

◀ ۳-۲ لوله‌های بتنی

◀ ۳-۲-۱ کلیات

لوله‌های بتنی که در شبکه‌های جمع‌آوری و خطوط انتقال فاضلاب و آب باران مورد استفاده قرار می‌گیرند در دو نوع ساده و یا مسلح می‌باشند. متذکر می‌شود که فاضلاب‌روها با مقطع غیر دایره، خارج از بحث این مشخصات است.

◀ ۳-۲-۲ استانداردها

برای تولید و کاربرد لوله‌های بتنی فاضلابی استانداردهای زیاد و متفاوتی وجود دارد. ذیلاً تعدادی از مهمترین استانداردها ذکر و یادآور می‌شود که این امر به معنی محدود بودن تولید لوله‌های بتنی فاضلابی به این استانداردها نبوده بلکه اکثر کشورهای دنیا استانداردهایی را در این زمینه تهیه نموده و یا استانداردهای معتبر را مورد استفاده و استناد قرار می‌دهند.

- استانداردهای شماره DIN 4032 و DIN 4035 برای تولید لوله و متعلقات بتنی
- استاندارد شماره ANSI / ASTM C 14 برای تولید لوله‌های بتنی ساده فاضلابی در سه کلاس ۱، ۲ و ۳
- استاندارد شماره ANSI / ASTM C 76 برای تولید لوله‌های بتن مسلح فاضلابی در پنج کلاس V , IV , III , II , I
- استانداردهای شماره ANSI / ASTM C 506 , ANSI / ASTM 655 برای تولید لوله‌های بتن مسلح فاضلابی
- استاندارد شماره ANSI / ASTM C 443 برای اتصالات لوله‌های بتنی فاضلاب با حلقه‌های لاستیکی

◀ ۳-۲-۳ کاربرد

لوله‌های بتنی فاضلابی در اقطار مختلف برای شبکه‌های جمع‌آوری، خطوط انتقال و حتی خطوط پمپاژ فاضلاب کاربرد وسیعی داشته‌اند. امروزه و با توسعه صنایع پتروشیمی و تولیدات وسیع لوله‌های پلی‌اتیلن، استفاده از لوله‌های بتنی برای شبکه جمع‌آوری فاضلاب و خصوصاً در اقطار تا ۴۰۰ میلیمتر که به طور متوسط حدود ۸۰ درصد طول شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب را تشکیل می‌دهند کاهش زیادی یافته و لوله‌های پلی‌اتیلن جایگزین آنها گشته است. انتظار می‌رود که این روند در آینده گسترش بیشتری پیدا نماید و لوله‌های پلی‌اتیلن در اقطار بالاتر نیز جایگزین لوله‌های بتنی گردند.

لوله‌های بتنی فاضلابی در دو نوع ساده و مسلح تولید می‌شوند. لوله‌های بتنی فاضلابی ساده تا قطر ۹۰۰ میلیمتر قابل تولید است، ولی استفاده از آنها در اقطار بیش از ۶۰۰ میلیمتر معمول نیست، بدون آن که این نکته محدودیتی از این بابت ایجاد نماید.

◀ ۳-۲-۴ تولید لوله‌های بتنی

لوله‌های بتنی فاضلابی باید براساس یکی از استانداردهای معتبر و با تجهیزات و ماشین‌آلات مخصوص در کارخانه و با نظارت کیفی صحیح تولید و عمل آورده شده و قبل از حمل به کارگاه، تحت آزمایشهای لازم قرار گیرند. تولید لوله‌های بتنی در کارگاه تحت هیچ شرایطی مجاز نبوده و این قبیل لوله‌ها نباید برای شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب مورد استفاده قرار گیرند.

لوله‌های بتنی فاضلابی ساده و مسلح براساس استاندارد شماره BS – 5911 در سه کلاس سبک (L) متوسط (M) و سنگین (H) درجه‌بندی شده‌اند. درجه‌بندی مزبور براساس آزمایش حداکثر فشار خردشدگی^۱ لوله‌ها می‌باشد که طبقاً در عمق لوله‌گذاری و نوع بستر مؤثر می‌باشد.

در تولید لوله‌های بتنی فاضلابی باید سیمان ضد سولفات تیپ ۵ مورد استفاده قرار گیرد.

۳-۲-۵ لوله‌های بتنی ساده

همانطور که اشاره شد، لوله‌های بتنی ساده تا قطر ۹۰۰ میلیمتر قابل تولید است ولی در ایران معمولاً قطر لوله‌های بتنی ساده به ۶۰۰ میلیمتر محدود می‌شود. توصیه‌های انجام شده در نشریات مختلف در ایران شماره ۱۴۶ – الف مؤسسه طرح تهیه استانداردهای مهندسی آب، نیز استفاده از لوله‌های بتنی ساده با قطر بیش از ۶۰۰ میلیمتر را توصیه ننموده است. با توجه به شرایط نصب و تحمل فشار بدنه لوله در هنگام حمل و نقل، طول هر شاخه لوله‌های بتن ساده محدود می‌باشد. معمول‌ترین طول مفید هر شاخه لوله بتن ساده در ایران بین ۱۰۰ الی ۱۲۵ سانتیمتر است.

متعلقات بتنی لوله‌های فاضلابی نیز معمولاً از نوع ساده تولید می‌شوند.

۳-۲-۶ لوله‌های بتنی مسلح

لوله‌های بتنی فاضلابی مسلح با توجه به کلاس خود دارای یک و یا دو لایه میلگرد می‌باشند. میلگردها در کارخانه به صورت قفس^۲ ساخته و در قالب نصب می‌شوند. در بسیاری مواقع، ساخت سبد میلگردها توسط ماشین انجام می‌شود.

طول هر شاخه لوله بتن مسلح فاضلابی نیز متفاوت ولی محدود به حدود ۵ متر است. کارخانجات لوله‌سازی داخلی معمولاً هر شاخه لوله بتن مسلح فاضلابی را با طول مفید حداکثر ۲/۵ متر تولید می‌نمایند.

۳-۲-۷ خوردگی و پوشش‌های حفاظتی

لوله‌های بتنی فاضلاب باید با استفاده از سیمان ضد سولفات تولید شوند، ولی این امر به منزله مقاومت کامل آنها در مقابل خوردگی نمی‌باشد.

۳-۲-۷-۱ پوشش محافظتی سطوح خارجی لوله

در صورتی که خاک محل نصب لوله‌ها خاصیت خوردگی زیاد داشته باشد و یا لوله در تماس با آبهای نیمه سطحی و زیرزمینی خورنده قرار گیرد، پوشش محافظتی سطوح خارجی ضروری است. محافظت سطوح خارجی لوله‌های بتنی مسلح به منظور حفاظت از نفوذ مواد خورنده و تخریب لایه‌های میلگرد از اهمیت بیشتری برخوردار است.

حفاظت سطوح خارجی لوله‌های بتنی می‌تواند با توجه به قدرت خوردگی آب و خاک مسیر به صورتهای مختلف انجام شود که از تعویض خاک اطراف لوله با خاک مناسب غیرخورنده، از قبیل مخلوط رودخانه‌ای، خاک سرنیدی و مشابه، تا اندود نمودن سطوح خارجی لوله با مواد قیری و پایه قیری باشد. نواریچی و اندود سطوح خارجی لوله‌های بتنی معمول نبوده و ضرورتی نیز ندارد.

