

بسمه تعالی

1- عوامل تاثیرگذار در تعیین تهدید مبنای طراحی سازه‌های امن:

تعیین سطوح تهدید و سطوح ایمنی متناظر برای طراحی سازه‌های امن، بر اساس شرایط تهدید و اهمیت و کاربری و جنبه های اقتصادی (تهدیدشناسی و تحلیل ریسک یا خطرپذیری) انجام می‌شود.

2- عوامل مؤثرتر و مهم‌تر در طراحی اعضایی از سازه که مستقیماً در معرض آثار سلاح‌ها قرار دارند (اصطلاحاً اعضای بیرونی):

آثار اصلی انفجار در طراحی سازه های امن:

1 -تغییر شکل ها و نیروهای داخلی در اعضای سازه ای که مستقیماً در معرض فشار انفجار قرار دارند (اصطلاحاً اعضای بیرونی سازه): فشار انفجار، عامل اصلی در طراحی اعضای بیرونی سازه است.

2 -تغییر شکل ها و نیروهای داخلی در همه اعضای سازه ای بیرونی و درونی، ناشی از تکان سازه
عوامل تکان سازه:

- فشار انفجاری که مستقیماً به اعضای بیرونی سازه وارد می شود.

- تکان زمین ناشی از:

- موج انفجار منتقل شده از طریق هوا به زمین زیر سازه

- موج انفجار منتقل شده از طریق زمین به زمین زیر سازه

3 -حرکت و تغییر مکان محتویات سازه ناشی از تکان سازه: (ضرورت طراحی تکیه گاه محتویات یا جداسازی شوک)

4- برخورد و نفوذ گلوله و ترکش ها (ترکش های اولیه و ثانویه): عامل دوم در طراحی اعضای بیرونی است. اما در مورد سلاح های بالستیک یا نفوذی، عامل اصلی در طراحی اعضای بیرونی سازه است.

3- عوامل مؤثر در میزان نفوذ پرتابه در هدف:

- جنس، شکل و سرعت و راستای برخورد پرتابه در نفوذ

- جنس هدف (سختی، مقاومت، شکل پذیری، چگالی، همگنی و انسجام مصالح، اندازه و شکل سنگدانه ها در بتن) در نفوذ

4- در طراحی ستون‌هایی از سازه که مستقیماً تحت بار انفجار قرار دارند:

در ستون های خارجی، به علت بزرگی بار جانبی در طول ستون، معمولاً خمش کنترل کننده است. با توجه به منحنی اندرکنش نیروی محوری-لنگر خمشی، صرف نظر از نیروی محوری محافظه کارانه است. لذا معمولاً ستون خارجی مانند یک تیر طراحی می شود. با کوچک گرفتن معیار پذیرش تغییر شکل ستون (نسبت شکل پذیری) از تغییر شکل های پلاستیک بزرگ ستون جلوگیری می شود.

5- سیستم‌های سازه ای مناسب تر و اقتصادی تر جهت مقابله با بار انفجار:

به طور کلی سیستم‌های سازه‌ای بتن مسلح نسبت به سیستم‌های سازه‌ای فولادی، مناسب تر و اقتصادی تر است.

انواع سیستم‌های سازه‌ای بتن مسلح در مقابل بارگذاری انفجاری:

الف- قاب خمشی تنها: معمولاً در برابر بار انفجار اقتصادی نیست

ب- سیستم دال و دیوار برشی بدون قاب

ج- سیستم دوگانه یا مختلط "دال و دیوار برشی توأم با قاب خمشی"

نکته: سازه‌های دال و دیوار برشی (با یا بدون قاب) می‌توانند برای مقاومت در برابر بارهای انفجاری خیلی بزرگ طراحی شوند.

6- تاثیر جرم سازه:

در زلزله: افزایش جرم، باعث: افزایش نیروی زلزله و افزایش مقادیر پاسخ سازه (تغییر شکل و برش پایه) می‌شود.

