



ارائه شده توسط:

سایت ترجمه فا

مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده

از نشریات معتبر

بار مسلح کننده و مود تغییر شکل دیوارهای خاک مسلح شده با ژئوسنتتیک تحت

بارگذاری لرزه ای در طول عمر سرویس دهی

چکیده

برای بررسی بار مسلح کننده و مود تغییر شکل دیوارهای خاک مسلح شده با ژئوسنتتیک (GRS) تحت بارگذاری لرزه ای در طول عمر سرویس دهی آن، با تمرکز بر خاک های خاکریز حاشیه ای از روش اجزا محدود استفاده شده است. خاک های خاکریز حاشیه ای در اینجا به عنوان مصالح پرکننده شامل دانه های چسبنده با نشانه خمیری $6 < (PI)$ تعریف شده که ممکن است نمایانگر خزش اساسی تحت بارگذاری استاتیکی ثابت قبل از اعمال زلزله باشد. به این نتایج رسیده شده که دیوارهای خاک مسلح با خاکریزهای حاشیه ای تحت بارگذاری شدید لرزه ای مود تغییر شکل دو گوه ای مشخصی را نشان می دهد. سطح ماکزیمم بار مسلح کننده اثر ترکیب شده ی سطح شکست محتمل داخلی و سطح بیرونی که بر زمین نگهدارنده گسترش یافته می باشد. در بازه های که مورد مطالعه قرار گرفت باور بر این است که برای پوشش خاک های خاکریز در حالت کلی و مسلح کننده های ژئوسنتتیک، نرخ خزش خاکها و مسلح کننده ها تاثیر کمی بر بار مسلح کننده و مود تغییر شکل دو گوه ای دارد، اما سختی مسلح کننده ها نقش موثری بر این دو پاسخ دیوارهای GRS دارد. همچنین بدست آمده که مود تغییر شکل دو گوه ای می تواند محدود شود اگر مسلح کننده های بلند کافی مورد استفاده قرار گیرد. مطالعه نشان می دهد که بررسی بار مسلح کننده و دیوار خاک مسلح تحت بارگذاری لرزه ای بدون در نظر گرفتن خزش طولانی مدت قبلی منطقی و معقول می باشد.

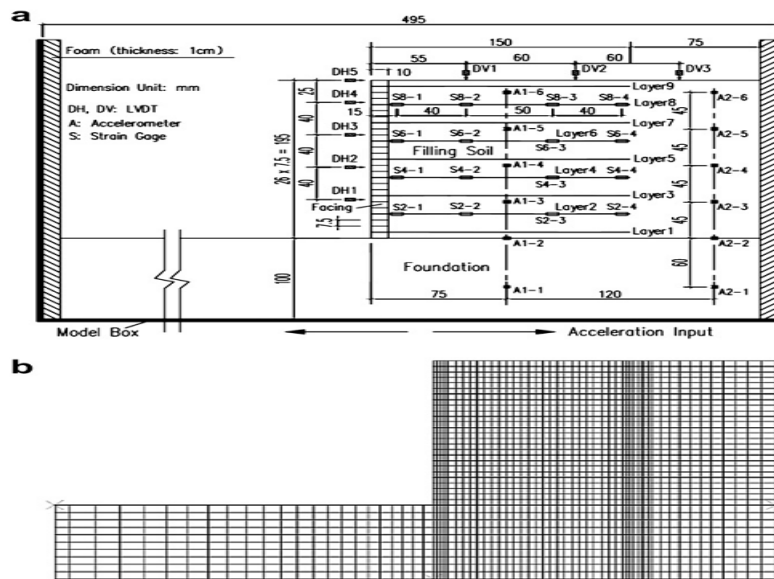
مقدمه

استفاده از خاک های خاکریز با مولفه های دانه های چسبنده برای ساخت دیوارهای حائل خاک مسلح شده با ژئوسنتتیک برای اهداف دائمی در سالهای اخیر توجه قابل ملاحظه ای به خود جلب کرده است. این چنین خاکریزهایی حاشیه ای در نظر گرفته می شدند مادامی که آنها دانه ای چسبنده ای که نشانه خمیری $6 < (PI)$

بود و ممکن بود از 15٪ تجاوز بکند یا نکند را شامل شدند. در صورت تایید، این عمل دیوارهای GRS را مقرون به صرفه تر خواهد کرد. اگرچه بر خلاف خاکهای دانه ای تمیز، خاک هایی با دانه های ریز چسبنده پاسخ خزشی مشخصی تحت بارگذاری ثابت خواهد داشت و دیوارهای GRS با این خاکریز پاسخ های وابسته به زمانی خواهند داشت که با آن هایی که از خاکریزهای با دانه های تمیز استفاده می کنند بسیار متفاوت خواهد بود. یکی دیگر از مسائل مهم، عملکرد لرزه های این نوع دیوارهای GRS می باشد. تاریخچه و تحقیقات وسیع در این زمینه نشان می دهد که دیوارهای GRS با خاکهای خاکریز دانه ای، عملکرد خوبی تحت بارگذاری زلزله قوی نشان می دهد. با این وجود از آنجاییکه زلزله ها عموماً در طی سرویس دهی سازه های خاکی رخ می دهند، عملکرد لرزه های دیوارهای GRS با خاکهای حاشیه ای و داشتن لغزشهای چند ساله هنوز به عنوان یک نگرانی باقی مانده است. به خصوص مشخص کردن بار مسلح کننده و حالات تغییر شکل این نوع دیوارهای GRS که در طی زمان سرویس دهی تحت بار لرزه های قرار گرفته ضروری است تا طراحی لرزه ای بطور کامل انجام گیرد.

در اکثر کارهای طراحی لرزه ای بار مسلح کننده از آنالیز محدود تعادل بدست می آید. گوه بار مسلح کننده سطح شکست رانکی یا کلمب به همراه شتاب لرزه ای ماکزیمم در جهت قائم براساس محاسبه بار مسلح کننده مورد استفاده قرار گرفته است.

فرض بر این است که ماکزیمم بار در هر لایه مسلح کننده در سطح شکست رخ می دهد. چک کردن اعتبار این فرض برای دیوارهای GRS با خاک حاشیه ای که در طی زمان سرویس دهی تحت بار زلزله قرار می گیرد، ضروری است. با توجه به حالت تغییر شکل و آزمایش میز لرزه، در شرایط $1g$ یا ng ، نشان میدهد که برای اکثر دیوارهای GRS با خاکهای دانه ای تحت بارگذاری قوی لرزه ای حالت دو گوه ای ایجاد می شود.



شکل ۱: نحوه آزمایش و مش اجزا محدودی (a) نحوه آزمایش (ابعاد در مقیاس مدل) (b) مش اجزا محدودی

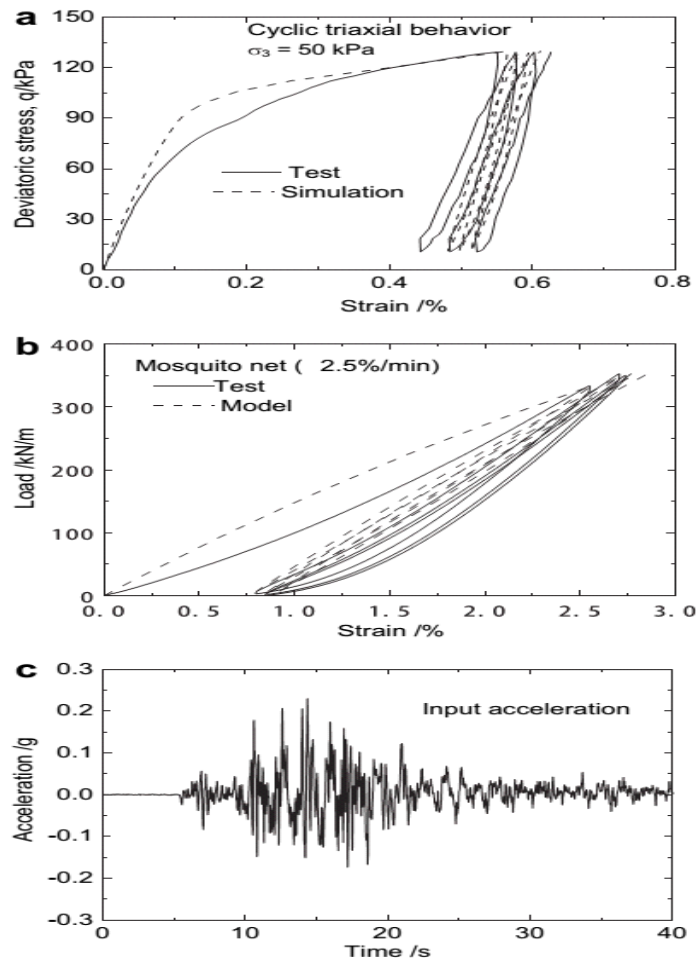
اما مطالعات محدودی میتوان یافت که بر روی حالت تغییر شکل دیوارهای GRS با خاک حاشیه ای که بعد از سالها تحمل غزش تحت بارگذاری زلزله قرار گرفته است.

روش اجزا محدودی واسنجی شده قادر به تولید دوباره پاسخ وابسته به زمان سازههای GRS تحت بارگذاری ثابت می باشد. همچنین ظرفیت آنها در بدست دادن پاسخ لرزههای دیوارهای GRS معتبرسازی شده است. در این مقاله روش اجزا محدودی که می تواند عملکرد طولانی مدت دیوارهای GRS با خاکهای حاشیه ای که برای آنالیزهای دینامیکی توسعه یافته و با آزمایش سانتریفیوژ دینامیکی معتبر سازی شده را دوباره تولید کند.

جدول ۱: پارامترهای مدل برای خاکهای خاکریز

	G_0	K_0	R_f'	c/kPa	$\phi/^\circ$	$\psi/^\circ$	k_1	K_2	a/s^{-1}	ξ/kPa^{-1}	m
Centrifuge backfill	750	620	0.85	0	36	6	1.50	1.05	0	-	-
Centrifuge foundation	550	460	0.85	25	27	-	1.60	1.25	-	-	-
Foundation soil	1250	1100	1.17	0	37	-	1.8	1.35	-	-	-
Soil i	550	500	0.9	16	30	0	1.65	1.25	3.5×10^{-6}	0.11	0.85
Soil ii			The same as Soil i						0	The same as Soil i	
Soil iii									1.0×10^{-6}		
Soil iv									1.0×10^{-5}		
Soil v									3.5×10^{-5}		

سپس این روش برای بررسی بار مسلح کننده و حالت تغییر شکل دیوار GRS تحت بارگذاری زلزله بعد از تحمل ۵ سال خزش استفاده شد.



