



ارائه شده توسط:

سایت ترجمه فا

مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده

از نشریات معتبر

جابه جایی جانبی دراز مدت دیوارهای حائل قطعه قطعه خاک مسلح شده با

ژئوسنتتیک

چکیده

طراحی حالت حدی سرویس دهی دیوارهای حائل خاک مسلح شده با ژئوسنتتیک (GRS) نیازمند تخمینات دقیق جابه جایی جانبی سطحی در پایان ساخت بعد از سال ها خزش می باشد. بنابراین قبل از ایجاد یک روش ساده اما منطقی برای این هدف، باید مکانیزم دستیابی به جابه جایی جانبی سطحی دراز مدت باید مشخص شود. در این مطالعه تحلیل های اجزا محدودی وسیعی با استفاده از روش اجزا محدود واسنجی شده برای بررسی و تلاش برای فهمیدن بهتر جابهجایی های جانبی سطحی دیوارهای GRS قطعه قطعه در پایان ساخت و بعد از ۱۰ سال خزش تحت بارگذاری ثابت وزنی انجام گرفت. از این مطالعات بدست می آید که از بین دو مولفه اصلی جابهجایی های جانبی سطحی، تغییر شکل ناحیه خاک مسلح شده به سختی بوسیله فاصله و سختی مسلح کننده بدست آمد، در حالی که تاثیر طول مسلح کننده بسیار ناچیز بود. همچنین سختی خاک اگر سختی مسلح کننده بزرگ و یا فاصله مسلح کننده کم استفاده شود، نقش مهمی در تغییر شکل جانبی ایفا می کند.

برای مقایسه ی طول مسلح کننده برای یک وسعت بسیار زیاد، جابهجایی های جانبی را در پشت ناحیه ی خاک مسلح شده تعیین کردند. با طول مسلح کننده ثابت، با ناحیه خاک مسلح شده می توان رفتار مشابه تیر عمیق انتظار داشت. سپس جابهجایی در پشت ناحیه خاک مسلح شده توسط فشار زمین، عمق تیر و سختی تیر تعیین شد. باقی آنها تابعی از سختی خاک، فاصله مسلح کننده ها، سختی مسلح کننده و سختی سطح می باشد. از مطالعات بدست آمده که سختی های ایزوترون برای تغییر شکلهای جانبی دیوارهای GRS تحت شرایط تنش اعمالی می توان استفاده کرد.

مقدمه

خاک مسلح شده با ژئوسنتتیک (GRS) دیوارهای حائل بطور گسترده به عنوان سازه های دائمی در بسیاری کشورها استفاده می شود. ایمنی همیشه اولین مسئله در طراحی سازه های حائل زمینی بوده. اما بهره برداری از سازه های حائل زمینی نیز از اهمیت یکسانی برخوردار است.

برای دیوارهای حائل GRS دائمی که برای ۷۵-۱۰۰ سال عمر طراحی شده اند، حالت حدی سرویس دهی از اهمیت یکسانی با حالت حدی مقاومت برخوردار است و در طراحی باید چک شود (AASHTO, 2007). برای این هدف Christopher (2007) و FHWA (Elias et al., 2001) هر دو روش پیشنهاد شده توسط Christopher (1993) را پیشنهاد دادند. که ماکزیمم جابهجایی جانبی دیوارهای GRS ساده در انتهای ساخت را تخمین می زند. تغییر شکل دراز مدت در این روش به حساب آورده نشده است.

با این وجود تغییر شکل دراز مدت بدلیل خزش را برای دیوارهای GRS نمیتوان نادیده گرفت (e.g. Fannin, 2001; Yang et al., 2009; Benjamim et al., 2007). حتی با وجود استفاده خاکریز دانه ای تمیز با خزش کم جابهجایی افقی دیوارهای GRS بدلیل خواص وابسته زمانی بعضی مسلح کننده های ژئوسنتتیک مانند پلیتیلن با تراکم بالا (HDDE) و پلیپروپیلن (PP)، ژئوگریدها (Liu and Ling, 2002; Allen and Bathurst, 2002; e.g., Liu and Won, 2009; 2007)، می تواند به گسترش ادامه دهد. همچنین اگر ژئوسنتتیکهای نوع پلیاستر (PET) یا پلیپنیل الکل (PVA) استفاده شود. این مقدار کوچک خواهد بود (Kongkitkul et al., 2010; e.g., 2000; Kaliakin et al., 2010). گذشته از این روش های تجربی تاثیرات متفاوت سختی خاک را، با فرض استفاده از خاکهای دانه ای با مقاومت و تراکم بالا به عنوان مصالح خاکریز، به حساب نمی آورند. اگرچه مطالعات گسترده نشان می دهد که مقاومت و سختی خاکریز نقش مهمی را در جابهجایی جانبی دیوارهای GRS بازی میکند (e.g., Rowe and Ho, 1998; Helwany et al., 1999; Ling and Leshchinsky, 2003; Ling et al., 2005).

روشهای تحلیل ساده برای تحلیل سازه های خاک مسلح تحت شرایط تنش اعمالی وجود دارد، که بعضی از آنها قابلیت تخمین جابهجایی جانبی سطحی را دارد (e.g. Ehrlich and Mitchell, 1994; Allen et al., 2003).

Klar and Sas, 2009;Correia et al., 2011). اما چگونگی یافتن تغییر شکل خزشی هنوز در روشهای موجود حل نشده است. بطور جایگزین روشهای عددی می تواند با دقت بالا تغییر شکل جانبی دیوارهای خاک مسلح را تخمین بزند، که مدل های مناسبی برای شبیه سازی خاک خاکریز، ژئوسنتتیک و اندکنش خاک-سازه فراهم می کند(98e.g., Christopher, 1993; Karpurapu andBathurst, 1995; Rowe and Ho, 1999, 2007 Leshchinsky, 2003; Rowe and Skinner, 2001; Ling and;Helwany et al., 1999, 2007 Hatami and Bathurst, 2006; Guler et al., 2007; Yoo andKim, 2008; ;2004.,Ling et al e.g.,Hirakawa) (Ling and Liu, 2009). با مدل های مناسب خواص وابسته به زمان خاک ها و ژئوسنتتیک ها (et al., 2003; Kongkitkul et al., 2004, 2007; Liu and Ling,2005, 2007; Yeo and Hsuan, 2010)، تغییر شکل دراز مدت سازه های خاک مسلح را نیز با استفاده از روش های عددی می توان بدست آورد (e.g., Helwany and Wu, 1997; Li and Rowe, 2001, 2008;Skinner and Rowe, 2003,) 2005; Rowe and Taechakumthorn,2008; Bergado and Teerawattanasuk, 2008; Liu and (Won, 2009;Liu et al., 2009; Li et al., 2011).

در این مطالعه روش اجزا محدودی که برای رفتار دراز مدت سازه های خاک مسلح واسنجی شده همانند Liu and Won(2009) برای بررسی های پایان ساخت و تغییر شکل های دراز مدت دیوارهای حائل قطعه قطعه شده با ژئوسنتتیک تحت شرایط اعمالی استفاده می شود. در این مطالعه تلاش برای فهمیدن مکانیزم تغییر شکل که در آینده به عنوان روش ساده ای ایجاد کرد که تغییر شکل جانبی سطحی را با هدف طراحی حالت حدی سرویس دهی تخمین بزند. در این مطالعه تنها خاک دانه های خاکریز در نظر گرفته شده است، که فرض شده که مستقل از زمان و هیچ اضافه باری بر سطح خاکریز دیوارهای مسلح اعمال نشده. دیوارها برای ۱۰ سال خزش تحت بارگذاری وزنی ثابت در انتهای ساخت تحلیل شدند.

