



طراحی سازه‌های فولادی در برابر انفجار



طراحی سازه‌های فولادی در برابر انفجار



ترجمه و تألیف:

مهندس عمران وتر

کارشناس ارشد سازه‌های دریایی / دانشکده فنی دانشگاه تهران

مهندس حامد مهدوی

کارشناس ارشد زلزله / پژوهشگاه بین‌المللی زلزله

دکتر علی قمری

عضو هیئت علمی دانشگاه علوم و توسعه پایدار آریا



عنوان و نام پدیدآور:

طراحی سازه‌های فولادی در برابر انفجار/ تالیف رامون گیلسانز... [و دیگران]؛ ترجمه و تالیف عمران وتر، حامد مهدوی، علی قمری.

مشخصات نشر:

تهران: نوآور، ۱۳۹۶.

مشخصات ظاهری:

۱۸۰ ص.

شابک:

۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۳۶۳-۳

وضعیت فهرست نویسی:

فیفا

یادداشت:

بخش اعظم کتاب حاضر، ترجمه از کتاب "۲۰۱۳، Steel design guide 26 : Design of blast resistant structures" است.

موضوع:

ساختمان‌ها -- اثر انفجار

موضوع:

Buildings -- Blast effects

موضوع:

انفجار

موضوع:

Explosions

شناسه افزوده:

گیلسانز، رامون

شناسه افزوده:

Gilsanz, Ramon

شناسه افزوده:

وتر، عمران، ۱۳۷۱ - ، گردآورنده، مترجم

شناسه افزوده:

مهدوی، حامد، ۱۳۶۶ - ، گردآورنده، مترجم

شناسه افزوده:

قمری، علی، ۱۳۶۳ - ، گردآورنده، مترجم

رده بندی کنگره:

۱۳۹۶ / ۴۳ / ۱۰۹۷TH

رده بندی دیویی:

۸۵۴/۶۹۳

شماره کتابشناسی ملی:

۴۸۸۲۶۸۵

طراحی سازه‌های فولادی در برابر انفجار

ترجمه و تألیف: مهندس عمران وتر، مهندس حامد مهدوی، دکتر علی قمری

ناشر: نوآور



نشر نوآور

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

مدیر فنی: محمدرضا نصیرنیا

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۳۶۳-۳

مرکز بخش:

نوآور، تهران، خیابان انقلاب، خیابان فخررازی، 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 هر گونه 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.

فهرست مطالب

پیشگفتار

فصل اول / مقدمه

- ۱-۱. تاریخچه سوانح
- ۱-۱-۱. سوانح انفجار
- ۲-۱-۱. سوانح خرابی پیش رونده
- ۲-۱. ویژگی‌های اثرات انفجار
- ۳-۱. مقایسه اثر انفجار و اثر لرزه‌ای بر سازه

فصل دوم / بارهای انفجار

مقدمه

- ۱-۲. پارامترهای انفجار
- ۲-۲. سناریوهای تهدید مواد منفجره
- ۳-۲. پدیده انفجار
- ۱-۳-۲. پارامترهای کلیدی
- ۴-۲. تخمین بار انفجار
- ۱-۴-۲. روابط تجربی
- ۲-۴-۲. بارهای خارجی
- ۳-۴-۲. بارهای داخلی
- ۴-۴-۲. روش‌های تحلیلی
- ۵-۲. بارهای وارد بر سازه
- ۱-۵-۲. شکل‌های بار معادل
- ۲-۵-۲. بارهای پسا
- ۳-۵-۲. بارهای سطحی بازتاب نشده
- ۴-۵-۲. حفاظت و بازتاب
- ۵-۵-۲. بارهای جانبی خالص
- ۶-۵-۲. فاز منفی
- ۷-۵-۲. بارهای داخلی ناشی از نفوذ
- ۶-۲. منابع معتبر برای تخمین بار انفجار
- ۷-۲. مثال طراحی

فصل سوم / معیارهای طراحی برای ساختمان‌ها

- ۱-۳. روش‌های ارزیابی تهدید
- ۱-۱-۳. گزارش *DOJ*
- ۲-۱-۳. معیارهای ایمنی *GSA*
- ۳-۱-۳. معیارهای طراحی ایمنی *ISC*
- ۴-۱-۳. معیارهای تاسیسات متحد
- ۵-۱-۳. معیارهای وزارت امور خارجه آمریکا

