پی، شالوده یا فونداسیون : (Foundation) بخشی از ساختمان است که وظیفه انتقال نیرو از ستون ها به زمین و خاک اطرافش را بر عهده دارد. بر اساس نوع ساختمان و میزان نیروهای وارده، بافت لایه ها و نوع خاک زمین و شرایط آب و هوایی منطقه، می توان تیپ و ابعاد شالوده را انتخاب و مشخص نمود. عمق، طول و عرض پی‌ها به وزن ساختمان، تعداد طبقات و نوع خاک محل بستگی دارد.

- **مراحل پی سازی (فونداسیون(**

1. **آزمایش زمین از لحاظ مقاومت**
2. **پی کنی**
3. **پی سازی (فونداسیون(**

- **انواع طبقه بندی زمین**

–زمین هایی که با خاک ریزی دستی پر شده است :این نوع زمین ها که عمق بیشتری دارند و با خاک های دستی محل گودال ها را پر کرده اند، اگر سال های متمادی هم بگذرد باز نمی توان جای زمین طبیعی را بگیرد و این نوع زمین برای ساختمان مناسب نیست و باید پی کنی در آن ها به طریقی انجام گیرد که پی ها به زمین طبیعی یا زمین سفت برسد.

–زمین های ماسه ای :زمین های ماسه ای بیشتر در کنار دریا وجود دارد. اگر زمین از ماسه خشک تشکیل شده باشد، تا یک طبقه ساختمان را تحمل می کند و 1.5 کیلوگرم بر سانتیمتر مربع می توان فشار وارد آورد. ولی در صورتی که ماسه آبدار باشد قابل ساختمان نیست، چون ماسه آبدار حالت لغزندگی دارد و قادر نیست که بار وارد را تحمل کند. بنابراین ماسه از زیر پی می لغزد و جای خالی خود را به پی می دهد و پایه را خراب می کند.

–زمین های دجی :زمین دجی زمینی است که از شن های درشت و ریز و خاک به هم فشرده تشکیل شده است و به رنگ های مختلف دیده می شود از جمله این رنگ ها : دج زرد، دج سیاه، دج سرخ، این نوع زمین ها برای ساختمان مرغوب و مناسب است.

–زمین های رسی :اگر رس خشک و بی آب و فشرده باشد، برای ساختمان زمین خوبی محسوب می شود، و تحمل فشار لازم را دارد. ولی اگر رس آبدار و مرطوب باشد قابل استفاده نیست و تحمل فشار ندارد، خصوصاً اگر ساختمان در زمین شیب دار روی رس آبدار ساخته شود فوری نشست می کند و جاهای مختلف آن ترک بر می دارد و خراب می شود. اگر ساختمان در زمین آبدار با سطح افقی ساخته شود به علت وجود آب فشار را به همه نقاط اطراف خود منتقل می کند و دیوارهای کم ضخامت آن ترک بر می دارد.

–زمین های سنگی :زمین های سنگی بیشتر در دامنه کوه ها وجود دارد و از تخته سنگ ها ی بزرگ تشکیل شده و برای ساختمان بسیار مناسب است.

–زمین های مخلوط :این نوع زمین ها از سنگ درشت و شن و خاک رس تشکیل شده اگر این مواد کاملا به هم فشرده باشند برای ساختمان بسیار مناسب است و اگر به هم فشرده نباشد و باید از ایجاد ساختمان به روی این نوع زمین ها احتراز کرد.

–زمین های بی فایده :زمین های بی فایده مانند باتلاق ها و زمین های جنگل که از خاک و برگ درختان تشکیل شده است. در این نوع زمین ها باید زمین آنقدر کنده شود تا به زمین سفت و طبیعی برسد.

- **آزمایش زمین**

گاهی پس از پی کنی به طبقه ای از زمین محکم و سفت می رسند و پی سازی را شروع می کنند. ولی پس از چندی ساختمان ترک بر می دارد. علت آن این است که زمین سفتی که به آن رسیده اند از طبقه نازکی بوده است و متوجه آن نشده اند ولی برای اطمینان در جاهای مختلف زمین می زنند تا از طبقات مختلف زمین آگاهی پیدا کنند و بعد شفته ریزی را شروع می کنند این عمل را در ساختمان گمانه زنی (سنداژ) می گویند.

- **امتحان مقاومت زمین**

یک صفحه بتنی 20*20*20 یا 20*50*50 از بتن آرمه گرفته و روی آن به وسیله گذاشتن تیرآهن ها فشار وارد می آورند. وزن آهن ها مشخص و سطح صفحه بتن هم مشخص است فقط یک خط کش به صفحه بتنی وصل می کنند و به وسیله میلیمترهای روی آن میزان فرورفتگی زمین را از سطح آزاد مشخص و اندازه گیری می کنند ولی اگر بخواهند ساختمان های بسیار بزرگ بسازند باید زمین را بهتر آزمایش کنند. برای این منظور با دستگاه فشارسنج زمین را اندازه گیری می کنند و آزمایش فوق برای ساختمان های معمولی در کارگاه است.

پس از عملیات فوق پی کنی را آغاز می کنند و پس از پی کنی شفته ریزی شروع می شود.

توجه شود این عمل، همان آزمایش بارگذاری صفحه است که در درس مهندسی پی جزء آزمایش های محلی و مهم محسوب می شود .البته از آنجا که انجام عملیات مکانیک خاک برای ساختمان های معمولی صرفه اقتصادی ندارد، انجام این آزمایش در سازمان های و اداره های دولتی و یا ساختمان های بلند انجام می شود.

- **افقی کردن پی ها (تراز کردن(**

برای تراز کردن کف پی ساختمان ها از تراز های آبی استفاده می کنند. در دیوارهای طویل چون کار شمشه و تراز کردن وقت بیشتری لازم دارد، برای صرفه جویی در وقت از سه T می توان استفاده کرد .بدین معنی که T اول را با Tدوم تراز می کنند و T سوم را در مسافت مسیر به طوری که سه T در یک ردیف قرار بگیرد، قرار می دهند از روی Tاول و دوم که با هم برابر هستند T سوم را میزان و برابر می کنند و پس از آنکه T سوم برابر شد T اول را بر می دارند و به فاصله بیشتری بعد از T سوم قرار می دهند ، دوباره T دوم و سوم را با T چهارم که همان T اول می باشد

برابر می کنند و دنباله این ترازها را تا خاتمه محل کار ادامه می دهند .البته این طریق تراز کردن بیشتر در جاده سازی و زمین های پهناور به کار می رود.

- شفته ریزی

کف پی ها باید کاملا افقی و زاویه کف پی نسبت به دیوار پی باید 90 درجه باشد. اول کف پی را باید آب پاشید، تا مرطوب شود و واسطه ای بین زمین و شفته وجود نداشته باشد، و سپس شفته را داخل آن ریخت.

شفته عبارت است از خاک و شن و آهک که به نسبت 200 تا 250 کیلوگرم گرد آهک را در متر مکعب خاک مخلوط می کنند و گاهی هم در محل هایی که احتیاج باشد پاره سنگ به آن می افزایند. شفته را در پی می ریزند و پس از اینکه ارتفاع شفته به 30 سانتیمتر رسید آن را در یک سطح افقی هموار می کنند و یک روز آن را به حالت خود می گذارند تا دو شود یعنی آب آن یا در زمین فرو رود و یا تبخیر گردد.

پس از اینکه شفته دو نم شد آن را با وزنه سنگینی می کوبند که به آن تخماق می گویند و پس از اینکه خوب کوبیده شد دوباره شفته را به ارتفاع 30 سانتیمتر شروع می کنند و عمل اول را انجام می دهند. تکرار این عمل تا پر شدن پی ادامه دارد.

