



می‌شود. در نهایت مقطع دال به صورت I شکل با جان با ضخامت متغیر در می‌آید.

این نوع سقف در زمینه‌های سازه، انرژی، حریرق و آکوستیک در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن بررسی شده و کاربرد آن در حیطه الزامات تدوین شده مورد تایید می‌باشد.

سقف‌های بتن مسلح به دلیل نیاز به کنترل تغییر شکل‌ها و ترک‌ها، بسیار مورد توجه و گاه محدود به دهانه‌های کوچک می‌شوند. حال اگر بتوان مقطع سقف‌های بتن مسلح، به ویژه دال‌ها را به نحوی بهبود بخشید که بتواند علاوه بر تامین ضوابط کنترلی، در مقایسه با دال‌های مشابه از وزن کمتری برخوردار باشند، می‌توان به شیوه جدیدی در روش اجرای دال‌های بتن مسلح دست یافت.

با توجه به آنکه در دال‌های بتنی دو طرفه، معمولاً از نظر تحمل نیروی برشی مشکلی وجود ندارد، اصول طراحی این نوع سقف، بر مبنای حذف قسمتی از بتن میانی و ایفای عملکرد دال دو طرفه می‌باشد به نحوی که یک دال بتنی حاوی حفره‌های ناشی از حضور گوی‌های کرومی توخالی فراهم می‌شود. سیستم سقف مجوف بتن مسلح با گوی‌های توخالی کرومی، از دو لایه بتن مسلح تشکیل شده است که در بالا و پایین دال و بطور گسترده قرار می‌گیرد و حد فاصل این دو لایه با گوی‌های کرومی شکل از جنس پلی پروپیلن پر می‌شود. که با توجه به نیاز پروژه و محاسبات طراحی، ابعاد مختلفی دارند.



در روند اجرای این سیستم سقف، ابتدا پس از آرماتورگذاری لایه زیرین، قفسه‌هایی از گوی‌های کرومی شکل با فاصله کنار هم روی شبکه آرماتور زیرین قرار گرفته و پس از آرماتوربندی لایه فوقانی، بتن روئی ریخته

الزامات سیستم سقف مجوف بتن مسلح با گوی‌های توخالی کروی

برشی نهایی (V_u) بیش از مقاومت برشی نهایی تامین شده توسط بتن (V_c) باشد، دال باید به صورت توپر و بدون گوی اجرا شود.

۷- در طراحی و کنترل برش در حالت حدی نهایی برای عملکرد



دو طرفه در حوالی بارهای متمرکز و تکیه‌گاه‌ها، مقاومت برشی نهایی بتن نباید حداکثر از ۵۰ درصد مقداری که از بند ۹-۱۲-۱۷-۲-۴ مبحث نهم مقررات ملی ساختمان ایران حاصل می‌شود، بیشتر منظور شود.

۸- طراحی دال برای خمش در هر جهت بنا بر جزئیات اجرایی و با منظور نمودن حفره‌ها با مقطع دایره، در ضعیف‌ترین مقطع دال انجام گیرد.

۹- محاسبات تغییرشکل دال بر پایه بند ۹-۱۴-۲-۶-۱ و با محاسبه دقیق ممان اینرسی موثر دال سوراخ‌دار انجام گیرد. اضافه افتادگی دراز مدت بر پایه بند ۹-۱۴-۲-۴-۳ محاسبه شود.

۱۰- ایجاد هر گونه بازشو در این نوع دال تابع ضوابط بند ۹-۱۵-۳-۵ مبحث نهم مقررات ملی ساختمان ایران می‌باشد.

۱- استفاده از این نوع سقف به شرط رعایت ضوابط و محدودیت‌های ذکر شده در ذیل و مباحث ششم و نهم مقررات ملی ساختمان ایران، در ساختمان‌های دارای دیوار برشی بتن مسلح مجاز است.

۲- این ضوابط تنها برای سقف‌های کوبیاکس با گوی‌های کروی شکل کاربرد داشته و سقف با گوی با اشکال غیرکروی را شامل نمی‌شود.

۳- مجموع بار مرده غیرسازه‌ای روی این سقف‌ها شامل پارتیشن، کف‌سازی و نازک‌کاری محدود به ۳۵۰ کیلوگرم بر متر مربع بوده ضمن آنکه کاربرد این سقف تنها جهت پارکینگ‌هایی که محل عبور اتومبیل سواری با حداکثر وزن ۲/۵ تن با بار متمرکز ۱ تن می‌باشد، مجاز است.

۴- لازم است حداقل ضخامت بتن در اطراف گوی‌ها شامل بالا و پایین گوی حداقل ۵ سانتی‌متر و مابین دو گوی متوالی حداقل ۴ سانتی‌متر در نظر گرفته شود.

۵- در طراحی از ظرفیت برشی فولاد مورد استفاده در قفسه گوی‌ها صرف‌نظر شود، با این حال میزان فولاد با امتداد قائم در این قفسه باید مطابق بند ۹-۱۲-۶-۳-۱ مبحث نهم مقررات ملی ساختمان ایران با فرض b_w برابر با حداقل فاصله بین دو گوی متوالی در هر جهت دال تامین شود.