شکل ۲: خاک خاکریز، مسلح کننده و شتاب ورودی برای مدل سانتریفیوژ دیوار. (A) خاک خاکریز (b) مسلح کننده mosquito net در مقیاس اولیه (C) شتاب ورودی در مقیاس اولیه مدل دیوارها در ارتفاع ۸ متر در مطالعات پارامتری مورد استفاده قرار گرفته شده است. اثرات پارامترهای مختلف دیوار بر این دو پاسخ مورد مطالعه قرار گرفت.

جدول ۲: پارامترهای مدل برای مسلح کنندههای ژئوسنتتیک

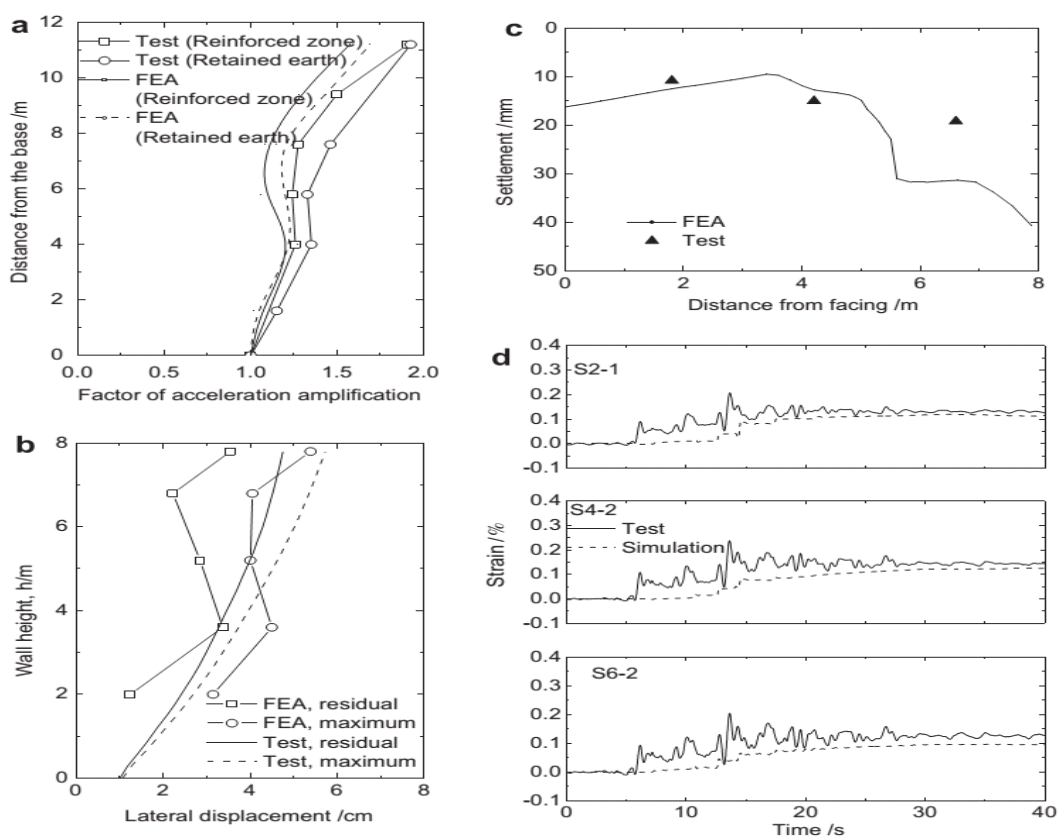
	J_p (kN/m)	A (kN/m)	J_p (kN/m)	h_b^0 (kN/m)	c_1 (kN/m)	c_2 (kN/m)	n_0	κ	B (kN/m)	h_b^0 (kN/m)	h_b^1 (kN/m)	η (kN/m) ^{1/m}
Mosquito net	16,000	310	1100	8000	-	-	-	-	-55	4000	0	2.2×10^{25}
Grid A	1300	240	40	200	52	0.52	3.8	14	-45	1500	180	2.2×10^9
Grid B				The same as Case A								
Grid C												2.2×10^8
Grid D												2.2×10^{10}
Grid E												2.2×10^{11}
Grid F												2.2×10^{13}
Grid G	270											2.2×10^{25}
Grid H	550			The same as Case A								
Grid I	2170											2.2×10^{25}
Grid J	4350											2.2×10^{25}

روش اجزا محدود

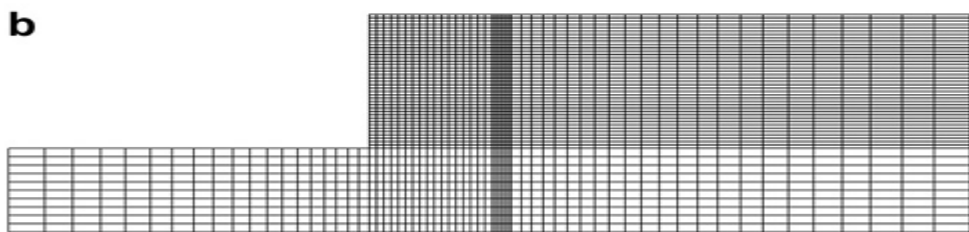
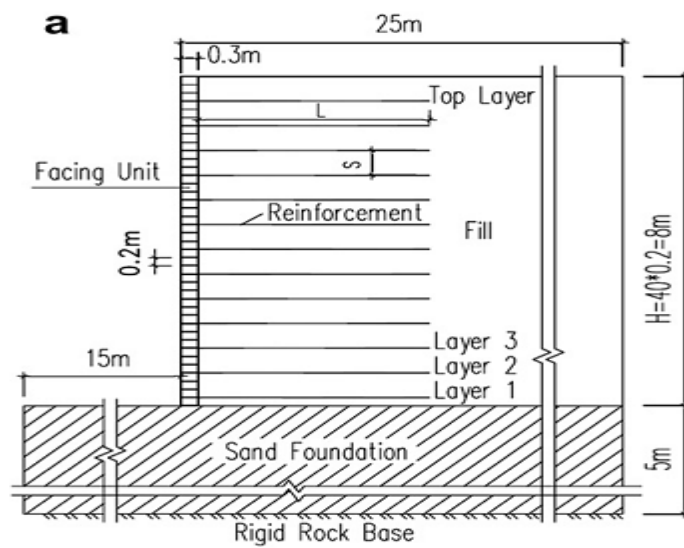
در این روش اجزا محدود، خاک های خاکریز با استفاده یک مدل الاستوپلاستیک-ویسکوپلاستیک که از مدل دراکریپر پیروی میکند و معادلات خزش سینگ-میشل مدل شد. در این مدل فرض شده که نرخ کرنش خاک شامل سه مولفه زیر میباشد:

$$\dot{\epsilon} = \dot{\epsilon}_e + \dot{\epsilon}_p + \dot{\epsilon}_c$$

که هر کدام از آنها به ترتیب نرخ کرنش الاستیک، پلاستیک و خزش می باشند.



شکل ۳: نتایج شبیه سازی اجزا محدودی: (a) دامنه های شتاب (b) جابه جایی سطحی جانبی (c) نشست سطح خاکریز در پایان لرزه (d) کرنش های مسلح کننده در مکان های مشخص شده



شکل ۴: نحوه و مش اجزا محدودی مدل دیوارهای خاک مسلح

مدل خزش دراکر-پراکر بگونه‌های اصلاح شده تا رفتار تاریخچه‌های سیکلی و غیر خطی خاک قبل از تسلیم را در نظر بگیرد. تحت بارگذاری خالص در فضای تنش نرمال، تانژانت مدول برشی به صورت زیر تعریف می شود:

$$G = G_{\max} / \left(1 + R_f' G_{\max} |\gamma_{\text{oct}}^n| / \tau_{\text{oct-f}} \right)^2$$

که در آن $G_{\max} = G_0 p_a (p/p_a)^{0.5}$ و γ_{oct}^n کرنش برشی هشت وجهی مستقل از زمان و R_f' نسبت

شکست و $\tau_{\text{oct-f}}$ کرنش برشی هشت وجهی تسلیم خاک که مرتبط با مقاومت برشی خاک از طریق چسبندگی C

و زاویه اصطکاک داخلی می باشد. p_a فشار اتمسفر P تنش دورگیر و G_0 پارامتر مدل می باشد. تانژانت مدول برشی

در بارگذاری و باربرداری G_U و G_R با استفاده از قانون ماسینگ بصورت زیر تعریف میشود.

$$G_r = \frac{G_{max}}{k_2 \left(1/k_2 + 0.5R_f' G_{max} |\vec{\omega} - \vec{\omega}_r| \right) / \tau_{oct-f}}$$

$$G_u = \frac{G_{max}}{k_1 \left(\left(1/k_1 + 0.5R_f' G_{max} |\vec{\omega} - \vec{\omega}_u| \right) / \tau_{oct-f} \right)}$$

که k_1 و k_2 دو ثابت مصالح برای واسنجی آزمایش سه محوری سیکلی میباشد. در روابط بالا مدول برشی بارگذاری و

باربرداری مرتبط با فاصله از نقطه‌ی باربرداری و باربرداری دوباره میباشد و بردار $\vec{\omega}$ بصورت زیر تعریف میشود:

$$\vec{\omega} = \frac{2}{\sqrt{3}} (e_{11}^n, e_{22}^n, e_{33}^n, \sqrt{2}e_{12}^n, \sqrt{2}e_{13}^n, \sqrt{2}e_{23}^n)$$

که e_{ij}^n تانسور کرنش انحرافی مستقل از زمان است، $\vec{\omega}_u = e_{ij}^n - (1/3)\varepsilon_{kk}^n \delta_{ij}$ و بردارهای

متناسب در نقاط باربرداری و بارگذاری دوباره هستند. استفاده از معادله بالا و مفهوم فاصله مدل را به استفاده در

فضای تنش نرمال قادر میکند. قابل ذکر است که فاصله $|\vec{\omega} - \vec{\omega}_u|$ یا $|\vec{\omega} - \vec{\omega}_r|$ معادل با تفاوت در تنش

کرنش هشت وجهی مستقل از زمان $|\Delta\gamma_{oct}^n|$ تحت بارگذاری سیکلی یک طرفه می باشد.

مدول بالک K خاک فرض شده که تنها وابسته به تنش دورگیر می باشد:

$$-1 < \mu < 0.5 \quad K = K_0 p_a (p/p_a)^{0.5}$$

با این محدودیت که نسبت پواسون μ باید بین K_0 و یکی دیگر از پارامترهای مدل می باشد.

