



ارتعاش در سازه‌ها

دستورالعمل‌های کاربردی

باخمن و همکاران

ترجمه

دکتر غلامرضا زمانی اهری

استادیار گروه مهندسی عمران دانشگاه ارومیه

علیرضا فرهادی کچائی

دانش‌آموخته مهندسی عمران دانشگاه ارومیه

انتشارات

دانشگاه ارومیه

ارتعاش در سازه‌ها؛ دستورالعمل‌های کاربردی، باخمن و همکاران، ۱۹۹۷ - م.
 Vibration Problems in Structures: Practical Guidelines-1997
 نام کتاب / ارتعاش در سازه‌ها؛ دستورالعمل‌های کاربردی - باخمن و همکاران -
 ترجمه دکتر غلامرضا زمانی اهری و علیرضا فرهادی کچائی - انتشارات دانشگاه
 ارومیه، ۱۳۹۹.
 ح، ۳۲۹ ص. : مصور، نمودار (انتشارات دانشگاه ارومیه)
 ISBN:978-600-8681-70-0
 فهرست‌نویسی بر اساس اطلاعات فیپا
 عنوان اصلی: ارتعاش در سازه‌ها؛ دستورالعمل‌های کاربردی
 Vibration Problems in Structures: Practical Guidelines
 Bachmann et al.,
 دکتر غلامرضا زمانی اهری ۱۳۵۳، علیرضا فرهادی کچائی ۱۳۷۴
 واژه‌نامه
 چاپ اول: ۱۳۹۹
 کتابخانه ملی ایران



ارتعاش در سازه‌ها؛ دستورالعمل‌های کاربردی	نام کتاب
باخمن و همکاران	مؤلف
دکتر غلامرضا زمانی اهری، علیرضا فرهادی کچائی	مترجم
علیرضا فرهادی کچائی	طراح جلد و صفحه‌آرا
دکتر علیرضا مناف‌پور	ویراستار علمی
دکتر رحیم کوشش شبستری	ویراستار ادبی
۳۲۹ صفحه	تعداد صفحات
۰ - ۷۰ - ۸۶۸۱ - ۶۰۰ - ۹۷۸	شابک
دانشگاه ارومیه	ناشر
اول ۱۳۹۹	نوبت چاپ
وزیری	قطع
۵۰۰۰۰ تومان	قیمت

فهرست مطالب

پ	فهرست مطالب
ز	مقدمه مؤلف
ص	مقدمه مترجم
۱	۱ ارتعاشات تولیدشده توسط انسان
۳	۱.۱ پل‌های عابر پیاده
۳	۱.۱.۱ بیان مسئله
۳	۲.۱.۱ کنش‌های دینامیکی
۴	۳.۱.۱ معیارهای سازه‌ای
۶	۴.۱.۱ اثرات
۷	۵.۱.۱ مقادیر قابل تحمل
۸	۶.۱.۱ قواعد طراحی ساده
۱۰	۷.۱.۱ قواعد طراحی پیشرفته‌تر
۱۱	۸.۱.۱ اقدامات اصلاحی
۱۴	۲.۱ کف‌های دارای عابرن پیاده
۱۴	۱.۲.۱ توضیح مشکل
۱۴	۲.۲.۱ کنش‌های دینامیکی
۱۵	۳.۲.۱ معیارهای سازه‌ای
۱۵	۴.۲.۱ اثرات
۱۵	۵.۲.۱ مقادیر قابل تحمل
۱۶	۶.۲.۱ قواعد طراحی ساده
۲۱	۷.۲.۱ قواعد طراحی پیشرفته‌تر
۲۱	۸.۲.۱ اقدامات اصلاحی

