



دانشگاه مهندسی - گروه مهندسی عمران



اصول مهندسی تونل

فصل دوم: مخاطرات زمین شناسی

علی میرزایی

مقدمه

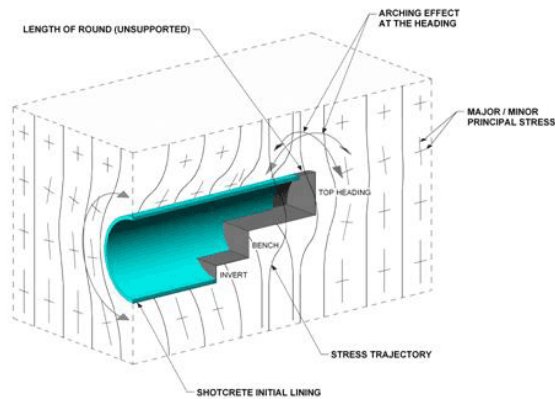
- برنامه ریزی و مطالعات وضعیت زمین منطقه در پروژه های تونل سازی بسیار حایز اهمیت می باشد.
- علی رغم ریسک پذیر بودن مطالعات ژئوتکنیکی، دقت این گونه مطالعات برای پروژه های تونل سازی دارای کیفیت مطلوبی می باشد.



- هر پروژه تونل سازی دارای شرایط ویژه خود بوده و بیشتر دستور العمل های انجام مطالعات زمین شناسی و ژئوتکنیکی برای پروژه های تونل به صورت یک راهنمای کلی ارائه شده اند.

مقدمه

- در این فصل به بررسی مخاطرات مهم ژئوتکنیکی مرتبط با پروژه های تونل سازی و روش های بررسی و تحقیق در مورد آن ها پرداخته شده است.
- مطالب ارائه شده در این فصل به صورت پیشنهادی و بر مبنای تجربه واقع شده اند.



- اولین قدم در مطالعات زمین شناسی یک تونل، مطالعه وضعیت سنگ / خاک منطقه حفر تونل می باشد.

- خاک اطراف تونل قبل و بعد از حفر تونل در ظرفیت باربری تونل دارای ویژه ای می باشد.

۲/۱۵

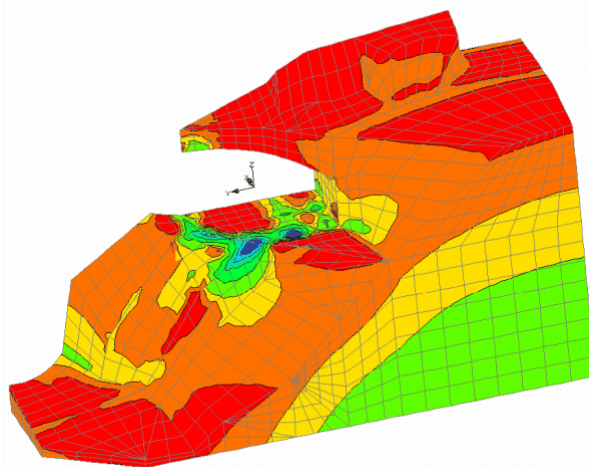
علی میرزایی

فصل دوم: مخاطرات زمین شناسی

اصول مهندسی تونل

مقدمه

- درک صحیح وضعیت ژئوتکنیکی یک منطقه، مشخص کننده روش های ساخت و انعطاف پذیری آن ها و نیز هزینه ساخت یک تونل می باشد.



- در بیشتر تونل ها سهم عمده ای از بار وارده در تمامی مراحل ساخت و بهره برداری از تونل توسط مصالح خاکی/سنگی اطراف تونل تحمل می گردد.

۳/۱۵

علی میرزایی

فصل دوم: مخاطرات زمین شناسی

اصول مهندسی تونل

مقدمه

- شناخت ویژگی های مهندسی مواد پیرامون تونل، دارای اهمیت بیشتری نسبت به سایر مصالح مورد استفاده در لاینینگ تونل همچون بتن و یا فولاد می باشد.



- در تونل هایی که مرحله مطالعات ژئوتکنیکی با دقت و تامل بیشتری انجام گرفته، هزینه های ناگهانی و مشکلات اجرایی پروژه به میزان قابل توجهی کاهش می یابد.

