

بهبودی زمین (دکتر جعفرزاده) Ground Improvement

برای تعیین محل یک سد صرفاً مائل بهسازی و ژئوتکنیکی نیست. مثلاً در هند محل میزان خسارت های مختلف ایجاد می گردد، بله، روستا و زمین کشاورزی است یا مثلاً اگر رود به بالا دست منتهی شود چند روزخانه ای برآب از دست می رود و هنگام این مائل در غریب محل سد تعیین کننده اند. از جمله مائل ژئوتکنیکی وجود زمین های با نفوذپذیری مختلف، دهانی بزرگ و نیاز به آب بند کردن سد می باشد. معمولاً این مائل زمانی مطرح می گردد که امکان تعیین محل پروژه وجود ندارد. یا مثلاً در مناطق شهری، گودبرداری نیازمند یادداشت های شامل ^{dewatering} و ... است. یا مثلاً ساخت فرودگاه در وسط دریا.

موارد کارهای لازم جهت بهسازی

۱- افزایش چگالی و مقاومت برشی

۲- افزایش تراکم

۳- کاهش نفوذپذیری

۴- افزایش لکنواختی

بیشتر اینها در زمینه مائل تکنیکی هستند بلکه در تجهیزات و لوازم میانکاران و نرخ کار

نیز توجه صورت گرفته است.

دو روشی برای بهبود خاک وجود دارد: ۱- روشی که متراکم سازی ۲- روشی که مسلح سازی، اگر گروه اول جواب نداد از روشی که گروه دوم استفاده می کنیم که گران تر هستند.

مفاهیم → concepts

مثال ها:

۱- فرودگاه Kansai در اوکازاکی

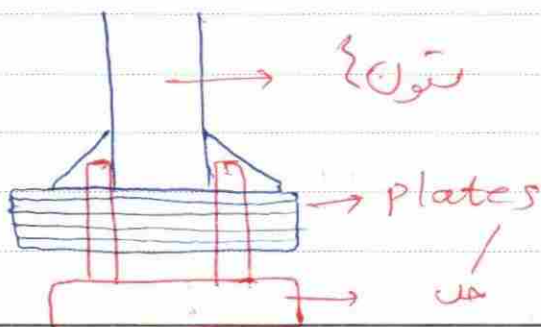
دارای یک لایه رس ۱۸ متری مطمح بود که برای تخلیه آن از زهکش های ماله ای استفاده شده
ستون
Sand drain

بود، که سبب سرعت در نشست زیر فرودگاه شده بود. یکی از تکنیک ها ایجاد نشست نامتوازن در

خاک زیرین شده بود که از یک سری تجهیزات چک زیر ستون های سازه استفاده شده بود که متعادل

با سازه، ستون ها را بلند می کرد تا خود سازه به صورت یکپارچه نشست می کرد و بین چک و

ستون plate های قرار می دادند که میزان نشست زیر ستون ها را می کردند.



References

- ✓ 1. "Ground control & improvement", P.P. Xanthakos
L.W. Abramson, D.A. Bruce, John Wiley, 1994;
- ✓ 2. "Ground Improvement", M.P. Moseley, K. Kirsch, 2nd
Edition, Spone press, 2004;
3. "Grouting of Rock & soils", C. Kutzner, Balkema, 1996
4. "Grouting Technology in Tunneling & Dam constructing"
, S. Shah, 2nd Edition, Balkema, 1999;
5. "chemical Grouting", R. Karol, 1990;
6. "Ground Improvement journal", Thomas Telford
ICE
7. "Related Journals & proceeding (16 ICSMGE, 4th ICGE
SM...)
8. Catalogs & manuals
9. Related project & technical Reports

www.kellerholding.com → services & solutions

← روش های مختلف بهسازی

chapter 2. Groundwater lowering & Drainage

۱. پایین آوردن سطح آب در طول دوری ساخت ← مازدهای دریا
(موقت) (construction)

۲. آبکشی دائم ← عدم تأثیر منفی روی پروژه
permanent dewatering

جزئیات آبکشی و طراحی سیستم های مربوطه

chapter 3. compaction

روش های سنتی : افزایش دانسیته و کاهش فضای خالی بین دانه ها با مقدار کاهش

تخلخل و کمک روش های انرژی

روش های بهسازی بر اساس تراکم سازی و تحکیم

chapter 4. Dynamic compaction

تراکم دینامیکی لایه های ضعیف خاک و با استفاده از انرژی زیاد

Chapter 5. Deep Vibro Techniques

ترکیم ویریه ای برای خاک های رانه ای با تغییر شکل و جنس ذرات خاک به حالت مکرر خاک
 خاک

Chapter 6: permeation Grouting ترریق نفوذی

یکی از بهترین و قدیمی ترین روش های بهسازی خاک با ترریق ملاط علاوه بر فشردن کردن ذرات در داخل خاک در اثر ریف شدن ملاط خاک مقاوم می شود.
 ← حالت دیگر permeation است که صرفاً وارد لایه های رانه های خاک می شود و بافت ریزه هم نمی زنند و معمولاً برای آب بندی از آن استفاده می شود.
 ← برای سنگ و خاک قابل استفاده است.

Chapter 7. Jet Grouting → ترریق با فشار بالا است.

لایه معمولاً در رنج وسیع از ریزوبات آب بندی استفاده می شود و هم از ردیگاه آب بندی هم از ردیگاه مقاومت استفاده می شود. → در این روش دانه های خاک دچار remix جدیدی می شود. → برای رنج وسیع از خاک های که روشی فوق را دارند قابل استفاده است.

Chapter 8. In situ Ground Reinforcement

از نظر هزینه ای مسلح سازی خاک نسبت به دیوار عامل صرفه ای اقتصادی دارد.
روش ها و تکنیک های مختلفی وجود دارد.

Chapter 9. Soil Mixing

روش دیگر مخلوط کردن خاک است که معمولاً در جاهایی که خاک نرم داریم یا خاک
آلوده داریم. معمولاً با سیمان یا هسند یا آهک می کنند و می توان است آلودگی محیط
زمینی را بجا بیاورد مثلاً آهک. یا از لاستیک های فشرده استفاده می شود.

Chapter 10. Vertical Screens

دیوارهای صلب یا شبه صلب، مانع پخش شدن، غشاهای پستی

Other methods

plastic barriers, sheet piles

11. Geosynthetics & Geotextiles

12. Electro-Chemical methods

13. Micropiles

14. preloading, & Freezing & Heating, Biotechnical, ~

15.

Ch. 2 Groundwater Lowering & Drainage

Techniques روش‌های کاهش و پایین آوردن سطح آب زیرزمینی

1. Common reasons to lower Groundwater levels

2. Design Input parameters for selecting & dewatering system

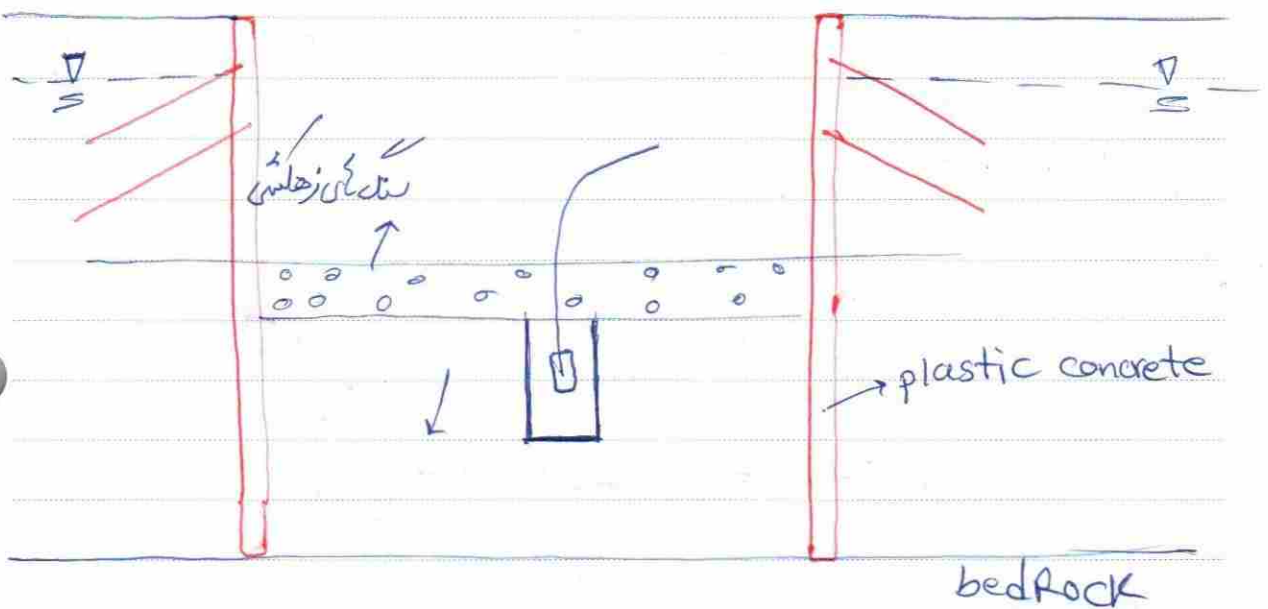
3.

دلایل اصلی پایین آوردن سطح آب زیرزمینی :

۱- آبکشی در مرحله‌ی عملیات اجرایی ← construction dewatering

۲- دائمی دائمی ← permanent

مثال ۱ برای اجرای یک گودبرداری در حین ساخت ← استفاده از cutoff wall



دewatering - پاشن آوردن سطح آب بایک چاه های زهکش به منظور پاشن آوردن دی و ورودی به گودبرداری.

The **art** of ground improvement is now beyond the stage of **unique application** to special/individual problems.

construction dewatering

- Improving working condition in the excavation
- Increasing the stability of the soil in the sides & base of excavation

به تجربه و تجهیزات می‌اندازند، زحمتش کمتر دارد.

- Dewatering is avoided to the extent of possible because of

- * cost
- * disruption to other construction tasks
- * schedule constraints
- * discharge & disposal problems
- * potential effects on water supply
- * potential effects on adjacent structures

→ The most common dewatering methods chosen by contractors:

* sumps (پاشویه), trenches & pumps (small GW level above the excavation base, 5 ft or less,

* well points

* deep well with submersible pumps

permanent Dewatering

* dispose of the leakage with sumps & pumps is required for the most of structures built below the ground water level;

*

2. Design input parameters for selecting & designing a Dewatering system:

- Height of the GW above the base of the excavation (2 ft below the bottom of excavation)
- The permeability of the Ground
- The shape of GW level
- water quality

existing GW level & fluctuations:

- بالواباسين زمین سطح آب زیر زمین به صورت فعلی

- منبع خیلی خوب برای این اطلاعات، چاه های مشاهده ای

www.BHRC.ir

→ دیتای ژئوتکنیک تهران و اطراف آن
گرفته است

- وجود شرایط artesian در محل پروژه

- اگر در اطراف پروژه ما پمپاژ از چاه عمیق جهت آبیاری یا کارخانه ای باشد، باید دقت

شود.