در ساختمان ها که معمولاً در گود یا پی کنی عمل تراز کردن انجام می گیرد محل کار در پی که پیچ و خم زیادی دارد و تراز کردن با شمشه و تراز مشکل می باشد، از تراز شلنگی استفاده می کنند. بدین ترتیب یک شلنگ چندین متری را پر از آب می کنند به طوری که هیچ گونه حباب هوایی در آن نباشد و آن را در پی محل هایی که باید تراز گردد به گردش در می آورند و نقاط معین شده را با هم تراز می کنند. آب چون در لوله هایی که به هم ارتباط دارند در یک سطح می ماند بنابراین چون شلنگ پر از آب می باشد در هر کجا که شلنگ را به حرکت در آورند آب دو لوله استوانه ای در یک سطح می باشد. بنابراین دو نقطه مزبور با هم تراز می باشند بشرط آنکه مواظبت کنیم که شلنگ در وسط بهم گره خوردگی یا پیچش پیدا نکرده باشد تا باعث قطع ارتباط سیال شود که دیگر نمی توان در تراز بودن آنها مطمئن بود.

تراز کردن گاهی بوسیله دوربین نقشه بر داری)نیو) انجام می گیرد یعنی محلی را در ساختمان تعیین نموده دوربین را در محل تعیین شده نصب می کنند و با میر (تخته های اندازه گیری ارتفاع در نقشه برداری) یا ژالون (چوب های نیزه ای یا آهنی که هر 50 سانتیمتر آنرا به رنگهای سفید و قرمز رنگ کرده اند که از پشت دوربین بخوبی دیده بشود) اندازه گرفته و تراز یابی می کنند. تراز کردن با دوربین بهترین نوع تراز یابی می باشد.

پی کنی، پی سازی و انواع آن

- پی سازی

بعد از اینکه عمل پی کنی به پایان رسید را باید با مصالح مناسب بسازند تا به سطح زمین رسیده و قابل قبول برای هر گونه بنا باشد مصالحی که در پی بکار می رود باید قابلیت تحمل فشار مصالح بعدی را داشته باشد و ضمناً چسبندگی مصالح نسبت به یکدیگر به اندازه ای باشد که بتوانند در مقابل بارهای بعدی تحمل کند و فشار را یکنواخت به تمام پی ها انتقال دهد. چون هرچه ساختمان بزرگتر باشد، فشارهای وارده زیادتر بوده و مصالحی که در پی بکار می رود باید متناسب با مصالح بعدی باشد.

پی سازی را با چند نوع مصالح انجام می دهند که این مصالح عبارتند از شفته آهکی، پی سازی با سنگ، پی سازی با بتن، پی سازی با بتن مسلح.

- **پی سازی با سنگ**

پس از اینکه عمل پی کنی به پایان رسید پی سازی با سنگ باید از دیوارهایی که روی آن بنا می گردد، وسیع تر بوده و از هر طرف دیوار حداقل 15 سانتیمتر گسترش داشته باشد. یعنی از دو طرف دیوار 30 سانتیمتر پهن تر می باشد که دیواری را رد وسط آن بنا می کنند، پی سازی با سنگ با دو نوع ملات انجام می شود. چنانچه بار و فشار بعدی زیاد نباشد، ملات سنگ ها را از ملات گل و آهک؛ چنانچه فشار و بار زیاد باشد، ملات سنگ را از ملات ماسه و سیمان استفاده می کنند. اول کف پی را ملات ریزی نموده و سنگ ها را پهلوی یکدیگر قرار می دهند و لابِلای سنگ را با ملات ماسه و سیمان پر می کنند (غوطه ای) به طوری که هیچ منفذ و سوراخی در داخل پی وجود نداشته باشد و عمل پهن کردن ملات و سنگ چینی تا خاتمه دیوار سازی ادامه پیدا می کند.

- **پی سازی با بتن**

پس از اینکه کار پی کنی به پایان رسید کف پی را به اندازه تقریبی 10 سانتیمتر بتن کم سیمان بنام بتن مگر می ریزند که سطح خاک و بتن اصلی را از هم جدا کند. روی بتن مگر قالب بندی داخل پی را با تخته انجام می دهند. همانطور که در بالا گفته شد عمل قالب بندی وسیع تر از سطح زیر دیوار نقشه انجام می گیرد. تمام قالب ها که آماده شد، بتن ساخته شده را داخل قالب نموده و خوب می کوبند و یا با ویبراتور به آن لرزش وارد آورده تا خلل و فرج آن پر شود و چنانچه بتن مسلح باشد، داخل قالب را با میله های گرد آرماتور بندی و بعد از آهن بندی داخل قالب را با بتن پر می کنند.

بتن ریزی در پی و آرماتور داخل آن به نسبت وسعت پی برای ساختمان های بزرگ قابلیت تحمل فشار هر گونه را می تواند داشته باشد و بصورت کلافی بهم پیوسته فشار ساختمان را به تمام نقاط زمین منتقل می کند و از شکست و ترک های احتمالی جلو گیری بعمل می آورد.

- **پی سازی و پی کنی با هم**

در بعضی مواقع ممکن است زمین سست بوده و پی کنی بطور یکدفعه نتواند انجام پذیرد و اگر بخواهیم داخل تمام پی ها را قالب بندی کنیم، مقرون به صرفه نباشد. در این موقع قسمتی از پی را کنده و با تخته و چوب قالب بندی نموده

شفته ریزی می کنیم. پس از اینکه شفته کمی خود را گرفت یعنی آب آن تبخیر و یا در زمین فرو رفت و دونم شد، پی کنی قسمت بعدی را شروع نموده و با همان تخته ها، قالب بندی می کنیم بطوریکه شفته اول خشک نشده باشد و بتواند با شفته اول خشک نشده باشد و بتواند با شفته بعد خودگیری خود را انجام داده و بچسبد این نوع پی سازی معمولاً در زمین های نرم و باتلاقی، خاک دستی و ماسه آبدار عمل می گردد.

- **پی کنی در زمین های سست**

در زمین های سست و خاک دستی اگر بخواهیم ساختمانی بنا کنیم، باید اول محل پی ها را به زمین سفت رسانیده و پس از اطمینان کامل ساختمان را بنا نماییم. زیرا ساختمان که روی این زمین ها مطابق معمول و یا در زمین سست بنا گردد. پس از چندی یا در همان موقع ساخته شدن باعث ترک ها و خرابی ساختمان می گردد. بنابراین شفته ریزی از روی زمین سفت باید انجام گیرد و برای اینکار بشرح زیر عمل می نمائیم:

- **پی کنی در زمین های خاک دستی و سست**

پس از پیاده کردن اصل نقشه روی زمین محل پی های اصلی و یا در تقاطع پی ها که فشار پایه ها روی آن می باشد، چاه هائی حفر می شود، عمق این چاه ها به قدری می باشد تا به زمین سفت و سخت برسد .بعداً محل چاه ها را با شفته آهکی پر کرده و پس از پر کردن چاه ها و خودگیری شفته، پی ها را به طریقه معمول روی شفته چاه ها شفته ریزی می کنند .شفته ها به صورت کلافی می باشند که زیر آن ها را تعدادی از ستون های شفته ای نگهداری می کند و از فرو ریختن آن جلوگیری می نمایند. البته باید سعی کرد که فاصله ستون های شفته ای نباید بیش از سه متر طول باشد.

خاصیت چاه ها بدین طریق می باشد که شفته پس از خودگیری مانند ستون هایی است که زیر زمین بنا شده است و شفته روی آن مانند کلافی پایه را به یکدیگر متصل می کنند. برای مقاومت بیشتر در ساختمان پس از اینکه آجر کاری پایه ها را شروع نمودیم، ما بین پایه ها را با قوس هایی به یکدیگر متصل می کنند تا پایه ها عمل فشار به اطراف خود را خنثی نموده و فشار خود را در محل اصلی خود یعنی در محلی که شفته ریزی آن به زمین بکر رسیده متصل می کند.

