



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۸۲۳۳

چاپ اول

۱۳۹۲

INSO

18233

1st.Edition

2014

لوله‌ها و اتصالات سیمانی تقویت شده با
الیاف برای سیستم‌های ثقلی

**Fibre-reinforced cement pipe, joints and
fittings for gravity systems**

ICS: 91.100.40; 91.140.80

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 ۱۳۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر یافته و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۱۳۹۰/۷/۲۴ 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 پیشنهادهای 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) 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) 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

« لوله‌ها و اتصالات سیمانی تقویت شده با الیاف برای سیستم‌های ثقلی »

رئیس:

روا، افشین

(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

دبیر:

قدیمی کلجاهی، نیما

(کارشناس مهندسی عمران)

سمت و / یا نمایندگی

اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی

شرکت پیشگامان کیفیت هستی آذر

موسسه آموزشی گلدیس

اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی

شرکت بنیاد بتن آذربادگان

آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان
آذربایجان شرقی

شرکت پیشگامان کیفیت هستی آذر

شرکت جهاد نصر

نظام مهندسی استان آذربایجان شرقی

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

آسا، بهجت

(دانشجوی دکترای آموزش زبان انگلیسی)

ارشد شیخانه، بهمن

(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

امیری، احمد

(کارشناس مهندسی عمران)

تقی‌زادیه، نادر

(کارشناس ارشد زمین شناسی)

جدیری صباغ، محمدعلی

(کارشناس مهندسی عمران)

جلالی سردرود، حسن

(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

جودی، تورج

(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

کارشناس آزاد	دماوندی، حسن (کارشناس مهندسی عمران)
عضو هیات علمی دانشگاه آزاد واحد مراغه	فتح‌العلومی، بهرنگ (کارشناس ارشد معماری)
کارشناس آزاد	فرشاهین، علیرضا (کارشناس ارشد برنامه‌ریزی شهری)
اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی	قدیمی کلجاهی، فریده (کارشناس ارشد شیمی)
شرکت خدمات مهندسی صنعتی سرمد تبریز	قیصری اردهائی، تقی (کارشناس ارشد مهندسی مکانیک)
شرکت آذریت	ملک محمدپور، محمد حسین (کارشناس زمین شناسی)
کارشناس آزاد	یعقوب‌دوست، فرزاد (کارشناس مهندسی عمران)

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
و	پیش‌گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۱	۳ اصطلاحات و تعاریف
۷	۴ کلیات
۱۰	۵ لوله‌ها
۱۸	۶ اتصالات
۲۰	۷ جابجایی و نگهداری
۲۱	پیوست الف (الزامی) روش آزمون برای تعیین مستقیم بودن لوله
۲۳	پیوست ب (الزامی) روش آزمون برای تعیین مقاومت به خرد شدگی لوله
۲۷	پیوست پ (الزامی) روش آزمون تعیین مقاومت خمشی لوله
۳۰	پیوست ت (الزامی) روش آزمون برای تعیین نفوذناپذیری
۳۳	پیوست ث (الزامی) روش آزمون برای تعیین ضریب کشسانی
۳۸	پیوست ج (الزامی) روش آزمون برای تعیین سفتی طولانی‌مدت لوله
۴۳	پیوست چ (الزامی) روش آزمون برای تعیین سفتی طولانی‌مدت لوله
۴۶	پیوست ح (الزامی) روش آزمون برای تعیین عملکرد اتصال تحت فشار هیدروستاتیکی
۵۱	پیوست خ (اطلاعاتی) روش آزمون برای تعیین ضریب مقاومت به شکست مرطوب/خشک
۵۳	پیوست د (اطلاعاتی) طرح نصب لوله‌های سیمانی تقویت شده با الیاف
۵۹	پیوست ذ (اطلاعاتی) کتاب‌نامه

پیش گفتار

استاندارد «لوله‌ها و اتصالات سیمانی تقویت شده با الیاف برای سیستم‌های ثقلی» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط شرکت پیشگامان کیفیت هستی آذر تهیه و تدوین شده است و در چهارصد و هفتاد و ششمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان و مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مورخ ۱۳۹۲/۱۲/۱۱ مورد تصویب قرار گرفته است، 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 پیشرفت‌های 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 ماخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

ISO 22306:2007, Fibre-reinforced cement pipe, joints and fittings for gravity systems

لوله‌ها و اتصالات سیمانی تقویت شده با الیاف برای سیستم‌های ثقلی

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین خواص سیستم لوله‌گذاری و اجزای ساخته شده آن از سیمان تقویت شده با الیاف، بر پایه سیمان پرتلند است که برای استفاده در سیستم‌های زهکشی یا فاضلاب در نظر گرفته شده است. این استاندارد برای لوله‌های سیمانی و اتصالات تقویت شده با الیاف که اصولاً برای استفاده در سیستم‌های ثقلی در فشار اتمسفری در کاربردهای مدفون مناسب هستند، کاربرد دارد.

لوله‌هایی که الزامات این استاندارد را برآورده می‌کنند، گرچه اندکی ویژگی‌های انعطاف‌پذیر نشان می‌دهند، برای تاسیسات طراحی شده با استفاده از اصول لوله صلب در نظر گرفته شده‌اند.

یادآوری ۱- در یک سیستم لوله‌گذاری، لوله‌ها و اتصالات با رده‌های مختلفی از استحکام، را می‌توان با هم مورد استفاده قرار داد.

یادآوری ۲- سیستم‌های لوله‌گذاری مطابق با این استاندارد ملی، را می‌توان برای کاربردهای غیرمدفون مورد استفاده قرار داد، مشروط بر این که تاثیر عوامل محیطی و تکیه‌گاه‌ها در طراحی لوله‌ها، مانشون‌ها و اتصالات در نظر گرفته شوند.

یادآوری ۳- این استاندارد ملی، جنبه‌های کارکرد بلندمدت لوله را در بر دارد (به پیوست د مراجعه کنید).

یادآوری ۴- خریداران می‌بایست نخست خودشان را قانع کنند که رده‌ی لوله مشخص شده بر پایه این استاندارد، برای کاربرد مورد نظر مناسب است.

یادآوری ۵- رعایت پیوست ج این استاندارد ممکن است نتواند الزامات مقررات ملی را برآورده کند.

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 مرجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

2-1 ISO 10928, Plastics piping systems — Glass-reinforced thermosetting plastics (GRP) pipes and fittings —

Methods for regression analysis and their use

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌رود.

۱-۳

اندازه اسمی

DN

کدگذاری الفبا-عددی اندازه، که برای همه اجزای یک سیستم لوله‌گذاری مشترک است، به منظور فراهم کردن کدگذاری آسان برای مقاصد ارجاع و علامت‌گذاری، متشکل از حروف "DN" که پس از آن یک عدد گرد شده مربوط به قطر داخلی که بر حسب میلی‌متر بیان می‌شود، قرار می‌گیرد

۲-۳

قطر اظهار شده

قطری که سازنده، با در نظر گرفتن اندازه اسمی مخصوص DN و رده مقاومت گسیختگی، به عنوان میانگین قطر داخلی و بیرونی تولید شده اعلام می‌کند

۳-۳

سفتی ویژه حلقه

S

ویژگی فیزیکی محاسبه شده لوله، نشان دهنده مقاومت به خیز حلقه به ازای هر متر طول تحت بار خارجی، که با معادله (۱) تعیین می‌شود:

$$S = (E \cdot I) / d_m^3 \quad (1)$$

که در آن:

E ضریب کشسانی ظاهری است که با استفاده از پیوست ۳ این استاندارد تعیین و بر حسب نیوتن بر مترمربع (N/m^2) بیان می‌شود

I گشتاور دوم سطح در جهت طولی به ازای طول متر است، که بر حسب متر به توان چهار بر متر (m^4/m) بیان می‌شود، به عبارت دیگر:

$$I = e^3 / 12 \quad (2)$$

که در آن:

e ضخامت دیواره، بر حسب متر (m)،

d_m قطر میانگین لوله، بر حسب متر (m)، (به بند ۳-۴ مراجعه کنید).

یادآوری- سفتی ویژه حلقه بر حسب نیوتن بر متر مربع (N/m^2) بیان می‌شود.

۴-۳

قطر میانگین

d_m

قطر دایره متناظر با قسمت میانی سطح مقطع دیواره لوله که با معادله (۳) یا معادله (۴) محاسبه شده و بر حسب متر (m) بیان می‌شود.

$$d_m = d_i + e \quad (۳)$$

$$d_m = d_e - e \quad (۴)$$

که در آن:

d_i قطر داخلی لوله بر حسب متر (m)،

d_e قطر بیرونی لوله بر حسب متر (m)،

e ضخامت لوله بر حسب متر (m).

۵-۳

آزمون نوع^۱

آزمون انجام شده به منظور ارزیابی مناسب استفاده بودن محصول یا مجموعه‌ای از اجزا، برای برآورده کردن عملکرد(ها)ی محصول یا مجموعه مطابق با ویژگی محصول

۶-۳

طول اسمی

کدگذاری عددی طول لوله که برابر با طول کار گذاشته شده موثر لوله است (به بند ۳-۸ مراجعه کنید)

یادآوری- طول اسمی بر حسب متر (m) بیان و تا یک رقم اعشار گرد می‌شود.

۷-۳

طول کل

L

فاصله بین دو صفحه عمود بر محور لوله که از نقاط انتهایی لوله می‌گذرند

یادآوری- طول کل بر حسب متر (m) بیان می‌شود.

۸-۳

طول کار گذاشته شده موثر^۱

طول کل لوله منهای، در صورت وجود، عمق سر لوله داخل مادگی، مطابق توصیه سازنده

۹-۳

شرایط کاربری عادی

انتقال آب سطحی یا فاضلاب در گستره دمایی بین 2°C تا 50°C ، با یا بدون فشار

۱۰-۳

بار ترکیدن

T_u

حداقل بار ترکیدن لازم برای لوله اشباع شده، هنگام آزمایش مطابق پیوست ب برای نشان دادن انطباق با ردهی ترکیدن تعیین شده

۱۱-۳

لوله یا اتصالات بی فشار

(اتصالات) لوله که در معرض فشار درونی بزرگتر از 100 kPa قرار نمی گیرند

۱۲-۳

خط لوله مدفون

خط لوله ای که در معرض فشار بیرونی انتقالی از بارگذاری خاک، شامل فشار ناشی از بار مردهی جاده و بار حمل و نقل در لوله هایی که از زیر جاده می گذرند، و، احتمالاً فشار آب قرار می گیرد

۱۳-۳

دمای کاری طراحی

بیشترین دمایی که انتظار می رود سیستم بتواند تحمل کند

یادآوری- دمای کاری طراحی بر حسب درجه سلسیوس ($^{\circ}\text{C}$) بیان می شود.

۱۴-۳

در کشیدگی

D

تغییر مکان طولی اتصال

به شکل ۱ مراجعه کنید.

یادآوری- درکشیدگی بر حسب میلی‌متر (mm) بیان می‌شود.

۱۵-۳

درکشیدگی کل

T

مجموع درکشیدگی‌ها، D، و جابه‌جایی‌های طولی، L، اجزای اتصال بر اثر فشار خیز زاویه‌ای

به شکل ۱ مراجعه کنید.

یادآوری- درکشیدگی کل بر حسب میلی‌متر (mm) بیان می‌شود.

۱۶-۳

ناهم‌محوری

M

میزان خروج از انطباق محورهای اجزای مجاورمقدار اختلافی که خطوط مرکزی اجزاء مجاور، برای منطبق شدن دارند

یادآوری- ناهم‌محوری بر حسب میلی‌متر (mm) بیان می‌شود.

۱۷-۳

اتصال انعطاف‌پذیر

اتصال که حرکت نسبی بین اجزای متصل شونده را ممکن می‌کند

۱۸-۳

ترکیدن

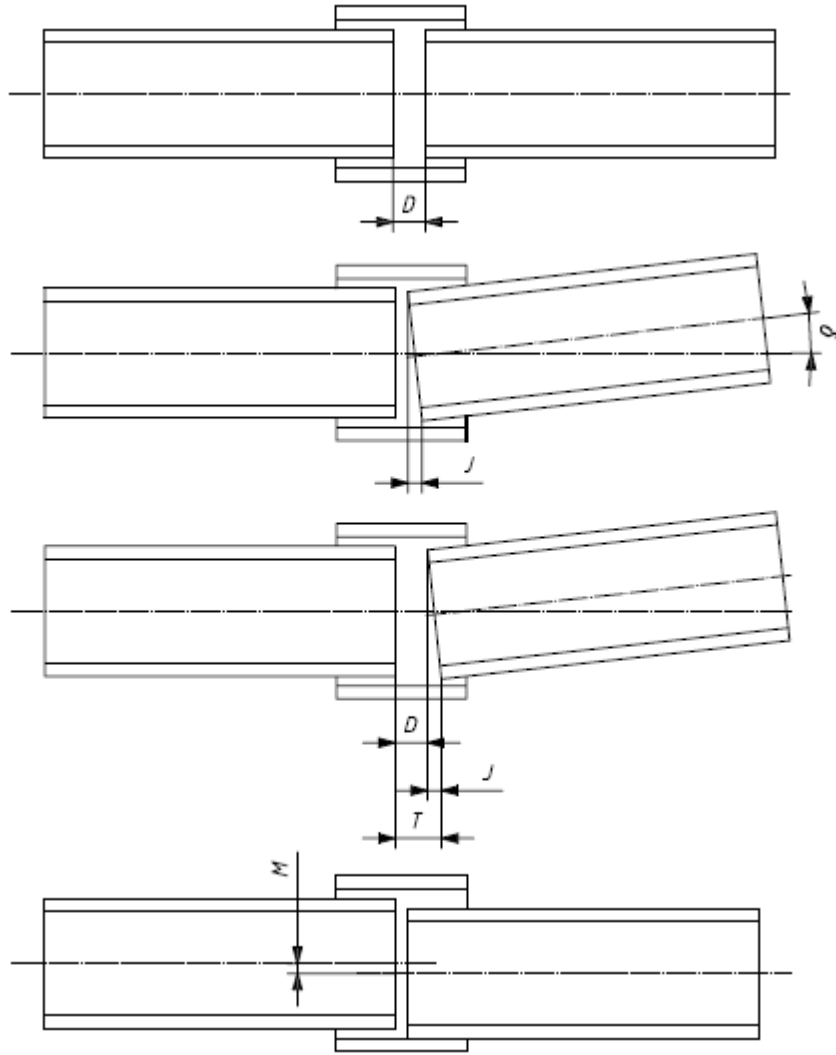
شرایطی که آزمون دیگر نمی‌تواند بار را تحمل کند

۱۹-۳

الیاف تقویت‌کننده

الیاف تقویت‌کننده‌ی ترکیبی آلی و/یا غیرآلی مورد استفاده برای ساخت لوله‌های سیمانی مطابق با این استاندارد

به بند ۴-۲-۲ مراجعه کنید.



راهنما:

D	در کشیدگی
δ	خیز زاویه‌ای
J	جابه‌جایی طولی
T	در کشیدگی کل
M	ناهم محوری

یادآوری - خیز زاویه‌ای باعث جابه‌جایی طولی می‌شود.

شکل ۱- جابه‌جایی در اتصالات

۴ کلیات

۱-۴ طبقه‌بندی

۱-۱-۴ رده‌ها

لوله‌ها و اتصالات باید مطابق اندازه اسمی (DN) (به بند ۳-۱ مراجعه کنید)، مقاومت به خردشدگی طراحی و نوع اتصال طبقه‌بندی شوند.

۲-۱-۴ اندازه اسمی

اندازه اسمی (DN) لوله‌ها و اتصالات در گستره DN ۲۰۰ و DN ۲۵۰۰ باید با جدول بند ۵ این استاندارد مطابقت داشته باشد.

۳-۱-۴ مقاومت ترکیدن (T_u)

لوله‌ها باید مطابق با حداقل بار ترکیدن، T_u ، بر اساس بار بر واحد سطح داخلی در رده‌های زیر طبقه‌بندی شوند:

$$۱۷۵ \text{ kN/m}^2, ۱۵۰ \text{ kN/m}^2, ۱۲۰ \text{ kN/m}^2, ۱۰۰ \text{ kN/m}^2, ۹۰ \text{ kN/m}^2, ۷۵ \text{ kN/m}^2, ۶۰ \text{ kN/m}^2, ۴۰ \text{ kN/m}^2$$

بار بر واحد سطح برابر بار گسیختگی بر طول متر لوله تقسیم بر قطر اسمی لوله بر حسب متر است (۱/۱۰۰۰ مقدار قطر اسمی DN).

همچنین لوله‌ها را می‌توان طوری طراحی کرد که الزامات بار گسیختگی تعیین شده توسط طراح یا استانداردهای ملی مورد استفاده در هر کشور را برآورده کنند.

۲-۴ مواد

۱-۲-۴ کلیات

لوله یا اتصالات باید با استفاده از الیاف تقویت کننده (بند ۳-۱۹) و چسب هیدرولیک غیرآلی یا چسب کلسیم سیلیکات تشکیل شده از واکنش شیمیایی ماده سیلیسی و کلسیم‌دار ساخته شود.