- در شرایطی که مشکلات غیر متقارن صورت گیرد یک اتفاق اضطراری می افتد، هزینه های بسیار بالا و تاخیرات زیادی برای پروژه دارد که باید همواره به صورت محافظه کارانه کار کرد تا به این مشکلات

تخویم.

zone of GW Lowering

This zone not only involves the depth but also the three dimensional shape

permeability

از پمپاژ می مورد نیاز برای طراحی و انتخاب سیستم های زهکش

روش های اندازه گیری نفوذپذیری

روابط تجربی - آزمایشات آزمایشگاهی ،
Field pump Test ، borehole packer test

Common values for different soils → Table 7.1

source: Terzaghi-peck 1976 (Wiley)

Ground water Quality

* It is more costly now to dispose of construction water;

& water Quality requirements on the effluent (پساب) are

more stringent (ریس) than ever;

* Actual water requirement مائل مربوط آب به صورت منطقه به منطقه
فرهنگ به فرهنگ و کشور به کشور می تواند تغییر کند.

2. Investigation methods

- لایه بندی خاک

- ضریب نفوذ پذیری خاک

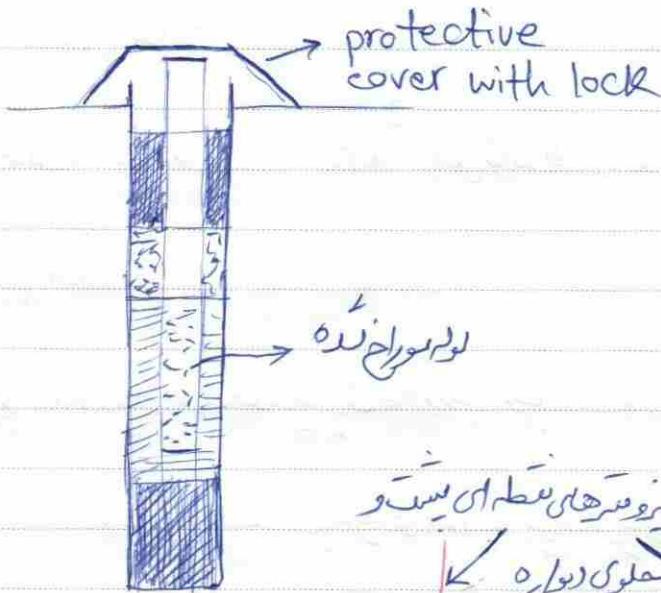
- سطح آب زیرزمینی

به دلیل تغییرات معادل کتب الارضی می تواند جزئیات پروژه به مقدار
زیادتر تغییر کند.

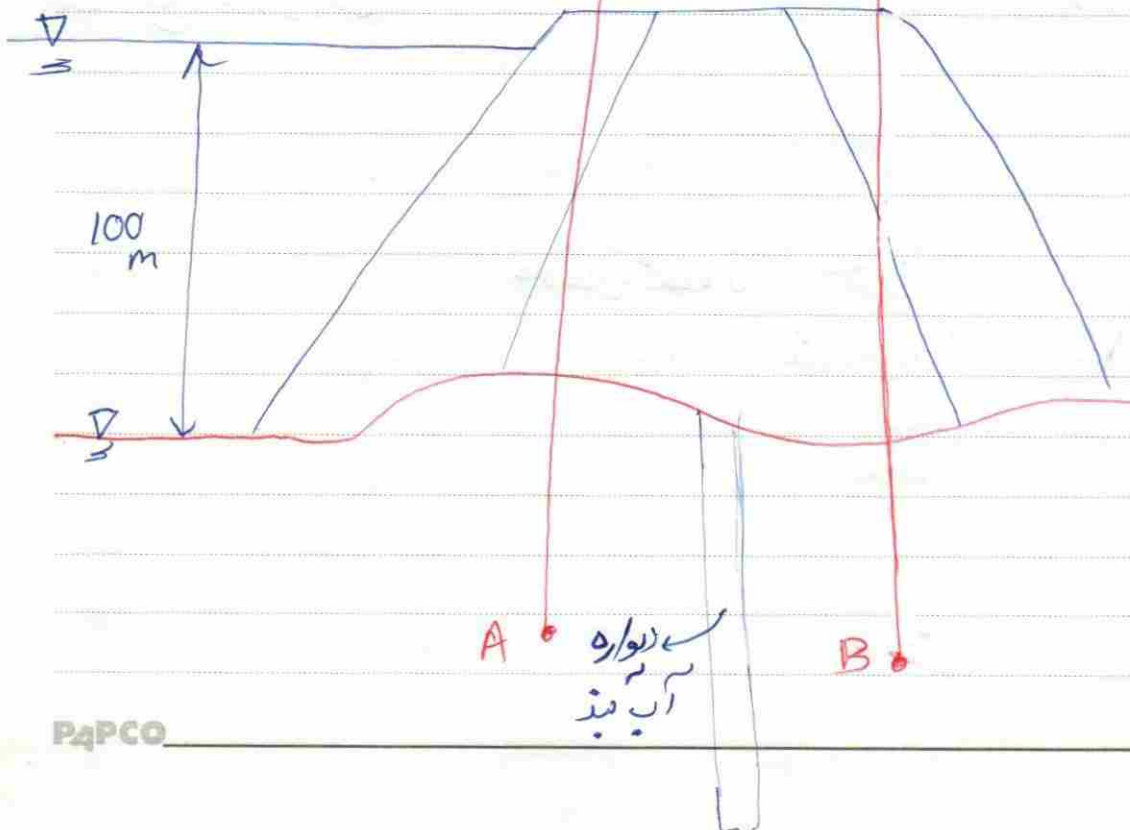
Fig 1.10, Fig 1.11, 1.12

چاه های متعددی به نیرومتری می تواند برای تعابیری محل و عمق و فشار سطح آب زیرزمینی

مورد استفاده قرار گیرند.



نیرومتری نقطه ای است و
جلوی دیواره



Grain size effect on soil permeability

ماده ای که ۱۰٪ ریزانه داشته باشد نفوذ پذیری ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ برابر است به حالت اول

می تواند کاهش یابد

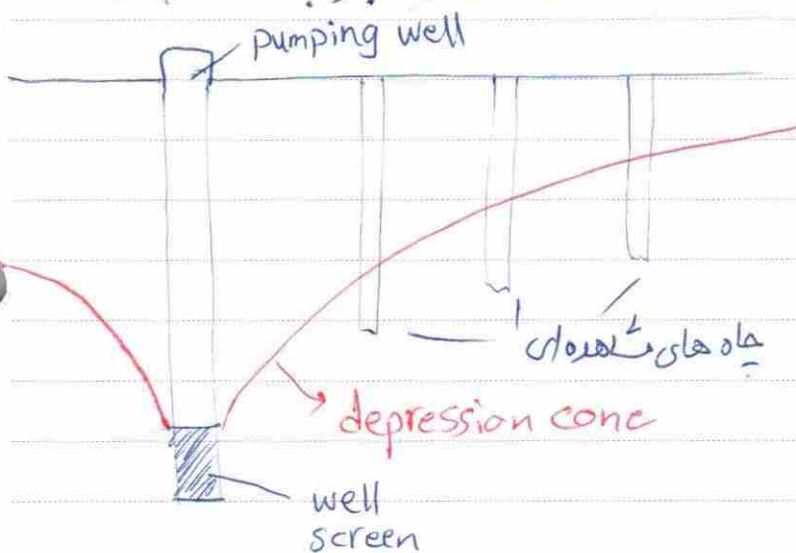
چاه های عمیق و نه عمیق از $K < 10^{-3}$ می تواند کاربرد داشته باشد

pump test

بهترین روش برای تعیین نفوذ پذیری به صورت برجای است و ماده ای چاه های آبش یک چاه است

اجزای برد و در طول زمان آب آن به هم می شود تا نرخ جریان را پس می کشند و همین مشروط

افت سطح آب زیر زمین



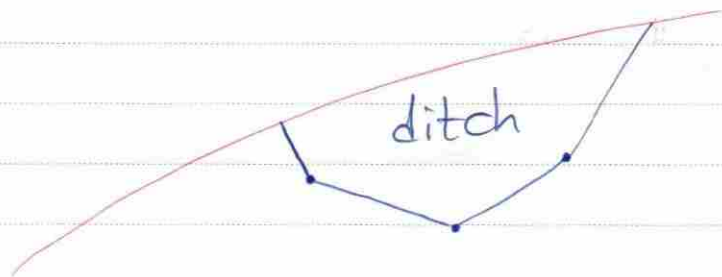
4. Dewatering Methods & Elements :

Ditches & trenches :

هدف اصلی آنها هدایت آب است تا به خارج از منطقه هدایت شده و هدایت بشود.

سایر استفاده ها شامل زهکشی سطح آبگیر از سازه ها و جاده ها و ... است.

این مسیرهای زهکشی می تواند به صورت طبیعی روی سطح زمین باشد یا به صورت بتنی و دارای جداره (lining) باشد.



sumps : → collection point نقاط جمع آوری

که میر آب ditch و weep و ... یا به صورت تکی یا به کمک پمپ به آنها منتقل

می گردد و نهایتاً آب از آنها به خارج منتقل می شود.

پشت دیوار حائل یک لایه زهکشی از شن و ریت می سازند و توسط weeps

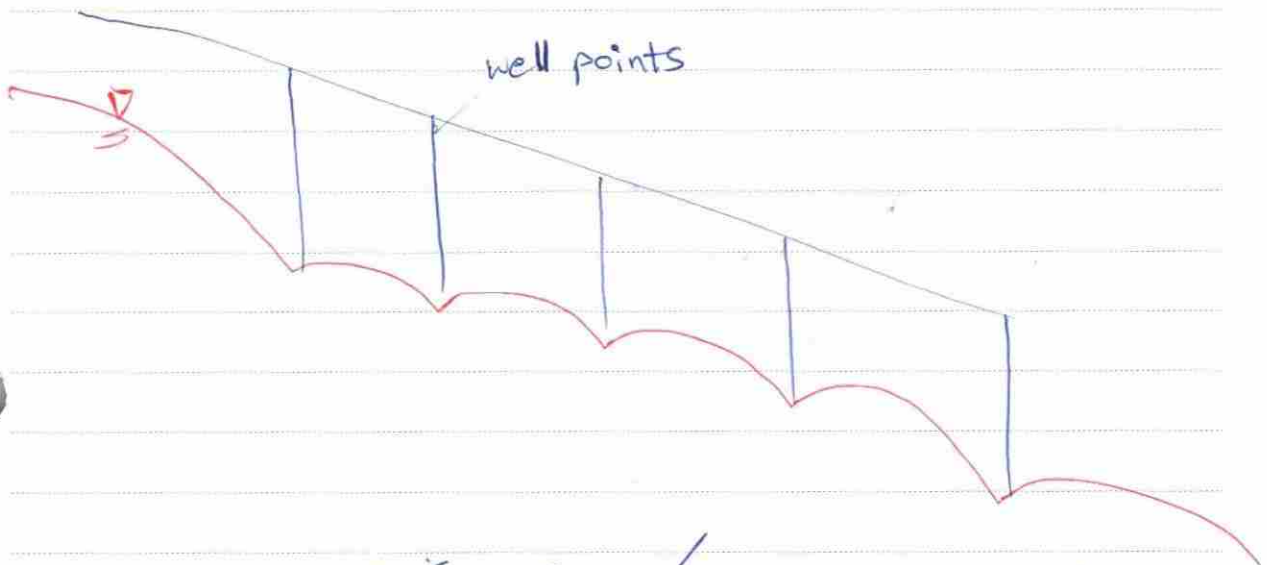
weep که سوراخ های روی دیوار هستند این آب پشت دیوار را زایل می کنند.

