

به نام آنکه جان را فکرت آموخت

سازه‌های بتنی پیش ساخته

تالیف

شهر روز و کیلی

(عضو انجمن مخترعین کشور)



سرشناسه	: وکیلی، شهروز، ۱۳۵۹ -
عنوان و نام‌پدیدآور	: سازه‌های بتنی پیش‌ساخته/ تالیف شهروز وکیلی حاج‌آقا.
مشخصات نشر	: تهران: فدک ایستاتیس، ۱۳۹۱.
مشخصات ظاهری	: ۲۶۰ ص. : مصور، جدول.
شابک	: ۸۰۰۰۰ ریال : ۸ - ۰۷۰ - ۱۶۰ - ۶۰۰ - ۹۷۸
وضعیت فهرست نویسی	: فیپا
موضوع	: ساختمان‌سازی با بتن پیش‌ساخته
موضوع	: بتن پیش‌ساخته
رده‌بندی کنگره	: ۱۳۹۱ س۲/۸/۶۸۲۷/۸ TA
رده‌بندی دیویی	: ۶۹۳/۵۴۴
شماره کتابشناسی ملی	: ۲۷۴۷۷۴۶

سازه‌های بتنی پیش‌ساخته



تالیف	: شهروز وکیلی
مدیر تولید	: رضا کرمی‌شاهنده
حروفچینی و صفحه‌آرایی	: واحد تولید انتشارات فدک ایستاتیس
نوبت چاپ	: اول - ۱۳۹۱
تیراژ	: ۱۰۰۰
چاپ و صحافی	: گنج‌شایگان
قیمت	: ۸۰۰۰۰ ریال
شابک	: ۸ - ۰۷۰ - ۱۶۰ - ۶۰۰ - ۹۷۸

دفتر انتشارات :	تهران - خیابان انقلاب - خیابان اردیبهشت - بین‌لبافی‌نژاد و جمهوری - ساختمان ۱۰
تلفن:	۶۶۴۶۵۸۳۱ - ۶۶۴۸۱۰۹۶ - ۶۶۴۸۲۲۲۱
نمایندگی تهران :	خیابان انقلاب - نیش ۱۲ فروردین - پلاک ۱۳۱۲ - انتشارات صانعی
تلفن:	۶۶۴۰۹۹۲۴ - ۶۶۴۰۵۳۸۵
فروشگاه یزد:	میدان آزادی (باغ ملی) - ابتدای خیابان فرخی - جنب مجتمع ستاره
تلفن:	۶۲۲۶۷۷۱ - ۶۲۲۶۷۷۲ - ۶۲۲۶۷۷۵

ایمیل و وب‌سایت: www.fadakbook.ir - info@fadakbook.ir

کلیه حقوق و حق چاپ متن و عنوان کتاب که به ثبت رسیده است؛ مطابق با قانون حقوق مولفان و مصنفان مصوب ۱۳۴۸ محفوظ و متعلق به انتشارات فدک ایستاتیس می‌باشد. هرگونه برداشت، تکثیر، کپی‌برداری به هر شکل (چاپ، فتوکپی، انتشار الکترونیکی) بدون اجازه کتبی از انتشارات فدک ایستاتیس ممنوع بوده و متخلفین تحت پیگرد قانونی قرار خواهند گرفت.

معاونت حقوقی
انتشارات فدک ایستاتیس

فهرست مطالب

مقدمه I

۱.م	بتن پیش ساخته چیست؟ ii
۲.م	سازه‌های بتنی پیش ساخته v
۳.م	دلایل انتخاب سازه پیش ساخته x
۴.م	مصالح مورد استفاده در سازه‌های پیش ساخته xv
۵.م	نکات آیین‌نامه‌ای در مورد بتن پیش تنیده xx

فصل ۱ نگرشی بر سازه‌های بتنی پیش ساخته ۱

۱.۱	تاریخچه‌ی صنعت پیش ساخته ۲
۲.۱	بتن ریزی درجا ۴
۳.۱	کاربرد بتن پیش ساخته ۹
۴.۱	دوام (مقاومت) ۲۵
۵.۱	مصالح مصرفی ۲۶
۶.۱	بتن ریزی در کارخانه (پیش ساخته) ۳۲
۷.۱	تولید صنعتی سازه‌های فولادی ۳۳
۸.۱	سیستم ترکیبی ۳۴
۹.۱	جایگاه صنعت پیش ساخته ۳۴
۱۰.۱	فن آوری تولید قطعات پیش ساخته‌ی سبک ۳۵
۱۱.۱	مقایسه سیستم‌های پیش ساخته سبک و سنتی ۳۶
۱۲.۱	سیستم تیلت آپ (TILT UP) ۳۷
۱۳.۱	سیستم جعبه‌ای (BOX SYSTEMS) ۵۷
۱۴.۱	سری کمپی ۵۹

