



درس مهندسی پی پیشرفته
علی فاخر

روشهای گود برداری در مجاور ساختمان همسایه

قسمت ۱

۰ مقدمه

۰ دیوار

۰ میخکوبی

۰ مهار



درس مهندسی پی پیشرفته
علی فاخر

مقدمه

هر دو روز يك حادثه آوار و ریزش ساختمان
ناشی از گودبرداری در تهران

۹ ماهه اول سال ۱۳۸۰، ۲۳ کشته،
۹۲ مجروح و دو میلیارد ریال زیان مالی

گودبرداری غیر اصولی

درس مهندسی پی پیشرفته
علی فاخر



گودبرداری غیر اصولی

درس مهندسی پی پیشرفته
علی فاخر



گودبرداری غیر اصولی

درس مهندسی پی پیشرفته
علی فاخر



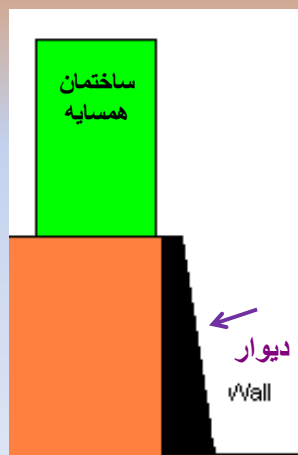
گودبرداری غیر اصولی

درس مهندسی پی پیشرفته
علی فاخر



روشهای نگهداری گود

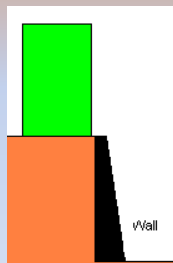
احداث دیوار بعد از خاکبرداری



احداث دیوار بعد از خاکبرداری

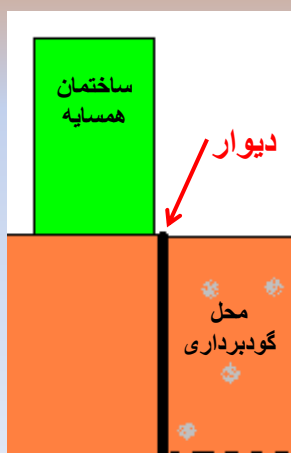


نبش خیابان شهید کلاهدوز و دکتر شریعتی ۱۳۸۱



احداث دیوار بعد از خاکبرداری،
روشی نامناسب برای گودبرداری
در مجاور ساختمان همسایه است
زیرا ممکن است ناپایداری یا تغییر
شکل اضافی قبل از احداث دیوار
اتفاق بیفتد.

احداث دیوار قبل از گودبرداری



متداول ترین انواع دیوار قابل احداث قبل از خاکبرداری

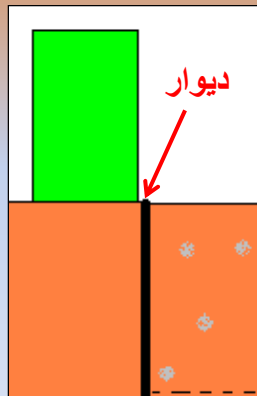


شمعهای مجاور هم

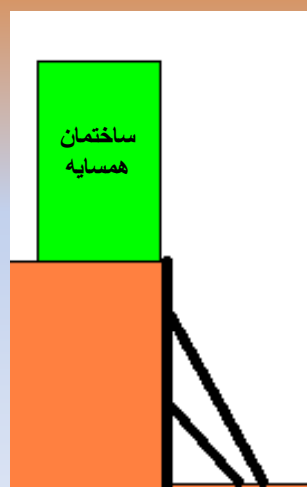
دیوارهای جداکننده بتنی مسلح

سپر فولادی

صلبیت دیوارهایی که قبل از
خاکبرداری احداث میشوند به تنهایی
کافی نیست و باید مهار شوند.

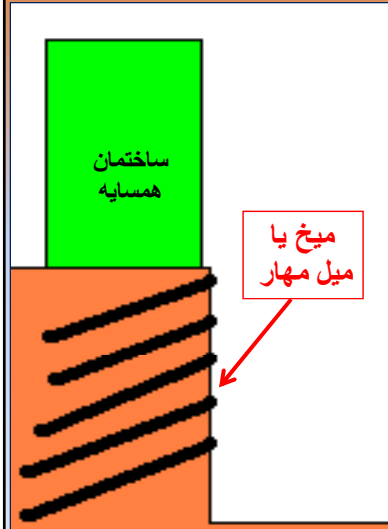


هر یک از انواع دیوارها ممکن است با
(۱) میل مهار از پشت یا
(۲) تیرک از جلو
مهار شوند.



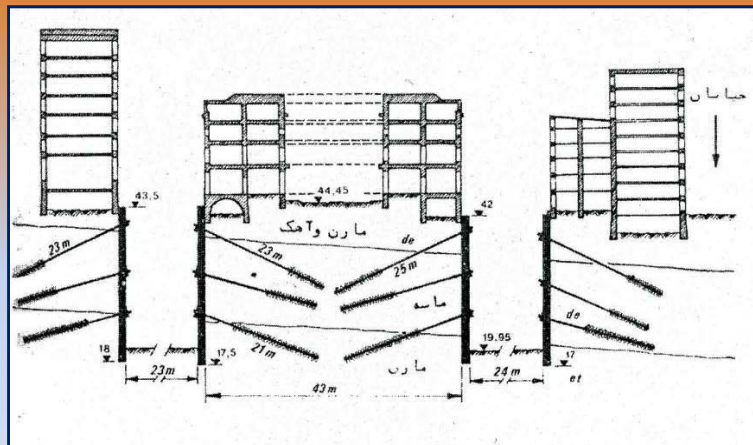
تیرک برای مهار
دیوار از جلو

در درس بعدی تشریح
میشود.



