



تأثیر جنس خاک بر پایداری دینامیکی تونل

جلال منتظری فشتالی^{۱*}، مهندس حسین منتظری فشتالی^۲

۱= مدرس آموزشکده فنی و حرفه ای سما، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد لاهیجان، سیاهکل، ایران

jalal.montezeri@gmail.com

۲- مدیرعامل شرکت نقشه پرداز پارس گیل

چکیده:

احداث راههای ارتباطی مثل اتوبان و راه آهن، در کشورهای کوهستانی همواره با مشکلات فراوانی همراه بوده است. برای عبور از رشته کوههای بلند و طویل البرز و زاگرس در کشور ایران، در بسیاری از مواقع تنها راه چاره، حفر تونل می باشد. حال آنکه تونل سازه ای بسیار حساس می باشد. چونکه نیروی وزن عظیمی در بالای سازه و جوانب آنرا تهدید می کند. عموماً تأثیر مخرب نیروهای استاتیکی نسبت به نیروهای دینامیکی بسیار کمتر است. در این تحقیق با نرم افزار المان محدود flac تحلیل پایداری دینامیکی یک تونل صورت گرفته است. سپس با توجه به مصالح تونل، کرنش های مرتبط با مصالح با هم مقایسه می گردند و بهترین حالت یعنی کمترین کرنش ناشی از نیروی لرزشی بدست می آید.

کلمات کلیدی:

تونل، المان محدود، Flac، پایداری دینامیکی

مقدمه:

در سالهای اخیر، بعلت تعدد سازه های زیر زمینی و خسارات ناشی از زلزله ها، خسارات لرزه ای سازه های زیرزمینی چشمگیر بوده است. به همین خاطر تحلیل و طراحی لرزه ای سازه های زیرزمینی مورد توجه بیشتر محققان زمین شناس، مهندسی معدن و ژئوتکنیک قرار گرفته است. راه حل های تحلیلی زیادی برای تحلیل دینامیکی تونل ارائه شده است و ابهامات زیادی در این راه حلها وجود دارد. با این وجود تأثیر پارامترهای مختلف بر روی کلیه نتایج تحلیل دینامیکی قابل بررسی است. از جمله تأثیر پارامترهای مختلف بر نتایج نیروی محوری و برشی و ممان خمشی در راه حل های تحلیلی مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. یکی از متدهای بررسی پایداری ناشی از زلزله و یا هر عامل دینامیکی دیگر، مش بندی سازه با نرم افزار های المان محدود و اعمال بار فرضی بر آن و بررسی و تحلیل سریع با نرم افزار می باشد. نرم افزار فلاک دارای قابلیت خوبی در تحلیل دینامیکی تونل می باشد. در اینجا جهت بررسی تحلیل دینامیکی تونل، یک تونل با حفاری اتریشی زیر سطح آب در نظر گرفته شده است.

مشخصات هندسی و ژئوتکنیکی تونل:

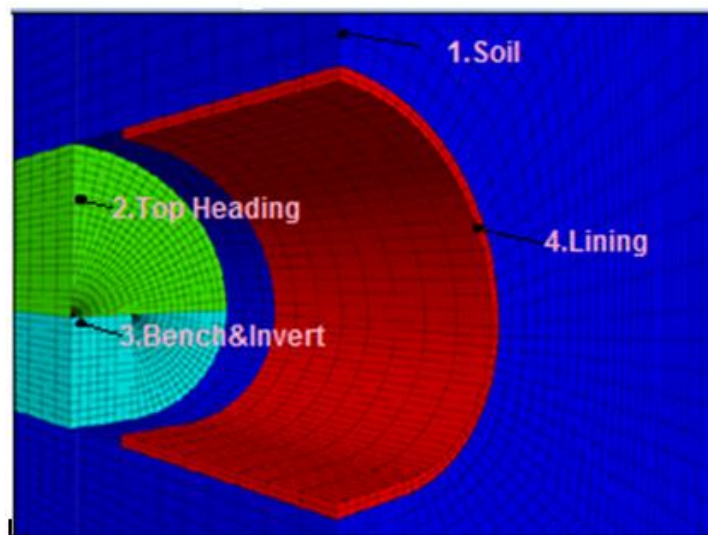
مشخصات مصالح، به شرح زیر می باشد. (جدول شماره ۱)

معیار الاستوپلاستیک موهر کولمب مدل شده است.

| نوع مصالح | مدول بالک (مگا پاسکال) | مدول برشی (مگا پاسکال) | دانسیته (گیلوگرم بر مترمربع) | زاویه اصطکاک (درجه) |
|-----------|------------------------|------------------------|------------------------------|---------------------|
| خاک ۱ | ۸/۲۶ | ۵/۶۰ | ۱۹۵۰ | ۱۵ |
| خاک ۲ | ۱۵/۶۲ | ۱۰/۷۰ | ۱۹۰۰ | ۲۵ |
| خاک ۳ | ۲۰/۶۶ | ۱۵/۹۰ | ۲۱۰۰ | ۳۶ |
| لاینینگ | ۱۳۱۱۰ | ۹۸۳۰ | ۲۵۰۰ | ۰ |

