



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۸۳۳۶

چاپ اول

۱۳۹۳

INSO

18336

1st.Edition

2014

محصولات بتنی پیش ساخته – دال ها با
هسته مجوف

**Precast concrete products –
Hollow core slabs**

ICS: 91.060.30;91.100.30

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است.

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادهای در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور، از آخرین پیشرفت های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی بهره گیری می شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سامانه های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization

2 - International Electrotechnical Commission

3- International Organization of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)

4 - Contact point

5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

« محصولات بتنی پیش ساخته – دال های با هسته مجوف »

رئیس:

روا، افشین

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

سمت و / یا نمایندگی

اداره کل استاندارد استان آذربایجان

شرقی

دبیر:

پوربابا، مسعود

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

شرکت کیفیت آفرینان آذر

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

ادریسی، نازیلا

(کارشناسی ارشد معماری)

دانشگاه آزاد اسلامی واحد سردرود

ارشد شبخانه، بهمن

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

اداره کل استاندارد استان آذربایجان

شرقی

تبریزی، آذر

(کارشناسی مهندسی عمران)

شرکت کیفیت آفرینان آذر

زمان پور، اصغر

(کارشناسی مهندسی عمران)

مجتمع مس سونگون

عدالتی، حسین

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

شرکت بتن خاوران

عظیمی، حامد

(کارشناسی ارشد معماری)

دانشگاه آزاد واحد تبریز

اداره کل استاندارد استان آذربایجان
شرقی

قدیمی کلجاهی، فریده
(کارشناسی ارشد شیمی)

اداره کل استاندارد استان آذربایجان
شرقی

متذکر، نسبیه
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

سازمان ملی استاندارد ایران

مجتبوی، علیرضا
(کارشناس مهندسی مواد)

پیش گفتار

استاندارد " محصولات بتنی پیش ساخته - دال ها با هسته مجوف " که پیش نویس آن در کمیسیون های مربوط توسط شرکت کیفیت آفرینان آذر تهیه و تدوین شده است و در پانصد و دهمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان و مصالح و فرآورده های ساختمانی مورخ ۱۳۹۳/۲/۲۸، مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت های ملی و جهانی در زمینه صنایع ، علوم و خدمات ، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود ، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت . بنابراین ، باید همواره از آخرین تجدید نظر استانداردهای ملی استفاده کرد .

منبع و مآخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است :

BS EN 1168:2009+ A3:2011, Precast concrete products – Hollow core slabs

محصولات بتنی پیش ساخته – دال ها با هسته مجوف

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین الزامات و معیارهای عملکردی پایه و حداقل مقادیری که برای دال‌های با هسته مجوف ساخته شده از بتن پیش‌تنیده یا مسلح با وزن معمولی مطابق با استاندارد EN 1992-1: 2004 ساخته شده‌اند، است.

این استاندارد، واژه‌نامه معیارهای عملکردی، رواداری‌ها، خواص فیزیکی مرتبط، روش‌های آزمون ویژه و جنبه‌های خاص حمل و نصب را در برمی‌گیرد.

عناصر هسته مجوف در کف‌ها، بام‌ها، دیوارها و کاربردهای مشابه به کار می‌روند. در این استاندارد ویژگی‌های مواد و سایر الزامات برای کف‌ها و بام‌ها بیان شده است. برای دیوارها و سایر کاربردها به استانداردهای محصول مرتبط، برای الزامات اضافی محتمل، مراجعه شود.

عناصر دارای لبه‌های جانبی با نیم‌رخ شیاردار به منظور ایجاد کلید برشی برای انتقال برش از طریق درزهای مجاور عناصر، هستند. برای عمل دیافراگم درزها باید عملکردی مانند درز برشی داشته باشند. ممکن است برای بهبود این عملکرد، شیارهای قائم ایجاد شوند.

عناصر در کارخانه‌ها با روزن‌رانی، قالب کشویی یا بتن ریزی در قالب تولید می‌شوند. دال‌های جاگذاری (عناصر دال باریک) و تورفتگی‌ها به دال‌های با هسته مجوف را می‌توان طی تولید یا بعد از آن ایجاد کرد. در دال‌های با هسته مجوف می‌توان برای فعالیت‌های حرارتی، گرم کردن، خنک کردن، عایق‌بندی صدا و غیره، تمهیداتی در نظر گرفته شود. به علت این تمهیدات، دمای بتن در محدوده طبیعی باقی می‌ماند.

همچنین این استاندارد، عناصر دال توپر به کار رفته در مجاورت دال‌های با هسته مجوف و ساخته شده به روش روزن‌رانی، قالب لغزشی یا بتن‌ریزی در قالب، مشابه با تولید دال‌های با هسته مجوف را در بر می‌گیرد. این دال‌های توپر دارای سطح مقطع کلی مشابه با دال‌های هسته مجوف می‌باشند با این تفاوت که هسته مجوف ندارند. کاربرد این استاندارد به عناصر پیش‌تنیده با حداکثر عمق ۵۰۰ mm و برای عناصر مسلح به عمق حداکثر ۳۰۰ mm است.

برای هر دو نوع، پهنای حداکثر بدون آرماتور عرضی به ۱۲۰۰ mm و با آرماتورهای عرضی ۲۴۰۰ mm است. عناصر ممکن است در ترکیب با سازه ساخته شده در محل کارگاه به کار رود.

کاربرد عناصر در کف‌ها و بام‌های ساختمان، شامل نواحی وسایل نقلیه، در رده F و G استاندارد EN 1991-1-1 است که در معرض بارهای خستگی نمی‌باشند، در نظر گرفته شده است. برای ساختمان در مناطق لرزه‌ای مقررات در استاندارد EN 1998-1 ارائه شده است.

این استاندارد برای مواد مکمل کاربرد ندارد. توصیه می‌شود دال‌ها بدون محافظت اضافی در برابر نفوذ آب، در بام‌ها به کار نروند.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می‌شود. در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدید نظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است. استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۶۰۴۴، بتن آماده - ویژگی‌ها

2-2 EN 1992-1-1:2004, Eurocode 2: Design of concrete structures — Part 1-1: General rules and rules for buildings

2-3 EN 1992-1-2, Eurocode 2: Design of concrete structures — Part 1-2: General rules — Structural fire design

2-4 EN 1992-2:2005, Eurocode 2 — Design of concrete structures — Concrete bridges — Design and detailing rules

2-5 EN 13369:2004, Common rules for precast concrete products

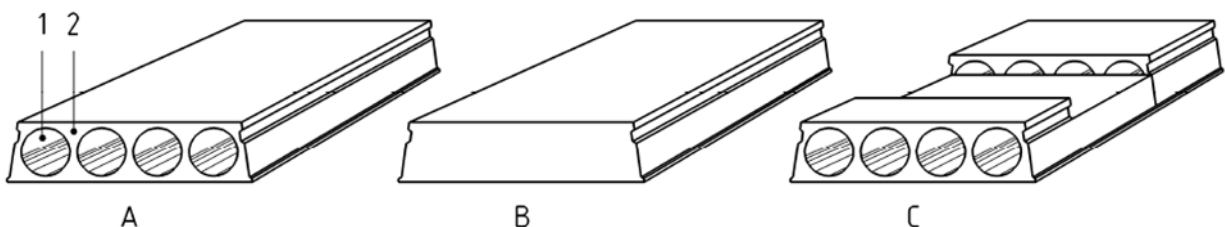
۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌رود:

۱-۳

دال با هسته مجوف

عناصر مسلح یا پیش‌تنیده یکپارچه با عمق کلی ثابت که به بال پایینی و بالایی تقسیم شده است، که به وسیله جان قائم به هم متصل شده‌اند و جان هسته پیوسته‌ای دارای حفره‌های طولی است که سطح مقطع ثابتی دارند و یک محور متقارن قائم به وجود می‌آورند (به شکل ۱ مراجعه کنید).



راهنما:

A دال با هسته مجوف

B دال با هسته توپر

C دال ترکیبی

۱ هسته

۲ جان

شکل ۱- انواع دال‌های با هسته مجوف (به عنوان مثال)

۲-۳

دال توپر

دال با سطح مقطع کلی یکسان با دال هسته مجوف که طی ساخت حفره‌های آن ایجاد نشده است (شکل ۱-B). این دال با روشی یکسان (دستگاه، بستر، ...) با دال‌های با هسته مجوف دارای حفره، تولید می‌شود. یادآوری- دال‌های با هسته مجوف که حفره‌های آن با بتن بعد از تولید پر شده است را نمی‌توان به عنوان دال توپر در نظر گرفت.

۳-۳

دال مرکب

دال با هسته مجوف که قسمتی از سطح مقطع آن توپر است (شکل ۱-C). عمق سطح مقطع ممکن است در طول عنصر متفاوت باشد.

۴-۳

دال جاگذاری

دال بریده شده از یک دال استاندارد با پهنای بزرگتر یا مساوی ۲۵۰ mm و دارای حداقل ۲ جان است.

