



حفاری تونل

مهندس هلیه عباسی

مهندس مجید روزبهانی

www.ketab.ir

سرشناسه : عباسی، هلیه، ۱۳۶۷ -

عنوان و نام پدیدآور : حفاری تونل / هلیه عباسی، مجید روزبهانی.

مشخصات نشر : تهران : اول و آخر، ۱۳۹۵.

مشخصات ظاهری : ز، ۱۶۰ ص.؛ مصور.

شابک : ۱۴۸۰۰۰ ریال ۹-۳۷-۷۳۶۳-۶۰۰-۹۷۸ :

وضعیت فهرست نویسی : فیپا

یادداشت : کتابنامه.

موضوع : تونل سازی

موضوع : Tunneling

موضوع : حفاری

موضوع : Boring

موضوع : تونل ها -- طرح و ساختمان

موضوع : Tunnels -- Design and construction

شناسه افزوده : روزبهانی، مجید، ۱۳۶۹ -

رده بندی کنگره : ۶۱۲/۷۱۰۵/۸۸۰۵ TA

رده بندی دیویی : ۶۲۴/۱۹۳

شماره کتابشناسی ملی : ۴۰۷۸۴۳

نام کتاب: حفاری تونل

نویسندگان: هلیه عباسی - مجید روزبهانی

نوبت چاپ: اول-۱۳۹۵

تیراژ: ۱۰۰۰ جلد

چاپ و صحافی: انتشارات اول و آخر

شابک: ۹-۳۷-۷۳۶۳-۶۰۰-۹۷۸

ناشر: انتشارات اول و آخر

قیمت: ۱۴۸۰۰ تومان



تهران - میدان انقلاب - کوچه جنتی (مترو) - بن بست فرسار - پلاک ۳ واحد ۱

۰۹۱۲۱۳۳۳۶۳۴

۶۶۱۲۷۲۶۶

تلفن: ۶۶۱۲۷۰۸۳

پیشگفتار

تونل یکی از اجزای سیستم بزرگراهی می باشد که به همراه سیستم راه و پل های بزرگراهی، مجموعه بزرگراه ها را تشکیل می دهد.

اکنون تونل سازان توانسته اند در زیر دریاها، میان کوه ها و زیر زمین و حتی برانج مقاصد راه اتصالی و انتقال سیم برق و تلفن، خط ریل، مخفی گاه ها، گامها، انتقال پایپ لاین، پایپ آب و غیره تونل ایجاد کنند. یکی از کارهای مشکل نونا سازی حفر یا ایجاد سوراخ تونل است که باید دقیق به محلی که تونل - تم م شود سوراخ شود. بدین منظور، کمپانی های مجرب وجود دارد. این کمپانی ها از وسایل مدرن به نام تی بی ام استفاده می کنند. این ماشین ها توسط شرکت روبرین کانادایی و سایر کمپانی ها ساخته می شود.

ماشین TBM می تواند ۱۶ متر در روز حفر کند. ران ماشین برای سوراخ کردن سنگ و خاک و ریگ استفاده می شود و حفر توانایی سوراخ کردن زمین به شکل افقی را نیز دارد. قطر این ماشین ها، که برای سوراخ کردن سنگ ها به کار می رود ۳.۱۴ متر است. برای سوراخ کردن خاک و ریگ نیز شرکتی آلمانی با نام Herrenknecht AG توانسته است به قطر ۴۳.۱۵ متر در پروژه شانگهای چین و در سال ۲۰۰۵ قطر ۱۹ متر را تولید کند.

در صنعت طراحی و ساخت تونل‌ها کشورهای آمریکا، آلمان، ژاپن، چین و روسیه این فناوری را دارا هستند.

استفاده از ماشین‌های غول‌پیکر در ساختن تونل‌های طویل، کاری است اقتصادی، سریع و به صرفه. ولی در ساختن تونل‌های کوتاه، این کار جنبه اقتصادی ندارد و از وسایل کوچک‌تر که با نام TBM شناخته می‌شوند استفاده می‌کنند. تونل‌ها به شکل مستطیل و مدور ساخته می‌شوند. تونل‌های مدور مقاومت خیلی زیاد در برابر وزن وارد شده دارند.