سری تکی ۵۹	۱۵.۱
بررسی نقاط قوت و ضعف سیستم ۵۹	۱۶.۱

فصل ۲ سیستم پیش‌تنیده و پس‌تنیده ۶۱

کاربرد بتن پیش‌تنیده ۶۲	۱.۲
دلیل استفاده از روش پیش‌تنیدگی ۶۲	۲.۲
دو روش اعمال تنیدگی در اعضای بتنی ۶۳	۳.۲
اصول طراحی دال‌های پس‌کشیده ۶۵	۴.۲
روش‌های تحلیل و طراحی دالها ۶۶	۵.۲
مزایای پس‌تنیدگی در المان‌های پیش‌ساخته بتنی ۶۶	۶.۲
وسایل لازم برای تنیدگی ۶۷	۷.۲
ابزارآلات مورد نیاز ۶۷	۸.۲
جرثقیل‌ها ۶۸	۹.۲
حمل قطعات پیش‌ساخته ۷۱	۱۰.۲
تولید قطعات پیش‌ساخته در کارخانه ۷۲	۱۱.۲
قالب‌سازی ۷۶	۱۲.۲
آرما توربندی ۷۸	۱۳.۲
بتن‌ریزی ۷۸	۱۴.۲
حداقل مقاومت بتن هنگام بلند کردن عضو ۷۹	۱۵.۲
مواد رها ساز و عمل آورنده ۸۰	۱۶.۲
کد شناسایی قطعه ۸۰	۱۷.۲
حمل و جابه‌جایی در کارخانه ۸۱	۱۸.۲
مقاومت بتن هنگام جابه‌جایی ۸۱	۱۹.۲
انبار کردن ۸۱	۲۰.۲
حفاظت در برابر ضربه ۸۳	۲۱.۲
حمل و نقل ۸۳	۲۲.۲
ماشین‌آلات ۸۴	۲۳.۲

فصل ۳ سیستم‌های اصلی سازه‌های پیش‌ساخته ۸۵

سیستم‌های اصلی سازه‌های پیش‌ساخته ۸۶	۱.۳
سیستم‌های متشکل از قطعات بزرگ ۸۶	۲.۳
اتصال صلب تیر به ستون ۸۹	۳.۳

اتصال مفصلی تیر به ستون ۹۰	۴.۳
کف‌ها ۹۰	۵.۳
سیستم دال - ستون با دیوار برشی ۹۲	۶.۳
سیستم دال - ستون که با پیش‌تندگی یکپارچه می‌شود ۹۳	۷.۳
اشاره‌ای بر مبانی طراحی ۹۴	۸.۳
طراحی قطعات پیش‌ساخته ۹۴	۹.۳
توصیه‌های کلی برای طراحی سازه‌های پیش‌ساخته با تیر و ستون ۹۶	۱۰.۳

فصل ۴ پانل‌های پیش‌ساخته‌ی مجوف ۹۷

طراحی مقدماتی ۹۹	۱.۴
------------------	-----

فصل ۵ دتایل‌های اجرایی تکیه‌گاه‌ها ۱۰۱

جزئیات تکیه‌گاه باربر بتنی و مصالح بنایی ۱۰۲	۱.۵
جزئیات تکیه‌گاه باربر فولادی ۱۰۵	۲.۵
جزئیات اتصال درجا ۱۰۷	۳.۵
جزئیات تلاقی دالها ۱۰۸	۴.۵
پلان بازشوی تمام عرض ۱۰۸	۵.۵
جزئیات بست‌های آویز ۱۰۹	۶.۵