۵-۳

هسته

حفره طولی ایجاد شده با روش تولید صنعتی ویژه، که با الگوی منظم قرار گرفته و شکل آن به گونه‌ای است که بار اعمالی قائم بر روی دال به جان‌ها انتقال می‌یابد.

۶-۳

جان

قسمت بتنی قائم بین دو هسته مجاور (جان‌های میانی) یا لبه‌های جانبی (دال کناری) است.

۷-۳

درز جانبی

نیمرخ جانبی لبه‌های طولی دال با هسته مجوف که برای امکان دوغاب‌ریزی بین دو دال مجاور شکل داده شده است.

۸-۳

رویه

بتن ریخته شده در جا روی کف دال با هسته مجوف به منظور افزایش ظرفیت باربری و ایجاد دال با هسته مجوف مرکب، است.

۹-۳

پرداخت

لایه ملات یا بتن ریخته شده در جا که در سطح رویه فوقانی کف تمام شده به کار می‌رود.

۱۰-۳

کف دال با هسته مجوف

کف ساخته شده از دال با هسته مجوف بعد از دوغاب‌ریزی درزها، است.

۱۱-۳

کف دال با هسته مجوف مرکب

کف دال با هسته مجوف که با رویه ریخته شده درجا کامل شده است.

۱۲-۳

کف دال توپر

کف ساخته شده از دال با هسته توپر بعد از دوغاب‌ریزی درزها است.

۱۳-۳

کف دال توپر مرکب

کف دال توپر که با رویه ریخته شده درجا کامل شده است.

۴ الزامات

۱-۴ الزامات مواد

برای تکمیل بند ۴-۱ استاندارد EN 13369: 2004، زیربندهای زیر باید اعمال شود. به ویژه مقاومت کشش نهایی و مقاومت کششی تسلیم فولاد باید مدنظر قرار گیرد.

۱-۱-۴ فولاد پیش‌تنیدگی

۱-۱-۱-۴ حداکثر قطر فولاد پیش‌تنیدگی

قطر فولاد پیش‌تنیدگی محدود است به :

رده ۱: عناصر با فولاد پیش‌تنیده با حداکثر ۱۱ mm برای سیم‌ها و ۱۶ mm برای کابل‌ها؛

رده ۲: عناصر با میلگردهای پیش‌تنیده حرارتی با حداکثر ۱۶ mm.

به کار بردن میلگردهای پیش‌تنیده فقط مطابق پیوست ذ مجاز است.

۲-۴ الزامات تولید

۱-۲-۴ کلیات

باید بند ۲-۴ استاندارد EN 13369: 2004 به کار رود.
جاگذاری و تراکم درست بتن با دستگاه تولید، باید با آزمون نوع اولیه مطابق بند ۲-۲-۶ تصدیق شود.
برای تکمیل بند ۲-۴-۳ استاندارد EN 13369: 2004، برای آرماتورهای سازه‌ای به کار رود.

۱-۲-۴ آرماتوربندی سازه‌ای

۱-۱-۲-۴ پردازش فولاد آرماتوربندی

۱-۱-۱-۲-۴ آرماتورهای طولی

برای توزیع آرماتورهای طولی الزامات زیر باید برآورده شود:

الف- آرماتورها باید به طور یکنواخت در عرض عناصر توزیع شوند؛

ب- حداکثر فاصله مرکز به مرکز بین دو آرماتور نباید از ۳۰۰ mm بیشتر شود؛

پ- در جان‌های کناری باید حداقل یک میلگرد وجود داشته باشد، برای دال‌های توپر، موقعیت معادل باید در نظر گرفته شود؛

ت- فاصله آزاد بین میلگردها باید حداقل:

ت-۱ افقی: $(dg + mm) \leq$ و $20 \text{ mm} \leq$ و $\emptyset \leq$ ؛

ت-۲ عمودی: $dg \leq$ و $10 \text{ mm} \leq$ و $\emptyset \leq$.

۲-۱-۱-۲-۴ آرماتورهای عرضی

آرماتورهای عرضی در دال‌های با پهنای ۱۲۰۰ mm الزامی نیست.

دال‌های دارای پهنای بزرگتر از ۱۲۰۰ mm باید آرماتورهای عرضی طراحی شده مناسب برای الزامات بارگذاری داشته باشند. حداقل آرماتور عرضی باید میلگردهای با قطر ۵ mm در ۵۰۰ mm مرکزی باشد.

۲-۱-۲-۴ پیش‌تنیدگی و پس‌کشیدگی

۱-۲-۱-۲-۴ الزامات عمومی برای توزیع تاندون‌های پیش‌تنیدگی

الزامات زیر باید برآورده شوند:

الف- تاندون‌ها باید به طور یکنواخت در عرض عناصر توزیع شوند؛

ب- در هر پهنای ۱٫۲۰ m باید حداقل چهار تاندون به کار رود؛

پ- در هر عنصر با پهنای بزرگتر از ۰٫۶۰ m و کمتر از ۱٫۲۰ m، باید حداقل سه تاندون به کار رود؛

ت- در هر عنصر با پهنای مساوی یا کمتر از ۰٫۶۰ m باید حداقل دو تاندون به کار رود؛

ث- حداقل فاصله آزاد بین تاندون‌ها باید:

- افقی: $(dg + mm) \leq$ و $20 \text{ mm} \leq$ و $\emptyset \leq$ ؛

- عمودی: $dg \leq$ و $10 \text{ mm} \leq$ و $\emptyset \leq$.

۴-۲-۱-۲-۲ انتقال پیش تنیدگی

باید بند ۸-۱۰-۲-۲ استاندارد EN 1992-1-1 به کار رود.

یادآوری- شرایط پیوستگی "خوب" برای عناصر روزن رانی شده و تولید شده با قالب کشویی، حاصل می شود. برای تعریف شرایط پیوستگی "خوب" و "بد" به شکل ۸-۲ استاندارد EN 1992-1-1 مراجعه شود.

۴-۳ الزامات محصول نهایی

۴-۳-۱ ویژگی های هندسی

۴-۳-۱-۱ رواداری های تولید

۴-۳-۱-۱-۱ رواداری های ابعادی مربوط به ایمنی سازه

حداکثر انحرافات، اندازه گیری شده طبق بند ۵-۲، باید بر اساس ابعاد اسمی الزامات زیر را برآورده کنند:

الف- عمق دال:

$$h \geq 150 \text{ mm} \quad ; \quad -5 \text{ mm} \text{ و } +10 \text{ mm} ;$$

$$h \leq 250 \text{ mm} : \pm 15 \text{ mm} ;$$

$150 \text{ mm} < h < 250 \text{ mm}$: می توان از تناسب خطی استفاده کرد.

ب- حداقل ضخامت اسمی جان:

$$\text{جان منفرد } (b_w) : -10 \text{ mm} ;$$

مجموع هر دال $(\sum b_w)$: -20 mm .

پ- حداقل ضخامت اسمی بال (بالا و پایین هسته ها):

$$\text{بال منفرد: } +15 \text{ mm} \text{ و } -10 \text{ mm} .$$

ت- موقعیت عمودی آرماتورها در طرف کششی:

- آرماتور، کابل یا سیم منفرد:

$$h \geq 200 \text{ mm} : \pm 10 \text{ mm} ;$$

$$h \leq 250 \text{ mm} : \pm 15 \text{ mm} ;$$

$150 \text{ mm} < h < 250 \text{ mm}$: می توان از تناسب خطی استفاده کرد.

- مقدار متوسط هر دال: $\pm 7 \text{ mm}$

- الزامات این پاراگراف نباید در تضاد با زیر بند ۴-۳-۱-۲-۳ این استاندارد باشند.

۴-۳-۱-۱-۲ رواداری ها برای اهداف ساخت

حداکثر انحرافات باید موارد زیر را برآورده کنند (مگر این که توسط تولید کننده، به نحو دیگری اعلام شده باشد):

الف- درازای دال: $\pm 25 \text{ mm}$

ب- پهناى دال:

کلی: $\pm 5 \text{ mm}$

برای دال‌ها جاگذاری: $\pm 25 \text{ mm}$

پ- پهنای دال برای دال‌های بریده شده طولی: $\pm 25 \text{ mm}$

ت- طول بیرون آمده کابل‌ها:

انحراف منفی از طول اندازه‌گیری شده قسمت بیرون آمده کابل با توجه به مقدار اسمی (طراحی): 10 mm .

این مقدار ممکن است به مقدار نصف انحراف واقعی (مثبت) از طول اندازه‌گیری شده دال (a) افزایش یابد.

۳-۱-۱-۳-۴ رواداری‌ها برای پوشش بتن

انحراف حداکثر برای پوشش بتن باید $\Delta C = -10 \text{ mm}$ باشد. ممکن است رواداری‌های سختگیرانه‌تری توسط تولید کننده اعلام شود.

