بسم الله الرحمن الرحیم

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

دانشکده فنی و مهندسی

پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی عمران – گرایش زلزله

محاسبه تغییر مکان های لرزه ای دیوارهای میخ کوبی شده با در نظر گرفتن اثر سازه بالادست

نگارش

داوود درستی شیخعلی کلایه

استاد راهنما

دکتر حمید رضا الهی

بهمن ماه ۱۳۹۲

کلیه حقوق مادی مرتبت بر نتایج مطالعات، ابتکارات و نوآوری‌های ناشی از تحقیق موضوع این پایان‌نامه متعلق به دانشگاه علم و فرهنگ است.

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

دانشکده مهندسی عمران – گرایش زلزله

محاسبه تغییر مکان های لرزه ای دیوارهای میخ کوبی شده با در نظر گرفتن اثر سازه بالادست

نگارش

داوود درستی شیخعلی کلایه

استاد راهنما

دکتر حمید رضا الهی

بهمن ماه ۱۳۹۲

تقدیم به پدرم

هدیه به مادرم

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از زحمات اساتید محترم گروه عمران دانشگاه علم و فرهنگ به ویژه استاد محترم راهنما، **آقای دکتر الهی** تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

همچنین جا دارد از دوستان و همکلاسی‌های عزیزی که در طول دوره تحصیل بنده را یاری کردند، کمال تشکر را نمایم.

چکیده

مساله پایداری گودها یکی از مسائل مهم و اساسی به هنگام گودبرداری می باشد.یکی از روش های ایمن و ارزان جهت پایداری موقت و دائمی گودها استفاده از سیستم نیلینگ (میخ کوبی) است.طراحی این نوع سیستم جهت پایدار سازی دیوارها به هنگام زلزله و در شرایط لرزه ای امری مهم در مناطق با لرزه خیزی بالا می باشد.همچنین علاوه بر شرایط دیوار،اندرکنش خاک با سازه بالادست نیز امری مهم تلقی می گردد. از این رو جلوگیری از ایجاد جابجایی های بزرگ به هنگام زلزله در این نوع دیوار ها بسیار اهمیت دارد.

در مطالعه حاضر اثر پارامترهایی نظیر: سازه‌ی مجاور، ارتفاع گود، فاصله سازه از لبه گود، نوع خاک و بار زلزله وارده به سیستم بر روی تغییر شکل های به وجود آمده در دیواره میخکوبی شده با روش عددی و استفاده از نرم افزار FLAC 2D بررسی گردید.

در این مطالعه به بررسی تغییر شکل‌های مطلق به وجود آمده در لبه گود تحت شرایط لرزه ای پرداخته شد. تحلیل‌های انجام شده و خروجی های به دست آمده در انتها منجر به رسم نمودارهای پارامترهای بی بعد نسبت به یکدیگر و در نتیجه ارائه نمودارها و روابطی گردید که می توانند در طراحی اولیه اینگونه سازه های ژئوتکنیکی به ویژه بر اساس روش های طراحی عملکردی بکار روند.

کلمات کلیدی: گودبرداری، میخکوبی خاک، زلزله، سازه بالادست، تغییر شکل‌های مطلق و نسبی

