کلاهک شمع

کلاهک شمع، بتن گسترده و ضخیمی است که بر روی شمع چوبی یا بتنی قرار می‌گیرد که به درون زمین ناپایدار و سست کوبیده شده‌اند تا یک فونداسیون پایدار و مناسبی فراهم کنند. آن‌ها معمولاً بخشی از فونداسیون یک ساختمان چند طبقه یا سازه نگهدار تجهیزات سنگین هستند. کلاهک شمع بتنی درجا، بار ساختمان را به شمع‌ها توزیع می‌کند. پی گسترده، سازه‌ای مشابه یک کلاهک شمع می‌باشد که یک پی بتنی است که مستقیماً بر خاک نرم با پتانسیل فرونشست قرار می‌گیرد.

مطابق با آیین‌نامه IS ۲۹۱۱ (آیین‌نامه هندی در زمینه طراحی شمع) (قسمت ۱ – بخش ۳) ورژن سال ۲۰۱۰، کلاهک شمع با این فرض که بار وارده از ستون با زاویه ۴۵ درجه نسبت به بالای کلاهک تا مرکز عمق کلاهک شمع از پای ستون یا ستون کوتاه (پدستال) پخش می‌شود، طراحی می‌شود. عکس‌العمل شمع‌ها با زاویه ۴۵ درجه از لبه شمع تا مرکز عمق کلاهک شمع در نظر گرفته می‌شوند. بر این اساس بیشینه لنگر خمشی و نیروهای برشی در مقاطع بحرانی به دست می‌آیند.

فرضیات

- کلاهک شمع کاملاً صلب است.
- سر شمع‌ها به صورت مفصلی به کلاهک شمع متصل شده‌اند بنابراین هیچ لنگر خمشی از طریق کلاهک شمع به شمع‌ها انتقال نمی‌یابد.
- از آنجایی که شمع‌ها، ستون‌های کوتاه و الاستیک هستند، توزیع تنش و تغییر شکل‌های آن صفحه‌ای است.

پارامترهای طراحی

- شکل کلاهک شمع
- عمق کلاهک شمع
- مقدار فولاد مصرفی
- نحوه توزیع آرماتورها

روند طراحی

- تعیین تعداد شمع
- تنظیم کلاهک شمع و عمق صفحه
- عمق اولیه کلاهک شمع
- بررسی نیروهای موجود در شمع
- بررسی نیروی برشی سوراخ کننده
- طراحی لنگر
- بررسی پیوستگی و چسبندگی
- جزئیات آرماتوربندی

توضیح روند طراحی کلاهک شمع با ذکر مثال:

مثال ۱:

قطر شمع: ۳۰۰ میلی‌متر

فاصله بین شمع‌ها: mm ۱۲۰۰ = = ۳×۴۰۰ mm= ۳×d [مطابق بخش ۱ قسمت سوم از آیین‌نامه IS ۲۹۱۱): ۲۰۱۰ بند ۶,۶,۲]

