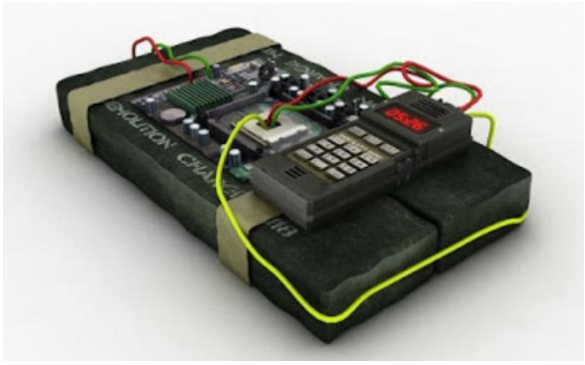
سازه های مقاوم در برابر انفجار: ۲۱ موردی که باید بدانید

مواد منفجره همچنان از سلاح های تروریستی محسوب می شوند. دلیل این است که این سلاح ها مخرب هستند، ساخت و دسترسی نسبتا ساده ای دارند و حتی هنوز هم می توان به راحتی و مخفیانه آن ها را از خشکی و دریا جابجا کرد. تروریست ها بخوبی می دانند که مواد منفجره بیش از آنکه کاربرد در هدف قرار دادن مکانی داشته باشند، سبب رعب و وحشت مردم می شوند.



در تاریخ ۲۶ آگوست سال ۲۰۱۱، یک خودروی بمب گذاری شده پس از شکستن دو سری مانع حفاظتی، به ساختمان سازمان ملل متحد در آبوجا، پایتخت نیجریه حمله کرد. یک سمت ساختمان تخریب شد و طبقه همکف به شدت خسارت دید.

به نظر می رسد که یک نوع احساس نگرانی در مورد آسیب پذیری ساختمان ها، پل ها، تونل ها و تاسیسات ما در میان بسیاری از بی ثباتی های اجتماعی و سیاسی بین المللی شناخته شده وجود دارد. این ترس و نگرانی سبب می شود که گروه ها و افراد از این فرصت برای نفوذ و ایجاد اختلال استفاده کنند. در نتیجه، از مشاوران طراحی ساختمان ها انتظار می رود که توصیه هایی را برای پاسخ به تهدیدات و آسیب های قابل پیش بینی ارائه کنند.

در این مقاله ۲۱ موردی که باید از انها برای طراحی سازه های مقاوم در برابر انفجار اطلاع داشته باشید، توضیح داده می شوند.

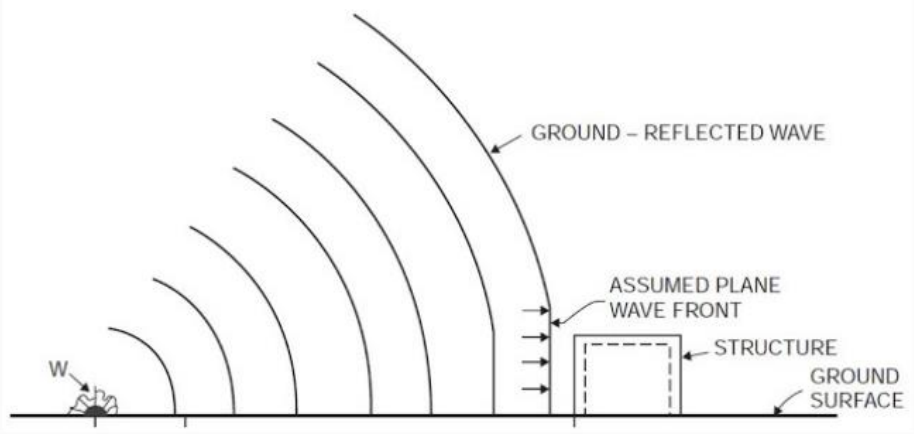
۱. انفجار یک رویداد ترموشیمیایی خشونت آمیز است

این شامل انفجار فراصوت مواد منفجره، انتشار گازهای داغ و موج انفجار است که فشار حداکثر و بزرگی آن معمولا از ظرفیت تحمل ساختمان در برابر هر نوع بار دیگری بیشتر است.