۴/۱۵

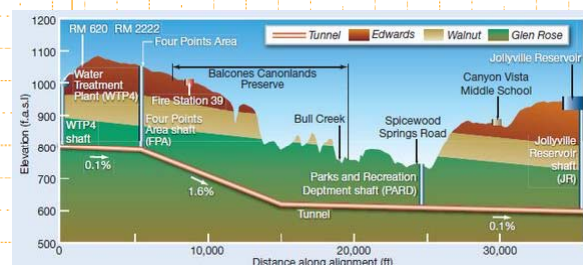
علی میرزایی

فصل دوم: مخاطرات زمین شناسی

اصول مهندسی تونل

اصول مطالعات ژئوتکنیکی در محل

- داشتن اطلاعات ژئوتکنیکی در بدو تصمیم گیری ساخت یک تونل نیز می تواند در انتخاب بسیاری از پارامترها همچون انتخاب مسیر تونل، ... بسیار موثر می باشد.
- معمولاً در ابتدای شروع و تصمیم به ساخت یک تونل مطالعات ژئوتکنیکی مرتبط با محل تونل انجام و یا گردآوری می شود.



- در بسیاری از پروژه های تونل سازی، بعد از اتمام مطالعات ژئوتکنیکی، مسیر تعیین شده تونل تغییر داده می شود.

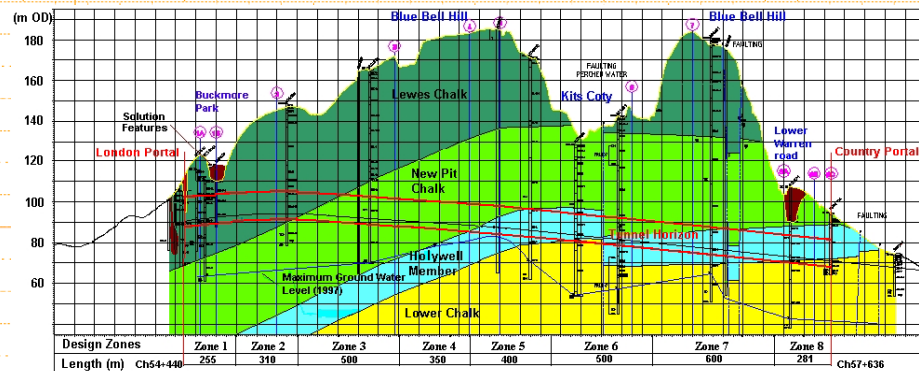
۵/۱۵

علی میرزایی

فصل دوم: مخاطرات زمین شناسی

اصول مهندسی تونل

اصول مطالعات ژئوتکنیکی در محل



- زمین به عنوان یک ماده طبیعی و غیر همگن و غیر ایزوتروپیک، دارای ساختاری پیچیده و مطالعه رفتار مهندسی آن در حجم انبوه (برای یک تونل) امری نسبتاً دشوار و مخاطره آمیز می باشد.

۶/۱۵

علی میرزایی

فصل دوم: مخاطرات زمین شناسی

اصول مهندسی تونل

مخاطرات مهم ژئوتکنیکی مرتبط با تونل سازی

- به طور کلی پروژه های مرتبط با فضاهای زیرزمینی دارای ریسک پذیری بالایی هستند.
- هزینه و انعطاف پذیری پروژه با زمین شناسی منطقه مرتبط می باشد.
- مطالعات ژئوتکنیکی تونل ها بایستی با دقت بیشتری نسبت به مطالعات ژئوتکنیکی برای سازه های متداول انجام پذیرد.
- وضعیت هیدرولوژی و زمین شناسی بومی آن منطقه بایستی مطالعه گردد.
- تشخیص تراز آب زیرزمینی معمولاً دشوار بوده، ولی بایستی در طول خط پروژه مشخص گردد.

۷/۱۵

علی میرزایی

فصل دوم: مخاطرات زمین شناسی

اصول مهندسی تونل

مخاطرات مهم ژئوتکنیکی مرتبط با تونل سازی

- بازه تغییرات نفوذپذیری مصالح مرتبط با پروژه بسیار وسیع می باشد (10^9 برابر)
 - حفاری های انجام شده در حجیم ترین مطالعات ژئوتکنیکی نیز کمتر از ۰/۰۰۰۵ درصد حجم کل حفاری در پروژه خواهد بود.
 - مشخصات مصالح مورد مطالع با گذشت زمان، فصل و نوع بارگذاری می تواند تغییر نماید.
 - رفتار واقعی زمین (همچون جریان آب های زیر زمینی، نشست ها، و ...) نیز بایستی در طول دوران بهره برداری بررسی شده و با مقادیر پیش بینی شده مقایسه گردد.
- مطالعات ژئوتکنیکی پروژه همراه با برنامه ریزی اولیه پروژه تونل سازی آغاز می گردد.**