می‌توان مواد کمکی، پرکننده، مصالح ریزدانه و رنگدانه‌های سازگار با سیمان تقویت شده با الیاف اضافه کرد.

۲-۲-۴ تقویت کننده

تقویت کننده می‌تواند یکی از مصالح زیر باشد:

الف- الیاف سلولزی؛

ب- الیاف پلاستیکی؛

پ- رشته شیشه‌ای؛

ت- الیاف فولادی.

در انتخاب مواد تقویت شده با الیاف، ترکیب آن‌ها، نسبت آن‌ها در ترکیب نهایی، یا روش ساخت لوله محدودیت دیگری گذاشته نمی‌شود، به جز این که لوله‌های ساخته شده با استفاده از این مواد باید با الزامات این استاندارد مطابقت داشته باشد. سازنده باید شواهد مستندی به خریدار ارائه دهد که الیاف به کار رفته، با مواد دیگر به کار رفته در لوله‌ها برای هدف مورد نظر تحت شرایط کاربری عادی سازگار هستند (به بند ۳-۹ مراجعه کنید).

۳-۲-۴ سیمان

سیمان باید با استاندارد ملی کشور سازنده مطابقت داشته باشد.

۴-۲-۴ مصالح ریزدانه و پرکننده‌ها

وقتی مصالح ریزدانه یا پرکننده‌ها در فرآیند ساخت به مخلوط افزوده می‌شوند، پرکننده باید غیرآلی و باید با مواد دیگر مخلوط سازگار باشد تا از ماندگاری عملکرد طولانی مدت اطمینان حاصل شود.

مصالح ریزدانه سبک‌وزن و سرباره ذوب فلزات غیرآهنی نباید در لوله‌ها و اتصالات مورد استفاده قرار گیرند.

۵-۲-۴ محدودیت مقدار مواد شیمیایی

نمک‌های کلرید یا سولفات محلول در اسید موجود در مواد، نباید از مقادیر ارائه شده در جدول ۱ بیشتر باشد.

جدول ۱- بیشینه مقادیر یون کلرید و یون سولفات محلول در اسید در سیمان برای قالب‌گیری

شرایط	بیشینه مقدار یون کلرید محلول در اسید Kg/m ³	بیشینه مقدار یون سولفات محلول در اسید درصد جرمی سیمان
سیمان عمل‌آوری شده با روشی غیر از بخار و اتوکلاو	۰٫۸	۵٫۰
سیمان عمل‌آوری شده با روش بخار و اتوکلاو	۰٫۸	۴٫۰

۳-۴ ظاهر و پرداخت

هر دو سطح داخلی و بیرونی باید عاری از اشکالاتی باشند که توانایی قطعه را برای انطباق با این استاندارد مخدوش می‌کند.

سطح داخلی لوله باید یکنواخت و صاف باشد. سطوحی که در تماس با واشرهای کشسان قرار دارند، باید عاری از اشکالاتی باشند که می‌توانند بر عملکرد اتصالات تاثیر منفی بگذارند.

لوله‌ها باید عاری از شکستگی و ترک‌های پهن‌تر از ۰٫۱ mm و عمیق‌تر از ۰٫۳ mm باشند (به استاندارد ملی ایران شماره ۲۴۱۲ مراجعه کنید). لوله‌ها باید عاری از لایه‌لایه شدگی باشند. فرورفتگی‌ها روی سطوح داخلی یا بیرونی

نباید بیشتر از ۳ mm عمق و برآمدگی‌ها نباید بیشتر از ۳ mm ارتفاع داشته باشند. بعد عرضی فرورفتگی‌ها و برآمدگی‌ها نباید در هیچ جهتی از یک سطح، بیشتر از ۵۰ mm باشد.

در صورت لزوم، مطابق توافق بین سازنده و خریدار برای برآورده کردن شرایط کاری خاص، می‌توان لوله‌ها را اشباع^۱ کرد و/یا سطح داخلی و/یا سطح بیرونی آن پوشش داد. پوشش و پرداخت باید الزامات استانداردهای ملی را برآورده کنند.

۴-۴ اتصالات

۱-۴-۴ کلیات

در صورت درخواست، سازنده باید طول و بیشینه قطر بیرونی اتصال را در حالت مونتاژ شده اعلام کند.

۲-۴-۴ انواع اتصالات

اتصالات لوله‌ها و اتصالات سیمانی تقویت شده با الیاف تحت پوشش این استاندارد، باید به صورت نر و ماده یا غلاف باشند.

۳-۴-۴ مواد

اتصالات نر و ماده و غلاف را می‌توان از طریق فرآیند تولید یکسان با لوله‌ها از سیمان تقویت شده با الیاف یا، از مواد دیگری مانند پلاستیک یا فلز ساخت، مشروط بر این که با این استاندارد مطابقت داشته باشند. مشخصات همه مصالح باید توسط سازنده لوله داده شود.

۴-۴-۴ حلقه‌های درزبندی

واشرهای درزبندی باید از مواد کشسان ساخته شده و با مایعی که قرار است در لوله جاری شود سازگار باشد. مواد کشسان واشر باید با استاندارد ملی مرتبط مطابقت داشته باشد.

۵-۴-۴ خیز زاویه‌ای مجاز

سازنده باید بیشینه خیز زاویه‌ای مجاز را برای هر اتصال طراحی شده اعلام کند.

۶-۴-۴ بیشینه درکشیدگی

سازنده باید بیشینه درکشیدگی قابل تحمل را که برای هر اتصال طراحی شده است اعلام کند.

۵-۴ شرایط مرجع برای آزمون

۱-۵-۴ دما

۱ - لوله در مایع یا محلول خاصی که دارای رزین یا مواد دیگری است قرار می‌گیرد به طوری که منافذ آن توسط ذرات ریز پر شود.

جز در مواردی که طور دیگری مشخص شده باشد، خواص مکانیکی، فیزیکی و شیمیایی مشخص شده در تمامی بندهای این استاندارد باید در دمای $^{\circ}\text{C}$ (23 ± 5) تعیین شوند.

۴-۵-۲ خواص آب برای آزمون

آب مورد استفاده برای آزمون‌های بیان شده در این استاندارد، باید آب شیر با pH برابر با 2 ± 7 باشد.

۴-۵-۳ شرایط بارگذاری

جز در مواردی که طور دیگری مشخص شده باشد، خواص مکانیکی، فیزیکی و شیمیایی مشخص شده در تمامی بندهای این استاندارد باید با استفاده از شرایط بارگذاری پیرامونی و/یا طولی، هر کدام که قابل اجرا باشد، تعیین شود.

۴-۵-۴ اندازه‌گیری ابعاد

در صورت اختلاف نظر، ابعاد اجزا باید در دمای مشخص شده در بند ۴-۵-۱ تعیین شود. اندازه‌گیری‌ها باید مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۲۴۱۲ یا در غیر این صورت با استفاده از روشی با درستی کافی برای تعیین انطباق، یا در غیر این صورت در حدود قابل اجرا انجام شود. اندازه‌گیری‌های روزمره باید در دمای متداول، یا در صورتی که سازنده ترجیح دهد در دمای مشخص شده در بند ۴-۵-۱ تعیین شوند.

۵ لوله‌ها

۱-۵ مشخصات هندسی

۱-۱-۵ قطر

۱-۱-۱-۵ سری قطری

لوله‌ها باید مطابق جدول ۲ با اندازه اسمی کدگذاری شوند.

جدول ۲- قطر داخلی مشخص شده لوله

اندازه اسمی DN mm	اندازه اسمی DN mm	اندازه اسمی DN mm	اندازه اسمی DN mm	اندازه اسمی DN mm	اندازه اسمی DN mm
(۲۴۰۰)	(۱۷۰۰)	(۱۰۵۰)	(۶۷۵)	(۳۵۰)	۱۰۰
(۲۵۰۰)	۱۸۰۰	(۱۱۰۰)	(۷۰۰)	(۳۷۵)	۱۲۵
	(۱۹۰۰)	۱۲۰۰	(۷۵۰)	۴۰۰	۱۵۰
	۲۰۰۰	(۱۳۰۰)	۸۰۰	(۴۵۰)	۲۰۰
	(۲۱۰۰)	۱۴۰۰	(۸۲۵)	۵۰۰	(۲۲۵)
	۲۲۰۰	(۱۵۰۰)	(۹۰۰)	(۵۲۵)	۲۵۰
	(۲۳۰۰)	۱۶۰۰	۱۰۰۰	۶۰۰	۳۰۰

۲-۱-۱-۵ قطر داخلی

میانگین قطر داخلی، d_i ، باید توسط سازنده اعلام شود و به هنگام اندازه‌گیری باید در گستره رواداری ارائه شده در زیر باشد:

:

$$d_i \leq 300 \quad \pm 5 \text{ mm}$$

$$300 < d_i \leq 600 \quad \pm 7 \text{ mm}$$

$$600 < d_i \leq 1200 \quad \pm 8 \text{ mm}$$

$$1200 < d_i \leq 1650 \quad \pm 10 \text{ mm}$$

$$1650 < d_i \quad \pm 13 \text{ mm}$$

میانگین قطر داخلی، d_i ، را می‌توان با دو بار اندازه‌گیری در زاویه‌های قائم در فاصله ۲۰۰ mm هر انتها تعیین کرد. میانگین قطر داخلی باید از میانگین این چهار مقدار محاسبه شود.

روش دیگر این است که می‌توان میانگین قطر داخلی را با اندازه‌گیری میانگین قطر بیرونی با یک متر نواری و کم کردن میانگین مقادیر به دست آمده از اندازه‌گیری ضخامت دیواره در چهار نقطه با فواصل برابر دورادور محیط تعیین کرد.

۳-۱-۱-۵ قطر بیرونی

قطر بیرونی d_e ، لوله صاف یا انتهای ماشین‌کاری شده لوله هنگام اندازه‌گیری بر حسب میلی‌متر، با مقادیر اعلام شده در مستندات سازنده مطابقت داشته باشد.

۲-۱-۵ ضخامت دیواره

ضخامت دیواره، e ، بر حسب میلی‌متر، به استثنای انتهای ماشین‌کاری شده باید با اندازه‌گیری مستقیم تعیین شود و نباید بیشتر از ۰٫۱ mm از مقادیر بیان شده توسط سازنده متفاوت باشد.

۳-۱-۵ طول

۱-۳-۱-۵ طول اسمی لوله‌ها

طول اسمی، L (بند ۳-۶)، که بر حسب متر اندازه‌گیری می‌شود، باید یکی از مقادیر زیر باشد:

$$۲۰، ۲۵، ۳۰، ۴۰، ۵۰ یا ۶۰$$

یادآوری- لوله‌هایی با طول اسمی ۵۰ و ۶۰ فقط برای اندازه‌های بزرگتر از DN۲۰۰ کاربرد دارند.

طول‌های دیگر می‌تواند با توافق بین سازنده و خریدار تهیه شوند.

۵-۳-۱-۲ طول کار گذاشته شده موثر

لوله باید با طول کار گذاشته شده موثر (بند ۳-۸) مطابق با الزامات ارائه شده در پاراگراف زیر تهیه شود.

از تعداد کل لوله‌های تهیه شده در هر قطری، سازنده می‌تواند تا ۱۰٪ طول‌های کوتاه‌تر از طول اسمی تامین کند، جز در مواردی که درصد بیشتری از لوله‌ها با توافق سازنده و خریدار تامین شوند. رواداری طول‌های موثر سازنده باید $\pm 15 \text{ mm}$ باشد.

۵-۱-۴ مستقیم بودن

انحراف از مستقیم بودن، f ، در طول کامل لوله، L ، به هنگام آزمون مطابق با روش آزمون ارائه شده در پیوست الف، نباید از مقادیر ارائه شده در جدول ۳ بیشتر باشد.

جدول ۳- بیشینه انحراف از مستقیم بودن

بیشینه انحراف $f(\text{mm})$	DN
$3,0 L$	۱۰۰ تا ۱۵۰
$2,5 L$	۲۰۰ تا ۱۰۰۰
$1,5 L$	۱۱۰۰ تا ۲۵۰۰

۵-۲ مشخصات مکانیکی

۵-۲-۱ مقاومت به خرد شدگی

۵-۲-۱-۱ کلیات

به هنگام آزمون برای تعیین بار گسیختگی اولیه، T_u ، در شرایط اشباع شده، مطابق با روش آزمون ارائه شده در پیوست ب، کمینه مقادیر گسیختگی اولیه برای لوله‌هایی با قطر $DN 100$ تا $DN 1000$ نباید کمتر از مقادیر ارائه شده در جدول ۴ باشد.

کمینه بار گسیختگی اولیه، T_u ، بر حسب کیلونیوتن بر متر، برای لوله‌ای با قطر اسمی بزرگتر از $DN 1000$ با استفاده از معادله (۵) تعیین می‌شود:

$$T_u = C \cdot DN \cdot 10^{-3} \quad (5)$$

که در آن:

C رده لوله، بر حسب کیلونیوتن بر متر؛

DN قطر اسمی لوله، بر حسب میلی‌متر.

به هنگام نمونه برداری از تولید پیوسته، ممکن است آزمون‌های ترکیدن بر روی آزمون‌های خشک، در حال تعادل یا مرطوب انجام شود، مشروط بر این که بتوان ارتباطی بین این آزمون و مقادیر کمینه بار گسیختگی کاملاً اشباع شده ایجاد کرد. روشی برای تعیین چنین روابطی در پیوسته خ ارائه شده است. ارتباط بین بار شکست گسیختگی شده اولیه، T_{II} ، با بار طراحی لوله کشی بستگی به رفتار نصب بلندمدت لوله دارد (پیوست د).

جدول ۴- کمینه بار شکست اولیه، T_{II} ، بر طول متر برای لوله کاملاً اشباع شده

مقادیر بر حسب کیلونیوتن بر متر

DN	طبقه ۴۰	طبقه ۶۰	طبقه ۷۵	طبقه ۹۰	طبقه ۱۰۰	طبقه ۱۲۰	طبقه ۱۵۰	طبقه ۱۷۵
۱۰۰	-	-	-	-	-	۲۰ ^a	۲۵ ^a	۲۹ ^a
۱۲۵	-	-	-	-	-	۲۱ ^a	۲۶٫۵ ^a	۳۰٫۵ ^a
۱۵۰	-	-	-	-	-	۲۲ ^a	۲۷٫۵ ^a	۳۲ ^a
۲۰۰	۱۵ ^a	۱۵ ^a	۱۵	۱۸	۲۰	۲۴	۳۰	۳۵
۲۵۰	۱۵ ^a	۱۵	۱۹	۲۲٫۵	۲۵	۳۰	۳۷٫۵	۴۴
۳۰۰	۱۵ ^a	۱۸	۲۲٫۵	۲۷	۳۰	۳۶	۴۵	۵۲٫۵
۳۵۰	۱۵ ^a	۲۱	۲۶٫۵	۳۱٫۵	۳۵	۴۲	۵۲٫۵	۶۱٫۵
۴۰۰	۱۶	۲۴	۳۰	۳۶	۴۰	۴۸	۶۰	۷۰
۴۵۰	۱۸	۲۷	۳۴	۴۰٫۵	۴۵	۵۴	۶۷٫۵	۷۹
۵۰۰	۲۰	۳۰	۳۷٫۵	۴۵	۵۰	۶۰	۷۵	۸۷٫۵
۶۰۰	۲۴	۳۶	۴۵	۵۴	۶۰	۷۲	۹۰	۱۰۵
۷۰۰	۲۸	۴۲	۵۲٫۵	۶۳	۷۰	۸۴	۱۰۵	۱۲۲٫۵
۸۰۰	۳۲	۴۸	۶۰	۷۲	۸۰	۹۶	۱۲۰	۱۴۰
۹۰۰	۳۸	۵۴	۶۷٫۵	۸۱	۹۰	۱۰۸	۱۳۵	۱۵۷٫۵
۱۰۰۰	۴۰	۶۰	۷۵	۹۰	۱۰۰	۱۲۰	۱۵۰	۱۷۵

^a کمینه بارهای لازم برای ترکیدن، از الزام کمینه‌ی محاسبه شده برای برآورده کردن سایر معیارهای طراحی بیش تر است.

۵-۲-۱-۲ تعداد قطعات آزمون برای آزمون

دو قطعه آزمون، با اندازه و رده یکسان و مطابق با بند ۵-۲-۱-۳ باید مورد استفاده قرار گیرد.

۵-۲-۱-۳ طول قطعات آزمون

کمینه طول، L_p ، قطعه آزمون باید (150 ± 5) mm باشد.

۵-۲-۱-۴ تثبیت شرایط قطعات آزمون

الف- آزمون‌هایی که قرار است در شرایط اشباع شده مورد آزمون قرار گیرند، باید بلافاصله قبل از آزمون، به مدت حداقل ۲۸ روز، در آب در دمای محیط بالای 5°C ، غوطه‌ور شوند.