۲۳	کف‌های مخصوص فعالیت‌های ورزشی یا حرکات موزون	۳.۱
۲۳	توضیح مشکل	۱.۳.۱
۲۳	کنش‌های دینامیکی	۲.۳.۱
۲۴	معیارهای سازه‌ای	۳.۳.۱
۲۵	اثرات	۴.۳.۱
۲۵	مقادیر قابل تحمل	۵.۳.۱
۲۶	قواعد طراحی ساده	۶.۳.۱
۲۶	قواعد طراحی پیشرفته‌تر	۷.۳.۱
۲۷	اقدامات اصلاحی	۸.۳.۱
۲۸	کف‌های دارای صندلی‌های ثابت و گالری‌های تماشاگران	۴.۱
۲۸	توضیح مشکل	۱.۴.۱
۲۸	کنش‌های دینامیکی	۲.۴.۱
۲۹	معیارهای سازه‌ای	۳.۴.۱
۳۰	اثرات	۴.۴.۱
۳۰	مقادیر قابل تحمل	۵.۴.۱
۳۰	قواعد طراحی ساده	۶.۴.۱
۳۱	قواعد طراحی پیشرفته‌تر	۷.۴.۱
۳۱	اقدامات اصلاحی	۸.۴.۱
۳۲	سکوه‌های شیرجه مرتفع	۵.۱
۳۲	توضیح مشکل	۱.۵.۱
۳۲	کنش‌های دینامیکی	۲.۵.۱
۳۲	معیارهای سازه‌ای	۳.۵.۱
۳۳	اثرات	۴.۵.۱
۳۳	مقادیر قابل تحمل	۵.۵.۱
۳۳	قواعد طراحی ساده	۶.۵.۱
۳۵	قواعد طراحی پیشرفته‌تر	۷.۵.۱
۳۵	اقدامات اصلاحی	۸.۵.۱
۳۶	مراجع	
۳۷	ارتعاشات تولیدشده توسط ماشین‌آلات	۲
۳۹	تکیه‌گاه‌ها و فونداسیون‌های ماشین‌آلات	۱.۲

۳۹	توضیح مشکل	۱.۱.۲
۳۹	کنش‌های دینامیکی	۲.۱.۲
۴۶	معیارهای سازه‌ای	۳.۱.۲
۴۷	اثرات	۴.۱.۲
۴۸	مقادیر قابل تحمل	۵.۱.۲
۵۰	قواعد طراحی ساده	۶.۱.۲
۶۱	قواعد طراحی پیشرفته‌تر	۷.۱.۲
۶۲	اقدامات اصلاحی	۸.۱.۲
۶۴	برج‌های زنگ	۲.۲
۶۴	توضیح مشکل	۱.۲.۲
۶۴	کنش‌های دینامیکی	۲.۲.۲
۶۶	معیارهای سازه‌ای	۳.۲.۲
۶۶	اثرات	۴.۲.۲
۶۷	مقادیر قابل تحمل	۵.۲.۲
۶۸	قواعد طراحی ساده	۶.۲.۲
۶۸	قواعد طراحی پیشرفته‌تر	۷.۲.۲
۷۰	اقدامات اصلاحی	۸.۲.۲
۷۱	صدهای سازه‌رو	۳.۲
۷۱	توضیح مشکل	۱.۳.۲
۷۱	کنش‌های دینامیکی	۲.۳.۲
۷۲	معیارهای سازه‌ای	۳.۳.۲
۷۲	اثرات	۴.۳.۲
۷۲	مقادیر قابل تحمل	۵.۳.۲
۷۲	قواعد طراحی ساده	۶.۳.۲
۸۲	قواعد طراحی پیشرفته‌تر	۷.۳.۲
۸۳	اقدامات اصلاحی	۸.۳.۲
۸۴	ارتعاش انتقالی از طریق زمین	۴.۲
۸۴	توضیح مشکل	۱.۴.۲
۸۵	کنش‌های دینامیکی	۲.۴.۲
۸۵	معیارهای سازه‌ای	۳.۴.۲
۸۶	اثرات	۴.۴.۲

۸۶	مقادیر قابل تحمل	۵.۴.۲
۸۶	قواعد طراحی ساده	۶.۴.۲
۸۸	قواعد طراحی پیشرفته‌تر	۷.۴.۲
۸۸	اقدامات اصلاحی	۸.۴.۲
۹۰	مراجع	
۹۳	۳ ارتعاشات ناشی از باد	
۹۵	۱.۳ ساختمان‌ها	
۹۵	توضیح مشکل	۱.۱.۳
۹۶	کنش‌های دینامیکی	۲.۱.۳
۹۶	معیارهای سازه‌ای	۳.۱.۳
۹۸	اثرات	۴.۱.۳
۹۸	مقادیر قابل تحمل	۵.۱.۳
۹۹	قواعد طراحی ساده	۶.۱.۳
۱۰۰	قواعد طراحی پیشرفته‌تر	۷.۱.۳
۱۰۰	اقدامات اصلاحی	۸.۱.۳
۱۰۲	۲.۳ برج‌ها	
۱۰۲	توضیح مشکل	۱.۲.۳
۱۰۳	کنش‌های دینامیکی	۲.۲.۳
۱۰۳	معیارهای سازه‌ای	۳.۲.۳
۱۰۵	اثرات	۴.۲.۳
۱۰۵	مقادیر قابل تحمل	۵.۲.۳
۱۰۷	قواعد طراحی ساده	۶.۲.۳
۱۰۷	قواعد طراحی پیشرفته‌تر	۷.۲.۳
۱۰۸	اقدامات اصلاحی	۸.۲.۳
۱۱۰	۳.۳ دودکش‌ها و دکل‌ها	
۱۱۰	توضیح مشکل	۱.۳.۳
۱۱۰	کنش‌های دینامیکی	۲.۳.۳
۱۱۲	معیارهای سازه‌ای	۳.۳.۳
۱۱۴	اثرات	۴.۳.۳
۱۱۵	مقادیر قابل تحمل	۵.۳.۳

