سازمان برنامه و بودجه

راهنمای طرح و اجرای عملیات
نصب لوله‌های سخت پی - وی - سی در لوله‌کشی آب سرد

دفتر تحقیقات و استانداردهای فنی

نشریه شماره ۵۴

مهر ماه ۱۳۵۴

از چندی قبل کارشناسان این دفتر با همکاری کارشناسان بخش خصوصی مطالعاتی در زمینه صنعت لوله ها واتصالات پی .وی .سی انجام ومشخصات واستاندارد ها و همچنین کیفیت محصولات کشورهای مختلف جهان را که در این صنعت پیشرفتهائی داشته اند مورد بررسی قرار دادند وازآنجا که تشخیص داده شد کارخانجات سازنده کشورژاپن ومؤسسات تحقیقاتی آنها دارای تجارب ارزنده ای در این زمینه میباشند ازطریق کمکهای فنی دولت ژاپن از خدمات آقای Hidesumi Kano کارشناس ژاپنی که در زمینه صنایع پی .وی .سی تخصص وتجربه داشته استفاده بعمل آمد .

نامبرده بدوا" استاندارد ملی ایران را در مورد لوله های پی .وی .سی برای مصارف لوله کشی آب آشامیدنی مورد مطالعه و بررسی قرار داد وباتوجه بشرایط اقلیمی ایران وامکاناتی که درحال حاضر کارخانجات سازنده داخلی دارامیباشند نظریات اصلاحی پیشنهاد نمود که طی نشریه شماره ۲۴ این دفتر تکثیر ودراختیار مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران قرارگرفت که بصورت استاندارد ملی تکمیل واصلاح گردد .

این دفتر سپس باهمکاری آقای Hidesumi Kano مطالعاتی برای تهیه استاندارد لوله های سخت پی .وی .سی برای مصارف صنعتی وهمچنین اتصالهای لوله های تحت فشار پی .وی .سی انجام داد و استانداردهای تهیه شده بصورتاستاندارد پیشنهادی در اختیار مؤسسه استاندارد وتحقیقات صنعتی ایران گذارده شد .

امید است این استانداردها پس از بررسی تحت عنوان استاندارد ملی مورد تصویب قرار گیرد و کارخانجات سازنده نیز فرآورده های خود را بااین استانداردها تطبیق دهند تا بتوان مصرف این نوع لوله ها را در کاربرد پروژه های عمرانی توصیه نمود .

از آنجا که ضرورت داشت برای طرح و اجرای عملیات نصب لوله های سخت پی .وی .سی درلوله کشی نیز دستورالعمل های جامعی تهیه شود که جوابگوی

نیازمندیهای مهندسین مشاورو پیمانکاران باشد اقدام به تهیه این راهنما گردیـــد .

جزوه راهنمای حاضرنیز بااستفاده ازخدمات وتجارب آقـــــــای Hidesumi Kano تهیه وتدوین شده است .

اینك ضمن قدردانی اززحماتی که آقای Hidesumi Kano درتهیه این نشریه متقبـل شده اند وهمچنین تشکرازهمکاری که آقای کمال خدام کارشناس شرکت ملی صنایـــع پتروشیمی وخانم مرسده خواجوی کارشناس این دفتر دربررسی وترجمه وتدویـــــــن آن مبذول داشته اند این نشریه تکثیرود راختیاردستگاههای اجرائی ومهندســـان مشاورومتخصصین فن قرارمیگیرد تاهرگونه نظراصلاحی نسبت به مفادآن دارنـــــــد اعلام فرمایند .

دفترتحقیقات واستانداردهای فنی

فهرست مطالب

موضوع	صفحه
فصل اول ــ مشخصات	۱
۱ــ۱ــ انواع لوله های P.V.C در لوله کشی آب سرد	۱
۱ــ۲ــ انواع اتصالها برای لوله کشی آب سرد	۱
جدولهای مربوط به موضوعات ردیفهای ۱ــ۱ و ۱ــ۲	۲ الی ۶
فصل دوم ــ اصول	
۲ــ۱ــ خواص کلی لوله P.V.C	۷ الی ۱۲
۲ــ۲ــ مقاومت هیدروستاتیک لوله P.V.C	۱۲ الی ۱۶
۲ــ۳ــ مقاومت لوله P.V.C در زیر خاک	۱۶ الی ۲۸
فصل سوم ــ طرح هیدرولیکی	
۳ــ۱ــ شبکه لوله کشی آب سرد	۲۹
۳ــ۲ــ طرح ریزی اساسی شبکه توزیع	۳۰ الی ۳۱
۳ــ۳ــ فرمولهای هیدرولیکی	۳۱ الی ۳۷
فصل چهارم ــ شبکه لوله کشی	
۴ــ۱ــ نصب لوله	۳۸ الی ۵۸
۴ــ۲ــ اتصال به لوله ها و شیرهای غیر مشابه	۵۸ الی ۶۴
۴ــ۳ــ انشعاب بدون قطع جریان آب	۶۴ الی ۷۱
۴ــ۴ــ طرح محافظت در مقابل فشار	۷۲ الی ۷۹
۴ــ۵ــ جلوگیری از انبساط و انقباض طولی لوله ها در زیر زمین	۷۹ الی ۸۱
۴ــ۶ــ لوله کشیهای مخصوص	۸۱ الی ۸۵
۴ــ۷ــ روشهای تعمیر	۸۶
فصل پنجم ــ انشعابات لوله کشی	
۵ــ۱ــ اتصال در انشعاب لوله کشی	۸۷ الی ۹۰
۵ــ۲ــ تقویت سیستم لوله کشی	۹۰ الی ۹۱

فهرست مطالب

موضوع	صفحه
۵ـ۳ـ جلوگیری از یخ زدن	۹۱ الی ۹۲
۵ـ۴ـ جلوگیری از اطر کروزوت	۹۲
۵ـ۵ـ روش تعمیر	۹۳
فصل ششم ـ کارهای ساختمانی	
۶ـ۱ـ	۹۴ الی ۹۵
۶ـ۲ـ گود برداری	۹۵ الی ۹۹
۶ـ۳ـ پرکردن گودال	۱۰۰ الی ۱۰۴
۶ـ۴ـ عبور دادن آزمایشی آب در داخل سیستم لوله کشی	۱۰۵ الی ۱۰۶

فصل اول ــ مشخصات

۱ــ۱ــ انواع لوله های P.V.C در لوله کشی آب سرد

با در نظر گرفتن فشارهای اسمی . اقطار خارجی . ضخامت جدار . طول و رواداری (Tolerance) لوله های مصرفی در سرویسهای آب سرد به سه گروه بشرح مندرج در جدول شماره ۱ تقسیم میشوند .

۱ــ۲ــ انواع اتصالها برای لوله کشی آب سرد

انواع اتصالهای مصرفی در لوله کشی آب سرد در جدول شماره ۲ مندرج است .

۱ــ۲ــ۱ــ انواع اتصالهای حفره ای برای ارتباط با شیرها

انواع اتصالهای حفره ای برای ارتباط با شیرها درجدول شماره ۳ مندرج میباشد .

۱ــ۲ــ۲ــ انواع اتصالها برای ارتباط با آلات و ادوات

انواع اتصالها برای ارتباط با آلات و ادوات درجدول شماره ٤ مندرج میباشد .

۱ــ۲ــ۳ــ انواع اتصالهای حفره ای

انواع اتصالهای حفره ای درجدول شماره ٥ مندرج میباشد

۱ــ۲ــ٤ــ انواع اتصال های حلقوی (حلقوی ،آب بندی شده با مواد قابل انعطاف)

انواع اتصالهای حلقوی در جدول شماره ٦ مندرج میباشد .

جدول شماره ۱ــ انواع لوله های P.V.C.

قطر اسمی	قطر خارجی	قطر خارجی: رواداری: برای میانگین قطر	قطر خارجی: رواداری: برای حداکثر و حداقل Ovality (۱)	ضخامت جدار: گروه ۶: ضخامت جدار	ضخامت جدار: گروه ۶: رواداری	ضخامت جدار: گروه ۱۰: ضخامت جدار	ضخامت جدار: گروه ۱۰: رواداری	ضخامت جدار: گروه ۱۶: ضخامت جدار	ضخامت جدار: گروه ۱۶: رواداری	طول: طول	طول: رواداری
۱۶	۱۶	± ۰/۱۵	± ۰/۲۵					۱/۵	± ۰/۴	۶۰۰۰	+ ۲۰
۲۰	۲۰	± ۰/۱۵	± ۰/۲۵					۱/۵	± ۰/۴	۶۰۰۰	± ۲۰
۲۵	۲۵	± ۰/۱۵	± ۰/۲۵					۱/۹	± ۰/۴	۶۰۰۰	± ۲۰
۳۲	۳۲	± ۰/۱۵	± ۰/۲۵			۱/۸	± ۰/۴	۲/۴	± ۰/۵	۶۰۰۰	± ۲۰
۴۰	۴۰	± ۰/۱۵	± ۰/۲۵			۲/۰	± ۰/۴	۳	± ۰/۵	۶۰۰۰	± ۲۰
۵۰	۵۰	± ۰/۱۵	± ۰/۳۰	۱/۸	± ۰/۴	۲/۴	± ۰/۵	۳/۸	± ۰/۶	۶۰۰۰	± ۲۰
۶۳	۶۳	± ۰/۲۰	± ۰/۴۰	۱/۹	± ۰/۴	۳/۰	± ۰/۵	۴/۷	± ۰/۷	۶۰۰۰	± ۲۰
۷۵	۷۵	± ۰/۲۰	± ۰/۴۵	۲/۲	± ۰/۵	۳/۶	± ۰/۶	۵/۶	± ۰/۸	۶۰۰۰	± ۲۰
۹۰	۹۰	± ۰/۲۵	± ۰/۵۵	۲/۷	± ۰/۵	۴/۳	± ۰/۷	۶/۷	± ۰/۹	۶۰۰۰	± ۲۰
۱۱۰	۱۱۰	± ۰/۳۰	± ۰/۷۰	۳/۳	± ۰/۶	۵/۳	± ۰/۸	۸/۲	± ۱/۱	۶۰۰۰	± ۲۰
۱۲۵	۱۲۵	± ۰/۳۵	± ۰/۷۵	۳/۷	± ۰/۶	۶/۰	± ۰/۸	۹/۳	± ۱/۲	۶۰۰۰	± ۲۰
۱۴۰	۱۴۰	± ۰/۳۵	± ۰/۸۵	۴/۱	± ۰/۷	۶/۷	± ۰/۹	۱۰/۴	± ۱/۳	۶۰۰۰	± ۲۰
۱۶۰	۱۶۰	± ۰/۴	۱ ±	۴/۷	± ۰/۷	۷/۷	± ۱	۱۱/۹	± ۱/۴	۶۰۰۰	± ۲۰
۱۸۰	۱۸۰	± ۰/۴۵	± ۱/۱۰	۵/۳	± ۱/۱	۸/۶	± ۱/۶	۱۳/۴	± ۱/۴	۶۰۰۰	± ۲۰
۲۰۰	۲۰۰	± ۰/۵۰	± ۱/۲۰	۵/۹	± ۱/۲	۹/۶	± ۱/۸	۱۴/۹	± ۱/۶	۶۰۰۰	± ۲۰
۲۲۵	۲۲۵	± ۰/۶۰	± ۱/۳۵	۶/۶	± ۱/۳	۱۰/۸	± ۲/۰	۱۶/۷	± ۱/۹	۶۰۰۰	± ۲۰
۲۵۰	۲۵۰	± ۰/۶۵	± ۱/۵۰	۷/۳	± ۱/۴	۱۲/۰	± ۲/۱	۱۸/۶	± ۲/۱	۶۰۰۰	± ۲۰
۲۸۰	۲۸۰	± ۰/۷	± ۱/۷۰	۸/۲	± ۱/۶	۱۳/۴	± ۲/۴			۶۰۰۰	± ۲۰
۳۱۵	۳۱۵	± ۰/۸	± ۱/۹۰	۹/۲	± ۱/۷	۱۵/۰	± ۲/۶			۶۰۰۰	± ۲۰
۳۵۵	۳۵۵	± ۰/۹	± ۲/۱۵	۱۰/۴	± ۱/۹	۱۷/۰	± ۲/۹			۶۰۰۰	± ۲۰
۴۰۰	۴۰۰	± ۱	± ۲/۴۰	۱۱/۷	± ۲/۱	۱۹/۱	± ۳/۲			۶۰۰۰	± ۲۰

۱ــ خارج شدن سطح مقطع لوله از حالت گردی را اصطلاحاً Ovality میگویند .

تبصره : سه نوع لوله وجود دارد لوله ساده ، لوله دارای اتصال حفره ای (حفره ای مخروطی) ولوله دارای اتصال حلقوی (اتصال حلقوی ، آب بندی شده با مواد قابل انعطاف) .

جدول شماره ۲ـ انواع اتصالها

طبقه بندی برطبق ماده اولیه	طبقه بندی از روی روش تولید	نوع اتصالها	نام اتصالها
سخت	تزریقی	اتصالهای حفره ای (حفره ای مخروطی)	بوشن زانوی ۹۰ درجه زانوی ۴۵ درجه سه راهه ۹۰ درجه درپوش بوشن ، زانووسه‌راهه‌یکطرف ساده یکطرف دنده (برای اتصال باشیر) بوشن مغزی دار بوشن اتصالی (برای وصل به مهره ماسوره) تبدیل (استوانه ای)
		اتصالهای حلقوی (حلقوی آب بندی شده با مواد قابل انعطاف)	بوشن ساده بوشن مضاعف اتصال قابل ارتجاع
	ساخته شده از لوله	اتصالهای حفره ای (حفره‌ای مخروطی)	خم ۹۰ درجه خم ۴۵ درجه خم ۲۲/۵ درجه خم ۱۱/۲۵ درجه بوشن ساده بوشن برای‌اتصال بالوله آزبست بوشن برای‌اتصال بالوله چدنی
		اتصالهای حلقوی (حلقوی آب بندی شده باموادقابل انعطاف)	بوشن ساده بوشن مضاعف خم ۹۰ درجه خم ۴۵ درجه خم ۲۲/۵ درجه خم ۱۱/۵ درجه بوشن برای اتصال بالوله آزبست بوشن برای اتصال بالوله چدنی
ریخته گری از برنج	ریخته گری	ـ	مهره ماسوره
ریخته گری معمولی از چدن	ریخته گری		فلانج غیر ثابت انشعاب زینی

جدول شماره ۳ــ انواع اتصالهای حفره ای برای ارتباط با شیرها

قطر اسمی	اتصالها		
	بوشن یکطرف دنده	زانویکطرف دنده	سه‌راهه یکطرف دنده
۱۶	A	A	A
۲۰	A	A	A
۲۵	A	A	A
۳۲	A	A	A

A نشان دهنده اتصالاتی است که با روش تزریقی تولید شده اند

جدول شماره ٤ــ انواع اتصالها برای ارتباط باآلات وادوات

قطر اسمی	اتصالها		
	بوشن مغزی دار	مهره‌ماسوره وبوشن مهره ماسوره ای	اتصال قابل ارتجاع
۱۶	A	A	A
۲۰	A	A	A
۲۵	A	A	A
۳۲	A	A	A
٤۰	A	A	A
۵۰	A	A	A
٦۳	A	A	A

جدول ۵ــ انواع اتصالهای حفره ای

قطر اسمی	اتصالها										
	بوشن	زانو ۴۵ درجه	زانو ۹۰ درجه	سه راهه	در پوش	خم ۹۰ درجه	خم ۴۵ درجه	خم ۲۲/۵ درجه	خم ۱۱/۲۵ درجه	بوشن برای اتصال بالوله آزبست	بوشن برای اتصال بالوله چدنی
۱۶	A	A	A	A	A						
۲۰	A	A	A	A	A						
۲۵	A	A	A	A	A						
۳۲	A	A	A	A	A						
۴۰	A	A	A	A	A						
۵۰	A	A	A	A	A						
۶۳	A	A	A	A	A						
۷۵	A/B	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B
۹۰	A/B	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B
۱۱۰	A/B	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B
۱۲۵	A/B	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B
۱۴۰	A/B	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B
۱۶۰	A/B	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B
۱۸۰	B					B	B	B	B	B	B
۲۰۰	B					B	B	B	B	B	B
۲۲۵	B					B	B	B	B	B	B
۲۵۰	B					B	B	B	B	B	B
۲۸۰	B					B	B	B	B	B	B
۳۱۵	B					B	B	B	B	B	B
۳۵۵	B					B	B	B	B	B	B
۴۰۰	B					B	B	B	B	B	B

B نشان دهنده اتصالهائی است که از تغییر شکل لوله تولید می شوند

جدول ٦ــ انواع اتصالهای حلقوی

قطر اسمی	اتصالها							
	بوشن ساده	بوشن مضاعف	خم ۹۰	خم ٤٥	خم ۲۲/٥	خم ۱۱/۲٥	بوشن برای اتصال بالوله آزبست	بوشن برای اتصال با لوله چدنی
۱٦								
۲۰								
۲٥								
۳۲								
٤۰								
٥۰								
٦۳								
۷٥	A/B	A/B	B	B	B	B	B	B
۹۰	A/B	A/B	B	B	B	B	B	B
۱۱۰	A/B	A/B	B	B	B	B	B	B
۱۲٥	A/B	A/B	B	B	B	B	B	B
۱٤۰	A/B	A/B	B	B	B	B	B	B
۱٦۰	A/B	A/B	B	B	B	B	B	B
۱۸۰	B	B	B	B	B	B	B	B
۲۰۰	B	B	B	B	B	B	B	B
۲۲٥	B	B	B	B	B	B	B	B
۲٥۰	B	B	B	B	B	B	B	B
۲۸۰	B	B	B	B	B	B	B	B
۳۱٥	B	B	B	B	B	B	B	B
۳٥٥	B	B	B	B	B	B	B	B
٤۰۰	B	B	B	B	B	B	B	B

۲ــ۱ خواص کلی لوله P.V.C

۲ــ۱ــ۱ــ خواص اصلی ــ خواص اصلی لوله P.V.C بشرح زیر است

وزن مخصوص ــ وزن مخصوص(ﻻ) لوله P.V.C در ۲۰ درجه سانتیگراد برابر ۱/۳۸ــ۱/۴۵ بوده و تغییرات آن در مقابل تغییر درجه حرارت ناچیز است .

سختی ــ سختی لوله P.V.C با استفاده از روش Shore در ۲۰ درجه سانتیگراد برابر ۷۰ــ۹۰ میباشد که معادل سختی آلومینیوم است و با استفاده از روش Rock well در ۲۰ درجه سانتیگراد برابر ۱۱۰ــ۱۲۰ میباشد .

جذب آب ــ در ۲۰ درجه سانتی گراد مقدار آبی که لوله P.V.C جذب میکند برابر ۰/۱ میلی گرم بر سانتیمتر مربع است . این مقدار نشان دهنده مقدار اشباع پس از سه ماه است و در هفت روز این مقدار برابر ۰/۱۵ میباشد .

قابلیت اشتعال ــ لوله P.V.C در نزدیکی شعله میسوزد ولی بمحض دور شدن از شعله خود بخود خاموش میشود .

پایداری در مقابل هوا ــ در مقابل هوا رنگ میبازد ولی خللی در مقاومت آن پدید نمیاید .

مقاومت کشش کوتاه مدت ــ مقاومت کشش کوتاه مدت لوله P.V.C که بصورت σT_{max} نشان داده میشود در ۲۰ درجه سانتیگراد برابر ۵۳۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع است که از فرمول $\sigma T_{max} = ۶۶۰ - ۶/۶۵\theta$ محاسبه میشود . θ از ۲۰ــ تا ۶۰ــ درجه سانتیگراد میباشد .

مقاومت کشش بلند مدت ــ مقاومت کشش بلند مدت که بصورت σT نشان داده میشود در ۲۰ درجه سانتیگراد برابر ۲۷۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع میباشد و از فرمول $\sigma T_{max} = ۳۳۰ - ۳/۳۲\theta$ و $\sigma T = ۰/۵$ بدست میاید θ از ۲۰ــ تا ۴۰ــ درجه سانتیگراد میباشد .

انبساط طولی ــ انبساط طولی در مرحلهٔ گسیختگی با اعمال کشش کوتاه مدت که بصورت εT نشان داده میشود برابر ۱۰۰ــ۱۵۰ درصد میباشد .

ضریب یونگ ــ ضریب یونگ لوله P.V.C که با E نشان داده میشود برابر $۳/۴ \times ۱۰^{۴}$ در ۲۰ درجه سانتیگراد میباشد E از فرمول زیر محاسبه میشود

$$E = (۳/۸۰۸ - ۰/۰۲۲\theta) \times ۱۰^{۴}$$

θ از ۱۰ــ تا ۵۰ــ درجه سانتیگراد میباشد .

نسبت پوازون ــ نسبت پوازون لوله P.V.C که بصورت m نشان داده میشود . برابر ۲/۷ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع در ۲۰ درجه سانتیگراد بوده و از فرمول

$$m = ۱/۷۶۸ - ۰/۰۱۴\theta$$

محاسبه میشود θ از صفر تا ۸۰ــ درجه سانتیگراد تغییر میکند .

مقاومت خمشی ــ مقاومت خمشی که بصورت $\sigma_{B\ max}$ نشان داده میشود در ۲۰ درجه سانتی گراد برابر ۹۰۰ــ ۱۱۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع میباشد .

مقاومت برشی ــ مقاومت برشی که بصورت $\sigma_{S\ max}$ نشان داده میشود در ۲۰ درجه سانتی گراد برابر ۶۵۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع میباشد .

تغییر بواسطه درجه حرارت ــ

نقطه تغییر ثانوی ــ نقطه تغییر ثانوی یا شیشه ای شدن لوله P.V.C ۵ــ تا ۵+ درجه سانتیگراد بوده و در این حالت نمونه یخ میزند و حالت شکنندگی پیدا میکند .

نقطه تغییر اولیه ــ نقطه تغییر اولیه یا درجه نرم شدن لوله P.V.C بین ۷۵ تا ۸۰ درجه سانتیگراد بوده و نمونه وقتی در معرض چنین درجه حرارتی قرار گیرد در آن ارتعاشات حرارتی ایجاد شده و بوضوح نرم میشود .

درجه حرارت ساخت ــ درجهٔ حرارت مناسب برای ساخت لوله P.V.C برابر ۱۱۰ــ ۱۴۰ درجه سانتیگراد میباشد .

درجه حرارت جوشکاری ــ درجهٔ حرارت جوشکاری لوله P.V.C برابر ۱۸۰ــ۱۸۵ درجه سانتیگراد بوده و درین درجه حرارت نمونه تا اندازهٔ چسبناک شده و رنگ آن به قهوه ای میگراید .

درجه حرارت قالب گیری ــ درجه حرارت قالب گیری لوله P.V.C ۱۹۰ ــ ۲۰۰ درجه سانتیگراد بوده و درین درجه‌حرارت نمونه خمیری شکل میشود .

درجه حرارت تجزیه ــ درجه حرارت تجزیه لوله P.V.C برابر ۲۱۰ــ ۲۰۵ درجه سانتیگراد میباشد .

گرمای ویژه ــ گرمای ویژه که بصورت c نشان داده میشود برابر ۰/۲ــ۰/۲۸ کیلو کالری بر کیلوگرم درجه حرارت میباشد معدل مقدار گرمای ویژه بین صفر تا ۱۰۰ درجه سانتیگراد برابر ۰/۲۴ میباشد .

قابلیت هدایت گرما ــ قابلیت هدایت گرما که بصورت λ نشان داده ، میشود برابر ۰/۱۲ ــ ۰/۱۴ کیلوکالری برمتر. ساعت . درجه حرارت میباشد .

معدل مقدار هدایت گرما بین صفر تا ۱۰۰ درجه سانتیگراد برابر ۰/۱۳ میباشد .

ضریب انبساط خطی ــ ضریب انبساط خطی و یا طولی که بصورت α نشان داده میشود برابر $۱۰^{-۵} \times ۶ــ۷$ درجه سانتیگراد بوده واز فرمول $\alpha = (۵/۸ + ۰/۰۲۴\theta) \times ۱۰^{-۵}$ بدست میآید .

$\theta \leqslant ۶۰$ درجه سانتیگراد است

پایداری ویژه در برابر هدایت الکتریسیته ــ پایداری ویژه لوله P.V.C در برابر هدایت الکتریسیته برابر $۱۰^{۱۵} \times ۵ــ۳$ اهم برسانتیمتر میباشد .

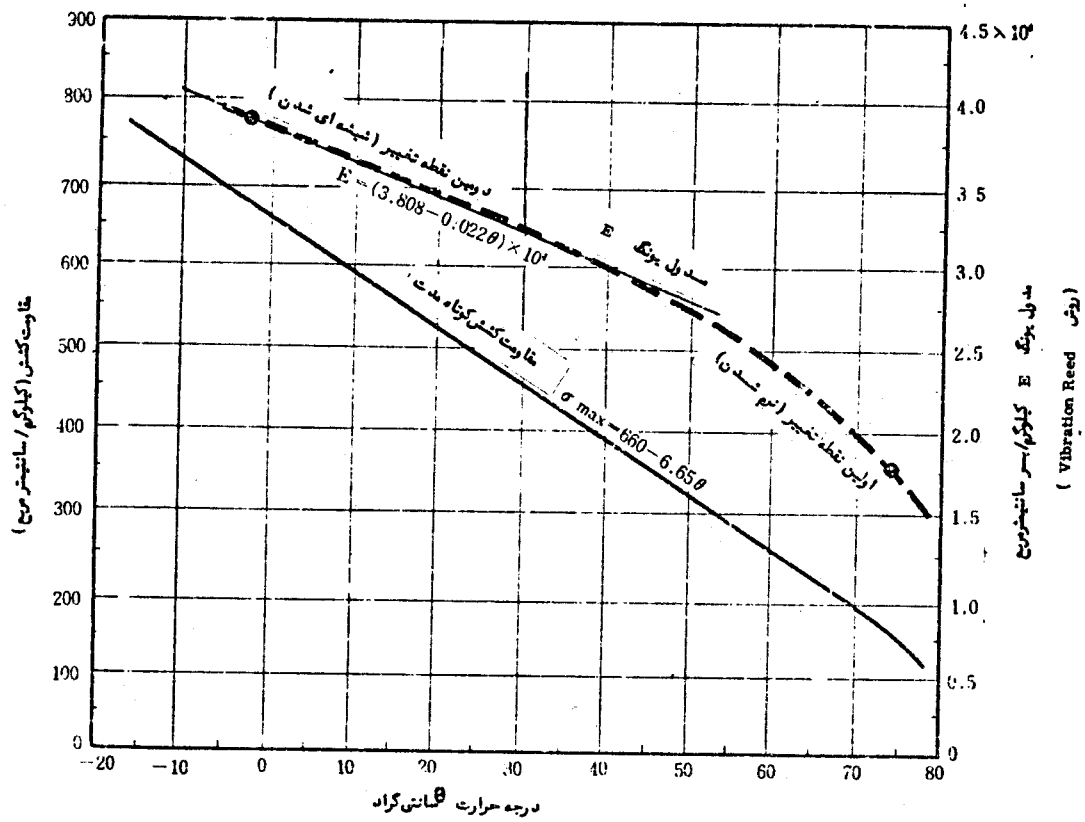
مقاومت در برابر فشار الکتریسیته ــ مقاومت در برابر فشار الکتریسیته لوله P.V.C برابر ۲۳ــ۲۸ کیلو وات بر دقیقه است . لوله P.V.C عایق بسیارخوبد رمقابل جریان الکتریسیته وفاقد خاصیت مغناطیسی است .

۲—۱—۲ مدول الاستیسیته و مقاومت کشش در مقابل درجه حرارت

مدول الاستیسیته (ضریب ارتجاعی) ومقاومت‌کششی لوله P.V.C با درجه حرارت تغییر میکنند . این موضوع در تصویر ۱ نشان داده شده است .

بعلت آنکه لوله P.V.C از رزین ترموپلاستیك ساخته شده است مقاومت مکانیکی آن با تغییرات درجه حرارت تغییر میابد. این مقاومت با ازدیاد حرارت کاهش پیدا میکند .

تصویر ۱ــ بستگی مدول‌الاستیسیته (ضریب قوه ارتجاع) ومقاومت کشش با درجه حرارت

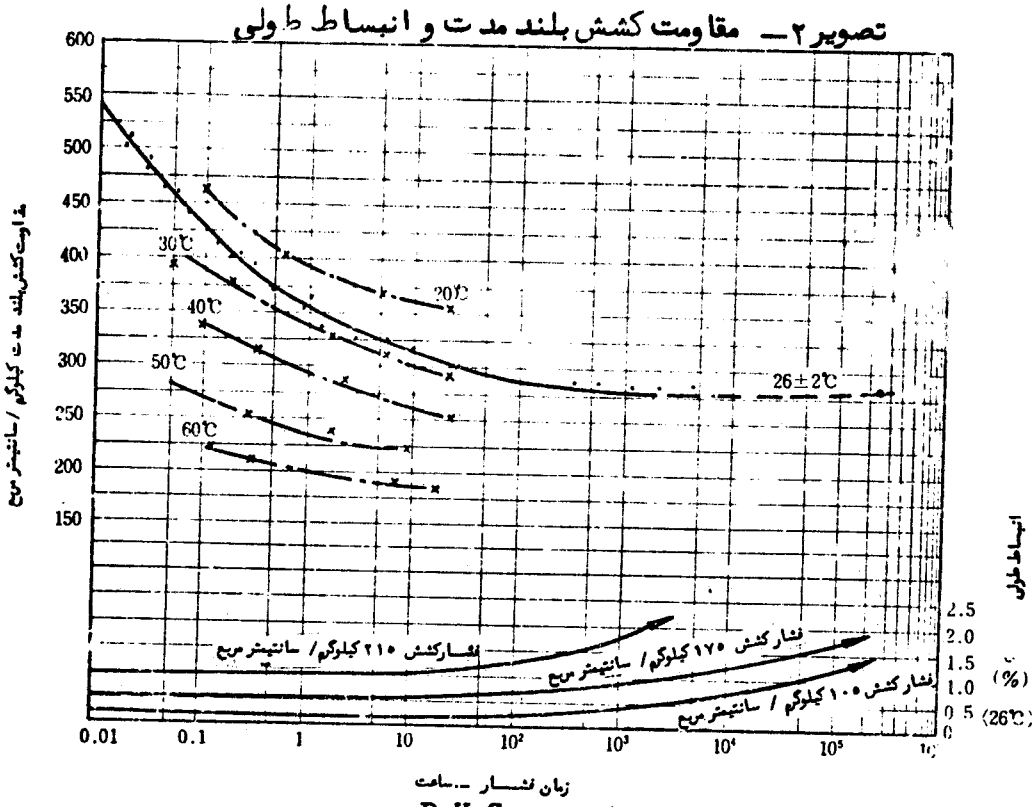


۲—۱—۲ تغییرات تابع زمانی مقاومت کشش و انبساط طولی

در تصویر ۲ــ ارتباط بین مقاومت کشش طولانی و انبساط طولی لوله P.V.C رسم شده است . اطلاعات ترسیم شده در شکل بالا زمان اندازه گیری‌شده منتهی به معیوب شدن لوله P.V.C راکه تحت فشارهای کششی مختلف (که میزان آنها قبلاً تعیین شده است) میباشد نشان میدهد منحنی مورد

بحث روشن میکند که در فشارهای پائین تر از نصف فشار کششی کوتاه مدت نقصی در لوله P.V.C پدیدار نمیشود . در پلاستیکها فشاری که در آن تعادل ایجاد میشود حد مداوم پایداری نامیده میشود . ازطرف دیگر انبساط طولی با گذشت زمان افزایش می یابد .

تصویر ۲ــ مقاومت کشش بلند مدت و انبساط طولی



۲ــ۲ــ مقاومت هیدروستاتیك لوله P.V.C

۲ــ۲ــ۱ فرمول محاسبه ضخامت جدار

ضخامت جدار لوله از روی فرمولی که در آن حداکثر فشار مجاز محیطی ، فشار اسمی و قطر لوله در نظر گرفته شده است محاسبه میگردد .

$$t = \frac{P\ De}{2S+P} \quad \ldots\ldots (1)$$

که در آن

t ضخامت جدار (میلیمتر)

De میانگین قطر خارجی (میلیمتر)

P فشار اسمی (کیلوگرم برسانتیمتر مربع)

S حد اکثر فشار جایز محیطی (کیلوگرم برسانتیمتر مربع)

تبصره ۱ــ سازمان جهانی استاندارد (ISO) مقاومت بلند مدت را از نتایج آزمایش طولانی (بیش از ۱۰۰۰ ساعت) فشار داخلی بدست آورده است و با استفاده از آن فشار معینی را مبنا قرار داده است که برطبق آن میتوان لوله ها را به مدت پنجاه سال در برابر هرگونه آسیب با افزودن خطای مجازی برابر $\frac{1}{2}$ تا $\frac{1}{2/5}$ به مقاومت کوتاه مدت کشش تضمین نمود .

همچنین سازمان مذکور میزان حد اکثر فشار جایز محیطی را برابر فشار بالا باضافه ۲ تا ۲/۵ (بعنوان عامل ایمنی) در نظر گرفته است .

در استاندارد ایران میزان حد اکثر فشار مجاز محیطی ۱۰۰ کیلوگرم برسانتیمتر مربع در ۲۰ درجه حرارت در نظر گرفته شده است .

تبصره ۲ــ چنانچه اندازه لوله و سرعت جریان آب را ثابت نگهداریم قدرت ضربتی آب (۱) بطور قابل ملاحظه ای متناسب با تغییرات مدول یونگ تغییر میکند . محاسبه توسط فرمول Allievi در مورد بستن سریع شیر نشان میدهد که قدرت ضربتی آب در لوله های P.V.C فقط $\frac{1}{3}$ لوله فولادی وچدنی و $\frac{1}{2/5}$ لوله آزبستی (۲) است .

---

(۱) Water Hammer

(۲) لـــوله سیمان وپنبه نسوز

۲-۲-۲ فشار ترکیدن

فشار ترکیدن کوتاه مدت لوله P.V.C را میتوان از فرمول زیر محاسبه نمود :

$$P = \frac{2\sigma_T}{D - t} \quad \text{.....(2)} \qquad \text{حداکثر}$$

که در آن

P: حداکثر : فشارکوتاه مدت ترکیدن برحسب کیلوگرم‌برسانتیمترمربع

σ_T : مقاومت کوتاه مدت کشش برحسب کیلوگرم برسانتیمترمربع

t : ضخامت جدار برحسب میلیمتر

D : میانگین قطر خارجی برحسب میلیمتر

محاسبه فشار های ترکیدن از روی فرمول بالا در جدول زیر درج شده است :

جدول شماره ۸ــ محاسبه فشارهای ترکیدن لوله P.V.C. (در حرارت معمولی)

قطر اسمی	فشار کوتاه مدت ترکیدن (کیلوگرم برسانتیمتر مربع)		
	گروه ٦	گروه ١٠	گروه ١٦
١٦			١٠٣
٢٠			٨١
٢٥			٨٢
٣٢		٦٠	٨١
٤٠		٥٣	٨١
٥٠	٣٧	٥٠	٨٢
٦٣	٣١	٥٠	٨١
٧٥	٣٠	٥٠	٨١
٩٠	٣١	٥٠	٨٠
١١٠	٣١	٥١	٨١
١٢٥	٣١	٥٠	٨٠
١٤٠	٣٠	٥٠	٨٠
١٦٠	٣٠	٥١	٨٠
١٨٠	٣٠	٥٠	٨٠
٢٠٠	٣٠	٥٠	٨٠
٢٢٥	٣٠	٥٠	٨٠
٢٥٠	٣٠	٥٠	٨٠
٢٨٠	٣٠	٥٠	
٣١٥	٣٠	٥٠	
٣٥٥	٣٠	٥٠	
٤٠٠	٣٠	٥٠	

تبصره ــ فشار های مندرج در جـــدول که برمبنای قطر خارجی و حداقل ضخامت جدار لوله محاسبه شده است فقط برای مراجعه میباشد. درعمل ارقام بالا با توجه به رواداری (تغییرات مجاز) ضخامت جدار وقطر خارجی تغییر میکند .

۲ــ۳ مقاومت لوله P.V.C در زیر خاك

۲ــ۳ــ۱ فشـــارخاك

فشارهای موثر خاك بر روی لوله P.V.C که در زیر زمین قرار دارد تقریبا" بگروههـای زیر تقسیم شده اند :

الف ــ فشار اصلی خاك (فشار مرده)

ب ــ فشار وسائط نقلیه (فشارزنده)

ج ــ وزن آب و لوله (ازوزن لوله P.V.C درصورتیکه قطر آن کم باشـــد ــ میتوان صرفنظر نمود) .

درعمل محاسبه فشار های خاك دارای پیچیدگی های قابل ملاحظه ای میباشند زیرا بارهای مذکوربسته به نوع و طبیعت خاك و شن،سختی زمیـــن نوع گود برداری ،شرائط پرکردن گود ،وزن وسائط نقلیه ،کیفیت سطح ــ جاده و سایر عوامل تغییر مینمایند . در اروپا و ایالات متحده امریکافشار وارده بر روی لوله های قرارگرفته در زیر خاك مورد آزمایشها وآزمونهـــای مکرر قرار گرفته است . در ژاپن نیز پس از آزمایشهای مکرر به نتایج قابـــل ملاحظه ای رسیدند که ماحصل آن ارائه فرمولهای متعددی در مورد فشارهای خاك بوده است .

از آنجائیکه فشار زمین بطور قابل ملاحظه ای با توجه به عوامل متعـــــدد

همانطوریکه در بالا ذکر شد تغییر میکند بنابراین انتخاب رابطه نهائی که از نظر کلیه شرایط جامع باشد بسیار مشکل است در اینجا معادله ای که بطور کلی پذیرفته شده و بکار برده میشود انتخاب شده است .

الف ــ فشار اصلی خاك (فشار ثابت)

فرمول فشار قائم (۳) $We = \gamma H$

که در آن : We فشارقائم خاك به کیلوگرم برسانتیمتر مربع

γ وزن واحد خاك (وزن یك سانتی مترمکعب خاك)

برحسب کیلوگرم برسانتیمتر مکعب

H عمق خاك به سانتیمتر

کاربرد فرمول فوق فقط تا عمق ۲۰۰ سانتی متری خاك (عمق پوشش خاك) میباشد برای اعماق بیشتر باید از فرمول Marston استفاده نمـــود .

جدول ۹ــ وزن واحد خاك (γ)

نوع خاك	وزن ــ کیلوگرم در سانتیمتر مربـــع	نوع خـــاك	وزن کیلوگرم بر سانتیمترمربع	نوع خـــاك	وزن کیلوگرم برسانتیمترمربع
شن خشك	۰/۰۰۱۶	رس خشك	۰/۰۰۱۷۷	خاك خشك	۰/۰۰۱۲۸
شن مرطوب	۰/۰۰۱۷۶	رس مرطوب	۰/۰۰۱۹۳	خاك مرطوب	۰/۰۰۱۴۴
شن تر	۰/۰۰۱۹۳	رس تر	۰/۰۰۲۰۹	خاك تر	۰/۰۰۱۷۷

ب ــ فشار وسائط نقلیه (فشارزنده)

فرمول کوگلر (Kogler)

$$Wt = \frac{2P\,(1+i)}{(20+2H\tan\phi)(150+2H\tan\theta)} \quad \ldots\ldots (4)$$

که در آن Wt =فشاروسائط نقلیه برحسب کیلوگرم‌برسانتیمترمربع

P =وزن هر چرخ برحسب کیلوگرم (برای یك کامیون ۲۰ تنی ۸۰۰۰کیلوگرم وزن درنظرگرفته‌میشود)

H =عمق (پوشش) خاك برحسب سانتیمتر

θ = زاویه پخش فشار برحسب درجه (وقتیکه θ = ٤٥ درجه باشد)

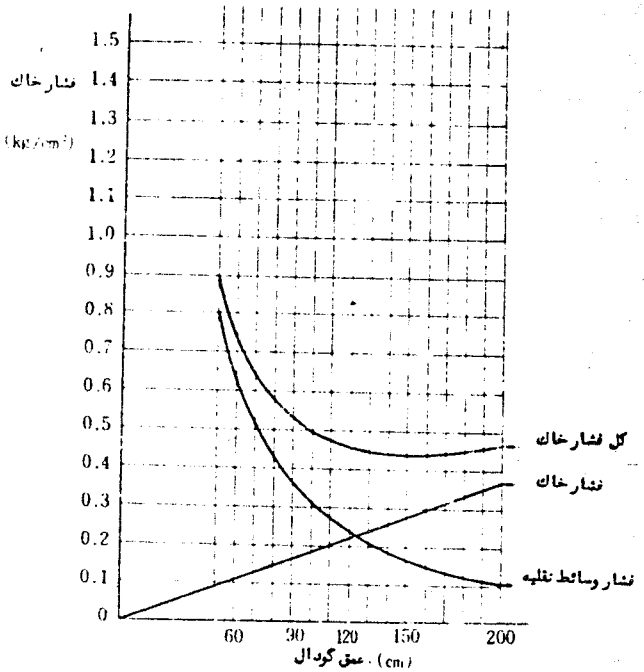
i = ضریب تراکم

برای H مساوی یا کوچکتر از ۱۵۰ سانتیمتره i = ۰/۰

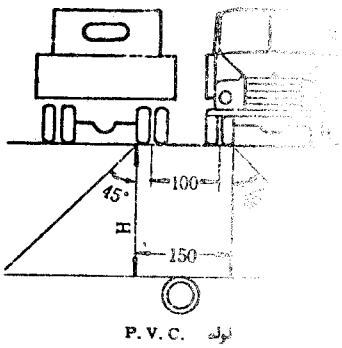
برای H از ۱۵۰ تا ۲۰۰ سانتیمتر i = ۰/٦٥ — ۰/۰۰۱ H

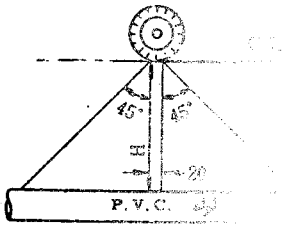
دامنه کاربرد این فرمول تا عمق ۲۰۰ سانتیمتر بوده و اساس آن ــ فاصله ۱۰۰سانتیمتر بین چرخهای دووسیله نقلیه است که بموازات هم حرکت میکنند . برای اعماق بیشتر تاثیر سه یا چهار چرخ بایـ در نظر گرفته شود .

تصویر۳ــ فشار خاك



خرفشارهای وسائط نقلیه





خمیدگی یا انحناء لوله

میزان خمیدگی یا انحنای لوله به چگونگی عمل فشار های خاك برروی لوله بستگی دارد . از آنجائیکه تقسیم فشار و نیروهای موثر برروی لوله با توجه به شرایط خاك و نوع بارواردہ تغییر میکند توزیع نیروها در تصاویره و ٦ فرض میباشند

الف ــ خمیدگی در اثر وزن اصلی خاك

$$\delta e = K \cdot \frac{We\, R^4}{E\, I} \qquad (5)$$

که درآن δe انحنای قائم برحسب سانتیمتر

We فشار اصلی خاك برحسب کیلوگرم برسانتیمتر مربع

R شعاع لوله برحسب سانتیمتر

E مدول یونگ برحسب کیلوگرم برسانتیمتر مربع

I = گشتاورسکون برحسب سانتیمتر به توان چهار ($I = \frac{t^3}{12}$)

K ضریبی که از روی زاویه پشتیبانی 2θ تعیین میشود

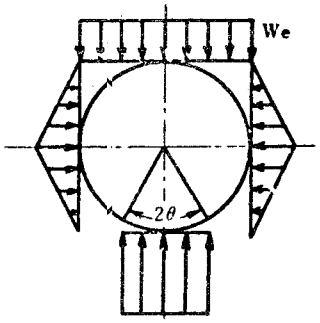
(در شرایطی که لوله بحالت استاندارد در زیر خاک

گذاشته می شود 2θ برابر ۹۰ درجه میباشد)

جدول شماره ۱۰ــ مقدار k

زاویه پشتیبانی	۶۰ درجه	۹۰ درجه	۱۲۰ درجه
ضریب k	۰/۱۰۰	/۰۸٤	/۰۷۰

تصویر ۵ــ تقسیم فشار اصلی خاک



ب ــ خمیدگی در اثر وزن وسائط نقلیه

$$\delta t = ./.3 \frac{Wt \; R^4}{E \; I} \quad (6)$$

که در آن δt خمیدگی قائم برحسب سانتیمتر

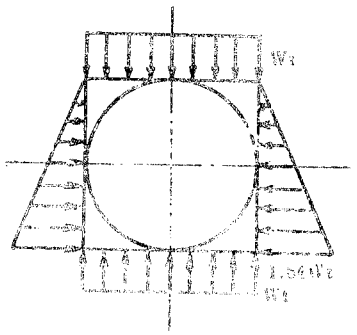
Wt فشار وسائط نقلیه برحسب کیلوگرم برسانتیمترمربع

R شعاع لوله برحسب سانتیمتر

E مدول یا ضریب یونگ لوله برحسب کیلوگرم‌برسانتیمترمربع

I گشتاورسکون برحسب سانتیمتر به توان چهار ($I = \frac{t^3}{12}$)

تصویر ۴ــ تقسیم فشار وارده توسط وسائط نقلیه



ج ــ خمیدگی کل

$$\delta = \delta_e + \delta_t$$

تعیین حدی برای خمیدگی کل (δ) در مورد لوله های نظیر لوله P.V.C که انعطاف پذیر است مشکل میباشد . درهرصورت در طراحی لوله ۵ درصد قطر خارجی آن بعنوان ضریب اطمینان در مقابل کم شدن سطح مقطع جریان (آب) ، نشست زمین ومقاومت اتصال در نظر گرفته شده است .

فشارهای بوجود آمده

$$\delta = \frac{6\,(K_e W_e + K_t W_t)\, R^2}{t^2} \quad \ldots\ldots (8)$$

که درآن δ فشارخمش بوجود آمده در لوله برحسب کیلوگرم برسانتیمتر مربع

W_e فشار اصلی خاك برحسب کیلوگرم برسانتیمترمربع

W_t فشاروسائط نقلیه " " " "

R شعاع لوله برحسب سانتیمتر

t ضخامت جدار لوله برحسب سانتی متر

Ke ضریب گشتاور خمشی برای فشار خاك

(2θ برابر ۹۰ درجه در شرائط استاندارد انتخاب شده است)

Kt ضریب گشتاور خمشی برای فشار وسائط نقلیه که ۰/۰۷۶ برای قسمت فوقانی لوله و ۰/۰۱۱ برای قسمت تحتانی لوله می باشد .

جدول شماره ۱۱ــ مقـــــــدار Ke

موضع / 2θ	۶۰ درجـــــه	۹۰ درجـــــه	۱۲۰ درجـــه
قسمت فوقانی	۰/۱۳۲	۰/۱۲۰	۰/۱۰۸
قسمت تحتانی	۰/۲۲۳	۰/۱۶۰	۰/۱۲۲

بزرگترین گشتاور خمشی در اثر فشار خاك به قسمت تحتانی لوله وارد میشود درصورتیکه در اثر فشار وسائل نقلیه بزرگترین گشتاور خمشی به قسمت فوقانی لوله وارد میشود . بنابراین رویهم رفته حد اکثر گشتاور خمشی بسته به عمق پوشش خاك در روی لوله به قسمتهای فوقانی یا تحتانی وارد میشود .

مقاومت و ایمنی لوله P.V.C

در جداول ۱۲ تا ۱۵ خمیدگیها و فشارهای وارد شده بر روی لوله P.V.C که در زیر خاك قرار گرفته هنگامیکه دو کامیون ۲۰ تنی باهم از روی آن عبور نمایند با استفاده از فرمولهای قبلی محاسبه شده است . اطلاعات مندرج نشان میدهد که لوله P.V.C در برابر خمیدگیها وفشارهای ایجاد شده دارای مقاومت ایمنی

کافی میباشد . گرچه لوله P.V.C دارای مقاومت خمشی ۴۰۰ کیلوگرم برسانتیمترمربع میباشد اما بمنظور طولانی کردن عمر آن در زیر زمین عامل ایمنی $\frac{1}{4}$ مقاومت خمشی واقعی برای آن در نظر گرفته شده و مقاومت مجاز خمشی لوله P.V.C را ۳۲۵ کیلوگرم برسانتیمتر مربع اعلام نموده اند .

