



تحلیل دینامیکی سازه‌ها در برابر باد و زلزله (ویژه دوره‌های آموزشی تمدید و ارتقاء پایه)

ارائه ضوابط بارگذاری ساختمان تحت بارهای ثقلی،
باد و زلزله بر اساس ویرایش ۳ مبحث ششم
مقررات ملی و ویرایش ۴ استاندارد ۲۸۰۰ زلزله
روش‌های طراحی و ترکیب بارگذاری
ارائه جزئیات روش تحلیل دینامیکی سازه‌ها
جداول کاربردی بارگذاری
منطبق با سرفصل دوره آموزشی تمدید
و ارتقاء پایه پروانه اشتغال به کار مهندسی

نویسنده:

دکتر فرزاد حاتمی

عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر
عضو کمیته تخصصی مبحث نهم مقررات ملی ساختمان
عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات سازه و زلزله
مدرس دوره‌های آموزشی تمدید و ارتقاء پایه پروانه اشتغال به کار مهندسان



نشر نوآور

تلفن: ۲-۴۱۹۱۹۱-۸۴۸۶

سرشناسه:

عنوان و نام پدیدآورنده:

مشخصات نشر:

مشخصات ظاهری:

شابک:

وضعیت فهرست‌نویسی:

موضوع:

موضوع:

موضوع:

موضوع:

موضوع:

موضوع:

رده‌بندی کنگره:

رده‌بندی دیویی:

شماره کتابشناسی ملی:

حاتمی، فرزاد، ۱۳۵۶

تحلیل دینامیکی سازه‌ها در برابر باد و زلزله (ویژه‌ی دوره‌های آموزشی تمدید و ارتقاء پایه) /.../ مولف فرزاد حاتمی.

تهران: نوآور، ۱۳۹۴.

۱۶۸ ص.

۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۲۶۴-۳

فیپا

تحلیل سازه.

دینامیک سازه‌ها

ساختمان‌ها -- اثر زلزله

ساختمان‌های ضد باد

ساختمان‌سازی -- قوانین و مقررات - ایران

بار و بارگذاری (مکانیک) -- استانداردها

۶۴۵TA / ج ۲ / ۳ ۱۳۹۴

۱۷۱/۶۲۴

۳۹۱۲۷۳۴

تحلیل دینامیکی سازه‌ها در برابر باد و زلزله

نویسنده:

ناشر:

شمارگان:

ناظر چاپ:

نوبت چاپ:

شابک:

قیمت:

دکتر فرزاد حاتمی

نوآور

۱۰۰۰ نسخه

محمد رضا نصیرنیا

۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۲۶۴-۳

نوآور، تهران، خیابان انقلاب، خیابان فخر رازی، خیابان شهدای
ژاندارمری نرسیده به خیابان دانشگاه ساختمان ایرانیان، پلاک ۵۸،
طبقه دوم، واحد ۶ تلفن: ۹۲ - ۶۶۴۸۴۱۹۱، www.noavarpub.com

کلیه حقوق چاپ و نشر این کتاب مطابق با قانون حقوق مؤلفان و مصنفان
مصوب سال ۱۳۴۸ برای ناشر محفوظ و منحصراً متعلق به نشر نوآور
می‌باشد. لذا هرگونه استفاده از کل یا قسمتی از این کتاب (از قبیل هر نوع
چاپ، فتوکپی، اسکن، عکس‌برداری، نشر الکترونیکی، هر نوع انتشار به
صورت اینترنتی، سی‌دی، دی‌وی‌دی، فیلم فایل صوتی یا تصویری و غیره)
بدون اجازه کتبی از نشر نوآور ممنوع بوده و شرعاً حرام است و متخلفین
تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

مرکز پخش:



فصل اول: انواع بارگذاری

- ۱-۱- بارهای مرد
- ۲-۱- وزن دیوارها
- ۳-۱- سربارها
- ۴-۱- سقفهای یکطرفه
- ۵-۱- دستگاههای جراثقال و بالابرنده
- ۶-۱- آسانسور
- ۷-۱- سربار ماشینها و وسایل نقلیه
- ۸-۱- گاراژها و پارکینگهای عمومی
- ۹-۱- سربار زنده (بار ضربه‌ای):
- ۱۰-۱- کاستن سربارها
- ۱۱-۱- سربار برف
- ۱۲-۱- شرایط نامساعد بارگذاری
- ۱۳-۱- سقف دو طرفه
- ۱۴-۱- تحلیل دال بتن آرمه
- ۱۵-۱- بارگذاری پل