ب- آزمون‌هایی که قرار است در شرایط خشک آزمون شوند، باید بلافاصله قبل از آزمون، به مدت 70^{+1} روز در مجاورت هوا در دمای 23 ± 5 °C و در رطوبت نسبی (10 ± 50) ٪ نگهداری شوند.

اگر اثبات شود که روش‌های دیگر تثبیت شرایط می‌توانند مقاومت و حالت پایای مشابه بند الف را در نمونه ایجاد کنند، پذیرش آنها مجاز است. در صورت اختلاف نظر، باید الزامات بند ۵-۲-۱-۴-الف مورد استفاده قرار گیرد ۵-۲-۱-۲ روش آزمون تعیین مقاومت به خرد شدگی اولیه

روش آزمون تعیین مقاومت به خرد شدگی اولیه با جزئیات در پیوست ب این استاندارد ارائه شده است.

۵-۲-۲ مقاومت خمشی

۵-۲-۲-۱ کلیات

به هنگام آزمون مقاومت خمشی در حالت اشباع شده، مطابق با روش آزمون ارائه شده در پیوست پ این استاندارد، بار خرد شدگی لوله‌هایی با اندازه اسمی در گستره DN ۱۰۰ تا DN ۲۰۰ نباید کمتر از مقادیر ارائه شده در جدول ۵ باشد.

یادآوری- آزمون مقاومت خمشی یک آزمون عملکردی است که به توانایی لوله برای تحمل خمش محوری ضمن کار مربوط می‌شود. بارهای ارائه شده در جدول ۵، بیشینه بارهای ضمن کار را که می‌تواند هنگام کار وارد شود نشان نمی‌دهد و برای لوله‌هایی با طول ۳/۶ m یا بیشتر به کار می‌رود.

جدول ۵- بیشینه بارهای خمشی شکست

کمینه بار شکست در خمش N	طبقه	DN mm
۱۸۰۰ ۲۴۰۰ ۲۸۰۰	۴۰ و ۶۰ ۹۰ ۱۲۰	۱۰۰
۲۴۰۰ ۳۲۰۰ ۳۷۳۰	۴۰ و ۶۰ ۹۰ ۱۲۰	۱۲۵
۵۲۰۰ ۶۶۰۰ ۷۹۰۰	۴۰ و ۶۰ ۹۰ ۱۲۰	۱۵۰
۶۶۰۰ ۸۳۸۰ ۱۰۰۳۰	۴۰ و ۶۰ ۹۰ ۱۲۰	۲۰۰

یادآوری ۱- این آزمون برای لوله بزرگتر از DN ۲۰۰ یا رده‌های بزرگتر از ۱۲۰ الزامی نیست.

یادآوری ۲- مقادیر بار شکست برای رده‌های مابین مقادیر ارائه شده را می‌توان با درون‌یابی به دست آورد.

۵-۲-۲-۲ تعداد قطعات آزمون برای آزمون مقاومت خمشی

دو قطعه آزمون، با اندازه و رده یکسان و مطابق با بند ۵-۲-۳-۳ باید مورد استفاده قرار گیرد.

۵-۲-۲-۳ طول قطعات آزمون

طول، L_p ، قطعه آزمون باید بین ۳۷۰۰ mm و ۴۰۰۰ mm باشد.

۵-۲-۲-۴ تثبیت شرایط قطعات آزمون

آزمونه‌ها باید بلافاصله قبل از آزمون، به مدت حداقل ۲۸ روز، در آب در دمای محیط بالای 5°C ، غوطه‌ور شوند.

۵-۲-۲-۵ روش آزمون

روش آزمون تعیین مقاومت خمشی با جزئیات در پیوست پ این استاندارد ارائه شده است.

۵-۲-۳ آب‌بندی اولیه در برابر نشت

۵-۳-۲-۱ کلیات

آب‌بندی اولیه در برابر نشت لوله، به هنگام نیاز، باید توسط سازنده با استفاده از یکی از روش‌های زیر ارزیابی شود:

الف- با استفاده از روش آزمون ارائه شده در پیوست ت، فشار ۲۵۰ kPa را به مدت ۳۰ s اعمال کنید؛

ب- با استفاده از روش آزمون ارائه شده در پیوست ت، فشار ۱۰۰ kPa را به مدت ۱ min به علاوه ۳۰ s برای هر ۱۰ mm ضخامت دیواره لوله اعمال کنید.

۵-۳-۲-۲ الزام آزمون نشت

به هنگام آزمون مطابق الزامات بند ۵-۳-۲-۱، آزمون لوله نباید هیچ گونه ترک یا نشتی نشان دهد.

رطوبت ظاهر شده روی سطح لوله به شکل ریزه‌های مرطوب نباید به عنوان نشت در نظر گرفته شود. اگر در مدت آزمون، روی سطح لوله لکه‌های رطوبت ظاهر شود، آزمون را به مدت زمان بیشتری برابر با زمانی که آزمون شروع شده است، ادامه دهید. اگر لکه‌های رطوبت بزرگتر نشوند یا قطرات از آن جریان پیدا نکنند، لوله قابل قبول است.

۵-۳-۲-۳ تعداد قطعات آزمون برای آزمون نشت

یک قطعه آزمون که معرف اندازه و رده لوله‌های تولید شده تحت شرایط یکسان مطابق بند ۵-۲-۴-۳ باشد، باید مورد استفاده قرار گیرد.

۵-۳-۲-۴ طول قطعات آزمون

قطعه آزمون باید حداقل به طول ۰/۳ m باشد.

۵-۳-۲-۵ روش آزمون

روش آزمون برای ارزیابی کیپ بودن در برابر آب در پیوست ت این استاندارد ارائه شده است.

۶-۳-۲-۵ تثبیت شرایط قطعات آزمون

آزمونه‌ها باید بلافاصله قبل از آزمون، به مدت 70^{+1} روز در در مجاورت هوا در دمای $(5 \pm 23)^\circ\text{C}$ و در رطوبت نسبی $(10 \pm 50)\%$ نگهداری شوند.

۴-۲-۵ ضریب کشسانی

۱-۴-۲-۵ کلیات

هرگاه تعیین مقدار ضریب کشسانی الزام شده باشد، باید با استفاده از روش آزمون ارائه شده در پیوست ت تعیین شود.

یادآوری - به هنگام ارزیابی مناسب بودن لوله برای لوله‌کشی مدفون، تعیین مقادیر ضرایب کشسانی اولیه لوله می‌تواند الزام شده - باشد (به پیوست د مراجعه کنید).

۲-۴-۲-۵ تعداد قطعات آزمون

چهار قطعه آزمون را از لوله‌هایی با اندازه و رده متفاوت ببرید. بهتر است دو مجموعه اندازه لوله که نشان دهنده کوچکترین و بزرگترین اندازه لوله‌ها باشند، مورد آزمایش قرار گیرند.

۳-۴-۲-۵ طول قطعات آزمون

قطعه آزمون باید دارای طول (5 ± 300) mm بوده و از قسمت استوانه‌ای لوله بریده شود.

۵-۲-۵ سفتی طولانی مدت لوله

۱-۵-۲-۵ کلیات

اگر تعیین مقدار سفتی طولانی مدت لوله الزام شده باشد، باید با استفاده از روش آزمون ارائه شده در پیوست ج تعیین شود.

یادآوری - به هنگام ارزیابی مناسب بودن لوله برای لوله‌کشی مدفون، مقادیر سفتی طولانی مدت لوله می‌تواند الزام شده باشد (به پیوست د مراجعه کنید).

۲-۵-۲-۵ تعداد قطعات آزمون

چهار قطعه آزمون را از لوله‌هایی با اندازه و رده متفاوت ببرید. بهتر است دو مجموعه اندازه لوله که نشان دهنده کوچکترین و بزرگترین اندازه لوله‌ها باشند، آزمایش شوند.

۳-۵-۲-۵ طول قطعات آزمون

قطعه آزمون باید دارای طول (300 ± 5) mm بوده و از قسمت استوانه‌ای لوله بریده شود.

۳-۵ مقاومت در برابر فاضلاب‌های خانگی

۱-۳-۵ کلیات

به هنگام آزمون مطابق پیوست چ با استفاده از محیط آزمون، زمان‌ها و دماهای مجاورت با فاضلاب مشخص شده به ترتیب در بندهای ۲-۳-۵، ۳-۳-۵ و ۴-۳-۵، نسبت مقادیر میانگین محاسبه شده بارهای خرد شدگی آزمون-های مجاور شده یا نشده تعیین شده در سطح اطمینان $\% 95$ ، L، نباید کمتر از 0.75 باشد.

لوله‌های مطابق با این استاندارد، باید با حرف «S» علامت‌گذاری شوند.

۲-۳-۵ محیط آزمون

محیط آزمون باید محلولی از آب و مواد ارائه شده در جدول ۶ باشد.

جدول ۶- محیط آزمون

غلظت (mg/l)	جزء
۵۰	پلی ساکارید (نشاسته)
۳۲	سدیم استئارات
۵۶	سدیم استات
۱۵	گلیسرین تری استات
۱۳	اوره
۷۰	آمونیم سولفات
۹۰	پروتئین (آلبومین)
مواد باید دارای خلوص رده صنعتی باشند	

۳-۳-۵ زمان آزمون

آزمونه باید به مدت زمان (28 ± 2) روز در محیط آزمون غوطه‌ور شود.

۴-۳-۵ دمای آزمون

محیط آزمون باید در دمای $^{\circ}\text{C} (23 \pm 5)$ حفظ شود.

۴-۵ آزمون آب گرم

۱-۴-۵ کلیات

به هنگام آزمایش مطابق پیوست چ با استفاده از آب گرم برای زمان‌ها و دماهای مجاورت مشخص شده به ترتیب در بندهای ۳-۴-۵ و ۴-۴-۵، نسبت حد پایین مقادیر میانگین محاسبه شده بارهای خرد شدگی آزمون-های مجاور شده یا نشده تعیین شده در سطح اطمینان $\% 95$ ، L، نباید کمتر از 0.75 باشد.

۵-۴-۲ محیط آزمون

محیط آزمون باید آب لوله‌کشی باشد.

۵-۴-۳ زمان آزمون

آزمونه باید به مدت (2 ± 56) روز در محیط آزمون غوطه‌ور شود.

۵-۴-۴ دمای آزمون

محیط آزمون باید در دمای (2 ± 60) °C حفظ شود.

۵-۵ علامت‌گذاری لوله‌ها

۵-۵-۱ جزئیات علامت‌گذاری یا باید به صورت چاپی باشد یا مستقیماً روی لوله قالب‌گیری شود، طوری که علامت‌گذاری باعث ایجاد ترک یا انواع دیگر ایراد نشود.

۵-۵-۲ اگر از چاپ استفاده شود، رنگ اطلاعات چاپ شده باید از رنگ پایه محصول متفاوت باشد و علامت‌گذاری باید بدون استفاده از ذره‌بین قابل خواندن باشد.

۵-۵-۳ داده‌های زیر باید در قسمت بیرونی هر لوله موجود باشد:

الف- شماره این استاندارد ملی؛

ب- اندازه اسمی DN؛

پ- رده مقاومت به خرد شدگی؛

ت- نام یا هویت سازنده؛

ث- تاریخ یا کد سازنده؛

ج- حرف "S" برای محصول مناسب برای انتقال فاضلاب.

۶ اتصالات

۶-۱ الزامات کلی

اتصالات باید به گونه‌ای طراحی شوند که عملکرد ئیدروستاتیکی آنها با مشخصه‌ی ضمن کار الزام شده برای کل سیستم لوله‌گذاری (و نه الزاماً از تک‌تک لوله‌ها یا اتصالات) برابر یا بهتر از آن باشد.

یادآوری- تعیین قابلیت تعویض بین محصولات سازندگان مختلف، بدون آزمون ارزیابی مناسب بر مبنای این استاندارد در مورد ابعاد متفاوت لوله و اتصالات مقدور نخواهد بود.

۶-۲ الزامات هندسی اتصال

۱-۲-۶ ابعاد

ابعاد و اشکال همه قسمت‌های مفصل‌ها، بوشن‌ها، و قسمت‌های نر و ماده‌ی سر لوله و واشرهای کشسان باید توسط سازنده لوله تعیین شود. رواداری‌های ابعاد تاثیرگذار بر عملکرد هیدرواستاتیکی مجموعه اتصال باید، با در نظر گرفتن اثرات خزش یا واهلش طولانی‌مدت اجزای اتصال، توسط سازنده تعیین شود.

ابعاد اتصال و گستره رواداری باید چنان باشد که بتوان قطعات را بدون آسیب‌دیدگی و بدون تأثیر منفی بر عملکرد ئیدرواستاتیکی اتصال به هم متصل کرد.

۲-۲-۶ الزامات

خواص ارائه شده در بند ۱-۲-۶ باید توسط سازنده برای تک‌تک طراحی‌های اتصال اعلام شود.

۳-۶ عملکرد هیدرواستاتیک اتصال

۱-۳-۶ آزمون هیدرواستاتیکی

به هنگام آزمایش طبق روش‌های آزمون هیدرواستاتیکی مشخص شده در پیوست ح، هرگاه اتصال به مدت زمان مشخص شده در جدول ۷، در معرض فشار تراوش داخلی یا خارجی قرار می‌گیرد، نباید نشت کند.

جدول ۷- برنامه زمان‌بندی آزمون فشار داخلی

مدت زمان min	فشار آزمون kPa
۵	۰
۱۰	۲۰
۳۰	۱۰۰

۲-۳-۶ آزمون با درکشیدگی

هنگامی که بیشینه درکشیدگی، D اعلام شده توسط سازنده، اعمال می‌شود، اتصالات باید قادر به برآورده کردن الزامات بند ۱-۳-۶ باشند.

۳-۳-۶ آزمون با خیز زاویه‌ای

خیز هنگام اعمال خیز زاویه‌ای، که از خیز زاویه‌ای طولانی‌مدت قابل قبول توافق شده بین خریدار و سازنده کمتر نیست، اتصالات انعطاف‌پذیر باید قادر به برآورده کردن الزامات بند ۱-۳-۶ باشند.

۴-۳-۶ آزمون با بارگذاری جانبی

هنگامی که نیروی برشی، F_s ، بر حسب نیوتن، با جزئیات قید شده در روش پیوست ح به مجموعه اتصالات اعمال می‌شود، اتصالات انعطاف‌پذیر باید قادر به برآورده کردن الزامات بند ۱-۳-۶ باشند.

مقدار نیروی برشی، F_s ، باید ۲۰ برابر DN باشد، که DN قطر اسمی آزمون بر حسب میلی‌متر است.

۵-۳-۶ تعداد قطعات آزمون برای آزمون نوع

تعداد مجموعه‌های هر آزمون باید یکی باشد.

می‌توان از یک مجموعه برای بیش از یک آزمون استفاده کرد.

۴-۶ علامت‌گذاری اتصالات

۱-۴-۶ جزئیات علامت‌گذاری یا باید به صورت چاپی باشد یا مستقیماً روی اتصالات قالب‌گیری شود، طوری که علامت‌گذاری باعث ترک یا انواع دیگر گسیختگی نشود.

۲-۴-۶ اگر از چاپ استفاده شود، رنگ اطلاعات چاپ شده باید از رنگ پایه محصول متفاوت باشد و علامت‌گذاری باید بدون بزرگ‌نمایی قابل خواندن باشد.

۳-۴-۶ داده‌های زیر باید در قسمت بیرونی هر مفصل موجود باشد:

الف- شماره این استاندارد ملی؛

ب- اندازه اسمی DN؛

پ- طبقه مقاومت خرد شدگی؛

ت- نام یا هویت سازنده؛

ث- تاریخ یا کد سازنده؛

ج- حرف "S" برای محصول مناسب برای انتقال فاضلاب.

۷ جابجایی و نگهداری

لوله‌ها باید به روشی جاجا و در صورت لزوم انبار شوند که:

الف- انطباق خود را با الزامات این استاندارد حفظ کنند؛

ب- طوری دچار بدشکلی نشوند که بر سهولت اتصال، آب‌بندی و مقاومت در برابر فشار تأثیر منفی بگذارد؛

پ- سطح و پرداخت نهایی طوری آسیب نبیند که عملکرد را تحت تأثیر قرار دهد.

پیوست الف

(الزامی)

روش آزمون برای تعیین مستقیم بودن لوله

الف-۱ هدف و دامنه کاربرد

در این پیوست آزمونی برای تعیین مستقیم بودن لوله ارائه می‌شود.

الف-۲ اصول

تمام طول لوله پس از قرار گرفتن روی تکیه‌گاه‌ها، حول محور طولی چرخانده و انحراف از مرکز لوله، از خط مستقیم مابین تکیه‌گاه‌ها اندازه‌گیری می‌شود.

الف-۳ وسایل

الف-۳-۱ دو تکیه‌گاه آزمون لوله، که به لوله امکان می‌دهند تا بدون جابجایی طولی یا افقی آزمون، حول محور طولی بچرخد.