Horizontal Drains:

یک لوله PVC است که روی آن شیار و سوراخ زده می شود و دور آن یک لایه ژئوتکستایل قرار می دهند و در ابتدا و انتهای آن cap قرار می دهند تا آب نتواند پس از shotcrete زدن روی دیواره cap بیرون برآید و بیرون آید.

well points:

عمود ۱۵ Ft یعنی ۴-۵ متر می تواند سطح آب را پایین بیاورد.



well point و deep well بر اساس اینکه چه عمقی دارند تفاوت اند و deep well

قوی تر و وجود دارد

other methods:

Vacuum system: همان well-point seal شده هستند به صورت

مکش آب از داخل آن بیرون کشیده می شود و باز در آن فیت به well point عامی بالاتر

است.

Electro osmosis:

5. Design of Dewatering systems:

permeability of formation Depth & plan of excavation

↓
Duration of Dewatering

↓
Estimation of inflow Quantities

↓
Accomplishment of economically optimum system including:

size & spacing of wells &
pumps sizes are key outputs

- معمولاً در ایران تجهیزات و سیالان تخصصی آبکشی وجود ندارد و سبب کمی نمی‌گذارند.
 باید وقتی می‌خواهیم سیالکاری را انجام کنیم، باید لیست تجهیزات و توان و سبب کمی
 سیالکار داشته باشیم و براساس آنها طراحی فاصلی آنها را انجام دهیم.
 - فاصله گذاری چاه‌ها با توجه به نمودار NAVFAC برای هر نوع خاک قابل بدست آمدن
 است.

6. Effect on Adjacent structures

- یکی افت سطح آب زیرزمینی و دیگر آنکه ورود هوای جاذب شده به جای آب سبب فرونشست
 نشست نامتعارف و در معرض هوا قرار گرفتن می‌شود. از طرف دیگر به دلیل کاهش فشار آب
 حفره ای سبب افزایش تنش مؤثر و پس از آن نشست می‌گردد.

در صورت وجود فیلترهای نامناسب، در حین پمپاژ ممکن است ریزدانه‌ها به همراه آب به بیرون

شوند و این سبب ← Depression @ ground surface & settlement → ground subsidence
 افتادن زمین

some comments :

مانشونیل نشست حتماً باید بروی رازه گی که مشکوک هستیم بهشال و حساس هستند صورت

گلدوزی منزل نشست و رخ آن مشخص گردد

باید حتماً نقشه برطری نسبت از ساخت بر روی سازه کی مجاور صورت گیرد و به عنوان سند به

شہرداری و سار اراٹھ گرد
preconstruction survey

- نسبت ۱:۱ قابل تحمل برای دیوارهای مصالح بنایی ۱-۲ inch

2-4 inch قان بندى كوساره كى نى نى نى نى -

ممكن است در اثر آلودگی و یا سن آمدن سطح آب در شیب ها و سازه های سازه های مجاور

پولیسیدی صورت گیرد که باید برای پشتیبانی از آن اقداماتی صورت گیرد.

15, V

7. Impermeable Barriers:

- تزریق - سیدھی فولادی - آب بند، طریشان 50-60 ft

۱- کاهش نفوذ پذیری و افزایش مقاومت

مطالعات هزینه ای می تواند نقش کسب و کار باشد نه اقتصادی ترین سیستم کدام است.

sheet pile cut off wall chart Fig 1.49

cut off wall - دیواره‌ای بتنی مسلح یا یک تکیه هستند که کوبش نشد بلکه اجرا می‌شوند. هم مقاومت به ما می‌دهند، هم آب بزرگ هم مقاومت هستند و عین فایده‌ای تو می‌دارند. یعنی مثلاً ۳۰-۴۰ cm تا ۱ m می‌تواند عین داشته باشد. لوله‌های زهکشی نیز می‌تواند از داخل این دیواره عبور کند.

- دیواره‌ای اجباری هر چه تنوع کار را کم کنیم بهتر است.

compressed air -

به دلیل هزینه‌ی زیاد و خطرات زیاد از این روش کمتر استفاده می‌شود.

Case histories

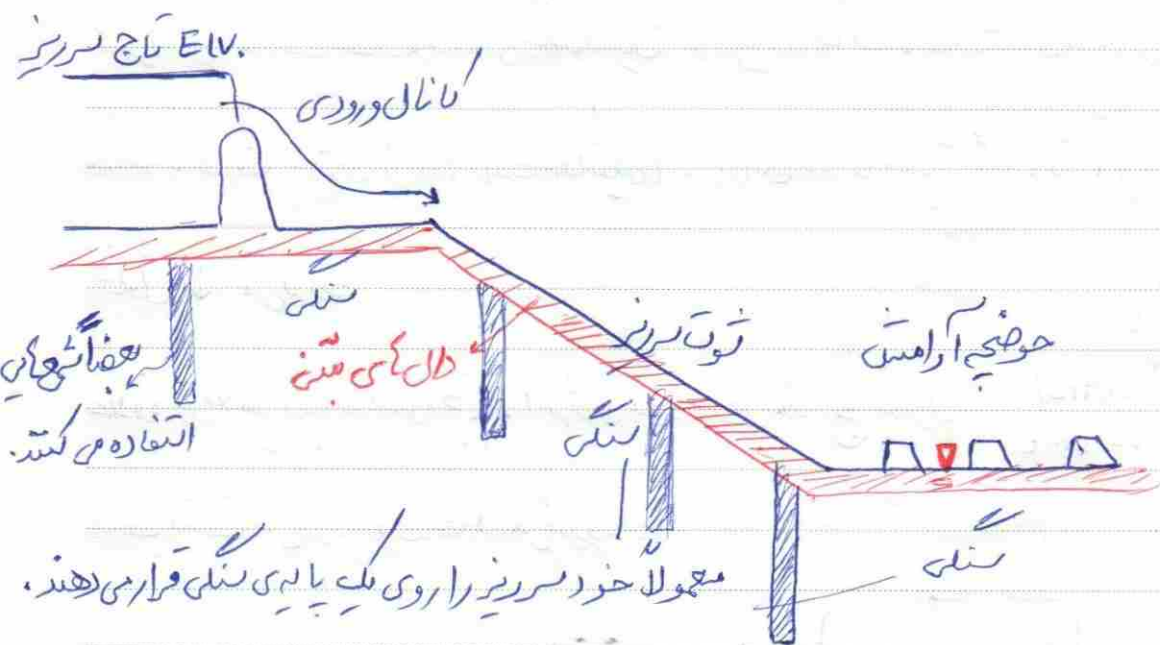
1. ~~clarifier~~ clarifier Tank Fig 1.52

- باید یک سری اطلاعات در مورد خود مخزن، مشخصات هندسی و... ارائه شود.
- اطلاعات ژئوتکنیکی و ویژگی‌های خاک و غیره ارائه شود.
- نتایج تحلیل‌ها و بررسی‌ها ارائه گردد تا به یک case-study مناسب تبدیل شود.

2. power house excavation

برای pumping توصیه می شود در حین نرج مختلف صورت گیرد چون به دلیل نشست و ثوی
ریندانه ها و ... روی بازدهی تأثیر گذار است.

3. china resource building excavation



4. Nottingham sewer Geology (1976) → Fig 1.62

Chapter 3. Soil compaction تراکم خاک

- مقدمه

- تراکم

- خصوصیات و نحوه کنترل کیفیت

- آزمایشات آزمایشگاهی

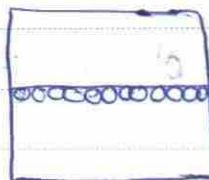
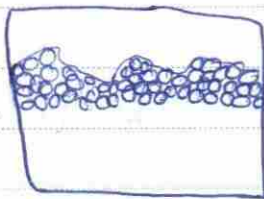
- مسائل مربوط به فیلد

افزایش مقاومت خاک و کاهش خصوصیات تراکم پذیری خاک با کاهش فضای خالی بین ذراتی

خاک با صرف انرژی (پرسش دران مکانیکی) ، با این کار دانسیته $\uparrow$ ، نفوذ پذیری $\downarrow$

تخلخل $\downarrow$ می گردد

علاوه بر تغییر حجم و کاهش حجم ، انرژی مصرفی برای خارج کردن آب و $\uparrow$ دانسیته $\uparrow$ است و $\downarrow$ تخلخل می گردد



تراکم می تواند دری } خاکریزی های مهندسی اعمال شود
خاکریزی های غیر مهندسی

خاکریزی غیر مهندسی : از مصالح طبیعی موجود در محل ساخته می شوند. این خاکریز از روی هم رختن متناوب مصالح و سپس سطح سازی سطح زمین، با استفاده از مصالح داخل بارگاه و نخاله (waste) می باشد.

خاکریزی مهندسی : مصالح انتخاب شده، رخنه شده و متراکم شده ایجاد می گردد. بیش از حد متراکم کردن در حین ارجاع هدف نیست. مثلاً در مصالح نلیر که هدف آن عبور آب است از نباید بیش از حد متراکم شود.

نتایج متراکم سازی صحیف

- ۱- کاهش نشست کف استخر
- ۲- ترک خوردگی دال های بتنی
- ۳- کاهش لوله ها و تیرهای های حیاتی
- ۴- زیر پی دیواره
- ۵- نشست زیر پایه های پل در زیر دره ها
- ۶- نشست ترافه های تیرهای حیاتی

متراکم سازی : در پیوسته تراکم، خاک یا مصالح مورد نظر را در لایه های مشخص با ضخامت مشخص

پهن می کنیم و صاف می کنیم و سپس با استفاده از تجهیزات موجود با استفاده از غلک زدن کوپرش و لرزش (ارتعاش) آن را متراکم می کنند. متراکم سازی خاکهای زیر دانه و درشت دانه

با هم متفاوت است.

