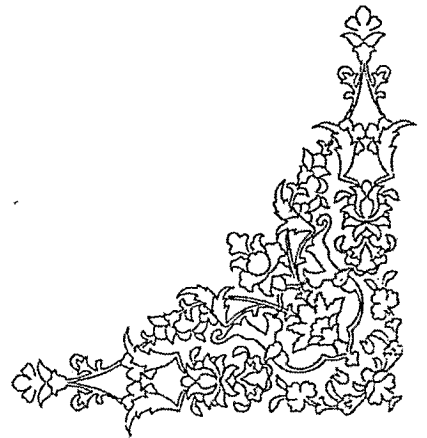
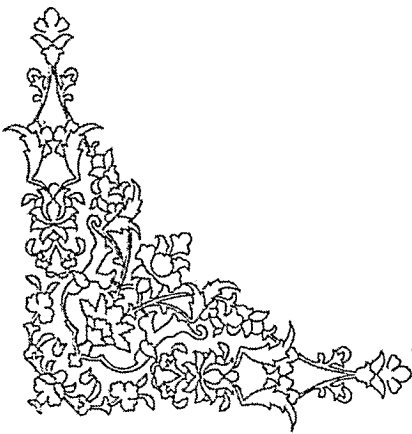


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



۸۷/۱/۱۰۲۹۴۱

۸۷/۱/۱۲۱۴



دانشکده عمران
گروه خاک و پی

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی عمران - خاک و پی

عنوان

مطالعه تاثیر طوقه در ظرفیت باربری شمع ها

استاد راهنما

دکتر جمشید صدر کریمی

استاد مشاور

دکتر محمدحسین امین فر

پژوهشگر

امیر روحی مهر

بهمن ۸۶

فصل اول
مقدمه
تاریخچه
روش تحقیق

۱۱ / ۸ / ۱۳۸۷

۱۰۱۶۶۷

با سپاس و امتنان از استاد بزرگوار جناب آقای دکتر جمشید صدرکریمی که انجام این پایان نامه بدون شک مرهون پشتیبانی و راهنمایی‌های دلسوزانه ایشان می‌باشد.

با تقدیر و تشکر از جناب آقای دکتر محمد حسین امین‌فر که با پیشنهادات ارزنده‌شان راه را در انجام پایان نامه هموار نمودند.

و با صمیمانه‌ترین سپاس‌ها از جناب آقای دکتر مسعود حاجی علیلو که در روزهای سخت و در روند انجام پروژه یاور ما بوده‌اند.

تقدیم به

مادر فداکار و پدر دلسوزم

نام خانوادگی دانشجو : روحی مهر	نام : امیر
عنوان پایان نامه : مطالعه تاثیر طوقه در ظرفیت باربری شمع ها	
استاد راهنما : دکتر جمشید صدرکریمی	
استاد مشاور : دکتر محمد حسین امین فر	
مقطع تحصیلی : کارشناسی ارشد رشته : عمران گرایش : مکانیک خاک و پی	
دانشگاه : تبریز دانشکده : فنی- عمران تاریخ فارغ التحصیلی: بهمن ۱۳۸۶ تعداد صفحه : ۱۳۰	
کلید واژه : طوقه - شمع - ظرفیت اصطکاکی - ظرفیت نوک - ضریب تاثیر عمق	
چکیده :	
<p>طوقه دار کردن از جمله روشهای بسیار کارآمد و اقتصادی در افزایش ظرفیت باربری شمع‌های درجاریز می‌باشد. برای تعیین تاثیر طوقه در افزایش ظرفیت باربری قائم شمع‌ها مدل فیزیکی با قابلیت مدلسازی شمع طوقه دار در ابعاد آزمایشگاهی طراحی و ساخته شده است. در سیستم ساخته شده پارامترهای مختلف شمع طوقه مانند قطر، عمق و ضخامت با استفاده از شمع با قطر ۳۰ میلی-متر و طوقه‌هایی با اقطار ۴۵ ، ۶۰ و ۷۵ میلی‌متر در داخل مخزنی با ابعاد $80\text{ cm} \times 80\text{ cm} \times 60\text{ cm}$ مدل شده‌اند. محیط فونداسیون ماسه بوده و پر کردن مخزن به روش سیستم بارانی و توسط دستگاه ماسه ریز ساخته شده انجام گرفته است. اعمال نیرو با سیستم اهرم و در گامهای بارگذاری ثابت با روش ML انجام شده است؛ و با استفاده از جابجائی‌سنجهای الکتریکی جابجائی شمع در هر لحظه ثبت و نمودارهای تنش - جابجائی شمع ترسیم شده‌اند. با استفاده از این نمودارها تاثیر پارامترهای مذکور بررسی شده است. نشان داده شده است که دو پارامتر عمق مدفون طوقه و سطح طوقه، موثرترین پارامترها در باربری قائم شمع‌های طوقه دار می‌باشند. مقدار ظرفیت باربری قائم شمع طوقه دار به میزان افزایش سطح طوقه افزایش می‌یابد. نیز با افزایش عمق مدفون طوقه تا یک حد معین، ظرفیت باربری قائم شمع افزایش می‌یابد؛ اما بعد از یک عمق خاص (تقریباً $3/5D$ که D</p>	