میل مهار برای مهار دیوار از عقب

در این درس تشریح میشود.



اجرای دیواره بتنی (درجا یا پیش ساخته) قبل از خاکبرداری و
سپس حفاری مرحله ای گود همراه با نصب میل مهار



تزریق اطراف میلگرد در اجرای میل مهار و میخکوبی



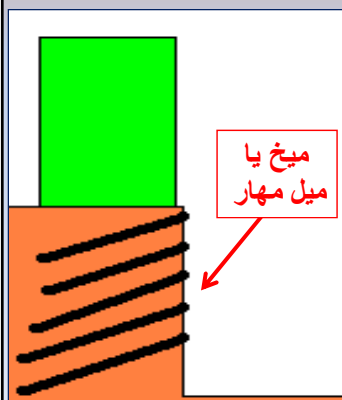
درس مهندسی پی پیشرفته
علی فاخر

اجرای پس تنیدگی در میل مهار



Photo by: D. A. Kolotouros
Available by the Geoengineer Website
<http://www.geoengineer.org>

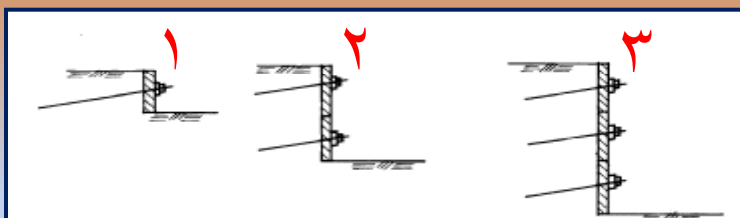
احداث نوعی دیواره قبل از خاکبرداری، برای میخکوبی و میل مهار ضروری نیست. مش و شاتکریت و صفحات راس برای میخکوبی و میل مهار کافی است.



به زبان دیگر: میخکوبی و میل مهار همراه سایر دیواره ها یا به تنهایی برای تامین پایداری گود به کار می روند

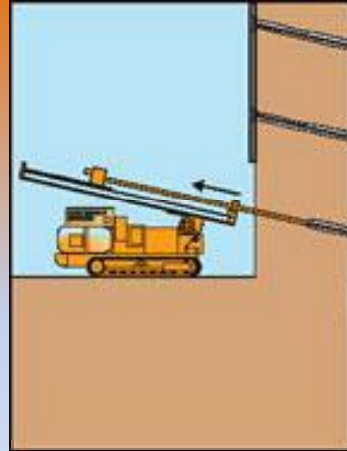
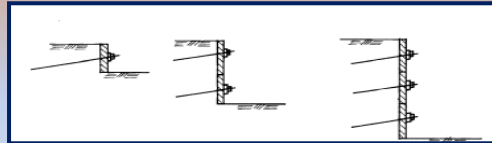
درس مهندسی پی پیشرفته
علی فاخر

درس مهندسی پی پیشرفته
علی فاخر

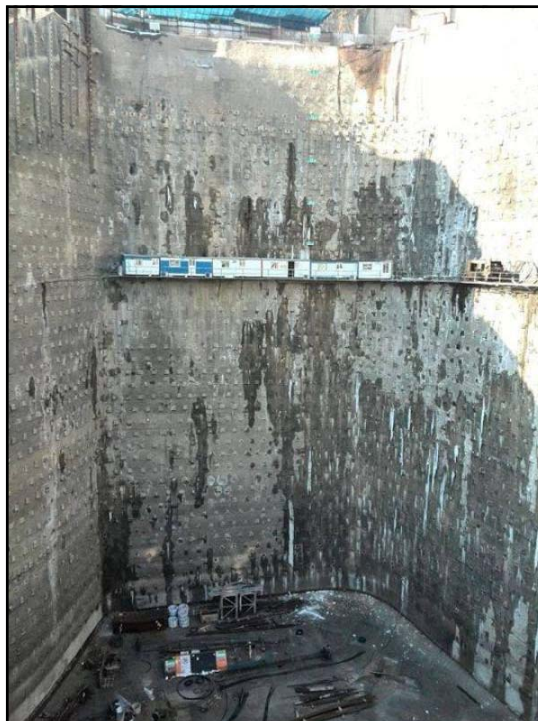


حفاری مرحله ای گود و اجرای میخکوبی با میل مهار و شاتکریت

درس مهندسی پی پیشرفته
علی فاخر



حفاری مرحله ای گود و اجرای میخکوبی یا
میل مهار و شاتکریت



گودبرداری با میل
مهار با مش و
شاتکریت و
صفحات راس
(بدون استفاده از دیوار)

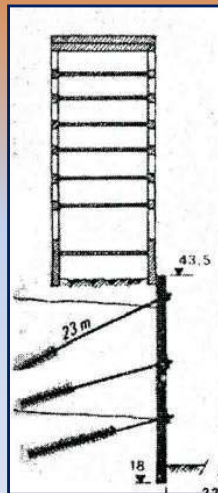
عمق گود: ۷۰ متر
خیابان فرشته شیراز
(تهران)

درس مهندسی پی پیشرفته
علی فاخر

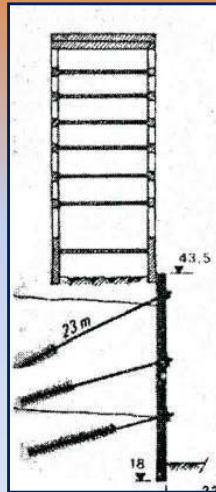
سطح ظاهری دیواره میخکوبی شده پس از شاتکریت