تکیه‌گاه‌ها باید طوری قرار بگیرند که فاصله مرکز به مرکز آنها از یکدیگر برابر دو سوم طول آزمون لوله باشد.

الف-۳-۲ ساعت اندازه‌گیری، با پیشانی (نوک لماسه‌ی) کروی توانایی اندازه‌گیری با درستی 0.1 mm ، که بر روی پایه ثابتی نصب شده باشد.

الف-۴ آزمون

آزمون باید طول کاملی از لوله باشد.

الف-۵ روش آزمون

لوله‌ی آزمون را به طور افقی روی دو تکیه‌گاه قرار دهید. نوک لماسه‌ی ساعت اندازه‌گیری را در نقطه‌ای بر روی لوله مماس کنید که از دو تکیه‌گاه به یک فاصله باشد.

لوله را حداقل یک دور کامل روی تکیه‌گاه بچرخانید و بیشینه انحراف f را که توسط ساعت اندازه‌گیری نشان داده می‌شود، با تقریب میلی‌متر اندازه بگیرید (به شکل الف-۱ مراجعه کنید).

الف-۶ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید حداقل شامل اطلاعات زیر باشد:

الف- روش آزمون طبق این استاندارد ملی،

ب- همه جزئیات لازم برای مشخصه‌گذاری کامل لوله آزمایش شده،

پ- ابعاد هر قطعه آزمون؛

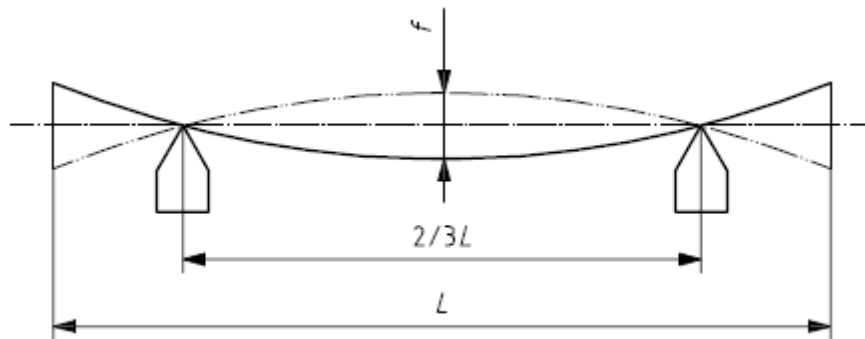
ت- تعداد قطعات آزمون؛

ث- جزئیات تجهیزات؛

ج- دمای آزمون؛

چ- بیشینه انحراف، f ؛

ح- تاریخ انجام آزمون.



شکل الف ۱- تعیین مستقیم بودن لوله

پیوست ب

(الزامی)

روش آزمون برای تعیین مقاومت به خرد شدگی لوله

ب-۱ هدف و دامنه کاربرد

این پیوست، روشی برای تعیین بار خرد شدگی لوله تحت نیروی فشاری اعمال شده با استفاده از پیکربندی سطح اتکای سه‌لبه‌ای ارائه می‌دهد.

ب-۲ اصول آزمون

یک آزمون مابین بلوک‌های پایینی و بالایی پرس قرار می‌گیرد، یک بار افزایشی با نرخ ثابت به طور یکنواخت به آزمون اعمال می‌شود تا گسیختگی روی دهد.

ب-۳ وسایل

ب-۳-۱ تجهیزات بارگذاری

تجهیزات بارگذاری باید افقی (به شکل ب-۱ مراجعه کنید) و با اندازه و صلبیت مناسب باشد، طوری که تغییر شکل حاصل از اعمال بار آزمون به آزمون لوله، تاثیر محسوسی روی اعتبار یا درستی اندازه‌گیری بار نداشته باشد.

تجهیزات بارگذاری باید قادر به اعمال بارهای یکنواختی در تمام طول استوانه لوله، با سرعت مشخص باشد. دستگاه بارگذاری باید مجهز به وسیله نشان دهنده بار باشد. چنین وسیله‌ای باید توانایی اندازه‌گیری مستقیم یا غیرمستقیم کل بار اعمال شده، با درستی $\pm 2\%$ مقدار آن، و توانایی ثبت بیشینه مقدار بار را داشته باشد.

ب-۳-۲ زیرگذاشت تیرک

زیرگذاشت باید از جنس چوب سخت به ابعاد سطح مقطع نشان داده شده در شکل ب-۲ باشند و طول آن کمتر از طول بیرونی استوانه لوله مورد آزمون نباشد. سطوح زیرگذاشت که در تماس با لوله قرار می‌گیرند، باید دارای پوشش لاستیکی با سختی برابر با شور A به اندازه $(50 \pm 5)^\circ$ باشند و باید به طور محکم در تجهیزات آزمون تثبیت شوند تا از حرکت آنها طی آزمون جلوگیری شود.

ب-۴ آماده‌سازی آزمون

قطر درونی، d_i ، ضخامت دیواره، e ، و طول، L ، آزمون را به روش زیر اندازه بگیرید.

الف- قطر درونی، d_i ، آزمون باید مطابق بند ۵-۱-۱-۲ تعیین شود.

ب- پیش از آزمون، ضخامت دیواره، e ، بر حسب میلی‌متر با صحت 0.1 mm باید به صورت میانگین چهار اندازه‌گیری با فواصل مساوی دورادور لوله قبل از آزمون تعیین شود.

پ- طول، L ، آزمون باید بر حسب میلی‌متر با دقت $0.5 \text{ mm} \pm$ به عنوان میانگین دو اندازه‌گیری از طرف مقابل تعیین شود.

ب-۵ تثبیت شرایط آزمون

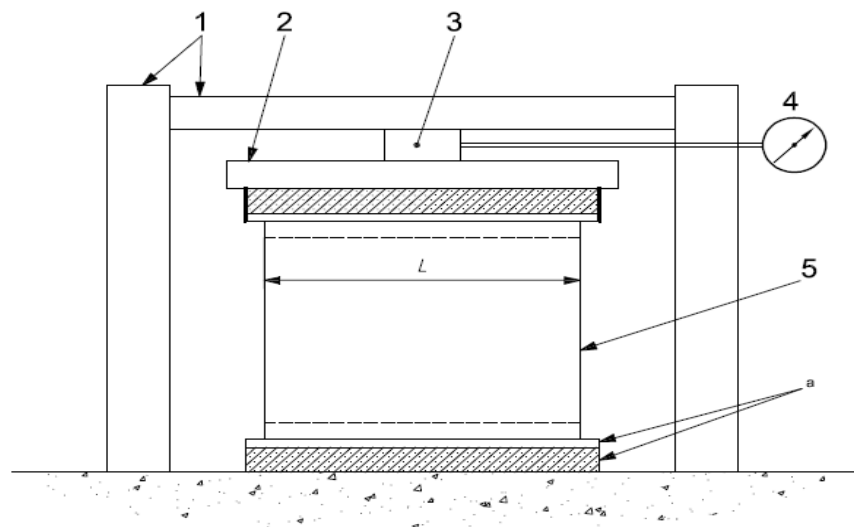
ب-۵-۱ تثبیت شرایط خشک

آزمون‌هایی که در شرایط خشک آزمون می‌شوند، باید قبل از آزمون به مدت 70^{+1} روز در مجاورت هوا در دمای $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$ و در رطوبت نسبی $(50 \pm 10)\%$ نگهداری شوند.

ب-۵-۲ تثبیت شرایط مرطوب

آزمون‌هایی که در حالت اشباع شده مورد آزمون قرار می‌گیرند باید بلافاصله قبل از آزمون، به مدت حداقل ۲۸ روز در آب با دمای بالای 5°C غوطه‌ور شوند.

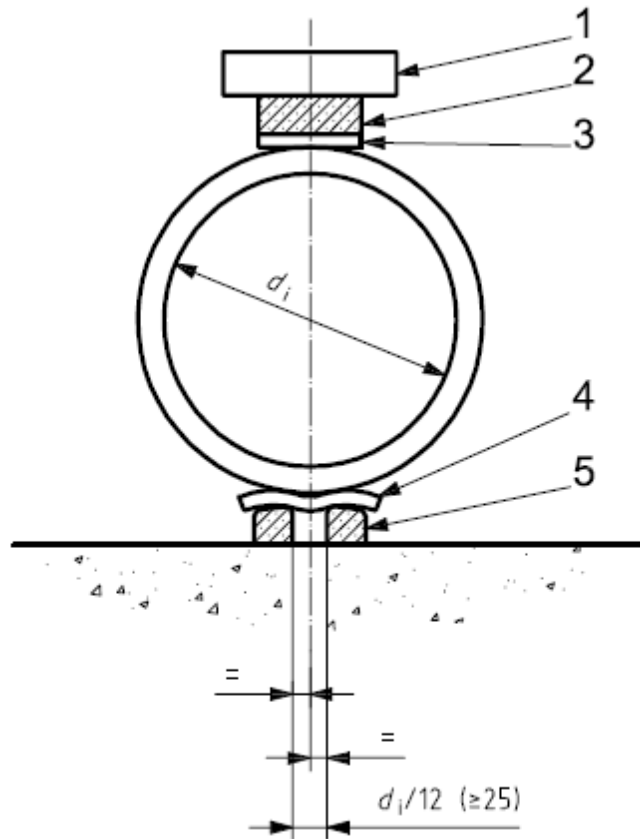
روش‌های دیگر تثبیت شرایط، در صورتی که مشخص شود منجر به همان مقاومت و حالت پایای نمونه می‌شوند، قابل قبول هستند. در صورت اختلاف، روش تثبیت شرایط مرطوب بیان شده در بالا باید به عنوان روش مرجع پذیرفته شود.



راهنما:

- | | |
|------------------------------------|---|
| ۱ چهارچوب صلب | ۴ سنجی بار |
| ۲ تیرک بارگذاری | ۵ لوله نمونه |
| ۳ جک نیدرولیک (در خط مرکزی چارچوب) | ۵ ^a برای واسطه‌ی چوبی و لاستیکی، به بند ب-۲ مراجعه کنید. |

شکل ب-۱- آرایش کلی دستگاه بارگذاری افقی



راهنما:

- ۱ تیرک بارگذاری
- ۲ تیرک واسطه از چوب سخت 150×75
- ۳ واسطه لاستیکی به ضخامت ۱۳ تا ۲۵
- ۴ واسطه لاستیکی به ضخامت ۱۳ تا ۲۵
- ۵ تیرک واسطه از چوب سخت 75×75

شکل ب-۲- آرایش کلی واسطه‌ها

ب-۶ روش آزمون

ب-۶-۱ نحوه قرار دادن آزمونه (به شکل ب-۲ مراجعه کنید)

آزمونه و واسطه‌های چوبی را در دستگاه بارگذاری طوری نصب کنید که

الف-محور طولی آزمونه و واسطه‌ها با یکدیگر موازی باشند و واسطه‌های چوبی نسبت به قطر سطح مقطع لوله به طور متقارن قرار گیرند؛

ب- خط اثر بار اعمال شده در صفحه تقارن واسطه‌های چوبی قرار گیرد.

ب-۶-۲ اعمال بار

بارگذاری باید با کمترین آهنگ پایای ۴ kN/min/m به آزمون اعمال شود، طوری که پس از حداقل ۶۰ s گسیختگی روی دهد. بیشینه بار اعمالی، F را که توسط ماشین آزمون نشان داده می‌شود، ثبت کنید.

لوله آزمون باید به دقت روی بلوک پایینی پرس قرار بگیرد تا اطمینان حاصل شود که با تمام طول در تماس است و تمرکز نقطه‌ای بار روی نمی‌دهد. باید مراقب بود تا بلوک بالایی پرس همراستا و تراز شود. با مشاهده هر گونه ساییش یا آسیب در اجزای بلوک پرس، این قطعات باید بلافاصله تعویض شوند.

ب-۷ محاسبه بار شکست

بار آزمون، که برای بار شکستن هر آزمون خشک با P_d و برای بار شکستن هر آزمون اشباع شده با P_s نمایش داده می‌شود و هر دو بر حسب کیلونیوتن بر متر بیان می‌شوند، باید با معادله (ب-۱) محاسبه شوند:

$$P_d = \frac{F}{L} \times 10^3 \quad \text{یا} \quad P_s = \frac{F}{L} \times 10^3 \quad (\text{ب-۱})$$

که در آن:

F بیشینه نیروی نشان داده شده با ماشین آزمون، بر حسب کیلونیوتن؛

L طول آزمون، بر حسب میلی‌متر.

ب-۸ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید حداقل شامل اطلاعات زیر باشد:

الف- روش آزمون طبق این استاندارد ملی،

ب- همه جزئیات لازم برای شناسه‌گذاری کامل لوله آزمایش شده،

پ- ابعاد هر قطعه آزمون؛

ت- تعداد قطعات آزمون؛

ث- جزئیات تجهیزات؛

ج- دمای آزمون؛

چ- بار در شرایط وامانی آزمون، بر حسب کیلونیوتن بر متر، با تقریب ۰٫۱ kN/m؛

ح- تاریخ انجام آزمون.

پیوست پ

(الزامی)

روش آزمون تعیین مقاومت خمشی لوله

پ-۱ هدف و دامنه کاربرد

این پیوست روش تعیین مقاومت خمشی لوله‌هایی با ابعاد اسمی DN۱۰۰ تا DN ۲۰۰ را توصیف می‌کند.

پ-۲ اصول آزمون

طول کامل لوله به طور متقارن روی بلوک‌های زیرگذاشت قرار می‌گیرد و تا زمان روی دادن وامانی، بار در نقاط میانی فاصله دو تکیه‌گاه وارد می‌شود.

پ-۳ دستگاه‌ها

پ-۳-۱ بلوک‌های زیرگذاشت فولادی، دو عدد، هر کدام به طول ۵۰ mm با فاق V شکل 120° روی هر سمت و بدون حرکت در صفحه خمش روی دو محور افقی با فاصله ۲۰۰۰ mm (به شکل پ-۱ مراجعه کنید).

پ-۳-۲ بلوک‌های فولادی اعمال کننده بار، دو عدد، به طول ۲۵ mm، با شکاف V شکل 120° روی هر سمت و بدون چرخش حول خط قاطع محور افقی، در فاصله نقاط میانی فاصله تکیه‌گاه‌ها.

پ-۳-۳ نوارهای لاستیکی، به ضخامت (5 ± 15) mm و سختی IRHD (5 ± 60) و مساحت برابر با بلوک‌های قرار گرفته مابین فاق V شکل بلوک و آزمون.

پ-۳-۴ ماشین آزمون بار، متشکل از یک سیستم اعمال بار بدون ضربه، نیروی فشاری با آهنگ کنترل شده، با خطای بارگذاری $\pm 1\%$ بیشینه بار نشان داده شده، قادر به نشان دادن بار آزمون تا زمانی که وامانی روی می‌دهد.

پ-۳-۵ سنج‌ها، برای اندازه‌گیری طول، قطر و ضخامت دیواره لوله.

پ-۴ تثبیت شرایط آزمون

آزمون باید قبل از آزمون به مدت ۲۴ ساعت در مجاورت هوا در آزمایشگاه قرار داده شود.

پ-۵ روش آزمون

روش آزمون باید به شرح زیر باشد:

الف- اطمینان حاصل کنید که آزمون به طور متقارن در فاق بلوک‌های یاتاقان قرار می‌گیرد و هر انتهای آن حداقل به اندازه‌ی ۲۵ mm از لبه‌های بلوک‌ها بیرون می‌زند (به شکل پ-۱ مراجعه کنید). بین آزمون و بلوک‌ها نمد بگذارید.

ب- دو بلوک بارگذاری را در موقعیتی قرار دهید که از یکدیگر و از مرکز بلوک یاتاقان مجاور به یک فاصله باشد (به شکل پ-۱ مراجعه کنید).

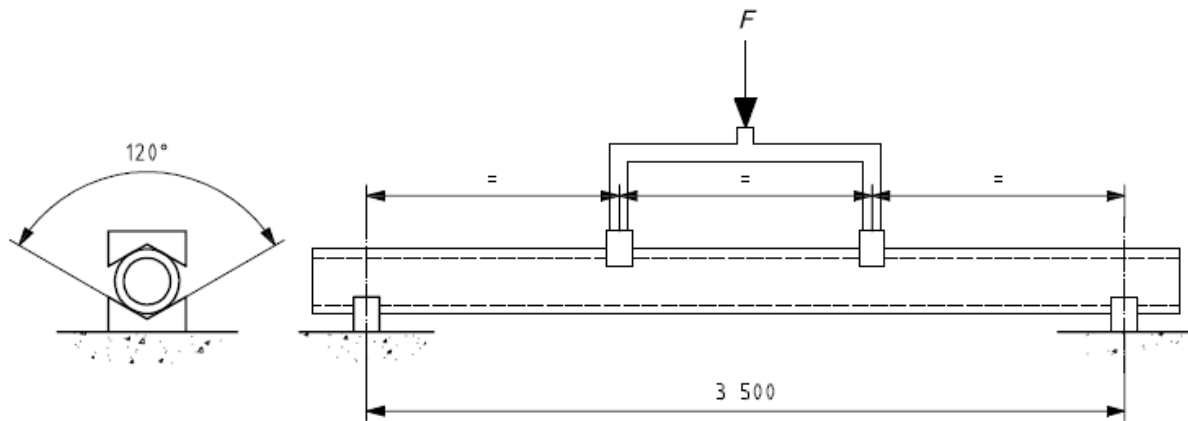
پ- بلوک‌های بارگذاری را تراز کنید تا موازی با محور مشترک لوله و بلوک‌های زیرگذاشت باشند.

