مقاوم سازی پی، فونداسیون و دیوار به روش میکرو شمع های در جا در برابر بار دینامیکی ناشی از انفجار

حسین میسمی[1] ، ایمان الیاسیان[3]
مدیر تحقیقات آب و فاضلاب روستایی اصفهانh.mesam@gmail.com
ایمان الیاسیان،کارشناس ارشد سازه، مهندسین مشاور iman.elyasian@gmail.com

خلاصه

در این مقاله ابتدا به تشریح روش مقاوم سازی پی و دیوار با استفاده از میکرو شمع های در جا پرداخته شده سپس به نحوه اجرای آن در کشور روسیه اشاره می شود و در ادامه شیوه مقاوم سازی فونداسیون ها برحسب نوع پی و دیوار های ساختمان ها پرداخته شده است. از نتایج این روش می توان به میزان بهبود پارامترهای خاک در روش میکرو شمع اشاره کرد.

کلمات کلیدی: میکرو شمع ها، مقاوم سازی، نشست

1. مقدمه

عمر مفید ساختمان ها در کشورهای پیشرفته، به بالای 44سال می رسد. این امر نه تنها به خاطر ساخت و ساز بهتر و استفاده از مصالح باکیفیت بالا در ساختمانها، بلکه به دلیل مقاوم سازی با ابعاد وسیع و گسترده می باشد.

گستردگی وکاربرد این روش در این کشور ها همراه با تحقیقات عملی و علمی است.همچنان که از روش های قدیمی استفاده می شود روش های نوین نیز در عرصه ساخت و ساز وارد شده است.یکی از این روش ها مقاوم سازی پی و دیوار با استفاده از میکرو شمع های در جا است متخصصین ، در زمینه تقویت و مقاوم سازی خاک زیرپی فونداسیون های ساختمانهای مسکونی وصنعتی (بهسازی خاک زیر پی وتصحیح تمایل ساختمان)، اجرای فونداسیون جدید درزیرساختمانهای صنعتی و ماشین‌آلات درشرایط حساس یا اجرای فونداسیون های جدید درکنار فونداسیون های قبلی، زمانی که احتمالا منجر به نشست بیشتر ساختمانها می شود و ترمیم و مقاوم سازی دیوارهای ترک خورده اصولا روش تکنیکی زیر بصورت کلی ارائه می دهند.

8. اجرای میکرو شمع ها
2. شمع های بتنی درلوله های فلزی پرشده بوسیله پنوماپرونیک
3. روش اجرای شمع استاتیکی
4. تقویت و بهینه سازی شرایط تکیه گاهی فونداسیون
5. ساخت پلت های فونداسیونی زیرساختمان
6. تقویت خاک زیرپی

انتخاب یک یا چند مورد از روشهای فوق به پارامترهای مختلف بستگی دارد، از آن جمله می‌توان به نوع فونداسیون موجود، شرایط ژئوتکنیکی زمین، سازه ساختمان موجود و پاراعمالی برفونداسیون اشاره کرد.

2. روش مقاوم سازی فونداسیون به کمک میکرو شمع ها

این روش بصورت اساسی در کلیه ساختمان ها درتمامی فصول و انواع شرایط آب و هوایی قابل اجراست. دراین روش احتیاج به عمل آوری چاهک نیست وخواص خاک اطرف را بهم نمی زند و خاک دست نخورده باقی می ماند. ساخت میکرو شمع‌ها با دستگاه حفاری با ابعاد کم صورت می گیرد و این شرایط بسیار عالی را درانتخاب محل تقویت و آزادی عمل در حین کاررا فراهم می کند به طوری که هم در داخل فضای خانه های مسکونی وهم ساختمانهای صنعتی می توان اجرا کرد و همچنین درقسمت زیرزمین ساختمان احتیاجی به تخریب دیوارهای داخل نیست وبه راحتی قابل اجراست.