۶- در طراحی برای برش در هر جهت دال، مقاومت برشی نهایی بتن (V_c) باید حداکثر ۵۰ درصد مقدار محاسبه شده طبق رابطه ۹-۱۲-۴ مبحث نهم مقررات ملی ساختمان ایران و با فرض مقطع تمام پرتی محاسبه شود. در تمام نقاط دال که نیروی

۱۵- لازم است ضوابط و الزامات فنی در نظر گرفته شده در تائیدیه شماره Z-15.1-282 موسسه DIBT برای سیستم سقف مجوف کوبیاکس رعایت شود.

۱۶- ضروری است گوی‌های کروی شکل در دو امتداد مستقیم عمود بر هم قرار گیرند و حداکثر قطر سنگدانه مصرفی در بتن با توجه به فواصل گوی‌های کروی شکل مطابق آئین‌نامه‌های مربوطه تعیین و رعایت شود.

۱۷- پایه‌های اطمینان و شمع‌بندی مورد استفاده در اجرای این نوع سقف باید قابلیت اعمال خیز منفی کافی قبل از بتن‌ریزی را داشته باشد.

۱۸- الزامات مربوط به انرژی باید مطابق مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان "صرفه جویی در مصرف انرژی" رعایت شود.

۱۹- رعایت مبحث سوم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان "حفاظت ساختمان‌ها در مقابل حریق" و همچنین الزامات نشریه شماره ۴۴۴ مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن مربوط به مقاومت اجزای ساختمان در مقابل حریق با در نظر گرفتن ابعاد ساختمان، کاربری و وظیفه عملکردی اجزای ساختمانی الزامی است. تطابق شرایط و مشخصات مصالح و نحوه اجرا با مدرک فنی "General Test Certificate of Building Inspectorate-MFPA Leipzig GmbH, P-SAC 02/III-187" نیز ضروری است.

۲۰- در خصوص عایق‌بندی بام، عایق پلی‌استایرن منبسط شده (پلاستوفوم) مورد استفاده، لازم است تا از نوع کندسوز

۱۱- در محل تقاطع دیوارهای برشی و دال کوبیاکس، انتقال برش ناشی از زلزله از دال به دیوار باید در ضعیف‌ترین سطح مقطع دیوار کنترل شده و در صورت نیاز از فولادگذاری برای تسهیل انتقال برش درون صفحه دیافراگم به دیوار بهره برده شود. در سقف‌های بدون تیر به منظور تضمین عملکرد دیافراگم سقف، کنترل‌های لازم در خصوص عضو جمع‌کننده و عضو مرزی در دیافراگم صورت گیرد. به منظور تضمین عملکرد دیافراگم، ضروری است گوی‌های کروی در امتداد محور قرارگیری دیوارهای برشی و یا در لبه طولی دیافراگم‌ها در عرضی که طبق محاسبات تعیین می‌شود، حذف شده و آرماتورگذاری لازم در مقطع توپر حاصل انجام شود.

۱۲- پیش‌بینی المان‌های مرزی در اطراف بازشوها و لبه دال حسب مورد مطابق ضوابط طراحی آئین‌نامه‌ها و مقررات موجود انجام گیرد.

۱۳- حداکثر دهانه (مرکز ستون به مرکز ستون) برای این نوع سقف در حالت کاربرد به صورت دال تخت به ۸ متر محدود می‌شود. در صورت کاربرد این سقف در ترکیب با قاب خمشی بتن آرمه شامل تیر و ستون معجزا که به تفکیک از دال طرح شده باشد، محدودیت فوق‌الذکر برای دهانه دال به ۱۰ متر افزایش می‌یابد.

۱۴- استفاده از روش پیش‌دال تنها در حالتی که قفسه و گوی‌ها در پیش‌دال درگیر بوده و فولادهای کششی در پیش‌دال پیش‌بینی شده باشد، مجاز است.

(خودخاموش شو) مطابق با استانداردهای معتبر باشد. این عایق پلی استایرن باید به وسیله حداقل ۱/۵ سانتی متر اندود یا تخته گچی محافظت شود. اتصال مکانیکی اندود یا تخته به سازه بام ضروری می باشد.

۲۱- صدابندی سقف بین طبقات باید مطابق مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان "عایق بندی و تنظیم صدا" تأمین شود.

۲۲- کلیه مصالح و اجزا در این سیستم اعم از معماری و سازه‌ای از حیث دوام، بهداشتی و زیست محیطی باید بر مبنای مقررات ملی ساختمان ایران و یا آئین‌نامه‌های معتبر ملی یا بین‌المللی به کار گرفته شوند.

۲۳- در شرایط مختلف اقلیمی و محیط‌های خورنده ایران، رعایت تمهیدات لازم از نظر دوام و پایایی اعضای بتنی ضروری است.

۲۴- رعایت مجموعه مباحث مقررات ملی ساختمان ایران در این سیستم الزامی است.

پس از راه‌اندازی خط تولید کارخانه‌ای، برای تایید کیفیت قطعات تولیدی مورد استفاده در این سیستم و انطباق آنها با مقررات ملی ساختمان ایران، لازم است از این مرکز "گواهی‌نامه فنی" اخذ شود.