^۱ Maximum Crushing Test

^۲ Cage

پیمانکار موظف است در صورت اجرای پوشش حفاظتی سطوح خارجی لوله در کارگاه، کلیه عملیات را براساس مشخصات طرح و دستورالعمل‌های سازنده مواد مورد مصرف در پوشش حفاظتی و مهندس مشاور اجرا نماید.

۳-۲-۷ پوشش محافظتی سطوح داخلی لوله

وجود گازهای H_2S در بالای سطح مایع فاضلاب‌روها که در نهایت به تولید اسید منجر و تحت شرایط زمان، درجه حرارت، مقدار جریان و مقادیر سولفات فاضلاب، باعث می‌شود که سطح داخلی فاضلاب‌روهای بتنی خصوصاً در قسمت طاق لوله، به سرعت خورده شده و از بین برود. از آنجائی که سطح مایع در فاضلاب‌رو متوالیاً تغییر می‌نماید، لذا بخش عمده لوله در خطر خوردگی قرار داشته و در حالت معمول، حدود ۱۵ درصد سطح داخل لوله‌های متوسط و بزرگ به صورت دائم توسط مایع پوشانده شده و تحت اثر خوردگی گاز H_2S قرار ندارند. برای لوله‌های فرعی فاضلاب که در شهرهای متوسط و بزرگ، قطر آنها کمتر از ۴۰۰ میلیمتر می‌باشد و عمده طول شبکه را تشکیل می‌دهند، مقدار فوق حتی کمتر از ۱۵ درصد است.

بهترین وسیله محافظت سطوح داخلی لوله‌های فاضلاب در حال حاضر، استفاده از صفحات پلی‌اتیلن و یا پی.وی.سی است که در حین تولید در سطح داخلی لوله قرار داده می‌شود. این صفحات توسط شاخک‌هایی که در یک طرف آنها تعبیه شده، در بتن قرار گرفته و مهار می‌گردند. در محل اتصالات، با پیش‌بینی لبه اضافی روی یک سر لوله و برش شاخک‌های پشت آن، قسمت اضافی لوله به روی لبه داخلی لوله جلویی، مرتبط و توسط دستگاه مخصوص جوش داده شده می‌شوند تا پوشش خط لوله به صورت یکپارچه عمل نماید. نحوه قرارگیری و اتصال این صفحات در بخش‌های بعدی شرح داده شده است. جوش این صفحات در محل اتصالات معمولاً برای لوله‌های با قطر ۴۰۰ میلیمتر و بیشتر امکان پذیر بوده و لذا از این پوششها برای لوله‌های با قطر بیش از ۴۰۰ میلیمتر استفاده می‌گردد.

با توجه به نکات ذکر شده، استفاده از لوله‌های بتنی با قطر مساوی و بیش از ۴۰۰ میلیمتر بدون صفحات محافظ پی.وی.سی و یا پلی‌اتیلن در تمام سطح داخلی لوله، در شبکه‌های جمع‌آوری و خطوط انتقال فاضلاب مجاز نمی‌باشد. بدیهی است چنانچه در آینده روشهای دیگری برای محافظت سطوح داخلی فاضلاب‌روها آزمایش و یا ارائه و مورد تأیید مراجع ذیصلاح قرار گیرند، این روشها نیز عندالزوم به کار گرفته خواهند شد. بدین ترتیب هیچ لوله فاضلابی بتنی با قطر بیش از ۴۰۰ میلیمتر نباید بدون پوشش داخلی مورد تأیید، استفاده شده و نصب شود.

پوشش حفاظتی سطوح داخلی لوله‌های بتنی با قطر کمتر از ۴۰۰ میلیمتر نیز باید با مواد مورد تأیید انجام پذیرد که تاکنون روش و مواد مناسبی از این بابت توسط کارخانه‌های سازنده داخلی ارائه نگردیده است. در هر صورت و با توجه به مصرف گسترده لوله‌های پلی‌اتیلن در اقطار کمتر از ۴۰۰ میلیمتر، پیش‌بینی می‌شود که استفاده از لوله‌های بتنی با این اقطار برای شبکه‌های فاضلاب در آینده به شدت کاهش یابد.

۳-۲-۷ تعمیر پوشش‌های حفاظتی

پوشش حفاظتی لوله‌های بتنی فاضلابی که در حین حمل‌ونقل و باراندازی و یا ریشه نمودن لوله‌ها صدمه دیده‌اند، باید بلافاصله و قبل از انتقال لوله به داخل ترانشه مرمت گردند. در خصوص پوشش داخلی لوله‌ها، پیمانکار باید محل صدمه دیده را قبلاً به رؤیت

مهندس مشاور رسانده و پس از دریافت مجوز کتبی، تعمیر و مرمت این قسمت‌ها را طبق دستورالعمل‌های سازنده و دستورات مهندس مشاور انجام دهد.

۴-۲-۸ اتصالات

اتصال لوله‌های بتنی به صورت فشاری و در دو نوع سرساده و سرکاسه و یا کام و زبانه انجام می‌شود. در هر دو نوع اتصالی، آب‌بندی توسط واشرهای لاستیکی تأمین می‌گردد. واشرها باید براساس استانداردهای معتبر و به عنوان مثال ASTM تولید شده باشند.

۳-۲-۸-۱ اتصال فشاری نوع اول

در این نوع اتصال، یک سرلوله به صورت کاسه و سر دیگر ساده می‌باشد که در داخل یکدیگر قرار گرفته و توسط واشر لاستیکی آب‌بندی می‌شوند. اصول این نوع اتصال مانند اتصالات مشابه در سایر لوله‌ها، مانند اتصالات نوع فشاری لوله‌های چدن نشکن و بتن مسلح تحت فشار می‌باشد. در شکل شماره (۳-۲-۱)، اتصال فشاری نوع اول یک لوله بتن مسلح فاضلابی به عنوان نمونه نشان داده شده است.

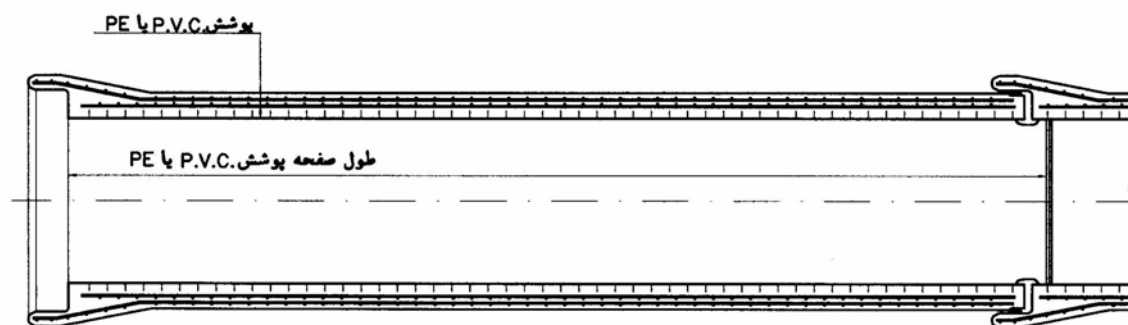
۳-۲-۸-۲ اتصال فشاری نوع دوم

در این نوع اتصال، لوله‌ها به صورت کام و زبانه به یکدیگر متصل و توسط واشر لاستیکی آب‌بند می‌شوند. اتصال کام و زبانه معمولاً برای لوله‌های با قطر بیش از ۱۲۰۰ میلیمتر مورد استفاده قرار می‌گیرند. در شکل شماره (۳-۲-۲) اتصال فشاری نوع دوم یک لوله بتن مسلح فاضلابی نشان داده شده است.

