



جمهوری اسلامی ایران

Islamic Republic of Iran

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

Institute of Standards and Industrial Research of Iran



استاندارد ملی ایران

۸۴۴۹

چاپ اول








ISIRI

8449

1 St- Edition

**پانلهای ساختمانی – تعیین مقاومت برشی پانلهای دیواری
قابدار تحت بارهای استاتیکی – روش آزمون**

**Building panels – Determining static shear
resistance of framed walls – Test method**

نشانی مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران : کرج - شهر صنعتی، صندوق پستی ۱۶۳-۳۱۵۸۵ 
دفتر مرکزی : تهران - ضلع جنوبی میدان ونک، صندوق پستی ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵
تلفن مؤسسه در کرج: ۰۲۶۱-۲۸۰۶۰۳۱-۸ 
تلفن مؤسسه در تهران: ۰۲۱-۸۸۷۹۴۶۱-۵ 
دورنگار: کرج ۰۲۶۱-۲۸۰۸۱۱۴ - تهران ۰۲۱-۸۸۸۷۰۸۰ - ۸۸۸۷۱۰۳ 
بخش فروش - تلفن: ۰۲۶۱-۲۸۰۷۰۴۵ - دورنگار: ۰۲۶۱-۲۸۰۷۰۴۵ 
پیام نگار: Standard @ isiri.or.ir 
بهاء: ۲۰۰۰ ریال 

	Headquarters :	Institute Of Standards And Industrial Research Of Iran
	P.O.Box:	31585-163 Karaj – IRAN
	Tel:	0098 261 2806031-8
	Fax:	0098 261 2808114
	Central Office :	Southern corner of Vanak square, Tehran
	P.O.Box:	14155-6139 Tehran-IRAN
	Tel:	0098 21 8879461-5
	Fax:	0098 21 8887080, 8887103
	Email:	Standard @ isiri.or.ir
	Price:	2000 RLS

آشنایی با مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب قانون، تنها مرجع رسمی کشور است که عهده دار وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) میباشد.

تدوین استاندارد در رشته های مختلف توسط کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان مؤسسه، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط با موضوع صورت میگیرد. سعی بر این است که استانداردهای ملی، در جهت مطلوبیت ها و مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فنی و فن آوری حاصل از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع شامل: تولیدکنندگان، مصرف کنندگان، بازرگانان، مراکز علمی و تخصصی و نهادها و سازمانهای دولتی باشد. پیش نویس استانداردهای ملی جهت نظرخواهی برای مراجع ذینفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال میشود و پس از دریافت نظرات و پیشنهادات در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که توسط مؤسسات و سازمانهای علاقمند و ذیصلاح و با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می شود نیز پس از طرح و بررسی در کمیته ملی مربوط و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی چاپ و منتشر می گردد. بدین ترتیب استانداردهایی ملی تلقی می شود که بر اساس مفاد مندرج در استاندارد ملی شماره ((۵)) تدوین و در کمیته ملی مربوط که توسط مؤسسه تشکیل میگردد به تصویب رسیده باشد.

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد میباشد که در تدوین استانداردهای ملی ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندیهای خاص کشور، از آخرین پیشرفتهای علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی استفاده می نماید.

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون به منظور 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 استانداردها را با تصویب شورای عالی استاندارد اجباری نماید. مؤسسه می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه بندی آنرا اجباری نماید.

همچنین بمنظور اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمانها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و گواهی کنندگان سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاهها و کالیبره کنندگان وسایل سنجش، مؤسسه استاندارد اینگونه سازمانها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران مورد ارزیابی قرار داده و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آنها اعطا نموده و بر عملکرد آنها نظارت می نماید. ترویج سیستم بین المللی یکاها، کالیبراسیون وسایل سنجش تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی از دیگر وظایف این مؤسسه می باشد.