گاهی اتفاق می افتد که در ساختمان در محل بنای یکی از پایه ها چاه های قدیمی وجود دارد و بقیه زمین سخت بوده و مقاومت به حد کافی برای ساختن ساختمان روی آن را دارد. برای اینکه براحتی بتوان پایه را در محل خود ساخت و محل آن را تغییر نداد، چاه را پس از لای روبی (پاک کردن) با شفته آهک پر مینماییم موقعیکه شفته خودگیری خود را انجام داد روی آنرا یک قوس آجری ساخته و در محل انتهای کمان پایه را بنا می کنیم که فشار دیوار با اطراف چاه منتقل گردد.

در بعضی مواقع چاه کنی در این گونه زمین ها خطرناک می باشد. زیرا زمین ریزش دارد و به کارگر صدمه وارد می آورد و در موقع کار ممکن است او را خفه کند. برای جلوگیری از ریزش زمین باید از پلاک های بتنی یا سفالی که در

اصطلاح به آنها کوَل (در شهرستان ها گوم و غیره (مینامند، استفاده شود. کوَل های بتنی یک تکه و دو تکه ای و کول های سفالی یک تکه می باشد. کول های بتنی را بوسیله قالب می سازند و کول های سفالی بوسیله دست و گل رس ساخته شده و در کوره های آجری آن را می پزند تا بشکل سفالی در آید از این کول ها در قنات ها نیز استفاده می شود.

- طریقه عمل

مقداری از زمین که بصورت چاه کنده شد، کول را که بشکل استوانه ای ساخته می باشد داخل محل کنده شده نصب و عمل کندن را ادامه می دهند. در این موقع دو حالت وجود دارد یا اینکه کول اولی که زیر آن در اثر کندن خالی شده براحتی پایین رفته کول دوم را نصب می کنیم یا اینکه کول اول در محل خود با فشار خاک که به اطراف آن آمده تنگ می افتد و نمی تواند محل خود را تغییر و یا پایین تر برود در این موقع از کول های دو تکه ای استفاده می نماییم.
نیمی را در محل خود نصب و جای آن را محکم نموده و نصفه دوم را پس از کندن محل آن نصب می نماییم و عمل پی کنی را بدین طریق ادامه می دهیم.

پی کنی در زمین های سست مانند خندق هائی که خاک دستی در آن ها ریخته شده است و مرور زمان هم اثری برای محکم شدن آن ندارد و یا زمین های باتلاقی و غیره ضروری می باشد.

زمین هائی که قسمت خاک ریزی شده در آن ها به ارتفاع کم می باشد و یا باتلاقی بودن آن به عمق زیادی نرسد می توان در این قبیل زمین ها پی کنی عمقی انجام داد و برای جلوگیری از ریزش خاک آن را با تخته و چوب قالب بندی نموده تا به زمین سخت برسد.

البته قالب بندی در اینگونه زمین ها خالی از اشکال نمی باشد باید با منتهای دقت انجام گیرد پس از انجام کار قالب بندی شفته ریزی شروع می شود و چون تخته های قالب در طول قرار دارد، می توان پس از شفته ریزی تخته دوم را شروع کرد. به همین منوال تمام پی ها را می توان شفته ریزی کرد بدون اینکه تکه ای و یا تخته ای از قالب زیر شفته بماند.

معرفی انواع پی ساختمانی

1.پی منفرد (تکی، نقطه‌ای(
پی‌هایی که بار یک تک ستون یا دیواری را حمل می‌نمایند. یا برای ساختمانهایی که بار آن‌ها به صورت متمرکز (نقطه‌ای) به زمین منتقل می‌شود ساخته می‌گردند مانند ساختمان‌های فلزی یا ساختمان‌های بتنی. در واقع پی‌های منفرد در ابعاد محدود زیر هر ستون قرار می‌گیرند و باکلاف افقی بتی به هم متصل می‌شوند. این پی‌ها بعلت نقاط ضعفی که در قبال زلزله و رانش ونشست زمین دارند برای سازه‌های سبک سازه‌های با طبقات محدود وبرروی خاکهایی با مقامت فشاری مجاز:1.2 – 1.5kg/cm2از نظر تجربه پیشنهاد می‌شوند .بدیهی است علیرغم این تمهیدات پاسخ اصلی را محاسبه دقیق کمتر شدن تنش ایجاد شده خاک زیر پی از تنش مجاز فوق باید بدهد.

.2پی مرکب

پی‌هایی که بار دو تا چهار ستون را حمل می‌نمایند.این پی‌ها می‌توانند برحسب نظر مهندس محاسب مستطیلی یا حتی ذوزنقه‌ای انتخاب شوند.

.3پی باسکولی

برای جلوگیری از چرخش فونداسیون و تیر و در کنار دیوار همسایه از فونداسیون باسکولی استفاده می‌شود. منظور از کلمه باسکول سوای معنای محاسباتی آن از نظر ظاهر شکل آنست که ستونها با فاصله از لبه عرضی شالوده روی آن قرار دارند.

.4پی نواری

این پی‌ها اگر در ساختمان‌های آجری مورد استفاده قرار می‌گیرد. مثلا زیر دیوار محوطه‌ها می‌توان حداکثر عمق پی‌های نواری در حدود ۵۰ و عرض پی قدری بزرگتر از عرض دیوار روی آن می‌باشد. با شرط زمین معمولی وآنچه در مقاومت‌های زمین در بالا اشاره شد. اما فونداسیون بتنی نواری در سازه‌های مهم وحتی مسکونی شرایط خاص ومهمی دارد. ابعاد باید بر اساس محاسبات نرم‌افزاری دقیق مشخص واجرا گردند وبه سادگی شناژزیر سری یک دیوار نیست.

.5پی گسترده

به پی‌هایی اطلاق می‌شود که بار چند ستون یا دیوار را که در ردیف‌ها یا امتدادهای مختلف قرار دارند به زمین منتقل می‌نمایند. پی گسترده ممکن است به شکل دال مجموعه تیر_دال و... ساخته شود.

فونداسیون هشت ضلعی

فونداسیون هشت ضلعی (Octagonal Foundation) عموما در مواردی مثل شالوده ی توربین های بادی، سیلوها و همچنین تیرهای نورافشان بلند تر از 15 متر کاربرد دارد، که به صورت منفرد هم اجرا می شود .می دانیم که پی های مربع یا مستطیل، عمق تاثیر بیشتری نسبت به شالوده های هشت ضلعی دارند و در خاک هایی مثل خاک هایی که درصد ریزدانه ی آن ها از 12 %بیشتراست، عکس العمل دوگانه ای در عمق تاثر در مقابل بار وارده از خودشان نشان می دهند. به همین خاطر اگر ریزدانه ها نزدیک به سطح و پی باشند امکان گسیختگی خاک وجود دارد. بنابراین استفاده از پی هشت ضلعی بسیار کاربردی تراست. امـــا: پی های گسترده هشت ضلعی (Octagonal Mat Foundation)غالبا در جایی استفاده می شوند که:

.1نیروی وارده از سازه به پی بسیار بالاست و پی شبکه ی معمول قابل اجرا نیست.

.2برش پانچ ایجاد شده به قدری نیست که از پی گسترده ی با هزینه ی بالای بتن و آرماتور استفاده کنیم.

.3خاک زیر پی خاکی با ریزدانه ی بیش از حد و نزدیک به سطح داشته باشد. به همین خاطر با حذف قسمت های زیادی از پی و قالب بندی درون هشت ضلعی و مربع های اتصال که باعث صرفه جویی زیادی در بتن و آرماتور می شود،خروجی مشابه به پی گسترده خواهیم گرفت.

