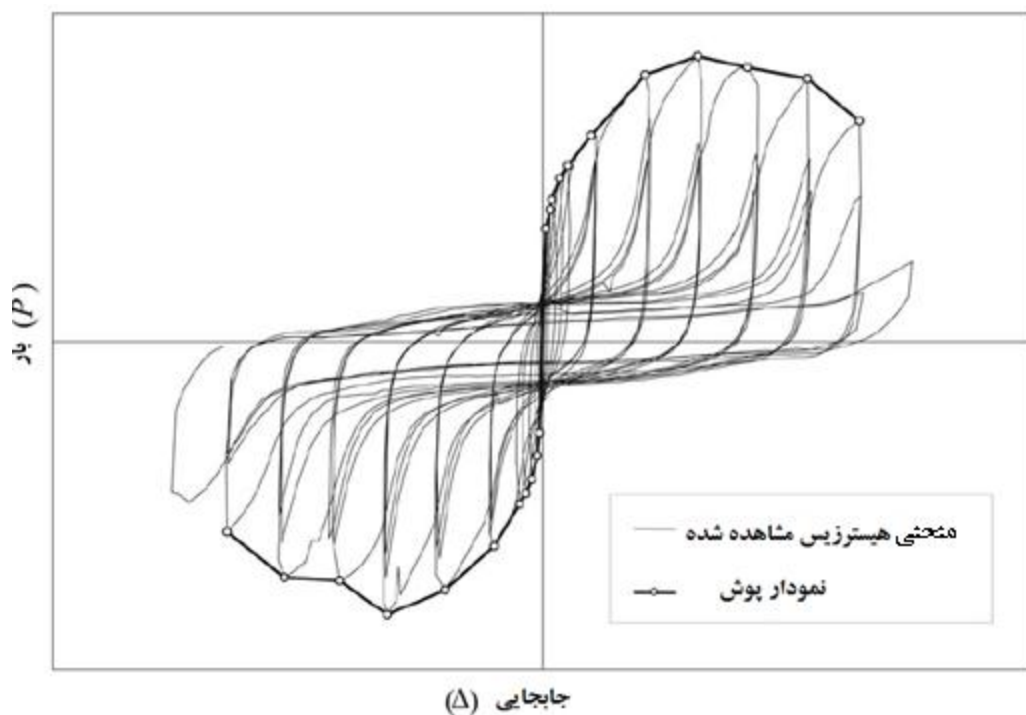
یادآوری- اگر ابزار انتهایی مورد نیاز صفحات پوشیده شده، مستقیماً روی صفحه پایه باربری دارند، مانند اکثر صفحات مجزای سازه‌ای، آزمون باید با صفحات پوشیده شده‌ای که روی صفحه پایه باربری دارند، مورد آزمون قرار گیرد.



شکل ۱-۱ متغیرهای عملکردی آزمونه: (B) آخرین نقطه در $(P_{peak} \times 0.8 \geq \text{بار نهایی})$



شکل ۲-۱ منحنی هیستریزس آزمونه‌ها و منحنی پوش مشاهده شده برای روش آزمون (A)



شکل ۲-۲ آزمونه‌هایی از منحنی هیستریزیس و منحنی پوش مشاهده شده برای روش آزمون (B)

۵ آزمونه

۵-۱ اصلی

آزمونه معمولی شامل یک قاب، اعضای مهاربندی، مانند پانل‌های پوشیده شده، مهارهای قطری و غیره و بست‌ها است. مهاربندی بر روی یک سمت قاب سوار است تا زمانی که اهداف آزمون نیازمند مهاربندی روی هر دو سمت باشد. عناصر آزمونه باید مطابق با بند ۶-۲ قاب بسته شوند. المان‌های استفاده شده در ساخت آزمونه‌ها ممکن است با گسیختگی پیش‌بینی شده مجاز عناصری انتخاب شده تفاوت داشته باشند. کلیه جزییات باید در گزارش مطابق با بند ۱۰ به طور واضح معرفی شوند.

۵-۲ اتصالات

عملکرد آزمونه‌ها به نوع، فاصله، و فاصله لبه بست‌های بسته شده به قاببندی و فواصل اتصالات برشی و اتصال-دهنده‌های نگه‌دارنده، اگر قابل اعمال باشند و سفتی بست‌های نگه‌دارنده آزمونه به پایه آزمونی وابسته است.

۵-۲-۱ ملحقات پانل پوشیده شده^۱، تمام ملحقات صفحه باید با انواع به کار رفته در سازه واقعی ساختمان سازگار باشند. جزییات سازه‌ای، مانند سفتی بست‌ها، فاصله لبه بست‌ها، و فاصله میان صفحات، باید طبق بند ۱۰ گزارش شود.

۵-۲-۲ اتصال به پایه آزمون، آزمون باید به منظور تعیین کردن شرایط زمینه توسط بست‌ها به پایه آزمون متصل شود. به منظور استفاده از ملزومات در یک پی غیرصلب، یک پایه انعطاف‌پذیر آزمونی باید برای شبیه‌سازی شرایط زمینه ساخته شود. ملاحظات باید با توجه به راستا و نوع تیرهای سقف مربوط به راستای مجموعه دیوارها داده شود. هنگامی که اتصالات تسمه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد، آن‌ها باید (این که، داخل یا بیرون صفحه باشند و غیره) بدون پیش کشیدگی در تنظیماتی که کاربرد زمینه را شبیه‌سازی کند نصب شوند. گزارش آزمون باید در برگیرنده جزییاتی با توجه به این ملحقات باشد.

۵-۲-۳ لنگر و میل مهارهای^۲ نگه‌دارنده، هنگامی که قاب آزمون از چوب توپر یا ترکیب با پایه چوب ساخته می‌شود، میل مهارهای مهار نباید بیشتر از ضخامت انگشت به اضافه یک هشتم دور محکم شوند، به‌صورتی که مقدار طراحی تنش عمود بر بازو تجاوز نکند (یادآور را ببینید). میل مهارهای نگه‌دارنده باید به‌صورتی سازگار بین تکرارها در مطابقت با توصیه‌های سازنده میل مهارها محکم شوند. آزمون مجموعه نباید تا ۱۰ دقیقه‌ای بعد از سفت کردن میل مهار مهار برای آزادسازی تنش مهار، آغاز شود.

یادآوری- تا زمانی که چوب سخت و ترکیبات با پایه چوب در طول زمان به کار گرفته نمی‌شوند به خوبی به واسطه تغییر درصد رطوبت منقبض می‌شوند، منظور از ضخامت انگشت به اضافه یک هشتم دور، جلوگیری از هرگونه پیش کشیدگی روی میل مهارهای مهار است، که ممکن است نتایج آزمون را تحت تاثیر قرار دهد. این قضاوت مهندس است که کشش بیشینه میل مهار به منظور اطمینان از این که میل مهار در یک رزوه بریده نشود یا به طور کامل نشست نکند نباید از (۱/۳۳ کیلونیوتن) بیشتر باشد. این باید مد نظر قرار گیرد که، با این حال، کشش میل مهار به نوع و تراکم چوب، گام رزوه میل مهار (یا قطر میل مهار)، و اندازه و اثر صفحه بستگی دارد. یک قانون کلی انگشت شصت، ضخامت انگشت به اضافه یک هشتم دور می باشد، که به جابجایی مهره تا تقریباً (۰/۲۵۴ میلی‌متر) برای میل مهارهایی با قطر (۱۲/۷ میلی‌متر و ۱۵/۹ میلی‌متر) منجر خواهد شد. یک پیچش در حدود (۵/۶۵ کیلونیوتن - میلی‌متر) بدون روغن کاری باید به طور معمول در میل مهار کششی معادل (۱/۳۳ کیلو نیوتن) تولید کند.

۵-۲-۴ الزامات قاب

قاب آزمون باید نشان‌دهنده مصالحی باشد که در ساخت و ساز ساختمان واقعی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. اتصالات این اعضا باید با اتصالاتی که در ساخت و ساز ساختمان واقعی مورد استفاده قرار می‌گیرند، سازگار باشند.

