

۳-۲ لوله‌های بتن مسلح

۱-۳-۲ کلیات

لوله‌های بتن مسلح تحت فشار مورد مصرف در طرح‌های آبرسانی، معمولاً در خطوط انتقال آب مورد استفاده قرار می‌گیرند. این لوله‌ها در شبکه‌های توزیع آب کاربرد کمتری داشته و استفاده از آنها در شبکه‌های توزیع آب، معمولاً منحصر به خطوط آبرسانی شبکه‌های توزیع در اقطار بالا و بیش از ۳۰۰ میلیمتر می‌باشد که به نوعی خط انتقال داخل محدوده شهرها است که انشعابات به صورت مستقیم بر روی آنها وصل نشده، بلکه وظیفه توزیع آب از مخازن سرویس به محدوده‌های فشاری شهر را به عهده دارند.

لوله‌های بتن مسلح تحت فشار در دو نوع کلی زیر تولید می‌شوند.

۱-۱-۳-۲ لوله‌های بتن مسلح معمولی

لوله‌های بتن مسلح معمولی در دو نوع کلی با هسته فولادی و میلگردهای معمولی طولی و حلقوی و یا فقط حلقوی و یا بدون هسته فولادی و صرفاً با میلگردهای معمولی طولی و حلقوی تولید می‌شوند. استفاده از لوله‌های بتن مسلح معمولی در خطوط آبرسانی و خصوصاً در فشارهای بالا معمول نمی‌باشد که در قسمتهای بعدی این بخش توضیح داده خواهد شد. لوله‌های بتن مسلح معمولی در اقطار حدود ۳۰۰ الی ۳۶۰۰ میلیمتر تولید می‌شوند. طول هر شاخه‌این لوله‌ها معمولاً بین حدود ۲/۵ الی ۷ متر متغیر است ولی این لوله‌ها با طول بیشتر نیز تولید شده‌اند.

فشار کار این لوله‌ها نسبتاً کم بوده و در نوع بدون هسته فولادی آن تا حداکثر حدود ۳/۵ اتمسفر محدود می‌گردد.

۲-۱-۳-۲ لوله‌های بتن مسلح پیش‌تنیده

لوله‌های بتن مسلح پیش‌تنیده نیز در دو نوع کلی با هسته فولادی و میلگردهای پیش‌تنیده حلقوی و یا با میلگردهای پیش‌تنیده طولی و حلقوی تولید می‌شوند. لوله‌های بتن مسلح پیش‌تنیده معمولاً در اقطار بیش از ۴۰۰ میلیمتر تولید و تا قطر حدود ۶۳۵۰ میلیمتر نیز تولید شده‌اند. طول هر شاخه این لوله‌ها بین حدود ۴ الی ۷ متر متغیر است.

فشار کار^۱ لوله‌های مسلح پیش‌تنیده محدود بوده و حداکثر بین ۱۵ الی ۲۰ اتمسفر می‌باشد. هر چند که در موارد خاص، این لوله‌ها تا فشار کار بیش از ۲۷/۵ اتمسفر نیز تولید شده‌اند.

^۱ Working Pressure

۴-۲-۳ استاندارد ساخت لوله‌های بتن مسلح

۱-۲-۳-۲ لوله‌های بتن مسلح معمولی

استانداردهای معتبر زیادی برای ساخت لوله‌های بتن مسلح معمولی وجود دارد که ذیلاً به چند نمونه آنها اشاره می‌شود. ذکر استانداردهای زیر به معنی محدود بودن تولید این لوله‌ها به استانداردهای مزبور نبوده، بلکه برای مشخص نمودن انواع مختلف لوله‌های بتن مسلح معمولی می‌باشد.

- استاندارد شماره AWWA – C 300 برای تولید لوله‌های بتنی مسلح معمولی با میلگردهای طولی و حلقوی و یک هسته فولادی^۱ که به صورت یک لوله فولادی با ضخامت کم می‌باشد که بین میلگردهای طولی و حلقوی و هسته فولادی، پوشش بتن قرار دارد، در حقیقت این لوله‌ها توسط دو لایه فولاد مسلح شده‌اند که در یک نوع آن، لایه داخلی به صورت هسته فولادی و لایه بیرونی به صورت دو ردیف میلگرد است. برش تیپ و اتصالی این نوع لوله در شکل شماره ۱-۳-۲ نشان داده شده است. این لوله‌ها می‌توانند برای فشار کار بالا نیز تولید شوند ولی در مقابل بارهای خارجی دارای محدودیت می‌باشند.

- استانداردهای شماره AWWA – C 302 و DIN 4035 و ASTM C 361 برای تولید لوله‌های بتنی مسلح معمولی بدون هسته فولادی^۲ و با میلگردهای طولی و حلقوی است. این لوله‌ها در دو نوع با حلقه اتصال فولادی و یا اتصال بتنی تولید می‌شوند که برش تیپ و اتصالی هر دو نوع آن بترتیب در شکل‌های شماره ۲-۳-۲ و ۳-۳-۲ نشان داده شده است. فشار کار این تیپ لوله محدود بوده و طبق استاندارد AWWA - C 302 حداکثر معادل ۳/۵ اتمسفر^۳ می‌باشد.

- استاندارد شماره AWWA – C 303 برای تولید لوله‌های بتنی با هسته فولادی و یک لایه میلگرد حلقوی^۴ که مستقیماً روی هسته فولادی قرار می‌گیرد. برش تیپ و اتصالی این لوله‌ها در شکل شماره ۴-۳-۲ نشان داده شده است.

- استاندارد شماره DIN – EN 641 که مشخصات تولید لوله‌های بتنی با هسته فولادی^۵ و یک یا دو لایه میلگرد حلقوی را تعیین نموده است. نحوه قرار گرفتن هسته فولادی و میلگردها براساس این استاندارد مشابه استاندارد شماره AWWA – C 300 است، علاوه بر آن و براساس این استاندارد، میلگردهای طولی می‌توانند، حذف و میلگردهای حلقوی مستقیماً بر روی بتن قرار داده شوند.

- سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور و وزارت نیرو طی نشریه شماره ۲۱۸، نقشه‌های همسان مجاری آب بر زیرزمینی بتنی را برای قطرهای ۸۰۰ الی ۲۰۰۰ میلیمتر و فشار داخلی تا ۴۰ متر منتشر نموده‌اند. این نشریه از گروه ۳ می‌باشد که به معنی انتشار آن به عنوان راهنما است.

^۱ Reinforced Concrete Cylinder Pipe

^۲ Reinforced Concrete Noncylinder Pipe

^۳ 345 kPa

^۴ Concrete bar-wrapped Cylinder Pipe

^۵ Reinforced Concrete Pressure Pipe, Cylinder Pipe

۲-۲-۳-۲ لوله‌های بتن مسلح پیش‌تنیده

برای لوله‌های بتن مسلح پیش‌تنیده نیز استانداردهای مختلفی وجود دارد. اصولاً این لوله‌ها در دو نوع کلی به شرح زیر تولید می‌شوند.

نوع اول

در نوع اول که براساس استانداردهای شماره AWWA C 301 ، DIN – EN 641 و یا BSI - 4623 و استانداردهای مشابه تولید می‌شوند، از یک هسته فولادی استفاده می‌گردد که میلگردهای مخصوص^۱ به صورت حلقوی در اطراف آن کشیده شده^۲ و قرار می‌گیرند. میلگردهای حلقوی یا مستقیماً روی هسته فولادی قرار گرفته و یا با واسطه یک هسته بتنی، در لایه بیرونی و مستقیماً بر روی هسته بتنی قرار داده می‌شوند. برش تیپ و اتصالی این نوع لوله‌ها در شکلهای شماره ۲-۳-۵ و ۲-۳-۶ نشان داده شده است.

این لوله‌ها حتی برای فشار کار بیش از ۲۷/۵ اتمسفر و برای نصب در عمق بیش از ۳۰ متری سطح زمین بر اساس استاندارد شماره AWWA – C 304 ساخته شده‌اند.

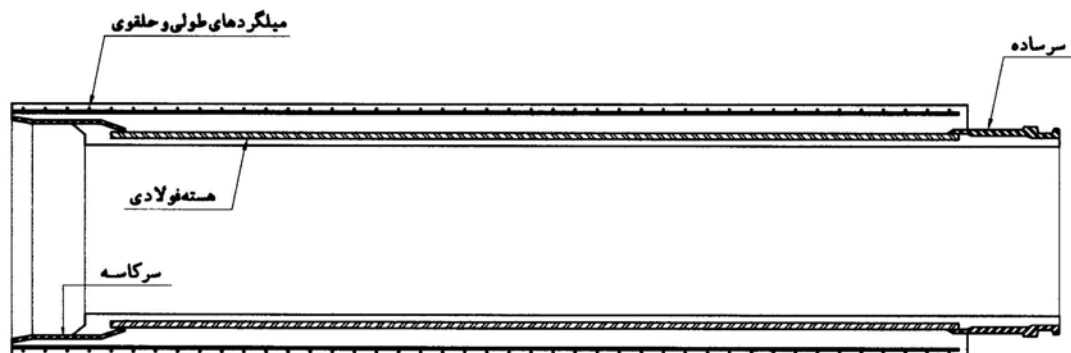
نوع دوم

در نوع دوم از میلگردهای مخصوص پیش‌تنیده طولی به جای هسته فولادی استفاده می‌شود. لوله‌های پیش‌تنیده ساخت داخل کشور عمدتاً از این نوع می‌باشند. برش تیپ و اتصالی این نوع لوله در شکل شماره ۲-۳-۷ نشان داده شده است. این لوله‌ها براساس استانداردهای مختلف و یا مشخصات انحصاری کارخانه‌های سازنده که عمدتاً بر مبنای مشخصات عمومی استاندارد AWWA می‌باشد تولید می‌گردند.

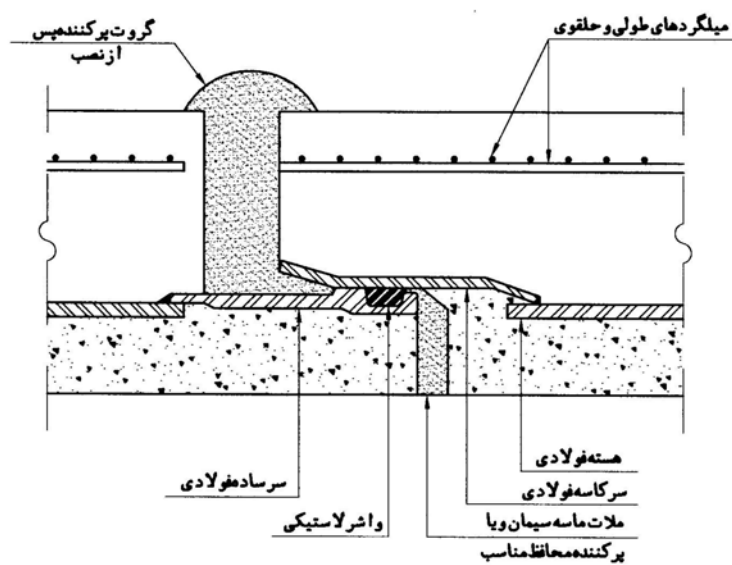
در استاندارد شماره BSI 4625 برخی از مشخصات این لوله‌ها درج شده است.

^۱ High Strength Bars

^۲ Prestressed

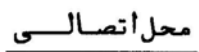
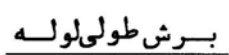


برش طولی لوله

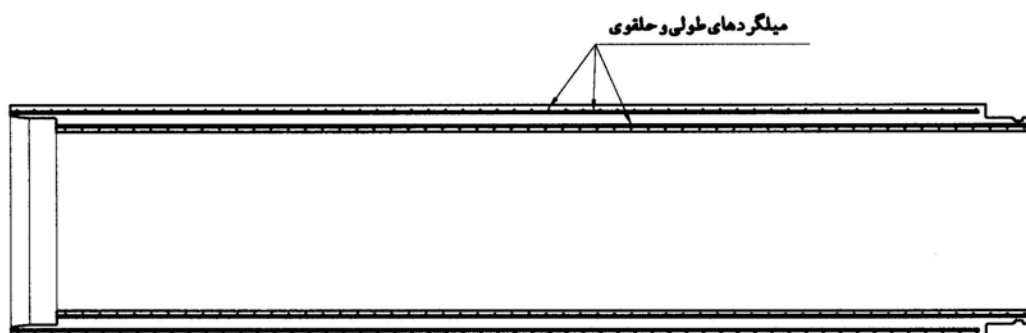


محل اتصالی

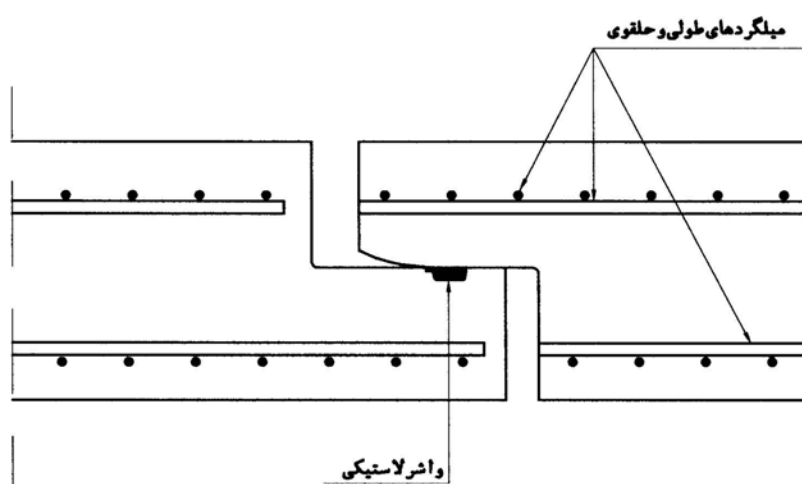
شکل ۱-۳-۲: لوله بتنی با هسته فولادی و دو لایه میلگرد