با توجه به اهمیت روزافزون تونل و فضاهاى زیرزمینی، لزوم جهت دهی به مطالعات، طرح‌ها و سائل‌های اجرایی این نوع سازه‌ها بیش از پیش مشهود می‌باشد. ایجاد و تقویت ظرفیت مالیات‌های و اجرایی در کشور، یک راهبرد اساسی برای دستیابی به اهداف برنامه‌های توسعه، تبادل اطلاعات، ارتقای عملکردها و توسعه توانمندی‌های فنی می‌باشد.

به همین سبب جایگاه مهم این صنعت در رشد مهندسی عمران کلیاتی از صنعت تونل سازی در این مختصر ارائه گشته است. در این کتاب اطلاعاتی کلی، در زمینه احداث تونل ارائه گشته و فنون حفار تونل در انواع زمین‌ها و ماشین آلات مورد استفاده در هر مورد معرفی شده است.

امید است که کتاب حاضر گام‌های موثری در جهت پیشبرد صنعت تونل ایران برداشته باشد.

فهرست مطالب

فصل ۱: مقدمه	۱
۱-۱- تونل سازی	۱
۲-۱- مراحل تونل	۲
۱-۲-۱- مشخصات فیزیکی	۳
۳-۱- طبقه‌بندی زمین سبب تونل با از نظر زمین‌شناسی	۵
۱-۳-۱- طبقه توده سنگ به روش Q	۶
فصل ۲: تاریخچه	۱۲
۱-۲- تاریخچه	۱۳
۲-۲- بزرگ‌ترین ماشین حفاری دنیا	۲۲
فصل ۳: نحوه ساخت تونل	۲۳
۱-۳- مقدمه	۲۳
۲-۳- پوشش داخلی تونل (Lining)	۲۴
۳-۳- مراحل ساخت تونل	۲۴

- ۲۷ ۳-۵- طبقه‌بندی تونل‌ها
- ۲۷ ۳-۵-۱- تونل‌های حمل و نقل
- ۲۷ ۳-۵-۲- تونل‌های صنعتی
- ۲۹ ۳-۵-۳- تونل‌های معدنی
- ۳۰ ۳-۶- روش‌های پیرویی در حفر تونل
- ۳۰ ۳-۷- روش‌های ساخت تونل
- ۳۱ ۳-۷-۱- روش ترانشه باز
- ۳۱ ۳-۷-۲- روش اتریشی
- ۳۲ ۳-۷-۳- روش ماشین حفار
- ۳۲ ۳-۸- انواع روش‌های حفر تونل
- ۳۳ ۳-۸-۱- حفر تونل به روش سستی یا آتشیاری
- ۳۴ ۳-۸-۱-۱- حفر تونل به روش موازی
- ۳۷ ۳-۸-۱-۲- حفر تونل به روش غیر موازی (زاویه‌ای)
- ۳۹ ۳-۸-۲- حفر تونل به کمک ماشین‌های تمام مقطع

- ۴۰..... ۳-۸-۳- حفر تونل به کمک سپرها
- ۴۱..... ۳-۸-۳-۱- انواع سپر
- ۴۲..... ۳-۸-۴- حفر تونل به وسیله ماشین های بازویی
- ۴۲..... ۳-۸-۴-۱- شیوه حفاری به وسیله ماشین بازویی
- ۴۳..... ۳-۸-۴-۲- مزایا و معایب دستگاه های بازویی
- ۴۵..... ۳-۸-۵- احداث تونل به روش پل و پوش
- ۴۵..... ۳-۸-۵-۱- روش های اجرا
- ۴۷..... ۳-۹- منطقه خردشده ناشی از حفاری TBM
- ۴۹..... ۳-۱۰- عملیات ویژه برای مکانیزه کردن حفاری تونل ها
- ۵۰..... ۳-۱۱- موانع و محدودیت های اجرایی
- ۵۳..... ۴- روش های نگهداری تونل
- ۵۳..... ۴-۱- روش های نگهداری تونل
- ۵۵..... ۴-۱-۱- نگهداری در سنگ
- ۵۶..... ۴-۱-۲- راکبالت میل مهار
- ۵۸..... ۴-۱-۲-۱- راکبالت های گیردار شده به صورت مکانیکی