۵-۲-۴-۱ برای اعضای قاب‌بندی چوبی، نوع و درجه‌بندی الوار استفاده شده ثبت می‌شود (یا اطلاعات مربوط معرفی به محصول برای قاب‌بندی مرکب الوار سازه‌ای)، درصد رطوبت اعضای قاب‌بندی در زمان ساخت و آزمون آزمون، اگر بیش از ۲۴ ساعت بین این کارها گذشته باشد (استاندارد بند ۲-۲ روش‌های آزمون A یا B و یا استاندارد بند ۲-۳، روش‌های آزمون A یا B را ببینید)؛ و چگالی اعضای قاب‌بندی (استاندارد بند ۲-۱ را ببینید، روش آزمون A). چگالی اعضای قاب‌بندی باید نشانگر چگالی چاپ شده بر روی محصول باشد، به گونه‌ای که چگالی هیچ عضوی از مقدار چاپ شده بیشتر از ۱۰٪ تجاوز نکند (برای مثال، استاندارد بند ۲-۸ را ببینید).

۵-۲-۴-۲ برای فولاد یا سایر اعضای قاب‌بندی فلزی، ویژگی‌ها و ضخامت مصالح ثبت می‌شود.

۵-۳ صفحات مجزای سازه‌ای

صفحات مزبور به صورت پیش‌ساخته بوده و دارای یک مغزه مجزای (۳۸ میلی‌متر) ساندویچی بین دو نما سرهم-بندی شده است. سرهم‌بندی به واسطه متصل کردن صفحات به هم و به بالا و پائین صفحات یا شیارها ساخته می‌شود.

۵-۴ اندازه آزمون

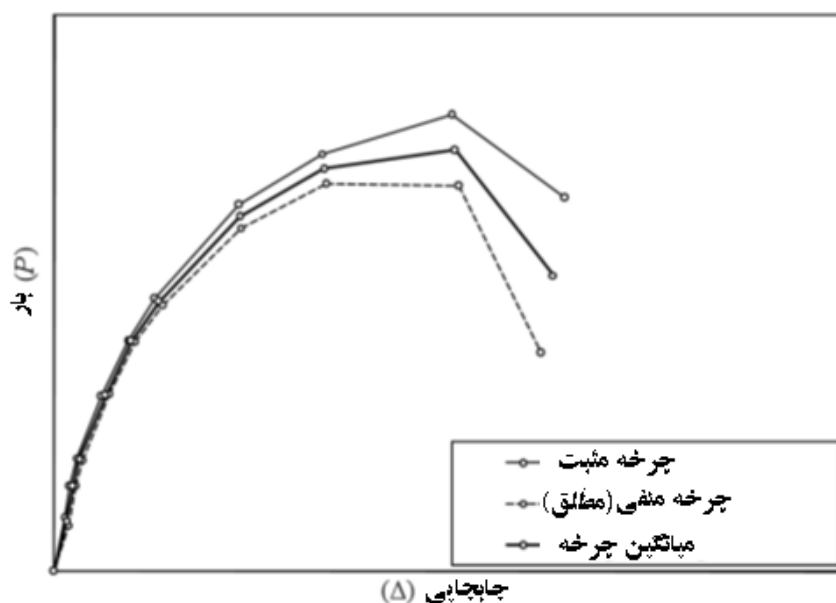
آزمون باید دارای ارتفاع و طول متناسب یا نسبت ظاهری (ارتفاع / طول) باشد تا با الزامات مورد استفاده در ساخت و ساز ساختمان واقعی سازگار باشد (شکل ۴ را ببینید).

۶ اصول آزمون

۶-۱ آزمون باید به گونه‌ای مورد آزمون قرار گیرد که تمام المان‌ها و سطوح پوشیده قابل مشاهده باشند. برای آزمون‌هایی مانند دیوارهای قاب‌بندی شده با پوشش بر روی هر دو وجه از صفحات مجزای سازه‌ای قاب‌بندی شده و بدون قاب، آزمون‌ها بعد از آزمون‌های مجوز مشاهده تمام عناصر باز می‌شوند.

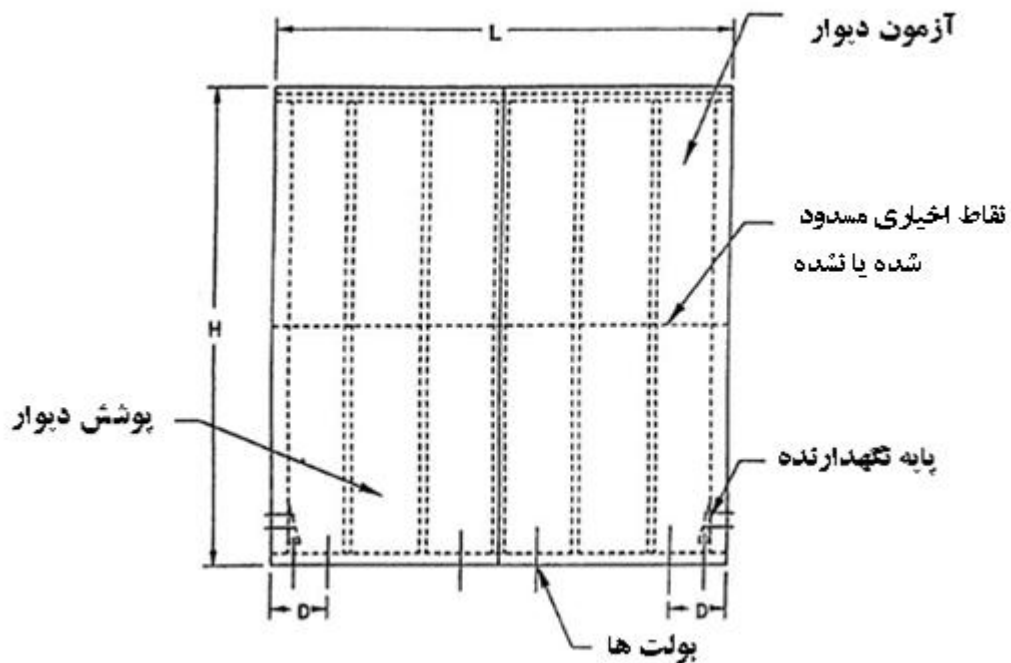
۶-۲ قسمت پایینی آزمون باید مانند شکل (۴) به یک پایه آزمون متصل شود. لوازم آزمون باید از آزمون در مقابل جابجایی در جهت صفحه خودش جلوگیری کنند، اما جابجایی در امتداد آزمون نیاز به محدود شدن ندارد.

۶-۳ بار دندانهای^۱ باید به طور افقی در امتداد صفحه آزمون، با استفاده از یک محرک هیدرولیک دوگانه با یک سلول بار اعمال شود. بار باید با استفاده از یک تیر بارگذاری شده یا سایر دستگاه‌های متناسب در طول قسمت فوقانی آزمون توزیع شود. تیر استفاده شده برای انتقال بارها بین سیلندر هیدرولیک و آزمون باید به گونه‌ای انتخاب شود که در اندازه‌گیری سختی و مقاومت دندانهای مشارکت نداشته باشد.