جدول شماره ۱۲ ــ خمیدگی ــ (S) برحسب سانتیمتر در اثر فشارهای خـــاك
(در زاویه پراکندگی ۴۵ درجه و زاویه حرکت ۹۰ درجـــه)

قطر اسمی	عمق پوشش (H) به سانتیمتر	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۱۰۰	۱۲۰	۱۵۰	۲۰۰
	فشار اصلی خاك (۷۵) کیلوگرم بر سانتیمتر مربع	۰/۱۰۸	۰/۱۲۶	۰/۱۴۴	۰/۱۶۲	۱۸۰	۰/۲۱۶	۰/۲۷۰	۰/۳۶۰
	فشار وسائط نقلیه (۷۴) کیلوگرم بر سانتیمتر مربع	۰/۶۳۵	۰/۵۱۷	۰/۴۳۰	۰/۳۶۴	۰/۳۱۲	۰/۲۴۷	۰/۱۶۷	۰/۱۰۰
۶۳	خمیدگی براثر فشار مرده	۰/۰۱۲	۰/۰۱۴	۰/۰۱۶	۰/۰۱۸	۰/۰۱۹	۰/۰۲۳	۰/۰۲۹	۰/۰۳۹
	خمیدگی در اثر فشار زنده	۰/۰۲۵	۰/۰۲۰	۰/۰۱۷	۰/۰۱۴	۰/۰۱۲	۰/۰۰۹	۰/۰۰۶	۰/۰۰۴
	کل خمیدگی	۰/۰۳۷	۰/۰۳۴	۰/۰۳۳	۰/۰۳۲	۰/۰۳۱	۰/۰۳۲	۰/۰۳۵	۰/۰۴۳
	نسبت تغییر شکل درصد	۰/۵۹	۰/۵۴	۰/۵۲	۰/۵۱	۰/۴۹	۰/۵۱	۰/۵۶	۰/۶۸
۷۵	خمیدگی براثر فشار مرده	۰/۰۱۴	۰/۰۱۶	۰/۰۱۸	۰/۰۲۰	۰/۰۲۳	۰/۰۲۷	۰/۰۳۴	۰/۰۴۵
	خمیدگی در اثر فشار زنده	۰/۰۲۸	۰/۰۲۳	۰/۰۱۹	۰/۰۱۶	۰/۰۱۴	۰/۰۱۱	۰/۰۰۷	۰/۰۰۴
	کل خمیدگی	۰/۰۴۲	۰/۰۳۹	۰/۰۳۷	۰/۰۳۶	۰/۰۳۷	۰/۰۳۸	۰/۰۴۱	۰/۰۴۹
	نسبت تغییر شکل درصد	۰/۵۶	۰/۵۲	۰/۴۹	۰/۴۸	۰/۴۹	۰/۵۱	۰/۵۵	۰/۶۵
۹۰	خمیدگی براثر فشار مرده	۰/۰۱۷	۰/۰۱۹	۰/۰۲۲	۰/۰۲۵	۰/۰۲۸	۰/۰۳۳	۰/۰۴۱	۰/۰۵۵
	خمیدگی در اثر فشار زنده	۰/۰۳۵	۰/۰۲۸	۰/۰۲۳	۰/۰۲۰	۰/۰۱۷	۰/۰۱۳	۰/۰۰۹	۰/۰۰۵
	کل خمیدگی	۰/۰۵۳	۰/۰۴۷	۰/۰۴۵	۰/۰۴۵	۰/۰۴۵	۰/۰۴۶	۰/۰۵۰	۰/۰۶۰
	نسبت تغییر شکل درصد	۰/۵۸	۰/۵۲	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۱	۰/۵۶	۰/۶۷
۱۱۰	خمیدگی براثر فشار مرده	۰/۰۲۰	۰/۰۲۳	۰/۰۲۶	۰/۰۳۰	۰/۰۳۳	۰/۰۳۹	۰/۰۴۹	۰/۰۶۶
	خمیدگی در اثر فشار زنده	۰/۰۴۱	۰/۰۳۴	۰/۰۲۸	۰/۰۲۴	۰/۰۲۰	۰/۰۳۹	۰/۰۴۹	۰/۰۶۶
	کل خمیدگی	۰/۰۶۱	۰/۰۵۷	۰/۰۵۴	۰/۰۵۴	۰/۰۵۳	۰/۰۵۴	۰/۰۶۰	۰/۰۷۳
	نسبت تغییر شکل درصد	۰/۵۵	۰/۵۲	۰/۴۹	۰/۴۹	۰/۴۸	۰/۴۹	۰/۵۵	۰/۶۶
۱۲۵	خمیدگی براثر فشار مرده	۰/۰۲۳	۰/۰۲۶	۰/۰۳۰	۰/۰۳۴	۰/۰۳۸	۰/۰۴۵	۰/۰۵۷	۰/۰۷۵
	خمیدگی در اثر فشار زنده	۰/۰۴۷	۰/۰۳۹	۰/۰۳۲	۰/۰۲۷	۰/۰۲۳	۰/۰۱۸	۰/۰۱۲	۰/۰۰۷
	کل خمیدگی	۰/۰۷۰	۰/۰۶۵	۰/۰۶۲	۰/۰۶۱	۰/۰۶۱	۰/۰۶۳	۰/۰۶۹	۰/۶۶
	نسبت تغییر شکل درصد	۰/۵۶	۰/۵۲	۰/۵۰	۰/۴۹	۰/۴۹	۰/۵۰	۰/۵۵	۰/۶۶
۱۴۰	خمیدگی براثر فشار مرده	۰/۰۲۶	۰/۰۳۰	۰/۰۳۴	۰/۰۳۸	۰/۰۴۳	۰/۰۵۱	۰/۰۶۴	۰/۰۸۵
	خمیدگی در اثر فشار زنده	۰/۰۵۴	۰/۰۴۴	۰/۰۳۶	۰/۰۳۱	۰/۰۲۶	۰/۰۲۰	۰/۰۱۴	۰/۰۰۸
	کل خمیدگی	۰/۰۸۰	۰/۰۷۴	۰/۰۷۰	۰/۰۶۹	۰/۰۶۹	۰/۰۷۱	۰/۰۷۸	۰/۰۹۳
	نسبت تغییر شکل درصد	۰/۵۷	۰/۵۳	۰/۵۰	۰/۴۹	۰/۴۹	۰/۵۱	۰/۵۶	۰/۶۶
۱۶۰	خمیدگی براثر فشار مرده	۰/۰۲۹	۰/۰۳۴	۰/۰۳۸	۰/۰۴۳	۰/۰۴۸	۰/۰۵۷	۰/۰۷۲	۰/۰۹۶
	خمیدگی در اثر فشار زنده	۰/۰۶۰	۰/۰۴۹	۰/۰۴۱	۰/۰۳۵	۰/۰۳۰	۰/۰۲۳	۰/۰۱۶	۰/۰۱۰
	کل خمیدگی	۰/۰۸۹	۰/۰۸۳	۰/۰۷۹	۰/۰۷۸	۰/۰۷۸	۰/۰۸۰	۰/۰۸۸	۰/۱۰۶
	نسبت تغییر شکل درصد	۰/۵۶	۰/۵۲	۰/۴۹	۰/۴۹	۰/۴۹	۰/۵۰	۰/۵۵	۰/۶۶
۱۸۰	خمیدگی براثر فشار مرده	۰/۰۳۲	۰/۰۳۹	۰/۰۴۴	۰/۰۵۰	۰/۰۵۵	۰/۰۶۶	۰/۰۸۳	۰/۱۱۰
	خمیدگی در اثر فشار زنده	۰/۰۶۹	۰/۰۵۶	۰/۰۴۷	۰/۰۴۰	۰/۰۳۴	۰/۰۲۶	۰/۰۱۸	۰/۰۱۱
	کل خمیدگی	۰/۱۰۲	۰/۰۹۵	۰/۰۹۱	۰/۰۹۰	۰/۰۸۹	۰/۰۹۲	۰/۱۰۱	۰/۱۲۱
	نسبت تغییر شکل درصد	۰/۵۷	۰/۵۳	۰/۵۱	۰/۵۰	۰/۴۹	۱/۰۵۱	۰/۵۶	۰/۶۷
۲۰۰	خمیدگی براثر فشار مرده	۰/۰۳۶	۰/۰۴۲	۰/۰۴۸	۰/۰۵۴	۰/۰۶۰	۰/۰۷۲	۰/۰۹۰	۰/۱۲۱
	خمیدگی در اثر فشار زنده	۰/۰۷۶	۰/۰۶۲	۰/۰۵۱	۰/۰۴۴	۰/۰۳۷	۰/۰۲۸	۰/۰۲۰	۰/۰۱۲
	کل خمیدگی	۰/۱۱۲	۰/۱۰۴	۰/۰۹۹	۰/۰۹۸	۰/۰۹۷	۰/۱۰۰	۰/۱۱۰	۰/۱۳۳
	نسبت تغییر شکل درصد	۰/۵۶	۰/۵۲	۰/۵۰	۰/۴۹	۰/۴۹	۰/۵۰	۰/۵۵	۰/۶۷

بقیه جدول شماره ۱۲

۲۲۰	خمیدگی براثرفشارمرده	۰/۰۴۱	۰/۰۴۸	۰/۰۵۴	۰/۰۶۱	۰/۰۶۸	۰/۰۸۱	۰/۱۰۲	۰/۱۳۶۶
	خمیدگی دراثرفشارزنده	۰/۰۸۵	۰/۰۷۰	۰/۰۵۸	۰/۰۴۹	۰/۰۴۲	۰/۰۳۲	۰/۰۲۰	۰/۰۱۳
	کل خمیدگی	۰/۱۲۶	۰/۱۱۸	۰/۱۱۲	۰/۱۱۰	۰/۱۱۰	۰/۱۱۳	۰/۱۲۴	۰/۱۴۹
	نسبت تغییرشکل درصد	۰/۵۶	۰/۵۲	۰/۵۰	۰/۴۹	۰/۴۹	۰/۵۰	۰/۵۵	۰/۶۶
۲۶۰	خمیدگی براثرفشارمرده	۰/۰۴۵	۰/۰۵۳	۰/۰۶۰	۰/۰۶۸	۰/۰۷۵	۰/۰۹۰	۰/۱۱۳	۰/۱۵۱
	خمیدگی دراثرفشارزنده	۰/۰۹۵	۰/۰۷۷	۰/۰۶۴	۰/۰۵۴	۰/۰۴۷	۰/۰۳۵	۰/۰۲۵	۰/۰۱۵
	کل خمیدگی	۰/۱۴۰	۰/۱۳۰	۰/۱۲۴	۰/۱۲۲	۰/۱۲۲	۰/۱۲۵	۰/۱۳۸	۰/۱۶۶
	نسبت تغییرشکل درصد	۰/۵۶	۰/۵۲	۰/۵۰	۰/۴۹	۰/۴۹	۰/۵۰	۰/۵۵	۰/۶۶
۲۸۰	خمیدگی براثرفشارمرده	۰/۰۵۱	۰/۰۶۰	۰/۰۶۸	۰/۰۷۷	۰/۰۸۵	۰/۱۰۲	۰/۱۲۸	۰/۱۷۰
	خمیدگی دراثرفشارزنده	۰/۱۰۷	۰/۰۸۷	۰/۰۷۳	۰/۰۶۲	۰/۰۵۳	۰/۰۴۰	۰/۰۲۸	۰/۰۱۷
	کل خمیدگی	۰/۱۵۸	۰/۱۴۷	۰/۱۴۱	۰/۱۳۹	۰/۱۳۸	۰/۱۴۲	۰/۱۵۶	۰/۱۸۷
	نسبت تغییرشکل درصد	۰/۵۶	۰/۵۳	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۴۹	۰/۵۱	۰/۵۶	۰/۶۷
۳۱۰	خمیدگی براثرفشارمرده	۰/۰۵۸	۰/۰۶۸	۰/۰۷۸	۰/۰۸۸	۰/۰۹۷	۰/۱۱۷	۰/۱۴۶	۰/۱۹۵
	خمیدگی دراثرفشارزنده	۰/۱۲۳	۰/۱۰۰	۰/۰۸۳	۰/۰۷۰	۰/۰۶۰	۰/۰۴۶	۰/۰۳۲	۰/۰۱۹
	کل خمیدگی	۰/۱۸۱	۰/۱۶۸	۰/۱۶۱	۰/۱۵۸	۰/۱۵۷	۰/۱۶۳	۰/۱۷۸	۰/۲۱۴
	نسبت تغییر شکل درصد	۰/۵۷	۰/۵۳	۰/۵۱	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۲	۰/۵۷	۰/۶۸
۳۶۰	خمیدگی براثر فشارمرده	۰/۶۵	۰/۰۷۵	۰/۰۸۶	۰/۰۹۷	۰/۱۰۸	۰/۱۲۹	۰/۱۶۲	۰/۲۱۶
	خمیدگی دراثرفشار وزنده	۰/۱۳۶	۰/۱۱۱	۰/۰۹۲	۰/۰۷۸	۰/۰۶۷	۰/۰۵۱	۰/۰۳۶	۰/۰۲۱
	کل خمیدگی	۰/۲۰۱	۰/۱۸۶	۰/۱۷۸	۰/۱۷۵	۰/۱۷۵	۰/۱۸۰	۰/۱۹۸	۰/۲۳۷
	نسبت تغییر شکل درصد	۰/۵۷	۰/۵۲	۰/۵۰	۰/۴۹	۰/۴۹	۰/۵۱	۰/۵۶	۰/۶۷
۴۰۰	خمیدگی براثرفشارمرده	۰/۰۷۴	۰/۰۸۶	۰/۰۹۸	۰/۱۱۰	۰/۱۲۳	۰/۱۴۷	۰/۱۸۴	۰/۲۴۵
	خمیدگی دراثرفشارزنده	۰/۱۵۴	۰/۱۲۶	۰/۱۰۵	۰/۰۸۹	۰/۰۷۶	۰/۰۵۸	۰/۰۴۱	۰/۰۲۴
	کل خمیدگی	۰/۲۲۸	۰/۲۱۲	۰/۲۰۳	۰/۱۹۹	۰/۱۹۹	۰/۲۰۵	۰/۲۲۵	۰/۲۶۹
	نسبت تغییرشکل درصد	۰/۵۷	۰/۵۳	۰/۵۱	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۱	۰/۵۶	۰/۶۷

محاسبه برای لوله های گروه ۱۰ بحمل آمده است .

جدول شماره ۱۳ ــ فشارهای ایجاد شده توسط خاك (فشارمرده) (کیلوگرم برسانتیمترمربع)

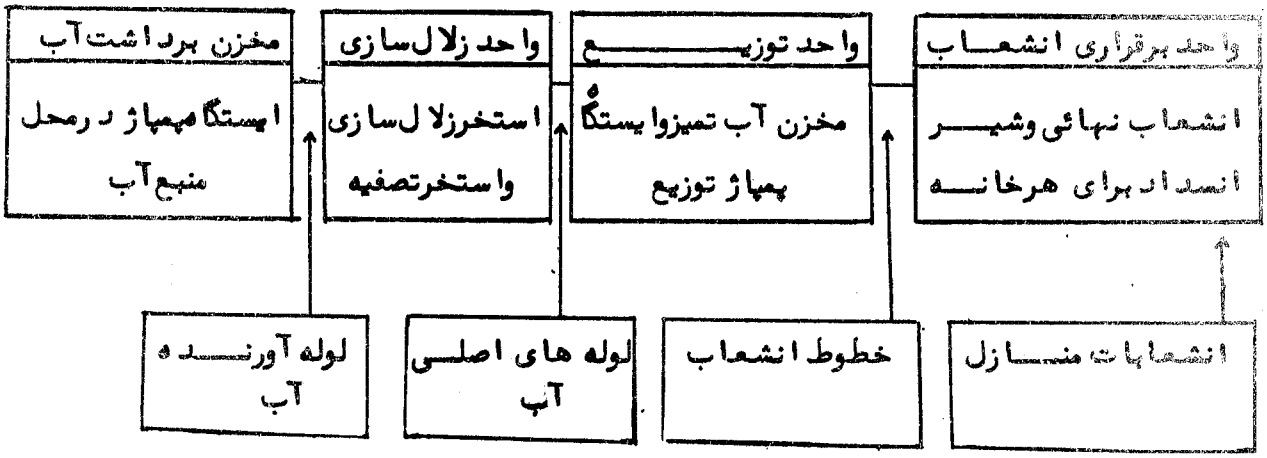
(در زاویه حرکت ۹۰ درجه)

قطراسمی	عمق پوشش (سانتیمتر)	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۱۰۰	۱۲۰	۱۵۰	۲۰۰
	فشاراصلی خاك یافشارمرده کیلوگرم برسانتیمتر مربع	۰/۱۰۸	۰/۱۲۶	۰/۱۴۵	۰/۱۶۲	۰/۱۸۰	۰/۲۱۶	۰/۲۷۰	۰/۳۶۰
۶۳	قسمت فوقانی لوله	۸/۶	۱۰	۱۱/۵	۱۲/۹	۱۴/۳	۱۷/۱	۲۱/۴	۲۸/۶
	قسمت تحتانی لوله	۱۱/۴	۱۳/۳	۱۵/۶	۱۷/۱	۱۹/۱	۲۲/۹	۲۸/۶	۳۸/۱
۷۵	قسمت فوقانی لوله	۸/۴	۹/۸	۱۱/۳	۱۲/۷	۱۴/۱	۱۶/۹	۲۱/۱	۲۸/۱
	قسمت تحتانی لوله	۱۱/۳	۱۳/۱	۱۵/۰	۱۶/۹	۱۸/۸	۲۲/۵	۲۸/۱	۳۷/۵
۹۰	قسمت فوقانی لوله	۸/۵	۹/۹	۱۱/۵	۱۲/۸	۱۴/۲	۱۷	۲۱/۳	۲۸/۴
	قسمت تحتانی لوله	۱۱/۴	۱۳/۲	۱۵/۱	۱۷/۰	۱۸/۹	۲۲/۷	۲۸/۴	۳۷/۸
۱۱۰	قسمت فوقانی لوله	۸/۴	۹/۸	۱۱/۳	۱۲/۶	۱۴	۱۶/۷	۲۰/۹	۲۷/۹
	قسمت تحتانی لوله	۱۱/۲	۱۳	۱۴/۴	۱۶/۷	۱۸/۶	۲۲/۳	۲۷/۹	۳۷/۲
۱۲۵	قسمت فوقانی لوله	۸/۴	۹/۸	۱۱/۳	۱۲/۷	۱۴/۱	۱۶/۹	۲۱/۱	۲۸/۱
	قسمت تحتانی لوله	۱۱/۳	۱۳/۱	۱۵	۱۶/۹	۱۸/۸	۲۲/۵	۲۸/۱	۳۷/۵
۱۴۰	قسمت فوقانی لوله	۸/۵	۹/۹	۱۱/۳	۱۲/۷	۱۴/۱	۱۷	۲۱/۳	۲۸/۳
	قسمت تحتانی لوله	۱۱/۳	۱۳/۲	۱۵/۱	۱۷	۱۸/۹	۲۲/۶	۲۸/۳	۳۷/۷
۱۶۰	قسمت فوقانی لوله	۸/۴	۹/۸	۱۱/۲	۱۲/۶	۱۴	۱۶/۸	۲۱	۲۸
	قسمت تحتانی لوله	۱۱/۲	۱۳/۱	۱۴/۸	۱۶/۸	۱۸/۷	۲۲/۴	۲۸	۳۷/۳
۱۸۰	قسمت فوقانی لوله	۸/۵	۹/۹	۱۱/۴	۱۲/۸	۱۴/۲	۱۷	۲۱/۳	۲۸/۴
	قسمت تحتانی لوله	۱۱/۴	۱۳/۲	۱۵/۱	۱۷/۰	۱۸/۹	۲۲/۷	۲۸/۴	۳۷/۸
۲۰۰	قسمت فوقانی لوله	۸/۴	۹/۸	۱۱/۳	۱۲/۷	۱۴/۱	۱۶/۹	۲۱/۱	۲۸/۱
	قسمت تحتانی لوله	۱۱/۳	۱۳/۱	۱۵	۱۶/۹	۱۸/۸	۲۲/۵	۲۸/۱	۳۷/۵
۲۲۵	قسمت فوقانی لوله	۸/۴	۹/۸	۱۱/۳	۱۲/۷	۱۴/۱	۱۶/۹	۲۱/۱	۲۸/۱
	قسمت تحتانی لوله	۱۱/۳	۱۳/۱	۱۵	۱۶/۹	۱۸/۸	۲۲/۵	۲۸/۱	۳۷/۵
۲۵۰	قسمت فوقانی لوله	۸/۴	۹/۸	۱۱/۳	۱۲/۷	۱۴/۱	۱۶/۹	۲۱/۱	۲۸/۱
	قسمت تحتانی لوله	۱۱/۳	۱۳/۱	۱۵	۱۶/۹	۱۸/۸	۲۲/۵	۲۸/۱	۳۷/۵
۲۸۰	قسمت فوقانی لوله	۸/۵	۹/۹	۱۱/۳	۱۲/۷	۱۴/۱	۱۷	۲۱/۳	۲۸/۳
	قسمت تحتانی لوله	۱۱/۳	۱۳/۲	۱۵/۱	۱۷/۰	۱۸/۹	۲۲/۶	۲۸/۳	۳۷/۷
۳۱۵	قسمت فوقانی لوله	۸/۶	۱۰	۱۱/۵	۱۲/۹	۱۴/۳	۱۷/۱	۲۱/۴	۲۸/۶
	قسمت تحتانی لوله	۱۱/۴	۱۳/۳	۱۵/۴	۱۷/۱	۱۹/۱	۲۲/۹	۲۸/۶	۳۸/۱
۳۵۵	قسمت فوقانی لوله	۸/۵	۹/۹	۱۱/۳	۱۲/۷	۱۴/۱	۱۷/۰	۲۱/۲	۲۸/۳
	قسمت تحتانی لوله	۱۱/۳	۱۳/۲	۱۵/۱	۱۷/۰	۱۸/۸	۲۲/۶	۲۸/۳	۳۷/۷
۴۰۰	قسمت فوقانی لوله	۸/۵	۹/۹	۱۱/۴	۱۲/۸	۱۴/۲	۱۷/۱	۲۱/۳	۲۸/۴
	قسمت تحتانی لوله	۱۱/۴	۱۳/۳	۱۵/۴	۱۷/۱	۱۸/۹	۲۲/۷	۲۸/۴	۳۷/۹

محاسبه بالا برای لوله های گروه ۱۰ بعمل آمده است .

۳ــ۱ــ شبکه لوله کشی آب سرد

بطور کلی شبکه لوله کشی که در سیستم های آب سرد بکار میرود را میتـــوان بشرح زیر طبقه بندی نمود :



سیستمهای آب سرد به سیستمهای کلی اطلاق میشود که برای انسان با استفاده از شبکه لوله کشی و سایر عملیات آب آشامیدنی تهیه مینمایند .

سیستمهای لوله کشی آب سرد را با در نظر گرفتن تعداد نفوسی که از شبکه استفاده میکنند میتوان بشرح زیر طبقه بندی نمود .

سرویسهـــای آب سرد		سرویسهای آب سرد خصوص
سرویسهای آب سرد	سرویسهای آب سرد مشترک	
به افراد غیرمشخص تا بیش از ۵۰۰۱ نفر سرویس میدهد	به افراد غیرمشخص تا ۵۰۰۰ نفر سرویس میدهد	به افراد مشخص بیش از ۱۰۱ نفر سرویس میدهد

۳ــ۲ــ طرح ریزی اساسی شبکه توزیع

شبکه توزیع برمبنای اطلاعات زیر طرح ریزی میشود :

الف ــ مقدار تخمینی حد اکثر مصرف آب در روز برابر است با :

(حد اکثر آب تخمینی مصرفی هرنفر در روز) × تعداد تخمینی جمعیت (تعداد تخمینی منازل × متوسط نفرات در هرخانه)

ب ــ تامین تخمینی آب

$$\text{تخمین حد اکثر مصرف در ساعت} = \frac{\text{تخمین حد اکثر آب مصرفی شبانه روز}}{۲۴} \times \begin{cases} \text{۱ــ۲ آب مصرفی در حالت معمولی} \\ \text{برای شهرهای بزرگ صنعتی} \quad ۱/۳ \\ \text{برای شهرهای متوسط} \quad ۱/۵ \\ \text{برای شهرهای کوچک و مناطق مخصوص} \quad ۲ \end{cases}$$

۳ــ۲ــ۱ آب مصرفی در آتش نشانی

تخمین حد اکثر مصرفی در روز + نیاز آتش نشانی

۳ــ۲ــ۲ حد اقل فشار هیدرودینامیك (آب) در شبکه توزیع

فشار استاندارد هیدرودینامیك معمولا " ۱/۵ کیلوگرم به سانتیمتر مربع یا بیشتر است و نباید منفی شود .

۳ــ۲ــ۳ ترتیب لوله کشی

الف ــ برای مناطقی که قرار است در آنها لوله کشی آب سرد انجام شود نقشه‌های مورد نظر را تهیه کنید و تصمیم بگیرید که آیا در سیستم انتقال آب میخواهید از روش شیب وگرانروی ویا روش پمپاژ استفاده نمائید .

ب ــ پس از روشن شدن میزان انشعاب در ناحیه تحت لوله کشی و اختلاف ارتفاعات موجود ، در مورد انتخاب روش لوله کشی مشبك یا نحوه توزیع پنجه ای تصمیم بگیرید و خطوط فرضی لوله ها را بکشید .

ج ــ طرح مورد نظر را با توجه به لوله های مورد نظر رسم کنید سپس با روشن شدن ارتفاع زمین ، فاصله بین قسمتهای مختلف ، وضعیت شبکه (اگر موجود باشد) وسایر عوامل قابل اهمیت ، محاسبات لازم را انجام دهید .

د ــ پس از طی مراحل بالا تصمیم در مورد نوع لوله های مصرفی و اندازه آنها باید گرفته شود .

۳ــ۳ فرمولهای هیدرولیکی

۳ــ۳ــ۱ فرمولهای میانگین سرعت جریان (فرمولهائی برای افت اصطکاکی)

استفاده از فرمول Weston در سرویسهای لوله کشی تا قطر ۶۳ میلیمتر وفرمول Hazen and Williams در شبکه توزیع شده اند .

الف ــ فرمول وستن (Weston)

$$h = (0.126 + \frac{0.1739 - 0.1087d}{V}) \frac{l}{d} \cdot \frac{V^2}{2g} \quad (9)$$

که در آن

h افت اصطکاك در سر به متر

V میانگین سرعت جریان به متر در ثانیه

l طول لوله به متر

g شتاب ثقل (۹/۸ متر به توان دوم ثانیه)

d قطر داخلی لوله به متر

ب ــ فرمول TW

از آنجائیکه متغیر V در ضریب فرمول وستن وجود دارد ، اداره آب دولتی توکیو فرمول زیر را که بنام فرمول TW معروف است برای لوله های بزرگتر از ۶۳ میلیمتر قطر اسمی معین کرده است .

$$Q = C \times d^{2/72} \times I^{0/54}$$

که در آن

Q دبی آب به سانتیمتر مکعب در ثانیه

C ضریب سرعت

d قطر داخلی لوله به سانتیمتر

I شیب هیدرولیکی

در آزمایشاتی که به سرپرستی آقای Moringa از اداره آب دولتی توکیو انجام شده است C وقتیکه ضریب جنبشی غلطک (ν)* برابر ۰/۰۱۳ سانتیمتر مربع به ثانیه باشد . برابر ۲۱۵ در حرارت ۱۰ درجه بدست آمده است

ج ــ فرمول Hazen Williams

$$V = 0/84935 \times C \times R^{0/63} \times I^{0/54} \qquad (11)$$

فرمول بالا را میتوان به شکل زیر تغییر داد

$$V = 0/35464 \times C \times d^{0/63} \times I^{0/54} \qquad (12)$$

$$Q = 0/27853 \times C \times d^{2/63} \times I^{0/54} \qquad (13)$$

$$d = 1/6258 \times \frac{C^{0/38}}{I^{0/205}} \times Q^{1/38} \qquad (14)$$

$$I = h/l = 10/666 \times \frac{C^{1/85}}{d^{4/87}} \times Q^{1/85} \qquad (15)$$

---

* Kinetic Viscosity

که در آن

V =میانگین سرعت جریان متر برثانیه

c =ضریب جریان

d =قطر داخلی لوله به متر

I =شیب هیدرولیکی

Q =دبی (مقدار جریان) به متر مکعب در ثانیه

l = طول لوله کشیده شده بمتر

h =افت اصطکاک در سر به متر

$$R = \text{قطر عمق که برابر است با} \frac{\text{مساحت سطح مقطع لوله}}{\text{طول محیطی مابعد رسطح مقطع لوله}} \text{ به متر}$$

جدول ۱۶ــ مقدار C در فرمول H & W

نوع لوله	مقدار C	نوع لوله	مقدار C
لوله‌چدنی (بعد از ۲۰ سال)	۱۰۰	لوله‌سیمان‌مسلح (که‌با‌روش‌گریزاز مرکز ساخته شده)	۱۳۰
لوله‌فولادی (بعد از ۲۰ سال)	۱۰۰		
لوله‌چدنی پوشیده شده باملاط	۱۳۰	لوله سیمانی (افشاری)	۱۳۰
لوله فولادی‌اندود شده	۱۳۰	لوله‌های‌سخت پی.وی.سی	۱۴۰
لوله‌آزبست (پنبه‌نسوز+سیمان)	۱۳۰	لوله‌سخت‌پلی اتیلن	۱۴۰

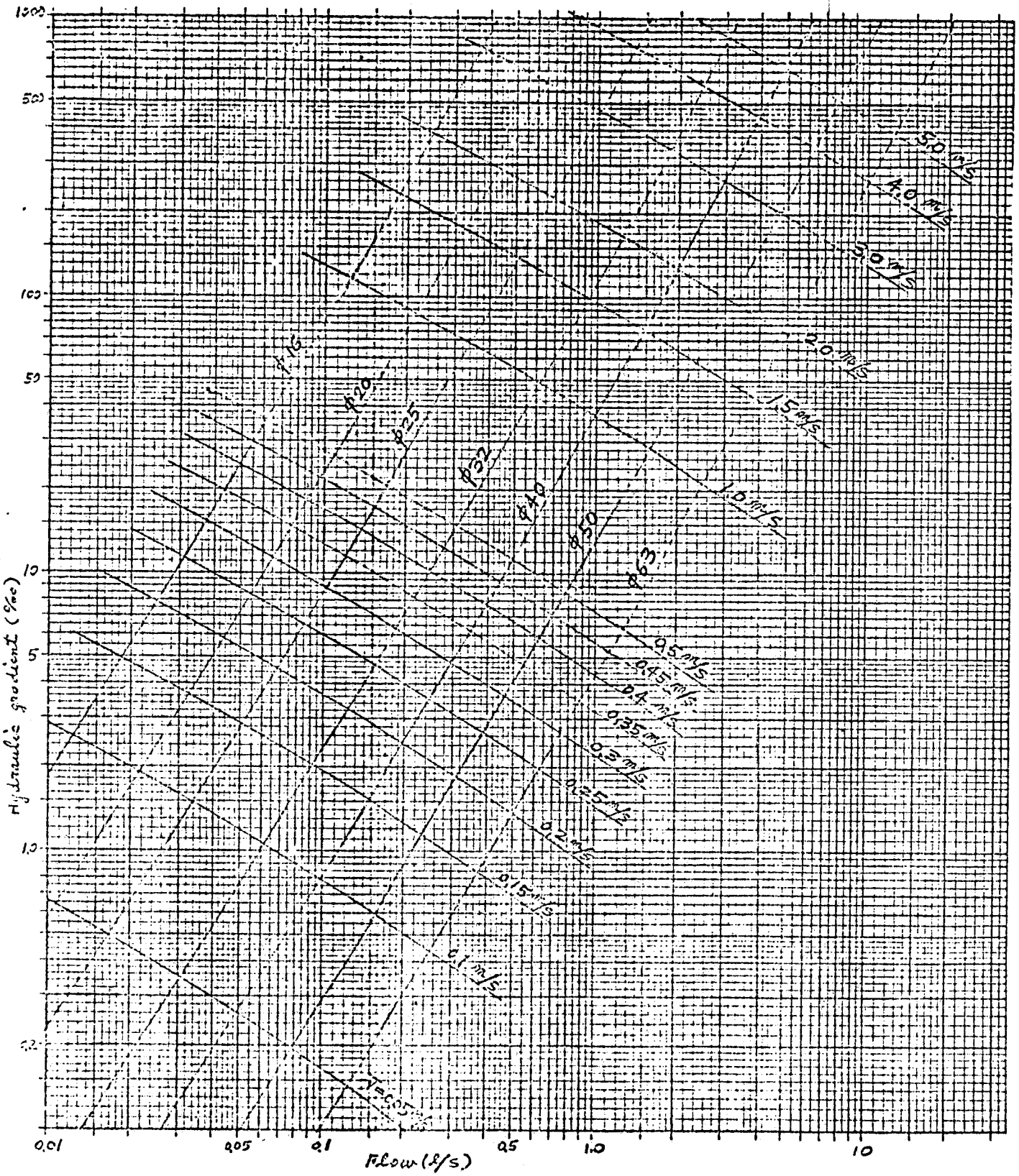
از نتایج آزمایشاتی که توسط پرفسور Kurokawa از دانشگاه یوکوهوما انجام شده مقدار C برای لوله P.V.C بین ۱۴۵ — ۱۶۰ در فرمول W ع H معین شده است (۱۶۰ زمانی است که جریان از سراتصالها بطرف بوشن میرود و ۱۴۰ برعکس).

از آنجائیکه در لوله های P.V.C هیچ نوع زنگ و یا لایه رسوبی ایجاد نمیشود مقدار C = ۱۵۰ برای آن کافی است اما بطور کلی C = ۱۴۰ بعنوان میزان حداکثر پذیرفته شده است.

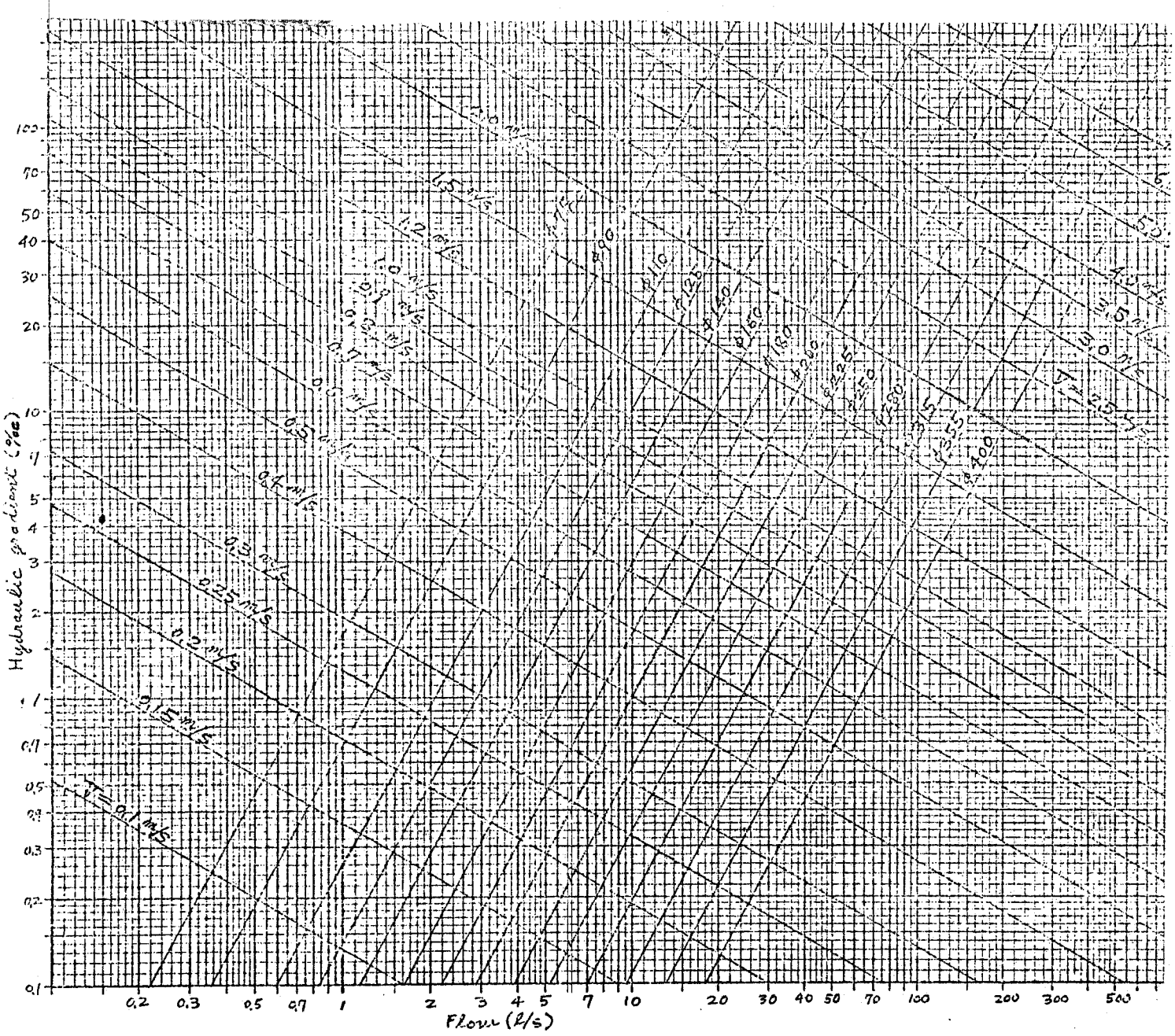
۳—۳—۲ دیاگرامهای جریان

دیاگرامهای بدست آمده ازروی فرمولهای Weston و Hazen Williams در تصاویر ۷و۸ مندرج شده است:

تصویر۷ــ منحنی بااستفاده ازفرمول Weston



تصویر ۸ــ منحنی با استفاده ازفرمول Hazen & William



۳ـ۳ـ۳افت سر اتصالها

افت جزئی سر اتصالها اغلب در نظر گرفته نمیشود اما در مواقعی که‌محاسبه آن بطور دقیق در شبکه لوله کشی آب لازم است از فرمول زیر استفاده‌میشود

$$h = f \frac{v^2}{2g} \quad \text{(16)}$$

که در آن

h=افت سر به متر

v=سرعت جریان به متر در ثانیه

g=شتاب ثقل (۹/۸ متر در ثانیه)

f= ضریب افت که با توجه به شکل اتصال تعیین میشود .

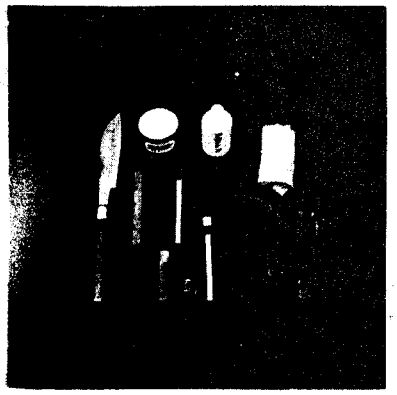
نوع اتصال ها	شکـــــل	ضریب افت f
زانوئـــــی	۴۵	۰/۴
	۹۰	۱/۰
خـــــم	۲۲/۵	۰/۱
	۴۵	۰/۲
	۹۰	۰/۴
سه راهه	جریان مستقیم	۰/۳۵
	زاویه ۹۰ درجه نسبت به جریان مستقیم	۱/۲
	یك سر مسدود سپس جریان به دوشاخه دیگر برود	۱/۲
تبدیل	بسته به نسبت اقطـــار	۰/۱ — ۰/۵

٤ــ١ــ نصب لوله

٤ــ١ــ١ــ روش TS

الف ــ روش اصلی

تصویر ٩ــ ابزارها ومواد



ــ ابزارها ومواد

اره چوب بری

سوهان (تخت ، طول قسمت برشی ٣٠٠ میلیمتر و آهن ساب باشد)

طناب سیمی دوسرحلقه دار (اندازه در تصویر ٢٤ وجدول شماره ١٩ درج شده است) .

نوار اندازه گیری (متر) ومداد علامت گذاری

محلول چسب و برس

پارچه خشک وداخل کننده لوله

ــ بریدن لوله

تصویر ١٠ــ بریدن لوله

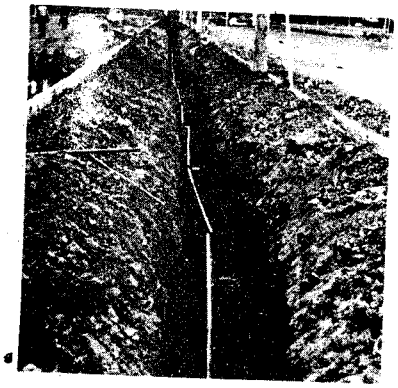
طولی از لوله را که باید بریده شود بدقت اندازه گیری کنید سپس خط بر (این خط باید نسبت به محورلوله عمود باشد) را با مداد علامت گذاری بکشید وبا اره لوله را ببرید .

تصویر ۱۱ ــ اریب کردن لبه انتهائی لوله

ــ اریب کردن لبه انتهائی لوله

لبه انتهائی لوله را در جهت محیطی باندازه ۲ میلیمتر با سوهان یا چاقو اریب کنید . این امر بخصوص وقتیکه لوله بریده میشود باید انجام شود و انتهای لوله صاف شود .

تصویر ۱۲ ــ کارگذاری لوله ها



ــ کارگذاری لوله‌ها

لوله ها را با دست در داخل گودال قرار دهید مواظبت کنید که هیچ نوع قلوه یا تخته سنگ در داخل گودال نریزد و مطمئن شوید که هرگونه سنگی را از داخل گودال خارج نموده اید .

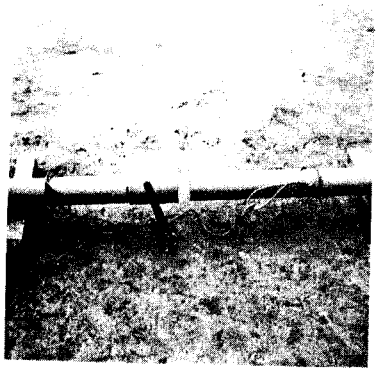
تصویر ۱۳ ــ بازرسی نقطه صفر و علامت گذاری عمق اتصال

ــ بازرسی نقطه صفر و علامت گذاری عمق اتصال

سر لوله را بآهستگی بداخل بوشن فشار دهید دقت کنید نقطه ای را که لوله ثابت میشود (نقطه صفر) باید بین $\frac{1}{3}$ تا $\frac{2}{3}$ طول بوشن باشد . باندازه طول بوشن در روی سر لوله علامت بگذارید تا بعنوان مقیاسی در هنگام اتصال بکار آید .

— نصب داخل کننده لوله (به اتصال)

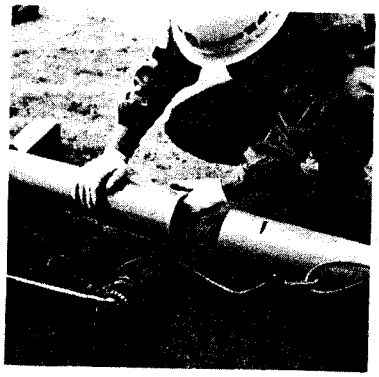
تصویر ۱۴ — کارگذاری داخل کننده لوله



در دو انتهای نرومادہ لوله ها طناب سیمی دوسر حلقه دار را قرار دهید وسپس داخل کننده لوله را سوار کنید . قبل از انجام این عمل هرنوع رطوبت را از روی لوله پاک کنید تا اشکالی در اثر لغزش طناب سیمی ایجاد نشود .

— تمیز کردن لوله

تصویر ۱۵ — تمیز کردن



هرنوع رطوبت و گرد و خاک را از داخل بوشن پاک کنید همچنین دو سر انتهائی لوله را با یک پارچه خشک تمیز نمائید در صورتی که لوله به روغن یا گریس آغشته است این عمل را با پارچه ای مرطوب که حاوی حلالهائی مانند استن باشد انجام دهید.

— استعمال محلول چسب

تصویر ۱۶ — استعمال محلول چسب

بطور یکنواخت وسریع محلول چسب را به قسمت داخلی اتصال و خارجی انتهای لوله ها بمالید پوشش چسب داخل بوشن باید نازک باشد ولی به سطح خارجی انتهای لوله ها باید مقدار بیشتری چسب مالیده شود .

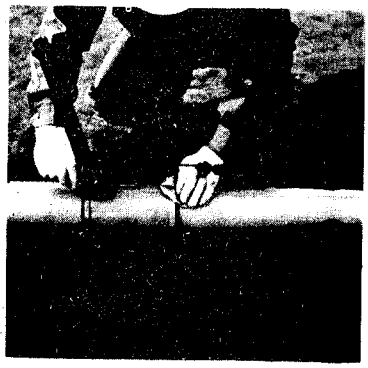
— دخول لوله (به اتصال)

تصویر ۱۷ — دخول لوله

بعد از بکار بردن چسب محورهای لوله واتصال باید در یک‌راستا قرار گیرند و لوله با فشار بداخل اتصال تامحـــل علامت گذاری شده فرورود برای‌این‌منظور باید از داخل کننده لوله‌استفاده شود.

— نگهداشتن

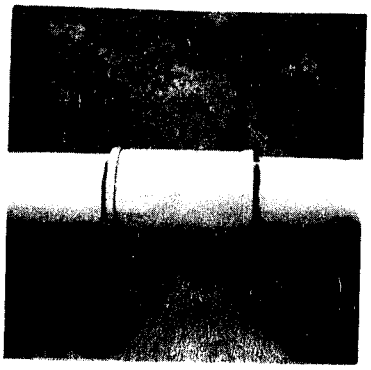
تصویر ۱۸ — نگهداشتن



بعد ازدخول ،لوله و اتصال باید درمحل ثابت شوند . اگرداخل کننده بلافاصـله پس‌از عمل دخول برداشته شود لوله از داخل اتصال بیرون میزند .زمـــان نگهداشتن درتابستان حداقل ۱دقیقه ودرزمستان ۲تا ۳دقیقه میباشددرایـن مدت هرگونه چسب زیادی را باپارچـــه خشك تمیز نمائید و هرچسب ریخته شده بداخل گودال را بردارید .

— تکمیل

تصویر ۱۹ — تکمیل



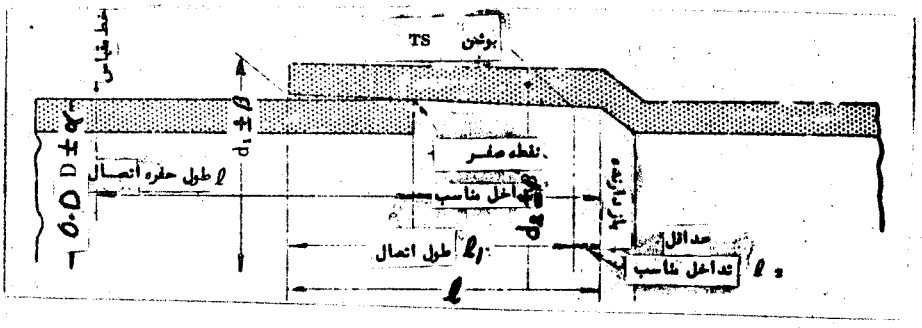
بلافاصله پس‌ازجفت‌کردن اتصال هـــا نباید هیچگونه جنبش ،کشش ویافشارزائد بآن وارد شود زیرا که چسب کاملا" خشك نشده است .

احتیاط ــ در زمستان بخارهای چسب باید برطرف شود .

تبصره ۱۰ ــ اساس روش TS

روش TS که مخفف روش اتصال (مخروطی) با استفاده از محلول چسب است یکی از روشهای فنی استاندارد برای اتصال لوله میباشد . در این روش با استعمال محلول چسب از خواص تجزیه و تورم آن و همچنین خاصیت ارتجاعی (elasticity) P.V.C استفاده می شود .

تصویر ۲۰ ــ ساختمان بوشن TS



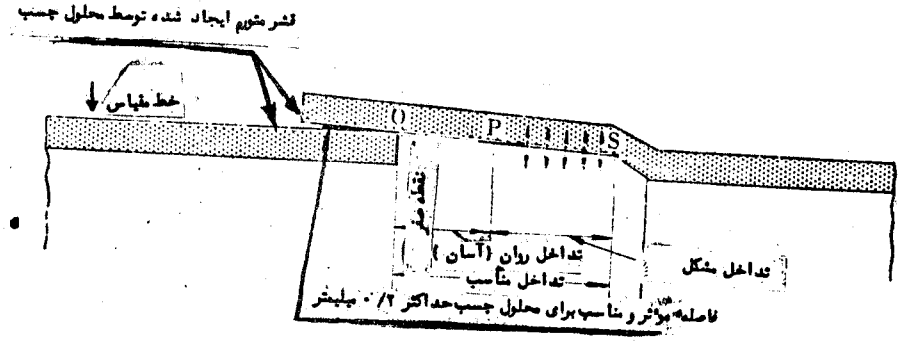
$$d_1 = D + (\alpha + \beta)$$

$$d_2 = D - (\alpha + \beta)$$

$$T = \frac{d_1 - d_2}{l_1} = \frac{2(\alpha + \beta)}{l_1}$$

لوله P.V.C دارای تغییرات مجاز $\alpha \pm$ در روی قطر خارجی (D) میباشد برای انجام اتصال هرنوع ترکیبی با هر تغییرات مجازی اندازه مدخل ورودی اتصال (d1) باندازه $\alpha + \beta$ از قطرخارجی لوله بزرگتر ساخته میشود و همچنین اندازه داخلی اتصال (d2) باندازه $\alpha + \beta$ کوچکتر ازقطر خارجی لوله ساخته میشود . این بدین معنی است که لوله معمولا" میتواند باندازه $\frac{1}{3}$ تا $\frac{2}{3}$ طول بوشن بداخل آن بدون مصرف وارد شود . این محل" نقطه صفر" نامیده میشود .

تصویر ۲۱ــ اساس اتصال TS



بکار بردن محلول چسب طبق روش بالا در روی قسمت داخلی بوشن و قسمت خارجی انتهای لوله قشر متورم قابل حلی بضخامت ۰/۱ میلیمتر ایجاد مینماید این موضوع سبب میشود که لوله براحتی تا نقطه P وارد بوشن شود . این عمل " دخول آسان یا روان" نامیده میشود . فشار بعدی انتهای لوله بداخل بوشن باعث میشود که لوله توسط نیروی ارتجاعی خود تحت فشار قرار بگیرد . این نیرو باعث باز شدن داخل بوشن شده و دخول لوله را تا نقطه S اجازه میدهد این عمل " دخول مشکل "نامیده میشود چسب در فاصله بین بوشن و لوله قرارمیگیرد ودر صورتیکه فاصله بین آندو کمتر از ۲ میلیمتر باشد خود لوله مانند چسب عمل مینماید و به بوشن می چسبد .

تبصره ۲ــ نصب در زمستان و هوای سرد

مواظبت های ویژه زیر باید در هنگام نصب لوله در زمستان و هـــوای سرد انجام پذیرد :

۱ــ حمل ونقل لوله

تصادم و برخورد

لوله ها باید با دقت حمل شوند . حمل بی دقت که باعث برخورد لوله به اجسام سخت و افتادن آن شود ممکنست باعث شکســـت آن گردد .

خمیدگی

از خمیدگیهای غیر ضروری پرهیز کنید . مطمئن شوید که در هرانحناء خم مورد لزوم را مصرف نموده اید .

۲ــ علاج ترك خوردگی بعلت مصرف چسب

این ترك خوردگی در اثر فشار بوجود میآید . این نوع ترك خصوصا به آنهائی اطلاق میشود که پس از استعمال چسب در روی لولـه ایجاد شده اند .

چنین ترکهائی زمانی ایجاد میشود که سه‌عامل‌زیرهم زمان وجـــود داشته باشند .

ــ درجه حرارت پائین تر از ۵ درجه سانتیگراد

ــ فشار (مانند فشار حرارتی وخمشی)

ــ وجود چسب (مانند محلول چسب وضد خوردگی (۱))

---

(۱) corrosion inhibitor

جدول زیر نشان دهنده روشهای علاج ترکهای حادث از مصرف چسب میباشد .

ترکهای مذکور باید با انتخاب یك روش مناسب محیط و شرائط مربوطه برطرف گردد .

جدول شماره ۱۸ــ علاج ترکهای ایجاد شده در اثر استعمال چسب

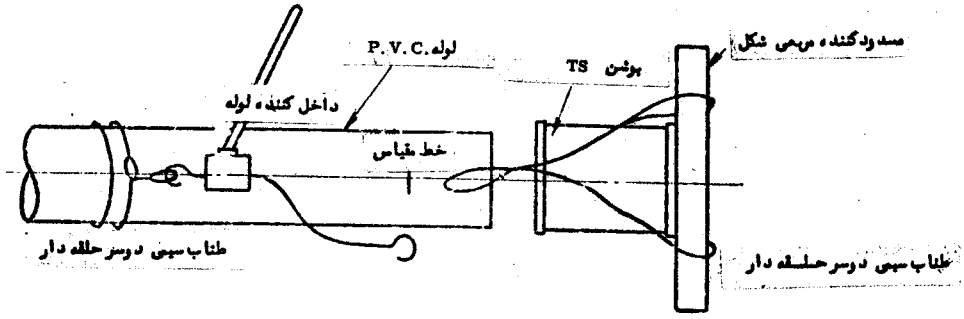
مـــــواد	عـــــــــــلاج
مصرف مقدار متناسب چسب	نوعی از چسب را که فوری خشك میشود مصرف کنید ویك لایه نازك و یکنواخت از آن مصرف کنید .
پاك کردن چسب	چسب زیادی را بایك پارچه خشك پاك کنید همچنین چسبهای ریخته شده در داخل گودال را نیز بردارید .
تهـــویـــــه	بعد از نصب کردن بخار چسب را از داخل لوله خارج کنید (برای حداقل ٤ تا ٥ ساعت) برای این منظور یك باد بزن بزرگ کم فشار بکار برید
دقت در نصب خم ها	مطمئن شوید که خم های مورد لزوم را مصرف کنید
تهیه پوشش ماسه ای	همیشه پوششی از ماسه برای لوله تهیه کنید . تماس مستقیم لوله با سنگ باعث ایجاد فشار متمرکز میشود .
استفاده از اتصالهای تهیه شده در روی زمین	قبلاً ۲ تا ٤ قطعه از لوله را در روی زمین با اتصالهای مربوطه وصل کنید و بخارات چسب را با استفاده از جریان طبیعی هوا برطرف کنید سپس اتصال در گودال را انجام دهید .
پر کردن زود تر گودال	گودال را زود پر کنید نگهداری لوله های سوار شده بدون پر کردن گودال باعث بالا رفتن اختلاف تدریجی حرارت و مقاومت کشش میشود
باز کردن دو سر لولـــه	کلیه شیرها و شیرهای هوا را بمنظور تهویه بهتر و خارج شدن بخارهای چسب باز کنید .
عبور آب	پس از سوار کردن و گذشت زمان لازم برای چسبیدن کامل لوله به اتصالها جریان آب را در داخل لوله برقرار نمائید .

تبصره ۳ــ چگونگی نصب " داخل کننده " لوله

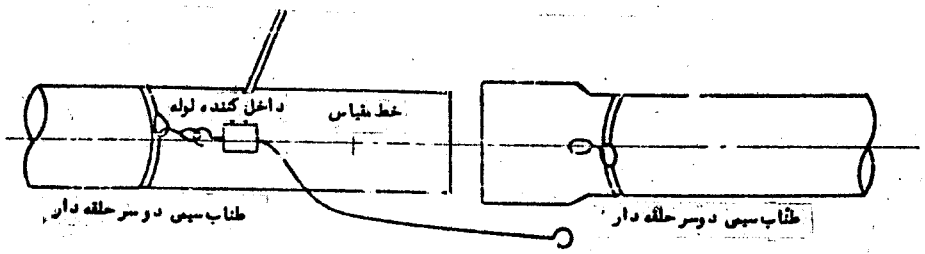
داخل کننده را روی لوله با استفاده ازطناب سیمی دوسر حلقه دار بطریق زیر نصب کنید :

۱ــ قرار دادن داخل کننده در روی‌لوله

تصویر ۲۲ــ اتصال لوله به بوشن



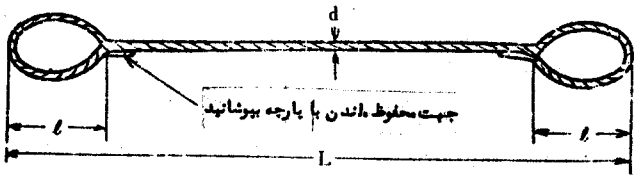
تصویر۲۳ــ اتصال لوله به لوله منتهی به بوشن



۲ــ اندازه طناب سیمی دوسر حلقه دار

تصویر۲۴وجدول شماره ۱۹ اندازه استاندارد طناب سیمی دوسرحلقه داربرای اتصال لوله ها را نشان میدهند .

تصویر۲۴ــ طناب سیمی دوسر حلقه دار



واحد : میلیمتر جدول ۱۹ ــ اندازه طناب سیمی دوسر حلقه، رباتوجه به اندازه لوله

قطر اسمی	قطر طناب (d_r)	طول حلقه (l)	کل طول (L)
۹۰	۵	۱۰۰	۹۰۰
۱۱۰	۵	۱۰۰	۹۰۰
۱۲۵	۵	۱۰۰	۹۰۰
۱۴۰	۵	۱۰۰	۹۰۰
۱۶۰	۵	۱۰۰	۹۰۰
۱۸۰	۵	۱۰۰	۹۰۰
۲۰۰	۵	۱۰۰	۹۰۰
۲۲۵	۵	۱۰۰	۹۰۰
۲۵۰	۶	۱۰۰	۱۰۰۰
۲۸۰	۶	۱۰۰	۱۰۰۰
۳۱۵	۶	۱۰۰	۱۲۰۰
۳۵۵	۶	۱۳۰	۱۴۰۰
۴۰۰	۶	۱۳۰	۱۵۰۰

ب ــ کارگذاشتن

روش سوار کردن لوله در هوای آزاد را میتوان به دو طریق زیر انجام داد . انتخاب هر کدام از این دو روش باید با در نظر گرفتن نحوه جریان آب و وسائل نقلیه ، پستی وبلندی زمین وسایر عوامل زیر انتخاب شود :

ــ اتصال در داخل گودال

تصویر ۲ــ اتصال در داخل گودال

عمل سوار کردن در داخل گودال یا با اتصال تک تک لوله ها در داخل گودال ویا با اتصال دو یا سه لوله که قبلاً عمل ارتباط آنها در سطح زمین انجام شده صورت میپذیرد در هرد ومورد سطوح چسب زده باید از گرد وخاك و آب مصون بمانند

ــ اتصال در روی زمین

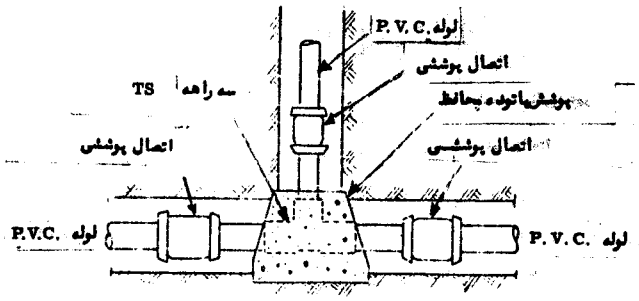
تصویر ۲۶ــ اتصال در روی زمین

لوله ها در روی میله های چهارگوش آهن که روی گودال گذاشته شده اند قرار میگیرند و در همانجا بور پیوسته با هم متصل میشوند . درموقع قرار دادن در داخل گودال در صورت لزوم میتوان ازسه پایه‌های مخصوص یا زنجیر استفاده نمود .

ج— الحاق با اتصالها

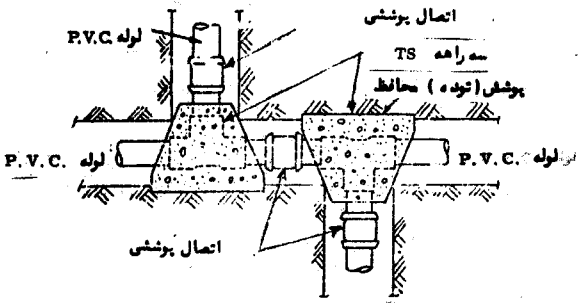
نصب سه راهه های ۹۰ درجه

تصویر ۲۷ــ سه راهه TS



انشعاب متقاطع (صلیب وار)

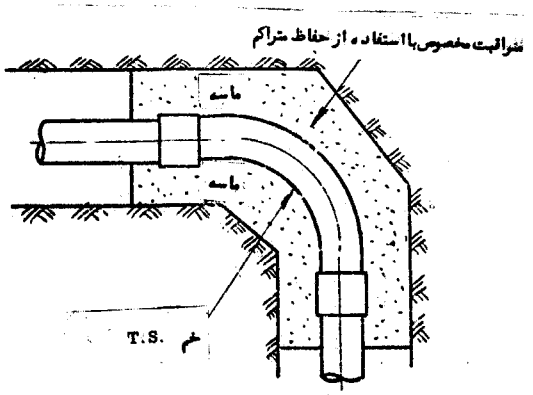
تصویر ۲۸ــ پیوستگی باسه راه TS



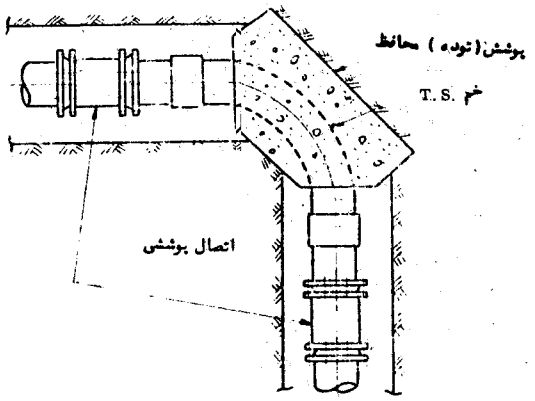
نصب خم ها

تصویر ۲۹ــ خم های ــ(۲۵ / ۱۱ و ۹۰ درجه) با قطر اسمی ۱۶۰ میلیمترو کمتر

خم های (۲۵ / ۱۱ و ۴۵ درجه) با قطر اسمی ۱۸۰ میلیمترو بیشتر



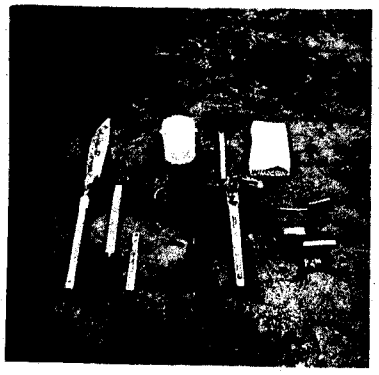
تصویر ۳۰ ــ خم های ۹۰ درجه باقطر اسمی ۱۸۰ میلیمتروبیشتر



٤ــ۱ــ۲ــ روش حلقه لاستیکی

الف ــ روش اصلی

تصویر ۳۱ ــ ابزارها و مواد



ــ **ابزارها و مواد**

اره چوب بری

سوهان آهن ساب با طول ۳۰۰ میلیمتر و یا

سوهان تخت چوب بری با طول ۳۰۰ میلیمتر

طناب سیمی دوسر حلقه دار (باندازه‌ای که در روش TS شرح داده شد).

