Archive of SID

تحلیل تغییر مکان های افقی پیچ سنگ با زمین به روش همگرائی و همجواری

محمد رضا نظرپور
گروه مهندسی عمران،واحد نجف آباد،دانشگاه آزاد اسلامی،اصفهان،ایران
mohamadrezanazarpour@gmail.com

بهرام نادی*
گروه مهندسی عمران،واحد نجف آباد،دانشگاه آزاد اسلامی،اصفهان،ایران
Bmn.nadi@hotmail.com

چکیده

پایدارسازی تونلها بوسیله پیچ سنگ ها را می توان از پرکابرد ترین نوع تسلیح در سازه های زیر زمینی بشمار آورد. تعیین مسلح کننده های توده سنگ به طور گسترده ای به مشاهدات میدانی زیر زمین و روش های تجربی بستگی دارد. با این وجود، در سالهای اخیر ، استفاده از روش های تحلیلی بسیار مورد توجه قرار گرفته است. در مقاله حاضر به تحلیل تغییر مکان های افقی پیچ سنگ ها با زمین با استفاده از نرم افزار پلکسیس پرداخته شد و نتایج به این صورت بود که: حرکت توده سنگ اطراف تونل با افزایش آزادی به سمت محیط داخلی تونل است، درگیری خوب بین راکبولت و توده سنگ در مواجه با باربرداری تونل است همچنین با بررسی سه مقاومت مختلف برای راکبولت (۱۰۰ مگانیوتن، ۱۰ مگانیوتن و ۱ مگانیوتن) مشاهده شد که با افزایش مقاومت راکبولت مقدار تغییر مکانهای افقی به شدت کاهش می یابد که این موضوع نشان دهنده کمک شایان راکبولتها و همچنین مشارکت خوب آنها در تحمل بار در حفر تونل در توده سنگ است.

واژگان کلیدی: پیچ سنگ،پلکسیس،تغییر مکان،تونل

www.SID.ir

Archive of SID

۱.مقدمه

پایدارسازی تونلها بوسیله پیچ سنگ ها را می توان از پرکابرد ترین نوع تسلیح در سازه های زیر زمینی بشمار آورد. تعیین مسلح کننده های توده سنگ به طور گسترده ای به مشاهدات میدانی زیر زمین و روش های تجربی بستگی دارد. با این وجود، در سالهای اخیر ، استفاده از روش های تحلیلی بسیار مورد توجه قرار گرفته است.

طراحی دقیق و مناسب پیچ سنگ ها به منظور تسلیح و تثبیت پایداری حفاری های زیر زمینی به درک صحیحی از تاثیر وجود پیچ سنگ ها در بهبود ویژگی های توده سنگ و همچنین مکانیزم این مسلح کننده ها در روش همگرایی- همجواری نیاز دارد. با این وجود ، از سوی دیگر، در نظر گرفتن مفاهیم اندرکنشی زمین و حائل به سیستم نگهدارنده تونل مانند حائل های بتنی و فولادی قابل اعمال به پیچ سنگ ها و کابل ها که امروزه بطور گسترده ای مورد توجه قرار گرفته اند نیستند. دلیل آن این است که این مسلح کننده ها بطور مستقل از توده سنگ عمل نمی کنند، از اینرو تغییر شکل هایی که هم در توده سنگ و هم در سیستم حائل رخ می دهند را نمی توان از هم جدا نمود [۱].

از آنجایی که تودههای سنگی دارای ناپیوستگی های طبیعی می باشند، به طور بالقوه امکان ایجاد ناپایداری در آنها وجود دارد. لذا اکثر سازههای سنگی برای اینکه پایدار باقی بمانند، احتیاج به تقویت داشته تا یکپارچگی خود را از دست ندهند**[2]**.