فصل دوم: روش‌های طراحی و ترکیب بارگذاری

- ۱-۲- روش تنش مجاز (ASD)
- ۲-۲- روش حالت‌های حدی
- ۳-۲- آنالیز یا تحلیل خمیری یا طرح خمیری
- ۴-۲- ترکیب بار در استاندارد ۵۱۹ (برای ساختمان‌های کوچک) و ساختمان‌های صنعتی
- ۵-۲- روش دیگر برای ساختمان‌ها در بارگذاری فوق‌العاده

فصل سوم: اثر باد در ساختمان

- ۱-۳- تعیین سرعت باد
- ۲-۳- فشار مؤثر (P)

- ۳-۳- ساختمانهای بلند مرتبه
- ۳-۴- توزیع نیروهای جانبی باد بین اعضاء قاب
- ۳-۵- سوله‌های چند دهانه (یا ساختمانهایی که به شکل دندانه‌دار ساخته شده‌اند)
- ۳-۶- پوششهای قوسی شکل
- ۳-۷- برجها و دکل‌های مشبک
- ۳-۸- دودکش‌ها - منابع و برجهای مختلف
- ۳-۹- تابلوها
- ۳-۱۰- لغزش
- ۳-۱۱- لنگر واژگونی

فصل چهارم: زلزله

- ۴-۱- مقدمه
- ۴-۲- مرکز سختی یا مرکز صلبیت
- ۴-۳- ساختمان منظم و نامنظم
- ۴-۴- انواع روشهای تحلیل
- ۴-۵- مخازن آب، سیلوها، دودکشها و سایر ساختمانهای مشابه
- ۴-۶- نیروی جانبی زلزله برای اجزای ساختمان و قطعات الحاقی
- ۴-۷- مولفه قائم نیروی زلزله
- ۴-۸- تغییر مکان جانبی نسبی طبقات
- ۴-۹- اثر $P-\Delta$
- ۴-۱۰- ترکیب نیروی زلزله با سایر نیروها-تنش‌های طراحی

پیوست ۱: جزئیات روش تحلیل دینامیکی سازه‌ها

پیوست ۲: جداول بارگذاری

منابع و مأخذ

همواره تحلیل دینامیکی سازه‌ها از اهمیت ویژه‌ای جهت طراحی و محاسبه برخوردار بوده است. در این بین نوع مصالح ساخت، موقعیت و اهمیت بنا، نوع طراحی معماری و وسعت بنا از جمله مواردی است که می‌تواند در افزایش و یا کاهش بار وارد بر بنا مؤثر واقع شود. مهندسی در تحلیل سازه، در بیشتر موارد همچون گذشته از اصول اولیه مقاومت مصالح و تحلیل سازه پیروی کرده و در برخی موارد به تئوری‌های نوین و پیشرفته نیز دست یافته‌اند. ولی آنچه که آشکار است با پیشرفت علم و تکنولوژی و رقابت سازندگان و تولیدکنندگان مصالح ساخت جهت کاهش هزینه و تولید مرغوب‌تر، بستری فراهم گردیده است که مصالح نوین ساخت با وزن و هزینه کمتر، دارای بازدهی، استحکام، صرفه جویی انرژی و سرعت ساخت بیشتری هستند. لذا توجه به نوع ساخت بنا، الگوی صحیح ساخت، آنالیز صحیح‌تر سازه و اعمال بارهای قابل پیش‌بینی به همراه ضرایب اطمینان، همراه با تجربه بالای مهندسی و اجرای صحیح می‌تواند در تحلیل صحیح سازه نقش به‌سزایی داشته باشد.