Subject
Date

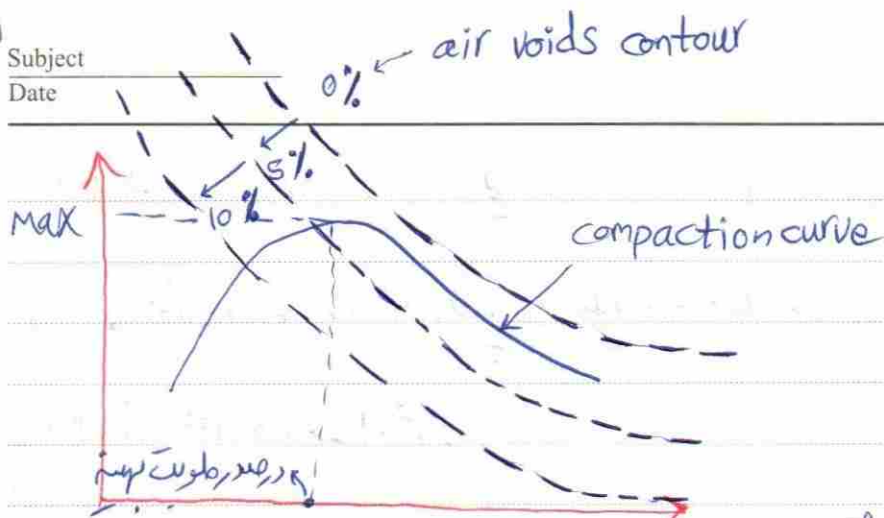
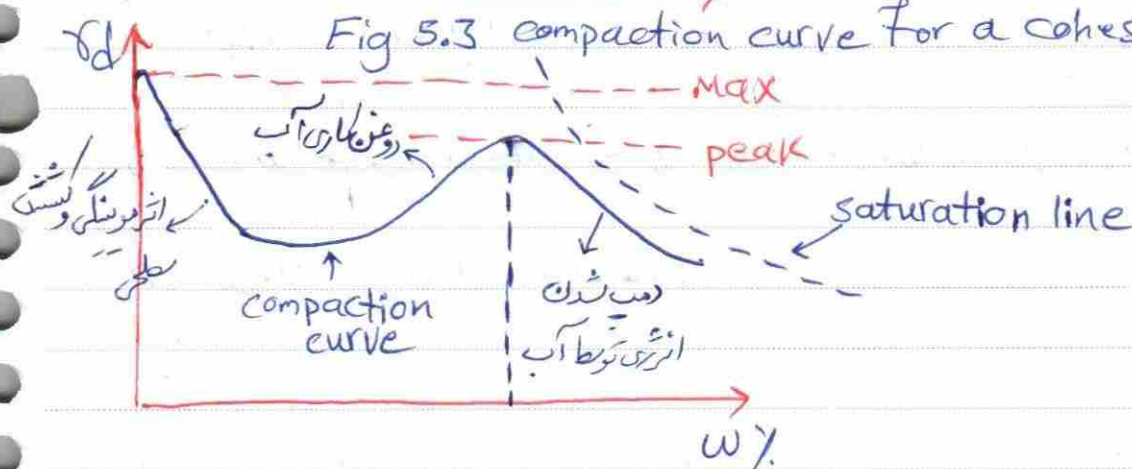


Fig 5.3 compaction curve for a cohesive soil



coarse grained soil

در ابتدا به دلیل افزایش رطوبت دانه ها روی هم من لغزش و شد lubricant مایع کاهش تراکم می گردد ولی در رطوبت کافی کم به دلیل اثر مومنی و کشش سطحی عمل می کند و مانع از افزایش تراکم بیشتری می شود و حد در ابتدا به سبب افزایش حجم می شود.

۲ مکانیزم اثر مومنی و کشش سطحی ۱- کشش سطحی ۲- روغن کاری بین دانه های خاک
اثر مومنی و کشش سطحی مایع به سبب می شود به ازای حجم واحد حجم کمتری خاک بتواند بپوشد
پس به ازای افزایش تراکم کاهش می یابد و خاک کمتری را می توان در حجم واحد پوشاند.

جادار و نشست سطحی در داخل خاک پس ایجاد مقاومت برشی مقاوم در برابر نیروهای تراکم دارد.

3. Specification & Quality control

۱- آزمایشات آزمایشگاهی

۲- آزمایشات میدانی، تراکم و کنترل های آنها

پروسه و فرایندی که برای تراکم در آزمایشگاه رخ می دهد با نتایج Field متفاوت است پس نمی توان نتایج آزمایشگاه را به Field تعمیم داد و باید اصلاحاتی روی آن صورت گیرد و نتایج آزمایشگاه به عنوان یک راهنما که حدود w_{opt} را به ما می دهد از آن استفاده شود.

مکنی تراکم

آزمایش پروکتور یا پروکتور اصلاح شده

درصد air voids ، 5% از w_{opt} عبور می کند.

ASTM D1557-91

AASHTO

با افزایش انرژی بتولار به سمت چپ و بالا حرکت می کند و w_{opt} کاهش و ρ_d افزایش

می یابد.

- برای خاک های دانه ای، چکش می ارتعاش بهتر است و کوبه ^{Impactive means}

برای خاک های ریز دانه مناسب اند.

- برای برخی ذرات که سنگ ماله آنها مثل یا گچ است در اثر تراکم ممکن است دانه بندی خاک تغییر کنند مثلاً مقاومت و نفوذ پذیری کم تر گردد. روش کنترل آن است که قبل و بعد از آبیاری تراکم، دانه بندی صورت گیرد و در صورتیکه دانه ها خرد گردد خاک را باید عوض کرد و منبع مرصه

reject می گردد.

اثرات تراکم

برای خاک های ریز دانه، پارامترهای زیر تغییر می کند:

مقاومت، تراکم و نفوذ پذیری

- فشار آب حفره ای متغیر در اثر تراکم شدن دانه ها

- نوع متغیر تراکم خاک های مختلف متفاوت است.

Field compaction, Tests & controls:

علاوه بر آزمایشات آزمایشگاهی روی آرمایش نیز در field صورت می گیرد تا مطمئن

شویم نتایج مورد نظر را می گیریم یا خیر.

نتایج آزمایشات میدانی ← برای مشخص کاری ژئوتکنیک قابل قبول در وضعیت است.

۱- مصالح مناسب است. ۲- روش مناسب است.

در دو مرحله انجام می گردد:

۱- قبل از انجام ترانسمی گسترده ← یک عملیات خاکریز آزمایشی انجام می گردد به سیم مصالح

reject می گردد یا نه. علاوه بر این آزمایش

۲- در حین اجرای عملیات اصلی هم باید تست فاکتور کنترل کنی را انجام دهیم.

خصوصیات موادی که برای کار بهسازی و ترانسم استفاده می کنیم:

۱- دانه ها نباید از حوضی بیشتر خرد بشود.

۲- تأثیر هوازدگی degradation with time

۳- از دست دادن مقاومت در اثر تغییر رطوبت یا اشباع شدن

ASTM استاندارد مشخصی را برای هر یک از موارد فوق مشخص می کند.

عوامل مختلف مثل بایدار، نشست، تراشیدن و امثالهم از سایر عوامل مؤثرند.

منحصریات جهت مناسب بودن خاک رسی : suitability of cohesive soils

۱. LL و PL ، مقاومت ، منحصریات تراکم

۲. در شرایط عادی منبع قرضه‌ای که رطوبت بیش به opt باشد نزدیک است مناسب تر است.

منحصریات تراکم میدانی عمدتاً دو نوع است :

۱- منحصریات روش ← نوع تجهیزات و دستگاه‌های مورد استفاده ، تعداد عبور

۲- منحصریات برای آن متناهی نهایی ← هر چقدر که میانه‌ها می‌خواهد بکشد در نهایت به

تراکم دلخواه خودمان برسیم. ← در این روش ممکن است میانه‌ها به تراکم دلخواه ما نرسد یا به قیمت گزافی به آن تراکم برسد که اقتصادی نیست.

۳. بنا برین بهترین حالت ترکیبی از حالت اول است که هم به تجهیزات و روش نظارت کنیم و هم به نتیجه نهایی نظارت می‌کنیم.

۴. مثلاً در روش متناهی نهایی هرگز به رانندگی باید ۹۵-۹۰٪ رانندگی نهایی باشد.

روشنی کی اندازہ گیری density

1- sand cone

2- balloon

3- Shelby

4- nuclear

۱۲، ۱۳

تجهيزات مترالکمی سازی

- تجهيزات راه سازی

- غلنگ کی تقاطع (بار مرده)

- غلنگ کی چرخش

- چکش rammer

غلنگ کی پاجہ بڑی یا اگر پاجہ کی بزرگتری داشتہ باشد یا چہ فیلی دارای مخزن آب
کہ علاوه بر وزن قسمت فولادی با پر کردن یا خالی کردن آب، وزن آن را تنظیم کرد.

گاهی اوقات مکانیزم ارتعاش نیز دارند تا بیشتر متراکم کنند.

نوع دیگر غلنگ لایستی است که با تنظیم باد یا میرها میزان فشار را کنترل می کنند.

گاهی اوقات این غلنگ های بزرگ را نمی توان در گوشه ها یا جاهای حساس بر روی آن نگاه داشت از غلنگ های دست استفاده کرد.

Impact متراکم کننده های لرزه ای که یک وزنه روی محوری بالایی رو در با ضرب به سمت پایین compactor

کوبیده می شود تا متراکم سازی صورت گیرد. بعد از کوبیدن روی سطح زمین گودال یا تراشه

ایجاد می شود سپس سطح زمین را با بلدوز صاف می کنند.

Intelligent soil compaction system

سیستم هوشمند کنترل متراکم خاک که در حین متراکم سازی تحلیل می کند و جاهایی که لازم است

بسیار متراکم سازی کنند مشخص می گردد.

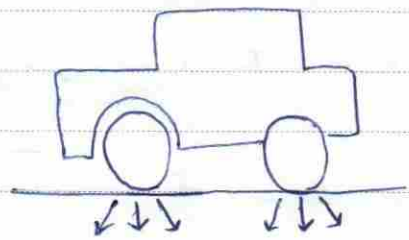
به عواملی که برای انتخاب غلنگ باید لحاظ گردد:

۱- وزن و تنظیم وزن غلنگ

۲- سطح تماس غلنگ

- ۳- مکانیزم حرکت غلنگ ← سیستم خود کششی یا سیستم دارای کشنده مجزا
- ۴- مانور پذیری غلنگ ← ایجاد غلنگ ها و انبساط در انتهای مسیر باید دور بزند یا رفت و برگشتی کار کنند.

- ۵- مناسب بودن نوع غلنگ بر اساس تعداد لایه ها و نوع خاک
- برای خاک های ریز دانه ← مکانیزم وزر دانه برای تراکم ← غلنگ پایه تری
- یا مثلا خاک شن یا شن ریز دانه دار ← غلنگ های ارتعاشی ← مثلا برای پوستی برداشتن



باید ضخامت H_0 را بطوری تعیین کنیم که اثری

غلنگ کن لایه رانجت تأثیر قرار دهد و حتی

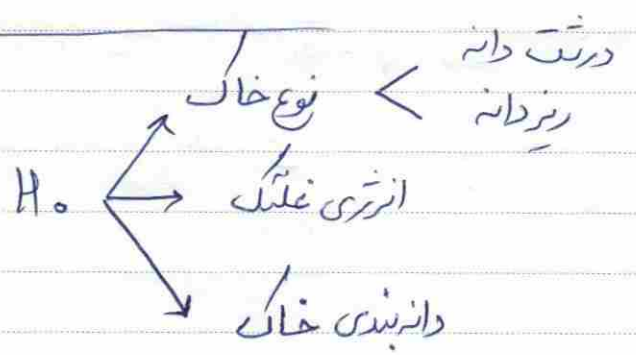
H_0

کمی لایه های زیرین را هم تحت تأثیر قرار

$\Delta H \ll 0.1$



مقدور می علوم
تأثیر غلنگ



دهد

- Field compaction test (FCT)

همان‌طور که در فصل اول از متراکم سازی اصلی یک آزمایش تراکم انجام دهیم.