کمیسیون استاندارد پانل‌های سافتمانی - تعیین مقاومت برشی پانل‌های دیواری قابدار

تمت بارهای استاتیکی- روش آزمون

رئیس

رهبر- محمدرضا

(کارشناس ارشد عمران)

سمت یا نمایندگی

شرکت سازه های پیش ساخته سبک

اعضا

ریاضی - جمشید

(دکترای معماری)

مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

کبیر- محمد زمان

(دکترای سازه)

دانشگاه امیرکبیر

صدرائی شاملو - حسن

(کارشناس ارشد مهندسی معماری)

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

مزروعی - علی

(دکترای عمران)

مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

دبیر

مجیدزمانی - سید سهیل

(کارشناس ارشد عمران)

مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

اعضای شرکت کننده در یکصد و بیست و سومین کمیته ملی استاندارد سافتمان و

مصالح سافتمانی

رئیس

کبیر - محمد زمان

(دکترای سازه)

نمایندگی یا سمت

دانشگاه صنعتی امیرکبیر

اعضاء

آریان مهر - محمد

(دکترا)

سازمان پژوهشهای علمی و صنعتی ایران

اسماعیلی - حسین

(لیسانس شیمی کاربردی)

شرکت ایران گچ

اکبری حقیقی - کریم

(لیسانس شیمی)

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

تاروردیزاده - المیرا

(لیسانس مهندسی عمران)

مرکز تحقیقات وزارت کار

جلالی پور - وحید

(لیسانس مهندسی مکانیک)

سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت کشور

خیرالهی - ایوب

(لیسانس)

سازمان حمایت از مصرف کنندگان

رحمانی - رضا

(لیسانس مهندسی پلیمر)

شرکت کالربلاست

رهبر - محمد رضا

(فوق لیسانس مهندسی عمران)

شرکت سپ

مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

ریاضی - جمشید
(دکترای معماری)

اداره استاندارد و تحقیقات مازندران

سلیم بهرامی - سیده زهرا
(لیسانس شیمی کاربردی)

مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

شارسان - آزاده
(لیسانس فیزیک کاربردی)

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

صدرائی شاملو - حسن
(لیسانس مهندسی معماری)

شرکت رانشستان

فرهودی زاده - علی
(لیسانس مهندسی عمران)

دانشگاه صنعتی امیرکبیر

معصومی - محسن
(دکترای مهندسی پلیمر)

مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

مجید زمانی - سید سهیل
(فوق لیسانس مهندسی سازه)

دیبر

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

نوری - نگین
(لیسانس شیمی)

پیشگفتار

استاندارد پانل‌های ساختمانی - تعیین مقاومت برشی پانل های دیواری قابدار تحت بارهای استاتیکی - روش آزمون که پیش نویس آن توسط کمیسیون‌های مربوط تهیه و تدوین شده و در یکصد و سی و دومین کمیته ملی ساختمان و مصالح ساختمانی مورخ ۱۳۸۴/۱۰/۱۳ مورد تایید قرار گرفته، اینک باستناد ماده یک قانون مواد الحاقی به قانون تاسیس موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران مصوب آذرماه ۱۳۴۹ به عنوان استاندارد رسمی ایران منتشر می گردد.

برای همگامی و هماهنگی با پیشرفتهای ملی و جهانی در زمینه صنایع و علوم، استانداردهای ایران در مواقع لزوم مورد تجدید نظر قرار خواهند گرفت و هر گونه پیشنهادی که برای اصلاح یا تکمیل این استانداردها برسد در هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه واقع خواهد شد.

بنابراین برای مراجعه به استانداردهای ایران باید همواره از آخرین چاپ و تجدید نظر آنها استفاده نمود.

در تهیه و تدوین این استاندارد سعی شده است که ضمن توجه به شرایط موجود و نیازهای جامعه حتی المقدور بین این استاندارد و استاندارد کشورهای صنعتی و پیشرفته هماهنگی ایجاد شود.

لذا با بررسی امکانات و مهارتهای موجود و اجرای آزمونهای لازم این استاندارد با استفاده از منبع زیر تهیه گردیده است .

1- ASTM E 564:2000, Standard Practice for Static Load Test for Shear Resistance of Framed Walls for Buildings.

پانل‌های سافتمانی - تعیین مقاومت برشی پانل‌های دیواری قابدار تمت

بارهای استاتیکی - روش آزمون

۱- هدف

این استاندارد روشهایی برای ارزیابی ظرفیت برشی دیوارهای سازه ای متکی بر شالوده صلب تحت بار افقی در صفحه دیوار، را تشریح می کند. هدف این روشها، تعیین مقاومت و سختی برشی پیکربندی یک پانل دیواری قابدار سبک که به عنوان دیوار برشی روی فونداسیون صلب به کار می رود، می باشد.