شکل ۲-۳-۲: لوله بتنی مسلح تحت فشار با حلقه‌های اتصالی فولادی

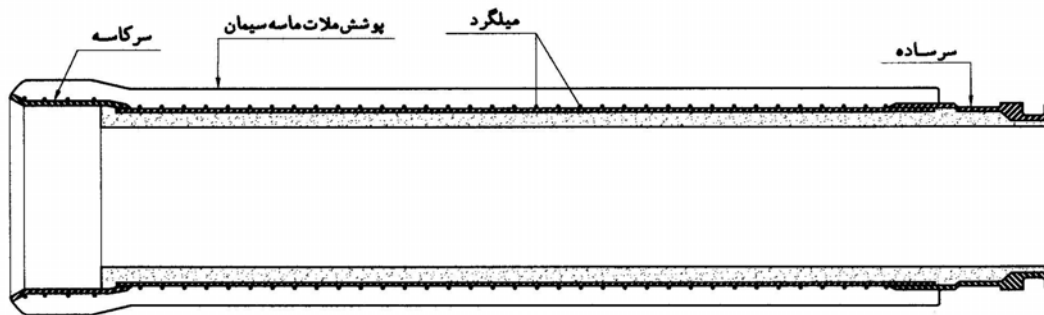


برش طولی لوله

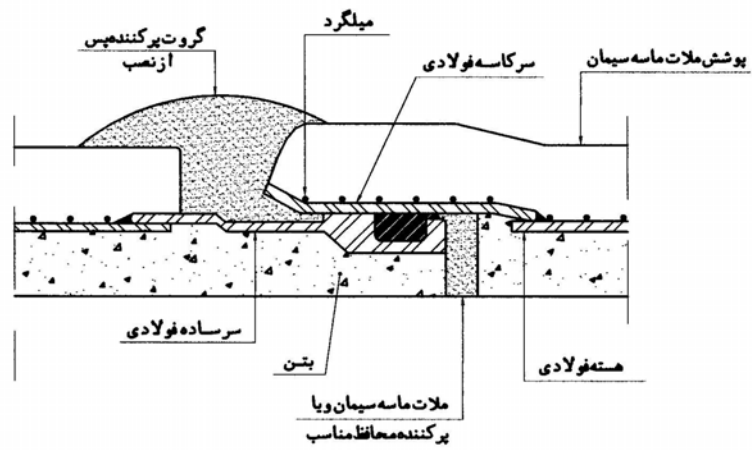


محل اتصالی

شکل ۲-۳-۳: لوله بتنی مسلح تحت فشار بدون حلقه‌های اتصالی فولادی

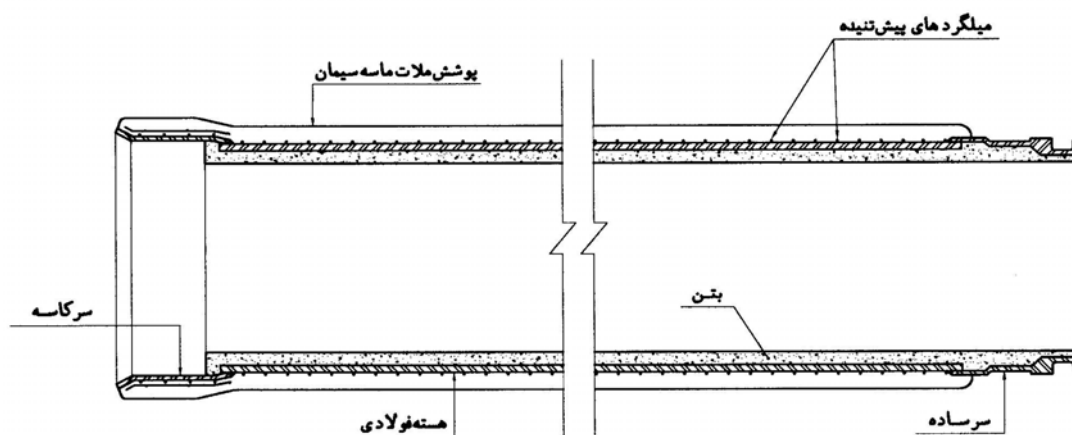


برش طولی لوله

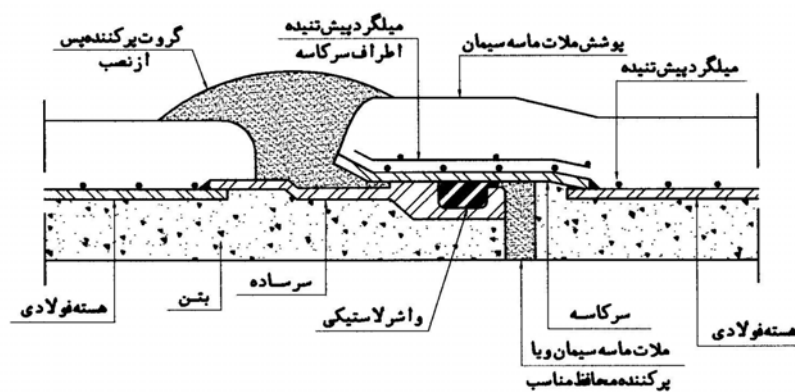


محل اتصالی

شکل ۲-۳-۴: لوله بتنی با هسته فولادی و میلگردهای حلقوی

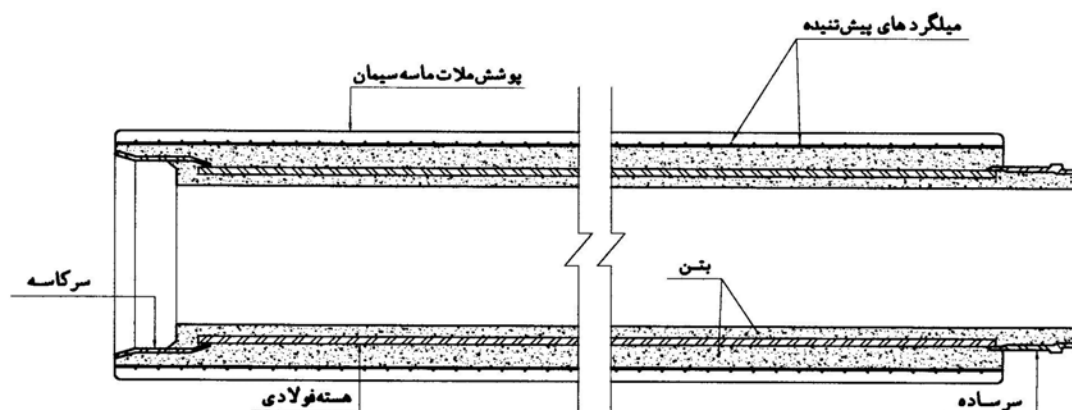


برش طولی لوله

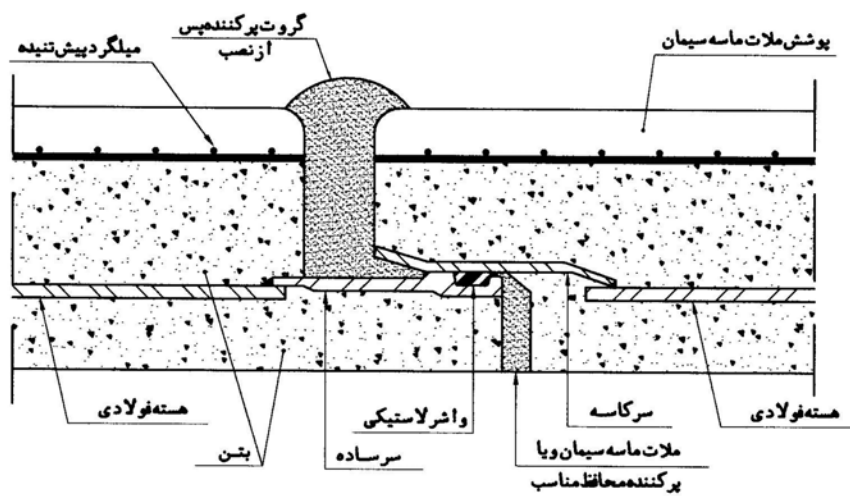


محل اتصالی

شکل ۲-۳-۵: لوله بتنی تحت فشار با پیش تنیدگی روی هسته فولادی

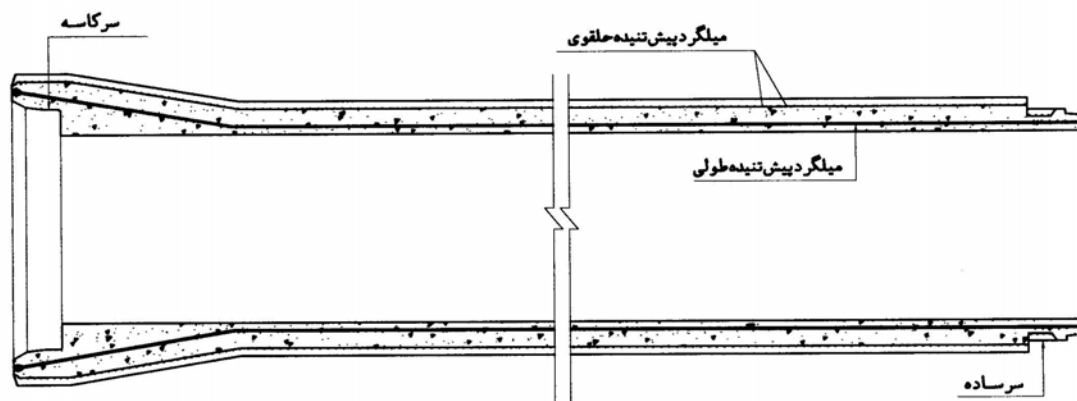


برش طولی لوله

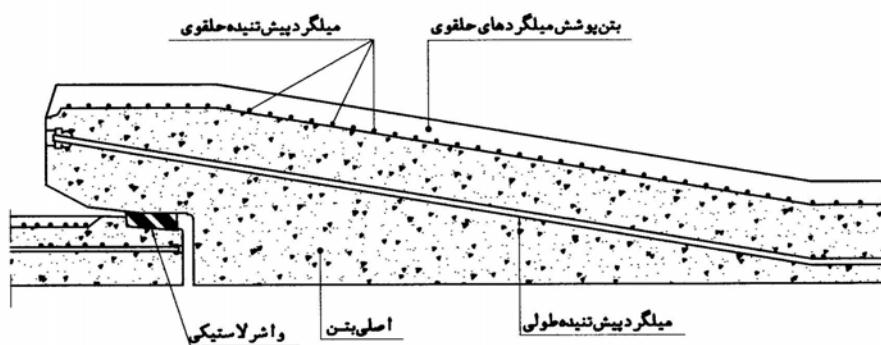


محل اتصالی

شکل ۲-۳-۶: لوله بتنی تحت فشار با پیش تنیدگی روی هسته بتنی



برش طولی لوله



محل اتصالی

شکل ۲-۳-۷: لوله بتنی مسلح پیش‌تنیده با میلگردهای طولی و حلقوی

◀ ۲-۳-۳ تولید لوله‌های بتنی

ساخت لوله‌های بتنی در کارگاه تحت هیچ شرایطی مجاز نبوده و کلیه لوله‌ها باید با رعایت کلیه دستورالعملها در کارخانه تولید و آزمایش و سپس به محل مصرف حمل گردند.

◀ ۲-۳-۴ لوله‌های مخصوص

از آنجائی که برش لوله‌های بتنی مسلح، اعم از معمولی و یا پیش‌تنیده در کارگاه میسر نمی‌باشد و در مواردی که از متعلقات و قطعات سرساده و سرکاسه که ریخته‌گری و ماشین‌کاری شده و یا توسط ورق فولادی تولید شده‌اند، استفاده نمی‌گردد، لوله‌هایی که

با مشخصات خاص تهیه شده و لوله مخصوص نامیده می‌شوند، برای اهداف مختلف تولید می‌گردد. مهمترین موارد مصرف لوله‌های مخصوص به شرح زیر است.

- برای اتصال دو بخش از خط لوله به یکدیگر در زمان نصب خط لوله و یا به عنوان جایگزین یک شاخه لوله که در حین آزمایش هیدرواستاتیکی و یا در زمان بهره برداری دچار ترکیدگی شده و یا صدمه دیده و نشت می‌نماید.
- به عنوان قطعه مخصوص که برای ساخت زانویی و نصب شیرآلات و متعلقات، از قبیل سه راه، چهار راه، تبدیل، انشعاب، نصب شیرهای مختلف و نظایر آن استفاده می‌شود.

اصول ساخت لوله‌های مخصوص براساس قرار دادن یک و یا دو حلقه فولادی در وسط و یا نقاط معینی از بدنه لوله در حین تولید می‌باشد که اصطلاحاً به عنوان لوله‌های مخصوص دو و یا سه پارچه نامیده می‌شوند.

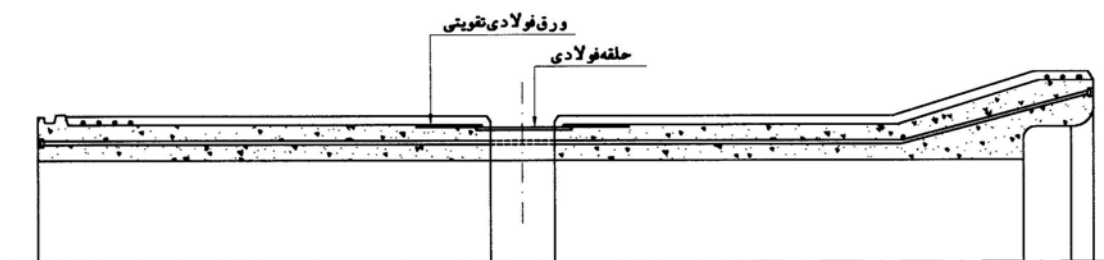
لوله‌های مخصوص سه پارچه معمولاً برای نصب انشعابات بر روی خطوط اجرا شده مورد استفاده می‌باشند. برای جاگذاری این لوله‌ها به جای لوله صدمه‌دیده و یا ساخت زانویی و نصب شیرآلات و متعلقات، حلقه‌های فولادی یاد شده برحسب نیاز به صورت حلقوی و یا مورب توسط دستگاه هوا برش و یا دستگاه‌های مشابه بریده شده و پس از سنگ زدن، کارهای بعدی روی آن انجام می‌شود.

نحوه استفاده از لوله‌های مخصوص برای اهداف ذکر شده در بخش های دیگر این فصل و همچنین فصل متعلقات لوله‌های بتنی شرح داده شده است.

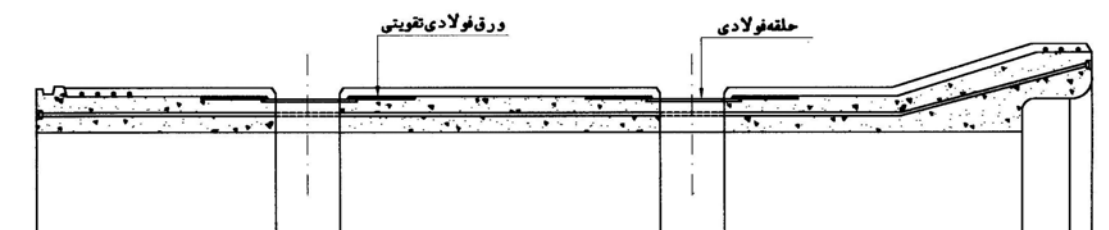
در شکل شماره ۲-۳-۸، شکل تیپ لوله‌های مخصوص دو و سه پارچه منعکس می‌باشد.

همانطور که اشاره شد، در صورتی که اتصالات از نوع سرکاسه و سرساده فولادی و یا ریخته‌گری شده است، معمولاً نیازی به لوله مخصوص نبوده و اتصالات و تعمیرات توسط قطعات فولادی فوق انجام می‌شود.

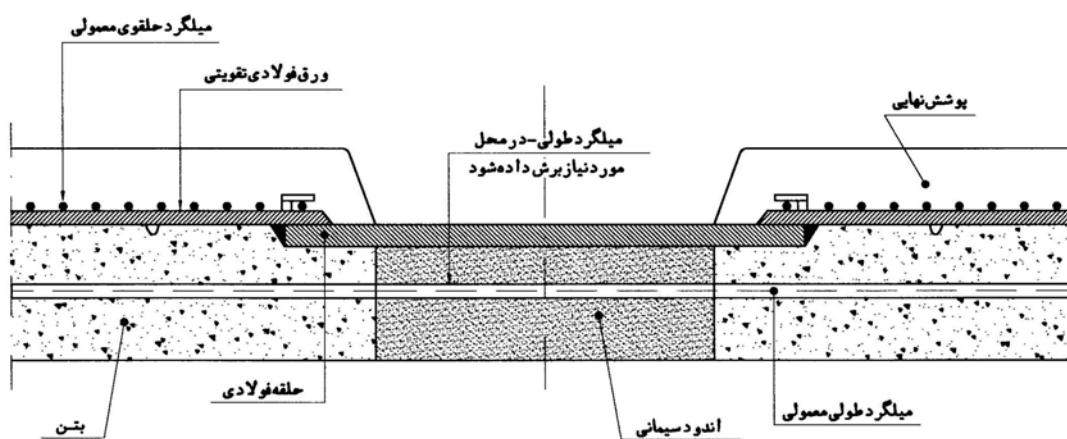
با توجه به اینکه دسترسی به لوله‌های بتنی در هر زمان مقدور نیست، لذا ضروری است که پیمانکار عملیات اجرایی چند شاخه لوله مخصوص دو و یا سه پارچه را در کارگاه‌آماده داشته باشد تا در زمان آزمایش هیدرواستاتیکی خط لوله به سرعت بتوان هر لوله معیوب احتمالی را تعویض نمود. همچنین توصیه می‌گردد که کارفرما برای دوران نگهداری و بهره برداری از خط، تعداد کافی لوله‌های دو و یا سه پارچه را سفارش و در انبارهای خود داشته باشد.



لوله مخصوص دو پارچه



لوله مخصوص سه پارچه



جزئیات حلقه فولادی

شکل ۲-۳-۸: لوله مخصوص دو و سه پارچه

۴-۳-۵ اتصالاتی لوله‌های بتنی

لوله‌های بتن مسلح اعم از معمولی و پیش‌تنیده، هم به صورت کام و زبانه^۱ و هم از نوع سرساده^۲ و سرکاسه^۳ ساخته می‌شوند. اتصال لوله‌ها به یکدیگر کلاً از نوع فشاری^۴ می‌باشند. آب‌بندی در اتصالات لوله‌های بتن مسلح توسط واشرهای لاستیکی مخصوص که در شیار پیش‌بینی شده بین کام و زبانه و یا سرساده و سرکاسه قرار داده می‌شوند تأمین می‌گردد. اتصالات از نوع فشاری در گروه اتصالات انعطاف پذیر قرار دارند و لذا هر شاخه لوله می‌تواند نسبت به شاخه مجاور خود تا حد مجاز جابجایی داشته باشد که در بخشهای دیگر این مشخصات در این مورد بحث شده است.

در شکل‌های شماره ۲-۳-۱ الی ۲-۳-۷، چندین نوع اتصال لوله‌های بتن مسلح با توجه به انواع لوله‌های ذکر شده، نشان داده شده است. متذکر می‌شود که نحوه اتصال هر نوع لوله بتن مسلح می‌تواند با یکدیگر متفاوت باشد. لذا پیمانکار موظف است که اتصالاتی‌ها را بر اساس دستورالعمل سازنده لوله و یا مهندس مشاور برقرار نماید. لازم به یادآوری است که در استفاده از لوله‌های مخصوص، اتصالات نوع جوشی و یا فلنجی نیز استفاده می‌شود، ولی این امر مختص اتصال در محلهای مورد بحث می‌باشد.

همچنین در مواردی که از قطعات ریخته‌گری شده و یا فولادی سرکاسه و سرساده برای اتصالات و متعلقات استفاده می‌گردد، این اتصالات نیز به عنوان یکی از انواع اتصال لوله‌های فولادی در محلهای مورد استفاده می‌باشد. واشرهای لاستیکی مصرفی باید کاملاً آب‌بند بوده و براساس مشخصات محل اتصال تولید شده باشند. کیفیت واشرها باید با استانداردهای معتبر و از جمله ASTM مطابقت نماید.