بهترین راه تامین این هدف استفاده از وسایل تقویت کننده است که متداولترین روش برای این کار استفاده از پیچ سنگها می باشد. پیچ سنگها به طور گسترده ای برای تقویت سنگ در مهندسی معدن و عمران برای مدت زمان طولانی مورد استفاده قرار گرفته اند .یکی از تاثیرات تقویتی پیچ سنگها اثری موسوم به اثرتعلیق است. چنانکه ازمفهوم عبارت مذکور برمی آید، عمل پیچ سنگها معلق کردن یا متصل کردن حجمی ناپایدار به ناحیه ای پایدار در فراسوی آن است. به عبارت دیگر نقش پیچ سنگ انتقال بار به ناحیه پایداراست (میتوان گفت که پیچ سنگ توده سنگ را وادار به حمل بار حاصل از خودش می کند). اما این انتقال فقط وقتی امکانپذیر است که پیچ سنگها به خوبی در قسمت پایدار، محکم شده باشند .طراحی پیچ سنگها به منظور داشتن اثر تعلیق سه مرحله اساسی را دربر میگیرد **[3]**.در مرحله اول باید حد و مرز ناحیهای که باید معلق شود و میزان بار حاصل از این ناحیه تعیین شود. به این منظور میتوان از روشهای طبقه بندی سنگها، روشهای نیمه تجربی و یا روشهای استفاده از ضعف ساختاری استفاده کرد. پس از مشخص شدن ناحیه ای که باید معلق گردد، در مرحله دوم از روی شکل و موقعیت هندسی فضای زیرزمینی و ناحیه معلق محلهایی که باید پیچ سنگها درآنها محکم شوند تعیین می گردد. مرحله سوم مربوط به ابعاد هندسی پیچ سنگها مثل قطر، طول والگوی نصب و تعداد آنهاست. روش معمول این است که اول میله ای فولادی را که دارای قطر، مقاومت تسلیم و مقاومت کششی نهایی مورد نظر است انتخاب و سپس با فرض اینکه تمام پیچ سنگها در معرض تراکم بار یکسان هستند تعداد آنها محاسبه می شود. طول پیچ سنگ باید به اندازهای باشد که از ناحیهٔ ناپایدار فراتر رفته و در داخل قسمت پایدار محکم شود .یکی از مسائل مورد توجه در طراحی پیچ سنگها تعیین حداقل طول مستحکم شده آنها در داخل منطقه پایدار است .میزان دوام پیچ سنگها بستگی به موقعیت هندسی پیچ سنگ و چال، مشخصات کشسانی پیچ سنگ و ماده تزریقی (دوغاب) و مقاومت برشی فصل مشترک مابین پیچ سنگ- دوغاب و دوغاب- سنگ دارد. روش ساده تعیین طول مورد لزوم قسمت مستحکم شده این است که آزمایشهای بیرونکشی انجام شود. شیوه دیگر به کارگیری یکی از فرمولهای تئوریکی یا تجربی موجود در این مورد است[4].

پیچ سنگها، کابلهای مهاری و مهاریهای زمین همگی سیستمهای تقویت کننده هستند. تمامی تقویت کنندهها شامل چهار جزء اصلی سنگ، عضو تقویت کننده(element Reinforcing) اعضای داخلی و اعضای خارجی می -باشند[5].

www.SID.ir

Archive of SID

هدف اصلی از ارائه این پژوهش، مدل سازی و تحلیل عددی پیچ سنگ ها با در نظر گرفتن مفاهیم اندرکنش بین زمین و حائل برای توده سنگی در محیط نرم افزار Plaxis است که پیچ سنگ های دوغابی مسلح شده اند.

بعضی از تحقیقات انجام شده در رابطه با پایدارسازی شیبهای سنگی با فن آوری پیچ سنگ بوده است که در ذیل به آن اشاره شده است.

دراین زمینه پکوور[1]تحقیقاتی در رابطه با دلایل ناپایداری شیب های سنگی انجام داد .این محقق در طی تحقیقات خود و بررسی مطالعات موردی به این نتیجه رسید که حدود 70 درصد ناپایداری شیب های سنگی به وجود آب در شیب سنگی مرتبط است .همچنین بر اساس نتایج این محقق وجود شکاف و درزهها در شیب سنگی و جهت معکوس ناپیوستگی ها حدود 17درصد از لغزش شیب های سنگی را در بر گرفته است[6].

ویگل[2]بحث استفاده از سیستم پیچ سنگ را به عنوان تسلیح شیب های سنگی برای اولین بار مطرح و ارائه کرد و در نتایج تحقیق خود استفاده از سیستم پیچ سنگ برای پایدارسازی و تثبیت شیب های سنگی را از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه دانست و آن را توصیه کرد[7] . در ادامه حسن مدنی به بحث در رابطه با انواع روش های سیستماتیک در تسلیح شیبهای سنگی پرداخت .این محقق در نتایج خود برای هریک از روش های تسلیح سیستماتیک مطرح شده نظیر بارتن RSRو RMR، پارامترهای امتیازدهی را بیان کرده و نتایج را در قالب جداول طراحی و سیستم های نگه داری ارائه کرده است[8].