قطر طوقه است)، به عدد ثابتی میل می‌کند. با افزودن طوقه ظرفیت باربری کل شمع در مقایسه با ظرفیت اصطکاکی شمع تا ۴ برابر افزایش می‌یابد.

فهرست مطالب

فصل اول کلیات و مروری بر منابع

- ۱-۱- مقدمه..... ۳
- ۲-۱- طبقه بندی شمع ها..... ۵
- ۳-۱- اثرات نصب شمع حفاری شده در ماسه..... ۷
- ۱-۳-۱- ظرفیت باربری نهایی شمع ها در حالت کلی..... ۸
- ۲-۳-۱- ظرفیت باربری شمع در ماسه..... ۱۰
- ۳-۳-۱- توزیع بار و تنش در شمع..... ۱۸
- ۴-۳-۱- ضرایب تجربی در شمعهای قرار داده شده در ماسه..... ۲۰
- ۴-۱- روشها و موارد اجرایی..... ۲۲
- ۱-۴-۱- استفاده از دوغاب روان و بکارگیری ابزار ویژه کوبش..... ۲۲
- ۲-۴-۱- بکارگیری ابزار ویژه حفاری دورانی..... ۲۳
- ۳-۴-۱- بکارگیری ابزار ویژه فشارکاری..... ۲۵
- ۴-۴-۱- استفاده از قفس آرماتوربندی..... ۲۷
- ۵-۴-۱- اساس موقعیت شاخه ها و طوقه ها و کاربرد تکنولوژی..... ۲۸
- ۵-۱- مروری بر منابع موجود..... ۲۹
- ۱-۵-۱- Mohan و همکاران ۱۹۶۷-۱۹۶۹..... ۲۹
- ۲-۵-۱- مطالعات دگزین Dexin ۲۰۰۰..... ۳۰
- ۳-۵-۱- مطالعات سگو Sego و وانگ Vang ۲۰۰۳..... ۳۶
- ۴-۵-۱- مطالعات پارتا Parta و دگراسیاس Deogathias ۲۰۰۴..... ۴۱
- ۵-۵-۱- بررسی مطالعات لی Lee (۲۰۰۷)..... ۴۵