- ۳-۱-۶. معیارهای اضافی
- ۳-۲. اجرای خوب
- ۳-۲-۱. ملاحظات خارجی
- ۳-۲-۲. ملاحظات داخلی

فصل چهارم / پاسخ سازه به بارهای انفجار

- ۴-۱. توصیف بارگذاری انفجار
- ۴-۲. سیستم‌های یک درجه آزادی
- ۴-۳. پاسخ انفجار سیستم‌های الاستیک یک درجه آزادی
- ۴-۳-۱. تحلیل تاریخچه زمانی
- ۴-۳-۲. راه حل نموداری
- ۴-۳-۳. حل به روش انرژی
- ۴-۴. تحلیل پاسخ یک درجه آزادی غیرخطی
- ۴-۴-۱. روش‌های تاریخچه زمانی
- ۴-۴-۲. حل‌های نموداری
- ۴-۴-۳. روش‌های انرژی
- ۴-۵. سازه‌های چند درجه آزادی
- ۴-۶. نرم افزار

فصل پنجم / طراحی سیستم‌های سازه‌ای مقاوم در برابر انفجار

- ۵-۱. روش انرژی
- ۵-۲. ساده‌سازی بر اساس پارامترهای دینامیکی
- ۵-۳. مثال‌های طراحی

فصل ششم / تحلیل و طراحی اعضای سازه‌ای مقاوم در برابر انفجار

- ۶-۱. مشخصات مصالح فولادی برای طراحی انفجار
- ۶-۱-۱. ضریب افزایش مقاومت (SIF)
- ۶-۱-۲. ضریب افزایش دینامیکی (DIF)
- ۶-۱-۳. تنش طراحی دینامیکی
- ۶-۲. معیارهای طراحی جهت طراحی در برابر انفجار
- ۶-۲-۱. ترکیبات بار
- ۶-۲-۲. مقاومت-نهایی
- ۶-۲-۳. معیارهای تغییرشکل
- ۶-۳. مودهای گسیختگی
- ۶-۳-۱. گسیختگی عضو
- ۶-۳-۲. کشش
- ۶-۳-۳. فشار
- ۶-۳-۴. برش
- ۶-۳-۵. خمش
- ۶-۳-۶. نیروهای ترکیبی

۴-۶. مثال‌های طراحی

فصل هفتم / طراحی اتصالات برای سازه‌های مقاوم در برابر انفجار

- ۱-۷. ملاحظات کلی
- ۲-۷. مسئولیت طراحی
- ۳-۷. شکل‌پذیری اتصال
- ۴-۷. مقاومت اتصال
- ۱-۴-۷. مقاومت لازم
- ۲-۴-۷. مقاومت موجود
- ۵-۷. اتصالات پیچی
- ۱-۵-۷. اتصالات برشی
- ۲-۵-۷. اتصالات کششی
- ۶-۷. اتصالات جوش شده
- ۱-۶-۷. فلزات پرکننده
- ۲-۶-۷. تضمین کیفیت
- ۳-۶-۷. کاربردهای کشش
- ۴-۶-۷. کاربردهای خمشی
- ۷-۷. مهاربندی و اتصالات خمشی

فصل هشتم / مقاومت در برابر خرابی پیش رونده

- ۱-۸. مرور کلی
- ۱-۱-۸. تعریف خرابی پیش رونده
- ۲-۱-۸. توضیح مختصری درباره مساله طراحی/تحلیل
- ۳-۱-۸. مفاهیم پایه
- ۲-۸. آیین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌های تحلیل و طراحی
- ۱-۲-۸. مقدمه
- ۲-۲-۸. دستورالعمل‌های اداره خدمات عمومی ایالات متحده
- ۳-۲-۸. معیارهای وزارت دفاع
- ۴-۲-۸. استانداردهای بریتانیایی
- ۳-۸. روش‌های تحلیل برای خرابی پیش‌رونده
- ۱-۳-۸. مفاهیم تحلیل
- ۲-۳-۸. تحلیل پوش‌آور استاتیکی غیرخطی: روش تعادل انرژی
- ۳-۳-۸. تحلیل دینامیکی غیرخطی: روش تاریخچه-زمانی
- ۴-۸. توصیه‌ها
- ۱-۴-۸. توصیه‌های تشریحی
- ۲-۴-۸. توصیه‌های طراحی کلی
- ۵-۸. مثال طراحی
- ۸-۶. خلاصه مثال