۱۱۵	قواعد طراحی ساده	۶.۳.۳
۱۱۵	قواعد طراحی پیشرفته‌تر	۷.۳.۳
۱۱۶	اقدامات اصلاحی	۸.۳.۳
۱۱۸	دکل‌های مهارشده	۴.۳
۱۱۸	توضیح مشکل	۱.۴.۳
۱۱۸	کنش‌های دینامیکی	۲.۴.۳
۱۱۸	معیارهای سازه‌ای	۳.۴.۳
۱۲۰	اثرات	۴.۴.۳
۱۲۰	مقادیر قابل تحمل	۵.۴.۳
۱۲۰	قواعد طراحی ساده	۶.۴.۳
۱۲۰	قواعد طراحی پیشرفته‌تر	۷.۴.۳
۱۲۲	اقدامات اصلاحی	۸.۴.۳
۱۲۳	دکل‌های پل‌ها	۵.۳
۱۲۳	توضیح مشکل	۱.۵.۳
۱۲۵	کنش‌های دینامیکی	۲.۵.۳
۱۲۵	معیارهای سازه‌ای	۳.۵.۳
۱۲۶	اثرات	۴.۵.۳
۱۲۶	مقادیر قابل تحمل	۵.۵.۳
۱۲۶	قواعد طراحی ساده	۶.۵.۳
۱۲۶	قواعد طراحی پیشرفته‌تر	۷.۵.۳
۱۲۶	اقدامات اصلاحی	۸.۵.۳
۱۲۸	پل‌های معلق و پل‌های کابلی	۶.۳
۱۲۸	توضیح مشکل	۱.۶.۳
۱۲۹	کنش‌های دینامیکی	۲.۶.۳
۱۲۹	معیارهای سازه‌ای	۳.۶.۳
۱۳۱	اثرات	۴.۶.۳
۱۳۱	مقادیر قابل تحمل	۵.۶.۳
۱۳۱	قواعد طراحی ساده	۶.۶.۳
۱۳۲	قواعد طراحی پیشرفته‌تر	۷.۶.۳
۱۳۲	اقدامات اصلاحی	۸.۶.۳
۱۳۵	بام‌های طره‌ای	۷.۳

۱۳۵	توضیح مشکل	۱۰.۷.۳
۱۳۵	کنش‌های دینامیکی	۲۰.۷.۳
۱۳۵	معیارهای سازه‌ای	۳۰.۷.۳
۱۳۶	اثرات	۴۰.۷.۳
۱۳۷	مقادیر قابل تحمل	۵۰.۷.۳
۱۳۷	قواعد طراحی ساده	۶۰.۷.۳
۱۳۷	قواعد طراحی پیشرفته‌تر	۷۰.۷.۳
۱۳۷	اقدامات اصلاحی	۸۰.۷.۳
۱۳۸	مراجع	
۱۴۱	ارتعاشات ناشی از عبور و مرور و فعالیت‌های ساختمانی	۴
۱۴۳	جاده‌ها	۱.۴
۱۴۳	توضیح مشکل	۱۰.۱.۴
۱۴۳	کنش‌های دینامیکی	۲۰.۱.۴
۱۴۴	معیارهای سازه‌ای	۳۰.۱.۴
۱۴۵	اثرات	۴۰.۱.۴
۱۴۵	مقادیر قابل تحمل	۵۰.۱.۴
۱۴۶	قواعد طراحی ساده	۶۰.۱.۴
۱۴۶	قواعد طراحی پیشرفته‌تر	۷۰.۱.۴
۱۴۸	اقدامات اصلاحی	۸۰.۱.۴
۱۴۹	راه‌آهن	۲.۴
۱۴۹	توضیح مشکل	۱۰.۲.۴
۱۴۹	کنش‌های دینامیکی	۲۰.۲.۴
۱۴۹	معیارهای سازه‌ای	۳۰.۲.۴
۱۵۰	اثرات	۴۰.۲.۴
۱۵۰	مقادیر قابل تحمل	۵۰.۲.۴
۱۵۱	قواعد طراحی ساده	۶۰.۲.۴
۱۵۲	قواعد طراحی پیشرفته‌تر	۷۰.۲.۴
۱۵۶	اقدامات اصلاحی	۸۰.۲.۴
۱۵۷	پل‌ها	۳.۴
۱۵۷	توضیح مشکل	۱۰.۳.۴

