 

PO Box 33093, Petone, Newzealand

## **Inventors and developers of the Lead Rubber Bearing** Phone: +64 4 569 7840

## **Research engineering and suppliers in the fields of mechanical damping** Fax: +64 4 586 9899

## **and seismic isolation** E-mail: [info@rslnz.com](mailto:info@rslnz.com)

## Website: [www.rslnz.com](http://www.rslnz.com)

**مشخصات و تست ها در مورد جداگرهای لرزه ای**

**هدف:**

این توضیحات شامل طراحی و بازبینی مشخصات طراحی تکیه ها، تولید، مونتاژ، تست، عرضه و انتقال سیستم جداگر است.

**اطمینان از کیفیت QUALITY ASSURANCE:**

اطمینان عمومی از کیفیت (General Quality Assurance):

مسئولیت اطمینان از کیفیت تکیه گاه های سربی لاستیکی(LRB) اعم از: مواد بکار گرفته شده، ساخت ، تولید، تست های انجام شده، حمل و نقل، تماماً بر عهده ی تولید کننده است. به علاوه تولید کننده، از کارفرما تقاضای یک نماینده جهت اطمینان از تطبیق مشخصات محصول LRB می کند.

تولید کننده ی جداگر لرزه ای مدارکی را جهت اطمینان از اینکه فرایند کنترل کیفیت و تست های مربوطه در کارخانه انجام شده است، ارائه می دهد.

از نماینده ای که توسط کارفرما معرفی شده است، درخواست خواهد شد تا هر مرحله تولید را چک و تمام چک لیست های مورد نیاز را جهت اطمینان از مطابقت کار با مفاد قرارداد تأیید کند. تمامی چک لیست به طور مرتب ثبت و ذخیره می شوند. این امکان وجود دارد که یک مهندس سازه جهت بازبینی گزارش های ثبت شده ی کیفیت، انتخاب شود. گزارش ها به همراه چک لیست ها در اختیار او قرار می گیرد.

**تائیدیه اطمینان از کیفیت** **(Quality Assurance Certificate)**:

تولید کننده نماینده ای را معرفی خواهد کرد که مسئول نظارت بر طراحی، تولید، مونتاژ، تست، عرضه و حمل ونقل می باشد. این نماینده تأییدیه ای را در اختیار طرف اصلی قرار داد، قرار می دهد. این تأییدیه گواهی می دهد که تمامی کار مطابق با مفاد قرار داد و دستور العمل های ذکر شده است.

این مرحله باید قبل از انتشار تائیدیه های عملی توسط مهندس به اقتضا برای کل یا جزئی از کار، انجام شود. تأمین کننده LRB گزارشات را براساس مشخصات قرارداد، مستقیماً به مهندس سازه ارائه خواهد داد.

**دستور کار : (Programme)**

برنامه طراحی ، تست، تولید و عرضه ی تکیه گاه ها به صورت زیر خواهد بود :

* دستور سفارش LRB به شرکت رابینسون
* ارائه ی طراحی کامل و مشخصات فنی برای تکیه گاه ها
* بازبینی طراحی توسط مهندس سازه
* تکمیل تولید نمونه ی اولیه ی تکیه گاه توسط تولید کننده و فرستادن نتایج تست ها به مهندس سازه
* تهیه ی تأییدیه ی کتبی توسط مهندس سازه در صورت مورد قبول واقع شدن نمونه ی اولیه
* تکمیل تولید تکیه گاه ها (LRB)

**طراحی تکیه گاهها (BEARING DESIGNS) :**

تولید کننده می باید مطابق با آنچه که در الزامات سیستم آمده، تکیه گاه ها را طراحی کند.

**SUBMITTALS-LEAD RUBBER BEARING**

تمام اطلاعات پیشنهاد شده باید به مهندس سازه ارائه شود، مگر اینکه به طریق دیگری خواسته شده باشد. در این متن هر جا از کلمه ی ((پیشنهاد شده)) استفاده کردیم، منظورمان دریافت شده توسط مهندس نیز می باشد.

مشخصات فنی ارسالی (SHOP DRAWING) :

مشخصات فنی برای LRB مشخص کننده ی ابعاد و نوع مواد به کار رفته در اجزا خواهد بود. مشخصات فنی ارسالی به اضافه ی بسته ی کامل طرح، بررسی به مهندس سازه ارائه خواهد شد.