۲- دامنه کاربرد

۱-۲- این استاندارد نباید به عنوان مبنایی برای طبقه بندی ظرفیت برشی جدار نازک دیوار یا ارزیابی اثر مشترک خمش و برش ناشی از بارگذاری دیوار روی شالوده قابل انعطاف تلقی شود.

۲-۲- اثر تغییرات جداره دیوار در عملکرد آن با ثابت نگاه داشتن تمامی متغیرهای دیگر ارزیابی می شود. هر چند که تغییرات مجاز در قاب بندی و شرایط مرزی دیوار نیازمند مستند سازی دقیق چیدمان آزمایش هستند تا مقایسه سهم جداره دیوار در ظرفیت برشی کل دیوار معتبر باشد.

۳-۲- ارزیابی دیوار بر روی پی انعطاف پذیر با مقایسه نتایج سختی برشی و مقاومت برشی با نتایج یک دیوار مشابه ولی با شالوده صلب انجام می شود. با این حال هیچ روشی برای محاسبه تغییر مکانهای خمشی دیوار و توزیع تنش در دیوار به دلیل خمش پی ارائه نمی گردد. هر گونه ارزیابی رفتار دیوار متکی بر پی باشرایطی غیر از شرایط این استاندارد باید با آزمایش نمونه روی یک پی با شرایط مورد نظر انجام شود.

۲-۴- این استاندارد شامل تمامی نکات ایمنی در ارتباط با کاربرد آن نمی باشد. مسئولیت برقراری شرایط ایمنی و سلامتی و تعیین وجاهت محدودیت های قانونی پیش از استفاده از استاندارد، به عهده کاربر می باشد.

۳- مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد به آنها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد محسوب می شود. در مورد مراجع دارای تاریخ چاپ و/ یا تجدید نظر، اصلاحیه ها و تجدید نظرهای بعدی این مدارک مورد نظر نیست. معهدا بهتر است کاربران ذینفع این استاندارد امکان کاربرد آخرین اصلاحیه ها و تجدید نظرهای مدارک الزامی زیر را مورد بررسی قرار دهند. در مورد مراجع بدون تاریخ چاپ و/ یا تجدید نظر، آخرین چاپ و/ یا تجدید نظر آن مدارک الزامی ارجاع داده شده مورد نظر است. استفاده از مرجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

- 1-ASTM E575: 1999, Practice for Reporting Data from Structural Tests of Building Construction , Elements, Connection, and Assemblies.**
- 2- ASTM E 4:2003, Practices for Force Verification of Testing Machines.**

۴- اصطلاحات و تعاریف

۴-۱- عملکرد برشی - در مورد دیوارهای برشی بیان کننده تمایل قاب دیوار به تغییر شکل از

حالت راست گوشه به متوازی الاضلاع تحت اثر نیروی افقی در صفحه دیوار است.

۴-۲- دیوار برشی - یک زیر مجموعه سازه ای که عملکرد طره ای - دیافراگمی دارد و از این

طریق نیروهای افقی ساختمان را به صورت برش افقی و لنگر واژگونی به پی منتقل می کند.

۴-۳- برکنش - تغییر مکان قائم اندازه گیری شده در محل آخرین ستونک تحت کشش انتهای

دیوار نسبت به دستگاه آزمایش .

۵- نمادها و یکاها

a : ارتفاع دیوار برشی طره ای بر حسب متر

b : طول دیوار برشی طره ای بر حسب متر

c : طول اولیه قطر پانل دیوار $\sqrt{a^2 + b^2}$ بر حسب متر

δ : ازدیاد طول قطر نمونه دیوار بر حسب میلیمتر

Δ : تغییر مکان افقی کلی در انتهای بالایی نمونه طبق قرائت وسایل آزمایش بر حسب میلیمتر. این

مقدار شامل آثار ناشی از چرخش ، انتقال و برش پانل است.

G'_{int} : سختی برشی داخلی نمونه (فقط شامل اثر تغییر مکان برشی دیوار می باشد)

G' : سختی برشی کلی که شامل اثر چرخش، تغییر مکانهای انتقالی و تغییرشکلهای برشی میباشد.