همچنین هوک[3]نیز به بررسی انواع روش های تسلیح سیستماتیک در تونل و شیب های سنگی پرداخت و در نهایت روش RMR را به عنوان یکی از موفق ترین روش های تسلیح سیستماتیک در شیب های سنگی معرفی کرد [9]. کنسلی[4]به بررسی و ارزیابی خطر شکست و لغزش در شیب های سنگی ناپایدار پرداخت که بر اساس نتایج این محقق مناطق و شیب هایی که از لحاظ زمین شناسی دارای شرایط پایداری مناسب نبوده، مستعد لغزش بودند و در این نوع ارزیابی خطر لغزش در این شیب ها زیاد بدست آمد[10]. در ادامه ژانگ[5]به کاربرد سیستم مهندسی سنگ در ارزیابی خطر لغزش شیبهای سنگی در بزرگراه ها در یک پروژه موردی در چین پرداخت. بر اساس نتایج، این محقق توانست رو شها و تکنیک های موثری برای بررسی اندرکنش و تاثیر متقابل عوامل تاثیرگذار بر پایداری شیب های سنگی ارائه کند[11].

۲.بحث و نتیجه گیری

بررسی تغییر مکان های افقی در فاصله ۸ متری از مرکز تونل

در این بخش برای فواصل مختلف راکبولت و همچنین مقاومتهای مختلف آنها نمودارهای تغییر مکان افقی در فاصله ۸ متری از مرکز تونل برای آزادی های تنش مختلف در عمق تونل ترسیم شده است. به این منظور مقادیر با در نظر گیری دو متغیر طول راکبولت و مقاومت راکبولت نمودارهای مختلفی را در ضرایب آزادی تنش مختلف ترسیم نمودیم (شکل های ۱تا ۱۰). همانطور که در این شکل ها مشاهده می شود مسئله را می توان به سه زیر بخش مختلف تقسیم نمود.

۱- آزادی تنش

۲- طول راکبولت

۳- مقاومت راکبولت

[1] - Peckover
[2] - Weugel
[3] - Hoek
[4] - Cancelli
[5] - Zhang

www.SID.ir

Archive of SID

۱،۲.اثر آزادی تنش

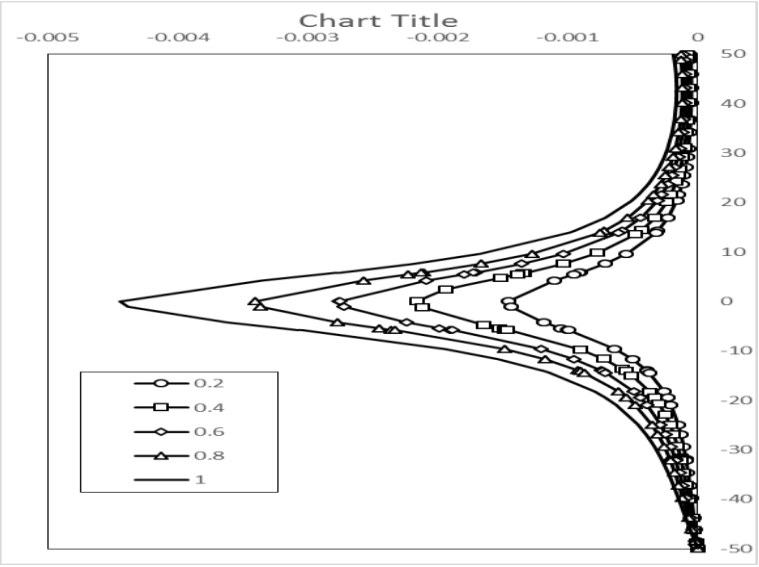
همانطور که در شکل های ۱ تا ۱۰ مشاهده می شود، صر فنظر از اینکه مقاومت راکبولتها و همچنین طول راکبولتها چقدر است، مقادیر تغییر مکانهای افقی با افزایش مقدار آزادی تنش، زیاد می شود. این موضوع نشان دهنده حرکت توده سنگ اطراف تونل با افزایش آزادی به سمت محیط داخلی تونل است.