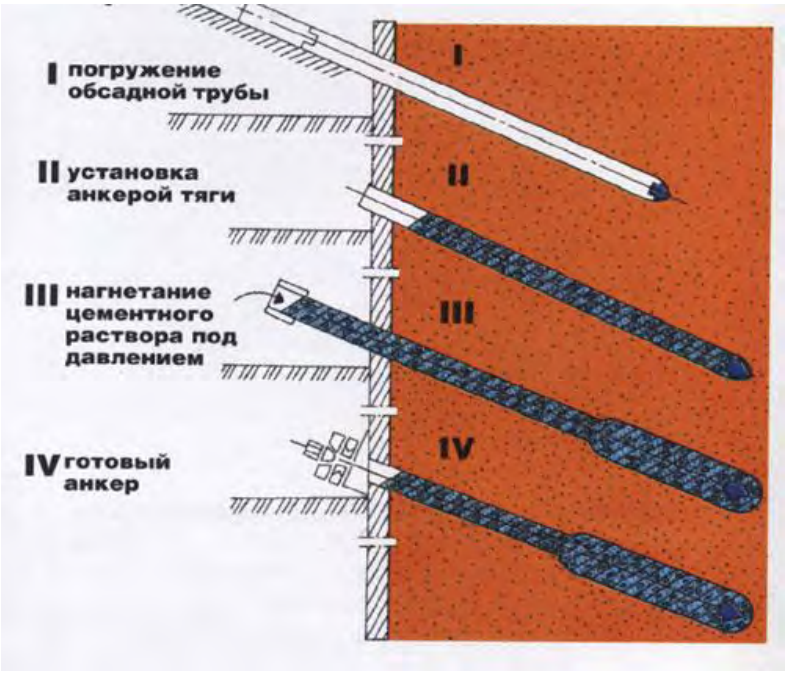
وازدیگرمزیت این روش هزینه نه چندان بالا وپیوستگی کاردرمقایسه با روشهای دیگرمی باشد.

و درحالت کلی این روش پارامتر های مکانیکی خاک را بهبود می بخشد.

حتی درزمانی که خاک زیر فونداسیون ازظرفیت باربری پایینی برخوردار است مقاوم سازی بااین روش نتیجه خوبی ارائه می دهد. دراین حالت با این روش قسمتی یا کل بار وارده از طرف سازه برفونداسیون به تراز پایین سطح فونداسیون تاجایی که خاک یا بستر قویتر داریم، انتقال داده می شود.

این روش علاوه برکاربرد در احداث سازه های جدید، برای مقام سازی سازه های قدیمی که درحالت تخریب قرار دارندنیز استفاده می شود. علاوه براین درموارد زیر نیز می توان ازمیکرو شمعها نیز استفاده کرد.

- شرایط پیچیده وسخت شده درساخت وساز
- تقویت بسترپی ماشین آلات
- نگهداری سازه های موجود از امکان حرکت زیرپی فونداسیون
- در زمان حفاری حجیم که احتمال ریزش وجود دارد.(شکل8)
- درتونل ها



شکل1.اجرای میکرو شمعها در حفاری حجیم

اسکلت میکرو شمع ها براساس آئین نامه روسیه وبه روش CBO وCKB بصورت قائم، مورب یا افقی که از داخل دیوار یا فونداسیون عبورمی کند، اجرا میشود.

بسته به خواص شرایط خاک زیر و اطراف فونداسیون، نوع ترک دیوارهاو محل تقویت بصورت چاهک مسلح وبدون تسلیح اجرا می شود. قطرچاهک از844میلی متر تا 254 میلی متر مفید است.

3. تکنولوژی اجرا

بعد از حفر چاهک با ابعاد کم مصالح اضافی با دو روش، فشارهوا یا برعکس کارکردن حفار از داخل چاهک خارج می شود سپس مخلوط بتنی بوسیله لوله پمپاژ به داخل چاهک پمپ می شود.(شکل 3)

داخل چاهک تاعمق مشخصی بوسیله مخلوط رسی پر شده وداخل آن شبکه آرماتور کار می شود. طول شبکه های آرماتور از3متر تجاوز نمی کند .

شکل 2. نحوه و مراحل اجرای میکرو شمع ها در فونداسیون ها

شبکه های آرماتور در صورت طویل بودن بوسیله جوش به همدیگر وصل می شود. بعد از جا گذاری شبکه آرماتور یاهمزمان با جا گـذاری آن در داخل چاهک لوله تزریق به قطر25تا54 میلی متر قرار داده می شود وبوسیله آن چاهک، با ملات سیمان ماسه پر می شود. اغلب بسته به شرایط ابتداچاه ازمخلوط پرشده وبعدا داخل شبکه آرماتور با فشار رانده می شود.پرکردن چاه با مخلوط ماسه – سیمان بوسـیله پمـپ هـای CO-49 یا CO-4S تحت فشار 3MPA انجام می شود.