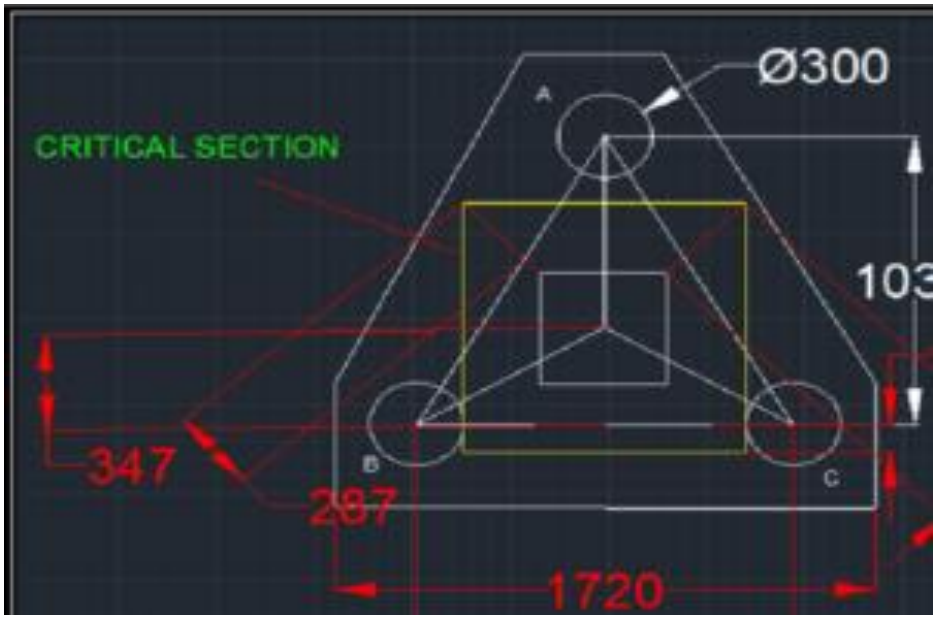
تعداد هر شمع زیر کلاهک شمع: ۳ عدد

ابعاد ستون: ۴۰۰×۴۰۰ میلی‌متر

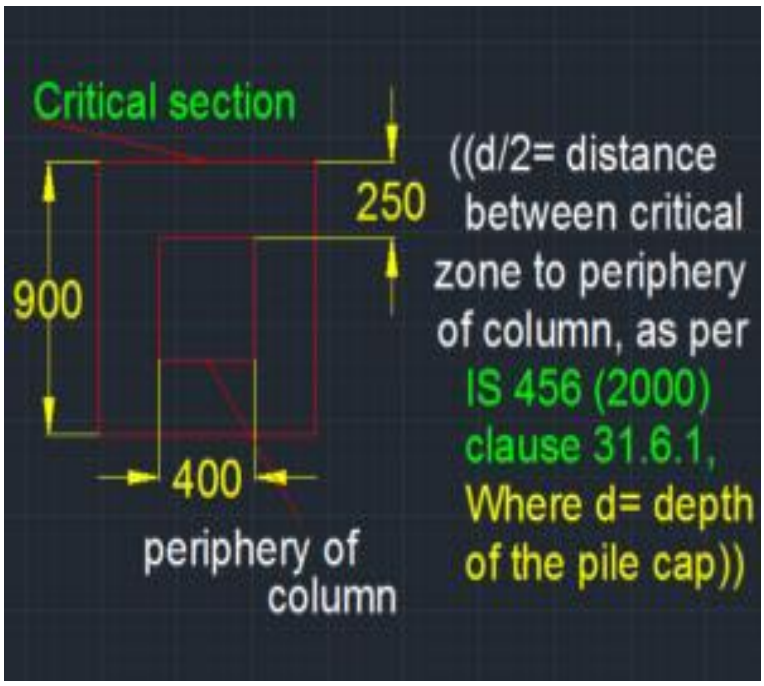
بار انتقالی از ستون: ۱۵۰۰ کیلو نیوتن

بار وارده بر هر شمع: kN ۱۵۰۰/۳=۵۰۰

ابعاد کلاهک شمع، فاصله بین خط تماس شمع‌ها و دیواره منطقه بحرانی نیروی برشی سوراخ کننده با جزئیات در شکل زیر قابل مشاهده هستند.



جزئیات کلاهک شمع این مثال



در این مثال فرض می‌شود که عمق مؤثر کلاهک شمع ۵۰۰ میلی‌متر باشد.

لنگر واحد صفحه AB= ۰,۲۸۷×۱۰۰۰ = ۲۸۷ kN- m

لنگر واحد صفحه AC= ۰,۲۸۷×۱۰۰۰ = ۲۸۷ kN- m

لنگر واحد صفحه BC= ۰,۱×۱۰۰۰ =۱۰۰ kN- m

فرمول استفاده شده برای محاسبه سطح فولاد در مقابل لنگر:

مطابق با ضمیمه G بند ۳۸,۱ از آیین‌نامه IS:۴۵۶(۲۰۰۰)

$$Mu = 0.87 \times f_y \times A_s t \times d\left(1 - 0.42 \times \frac{Xu}{d}\right)$$

لنگر	Mu
مقاومت مشخصه فولاد، اینجا ۴۱۵	f_y
مساحت فولاد	As t
عمق مؤثر کلاهک شمع	d
عمق تار خنثی	Xu
مساحت فولاد مورد نیاز موازی با محور AB	۱۹۹۱ میلی‌متر مربع
مساحت فولاد مورد نیاز موازی با محور AC	۱۹۹۱ میلی‌متر مربع
مساحت فولاد مورد نیاز موازی با محور BC	۶۹۳ میلی‌متر مربع
فاصله از AB	(۱۱۳×۱۰۰۰)/۱۹۹۱=۶۰ mm
فاصله از AC	(۱۱۳×۱۰۰۰)/۱۹۹۱=۶۰ mm
فاصله از BC	(۱۱۳×۱۰۰۰)/۶۹۳=۱۶۰ mm
عمق کل کلاهک شمع	(۵۰۰+(۱۰۰+۱۲+۱۲+۶)×۲)=۷۶۰ mm

مترجم: عباس نائیجی

منبع:

http://onlinecivilforum.com/site/index.php/۱۶/۱۰/۲۰۱۶/design-of-pile-cap/