فرض بر این است که تسلیم خاک از معیار دراکر پراکر پیروی میکند. با استفاده از تنشهای اصلی و تعریف تنش

انحرافی $q = \sqrt{(1/2)[(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2]}$ و تنش میانگین

$p = (1/3)(\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3)$ ، سطح تسلیم دراکر پراکر را میتوان در صفحه p - q بصورت زیر تعریف

کرد:

$$f = q - p \tan \beta - d = 0$$

که در آن β و d متناسب با زاویه اصطکاکی ϕ و چسبندگی c می باشد. که از قانون جریان غیر همراه با استفاده

از زاویه اتساع ψ که با زاویه اصطکاک ϕ متفاوت است استفاده میشود. در شرایط کرنش صفحه‌ای، پارامترهای β

و d در معادله بالا، مرتبط با مقاومت کرنش صفحه‌ای و پارامترهای اتساعی ϕ و c و ψ بصورت رابطه‌ی زیر بیان می‌شوند.

$$\sin \phi = \frac{\tan \beta \sqrt{3(9 - \tan^2 \psi)}}{9 - \tan \beta \tan \psi} \quad c \cos \phi = \frac{\sqrt{3(9 - \tan^2 \psi)}}{9 - \tan \beta \tan \psi} d$$

تنها خزش برشی در مدل‌های تشکیل شده در نظر گرفته شده اند و نرخ کرنش خزشی $\dot{\epsilon}_c$ توسط معادله خزش سینگ-میشل بصورت زیر بیان میشود:

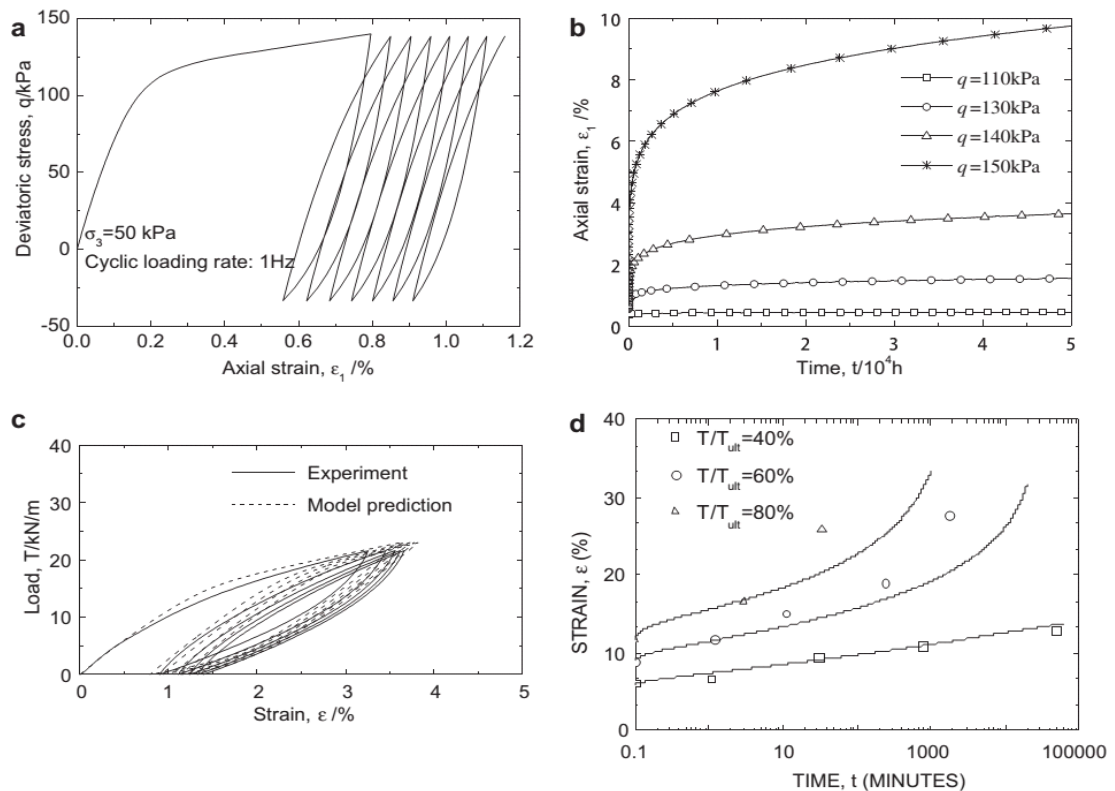
$$\dot{\epsilon}_c = a \cdot \exp(\xi \cdot \bar{\sigma}_c) \cdot (t_1/t)^m$$

که در آن $\bar{\sigma}_c = (q - p \tan \beta)/1 - (1/3)$ ، $\tan \beta$ ، ξ ، a و m پارامترهای مدل میباشند، و t_1 واحد زمان می باشد (یک دقیقه یا یک ساعت، وابسته به واحد زمان استفاده شده).

مدل انجام گرفته پیشنهاد شده قادر به توصیف ویژگیهای خاک تحت بارگذاری های یکنواخت، سیکلی و معلق می باشد. مدل نمیتواند وابستگی مقاومت خاک بر مسیر تنش را مدل کند. اما از آنجاییکه در این پژوهش شرایط کرنش مسطح فرض شده و پارامترهای مقاومتی خاک در شرایط کرنش مسطح می تواند در تحلیلها استفاده شود. نتایج تحلیلهای اجزا محدودی هنوز میتواند در توصیف رفتار دیوارهای حائل GRS استفاده شود. همچنین ۱۱ پارامتر برای توصیف رفتار خزشی، الاستوپلاستیک و سیکلی خاکها ضروری است که عبارتند از $G_0, K_0, R_f, c, \phi, \psi, a, \xi, k_1, k_2$ و m . آزمایش برش مستقیم، کرنش صفحه‌ای و یا فشاری سه محوره میتواند برای بدست آوردن مقاومت و پارامترهای اتساعی R_f, c, ϕ و ψ خاک مورد استفاده قرار گیرد. در آزمایش خزش سه محوری نیاز به واسنجی و اراسنجی و اراسنجی خزشی A ، ξ و m می باشد. و حداقل یک آزمایش سه محوری سیکلی برای واسنجی الاستیک غیر خطی باقیمانده و پارامترهای قانون ماسینگ G_0, K_0, k_1 و k_2 مورد استفاده قرار میگیرد. برای خاکهای ماسهای، از آن جایی که که کرنش خزشی آنها می تواند در نظر گرفته نشود، پارامترهای

خزشی نیاز نمی باشند (با قرار دادن $a=0$). مدل بوسیله نتایج آزمایشات المانی بر روی خاکهای مختلف واسنجی و معتبر سازی شده است.

با توجه به مولفه های مهم سامانه های حائل خاکی GRS، مسلح کننده های ژئوسنتتیک به عنوان المانهای D-1 بار با استفاده از مدل های سطحی پیوسته الاستوپلاستیک ویسکو پلاستیک برای ژئوسنتتیک ها مدل شدند. این مدل میتواند غیرخطیت، تاریخچه سیکلی، سستی تنش و خزش ژئوسنتتیکهای مختلف با ۱۲ پارامتر را نشان دهد.



شکل ۵: مدل خاک، ژئوگرید و آشفته گی زلزله برای دیوارهای حائل. (A) پاسخ سیکلی مدل خاک در فشاری سه محوری ($\sigma_3 = 50 \text{ kPa}$) (b) پاسخ خزشی مدل خاک در فشاری سهمحوری ($\sigma_3 = 50 \text{ kPa}$) (c) پاسخ سیکلی ژئوگرید ($\dot{\epsilon} = 10\%/min$) (d) پاسخ سیکلی ژئوگرید.

از آن جایی که تخمین زده شده است که کرنش مسلح باید به اندازه کافی بزرگ باشد تا تا سومین خزش آغاز شود. منحنی استاتیکی لیو و لینگ در این پژوهش استفاده شده است. یک مقدمه کوچکی در ضمیمه ۱ آمده است و فرمول بندی با جزئیات را میتوان در تحقیقات لیو و لیگ در سال ۲۰۰۵ و ۲۰۰۷ یافت. المانهای با لایه نازک که از

معیار شکست مور کلمب پیروی میکند برای شبیه سازی سطح مشترک سازه خاکی در سیستمهای دیوار حائل استفاده شده است و فرض شده که المان های سطحی الاستیک خطی اند. برنامه اجزا محدودی آباکوس برای مدل های ایجاد شده با خاک و ژئوسنتتیک برای انجام تحلیلهای استاتیکی دراز مدت و در پی آن تحلیل دینامیکی تحت اثر بارگذاری افقی زلزله استفاده شده است.

مدل ایجاد شده برای خاک قادر به گرفتن میرایی اصلی خاک از بین هیستریزس سیکی می باشد. اگرچه میرایی ویسکوز ۵ درصد برای خاک در نظر گرفته شده تا این اساس که مدل ایجاد شده، همانند سایر مدلها نمیتواند بطور مناسب میرایی خاک را وقتی که سطح کرنش پایین است مدل کند در نظر گرفته باشد. میرایی ۵ درصد همچنین به المانهای سطحی و سطح مشترک در طی تحلیل دینامیکی اختصاص داده شده است.

معتبر سازی روش اجزا محدود

روش اجزا محدود شامل ۲ مولفه می باشد: تحلیل خزش دراز مدت و تحلیل های دینامیکی بعدی. مولفه اول در لیو ات ال ۲۰۰۹ معتبر سازی شده است، که در آن آزمایش دراز مدت بر روی کامپوزیت رس- ژئوتکستایل گزارش شده در وو و هلوانی ۱۹۹۶ با نتایج رضایت بخشی شبیه سازی شد. بنابراین تنها معتبر سازی مولفه دوم در اینجا آورده شده است.

انجام آزمایشاتی که به بررسی پاسخ لرزه های دیوارهای GRS بعد از خزش دراز مدت میپردازد، سخت است. و همچنین مواردی که قبل از اینکه تحت بارگذاری زلزله قرار گیرد، برای چندین سال سرویس دهی کرده باشد، جزئیات اطلاعات نیازمند شبیه سازی عددی است، به عنوان مثال روابط تنش کرنش مصالح به عنوان پاسخهای کمی، بعد از بارگذاری لرزه های به ندرت آورده شده است.

جدول ۳: خلاصه های از مطالعات پارامتریک

	Backfill soil	Reinforcement	Reinforcement length L	Reinforcement spacing D
Effects of soil creep (Case 1 ^a –Case 5)	Soil i to Soil v	Grid A	$L = 0.7H$ (5.6 m)	$D = 0.6$ m
Effects of reinforcement creep (Case 6–Case 10)	Soil i	Grid A to Grid F	$L = 0.7H$ (5.6 m)	$D = 0.6$ m
Effects of reinforcement stiffness (Case 11–Case 14)	Soil i	Grid G to Grid J	$L = 0.7H$ (5.6 m)	$D = 0.6$ m
Effects of reinforcement length (Case 15–Case 18)	Soil i	Grid A	$L = 0.5H$ (3.5 m), $L = 0.6H$ (4.2 m), $L = 0.8H$ (6.4 m), $L = 1.0H$ (8 m)	$D = 0.6$ m
Effects of reinforcement spacing (Case 19–Case 21)	Soil i	Grid A	$L = 0.7H$ (5.6 m)	$D = 0.4$ m $D = 0.8$ m $D = 1.0$ m

بنابراین در این پژوهش آزمایش سانتریفیوژ دینامیکی با استفاده از تجهیزات سانتریفیوژی ژئوتکنیکی در دانشگاه سینگا برای معتبر سازی ظرفیت روش در شبیه سازی پاسخ لرزه‌های دیوارهای حائل GRS انجام گرفت.