۲. ایجاد یک تیم امنیتی و ارزیابی ریسک مفید

یک ارزیابی جامع ریسک برای طراحی مقاوم در برابر انفجار ، شامل همکاری نزدیک بین برنامه ریزان شهری، معماران، مهندسین، متخصصین در زمینه انفجار و متخصصین امنیت می باشد. در این تلاش گروهی، متخصصین با همکاری یکدیگر اقدامات امنیتی را به منظور شناسایی، جلوگیری، مقابله، کاهش یا بازسازی وضعیت در حمله های تروریستی با بمب ارزیابی و انتخاب می کنند.

۳. ماهیت تاثیر انفجار

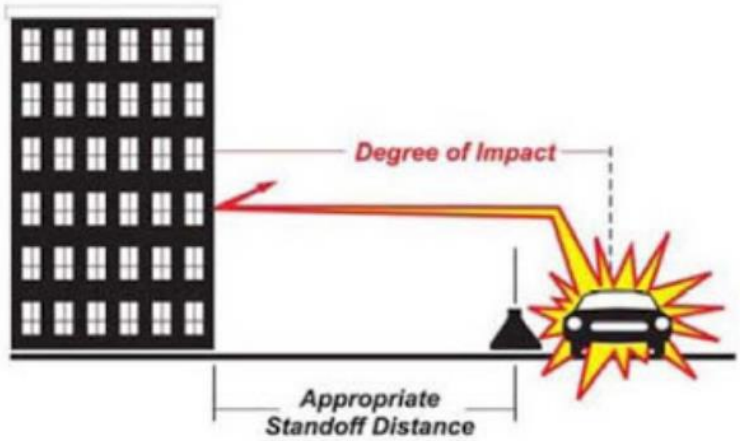


هنگامی که تشعشعات موج انفجار به یک ساختمان یا قسمتی از آن برخورد می کند، بلافاصله پس از آن، منعکس می شود. این ضربه سبب وارد شدن نیرو و انرژی زیادی بر اجزای بیرونی سازه می شود. انرژی جنبشی اعضای متحرک شده باید جذب یا مستهلک شود تا از تلفات جانی جلوگیری گردد. این کار عموماً با تبدیل انرژی جنبشی اعضای متحرک نما به انرژی کرنشی اعضای مقاوم انجام می شود.

۴. ممکن است تمام سازه تخریب نشود

معمولاً کل سازه طی یک انفجار معمولی تحت فشار قرار نمی گیرد. معمولاً جرم کلی یک سازه به اندازه کافی بزرگ هست تا انرژی جنبشی را مهار نماید. در این حالت انرژی و فشار منتقل شده به سازه کم می باشد و چند المانی که به منظور خراب شدن قبل از خرابی سازه طراحی شده اند، می توانند این انرژی را جذب کنند.

۵. فاصله منبع انفجار (موقعیت فرضی مواد منفجره) در طول فرایند ارزیابی اهمیت زیادی دارد



فاصله مهمترین عامل در طراحی سازه مقاوم در برابر انفجار برای یک مهندس سازه است. هر چه فاصله مواد منجره از سازه بیشتر باشد، سازه باید در مقابل نیروی کمتری قادر به مقاومت باشد. علاوه بر این می توان با افزودن دیوارهای ضد انفجار یا موانع خطی از سازه محافظت بیشتری نمود.