۴-۳-۶ پوشش‌های حفاظتی

۲-۳-۱-۶ پوشش حفاظتی

لوله‌های بتنی و خصوصاً لوله‌هایی که آخرین لایه بتن آنها پس از مسلح کردن اجرا می‌شوند، مانند لوله‌های بتنی پیش‌تنیده، در مقابل نفوذ آب و مواد خورنده در سطح خارجی لوله حساس بوده و کاملاً آب‌بند نمی‌باشند. لذا در برخی موارد، نوعی پوشش حفاظتی بر روی لوله‌ها اجرا و سپس برای حمل تحویل پیمانکار می‌گردد. پیمانکار باید نهایت دقت را در حمل و نصب لوله‌ها به عمل آورده و هرگونه صدمه به پوششهای حفاظتی را طبق دستورالعمل کارخانه سازنده و یا مهندس مشاور و قبل از انتقال لوله به داخل ترانشه و یا قبل از خاکریزی (در صورت صدمه به پوشش لوله نصب شده)، تعمیر و اصلاح نماید.

در صورتی که پوششهای حفاظتی در کارگاه و توسط پیمانکار انجام می‌شود، ضروری است پیمانکار کلیه تجهیزات و امکانات لازم برای این عملیات را تأمین و پوشش لوله‌ها را طبق شرایط و مندرجات مشخصات طرح و یا دستورالعمل مهندس مشاور اجرا نماید.

¹ Tongue and Groove

² Bell

³ Socket

⁴ Push on Joint

۲-۳-۶ پوشش حفاظتی سطوح داخلی لوله

بتن و اندود سیمانی سطوح داخلی لوله‌های بتن مسلح دارای ضخامت و مقاومت و فشردگی لازم و کافی برای تأمین نیازها و مشخصات سازه‌ای لوله‌ها است. این ضخامت برای جلوگیری از صدمه به لایه فولادی بتن، اعم از هسته فولادی و یا میلگردهای ساده و یا پیش‌تنیده، کافی می‌باشد. لذا در حالت عادی که لوله‌ها برای اهداف انتقال و توزیع آب شرب و یا انتقال آب خام و با مشخصات معمول این آب‌ها برای مصارف آشامیدن مورد استفاده قرار می‌گیرند، هیچ‌گونه حفاظت خاص سطوح داخلی مورد نیاز نمی‌باشد.

پیمانکار باید توجه نماید که هرگونه صدمات جزیی احتمالی به پوشش و بتن سطوح داخلی لوله را که طی حمل و یا باراندازی و ریشه نمودن لوله‌ها ایجاد شده، قبل از انتقال لوله به داخل ترانشه طبق دستورالعمل مهندس مشاور تعمیر نماید. شایان ذکر است که وسعت این صدمات قبلاً باید به رؤیت مهندس مشاور برسد و در صورت تأیید کتبی مهندس مشاور، تعمیرات انجام شود. هرگونه تعمیر سطوح داخلی لوله که بدون رعایت مراحل ذکر شده و تأیید کتبی مهندس مشاور انجام پذیرد مورد قبول نبوده و لوله تعمیر شده در این حالت نباید مورد استفاده قرار گیرد.

پیمانکار باید دقت نماید که تعمیر سطوح داخلی بتن در محل اتصالی با توجه به لزوم آب‌بندی، بسیار حساس می‌باشد باید بر اساس دستورالعمل‌های سازنده لوله عمل شود.

۲-۳-۶ پوشش حفاظتی سطوح خارجی لوله

همانطور که اشاره شد، لایه‌های بیرونی فولادی لوله‌های بتنی می‌توانند در تماس با آب‌ها و خاک خورنده که از طریق آخرین لایه بتن نفوذ می‌نمایند، قرار گیرند. البته نفوذ آب و مواد خورنده از طریق بتن زیاد نیست، زیرا بتن مصرفی در لوله‌ها دارای دانه‌بندی خاص و حد روانی بسیار کمی بوده و لذا دارای خلل و فرج اندکی است، هر چند در اصل کاملاً آب‌بند تلقی نمی‌گردند. معه‌ذا در زمینه‌های خورنده و یا در مجاورت با آب‌های زیرزمینی و نیمه سطحی مضر، حفاظت از لایه‌های میلگرد و فولاد ضروری است. معمول‌ترین روش محافظت از خوردگی در این موارد به شرح زیر می‌باشد.

۱- اصولاً برای این قبیل نقاط و به صورت عام، باید از بتن ضد سولفات تیپ ۵ در ساخت لوله استفاده گردد.

۲- گرچه خوردگی خاک به تشخیص و براساس و توصیه مطالعات ژئوتکنیک و خاکشناسی بسیار مقطعی بوده و یا زیاد نمی‌باشد، ولی می‌توان بجای استفاده مجدد از خاک حاصل از حفاری، از خاک مناسب جایگزین برای زیر، اطراف و پوشش روی لوله استفاده و حفاظت مناسب را ایجاد نمود. پیمانکار باید در این گونه موارد، دقیقاً براساس مشخصات طرح و دستورالعمل‌های مهندس مشاور، حدود و عمق حفاری و مشخصات خاک جایگزین را رعایت نماید.

۳- در مواقعی که آب‌های زیرزمینی و نیمه‌سطحی خورنده وجود دارد و یا خوردگی خاک به تشخیص و بر اساس و توصیه مطالعات ژئوتکنیک و خاکشناسی به اندازه‌ای است که استفاده از خاک جایگزین قادر به رفع مشکل و تأمین حفاظت لازم نیست، سطوح خارجی لوله‌ها باید به صورت مناسب‌تری محافظت و پوشش شود. ساده‌ترین و معمول‌ترین مواد پوشش حفاظتی، استفاده از مواد دارای پایه قیری و یا قطران برای اندود کردن سطوح خارجی لوله می‌باشد. پوشش حفاظتی با استفاده از نوار پلی‌اتیلن و مشابه آن ضرورت زیاد نداشته بلکه صرفاً حفاظت سطح بتن از نفوذ آب و خاک از طریق استفاده از موادی که تا حدودی در بتن نفوذ کرده و هر گونه خلل و فرج را مسدود نماید کفایت می‌کند.

۴- در مواردی که خوردگی آب و خاک به حدی است که حتی پوشش‌های حفاظتی ذکر شده نیز کفایت ننموده و نتایج مطالعات ژئوتکنیک و خاکشناسی، حفاظت بیشتری را توصیه می‌نماید، می‌توان از حفاظت کاتودیک استفاده کرد. در این حالت، لایه‌های فولادی هر شاخه لوله در محل اتصالیها باید به نحو مناسبی به یکدیگر ارتباط داده شوند. با توجه به حساسیت ارتباط سراسری لایه‌های فولادی خط لوله به یکدیگر، پیمانکار باید ارتباط بین لایه‌های فولادی در محل اتصالیها و همچنین سیستم حفاظت کاتودیک را براساس مشخصات طرح و دستورالعمل‌های مهندس مشاور، با نهایت دقت و حساسیت انجام دهد.

شایان ذکر است که حفاظت کاتودیک خطوط لوله بتنی به ندرت ضرورت پیدا می‌نماید و نباید بعنوان یک راه حل معمول سیستم حفاظتی لوله‌های بتنی تلقی و مورد استفاده قرار گیرد. با توجه به لزوم ارتباط لایه‌های فولادی شاخه‌های لوله به یکدیگر در محل اتصالات و مشکلات این عمل و سایر موارد مرتبط، حفاظت کاتودیک لوله‌های بتن مسلح تنها در صورتی که براساس و توصیه مطالعات ژئوتکنیک و خاکشناسی، راه حل مناسبتری وجود ندارد، مورد استفاده قرار گیرد. همچنین در این‌گونه موارد، باید توجه و دقت کافی در برقراری مجدد سیستم حفاظت کاتودیک در صورت تعویض لوله‌ها در حین بهره برداری و نگهداری و یا صدمه به یک شاخه لوله به هر دلیل ممکن، به عمل آید.

۲-۳-۶-۴ تعمیر پوشش‌های حفاظتی

پوشش حفاظتی لوله‌های بتن مسلح و یا اندود و لایه بتنی خارجی که در حین حمل و نقل و باراندازی و یا ریسه نمودن لوله صدمه دیده‌اند، باید بلافاصله و قبل از استفاده و انتقال لوله به داخل ترانشه مرمت گردند. پیمانکار باید این گونه تعمیرات و مرمت‌ها را طبق دستورالعمل مهندس مشاور انجام دهد. همانطور که در مورد بتن سطوح داخلی لوله تذکر داده شد، پیمانکار باید قبل از هر گونه تعمیر و مرمت بتن سطوح خارجی لوله، تأیید و مجوز کتبی مهندس مشاور را برای انجام آن دریافت نماید. هرگونه تعمیر سطوح خارجی لوله که بدون مجوز قبلی کتبی مهندس مشاور اجرا شود مورد قبول نبوده و لوله تعمیر شده در این حالت نباید مورد استفاده قرار گیرد.

حساسیت تعمیر بتن در محل اتصالی‌ها و خصوصاً در سرساده و یا کام لوله بسیار زیاد بوده و در اکثر موارد مشکلاتی را در آب‌بندی ایجاد می‌نماید. لذا پیمانکار باید در صورت دریافت مجوز انجام این گونه تعمیرات، نهایت دقت را در اجرای آن معمول دارد.

۴-۳-۷ بارگیری، حمل، باراندازی و ریسه کردن

کلیات و آنچه در خصوص بارگیری، حمل و باراندازی و ریسه کردن لوله‌ها در فصل نکات مشترک لوله‌گذاری و همچنین فصل لوله‌های چدن نشکن درج شده، در مورد لوله‌های بتن مسلح نیز باید رعایت گردد.

بارگیری، حمل، باراندازی و ریسه کردن لوله‌ها باید با تجهیزات و وسائل مناسب انجام تا از صدمه به لوله و پوشش‌های آن اجتناب شود.

۴-۳-۷-۱ بلندکردن و جابجایی لوله

پیمانکار در بلند کردن و جابجایی لوله‌ها باید نکات عمده زیر را رعایت نماید.

- بلند کردن و جابجایی لوله‌ها با استفاده مستقیم از جام، چنگک و ماشین‌آلاتی نظیر بیل مکانیکی، لودر، بولدوزر و ماشین‌آلات مشابه ممنوع می‌باشد. برای این منظور باید از لیفت تراک، سایدبوم، جرثقیل و ماشین‌آلات نظایر آن استفاده گردد.
- در بلند کردن و جابجایی لوله‌ها و متعلقات، در حالتی که این عمل از دو سر لوله و متعلقات انجام و از قلاب و چنگک^۱ استفاده می‌شود، باید توجه نمود که قسمتهای تیز قلاب باعث صدمه به اتصال لوله و متعلقات و پوشش احتمالی آنها نگردد. در این حالت، قلاب باید توسط صفحات و قطعات لاستیکی پوشانده شود.
- بلند کردن و جابجایی لوله و متعلقات از طریق عبور دادن سیم بکسل، طناب، زنجیر و وسایل مشابه از داخل لوله مجاز نمی‌باشد.
- در حالتی که بلند کردن و جابجایی لوله‌ها از بدنه آن انجام می‌شود، پیمانکار باید از سیم بکسل^۲ و یا تسمه استفاده نماید. در حالت استفاده از سیم بکسل و برای جلوگیری از صدمه به پوشش لوله، در بین محل تماس سیم بکسل با بدنه لوله، باید مصالحی از قبیل چوب، نمد، لاستیک و یا بالشتک نرم و سایر تمهیدات مشابه^۳ قرار داده شود. بلند کردن لوله با سیم بکسل بدون این‌گونه مصالح حفاظتی، مجاز نمی‌باشد.
- هر شاخه لوله به تنهایی بلند شود. بلند کردن و جابجایی چند لوله با یکدیگر مجاز نمی‌باشد.

۲-۷-۳-۲ بارگیری، حمل و باراندازی

- در بارگیری، حمل و باراندازی لوله‌ها، رعایت نکات عمده زیر توسط پیمانکار الزامی است.
- بر روی کف کامیون و یا تریلی، زیرسری و تکیه‌گاه^۴ مناسب چوبی و یا ساخته شده از مصالح مشابه دیگر قرار داده شده و مهار شود به نحوی که از جابجایی زیرسری‌ها در حین حرکت جلوگیری گردد.
 - برای هر شاخه لوله حداقل دو عدد زیرسری در نظر گرفته شود.
 - زیرسری لوله دارای انحنا باشد به نحوی که جسم لوله در محل تماس با آن، دقیقاً در داخل انحنا قرار گیرد.
 - فاصله زیرسری‌ها از هر سر لوله حدود ۲۰ درصد طول شاخه لوله باشد. به عنوان مثال برای یک شاخه لوله به طول ۷ متر و با توجه به شکل ۲-۳-۹ زیرسری‌ها به فاصله حدود ۴ متر از یکدیگر قرار داده شوند.
 - عرض زیرسری حداقل ۲۰ سانتیمتر باشد.
 - قراردادن لوله‌ها بر روی یکدیگر در حین حمل مجاز نمی‌باشد.
 - سرکاسه لوله‌ها به طرف اتاق راننده و در پشت تریلی قرار گیرد.
 - در حد فاصل سرکاسه لوله با اتاق راننده، یک الوار مناسب جهت جلوگیری از حرکت طولی لوله‌ها قرار داده شود.

^۱ Hook

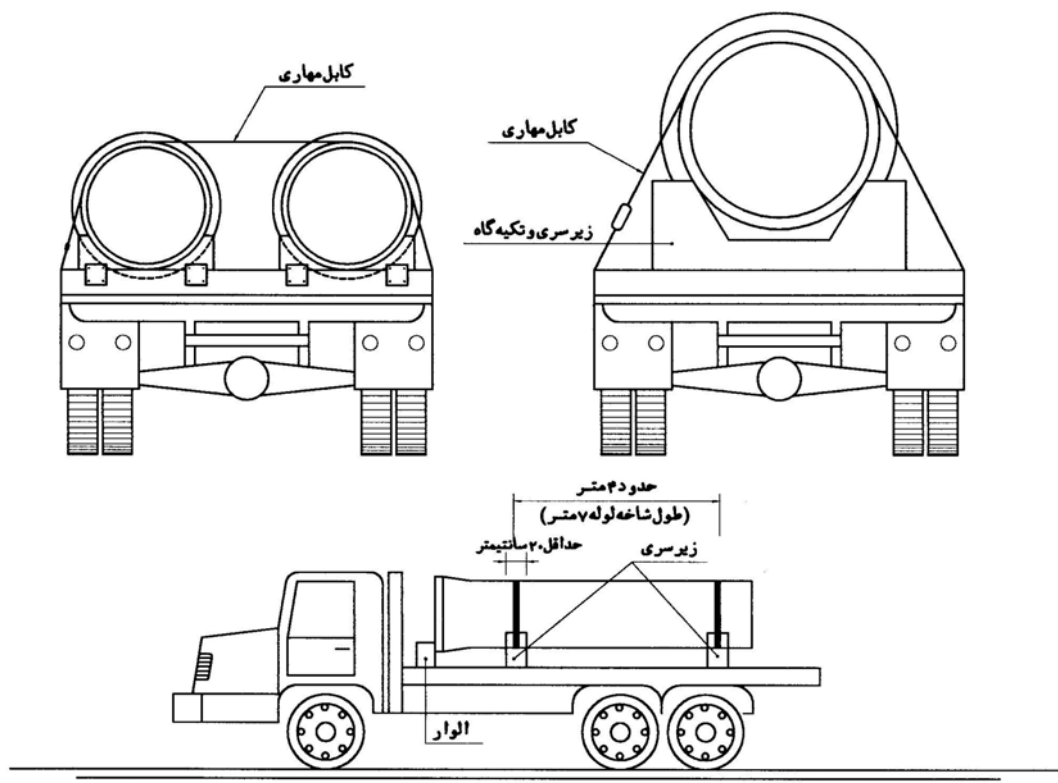
^۲ Wire Rope

^۳ Cushon Pad

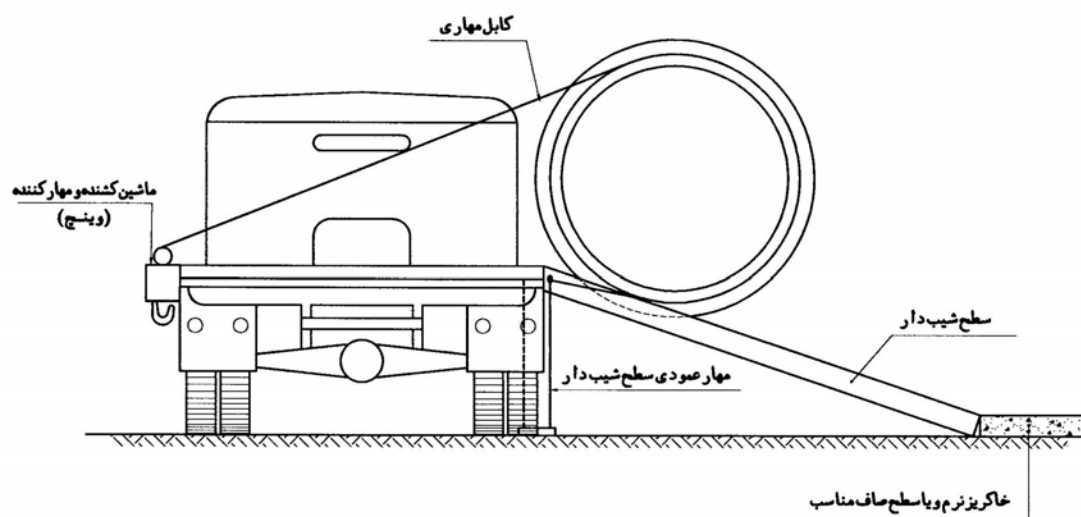
^۴ Supports, Saddle

- لوله‌ها در هنگام حمل باید با سیم بکسل به ضخامت مناسب مهار شوند. در محل تماس سیم بکسل با بدنه لوله، چوب، نمد، لاستیک و یا بالشتک قرار داده شود تا ضمن اجتناب از صدمه به پوشش لوله، از جابجایی و حرکت طولی لوله‌ها در حین حرکت جلوگیری گردد.
- در شکل شماره ۲-۳-۹، نحوه استقرار لوله‌ها بر روی تریلی نشان داده شده است.
- در باراندازی لوله‌ها نیز رعایت نکات عمده زیر ضروری است.
- قبل از بازکردن سیم بکسل مهار لوله، از محکم بودن آن و همچنین زیرسری لوله اطمینان حاصل شود.
- انداختن و پرتاب کردن لوله‌ها به هنگام تخلیه تحت هیچ شرایطی مجاز نمی‌باشد.
- تخلیه لوله‌ها باید توسط جرثقیل و یا لیفت تراک و با رعایت نکات ذکر شده در خصوص جابجایی با استفاده از این ماشین‌آلات انجام شود.
- جابجایی لوله‌ها از طریق غلطاندن روی زمین، ریل و روی یکدیگر و یا به هر نحو مشابه مجاز نمی‌باشد و برای این کار باید نکات مندرج در قسمتهای قبلی رعایت گردد.
- تخلیه لوله‌ها با استفاده از یک سطح شیب‌دار همانطور که در شکل ۲-۳-۱۰ نشان داده شده، مجاز می‌باشد. در این حالت در قسمت پائین سطح شیب‌دار باید خاک نرم قرار داده شده و یا سطح مسطح مناسب ایجاد گردد تا از صدمه به لوله جلوگیری به عمل آید.
- در تخلیه لوله از طریق سطح شیب دار، باید از ماشین‌آلات مناسب کشنده و یا تجهیزات مهارکننده^۱ استفاده و لوله بر روی سطح شیب دار به صورت مهار و کنترل شده به پائین لغزیده شده و سر داده شود.
- با توجه به وزن لوله‌های بتنی تحت فشار، تخلیه آنها با دست و یا مهار آنها توسط کارگران و بدون به کارگیری ماشین‌آلات مناسب، امکان‌پذیر نبوده و مجاز نمی‌باشد.
- تریلی و یا کامیون قبل از تخلیه باید روی سطح کاملاً صاف متوقف شود.