تحت بارگذاری لرزه‌ای، از آن جای که زمان بارگذاری بسیار اندک می باشد، پاسخ های وابسته به زمان مصالح ویسکوز، شامل خاکهای چسبنده و مسلح کننده های ژئوسنتتیکی بصورت سختی وابسته به نرخ و میرایی هیستریزس نمایان می شود. با توجه به مطالعات موجود فراوان، به نظر می رسد روش عددی برای تحلیلهای عددی لرزه ای باید قادر باشد تا سختی، میرایی، مقاومت و اتساع مصالح بمانند اندرکنش دینامیکی خاک- ژئوسنتتیک را توصیف کند. بنابراین در این پژوهش پاسخ های وابسته به زمان قبل از لرزه، در آزمایش سانتریفیوژ در نظر گرفته نشده است و خاک ماسه ای به عنوان خاک خاکریز استفاده شده است.

شکل ۱ نحوه آزمایش سانتریفیوژ را نشان می دهد. نیروی سانتریفیوژی $40g$ استفاده شده است. ارتفاع دیوار در مقیاس اولیه برابر ۷٫۸ متر با ۹ لایه مسلح کننده (فاصله مسلح کنندهها $D=0.9$ m)، هر یک بطول ۵٫۶ متر (در مقیاس اولیه طول مسلح کننده $L=0.72H$) میباشند. خاکهای ماسهای با تراکم متوسط که به وفور در Beijing یافت می شود، به عنوان خاک خاکریز استفاده شده است و شبکه های mosquito به عنوان مسلح کننده استفاده شده است. خاک سیلتی-رسی سخت به عنوان خاک پی استفاده شده است. زاویه اصطکاک خاک خاکریز ϕ از آزمایش برش مستقیم ۳۶ درجه بدست آمده. بلوکهای آلومینیومی، سطحی که عمدا سخت گرفته شده، به عنوان واحدهای سطحی برای شبیه سازی سطحی قطعه قطعه استفاده شده که ابعاد آن در مقیاس اولیه ۳۰ سانتیمتر ارتفاع و ۴۰ سانتیمتر عرض داشت. مسلح کننده های از طریق اصطکاک بین مسلح کننده و بلوک به سطح متصل میشدند. یکی از مولفه شتاب افقی از زلزله کوب ۱۹۹۵ که به ماکزیمم شتاب $g 0.24$ اسکیل شده بود و به عنوان

ورودی پایه همان طور که در شکل ۲c نشان داده شده مورد استفاده قرار گرفته شده است. در مدل سانتریفیوژ از تجهیزات LVDT، شتاب سنج و گیج کرنش برای اندازه گیری جابه جایی سطح جانبی، نشست خاکریز، شتاب و کرنش مسلح کننده همانطور که در شکل ۱a نشان داده شده، استفاده شده است. آزمایشات کششی بر روی شبکه mosquito برای بدست آوردن ارتباط بین کرنش گیج قرائت شده و کرنش واقعی آن از آزمایش سانتریفیوژ استفاده شد. نتایج آزمایشات سانتریفیوژ را میتوان در وانگ ۲۰۰۸ یافت.

شبیه سازی اجزا محدودی با مقیاس اولیه انجام گرفت. پارامترهای مدل برای خاک خاکریز با استفاده از مقاومت خاک و نتایج آزمایشات سه محوری سیکلی واسنجی شد. از آنجایی که خاک ماسه‌ای میتواند مستقل از زمان فرض شود، پارامترهای خزش $\dot{\epsilon}$ ، a و m مورد نیاز نمی باشد. پارامترهای مدل در جدول ۱ نشان داده شده و مقایسه نتایج آزمایشات و پیش بینی های مدل در شکل ۲a نشان داده شده است. خاک پی الاستیک غیر خطی فرض می شود. پارامترها در جدول ۱ نشان داده شده است که از آزمایشات سه محوری و میرایی پلاستیسیته کم خاکهای چسبنده بدست آمده است. رفتار سیکلی شبکه‌های mosquito با ضرب در سختی واقعی ۴۰ به مقیاس اولیه تبدیل شده و با استفاده از مدل سطح پیوسته الاستوپلاستیک-ویسکو الاستیک شبیه سازی شده است. اما با فرض غیر ویسکوز بودن، خزشهای ناچیزی در طی آزمایش رخ میدهد. پارامترهای مدل در جدول ۲ نشان داده شده و مقایسه نتایج آزمایشات و پیشبینی مدل در شکل ۲b نشان داده شده است. سطح مشترک در مدل خاک مسلح دیوار با استفاده از المانهای لایه‌های نازکی که از معیار شکست مور کلمب پیروی میکند شبیه‌سازی میشود. اصطکاک بین خاک خاکریز و شبکه‌های mosquito از آزمایش برش مستقیم بصورت $c = 0$ $\delta = 30^\circ$ بدست آمده و بین مسلح کننده و بلوکها همانند بین بلوک بلوک بصورت $\delta = 35^\circ$ و $c = 0$ از آزمایش میز تیلت ساده بدست آمده است. اصطکاک بین بلوکهای رویه و خاک خاکریز با استفاده از $\tan \delta = (2/3) \tan \phi$ ، که در آن ϕ زاویه خاک خاکریز میباشد، بدست می‌آید. بلوکهای سطحی با پیروی از پارامترهای آلومینیوم معمولی $E = 70,000 \text{ MPa}$ ، $\mu = 0.32$ and $\gamma = 27 \text{ kN/m}^3$ ، الاستیک خطی فرض میشوند.

شکل ۱b مش اجزا محدودی را نشان می دهد. حالت تنش اولیه با استفاده از تحلیل استاتیکی بدست آمده، تغییر شکل و کرنش قبل از تحلیل دینامیکی به صفر رسیده شدند. حالات دینامیکی با استفاده از حالت تنش اولیه انجام گرفت. شکل ۳a مقایسه ی دامنه های شتاب آزمایش سانتریفیوژ و تحلیل اجزا محدودی را نشان می دهد. شتابهای پیش بینی شده از نتایج آزمایشگاهی کمتر بودند اما تفاوت زیاد نبود. شکل ۳b ماکزیمم جابه جایی جانبی سطحی در هنگام وقوع زلزله و مقادیر انتهای لرزه را نشان می دهد. و شکل ۳c نشست سطح خاکریز در انتهای لرزه را نشان می دهد که از آن نتیجه می شود که پیش بینی اجزا محدودی قابل قبول می باشد. کرنشهای مسلح کننده در مکان های مشخص شده در شکل ۳d نشان داده شده است. مدل اجزا محدود گسترش کرنش رضایتبخشی در مسلح کننده در طی لرزه نشان می دهد.

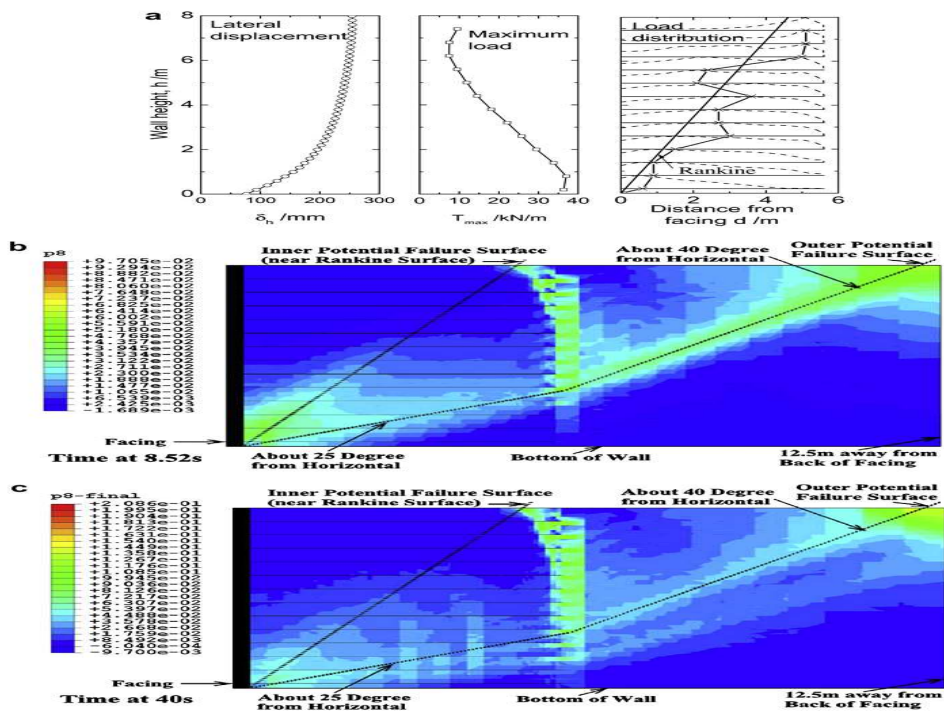
نتایج شبیه سازی اجزا محدودی در این پژوهش نشان میدهد که روش اجزا محدود میتواند پاسخ لرزه ای سازه های GRS با در نظر گرفتن سختی مصالح غیر خطی، میرایی مصالح هیستریزیس، اندرکنش دینامیکی سازه خاک و اتساع و مقاومت خاک ها دوباره تولید کند. بدین ترتیب این روش می تواند برای شبیه سازی پاسخ خاک مسلح دیوارهای حائل تحت بارگذاری لرزه ای در طی سرویس دهی استفاده شود.