فونداسیون منفرد پیش ساخته

به منظور افزایش سرعت و ارتقاء کیفیت در اجرای ساختمان‌های مقاوم کوچک، می توان از فونداسیون های پیش ساخته سبک استفاده نمود. این فونداسیون ها برای تقاضاهای موجود در ساختمان های پیچ و مهره ای و یک طبقه طراحی، محاسبه و مورد آزمایش قرار گرفته است. استفاده از فونداسیون پیش ساخته می تواند، مشکلات مربوط به فونداسیون درجا را رفع نموده و ضمن افزایش سرعت اجرا، کیفیت را نیز خصوصاً در مناطق دورافتاده و روستایی افزایش دهد. از نکات حائز اهمیت دراین طرح، کنترل ظرفیت باربری خاک بستر می باشد. در محل هایی که مقاومت مجاز خاک کم باشد، لازم است، تمهیدات لازم جهت افزایش سطح بارگیر فونداسیون و یا به‌سازی و ارتقاء مشخصات خاک به عمل آید.

این فونداسیون برای خانه های پیچ و مهره‌ای ۶۰ متر مربعی یک طبقه به صورت نمونه به مرکز ارائه شده و برای همین کاربرد مورد بررسی و تأیید قرار گرفته است.

الزامات فونداسیون منفرد پیش ساخته

استفاده از طرح فونداسیون پیش ساخت پیشنهادی با توجه به نتایج آزمایش های ارائه شده، صرفاً برای ساختمانهای 1 طبقه با اسکلت فولادی، با توجه به پایین بودن سطح بارهای وارده مجاز می باشد.

1. ***لازم است کلیه مشخصات فنی هندسی و محاسباتی فونداسیون منفرد پیش ساخته مطابق جزئیات ارائه شده در مدارک به مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن باشد.***
2. ***لازم است کنترل های لازم مربوط به ظرفیت باربری خاک محل با توجه به مقاومت مجاز فشاری خاک محل و ابعادی به عمل آید.***
3. ***در سیستم های مهاربندی شده لازم است، کنترل های لازم از نظر میزان نیروی کششی ایجاد شده در ستون ها به منظور ممانعت از بلند شدن فونداسیون از روی خاک با توجه به سبک بودن آن به عمل آید.***
4. ***طراحی و اجرای کلاف ها و اتصال آنها به پی های پیش ساخته، بر اساس محاسبات مربوطه و مطابق با ضوابط مقررات ملی ساختمان ایران و استاندارد ۲۸۰۰ الزامی است.***
5. ***رعایت کلیه مقررات ملی ساختمان ایران در طراحی، ساخت و اجرا فونداسیون منفرد پیش ساخته الزامی است.***
6. ***رعایت رواداری های مجاز برای ساخت و نصب قطعات پیش ساخته مطابق آئین نامه ACI 117 و راهنمای PCI الزامی است.***
7. ***رعایت تمهیدات لازم در شرایط اقلیمی مختلف و محیطهای خورنده ایران برای دوام و پایایی بتن و میلگرد فولادی ضروری است.***
8. ***اخذ گواهینامه فنی برای محصول تولیدی، پس از راه اندازی خط تولید کارخانه، از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.***

نکاتی پیرامون طراحی فونداسیون

در طراحی یک پی باید چندین کنترل انجام شودکه در این فایل به چند مورد آن اشاره می کنیم.

.1کنترل تنش خاک زیر فونداسیون

.2کنترل برش پانچ

.3کنترل تعداد میلگردها

قطع بتن ریزی فونداسیون

در مورد درزهای اجرائی (درزساخت) قطعات بتنی سازه نکات زیر مطرح می گردد:

1ـ گاه لازم ا ست که بتن قطعات در دو مرحله یا دو روز متفاوت بتن ریزی گردد و پاسخ به پرسش هائی در آئین نامه ها ضرورت دارد که معمولاً اینکار در آئین نامه ها و مقررات ملی وجود دارد.

محل درز اجرائی، شکل و نحوه قطع بتن (درز(، نحوه آماده سازی و هم چنین نحوه شروع بتن ریزی جدید از جمله این موارد است که نیاز به توضیح دارد.

در آبا و مقررات ملی در انتهای فصل نهم (قالب بندی) به موضوع درزهای اجرائی Construction Joint پرداخته شده است.

2ـ درزهای اجرائی به دو صورت افقی و قائم وجود دارد. هم چنین درزهای اجرائی را می توان به دو نوع اجباری و اختیاری تقسیم نمود.

بطور مثال وقتی شالوده ای ریخته می شود نباید همزمان با آن دیوار یا ستون را ریخت. پس واضح است که در محل اتصال آن ها درز اجباری افقی خواهیم داشت. در حالی که اگر ستون با دیوار مورد بحث در دو قسمت ارتفاعی ریخته شود، درز اجرائی اختیاری افقی را داریم زیرا ریختن ستون یا دیوار در تمام ارتفاع امکان پذیر بود و اجباری از نظر آئین نامه ها برای داشتن درز اجرائی وجود ندارد.

در مورد درزهای قائم غالباً حالت اجباری وجود ندارد و همگی اختیاری هستند و می توان شرایط و توان اجرائی متناسباً چنان ساماندهی و تغییر داد که امکان ریختن یکپارچه قطعه مورد نظر فراهم آید.

3ـ در کوله های یک پل به دو صورت می توانند عمل کنند. در حالت اول استفاده از درز اجرائی افقی و حالت دوم بکارگیری درز اجرائی قائم (تقسیم کوله به دو یا چند بخش) می باشد که بهتر است درمورد انتخاب کمی از آنها گروه

اجرائی با طراحی هماهنگی نماید. بدیهی است از حدود دهه 60 میلادی درزهای اجرائی شیبدار و با شکل های نامنظم و با ایستائی طبیعی ممنوع شده است ایجاد درز اجرائی قائم یا افقی مجاز می باشد.

4ـ لازم است در بیشتر موارد طراح سازه محل تعبیه درز اجرائی اختیاری (اعم از افقی یا قائم) را مشخص نماید در این رابطه سعی می شود درز اجرائی در محلی باشد که کمترین تنش ها برشی و لنگرهای خمشی را داشته باشد. مسلماً اگر تعارضی بین این دو بوجود آید انتخاب محلی که کمترین تنش برشی را دارا باشد در اولویت است .بهرحال چنانچه این امر امکان پذیر نباشد ممکن است طراح محترم تدابیر دیگری را اتخاذ کند که معمولاً شامل استفاده از میلگردهای اضافی است.

5ـ بدیهی است برای ایجاد درز قائم لازم است یک قالب موقت بکار رود این قالب موقت می تواند یک توری با چشمه های ریز و یا رابیتس باشد. در صورتی که از چوب یا فولاد برای این منظور استفاده شود لازم است سطح بتن خشن و زبر گردد که کار را دشوار می کند.

توصیه می شود پس از گیرش بتن این قالب موقت در اسرع وقت برداشته شود و قبل ریختن بتن جدید در کنار آن، لازم است بتن قدیمی اشباع گردد به نحوی که آب بتن جدید را جذب کند و ضمناً آب اضافی نیز در سطح بتن قدیمی نباشد.

6ـ در مواردی که اطمینان نسبی از چسبندگی و اتصال بتن قدیم و جدید وجود نداشته باشد می توان از لاتکس یا اپوکسی برای پیوستگی بهتر استفاده نمود. این مواد را در سطح بتن قدیمی اعمال می کنند و قبل از اینکه چسبندگی و چسبناکی آنها از بین برود بتن جدید را در کنار آن می ریزند.