نمادها

نشر نوآور ضمن ارج نهادن و قدردانی از اعتماد شما به کتاب‌های این انتشارات، به استحضارتان می‌رساند که همکاران این انتشارات، اعم از مؤلفان و مترجمان و کارگروه‌های مختلف آماده‌سازی و نشر کتاب، تمامی سعی و همت خود را برای ارائه کتابی درخور و شایسته شما فرهیخته گرامی به‌کار بسته‌اند و تلاش کرده‌اند که اثری را ارائه نمایند که از حداقل‌های استاندارد یک کتاب خوب، هم از نظر محتوایی و غنای علمی و فرهنگی و هم از نظر کیفیت شکلی و ساختاری آن، برخوردار باشد.

با این وجود، علی‌رغم تمامی تلاش‌های این انتشارات برای ارائه اثری با کمترین اشکال، باز هم احتمال بروز ایراد و اشکال در کار وجود دارد و هیچ اثری را نمی‌توان الزاماً مبرماً از نقص و اشکال دانست. از سوی دیگر، این انتشارات بنابه تعهدات حرفه‌ای و اخلاقی خود و نیز بنابه اعتقاد راسخ به حقوق مسلم خوانندگان گرامی، سعی دارد از هر طریق ممکن، به‌ویژه از طریق فراخوان به خوانندگان گرامی، از هرگونه اشکال احتمالی کتاب‌های منتشره خود آگاه شده و آن‌ها را در چاپ‌ها و ویرایش‌های بعدی رفع نماید.

لذا در این راستا، از شما فرهیخته گرامی تقاضا داریم در صورتی که حین مطالعه کتاب با اشکالات، نواقص و یا ایرادهای شکلی یا محتوایی در آن برخورد نمودید، اگر اصلاحات را بر روی خود کتاب انجام داده‌اید پس از اتمام مطالعه، کتاب ویرایش‌شده خود را با هزینه انتشارات نوآور، پس از هماهنگی با انتشارات، ارسال نمایید، و نیز چنانچه اصلاحات خود را بر روی برگه جداگانه‌ای یادداشت نموده‌اید، لطف کرده عکس یا اسکن برگه مزبور را با ذکر نام و شماره تلفن تماس خود به ایمیل انتشارات نوآور ارسال نمایید، تا این موارد بررسی شده و در چاپ‌ها و ویرایش‌های بعدی کتاب اعمال و اصلاح گردد و باعث هرچه پربارتر شدن محتوای کتاب و ارتقاء سطح کیفی، شکلی و ساختاری آن گردد.

نشر نوآور، ضمن ابراز امتنان از این عمل متعهدانه و مسئولانه شما خواننده فرهیخته و گرانقدر، به‌منظور تقدیر و تشکر از این همدلی و همکاری علمی و فرهنگی، در صورتی که اصلاحات درست و بجا باشند، متناسب با میزان اصلاحات، به رسم ادب و قدرشناسی، نسخه دیگری از همان کتاب و یا چاپ اصلاح‌شده آن و نیز از سایر کتب منتشره خود را به‌عنوان هدیه، به انتخاب خودتان، برایتان ارسال می‌نماید، و در صورتی که اصلاحات تأثیرگذار باشند در مقدمه چاپ بعدی کتاب نیز از زحمات شما تقدیر می‌شود.

همچنین نشر نوآور و پدیدآورندگان کتاب، از هرگونه پیشنهادها، نظرات، انتقادات و راه‌کارهای شما عزیزان در راستای بهبود کتاب، و هرچه بهتر شدن سطح کیفی و علمی آن صمیمانه و مشتاقانه استقبال می‌نمایند.