درس مهندسی پی پیشرفته
علی فاخر



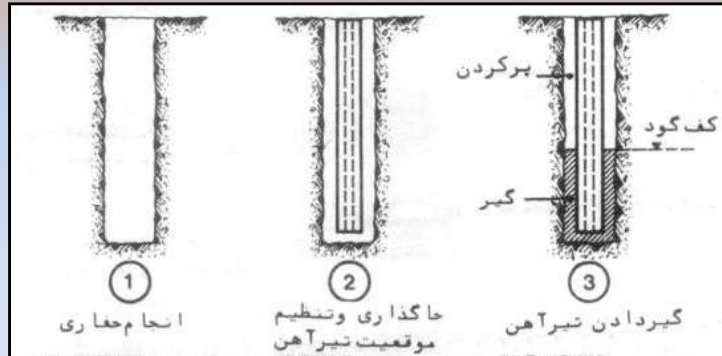
اگر عمق گودبرداری زیادتر از حدود ۵ متر یا خاک ضعیف باشد، مناسب است نخست نوعی دیوار اجرا شود و مهار دیوار همزمان با خاکبرداری انجام گیرد.



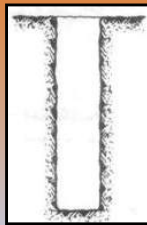
اگر عمق خاک دستی زیاد باشد،
کنترل آن با میخکوبی و میل
مهار مشکل است و باید نوعی
دیوار هم احداث کرد.

اجرای دیواره قبل از خاکبرداری را میتوان با
روش های مختلف از جمله احداث شمع ها یا
ستون های ردیفی انجام داد. مثال هایی از
این روش در اینجا می آید.

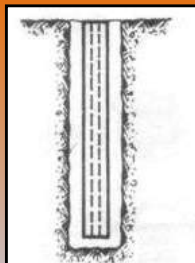
اجرای دیواره با حفر چاه و نصب ستون بتنی
یا فولادی (تیر آهن) در درون چاه و اجرای
میل مهار یا میخکوبی قبل از خاکبرداری



حفر چاه و نصب شمع بتنی یا فولادی (تیر آهن) در درون چاه



یکی از روش های حفاری چاهک



۲



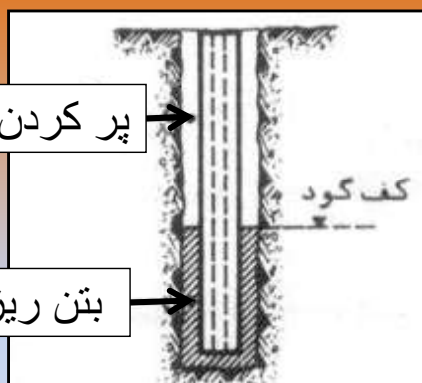
نصب تیر آهن درون چاهک

درس مهندسی پی پیشرفته
علی فاخر

پر کردن اطراف تیر آهن با خاک

۳

بتن ریزی



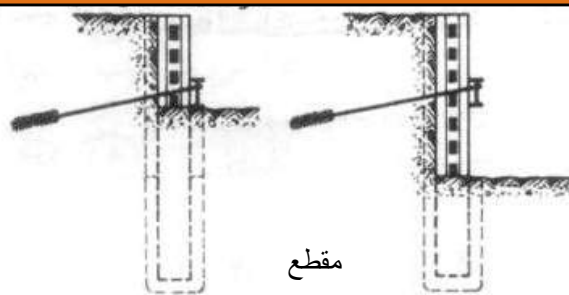
بتن ریزی و پر کردن اطراف تیر آهن درون چاه