۸/۱۵

علی میرزایی

فصل دوم: مخاطرات زمین شناسی

اصول مهندسی تونل

حجم مطالعات ژئوتکنیکی

- مطالعات ژئوتکنیکی انجام شده برای تهیه گزارش ژئوتکنیکی پایه استفاده شده و جز اسناد اصلی برای تنظیم و انعقاد قرارداد ساخت تونل می باشد.
- به واسطه ناهمگنی زمین منطقه، قراردادهای ساخت تونل سازی انعطاف پذیر بوده و دارای یک مبلغ معین نمی باشند.
- یکی از مسله های اصلی در مطالعات ژئوتکنیکی، مشخص کردن میزان و حجم مطالعات ژئوتکنیکی می باشد.
- معمولا مطالعات ژئوتکنیکی را به صورت فاز بندی و با مطالعات کلی آغاز نموده و با توجه به نیاز های طراحی مطالعات جزئی را انجام می دهند.
- با توجه به میزان همگنی زمین، ارزش اقتصادی تونل و بودجه می توان نوع و حجم مطالعات ژئوتکنیکی را تخمین زد.

۹/۱۵

علی میرزایی

فصل دوم: مخاطرات زمین شناسی

اصول مهندسی تونل

حجم مطالعات ژئوتکنیکی

- بر خلاف مطالعات ژئوتکنیکی متداول، هیچ ضابطه و استاندارد خاصی برای تعیین عمق، تعداد و موقعیت گمانه ها در مطالعات ژئوتکنیکی مربوط به تونل سازی وجود ندارد.
- معمولاً بین ۵/۰ تا ۳ درصد هزینه های کل اجرایی یک تونل بایستی برای مطالعات ژئوتکنیکی آن اختصاص یابد.
- شرایط خاصی همچون واقع شدن تونل در مناطق شهری و یا مناطق آلوده می تواند بر روی حجم مطالعات ژئوتکنیکی موثر واقع گردد.
- در سال ۱۹۸۴، مطالعات گسترده ای در آمریکا بر روی شدت و میزان مطالعات اولیه ژئوتکنیکی انجام پذیرفت.
- نتایج مطالعات مذکور بیانگر این امر بوده که افزایش دقت مطالعات ژئوتکنیکی می تواند باعث کاهش رخدادهای وضعیت های غیر قابل پیش بینی شده در پروژه گردد که در حدود ۱۲ درصد بر روی هزینه کل پروژه موثر می باشد.

۱۰/۱۵

علی میرزایی

فصل دوم: مخاطرات زمین شناسی

اصول مهندسی تونل

حجم مطالعات ژئوتکنیکی

پیشنهاد های کمیته ملی تونل سازی آمریکا (USNC/TT) برای مطالعات ژئوتکنیکی:

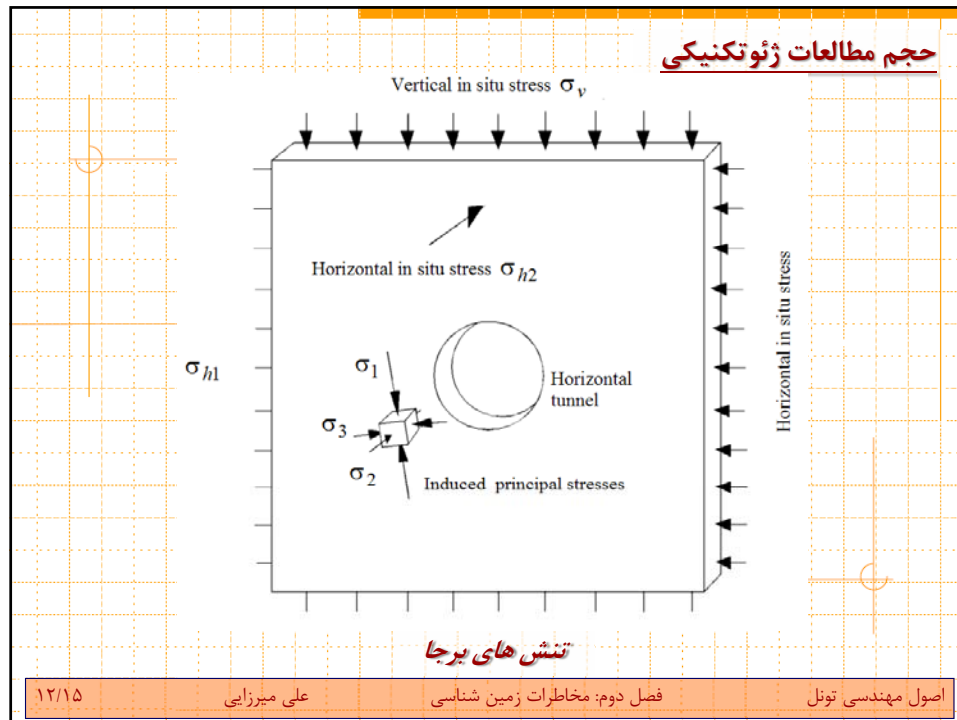
- معمولاً اختصاص ۳ درصد از کل هزینه احداث تونل برای مطالعات ژئوتکنیکی مطلوب می باشد.
- عمده مطالعات ژئوتکنیکی بایستی در راستای تکمیل ۳ گروه اطلاعات ذیل واقع گردند:
 - (۱) تنش های برجا
 - (۲) تراز آب زیرزمینی
 - (۳) زمان پایداری
- مطالعات ژئوتکنیکی جزو اسناد قرارداد پیمانکار گنجانده شود.
- بازدید های کافی برای شرح وضعیت ژئوتکنیکی منطقه برای پیمانکاران متقاضی شرکت در مناقصه گذاشته شود.

