

بررسی حفاری تونل با استفاده از روش Forepoling و تاثیرات آن در اجرای پروژه ها

دانیال هادی زاده بزاز^۱، محمدرضا اختری^۲، سیدمحسن علوی لنگرودی^۳، مهدی بهرامی^۴

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد

۲- عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بجنورد

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد

۴- باشگاه پژوهشگران جوان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد

خلاصه

امروزه یکی از روشهای متداول اقتصادی در حفر تونل‌ها، تقویت و مسلح‌سازی تاج تونل به منظور جلوگیری از کرنش‌های زیاد و حفظ ثبات بالقوه زمین با استفاده از نصب لوله در سقف سینه کار حفاری و تزریق از میان این لوله‌ها می‌باشد. جابجایی زمین در اطراف فضای تونل موجب تغییر شکل زمین و سطح مجاور تونل خواهد گردید که اثر مخرب آن نشست زمین خواهد بود. لوله‌ها نسبت به سینه کار هم پوشانی داشته و با زاویه ای خاص نصب می‌شوند که پس از عملیات حفاری نیز در محل استقرار می‌یابند. این روش که اولین بار جهت حفاری و ساخت ایستگاه‌های مترو در ژاپن به کار گرفته شده را به اصطلاح فورپولینگ می‌نامند که ایمنی حفاری را- حتی در زمین‌های نرم- با ایجاد قوس طولی (چتر) به موازات محور تونل تضمین می‌نماید. در واقع این روش به صورت مستقل از منطقه اطراف خود عمل می‌کند و باعث کاهش ریسک در حرکت لایه ای و نیز تمرکز تنش جانبی می‌گردد. در این مقاله ابتدا روشهای متداول در حفر تونل معرفی گردیده و بعد از آن به تشریح عملیات حفاری به روش فورپولینگ پرداخته می‌شود. همچنین شرایط مورد نیاز برای انجام عملیات و اجرای صحیح و اصولی آن نیز بیان گردیده است. این روش علاوه بر مزایای مفید آن، معمولاً مشکلاتی را ضمن اجرای کار ممکن است به وجود آورد که آنها نیز بررسی شده و پس از آن درباره ویژگی لوله‌های فورپولینگ، فاصله آن‌ها و شاخصه‌های مرتبط با این روش بحث شده است. در بخش بعدی مقاله، انواع روش‌های آن از جمله تزریق فشاربالا (Jet Grouting)، لوله گذاری در سقف (pipe roofing)، مهارگذاری در جبهه کار (Spiling) مطرح شده و مزایا و معایب این روش‌ها و این که در چه زمین‌هایی بازده بیشتری خواهند داشت مورد بررسی قرار گرفته است.

کلمات کلیدی: حفاری، فورپولینگ، زمین مناسب

۱. مقدمه

یکی از روش‌های بسیار موثر در تونل‌سازی، افزایش خصوصیات ژئومکانیکی توده سنگ‌ها و جلوگیری از نشست زمین در سازه‌های زیرزمینی کم عمق، استفاده از تکنیک فورپولینگ^۱ می‌باشد. از آن می‌توان جهت ایجاد چتری از سنگ تقویت شده در جلوی سینه کار در حال پیشروی تونل، به منظور جلوگیری از نشست سطح زمین و کاهش جابجایی‌های توده سنگ استفاده نمود. در روش فورپولینگ لوله‌هایی به داخل چاه‌هایی که جلوتر از سینه کار قرار گرفته و حفر شده، قرار می‌گیرند و به صورت تدریجی از داخل این لوله‌ها تزریق صورت می‌گیرد.

همان‌طور که از بررسی‌ها و مطالعات مشخص گردیده، به طور کلی دو نوع جابجایی در زمین وجود دارد. جابجایی اول، جابجایی جانبی زمین بواسطه جابجایی عمودی رو به پایین زمین است که عمود بر محور پیشروی تونل که لوله‌ها در آن جهت نصب می‌شوند، است. جابجایی دوم، جابجایی طولی زمین است که به موازات جهت پیشروی و نصب لوله‌ها می‌باشد. مکانیزم نگهداری با تکنیک فورپولینگ، توانایی پایدارسازی محدوده سینه کار تونل را در هر دو جهت عمود و طولی امتداد تونل بواسطه زون مسلح قوسی را فراهم می‌آورد.

مطالعات نیز مبین آن بوده‌اند که این روش، جابجایی و کرنش‌های پلاستیک را در تاج، کاهش و بارهای پوشش را نیز کم کرده و در نتیجه پایداری سینه کار افزایش یافته و از صدمه به سازه‌های مجاور جلوگیری می‌کند. به دلایل فوق روش فورپولینگ توانسته متد بسیار محبوبی در نگهداری

^۱ Forepoling