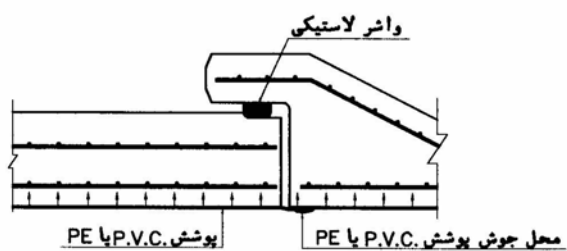
۳-۲-۸-۳ اتصال پوشش محافظ داخلی

صفحات پوشش محافظ داخلی باید در محل اتصالات به یکدیگر جوش داده شده و یا به نحو مناسب دیگری متصل گردند. ذیلاً یک نمونه از نحوه اتصال این صفحات به صورت جوش شرح داده می‌شود. صفحات پوشش محافظ داخلی لوله در محل سرساده و یا زبانه، همانطور که در شکل‌های (۳-۲-۱) و (۳-۲-۲) نشان داده شده است، بلندتر بوده و تا بیرون سر لوله ادامه دارند. در محل اتصال، پوشش محافظ داخلی در قسمت سرلوله بتنی حدود ۱۰ سانتیمتر بیرون‌زدگی داشته و بلندتر از لوله است. برای جوش دادن و اتصال این بیرون‌زدگی و اتصال این بیرون‌زدگی به لبه پوشش لوله جلویی، باید شاخک‌های این قسمت از پوشش قبلاً در کارخانه تراشیده شده باشد. پس از روی هم‌اندازی، جوشکاری محل اتصال پوشش دو لوله توسط ایستگاه‌های مخصوص و با حرارت حدود ۲۰۰ درجه سانتیگراد برای پوشش‌های پلی‌اتیلن و حدود ۶۰۰ درجه سانتیگراد برای پوشش‌های پی‌وی، سی‌ان‌جی انجام می‌شود.

پیمانکار موظف است که اتصال صفحات پوشش محافظ داخلی لوله‌ها را دقیقاً براساس دستورالعمل‌های سازنده و مهندس مشاور به نحوی برقرار نماید که پوشش محافظ داخلی خط به صورت یکپارچه درآمده و عمل نماید.

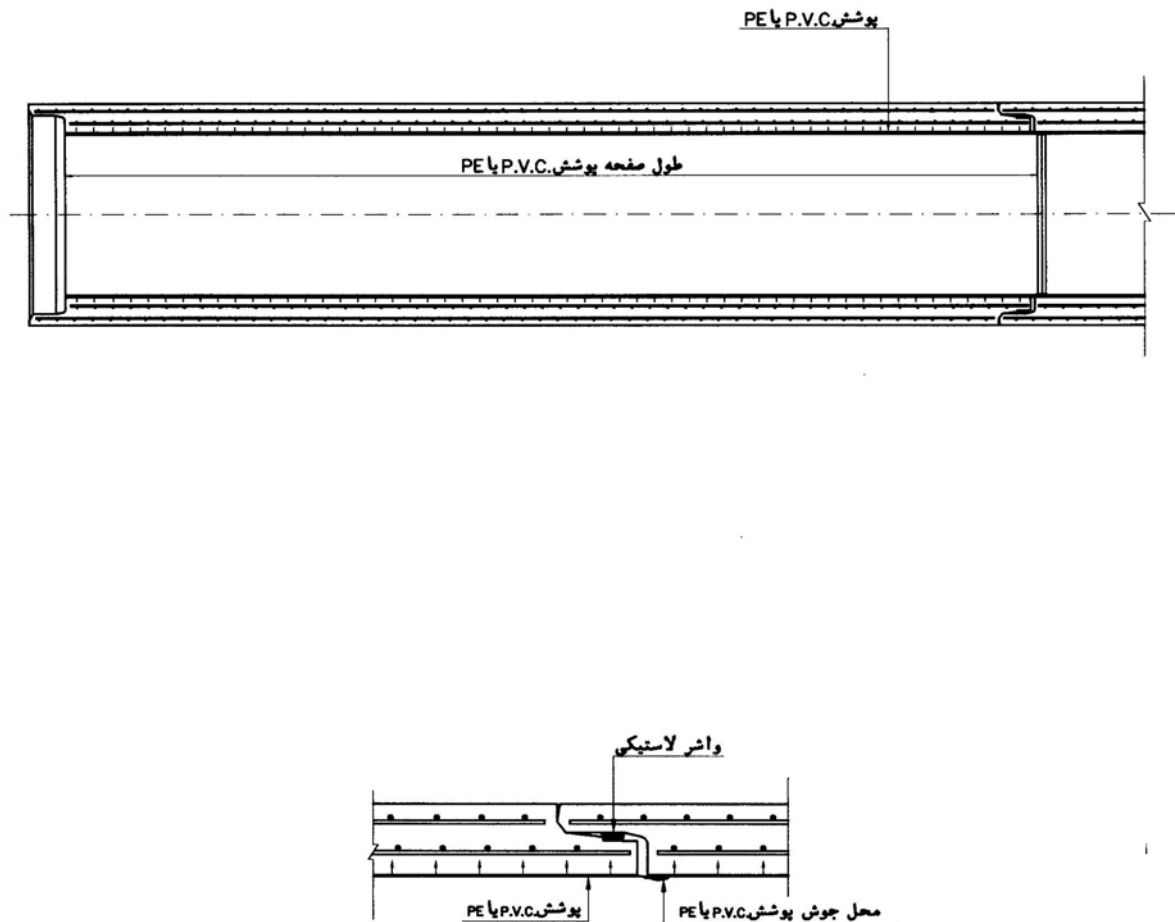


برش لوله



اتصال

شکل ۱-۲-۳: لوله با اتصال فشاری نوع اول



شکل ۳-۲-۲: لوله با اتصال فشاری نوع دوم

۹-۲-۳ بارگیری، حمل، باراندازی و ریشه کردن

پیمانکار باید کلیات و آنچه در خصوص بارگیری، حمل، باراندازی و ریشه کردن لوله‌های بتنی تحت فشار ذکر گردید و همچنین مندرجات بخش نکات مشترک لوله‌گذاری را در مورد لوله‌های بتنی فاضلابی نیز رعایت نماید. علاوه بر آن، نکات زیر نیز در مورد این لوله‌ها باید در نظر گرفته شده و مراعات شود.