مقطع

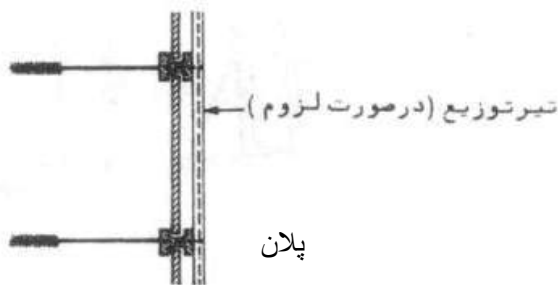
پلان

خاکبرداری اولیه پس از نصب تیر آهن

۴



مقطع



پلان

اجرای میل مهار قبل از خاکبرداری مرحله بعد

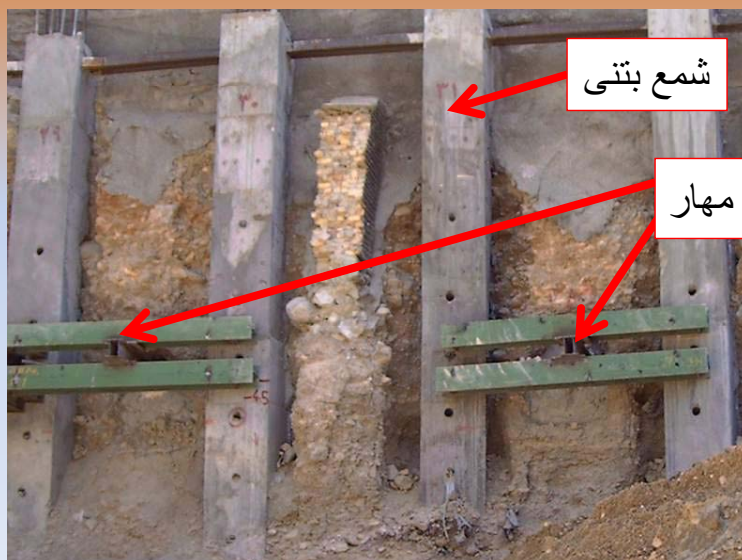
۵

تیر توزیع بار

میل مهار یا میخکوبی



دیوار متشکل از شمع بتنی و میل مهار

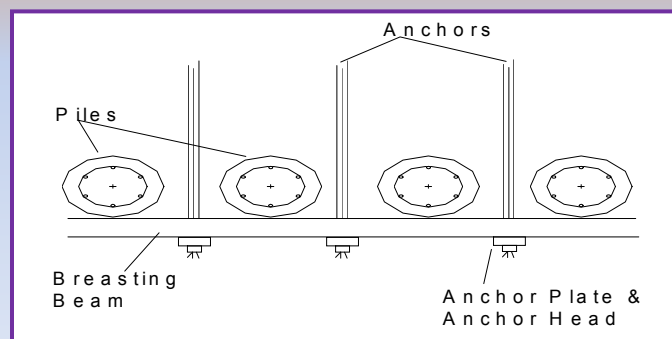




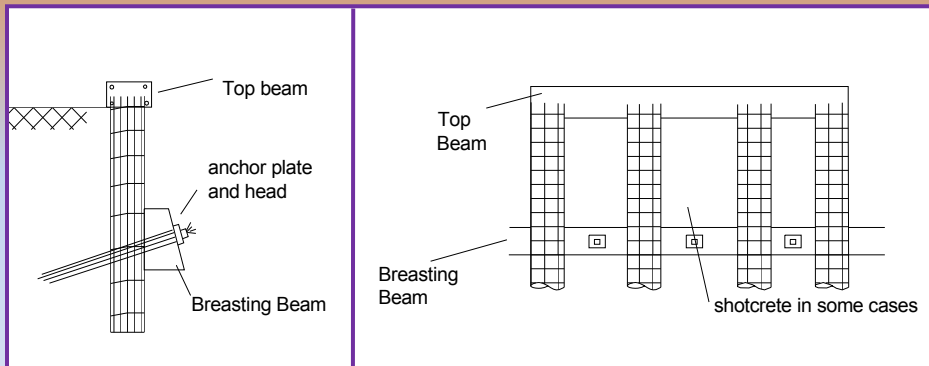
خیابان ولی عصر بالاتر از میدان ونك ۱۳۸۲

دیوار متشکل از شمعه‌های بتنی ردیفی

PILE WALLS



دیوار متشکل از شمعهای بتنی ردیفی



مقطع

نمای ظاهری از روبرو

دیوار متشکل از شمعهای بتنی ردیفی



حفاری چاهک



نصب میلگرد

درس مهندسی پی پیشرفته
علی فاخر

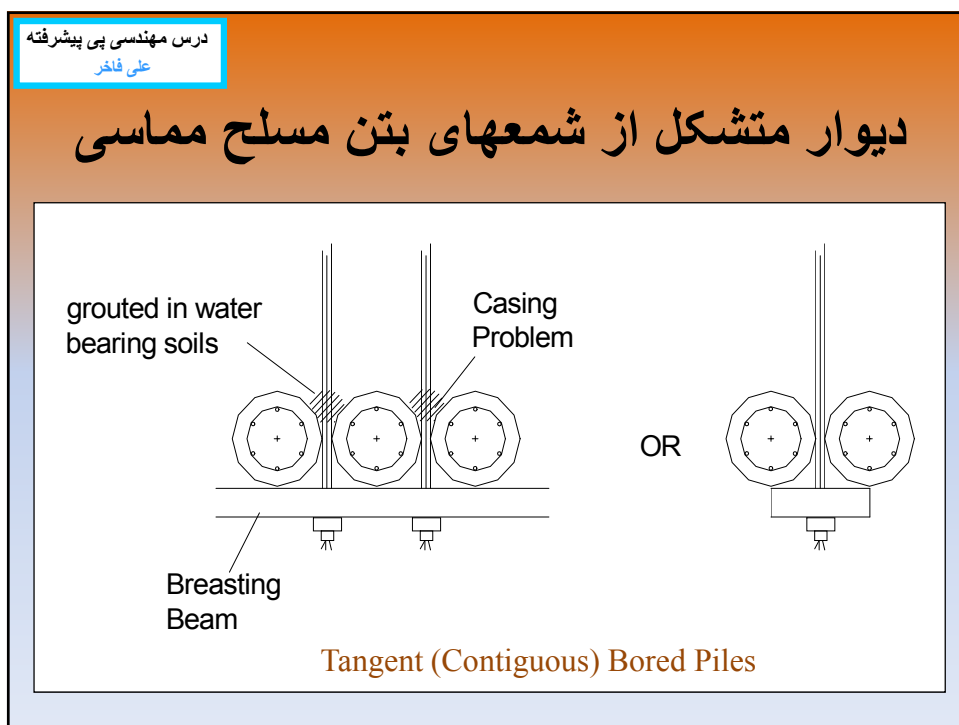


بتن ریزی

درس مهندسی پی پیشرفته
علی فاخر



اجرای سرشمع



مثالی از دیوار متشکل از شمعهای بتن مسلح مماسی



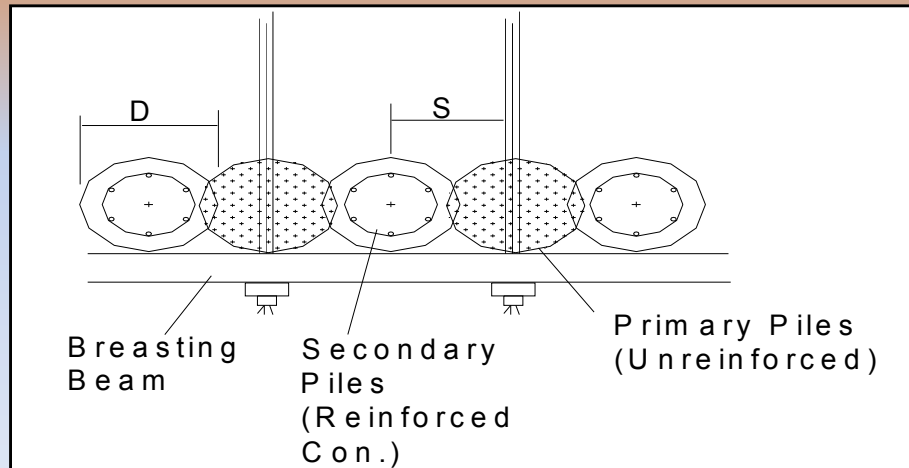
درس مهندسی پی پیشرفته
علی فاخر

درس مهندسی پی پیشرفته
علی فاخر

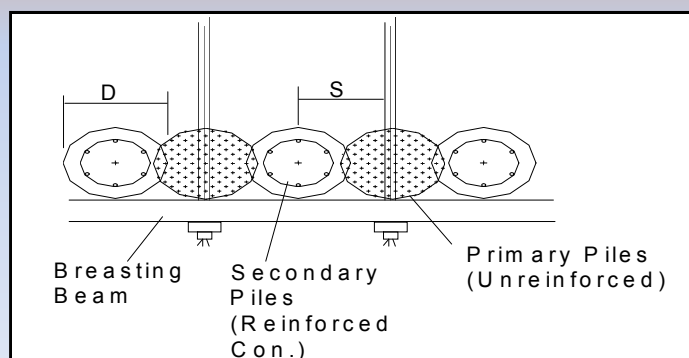


اجرای دیواره از جنس شمع های مماسی قبل از
خاکبرداری که پس از آن، حفاری مرحله ای گود همراه
با نصب میل مهار انجام می شود.

دیوار متشکل از ترکیب شمعهای بتن مسلح و غیر مسلح



