

سمینار دیوارهای خاک مسلح

معرفی سخنرانان

دکتر حسین غیاثیان

نام دانشگاه: دانشکده عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران

عنوان سخنرانی: تحلیل و طراحی دیوارهای خاک مسلح

دکتری و فوق دکتری از دانشگاه میشیگان ۱۹۹۵ و ۱۹۹۶

سمینار دیوارهای خاک مسلح (۲۶ آبان ۹۴)

دیوارهای خاک مسلح: طراحی، اجرا و پایش

تحلیل و طراحی دیوارهای خاک مسلح


دکتر حسین غیاثیان


دانشگاه علم و صنعت ایران
دانشکده عمران

سالن همایش غدیر سازمان
مدیریت و برنامه ریزی کشور

۲۶ آبان ماه ۱۳۹۴
تهران- ایران

تحلیل و طراحی دیوارهای خاک مسلح



فهرست مطالب

- ❖ اجزاء اصلی
- ❖ اصول طراحی
- ❖ ناپایداری خارجی
- ❖ ناپایداری داخلی
 - عوامل موثر
 - رفتار واقعی
 - روشهای طراحی
- ❖ تاثیر سربار
- ❖ مختصری درباره روش سختی
- ❖ نتیجه گیری

سمینار دیوارهای خاک مسلح (۲۶ آبان ۹۴)
۲ از ۲۸

انواع دیوارهای خاک مسلح




❖ اجزاء اصلی

- خاک (Fill)
 - ترجیحا خاک دانه ای
 - ✓ تراکم پذیری بهتر
 - ✓ مقاومت اصطکاکی بالاتر بر روی المان تسلیح
 - ✓ مقاومت برشی بیشتر خاک و اصطکاکی المان به علت رفتار اتساعی خاک متراکم
 - ✓ زهکشی بهتر (ریزدانه کمتر از ۱۵ درصد و کمتر از ۶۰ درصد زیر الک ۴۰)
 - خصوصیات الکترو شیمیائی

سمینار دیوارهای خاک مسلح (۲۶ آبان ۹۴)
۳

انواع دیوارهای خاک مسلح

پوسته (Skin , Facing)

- عمده نقش آن جلوگیری از ناپایداری موضعی و فرسایش سطحی است.
- در یکپارچه عمل نمودن گوه لغزش نیز نقش دارد در غیر این صورت ممکن است المانها به حداکثر مقاومت لغزشی یا گسیختگی نرسند و خاک روی المانها بلغزد (Stripping).
- فشار وارده از خاک بر پوسته نسبتا ناچیز است.
- المانها بصورت تکیه گاه برای پوسته عمل نموده و لذا ممان طرح کم می باشد.
- از نظر جنس می تواند فلزی ، بتنی، ژئوسینتتیک یا مصالح بنائی دیگری باشد ولی نوع بتنی ترجیح دارد (اشکال).

سمینار دیوارهای خاک مسلح (۲۶ آبان ۹۴) ۴

انواع دیوارهای خاک مسلح

المانهای مسلح کننده (Reinforcement, Ties)

- معمولا بصورت افقی قرار میگیرند (صفحه تنش اصلی ماکزیمم).
- مقاومت کششی بالا
- از جنس فولاد، آلومینیم، المانهای پلی مری (Geosynthetics) و یا پلاستیکی
- ممکن است برای افزایش مقاومت لغزشی، المانهای فلزی بصورت شیاردار (Grooved) و یا برجسته (Ribbed) باشند.
- ملاحظات مربوط به زنگ زدن المانهای فلزی مخصوصا فولاد بایستی در طراحی منظور گردد (جدول).
- رفتار
 - ✓ یک بعدی مثل تسمه ها (Strips) و میله ها (Bars)
 - ✓ دو بعدی مثل شبکه ها (Grids) یا توری های سیمی (Wire Mesh) یا صفحات بافته شده (Mats, Fabrics) که دارای ضریب مقاومت اصطکاکی بالاتر به علت ایجاد شرایط پاسیو در خاک می باشند.
 - ✓ سه بعدی مانند الیافها (Fibers)