P : بار متمرکز اعمال شده به لبه بالایی نمونه دیوار در هر تغییر مکان مرجع مورد نظر بر حسب

نیوتن

P_u : بیشترین حد بار وارده که به اندازه کافی ثابت نگه داشته شده تا بتوان تغییر مکانها را ثبت

نمود بر حسب نیوتن

S_u : مقاومت برشی نهایی مجموعه دیوار بر حسب نیوتن بر متر

۶- اساس روش

در این آزمون سختی و مقاومت برشی یک دیوار و اتصالات آن با اعمال یک تغییر شکل برشی مورد ارزیابی قرار می گیرد. قسمت پایین دیوار به صورت ثابت روی یک تکیه گاه نگاه داشته می شود و بارگذاری در لبه بالایی دیوار به صورت عمود بر ارتفاع و در صفحه دیوار و موازی طول آن انجام می گیرد. تغییرشکلها و اعوجاجها به صفحه دیوار بدون تنش محدود شده اند. نیروهای لازم برای عملکرد برشی دیوار و تغییرشکلهای مربوطه در هر گام بارگذاری اندازه گیری و ثبت می شود.

۷- مجموعه آزمایش دیوار دارای قاب

۷-۱- کلیات

یک مجموعه دیوار متشکل از اعضای قابی است که در بر گیرنده هر گونه عضو مهاربندی قطری، یا سایر تقویت ها، اتصالات و اعضای پوششی می باشد. مجموعه دیوار آزمایش شده مطابق با این

روش معرف حداقل سختی قابل قبول می باشد. نمونه مورد آزمون باید از نظر قاب بندی و پوشش مطابق شرایط طرح ساخته شود.

۷-۲- اتصالات

عملکرد مجموعه دیوار از نوع و فاصله اتصالات قابی، اتصالات پوشش به قاب و اتصال مهار مجموعه دیوار به کف ثابت آزمایشگاه متاثر می گردد.

۷-۲-۱- تمام اتصالات استفاده شده در آزمون باید نماینده اتصالاتی باشد که در ساخت واقعی سازه استفاده می شود.

۷-۳- موارد مورد نیاز برای قاب

قاب یک جزء یکپارچه از مجموعه آزمایش دیوار می باشد. دیوار آزمایشی باید متشکل از همان تعداد، اندازه و کیفیت از اعضای قاب باشد که قرار است در موارد واقعی استفاده گردد.

۷-۴- آماده کردن آزمایش

نمونه آزمایشی باید در برابر چرخش جسم صلب در صفحه دیوار مقاوم باشد که این امر نشان دهنده شرایط کاربرد دیوار در سازه های واقعی می باشد. این کار با اعمال نیروی ثقلی یا سایر بارگذاری ها به طور همزمان با اعمال بارهای برشی انجام می گردد. سطح پایین این مجموعه باید با استفاده از اتصالات مهاری به کف ثابت آزمایشگاه متصل گردد به نحوی که حالت واقعی را شبیه سازی کند. توزیع بار در امتداد لبه بالایی دیوار باید اعضای کف یا سقف را بگونه ای که در سازه واقعی وجود دارند، مدلسازی نماید. اگر لازم باشد که اعوجاج نمونه به حداقل برسد، باید

از پشت بند های قوی در امتداد طول صفحه فوقانی استفاده گردد. همچنین می توان برای منظور فوق از یک ورق تکیه گاهی فولادی در انتهای ورق رویی دیوار استفاده کرد.

مجموعه آزمون دیوار باید بطور جانبی در امتداد قسمت فوقانی خود با استفاده از غلتکها یا وسایل مشابه متکی بر پشت بندها نگهداری شود تا جابجایی مجموعه را به بیرون از صفحه بارگذاری محدود نماید.

صلبیت تکیه گاهی جانبی نباید بیشتر از مقدار سازه های واقعی باشد.

۷-۵- اندازه دیوار

اندازه دیوار آزمون متناسب با اهداف مطالعه متغیر خواهد بود. آزمایشهای انجام شده به منظور ارزیابی عملکرد سازه ای ساختار سازه های واقعی باید دارای ابعادی باشند که متناسب با ابعاد دیوار هادر واقعیت باشند.