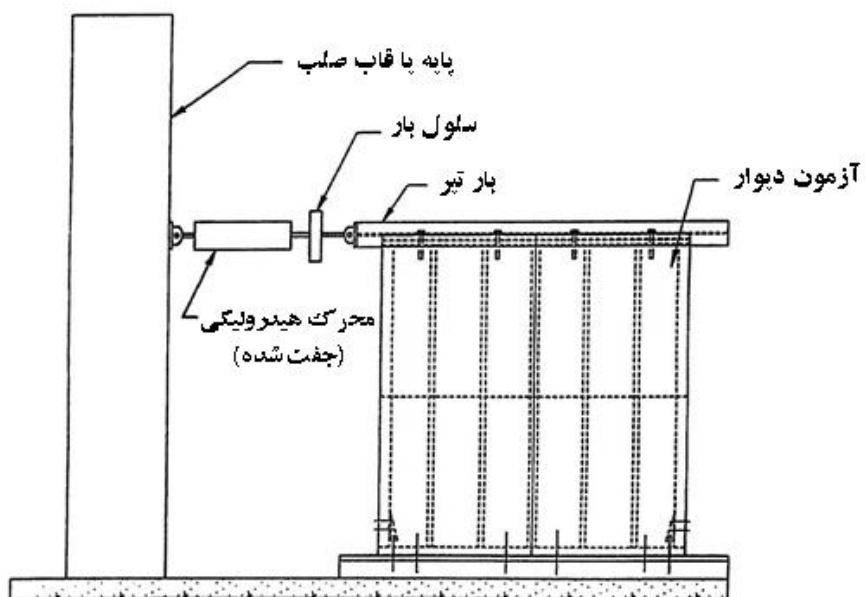


شکل ۳- منحنی پوش میانگین آزمون (شکل ۲ را ببینید، روش آزمون C)

¹Racking load



شکل ۴- مثالی از آزمون دیوار برشی



شکل ۵- انجام آزمون برای آزمون دیوار برشی

۶-۳-۱ اگر به طور مستقیم به قسمت فوقانی آزمون وارد شود، برای مثال، مانند وضعیت نشان داده شده در شکل ۵، بیشینه سختی بار تیر مجاز برابر با ۹۴۷ کیلو نیوتون-متر مربع خواهد بود (یادآوری زیر را ببینید).

یادآوری- سختی انتخاب شده با یک قطعه فولاد (۶/۴ میلی متر در ۷۶ میلی متر در ۱۲۷ میلی متر) متناظر است. سایر مقاطع با سختی کمتر یا مساوی به صورت موفقیت آمیز به کار گرفته شده اند.

۶-۳-۲ بار تیر انتخاب شده نباید در تمام ناپیوستگی های موجود در آزمون ادامه یابد (یادآوری را ببینید).

یادآوری- آزمون هایی از ناپیوستگی ها، شامل دهانه های قاب پورتال، سوراخ های دیوار، تغییر بین انواع مهاربندی های تفاضلی و غیره می باشند. ادامه یک تیر صلب برابر در تمام این ناپیوستگی ها می تواند به صلبیت در صفحه اندازه گیری شده سامانه اضافه کند. با این حال، استفاده از تیر برابر پیوسته در ناپیوستگی ها ممکن است این گونه در نظر گرفته شود که صلبیت در صفحه اضافه شده می تواند توسط عوامل انتها استفاده توجیه شود.

۶-۳-۳ ترکیب بار ثقلی اعمال شده به آزمون توسط تیر برابر و محرک باید کمتر از ۱/۵۶ کیلو نیوتن باشد، تا زمانی که اهداف آزمون، تاثیرات بارهای قائم بر روی عملکرد دستگاه را در برگیرند (پیوست پ را ببینید).

۶-۴ روش انجام آزمون باید طراحی و به گونه ای اجرا شود که بارهای قائم (ثقلی) ناشی از ابزار آزمون که به آزمون اعمال می شوند، قابل چشم پوشی باشند. سایر بارهای قائم تا زمانی که توسط تحلیل ساخت ساختمان واقعی یا مقصود انجام آزمون توجیه نشده اند نباید به آزمون اضافه شوند. هنگامی که بارهای قائم اعمال می شوند، مقدار و انجام آزمون برای بار قائم باید در موازات توجیه عملیات، گزارش شوند (یادآوری زیر را ببینید).

یادآوری- چشم پوشی از بارهای قائم در این استاندارد ممکن است به تخمین های نادرستی از ظرفیت آزمون به عنوان یک عضو از سامانه مقاوم در برابر نیروی جانبی در ساخت ساختمان واقعی منجر شود. به عنوان مثال، صرف نظر کردن از نیروهای بالاکشنده در انجام آزمون، ممکن است به بیش از حد گرفتن ظرفیت دندانه ای المان ختم شود، در حالی که چشم پوشی از وزن مرده طبقه فوقانی، ممکن است تا زمانی که شکل خرابی ناشی از کماتش غالب است، به کم تخمین زدن ظرفیت قفسه ای المان منجر شود.

۷ روش انجام آزمون

۷-۱ تعداد آزمون ها

حداقل دو آزمون مساوی باید برای تعیین سختی برشی الاستیک و مقاومت برشی یک ساختمان داده شده مورد آزمون قرار گیرند. این مقادیر باید طبق بند ۲-۳ و ۹-۱ محاسبه شوند. برای تحلیل، اگر پارامترها در

محدوده ۱۰ درصد دیگری هستند مقادیر منظور شده بر اساس نتایج دو آزمون، مجاز هستند پایه گذاری شوند در غیر این صورت، مقادیر منظور شده باید بر اساس نتایج حداقل سه آزمون پایه گذاری شوند.

۲-۷ جابجایی معکوس محرک باید برای اجرای یک فرآیند جابجایی معکوس که در بندهای ۳-۸ (روش آزمون A)، ۴-۸ (روش آزمون B)، یا ۵-۸ (روش آزمون C) توضیح داده شده است، کنترل شود.

۳-۷ روش آزمون A (روند جابجایی فاز - متوالی)

۱-۳-۷ مقررات بارگذاری جابجایی فاز متوالی (SDP^۱)

روند جابجایی - بارگذاری کنترل شده که دربرگیرنده دوره های جابجایی گروه بندی شده در فازها در سطوح جابجایی افزایشی تدریجی می باشد. دوره ها باید یا یک موج سینوسی یا یک موج مثلثی را تشکیل دهند. بارگذاری SPD شامل دو طرح جابجایی می باشد و در شکل ۶ نشان داده شده است. اولین طرح جابجایی شامل سه فاز است و هر کدام شامل سه دوره برگشت - کامل با دامنه یکسان، در جابجایی های متناظر ۲۵ درصد، ۵۰ درصد، ۷۵ درصد از FME^۲ پیش بینی شده هستند. دومین طرح جابجایی در شکل ۷ نشان داده شده است. هر فاز با یک سطح جابجایی نسبی همراه است و شامل یک دوره اولیه، سه دوره گسیختگی و تعدادی از دوره های تثبیت می باشد. برای دیوارهای قاب - چوبی میخ کوبی شده، سه دوره تثبیت برای رسیدن به یک پاسخ تثبیت شده کافی است. دامنه هر دوره گسیختگی متوالی، با ۲۵ درصد جابجایی اولیه کاهش می یابد.

۲-۳-۷ فهرست افزایش دامنه بین فازهای متوالی در جدول ۱ داده شده است. افزایش دامنه انتخاب شده برای روند SPD بر اساس FME تعیین شده از آزمون بار یکنواخت استاتیکی بر روی یک آزمون یکسان بر طبق روش آزمون استاندارد بند ۲-۴ پایه گذاری شده است. برای تعیین جابجایی تسلیم (Δ_{yield}) اجازه داده شده است که منحنی های EEEP، همان طور که در شکل ۱ نشان داده شده است بر اساس اطلاعات آزمون یکنواخت، طبق بند ۹-۱-۴ محاسبه شوند.

۴-۷ روش آزمون B (طبق استاندارد بند ۲-۷)

۱-۴-۷ فهرست جابجایی ایزو-روند بارگذاری جابجایی - کنترل شده که در برگیرنده دوره های جابجایی گروه بندی شده، در فازهای سطوح جابجایی افزایشی تدریجی می باشد. فهرست بارگذاری ایزو شامل دو طرح

1-Sequential Phased Displacement

2-First major event

جابجایی می‌باشد و در شکل ۸ نشان داده شده است. اولین طرح جابجایی شامل پنج دوره بازگشت کامل مجزا در جابجایی‌های ۱/۲۵ درصد، ۲/۵ درصد، ۵ درصد، ۷/۵ درصد و ۱۰ درصد جابجایی نهایی می‌باشد. دومین طرح جابجایی شامل فازهایی می‌شود که هر کدام در برگیرنده سه دوره بازگشت کامل با دامنه مساوی، در جابجایی‌های ۲۰ درصد، ۴۰ درصد، ۶۰ درصد، ۸۰ درصد، ۱۰۰ درصد و ۱۲۰ درصد از جابجایی نهایی (Δ_m) هستند.

