

روش اجرای شمع کوبی در گودبرداری

به طور کلی در تمامی طرح های عمرانی باید ضوابط، استانداردها و معیارهای مشخصی در تمامی مراحل پروژه مانند طرح، اجرا، بهره برداری و نگهداری آن لحاظ شود. این استانداردها به لحاظ توجیه فنی و اقتصادی طرح مورد نظر از اهمیت بالایی برخوردار هستند. نظام فنی و اجرایی کشور نیز در تمامی مراحل اجرای یک پروژه روی این موارد به شدت تأکید می کند. اجرای شمع نیز یک کار عمرانی است که از این قوانین مستثنا نخواهد بود و یک سری مشخصات فنی و عمومی در تمامی پروژه های اجرای شمع با توجه به استانداردهای مشخص شده برای آن در نظر گرفته می شود.



شمع کوبی در گودبرداری چیست ؟

شمع ها که نام دیگرشان پی های عمیق می باشد معمولاً در پروژه های بسیار مهم که به عنوان شریان های حیاتی کشور هستند استفاده می شود تا عمر مفید پی و فونداسیون سازه مورد نظر را افزایش دهد. از جمله این پروژه های میتوان به احداث پل ها، مجتمع های پتروشیمی و پالایشگاه ها، بازسازی بندرها، فونداسیون ماشین آلات صنعتی، مخازن، نیروگاه ها و ساختمان های بسیار مرتفع اشاره نمود. به همین دلیل مشخصات فنی و عمومی اجرای شمع که شامل ملزومات و مراحل تهیه و اجرای انواع مختلف شمع های کوبشی و درجا ریز است نقش بسیار مهمی در کیفیت و نحوه صحیح اجرای شمع ها خواهد داشت که هر مهندس ناظری باید با آن ها آشنا شود.

مشخصات فنی و عمومی اجرای شمع شامل چه مواردی است؟

- نحوه ساخت شمع ها مانند استفاده از شمع های از پیش ساخته شده یا استفاده از شمع های درجا ریز بسته به نوع پروژه و مکان آن
- حمل و نصب شمع های فولادی کوبشی
- نحوه اجرای شمع های بتنی پیش ساخته

اجرای شمع های درجاریز

در کنار این موارد مطمئن شدن از ظرفیت باربری شمع ها چه در حین اجرا و چه بعد از آن روش های مختلفی در استانداردهای کشوری نوشته شده است که می توانید در سایت استاندارد آن ها را مطالعه نمایید. شایان ذکر است که شرایط اجرای شمع گفته شده مربوط به اجرای شمع در خشکی، نزدیک ساحل و خود ساحل است. از نظر نوع خاک برای اجرای انواع شمع ها محدودیت خاصی وجود ندارد؛ یعنی هم در انواع خاک های معمولی و هم در خاک های خاصی مانند خاک های کربناته و تورم زا امکان اجرای شمع ها وجود دارد. جنس شمع ها نیز معمولاً از بتن، فولاد و چوب هستند. البته گاهی برحسب شرایط و نیاز به ظرفیت باربری و طول بیشتر شمع امکان دارد به صورت ترکیبی استفاده شود. منتها به دلیل مشکل بودن اتصال سرهای دو جنس مخالف شمع ها، به ندرت از آن ها به صورت ترکیبی استفاده می شود.



مطالعات ژئوتکنیک مورد نیاز قبل از اجرای شمع های کوبشی یا درجا ریز

قبل از این که پروژه اجرای شمع در هر مکانی انجام شود باید یک سری مطالعات ژئوتکنیک صورت گیرد. در این مطالعات مواردی مانند نوع پی، محاسبات طراحی و نتایج بررسی های میدانی مورد نیاز باید مشخص شود. سپس بر اساس نظر کارشناس ژئوتکنیک برای اجرای شمع ها مشاور طرح باید تعدادی گمانه جهت شناسایی لایه ها حفر کند. تعداد و نوع گمانه ها برای اجرای شمع ها، محل گمانه ها، نوع حفاری، نوع و تعداد نمونه برداری ها و آزمایشات صحرایی لازم باید در برنامه عملیات صحرایی پروژه انجام گردد. همچنین اگر در حین انجام این عملیات به سطح آب برخورد کردند باید عمق و تغییرات سطح آب برای تعداد روزهای مشخصی قرائت و ثبت شود.