سمینار دیوارهای خاک مسلح (۲۶ آبان ۹۴) ۵

انواع دیوارهای خاک مسلح

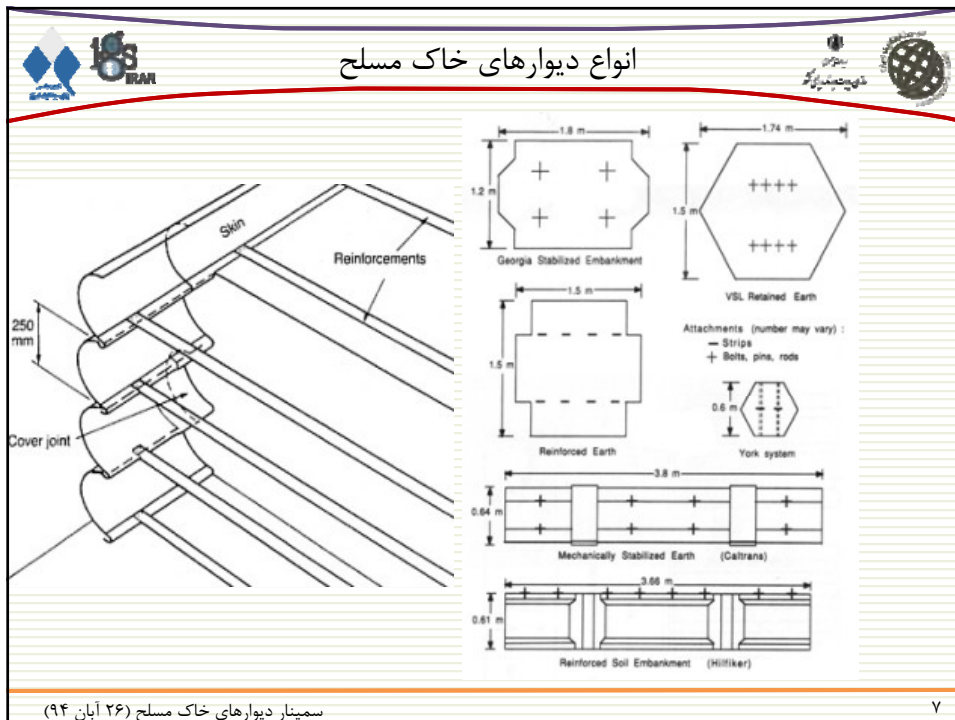
المانهای فلزی

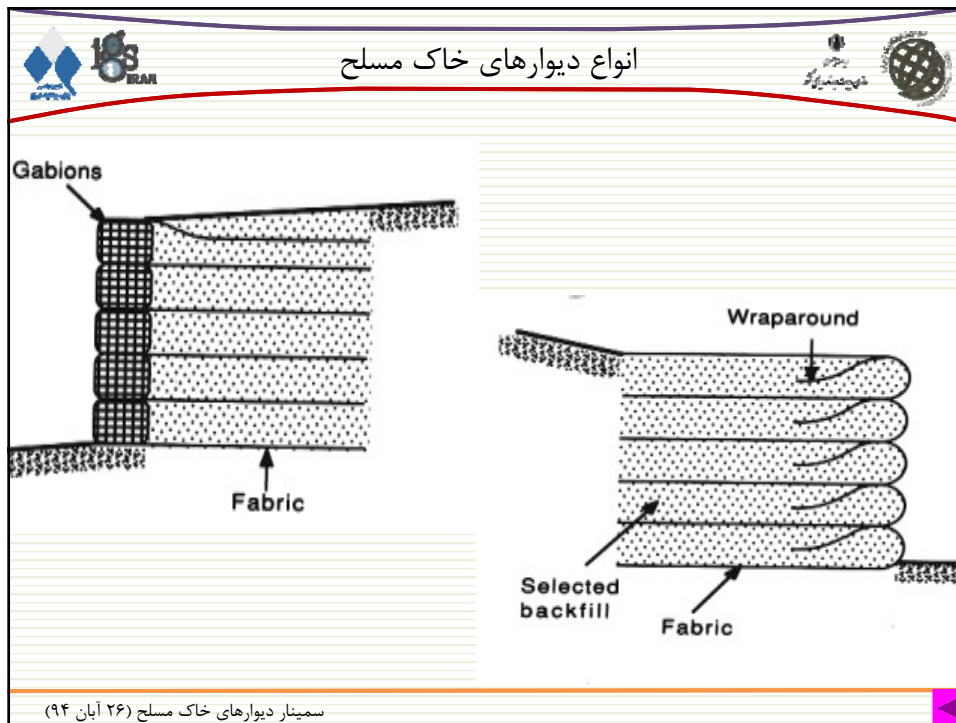
<u>Property</u>	<u>Criteria</u>	<u>Test Method</u>
Resistivity	>3000 ohm-cm	AASHTO T-288-91
pH	>5<10	AASHTO T-289-91
Chlorides	<100 PPM	AASHTO T-291-91
Sulfates	<200 PPM	AASHTO T-290-91
Organic Content	1% max.	AASHTO T-267-86

المانهای ژئوسینتتیکی

<u>Base Polymer</u>	<u>Property</u>	<u>Criteria</u>	<u>Test Method</u>
Polyester (PET)	pH	>3<9	AASHTO T-289-91
Polyolefin (PP & HDPE)	pH	>3	AASHTO T-289-91

سمینار دیوارهای خاک مسلح (۲۶ آبان ۹۴)