ت- اعمال باری را که بین دو بلوک بارگذاری به طور برابر توزیع شده باشد، با آهنک ثابت آغاز کنید، طوری که وامانی در حداقل ۲۵ s روی دهد.

ث- بار کل، F را هنگام روی دادن وامانی در آزمون اندازه‌گیری و ثبت کنید.

ج- ضخامت دیواره را در ناحیه وامانی اندازه بگیرید ثبت کنید و تعیین کنید آیا ناحیه وامانی خارج از یک سوم میانی قرار دارد یا نه (به شکل پ-۱ مراجعه کنید).

ابعاد بر حسب میلی‌متر



شکل پ-۱ آرایش کلی آزمون مقاومت خمشی

پ-۶ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید حداقل شامل اطلاعات زیر باشد:

الف- روش آزمون طبق این استاندارد ملی،

ب- همه جزئیات لازم برای شناسه‌گذاری کامل لوله آزمایش شده،

پ- ابعاد هر قطعه آزمون؛

ت- تعداد قطعات آزمون؛

ث- جزئیات تجهیزات؛

ج- دمای آزمون؛

چ- بار در زمان روی دادن وامانی آزمون، بر حسب کیلونیوتن بر متر، با تقریب 0.1 kN/m ؛
ح- تاریخ انجام آزمون.

پیوست ت

(الزامی)

روش آزمون برای تعیین نفوذناپذیری

ت-۱ هدف و دامنه کاربرد

این پیوست روش آزمون ارزیابی آببندی لوله را توصیف می‌کند.

ت-۲ اصول

یک آزمون تکی یا متصل به لوله‌ی دیگر از دو انتهای آن آببندی می‌شود و فشار هیدرواستاتیک از داخل با آهنگ ثابت افزایش می‌یابد. فشار در اندازه تعیین شده، ثابت نگه داشته شده و سطح آزمون از نظر ظاهر شدن رطوبت بررسی می‌شود.

ت-۳ دستگاه‌ها

ت-۳-۱ تجهیزات اعمال فشار، با توانایی اعمال و تحمل فشار آزمون هیدرواستاتیک به سطح داخلی لوله مورد آزمون.

ت-۳-۲ انتهای آزمون، با واشرهای الاستومری، با توانایی بازسازی شرایط اتصال در خط لوله و توانایی بستن انتهای لوله به طور نفوذناپذیر. انتهای آزمون باید مجهز به یک واسطه باشد که از طریق آن فشار هیدرواستاتیک به داخل لوله اعمال شده و وسیله‌ای برای هواگیری در آن تعبیه شده باشد.

ت-۳-۳ سنج فشار، با گستره مناسب فشار و دقت حدود ۲٪ بیشتر از گستره کل اندازه‌گیری‌های در نظر گرفته شده برای لوله‌ای که قرار است فشار را منتقل کند.

یادآوری- برای آرایش شماتیک وسیله آزمون هیدرواستاتیکی به شکل ت-۱ مراجعه کنید.

ت-۴ آماده‌سازی آزمون

آزمون باید به روش زیر آماده‌سازی شود:

الف- لوله باید در زمان آزمون دارای سطح خشکی باشد. لوله باید طوری نگهداشته شود که محور طولی تقریباً افقی بوده، و یه غیر از سطحی که توسط تکیه‌گاه‌ها پوشانده شده است، سطح بیرونی باید به‌آسانی قابل بررسی باشد. اگر انجام آزمون بر روی اتصالات نیز خواسته شده باشد (به بند ۶ مراجعه کنید)، لوله‌های آزمون باید هنگام اتصال به اندازه بیشینه زاویه توصیه شده توسط سازنده کج شوند.

ب- انتهای لوله باید به وسیله درپوش و واشرهای الاستومری مشخص شده در بند ت-۳ به روشی که اطمینان حاصل شود در مدت آزمون هیچ گونه نشت روی نمی‌دهد، بسته شود. سپس لوله باید از آب پر و هواگیری شود.

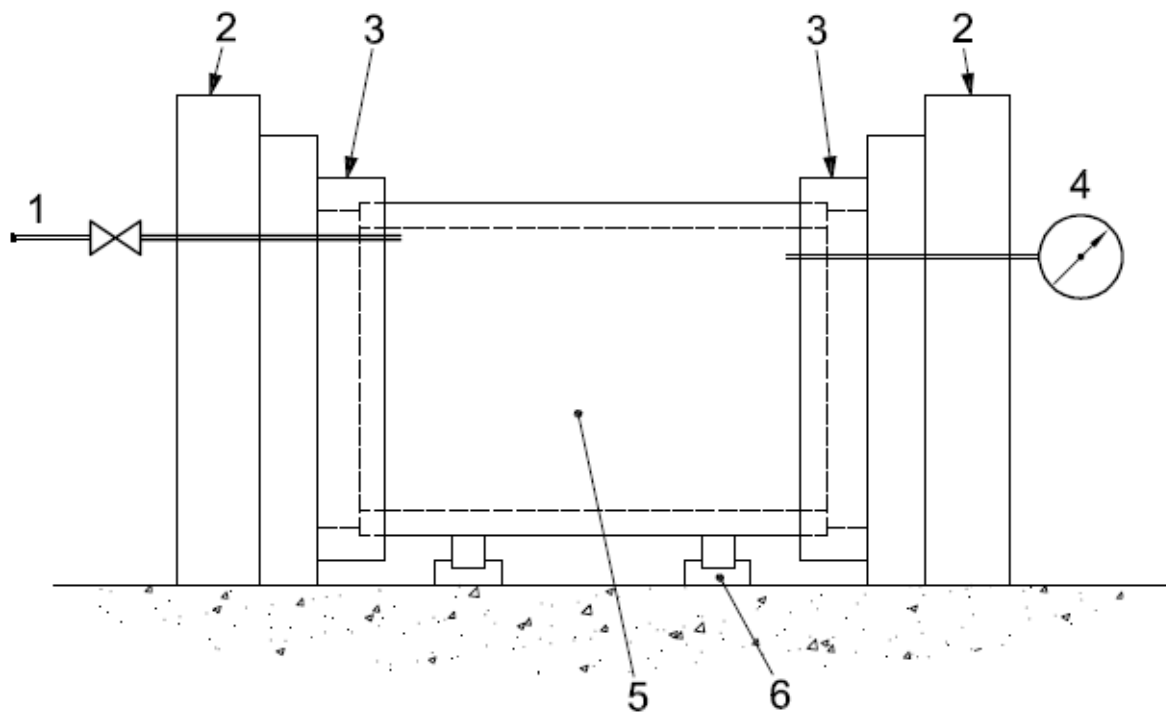
ت-۵ روش آزمون

روش آزمون باید به شرح زیر باشد:

الف- فشار را به داخل لوله اعمال کنید تا فشار آزمون اندازه‌گیری شده در انتهای دیگر لوله، حاصل شود. فشار آزمون وارد بر لوله را به مدت زمان مشخص شده حفظ کنید (به بند ۵-۲-۳-۱ مراجعه کنید).

ب- طی آزمون، رطوبت ظاهر شده در سطح لوله به شکل ریزه‌های مرطوب نباید به عنوان نشانه در نظر گرفته شود.

پ- اگر در مدت آزمون قطره‌های آب روی سطح لوله یا در اتصال ظاهر شود، فشار را به مدت زمان بیشتری برابر با مدت زمان اولیه مورد نیاز برای آزمون روی لوله حفظ کنید.



راهنما:

- ۱ لوله خالی
- ۲ چهارچوب صلب
- ۳ سر بند انتهایی
- ۴ سنجه فشار
- ۵ لوله نمونه
- ۶ تکیه‌گاه‌های قابل تنظیم

شکل ت-۱- آرایش شماتیک برای آزمون نفوذناپذیری

ت-۶ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید حداقل شامل اطلاعات زیر باشد:

الف- روش آزمون طبق این استاندارد ملی،

ب- همه جزئیات لازم برای شناسه‌گذاری کامل لوله آزمایش شده،

پ- ابعاد هر قطعه آزمون؛

ت- تعداد قطعات آزمون؛

ث- جزئیات تجهیزات؛

ج- دمای آزمون؛

چ- فشار آزمون و زمان اعمال؛

ح- این که آیا ریزه‌های آب روی سطح آزمون مشاهده می‌شوند؛

خ- این که آیا وامانی روی داده با بزرگ شدن قطرات آب نمایان می‌شود؛

د- تاریخ انجام آزمون.

پیوست ث

(الزامی)

روش آزمون برای تعیین ضریب کشسانی

ث-۱ هدف و دامنه کاربرد

این پیوست روش تعیین ضریب کشسانی را ضمن اعمال خمش به حلقه‌های بریده شده از لوله‌ها و تنش و کرنش حاصل از بیشترین بار ارائه می‌دهد.

ث-۲ اصول

آزمونه مابین بلوک‌های بالایی و پایینی قرار داده می‌شود. بار با آهنگ ثابت و به آرامی مابین دو نقطه اعمال می‌شود و تغییر در خیز قطری مابین دو نقطه تنظیم بار اندازه‌گیری می‌شود. ضریب کشسانی از ابعاد لوله، نقاط تنظیم بار و تغییر در قطر لوله محاسبه می‌شود. لوله از نظر ظرفیت بیشینه بار آن مورد آزمون قرار می‌گیرد. تغییر شکل در آن بار و از روی ابعاد لوله اندازه‌گیری می‌شود و تنش و کرنش در لوله در بیشترین ظرفیت باری محاسبه می‌شود.

ث-۳ دستگاه

آزمون باید با تجهیزات توصیف شده در پیوست ب این استاندارد انجام شود. علاوه بر این، تجهیزات آزمون باید شامل یک مجموعه در هر دو انتهای آزمون برای اندازه‌گیری تغییر شکل عمودی قطر داخلی آزمون تحت بار با دقت 0.01 mm باشد. در تمام مدت آزمون، بار اعمال شده و تغییر شکل‌ها در فواصل زمانی 1 s به وسیله سیستم مناسب داده‌گیری به طور پیوسته ثبت می‌شود.

ث-۴ آماده‌سازی آزمون

برای تعیین کشسانی آزمون باید یکی از دو نمونه بریده شده به طول $(5 \pm 300) \text{ mm}$ از نمونه لوله را انتخاب کرد. نمونه دوم باید برای آزمون پیوست ج نگه داشته شود. آزمون‌ها باید دارای سطح خشک بوده و استوانه باید عاری از موارد زیر باشد:

الف- گرد و غبار یا هر گونه ماده‌ای که باعث پنهان شدن ترک شود، و

ب- هر گونه عیوب توصیف شده در بند ۳-۴.

کمترین تعداد نمونه توصیه شده شش آزمون است.

ث-۵ اندازه‌گیری ابعاد لوله

قطر درونی، d_i ، ضخامت دیواره، e ، طول، L ، تغییر شکل عمودی، Δ_v آزمون را به روش زیر اندازه بگیرید.

الف- میانگین قطر درونی، d_i ، آزمون باید با دو اندازه‌گیری به فاصله 200 mm از دو سر و در جهت عمود بر هم تعیین شود. میانگین قطر داخلی باید میانگین 4 مقدار باشد. به طور جایگزین، میانگین قطر داخلی را می‌توان با اندازه‌گیری میانگین قطر بیرونی با یک نوار و کم کردن میانگین چهار اندازه‌گیری مربوط به ضخامت دیواره در فواصل برابر دورتادور محیط حاصل شود.

ب- ضخامت دیواره، e بر حسب میلی‌متر، باید میانگین چهار اندازه‌گیری با دقت 0.1 mm با فاصله برابر دورتادور لوله قبل از آزمون باشد.

پ- طول، L ، آزمون بر حسب میلی‌متر، با دقت 0.5 mm باید میانگین دو اندازه‌گیری در دو سمت مقابل باشد.

ت- انحراف عمودی، Δ_v ، آزمون باید میانگین دو اندازه‌گیری در دو انتهای آزمون با دقت 0.1 mm باشد.

ث-۶ تثبیت شرایط آزمون

آزمون‌ها برای تعیین ضریب کشسانی اشباع شده، E_{BS} ، باید پس از حداقل 28 روز غوطه‌وری در آب مورد آزمون قرار گیرند.

ث-۷ روش آزمون

ث-۷-۱ نحوه قرار دادن آزمون و وسیله اندازه‌گیری

آزمون و زیرگذاشت‌ها را طوری در دستگاه پرس قرار دهید که:

الف- محور طولی آزمون و زیرگذاشت‌ها موازی باشند و زیرگذاشت‌ها نسبت به قطر سطح مقطع لوله به طور متقارن قرار گیرند.

ب- خط بار اعمال شده، در صفحه تقارن زیرگذاشت واقع شود.

آزمون باید روی بلوک پایینی پرس قرار گیرد تا اطمینان حاصل شود که برای جلوگیری از تمرکز بار نقطه‌ای، تماس در طول کامل آن روی می‌دهد.

وسیله اندازه‌گیری را برای اندازه‌گیری تغییر شکل لوله به اندازه تقریبی 30 mm در هر دو انتهای لوله داخل لوله قرار دهید.

ث-۷-۲ اعمال بار

بارگذاری لوله را با به کار انداختن سیستم داده‌گیری شروع کنید.

آهنگ اعمال بار باید ثابت باشد به طوری که وامانی بین 1 تا 3 دقیقه روی دهد. این کار را با آهنگ ثابت تغییر فشار دستگاه یا تغییر مکان ثابت کله‌گی دستگاه تست قابل تنظیم و سنجش است.

ث-۷-۳ جمع‌آوری داده‌ها

داده‌های زیر باید در مدت آزمون وامانی لوله ثبت شوند (به شکل ث-۱ مراجعه کنید):

الف- بیشینه بار، F_{max} ، بر حسب کیلونیوتن؛

ب- انحراف، Δ_v در F_{max} ، بر حسب میلی‌متر؛

پ- نقطه پایینی تنظیم بار، $F_{low} \cong 3\%$ ، بر حسب کیلونیوتن؛

ت- انحنا در F_{low} ، بر حسب میلی‌متر؛

ث- نقطه بالایی تنظیم بار، $F_{upp} \cong 30\%$ ، بر حسب کیلونیوتن؛

ج- انحنا در F_{upp} ، بر حسب میلی‌متر؛

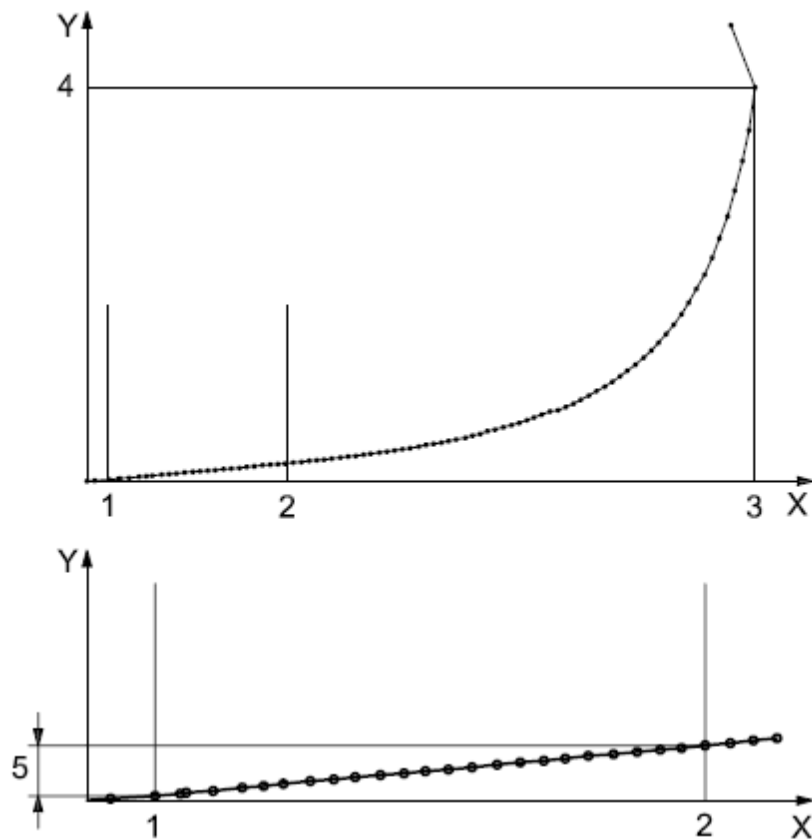
ح- اختلاف انحراف، Δ_v مابین F_{upp} و F_{low} ، بر حسب میلی‌متر.