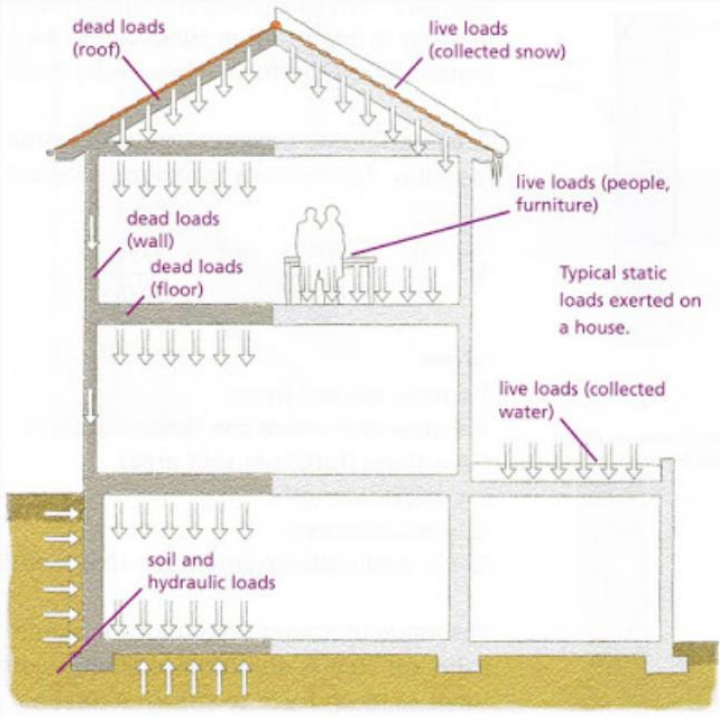
۶. اطلاعات اینگونه طراحی را فاش نکنید.

زمانی که از طرح های مقاوم در برابر انفجار برای امنیت و ایمنی ساختمان/تاسیات در پاسخ به یک تهدید استفاده می شود، باید اطلاعات مربوط به ابعاد و موقعیت فرضی انفجار محرمانه باقی بماند. این اطلاعات می تواند برای یک متجاوز یا مهاجم مفید باشد چرا که می تواند موجب بر ملا شدن استراتژی های طراحی برای محافظت از سازه شود.

۷. نمای خارجی و روزنه ها می توانند مانند موشک عمل کنند

فاجعه خرابی بخش هایی از ساختمان نظیر نماهای خارجی، پنجره ها ، قسمت های شیشه بری و عکس العمل سازه نسبت به انفجار، در اغلب اوقات سبب خرابی بخش های داخلی ساختمان می شود، حتی اگر نماهای خارجی آن ساختمان در برابر تاثیرات ناشی از انفجار مقاوم طراحی شده باشند. این قطعات می تواند مانند موشک عمل کنند. در این حالت احتماب آسیب ساکنین وجود دارد. تنها در حالتی که محدوده کننده ترین رویکردها در طراحی مقاوم در برابر انفجار بکار گرفته شده باشد، می توان در این زمینه استثنا قائل شد (نظیر پاسخ الاستیک، که یک ساختمان می تواند به خدمت رسانی خود ادامه دهد). شیشه های معلق در هوا همچنان یکی از مرگبارترین بخش های یک ساختمان در پاسخ به وقایع انفجاری است.

۸. جرم ساختمان و بار ساکنین می تواند مفید باشد



اثرات انفجار معمولا به صورت ضربه است، به این معنی که به دلیل تکان خوردن سبب ایجاد سرعت در اجسام می شود. به دلیل اینکه تکان ها متناسب با جرم و سرعت است و انرژی جنبشی متناسب با حاصلضرب جرم و مجذور سرعت است؛ از این رو جرم های بزرگتر سرعت کمتری داشته و در نتیجه انرژی کمتری به انرژی کرنشی تبدیل می شود.

۹. ضوابط مربوط به شکست ستون و بازتوزیع تنش ها

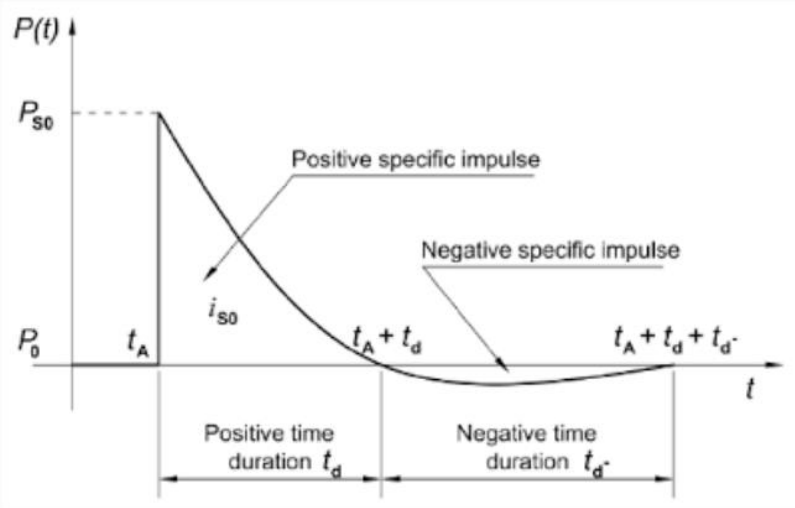
اغلب مشاوران طراحی علی رغم تاکید بر پیشگری از وارد شدن آسیب؛ احتمال آسیب شدید یک ستون در اثر انفجار را در نظر می گیرند. مشاورین فرض را بر این قرار می دهند که یک ستون مقاومت خود را از دست می دهد، در این صورت باید مسیرهای جایگزین انتقال بار برای جلوگیری از خرابی پیش رونده در اثر آسیب اولیه در ستون در نظر بگیرند. یکی از این روش ها ساختن تیرهای قوی و شکل پذیر و قرار گیری انها در ناحیه آسیب دیده است که بار را از ستون آسیب دیده به ستون های مجاور انتقال می دهد.