فصل ۶ دیوار برشی پیش‌ساخته ۱۱۱

سیستم پیشنهادی دیوار ۱۱۶	۱.۶
اتصال فوقانی ۱۱۷	۲.۶
پانل دیوار ۱۱۸	۳.۶
اتصال برشی/فشاری تراز پایه ۱۱۸	۴.۶
اتصال کششی تراز پایه ۱۱۹	۵.۶
رفتار اجزای مختلف سیستم دیوار ۱۲۰	۶.۶
اتصال فوقانی ۱۲۱	۷.۶
پانل دیوار ۱۲۱	۸.۶
اتصال برشی/فشاری تراز پایه ۱۲۲	۹.۶

فصل ۷ روش طراحی لرزه‌ای دیافراگم‌ها در پارکینگ‌های بتنی پیش‌ساخته ۱۲۵

روش طراحی لرزه‌ای دیافراگم‌ها در پارکینگ‌های بتنی پیش‌ساخته ۱۲۶	۱.۷
مشخصات سازه‌ای پارکینگ‌های قرار گرفته در کانون زمین‌لرزه ۱۲۶	۲.۷
نیروهای موجود در دیافراگم‌ها ۱۲۸	۳.۷

فصل ۸ کفسازی پیش‌ساخته ۱۳۳

مزایای کف‌های مجوف ۱۳۴	۱.۸
ارتفاع دال ۱۳۴	۲.۸
مشخصات سازه‌ای ۱۳۵	۳.۸
باربرها ۱۳۵	۴.۸

فصل ۹ پوشش‌های پیش‌ساخته نما ۱۳۷

فصل ۱۰ نصب قطعات پیش‌ساخته ۱۴۱

اصول مراحل نصب ۱۴۲	۱.۱۰
نصب موفق ۱۴۳	۲.۱۰
تعیین خطوط و تلورانس مجاز در صورت مشخص نبودن روی نقشه ۱۴۳	۳.۱۰
نصب فونداسیون ۱۴۳	۴.۱۰
نصب ستون ۱۴۴	۵.۱۰
مراحل عمود کردن ستون‌ها ۱۴۶	۶.۱۰
نصب تیرها به صورت طبقه‌ای ۱۴۶	۷.۱۰
نصب پوشش (سقف‌ها) به صورت طبقه‌ای ۱۴۸	۸.۱۰
نصب قطعات فرعی ۱۴۹	۹.۱۰
ترک خوردگی ۱۴۹	۱۰.۱۰
دلایل ایجاد ترک در هنگام تولید قطعه ۱۵۰	۱۱.۱۰

فصل ۱۱ افت و ترک خوردگی ۱۵۱

توصیه‌های بی‌ن‌المللی متحدالشکل برای محاسبه و اجرای سازه‌های متشکل از پانل‌های بزرگ	۱.۱۱
بهم پیوسته (بدون درز) ۱۵۲	
درز انقباض ۱۵۲	۲.۱۱
عوامل موثر در ایجاد ترک‌های سقفی در حین اجرا عبارتند از ۱۵۲	۳.۱۱
انواع اتصالات بر اساس نوع اعضای اتصالی ۱۵۵	۴.۱۱