به ازای یک period مشخص از طول پروژه باید تعداد مشخصی آزمایش دانسته و SPT و

صورت گیرد که در حین این آزمایش‌ها متراکم سازی صورت نمی‌گیرد (غلتک نمی‌تواند عبور کند)

- ممکن است در حین اجرا یک سری آزمایش‌های صورت گیرد که مناسب با آن تغییراتی را دارد

مثلاً از یک منبع دیگر هزینه استفاده شود. Final Quality control reports (QC)

یک گزارش حین ساخت as built نیز ارائه می‌شود.

اهداف FCT :

۱- روش حفاری منابع قرضی ما مشخص می‌شود. 1. method of excavation in borrow area

برآورد انجام باید در نقشه‌ای $\frac{1}{2000}$ یا $\frac{1}{1000}$ و دقیق تر صورت گیرد.

- مثلاً ممکن در جایی که سروال بالای سطح آب زیر زمین باشد و از همان‌ها قرض می‌توان استفاده

کرد.

- مثلاً ممکن است لایه‌های مناسب مانده و پس باشد که هر کدام به تنهایی مناسب نیست

ولی مخلوطی از آن‌ها مناسب است و باید برداشت کنیم، مخلوط کنیم و سپس استفاده کنیم.
 یا مثلاً برای حفاری نیاز به انفجار دارد تا یک لایه سخت را از بین ببریم و سپس به خاک برسیم.
 این مطالعات خیلی از مسائل را برای پیمانکار تعیین می‌کند مثل هزینه‌ها و ...

۲- روش خشک کردن و مرطوب کردن Method of drying or moistening before compaction if required.

ممکن است رطوبت زیاد باشد، لازم است در باندهایی پهن کنیم، آفتاب بخورد، خشک شود
 ممکن است رطوبت کم باشد، لازم است در باندهایی پهن کنیم و مرطوب کنیم.

۳- نحوه بارگیری و تخلیه مصالح و خصوصیات تراکم مصالح چقدر باشد، ضخامت لایه؟
 چقدر باشد، در هر رطوبت لایه‌ها چقدر باشد، تعداد دفعات روت در پشت غلتک چقدر باشد،
 عوامل خاکریزی و مقدار آن چقدر باشد، نوع و وزن ماشین تراکم سازی چقدر باید باشد،
 سرعت حرکت compactor چقدر است. با توجه به همی این موارد برنامه‌ریزی ساخت و هزینه کرد...

برای پیمانکار مشخص می‌شود.

۴- خصوصیات بستر آمده خاک، مخصوصاً چگالی

بهترین زمان انجام FCT قبل از انجام مراحل مناقصه است.

prior to the completion of tender documents

پروژه ۱ در ایران ۳ عامل است ۲ ۱- کارفرما ۲- مشاور ۳- پیمانکار
↓ ↓ ↓
پول نظارت اجرا

سیستم EPC ۲ کارفرما همگی مراحل پروژه را به یک پیمانکار می‌دهد و مسئولیت

همگی قیمت‌های پروژه را به وی می‌پردازد.

قراردادی که در این مرحله توسط پیمانکار و کارفرما بسته می‌شود رنگی به هزینه‌هایش دارد

معمولاً با بودجه‌ریزی و این قیمت بر اساس اسناد مناقصه داده می‌شود و باید معادله واقعی باشد

و در صورت برگردن شود پس بنابراین بهترین موقع برای انجام اینگونه کارها قبل از تنظیم اسناد

است.

آنچه می‌باید که باید در FCT مشخص شود

۱- هدف اصلی ۲- محل تست ۳- تجهیزات مشخص شود (غالباً ویرس پرو)

۴- تیم تخصصی (تکنیکال) ۵- مشخصات تکنیکال ۶- نمونه گیری و آزمایشات

۷- گزارش نهایی

بیمار بیمار باید یک گزارش اولیه در مورد تجهیزات و افراد و ... بدهد و اگر تریا لافریا تأیید شد آنلا

برود FCT و سایر مراحل را انجام دهد و گزارش دوم یا نهایی را بدهد و پس از آن تأیید شد

بیمار بیمار برود و مراحل اصلی ترالیم را انجام بدهد.

نمونه گیری و آزمایشات قبل و بعد از ترالیم A B

۱- رانه بندی (A و B) ۲- رانه (A) ۳- نفوذ پذیری (A) ۴- تست لایه (A)

۵- ترانه های بازرسی (A)

* با توجه به نظارت چشمی می توان حدوداً فهمید خاک در حد مطلوب ترالیم شده یا تست صورت گیرد

و از ترالیم اطمینان حاصل می شود.

روش هت ای برای بدست آوردن یا اقرای نظیر رطوبت و ترالیم استفاده می شود که خیلی سریع

هستد و نیازی به قطع کردن پروژه نیست ولی روش های دیگر آزمایشگاه بسیار زمان بر است و

باید نمونه بگیرند و با تجهیزات و پرسنل نمونه های آزمایشگاه فرستاده شود که خیلی دشوار است.

بعد از اتمام پروژه باید تمام نمونه های گرفته شده و نقشه های اجرایی و حین ساخت و ... آورده شود

تا برای دعاوی بعدی مورد استفاده قرار گیرد.

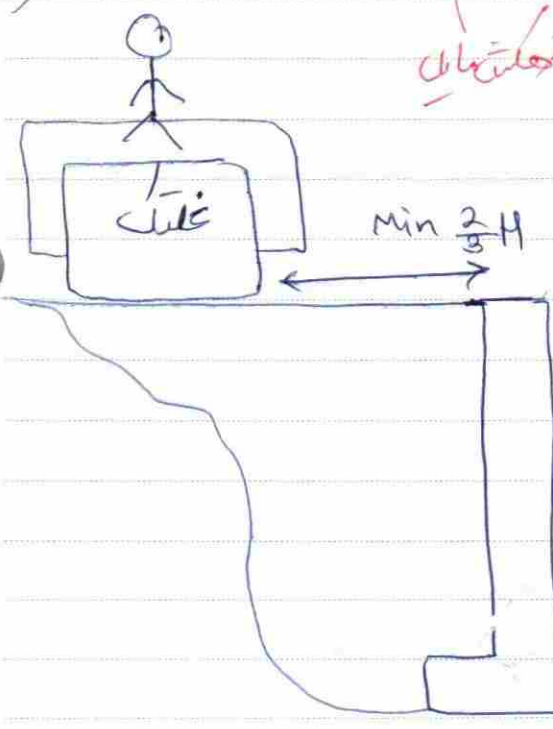
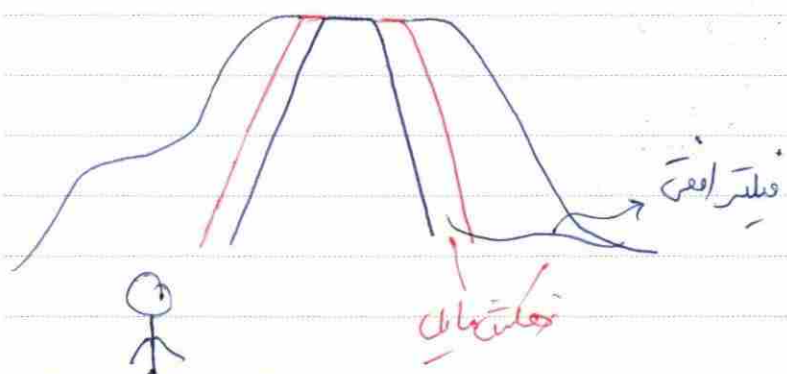
هسته تماس به هسته از هسته است که دارای تماس با لایه ناهایست و PI بالای

دارد. (PI > 25) برای آن است که نفوذ پذیری در محل های حساس مثل تکیه گاه و ...

اطمینان حاصل کنیم. در صورتی که با لایه و میزان تراکم مشخصی نسبت به هسته دارد.

مصالح فیلتر: دارای ضخامت زیاد است و تراکم آن را $Dr \geq 85\%$ در نظر بگیرید

چنین آن SP است و کاملاً مرطوب هستند. قبل از تراکم حداقل 30-40 cm مرطوب (مانند)



به دلیل مسائل پایداری نباید غلظت از $\frac{2}{3}H$ به دیواره نزدیک تر شود زیرا مشکلات شکستگی و تغییر شکل در دیواره ایجاد می شود.

Chapter 4 : Dynamic compaction

مقدمه و

تراکم دینامیکی و ارتعاش مکانیکی برای متراکم سازی و جا بلزنی نهشته های شل و شوره

- رها کردن وزنه های سنگین

- استفاده از زنجشک های قائم فیلدهای wick drain

- تریبون کشی

* حتماً باید توسط پیمانکاران تخصصی انجام شود نه دارای تجهیزات و امکانات تخصصی است.

* امروزه هر سایت نامناسبی را هم که به ما بدهند قابلیت بهسازی دارند.

سنگ کتاب Xantaces

stone columns نقشه دوگانه دارند، و البته متراکم می کنیم در مناطق ریزدانه فضاهای بازمی شود

که این فضا را می توانیم با ستون های سنگی باز کنیم.

مقدمه تراکم دینامیکی و

۱- تراکم دینامیکی لایه های خاک را با انرژی کنترل شده متراکم می کند.

۲- واکنش خاک با تراکم دینامیکی باعث خاک تغیر می کند.

plant equipment

۱- جرثقیل‌ها با توان کافی و ظرفیت مناسب

۲- وزن و قابلیت بلند شدن و سقوط از ارتفاع مشخص

۳- اکثر بیابانکاران انگلیسی وزن‌هایی که استفاده می‌کنند بین 6-20 ton است و از ارتفاع تا 20 متر سقوط می‌کنند.

۴- از جرثقیل‌های standard crawler استفاده می‌کردند. وزن باید به صورت کامل آزاد رها شود تا ضربه‌ای بر نشی به دستگاه ضربه نزنند.

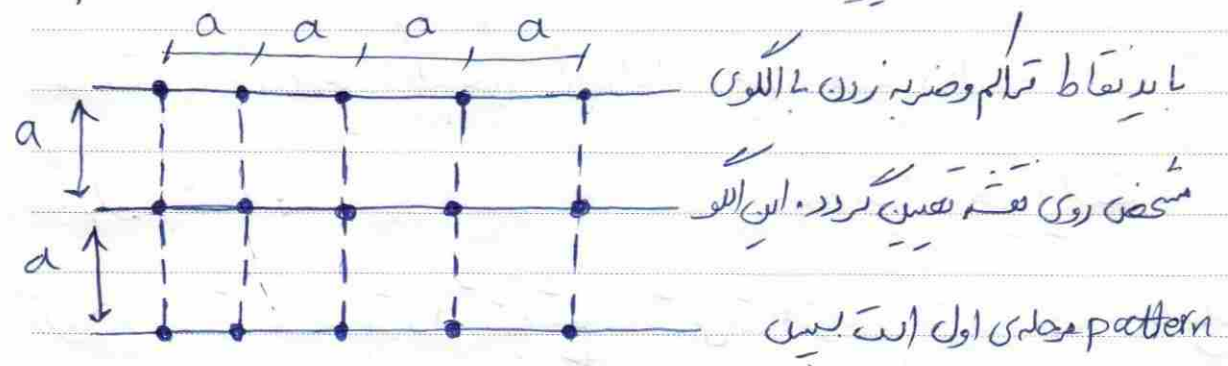
۵- جرثقیل‌های نوع خاصی وجود دارند که دارای وزن‌های 170 تن هستند که از ارتفاع 22 متری رها می‌گردند.