۲،۲.طول راکبولت

با بررسی طولهای ۲۴، ۱۴ و ۷ متر مشاهده می شود که با افزایش طول راکبولت تغییر مکانهای افقی صرفنظر از میزان آزادی تنش و همچنین مقاومت راکبولت با کاهش مواجه است. این موضوع نشان دهنده درگیری خوب بین راکبولت و توده سنگ در مواجه با باربردای تونل است.

۳،۲.مقاومت راکبولت

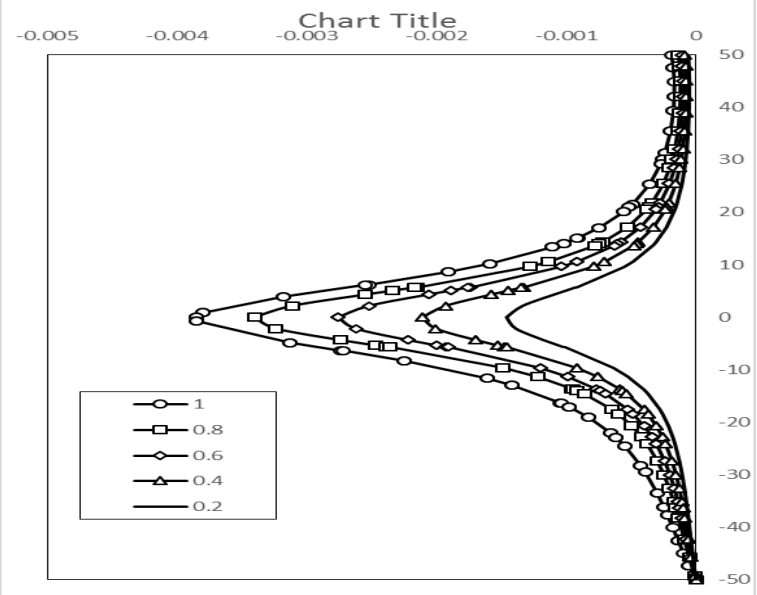
با بررسی سه مقاومت مختلف برای راکبولت (۱۰۰ مگانیوتن، ۱۰ مگانیوتن و ۱ مگانیوتن) مشاهده می شود که با افزایش مقاومت راکبولت مقدار تغییر مکانهای افقی به شدت کاهش می یابد که این موضوع نشان دهنده کمک شایان راکبولتها و همچنین مشارکت خوب آنها در تحمل بار در حفر تونل در توده سنگ است.



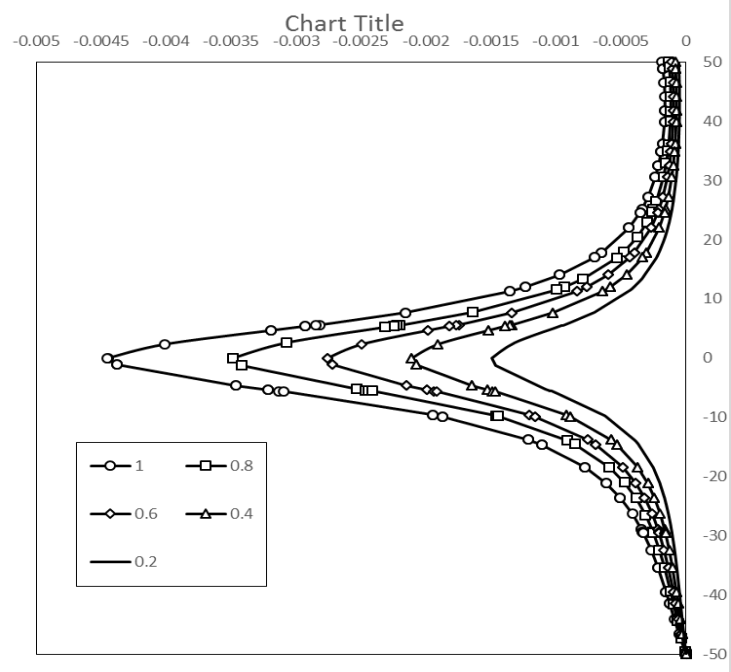
شکل۱:تغییر مکان افقی (طول راکبولت ۲۴ متر، مقاومت راکبولت ۱۰۰ مگانیوتن)