تلفن: ۰۲۱-۶۶۴۸۴۱۹۱

www.noavarpub.com

info@noavarpub.com

موضوع بارهای انفجار در گذشته مختص سازه‌های نظامی و امنیتی بود. اما امروزه با تغییر روند زندگی مردم و استفاده از مواد قابل اشتعال و همچنین مواد قابل انفجار در منازل مسکونی، اهمیت توجه به طراحی سازه‌ها در برابر انفجار را روشن می‌سازد. علاوه بر آن، تجربیات پدافند غیرعامل لزوم گسترش این تجربیات را در ساختمان‌های شهری ایجاب می‌کند. همچنین، اقدامات تروریستی و بمب‌گذاری‌های سال‌های اخیر در سراسر دنیا نیز این مهم را روشن‌تر و با اهمیت‌تر کرده است. در حال حاضر منابع فارسی جامع و کافی برای بررسی سازه‌ها در برابر بارهای انفجار مخصوصاً سازه‌های فولادی موجود نیست، و معمولاً مهندسان در محاسبات انفجار با مشکل مواجه خواهند شد. لذا این نقصان مولفان را بر آن داشت تا با توجه به کمبود منابع فارسی، منبعی تهیه و در اختیار خوانندگان قرار دهند. مبانی اصلی این کتاب بر اساس *AISC-Steel Design guide* شماره ۲۶ سال ۲۰۱۳ می‌باشد که بر اساس نیاز تغییرات لازم اعمال شده است. همچنین اضافات لازم در کتاب گنجانده شده است تا راهگشای مهندسین ایرانی باشد. در آینده و در ادامه این کتاب، روش‌های مدلسازی سازه‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای المان محدود و همچنین نرم‌افزارهای طراحی سازه در برابر انفجار به زیور طبع آراسته خواهد شد. امید است این مجموعه گامی هر چند کوتاه در راستای اعتلای دانش و خدمت به مهندسان باشد.

مترجمان

کلیه حقوق چاپ و نشر این کتاب مطابق با قانون حقوق مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب سال ۱۳۴۸ و آیین‌نامه اجرایی آن مصوب ۱۳۵۰، برای ناشر محفوظ و منحصرأ متعلق به نشر نوآور است. لذا هر گونه استفاده از کل یا قسمتی از مطالب، اشکال، نمودارها، جداول، تصاویر این کتاب در دیگر کتب، مجلات، نشریات، سایت‌ها و موارد دیگر، و نیز هر گونه استفاده از کل یا قسمتی از کتاب به هر شکل از قبیل هر نوع چاپ، فتوکپی، اسکن، تایپ از کتاب، تهیه پی‌دی‌اف از کتاب، 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 و غیرقانونی بوده و شرعاً نیز حرام است، و متخلفین تحت پیگرد قانونی و قضایی قرار می‌گیرند.

با توجه به اینکه هیچ کتابی از کتب نشر نوآور به صورت فایل ورد یا پی‌دی‌اف و موارد این‌چنین، توسط این انتشارات در هیچ سایت اینترنتی ارائه نشده است، لذا در صورتی که هر سائیتی اقدام به تایپ، اسکن و یا موارد مشابه نماید و کل یا قسمتی از متن کتب نشر نوآور را در سایت خود قرار داده و یا اقدام به فروش آن نماید، توسط کارشناسان امور اینترنتی این انتشارات، که مسئولیت اداره سایت را به عهده دارند و به طور روزانه به بررسی محتوای سایت‌ها می‌پردازند، بررسی و در صورت مشخص شدن هرگونه تخلف، ضمن اینکه این کار از نظر قانونی غیرمجاز و از نظر شرعی نیز حرام می‌باشد، وکیل قانونی انتشارات از طریق وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، پلیس فتا (پلیس رسیدگی به جرایم رایانه‌ای و اینترنتی) و نیز سایر مراجع قانونی، اقدام به مسدود نمودن سایت متخلف کرده و طی انجام مراحل قانونی و اقدامات قضایی، خاطیان را مورد پیگرد قانونی و قضایی قرار داده و کلیه خسارات وارده به این انتشارات از متخلف اخذ می‌گردد.

همچنین در صورتی که هر کتابفروشی، اقدام به تهیه کپی، جزوه، چاپ دیجیتال، چاپ ریسو، آفست از کتب انتشارات نوآور نموده و اقدام به فروش آن نماید، ضمن اطلاع‌رسانی تخلفات کتابفروشی مزبور به سایر همکاران و مؤذعین محترم، از طریق وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، اتحادیه ناشران، و انجمن ناشران دانشگاهی و نیز مراجع قانونی و قضایی اقدام به استیفای حقوق خود از کتابفروشی متخلف می‌نماید.