روش اجزا محدود و مدل هایش

روش اجزا محدود کرنش صفحه ای در این مطالعه در (Liu and Won (2009 گزارش شده است. ورژن اصلاح شده (SwndyneII (Chan, 1993; Liu, 2002) در این مطالعه استفاده شده است. این روش از دو گام تشکیل

شده، اولی ساختار دیوارهای حائل GRS را شبیه سازی می کند، در حالی که دومی پاسخ های خزشی آن در انتهای ساخت را مدل می کند. که برای شبیه سازی سازه ها در (Ling et al. 2004) و Ling and Liu (2009) معتبر سازی شده است، در حالی که قابلیت شبیه سازی خزشی برای یک آزمایش مدل کامپوزیت ماسه-ژئوتکستایل که در (Wu and Helwany 1996) گزارش شده، معتبر سازی شد.

در این روش خاک خاکریز دانه های وابسته به زمان فرض شده و توسط یک مدل پلاستیسیته تعمیم یافته برای ماسه مدل شده است (Ling and Liu, 2003). مسلح کننده ژئوسنتتیک توسط یک مدل سطح پیوسته الاستوپلاستیک ویسکوپلاستیک که قادر به توصیف پاسخ های غیر خطیریلکسیشن تنش و خزش ژئوسنتتیک ها تحت بارگذاری کششی D1 می باشند، شبیه سازی شده است (Liu and Ling, 2005, 2007). تحت شرایط تنش اعمالی، لغزش بین ژئوگرید، که از نوع مسلح کننده هایی است که در این مطالعه در نظر گرفته شده، انتظار می رود که حداقل باشد (Ling et al., 2005). بنابراین پیوستگی کاملی بین خاک خاکریز و مسلح کننده فرض شده است. همچنین المانهای لغزشی (Chan, 1993) بصورت لغزش های سطح مشترک خاک-سازه که از معیار مور-کلمب پیروی می کند، بیان شده است. برای مدل کردن سطح مشترک بین خاک خاکریز و بلوکهای سطحی همانند بین بلوکهای سطحی استفاده شده است. ضمیمه ۱ و ۲ مدل های ایجاد شده برای خاک و ژئوسنتتیک را معرفی مختصری کرده است. که جزئیات آن را میتوان در (Ling and Liu 2003) و (Liu and Ling 2005) یافت.

۳ ارتفاع ۶، ۸، ۲ و ۱۰ متر تحلیل شد. همه ی دیوارها سطح بلوک-مدولی قائمی داشتند که بر روی ۳ متر پی سخت، خاک دانه ای بسیار متراکم ساخته شده اند (Lee and Seed, 1967). لایه های مسبح کننده ژئوگرید فرض شده که بطور کامل به بلوکهای سطحی دوخته شده اند. مشهای اجزا محدودی همه ی مدل های دیوارها بطول ۳۲ متر پشت بلوک های سطحی گسترش یافته اند تا تاثیرات مرزی به حداقل برسد. آنها در کف ثابت شده اند و در کناره ها بصورت تکیه گاه غلطکی می باشند. شکل ۱ مش اجزا محدودی دیوار ۸، ۲ متری را نشان می دهد. فرض

شده که ساخت دیوارهای مدل سریع بوده، بدین صورت که دیوار ۶ متری در ۱۰ روز، دیوار ۸،۲ متری در ۱۴ روز و دیوار ۱۰ متری در ۱۷ روز کامل شده اند.

روش اجزا محدود تاثیر تراکم تغییر شکل جانبی در طی ساخت را در نظر نمی گیرد. ترتیب ساخت و ساز با فعال کردن لایه های اجزا محدودی بصورت گام به گام شبیه سازی می شود. ضخامت هر اینکریمنت ۲۰ سانتیمتر با همان ارتفاع بلوک سطحی می باشد. هیچ فشار اضافی بر لایه های المانی برای شبیه سازی فشار تراکمی اعمال نشده است. اگر دیوار حائل کوتاه باشد، در نظر نگرفتن تراکم ممکن است تغییر شکل جانبی را کمتر نشان دهد. با این وجود هنگامی که دیوار حائل ربع اندازه کافی بزرگ باشد، همانند آن هایی که در این مطالعه استفاده شده، اثر تراکم محدود به قسمت بالایی دیوار حائل می باشد (Bathurst et al., 2009). از آن جایی که جابه جایی ماکزیمم سطحی اصلی ترین پارامتر در طراحی حالت حدی سرویس دهی و هدف این مطالعه می باشد که در حالت کلی در میانه ارتفاع دیوار حائل رخ می دهد. این فرض اثر کمی بر نتیجه پژوهش خواهد داشت. قابل ذکر است که اکثر طراحی ها و آئین نامه های ساخت دیوارهای GRS نیازمند استفاده از ماشین تراکمی کوچکی نزدیک سطح برای محدود کردن تراکم ایجاد شده از جابه جایی سطحی جانبی می باشد. روشهای اجزا محدودی که از شبیه سازی های با ترتیب ساخت مشابه پیروی می کنند، نشان داده اند که قادر به مدل کردن جابه جایی های جانبی دیوارهای GRS با ارتفاع متوسط که با استفاده از ملزومات آئین نامه ساخته شده می باشد (e.g. Ling and Leshchinsky, 2003; Ling et al., 2004). در پژوهش های اخیر بلوک های سطحی بطور مستقیم بر روی خاک پی قرار گرفته اند و بین آنها چسبندگی کاملی فرض شده، اما بلوک ها به همراه ناحیه خاک مسلح اگر فشار زمین خاکریز به اندازه کافی بزرگ باشد و از مقاومت برشی خاک پی تجاوز کند، اجازه لغزش داده شده است. این فرضیات به واقعیت نزدیکتر است زیرا بلوک های سطحی بصورت مرحله ای اجرا شده و اجازه ی لغزش به آنها داده شده است. اگر ضخامت کوچکی از خاکریزی در جلوی دیوار موجود باشد، ممکن است فشار مقاوم اندکی در جلوی دیوار بوجود آید. که با فرض پیوستگی کامل بین بلوکهای سطحی و خاک پی بطور نسبی در نظر گرفته شده است.

دیوارهای خاک مسلح شده قطعه قطعه را نمی توان از پایین ثابت گرفت زیرا حتی خاکهای سخت نیز مقاومت بررسی محدودی دارند.

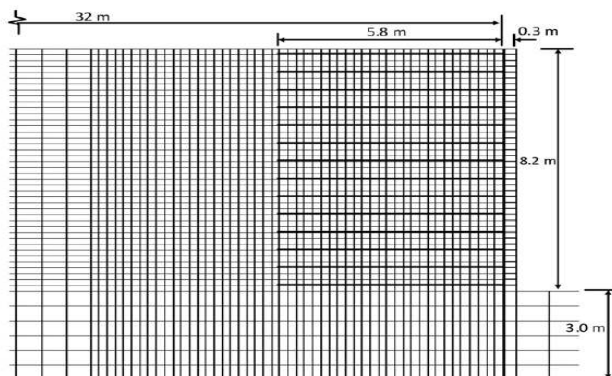


Fig. 1. Part of one finite element mesh.

پایه ی ثابت بطور مصنوعی مقاومت برشی را در کف بلوک های سطحی افزایش می دهد و باری که باید لایه های مسلح کننده تحمل کند را کم می کند، بویژه قسمت ها پایین (Ling and Leshchinsky, 2003; Leshchinsky, 2009). تحلیل‌های بیشتری بر محدوده ی گسترده ای از مدل های دیوارهای قطعه قطعه مسلح شده با ژئوسنتتیک انجام گرفت تا درک کاملی از جابه جایی های جانبی دراز مدت آنها بدست آید. برای هر ارتفاع دیوار نسبت طول مسلح کننده برای رنج های $h0.6$ تا $h0.7$ تحلیل شده و برای هر طول مسلح کننده، تاثیرات فاصله مسلح کننده خاک خاکریز و سختی مسلح کننده مورد بررسی قرار گرفت. همچنین بیش از ۱۷۰ مورد، مورد آزمایش قرار گرفت که در جدول ۱ نشان داده شده است.