www.SID.ir

Archive of SID



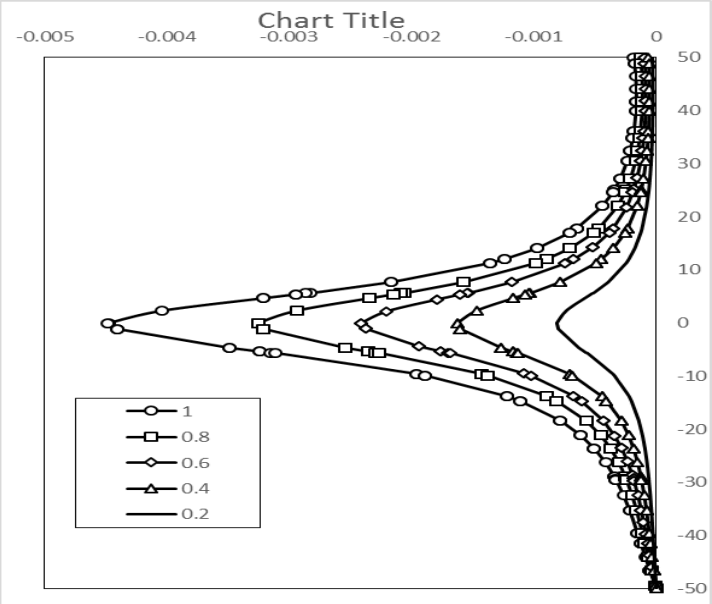
شکل۲:تغییر مکان افقی (طول راکبولت ۱۴ متر، مقاومت راکبولت ۱۰۰ مگانیوتن)



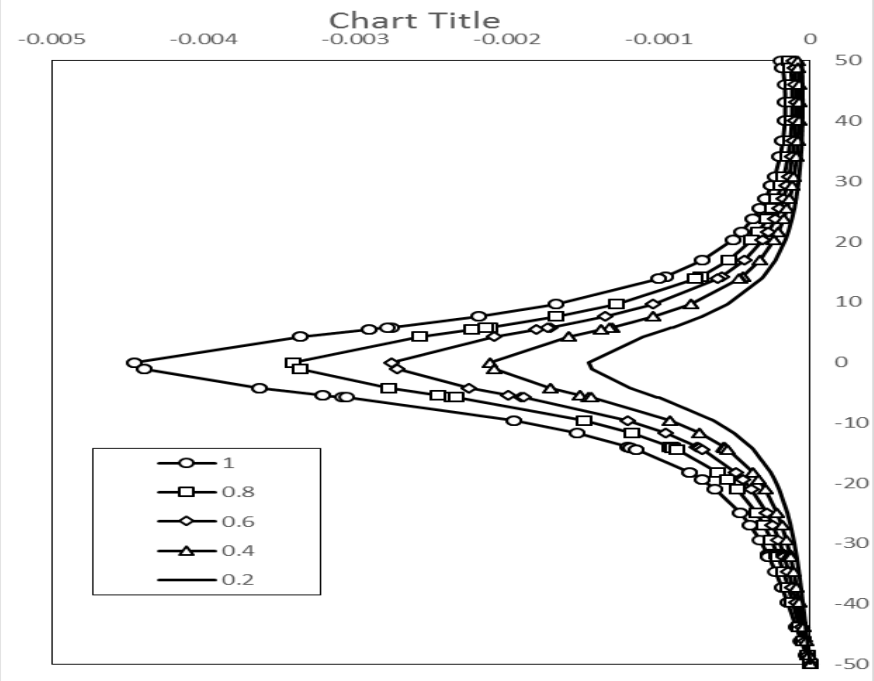
شکل۳:تغییر مکان افقی (طول راکبولت ۷ متر، مقاومت راکبولت ۱۰۰ مگانیوتن)