^۱ Winch



شکل ۲-۳-۹: بارگیری و حمل لوله‌های بتنی تحت فشار



شکل ۲-۳-۱۰: تخلیه لوله با استفاده از سطح شیب دار

۳-۷-۳-۲ ریشه کردن لوله‌ها

لوله‌ها باید با توجه به مندرجات عمومی فصل نکات مشترک لوله‌گذاری و همچنین توجه به موارد زیر در طول مسیر ریشه شوند.

- ریشه نمودن لوله‌ها حتی‌الامکان قبل از حفر ترانشه انجام شود.
- لوله‌ها در طرف مقابل محل پیش‌بینی شده برای دپوی خاک حاصل از گودبرداری ترانشه ریشه شوند.

- در صورتی که لوله‌ها قبل از حفاری ریشه می‌گردند، در مسیری قرار گیرند که ترانشه در مجاورت آنها حفاری و خاک حاصل از حفاری در طرف دیگر ریخته می‌شوند.
- لوله‌ها به نحوی ریشه شوند که تمام سرهای کاسه و ساده و یا کام و زبانه در یک جهت باشند. معمولاً سرکاسه و یا سرکام عمود بر جهت جریان آب می‌باشد.
- تکیه‌گاه لوله‌ها در محل ریشه‌کردن باید مانند شرایط هنگام حمل باشد. برای این منظور، در طول مسیر ریشه‌کردن لوله‌ها و به فواصل مناسب و مورد نظر، خاک نرم و یا تکیه‌گاه چوبی ریخته شده و یا قرار داده شود و لوله‌ها روی تکیه‌گاه خاکی و یا چوبی قرار گیرند. ارتفاع تکیه‌گاه و یا خاک نرم باید به اندازه‌ای باشد که سرکاسه لوله با زمین تماس نداشته باشد.
- بین سرکاسه و سرساده و یا کام و زبانه دو شاخه لوله باید فاصله لازم حدود ۳۰ الی ۵۰ سانتیمتر برای باراندازی و جابجایی لوله و انتقال آن به داخل ترانشه پیش‌بینی گردد. لذا در فواصل معین باید دو شاخه لوله در مجاورت یکدیگر ریشه شوند.
- لوله‌های ریشه شده نباید مانعی برای سایر عملیات اجرایی ایجاد نمایند.

۴-۳-۸ انبارداری

رعایت نکات مندرج در فصل نکات مشترک لوله‌گذاری و موارد مرتبط در فصل مربوط به انبارداری لوله‌های چدن نشکن، در انبارداری لوله‌های بتن مسلح الزامی است.

لوله‌های بتن مسلح تحت فشار را با توجه به مقاومت خوب آنها و فشار له‌شدگی^۱ زیاد لوله‌ها می‌توان در ردیف‌های نسبتاً زیاد روی هم قرار داد و انبار نمود. محدودیت عمده در این خصوص، نحوه دسترسی به لوله‌ها برای جابجایی است. در هر صورت پیمانکار باید لوله‌ها را براساس دستورالعمل کارخانه سازنده و یا مهندس مشاور روی هم قرار داده و انبار نماید. با توجه به وزن سنگین این لوله‌ها و در نتیجه جابجایی آنها توسط جرثقیل و سایدبوم، ارتفاع لوله‌ها بر روی یکدیگر معمولاً تابع امکانات ماشین‌آلات فوق بوده و لوله‌ها مقاومت کافی برای قرار گرفتن در چندین ردیف روی هم را دارند.

در قرار دادن لوله‌ها روی یکدیگر، باید بین هر دو ردیف لوله نیز الوار و یا کیسه‌های خاک، خاک اره، شن و مصالح مناسب دیگر و به فواصل مناسب، همانند آنچه که در خصوص حمل ذکر گردید، قرار داده تا از غلطیدن لوله‌ها و یا تماس آنها با یکدیگر جلوگیری شود. ضخامت الوارها و یا کیسه‌ها باید به نحوی باشد که لوله‌های اولین ردیف در هیچ نقطه روی زمین قرار نگیرد و همچنین لوله‌های واقع در یک ردیف با لوله‌های ردیف دیگر در هیچ نقطه‌ای تماس نداشته باشند. لوله‌ها در این حالت باید طوری چیده شوند که سرساده و سرکاسه لوله‌ها در هر ردیف عکس ردیف قبلی قرار گیرد. ضمناً از قرار گرفتن سرکاسه یک لوله روی سرساده لوله ردیف دیگر باید اجتناب شود. کیسه‌های خاک، خاک اره، شن و سایر مصالح باید از جنس پلاستیک مقاوم در مقابل پارگی و پوسیدگی باشند به نحوی که از عدم تخریب آنها در حین انبارداری اطمینان حاصل شود.

واشرهای لاستیکی لوله‌های بتن تحت فشار نیز باید دقیقاً براساس آنچه که در فصل نکات مشترک لوله‌گذاری و همچنین فصل انبارداری لوله‌های چدن نشکن ذکر شد، نگهداری شوند.

^۱ Three Edge Bearing

۹-۳-۲ بسترسازی لوله

لوله‌های بتن مسلح معمولی با هسته فولادی و یا پیش‌تنیده عموماً مقاومت خوبی در مقابل بارهای خارجی دارند. بدین جهت بسترسازی این لوله‌ها به مراتب ساده‌تر از سایر لوله‌ها می‌باشد. یک مورد استثنا در این خصوص، لوله‌های بتن مسلح معمولی بدون هسته فولادی و با دو لایه میلگرد می‌باشد که محدودیتهایی در این زمینه دارد.

فشار له‌شدگی و یا مقاومت سه محوری لوله‌های بتن تحت فشار و خصوصاً لوله‌های بتن مسلح پیش‌تنیده به اندازه‌ای است که در عمقهای متعارف نصب لوله‌های خطوط انتقال آب و شبکه‌های توزیع، به یک بسترسازی ساده نیاز دارند. باید توجه داشت که به واسطه وزن زیاد این لوله‌ها، بستر لوله باید کاملاً تحکیم شده باشد.

معمول‌ترین بستر لوله‌های بتن مسلح و پیش‌تنیده فشاری، استفاده از خاک نرم سرنندی به ضخامت ۱۰ الی ۲۰ سانتیمتر و یا یک قشر شن شکسته دانه‌بندی شده به ضخامت حدود ۱۵ سانتیمتر می‌باشد که به خوبی متراکم شده و لوله مستقیماً روی آن قرار داده می‌شود.

بستر لوله‌های بتنی فشاری در زمینهای سنگی حداقل ۱۵ سانتیمتر بوده که باید با شن شکسته دانه‌بندی شده به خوبی متراکم شود. حداکثر ابعاد شن شکسته باید حدود ۶ سانتیمتر باشد.

در زمینهای سست و نرم، عمق ترانشه باید حداقل ۳۰ سانتیمتر عمیق‌تر برداشت شده و اضافه برداشت فوق به عنوان پی‌سازی با مصالح مناسب، مثلاً مخلوط رودخانه‌ای، جایگزین و در لایه‌های تعیین شده به خوبی متراکم گردد. بسترسازی لوله باید روی لایه فوق انجام پذیرد. عمق نهایی پی‌سازی زیر لوله بر اساس مشخصات طرح انجام شود.

در زمینهای بسیار سست و لجنی، مانند اراضی مردابی و باتلاقی، بسترسازی مخصوص مورد لزوم می‌باشد. این بستر می‌تواند از سنگ قلوه، سنگ لاشه، بتن یک پارچه و یا فونداسیون روی شمع باشد که در هر مورد با توجه به جنس زمین در مشخصات طرح تعیین می‌شود.

علاوه بر نکات ذکر شده، انواع تیپ بستر مندرج در بخش لوله‌های آریست سیمان تحت فشار آب و ضرایب بستر آن، با توجه به فشار له‌شدگی لوله‌های بتن مسلح برای لوله‌های بتنی نیز عیناً مشابه و قابل استفاده است.

مهندس مشاور با توجه به نوع زمین و مسیر خط لوله، نوع بسترسازی را تعیین و در نقشه‌های اجرایی و مشخصات طرح ذکر درج می‌نماید.

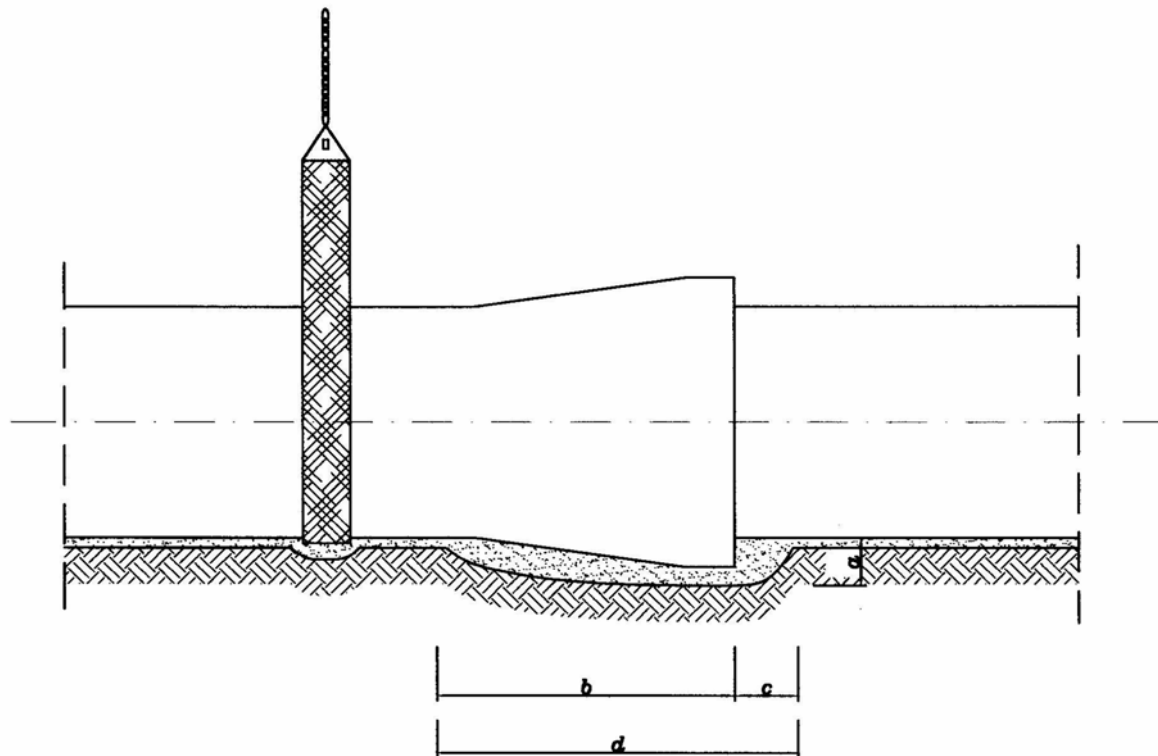
پیمانکار موظف است در بسترسازی لوله‌ها، مشخصات طرح و دستورالعمل‌های مهندس مشاور را دقیقاً رعایت نماید.

۱۰-۳-۲ بسترسازی محل اتصالات، متعلقات و شیرآلات

در محل اتصالات، متعلقات و شیرآلات، عرض و عمق ترانشه باید به اندازه‌ای باشد که برقراری اتصال و گردش ابزار کار به راحتی فراهم گردد و در عین حال در حداقل ممکن ایجاد شود تا بدنه لوله هرچه بیشتر روی بستر قرار گیرد. افزایش عمق ترانشه در این محل‌ها، به جز در زمینهای سنگی، باید پس از تکمیل بسترسازی صورت پذیرد.

علاوه بر محل اتصالات، متعلقات و شیرآلات، محل‌هایی از بستر لوله باید برای باز و خارج نمودن کابل و سیم بکسل که برای انتقال لوله به داخل ترانشه مورد استفاده قرار می‌گیرند، گودتر شوند. این محل‌ها باید قبلاً به طور دقیق، مشخص و در حداقل مورد نیاز حفر گردند.

در شکل شماره ۲-۳-۱۱، نحوه و ابعاد بسترسازی محل اتصالات برای لوله‌های بتنی پیش‌تنیده با یک سرکاسه و یک سرساده نشان داده شده است. ابعاد دقیق‌تر با توجه به مشخصات لوله توسط کارخانه سازنده، تعیین و یا در مشخصات طرح ذکر می‌گردد. پیمانکار باید برای خاکبرداری محل اتصالات، دستورالعمل کارخانه سازنده لوله و یا مهندس مشاور را به دقت رعایت نماید. همچنین پیمانکار باید قبل از خاکریزی مقدماتی، محل‌های اضافه برداشت را دقیقاً پر نموده و متراکم نماید.



<i>DN</i>	<i>a</i> (cm)	<i>b</i> (cm)	<i>c</i> (cm)	<i>d</i> (cm)
600	18	70	15	85
800	18	70	15	85
1000	23	90	20	1.10
1200	23	90	20	1.10
1400	28	1.00	25	1.25
1600	28	1.00	25	1.25

شکل ۲-۳-۱۱: بسترسازی در محل اتصالات و کابل‌های انتقال لوله

◀ ۱۱-۳-۲ انتقال لوله، متعلقات و شیرآلات به داخل ترانشه

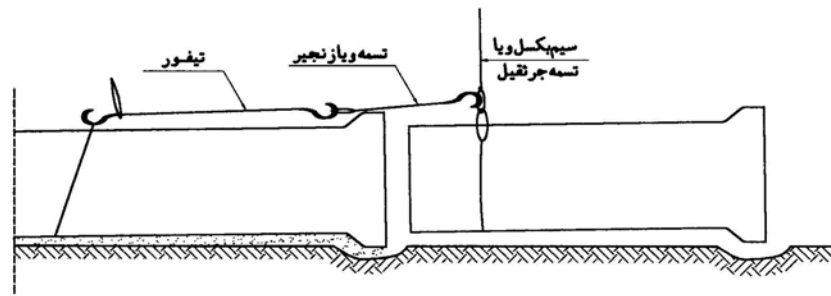
مشخصات و دستورالعمل کلی انتقال لوله، متعلقات و شیرآلات به داخل ترانشه در فصل نکات مشترک لوله‌گذاری درج گردیده است. علاوه بر آن، نکات عمده‌ای که در این خصوص در فصل مربوط برای لوله‌های چدن نشکن ذکر شده، در خصوص لوله‌های بتنی نیز باید رعایت شود. با توجه به سنگین بودن لوله‌های بتنی تحت فشار، انتقال این لوله‌ها به داخل ترانشه باید با جرثقیل و یا سایدبوم انجام شود.