Wall height	Reinforcement length	Base case	Reinforcement spacing	Backfill soil	Reinforcement
6 m	3.4 m	Sv = 0.6 m, Soil II, Grid II	Sv = 0.2-1.0 m	Soil I to Soil IV	Grids I-V
	3.8 m				
	4.2 m*				
	5 m				
	6 m				
8.2 m	7.2 m	Sv = 0.6 m, Soil III, Grid II	Sv = 0.2-1.0 m	Soil I to Soil IV	Grids I-V
	4.8 m				
	5.8 m				
	8.2 m				
	9 m				
10 m	9.8 m	Sv = 0.6 m, Soil III, Grid II	Sv = 0.2-0.8 m	Soil III and Soil IV	Grids I-V
	6 m				
	7 m				
	10 m				
	12 m				

* Additional cases were analyzed with Sv = 0.4 m with varying backfill soil, Sv = 0.8 m.

اثرات خاکهای خاکریز با استفاده از ماسه کم متراکم رودخانه ی اسکرانتو (Lee and Seed, 1967)، ماسه سیلتی ژاپنی (Ling et al., 2004)، ماسه توپورا متراکم (Fukushima and Tatsuoka, 1984) و ماسه متراکم رودخانه ی اسکرانتو (Lee and Seed, 1967) بررسی شد. پارامترهای مدل و رابطه تنش کرنش آنها در $\sigma_3 = 30 \text{ kPa}$ تحت فشار سه محوره در ضمیمه ۱ نشان داده شده است. در حالی که کالیبراسیونهای پارامترهای آن را

می توان در Liu (2002) و (Ling and Liu (2003 یافت. زاویه اصطکاک این خاکها در $\sigma_3 = 30 \text{ kPa}$ تحت فشار سه محوری حدودا ۱۷، ۴۰، ۴۴ و ۴۷ درجه تخمین زده شده است. تاثیرات سختی مسلح کننده با استفاده از ۵ ژئوگرید در ضمیمه ۲ آورده شده است. بین آنها ژئوگرید ۲ یک ژئوگرید HDPE بود، که پارامترهای آن در Liu (2005, 2007) and Ling) کالیبره شده، در حالی که ۴ تای باقی ژئوگریدهای مدل هستند که با ایجاد تغییر در گرید ۲ بدست آمده. شکل ۴ در ضمیمه ۲ ایزوکرون های ژئوگریدها را بترتیب در ۱۴ روز ۱۰ سال نشان می دهد. بلوکهای بتنی سطحی فرض شده که الاستیک خطی با مدول یانگ $E = 2000 \text{ MPa}$ و نسبت پواسون $\nu = 0.17$ و دارای ابعاد $30 \text{ cm by } 20 \text{ cm}$ می باشند. وزن مخصوص آنها 18 kN/m^3 می باشد، با در نظر گرفتن اینکه معمولا خالی شده و با شن پر می شوند، سطح مشترک بین بلوک ها با استفاده از المان ها لغزشی با $\delta = 19.5^\circ$ و $c = 0.5 \text{ kPa}$ مدل شدند (Ling et al., 2004). درحالی که سطح مشترک بین خاک و بلوک های سطحی فرض شده که زاویه اصطکاک $\delta = \tan^{-1}(0.67 * \tan \phi)$ می باشد که ϕ زاویه ی اصطکاک خاک خاکریز می باشد. می توان فهمید که خاکهای خاکریز وزن مخصوصهای متفاوتی دارند. با وجود اینکه برای تمرکز بر روی تاثیر مقاومت و سختی خاک، وزن مخصوص همه ی خاکهای خاکریز فرض می شود که 17.5 kN/m^3 می باشد. که وزن مخصوص خاک IV با مقدار آب کم می باشد.

مولفه جابه جایی سطحی جانبی

همچنان که در (Rowe and Ho (1998 خلاصه شده، بدون اضافه بار جابه جایی جانبی سطحی شامل ترکیب تغییر شکل ناحیه خاک مسلح (ناحیه RS)، جابهجایی در پشت ناحیه ی خاک مسلح جابه جایی به دلیل تسلیم خاک (Skinner and Rowe, 2003,2005; Rowe and Taechakumthorn, 2008; Bergado and Liand Rowe, 2008; Viswanadham and König, 2009; Huang ;2008 ,Teerawattanasuk e.g.,Hatami and Bathurst,)، ترکم (and Luo, 2010; Rowe and Taechakumthorn, 2011)، لقی اتصالات مسلح کننده و جابه جایی بلوک های سطحی می باشد. با کنترل (2006; Bathurst et al., 2009)

کیفی مناسب، لقی اتصالات مسلح کننده و جابه جایی بلوک ها را میتوان به حداقل رساند. در حالی که تراکم ممکن است تاثیر قابل ملاحظه ای بر جابه جایی سطحی نزدیک غلتک داشته باشد. اگر ارتفاع دیوار حائل بلند باشد، تاثیرات آن اکثرا توسط اضافه بار فشار خاک جبران می شود. و آن تنها بر جابه جایی قسمت بالایی دیوار در پایان ساخت دیوار تاثیر خواهد گذاشت ((Ling et al., 2004; Bathurst et al., 2009). با در نظر گرفتن این فاکتورها جابه جایی سطحی جانبی دیوارهای GRS با ارتفاع متوسط قطعه قطعه عموما از تغییر شکل ناحیه ی خاک مسلح، جابه جایی در پشت ناحیه ی خاک مسلح شده و تاثیرات مازاد تسلیم پی بدست می آیند. پژوهش های اخیر متمرکز بر روی دیوارهای حائل ساخته شده بر روی پی سخت می باشد که عموما در عمل نیز اینگونه است (Eliaset al., 2001).

برای دیوارهای GRS ساخته شده بر روی پیهای سخت، تغییر شکل خاک مسلح و جابه جایی آن در انتهای ناحیه ی خاک مسلح شده دو پارامتر اصلی کمک کننده به پارامتر جابه جایی سطحی می باشند. همچنان که در شکل ۲ می بینیم. که نتایج دیوار با ارتفاع ۶ متر با استفاده از پارامترهای دیوار را نشان میدهد. تحت شرایط تنش اعمالی، تغییر شکل دیوارهای GRS قطعه قطعه میتواند به عنوان تغییر شکل جانبی داخلی تیر خاک مسلح شده عمیق به همراه خمیدگی و جابه جایی بدلیل اعمال فشار خاک در پشت آن در نظر گرفته می شود.

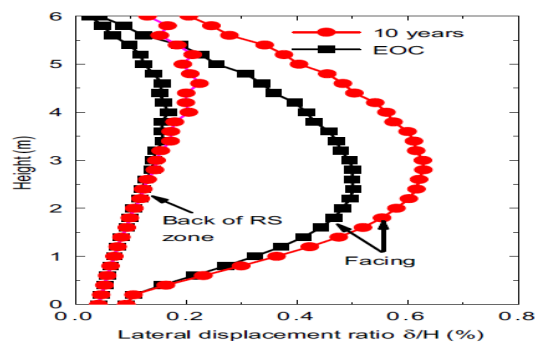


Fig. 2. Lateral displacements ($H = 6$ m with base-case wall parameters).