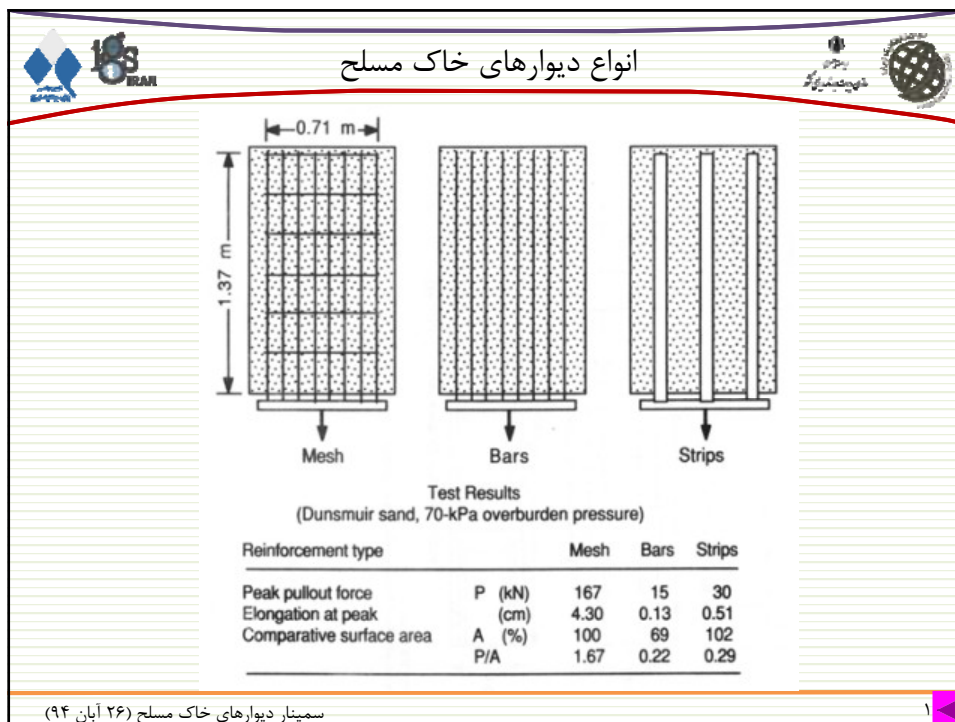
انواع دیوارهای خاک مسلح

نرخ خوردگی در طول عمر سازه (۷۵ تا ۱۰۰ سال)

For zinc/side
 15 $\mu\text{m}/\text{year}$ (0.6 mils/yr) (first 2 years)
 4 $\mu\text{m}/\text{year}$ (0.16 mils/yr) (thereafter)

For residual carbon steel/side
 12 $\mu\text{m}/\text{year}$ (0.5 mils/yr) (thereafter)

سمینار دیوارهای خاک مسلح (۲۶ آبان ۹۴)

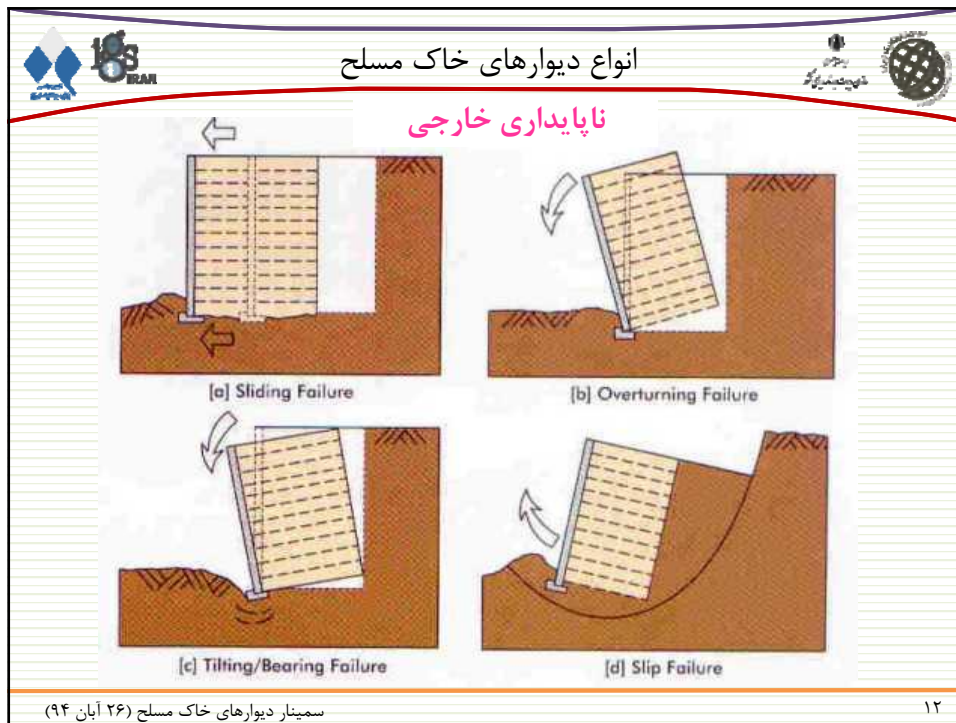


انواع دیوارهای خاک مسلح

اصول طراحی

- ❖ پایداری خارجی (External Stability)
- ❖ پایداری داخلی (Internal Stability)
- ❖ ترکیب دو پایداری فوق (موارد خاص)
- ❖ تغییر شکل و نشست
 - تغییر شکل افقی
 - تغییر شکل قائم
- نشست نسبی در راستای پوسته (امتداد طولی دیوار)
- نشست نسبی در راستای عمود بر دیوار

سمینار دیوارهای خاک مسلح (۲۶ آبان ۹۴)



انواع دیوارهای خاک مسلح

ناپایداری خارجی

❖ لغزش

- در امتداد ضعیف ترین سطح

❖ واژگونی

- کنترل خروج از محوری فشار در زیر دیوار

$e < 1/6$

❖ ناپایداری خاک بستر

- ناپایداری موضعی زیر پی پوسته در خاکهای نرم ریزدانه (تحلیل الاستیک) یا سست دانه ای (تحلیل ترزاقی)
- ناپایداری عمومی (بر اساس پخش فشار یکنواخت مایرهاف) (Meyerhof)

$$q_{ult} = c_f N_c + 0.5 (L) \gamma_f N_\gamma$$

سمینار دیوارهای خاک مسلح (۲۶ آبان ۹۴)

۱۳

انواع دیوارهای خاک مسلح

❖ لغزش عمیق در خاک نرم بستر (خارج ناحیه تسلیح یا از میان ناحیه تسلیح)