۲-۱-۳-۴ حداقل ابعاد

برای تکمیل بند ۲-۱-۳-۴ استاندارد EN 13369: 2004 باید زیربندهای زیر به کار رود.

۱-۲-۳-۴ ضخامت جان‌ها و بال‌ها

ضخامت اسمی بیان شده در نقشه‌ها باید حداقل ضخامت افزایش یافته با انحراف حداکثر (رواداری منفی) اعلام شده توسط تولید کننده باشد.

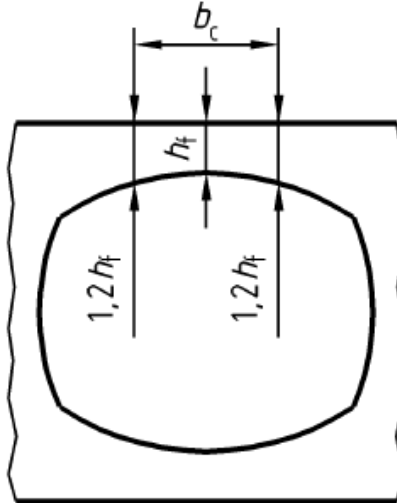
حداقل ضخامت باشد:

الف- برای هر جان، کمتر از بزرگترین $h/10$ و 20 mm و $(d_g + 5 \text{ mm})$ نباشد که d_g و h برحسب میلی‌متر هستند.

ب- برای هر بال، کمتر از بزرگترین $\sqrt{2h}$ و 17 mm و $(d_g + 5 \text{ mm})$ نباشد که d_g و h برحسب میلی‌متر هستند.

به هر حال برای بال بالایی کمتر از $0.25 b_c$ نباشد که b_c پهنای قسمتی از بال است که در آن بزرگترین ضخامت از $1/2$ برابر کمترین ضخامت بیشتر نیست (به شکل ۲ مراجعه شود).

ضخامت جان‌ها و بال‌ها باید مطابق بند ۱-۱-۲-۵ اندازه‌گیری شود.



شکل ۲- حداقل ضخامت بال فوقانی

۴-۳-۱-۲-۲ حداقل پوشش بتن و فاصله محوری فولاد پیش تنیدگی

برای سیم‌های دندانه‌دار یا صاف و کابل‌های دندانه‌دار، حداقل پوشش بتن C_{min} از نزدیکترین سطح بتن و نزدیکترین لبه هسته باید حداقل:

فقط با در نظر گرفتن رویه نمایان، باید مطابق مقدار تعیین شده با استاندارد EN 1992-1-1:2004 اعمال شود.

برای جلوگیری از ترک‌های طولی ناشی از قطع و تقسیم و در نبود محاسبات ویژه و یا آزمون‌ها:

- وقتی فاصله مرکز تا مرکز اسمی کابل‌ها بزرگتر یا مساوی 3ϕ است: $C_{min} = 1,5\phi$ ؛

- وقتی فاصله مرکز تا مرکز اسمی کابل‌ها کمتر از $2,5\phi$ است: $C_{min} = 2,5\phi$.

که در آن ϕ قطر سیم یا کابل برحسب میلیمتر است (در مورد قطرهای متفاوت، برای ϕ باید مقدار میانگین به کار رود).

برای فاصله مرکز تا مرکز بین دو مقدار فوق، C_{min} را می‌توان از تناسب خطی بین مقادیر تعریف شده در بندهای فوق تعیین کرد.

برای سیم‌های آج‌دار، پوشش بتن باید به اندازه 1ϕ افزایش یابد.

۴-۳-۱-۳-۲-۳ حداقل پوشش بتن برای آرماتور فولادی

باید مطابق استاندارد EN 1992-1-1 به کار رود.

۴-۳-۱-۳-۴ شکل درز طولی

پهنای درز طولی باید:

الف- حداقل 30 mm در بالای درز باشد؛

ب- بزرگتر از 5 mm یا d_g (هرکدام بزرگتر باشد) در قسمت پایین درز باشد، که d_g اندازه بزرگترین سنگدانه در ملات درز است.

اگر میلگرد تنگ با قطر \emptyset ، در درز طولی قرار داده شده و مهار شود، پهنای درز سطح میلگرد تنگ باید حداقل به اندازه بزرگترین $(\emptyset + 20 \text{ mm})$ یا $(\emptyset + 2 d_g)$ باشد که d_g و \emptyset برحسب میلیمتر هستند. وقتی درز طولی باید در برابر برش عمودی مقاومت کند، در رویه درز باید حداقل یک شیار ایجاد شود. اندازه شیار باید با در نظر گرفتن مقاومت ملات در برابر برش قائم مناسب باشد. ارتفاع شیار باید حداقل 35 mm و عمق آن حداقل 8 mm باشد. فاصله بین بالای شیار و بالای عنصر باید حداقل 30 mm باشد. فاصله بین کف شیار و کف عنصر باید حداقل 30 mm باشد. شکل‌های عمومی درزهای طولی در پیوست ب ارائه شده است.

۴-۳-۱-۲-۵ شکل شیارهای قائم

شکل شیارهای قائم محتمل به کار رفته برای اصلاح عمل دیافراگم باید با در نظر گرفتن مقاومت ملات در برابر برش افقی مناسب باشد. شکل عمومی شیارهای قائم در پیوست ب ارائه شده است. در هر مورد شیار قائم نباید به صورت اجباری برای عمل دیافراگم باشد، اما فقط تمهیدات اضافی در نظر گرفته شود.

۴-۳-۲ مشخصات سطح

الزامات ارائه شده در استاندارد EN 1992-1-1: 2004 باید برای دال‌های با هسته مجوف به منظور کاربرد همراه با رویه در جا اعمال شود.

۴-۳-۳ مقاومت مکانیکی

۴-۳-۳-۱ کلیات

برای تکمیل بند ۴-۳-۳ استاندارد EN 13369: 2004 باید پاراگراف زیر به کار رود. در موارد مرتبط، توصیه می‌شود ملاحظات در طراحی تاثیرات اقدامات مکانیکی (مانند لرزه) طی وضعیت‌های ناپایدار مدنظر قرار گیرد. در نبود تحلیل‌های دقیق‌تر ممکن است ضرب تاثیرات استاتیکی مرتبط در ضریب مناسب مجاز باشد. برای تاثیرات اقدامات لرزه‌ای، توصیه می‌شود روش‌های طراحی مناسبی به کار رود. قوانین ویژه برای سازه‌های با عناصر با هسته مجوف در پیوست‌ها، درباره توزیع بار (پیوست پ)، عمل دیافراگم (پیوست ت)، لنگرهای منفی (پیوست ث)، ظرفیت برشی اعضای مرکب (پیوست ج) و طراحی اتصالات (پیوست چ) ارائه شده است.

روش آزمون برای تایید مقاومت برشی در پیوست د ارائه شده است.

۴-۳-۳-۲ تصدیق با محاسبه

۴-۳-۳-۳-۱ مقاومت در برابر تورق برای دال‌های با هسته مجوف پیش‌تنیده

ترک‌های تورق افقی قابل رویت در جان‌ها مجاز نیست.

یکی از الزامات الف یا ب، زیر برای جلوگیری از ترک‌های تورق به کار می‌رود:

الف- برای جان که در آن بالاترین تنش تورق ایجاد خواهد شد یا برای کل مقطع اگر کابل‌ها و سیم‌ها ضرورتاً در پهنای عنصر به خوبی توزیع شده‌اند، تنش تورق σ_{sp} باید شرایط زیر را برآورده کند:

$$\sigma_{sp} \leq f_{ct}$$

با

$$\sigma_{sp} = \frac{P_0}{b_w e_0} \times \frac{15\alpha_e^{2.3} + 0.07}{1 + \left(\frac{l_{pt1}}{e_0}\right)^{1.5} (1.3\alpha_e + 0.1)}$$

و

$$\alpha_e = \frac{(e_0 - k)}{h} \geq 0$$

که در آن:

f_{ct} مقدار مقاومت کششی بتن حاصل در زمانی که پیش‌تنیدگی بر مبنای آزمون‌ها آزاد می‌شودغ
 P_0 نیروی پیش‌تنیدگی اولیه درست بعد از آزاد شدن در جان مدنظر یا نیروی پیش‌تنیدگی کلی دال در مورد
 دال‌های توپر؛

b_w ضخامت جان منفرد یا پهناي کلی b در مورد دال توپر؛

e_0 خروج از مرکزیت فولاد پیش‌تنیدگی؛

l_{pt1} مقدار طراحی کمتر طول انتقال؛

k شعاع هسته برابر با نسبت مدول مقطع بافت کف و مساحت خالص مقطع $\left(\frac{W_b}{A_c}\right)$ ، هستند.

ب- طراحی مکانیکی گسیختگی باید ثابت کند که ترک‌های تورق گسترش نخواهد یافت.