کتاب حاضر در قالب چهار فصل به بیان انواع بارهای وارد بر ساختمان، روشهای طراحی و ترکیب بارگذاری، اثر باد در ساختمان و نیز زلزله پرداخته و در دو پیوست مجزا به بیان جزئیات روش تحلیل دینامیکی سازه‌ها و جداول بارگذاری می‌پردازد تا مجموعه‌ای یکپارچه از دانسته‌های ضروری برای مهندسی جهت بازآموزی و نیز ارتقای دانش عزیزان در راستای نیازهای ضروری تمدید و یا ارتقای پایه پروانه اشتغال بکار مهندسی فراهم آورد. بنابراین با استناد به آخرین ویرایش مباحث مختلف مقررات ملی ساختمان نظیر مبحث ششم، نهم و دهم و نیز آیین‌نامه‌های بارگذاری نظیر استاندارد ۵۱۹ و ۲۸۰۰ زلزله (ویرایش‌های سوم و چهارم) سعی گردیده است تا مجموعه‌ای مدون جهت به‌روز رسانی دانش مربوطه فراهم آید. بدون تردید کتاب تحلیل دینامیکی سازه‌ها در برابر بار باد و زلزله با نقطه نظرات ارزشمند صاحب‌نظران و خوانندگان ارجمند کاملتر و جامع‌تر شده و راهگشای اینجانب در تألیف مجموعه‌هایی مفیدتر خواهد بود. در پایان لازم می‌دانم از برادر ارجمندم جناب آقای مهندس فرشاد حاتمی که در طراحی جلد و نیز جمع‌آوری و تهیه اشکال کتاب کمک شایانی نمودند تشکر و قدردانی نمایم.

التماس دعا

فرزاد حاتمی - تیر ۱۳۹۴

امروزه مهندسين و يا كساني كه با هر يك از شاخه‌هاي علوم سروكار دارند، براي اندازه‌گيري كميتها از دو سيستم واحد استفاده مي‌كنند. اين دو سيستم عبارتند از:

الف: سيستم مرسوم آمريكايي يا U.S. Customary System

ب: سيستم واحدهاي اندازه‌گيري متريك Metric System

سيستم آمريكايي خود مشتق از سيستم انگليسي يا امپريال British Imperial System است. سيستم اندازه‌گيري متريك كه در طي سالهاي قرن هيچدهم ابداع شد، در اكثر كشورهاي جهان برسميت شناخته شده و مورد استعمال دارد. تقريباً تمام دانشمندان دنيا در اندازه‌گيريهاي دقيق علمي از اين سيستم استفاده مي‌كنند. در سيستم متريك اجزا و اضعاف يك واحد، با مضربي از ده با همدیگر در ارتباط می‌باشند. در صورتی که در سیستم اندازه‌گیری مرسوم آمريكايي رابطه بين واحدهاي هم‌نوع تصادفي است.

مثلاً كيلومتر ۱۰۰۰ برابر متر و متر ۱۰۰ برابر سانتيمتر و يا ميلي متر يك هزارم متر است ولي بين اينچ، فوت، يارد، و مايل رابطه معيني وجود ندارد. چون در هيچكدام از اين سيستمها يکنواختی وجود ندارد. سيستم ديگري كه بتواند به ساده‌تر شده موضوع كمك نموده و مراودات علمي را بيشتتر قابل درك نمايد، ابداع شده است كه به آن سيستم واحدهاي اندازه‌گيري بين‌المللي International System گویند و به علامت اختصاری SI نشان داده می‌شود. اين سيستم ذاتاً همان سيستم متريك است با اين تفاوت كه واحدهاي پايه در آن به زبان علمي توصيف شده‌اند. مثلاً در سيستم متريك، واحد طول متر است و آن عبارت است از فاصله بين دو علامت مشخص روي يك ميله فلزي كه جنس آن از آلياژ مخصوص بوده و در موزه‌اي نگهداري مي‌شود مي‌باشد، در صورتی که در سیستم بین‌المللی، واحد طول که همان متر بیان شده است، عبارت از طولی است معادل $۱۶۵۰۷۶۳/۷۳$ برابر طول تشعشعي که در اثر تغيير سطح انرژي ايزوتوپ کربپتون ۸۶ بين ۱۰ ۲P و $۵d$ در خلاء ساطع می‌شود. به عبارت ديگر متر معادل $۱۶۵۰۷۶۳/۷۳$ برابر طول موج نور نارنجي رنگي است كه اگر گاز خالص کربپتون (عدد جرمی ۸۶) تحت تأثیر تخليه الكتريكي قرار گيرد از آن ساطع می‌شود و يا ثانيه كه در سيستم متريك بر اساس طول مدت گردش زمين به دور خورشيد توصيف می‌شود، در سيستم بين‌المللي عبارت است از ۹۱۹۲۶۳۱۷۷۰ برابر پريود سزيوم ۱۳۳ حاصل می‌شود.

