



Namatek
True Education

www.namatek.com

Diaphragm Wall

دیوار دیافراگمی

فهرست مطالب

۱. دیوار دیافراگمی یا دیوار دوغابی چیست؟
۲. اهمیت دیوار دیافراگمی
۳. انواع دیوارهای دیافراگمی
۴. روش ساخت دیوار دوغابی
۵. مزایا و معایب دیوارهای دیافراگمی
۶. کاربردهای دیوار دیافراگمی
۷. نگهداری و طول عمر دیوار دوغابی
۸. ملاحظات قانونی: انطباق با استانداردها
۹. چالش‌های ساخت و غلبه بر موانع

در دنیای پیچیده و دائماً در حال تغییر مهندسی عمران، دیوار دیافراگمی یا دیوار دوغابی به عنوان یکی از ابزارهای کلیدی در پروژه‌های ساختمانی بزرگ مطرح شده‌اند. این دیوارها، که به دلیل ساختار مستحکم و توانایی‌های فنی خود شناخته شده‌اند، نه تنها به عنوان یک راه‌حل موقتی در طول فرآیند ساختمانی عمل می‌کنند؛ بلکه می‌توانند به عنوان بخشی از ساختار دائمی ساختمان نیز باقی بمانند. در این مقاله، ما به بررسی جامع دیوار دیافراگمی و کاربردهای آن می‌پردازیم و نشان می‌دهیم که چگونه این سازه‌ها می‌توانند به بهبود کیفیت، ایمنی و کارایی پروژه‌های ساختمانی کمک کنند. با توجه به اهمیت فزاینده این دیوارها، درک عمیق‌تری از مزایا، چالش‌ها و روش‌های نوین ساخت آن‌ها برای هر مهندس عمرانی ضروری است. پس با ما همراه باشید.

دیوار دیافراگمی یا دیوار دوغابی چیست؟



دیوار دیافراگمی یا دیوار دوغابی، یک سازه بتنی مسلح است که به صورت عمودی در زمین ساخته می‌شود.

این دیوارها برای مقاومسازی خاک و جلوگیری از نفوذ آب به داخل گودبرداری‌ها و تونل‌ها به کار می‌روند. دیوار دیافراگمی به عنوان یک راه‌حل مهندسی برای پروژه‌هایی با عمق زیاد و در شرایط خاکی نامناسب مورد استفاده قرار می‌گیرد و اغلب در ساخت سازه‌های بزرگ شهری مانند پارکینگ‌های زیرزمینی، ایستگاه‌های مترو و دیوارهای حائل سدها به کار برده می‌شود. این دیوارها که معمولاً به صورت مستطیل‌شکل طراحی می‌شوند، از مقاومت بسیار خوبی در برابر نیروهای برشی و خمشی برخوردار هستند. ویژگی‌های کلیدی دیوارهای دوغابی عبارت‌اند از:

- **حداکثر عمق:** دیوارهای دوغابی می‌توانند تا عمق ۱۰۰ متر ساخته شوند.

- **ضخامت:** ضخامت این دیوارها بین ۴۵ تا ۱۵۰ سانتی‌متر متغیر است.

- **طول:** طول هر پانل از این دیوارها معمولاً بین ۲ تا ۳/۵ متر است.

این دیوارها با ترکیب پانل‌های مجزا، یک ساختار پیوسته و واحد ایجاد می‌کنند که پایداری و مقاومت سازه‌ای را افزایش می‌دهد و امکان حفاری عمیق‌تر را فراهم می‌کند.