رای جان که در آن بالاترین تنش تورق ایجاد خواهد شد یا برای کل مقطع اگر کابل‌ها و سیم‌ها ضرورتاً در
 پهناي عنصر به خوبی توزیع شده‌اند، تنش تورق σ_{sp} باید شرایط زیر را برآورده کند:

۴-۳-۲-۲ ظرفیت برش و پیچش

۴-۳-۲-۱ روش تصدیق عمومی

شکست برشی دال‌های با هسته مجوف بدون آرماتور برشی ممکن است در نواحی ترک خورده یا در نواحی ترک
 نخورده، در اثر خمش روی دهد. همچنین اگر ترک‌های خمشی در طول مهاری آرماتور ایجاد شوند، ممکن است
 شکست مهاری روی دهد. همه این سه حالت شکست باید مدنظر قرار گیرد.

الف- مقاومت برشی در نواحی ترک خورده باید با استفاده از استاندارد EN 1992-1-1:2004 (بند ۶-۲) محاسبه
 شود.

ب- مقاومت برشی در نواحی ترک نخورده باید با استفاده از بند ۶-۴ استاندارد و در موارد مرتبط با در نظر
 گرفتن تنش‌های برشی اضافی ناشی از انتقال نیروی پیش‌تنیدگی و با انتخاب بدترین موقعیت سطح مقطع
 محاسبه شود.

یادآوری- راهنمایی برای محاسبه تنش‌های برشی اضافی در نواحی مهاری تاندون‌های پیش‌تنیدگی را می‌توان در CEB-FIP
 Model Code 90 مشاهده کرد.

پ- مقاومت در برابر شکست مهاری باید مطابق استاندارد EN 1992-1-1:2004 محاسبه شود.

در مورد تکیه‌گاه‌های منعطف، تاثیر کاهش تنش‌های برشی عرضی بر مقاومت باید در نظر گرفته شود.

برای دال‌های با هسته مجوف عمیق‌تر از ۴۵۰ mm، مقاومت برشی برای نواحی ترک خورده و ترک نخورده در اثر خمش، باید با در نظر گرفتن روابط و روش‌های قبلی به اندازه ۱۰ درصد کاهش یابد.

۴-۳-۲-۲-۲ مقاومت برش در نواحی ترک نخورده

نواحی ترک نخورده در اثر خمش با تنش کششی خمشی کمتر از $f_{ctk0.05}/\gamma_c$ تعریف می‌شود. در این حالت مقاومت برشی با رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$V_{Rdc} = \frac{I b_w(y)}{S_c(y)} \left(\sqrt{(f_{ctd})^2 + \sigma_{cp}(y) f_{ctd}} - \tau_{cp}(y) \right)$$

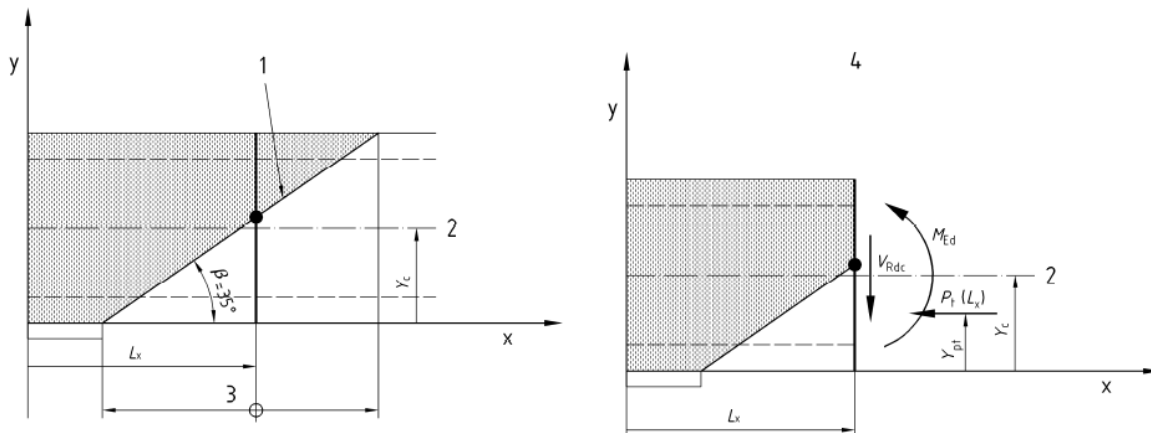
که در آن:

$$\sigma_{cp}(y) = \sum_{i=1}^n \left\{ \left[\frac{1}{A} + \frac{(Y_c - y)(Y_c - Y_{p_i})}{I} \right] \times P_i(l_x) \right\} - \frac{M_{Ed}}{I} \times (Y_c - y)$$

(در حالت فشاری مثبت است)

$$\tau_{cp}(y) = \frac{1}{b_w(y)} \times \sum_{i=1}^n \left\{ \left[\frac{A_c(y)}{A} - \frac{S_c(y) \times (Y_c - Y_{p_i})}{I} + C_{P_i}(y) \right] \times \frac{dP_i(l_x)}{dx} \right\}$$

این رابطه باید با ارجاع به نقاط بحرانی خط مستقیم شکست رسم شده از لبه تکیه‌گاه با زاویه $\beta = 35^\circ$ نسبت به محور افقی، به کار رود. نقاط بحرانی، نقطه‌ای از خطی است که نتایج اعلام شده $V_{RD,c}$ کمترین مقدار را داشته باشد.



راهنما:

- ۱ خط شکست
- ۲ ارتفاع محور مرکزی
- ۳ سطح مقطع مد نظر
- ۴ نیروهای سطح مقطع مدنظر

شکل ۳- ب خط شکست

شکل ۳- الف لنگرها و نیروها در سطح مقطع مدنظر

شکل ۳- ساختار شکست در نواحی ترک نخورده

تعاریف نمادها در زیر ارائه شده است:

L لنگر دوم ناحیه سطح مقطع است؛

$b_w(y)$ پهناى جان در ارتفاع y است؛

Y_c ارتفاع محور مرکز ثقل است؛

$S_c(y)$ لنگر اول سطح بالای ارتفاع y و حول مرکز ثقل است؛

y ارتفاع نقطه بحرانی روی خط شکست است؛

L_x فاصله نقطه مورد نظر روی خط شکست از نقطه شروع طول انتقال است ($x = 0$)؛

n تعداد لایه‌های تاندون است؛

A سطح مقطع ساخته شده رویه است؛

$P_t(L_x)$ نیروی پیش‌تنیدگی با در نظر گرفتن لایه تاندون در فاصله L_x است؛

انتقال پیش‌تنیدگی باید با در نظر گرفتن بند ۸-۱۰-۲-۲ استاندارد EN 1992-1-1:2004 باشد.

M_{ED} لنگر خمشی ناشی از بار عمودی است؛

$\tau_{cp}(y)$ تنش برشی بتن ناشی از انتقال پیش‌تنیدگی در ارتفاع y و فاصله L_x است؛

$A_c(y)$ مساحت بالای ارتفاع y است؛

$C_{pt}(y)$ ضریبی برای در نظر گرفتن موقعیت لایه تاندون مد نظر است:

وقتی $y \leq y_{pt}$: $C_{pt}(y) = -1$

وقتی $y \geq y_{pt}$: $C_{pt}(y) = 0$

۳-۳-۳-۳-۳-۳-۳-۳ بیان ساده شده

به عنوان جایگزین رابطه فوق، رابطه ساده شده زیر را می‌توان به کار برد:

$$V_{Rdc} = \varphi \frac{I b_w}{S} \sqrt{(f_{ctd})^2 + \beta \alpha_t \sigma_{cp} f_{ctd}}$$

که در آن:

I لنگر دوم سطح؛

S لنگر اول سطح بالا و حول محور مرکز ثقل؛

b_w پهناى سطح مقطع محور مرکزی؛

$\alpha_t = I_x I_{pt2}$ درجه انتقال پیش‌تنیدگی ($\alpha_t \leq 1/0$)؛

I_x فاصله مقطع مدنظر از نقطه آغاز طول انتقال؛

I_{pt2} مقدار بالایی طول انتقال (به بند ۸-۱۸ استاندارد EN 1992-1-1: 2004 مراجعه شود)؛

$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A}$ تنش فشاری بتن کامل در محور مرکزی؛

$$f_{ctd} = f_{ctk0.5} / \gamma_c \text{ مقدار طراحی مقاومت کششی بتن؛}$$

$$\emptyset = 0.8 \text{ ضریب کاهش؛}$$

$$\beta = 0.9 \text{ ضریب کاهش مربوط به انتقال؛ هستند.}$$

مقاطع بین لبه تکیه‌گاه و مقطع در فاصله $0.5h$ از این لبه (که h عمق است)، نیاز به کنترل ندارد.