برای جلوگیری از قطع میلگرد شمعهای بتن
مسلح، نصب میل مهر در شمع های غیر
مسلح انجام شده است.



دیوار برلینی BERLIN WALLS

نوعی دیوار است که ستون های آن قبل از گودبرداری با تیر آهن احداث میشود و فاصله بین ستون ها با الوار چوبی (یا شاتکریت) پر میشود. اگر عمق گود کمتر از ۵ متر باشد، نیازی به میل مهار نیست و عملکرد طره ای تیر آهن ها کافی است.





دیوار برلینی

برای کنترل خاک دستی یا شرایط مشابه می توان ستون ها یا
شمع های ردیفی را در طول کوتاه اجرا کرد.





یکی از روش های احداث دیوار قبل از
گودبرداری، به کارگیری فناوری دیوارهای
جداکننده است.

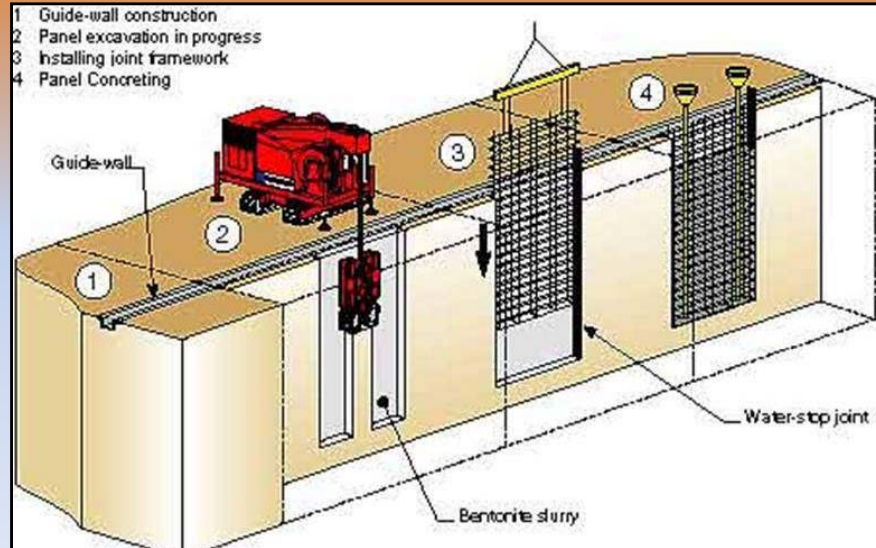
Diaphragm Wall Technology

با این روش، یک دیوار ”بتنی مسلح درجا”
قبل از گودبرداری به وجود می آید.

محل احداث دیوار بتن مسلح در اطراف گود

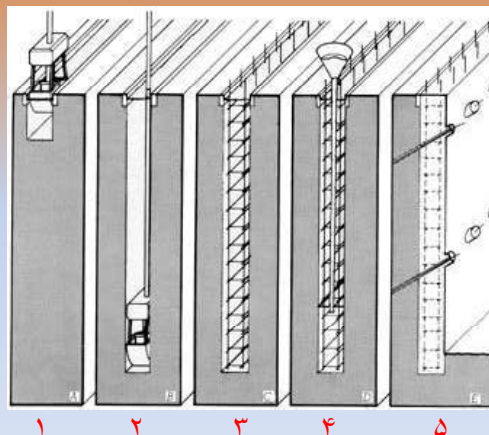


مراحل احداث دیوار جداکننده بتن مسلح



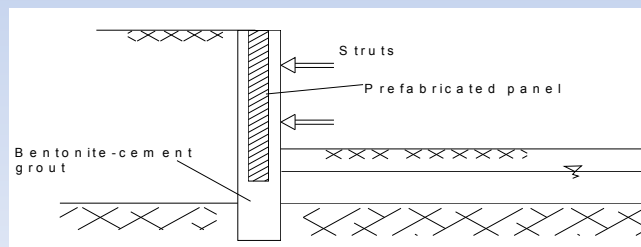
مراحل احداث دیوار جداکننده بتن مسلح

- ۱ → Excavate the soil
- ۲ → Interject Slurry to prevent Collapse as Excavation Continues
- ۳ → Install Reinforcing
- ۴ → Place Concrete (replaces the slurry mix)