پس از پرسینگ چاه، بعد از رسیدن شمع بتنی به ظرفیت باربری نهایی خود با استفاده از آزمایش استاتیکی میزان افـزایش ظرفیـت بـاربری توسط میکروشمع، اندازه گیری می شود.

با این روش متخصین دانشگاه دولتی عمران مسکو-روسیه ساختمانهای مسکونی وصنعتی زیادی رامقاوم سازی نموده اند ازجمله :

- مدارس قدیمی در خیابانهای ماسکونیا وگونیا وغیره (اشاره به شکلها)
- ساختمانهای درادارات دولتی درخیابانهای ورخنایای میخایلوسکایای و...
- سازه های دیگر درشهر مسکو

ازایرادات این روش می توان به پایین بودن تعیین پروسه کیفیت مخلوط بتنی واتصال نه چندان مناسب سرشمع با فونداسیون قدیم در حالت مقاوم سازی پی اشاره کرد.

از مزایای این روش می توان به تقویت فونداسیون وخاک زیرپی و اتصال خوب دو طرف ترک های عریض در دیوار هابه خـاطر اجـرای شـمع بتنی با لوله های فلزی به قطرهای 834تا 224 میلی متر مدفون درخاک به کمک پنوماتیک CO134-AIP – 4602 اشاره کرد.

در این روش نوع خاک هیچ گونه محدودیت اجرایی ایجاد نمی کند و در بازه دمایی بالایی قابل اجراست.

برپایه آزمایشات وتجربیات محلی، سرعت اجرا به نوع خاک، سرعت حفاری،نوع اسکلت شمع، قطردیواره لوله ونوع پنوماتیک مـورد اسـتفاده، بستگی دارد.

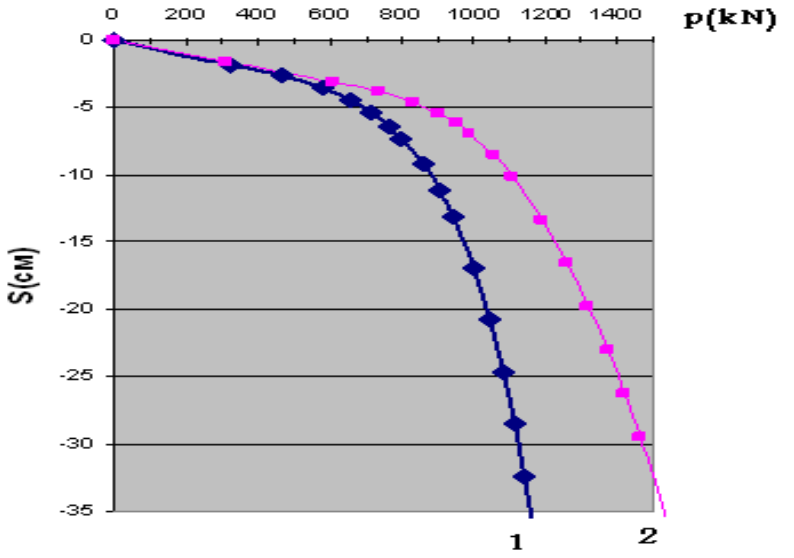
جهت اجرای سریع میکروشمع ها در روش پنوماتیک ، ضخامت بهینه لوله فلزی دراجرای شمع 4الی 4/5 میلی متـر مـی باشـد و در حالـت عمومی توصیه می شود از پنوماتیک بامارک IP-6402 استفاده شود. اما پنوماتیک با مارک تجارتی CO134-A درشرایط استفاده از شـمع بلند تر توصیه می شود. به کمک این روش ترک ها ونشست های غیرهمگن کنترل واحتمال تخریب به حداقل مقدار خود می رسد. همچنین علاوه بر مزیت های فوق اثرات سازه های جدید درسازه های قدیمی وفرسوده را به کمترین مقدار خود می رساند.