◀ ۱۲-۳-۲ برقراری اتصال

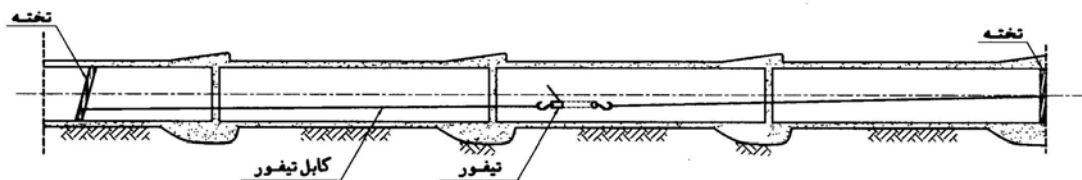
نکات و موارد ذکر شده در فصل نکات مشترک لوله‌گذاری و فصل لوله‌های چدن نشکن از قبیل آماده‌سازی و کنترل لوله، واش، نوع مواد روان کننده، عوامل کارگاه، رعایت نکات ایمنی و غیره باید در مورد لوله‌های بتنی تحت فشار نیز توسط پیمانکار کاملاً رعایت شود.

علاوه بر آن، وزن زیاد لوله‌های بتنی تحت فشار باعث می‌شود که برای برقراری اتصال، استفاده از جرثقیل و یا سایدبوم و یا ماشین‌آلات مناسب نیز ضروری باشد. بدین نحو که لوله پس از انتقال به داخل ترانشه بر روی بستر قرار نگرفته بلکه لوله با کمک جرثقیل و یا سایدبوم نگهداری و محل اتصال لوله‌ها به یکدیگر نزدیک و اتصال به صورت کاملاً اولیه برقرار می‌شود. سپس لوله از جرثقیل آزاد و اتصال با کمک کابل و قرقره اهرم‌دار (تیفور) کامل می‌گردد. در این وضعیت و با توجه به قطر لوله، کابل تیفور باید به چند شاخه لوله قبلی مهار گردد. قدرت و تعداد مورد نیاز تیفور براساس قطر و وزن لوله‌ها تعیین می‌شود.

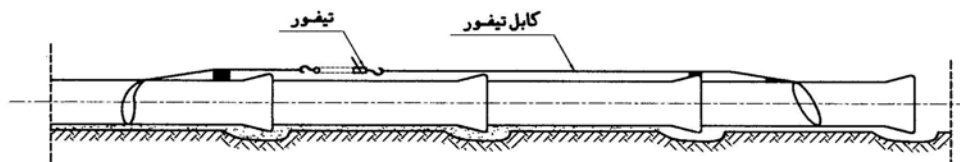
در شکل شماره ۱۲-۳-۲ شمای برقراری و نهایی شدن اتصال به طرق مختلف نشان داده شده است.



برقراری اتصال لوله‌ها توسط جرثقیل و تیغور



برقراری نهایی اتصال توسط کشش از داخل لوله



برقراری نهایی اتصال توسط کشش از طریق بدنه خارجی لوله

شکل ۲-۳-۱۲: برقراری و نهایی نمودن اتصال لوله‌های بتن مسلح تحت فشار

۱۳-۳-۲-۲ نصب متعلقات و شیرآلات

متعلقات لوله‌های بتنی تحت فشار تقریباً در تمام موارد از نوع فولادی است. برای این منظور یا از اتصالات ساخته شده فلزی سرساده و سرکاسه و یا لوله مخصوص استفاده می‌شود. نحوه نصب متعلقات و شیرآلات با استفاده از قطعات فلزی سرساده و سرکاسه در اصول مشابه سایر لوله‌های سرساده و سرکاسه مانند لوله‌های چدن نشکن است. لذا در اینجا صرفاً نحوه کار با لوله مخصوص توضیح داده می‌شود. برای نصب متعلقات و شیرآلات در خطوط آبرسانی و توزیع آب لوله‌های بتنی تحت فشار با استفاده از لوله‌های

مخصوص روش کلی کار به شرح زیر است. برای این کار، لوله مخصوص در محل حلقه بتنی برش داده شده و سنگ زده می شود. سپس متعلقات مورد نظر به آن متصل می گردد.

در شکل شماره ۲-۳-۱۳ نحوه کلی عمل نصب متعلقات بر روی لوله مخصوص نشان داده شده است. مشخصات متعلقات مورد استفاده با لوله مخصوص در دو نوع کلی زیر می باشند.

۲-۳-۱۳-۱ نوع اول : متعلقات سرساده

در صورتی که متعلقات مورد نظر در محل اتصال به لوله مخصوص دارای سرساده باشد، سرساده و یک قطعه جدا شده از لوله مخصوص و سرساده متعلقات مورد نظر به صورت موقت، مانند خال جوش، به یکدیگر متصل می گردند. سپس با استفاده از یک کمر بند فولادی دو سر قطعه لوله مخصوص و متعلقات به یکدیگر جوش داده می شوند. بدین ترتیب پخ^۱ نمودن کامل دو سرساده لوله مخصوص و متعلقات موردی نخواهد داشت. البته جوش مستقیم دو سرساده لوله مخصوص و متعلقات نیز امکان پذیر است که در این حالت دو سرساده باید کاملاً و دقیقاً پخ شوند. در هر صورت، استفاده از کمر بند فولادی، حداقل در مورد لوله های با قطر بیش از ۶۰۰ میلیمتر مطمئن تر بوده و توصیه می گردد.

پس از اتمام عملیات برش و جوشکاری، محل اتصال دو قطعه باید از داخل و خارج توسط اندود سیمانی با عیار تعیین شده در طرح و یا دستورالعمل مهندس مشاور پوشش داده شود. برای جلوگیری از بروز ترک و جدا شدن اندود سیمانی داخل لوله، استفاده از یک شبکه میلگرد با قطر ۴ الی ۶ میلیمتر با چشمه های حدود ۴ سانتیمتر و یا یک شبکه توری گالوانیزه که توسط میله های واسط و خال جوش به بدنه فولادی لوله و متعلقات متصل شده باشند، توصیه می گردد. همچنین استفاده از چسب بتن در اختلاط اندود سیمانی توصیه می شود.

شایان ذکر است که سر و یا سرهای دیگر متعلقات در این حالت می توانند ساده و یا فلنچ دار باشند. در شکل شماره ۲-۳-۱۳، نصب یک قطعه تبدیل فولادی یک سرساده یک سر فلنچ از نوع اول اتصال نشان داده شده است. اصول نصب سایر متعلقات از قبیل سه راهی، چهارراهی و غیره نیز به همین ترتیب است.

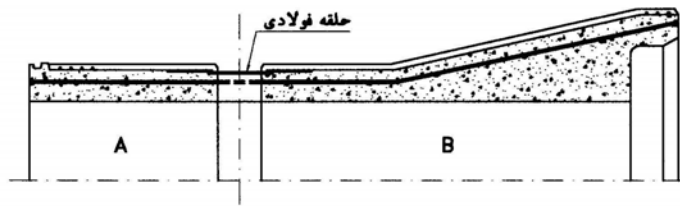
۲-۳-۱۳-۲ نوع دوم : متعلقات فلنچ دار

در صورتیکه محل اتصال متعلقات به لوله دارای فلنچ باشد، یک عدد فلنچ تخت مشابه فلنچ متعلقات به سرساده قطعه لوله مخصوص جوش داده می شود. پس از اتمام عملیات اتصال فلنچ، قسمت فولادی داخلی لوله مخصوص به شرح ذکر شده در نوع اول با اندود سیمان محافظت می گردد. پیمانکار باید پس از برقراری و جوش متعلقات و اندود نمودن سطوح داخلی، قسمت فولادی بیرونی قطعه مخصوص را نیز پس از زنگ زدائی، توسط مواد مناسب از قبیل نوارهای قیراندود، مواد دارای پایه قیری و مشابه مورد تأیید مهندس مشاور پوشش داده و محافظت نماید.

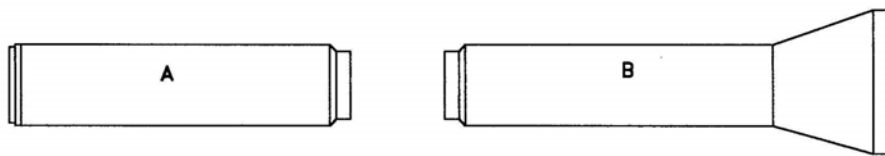
سر و یا سرهای دیگر متعلقات در نوع دوم نیز می توانند ساده و یا فلنچ دار باشند.

در شکل شماره ۲-۳-۱۳ یک قطعه لوله مخصوص که به ترتیب فوق فلنچ دار گردیده نشان داده شده است.

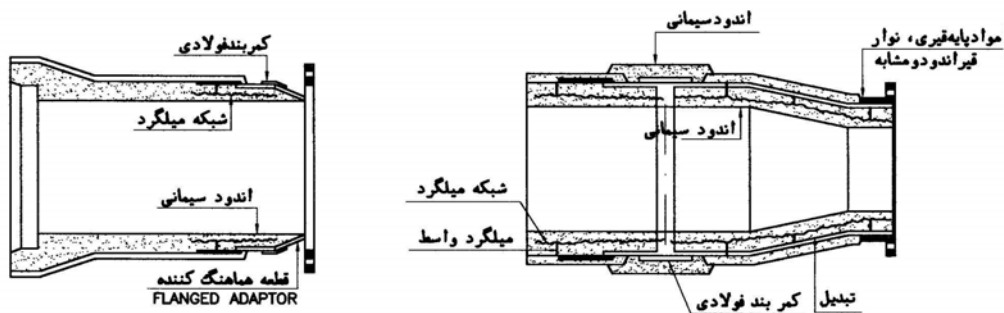
^۱ Bevell



۱- لوله مخصوص با حلقه فولادی



۲- برش لوله مخصوص در محل حلقه لوله فولادی



۳- نوع اول: اتصال متعلقات سر ساده ۴- نوع دوم: اتصال متعلقات فلنج دار

شکل ۲-۳-۱۳: نصب متعلقات و شیرآلات به لوله‌های بتنی

۱۴-۳-۲ اتصال به سایر لوله‌ها

اتصال لوله‌های بتنی تحت فشار به سایر لوله‌های با جنس متفاوت به راحتی و از طریق لوله مخصوص انجام می‌شود. در این حالت نیز مانند اتصال متعلقات عمل شده و سرساده و یا فلنج‌دار قطعه لوله مخصوص به سرساده و یا فلنج‌دار لوله دیگر متصل می‌گردد.

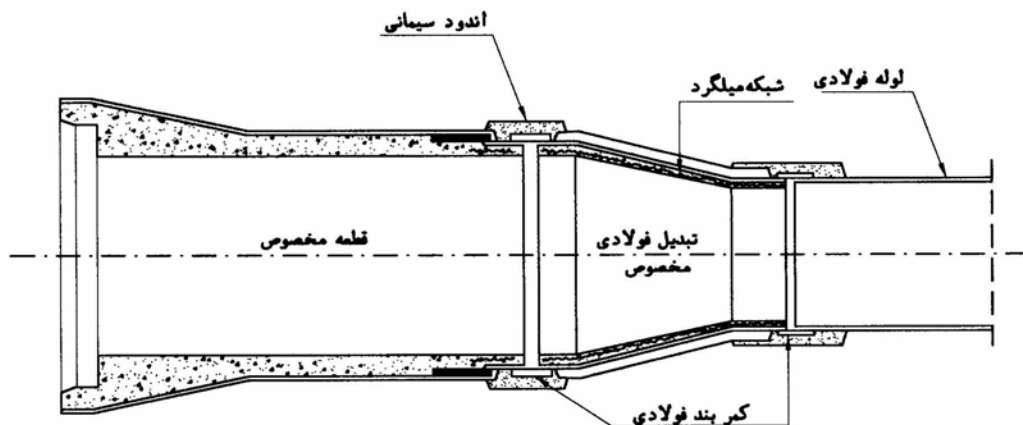
در شکل شماره ۲-۳-۱۴ اصول اتصال یک لوله بتنی تحت فشار به یک لوله فولادی جوشی با قطر کوچکتر و به یک لوله چدن نشکن با قطر مساوی نشان داده شده است. متذکر می‌شود که قطر خارجی لوله‌های با جنس متفاوت می‌توانند با یکدیگر متفاوت باشند. این موضوع خصوصاً در مورد لوله‌های بتنی وجود داشته و قطر حلقه فولادی لوله‌های مخصوص در هر صورت و حتی در حالتی که قطر اسمی لوله با جنس دیگر مساوی قطر اسمی لوله بتنی باشد، بزرگتر از قطر لوله متصل شونده است. لذا برای اتصال

لوله‌های بتنی تحت فشار به سایر لوله‌ها، همیشه نیاز به یک قطعه هماهنگ‌کننده^۱ شامل یک قطعه تبدیل مخصوص می‌باشد که برحسب نیاز به صورت دو سرساده و یا یک سر فلنج ساخته می‌شود.

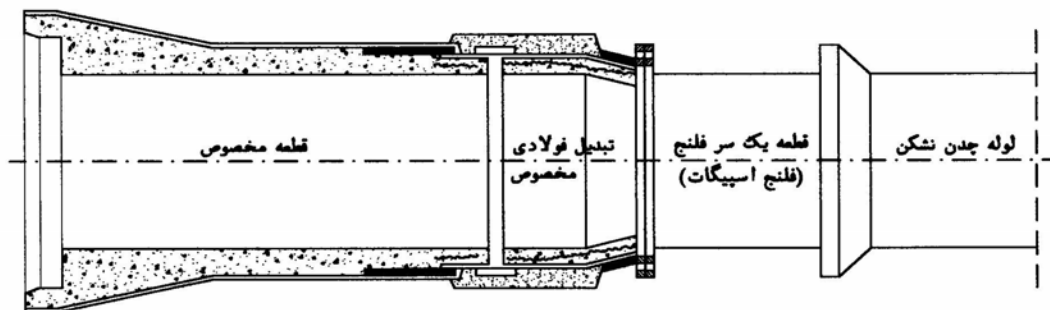
اصول اتصال لوله بتنی تحت فشار به سایر لوله‌ها با اتصال جوشی و یا فلنجی با اقطار مختلف مانند شکل شماره ۲-۳-۱۴ و با استفاده از قطعات رابط مختلف مربوط به هر لوله می‌باشد.

پیمانکار در انجام عملیات اتصال لوله‌های بتنی به سایر لوله‌ها باید مشخصات طرح و دستورالعمل‌های مهندس مشاور را به دقت رعایت نماید به نحوی که اتصال دو لوله به یکدیگر کاملاً آب‌بند نبوده و تمام موارد فنی مورد نظر در آن رعایت شده باشد.

^۱ Adaptor



الف : اتصال به لوله با قطر کوچکتر-اتصال جوشی



ب : اتصال به لوله با قطر مساوی - اتصال فلنجی

شکل ۲-۳-۱۴: اصول اتصال لوله‌های بتنی تحت فشار به سایر لوله‌ها

۲-۳-۱۵ لوله‌گذاری در قوس

با توجه به نوع اتصال لوله‌های بتنی تحت فشار، ایجاد قوس توسط انحراف هر شاخه از این لوله‌ها نسبت به یکدیگر امکان‌پذیر است. از نظر اصول انجام کار و ایجاد قوس با استفاده از زاویه انحراف مجاز برای لوله‌های بتنی تحت فشار همانند لوله‌های چدن

نشکن می‌باشد. لذا پیمانکار باید ضمن رعایت نکات ذکر شده در این باره در فصل لوله‌های چدن نشکن آبرسانی، حداکثر انحراف مجاز لوله‌ها را با توجه به مشخصات اعلام شده توسط سازنده و دستورالعمل‌های مهندس مشاور رعایت نماید.

۴-۳-۱۶ لوله‌گذاری در شیب

لوله‌گذاری در شیب ایجاب می‌نماید که لوله‌ها به صورت موقت و یا دائم در مقابل لغزش مهار شوند. مهار موقت تا زمانی لازم است که خاکریز نهایی لوله انجام نشده باشد، ولی مهار دائم حتی پس از خاکریز نهایی ضروری می‌باشد.

۴-۳-۱۶-۱ جهت لوله‌گذاری در شیب

نصب لوله در شیب باید از پائین شیب شروع شود. این امر خصوصاً در مواقعی که شیب از ۱۰ درصد تجاوز می‌نماید، کاملاً ضروری است. جهت لوله‌گذاری در شیب باید به نحوی باشد که کاسه و یا کام لوله رو به بالا باشد به نحوی که سرساده و یا زبانه لوله در داخل آن و در جهت رو به پائین شیب نصب شوند. البته در صورت ضرورت، عکس این عمل نیز می‌تواند با رعایت نکات ایمنی مندرج در مشخصات طرح و مهار کامل لوله‌ها انجام شود.

۴-۳-۱۶-۲ مهار موقت لوله در شیب

در صورتی که شیب لوله‌گذاری بین ۱۰ الی ۱۵ درصد باشد، لوله‌ها باید به صورت موقت مهار شوند تا از لغزش آنها جلوگیری گردد. مهار لوله‌ها در زمینهای غیرچسبنده که احتمال سرخوردن لوله وجود دارد، حتی در شیبهای کمتر از ده درصد می‌تواند ضروری باشد. پیمانکار موظف است با رعایت دستورالعمل‌های سازنده لوله و مهندس مشاور، از لغزش لوله‌ها در هر شیب جلوگیری نماید. مهار موقت لوله‌ها تا زمان خاکریز نهایی مورد لزوم است ولی با توجه به نوع مهاری، معمولاً مهاری‌های موقت، حتی پس از خاکریز نهایی نیز در محل خود، باقی مانده و امکان خارج کردن آنها وجود ندارد.