با توجه به خاصیت ویسکوز مسلح کننده های ژئوسنتتیک HDPE و PP، جابه جایی های سطحی ممکن است افزایش یابد، به ویژه در قسمت وسط و بالایی. این افزایش به افزایش تغییر شکل خاک مسلح نسبت داده شده همانند کاهش سختی خاک مسلح در قسمت بالایی که منجر به تغییر مکان جانبی بزرگتری در پشت ناحیه ی RS

می شود. کاهش سختی های خاک مسلح در قسمت بالایی ناحیه ی خاک مسلح به کاهش تنش خاک در این ناحیه نسبت داده شده است. همچنان که در (Liu and Won (2009) توضیح داده شده است. همچنین شکل ۲ ناحیهی RS را به عنوان یک کلی که به آرامی تحت فشار خاک خاکریز تغییر یافته نشان می دهد. با توجه به مقاومت برشی بزرگ و سختی بالای خاک پی، هیچ گونه تسلیم یا نشت بزرگی در هیچ کدام از موارد مشاهده نشده است. جابه جایی جانبی کوچک در ناحیه ی خاک مسلح به تغییر شکل برشی خاک پی که مستقیماً در زیر ناحیه ی خاک مسلح تحت فشار زمین قرار دارد نسبت داده می شود. با توجه به محدودیت فضا تنها یک مورد در شکل ۲ نشان داده شده است اما تمامی موارد تحلیل شده الگوی تغییر شکل مشابه ی را نشان می دهد. قابل ذکر است که مود جابه جایی دراز مدت در شکل ۲ نشان داده شده، همچنین بصورت آزمایشهای میدانی فول اسکیل نیز میتوان یافت (e.g. Onodera et al., 2004). شکل ۳ نسبت ماکزیمم جابهجایی δ_b^{\max} در پشت ناحیهی RS به ماکزیمم جابه جایی سطحی δ^{\max} برای نسبت L/H های مختلف را نشان می دهد

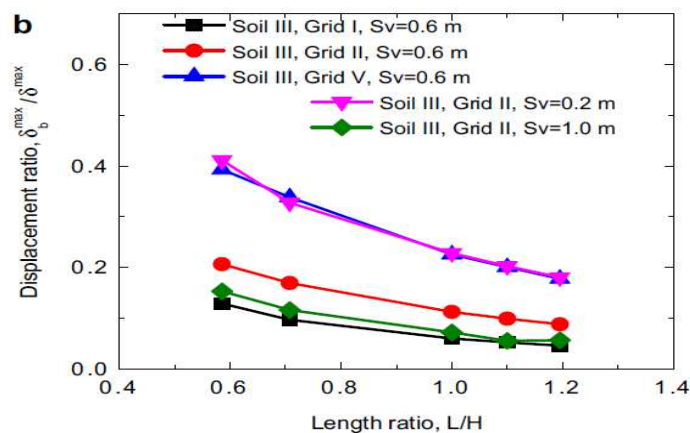


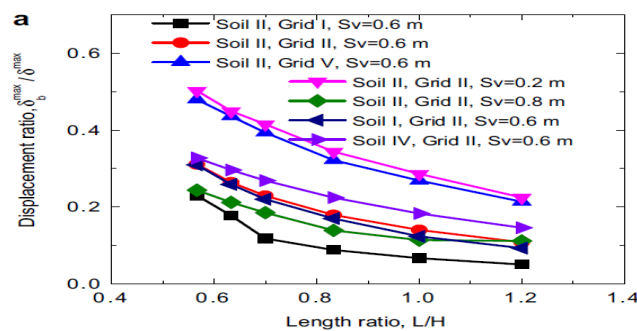
Fig. 3. Lateral displacement ratios after 10 years of creep: (a) $H = 6$ m; (b) $H = 8.2$ m.

. همانگونه که انتظار می رود این نسبت با افزایش طول مسلح کننده، کاهش می یابد. و برای تمام موارد تحلیل شده این کاهش بصورت تابع نمایی صرف نظر از ارتفاع دیوار می باشد. همچنین شکل ۳ نشان می دهد که نسبت جابه جایی مرتبط با سختی مسلح کننده، فاصله مسلح کننده و خاک خاکریز می باشد که برای فهمیدن بسیار آسان خواهد بود. اگر ما ناحیهی RS را به عنوان یک تیر عمیق که تحت فشار زمین خاکریز تغییر شکل می یابد، در نظر بگیریم. این سه فاکتور همه به سختی تیر عمیق و یا فشار زمین خاکریز اثر می گذارند. عموماً صحبت از مسلح

کننده با سختی پایین منجر به نسبت جابه جایی کم می شود. اما با $L = 0.7H$ و $S_v = 0.6 \text{ m}$ که نشان دهنده لایه های مسلح کننده نرمال می باشد. EOC و نسبتهای جابه جایی دراز مدت همچنان می تواند به بزرگی ۲۰ تا ۳۰ درصد باشد و نمی توان در تخمین جابه جایی های جانبی از آن صرف نظر کرد.

شکل ۴ فشارهای جانبی خاک پشت ناحیه ی خاک مسلح در بعضی موارد ($H=6 \text{ m}$) را نشان می دهد. فشار جانبی خاک عموماً از فشار محرک رانکی در انتهای ساخت بیشتر است. همانگونه که انتظار می رود تغییر شکل ناحیه خاک مسلح به اندازه های نیست که فشار محرک خاک را جابه جا کند. اما فشارهای زمین به آرامی در قسمت بالایی بدلیل افزایش تغییر شکل، کاهش می یابد. قابل ذکر است که فشار محرک خاک رانکی با استفاده از زاویه اصطکاک سه محوری بدست می آید، که از قسمت کرنش صفحه ای کوچکتر می باشد. این نشان می دهد که چرا بعد از ۱۰ سال خزش، بعضی فشارهای خاک از مقادیر رانکی در قسمت بالایی دیوار کوچکتر است. همچنین فشار زمین با افزایش طول و سختی مسلح کننده و با کاهش در فاصله ی مسلح کننده ها افزایش می یابد. اما فشار زمین بین فشار محرک خاک و فشار در حال سکون خاک برای همه ی موارد تحلیل شد.

واضح است که برای تخمین جابه جایی سطحی دیوارهای GRS قطعه قطعه تحت شرایط تنش اعمالی، هردو تغییر شکل ناحیه ی خاک مسلح و جابه جایی پشت ناحیه ی خاک مسلح باید بطور مناسب در نظر گرفته شود. بخش بعدی الگوها و مکانیزم های این دو مولفه را با هدف پیشرفت این مسئله مهم بررسی می کند.



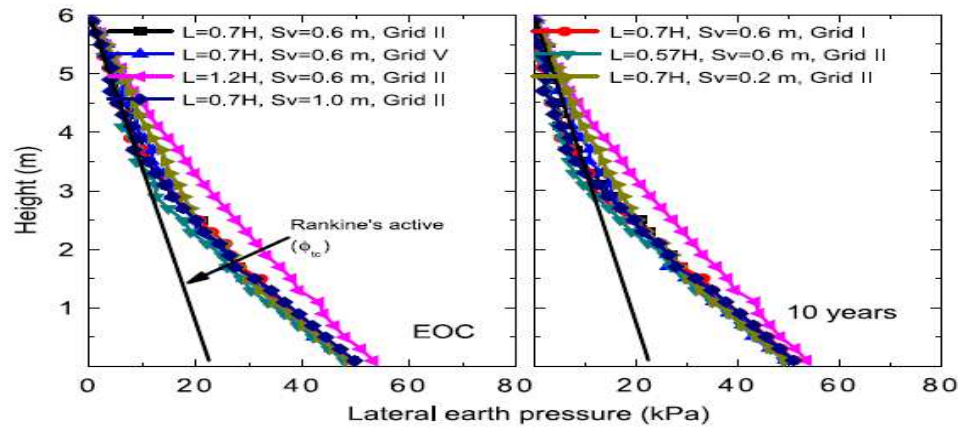


Fig. 4. Lateral earth pressures behind the back of the reinforcement soil zone.

تغییر شکل جانبی ناحیه ی خاک مسلح

فاکتورهای مهمی که تغییر شکل جانبی ناحیه ی خاک مسلح را تعیین می کنند عبارت اند از خاک خاکریز، فاصله ی مسلح کننده ها و سختی مسلح کننده ها. طول مسلح کننده تاثیر ناچیزی بر تغییر شکل جانبی ماکزیمم ناحیه ی خاک مسلح دارد مگر اینکه بطور نامناسبی کوتاه باشند.