نوار اندازه گیری (متر) و مداد علامت گذاری

ماده روان سازنده (lubricant) و برس

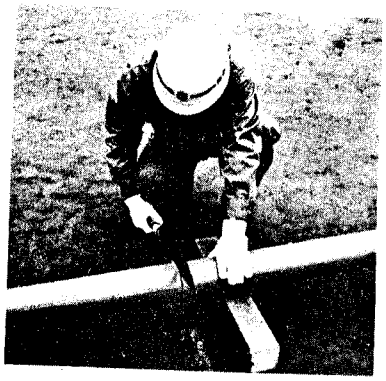
پارچه خشک

داخل کننده لوله

وسیله اندازه گیری ضخامت

— **بریدن لوله**

تصویر ۳۲ــ بریدن لوله



محل برش را بطور دقیق اندازه گیری کنید و یک خط مشخص با زاویه صحیح نسبت به محور لوله با مداد بکشید و پس از آن لوله را ببرید .

— **صاف کردن لبه انتهائی لوله**

تصویر ۳۳ــ صاف نمودن سطوح خارجی

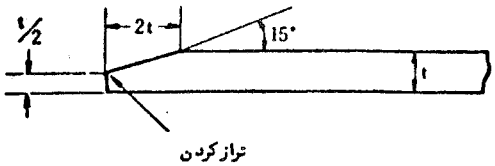
عمر لوله های دوسر بوشنی ارتباط تامی بمحل تماس حلقه لاستیکی با لوله دارد بنابراین وجود هر گونه خراشیدگی در روی سطح خارجی لوله ممکنست باعث نشت گردد .

کلیه خراشیدگیها باید کاملا" با پشت تیغه کارد برطرف گردند . در صورتیکه خراشیدگی عمیق باشد باید لوله مجددا" بریده شود زیرا ممکنست وجود این خراشیدگی باعث نشـــــت گردد .

— **اریب کردن لبه انتهائی لوله**

لبه خارجی بریده شده انتهائی لوله را مطابق شکل زیر اریب‌کنید مطمئن شوید که اریب کردن مطابق اندازه مشخص شده انجام شده است زیرا در غیر اینصورت حلقه لاستیکی ممکنست معیوب شود یا در هنگام اتصال پیچیدگی حاصل نماید .

تصویر ۳۴ــ اریب کردن لبه‌انتهائی لوله



— **علامت گذاری طول اتصال**

در روی لوله نر طول اتصال را بعنوان مقیاسی برای استفاده در موقع نصب باید مشخص کنید .

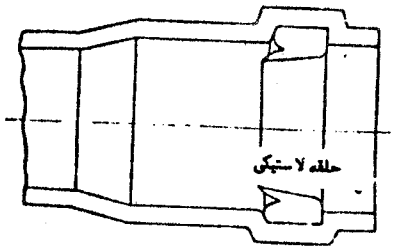
تصویر ۳۵ــ علامت گذاری طول اتصال

— **تمیز کردن لوله**

هرگونه کثافت وگل را از قسمت داخلی بوشن و قسمت خارجی لوله پاك کنید اگر برای عمل بالا حلقه لاستیکی را برمیدارید شیاری‌راکه حلقه‌لاستیکی درون‌آن قرارمیگیرد با پارچه‌تمیزی‌پاك کنید . سپس حلقه

تصویر ۳۶ــ تمیز کردن لوله

لاستیکی را بطور صحیح بدون اینکه پیچیدگی در لبه آن ایجاد شود در داخل شیار قرار دهید .

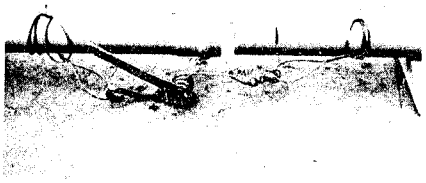


اتصال صحیح حلقه لاستیکی ←

تصویر۳۷ــ نصب" داخل کننده "لوله

ــ نصب " داخل کننده " لوله

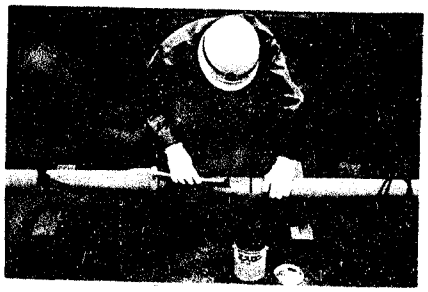
به دو انتهای لوله های نرو ماده یك طناب سیمی دوسرحلقه دارنصب کنید سپس داخل کننده لوله‌رانصب نمائید . دقت کنید که طنابها طوری بسته شوند که نلغزند .



تصویر۳۸ــ بکار بردن روان‌کننده

ــ بکاربردن روان کننده روغن

روغن که فقط برای سر لوله بکـــار میرود باید باندازه کافی به‌انتهای لوله که اریب شده مالیده شود .



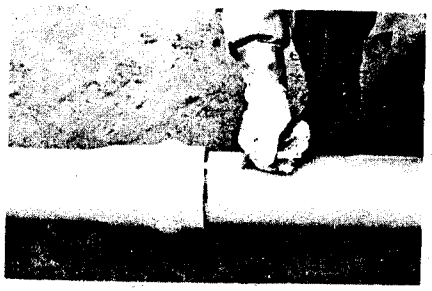
تصویر ۳۹ــ دخول لوله

ــ دخول لوله

عمل اتصال باآوردن علامت گذاشتـــه شده بطرف بالا وقراردادن محورهای لوله در یك امتداد با بکاربردن داخل کننده وایجاد فشار بمنظور ورورود لوله تا وضعیتی که قبلا "نشانگذاری شده انجا میشود .

- **بازرسی اتصال**

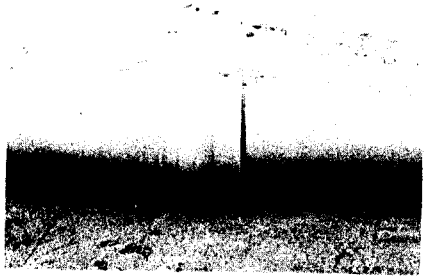
تصویر ۴۰ ــ بازرسی اتصال



وقتیکه لوله کاملا" وارد شد یك اندازه‌گیر ضخامت باید بین فاصله آزاد بین بوشن و لوله قرار گیرد تا روشن شود که فاصله بین حلقه لاستیکی تاانتهای بوشن بیش از کل محیط لوله است .

- **تکمیل**

تصویر ۴۱ ــ تکمیل



پس از اتصال تا حد امکان نباید فشارهای غیر ضروری مانند فشارخمشی و کششی برمحل اتصال وارد شود .

تبصره ۱ ــ طرح بوشن برای لوله دارای حلقه لاستیکی

۱ ــ شکل حلقه لاستیکی

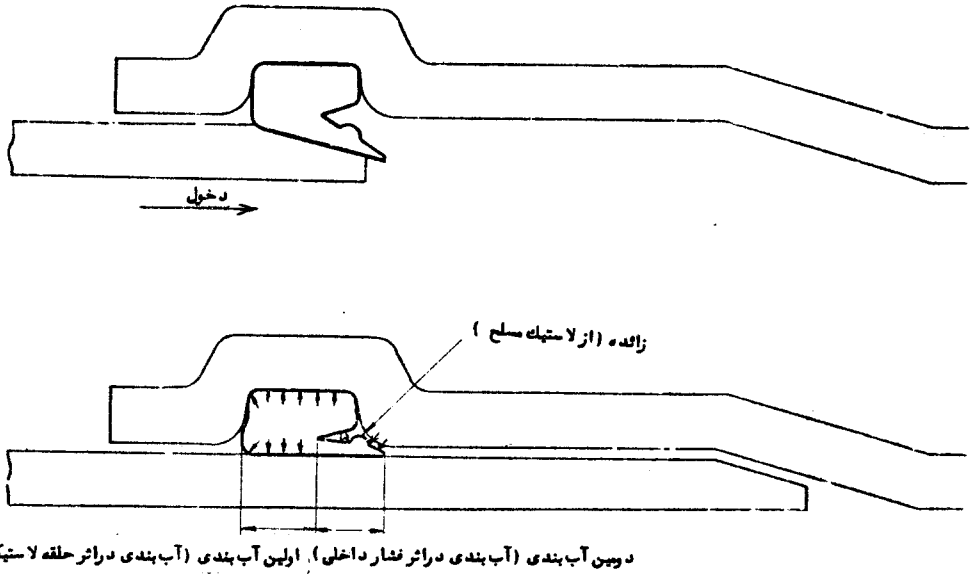
حلقه لاستیکی در صورتیکه بشکل U طرح ریزی شده باشد وقتی که لوله داخل بوشن شود کاملا" درون شیار فشرده میشود تاچسبندگی لازم را با استفاده از خاصیت ارتجاعی لاستیك برای اتصال فراهم آورد (اولین اثر آب بندی) بعلاوه وقتیکه فشار آب اعمال میشود حلقه لاستیکی طوری عمل مینماید که لبه آن در داخل اتصال انبساط

پیدا نماید این عمل چسبندگی اتصال در محل ارتباط بین شیـــار بوشن و لوله را مضاعف میکند . این نیروی ارتباطی با بالا رفتن فشار آب بالا میرود (دومین اثر آب بندی)

یك زائده (ازلاستیك مسلح) به لبه حلقه لاستیکی گذاشته میشود تا دومین اثر آب بندی را بالا ببرد .

با استفاده از دو اثر آب بندی بالا لوله های مجهز به حلقه لاستیکی را میتوان با اطمینان برای فشار های کم تا زیاد بکار برد .

تصویر ۲ ٤ــ ساختمان لوله های آب بندی شده با حلقه لاستیکی

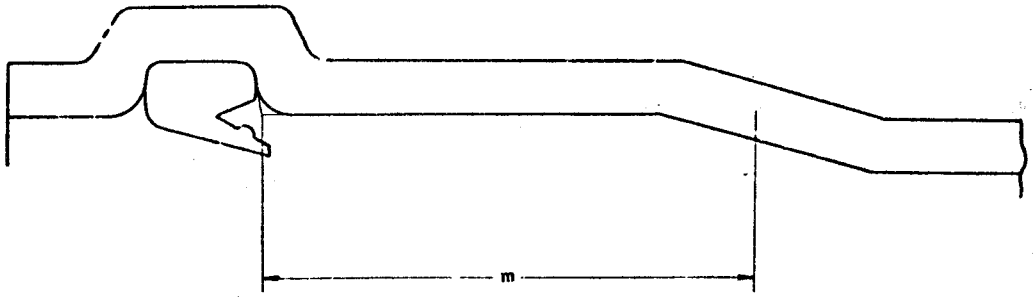


۲ــ شکل شیار حلقه لاستیکی

بمنظور ایجاد اتصال راحت و قابل اطمینان شکل شیاری که حلقه لاستیکی در آن قرار میگیرد چهارگوش ساخته میشود .

۳ــ طول حفره اتصال

تصویر ۴۳ــ طول حفره اتصال



طول حفره اتصال لوله دارای حلقه لاستیکی از روی فرمول $m \geqslant 0.22D + 50$ که توسط ISO (سازمان جهانی استاندارد) توصیه شده است تعیین میشود . اندازهٔ ۵۰ میلیمتر m شامل تطویل و انقباض در اثر تغییرات درجه حرارت ، انقباض در اثر خمش لوله و کشش بوسیلهٔ فشار میشود .

ضریب 0.22D برای اریب کردن انتهای لوله و یا برش میباشد . ازتوضیحات بالا میتوان نتیجه گرفت که طول حفره اتصال لوله (آب بندی شده با حلقه لاستیکی) برای شرائط گوناگون در موقع نصب کافی میباشد .

ب ــ <u>کارگذاری</u>

روش کارگذاری لوله درمحل بطور اصولی عیناً مانند روش TS میباشد . هرچند دقت زیادی باید در موقع اتصال روی زمین انجام شود زیراپائین بردن لوله بداخل گودال چنانچه طول لوله های متصل شده بیکدیگر بیش از حد شود

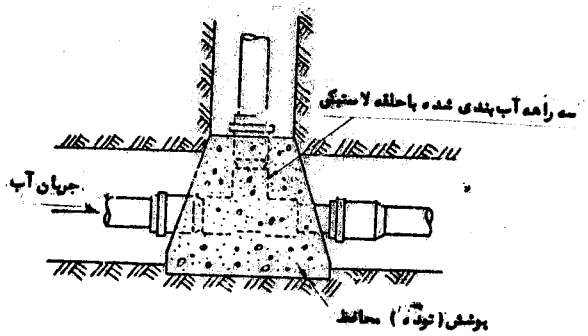
باعث جدا شدن اتصالها در داخل گودال میگردد . درموقع اتصال تراورسهائی در زیر لوله ها بگذارید تا شن و خاك به حلقه لاستیکی نچسبد . اطمینان حاصل کنید که تراورسها را پس از اتصال برداشته اید .

ج— <u>الحاق با اتصالها</u>

استاندارد نصب لوله P.V.C که با حلقه لاستیکی آب بندی میشود بقرار ذیل میباشد :

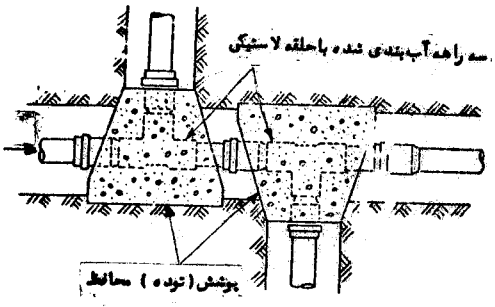
۱—۳— نصب سه راه ها

تصویر ٤٤— نصب سه راهه



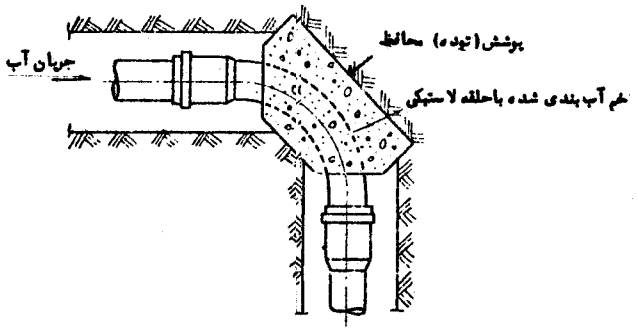
۲—۳— انشعاب متقاطع

تصویر ٤٥— انشعاب متقاطع



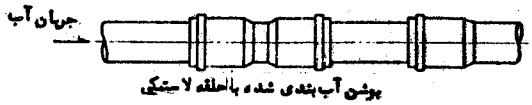
نصب خم هـــا

تصویر ٤٦ــ نصب خم ها



نصب بوشن

تصویر ٤٧ ــ نصب بوشن



٤ــ٢ــ اتصال به لوله ها و شیرهای غیر مشابه (ناهم جنس)

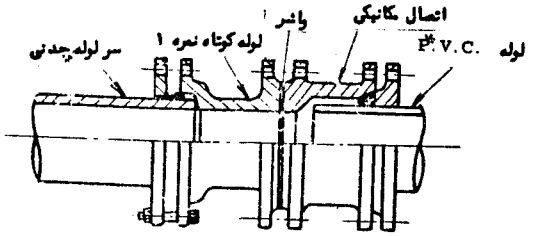
روشهای متعددی برای اتصال لوله P.V.C به لوله ها وشیر های غیر مشابه وجود دارد ولی روشهای اصلی زیر بخاطر جلوگیری از ریشت وعدم ایجاد اشکال در هنگام تعمیر توصیه میشود .

٤ــ٢ــ١ اتصال با لوله های غیرمشابه

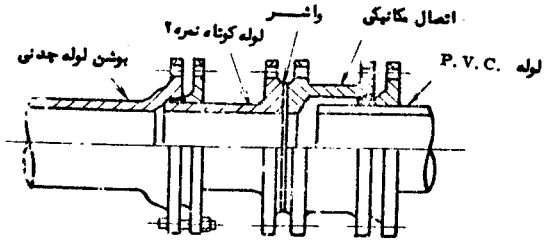
روش اولیه اتصال لوله P.V.C به لوله های غیرمشابه بطریق نصـــب فلانج در روی لوله غیر مشابه و استفاده از اتصال مکانیکی میباشد .

الف ــ اتصال با لوله چدنی

تصویر ۴۸ ــ اتصال به سرلوله (بدون حفره اتصال)

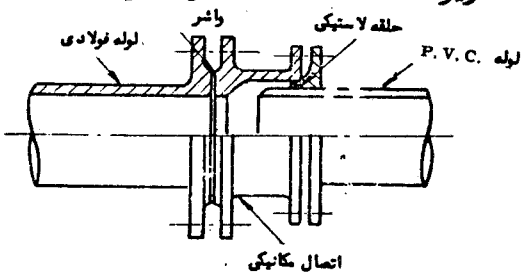


تصویر ۴۹ ــ اتصال به سرلوله که دارای حفره اتصال (بوشن) است



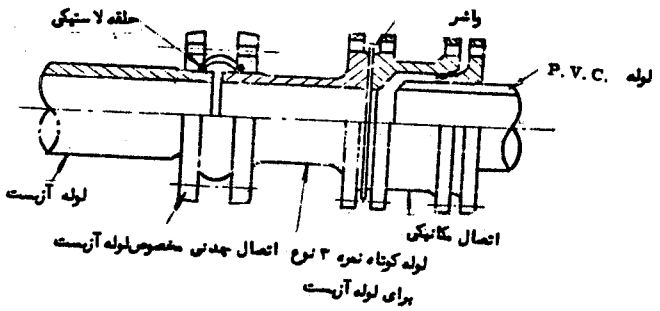
ب ــ اتصال به لوله فولادی

تصویر ۵۰ ــ اتصال به لوله فولادی



ج ــ اتصال به لوله آزبست

تصویر ۵۱ ــ اتصال به لوله آزبست

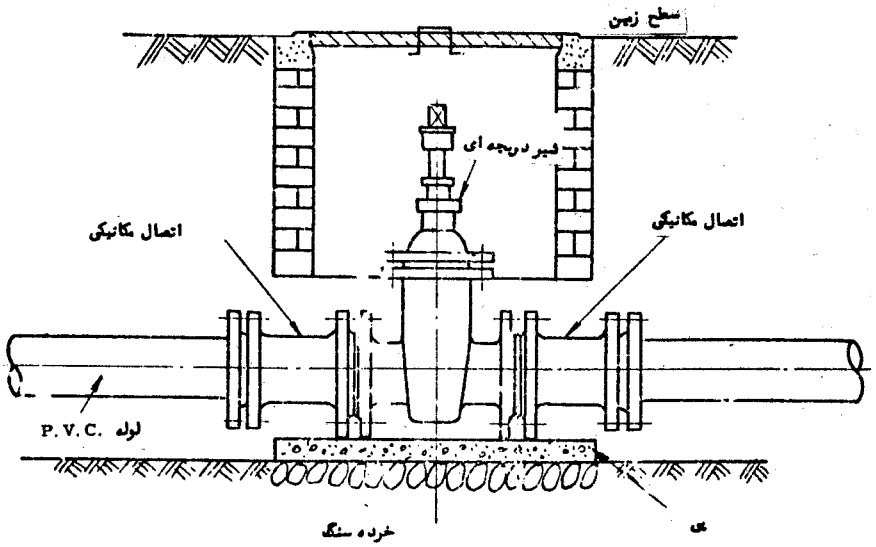


٤ــ٢ــ٢ــ اتصال به شیرها وسایر تجهیزات

الف ــ اتصال به شیر

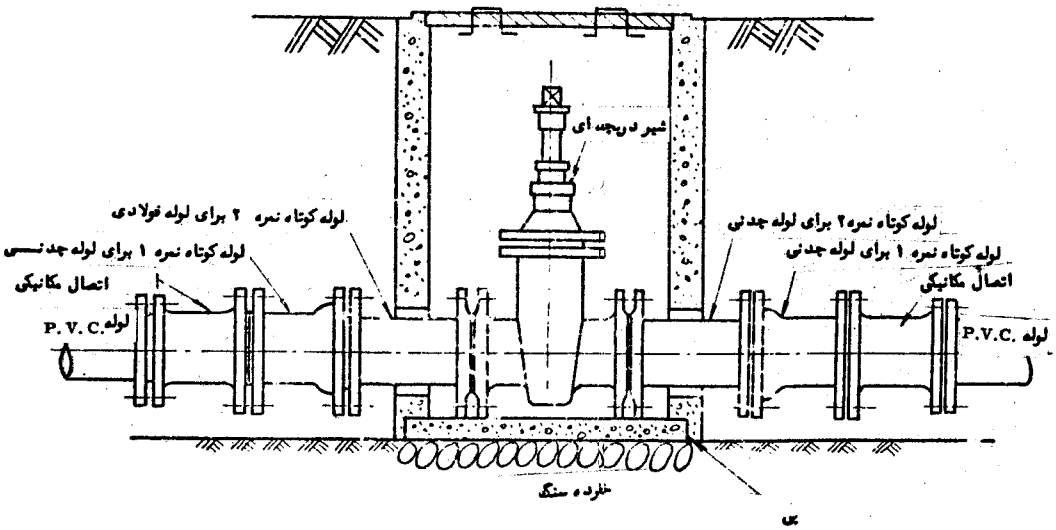
تصویر ٢ ٥ــ اتصال به شیرهای دریچه ای

(که ازمیان آبگذرهای زیرزمینی عبور نمیکنند)



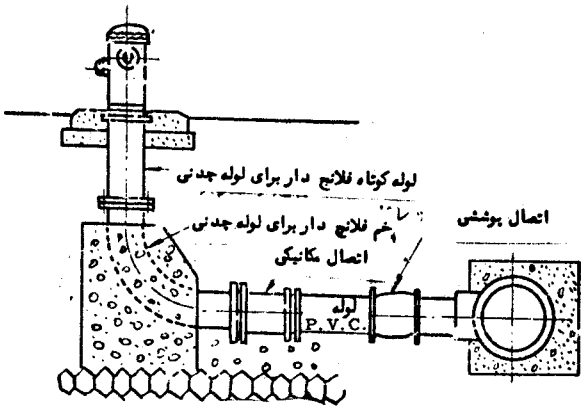
تصویر ٣ ٥ــ اتصال به شیرهای دریچه ای

(که از میان آبگذرهای زیرزمینی عبور میکنند)

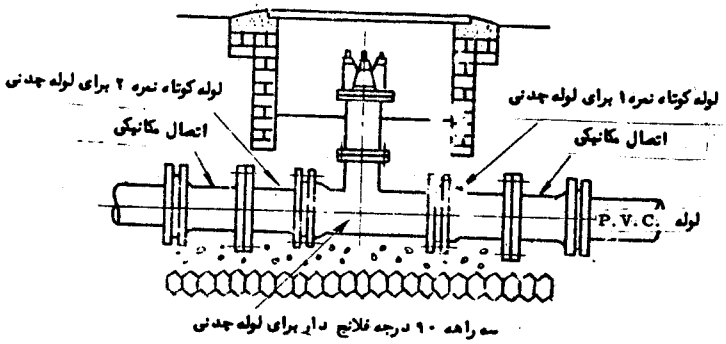


ب ــ اتصال به شیرهای آتش‌نشانی

تصویر ٥٤ ــ اتصال به شیر آتش‌نشانی هوائی

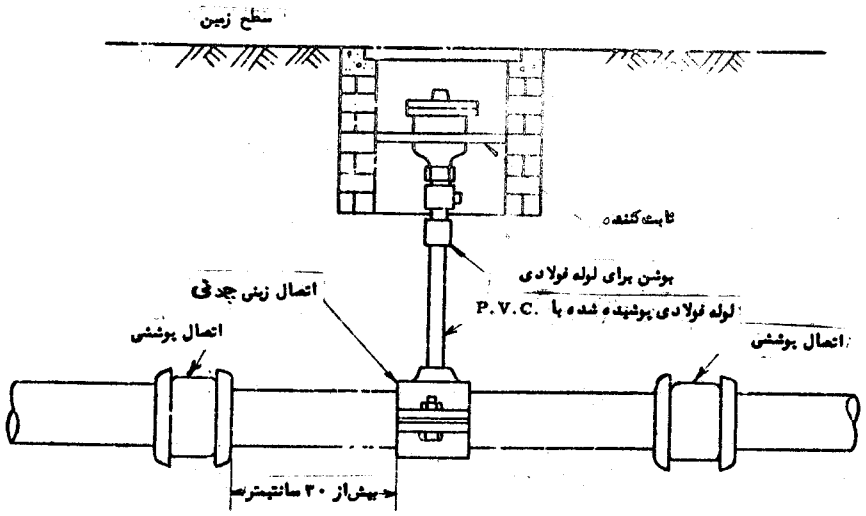


تصویر ٥٥ ــ اتصال به شیرآتش‌نشانی زیرزمینی

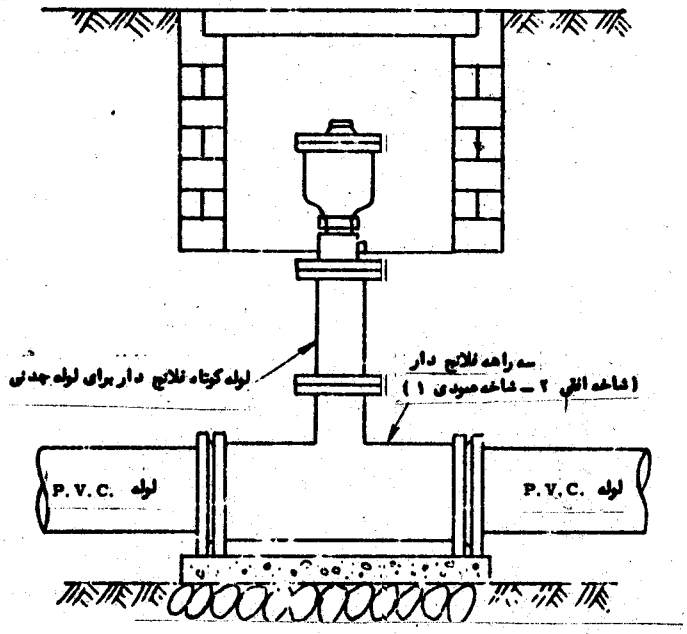


ج ــ اتصال به شیرهای هوائی

تصویر ٥٦ ــ قطر اسمی ۱٦۰ میلیمتر یا کمتر

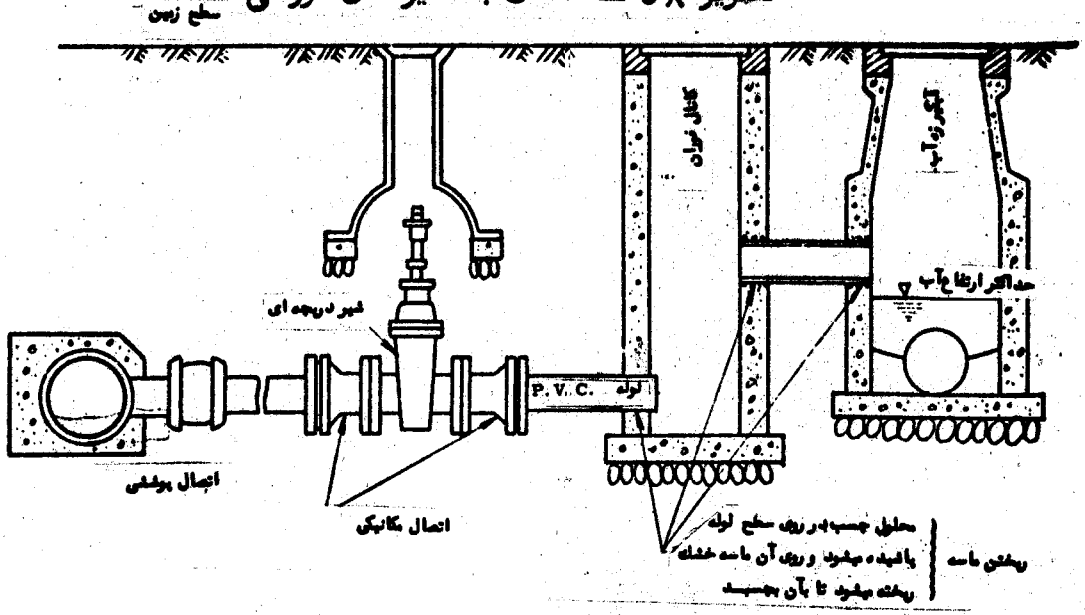


تصویر ۵۷ــ قطر اسمی ۱۸۰ میلیمتر یا بیشتر



د ــ اتصال به شیرهای فورانی

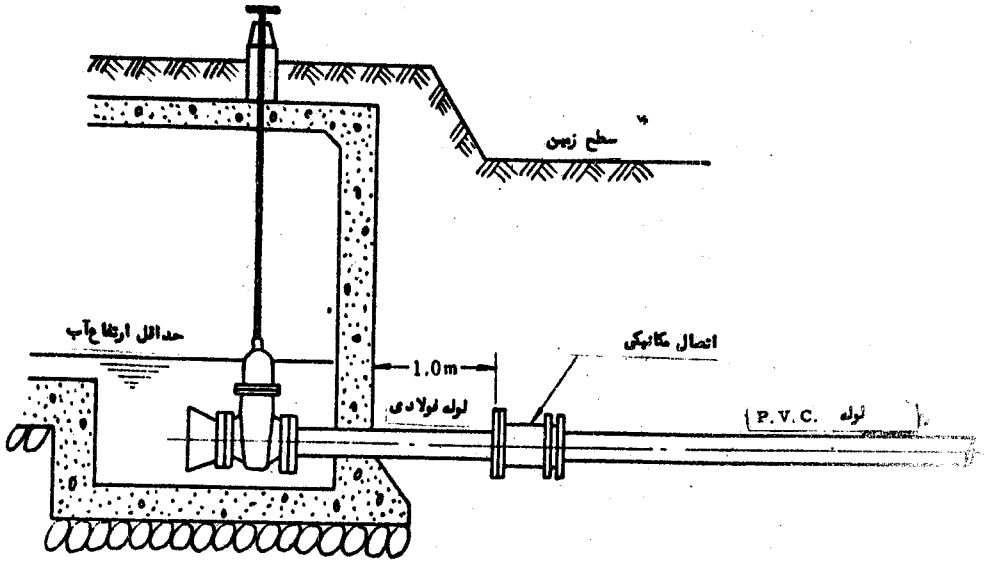
تصویر ۵۸ ــ اتصال به شیرهای فورانی



هـ ــ اتصال به تاسیسات انشعاب

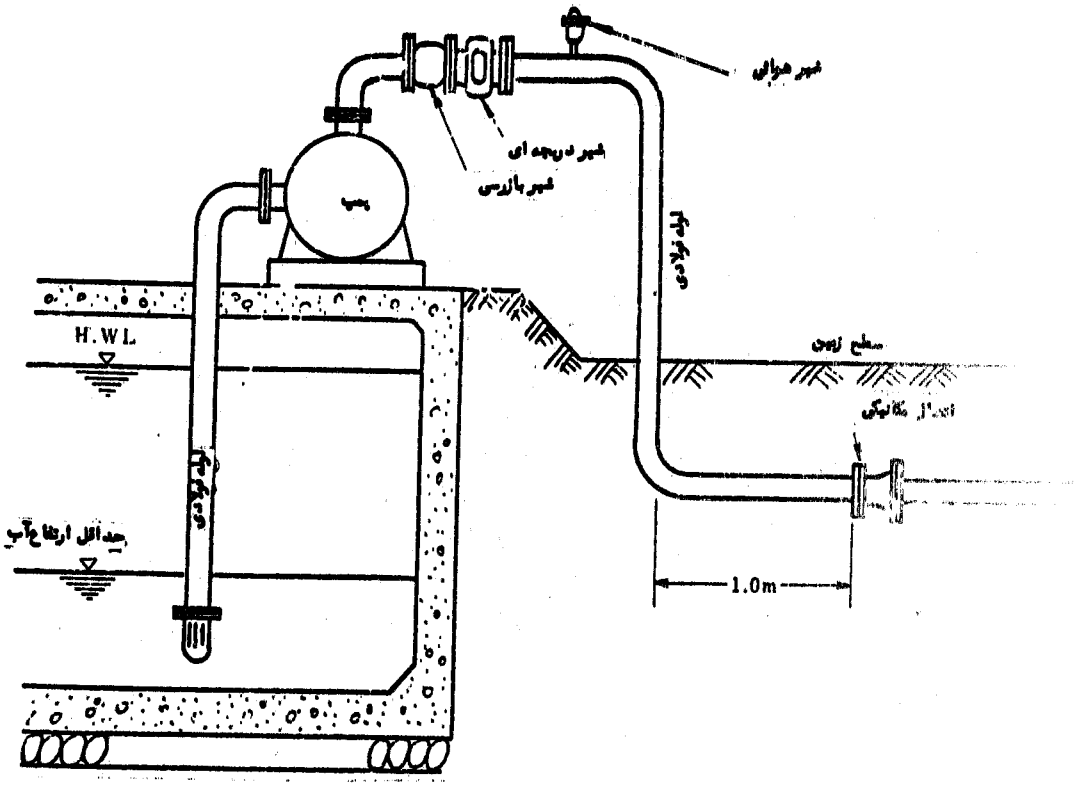
سیستم انشعاب شامل دو روش استفاده از شیب یا گرانروی و یا پمپاژ میباشد در هردو صورت اساساً لوله کشی در اطراف مخازن آب و پمپ ها با استفاده از لوله های فولادی انجام میشود و لوله های P.V.C بدین لوله ها وصل میشوند . استعمال اتصالهای ارتجاعی اجباری است .

تصویر۹ ۵ــ اتصال به مخزن سرویس

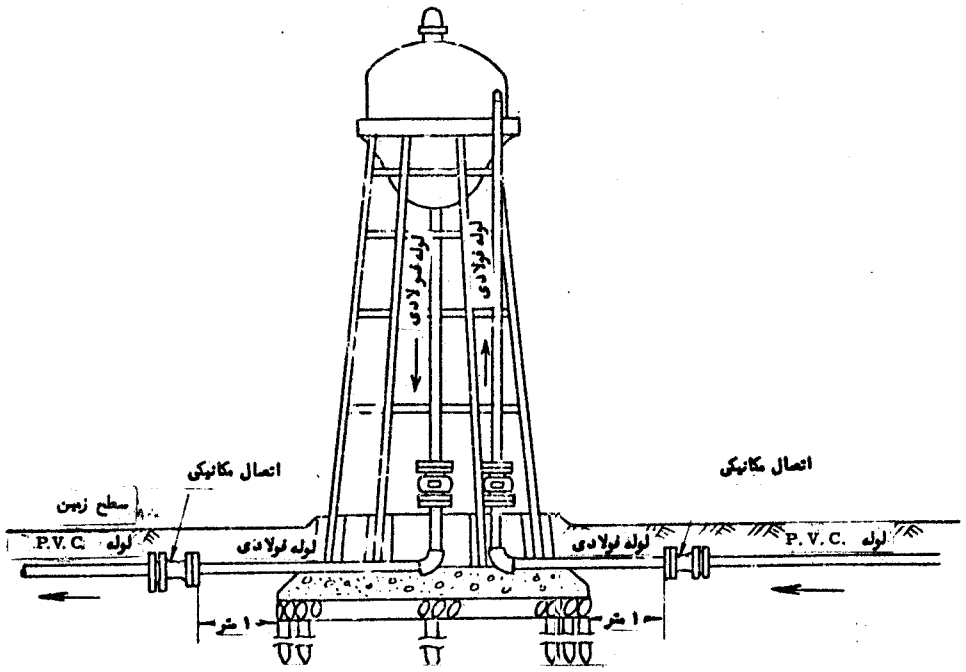


اتصال به پمپ انشعاب

تصویر۶۰ــ اتصال به پمپ انشعاب



تصویر ٦١ــ اتصال به برج انشعاب



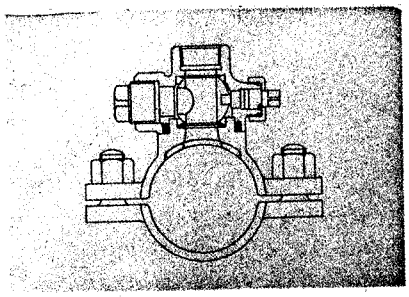
٤ــ٣ــ انشعاب بدون قطع جریان آب

٤ــ٣ــ١ــ انشعاب بدون قطع جریان آب برای اندازهٔ انشعاب حداکثر تا ٣٢ میلیمتر

الف ــ انشعاب زمینی باشیر ضمیمه (Corporation cock)

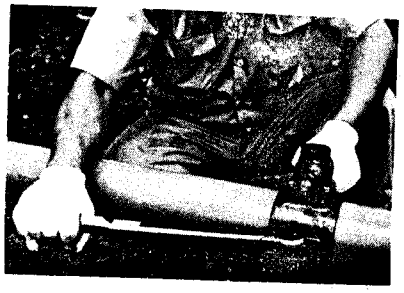
ــ تمیز کردن

تصویر٦٢ــ ساختمان اتصال زمینی باشیرضمیمه



قسمت خارجی لوله اصلی (P.V.C)
رابمنظوراطمینان ازعدم وجود خراش
ویاناهمواری‌بازرسی کنید خاك وسایر
کثافات را توسط یك پارچه خشك پاك
کنید پیچ های اتصال را از قسمت شیر
ضمیمه باز کنید وسطح آنرا که باید به
لوله اصلی وصل شود پاك کنید .

تصویر ۶۳ــ نصب اتصال زمینی



— نصب اتصال

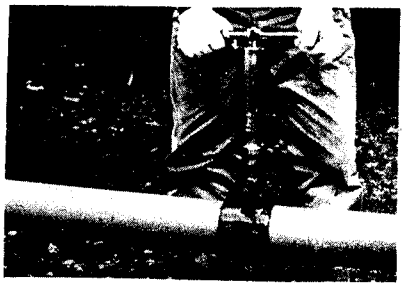
شیر ضمیمه را بطور صحیح در جهت مشخص قرار دهید و آنرا توسط پیچ و مهره سفت کنید نیروی پیچش برای محکم کردن پیچ و مهره ها باید ۴۰۰ کیلوگرم برسانتیمتر باشد . ازمحکم کردن غیر یکنواخت باید پرهیز شود ــ

تصویر ۶۴ــ کارگذاردن مته

— کارگذاردن مته

مته ای با نوك اره ای شکاف دار در روی شیرضمیمه اتصال زینی قرار دهید و مطمئن شوید که شیر مسو جودد رروی اتصال کاملا" باز است .

تصویر ۶۵ ــ سوراخ کردن

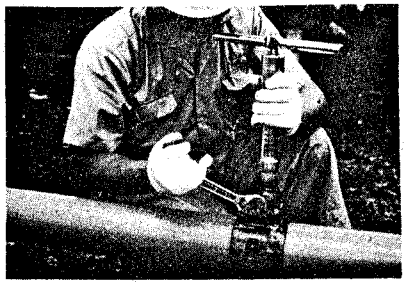


— سوراخ کردن

دسته مته را بچرخانید تانوك مته به سطح لوله برسد سپس بمنظورجلوگیری ازنفوذ سریع مته عمل سوراخ کردن باید به دقت وآهستگی ادامه یابد پس از گذشتن مته ازضخامت جدارلوله باید باندازه یکسانتیمترنیزپائین تر رفت تا نفوذ کامل شود بعد ازسوراخ کردن دسته مته‌را درجهت عکس بچرخانید تانوك مته‌خارج شود .

تکمیل

تصویر ٦٦ــ تکمیل



بعد ازبالا آوردن نوك مته شیررا ببندید ومته را بطور کلی ازشیرضمیمه خارج کنید برای ایجاد یك انشعاب افقی درپوشی در روی قسمت بالائی شیرضمیمه قرار دهید وبرای ایجاد انشعاب عمودی درپوشی بطورافقی قرار دهید .

ب ــ اتصال زینی چدنی بدون شیرضمیمه

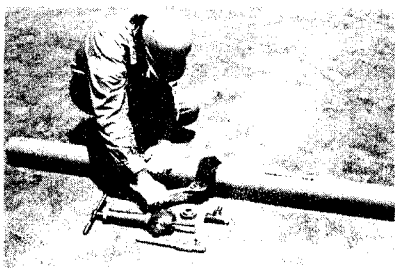
تصویر ٦٧ــ تمیز کردن

ــ تمیزکردن

قسمت خارجی لوله اصلی (P.V.C) رابمنظوراطمینان ازنبودن خراش یا خلل وفرج وبرجستگی بازرسی کنید وخاك وسایر کثافات را توسط یك پارچه خشك تمیز نمائید همچنین هرگونه خاك راازسطح تماس اتصال زینی پاك کنید .

ــ نصب اتصال

تصویر ٦٨ــ نصب اتصال



وقتی اتصال نصب میشود شیروی پیچش برای محکم کردن پیچ ومهره ها باید ٤٠٠ کیلوگرم برسانتیمتر باشد ازپیچیدن غیر یدنواخت باید پرهیز شود .

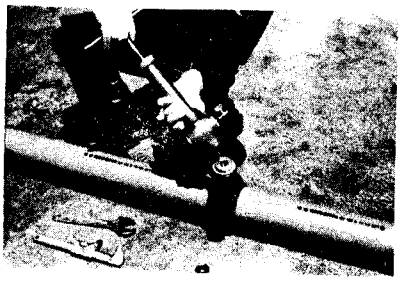
- نصب شیر ضمیمه برروی اتصال زینی

تصویر ۶ ـ نصب شیر ضمیمه

برای جلوگیری از تراوش آب در داخل اتصال ماده ضد تراوش بمالید . ماده Teflon (۱) برای این منظور توصیه میشود .

- کارگذاردن مته شکافدار

تصویر ۷۰ ـ کارگذاردن مته



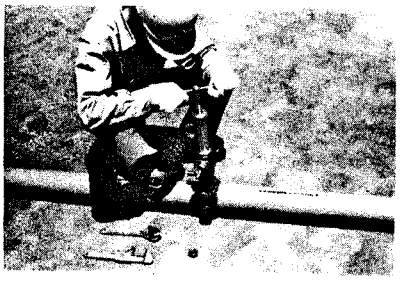
مته ای با نوک اره ای برای سوراخ کردن لوله P.V.C در روی شیر ضمیمه قرار دهید ومطمئن شوید که شیرموجود در روی اتصال زینی کاملا" باز است .

---

(۱) Teflon نام تجارتی برای ماده ای کدر و نرم است که نام علمی آن Pol ytetrafluroethylene میباشد و بعنوان پوشش (Coating) وضد چسبندگی در صنعت مورد استفاده قرار میگیرد .

— سوراخ کردن

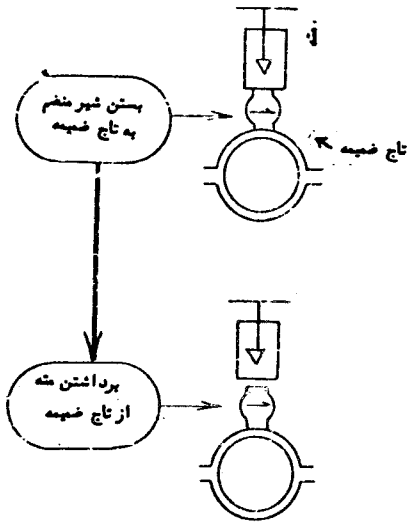
تصویر ۱ ۷ — سوراخ کردن



مته را بچرخانید تانوک آن به سطح لوله برسد وسپس بمنظور جلوگیری ازنفـــوذ سریع نوک مته چرخش دسته مته بایـــد بآهستگی و با دقت انجام شود . وقتـــی بنظر رسید که نوک مته ازجدارلوله عبور کرده یک سانتیمتر هم پائین‌تر روید تـا مطمئن شوید عمل نفوذ کامل شده است بعد ازسوراخ کردن دسته‌مته‌را درجهـت عکس بچرخانید تانوک مته خارج شود .

— تکمیل

تصویر ۲ ۷ — تکمیل سوراخ کردن



بعد از بالا آوردن نوک مته شیر ضمیمه را ببندید و مته را بطورکلی خارج کنید

تبصره ۱ — پیش بینی های لازم برای سوراخ کردن لوله P.V.C

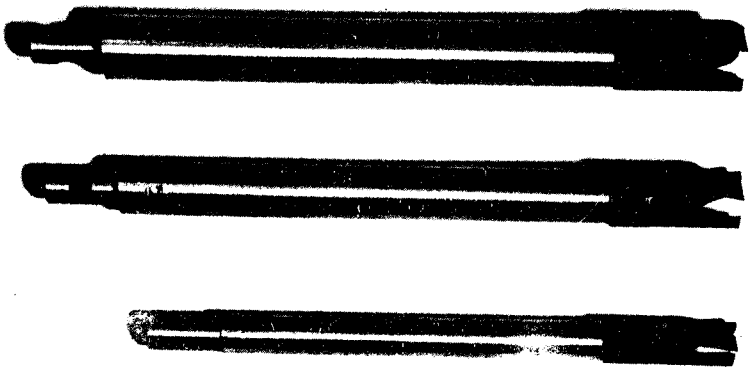
۱ — نوک مته های بکار برده در مورد لوله های آزبست از نوع مستقیم است واستعمال آن در مورد لوله P.V.C بعلت متفاوت بودن مواد اولیه بکاررفته ایجاد اشکالاتی مینماید برای جلوگیری از اشکالات فوق باید در مورد لوله های P.V.C ازنوک مته اره ای شکاف دار استفاده نمود .

۲ــ از آنجائیکه لوله P.V.C بخودی خود خاصیت ارتجاعی دارد بنابراین پایداری آن درمقابل سوراخ کردن ازسایر مواد کمتر است وبواسطه خاصیت بالا عمل سوراخ کردن در لوله های P.V.C باسرعت بیشتری انجام میشود لکن ــ بالا بردن سرعت سوراخ کردن سبب ایجاد فشارهای غیرضرورونامناسب میشود که حتی ممکنست اشکالات عدیده ای را بوجود آورد بنابراین بهتراست تاحد امکان سرعت سوراخ کردن لوله P.V.C راپائین آوریم .

تبصره ۲ــ نمونه های مته برای لوله های P.V.C

برای ایجاد انشعاب بدون قطع جریان باید مته های اره ای شکافدارکه در تصویر زیر نشان داده شده است بکار رود .

تصویر ۷۳ــ نمونه های مته برای لوله های P.V.C



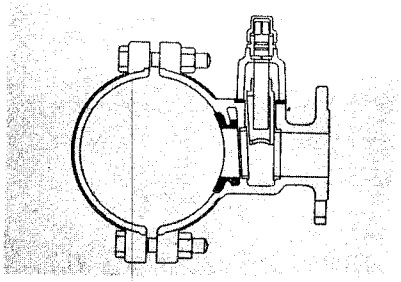
٤ــ۳ــ۲ــ ایجاد انشعاب بدون قطع جریان آب روی انشعابات بین ٤٠ــ٦٣ میلیمتر

(قطر اسمی)

برای گرفتن انشعاب (بدون قطع جریان) ازلوله های P.V.C باقطر ٤٠ میلیمتر یا زیاد تر سه راه تقسیم و لوازم سوراخ کردن بکار میرود . در مورد لوله های P.V.C حداکثرانشعاب مجازازیک لوله باقطر ۹۰ میلیمتر ۵۰ میلیمتروازیک لوله باقطر ۱۱۰ میلی متر ۶۳ میلیمتر میباشد .

— تمیز کردن

تصویر ۷۴ــ ساختمان سه‌راهه که نیم شده



قسمت خارجی لوله اصلی که ازآن انشعاب گرفته میشود و قسمت داخلی سه راهه را با پارچه ای خشك تمیز نمائید .

— نصب سه راهه تقسیم

تصویر ۷۵ــ نصب سه راهه تقسیم

جریان انشعاب را بدقت بررسی کنید وسه راهه تقسیم را به جریان اصلی وصل کنید نیروی پیچش برای پیچ ومهره ها باید ۴۰ کیلوگرم برسانتیمترباشد و از پیچش غیریکنواخت و غیرضروری پرهیز کنید .

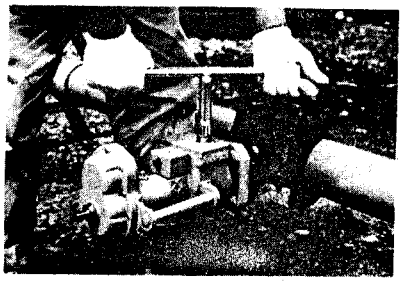
— کارگذاردن مته

تصویر ۷۶ــ کارگذاردن مته

وقتیکه کاملا" شیر دریچه ای ساده متصل به سه راهه تقسیم بازشد مته را به سه راهه مذکور وصل کنید .

— سوراخ کردن

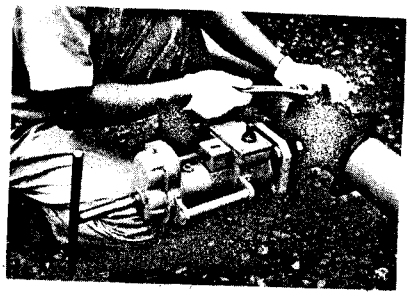
تصویر ۷۷ــ سوراخ کردن



مته باید بآهستگی پائین رود وپس از گذشتن ازجدارلوله یك سانتیمتر نیز پائین تر رود .

ـ تکمیل

تصویر ۷۸ــ تکمیل



مته در جهت عکس چرخانده شود تا نوک آن کاملا" خارج وشیر ریچه‌ای ساده بسته شود . پس ازخارج شدن مته ازسه راهه تقسیم ، شیر ریچه‌ای ساده جهت بازرسی ریزش آب باید بازشود .

تبصره ۱ــ مراقبت های لازم برای استعمال سه راهه تقسیم

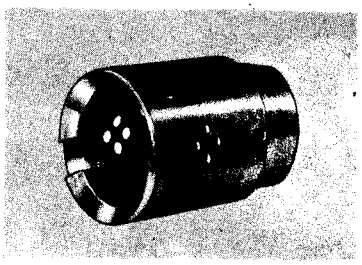
۱ــ همیشه سه راهه (۹۰ درجه) تقسیم برای لوله P.V.C بکار برید .

۲ــ مته هائی که مخصوصا" برای سوراخ کردن سه راهه تقسیم طرح شده‌اند استعمال کنید .

۳ــ مته اره ای شکافدار برای لوله های P.V.C بکار ببرید .

تبصره ۲ــ مثال برای مته مناسب لوله P.V.C

تصویر ۷۹ــ مته برای لوله P.V.C



٤ــ٤ــ طرح محافظت در مقابل فشار

اصول محافظت در مقابل فشار برای لوله های P.V.C بقرارذیل است:

الف ــ اتصالات مخروطی

ــ پس از گذشت ٢٤ ساعت از اتصال هیچ نوع محافظتی لازم نیست بجزدر مورد خم های ٩٠ درجه که قطر اسمی شان بالاتر از ٢٠٠ میلیمترمی باشد لکن ریختن ماسه نرم در سرتاسر محل اتصال لازم است .

ــ محافظت در برابر ضربه یا فشار برای خم های ٩٠ درجه بقطر بیش از ٢٠٠ میلیمتر و همچنین سه راهه های ٩٠ درجه که به اتصالهای ارتجاعی وصل میشوند در بیش از دوجهت باید انجام شود .

ب ــ اتصالهای آب بندی شده با حلقه لاستیکی

برای کلیه اتصالهای فوق بجز خطوط مستقیم لوله کشی محافظت درمقابل ضربه وفشار لازم است .

٤ــ٤ــ١ــ برآیند نیروهای خارجی ناشی از فشار آب

نیروهای وارده در روی انشعاب یا خم (که ناشی ازفشارآب است) ازفرمول زیر محاسبه میگردد این معادله فرمول محاسباتی ساده ای است زیرادرآن فقط نیروی فشار آب که بطور یکنواخت در روی خم ها اثر میگذارد درنظر گرفته شده است و از افت ایجاد شده در سرخم صرفنظر شده است .

محاسبه نیروهای فشاربانظرگرفتن P = 1 کیلوگرم برسانتیمترمربع ازروی معادله زیردرجدول شماره ٢٠ درج شده است :

$$W = 2P \frac{\pi}{4} d^2 \quad \sin \frac{\alpha}{2} \quad \ldots\ldots (17)$$

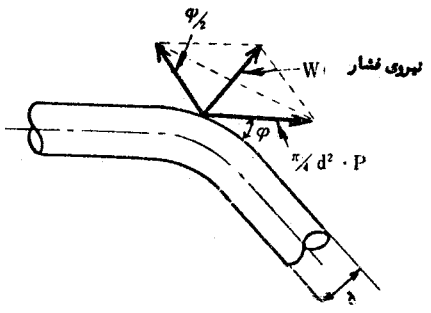
که در آن

W = فشار آب کیلوگرم به سانتیمتر مربع

d = قطر داخلی لوله به سانتیمتر

φ = زاویه خم به درجه

تصویر ۸۰ــ جهت فشـــــار



واحد : کیلوگرم

نوع قطراسمی	خمها				درپوش و سه‌راهه
	۹۰	۴۵°	۲۲½	۱۱ ۱/۴	
۱۶	۱/۸	۱/۰			۱/۲
۲۰	۳/۱	۱/۷			۲/۲
۲۵	۴/۸	۲/۶			۳/۴
۳۲	۸/۷	۴/۷			۶/۲
۴۰	۱۴/۱	۷/۶			۹/۹
۵۰	۲۲/۲	۱۲/۰			۱۵/۷
۶۳	۳۵/۴	۱۹/۲			۲۵/۱
۷۵	۵۰/۱	۲۷/۱	۱۳/۸	۶/۹	۳۵/۴
۹۰	۷۲/۳	۳۹/۱	۱۹/۹	۱۰/۰	۵۱/۱
۱۱۰	۱۰۷/۹	۵۸/۴	۲۹/۸	۱۴/۹	۷۶/۳
۱۲۵	۱۳۹/۸	۷۵/۶	۳۸/۶	۱۹/۳	۹۸/۸
۱۴۰	۱۷۵/۳	۹۴/۹	۴۸/۴	۲۴/۳	۱۲۴/۰
۱۶۰	۲۲۸/۹	۱۲۳/۹	۶۳/۲	۳۱/۷	۱۶۱/۹
۱۸۰	۲۸۸/۵	۱۵۶/۱	۷۹/۶	۳۹/۹	۲۰۴
۲۰۰	۳۵۵/۷	۱۹۲/۵	۹۸/۱	۴۹/۲	۲۵۱/۵
۲۲۵	۴۵۰/۳	۲۴۳/۷	۱۲۴/۲	۶۲/۳	۳۱۸/۴
۲۵۰	۵۵۶/۵	۳۰۱/۲	۱۵۳/۵	۷۷/۰	۳۹۳/۵
۲۸۰	۶۹۸/۳	۳۷۷/۹	۱۹۲/۷	۹۶/۶	۴۹۳/۸
۳۱۵	۸۸۵/۴	۴۷۹/۱	۲۴۴/۳	۱۲۲/۵	۶۲۶/۰
۳۵۵	۱۱۲۳/۳	۶۰۷/۹	۳۰۹/۹	۱۵۵/۴	۷۹۴/۳
۴۰۰	۱۴۲۷/۶	۷۷۲/۶	۳۹۳/۹	۱۹۷/۵	۱۰۰۹/۵

یادداشت : برای سه راهه ارقام مندرج برای هرشاخه انشعاب است .