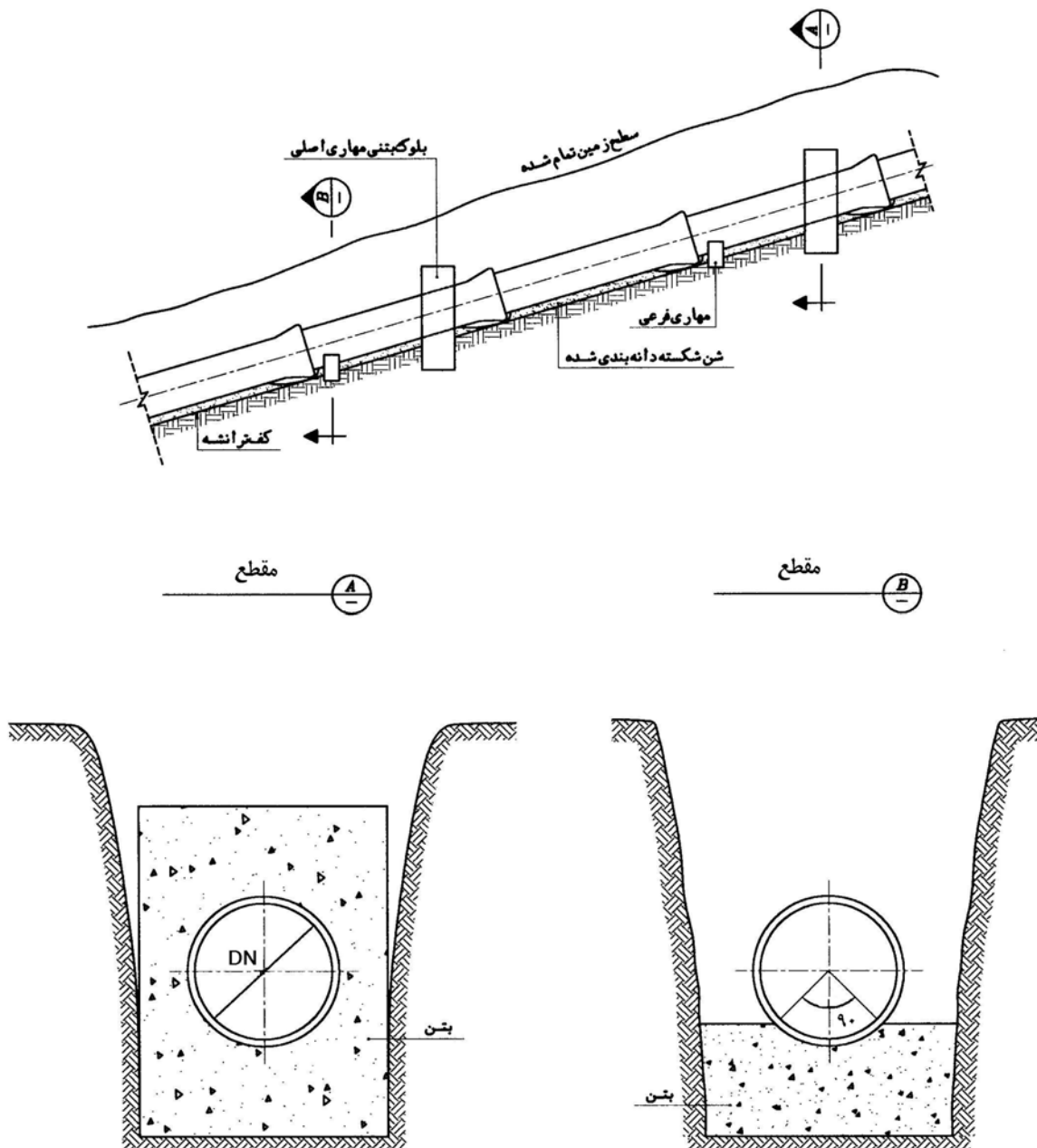
مهاری‌های موقت می‌تواند به صورت بتن زیرسری^۱ در فواصل معین، مهار توسط زنجیر و سیم بکسل و نظایر آن باشد. در هر صورت ضروری است که بسترسازی لوله در شیب از شن شکسته دانه‌بندی شده با ابعاد ذکر شده در بخش ۲-۳-۹ این فصل باشد تا در جهت جلوگیری از لغزش و سرخوردن لوله کمک نماید.

۴-۳-۱۶-۳ مهار دائم در شیب

در صورتی که شیب لوله‌گذاری بیش از ۱۵ درصد باشد، لوله‌ها باید به صورت دائم مهار گردند. مهار دائم لوله‌ها در شیب توسط بلوکهای بتنی انجام می‌شود. اصول محاسبه ابعاد بلوکهای بتنی در فصل مربوط به لوله‌های چدن نشکن توضیح داده شده است. مهار دائم لوله‌های بتنی با قطر بیش از ۸۰۰ میلیمتر باید در دو نقطه از هر شاخه لوله انجام شود که یکی مهاری اصلی و دیگری مهاری فرعی است. مهاری اصلی شامل بلوکهای بتنی است که قسمتی از لوله را در بر می‌گیرد که ابعاد آن براساس روابط ذکر شده در فصل مربوط به لوله‌های چدن نشکن محاسبه می‌گردد و نزدیک سرکاسه و یا کام لوله نصب می‌شود. مهاری‌های فرعی در حقیقت یک زیرسری بتنی است که لوله با زاویه ۹۰ درجه روی آن قرار می‌گیرد و نزدیک سرساده و یا زبانه لوله نصب می‌گردد.

^۱ Saddle

فاصله محور مهاری‌های اصلی و فرعی از یکدیگر معادل حدود ۶۰ درصد طول هر شاخه لوله می‌باشد که برای یک شاخه لوله به طول ۷ متر حدود ۴ متر است. بنابراین فاصله محور مهاری‌های اصلی و فرعی از هر سر لوله معادل حدود ۲۰ درصد طول شاخه لوله است. این فواصل دقیقاً مشابه محل قرارگیری زیر سری‌های لوله در زمان حمل می‌باشد. در شکل شماره ۲-۳-۱۵ نحوه مهار لوله‌های مدفون در شیبهای بیش از ۱۵ درصد صرفاً به عنوان راهنما نشان داده شده است. نحوه مهار نمودن لوله‌ها در شیب توسط مهندس مشاور در مشخصات طرح مشخص می‌گردد.



شکل ۲-۳-۱۵: کارگذاری و مهار لوله‌های بتنی تحت فشار در شیب

۴-۳-۱۷ محدوده لقی و یا کشیدگی و انحراف دو لوله

لوله‌های بتن مسلح تحت فشار و اصولاً تمام لوله‌هایی که اتصال انعطاف پذیر دارند، دارای محدوده لقی و یا کشیدگی می‌باشند که توسط سازنده لوله تعیین و معمولاً از چند میلیمتر تجاوز نمی‌نماید. این حد که فاصله انتهای سرساده و یا زبانه با انتهای کاسه و یا کام لوله می‌باشد، به هر شاخه لوله اجازه می‌دهد که نسبت به شاخه بعدی تا حدودی منحرف و یا کشیده شده و بدین ترتیب امکان ایجاد قوس و یا نشست جزئی در خط لوله فراهم شود. حد لقی و انحراف لوله معمولاً توسط سازندگان لوله تعیین می‌شود. بدین ترتیب که سازنده لوله‌ها با علائمی در محیط سرساده لوله که می‌تواند یک خط محیطی و یا علائمی با فواصل معین باشد، مقدار فرو رفتگی دو لوله درون یکدیگر را تعیین می‌نماید که بدین وسیله حد لقی حفظ می‌شود.

پیمانکار موظف است لوله‌ها را تا حدود مقدار فرو رفتگی تعیین شده نصب و اتصال را برقرار نماید. هرگونه ایجاد قوس در خط لوله پس از این مرحله انجام می‌شود. در هر صورت، رعایت مقدار فرو رفتگی لوله‌ها درون یکدیگر و بدون توجه به ایجاد قوس ضروری است.

۴-۳-۱۸ لوله‌گذاری روی زمین (غیر دفنی)

هر چند که این مشخصات فنی، نصب لوله‌های مدفون توسط ترانشه باز را مورد بحث قرار می‌دهد، ولی در اینجا چند نکته در خصوص لوله‌گذاری روی زمین ذکر می‌گردد. مشخصات دقیق‌تر در این خصوص توسط مهندس مشاور در مشخصات طرح درج می‌شود.

مهار هر شاخه لوله در مواقعی که بخشی از خط لوله به دلایلی بر روی زمین نصب می‌گردد ضروری است. بدین لحاظ در زمینهای معمولی، زیر هر شاخه لوله بالشتک و یا زیرسری بتنی به فواصل ذکر شده در قبل در خصوص مهار لوله‌ها قرار داده می‌شود. این زیرسری‌ها روی یک بستر بتنی قرار می‌گیرند.

در صورتی که لوله‌گذاری روی زمین برای عبور از زمینهای سست، لجنی و نظایر آن باشد، زیرسری لوله به صورت یکپارچه ساخته شده به نحوی که دو طرف اتصالی روی آن قرار گیرد و تمام زیرسری روی شمع ساخته می‌شود.

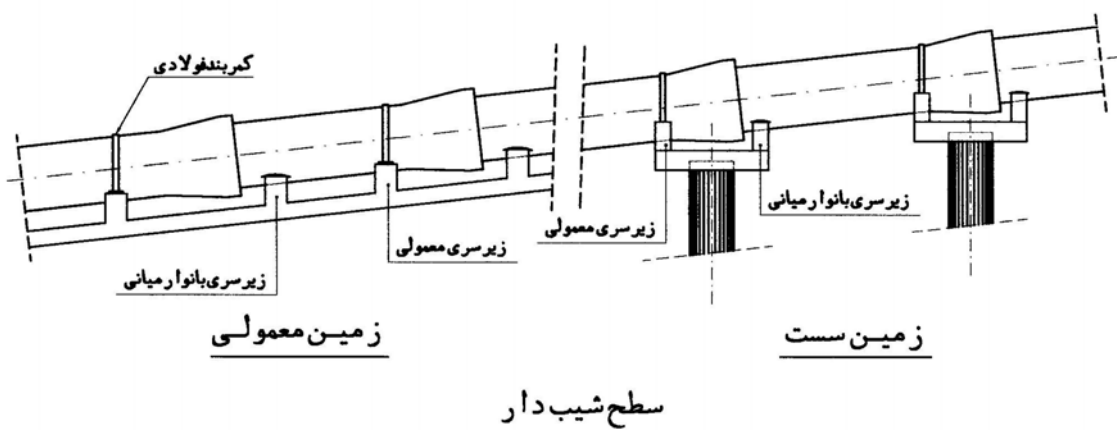
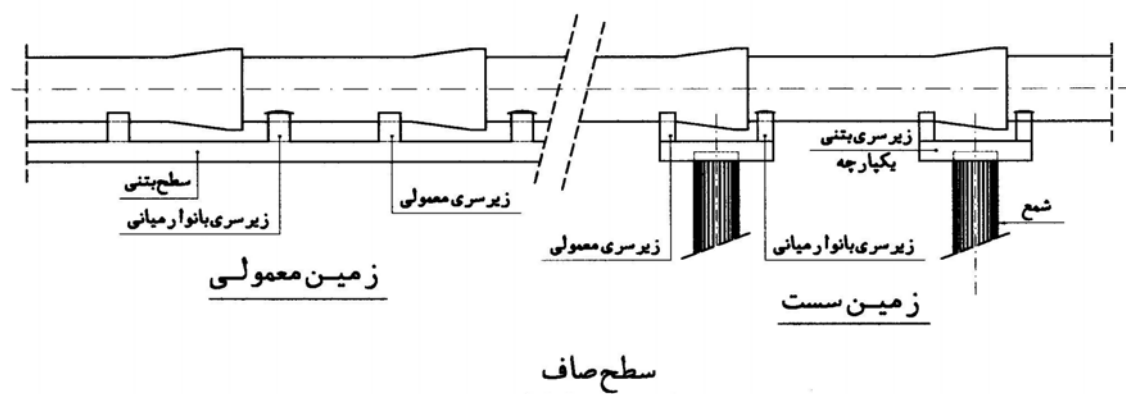
در صورتی که لوله‌گذاری روی زمین شیب‌دار باشد نیز به همین ترتیب عمل شده و فقط لوله‌های در محل زیرسری نزدیک به سرکاسه و یا سرکام لوله توسط کمر بند فولادی نیز مهار می‌گردند.

در شکل شماره ۲-۳-۱۶، نحوه قرارگیری و مهار لوله‌ها در موارد ذکر شده نشان داده شده است. توصیه می‌شود که کمر بند فولادی حتی برای لوله‌گذاری در سطح صاف نیز استفاده گردد تا لوله‌های نصب شده بر روی زمین در همه حال مهار شده باشند.

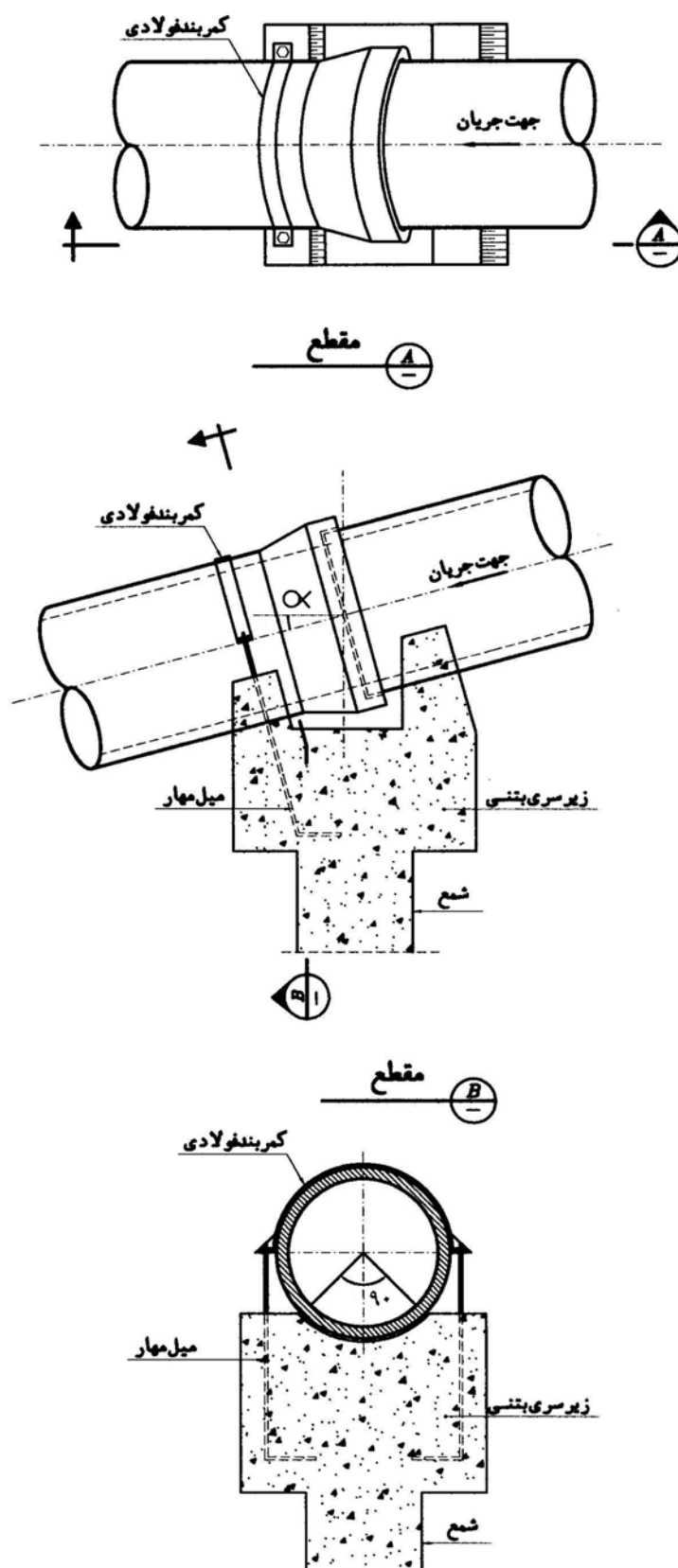
در شکل شماره ۲-۳-۱۷ شکل کلی زیرسری بتنی یکپارچه برای سطح شیب‌دار نشان داده شده است. به منظور فراهم شدن امکان حرکت‌های جزیی و لغزندگی لوله، ضروری است که در حد فاصل زیرسری نزدیک به سرساده لوله و جسم لوله، ورق‌های انعطاف‌پذیر، مانند نئوپرن قرار داده شود.

در صورت استفاده از زیرسری یکپارچه برای نصب لوله روی زمین معمولی، ابعاد زیرسری و عمق آن در زیر خاک باید با توجه به ضرائب مربوط محاسبه گردد.

پیمانکار باید در ساخت زیرسری و مهار لوله‌ها، مشخصات نقشه‌های اجرایی و دستورالعمل‌های مهندس مشاور را دقیقاً رعایت نموده و قبل از احداث زیرسریها و شمع ریزی و یا شمع کوبی، محل دقیق آنها را بر روی زمین مشخص و علامت‌گذاری نماید.