- بلند کردن و جابجایی لوله‌ها از دو سر آن می‌تواند به پوشش داخلی پی.وی.سی و یا پلی‌اتیلن، خصوصاً قسمت بیرون‌زدگی آن صدمه وارد نماید. لذا ضروری است که بلند کردن لوله‌های بتنی فاضلابی از بدنه آن انجام گرفته و با تمهیدات ویژه و خاص برای محافظت از پوشش داخلی لوله در نظر گرفته شود.
- لوله‌های کوچک می‌توانند برای حمل روی هم قرار گیرند. تعداد ردیف‌های روی هم‌گذاری توسط سازنده لوله تعیین می‌گردد.
- لوله‌های با قطر بزرگتر می‌توانند به صورت ایستاده بر روی تریلی چیده شده و حمل گردند. در این حالت لوله‌ها باید از سرکاسه و یا کام خودروی کف تریلی قرار گیرند و از حرکت و جابجایی آنها در حین حمل جلوگیری شود. در بستن

- لوله‌ها برای اجتناب از جابجایی در طی مدت حمل، توجه لازم به منظور جلوگیری از صدمه به پوشش حفاظتی داخل لوله، خصوصاً قسمت بیرون زده آن، به عمل آید.
- بارگیری و تخلیه جابجایی لوله‌های کوچک می‌تواند با دست انجام شود. وزن این لوله‌ها باید در حد توان معمولی دو کارگر که دو سر لوله را می‌گیرند باشد تا ضمن رعایت اصول بهداشتی کار، از صدمه به لوله‌ها در اثر افتادن جلوگیری شود. مهندس مشاور تذکرات و دستورات لازم را در این زمینه به پیمانکار داده و پیمانکار موظف به رعایت آنها می‌باشد.
 - در ریسسه کردن لوله‌ها، باید از تماس پوشش محافظ داخلی لوله با خاک در قسمت سرساده و با زبانه جلوگیری به عمل آید.
 - لوله‌ها در جهت نصب لوله ریسسه گردند به نحوی که سرکاسه و یا کام لوله در جهت عکس شیب و سرساده و یا زبانه به طرف شیب قرار گیرد، مگر این که مهندس مشاور ترتیب دیگری را ابلاغ نماید.

۳-۲-۱۰ انبارداری

رعایت نکات مندرج در بخش نکات مشترک لوله‌گذاری و نکات مرتبط در فصل مربوط به انبارداری لوله‌های چدن نشکن و بتنی تحت فشار، در انبارداری لوله‌های بتن مسلح فاضلاب الزامی است.

انبار نمودن لوله‌های بتنی فاضلابی می‌تواند به صورت ایستاده و در کنار یکدیگر نیز انجام شود. در این صورت باید لوله‌ها از طرف سرکاسه و یا کام بر یک سطح چوبی و یا فلزی و بالاتر از سطح زمین طبیعی قرار داده شوند تا ضمن جلوگیری از سهولت حرکت آبهای سطحی، از ورود آنها به زیر لوله‌ها جلوگیری به عمل آید.

در صورت قرار دادن لوله روی یکدیگر، باید سرساده لوله‌های یک ردیف در یک جهت بوده و سرکاسه ردیف بعدی روی آن قرار گیرد. همچنین در بین هر ردیف، باید بالشتک و یا تخته و سایر مصالح مناسب قرار داد به نحوی که لوله‌های یک ردیف در هیچ نقطه‌ای با ردیف زیرین و بالایی تماس نداشته باشند. ارتفاع لوله‌ها در این وضعیت نباید از ۲ متر تجاوز کند.

پیمانکار باید در انبارداری لوله‌ها، دستورالعمل‌های کارخانه سازنده و مهندس مشاور را دقیقاً رعایت نماید.

۳-۲-۱۱ بسترسازی

اصول و نحوه بسترسازی و انواع آن که در بخش مربوط به لوله‌های بتن مسلح تحت فشار و لوله‌های آریست سیمان شرح داده شده عیناً در مورد لوله‌های بتن مسلح فاضلابی نیز باید عنداللزوم رعایت شود. لازم به یادآوری است که حرکت مایع در شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب به صورت ثقلی می‌باشد، لذا پیمانکار باید در این خصوص توجه ویژه داشته و شبیه‌های مندرج در نقشه‌های اجرایی را کاملاً مراعات و ایجاد نماید.

۳-۲-۱۲ انتقال لوله‌ها به داخل ترانشه

مشخصات و دستورالعمل کلی انتقال لوله‌ها به داخل ترانشه در بخش نکات مشترک لوله‌گذاری درج گردیده است. علاوه بر آن نکات عمده‌ای در این باره در فصل لوله‌های چدن نشکن و آریست سیمان ذکر شده که حسب مورد باید در خصوص لوله‌های بتنی فاضلابی نیز رعایت گردد.

انتقال لوله‌های بتنی فاضلابی به داخل ترانشه با دست، به جز در مواردی که لوله سبک بوده و به راحتی توسط دو کارگر حمل و تحمل می‌گردد و همچنین با سهولت در اختیار دو کارگر در داخل ترانشه قرار می‌گیرد، مجاز نمی‌باشد. به عبارت دیگر انتقال لوله‌های بتنی با قطر بیش از ۲۰۰ میلیمتر به داخل ترانشه توسط نیروی کارگری و با دست مجاز نیست. حتی در این موارد در صورتی که ترانشه عمیق باشد، به نحوی که کارگران داخل ترانشه برای دریافت لوله باید دست خود را بیش از سرخود بالا بیاورند، لوله‌ها نباید با دست به داخل ترانشه انتقال داده شوند.

برای انتقال سایر لوله‌های بتنی فاضلابی به داخل ترانشه، باید از جرثقیل و ساینبوم استفاده و لوله‌ها از بدنه بلند و به داخل ترانشه انتقال یابند.

۳-۲-۱۳ برقراری اتصال

نکات و موارد ذکر شده در بخش نکات مشترک لوله‌گذاری و فصول مربوط به لوله‌های چدن نشکن و آذست سیمان در خصوص آماده‌سازی و کنترل لوله، واشر، نوع مواد روان‌کننده، پرسنل کارگاه، رعایت نکات ایمنی و غیره باید در مورد لوله‌های بتنی فاضلابی نیز کاملاً رعایت شود.

در مورد برقراری اتصال در لوله‌های بتنی فاضلابی باید دقت شود که یا جوشکاری و اتصال پوششهای داخلی لوله‌های مجاور به یکدیگر براساس روش و دستورالعمل فروشنده بلافاصله پس از قرار گرفتن لوله در جای خود انجام شده و یا قطر لوله به اندازه‌ای زیاد باشد که داخل شدن در آن برای این عمل در مراحل بعدی، مشکلی را از نظر اجرایی و ایمنی ایجاد ننماید. در هر صورت تأکید می‌شود که عملیات فوق هرچه سریعتر انجام و هیچ‌گاه نباید در فاصله دو آدمرو رها شده باشد.

۳-۲-۱۴ لوله‌گذاری در قوس

لوله‌گذاری در قوس معمولاً در شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب ضرورتی نداشته و تغییر جهت با استفاده از آدمرو انجام می‌شود. معه‌ذا لوله‌های بتنی فاضلابی نیز قابلیت انحراف از محور لوله و ایجاد قوس را دارند که زاویه مجاز انحراف هر نوع و قطر لوله توسط کارخانه سازنده اعلام می‌شود.

در موارد استثنایی و در صورت ضرورت ایجاد قوس با استفاده از انحراف لوله‌ها نسبت به یکدیگر، تمام نکات و مراحل ذکر شده در این خصوص که در فصلهای دیگر لوله‌گذاری و خصوصاً لوله‌های چدن نشکن درج گردیده، باید رعایت گردد.