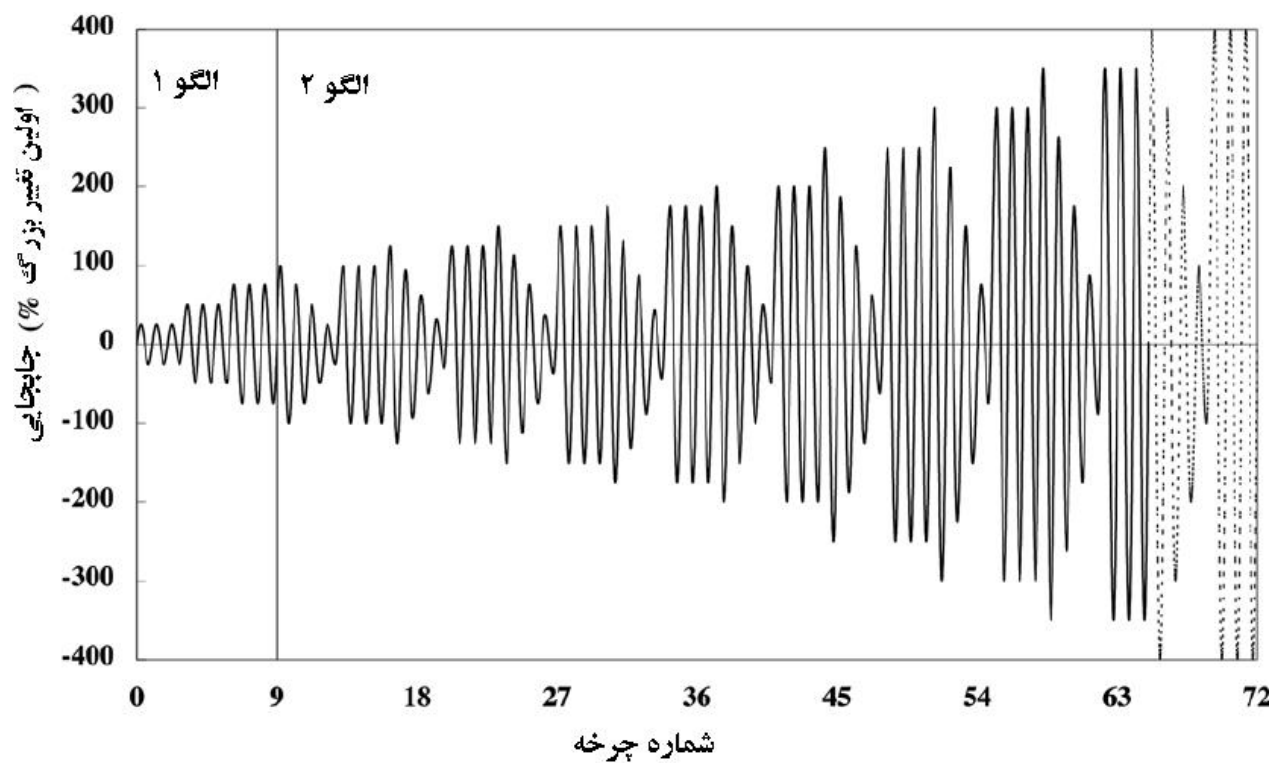
۷-۴-۲ توالی دامنه‌ها که در جدول ۲ داده شده اند، تابعی از مقدار (جایی که قابل اعمال باشد) جابجایی نهایی به دست آمده از آزمون‌ها در آزمون‌هایی یکنواخت طبق استاندارد بند ۲-۴ هستند.

۷-۵ روش آزمون C (مقررات بارگذاری اصلی CUREE)

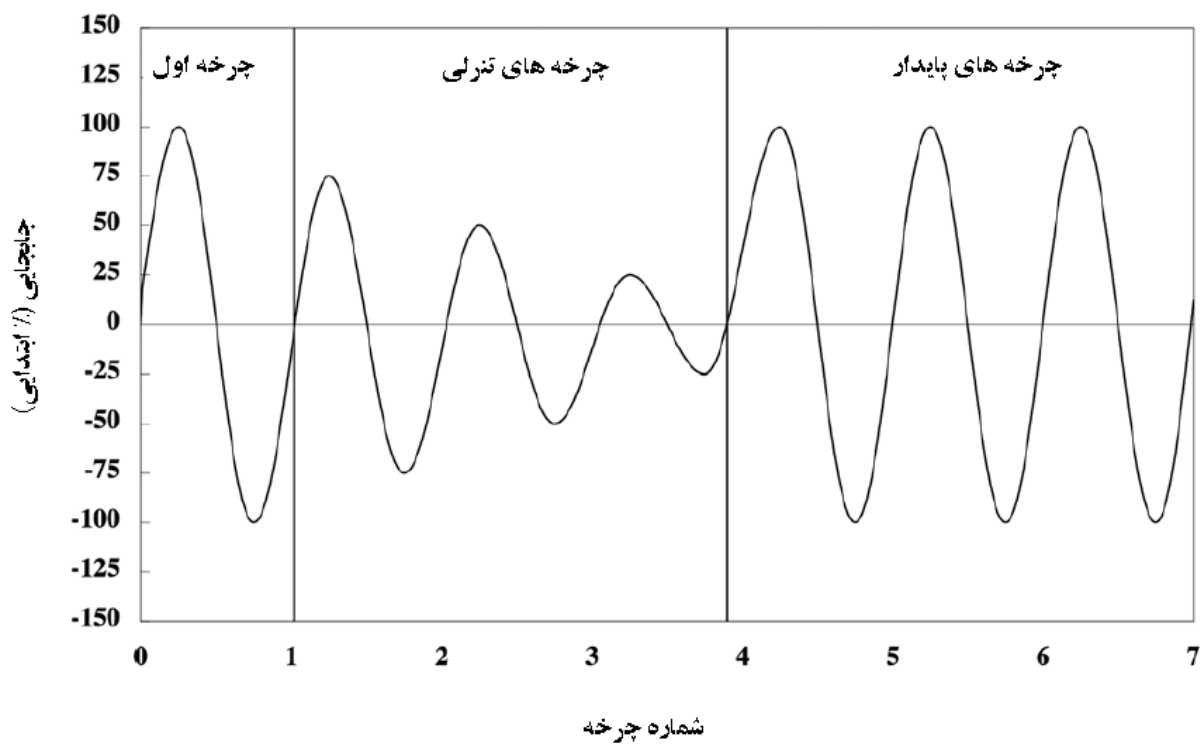
۷-۵-۱ مقررات بارگذاری اصلی CUREE- روند بارگذاری جابجایی- کنترل شده که در برگیرنده دوره‌های گروه- بندی شده، در فازهای سطوح جابجایی افزایشی تدریجی می‌باشد. تاریخچه بارگذاری با یک‌سری (شش) دوره- های آغازین در دامنه‌های کوچک (با دامنه مساوی) شروع می‌شود. علاوه بر این، هر فاز تاریخچه بارگذاری شامل یک دوره اولیه با دامنه‌ای که به عنوان تابعی (درصد) از تغییر شکل مرجع، و دوره‌های دنباله‌دار متعاقب با ۷۵ درصد دامنه دوره اولیه می‌باشد.

یادآوری- دوره‌های آغازین برای کنترل لوازم بارگذاری، دستگاه‌های اندازه‌گیری و پاسخ نیرو - تغییر شکل در دامنه‌های کوتاه به کار گرفته می‌شوند.