اطلاعات محصول (PRODUCT DATA)

داده های تولیدی می بایست شامل موارد زیر باشد (اما نه الزاماً محدود به این موارد):

A**: مشخصات محصول**

چسب اتصال لاستیک به فلز، که ارائه کننده اطلاعات محصول برای چسباندن لاستیک به فلز است.

**مدارک تائیدی**  **(CERTIFICATIONS**)

مدارک زیر را که توسط آژانس تستي مستقل تأیید شده مورد قبول مهندس سازه ارائه می شود

1. تائیدیه ای برای اطمینان از اینکه تمامی تجهیزات تست کننده، با دقتی براساس استاندارد های مناسب با این قرارداد ( ASTME4, etc) چک شده باشند.
2. گزارش ای تأیید شده ی تست نورد (Mill) برای تمام صفحات فولادی پایه و مصالح صفحات اتصال و پیچ ها.
3. گزارشات تأیید شده ی تستی که خلوص سرب را نشان می دهد.
4. تائیدیه مواد لاستیکی.

تأییدیه ای برای اینکه **فرمولاسیون ترکیب تمامی لاستیک مالزیایی طبیعی ای** که قرار است مورد استفاده قرار گیرد، مشخصات مکانیکی مورد نیاز این مقطع را هنگام تولید، مونتاژ و عمل آوری ( که در دستورالعمل ارائه شده ی تولید و مونتاژ شرح داده شده است ) تأمین کند.

**گزارشات تست** (**Test Reports**)

گزارشات زیر را که توسط آژانسی مستقل تأیید شده توسط مهندس سازه می باشد به او ارائه میشود:

1. گزارشات تست لاستیک. گزارشات تست را برای تمام نمونه های آزمایشی اجزاء لاستیک، که مطابق با آنچه که در این قسمت تعیین شده تست شده اند، برای تأیید مهندس سازه، 14 روز قبل از تولید نمونه های تکیه گاه (Prototype) ، ارائه می کند.
2. گزارشات تست نمونه ی اولیه ی تکیه گاه ها (Prototype) . اطلاعات تست تکیه گاه های Prototype را برای تأیید مهندس سازه، تا 10 روز پس از تکمیل تست تکیه گاه های Prototype ارائه می دهد.
3. گزارشات تست تولید تکیه گاه ها. اطلاعات تست تولید تکیه گاه، برای تمام تکیه گاه های تولیدی، تا 10 روز پس از تکمیل تست ها، به مهندس سازه ارائه می شود.
4. گزارشات نهایی تست تکیه گاه های جداگر. گزارشات نهایی تکیه گاه جداگر را، تا یک ماه پس از تکمیل تست های تولید تکیه گاه ارائه می کند.

**فرایند پیشنهاد شده برای تست (Proposed Test Procedures**)

توضیحات فرآیند تست به مهندس سازه ارائه خواهد شد.

**ساخت LRB (LEAD RUBBER BEARING CONSTRUCTION)**

تکیه گاه باید با صفحات پایه ی( Mounting Plate ) جدایی ناپذیر، با سطح مربع، مستطیل، دایره و یا بیضی با بعد 100 میلی متر بیشتر از پلان تکیه گاه ها تولید خواهد شد. صفحات برای اتصال به ساختمان توسط پیچ ها، باید سوراخ بشوند. الگوی سوراخ های پیچ توسط مهندس تعیین می شود.

**اندازه و اجزاء (Size & Components**)

اندازه ی LRB توسط ابعاد طرح و ارتفاعی که جزء اصلی سیستم جداگر لرزه ای را تشکیل می دهد، تعیین می شود.

اتصالات پیچی باید توسط عرضه کننده ی سیستم جداگر لرزه ای، طراحی و مشخص شود، که سپس توسط پیمانکار اصلی تهیه و در محل نصب خواهد شد. مهندس سازه می تواند اندازه و یا تعداد پیچ ها را جهت رسیدن به حد مطلوب زیاد کند. اتصالات پیچی باید امکان بیرون آوردن و جابه جایی تکیه گاه ها را در آینده، بدون وارد آمدن خسارت به ساختمان و اخلال در آن، فراهم کند.

\*ماکزیمم نیروی برشی مربوط به فشار، و جابجایی برشی، نباید از 300% افزایش یابد.