۱۰. ملاحظات پاسخ اضطراری

طراحانی که برای افزایش مقاومت در برابر انفجار تلاش می نمایند، باید ظرفیت خروج ساکنین و نیاز به اقدامات اضطراری را در نظر بگیرند. مقاومت در برابر انفجار همواره شامل پنجره هایی با شیشه های مقاوم در برابر انفجار می شود. طبق تعریف این نوع

شیشه ها به سختی می شکنند. آتش نشان ها نیازمند استفاده از ابزار مخصوص و بکارگیری روش های غیرمعمول برای مهار آتش در یک ساختمان که ورود و خروج سخت گیرانه ای دارد، می باشند. طراحان باید ویژگی های مقاومت در برابر انفجار را تعریف نمایند یا مقاومت در برابر آتش را افزایش دهند.

۱۱. مقدار فشار طراحی



طراحان باید توجه داشته باشند که مقدار فشار وارده ناشی از یک انفجار به سازه، به شدت به ماهیت مواد منفجره، ابعاد و محدوده انفجار، زاویه میان موج انفجار و سطح تاثیر، وجود سطوحی در اطراف که انتشار گازهای داغ انفجار را محدود می نماید و سختی سطوح تحت فشار بستگی دارد.

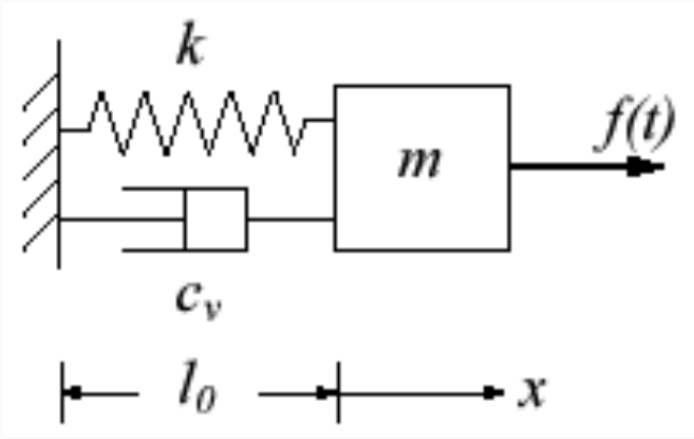
۱۲. آسیب های عظیم در سازه حین انفجار

در بسیاری از انفجارها که سبب خسارت شدید می شوند، خسارت طی دو مرحله وارد می شود:

I. انرژی آزاد شده از مواد منفجره المان های مهم سازه را تضعیف یا تخریب می کند..

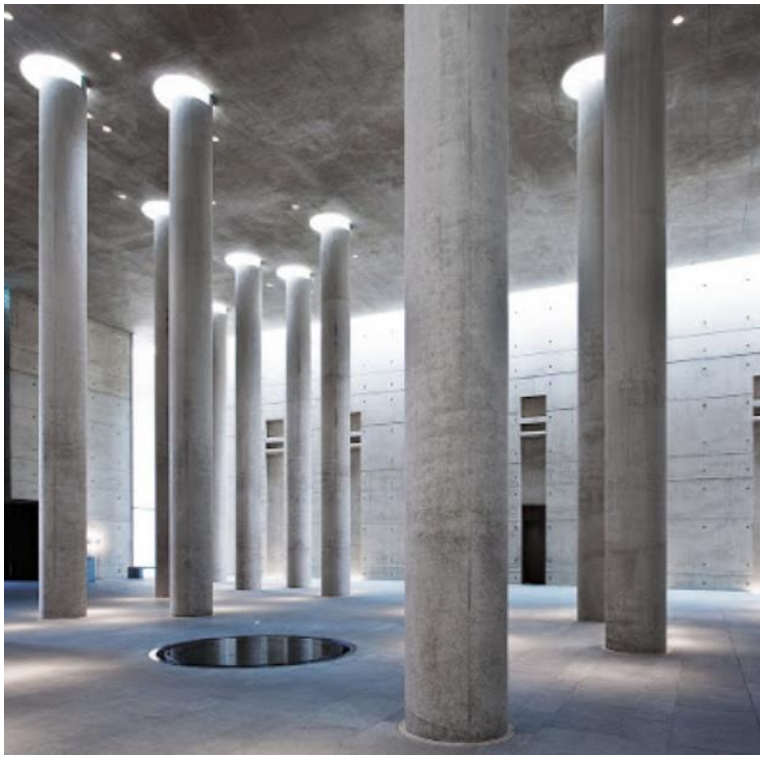
II. سازه خسارت دیده توانایی مقاومت در برابر نیروی گرانش را نداشته و در خارج از ناحیه آسیب دیده اولیه فرو می ریزد.

۱۳. المان های مجزا به صورت المان های غیرخطی با یک درجه آزادی رفتار می نمایند



در طراحی مقاوم در برابر انفجار مرسوم است که المان های مجزا به عنوان سیستم های غیرخطی با یک درجه آزادی رفتار کنند. این عملکرد با مقایسه پاسخ به فاکتورهای محدود کننده شکل پذیری (نظیر نسبت تغییرمکان حداکثر به تغییرمکان در نقطه تسلیم) یا دوران های تکیه گاهی با پاسخی که از طریق المان های سازه ای (المان هایی که تابع فشار و در عین حال مستقل از تاثیرات سازه ای هستند) محاسبه شده، مورد قضاوت قرار می گیرد.

۱۴. یکپارچگی ستون یک عامل کلیدی محسوب می شود

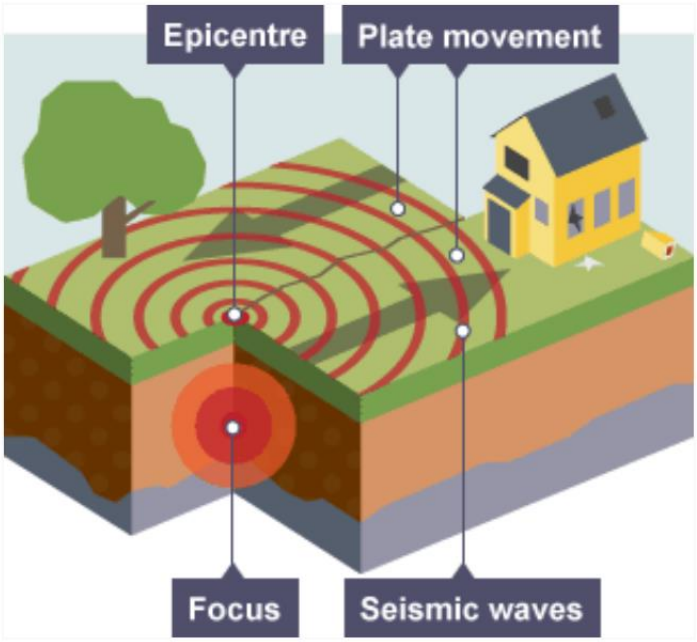


معمولا، ستون ها اعضایی هستند که یکپارچگی آنها کلید مقاومت سیستم سازه ای در برابر بار انفجار است. از این رو، اطمینان از مقاومت ستون ها در مقاوم سازی انفجاری باید در اولویت قرار بگیرد.

