

بسمه تعالی



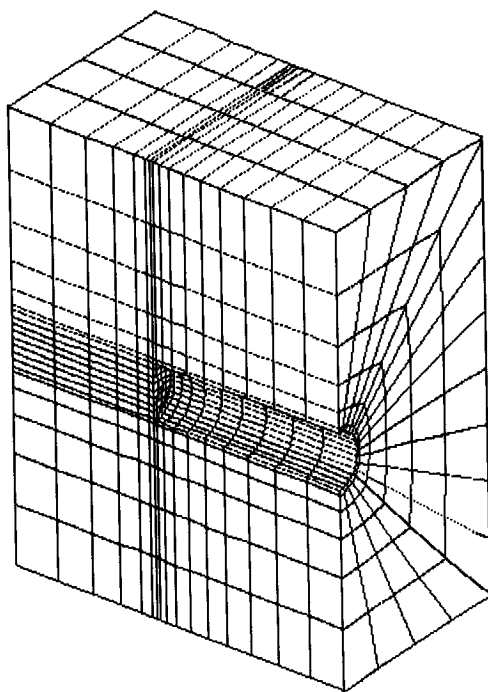
دانشکده فنی



دانشگاه تهران

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته عمران گرایش خاک و پی

تأثیر روش اجرا
در طراحی پوشش اولیه و نهایی تونلها



دکتر شهرام وهدانی

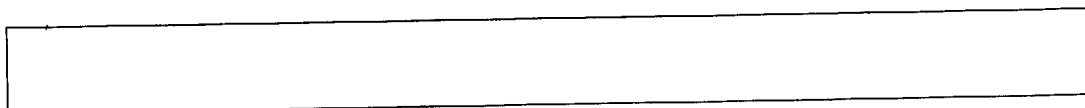
استاد راهنما:

دکتر اورنگ فرزانه

استاد مشاور:

بهراد زند

نگارنده:





تقدیم به:

دکتر محمود حسابی

بنیان گذار دانشکده فنی

و

پدر و مادرم

با تقدیر و تشکر از

اساتید گرامی دکتر وهدانی، دکتر فرزانه و دکتر میرقاسمی که از راهنمایی های ایشان در تدوین این پایان نامه استفاده شده است، آقای مهندس مشیرفر مدیریت محترم دفتر فنی شرکت پرلیت ، آقای مهندس پیمان پگاهی که در تهیه این پایان نامه به من یاری رسانده اند و آقای بابالو که زحمت تایپ این پایان نامه به عهده ایشان بوده است.

چکیده

مراحل اجرایی تونلهایی که در یک مرحله حفاری می شوند شامل حفاری طول کوتاه، اجرای پوشش اولیه، ادامه حفاری و اجرای پوشش نهایی است. اگر حفاری و پوشش در چند مرحله صورت بگیرد رفتار تونل نسبتاً پیچیده خواهد بود و تحلیل که بتواند تمامی مراحل اجرایی را در نظر بگیرد تحلیلی سه بعدی، غیر خطی، چند مرحله ای و تابع زمان خواهد بود که ممکن است با ابزار فعلی ناممکن یا غیر اقتصادی باشد. بدیهی است که سازه سازی چنین تحلیلهایی باید با توجه به ملاحظات نظری صورت گیرد. برای استفاده از هر روش لازم است میزان فضای هر روش در شرایط مختلف قابل پیش بینی باشد تا بتوان حدود اعتبار هر روش را درست آورد. در این مطالعه نتایج حاصل از روشهای تقریبی با روشهای دقیق عددی مقایسه شده اند و بر این اساس حدود اعتبار هر روش درست آمده است و به کمک نتایج آن راهکارهایی برای طراحی پوشش تونلها ارائه شده است. به علاوه یک تحلیل موردی نیز انجام گرفته است تا نحوه بکارگیری نتایج این پایان نامه ارائه گردد.

Abstract

Construction process of tunnels, which are excavated in one stage includes: excavations of a short length, performing the primary support and final support while the excavation is progressing. Behavior of multi stage excavated tunnels is even more complicated. An accurate analyses of such process must consider several phenomena such as: three dimensional behavior of the analyses, nonlinearity of the constitutive laws, effects of multi stage construction process and time dependency of material behavior. Such an analyses may be uneconomical even if it is possible. Usually, several assumptions are made to simplify the analyses and as a result different methods are suggested. At the same time a unique process of analyses has not been introduced. The main purpose of this study is to evaluate the individual effects of each simplified assumption and its limit of validity. At the same time it is tried to established a methodology do lead the designer for choosing the suitable assumption in different cases. A sample case study is performed according to the methodology discussed.