٤ــ٤ــ٢ــ ظرفیت تحمل خاك

ضریب ظرفیت تحمل خاك (K) معمولا" به فشار K (برحسب کیلوگرم برسانتیمتر مربع) لازم برای تراکم خاك به میزان یك سانتیمتر اطلاق میشود اما برای طراحی فشار K (کیلوگرم برسانتیمتر مربع) لازم برای تراکم خاك بمقدار یك میلیمتر بعنوان فشار قابل اطمینان در نظر گرفته میشود .

جدول ٢١ــ ضریب اطمینان تحمل ظرفیت خاك (K)

نوع خاك	ضریب اطمینان عمق خاك (K)	
	افقی	عمودی
گل نرم و دوغلب	٠/٠٤ ــ ٠/١	٠/١٤ ــ ٠/٣
شل	٠/٢٥	١ــ٢
رس نرم	٠/٢٥	١ــ١/٥
رس سخت و متراکم	٠/٥ ــ ٠/٦	٢ــ٢/٥
رس حاوی شن مرطوب	٠/٥ ــ ٠/٦	٢ــ٣
شن مرطوب	٠/٥	٢
شن درشت	٠/٦	٣
سنگ ریزه ، خورده سنگ	٠/٧	٤ــ٥
سنگ مخلوط با رس و یا متراکم با شن درشت	١/ــ	٥ــ٦

جدول شماره ۲۲ـ پوشش محافظ بتونی استاندارد

قطر اسمی	اتصالها	نیروی برشی وقتیکه P = ۱۰ کیلوگرم بر سانتیمترمربع	نوع خاک (ریخته شده در روی لوله)					
			شن خیس، شن متراکم سخت، مخلوط رس و شن تر (ظرفیت تحمل ۵ تن / مترمربع)		سنگ ریزه و خورده سنگ (ظرفیت تحمل ۷/۵ تن / مترمربع)		سنگ ریزه مخلوط با رس و یا متراکم شده با شن درشت (ظرفیت تحمل ۱۰ تن / مترمربع)	
میلیمتر	نوع	تن	مساحت لازم پوشش محافظ (۸) متر مربع	اندازه یک بعد توده بتنی چهارگوش سانتیمتر	مساحت لازم پوشش محافظ (۸) متر مربع	اندازه یک بعد توده بتنی چهارگوش سانتیمتر	مساحت لازم پوشش محافظ (۸) متر مربع	اندازه یک بعد توده بتنی چهارگوش سانتیمتر
۷۵	سه راهه ۹۰ درجه	۰/۳۵۴	۰/۰۷۰۸	۲۷	۰/۰۴۷۲	۲۲	۰/۰۳۵۴	۱۹
	خم ۹۰ درجه	۰/۵۰۱	۰/۱۰۰۲	۳۲	۰/۰۶۶۸	۲۶	۰/۰۵۰۱	۲۲
	خم ۴۵ درجه	۰/۲۷۱	۰/۰۵۴۲	۲۳	۰/۰۳۶۱	۱۹	۰/۰۲۷۱	۱۶
	خم ۲۲/۵ درجه	۰/۱۳۸	۰/۰۲۷۶	۱۷	۰/۰۱۸۴	۱۴	۰/۰۱۳۸	۱۲
	خم ۱۱/۲۵ درجه	۰/۰۶۹	۰/۰۱۳۸	۱۲	۰/۰۰۹۲	۱۰	۰/۰۰۶۹	۸
۹۰	سه راهه ۹۰ درجه	۰/۵۱۱	۰/۱۰۲۲	۳۲	۰/۰۶۸۱	۲۶	۰/۰۵۱۱	۲۳
	خم ۹۰ درجه	۰/۲۷۳	۰/۱۴۴۶	۳۸	۰/۰۹۶۴	۲۶	۵۱۱	۲۷
	خم ۴۵ درجه	۰/۳۹۱	۰/۰۷۸۲	۲۸	۰/۰۵۲۱	۲۳	۰/۰۳۹۱	۲۰
	خم ۲۲/۵ درجه	۰/۱۹۹	۰/۰۳۹۸	۲۰	۰/۰۲۶۵	۱۶	۰/۰۱۹۹	۱۴
	خم ۱۱/۲۵ درجه	۰/۱۰۰	۰/۰۲۰۰	۱۴	۰/۰۱۳۳	۱۲	۰/۰۱۰۰	۱۰
۱۱۰	سه راهه ۹۰ درجه	۰/۷۶۳	۰/۱۵۲۶	۳۹	۰/۱۰۱۷	۳۲	۰/۰۷۶۳	۲۸
	سه راهه	۱/۰۷۹	۰/۲۱۵۸	۴۶	۰/۱۴۳۹	۳۸	۰/۱۰۷۹	۳۳
	خم ۴۵ درجه	۰/۵۸۴	۰/۱۱۶۸	۳۴	۰/۰۷۷۹	۲۸	۰/۰۵۸۴	۲۴
	خم ۲۲/۵ درجه	۰/۲۹۸	۰/۰۵۹۶	۲۴	۰/۰۳۹۷	۲۰	۰/۰۲۹۸	۱۷
	خم ۱۱/۲۵ درجه	۰/۱۴۹	۰/۰۲۹۸	۱۷	۰/۰۱۹۹	۱۴	۰/۰۱۴۹	۱۲
۱۲۵	سه راهه ۹۰ درجه	۰/۹۸۸	۰/۱۹۷۶	۴۴	۰/۱۳۱۷	۳۹	۰/۰۹۸۸	۳۱
	خم ۹۰ درجه	۱/۳۹۸	۰/۲۷۹۶	۵۳	۰/۱۸۶۴	۴۳	۰/۱۳۹۸	۳۷
	خم ۴۵ درجه	۰/۷۵۶	۰/۱۵۱۲	۳۹	۰/۱۰۰۸	۳۲	۰/۰۷۵۶	۲۷
	خم ۲۲/۵ درجه	۰/۳۸۶	۰/۰۷۷۲	۲۸	۰/۰۵۱۵	۲۳	۰/۰۳۸۶	۲۰
	خم ۱۱/۲۵ درجه	۰/۱۹۳	۰/۰۳۸۶	۲۰	۰/۰۲۵۷	۱۶	۰/۰۱۹۳	۱۴
۱۴۰	سه راهه ۹۰ درجه	۱/۲۴۰	۰/۲۴۸۰	۵۰	۰/۱۶۵۳	۴۱	۰/۱۲۴۰	۳۵
	خم ۹۰ درجه	۱/۷۵۴	۰/۳۵۰۸	۵۹	۰/۲۳۳۹	۴۸	۰/۱۷۵۴	۴۲
	خم ۴۵ درجه	۰/۹۴۹	۰/۱۸۹۸	۴۴	۰/۱۲۶۵	۳۶	۰/۰۹۴۹	۳۱
	خم ۲۲/۵ درجه	۰/۴۸۴	۰/۰۹۶۸	۳۱	۰/۰۶۴۵	۲۵	۰/۰۴۸۴	۲۲
	خم ۱۱/۲۵ درجه	۰/۲۴۳	۰/۰۴۹۶	۲۲	۰/۰۳۲۴	۱۸	۰/۰۲۴۳	۱۶
۱۶۰	سه راهه ۹۰ درجه	۱/۶۱۹	۰/۳۲۳۸	۵۷	۰/۲۱۵۹	۴۶	۰/۱۶۱۹	۴۰
	خم ۹۰ درجه	۲/۲۸۹	۰/۳۵۷۸	۶۸	۰/۳۰۲۵	۵۵	۰/۲۲۸۹	۴۸
	خم ۴۵ درجه	۱/۲۳۹	۰/۲۴۷۸	۵۰	۰/۱۶۵۲	۴۱	۰/۱۲۳۹	۳۵
	خم ۲۲/۵ درجه	۰/۶۳۲	۰/۱۲۶۴	۳۶	۰/۰۸۴۲	۲۹	۰/۰۶۳۲	۲۵
	خم ۱۱/۲۵ درجه	۰/۳۱۷	۰/۰۶۳۴	۲۵	۰/۰۴۲۳	۲۱	۰/۰۳۱۷	۱۸

بقیه جدول شماره ۲۲

۱۸۰	سفراهه ۹۰ درجه	۲/۰۴۰	۰/۴۰۸۰	۶۴	۰/۲۷۲۰	۰۰	۰/۲۰۴۰	۴۵
	خم ۹۰ درجه	۲/۸۸۵	۰/۵۷۷۰	۷۶	۰/۲۸۴۷	۴۲	۰/۲۸۸۵	۵۴
	خم ۴۵ درجه	۱/۵۶۱	۰/۳۱۲۲	۵۶	۰/۲۰۸۱	۴۶	۰/۱۵۶۱	۴۰
	خم ۲۲/۵ درجه	۰/۷۹۶	۰/۱۵۹۲	۴۰	۰/۱۰۶۱	۳۳	۰/۰۷۹۶	۲۸
	خم ۱۱/۲۵ درجه	۰/۳۹۹	۰/۰۷۹۸	۲۸	۰/۰۵۳۲	۲۳	۰/۰۳۹۹	۲۰
۲۰۰	سفراهه ۹۰ درجه	۲/۵۱۵	۰/۵۰۳۰	۷۱	۰/۳۳۵۳	۵۸	۰/۲۵۱۵	۵۰
	خم ۹۰ درجه	۳/۵۵۷	۰/۷۱۱۴	۸۴	۰/۴۷۴۳	۶۹	۰/۳۵۵۷	۶۰
	خم ۴۵ درجه	۱/۹۲۵	۰/۳۸۵۰	۶۲	۰/۲۵۶۷	۵۱	۰/۱۹۲۵	۴۴
	خم ۲۲/۵ درجه	۰/۹۸۱	۰/۱۹۶۲	۴۴	۰/۱۳۰۸	۳۶	۰/۰۹۸۱	۳۱
	خم ۱۱/۲۵ درجه	۰/۴۹۲	۰/۰۹۸۴	۳۱	۰/۰۶۵۶	۲۶	۰/۰۴۹۲	۲۲
۲۲۵	سفراهه ۹۰ درجه	۳/۱۸۴	۰/۶۳۶۸	۸۰	۰/۴۲۴۵	۶۵	۰/۳۱۸۴	۵۶
	خم ۹۰ درجه	۴/۵۰۳	۰/۹۰۰۶	۹۵	۰/۶۰۰۴	۷۷	۰/۴۵۰۳	۶۷
	خم ۴۵ درجه	۲/۴۳۷	۰/۴۸۷۴	۷۰	۰/۳۲۴۹	۵۷	۰/۲۴۳۷	۴۹
	خم ۲۲/۵ درجه	۱/۲۴۲	۰/۲۴۸۴	۵۰	۰/۱۶۵۶	۴۱	۰/۱۲۴۲	۳۵
	خم ۱۱/۲۵ درجه	۰/۶۲۳	۰/۱۲۴۶	۳۵	۰/۰۸۳۱	۲۹	۰/۰۶۲۳	۲۵
۲۵۰	سفراهه ۹۰ درجه	۳/۹۳۵	۰/۷۸۷۰	۸۹	۰/۵۲۴۷	۷۲	۰/۳۹۳۵	۶۳
	خم ۹۰ درجه	۵/۵۶۵	۱/۱۱۳۰	۱۰۵	۰/۷۴۲۰	۸۶	۰/۵۵۶۵	۷۵
	خم ۴۵ درجه	۳/۰۱۲	۰/۶۰۲۴	۷۸	۰/۴۰۱۶	۶۳	۰/۳۰۱۲	۵۵
	خم ۲۲/۵ درجه	۱/۵۳۵	۰/۳۰۷۰	۵۵	۰/۲۰۴۷	۴۵	۰/۱۵۳۵	۳۹
	خم ۱۱/۲۵ درجه	۰/۷۷	۰/۱۵۴۰	۳۹	۰/۱۰۲۷	۳۲	۰/۰۷۷۰	۲۸
۲۸۰	سفراهه ۹۰ درجه	۴/۹۳۸	۰/۹۸۷۶	۹۹	۰/۶۵۸۴	۸۱	۰/۴۹۳۸	۷۰
	خم ۹۰ درجه	۶/۹۸۳	۱/۳۹۶۶	۱۱۸	۰/۹۳۱۱	۹۶	۰/۶۹۸۳	۸۴
	خم ۴۵ درجه	۳/۷۷۹	۰/۷۵۵۸	۸۷	۰/۵۰۳۹	۷۱	۰/۳۷۷۹	۶۱
	خم ۲۲/۵ درجه	۱/۹۲۷	۰/۳۸۵۴	۶۲	۰/۲۵۶۹	۵۱	۰/۱۹۲۷	۴۴
	خم ۱۱/۲۵ درجه	۰/۹۶۶	۰/۱۹۳۲	۴۴	۰/۱۲۸۸	۳۶	۰/۰۹۶۶	۳۱
۳۱۵	سفراهه ۹۰ درجه	۶/۲۶۰	۱/۲۵۲۰	۱۱۲	۰/۸۳۴۷	۹۱	۰/۶۲۶۰	۷۹
	خم ۹۰ درجه	۸/۸۵۴	۱/۷۷۰۸	۱۳۳	۱/۱۸۰۵	۱۰۹	۰/۸۸۵۴	۹۴
	خم ۴۵ درجه	۴/۷۹۱	۰/۹۵۸۲	۹۸	۰/۶۳۸۸	۸۰	۰/۴۷۹۱	۶۹
	خم ۲۲/۵ درجه	۲/۴۴۳	۰/۴۸۸۶	۷۰	۰/۳۲۵۷	۵۷	۰/۲۴۴۳	۴۹
	خم ۱۱/۲۵ درجه	۱/۲۲۵	۰/۲۴۵۰	۴۹	۰/۱۶۳۳	۴۰	۰/۱۲۲۵	۳۵
۳۵۵	سفراهه ۹۰ درجه	۷/۹۴۳	۱/۵۸۸۶	۱۲۶	۱/۰۵۹۱	۱۰۳	۰/۷۹۴۳	۸۹
	خم ۹۰ درجه	۱۱/۲۳۳	۲/۲۴۶۶	۱۵۰	۱/۴۹۷۷	۱۴۲	۱/۱۲۳۳	۱۰۶
	خم ۴۵ درجه	۶/۰۷۹	۱/۲۱۵۸	۱۱۰	۰/۸۱۰۵	۹۰	۰/۶۰۷۹	۷۸
	خم ۲۲/۵ درجه	۳/۰۹۹	۰/۶۱۹۸	۷۹	۰/۴۱۳۲	۶۴	۰/۳۰۹۹	۵۶
	خم ۱۱/۲۵ درجه	۱/۰۵۴	۰/۲۱۰۸	۵۶	۰/۲۰۷۲	۴۶	۰/۱۰۵۴	۳۹
۴۰۰	سفراهه ۹۰ درجه	۱۰/۰۹۵	۲/۰۱۹۰	۱۴۲	۱/۳۴۶۰	۱۱۶	۰/۰۰۹۵	۱۰۰
	خم ۹۰ درجه	۱۴/۲۷۶	۲/۸۵۵۲	۱۶۹	۱/۹۰۳۵	۱۳۸	۱/۴۲۷۶	۱۱۹
	خم ۴۵ درجه	۷/۷۲۶	۱/۵۴۵۲	۱۲۴	۱/۰۳۰۱	۱۰۱	۰/۷۷۲۶	۸۸
	خم ۲۲/۵ درجه	۳/۹۲۹	۰/۷۸۷۸	۸۹	۰/۵۲۵۲	۷۲	۰/۳۹۲۹	۶۳
	خم ۱۱/۲۵ درجه	۱/۰۰۵	۰/۳۹۵۰	۶۳	۰/۲۶۳۳	۵۱	۰/۱۹۷۵	۴۴

٤ــ٤ــ٣ــ پوشش محافظ بتوني استاندارد

پوشش محافظ با ریختن بتن و یا گذاردن الوار کاج در مساحتی بیش از A متر مربع ودرجهت نیروی فشار ایجاد میشود .

حداقل مساحت از فرمول زیر بدست میآید .

$$A = \frac{\mathbb{P}W}{\mathbb{K}} \qquad \text{---------- (18)}$$

که در آن

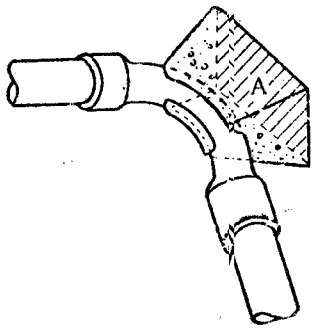
A =مساحت منطقه پوشش شده به سانتیمتر مربع

P =فشار آب که شامل نیروی ضربتی آب نیز میباشد به کیلوگرم برسانتیمتر مربع

W = فشار خاك به کیلوگرم بر1 = P کیلوگرم به سانتیمتر مربع

K =ضریب ظرفیت تحمل خاك به کیلوگرم برسانتیمتر مربع

تصویر ۱۸ــ روش محافظت توسط بتن



وقتی که میزان پوشش محافظ تعیین گردید باید ظرفیت تحمل خاك برای نگهداري پوشش محافظ بررسی شود برای این منظورفشار تماس موثر بر روی انتهای توده بتنی را باظرفیت تحمل خاك مقایسه کنید

اگر دومی بزرگتر از اولی باشد زیرسازی برای ایجاد پوشش محافظ لازم نیست ودر غیر اینصورت زیر سازی حتماً باید انجام شود .

فشار تماس موثر γ توده بتنی (درمورد فشارافقی وروبالا) ازروی فرمول زیر محاسبه میشود .

$$\gamma = \frac{W_1 + W_2 + W_3}{A} \quad \ldots\ldots (19)$$

که در آن

W_1 = فشار خاك که خود برابر است با γHA که γ واحد وزن خاك به تن بر متر مکعب H عمق پوشش و A مساحت قسمت پائین توده بتنی به مترمربع میباشد .

W_2 = وزن توده که برابر است با CV که در آن C واحد وزن بتن به تن بر متر مکعب و V حجم بتن به متر مکعب میباشد .

W_3 = وزن لوله و آب = $WF + \frac{\pi}{4} d^2 L$ که WF وزن خم به تن d قطر داخلی لوله L طول لوله به متر

A = مساحت قسمت پائین توده به متر مربع.

٤—٥— <u>جلوگیری از انبساط و انقباض طولی لوله ها در زیر زمین</u>

ضریب انبساط طولی لوله های P.V.C ۷×۱۰^{-۵} درصفر درجه حرارت میباشد که در حدود ٦ برابر لوله فولادی است

در لوله های زیر زمینی انقباض و انبساط طولی بعلت وجود نیروی اصطکاك با خاك کم میشود . اما این موضوع سبب ایجاد کشش حرارتی در لوله میشود . عمق معمول گودالهائی که درآنها لوله های آب سرد رامیگذارند

در حدود ۱/۲ متر میباشد اثر درجه حرارت اتمسفر برروی لوله زیر زمینی خیلی کمتر از لوله هائی است که در روی سطح زمین قرار دارند .

بنابراین ،کشش حرارتی ایجاد شده با مقایسه به مقاومت لوله خیلی کمتر است . هرچند در لوله کشی عملی ایجاد خمیدگیهای محوری ، به شرائط زمین ــ روش پر کردن گودال و سایر عواملی که باعث ایجاد نیروی گسستگی در روی لوله میباشد بستگی دارد .

برای خنثی کردن نیروی بالا باید اتصالهای انبساطی بکار رود . در روش TS بکار بردن اتصالهای انبساطی بفاصله ۳۰۰ متر نیروی گسستگی را از بین میبرد .

تبصره ۱ــ انبساط ،انقباض و کشش حرارتی لوله P.V.C

مقدار انبساط و انقباض لوله های P.V.C با توجه به تغییرات درجه حرارت از روی فرمول زیر محاسبه میشود .

$$\Delta 1 = \alpha 1 . \Delta\theta \quad \ldots\ldots\ldots (20)$$

که در آن

$\Delta 1$ = مقدار انقباض و انبساط به متر

α = ضریب انبساط خطی (طولی) 70×10^{-6} درجه حرارت سانتیگراد

1 = طول لوله بمتر

$\Delta\theta$ = تغییرات درجه حرارت در لوله به سانتی گراد

انقباض و انبساط لوله ها با اصطکاک آنها با خاک کم میشود ولی نیروی اصطکاکی سبب ایجاد کشش حرارتی میگردد کشش حرارتی از فرمول زیر محاسبه میگردد :

$$\sigma\theta = E . \alpha . \Delta\theta \quad \ldots\ldots\ldots (21)$$

مدول یونگ (E) با تغییر درجه حرارت تغییر میکند و مقدار آن در حرارت ۲۰ درجه سانتیگراد ۲/۴×۱۰⁴ کیلوگرم برسانتیمتر مربع میباشد .

در این مورد اگر $\Delta\theta$ یك درجه سانتیگراد باشد کشش ایجاد شده ($\sigma\theta$) ۲/۴ کیلوگرم برسانتیمتر مربع میباشد .

۴-۶- لوله کشی های ویژه

۴-۶-۱- عبور از رود خانه ها

لوله کشی از میان جریان آب یا رود خانه بد وصورت کشیدن لوله‌ازبستر رود خانه و یا با استفاده از مجرای سواره (لوله کشی هوائی) انجام میشود در صورتیکه لوله کشی با قوانین استفاده از رود خانه ارتباط داشته باشد باید قبلاً" موافقت مقامات مربوطه را باطرح وپیاده‌کردن پروژه لوله کشی جلب کرد .

الف - مجرای سواره

سه روش برای کشیدن مجرای سواره وجود دارد

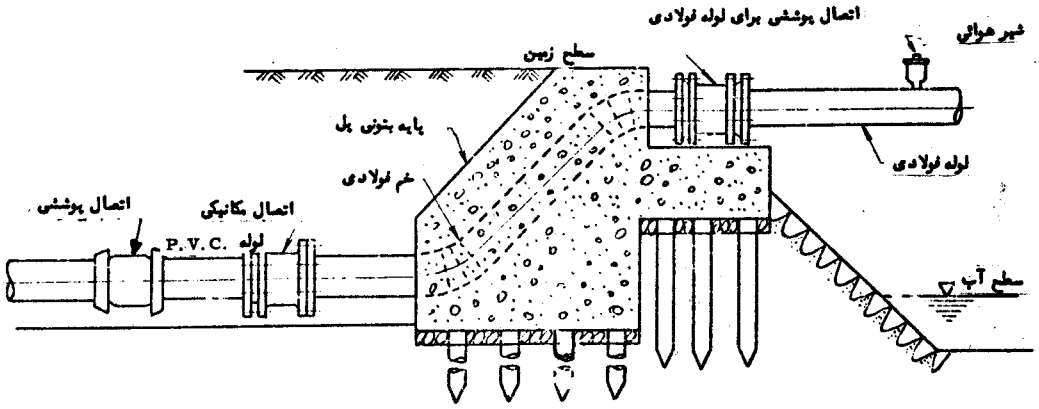
- کشیدن لوله از روی پلهای موجود
- ساختن پل مخصوص
- استفاده از لوله بعنوان " تیر حمال " (۱)

---

(۱) Girder

لوله فولادی بعنوان لوله مطلوبی که دارای انقباض و انبساط مناسب و خاصیت ضد لرزش و عایق حرارت است برای این منظور بکار میرود . اتصال این لوله با لوله P.V.C باید همیشه در زیر زمین انجام شود و از اتصالات غیر ثابت استفاده شود پوشاندن لوله با قشر ضخیمی در نزدیکی رودخانه جائیکه زمین سست است مفید میباشد .

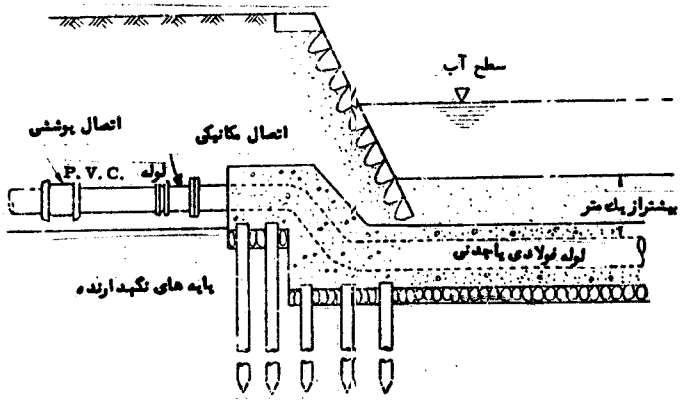
تصویر ۸۲ــ اتصال به مجرای سواره



ب ــ عبور از زیر رودخانه

لوله فولادی برای کشیدن از زیربستر رودخانه بعلت مقاومت خوبی که در مقابل تغییرات شرائط استقرار در زمین و سایر عوامل دارد انتخاب شده است لوله فولادی توسط اتصالهای غیر ثابت به لوله P.V.C در قسمت عقب سیفون معکوس (خم) وصل میشود .

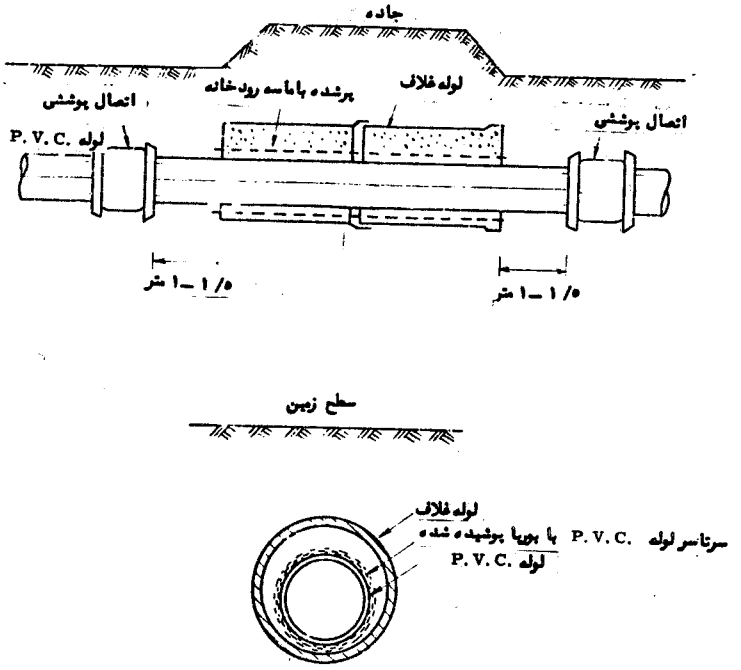
تصویر ۸۳ــ عبور لوله اززیربستررود خانه



٤ــ٦ــ٢ــ عبور لوله از جاده ها و خطوط راه آهن

لوله بتن‌مسلح (که بااستفاده از نیروی گریز از مرکز ساخته شده است) بعنوان لوله غلاف بکار میرود لوله P.V.C باید برای‌جلوگیری از هرگونه خراشیدگی باندازه کافی با بوریا پوشانده شود وسپس در داخل لوله بتن مسلح قرار داده شود . اتصال غیر ثابت برای‌جلوگیری از نیروی برشی باید بکار رود .

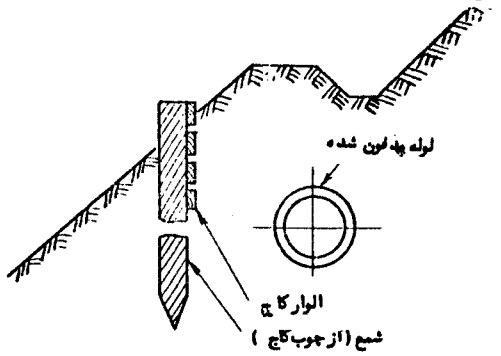
تصویر ٨٤ ــ عبور لوله ازجاده ویاخط راه‌آهن



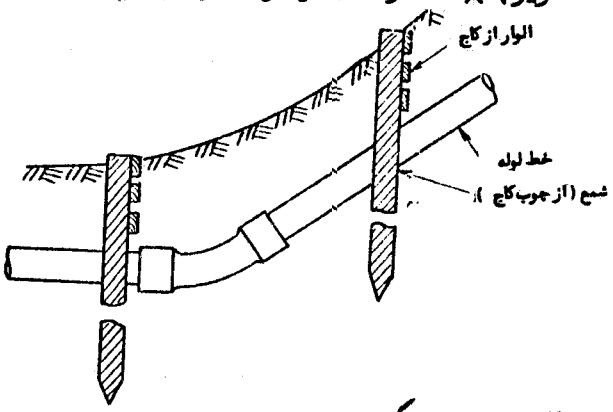
٤ــ٦ــ٣ــ عملیات پوششی

برای نصب‌لوله در شیب‌تپه ها ، باید معیارهائی را که برای‌جلوگیری از ریزش‌خاك و شن ویاشسته شدن خاك (پخته شده روی لوله) بعلت بارندگی ویا خطرات‌آبهای زیر زمینی بوجود آمده رعایت نمود .

تصویر ۸۵ــ نمونه جلوگیری ازریزش(خاك‌وشن)



تصویر۸۶ــ نمونه جلوگیری ازبارا ن‌وآب زیرزمینی

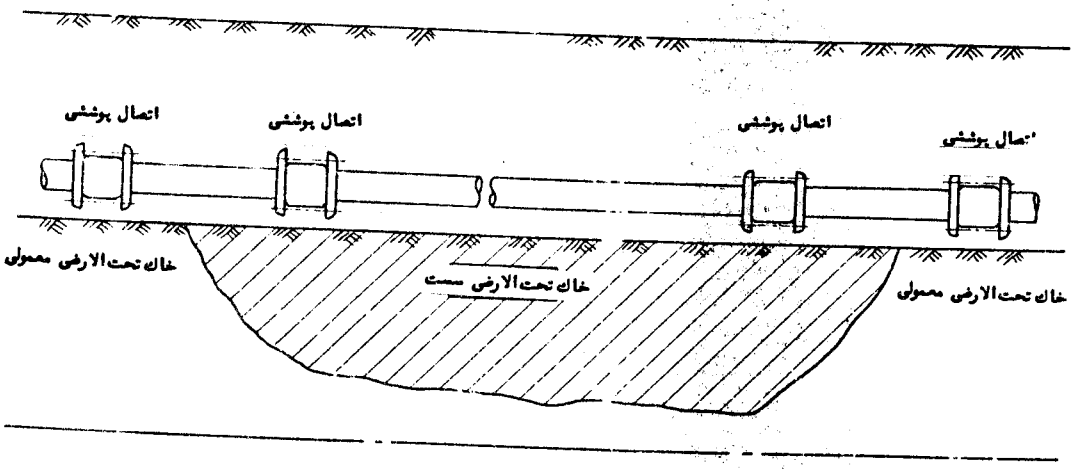


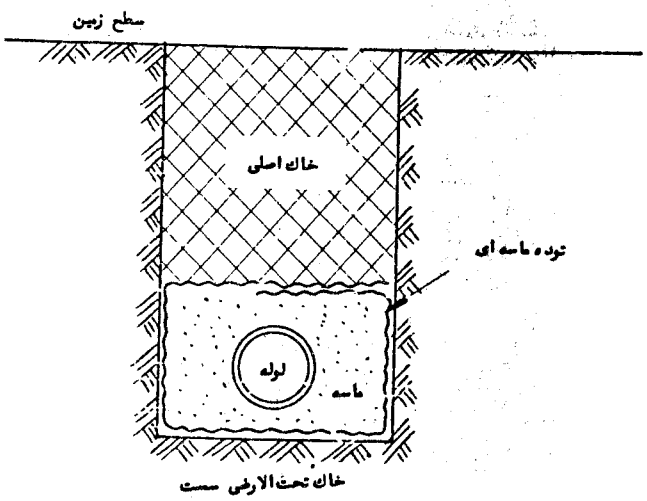
٤ــ٦ــ٤ــ عملیات جلوگیری از خاك سست زیر زمینی

معمولترین روش برای کشید ن لوله د ر خاك خیلی سست قرارد ادن لوله‌ها د ر روی شئی نرد بانی شکل یاد ریچه ای شکل است د رمورد لوله هـــای P.V.C عملیات تصویر شده زیر که د ر آن از خاصیت لوله P.V.C استفاد ه شد ه است بخصوص وقتیکه نشست ویژه ای مطرح است موثـــر میباشد .

استعمال لوله های کوتاه وقتیکه جنس خاك تغییر میکند وارتباط لولـه P.V.C باسایر لوله ها بااستفاد ه ازاتصالهای‌غیرثابت، باعـــث میشود که لوله نسبت به فشارهای طبیعی مقاومت پید اکرد ه و میـــزان ایمنی د ر لوله کشی بالا رود .

تصویر ۸۷ــ خاك زیر زمینی سست

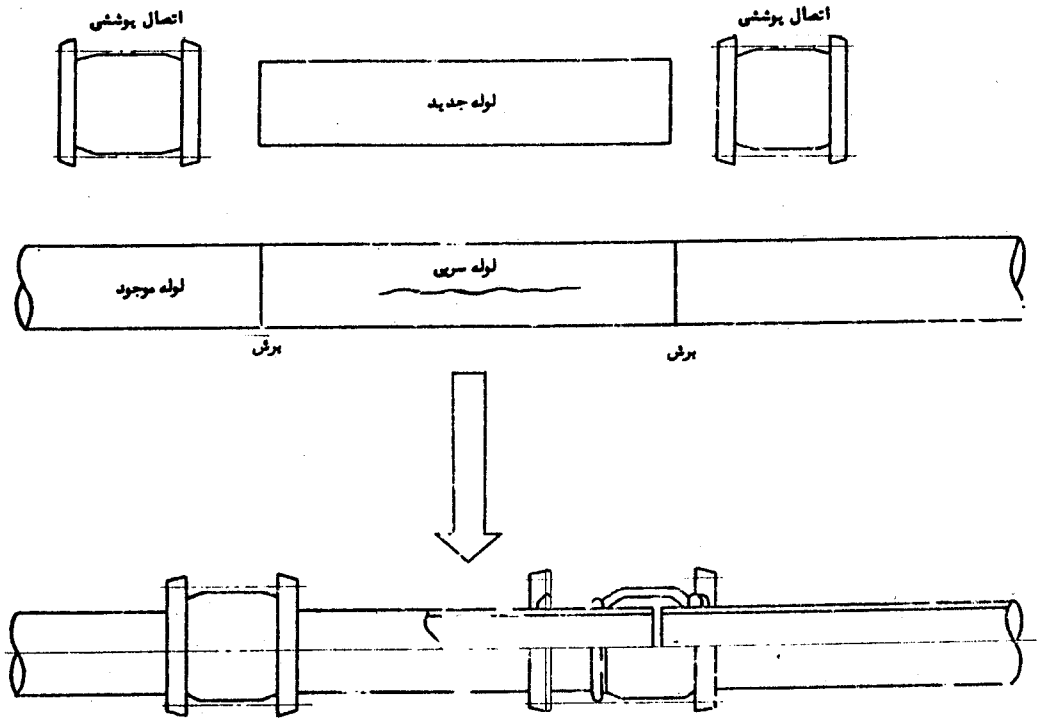




٤-٧- تعمیر

اگر لوله P.V.C بشکند باید با استفاده از اتصال نوع پوششی تعمیر شود همانطوریکه در تصویر ۸۸ نشان داده شده است قسمت معیوب را بردارید و لوله جدیدی بجای آن بگذارید و آنرا باستفاده از اتصال پوششی به لوله قبلی متصل نمائید .

تصویر ۸۸



فصل پنجم ــ انشعاب لوله کشی

۵ــ۱ــ اتصال در انشعاب لوله کشی

۵ــ۱ــ۱ــ روش اتصال TS

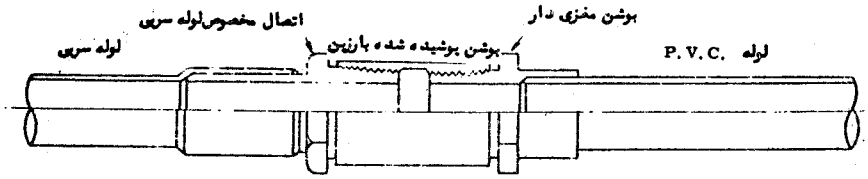
برای اتصال لوله های P.V.C در انشعابات لوله کشی از روش TS استفاده میشود که عیناً مانند روش مشروح در مورد سیستم توزیع میباشد هرچند برای لوله های تا قطر ۶۳ میلیمتر فشار دست برای اتصال بدون اعمال نیروهای دیگر کافی میباشد .

۵ــ۱ــ۲ــ اتصال به لوله های غیر مشابه

اتصال به لوله های غیر مشابه باید مطابق شکل زیر انجام پذیرد در این مورد حدیده کردن لوله P.V.C منع شده است .

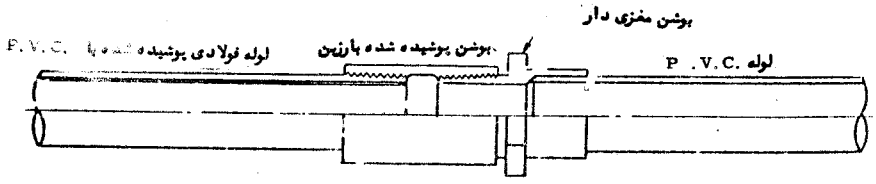
الف ــ لوله سربی

تصویر ۸۹ــ اتصال به لوله سربی



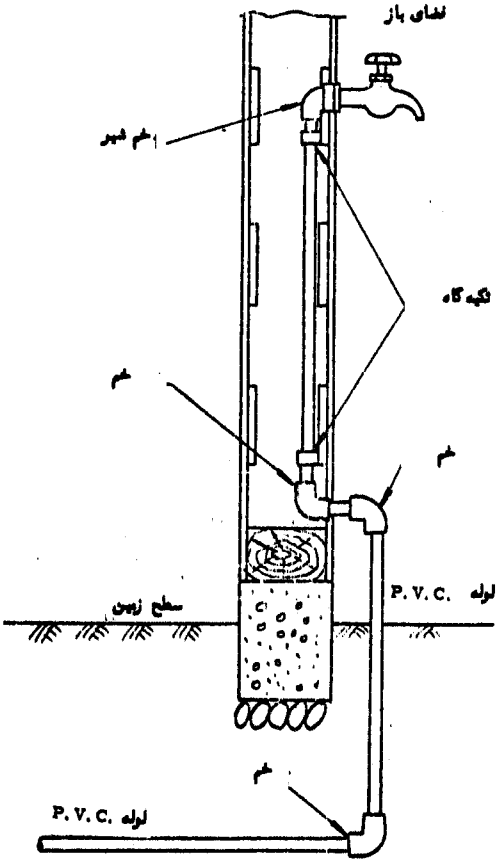
ب ــ لوله فولادی (بالا یه لوله P.V.C)

تصویر ۹۰ــ اتصال با لوله فولادی

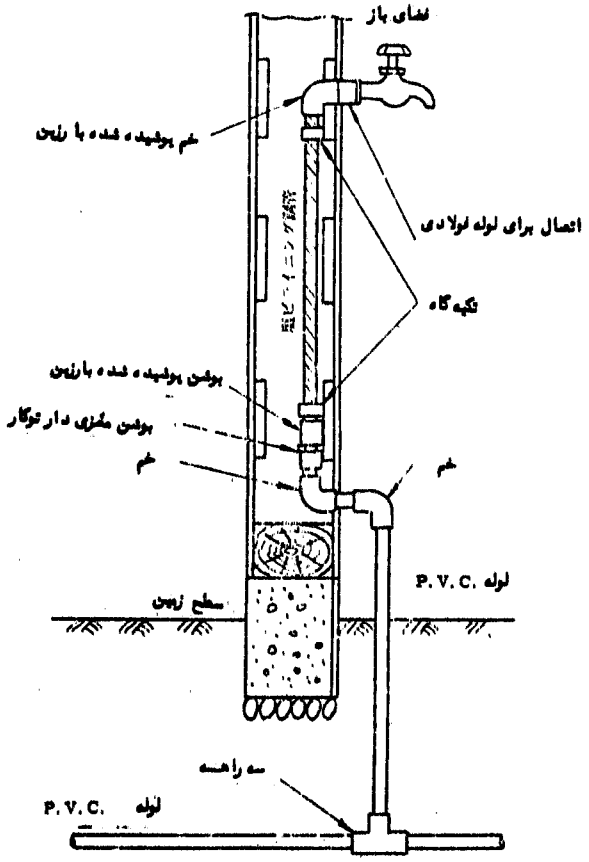


۵ــ۱ــ۳ــ اتصال به شیر

تصویر ۹۱ــ نمونه نصب به لوله P.V.C



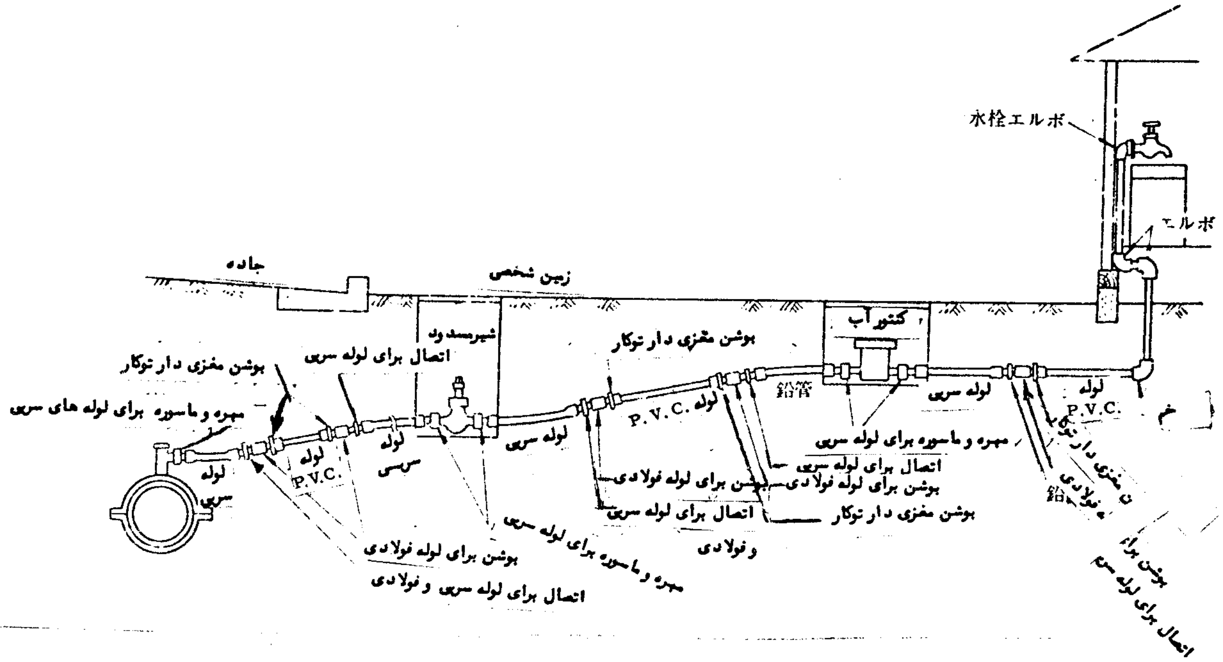
تصویر ۹۲ــ نمونه نصب به لوله فولادی یا لوله P.V.C که در قسمتی از لوله‌کشی بکار میرود



۵-۱-۴- نمونه اتصال

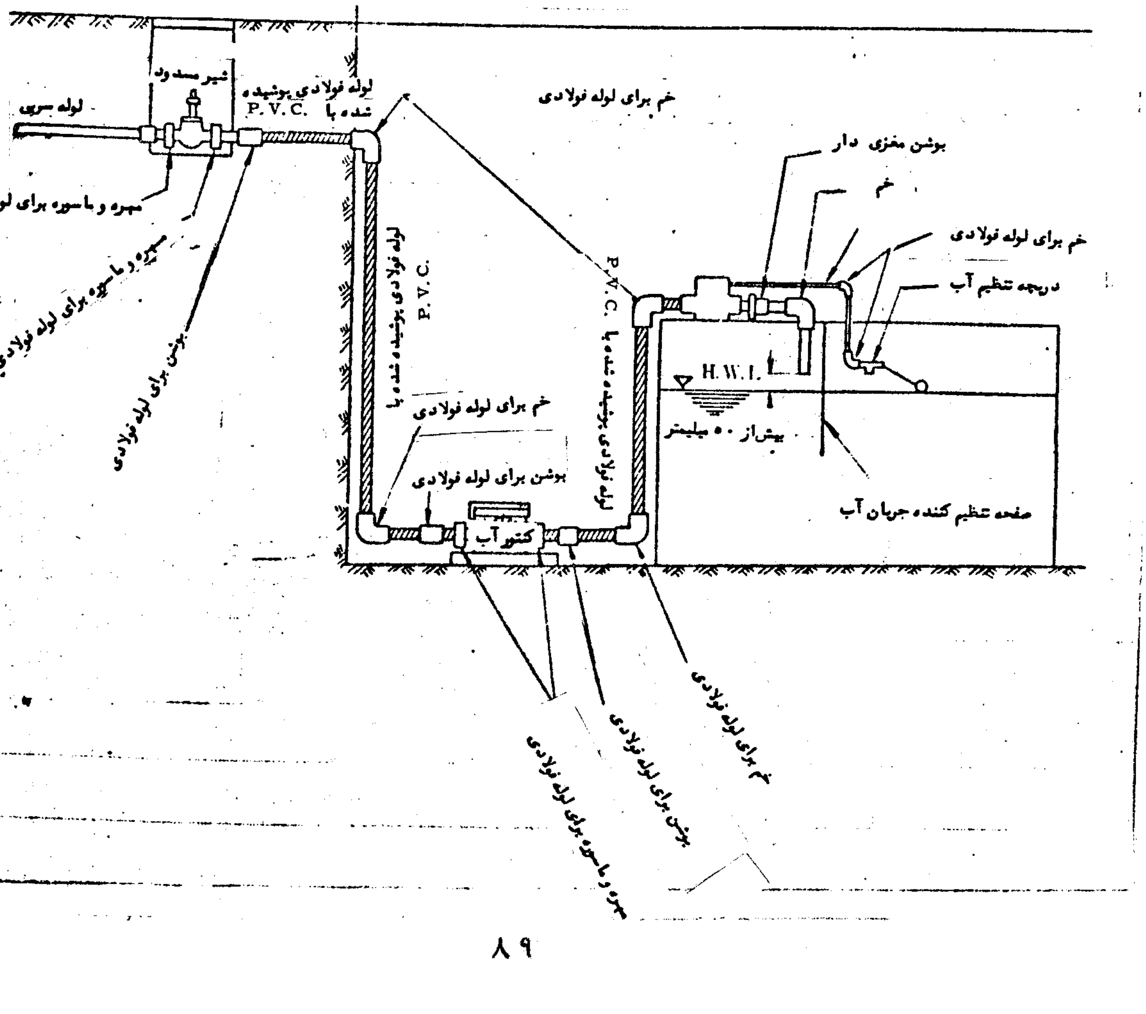
الف - نوع ارتباط مستقیم

تصویر ۹۳ - لوله‌کشی که در قسمتی از آن از لوله سربی استفاده شده

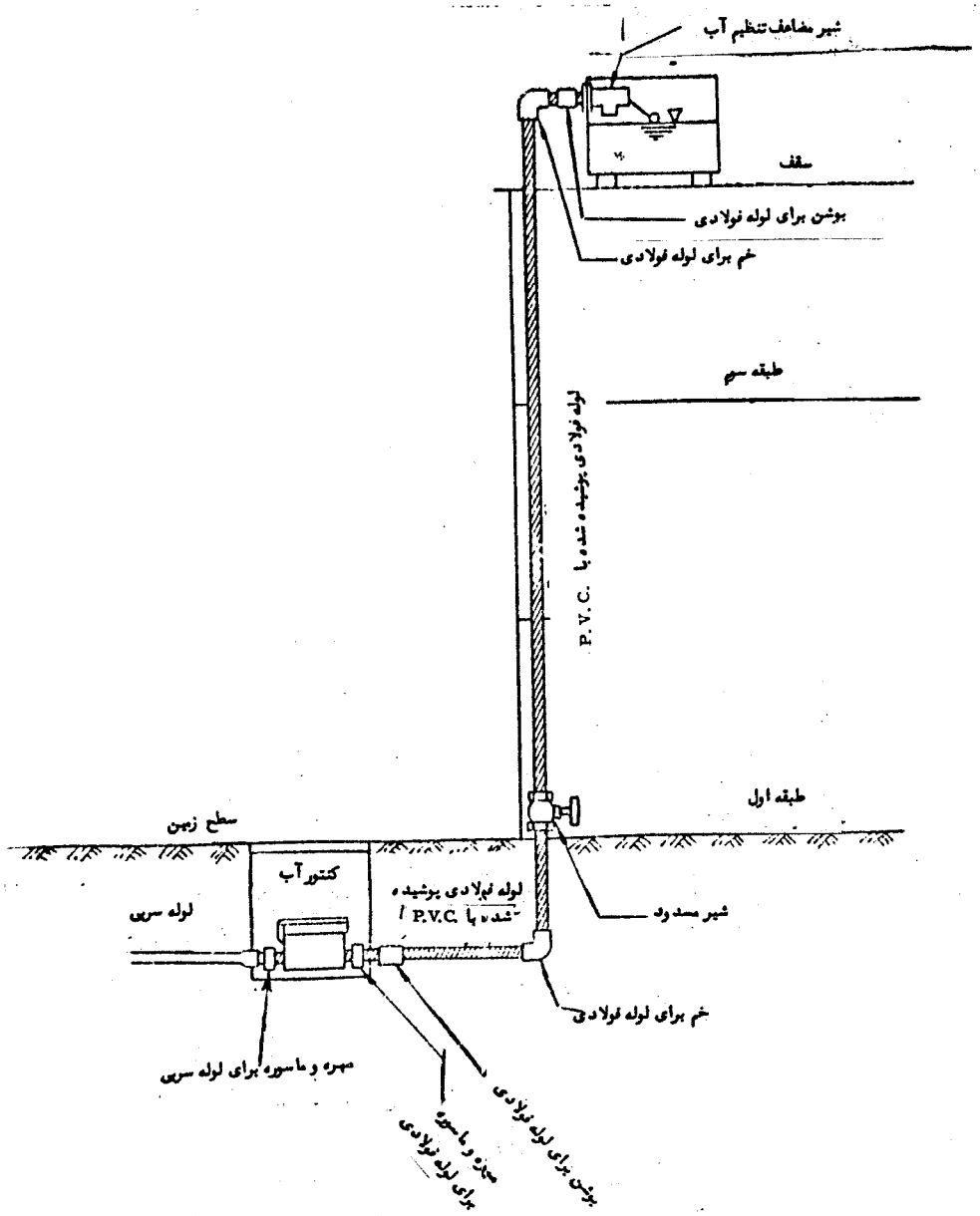


ب - سیستم مخزن دریافتی

تصویر ۹۴ - سیستم مخزن آب کوتاه



تصویر ۹۵ــ سیستم مخزن آب بلند

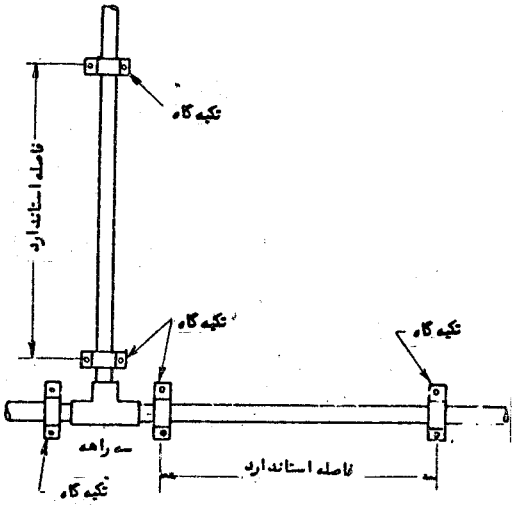


۲ــ۵ تقویت سیستم لوله کشی

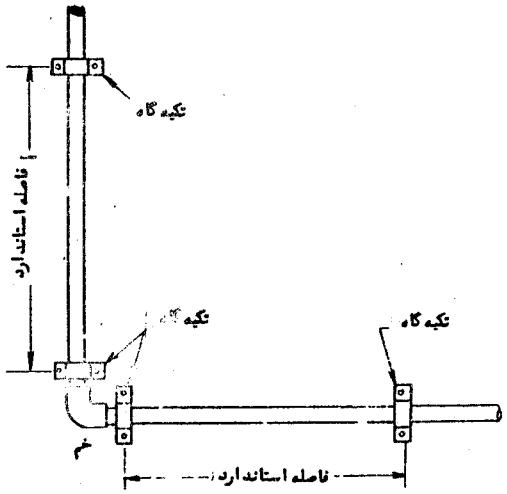
لوله های P.V.C براساس استاندارد های زیر باید تقویتونگاهداری شوند . انشعابات و خم ها مستعد دریافت فشارهای غیر ضروری‌هستند و نبودن تکیه گاه کافی در این نقاط ممکن است منجر به اشکالاتی شود . در نتیجه اطراف آنها را بااستفاده از تکیه گاه محکم کنید واصولا" لوله کشی را بادرنظر گرفتن فواصل استاندارد برای تکیه گاه انجام دهید .

قطراسمی ــ میلیمتر	فاصله استاندارد تکیه گاه (متر)	
	لوله عمودی	لوله افقی
تا ۴۰ ــ	۱/۵	۱
۵۰ ــ ۶۳	۱/۵	۲

تصویر۹۶ــ نگاهداری سه راهه با استفاده از تکیه گاه



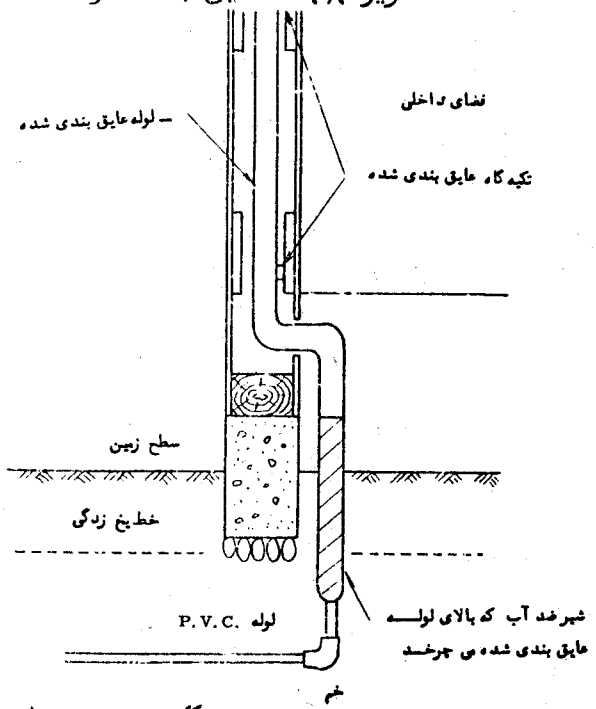
تصویر۹۷ــ نگاهداری خم با استفاده از تکیه گاه



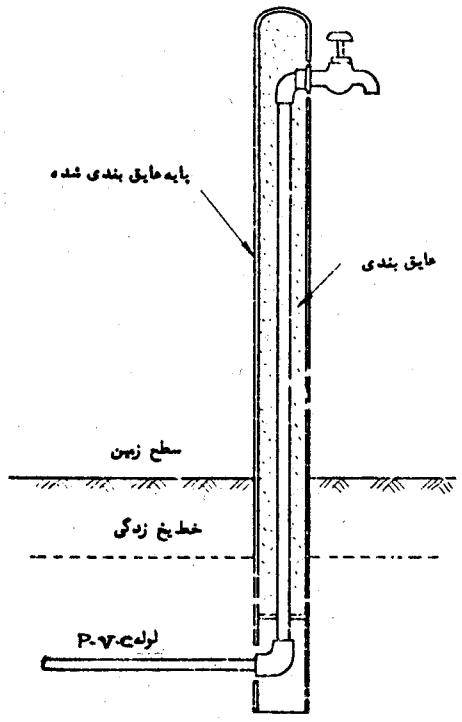
۵ــ۳ــ جلوگیری از یخ زدن

در آب و هوای سرد استعمال خشک کن و همچنین پوشش عایقی برای جلوگیری از یخ زدن لازم است مواد پلاستیکی foam (کف مانند) برای این منظور کاملا" توصیه میشوند گونی قیراندود بعلت صدمه‌ای که به‌لوله P.V.C میزند توصیه نمیشود .