روش اجرای شمع در گودبرداری

اطلاعاتی که برای اجرای شمع های درجا ریز و کوبشی یا از پیش ساخته شده نیاز داریم، به طور کلی به چهار دسته زیر تقسیم می شوند:

- شناخت عمومی، جنس و خواص فیزیکی لایه ها مثل حدود اتربرگ، دانه بندی، طبقه بندی نوع خاک، درصد رطوبت طبیعی خاک، دانسیته و اندازه سطح آب زیرزمینی
- پارامترهای مقاومتی خاک مانند زاویه اصطکاک داخلی و میزان چسبندگی در دو حالت زهکشی نشده و زهکشی شده
- پارامترهای نشست پذیری زمین مانند ضرائب تحکیم، میزان الاستیسیته، میزان تخلخل اولیه خاک، تورم، نسبت بیش تحکیمی یا OCR
- آزمایش های شیمیایی مورد نیاز برای کنترل و بررسی احتمال میزان خوردگی مصالح شمع مثل آزمایش های تعیین PH، تعیین غلظت سولفات و کلر

همچنین در حین بررسی شرایط باید رفتار و شرایط برخی خاک های خاص مانند خاک های کربناته و تورم زا را نیز در نظر گرفت و نکات مربوط به اجرای شمع کوبی و درجا ریز در این خاک ها باید مورد توجه قرار بگیرند.

معیارهای انتخاب شمع برای اجرا



شمع ها برحسب روش نصب در سه گروه زیر جای خواهند گرفت:

شمع های با جابجایی بزرگ

برای نصب این شمع ها در زمین جابه جایی زیادی نیاز هست که امکان وقوع پدید انبساط حفره هنگام اجرای شمع وجود دارد. بدین معنی که هنگام کوبش خاک های کناره فروپاشی کرده و حفره گمانه بزرگ تر می شود. در این شرایط معمولاً از شمع های زیر استفاده می کنند:

- شمع بتنی یا فولادی پیش ساخته و ته بسته
- شمع های توخالی که در هنگام کوبش، خاک درون آن ها قفل شود و از ورود خاک بیشتر جلوگیری کند.

شمع های با جابجایی کوچک

در این نوع شمع ها برای اجرا و نصب شمع نیاز به جابه جایی زیادی نداریم. به همین دلیل معمولاً از شمع های زیر در این پروژه ها استفاده می شود:

- شمع های بتنی یا فولادی جدار نازک پیش تنیده یا پیش ساخته
- شمع های با مقاطع توخالی و ته باز که هنگام اجرای شمع خاک درون آن قفل نشود.

- شمع های بتنی درجا که همراه با غلاف فولادی هستند. این شمع ها طوری هستند که غلاف فولادی نوک باز ابتدا به صورت کوبشی اجرا شده و سپس داخل آن بتن ریزی می شود.
- شمع های فولادی با مقطع های H و I شکل

شمع های بدون جابجایی

در هنگام اجرای این نوع شمع ها خاک های اطراف اصلاً جابه جا نمی شوند. به همین دلیل از شمع های زیر در این موارد استفاده می کنند:

- شمع های بتنی درجا ریز
- استفاده از شمع های بتنی پیش ساخته در چاه های حفر شده و سپس بتن ریزی در اطراف آن و تزریق سیمان

معیارهای انتخاب نوع شمع و روش اجرا

نوع شمع و روش اجرا باید توسط کارشناس ژئوتکنیک و مشاور طراح با در نظر گرفتن موارد زیر انتخاب گردد:

- مشخصات رو سازه اعم از وضعیت و نوع بارگذاری، کاربری، درجه اهمیت سازه، توجیه اقتصادی و زمان بندی پروژه
- تجهیزات و امکانات استقرار شمع و شرایط اجرایی پروژه
- شرایط بستر شامل نیمرخ خاک محل، خصوصیات لایه های تحت الارضی و همچنین وضعیت آب زیرزمینی و نوسانات آن
- میزان خوردگی محیط، عملکرد و دوام مصالح شمع

