



راهنمای نصب لوله های آب از جنس پلی اتیلن

بر روی یک خط لوله مدفون، نیروهای مختلفی وارد می شود که برخی از آنها نظیر نیروی ناشی از وزن خاک، وزن آبهای زیر زمینی (در صورت وجود)، فشار داخلی (در جریان های تحت فشار) و نیروهای ترفیکی مشخص و قابل محاسبه و تخمین بوده و پاره ای دیگر نیز نامشخص و موردی می باشد. برای در نظر گرفتن نیروهای فوق روشهای مختلفی وجود دارد که بستگی به شرایط و ضوابط محل استفاده خط لوله دارد؛ اما اصول کلی آنها مشابه می باشد. به طور کلی در سطح دنیا دو دستورالعمل اصلی وجود دارد که مابقی روشها و دستورالعمل ها از این دو مشتق شده اند: دستورالعمل AASHTO M252, M294 و ATV A-129.



مهمترین مسأله در کارگذاری لوله های مدفون، رفتار متقابل لوله و خاک در ارتباط با یکدیگر است. در واقع سیستم لوله-خاک مثل مثل یک ساختار کامپوزیتی عمل می کند که در آن خواص سیستم می تواند افزون بر میانگین خواص اجزا باشد. با انتخاب مناسب جنس و درصد کوبش خاک اطراف لوله، می توان از ایمن بودن و عمر طولانی خط لوله اطمینان لازم را حاصل نمود و این مهم در کلیه عملیات نصب، از انتقال و جابجایی و انبارش گرفته تا حفر ترانشه و خاکریزی، بدون داشتن دقت کافی، تجربه لازم و بررسی های مناسب حاصل نمی شود. از نکاتی که باید حین نصب رعایت نمود می توان به موارد ذیل اشاره نمود:



- عرض ترانشه تابعی است از قطر لوله، روش کوبش، سهولت و خاک پشتبند. با در نظر گرفتن عوامل اشاره شده عرض ترانشه باید در حداقل میزان مجاز انتخاب شود؛ فلذا از هرگونه تعریض بی مورد باید جداً خودداری شود. زیرا هرچه عرض ترانشه بیشتر باشد، فشار خاک روی لوله نیز بیشتر خواهد شد. حداقل عرض ترانشه طبق بخش 30 دستورالعمل AASHTO یک و نیم برابر قطر خارجی لوله است.

- از مرطوب شدن ترانشه حین عملیات نصب لوله ها باید به شدت جلوگیری شود.

- چگونگی تهیه بستر ترانشه از اهمیت فوق العاده ای برخوردار است. کف ترانشه باید صاف و عاری از هرگونه سنگ و کلوخه باشد. پیشنهاد می شود در صورتی که خاک کف ترانشه مناسب نیست، برای بسترسازی از خاکهای با کیفیت بالاتر که از محل دیگر تأمین می شود استفاده شود.

- خاک پشتبند باید به خوبی کوبیده شود تا سختی خاک بالاتر رود. هرچه کوبش خاک کنار لوله بهتر انجام شود، رفتار لوله تحت فشارهای

Office Address:

No.18 , Mina blv, Africa St., Tehran/IRAN

Tel.: (+98 21) 88 20 20 60 - 50 lines

Fax: (+98 21) 88 20 20 81

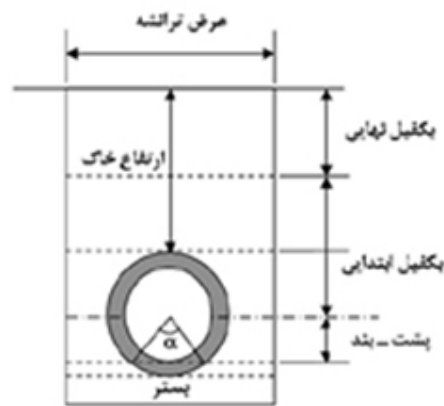
www.parsethylene-kish.com



خارجی بهتر و مناسب تر خواهد بود.

- برای کوبش خاک بالای لوله (بکفیل ابتدایی و نهایی) باید از وسایل و تجهیزات مناسب استفاده نمود.