7ـ تجربه نشان می دهد که اگر سطح بتن قدیمی خشن و زبر و مضرس باشد و بخوبی و به درستی اشباع گردد، مقاومت برشی محل اتصال بیش از 80درصد مقاومت برشی بتن یکپارچه خواهد بود که کاملاً رضایت بخش است.

8ـ در سطوح درزهای افقی می توان از یک ملات واسطه اتصال نازک در ابتدا استفاده نمود و سپس بتن اصلی را ریخت حداکثر اندازه سنگدانه این ملات بهتر است تقریباً یک پنجم یا یکدهم حداکثر اندازه سنگدانه بتن اصلی و از روانی زیادی برخوردار باشد.

9.دانه بندی این ملات باید ریز باشد و لذا عیار سیمان آن به مراتب بیشتر از بتن اصلی خواهد بود و بهتر است با فوق روان کننده مناسب ضمن تامین روانی لازم، مقدار آب و سیمان را کاهش داد تا جمع شدگی و تردشدگی در این محل اتصال کمتر شود. ضمناً نسب آب به سیمان ملات مزبور نباید بیش از بتن اصلی باشد و می توان از لاتکس نیز در این ملات استفاده نمود.

خرک گذاری در فونداسیون

پس از قالب بندی فونداسیون، آرماتورگذاری فونداسیون آغاز می شود. برای نگهداری میلگردها در محل خود تا مرحله بتن ریزی باید از نگهدارنده های موقت استفاده نمود. برای نگهداری میلگردهای پایینی استفاده از قطعات سیمانی و یا فاصله اندازهای پلاستیکی Spacer به راحتی میسر می باشد. تعداد، فاصله و مهار این قطعات به آرماتورها باید به نحوی باشد که آرماتورها در فاصله مناسب مقدار پوشش (Cover) از روی بتن مگر قرار گرفته و همچنین در حین اجرای سایر آرماتورها و در حین بتن ریزی از محل خود خارج نشوند.

با توجه به اینکه در فونداسیون ها از خاموت استفاده نمی شود، برای بستن آرماتورهای فوقانی از آرماتورهای پایه دار که به خَرَک معروف هستند استفاده می شود. ارتفاع، عرض پایه ها، عرض خَرَک و فاصله و قطر آنها بر اساس ابعاد فونداسیون و میزان میلگرد فوقانی که بایستی خَرَک تحمل کند، تعیین می شود. در عین حال ابعاد و فاصله خَرَک ها باید به گونه ای انتخاب شود تا در زمان اجرای آرماتورها و یا در زمان بتن ریزی از محل خود خارج نشده و میزان پوشش بتن در تمام فونداسیون رعایت شود. نکات زیر در زمان اجرای خَرَک توصیه می شود:

1. **ارتفاع خَرَک به نحوی باشد که میزان پوشش بتن برای آرماتور بالایی رعایت گردد.**
2. **ابعاد پاشنه خَرَک حداقل ۵۰ سانتیمتر در نظر گرفته شود.**
3. **فاصله حداکثر خَرَک ها برابر ۵۰/۱ متر در نظر گرفته شود.**
4. **شماره آرماتور خرک به عمق پی بستگی دارد .برای فونداسیون های با عمق بیشتر از خَرَک با شماره بالاتر استفاده شود. در هر حالت شماره آرماتور خَرَک از ۱۴ کمتر نباشد.**
5. **به طور مرسوم مقدار آرماتور لازم برای خَرَک در لیست آرماتورهای ارائه شده برای فونداسیون منظور نمی شود. میزان این آرماتور باید توسط پیمانکار محاسبه و به لیست آرماتورهای لازم برای خرید اضافه شود.**
6. **عرض خَرَک به نحوی انتخاب شود تا تمام آرماتورهای فوقانی بتوانند روی آن قرار گیرند.**
7. **الزاما تمام آرماتورهای طولی به خَرَک با سیم بسته شوند در غیر اینصورت در زمان بتن ریزی آرماتورها فاقد بست دچار خم شدگی شده و میزان پوشش رعایت نخواهد شد.**
8. **در نواحی دارای آرماتور تقویت زیاد تعداد خَرَک ها افزایش داده شود.**

کلاف های رابط (شناژها) در فونداسیون

استفاده از پی های منفرد در فونداسیون ها بسیار رایج می باشد. در بیشتر ساختمان های کوتاه و یا ساختمان های صنعتی)سوله ها و خرپاها) از پی منفرد استفاده می شود. در برخی موارد نیز پی های نواری و یا گسترده یک ساختمان به صورت جدا از هم طراحی می شوند. در هر حالت در صورت جدا بودن پی های یک ساختمان امکان حرکت نسبی پی ها نسبت به یکدیگر وجود دارد که این امر در زلزله رفتار نامناسبی در سازه ایجاد خواهد کرد .به

عبارتی در صورت جدا بودن پی ها از هم امکان حرکت نسبی آنها در زمان زلزله در جهات مختلف وجود داشته و سازه در قسمت اتصال به زمین به صورت پیوسته عمل نخواهد کرد.

***طبق بند ۷-۱۷-۹ مبحث ۹ مقررات ملی ساختمان الزاما باید حرکت نسبی پی ها محدود گردد. یکی از رایج ترین روش ها در محدودکردن حرکت نسبی پی ها استفاده از کلاف های رابط و یا همان شناژها می باشد. پی های مجزا از هم باید با شناژهایی در دو جهت (که ترجیحاً نسبت به هم عمود هستند) مهار شوند به نحوی که شناژ مانع حرکت دو پی نسبت به هم گردند.**

در بسیاری موارد مهندسین به اشتباه هدف از اجرای شناژ را محدو کردن نشست نامتقارن در پی ها می دانند. در هر حالت ممکن است شناژ در کم کردن نشست نامتقارن عملکرد داشته باشد و لکن طراحی پی منفرد بدون در نظر گرفتن شناژ بوده و در زمان طراحی مهندسین محاسب، نشست پی منفرد را بدون در نظر گرفتن شناژ، در محدوده مجاز محدود می کنند. لذا باید توجه نمود که مهندسین محاسب در طراحی فونداسیون های جدا از هم، شناژها را در مدل تحلیلی پی (در نرم افزار) در نظر نگرفته و آنرا در نرم افزار مدلسازی نکنند.

***طبق بند ۳-۷-۱۷-۹ مبحث ۹ مقررات ملی ساختمان ابعاد شناژ متناسب با ابعاد پی و حداقل ۳۰۰ میلی متر در نظر گرفته می شود و الزاماً سطح فوقانی شناژ باید با سطح فوقانی پی یکسان باشد. در بسیاری از موارد برای سرعت بخشیدن به عملیات اجرای پی، کل سطح زمین خاکبرداری می شود و سپس قالب بندی روی زمین اجرا می شود؛ در این حالت ایجاد سطح فوقانی یکسان بین شناژ و پی که دارای دو عمق متفاوت هستند، امکان پذیر نمی باشد. در این حالت محاسبین یا ارتفاع شناژ را در جهت اطمینان برابر ارتفاع فونداسیون در نظر گرفته و یا زیر شناژها باید بسترسازی صورت گیرد که می توان زیر شناژها را با خاک نرم نیز پر نمود.**

در صورتی که فونداسیون ها به شکل مناسبی داخل زمین اتصال داده شوند که حرکت نسبی آنها محدود شود، می توان شناژ را اجرا نکرد. عدم اجرای شناژها صرفاً در موارد زیر مجاز شناخته می شود:

1. **در ساختمان های یک طبقه که دارای دهانه بزرگ هستند مانند ساختمان های صنعتی، آشیانه ها و غیره به شرط آنکه عمق استقرار پی پایداری کافی در برابر نیروهای جانبی داشته باشد، می توان از قراردادن کلاف در امتداد دهانه قاب صرف نظر کرد. در این حالت خاکریز اطراف پی بعدا به خوبی کوبیده و متراکم شود.**
2. **به کارگیری شمع در زیر پی های جدا از هم به نحوی که محاسبات نشان دهد که حرکت نسبی پی محدود شده است.**
3. **اجرای ستون پایه ها (پدستال ها) و ایجاد فشار خاک برروی آنها به نحوی که بتوانند حرکت نسبی پی را محدود کنند.**

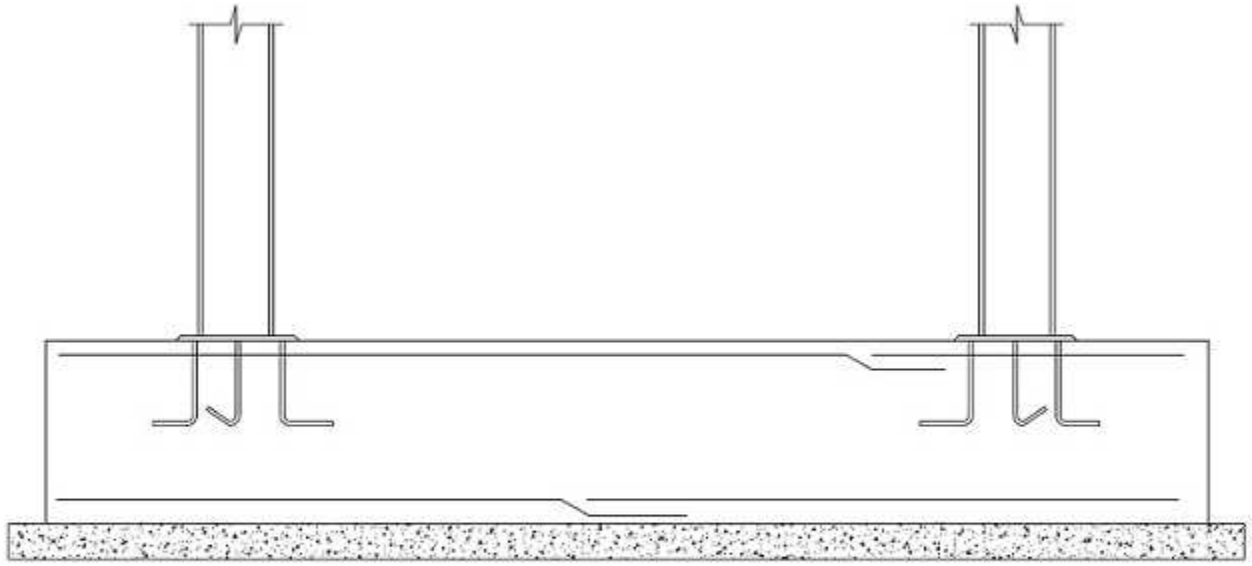
نشست پی در اثر به وجود آمدن چاهک

به علت نرمی خاک وجود رطوبت و عوامل دیگر حفره هایی در سطح زیر پی به وجود می آید اگر حجم حفره ها کم باشد می توان ار آن صرف نظر کرد اما در بعضی مواقع ایجاد حفره های مثل چاهک باعث نشست پی می شود و در نتیجه دیوار روی پی را درون خود می کشد.
تعمیر آن : ابتدا چاهک را پر کرده پی سازی را انجام داده و سپس دیوار را تعمیر می کنیم.

محدودیت های وصله میلگرد در فونداسیون

-بهترین محل وصله در قسمت شبکه بالای پی در 1/3 دهانه و در شبکه پائین در 1/2 دهانه است.

-در فاصله حدود یک متری از ستون نباید هیچ قطع شدگی مشاهده گردد.
-وصله ها تا حد امکان نباید به یک نقطه متمرکز شوند.
–رفتار خمشی پی حاکم بر طرح است یعنی با توجه به تصویر پی ها بر خلاف و یا عکس تیرها (لنگر خمشی مثبت در وسط دهانه و قسمت تحتانی وارد می شود بنابراین وصله آرماتور تحتانی نزدیک تکیه گاه خواهد بود و لنگر منفی در تکیه گاه ها و قسمت فوقانی تیر می باشد و موصل در قسمت وسط دهانه است) در پی ها کلاً وصله آرماتور فوقانی در نزدیک تکیه گاه و آرماتورتحتانی در وسط دهانه است.



محل تقریبی وصله آرماتورهای سراسری فونداسیون در بالا وپایین

در مورد ضوابط وصله باید طول اورلب رعایت شود که در فصل 18 مبحث نهم موجود است.
برای اینکه محل وصله محدود شود، می توان با قطع میلگرد محل وصله را تغییر داد.

*در مورد اینکه وصله زیر ستون باشد محدودیتی از آیین نامه به صراحت مشخص نیست اما گفته شده است که از محل پر تنش به دور باشد علت آن هم باید این باشد که معمولا با این اوصاف طول همپوشانی هم به موازات آن بیشتر می گردد.

نحوه چیدمان میلگردهای تقویت در فونداسیون

اول از هر چیزی باید مشخص گردد که عرض نوار طراحی در نظر گرفته شده برای طراحی در نرم افزارچقدر است. چرا که نرم افزار مقدار آرماتور تقویتی را بر اساس نوارهای طراحی در نظر می گیرد .بنابراین اگر مقدار آرماتورهای تقویتی در یک نوار توسط نرم افزار گزارش شود، باید آن مقدار را در عرض نوار تقسیم کنیم. فواصل آنها هم مهم نیست که چگونه باشد، چراکه آرماتورها در هرکجا که باشند (مثلاً در بالای مقطع پی (ظرفیت مقطع را افزایش می دهند. فقط باید حداکثر و حداقل فواصل بین آرماتورها رعایت گردد. علاوه بر آن ممکن است در برخی مواقع نیاز به استفاده از گروه آرماتورها شویم. اگر با استفاده از گروه آرماتورها مشکل حداقل فواصل حل نگردد، باید سایز آرماتورهای سراسری و تقویتی را بالاتر در نظر بگیریم.
نکته ی دیگری که وجود دارد اینست که طولی که نرم افزار ارائه می دهد، طول تئوریک می باشد که باید به آن به مقدار d یا 12 dbهرکدام که بیشتر است، اضافه نماییم.

-مقدار آرماتور سراسری را بر حسب حداقل آیین نامه -—» Asmin = b * h * P) حداقل سطح مقطع آرماتور) بدست آورده : p) . مقدار آرماتور حداقل بر حسب آیین نامه(

–برحسب حداقل سطح مقطع آرماتور از آیین نامه و مقدار سطح مقطع آرماتور موردنظر تعداد آرماتور را خواهیم داشت و با تقسیم عرض پی به تعداد فواصل آرماتور تنظیم می گردد.

–حداقل و حداکثر فاصله برای ارماتور طولی به ترتیب 10 و 35سانتیمتر می باشد. (قطر آرماتور طولی هم از 10 کمتر نباشد(

–برای کارهای اجرایی بهتر است نمره آرماتور تقویتی و اصلی یکسان باشد.

–آرماتور تقویتی و آرماتورهای دیگر باید همزمان اجرا گردند. عموما آرماتور های تقویتی در پایین پی در زیر دیوارهای برشی و یا زیر ستون ها و برای بخش بالایی پی در میان میلگردهای بالایی پی تنظیم می گردند.