- ناپایداری گوه ای
- ناپایداری چرخشی

❖ نشست و تغییر شکل قائم و افقی

- آنی (عمدتا در حین اجرا)
- دراز مدت (خزش و تحکیم، کمتر از ۱ درصد نشست نسبی قائم مجاز است)

❖ ناپایداری لرزه ای

- رفتار بهتر به علت شکل پذیری بیشتر سازه خاک مسلح نسبت به دیوار حائل وزنی
- عدم تمرکز تنش های لرزه ای به علت المانهای تسلیح

$$FS_{dynamic} \Rightarrow 0.75 FS_{static}$$

سمینار دیوارهای خاک مسلح (۲۶ آبان ۹۴) ۱۴

انواع دیوارهای خاک مسلح

REINFORCED SOIL MASS
 ϕ_r, γ_r, K_{or}

RETAINED FILL
 ϕ_f, γ_f, K_{of}

$$K_{or} = \cos \beta \left[\frac{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}} \right]$$

سمینار دیوارهای خاک مسلح (۲۶ آبان ۹۴) ۱۵

انواع دیوارهای خاک مسلح

تحلیل لرزه ای در پایداری خارجی

Static Dynamic

سمینار دیوارهای خاک مسلح (۲۶ آبان ۹۴) ۱۶

انواع دیوارهای خاک مسلح

$$A_m = (1.45 - A) A$$

$A = \text{max. ground acceleration coefficient, } A > 0.05$

$A_m = \text{max. wall acceleration coefficient at the centroid of the wall mass.}$

$$P_{IR} = P_{ir} + P_{is}$$



$$P_{ir} = 0.5 A_m \gamma_f H_2 H$$

$$P_{is} = 0.125 A_m \gamma_f (H_2)^2 \tan \beta$$

$$P_{AE} = 0.5 \gamma_f (H_2)^2 \Delta K_{AE} \text{ (sloping backfill)}$$

سمینار دیوارهای خاک مسلح (۲۶ آبان ۹۴) ۱۷

انواع دیوارهای خاک مسلح

$$K_{AE} = \frac{\cos^2(\varphi - \xi - 90 + \theta)}{\cos \xi \cos^2(90 - \theta) \cos(I + 90 - \theta + \xi) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + I) \sin(\varphi - \xi - I)}{\cos(I + 90 - \theta + \xi) \cos(I - 90 + \theta)}} \right]^2}$$

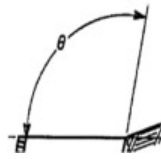
where:

I = the backfill slope angle = β

ξ = arc tan $(K_h/1 - K_v)$

φ = the soil angle of friction

θ = the slope angle of the face



$K_h = 1.66 A_m \left(\frac{A_m}{d} \right)^{0.25}$
 $25mm < d < 200mm$

$K_h = A_m$ if no wall lateral displacement allowed

where, "d" is the lateral wall displacement in mm.

سمینار دیوارهای خاک مسلح (۲۶ آبان ۹۴)

۱۸

انواع دیوارهای خاک مسلح




ناپایداری داخلی

- ❖ گسیختگی المانها
- معمولا در قسمتهای پائینی
- ❖ لغزش المانها
- معمولا در قسمتهای بالائی
- ❖ گسیختگی در پوسته
- ❖ تغییر شکل زیاد یا کمانش در پوسته
- ❖ گسیختگی در محل اتصالات

سمینار دیوارهای خاک مسلح (۲۶ آبان ۹۴)

۱۹

انواع دیوارهای خاک مسلح

عوامل موثر بر تحلیل داخلی

- ❖ تئوری فشار جانبی خاک (رانکین یا کولومب)
- ❖ شرایط فعال (Active) یا سکون (Rest)
- ❖ هندسه سطح گسیختگی
- ❖ طول بخشی از المان که لغزش را تحمل میکند (طول موثر)
- ❖ پخش فشار سر بار
- ❖ نحوه اعمال ضریب اطمینان


سمینار دیوارهای خاک مسلح (۲۶ آبان ۹۴) ۲۰

انواع دیوارهای خاک مسلح


رفتار واقعی خاک

- ❖ سطح لغزش خمیده می باشد نه مسطح (خطی)، با نرم شدن المان، سطح لغزش به طرف حالت مسطح (رانکین) میل می نماید.
- ❖ ماکزیمم نیرو در المانها در فاصله ای از دیوار ایجاد میشود لذا ایده طول موثر منطقی می باشد.
- ❖ ضریب فشار جانبی خاک در ارتفاع دیوار ثابت نیست.
- ❖ ضریب لغزش ($\tan\delta$) برای المانهای برجسته و یا شبکه ها در ارتفاع ثابت نیست.
- ❖ سختی المان و پوسته در میزان و توزیع فشار جانبی خاک موثر است.

