

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دفترچه محاسبات پروژه سازه های فولادی

ساختمان مسکونی ۵ طبقه فولادی

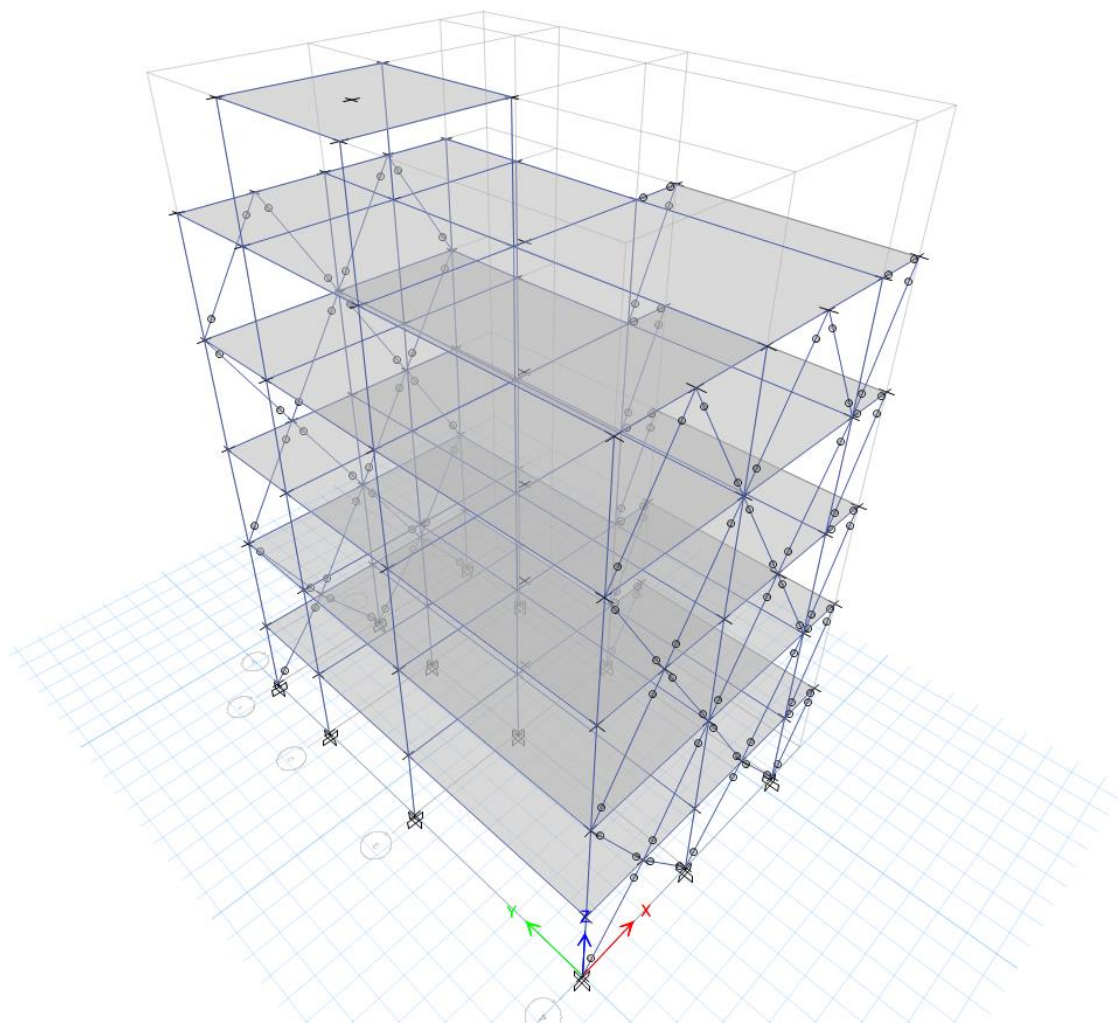
استاد راهنما: جناب آقای دکتر سید محمد بهشتی

دانشجو: عرفان اخوان حریری

۳۹۹۲۲۸۴۰۴۰۱۳۰۱

تابستان ۱۴۰۳

دفترچه محاسبات پروژه سازه های فولادی



فهرست مطالب

۲	خلاصه فرضیات دفترچه محاسبات سازه
۴	معرفی پروژه، کلیات و مبانی طرح
۱۱	بارگذاری
۳۷	داده های ورودی مدل نرم افزار سازه
۵۹	طراحی مقاومتی سازه
۶۴	طراحی سختی سازه

فصل اول:

خلاصه فرضیات دفترچه محاسبات سازه

۱-مقدمه:

ساختمان مورد نظر یک ساختمان مسکونی میباشد که دارای ۴ طبقه تیپ و یک پیلوت (پیلوت پارکینگ) میباشد یا به عبارتی دیگر شامل ۴ طبقه بعلاوه یک پارکینگ میباشد، این ساختمان در شهر تهران با خطر نسبی زلزله بسیار زیاد و از لحاظ میزان برف جزء منطقه شماره ۴ میباشد. برای مقایسه نتایج از طراحی و رایانه ایی برخی از اعضای این ساختمان به طور کامل به روش دستی تحلیل و طراحی شده و سپس با نتایج رایانه ایی مقایسه شده، در انتهای پروژه برای نمونه، نقشه اجرایی برای چند مقطع، نیز ترسیم شده است.

در تحلیل و طراحی ساختمان ها معمولا انجام کارهای زیر ضروری است:

- تعیین سیستم های باربر ثقلی و جانبی
- تعیین جزئیات بارهای سقف و دیوار ها
- بارگذاری جانبی (باد یا زلزله)
- تحلیل پرتال و یک دهم دهانه و تعیین نیروهای داخلی
- طراحی اسکلت سازه (تیر، ستون یا مهاربندها)
- طراحی فونداسیون ساختمان

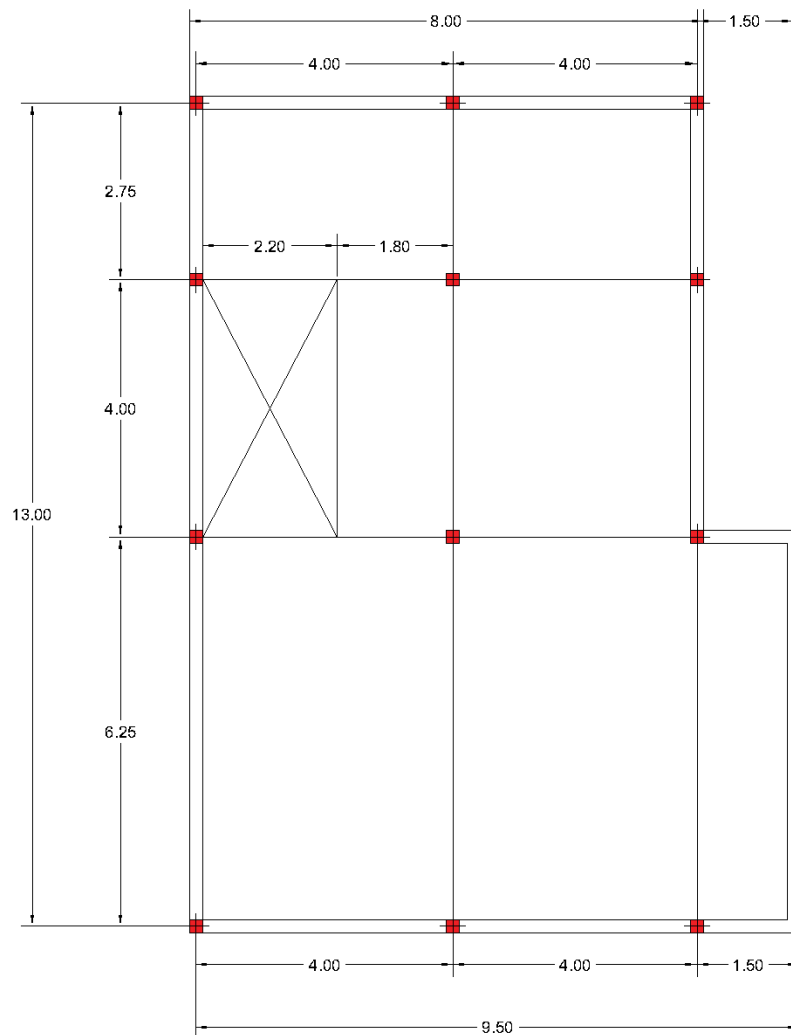
*در این پروژه سعی شده که تمامی مراحل ذکر شده به صورت مفصل مورد بررسی قرار گیرند.

فصل دوم:

معرفی پروژه، کلیات و مبانی طرح

۱-۲- تعداد و ارتفاع طبقات:

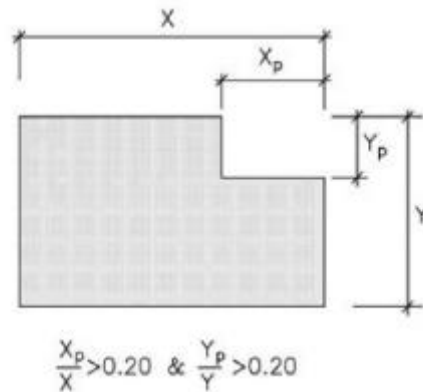
تعداد طبقات ساختمان حاضر، با احتساب طبقه پارکینگ ۵ طبقه فرض می نمایم، که ارتفاع طبقه ی پارکینگ ۲.۵ متر ، ارتفاع طبقات باقیمانده ۳.۲ متر و ارتفاع خرپشته نیز برابر ۳.۲ متر می باشد. با توجه به فرضیات مورد استفاده در طراحی ساختمان پلان مورد نظر را بر اساس سه رقم آخر شماره دانشجویی که عدد ۳۰۱ میباشد، بصورت زیر و همسو با فرضیات ارائه شده طبق نظر استاد گرامی تهیه گردید و مابقی فرضیات در جای خود در مسئله اعمال خواهد گردید.



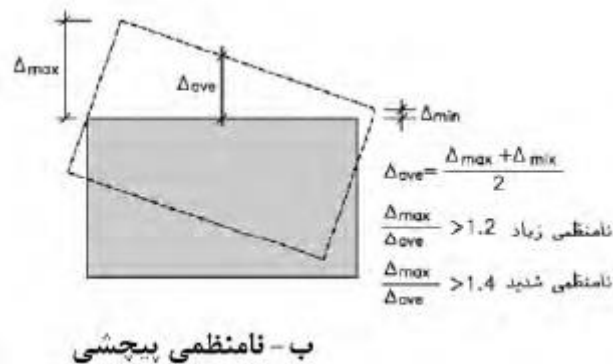
پلان ساختمان

۱-۳- بررسی نژاک کالبدی:

نامنظمی هندسی: در مواردی که پس رفتگی همزمان در دو جهت در یکی از گوشه های ساختمان بیشتر از ۲۰ درصد طول پلان در آن جهت باشد.
در این پروژه نامنظمی هندسی وجود ندارد.

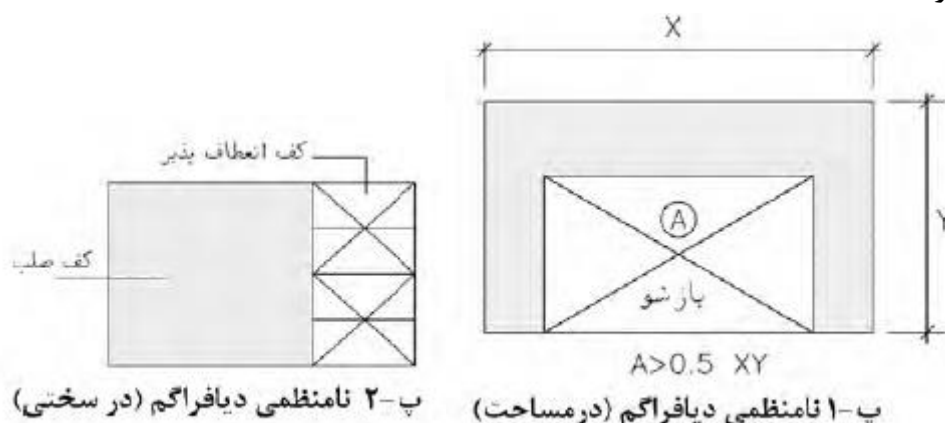


ب- نامنظمی پیچشی: در مواردی که حداکثر تغییر مکان نسبی در یک انتهای ساختمان در هر طبقه با احتساب پیچش تصادفی و با منظور کردن $A_z = 1$ بیشتر از ۲۰ درصد متوسط تغییر مکان نسبی در دو انتهای ساختمان در آن طبقه باشد. در این موارد نامنظمی "زیاد" و در مواردی که این اختلاف بیشتر از ۴۰ درصد باشد، نامنظمی "شدید" پیچشی توصیف میشود. نامنظمی های پیچشی تنها در مواردی که دیافراگم های کف ها صلب و یا نیمه صلب هستند کاربرد پیدا می کند.



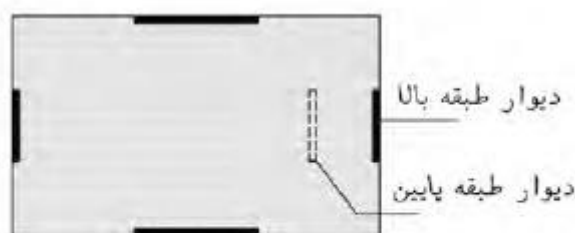
در این پروژه طبق آنالیز انجام شده (Diaphragm Max Over Avg Drifts) نامنظمی پیچشی نداریم.

نامنظمی در دیافراگم: در مواردی که تغییر ناگهانی در مساحت دیافراگم، به میزان مجموع سطوح بازشوی بیشتر از ۵۰ درصد سطح طبقه، و یا تغییر ناگهانی در سختی دیافراگم، به میزان بیشتر از ۵۰ درصد سختی طبقات مجاور، وجود داشته باشد.



مجموع مساحت های باز شو ها کمتر از پنجاه درصد مساحت کل پلان است پس این نامنظمی مشمول پروژه نمی باشد.

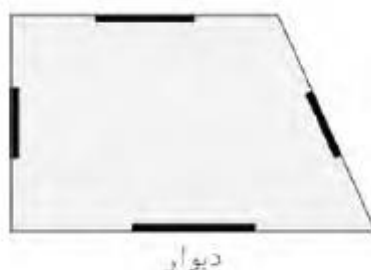
ت-نامنظمی خارج از صفحه: در مواردی که در سیستم باربر جانبی انقطاعی در مسیر انتقال نیروی جانبی، مانند تغییر صفحه، حداقل در یکی از اجزای باربر جانبی در طبقات، وجود داشته باشد.



ت - نامنظمی خارج از صفحه

در این پروژه جابجایی مهاربند صور نمیگیرد.

نامنظمی سیستم های غیر موازی: در مواردی که بعضی اجزای قائم باربر جانبی به موازات محورهای متعامد اصلی ساختمان نباشد.



ث - نامنظمی سیستم های غیر موازی

نامنظمی سیستم های غیر موازی شامل پروژه نمی شود.

۲-۲- کاربری هر طبقه:

کاربری ساختمان حاضر، در تمامی طبقات مسکونی و طبقه همکف (پیلوت) پارکینگ می باشد.

۲-۳- گروه ساختمان بر حسب اهمیت:

با توجه به کاربری مسکونی، این ساختمان متعلق به گروه سوم، طبق طبقه بندی آیین نامه ۲۸۰۰ ویرایش چهارم بوده و دارای اهمیت متوسط می باشد.

گروه ۳- ساختمان های «با اهمیت متوسط»

این گروه ساختمان ها شامل کلیه ساختمان های مشمول این آیین نامه، بجز ساختمان های عنوان شده در سه گروه دیگر می باشند، مانند ساختمان های مسکونی و اداری و تجاری، هتل ها، پارکینگ های چند طبقه، انبارها، کارگاه ها، ساختمان های صنعتی

۲-۴- سیستم باربر جانبی در هر جهت:

سیستم سازه ای در نظر گرفته شده برای این سازه، قاب خمشی فولادی متوسط در راستای Y و قاب ساده به همراه مهاربند هم محور فولادی در راستای X می باشد.

۲-۵- آیین نامه های مورد استفاده:

- آیین نامه مورد استفاده برای بارگذاری:

- مبحث ششم مقررات ملی ساختمان (ویرایش چهارم ۱۳۹۸).
- آیین نامه طراحی ساختمان در برابر زلزله استاندارد ۲۸۰۰ (ویرایش چهارم).

- آیین نامه مورد استفاده برای طراحی المان های بتنی:

- مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان (ویرایش پنجم ۱۴۰۰).

- آیین نامه مورد استفاده برای طراحی المان های فولادی:

- مبحث دهم مقررات ملی ساختمان (ویرایش پنجم ۱۴۰۱).

- نرم افزار تحلیل و طراحی:

- نرم افزار مهندسی ETABS-version 20.3.0 برای تحلیل و طراحی سازه های بتنی و فولادی.
- نرم افزار مهندسی SAFE-version 22.2.0 برای تحلیل و طراحی فونداسیون.

۲-۶- محل تراز پایه:

محل تراز پایه در این پروژه از روی فونداسیون و برابر با تراز همکف در طبقه پارکینگ در نظر گرفته شده است.

۲-۷- مشخصات خاک بستر ساختگاه:

نوع زمین را از جنس خاک تیپ ۳ بر طبق استاندارد ۲۸۰۰ ایران دارای تنش مجاز $\frac{kg}{cm^2}$ ۲ و $K_s = 2kg/cm^2$ انتخاب می نماییم.

۲-۸- سایر فرضیات طراحی:

سقف طبقات ساختمان از نوع تیرچه با بلوک پلی استایرن در نظر گرفته شده است.

ضمنا ساختمان مورد نظر در استان تهران و در شهر تهران، با زلزله خیزی بسیار زیاد قرار دارد.

میزان وزن مخصوص بتن برابر با $(\gamma = 2500 \text{ kg/cm}^2)$ ، میزان مقاومت ۲۸ روزه بتن برابر با $(f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2)$ و هم چنین آرماتورهای موجود در ساختمان از نوع AIII میباشند.

در انتها وجه شمالی و شرقی ساختمان، دارای دیوارهای بدون نما (پلاستر) و در دو وجه جنوبی و غربی سازه، دیوارها دارای نما (سنگ) هستند.

۲-۸- مشخصات مصالح:

در این ساختمان از مصالح فولادی برای اعضای اسکلت باربر و از مصالح بتنی برای مدلسازی سقف استفاده می شود. مشخصات مصالح مورد استفاده به شرح زیر است:

• فولاد:

مشخصات مصالح فولادی مورد استفاده

نام	S235
ضخامت (t)	$t \leq 16$
جرم واحد حجم (M)	785 kgf/m^2
وزن واحد حجم (W)	7850 kgf/m^3
مدول الاستیسته (E_c)	$20394323844 \text{ kgf/m}^2$
ضریب پواسون (ν_s)	0.3
تنش تسلیم فولاد (F_y)	24000000 kgf/m^2
تنش کششی نهایی فولاد (F_u)	37000000 kgf/m^2
تنش تسلیم مورد انتظار (F_{ye})	28800000 kgf/m^2
تنش نهایی فلز جوش (F_{ue})	44400000 kgf/m^2
ضریب انبساط حرارتی (e_s)	0.0000117

نوع معمولی است و مصارف عمومی دارد.

نام	S235
ضخامت (t)	$16 \leq t \leq 40$
جرم واحد حجم (M)	785 kgf/m^2
وزن واحد حجم (W)	7850 kgf/m^3
مدول الاستیسته (E_c)	$20394323844 \text{ kgf/m}^2$
ضریب پواسون (ν_s)	0.3

22950000 kgf/m ²	تنش تسلیم فولاد (F_y)
37000000kgf/m ²	تنش کششی نهایی فولاد (F_u)
27540000 kgf/m ²	تنش تسلیم مورد انتظار (F_{ye})
44400000 kgf/m ²	تنش نهایی فلز جوش (F_{ue})
0.0000117	ضریب انبساط حرارتی (e_s)

در شرایط عملیات حرارتی نرمال شده است.