افزایش پیروید به وسیله‌ی افزایش جرم، باعث: افزایش برش پایه، افزایش تغییر شکل

افزایش پیروید به وسیله‌ی کاهش سختی، باعث: کاهش برش پایه، امکان افزایش تغییر شکل

در انفجار: افزایش جرم: بی تاثیر در نیروی انفجار است و باعث کاهش مقادیر پاسخ سازه (تغییر شکل و برش پایه) می‌شود.

افزایش پیروید به وسیله‌ی افزایش جرم، باعث: کاهش برش پایه، کاهش تغییر شکل

افزایش پیروید به وسیله‌ی کاهش سختی، باعث: کاهش برش پایه، امکان افزایش تغییر شکل

7- روش‌های مناسب تر و اقتصادی تر جهت تحلیل و طراحی سازه‌ها در مقابل انفجار:

گزینه مناسب برای روش طراحی سازه در مقابل انفجار، طراحی بر اساس عملکرد است.

روش تحلیل ایده ال برای طراحی انفجاری، روش دینامیکی غیرخطی است.

8- ویژگی‌های فشار رویداد (قبل از برخورد به سازه) ناشی از انفجار:

از نوع فشار هیدروستاتیک است. ذره بدون بعد را در حالت سکون نگه می‌دارد. در هر نقطه به شدت نسبت به زمان تغییر می‌کند. اجسام آزاد دارای بعد را دچار حرکت می‌سازد. اعضای سازه‌ای را دچار پاسخ دینامیکی می‌سازد و در آن‌ها نیروی اینرسی و شتاب ایجاد می‌نماید.

9- ویژگی‌های پارامترهای موج فشار رویداد انفجار:

- با دور شدن از محل انفجار، حداکثر فشار کاهش و مدت تداوم بار افزایش می‌یابد.

- فاز منفی فشار انفجار معمولاً در طراحی اعضای سازه‌ای مهم نیست.

- مقادیر حداکثر فشار انفجار بستگی به مقدار ماده منفجره و فاصله از آن دارد.

10- ویژگی‌های فشار انفجار هوایی منعکس شده از سطح یک مانع:

- با افزایش زاویه بین جبهه موج و سطح مانع، انعکاس و تقویت موج کاهش می‌یابد.
- در وجه رو به انفجار سازه در یک انفجار خارجی، انعکاس موج انفجار باعث تقویت فشار وارد بر سازه می‌شود.
- در وجوه جانبی و پشت به انفجار سازه در یک انفجار خارجی، انعکاس و تقویت فشار انفجار اتفاق نمی‌افتد.

11- ویژگی‌های فشار دینامیکی انفجار:

- در وجه رو به انفجار سازه در انفجار خارجی، فشار دینامیکی به سمت داخل سازه است.
- معمولاً در وجوه جانبی و پشتی سازه، فشار دینامیکی به سمت خارج سازه است.
- فشار دینامیکی ناشی از جرم و سرعت ذرات هوا یا گاز است.

12- ویژگی‌های انفجار در هوای آزاد و انفجار در هوا:

- در انفجار در هوای آزاد، موج قبل از برخورد به سازه، به مانع دیگر با زمین برخورد نمی‌کند.
- در انفجار در هوا، موج قبل از برخورد به سازه، به زمین برخورد کرده، منعکس می‌شود.
- به ازای یک مقدار ماده منفجره و یک فاصله نرمال ماده منفجره از نقطه مورد نظر بر روی سازه، فشار وارد بر آن نقطه ناشی از انفجار در هوا معمولاً بیشتر از فشار ناشی از انفجار در هوای آزاد است.
- انعکاس موج انفجار از زمین باعث تقویت آن می‌گردد.

13- ویژگی‌های انفجار در هوا و انفجار سطحی:

- با افزایش فاصله افقی از ماده منفجره در انفجار در هوا، ارتفاع جبهه ماخ افزایش می‌یابد.
- حداکثر فشار انفجار در ترازهای بالاتر از جبهه ماخ در انفجار در هوا، کمتر از فشار انفجار بر روی جبهه ماخ است.
- جبهه ماخ در انفجار در هوا به صورت تخت و قائم است.
- جبهه ماخ در انفجار سطحی به صورت نیمکره است.