۱۵. مراقب سلاح های خوشه ای باشید

جراحت و خسارت سازه ای در حین انفجار تنها ناشی از فشار مستقیم و ضربه موج انفجار نیست و می تواند ناشی از ضربه اجسام خرد شده در حال حرکت هم باشد. سلاح های نظامی معمولا مواد منجره با پوششی فلزی هستند. پس از انفجار این پوشش می ترکد و به سزعت تکه تکه می شود. بطور مشابه، ابزارهای تروریستی نیز همین گونه هستند،به طوری که پوشش انها با سرعت بالایی تکه تکه و به اطراف پخش می شود.

۱۶. طراحی انفجاری متفاوت از طراحی لرزه ای است



رویکرد مرسوم برای طراحی در برابر انفجار مشابه طراحی لرزه ای است که با دو روش مهم زیر صورت می پذیرد:

I. هر دو بار دینامیکی بوده و روش حل نیز بر پایه انرژی خواهد بود.

II. روشی که ما در آن جزئیات المان های سازه ای را تعریف می کنیم، تعیین کننده بارهای موثر و نوع سازه ای که باید طراحی شود، می باشد .

۱۷. ممکن است مجلور شوید آسیب و خسارت بیشتری را متحمل شوید

اگرچه در زلزله ما به دلیل جذب انرژی خسارت هایی را متحمل می شویم اما این خسارت ها معمولا در حوادث انفجاری بیشتر خواهد بود. انتظار ما این است که نماهای خارجی در برابر خسارت شدید مقاومت نمایند. در حقیقت، طراحی مقاوم در برابر انفجار، به معنای تحمل وپایداری سازه دز برابر تخریب محوطه پیرامونی ساختمان (با توجه به خطر مرگ و میر) و در مواردی خرابی بخشی از ان، می باشد.

۱۸. معکوس شدن تنش ها در دال های کف

ضربه رو به بالای انفجار به دال های کف می تواند توزیع نیرو در این المان های سازه ای را معکوس نماید. در سیستم هایی که مقاومت و شکل پذیری کافی در برابر این نیروهای معکوس وجود نداشته باشد، خیز ناشی از انفجار می تواند المان های سازه ای که برای مقاومت در برابر بارهای ثقلی مورد نیاز است را تخریب کند. با این وجود، سیستم های کف، پس از برخورد مستقیم موج انفجار دچار شکست شده و دال تحت نیروی گرانشی فرو خواهد ریخت.

۱۹. عملکرد تخلیه ساختمان پس از وقوع حادثه باید در نظر گرفته شود

در حالی که تاثیرات خرابی های سریع حوادث انفجاری را می توان با استراتژی های طراحی مقاوم، محدود کرد اما سیستم های تخلیه و فعالیت های متعاقب آن نظیر پاکسازی به حفظ یکپارچگی پله ها، سیستم های نقل و انتقال قائم (مثلا آسانسور)، برق، روشنایی، ارتباطات، مدیریت دود و سایر سیستم ها، وابسته است.

۲۰. تنها باید از متخصصان حرفه ای و دارای صلاحیت استفاده شود

طراحان سازه های مقاوم در برابر انفجار باید دارای صلاحیت حرفه ای باشند و دانش کافی در زمینه اصول دینامیک سازه ها داشته و تجربه لازم در پیش بینی پاسخ المان ها و سیستم ها در اثر بارهای وارده در حین انفجار را داشته باشند یا می بایست زیر نظر افراد حرفه ای دارای صلاحیت و تجربه کافی فعالیت نمایند.

۲۱. رفع خطر و تهدید همواره بهترین گزینه است

در انتها، رفع خطر یک حادثه انفجاری و کاهش مصالح ساختمان و مواردی که می تواند به عنوان منبع سوخت در گسترش آتش سوزی کمک نماید را می توان به عنوان کارآمدترین روش طراحان در هر ساختمانی معرفی کرد. با این حال، بر اساس ارزیابی خطر، فرض اینکه سازه یا ناسیساتی تحت تاثیر انفجار قرار نمی گیرد، منطقی نخواهد بود.

مترجم: مسعود غیاث الدین

منبع:

http://www.structville.com/۰۵/۲۰۱۷/blast-resistant-structures-۲۱-things.html