**تولید** **LRB (FABRICATION OF LEAD-RUBBER BEARINGS**)

قالب بندی تکیه گاه ها (Molding of Bearings)

تکیه گاه هاباید براساس اندازه تعیین شده در مشخصات فنی کارخانه (SHOP DRAWINGS )، قالب ریزی شوند.

پایان قالب سازی

تمام قالب ها استاندارد عملی پایان قالب ها را دارند.

آماده سازی صفحات فولادی برای چسباندن

تمامی صفحات فولادی ایکه باید به لاستیک چسبانده شوند، می بایست براساس مراحل زیر، به صورت دقیق و سریع، آماده شوند تا از نشستن گرد و غبار و ذرات خارجی دیگر بر سطح تمیز و عاری از چربی آن ها، جلوگیری شود.

1. شن باران کردن (Sandblast) برای زدودن تمام ذرات و لبه های تیز.
2. غوطه ور کردن( به طور کامل) و تمیز کردن آن در مایع ضد چربی.
3. بکارگیری چسب اتصال اولیه
4. بکارگیری پوشش اتصال چسبنده قوی

**صفحات سوراخ شده:**

تمامی صفحات اتصال که به سوراخ احتیاج دارند، باید توسط یک شابلون فلزی سوراخ شوند تا دقت مناسب را برای اتصال به صفحات مورد نظر داشته باشند.

سطحوح فولادی در معرض عوامل خارجی :

تمام این سطوح باید براساس SA2.5 تمیز شده و با پریمر غیر ارگانیک روی ( Inorganic Zinc Primer) به ضخامت 70 تا 85 میکرون رنگ شوند، به اضافه ی 2 پوشش فوقانی از رنگ پلی اورتان تأیید شده، که هر کدام از این پوشش ها به ضخامت 125-100 میکرون می باشند.

**صفحات پایه(Mounting Plates)** :

به دو صفحه ای که در زیر و روی تکیه گاه قرار می گیرند، گفته می شود. این صفحات می بایست به همان صورت که در مشخصات فنی کارخانه ذکر شده است، یه تکیه گاه متصل شوند.

**سوراخهای مرکزی**:

سوراخهای مرکزی هر LRB می بایست از قبل بدون دخالت دریل، ایجاد و صاف شوند. لبه های داخلی تمامی صفحات فلزی لمینت شده، باید بطور کامل بر روی سوراخهای مرکزی جفت شود و هیچگونه لاستیک و اجزاء دیگری بر روی لبه های داخلی صفحات لمینت شده در داخل سوراخ های مرکزی وجود نداشته باشد.

سوراخگیر سربی (Lead Plug) :

هر سوراخگیر سربی باید از حفره، ناخالصی و سوراخ عاری و همچنین به شکل یک استوانه با سطحی صاف باشد.این قسمت توسط یک دستگاه پرس به داخل سوراخ مرکزی جفت خواهد شد.

**اختلاف های مجاز تولید (Fabrication Tolerances)**

صفحات فولادی:

برآمدگی های خمیده در سطح بیرونی صفحات فولادی پایه، صفحات اتصال، و بالا و پایین صفحات لمینیت، اگز از 3mm تجاوز کند قابل قبول نیست و دوباره با هزینه ی تولید کننده جایگزین می شود. برآمدگی های خمیده، به صورت فاصله ی عمودی بین نقاط سطح صفحه، در نظر گرفته می شوند.

لایه های لاستیکی:

لایه های لاستیکی باید با ضخامت یک شکل، مطابق با اختلاف مجاز تعیین شده در ASTMD4014 باشند.

اختلاف مجاز ابعاد جدگرها به صورت زیر می باشد:

|  |  |
| --- | --- |
| اختلاف مجاز (TOLERANCE) | ابعاد |
| 5.0mm±  1.0mm±  معدل  شیب نسبت به کف نباید بیش از 0.005 رادیان باشد  5.0mm±  5.0mm± | طرح خارجی و ابعاد ارتفاع  میزان مسطح بودن سطح بالا و پائین تکیه گاه های کامل شده  تغییر از سطح موازی به سطح طراحی شده  تغییر از سطح موازی به سطح طراحی شده  TOP  SIDES  OVERALL BEARING HWIGHT |

شناسایی (IDENFICATION)

بر روی یک طرف هر جداساز، مارکی دائمی زده می شود. برای زدن مارک باید از کاراکترهایی با اندازه ی 50mm استفاده شود که شامل شماره ی جداگر و نام تولید کننده است.