۳-۲-۱۵ محدوده لقی و یا کشیدگی دو لوله

نکات ذکر شده در این خصوص در فصل لوله‌های بتنی تحت فشار در مورد لوله‌های بتنی فاضلابی نیز باید رعایت گردد.

۳-۲-۱۶ لوله‌گذاری روی زمین

لوله‌گذاری در روی زمین در طرحهای جمع‌آوری فاضلاب بسیار نادر بوده و در صورت ضرورت، شامل خطوط انتقال فاضلاب و یا عبور روگذر از موانع می‌باشد.

کلیه مواردی که در فصل مربوط به لوله‌های چدن نشکن و بتنی تحت فشار در این باره ذکر شده، در خصوص لوله‌های بتنی فاضلابی نیز باید دقیقاً رعایت گردد.

۱۷-۲-۳ شناور شدن لوله‌ها

شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب در بسیاری مواقع در مناطقی احداث می‌شوند که سطح آبهای زیرزمینی بالا است، لذا لوله‌گذاری در زیر تراز آبهای زیرزمینی برای شبکه‌های جمع‌آوری و خطوط انتقال فاضلاب بسیار معمول می‌باشد. علاوه بر آن، طول هر شاخه از لوله‌های مورد استفاده در شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب بسیار کمتر از لوله‌های مشابه در طرح‌های آبرسانی است. دو نکته اصلی فوق باعث می‌گردد که فاضلاب‌روها بسیار سهلتر شناور شوند. این موضوع به همراه لزوم رعایت دقیق شیب این لوله‌ها ایجاب می‌نماید که پیمانکار توجه خاص و ویژه به این مورد داشته و باید با توجه به مشخصات طرح و همچنین مطالب مندرج در بخش نکات مشترک لوله‌گذاری و با پیش‌بینی‌های لازم، لوله‌ها را مهار و از شناور شدن آنها جلوگیری نماید.

۱۸-۲-۳ جهت لوله‌گذاری

لوله‌گذاری با لوله‌های بتنی بین دو آدم‌روی متوالی باید از رقوم پائین هر خط لوله شروع شده و به رقوم بالای آن ختم شود، مگر این که مهندس مشاور ترتیب دیگری را ابلاغ نماید. سرساده و یا زبانه هر شاخه لوله و یا سهراهی اتصال باید به طرف ابتدای کار و سرکاسه و یا کام آن به طرف ادامه کار قرار گیرد به طوری که برای نصب هریک از لوله‌ها، بتوان سرساده و یا زبانه آن را در سرکاسه و یا کام لوله‌ای که قبلاً نصب شده قرار داده و لوله را در جای خود مستقر کرد.

۱۹-۲-۳ برش لوله‌ها

لوله‌های بتنی در صورت لزوم و با استفاده از وسائل مناسب می‌توانند برش داده شوند. در هنگام برش لوله‌ها باید توجه خاص به پوشش حفاظتی داخل لوله مبذول و از پاره شدن و صدمه به آن اجتناب شود. برش پوشش فوق در محل مناسب پس از اتمام برش لوله انجام می‌شود. برش باید عمود بر محور لوله بوده و توسط دستگاه مخصوص برش انجام شود. برش لوله با استفاده از قلم و چکش مجاز نمی‌باشد.

۲۰-۲-۳ خاکریزی مقدماتی

اصول خاکریزی مقدماتی (مرحله اول قسمت دوم) روی لوله‌های بتنی فاضلابی بر اساس موارد مندرج در بخشهای نکات مشترک لوله‌گذاری، لوله‌های بتنی تحت فشار و نکات مرتبط با انواع دیگر لوله‌ها انجام می‌شود. با توجه به طول کوتاه هر شاخه از لوله‌های بتنی فاضلابی، پیمانکار باید دقت کافی در خاکریزی مقدماتی معمول دارد تا ضمن جلوگیری از بلند شدن و یا جابجایی لوله‌ها در حین آزمایش آب‌بندی، محل اتصالات نیز قابل رؤیت باشد. متذکر می‌شود که فشار داخلی لوله‌ها در حین آزمایش آب‌بندی زیاد نبوده و لذا لوله‌ها می‌توانند به صورت موقت نیز مهار شوند. یک روش ساده، قرار دادن بلوکهای وزنی بتنی پیش ساخته با شکل U روی بدنه لوله است که پس از اتمام آزمایش برداشته و مجدداً مورد مصرف قرار می‌گیرند. پیمانکار در این حالت موظف است که وسائل و مصالح لازم برای مهار موقت لوله‌ها

در حین آزمایش آببندی را فراهم نموده و پس از تأیید مهندس مشاور، نسبت به مهار موقت لوله‌ها در طول آزمایش آببندی اقدام نماید. در این حالت، خاکریزی مقدماتی پس از آزمایش آببندی انجام می‌شود.

۴-۳-۲۱ آزمایش آببندی و هیدرواستاتیک

نحوه و روش و فشار آزمایش آببندی خطوط لوله فاضلاب با جریان ثقلی از طریق پر کردن لوله‌های واقع در بین دو آدمرو در بخش مربوط به نکات مشترک لوله‌گذاری ذکر گردیده است. در اینجا چند روش آزمایش آببندی و هیدرواستاتیکی لوله‌های فاضلابی شرح داده می‌شود.

۳-۲۱-۱ آزمایش آببندی

آزمایش آببندی خطوط لوله فاضلابی می‌تواند به دو روش زیر انجام شود.

۳-۲۱-۱-۱ اندازه‌گیری نشت آب^۱

همانطور که ذکر شد، آزمایش آببندی از طریق اندازه‌گیری نشت آب از درون خطوط لوله فاضلابی با حداقل فشار داخلی یک الی ۵ متر انجام می‌شود.

قطعه مورد آزمایش باید قبل از شروع افزایش فشار داخلی به مدت حداقل ۲۴ ساعت پر از آب نگهداشته شده تا لوله‌ها کاملاً اشباع شوند و هرگونه تعمیر لازم نیز روی خط و لوله‌ها انجام پذیرد.