۷-۶- اعمال شرایط محیطی

برای سازه های دیواری قابداری که در بر گیرنده اعضایی هستند که در آنها عملکرد سازه تابعی از عواملی نظیر عمر نمونه، شرایط عمل آوری، رطوبت نمونه یا درجه حرارت می باشند، مجموعه نمونه باید قبل از آزمایش مطابق با استانداردهای اختیاری متناسب، مشخصات فنی تولید کننده و یا روشهای عمل آوری صنعتی برای محصولات مورد مصرف یا شرایط مورد نیاز در آزمون از نظر شرایط محیطی آماده شود. باید احتیاط نمود که اعمال شرایط محیطی و عمل آوری مطابق با

ساخت و سازهای واقعی بوده و تمام اعضای مجموعه آزمون دیوار در زمان آزمون بطور تقریبی در شرایط متعادل مربوط به حالت بهره برداری قرار گیرند.

۷-۷- تاثیرات محیطی

زمانی که لازم است عملکرد مجموعه دیوار برای شرایط محیطی خاصی ارزیابی شود، نمونه هایی که از قبل بر آنها شرایط مورد نظر اعمال شده باید در اتاقک کنترل محیطی آزمایش شوند.

۸- روش آزمون

۸-۱- تعداد نمونه ها

دست کم دو عدد نمونه دیوار برای تعیین ظرفیت برشی یک دیوار واقعی لازم است. برای دیوارهای برشی نامتقارن آزمون دوم بایستی در وضعیت عکس نسبت به جهت اعمال بار در آزمون اول انجام گردد. چنانچه آزمون دوم به نتایجی با خطای بیش از ۱۵٪ نسبت به آزمون اول منجر شود، انجام آزمون سوم ضروری است. این آزمون باید در جهتی انجام شود که نتایج ضعیفتری داده است. مقاومت و سختی برشی دیوار برابر متوسط کوچکترین دو عدد بدست آمده از حداقل سه آزمون است.

۸-۲- روند بارگذاری

۸-۲-۱- کلیات

بار اعمالی بایستی در بالای دیوار و موازی با سطح افق در صفحه میانی دیوار وارد شود و منحنی بار-تغییر مکان ثبت شود. بارگذاری بایستی به وسیله جکهای هیدرولیکی یا هر وسیله مناسب

دیگری که قبلاً کالیبره شده باشد اعمال شود. این کار را می توان به روش ممتد یا به روش گام به گام انجام داد.

در روش ممتد سیستم بارگذاری باید قادر به حفظ سرعت ثابت افزایش تغییر مکان تا وقوع خرابی نمونه باشد. در روش گام به گام باید بتوان مقدار بار وارده را در هر گام ثابت نگه داشت. حداقل زمان لازم برای رسیدن به تغییر مکان متناظر با بار نهایی در روش ممتد باید پنج دقیقه باشد.

۸-۲-۲- بارهای ثقلی

در صورت نیاز باید بارهای ثقلی در امتداد بالایی دیوار به گونه ای اعمال گردند که با بارگذاری قاب کف یا بام در شرایط واقعی سازگار باشند.

۸-۲-۳- بارگذاری استاتیکی

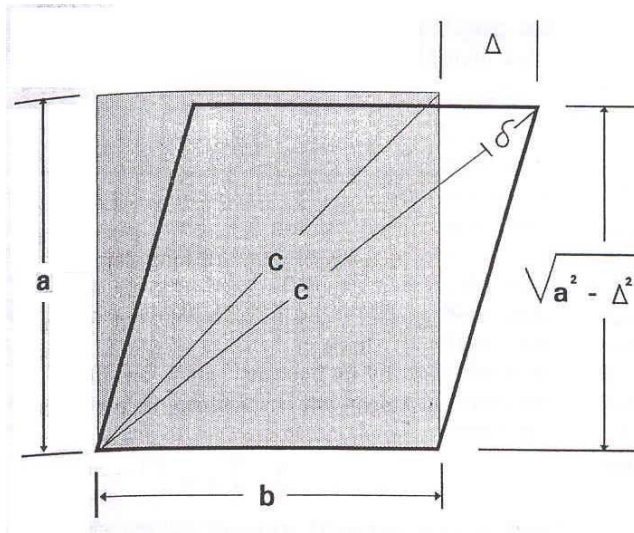
بار اعمال شده باید حداقل یک دقیقه در هرگام زمانی به طور ثابت نگهداشته شود و سپس قرائتهای بار و تغییر مکان انجام شود. ضمناً در ابتدا باید حدود ده درصد از بار نهایی تخمینی به سازه وارد شود و به مدت پنج دقیقه صبر شود تا تمام اتصالات در جای خود محکم شوند. حال باید بار اعمال شده برداشته شود و به مدت ۵ دقیقه صبر شود و بعد از آن تمام قرائت ها برای ثبت مقادیر اولیه انجام شوند. پس از رسیدن مقادیر بارها به حدود $\frac{1}{3}$ و $\frac{2}{3}$ بار نهایی تخمینی بایستی باربرداری شود و بازگشت دیوار پس از پنج دقیقه ثبت شود. سپس بارگذاری به سمت بار