**مواد سازنده (Materials**)

لاستیک (Rubber)

**ماده ی الاستیک(Elastomer) جداگر از لاستیک طبیعی مالزیایی** خواهد بود:

تیپ NR، PER ASTM D4014-81 GRADE 3

1. اتصال ELASTOMER به لامینت فولادی: متوسط اندازه های ماکزیمم نیرو، در طول جداسازی، برای محاسبه مینیمم نیروی ورقه شدن(Peel)، حداقل 40 lbf/in خواهد بود. نوع خطا 100% پارگی لاستیک است. تست های مقاومت Peel انجام خواهد شد.
2. مقاومت کششی و افزایش طول نهایی ماده ی الاستیک: تست های مقاومت کششی مینیمم و افزایش طول نهایی بر اساس استاندارد ASTM D412 انجام می شود. مقاومت کششی مینیمم برابر با 17MPa و افزایش طول نهایی مینیمم، 550% خواهد بود.
3. سختی ماده ی الاستیک (Hardness of Elastomer): سختی براساس استاندارد ASTM D2240 و مطابق با نیاز طرح در مورد مدول برشی تعیین خواهد شد.

**صفحات فلزی میانی** **(SHIM PLATES**)

صفحات فلزی میانی و صفحات باربر بالا و پائین از جنس فولاد نورد شده، مطابق با ASTM A36 و یا A570 ساخته خواهند شد.

**سرب (Lead)**

خلوص سرب : خلوص سرب توسط آنالیزهای شیمیایی مشخص خواهد شد که باید حداقل خلوص آن 99.9% باشد.

**تست LRB**

تمامی جداگرها از جمله تکیه گاه های اصلی و نمونه های اولیه، مطابق با این بخش توسط تولید کننده تست خواهند شد. نتایج تست ها هم برای سختی فشاری و هم ترکیب فشار و نیروی برشی تهیه خواهد شد.

تامین کننده جداگرها، خود نیز تست ها را مشاهده و تأیید خواهد کرد.

**تست های لاستیک**

هر كدام از تست هاي زير بايد حداقل 3 بار بر روي هر لاستيكي كه قرار است در توليد مورد استفاده قرار گيرد، انجام شود. كه اين موارد بايد قبل از توليد تكيه گاه هاي نمونه انجام شود.

**1- اندازه گیری تنش کششی**. تنش های کششی در کرنش های 100%، 200%، 300%، 400% و 500% مطابق با ASTM D412 اندازه گیری و رسم می شوند. نمودار تنش- کرنش کششی می بایست منحنی ای با شیب ملایم باشد که به تدریج مدول الاستیسیته ی آن کاهش می یابد.

**2-مقاومت کششی و افزایش طول نهایی الاستومر**. مقاومت کششی و افزایش طول نهایی حداقل در شکست، باید مطابق با ASTM D412 تست شود.

**3-مقاومت اتصال لاستیک به فلز** .حداقل مقاومت جداشدن(Peel) اتصال باید براساسASTM D429 METHOD B تعیین خواهد شد. حداقل مقاومت ورق ورق شدن اتصال، برابر با متوسط مقادیر پیک نیرو در طول جداسازی نمونه گرفته می شود . 100 ،% ترک خوردن لاستیک . لایه لایه شدن لاستیک از صفحه فولادی، باعث رد شدن نمونه در آزمایش و تست دوباره با هزینه ی خود تولید کننده می شود.

**4-سختی مستمر(Durometer)**: سختی مستمر بر اساسASTM D2240 تعیین خواهد شد.

**5**- **مقاومت حرارتی** : مقاومت حرارتی براساس ASTM D573 تست خواهد شد. نمونه های آزمایش، باید در حرارت یکنواخت 70، برای 7 روز نگهداری شوند. ماکزیمم مجاز تغییرات در مشخصات مکانیکی، باید براساس زیر باشد:

Tensile Strength: -40%

Ultimate Elongation: -30%

Durometer Hardness: +5 Shore A Points

**6- تراكم فشار** **(COMPRESSION SET**).براساس استاندارد ASTM D395 METHOD B تعیین خواهد شد **.** نمونه های آزمایش، باید در حرارت یکنواخت 70، برای 22 ساعت نگهداری شوند. ماکزیمم مجاز 50% خواهد بود.