۶- سایر روش‌های وزن‌های مختلف مورد مطالعه قرار گرفته است.

نکته Moseley Fig 3.1

یکی از موارد کنترلی برای طراحی میزان ارتعاش تولید شده است. از این روش خیلی در مناطق شهری و کمپون نمی‌توان استفاده کرد.

عمق مورد نظر را با تغییرات مختلف بطول اثری می آید تا لایه های مشخص را قراریم کند.



آزمایشات مربوط به قراریم صورت می گیرد و سپس فاصله نقاط نصف می شود که pattern B

سپس مجدداً فاصله نصف می شود تا مثلاً ۳ لایه ها قراریم شود. معمولاً از الگوی با

فاصله بیشتر شروع می کنند تا لایه ای پایین اول قراریم شوند و سپس به قراریم لایه ای بالایی

پردازش می شود. اگر اول لایه ای بالایی قراریم شود یک لایه ی تحت ایجاد می شود و نمی تواند دیگر اثری

به لایه ای پایین تر نفوذ کند. لایه های داریم لایه های بالایی قراریم تر باشند و هر چه به عمق می رویم

قراریم کمتری لازم داریم. پس لایه های از الگوی با زیر شروع می کنیم و به الگوی کم فاصله تر

می رویم.

آخرین مرحله اثری یا ironing است که حفرات را با خاک پر می کنند و با بریدن

صاف می کنند.

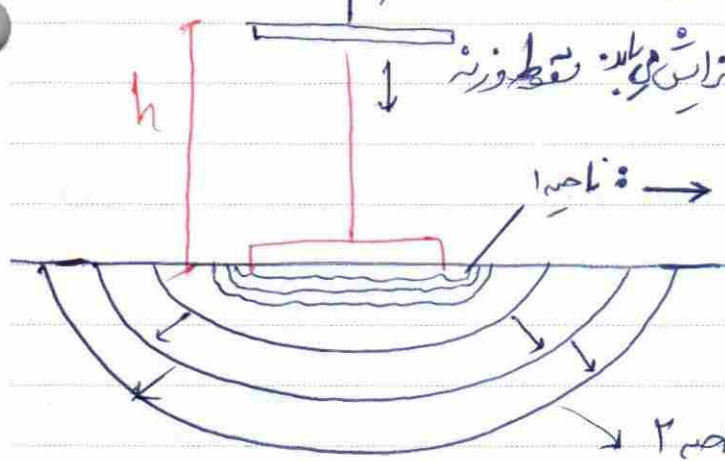
۹۲/۱/۱۹

تفاوت بسیار عمده‌ی بین تراکم خاک‌های رانه‌ای و چسبده وجود دارد.

خاک‌های رانه‌ای و منظور بیشتر در ناحیه ۱ است.

اگر خشک باشند و طولی نداشته باشیم باعث می‌شود تراکم در اثر برخورد وزنه با سطح

صورت گرد و ثبت کلی کاهش و Dr افزایش می‌یابد. نقطه وزنه



تغییر شکل می‌شود، بزرگ → ناحیه ۱
رسانه غیر خطی

انتشار امواج حجمی، تغییر شکل می‌دهد ناحیه ۲

کوچک (- متوسط) - رسانه الاستیک

برای محل‌های زیر سطح آب ۲ مکانیزم وجود دارد:

۱- روانگرایی القایی

۲- اجتناب از وقوع روانگرایی

در حالت اول خودمان با ضرب‌ای که می‌زنیم روانگرایی را ایجاد می‌کنیم. اگر در محل لایه‌ای

زهکش وجود داشته باشد سرعت نشست بیشتر می گردد.

در حالت دوم ضربه می زنیم ولی ارتفاع کم و دفعات بیشتر تا روانتر نشود ولی فشار آب حفرة ای بعب روانگرای نمی شود و پس از مدتی فشار آب حفرة ای اضافی متکمل می گردد.

افزایش میزان مقاومت را با آزمایش Electric cone یا همان CPT اندازه می گیرند که نمودار آن نشان می دهد هر چه عمق افزایش یابد به سبکتری در اثر تراکم صورت می گیرد.

در همان لحظات اول فشار و به فشار آب حفرة ای وارد می شود که مسیر ای تراوشی به صورت ترک در خاک ایجاد می شود که ملائم تر به صورت تکلیف می باشد.

گاهی اوقات از مسیر ای زهکشی کوتاه تر با اتقاده از ستون ای سنگی یا زهکش ای قائم مصنوعی به تکلیف سرعت می بخشیم.

عمق مؤثر بهسازی: حدالترجمه است که بهسازی روی آن تأثیرگذار است.

ناحیه بهبود اصلی: بین $\frac{2}{3}$ تا $\frac{1}{2}$ عمق مؤثر را در ناحیه بالایی آن گویند.

انرژی سقوط: γ حجم $\times$ ارتفاع به ازای یک بار سقوط وزنه (H, m)

انرژی کلی: مجموع کل انرژی که به سطح مورد نظر اعمال می شود. $(\frac{\pm m}{m^2})$

نشست ایجاد شده: سقوط کاهش ارتفاع سطح خاک در اثر بهسازی

Recovery: مدت زمانی که لازم است تا بعد از ضربه زدن فشار آب حفره ای متبلک گردد.

Threshold Energy: انرژی حدی که در آن دیگر نشست بیشتری صورت نمی گیرد.

آقای Menard عمق تحت تأثیر رابطه آن با w و H را بیان کرد $(WH)^{0.5}$

عواملی مختلفی که روی عمق تأثیرگذار است: ۱- نوع و تعداد لایه ها ۲- محل سطح آب زیرزمینی

۳- تعداد دفعات سقوط وزنه در هر محل

انزافات محیط زیستی:

ارتعاش بسیار زیاد - صدای بسیار زیاد که الودگی زیست محیطی دارد که استفاده از این روش

در مناطق شهری بسیار اهمیت دارد و بیشتر در مناطق شهری استفاده می شود.

موج ایجاد شده نباید از ۵-۱۵ Hz بشیر گردد

۲. روش کاهش اثرات ارتعاشات :

۱- کاهش ارتفاع سقوط و جبران کردن آن با افزایش تعداد ضربات در هر محل

۲- به یاری گیری وزنه کوچک تر

۳- ایجاد کردن ترانشه های در اطراف محل آغوش کافی به منظور جلوگیری از امواج سطحی
(Active Isolation)

۲۸، ۱، ۹۲

کنترل کیفی در آزمایشات تراکم رطوبتی Quality control & Testing

- معمولاً از آزمایشات آزمایشگاه به ندرت استفاده می شود.

- جدول 3.2 آزمایشات رایج کرده است.

- آزمایش SPT

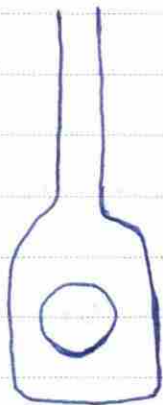
- پرسومتر pressurimeter

cone

- DCPT dynamic penetration test

- CPT استاتیکی static ~ ~ ~

آزمایش رگر dilatometer است نه شباهت pressuremeter است



Nice Airport (France)

زمین استحصال شده از دریا می باشد

Asalouyeh project

۳ بخش اصلی دارد :

۱- بهسازی بخش استحصال از دریا

۲- بهسازی خاکریز (مانند میل های پر شده) و ریبات در شیب

۳-

فصل ۵: Deep vibro Technique

۱- مقدمه ۲- فرایند ارتعاش ۳- تجهیزات و کارگاه

۴- ...

- روش های عمیق از حدود ۲۰ سال قبل مورد استفاده قرار گرفتند برای بهبود خاکهای ضعیف و کاهش نشست استفاده می گردد.

- اولین بار توسط شرکت آلمانی به اسم Keller در سال ۱۹۳۶ مورد استفاده قرار گرفت.

این کار با یا ارتعاش یا با استفاده از ستون های سنگی صورت می گیرد.

از چند جهت این روش محدود است:

در زمین های ماسه اشباع و در فاصله کمی از شروع روش دیوار روانگرایی می شود.

اگر سیلت در خاک وجود داشته باشد حین فرایند طول می کشد.

بعد از بیرون کشیدن probe حفرات نسبتاً بزرگی ایجاد می گردد.

اگر از آب استفاده کنیم به آن conventional method گویند.

وقتی probe را بیرون می کشیم فرصت خوبی است که فضای آن را با سنگ و سنگین کردن
بر کنیم. روش وجود دارد که حين بیرون کشیدن وسیله ای که سنگ را از بستر حفزه بیرون می کشند
- روش دیگر سنگین کردن سنگی است.

مراحل کار

probe توسط جرثقیلی که آن را حمل می کند توسط وزش و ضرباتی را که دارد می کشند و در
خاک می شود و ارتفاعش می کشند. در خانه های دانه ای ارتفاع همیشه باعث متراکم تر شدن
است مگر آنکه روانگرایی صورت گیرد. در خانه های ریزانه هلاکت می تراکم کردن و زردان است.
- دوران خروج از مرکز در اثر دوران یک موتور که در بالای نوسان می کشد.

برای وارد شدن probe به داخل خاک از هوا و آب استفاده
می شود.

- در حين فرایند تراکم در اثر وسیله شدن خاک متخلخل خاک کم می شود.
برای کنترل کیفیت از جدول ۲۰۱ می توان استفاده کرد. مثلاً از SPT
و سایر آزمایشات

در خاکهای ریزانه رسی که دارای سطح $water$ content یا رطوبت است.

برای خاکهای چسبده و ریزانه ای در صورتی که با لایه از گِل های استفاده می گردد یا
سوراخ را باید ابر کنند.

زمانیکه سنگ رانه از اطراف ویرانریخته می شود قطر رانه $30-80$ mm بزرگتر است.

ولی زمانیکه از خود probe می ریزد قطر آن کمتر و در حدود $10-40$ mm است.

تجهیزات

ویرانری $probe$

جرثقیل یا ماشین پایه

سیستم تأمین مصالح شنی و سنگی

تجهیزات کنترل کشته از زیرایی کشت ووش

در حین چرخش وزن خارج از مرکز باعث ایجاد نیروی افقی می گردد.

فرایند های که دستگاه کار می کند باید به فرایند طبیعی محیط اطراف برسد تا ریزو باشد

۱۴۴ ← اسلاید دارای شکل ۷ را می‌دهد می‌گوید شرح دهید.

اگر نیاز به ستون نمی‌باشد باید از قبل تأمین شوند.

* probe است که دارد و از زمین می‌شود و تراکم دینامیکی عمیق را صورت می‌دهد و از کنار آن درشت دانه و سنگ و ماسه می‌ریزد یا ستون ایجاد شده را حین تراکم برکنند. قبل و بعد از treatment و بهازی وانه‌ها اول از هم روزنوبه هم نزدیک می‌شوند و نشست صورت می‌گیرد.

منیران بهلزی ← به عوامل مختلف بستگی دارد، شرایط خاک، نوع فرایند ماشین آلات مورد استفاده و مهارت کارکنان کارگاه.

