

تجربیات اجرای عملیات لوله رانی (pipe jacking)

در احداث سازه های تقاطع
کانالهای آبیاری و زهکشی
شبکه گلورد (واحد عمرانی II)
با جاده ترانزیتی نیروگاه نکاء

مهندس نورعلی زارعی تلوکلائی،

مدیر طرح شبکه آبیاری و زهکشی گلورد



چکیده:

لوله رانی به عنوان روشی برای عبور آبراهه ها، کانال ها، زهکشها، خطوط لوله و در محل تلاقی با راه های ارتباطی معرفی شده است. این روش با ایجاد کمترین اختلال در رفت و آمد، سهولت و سرعت بالا در اجرا و رعایت مشخصات فنی لازم در حال توسعه است. همچنین در مناطقی که به واسطه ریزشی بودن خاک و یا بالا بودن سطح آبهای زیر زمینی عملیات اجرایی و نصب لوله به روش ترانشه باز، بسیار پر هزینه و طولانی می شود استفاده از روش لوله رانی از نظر کوتاه نمودن زمان اجرا و کاهش هزینه ها مفید می باشد. نتایج بدست آمده در شبکه آبیاری و زهکشی شبکه گلورد (واحد عمرانی II) در محل تقاطع با جاده نیروگاه، مبین صرفه اقتصادی و زمانی این روش بوده به نحوی که در طول یک ماه بدون هیچ گونه اختال در عبور و مرور جاده و بارعایت مشخصات فنی لازم و عدم هر گونه نشستهای موضعی کار به اتمام رسیده است. در این روش با احداث گودال در مجاورت راه ارتباطی و نصب تجهیزات جک، با اعمال فشار (پرس) افقی بر لوله، نصب لوله در زیر خاکریز انجام می گیرد. همچنین عواملی از قبیل مشخصات خاک، نوع لوله، طول مسیر اجرا، نوع راه ارتباطی و ... در هزینه های اجرایی این روش موثر می باشد.

مقدمه:

لوله ران (pipe jacking) از سالهای ۱۹۰۰-۱۸۹۶ میلادی به عنوان روش جایگزین احداث روباز سازه های تقاطع خطوط لوله، انهار زهکشی و فاضلاب، کانا لهای انتقال آب و ... با آزاد راه ها، بزرگراه ها، خطوط راه آهن و جاده های اصلی درون شهری و خارج شهرها مورد استفاده قرار گرفته است .

این روش با توجه به توانایی و امکاناتی که ایجاد می کند به سرعت توسعه یافته و در حال حاضر در مسیر های پر تردد و جاده های ترانزیتی به عنوان روش منحصر به فردی مورد استفاده قرار می گیرد. در این روش به جای قطع جاده و اجرای گود برداری روباز، لوله با پرس افقی نصب می گردد. در این مقاله روش و نتایج به دست آمده از اجرای لوله رانی با لوله فلزی با پوشش پلیمری و اپوکسی در تقاطع کانال شبکه آبیاری گلورد و جاده نیروگاه نکا مورد بررسی قرار گرفته است.

پروژه آبیاری و زهکشی گلورد در استان مازندران، از شرق به جاده ساحلی بهشهر و از غرب به رودخانه نکا و از شمال به دریای مازندران و از جنوب به دامنه های شمال البرز محدود می گردد، که محل عملیات لوله رانی در ۱۵ کیلومتری شمال شهرستان نکا می باشد. مشخصات سازه فوق شامل خط لوله به قطر ۱۴۰۰ میلیمتر و طول ۶ متر در عمق ۵ متری زیر جاده می باشد. عملیات اجرایی طی مدت ۴۵ روز از تیر ماه سال ۹۲ شروع در مرداد ماه همان سال به پایان رسید.