**7-تردی و شکنندگی. شکنندگی** در حرارت -10، براساس استاندارد ASTM D2137 METHOD A تعیین خواهد شد. شکست لاستیک نباید رخ دهد.

**8**- **مشخصات در دمای پایین** **(Low Temperature Properties**)

1. تراکم فشار براساس استاندارد ASTM D1229 تعیین خواهد شد . نمونه های تست باید تحت کرنش فشاری 25%، در درجه حرارت یکنواخت 10، برای 7 روز نگهداری شوند. ماکزیمم مجاز تراکم 40% است.

**b))**سختی مستمر باید براساس استاندارد ASTM D2240، پس از آن که نمونه های تست را براي 22 ساعت در درجه حرارت10 قرار دادند ، تعیین مي شود. ماکزیمم افزایش مجاز در سختی مستمر، 10 SHORE POINT خواهد بود.

**9- مقاومت در برابر اوزن** : مقاومت لاستیک در برابر اوزن ، باید توسط تست هایی که بر روی نوارهای لاستیکی ای که مطابق با ASTM D518 METHOD A نسب شده اند، اندازه گیری شود. تست ها باید مطابق با ASTM D1149، در شرایطی با ppm550 اوزن، کرنش 20% در دمای 38 در طول مدت 100 ساعت انجام شود. این مقاومت زمانی مورد قبول واقع می شود که با استفاده از لنزی با بزرگنمایی 7 برابر، هیچ گونه ترکی مشاهده نشود.

**10- تست های برش چرخشی** : این تست ها باید بر روی نمونه های پیش تنیده (فشاری) 5mm×50mm×50mm براساس استاندارد ASTM D4014 انجام شود تا حلقه های پسماند مغناطیسی تنش برشی-کرنش رسم شده را تولید کند. این ترسیمات بر اساس کرنش ها و فرکانس های چرخشی زیر می باشد:

کرنش برشی فرکانس چرخشی

25% 0.4 Hz, 1.0Hz

50% 0.4 Hz, 1.0Hz

100% 0.4 Hz, 1.0Hz

200% 0.4 Hz, 1.0Hz

هر نمونه باید تحت 3سیکل کامل برای هر یک از حالت های فوق، قرار گیرد. تمام سیکل ها ترسیم خواهند شد. متوسط کرنش باید بر روی منحنی های ترسیم شده ی تست، تکمیل و ثبت شود. تمامی تست های برشی دینامیکی، باید در دمای محیطی 20 انجام شود. متوسط مدول های برشی برای هر گروه از 3 سیکل محاسبه و ثبت شود.

**تست نمونه های اولیه (PROTOTYPE TESTING**)

1. تست های زیر باید قبل از تولید تکیه گاه های اصلی که قرار است در سازه استفاده شوند، بر روی جفت نمونه های اولیه، انجام شود. این تست ها برای تأیید مشخصات تغییر شکل، مشخصات اتلاف انرژی(میرایی) و پارامترهای دیگر طراحی که در طراحی تحلیلی سیستم جداگر استفاده می شوند، انجام می شود.
2. تست های مشخص شده در این بخش، برای تصدیق و تأیید خصوصیات طراحی سیستم جداگر است.
3. اگر در تست های انجام شده، دو نمونه اولیه خصوصیات مورد قبول تعیین شده را ارضاء نکنند، آن تکیه گاه ها و تست ها رد خواهند شد. ممکن است که تولید کننده مجبور شود با هزینه ی خود طراحی و تولید را اصلاح کرده و مجدداً برای تکیه گاه های جایگزین شده تست های مربوطه را انجام دهد. این پروسه تا زمانی که تکیه گاه های تولیدی مطابق با مشخصات مورد انتظار باشند، **تکرار می شود**

عدم موفقیت در تولید تکیه گاه های نمونه، پیگیری تأمین کننده برای برآوردن الزامات برنامه را به همراه خواهد داشت.

1. تولید کننده باید علاوه بر انجام آزمایشات مربوط به نمونه های اولیه، تست های مربوط به محصول نهایی را نیز بر روی تکیه گاه های نمونه انجام دهد.
2. **از تکیه گاه های نمونه نباید در سازه استفاده شود**
3. تولید کننده باید به گونه ای برنامه ی تولید و تست نمونه های اولیه را بریزد، که بتوان برای رسیدن به انطباق کامل با طرح، به تعداد کافی تکیه گاه نمونه تولید کرد.