۴-۳-۲-۲-۴ ظرفیت برشی عناصر در معرض پیچش

اگر مقطعی به طور همزمان در معرض برش و پیچش قرار گیرد، ظرفیت برشی V_{Rdn} ، باید به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$V_{Rdn} = V_{Rd,c} - V_{Etd}$$

که

برای عناصر با هسته مجوف:

$$V_{Etd} = \frac{T_{Ed}}{2b_w} \times \frac{\sum b_w}{(b - b_w)}$$

یا برای عناصر توپیر:

$$V_{Etd} = T_{Ed} \times \frac{(3 + 1.8 \times b/h)}{b}$$

که در آن:

V_{Rdn} مقدار خالص مقاومت برشی برحسب نیوتن؛

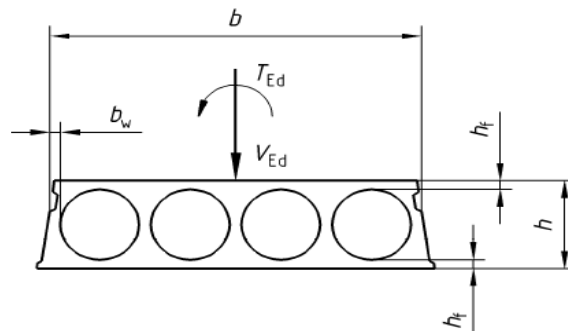
$V_{Rd,c}$ مقدار طراحی مقاومت برشی طبق بند ۶-۲-۲ استاندارد EN 1992-1-1:2004، برحسب نیوتن؛

V_{Etd} مقدار طراحی نیروی برشی با در نظر گرفتن لنگر پیچشی، برحسب نیوتن؛

T_{Ed} مقدار طراحی لنگر پیچشی در مقطع مدنظر، برحسب نیوتن میلی‌متر؛

b_w پهنای جان کناری در سطح محور مرکزی (به شکل ۴ مراجعه شود)، برحسب میلی‌متر؛

$\sum b_w$ مجموع پهنای جان‌ها در سطح محور مرکزی، برحسب میلی‌متر؛ هستند.



شکل ۴- نیروی برشی خارج از مرکز

۳-۲-۳-۳-۴ ظرفیت برشی درزهای طولی

توزیع بار از یک عنصر به عنصر مجاور، نیروی برشی قائم در درز و عناصر دو طرف درز ایجاد خواهد کرد. ظرفیت برشی در این مورد بستگی به خواص درز و عنصر دارد. این ظرفیت برشی V_{RDj} ، که به عنوان بار خطی مقاوم بیان می‌شود مقدار کوچکتر مقاومت بال V'_{RDj} یا مقاومت درز V''_{RDj} است:

$$v'_{RDj} = 0,25 f_{ctd} \Sigma h_f$$

و

$$v''_{RDj} = 0,15 (f_{ctdj} h_j + f_{ctdt} h_t)$$

که در آن:

f_{ctd} مقدار طراحی مقاومت کششی بتن در عناصر؛

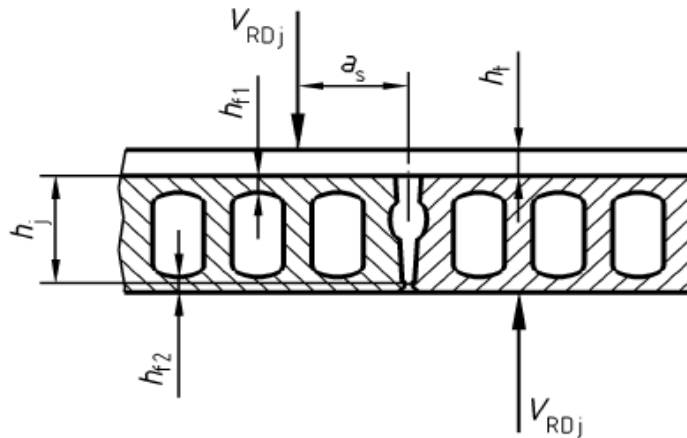
f_{ctdj} مقدار طراحی مقاومت کششی بتن در درزها؛

f_{ctdt} مقدار طراحی مقاومت کششی بتن در رویه؛

Σh_f مجموع ضخامت کوچکترین بال پایینی و بالایی و ضخامت رویه مقیاس‌گذاری شده (به شکل ۵ مراجعه شود) که این ضخامت مقیاس‌گذاری شده، ضخامت اسمی رویه ضرب در نسبت بین مقاومت کششی رویه و مقاومت کششی دال است؛

h_j ارتفاع خالص درز (به شکل ۵ مراجعه شود)؛

h_t ضخامت رویه (به شکل ۵ مراجعه شود)، هستند.



شکل ۵- نیروی برشی در درزها

ظرفیت برشی V_{Rdj} که به عنوان بار متمرکز بیان شده، باید به صورت زیر محاسبه شود:

$$V_{Rdj} = v_{Rdj} (a + h_j + h_t + 2 a_s)$$

که در آن:

v_{Rdj} کوچکترین مقدار V_{Rdj} یا V_{Rdj}'' ؛

a طول بار موازی با درز؛

a_s فاصله بین مرکز بار و مرکز درز؛ هستند.

۴-۳-۳-۴ ظرفیت برش سوراخ کننده

در نبود دلایل ویژه، ظرفیت برش سوراخ کننده دال‌های بدون رویه V_{Rd} ، برحسب نیوتن، به عنوان بار نقطه‌ای مقاوم بیان شده، باید به صورت زیر محاسبه شود:

$$V_{Rd} = b_{eff} h f_{ctd} \left(1 + 0,3 \alpha \frac{\sigma_{cp}}{f_{ctd}} \right)$$

با

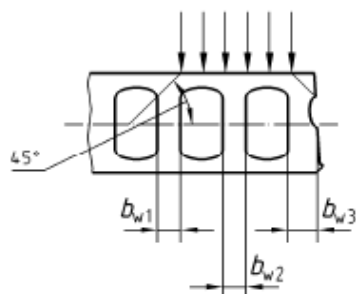
$$\alpha = \frac{\ell_x}{\ell_{bpd}} \leq 1$$

(مطابق استاندارد (EN 1992-1-1:2004)

که در آن:

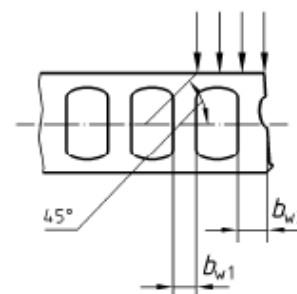
b_{eff} پهنای موثر جان‌ها مطابق شکل ۶؛

σ_{cp} تنش فشاری بتن در محور مرکزی به علت پیش‌تنیدگی؛ هستند.



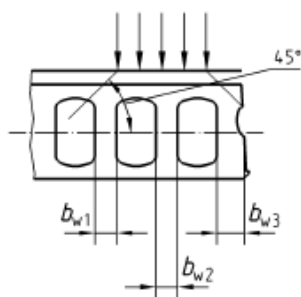
$$b_{eff} = b_{w1} + b_{w2} + b_{w3}$$

ب- وضعیت عمومی



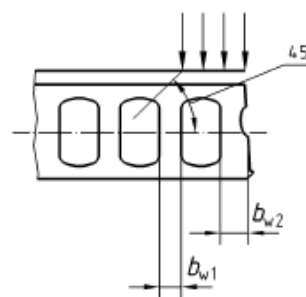
$$b_{eff} = b_{w1} + b_{w2}$$

الف- لبه آزاد کف کناری



$$b_{eff} = b_{w1} + b_{w2} + b_{w3}$$

ت- وضعیت عمومی رویه سازه‌ای



$$b_{eff} = b_{w1} + b_{w2}$$

پ- لبه آزاد کناری با رویه سازه‌ای

شکل ۶- پهناهای موثر

برای بارهای متمرکز که بیشتر از ۵۰ درصد بر جان کناری اعمال می‌شوند (b_{w2} در شکل ۶-الف و ۶-پ) از یک لبه آزاد کف گوشه، مقاومت حاصل از رابطه فقط در صورتی قابل کاربرد است که حداقل یک سیم یا کابل در جان کناری و یک آرماتور عرضی وجود داشته باشد. اگر یکی یا هر دو این شرایط برآورده نشوند، مقاومت باید تقسیم بر ۲ شود.

آرماتور عرضی باید میلگرد یا کابل در بالای عنصر یا رویه سازه‌ای، به طول حداقل ۱٫۲۰ m باشد و کاملاً مهار شود و باید برای نیروی کششی معادل با مجموع بار متمرکز طراحی شود.

اگر بار بر روی یک هسته که پهناهای کوچکتری از نصف پهناهای هسته وارد شود، مقاومت دوم باید با همان رابطه محاسبه شود اما به جای h کمترین ضخامت بال بالایی و به جای b_{eff} پهناهای صفحه بارگذاری جایگزین می‌شود. کمترین مقدار مقاومت محاسبه شده باید اعمال شود.

اگر رویه سازه‌ای به کار رود، ضخامت رویه ممکن است برای محاسبه ظرفیت برش سوراخ کننده در نظر گرفته شود.