معرفی مطالعه پارامتری اجزا محدودی

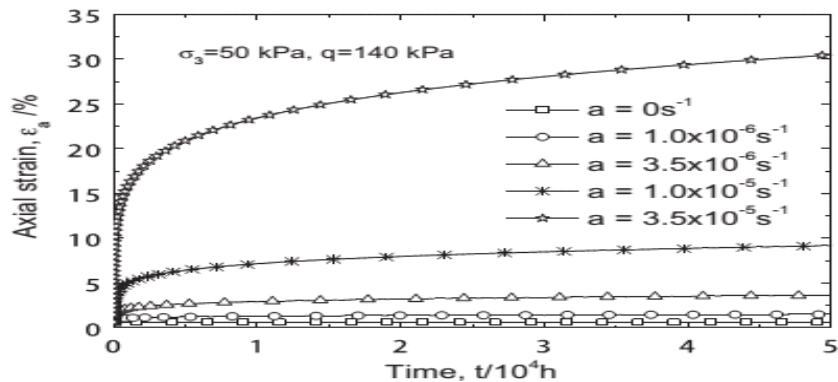
استفاده از روش معتبر مطالعات پارامتریک اجزا محدودی بر روی دیوار حائل خاک مسلح شده با ژئوگرید در ارتفاع ۸ متر انجام گرفت. بلوکهای بتنی با ارتفاع ۲۰ سانتیمتر و عرض ۳۰ سانتیمتر به عنوان واحدهای سطحی مورد استفاده قرار گرفت. مسلح کننده ها از طریق اصطکاک بین بلوک ها به واحدهای سطحی متصل شدند. شکل ۴a پیکربندی دیوارهای مدل را نشان می دهد. پی ۵ متری در نظر گرفته شد، که فرض شد که بر روی سطح بستر صلب قرار گرفته است. خاک پی خاک ماسه ای با تراکم متوسط می باشد که فرض شده که الاستیک غیر خطی اند و در معادلات (2)، (3a)، (3b) و (5) آمده است. پارامترهای مدل از آزمایشات Sun and Shao (2005) و اسنجی شدند و در جدول ۱ (Wang, 2008) نشان داده شدند. مش اجزا محدودی بزرگی در این مطالعه انجام گرفت، همانطور که در شکل ۴b نشان داده شده یک دیوار با طول مسلح کننده $L=5.6\text{ m}$ و مرز جذب کننده ویسکو

الاستیک در کنارها (Inc., 2004 Abaqus) برای جلوگیری از بازتاب موج استفاده شد. با در نظر گرفتن سوراخهای بزرگ ژئوگرید، مسلح کننده و خاک خاکریز فرض میشود که بطور کامل پیوسته است (Ling et al., 2005a). مقاومت بین بلوکهای بتنی و بین ژئوگرید و بلوکها فرض شده که $\delta = 35^\circ$ و $c = 0$ باشند که در تحلیلهای مختلف همین مقدار نگهداشته شد. اصلکاک بین بلوکهای سطحی و خاک خاکریز بر اساس $c_{in} = (2/3)c$ و $\tan \delta = (2/3)\tan \phi$ بدست آمد.

مود تغییر شکل و بار مسلح کننده دیوار خاک مسلح معمول از ژئوگرید HDPE به عنوان مسلح کننده بطول ۵٫۶ متر ($L=0.7H$) و به فاصله ۰٫۶ متر استفاده میکند و تحت بارگذاری زلزله بعد از ۵ سال خزش تحلیل میشود. یک مدل خاک خاکریز چسبنده، که مقاومت آن $\phi = 30^\circ$ و $c = 16 \text{ kPa}$ می باشد، در خاکریز استفاده شده است. پارامترهای مدل در جدول ۱ نشان داده شده (خاک i) و شکل a و b پاسخهای سیکلی و خزشی مدل خاک تحت فشار سه محوری را نشان میدهد. این مدل خاک چسبنده با در نظر گرفتن چسبندگی خاکریز رسی- سیلتی بدلیل غیر اشباع بودن استفاده شد. پاسخهای سیکلی و خزشی بترتیب در شکل c و d نشان داده شدهاند (Liu and Ling, 2005, 2007). مقاومت ژئوگرید $T_{ult} = 55 \text{ kN/m}$ می باشد. پارامترهای مدل در جدول ۲ نشان داده شدهاند (گرید A). مولفه زلزله کوب ۱۹۹۵ به ماکزیمم شتاب زلزله $g \ 0.4$ اسکیل شده است و به عنوان داده ورودی استفاده شده همانگونه که در شکل ۶ نشان داده شده است.



شکل ۷: تحلیل نتایج دیوارهای معمولی: (a) جابه جایی سطحی جانبی، ماکزیمم بار مسلح کننده و توضیح بار (b) کرنش برشی پلاستیک در لحظه‌ی ماکزیمم شتاب ورودی (c) کرنش برشی پلاستیک در انتهای لرزه



شکل ۸: نرخ خزش خاک خاکریز در فشاری سهمجوری

مطالعه پارامتریک برای بررسی تاثیر پارامترهای مختلف دیوارهای خاک مسلح شامل خزش خاک، خزش مسلح کننده، سختی مسلح کننده، طول مسلح کننده و فاصله مسلح کننده انجام گرفت. در مطالعه پارامتری تنها پارامترهایی که تغییر می کردند مورد توجه بود در حالی که سایر پارامترها یکسان بودند همانند دیوارهای معمولی. جدول ۳ موارد تحلیل شده را بطور خلاصه آورده است.

در مطالعه پارمتری، ابتدا شبیهسازی سازه انجام میگیرد، در پی آن تحلیلهای خزشی ۵ سال انجام میگیرد. با حالت تنش کرنش خزش ۵ سال مدل دیوارها تحت بارگزاری زلزله قرار میگیرد. نتایج بارگذاری لرزه‌های تنها در این مقاله آمده است. نتایج تحلیل خزشی را میتوان در Liu et al (2009) یافت.

پاسخ های دیوارهای خاک مسلح معمولی

جابه جایی سطحی جانبی در انتهای لرزش، ماکزیمم بار مسلح کننده در لایه های مسلح کننده و توزیع بار مسلح کننده در شکل ۷a نشان داده شده است. توزیع بار مسلح کننده ها ماکزیمم بار در هر نقطه را به ما نشان می دهد. می توان مشاهده کرد که ماکزیمم جابه جایی جانبی حدودا در بالای دیوار اتفاق می افتد، در حالی که بار مسلح کننده ماکزیمم در نزدیکی زمین اتفاق می افتد. سطح بار مسلح کننده ماکزیمم که با متصل کردن نقاط ماکزیمم بار مسلح کننده در هر لایه بدست می آید، مشابه سطح شکست رانکی می باشد. این مقدار به سطح شکست کلمب نزدیک است که بصورت مایل با زاویه کوچکتری نسبت به صفحه افقی با در نظر گرفتن اصطکاک رویه قرار گرفته است.

شکل ۷b و c توزیع کرنش پلاستیک هشت وجهی γ_{oct}^P در لحظه‌ی ماکزیمم لرزه ($t=8.52$ s) و در انتهای لرزه را نشان می دهد. دو توزیع با ترمهای صفحات کرنش بزرگ بسیار شبیه به هم می باشند. همچنین تغییر شکل پلاستیک در قسمت پایین دیوار دیده می شود. میتوان مشاهده کرد که تحت لرزه ورودی (مولفههای زلزله کوب ۱۹۹۵ به $a_{max}=0.4g$ اسکیل شدند)، سطح شکست مشخصی در ناحیه خاک مسلح بطور کامل ایجاد نمی شود، همچنین در قسمتهای پایینی دیوار تغییر شکل پلاستیک نزدیک به سطح شکست رانکی اتفاق می افتد. از طرف دیگر سطح تغییر شکل بزرگ پلاستیک را می توان در قسمت پایین ناحیه دیوار مسلح یافت که به سمت زمین نگهدارنده گسترش یافته است. از این به بعد با توجه به سطح شکست خارجی ناحیه سوم تغییر شکل بزرگ پلاستیک بین ناحیه خاک مسلح و زمین نگهداشته شده وجود دارد، که باور بر این است که بدلیل فشارهای مختلف خاک مسلح و زمین نگهداشته شده میباشد. این مود تغییر شکل با مود شکست دو گوه همخوانی دارد که در آزمایشات مدل مشاهده شده است (e.g., Matsuo et al, 1998; Takahashi et al., 2001).

از مشاهده توزیع بار مسلح کننده و مود تغییر شکل دیوار خاک مسلح میتوان مشاهده کرد که بارهای ماکزیمم در لایه های مسلح کننده پایینی که ترکیب اثر سطح شکست داخلی که نزدیک به سطح رانگی و سطح شکست خارجی می باشد اتفاق می افتد. بنابراین ضروری است تا سطح شکست خارجی را در هنگام محاسبه بارهای مسلح کننده ماکزیمم تحت بارگذاری زلزله نظر بگیرند مخصوصاً آنهایی که در قسمت پایین لایه های مسلح کننده قرار دارد.

تاثیرات پارامترهای دیوار

تاثیرات پارامترهای مهم دیوار، شامل خزش خاکریز، خزش مسلح کننده، سختی مسلح کننده، مقاومت خاکریز، طول و فاصله مسلح کننده در این قسمت مورد بحث قرار گرفته است.

تاثیرات خزش خاکریز

هدف این سری تحلیلها نشان دادن تاثیرات خزش خاکریز بر روی بار مسلح کننده و مود تغییر شکل دیوارهای خاک مسلح تحت بارگذاری زلزله در طی سرویس دهی می باشد. پارامتر مدل a در معادله ۸ متغییری است که تغییرات خزش خاک را شبیه سازی می کند که در شکل ۸ نشان داده شده است.

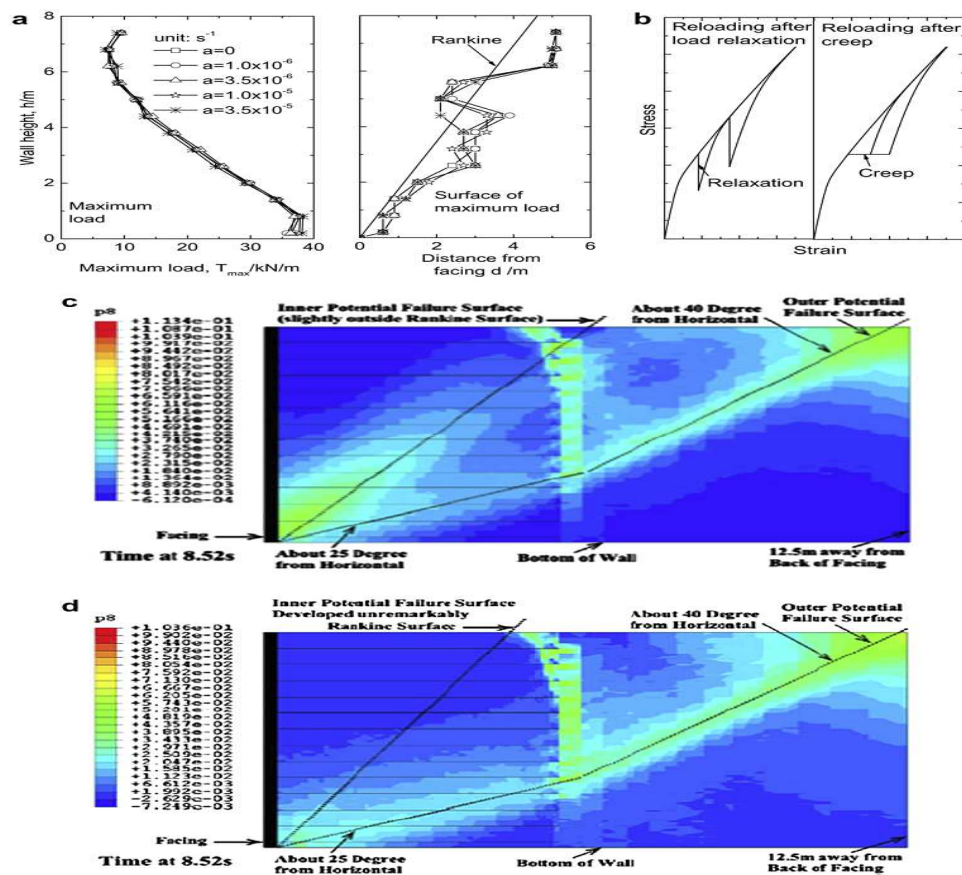
شکل ۹a بار مسلح کننده ماکزیمم در لایه های مختلف و توزیع بارهای متناظرش را نشان می دهد. خزش خاکریز اثر ناچیزی بر بار کل مسلح کننده با توجه به هردو بارگذاری استاتیکی و زلزله دارد. در (Liu et al. (2009 نشان داده شده که خزش خاک خاکریز بطور قابل ملاحظه ای بر بار مسلح کننده تحت بارگذاری استاتیکی ثابت تاثیر دارد. خزش بزرگ خاکریز منجر به بار مسلح کننده بیشتر بعد از ۵ سال خزش می شود. این اثر تحت بارگذاری زلزله قابل جبران است که میتوان با پاسخ ایزوتاک خاک ویسکوز تحت بارگذاری سیکلی توضیح داد (et al 1999 Tatsuoka). در آزمایشات مشاهده شده که خاک ویسکوز پاسخ سخت تری در بارگذاریهای بعدی بعد از خزش نشان میدهد. گرایش به پیوستن به منحنی تنش کرنش تحت بارگذاری دست نخورده در شکل ۹b نشان داده شده است. بنابراین تحت همان بارگذاری لرزه ای، خاک خاکریز با پاسخ وابسته به زمان بزرگتر سختی بزرگتری با توجه به تغییر شکلهای خزشی بزرگتر قبل از بارگذاری زلزله نشان میدهد که منجر به افزایش بار