اسلاید 36 ← باید تراکم کنیم، کنترل کنیم اگر جواب نگرفتیم فواصل را مجدداً نصف کنیم و دوباره آنقدر این کار را نکنیم تا به درصد تراکم مورد نظر برسیم.

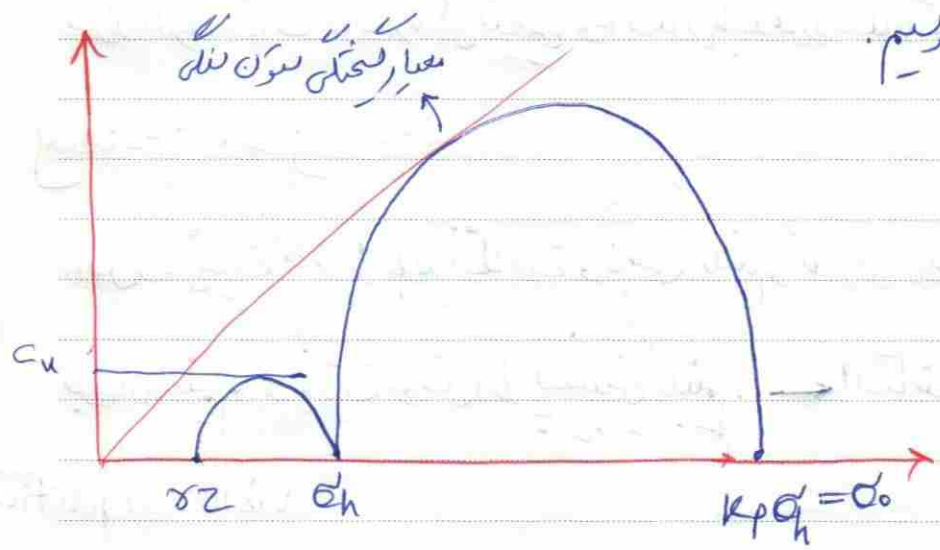
مراحل ۱- ویدر ۲- تراکم ۳- برگردان مجدد ۴- مستطیل سازی و اتو کشی
حالت بعد vibro replacement stone columns

- علاوه بر افزایش ظرفیت باربری و کاهش نشست و به زمان تحکیم را کم می‌کنیم و سهولت خروج آب را ایجاد می‌کنیم.

مثابه حالت قبل در ابتدا penetration داریم و اینجا چون نشست خیلی زیاد است باید حتماً ستون سنگه ایجاد گردد.

۹۲ ۲/۱۱

مابین ستون سنگه و خاک تله باهر اطراف، خاک بین ستون آئینه تقویت شده و به افزایش سختی کمک می‌رسم.



آزمايش مدل فزيكي براي بررسي اندرگشت خاک و ستون سنگه انجام شده است. مودهاي گيخته ۲ حالت براي ستون سنگه است.

شکل داره bulging در دو سوم ۱/۳ بالاي ستون سنگه رخ می‌دهد.
پانچ punching فرو رفته ستون در لايه پاييني

کاربردها و محدودیت های روش

این روش برای افزایش ظرفیت باربری لایه ها استفاده می گردد.
 کاهش پتانسیل روانداز این از طریق تراکم و زهکشی لایه ها مؤثر
 میزان نفوذ پذیری لایه با تراکم کاهش می یابد به سبب کاهش آبدهی لایه می گردد.
 میزان ارتفاعات در بازه های قدیمی و باستانی باید مورد نظارت قرار گیرد.

Monitoring & testing

روش و جزئیات کار را باید نظارت و پایش کنیم و کارایی روش را قبل و بعد از روش
 بررسی کنیم و موفقیت روش را پایش کنیم. ← استاندارد اروپایی

vibro compaction

با تجهیزات که تابع زمان و عمق نفوذ ... هستند مورد نظارت قرار می گیرند.

vibro replacement
 در نظارت صورت می گیرد.

آزمایشات بارگذاری می تواند برای تعیین بهبود خاک مناسب باشد.

case histories

۱- پروژه خانه سازی است در عربستان سعودی در کنار ساحل که با استفاده از Vibro compaction کار شده است.

۲- پروژه نخل چیده در قطر

تحقیقات

تجرب ← مدل فنری Field

عمر

Vibro concrete column (VCC)

* ویبره های سایت Keller بخش شده است.

فصل ۶ Grouting

یکی از پرکاربردترین و معمولترین روش های بهسازی خاک است .
 سابقه این روش به ۲۰۰ سال قبل برمی گردد . توسط مهندس فرانسوی با ترکیب آب و
 مصالح سیمانی

هم در خاک و هم در سنگ از Grouting استفاده می شود .

با قرارگیری ذرات کوچک در حفرات ، درزها و سبب آب بند شدن و مقاوم دیوار
 سنگ می گردد .
stabilize seal

اهداف تزریق

densification یا افزایش تراکم به منظور کاهش نشست و روانگرایی

solidification یا جامد و صلب شدن ذرات جامد غیر چسبیده

کاهش نفوذپذیری و کنترل آب

کاهش تورم و پایداری

روش های تزریق به هم گروه طبقه بندی می گردد. شکل ۷.۱

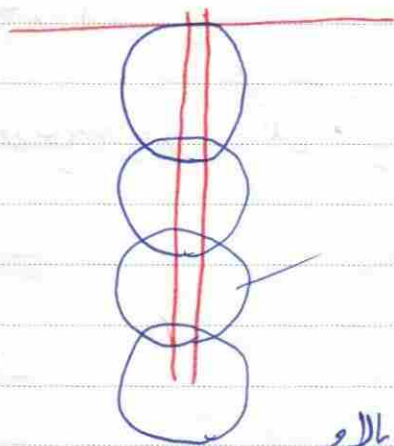
تزریق نفوذی

۱- permeation Grouting: مقدار e و بافت خاک ثابت می ماند ولی ملات و

دوغاب تحت فشاری که وارد می گردد وارد فضاهای می گردد و آن ها را پر می کند.

۲- Compaction Grouting: برعکس حالت قبل ملات و فشار به خوبی یکنواخت

می شود که void ratio را کم می کنیم و مصالح را فشرده می کند و برای خودش جای باز می کند.



$E \approx 10-100 E$ ملات

مصالح
اصلی

مثلاً برای یک سد می توان انجام داد که مثلاً نفوذ پذیری بالا و

مصالح مثل بتن و نشست زیاد می شود.

۳- Hydrofracture: مصالح مناسب نیست و عدم کفایت باربری دارد. نشست

هیدرولیکی را با ملات انجام می کنیم. هم می تواند اهداف آب بند که اهداف معاوضی

داشته باشد.

۴- Jet Grouting : تفاوت اصلی با روش دیگر در زیر مصالح آن مایه را در آروش دیگر رگخوش تغییر نمی کند و دوران هم در آن صورت می گیرد و استایافته هوا یافت را در ارتفاع ۰.۵-۱ متر بهم می زنیم و نوعاب و خاک با هم مخلوط می گردد. این روش هم برای افزایش ظرفیت باربری و هم آب بندی استفاده می گردد که در آب بندی این شیخ باید با هم مقدار overlap داشته باشند.

۲/۲۵

توزیع به چهار گروه کلی تقسیم می شود :

۱-

۲-

۳-

۴-

روش اول : permeation grouting تزریق نفوذی
یکی از کاربردهای این روش تزریق در آب رفته است. یکی از برای ترین

تزریق آب در آب رفته است. تزریق پمپی لوله‌ی مانیت صورت می‌گیرد
 معمولاً این تزریق در حین صورت می‌گیرد که نفوذ پذیری ^{بالا} صورت بگیرد مثل درخت
 طنبی سلولی یا درخت دانه‌ی رسی باشد. یا حتی انباشته‌ی کمی زباله

برای اجرا ابتدا یک گمانه در لایه حفاری می‌کنند

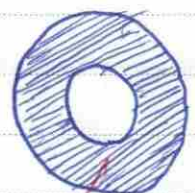
لوله‌ی مانیت

آب تزریق

غلاف لاستیک

غلاف فولادی
casing

آب رفته 10^{-3}
cm/s



ملاک شونده

لبانی

(ضعیف)

76
cm

گمانه‌ای به قطر

شعاع تزریق

سنگ بستر

اگر خاک محل ریزش باشد از غلاف فولادی (casing) استفاده می‌شود.

پس یک لوله‌ی فلزی دارای سوراخ‌های دربرازنده‌ی شخص داخل آن قرار می‌دهند
 سوراخ‌های آن را با یک لایه لاستیک می‌پوشانند

- هدف این تزریق آب بندی است.

مراحل انجام

۱- حفاری گمانه اصلی

۲- کیسینگ گذاری (در صورت لزوم)

۳- قرار دادن لوله مانشت M

۴- پر کردن فضای بین جداره گمانه و لوله با ملات سیمان بشونیت

۵- پیرون کشیک لوله غلاف C

۶- انجام تزریق مقطع از داخل لوله M

گمانه بعدی را با توجه به نتایج تأثیر این گمانه تعیین می کنیم.

اصول تزریق (compaction grouting)

بهبود ظرفیت باربری و جدایی خاک پوسیده تزریق ملات سیمان به منظور ایجاد

حیاب در اطراف لوله تزریق

روش Compaction Grouting

روش پاشین به بالا Upstage compaction

روش بالا به پاشین downstage

- هدف این تزریق افزایش ظرفیت باربری و ایجاد ستون‌های مقاوم و قوی است.
- برای تقویت سازه‌های قدیمی و جلوگیری از نشست آنها از این روش استفاده می‌گردد.

روش Hydro-Fracture Grouting

به منظور ایجاد ترک‌ها و ترک‌های بزرگ تر کردن ترک‌های موجود و پر کردن آنها با ملات که بیشتر در خاک انقباض می‌افتد.

ملات آن یا پایه لیمائی و یا پایه شیمیائی است. ← برای فضاهای زیر زمین و ترک‌ها کم استفاده می‌گردد.

روش Jet grouting

مزایای آن به هم زدن خاک با فشار بالای آب در دو غایب هوا و بهم زدن خاک و لیمائی جهت افزایش مقاومت ستون‌هایی از خاک

مصالح

هدف

	خار	نگ	آب بندی	افزایش مقاومت
تزیین نفوذی	✓	✓	✓	—
تراش	✓	—	—	✓
تکسیت	✓	—	—	✓
هیدرولیکی	✓	—	✓	✓
افشار بالا	✓	—	✓	✓

درنگاه هم چرخش دارد و هم تزیین انجام می دهد.

در ادامه بیشتر تزیین نفوذی مد نظر است.

تکنیک تزیین بیشتر از تجربه بدست می آید، نه از تئوری.

دانه های ملات باید به گوشه های باشد که خیلی درشت نباشد چون جلوی سیر حرکت را می گیرد.

هر کدام از ملات ها یک محدوده ی کاربرد دارد.

بلین به سطح دانه های بیمان در واحد حجم گویند. هر چه بیمان بیشتر

آسیاب گردد بلین آن بالاتر می رود. بیمان عالی دارای بلین 2500 تا 2600

است. برای برض ترزوق لازم است مایه کارخانه سفارش دهیم تا بیمان با
بلین بالا یا ultra fine cement تأمین کند.