تعاریف

|  |  |
| --- | --- |
| DL  Edbe  Emce  LL  SLL  TOTAL DESIGN DISPLACEMENT  TOTAL MAXIMUM DISPLACEMENT | بار مرده اعمالی بر روی تکیه گاه  بار پایه ی طراحی زلزله که روی تکیه گاه عمل می کند.  ماکزیمم بار قابل قبول زلزله که روی تکیه گاه عمل میکند.  بار زنده اعمالی بر روی تکیه گاه  بار زنده که بصورت همزمان با E امال می شود.  جا به جایی جانبی طراحی زلزله (ماکزیمم زلزله احتمالی)، که شامل جابه جایی اجزا به سبب چرخش می باشد.  ماکزیمم جا به جایی جانبی قابل قبول زلزله، که شامل جابه جایی اجزا به سبب چرخش می باشد. |

**مراحل تست نمونه ی اولیه**

سیستم دقیق بررسی ای که برای تست های نمونه های اولیه مورد نیاز است، برای اطمینان از عملکرد ایمن تکیه گاه ها در جا به جایی های ماکزیمم می باشد. همچنین برای اینکه مطمئن شویم که تکیه گاه های تکمیل شده خصو صیات طراحی را دارند، این سلسله مراتب را پی می گیریم.

عملکرد تکیه گاه توسط سختی موثر و دمپ کردن هیستریستیک(**Hysteretic Damping**)، تعریف می شود..

بارهای تعیین شده در تست های زیر، برای هر نوع تکیه گاه می باشد:

1. تست های نمونه ی اولیه، باید بر روی هر جفت نمونه ها، از هر نوع و هر اندازه ی واحد سیستم جداگر، انجام شود.
2. برای هر سیکل از تست ها، باید رفتار نیرو – تغییر شکل(خمشی) و رفتار هیسترتیک ثبت شود.
3. مراحل تست های زیر، باید برای تعدادی از سیکل ها( که این تعداد از پیش تعیین شده است )، تحت بار قائم معادل با متوسط DL+SLL، بر روی هر واحد جداگر انجام شود.
4. سه سیکل کاملاً برعکس شده از بارگذاری، براساس افزایش جا به جایی:0.25 ،0.50 ،0.75 و 1.0. این ترتیب تست های چرخشی، باید برای دو مورد از بار های قائم دیگر، مطابق زیر انجام شود:
5. DL+SLL + Edbe
6. DL- Edbe
7. 3 سیکل کاملاً معکوس شده با جابه جايي برابر با جابه جايي كلي طرح و بار قائمي معادل با متوسطِDL+SLL
8. یک سیکل کاملاً معکوس شده کامل بارگذاری در 1.0 برابر ماکزیمم جابجایی کلی. در این تست باید ترکیبی از بار قائم DL+SLL+Emce، به عنوان ماکزیمم بار وارده بر هر واحد جداگر( از نوع و اندازه ی معمولی )، در نظر گرفته می شود.
9. یک سیکل کاملاً معکوس شده بارگذاری در 1.0 برابر ماکزیمم جابجایی کلی. در این تست بار قائم ترکیبی DL- Emce، به عنوان مینیمم بار وارده بر هر واحد جداگر( از نوع و اندازه ی معمولی )، در نظر گرفته میشود.

**تعیین ویژگی های نیرو-تغییر مکان (FORCE-DEFLECTION)**

1. ویژگی های **نیرو-تغییر مکان** سیستم جداگر می بایست براساس نتایج به دست آمده از بارگذاری چرخه ای در هر دوره کامل از بار گذاری معکوس شده تعیین شود.
2. سختی موثر یک واحد جداگر، می بایست به صورت زیر برای هر دوره ی بار گذاری محاسبه شود:

که f- وf+ ماکزیمم نیروهای مثبت و منفی، و d+وd- به ترتیب ماکزیمم جابجایی مثبت و منفی تست می باشند.

1. برای محاسبه ی سختی موثر مینیمم، باید در معادله از f+ مینیمم و f- ماکزیمم استفاده شود.