در شکل زیر قسمتهای مختلف یک ترانشه نوعی نشان داده شده است. لازم به ذکر است لزوماً در یک ترانشه تمامی قسمتهای نشان داده شده وجود نداشته باشد.



شکل 1

بستر:

بستر برای ثابت نگهداشتن خط انتقال در محل خود است و به عنوان تکیه گاهی نرم برای لوله می باشد. نکته بسیار مهم در تهیه بستر برای لوله های پلی اتیلنی این است که در تهیه آن به هیچ عنوان از مواد سخت نظیر بتن و سیمان نباید استفاده شود. در تهیه بستر باید خاک به طور یکنواخت در کف ترانشه ریخته و کوبیده شود و قطر دانه های خاک نباید بیشتر از 32 میلیمتر باشد. اگر بستر در معرض آبهای زیرزمینی قرار خواهد گرفت، از خاکهای با دانه بندی صرفاً سنگی نباید استفاده نمود و ترجیحاً باید مقداری ماسه و شن همراه آن باشد. استفاده از خاکهای حاوی رس در صورتی که رطوبت بستر قابل کنترل باشد مجاز است. ارتفاع بستر باید در حدود 10 سانتیمتر و درصد کوبش آن نیز حداقل 90% باشد. همانطور که در شکل مشخص است، لوله تا حدی داخل بستر فرو می رود که مقدار آن با توجه به زاویه α مشخص می شود. هر چه این زاویه بیشتر باشد، ایمنی عملیات نصب نیز بیشتر می شود. اما باید توجه نمود که افزایش آن با توجه به شرایط عملی محدود می باشد. به طور کلی در کاربردهای عملی این زاویه بین 30 تا 90 درجه انتخاب می شود.



Office Address:

No.18 , Mina blv, Africa St., Tehran/IRAN

Tel.: (+98 21) 88 20 20 60 - 50 lines

Fax: (+98 21) 88 20 20 81

www.parsethylene-kish.com



پشت بند:

قسمت پشت بند وظیفه اصلی تحمل نیروهای عمودی ناشی از خاک و بار ترافیکی را بر عهده دارد. خاک پشت بند باید به صورت لایه لایه در دو سمت خط لوله تهیه و کوبیده شود که ارتفاع این لایه ها با افزایش اندازه دانه بندی خاک بیشتر می شود. نکته مهم در تهیه پشت بند، چگونگی کوبش خاک لایه های آن است. در این مرحله باید دقت داشت تا لوله از محل اصلی خود خارج نشده و از وسایلی استفاده نمود تا فشار مضاعف روی لوله اعمال نکنند و به آن ضربه وارد ننمایند. عرض ترانشه هم باید به میزانی باشد تا عملیات کوبش، خصوصاً در گوشه های کانال (محل تقاطع کف بستر با دیواره ها)، به خوبی و سهولت قابل انجام باشد. ارتفاع پشت بند باید تا خط وسط لوله بالا بیاید. خاک استفاده شده در قسمت پشت بند از هر جنسی که باشد، باید حداقل تا 90٪ کوبیده شود. همچنین در مواردی که از خاکهای از جنس سنگ شکسته استفاده می شود، لازم است حفره های بین دانه های خاک به صورت دستی با مصالح دیگر پر شوند.



بکفیل:

بکفیل لوله را از سنگها و سایر اجزای مخرب محافظت می کند. ارتفاع بکفیل اولیه حداقل تا 150 میلیمتر بالای تاج لوله بوده و بقیه فضای ترانشه به عنوان بکفیل نهایی شناخته می شود. خاک قسمت بکفیل بهتر است دارای دانه بندی درشت باشد. ارتفاع بکفیل یکی از مهمترین مسائلی است که در طراحی و نصب لوله های مدفون وجود دارد. این ارتفاع باید از یک طرف به اندازه کافی زیاد باشد تا بتواند نیروهایی نظیر بارهای ترافیکی را که به «نیروهای زنده» مشهورند را پخش کرده و از طرف دیگر باید به اندازه لازم کم باشد تا نیروهای ناشی از وزن خاک که به آنها نیز «نیروهای مرده» گفته می شوند کمتر از حد مقاومت لوله باشند. چندین عامل در تعیین این ارتفاع بهینه نقش دارند که شکل پروفیل دیواره لوله، ابعاد لوله، خصوصیات ماده سازنده لوله نظیر مدول بلنمدت و کوتاه مدت، خصوصیات خاک بکفیل نظیر فاکتور شکل و مدول الاستیسیته، وجود آبهای زیرزمینی در روی لوله و همچنین نوع ترافیک عبوری از روی خط لوله از آن جمله هستند.