۴-۳-۳-۲-۵ ظرفیت برای بارهای متمرکز

بارهای متمرکز باعث ایجاد لنگرهای خمشی عرضی می‌شوند. بنابراین در عناصری که آرماتور عرضی ندارند تنش‌های کششی ناشی از این لنگرهای خمشی باید محدود شوند.

مقدار محدودیت بستگی به فرضیات طراحی پایه مربوط به توزیع بار دارد.

اگر عناصر با فرض عدم توزیع بار طراحی شوند، به معنی این است که همه بارهای اعمالی روی عنصر باید توسط عنصر تحمل شود، مقدار محدودیت تنش کششی در حالت حد خدمت پذیری $f_{ctk0.05}$ است. در این مورد برای عناصر بدون رویه، در حالت حد خدمت پذیری، ظرفیت‌ها برای بارهای متمرکز q_k و F_k در نبود دلایل ویژه به صورت زیر محاسبه می‌شود:

الف- برای بار خطی که روی لبه ناحیه کف نیست:

$$q_k = \frac{20W_{lb} f_{ctk0,05}}{\ell + 2b}$$

ب- برای بار خطی روی لبه ناحیه کف:

$$q_k = \frac{10W_{lt} f_{ctk0,05}}{\ell + 2b}$$

پ- برای بار نقطه‌ای در هر جای ناحیه کف:

$$F_k = 3 W_{\ell} f_{ctk 0,05}$$

که در آن:

W_{lb} حداقل مدول مقطع در جهت عرضی در واحد طول مربوط به بافت کف عناصر؛

W_{lt} حداقل مدول مقطع در جهت عرضی در واحد طول مربوط به بافت فوقانی؛

W_l کمترین W_{lb} یا W_{lt} ؛ هستند.

اگر عناصر با فرض توزیع بار الاستیک طراحی شوند، به معنی این است که قسمتی از بارهای وارد بر عنصر به عناصر مجاور توزیع شده‌اند، مقدار محدودیت تنش کششی در حالت حد نهایی f_{ctd} است.

در این مورد ظرفیت‌های بارهای متمرکز حالت حد نهایی، ممکن است از همان رابطه حاصل شود اما به جای q_k و F_k و $f_{ctk0,05}$ باید q_d ، F_d و f_{ctd} جاگذاری شوند.

۴-۳-۲-۶ ظرفیت بار عناصر قرار گرفته روی سه لبه

بارهای اعمالی توزیع شده روی عنصر کف بایک لبه طولی تکیه‌گاه‌دار باعث ایجاد لنگرهای پیچشی خواهد شد. از واکنش تکیه‌گاهی حاصل از این پیچش باید در طراحی به روش حد نهایی صرف‌نظر شود.

تنش‌های برشی ناشی از این لنگرهای پیچشی در حالت حد خدمت‌پذیری باید به $\frac{f_{ctk0,05}}{1.5}$ محدود شود.

ظرفیت بار (q_k)، برحسب نیوتن بر میلی‌متر، برای بار اعمالی در واحد سطح که بار کلی منهای ناشی از وزن خود عناصر است، باید در حالت حد خدمت‌پذیری به صورت زیر محاسبه شود:

$$q_k = \frac{f_{ctk0,05} W_t}{0,06 \ell^2}$$

که W_t کمترین مقادیر زیر است:

$$W_t = 2t (h - h_t)(b - b_w)$$

و

$$W_t = \frac{b^2 h}{(3 + 1,8b/h)}$$

که در آن:

W_t مدول‌های سطح پیچشی عنصر مطابق با تئوری الاستیک، برحسب متر مکعب؛

t کوچکترین مقادیر h_f و b_w برحسب میلی‌متر؛

h_f کوچکترین مقادیر ضخامت بال پایینی و بالایی برحسب میلی‌متر؛

b_w ضخامت جان کناری، برحسب میلی‌متر؛

l طول عنصر، برحسب میلی‌متر هستند.

۴-۳-۳-۳-۳-۳ تصدیق محاسبات با کمک آزمون‌های فیزیکی

مقاومت برشی حاصل از محاسبات باید با آزمون‌های کاملاً فیزیکی مطابق پیوست د تایید شود.

۴-۳-۳-۴ مقاومت و واکنش در برابر آتش

۴-۳-۳-۴-۱ مقاومت در برابر آتش

برای تکمیل بندهای ۴-۳-۴-۱ تا ۴-۳-۴-۳ استاندارد EN 13369: 2004، روش محاسبات و جدول داده‌ها در پیوست چ ارائه شده است. تا تدوین استاندارد ملی مربوط به ظرفیت برشی تحت شرایط آتش‌سوزی، قوانین اضافی در پیوست چ ارائه شده است.

یادآوری - مقاومت در برابر آتش ارائه شده برای عنصر هسته با دال مجوف (تابع تحمل بار)، معتبر است وقتی در سازه کف با سامانه اتصال ضروری مطابق استاندارد EN 1992-1-1:2004 نصب شده باشد، مگر این که اقدامات اضافی در نظر گرفته شود. برای عملکرد اختصاصی کف‌های دال با هسته مجوف، عایق‌بندی (برای ضخامت حداقل به پیوست چ مراجعه شود) و یکپارچگی (برای درزها به بند ۴-۶ استاندارد EN 1992-1-1:2004 مراجعه شود) به صورت اضافی لازم هستند. رویه یا پرداخت ممکن است برای مدنظر قرار دادن مقاومت کف برای عملکرد اختصاصی، مستقیماً بر روی واحد پیش‌ساخته ریخته شود.

۴-۳-۴-۲ واکنش در برابر آتش

برای واکنش در برابر آتش بند ۴-۳-۴-۴ استاندارد EN 13369: 2004 باید به کار رود.

۴-۳-۴-۵ ویژگی‌های آکوستیک

بند ۴-۳-۵ استاندارد EN 13369:2004 باید به کار رود.

یادآوری - تاثیر عمق صوتی بودن ساختمان تحت تاثیر مجموع سازه کف شامل پوشش کف، شرایط تکیه‌گاهی، جزئیات درزها و دیوارها است.

۴-۳-۴-۶ ویژگی‌های حرارتی

برای تکمیل بند ۴-۳-۶ استاندارد EN 13369:2004، قوانین زیر ممکن است به کار رود:

زبری تقریبی مقاومت حرارتی دال‌های با هسته مجوف ($0.2 m > \text{ارتفاع}$) را می‌توان به صورت زیر تخمین زد:

$$R_c = 0,35 (h + 0,25)$$

که در آن:

R_c مقاومت حرارتی دال‌ها (مقاومت سطح انحصاری) بر حسب متر مربع کلون بر وات؛

h ارتفاع کلی عناصر برحسب متر، هستند.

۷-۳-۴ دوام

بند ۷-۳-۴ استاندارد EN 13369:2004 باید به کار رود.

۸-۳-۴ سایر الزامات

بند ۸-۳-۴ استاندارد EN 13369:2004 باید به کار رود.

۵ روش‌های آزمون

۱-۵ آزمون‌های بتن

آزمون بتن از طریق روش‌های مشخص شده در استاندارد ملی شماره ۶۰۴۴ ایران و استاندارد EN 13369 انجام می‌شود.

۲-۵ آزمون روی فولاد پیش‌تنیدگی

در مورد پیش‌تنیدگی حرارتی، همه آزمون‌های پیوسته باید به کار رود.

۳-۵ اندازه‌گیری ابعاد و ویژگی‌های سطح

برای تکمیل بند ۲-۵ استاندارد EN 13369:2004 زیربندهای زیر به کار می‌رود:

۱-۳-۵ ابعاد عنصر

۱-۱-۳-۵ روش

برای ابعاد باید روش‌های زیر به کار رود:

الف- عمق دال h :

۶ اندازه‌گیری، در یک طرف دال (۳ بار از هسته و ۳ بار از خط مرکزی جان)، انجام دهید: ۲ نزدیک وسط، ۲ نزدیک هر لبه دال. نتیجه میانگین این ۶ اندازه‌گیری است. نتیجه را با مقادیر مجاز ارایه شده در بند ۱-۱-۳-۴-۱-الف مقایسه کنید.

برای عناصر عریض‌تر از ۰٫۶ نیستند، می‌توان تعداد اندازه‌گیری‌ها را به ۳ کاهش داد.

ب- ضخامت جان b_w :

اندازه‌گیری‌های ضخامت حداقل هر جان را در یک لبه انجام دهید.

اندازه‌گیری‌ها را جمع کنید.

هر مقدار منفرد b_w و مجموع $\sum b_w$ را با مقادیر مجاز ارایه شده در بند ۱-۱-۳-۴-۱-ب مقایسه کنید.

پ- ضخامت بال h_f :

۶ اندازه‌گیری از یک طرف دال (۳ تا بال پایینی و ۳ تا بال بالایی)، انجام دهید: ۲ نزدیک وسط، ۲ نزدیک هر لبه دال.

مقدار میانگین را برای بال پایینی و بال بالایی به طور جداگانه محاسبه کنید.