فهرست مطالب

عنوان صفحه

فصل۱ : مقدمه **۱**

۱-۱- اهمیت گودبرداری و خطرات ناشی از آن ۱

۱-۲- ترتیب ارائه مطالب: ۳

فصل۲ : میخکوبی خاک دیواره گود **۵**

۲-۱- مفاهیم پایه ۵

۲-۲- تاریخچه میخکوبی ۶

۲-۳- تجهیزات و مصالح مورد نیاز برای احداث دیوار خاک میخکوبی شده ۷

۲-۳-۲- انواع میخ‌ها ۷

۲-۳-۳- قسمت سر میخ ۸

۲-۳-۴- دوغاب ۹

۲-۳-۵- دیوار نما و انواع آن ۹

۲-۴- روش اجرای میخکوبی ۱۱

۲-۵- مزایا و معایب ۱۳

۲-۶- کاربردهای روش میخکوبی ۱۴

۲-۷- روش‌های طراحی دیوارهای میخکوبی شده ۱۴

۲-۸- مودهای گسیختگی دیوارهای میخکوبی شده ۱۵

۲-۸-۲- مودهای گسیختگی خارجی ۱۶

۲-۸-۳- مودهای گسیختگی داخلی ۱۷

۲-۸-۴- مودهای گسیختگی دیوار رویه ۱۷

۲-۸-۵- آنالیز ضریب اطمینان ۱۸

۲-۸-۶- تعیین ضریب اطمینان برای پایداری کلی(FS_G) ۱۸
۲-۸-۷- تعیین ضریب اطمینان پایداری لغزشی(FS_{SL}) ۲۲
۲-۸-۸- تعیین ضریب اطمینان در برابر گسیختگی ناشی از بیرون کشیدگی میخ(FS_P) ۲۲
۲-۸-۹- تعیین ضریب اطمینان گسیختگی کششی میخ(FS_T) ۲۳
۲-۹- مطالعات پیشین ۲۴
فصل۳ : مدل‌سازی و تحلیل گود میخکوبی شده به همراه سازه بالادست در محیط FLAC 2D **۳۳**
۳-۱- معرفی نرم افزار FLAC 2D ۳۳
۳-۲- مدل‌سازی گود در FLAC 2D ۳۴
۳-۲-۱- پارامترهای خاک ۳۴
۳-۲-۲- پارامترهای میخ ۳۵
۳-۲-۳- پارامترهای شاتکریت سطح دیواره ۳۷
۳-۲-۴- مدل‌سازی سازه مجاور گود ۳۸
۳-۲-۵- هندسه مدل ۴۰
۳-۲-۶- ایجاد F.S معین در تمامی مدل ها و اعمال بار زلزله ۴۰
فصل۴ : تحلیل نتایج **۴۵**
۴-۱- مقدمه ۴۵
۴-۲- تحلیل جابجاییهای به وجود آمده در گودها ۴۶
۴-۳- بررسی جابجایی به وجود آمده در مدل های مختلف ۴۸
۴-۳-۱- بررسی مدل های مختلف برای دیواره ۸ متری ۴۹
۴-۳-۲- بررسی مدل های مختلف برای دیواره ۱۲ متری ۵۴
۴-۳-۳- بررسی مدل های مختلف برای دیواره ۲۰ متری ۵۸
۴-۳-۴- ارائه پارامترهای بدون بعد و بررسی نتایج ۶۹
فصل۵ : نتیجه گیری و ارائه پیشنهادها **۷۹**