–مقدار طول تئوری (نقطه قطع آرماتور در برنامه) آرماتور تقویت و تعداد آن از برنامه safe قابل برداشت سپس باید طبق آیین نامه به این مقدار طولdb 12 MAXو d افزوده گردد.(طول عملی به دلیل رعایت ضوابط مهار آرماتور (

نیروی بلند شدگی(uplift)

نیروهای بلند شدگی ممکن است از مولفه قائم زلزله و یا کوپل حاصل از نیروی افقی زلزله در ستون های گوشه ایجاد شوند .لذا شرکت های معتبر تولید کننده جداگر لرزه ای (همانند رابینسون سایزمیک (برای حل مسئله بلند شدگی در جداگرها، لاستیک را به ورق فولادی انتهایی داخل جداگر (End Plate) لمینیت کرده و ورق های صفحه ستون (Cover Plate or Base Plate)را بوسیله بولت هایی به ورق انتهایی داخل جداگر (End Plate)متصل می سازند و در هنگام نصب جداگر های لرزه ای، ورق های صفحه ستون (Cover Plate)را به وسیله بولت های مهاری به سازه زیر جداگر(Sub Structure) و بالای جداگر (Super Structure) متصل می سازند. بنابراین هنگام رخ دادن بلند شدگی در ستون ها جداگر خود بعنوان عامل انسجام روسازه و زیر سازه عمل می کند.

و برای مقابله با نیروهای قایم قویتر (Higher uplift)زمانی که تکیه گاه سربی لاستیکی (LRB) و یا تکیه گاه با میرایی بالا (HDRB)بکارگرفته می شود از تکنیک تنشن (Tension system) که توسط شرکت معروف هولمز از نیوزیلند اختراع شده است بکار گرفته می شود.

بلندشدگی پی ها:

upliftیا بلند شدگی پی زمانی اتفاق می افتد که در اثر توزیع نیروهای محوری در اجزای باربر، برآیند این نیروها خارج از مرکز سطح فونداسیون اثر کند و بزرگی یا خروج از مرکزیت این نیرو به حدی باشد که بتواند بر نیروهای مقاوم که همان نیروهای ثقلی می باشند، غلبه کرده و با ایجاد لنگر محرک باعث بلند شدن پی از روی خاک متکی بر آن (درسمت مخالف نقطه اثر برآیند) گردد. اگر بارهای ثقلی در پلان یکنواخت توزیع شوند، می توان گفت که در پی این ساختمان در اثر بارهای ثقلی، بلند شدگی ایجاد نمی شود. اما خطر uplift بیشتر ناشی از اعمال بارهای جانبی به سازه می باشد، زیرا همواره در اثر بارهای جانبی لنگر محرک برای ایجادuplift ، حتی زمانی که اجزای باربر جانبی به صورت کاملا متقارن در پلان پی توزیع شده باشند، بوجود می آید. ضمنا ملاحظات معماری نیز در بسیاری موارد به توزیع غیر متقارن اجزای باربر جانبی منجر می شود که همه این موارد به افزایش احتمال این پدیده دامن می زند. آثار آن هم در تحلیل و طراحی پی موثر است و هم در بهره برداری از سازه. بنابراین می بایست همواره در آنالیز و طراحی فونداسیون ها اثرات ناشی از این پدیده را به درستی لحاظ نمود.

نشست خفیف ستون بر اثر نشست فونداسیون

عوامل نشست ستون عبارتند از:

1.رطوبت : که براثر چکه کردن از لوله های آب وفاضلاب و نفوذ از کانال یا چاه آب خاک زیر پی دچار رطوبت می شود و خاک اطراف پی متورم می شود در اپر نرم بودن خاک مکش آب یارطوبت خاک زیر فونداسیون فشرده شده و پی دچار نشست می شود.

2.اثر نیروهای اضافه : چنانچه بر روی دیوار قدیمی بارگذاری شود، نیروی فشار بر سطح پی زیاد می گردد در نتیجه سبب نشست پی می گردد . باز شدن دیوار غیر باربر در اثر نشست ستون در اثر نشست پی تیرچه ای که یا در جان

پل جوش شده است یا از روی پل عبور می کند در این وضعیت نیروی وارده از سقف به پل وارد می شود و دیوار غیر باربر فقط وزن خود را تحمل می کند چنانچه به واسطه نفوذ آب ، آب به پی دیوار نفوذ کند امکان نشست دیوار پیش می آید پس از قطع شدن آب و خشک شدن سطح خاک نشست متوقف می شود در این صورت دیوار غیر بار بر که با دیوار جانبی در گیر شده نشست در گوشه ها کمتر رخ می دهد اما در قسمتهای میانی دیوار به شکل منحنی خالی می گردد در نتیجه باعث باز شدن درز عمیقی در سطح زیر طاق و پیدایش ترک هایی در دیوارها می گردد برای تعمیر آن :

1.سطوح ترک را کاملا باز می کنیم.

2.آب را به صورت پودری داخل آن می پاشیم.

3.ملات گچ دستی را به صورت شلاقی در بین درز می کوبیم تا ملات به سرعت در اعماق ترک بنشیند.

4.در جایی که ارتفاع آن به اندازه آجر باشد آجر می گذاریم تا پر شود.

ابتدا سطح زیر کار را کفکش می کنند تا بین گچ خلل و فرج پیوند به وجود آید چناچه سطح سفید کاری در اثر عواملی مانند رطوبت طبله کند بایستی تراشیده شود و سپس گچ را با ضخامت 1 سانتی متر به وسیله ماله از پایین به بالا یا بلعکس بر روی سطح می کشیم . در موقع سفید کاری خلل و فرجهای بر سطح گچ به وجود می آید که این مشکل را باکشته کردن گچ و کشیدن بر روی سطح توسط ماله به قطر 1/5 – 1 را حل می کنیم.

نکات مورد توجه در عملیات پی کنی

-خاک هوازده و سست در زیر پی، برداشت شده باشد و فاصله زمانی بین برداشت خاک سست و اجرای بتن مگر نباید چنان باشد که خاک زیر بتن مگر دوباره هوازده شود.

-مقاومت فشاری شالوده (خاک زیر پی) با مقاومت در نظر گرفته شده توسط مهندس محاسب، تفاوت محسوسی نداشته باشد.

-در صورتی که پی در گود اجرا می شود، بایستی پیشرفت ترک های موجود در خاک زیر بناهای مجاور ، کنترل شود.

-وجود آب های زیر سطحی و یا حتی جریانات این آب ها در زیر پی، کنترل شده و در صورت لزوم دستور کار برای اجرای سیستم زهکش در زیر پی صادر نمود.

-وجود ستون روی چاه های قدیمی (به عنوان مثال چاه جذبی فاضلاب)، کنترل شده و در صورت وجود، تدابیر لازم اتخاذ شود .بسته به شرایط، پر کردن چاه جذبی و یا جابجایی ستون با هماهنگی مهندس محاسب، را می توان در دستور کار قرار داد.

نکات مورد توجه در عملیات قالب بندی فونداسیون

-ابعاد فونداسیون با نقشه استراکچر مصوب، کنترل شود.

-همباد سازی با بناهای مجاور کنترل شود.

-طول بنا و ابعاد مندرج در پلان موقعیت (سایت پلان) کنترل شود.

-بتن مگر اجرا شده باشد و لازم به ذکر است که بتن مگر به منظور ایجاد سطح تمیز و مناسب برای بتن مسلح اجرا می شود .لذا لزومی ندارد که حتما ضخامت آن 10 سانتیمتر باشد و می توان این بتن را با ضخامت کمتر نیز پذیرفت.

-در صورت اجرای قالب با دیوار آجری، استحکام آن برای عملیات بتن ریزی کنترل شود.

نکات مورد توجه در عملیات آرماتوربندی فونداسیون

-کف فونداسیون تمیز باشد.

-سایز (قطر) و فاصله آرماتورها بر اساس نقشه استراکچر کنترل شود.

-پوشش (کاور) زیر، کنار و روی آرماتور تامین شده باشد.

-طول خم آرماتورها کنترل شود.

-عمق فونداسیون، فاصله مش بالا و پایین و استحکام خرک ها کنترل شود.