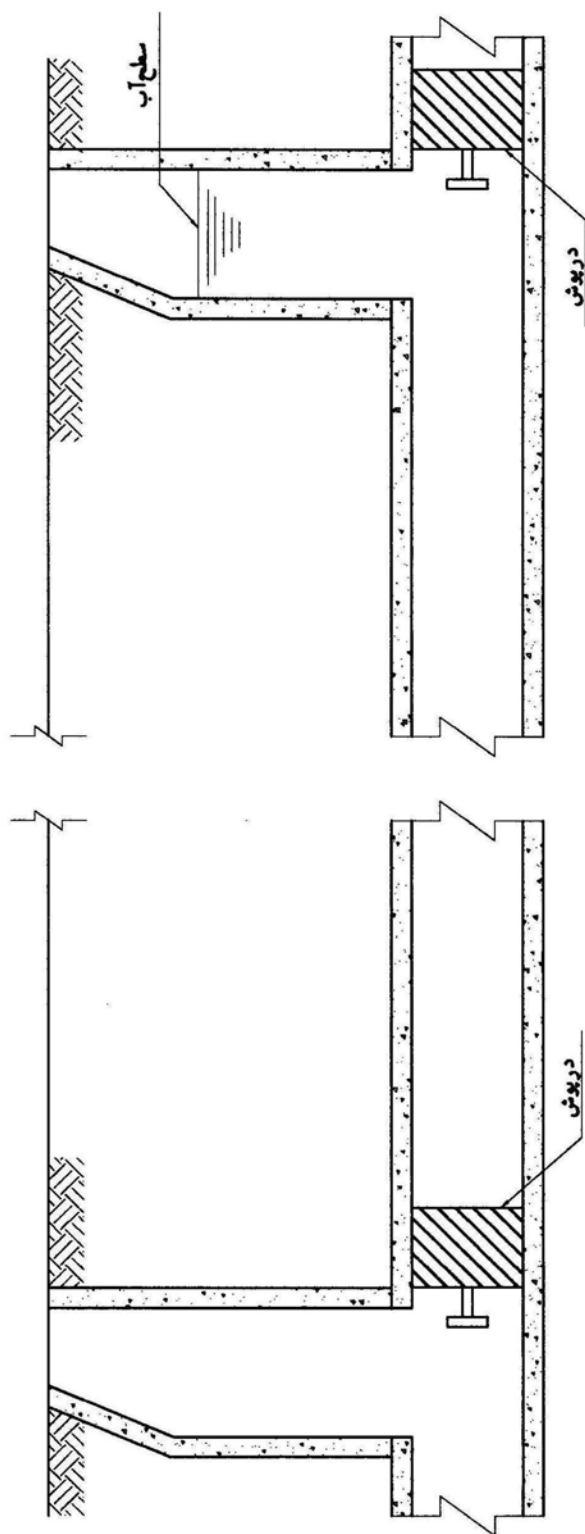
در صورت مشاهده هرگونه صدمه و نشت از لوله‌ها و اتصالات، آزمایش باید متوقف و عیوب فوق رفع شده و آزمایش تکرار گردد. مدت زمان آزمایش با فشار داخلی ذکر شده و حداقل یک متر ستون آب، برابر ۳۰ دقیقه می‌باشد. در صورتی که مقدار نشت آب طی این مدت و تحت فشار حداقل یک متر ستون آب، کمتر از ۰/۱۵ لیتر برای هر مترمربع سطح خیس شده باشد، خط لوله آببند تلقی می‌شود. در غیر این صورت هرگونه عیوب باید برطرف و آزمایش آببندی پس از رفع نواقص تکرار گردد.

در آزمایش آببندی، بعضاً آدمرو نیز همزمان پر از آب می‌شود. در این حالت، ضمن این که آدمرو نیز آزمایش شده، سطح داخلی آدمرو نیز برای محاسبه نشت مجاز، باید به سطوح لوله اضافه گردد و مقدار نشت مجاز در طی مدت ذکر شده به ۰/۲۰ لیتر برای هر مترمربع سطح خیس شده افزایش داده می‌شود.

در شکل شماره (۳-۲-۳)، نحوه و تجهیزات مورد نیاز تأمین فشار داخل خط برای آزمایش آببندی و اندازه‌گیری نشت آب لوله‌های فاضلابی، در صورتی که ارتفاع آدمرو بالادست کمتر از حدود ۵/۵ متر باشد، صرفاً به عنوان نمونه نشان داده شده است. در شکل شماره (۴-۲-۳) اصول کلی روش اندازه‌گیری مقدار نشت آب برای موقعی که ارتفاع آدمرو بالادست بیشتر از حدود ۵/۵ متر بوده و نیاز به تجهیزات افزایش فشار نمی‌باشد، نشان داده شده است.

^۱ Exfiltration

متذکر می‌شود که نحوه آزمایش ذکر شده برای آب‌بندی لوله‌ها به روش اندازه‌گیری مقدار نشت آب براساس استاندارد DIN EN 1610 می‌باشد. سایر استانداردها و از جمله ASTM C 969 M (C 969) نیز روشهای دیگری را ارائه نموده‌اند که پیمانکار می‌تواند در صورت تأیید مهندس مشاور، ملاک عمل قرار دهد.



شکل ۳-۲ : نحوه آزمایش اندازه‌گیری و نشست آب بدون تجهیزات تأمین فشار

۳-۲-۲۱-۲ اندازه‌گیری نفوذ آب^۱

اندازه‌گیری مقدار نفوذ آب می‌تواند در فاصله دو و یا چند آدمرو انجام شود. این آزمایش براساس دستورالعمل‌های مندرج در استاندارد شماره (ASTM C 969 M (C 969 و یا استانداردهای مشابه انجام می‌شود. این روش فقط در حالتی قابل عمل است که تراز آبهای زیرزمینی حداقل ۶۰ سانتیمتر بالای تاج لوله در طول مسیر مورد آزمایش قرار گرفته باشد. آزمایش معمولاً در فاصله دو آدمرو انجام می‌شود. ورودی لوله در آدمرو بالادست کاملاً مسدود شده و در خروجی لوله در پائین دست، سرریز داندانه‌ای و یا سرریز مناسب دیگر که قابلیت اندازه‌گیری آب سرریز شده را داشته باشد، نصب می‌شود. مقدار نفوذ آب به داخل خط لوله برای حالتی که تراز متوسط آب زیرزمینی معادل ۱/۸ متر بالای لوله در طول خط باشد، به عنوان پایه^۲ مقدار نفوذ مجاز آب به داخل لوله تعیین شده که برابر است با حدود ۱۸/۵ لیتر در روز برای هر میلیمتر قطر خط لوله در هر کیلومتر طول خط لوله.

متوسط تراز آب زیرزمینی براساس معدل سطح آب زیرزمینی در طول خط محاسبه می‌گردد.

با تغییر متوسط تراز آبهای زیرزمینی، مقدار نفوذ مجاز براساس رابطه زیر افزایش یافته و محاسبه می‌گردد.

$$Q = (\sqrt{a} / \sqrt{1.8}) * 18.5$$

که در آن :