مقدمه

به منظور دستیابی به توسعه و استقلال اقتصادی در دنیای صنعتی امروز احداث تونل و بناهای زیرزمینی اجتناب ناپذیر است. در بسیاری از موارد مانند خطوط حمل و نقل زیرزمینی، کانالهای انتقال آب و گاز، نیروگاه‌ها، مخازن، انبار مهمات و غیره ملاحظات اقتصادی یا امنیتی احداث تونلها و بناهای زیرزمینی را ایجاب میکند. بدیهی است که بدون توجه به اصول علمی مبتنی بر ملاحظات ایمنی، اقتصادی، فنی و محیط زیستی این کار نتیجه مطلوبی به بار نخواهد آورد. بنابراین انجام مطالعات و تحقیقات علمی در این زمینه اجتناب ناپذیر است.

هدف از انجام این پایان نامه مطالعه و بررسی روشهای مختلف طراحی پوشش تونل، تأثیر روش اجرا و نیز بررسی دقت روشهای تقریبی تحلیل تونل میباشد. بنابر این نتیجه این تحقیق آرایه راهکارهای عملی و تا حد امکان ساده جهت طراحی پوشش تونل است. تأثیر واقعی روش اجرا بر طراحی پوشش اولیه و نهایی تونل زمانی ملموس می‌گردد که به توزیع میدان تنش در توده پس از هر یک از عملیات اجرا توجه گردد. مراحل اجرای تونل‌هایی که در یک مقطع حفاری می‌گردند شامل حفاری طول کوتاه، اجرای پوشش اولیه، ادامه حفاری و اجرای پوشش نهایی با فاصله از پوشش اولیه می‌باشد. تحلیل مراحل اجرا و تخمین توزیع تنشها در تونلهایی که در چند مقطع حفاری می‌گردند بسیار پیچیده‌تر است. با اندکی دقت می‌توان دریافت که فرضیات روشهای قدیمی که در آنها پوشش دایم بصورت یک سازه تحت بار در تماس با توده در نظر گرفته می‌شود تا چه میزان به دور از واقعیت هستند. در مقابل تحلیلی که در آن کلیه مراحل حفاری بصورت واقعی در نظر گرفته شود، تحلیلی سه بعدی، غیر خطی (رفتار ماده)، مرحله‌ای و تابع زمان خواهد بود که با ابزار فعلی و ملاحظات اقتصادی مقدور نمی‌باشد. بدیهی است که ساده سازی رفتار واقعی باید با ملاحظات نظری صورت گیرد. این ساده سازیها را می‌توان به کلیات زیر تقسیم نمود:

۱- استفاده از تحلیل کرنش مسطح با در نظر گرفتن اثرات سه بعدی.

۲- شکل هندسی واقعی مقطع در مقایسه با مقطع تئوری.

۳- ساده سازی رفتار تابع زمان توده.

۴- استفاده از قوانین رفتاری ساده مانند کشسان خمیری کامل.

هر روش ساده شده بنا به فرضیاتش دارای مقداری خطا است که مقدار این خطا باید قابل پیش بینی باشد تا بر اساس آن حدود اعتبار روش مشخص گردد. بنابراین روند بررسی فعلی شامل این مراحل خواهد بود:

۱- شناخت رفتار واقعی تونل و فلسفه طراحی در روشهای نوین تونلسازی.

۲- بحث و بررسی در مورد روشهای قابل استفاد، در طراحی پوشش تونلها مانند روشهای همگرایی - همجواری، روش المان برداری و روش تحلیل قطعات.

۳- بررسی حساسیت مسئله نسبت به شاخصهای رفتاری محیط.

۴- تعیین حدود خطا در روشهای تقریبی.

۵- بررسی چگونگی تبدیل مسئله از حالت سه بعدی به حالت دو بعدی کرنش مسطح.

۶- نتیجه گیری و ارائه راهکار برای طراحی پوشش.

علاوه بر موارد فوق در این پایان نامه یک بررسی موردی نیز انجام گرفته است و نتایج آن با مقادیر اندازه گیری شده تطبیق داده شده است.