کوچکتر در مسلح کننده میشود. این افزایش بار کوچک بعلاوه بار استاتیکی بزرگتر بعد از ۵ سال خزش نتیجه بار مسلح کننده یکسانی با حالتی که خاک خاکریز ویسکوزیته کمتری دارد می دهد.

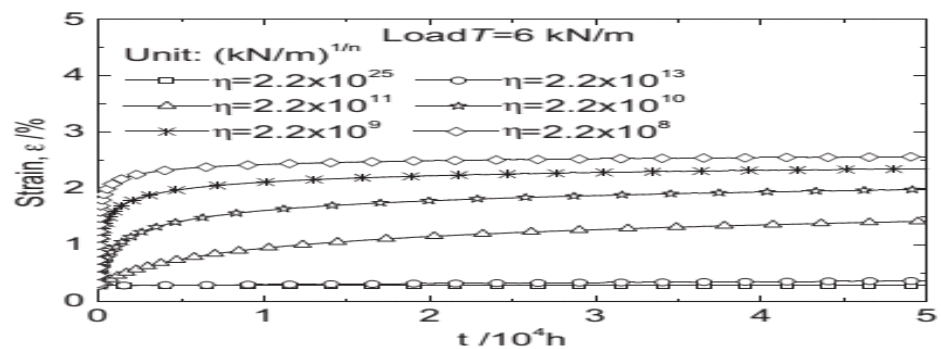
نرخ خزش خاک خاکریز بر گسترش سطح شکست خارجی تاثیر ندارد اما بر توسعه سطح شکست داخلی در دیوارهای خاک مسلح تاثیر دارد، همانطور که در شکل ۹c و d نشان داده شده است. با خاک خاکریز غیر ویسکوز، احتمال ایجاد سطح شکست داخلی مشخصا نزدیک به سطح شکست رانگی می باشد اما اگر خزش خاک خاکریز بسیار زیاد باشد به سختی می توان دید. این اساسا بخاطر توزیع بار بین خاکریز و مسلح کننده تحت بارگذاری استاتیکی ثابت می باشد (Liu et al., 2009). بار استاتیکی بیشتر توسط خاک خاکریز وقتی که نرخ خزش آن کوچکتر از مسلح کننده باشد قابل تحمل است. قابل ذکر است که جابه جایی های سطحی جانبی کلی بعد از بارگذاری زلزله با خزشهای خاکریز متفاوت کاملا متفاوت است، اگرچه نتایج در اینجا بدلیل محدودیت فضا داده نشده است. در مواردی با خزش خاک خاکریز بزرگ بطور قابل ملاحظه های جابه جایی جانبی بزرگتری نشان میدهد که بدلیل تغییر شکل خزشی قبل از بارگذاری زلزله میباشد (Liu et al., 2009).

تاثیرات خزش مسلح کننده

پارامتر η در معادله ۱۸ در ضمیمه ۱ متغییری است که نرخ خزش مسلح کننده های مختلف را شبی هسازی میکند. همانگونه که در شکل ۱۰ نشان داده شده است. شکل ۱۱ ماکزیمم بارهای مسلح کننده نظیر به نظیر توزیع بار را نشان می دهد.



شکل ۹: تأثیرات نرخ خزش خاک: (a) بار مسلح کننده ماکزیمم و توزیع بار (b) نشان دادن پاسخ ایزوتاک مصالح ویسکوز (c) کرنش برشی پلاستیک در لحظه‌ی شتاب ورودی ماکزیمم برای خاکریز غیر ویسکوز (d) کرنش برشی پلاستیک در لحظه‌ی شتاب ورودی ماکزیمم با $a=3.5 \times 10^{-5} s^{-1}$.



شکل ۱۰: پاسخ خزشی مسلح کننده‌های ژئوسنتتیک تحت کشش ثابت 6 kN/m.

با همان میزان خاک خاکریز، یک افزایش در نرخ خزش مسلح کننده به آرامی ماکزیمم بار مسلح کننده را کاهش می دهد و سطح ماکزیمم بار مسلح کننده را به اندازه ای تغییر می دهد. تغییرات کوچک ماکزیمم بار مسلح کننده، ترکیب تاثیرات بار مسلح کننده قسمت پایین با خزش مسلح کننده بزرگتر در مقایسه با خاکریز تحت بارگذاری ثابت استاتیک است (Liu et al., 2009)، و افزایش بار بزرگتر متناظر تحت بارگذاری زلزله بدلیل پاسخ ایزوتاک ژئوسنتتیکهای مسلح کننده (Hirakawa et al., 2003).

مشابه تاثیر خزش خاکریز، خزش مسلح کننده تاثیرات بسزایی در توسعه پتانسیل سطح شکست داخلی دارد، اما تاثیر کمی بر سطح شکست خارجی دارد، همان گونه که در شکل ۱۱b و c نشان داده شده است. تقریباً برای همه ی موارد با نرخ های خزش متفاوت مسلح کننده سطح شکست خارجی یکسانی مشاهده شده است. پتانسیل سطح شکست داخلی با خزشهای مسلح کننده بزرگتر بسیار واضح تر است، که در اصل بدلیل توضیح بار بین خاک و مسلح کننده تحت بارگذاری استاتیک ثابت می باشد. نرخ خزش بیشتر مسلح کننده، بار بیشتری برای تحمل کردن به خاک خاکریز وارد می کند، که به پتانسیل سطح شکست داخلی مشخص تری منجر می شود (Liu et al., 2009). این سطح بعدها توسط بارگذاری زلزله توسعه یافت. از طرف دیگر با خزش مسلح کننده کم، مسلح کننده بار بیشتری تحت بارگذاری استاتیک و حتی بارگذاری لرزه‌ای تحمل میکند. تغییر شکل پلاستیک بار مسلح کننده به مقدار زیاد گسترش نمی یابد، همان گونه که در شکل ۱۱b نشان داده شده است.

تاثیرات سختی مسلح کننده

در این سری تحلیلها فرض بر این است که مسلح کننده های غیر ویسکوز با داشتن پارامتر η با مقدار بسیار زیاد. هدف جدا کردن تاثیرات η بر سختی مسلح کننده تحت بارگذاری دینامیکی میباشد همانطور که در Liu and Won (2009) آمده است. تحت همان نرخ بارگذاری، افزایش η ، افزایش سختی مسلح کننده را نتیجه می دهد. سختی اولیه J_0 متغییری است که سختی های مسلح کننده های مختلف را شبیه سازی میکند.

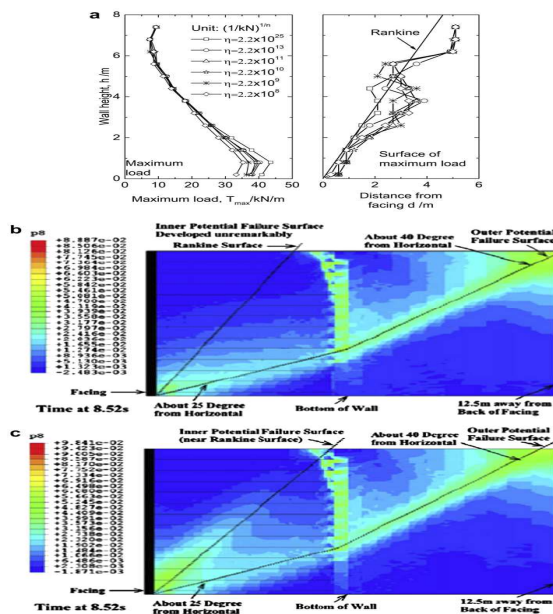
یک افزایش در سختی مسلح کننده بطور چشمگیر بار مسلح کننده را افزایش می دهد و بطور قابل ملاحظه ای مود تغییر شکل را تغییر می دهد. همان گونه که در شکل ۱۲a میتوان دید بار مسلح کننده ماکزیمم با افزایش در

سختی مسلح کننده افزایش می یابد. و سطح بار مسلح کننده ماکزیمم به سمت های واحدهای سطحی تغییر می کند. همین تمایلات در Liu (2009) مشاهده شد که در آن خاک دانه ای مورد استفاده قرار گرفته شده بود. با توجه به مود تغییر شکل، با سختی مسلح کننده کوچکتر، سطح شکست خارجی رو به بالا و به سمت واحدهای سطحی حرکت می کند، همانگونه که در شکل‌های ۱۲b و c نشان داده شده است. سختی مسلح کننده بزرگتر می تواند تغییر شکل‌های برشی در قسمت پایین ناحیه مسلح شده را محدود کند که بعداً بر گسترش سطح شکست در زمین مسلح شده تاثیر گذاشت. می توان از این نتایج مشاهده کرد که در نظر گرفتن تاثیر سختی مسلح کننده‌ها در طراحی دیوار خاک مسلح تحت بارگذاری لرزه‌ای ممکن است ضروری باشد. البته سخت خواهد بود که این ها را با تحلیل معادلات محدود (Fakher, et al., 2008) که به صورت روتین در آزمایشات استفاده شده، در نظر گرفت. همچنین با مقایسه‌ی نتایج این بخش و بخش قبل تاثیرات خزش مسلح کننده و سختی مسلح کننده را میتوان در یک مقدار مشخصی متحد کرد. یک افزایش در خزش مسلح کننده، مشابه با کاهش سختی مسلح کننده تحت نرخ بارگذاری (Kaliakin, 2000 et al.) می باشد. و بنابراین آنها تاثیرات مشابهی بر بار مسلح کننده دارند. اگرچه با مقادیر متفاوت، تاثیرات مود تغییر شکل را نمی توان به وضوح در نرخهای خزش متفاوت مسلح کننده در این مطالعه دید، که میتوان با این بیان که تغییر سختی وابسته به نرخ بسیار زیاد نیست، توجیح کرد.