برای محاسبه ی سختی موثر ماکزیمم، باید در معادله از f+ ماکزیمم و f- مینیمم استفاده شود

**مناسب بودن سیستم**

1. هر تکیه گاه های نمونه ای که در تست های تعیین، نتیجه ی مطلوب را حاصل نکند، باید با هزینه ی تولید کننده مجدداً طراحی، تولید و تست شود. این عمل تا مطابقت با نتایج مطلوب تکرار می شود.
2. عملکرد نمونه های آزمایشی در صورتی که شرایط زیر را ارضاء کنند، مورد قبول واقع می شود:
3. نمودار نیرو-تغییر مکان(FORCE-DEFELECTION) تمامی تست ها، نموّی مثبت در ظرفیت تحمل نیرو داشته باشد.
4. برای هر نمو جابجایی(در تست) و بار قائم، برای هر نمونه ی آزمایشی، اختلاف بین سختی مؤثر در پایان سه دوره ی تست و میانگین سختی مؤثر، بیش از 15% نباشد.
5. برای هر نمونه در طول سه دوره ی تست، تغییری بیش از 20% در سختی مؤثر ابتدایی(چه مثبت و چه منفی) به وجود نیاید.
6. برای هر نمونه در طول سه دوره ی تست، کاهشی بیش از 20% در ناحیه ی حلقه ی هیسترسیس به وجود نیاید.
7. تمامی نمونه ها در ماکزیمم جا به جایی کلی پایدار بمانند.
8. برای تست های ترکیبی فشار و برش در میانگین نیروی DL+SLL، نیروی برشی واقعی که در جا به جایی طراحی کلی پذیرفته شده است، باید در محدوده ی 20% نیروی برشی طراحی در جا به جایی طراحی کلی آن نوع تکیه گاه باشد.
9. برای تست های ترکیبی فشار و برش در میانگین نیروی DL+SLL، منطقه ی محصور حلقه ی هیسترسیك، باید بیش از 80% منطقه ی طراحی که در جدول شماره ی 1، برای آن نوع تکیه گاه آمده است، باشد..

**تست محصول (PRODUCTION TESTING)**

تست های زیر باید بر روی 100% تمامی تکیه گاه های تولیدی، انجام شود.

بار تست برای هر نوع جداگر از مجموع ماکزیمم بار مرده و زنده ی طراحی که قرار است بر آن نوع جداگر اعمال شود به دست می آید. تمامی نتایج تست ها شماره ی جداگر را مشخص خواهد کرد.

تست فشار پایدار (Sustained Compression Test)

هر جداساز بارگذاری خواهد شد در فشار به 1.5برابر بار تست همانطوریکه بالا تعیین شده است برای یک حداقل یک ساعت. در طی تمامی تست هایی که بر روی جداگرهای کامل شده انجام می شود، هر کدام از جداگرها باید به دقت مورد وارسی قرار گیرند تا از لحاظ اتصال لاستیک به فولاد دچار نقصان نباشند و خطای جابجایی لامینت مورد بررسی قرار بگیرد. همچنین وجود سه ترک جداگانه ی پهن تر و یا عمیق تر از 2mm کار را دچار مشکل می کند (باید از نبود آن مطمئن شویم). هر یک از این جداگر ها که دچار این موارد شود، پذیرفته نمی شود.

امکان این وجود دارد که یک بازرس مستقل، به طور مستمر تحت نظارت مهندس سازه، بر پروسه ی تست ها نظارت کند. جداگرها در هنگام انجام تمامی تست ها، در دمای یکسان 22 نگهداری میشوند.

**تست های سختی فشاری(Compression Stiffness Tests)**

هر جداگر قبل از انجام تست بار گذاری می شود. سختی فشاری بعدا تعیین می شود از اندازه گيري INCREMENT OF DEFELECTION ما بین 0.3 و 1.1 برابر بار تست برای هر دو بارگذاری و عدم بارگذاری جداساز.

اگر سختی فشاری جداگری از 80% سختی مینیمم کمتر شود،آن جداگر پذیرفته نمی شود.

**تست های برشی و فشار ترکیب شده(Combined Compression & Shear Tests)**

بعد از کامل شدن تست های سختی فشاری، هر تکیه گاه باید تحت ترکیبی از فشار و برش در یک دستگاه آزمایش قرار گیرد. با این کار، تغییر شکلی برشی به سازه اعمال می شود. این تست باید به گونه ای باشد که در حین تغییر ارتفاع تکیه گاه ها، بار محوری ثابت بماند. یعنی در تمامی مدت باید صفحات بالایی و پایینی بارگذاری به صورت کاملاً موازی باشند.