-از آرماتور زنگ زده و یا آغشته به روغن استفاده نشده باشد.

-از آرماتورهای پرسی و غیر استاندارد استفاده نشده باشد. این آرماتورها دارای قطر متغیر در طولشان می باشند.

نکات مورد توجه در عملیات بتن ریزی فونداسیون

-بتن بایستی از مراکز تولید صاحب صلاحیت خریداری شود.

-از مالک و پیمانکار، زمان بتن ریزی را بپرسید و وعده دهید در آن زمان، برای کنترل بتن ریزی از کار بازدید خواهید کرد. صرفنظر از اینکه بازدید کنید یا نه، پیمانکار برای کیفیت کارش، حساسیت بیشتری به خرج خواهد داد.

-بعد از گذشت حداقل دو هفته از بتن ریزی، برای تایید آن، قالب دو یا سه نقطه از فونداسیون را برداشته و با پتک به بتن ضربه بزنید. اگر بتن به شکل پودر، خرد شد، می توان نتیجه گرفت که سیمان کافی در بتن به کار نرفته و کیفیت بتن نامناسب می باشد، ولی اگر به صورت کلوخه (تکه ای) شکست، کیفیت بتن را می توان مطلوب ارزیابی کرد.

-در صورتی که کیفیت بتن مناسب باشد ولی بتن ترک بردارد، دچار یکی از حالات زیر شده است:

1.اگر بتن خاکدار باشد، روی بتن ترک های مویی زیادی را مشاهده خواهید کرد.

2.اگر کاور روی آرماتورها کم باشد روی بتن به موازات آرماتورها ترک برخواهد داشت.

3.اگر پس از بتن ریزی عملیات نگهداری بتن به خوبی انجام نشده باشد و بتن خشک نگه داشته شده باشد، ترک خواهد خورد.

در مجموع پس از وقوع این ترک ها مهندس ناظر قادر به اصلاح کار نخواهد بود و به ناچار باید کار را تایید نماید. لازم به توضیح است که این ترک ها نقصی اساسی در بتن نبوده و به تنهایی تهدیدی جدی برای استحکام بنا نمی باشند.

اشکالات مرسوم در اجرای فونداسیون اسکلت های فلزی

مهندس ناظر در هر مرحله ای می بایست اشکالات موجود و همچنین اشکالات محتمل در روند اجرای کار را به مالک یا پیمانکار ساختمان گوشزد نماید. اشکالات مرسوم در اجرای فونداسیون اسکلت های فلزی را می توان در 7 مورد به شرح زیر دسته بندی کرد:

1.ارتفاع بولت کم است.

2.بستر فونداسیون کثیف است.

3.طول رزوه بولت کم است.

4.برای نگهداری صفحه زیر ستون، از آجر استفاده شده است.

5.دیواره قالب بندی، ناپایدار است.

6.فونداسیون از حریم زمین تجاوز کرده است.

7.خم کردن آرماتور انتظار برای اتصال فونداسیون در محل درز اجرایی.

اجرای فونداسیون در آینه تجربه

اجرای مناسب آرماتوربندی فونداسیون:

-استفاده از اسپیسرهای پلاستیکی برای تامین کاور آرماتورها

-استفاده از خرک ها به تعداد و شکل مناسب

-کف فونداسیون تمیز بوده و آماده برای بتن ریزی می باشد(البته پس از نصب آرماتور انتظار ستون ها(

جفت و بست مناسب قالب آجری برای تامین استحکام لازم در هنگام بتن ریزی

نمونه مناسبی از قالب بندی فونداسیون با دیواره آجری

کنترل آرماتورهای وارد شده به کارگاه:

هر دسته آرماتور که از کارخانه خارج می شود را بندیل می نامند که روی هر بندیل، پلاکی حاوی اطلاعات مربوط به کارخانه سازنده، نوع آرماتور و سایز آن موجود می باشد که می بایست چک شوند.

در صورتی که نوع آرماتور مصرفی در نقشه های استراکچر A3 قید شده باشد، بایستی برای کنترل آن از آرماتوربند بخواهید در حضور شما، یکی از آرماتورها را خم نماید. در صورتی که به راحتی خم شود، آرماتور A2 و در صورتی که به سختی خم شود، از نوع A3 می باشد و در اصطلاح کارگاهی، خشک تلقی می شود.

نقص:

1.فونداسیون، وارد معبر شده است(همباد ساختمان کناری نیست(

2.سطح روی بتن مگر تمیز نیست(ولی این اشکال در حدی نیست که نتوان بتن مسلح را تایید کرد(

رفع نقص : باید به شهرداری گزارش داده و از ادامه کار تا برچیدن فونداسیون و اجرای صحیح آن، جلوگیری کرد.

نقص:

-فاصله آرماتورها با دیوار(کاور- پوشش روی آرماتورها حداقل برابر 5 سانتی متر) رعایت نشده است.

-آرماتورها زنگ زده اند.

رفع نقص : دیگر هیچ کاری نمی شود کرد.

بتن ریزی فونداسیون به صورت دستی:

1.تعداد کیسه های سیمان را بر اساس حجم بتن فونداسیون محاسبه و به مالک اعلام نمایید.

2.به مالک و پیمانکار گوشزد نمایید که بتن را سفت بسازند.

.3در صورتی بتن ریزی دستی را بپذیرد که آزمایشگاه بتن در هنگام بتن ریزی حضور داشته و به شرط تایید آزمایشگاه، گزارش تایید بتن ریزی را ارائه دهید.

نقص : قالب آجری به دلیل عدم جفت و بست مناسب در حال فروپاشی بوده و فونداسیون را کثیف خواهد کرد.

رفع نقص : قسمت های ضعیف باید بازسازی شوند.

نقص : طول رزوه شده بولت بایستی حداقل 10سانتیمتر باشد تا بعد از هواگیری و نصب صفحه زیر ستون، لااقل 4 سانتیمتر از بولت بیرون از مهره بماند.

رفع نقص : بولت ها را باز کرده و مجددا برای افزایش طول رزوه به کارگاه مربوطه ارسال نمایند.

برای ثابت کردن صفحه زیر ستون، آجر زیر آن گذاشته اند که کاملا غلط می باشد و و لازم است با سیم، بولت ها را محکم به آرماتورها بسته و پس از ثابت شدن صفحه زیر ستون، آجر را خارج نمایند.

صفحه زیر ستون باید به قدری در جای خودش محکم شود که وقتی روی آن می ایستیم، نلغزد.

نقص : به قدری فاصله آرماتورهای طولی کم است که امکان ویبره زدن آن به سختی فراهم خواهد شد.

رفع نقص : کاری نمی توان کرد جز اینکه بتن ریزی با دقت بیشتری انجام شود.

آرماتور انتظار برای اتصال فونداسیون در محل درز اجرایی:

-طول آرماتور انتظار کم بوده، امکان همپوشانی(اورلب) مناسب را فراهم نخواهد کرد. (حداقل طول همپوشانی 40 برابر قطر آرماتور باید باشد(.

-آرماتور انتظار را نباید خم کرد زیرا فولاد دچار تغییر شکل پلاستیک شده و بخش مهمی از توان خود را از دست خواهد داد.

-کاور زیر آرماتورهای کف رعایت نشده است.

-طول رزوه شده بولت بایستی حداقل 10 سانتیمتر باشد تا بعد از هواگیری و نصب صفحه زیر ستون، لااقل 4 سانتیمتر از بولت بیرون از مهره بماند.

-کف فونداسیون کثیف بوده و برای بتن ریزی مناسب نمی باشد.

-قالب بندی با دیوار آجری ضعیف اجرا شده و احتمال فرو ریختن آن در هنگام بتن ریزی زیاد است.

-صفحه های زیر ستون تراز نشده اند.