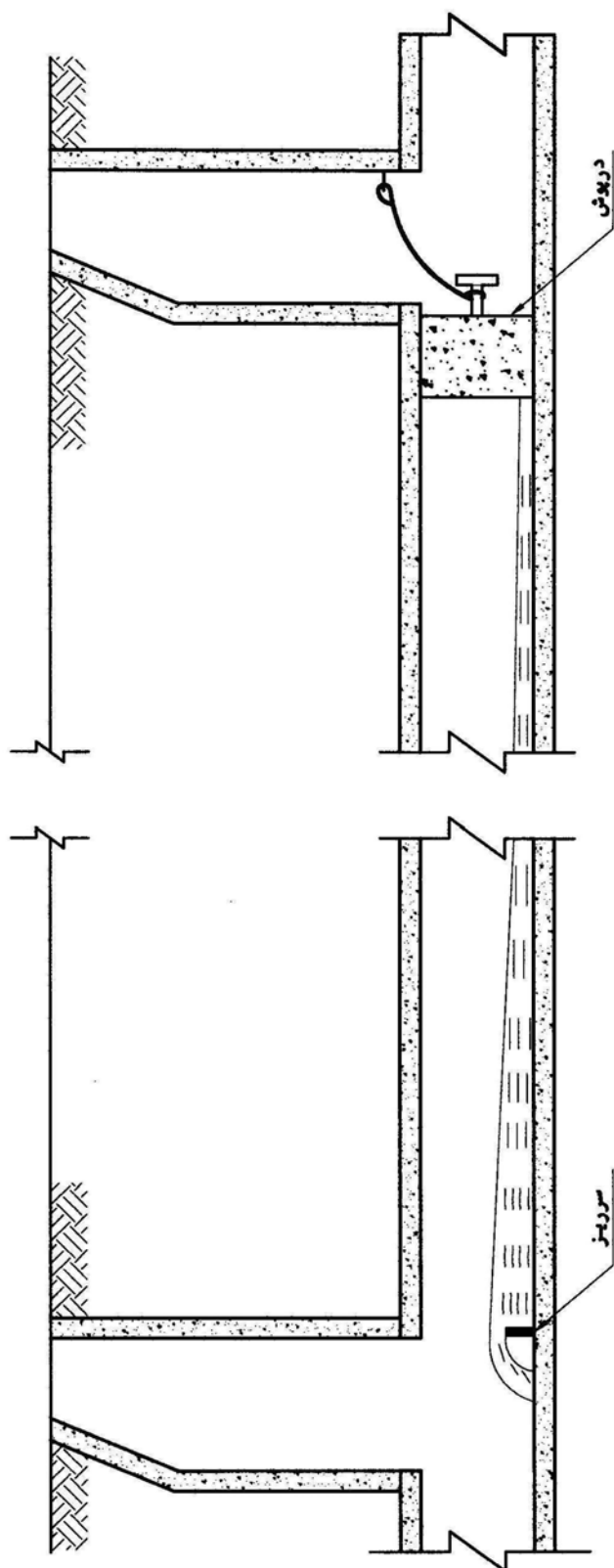
Q = مقدار مجاز نفوذ آب برحسب لیتر در روز برای هر میلیمتر قطر خط لوله در هر کیلومتر

a = متوسط تراز آبهای زیرزمینی در طول خط به متر

در شکل شماره (۳-۲-۵)، اصول کلی روش اندازه‌گیری مقدار نفوذ آب در خطوط لوله فاضلاب نشان داده شده است.

¹ Infiltration

² Base



شکل ۳-۵: نحوه آزمایش اندازه‌گیری نفوذ آب

۳-۲۱-۲-۳ آزمایش به روش هوا

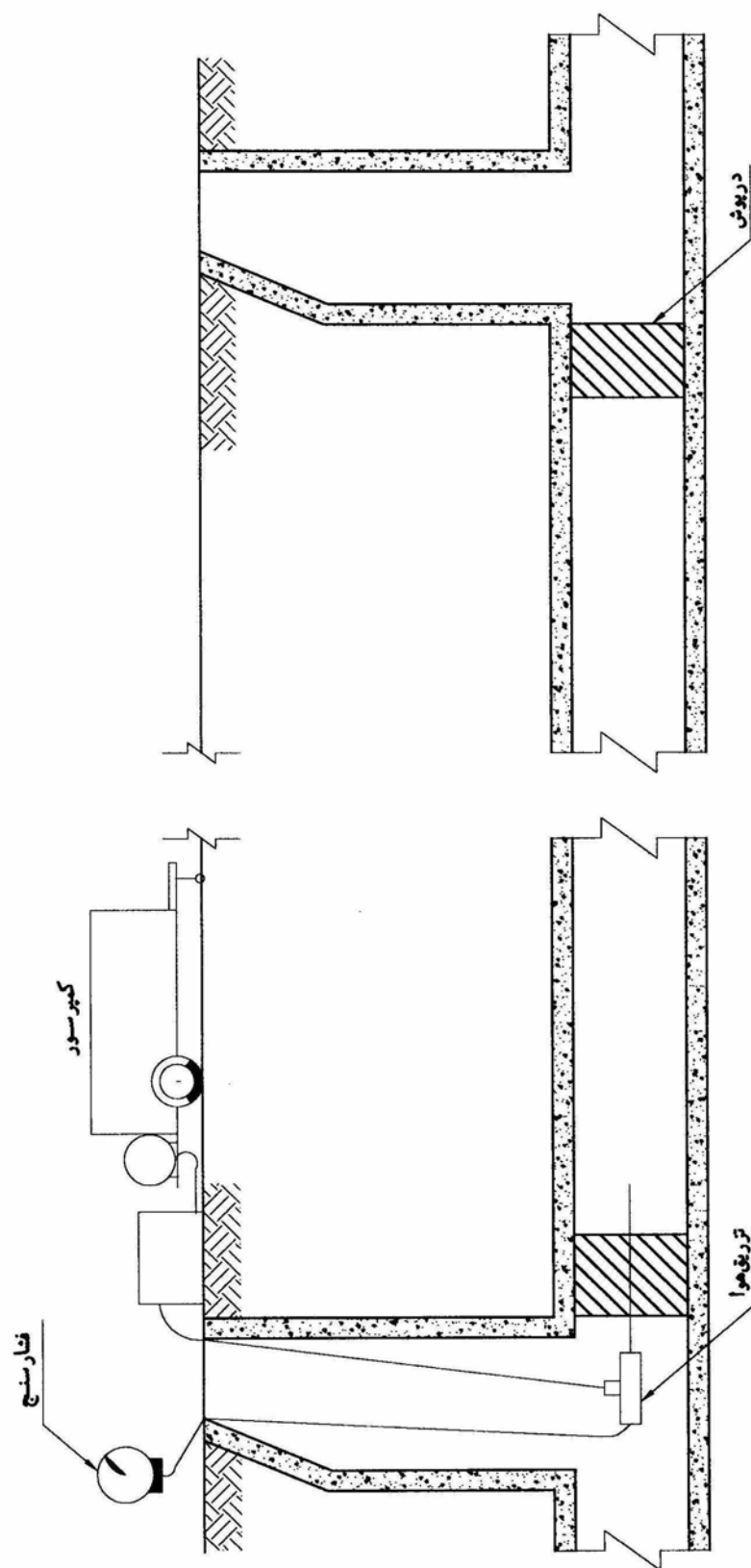
آزمایش به روش هوا با فشار کم براساس دستورالعمل‌های مندرج در استاندارد شماره ASTM C 924 و یا استانداردهای مشابه مانند DIN EN 1610 انجام می‌شود. در این روش مقدار هوای خروجی از خط تحت فشار مورد نظر اندازه‌گیری می‌شود. در این روش دو سرلوله در بین دو آدم‌رو توسط درپوش مناسب مسدود می‌شود. در یکی از درپوشها باید امکانات ورود هوا و تخلیه وجود داشته باشد. تجهیزات تأمین و اندازه‌گیری مقدار هوای ورودی و همچنین اندازه‌گیری فشار هوا در داخل خط، حداقل تجهیزات مورد نیاز در این روش می‌باشد.

برای آزمایش به روش هوا، نخست فشار داخل خط توسط کمپرسور و یا دمنده مناسب افزایش یافته و پس از مدت زمان لازم برای تغییرات ناشی از هماهنگی بین فشار و هوای ورودی با درجه حرارت بدنه لوله، فشار خط در مقدار مورد نظر تثبیت می‌گردد. سپس مقدار افت فشار در فواصل معینی اندازه‌گیری می‌شود.