اهمیت دیوار دیافراگمی



اهمیت دیوار دیافراگمی یا دیوار دوغابی در ساخت و ساز به دلیل توانایی آن در ایجاد یک محیط کاری امن و خشک برای پیمانکاران و کارگران است. این دیوارها به آن‌ها امکان می‌دهد تا در عمق زیادی از زمین کار کنند، بدون آنکه نگران نشست زمین یا آبگرفتگی باشند. در واقع این دیوارها به عنوان یک مانع نفوذپذیر عمل کرده و از ورود آب به نواحی حفاری یا ساخت و ساز جلوگیری می‌کنند. همچنین، دیوار دیافراگمی به عنوان یک سازه پایدار، می‌تواند به عنوان بخشی از سازه نهایی بنا نیز باقی بماند که این امر منجر به صرفه‌جویی در زمان و هزینه‌های ساخت می‌شود. روش استفاده از دیوارهای دوغابی یا دیافراگمی برای جلوگیری از نشستی در مترو و زیر هسته سدهای خاکی نیز بسیار مؤثر است.

انواع دیوارهای دیافراگمی



در ساخت و ساز مدرن، دیوار دیافراگمی یا دیوار دوغابی به عنوان یک راه حل مهندسی برای پشتیبانی از خاک و جلوگیری از نفوذ آب به کار می رود. این دیوارها در انواع مختلفی ساخته می شوند که هر کدام ویژگی ها و کاربردهای منحصر به فردی دارند.

- **دیوار دیافراگمی با استفاده از گراب (Grabbed Diaphragm Wall)**

Wall): دیوار دیافراگمی با استفاده از گراب یکی از رایج ترین انواع دیوار دیافراگمی است. این روش شامل حفاری خاک با استفاده از یک دستگاه گراب می شود. گراب ها دستگاه هایی هستند که می توانند مقادیر زیادی خاک را در هر بار حفاری بردارند و برای ایجاد شیارهای عمیق در خاک مناسب هستند. پس از حفاری، فضای خالی با بتن مسلح پر می شود تا دیوار دیافراگمی ایجاد شود.

- **دیوارهای مانع از جنس بتن روان (Slurry Cut-off Walls):**

دیوارهای مانع از بتن روان که به آنها دیوارهای بتنی مایع نیز گفته می شود، با استفاده از بتن روان ساخته می شوند. در این روش، یک مخلوط بتنی روان به داخل شیار حفاری شده تزریق می شود. این

مخلوط به عنوان یک مانع ضد آب عمل می‌کند و پس از سخت شدن، یک دیوار محکم و مقاوم در برابر نفوذ آب ایجاد می‌کند.

- **دیوار ورقه‌ای که در دیوار مانع قرار گرفته است (Sheet Pile Wall Embedded in Cut-off Wall)**
می‌گیرد، از ترکیب دیوار ورقه‌ای فولادی با دیوار مانع بتنی ساخته می‌شود. ورق‌های فولادی به صورت عمودی در زمین فرو رفته و سپس با بتن روان احاطه می‌شوند تا یک دیوار محکم و مقاوم در برابر فشار خاک و آب ایجاد شود. این نوع دیوار برای پروژه‌هایی که نیاز به مقاومت بالا دارند، مناسب است.

روش ساخت دیوار دوغابی



ساخت دیوار دیافراگمی یک فرآیند دقیق و مرحله‌ای است که شامل چندین مرحله کلیدی می‌شود:

- **حفاری:** اولین قدم در ساخت دیوار دیافراگمی یا دیوار دوغابی، حفاری زمین برای ایجاد شیار است که دیوار در آن ساخته خواهد شد. این کار معمولاً با استفاده از ماشین‌آلات سنگین مانند گراب یا هیدرومیل

انجام می‌شود. حفاری باید با دقت انجام شود تا از آسیب رسیدن به سازه‌های مجاور و خاک اطراف جلوگیری شود.

- **استفاده از بتن روان:** پس از ایجاد شیار، برای جلوگیری از فرو ریختن دیواره‌های شیار و نفوذ آب به داخل آن، از بتن روان استفاده می‌شود. بتن روان، که به آن گِل حفاری نیز گفته می‌شود، یک مخلوط آب و بنتونیت است که به عنوان یک مایع پایدارکننده عمل می‌کند. این ماده به حفظ شکل شیار کمک کرده و از ورود آب به داخل آن جلوگیری می‌کند.