Office Address:

No.18 , Mina blv, Africa St., Tehran/IRAN

Tel.: (+98 21) 88 20 20 60 - 50 lines

Fax: (+98 21) 88 20 20 81

www.parsethylene-kish.com



اصول طراحی و نصب

معیارهای مورد نظر برای حصول اطمینان از ایمنی لوله تحت فشار در عمق مورد نظر نیز عبارتند از مقاومت شکستگی کوتاه مدت و بلند مدت دیواره لوله، مقدار تغییر شکل قطری لوله، مقدار کمانش، تنش خمشی و کرنش خمشی می‌باشند.

مقاومت بحرانی شکستگی دیواره لوله از فرمول زیر محاسبه میشود:

$$T_y = F_y A_s \phi_s$$

معادله ۱:

پارامترهای این معادله عبارتند از مقاومت کششی لوله، سطح مقطع لوله و ضریب تصحیح ظرفیت (حدود یک). مقدار واقعی مقاومت بحرانی شکستگی دیواره لوله نیز ضریبی است از مجموع نیروهای ناشی از خاک بالای لوله، نیروهای ناشی از ترافیک (در حالت بلند مدت در نظر گرفته نمی‌شوند) و نیروهای هیدرواستاتیک ناشی از حضور جریان آبهای زیرزمینی.



تغییر شکل قطری لوله نیز از معادله ۲- محاسبه می‌شود و مقدار مجاز آن نیز به رفتار هیدرولیکی خط لوله دارد. مثلاً این مقدار برای خطوط انتقال فاضلاب پلی‌اتیلنی معمولاً برابر ۷/۵٪ است.

$$\Delta y = \frac{K(D_L W_C + W_L)}{0.149PS + 0.061E'}$$

معادله ۲:

در این معادله نیز پارامترهایی نظیر ضریب خمش، فاکتور تأخیر تغییر شکل، نیروهای زنده و مرده، سختی لوله (Stiffness) و مدول خاک وجود دارد که سختی لوله خود تابع شکل پروفیل دیواره لوله است که هم از طریق آزمایش استاندارد و هم از معادله قابل تحصیل است.

Office Address:

No.18 , Mina blv, Africa St., Tehran/IRAN

Tel.: (+98 21) 88 20 20 60 - 50 lines

Fax: (+98 21) 88 20 20 81

www.parsethylene-kish.com



مقدار بحرانی کمانش از معادله-3 به دست می آید:

$$P_{CR} = \frac{0.772}{SF} \left[\frac{E' \times PS}{1 - \nu^2} \right]^{1/2}$$

معادله ۳:

که در آن SF ضریب ایمنی است. این مقدار نباید بیشتر از مقدار ناشی از نیروهای وارد بر لوله شود.



مقادیر تنش و کرنش خمشی نیز با یک ضریب مدول به هم مرتبط می‌شوند و مقدار تنش خمشی نباید از مدول لوله و کرنش آن از 5٪ بیشتر باشد (معادله-4 و 5).

$$\sigma_{\delta} = \frac{2(D_f)(E)(\Delta y)(\nu_0)(SF)}{D_M^2}$$

معادله 4:

Office Address:

No.18 , Mina blv, Africa St., Tehran/IRAN

Tel.: (+98 21) 88 20 20 60 - 50 lines

Fax: (+98 21) 88 20 20 81

www.parsethylene-kish.com



$$\varepsilon_b = \frac{2(D_f)(\Delta y)(y_0)(SF)}{D_M^2} \quad \text{معادله 5:}$$

در این معادله D_f فاکتور شکل است که به جنس خاک و شکل تراشه ارتباط دارد.

Office Address:

No.18 , Mina blv, Africa St., Tehran/IRAN

Tel.: (+98 21) 88 20 20 60 - 50 lines

Fax: (+98 21) 88 20 20 81

www.parsethylene-kish.com