در سيستم بين‌المللي، واحدهاي پايه اساسي عبارتند از:

کمیت	نام واحد	علامت اختصاری
طول	متر	m
جرم	کیلوگرم	Kg
زمان	ثانیه	s

با در دست داشتن واحدهای پایه می توان واحدهای مورد نیاز دیگر را بر اساس روابط ریاضی و فیزیکی که بین آنها برقرار است، بدست آورد. واحدهایی که در سیستم بین المللی از واحدهای اساسی یا پایه مشتق می شوند، بشرح زیرند:

کمیت	نام واحد	واحدهای اساسی	علائم دیگر
سطح	مترمربع	m^2	
حجم	مترمکعب	m^3	
دانسیته	کیلوگرم بر متر مکعب	kg / m^3	
سرعت	متر بر ثانیه	m / s	
سرعت زاویه ای	رادیان بر ثانیه	rad / s	
شتاب	متر بر ثانیه بر ثانیه	m / s^2	
شتاب زاویه	رادیان بر ثانیه بر ثانیه	rad / s^2	
نیرو	نیوتن	kg.m / s	N
فشار	نیوتن بر متر مربع	$kg / (m.s^2)$	N / m^2

در سیستم بین المللی ارتباط بین واحدهای هم نوع با مضاربی از ۱۰ و معمولاً ۱۰۰۰ است. اسامی پیشوندها و علائمی که در این سیستم به کار برده می شود عبارتند از:

پیشوند	علامت	مقدار	مثال
ترا	T	10^{12}	
گیگا	G	10^9	
مگا	M	10^6	MHZ
کیلو	K	10^3	Km
هکتو	h	10^2	
دکا	da	10^1	
دسی	d	10^{-1}	
سانتی	c	10^{-2}	
میلی	m	10^{-3}	mg
میکرو	μ	10^{-6}	g
نانو	n	10^{-9}	nm
پیکو	p	10^{-12}	pf
فمنو	f	10^{-15}	
آتو	a	10^{-18}	

چنانچه سیستم واحدهای بین المللی بطور کامل و همه جانبه ای به کار گرفته شود، نیازی به دیگر سیستمها نخواهد بود.

فصل اول

انواع بار گذاری

۱-۱- بارهای مرده

بارهایی که به سازه وارد می‌شوند را بارهای مرده گویند و شامل وزن قطعات سازه‌ای و غیر سازه‌ای می‌باشند. نظیر وزن تیرها، ستونها، اتصالات، سقفها، دیوارها، وزن کفها و هر آنچه که به صورت ثابت نصب شده است. (تأسیسات ثابت منقول و غیر منقول)

برای تعیین بار مرده پارامترهای ذیل را در نظر می‌گیرند:

ابتدا حجم مصالح از روی نقشه‌های اجرایی تعیین می‌شود که قطعات غیر سازه‌ای (پارتیشن‌ها) با توجه به نقشه‌های فاز ۲ معماری بدست آمده ولی قطعات سازه‌ای باید تخمین زده شوند (وزن تیر، بارکف، نیروی زلزله و...). لازم به ذکر است که چون نمره تیر جهت برآورد آن در ابتدا مشخص نمی‌باشد، بنابراین می‌توان وزن تخمینی برای آن در نظر گرفته و یا اینکه می‌توان بدون احتساب وزن تخمینی محاسبه نموده و بعد وزن تیر را اضافه کرد.