تصویر ۹۸ــ عایق بندی لوله



تصویر ۹۹ــ عایق بندی پایه منتهی به شیر



٤ــ٥ جلوگیری از اثر کروزوت (روغن قطران)

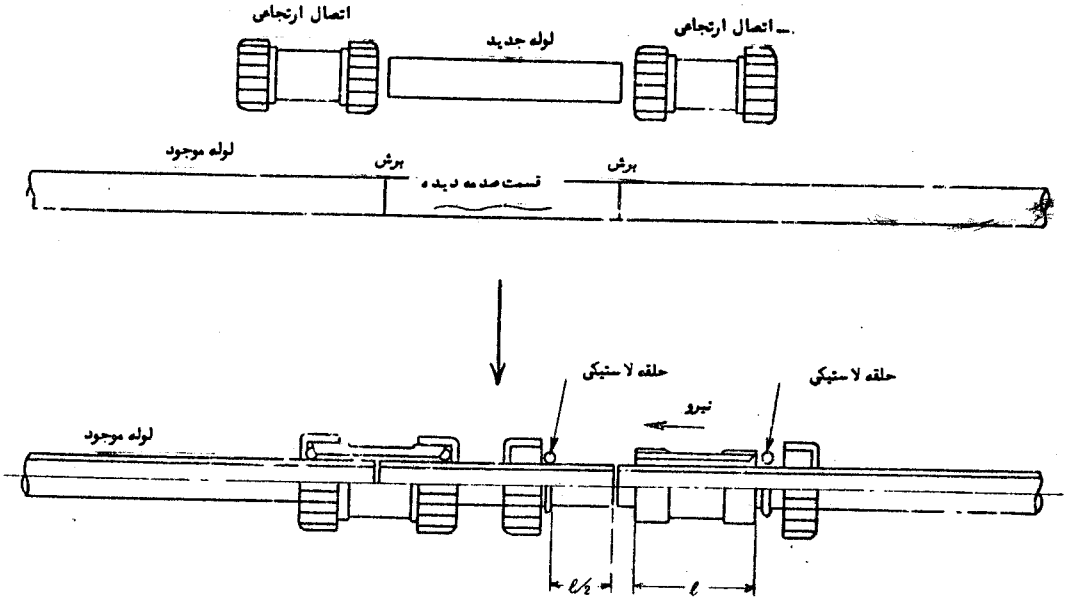
روغن کروزوت که اغلب برای جلوگیری از خوردگی چوب بکار میرود به لوله P.V.C صدمه میزند وقتیکه اطراف لوله P.V.C باید با الوار و تراورس (اشباع شده با کروزوت) پوشیده شود باید آنرا با لایه ای از فیلم پولی اتیلن بقطر ۰/۲ میلیمتر پوشاند .

تصویر ۱۰۰ــ نمونه جلوگیری از اثر کروزوت

۵ــ۵ــ روشهای تعمیر

در صورت ایجاد شکست و یا نقصی در لوله های P.V.C قسمت معیوب را با بکاربردن اتصالهای الاستیکی تعمیر کنید همانطوریکه در تصویر ۱۰۱ نشان داده شده است قسمت معیوب را ببرید ولوله جدیدی بجای آن قرار دهید و سپس آنرا با دو عدد اتصال الاستیکی بدو لوله قبلی وصل کنید .

تصویر ۱۰۱ــ تعمیر لوله سرویس P.V.C



٦ــ١ــ حمل و نقل و انبار

٦ــ١ــ١ــ پذیرش محصولات

الف ــ بازرسی مشخصات

مطمئن شوید که در روی هر لوله و اتصال نشانگذاری شده است

ب ــ بازرسی

در حضور متصدی مربوطه کلیه محصولات رسیده را با توجه به بارنامه کالا از نظر نبودن کم و کسر و عیب ونقص بازرسی کنید . در صورت وجود هرگونه عیب و نقصی مدرکی رسمی دراین مورد از تولیدکننده بگیرید زیرا در مذاکرات آتی مفید خواهد بود .

٦ــ١ــ٢ــ مراقبتهای لازم در موقع تخلیه

در موقع تخلیه همیشه دوطرف لوله باید توسط دونفر گرفته شود بهیچ وجه لوله را نیاندازید و اشیاء سنگین در روی اتصالها قرار ندهید .

ــ١ــ٣ــ مراقبت های لازم برای انبار کردن

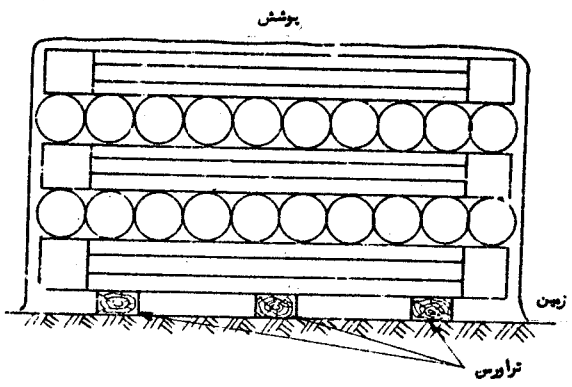
الف ــ انبار کردن لوله

بهترین راه انبار کردن لوله در انبارهای مسقف میباشد طوریکه بسته بندی لوله دست نخورده باقی بماند . درصورت انبار کردن لوله در هوای آزاد باید زمین مسطحی انتخاب شود وسپس تراورسهائی در روی زمین برای جلوگیری از خمش لوله گذاشته شود ولوله ها باید

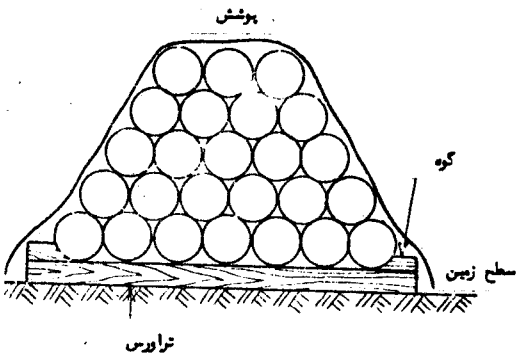
بموازات یکدیگر در روی تراورسها چیده شوند .

لوله ها را میتوان حداکثر تا پنج ردیف انبار ت . لوله ها را جهت جلوگیری از فروریختگی باطناب سیمی ببندید و روی آنرا باپوششی بپوشانید پوشش باید طوری باشد که لوله ها تهویه لازم راداشته باشند . پوشش شفاف و یاسیاه بعلت جذب حرارت توصیه نمیشود .

تصویر ۱۰۲ـ چیدن لوله ها بطور افقی



تصویر۱۰۳ــ چیدن توده ای



ب ــ انبار کردن اتصالها

کلیه اتصالها را باداشتن بسته بندی بی عیب در فضای پوشیده انبار کنید و برای برداشت سریع در هنگام استفاده ،آنها را برحسب نوع و اندازه انبارکنید .

۶ــ۲ــ گودبرداری

۶ــ۲ــ۱ــ تدارکات

قبل ازشروع کار در باره موارد زیر در منطقه مورد عمل تحقیق کنید وطرحهای اجرائی کار ،روشها و برنامه کار را تهیه نموده سپس موافقت مقامات مربوطه را جلب کنید .

الف ــ مشخصات محلی ــ مثل مراکز خرید ،مراکز مسکونی و مراکز صنعتی

ب ــ وجود مراکز خدمات عمومی ، مدارس ، کتابخانه ها ، بیمارستانهـــا ، مراکز آتش نشانی ، پاسگاههای پلیس و پادگانهای ارتشی

ج ــ اثر برروی آب زیر زمینی ــ از روی وضعیت آب چاه میتوان چنیـــــن بررسی را انجام داد .

د ــ اثر بر روی خانه های ساخته شده در کنار جاده (نوع خاکهای زیرزمینی یا تحت الارضی ساختمان بافت خاك)

هـ ــ جاهائیکه ممکنست انجام کار باعث ایجاد حوادثی شود (لوله‌کشیهای آب و گاز در مناطق پرسکنه)

و ــ وضعیت جاده و ترافیك آن (حجم ترافیـك ــ کنترل ترافیك ونوع جاده)

٦ــ٢ــ٢ــ <u>گودالها</u>

در لوله کشی ، محل قرار گرفتن لوله و پوشش شنی روی آن برای بالا بردن ، میزان ایمنی اهمیت حیاتی دارند زیرا :

ــ اثرات فشارهای وارد برروی لوله را کم میکنند بنابراین ایمنی را بالا میبرد .

ــ ازحرکت لوله در موقع عبور جریان آب جلوگیری وازایجاد نیروهای ــ زیادی میکاهد .

ــ ازصدمه دیدن لوله توسط سنگ و غیره جلوگیری میکند .

بنابراین اجرای کار مطابق مشخصات زیر لازم الاجرا است .

الف ــ <u>عمق گودال</u>

عمق گودال باتوجه به عمق پوشش ، اندازه لوله ، محل قرارگرفتن لوله تعیین میشود .

عمق پوشش

جدول ۲۴ــ عمق استاندارد پوشش لوله P.V.C

محل لوله کشی		حد اکثر پوشش/متر	ملاحظات
جاده‌های عمومی	زیر جاده	۱/۲	باتائید مسئول راه مشخص میشود
	زیر محل عبور پیاده	۰/۹	" " "
زیر جاده های خصوصی		۰/۶	جاده های خصوصی را مانند جاده های عمومی در نظر بگیرید .
زمینهای شخصی		۰/۳	لوله راپائین ترازعمق یخ زدن قرار دهید .

وقتی عملیات مشابه انجام میشود و یا چند لوله کشی با یکدیگر صورت میپذیرد باید حداقل ۳۰ سانتیمتر بین آنها فاصله باشد .

- محل استقرار لوله ها

از آنجائیکه هدف استقرار لوله ها داشتن ایمنی دائمی است بنابراین محل استقرار لوله ها باید با در نظر گرفتن وضعیت زمین وبارهای وارده تعیین شود استقرار بطریق زیر در مورد لوله های P.V.C استاندارد میباشد .

- خاك تحت الارضی خوب

برای استقرار لوله در روی زمینهائیکه دارای خاك یابافت خوب بوده

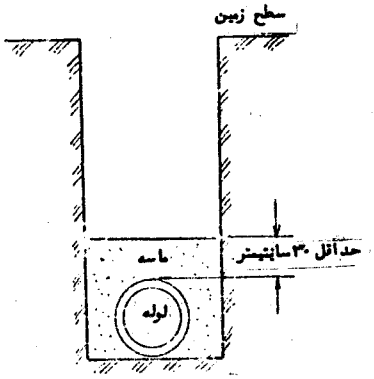
و هیچگونه قلوه سنگ و یا خرده‌سنگی ندارد کف تسطیح شده گودالها پس از گود برداری مستقیماً قابل استفاده میباشد .

— خاك تحت الارضي معمولي

در مورد خاکهای زیر زمینی معمولی باید در کف گودال باندازه ۱۰ میلیمتر عمق ماسه ریخته شده و سپس ماسه را محکم کرد تا یك بستر ماسه ای برای لوله ها فراهم آید .

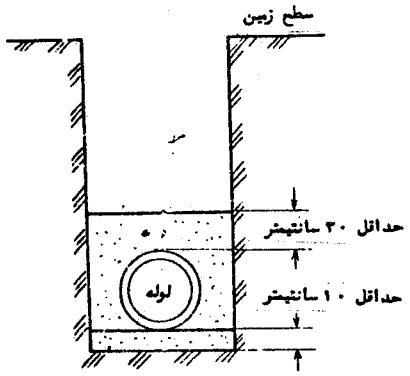
تصویر ۱۰۴

استقرار لوله ها در روی زمین با خاك خوب



تصویر ۱۰۵

استقرار لوله‌ها در روی زمین با خاك معمولی

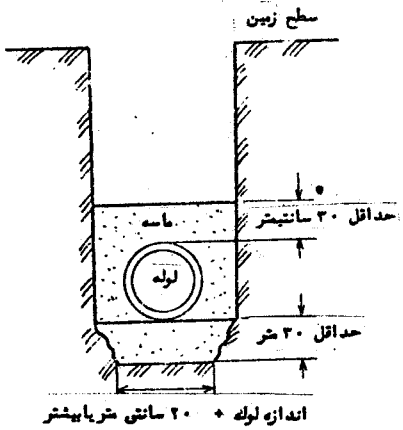


— خاك تحت الارضي حاوی سنگ وریگ

در این مورد باید حدود ۳۰ سانتیمتر از کف گودال با ماسه پوشیده شود وسپس ماسه ها کوبیده ومحکم شود تا بستری برای استقرار لوله‌ها بوجود آید .

تصویر ۱۰۶

خاکهای تحت الارضی محتوی سنگ وریگ



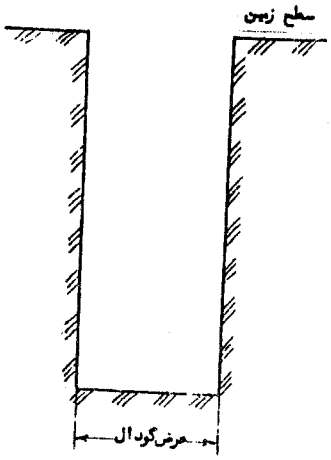
ب — عرض گودال

گودال باید باندازه کافی عریض باشد تا عملیات نصب ، بازرسی لوله‌ها ومحکم کردن خاك پس از ریختن در داخل آن براحتی انجام شود .

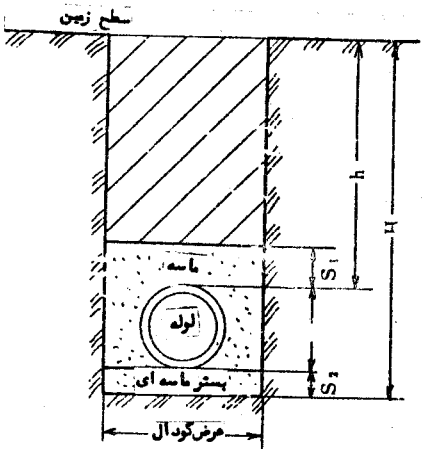
جدول ۲۵ــ عرض استاندارد گودال برای لوله P.V.C

قطر اسمی	عرض گودال	قطر اسمی	عرض گودال / متر
۱۶	۰/۳ــ۰/۶	۱۴۰	۰/۶۵
۲۰	۰/۳ــ۰/۶	۱۶۰	۰/۷
۲۵	۰/۳ــ۰/۶	۱۸۰	۰/۷
۳۲	۰/۳ــ۰/۶	۲۰۰	۰/۷
۴۰	۰/۳ــ۰/۶	۲۲۵	۰/۸
۵۰	۰/۳ــ۰/۶	۲۵۰	۰/۸۵
۶۳	۰/۳ــ۰/۶	۲۸۰	۰/۸۵
۷۵	۰/۶	۳۱۵	۰/۹۰
۹۰	۰/۶	۳۵۵	۱/۰
۱۱۰	۰/۶	۴۰۰	۱/۱۰
۱۲۵	۰/۶۵		۱/۱۰

تصویر ۱۰۷ــ عرض استاندارد گودال برای لوله P.V.C



تصویر ۱۰۸ــ شرائط پوشاندن لوله P.V.C با خاک



۶ــ۲ــ۳ــ میزان خاک استاندارد برای لوله P.V.C

۶ـ۳ـ پرکردن گودال

تصویر ۱۰۹ ـ پرکدن گودال

۶ـ۳ـ۱ـ دقتهای لازم برای پر کردن گودال

الف ـ بعد از متصل نمودن لوله و اتصالها آنها را بازرسی کنید که هیچگونه عیب و نقصی نداشته باشند .

ب ـ کلیه تراورسهای مصرفی را بردارید .

ج ـ گودال را در صورت وجود آب زهکشی کرده و آب آنرا توسط پمپ بیرون بکشید .

د ـ گودال را یکنواخت پرکنید از انداختن مستقیم شن مرطوب از داخل کامیون به گودال پرهیز کنید .

هـ ـ مطابق قاعده ، درصورت امکان گودال را در روز پرکنید . از آنجائیکه لوله P.V.C قابلیت انعطاف زیادی دارد بنابراین خود را با ناهمواریهای کف گودال هماهنگ میکند وهمین مسئله سبب ایجاد نیروی کششی محوری در لوله میگردد بنابراین اگر یک خط لوله طولانی کاملا" وصل شود وسپس در یک زمان گودال پرشود نیروی سنگینی بآن وارد میشود و این مسئله برای سیستم لوله کشی زیان آور است .

جدول ۲۶ ــ نصب لوله در زیر محل عبور (عمق پوشش ۰/۹ متر)

قطر اسمی	قطر خارجی	عرض گودال	عمق بستر ماسه ای		عمق پوشش	عمق خاکبرداری	مقدار خاک استاندارد در هر متر مکعب			
	میلیمتر D	متر (d)	متر (S_1)	متر (S_2)	متر R	متر H	خاکبرداری	ماسه	پرکردن	اضافی
۶۳	۶۳	۰/۳	۰/۱	۰/۱	۰/۹	۱/۰۶	۰/۳۱۸	۰/۱۳۶	۰/۳۱۵	۰/۱۳۹
۷۵	۷۵	۰/۶	"	"	"	۱/۰۸	۰/۶۴۸	۰/۲۸۱	۰/۶۴۴	۰/۲۸۵
۹۰	۹۰	۰/۶	"	"	"	۱/۰۹	۰/۶۵۴	۰/۲۸۸	۰/۶۴۸	۰/۲۹۴
۱۱۰	۱۱۰	۰/۶	"	"	"	۱/۱۱	۰/۶۶۶	۰/۲۹۷	۰/۶۵۷	۰/۳۰۶
۱۲۵	۱۲۵	۰/۶۵	"	"	"	۱/۱۳	۰/۷۳۵	۰/۳۲۹	۰/۷۲۳	۰/۳۳۱
۱۴۰	۱۴۰	۰/۶۵	"	"	"	۱/۱۴	۰/۷۴۱	۰/۳۳۶	۰/۷۲۶	۰/۳۵۱
۱۶۰	۱۶۰	۰/۷	"	"	"	۱/۱۶	۰/۸۱۲	۰/۳۷۲	۰/۷۹۲	۰/۳۹۲
۱۸۰	۱۸۰	۰/۷۰	"	"	"	۱/۱۸	۰/۸۲۶	۰/۳۸۱	۰/۸۰۱	۰/۴۰۶
۲۰۰	۲۰۰	۰/۷	"	"	"	۱/۲۰	۰/۸۴۰	۰/۳۸۹	۰/۸۰۹	۰/۴۲۰
۲۲۵	۲۲۵	۰/۸۰	"	"	"	۱/۲۳	۰/۹۸۴	۰/۴۶۰	۰/۹۴۴	۰/۵۰۰
۲۵۰	۲۵۰	۰/۸۵	"	"	"	۱/۲۵	۱/۰۶۳	۰/۵۰۴	۱/۰۱۴	۰/۵۵۳
۲۸۰	۲۸۰	۰/۸۵	"	"	"	۱/۲۸	۱/۰۸۸	۰/۵۱۷	۱/۰۲۷	۰/۵۷۸
۳۱۵	۳۱۵	۰/۹۰	"	"	"	۱/۳۲	۱/۱۸۸	۰/۵۶۶	۱/۱۱۰	۰/۶۴۴
۳۵۵	۳۵۵	۰/۱	"	"	"	۱/۳۶	۱/۳۶۰	۰/۶۵۶	۱/۲۶۱	۰/۷۵۵
۴۰۰	۴۰۰	۱/۱	"	"	"	۱/۴۰	۱/۵۴۰	۰/۷۵۴	۱/۴۱۴	۰/۸۸۰

جدول ۴۷) ــ نصب لوله در زیر جاده (عمق پوشش ۱/۲۰ متر)

قطر اسمی	قطر خارجی میلیمتر D	عرض گودال متر (Sd)	عمق بستر ماسه ای		عمق پوشش متر R	عمق خاکبرداری متر H	مقدار خاک استاندارد در هر متر به متر مکعب			
			S_1	S_2			خاکبرداری	ماسه	پرکردن	اضافی
۶۳	۶۳	۰/۶	۰/۳	۰/۱	۱/۲۰	۱/۳۶	۰/۸۱۶	۰/۲۷۵	۰/۸۱۳	۰/۲۷۸
۷۵	۷۵	"	"	"	"	۱/۳۸	۰/۸۲۶	۰/۲۸۱	۰/۸۲۴	۰/۲۸۵
۹۰	۹۰	"	"	"	"	۱/۳۹	۰/۸۳۴	۰/۲۸۸	۰/۸۲۸	۰/۲۹۴
۱۱۰	۱۱۰	"	"	"	"	۱/۴۱	۰/۸۴۶	۰/۲۹۷	۰/۸۳۷	۰/۳۰۶
۱۲۵	۱۲۵	۰/۶۵	"	"	"	۱/۴۳	۰/۹۳۰	۰/۳۲۹	۰/۹۱۸	۰/۳۴۱
۱۴۰	۱۴۰	۰/۶۵	"	"	"	۱/۴۴	۰/۹۳۶	۰/۳۴۶	۰/۹۲۱	۰/۳۵۱
۱۶۰	۱۶۰	۰/۷	"	"	"	۱/۴۶	۱/۰۲۲	۰/۳۷۲	۱/۰۰۲	۰/۳۹۲
۱۸۰	۱۸۰	"	"	"	"	۱/۴۸	۱/۰۳۶	۰/۳۸۱	۱/۰۱۱	۰/۴۰۶
۲۰۰	۲۰۰	"	"	"	"	۱/۵۰	۱/۰۵۰	۰/۳۸۹	۱/۰۱۹	۰/۴۲۰
۲۲۵	۲۲۵	۰/۸	"	"	"	۱/۵۳	۱/۲۲۴	۰/۴۶۰	۱/۱۸۴	۰/۵۰۰
۲۵۰	۲۵۰	۰/۸۵	"	"	"	۱/۵۵	۱/۳۱۸	۰/۵۰۴	۱/۲۶۹	۰/۵۵۳
۲۸۰	۲۸۰	"	"	"	"	۱/۵۸	۱/۳۴۳	۰/۵۱۷	۱/۲۸۲	۰/۵۷۸
۳۱۵	۳۱۵	۰/۹	"	"	"	۱/۶۲	۱/۴۵۸	۰/۵۶۶	۱/۳۸۰	۰/۶۴۴
۳۵۵	۳۵۵	۱/۰	"	"	"	۱/۶۶	۱/۶۶۰	۰/۶۵۶	۱/۵۶۱	۰/۷۵۵
۴۰۰	۴۰۰	۱/۱	"	"	"	۱/۷۰	۱/۸۷۰	۰/۷۰۴	۱/۷۴۴	۰/۸۸۰

و ـ اگر بعلت غیر قابل اجتنابی پر کردن کامل گودال را در اثنای روز نمیتوانید عملی سازید حداقل ۴۰ سانتیمتر روی لوله را پر کنید از شناور شدن لوله در آب باران و آبهای سطحی جلوگیری بعمل آورید .

ز ـ در موقع تعطیل موقت کار ابزارها و چسب را در لوله جانگذاریـــد در انتهای لوله بمنظور جلوگیری از ورود حیوانات کوچك تورسیمی قرار دهید . هرچند نباید انتهای لوله را کاملا" بست .

ح ـ سایر اشیاء قابل رؤیت در گودال را که احتمالا" ممکنست باعث نشست شوند مورد ملاحظه قرار دهید و برای آنها با کمك افراد ذیصلاحیت در منطقه چاره جوئی بعمل آید .

۶ـ۳ـ۲ـ طریقه استاندارد پرکردن گودال

الف ـ پرکردن تا قسمت بالائی لوله

در داخل گودال بطور دستی بقدری ماسه بریزید که کلیه سطوح لولـه را بپوشاند از انداختن سنگ و تکه چوب خود داری نمائید . سپس توسط یك زمین کوب یا چکش چوبی ماسه را بکوبید تا کلیه منافذ وفضای خالـی موجود در اطراف لوله از بین برود برای لوله های که قطر اسمی آنهـا بیش از ۲۰۰ میلیمتر است ریختن ماسه و کوبیدن را در دومرحله انجام دهید .

ب ـ پرکردن ۳۰ سانتیمتر بالاتر از سطح بالائی لوله

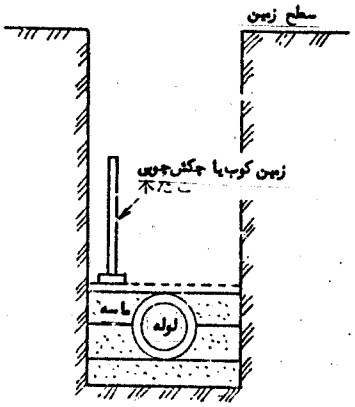
۳۰ سانتیمتر سطح بالائی لوله را در دومرحله پرکنید بطوردستی ماسـه را در داخل گودال بریزید ودقت کنید هیچگونه سنگ یا تکه های بزرگ ـ چوب وارد آن نشود پس از آن کاملا" ماسه را برای پرشدن منافـــــذ موجود بکوبید .

ج ــ پرکردن تا سطح زمین

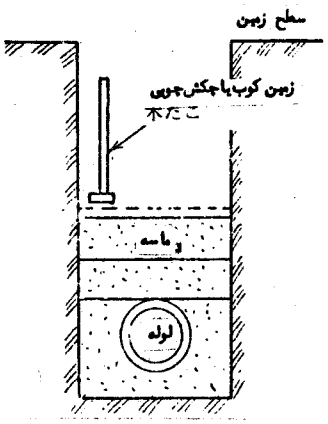
از ۳۰ سانتیمتر بالاتر از لوله تا سطح زمین را با خاك اصلی بدون سنگ و تکه های چوب پر کنید و سپس خاك را بکوبید تا منقد ی ند اشته باشد .

از غلطك ها و بولدوزرها فقط پس از کوبیدن خاك به عمق ۶۰ سانتی میتوان استفاده کرد .

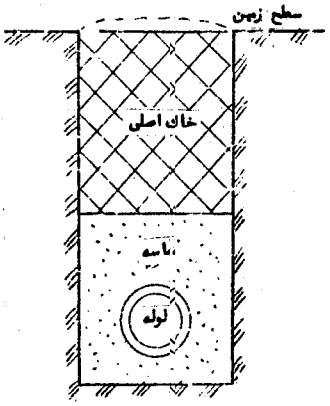
تصویر ۱۱۰ ــ پرکردن تاجدار بالائی لوله



تصویر ۱۱۱ ــ پرکردن تا ۳۰ سانتیمتر بالاتر از جدار بالائی لوله



تصویر ۱۱۲ ــ پرکردن تا سطح زمین



٦ـ٤ـ عبور دادن آزمایشی آب در داخل شبکه لوله کشی

آزمایش شبکه لوله کشی ٢٤ ساعت پس از انجام آخرین اتصالها باید انجام شود . مقاومت اتصالهای چسبی با گذشت زمان بیشتر میشود . از عبور دادن آب در داخل لوله بلافاصله پس از آخرین مراحل کار باید اجتناب ورزید . جریان آب باید پس از خارج شدن هوا از طریق باز کردن شیر هوائی از لوله برقرار شود .

پس از برقراری جریان آب در داخل سیستم لوله کشی شیر دریچه ای لوله کشیهای قبلی را باز کنید و دقت کنید که آیا فشار آب تغییر میکند یا نه برای این منظور از فشار سنجی که در روی شیر دریچه ای یا شیر معمولی نصب شده است استفاده کنید وقتیکه جریان آبرا برقرار کردید متوالیاً شیرهای دریچه ای ، شیرها و شیرهای هوائی را باز کنید تا کلیه هوای موجود از لوله خارج شود چون فشار سنج بلافاصله پس از عبور جریان آب ثابت نمیشود بنابراین باید برای خواندن فشار مدت زمانی صبر نمود .

تبصره ١ـ احتیاطهای لازم برای بالا بردن فشار آزمایش

الف ـ بدرستی و با دقت هوا را خارج کنید خارج ننمودن کامل هوا ممکنست باعث ایجاد حوادثی شود .

ب ـ در هنگام اجرای آزمایش دقت کنید فشار وارده آب باعث وجود صدا نشود .

ج ـ برای بدست آوردن فشار مطلوب ، بالا بردن فشار را توسط لوله فرعی منتهی به پمپ یا سایر رویه های مناسب انجام دهید .

د ـ باقی ماندن مقداری هوا در سیستم لوله کشی باعث عدم تثبیت فشار شده و در این صورت بازرسی دقیق و واقعی آن مشکل میگردد .

4. Water supply test

Water supply test should be carried out more 24 hours after final joining. The cemented joint increases its strength with time. Passing of water immediate after joining must be avoided. Start supplying water while removing air from the inside of piping by opening hydrants or air valves. When the water is flooded in the piping system, open the sluice valve of the existing piping, and check whether the pressure has dropped or not with the water pressure gauge fitted to the hydrant or air valve, using the pressure of the existing piping. When supplying water, successively open sluice valves, hydrants and air valves to get rid of air and reclose them when air no longer comes out.

Since gauge pressure is unstable immediate after completion of water supply, sustaining for a certain time is required.

〔Comment 1〕 Cares for increasing the test pressure

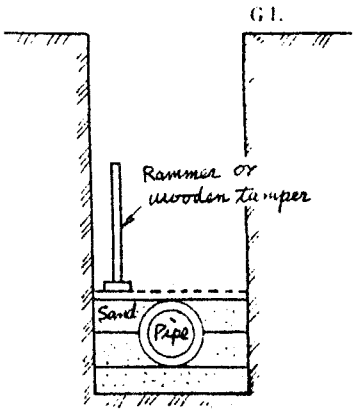
1. Carefully and correctly carry out air exhaust.
   Failure in complete removal of the air from the piping may lead to accident.
2. In conducting the test, take care not to cause water hammer by the test pressure.
3. To obtain the required pressure, be sure to regulate the pressure increase using a bypass to pump or other suitable systems.
4. Remaining of some air within the piping will unstabilize the pressure making it difficult to check the pipeline actually.

(2) Standard backfilling work

1) Backfilling to the pipe top

Put backfill sand into the trench to cover from the pipe bottom to the top by manpower, taking care to avoid entry of stone and wooden blocks. Thoroughly compact the sand with a rammer or wooden tamper to eliminate the voids at the bottom and sides of the pipe. For pipes above 200mm in diameter, divide backfilling into two times to cover up to the pipe top.

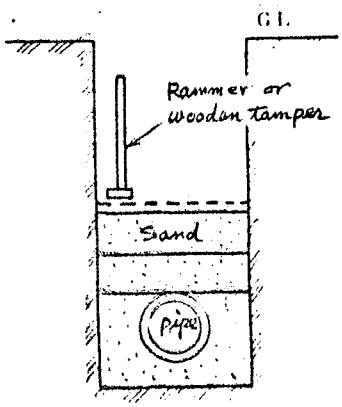
Fig 68 BACKFILLING TO THE PIPE TOP



2) Backfilling upto 30cm above the pipe

Backfill up to 30cm above the pipe in two jobs. Manually put sand into the trench taking care not to allow entry of stone and wooden blocks and thoroughly tamper to eliminate voids.

Fig 69 BACKFILLING UP TO 30 CM ABOVE THE PIPE



3) Backfilling to the ground level

Backfill from 30 cm above the piping to the ground level with the original soil removed of stone and wooden blocks. Thoroughly compact the soil at every 30 cm of cover to eliminate voids.

Rollers or bulldozers for compaction must be used only after the depth of cover exceeds 60 cm.

Fig 70 BACKFILLING TO THE GROUND LEVEL

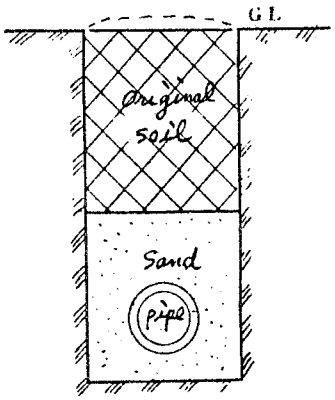


TABLE 26 INSTALLATION BELOW FOOTWAYS (DEPTH OF COVER 0.9M)

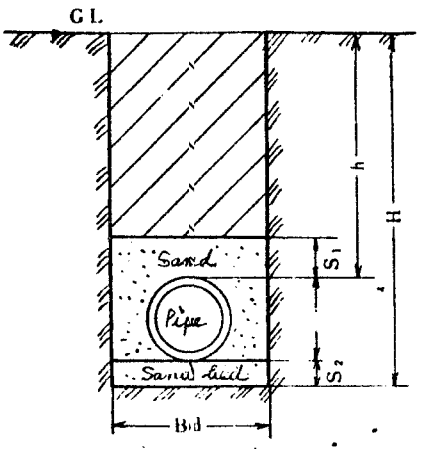
Nominal size	Outside diameter D (mm)	Trench width Bd (m)	Sand thickness		Depth of cover h (m)	Excavating depth H (m)	Standard soil amount per m (m^3)			
			S_1 (m)	S_2 (m)			Excavation	Sand	Backfill	Surplus
63	63	0.30	0.30	0.10	0.90	1.06	0.318	0.136	0.315	0.139
75	75	0.60	0.30	0.10	0.90	1.08	0.648	0.281	0.644	0.285
90	90	0.60	0.30	0.10	0.90	1.09	0.654	0.288	0.648	0.294
110	110	0.60	0.30	0.10	0.90	1.11	0.666	0.297	0.657	0.306
125	125	0.65	0.30	0.10	0.90	1.13	0.735	0.329	0.723	0.341
140	140	0.65	0.30	0.10	0.90	1.14	0.741	0.336	0.726	0.351
160	160	0.70	0.30	0.10	0.90	1.16	0.812	0.372	0.792	0.392
180	180	0.70	0.30	0.10	0.90	1.18	0.826	0.381	0.801	0.406
200	200	0.70	0.30	0.10	0.90	1.20	0.840	0.389	0.809	0.420
225	225	0.80	0.30	0.10	0.90	1.23	0.984	0.460	0.944	0.500
250	250	0.85	0.30	0.10	0.90	1.25	1.063	0.504	1.014	0.553
280	280	0.85	0.30	0.10	0.90	1.28	1.088	0.517	1.027	0.578
315	315	0.90	0.30	0.10	0.90	1.32	1.188	0.566	1.110	0.644
355	355	1.00	0.30	0.10	0.90	1.36	1.360	0.656	1.261	0.755
400	400	1.10	0.30	0.10	0.90	1.40	1.540	0.754	1.414	0.880

TABLE 27 INSTALLATION UNDER ROADWAYS (DEPTH OF COVER 1.20M)

Nominal size	Outside diameter D (mm)	Trench width Bd(m)	Sand thickness		Depth of cover h(m)	Excavating depth H (m)	Standard soil amount per m (m^3)			
			S_1 (m)	S_2 (m)			Excavation	Sand	Backfill	Surplus
63	63	0.60	0.30	0.10	1.20	1.36	0.816	0.275	0.813	0.278
75	75	0.60	0.30	0.10	1.20	1.38	0.828	0.281	0.824	0.285
90	90	0.60	0.30	0.10	1.20	1.39	0.834	0.288	0.828	0.294
110	110	0.60	0.30	0.10	1.20	1.41	0.846	0.297	0.837	0.306
125	125	0.65	0.30	0.10	1.20	1.43	0.930	0.329	0.918	0.341
140	140	0.65	0.30	0.10	1.20	1.44	0.936	0.336	0.921	0.351
160	160	0.70	0.30	0.10	1.20	1.46	1.022	0.372	1.002	0.392
180	180	0.70	0.30	0.10	1.20	1.48	1.036	0.381	1.011	0.406
200	200	0.70	0.30	0.10	1.20	1.50	1.050	0.389	1.019	0.420
225	225	0.80	0.30	0.10	1.20	1.53	1.224	0.460	1.184	0.500
250	250	0.85	0.30	0.10	1.20	1.55	1.318	0.504	1.269	0.553
280	280	0.85	0.30	0.10	1.20	1.58	1.343	0.517	1.282	0.578
315	315	0.90	0.30	0.10	1.20	1.62	1.458	0.566	1.380	0.644
355	355	1.00	0.30	0.10	1.20	1.66	1.660	0.656	1.561	0.755
400	400	1.10	0.30	0.10	1.20	1.70	1.870	0.754	1.744	0.880

(3) Standard soil amount for PVC pipe

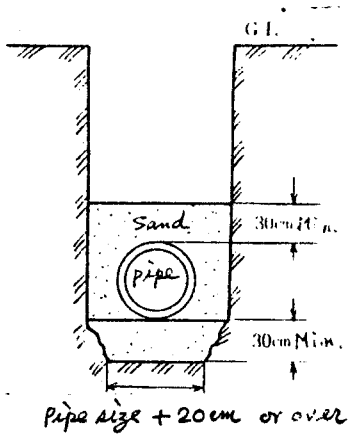
Fig 67 BURYIMG CONDITIONS



* Rock or pebble subsoil

In the case of rocky or pebble subsoil, replace more than 30cm of the ground excavated, with sand and thoroughly consolidate the sand to make sand bedding.

Fig 65 ROCKY OR PEBBLE GROUND



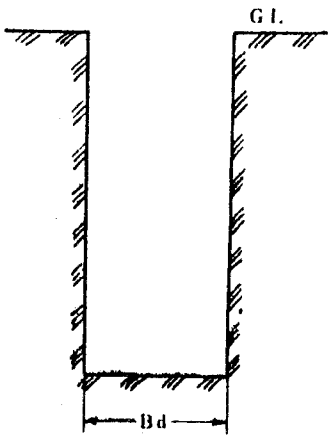
2) Trench width

Trench must be made sufficiently wide enough to allow easy installation, inspection and backfill compaction jobs.

TABLE 25 STANDARD TRENCH WIDTH FOR PVC PIPE

Nominal size	Trench width Bd (m)	Nominal size	Trench width Bd (m)
16	0.30 - 0.60	140	0.65
20	0.30 - 0.60	160	0.70
25	0.30 - 0.60	180	0.70
32	0.30 - 0.60	200	0.70
40	0.30 - 0.60	225	0.80
50	0.30 - 0.60	250	0.85
63	0.30 - 0.60	280	0.85
75	0.60	315	0.90
90	0.60	355	1.00
110	0.60	400	1.10
125	0.65		

Fig 66. STANDARD TRENCH WIDTH FOR PVC PIPE



(a) Depth of cover

TABLE 24 STANDARD DEPTH OF COVER OF PVC PIPE

Places of installation		Depth of cover (m)	Remarks
Public roads	Below roadways	1.2 Min.	Determine by conferring with road supervisor
	below footways	0.9 Min.	"
Below private roads		0.6 Min.	Treat the private roads equivalent to public roads as public roads.
Private land		0.3 Min.	Bury beyond frost line in cold climate areas.

When installing adjoining structures or other pipelines, provide at least 30 cm distance between them.

(b) Footing for pipelines

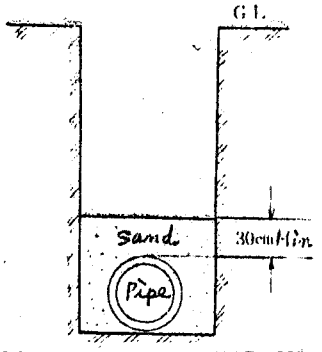
Since the footing aims for permanent safety of pipelines, it must be determined by taking full account of ground condition and load conditions.

The following footings are standard for PVC pipe.

* Good subsoil

To install piping on the ground with good quality soil without containing stone or rock, the flat bed made after trenching can be directly used.

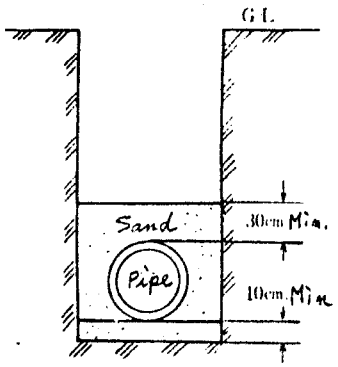
Fig.63 FOOTING FOR PIPE ON GOOD QUALITY GROUND



* Normal subsoil

On normal subsoil, replace more than 10mm thickness of the excavated ground with sand and consolidate the sand to make sand bedding.

Fig 64 PIPE FOOTING ON NORMAL GROUND



2) Storage of fittings

Store all fittings indoors with packing intact.

For convenience of taking out, store by types and sizes.

2. Trenching

(1) Preparation

Before commencement of the work, investigate the field areas for the following items, make out execution plans for the work schedule and methods and obtain the outhorities' approval.

1) Local characteristics (shopping districts, residential.areas factory centers).
2) Existence of special facilities (schools, libraries, hospitals, fire stations, police stations, defence armies)
3) Effect on underground water (use condition of well water)
4) Effect on roadside houses (type of subsoil, construction of structures).
5) Places where the work may cause accident (water works pipe and gas pipe of densely housed area)
6) Road traffic condition and road conditions (traffic volume, traffic control, type of roads).

(2) Trenches

In installation of piping, footing and sand bedding are of vital importance for the higher safety of pipelines.

This is because

* weakens the stresses acting upon the pipe and increase its safety
* prevents the pipe from moving at the flowing of water and impedes generation of heavy forces.
* protects the pipe from external damage by stone or rock.

Execution of the work in accordance with the following specifications is therefore imperative.

1) Depth of trench

Depth of trench is determined by taking account of depth of cover, pipe size and pipe footing.

CHAPTER VI CIVIL ENGINEERING

1. Transportation and storage

(1) Acceptance of materials

1) Checking the specifications

Be sure to check the markings put on each pipe and fitting.

2) Checking the materials

Carefully inspect all the arrived materials in the presence of the man in charge of transportation and confirm that there is no shortage by referring to invoices and that there are no defective or deformed parts. If any failure or heavy deformation is found, be sure to obtain a certificate for the trouble, which will be helpful for later negotiation.

(2) Cares for unloading

When unloading, always carry both ends of pipe with two persons. Do not throw down or drop. Do not put heavy objects on fittings.

(3) Cares for storage

1) Storage of pipe

Storing of pipe indoors with its packing intact is best recommended. In the case of outdoor storage, choose a flat place, place sleepers on the ground to avoid bending of pipe and place the pipe together with packing on the sleepers. The pipe can be safely stacked up to five steps but not more. Anchor the pipes with wedges or wire ropes to prevent them from collapsi and put a cover with good ventilation. Transparent or black shee is not recommended as this will cause build-up of heat.

Fig 61 CROSS STACKING

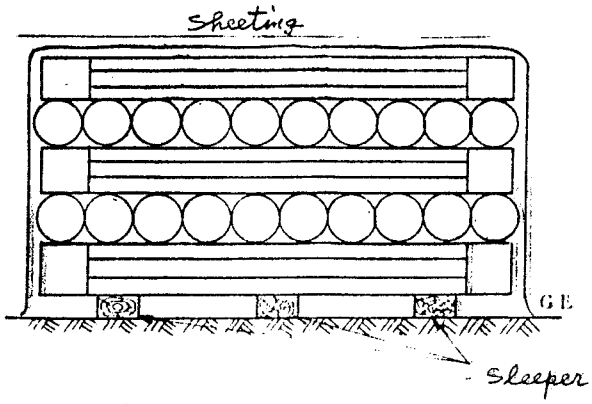
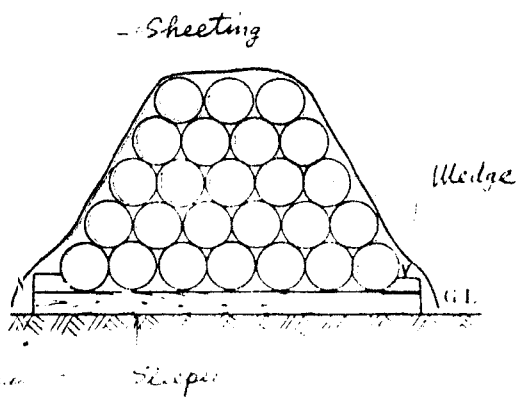


Fig 62 PILING



5. Repairing methods

In case PVC service lines rupture, repair the failed part by using elastic joints. As illustrated in Fig.60, cut off the failed part, put new pipe in place and join with two elastic joints.

Fig 60 REPAIRING THE PVC SERVICE PIPE

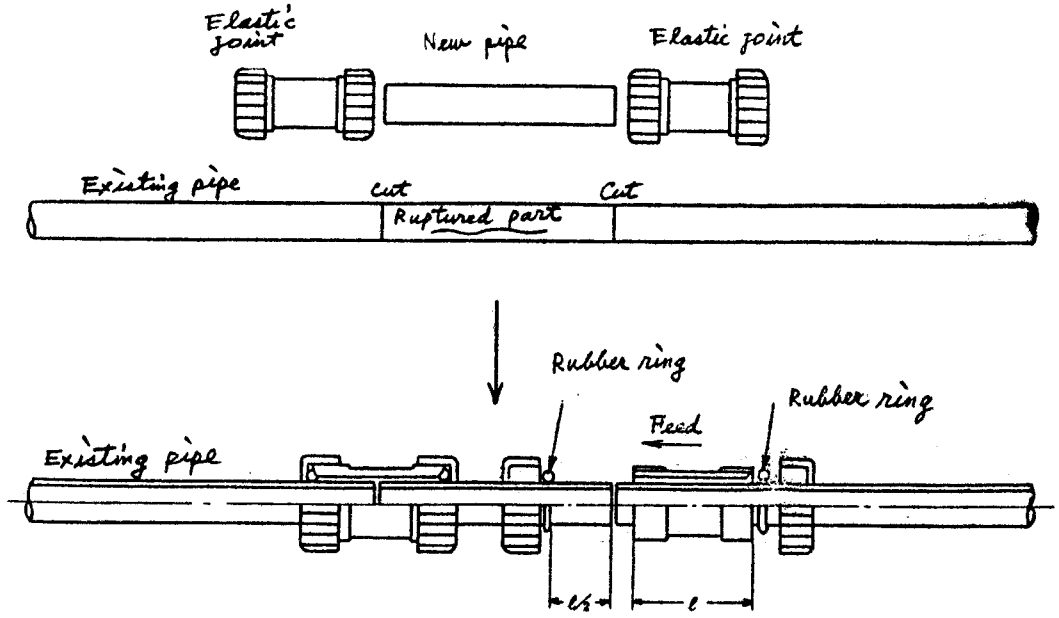


Fig 58 INSULATION TUBE

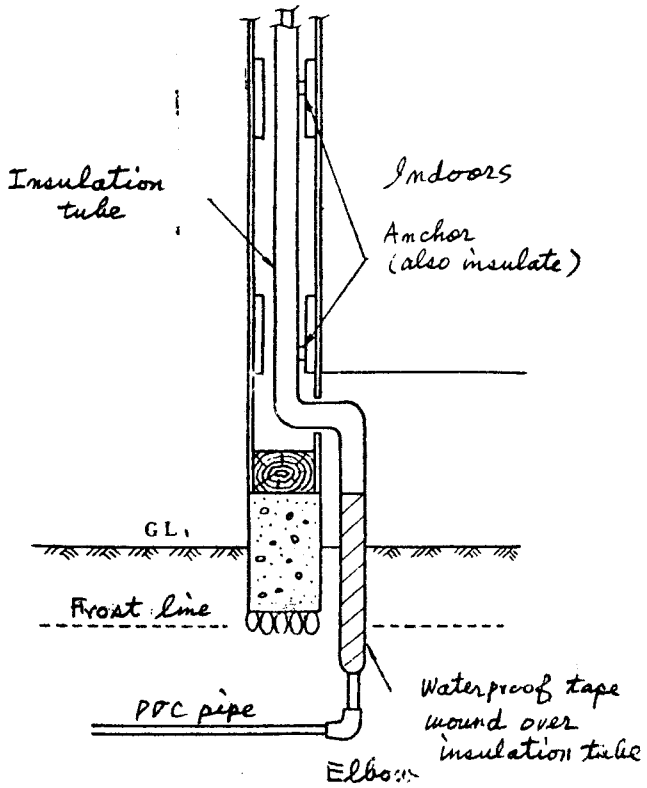
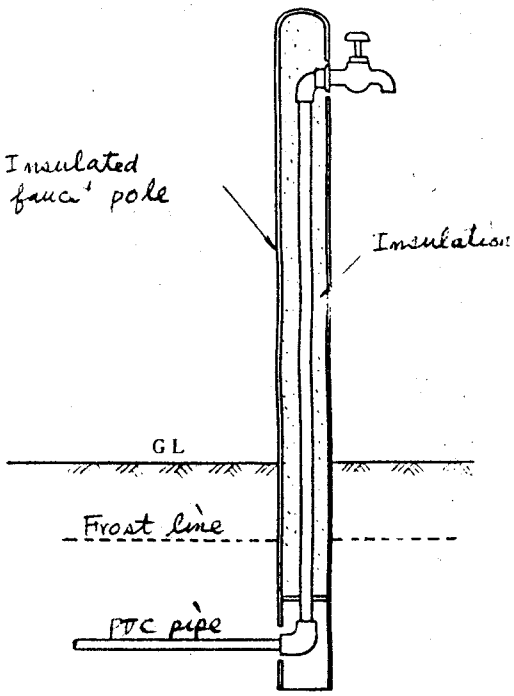


Fig 59 INSULATED FAUCET POLE



4. Remedy for creosote

Creosote oil is often used for corrosion inhibition of wood, but it attacks PVC pipe. When PVC pipe is to be anchored to creosoted joists or sleepers, it can be protected with a polyethylene tube (0.2 mm thickness) covering.

Photo 40 Example of remedy for creosote

2. Pipe supports

PVC pipe is supported on a basis of the following standards. Branches and bends are apt to receive undue stresses. Inadequate supports at these parts may lead to trouble. Completely anchor around them and clamp the piping at standard support spacing.