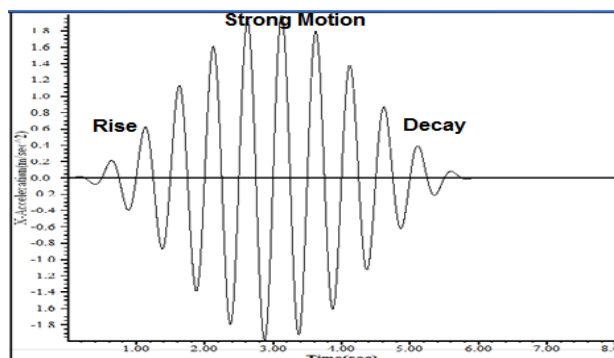
شماتیک هندسی تونل بصورت زیر نشان داده می شود. (شکل ۱)

تونل مفروض باید از سه جهت X و Y و Z ، مورد آنالیز قرار می گیرد. در جهت Y ، ۲۰ متر ، در جهت X ، ۶۰ متر و در جهت Z ، ۵۰ متر جهت تحلیل ، مدل شده است.



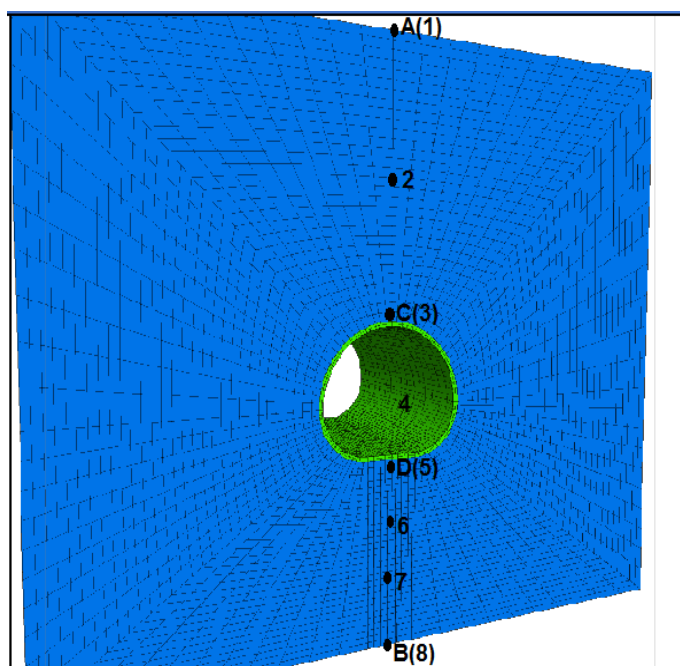
شکل ۱- نیمرخ تونل مورد مطالعه

بار لرزه ای را با استفاده از یک موج شتاب ترکیبی برای شبیه سازی در محاسبات مدل مذکور وارد می کنیم. مقدار آن ۰٫۲ ماکزسمم شتاب ، با فرکانس ۲ هرتز ، زمان بارگذاری ۶ ثانیه و میرایی ۵ درصد می باشد. (شکل ۲).



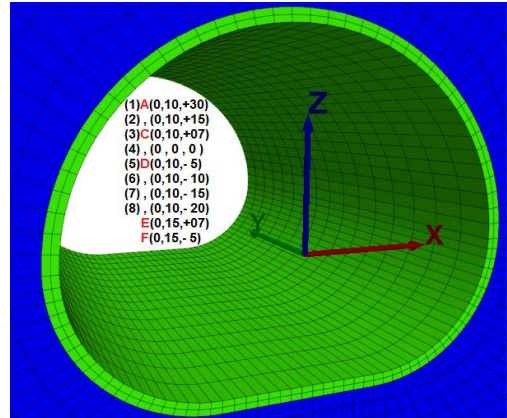
شکل ۲

در تصویر زیر (شکل ۳)، نقاط مورد بررسی در بازه زمانی ارتعاش دینامیکی نشان داده شده است.



شکل ۳- مدل تونل و نقاط منتخب

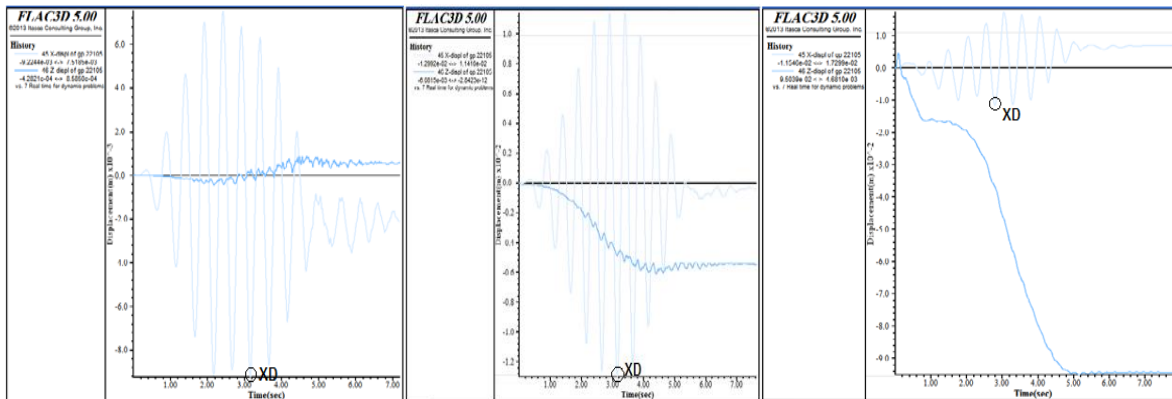
کرنش های بدست آمده در تصویر شماره ۴ نشان داده می شود.