در اجرای میکرو شمع ها، ماشین آلات مورد استفاده به دلیل داشتن ابعاد کم وقطر کوچک چاهک ها می توان شمع بتنی مسلح را با انتخاب قطر 84تا864 میلی متر با ظرفیت باربری 344KNتا 544 KN اجرا نمود و حتی در مواردی عمق نفوذ شمع را می توان تا عمق84- 85 متری در داخل خاک هم اجرا نمود.

4. مونیتورینگ و کنترل

بعد از اجرای شمعها، نشست فونداسیون بوسیله دوربین های نقشه برداری کنترل وثبت می شود. این کار تـا متوقـف شـدن نشسـت در یـک مقدار معین ادامه می یابد معمولا بعد از گذشت یک ماه از اجرای شمعها نشست جدیدی رخ نمی دهد یا میزان نشسـت هـا کـم مـی شـود. درکارهای عملی واجرا شده نمودار بازشت قبل از مقاوم سازی وبعد از آن انجام شده است نتایج درنمودار رسم شده است.

همچنان که از شکل3 مشاهده می شود نمودار بار-نشست بعد از اجرا ی مقاوم سازی دراثراعمال بارهای زیادتر نشست به مراتب کمتر شده و فونداسیون مقاومت بهتری ازخود نشان می دهد



شکل 3. نمودار بار-نشست 1- قبل از اجرای مقاوم سازی 2- بعد از اجرای مقاوم سازی

همچنین بعد از اجرا مشاهده شده است که از ساختمان از متمایل شدن به یک جناح متوقف شده ودرحالت بدون تغییر مانده است.
باتوجه به این که عمرساختمان به خاطر عدم اجرای مقاوم سازی در کشورعدد پایینی است توصیه می شود از تجربیات کشورهای دیگر در این زمینه استفاده شود این روش که توسط متخصصین روسیه اجرا می شود مراحل اجرایی وعملی خود را گذارنده ومتخصصین برای مقاوم سازی ساختمانهای درمقابل زلزله، نشست وتقویت فونداسیون دربرابر افزایش بازسازه این روش را توصیه می کنند.
بهینه سازی خواص میکانیکی فیزیکی خاک با استفاده از این روش مونیتورینگ ساختمانها مشکل دار نشان دهنده این است که در حالت تخریبی یا تعمیرات اساسی اجرای میکرو شمع های وعلاوه برمتوقف نشست های غیرهمگن وبهینه سازی خواص مکانیکی خاک، ترکهای موجود در دیوارها را که بعضی مواقع عرض آنها تا 8سانتی هم می رسید، متوقف نموده است.

5. مقاوم سازی دیوارهای ترک دار

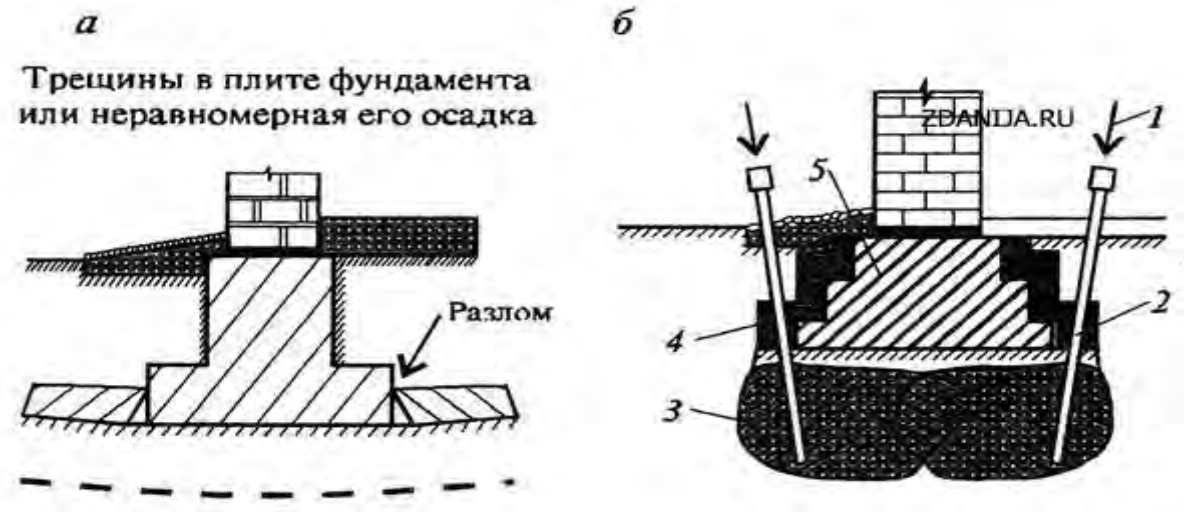
روش اجرا به این صورت است که درقسمتهای مرکزی ترک ویا 2/3 ابتدای شروع ترک با کمک دستگاه حفاری، سوراخی ایجاد شده، شبکه آرماتور کار گذاشته میشود وتوسط دستگاه بتن ماسه سیمانی پمپاژ می شود.(شکل4)