ث-۸ محاسبه ضرایب کشسانی

ضرایب کشسانی در گستره خطی نمودار انحنا-بار با استفاده از معادله (ث-۱) محاسبه کنید (به شکل ث-۱ مراجعه کنید):

$$E_{BS} = \frac{223.2(F_{upp}-F_{low})(d_i+e)^3}{\Delta_v L e^3} \quad (\text{ث-۱})$$

بادآوری- در این محاسبه از انحنای لوله، مدول برشی و نسبت پوواسون چشم‌پوشی می‌شود. این کار منجر به خطای معنی‌داری نخواهد شد.



راهنما:

$$F_{low} \cong 3\% F_{max} \quad 1$$

$$F_{upp} \cong 20\% F_{max} \quad 2$$

$$F_{max} \quad 3$$

$$\Delta_{max} \quad 4$$

$$\Delta v \quad 5$$

$$X \text{ بار} \quad 6$$

$$Y \text{ انحنا} \quad 7$$

شکل ۱- مثالی از نقاط داده‌های آزمون مربوط به ضریب کشسانی

ث-۹ محاسبه تنش و کرنش در بیشترین بار

تنش ماده را در بیشترین بار با معادله (ث-۲) محاسبه کنید:

$$\sigma_{max} = \frac{954.9 F_{max} (d_i + e)}{L e^2} \quad (\text{ث-۲})$$

یادآوری- در این محاسبه از انحنای لوله چشم‌پوشی می‌شود. این کار منجر به خطای معنی‌داری نخواهد شد.

کرنش ماده را در بیشترین بار با معادله (ث-۳) محاسبه کنید:

$$\epsilon_{max} = \frac{4.279 \Delta_{max} e}{(d_i + e)^2} \quad (\text{ث-۳})$$

یادآوری- در این محاسبه از مدول برشی ماده و نسبت پوواسون چشم‌پوشی می‌شود. این کار منجر به خطای معنی‌داری نخواهد شد.

ث-۱۰ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید حداقل شامل اطلاعات زیر باشد:

الف- روش آزمون طبق این استاندارد ملی،

ب- همه جزئیات لازم برای شناسه‌گذاری کامل لوله آزمایش شده،

پ- ابعاد هر قطعه آزمون؛

ت- تعداد قطعات آزمون؛

ث- جزئیات تجهیزات؛

ج- دمای آزمون و شرایط آزمون؛

چ- بارهای F_{low} و F_{upp} ، بار F_{max} ، تغییر شکل عمودی، Δv و انحراف حداکثر؛

ح- مقادیر محاسبه شده برای ضرایب کشسانی اشباع شده در خمش، E_{BS} ، بیشترین تنش خمشی محاسبه شده،

σ_{max} و کرنش محاسبه شده، ϵ_{max} ، در بیشینه تنش خمشی؛

خ- تاریخ انجام آزمون.

پیوست ج

(الزامی)

روش آزمون برای تعیین سفتی طولانی مدت لوله

ج-۱ هدف و دامنه کاربرد

این پیوست روشی برای تعیین سفتی طولانی مدت اشباع شده و ضریب کشسانی ظاهری طولانی مدت خمشی حلقه یک لوله را نشان می‌دهد.

ج-۲ اصول

مقطع لوله اشباع شده در معرض خیزی مشابه با خیز وارد بر آن در شرایط مدفون در زمین قرار می‌گیرد. خیز در یک مقدار ثابت حفظ می‌شود و تغییرات در بار مورد نیاز برای حفظ این شرایط انحنای لوله، اندازه‌گیری می‌شود. بار طولانی مدت برون‌یابی شده تعیین شده از روابط بار-زمان برای محاسبه سفتی ظاهری طولانی مدت لوله و مدول ظاهری طولانی مدت خمشی حلقه ماده لوله مورد استفاده قرار می‌گیرد. مدول طولانی مدت ظاهری خمشی حلقه ماده لوله می‌تواند برای محاسبه سفتی اشباع شده طولانی مدت لوله‌های با اندازه و رده دیگر مورد استفاده قرار گیرد.

ج-۳ دستگاه

یک دستگاه مناسب (به شکل ج-۱ مراجعه کنید) متشکل از اجزاء زیر:

ج-۳-۱ مخزن، برای نگهداشتن آزمون غوطه‌ور در آب.

ج-۳-۲ تیرک بارگذاری، برای اعمال نیرو به لودسل.

ج-۳-۳ لودسل، با توانایی نمایش نیروی اعمال شده با دقت 0.5% .

ج-۳-۴ تیرک انتقال، برای انتقال نیرو به یک آزمون لوله.

ج-۳-۵ تیرک تکیه‌گاه، برای تامین نیروی واکنش به آزمون لوله.

دستگاه باید دارای چنان سفتی باشد که خیز دستگاه در بار آزمون کمتر از 1% خیز آزمون لوله تحت آزمون باشد. مخزن باید با آب شهری در دمای محیط و با pH اسمی ۷ در آغاز آزمون پر شود. لوله باید در مدت زمان آزمون به طور کامل زیر آب نگه داشته شود.

برای جلوگیری از تغییرات دمای آب در مخزن باید خیلی دقت کرد زیرا می‌تواند نتایج آزمون را تحت تاثیر قرار دهد. توصیه شده است که دستگاه در آزمایشگاهی قرار گیرد که دمای آن در تمام مدت زمان آزمون کنترل می‌شود.

ج-۴ انتخاب و آماده‌سازی آزمون

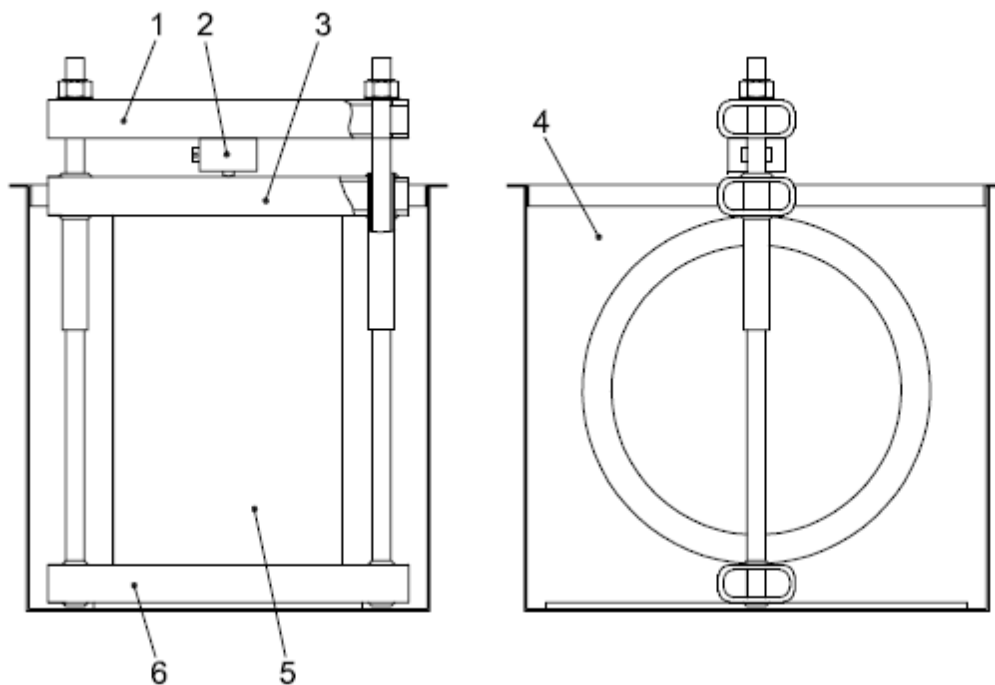
دو نمونه از لوله به طول (300 ± 5) mm برش داده شده و یکی از آنها به عنوان آزمون انتخاب می‌شود. (نمونه دوم ب از پیوست ث).

سطح استوانه باید عاری از موارد زیر باشد:

الف- گرد و غبار یا هر ماده‌ای که باعث ناواضحی ترک شود، و

ب- هرگونه عیوب توصیف شده در بند ۴-۳.

کمترین تعداد آزمون توصیه شده شش آزمون است.



راهنما:

- ۱ تیرک بارگذاری
- ۲ لود سل
- ۳ تیرک انتقال
- ۴ مخزن
- ۵ لوله‌ی آزمون لوله
- ۶ تیرک تکیه‌گاه

شکل ج ۱- یک نوع دستگاه آزمون واهلش تنش

ج-۵ اندازه‌گیری ابعاد آزمون

قطر درونی، d_i ، ضخامت دیواره، e ، طول، L ، آزمون را به روش زیر اندازه بگیرید.

الف- میانگین قطر درونی، d_i ، آزمون باید مطابق بند ج-۵ تعیین شود.

ب- همه ضخامت‌ها، e بر حسب میلی‌متر، با دقت 0.1 mm باید میانگین چهار اندازه‌گیری با فاصله برابر دورتادور لوله قبل از آزمون باشد.

پ- طول، L ، آزمون بر حسب میلی‌متر، با دقت 0.5 mm باید میانگین دو اندازه‌گیری در سمت مقابل باشد.

ج-۶ تثبیت شرایط آزمون

آزمون‌های آزمون در شرایط اشباع، باید بلافاصله قبل از آزمون حداقل به مدت ۲۸ روز، در آب با دمای محیط بالاتر 5°C غوطه‌ور شوند.

سایر روش‌های تثبیت شرایط در صورتی قابل قبول هستند که بتوان اثبات کرد قادرند مقاومت و حالت پایایی در نمونه ایجاد کنند. در صورت بروز اختلاف، روش تثبیت شرایط بالا باید به عنوان روش مرجع باشد.

ج-۷ بار آزمون استراحت اولیه

بار آزمون واهلش اولیه، P_R ، باید بار محاسبه شده مورد نیاز برای ایجاد بیشینه خیزپیش‌بینی شده لوله در شرایط طولانی‌مدت، مدفون، شده باشد.

یادآوری ۱- بار آزمون واهلش اولیه نمی‌تواند از مقدار بار طراحی اولیه بیشتر باشد، یعنی P_R کمتر از کمینه بار شکست اولیه تقسیم بر ضریب اطمینان برای اجرای لوله‌گذاری است.

یادآوری ۲- اطلاعات مربوط به محاسبه بار آزمون واهلش اولیه در پیوست د ارائه شده است.

ج-۸ روش آزمون

آزمون لوله اشباع شده باید در دستگاه آزمون تحت آب قرار گیرد و حداقل به مدت ۱۶ ساعت در شرایط بدون بار بماند تا با دستگاه به حالت تعادل برسد.

سپس آزمون لوله اشباع باید به اندازه ۵٪ بار اولیه آزمون، یعنی P_R ، بارگذاری شود. بارگذاری باید طی مدت زمانی کمتر از ۱ min کامل و خیز (انحنا) لوله باید در زمان باقی‌مانده آزمون ثابت نگه داشته شود.

بار روی لوله باید در فواصل زمانی از زمان آغاز بارگذاری ثبت شود. مشاهدات باید شامل اندازه‌گیری‌ها در فواصل زمانی ۱ ساعت، ۲ ساعت، ۵ ساعت، ۸ ساعت، ۲۵ ساعت، ۵۰ ساعت، ۱۰۰ ساعت، ۲۰۰ ساعت، ۵۰۰ ساعت، ۱۰۰۰ ساعت، ۲۰۰۰ ساعت، ۵۰۰۰ ساعت و ۱۰۰۰۰ ساعت باشد.

ج-۹ محاسبه نتایج

داده‌های جمع‌آوری شده از آزمون واهلش تنش باید مطابق استاندارد ISO 10928 تجزیه و تحلیل شود. روش محاسبه باید طوری باشد که منجر به بهترین کیفیت ضریب همبستگی خطی شود. هنگام محاسبه‌ی نتایج، به منظور بهبود دقت محاسبه می‌توان از داده‌های نقاطی علاوه بر آنچه در بند ج-۸ مشخص شده در محاسبه نتایج استفاده کرد. اگر از داده‌های نقاط اضافی در محاسبات استفاده شده باشد، در این صورت لازم است به منظور ایجاد وزن‌دهی یک‌نواخت پس از اعمال تبدیل لگاریتمی روی محور زمان، این داده‌ها را از نمودار خارج کرد.

از آنالیز این داده‌ها می‌توان برای پیش‌بینی خواص بر حسب زمان آزمون و آنالیز مبنی بر استاندارد ISO 10928 استفاده کرد.

برون‌یابی دورترین نقطه آنالیز داده‌ها باید برای زمانی باشد که لگاریتم زمان برون‌یابی شده بزرگتر از 50% لگاریتم زمان واقعی آزمون نباشد. دورترین برون‌یابی آنالیز داده‌ها باید در داخل بازه‌ای از زمان باشد که لگاریتم زمان برون‌یابی شده از 50% لگاریتم زمان واقعی آزمون کم‌تر است.

آنالیز داده‌ها باید برای پیش‌بینی بار طولانی‌مدت، P_{R2} ، که انتظار می‌رود در مدت دو سال (معادل 17520 ساعت) ثبت شود مورد استفاده قرار گیرد.

سفتی پیش‌بینی شده طولانی‌مدت اشباع، S_{S2} ، لوله در مدت ۲ سال با معادله (ج-۱) بیان می‌شود:

$$S_{S2} = \frac{S_S P_{R2}}{P_R} \quad \text{(ج-۱)}$$

مدول خمشی ظاهری طولانی‌مدت اشباع پیش‌بینی شده کشسانی لوله در مدت ۲ سال با معادله (ج-۲) بیان می‌شود:

$$E_{BS2} = \frac{E_{BS} P_{R2}}{P_R} \quad \text{(ج-۲)}$$

ج-۱۰ فراوانی آزمون

تعیین سفتی طولانی‌مدت اشباع شده و مدول ظاهری خمشی حلقه‌ای طولانی‌مدت کشسانی باید زمانی تکرار شود که سازنده بخواهد طراحی، روش ساخت، یا مواد را تغییر دهد.

ج-۱۱ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید حداقل شامل اطلاعات زیر باشد:

الف- روش آزمون طبق این استاندارد ملی،

ب- همه جزئیات لازم برای شناسه‌گذاری کامل لوله آزمایش شده،

- پ- ابعاد هر قطعه آزمون؛
- ت- تعداد قطعات آزمون؛
- ث- جزئیات تجهیزات؛
- ج- دمای آزمون و شرایط قطعه آزمون؛
- چ- بار اعمال شده واهلش اولیه به آزمون؛
- ح- مقادیر محاسبه شده برای ضریب کشسانی اشباع شده در خمش، E_{BS} ،
- خ- تاریخ انجام آزمون.

پیوست چ

(الزامی)

روش تعیین مقاومت به محیط مایع

چ-۱ هدف و دامنه کاربرد

این پیوست روشی را برای ارزیابی تغییر مقاومت لوله، به دلیل قرار گرفتن در معرض مایعات ارائه می‌دهد.

چ-۲ اصول

تاثیر قرار گرفتن در معرض مایع معین از طریق مقایسه مقاومت شکست لوله با مقدار مقاومت شکست لوله پس از مدت زمان معینی از غوطه‌ور شدن در آن مایع ارزیابی می‌شود.

چ-۳ دستگاه

چ-۳-۱ مخزن، با توانایی نگهداری محیط با اندازه مناسب برای امکان غوطه‌وری آزمون.

چ-۳-۲ وسایل حفظ دمای محیط در مخزن، در دمای مشخص شده در استاندارد مرجع.

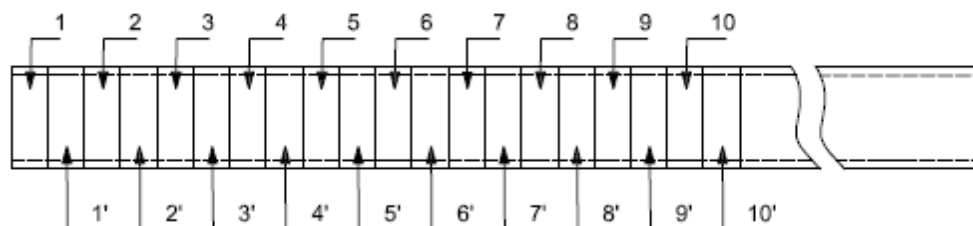
چ-۳-۳ محیط آزمون، که در بند ۵-۳-۲ مشخص شده است.

چ-۳-۴ دستگاه آزمون شکست، که در پیوست ب مشخص شده است.

چ-۴ آماده‌سازی آزمون

آزمونه‌ها باید از لوله بدون پوشش تکی با قطر اسمی ۱۵۰ DN یا کوچکترین قطر لوله‌ای که توسط سازنده تولید می‌شود، بریده شوند.

باید ۲۰ آزمون، با طول‌های مناسب برای آزمون شکست با روش توصیف شده در پیوست ب بریده شده و مانند آنچه در شکل چ-۱ نشان داده شده است، شماره‌گذاری شوند؛ آزمون‌های با شماره برابر باید آزمون‌های دوتایی نامیده شوند.