• بتن:

مشخصات مصالح بتنی مورد استفاده

نام	C21
مدول الاستیسته (E_c)	2196275565kgf/m ²
ضریب پواسون (v_s)	0.2
ضریب انبساط حرارتی (e_s)	9.9E-6
وزن واحد حجم (W)	2500 kgf / m ³
مقاومت فشاری (f'_c)	2141404.0473 kgf/m ²

• میلگرد:

مشخصات آرماتورهای مورد استفاده

نام	A III
ضریب انبساط حرارتی (e_s)	1.17E-5
وزن واحد حجم (W)	7850 kgf / m ³
مدول الاستیسته (E_c)	20389019158 kgf/m ²
تنش تسلیم فولاد (F_y)	40000000 kgf/m ²
تنش کششی نهایی فولاد (F_u)	60000000 kgf/m ²
تنش تسلیم مورد انتظار (F_{ye})	50000000 kgf/m ²
تنش نهایی فلز جوش (F_{ue})	75000000 kgf/m ²

نام	A II
ضریب انبساط حرارتی (e_s)	1.17E-5
وزن واحد حجم (W)	7850 kgf / m ³
مدول الاستیسته (E_c)	20389019158 kgf/m ²
تنش تسلیم فولاد (F_y)	34000000 kgf/m ²
تنش کششی نهایی فولاد (F_u)	50000000 kgf/m ²
تنش تسلیم مورد انتظار (F_{ye})	42500000 kgf/m ²
تنش نهایی فلز جوش (F_{ue})	62500000 kgf/m ²

فصل سوم:

بارگذاری

۳-۱- مقدمه:

بارگذاری ساختمان حاضر شامل بارگذاری ثقلی (مرده و زنده) و بارگذاری جانبی (زلزله) می باشد.

۳-۲- بار مرده:

با توجه به پلان ساختمان مسکونی موجود، دیوارهای مورد استفاده در این ساختمان دارای ضخامت ۲۰ و ۱۰ سانتی متر و در پوشش های این دیوار گچ، سیمان و سنگ استفاده شده است.

پیوست شماره ۶-۲ جرم مخصوص مواد، جرم واحد حجم ...

جدول شماره پ ۶-۲-۲ جرم واحد حجم مصالح و اجزای ساختمان

شرح	جرم واحد حجم (کیلوگرم بر مترمکعب)
۱- آجرها و بلوک های ساختمانی	
آجر توپر پخته رسی معمولی (آجر فشاری)	۱۷۰۰
آجر سوراخدار پخته رسی (آجر سفال)	۱۳۰۰
آجر ماسه آهکی متخلخل	۱۴۵۰
آجر ماسه آهکی توپر	۱۸۰۰
آجر نسوز	۱۸۵۰
آجر ضد اسید	۲۰۰۰
آجر شیشه ای مجوف	۱۳۵۰
آجر مجوف	۶۰۰
بلوک سیمانی	۹۰۰ تا ۱۳۰۰ (متناسب با شکل)
۲- ملات ها	
ملات ماسه آهک	۱۸۵
ملات ماسه سیمان و آهک (با تارد)	۲۰۰۰
ملات ماسه سیمان	۲۱۰۰
ملات گچ	۱۳۰۰
ملات خاک نسوز	۱۹۰۰
کاهگل	۱۶۰۰
ملات گچ و خاک	۱۶۰۰
ملات گل	۲۰۰۰
۳- بتن ها	
بتن با شن و ماسه معمولی	۲۴۰۰
بتن آرمه و بتن پیش تنیده با شن و ماسه معمولی	۲۵۰۰
بتن با سرباره کوره آهن گدازی	۱۷۵۰
بتن های سبک هوادار و گازی	۶۰۰
بتن با سنگ دانه سبک	۱۰۰۰ تا ۱۸۰۰ (بسته به نوع)
بتن اسفنجی	۵۰۰ تا ۹۰۰ (بسته به نوع)
بتن با خرده آجر	۱۷۰۰
بتن با پوکه معدنی و سیمان	۱۳۰۰
بتن با پوکه صنعتی و سیمان	۱۰۰۰ تا ۱۸۰۰ (بسته به نوع)

ادامه جدول شماره پ ۶-۲-۱ جرم مخصوص مواد

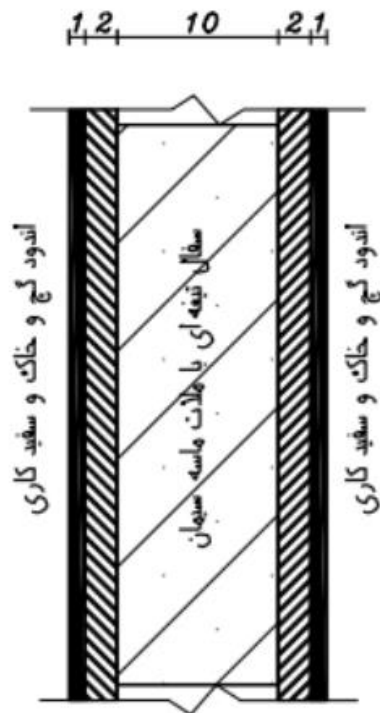
جرم مخصوص (کیلوگرم بر مترمکعب)	شرح
۷۳۰	گیلاس جنگلی
۴۳۰	لرگی
۶۴۰	کرات - لیلکی
۶۳۰	ملج
۷۰۰	مرس - ممرز
۵۳۰	نمدار
۶۰۰	کاج
۶۰۰	صنوبر
۵۰۰	شربین - کاج سیاه
	۵- سنگ های طبیعی
۲۸۰۰	گرانیت
۳۰۰۰	دیوریت - گابرو
۳۰۰۰	بازالت - ملائیر
۲۰۰۰	کفسنگ (توف)
۲۸۰۰	سنگ های اذرین ماگماتیک
۲۸۰۰	سنگ های آتشفشانی
۱۶۰۰	توف های آتشفشانی
۲۵۰۰	تراورتن
۲۸۰۰	گنایس
۲۸۰۰	شیست
۲۷۰۰	ماسه سنگ
۲۳۰۰	مارل
۲۰۰۰	سنگ آهک متخلخل
۲۴۰۰	سنگ آهک آبی
۲۷۰۰	سنگ آهک سخت
۲۸۰۰	دولومیت
۲۷۰۰	سنگ مرمر
۲۶۰۰	تخته سنگ های رسی

ادامه جدول شماره پ ۶-۲-۲ جرم واحد حجم مصالح و اجزای ساختمان

جرم واحد حجم (کیلوگرم بر مترمکعب)	شرح
	۷- پوشش‌ها و مواد متفرقه ساختمانی
۲۲۰۰	آسفالت
۱۲۰۰	قیر
۲۰۰۰	تخته‌های سقف پوش آزیستی (آردواز)
۱۶۰۰	ورق‌های موجدار آزیست
۱۸۰۰	لوله‌های سیمان آزیست
۲۲۵۰	موزائیک سیمانی
۲۴۰۰	سنگ موزائیک
۱۳۵۰	آجر فرش با آجر سوراخدار
۱۶۰۰	آجر فرش با آجر توپر
۱۱۵۰	رزین اپوکسی بدون فیلر (افزودنی)
۲۰۰۰	رزین با مواد معدنی
۱۸۰۰	رزین با فایبر گلاس
۱۸۰۰	کف پوش لاستیکی
۱۴۰۰	ورق پی وی سی
۱۷۰۰	کف پوش پی وی سی
۸۵۰	صفحات گچ و پرلیت جهت سقف کاذب
۲۵۰۰	شیشه جام
۳۰۰۰	شیشه مسلح
۱۷۰۰	کاشی سرامیکی دیواری
۲۱۰۰	کاشی سرامیکی کفی
	۸- پوشش‌های سقف
۷۰	پوشش شیروانی‌ها با سفال
۱۰	گونی قیراندود یک لا
۱۵	گونی قیراندود دو لا
۷۵	سقف کاذب با اندود سیمانی
۵۰	سقف کاذب با اندود گچی

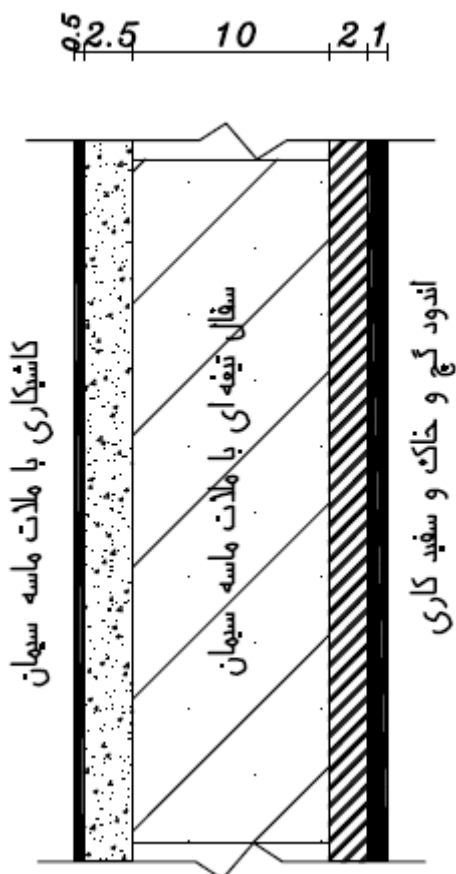
ادامه جدول شماره پ ۶-۲-۲ جرم واحد حجم مصالح و اجزای ساختمان

جرم واحد حجم (کیلوگرم بر مترمکعب)	شرح
	۷- پوشش‌ها و مواد متفرقه ساختمانی
۲۲۰۰	آسفالت
۱۲۰۰	قیر
۲۰۰۰	تخته‌های سقف پوش آزیستی (آردواز)
۱۶۰۰	ورق‌های موجدار آزیست
۱۸۰۰	لوله‌های سیمان آزیست
۲۲۵۰	موزائیک سیمانی
۲۴۰۰	سنگ موزائیک
۱۳۵۰	آجر فرش با آجر سوراخدار
۱۶۰۰	آجر فرش با آجر توپر
۱۱۵۰	رزین اپوکسی بدون فیلر (افزودنی)
۲۰۰۰	رزین با مواد معدنی
۱۸۰۰	رزین با فایبر گلاس
۱۸۰۰	کف پوش لاستیکی
۱۴۰۰	ورق پی وی سی
۱۷۰۰	کف پوش پی وی سی
۸۵۰	صفحات گچ و پرلیت جهت سقف کاذب
۲۵۰۰	شیشه جام
۳۰۰۰	شیشه مسلح
۱۷۰۰	کاشی سرامیکی دیواری
۲۱۰۰	کاشی سرامیکی کفی
	۸- پوشش‌های سقف
۷۰	پوشش شیروانی‌ها با سفال
۱۰	گونی قیراندود یک لا
۱۵	گونی قیراندود دو لا
۷۵	سقف کاذب یا اندود سیمانی
۵۰	سقف کاذب یا اندود گچی



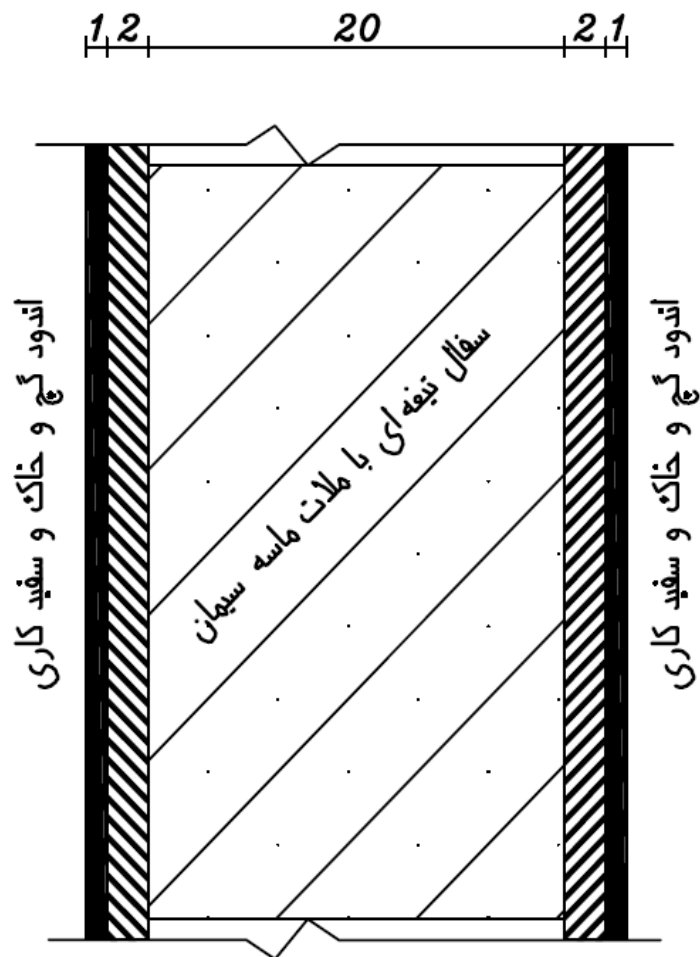
شکل (۳-۱) بار مرده دیوار ۱۰ سانتی متری با پوشش اندود گچ-گچ در هر دو طرف

جدول محاسبه بار	
$۰.۱ * ۸۵۰ = ۸۵ \frac{kg}{m^2}$	سفال تیغه ایی با ملات ماسه سیمان
$۲ * ۰.۰۲ * ۱۶۰۰ = ۶۴ \frac{kg}{m^2}$	اندود گچ و خاک
$۲ * ۰.۰۱ * ۱۳۰۰ = ۲۶ \frac{kg}{m^2}$	اندود سفید کاری
$۱۷۵ \frac{kg}{m^2}$	جمع



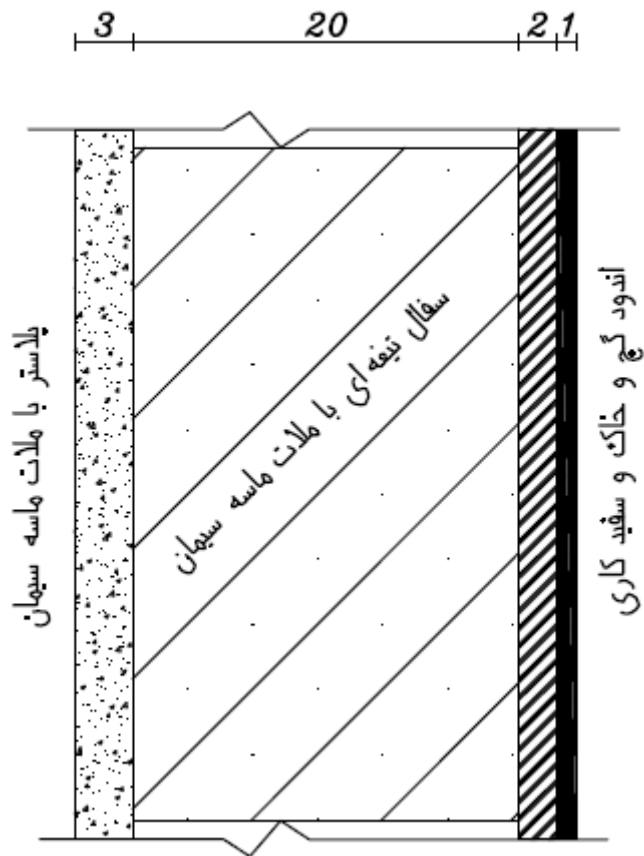
شکل (۲-۳) بار مرده دیوار ۱۰ سانتی متری با پوشش اندود گچ-کاشی

جدول محاسبه بار	
$۰.۱ * ۸۵۰ = ۸۵ \frac{kg}{m^2}$	سفال تیغه ایی با ملات ماسه سیمان
$۰.۰۳ * ۲۱۰۰ = ۶۳ \frac{kg}{m^2}$	کاشی کاری با ملات ماسه سیمان
$۰.۰۲ * ۱۶۰۰ = ۳۲ \frac{kg}{m^2}$	اندود گچ و خاک
$۰.۰۱ * ۱۳۰۰ = ۱۳ \frac{kg}{m^2}$	اندود سفید کاری
$۱۹۳ \frac{kg}{m^2}$	جمع



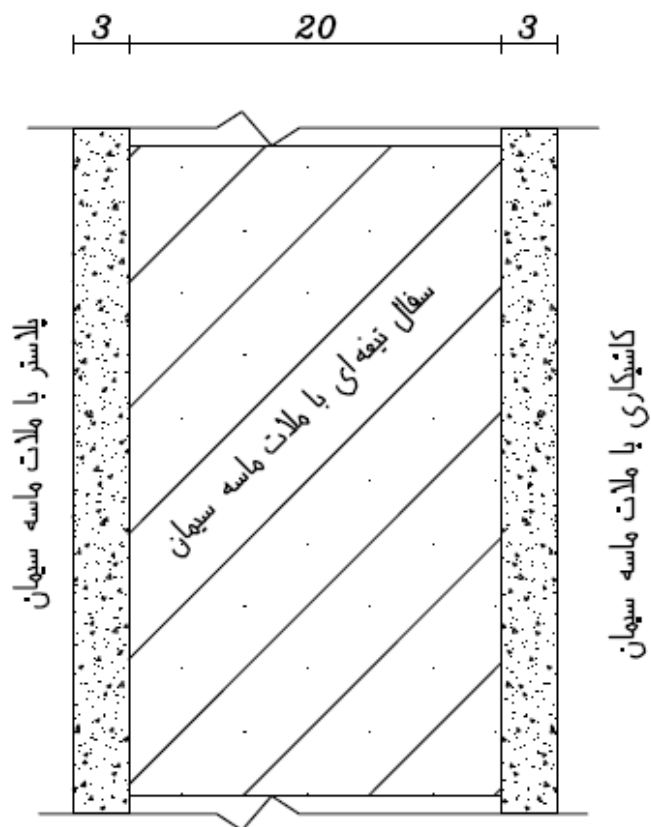
شکل (۳-۳) بار مرده دیوار ۲۰ سانتی متری با پوشش اندود گچ در هر دو طرف

جدول محاسبه بار	
$۰.۲ * ۸۵۰ = ۱۷۰ \frac{kg}{m^2}$	سفال تیغه ایی با ملات ماسه سیمان
$۲ * ۰.۰۲ * ۱۶۰۰ = ۶۴ \frac{kg}{m^2}$	اندود گچ و خاک
$۲ * ۰.۰۲ * ۱۳۰۰ = ۵۲ \frac{kg}{m^2}$	اندود سفید کاری
$۲۶۰ \frac{kg}{m^2}$	جمع



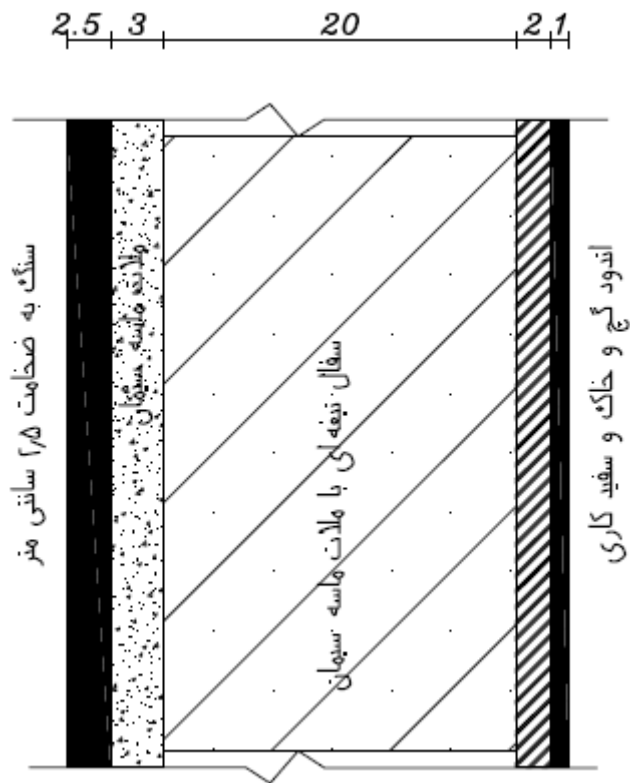
شکل (۳-۴) بار مرده دیوار ۲۰ سانتی متری با پوشش اندود گچ - پلاستر