۵-۱- مقدمه ۷۹

۵-۲- نتیجه گیری ۸۰

۵-۳- پیشنهاد جهت تحقیقات آتی ۸۱

***فهرست مراجع*: ۸۲**

فهرست جداول

عنوان صفحه

جدول۲-۱. ضرایب اطمینان مورد نیاز برای شیبهای میخکوبی شده ۱۸
جدول۲-۲. مشخصات طراحی دیواره مربوطه ۳۴
جدول۲-۳. خلاصه نتایج استاتیکی، شبه استاتیکی و دینامیکی ۳۴
جدول۲-۴. مشخصات فیزیکی دیواره ها و زلزله های اعمالی ۳۴
جدول۳-۱. مشخصات خاک های در نظر گرفته شده در آنالیز ۳۴
جدول۳-۲. مشخصات میخ‌های در نظر گرفته شده در آنالیز ۳۷
جدول۳-۳. مشخصات در نظر گرفته شده برای شاتکریت ۳۸
جدول۳-۴. مشخصات سازه های بالادست دیواره ۳۹
جدول۴-۱. مشخصات مدل های دیواره ۸ متری ۴۹
جدول۴-۲. مشخصات مدل های دیواره ۱۲ متری ۵۴
جدول۴-۳. مشخصات مدل های دیواره ۲۰ متری ۵۸
جدول۴-۴. پریود مدل های گود ها با ارتفاع های مختلف ۶۱
جدول۴-۵. جابجایی افقی و نشست های به وجود آمده در مدل های دیواره ۸ متری ۶۳
جدول۴-۶. جابجایی افقی و نشست های به وجود آمده در مدل های دیواره ۱۲ متری ۶۴
جدول۴-۷. جابجایی افقی و نشست های به وجود آمده در مدل های دیواره ۲۰ متری ۶۵
جدول۴-۸. مشخصات و مقدار پارامترهای بدون بعد برای مدل های زلزله آبر ۶۹
جدول۴-۹. مشخصات و مقدار پارامترهای بدون بعد برای مدل های زلزله چی چی ۷۰

فهرست اشکال

عنوان صفحه

شکل۲-۱. وسایل حفاری به منظور میخکوبی ۷

شکل۲-۲. تصویری از دستگاه حفاری برای نصب میخ‌های تزریقی ۸

شکل۲-۳. تصویر سرمیخ تخت ۸

شکل۲-۴. رویه میخکوبی پس از اجرا ۱۰

شکل۲-۵. لایه های ژئودرین و ژئوتکستایل، به همراه مش بندی ۱۱

شکل۲-۶. مراحل اجرای میخکوبی خاک ۱۲

شکل۲-۷. نمونه ای از دیوار میخکوبی شده ۱۳

شکل۲-۸. دسته بندی گسیختگی های ناشی از میخکوبی ۱۶

شکل۲-۹. مودهای گسیختگی دیوارهای میخکوبی شده ۱۹

شکل۲-۱۰. هندسه و بارهای وارد بر دیوار میخکوبی شده ۲۱

شکل۲-۱۱. هندسه و مشخصات مدل استفاده شده ۲۵

شکل۲-۱۲. استفاده از نیل های مرکب ۲۸

شکل۲-۱۳. نمودارهای جابجایی در ۱۵ ثانیه از زلزله لانجو و السنترو ۲۹

شکل۲-۱۴. نمونه ای از مدل تحلیل شده در نرم افزار ۳۱

شکل۳-۱. مدل سه سازه بلند،متوسط و کوتاه در نرم افزار SAP2000 ..... ۳۸

شکل۳-۲. ابعاد هندسه مدل ۴۰

شکل۳-۳. نمونه ای از مدل و نتیجه تحلیل در نرم افزار SLIDE ۴۱

شکل۳-۴. به ترتیب شتابنگاشت، طیف فوریه و طیف پاسخ زلزله آبر ۴۲

شکل۳-۵. به ترتیب شتابنگاشت، طیف فوریه و طیف پاسخ زلزله چی چی ۴۳

شکل۴-۱. شکل شماتیک پرامترهای مورد استفاده ۴۶

شکل۴-۲. تغییر شکلهای الاستیک و واقعی به وجود آمده در گود ۴۶

شکل۴-۳. معیارهای گسیختگی در نواحی مختلف یک دیوار میخکوبی شده ۴۸

شکل ۴-۴.نمونه مدل های دیواره ۸ متری ۵۰
شکل۴-۵. نمونه جابجایی رخ داده تحت زلزله آبر..... ۵۳
شکل۴-۶. نمونه هایی از مدل ۱۲ متری خاک میخکوبی شده در نرم افزار..... ۵۵
شکل۴-۷. نمونه هایی از مدل ۲۰ متری خاک میخکوبی شده در نرم افزار ۵۹