تاثیرات طول و فاصله مسلح کننده

تاثیر طول مسلح کننده بر بار ماکزیمم مسلح کننده وقتی که به اندازه‌های بزرگ نباشد که گسترش سطح شکست خارجی را محدود کند، م است. همچنان که در شکل ۱۳a نشان داده شده است. با این وجود هنگامی که طول مسلح کننده به اندازه کافی بزرگ باشد بارها در لایه های مسلح کننده بالایی بطور قابل ملاحظه‌ای افزایش می یابند. اگر چه آنهایی که در لایه‌های پایین قرار دارند کاهش مییابند. افزایش بار مسلح کننده در این لایه ها بدلیل این حقیقت است که آنها گسترش سطح شکست خارجی را محدود کرده اند. همانگونه که در شکل ۱۳c دیده میشود با مسلح کننده بطول مناسب، تغییر شکل برشی پلاستیک به سمت ناحیه‌ی خاک مسلح شده میرود و سطح شکست خارجی

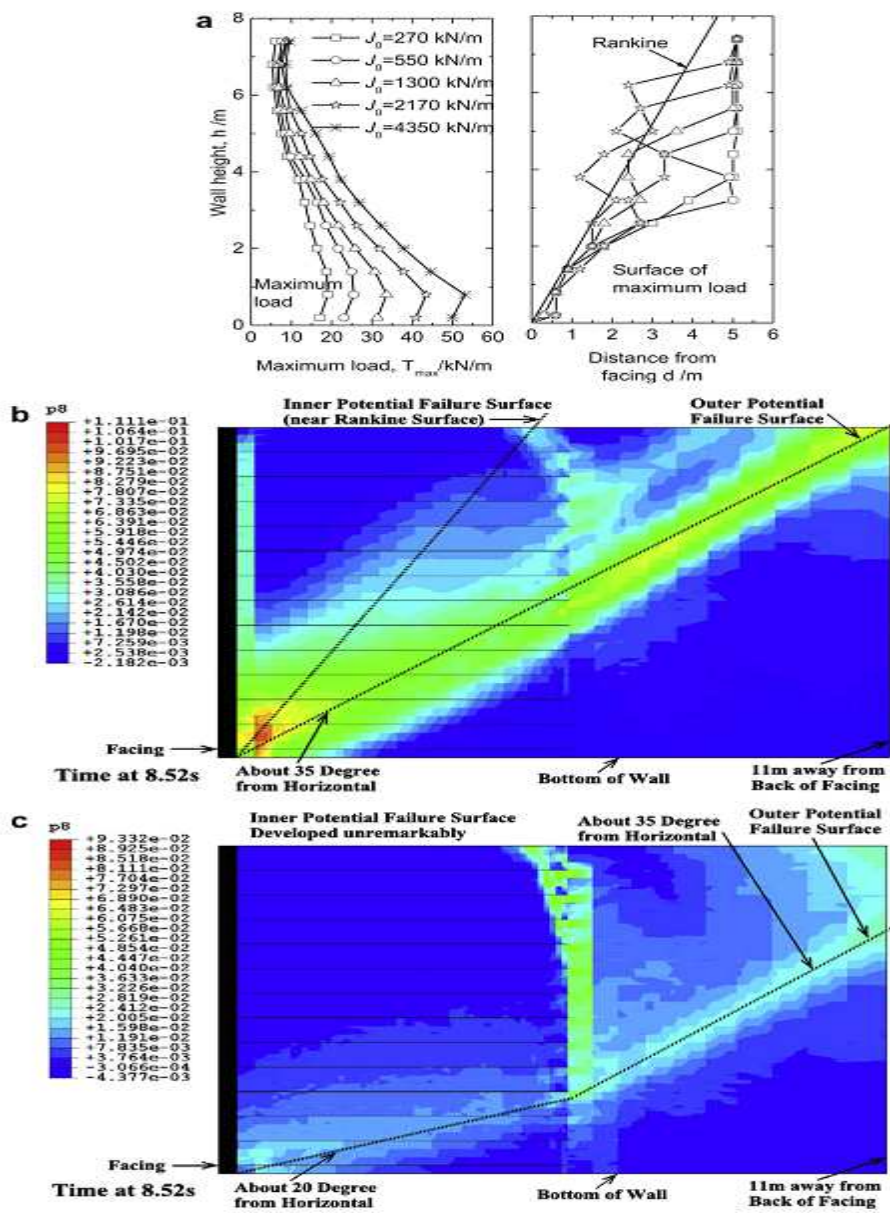
را نمی توان مشاهده کرد. قیل از آن طول مسلح کننده بر موقعیت سطح شکست خارجی تاثیر میگذارد. اما بر زاویهی حائل شدگی آن تاثیر ندارد. همانطور که در شکل ۷b و ۱۳b مشاهده می شود.



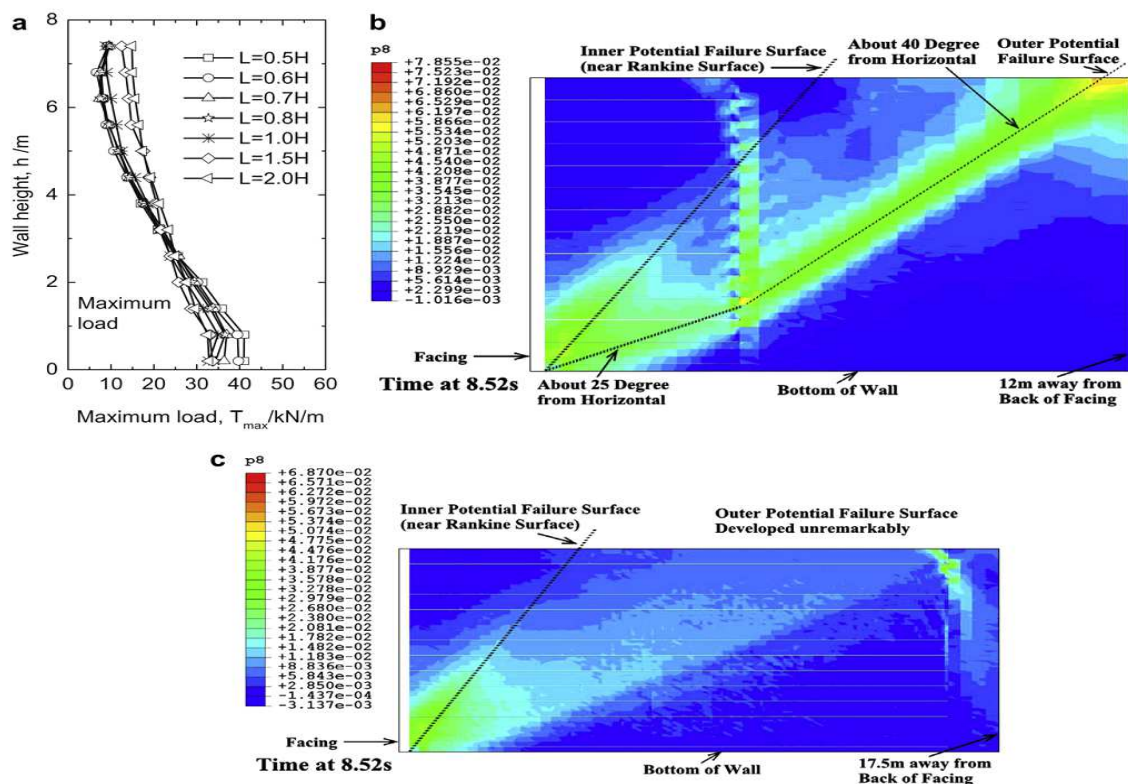
شکل ۱۱: تأثیرات نرخ خزش مسلح کننده. (A) بار ماکزیمم مسلح کننده و توزیع بار (b) کرنش برشی پلاستیک در لحظه‌ی شتاب ورودی ماکزیمم برای مسلح کننده‌های غیر ویسکوز (c) کرنش برشی پلاستیک در لحظه‌ی شتاب

$$\eta = 2.2 \times 10^8 (1/\text{kN})^{1/n}$$

ورودی ماکزیمم با



شکل ۱۲: تاثیرات سختی مسلح کننده (a) بار ماکزیمم مسلح کننده و توزیع بار (b) کرنش برشی پلاستیک در لحظه‌ی شتاب ورودی ماکزیمم وقتی $J_0 = 270$ kN/m (c) کرنش برشی پلاستیک در لحظه‌ی شتاب ورودی ماکزیمم وقتی $J_0 = 4350$ kN/m باشد.



شکل ۱۳: تاثیرات طول مسلح کننده (a) بار مسلح کننده (b) کرنش برشی پلاستیک در لحظه‌ی ماکزیمم

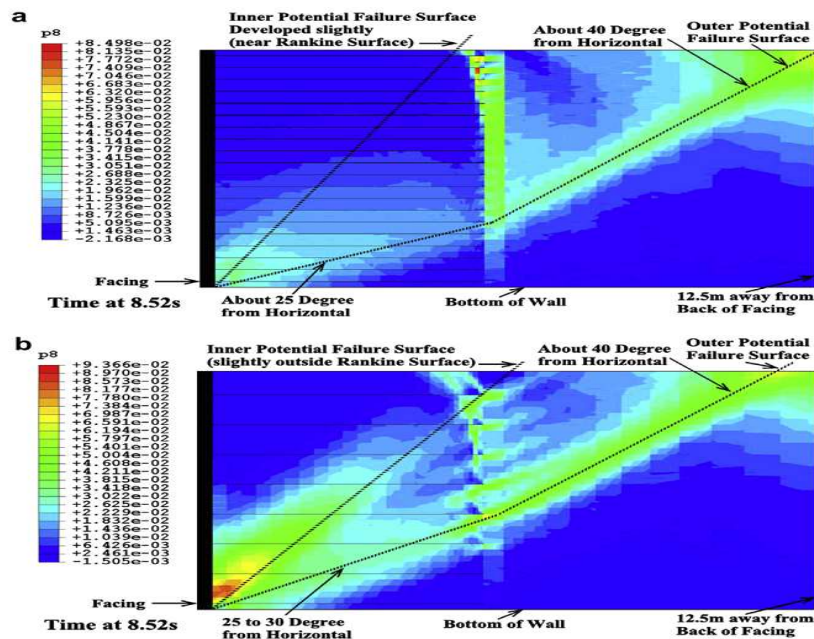
شتاب ورودی با $L=0.5H$ (c) کرنش برشی پلاستیک در لحظه‌ی شتاب ورودی ماکزیمم با $L=2.0H$.