جدول محاسبه بار	
$۰.۲ * ۸۵۰ = ۱۷۰ \frac{kg}{m^2}$	سفال تیغه ای با ملات ماسه سیمان
$۰.۰۳ * ۱۶۰۰ = ۴۸ \frac{kg}{m^2}$	پلاستر با ملات ماسه سیمان
$۰.۰۲ * ۱۶۰۰ = ۳۲ \frac{kg}{m^2}$	اندود گچ و خاک
$۰.۰۱ * ۱۳۰۰ = ۱۳ \frac{kg}{m^2}$	اندود سفید کاری
$۲۷۸ \frac{kg}{m^2}$	جمع



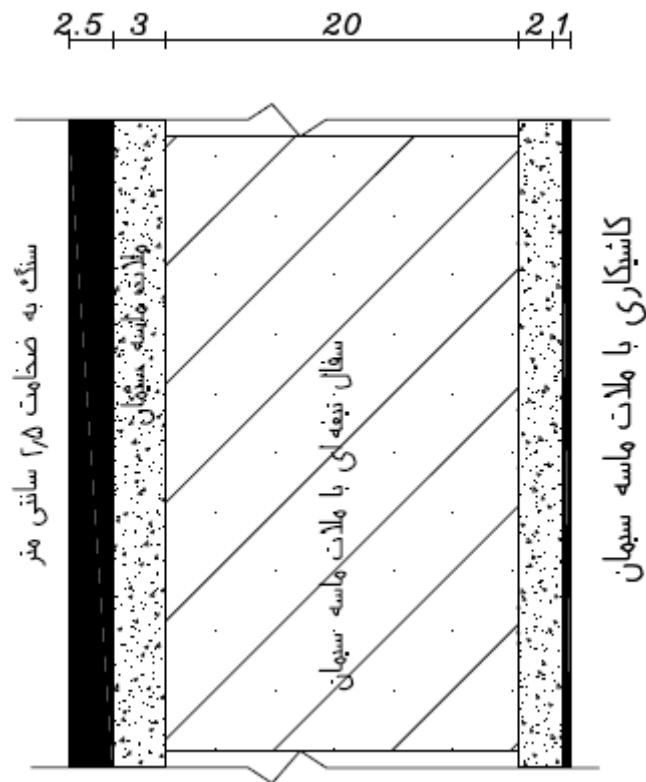
شکل (۳-۵) بار مرده دیوار ۲۰ سانتی متری با پوشش کاشی - پلاستر

جدول محاسبه بار	
$۰.۲ * ۸۵۰ = ۱۷۰ \frac{kg}{m^2}$	سفال تیغه ایی با ملات ماسه سیمان
$۰.۰۳ * ۲۱۰۰ = ۶۳ \frac{kg}{m^2}$	کاشی کاری با ملات ماسه سیمان
$۰.۰۳ * ۲۱۰۰ = ۶۳ \frac{kg}{m^2}$	پلاستر با ملات ماسه سیمان
$۲۹۶ \frac{kg}{m^2}$	جمع



شکل (۳-۶) بار مرده دیوار ۲۰ سانتی متری با پوشش اندود گچ-سنگ

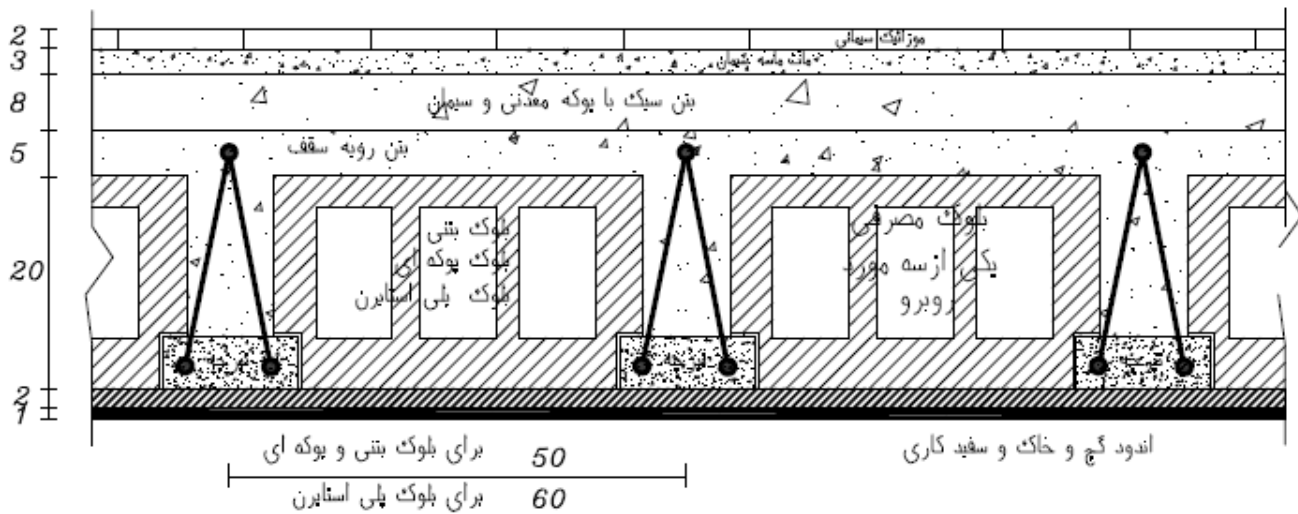
جدول محاسبه بار	
$۰.۲ * ۸۵۰ = ۱۷۰ \frac{kg}{m^2}$	سفال تیغه ای با ملات ماسه سیمان
$۰.۰۳ * ۲۱۰۰ = ۶۳ \frac{kg}{m^2}$	ملات ماسه سیمان
$۰.۰۲۵ * ۲۵۰۰ = ۶۳ \frac{kg}{m^2}$	سنگ ساختمانی
$۰.۰۲ * ۱۶۰۰ = ۳۲ \frac{kg}{m^2}$	اندود گچ و خاک
$۰.۰۱ * ۱۳۰۰ = ۱۳ \frac{kg}{m^2}$	اندود سفید کاری
$۳۴۱ \frac{kg}{m^2}$	جمع



شکل (۷-۳) بار مرده دیوار ۲۰ سانتی متری با پوشش کاشی - کاشی

جدول محاسبه بار	
$۰.۲ * ۸۵۰ = ۱۷۰ \frac{kg}{m^2}$	سفال تیغه ایی با ملات ماسه سیمان
$۰.۰۳ * ۲۱۰۰ = ۶۳ \frac{kg}{m^2}$	پلاستر با ملات ماسه سیمان
$۰.۰۲۵ * ۲۵۰۰ = ۶۳ \frac{kg}{m^2}$	سنگ ساختمانی
$۰.۰۳ * ۱۶۰۰ = ۴۸ \frac{kg}{m^2}$	کاشی کاری با ملات ماسه سیمان
$۳۵۹ \frac{kg}{m^2}$	جمع

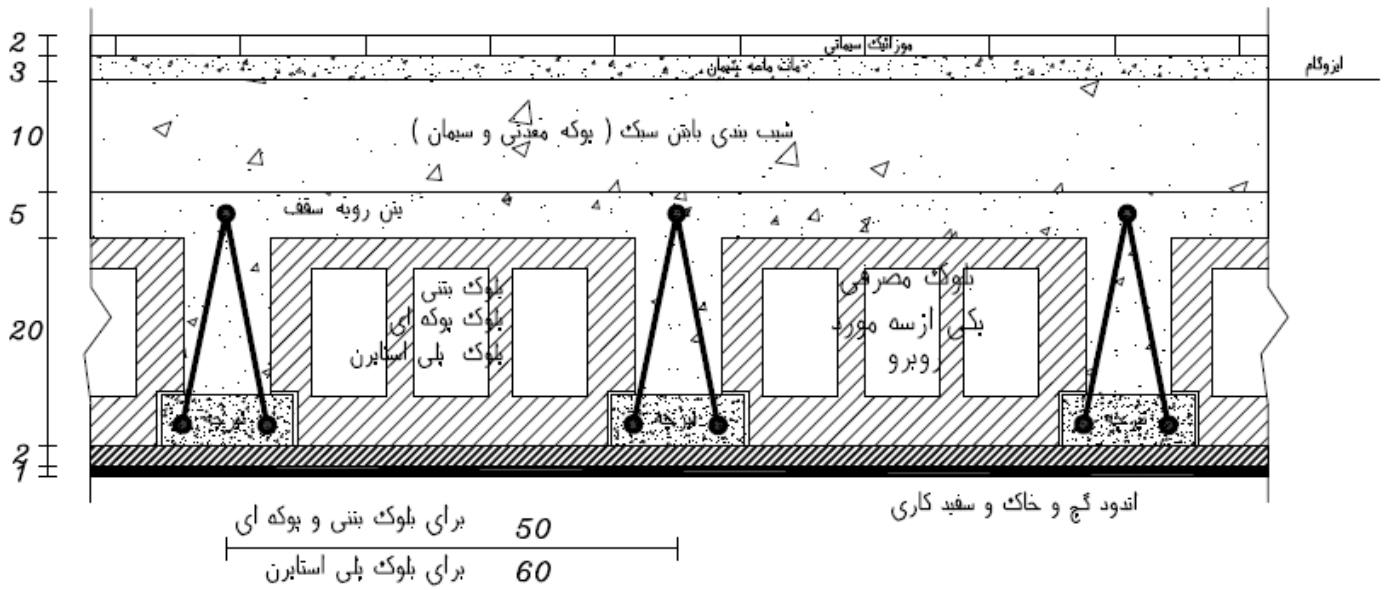
سقف تیرچه با بلوک ۲۰ (طبقات)



شکل (۳-۸) بار مرده سقف تیرچه با بلوک پلی استایرن با ضخامت ۲۰ سانتی متری در طبقات

جدول محاسبه بار	
$۰.۰۲ * ۲۲۵۰ = ۴۵ \frac{kg}{m^2}$	موزائیک سیمانی
$۰.۰۳ * ۲۱۰۰ = ۶۳ \frac{kg}{m^2}$	ملات ماسه سیمان
$۰.۰۸ * ۱۳۰۰ = ۱۰۴ \frac{kg}{m^2}$	بتن سبک با پوکه معدنی و سیمان
$۰.۰۵ * ۲۵۰۰ = ۱۲۵ \frac{kg}{m^2}$	بتن رویه سقف
$۲ * ۰.۱ * ۰.۲۰ * ۲۵۰۰ = ۸۳ \frac{kg}{m^2}$	تیرچه
$۵ \frac{kg}{m^2}$	بلوک پلی استایرن
$۰.۰۲ * ۱۶۰۰ = ۳۲ \frac{kg}{m^2}$	اندود گچ و خاک
$۰.۰۱ * ۱۳۰۰ = ۱۳ \frac{kg}{m^2}$	اندود سفید کاری
$۴۷۰ \frac{kg}{m^2}$	جمع

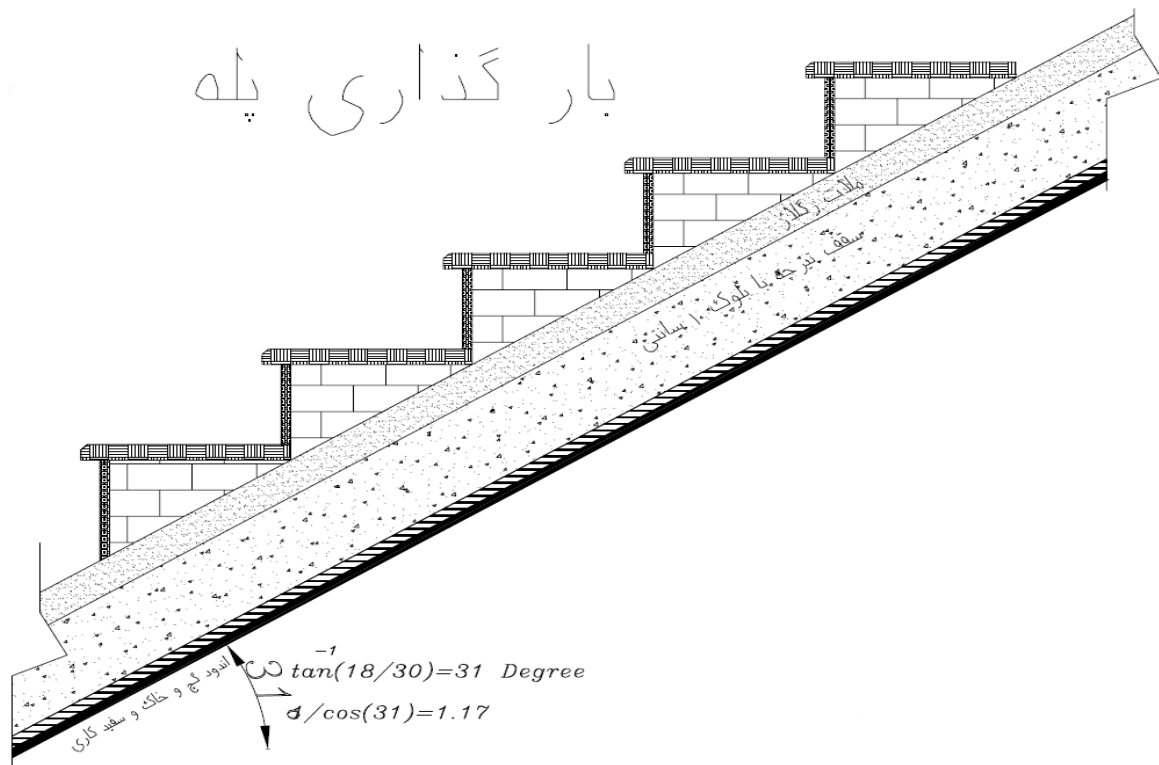
سقف تیرچه با بلوک ۲۰ (بام)



شکل (۳-۹) بار مرده سقف تیرچه با بلوک پلی استایرن با ضخامت ۲۰ سانتی متری در بام

جدول محاسبه بار	
$۰.۰۲ * ۲۲۵۰ = ۴۵ \frac{kg}{m^2}$	موزائیک سیمانی
$۰.۰۳ * ۲۱۰۰ = ۶۳ \frac{kg}{m^2}$	ملات ماسه سیمان
$۰.۰۱ * ۵۰۰ = ۵ \frac{kg}{m^2}$	ایزوگام
$۰.۱۰ * ۱۳۰۰ = ۱۳۰ \frac{kg}{m^2}$	شیب بندی با بتن سبک
$۰.۰۵ * ۲۵۰۰ = ۱۲۵ \frac{kg}{m^2}$	بتن رویه سقف
$۲ * ۰.۱ * ۰.۲ * ۲۵۰۰ = ۸۳ \frac{kg}{m^2}$	تیرچه
$۴ \frac{kg}{m^2}$	بلوک پلی استایرن
$۰.۰۲ * ۱۶۰۰ = ۳۲ \frac{kg}{m^2}$	اندود گچ و خاک
$۰.۰۱ * ۱۳۰۰ = ۱۳ \frac{kg}{m^2}$	اندود سفید کاری
$۵۰۰ \frac{kg}{m^2}$	جمع

بار گذاری پله



شکل (۳-۱۰) بار مرده راه پله

جدول محاسبه بار	
$1 * 0.33 * 0.03 * 2500 * 3 = 75 \frac{kg}{m^2}$	کف پله از گرانیت
$1 * 0.15 * 0.015 * 2500 * 3 = 17 \frac{kg}{m^2}$	خیز پله از گرانیت
$1 * 0.15 * 0.05 * 1850 * 3 = 119 \frac{kg}{m^2}$	آجرکاری و زیر کف پله
$1.17 * 0.05 * 2100 = 123 \frac{kg}{m^2}$	ملاز رگلاژ
$1.17 * 0.05 * 2500 = 146 \frac{kg}{m^2}$	بتن رویه سقف
$1.17 * 2 * 0.1 * 0.1 * 2500 = 58 \frac{kg}{m^2}$	تیرچه بتنی
$1.17 * 9 * 7 = 74 \frac{kg}{m^2}$	بلوک
$1.17 * 0.02 * 1600 = 37 \frac{kg}{m^2}$	اندود گچ و خاک
$1.17 * 0.01 * 1300 = 15 \frac{kg}{m^2}$	اندود سفید کاری
$1.17 * 2 * 15.8 = 37 \frac{kg}{m^2}$	تیر فلزی (شمشیری) IPE16
$701 \frac{kg}{m^2}$	جمع

۳-۳ بار دیوارهای جانبی:

دیوار های شرقی:

این قسمت دارای دو تیپ دیوار میباشد که عبارت است از دیوار ۲۰ سانتی متری با پوشش (گچ-پلاستر) و دیوار ۲۰ سانتی متری با پوشش (کاشی-پلاستر).

$$W=278*(3.2)=890 \text{ kg/m}$$

دیوار پوشش گچ-پلاستر

$$W=296*(3.2)=947.2 \text{ kg/m}$$

دیوار پوشش کاشی-پلاستر

دیوار های جان پناه این قسمت سراسری، با نما، دارای پوشش (پلاستر-سنگ)، ضخامت ۲۰ سانتی متر و ارتفاع ۱۲۰ سانتی متر میباشد، پس داریم:

$$W=341*1.2=409 \text{ kg/m}$$

دیوار های غربی:

این قسمت دارای دو تیپ دیوار میباشد که عبارت است از دیوار ۲۰ سانتی متری با پوشش (گچ-سنگ) و دیوار ۲۰ سانتی متری با پوشش (کاشی-سنگ).

$$W=341*(3.2)=1091 \text{ kg/m}$$

دیوار پوشش گچ-سنگ

$$W=359*(3.2)=1168 \text{ kg/m}$$

دیوار پوشش کاشی-سنگ

دیوار های جان پناه این قسمت سراسری، دارای نمای (پلاستر-سنگ)، ضخامت ۰ سانتی متر و ارتفاع ۱۲۰ سانتی متر میباشد، پس داریم:

$$W=359*1.2=431 \text{ kg/m}$$

دیوار های شمالی:

این قسمت دارای یک تیپ دیوار میباشد که عبارت است از: دیوار ۲۰ سانتی متری با پوشش (گچ-پلاستر).

$$W=278*(3.2)= 890 \text{ kg/m}$$

دیوار های جان پناه این قسمت سراسری، بدون نما، دارای پوشش (پلاستر-پلاستر)، ضخامت ۲۰ سانتی متر و ارتفاع ۱۲۰ سانتی متر می باشند، پس داریم:

$$W=296*1.2=355 \text{ kg/m}$$

دیوار های جنوبی:

این قسمت دارای یک تیپ که عبارت است از دیوار ۲۰ سانتی متری با پوشش (گچ-سنگ).

$$W=341*(3.2)=1091/\text{m} \quad \text{دیوار پوشش گچ}$$

دیوار های جان پناه این قسمت سراسری، دارای نمای (پلاستر-سنگ)، ضخامت ۲۰ سانتی متر و ارتفاع ۱۲۰ سانتی متر میباشد. پس داریم:

$$W=341*1.2=409 \text{ kg/m}$$

دیوار های اطراف راه پله:

برای هر دو دیوار شمالی و جنوبی ، دیواری با ضخامت ۱۰ سانتی متر و با پوشش گچ-گچ را در نظر میگیریم.

$$W=175*(3.2)=560 \text{ kg/m}$$

دیوار های خرپشته:

دیوار های شرقی، غربی و شمالی دارای نمای (گچ-پلاستر) با ضخامت ۱۰ سانتی متر و دیوار جنوبی دارای نمای (گچ-سنگ) با ضخامت ۲۰ سانتی متر و ضریب کاهش ۵۰٪ برای باز شو میباشد.

$$W=341*(3.2)*0.5=546\text{kg/m} \quad \text{دیوار پوشش گچ-سنگ با باز شو ۵۰٪}$$

$$W=278*(3.2)= 890 \text{ kg/m} \quad \text{دیوار پوشش گچ-پلاستر}$$

۴-۳- بار زنده:

بار های زنده عبارتند از بار های غیر دائمی که در حین استفاده و بهره برداری از ساختمان به آن وارد می شوند ، این بار ها شامل بار ناشی از برف، باد، زلزله نمی شوند.