شکل شماره ۱: دیواره عکس العمل
و نصب جک و بازوهای هدایت

کلیات روش نصب و اجرا:

در این روش پس از حفر گودال و تثبیت دیوارهای جانبی و بستر گودال حفر شده در مجاورت خط عبور، لوله فلزی از داخل گودال مجاورت خط عبور و مرور به زیر خاکریز پرس می شود. عملیات پرس (فشار) افقی به کمک جک های هیدرولیکی صورت می گیرد. تجهیزات لوله رانی شامل جک ها و شاسی می باشد که پس از مشخص شدن جهت لوله رانی، کار گذاشته شده و در نتیجه شاسی دستگاه که لوله روی آن قرار می گیرد در رقوم ارتفاعی پروژه تثبیت می شود و همزمان با برش خاک توسط تیغه پیش رو، نسبت به حفاری داخل آن و خروج خاک و حمل آن به بیرون توسط جرثقیل اقدام می گردد. در این روش از جک های هیدرولیکی به همراه ابزار های خاص حفاری جهت راندن لوله هایی با طراحی خاص استفاده می شود. لوله ها پشت سپر قرار می گیرند و همزمان با عملیات حفاری، لوله نیز با جک زنی در درون زمین به جلو رانده می شود. حاصل این روش احداث یک خط لوله بدون حفاری و باز کردن ترانشه می باشد. اقطار لوله از ۱۵۰ تا ۳۰۰۰ میلیمتر متغیر و سیستم حفاری گوناگونی شامل: دستی، مکانیکال و کنترل از راه دور را می توان استفاده نمود. دستگاه لوله رانی شامل ۲ یا ۴ جک و فشار جک ها تا ۳۷۰ بار می باشد. انتقال نیرو از منبع روغنی توسط شلنگ های تحت فشار و با ایجاد پمپ روغنی صورت می گیرد که مجموعاً بنام پاور پک (power pack) خوانده می شود. نیروی ایجاد شده در سیستم هیدرولیک به یک کنترل دستی با فشار سنج ختم می شود که در نهایت حرکت جکها را کنترل خواهد کرد. در بین جکها و لوله ها یک رینگ فولادی قرار دارد تا فشار وارده متناسب با مقطع لوله تقسیم شود. در پروژه زیر گذر جاده نیروگاه نکا برای لوله رانی از دو جک به قدرت ۳۲۰ بار معادل هر کدام ۲۰۰ تن استفاده گردید که در ابتدا، لوله رانی با فشار مجموع دو جک ۵۰ تن و در لوله های انتهایی، این فشار به ۱۲۰ تن افزایش پیدا نمود.

۱-۲- نکات حائز اهمیت در نصب لوله:

هنگام طراحی و برآورد هزینه های پروژه های پایپ جکینگ، ابتدا باید یک بررسی دقیق و همه جانبه از ساختار زمین شناسی در مسیر اجرای خط لوله، موقعیت استقرار تاسیسات و خطوط انتقال نفت، گاز و آب و تاسیسات شهری و نیز حریم حفاظتی آنها صورت پذیرد. مسائل قابل اهمیت و نکات رعایت شده در اجرای سیفون کانال شبکه گلورد با جاده نیروگاه به اختصار به شرح ذیل مورد توجه بوده اند:

۱-۱-۲- شرایط خاک:

بهترین خاک برای اجرای لوله رانی با لوله فلزی، خاک رس با حداقل مقاومت ۱۲۰ کیلو پاسکال می باشد. با افزایش میزان ماسه و سیلت در خاک، میزان اصطکاک لوله و خاک افزایش می یابد که متعاقب آن باید فشار جک افزایش یابد. خاک های رس سخت، ماسه و شن روان، خاک های دستی مصنوعی همراه ریشه درختان و آشغال، خاک های دارای تکه های بزرگ سنگ از انواع خاکهای مشکل دار در اجرا می باشند و در این گونه خاک ها هزینه اجرا افزایش می یابد. در سازه زیر گذر کانال شبکه گلورد حدود ۳۰٪ مسیر خاک رسی با پایداری لازم بود که امکان خاکبرداری جلوی تیغه پیشرو و کاهش فشار به لوله و جک را بوجود آورد در ادامه مسیر خاک ماسه ای نرم و ناپایدار بود که با رعایت تمهیدات لازم با فشار مستقیم کار ادامه پیدا کرد در این قسمت فشار جک هیدرولیک تا ۱۲۰ تن افزایش پیدا کرد.

۱-۲-۲- لوله فلزی و نوع اتصالات:

لوله های فلزی استفاده شده در این پروژه دارای قطر ۱۴۰۰ میلیمتر و ضخامت جدار ۱۶ میلیمتر و به طول ۱۲ متر با پوشش بیرونی پلیمر به ضخامت ۸ میلیمتر و پوشش داخلی لوله های فلزی پس از سند بلاست لایه آستر پرایمرزینگ بریج اپوکسی با ضخامت ۷۰ میکرون، لایه میانی (MIO) به ضخامت ۸۰ میکرون و لایه رویه پوشش اپوکسی به ضخامت ۱۰۰ میکرون بوده است.