شکل ۲-۳-۱۶: لوله‌گذاری روی زمین



شکل ۲-۳-۱۷: زیرسری بتنی یکپارچه

۴-۲-۳-۱۹ عبورهای عرضی

در نصب خطوط انتقال معمولاً عبورهای متعدد عرضی اجتناب‌ناپذیر است. متداول‌ترین قطع و عبور عرضی به شرح زیر است.

۲-۳-۱۹-۱ عبور از جاده‌ها

خطوط انتقال آب در بسیاری مواقع و در مسیر خود باید جاده‌هایی را که در موازات خط لوله نمی‌باشند قطع نموده و عبور نمایند. معمولاً "قطع عرضی جاده‌ها با لوله‌های بتن مسلح به صورت ترانشه باز انجام می‌شود که با توجه به دستورالعمل‌های مراجع ذیربط در خصوص نحوه قطع عرضی و رعایت مسائل ایمنی، انجام می‌شود. علاوه بر مسائل ایمنی مربوط به قطع عرضی جاده‌ها، لوله‌های نصب شده زیر جاده باید در مقابل ضربات وارده نیز محافظت گردند.

معمول‌ترین روش جلوگیری از انتقال نیرو و ضربات به لوله‌ها، استفاده از قطعات پیش‌ساخته بتنی در ترانشه و بالای لوله می‌باشد. در برخی مواقع، از غلاف‌های بتنی نیز برای این منظور استفاده می‌گردد. در شکل ۲-۳-۱۸، مشخصات کلی و عمومی نحوه عبور عرضی از زیر جاده با ترانشه باز به عنوان راهنما نشان داده شده است. مشخصات نهایی و نحوه قطع عرضی جاده در مشخصات طرح تعیین می‌گردد. در حالتی که عبور عرضی از جاده بدون ترانشه باز انجام پذیرد، لوله در داخل غلاف^۱ فلزی و یا بتنی و یا کانال سرپوشیده^۲ که قبلاً زیر جاده نصب و یا ساخته شده است قرار داده می‌شود. اطراف لوله نیز در صورت لزوم، بتن تزریق می‌گردد.

۲-۳-۱۹-۲ عبور از رودخانه‌ها

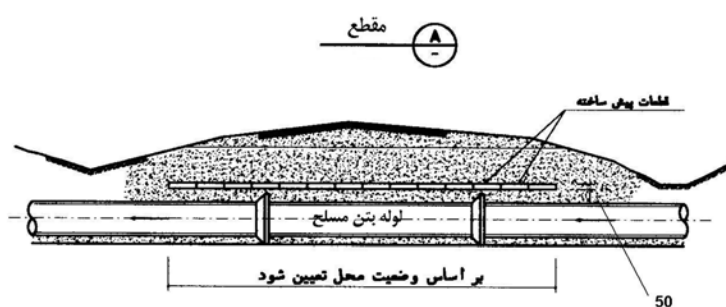
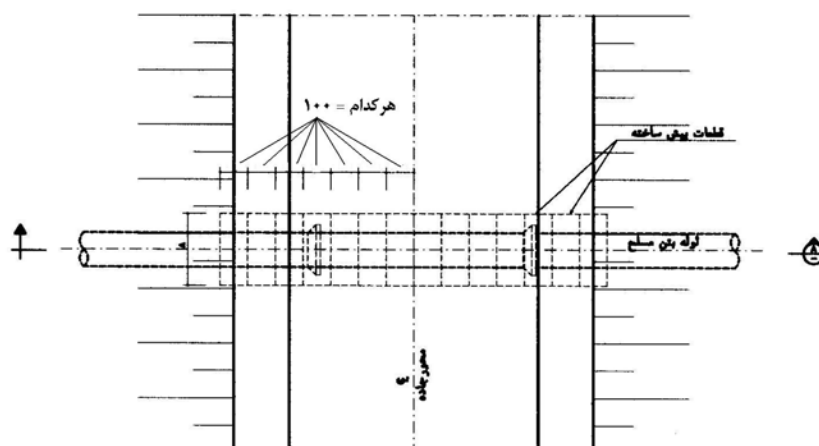
عبور از رودخانه‌ها یا به صورت روگذر و یا زیرگذر انجام می‌شود. در حالت عبور روگذر معمولاً از لوله فولادی استفاده می‌گردد که در صورت لزوم بر روی شمع قرار داده می‌شوند. در حالت عبور زیرگذر نیز هم از لوله‌های بتنی و هم فولادی استفاده می‌گردد. در هر دو صورت، لوله‌ها در غلاف بتنی قرار داده می‌شوند.

جزئیات بیشتر در مورد نحوه عبور از رودخانه‌ها در مشخصات طرح تعیین می‌گردد.

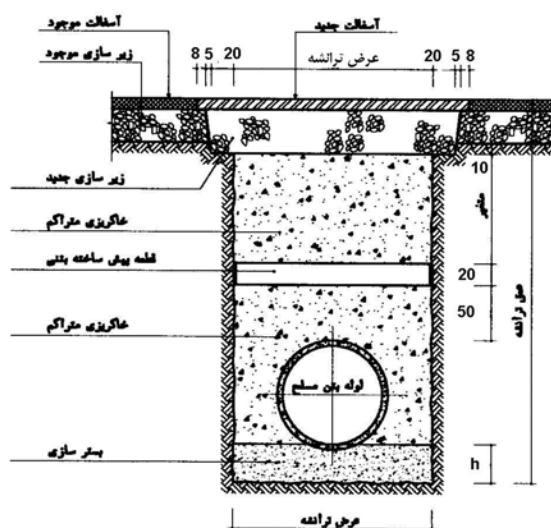
^۱ Casing

^۲ Box Culvert

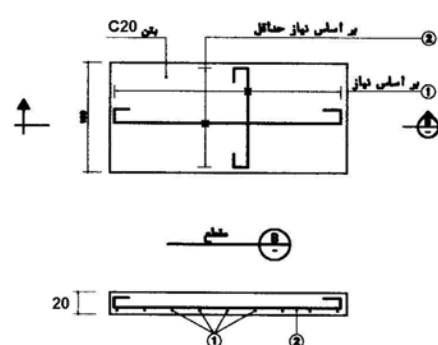
پلان عبور عرضی جاده



مقطع ترانشه



قطعات پیش ساخته بتنی



شکل ۲-۳-۱۸: جزئیات تیپ قطع عرضی جاده

۴-۳-۲۰ انشعاب از لوله‌های بتنی تحت فشار

انشعاب از جسم لوله‌ها در خطوط لوله بتنی تحت فشار معمول نبوده و بسیار به ندرت، آن هم در خصوص لوله‌های بتنی مسلح معمولی انجام می‌شود. انشعاب از لوله‌های بتنی پیش‌تنیده باعث گسیختگی فولاد و از بین رفتن پیش‌تنیدگی می‌گردد. در صورتی که انشعاب از یک خط لوله بتنی تحت فشار ضرورت پیدا نماید، این عمل توسط سهرای‌های فولادی یا یک لوله مخصوص سه پارچه انجام می‌شود. بدین ترتیب که یک شاخه لوله مخصوص سه پارچه را در محل حلقه‌های فولادی برش داده و بخش میانی آن را با لوله فولادی، سهرای و قطعات مشابه جایگزین نموده و انشعاب برقرار می‌گردد. بدین ترتیب، یک شاخه از لوله‌های خط لوله تخریب و خارج شده و توسط دو قطعه جدا شده از لوله مخصوص سه پارچه و قطعه فولادی اتصال، جایگزین می‌شود.

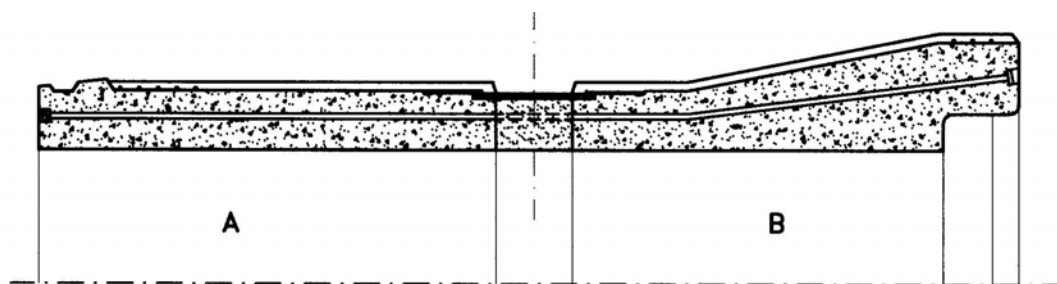
با توجه به مراتب فوق، برای نصب انشعاب بر روی خطوط لوله بتن تحت فشار، قطع جریان در آن ضروری است. نحوه عملیات از قبیل برش، جوشکاری، اندود و محافظت، مانند نصب متعلقات می‌باشد.

۴-۳-۲۱ تعویض لوله

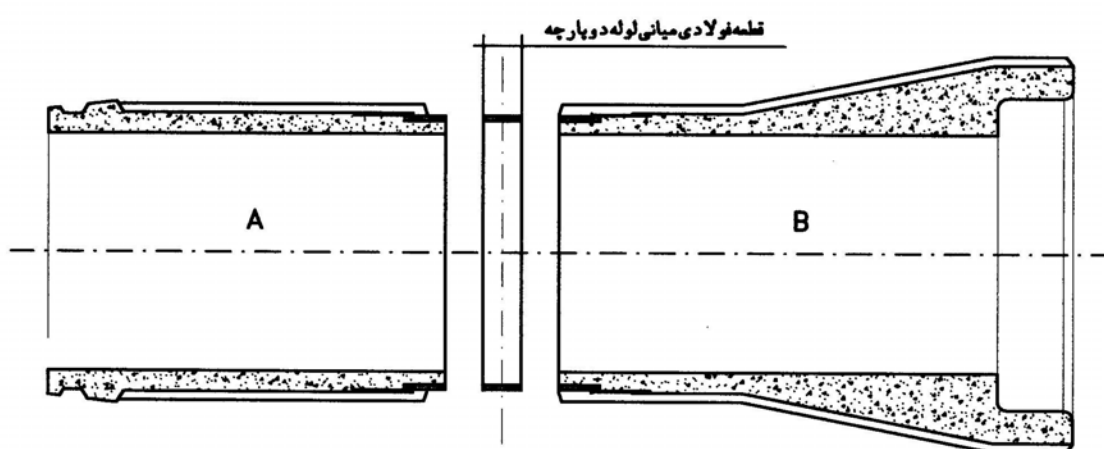
در صورتی که در حین بهره‌برداری و یا آزمایش هیدرواستاتیکی خط لوله نیاز به تعویض یک شاخه لوله باشد، از لوله مخصوص دو پارچه استفاده می‌شود. نحوه کار در شکل شماره ۲-۳-۱۹ نشان داده شده است. مراحل کار پس از خارج کردن لوله صدمه دیده، به شرح زیر است.

- ۱- حلقه فولادی لوله مخصوص در دو محل برش داده شده و حلقه اضافی خارج می‌گردد.
- ۲- دو قطعه لوله به دست آمده از لوله مخصوص، جایگزین لوله صدمه دیده می‌شود.
- ۳- دو قطعه لوله مخصوص مجدداً توسط کمر بند فولادی به یکدیگر جوش شده و توسط اندود ماسه سیمان از داخل و خارج محافظت می‌گردد.

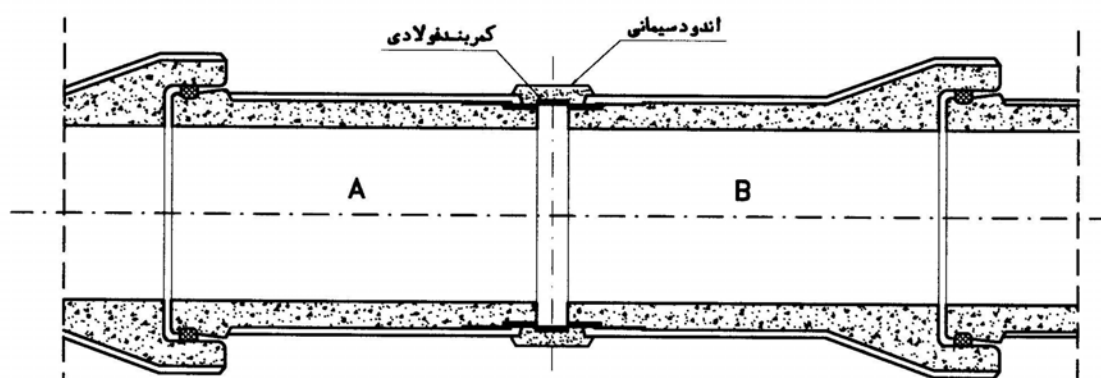
متذکر می‌شود که در حالت استفاده از قطعات فولادی سرکاسه و سرساده، روش مزبور متفاوت بوده و از قطعات مخصوص سرساده و سرکاسه استفاده می‌شود.



لوله مخصوص دوپارچه



برش لوله دوپارچه در دو محل و خارج نمودن حلقه اضافی میانی



جایگزینی قطعات لوله مخصوص و برقراری اتصال و نصب لوله

شکل ۲-۳-۱۹: تعویض لوله بتن مسلح

۴-۳-۲۲ حوضچه شیرآلات

رعایت اصول و نکات ذکر شده در خصوص حوضچه شیرآلات در فصل نکات مشترک لوله‌گذاری، در مورد لوله‌های بتنی تحت فشار نیز الزامی است.

۴-۳-۲۳ تکیه‌گاه‌ها و پشت‌بندها

اصول کلی و مقدار نیرو و مشخصات کلی پشت‌بندها و تکیه‌گاه‌ها در فصل لوله‌های چدن نشکن درج شده که در مورد انواع لوله‌ها و از جمله لوله‌های بتن مسلح تحت فشار نیز صدق می‌نماید.

۴-۳-۲۴ شناور شدن لوله‌ها

در صورت بالا بودن سطح آبهای زیرزمینی و یا ورود آبهای سطحی به ترانشه، لوله‌ها به راحتی شناور شده و یا تغییر مکان می‌دهند. میزان و روابط محاسبه نیروی شناورسازی لوله‌ها در فصل لوله‌های چدن نشکن درج شده است. پیمانکار باید کلیه تمهیدات لازم را برای جلوگیری از ورود آبهای سطحی به ترانشه و همچنین تخلیه آبهای زیرزمینی و مهار لوله به منظور جلوگیری از شناور شدن لوله‌ها به عمل آورد.

۴-۳-۲۵ خاکریزی مقدماتی

خاکریزی مقدماتی در اصول براساس مشخصات طرح و ضوابط مندرج در بخش «نکات مشترک لوله‌گذاری» انجام می‌شود. خاک مصرفی برای خاکریزی لوله‌های بتنی تحت فشار باید عاری از قلوه و پاره سنگ، خاک یخ زده، مواد گیاهی و آلی، زباله و خاکهای پوسیده، خاکستر، ذغال و سایر مصالح نامناسب مشابه باشد. در این خاک نباید مصالح با قطر بیش از ۷۵ میلیمتر وجود داشته باشد.

پیمانکار باید خاکریزی مقدماتی در هر قسمت را براساس مشخصات بسترسازی تعیین شده در نقشه‌ها و مدارک اجرایی و دستورات مهندس مشاور انجام دهد.

با توجه به این که آزمایش فشار هیدرواستاتیکی لوله قبل از خاکریزی نهایی انجام می‌شود، خاکریزی مقدماتی جسم و بدنه لوله باید به نحوی انجام شود که محل اتصالات و متعلقات برای کنترل هرگونه نشت قابل رؤیت باشند. بنابراین، خاکریزی مقدماتی این محلها پس از اتمام آزمایشها باید به نحوی انجام پذیرد که با خاکریزی مقدماتی قبلی روی جسم و بدنه لوله به صورت همگن باشد. خاکریزی مقدماتی لوله باید در محیط خشک انجام و هر گونه آبهای سطحی و ورودی به ترانشه قبلاً خارج شده باشد. خاکریزی مقدماتی براساس مشخصات بسترسازی تا ۳۰ سانتیمتر بالای تاج لوله انجام می‌پذیرد، مگر اینکه در مشخصات طرح و یا دستور مهندس مشاور مقادیر متفاوتی ذکر شده باشد.

۴-۳-۲۶ آزمایش هیدرواستاتیکی، سراسری و ضد عفونی نمودن خطوط لوله بتن مسلح تحت فشار

موارد مهم و مشترک آزمایش هیدرواستاتیکی خطوط لوله از نظر آماده‌سازی خط لوله، مشخصات آب مصرفی، ضد عفونی نمودن خطوط و آزمایش سراسری و تستشو و غیره در فصل نکات مشترک لوله‌گذاری درج شده است. پیمانکار باید ضمن رعایت نکات مندرج در فصل ذکر شده، موارد زیر را برای آزمایش هیدرواستاتیک خطوط لوله بتن مسلح نیز رعایت نماید.