سمینار دیوارهای خاک مسلح (۲۶ آبان ۹۴) ۲۱




انواع دیوارهای خاک مسلح




روشهای طراحی

- Standard Analysis, 1964
❖ روش استاندارد
- Tieback Analysis, 1973
❖ روش تای بک
- Coherent Gravity Wall Hypothesis, 1978
❖ روش استاندارد اصلاح شده
- Simplified Method, FHWA, 2001, AASHTO 2002
❖ روش ساده شده
- K-Stiffness Method, 2004, 2015
❖ روش سختی

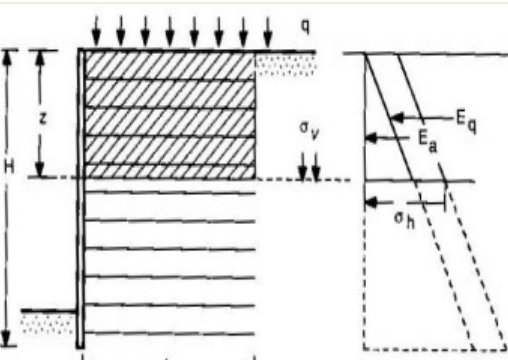
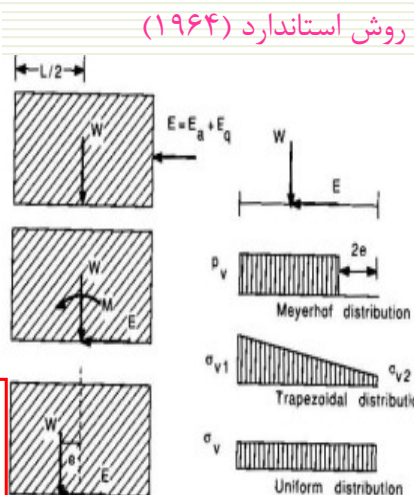
سمینار دیوارهای خاک مسلح (۲۶ آبان ۹۴)
۲۲



انواع دیوارهای خاک مسلح



روش استاندارد (۱۹۶۴)

$$E_a = \frac{1}{2} \gamma z^2 K_a \Leftrightarrow E_q = q K_a z \Rightarrow E = E_a + E_q$$

$$M = \frac{E_a z}{3} + \frac{E_q z}{2} \Leftrightarrow W = \sigma_v L \Rightarrow e = \frac{M}{W}$$

$$p_v = \frac{W}{L - 2e} > \sigma_v \Rightarrow p_h = p_v K_a$$

b. Derivation of the magnitude of vertical stresses for different assumed distributions

سمینار دیوارهای خاک مسلح (۲۶ آبان ۹۴)
۲۳

انواع دیوارهای خاک مسلح

روش استاندارد (۱۹۶۴)

$$E_a = \frac{1}{2} \gamma z^2 K_a \Leftrightarrow E_q = q K_a z \Rightarrow E = E_a + E_q$$

$$M = \frac{E_a z}{3} + \frac{E_q z}{2} \Leftrightarrow W = \sigma_v L \Rightarrow e = \frac{M}{W}$$

$$p_v = \frac{W}{L - 2e} > \sigma_v \Rightarrow p_h = p_v K_a$$

b. Derivation of the magnitude of vertical stresses for different assumed distributions

سمینار دیوارهای خاک مسلح (۲۶ آبان ۹۴)

۲۴

انواع دیوارهای خاک مسلح

روش تای بک (۱۹۷۲)

لغزش

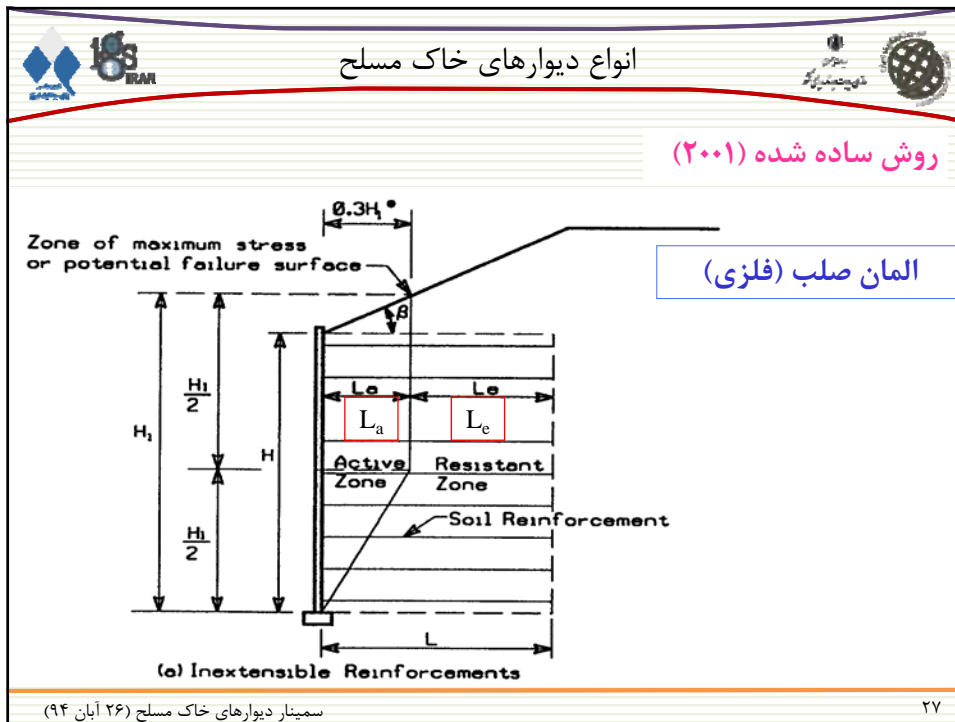
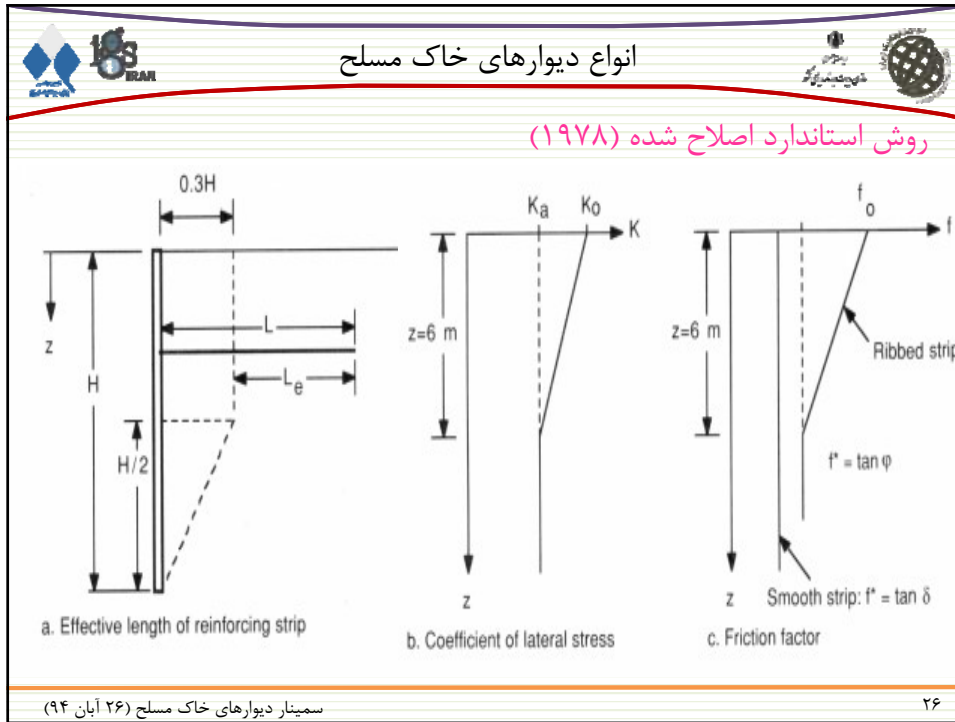
$$F_\phi = \frac{T_s}{T_d} = \frac{2bL_e \sigma_v \tan \delta}{K_a \sigma_v \times \Delta H \times \Delta B}$$