۱۱/۱۵

علی میرزایی

فصل دوم: مخاطرات زمین شناسی

اصول مهندسی تونل



حجم مطالعات ژئوتکنیکی

حجم مطالعات متداول ژئوتکنیکی برای تونل سازی:

- به طور کلی هیچ گونه استاندارد و یا دستور العمل قاطعی برای مشخص نمودن حجم مطالعات ژئوتکنیکی وجود نداشته و معمولاً با توجه به ارزش پروژه و میزان بودجه آن این امر انجام می شود.
- اولین گام، تعیین درجه اهمیت و پیچیدگی پروژه می باشد.
- صرف نظر از اهمیت پروژه، رعایت مطالب ذیل در طراحی و تنظیم مطالعات ژئوتکنیکی توصیه می گردد.
- آزمایش های ژئوتکنیکی با توجه به پارامترهای مورد نیاز پروژه تنظیم گردند.
- استفاده از زمین شناسان و مهندسين متعدد ژئوتکنیک مجرب

۱۳/۱۵	علی میرزایی	فصل دوم: مخاطرات زمین شناسی
		اصول مهندسی تونل

اصول مطالعات ژئوتکنیکی در محل

- انجام مطالعات ژئوتکنیکی در دو مرحله
- مرحله اول: منجر به انتخاب مسیر نهایی تونل و پیش بینی روش حفاری، جنس لاینینگ تونل و هزینه های ساخت گردد.
- مرحله دوم: بدست آوردن اطلاعات تکمیلی برای تهیه طرح نهایی پروژه، برآورد هزینه ساخت
- برای پروژه های تونل سازی با اهمیت بیشتر و خاص، رعایت موارد ذیل توصیه می گردد:
(تونل های با قطر دهانه حفاری بیش از ۴ متر و یا طول بیش از ۳۰۰ متر)
- فاز بندی مطالعات ژئوتکنیکی تا رفع تمامی شبهات مطرح در طرح
- جمع آوری اطلاعات ژئوتکنیکی به نحوی که بتوان پاسخ زمین را نسبت به روش حفاری انتخاب شده کاملاً مشخص نمود.

۱۴/۱۵

علی میرزایی

فصل دوم: مخاطرات زمین شناسی

اصول مهندسی تونل

اصول مطالعات ژئوتکنیکی در محل

- برای پروژه های تونل سازی با اهمیت بیشتر و خاص، رعایت موارد ذیل توصیه می گردد:
(تونل های با قطر دهانه حفاری بیش از ۴ متر و یا طول بیش از ۳۰۰ متر)
- استفاده از تکنیک های غیر متداول همچون آزمایش های ژئوفیزیکی، حفر شفت ها، تونل های آزمایشی، گالری های دسترسی، آزمایش های پمپاژ و ... به گونه ای که منجر به رفع بیشتر شبهات مطرح در پروژه گردد.

۱۵/۱۵

علی میرزایی

فصل دوم: مخاطرات زمین شناسی

اصول مهندسی تونل