- مقدار خاکریزی مقدماتی باید به اندازه‌ای باشد که از بلند شدن لوله‌ها در حین پر کردن خط لوله از آب و یا افزایش فشار جلوگیری نماید. همانطور که در فصل نکات مشترک لوله‌گذاری درج شده، حداقل مقدار خاکریزی روی بدنه لوله ۳۰ سانتیمتر می‌باشد. در صورتی که با توجه به مشخصات و ضرورت‌های اجرایی، خاکریزی مقدماتی و نهایی باید بلافاصله پس از نصب لوله‌ها انجام شود، روسازی نهایی مسیر نباید قبل از انجام آزمایش هیدرواستاتیکی خط کامل و نهایی گردد.
- آزمایش هیدرواستاتیکی نباید زودتر از ۳۶ ساعت پس از بتن‌ریزی آخرین پشت بند خط لوله (در صورت استفاده از سیمان زودگیر) و یا ۷ روز (در صورت استفاده از سیمان پرتلند) انجام پذیرد.
- قبل از شروع آزمایش، خط لوله باید به مدت تعیین شده پر از آب شده تا بتن اشباع و هوای آن کاملاً خارج شود. پیمانکار باید در طی این مدت، کلیه اتصالات و متعلقات و محلهای باز لوله را بازدید نموده و در صورت مشاهده هر گونه خرابی در مصالح و یا نشت آب و قبل از شروع آزمایش هیدرواستاتیک خط لوله، نسبت به رفع آنها اقدام و مجدداً خط لوله را برای مدت ذکر شده پر از آب کرده و کاملاً هواگیری نماید.
- نتیجه آزمایش لوله‌های بتن مسلح، نظیر لوله‌های آریست سیمان و اصولاً کلیه لوله‌های دارای پایه سیمان که دارای آبخوری می‌باشند، توسط اندازه‌گیری مقدار آب اضافی تزریق شده به خط لوله طی مدت آزمایش تعیین می‌شود.
- پیمانکار صرف‌نظر از نتیجه آزمایش، تمام نشت‌های مشاهده شده در طی مدت آزمایش را باید مرمت و رفع نماید تا نتیجه آزمایش مورد تأیید قرار گیرد.
- پر کردن خط باید به آهستگی انجام شود. آبگیری و پر کردن خط باید به نحوی باشد که سرعت حرکت آب در خط از ۰/۶ متر (۶۰ سانتیمتر) در ثانیه تجاوز ننماید. متذکر می‌شود که آبگیری سریع خط می‌تواند باعث بروز ترک و صدمه در خط لوله، خصوصاً در هوای گرم شود.
- طول قطعات مورد آزمایش باید بین ۵۰۰ الی ۱۵۰۰ متر باشد.
- خیس شدن و عرق کردن سطح خارجی لوله‌ها در حین آزمایش معمول بوده و به منزله مشکلات آزمایش نیست.
- در شکل شماره ۲-۳-۲۰ یک روش مهار درپوشها و آزمایش هیدرواستاتیکی با تجهیزات قابل انتقال و مصرف مجدد در سایر قطعات، صرفاً برای راهنمایی ارائه گردیده است. روش نهایی مهار لوله‌ها و درپوشها برای آزمایش براساس دستورالعمل مهندس مشاور و یا پیشنهاد پیمانکار و تأیید مهندس مشاور می‌باشد.
- برای آزمایش هیدرواستاتیک خطوط لوله بتن مسلح تحت فشار، استانداردهای معتبر مختلف از جمله AWWA , DIN , BS , ISO روشهای متفاوتی را ارائه نموده‌اند که ذیلاً دو روش آن شرح داده می‌شود. در صورتی که روشهای دیگری در مشخصات طرح ارائه گردیده، پیمانکار ملزم به رعایت آنها می‌باشد. همچنین پیمانکار می‌تواند استاندارد و روش دیگری به جز آنچه در این جا ذکر شده را برای آزمایش هیدرواستاتیکی پیشنهاد و در صورت تأیید مهندس مشاور، اجرا نماید که از آن جمله روش آزمایش درز به درز است.

۲-۳-۲۶ روش اول

روش اول براساس استاندارد AWWA می‌باشد.

فشار آزمایش هیدرواستاتیکی در این روش معادل ۱۲۰ درصد فشار کار لوله در پائین‌ترین نقطه خط است. در این روش خط لوله حداقل ۴۸ ساعت قبل از شروع آزمایش پر از آب شده تا بتن کاملاً اشباع شود. پیمانکار باید در طی این مدت، کلیه نقاط قابل رؤیت خط را بازدید و هرگونه نشت در آنها را برطرف نموده و مجدداً خط را پر کرده و به مدت ۴۸ ساعت پر نگهدارد.

پس از مدت یاد شده، فشار داخل خط افزایش یافته تا به مقدار ذکر شده در پائین‌ترین نقطه برسد. مدت زمان آزمایش هیدرواستاتیکی در این روش حداقل ۲ و حداکثر ۴ ساعت می‌باشد. مقدار مجاز نشت آب در این روش که به صورت آب اضافه شده به خط برای افزایش فشار داخلی لوله تا فشار آزمایش محاسبه می‌گردد، برای لوله‌های با و بدون هسته فولادی متفاوت و به شرح زیر است.

۱- نشت مجاز برای لوله‌های بتن مسلح معمولی و یا پیش‌تنیده با هسته فولادی موضوع استانداردهای شماره AWWA 300, AWWA 301 و AWWA 303 و استانداردهای مشابه

یک لیتر برای هر میلیمتر قطر لوله در ۲۴ ساعت

۲- نشت مجاز برای لوله‌های بتن مسلح معمولی بدون هسته فولادی موضوع استانداردهای شماره AWWA 302 و DIN 4035 و استانداردهای مشابه

۲/۳ لیتر برای هر میلیمتر قطر لوله در ۲۴ ساعت

۲-۲۶-۳-۲ روش دوم

روش دوم که براساس قسمتهای اول و پنجم استاندارد شماره DIN 4279 می‌باشد، نشت مجاز آب براساس مساحت بدنه خط لوله که در تماس با آب می‌باشد تعیین می‌گردد.

فشار آزمایش هیدرواستاتیکی خط لوله در این روش به شرح زیر می‌باشد.

الف: لوله‌های بتن مسلح معمولی

فشار آزمایش هیدرواستاتیکی لوله‌های بتن مسلح معمولی تحت فشار برای فشار کار تا ۲/۵ اتمسفر معادل ۱/۴ برابر فشار کار لوله می‌باشد. در صورتی که فشار کار لوله بیش از ۲/۵ اتمسفر باشد، فشار آزمایش هیدرواستاتیکی خط لوله باید یک اتمسفر بیش از فشار کار لوله باشد.

لوله‌های بتنی مورد بحث براساس استاندارد شماره DIN 4035 و یا AWWA-C 302 و مشابه و بدون هسته فولادی ساخته می‌شوند.

ب: لوله‌های بتن مسلح پیش‌تنیده

فشار آزمایش هیدرواستاتیکی لوله‌های بتن مسلح پیش‌تنیده به شرح زیر است.

- برای خطوط لوله با فشار کار اسمی ^۱ ۱۰ اتمسفر ۱/۵ برابر فشار کار

- برای خطوط لوله با فشار کار اسمی بیش از ۱۰ اتمسفر فشار کار + ۵ اتمسفر

^۱ Nominal Pressure

متذکر می‌شود که فشار آزمایش هیدرواستاتیکی در بالاترین نقطه خط براساس این روش باید حداقل معادل ۱/۱ برابر فشار اسمی لوله باشد.

آزمایش هیدرواستاتیکی خطوط لوله بتن تحت فشار در این روش در دو مرحله آزمایش اولیه و آزمایش اصلی به شرح زیر تقسیم و انجام می‌شود.

آزمایش اولیه

زمان آزمایش اولیه حداقل ۲۴ ساعت می‌باشد. در طی این مدت باید فشار خط به آرامی اضافه شود به نحوی که فشار داخل لوله در ۶ ساعت آخر آزمایش اولیه معادل فشار آزمایش باشد. در مواقعی که لوله‌ها سریعاً خشک می‌شوند، بهتر است زمان آزمایش اولیه طولانی‌تر از ۲۴ ساعت در نظر گرفته شود تا نتیجه مطلوب در آزمایش اصلی بدست آید.

آزمایش اصلی

آزمایش اصلی باید بلافاصله پس از آزمایش اولیه انجام شود. مدت زمان آزمایش به ترتیب زیر است.

قطر اسمی لوله	مدت زمان آزمایش
تا ۷۰۰ میلیمتر	۱۲ ساعت
بیش از ۷۰۰ میلیمتر	۱۸ ساعت

تزریق آب اضافی به خط لوله حدوداً هر یک ساعت و یا با فاصله زمانی معین انجام شود.

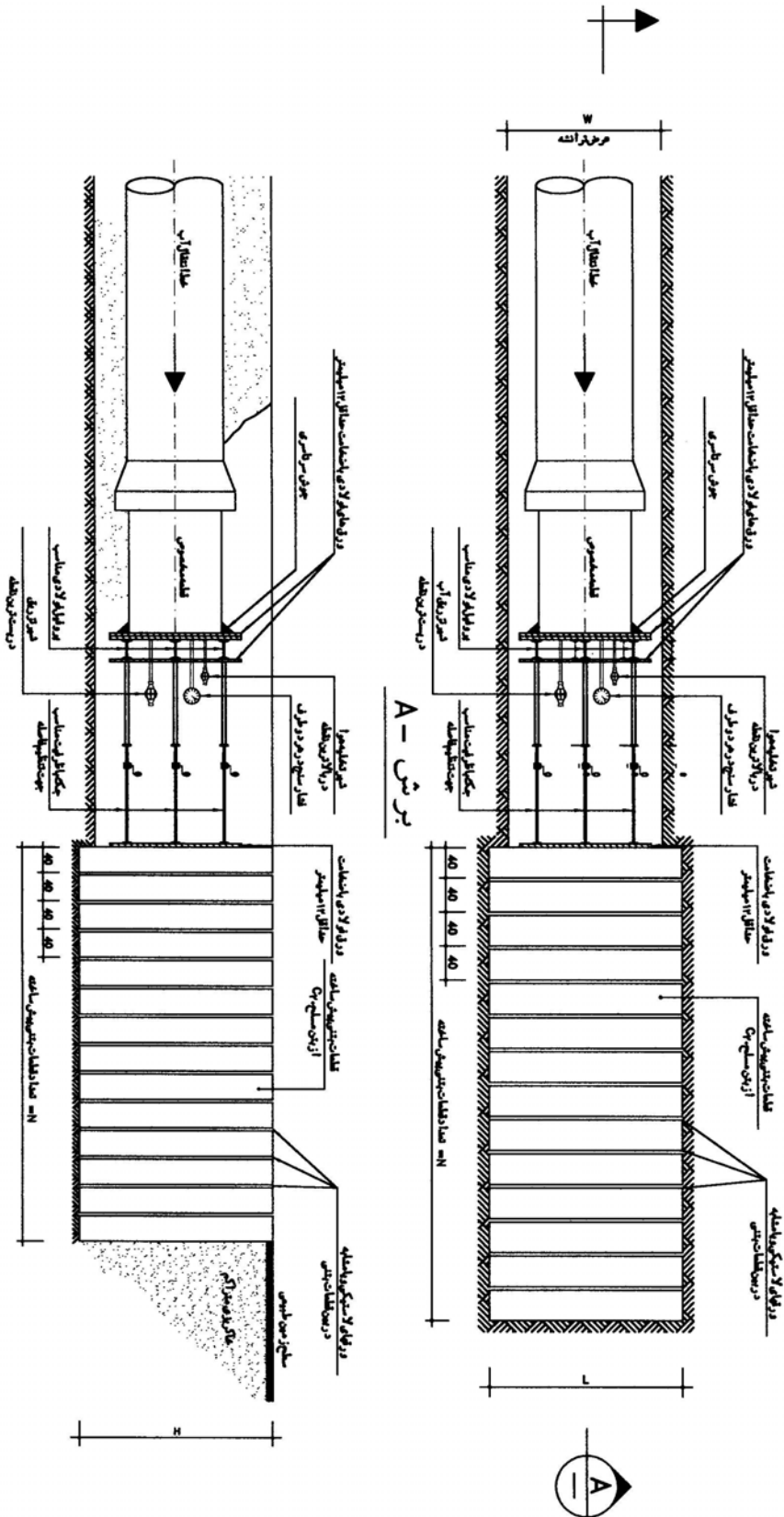
نتیجه آزمایش

آزمایش فشار زمانی تمام شده و قابل قبول تلقی می‌شود که تزریق آب برای حفظ فشار از حدود زیر تجاوز ننماید. مقدار آب تزریقی تابعی از سطح داخلی لوله می‌باشد.

- برای لوله‌های بتن مسلح ۰/۱۵ لیتر برای هر مترمربع در ساعت
- برای لوله‌های بتنی پیش‌تنیده ۰/۰۲ لیتر برای هر مترمربع در ساعت

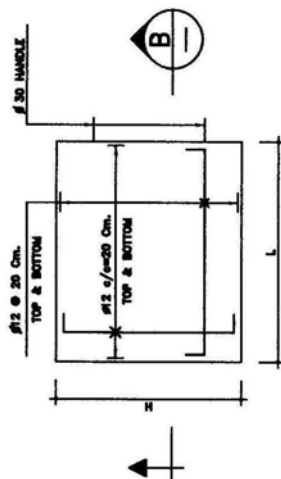
همانطور که ملاحظه می‌شود، مقدار نشت مجاز آب از لوله‌های بتن معمولی تحت فشار در این روش ۷/۵ برابر مقدار نشت مجاز در لوله‌های بتنی پیش‌تنیده می‌باشد و این امر به روشنی اثر پیش‌تنیدگی را در فشرده نمودن بتن و محدود و مسدود کردن عرض ترک‌های مویی لوله نشان می‌دهد.

برقی - A

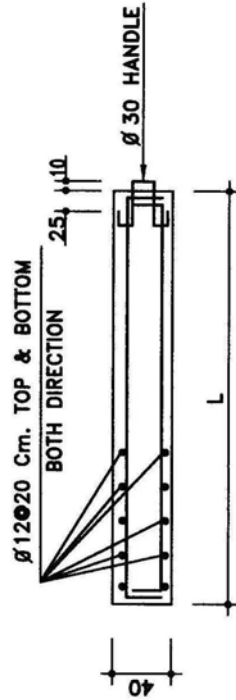


شکل ۲-۳-۴ الف : تجهیزات آزمایش هیدرولیکی خطوط انتقال آب و مهار در پوشش ها

پلان قطعه پیش ساخته بتنی



برش - B



جدول مشخصات و تعداد د قطعات پیش ساخته بتنی

تعداد د قطعات پیش ساخته بتنی	تعداد د قطعات پیش ساخته بتنی		H میلیمتر	L میلیمتر	ابعاد صفحه فولادی B - میلیمتر - DN
	قطر از پیش ۱۰۰	قطر از پیش ۱۰۰			
۱	۱	۱	۱۵۰۰	۱۰۰۰	۳۰۰
۲	۱	۱	۱۶۰۰	۱۲۰۰	۴۰۰
۳	۱	۱	۱۷۰۰	۱۴۰۰	۵۰۰
۴	۱	۱	۱۸۰۰	۱۶۰۰	۶۰۰
۵	۱	۱	۱۹۰۰	۱۷۰۰	۸۰۰
۶	۱	۱	۲۰۰۰	۱۸۰۰	۱۰۰۰
۷	۱	۱	۲۱۰۰	۱۹۰۰	۱۲۰۰
۸	۱	۱	۲۲۰۰	۲۰۰۰	۱۴۰۰
۹	۱	۱	۲۳۰۰	۲۱۰۰	۱۶۰۰
۱۰	۱	۱	۲۴۰۰	۲۲۰۰	۱۸۰۰
۱۱	۱	۱	۲۵۰۰	۲۳۰۰	۲۰۰۰
۱۲	۱	۱	۲۶۰۰	۲۴۰۰	۲۲۰۰

توضیح:

- ۱- ابعاد ارائه شده در جدول برای خاک با ظرفیت باربری یک کیلوگرم بر سانتیمتر مربع می باشد.
- ۲- برای ظرفیتهای بیشتر و کمتر، ابعاد فوق متناسباً تنظیم گردند.
- ۳- سطح قطعات پیش ساخته بتنی کاملاً صاف و صیقل باشد.
- ۴- در صورت لزوم باتوجه به سطح بتن قطعات پیش ساخته ، و رفعی الاستیکی و یا مشابه برای توزیع یکنواخت فشار در بین قطعات پیش ساخته بتنی قرار داده شود.

۴-۲-۳-۲۷ خاکریزی نهایی

پس از اتمام آزمایش هیدرواستاتیک خطوط نصب شده و رفع نواقص احتمالی، چنانچه عملیات خطوط نصب 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 بر اساس 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 زیر اقدام به تکمیل خاکریزی بنماید:

۱- قسمتهایی از خط لوله در محل اتصالاتی‌ها و شیرآلات، را که برای انجام آزمایش هیدرواستاتیک باز نگهداشته شده، با خاک مرغوب نظیر آنچه که در مورد خاکریزی مقدماتی تعیین شده و تا ارتفاع ۳۰ سانتیمتری بالای تاج لوله و اتصالاتی، خاکریزی کرده و متراکم نماید.

۲- با خاک مرغوب و مورد قبول مهندس مشاور، عملیات خاکریزی در داخل ترانشه را در لایه‌های به ضخامت تعیین شده در طرح پر نموده و هر لایه را تا تراکم مندرج در مشخصات طرح و یا طبق دستورالعمل مهندس مشاور 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.

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

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