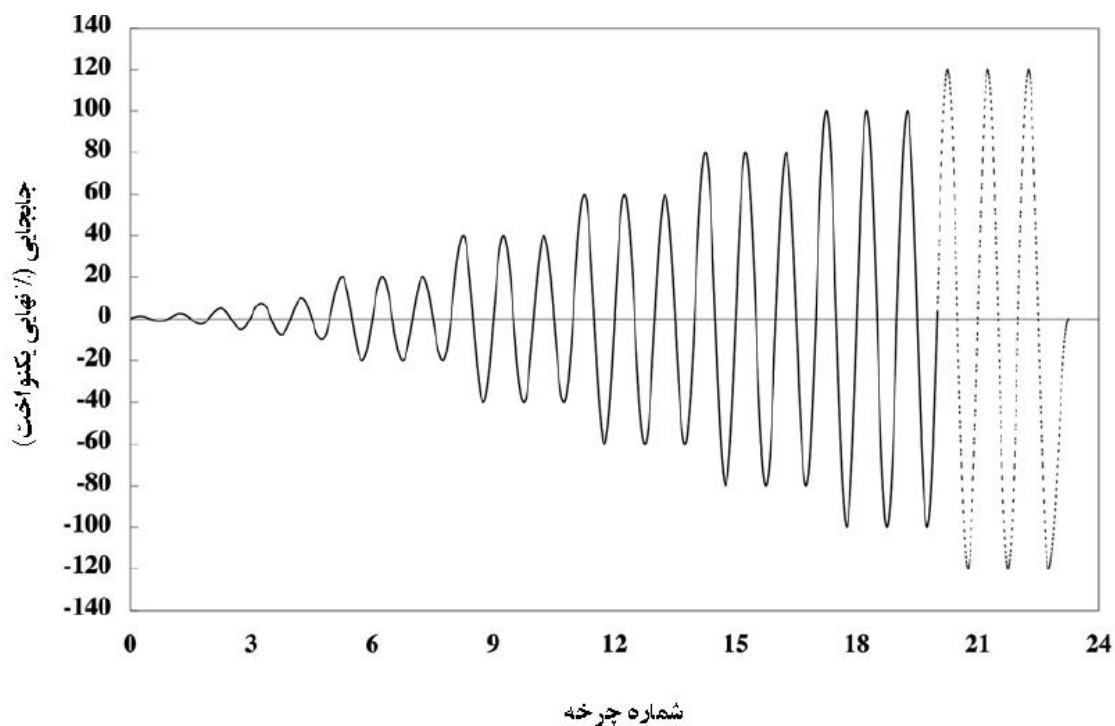
۷-۵-۲ فهرست افزایش دامنه در جدول ۳ داده شده و در شکل ۹ نشان داده شده‌اند. تغییر شکل مرجع، باید یک تخمین از جابجایی بیشه‌ای باشد که در آن، بار در دوره اولیه هنوز به زیر مقدار ۰/۸ بار بیشینه کاهش نیافته است. مقدار جابجایی نباید از ۰/۲۵ برابر ارتفاع دیوار بیشتر شود. اگر صفحات در انتهای فاز ۸ جدول ۳ فرو نریخت، پس‌فازهای اضافی باید اضافه شوند. هر فاز متعاقب، باید شامل یک دوره اولیه با یک افزایش در دامنه α ($\alpha \leq 0.5$) در دوره اولیه قبلی باشد و با دو دوره دنباله‌دار با دامنه ای حدود ۷۵ درصد دوره اولیه دنبال شود.



شکل ۶- فهرست جابجایی دوره‌ای (روش آزمون A)

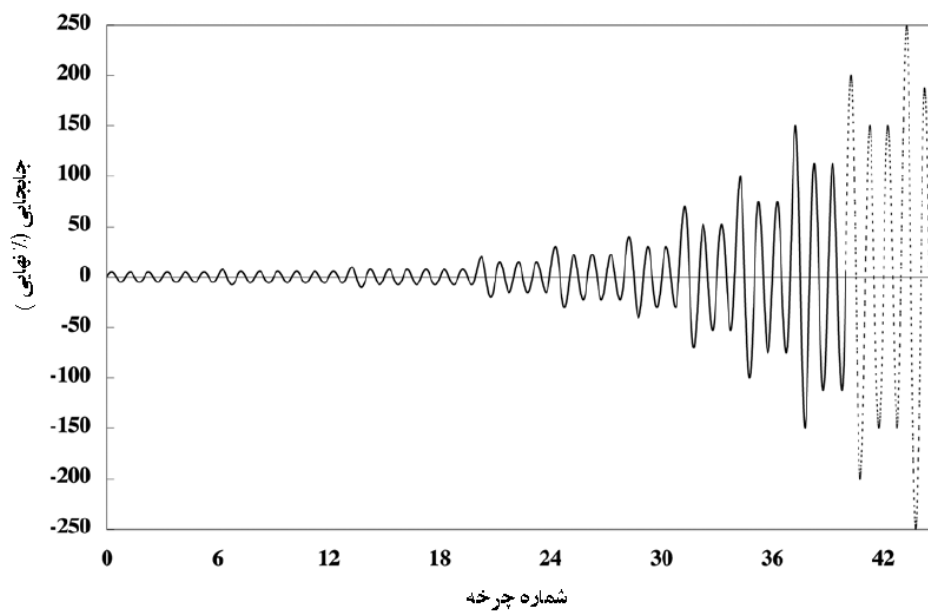


شکل ۷- فاز مجزای طرح ۲ (روش آزمون A)



شکل ۸- فهرست جابجایی دوره‌ای (روش آزمون B)

۶-۷ جابجایی محرک در روش آزمون های A، B، یا C باید یا در فرکانس معکوس ثابت یا در یک نرخ جابجایی ثابت کنترل شود. نرخ جابجایی باید بین (۱ و ۶۳/۵) میلی‌متر بر ثانیه باشد. فرکانس معکوس برای جلوگیری از تأثیرات اینرسی جرم دیوار و سخت افزار ثابت آزمون در طول بارگذاری چرخه‌ای باید در محدوده (۰/۲ تا ۰/۵) هرتز باشد. بارگذاری باید از روندی متناسب تا زمانی که بار اعمالی بیشتر از ۰/۲ بار حداکثر کاهش می‌یابد و حالت محدود گسیختگی اتفاق می‌افتد، پیروی کند.



شکل ۹- طرح جابجایی دوره‌ای (روش آزمون C)

جدول ۱- روش آزمون A- دامنه‌های دوره‌های اولیه

الگو	گام	کمترین شماره از چرخه‌ها ^{الف}	دامنه‌های دوره‌های اولیه (%FME)
۱	۱	۳	۲۵
	۲	۳	۵۰
	۳	۳	۷۵
	۴	۷	۱۰۰
۲	۵	۷	۱۲۵
	۶	۷	۱۵۰
	۷	۷	۱۷۵
	۸	۷	۲۰۰
	۹	۷	۲۵۰
	۱۰	۷	۳۰۰
	۱۱	۷	۳۵۰
	۱۲		اضافه کردن به میزان ۵۰ درصد تا گسیختگی آزمون

الف - جزییات بند ۸-۳-۱ را ببینید

جدول ۲- روش آزمون B- دامنه‌های دوره‌های بازگشت

الگو	گام	کمترین شماره از چرخه‌ها ^{الف}	دامنه‌های دوره‌های اولیه (Δ_m %)
۱	۱	۱	۱٫۲۵
	۲	۱	۲٫۵
	۳	۱	۵
	۴	۱	۷٫۵
	۵	۱	۱۰
۲	۶	۳	۲۰
	۷	۳	۴۰
	۸	۳	۶۰
	۹	۳	۸۰
	۱۰	۳	۱۰۰
	۱۱	۳	اضافه کردن به میزان ۲۰ درصد تا گسیختگی آزمونه

۷-۷ جابجایی‌ها باید با دستگاه‌های اندازه‌گیری جابجایی با دقت ۰٫۱۳ میلی‌متر یا سایر دستگاه‌های مناسب برای اندازه‌گیری مداوم جابجایی تحت شرایط بارگذاری دوره‌ای، در یک نرخ آزمون‌گیری حداقل ۱۰۰ خوانش صورت گیرد. برداشت در دوره اندازه‌گیری شوند. دستگاه و وسایل یاد شده هنگامی که لازم است، باید برای اندازه‌گیری جابجایی‌ها و نیروهای اتصال نگه‌دارنده مورد استفاده قرار گیرند.