www.SID.ir

Archive of SID



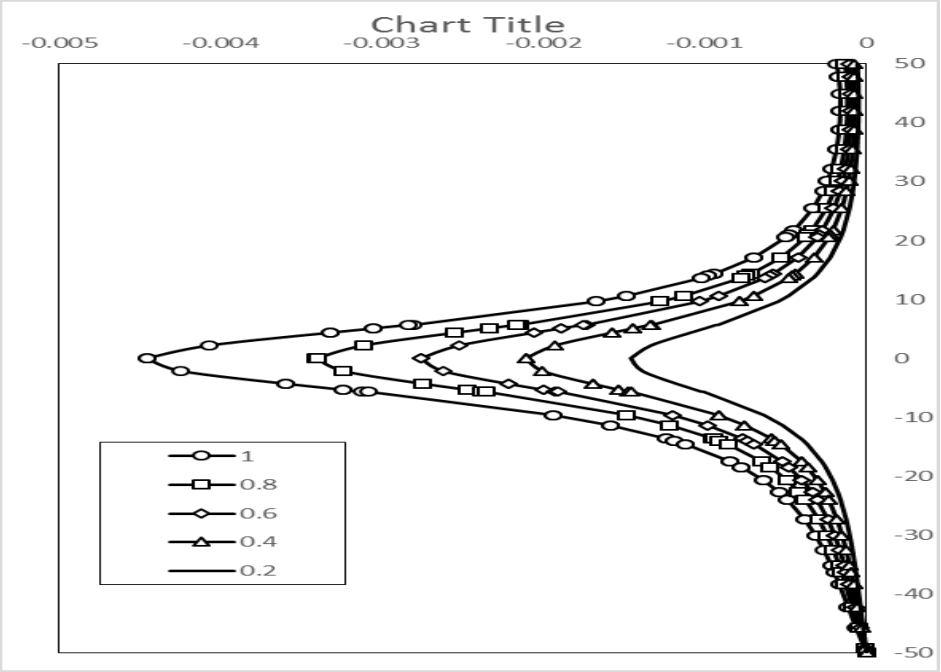
شکل۴:تغییر مکان افقی (در غیاب راکبولت)



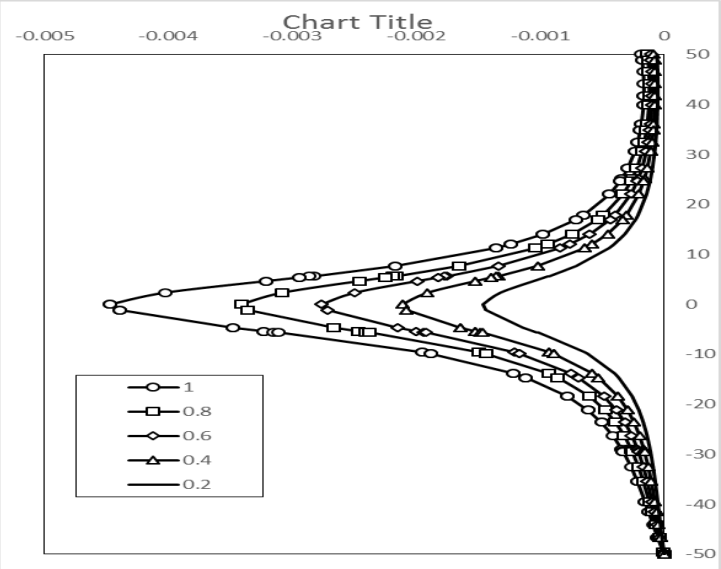
شکل۵:تغییر مکان افقی (طول راکبولت ۲۴ متر، مقاومت راکبولت ۱۰ مگانیوتن)

www.SID.ir

Archive of SID



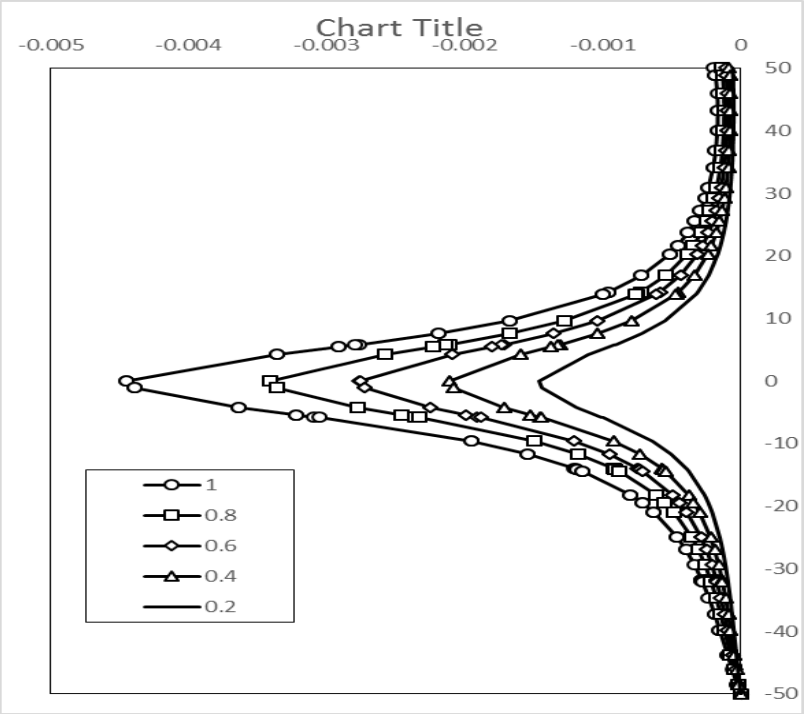
شکل۶:تغییر مکان افقی (طول راکبولت ۱۴ متر، مقاومت راکبولت ۱۰ مگانیوتن)