- **آرماتوربندی و بتن‌ریزی:** پس از آماده‌سازی شیار، مرحله بعدی آرماتوربندی است. در این مرحله، قفس‌های فولادی آرماتور در داخل شیار قرار داده می‌شوند تا استحکام و مقاومت دیوار دیافراگمی را افزایش دهند. سپس بتن‌ریزی انجام می‌شود که در آن بتن به داخل شیار تزریق می‌شود و جایگزین بتن روان می‌گردد. این کار باید با دقت انجام شود تا اطمینان حاصل شود که بتن به طور یکنواخت در تمام شیار پخش شده و هیچ حفره‌ای باقی نماند.

مزایا و معایب دیوارهای دیافراگمی



دیوار دیافراگمی به دلیل ویژگی‌های منحصر به فرد و مزایای متعددی که ارائه می‌دهد، به یکی از راه‌حل‌های محبوب در پروژه‌های ساختمانی و عمرانی تبدیل شده‌است. همچنین با وجود مزایای بسیاری که دارد، معایبی نیز دارد که در زمان برنامه‌ریزی و اجرای پروژه‌های ساختمانی باید مد نظر قرار گیرد.

مزایا

- **ظرفیت تحمل بار:** دیوارهای دیافراگمی به دلیل ساختار بتن مسلح خود، قادر به تحمل بارهای سنگین هستند. این دیوارها می‌توانند به عنوان دیوارهای حمایتی برای گودبرداری‌های عمیق عمل کنند و فشار ناشی از خاک و سازه‌های اطراف را تحمل نمایند. این ویژگی آن‌ها را برای استفاده در پروژه‌هایی با نیاز به عمق زیاد و پایداری بالا ایده‌آل می‌سازد.
- **ضد آب بودن:** یکی دیگر از مزایای کلیدی دیوار دیافراگمی یا دیوار دوغابی، مقاومت آن در برابر نفوذ آب است. این دیوارها به عنوان مانعی برای جلوگیری از ورود آب به محوطه‌های ساختمانی و گودبرداری‌ها عمل می‌کنند که این امر به حفظ خشکی و ایمنی محیط کار کمک می‌کند.
- **بهره‌وری فضایی:** دیوارهای دیافراگمی به دلیل طراحی عمودی خود، فضای کمتری را اشغال می‌کنند و امکان استفاده بهینه از فضای موجود را فراهم می‌آورند. این ویژگی به‌ویژه در مناطق شهری که فضای محدود است، بسیار مهم است.

معایب

- **هزینه:** یکی از بزرگ‌ترین معایب دیوار دیافراگمی، هزینه بالای ساخت آن است. این دیوارها نیاز به ماشین‌آلات سنگین، مواد اولیه با کیفیت و دقت بالا در اجرا دارند. همچنین نیاز به نیروی کار متخصص و زمان بیشتری برای ساخت دارند که همه این عوامل می‌توانند هزینه‌های کلی پروژه را افزایش دهند.
- **پیچیدگی:** ساخت دیوار دیافراگمی یک فرآیند پیچیده است که نیاز به برنامه‌ریزی دقیق و نظارت مستمر دارد. هرگونه خطا در مراحل حفاری، آرماتوربندی یا بتن‌ریزی می‌تواند به نتایج نامطلوب منجر شود. این پیچیدگی می‌تواند ریسک‌های مرتبط با پروژه را افزایش دهد و نیاز به مدیریت دقیق‌تری دارد.