14- اثر بازشو در سازه در انفجارهای خارجی:

- باز شو در دیوار رو به انفجار خارجی، باعث کاهش فشار وارد بر وجه خارجی این دیوار می‌شود.
- بازشو در دیوار رو به انفجار خارجی، بر فشار خارجی وارد بر سایر دیوارها تاثیری ندارد.

15- ویژگی‌های انفجارهای محدود شده (داخلی):

- در انفجار محدود شده از نوع کاملاً تهویه شده، فشار گاز مهم نیست و در نظر گرفته نمی‌شود.
- مدت تداوم فشار گاز معمولاً بیشتر از مدت تداوم فشار شوک است.
- حداکثر فشار گاز معمولاً کمتر از حداکثر فشار شوک است.
- فشار گاز ایجاد شده به نوع ماده منفجره بستگی دارد.

16- تأثیر نرخ کرنش بر منحنی تنش - کرنش کششی فولاد و فشاری بتن:

- افزایش نرخ کرنش باعث افزایش قابل توجه مقاومت کششی فولاد و مقاومت فشاری بتنی می‌شود.
- افزایش نرخ کرنش بر مدول الاستیسیته فولاد تأثیری ندارد و تأثیر آن بر مدول الاستیسیته سکانتی بتن ناچیز است.
- افزایش نرخ کرنش تأثیری بر کرنش گسیختگی فولاد و بتن ندارد.
- در انفجارهای نزدیک، اثر نرخ کرنش بر مقاومت مصالح بیشتر از انفجارهای دور است.

17- ویژگی‌های تنش‌های طراحی بتن و میلگرد در سازه‌های بتن مسلح:

- تنش طراحی بتن و فولاد بستگی به نوع تنش (خمشی، فشاری، برشی و ...) دارد.
- تنش طراحی بتن و فولاد در برش (کشش قطری) و استفاده از خاموت، مستقل از میزان تغییر شکل تیر است.
- تنش طراحی بتن و فولاد در خمشی وابسته به میزان تغییر شکل است.

18- در محاسبه مقاومت خمشی تیرها و دال‌های بتن مسلح:

- در انفجارهای خیلی نزدیک، بتن در مقاومت خمشی عضو بی‌تأثیر است.
- در انفجارهای خیلی نزدیک، جرم بتن پوشش روی میلگردهای فشاری و کششی در تحلیل در نظر گرفته نمی‌شود.
- در انفجارهای خیلی نزدیک، آرماتور در وجه رو به انفجار دال یا تیر، باید برابر با آرماتور در وجه پشت به انفجار باشد.
- در انفجارهای دور و تغییر شکل‌های خیلی بزرگ طراحی، آرماتور در وجه رو به انفجار دال یا تیر، باید مساوی آرماتور در وجه پشت به انفجار باشد.

19- میلگردهای مناسب‌تر در سازه‌های مقاوم در برابر انفجار:

- استفاده از میلگردهای مقاومت بالا (با تنش تسلیم حدود 5000kg/cm^2) در سازه‌ها جهت مقابله با انفجار، بدتر و با محدودیت‌های بیشتری نسبت به میلگردهای با مقاومت متوسط (حدود 4000kg/cm^2) است.
- میلگردهای با قطر کمتر جهت استفاده در سازه‌ها به منظور مقابله با انفجار، بهتر از میلگردهای با قطر بیشتر است.
- در صورت مجاز بودن تغییر شکل‌های بزرگ در طراحی، بهتر است دال‌ها و تیرها طوری طراحی شوند که به آرماتور برشی نیاز داشته باشند.

20- ویژگی های آرماتورهای برشی مورب پیوسته (Lacing) در دال های بتن مسلح:

- باعث افزایش مقاومت برشی دال می گردد.
- باعث افزایش قابل توجه شکل پذیری دال می گردد.
- فقط در انفجارهای نزدیک به کار می رود.