فهرست نمودارها

عنوان صفحه

نمودار ۲-۱. نمودار تغییرات ارتفاع گود نسبت به ضریب شتاب عملکرد لرزه ای برای خاک های مختلف..... ۲۵
نمودار۲-۲. نمودار تغییرات ارتفاع گود نسبت به ضریب شتاب عملکرد لرزه ای برای مدل ها با طول نیل مختلف..... ۲۵
نمودار۲-۳. نمودار تغییرات ارتفاع گود نسبت به جابجایی دائمی لرزه ای برای خاک های مختلف..... ۲۶
نمودار ۲-۴. نمودار تغییرات جابجایی های به وجود آمده در ترازهای مختلف دیواره برای هر دو روش تحلیلی و آزمایشگاهی..... ۳۲
نمودار۴-۱. تغییرات تغییر مکان افقی حداکثر لبه گود در خاک نوع B در فواصل مختلف سازه در گود با ارتفاع ۸ متری..... ۵۱
نمودار۴-۲. تغییرات تغییر مکان افقی حداکثر لبه گود در خاک نوع C در فواصل مختلف سازه در گود با ارتفاع ۸ متری..... ۵۱
نمودار۴-۳. تغییرات تغییر مکان افقی حداکثر لبه گود در خاک نوع B و برای هر سه سازه در فواصل یکسان از لبه گود با ارتفاع ۸ متری..... ۵۲
نمودار۴-۴. تغییرات تغییر مکان افقی حداکثر لبه گود در خاک نوع B در فواصل مختلف سازه در گود با ارتفاع ۱۲ متری..... ۵۶
نمودار۴-۵. تغییرات تغییر مکان افقی حداکثر لبه گود در خاک نوع C در فواصل مختلف سازه در گود با ارتفاع ۱۲ متری..... ۵۶
نمودار۴-۶. تغییرات تغییر مکان افقی حداکثر لبه گود در خاک نوع C و برای هر سه سازه در فواصل یکسان از لبه گود با ارتفاع ۱۲ متری..... ۵۷

نمودار۴-۷. تغییرات تغییر مکان افقی حداکثر لبه گود در خاک نوع B در فواصل مختلف سازه در گود با ارتفاع ۲۰ متری..... ۵۹

نمودار۴-۸. تغییرات تغییر مکان افقی حداکثر لبه گود در خاک نوع C در فواصل مختلف سازه در گود با ارتفاع ۲۰ متری..... ۶۰

نمودار۴-۹. تغییرات تغییر مکان افقی حداکثر لبه گود در خاک نوع C و برای هر سه سازه در فواصل یکسان از لبه گود با ارتفاع ۲۰ متری..... ۶۰

نمودار ۴-۱۰. تغییرات تغییر مکان افقی حداکثر لبه گود در خاک نوع B و برای هر سه سیستم خاک و سازه در فواصل یکسان از لبه گود با ارتفاع ۸ متری..... ۶۱

نمودار ۴-۱۱. تغییرات تغییر مکان افقی حداکثر لبه گود در خاک نوع C و برای هر سه سیستم خاک و سازه در فواصل یکسان از لبه گود با ارتفاع ۱۲ متری..... ۶۲

نمودار ۴-۱۲. تغییرات تغییر مکان افقی حداکثر لبه گود در خاک نوع C و برای هر سه سیستم خاک و سازه در فواصل یکسان از لبه گود با ارتفاع ۲۰ متری..... ۶۲

نمودار۴-۱۳. نمودار نسبت جابجایی افقی به جابجایی قائم لبه گود ۸ متری..... ۶۶

نمودار۴-۱۴. نمودار نسبت جابجایی افقی به جابجایی قائم لبه گود ۱۲متری..... ۶۶

نمودار۴-۱۵. نمودار نسبت جابجایی افقی به جابجایی قائم لبه گود ۲۰متری..... ۶۷

نمودار۴-۱۶. نمودار نسبت جابجایی افقی به جابجایی قائم لبه گود های ۸،۱۲ و ۲۰ متری..... ۶۷