۱۵۷	کنش‌های دینامیکی	۲.۳.۴
۱۵۸	معیارهای سازه‌ای	۳.۳.۴
۱۵۹	اثرات	۴.۳.۴
۱۶۰	مقادیر قابل تحمل	۵.۳.۴
۱۶۰	قواعد طراحی ساده	۶.۳.۴
۱۶۰	قواعد طراحی پیشرفته‌تر	۷.۳.۴
۱۶۱	اقدامات اصلاحی	۸.۳.۴
۱۶۲	ساخت و ساز	۴.۴
۱۶۲	توضیح مشکل	۱.۴.۴
۱۶۳	کنش‌های دینامیکی	۲.۴.۴
۱۶۴	معیارهای سازه‌ای	۳.۴.۴
۱۶۴	اثرات	۴.۴.۴
۱۶۶	مقادیر قابل تحمل	۵.۴.۴
۱۶۸	قواعد طراحی ساده	۶.۴.۴
۱۷۳	قواعد طراحی پیشرفته‌تر	۷.۴.۴
۱۷۵	اقدامات اصلاحی	۸.۴.۴
۱۷۶	مراجع	

۱۷۹	آ	مبانی ابتدایی تئوری ارتعاش و کاربرد آن در تیرها و ورق‌ها
۱۷۹	۱.آ	ارتعاش آزاد
۱۸۱	۲.آ	ارتعاش اجباری
۱۸۲	۳.آ	تحریک هارمونیک
۱۸۴	۴.آ	تحریک دوره‌ای
۱۸۴	۱.۴.آ	تجزیه فوریه تابع نیرو
۱۸۶	۲.۴.آ	نحوه کار تجزیه فوریه
۱۸۶	۳.۴.آ	تبدیل فوریه
۱۸۶	۵.آ	تنظیم‌کردن سازه
۱۸۸	۶.آ	امپدانس
۱۸۹	۷.آ	جداسازی ارتعاشی (قابلیت انتقال)
۱۹۰	۸.آ	سیستم‌های پیوسته و سیستم‌های یک درجه آزاد معادل

۱۹۷	ب مقیاس دسی بل
۱۹۷	ب.۱ سطح فشار صدا
۱۹۸	ب.۲ معیار وزنی سطح فشار صدا
۲۰۱	پ میرایی
۲۰۱	پ.۱ مقدمه
۲۰۲	پ.۲ مقادیر میرایی (تعاریف و تفاسیر)
۲۰۷	پ.۳ اندازه گیری خواص میرایی سازه ها
۲۰۷	پ.۳.۱ روش منحنی زوال
۲۰۸	پ.۳.۲ روش پهنای باند
۲۰۹	پ.۳.۳ نتیجه گیری
۲۱۰	پ.۴ سازوکارهای میرایی در بتن مسلح
۲۱۲	پ.۵ میرایی کلی یک سازه
۲۱۲	پ.۵.۱ میرایی اسکلت سازه
۲۱۲	پ.۵.۲ میرایی عناصر غیرسازه ای
۲۱۲	پ.۵.۳ میرایی با تابش انرژی به خاک
۲۱۳	پ.۵.۴ میرایی کلی
۲۱۵	ت جاذب های ارتعاشی تنظیم شده
۲۱۵	ت.۱ تعریف
۲۱۶	ت.۲ مدل سازی و معادلات دیفرانسیل حرکت
۲۱۶	ت.۳ تنظیم بهینه و میرایی بهینه جاذب ارتعاشی
۲۱۷	ت.۴ نکات کاربردی
۲۲۱	ث انتشار موج
۲۲۱	ث.۱ مقدمه
۲۲۱	ث.۲ انواع موج و سرعت انتشار
۲۲۴	ث.۳ قواعد مستهلک شدگی
۲۲۷	ج رفتار بتن و فولاد تحت فعالیت های دینامیکی
۲۲۷	ج.۱ مقدمه
۲۲۸	ج.۲ رفتار بتن
۲۲۸	ج.۲.۱ مدول الاستیسیته