نحوه محافظت از شمع ها در برابر خوردگی

برای جلوگیری از خوردگی شمع ها در برابر شرایط جوی و محیطی با توجه به بودجه پروژه و شرایط آن باید یکی از روش های افزایش ضخامت شمع، استفاده از اندود قیری، اپوکسی، رنگ زدن شمع ها، افزایش پوشش بتنی در گمانه ها، آبرکاری فلزی یا حفاظت کاتدی استفاده نمود. به عنوان مثال با توجه به میزان سرعت خوردگی بدنه شمع ها و طول عمر مفید آن ها می توان ضخامت بدنه شمع را بیشتر کرد. این مقدار افزایش ضخامت معمولاً به ضخامت فدا شونده معروف است. توجه داشته باشید که اگر روش اندود کردن را برای این کار در نظر گرفتید باید قبل از آن سطح شمع

فولادی را کاملاً بررسی کنید تا هیچ آلودگی روی آن نباشد. استفاده از اندود قیری به عنوان یک روش محافظت باید مورد تأیید مشاور طراح و کارشناس ژئوتکنیک قرار بگیرد. در این روش شمع هایی که دارای کلاhek بتنی هستند باید تا یک متر زیر تراز کلاhek آن ها را قیراندود کرد؛ اما در شمع هایی که کلاhek بتنی ندارند باید این کار تا ارتفاع ۱/۳۲۲ متری انجام داد.

همگی این موارد درباره اجرای شمع های درجا ریز و کوبشی یا از پیش ساخته شده در شرایط متعارف بود. چنانچه به هر دلیلی اجرای شمع ها به تأخیر بیفتد و شمع ها برای مدتی در محیطی مثلاً یک محیط ساحلی بمانند باید تدابیر دیگری نیز برای نظارت بر اجرا و نگهداری شمع ها اندیشیده شود. همچنین اگر از عمق مورد نیاز کنده شده برای اجرای شمع ها مطمئن نیستید باید قبل از اجرای یک روش محافظتی با فرستادن یکی از شمع ها به داخل محل این عمق مشخص شود. از طرفی شمع ها باید طوری دیو و انبار شوند که دچار آسیب نگردند. برای این کار معمولاً از کابل های مناسب استفاده می کنند تا شمع ها از نقاطی بلند شوند که احتمال آسیب دیدن آن ها به حداقل برسد.

نکات اجرایی شمع های کوبشی

تجهیزات مورد نیاز برای اجرای شمع های کوبشی شامل جرثقیل، چکش، بالشتک چکش، بالشتک شمع و وسایل جزئی تری است که همگی باید توسط پیمانکار پروژه در زمان توافق شده تهیه شوند. در واقع طبق استاندارد این تجهیزات باید حداقل دو هفته قبل از شروع اجرای شمع های کوبشی در محل حاضر باشند.

انواع روش های اجرای شمع های کوبشی

برای اجرای شمع های کوبشی روش های مختلفی وجود دارد که به شکل زیر می باشند:



روش خشک برای اجرای شمع های کوبشی

در این روش ابتدا چاه های مورد نیاز برای اجرای شمع حفاری می شوند. سپس تمامی رطوبت چاه به طور کامل گرفته می شود که به همین دلیل به آن روش خشک می گویند. بعد از آن قفسه های آرماتور و شمع ها قرار داده می شوند و در مرحله آخر بتن ریزی خواهد شد. از این روش معمولاً برای آب و هوای گرم و خشک استفاده می کنند.

روش استفاده از گل حفاری برای اجرای شمع های کوبشی

این روش در مکان هایی استفاده می شود که امکان حفاری خشک و تثبیت جداره های چاه برای اجرای شمع وجود نداشته باشد. در این روش با استفاده از گل حفاری معدنی، پلیمری و یا آب برای تثبیت جداره ها استفاده می کنند و سپس بقیه مراحل به همان سبک قبلی انجام می شود. نکته مهم در این روش این است که بتن ریزی باید از پایین به بالا طوری انجام شود که کل حفاری به سمت بالا حرکت کند و در نهایت بدون مخلوط شدن از گمانه خارج شود.