خرید، فروش، تهیه، استفاده و مطالعه از روی نسخه غیراصل کتاب، از نظر قانونی غیرمجاز و شرعاً نیز حرام است.

انتشارات نوآور از خوانندگان گرامی خود درخواست دارد که در صورت مشاهده هر گونه تخلف از قبیل موارد فوق، مراتب را یا از طریق تلفن‌های انتشارات نوآور به شماره‌های ۰۲۱-۶۶۴۸۴۱۹۱ و ۰۲۱-۰۹۱۲۳۰۷۶۷۴۸ و یا از طریق ایمیل انتشارات به آدرس info@noavarpub.com و یا از طریق منوی تماس با ما در سایت www.noavarpub.com به این انتشارات ابلاغ نمایند، تا از تضییع حقوق ناشر، پدیدآورنده و نیز خود خوانندگان محترم جلوگیری به عمل آید، و نیز به‌عنوان تشکر و قدردانی، از کتب انتشارات نوآور نیز هدیه دریافت نمایند.

فصل اول

مقدمه

هدف این راهنما ترویج دانسته‌ها و ارائه نظریه‌های اساسی در زمینه مقاومت سازه‌ها در برابر انفجار و جلوگیری از تخریب پیش رونده با ذکر مثال‌های طراحی است، به نحوی که مهندسان سازه و معماران بتوانند بسادگی و به طور موثر از آن بهره گیرند.

در حال حاضر، مشاوران ایمنی به کمک کارفرما، آسیب‌پذیری‌های مختص یک تاسیسات معین را ارزیابی کرده و سطح مناسب و قابل قبول ریسک ایمنی را تعیین می‌کنند. بر اساس مطالعه ارزیابی ریسک، می‌توان موقعیت و میزان تهدید انفجار را تعیین نمود. سپس مشاوران انفجار فشارهای حاصل از انفجار را محاسبه کرده و طراحی انجام شده توسط مهندس قبلی را بررسی می‌کنند. اگر طراحی دارای عدم کفایت تشخیص داده شود، مشاور انفجار توصیه می‌کند که طراحی ارتقا پیدا کند و این بازبینی‌ها در نقشه‌های ساخت اعمال می‌شوند. توصیه می‌شود که مشاور ایمنی و مشاور انفجار تا حد امکان در مراحل ابتدایی فرایند برنامه ریزی و طراحی وارد شوند.

در این راهنما اطلاعات کافی برای مهندسان اجرایی سازه همراه با پیش زمینه‌ای در مورد دینامیک سازه برای تعامل با مشاوران انفجار ارائه شده است تا طراحی‌ها به نحوی موثر و کاربردی انجام گیرد. سپس مهندس طراح قبلی می‌تواند با طراحی سازه‌ای بر اساس فشارهای انفجار ارائه شده توسط مشاور انفجار پیش برود. مشابه آنچه در هر طراحی خاص وجود دارد، بررسی همزمان یک ایده خوب است و پیشنهاد می‌شود که طراحی نهایی توسط یک مشاور انفجار ذیصلاح و با تجربه در زمینه طراحی سازه‌های مقاوم در برابر انفجار بررسی شود.

این راهنما به فصل‌های زیر تقسیم‌بندی می‌شود:

فصل دوم: انفجارهای خارجی را معرفی کرده و بر روی موج انفجار تمرکز می‌کند - نه بر روی بارگذاری پرتابه‌ای یا قطعه‌ای. این فصل بارهای ایجاد شده به وسیله یک انفجار بزرگ در مجاورت سازه را شامل نمی‌شود.

فصل سوم: سیر تحول اسناد مرتبط با طراحی سازه‌ها برای بارگذاری انفجاری را معرفی کرده و درباره عوامل مرتبط با طراحی برای حفاظت ساختمان راهکارهایی ارائه می‌کند.