TABLE 23 STANDARD SUPPORTS SPACING FOR PVC PIPE

Nominal size	Standard supports spacing (m)	
	Vertical pipe	Horizontal pipe
upto 40	1.5	1.0
50,63	2.0	1.5

Fig 56 ANCHORING OF TEES

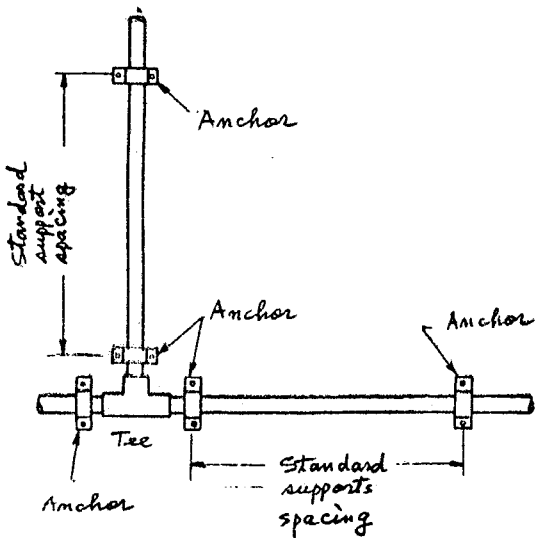
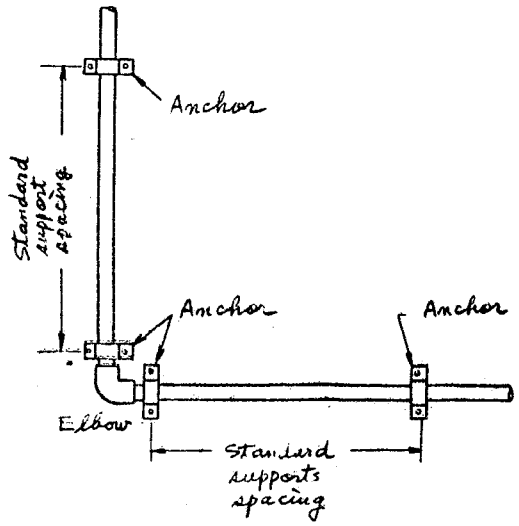


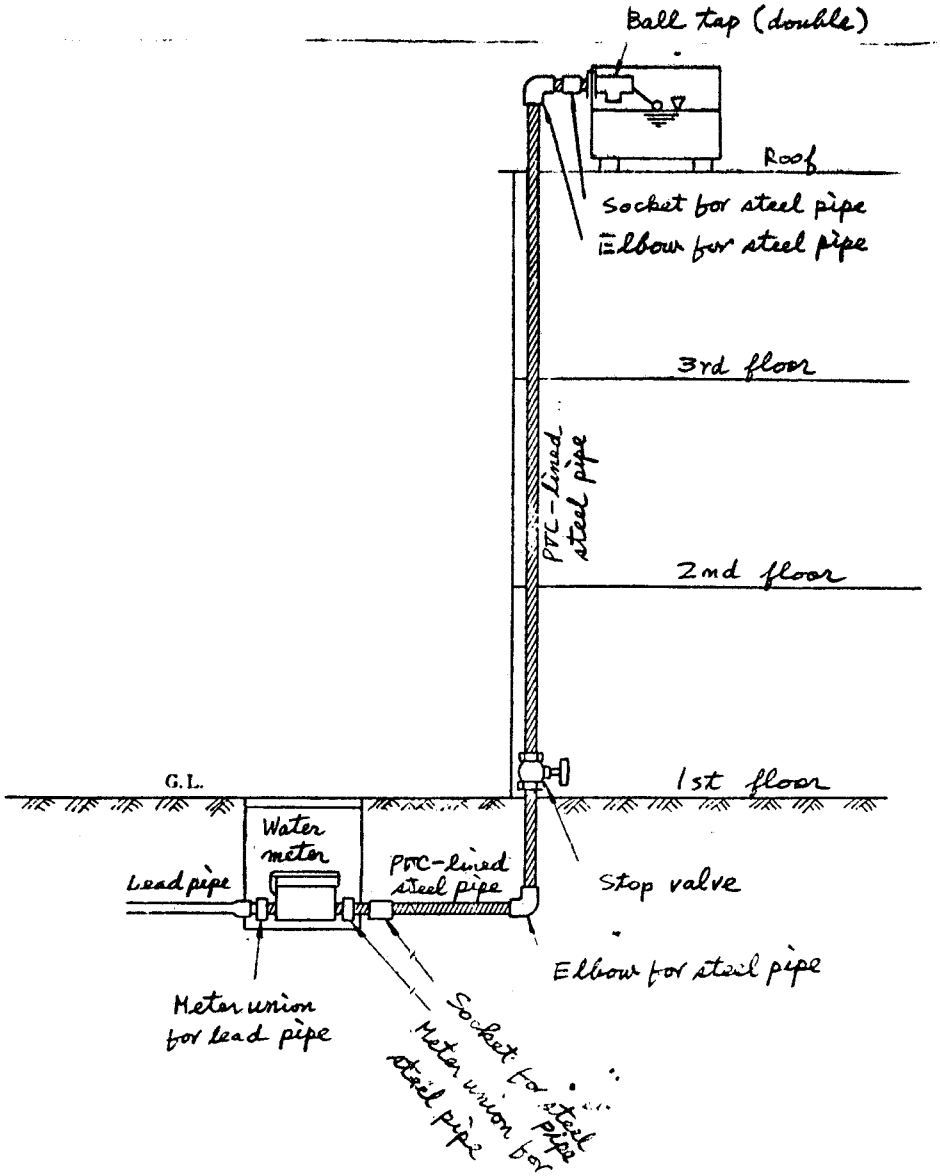
Fig 57 ANCHORING OF ELBOWS



3. Remedy for freezing

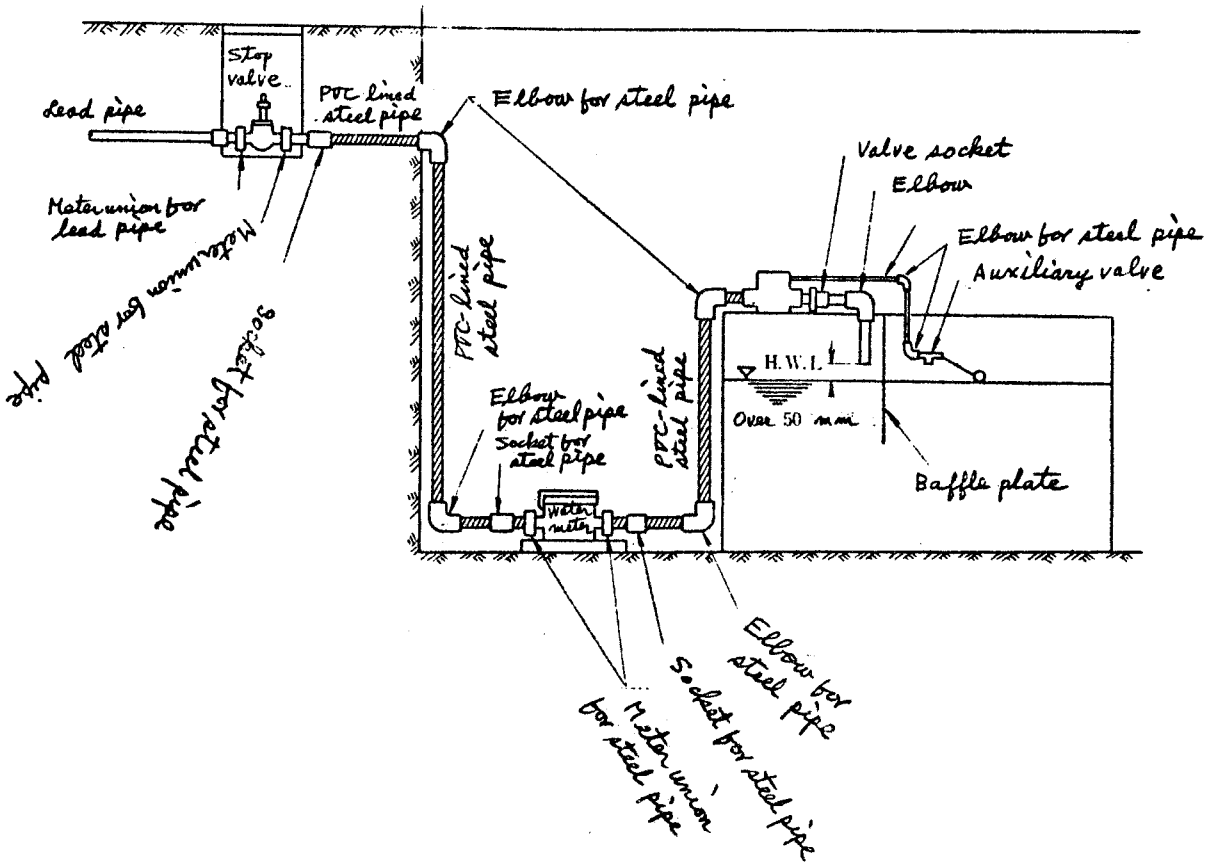
In cold climate areas, the use of a drain device for icefree taps and insulation covering for prevention of icing is mandatory. Foam plastic insulation is best recommended for insulation. Asphalt jute cloth is not recommended as it attacks PVC pipe.

Fig 55 ELEVATED WATER TANK SYSTEM



2) Receiving tank system

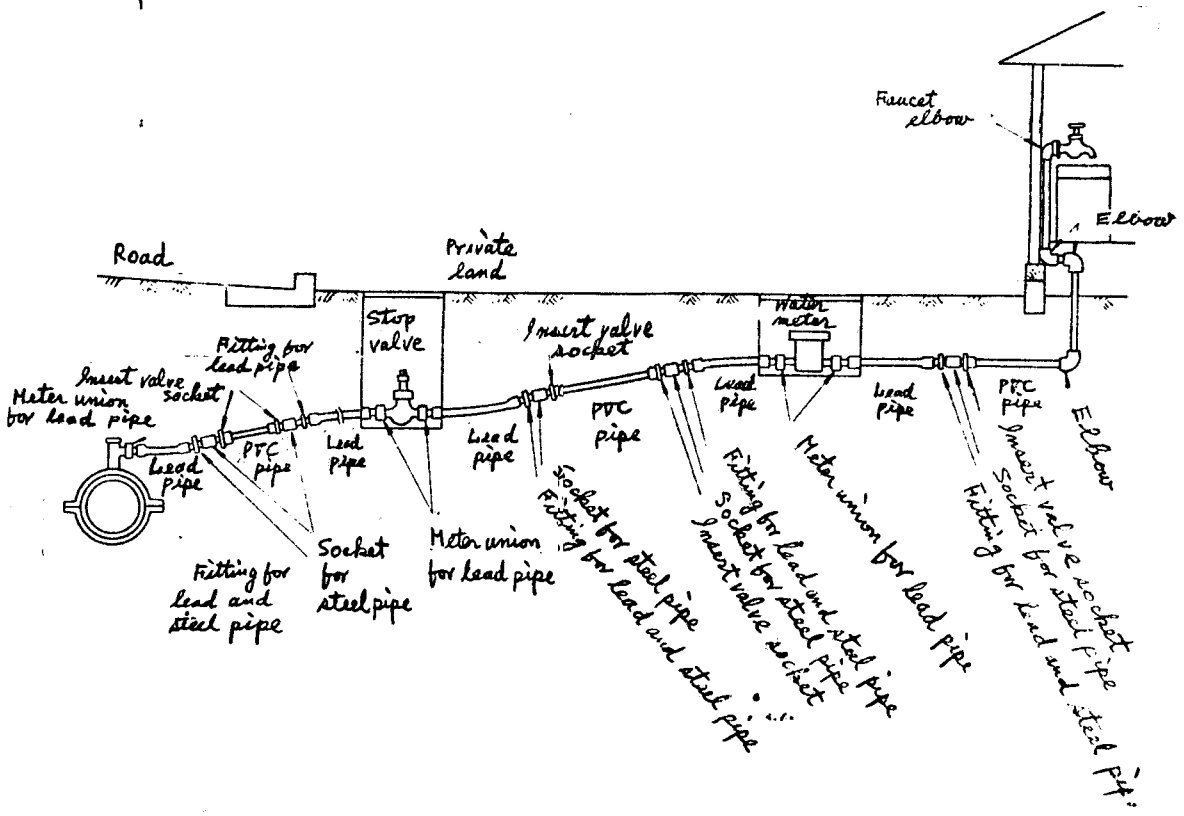
Fig 54 LOW TANK SYSTEM



(4) Example of installation

1) Direct connecting system

Fig 53 PIPING WITH PARTIAL USE OF LEAD PIPE



(3) Joining to faucet

Fig 51 EXAMPLE OF INSTALLATION WITH PVC PIPE

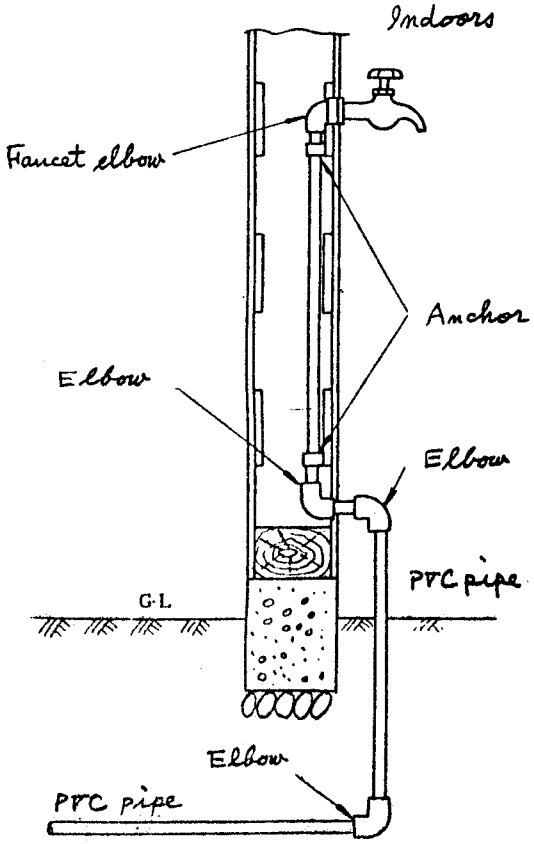
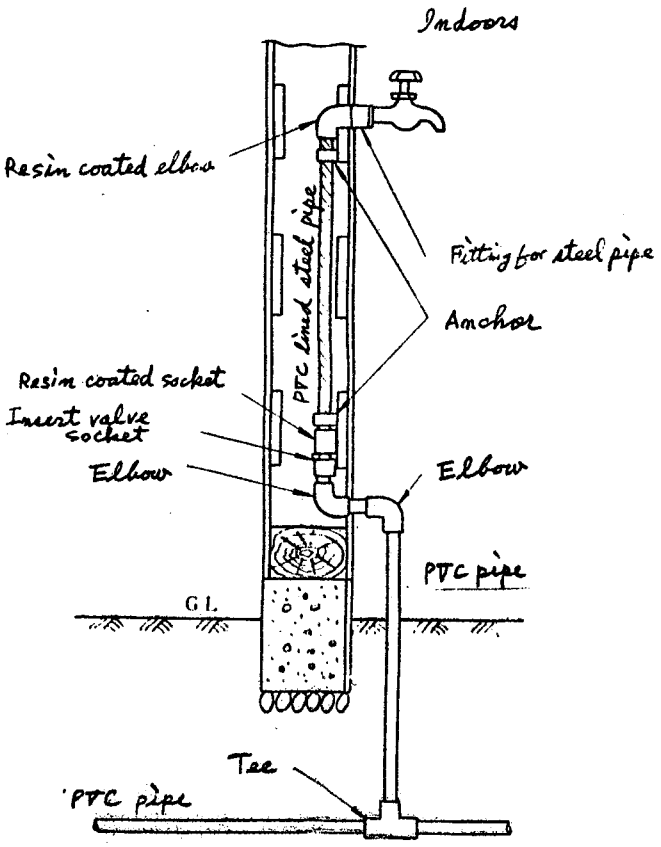


Fig 52 EXAMPLE OF INSTALLATION WITH PARTIAL USE OF PVC-LINED STEEL PIPE



CHAPTER V SERVICE PIPING

1. Joining of service pipe

(1) TS joining

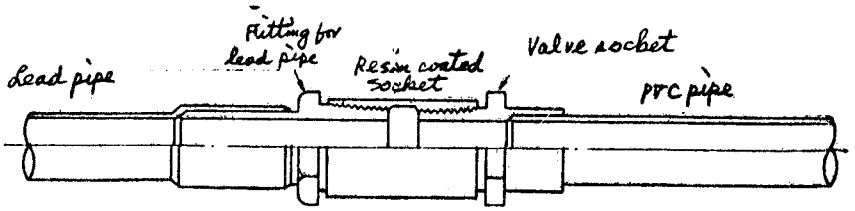
PVC service pipe is joined by TS method, basically in a similar manner as for distribution pipe. However, for pipes up to 63 mm in nominal size, hand pushing is enough to join, without requiring heavy force.

(2) Joining to dissimilar pipes

Joining to dissimilar pipes should be done as shown below. Threading the PVC pipe is prohibitive.

1) Lead pipe

Fig. 49 JOINING TO LEAD PIPE



2) Steel pipe (PVC-lined pipe)

Fig 50 JOINING TO STEEL PIPE

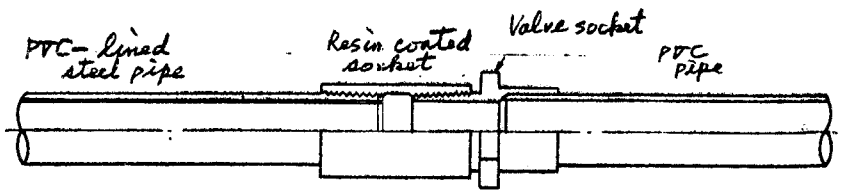
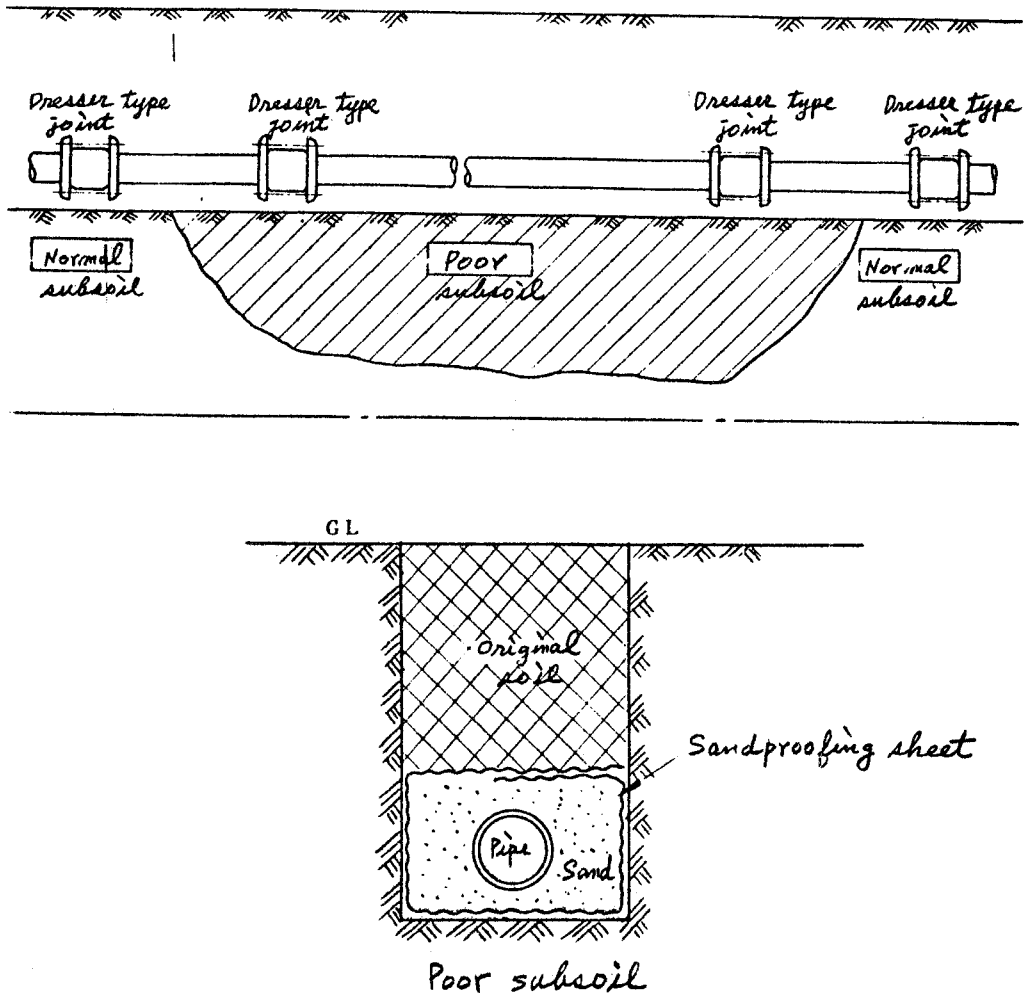


Fig 47 POOR SUBSOIL WORK (SANDPROOFING SHEET WORK)



7. Repairing

If PVC pipe ruptures, it should be repaired with Dresser type joints. As illustrated in Fig.48, remove the defective portion, put new pipe in place and join with two Dresser type joints.

Fig 48 REPAIRING THE PVC PIPE

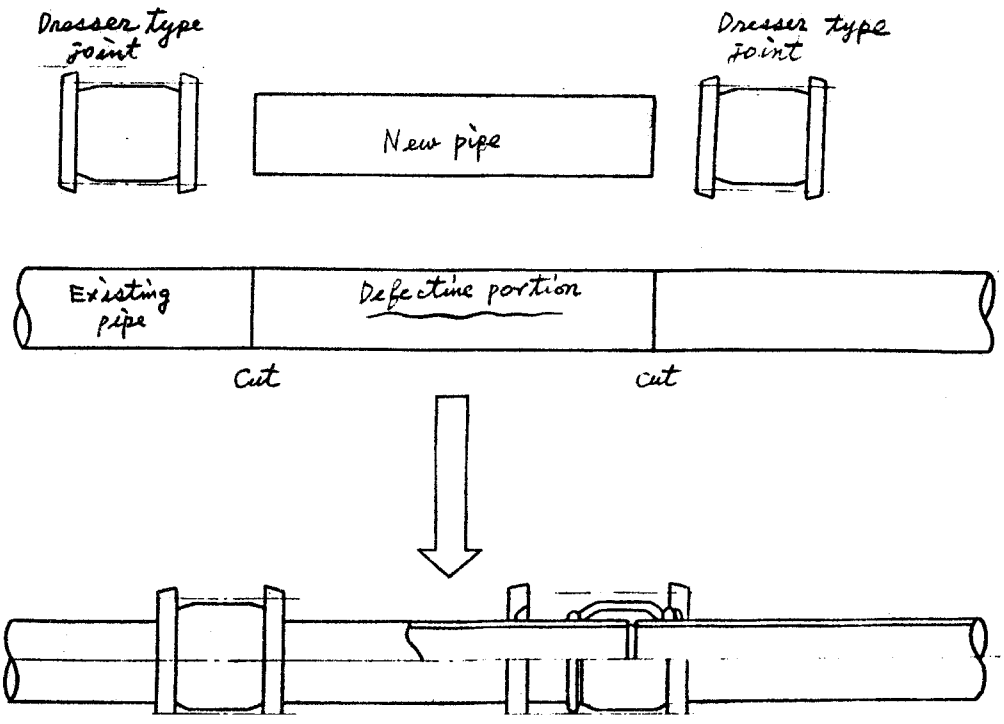


Fig 45 EXAMPLE OF REMEDY FOR AVALANCHE

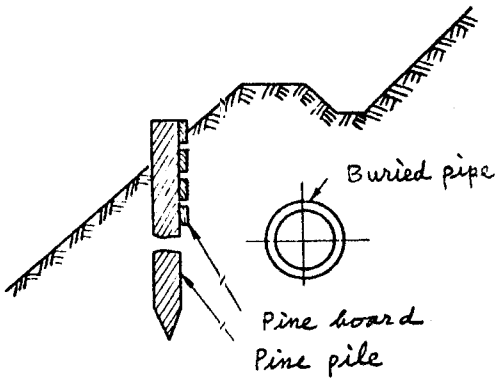
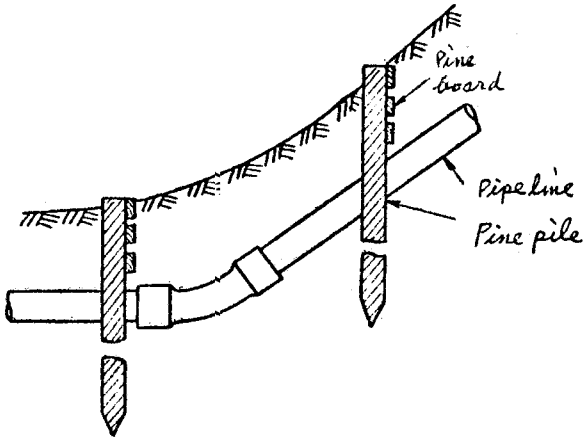


Fig 46 EXAMPLE OF REMEDY FOR RAIN AND GROUND WATER

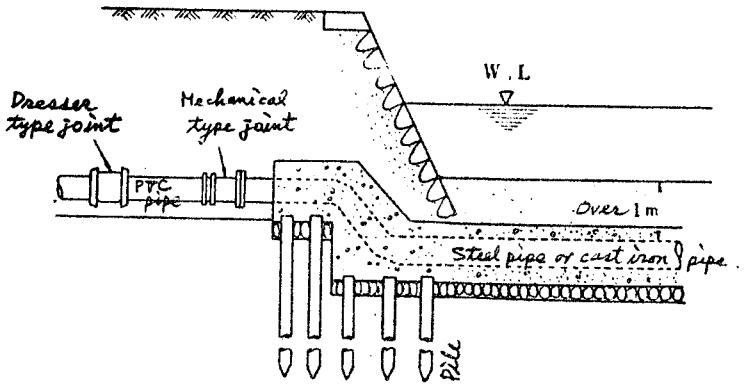


(4) Poor subsoil work

The usual practice for installation of piping on extremely poor subsoil is to lay piping on ladder-type or gate-type footings. In the case of PVC pipe, the work illustrated below to make use of its characteristics is also effective where particularly marked subsidence is anticipated.

The use of short pipe at the place where the soils of different natures meet, joined to PVC pipe by means of flexible joints, will let the pipe adapt itself to the natural stresses to ensure reliability of the piping.

Fig 43 CROSSING UNDER THE RIVER BED

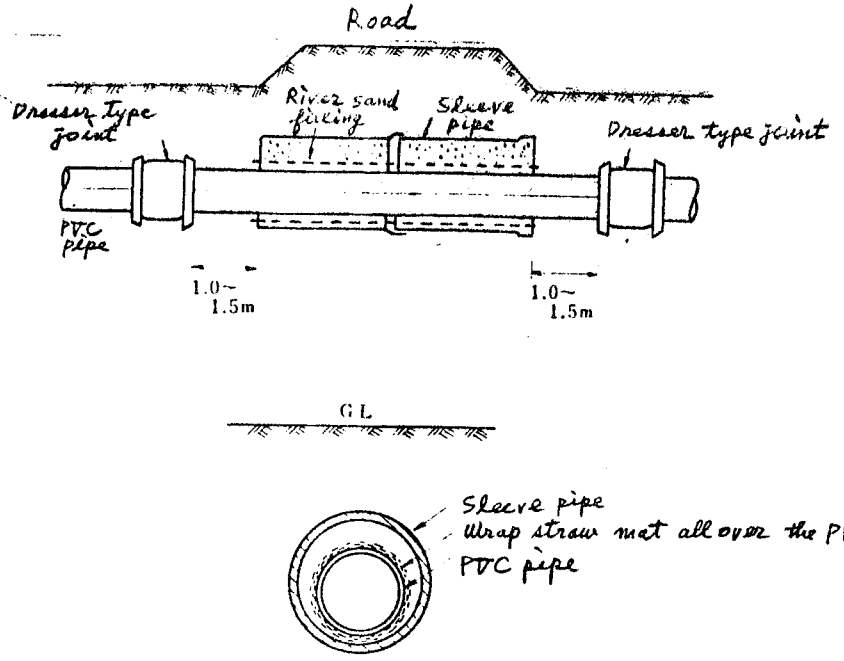


(2) Crossing the roads or railroads.

Centrifugal reinforced concrete pipe is used as a sleeve pipe. The PVC pipe should be sufficiently wrapped with straw mat to avoid scratching the pipe, and then it should be inserted into the Centrifugal reinforced concrete pipe.

Flexible type joint should be used to prevent shearing force as Fig 44.

Fig 44 CROSSING THE ROADS OR RAILROADS



(3) Sheeting works

For installation of pipelines on hilly slopes, measures to prevent accident owing to avalanche of sand and soil or discharge of back-fill earth due to rainwater and ground water, are required.

6. Special piping.

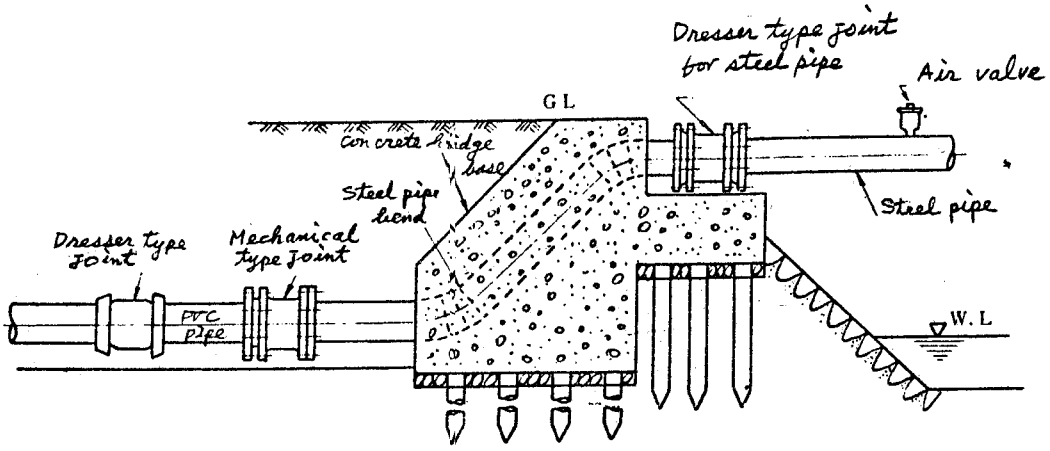
(1) Crossing the rivers

Pipelines across the streams or rivers are installed either by using aqueducts or installing piping across the riverbed.
If the installation falls under the application of the River Law, it must be carried out after the approval for the design and installation methods is obtained upon prior consultation with the river administrator.

1) Aqueducts

There are three systems of aqueducts : installation along existing overbridges, installation on specially constructed bridges and use of piping as main girders.
Steel pipe is used with adequate treatment for elongation or constraction, vibrationproofing and heatinsulation.
Joining to PVC pipe must always be done underground using flexible-type joints. Double cushion is a useful practice near the rivers where the ground is soft.

Fig 42 JOINING TO AQUEDUCT



2) Crossing under the river bed

Steel pipe is used for crossing under the river bed, with proper remedy for differential settlement and solid footing, The steel pipe is joined to PVC pipe with flexible type joint at the front or the back part of the inverted siphon (bend.).

5. Remedy for elongation and contraction of underground pipe.

PVC pipe has a coefficient of linear expansion of ($7 \times 10^{-5}/^{\circ}C$), which is about 6 times that of a steel pipe. With an underground pipe, its elongation or contraction is impeded by the frictional force with earth. This produces thermal stress in the pipe. The usual depth of embedment for cold water services is 1.2 m. The effect of atmospheric temperature to the underground pipe is considerably less than that to the exposed pipe.
So, the thermal stress produced in the pipe is far smaller as compared to the strength of the pipe.
In the actual piping work, however, axial deflections are produced depending on the condition of ground, backfilling methods and other factors, by which pullout force acts upon the piping. Expansion joints are required to absorb this force. In TS method, the use of expansion joints at intervals of 30m suffices to absorb this force.

(Comment 1) Elongation, contraction and thermal stress of PVC pipe.

The amount of elongation or contraction of PVC pipe by temperature fluctuations is computed by the following formula.

$$\Delta l = \alpha \, l \, . \, \Delta\theta \qquad (20)$$

where,

Δl = amount of elongation or contraction in m,
α = coefficient of linear expansion, $7 \times 10^{-5}(/^{\circ}C)$
l = pipe length in m
$\Delta\theta$ = temperature changes in pipe in $^{\circ}C$.

The elongation or contraction of underground pipe is impeded by the friction with earth. This produces thermal stress.
Thermal stress σ of this time is

$$\sigma_\theta = E \, . \, \alpha \cdot \Delta\theta \qquad (21)$$

Although E (Young's modulus) varies with temperature, it is 3.4×10^4 Kg/cm^2 at $20^{\circ}C$.
In this case, if $\Delta\theta$ is $1^{\circ}C$, the generated stress (σ_θ) is 2.4 Kg/cm^2.

TABLE 22 STANDARD CONCRETE PROTECTION AMOUNT

Nominal size	Fittings	Shearing force where P=10 Kg/cm^2	Types of backfill soil					
			Wet sand, dense hard sand, wet clay & sand (bearing capacity 5.0 ton/m^2)		Gravel and coarse stone (bearing capacity 7.5 ton/m^2)		Gravel containing clay & agglomerate of coarse sand (bearing capacity 10 ton/m^2)	
mm	type	ton	Area required for protection A (m^2)	Size of one side of square block (cm)	Area required for protection A (m^2)	Size of one side of square block (cm)	Area required for protection A (m^2)	Size of one side of square block (cm)
75	Tee	0.354	0.0708	27	0.0472	22	0.0354	19
	90° Bend	0.501	0.1002	32	0.0668	26	0.0501	22
	45° "	0.271	0.0542	23	0.0361	19	0.0271	16
	22 1/2°"	0.138	0.0276	17	0.0184	14	0.0138	12
	11 1/4°"	0.069	0.0138	12	0.0092	10	0.0069	8
90	Tee	0.511	0.1022	32	0.0681	26	0.0511	23
	90°Bend	0.723	0.1446	38	0.0964	31	0.0723	27
	45° "	0.391	0.0782	28	0.0521	23	0.0391	20
	22 1/2°"	0.199	0.0398	20	0.0265	16	0.0199	14
	11 1/4°"	0.100	0.0200	14	0.0133	12	0.0100	10
110	Tee	0.763	0.1526	39	0.1017	32	0.0763	28
	90° Bend	1.079	0.2158	46	0.1439	38	0.1079	33
	45° "	0.584	0.1168	34	0.0779	28	0.0584	24
	22 1/2°"	0.298	0.0596	24	0.0397	20	0.0298	17
	11 1/4°"	0.149	0.0298	17	0.0199	14	0.0149	12
125	Tee	0.988	0.1976	44	0.1317	36	0.0988	31
	90° Bend	1.398	0.2796	53	0.1864	43	0.1398	37
	45° "	0.756	0.1512	39	0.1008	32	0.0756	27
	22 1/2°"	0.386	0.0772	28	0.0515	23	0.0386	20
	11 1/4°"	0.193	0.0386	20	0.0257	16	0.0193	14
140	Tee	1.240	0.2480	50	0.1653	41	0.1240	35
	90° Bend	1.754	0.3508	59	0.2339	48	0.1754	42
	40° "	0.949	0.1898	44	0.1265	36	0.0949	31
	22 1/2°"	0.484	0.0968	31	0.0645	25	0.0484	22
	11 1/4°"	0.243	0.0486	22	0.0324	18	0.0243	16
160	Tee	1.619	0.3238	57	0.2159	46	0.1619	40
	90° Bend	2.289	0.4578	68	0.3052	55	0.2289	48
	45° "	1.239	0.2478	50	0.1652	41	0.1239	35
	22 1/2°"	0.632	0.1264	36	0.0843	29	0.0632	25
	11 1/4°"	0.317	0.0634	25	0.0423	21	0.0317	18
180	Tee	2.040	0.4080	64	0.2720	52	0.2040	45
	90° Bend	2.885	0.5770	76	0.3847	62	0.2885	54
	45° "	1.561	0.3122	56	0.2081	46	0.1561	40
	22 1/2° "	0.796	0.1592	40	0.1061	33	0.0796	28
	11 1/4° "	0.399	0.0798	28	0.0532	23	0.0399	20

TABLE 22 (Cont) .....

Nominal size	Fittings	Shearing force Where P= 10 Kg/Cm^2	Types of backfill soil					
			Wet sand, dense hard sand, wet clay & sand (bearing capacity 5.0 ton/m^2)		Gravel and coarse stone (bearing capacity 7.5 ton/m^2)		Gravel containing clay & agglomerate of coarse sand (bearing capacity 10 ton/m^2)	
mm	type	ton	Area required for protection A (m^2)	Size of one side of square block (Cm)	Size of for protection A (m^2)	Size of one side of square block (Cm)	Area required for protection A (m^2)	Size of one side of square block (Cm)
200	Tee	2.515	0.5030	71	0.3353	58	0.2515	50
	90° Bend	3.557	0.7114	84	0.4743	69	0.3557	60
	45° "	1.925	0.3850	62	0.2567	51	0.1925	44
	22 1/2°"	0.981	0.1962	44	0.1308	36	0.0981	31
	11 1/4°"	0.492	0.0984	31	0.0656	26	0.0492	22
225	Tee	3.184	0.6368	80	0.4245	65	0.3184	56
	90° Bend	4.503	0.9006	95	0.6004	77	0.4503	67
	45° "	2.437	0.4874	70	0.3249	57	0.2437	49
	22 1/2°"	1.242	0.2484	50	0.1656	41	0.1242	35
	11 1/4°"	0.623	0.1246	35	0.0831	29	0.0623	25
250	Tee	3.935	0.7870	89	0.5247	72	0.3935	63
	90° Bend	5.565	1.1130	105	0.7420	86	0.5565	75
	45° "	3.012	0.6024	78	0.4016	63	0.3012	55
	22 1/2°"	1.535	0.3070	55	0.2047	45	0.1535	39
	11 1/4°"	0.770	0.1540	39	0.1027	32	0.0770	28
280	Tee	4.938	0.9876	99	0.6584	81	0.4938	70
	90° Bend	6.983	1.3966	118	0.9311	96	0.6983	84
	45° "	3.779	0.7558	87	0.5039	71	0.3779	61
	22 1/2°"	1.927	0.3854	62	0.2569	51	0.1927	44
	11 1/4°"	0.966	0.1932	44	0.1288	36	0.0966	31
315	Tee	6.260	1.2520	112	0.8347	91	0.6260	79
	90° Bend	8.854	1.7708	133	1.1805	109	0.8854	94
	45° "	4.791	0.9582	98	0.6388	80	0.4791	69
	22 1/2°"	2.443	0.4886	70	0.3257	57	0.2443	49
	11 1/4°"	1.225	0.2450	49	0.1633	40	0.1225	35
355	Tee	7.943	1.5886	126	1.0591	103	0.7943	89
	90° Bend	11.233	2.2466	150	1.4977	122	1.1233	106
	45° "	6.079	1.2158	110	0.8105	90	0.6079	78
	22 1/2°"	3.099	0.6198	79	0.4132	64	0.3099	56
	11 1/4°"	1.554	0.3108	56	0.2072	46	0.1554	39
400	Tee	10.095	2.0190	142	1.3460	116	1.0095	100
	90° Bend	14.276	2.8552	169	1.9035	138	1.4276	119
	45° "	7.726	1.5452	124	1.0301	101	0.7726	88
	22 1/2°"	3.939	0.7878	89	0.5252	72	0.3939	63
	11 1/4°"	1.975	0.3950	63	0.2633	51	0.1975	44

TABLE 21 COEFFICIENT OF SAFE BEARING CAPACITY OF BACKFILL SOIL k

Unit in Kg/cm^2

Nature of soil	Coefficient of safe bearing capacity of soil (k)	
	Horizontal	Vertical
Soft silt and slurry	0.04 - 0.10	0.14 - 0.40
Wet silt	0.25	1.00 - 2.00
Soft clay	0.25	1.00 - 1.50
Hard and dense clay	0.50 - 0.60	2.00 - 2.50
Clay containing wet sand	0.50 - 0.60	2.00 - 3.00
Wet sand	0.50	2.00
Coarse sand	0.60	3.00
Gravel or coarse stone	0.70	4.00 - 5.00
Gravel containing clay or agglomerate of coarse sand	1.00	5.00 - 6.00

(3) Standard concrete protection

Protection is provided by placing concrete or pine lumber for an area of more than A m^2 square to thrust direction. The minimum area is determined by the following formula.

$$A = PW/k \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (18)$$

Where A = protection area in cm^2

P = water pressure including water hammer in Kg/cm^2

W = thrust load in Kg per P=1 Kg/cm^2

k = coefficient of safe bearing capacity of soil in Kg/cm^2

Fig 41 METHOD FOR CONCRETE PROTECTION

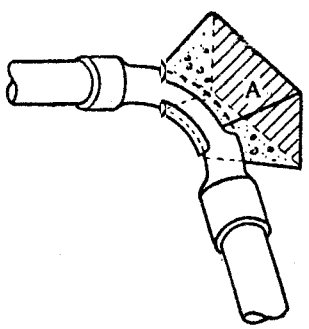


TABLE 20 THRUST LOAD W PER WATER PRESSURE = 1 Kg/cm^2

Unit in Kg

Nominal size \ Type	Bends				Blind and tees
	90°	45°	22 1/2°	11 1/4°	
16	1.8	1.0			1.2
20	3.1	1.7			2.2
25	4.8	2.6			3.4
32	8.7	4.7			6.2
40	14.1	7.6			9.9
50	22.2	12.0			15.7
63	35.4	19.2			25.1
75	50.1	27.1	13.8	6.9	35.4
90	72.3	39.1	19.9	10.0	51.1
110	107.9	58.4	29.8	14.9	76.3
125	139.8	75.6	38.6	19.3	98.8
140	175.4	94.9	48.4	24.3	124.0
160	228.9	123.9	63.2	31.7	161.9
180	288.5	156.1	79.6	39.9	204.0
200	355.7	192.5	98.1	49.2	251.5
225	450.3	243.7	124.2	62.3	318.4
250	556.5	301.2	153.5	77.0	393.5
280	698.3	377.9	192.7	96.6	493.8
315	885.4	479.1	244.3	122.5	626.0
355	1123.3	607.9	309.9	155.4	794.3
400	1427.6	772.6	393.9	197.5	1009.5

Note. For tees, read the value for branch side.

(2) Safe bearing capacities of backfill soil.

The coefficient of bearing capacity of ground (k) is usually expressed in load k (Kg/cm^2) required for compressing the ground 1cm, but for designing, the load k (Kg/cm^2) required for 1mm compression is indicated to allow for safety.

4. Designing of thrust protection

The bases for thrust protection of PVC pipe are as follows.

〈TS method〉

* When more than 24 hours have passed after joining, thrust protection is not required, except for 90° bends over 200mm in nominal size. However, through compaction around the joint with fine quality sand is necessary.
* Thrust protection is required, for 90° bends of 200mm and over in nominal size and the tees joined with flexible fittings in more than two directions.

〈Rubber ring method〉

* Thrust protection is required for all fittings except for straight runs.

(1) Outward resultant force by water pressure

The thrust loads on a branch or bend by water pressure are generally calculated by the following formula.

This formula is a simplified calculation formula where only the water pressure acting evenly on the bend is assumed and the head loss at the bend is neglected.

Calculation of thrust loads per P=1 Kg/cm^2 with this equation gives Table 20.

$$W = 2P\frac{\pi}{4}d^2 \sin\frac{\varphi}{2} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (17)$$

Where W = water pressure in Kg/cm^2

d = inside diameter of pipe in cm

φ = bending angle in deg.

Fig 40 THRUST DIRECTION

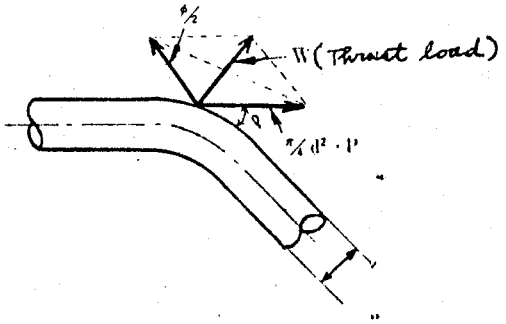
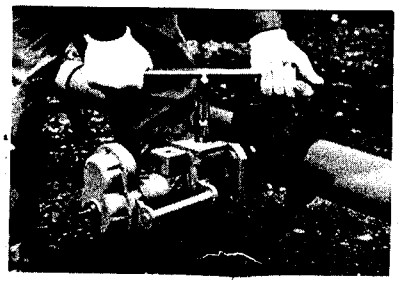


Photo 36 Setting the drill

* Setting the drill

The drill is attached to the split tee after the simple sluice valve fitted to the split tee is completely opened.

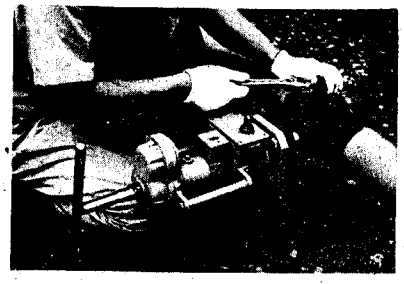
Phot 37 Drilling



* Drilling

The drill must be slowly fed and overfed about 1cm after it has passed the pipe wall.

Photo 38 Completion of drilling



* Completion

The handle is reversed until the drill is fully withdrown and the simple sluice valve is closed.

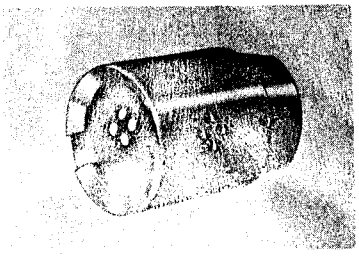
After the drill has been removed from the split tee, the simple sluice valve is opened to check for water release.

(Comment 1) Cares for using split tee

1. Always use split tees for PVC pipe.
2. Use drill tool specifically designed for split tee.
3. Choose a hole-saw type drill for PVC pipe as a drill to be set to the drilling tool.

(Comment 2) Example of drill for PVC pipe

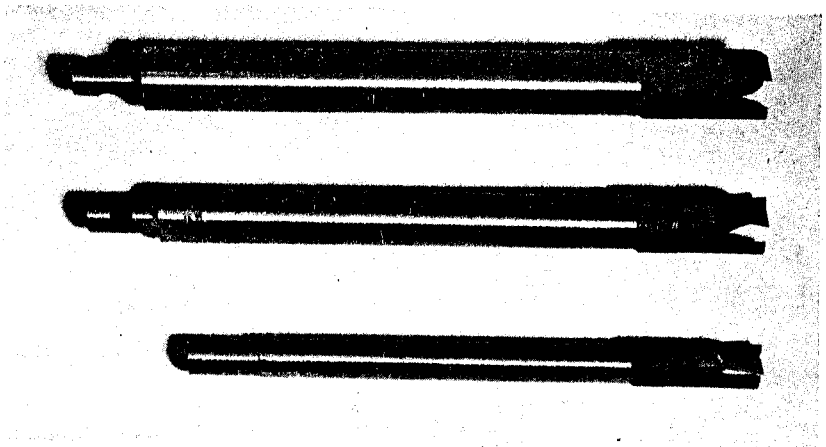
Photo 39 Drill for PVC pipe



〔Comment 2〕 Example of drills for PVC pipe

The hole saw type drills shown below must always be used in branching from PVC pipe without interrupting water flow.

Photo 34 Example of drill for PVC pipe

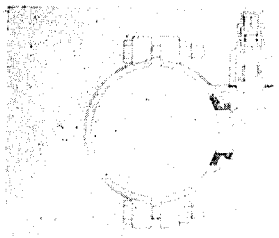


(2) Branching without interrupting water flow for branch sizes 40 - 63mm.

For taking a branch of 40mm and over in diameter from PVC pipe, split tees and drilling tool for PVC pipe are used without interrupting water flow.

With PVC pipe, a maximum allowable branch size is 50mm from a pipe 90mm, and 63mm from a pipe of 110mm and over.

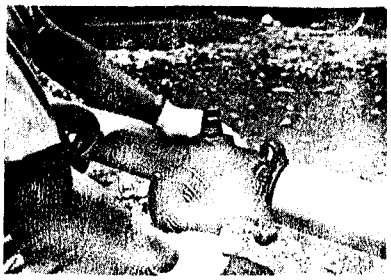
Fig 39 CONSTRUCTION OF SPLIT TEE FOR PVC PIPE



* Cleaning

Wipe clean the outside of the PVC main to be branched and the inside of split tee with a dry cloth.

Photo 35 Mounting the split tee

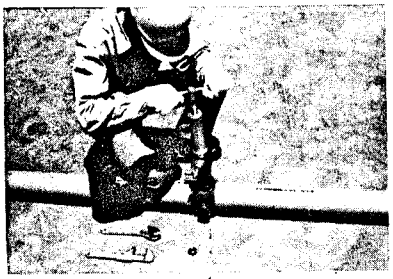


* Mounting the split tee.

Checking the branching direction, mount the split tee to the main.

The tightening torque for nuts and bolts must be 400 Kg-cm . Be careful to avoid uneven tightening.

Photo 33 Drilling



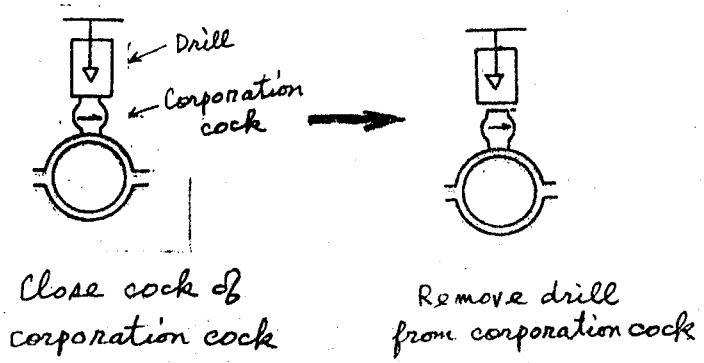
* Drilling

Turn the drill handle until the drill reaches the surface of pipe.

When the drill contacts the main, operate the handle slowly and with care to avoid rapid feed of the drill.

Give an additional feed of about 1cm after the drill seems to have passed through the pipe wall, to ensure complete penetration. After drilling, reverse the handle to raise the drill.

Fig 38 COMPLETION OF DRILLING



* Completion of drilling

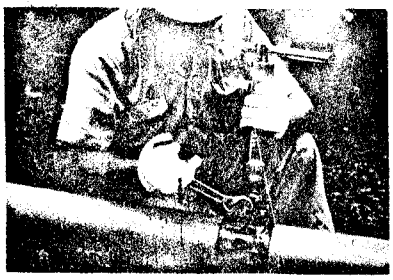
After raising the drill, close the cock and detach the drill from the corporation cock.

[Comment 1] Precautions for drilling PVC pipe.

1. A drilling tool for asbestos-cement pipe is usually used in branching from PVC pipe without interrupting water flow. However, the usual drilling tool for asbestos-cement pipe has a straight drill, the use of which for PVC pipe will lead to trouble owing to difference in material. To avoid this, always use the hole saw type drill.

2. Since the PVC pipe itself is elastic, it gives less resistance to drilling as compared to other types of piping materials. Because of this, one is apt to drill a hole at a higher speed. However, increasing the drilling speed will cause undue stresses to act upon the pipe, which may lead to trouble. It is important to reduce the drilling speed as far as possible.

Photo 28 Completic



* Completion

After raising the drill, close the cock and detach the drill from the corporation cock. For a lateral branch, put a blind plug to the top side of the corporation cock and for a vertical branch, put it to the lateral side.

2) Cast iron saddle without corporation cock

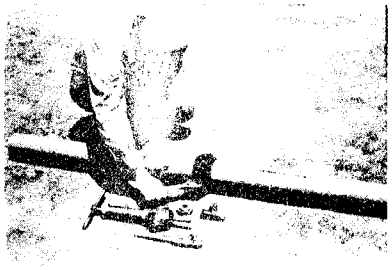
Photo 29 Cleaning

* Cleaning

Check the outside of the main (PVC pipe) for absence of scratch and deformation and remove earth and other deposits completely with a dry cloth.

Also remove earth from the contact face of the saddle.

Photo 30 Mounting the saddle



* Mounting the saddle

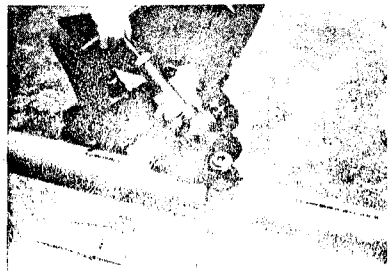
When mounting the saddle to the main, the tightening torque for nuts and bolts must be 400 Kg-cm. Be careful to avoid uneven tightening.

Photo 31 Mounting the corporation cock to saddle

* Mounting the corporation cock to saddle

Use a sealant to avoid leakage through the joint. Teflon tape is recommended as a sealant.

Photo 32 Setting the drill



* Setting the drill.

Set a drill with a hole saw type drill for PVC to the corporation cock.

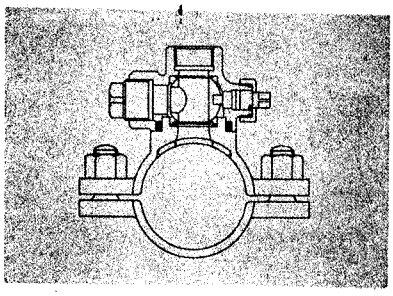
Make sure that the cock is correctly open.

3. Branching without interrupting water flow

(1) Branching without interrupting water flow for branch sizes up to 32 mm.

1) Saddle with corporation cock

Fig 37 CONSTRUCTION OF SADDLE WITH CORPORATION COCK



* Cleaning

Check the outside of the main (PVCpipe) for absence of scratch and deformation.
Remove earth and other deposits completely with a dry cloth.
Remove bolts from the saddle of corporation cock and clean the surface to be put in contact with the main.

Photo 25 Mounting the saddle

* Mounting the saddle

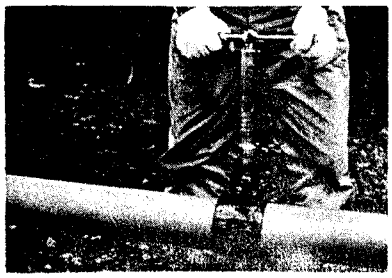
Facing the corporation cock correctly in the specified direction, fasten the saddle with nuts and bolts.
The tightening torque for nuts and bolts is 400 Kg-cm. Be careful to avoid uneven tightening.

Photo 26 Setting the drill

* Setting the drill

Set a drill with a hole saw type drill for PVC pipe to the corporation cock of the saddle.
Make sure the cock built in the corporation cock is correctly open.

Photo 27 Drilling

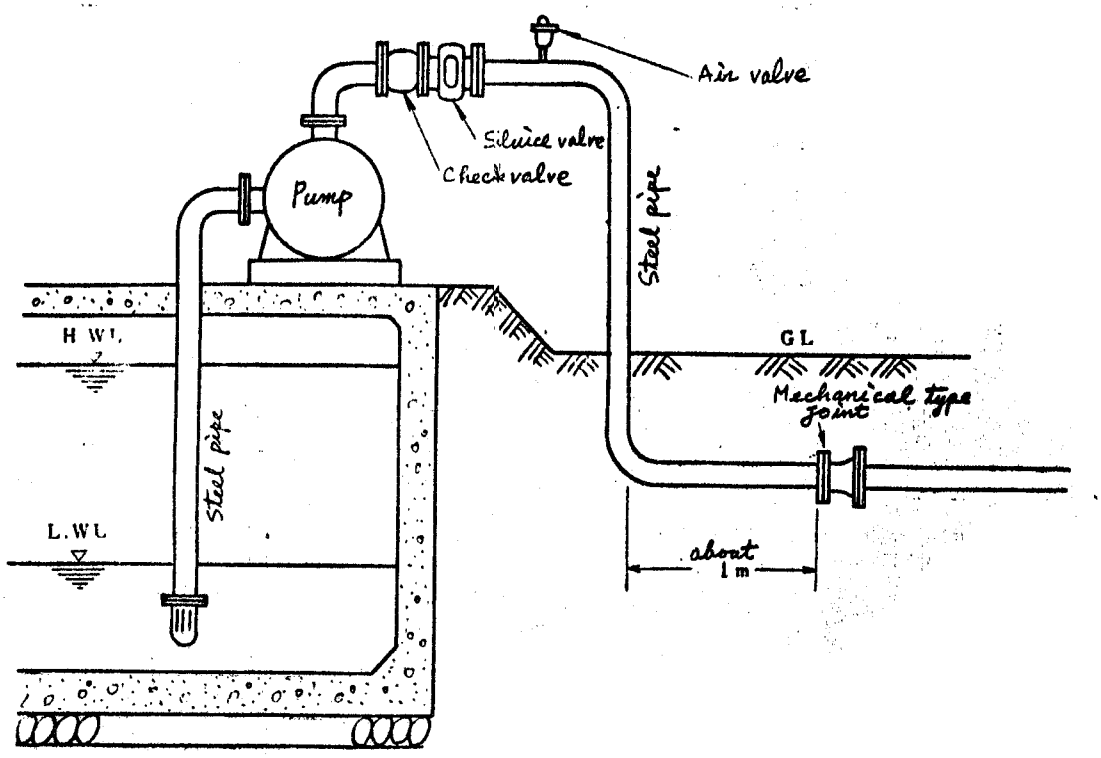


* Drilling

Turn the drill handle until the drill reaches the pipe surface.
(This gives a contact feel to the operator)
When the drill reaches the pipe, operate the handle slowly and with care to avoid rapid feed of the drill.
Give an additional feed of about 1cm after the drill seems to have passed through the pipe wall, to ensure complete penetration.
After drilling, reverse the handle to raise the drill.