کاربردهای دیوار دیافراگمی



دیوارهای دیافراگمی به دلیل ویژگی‌های منحصر به فرد و مقاومت بالای خود، در طیف گسترده‌ای از پروژه‌های ساختمانی و عمرانی مورد استفاده قرار می‌گیرند:

- **سدها:** در ساخت سدها، دیوارهای دیافراگمی یا دیوار دوغابی به عنوان دیوارهای حائل یا مانع برای جلوگیری از نفوذ آب استفاده می‌شوند. این دیوارها به دلیل مقاومت بالا در برابر فشار آب و توانایی تحمل بارهای سنگین، انتخاب مناسبی برای سازه‌های سد هستند.
- **تونل‌ها:** دیوارهای دیافراگمی در ساخت تونل‌ها به عنوان یک راه‌حل مهندسی برای حمایت از خاک و جلوگیری از نفوذ آب به کار می‌روند. آن‌ها می‌توانند به عنوان دیوارهای حمایتی در تونل‌های شهری یا زیرزمینی استفاده شوند؛ به‌ویژه در مناطق شهری که دارای زیرساخت‌های قدیمی و گسترده‌ای هستند.
- **زیرزمین‌های عمیق و محوطه‌ها:** دیوارهای دیافراگمی برای ساخت زیرزمین‌های عمیق و محوطه‌های بسته مانند پارکینگ‌های زیرزمینی، ایستگاه‌های مترو و سایر سازه‌های زیرزمینی استفاده می‌شوند. این دیوارها به دلیل قابلیت ضد آب بودن و تحمل بارهای سنگین، امکان ایجاد فضاهای عمیق زیرزمینی را فراهم می‌آورند و به کاهش تأثیرات منفی بر سازه‌های مجاور کمک می‌کنند.

نگهداری و طول عمر دیوار دوغابی



دیوار دیافراگمی به دلیل ساختار مستحکم و مقاومت بالای خود، عمر طولانی دارد. با این حال، برای اطمینان از عملکرد مداوم و ایمنی آن‌ها، نگهداری مناسب و بازرسی‌های دوره‌ای ضروری است:

- **بازرسی:** بازرسی‌های دوره‌ای باید برای شناسایی هرگونه نشانه‌ای از فرسودگی یا آسیب دیدگی انجام شود. این شامل بررسی سطح دیوار برای ترک‌ها، نشتی‌ها و هرگونه تغییر شکل است. همچنین باید اتصالات و درزهای بین پانل‌های دیوار برای اطمینان از بسته بودن و عدم نفوذ آب بازرسی شوند.
- **تعمیر:** در صورت کشف مشکلات یا آسیب‌ها، باید اقدامات تعمیراتی به سرعت انجام شود تا از بروز خسارت‌های بیشتر جلوگیری گردد. این ممکن است شامل ترمیم ترک‌ها، مهر و موم کردن درزها یا تقویت بخش‌هایی از دیوار با استفاده از روش‌های تقویتی مانند انکرهای پیش‌تنیده یا تیرهای فولادی باشد.

ملاحظات قانونی: انطباق با استانداردها



در ساخت دیوار دیافراگمی، رعایت استانداردهای قانونی و مقررات ساختمانی بسیار مهم است. این استانداردها به منظور تضمین ایمنی، دوام و کیفیت سازه‌ها تدوین شده‌اند:

- **استانداردهای طراحی:** استانداردهای مختلفی برای طراحی دیوارهای دیافراگمی یا دیوار دوغابی وجود دارد که باید مورد توجه قرار گیرند. این استانداردها شامل BS 8002, AS 4678, EN 1997-1 و دیگر مقررات ملی و بین‌المللی است. طراحان باید این استانداردها را به دقت بررسی کنند و طرح‌های خود را مطابق با آن‌ها تنظیم نمایند.
- **مقررات ساختمانی:** مقررات ساختمانی محلی و ملی نیز باید در نظر گرفته شوند. به عنوان مثال، TMS 402 بخش‌هایی دارد که به طور خاص به اتصال دیوارهای دیافراگمی و انتقال برشی می‌پردازد. این مقررات ممکن است شامل الزامات خاصی برای مواد، روش‌های ساخت و اتصالات باشند که باید به دقت رعایت شوند.

- **کنترل کیفیت:** کنترل کیفیت در تمام مراحل ساخت دیوار دیافراگمی بسیار مهم است. این شامل بازرسی‌های دوره‌ای و تست‌های مواد برای اطمینان از اینکه سازه‌ها مطابق با استانداردهای تعیین شده ساخته شده‌اند، می‌باشد.