انتخاب سربار:

از آنجا که کاربری ساختمان در پروژه اداری می باشند، طبق جدول ۶-۵-۱ از آیین نامه مبحث ۶ مقررات ملی ساختمان داریم:

جدول ۶-۵-۱ حداقل بارهای زنده گسترده یکنواخت L_0 و بار زنده متمرکز کفها

ردیف	نوع کاربری	بار گسترده کیلونیوتن بر مترمربع	بار متمرکز کیلونیوتن
۱	بامها		
۱-۱	بام معمولی تخت، شیبدار و قوسی	۱٫۵ ^(۱)	۱٫۳
۲-۱	بام با پوشش سبک	۰٫۵	۱٫۳
۳-۱	بام باغ (بام دارای باغچه و گلخانه)	۵	—
۴-۱	بام از نوع پوشش پارچهای با سازه اسکلتی	۰٫۲۵ (غیرقابل کاهش)	۱٫۳
۵-۱	بام با امکان تجمع و ازدحام	بسته به نوع کاربری	—
۶-۱	قاب نگهدارنده فضا بند	۰٫۲۵ (غیرقابل کاهش، فقط به اعضای قابها وارد می شود)	۱

۳	راهروها، راه پله ها ^(۳) و بالکن ها در انواع ساختمان ها		
۱-۳	راهرو در معرض تجمع و ازدحام واقع در طبقه همکف (ورودی)	۵	—
۲-۳	راهرو در معرض تجمع و ازدحام واقع در سایر طبقات	مطابق بار زنده اتاق های مجاور	—
۳-۳	راه پله و راهرو منتهی به درب های خروجی	۵ (۴)	۱٫۳ ^(۱٫۲)
۴-۳	راه پله اضطراری	۵	۱٫۳
۵-۳	راهرو دسترسی برای امور تعمیر و نگهداری تأسیسات	۲	۱٫۳
۶-۳	بالکن	۱/۵ برابر بار زنده کف اتاق متصل به آن. (لازم نیست بیش از ۵ کیلونیوتن بر مترمربع در نظر گرفته شود.)	—

مبحث ششم

ادامه جدول ۶-۵-۱ حداقل بارهای زنده گسترده یکنواخت L_0 و بار زنده متمرکز کفها

ردیف	نوع کاربری	بار گسترده کیلونیوتن بر مترمربع	بار متمرکز کیلونیوتن
۴	ساختمان ها و مجتمع های مسکونی		
۱-۴	اتاق ها و سایر فضاهای خصوصی شامل (سرویس ها- انبار- راهروها)	۲	—

۱- بام های معمولی، تخت، شیب دار و قوسی: $150 \frac{kg}{m^2}$

۲- راه پله: $500 \frac{kg}{m^2}$

۳- اتاق ها: $200 \frac{kg}{m^2}$

۳-۵- محاسبه وزن تیغه های داخلی:

بار معادل تیغه جدا کننده:

فرض میکنیم طول تیغه ها ۲۵ سانتی متر است

۶-۵-۲ ضوابط مربوط به جداکننده ها

در ساختمان های اداری یا سایر ساختمان هایی که در آن ها احتمال استفاده از جداکننده های داخلی با وزن هر مترمربع ۱ کیلونیوتن بر مترمربع، با یا بدون جابجایی موقعیت آن ها وجود دارد، باید وزن آن ها بدون توجه به اینکه در نقشه ها نشان داده شده یا نشده باشند، منظور گردند. در ساختمان هایی که جداکننده های سبک، نظیر دیوارهای ساندویچی و ورق گچی با وزن هر مترمربع سطح کمتر از ۰/۴ کیلونیوتن بر مترمربع دیوار به کار برده می شوند، بار گسترده معادل وارد بر کف را باید حداقل ۰/۵ کیلونیوتن بر مترمربع در نظر گرفت. در سایر موارد، بار گسترده معادل وزن جداکننده ها و تیغه ها بر کف را نباید کمتر از ۱ کیلونیوتن بر مترمربع منظور نمود. بار گسترده معادل جداکننده ها در محاسبات جزو بار زنده محسوب می گردند اما در تعیین نیروی زلزله این بارها باید در محاسبه وزن مؤثر لرزه ای به بار مرده اضافه شوند.

استثناء: اگر حداقل بار زنده، L_0 ، از ۴ کیلونیوتن بر مترمربع بیشتر باشد، نیازی به در نظر گرفتن بار زنده جدا کننده ها نیست.

$$q = \frac{w \times L \times h}{A} = \frac{175 \times 25 \times 3.2}{123.5} = 113 \frac{kgf}{m^2} > 100 \frac{kgf}{m^2} \rightarrow q = 113 \frac{kgf}{m^2}$$

۳-۶- بارگذاری رمپ راه پله:

با توجه به اینکه راه پله از نوع دو رامپه میباشد. بار راه پله را بصورت ۲ بار گسترده خطی به تیرهای شمالی و جنوبی باکس راه پله وارد می نماییم.

۲/(طول راه پله*بار راه پله)=سهم خطی هر کدام از نیروها

$$WD = (701 \times 3.3) / 2 = 1157 \text{ kg/m}$$

$$WL = (500 \times 3.3) / 2 = 825 \text{ kg/m}$$

۳-۷-بار برف:

بنا به تعریف، وزن لایه برفی است که بر اساس آمار موجود در منطقه ای احتمال تجاوز آن در سال کمتر از ۲ درصد (دوزه بازگشت ۵۰ سال) باشد.

برای محاسبه بار برف باید از رابطه ۶-۷-۱ مبحث ششم استفاده می نماییم.

$$P_r = I_s C_n C_h C_s P_s$$

که در آن:

$$P_s = \text{بار برف مبنا طبق بخش ۶-۷-۳}$$

$$I_s = \text{ضریب اهمیت بار برف طبق جدول ۶-۱-۲}$$

$$C_n = \text{ضریب برف گیری طبق بخش ۶-۷-۴}$$

$$C_h = \text{ضریب شرایط دمایی طبق بخش ۶-۷-۵}$$

$$C_s = \text{ضریب شیب طبق بخش ۶-۷-۶}$$

است

طبق فصل ۷ مبحث ۱۶ آیین نامه مقررات ملی ساختمان، کشور ایران از لحاظ میزان برف خیزی به شش منطقه تقسیم شده است که شهر تهران با توجه به جدول ۶-۷-۱ مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ویرایش سال ۱۳۹۸ در منطقه ۴ قرار دارد و مطابق بند ۶-۷-۳ داریم:

$P_s = 150 \frac{Kgf}{m^2}$	تهران - منطقه ۴: برف زیاد
-----------------------------	---------------------------

مطابق مبحث ۶ مقررات ملی ساختمان، جدول ۶-۱-۱ ساختمان مربوطه جزو گروه خطر پذیری ۳ می باشد.
طبق جدول ۶-۱-۲ داریم:

$$I_s = 1.0$$

طبق بخش ۶-۷-۵ و جدول ۶-۷-۳ مبحث ۶ مقررات ملی ساختمان داریم:

$$C_h = 1.0$$

طبق بخش ۶-۷-۶ مبحث ۶ مقررات ملی ساختمان داریم:

با توجه به آنکه بام سقف ساختمان مذکور مسطح می باشد پس داریم:

$$C_s = 1.0$$

مطابق مبحث ۶ مقررات ملی ساختمان بخش ۶-۷-۴ داریم:

با توجه به ارتفاع ساختمان فرض می نماییم که ساختمان مذکور از سایر ساختمان های آن منطقه بلندتر باشد و در منطقه شهری با نا همواری زیاد می باشد. لازم است برای تشخیص حالت برف گیر بودن این ساختمان محاسباتی را انجام دهیم، تنها نکته ایی که باید بررسی شود، ارتفاع جان پناه و کنترل آن، ارتفاع جان پناه این ساختمان ۹۰ سانتی متر میباشد.

ارتفاع برف متوازن از رابطه ی $h_b = p_r / \gamma$ بدست می آوریم، مقدار p_r از رابطه ی ۶-۷-۱ مبحث ۶ با انجام عملیات سعی و خطا بدست می آوریم. (مقدار $C_n = 1$ فرض می کنیم). طبق رابطه ی ۶-۷-۳ از مبحث ۶.

$$\gamma = 0.43 p_s + 2 \cdot 2 = 0.43 \cdot 1.51 + 2.2 = 2.815 \text{ Kn/m}^2 \text{ Ok.}$$

$$P_r = 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 150 = 150 \frac{Kgf}{m^2}$$

در نهایت مقدار ارتفاع برف متوازن برابر است با:

$$h_b = 1.5 / 2.845 = 0.53m$$

با مقایسه ی عدد بدست آمده با ارتفاع جان پناه خواهیم دید که ارتفاع جان پناه در حدود ۱.۷ برابر ارتفاع برف متوازن است لذا این بام نمی تواند در گروه بام ها برف ریز قرار بگیرد، هم چنین با توجه به اینکه این ساختمان از سایر ساختمان های اطراف خود بلند تر در نظر گرفته شده است لذا این بام نمی تواند در گروه بام هاب برفگیر قرار بگیرد، با توجه به این توضیحات می توانیم این بام را نیمه برفگیر تلقی نماییم.

پس در نهایت با توجه به شرایط بام نیمه برفگیر و گروه نا همواری محیطی زیاد، طبق جدول ۶-۷-۲ داریم:

$$C_n = 1.0$$

با توجه به ضرایب به دست آمده مقدار برف برابر است با:

$$P_r = I_s C_n C_h C_s P_s = 150 \frac{Kgf}{m^2}$$

۳-۸- بار زلزله:

بار های ناشی از زلزله در دو امتداد متعامد ساختمان وارد می شود و با در دو جهت X و Y ناشی از زلزله طراحی شود. طبق پیوست ۱ آیین نامه ۲۸۰۰ ویرایش چهارم زلزله شهر تهران در منطقه دارای خطر نسبی بسیار زیاد قرار دارد. بر این اساس ، طبق جدول ۲-۱ آیین نامه ۲۸۰۰ داریم:

$$A=0.35 g$$

طبق بند ۱-۶ آیین نامه ۲۸۰۰ زلزله ، سازه دارای اهمیت متوسط می باشد که شامل گروه ۳ می باشد.

گروه ۳- ساختمان های «با اهمیت متوسط»

این گروه ساختمان ها شامل کلیه ساختمان های مشمول این آیین نامه، بجز ساختمان های عنوان شده در سه گروه دیگر می باشند، مانند **ساختمان های مسکونی و اداری و تجاری، هتل ها، پارکینگ های چندطبقه، انبارها، کارگاه ها، ساختمان های صنعتی**

بر اساس جدول ۳-۳ ضریب اهمیت ساختمان برابر است با:

$$I=1.0$$

جدول ۳-۳ ضریب اهمیت ساختمان

ضریب اهمیت	طبقه بندی ساختمان
۱/۴	گروه ۱
۱/۲	گروه ۲
۱/۰	گروه ۳
۰/۸	گروه ۴

وزن خرپشته از ۲۵٪ وزن بام کمتر بوده و در نتیجه ارتفاع ساختمان از تراز پایه تا روی بام در نظر گرفته می شود.

$$H=15.3$$

*محاسبه دوره تناوب سازه (T):

طبق بند ۳-۳-۳ زمان تناوب سازه از روابط زیر بدست می آورید:

جهت X (سیستم قاب ساده + مهاربند همگرای ویژه فولادی)

T_a محاسبه زمان تناوب تجربی:

$$T_{ax} = 0.05 * H^{0.75}$$



$$T_{ax} = 0.05 * 15.3^{0.75} = 0.387 \text{ sec}$$

$$H = 15.3 \text{ m} = \text{ارتفاع ساختمان از تراز پایه}$$

جهت Y (سیستم قاب خمشی متوسط)

$$T_{ay} = 0.05 * H^{0.75}$$



$$T_{ay} = 0.08 * 15.3^{0.75} = 0.619 \text{ sec}$$

$$H = 15.3 \text{ m} = \text{ارتفاع ساختمان از تراز پایه}$$

با توجه به جدول ۲-۲ آیین نامه ۲۸۰۰ داریم:

نوع خاک تیپ III



$$\left\{ \begin{array}{l} T_s = 0.7 \\ T_0 = 0.15 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} S = 1.75 \\ S_0 = 1.1 \end{array} \right.$$

محاسبه ضریب بازتاب "B":

طبق بند ۳-۲ آیین نامه داریم:

$$B = B_1 N$$

B_1 = ضریب طیف شکل

N = ضریب اصلاح طیف

$$\left\{ \begin{array}{l} B_x = 2.75 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} B_y = 2.75 \end{array} \right.$$

محاسبه B_1 طبق بند ۲-۳-۱ آیین نامه ۲۸۰۰:

$$T_0 < T_x < T_s \rightarrow B_1 = S + 1$$

جهت X

$$B_1 = S + 1 = 1.75 + 1 = 2.75$$

$$T_0 < T_y < T_s \rightarrow B_1 = S + 1$$

جهت Y

$$B_1 = S + 1 = 1.75 + 1 = 2.75$$

محاسبه "N": (قرار گیری شهر تهران در منطقه با خطر پذیری نسبی متوسط) طبق بند ۲-۳-۲ آیین نامه ۲۸۰۰:

$$T_x < T_s \rightarrow N = 1$$

جهت X

$$T_y < T_s \rightarrow N = 1$$

جهت Y

محاسبه ضریب رفتار ساختمان "R_u":

با توجه به جدول ۴-۳ آیین نامه ۲۸۰۰ داریم:

$$R_{ux} = 5.5$$

جهت X (سیستم قاب ساده + مهاربند همگرای ویژه فولادی)

$$R_{uy} = 5$$

جهت Y (سیستم قاب خمشی متوسط)

محاسبه ضریب زلزله "C":

$$C_x = \frac{AB_x I}{R_{ux}} = \frac{0.35 \times 2.75 \times 1}{6} = 0.16$$

محاسبه ضریب زلزله در جهت X:

$$C_y = \frac{AB_y I}{R_{uy}} = \frac{0.35 \times 2.75 \times 1}{5} = 0.19$$

محاسبه ضریب زلزله در جهت Y:

محاسبه نیروی برش پایه:

$$C_{x,min} = 0.12AI = 0.12 \times 0.35 \times 1 = 0.042$$

$$C_{y,min} = 0.12AI = 0.12 \times 0.35 \times 1 = 0.042$$

ضریب K:

$$k_x = 0.5T + 0.75 \quad 0.5 < T_x = 0.387 < 2.5 \quad k_x = 1$$

$$k_y = 0.5T + 0.75 \quad 0.5 * 0.619 + 0.75 = k_y = 1.06$$

– حالت بارها و ترکیب بارهای طراحی

۱-۳- الگوهای بارها

از الگوهای ارائه شده در جدول (۱-۳) در ترکیب بارها استفاده شده است.

جدول ۱-۳ معرفی الگوی بارها

Load	Type	Self-Weight Multiplier	Auto Lateral Load	
D	Dead	1	-	کل بار مرده
SD	Super Dead	0	-	بار مرده کف سازی و نازک کاری
HL	Live	0	-	بار زنده کف های با سربار کمتر از ۵۰۰ کیلوگرم بر متر مربع که پارکینگ، بام و یا مراکز ازدحام و اجتماع نباشد.
LL	Live	0	-	بار زنده کف های با سربار بزرگتر و با مساوی ۵۰۰ کیلوگرم بر متر مربع، پارکینگ، بام و یا مراکز ازدحام و اجتماع
RL	Roof Live	0	-	بار زنده بام
PART	Live	0	-	بار معادل تیغه بندی
S	Snow	0	-	بار برف
MASS	Other	0	-	بار جهت اصلاح وزن لرزه ای
EX	Seismic	0	User Coefficient	X نیروی زلزله در راستای
EY	Seismic	0	User Coefficient	Y نیروی زلزله در راستای
EV	Other	0	-	اثر مولف قائم طره ها

۲-۳- ترکیب بار

ترکیب بارهای استاتیکی-پهنه خطر نسبی خیلی زیاد

جدول ۲-۳ ترکیب بارهای استاتیکی بدون در نظر گرفتن اثر ۳۰-۱۰۰

Name of Combination	Load Combo According to the Descriptions
comb 1	$1/4 (D + SD)$
comb 2	$1/2 (D + SD) + 1/6(HL + LL + PART) + 0/5 RL$
comb 3	$1/2 (D + SD) + 1/6 (HL + LL + PART) + 0/5 S$
comb 4	$1/2 (D + SD) + 1/6 RL + HL + LL + PART$
comb 5	$1/2 (D + SD) + 1/6 S + HL + LL + PART$
Seismic. Comb-1	$(1/2 + 0.6AI) (D + SD) + 0.5LL + HL + PART + 0/2S + \rho_x EX + EV$

Seismic. Comb-2	$(1/2 + 0.6AI) (D + SD) + 0.5LL + HL + PART + 0/2S - \rho_X EX + EV$
Seismic. Comb-3	$(1/2 + 0.6AI) (D + SD) + 0.5LL + HL + PART + 0/2S + \rho_Y EY + EV$
Seismic. Comb-4	$(1/2 + 0.6AI) (D + SD) + 0.5LL + HL + PART + 0/2S - \rho_Y EY + EV$
Seismic.Construction. Comb-1	$(0.9-0.6AI) (D + SD) + \rho_X EX - EV$
Seismic.Construction. Comb-2	$(0.9-0.6AI) (D + SD) - \rho_X EX - EV$
Seismic.Construction. Comb-5	$(0.9-0.6AI) (D + SD) + \rho_Y EY - EV$
Seismic.Construction. Comb-6	$(0.9-0.6AI) (D + SD) - \rho_Y EY - EV$

ویرایش چهارم		
ارتفاع سازه از تراز پایه (متر)	15.3	
درجه اهمیت سازه	I=1	
ضریب A	A=0.35	
نوع زمین	III	
	زلزله راستای X	زلزله راستای Y
سیستم سازه	بادبند همگرا	قاب خمشی فولادی
Ru=	5.5	5
سازه میانقاب دارد؟	خیر	خیر
زمان تناوب نرم افزار (T _{ETABS})	0.390	0.675
T= (تجربی)	0.387	0.619
T=(تجربی 1.25)	0.484	0.774
T= Min (تجربی 1.25 تحلیلی،)	0.390	0.675
T ₀ =	0.15	0.15
T _s =	0.7	0.7
S ₀ =	1.1	1.1
S=	1.75	1.75
N=1=	1.0000	1.0000
B1=1+S=	2.7500	2.7500
B=B1*N=	2.7500	2.7500
C-min=0.12*A*I=	0.0420	0.0420
C=A.B.I/R=	0.1750	0.1925
k=1=	1.0000	1.0875
C _{DRIFT} =	0.1750	0.1925
K _{DRIFT} =	1.0000	1.0875

۳-۹ خروجی وزن ساختمان از نرم افزار:

میزان وزن اسکلت ساختمان را از نرم افزار استخراج می نمایم.

Story	Total
ST ROOM	12172.4442
ROOF	89188.9884
Story4	119718.9837
Story3	120880.3896
Story2	121611.5289
Story1	121287.5046
	584859.8394

فصل چهارم:

داده های ورودی مدل نرم افزار سازه

۴-۱- خصوصیات مصالح اسکلت :


E Material Property Data

General Data

Material Name: C21

Material Type: Concrete

Directional Symmetry Type: Isotropic

Material Display Color:  Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

Material Weight and Mass

☒ Specify Weight Density ☐ Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 2500 kgf/m³

Mass per Unit Volume: 254.929 kgf-s²/m⁴

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E: 2196275565 kgf/m²

Poisson's Ratio, U: 0.2

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000099 1/C

Shear Modulus, G: 915114818.79 kgf/m²

Design Property Data

Modify/Show Material Property Design Data...

Advanced Material Property Data

Nonlinear Material Data... Material Damping Properties...

Time Dependent Properties...

Modulus of Rupture for Cracked Deflections

☒ Program Default (Based on Concrete Slab Design Code)

☐ User Specified

OK Cancel

E Material Property Design Data

Material Name and Type

Material Name: C21

Material Type: Concrete, Isotropic

Grade:

Design Properties for Concrete Materials

Specified Concrete Compressive Strength, f_c: 2141404.05 kgf/m²

☐ Lightweight Concrete

Shear Strength Reduction Factor:

OK Cancel

مشخصات بتن مصرفی

Material Property Data

General Data

Material Name

S235 (RY1.15) (t<16)

Material Type

Steel

Directional Symmetry Type

Isotropic

Material Display Color

Change...

Material Notes

Modify/Show Notes...