جداگرها تحت فشاری معادل با میانگین مجموع بار مرده و زنده ی متقاضي شده بارگذاري خواهند شد. مادامي که جداگرها تحت دو سیکل کاملاً معکوس بارگذاري از 0 تا 25%، از %25 تا %0 و مجدداً از 0 تا 25%، از 25% تا 0% جابه جايي طراحي قرار مي گيرند، بارگذاري فشاري ادامه پيدا مي كند. نموداري پيوسته از بارگذاري و تغيير مكان برشي ثبت خواهد شد تا امكان ارزيابي عملكرد هيسترتيك جداگر فراهم شود.

اگر متوسط ناحیه ی محصور با حلقه ی هیسترسیك در بيش از 7 سيكل كمتر از 80% منطقه ي حلقه ي هيسترتيك كه براي طرح استفاده شده است باشد، تكيه گاه پذيرفته نمي شود.

اگر نیروی برشی متوسط در بيش از دو سيكل در جابه جايي كلي طرح، بيش از 20% با نيروي برشي طراحي تقاوت داشته باشد، تكيه گاه پذيرفته نمي شود.

**تست های کششی**

تمامی جداگرها باید برای یک دوره ی سه دقیقه ای تحت بار کششی 50KN قرار گیرند.

هر جداگری باید به دقت توسط تست ها مورد بررسی قرار گیرد. هر کدام که مشکلی داشته باشد، پذیرفته نمی شود.

**مستند سازی تست**

تمام داده های تست شامل تست های لاستیک، تست های محصول جداگر، تست های تکیه گاه های نمونه، باید در گزارشی با عنوان " گزارش نهایی تست تکیه گاه جداگر لرزه ای "، در طی یک ماهی که تمامی تست ها کامل می شود، ثبت شود. به علاوه اینکه باید نسخه هایی موقت از داده های به دست آمده از تست ها در اختیار مهندس سازه قرار گیرد تا از پیشرفت پروسه با خبر شود. این کار در طی ده روز بعد از انجام تست ها انجام می شود.

**ضمانت نامه های LRB**

چنانچه جداگری در طی ده سال پس از تکمیل عملی پروژه، به دلیل اشتباهی که در ساخت و یا حمل و نقل پیش آمده دچار مشکل شود، هزینه ی جایگزینی آن به تمامی بر عهده ی تأمین کننده خواهد بود.

**آیین نامه های مربوطه**

تامین کننده جداگر لرزه ای متعهد به رعایت کامل ویرایش جاری این استانداردها است، مگر آنکه غیر از تعیین شده باشد .

1. Uniform Building Code, 1997 Edition, Appendix Chapter 23, Division III.

2. ASTM D395 (2002) Test for Rubber Property – Compression Set.

3. ASTM D412 (98a 2002) Test for Rubber Properties in Tension.

4. ASTM D429 (2002) Determination of Rubber-to-Metal Bond Strength.

5. ASTM D518 (1999) Test for Rubber Deterioration – Surface Cracking.

6. ASTM D573 (1999) Test for Rubber Deterioration – in Air Oven.

7. ASTM D1149 (1999) Test for Rubber Deterioration – Surface Ozone. Cracking in a Chamber (Flat Specimens).

8. ASTM D1229 (1987) Test for Rubber Property – Compression Set at Low Temperatures.

9. ASTM D21371994 (2000) Test for Rubber Property – Brittleness Point.

10. ASTM D2240 (2002b) Test for Rubber Property – Durometer Hardness.

11. ASTM D3183 (2000) Recommended Practice for Rubber – Preparation of Pieces for Test Purposes From Products.

12. ASTM D4014 (1989 1995) Plain and Steel-Laminated Elastomeric Bearings for Bridges (A1 Determination of Shear Modulus).

13. ASTM B29 (1992 1997) Specification for Refined Lead.

14. ASTM E37 (2002) Chemical Methods for the Analysis of Lead.

15. ASTM E4 (2002) Force Verification of Testing Machines.

16. NZS 3404 (1997) Design of Steel Structures.

17. A1011/A1011M (2002) Standard Specification for Steel, Sheet and Strip, Hot-Rolled, Carbon, Structural, High-Strength Low-alloy and High-Strength Low-Alloy with Improved Formability.

18. AS4100 (1990 1998) Steel Structures.

SSPC “Steel Structures Painting Council”.