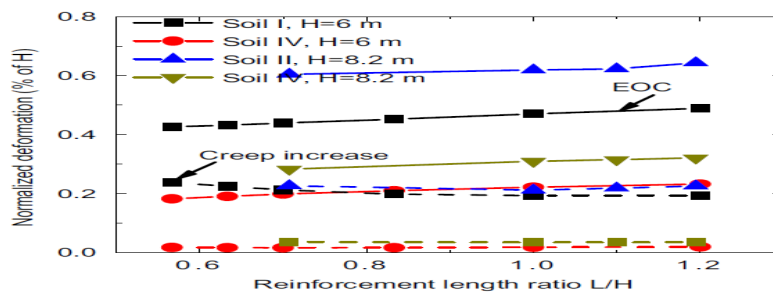


Fig. 5. Effects of reinforcement length on the lateral deformation of RS zone.

شکل ۵ رابطه ی بین ماکزیمم تغییر شکل جانبی ناحیه ی خاک مسلح (RS) در EOC یا ماکزیمم خزش $\Delta\delta_{RS}^{max}$ رشد کرده بعد از ۱۰ سال و نسبت طول مسلح کننده L/H با خاکهای خاکریز متفاوت را نشان می دهد. تغییر شکل EOC به آرامی با طول مسلح کننده افزایش می یابد در حالی که خزش به آرامی کاهش می یابد.

از آنجایی که بار مسلح کننده تنها کمی با طول مسلح کننده وقتی که بزرگتر از $H/0.6$ باشد، در ارتباط است، درک این رفتارها سخت نخواهد بود (Ling et al., 2005; Liu et al., 2003; Ling and Leshchinsky, 2002). که مورد مطالعاتی این پژوهش می باشد. و ناحیه ی بار بدون مسلح کننده، تنها وابسته به زاویه ی اصطکاک می باشد (Rowe and Ho, 1998). داخل ناحیه خاک محرک، تغییر شکل جانبی خاک بدون توجه به طول مسلح کننده به همان ترتیب خواهد بود. در حالی که بین نواحی، حالت خاک محرک و بدون بار مسلح کننده تفاوت اندکی در تغییر شکل بدلیل بار مسلح کننده کم بوجود خواهد آمد.

برای مقایسه، فاصله مسلح کننده برای ناحیه ای برای بدست آوردن تغییر شکل خاک مسلح تعیین می شود. همانگونه که در شکل ۶ میتوان دید، تغییر شکل جانبی ناحیه ی RS تقریباً بطور خطی با فاصله مسلح کنندهها در EOC افزایش می یابد، بنابراین خزش بعد از ۱۰ سال نیز افزایش می یابد. اینها با این حقیقت که ماکزیمم بار مسلح کننده بطور خطی با فاصله مسلح کننده در EOC تحت بارگذاری ثابت در طی سرویس دهی آن افزایش می یابد، سازگار است (Rowe and Ho, 1998; Ling and Leshchinsky, 2003; Ling et al., 2005; Liu and Won, 2009).

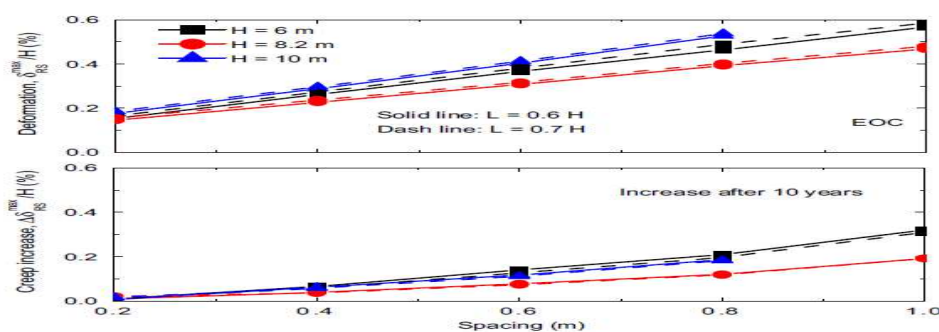


Fig. 6. Effects of reinforcement spacing on lateral deformation of RS zone.

همچنین نشست مشابهی می تواند با توجه به اثر سختی مسلح کننده ایجاد شود. و اثر فاصله و سختی مسلح کننده می تواند با استفاده از سختی گلوبال $S_{global} = \sum J_i/H$ نشان داده شود (Allen et al., 2003; Liu and

(Won, 2009). که در آن J_1 سختی لایه ی مسلح کننده و H ارتفاع دیوار می باشد. از آنجایی که مسلح کننده غیر خطی می باشد. کرنش مرجع $\epsilon = 2\%$ برای بدست آوردن سختی ایزوکرون به ترتیب در ۱۴ روز و ۱۰ سال استفاده شد (شکل ۱۴). به این نتیجه رسیده شد که کرنش مسلح کننده در موارد مختلفی یکی نبود که بعضی تغییرات در نتایج را می توان با آن توضیح داد. همانگونه که در شکل ۱۰ نشان داده شده برای ارتفاع دیوار ۶ متر، تغییر شکل جانبی بصورت نزدیکی با سختی گلوبال از طریق یک رابطی توانی مشخص مرتبط بود. رفتارهای مشابهی برای دو دیوار با ارتفاع متفاوت بدست آمده اما در اینجا بدلیل محدودیت فضا آورده نشده است.

با توجه به اثرات خاک خاکریز، عموماً باور بر این است که مقاومت خاک در ضریب K_a فشار محرک زمین نسبت به سختی خاک نقش موثرتری در تغییر شکل جانبی ایفا می کند (e.g., Jewell and Milligan, 1989; Rowe and Ho, 1998).

وقتی مسلح کننده با سختی پایین با فاصله ی زیاد مورد استفاده قرار گیرد می تواند یکی از مواردی باشد که در آن تغییر شکل خاک به اندازه های بزرگ می باشد تا مقاومت خاک را تغییر دهد. با این وجود با سختی مسلح کننده بزرگ و یا فاصله ی مسلح کننده کم، مقاومت خاک در ارتباط با تغییر شکل ناحیه ی خاک مسلح خوب نخواهد بود.

شکل ۸ رابطه ی بین خاک مسلح و ضریب فشار محرک خاک رانکی برای سختی و فاصله ی مسلح کننده های مختلف برای مواردی که در شکل هایلایت شد، را نشان می دهد. همچنین ضریب فشار محرک خاک کاملاً متفاوت می باشد، تغییر شکلها خاک مسلح کننده وقتی مسلح کننده سخت باشد (گرید IV) و یا فاصله ی مسلح کننده کم باشد ($m = 0.4 = Sv$) مشابه خواهد بود. تاثیرات مقاومت خاک وقتی تنش خاک بزرگ باشد بدلیل فاصله ی مسلح کننده بزرگتر، سختی مسلح کننده کوچکتر یا ارتفاع بزرگتر دیوار را منعکس خواهد کرد.

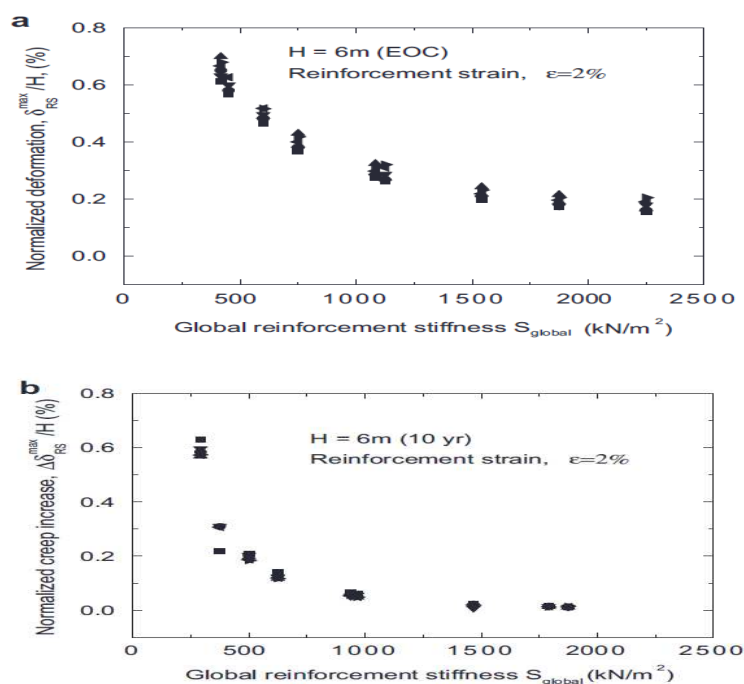


Fig. 7. Effects of global reinforcement stiffness on the lateral deformation of RS zone: (a) EOC; (b) Creep increase after 10 years.