ماکزیمم بار مسلح کننده بطور خطی با یک افزایش فاصله مسلح کننده افزایش می‌یابد که در اینجا به دلیل محدودیت فضایی آورده نشده است. مشاهده می‌شود که خواص ویسکوز خاک خاکریز و مسلح کننده تغییر نم‌یکند، اگرچه شیب ممکن است متفاوت باشد (Ling et al., 2005a; Liu, 2009). با توجه به پتانسیل سطح شکست، سطح شکست داخلی با فاصله مسلح کننده بزرگتر بطور مشخصی گسترش می‌یابد. در حالی که سطح شکست خارجی با افزایش فاصله مسلح کنندهها به آرامی به سمت بالا و سطح حرکت میکند، همانگونه که در شکل ۱۴ نشان داده شده است.

بحث و نتیجه گیری

روش اجزا محدود برای بررسی مود تغییر شکل و بار مسلح کننده دیوارهای خاک مسلح شده به خاکریز حاشیه ای تحت بارگذاری زلزله بعد از ۵ سال خزش استفاده شد. روش اجزا محدود شامل ۲ گام است. گام اول شبیه سازی

پاسخ خزش دیوارهای خاک مسلح شده تحت بارگذاریهای استاتیکی ثابت و دوم تحلیل پاسخ لرزه‌ای، با استفاده از حالت‌های تنش کرنش در انتهای تحلیل خزش به عنوان حالت اولیه، ظرفیت روش برای شبیه‌سازی پاسخ دراز مدت دیوارهای خاک مسلح شده در Liu et al معتبر سازی شده است. در حالی که ظرفیت برای تولید مجدد پاسخ لرزه‌ای با آزمایش‌های دینامیکی سانتریفیوژ که در دانشگاه سینگا انجام گرفت، معتبر سازی شده است.



شکل ۱۴: تاثیرات فاصله مسلح کننده‌ها (a) کرنش برشی پلاستیک در لحظه‌ی ماکزیمم شتاب ورودی با $d=0.4\text{ m}$ (b) کرنش برشی پلاستیک در لحظه‌ی ماکزیمم شتاب ورودی با $d=1.0\text{ m}$

از مطالعات بدست آمده که تحت بارگذاری زلزله قوی، دیوارهای خاک مسلح، مود تغییر شکل دو گوه‌ای مشخصی از خود نشان می‌دهند. یک سطح شکست که به خوبی گسترش یافته، از قسمت پایین ناحیه ی خاک مسلح شده به سمت زمین مسلح شده گسترش می‌یابد که اشاره به سطح شکست خارجی در این مطالعه دارد. یک سطح شکست دیگری که بین ناحیه ی خاک مسلح شده و زمین مسلح شده وجود دارد که باور بر این است که از فشارهای مختلف خاک مسلح و زمین مسلح شده بدست آمده است. درون ناحیه خاک مسلح شده، یک سطح شکست داخلی نزدیک به سطح رانکی بطور عمومی تحت بارگذاری لرزه‌ای $g\ 0.4$ به مقدار زیاد گسترش می‌یابد. وسعت آن به پارامترهای خاک و پارامترهای مسلح کننده بستگی دارد. متناظر با مود تغییر شکل، بار مسلح کننده ماکزیمم ر هر لایه مسلح

کننده اثر ترکیبی سطح شکست خارجی و پتانسیل سطح شکست داخلی می باشد. برای خاکهای خاکریز در حالت عمومی و مسلح کننده های ژئوسنتتیک که ممکن است در عمل استفاده شود. نرخهای خزش آنها تاثیر کمی بر بار مسلح کننده و دیوارهای خاک مسلح شده تحت بارگذاری زلزله بعد از ۵ سال خزش دارد. که آن بدلیل پاسخ های ایزوتاک مصالح ویسکوز می باشد. از بین این دو فاکتور، تاثیر خزش مسلح کننده کمی بیشتر است. سختی مسلح کننده بطور قابل ملاحظه‌ای بر بار مسلح کننده تاثیر دارد. با یک افزایش در سختی مسلح کننده، بار مسلح کننده به مقدار زیادی افزایش می یابد. و تغییر کوچکی بر بار مسلح کننده را میتوان با تفاوت در سختی وابسته به نرخ توضیح داد. بار مسلح کننده بطور خطی با فاصله مسلح کننده با توجه به خواص ویسکوز متفاوت خاکریز و مسلح کننده، افزایش می یابد. طول مسلح کننده، هنگامی که طول به اندازه کافی بزرگ نباشد که گسترش سطح شکست خارجی را محدود کند، تاثیر ناچیزی دارد. اما بارها در لایه های مسلح کننده بالایی هنگامی که طولشان به اندازه کافی بزرگ باشد، بطور قابل ملاحظه‌ای افزایش می یابد. نرخ خزش خاک خاکریز و مسلح کننده در محدوده بررسی شده تاثیر اندکی بر گسترش سطح شکست خارجی دارد. اما آنها بر گسترش پتانسیل سطح شکست داخلی که بر سطح رانگی نزدیک است تاثیر دارند. دومی بدلیل توزیع مجدد بار بین خاکریز و مسلح کننده تحت بارگذاری استاتیکی قبل از رخ دادن زلزله می باشد (Liu et al., 2009). سختی مسلح کننده تاثیر آشکاری بر گسترش سطح خارجی دارد که نمیتوان از تحلیل معادلات محدود بدست آورد.

همچنین فاصله و طول مسلح کننده بر موقعیت سطح شکست خارجی، همانند گسترش سطح شکست داخلی تاثیر دارد. بخصوص وقتی طول مسلح کننده بزرگ باشد، سطح شکست خارجی گسترش نمی یابد و در ناحیه خاک مسلح کرنش پلاستیک ایجاد می شود. این نتایج را می توان برای طراحی لرزه ای دیوارهای خاک مسلح استفاده کرد. نتایج این بررسی نشان می دهد، بررسی بار مسلح کننده دیوارهای خاک مسلح تحت بارگذاری لرزه‌ای بدون در نظر گرفتن خزش دراز مدت قبلی منتطقی است اما چگونگی در نظر گرفتن تاثیرات سختی مسلح کننده در تحلیل معادلات محدود که هم اکنون مورد استفاده قرار می گیرند، هنوز نیاز به مطالعات بیشتر دارد. روش اجزا محدودی استفاده شده در این مطالعه بر مبنای آزمایشات مدل برای تعیین ظرفیت شبیه سازی خزش دراز مدت و پاسخ

لرزه‌های دیوارهای GRS معتبر سازی شده است. ممکن است منطقی تر باشد تا با استفاده از آزمایشاتی که خزش دراز مدت را مورد آزمایش قرار می دهد و در ادامه توسط پاسخ لرزه ای دیوارهای GRS واسنجی شود. اما این کار هم اکنون ممکن نیست.

ضمیمه ۱

مدل ایجاد شده برای ژئوسنتتیکها بر اساس پلاستیسیته سطح پیوسته و ویسکوپلاستیسیته اضافه تنش بنا نهاده شده است که فرض شده که نرخ کرنش کل از سه مولفه زیر تشکیل شود:

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

که نرخهای الاستیک، پلاستیک و ویسکوپلاستیک میباشد. در (Liu and Ling (2007 دو نوع ژئوسنتتیک وجود دارد. نوع A و نوع B. اما فقط نوع A در این مطالعه استفاده شده است.

نرخ کرنش پلاستیک $\dot{\epsilon}^e$ از $\dot{\epsilon}^e = \dot{T}/J_0$ بدست میآید. پلاستیسیته سطح پیوسته برای توصیف رفتار الاستوپلاستیک مدل الاستوپلاستیک- ویسکوپلاستیک مورد استفاده قرار گرفت. خطوط پیوسته بر روی کناره‌های فشاری و کششی از رابطه زیر تعریف میشود.

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

که در آن A و B نقطه برخورد دو سطح پیوسته با محور بار (محور T) میباشد. و \bar{J}_p شیب خط پیوسته. T_+ و T_- بارهای پیوسته بر واحد عرض بر روی کناره‌های کششی و فشاری میباشد. پارامترهای سخت شونده بصورت زیر تعریف میشوند.

$$h^{VL} = h_0^L, \quad h^{RL} = h_0^L + h_k^L \sqrt{\epsilon^p}, \quad h^U = h_0^U$$

و RL نشان دهنده بارگذاری، باربرداری و بارگذاری مجدد دست نخورده میباشد. سختی پلاستیک با استفاده از دو رابطه بالا بصورت زیر تعریف میشوند:

$$J_p = \frac{dT}{d\varepsilon^p} = \bar{J}_p + h \frac{\delta}{\delta_{in} - \delta}$$

• فاصله حالت تنش کنونی به خط پیوسته می‌باشد و δ_{in} فاصله اولیه در آغاز مسیر بارگذاری می‌باشد.

رفتار ویسکوپلاستیک با استفاده از فرمولبندی پرزینا توصیف می‌شود. از آنجاییکه تخمین زده شده سومین خزش در مسلح کننده‌ها اتفاق نخواهد افتاد. منحنی استاتیکی ژئوسنتتیک برای نوع A در Liu and Ling (2007) با استفاده از بارگذاری مونوتونیک در این مطالعه ترسیم شده است.

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

باربرداری بالایی، منحنی استاتیکی بصورت زیر تعریف شده است:

$$T_s = T_0 + 2c_1 [|\varepsilon - \varepsilon_0|/2]^{c_2}$$

و بارگذاری مجدد

$$T_s = T_0 - 2c_1 [|\varepsilon - \varepsilon_0|/2]^{c_2}$$

که T_0 و ε_0 بار و کرنش در شروع باربرداری و بارگذاری مجدد می‌باشند. با این منحنی استاتیکی، نرخ کرنش ویسکوپلاستیک بصورت زیر تعریف می‌شود.

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

که η ضریب ویسکوز، $n = n_0 [1 + \exp(-\kappa \varepsilon^{vp})]$ و n_0 و κ ثابتهای مصالح می‌باشند.

بقیه ۱۲ پارامترهای مورد نیاز برای توصیف رفتار سیکلی خزش و ریلکسیشن تنش مسلح کننده ژئوسنتتیک نوع A

عبارتند از: $J_0, A, \bar{J}_p, h_0^l, B, h_0^u, h_k^l, c_1, c_2, n_0, \kappa, \eta$.



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