در این تحقیق از نرم افزارهای FLAC، PHASES و SAP90 استفاده شده است. بخش عمده ای از تحلیلها توسط نرم افزار PHASES انجام گرفته است زیرا مدلسازی به کمک این نرم افزار به سادگی انجام می شود و زمان لازم برای انجام تحلیل نسبتاً کوتاه است. برای انجام تحلیلها در حالت تقارن محوری و تحلیلهای چند مرحله ای (بیش از دو مرحله) در فصلهای چهارم و آخر این پایان نامه از نرم افزار FLAC استفاده شده است زیرا نرم افزار PHASES قابلیت انجام چنین تحلیلهایی را ندارد. از نرم افزار SAP90 برای انجام تحلیلهای سه بعدی کشسان خمیری فصل چهارم و نیز تعیین نیروی محوری پوشش به کمک اعمال جابجاییهای بدست آمده از نرم افزار PHASES استفاده شده است.

فهرست مطالب

صفحه

فصل اول : مفاهیم اولیه در رفتار تونلها و بناهای زیرزمینی و فلسفه روشهای نوین اجرای تونل

۱ - ۱ . مقدمه	۱
۲ - ۱ . روشهای قدیمی	۲
۳ - ۱ . رفتار تونلها	۴
۴ - ۱ . روشهای نوین تونلسازی اتریشی (N.A.T.M)	۸
۵ - ۱ . بکارگیری روش اتریشی در زمینهای سست و مناطق شهری	۱۴

فصل دوم : بررسی روشهای طراحی پوشش در بناهای زیرزمینی

۱ - ۲ . مقدمه	۲۲
۲ - ۲ . روشهای تجربی	۲۳
۳ - ۲ . روش همگرایی - همجواری	۳۶
۴ - ۲ . روش تحلیل قطعات	۴۴
۵ - ۲ . روشهای عددی	۴۶
پیوست اول	۴۹

فصل سوم : بررسی روشهای تقریبی و عوامل مؤثر در رفتار تونلها

۱ - ۳ . مقدمه	۵۱
۲ - ۳ . عوامل مؤثر در نیروی وارد بر پوشش تونل	۵۲
۳ - ۳ . مقایسه نتایج بدست آمده از رابطه پانه و برنامه PHASES	۶۱
۴ - ۳ . بررسی : خطاهای ناشی از تخمین ناحیه خمیری به کمک تحلیل خطی	۶۴
۵ - ۳ . بررسی رفتار تونلها در محیطی با تنشهای درجای ناهمگن - مقاطع دایره‌ای	۶۶
۶ - ۳ . بررسی رفتار تونلها در محیطی با تنشهای درجای ناهمگن - مقاطع غیردایره‌ای	۷۸

۳-۷. آرایه یک روش تقریبی برای تحلیل تونلها ۸۱

فصل چهارم: در نظر گرفتن اثرات سه بعدی در تحلیل تونلها

۴-۱. مقدمه ۹۲

۴-۲. تغییر شکل در مجاورت سینه کار در محیط کشسان خطی و در حالت تقارن محوری ۹۴

۴-۳. تغییر شکلها در محیط کشسان خطی با تنشهای درجای همگن در مجاورت سینه کار ۹۶

۴-۴. تغییر شکلها در مجاورت سینه کار در محیط کشسان خطی با تنشهای درجای ناهمگن ۱۰۱

۴-۵. تغییر شکل مقطع دایره در محیط کشسان خمیری کامل در حالت تقارن محوری ۱۰۳

فصل پنجم: راهکارهای عملی طراحی تونل (الگوریتمهای طراحی)

۵-۱. مقدمه ۱۰۷

۵-۲. بکارگیری روشهای ساده شده و حدود کاربرد ۱۰۷

۵-۳. استفاده از روش همگرایی - همجواری ۱۰۹

۵-۴. تحلیلهای رایانه‌ای ۱۱۲

۵-۵. مقایسه نتایج حاصل از روش همگرایی - همجواری و تحلیل کامپیوتری در مقاطع نعل اسبی و

نیم دایره‌ای ۱۱۶

فصل ششم: بررسی موردی یک تونل دو قلو در تهران

۶-۱. مقدمه ۱۲۷

۶-۲. شکل هندسی تونل و روش اجرا ۱۲۹

۶-۳. مدل‌های تحلیلی ۱۳۰

۶-۴. تحلیل حساسیت ۱۳۳

۶-۵. نتایج تحلیلها ۱۳۷

۶-۶. نتیجه‌گیری و پیشنهادات ۱۳۹