جابه جایی جانبی پشت ناحیه ی خاک مسلح

همانگونه که انتظار میرود، جابهجایی جانبی δ_b^{max} در EOC با افزایش خزش $\bar{\Delta \delta_b^{max}}$ بعد از ۱۰ سال در پشت ناحیه ی خاک مسلح اساسا با استفاده از طول مسلح کننده L تعیین می شود. همانگونه که در شکل ۹ نشان داده شده است. با یک افزایش در طول مسلح کننده، جابه جایی جانبی در پشت ناحیه ی خاک مسلح به مقدار زیادی کاهش می یابد. این کاهش همچنین با سختی خاک خاکریز، سختی مسلح کننده و فاصله ی مسلح کننده همچنان که در شکل ۳ و ۹ نشان داده شده مرتبط است. کاهش فاصله ی قائم مسلح کننده، سختی ناحیه ی خاک مسلح را افزایش می دهد و آن هم منجر به تغییر شکل جانبی کوچک می شود، همچنان که در شکل ۱۰ نشان داده شده است. همانند تغییر شکل ناحیه ی خاک مسلح، جابه جایی جانبی در پشت آن بطور تقریبی با فاصله ی مسلح کنندهها از طریق تابع خطی مرتبط می باشند.

افزایش سختی مسلح کننده اثر مشابهی بر جابه جایی جانبی دارد اما این رابطه دیگر خطی نیست. همچنین بطور

مشابه می توانیم تاثیرات سختی و فاصله ی مسلح کننده را از طریق سختی گلوبال S_{global} که در شکل ۱۱

نشان داده شده است، بیان کرد. باور بر این است که تغییرات در بعضی نتایج از کرنش های مسلح کننده مختلف در موارد مختلف ناشی می شود. در نهایت تاثیرات خاک خاکریز دو دسته اند. و آن بر سختی ناحیه ی خاک مسلح شده بمانند مقدار فشار خاک پشت ناحیهی خاک مسلح تاثیر دارد. در بعضی موارد کاهش مقاومت خاک همچنین منجر به کاهش کمی در جابه جایی جانبی می شود. همچنان که در شکل ۱۲a نشان داده شده است. که بدلیل این حقیقت که خاک III و IV سختیهای بسیار نزدیکی در کرنش کوچک دارند ، می باشند. اما خاک IV منجر به فشار جانبی خاک کوچکتر بدلیل مقاومت بیشتر می شود. می توان مشاهده کرد که باید هر دو مقاومت و سختی خاک در حالی که تحلیل جابه جایی جانبی در پشت ناحیه ی خاک مسلح انجام می گیرد، در نظر گرفته شود.

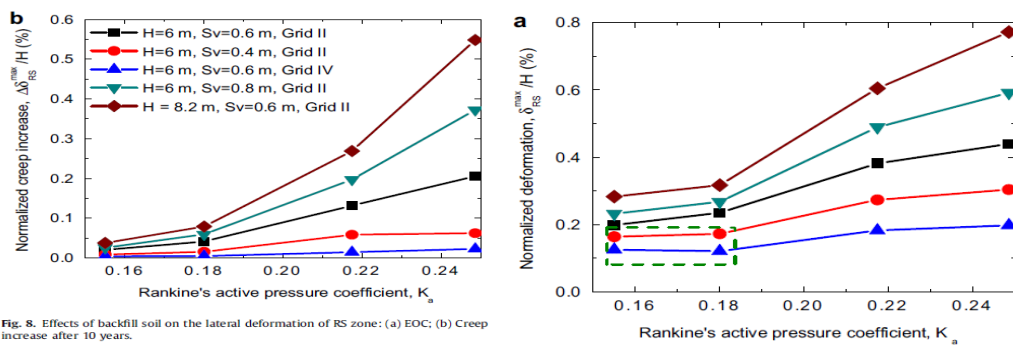


Fig. 8. Effects of backfill soil on the lateral deformation of RS zone: (a) EOC; (b) Creep increase after 10 years.

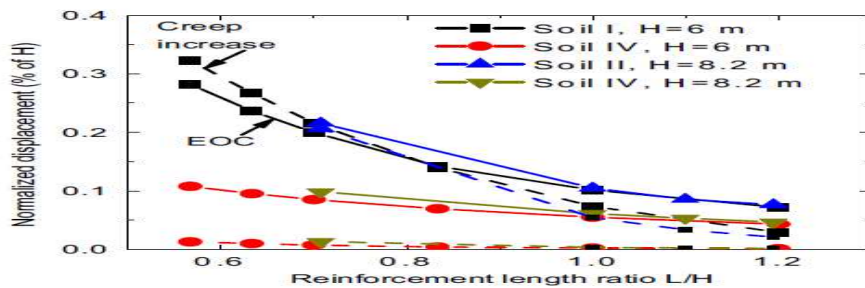


Fig. 9. Effect of reinforcement length on the lateral displacement at the back of RS zone.

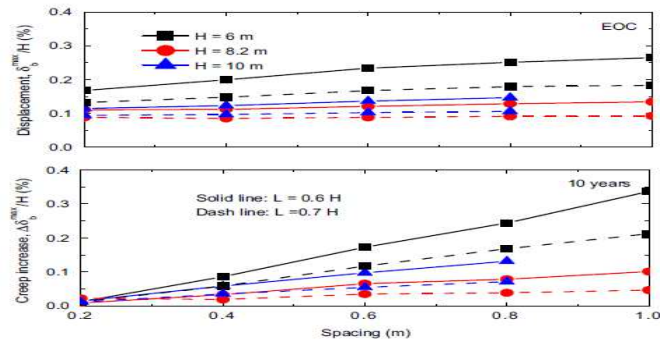


Fig. 10. Effect of reinforcement spacing on the lateral displacement at the back of RS zone.

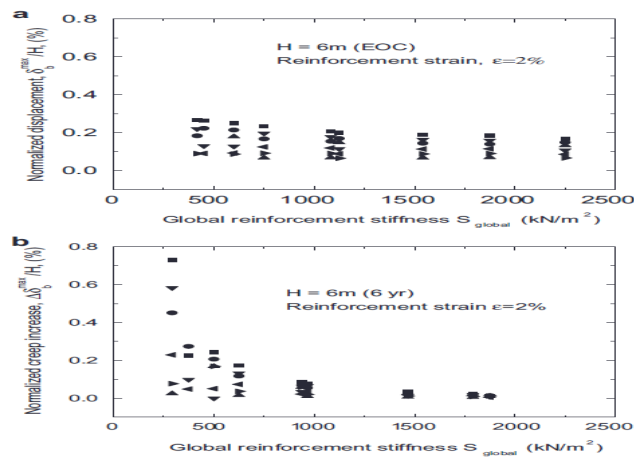


Fig. 11. Effect of global reinforcement stiffness on the lateral displacement at the back of RS zone: (a) EOC; (b) Creep increase after 10 years.