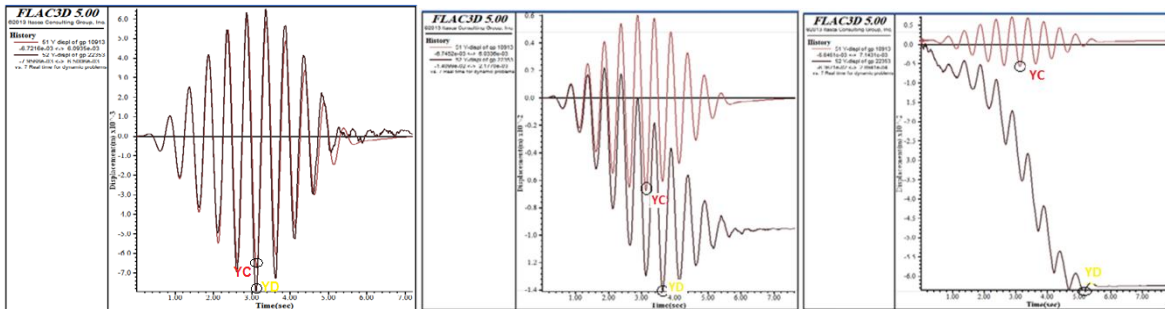
شکل ۴- کرنش های طولی و ارتفاعی و عرضی

با توجه به تصویر فوق ، مشاهده می شود که در راستای طول و ارتفاع دچار کرنش شده است ولی در راستای عرض کرنش قابل توجهی رخ نداده است. y

جابجایی عرضی بصورت زیر نشان داده شده است.



شکل ۵

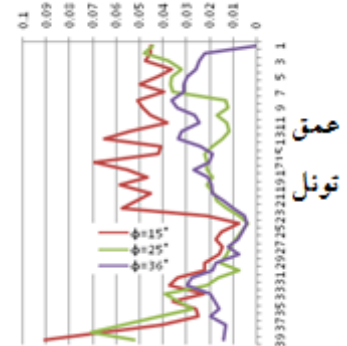


پاسخ جابجایی در راستای محور عرضی در سه نوع خاک - شکل ۶

نتایج:

جابجایی ها در دو جهت طولی و عرضی در نوع خاک سوم اتفاق می افتد. بنابراین خاک با زاویه اصطکاک داخلی برابر با ۳۶ درجه بهترین عملکرد را در میان دیگر خاکهای ذکر شده در برابر تحریک زلزله دارد.

نسبت ماکزیمم کرنش برشی



شکل ۷- پاسخ کرنش برشی در محور تونل (نقاط A و B) به ترتیب، در سه نوع خاک



مراجع:

1. PROJECT REPORT, Use Of NATM(New Austrian Tunneling Method),Rakesh Sabharwal,Dy/Doub/Jammu, Course NO 823.
2. Merritt, J. L., Monsees, J. E., Hendron, A. J., 1985. Seismic design of underground structures: Proc of the 1985 Rapid Excavation and Tunneling Conference, New York. International Journal of Rock Mechanics and Mining Science & Geomechanics Abstracts, Volume 23, Issue 6, 255-282.
3. Hashash YMA, Hook JJ, Schmidt B, Yao JI-C. *Seismic design and analysis of underground structures*. Tunnel Underground Space Technology 2001;16(4):247-93.
4. Kuesel, T. R. 1969. *Earthquake Design Criteria for Subways*. Journal of the Structural Division, ASCE, ST6, 1213-1231.
5. Einsteine, H.H, and Schwartz, C.W.1979, *Simplified analysis for tunnel support*. Journal of the Geotechnical Engineering Division,105,499-518.
6. Zaneta G. Adme, Home Institution: Dept. of Civil and Env. Engineering FAMU-FSU College of Engineering 2525 Pottsdamer St., Tallahassee, 3-7
7. ZHANG Chuancheng, LIU Jianjun,(2000),Effects of Fluid-solid Coupling on Tunnel in A Saturated Soil Layer, Civil Department, Wuhan Polytechnic University, Wuhan, P.R.China,pp 741-747
8. Eckart Schneider, Wolfgang Leitner, Design guidelines Continuous Excavation of Railway and road tunnels by use of Tunnel Boring Machines, pp 7-10.