بالاتر انجام شود و به همین ترتیب بار گذاری و بار برداری ادامه داده شود تا بار نهایی بدست آید.

۸-۳- کسب داده ها: اهداف مطالعه، تعیین کننده داده های مورد نیاز از آزمایش هستند. این

نیازها عموماً شامل مقدار کمی مقاومت برشی و سختی دیافراگم دیوار هستند. مقاومت برشی به صورت حداکثر بار در واحد طول دیوار بیان می شود. محاسبه سختی برشی نیازمند اندازه گیری بار جانبی و تغییر مکان برشی متناظر است.

کرنش برشی بصورت تغییر مکان زاویه ای Δ/a مطابق شکل یک تعیین می شود.



$$(c + \delta)^2 = (b + \Delta)^2 + (a^2 - \Delta^2)$$

$$a^2 + b^2 = c^2 \quad \text{با جاگذاری:}$$

$$2c\delta + \delta^2 - 2b\Delta = 0 \quad \text{نتیجه می دهد:}$$

$$\Delta = \frac{(2c\delta + \delta^2)}{2b} \quad \text{و؛}$$

شکل (۱): اندازه گیری تغییر شکل افقی بر اساس طول قطر دیوار

۸-۳-۱- بار جانبی باید به وسیله فشار خط هیدرولیک یک بازوی بارگذاری کالیبره شده و یا

بوسیله یک ابزار نیرو سنج هم محور با ابزار بارگذاری، اندازه گیری شود.

کالیبراسیون بار و فشار خط هیدرولیک باید تحت شدت جریان هیدرولیک مساوی یا بزرگتر از

مقدار متناظر در طول آزمون انجام شده باشد تا از برآورد مقدار بار افزون بر مقدار واقعی به علت

اثرات پسا جلوگیری شود. اندازه گیری بار باید تا حد $\pm 1\%$ حداکثر بار اندازه گیری شده، دقیق

باشد. ابزارهای اندازه گیری بار باید مطابق مرجع الزامی شماره ۲ کالیبره شده باشند.

۸-۳-۲- اندازه گیری تغییر مکان: اندازه گیری تغییر مکان برشی یک دیوار (شامل هر گونه

قاب) باید تا $0/25$ میلیمتر دقیق باشد. دو روش برای تخمین سختی برشی در این متن ارائه شده

است: اندازه گیری مستقیم و تخمین بر اساس اندازه گیری ازدیاد طول قطری دیوار.

۸-۳-۳- اندازه گیری مستقیم: چهار اندازه گیری تغییر مکان (در شکل ۲ شماره گذاری شده اند)

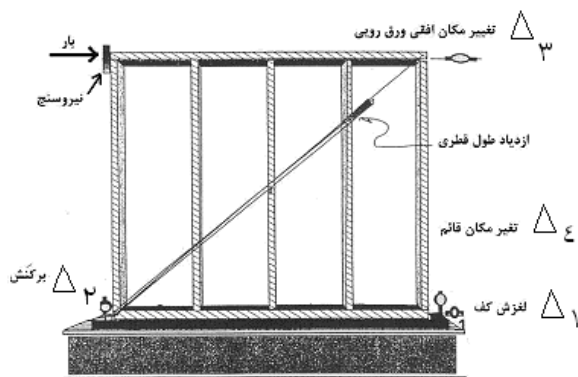
برای ارزیابی تغییر مکان برشی از روش مستقیم مورد نیاز است. اندازه گیری تا حدی بوسیله این

واقعیت پیچیده می شود که مجموعه دیوار تمایل دارد که بصورت یک جسم صلب دچار انتقال و

چرخش شود، حال آنکه قاب دیوار از مستطیل به متوازی الاضلاع تغییر شکل می دهد. علاوه بر

این، اعضای منفرد دیافراگم برشی همزمان با اعمال بار برشی، نسبت به قاب دچار چرخش

می شوند(در صورت عدم حضور قاب، مشکلات فوق نیز برطرف می شوند).