۲۳۰	استحکام فشاری	ج.۲۰
۲۳۰	کرنش نهایی در فشار	ج.۳۰۲
۲۳۱	استحکام کششی	ج.۴۰۲
۲۳۱	کرنش نهایی در کشش	ج.۵۰۲
۲۳۲	چسبندگی بین آرماتور و بتن	ج.۶۰۲
۲۳۳	رفتار آرماتورها	ج.۳۰
۲۳۳	مدول الاستیسیته	ج.۱۰۳
۲۳۳	استحکام در حالت کششی	ج.۲۰۳
۲۳۴	کرنش در حالت کششی	ج.۳۰۳
۲۳۷	چ نیروهای دینامیکی ناشی از حرکات آهنگین بدن انسان	
۲۳۷	حرکات آهنگین بدن انسان	چ.۱
۲۳۸	انواع فعالیت‌ها	چ.۲
۲۴۰	نیروهای دینامیکی هم‌پایه شده	چ.۳
۲۴۵	ح اثرات دینامیکی باد	
۲۴۵	نظریه‌های پایه	ح.۱
۲۴۶	سرعت و فشار باد	ح.۱۰۱
۲۴۷	ویژگی‌های آماری	ح.۲۰۱
۲۴۹	اثرات دینامیکی	ح.۳۰۱
۲۴۹	ارتعاشات در امتداد باد، ناشی از تندبادها	ح.۲۰
۲۴۹	روش‌های طیفی	ح.۱۰۲
۲۵۱	روش نیروی معادل استاتیکی بر اساس بارگذاری تصادفی	ح.۲۰۲
۲۵۴	روش نیروی استاتیکی معادل بر اساس بارگذاری معین	ح.۳۰۲
۲۵۵	اقدامات اصلاحی	ح.۴۰۲
۲۵۵	ارتعاشات ایجادشده در امتداد جهت باد تحت اثر بازدارندگی باد	ح.۳۰
۲۵۸	ارتعاشات به وجود آمده توسط ریزش گردبادی در جهت عمود بر باد	ح.۴۰
۲۵۸	سازه‌های تکی	ح.۱۰۴
۲۶۳	چندین سازه پشت یکدیگر	ح.۲۰۴
۲۶۳	سازه‌های مخروطی	ح.۳۰۴
۲۶۵	ارتعاشات پوسته‌ها	ح.۴۰۴
۲۶۵	ارتعاشات در جهت عمود بر باد: اثر جستی باد	ح.۵۰

۲۶۷	ح.۶ ارتعاشات در جهت عمود بر باد: نوسان ریز
۲۷۰	ح.۷ میرایی سازه‌های بتن‌آرمه بلند و لاغر در معرض باد
۲۷۳	خ پاسخ انسان به ارتعاشات
۲۷۳	خ.۱ مقدمه
۲۷۴	خ.۲ آیین‌نامه‌های اجرایی
۲۷۵	خ.۱.۲ ISO ۲۶۳۱
۲۷۷	خ.۲.۲ DIN ۴۱۵۰/۲
۲۷۹	د واکنش ساختمان به ارتعاشات
۲۷۹	د.۱ حالت کلی
۲۸۰	د.۲ نمونه‌هایی از مقادیر توصیه‌شده
۲۸۳	مراجع پیوست‌ها
۲۸۶	واژه‌نامه انگلیسی به فارسی
۲۹۵	واژه‌نامه فارسی به انگلیسی
۳۰۳	فهرست اختصارات
۳۰۴	نمایه

مقدمه مؤلف

سازه‌های نوین مانند ساختمان‌ها، کارخانه‌ها، سالن‌های ورزشی، سالن‌های کنسرت، پل‌ها، برج‌ها، دکل‌ها و دودکش‌ها می‌توانند به شدت تحت تاثیر ارتعاشات قرار گیرند. ارتعاشات می‌توانند هم باعث ایجاد مشکلات بهره‌برداری و کاهش سطح راحتی افراد به مقدراری غیر قابل قبول شوند و هم باعث ایجاد مسائل ایمنی سازه‌ها و خطر فروریزش آنها شوند. هدف این کتاب، ارائه دستورالعمل‌هایی برای رفع عملی مسائل ارتعاش در سازه‌هاست. این دستورالعمل‌ها عمدتاً مخصوص مهندسان سازه و عمرانی تهیه شده‌اند که در ساخت‌وساز و مهندسی محیط‌زیست مشغول به کار هستند، اما در مباحث دینامیکی متخصص نیستند.