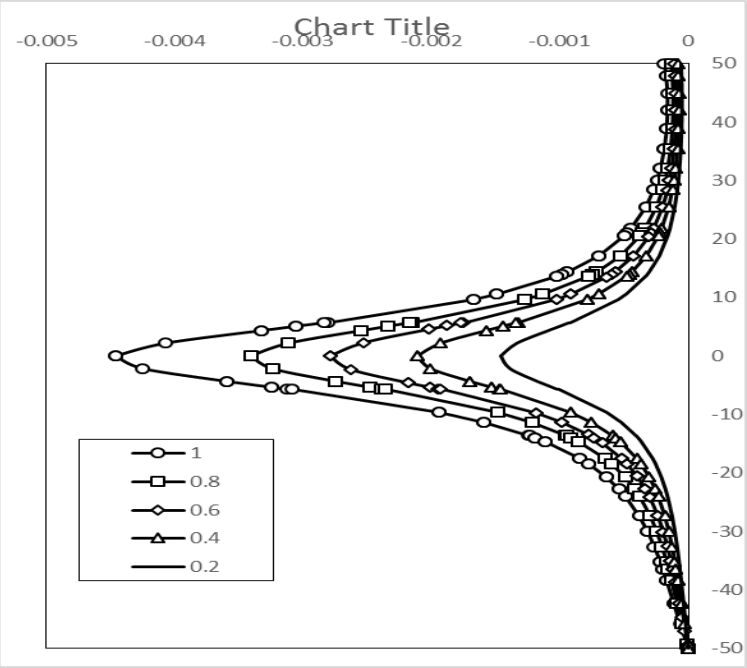
شکل۷:تغییر مکان افقی (طول راکبولت ۷متر، مقاومت راکبولت ۱۰ مگانیوتن)

www.SID.ir

Archive of SID



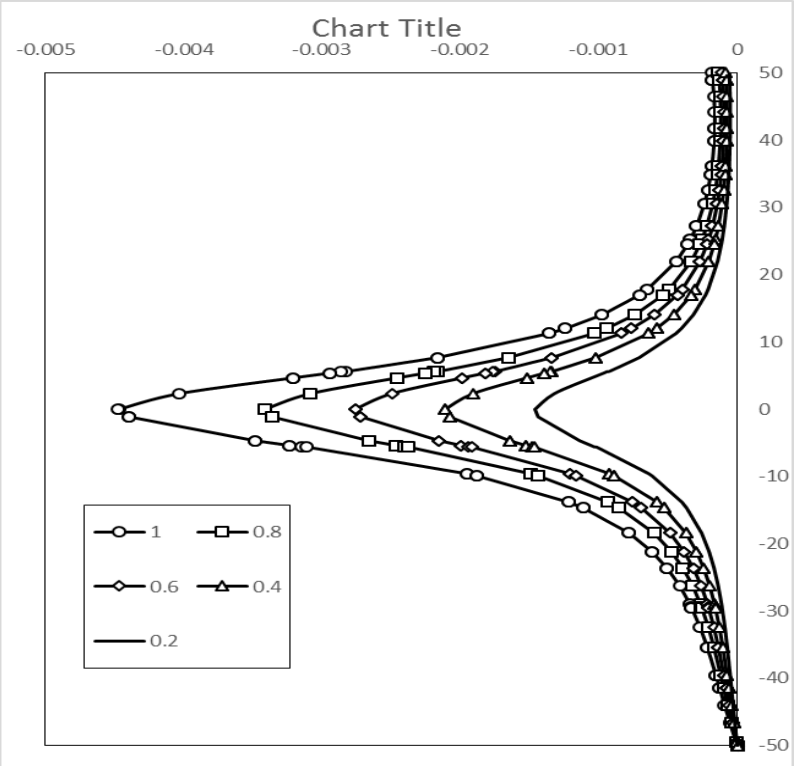
شکل۸:تغییر مکان افقی (طول راکبولت ۲۴ متر، مقاومت راکبولت ۱ مگانیوتن)