۵۶..... ۱-۵-۶- مقایسه اقتصادی چند پروژه

فصل دوم مواد و روشها

۵۸..... ۲- ۱- مشخصات فنی دستگاه آزمایش

۵۸..... ۲- ۱- ۱- مخزن مدلسازی شمع

۶۲..... ۲- ۱- ۲- سیستم شاقول کردن شمع

۶۴..... ۲- ۱- ۳- مشخصات شمع مدل بکار رفته

۶۷..... ۲- ۱- ۴- دستگاه ریزش ماسه

۷۲..... ۲- ۱- ۵- سیستم اعمال نیرو و برداشت و ثبت داده ها

۷۶..... ۲- ۲- مشخصات خاک محیط فونداسیون

۷۹..... ۲- ۳- مراحل و روند انجام آزمایش ها

فصل سوم نتایج و بررسی آنها

۸۴..... ۳- ۱- نتایج حاصل از آزمایشها

۸۷..... ۳- ۲- مقاومت اصطکاکی شمع

۸۸..... ۳- ۳- آزمایشات با طوقه در سر شمع

۹۱..... ۳- ۴- تاثیر قرار دادن طوقه در سر شمع

۹۴..... ۳- ۵- آزمایشات با طوقه در وسط شمع

۱۰۱..... ۳- ۶- تاثیر ضخامت طوقه

۱۰۲..... ۳- ۶- تاثیر افزایش قطر طوقه در وسط شمع

۱۰۸..... ۳- ۷- تاثیر موقعیت طوقه

۱۲۱..... ۳- ۸- منحنی های نرمالیزه شده

۱۲۵..... ۳- ۹- نتیجه گیری کلی

فهرست اشکال

- شکل (۱-۱): تغییرات مقاومت جدار با طول شمع (ویسیک ۱۹۶۷)..... ۱۱
- شکل (۲-۱): تغییرات مقاومت نوک با طول شمع..... ۱۱
- شکل (۳-۱): تغییرات ϕ با f_b/f_s (ویسیک ۱۹۶۷)..... ۱۲
- شکل (۴-۱): توزیع ساده شده تنش عمودی نزدیک شمع در ماسه..... ۱۳
- شکل (۵-۱): فاکتور مخروط شمع (Nordlund, 1963)..... ۱۴
- شکل (۶-۱): مقادیر $\frac{Z_c}{d}$ و $k_s \tan \phi'_a$ برای شمع در ماسه..... ۱۶
- شکل (۷-۱): رابط بین N_q و ϕ (Berezantzer, 1961)..... ۱۷
- شکل (۸-۱): توزیع تنش برشی در طول شمع تراکم‌پذیر..... ۱۹
- شکل (۹-۱): توزیع بار در طول شمع قرار داده شده در سطح سخت..... ۲۰
- شکل (۱۰-۱): عملکرد ابزار کوبش در ایجاد شمع پایه پهن..... ۲۲
- شکل (۱۱-۱): طبیعت کروی پایه پهن..... ۲۳
- شکل (۱۲-۱): ابزار و شکلهای مختلف ایجاد طوقه..... ۲۴
- شکل (۱۳-۱): ابزار فشارکاری DX..... ۲۵
- شکل (۱۴-۱): اجراء شمع های طوقه دار در خاکهای لایه لایه..... ۲۷
- شکل (۱۵-۱): سازه شمعها..... ۳۲
- شکل (۱۶-۱): منحنیهای نشست برای بار - لگاریتم زمان (۱) منحنی Q-S (۲) منحنی S-S/Q (۳) منحنی S-logt..... ۳۴
- شکل (۱۷-۱): منحنی انتقال بار محوری در شمع..... ۳۵
- شکل (۱۸-۱): مقایسه اثر اندازه پایه در ظرفیت کل برای $a = 0.3$ و $u^0 = 0.02$ و $T = -2^\circ C$ ۳۹
- شکل (۱۹-۱): نسبت باربری کل نوک به ظرفیت کل $x = 3$ و $u^0 = 0.02$ و $T = -2^\circ C$ ۳۹
- شکل (۲۰-۱): نسبت باربری نوک به ظرفیت کل برای $a = 0.3$ ۴۰

- شکل (۱-۲۱): تنظیم آزمایشگاهی مطالعات پارتا روی شمع های مهاری..... ۴۲
- شکل (۱-۲۲): کشش محوری در مقابل جابجائی محوری ($L/d = ۲۵$ و $B/d = ۲$)..... ۴۳
- شکل (۱-۲۳): ظرفیت نهایی کشش در مقابل نسبت B/d ۴۳
- شکل (۱-۲۴): ظرفیت نهایی کشش در مقابل طول مدفون..... ۴۴
- شکل (۱-۲۵): کشش مایل در مقابل زاویه اعمال بار..... ۴۵
- شکل (۱-۲۶): تحلیل شمع پایه پهن ($D/d = ۳$ و $K = ۱۰۰۰$) ($K = ۴۰۰$ و $D/d = ۳$ و $L/d = ۲۵$) ($K = ۴۰۰$) و..... ۴۵
- ($L/d = ۲۵$ و $D/d = ۳$)..... ۴۶
- شکل (۱-۲۷): تاثیر L/d بر نشست شمع ($K = ۱۰۰۰$ و $D/d = ۳$)..... ۴۸
- شکل (۱-۲۸): اثر اندازه پایه در نشست شمع ($L/d = ۲۵$ و $K = ۴۰۰$)..... ۴۹
- شکل (۱-۲۹): تاثیر L/d بر نشست شمع ($K = ۴۰۰$)..... ۴۹
- شکل (۱-۳۰): تاثیر اندازه پهن شدگی در منحنی های توزیع بار ($L/d = ۲۵$ و $K = ۴۰۰$)..... ۵۰
- شکل (۱-۳۱): اثر لایه باربر ($L/d = ۴۰۰$ و $D/d = ۳$ و $L/d = ۲۵$)..... ۵۱
- شکل (۱-۳۲): اثر سختی شمع - خاک K ($L/d = ۲۵$ و $D/d = ۳$)..... ۵۲
- شکل (۱-۳۳): تاثیر K در توزیع بار در طول شمع ($L/d = ۲۵$ و $D = ۳d$)..... ۵۳
- شکل (۱-۳۴): اثر موقعیت طوقه..... ۵۴
- شکل (۱-۳۵): توزیع بار در طول شمعهای پایه پهن..... ۵۵
- شکل (۲-۱): شکل شماتیک مخزن مدلسازی شمع..... ۵۹
- شکل (۲-۳): تصویر مخزن مدلسازی شمع در حالت بسته..... ۶۰
- شکل (۲-۴): تصویر مخزن مدلسازی شمع در حالت باز..... ۶۰
- شکل (۲-۵): نمای دریچه تعبیه شده برای عبور انتهای شمع از پایین..... ۶۱
- شکل (۲-۶): نمای دریچه تعبیه شده برای عبور انتهای شمع از بالا..... ۶۱
- شکل (۲-۷): سیستم شاقول کردن شمع..... ۶۲
- شکل (۲-۸): ابزار نگهدارنده..... ۶۳