فصل چهارم: روش‌های تحلیل دینامیکی را معرفی کرده، درجات آزادی چندگانه را به یک سیستم یک درجه آزادی ساده‌سازی کرده و پاسخ دینامیکی را برای بارهای تعریف شده تعیین می‌کند. این فصل همچنین درباره استفاده از نرم افزارهای مهندسی سازه برای حل مسائل ساده چنددرجه آزادی توضیح می‌دهد.

فصل پنجم: پاسخ کلی سیستم سازه‌ای یک ساختمان در برابر بارگذاری انفجار را معرفی می‌کند.

فصل ششم: طراحی عضو، حالت‌های گسیختگی و معیارهای طراحی شامل نفوذ، گسیختگی برشی

و خمشی را معرفی می‌کند.

فصل هفتم: طراحی اتصال فولادی برای بارگذاری انفجاری را معرفی می‌کند.

فصل هشتم: مفاهیم اساسی خرابی پیش رونده را توضیح می‌دهد. طراحی برای خرابی پیش رونده مستقل از طراحی انفجار است زیرا این خرابی می‌تواند ناشی از سایر رخدادهای ممکن مانند آتش، ضربه و غیره باشد. در این فصل مثال‌هایی برای تعیین پاسخ سازه‌ای در برابر خرابی پیش رونده ارائه شده‌اند.

این راهنما تنها رفتار سازه‌های فولادی تحت انفجار را توضیح می‌دهد و شامل درب‌ها، پنجره‌ها یا هر مصالح سازه‌ای دیگر نیست.

۱-۱. تاریخچه سوانح

در سال‌های گذشته، طراحی مقاوم در برابر انفجار فقط برای تاسیساتی مورد استفاده می‌گرفت که یا محل نگهداری (یا در مجاورت آن) مواد منفجره بوده و یا به عنوان اهداف بالقوه برای حمله شناسایی شوند. کارخانه‌های مهمات و تاسیسات ذخیره‌سازی، تاسیسات استراتژیک نظامی و دولتی و پالایشگاه‌های نفت و گاز طبیعی چند مثال از تاسیساتی هستند که ممکن است به طور خاص برای مقاومت در برابر انفجار طراحی شده باشند. با این حال تهدیدهای بمب‌گذاری در سال‌های اخیر افزایش یافته است که باعث شده توجه خاصی به مسئله انفجار در طراحی سازه‌ها شود. وجود تهدید بمب‌گذاری باعث می‌شود بسیاری از ساختمان‌های سیاسی و استراتژیک نیز برای این منظور بررسی شوند. سوانح توضیح داده شده در ادامه، ارتباط نزدیکی با سیر تحول معیارهای طراحی ایمنی مختلف در فصل سوم را دارند.

۱-۱-۱. سوانح انفجار

اگرچه بمب‌گذاری‌های متعددی تاکنون در سراسر دنیا رخ داده است، اما تعداد کمی از این بمب‌گذاری‌ها در طول سه دهه گذشته، بیشترین تاثیر را بر روی نحوه آمادگی و واکنش ایالات متحده داشته است که عبارتند از:

- ۱۸ آوریل ۱۹۸۳: یک خودروی بمب‌گذاری شده انتحاری به سفارت ایالات متحده در لبنان-بیروت حمله کرد که باعث کشته شدن ۶۳ نفر شد که ۱۷ نفرها از آنها آمریکایی بودند.
- ۲۳ اکتبر ۱۹۸۳: مرکز نظامی نیروی دریایی ایالات متحده در لبنان-بیروت توسط یک کامیون بمب‌گذاری شده انتحاری مورد حمله قرار گرفت که ۲۴۱ نفر از نیروهای نظامی آمریکایی کشته شدند.
- دسامبر ۱۹۸۳: بمب‌گذاران انتحاری با کامیون به سفارت‌های ایالات متحده و فرانسه در کویت حمله کردند، ۵ نفر را کشته و ۸۶ نفر را مجروح کردند.
- ۲۰ سپتامبر، ۱۹۸۴: ساختمان مجاور سفارت ایالات متحده در بیروت توسط یک کامیون انتحاری مورد حمله قرار گرفت که ۲۴ نفر کشته شدند و سفیر مجروح شد.
- ۲۱ دسامبر ۱۹۸۸: یک بمب‌گذاری پرواز ۱۰۳ پان آمریکن بر فراز لاکربی اسکاتلند را منفجر کرد و ۲۷۰ نفر سرنشین هواپیما کشته شدند.