نمودار۴-۱۷. نمونه ای از جابجایی لبه گود به هنگام اعمال زلزله آبر(مدل A8-3-1)..... ۶۸

نمودار۴-۱۸. نمونه ای از جابجایی لبه گود به هنگام اعمال زلزله چی چی(مدل C12-15)..... ۶۸

نمودار۴-۱۹. پراکندگی پارامترها در گود با ارتفاع ۸ متر و تحت زلزله آبر..... ۷۱

نمودار۴-۲۰. پراکندگی پارامترها در گود با ارتفاع ۱۲ متر و تحت زلزله آبر..... ۷۱

نمودار۴-۲۱. پراکندگی پارامترها در گود با ارتفاع ۲۰ متر و تحت زلزله آبر..... ۷۱

نمودار۴-۲۲. پراکندگی پارامترها در گود با ارتفاع ۸ متر و تحت زلزله چی چی..... ۷۲

نمودار۴-۲۳. پراکندگی پارامترها در گود با ارتفاع ۱۲ متر و تحت زلزله چی چی..... ۷۲

نمودار۴-۲۴. پراکندگی پارامترها در گود با ارتفاع ۲۰ متر و تحت زلزله چی چی..... ۷۲

نمودار۴-۲۵. پراکندگی پارامترها در تمامی گودها و تحت زلزله آبر..... ۷۳

نمودار۴-۲۶. پراکندگی پارامترها در تمامی گودها و تحت زلزله چی چی..... ۷۳

نمودار۴-۲۷. نمودار مربوط به مدل های زلزله آبر..... ۷۵

نمودار۴-۲۸. نمودار مربوط به مدل های زلزله چی چی..... ۷۶

نمودار۴-۲۹. نمودار مربوط به مدل های زلزله آبر و چی چی..... ۷۶

نمودار۴-۳۰. نمودار مربوط به مدل های زلزله آبر(اصلاح شده)..... ۷۷

نمودار۴-۳۱. نمودار مربوط به مدل های زلزله چی چی(اصلاح شده)..... ۷۸

نمودار۴-۳۲. نمودار مربوط به مدل های زلزله آبر و چی چی(اصلاح شده)..... ۷۸

فصل۱

مقدمه

۱-۱- اهمیت گودبرداری و خطرات ناشی از آن

با گسترش شهرها و افزایش جمعیت، لزوم ایجاد ساختمان‌های بلند و به طبع آن گودبرداری-های عمیق برای اجرای آن‌ها، بیش از پیش احساس می‌شود. مسایل فنی از قبیل برداشتن خاک سست و رسیدن به خاک مناسب، ایجاد بخش‌های زیرسطحی، حفظ تعادل نیروهای وارد بر خاک و حفاظت فونداسیون‌ها در برابر عوامل جوی ایجاب می‌کند تا از فضایی پایین‌تر از سطح زمین در ساختمان سازی استفاده شود. محدودیت زمین در شهرها و لزوم تأمین پارکینگ و محدودیت ارتفاع ساختمان از دیگر عواملی است که استفاده از زیرزمین را الزامی می‌کند. به علت محدودیت ابعاد زمین‌های داخل شهر اکثر گودبرداری‌ها به صورت قائم اجرا می‌شود. اگر چه این گودها جنبه موقت دارند، اما با مشکل پایداری دیواره در خاکبرداری، کنترل تغییر شکل‌های زمین‌های اطراف گود و اجرای ساختمان مواجه هستند و باید به کمک سیستم‌های مهار بندی مناسب از دیواره آن‌ها حمایت شود. بسیاری از گودبرداری‌های غیر اصولی که بدون رعایت اصول فنی و نقشه‌های اجرایی و نظارت مهندس مجرب انجام می‌شود، موجب وقوع حوادثی از قبیل گسیختگی خاک و ریزش سازه مجاور، و یا صدمات ناشی از تغییر شکل‌های ناشی از گودبرداری در ساختمان‌های اطراف گود از جمله آسیب‌دیدگی تأسسیسات زیرزمینی می‌شود. این مشکلات لزوم تحقیق و آموزش در زمینه گودبرداری و همچنین نظارت بر حسن اجرای گودها در سطح جزیی و کلان را روشن می‌سازد.