- شکل (۲-۹) کنترل شاقول بودن شمع..... ۶۴
- شکل (۲-۱۰): شمع و طوقه ها و جزئیات بدنه و سر شمع..... ۶۶
- شکل (۲-۱۱): طوقه های ساخته شده..... ۶۷
- شکل (۲-۱۱): شکل شماتیک سیستم ریزش ماسه..... ۶۸
- شکل (۲-۱۲): ریزش ماسه به داخل مخزن..... ۶۹
- شکل (۲-۱۲): ریزش ماسه به داخل مخزن..... ۷۰
- شکل (۲-۱۳): شکل شماتیک سیلندر دوکاره..... ۷۱
- شکل (۲-۱۴): مدار پنوماتیکی تامین حرکت قیف ماسه ریز..... ۷۲
- شکل (۲-۱۵): شکل شماتیک سیستم اعمال نیرو..... ۷۳
- شکل (۳-۱۶): تصویر سیستم ثبت داده ها و اعمال نیرو..... ۷۵
- شکل (۲-۱۷): منحنی دانه بندی ماسه..... ۷۶
- شکل (۲-۱۸): ابزار ساخته شده برای آزمایش برش مستقیم خاک-شمع..... ۷۸
- شکل (۲-۱۹): دستگاه برش مستقیم..... ۷۸
- شکل (۲-۲۰): پر کردن مخزن تا تراز زیر طوقه..... ۷۹
- شکل (۲-۲۱): نصب طوقه..... ۸۰
- شکل (۴-۲۲) منحنی $d-\log(t)$ ۸۱
- شکل (۲-۲۳): تصویر مدل فیزیکی آماده بارگذاری..... ۸۲
- شکل (۳-۱): نمودار تنش - جابجائی برای حالت بدون طوقه..... ۸۸
- شکل (۳-۲): نمودار تغییر تنش - جابجائی برای شمع با یک طوقه $4/5$ سانتیمتری در سر شمع..... ۸۹
- شکل (۳-۳): نمودار تنش - جابجائی را برای شمع با یک طوقه 6 سانتیمتری در سر شمع..... ۹۰
- شکل (۳-۴): نمودار تنش - جابجائی را برای شمع با یک طوقه $7/5$ سانتیمتری در سر شمع..... ۹۱
- شکل (۳-۵): تاثیر قرار دادن طوقه در سر شمع..... ۹۲
- شکل (۳-۶): تنش زیر طوقه در برابر قطر طوقه..... ۹۳