شکل۹: تغییر مکان افقی (طول راکبولت ۱۴ متر، مقاومت راکبولت ۱ مگانیوتن)

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۱۰:تغییر مکان افقی (طول راکبولت ۷ متر، مقاومت راکبولت ۱ مگانیوتن)

۳.نتیجه گیری

۱- با صر فنظر از اینکه مقاومت راکبولتها و همچنین طول راکبولتها چقدر است، مقادیر تغییر مکانهـای افقـی بـا افـزایش مقدار آزادی تنش، زیاد می شود. این موضوع نشان دهنده حرکت توده سنگ اطراف تونل با افـزایش آزادی بـه سـمت محـیط داخلی تونل است.

۲- با بررسی طولهای ۲۴، ۱۴ و ۷ متر مشاهده می شود که با افزایش طول راکبولت تغییر مکانهای افقی صرفنظر از میزان آزادی تنش و همچنین مقاومت راکبولت با کاهش مواجه است. این موضوع نشان دهنده درگیری خوب بـین راکبولـت و تـوده سنگ در مواجه با باربردای تونل است.

۳- با بررسی سه مقاومت مختلف برای راکبولت (۱۰۰ مگانیوتن، ۱۰ مگانیوتن و ۱ مگـانیوتن) مشـاهده مـی شـود کـه بـا افزایش مقاومت راکبولت مقدار تغییر مکانهای افقی به شدت کاهش مـی یابـد کـه ایـن موضـوع نشـان دهنـده کمـک شـایان راکبولتها و همچنین مشارکت خوب آنها در تحمل بار در حفر تونل در توده سنگ است.

www.SID.ir

Archive of SID

۴.منابع

1. Grasso, P.G., Mahtab, A., Pelizza, S., 1989. Riqualificazione della massa roccoisa: un criterio per la atabilizzaazione della gallerie. Gallerie e Grandi Opere Sotterranee 29, 35–41.

2. Hoek E, Brown E T. Underground excavations in rock. London: Institution of Mining and Metallurgy. 1980. 527 p.

3. Aydan O. The stability of rock engineering by rock bolt. PhD Thesis, Nagoya University. 1989

۴. قزوینیان, عبدالهادی؛ مرتضی احمدی؛ مسعود رشیدی و علی فتحی، ۱۳۸۵، تعیین حداقل طول گیرداری پیچسنگهای تمام تزریق دوغابی، *هفتمین کنفرانس تونل ایران*، تهران، انجمن تونل ایران، دانشگاه شریف

5. Guan, Zh., Jiang, Y., Tanabasi, Y., Huang, H., 2007. Reinforcement mechanics of passive bolts in conventional tunnelling. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences 44 (4), 625–636.

6. Fahimifar, A., Soroush, H., 2005. A theoretical approach for analysis of the interaction between grouted rockbolts and rock masses. Tunneling and Underground Space Technology 20, 333–343

7. Jeng, F.S., Huang, T.H., 1999. The holding mechanism of underreamed rockbolts in soft rock. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences 36, 761– 775.

۸. بهنیا ، ابوالحسن و کامبیز . ۱۳۷۳ . بناهای زیرزمینی .موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران . تهران .صفحه ۳۶۲.

9. Peila, D., Oreste, P.P., 1996. Radial passive rockbolting in tunneling design with a new convergence-confinement model. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences and Geomechanics 33, 443–454

10. Stille, H., 1983. Theoretical aspects on the difference between prestresses anchor bolt and grouted bolt in squeezing rock. In: Proceeding of the International Symposium on Rock Bolting, Abisko, pp. 65–73.

11. Peila, D., Oreste, P.P., 1995. Axisymmetric analysis of ground reinforcing in tunneling design. Computers and Geomechanics 17, 253–274.

www.SID.ir