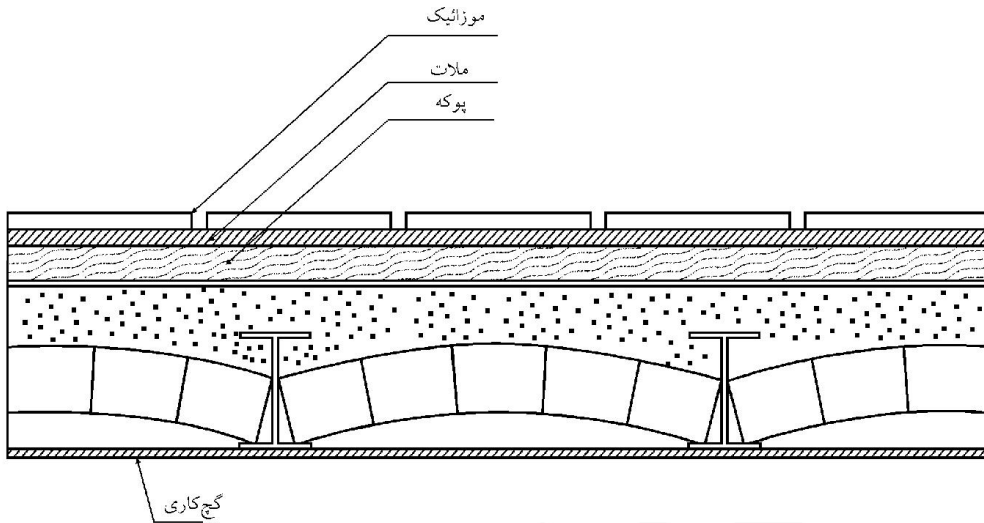
در اسکلت فلزی چون وزن زیاد نیست (۴۰ دکانیوتن برمتر مربع زیر بنا تقریباً معادل ۴۰ کیلوگرم نیرو بر مترمربع مناسب است)، بنابراین در محاسبات اشکالی ایجاد نمی‌کند. ولی در تیرهای بتن آرمه وزن خود تیر مهم بوده و باید در محاسبات دخالت داده شود.

در مورد قطعات غیر سازه‌ای از روی نقشه‌های دقیق معماری و یا در صورت در دسترس نبودن نقشه دقیق، باید محاسب، جزئیاتی را که اجراء می‌شود محاسبه نموده و روی نقشه نشان دهد.

در مورد سقف طاق ضربی، حجم مصالح را در یک متر مربع محاسبه کرده و در چگالی آن ضرب نموده و بارکف، در یک متر مربع را بر حسب کیلونیوتن یا دکانیوتن و یا... به دست آورد.

به عنوان مثال وزن مخصوص آجر فشاری با ملات ماسه و سیمان برابر ۱۸۵۰ دکانیوتن برمتر مکعب (وزن مخصوص ترکیب شده) می‌باشد.

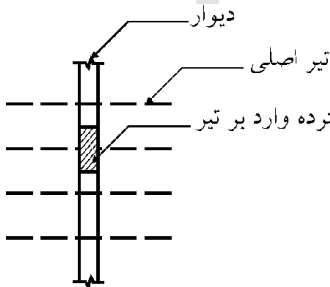
تلفن: ۲-۶۶۴۸۴۱۹۱



شکل ۱-۱: جزئیات یک نمونه طاق ضربی

۱-۲- وزن دیوارها

معمولاً در زیر دیوارهای خارجی تیری وجود دارد که وزن دیوار به صورت یکنواخت بر آن وارد می‌شود. حال در صورتی که پنجره در دیوار تعبیه شده باشد دیگر وزن وارده در طول تیر یکسان نبوده ولی به جهت صلب نبودن دیوار یکنواخت فرض می‌کنیم.



در مورد دیوارهای داخلی هم مانند دیوارهای خارجی موجود، وقتی تیر زیر دیوار قرار گیرد، بطوری که تیرها عمود بر طول دیوار باشد، در این صورت بار گسترده وارد بر تیر را (ناشی از دیوار) به صورت بار متمرکز در محل قرار گرفتن تیر در زیر دیوار در نظر می‌گیریم. (در صورت برابر نبودن فواصل تیرها برای هر تیر با توجه به قسمت هاشور خورده جداگانه محاسبه می‌شود).