- شکل (۷-۳): نمودار تنش - جابجائی برای حالت یک طوقه $4/5$ سانتیمتری در وسط شمع..... ۹۴
- شکل (۸-۳): نمودار تنش - جابجائی برای حالت دو طوقه $4/5$ سانتیمتری به هم چسبیده در وسط شمع..... ۹۵
- شکل (۹-۳): نمودار تنش - جابجائی برای حالت یک طوقه ۶ سانتیمتری در وسط..... ۹۷
- شکل (۱۰-۳): نمودار تنش - جابجائی برای حالت دو طوقه ۶ سانتیمتری در وسط..... ۹۸
- شکل (۱۱-۳): نمودار تنش - جابجائی برای حالت یک طوقه $7/5$ سانتیمتری در وسط..... ۱۰۰
- شکل (۱۲-۳): نحوه تعیین ظرفیت باربری مطلوب شمع..... ۱۰۰
- شکل (۱۳-۳): نمودار تنش - جابجائی برای حالت دو طوقه $7/5$ سانتیمتری به هم چسبیده در وسط..... ۱۰۱
- شکل (۱۴-۳): تاثیر ضخامت طوقه..... ۱۰۲
- شکل (۱۵-۳): تاثیر افزایش قطر طوقه در وسط شمع..... ۱۰۳
- شکل (۱۶-۳): تنش در زیر طوقه در برابر قطر طوقه برای حالت طوقه در وسط..... ۱۰۴
- شکل (۱۷-۳): تنش در زیر طوقه بر تنش اصطکاکی در برابر ضریب K ۱۰۵
- شکل (۱۸-۳): نمودار نرمالیزه شده ظرفیت باربری شمع در مقابل ضریب K در جابجائی 10 mm ۱۰۷
- شکل (۱۹-۳): منحنی تنش - جابجائی برای شمع با طوقه $4/5$ سانتیمتری..... ۱۰۸
- شکل (۲۰-۳): منحنی تنش - جابجائی برای شمع با طوقه ۶ سانتیمتری..... ۱۰۹
- شکل (۲۱-۳): منحنی تنش - جابجائی برای شمع با طوقه $7/5$ سانتیمتری..... ۱۱۰
- شکل (۲۲-۳): شمع با طوقه $7/5$ سانتیمتری با ۲ سانتیمتر عمق مدفون..... ۱۱۱
- شکل (۲۳-۳): شمع با طوقه $7/5$ سانتیمتری با ۵ سانتیمتر عمق مدفون..... ۱۱۲
- شکل (۲۴-۳): شمع با طوقه $7/5$ سانتیمتری با ۱۰ سانتیمتر عمق مدفون..... ۱۱۳
- شکل (۲۵-۳): شمع با طوقه $7/5$ سانتیمتری با ۱۷ سانتیمتر عمق مدفون..... ۱۱۴
- شکل (۲۶-۳): شمع با طوقه $7/5$ سانتیمتری با $22/5$ سانتیمتر عمق مدفون..... ۱۱۵
- شکل (۲۷-۴): تاثیر عمق مدفون طوقه $7/5$ سانتیمتری در ظرفیت باربری..... ۱۱۷
- شکل (۲۸-۳): مقادیر ظرفیت باربری نوک مطلوب شمع طوقه دار در مقابل ضریب افزایش سطح طوقه برای قرارگیری طوقه در سر و وسط شمع..... ۱۱۸

- شکل (۲۹-۳): تغییرات ظرفیت باربری طوقه با عمق قرارگیری طوقه..... ۱۲۰
- شکل (۳۰-۳): توزیع ساده شده تنش عمودی نزدیک شمع در ماسه (ویسیک)..... ۱۲۰
- شکل (۳۱-۳): مقدار ضریب تاثیر عمق بر حسب عمق مدفون..... ۱۲۱
- شکل (۳۲-۳): نتایج نرمالیزه شده آزمایشها تا از بین رفتن مقاومت اصطکاکی..... ۱۲۳
- شکل (۳۳-۳): نتایج آزمایشها بصورت نرمالیزه شده..... ۱۲۴
- شکل (۳۴-۳) منحنی نرمالیزه شده برای تمامی آزمایشها..... ۱۲۴

فهرست جداول

- جدول (۱-۱): مقادیر E_s پیشنهاد شده برای شمع‌های کوبشی در ماسه..... ۲۰
- جدول (۲-۱): مقادیر میانگین K برای شمع‌های یکپارچه..... ۲۱
- جدول (۳-۱): مشخصات ابزار DX متداول..... ۲۶
- جدول (۴-۱): مشخصات لایه ها..... ۳۱
- جدول (۵-۱): پارامترهای شمع در آزمایشها..... ۳۲
- جدول (۶-۱): نتایج آزمایش شمعها..... ۳۳
- جدول (۷-۱): ثابتهای خزش..... ۳۷
- جدول (۸-۱) مقایسه اقتصادی شمع طوقه دار و بدون طوقه..... ۵۶
- جدول (۱-۲): مشخصات آزمایشگاهی ماسه مورد استفاده..... ۷۷
- جدول (۱-۳): نتایج بدست آمده از آزمایشها با توجه به ظرفیت باربری مطلوب..... ۸۵
- جدول (۲-۳): مقادیر ظرفیت باربری ناشی از طوقه در سر شمع..... ۹۲
- جدول (۳-۳): مقادیر ظرفیت باربری مطلوب شمع در حالت طوقه در وسط..... ۱۰۳
- جدول (۴-۳): مقادیر ظرفیت باربری مطلوب و ظرفیت باربری نزدیک سیلان برای طوقه در وسط..... ۱۰۶
- جدول (۵-۳): مقادیر ظرفیت باربری مطلوب شمع به ازای عمق های مختلف قرارگیری طوقه $7/5$ سانتیمتری..... ۱۱۹

