

بازدید از خط ۷ مترو تهران

روز سه شنبه مورخ ۹۲/۲/۳ با هماهنگی انجمن علمی دانشکده مهندسی عمران، از خط ۷ متروی تهران بازدید شد.

این بازدید به منظور آشنایی دانشجویان کارشناسی و کارشناسی ارشد گرایش های حمل و نقل، راه و ترابری و سازه با نحوه اجرای پروژه ساخت تونل مترو ونحوه ی کار دستگاه TBM انجام شد.

در این بازدید از شفت چمران، دستگاه TBM مستقر در آن و نیز تونل حفر شده توسط آن بازدید به عمل آمد و طی آن مهندس عبدالملکی -مجری پروژه و دکتر صالح زاده-عضو هیئت علمی گروه خاک و پی- به توضیح مسائل اجرایی و علمی برای دانشجویان پرداختند که خلاصه ی آنها در زیر آمده است:

حفر مکانیزه تونل خط ۷ متروی تهران به طول ۲۷ کیلومتر از سال 89 پس از مونتاژ دستگاه TBM آغاز شد. این خط شهرک امیرالمومنین در جنوب شرق تهران را به سعادت آباد در غرب تهران وصل می نماید و تا کنون بیش از ۶ کیلومتر از آن حفر شده است. مقدار سربار روی تونل در شرق ۱۴ متر و در زیر تونل توحید به ۵۰ متر می رسد. بزرگترین مشکلی که در اجرای پروژه وجود دارد، آب های زیر زمینی و بافت های فرسوده اند.

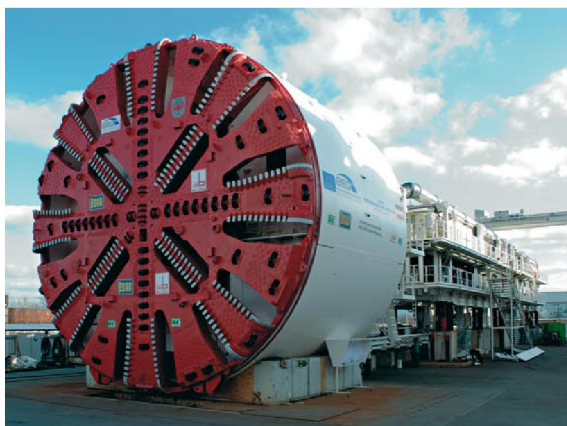


قبل از شروع عملیات حفر تونل، باید شفت اجرا شود، پس نیاز است که تا عمق مشخصی گودبرداری انجام شود. جهت جلوگیری از ریزش دیواره های خاکی ایجاد شده، لازم است که خاک تحکیم گردد.

این هدف با انجام **nailing** تامین می شود. سپس سازه های نگهدارنده بر روی آن ها اجرا می شود تا از استحکام دیوارهای جانبی اطمینان حاصل شود.



دستگاه حفاری تونل یا **TBM (Tunnel Boring Machine)** با استفاده از یک سطح مقطع مدور، در قشرهای خاکی و



سنگی زمین حفاری انجام می دهد. این دستگاه، به عنوان جایگزینی برای روش های حفاری و انفجار صخره ها و کندن زمین با دست مورد استفاده قرار می گیرد و تونل را به صورت تمام مقطع حفر می کند. (قطر تونل حفر شده توسط دستگاه **TBM** موجود در خط ۷، ۱۷، ۹ متر است).

سیستم راهبری نرم افزار **Tax** است، **X** و **Y** و **Z** مبدا را به دستگاه

می دهیم حرکت دستگاه اتوماتیک تنظیم می شود ولی باید برداشت لحظه ای از مسیر حرکت انجام شود.

دستگاه به ازای هر ۵ کیلومتر حفاری باید **overhall** شود، به داخل شفت برگشته و تعمیر گردد.

دستگاه TBM موجود در کارگاه ۱۰۰ متر طول دارد که ۹,۷ متر از آن را شیلد تشکیل می‌دهد و از اجزای متعددی ساخته شده است. نخستین بخش آن CutterHead است، جنس این قطعه بسته به نوع دستگاه و تکنیک حفاری از فولاد با مقادیر مختلفی از کربن ساخته می‌شود. بر روی کاتر هد تعدادی از دیسک کاترها به همراه نایف‌ها با چیدمانی خاص قرار گرفته‌اند. دیسک کاترها بر روی سنگ‌ها می‌لغزند و با لبه‌های برنده خود سنگ‌ها را خرد کرده و پایین می‌ریزند، نایف‌ها مانند ناخن عمل می‌کنند و سنگ‌های تراشیده شده را می‌کنند و خرده سنگ‌ها را پایین می‌ریزند و بسته به نوع زمین هر چند کیلومتر عوض می‌شوند.