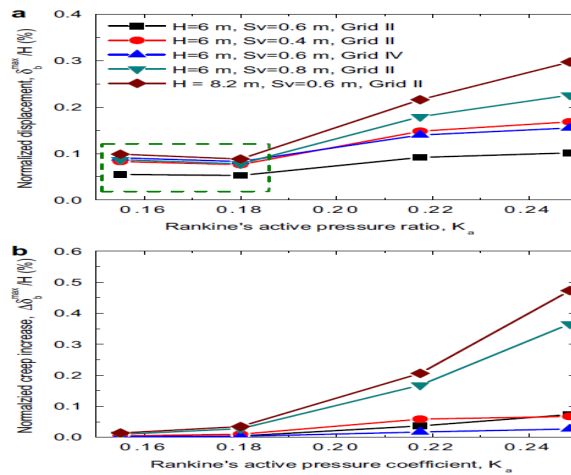


Fig. 12. Effects of backfill soil on the lateral displacement at the back of RS zone: (a) EOC; (b) Creep increase after 10 years.

بحث و نتیجه گیری

تحلیل های اجزا محدودی گسترده با استفاده از روش اجزا محدودی کالیبره شده برای بررسی جابه جایی های جانبی سطحی دیوارهای GRS قطعه قطعه در پایان ساخت بعد از ۱۰ سال خزش تحت بارگذاری وزنی ثابت انجام

گرفت. هیچ اضافه باری در این پژوهش در نظر گرفته نشده است. هدف این پژوهش نشان دادن پارامترهای اصلی جابه جایی سطحی جانبی اگر دیوارهای GRS بر پی های سخت و استوار بنا نهاده شود. و همچنین مکانیزم مولفه های تغییر شکل می باشد تا بتوان یک روش ساده در آینده برای بدست آوردن جابه جایی سطحی جانبی با هدف طراحی حالت حدی سرویس دهی ایجاد کرد، بدست آمده که تغییر شکل ناحیه ی خاک مسلح و جابه جایی در پشت ناحیه خاک مسلح دو پارامتر اصلی جابه جایی سطحی جانبی برای ارتفاع متوسط دیوارهای GRS می باشند. تغییر شکل ناحیه ی خاک مسلح تنها مقدار کمی بر طول مسلح کننده تاثیر دارد، اما بیشتر توسط سختی و فاصله مسلح کننده که میتوان با استفاده از سختی گلوبال $S_{global} = \sum J_i/H$ بدست آید، تعیین می شود. سختی خاک نقش مهمی در تغییر شکل جانبی وقتی مقاومت خاک با توجه به سختی زیاد مسلح کننده و یا فاصله ی مسلح کننده کم تغییر نمی کند، ایفا می کند ((Leshchinsky and Vulova, 2001. مقاومت خاک دارای تاثیر مهمی است. وقتی تغییر شکل خاک به دلیل تنش خاک زیاد ناشی از سختی کم مسلح کننده، فاصله ی زیاد مسلح کننده و دیوار با حائلیت بالا، بزرگ باشد. برای مقایسه مقاومت مسلح کننده، برای یک وسعت زیاد، تغییر شکل جانبی را در پشت ناحیه ی خاک مسلح تعیین کردند. با طول مسلح کننده ثابت، ناحیه ی خاک مسلح می تواند به عنوان تیر عمیق در نظر گرفته شود که خمیدگی آن ناشی از جابه جایی جانبی پشت آن است، خمیدگی بوسیله فشار خاک به مانند عمق و سختی تیر عمیق تعیین می شود. که تابعی از سختی خاک، سختی مسلح کننده، فاصله مسلح کننده و سختی سطح می باشد. هر دو مقاومت خاک که فشار و مقاومت خاک را تعیین می کند، که بر سختی تاثیر دارد، باید برای تعیین جابهجایی جانبی در پشت ناحیهی خاک مسلح در نظر گرفته شود.

از این پژوهش و پژوهش قبلی Liu and Won, 2009 بدست آمده که سختی ایزوکرون می تواند برای تفسیر بار مسلح کننده و تغییر شکل جانبی دیوارهای GRS تحت شرایط تنش اعمالی مورد استفاده قرار گیرد. این بدلیل این است که بار مسلح کننده تحت شرایط تنش اعمالی در مقایسه با مقاومت مسلح کننده کم است و مفهوم ایزوترون معتبر می باشد (Kaliakin et al., 2000). این یافته ها امکان تخمین تغییر شکل دراز مدت دیوارهای GRS

بدون در نظر گرفتن پیچیدگی توزیع مجدد تنش تحت بارگذاری وزنی ثابت، فراهم می کند (Liu and Won, 2009; Liu et al., 2009).

این پژوهش اثر تراکم را در نظر نمی گیرد. بنابراین نتایج تنها برای دیوارهای حائل که با انرژی تراکم کم ساخته شده اند، معتبر خواهد بود. برای دیوارهای GRS با ارتفاع متوسط که در اینجا بررسی شده، از تراکمی که در بسیاری از راهنماهای ساخت و ساز استفاده شده (e.g. Elias et al., 2001) انتظار می رود تا تنها به جابه جایی قسمت بالایی دیوارهای GRS تاثیر بگذارد (e.g., Bathurst et al., 2009). ماکزیمم جابه جایی جانبی که حدوداً در وسط ارتفاع رخ می دهد، بطور قابل ملاحظه ای تحت تاثیر تراکم قرار نمی گیرد. تسلیم خاک نرم پی نیز همچنین در این پژوهش در نظر گرفته نشده است. اما بطور گسترده توسط محققان دیگر بررسی شده اند (Bergado and Rowe, 2005; Skinner and Rowe, 2003; Rowe and Taechakumthorn, 2008; Viswanadham and König, 2009; Huang; Teerawattanasuk, 2008; Li and Rowe, 2008; Elias et al., 2010; and Luo, 2010). علاوه بر آن اکثر دیوارهای GRS بر روی پیهای سخت ساخته شده اند (Elias et al., 2001).

این پژوهش فرض می کند که مسلح کنندههای ژئوسنتتیک، پاسخهای ویسکوز غیر قابل طرفه نظری تحت بارگذاری ثابت از خود نشان می دهد. ژئوسنتتیک های PP و HPDE در این شاخه قرار می گیرند. اگرچه ژئوسنتتیک های PVA و PET تغییر شکل غزشی کوچکتری دارند. بنابراین تغییر شکل دراز مدت دیوارهای GRS استفاده شده از این مسلح کننده ها و خاکهای خاکریز دانه ای گسترش جابه جایی خزشی بسیار کمی خواهند داشت. با این حال نتیجه ی مزبور با توجه به مکانیزم جابه جایی EOC هنوز معتبر است.

Table 2
Model parameters for soils.

	ϕ_0 (°)	$\Delta\phi$ (°)	M_g	M_f	C_0 (kPa)	K_0 (kPa)	k_s	β_{10}	β_0	α	H_0 (kPa)
Soil I	36	2.44	1.3	0.55	55,400	67,700	0.042	0.5	7	0.45	300,000
Soil II	39.4	0.5	1.4	0.645	61,500	67,700	0.1	3.1	20	0.47	50,000
Soil III	43.7	4.9	1.25	0.688	86,100	88,600	0.015	1.1	15	0.5	500,000
Soil IV	44.4	6.5	1.3	0.736	86,100	110,000	0.016	0.6	8	0.45	1,000,000

در مدل پلاستیسیته تعمیم یافته برای خاکهای ماسه‌ای، جهت بردار جریان n_g بردار جهت بارگذاری n و مدولهای پلاستیک H صریحا تعریف شده‌اند. برش الاستیک غیر خطی و مدول بالک بصورت زیر تعریف می‌شوند.

$$G_{\max} = G_0(p'/p_{\text{atm}})^{0.5}$$

$$K_{\max} = K_0(p'/p_{\text{atm}})^{0.5}$$

که p' فشار محبوس موثر را نشان می‌دهد. p_{atm} فشار اتمسفر، G_0 و K_0 پارامترهای مدل هستند.