۱-۲-۳- گودال جک:

ابعاد گودال باید متناسب با توان جک، قاب های جک، بازوهای هدایت لوله، دیواره عکس العمل، غلاف پیشرو و اندازه لوله ها احداث گردد. در حالتی که رقوم زمین طبیعی پایین است باید دیواره عکس العمل به نحوی نصب گردد که نیروی جک به زمین منتقل شود. با توجه به بالا بودن تراز آب زیر زمینی در محل پروژه دو عدد چاهک پمپاژ پیش بینی گردیده بود. در سازه زیرگذر کانال شبکه گلورد گودال جک متناسب با طول غلاف پیشرو (۱/۵ متر)، قطعات لوله های فلزی (۵ عدد ۱۲ متری) جک و بازوهای جک (۱ متر)، گودالی به ابعاد ۴×۱۵ متر و با توجه به رقوم مورد نیاز به عمق ۵ متر احداث گردید.

۱-۲-۴- نصب جک و تجهیزات آن:

در نصب جک و دیواره عکس العمل، دقت لازم به عمل آمد. کمترین انحراف و غیره متعامد بودن زاویه جک و دیواره عکس العمل، باعث عدم توزیع مناسب فشار به لوله و زمین شده و موجب

تخریب می گردد. همچنین باید جک به طور یکسان و موازی و همزمان فشار بر حلقه رانش را اعمال نماید. ریل هایی به منظور هدایت خط لوله و شیب لوله مورد استفاده قرار گرفت. در نصب ریل های هدایت دقت کافی به عمل آمد تا اضافه پی کنی انجام نشود. با توجه به امکان نشست، باید از خاکریزی زیر ریلها پرهیز شود. تعداد جک ها و ظرفیت آنها بستگی به سایز و طول لوله ها و مشخصات خاک دارد. در عملیات لوله رانی مذکور با توجه به قطر لوله و مشخصات خاک فشار تا حداکثر ۲۰۰ تن پیش بینی شده بود.

۵-۱-۲- نکات قابل توجه در مدت اجرا:

به منظور کاهش اصطکاک لوله و خاک از مواد لغزنده استفاده می شود که یا در ابتدای کار در سطح خارجی لوله به کار می رود یا در حین اجرا با افزایش طول و افزایش اصطکاک با ایجاد سوراخ هایی در محیط لوله، مواد لغزنده به محل تماس لوله و خاک تزریق می گردد. در سازه های زیر گذرجاده نیروگاه نکا با توجه به نوع خاک، نوع لوله و حداکثر توان فشار جک های موجود از مواد لغزنده استفاده نگردید. کنترل میزان شیب و جهت لوله در حین انجام کار با استقرار یک اکیپ نقشه بردار انجام گرفت.

میزان فاصله خاکبرداری جلوی لوله بستگی به نوع خاک، عمق زیر سطح جاده و میزان نیروی وارده دارد. در خاک های رس سخت تا ۱ متر جلوتر پیشنهاد شده است. در بیشتر حالت های خاک های معمولی، خاک برداری ۰/۳ تا ۰/۴ متر جلوتر مجاز می باشد. در خاکهای نرم و ریزشی باید لبه برش فلزی (steel cutting edge) در قسمت بالا و در بعضی موارد هم در بالا و هم پائین در جلوی غلاف فلزی پیشرو برای کاهش خطر نشت نصب گردد. در این حالت خاکبرداری باید فقط در داخل انجام گیرد و جلو تر از لبه برش انجام نشود. در این پروژه همانطور که قبلاً آمد کل مسیر با توجه به ماسه ای بودن و عدم چسبندگی و پایداری لازم، با نصب تیغه ی برش فلزی در قسمت پیشرو و بدون هر گونه خاکبرداری و فقط با فشار مستقیم کار ادامه پیدا کرد. در انتخاب تیغه فلزی پیشرو با توجه به قطر لوله، مشخصات خاک حداکثر فشار قابل پیش بینی در طول اجرا و غیره باید دقت کافی به عمل آید. دقت در انتخاب تیغه پیشرو از این نظر حائز اهمیت است که اصلاح آن در خاکهای ماسه ای روان و ریزشی به راحتی امکان پذیر نمی باشد.