- ۲۶ فوریه ۱۹۹۳: بمب‌گذاری خودرو در مرکز تجارت جهانی نیویورک منجر به کشته شدن ۶ نفر و مجروح شدن بیش از ۱۰۰۰ نفر شد.
 - ۱۹ آوریل ۱۹۹۵: ساختمان فدرال *A.P. Murrah* در شهر اوکلاهما با استفاده از یک کامیون بمب‌گذاری شده مورد حمله قرار گرفت که ۱۶۸ نفر کشته و بیش از ۵۰۰ نفر مجروح شدند.
 - ۲۵ ژوئن ۱۹۹۶: برج‌هایی در ظهران عربستان سعودی توسط یک کامیون بمب‌گذاری شده مورد حمله قرار گرفت و ۱۹ نفر از افراد نیروی هوایی کشته شدند.
 - ۲۷ جولای ۱۹۹۶: بمب‌گذاری با بمب لوله‌ای در پارک المپیک سنتنیال در آتلانتا، در طول بازی‌های المپیک ۱۹۹۶.
 - ۱۶ ژانویه ۱۹۹۷: بمب‌گذاری با بمب لوله دوقلو در ساختمان سندی اسپرینگز در آتلانتا.
 - ۲۱ فوریه ۱۹۹۷: بمب‌گذاری با بمب لوله دوقلو در ادرساید لانگ در آتلانتا.
 - ۲۹ ژانویه ۱۹۹۸: بمب‌گذاری با بمب لوله‌ای در کلینیک *New Women All Womwn* در انگلیس - بیرمنگام.
 - ۷ آگوست ۱۹۹۸: بمب‌گذاری با کامیون در سفارت‌های ایالات متحده در کنیا و تانزانیا. ۲۲۴ نفر در این دو واقعه کشته و حدود ۵۰۰۰ نفر مجروح شدند.
 - ۱۲ اکتبر ۲۰۰۰: کشتی *USS Cole* زمانی که در بندر عدن یمن پهلو گرفته بود، توسط یک قایق انتحاری مورد حمله قرار گرفت.
 - ۱۱ سپتامبر ۲۰۰۱: حملات همزمان به پنتاگون در واشینگتن و مرکز تجارت جهانی در نیویورک هزاران نفر را کشت و چندین هزار نفر را مجروح کرد. علیرغم این که این حملات با استفاده از مواد منفجره نبوده است، هواپیماهای دخیل به عنوان موشک‌های هدایت شده‌ای استفاده شدند که اثرات ماده منفجره را بر روی اهدافشان داشتند (ضربه، احتراق و آتش).
 - ۱۲ می ۲۰۰۳: حملات انتحاری بمب‌گذاری شده در منطقه مسکونی در ریاض عربستان سعودی ۳۴ نفر را کشت.
- حملات قابل توجه مشابهی در انگلیس، روسیه، اسپانیا، خاورمیانه و دیگر کشورها را می‌توان به این فهرست افزود.

۱-۲. سوانح خرابی پیش رونده

- استاندارد (ACSE, ۲۰۱۰a) $ACSE / SEI V-10$ جامعه مهندسان عمران آمریکا (ASCE)، در بخش توضیحی C ۱/۴ خرابی پیش رونده را به صورت انتشار یک گسیختگی موضعی از عضوی به عضو دیگر که منجر به خرابی نهایی کل سازه یا قسمت بزرگ به طور نامتناسبی از آن می‌شود، تعریف کردند. با اینکه برخی از متخصصان ممکن است موافق نباشند، رخدادهای زیر به طور کلی به عنوان گسیختگی‌های خرابی پیش رونده در نظر گرفته می‌شوند. بعضی از آن‌ها نیز مثال‌هایی از سازه‌های با طراحی یا ساخت نامناسب هستند که به طور کامل تخریب شدند.
- رخدادهای خرابی پیش رونده قابل توجه عبارتند از:
- پل رودخانه کبک، ۱۹۰۷: پل در حین ساخت فروریخت و ۸۲ کارگر کشته شدند؛ مشاهده شد که اعضای فشاری تا ۲/۲۵ اینچ (۵/۷ سانتیمتر) تغییرشکل داده بودند که بیانگر کماتش اولیه