بردار جهت جریان پلاستیک n_g در صفحه ی سه محوری بصورت زیر تعریف می‌شود.

$$n_g = \left(\frac{d_g}{\sqrt{1+d_g^2}}, \frac{1}{\sqrt{1+d_g^2}} \right)^T$$

که نسبت اتساع فرض می‌شود که با نسبت تنش $\eta = q/p'$ از طریق رابطه زیر مرتبط است:

$$d_g = \frac{d\varepsilon_v^p}{d\varepsilon_s^p} = (1 + \alpha)(M_g - \eta)$$

که M_g شیب خط حالت بحرانی بر روی صفحه‌ی $p'-q$ و $M_g = 6\sin\phi_{cr}/(3 - \sin\phi_{cr}\sin 3\theta)$ ، ϕ_{cr} زاویه

ی اصطکاک داخلی در حالت بحرانی، θ زاویه‌ی لود و α پارامتر مدل می‌باشد.

مدل ایجاد شده فرض میکند قانون جریان غیر همراه بوده و بردار جهت بارگذاری در فضای سه محوری بصورت زیر

تعریف می‌شود:

$$n = \left(\frac{d_f}{\sqrt{1+d_f^2}}, \frac{1}{\sqrt{1+d_f^2}} \right)^T$$

که

$$d_f = (1 + \alpha)(M_f - \eta)$$

مدول پلاستیک تحت بارگذاری مونوتونیک بصورت زیر تعریف می شود.

$$H_L = H_0(p'/p_{atm})^{0.5} \left(1 - \frac{\eta}{\eta_f}\right)^4 \left\{1 - \frac{\eta}{M_g} + H_s\right\}$$

که

$$H_s = \beta_{10} \left(\frac{\eta_p/M_g - 1}{M_0}\right) \exp(-\beta_0 \xi) \exp\{k_s(p'/p_{atm} - 1)\}$$

که ξ کرنش انحرافی پلاستیک تجمعی و $M_0 = \eta_{p0}/M_g - 1$.

$$\eta_p = \frac{6 \sin \phi}{3 - \sin \phi \sin 3\theta}$$

و

$$\phi = \phi_0 - \Delta\phi \log_{10}(p'/p_{atm})$$

مدل نیازمند ۱۱ پارامتر مدل برای توصیف پاسخ مونومتريک خاک ماسهای میباشد. جدول ۲ پارامترهای مدل برای خاک استفاده شده در این مطالعه نشان میدهد و شکل ۱۳ رابطه تنش کرنشهای آن در فشار سه محوری در $\sigma_3 = 30 \text{ kPa}$ را نشان میدهد (Liu, 2002; Liu and Won, 2009).

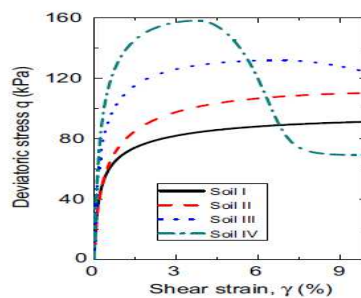


Fig. 13. Stress-strain relationships of soils.

در (Liu and Ling (2005, 2007) مدل برای توصیف پاسخ های الاستوپلاستیک و ویسکوپلاستیک مسلح کننده های ژئوسنتتیک ایجاد شده. که در آن نرخ کرنش کل بصورت زیر بیان می شود:

$$\dot{\epsilon} = \dot{\epsilon}^e + \dot{\epsilon}^p + \dot{\epsilon}^{vp}$$

که پارمترهای /ان به ترتیب نرخهای کرنش الاستیک، پلاستیک و ویسکوپلاستیک می باشند.

نرخ کرنش پلاستیک با این صورت محاسبه میشود $\dot{\epsilon}^e = \dot{T}/J_0$ در حالی که صفحه پلاستیسیته برای توصیف پاسخ پلاستیک استفاده شده است. مسلح کننده های ژئوسنتتیک در این پژوهش از نوع A فرض شده اند. که خطهای پیوسته کناره کششی بصورت زیر بیان می شوند:

$$T_+ = A + \bar{J}_p \epsilon^p$$

که T_+ بارهای پیوسته در واحد عرض میباشد. در حالیکه A and \bar{J}_p پارامترهای مدل هستند. با خطوط پیوسته، سختی پلاستیک ژئوسنتتیک بصورت زیر تعریف می شوند:

$$J_p = \frac{dT}{d\epsilon^p} = \bar{J}_p + h_0^l \frac{\delta}{\delta_{in} - \delta}$$

و

$$T_s = c_1 \epsilon^{c_2}$$

و نرخ کرنش ویسکوپلاستیک

$$\dot{\epsilon}^{vp} = \frac{1}{\eta} |T - T_s|^n \text{sign}(\dot{\epsilon}), \quad T \geq T_s$$

که η ضریب ویسکوز، $n = n_0 [1 + \exp(-\kappa \epsilon^{vp})]$ ، و پارمترهای مدل می باشند.

همچنین پارامترهای مدل ۹ نیاز است تا رفتار ریلکسیشن تنش و خزش غیر خطی برای ژئوسنتتیک نوع A توصیف کنند که $J_0, A, \bar{J}_p, h_0^l, c_1, c_2, n_0, \kappa,$ and η می باشند.

پارامترهای مدل برای ۵ ژئوگرید بررسی شده در این مطالعه در جدول ۳ نشان داده شده اند و ایزوکرونهای آن در

t=14 روز و t=10 سال در شکل ۱۴ آورده شده است ((Liu and Won, 2009).

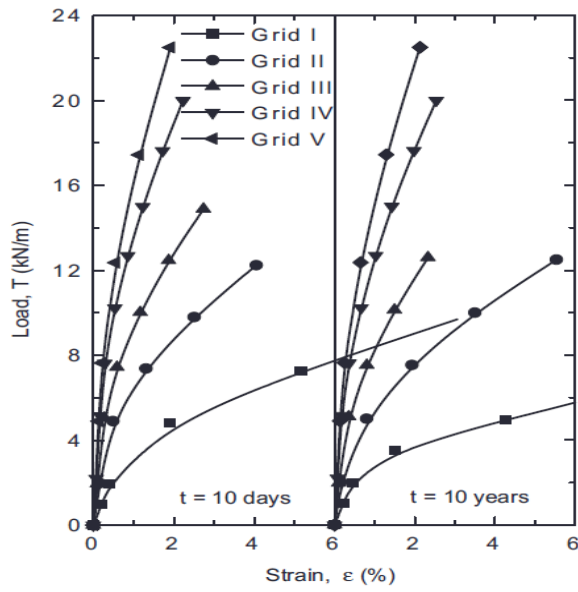


Fig. 14. Isochrones of geogrid reinforcements.

Table 3
Model parameters for geogrid reinforcements.

	J_e (kN/m)	A (kN/m)	\bar{J}_p (kN/m)	h_b (kN/m)	c_1 (kN/m)	c_2 (kN/m)	n_0	κ	η (kN/m) ^{1/n}
Grid I	500	240	15.4	76.9	20	0.52	3.8	14	2.2×10^9
Grid II	1300	240	40	200	52	0.52	3.8	14	2.2×10^9
Grid III	2000	240	64	320	83.2	0.52	3.8	14	2.2×10^9
Grid IV	3200	240	100	500	130	0.52	3.8	14	2.2×10^9
Grid V	4000	240	124	620	161.2	0.52	3.8	14	2.2×10^9



این مقاله، از سری مقالات ترجمه شده رایگان سایت ترجمه فا میباشد که با فرمت PDF در اختیار شما عزیزان قرار گرفته است. در صورت تمایل میتوانید با کلیک بر روی دکمه های زیر از سایر مقالات نیز استفاده نمایید:

لیست مقالات ترجمه شده ✓

لیست مقالات ترجمه شده رایگان ✓

لیست جدیدترین مقالات انگلیسی ISI ✓

سایت ترجمه فا ؛ مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده از نشریات معتبر خارجی