بررسی مزایای روش لوله رانی (pip gacking):

با توجه به توسعه روش لوله رانی و امکان عبور از زیر بزرگراه ها، آزاد راه ها و خطوط راه آهن و تاسیسات شهری و خطوط انتقال گاز و نفت و کابل های فیبر نوری، باید مقایسه این روش با حالت

اجرای رو باز در این موارد، مورد توجه قرار گیرد. در اجرای عملیات لوله رانی پروژه زیر گذر شبکه گلودرد (واحد عمرانی II) این امر مورد بررسی قرار گرفت.

در پروژه زیر گذر شبکه گلودرد (واحد عمرانی II) و تقاطع با جاده نیروگاه، تاسیسات مختلفی از قبیل لوله آب روستای زاغمرز، لوله آب شرکت حفاری شمال و لوله فراورده های نفتی، لوله گاز، آب و مازوت نیروگاه نکا و کابل فیبر نوری وجود داشت. مهمترین مزایای استفاده از روش لوله رانی در مقایسه با ترانشه باز عبارت است از:

الف) آسیب کمتر به محیط زیست، جریان عبور و مرور، تاسیسات زیر بنایی و عمومی

ب) سرعت بیشتر اجرا در مناطق پر تراکم و یا دارای صعوبت اجرا

پ) آسیب کمتر به فعالیت اقتصادی و خدماتی در مناطق پر تراکم و حفاظت بهتر ابنیه مجاور

ت) صدمه کمتر به جاده و مسیر لوله گذاری، آسفالت، روسازی ها و بافت طبیعی زمین

ث) کاهش خطرات تصادف و جلوگیری از آسیب های مالی و جانی

مجموعه عوامل بالا باعث می شود که استفاده از روش لوله رانی معمولاً کم هزینه تر از نصب لوله با روش ترانشه باز باشد.

۱-۳- بررسی طول زمان اجرا:

مدت زمان لازم در روش لوله رانی بر اساس مشخصات خاک، طول مسیر، تجربه اجرایی و میزان توانمندی پیمانکاران متغیر می باشد. آنچه حائز اهمیت است با توجه به نیاز به احداث مسیر های انحرافی در حالت اجرای روباز و زمان لازم برای گیرش اولیه و نیز اخذ مجوزات لازم از ارگان های ذیربط، اختلاف طول دوره اجرا در دو گزینه فاحش بوده و احداث به روش روباز به مراتب طولانی تر می باشد. در اجرای سازه زیر گذر جاده نیروگاه نکا به عنوان یک نمونه روش لوله رانی یک ماه و نیم به طول انجامید در حالیکه براساس پیش بینی انجام شده حداقل زمان لازم برای احداث به روش روباز با توجه به مشخصات ابلاغی نیروگاه نکا مبنی بر احداث لوله بای پس برای لوله سوخت (مازوت) نیروگاه و اجرای دال های حفاظتی، اجرای راه انحرافی مسیر ترانزیتی جاده نیروگاه، بندر امیر آباد و پایانه های نفتی و اخذ مجوز برای حفاظت از کابل فیبر نوری مخابرات و لوله فراورده های نفتی و آب روستایی زاغمرز و آب نیروگاه و لوله گاز در حین اجرا و نیز زمان مورد نیاز برای بارگذاری بتن، حداقل تطویل زمانی شش ماه و افزایش قابل توجه هزینه های مالی به پروژه تحمیل می گردد.

نتیجه گیری و پیشنهادات:

- اجرای سازه های تقاطعی به کمک روش لوله رانی با توجه به امکاناتی که در اختیار قرار می دهد و سرعت بالا در اجرا و کاهش زمان اخذ مجوزات لازم، در حل مشکلات شبکه های آبیاری و زهکشی با راههای ارتباطی می تواند مناسب باشد. در این راستا توجه به موارد زیر ضروری به نظر می رسد:
۱. آموزش صحیح و اجرای درست سازه و رعایت نکات فنی لازم در طراحی و اجرا.
 ۲. افزایش توانمندی های داخلی و استفاده از تجربیات افراد و شرکت های متخصص به منظور کاهش هزینه های اجرای و تهیه تجهیزات لازم.
 ۳. برگزاری دوره های تخصصی به منظور تبادل تجربیات کارشناسان مربوطه.



شکل شماره 2: عملیات جاگذاری لوله



شکل شماره 3: تجهیزات بالابر و تخلیه خاک



شکل شماره 4: اجرای عملیات لوله رانی