Material Weight and Mass

Specify Weight Density

Specify Mass Density

Weight per Unit Volume

7850

kgf/m³

Mass per Unit Volume

800.477

kgf-s²/m⁴

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E

20394323844

kgf/m²

Poisson's Ratio, U

0.3

Coefficient of Thermal Expansion, A

0.0000117

1/C

Shear Modulus, G

7843970709

kgf/m²

Design Property Data

Modify/Show Material Property Design Data...

Advanced Material Property Data

Nonlinear Material Data...

Material Damping Properties...

Time Dependent Properties...

OK

Cancel

Material Property Data

General Data

Material Name

S235 (Ry1.2) (t<16)

Material Type

Steel

Directional Symmetry Type

Isotropic

Material Display Color

Change...

Material Notes

Modify/Show Notes...

Material Weight and Mass

Specify Weight Density

Specify Mass Density

Weight per Unit Volume

7850

kgf/m³

Mass per Unit Volume

800.477

kgf-s²/m⁴

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E

20394323844

kgf/m²

Poisson's Ratio, U

0.3

Coefficient of Thermal Expansion, A

0.0000117

1/C

Shear Modulus, G

7843970709

kgf/m²

Design Property Data

Modify/Show Material Property Design Data...

Advanced Material Property Data

Nonlinear Material Data...

Material Damping Properties...

Time Dependent Properties...

OK

Cancel

Material Property Design Data

Material Name and Type

Material Name

S235 (RY1.15) (t<16)

Material Type

Steel, Isotropic

Grade

Grade 50

Design Properties for Steel Materials

Minimum Yield Stress, Fy

24000000

kgf/m²

Minimum Tensile Strength, Fu

37000000

kgf/m²

Expected Yield Stress, Fye

27600000

kgf/m²

Effective Tensile Strength, Fue

42550000

kgf/m²

OK

Cancel

Material Property Design Data

Material Name and Type

Material Name

S235 (Ry1.2) (t<16)