این کتاب در چهار فصل با مجموعاً بیست زیر فصل، ابزارهایی را برای کمک به تصمیم‌گیری و یافتن راه‌حل‌های ساده برای مشکلات ارتعاشی متداول به دست می‌دهند. برای مشکلات پیچیده‌تر و راه‌حل‌های پیشرفته‌تر نکات بیشتری ارائه شده‌اند. در چنین مواردی این دستورالعمل‌ها کاربر را قادر می‌سازند تا در مسیر درستی برای یافتن راه‌حل‌های مناسب - مثلاً در منابع معتبر - قرار گیرد و نیز در برخورد با متخصصان دینامیک، با آنها به‌خوبی ارتباط برقرار کند. در این کتاب، کنش‌های دینامیکی به وجود آمده از منابع ارتعاشی زیر مورد بررسی قرار گرفته‌اند:

- حرکات بدن انسان
- ماشین‌آلات دوار، نوسانگر و ضربه‌زننده
- وزش باد
- ترافیک جاده‌ای، ترافیک راه‌آهن و کارهای ساختمانی.

ارتعاشات ناشی از پدیده‌هایی مثل زلزله، مسائل ایجادشده در اثر ضربه و اثرات خستگی در این دستورالعمل‌ها بررسی نمی‌شوند. چنین مسائلی را می‌توان با استفاده از منابع و مراجع موجود در این زمینه‌ها برطرف نمود. برای استفاده آسان‌تر از دستورالعمل‌ها، همه زیر فصل‌ها، دارای ساختاری مشابه هستند:

۱. شرح مشکل

۲. کنش‌های دینامیکی

۳. معیارهای سازه‌ای

۴. اثرات

۵. مقادیر قابل تحمل

۶. قواعد طراحی ساده

۷. قواعد طراحی پیشرفته‌تر

۸. اقدامات اصلاحی

مهم‌ترین مفاهیم تئوری و کاربردی دینامیک مجموعاً در ۱۰ ضمیمه به‌طور خلاصه بیان می‌شوند. مبانی تئوری ارتعاش و سایر تعاریف مهم مورد بررسی قرار گرفته‌اند و مقادیر عددی که زیاد مورد استفاده قرار می‌گیرند، معرفی شده‌اند. مطالعه این مبانی می‌تواند برای درک و استفاده بهتر از فصل‌های اصلی مفید باشند.

هدف این نیست که این دستورات عمل‌ها جایگزین آیین‌نامه‌های طراحی شوند. این دستورات عمل‌ها به‌گونه‌ای گردآوری شده‌اند که قواعد و نکات عمومی‌تری نسبت به آنچه در آیین‌نامه‌ها آمده‌اند، ارائه کنند. با این حال در قسمت‌های موردنیاز، به آیین‌نامه‌ها و استانداردها برای روشن‌گری موضوع ارجاع شده است.

دستورات عمل‌های حاضر توسط کارگروه تحقیقاتی بین‌المللی «ارتعاشات» از کمیته *Comite Euro – International du Beton (CEB)* تدوین شده که ابتدا با عنوان «نشریه شماره ۲۰۹» منتشر شدند. پس از سه سال استفاده و آزمون و انجام اصلاحات در آن نشریه، اکنون دستورات عمل‌ها در قالب یک کتاب در اختیار عموم قرار می‌گیرند تا به‌طور گسترده‌تر مورد استفاده قرار گیرند.

نویسندگان از کمیته *Comite Euro – International du Beton (CEB)* برای صدور مجوز برای انتشار نشریات قبلی در قالب این کتاب تشکر می‌کنند. همچنین از خانم تیلی گروب^۱، آقای مارکو گالی^۲، آقای گوئیدو گاسلی^۳ و آقای لوسین سیگر^۴ در موسسه مهندسی سازه (IBK) انستیتوی صنعتی فدرال سوئیس (ETH) در شهر زوریخ، برای زحمات بی‌وقفه و دقیق آنها در پردازش متن و رسم نمودارها صادقانه تشکر می‌کنیم. در پایان به‌عنوان رئیس گروه تحقیقاتی «ارتعاشات» کمیته CEB سابق، نویسنده اول تشکر خود از همه اعضای گروه برای حمایت‌های مستمر خود در طول این کار چالش برانگیز را ابراز می‌کند.