در هنگام گودبرداری کاهش سختی خاک و تغییر در تنش در خاک گودبرداری شده به علت برداشت خاک موجب به وجود آمدن تغییر شکل در دیواره گود زمین‌های اطراف گود می‌شود. تمام تدابیری که در کنترل تغییر شکل‌های یک گود به کار می‌رود، به منظور جلوگیری از تغییر بیش از حد آن‌ها در حالت استاتیکی و دینامیکی می‌باشد.

گودبرداری داخل شهر با گودبرداری در خارج شهر، متفاوت است. در مناطق شهری، حفظ ایمنی و سلامت ساختمان کنار گود از وظایف اصلی مهندسان است و خرابی آن ممکن است به یک فاجعه انسانی و اقتصادی منجر شود. بنابراین تخمین درستی از میزان حرکت زمین در هر مرحله از گودبرداری ضروری است. خرابی تعداد زیادی از ساختمان‌ها و ضرر و زیان‌های مالی و جانی، اهمیت برآورد و کنترل میزان خرابی تعداد زیادی از ساختمان‌های مجاور گود را زیاد کرده است. به طوری که امروزه در اکثر کشورها اندازه‌گیری و رفتار سنجی ساختمان‌های مهم کنار یک گود عمیق بسیار متداول می‌باشد. اندازه‌گیری محلی در اجرای گودبرداری دو مزیت مهم دارد [۱]:

الف)کاهش قابل ملاحظه مخاطرات.

ب)ارزیابی دقیق تر رفتار ساختمان کنار گود.

در بسیاری از پروژه‌های مهندسی به دلایل مختلف از جمله نبود دسترسی به ابزار مورد نیاز، امکان اندازه‌گیری‌های محلی وجود ندارد؛ لذا باید به وسیله نرم افزارهای ژئوتکنیکی و یا دیگر روش‌ها مقادیر تغییر شکل‌ها، تنش‌ها و سایر تغییرات به وجود آمده در سازه را در شرایط استاتیکی و دینامیکی به خوبی پیش بینی کرد تا اثرات نامطلوب پیش بینی نشده در اثر اجرای گودبرداری به حداقل ممکن برسد. از اینرو بررسی جامع خواص ژئوتکنیکی محل، اهمیت استفاده از نرم افزارهای توانا، مدل‌های مناسب برای شبیه سازی عناصر گود مثل گود و سیستم نگهدارنده و لحاظ کردن تمام شرایط محیطی برای شبیه سازی گودبرداری و حصول نتایج دقیق، ضروری است.

معمولا پایدارسازی دیواره های گود با روش نیلینگ برای حالت موقت انجام می گیرد، در حالی که در داخل کشور و در سال های اخیر مشاهده گردیده که از این روش در جهت بهینه سازی اقتصادی طرح ها و در شرایط ممکن، به عنوان پایداری دائم گود ها نیز بهره گیری می شود.از این رو به نظر می رسد شناخت دقیق تر تغییر شکل های دیواره در بارگذاری های لرزه ای که مورد نیاز طرح دائم اینگونه دیواره هاست، اجتناب ناپذیر است.

به طور کلی استفاده از سیستم نیلینگ در ایران کاربرد فراوان داشته و این کاربرد روزافزون منجر به استفاده از آن به عنوان پایدارسازی دائم در مناطق شهری گردیده، در نتیجه شناخت تغییر شکل های لرزه ای این سیستم با اثر سازه مجاور ضروری شده است. از طرفی با مطالعه تحقیقات بیشتر مشخص شد خیلی به مطالعه مسئله فوق پرداخته نشده چرا که از نیلینگ (در نقاط دیگر دنیا) برای پایدارسازی دائم در مجاورت سازه ها معمولا استفاده نمی شود.