Material Type

Steel, Isotropic

Grade

Design Properties for Steel Materials

Minimum Yield Stress, Fy

24000000

kgf/m²

Minimum Tensile Strength, Fu

37000000

kgf/m²

Expected Yield Stress, Fye

28800000

kgf/m²

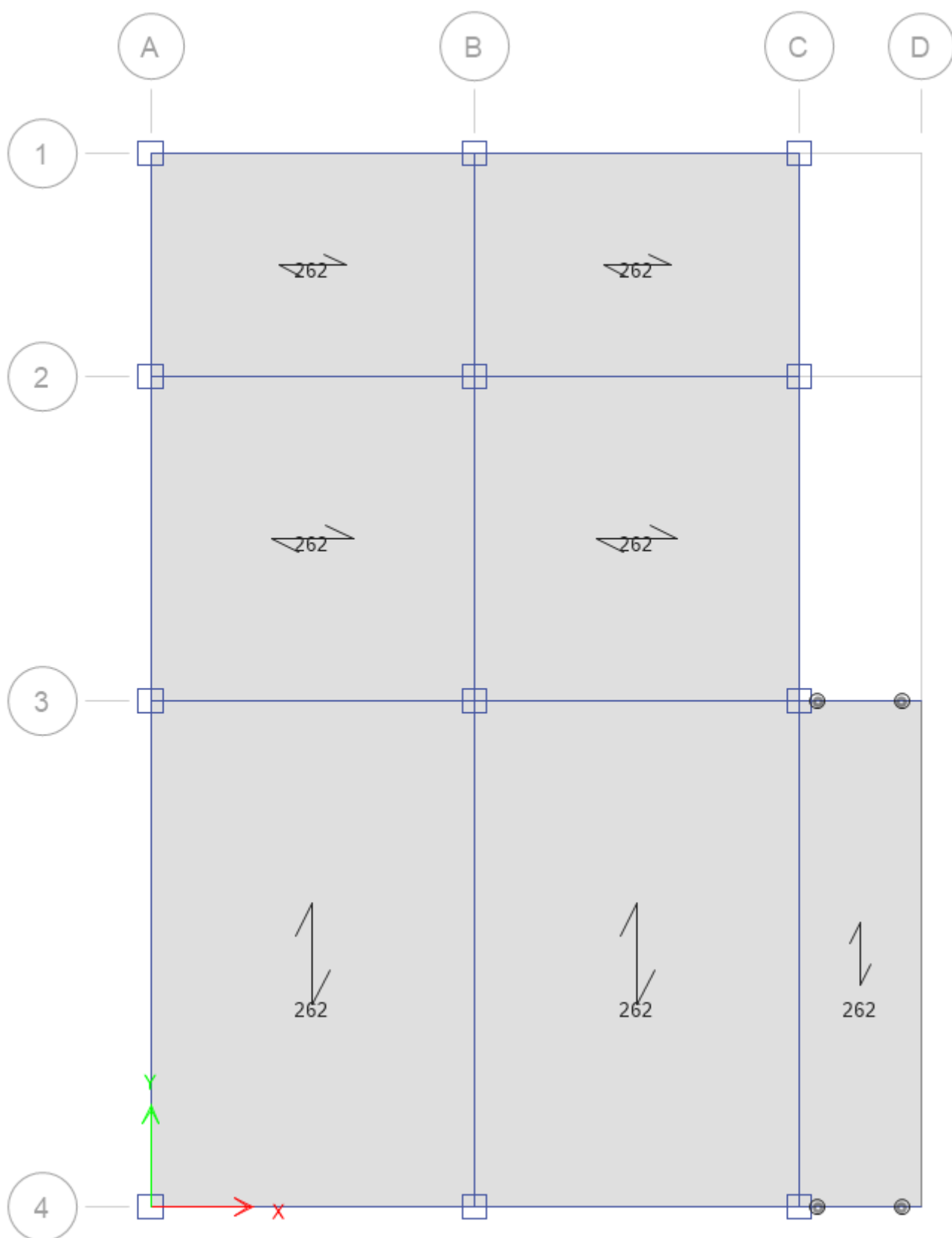
Effective Tensile Strength, Fue

44400000

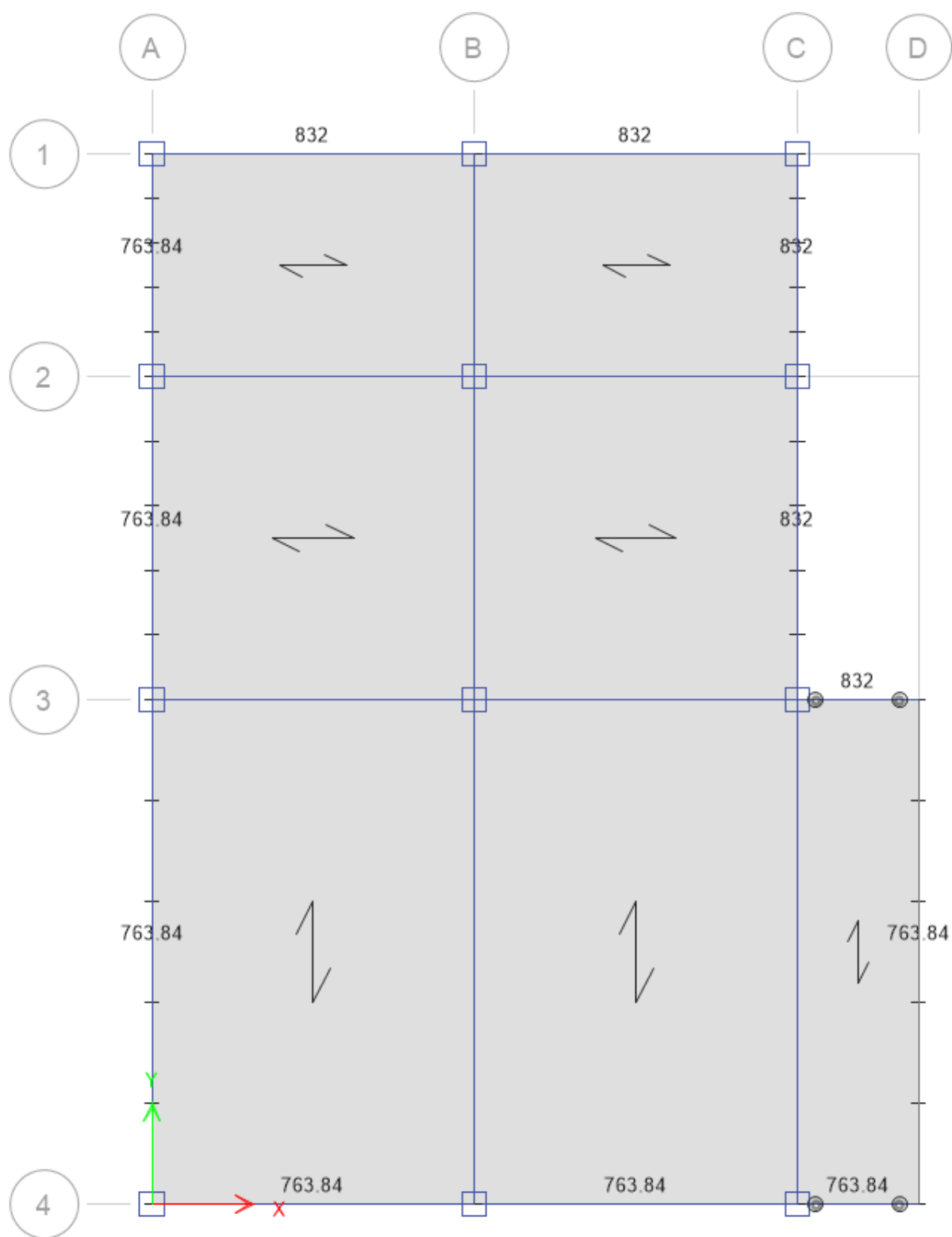
kgf/m²

OK

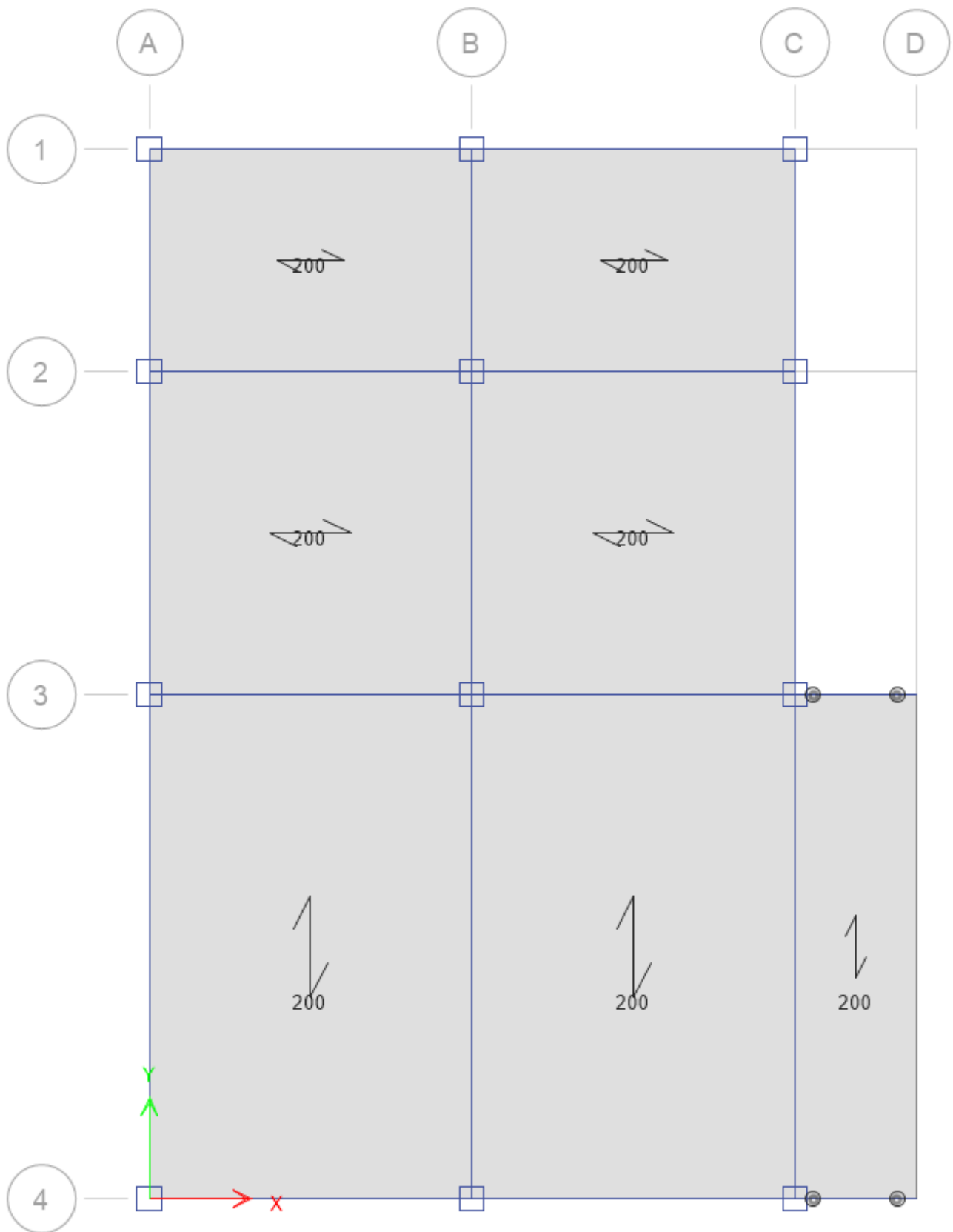
Cancel



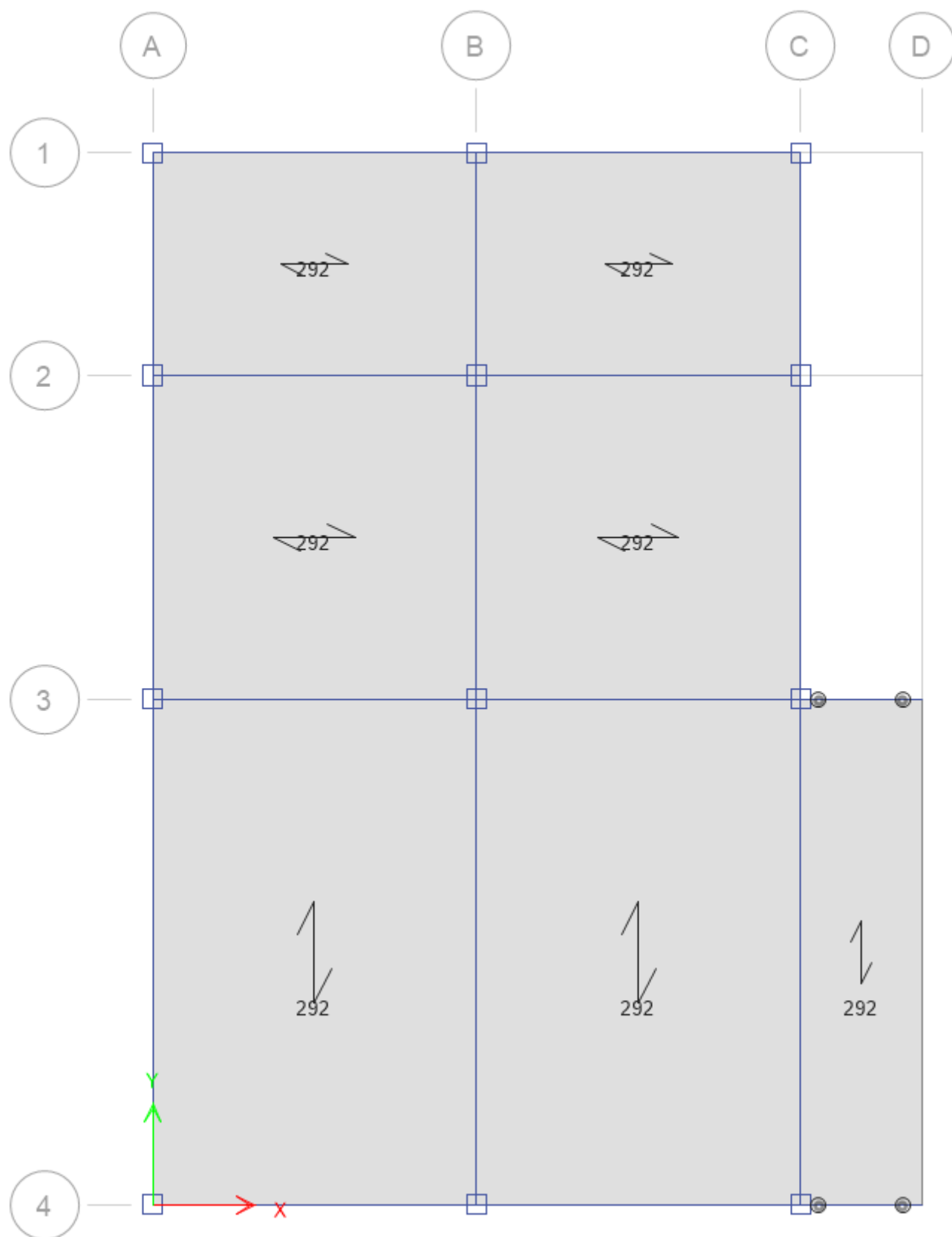
بار مرده طبقات به غیر از بام



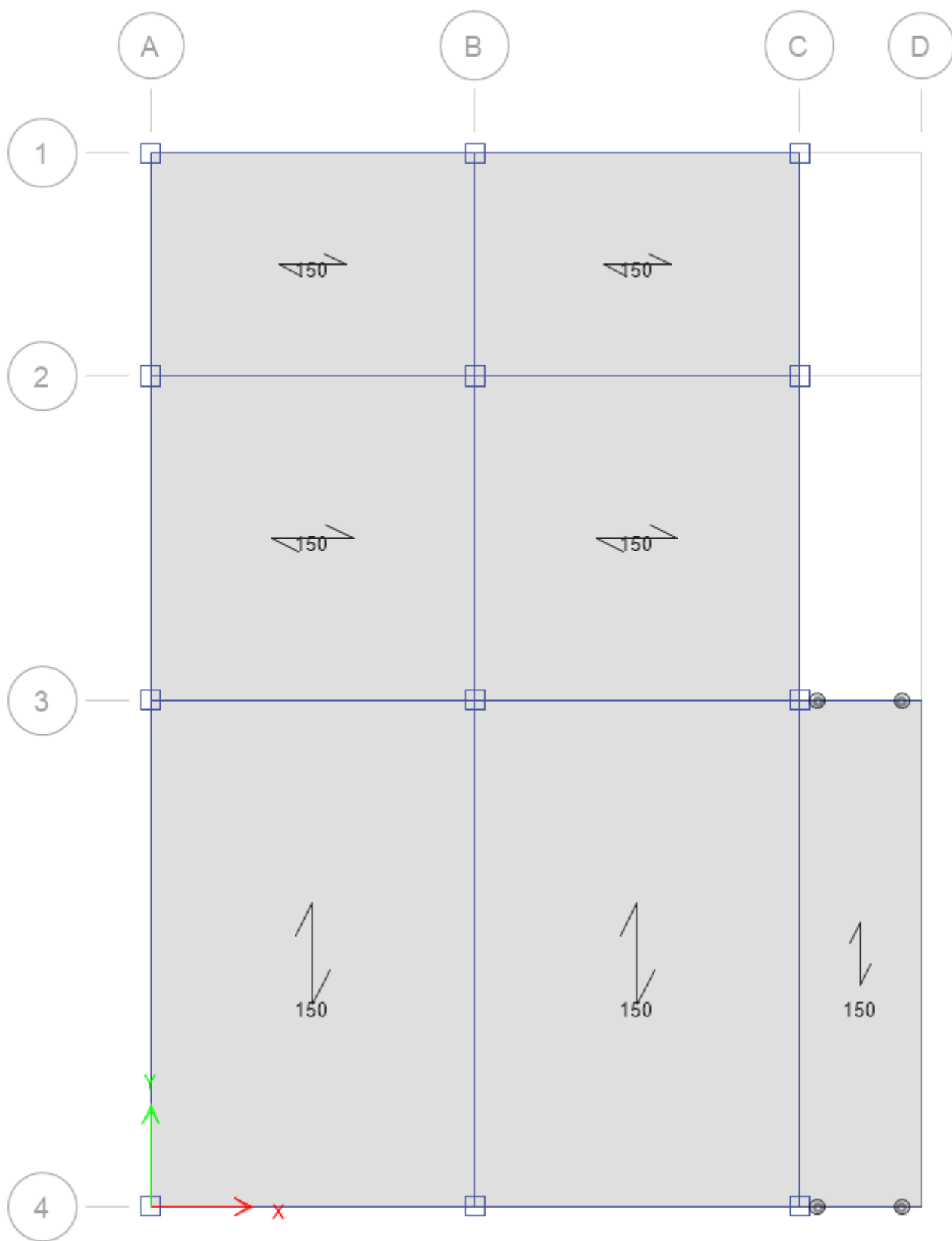
بار مرده دیوار طبقات به غیر از بام



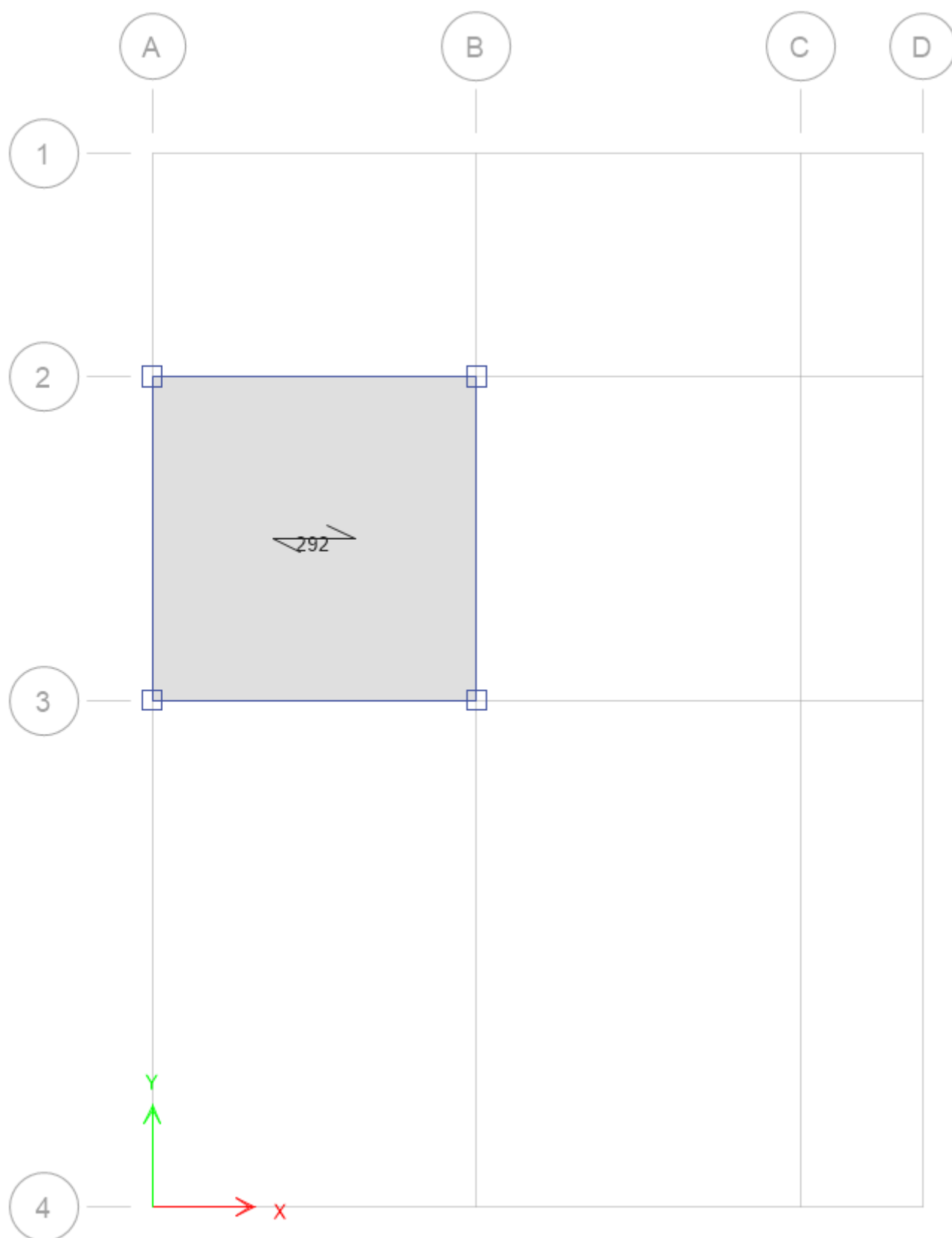
بار زنده طبقات به غیر از بام



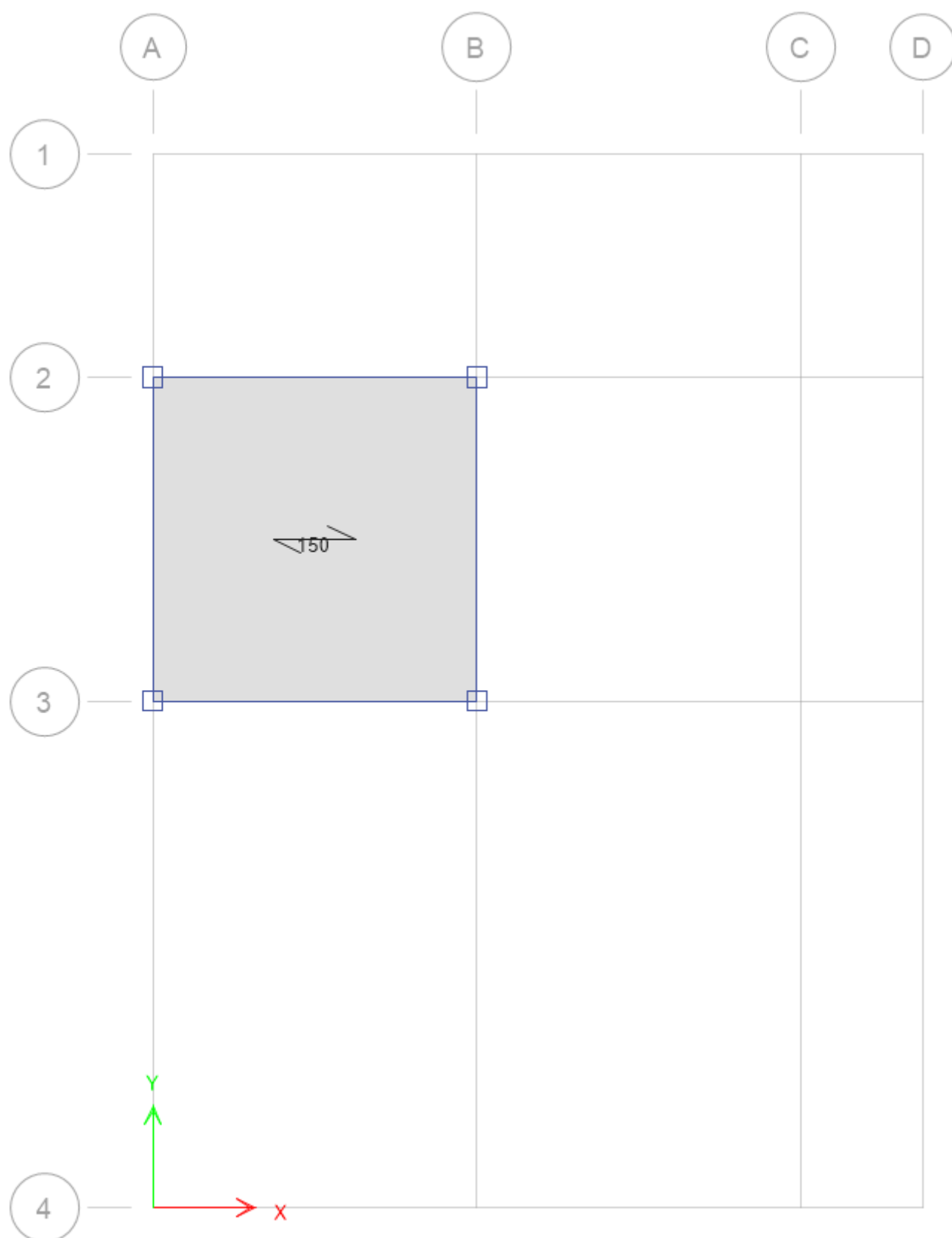
بار مرده طبقه بام



بار برف طبقه بام

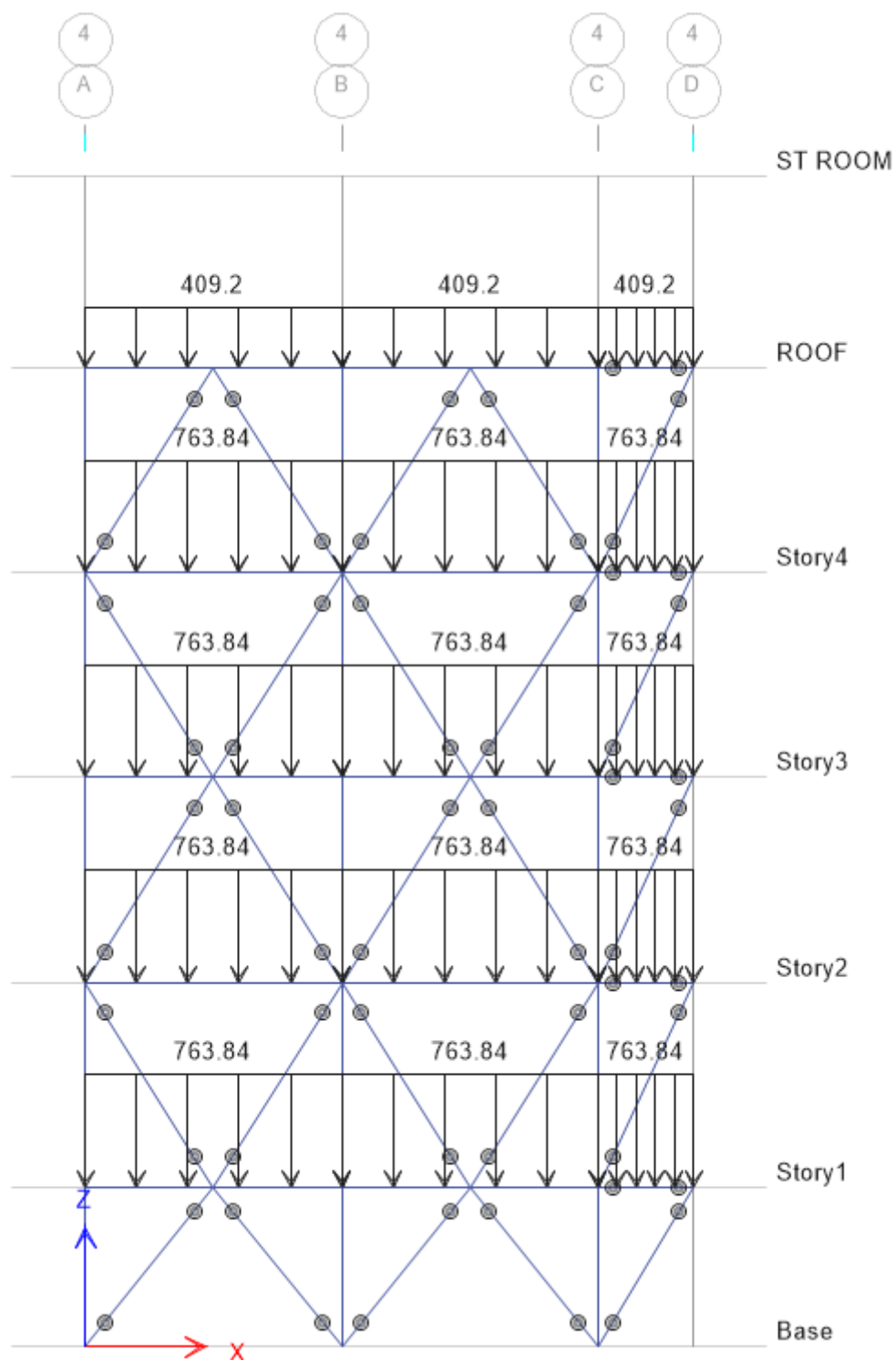


بار مرده طبقه خرپشته

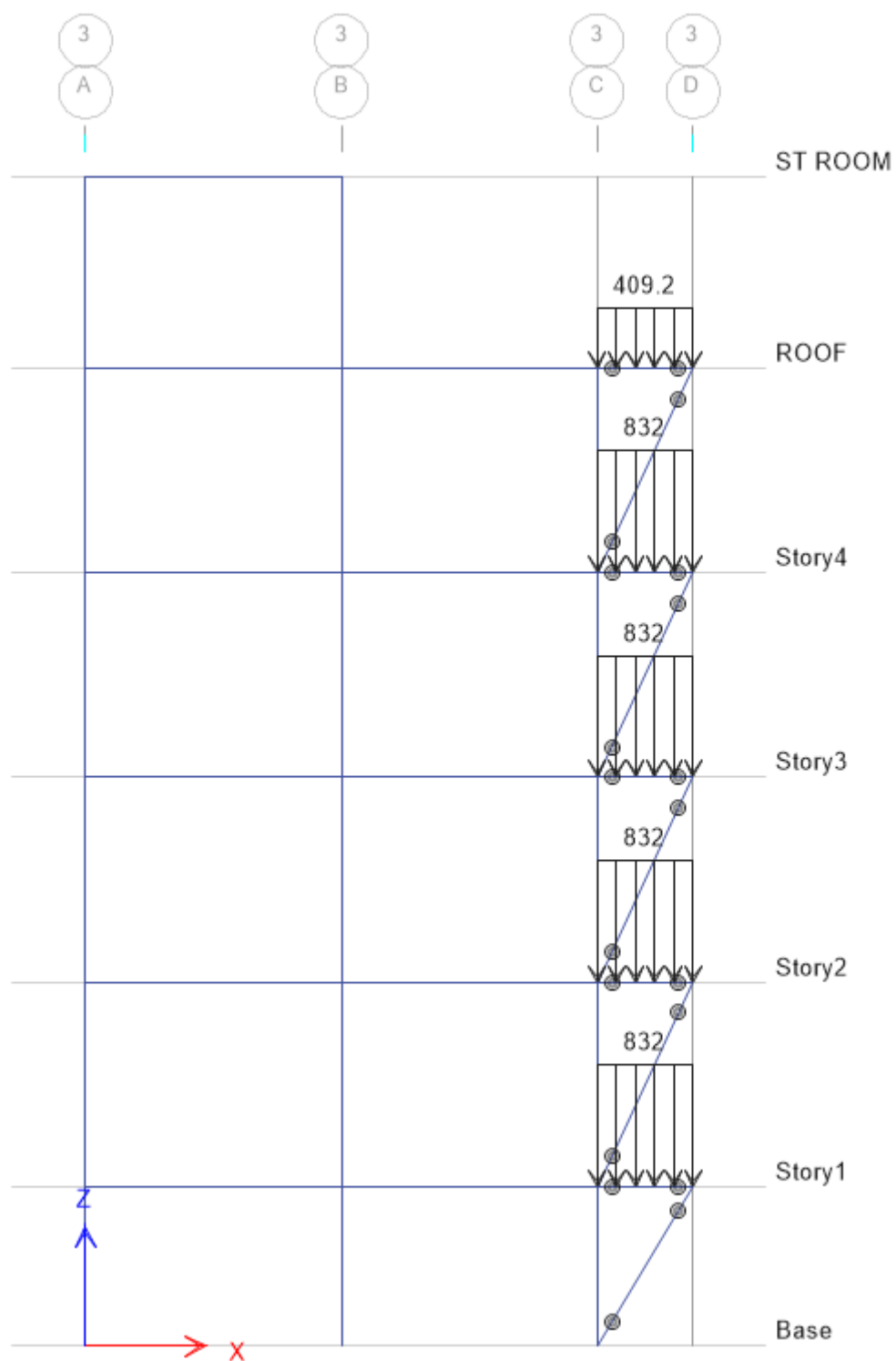


بار برف طبقه خرپشته

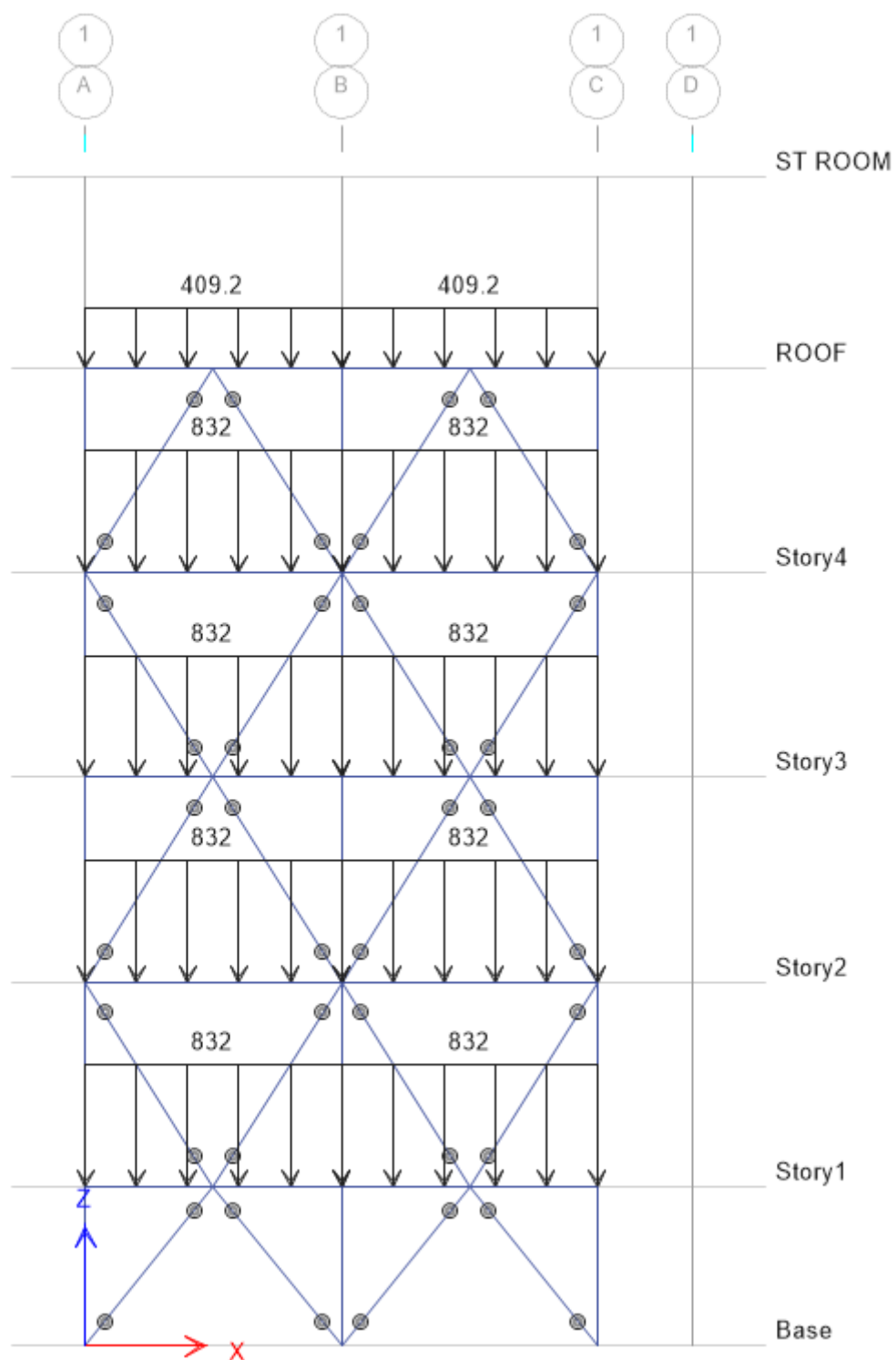
۴-۲- بار های اعمال شده به اعضا :



