

تحلیل تنش و برآورد فشار آماس کف تونل‌ها به روش تعادل حدی

شبیر ارشدنژاد^۱، نیما نیک^۲

۱- استادیار گروه مهندسی معدن دانشگاه آزاد اسلامی واحد محلات

۲- کارشناس بخش سازه شرکت مهندسی مشاور اتحاد راه

s_arshadnejad@yahoo.com

خلاصه

پیرامون مبحث تحلیل تنش در اطراف تونل، به ویژه دیواره و سقف آن تاکنون تحقیقات زیادی انجام شده است. اما در مورد کف تونل به ندرت روشی تحلیلی برای آنالیز تنش ارائه گشته است. در این مقاله با کمک روش تعادل حدی و اصول مکانیک خاک سعی شده تا روشی تحلیلی ارائه شود که بتوان نسبت به برآورد فشار آماس کف تونل در محیط‌های خاکی و توده سنگ‌های به شدت درزه‌دار اقدام نمود. در روش ارائه شده اثر پدیده تمرکز تنش در اطراف تونل و فشار آب منفذی در نظر گرفته شده است. به منظور بررسی اعتبار مدل پیشنهادی از مقایسه نتایج حاصل از آن با مدلسازی عددی استفاده شد که از تطابق مطلوبی برخوردار بود. مشخص شد که برای تونل‌های کم عمق (کمتر از ۱۰۰ متر) در چسبندگی‌های بیش از ۱۰۰ کیلوپاسکال، تاثیر افزایش زاویه اصطکاک داخلی بر کاهش فشار آماس کف اندک است و البته تاثیر عمق تونل در برآورد فشار آماس کف بسیار زیاد می‌باشد. به منظور ساده سازی در استفاده از مدل (مجموعه روابط) و یا برنامه نویسی، یک الگوریتم مناسب پیشنهاد شده است.

کلمات کلیدی: فشار آماس کف تونل، تحلیل تعادل حدی، تمرکز تنش.

۱. مقدمه

تحلیل تنش و نیروها در ناحیه کف تونل در مبحث تحلیل پایداری تونل‌ها تاکنون کمتر مورد توجه بوده است. در بسیاری از موارد مشاهده شده که کف تونل به علت فشار زیاد ناشی از میزان تنش، وجود آب زیرزمینی زیاد (فشار منفذی) و گاهی مقاومت پایین توده سنگ یا خاک دربردارنده تونل دچار بالازدگی و تغییر شکل می‌گردد. این امر در مورد تونل‌های معدنی در محیط‌های سست با عمق زیاد شایع بوده و معمولاً با انجام عملیات کف برداری مشکل برای مدتی برطرف می‌گردد. اما این پدیده در مورد تونل‌های راه و بخصوص راه آهن بسیار نامطلوب بوده و باید به شدت از آن پرهیز شود. بنابراین اگر بتوان مقدار فشار رو به بالای کف تونل را محاسبه نمود، انتخاب و طراحی سازه محافظ (کف بند) میسر خواهد شد.

برای برآورد فشار رو به بالای کف تونل می‌توان از دو روش استفاده کرد. اولین و رایج‌ترین روش استفاده از مدلسازی عددی است. روش دوم استفاده از روابط تحلیلی است که با روش تحلیل استاتیکی و فرضیات مکانیک خاک بدست می‌آید. یکی از اولین تحقیقات انجام شده در این زمینه توسط تیمباریویچ [1] صورت گرفته است. اما این تحلیل کامل نبوده و نواقصی از جمله در نظر نگرفتن فشار آب منفذی در آن دیده می‌شود [2]. البته لازم به ذکر است که بر اساس تحلیل تنش در محیط الاستیک نخستین گام موثر را کرش^۳ در سال ۱۸۹۸ برداشت [3]. با کمک روش کرش می‌توان تنش‌های شعاعی، مماسی و برشی در جداره تونل دایره‌ای و از جمله در کف آن را محاسبه نمود. تعدادی از محققان بر اساس نظریه پلاستیسته مدلهایی در مورد چگونگی تسلیم شدگی توده سنگ یا خاک در اطراف تونل ارائه کردند که اغلب این مدل‌ها متمرکز به تعیین ابعاد ناحیه پلاستیک در سقف و گاهی دیواره‌های تونل بوده‌اند. در این میان مدل الاستوپلاستیک بری [4] از اعتبار ویژه‌ای برخوردار است. این مدل در شیلها و رسها پاسخ قابل قبولی داده است [3]. با کمک این مدل می‌توان پس از محاسبه ضخامت ناحیه پلاستیک مقدار تنش‌های مماسی و شعاعی را در اطراف تونل از جمله در کف آن محاسبه نمود. در مورد رفتار الاستوپلاستیک توده سنگ و همچنین رفتار دراز مدت آن محققان بسیاری تلاش کرده‌اند که می‌توان از آنها یاد کرد [5-8]. شکل ۱ نمونه‌ای از بروز مشکل آماس کف در یک تونل کم عمق راه را نشان می‌دهد [9].

^۱- استادیار گروه مهندسی معدن دانشگاه آزاد اسلامی واحد محلات

^۲- کارشناس بخش سازه شرکت مهندسی مشاور اتحادراه

^۳-Kirsch