فصل اول

بررسی منابع

۱-۱- مقدمه

کاربرد شمعها یکی از قدیمی ترین روشهای بشر برای غلبه بر مشکلات پی سازی بر روی خاکهای نرم بوده است. با آنکه قدمت بسیار طولانی در استفاده از شمعها وجود دارد، اما طراحی شمعها تا اواخر قرن نوزدهم کاملاً بر مبنای تجربه بوده است. ادبیات مدرن راجع به شمعها، ابتدا در سال ۱۹۸۳ توسط Wellington of Eng News گردآوری شده است. در این تلاش اولیه برای ارزیابی تئوریک ظرفیت باربری شمعها، حجم زیادی از آزمایشهای صحرایی و داده های تجربی در اجراء شمعها منتشر شده اند. در سالهای اخیر با افزایش تقاضای مهندسی پی برای پیش بینی قابل قبول رفتار شمع طراحی شده، تحقیقات تئوریک در رابطه با عکس العمل بین شمع یا شمعها و خاک مدفون بطور رضایت بخشی شبیه سازی شده اند؛ بنابراین حجم زیادی از دانش تجربی هم اکنون بوسیله دانسته های تجربی قابل مقایسه، متعادل شده اند؛ و این تعادل بین تجربه و تئوری صورت متداول پیشرفت در بسیاری از زمینه های مهندسی است.

بنابه تعریف استاندارد انگلستان، شمع بخشی از سازه زیرزمینی ستون مانند است که برای تماس مستقیم و انتقال بار به زمین طراحی و ساخته می شود و وظیفه آن انتقال بارهای وارد شده بالای از لایه های ضعیف یا آب به لایه های با مقاومت مناسب می باشد. چنانچه لایه خاک یا سنگ مقاوم در عمق غیراقتصادی باشد؛ انتقال بار ممکن است توسط اصطکاک جدار مابین شمع و خاک انجام شود. به علاوه شمعها به عنوان سازه مهاری در برابر بارهای بالابرنده (شمع های کششی) و سازه های کمکی در برابر نیروهای واژگونی و بارهای جانبی ناشی از بادهای و امواج بکار می روند.

در سالهای اخیر روشهای متعددی جهت افزایش ظرفیت باربری شمعها ارائه شده است. بدیهی است علاوه بر ملاحظات طراحی و اینکه شمع بتواند بارهای وارده را تحمل کند؛ عوامل دیگری چون

ملاحظات اقتصادی نیز نقش بسیار مهمی را در این بین دارند. بنابراین می توان از اهداف عمده افزایش ظرفیت باربری به موارد زیر اشاره نمود:

۱- افزایش ظرفیت باربری به علت حمل بارهای بزرگ و دلایل طراحی

۲- ملاحظات اقتصادی و کاهش هزینه ها

۳- شرایط محدود سایت و عدم امکان برای استفاده از شمعهای بزرگ و حجیم

حمل بارهای بزرگ اولین هدف برای افزایش ظرفیت باربری شمع ها می باشد چراکه در هر صورت باید بارهای سازه ای به خاک زیر منتقل شوند و در بارهای بزرگ علی الخصوص زمانی که خاک بستر مناسب نباشد؛ یا مجبور به استفاده از شمعهای بسیار حجیم با هزینه های گزاف هستیم و یا باید از روشهای مدرن در طراحی و اجراء شمع ها بهره ببریم. بنابراین عامل بسیار مهمی که در طراحی و اجراء باید لحاظ شود؛ ملاحظات اقتصادی است. عامل مهم دیگر، شرایط سایت و عدم توانائی در بکارگیری شمعهای بسیار حجیم و با قطرهای بزرگ می باشد. مجموعه این عوامل اهمیت استفاده از روشهای بهبودی برای افزایش ظرفیت باربری شمع ها را بوضوح نشان می دهند.

از جمله روشهای افزایش ظرفیت باربری شمعها می توان به طوقه دار کردن و پهن نمودن پایه شمع اشاره نمود. جهت بررسی تاثیر پهن کردن پایه و یا قسمتی از طول شفت شمع بر ظرفیت باربری شمع، هر چند انجام آزمایشات صحرائی در مقیاس واقعی بسیار مطلوب می باشند؛ اما شرایط غیرقابل پیش بینی خاک و هزینه بسیار بالا، انجام آزمایشات در مقیاس واقعی را محدود می کنند. با توجه به محدودیت منابع مالی و موقعیت آزمایش پروتوتیپ، ممکن است مدل آزمایشگاهی کنترل شده و مهیا شده در محیط فونداسیون با مقیاس کوچک روی شمعها بتواند تا حدودی اهداف مورد نظر را تامین نماید؛ بنابراین ضرورت ایجاد آزمایش مدل برای مطالعه رفتار شمعها تحت تاثیر پارامترهای مختلف، همواره احساس می شود و بر این مبنا، محققین زیادی آزمایشات مختلفی را در مورد شمعها انجام داده اند؛ اما اطلاعات بسیار کمی در رابطه با تاثیر طوقه در ظرفیت باربری شمعها وجود دارد. در این

پایان نامه با تهیه مدل آزمایشگاهی، تاثیر طوقه بر ظرفیت باربری شمع را با تغییر پارامترهای مختلف از جمله قطر، موقعیت و ضخامت طوقه بررسی کرده ایم.