شکل (۲): پیکربندی آزمایش دیوار

۸-۳-۳-۱- لغزش در تکیه گاه: برای قرائت این لغزش، تغییر مکان در مرکز سطح ورق تحتانی نسبت به کف ثابت در جهت موازی طول دیوار، اندازه گیری می شود.

۸-۳-۳-۲- برکنش ستونک در انتهای بارگذاری شده: فاصله ایجاد شده میان انتهای پائین ستونک و کف ثابت آزمایشگاه نشان دهنده درجه چرخش جسم صلب است. این فاصله تقسیم بر فاصله افقی میان نقطه مرجع اندازه گیری تغییر مکان قائم در امتداد کف تا انتهای مقابل ورق های تحتانی، تانژانت زاویه چرخش دیوار را بدست می دهد. چون ستونک انتهایی همزمان با برکنده شدن دچار چرخش نیز می شود، قرائت برکنش باید تا حد امکان نزدیک به خط مرکزی (محور) ستونک انجام شود.

۸-۳-۳-۳- تغییر مکان افقی ورق بالایی - این اندازه گیری که در مرکز سطح ورق بالایی صورت می گیرد، تغییر مکان افقی کلی در نقطه ۳ (مطابق شکل ۲) ناشی از ترکیب چرخش جسم صلب،

انتقال افقی کل دیوار و تغییر شکل برشی را بدست می دهد. با کم کردن تغییر مکان نقطه ۱ از تغییر مکان افقی نقطه ۳ و تقسیم مقدار حاصل بر طول ستونک بعلاوه یک ضخامت ورق، تخمینی از زاویه چرخش ستونک انتهایی بدست می آید.

۸-۳-۳-۴- تغییر مکان قائم در پنجه دیوار نسبت به کف: با کم کردن این مقدار از تغییر مکان شماره ۲ و تقسیم حاصل بر فاصله میان نقاط مرجع دو تغییر مکان، روش دیگری برای تخمین تغییر مکان جسم صلب دیوار بدست می آید.

روش ازدیاد طول قطری برای تخمین تغییر شکل برشی فقط به یک اندازه گیری مطابق شکل ۲ و محاسبات مطابق شکل ۱ نیاز دارد.

منحنی بار - تغییر مکان یا بصورت پیوسته یا بصورت منقطع ثبت می شود. در صورت منقطع بودن ثبت داده ها، لازم است که برای ترسیم منحنی بار - تغییر شکل، حداقل ۵ قرائت (در فواصل مساوی تغییر مکان یا بار) به ازای هر چرخه بار صورت گیرد.

برای دیوارهای برشی دارای بازشو، اندازه گیری تغییر طول قطرهای بازشو به دقت اندازه گیری تغییر شکل برشی کل دیوار کمک می کند.

۹- محاسبات

۹-۱- داده های بدست آمده در این آزمون امکان ارزیابی سختی برشی، مقاومت به ازای تغییر مکان های حالات حدی تعریف شده و ظرفیت باربری نهایی را می دهد. اگر کمتر از ۱۰ آزمون

برای یک آرایش دیوار انجام شده باشد، ارزیابی ویژگیهای عملکردی دیوار باید بر مقادیر متوسط استوار باشد.