1 Tilly Grob

2 Marco Galli

3 Guido Goseli

4 Lucien Sieger

مقدمه مؤلف بر نسخه دوم

نویسندگان این کتاب از ابراز علاقه متخصصان به این کتاب خرسند هستند و این موضوع به چاپ ویرایش دوم کتاب در کمتر از دو سال پس از اولین نسخه منجر شده است. در این نسخه، به غیر از تصحیح خطاهای جزئی چاپ، تغییرات قابل توجهی صورت نگرفته است.

هوگو باخمن

نوامبر ۱۹۹۶، زوریخ

اسامی نویسندگان این کتاب

HUGO BACHMANN, WALTER J. AMMANN, FLORIAN DEISCHL, JOSEF EISENMANN,
INGOMAR FLOEGL, GERHARD H. HIRSCH, GUNTER K. KLEIN, GORAN J. LANDE, OS-
KAR MAHRENHOLTZ, HANS G. NATKE, HANS NUSSBAUMER, ANTHONY J. PRET-
LOVE, JOHANN H. RAINER, ERNST-ULRICH SAEMANN, LORENZ STEINBEISSER

مقدمه مترجم

درباره نویسنده

کتاب حاضر ترجمه‌ای از کتاب “*Vibration Problems in Structures: Practical Guidelines*” اثر مؤلف سوئیسی، هوگو باخمن (*Hugo Bachmann*) و همکاران است. او در سال ۱۹۳۵ در سوئیس به دنیا آمد. وی مدرک کارشناسی خود را در رشته مهندسی عمران از دانشگاه *ETH* زوریخ در سال ۱۹۵۹ دریافت کرد و پس از پشت سر گذاشتن تجربه‌های عملی و اجرایی در مهندسی پل و سازه و بتن‌های پیش‌تنیده در شرکت‌های ساختمانی، دکترای خود را در سال ۱۹۶۸ دریافت کرد. وی از سال ۱۹۷۷ به درجه استادی دانشگاه *ETH* نائل شد. هوگو باخمن در مورد طراحی و مسائل ارتعاشی سازه‌های مقاوم در برابر زلزله چندین کتاب به دو زبان آلمانی و انگلیسی نگاشته است که برخی از آنها به عنوان آیین‌نامه در این زمینه به کار برده شده‌اند و به زبان‌های دیگر نیز ترجمه شده‌اند.

طرح‌های تحقیقاتی تجربی و پژوهشی نوآورانه وی - به عنوان مثال شبیه‌ساز جدید ایجاد زلزله در *ETH* - موجب شد تا مؤسسه مهندسی سازه آن دانشگاه در زمینه دینامیک سازه‌ها و مهندسی زلزله در سراسر جهان مشهور شود. وی همچنین به افتخارات زیادی از جمله دکتری افتخاری از دانشگاه کاسل (آلمان) و عضویت افتخاری انجمن بین‌المللی مهندسی زلزله (*IAEE*) و اتحادیه اروپا برای مهندسی زلزله (*EAE*) نائل شد.

درباره کتاب

این کتاب مرجعی برای بررسی و رفع مسائل ارتعاشی سازه‌ها به شمار می‌رود. در این کتاب سعی شده است تا بجای بیان مفاهیم پیچیده و تخصصی، از روابط ساده‌شده و به اصطلاح مهندسی استفاده شود تا بتواند برای طیف گسترده‌تری از افراد مورد استفاده قرار گیرد. روابط نیمه‌تجربی و تجربی ارائه شده، راهکارهایی برای رفع مسائل ارتعاشی سازه‌ها پیشنهاد می‌دهند که می‌توانند مورد ارجاع مهندسان قرار گیرند. در این کتاب به ترتیب به بررسی ارتعاشات ایجاد شده توسط عابران پیاده، ماشین‌آلات، باد و عبور وسایل نقلیه پرداخته می‌شود. در انتها نیز ضمیمه‌هایی برای توضیح بیشتر روابط استفاده شده در فصول اصلی و نیز مفاهیم اولیه دینامیک سازه‌ها اضافه شده است.