جدول ۳-روش آزمون C- دامنه دوره‌های اولیه

الگو	گام	کمترین شماره از دوره‌ها	دامنه‌های دوره‌های اولیه (Δ %)
۱	۱	۱	۵
۲	۲	۱	۷٫۵
	۳	۱	۱۰
۳	۴	۱	۲۰
	۵	۱	۳۰
۲	۶	۳	۴۰
	۷	۳	۷۰
	۸	۳	۱۰۰
	۹	۳	$\alpha^{الف} ۱۰۰ + ۱۰۰$
	۱۰	۳	افزایش به میزان $\alpha ۱۰۰$ تا گسیختگی آزمون
$\alpha^{الف} \leq ۰٫۵$			

۷-۷-۱ جابجایی افقی آزمون در صفحه فوقانی

۷-۷-۲ جابجایی قائم (رو به بالا و رو به پائین) هر دو منطقه انتهایی (یا معادل) مربوط به پایه صلب. نقطه مرجع برای این اندازه‌گیری باید بر روی یا در مجاورت وجه بیرونی منطقه انتهایی باشد.

۷-۷-۳ جابجایی افقی صفحه تحتانی مربوط به پایه صلب است (لغزش جانبی در صفحه).

۷-۷-۴ جابجایی قائم اتصالات نگه‌دارنده مربوط به نقاط انتهایی اگر قابل اجرا باشند (تغییر شکل اتصالات و لغزش بست).

۷-۷-۵ هنگامی که مشخص شده باشد، بارهای اعمال‌شده بر روی میل‌مهارهای اتصالات پائین نگه‌دارنده پایه چفت شده‌اند.

۸ روش محاسبه

۸-۱ بر اساس مشاهده منحنی‌های پاسخ هیستریزیس، منحنی‌های پوش (مثبت و منفی) برای هر آزمون مورد آزمون تهیه می‌شوند. اگر آزمایشگاه بخواهد که عملکردهای مثبت و منفی را به صورت جداگانه گزارش کند، آنگاه هر دو منحنی (مثبت و منفی) باید بر اساس بند ۹ به طور مجزا تحلیل شوند. اگر آزمایشگاه بخواهد یک دسته از پارامترهای عملکرد را که خصوصیات هر دو منحنی را مشخص می‌کند گزارش کند، آنگاه باید از منحنی پوش مثبت و منفی میانگین‌گیری شود تا یک منحنیپوش میانگین طبق بند ۳-۲-۴ تهیه شود و محاسبات طرح‌ریزی شده در بند ۹ باید برای هر آزمون‌ای که بر اساس منحنی پوش میانگین پایه‌ریزی شده است، به انجام برسد.

یادآوری- اگر رفتار آزمون در یک چهارم مثبت و منفی مشابه است (رخداد اصلی در همان فازها بر روی طرف‌های مثبت و منفی اتفاق می‌افتد)، یک تقریب منطقی از عملکرد میانگین با تعیین کردن پارامترها از منحنی‌های پوشش مثبت و منفی به طور جداگانه و سپس میانگین‌گیری از آن‌ها به دست می‌آید (پیوست را ببینید).

۸-۱-۱ مقاومت برشی (V_{peak}) (بر حسب نیوتن بر متر) - بار حداکثر در واحد طول آزمون در منحنی پوش داده شده که توسط آزمون تحمل می‌شود باید به صورت معادله ۱ محاسبه شود:

$$v_{peak} = \frac{P_{peak}}{L} \quad (1)$$

که در آن :

P_{peak} حداکثر بار تحمل شده توسط آزمون در منحنی پوش داده شده، بر حسب نیوتن؛

L طول آزمون، بر حسب متر.

۸-۱-۲ مدول برشی متقاطع، G' ، در 0.4 بار بیشینه (P_{peak}) و در بار بیشینه باید به صورت معادله ۲ محاسبه شود:

$$G' = \frac{P}{\Delta} \times \frac{H}{L} \quad (2)$$

که در آن :

G' مدول برشی آزمون بدست آمده استبرای بیان سختی برشی متقاطع در جابجایی‌های مشخص شده آزمون در نسبت ظاهری (در برگیرنده تغییر شکل و نیروی بالا کشنده برشی برای سامانه اتصال) بر حسب نیوتن بر متر؛

P بار اعمالی اندازه‌گیری شده در لبه فوقانی آزمون، بر حسب نیوتن؛

Δ_u جابجایی لبه فوقانی آزمون بر اساس آزمون، در برگیرنده هر دو تغییر مکان برشی مصالح پوششی و اتصالات آن و مشارکت سامانه‌های برشی و اتصالات نگه‌دارنده بر حسب متر؛

H ارتفاع آزمون، بر حسب متر؛

L طول آزمون، بر حسب متر.

۸-۱-۳ نسبت شکل‌پذیری معکوس D ، که در بند ۳-۲-۱ توضیح داده شد، باید محاسبه شود. اگر سختی برشی (مدول برشی) در 0.4 بار بیشینه، بزرگ‌تر از سختی برشی در بار بیشینه‌است، منحنی $EEEEP$ به روش توضیح داده شده در بند ۹-۱-۴ تهیه می‌شود. در غیر این‌صورت، FME و جابجایی نهایی باید مستقیماً از منحنی پوشش تعیین شود. مقادیر جابجایی، نیروهای برشی و مدول برشی در حالت محدود تسلیم و حالت محدود مقاومت محاسبه می‌شود.

۸-۱-۴ هنگامی که در بند ۹-۱-۳ مشخص شد، یک منحنی $EEEEP$ برای بیان منحنی پوشش به کار گرفته می‌شود. قسمت الاستیک منحنی $EEEEP$ شامل مبدا بوده و دارای یک شیب برابر با سختی برشی الاستیک، K_e ، می‌شود. قسمت خمیری یک خط افقی برابر با P_{yield} تعیین شده با معادله ۳ است:

$$P_{yield} = \left(\Delta_u - \sqrt{\Delta_u^2 - \frac{2A}{K_e}} \right) K_e \quad (3)$$

اگر $\Delta_u^2 < \frac{2A}{K_e}$ باشد، مجاز هستیم بار تسلیم را با 0.85 بار بیشینه مطلق، مساوی فرض کنیم.

که در آن:

P_{yield} بار تسلیم، بر حسب نیوتن؛

A مساحت زیر منحنی پوشش از صفر تا جابجایی نهایی (Δ_u) آزمون، بر حسب نیوتن متر؛

P_{peak} حداکثر بار مطلق تحمل شده توسط آزمون در منحنی پوشش داده شده، بر حسب نیوتن؛

Δ_e جابجایی لبه فوقانی آزمون در $0.4P_{peak}$ بر حسب میلی‌متر؛

K_e برابر است با: $0.4P_{peak} / \Delta_e$.

۸-۴-۱ برای تهیه یک منحنی EEEP بر اساس نتایج آزمون یکنواخت که در قسمت ۸-۳-۲ توضیح داده شد، روندهای این بخش، با جابجا کردن Δ_m برای Δ_u مجاز هستند.

۸-۱-۵ اگر منحنی پوشش شامل نقاط اطلاعات در بارهای کمتر از $0.8P_{peak}$ (حالت محدود مقاومت گذشته) باشد، حالت محدود گسیختگی باید در $0.8P_{peak}$ با استفاده از درون‌یابی خطی، نشان داده شده در شکل ۱، تعیین شود.

۹ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید حداقل شامل اطلاعات زیر باشد:

۹-۱ ارجاع به این استاندارد ملی ایران؛

۹-۲ تاریخ انجام آزمون و گزارش؛

۹-۳ نام مسئول آزمون و نام نمایندگی آزمون و نشانی آن‌ها؛

۹-۴ شناسایی آزمون (شماره آزمون و غیره).

۹-۵ جزئیات توضیحی آزمون و روش انجام آزمون، شامل موارد زیر:

۹-۵-۱ ابعاد آزمون؛

۹-۵-۲ جزئیات مشخصات فیزیکی یا طراحی سازه‌ای یا هر دو، شامل نوع، فاصله، و فاصله تا لبه بسته‌های متصل‌کننده پوشش به قاب بندی؛

۹-۵-۳ جزئیات اتصال آزمون به گیره‌های آزمون، شامل پایه آزمون و پانل‌های پوششی بر روی صفحه تیر پایه در طول آزمون؛

۹-۵-۴ موقعیت اعمال بار و سلول بار، کرنش‌سنج‌ها، تغییر شکل‌سنج‌ها و سایر بخش‌های قابل اجرا برای آزمون؛

۵-۵-۹ توصیف مصالح ساخت و ساز (برای مثال، نوع و درجه مصالح، ضخامت، نقطه تسلیم، مقاومت کششی، مقاومت فشاری، تراکم، درصد رطوبت، مدل، نوع، و سایر اطلاعات و غیره، مناسب برای مصالح استفاده شده)؛

۶-۵-۹ نقشه نشان‌دهنده طرح، نما، مقطع عرضی اصلی و سایر جرییات مورد نیاز برای توضیح آزمون و روش انجام آزمون (بند ۱-۴-۱۰ تا ۵-۴-۱۰ را ببینید).