گسیختگی



$$F_y = \frac{T_r}{T_d} = \frac{\sigma_y \times b \times y}{K_a \sigma_v \times \Delta H \times \Delta B}$$

سمینار دیوارهای خاک مسلح (۲۶ آبان ۹۴)

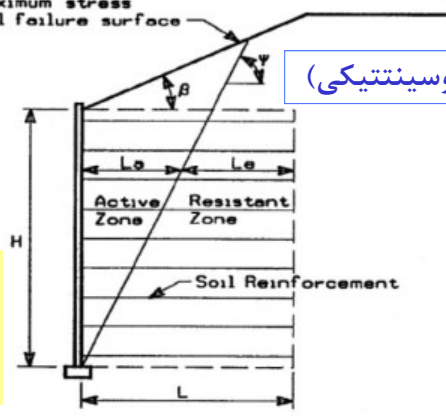
۲۵



انواع دیوارهای خاک مسلح

Zone of maximum stress or potential failure surface



Rankine Analysis

$$\left. \begin{matrix} \delta = 0 \\ \theta = 90 \\ \beta = 0 \end{matrix} \right\} \Rightarrow \psi = 45 + \frac{\phi}{2}$$

$$\left. \begin{matrix} \delta = 0 \\ \theta = 90 \\ \beta \neq 0 \end{matrix} \right\} \Rightarrow \psi = 45 + \frac{\phi}{2} - \frac{\alpha}{2}$$

$\sin \beta = \sin \phi \sin(\beta + \alpha) \Rightarrow \alpha = ?$



For walls with a face batter 10° or more from the vertical,

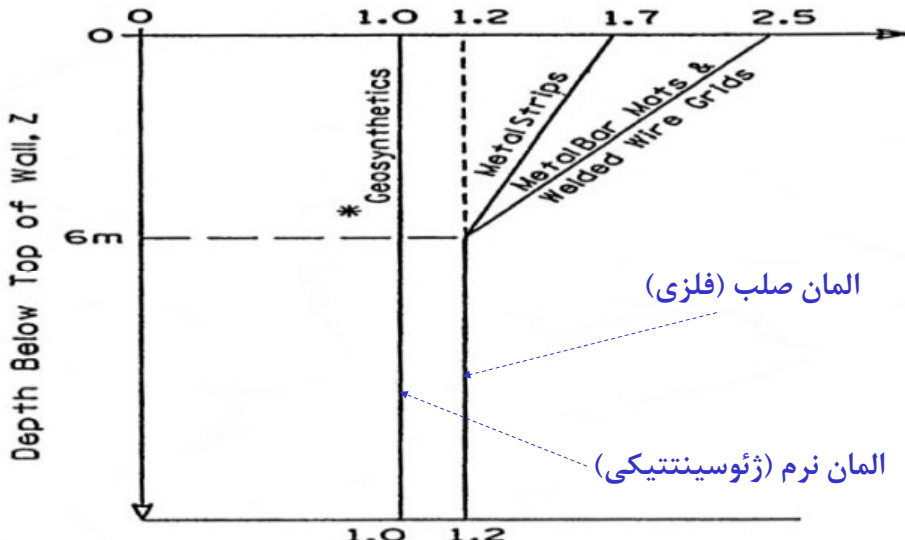
$$\tan(\psi - \phi) = \frac{-\tan(\phi - \beta) \cdot \sqrt{\tan(\phi - \beta) [\tan(\phi - \beta) + \cot(\phi + \theta - 90)] [1 + \tan(\delta + 90 - \theta) \cot(\phi + \theta - 90)]}}{1 + \tan(\delta + 90 - \theta) [\tan(\phi - \beta) + \cot(\phi + \theta - 90)]}$$

with $\delta = \beta$

(b) Extensible Reinforcements

انواع دیوارهای خاک مسلح



سمینار دیوارهای خاک مسلح (۲۶ آبان ۹۴)