- به دو دلیل به سمت ترزوق cement based می رویم :

۱- ایزان تر بودن ۲- تجهیزات و اجزای آسان و مهارت موجود

ترزوقات شیمیایی :

۱- قیمت بسیار بالایی دارند ۲- آلوده کننده محیط زیست و سمی

۹۲/۲/۳۰

اگر ترزوق نفوذی ملاک باشد :

سنگ ← هوازدگی ، ناپوشندگی ، کربن ، نفوذ پذیری

خاک ← دانه بندی ، لایه بندی ، نفوذ پذیری

* یکی از آزمایشاتی که برای تعیین نفوذ پذیری ← لوزان → سیستم میانی استفاده می کنند

$$1 \text{ LU} = 1 \text{ lit. min}^{-1} \cdot \text{m} \text{ at } 1 \text{ Mpa}$$

$$1 \text{ LU} \# 10^{-5} \text{ cm/s}$$

{ لوزران در سنگ است.
لوزران در خاک است.

جدول 4.1

مطالعات اکتشافی تحت الارضی مورد نیاز

اطلاعات روی corebox

1. depth (m) عمق
2. wash boring حفاری تست و شویی
3. Graywacke ؟
4. Argillite

RQD ضعیف دور یک می تواند داشته باشد ۱- واقعاً سنگ خرد پوره است.

۲- در اثر و حین نمونه برداری شکسته شده است.

افراد ماهر توانایی تشخیص این دو شکستگی را از هم دارند. در حالتی که شکستگی

واقعی و طبیعی باشد، داخل آن نرمد و ذرات رسی و هوازدگی در درزه های آن

وجود دارد.

باید از ساختن و ساز در نواحی کارایی اجتناب کرد.

- تزیین می تواند به صورت موقت یا دائمی باشد. روش اجرای صورت کلی متقل از هدف است.

مثال های از کارهای تزیینی

۱- آب بندی سنگ

۲- پایداری سازی سنگ

۳- آب بندی خاک

۴- پایداری سازی خاک

۵- بهسازی زمین (در نواحی آبرنجی و ...)

یک سری سوالات که باید در هر حین طراحی تزیینِ دِوِغاب

۱- معیار تزیینِ دِوِغاب

۲- محل ناحیه تزیینِ دِوِغاب و جهتِ گمانه‌ها

۳- عمق ناحیه تزیینِ دِوِغاب

۴- چسبش گمانه‌ها و تعدادِ ردیف‌ها

۵- موادِ دِوِغاب

۶- فشار تزیینِ دِوِغاب و نرخ

۷- نظارت بر گمانه‌ها و تزیینِ دِوِغاب

۸- کنترل مؤثر بودن

- الزام تزیینِ دِوِغاب به‌طور آب بند کردن به صورت کلی از سنجِ آزمایشات

فشار آب (WPT) بدست می‌آید.

- ناحیه برده تزیینِ دِوِغاب باید با سازه‌ی بالای خودش به صورت یک واحد یکپارچه باشد.

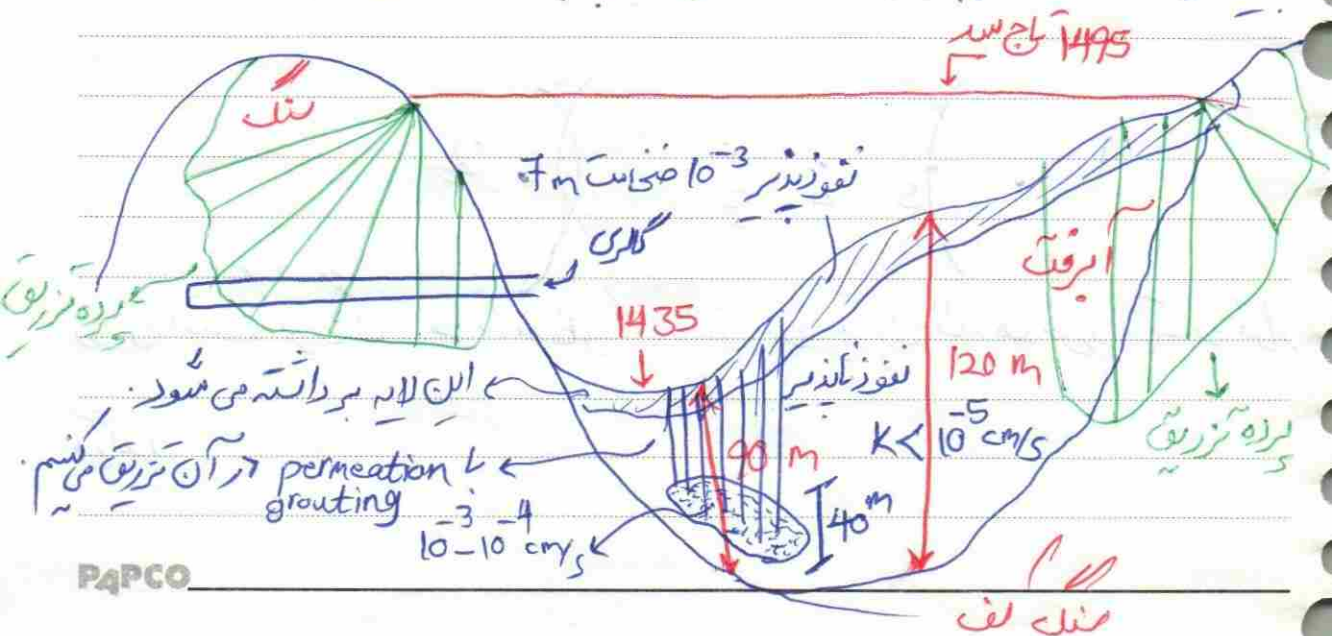
مصلح این که رحمت خدا را بفرستد تا بگوید مصلح و هم مصلح خود را بفرستد

* جهت گیری درزه‌ای موجود بستگی به جهت گیری و انحراف سیستم درزه‌ای و نیازهای عملی حفاری . لازم است مایه‌های آب بند دارای جهت گیری مناسب باشد .

94, 100, 101

هیچ قانون کلی برای برده تزیین وجود ندارد. ترجیحاً المان آب بندها بدیه لایه نفوذ
ناپذیر برسد.

اگر محقق لایه نفوذ اندر غیر قابل دسیس باشد + با محقق برده می شود یا بدیسیس
می باشد $H/3$ تا H باشد که H ارتفاع آب بالای اساس است.

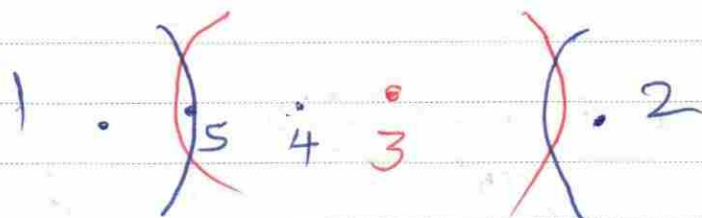


- فشار تزریق باید با جای ممکن افزایش یابد تا بیشترین شلج ناشی از اجزای در گردش باعث ایجاد فاصله بین و عرفین بین گمانه ها گردد.
- ناحیه تزریق آب بند برای هدف آب بندی باید یک واحد کامل را با بازه های بالای آن تشکیل دهد.

گالری ها، هم گالری بازرسی هستند، هم گالری اجرایی
گالری آب بندی سنگ

- کاهش خوردگی ملات می تواند یکی از معیارهایی باشد که با کاهش فاصله میان گمانه های کاهش می یابد.

- روش دیگر انجام آزمایشات نفوذپذیری (لوشان - لوفران) است:



روش نفوذپذیری گمانه ها به منظور کاهش نفوذپذیری لایه ها مورد استفاده قرار می گیرد.

مغاره نیرد باهی نیرگاهه نیاز به تزریق به منظور بهسازی 5.21 زامالوس

5.22, 5.25, 5.26, 5.27, 5.28 و در اثر تزریق heaving

می دهد. مقطع زیری شناسه برج سزاره شکل Fig 3

درست crack grouting برای صاف کردن سطوح خراب استفاده می شود.
انجام عملیات تزریق

ل. 1991 AFES ← الگوی تزریق

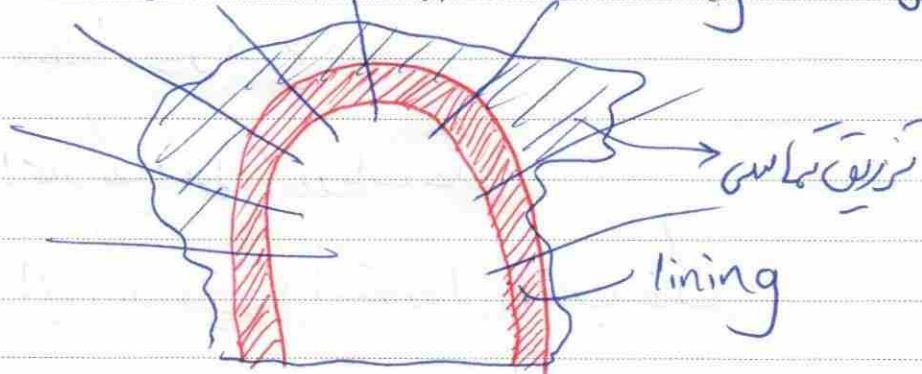
انواع تزریق

- permeation or sealing Grouting

- consolidation Grouting

- contact or connection Grouting

تزریق تماسی



تجهیزات تزریق و مواد مرتبط

pumps

Mixers

materials

معیار آنکه حقیقتاً CPT یا SPT قبل و بعد از آزمایش موهور است.

۱۳۹۶، ۲، ۶

تزریق بافتار بالا Jet Grouting

اصول کلی و مراحل اصلی

۱- حفاری

۲- اختلاط رجا با مصالح

۳- ایجاد یک ستون از روغاب خاک

۴- ایجاد یک دیواره با استفاده از روغاب خاک

بسته به تعداد سیال خروجی از نوک نازل، یک، دو، سه دروغاب

فشار تزریق 300-900 bar است که فشار بسیار بالایی نسبت به سایر روش های

تزریق که فشارشان زیر ۱۵ بار بود، می باشد.

اهداف Jet Grouting

انزایش مقاومت - کاهش نفوذپذیری (آب بندی) - یاهر دو

جدول ۱۰.۱ زمانتاکوین

جدول ۱۰.۲ - مقایسه بدست آمده

جدول ۱۰.۱۰ کاربردهای Jet Grouting

محدوده های مورد استفاده در روش تزریق با توجه به سختی دانه بندی

بتون کنیواخت - منجمیم - رکنی شکن شده - مستحکم - نمونه فوق Jet Grouting

۹۲/۳/۸

گودبرداری

تعریف شناسایی ژئوتکنیکی

با ۳ دیدگاه می توان مطالعات شناسایی را انجام داد :

روشن اول

روشن دوم

روشن سوم

برای مهندسی برای شناسایی و مطالعات ژئوتکنیکی

- ارائه دلتا لستوهی

روشنی عمومی بایدار سازی گود

روشن اول مهم است چرا که از آن ترین و سریع ترین روش است که حدود را مشخص

مورد قطر طراحی می کنند .

مخ گذاری - مراحل آن ۱۱ اسلاید