پایان نامه در سه فصل تنظیم شده است. در فصل اول کلیاتی راجع به شمع ها، طراحی شمع در ماسه، مروری بر فعالیتهای پیشین و نحوه اجراء شمعهای طوقه دار اشاره شده اند. فصل دوم به مواد و روشها و نحوه ساخت و تنظیم ابزار آزمایش می پردازد و در فصل سوم نتایج آزمایشات انجام یافته بیان شده اند.

۱-۲- طبقه بندی شمعها

شمع ها می توانند بر اساس معیارهای مختلفی همانند مصالح تشکیل دهنده شمع ها، نوع انتقال بار، میزان تغییر شکل زمین در حین نصب شمع و نیز نحوه نصب طبقه بندی شوند. در طبقه بندی بر اساس جنس با چهار نوع شمع چوبی، بتنی، فلزی و مرکب (کامپوزیت) که ترکیبی از سه حالت قبلی می باشد سر و کار داریم؛ که مبنای خوبی برای طبقه بندی نمی باشد. طبقه بندی بر اساس انتقال بار به علت سختی در تقسیم بندی و پیش بینی صحیح باربری نوک و اصطکاکی که در عمل اتفاق می افتد، مشکل است. در نصب شمع ها طبقه بندی نوع سوم غلبه بیشتری دارد. این طبقه بندی آنچنانکه در (BSI، ۱۹۸۶ و BS8004) بکار گرفته شده است؛ همه انواع شمع ها را در بر می گیرد و تأثیرات اجرا و ساخت شمع در زمین را منعکس می کند. با این طبقه بندی شمع ها به چهار نوع تقسیم بندی می شوند که در ادامه اشاره خواهیم کرد.

در طبقه بندی بر اساس انتقال بار با دو حالت شمعهای اصطکاکی و شمعهای با باربری نوک سر و کار داریم. انتهای یک شمع با باربری نوک به یک خاک نسبتاً سخت مانند سنگ یا شن و ماسه متراکم تکیه می کند. شمعهای چوبی و بتنی مسلح درجاریز از انواع مشهور شمعهای نوک می باشند. وقتی خاک متراکم و سخت در عمق زیاد باشد؛ کاربرد شمعهای نوک غیراقتصادی و بسیار گران بوده در این مواقع بار سازه ای را با استفاده از اصطکاک جدار یا چسبندگی بین خاک و سطح مدفون شمع

در خاک به خاک منتقل می کنند. این شمع ها ممکن است برای کنترل بارهای رو به پایین و یا به عنوان مهار جهت کنترل بارهای رو به بالا و جلوگیری از بلندشدگی و واژگونی در سازه های بلند به علت بار باد استفاده شوند. اصطکاک جدار در عکس جهت بارهای وارده عمل می کند. غالباً اصطکاک در شمعهای موجود در رسها، سیلتها و مواردی که Long socket در سنگهای نرم تشکیل می شود و باربری نوک در شمعهایی که به سنگ، رس سخت یا شن متراکم تکیه می دهند؛ چشمگیر است.

شمعهای Displacement و Replacement

چنانچه شمع با نیرو به زمین رانده شود خاک به اطراف و بالا جابجا می شود ولی در واقع موادی برداشته نمی شوند. شمعهای نصب شده با این روش شمعهای Displacement نامیده می شوند. ولی چنانچه یک چال حفاری شود و خاک برای تشکیل شمع بر داشته شود؛ این نوع شمعها Replacement نامیده می شوند.

شمع ها بر اساس نوع نصب به انواع زیر تقسیم بندی می شوند:

- شمعهای Displacement بزرگ (شمعهای حجیم) که شامل شمعهای بتنی مسلح پیش-ساخته، شمعهای مدولی-پیش ساخته، شمعهای لوله ای فولادی با انتهای بسته و شمعهای بتنی درجاریز کوبشی می باشند.
- شمعهای Displacement کوچک که شامل شمعهای فولادی H و شمعهای لوله ای فولادی ته باز می باشند.
- شمعهای Replacement شامل شمعهای حفاری شده با ماشین و صندوقه های حفاری شده با دست است.
- انواع دیگر شمعها مانند میکروشمعها، شمعهای مرکب، شمعهای چوبی و Barretesها [۱]

۱-۳- اثرات نصب شمع حفاری شده در ماسه

همانگونه که در بخش ۱-۲ اشاره شد؛ شمعها از جهت روش نصب به چهار گروه عمده تقسیم بندی می‌شوند. اما از آنجائیکه ایجاد طوقه غالباً در رابطه با شمعهای حفاری شده مطرح می‌باشد و اینکه محیط فونداسیون آزمایشات ماسه انتخاب شده است؛ بنابراین در این بخش به اثرات اجراء شمعهای حفاری شده در ماسه می‌پردازیم.