۲۹

انواع دیوارهای خاک مسلح

$\sigma_2 = \frac{L(\tan \beta)}{2} \gamma_f$

Retained Fill
 γ_f, K_{af}, ϕ_f

(Pullout Control) لغزش
 $\sigma_v = \gamma_r z_p \quad z_p \geq z + s$

فشار قائم برای محاسبه مقاومت لغزشی

(Breakage Control) گسیختگی
 $\sigma_v = \sigma_{v1} + \sigma_{v2} = \gamma_r z + \frac{1}{2} L \tan \beta \gamma_f$
 $\sigma_h = \sigma_v \times K_r$

Any Level in Wall
 $Z \leq H$

سمینار دیوارهای خاک مسلح (۲۶ آبان ۹۴) ۳۰

انواع دیوارهای خاک مسلح

تحلیل لرزه ای در پایداری داخلی

Active Zone

Reinforced Soil Mass
 ϕ_r, γ_r, K_r

Resistant Zone

P_i

T_{total}

1' th Layer

$L_{e,1}$

Inextensible Reinforcements

Active Zone

Reinforced Soil Mass
 ϕ_r, γ_r, K_r

Resistant Zone

P_i

T_{total}



1

$L_{e,1}$

Extensible Reinforcements

سمینار دیوارهای خاک مسلح (۲۶ آبان ۹۴) ۳۱

انواع دیوارهای خاک مسلح

وزن گوه اکتیو

$$P_I = A_m W_A$$

$$A_m = (1.45 - A) A \iff K_h = 1.66 A_m \left(\frac{A_m}{d} \right)^{0.25}$$

$$T_{md} = P_I \frac{L_{ei}}{\sum_{i=1}^n (L_{ei})}$$

نیروی کل لرزه ای به نسبت طول موثر المانها توزیع می شود.

سمینار دیوارهای خاک مسلح (۲۶ آبان ۹۴)
۳۲

انواع دیوارهای خاک مسلح




تاثیر سربار در تحلیل پایداری داخلی

- ❖ سربار موقتی است مثل بارهای زنده و ترافیک
 - سربار در ناحیه تسلیح
 - افزایش فشار جانبی
 - افزایش فشار قائم منفی
 - سربار در خارج ناحیه تسلیح (ولی در گوه رانکین)
 - افزایش فشار جانبی
 - افزایش فشار قائم منفی
- ❖ سربار دائمی است مثل بار جاده یا پی ساختمان
 - سربار در ناحیه تسلیح
 - افزایش فشار جانبی
 - افزایش فشار قائم
 - سربار در خارج ناحیه تسلیح (ولی در گوه رانکین)
 - افزایش فشار جانبی
 - افزایش فشار قائم منفی

سمینار دیوارهای خاک مسلح (۲۶ آبان ۹۴)
۳۳

انواع دیوارهای خاک مسلح

تأثیر سربار در تحلیل پایداری خارجی

اگر سربار در ناحیه گوه رانکین (خارج بلوک خاک مسلح) باشد:

- ❖ سربار موقتی مثل بارهای زنده و ترافیک
 - افزایش نیروهای رانشی
 - عدم افزایش نیروهای مقاوم
- ❖ سربار دائمی مثل بارهای مرده و بار سازه
 - افزایش نیروهای رانشی
 - افزایش نیروهای مقاوم

۳۴

سمینار دیوارهای خاک مسلح (۲۶ آبان ۹۴)

انواع دیوارهای خاک مسلح

مختصری در مورد روش سختی (۲۰۰۴ و ۲۰۱۵)

❖ مقدمه

- مقادیر واقعی نیروهای بسیج شده در المانها با مقادیر پیش بینی شده همخوانی زیادی ندارند.
- در المانهای با صلبیت نسبی بالای ۱۰۰۰ (ارتفاع دیوار معمولاً بیشتر از ۱۰ متر) میانگین نیروهای بسیج شده معمولاً بیشتر است (حداکثر ۱۶ درصد).

$$S_{global}/P_a > 1,000 \quad S_{global} = \frac{J_{ave}}{(H/n)} = \frac{\sum_{i=1}^n J_i}{H}$$

- در المانهای نرم (ژئوسینتتیکها) میانگین نیروهای بسیج شده غالباً کمتر از مقادیر طراحی است.
- توزیع نیروهای المانها با عمق با فرض انجام شده در تحلیل (تقریباً مثلثی) متفاوت است و بطرف حالت دوزنقه ای میل می کند.
- عامل اصلی کنترل کننده این رفتار تغییر شکلهای نسبی بین خاک، المان و پوسته می باشد و این خود تابع سختی این مصالح می باشد

۳۵

سمینار دیوارهای خاک مسلح (۲۶ آبان ۹۴)

انواع دیوارهای خاک مسلح

❖ روش سختی مبتنی بر نتایج واقعی نیروی المانها حاصله از مطالعات موردی متعدد و معرفی پارامترهای کنترل کننده Φ در قالب مدلهای ریاضی می باشد. (ضرائب همبستگی برازش از ۰/۶۶ تا ۰/۸۵)

❖ در تعیین پارامترهای Φ و برازش داده ها، فرض شده است که این پارامترها مستقل از هم هستند که در واقع این چنین نیست.