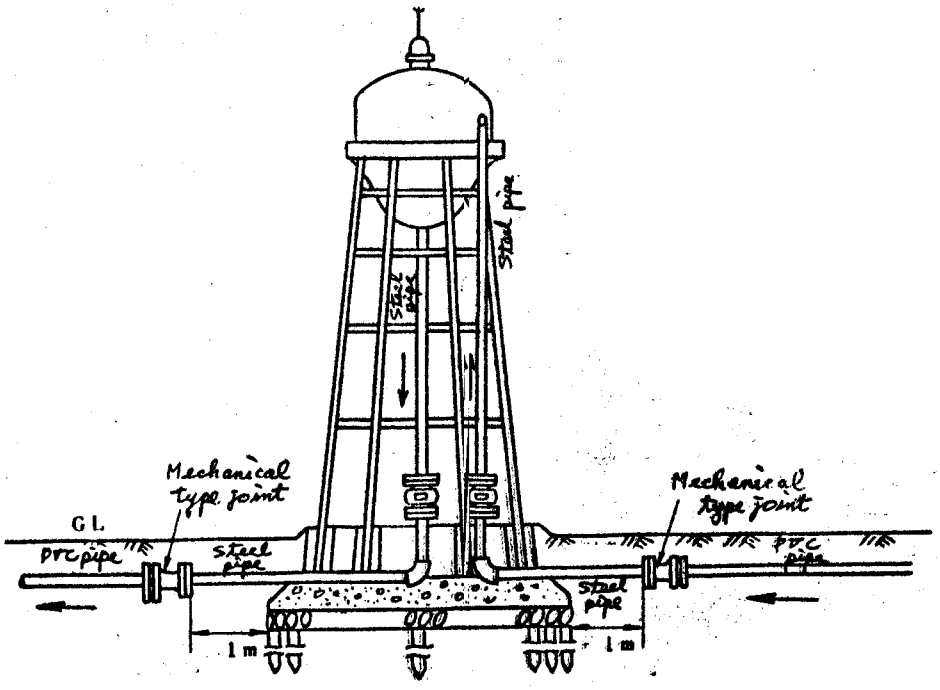
(b) Joining to distributing pump

Fig 35 . JOINING TO DISTRIBUTING PUMP



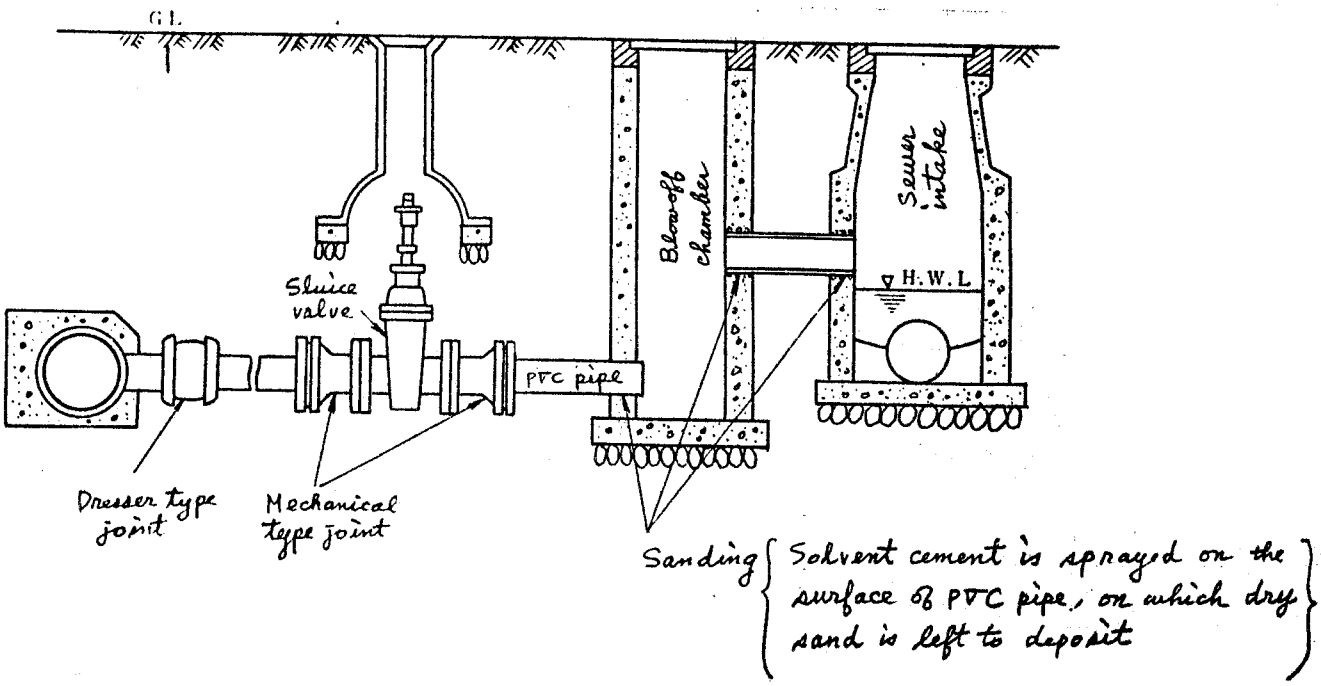
(c) Joining to distributing tower

Fig 36 JOINING TO DISTRIBUTING TOWER



4) Installation of blowoff valves

Fig 33 INSTALLATION OF BLOWOFF VALVES

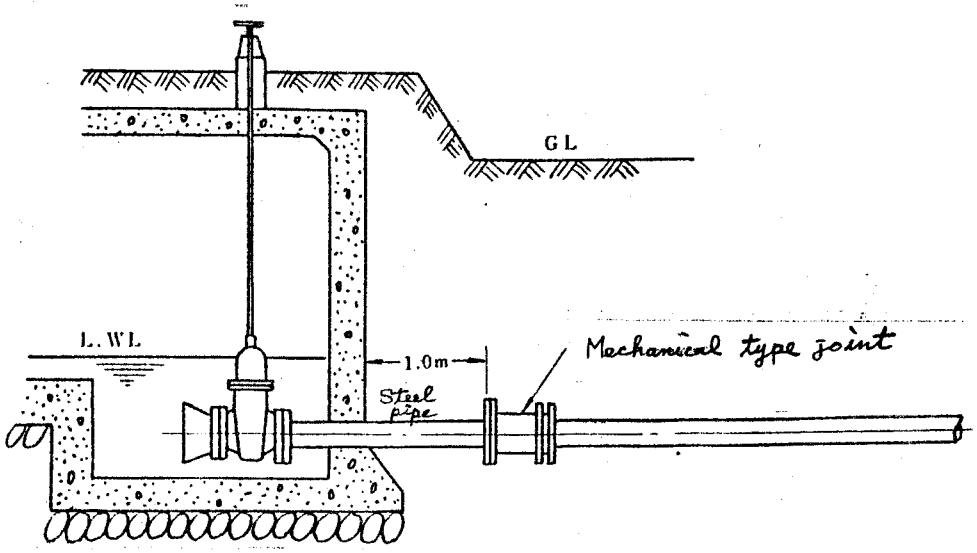


5) Joining to distribution facilities

Water distribution system includes gravity and pumping systems. Piping around service reservoirs and pumps is essentially installed with steel pipe, to which PVC pipe is joined. The use of flexible fittings is mandatory.

(a) Joining to service reservoir

Fig 34 JOINING TO SERVICE RESERVOIR



2) Installation of fire hydrants

Fig 29 INSTALLATION OF POST HYDRANT

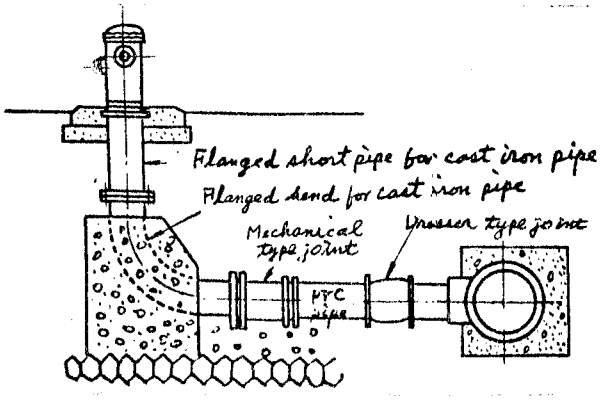
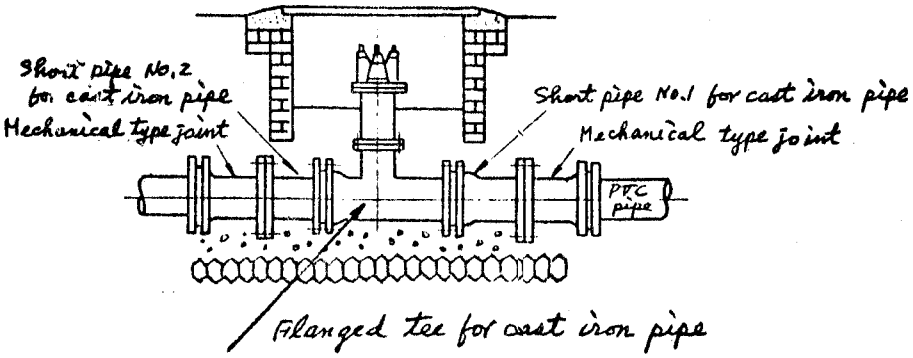


Fig 30 INSTALLATION OF SUNK HYDRANT



3) Installation of air valves

Fig 31 NOMINAL SIZE 160 MM AND UNDER

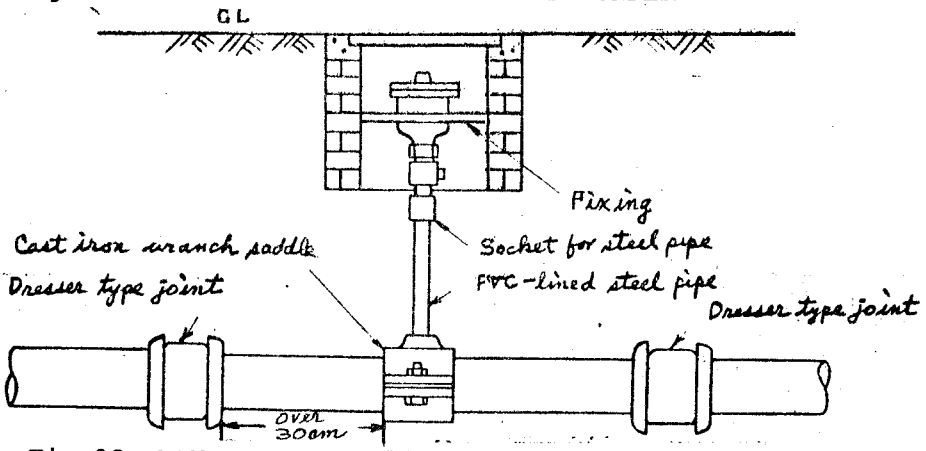
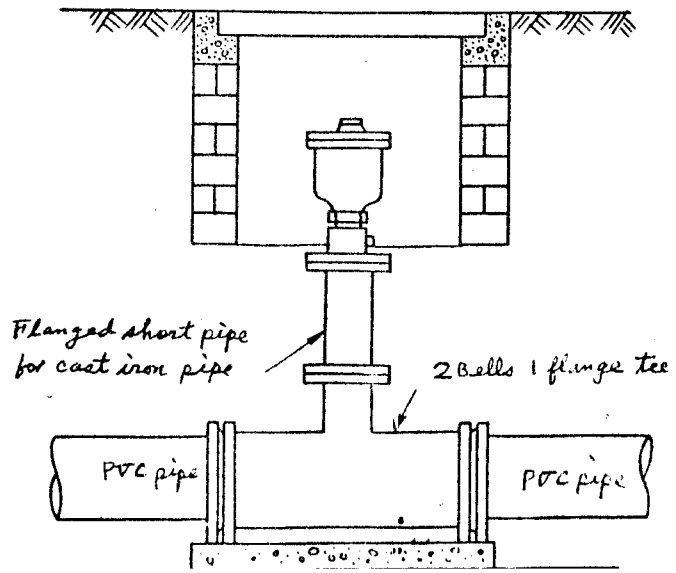
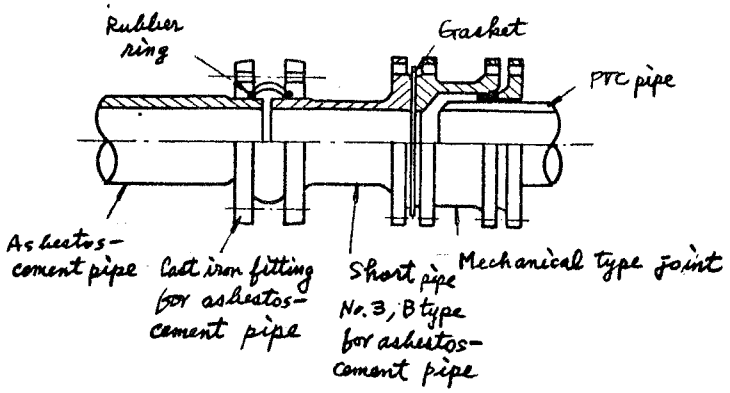


Fig 32 NOMINAL SIZE 180 MM AND OVER.



3) Joining to asbestos-cement pipe

Fig 27 JOINING TO ASBESTOS-CEMENT PIPE



(2) Joining to valves and equipment

1) Joining to sluice valves

Fig 27 JOINING TO SLUICE VALVES NOT PASSING THROUGH SLUICE VALVE CULVERT

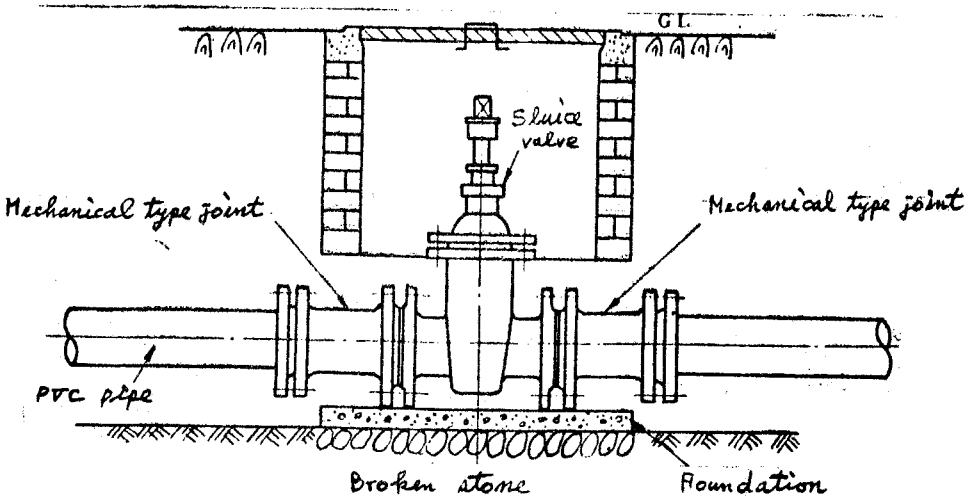
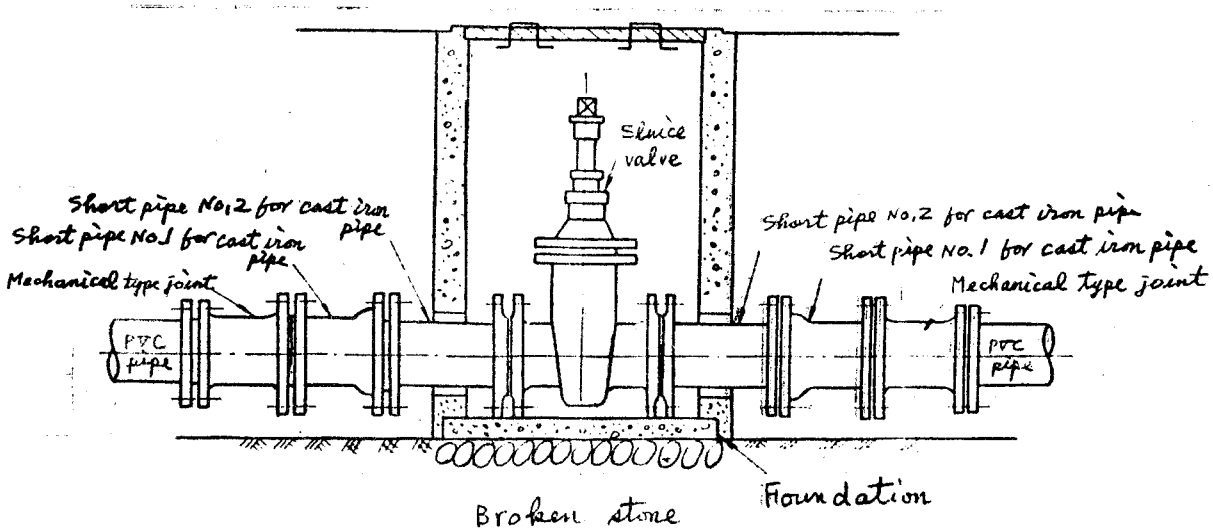


Fig 28 JOINING TO SLUICE VALVES PASSING THROUGH SLUICE VALVE CULVERT



2. Joining to dissimilar pipes and valves.

There are a variety of methods of joining PVC pipe to dissimilar pipes or valves, but the following basic methods are recommended for prevention of leakage and trouble in maintenance and control.

(1) Joining to dissimilar pipes.

The basic concept of joining PVC pipe to dissimilar pipes is to provide a flange face on the dissimilar pipe side and join with mechanical type joint.

1) Joining to cast iron pipe

Fig 24 JOINING TO SPIGOT SIDE

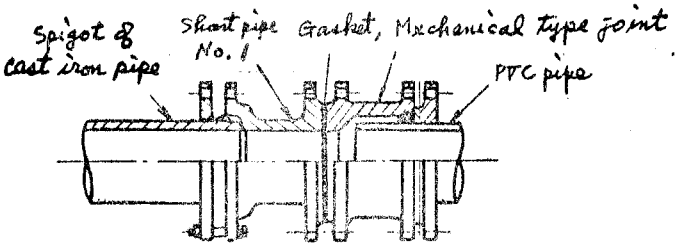
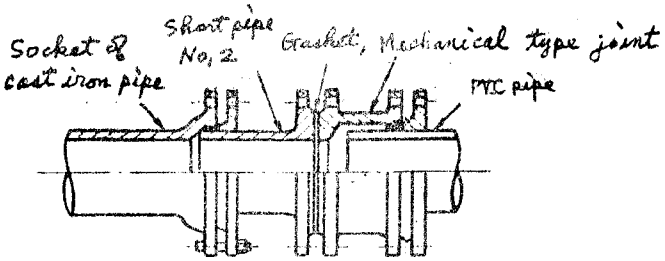
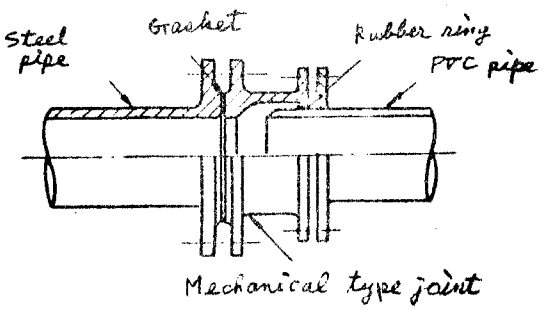


Fig 25 JOINING TO SOCKET SIDE



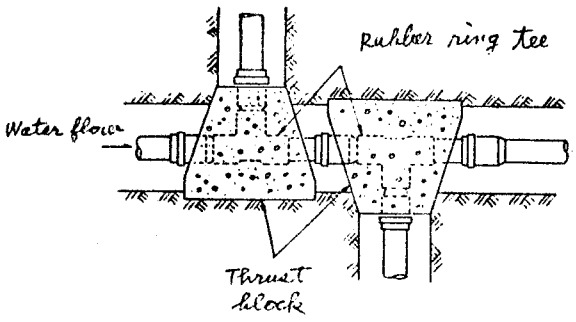
2) Joining to steel pipe

Fig 26 JOINING TO STEEL PIPE



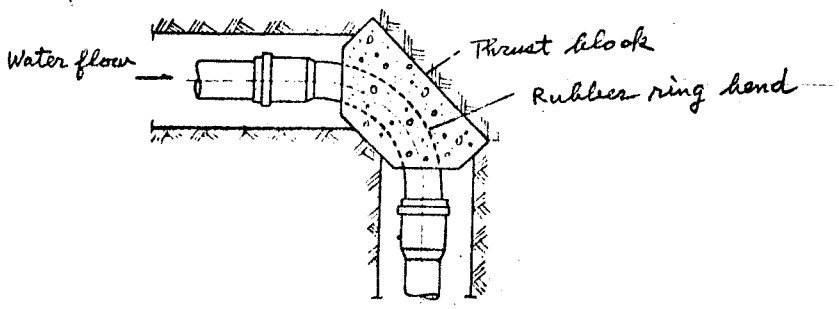
(b) Cross branchi..

Fig 21 CROSS BRANCHING



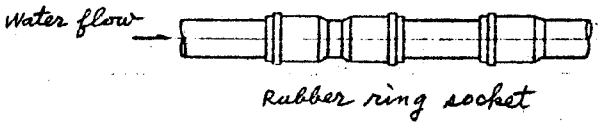
(c) Installation of bend

Fig 22 INSTALLATION OF BENDS



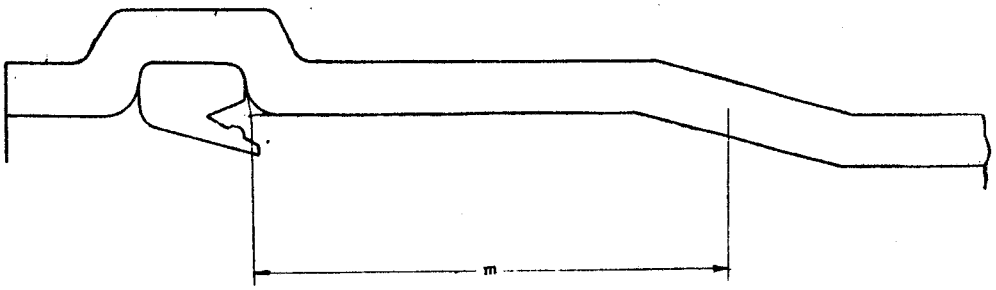
(d) Installation of socket

Fig 23 INSTALLATION OF SOCKET



3. Socket length

Fig 19 SOCKET LENGTH



The socket length of a rubber ring pipe is determined on a basis of $m \geqq 50 + 0.22\ D$, which is prescribed by ISO. This m size of 50mm takes account of elongation or contraction by temperature differences, contraction by pipe bending and pull out by pressure and 0.22 D is an allowance for bevelling of pipe end and biased cutting. This means the socket length of the rubber ring pipe allows sufficient length for various conditions at the installation.

2) Laying

The method of laying the pipe at the site is basically the same as TS method. However, care must be taken in overland joining, because bringing the piping down into the trench after joining pipes to an excessively long length may cause pullout of the joint.

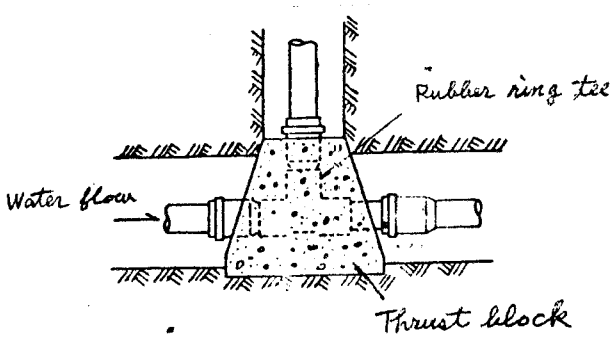
In joining of the pipe, place slippers below the pipe to avoid engagement of sand and soil in the rubber ring section. Be sure to remove the sleepers after joining.

3) Joining to fittings

In joining of PVC pipe by rubber ring method, standard for installation of fittings is as follows.

(a) Installation of Tees

Fig 20 INSTALLATION OF TEES



(Comment 1) Design of socket of rubber ring pipe

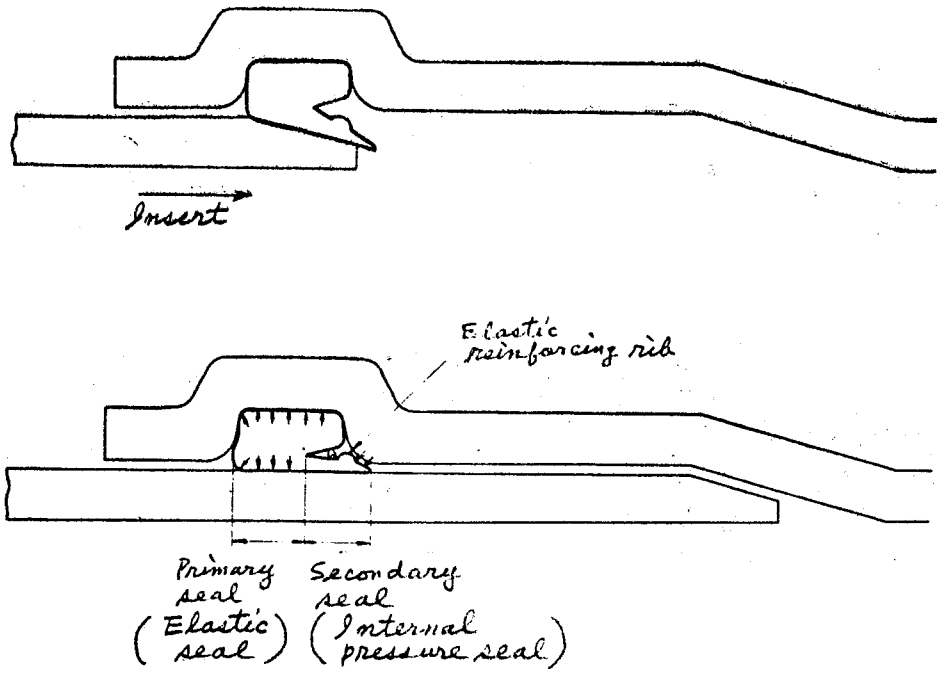
1. Shape of rubber ring

A rubber ring, if designed into a U-form, is properly crushed in the groove, when the pipe is inserted, to provide water tightness at the joint with the elasticity of rubber (primary sealing effect.) Further, when a water pressure is exerted, it acts to expand the lip from the inside of the joint. This multiplies the water tightness at the contact face between the socket groove and the pipe. This expanding force increases with an increase in the water pressure (secondary sealing effect).

An elastic reinforcing rib is provided to the lip of the rubber ring to enhance the secondary sealing effect.

With the use of the two sealing effects, the rubber ring pipe offers reliable service from low to high pressures.

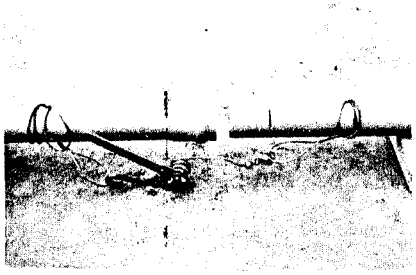
Fig 18 SEALING CONSTRUCTION OF RUBBER RING PIPE



2. Shape of rubber ring groove

The ring groove where the rubber ring is seated is made square for the snug fitting of the rubber ring and reliable joining.

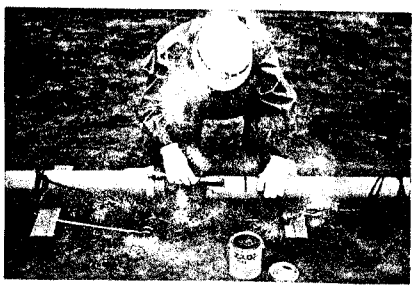
Photo 20 Setting the pipe inserter



* Setting the pipe inserter

Set each coil-end wire rope to both male and female pipes, and mount the pipe inserter. Take care not to allow the wire ropes to slip.

Photo 21 Applying the lubricant



* Applying the lubricant.

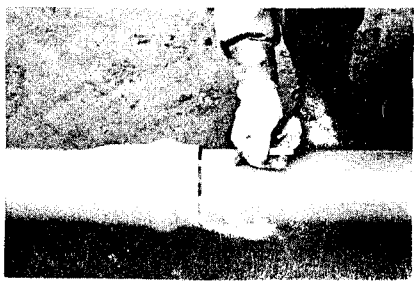
Apply lubricant to the spigot end only. It must be applied in sufficient quantity to the bevelled part.

Photo 22 Inserting the pipe

* Inserting the pipe

Joining is done by bringing the pre-marked gauge line on top, aligning the pipe axis and operating the pipe inserter until the pipe is pushed to the premarked position.

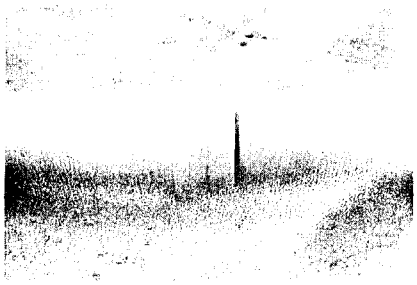
Photo 23 Checking the joint



* Checking the joint

When the pipe is completely inserted, put a thickness gauge into the clearance between the socket and the pipe and see that the length from the rubber ring up to the socket end is even over the entire circumference.

Photo 24 Completion



* Completion

After joining, keep the joint free from undue stresses such as bending and tension as far as possible.

Photo 17 Bevelling the spigot end

* Bevelling the spigot end

Bevel the outer edge of the cut spigot end as illustrated below.

Be sure to bevel to the size specified. Otherwise the rubber ring may be damaged or twisted at the time of joining.

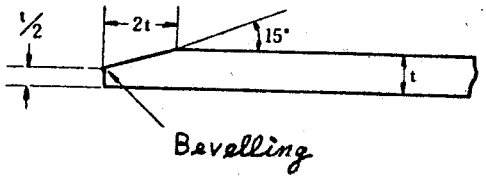
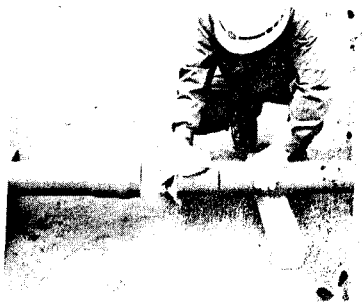


Photo 18 Marking the engagement length

* Marking the engagement length

Mark the engagement length on male pipe as a measure for the pipe engagement length at joining.

Photo 19 Cleaning the Pipe

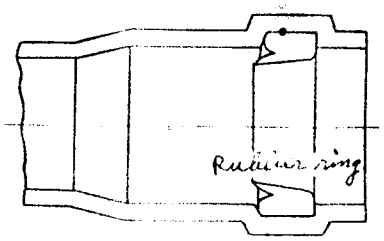


* Cleaning the pipe

Wipe away mud and dirt from the inside of socket and outside of spigot.

If the rubber ring is removed for this purpose, wipe the ring groove clean with a cloth and replace the ring correctly in the groove without any twist letting the lip face inwards.

Correct fitting of rubber ring.



(2) Rubber ring method

1) Basic method

Photo 14 Tools and Materials

* Tools and materials

Woodworking saw (cross-cut)

File (bastard cut for iron working, 300mm or flat type for woodworking, 300mm)

Coil-end wire rope (same size as for TS Method).

Tape measure and marker pen

Lubricant and brush

Dry cloth

Pipe inserter

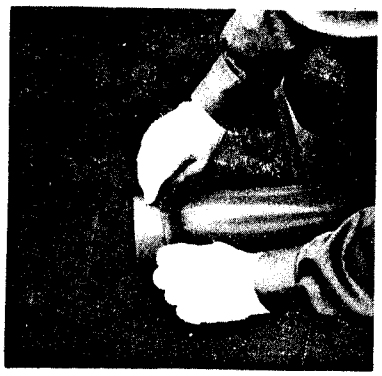
Thickness gauge

Photo 15 Cutting the pipe

* Cutting the pipe

Correctly measure the cutting point, mark a gauge line at right angles to pipe axis with a marker pen and cut the pipe with a saw.

Photo 16 Smoothing the outside spigot surface

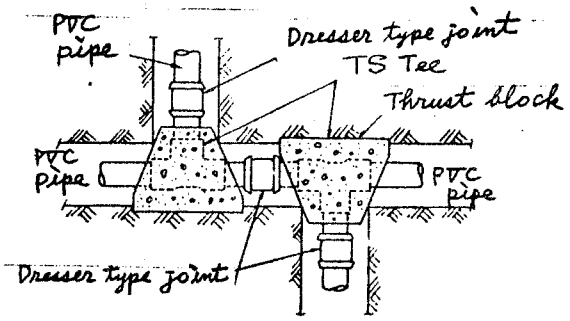


* Smoothing the outside spigot surface

The life of the bell end pipe joint lies in the contact face between the rubber ring and pipe, so the presence of scratches on the outside surface of the pipe may lead to leakage. Scratches must be completely removed by finishing with the back of a knife. Cut off the deeply scratched end as this may lead to leakage.

(b) Cross branching

Fig 15 COMBINATION WITH TS TEE



(c) Installation of bends

Fig 16 (90°- $11^{\circ}1/4$) BENDS OF NOMINAL SIZE 160MM AND UNDER
(45°- $11^{\circ}1/4$) BENDS OF NOMINAL SIZE 180MM AND OVER

Particular careful compact

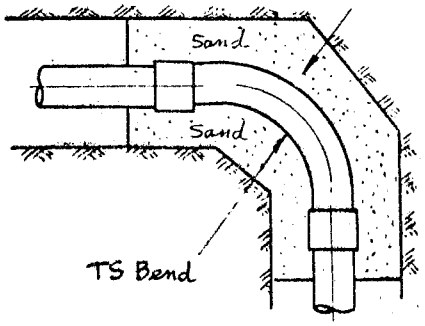
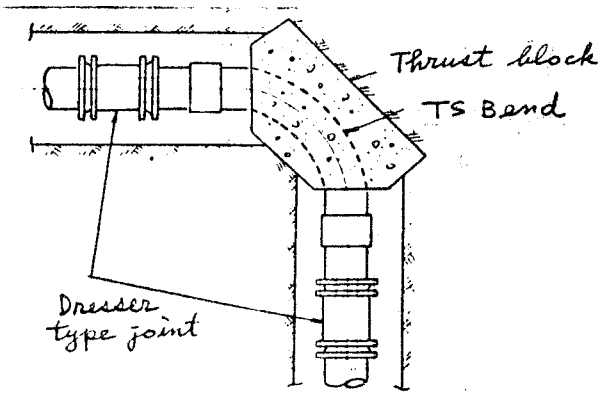


Fig 17 90°BENDS OF NOMINAL SIZE 180MM AND OVER



2) Laying

Field assembly can be divided into the following two methods, either of which should be chosen with due consideration for the condition of gushing water, traffic conditions, topography and other conditions.

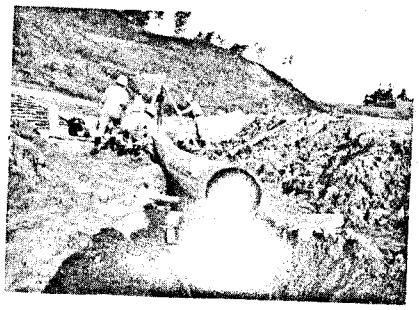
Photo 12 Joining in trench

* Joining in trench

Joining in trench is done either by joining pipes one by one in trench or by joining the pipes which have already been assembled from two to three pipes overland.

Either way, the cementing surfaces must be kept free from earth and water.

Photo 13 Joining overland



* Joining overland

Pipes are laid on the square bars placed across the trench, where they are continuously joined. In bringing down the assembled pipe into trench, a tripod and chain block are used when necessary.

3) Joining to fittings

(a) Installation of Tees

Fig 14 TS TEE

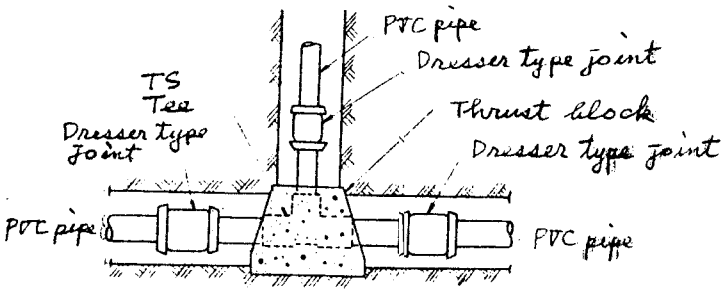
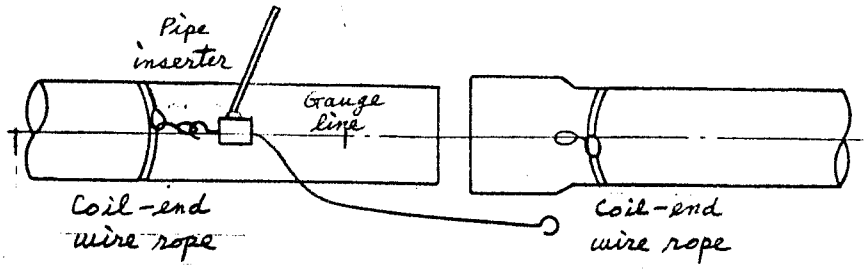


Fig 12 JOINING PIPE TO SOCKET-END PIPE



2. Size of coil-end wire rope

Fig 13 and Table 19 show standard size of the coil-end wire ropes used for joining pipe. Always use the wire ropes of specified size.

Fig 13 COIL-END WIRE ROPE

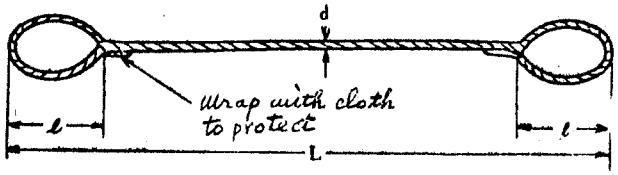


TABLE 19 SIZE OF COIL-END WIRE ROPES BY PIPE SIZES

Nominal size	Rope diameter d, (mm)	Length of coil l (mm)	Overall Length L (mm)
90	5	100	900
110	5	100	900
125	5	100	900
140	5	100	900
160	5	100	900
180	5	100	900
200	5	100	900
225	5	100	900
250	6	100	1000
280	6	100	1000
315	6	100	1200
355	6	130	1400
400	6	130	1500

TABLE 18 REMEDY FOR SC

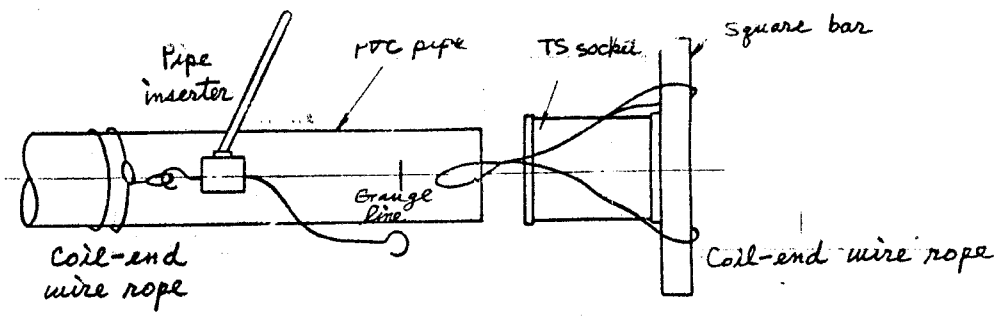
Items	Remedy for SC
Use of optimum amount of solvent cement	Use quick-dry type solvent cement and apply a thin and uniform coat of the cement.
Wiping of cement	Always wipe off excess cement with a dry cloth. Also remove cement spilled on trench bed.
Ventilation	After assembly, blow out solvent vapor from the inside of piping (for at least 4 to 5 hours) use a large-capacity, low-pressure blower.
Cares for bending	Be sure to use bends
Provision of sand cushion	Always provide sand cushion. Direct contact of stone with pipe will produce localized stress
Employment of overland joining	Beforehand join two to four pieces of pipe overland, remove solvent vapor through natural draft and then make joining in trench
Earlier backfilling	Expedite backfilling. Leaving the assembled piping exposed will increase temperature differences, causing increased tensile stress.
Opening both ends of pipe	Open all valves and air valves to improve ventilation and remove solvent vapor
Water supply	After assembly, supply water to let the water flow into the piping system, when possible

〔Comment 3〕 How to install pipe inserter

Install pipe inserter to pipe using coil-end wire ropes as follows:

1. Setting the pipe inserter to pipe

Fig 11 JOINING PIPE TO SOCKET



Application of solvent cement to the inside of the socket and the outside of the spigot end of the pipe with the above construction produces a dissolved aswell as a swollen layer of about 0.1mm in thickness on each cemented surface. This permits the spigot end to enter smoothly upto the point P. This action is called "fluid insertion". A further force push of the spigot end into the socket causes the pipe to be squeezed by the elasticity of the PVC pipe. This force expands the socket inside to allow insertion up to the point S. This action is called "deformed insertion". The cement oozing in the clearance between the socket and the pipe will provide an adhesive effect if the clearance is below about 0.2mm.

(Comment 2) Installation in winter or under cold climate

The following are the particular cares to be observed in installation of PVC pipe in winter or under cold climate.

1. Handling of pipe

(1) Impact

Carefully handle pipe. Rough handling, hitting pipe to hard objects or dropping may lead to breakage.

(2) Bend

Avoid undue bending. Be sure to use bends at every curve.

2. Remedy for SC (Solvent cracking)

SC is a kind of stress cracking. It refers particularly to the cracks produced in the pipe material when solvent is added. This may occur in PVC pipe when the following three factors exist at the same time.

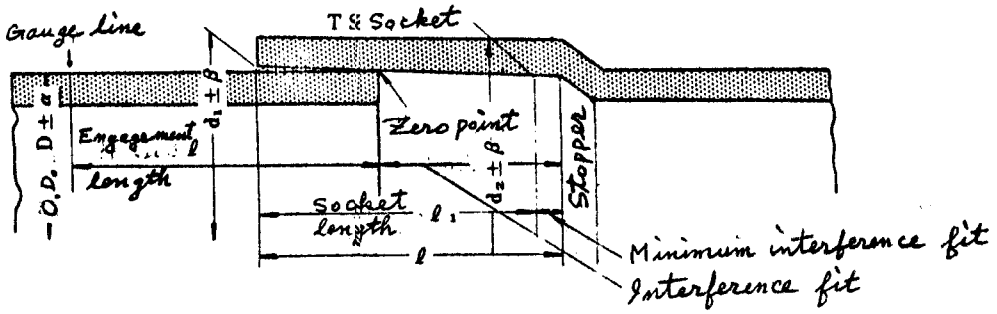
* Low temperature below $5^{\circ}C$
* Stress (such as thermal and bending stresses)
* Presence of solvent (such as solvent cement and corrosion inhibitor).

The following table shows the method usually taken to solve SC. SC must be prevented by choosing an appropriate method depending on field environment and conditions.

(Comment 1) **Principle of TS Method**

TS Method, which is an abbreviation for Taper Sized Solvent Welding Method, is one of the standard techniques for joining PVC pipe. It is the solvent-cement joining method making the best of the elasticity of PVC and dissolution as well as swelling by solvent cement.

Fig 9 CONSTRUCTION OF TS SOCKET



$$d_1 = D + (\alpha + \beta)$$

$$d_2 = D - (\alpha + \beta)$$

$$\text{Taper } T = \frac{d_1 - d_2}{l_1} = \frac{2(\alpha + \beta)}{l_1}$$

PVC pipe has some tolerances ($\pm\alpha$) in outside diameter D. To allow joining of any combination within any tolerances, the inlet size d_1 of the socket is made larger by $\alpha+\beta$ than the outside diameter of the pipe, and the inner size d_2 of the socket is made smaller by $\alpha+\beta$ than the outside diameter of the pipe. This means that the pipe can be inserted usually up to one third to two thirds the socket length, without cement application. This point is called 'zero point'.

Fig 10 PRINCIPLE OF TS JOINT

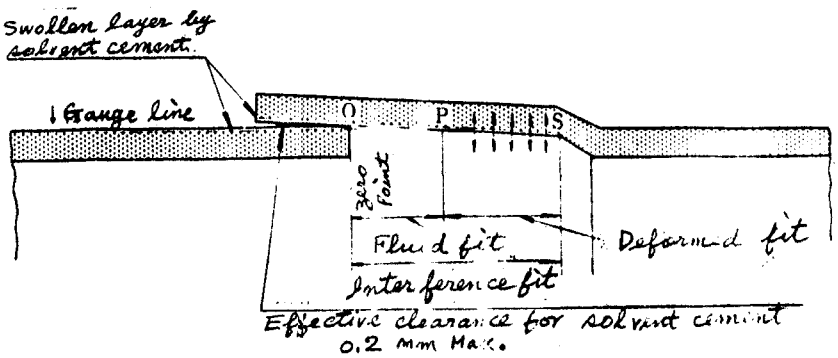
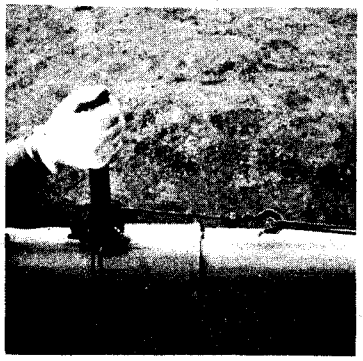


Photo-8 Applying the solvent cement

* Applying the solvent cement

Uniformly and quickly apply solvent cement to the inside of TS socket and the outside of spigot end.
The cement should be applied with a thinner coat on the inside of socket, but slightly more on the outside of spigot end.

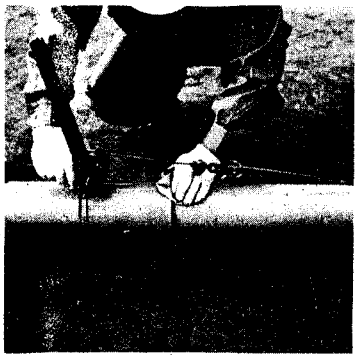
Photo-9 Inserting



* Inserting the pipe

After the cement has been applied the axes of both pipe and socket are aligned and the pipe is pushed into the socket aiming at the gauge mark using the pipe inserter.

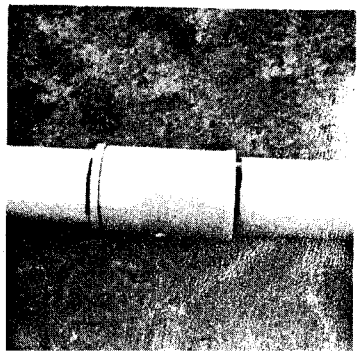
Photo-10. Sustaining



* Sustaining

After insertion, they should be kept in place. If the pipe inserter is released immediately after insertion, the pipe will be pushed out.
The sustaining time is at least one minute in summer and 2 to 3 minutes in winter.
During this time, wipe off any excess cement with a dry cloth.
Also remove any cement spilled in the trench.

Photo-11 Completion

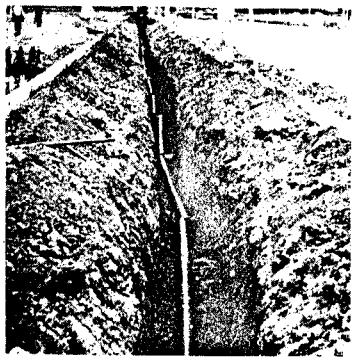


* Completion

Right after assembling, the joint must be kept free from bending, pulling or other undue stress because the cement has not yet completly set.

〈Caution〉 In winter, remove cement vapor. See the comment for details.

Photo-4 Laying the pipes



* Laying the pipes
  Manually place pipes down into trench. Take care not to allow rock and stone to fall into the trench, and be sure to remove stone dropped into the trench.

Photo-5 Checking the zero point and marking the engagement length

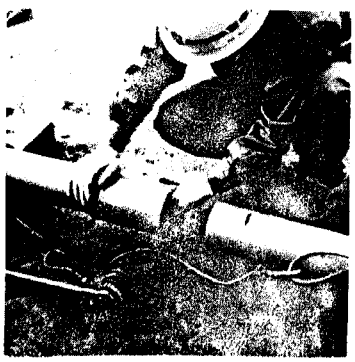
* Checking the zero point and marking the engagement length

  Lightly push spigot end into socket and see that the position where it stops (zero point) is between 1/3 to 2/3 of the socket length.
  Mark the socket length on the spigot end as a measure for engagement in joining.

Photo-6 Setting the pipe inserter

* Setting the pipe inserter
  Set each coil-end wire rope to both sides of male and female pipes and install pipe inserter. Beforehand wipe off moisture from the pipe to avoid insertion failure due to slip of the ropes.

Photo-7 Cleaning



* Cleaning the pipe
  Remove moisture, earth and dust from the inside of TS socket and outside of pipe spigot end with a dry cloth. If oil or grease is attached, remove with a cloth wet with solvents like acetone.

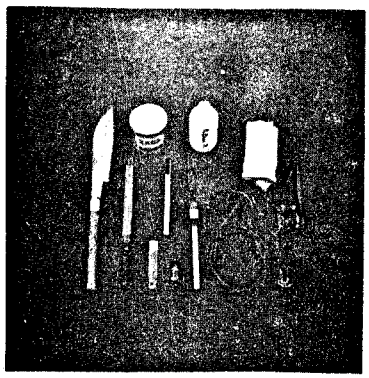
CHAPTER IV DISTRIBUTION PIPING

1. Installation of pipe

(1) TS Method

1) Basic method

Photo - 1 Tools and materials



* Tools and materials

Woodworking saw (cross cut)

File (flat, bastard cut 300mm, for metal working)

Coil-end wire rope (sizes as per Fig. 13 and Table 19)

Tape measure and marker pen

Solvent cement and brush

Dry cloth

Pipe inserter

Phot -2 Cutting the pipe

* Cutting the pipe

Accurately measure the size to be cut and mark a gauge line square to pipe axis with a marker pen and cut using a saw.

Phot-3 Bevelling the spigot end

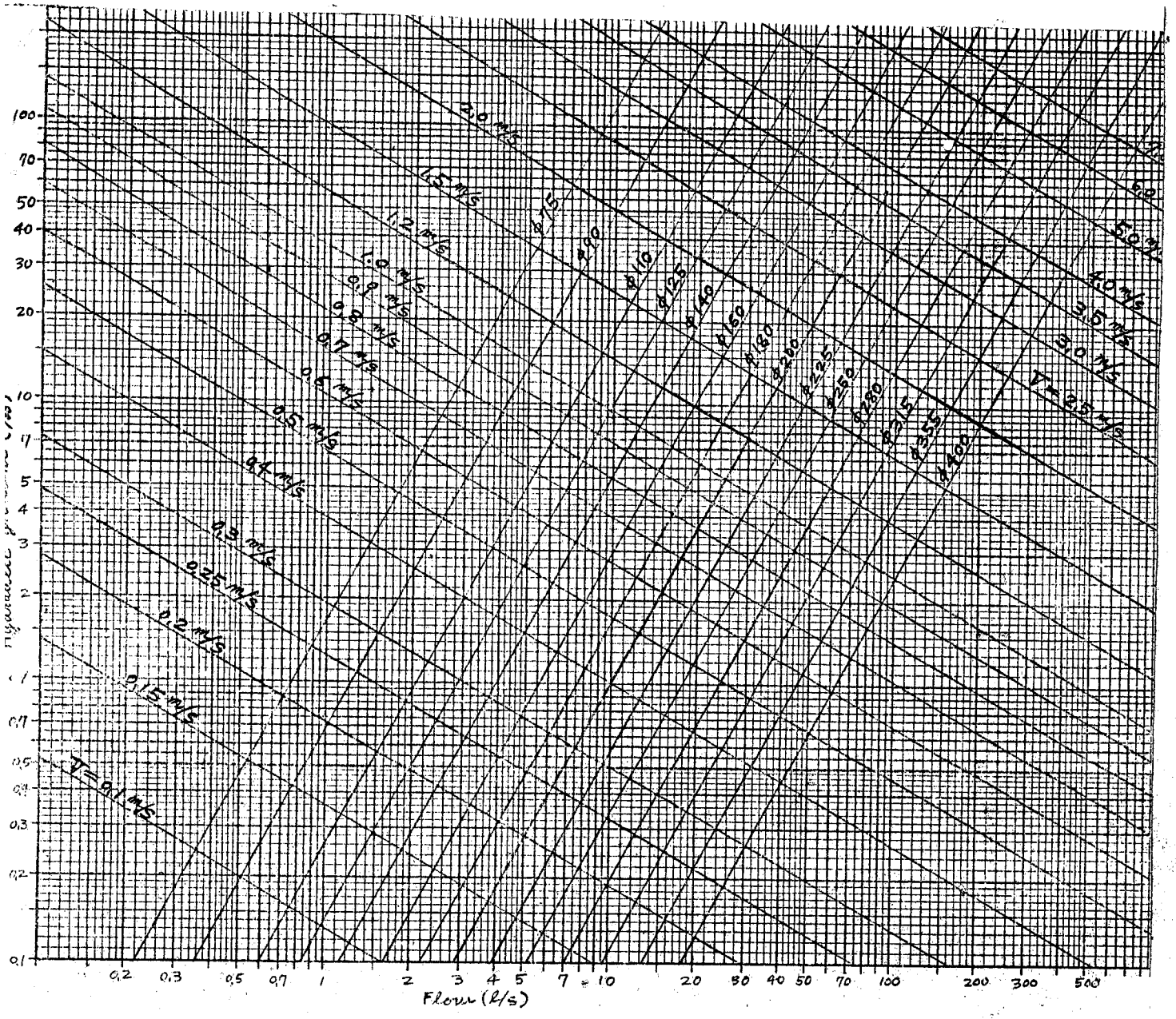
* Bevelling the spigot end

Bevel spigot end of pipe about 2mm circumferentially with a file or knife. Especially when the pipe is cut, its cut end must be smoothed.

TABLE 17 VALUE OF f BY TYPES OF FITTINGS

Kinds of fittings	Shape	f
Elbow	45°	0.4
	90°	1.0
Bend	22 1/2°	0.1
	45°	0.2
	90°	0.4
Tee	Straight flow	0.35
	Bending 90° from straight flow	1.2
	Meeting dead end, then dividing to both ways	1.2
Reducer	Depends on ratios of diameters	0.1 - 0.5

Fig 8 FLOW DIAGRAM BY HAZEN & WILLIAMS FORMULA (C=140)



(3) Head loss at fittings

Minor head loss by fittings is often disregarded but it is obtained by the following formula when it is necessary to be accurately calculated as in a case for service pipe.

$$h = f \frac{V^2}{2g} \qquad (16)$$

Where, h = head loss in m

V = velocity of flow in m/sec

g = gravity acceleration 9.8 m/sec

f = coefficient of loss (to be determined depending on the shape of fittings)

Fig 7 FLOW DIAGRAM BY WESTON FORMULA

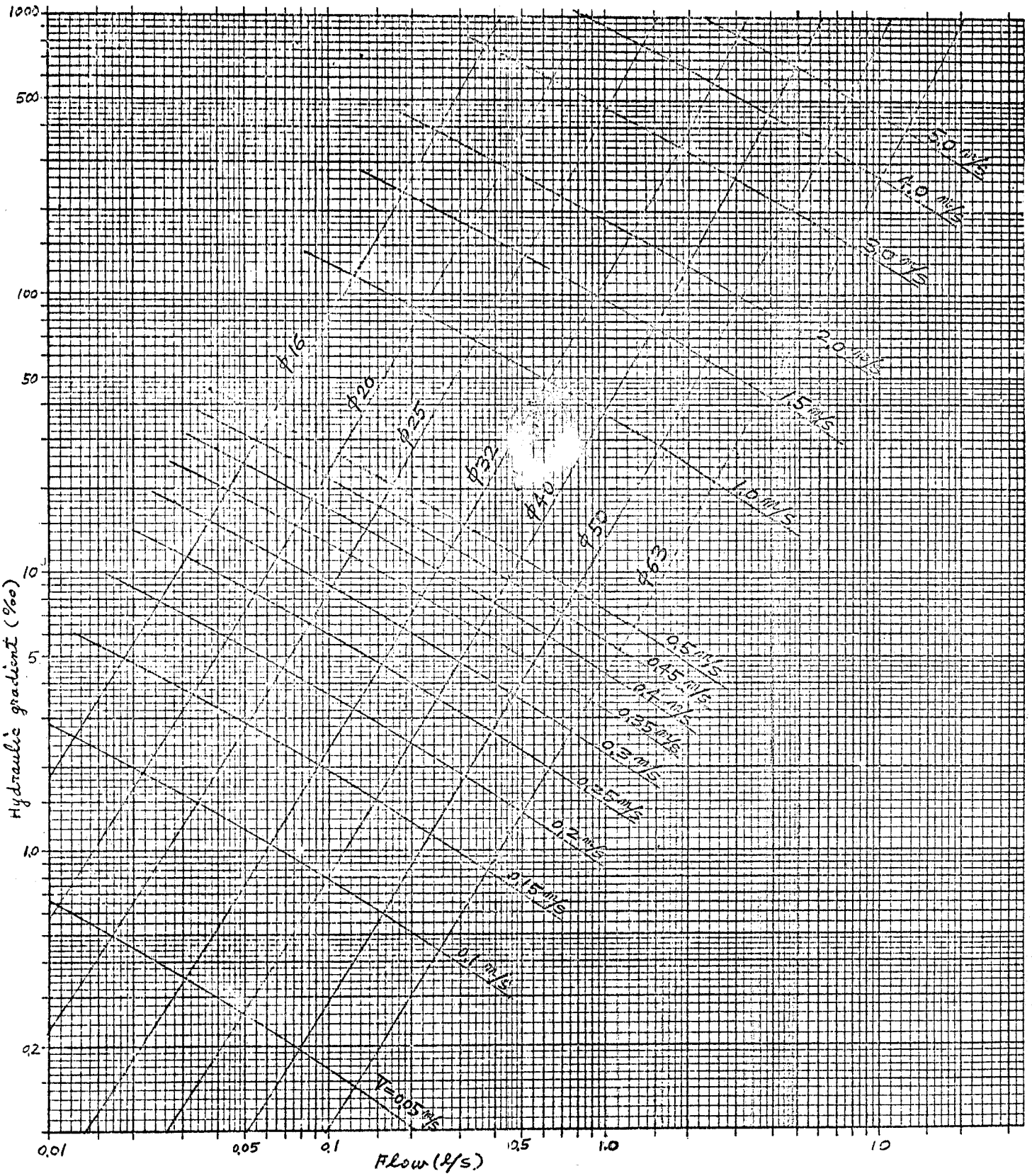


TABLE 16 VALUE OF C OF H&W FORMULA

Type of pipe	C	Type of pipe	C
Cast iron pipe(after 20 years)	100	Centrifugal reinforced concrete pipe	130
Steel pipe (after 20 years)	100	Prestressed concrete pipe	130
Mortar lined cast iron pipe	130	Unplasticized PVC pipe	140
Coated steel pipe	130	Rigid polyethylene pipe	140
Asbestos-cement pipe	130		

The value of C of PVC pipe is reported, in the results of the test conducted by Prof. Kurokawa, Yokohama University, to be C = 145 - 160 (160 when water flows from the spigot of joints toward the socket and 145 in a reverse case) by Hazen & Williams formula. Since PVC pipe does not cause rust formation and build up of scale, it suffices with C = 150 but C = 140 was adopted as this rate is generally accepted as maximum.