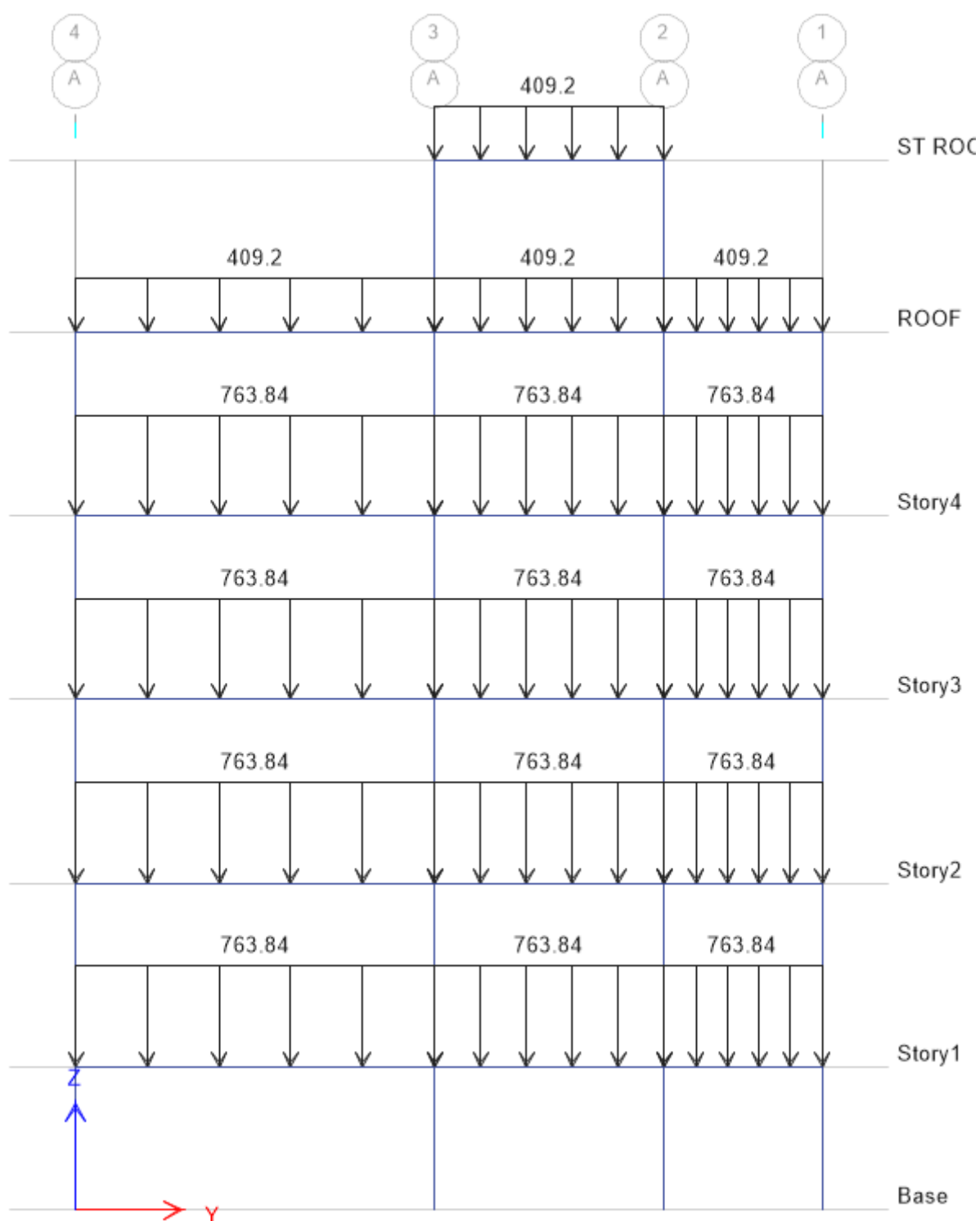
بار مرده دیوار های پیرامونی



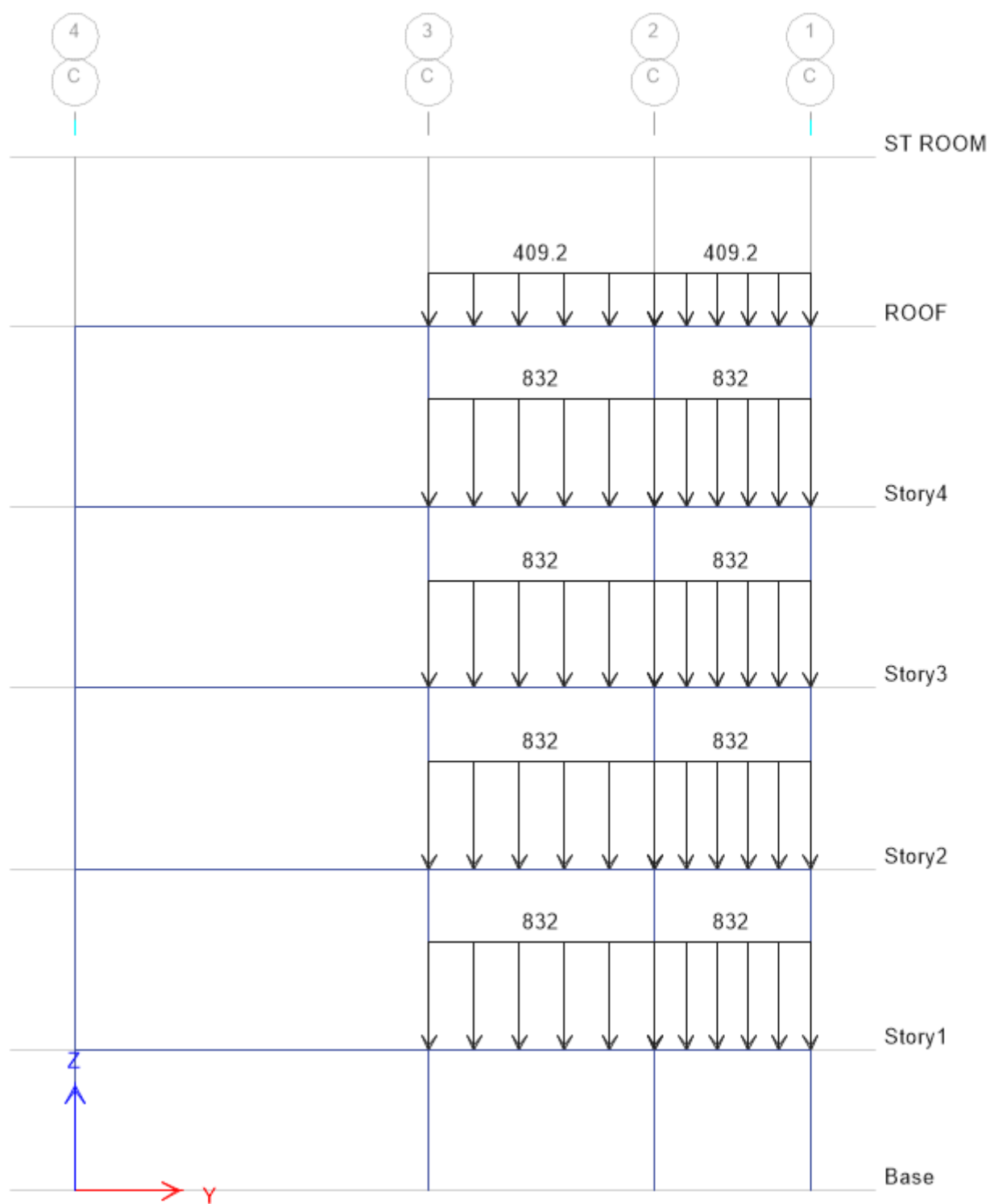
بار مرده دیوار های پیرامونی



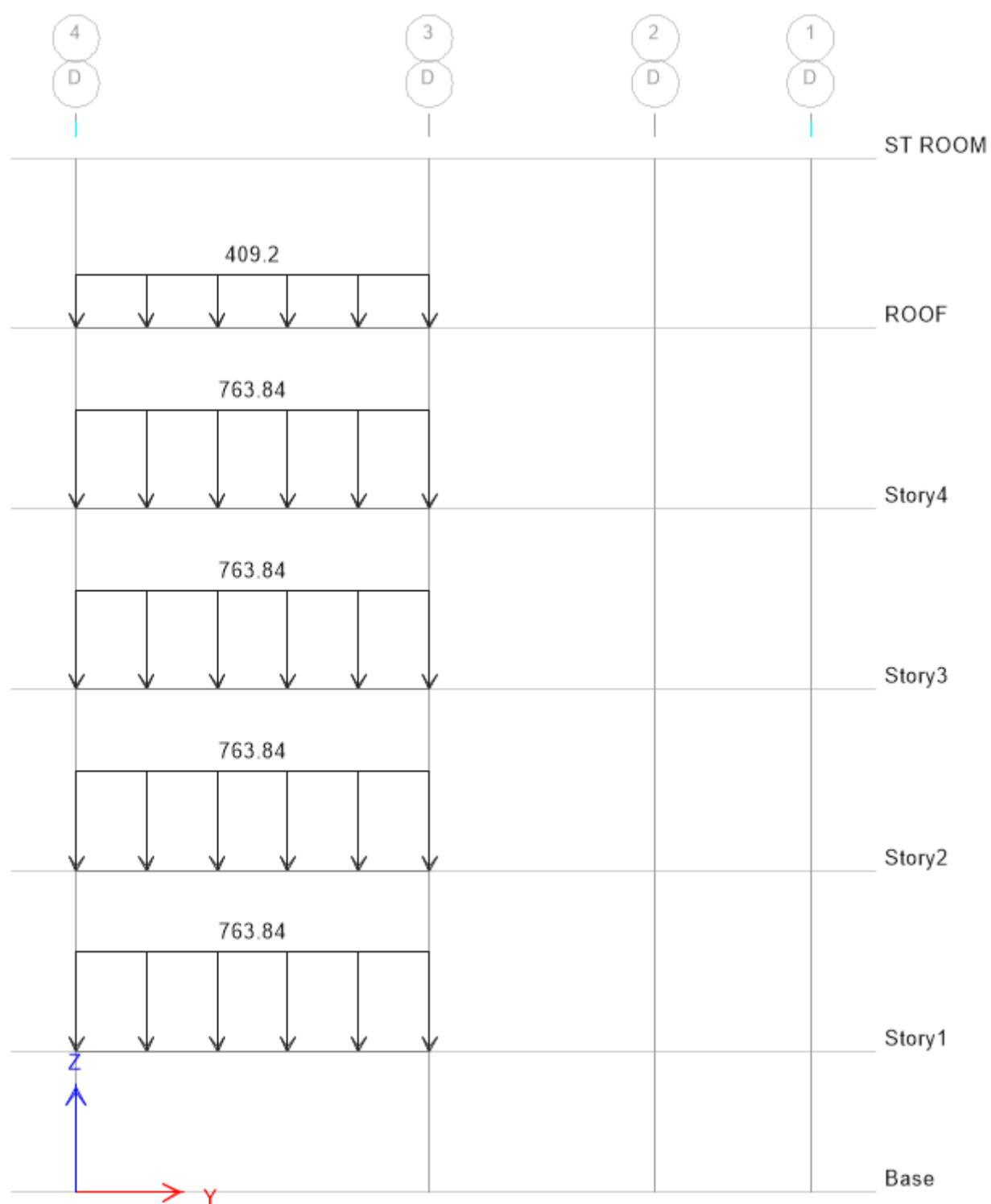
بار مرده دیوار های پیرامونی



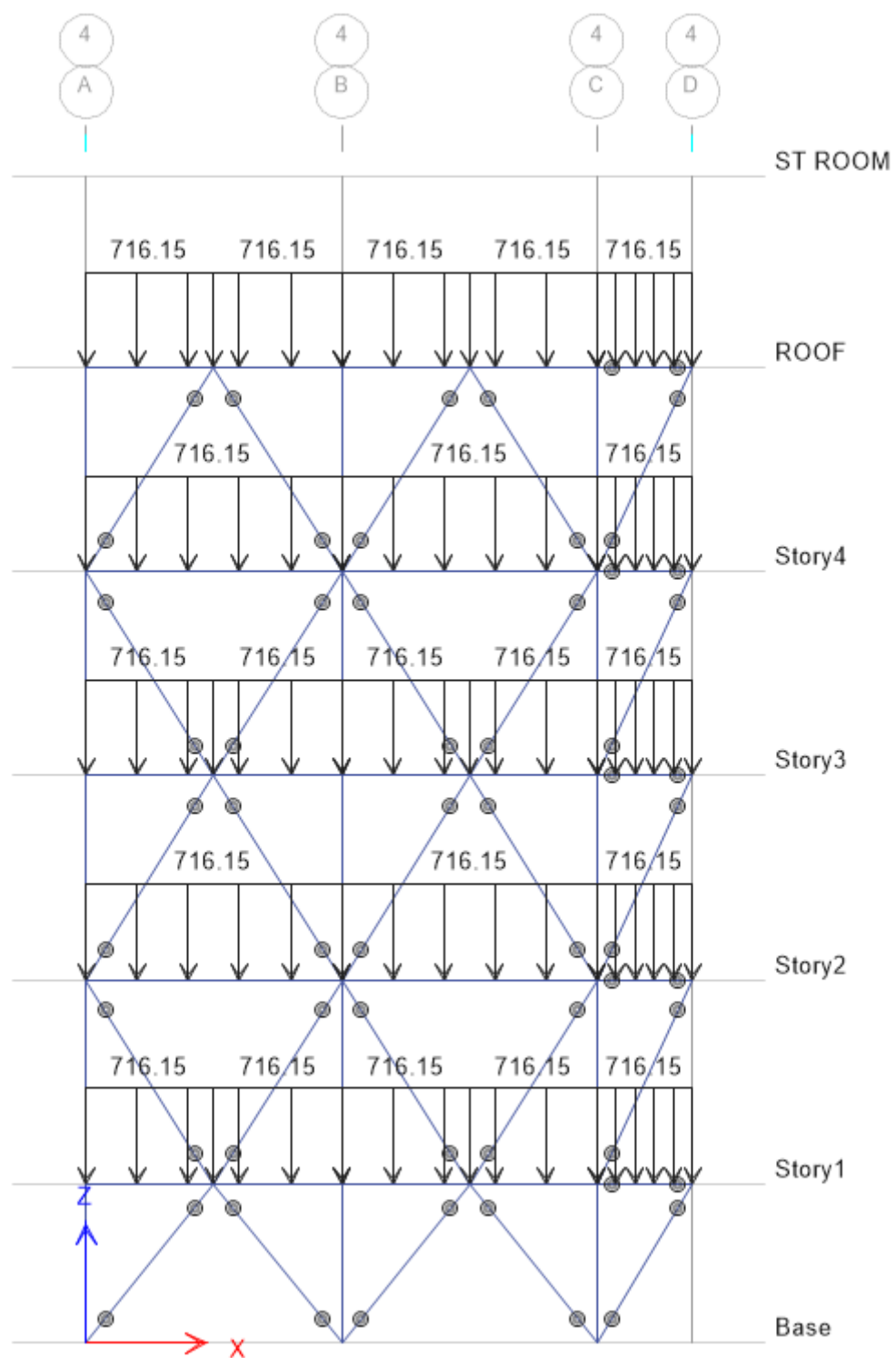
بار مرده دیوار های پیرامونی



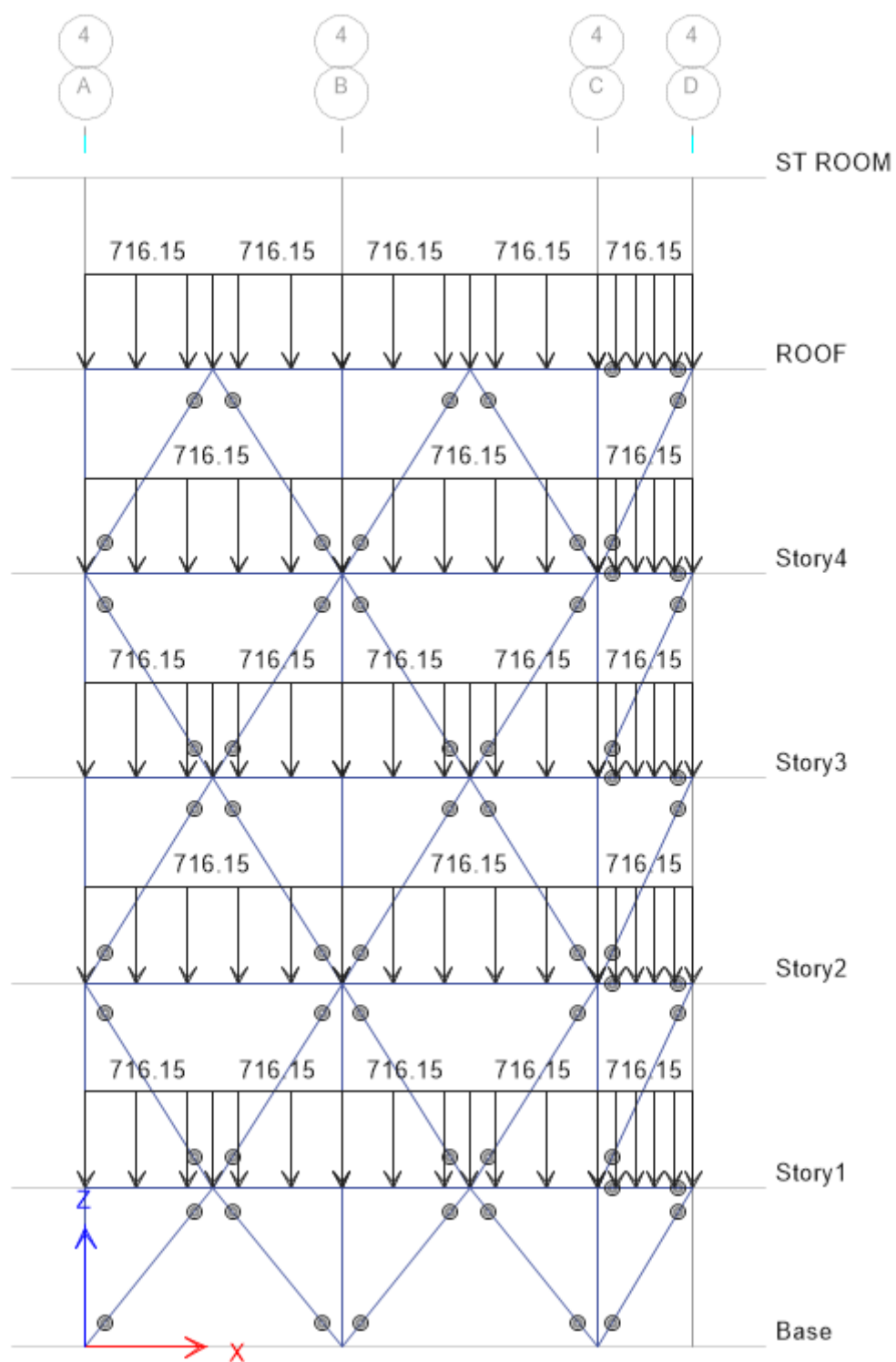
بار مرده دیوار های پیرامونی



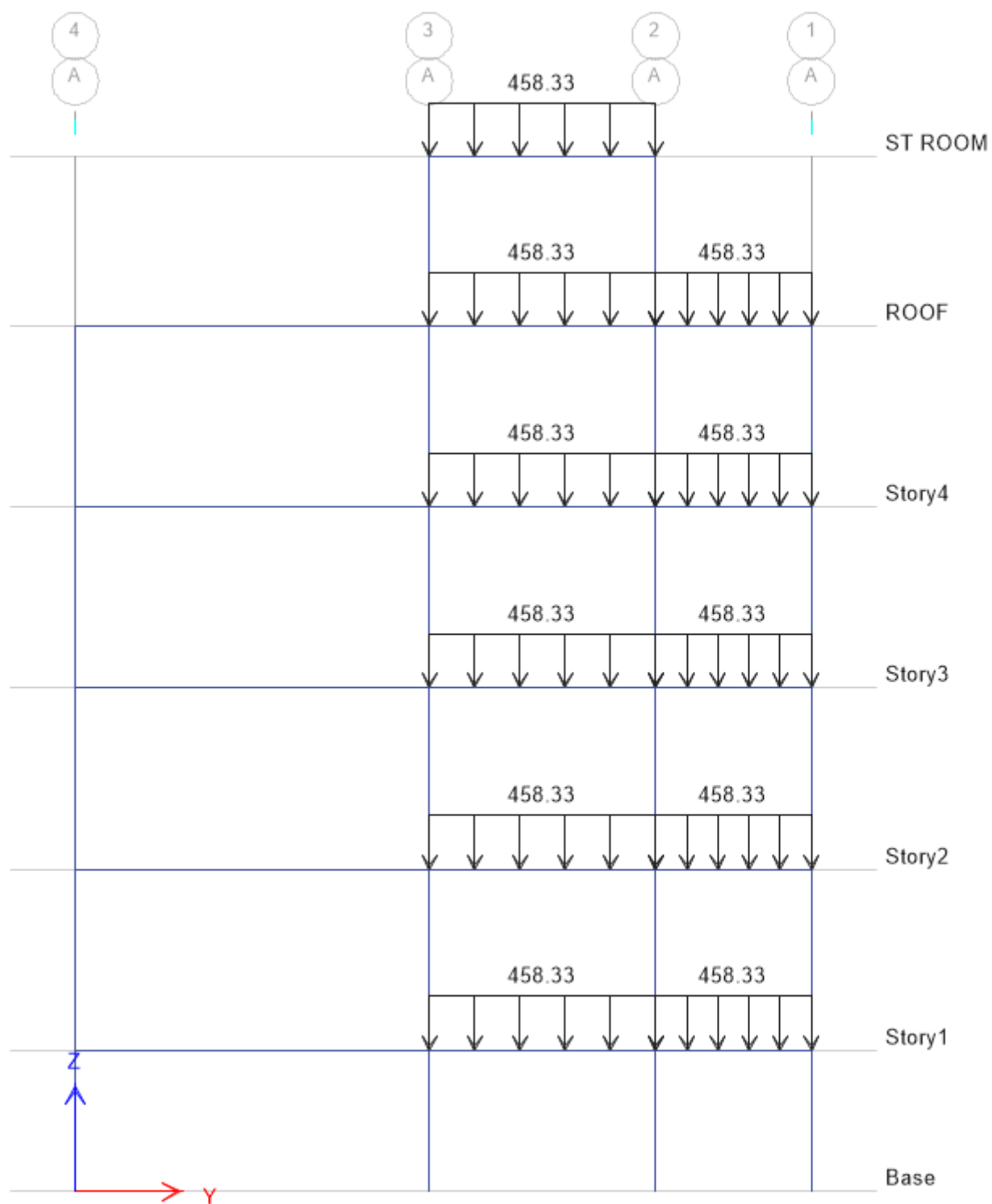
بار مرده دیوار های پیرامونی



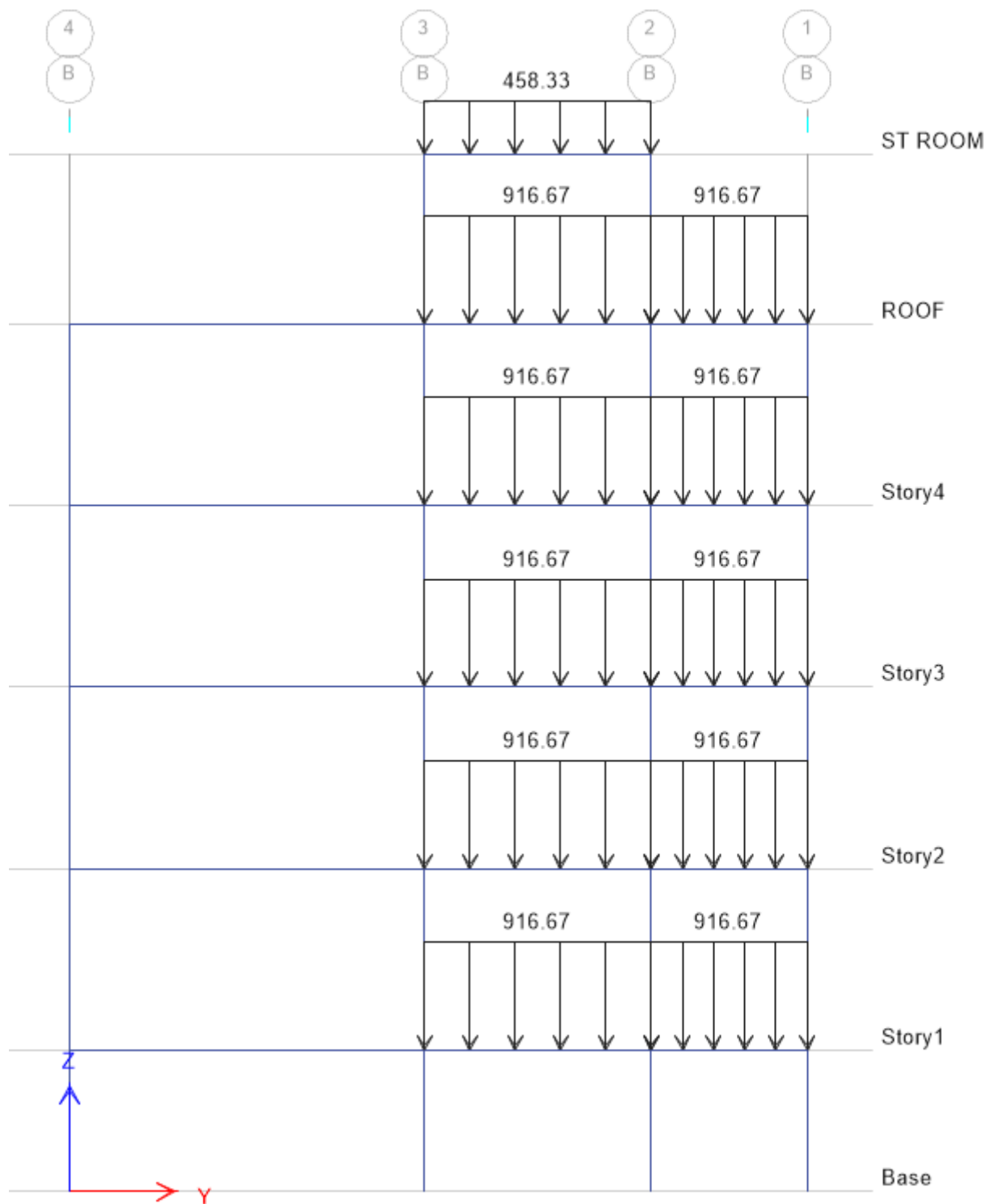
بار مرده دیوار های پیرامونی



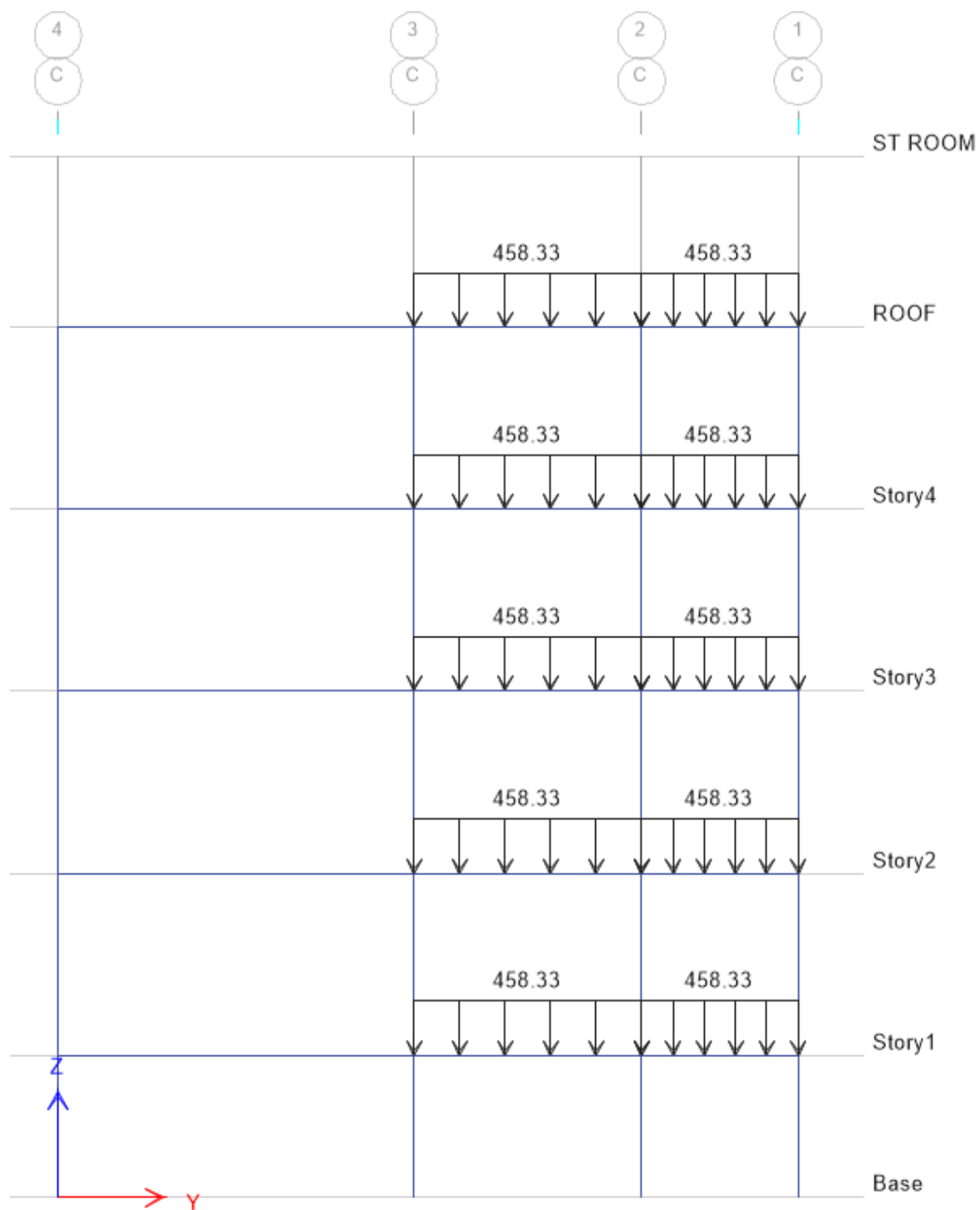
بار مرده دیوار های پیرامونی



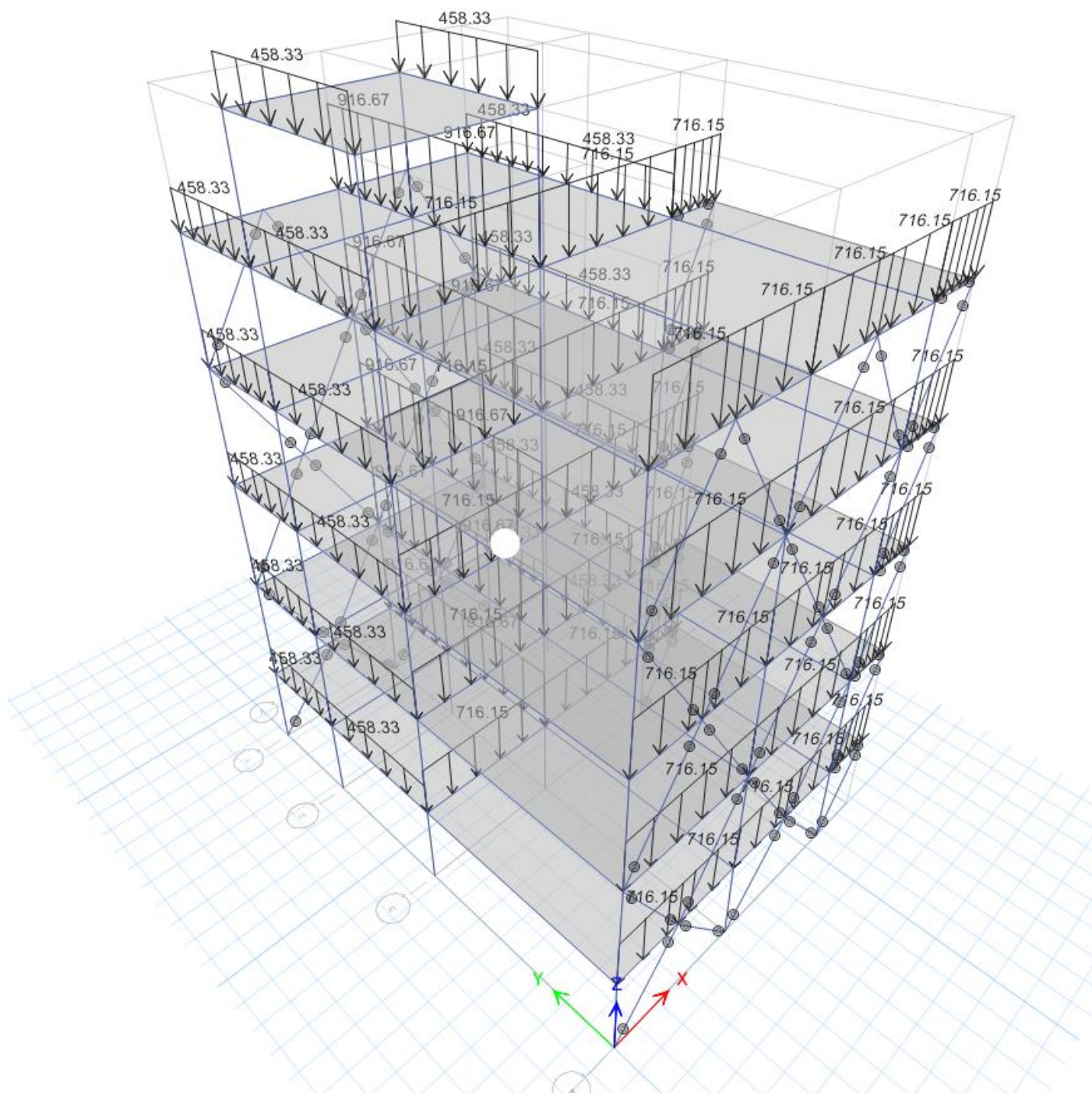
بار مرده دیوار های پیرامونی



بار مرده دیوار های پیرامونی



بار مرده دیوار های پیرامونی



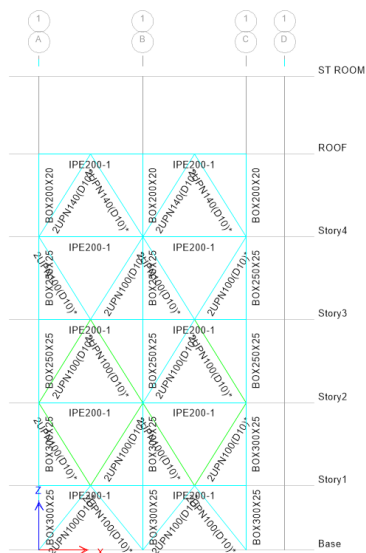
نمای سه بعدی ساختمان

فصل پنجم:

طراحی مقاومتی سازه

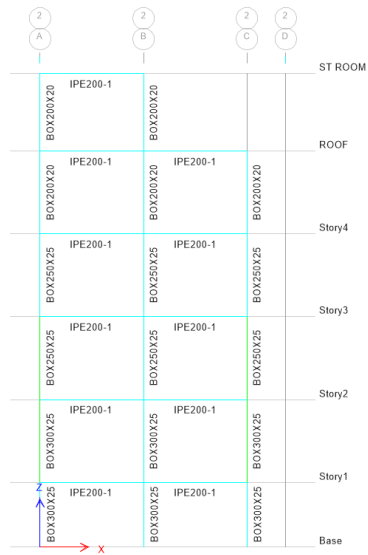
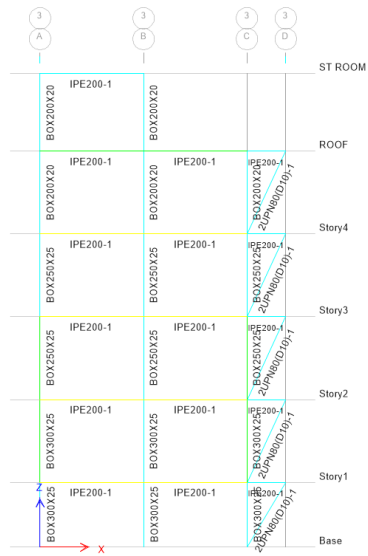
۵-۱- طراحی مقاومتی ساختمان:

میزان نسبت نیاز به ظرفیت (DCR) المان ها:









فصل ششم:

طراحی سختی سازه

۶-۱- طراحی سختی ساختمان:

۱- تغییر مکان جانبی نسبی غیر خطی:

$$\Delta_M = C_d \Delta_{eu}$$

۲- تغییر مکان مجاز نسبی:

$$\Delta_a = 0.025h$$

Story	UX	UX*100	Drift	Cd	Drift X	H (cm)	Limit	Ratio
ROOF	0.009323	0.9323	0.0984	5	0.492	320	8	0.0615
STORY1	0.008339	0.8339	0.1962	5	0.981	320	8	0.122625
STORY2	0.006377	0.6377	0.2457	5	1.2285	320	8	0.1535625
STORY3	0.00392	0.392	0.2686	5	1.343	320	8	0.167875
STORY4	0.001234	0.1234	0.1234	5	0.617	250	6.25	0.09872

تغییر مکان نسبی طبقات در راستای X

Story	UY	UY*100	Drift	Cd	Drift X	H (cm)	Limit	Ratio
ROOF	0.036174	3.6174	0.6018	4	2.4072	320	8	0.3009
STORY1	0.030156	3.0156	0.772	4	3.088	320	8	0.386
STORY2	0.022436	2.2436	1.0071	4	4.0284	320	8	0.50355
STORY3	0.012365	1.2365	0.8829	4	3.5316	320	8	0.44145