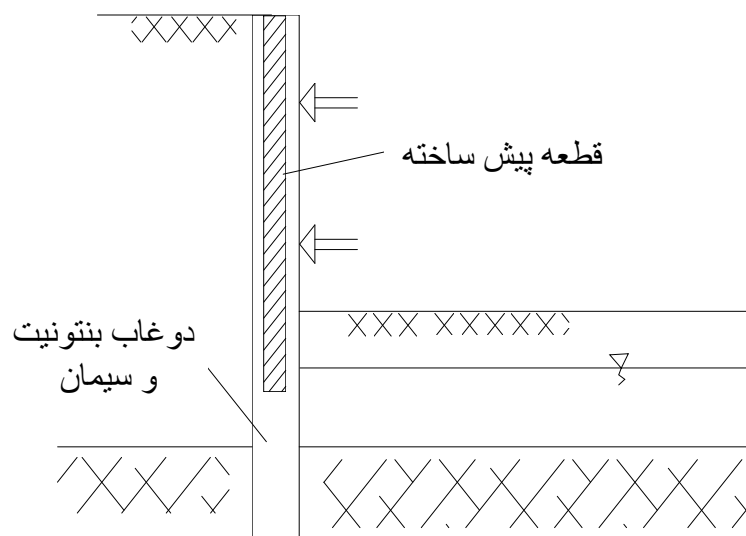


دیوار جداکننده پیش ساخته

دیوار جداکننده در جا را می توان پیش ساخته کرد.
برای این کار حفاری ترانشه طبق مراحل ۱ و ۲
انجام میشود ولی به جای مراحل ۳ و ۴ ، قطعه بتن
مسلح پیش ساخته در درون ترانشه پر شده از دوغاب
بنتونیت و سیمان قرار میگیرد.



دیوار جداکننده پیش ساخته





دیوار جداکننده بتنی پیش ساخته

درس مهندسی پی پیشرفته
علی فاخر

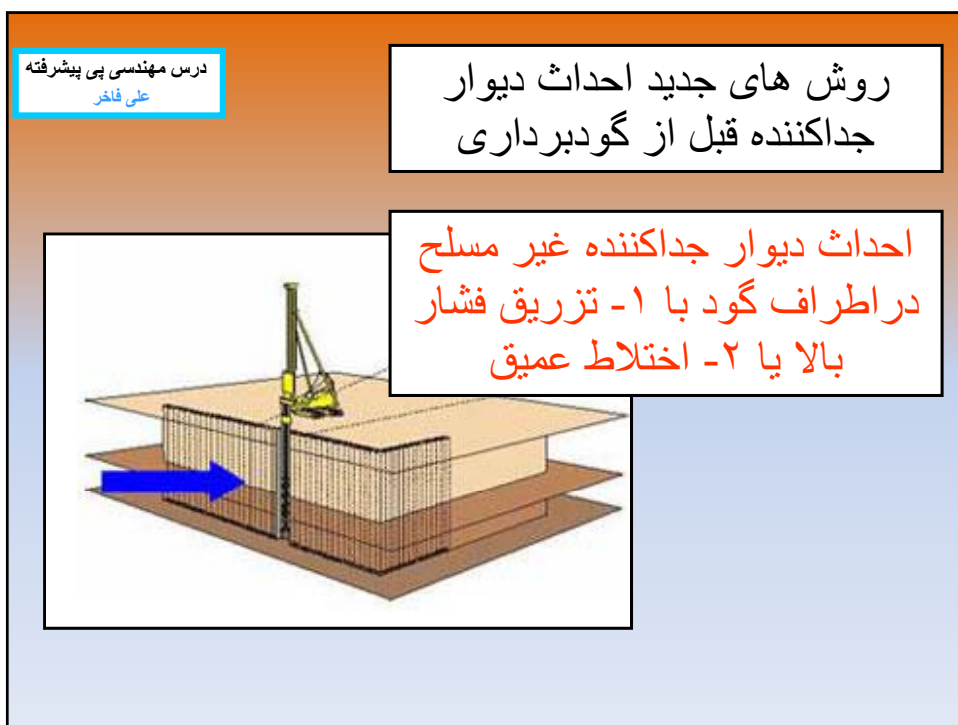
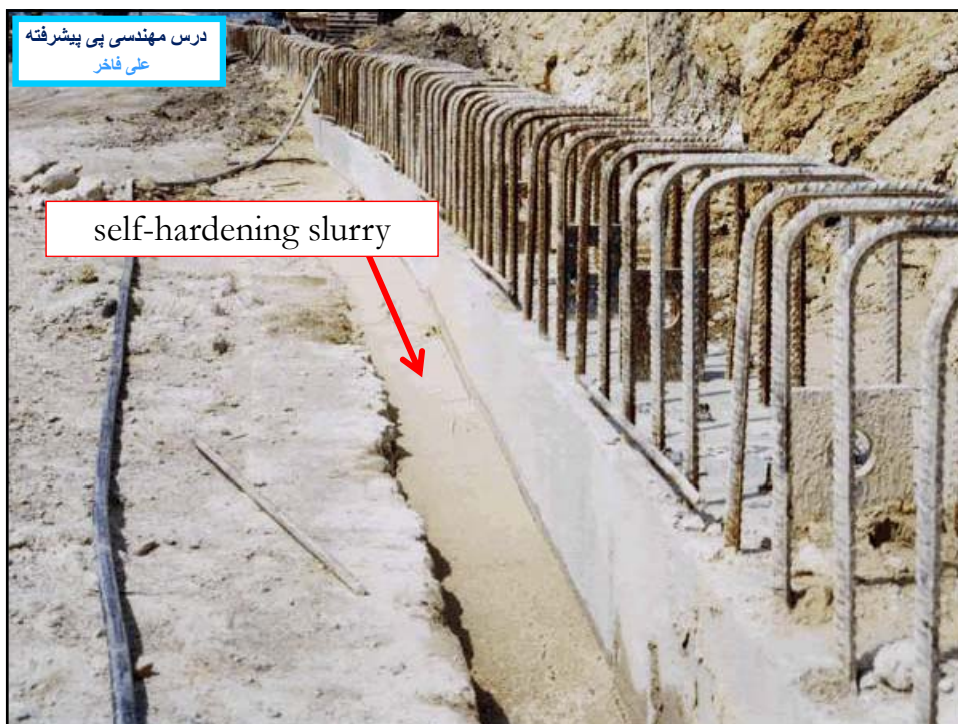


درس مهندسی پی پیشرفته
علی فاخر

مثالی از یک دیوار جداکننده بتنی پیش ساخته مسلح

400 mm thick and 16
m long.