چالش‌های ساخت و غلبه بر موانع



ساخت دیوار دیافراگمی، به‌ویژه در محیط‌های شهری، با چالش‌های متعددی روبه‌رو است که می‌توانند شامل موارد زیر باشند:

- محدودیت‌های فضایی
- مدیریت آب‌های زیرزمینی
- لرزش
- مواجهه با شرایط خاکی متغیر

برای غلبه بر این چالش‌ها، روش‌ها و فناوری‌های نوینی توسعه یافته‌اند که به شرح زیر هستند:

- **روش حفاری چاه‌های افقی:** برای مقابله با لایه‌های سخت سنگی که ممکن است در عمق خاک وجود داشته باشند، از روش حفاری چاه‌های افقی استفاده می‌شود. این روش به کاهش ارتعاشات و تأثیرات منفی بر سازه‌های مجاور کمک می‌کند.
- **حرکت افقی قفس‌های آرماتور:** برای جلوگیری از آسیب رساندن به سازه‌های موجود مانند کابل‌های برق یا لوله‌های آب، قفس‌های آرماتور به صورت افقی حرکت داده می‌شوند تا از تداخل با این سازه‌ها جلوگیری شود.
- **استفاده از دیوارهای پیش‌تنیده:** برای افزایش استحکام و کاهش احتمال نشتی، از دیوارهای دیافراگمی پیش‌تنیده استفاده می‌شود که به بهبود عملکرد دیوار کمک می‌کند.
- **روش ساخت از بالا به پایین:** این روش امکان ساخت سریع‌تر و کنترل بهتر بر فرآیند ساخت را فراهم می‌آورد و به کاهش تأثیرات منفی بر محیط اطراف کمک می‌کند.
- **سیستم‌های مهار و آب‌بند:** برای افزایش ثبات دیوار و جلوگیری از نفوذ آب، از سیستم‌های مهار و آب‌بند استفاده می‌شود.

نتیجه‌گیری

دیوار دیافراگمی به عنوان یک راه‌حل مهندسی پیشرفته، نقش مهمی در پروژه‌های ساختمانی و عمرانی ایفا می‌کند. این دیوارها با توانایی تحمل بارهای سنگین، مقاومت در برابر نفوذ آب و بهره‌وری فضایی، امکان ساخت سازه‌های مستحکم و پایدار را فراهم می‌آورند.

با این حال، هزینه‌های بالا و پیچیدگی‌های فرآیند ساخت نیز باید به دقت مدیریت شوند. کاربردهای دیوار دیافراگمی یا دیوار دوجابی در سدها، تونل‌ها و زیرزمین‌های عمیق، آن‌ها را به یکی از انتخاب‌های مطلوب در پروژه‌های مختلف تبدیل کرده است. با این حال، نگهداری مناسب و بازرسی‌های دوره‌ای برای حفظ عملکرد و طول عمر این دیوارها ضروری است. ملاحظات قانونی و انطباق با استانداردها نیز بخش جدایی‌ناپذیر از فرآیند ساخت هستند که اطمینان از پایداری و ایمنی سازه‌ها را فراهم می‌کنند. چالش‌های ساخت و غلبه بر موانع با استفاده از فناوری‌های نوین و روش‌های مدیریتی مؤثر، امکان پیشبرد پروژه‌ها را با کیفیت بالا و کمترین اختلال برای محیط اطراف می‌دهند. در نهایت، تجزیه و تحلیل هزینه و بودجه‌بندی دقیق برای اطمینان از اجرای موفقیت‌آمیز پروژه‌ها بسیار مهم است. با در نظر گرفتن تمامی این نکات، دیوارهای دیافراگمی می‌توانند به عنوان یک عنصر کلیدی در پروژه‌های عمرانی مدرن مورد استفاده قرار گیرند.