بخش دوم دستگاه که شیلد یا سپر نامیده می‌شود بخشی است که از کاتر هد تا بعد از قسمت نصب سگمنت و اجرای لاینینگ ادامه دارد و از چندین بخش Front Shield، Telescope، Support Shield و Gripper Shield تشکیل می‌شود. شیلد پوسته‌ای است که مانع از ریختن مصالح و آب بر روی بخش‌های داخلی دستگاه می‌شود تا عملیات لاینینگ انجام و دیواره داخلی تکمیل شود. این امر موجب حفاظت بخش‌های حساس داخلی می‌شود. در بالای دستگاه سیستم تهویه نصب شده است که هوای آن از طریق لوله‌های تعبیه شده در بالای دستگاه به سمت عقب دستگاه منتقل می‌شود و در نهایت از تونل خارج می‌شود.

مواد حفر شده به وسیله سیستم از جلوی کار جمع‌آوری شده و به داخل نوار نقاله‌ای که از داخل دستگاه می‌گذرد، به پشت ماشین هدایت می‌شود. گرچه معمولاً محدودیتی برای ابعاد مواد حفاری شده و انتقال آنها وجود ندارد اما اگر ابعاد حفاری شده خیلی بزرگ باشند ممکن است گیر کنند و عمل انتقال را متوقف سازند؛ از طرفی مواد خیلی نرم نیز علاوه بر مشکل تهویه ممکن است مخلوطی را تولید کنند که به شدت ساینده باشند و باعث استهلاک زیاد دستگاه شوند به

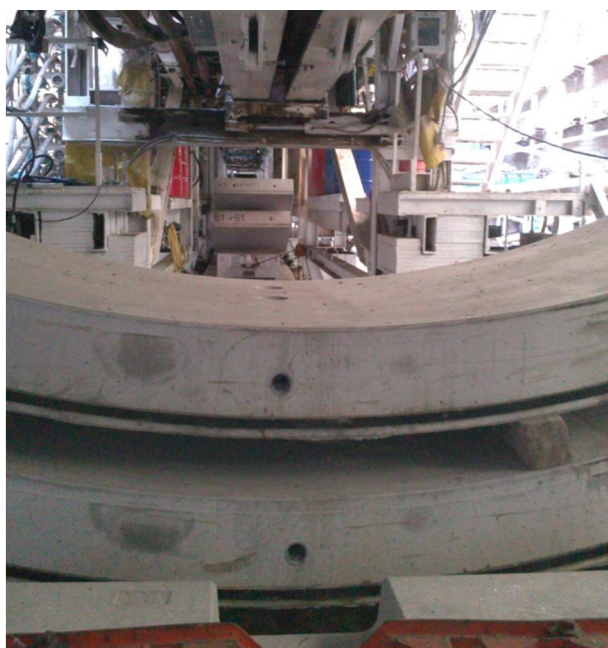
همین دلیل خاک کنده شده را با موادی چسبناک به نام گروت ترکیب می کنند که هم باعث همگن شدن خاک حاصله می شود و عمل جابه جایی آن راحت تر می گرداند و هم اثر سایندگی خاک کم می شود.



خاک جمع آوری شده در نهایت بر روی تسمه نقاله ریخته می شود و در این پروژه در پل قزوین به سطح زمین می رسند و از آنجا پس از بارگیری توسط کامیون ها به محل تخلیه منتقل می شوند.

در تونلهایی که توسط دستگاه های حفاری مکانیزه حفاری می شوند و بدنه ای ریزی دارند دیواره تونل توسط قطعات بتنی پیش ساخته (سگمنت) تحکیم می شوند.

سگمنت یک قالب سازه ای فرم داده شده توسط آرماتور و بتن قالب گیری شده است که دور تا دور سگمنت ها با نوار آب بندی لاستیکی پر می شوند. این نوار فوم در هنگامی که سگمنت ها در کنار یکدیگر قرار بگیرند عمل آب بندی را انجام خواهد داد. سگمنت کرین جرتقیل قدرتمندی است که سگمنت ها را به محل دسترسی دستگاه ارکتور می رساند. این دستگاه دارای یک سینی مخصوص است که بر روی بدنه سگمنت می نشیند و آن را توسط سیستم خلاء بلند می کند.



سپس توسط اپراتور ماهر پس از جمع شدن جک‌های هر منطقه، قطعه‌ی مخصوص به آن در محل مناسب خود قرار

می‌گیرد.



سگمنت‌ها مانند تکه‌های پازل در کنار یکدیگر قرار

می‌گیرند و یک رینگ یا حلقه را تشکیل می‌دهند

و در آخر تکه‌ای به نام کلید که عموماً از بقیه‌ی

سگمنت‌ها کوچکتر است در حلقه قرار داده می‌شود.

سپس رینگ کامل شده به رینگ مجاور متصل

می‌شود. سگمنت‌ها حلقه‌ای یکپارچه را تشکیل

می‌دهند که حتی بدون استفاده از هرگونه ماده چسبنده در بین آنها قادرند بدون تغییر شکل، وزن یکدیگر را تحمل

کنند. بدین ترتیب بدنه‌ی داخلی تونل حفرشده تحکیم می‌گردد.