۹-۲- هنگامی که سختی برشی بصورت یک مقدار کلی G' ارزیابی می شود، این مقدار شامل اثرات چرخش یا انتقال دیوار یا هر دوی آنها است. این ارزیابی در صورتی ارزشمند است که شرایط مرزی نمونه آزمون همانند انواع واقعی باشد و هدف ارائه یک ارزیابی کلی از عملکرد دیوار در مجموعه نهایی باشد. سختی برش کلی G' بصورت زیر محاسبه می شود:

$$G' = \frac{P}{\Delta} \times \frac{a}{b} \quad (1)$$

رابطه فوق متضمن خطی بودن رفتار است. هر چند آزمونهای برشی دیوار مخصوصاً در مواردی که اتصالات کنترل کننده سختی و مقاومت هستند، تقریباً بطور کامل غیر خطی هستند. بنابراین مقادیر Δ یا P باید به عنوان بار یا تغییر شکل مرجع انتخاب شوند که در محدوده عملکرد قابل قبول واقع هستند. مثلاً یک بار مرجع می تواند $0.33P_u$ باشد. ترازهای دیگر بار یا تغییر شکل خالص دیوار می توانند به عنوان مرجع انتخاب شوند. اگر تراز بار مرجع انتخاب شده اولیه تغییر شکل‌های خارج از حدود قابل قبول تولید نماید، باید مقدار بار مرجع را کاهش داد به نحوی که تغییر شکلها در حدود مجاز واقع شوند.

۹-۳- سفتی برشی داخلی (G'_{int})

این مقدار سختی برشی داخلی واقعی مجموعه دیوار فقط ناشی از تغییر مکان برشی دیوار است. این سختی از رابطه ای مشابه رابطه G' محاسبه می شود با این تفاوت که مقدار Δ به نحوی اصلاح می شود که اثرات چرخشی و انتقال از آن حذف شود.

$$G'_{int} = \frac{P}{\Delta_{int}} \times \frac{a}{b} \quad (2)$$

۹-۴- تغییر مکان برشی داخلی با استفاده از اندازه گیری های تغییر مکان افقی و

عمودی، Δ_{int}

این تغییر مکان تابعی از تغییر مکانهای ۱ تا ۴ مطابق شکل ۲ طبق رابطه زیر می باشد:

$$\Delta_{int} = \Delta_3 - \Delta_1 - (\Delta_2 - \Delta_4) \times \frac{a}{b} \quad (3)$$

با این فرض که تغییر مکانها به سمت بالا و سمت راست، مثبت باشند، یا تابعی از ازدیاد طول

قطری مشخص شده در شکل ۱ :

$$\Delta_{int} = \frac{(2c\delta + \delta^2)}{2b} \quad (4)$$

۹-۵- تغییر مکان برشی داخلی با استفاده از اندازه گیری تغییر مکان قطری

شکل (۲) یک اندازه گیری قطری برای انجام تحلیل تغییر شکل برشی پانل را نشان می دهد، این اندازه گیری برای ارزیابی سختی برشی دیوار بدون نیاز به محاسبه چرخش ها و انتقالهای کوچک به کار می رود. هر چند که سختی برشی حاصل از یک دیوار تحت تأثیر شرایط مرزی آن می باشد، بار برشی و تغییر مکان برشی نشان دهنده اثر خالص هستند.

۹-۶- مقاومت برشی نهایی

مقاومت برشی نهایی S_u بر حسب بار در واحد طول دیوار آزمون شده به شرح زیر محاسبه می شود:

$$S_u = \frac{P_u}{b} \quad (5)$$

۱۰- نکات گزارشی

۱۰-۱- گزارش آزمون باید با شرایط استاندارد بند ۳-۱ انطباق داشته باشد.

۱۰-۲- منحنی های بار تغییر شکل

منحنی بار تغییر شکل برای تمام نمونه های آزمون باید تهیه شود و به بارهای ثقلی یا عمودی دیگر وارده بر دیوار در حین آزمون توجه شود.

۱۰-۳- علاوه بر شرایط استاندارد بند ۳-۱ گزارش باید شامل سرعت بارگذاری و مدت دوام هر بار در تراز مشخص باشد.

۱۱- دقت و روند پراکندگی نتایج

اظهار نظر خاصی در مورد دقت یا روند پراکندگی نتایج نمی توان ارائه نمود چرا که عوامل منفرد بسیاری در عملکرد دیوار مؤثرند و نیز تعداد نمونه های همسان تحت آزمون اندک است یک روش پذیرفته شده عام برای تعیین دقت و روند پراکندگی نتایج در حال حاضر در دسترس نمی باشد.

۱۲- کلمات کلیدی – کلید واژه ها

دیوارها، دیوارهای قابدار، بارهای برشی، تکیه گاه صلب، تغییر مکان برشی، سختی برشی، مقاومت برشی پانل های سبک.