شکل ۱-۲: بار وارد بر تیر اصلی از ناحیه دیوار داخلی

در ساختمانهایی که دارای تیغه‌بندی متحرک هستند، باید از تیغه‌های سبک استفاده شود که دیگر نیاز به قراردادن تیر در زیر آنها نبوده و به بار کف، باری به نام بار تیغه اضافه می‌نماییم. ولی اگر بار تیغه‌ها زیاد باشد، تیرهای قوی در زیر آنها به کار برده می‌شود. وزن دیوارهای تقسیم‌کننده نباید کمتر از ۱۰۰ دکانیوتن بر مترمربع در نظر گرفته شود. در ساختمانهایی که از تیغه‌های سبک نظیر دیوارهای ساندویچی استفاده می‌شود، این بار را می‌توان حداقل به ۵۰ دکانیوتن بر مترمربع (معادل ۵۰ کیلوگرم نیرو بر مترمربع) کاهش داد مشروط بر اینکه وزن یک متر مربع از این دیوارهای جداکننده و ملحقات آنها از ۴۰ دکانیوتن (معادل ۴۰ کیلوگرم نیرو) تجاوز نکند.

اگر وزن یک متر مربع تیغه کمتر از ۱۰۰ دکانیوتن (معادل ۱۰۰ کیلوگرم نیرو) باشد، در آن صورت از وزن تیغه صرف نظر کرده و بار گسترده $w = 80$ دکانیوتن بر متر مربع اضافه می‌شود، که این تیغه را

تیغه نوع اول گویند.

اگر $100 < w < 150$ باشد، باز هم می‌توان از وزن تیغه صرف نظر کرد و بار گسترده $w=130$ دکانیوتن بر متر مربع را در نظر گرفت، که این تیغه را تیغه نوع دوم گویند.

اگر $w > 150$ دکانیوتن بر متر مربع باشد، هیچ دست‌ورالعملی داده نشده و نباید تیغه جایش تغییر نماید و باید زیر تیغه، تیر در نظر گرفته شود.

اگر حداقل بار زنده از 400 دکانیوتن بر مترمربع بیشتر باشد، نیازی به در نظر گرفتن بارزنده دیوار تقسیم‌کننده نیست. جهت برآورد در یک طبقه از ساختمان، وزن کل تیغه‌ها را محاسبه می‌کنیم (وزن واقعی نه وزن معادل)، سپس آن را تقسیم بر مساحت طبقه می‌کنیم. اگر عدد حاصله از عدد معادل کمتر باشد در آن صورت، عدد معادل را مد نظر قرار می‌دهیم. در غیر این صورت همان عدد به دست آمده را جهت محاسبات منظور خواهیم کرد.

در طرح ساختمان و اجرای آن باید دقت شود که مصالح اضافی به کار برده نشود. زیرا اولاً باعث افزایش نیروی زلزله شده ثانیاً از نظر اقتصادی به صرفه نمی‌باشد (از تحمل بار اضافی به ساختمان خودداری شود).

در محاسبه به روش حدی (ضریب اطمینان را روی بارها اعمال می‌کنیم) هرگاه تنش به ماگزیمم مقدار خود برسد، بارها را در یک ضریب ضرب می‌کنیم که برای بارمرده، نسبت به سربارها ضریب کمتری در نظر می‌گیرند.

(در طرح قطعات برای بارهای قائم تیغه‌بندی جزء سربار در نظر گرفته می‌شود).

در محاسبات به روش تنش مجاز، غیر از تعیین نیروی زلزله، فرقی ندارد که بار تیغه‌ها را بار مرده فرض کنیم یا سربار، زیرا در نهایت با هم جمع می‌شوند و در تعیین نیروی زلزله، تیغه‌بندی را جزء بار مرده در نظر می‌گیریم.

نتیجه

در محاسبه نیروی زلزله بار تیغه‌ها را بر اساس بارمرده در نظر می‌گیرند ولی در محاسبه بارکف و غیره می‌توان جزء سربار در نظر گرفت.