در مورد اثرات نصب شمع حفاری شده روی خاکهای غیرچسبنده اطلاعات کمی وجود دارد. در این گونه شمع‌ها معمولاً به سیال حفاری و یا لوله جدار (casing) برای نگهداشتن دیوارهای چاه و پایین رفتن در چاه و سپس پس کشیدن لوله جدار همزمان با بتن ریزی نیاز می‌باشد. لوله جدار (casing) احتمالاً خاک را تا اندازه‌ای شل و بهم بزند. بنابراین در زیر شمع در نتیجه پس کشیدن جدار احتمالاً شل‌شدگی رخ دهد؛ و موقعی که این کار زیر آب انجام شود؛ ضربه قوچ به طرف بالا در بیرون کشیدن جدار می‌تواند خاک را تا چند فوت دور شمع شل نماید. بنابراین در محاسبه ظرفیت باربری شمع حفاری شده در ماسه تاملینسون (Tomlinson ۱۹۷۵) پیشنهاد نمود که مقدار نهایی زاویه مقاومت برشی (ϕ) استفاده شود؛ مگر اینکه شمع در شن متراکم قرار گرفته باشد و اثر ضربه قوچ رخ ندهد. وقتی تراکم زیاد در بتن در پایه شمعها داده شده باشد؛ خاک شل شده و بهم خورده ممکن است دوباره متراکم شود و مقدار (ϕ) برای حالت متراکم استفاده شود. اگر جدار با قفسه آرماتوربندی مسدود شده باشد؛ چنین تراکمی ممکن است امکان‌پذیر نباشد.

از آزمایش با مقیاس بزرگ روی شمع حفاری شده در ماسه قرار داده شده در پایه سنگی شبیه سازی شده، کلمنس (clemence) و بروموند (Brumund) (۱۹۷۵) یافتند که ۲۰ تا ۳۰ درصد بار طراحی محوری در شمع‌های حفاری شده، بوسیله اصطکاک شمع حمل می‌شود. افزایش خطی

ناهموار در اصطکاک جدار با عمق بجز نزدیک قسمت پایینی شمع، جائیکه افزایش شدیدی در اصطکاک جدار به خاطر اثر محدودکنندگی پایه سنگی وجود دارد، اندازه‌گیری شده است. این امکان وجود دارد که از نتایج آزمایشات برش مستقیم برای مصالح سطح مشترک شمع - خاک برای پیش‌بینی اصطکاک جدار محدود کننده بجز در نزدیک نوک که مقدار اصطکاک جدار محاسبه شده کمتر از مقدار اندازه‌گیری شده است استفاده شود. [۱]

۱-۳-۱ ظرفیت باربری نهایی شمعها در حالت کلی

معمولا برای محاسبه ظرفیت باربری نهایی شمعها، دو روش وجود دارد. روش استاتیکی که روش معمول مکانیک خاک برای محاسبه ظرفیت باربری از مشخصات خاک را بکار می‌برد و روش دینامیکی که ظرفیت باربری شمعهای کوبیده شده را با تحلیل داده های شمع - کوبش تخمین می‌زند. بدیهی است روش اول مورد بحث این بخش می‌باشد.

راه‌حلهای دقیق برای ظرفیت باربری پی‌های سطحی با کاربرد روشهای پلاستیسیته کلاسیک، سابقه زیادی دارند (پراندل Prandtl ۱۹۲۳؛ سوکولفسکی Sokolovski ۱۹۶۵؛ کاکس Cox ۱۹۶۲؛ لاندگرن Lundgren و مورتنسن Murtensen ۱۹۵۳؛ دیویس Davis و بوکر Buoker ۱۹۷۱). و تنها شبهه در خصوص اثبات صحت علمی این راه‌حلهها به علت اثرات تفاوت بین خاک واقعی و آنچه به عنوان مواد ایده‌آل در تئوری فرض شده است؛ می‌باشد. در حال حاضر راه‌حل پلاستیسیته کلاسیک مناسب برای پی‌های مدفون کم است؛ و بنابراین برای محاسبه مقاومت نوک شمعها، باید بر روشهای نیمه‌تجربی یا تئوری تقریبی متکی باشیم. در مورد ماسه‌ها این روشها بوسیله وسیک ۱۹۶۷ که نتایج آزمایشات برزنتزر Berzenzer و همکارانش ۱۹۶۷ را با بهترین راه‌حلی که بتواند بر نتایج این آزمایشات منطبق باشد بازنگری شده است.