800 mm wide trench,
filled with self-
hardening slurry



درس مهندسی پی پیشرفته
علی فاخر

تزریق فشار بالا



اختلاط عمیق

Deep Soil Mixing



درس مهندسی پی پیشرفته
علی فاخر



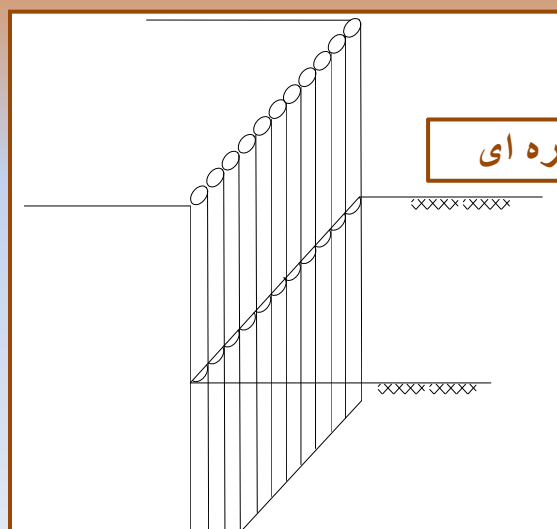
تیغه

اختلاط عمیق Deep Soil Mixing

درس مهندسی پی پیشرفته
علی فاخر

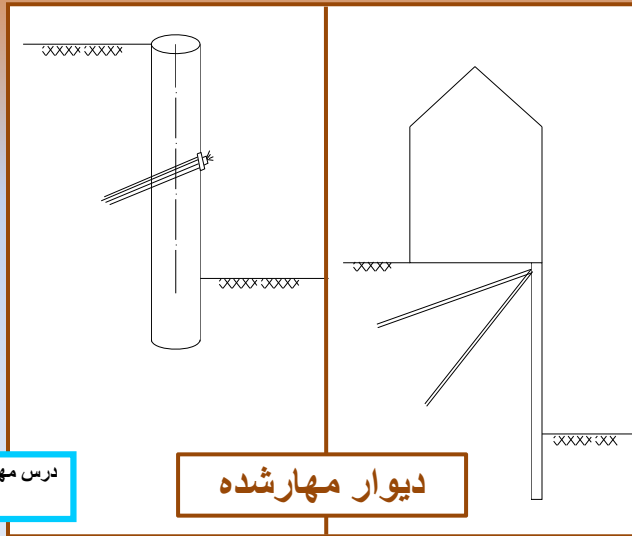
درس مهندسی پی پیشرفته
علی فاخر

احداث دیوار جداکننده غیر مسلح در اطراف گود
با ۱- تزریق فشار بالا یا ۲- اختلاط عمیق



دیوار طره ای

احداث دیوار جداکننده غیر مسلح در اطراف گود با ۱- تزریق
فشار بالا یا ۲- اختلاط عمیق

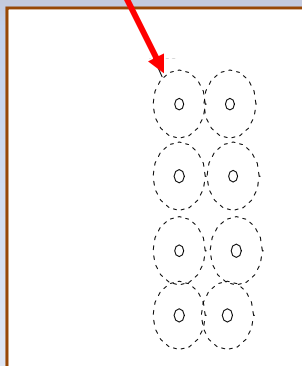


درس مهندسی پی پیشرفته
علی فاخر

دیوار مهارشده

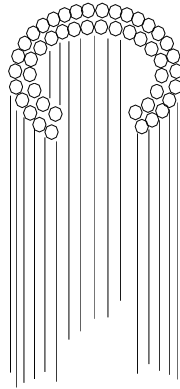
احداث دیوار جداکننده غیر مسلح در اطراف گود با تزریق
فشار بالا یا اختلاط عمیق

به علت صلبیت کم این نوع ستون ها اغلب یک
ردیف کافی نیست.



درس مهندسی پی پیشرفته
علی فاخر

احداث دیوار در اطراف شافت



double wall of vertical
columns (for circular
shafts)

در این درس مرتب به اجرای میخ
و مهار اشاره شد.

مقایسه میخکوبی و مهار از جنبه های
مختلف در اینجا انجام می شود تا درک
بهتر از این سیستم ها حاصل شود.

Soil Nailing & Anchor System

مقایسه میخکوبی و مهار

در شرایط مشابه، تعداد میخکوبی در سطح دیوار بیش از تعداد میل مهار است.

گسیختگی یک میخ کمتر از گسیختگی یک میل مهار بر پایداری دیوار موثر است. بنابراین نیروی تمام مهارها اندازه گیری میشود ولی فقط ۵ درصد میخها آزمایش میشوند.

مقایسه میخکوبی و مهار

تعداد کمتر میخکوبی در سطح دیوار موجب میشود که مقدار کمتری از فشار خاک به عنصر سطح (نما) وارد شود.

مقایسه میخکوبی و مهار

میخ در تمام طول خود، نیرو را منتقل میکند ولی میل مهار فقط در طول مهاری (طول باند) نیرو را منتقل میکند که پشت منطقه گسیختگی است.