هر مقدار منفرد و دو مقدار میانگین را با مقادیر مجاز ارایه شده در بند ۴-۳-۱-۱-۱-۱-۱ پ مقایسه کنید.
برای عناصر با پهنای کمتر $m/6$ ، تعداد اندازه‌گیری‌ها را می‌توان به سه کاهش داد.
ت- طول دال L :

۲ اندازه‌گیری، یکی نزدیک هر لبه، انجام دهید.

هر مقدار منفرد را با مقادیر مجاز ارایه شده در بند ۴-۳-۱-۱-۱-۱-۱ الف مقایسه کنید.
ث- پهنای دال b :

یک اندازه‌گیری، از یک طرف دال که عریض‌ترین سطح مقطع را دارد، انجام دهید.
مقدار حاصل را با مقدار مجاز ارایه شده در بند ۴-۳-۱-۱-۱-۱ ب مقایسه کنید.

ج- موقعیت فولاد پیش‌تنیدگی یا آرماتورها در طرف کششی

فاصله قائم محور هر کابل، سیم یا میلگرد تا کف دال یا قالب را اندازه‌گیری کنید.

هر مقدار منفرد و مقدار متوسط مرکز ثقل فولاد پیش‌تنیدگی را با مقدار مجاز ارایه شده در بندهای ۴-۳-۱-۱-۲-۲ و ۴-۳-۱-۲-۳ مقایسه کنید.

چ- پوشش بتن C

پوشش بتن هر کابل، سیم یا میلگرد را از یک طرف دال از کف دال و نزدیکترین سطح هسته اندازه‌گیری کنید.
هر مقدار منفرد را با مقدار مجاز ارایه شده در بند ۴-۳-۱-۲-۳ مقایسه کنید.

۴-۵ وزن محصولات

بند ۳-۵ استاندارد EN 13369:2004 به کار می‌رود.

۶ ارزیابی انطباق

۱-۶ کلیات

بند ۱-۶ استاندارد EN 13369:2004 باید به کار رود.

۲-۶ آزمون نوع

۱-۲-۶ کلیات

در تکمیل بندهای ۴-۲ و ۴-۳-۳-۳-۳ دال‌های با هسته مجوف باید در معرض آزمون‌های کامل مطابق پیوست د قرار گیرند. آزمون‌های کامل بیشتر در چارچوب کنترل تولید کارخانه‌ای (به بند ۶-۳ مراجعه شود)، در صورتی که نتایج آزمون‌ها مطابق مقادیر محاسبه شده د-۵ باشند، لازم نیست.

اگر عمق اسمی h در دامنه 50 mm باقی بماند و مجموع نسبی اسمی Σb_{w-rel} سطح مقطع در دامنه 50 mm/m باقی بماند، برای اهداف آزمون کامل دال‌های با هسته مجوف ساخته شده روی همان نوع دستگاه تولید و با همان مقاومت بتن با شکل هسته مشابه را می‌توان در یک گروه تولید گروه‌بندی کرد.

یادآوری ۱- تولید کننده می‌تواند مرز دامنه ۵۰ mm را انتخاب کند، مثلاً عمق گروه تولید ممکن است از ۱۵۰ mm تا ۲۰۰ mm باشد یا از ۱۷۵ mm تا ۲۲۵ mm نیز ممکن است. اصل مشابهی را می‌توان برای ضخامت جان نسبی به کار برد.

یادآوری ۲- مجموع ضخامت جان نسبی Σb_{w-rel} مساوی مجموع ضخامت جان Σb_w (برحسب mm) تقسیم بر پهنای دال (برحسب m) (به بند ۴-۳-۱-۱-۱ مراجعه شود، است).

اگر تسهیلات تولید شامل دو یا چند دستگاه تولید از یک نوع باشد، در صورتی که با آزمون‌های مناسب مقاومت بتن بر روی بتن‌های نمونه‌برداری شده از هر دستگاه (بیان شده در بند الف-۳) اثبات شود که سطح مقاومت فشاری یکسان است، ممکن است آزمون نوع به یک دستگاه محدود شود. نتایج آزمون کامل باید طبق بند د-۶ ثبت شود.

۶-۲-۲ آزمون نوع اولیه

برای تکمیل بند ۶-۲-۱۲ استاندارد EN 13369:2004 باید موارد زیر به کار رود:

آزمون نوع اولیه باید مطابق پیوست د، در آغاز موارد زیر انجام شود:

الف- یک یا چند سطح مقطع جدید برای انطباق مقاومت برشی بر اساس محاسبات به دست آمده باشند؛

ب- تسهیلات تولید جدید برای انطباق عملکرد صحیح دستگاه (های) تولید.

آزمون نوع اولیه باید برای هر سطح مقطع منفرد یا در صورتی که مقاطع در گروه‌هایی، گروه‌بندی شده باشند، برای یک مقطع منفرد از هر گروه انجام شود (به بند ۶-۲-۱ مراجعه شود).

برای هر سطح مقطع مورد آزمون:

الف- سطح پیش‌تنیدگی یا آرماتوربندی باید حداقل ۷۵ درصد حداکثر سطح آرایه شده برای سطح مقطع داده شده باشد؛

ب- سه عنصر یکسان باید آزمون شود و نتایج منفرد و میانگین آن‌ها، برای معیارهای اطمینان بند د-۵ کنترل شود.

یادآوری- حتی برای انطباق با عملکرد درست تجهیزات بتن‌ریزی، کنترل معیارهای بند د-۵ نیازمند محاسبه ظرفیت برشی، صرفنظر از ویژگی‌های مقاومت مکانیکی اعلام شده برای فروش یا غیره توسط تولید کننده، است.

۶-۲-۳ آزمون‌های نوع اضافی

برای تکمیل بند ۶-۲-۳ استاندارد EN 13369:2004 باید موارد زیر به کار رود:

اگر تغییر عمده‌ای در طراحی سطح مقطع‌ها، مقاومت بتن، در نوع یا اصل عملیاتی دستگاه تولید وجود داشته باشد یا اگر تغییر دیگری که ممکن است تاثیر مهمی در ظرفیت برشی داشته باشد، به وجود آید، آزمون‌های کامل اضافی مطابق پیوست د انجام می‌شود.

آزمون‌های کامل اضافی باید برای حداقل یک گروه تولیدی برای انطباق مقاومت برشی حاصل با محاسبات، انجام شود (به بند ۶-۲-۲ مراجعه شود).

تغییر مقاومت فشاری بتن بیش از یک گروه باید به عنوان تغییر عمده مقاومت بتن در نظر گرفته شود.

همچنین ممکن است آزمون‌های نوع اضافی طبق پیوست د، در مورد تردید در عملکرد صحیح دستگاه تولید بر اساس بازرسی‌های کنترل تولید کارخانه انجام شود (مانند لغزش تاندون‌ها یا شکست تراکم بتن).

بسته به ماهیت تغییر، بند ۶-۲-۲ باید برای مقاطع و تسهیلات مرتبط به کار رود.

۳-۶ کنترل تولید کارخانه‌ای

برای تکمیل بند ۳-۶ استاندارد EN 13369:2004 باید بند زیر به کار رود:
طرح‌های بازرسی پیوست D استاندارد EN 13369:2004 در پیوست الف این استاندارد کامل شده است.
برای آزمون‌های بازرسی در مورد پیش‌تنیدگی حرارتی، قوانین اضافی ویژه در پیوست ذ ارائه شده است.

۷ نشانه‌گذاری

برای تکمیل بند ۷ استاندارد EN 13369:2004 زیر بند زیر باید به کار رود.

۱-۷ کلیات

هر دال منفرد تحویل داده شده باید به طور مشخص و قابل ردیابی تا نصب با مد نظر قرار دادن تاریخ و محل تولید قابل شناسایی باشد. برای این منظور تولید کننده باید محصولات را نشانه‌گذاری کند یا اسناد تحویل مربوط به سوابق کیفی لازم متناظر با این استاندارد را نگهداری کند. تولید کننده باید این مدارک را در دوره لازم بایگانی، حفظ و در موارد لازم ارائه کند.

۸ مدارک فنی

جزئیات عناصر، با در نظر گرفتن داده‌های هندسی و خواص تکمیلی مواد و ملحقات، باید در اسناد فنی ارائه شود که شامل داده‌های ساخت مانند ابعاد، رواداری‌ها، طرح آرماتورها، پوشش بتن، شرایط تکیه‌گاه نهایی و مقاومت مدنظر و شرایط بلند کردن است.

ترکیب مدارک فنی در بند ۸ استاندارد EN 13369:2004 ارائه شده است.

پیوست الف

(الزامی)

بازرسی

باید موضوعات مرتبط پیوست D استاندارد EN 13369:2004 به کار رود. همچنین در تکمیل این موضوعات، باید طرح‌های زیر به کار رود.