شکل چ-۱- برش آزمون‌های دوتایی

چ-۵ روش آزمون

الف- آزمون‌های دوتایی را به دو دسته آزمون ۱۰ تایی به ترتیب از ۱ تا ۱۰ و از ۱ تا ۱۰ تقسیم کنید.

ب- آزمون‌های از شماره ۱ تا ۱۰ باید مطابق روش آزمون پیوست ب برای آزمون‌های اشباع شده مورد آزمون قرار گیرند.

پ- آزمون‌های از شماره ۱ تا ۱۰ باید به مدت زمان مشخص شده در استاندارد مرجع در محیط آزمون غوطه‌ور شوند، سپس از محیط برداشته شده و به مدت ۷ روز در شرایط محیطی آزمایشگاه بمانند.

ت- سپس بایستی آزمون‌ها مطابق روش آزمون پیوست ب، در شرایط اولیه مورد نیاز برای آزمون‌های اشباع شده مورد آزمون قرار گیرند.

چ-۶ ارزیابی نتایج آزمون

برای هر جفت آزمون (n مساوی ۱ تا ۱۰)، تک تک نسبت‌های r_n را مطابق با معادله (چ-۱) محاسبه کنید.

$$r_n = t_n / c_n \quad (\text{چ-۱})$$

که در آن:

t_n بار شکست آزمون غوطه‌ور شده در محیط آزمون، بر حسب کیلونیوتن بر متر؛

c_n بار شکست آزمون کنترل، بر حسب کیلونیوتن بر متر.

میانگین، r_m ، و انحراف استاندارد، s ، تک تک نسبت‌های r_n ، را محاسبه کنید.

حد پایین ۹۵٪ سطح اطمینان، L ، نسبت میانگین، r_m را مطابق معادله (چ-۲) محاسبه کنید:

$$L = r_m - 0.58s \quad (\text{چ-۲})$$

با توافق بین سازنده و نهاد گواهی کننده می‌توان از نوعی آزمون مکانیکی جایگزین، برای مقایسه مقاومت خمشی حلقه قبل و پس از غوطه‌وری در محیط استفاده کرد.

چ-۷ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید حداقل شامل اطلاعات زیر باشد:

الف- روش آزمون طبق این استاندارد ملی،

ب- همه جزئیات لازم برای شناسه‌گذاری کامل لوله آزمایش شده،

پ- ابعاد هر قطعه آزمون؛

ت- تعداد قطعات آزمون؛

ث- جزئیات تجهیزات؛

ج- محیط آزمون، دمای آزمون و شرایط قطعه آزمون؛

چ- بارهای شکست آزمون؛

ح- مقادیر محاسبه شده برای نسبت‌های مقاومت جفت آزمون‌ها، r_n ، مقدار میانگین، r_m ، و حد پایین سطح اطمینان، L ،

خ- تاریخ انجام آزمون.

پیوست ح

(الزامی)

روش آزمون برای تعیین عملکرد اتصال تحت فشار هیدروستاتیکی

ح-۱ هدف و دامنه کاربرد

این پیوست الزامات ارزیابی عملکرد اتصال را به هنگام قرار گرفتن در معرض فشار هیدروستاتیکی ارائه می‌دهد.

ح-۲ اصول

برای تعیین این که آیا نشتی روی می‌دهد یا نه، اتصالات لوله، در معرض فشار هیدروستاتیک داخلی و بیرونی و نیروهای برشی و تحت بیشترین درکشیدگی طراحی و شرایط خیز قرار داده می‌شود.

ح-۳ دستگاه

ح-۳-۱ تجهیزات آزمون، با توانایی نگهداری اتصال و لوله‌های مجاور آن و توانایی تحمل نیروهای حاصل از فشار هیدروستاتیک آزمون.

ح-۳-۲ وسایل درزبندی و بستن، برای انتهای لوله.

ح-۳-۳ تجهیزات برای پر کردن آزمون با آب و تجهیزات هواگیری.

ح-۳-۴ تجهیزات اندازه‌گیری فشار، با دقت 0.1 MPa (0.1 بار).

ح-۳-۵ پمپ یا وسیله مشابه، برای افزایش فشار هیدروستاتیکی.

ح-۳-۶ وسیله اندازه‌گیری زمان.

ح-۳-۷ دستگاه یا وسیله‌ای که امکان وارد کرد فشار به قطعه‌ی آزمون را از بیرون فراهم می‌کند.

یادآوری- برای فراهم کردن امکان وارد کردن فشار از داخل، از قطعه‌ای از اتصالات لوله استفاده می‌شود که در آن شیار برای نصب رینگ آب‌بندی در جهت عکس قائم بر قطعه تراش‌کاری شده و سپس رینگ آب‌بندی، در جهت عکس عمود بر مقطع قطعه‌ی آزمون در آن شیار نصب شده است.

ح-۳-۸ وسیله با توانایی اعمال بار برشی به اتصال

ح-۴ آزمون

آزمون از یک قطعه‌ی اتصالات لوله متصل به تکه‌ای از لوله تشکیل می‌شود.

ابعاد اتصال باید چنان باشد که حداقل فشردگی مجاز در حلقه درزبندی ایجاد شود.

ممکن است از یک مجموعه قطعات متصل، برای بیش از یک آزمون استفاده شود.

ح-۵ روش آزمون

ح-۵-۱ روش اتصال مستقیم

ح-۵-۱-۱ آزمون فشار داخلی

الف- قطعات را به هم متصل کنید. سپس درپوش‌های انتهایی را آماده کنید و به انتهای لوله‌ها محکم ببندید.

ب- آزمون خیز را بدون درکشیدگی یا خیز در تجهیزات آزمون نصب کنید و برای جلوگیری از حرکت انتها به هنگام اعمال فشار، لوله‌ها و متعلقات انتها را محکم ببندید.

پ- آزمون را با آب پر و کاملاً هواگیری کنید.

ت- فشار آب را مطابق با ترتیب ارائه شده در جدول ح ۱ به آزمون اعمال کنید.

ث- آزمون را در مدت آزمون بازرسی کنید و هر گونه قطرات آب یا افت آب را گزارش کنید.

جدول ح ۱- برنامه زمان‌بندی فشار داخلی

مدت زمان آزمون min	فشار آزمون kPa
۵	۰
۱۰	۲۰
۳۰	۱۰۰

ح-۵-۱-۲ آزمون فشار خارجی

الف- مجموعه‌ی قطعات آزمون را به روش مناسبی برای اعمال فشار خارجی به اتصال، سوار کنید.

ب- ترتیب آزمون مشخص شده در بند ح-۵-۱-۱-ب تا ح-۵-۱-۱-ت را تکرار کنید.

ح-۵-۲ آزمون اتصال کج شده

ح-۵-۲-۱ آزمون فشار داخلی

الف- قطعات را به هم متصل کنید و درپوش‌ها را به انتهای لوله‌ها محکم ببندید.

ب- این بار آزمون‌های با بیشترین خیز و درکشیدگی مشخص شده توسط سازنده (شکل ۱) را در تجهیزات آزمون نصب کنید و برای جلوگیری از حرکت انتها به هنگام اعمال فشار، لوله‌ها و متعلقات انتها را محکم ببندید.

پ- آزمون را با آب پر و کاملاً هواگیری کنید.

ت- فشار آب را مطابق با ترتیب ارائه شده در جدول ح-۱ به آزمون اعمال کنید.

ث- آزمون را در مدت آزمون بازرسی کنید و هر گونه قطرات آب یا افت آب را گزارش کنید.

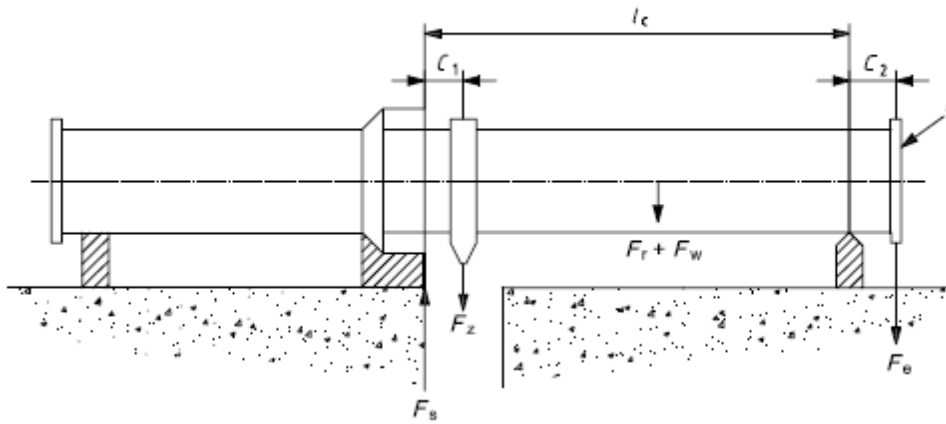
ح-۲-۵-۲ آزمون فشار خارجی

الف- مجموعه‌ی قطعات آزمون را به روش مناسبی برای اعمال فشار خارجی به اتصال، سوار کنید.

ب- ترتیب آزمون مشخص شده در بند ح-۲-۵-۱-ب تا ح-۲-۵-۱-ت را تکرار کنید.

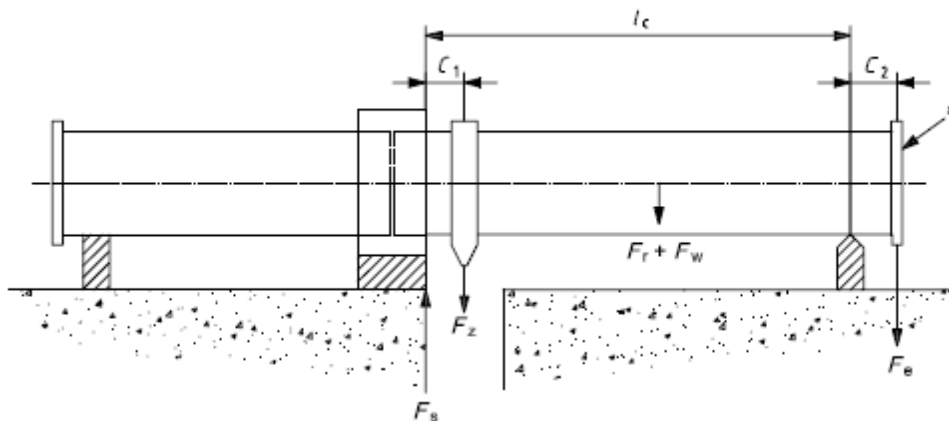
ح-۳-۵ آزمون اتصال با بار برشی اعمال شده

آزمونه را مطابق با جزئیات بیان شده در بند ح-۱-۵-۱ همراه با وسیله‌ای برای اعمال بار برشی در سرتاسر اتصال، سوار کنید (به شکل‌های ح-۱ و ح-۲ مراجعه کنید).



^a نوعی درپوش مجهز به وسایلی برای پرکردن، هواگیری و محافظت شده در برابر نیروی حاصل از فشار آزمون

شکل ح ۱- آزمون اتصال بوشن با نیروی برشی



^a نوعی درپوش مجهز به وسایلی برای پرکردن، هواگیری و محافظت شده در برابر نیروی حاصل از فشار آزمون

شکل ح ۲- آزمون اتصال مفصلی با نیروی برشی

ح-۵-۳-۱ تعیین بار برشی برای لوله با انتهای مادگی

بار برشی مجموع هرگونه بار اعمال شده، وزن لوله، وزن آب در لوله و وزن همه دستگاه آزمون است (بسته به آرایش آزمون).

بار افزایشی، F_z ، بر حسب نیوتن، که لازم است به دستگاه آزمون اعمال شود تا بار برشی، F_s را تولید کند، با معادله (ح-۱) بیان می‌شود:

$$F_z = \left[\frac{1}{l_c - c_1} \right] \times [F_s \times l_c + F_e \times c_2 - (F_r + F_w) \times \frac{l_c - c_1}{2}] \quad (\text{ح-۱})$$

که در آن:

که در آن:

l_c فاصله بین اتصالات و تکیه‌گاه وسطی، بر حسب متر، شکل‌های ح-۱ و ح-۲؛

c_1 فاصله بین اتصالات و محور F_z ، بر حسب متر، شکل‌های ح-۱ و ح-۲؛

c_2 فاصله بین اتصالات و محور F_e ، بر حسب متر؛

F_e وزن سربند یا کلاهک، بر حسب نیوتن؛

F_r وزن لوله، بر حسب نیوتن؛

F_s بار برشی (به بند ۶-۳-۴ مراجعه کنید)، بر حسب نیوتن؛

F_w وزن محتوای آب (لوله با نیروی برشی)، بر حسب نیوتن.

F_w وزن محتوای آب (لوله با نیروی برشی)، بر حسب نیوتن.

ح-۵-۳-۲ روش آزمون

الف- پس از کاربرد بار اضافی، فشار داخلی باید مطابق با بند ح-۵-۱-۱-ت اعمال شود).

یادآوری-مقدار F_s با نوع اتصال تغییر می‌کند (به بند ۶-۳-۴ مراجعه کنید).

ب- آزمون را از نظر اثرات نشت بررسی کنید.

ح-۶ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید حداقل شامل اطلاعات زیر باشد:

گزارش آزمون باید حداقل شامل اطلاعات زیر باشد:

الف- روش آزمون طبق این استاندارد ملی،

ب- همه جزئیات لازم برای شناسه‌گذاری کامل لوله آزمایش شده،

پ- ابعاد هر قطعه آزمون؛

- ت- تعداد قطعات آزمون؛
- ث- جزئیات تجهیزات؛
- ج- دمای آزمون و شرایط قطعه آزمون؛
- چ- درکشیدگی، انحراف زاویه‌ای و بار برشی اعمال شده در مدت آزمون؛
- ح- این که نشت مشاهده شد یا خیر؛
- خ- تاریخ انجام آزمون.

پیوست خ (اطلاعاتی)

روش آزمون برای تعیین ضریب مقاومت به شکست مرطوب/خشک

خ-۱ هدف و دامنه کاربرد

این پیوست روشی برای تعیین ضریب مقاومت خشک به مرطوب، W ارائه می‌دهد.

خ-۲ اصول

تعداد برابری از آزمون‌های خشک و اشباع شده در برابر بارهای آزمون قرار داده می‌شوند.

خ-۳ روش آزمون بار مرطوب و خشک

نمونه‌های آزمون مناسبی انتخاب کنید تا ۶۰ آزمون برای آزمون بار مرطوب و خشک تهیه شود. آزمون‌ها باید به شرح زیر آماده‌سازی شوند.

الف- ۳۰ آزمون آماده شده مطابق با بند ب-۴ و قرار گرفته در شرایط خشک مطابق با بند ب-۵-۱.

ب- ۳۰ آزمون آماده شده مطابق با بند ب-۴ و قرار گرفته در معرض شرایط مرطوب مطابق با بند ب-۵-۲.

آزمون‌ها باید مطابق با پیوست ب بارگذاری-آزمون شوند.

خ-۴ محاسبه ضریب مقاومت مرطوب/خشک

با سطح اطمینان کمتر از ۹۷٫۵٪ بار گسیختگی، P_d ، نمونه خشک را بر حسب کیلونیوتن بر متر، و بار گسیختگی، P_S ، نمونه اشباع را بر حسب کیلونیوتن بر متر، با استفاده از توزیع « t » استودنت^۱ محاسبه کنید.

$$w = \frac{P_{dLC}}{P_{sLC}} \quad (\text{خ-۱})$$

که در آن:

P_{dLC} بار شکستن (گسیختگی) آزمون خشک، بر حسب کیلونیوتن بر متر؛

P_{sLC} بار شکستن (گسیختگی) آزمون اشباع شده، بر حسب کیلونیوتن بر متر.

1- Student's "t" distribution

خ-۵ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید حداقل شامل اطلاعات زیر باشد:

الف- روش آزمون طبق این استاندارد ملی،

ب- همه جزئیات لازم برای شناسه‌گذاری کامل لوله آزمایش شده،

پ- ابعاد هر قطعه آزمون؛

ت- تعداد قطعات آزمون؛

ث- جزئیات تجهیزات؛

ج- دمای آزمون و شرایط قطعه آزمون؛

چ- بارهای شکست آزمون؛

ح- مقدار محاسبه شده برای ضریب تبدیل مرطوب به خشک، W ،

خ- تاریخ انجام آزمون.

پیوست د

(اطلاعاتی)

طرح نصب لوله‌های سیمانی تقویت شده با الیاف

د-۱ مقدمه

انتخاب لوله‌های سیمانی تقویت شده با الیاف برای تاسیسات مدفون را می‌توان بر مبنای اصول طراحی لوله صلب یا لوله انعطاف‌پذیر انجام داد. به‌طور کلی برای طراحان تاسیسات، استفاده از اصول لوله صلب و انتخاب لوله با استفاده از پیکربندی‌های استاندارد تاسیسات با رده‌های معرفی شده بار شکست لوله، در پروژه‌های فاضلاب آسان‌تر است.