نیروی محوری میخ در طول آن فرق میکند. نیروی محوری میل مهر در طول باند متغیر ولی در طول بدون باند ثابت است.

مقایسه میخکوبی و مهار

نیرو در میخ، پس از بروز تغییر شکل در خاک اطراف بسیج میشود.

نیرو در میل مهار پس از اعمال پس تنیدگی بروز میکند.

مقایسه میخکوبی و مهار

دیواره یا شمع های پیرامونی به پایداری کف کمک میکنند ولی این دیواره ها در میخکوبی اغلب وجود ندارند.

تغییر شکل دیواره میخکوبی شده بیش از دیواره اجرا شده با میل مهر است. تغییر شکل دیواره میخکوبی شده اغلب در راس ولی برای دیوار با میل مهار اغلب در میانه دیوار است.

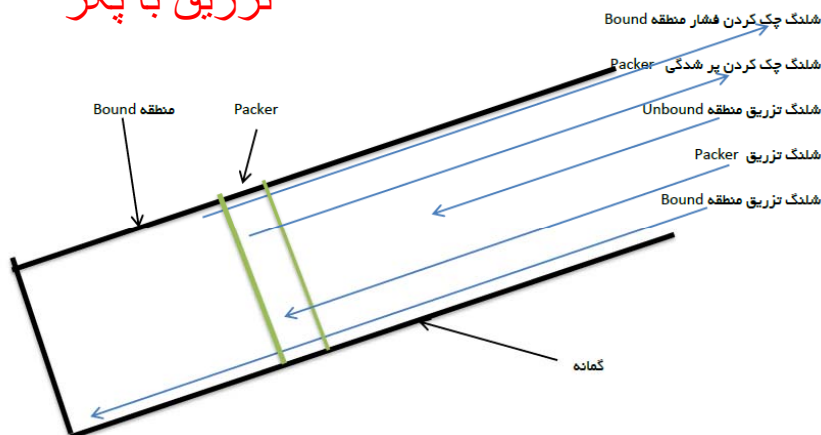
تزریق میل مهار

۱- Packer تنها پر می شود و به فشار نمی رسد.

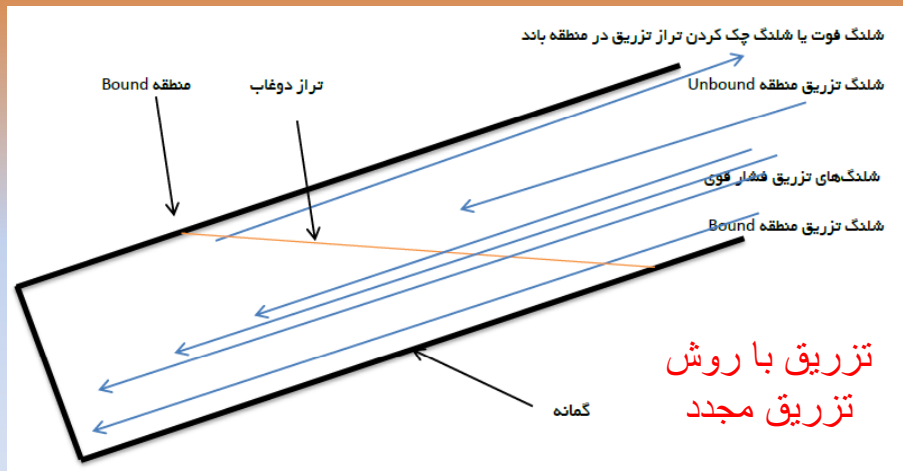
۲- منطقه Bound با فشار ۳ تا ۵ بار تزریق می گردد.

۳- منطقه Unbound نیز تنها پر می شود.

تزریق با پکر



روش دیگر تزریق میل مهار



تزریق میل مهار با روش تزریق مجدد

تزریق به روش تزریق مجدد : Reinjection

این روش در گمانه-های آبدار یا ریزشی که به دلیل گشاد شدن مقطع، جاگذاری Packer به سختی صورت می-گیرد و مقطع به خوبی پک نمی-شود، انجام می-پذیرد.

- تزریق بدون فشار در منطقه Bound از راه شلنگ تزریق (رفت) انجام می-شود.
- کنترل تراز دوغاب از راه شلنگ دیگری با فوت کردن درون شلنگ انجام می-گیرد.
- سپس عمل تزریق تا پر شدن تمامی حجم گمانه ادامه پیدا می-کند. برای این مهم از شلنگ تزریق منطقه Unbound نیز استفاده می-گردد. ۳ تا ۶ ساعت به دوغاب برای گیرش اولیه زمان داده می-شود.

- سپس از راه شلنگ های فشار قوی، تزریق دوغاب تا فشار نزدیک به ۱۵-۲۰ بار انجام می-گیرد و با رسیدن هر سه شلنگ به چنین فشاری تزریق متوقف می-گردد. انتهای شلنگ های فشار قوی از کف گمانه و با فاصله از یکدیگر (برای مثال ۱.۵ متری) قرار داده میشوند و به ترتیب به فشار رسانده میشوند. در منطقه باند روی شلنگ-های تزریق فشار قوی، سوراخهایی ایجاد میگردد (برای تزریق در سطح بیشتر) که برای پیشگیری از نفوذ تزریق اولیه در آن با چسب پوشانده می-شود؛ چسب در فشار ۱-۲ بار پاره میگردد.

تزریق در میخکوبی

تزریق در میخکوبی بسیار ساده تر است و تمام گمانه
اغلب به صورت یکپارچه تزریق میشود.

لاله واژگون

در حوالی خروجی تونل
انتقال آب از سرشاخه
های دز به قمرود



موفق باشید

علی فاخر