۷-۵-۹ تفسیر شرایط محدود اصلی که شامل موارد زیر است:

الف - در ساخت و ساز؛

ب - در طول عمل‌آوری یا تغییر فصل، اگر قابل اجرا باشد (در برگرنده زمان باقی مانده از زمان ساخت و ساز تا زمان آزمون)؛

ج - در آزمون؛

۸-۵-۹ تغییرات انجام شده بر روی آزمون در مدت زمان انجام آزمون؛

۹-۵-۹ توصیف هرگونه ایراد ذکر شده موجود در آزمون قبل از انجام آزمون؛

۱۰-۵-۹ توصیف آزمون، در برگرنده یک شرح در مورد این که آزمون یا آزمون‌ها بر اساس این روش انجام شده‌اند یا در غیر این صورت توضیح هرگونه انحراف از روش آزمون؛

۱۱-۵-۹ خلاصه نتایج، در برگرنده؛

۱۲-۵-۹ منحنی‌های هیستریزیس (بار اعمال شده در مقابل جابجایی در قسمت فوقانی آزمون) برای هر آزمون؛

۱۳-۵-۹ ثبت کامل (جدول یا ترسیم) اندازه‌گیری جابجایی‌های تکی بند ۸-۷؛

۱۴-۵-۹ مقاومت برشی (V_{peak}) از آزمون‌های یکسان (۱-۱-۹)؛

۱۵-۵-۹ مقدار متوسط و آزمون شده ΔP و G' در حالت حد تسلیم و حالت حد مقاومت در مطابقت با بند ۹؛

۱۶-۵-۹ منحنی EEEP به‌دست آمده از بارهای متوسط و جابجایی‌ها در حالت محدود تسلیم و حالت حدگسیختگی قابل اجرا (بندهای ۳-۱-۹ و ۴-۱-۹ را ببینید)؛

۱۷-۵-۹ تفسیر مودهای گسیختگی و هرگونه تغییر رفتار و رخداد‌های مهم، برای هر آزمون؛

۹-۵-۱۸ عکس‌های آزمونه، به خصوص آن‌هایی که شرایطی را که به‌راحتی در متن گزارش قابل توضیح نیستند را نشان دهد، مانند مودهای گسیختگی و آزمونه‌های ترک؛

۹-۵-۱۹ در صورت لزوم، پیوستی که شامل همه داده‌ها به طور خاص برای تاییدیه آیین‌نامه ساختمانی توسط نتایج آزمون مورد نیاز؛

۹-۵-۲۰ امضا افراد مسئول طبق استاندارد بند ۲-۴؛

۱۰ دقت و اریبی

۱۰-۱ دقت، داده کافی برای بیان دقت وجود ندارد.

۱۰-۲ اریبی، داده کافی برای بیان اریبی وجود ندارد.

پیوست الف

(اطلاعاتی)

تعیین اولین رخداد بزرگ

الف-۱ FME اولین حالت محدود قابل توجهی است که در طول آزمون رخ می‌دهد. حالت محدود به نوبه خود یک رخداد علامت‌گذاری شده تغییر فاز بین دو حالت رفتاری را مشخص می‌کند. همان‌طور که در بند ۸-۳-۲ ذکر شد، FME را می‌توان از آزمون‌های بار یکنواخت بر روی یک آزمون یکسان تعیین کرد. اگر اولین تخمین نامناسب باشد، اطلاعات بدست آمده را می‌توان برای آزمون‌های بعدی مورد تجدید نظر قرار داد. تخمین‌های پیش‌رو، راهنمایی برای یک دیوار معمولی (۲/۴ میلی‌متر) را پیشنهاد می‌کند.

الف-۱-۱ دیوارهای قاب - چوبی با پانل سازه‌ای چوبی پوششیده شده - نسبت ظاهری ۲:۱ یا کمتر، با FME برابر با ۲۰ میلی‌متر؛ نسبت ظاهری ۴:۱، با FME برابر با ۳۱ میلی‌متر

الف-۱-۲ دیوارهای قاب - چوبی با پوشش سنگ گچ - نسبت ظاهری ۲:۱ یا کمتر، با FME برابر با ۶/۴ میلی‌متر

پیوست ب

(اطلاعاتی)

انتخاب روش معکوس

ب-۱ روش آزمون A در برابر روش آزمون B

ب-۱-۱ روش آزمون A

ب-۱-۱-۱ روش آزمون A یک آزمون جابجایی فازبندی شده متوالی است که گسیختگی دوره‌های بین گام‌ها را در آزمون بارگذاری نشان می‌دهد. این گسیختگی دوره‌ها، اطلاعاتی در خصوص اینکه شاید یک محدوده پائین‌تر در جابجایی مورد نیاز برای تولید اتلاف انرژی هیستریزیس وجود دارد را ارائه می‌دهد [۱]. به طور مثال، ممکن است یک اتصال میل مهاری از میان یک سوراخ بیش حفاری شده، منجر به جابجایی حد پائین‌تر و اتلاف انرژی هیستریزیس کمتر در آزمون شود.

ب-۱-۱-۲ روش آزمون A بر اساس مرجع [۲] پایه‌گذاری شده است، که توسط انجمن مهندسان سازه کالیفرنیا جنوبی (SEAOSC)، برای آزمون چوب یا دیوارهای برشی قاب‌بندی شده فولادی برای مقاومت در برابر زلزله ایجاد شده است. مرجع [۲] هم‌اکنون به کار نمی‌رود. در اینجا یک مقدار قابل توجهی از اطلاعات و پایگاه اطلاعات بزرگی، از دیوارهای آزمون شده در مرجع [۲] وجود دارد. برای اهداف آزمون پذیرش، باید نتایج دو روش آزمون برای مرتبط‌سازی مجاز باشند.

ب-۱-۲ روش آزمون B

ب-۱-۲-۱ آیین‌نامه دوره‌ای یک روش برای آزمون مکانیکی مفصل‌های الواری بسته شده به روش آزمون B مطابق با استاندارد بند ۷-۲ گسترش یافت. پیش‌زمینه برای این استاندارد در مرجع (۳-۶) داده شده است، که نشان می‌دهد یک جابجایی دوره‌ای واحد یا تاریخچه بارگذاری همیشه یک توافق است، اما توافقی که برای اکثر موارد عملی انتخاب شده محافظه کارانه است. روش آزمون B پیوند آزمونی است که قصد تولید اطلاعاتی که به طور کافی مشخصات دوره‌ای الاستیک و غیر الاستیک و مود گسیختگی معمولی که در بارگذاری زلزله انتظار می‌رود را، ارائه می‌دهد.

ب- ۳-۱-۲ انتخاب روش آزمون A در مقابل روش آزمون B

ب- ۳-۱-۲ روش آزمون A ممکن است برای سامانه‌هایی قابل اعمال باشد که FME حالت حد تسلیم را دارا بوده یا برای آزمون کردن سامانه‌های انقطاع در جهت تعیین یک جابجایی محدوده پایین‌تر که باعث اتلاف انرژی هیستریزیس می‌شود مورد استفاده قرار گیرد. روش آزمون B یک فاز جابجایی شیب‌دار است که دوره‌ها را بر اساس درصدی از جابجایی تعیین شده نهایی از آزمون‌های الاستیکی را پایه گذاری می‌کند. روش آزمون B ممکن است بیشتر در سامانه‌هایی قابل اعمال باشد که رفتار الاستیک خطی از خود نشان می‌دهند که در آن FME حالت حدگسیختگی است. اگر نسبت Δ_m و FME کمتر از ۳ باشد، روش آزمون B ترجیح داده می‌شود. هر دو روش آزمون به قصد تولید دامنه‌های جابجایی مشابه و در جهت بدست آوردن تعدادی از نقاط مشابه در منحنی‌های پوشش به انجام می‌رسند. تفاوت در تعداد دوره‌ها در هر فاز (گام) است.