(2) Flow diagrams

Flow diagrams by Weston and Hazen & Williams formulas are given in Fig. 7 and 8.

2) TW Formula

Since variable V is included in the coefficient of the Weston formula, the water works bureau of the Tokyo metropolitan government gives the following formula for pipes upto 63mm, as TW formula:

$$Q = C\, d^{2.72}\, I^{0.54} \qquad (10)$$

Where, Q = flow in cm^3/sec
C = coefficient of velocity
d = inside diameter of pipe in cm
I = hydraulic gradient

In the test conducted by Mr. Morinaga of the Tokyo metropolitan government, C=215 has been obtained at water temperature of $10^{o}C$, where coefficient of kinematic viscosity (γ) = $0.013^{cm2}/sec$.

3) Hazen & Williams Formula

$$V = 0.84935 \cdot C \cdot R^{0.63} \cdot I^{0.54} \qquad (11)$$

The above can be changed to

$$V = 0.35464 \cdot C \cdot d^{0.63} \cdot I^{0.54} \qquad (12)$$

$$Q = 0.27853 \cdot C \cdot d^{2.63} \cdot I^{0.54} \qquad (13)$$

$$d = 1.6258 \cdot C^{-0.38} \cdot Q^{0.38} \cdot I^{-0.205} \qquad (14)$$

$$I = h/l = 10.666\, C^{-1.85} \cdot d^{-4.87} \cdot Q^{1.85} \qquad (15)$$

Where V = mean velocity of flow in m/sec
C = coefficient of flow
d = inside diameter of pipe in m
I = hydraulic gradient
Q = flow in m^3/sec
l = extended length of pipe in m
h = friction loss of head in m
R = diameter depth = $\dfrac{\text{cross sectional area of pipe}}{\text{peripheral length of liquid at cross section of pipeline}}$ (m)

2) Consumption at firing

$$\left[\begin{array}{c}\text{Estimated maximum consumption} \\ \text{per day}\end{array}\right] + \left[\text{fire demand}\right]$$

3) Minimum hydrodynamic pressure of distributing piping.
Standard hydrodynamic pressure is normally 1.5 Kg/cm^2 or higher and must not become negative at firing.

4) Arrangement of piping.

(a) Draw plane figures for projected service areas and determine water conveyance system whether it is to be gravity flow or pumping system.

(b) After considering the degree of scattering in the areas served and differences in ground altitude, decide either network or tree system piping and draw estimated pipelines.

(c) Make a skeleton drawing based on the intended pipelines and make calculations after marking the ground altitude, distance among sections and position of the existing lines, if any, of the major points.

(d) At this time, it is recommended to determine the type of pipe and temporary pipe size.

3. Hydraulic formulas

(1) Formulas for mean velocity of flow (Formulas for friction loss of head).
Weston formula is recommended to be used for service pipes upto 63mm in nominal size, and Hazen & Williams formula for distributing pipe.

1) Weston Formula

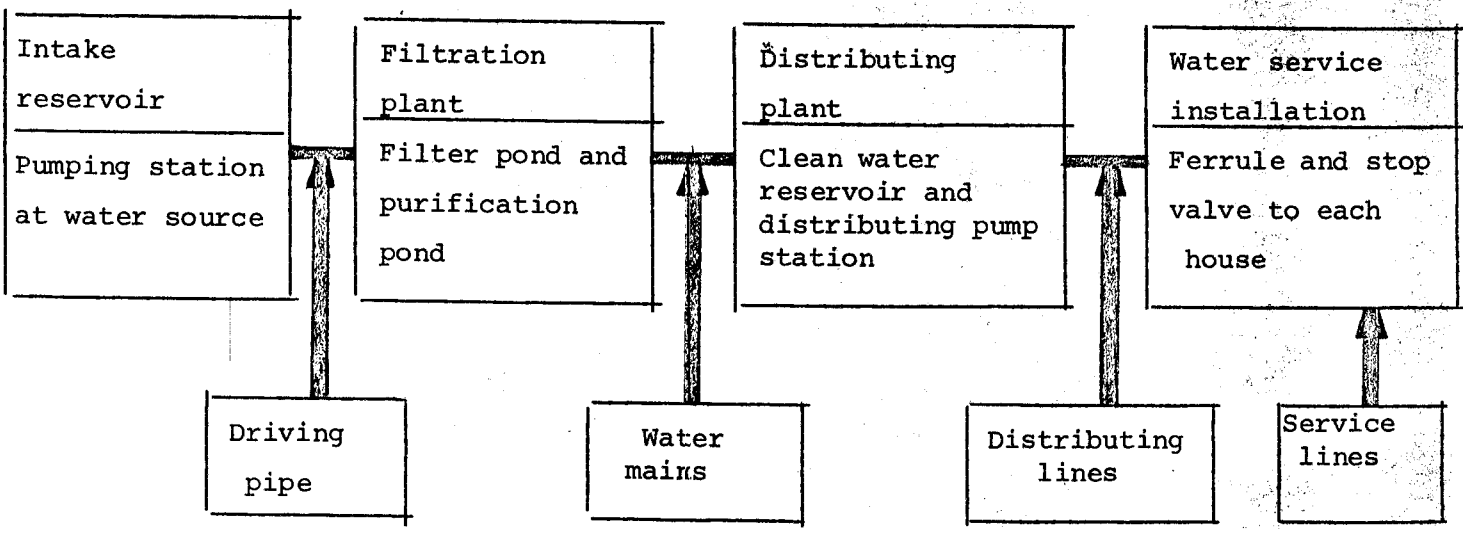
$$h = \left(0.0126 + \frac{0.01739 - 0.1087d}{\sqrt{V}}\right) \frac{l}{d} \cdot \frac{V^2}{2g} \qquad (9)$$

Where, h = friction loss of head in m
V = mean velocity of flow in m/sec
l = extended length of pipe in m.
g = gravity acceleration (9.8 m/sec^2)
d = inside diameter of pipe in m.

CHAPTER III HYDRAULIC DESIGN

1. System of cold water services

Pipelines used for cold water service systems are roughly divided as follows.



Cold water services imply general systems that supply potable water to man through pipes and other works.

They are generally divided into the following classifications depending on the population served (estimated population served)

Cold water services		Private cold water services
Cold water services	Community cold water services	
Non specific people of more than 5001 of population served	Non specific people upto 5000 of population served	Specific people of more than 101

2. Basic planning of distribution piping

Distribution piping is designed based on the following data.

(1) Estimated maximum water consumption per day.

$$\left\{\begin{array}{l}\text{Estimated maximum consumption per day per man}\end{array}\right\} \times \left\{\begin{array}{l}\text{Estimated population served} \left(\text{estimated number of houses} \times \begin{array}{l}\text{average people} \\ \text{per house}\end{array}\right)\end{array}\right\}$$

(2) Estimated water supply

1) Normal water consumption

$$\left\{\begin{array}{l}\text{Estimated maximum hourly consumption}\end{array}\right\} = \frac{\left\{\begin{array}{l}\text{Estimated maximum water consumption per day}\end{array}\right\}}{24} \times \left\{\begin{array}{l}1.3 \text{ (large industrial) cities} \\ 1.5 \text{ (medium cities)} \\ 2.0 \text{ (small cities and special areas)}\end{array}\right.$$

TABLE 15 STRESSES GENERATED BY TOTAL EARTH LOADS (Kg/cm^2) (AT DISPERSION ANGLE OF 45° AND BEARING ANGLE OF 90°)

Nominal size	Depth of cover (cm) H	60	70	80	90	100	120	150	200
	Dead load (Kg/cm2) We	0.108	0.126	0.144	0.162	0.180	0.216	0.270	0.360
	Live load (Kg/cm2) Wt	0.635	0.517	0.430	0.364	0.312	0.237	0.167	0.100
63	Pipe top	40.5	36.0	33.0	31.2	30.0	29.0	29.8	33.6
	Pipe bottom	16.0	17.1	18.3	19.7	21.4	24.6	29.8	38.8
75	Pipe top	39.8	35.4	32.6	30.7	29.5	28.6	29.4	33.0
	Pipe bottom	15.8	16.8	18.1	19.5	21.0	24.2	29.3	38.2
90	Pipe top	40.2	35.7	32.9	31.0	29.8	28.8	29.6	33.4
	Pipe bottom	16.0	16.9	18.2	19.6	21.2	24.4	29.6	38.5
110	Pipe top	39.5	35.2	32.3	30.5	29.3	28.3	29.1	32.8
	Pipe bottom	15.7	16.7	18.0	19.3	20.8	24.0	29.1	37.9
125	Pipe top	39.8	35.4	32.6	30.7	29.5	28.6	29.4	33.0
	Pipe bottom	15.8	16.8	18.1	19.5	21.0	24.2	29.3	38.2
140	Pipe top	40.1	35.6	32.7	30.8	29.6	28.8	29.6	33.3
	Pipe bottom	15.9	16.9	18.2	19.6	21.1	24.3	29.5	38.4
160	Pipe top	39.7	35.2	32.4	30.5	29.4	28.5	29.2	32.9
	Pipe bottom	15.7	16.8	18.0	19.4	20.9	24.1	29.2	38.0
180	Pipe top	40.2	35.7	32.9	31.0	29.8	28.8	29.6	33.4
	Pipe bottom	16.0	16.9	18.2	19.6	21.2	24.4	29.6	38.5
200	Pipe top	39.8	35.4	32.6	30.7	29.5	28.6	29.4	33.0
	Pipe bottom	15.8	16.8	18.1	19.5	21.0	24.2	29.3	38.2
225	Pipe top	39.8	35.4	32.6	30.7	29.5	28.6	29.4	33.0
	Pipe bottom	15.8	16.8	18.1	19.5	21.0	24.2	29.3	38.2
250	Pipe top	39.8	35.4	32.6	30.7	29.5	28.6	29.4	33.0
	Pipe bottom	15.8	16.8	18.1	19.5	21.0	24.2	29.3	38.2
280	Pipe top	40.1	35.6	32.7	30.8	29.6	28.8	29.6	33.3
	Pipe bottom	15.9	16.9	18.2	19.6	21.1	24.3	29.5	38.4
315	Pipe top	40.5	36.0	33.0	31.2	30.0	29.0	29.8	33.6
	Pipe bottom	16.0	17.1	18.3	19.7	21.4	24.6	29.8	38.8
355	Pipe top	40.1	35.6	32.7	30.8	29.6	28.8	29.5	33.3
	Pipe bottom	15.9	16.9	18.2	19.6	21.0	24.3	29.5	38.4
400	Pipe top	40.2	35.7	32.9	31.0	29.8	28.9	29.6	33.4
	Pipe bottom	16.0	17.0	18.3	19.7	21.2	24.4	29.6	38.6

TABLE 14 STRESSES GENERATED BY WHEEL LOADS

(LIVE LOADS) (AT DISPERSION ANGLE OF 45°

AND BEARING ANGLE OF 90°)

Nominal size	Depth of cover (cm) H	60	70	80	90	100	120	150	200
	Live load (kg/cm^2) Wt	0.635	0.517	0.430	0.364	0.312	0.237	0.167	0.100
63	Pipe top	31.9	26.0	21.6	18.3	15.7	11.9	8.4	5.0
	Pipe bottom	4.6	3.8	3.1	2.6	2.3	1.7	1.2	0.7
75	Pipe top	31.4	25.6	21.3	18.0	15.4	11.7	8.3	4.9
	Pipe bottom	4.5	3.7	3.1	2.6	2.2	1.7	1.2	0.7
90	Pipe top	31.7	25.8	21.5	18.2	15.6	11.8	8.3	5.0
	Pipe bottom	4.6	3.7	3.1	2.6	2.3	1.7	1.2	0.7
110	Pipe top	31.1	25.4	21.1	17.9	15.3	11.6	8.2	4.9
	Pipe bottom	4.5	3.7	3.1	2.6	2.2	1.7	1.2	0.7
125	Pipe top	31.4	25.6	21.3	18.0	15.4	11.7	8.3	4.9
	Pipe bottom	4.5	3.7	3.1	2.6	2.2	1.7	1.2	0.7
140	Pipe top	31.6	25.7	21.4	18.1	15.5	11.8	8.3	5.0
	Pipe bottom	4.6	3.7	3.1	2.6	2.2	1.7	1.2	0.7
160	Pipe top	31.3	25.4	21.2	17.9	15.4	11.7	8.2	4.9
	Pipe bottom	4.5	3.7	3.1	2.6	2.2	1.7	1.2	0.7
180	Pipe top	31.7	25.8	21.5	18.2	15.6	11.8	8.3	5.0
	Pipe bottom	4.6	3.7	3.1	2.6	2.3	1.7	1.2	0.7
200	Pipe top	31.4	25.6	21.3	18.0	15.4	11.7	8.3	4.9
	Pipe bottom	4.5	3.7	3.1	2.6	2.2	1.7	1.2	0.7
225	Pipe top	31.4	25.6	21.3	18.0	15.4	11.7	8.3	4.9
	Pipe bottom	4.5	3.7	3.1	2.6	2.2	1.7	1.2	0.7
250	Pipe top	31.4	25.6	21.3	18.0	15.4	11.7	8.3	4.9
	Pipe bottom	4.5	3.7	3.1	2.6	2.2	1.7	1.2	0.7
280	Pipe top	31.6	25.7	21.4	18.1	15.5	11.8	8.3	5.0
	Pipe bottom	4.6	3.7	3.1	2.6	2.2	1.7	1.2	0.7
315	Pipe top	31.9	26.0	21.6	18.3	15.7	11.9	8.4	5.0
	Pipe bottom	4.6	3.8	3.1	2.6	2.3	1.7	1.2	0.7
355	Pipe top	31.6	25.7	21.4	18.1	15.5	11.8	8.3	5.0
	Pipe bottom	4.6	3.7	3.1	2.6	2.2	1.7	1.2	0.7
400	Pipe top	31.7	25.8	21.5	18.2	15.6	11.8	8.3	5.0
	Pipe bottom	4.6	3.7	3.1	2.6	2.3	1.7	1.2	0.7

Note; Calculation has been made for pipes in group 10.

TABLE 13 STRESSES GENERATED BY BACKFILL LOADS
(DEAD LOADS) (Kg/cm^2) (AT BEARING ANGLE OF 90°)

Nominal size	Depth of cover (cm) H	60	70	80	90	100	120	150	200
	Dead load We (Kg/cm^2)	0.108	0.126	0.144	0.162	0.180	0.216	0.270	0.360
63	Pipe top	8.6	10.0	11.4	12.9	14.3	17.1	21.4	28.6
	Pipe bottom	11.4	13.3	15.2	17.1	19.1	22.9	28.6	38.1
75	Pipe top	8.4	9.8	11.3	12.7	14.1	16.9	21.1	28.1
	Pipe bottom	11.3	13.1	15.0	16.9	18.8	22.5	28.1	37.5
90	Pipe top	8.5	9.9	11.4	12.8	14.2	17.0	21.3	28.4
	Pipe bottom	11.4	13.2	15.1	17.0	18.9	22.7	28.4	37.8
110	Pipe top	8.4	9.8	11.2	12.6	14.0	16.7	20.9	27.9
	Pipe bottom	11.2	13.0	14.9	16.7	18.6	22.3	27.9	37.2
125	Pipe top	8.4	9.8	11.3	12.7	14.1	16.9	21.1	28.1
	Pipe bottom	11.3	13.1	15.0	16.9	18.8	22.5	28.1	37.5
140	Pipe top	8.5	9.9	11.3	12.7	14.1	17.0	21.3	28.3
	Pipe bottom	11.3	13.2	15.1	17.0	18.9	22.6	28.3	37.7
160	Pipe top	8.4	9.8	11.2	12.6	14.0	16.8	21.0	28.0
	Pipe bottom	11.2	13.1	14.9	16.8	18.7	22.4	28.0	37.3
180	Pipe top	8.5	9.9	11.4	12.8	14.2	17.0	21.3	28.4
	Pipe bottom	11.4	13.2	15.1	17.0	18.9	22.7	28.4	37.8
200	Pipe top	8.4	9.8	11.3	12.7	14.1	16.9	21.1	28.1
	Pipe bottom	11.3	13.1	15.0	16.9	18.8	22.5	28.1	37.5
225	Pipe top	8.4	9.8	11.3	12.7	14.1	16.9	21.1	28.1
	Pipe bottom	11.3	13.1	15.0	16.9	18.8	22.5	28.1	37.5
250	Pipe top	8.4	9.8	11.3	12.7	14.1	16.9	21.1	28.1
	Pipe bottom	11.3	13.1	15.0	16.9	18.8	22.5	28.1	37.5
280	Pipe top	8.5	9.9	11.3	12.7	14.1	17.0	21.3	28.3
	Pipe bottom	11.3	13.2	15.1	17.0	18.9	22.6	28.3	37.7
315	Pipe top	8.6	10.0	11.4	12.9	14.3	17.1	21.4	28.6
	Pipe bottom	11.4	13.3	15.2	17.1	19.1	22.9	28.6	38.1
355	Pipe top	8.5	9.9	11.3	12.7	14.1	17.0	21.2	28.3
	Pipe bottom	11.3	13.2	15.1	17.0	18.8	22.6	28.3	37.7
400	Pipe top	8.5	9.9	11.4	12.8	14.2	17.1	21.3	28.4
	Pipe bottom	11.4	13.3	15.2	17.1	18.9	22.7	28.4	37.9

Note : Calculation has been made for pipes in group 10.

TABLE 12 DEFLECTION δ (CM) BY EARTH LOADS

(AT DISPERSION ANGLE OF 45° AND BEARING NAGLE 90°)

Nominal size	Depth of cover H (cm)	60	70	80	90	100	120	150	200
	Dead load We (Kg/cm^2)	0.108	0.126	0.144	0.162	0.180	0.216	0.270	0.360
	Live load Wt (Kg/cm^2)	0.635	0.517	0.430	0.364	0.312	0.237	0.167	0.100
63	Deflection by dead load δ_e	0.012	0.014	0.016	0.018	0.019	0.023	0.029	0.039
	Deflection by live load δ_t	0.025	0.020	0.017	0.014	0.012	0.009	0.006	0.004
	Deflection by total loads δ	0.037	0.034	0.033	0.032	0.031	0.032	0.035	0.043
	Rate of deformation (%)	0.59	0.54	0.52	0.51	0.49	0.51	0.56	0.68
75	Deflection by dead load δ_e	0.014	0.016	0.018	0.020	0.023	0.027	0.034	0.045
	Deflection by live load δ_t	0.028	0.023	0.019	0.016	0.014	0.011	0.007	0.004
	Deflection by total loads δ	0.042	0.039	0.037	0.036	0.037	0.038	0.041	0.049
	Rate of deformation (%)	0.56	0.52	0.49	0.48	0.49	0.51	0.55	0.65
90	Deflection by dead load δ_e	0.017	0.019	0.022	0.025	0.028	0.033	0.041	0.055
	Deflection by live load δ_t	0.035	0.028	0.023	0.020	0.017	0.013	0.009	0.005
	Deflection by totalloads δ	0.052	0.047	0.045	0.045	0.045	0.046	0.050	0.060
	Rate of deformation (%)	0.58	0.52	0.50	0.50	0.50	0.51	0.56	0.67
110	Deflection by dead load δ_e	0.020	0.023	0.026	0.030	0.033	0.039	0.049	0.066
	Deflection by live load δ_t	0.041	0.034	0.028	0.024	0.020	0.015	0.011	0.007
	Deflection by total loads δ	0.061	0.057	0.054	0.054	0.053	0.054	0.060	0.073
	Rate of deformation (%)	0.55	0.52	0.49	0.49	0.48	0.49	0.55	0.66
125	Deflection by dead load δ_e	0.023	0.026	0.030	0.034	0.038	0.045	0.057	0.075
	Deflection by live load δ_t	0.047	0.039	0.032	0.027	0.023	0.018	0.012	0.007
	Deflection by total loads δ	0.070	0.065	0.062	0.061	0.061	0.063	0.069	0.082
	Rate of deformation (%)	0.56	0.52	0.50	0.49	0.49	0.50	0.55	0.66
140	Deflection by dead load δ_e	0.026	0.030	0.034	0.038	0.043	0.051	0.064	0.085
	Deflection by live laod δ_t	0.054	0.044	0.036	0.031	0.026	0.020	0.014	0.008
	Deflection by total loads δ	0.080	0.074	0.070	0.069	0.069	0.071	0.078	0.093
	Rate of deformation (%)	0.57	0.53	0.50	0.49	0.49	0.51	0.56	0.66
160	Deflection by dead load δ_e	0.029	0.034	0.038	0.043	0.048	0.057	0.072	0.096
	Deflection by live load δ_t	0.060	0.049	0.041	0.035	0.030	0.023	0.016	0.010
	Deflection by total loads δ	0.089	0.083	0.079	0.078	0.078	0.080	0.088	0.106
	Rate of deformation (%)	0.56	0.52	0.49	0.49	0.49	0.50	0.55	0.66
180	Deflection by dead load δ_e	0.033	0.039	0.044	0.050	0.055	0.066	0.083	0.110
	Deflection by live load δ_t	0.069	0.056	0.047	0.040	0.034	0.026	0.018	0.011
	Deflection by total loads δ	0.102	0.095	0.091	0.090	0.089	0.092	0.101	0.121
	Rate of deformation (%)	0.57	0.53	0.51	0.50	0.49	0.51	0.56	0.67
200	Deflection by dead load δ_e	0.036	0.042	0.048	0.054	0.060	0.072	0.090	0.121
	Deflection by live load δ_t	0.076	0.062	0.051	0.044	0.037	0.028	0.020	0.012
	Deflection by total loads δ	0.112	0.104	0.099	0.098	0.097	0.100	0.110	0.133
	Rate of deformation (%)	0.56	0.52	0.50	0.49	0.49	0.50	0.55	0.67
225	Deflection by dead load δ_e	0.041	0.048	0.054	0.061	0.068	0.081	0.102	0.136
	Deflection by live load δ_t	0.085	0.070	0.058	0.049	0.042	0.032	0.022	0.013
	Deflection by total loads δ	0.126	0.118	0.112	0.110	0.110	0.113	0.124	0.149
	Rate of deformation (%)	0.56	0.52	0.50	0.49	0.49	0.50	0.55	0.66
250	Deflection by dead load δ_e	0.045	0.053	0.060	0.068	0.075	0.090	0.113	0.151
	Deflection by live load δ_t	0.095	0.077	0.064	0.054	0.047	0.035	0.025	0.015
	Deflection by total loads δ	0.140	0.130	0.124	0.122	0.122	0.125	0.138	0.166
	Rate of deformation (%)	0.56	0.52	0.50	0.49	0.49	0.50	0.55	0.66
280	Deflection by dead load δ_e	0.051	0.060	0.068	0.077	0.085	0,102	0,128	0.170
	Deflection by live load δ_t	0.107	0.087	0.073	0.062	0.053	0.040	0.028	0.017
	Deflection by total loads δ	0.158	0.147	0.141	0.139	0.138	0.142	0.156	0.187
	Rate of deformation (%)	0.56	0.53	0.50	0.50	0.49	0.51	0.56	0.67
315	Deflection by dead load δ_e	0.058	0.068	0.078	0.088	0.097	0.117	0.146	0.195
	Deflection by live load δ_t	0.123	0.100	0.083	0.070	0.060	0.046	0.032	0.019
	Deflection by total loads δ	0.181	0.168	0.161	0.158	0.157	0.163	0.178	0.214
	Rate of deformation (%)	0.57	0.53	0.51	0.50	0.50	0.52	0.57	0.68
355	Deflection by dead load δ_e	0.065	0.075	0.086	0.097	0.108	0.129	0.162	0.216
	Deflection by live load δ_t	0.136	0.111	0.092	0.078	0.067	0.051	0.036	0.021
	Deflection by total loads δ	0.201	0.186	0.178	0.175	0.175	0.180	0.198	0.237
	Rate of deformation (%)	0.57	0.52	0.50	0.49	0.49	0.51	0.56	0.67
400	Deflection by dead load δ_e	0.074	0.086	0.098	0.110	0.123	0.147	0.184	0.245
	Deflection by live load δ_t	0.154	0.126	0.105	0.089	0.076	0.058	0.041	0.024
	Deflection by total loads δ	0.228	0.212	0.203	0.199	0.199	0.205	0.225	0.269
	Rate of deformation (%)	0.57	0.53	0.51	0.50	0.50	0.51	0.56	0.67

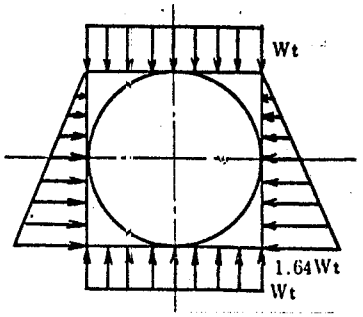
Note. Calculation has been made for pipes in group 1D.

The largest bending moment by backfill is produced at the pipe bottom, but the largest bedning moment by wheel loads is produced on the pipe top. The overall maximum bending moment is therefore either at the pipe top or the bottom depending on burying depths.

(4) Strength and safety of PVC pipe.

Tables 12-15 show the deflections and stresses to be generated in pipe when two 20-ton trucks pass simultaneously over the buried pipe, calculated from the foregoing formula. The data reveals sufficient safety of the PVC pipe against deflections and stresses generated (rate of deflection below 5% and bending stress below 225 Kg/cm^2). Although the PVC pipe has a bending strength of 900 kg/cm^2, its allowable bending strength is defined to be 225 kg/cm^2 by taking a safety factor of 4 to allow for long term service and burying conditions.

Fig 6. EARTH LOAD DISTRIBUTION BY WHEEL LOADS



3) Total deflection

$$\delta = \delta_e + \delta_t \qquad (7)$$

Establishment of the limit for total deflection δ is difficult with flexible pipe like PVC pipe. However, 5% of the outside diameter of the pipe was determined as design value by taking reduced cross section of flow, ground subsidence and joint strength into general account.

(3) Generating stresses

$$\sigma = \frac{6\,(K_e\,W_e + K_t\,W_t)\,R^2}{t^2} \qquad (8)$$

Where, σ = bending stress generating in pipe in Kg/cm^2

We = backfill load in Kg/cm^2

Wt = wheel load in Kg/cm^2

R = radius of pipe in cm

t = wall thickness of pipe in cm

Ke = coefficient of bending moment by backfill load
($2\theta = 90^\circ$ is taken for standard backfill conditions)

Kt = coefficient of bending moment by wheel load
(0.076 for pipe top)
(0.011 for pipe bottom)

TABLE 11 VALUE OF Ke

Position \ 2θ	60°	90°	120°
Pipe top	0.132	0.120	0.108
Pipe bottom	0.223	0.160	0.122

(2) Deflections of pipe

The amount of pipe deflection depends on how earth loads act upon the pipe. Since the distribution of the earth loads acting upon the pipe varies with the condition of the earth and the types of loads, the distribution shown in Fig. 5 and 6 are presumed here.

1) Deflection by backfill load

$$\delta_e = K. \frac{We\ R^4}{E\ I} \qquad (5)$$

Where, δ_e = vertical deflection in cm.

W_e = earth load of backfill in Kg/cm^2

R = radius of pipe in cm

E = Young's modulus of pipe in Kg/cm^2

I = moment of inertia in cm^4 $(I = \frac{t^3}{12})$

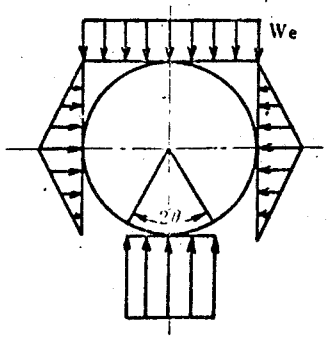
K = coefficient determined by support angle 2 θ

($2\theta = 90^\circ$ is taken in standard burying conditions)

TABLE 10 VALUE OF K

Support angle 2θ	60°	90°	120°
Coefficient K	0.100	0.084	0.070

Fig. 5 EARTH LOAD DISTRIBUTION BY BACKFILL LOAD



2) Deflection by wheel load

$$\delta_t = 0.03 \frac{W_t\ R^4}{E\ I} \qquad (6)$$

Where, δ_t = vertical deflection in cm

Wt = wheel load in Kg/cm^2

R = radius of pipe in cm

E = Young's modulus of pipe in Kg/cm^2

I = moment of inertia in cm^4 $(I = \frac{t^3}{12})$

2) Wheel load (live load)

Kögler formula

$$W_t = \frac{2P\ (1+i)}{(20 + 2H\ \tan\theta)\ (150 + 2H\ \tan\theta)} \qquad (4)$$

Where, W_t = wheel load in Kg/cm^2

P = load per wheel in Kg (8000 Kg for 20 Ton-truck)

H = depth of cover in cm

θ = stress distribution angle in deg. (where $\theta = 45^o$)

i = coefficient of impact

i = 0.5 at $H \leq 150$ cm

i = 0.65-0.001H at H = 150 - 200 cm.

The application range of this formula is up to depth of cover H = 200 cm and is based on wheel to wheel distance of two parallel running vehicles of 100 cm (Fig 4). For deeper depths, the effect of three and four wheels must be considered.

Fig 3 EARTH LOAD

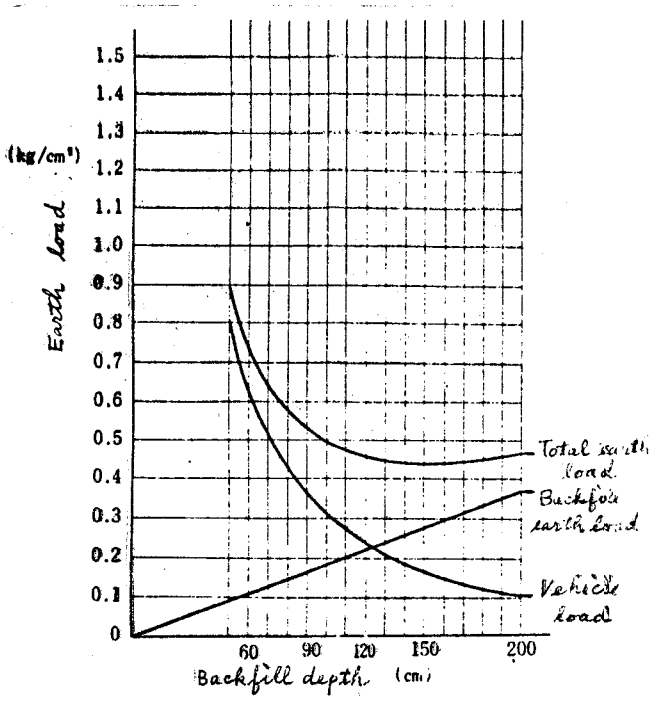
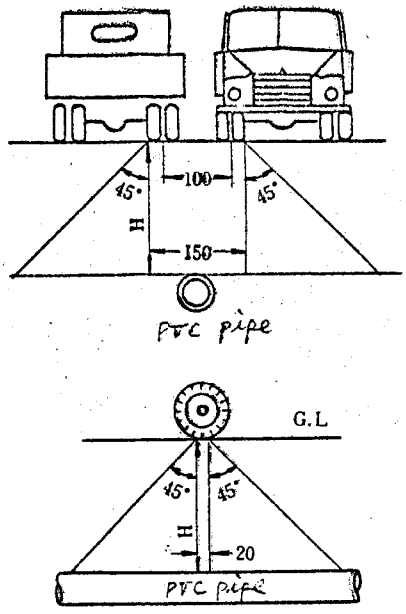


Fig 4 DISTRIBUTION OF WHEEL LOADS



3. Burying strength of PVC Pipe

(1) Earth loads

The earth loads acting upon the pipe buried underground are roughly divided into the following classifications:

(a) backfill load (dead load)

(b) wheel load (live load)

(c) weight of water and pipe (weight of PVC pipe can be disregarded as it is a small-diameter pipe.)

These earth loads involve considerable complexity as they vary with the nature of soil and sand, the consolidation of earth, the types of trench, back filling conditions, the weight of vehicles, the condition of road surfaces, and other factors. For a long time, the earth loads on a buried pipe have been the subject of repeated tests and experiments in the U.S. and Europe. In Japan as well, appreciable results of experiments were obtained, which have led to the announcement of various formulas for earth loads.

Since earth loads vary considerably with various conditions as mentioned above, it is extremely difficult to adopt an optimum formula to meet required conditions, from many formulas. Here, one of the generally recognized formulas suitable for use is employed.

1) Backfill load (Static load)

Vertical formula

$$We = \gamma H \qquad (3)$$

where, We = vertical earth load in Kg/cm^2

γ = unit weight of earth in Kg/cm^3 (See Table 9).

H = depth of cover in cm.

Application range of this formula is upto depth of cover H = 200 cm. For deeper covers, Marston formula is used.

TABLE 9 UNIT WEIGHT OF EARTH (γ)

Nature of earth	Weight (Kg/cm^3)	Nature of earth	Weight (Kg/cm^3)	Nature of earth	Weight (Kg/cm^3)
Dry sand	0.00160	Dry clay	0.00177	Dry earth	0.00128
Moist sand	0.00176	Moist caly	0.00193	Moist earth	0.00144
Wet sand	0.00193	Wet caly	0.00209	Wet earth	0.00177

Where, P max = Short time burst pressure in Kg/Cm^2

σ_T = Short time tensile strength in Kg/Cm^2 ($500\ Kg/Cm^2$ at temperatures below 25^oC)

t = Wall thickness of pipe in mm

D = Mean outside diameter in mm

calculations of the burst pressures by the above formula gives Table 8.

TABLE 8 CALCULATED BURST PRESSURES (AT NORMAL TEMPERATURE) OF PVC PIPE

Nominal size	Short time burst pressure Kg/Cm^2		
	Group 6	Group 10	Group 16
16			103
20			81
25			82
32		60	81
40		53	81
50	37	50	82
63	31	50	81
75	30	50	81
90	31	50	80
110	31	51	81
125	31	50	80
140	30	50	80
160	30	51	80
180	30	50	80
200	30	50	80
225	30	50	80
250	30	50	80
280	30	50	
315	30	50	
355	30	50	
400	30	50	

Note; The burst pressures shown are calculated for reference purpose only based on standard outside diameter and minimum wall thickness of pipe. In practice, they vary within the tolerance range of the wall thicknesses and outside diameters of the pipe.

2. Hydrostatic strength of PVC pipe

(1) Wall thickness calculation formula

The wall thickness of the pipe has been calculated from the formula which takes into account the maximum allowable hoop stress of the material and the nominal pressure and diameter of the pipes,

$$t = \frac{P \ De}{2S + P} \quad \text{---------- (1)}$$

Where t = Wall thickness (mm)

De = Mean outside diameter (mm)

P = Nominal pressure (kg/cm^2)

S = Maximum allowable hoop stress (kg/cm^2)

[comment 1] Maximum allowable hoop stress

The ISO (International Standard Organization) has obtained long-time strength from the results of long-time internal pressure test for more than 1000 hours and has set a stress, from the results of their test, that can be guaranteed to keep the pipe free from failure for 50 years by giving an allowance of 1/2 to 1/2.5 to the short-term tensile strength.

They have set out that the maximum allowable hoop stress of a PVC pipe is that stress plus an allowance for 2.0~2.5 of safety factor for use. In Iranian standard, the value of the maximum allowable hoop stress has been taken as 100 kg/cm^2 at 20^oC.

[Comment 2] Water hammer varies greatly with the Young's modulus of pipe at the same size and velocity of flow. Calculation by Allievi formula in quick closing of valve indicates that the water hammer in PVC pipe is only about 1/3 of steel and cast iron pipe and about 1/2.5 of asbestos-cement pipe.

(2) Burst pressure

The short-time burst pressure of PVC pipe can be computed as follows;

$$P_{max} = \frac{2\sigma_T}{D - t} \quad \text{----------(2)}$$

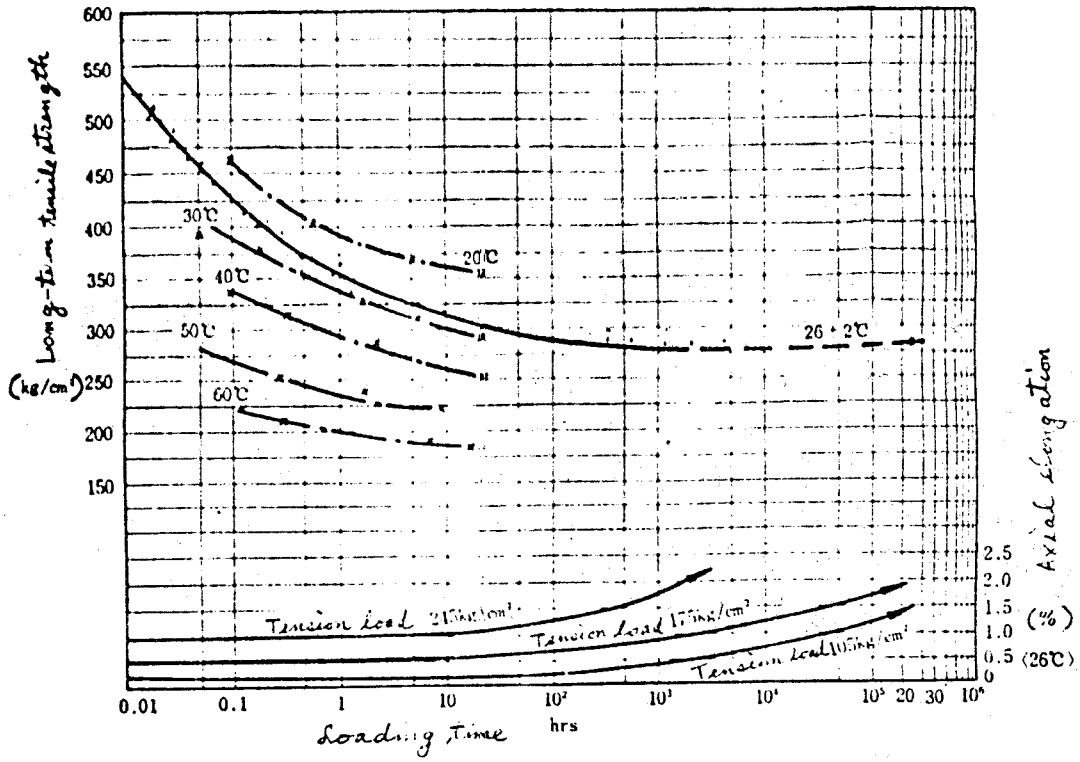
(3) Time-dependent changes of tensile strength and elongation

The relationships between the long-term tensile strength and elongation of PVC pipe are graphed in Fig. 2. The data shows the time measured to failure of the PVC pipe which is subjected to various tensile stresses at a prefixed rate.

They reveal that failure does not occur at stresses below one half the short time strength. In plastics, the stress under which the equilibrium is reached, is called limit of sustained durability.

Elongation, on the other hand , tends to increase as time passes by .

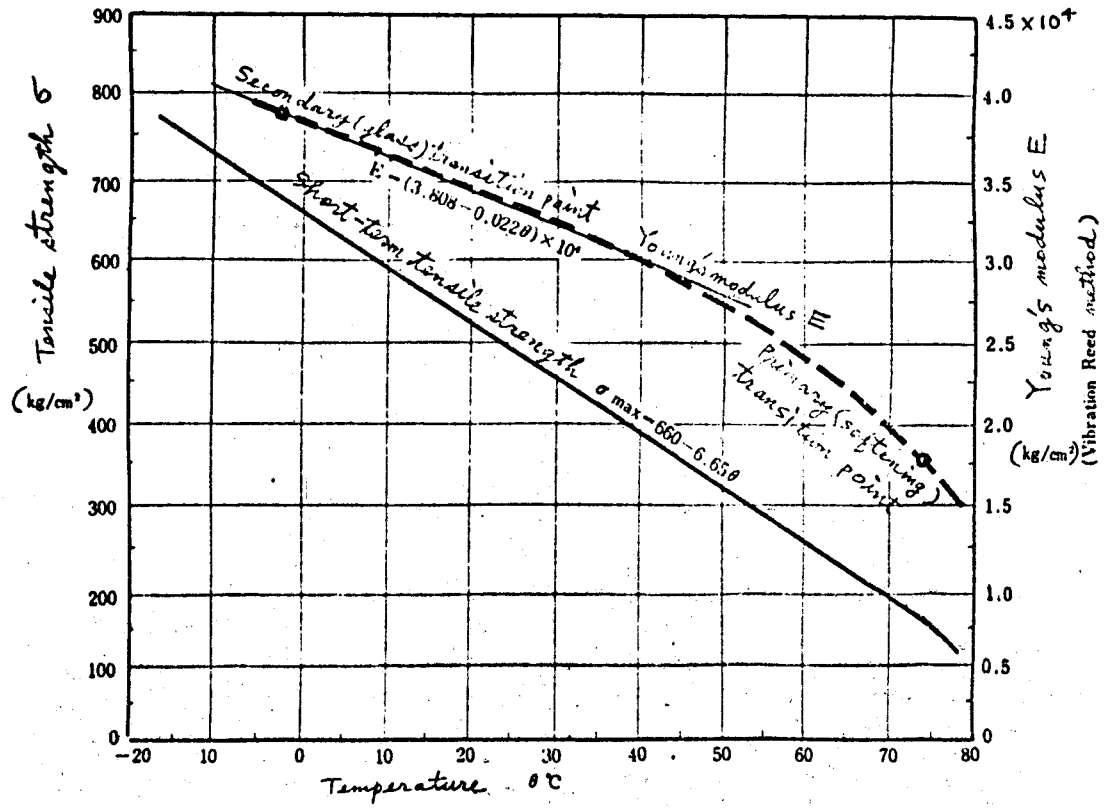
Fig.2. LONG-TERM TENSILE STRENGTH AND ELONGATION.



(2) Temperature versus modulus of elasticity and tensile strength

The modulus of elasticity and tensile strength of PVC Pipe vary with temperature. This is illustrated in Fig. 1. Since PVC pipe is thermoplastic , its mechanical strength changes as temperature varies. The strength tends to decrease as the temperature increases.

Fig. 1 DEPENDENCY OF MODULUS OF ELASTICITY AND TENSILE STRENGTH ON TEMPERATURE



CHAPTER II FUNDAMENTALS

1. General properties of PVC Pipe

(1) Basic properties

Basic properties of PVC pipe are given in Table 7.

TABLE 7 PROPERTIES OF PVC PIPE (θ ; temperature at ^oC)

Tests		Symbol	Unit	Value at 20°C	Remarks
Specific gravity		γ	———	1.38 - 1.45	Temperature variations are negligible
Hardness Shore D Rockwell R			———	70 - 90 110 - 120	Equivalent to aluminum
Water absorption			mg/cm^2	1.05	Indicate saturation value (after about 3 months) 0.15 in 7 days
Flammability				Self-extinguishing	Burns near flame but self extinguishing when the flame is moved away.
Weather resistance				Color fading but without degradation in strength	Tensile strength slightly increases but elongation decreases.
Short-term tensile strength Long-term tensile strength Elongation at rupture by short time tension		σ_T max σ_T ε_T	Kg/cm^2 Kg/cm^2 %	530 270 100 - 150	σ_T max. = 660-6.65θ (same in circumferential direction) where θ = -20 - 60°C $\sigma_T = 0.5\ \sigma_T max = 330 - 3.32\ \theta$ Where θ = -20 - 40°C
Young's modulus (vibration method) Poisson's ratio		E m	Kg/cm^2 ———	3.4×10^4 2.7	$E = (3.808-0.022\theta) \times 10^4$ Where θ = -10 - 50°C $m = 2.768 - 0.014\theta$ Where θ = 0 - 80°C
Bending strength		σ_B max	Kg/cm^2	900 - 1100	
Shearing strength		σ_s max	Kg/cm^2	650	
Change by temperature	Secondary (glass) transition point		°C	-5 - +5	Segment is frozen and shows brittleness.
	Primary transition (softening point)		°C	75 - 80	When subjected to these heats, segment causes thermal vibration and shows marked softening.
	Fabricating temperature		°C	110 - 140	Temperature suitable for fabricating through deformation.
	Welding temperature		°C	180 - 185	Becomes slightly viscous and colour into brown.
	Moulding temperature		°C	190 - 200	Becomes pastelike to collapse pipe shape. Suitable for moulding.
	Decomposition temperature		°C	205 - 210	Scorching by carbonization and dehydrochloration. At further higher temperatures, the pipe closes.
Specific heat Thermal conductivity Coefficient of linear expansion Specific volume resistivity Dielectric strength		C λ α	$Kcal_{/Kg'oC}$ Kcal/m.h.°C $/^oC$ Ω·cm KV/mm	0.20 - 0.28 0.12 - 0.14 $6 - 7 \times 10^{-5}$ $3 - 5 \times 10^{15}$ 23 - 28	Average specific heat of 0-100°C. Mode 0.24 Average thermal conductivity of 0 - 100°C Mode 0.13 $\alpha = (5.8 + 0.024\ \theta) \times 10^{-5}$ Where $\theta \leq 60^oC$ High electric insulator and nonmagnetizing.

(4) Kinds of sealing ring type fittings

TABLE 6 KINDS OF SEALING RING TYPE FITTINGS

Nominal size	Fittings							
	Single socket	Double socket	Bend				Socket for connecting with Asbestos cement pipe	Socket for connecting with Cast Iron pipe
			90°	45°	22 1/2°	11 1/4°		
16								
20								
25								
32								
40								
50								
63								
75	A , B	A , B	B	B	B	B	B	B
90	A , B	A , B	B	B	B	B	B	B
110	A , B	A , B	B	B	B	B	B	B
125	A , B	A , B	B	B	B	B	B	B
140	A , B	A , B	B	B	B	B	B	B
160	A , B	A , B	B	B	B	B	B	B
180	B	B	B	B	B	B	B	B
200	B	B	B	B	B	B	B	B
225	B	B	B	B	B	B	B	B
250	B	B	B	B	B	B	B	B
280	B	B	B	B	B	B	B	B
315	B	B	B	B	B	B	B	B
355	B	B	B	B	B	B	B	B
400	B	B	B	B	B	B	B	B

(3) Kinds of tapered socket type fittings

TABLE 5 KINDS OF TAPERED SOCKET TYPE FITTINGS

Nominal size	Fittings										
	Socket	Elbow		Tee	Cap	Bend				Socket for connecting with Asbestos cement pipe	Socket for connecting with Cast Iron pipe
		90°	45°			90°	45°	22 1/2°	11 1/4°		
16	A	A	A	A	A						
20	A	A	A	A	A						
25	A	A	A	A	A						
32	A	A	A	A	A						
40	A	A	A	A	A						
50	A	A	A	A	A						
63	A	A	A	A	A						
75	A , B	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B
90	A , B	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B
110	A , B	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B
125	A , B	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B
140	A , B	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B
160	A , B	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B
180	B					B	B	B	B	B	
200	B					B	B	B	B	B	B
225	B					B	B	B	B	B	
250	B					B	B	B	B	B	B
280	B					B	B	B	B	B	
315	B					B	B	B	B	B	B
355	B					B	B	B	B	B	B
400	B					B	B	B	B	B	B

Note : B is a symbol to denote fittings formed from pipe.

(1) Kinds of tapered socket type fittings for faucets

TABLE 3 KINDS OF TAPERED SOCKET TYPE FITTINGS FOR FAUCETS

Nominal size	Fittings		
	Faucet Socket	Faucet Elbow	Faucet Tee
16	A	A	A
20	A	A	A
25	A	A	A
32	A	A	A

Note; A is a symbol to denote injection moulded fittings

(2) Kinds of fittings for equipment

TABLE 4 KINDS OF FITTINGS FOR EQUIPMENT

Nominal Size	Fittings		
	Valve socket	Union and socket for union	Elastic joint
16	A	A	A
20	A	A	A
25	A	A	A
32	A	A	A
40	A	A	A
50	A	A	A
63	A	A	A

2. Kinds of fittings for cold water services

Fittings for cold water services are available in the types shown in Table 2.

TABLE 2 KINDS OF FITTINGS

Classification by material	Classification by method of manufacture	Type of fittings	Name of fittings
Unplasticized PVC	Injection moulded	Tapered socket type fittings	Socket 90° Elbow 45° Elbow Tee Cap Faucet Socket, Elbow, Tee Valve Socket Socket for union Reducer Bushing
		Elastic Sealing ring type fittings	Single socket Double socket Elastic joint
	Formed from pipe	Tapered socket type fittings	90° Bend 45° Bend 22 1/2° Bend 11 1/4° Bend Socket Socket for connecting with Asbestos cement pipe, Socket for connecting with Cast Iron pipe
		Elastic sealing ring type fittings	Single socket Double socket 90° Bend 45° Bend 22 1/2° Bend 11 1/4° Bend Socket for connecting with Asbestos cement pipe, Socket for connecting with Cast Iron pipe
Bronze castings	castings		Union
Normal cast iron	castings		Dresser type joint Flexible flange Branching saddle

CHAPTER I SPECIFICATIONS

1. Kinds of PVC pipes for cold water services

Pipes for cold water services are classified in three groups depending on their nominal pressures, and the outside diameters, wall thicknesses, lengths and their tolerances are specified as follows.

TABLE 1 PIPE DIMENSIONS

Unit in mm

Nominal size	Outside diameter			Wall thickness						Length	
		Tolerances		Group 6		Group 10		Group 16			
	Outside diameter	For mean outside diameter	For maximum and minimum (on ovality)	Wall thickness	Tolerances	Wall thickness	Tolerances	Wall thickness	Tolerances	Length	Tolerances on length
16	16	±0.15	±0.25					1.5	$^{+0.4}_{-0}$	6000	$^{+20}_{-0}$
20	20	"	"					1.5	"	"	"
25	25	"	"					1.9	"	"	"
32	32	"	"			1.8	$^{+0.4}_{-0}$	2.4	$^{+0.5}_{-0}$	"	"
40	40	"	"			2.0	"	3.0	"	"	"
50	50	"	±0.30	1.8	$^{+0.4}_{-0}$	2.4	$^{+0.5}_{-0}$	3.8	$^{+0.6}_{-0}$	"	"
63	63	±0.20	±0.40	1.9	"	3.0	"	4.7	$^{+0.7}_{-0}$	"	"
75	75	"	±0.45	2.2	$^{+0.5}_{-0}$	3.6	$^{+0.6}_{-0}$	5.6	$^{+0.8}_{-0}$	"	"
90	90	±0.25	±0.55	2.7	"	4.3	$^{+0.7}_{-0}$	6.7	$^{+0.9}_{-0}$	"	"
110	1 10	±0.30	±0.70	3.3	$^{+0.6}_{-0}$	5.3	$^{+0.8}_{-0}$	8.2	$^{+1.1}_{-0}$	"	"
125	1 25	±0.35	±0.75	3.7	"	6.0	"	9.3	$^{+1.2}_{-0}$	"	"
140	1 40	"	±0.85	4.1	$^{+0.7}_{-0}$	6.7	$^{+0.9}_{-0}$	10.4	$^{+1.3}_{-0}$	"	"
160	1 60	±0.40	±1.00	4.7	"	7.7	$^{+1.0}_{-0}$	11.9	$^{+1.4}_{-0}$	"	"
180	1 80	±0.45	±1.10	5.3	$^{+1.1}_{-0}$	8.6	$^{+1.6}_{-0}$	13.4	$^{+2.4}_{-0}$	"	"
200	2 00	±0.50	±1.20	5.9	$^{+1.2}_{-0}$	9.6	$^{+1.8}_{-0}$	14.9	$^{+2.6}_{-0}$	"	"
225	2 25	±0.60	±1.35	6.6	$^{+1.3}_{-0}$	10.8	$^{+2.0}_{-0}$	16.7	$^{+2.9}_{-0}$	"	"
250	2 50	±0.65	±1.50	7.3	$^{+1.4}_{-0}$	12.0	$^{+2.1}_{-0}$	18.6	$^{+3.1}_{-0}$	"	"
280	2 80	±0.70	±1.70	8.2	$^{+1.6}_{-0}$	13.4	$^{+2.4}_{-0}$			"	"
315	3 15	±0.80	±1.90	9.2	$^{+1.7}_{-0}$	15.0	$^{+2.6}_{-0}$			"	"
355	3 55	±0.90	±2.15	10.4	$^{+1.9}_{-0}$	17.0	$^{+2.9}_{-0}$			"	"
400	4 00	±1.00	±2.40	11.7	$^{+2.1}_{-0}$	19.1	$^{+3.2}_{-0}$			"	"

Note : There are three types of pipe. Plain end pipe, pipe with tapered socket on the end of pipe and pipe with elastic sealing ring on the end of pipe.

C O N T E N T S

****

	Page
CHAPTER I SPECIFICATIONS	2
1. Kinds of PVC pipes for cold water services	2
2. Kinds of fittings for cold water services	3
CHAPTER II FUNDAMENTALS	7
1. General properties of PVC pipe.	7
2. Hydrostatic strength of PVC pipe.	10
3. Burying strength of PVC pipe	12
CHAPTER III HYDRAULIC DESIGN	21
1. System of cold water services	21
2. Basic planning of distribution piping	21
3. Hydraulic formulas	22
CHAPTER IV DISTRIBUTION PIPING	28
1. Installation of pipe	28
2. Joining to dissimilar pipes and valves	43
3. Branching without interrupting water flow	48
4. Designing of thrust protection	53
5. Remedy for elongation and contraction of underground pipe	58
6. Special piping	59
7. Repairing methods	62
CHAPTER V SERVICE PIPING	63
1. Joining of service pipe	63
2. Pipe supports	66
3. Remedy for freezing	66
4. Remedy for creosote	67
5. Repairing method	68
CHAPTER VI CIVIL ENGINEERING	69
1. Transportation and storage	69
2. Trenching	70
3. Backfilling	74
4. Water supply test.	76

Manual For Designing And Installation Of Unplasticized P.V.C Pipes For Cold Water Services

Publication No.54 October 1975

Technical Research & Standard Bureau

Plan and Budget Organization - IRAN