- است. طراحی نامناسب شبکه مهاربندی‌های فشاری سبب خرابی کلی پل نیمه ساخته شد.
- رونان پوینت، ۱۹۶۸، انگلستان: انفجار کوچک در آشپزخانه سبب خرابی نسبی ۲۰ طبقه از یک گوشه یک ساختمان آپارتمانی شد.
 - هارتفورد کولیسوم، ۱۹۷۸، هارتفورد: قایب با فضای دهانه طولانی تحت یک بارگذاری متوسط برف (کمتر از $30psf$) تخریب شد. طراحی اعضای فشاری نامناسب بود و گسیختگی از طریق کل دهانه منتشر شد.
 - لامبیانس پلازا، ۱۹۸۷: خرابی دو ساختمان مجاور که با استفاده از روش دال‌های پیش ساخته یا دال‌های آماده^۱ در حال ساخت بودند. دلیل آن از بین رفتن تکیه گاه یک دال در یک ستون بود و با توجه به اینکه اتصالات نهایی ساخته نشده بودند خرابی منتشر شد و منجر به کشته شدن ۲۸ کارگر شد.
 - پیاده روی هیات رجنسی، ۱۹۸۱، شهر کانزاس: اتصال بازبینی شده میله‌های معلق برای قاب‌گذاری توسط یک مهندس سازه طراحی نشده بودند. یک اتصال تخریب شد و کمبود نامعینی سبب تخریب کامل هر دو سطح پیاده رو شد که باعث کشته شدن ۱۱۴ نفر شد.
 - مرکز تجارت جهانی ۶، ۱۱ سپتامبر ۲۰۰۱، نیویورک: چند طبقه به دلیل آتش فروریخت که این فروریزش به وسیله طبقاتی که دچار آتش‌سوزی نبودند مهار شد.
 - مرکز تجارت جهانی ۷، ۱۱ سپتامبر ۲۰۰۱، نیویورک: آتش سبب گسیختگی یک عضو سازه‌ای کلیدی شده و منجر به خرابی کل سازه شد.
- گسیختگی‌های ناشی از خرابی پیش رونده ممکن است تا حدی به دلیل برش پانچ بتن باشند. آیین‌نامه‌های بتن اکنون دارای یکپارچگی سازه‌ای تسلیح هستند که این نوع از گسیختگی را تعریف می‌کند. مثال‌هایی از سازه‌های بتنی که تخریب شده‌اند عبارتند:
- خیابان ۲۰۰ کامان ولث، ۱۹۷۱، بوستون: خرابی یک ساختمان ۱۷ طبقه بتنی در حال ساخت باعث کشته شدن ۴ کارگر و مصدوم شدن ۲۰ نفر شد.
 - ساختمان آپارتمان اسکای لاین پلازا، ۱۹۷۳، فیرفکس کانتی: این ساختمان در حال ساخت تخریب شد و ۱۴ نفر کشته و ۳۴ نفر دیگر مصدوم شدند.
 - مجتمع مسکونی کوکو بیچ، ۱۹۸۱: در حال ساخت تخریب شد و ۱۱ کارگر کشته و ۲۳ نفر دیگر مجروح شدند.
- لیست خرابی‌های ناشی از اثرات انفجار و یا تخریب پیش‌رونده ناشی از انفجار و آتش‌سوزی نشان می‌دهد که در سراسر دنیا یک مساله حیاتی است و سالانه جان هزاران نفر را به خطر می‌اندازد.

۲-۱. ویژگی‌های اثرات انفجار

بارهای حاصل از انفجار ممکن است ناشی از عوامل فیزیکی، هسته‌ای و یا شیمیایی باشند. در انفجار فیزیکی ممکن است در یک فضای محصور یا باز رخ دهد که هر کدام از آنها شرایط بارگذاری خاصی را ایجاد می‌کنند. انفجار در فضای باز باعث ایجاد یک موج ضربه‌ای فراصوت می‌شود که فشار محیطی هوا

۱. lift slab



نشرینو اور

تلفن: ۲-۶۶۴۸۴۱۹۱