فصل ۱۲ اجزای پیش‌ساخته‌ی بتنی سبک ۱۵۷

کلیات ۱۵۸	۱.۱۲
تاریخچه و روند توسعه‌ی بتن سبک ۱۵۸	۲.۱۲
طبقه‌بندی بتن‌های سبک ۱۵۹	۳.۱۲
طبقه‌بندی بر اساس زمینه کاربرد ۱۵۹	۴.۱۲
بتن‌های سبکدانه ۱۶۰	۵.۱۲
خواص سبکدانه‌ها و روش ارزیابی آنها ۱۶۰	۶.۱۲
شکل سبکدانه و بافت سطحی آن ۱۶۱	۷.۱۲
تخلخل و ساختار داخلی سبکدانه ۱۶۱	۸.۱۲
اندازه حداکثر و دانه‌بندی سبکدانه‌ها ۱۶۲	۹.۱۲
مقاومت سبکدانه‌ها ۱۶۵	۱۰.۱۲
مقاومت سبکدانه‌ها در برابر ذوب و انجماد ۱۶۶	۱۱.۱۲
واکنش قلیائی سبکدانه‌ها ۱۶۶	۱۲.۱۲
معرفی انواع سبکدانه‌ها ۱۶۷	۱۳.۱۲
مقاومت بتن سبکدانه ۱۶۸	۱۴.۱۲
کاربرد بتن‌های سبک در صنعت پیش‌ساخته ۱۶۹	۱۵.۱۲
انواع سقف‌های پیش‌ساخته ۱۷۰	۱۶.۱۲
دال‌های سقفی بتنی سبک ۱۷۲	۱۷.۱۲
دال‌های یکنواخت و همگن (غیر مجوف) ۱۷۲	۱۸.۱۲
دال‌های دو لایه ساندویچی ۱۷۳	۱۹.۱۲
دال‌های سه لایه ساندویچی ۱۷۳	۲۰.۱۲
دال‌های سقف ۱۷۳	۲۱.۱۲
پشت بام ۱۷۳	۲۲.۱۲
بالکن‌های پیش‌ساخته ۱۷۴	۲۳.۱۲
خصوصیات تکیه‌گاه و طول مجاز تکیه‌گاه ۱۷۵	۲۴.۱۲
ضخامت سقف پیش‌ساخته ۱۷۶	۲۵.۱۲
روش آرماتورگذاری دال‌های سقف ۱۷۷	۲۶.۱۲
قالب‌های باربر، جهت جاب‌جایی دال سقف و کف ۱۷۸	۲۷.۱۲
اتصالات در دال‌های سقف ۱۷۹	۲۸.۱۲
اتصالات کناری بین دالها ۱۸۰	۲۹.۱۲
پیوستگی دال‌های دو طرف تکیه‌گاه ۱۸۱	۳۰.۱۲

فصل ۱۳ مجموعه دتایل‌های اجرایی اتصالات ۱۸۳

نمونه اتصال انتهای عضو روی دیوار با مصالح بنائی ۱۸۴	۱.۱۳
---	------

نوع اتصال انتهای عضو روی تیر فلزی ۱۸۴	۲.۱۳
اتصال پانل‌های باربر به کمک میلگرد اتصال ۱۸۵	۳.۱۳
اتصال باربر، با استفاده از تیرچه K ۱۸۶	۴.۱۳
اتصال نیم طبقه ۱۸۶	۵.۱۳
اتصال پانل - نبشی اتصال تقویت شده توسط ناودانی ۱۸۷	۶.۱۳
اتصال پانل به پانل - کش مهار - پانل‌های ستونی ۱۸۷	۷.۱۳
اتصال پانل - کش مهار با میلگرد رزوه شده ۱۸۸	۸.۱۳
اتصال صفحه - صفحه به کش مهار صفحه ۱۸۸	۹.۱۳
اتصال پانل باربر به فونداسیون ۱۸۹	۱۰.۱۳
اتصال تیر به ستون (گیردار) ۱۹۰	۱۱.۱۳
اتصال پایه ستون (صفحه ستون) ۱۹۱	۱۲.۱۳
نمایی از پانل‌های پیش ساخته ۱۹۲	۱۳.۱۳
دال‌های مجوف پیش تنیده ۱۹۳	۱۴.۱۳
اتصال دیوار پرکننده با دال C.I.P ۱۹۴	۱۵.۱۳
جزئیات تیپ شده ستون پیشانی/انتخاب ۱۹۵	۱۶.۱۳
جزئیات کف‌سازی - عایق حرارتی صلب ۱۹۶	۱۷.۱۳
جزئیات آستانه پنجره ۱۹۷	۱۸.۱۳
جزئیات کلاهک چارچوب پنجره ۱۹۷	۱۹.۱۳
اتصال سپری دوبل بین صفحات جوش ۱۹۸	۲۰.۱۳
اتصال دو سپری دوبل ۱۹۸	۲۱.۱۳
اتصال سپری دوبل به شاه تیر ۱۹۹	۲۲.۱۳
اتصال ستون به پانل پیشانی ۲۰۰	۲۳.۱۳
اتصال تیر به ستون ۲۰۱	۲۴.۱۳
اتصال چندین تیر و ستون ۲۰۱	۲۵.۱۳
اتصال دال پیش ساخته به ستون ۲۰۲	۲۶.۱۳
بالکن پیش ساخته - تقویت شده با دیوارهای جناحی ۲۰۲	۲۷.۱۳
اتصال اتکایی روی بلوک - نیمه باربر ۲۰۳	۲۸.۱۳
اتصال اتکایی روی تیر فولادی ۲۰۴	۲۹.۱۳
دال پیش ساخته باربر - قرار گرفته روی تیر پیش ساخته ۲۰۵	۳۰.۱۳
اتصال پانل پیشانی غیر باربر به سپری دوبل ۲۰۶	۳۱.۱۳
اتصال پانل پیشانی خزینه‌رو (تورفته) به سپری دوبل ۲۰۷	۳۲.۱۳
جزئیات کنترل ترک خوردگی در اتصالات سپری دوبل ۲۰۷	۳۳.۱۳
جزئیات اتصال ستون ۲۰۸	۳۴.۱۳
اتصال تیر T معکوس به ستون ۲۰۸	۳۵.۱۳
اتصال تیر T معکوس به سپری دوبل ۲۰۹	۳۶.۱۳
اتصال دیوار به سپری دوبل ۲۱۰	۳۷.۱۳