کتاب مورد استفاده چه کسانی است؟

این کتاب برای مهندسان ساختمان، راه‌سازی و پل، راه‌آهن و قطارهای درون‌شهری، برج‌ها و دکل‌های مخابراتی که با مشکل ارتعاش ناشی از عبور و مرور، باد و فعالیت‌های ساختمانی مواجه هستند، مناسب است. توصیه می‌شود مطالعه کنندگان دارای دانش اولیه و پایه‌ای از دینامیک سازه‌ها باشند (مبانی دینامیک سازه‌ها به طور مختصر در پیوست آ بیان شده است).

* * *

باینکه تلاش شده است تا ترجمه به شکل ساده و روان صورت پذیرد ولی بی‌شک اثر حاضر بدون ایراد و نقص نبوده و حاوی اشکالاتی خواهد بود. از کلیه همکاران و صاحب‌نظران گرانقدر تقاضا می‌شود که ایرادهای کتاب و پیشنهادهای خود را جهت استفاده در چاپ‌های بعدی به آدرس پست الکترونیکی g.zamani@urmia.ac.ir ارسال فرمایند. از مسئولان محترم معاونت پژوهشی و انتشارات دانشگاه ارومیه به‌خصوص آقای دکتر امیرعباس فرشید و آقای دکتر جواد نوری‌نیا برای فراهم آوردن امکان چاپ این اثر تقدیر و تشکر می‌شود. در پایان، مترجمین بر خود لازم می‌دانند که از زحمات و راهنمایی‌های ارزشمند و بی‌دریغ همکاران بزرگوار آقای دکتر سعید تاروردیلو، آقای دکتر علیرضا مناف‌پور، آقای دکتر سعید قلی‌زاده و آقای دکتر جواد مکاری (دانشگاه صنعتی ارومیه) کمال قدردانی را به عمل آورند. همچنین از زحمات آقای دکتر رحیم کوشش بابت ویراستاری ادبی کتاب تقدیر و تشکر می‌شود.

دکتر غلامرضا زمانی اهری و علیرضا فرهادی کچائی

زمستان ۱۳۹۸



ارتعاشات تولیدشده توسط انسان

H.Bachmann , A.J. Pretlove , J.H. Rainer

۳	.....	پلهای عابر پیاده	۱۰۱
۱۴	.....	کفهای دارای عابران پیاده	۲۰۱
		کفهای مخصوص فعالیت‌های ورزشی	۳۰۱
۲۳	.....	یا حرکات موزون	۴۰۱
		کفهای دارای صندلی‌های ثابت	۴۰۱
۲۸	.....	وگالری‌های تماشاگران	۵۰۱
۳۲	.....	سکوهای شیرجه مرتفع	۵۰۱
۳۶	.....	مراجع	

در این فصل ارتعاشات سازه‌ای ایجادشده به وسیله حرکت بدن انسان‌ها بررسی می‌شود. موضوعاتی که دارای اهمیت بالایی در زمینه ارتعاشات تولیدشده توسط حرکت آهنگین بدن انسان‌ها هستند عبارتند از:

- پیاده‌روی
- دویدن
- پریدن
- حرکات موزون
- تشویق‌کردن با جهش بدن در حالت ایستاده

- تشویق کردن با جهش بدن در حالت نشسته
- تاب دادن جانبی بدن^۱

و موضوعاتی که در این راستا دارای اهمیت پایین تری هستند، ارتعاشات تولید شده به وسیله حرکات بدن یک شخص اند، مانند:

- ضربه پاشنه^۲
- ضربه هنگام به بالا پریدن
- ضربه فرود آمدن بعد از پرش از یک نقطه مرتفع تر

ارتعاشات تولید شده به وسیله انسان ها می توانند به طور زیادی بر قابلیت بهره برداری^۳ و در موارد نادر بر پدیده خستگی و اطمینان سازه اثر بگذارند.

در این فصل، ارتعاشات تولید شده به وسیله انسان در سازه های زیر و در زیرفصل های ذکر شده بررسی می شوند:

۱.۱ پل های عابر پیاده

۲.۱ کف های دارای عابران پیاده

۳.۱ کف های مخصوص فعالیت های ورزشی یا حرکات موزون

۴.۱ کف های دارای صندلی های ثابت و گالری های تماشاگران

۵.۱ سکوی های شیرجه مرتفع

نیروهای دینامیکی ناشی از حرکات آهنگین بدن انسان در پیوست چ و سایر موارد اساسی در پیوست های دیگر ارائه شده اند.

1 Lateral Body Swaying

2 Heel Impact Method

3 Servicability