شکل4- مقاوم سازی دیوارهای ترک دار

این حالت اخیربسته به ضخامت دیوار می تواند به صورت یکطرفه یا دوطرفه اجرا شود. توصیه می شود درصورت نبود مشکل عدم فضا، ازتسلیح دوطرفه در دیوار و به صورت همزمان اجرا کرد. در حالت تخریبی درساختمانها بهتر است تقویت دیوار وستون دیوار باربر بهم دیگر وصل می شود تابا ایجاد شبکه ای کارآیی این روش را چندین برابر بالا برد.

6. روش اجرا میکرو شمع درفونداسیون

همچنان که درشکل شماره 5 بصورت شماتیک نشان داده است درپی های تکی بهتر است حفاری به صورت ضربدری مایل اجرا شود این حالت کارآیی روش رابالابرده وهمچنان به راحتی قابل اجرا است درپی های نواری توصیه می شود بسته به ضرورت فاصله تقویت فونداسیون از8الی 3 متر تغییرکند.



شکل5-اجرای میکرو شمع به صورت مایل در مقاوم سازی پی.

7. نتیجه گیری

درسالهای اخیر دانشگاه دولتی عمران مسکو، درکنارکارهای آزمایشگاهی ،نظارت عالیه برساختمانها تحقیقات علمی و... در دانشکده ICA-MGSU انجام می شود. درسالهای کاری مولفین در دانشگاه دولتی عمران مسکو-روسیهMGSU تجربیات زیادی درزمینه طراحی، اجرا ومقاوم ساز ی فونداسیون ها کسب کرده اند.که نتایج این تجربیات را می توان به صورت زیردسته بندی کرد:

8. مقاوم سازی پی و دیوار به روش میکرو شمع بسیار جامع بوده و قابلیت اجرا در ایران را داراست
2. آسانی کار و امکان اجرا در هر مکانی و در هر ساختمانی
3. مستقل بودن از نوع خاک و عدم وابستگی به اشباع بودن یا اشباع نبودن خاکها
4. هزینه اجرای کمتر نسبت به روشهای دیگر مقاوم سازی
5. عدم نیاز به تخریب کل یا قسمتی از ساختمان
6. سهولت آموزش نیروی کار ماهر
7. دستیابی به ظرفیت باربری بالا در فونداسیون
8. جلوگیری از انتشار و ازدیاد ترکها
9. جلوگیری از نشست های بی رویه و غیرهمگن
84. بالا بردن مقاومت و کارایی در برابر بارهای زلزله
88. دست نخوردگی فضای داخلی و نمای ساختمان

12. مراجع

8- رحمت اله نگهدارمغانلو، هوشیار ایمانی، حسن نگهدار ، مقاوم سازی پی، فونداسیون و دیوار به روش میکرو شمع های در جا ، 8

2-رحمت اله نگهدار مغانلو ، ا.ل. کریژانوفسکی ،. روبتسوف ای.و (2447) . " روش پمپاژ ماسه". مجله PGS . روسیه . شماره 82

3- کناوش و.م. ، کارلیف م.و.(8999) " تکنولوژی واجرای مقاوم سازی فونداسیون ها با استفاده از شمع های استاتیکی". مجله مصلح جدید، تکنولوژی و ماشین الات قرن 28. شماره 8. روسیه.
4- کارلیف م.و. ، ساژین د.و.(8999) "روش های موثر مقاوم سازی فونداسیون ها در دوباره سازی ساختمان ها". کنفرانس بین المللی تقویت سازه ها . پنزا-روسیه.