از این رو ضروری است این موضوع بیشتر بررسی گردد.

در این تحقیق با مدل کردن دیواره گود میخ کوبی شده و سازه بالادست گود توسط نرم افزار FLAC 2D تغییر شکل های افقی و عمودی ایجاد شده در لبه گود را در شرایط لرزه ای مورد ارزیابی قرار می دهیم.

هدف از این تحقیق شناخت رفتار لرزه ای دیوارهای نیل شده و تاثیر آن ها بر سازه های مجاور و دریافت و فهم تاثیر برخی پارامتر های هندسی و سیستم فونداسیون سازه مجاور بر روی این رفتار و همچنین کمک به تولید چارچوب طراحی بر مبنای عملکردی (PBD) این گونه سازه های مرکب خاکی- سازه ای می باشد.

۱-۲- ترتیب ارائه مطالب:

در فصل اول مقدمه ای در مورد اهمیت گود برداری ، ضرورت ها و اهداف مطالعه در مورد این موضوع بیان شد.

در فصل دوم این نوشته،کلیاتی در مورد روش میخکوبی، مشخصات، روش و شرایط اجرا و کاربردهای آن پرداخته می‌شود. در ادامه این فصل روش‌های طراحی شیب‌های میخکوبی، مودهای گسیختگی، چگونگی بدست آوردن ضریب اطمینان و ذکر مطالعات انجام شده پیشین بر روی این شیب‌ها، آورده شده است.

فصل سوم به معرفی نرم افزارهای استفاده شده و چگونگی مدل کردن اجزای مختلف گود و سازه در آن، اختصاص یافته است.

در فصل چهارم به ارائه آنالیزهای انجام شده و تحلیل نتایج آن پرداخته می‌شود.

فصل پنجم به نتیجه گیری و ارائه پیشنهاد برای تحقیق‌های آتی اختصاص یافته است.

فصل۲

میخکوبی خاک دیواره گود

۲-۱- مفاهیم پایه

میخکوبی روش مسلح کردن درجای خاک می‌باشد. مفهوم پایه‌ای میخکوبی شامل مسلح کردن زمین توسط المان‌های غیر فعال و نزدیک به هم، به منظور ایجاد سازه ثقلی منسجم می‌باشد. بدین وسیله مقاومت برشی کلی خاک محل افزایش می‌یابد و جابجایی آن محدود می‌شود. سیستم میخکوبی برای کاربردهای موقت و دائمی می‌تواند به کار رود. دیوار میخکوبی می‌تواند بارهای قائم استاتیکی و دینامیکی را، بدون متحمل شدن جابجایی بیش از اندازه، تحمل کند.

با توجه به عمق زیاد گودبرداری و عدم امکان گودبرداری بصورت مایل و پله ای و استفاده بهینه از زمین و همچنین انجام عملیات گودبرداری در کوتاه‌ترین زمان ممکن، استفاده از روش-پایدارسازی میخکوبی خاک (به منظور کنترل هر چه بیشتر تغییر شکلها در لبه گود) مورد استفاده قرار می گیرد.

میخکوبی شامل میلگرد فولادی است که می‌تواند تنش‌های کششی و ممان خمشی تحمل کند. رویه یا نمای[1] میخکوبی المان باربر قابل توجهی نمی‌باشد، اما نسبتاً پایداری موضعی خاک بین لایه‌های مسلح را تأمین، و از فرسایش و هوازدگی سطح جلوگیری می‌کند. این رویه عموماً شامل یک لایه نازک شاتکریت مسلح(با ضخامت ۲۵- ۱۲ سانتیمتر) است.

1-Facing