۱-۳- سربارها

سربارها مجموعه بارهایی هستند که در اثر بهره‌برداری به ساختمان تحمیل می‌شوند، (وزن اثاثیه، اشخاص و...) که به دو صورت می‌باشند:

(۱) سربارهای ساکن و ایستا

(۲) سربارهای زنده (بار ضربه‌ای)

۱-۳-۱- سربار زنده:

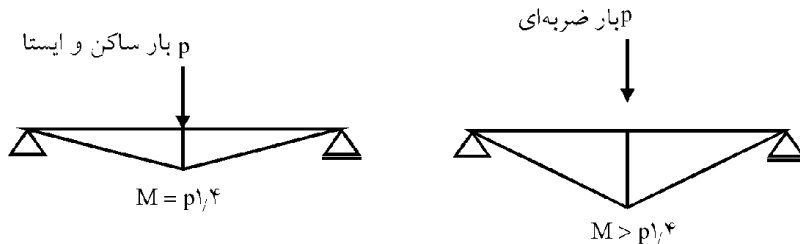
اتومبیل در داخل پارکینگ، آسانسور، جرثقیل زیر سقف کارخانه و غیره نمونه‌هایی از سربار زنده می‌باشد.

۱-۳-۲- سربار ساکن:

حتماً دارای سرعت صفر نیستند، مثل وزن نفرات داخل ساختمان و غیره.

مهندسين انواع سربارها را بار زنده ناميده و آنهايي که داراي انرژي جنبشي هستند را بارهاي ضربه‌اي مي‌نامند.

۱-۳-۳- ضربه بر روی ساختمان اثرات زيادي خواهد داشت که در اين صورت بايد بارهاي ضربه‌اي را در يك ضريب ضرب نماييم.



شکل ۱-۳: تأثیر ضربه بر لنگر حداکثر یک تیر دو سراسده

۱-۳-۴- مقادير مختلف سربار:

♦ بامهاي مسطح، بامهاي که استفاده خاصی از آنها نمی‌شود، بامهاي که محل نشستن، خواب و... است، سربار ۱۵۰ دکانیوتن بر مترمربع (معادل ۱۵۰ کیلوگرم نیرو بر مترمربع) و بار متمرکز ۱۳۰ دکانیوتن (معادل ۱۳۰ کیلوگرم نیرو).

♦ تراسهاي که محل رفت و آمد است، سربار ۱۷۵ دکانیوتن بر مترمربع
 ♦ تراس هتل که زیر آن پذیرش است، بامهاي که به عنوان محل عمومی استفاده می‌شود، هتلی که در طبقه آخر آن رستوران قرار دارد، سربار ۳۰۰ دکانیوتن بر متر مربع.
 ♦ بامهاي که شیب دارند (مانند سيستم خريابی)، سربار ۵۰۰ دکانیوتن بر مترمربع.
 سربار در طبقات داخلی:

- ♦ سربار خانه‌های مسکونی ۲۰۰ دکانیوتن بر مترمربع
- ♦ سربار کلاس درس ۳۵۰ دکانیوتن بر متر مربع
- ♦ سربار کریدور مدرسه ۵۰۰ دکانیوتن بر متر مربع
- ♦ سربار پله در ساختمانهای عمومی ۵۰۰ دکانیوتن بر متر مربع
- ♦ سربار پله در ساختمانهای مسکونی ۳۵۰ دکانیوتن بر متر مربع (بصورت بار گسترده)
- ♦ سربار اسکت پله ۳۵۰ دکانیوتن بر متر مربع

مثلاً: جهت بدست آوردن وزن وارد بر یک عدد کف پله به طول یک متر و عرض ۳۰ سانتی متر

$$(وزن وارد بر هر کف پله) \quad 105da - N = 0.3 \times 350 = 105 \Rightarrow 1 \times 0.3 = 0.3m^2$$

ولیکن عملاً از ۱۰۵ بیشتر است و وزن دو نفر یا یک ماشین لباسشویی را در مورد پله‌ها که سطح کوچکی دارند به عنوان سربار اضافه به صورت متمرکز نیز در نظر می‌گیرند.

در استادیوم‌ها جهت جایگاه تماشاچی سربار ۷۵۰ دکانیوتن بر مترمربع کافی نیست، آیین‌نامه پیشنهاد می‌کند که یک سربار افقی نیز در نظر گرفته شود (جهت هل دادن افراد):

$$\frac{1}{3} \times \text{سربار قائم} = \text{سربار افقی}$$