روش غلاف گذاری برای اجرای شمع های کوبشی

این روش زمانی استفاده می شود که دیواره های چاه ها بسیار سست باشند و احتمال تغییر مکان زیاد خاک یا نفوذ آب اضافی وجود داشته باشد. در نتیجه در این شرایط نمی توان از روش های قبلی استفاده کرد. غلاف های مورد استفاده باید کاملاً آب بندی شوند و تحمل فشار آن ها بالا باشد.

مراحل اجرای شمع های درجاریز

برای اجرای شمع های درجا ریز که در محل خود پروژه برحسب ابعاد مورد نیاز برای مهار نیروی سازه ساخته می شوند باید مراحل زیر طی گردد:

حفاری یک چاه مناسب در محل اجرای شمع

در این روش ابتدا باید دقیقاً محل شمع گذاری توسط مهندسان نقشه بردار مشخص شود. حفر چاه معمولاً برحسب نوع مکان پروژه و میزان بودجه توسط کارگران یا دستگاه های حفاری انجام می شود. در صورتی که بخواهیم از دستگاه های حفاری برای حفر چاه استفاده کنیم دستگاه حفاری مورد نظر باید وارد محل علامت گذاری شده و برای شمع گذاری آماده شود و استقرار آن باید طبق شرایط زیر باشد:

۱. دستگاه در محلی قرار بگیرد که تا پایان حفاری نیاز به جابه جایی نداشته باشد؛ زیرا معمولاً این دستگاه ها سنگین وزن هستند و حتی یک جابه جایی کوچک آن ها باعث ایجاد اختلال در سطح تراز و شاقول دستگاه برای حفاری مجدد می شود.
۲. دستگاه باید طوری قرار بگیرد که میزان ضربه های دینامیکی وارد شده به شمع های اجرا شده در کمترین مقدار خود باشد.
۳. حتی الامکان این دستگاه نباید مانع تردد ماشین آلات دیگر عملیات حفاری مانند جرثقیل، لودر و تراک میکسر شود.

مرحله ساخت و نصب قفسه های آرماتور

وقتی چاه مناسب برای جای گذاری شمع ها حفر شد نوبت به ساخت و نصب قفسه های آرماتور میرسد. قفسه های مورد نظر باید دقیقاً مطابق نقشه های اجرایی بافته شده و در کارگاه پروژه مورد نظر دپو شوند. معمولاً طول هرکدام از

این قفس ها ۱۲ متر است که برابر با طول شاخه های میلگرد فولادی می باشد. برای طول های بیشتر از وصله ستون ها استفاده می کنند.

مرحله بتن ریزی فونداسیون

بعد از اینکه قفس های میلگرد مورد نظر بافته شدند و در داخل چاه ها قرار گرفتند نوبت به بتن ریزی میرسد. به دلیل این که طول شمع ها معمولاً زیاد است نمی توان از بتن ریزی به روش پمپی و هوایی استفاده کرد. به همین دلیل از لوله ترمی که شبیه یک قیف بزرگ است برای بتن ریزی استفاده می کنند. روش کار نیز به این صورت است که لوله های انعطاف پذیری مانند شلنگ آب را با طول های ۲ الی ۶ متر و قطرهای ۱۰ الی ۲۰ سانتی متر به همدیگر متصل می کنند و آن را به داخل قفس درون چاه می فرستند. به قسمت بیرونی این لوله یک لوله دیگر با سری قیف مانند وصل می شود. استفاده از این روش از سقوط آزاد بتن به داخل شمع و احتمال جدا شدن بتن ها جلوگیری می کند.

سخن آخر

همان طور که ملاحظه کردید اجرای شمع ها اهمیت زیادی برای استحکام و تقویت فونداسیون یک طرح دارد. همچنین پیچیدگی های خاصی دارد که به همین دلیل اجرای آن ها در تمامی پروژه های توجیه اقتصادی ندارد و بیشتر در پروژه های عظیم و پر اهمیت از شمع گذاری به روش های مختلف گفته شده استفاده می کنند تا طول عمر مفید و مقاومت سازه افزایش یابد.