۶۰..... ۲-۲-۱-۴- راکبالت های گیردار شده با رزین

۶۱..... ۳-۲-۱-۴- میل مهارهای تزریق شده

۶۳..... ۴-۲-۱-۴- میل مهارهای اصطکاکی یا مجموعه شکافدار

۶۶..... ۵-۲-۱-۴- میل مهارهای از نوع Swellex

۶۸..... ۳-۱-۴- حائل های چدنی

۶۸..... ۱-۳-۱-۴- چدن خاکستری

۶۹..... ۲-۳-۱-۴- چدن نودولار

۷۰..... ۴-۱-۴- حائل های فولادی

۷۱..... ۵-۱-۴- تیر مشبک

۷۲..... ۶-۱-۴- روش های تلفیقی

۷۲..... ۷-۱-۴- نگهداری در خاک

۷۳..... ۸-۱-۴- شاتکریت

۷۴..... ۱-۸-۱-۴- انواع بتن مورد استفاده در نگهداری تونل ها

۷۶..... ۲-۸-۱-۴- رعایت نکات مهم در مورد بتن ریزی

۷۷..... ۳-۸-۱-۴- مشخصات فنی شاتکریت

۷۸.....۴-۸-۱-۴ آماده‌سازی سطح و پاشیدن شاتکریت.....

۸۱.....۵-۸-۱-۴ محاسبه ضخامت مناسب بتن جهت بتن پاشی شاتکریت در تونل.....

۸۲.....۶-۸-۱-۴ شاتکریت مسلح شده با الیاف.....

۸۷..... فصل ۵: حمل و نقل.....

۸۷..... ۱-۵- حمل و نقل مواد حفاری.....

۸۸..... ۲-۵- انواع ماشین‌های حمل و نقل.....

۸۸..... ۱-۲-۵ خطوط راه‌آهن (Rail way).....

۸۹..... ۲-۲-۵ تسمه‌نقاله‌ها:.....

۹۰..... ۳-۲-۵ کامیون‌ها و تریلرها:.....

۹۱..... ۱-۳-۲-۵ انواع کامیون‌ها:.....

۹۴..... فصل ۶: ماشین حفاری T.B.M.....

۹۴..... ۱-۶- معرفی دستگاه TBM.....

۹۸..... ۲-۶- تقسیم‌بندی ماشین‌های Tunnel Boring Machine (TBM):.....

۹۹..... ۱-۲-۶ ماشین‌های حفر تونل از نوع باز.....

۱۰۱ ۲-۲-۶- ماشین‌های حفر تونل تک سپره

۱۰۵ ۳-۲-۶- ماشین‌های حفر تونل با سپر تلسکوپی (دو سپری)

۱۰۷ ۳-۶- قسمت‌های اصلی ماشین‌های TBM

۱۰۸ ۱-۳-۶- ابزار برش

۱۱۲ ۴-۶- عملکرد TBM

۱۱۷ ۵-۶- تخمین کارایی TBM با استفاده از Q TBM

۱۱۹ ۶-۶- انتخاب نوع TBM و طراحی آن

۱۲۰ ۱-۶-۶- وضعیت زمین‌شناسی و ژئوماتیک میر تونل

۱۲۰ ۲-۶-۶- هندسه تونل

۱۲۱ ۳-۶-۶- زمان پروژه

۱۲۲ ۷-۶- نحوه تخلیه مواد حفرشده توسط ماشین

۱۲۳ فصل ۷: تهویه تونل

۱۲۳ ۱-۷- تهویه تونل‌ها

۱۲۸ ۱-۱-۷- مراحل انتخاب سیستم تهویه

۱۲۸	۲-۱-۷- محاسبه مقدار هوای لازم.....
۱۲۹	۳-۱-۷- انتخاب لوله تهویه.....
۱۳۰	۴-۱-۷- محاسبه نشست هوا.....
۱۳۱	۵-۱-۷- محاسبه افت در لوله‌های تهویه.....
۱۳۲	۶-۱-۷- انتخاب پادبزن.....
۱۳۲	۷-۱-۷- محاسبه توان فن.....
۱۳۳	۸-۱-۷- لوله‌های تهویه.....
۱۳۶	۹-۱-۷- نصب لوله‌های تهویه.....
۱۳۶	۱۰-۱-۷- فن‌ها.....
۱۳۹	۱۱-۱-۷- استفاده از چندین فن.....
۱۴۱	فهرست منابع.....