❖ سختی خاک منظور نشده است و به استفاده از زاویه اصطکاک خاک بسنده شده است. (تاثیر فشار همه جانبه بر این دو پارامتر بالعکس است!)

❖ نیاز به روش تحلیلی با در نظر کردن اثر سختی مصالح

❖ روشهای عددی و المان محدود

- مدل کردن صحیح پوسته های انعطاف پذیر ؟
- مدل رفتاری خاک و المان

۳۶

سمینار دیوارهای خاک مسلح (۲۶ آبان ۹۴)

انواع دیوارهای خاک مسلح

روش سختی (۲۰۰۴)

$$T_{\max} = S_v \left(\gamma_r H D_{t \max} + \gamma_f (H_{ref} / H) S \right) K_{avh} \Phi_{fb} \Phi_g \Phi_{fs} \Phi_{local} \Phi_c$$

$D_{t \max}$ = Load distribution parameter

Φ_{fb} = Facing batter influence factor

Φ_g = Global reinforcement stiffness

Φ_{fs} = Facing stiffness factor

Φ_{local} = Local stiffness factor



Φ_c = Soil cohesion factor

گیرداری پای دیوار

۳۷

سمینار دیوارهای خاک مسلح (۲۶ آبان ۹۴)

انواع دیوارهای خاک مسلح

$$\left\{ \begin{array}{l} z \geq z_b \Rightarrow D_{\max} = 1 \\ z < z_b \Rightarrow D_{\max} = D_{\max 0} + \left(\frac{z}{z_b} \right) \times (1 - D_{\max 0}) \end{array} \right\} z_b = C_h (H)^y \Phi_{fb} \quad S_{local} = \left(\frac{J}{S_v} \right)_i \quad S_{global} = \frac{J_{ave}}{(H/n)} = \frac{\sum_{i=1}^n J_i}{H}$$

$$K_{ab} = \frac{\sin^2(\theta + \phi_r)}{\sin^3 \theta \left(1 + \frac{\sin \phi_r}{\sin \theta} \right)^2} \quad F_f = \frac{1.5H^3 P_a}{Eb^3 \left(\frac{h_{eff}}{H} \right)} \quad S_{localave} = \frac{\sum S_{local}}{n} = \frac{\sum \left(\frac{J}{S_v} \right)_i}{n}$$

$$\Phi_{fb} = \left(\frac{K_{abh}}{K_{avh}} \right)^d$$

$$\Phi_g = \alpha \left(\frac{S_{global}}{P_a} \right)^\beta$$

$$\Phi_{fs} = \eta \left(\frac{S_{global}}{P_a} \times F_f \right)^\kappa$$

$$\Phi_{local} = \left(\frac{S_{local}}{S_{localave}} \right)^a$$

$$\Phi_c = e^{\lambda \frac{c}{\gamma H}}$$

سمینار دیوارهای خاک مسلح (۲۶ آبان ۹۴) ۳۸

انواع دیوارهای خاک مسلح




نتیجه گیری

- ❖ روشهای رایج در تحلیل و طراحی دیوارهای خاک مسلح مخصوصا برای المانهای ژئوسینتتیکي غالبا محافظه کارانه می باشند و این عمدتا ناشی از عدم اعمال تاثیر سختی پوسته و همچنین شرایط مرزی در پای دیوار می باشد. معهدا می توان استفاده از "روش ساده شده" را همچنان به عنوان یک روش اجرائی توصیه نمود و تاکید را بر ارزیابی دقیقتر پارامترهای مکانیکی مصالح قرار داد.
- ❖ نقطه قوت روش سختی در استفاده از داده های واقعی حاصله از مطالعات موردی متعدد می باشد ولی نقطه ضعف را شاید بتوان در عدم استفاده از یک روش تحلیلی در ارزیابی تاثیر سختی اجزاء مختلف ذکر نمود و نهایتا به استفاده از مدلهای ریاضی بر اساس برآزش داده های صحرائی (با ضرائب همبستگی نه چندان بالا (۶۶/۰ تا ۸۵/۰) بسنده شده است.
- ❖ روشهای عددی مانند روش المانهای محدود می توانند نتایج منطقی و واقع بینانه ای بدهند بشرطی که مدلسازی خاک، المان تسلیح و مخصوصا پوسته های نرم بدرستی انجام و ارزیابی دقیقی از پارامترهای مکانیکی خاک بالاخص سختی خاک صورت گیرد.
- ❖ نقش گیرداری پای دیوار ($H/20 \rightarrow H/5$) در کاهش نیروهای المانها عمده می باشد (۴۰ درصد کاهش) که در هیچ روش منظور نشده است.

سمینار دیوارهای خاک مسلح (۲۶ آبان ۹۴) ۳۹

انواع دیوارهای خاک مسلح

با تشکر

سؤال؟

سمینار دیوارهای خاک مسلح (۲۶ آبان ۹۴) ۴۰