توجه به نکات عمده زیر در آزمایش به روش هوا ضروری است.

- آزمایش به روش هوا برای مشخص نمودن معایب لوله‌ها و اتصالاتی‌ها بوده و نمی‌تواند به عنوان مقادیر نشت و یا نفوذ آب مورد استناد قرار گیرد.
 - بر اساس استاندارد شماره ASTM C 924 M (C 924)، این روش برای لوله‌های تا قطر ۶۰۰ میلیمتر قابل اعمال و استفاده می‌باشد.
 - از نظر ایمنی، هیچ‌گونه تردد در آدم‌روها و ترانشه تحت آزمایش مجاز نمی‌باشد.
 - درپوشها نباید قبل از تخلیه هوا و کاهش فشار برداشته شوند.
 - تجهیزات تأمین هوا باید دارای امکانات و تجهیزات تخلیه هوا در فشار معین^۱ را داشته باشد تا از افزایش فشار داخل خط به مقدار بیش از مجاز جلوگیری و اجتناب شود.
- در شکل شماره ۳-۲-۶، اصول کلی آزمایش به روش هوا نشان داده شده است.

^۱ Pressure Relief Device



شکل ۳-۲-۶: آزمایش به روش هوا

۳-۲-۲۱-۳ آزمایش درز به درز

آزمایش آب‌بندی لوله‌های با قطر بزرگ با توجه به مقادیر آب مورد نیاز و تخلیه بعدی آنها می‌تواند مشکلاتی را ایجاد نماید. در این صورت آزمایش درز به درز لوله‌ها می‌تواند براساس دستورالعمل‌های مندرج در استاندارد شماره ASTM C 1103 و یا استانداردهای مشابه انجام شود. آزمایش درز به درز برای لوله‌هایی امکان‌پذیر است که قطر آنها به اندازه‌ای بزرگ است که ورود به داخل لوله و انجام آزمایش به راحتی امکان‌پذیر باشد.

آزمایش درز به درز می‌تواند به وسیله آب و یا هوا انجام پذیرد.

در صورت پیش‌بینی آزمایش درز به درز، پیمانکار موظف است آزمایشها را بر اساس مشخصات طرح تا تأیید نهایی انجام دهد. در سایر مواقع نیز پیمانکار می‌تواند رأساً پیشنهاد آزمایش درز به درز همراه با نحوه انجام کار را به مهندس مشاور ارائه نماید و در صورت تأیید مهندس مشاور، جایگزین آزمایش آب‌بندی نماید.

مقدار نشت مجاز آب از محل هر اتصالی در آزمایش درز به درز معادل مقدار نشت مجاز از یک شاخه لوله می‌باشد.

در آزمایش درز به درز با استفاده از هوا، صحت اتصالی و آب‌بند بودن آن بر اساس افت فشار اندازه‌گیری می‌گردد.

۳-۲-۲۱-۴ آزمایش به روش خلأ

آزمایش به روش خلأ براساس دستورالعمل‌های مندرج در استاندارد شماره ASTM C 1214 و یا استانداردهای مشابه انجام می‌شود. آزمایش به روش خلأ برای لوله‌های به قطر ۱۰۰ الی ۹۰۰ قابل اجرا است.

روش کار بدین صورت است که هوای داخل خط لوله توسط تجهیزات و وسائل مخصوص تا فشار پائین‌تر از اتمسفر تخلیه شده تا یک فشار منفی معینی حاصل گردد. افت خلأ در طی مدت آزمایش اندازه‌گیری و بر اساس مترمکعب در ثانیه با مقادیر مجاز مقایسه و ملاک تأیید و یا عدم قبول خط لوله قرار داده می‌شود. برای جلوگیری از ورود هوا از منافذی به جز محل اتصالات، مسدود کردن اصولی ورودی‌ها و سایر قسمتها و اطمینان از عدم نفوذ هوا از آنها قبل از شروع آزمایش کاملاً ضروری است.

۳-۲-۲۲-۳ خاکریزی نهایی

پس از اتمام آزمایش آب‌بندی فاضلاب‌روها و رفع نواقص احتمالی، چنانچه عملیات انجام شده تا این مرحله مورد تأیید مهندس مشاور واقع گردد، مهندس مشاور به پیمانکار اجازه خواهد داد که عملیات خاکریزی داخل ترانشه ادامه یافته و تکمیل شود به طوری که ترانشه با خاک پر شده و خاکریزی حاصل در حد مطلوب متراکم شود. خاکریزی نهایی در اصول براساس شرایط و مشخصات مندرج در بخش نکات مشترک لوله‌گذاری انجام می‌شود.

پیمانکار پس از اخذ مجوز از مهندس مشاور، موظف است با رعایت نکات مشروح در زیر اقدام به تکمیل خاکریزی بنماید :

الف - در صورتی که خاکریزی مقدماتی انجام نشده و لوله‌ها با استفاده از مهاری‌های موقت آزمایش شده‌اند، خاکریزی مقدماتی را طبق نکات مندرج در بخشهای قبلی انجام و متراکم نماید.

ب - در صورتی که بخشی از خاکریزی مقدماتی انجام شده، قسمت‌هایی از لوله‌ها در محل اتصالی‌ها که برای انجام آزمایش آب‌بندی باز نگهداشته شده را با خاک مرغوب نظیر آنچه که در مورد خاکریزی مقدماتی تعیین شده پر نموده و تا ارتفاع ۳۰ سانتیمتری بالای تاج لوله و اتصالی متراکم نماید.

پ - با خاک مرغوب و مورد قبول مهندس مشاور عملیات خاکریزی در داخل ترانشه را در لایه‌های به ضخامت ۱۵ سانتیمتر ادامه داده و هر لایه را تا تراکم حداقل ۹۵ درصد پروکتور و یا طبق مشخصات طرح متراکم کند تا اینکه رقوم سطح حاصل از این خاکریزی تکمیلی به حدی برسد که مهندس مشاور با توجه به نوع و مشخصات لایه‌های روسازی تعیین کرده است. منظور از لایه‌های روسازی پوششی از مصالح مناسب، نظیر آسفالت، بتن، سنگفرش است که روی سطح تمام شده خاکریزی داخلی ترانشه باید اجرا شود تا رقوم حاصل از آن برابر رقوم معبر یا خیابان گردد.

ت - در مواردی که لوله‌گذاری برای خطوط انتقال فاضلاب در خارج از محدوده شهرها اجرا می‌شود، احتمال دارد که نحوه، ضخامت لایه‌ها و تراکم آنها کمتر باشد. پیمانکار در هر صورت موظف است دستورات مهندس مشاور و مشخصات طرح را در این خصوص کاملاً رعایت نماید.

ث - پیمانکار می‌تواند برای متراکم کردن خاکریزی‌های داخل ترانشه به جای استفاده از روش تخماق کوبی، تراکم مورد نظر را از طریق غرقاب کردن ترانشه به دست آورد، مشروط بر اینکه در این‌باره تأیید و اجازه مهندس مشاور را قبلاً اخذ کرده باشد. در این موارد ضخامت لایه‌های خاکریزی تکمیلی داخل ترانشه می‌تواند از ۱۵ سانتیمتر بیشتر باشد.