ب- ۳-۲ روش آزمون C

ب- ۳-۲-۱ روش آزمون C (آیین‌نامه CUREE) آخرین متمم برای مجموعه آیین‌نامه‌های آزمون معکوس است. این بر اساس تحلیل آماری تقاضاهای لرزه‌ای بر روی ساختمان‌های قاب سبک به نمایندگی از شرایط شهر کالیفرنیا (به‌ویژه لس‌آنجلس) توسعه یافته بود. تاریخچه بارگذاری اولیه CUREE یک ارائه واقعی و محافظه کارانه از تاریخچه تغییرشکل معکوس از آن‌هایی است که یک جزء از یک سازه چوبی مشابه بوده و در معرض زلزله‌های مرجع [۷ و ۸] قرار گرفته‌اند. در تغییرشکل‌های نسبتاً بزرگ (دوره‌های اولیه از دامنه $\Delta/4$ فراتر می‌روند)، دامنه دوره‌های اولیه با گام‌های بزرگ افزایش می‌یابد. این گام‌های بزرگ بر اساس آمارهای پاسخ‌های تاریخچه‌زمانی غیر الاستیک پایه‌ریزی می‌شوند. اگر هدف انجام آزمون، آزمون پذیرش باشد، بنابر این کاهش اندازه گام دوره‌های اولیه با دامنه‌های بزرگ مجاز است. اندازه‌های کوچکتر گام نزدیک به گسیختگی، ممکن است در یک ظرفیت بزرگتر نتیجه دهد (بزرگترین دامنه در دامنه‌هایی که معیارهای پذیرش در آن‌ها به‌دست می‌آیند)، حتی اگر به آسیب تجمعی بزرگتر منجر شود. دلیل این است که اندازه گام‌های بزرگتر تاریخچه بارگذاری اصلی، ارزیابی پذیرش را تنها در بازه دامنه‌های مجزا و بزرگ را مجاز می‌سازد. این استاندارد یک کاهش در اندازه گام، تنها در فازهایی که در آن‌ها دامنه دوره اولیه از Δ بیشتر می‌شود را مجاز می‌داند. در این روند، دامنه دوره اولیه ممکن است با $\alpha\Delta$ ، که توسط کاربر انتخاب شده و $\alpha \geq 0.5$ باشد افزایش یابد.

ب- ۳-۲-۲ تغییرشکل مرجع، Δ ، اندازه‌ای از ظرفیت تغییرشکل (Δ_u) آزمون است که در معرض تاریخچه بارگذاری (دوره‌ای) معکوس بوده و برای کنترل تاریخچه بارگذاری مورد استفاده قرار می‌گیرد، بنابراین نیاز است

که قبل از آزمون تخمین زده شود. تخمین می‌تواند بر اساس تجربیات گذشته، نتایج آزمون یکنواخت، یا یک مقدار توافقی که ثابت شود برای آزمون‌های مقایسه‌ای جزئیات مختلف یا تنظیمات مختلف سودمند است زده شود.

در پروژه CUREE [۲]، راهنمایی پیش رو مورد استفاده قرار گرفته بود :

ب-۲-۲-۲-۱ یک آزمون یکنواخت به عمل آید، که اطلاعات را بر اساس ظرفیت تغییر شکل یکنواخت، Δ_m فراهم کند. این ظرفیت به عنوان تغییرشکل در جایی که بار اعمالی برای اولین بار، زیر ۸۰٪ بار بیشینه‌ای که به آزمون اعمال شده اتفاق افتاده، تعریف می‌شود.

ب-۲-۲-۲-۲ یک قسمت خاص از Δ_m مورد استفاده قرار گیرد، که در آن Δ_m ، تغییرشکل مرجع برای آزمون بار معکوس اصلی است. در این زمان، مقدار $\Delta_m = 0.6 \Delta$ پیشنهاد می‌شود. عامل $\square$ باید برای تفاوت در ظرفیت تغییرشکل بین آزمون یکنواخت و یک آزمون معکوس که در آن‌ها آسیب تجمعی به کاهش زود هنگام در مقاومت منجر خواهد شد به حساب آید.

پیوست ل

(اطلاعاتی)

آماده‌سازی آزمون

ل-۱ توصیه‌های CUREE [۹] پیشنهاد می‌دهد که قسمت فوقانی شرائط مرزی دیوار ممکن است نتایج آزمون دیوار را تحت تاثیر قرار دهد. وزن تیر باربر و محرک روی یک آزمون می‌تواند تقاضای لنگر را در یک آزمون در جهت عمودی را کاهش دهد. سکون یک تیر باربر سنگین در طول یک آزمون دوره‌ای، پاسخ اندازه‌گیری شده در قاب‌های آزمون که یک دیوار را هم به صورت افقی و هم به صورت عمودی مورد آزمون قرار می‌دهند را بیش از حد نشان می‌دهد. به این دلیل، جرم تیر باربر که توسط آزمون تحمل می‌شوند باید به محدوده عملی کاهش یابد. در آماده‌سازی آزمون در جایی که بار قائم محرک توسط انجام آزمون تحمل می‌شود، ضربه جرم محرک ممکن است با تفاوت در پاسخ منفی و مثبت یک سامانه متقارن تاثیرگذار باشد. قاب‌های آزمون به گونه‌ای ساخته شده‌اند که هیچ‌گونه بار قائمی بر روی آزمون تحمیل نمی‌شود. محدوده بار وارده (۱/۵۶ کیلونیوتن) بر اساس قضاوت کارگروه‌ای که یک بازه از قاب‌های آزمون را به صورت موفقیت‌آمیز به خدمت گرفته شده‌اند فرض شده است.

پیوست پ

(اطلاعاتی)

تفسیر

پ-۱- پارامترهای عملکردی، تحلیل منحنی‌های پوشش مثبت و منفی همیشه برای یک آزمون مجزا و گزارش پارامترهای پاسخ متناسب بدون میانگین‌گیری مجاز است. با این حال، روش برای محاسبه میانگین پارامترهای عملکردی که هر دو منحنی پوشش (مثبت و منفی) را مشخص می‌کنند می‌تواند هنگامی که آزمون یک پاسخ نامتقارن را نشان می‌دهد یک تفاوت را بوجود آورد. در آزمون‌های آزمایشگاهی، پاسخ‌های بدست آمده از اغلب آزمون‌های دیوار برای بعضی درجات آسیب بوجود آمده با یک گردش مثبت اولیه نامتقارن هستند و تمایل به ضعیف کردن پاسخ بدست آمده از گردش منفی بعدی در همان دوره دارند. تعیین کردن پارامترهای پاسخ میانگین برای یک آزمون با منحنی‌های پوشش مثبت و منفی ناهمسان با انجام تحلیل هر پاکت (مثبت و منفی) به صورت جداگانه و سپس میانگین‌گیری، می‌تواند به تخمین غیر محافظه کارانه عملکرد نتیجه دهد. بنابراین، این قضاوت کارگروه است که هنگامی که یک دسته از پارامترها برای مختصرسازی پاسخ آزمون برای اهداف طراحی سازه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرند، این پارامترها باید از میانگین به عنوان روش اولیه تحلیل، محاسبه شوند. استفاده از این روش، محافظه‌کاری را برای یک دیوار نامتقارن ملایم را کاهش می‌دهد. محاسبه پارامترهای میانگین از پوشش‌های مثبت و منفی به صورت جداگانه، یک تقریب عملی از پارامترهای میانگین را برای پوشش‌های متقارن منطقی به دست خواهد داد؛ اگر رویداد بزرگ در همان فازها روی طرف‌های مثبت و منفی اتفاق بیفتد. احتیاط و قضاوت باید در تخمین و ارزیابی هر شکل از پاسخ میانگین برای مشخص کردن یک سامانه که به صورت نامتقارن است مورد استفاده قرار گیرد. در این موارد، پوشش‌های مثبت و منفی باید همیشه به صورت جداگانه و بدون میانگین‌گیری تحلیل شده و گزارش شوند.