STORY4	0.003536	0.3536	0.3536	4	1.4144	250	6.25	0.226304

تغییر مکان نسبی طبقات در راستای Y

۶-۲- محاسبه درز انقطاع ساختمان:

طبق بند ۱-۴-۱ آیین نامه ۲۸۰۰ برای حذف و یا کاهش خسارت و خرابی ناشی از ضربه ساختمان های مجاور به یکدیگر، ساختمان ها باید با پیش بینی درز انقطاع از یکدیگر جدا شده و یا با فاصله ای حداقل از مرز مشترک با زمین های مجاور ساخته شوند. برای تأمین این منظور، در ساختمان های با هشت طبقه و کمتر، فاصله هر طبقه از مرز زمین مجاور حداقل باید برابر پنج هزارم ارتفاع آن طبقه از روی تراز پایه باشد. در ساختمان های با بیشتر از هشت طبقه و یا ساختمان های با اهمیت "خیلی زیاد" و "زیاد" با هر تعداد طبقه، عرض درز انقطاع باید با استفاده از ضابطه بند (۳-۵-۶) تعیین شود.

فاصله درز انقطاع را می توان با مصالح کم مقاومت، که در هنگام وقوع زلزله بر اثر برخورد دو ساختمان به آسانی خرد می شوند، به نحو مناسبی پر نمود به طوری که پس از زلزله به سادگی قابل جایگزین کردن و بهسازی باشد.

$$j_i \geq 0.005h_i$$

$$j_i = 0.005 \times 18.3 = 0.0915 \approx 10 \text{ cm}$$

۶-۳- توزیع سختی در پلان:

Story	Output Case	Step Number	Max Drift	Avg Drift	Ratio
ROOF	EX	1	0.000319	0.000309	1.032
ROOF	EX	2	0.000356	0.000311	1.143
ROOF	EX	2	0.000123	4.80E-05	2.573
ROOF	EY	1	0.002014	0.001935	1.041
ROOF	EY	2	0.001885	0.001877	1.004
Story4	EX	1	0.000639	0.000614	1.041
Story4	EX	2	0.000701	0.000617	1.137
Story4	EY	1	0.00255	0.002451	1.04
Story4	EY	2	0.002412	0.002403	1.004
Story3	EX	1	0.00081	0.000769	1.053
Story3	EX	2	0.00087	0.000771	1.128
Story3	EY	1	0.003278	0.003174	1.033
Story3	EY	2	0.003146	0.003137	1.003
Story2	EX	1	0.000882	0.00084	1.05
Story2	EX	2	0.000955	0.000843	1.133
Story2	EY	1	0.00287	0.002772	1.035
Story2	EY	2	0.002758	0.002749	1.003
Story1	EX	1	0.000513	0.000494	1.039
Story1	EX	2	0.000574	0.000497	1.154
Story1	EY	1	0.001474	0.001418	1.039
Story1	EY	2	0.001414	0.001409	1.003