در آغاز، اصول لوله صلب برای طراحی لوله سیمانی آریست‌دار مورد استفاده قرار می‌گرفت، اما با افزایش اندازه‌ی لوله‌های تولیدی، درجه‌ای از انعطاف‌پذیری در محصول وجود دارد که باعث می‌شود در لوله‌هایی با قطر بزرگتر از DN ۶۰۰ تکیه‌گاه افزونتری از خاک حاصل شود. با انتشار استاندارد ISO 2785 که مبتنی بر اصول طراحی تدوین شده در استاندارد آلمان ATV 127 است، این مشخصه مورد تأیید قرار گرفت.

در سال‌های اخیر، تکوین محصولات عاری از پنبه‌نسوز موجب تغییر برخی ویژگی‌های فیزیکی لوله‌های سیمانی تقویت شده با الیاف شده است، هرچند این محصولات جدید مقاومت کمتری از سیمان پنبه‌نسوز دارند، دارای ظرفیت کرنش بزرگتر و تفاوت‌های بزرگتر مابین مقاومت‌های مرطوب و خشک و ظرفیت بیشتری برای خزش هستند. این تغییرات به این معنی است که محصولات لوله‌ای می‌توانند مقادیر سفتی حلقه‌ای با گستره N/m^2 ۴۰۰۰۰۰ تا N/m^2 ۱۰۰۰۰۰ (و کمتر) نشان دهند. این انعطاف‌پذیری، به هنگام استفاده از اصول طراحی لوله صلب، ظرفیت حمل بار نهایی قابل توجه‌تری را نسبت به مقادیر پیش‌بینی شده به تاسیسات اضافه می‌کند.

گرچه می‌توان لوله با کاربرد مدفون در زمین را با استفاده از اصول طراحی انعطاف‌پذیری طراحی کرد، برای سازنده مناسب‌تر است که لوله را بر مبنای روش‌های اتصالات صلب طراحی و تولید کند. یکی از مزیت‌های این نوع طراحی این است که می‌توان آزمون اطمینان از کیفیت را به جای آزمون سفتی که انجام آن در لوله‌هایی با سفتی بالا دشوار است با استفاده از آزمون اتکای سه‌لبه‌ای (مانند آنچه در پیوست ب تشریح شد) انجام داد. به‌علاوه، رده‌بندی مقاومت به خردشدگی می‌تواند با سایر لوله‌های صلب مانند بتن تقویت شده با فولاد مشابه و طراحی تاسیسات با این مصالح می‌تواند شبیه طراحی تاسیسات استاندارد مورد استفاده در لوله‌های بتنی صلب باشد و به این ترتیب، برای طراح خط لوله، تعیین مشخصات فنی و فراهم کردن اسناد مناقصه برای مصالح رقیب آسان‌تر خواهد بود.

در اصول طراحی تاسیسات لوله صلب، انعطاف‌پذیری لوله یا خزش لوله در طراحی دخالت داده نمی‌شود، چون این ویژگی‌ها، در محصولات جاف‌تاده مانند سیمان پنبه‌نسوز، بتن مسلح شده با فولاد و بتن غیرمسلح، در مقایسه با مواد دیگر نسبتاً کوچک هستند و تاثیر معنی‌داری در عملکرد طولانی‌مدت محصولات ندارند. از این‌رو، به

هنگام استفاده از این مواد، فقط مقادیر مقاومت اولیه لوله مورد استفاده هستند و خواص طولانی مدت مورد توجه قرار نمی‌گیرد. به هنگام استفاده از پارامترهای طراحی صلب (یعنی بار سطح اتکای سه‌لبه‌ای) برای انتخاب محصولات تقویت شده با الیاف جدیدتر، تعیین این که آیا کرنش طولانی مدت حاصل در لوله، در گستره عملکرد قابل قبول محصولات قرار می‌گیرد یا خیر، ضروری است.

هدف این پیوست این است که نشان دهد لوله‌های سیمانی تقویت شده با الیاف ساخته شده بر اساس الزامات این استاندارد، چگونه با استفاده از اصول تاسیسات لوله صلب برای تاسیسات، مناسب و برای طراحی بر پایه ظرفیت بار-سطح اتکای اولیه ارزیابی شده با آزمون سطح اتکای سه لبه‌ای قابل قبول هستند.

د-۲ اصول

در طراحی تاسیسات لوله به روش صلب، فشار حاصل از بار خاک بر روی لوله، بارهای ایستا و بارهای زنده حاصل از عبور و مرور، را که در زمین به لوله وارد می‌شود، تعیین می‌شود. ضریب طراحی یا ضریب اطمینان به کل فشارهای وارد شده، اعمال می‌شود. سپس با استفاده از ضریب بستر تاسیسات متناسب با نوع پیکربندی تاسیسات مورد استفاده، مقدار آن به بار خط سطح اتکای سه‌لبه‌ای تبدیل می‌شود. این بار معرف حداقل استحکام باربرداری محصولی را نشان می‌دهد که برای تاسیسات انتخاب می‌شود.

لوله‌های ساخته شده بر اساس این استاندارد، برای برآورده کردن حداقل بار خردشدگی اولیه تعیین شده طراحی می‌شوند. برای سهولت کار، این بار اولیه مبتنی بر مقادیر رده‌ی فشاری مشخص شده برای خردشدگی است و محصول به منظور تضمین کیفیت با استفاده از روش آزمون سطح اتکای سه لبه‌ای ارزیابی می‌شود. از آنجا که تغییرات مقاومت مصالح سیمانی، تابعی از مقدار رطوبت محصول است، این استاندارد مقادیر حداقل مقاومت به خردشدگی محصول را برای شرایط مرطوب محصول مشخص می‌کند، اما با اذعان به این که زمان لازم برای اشباع کردن محصول زیاد است، معمولاً آزمون در شرایط نیمه‌خشک انجام می‌شود و هنگام آزمایش محصول، معیار حداقل استحکام بالاتری نسبت به استحکام خشک، یعنی مقدار مقاومت به خرد شدگی در حالت خشک (TC) ضربدر ضریب تبدیل تر به خشک (W) در نظر گرفته می‌شود.

بار شکست برای لوله سیمانی تقویت شده با الیاف مدفون معمولاً باید ۱٫۵ برابر بیشینه بارگذاری محاسبه شده با استفاده از اصول طراحی لوله صلب، در شرایط اشباع و زمانی باشد که الزامات معادله (د-۱) برآورده می‌شود.

لوله‌های سیمانی تقویت شده با الیاف، همانند لوله‌های پلاستیکی، با گذشت زمان دچار خزش و تغییر شکل می‌شوند؛ بنابراین، با تراکم شدن خاک محیط اطراف، تغییرات روی داده در نیروهای اعمال شده به لوله باعث تغییر کرنش دیواره لوله می‌شود. برای این که اطمینان حاصل شود فرضیات طراحی لوله صلب در این شرایط طولانی مدت از اعتبار ساقط شده، لازم است تا اطمینان حاصل شود که کرنش لوله نصب شده از حدود امن فراتر نمی‌رود.

اصول طراحی تأسیسات لوله انعطاف‌پذیر برای ارزیابی مشخصات ایمنی طولانی‌مدت لوله مورد استفاده قرار می‌گیرند. خیز سیستم لوله/خاک با استفاده از مدول خمشی و مقادیر خیزنهایی همراه با مقادیر سفتی طولانی‌مدت حاصل از «آزمون نوع» محاسبه می‌شود. محاسبات اختصاصی برای هر پیکربندی لوله‌گذاری مشخص شده در مقررات ملی طراحی لوله صلب، بر مبنای ضرایب مکانیک خاک انجام می‌شود. از این محاسبات، می‌توان تعیین کرد که آیا کرنش لوله نصب شده طولانی‌مدت، به هنگام مقایسه با کرنش اولیه اندازه‌گیری شده لوله، ایمنی کافی را فراهم می‌کند یا خیر.

نتایج حاصل از قرار دادن لوله‌های انعطاف‌پذیر در معرض آزمون طولانی‌مدت خزش یا آزمون واهلش طولانی‌مدت برای تعیین سفتی طولانی‌مدت، آشکارا قادر به شبیه‌سازی شرایط مدفون که تغییر مکان لوله با خاک محیط اطراف مهار می‌شود نیست. در طول دو دهه اخیر، آزمایش با لوله‌های پلاستیکی نشان داده است که معمولاً لوله‌ها پس از دو سال به بیشترین خیزمی‌رسند، از این‌رو این مدت زمان برای محاسبه مقدار سفتی طولانی‌مدت لوله (پیوست ج) مورد استفاده در محاسبه خیز سیستم لوله-خاک در شرایط مدفون توصیه می‌شود.

از آنجا که اختلاف‌هایی در مقادیر خاک مورد استفاده در مجموعه قوانین طراحی لوله انعطاف‌پذیر مانند پیکربندی روش‌های طراحی استاندارد برای تأسیسات وجود دارد، شرایط کلی روش «آزمون نوع» زیر به عنوان روشی کلی ارائه می‌شود و باید برای الزامات ملی هر کشوری که لوله در آن استفاده می‌شود، بومی‌سازی شود.

د-۳ تعیین بیشینه فشار بار منشور خاک

برای هر اندازه و هر رده لوله، بیشترین فشار خاک ریخته شده روی لوله، W_q ، بر حسب کیلوپاسکال، باید در طراحی تأسیسات لوله به عنوان لوله صلب با روش طراحی مارستون/اشپانگلر در یک خاک‌ریزی بر بستر روخاکی^۱ همانند معادله (د-۱)، محاسبه شود:

$$w_q = \frac{(T_c \cdot F_b)}{(SF \cdot \bar{c}_e \cdot d_0)} \cdot 10^3 \quad (د-۱)$$

که در آن:

w_q فشار خاک روی لوله، بر حسب کیلوپاسکال؛

T_c بار شکست لوله، بر حسب کیلوپاسکال بر متر؛

F_b ضریب بستر برای طراحی نصب لوله صلب؛

\bar{c}_e ضریب اشپانگلر برای طراحی تأسیسات لوله صلب (بیشترین مقدار ۱/۶۸ برای $H/d_0 > 10$)؛

d_0 میانگین قطر خارجی؛

۱ - در طراحی بستر روخاکی (positive projection)، لوله به جای قرار گرفتن در داخل ترانشه، روی بستر زمین طبیعی قرار می‌گیرد و از طریق خاک‌ریزی با مقطع دوزنقه‌ای پوشانده می‌شود.

SF ضریب ایمنی (مثلاً ۱/۵) متناسب با بار شکست رده و اندازه مشخص شده لوله، T_u ، برای حصول بار طرح طولانی مدت لوله برای نصب.

د-۴ تعیین مشخصات طولانی مدت

د-۴-۱ مدول اولیه

به منظور محاسبه مشخصات طولانی مدت کرنش لوله در شرایط نصب شده، دانستن ضریب کشسانی اولیه لوله، مانند بیشترین کرنش و تنش در بیشترین بار ضروری است. این مشخصه‌ها را می‌توان با روش ارائه شده در پیوست ۳ تعیین کرد.

د-۴-۲ سفتی طولانی مدت

سفتی طولانی مدت لوله با استفاده از روش مشخص شده در پیوست ۳ تعیین می‌شود. این یک آزمون واهلش است که در آن آزمون لوله تا اندازه مشخصی خیز ایجاد می‌شود و تغییر مقدار بار مورد نیاز برای حفظ خیز در طول زمان اندازه‌گیری می‌شود. خیز اولیه اعمال شده به آزمون، در این آزمون برابر با خیز طولانی مدت محاسبه شده در تاسیسات لوله بر اساس مشاهدات عینی است. مقدار خیز با استفاده از معادله (د-۲) محاسبه می‌شود و مقدار واقعی بار آزمون واهلش اولیه، P_R ، مورد نیاز برای ایجاد خیز در آزمون با بررسی آثار بار/خیز تطبیق آزمون آزمایش شده که در پیوست ۳ توصیف شده است تعیین می‌شود (به بند د-۴-۴ مراجعه کنید).

د-۴-۳ تعیین بیشترین خیز طولانی مدت نصب شده

برای هر اندازه و رده لوله، بیشترین تغییر شکل طولانی مدت در وضعیت اشباع باید برای تمامی اتصالات استاندارد لوله، به هنگام طراحی به عنوان یک لوله انعطاف پذیر، با استفاده از معادله LOWA اصلاح شده توسط اسپانگلر که در معادله (د-۲) ارائه شده است، محاسبه شود. در این محاسبات، ضرایب کمینه خاک محلی و ضریب خاک دستی (مصالح پرکردنی)^۱ باید ۲MPa باشد.

$$\Delta_y / (d_i + e) = (K \cdot W_q \cdot 10^{-3}) / (8 \cdot S_{s2} \cdot 10^6 + 0.061E) \quad (د-۲)$$

که در آن:

$$S_{s2} = (E_{BS2} \cdot I) / (d_i + e)^3 \cdot 10^6 \quad (د-۳)$$

$$I = e^3 / 12 \quad \text{برای لوله‌ای با ضخامت یکنواخت دیواره} \quad (د-۴)$$

یادآوری - برای دیواره لوله‌های شکل داده شده، I با روش‌های دیگری تعیین می‌شود.

K ثابت بستر (مقدار ۰٫۱)؛

W_q فشار بار منشور خاک، بر حسب کیلوپاسکال (به معادله (د-۱) مراجعه کنید)؛

\dot{E} مدول واقعی مخلوط خاک (خاک جایگزین و خاک مجاور)، بر حسب مگاپاسکال؛

E_{BS2} ضریب کشسانی ظاهری لوله در دو سال.

د-۴-۴ تعیین بار واهلش اولیه، P_R

بار واهلش اولیه، P_R ، که در خمش حلقه برای خیز آزمونه، برابر با مقدار تعیین شده در بند د-۴-۳ لازم است، می‌تواند از T_u بیشتر نباشد.

یادآوری - آزمونه‌ها به صورت قطعات دوتایی برای تعیین MOE و سفتی طولانی مدت تهیه می‌شوند. اختلاف جزئی در ضخامت دیواره مابین آزمونه MOE و آزمونه سفتی طولانی مدت، تاثیر معنی‌داری بر سفتی طولانی مدت ندارد، در نتیجه، این بار آزمون مقدار اسمی بار آزمون برای تعیین سفتی طولانی مدت است.

د-۵ تعیین این که آیا لوله نیمه صلب می‌تواند بر پایه آزمون سطح اتکای سه لبه‌ای ارزیابی شود

به منظور ارزیابی این که آیا لوله سیمانی نیمه‌صلب تقویت شده با الیاف برای استفاده در تأسیسات لوله صلب عادی، می‌تواند قابل قبول باشد، بهتر است هر قطر و رده‌ای از لوله از نظر این که انعطاف‌پذیری مناسب برای کاربری طولانی مدت دارد یا نه، بررسی شود. داده‌های طولانی مدت تعیین شده برای لوله‌ها، با روش آزمون ارائه شده در پیوست‌های ت و ج تعیین می‌کند آیا طراحی لوله الزامات مشخص شده در الف تا ت در زیر را برآورده می‌کند یا خیر:

الف- در ساخت لوله با ضخامت میانگین دیواره، e_a ؛

ب- مدول کشسانی طولانی مدت اشباع شده ماده، E_{BS2} ، در کمتر از سطح اطمینان ۹۰٪ با استفاده از توزیع «t» استودنت،

پ- کرنش ماده اشباع در بیشینه بار در خمش حلقه، ϵ_{max} ، در کمتر از سطح اطمینان ۹۰٪ با استفاده از توزیع «t» استودنت،

ت- اگر

$$\frac{\epsilon_{max} \dot{C}_e \cdot d_0 [E_{BS2} e_a^3 + 1.5(d_i + e_a)^3 0.061 E]}{6.419 \cdot e_a \cdot (d_i + e_a)^2 \cdot K \cdot \left(\frac{T_u}{SF}\right) \cdot F_b} \leq 2.0 \quad (د-۵)$$

که SF ضریب ایمنی (مثلاً ۱/۵) متناسب با بار شکست رده و اندازه مشخص شده لوله، T_u ، برای حصول بار طرح طولانی مدت لوله برای تأسیسات.

به این ترتیب، لوله ظرفیت خیز الزام شده را دارد.

هرگاه معادله (د-۵) به ازای هیچ رده و اندازه لوله برآورده نشود، آن لوله نیمه‌صلب نیست و بهتر است برای نصب در شرایط مشخص شده در بند د-۴-۳ در نظر گرفته نشود. اندازه و رده لوله بایستی با رعایت اصول

طراحی لوله صلب مطابق با الزامات ملی کشوری که لوله در آن مورد استفاده قرار می‌گیرد و با رعایت مشخصات خزش طولانی مدت آن لوله انتخاب شود.

پیوست ذ
(اطلاعاتی)
کتابنامه

[۱] استاندارد ملی ایران شماره ۲۴۱۲، لوله های پلاستیکی - روش اندازه گیری ابعاد

[2] ISO 2785:1974:1986, Guide to the selection of asbestos-cement pipes subject to external loads with or without internal pressure

[3] ATV 127, Static Calculation of Drains and Sewers