اتصال جانبی پانل به پانل ۲۱۰	۳۸.۱۳
اتصال پانل به پانل ۲۱۱	۳۹.۱۳
اتصال پانل به پانل ۲۱۱	۴۰.۱۳
اتصال پانل به پانل ۲۱۲	۴۱.۱۳
اتصال پانل‌های پیش‌ساخته‌ی معماری به سازه‌ی فولادی (۱) ۲۱۲	۴۲.۱۳
اتصال پانل‌های پیش‌ساخته‌ی معماری به سازه‌ی فولادی (۲) ۲۱۳	۴۳.۱۳
جزئیات چهارچوب پنجره‌ی پیش‌ساخته معماری ۲۱۳	۴۴.۱۳

فصل ۱۴ روند اجرای سیستم دیوار و سقف پیش‌ساخته‌ی بتنی کارخانجات

۲۱۵ سوئد PRECONFORM

روند اجرای سیستم دیوار و سقف پیش‌ساخته‌ی بتنی کارخانجات Preconform سوئد ۲۱۶	۱.۱۴
مرحله‌ی طراحی، ساخت و نصب قطعات سقف بتنی پیش‌ساخته در سیستم کارخانجات Perconform سوئد ۲۱۹	۲.۱۴
روسازی بتنی پیش‌ساخته ۲۲۱	۳.۱۴

فصل ۱۵ نکات آیین‌نامه‌ای ۲۲۷

پیوست‌ها جداول کنترل کیفیت اعضای بتنی پیش‌ساخته/پیش‌تنیده ۲۳۳

منابع و مراجع ۲۴۰

واژه‌نامه فارسی به انگلیسی ۲۴۲

فهرست الفبایی ۲۴۷

مقدمه

بتن از انواع مصالح ساختمانی محسوب می‌شود که بواسطه ترکیب مخلوط متناسبی از سیمان، دانه‌های سنگی (شن و ماسه)، آب و مواد افزودنی (در صورت نیاز) حاصل می‌شود. به طور کلی انواع مختلفی از بتن اعم از خود تراکم، گوگردی، سنگین، سبک و تولید می‌شوند که از نظر مصالح اولیه متشکله مشابه هستند ولی ممکن است در آنها از انواع مختلف مصالح سمّتی استفاده شده باشد. در بتن، وظیفه ایجاد چسبندگی بین دانه‌های سنگی بر عهده ماده چسباننده سیمان می‌باشد. هریک از اجزای تشکیل دهنده بتن اعم از سیمان، درشت دانه‌ها، ریزدانه‌ها، آب و مواد افزودنی باید دارای مشخصات و ویژگی‌هایی مطابق با آیین‌نامه بتن ایران (آبا) باشند. به عنوان مثال، نوع سیمان مصرفی، روش انبار کردن صحیح و اصولی آن، میزان مجاز مواد زائد در درشت دانه‌ها و ریزدانه‌ها و نیز استفاده از آب قابل آشامیدن، نسبت آب به سیمان مناسب، از اهمیت ویژه‌ای در ساخت بتن با مقاومت بالا محسوب می‌شود.

لذا آشنائی با طرح اختلاط بتن جهت ساخت بتن با مقاومت مناسب، امری اجتناب ناپذیر محسوب می‌شود. زیرا حتی در صورتیکه در ساخت بتن از انواع مصالح مرغوب استفاده شود ولی طرح اختلاط آن نامناسب باشد، بتن مرغوب با کیفیت و مقاومت بالا بدست نخواهد آمد.