الف-۱- بازرسی تجهیزات

جدول الف ۱ تکمیل کننده بند D.1.2 جدول D.1 استاندارد EN 13369:2004 است.

جدول الف-۱- بازرسی تجهیزات

موضوع	روش	هدف	فراوانی
تجهیزات تولید و انبار			
تجهیزات/ دستگاه بتن‌ریزی	دستورالعمل بازرسی تولیدکننده	تراکم صحیح بتن هندسه هسته صحیح	دستورالعمل بازرسی تولیدکننده
۹			

الف-۲- بازرسی فرآیند

جدول الف ۲ تکمیل کننده بندهای D.3.1 و D.3.2 جدول D.2 استاندارد EN 13369:2004 است.

جدول الف-۲- بازرسی فرآیند

موضوع	روش	هدف ^a	فراوانی ^a
بتن و سایر مواد پردازش شده			
اختلاط بتن	بازرسی چشمی	استحکام	هر بچ
مقاومت فشاری بتن	آزمون مقاومت روی آزمون‌های بتن قالب‌گیری شده یا اندازه‌گیری رسیدن یا با چکش ارتعاشی یا سنجه سرعت صوت بعد از آزمون‌های واسنجی	تعیین مقاومت	هر روز یک نمونه از بستر بتن‌ریزی
سرعت سخت‌شدگی	تصدیق شرایط مرتبط اندازه‌گیری دما	انطباق با روش‌های اجرایی کارخانه	هفتگی بسته به فرآیند
سطح مقطع	بازرسی چشمی انحرافات و عیوب	درستی	هر بستر بتن‌ریزی
^a آزمون‌های بیان شده و فراوانی‌ها ممکن است موقع ارزیابی اطلاعات حاصل از تولید یا فرآیند به صورت مستقیم یا غیر مستقیم، تغییر یا حتی حذف شوند.			

الف-۳- بازرسی محصول تمام شده

جدول الف ۳ تکمیل کننده پارامترهای ۳ تا ۵ بند D.4.1 جدول D.4 استاندارد EN 13369:2004 است.

جدول الف ۳ - بازرسی محصول تمام شده

موضوع	روش	هدف ^a	فراوانی ^a
آزمون محصول			
۲	اندازه‌گیری تورق برای عناصر بافته نشده	انطباق با حداکثر مقدار مطابق بند ۴-۲-۳-۲-۴ استاندارد EN 13369:2004	هر روز تولید سه کابل از هر بستر
	بازرسی چشمی عناصر بافته شده و اندازه‌گیری	انطباق با حداکثر مقدار مطابق بند ۴-۲-۳-۲-۴ استاندارد EN 13369:2004	بازرسی چشمی تمام عناصر ، در صورت عدم تردید، سه کابل در هر روز تولید. در صورت تردید اندازه‌گیری تمام کابل‌های مربوط
۶	اندازه‌گیری طبق بند ۵-۲	ابعاد	یک عنصر هر سطح مقطع بتن، شامل حداقل یک عنصر از هر دستگاه در هر دو هفته تولید
۷	بازرسی چشمی	ترک‌های تورق	هر لبه بافته
۸	بازرسی چشمی	زبری برای مقاومت برشی	برای سطح مقطع
۹	بازرسی چشمی	حفاری درست	روزانه
۱۰	یک هسته حفاری شده از محصول مطابق استانداردهای مرتبط	مقاومت فشاری یا مقاومت تورق کششی	در آغاز تولید یا معرفی نوع عنصر جدید: سه برای آزمون کامل

^a آزمون‌های بیان شده و فراوانی‌ها ممکن است موقع ارزیابی اطلاعات حاصل از تولید یا فرآیند به صورت مستقیم یا غیر مستقیم، تغییر یا حتی حذف شوند.

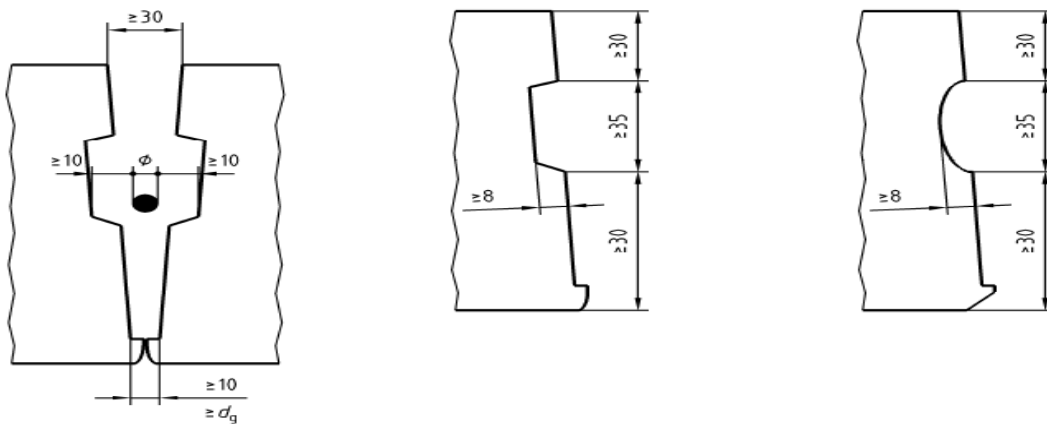
پیوست ب

(اطلاعاتی)

اشکال عمومی درزها

نمونه‌هایی از شکل‌های عمومی درزهای طولی در شکل ۱ نشان داده شده است.

ابعاد بر حسب میلی‌متر هستند



پ- درز با میلگرد تنگ

ب- شیار ذوزنقه‌ای

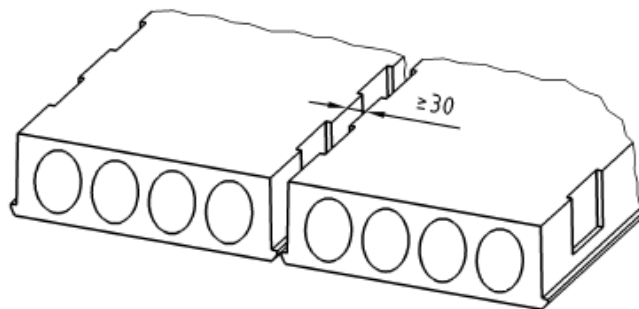
الف- شیار نیمه مدور

راهنما:

d_p بزرگترین اندازه حداکثر اسمی سنگدانه ملات درز

شکل ۱ - اشکال عمومی درزهای طولی

ابعاد بر حسب میلی‌متر هستند



شکل ۲ - نمونه‌ای از نیمرخ درز مورد نظر دال‌های مسلح (شیارهای قائم)

پیوست پ
(اطلاعاتی)
توزیع بار عرضی

پ-۱ روش محاسبات

دو روش زیر را می توان مشخص کرد:

پ-۱-۱ توزیع بار طبق تئوری الاستیک

توصیه می شود عناصر به عنوان دال های همگن و غیر همگن و درزهای طولی به عنوان مفصل در نظر گرفته شوند.

درصد بار روی عنصر بارگذاری شده مستقیم حاصل از محاسبات، در حالت حد نهایی در ۱/۲۵ ضرب می شود، درصد کلی سهم تحمل شده توسط عناصر بارگذاری شده غیرمستقیم ممکن است با مقدار یکسانی مطابق نسبت درصد بارگذاری آن ها کاهش یابد.

به جای محاسبه، توزیع بار ممکن است به وسیله نمودارهایی بر مبنای تئوری الاستیک تعیین شود. در بندهای پ-۴ و پ-۵ نمودار چنین عناصری با پهنای $b = 1,20 \text{ m}$ ارائه شده است. برای سایر پهنای های نیز می توان چنین نمودارهایی رسم کرد.

الزامات بند ۴-۳-۳-۲-۵ باید اعمال شود.

پ-۱-۲ بدون توزیع بار

توصیه می شود هر عنصر با تمام بارهایی که مستقیماً بر آن وارد می شوند و فرض ضرایب برشی صفر در درزهای عرضی طراحی شوند. در این مورد، می توان توزیع بار عرضی و لنگرهای پیچشی مربوط در حالت نهایی صرف نظر کرد. به هر حال، در حالت حد خدمت پذیری باید مطابق الزامات بندهای ۴-۳-۳-۲-۵ و ۴-۳-۳-۲-۶ برآورده شوند. پهنای موثر باید مطابق بند پ-۲ محدود شود.

روش اول فقط در صورتی که تغییر مکان های جانبی مطابق بند پ-۲ محدود شده باشد مجاز است. در نبود روبه سازه ای، درزها با شیاری مطابق شکل ب-۱ فراهم می شوند.

اگر این شرایط برآورده نشوند، بهتر است از توزیع بار صرف نظر شود و طراحی بر پایه روش دوم انجام شود. بارهای خطی موازی با دهانه عناصر که بزرگتر از 5 kN/m نباشند را می توان با بار گسترده یکنواخت روی پهنای مساوی یک چهارم دهانه در هر دو طرف بار جایگزین کرد. اگر پهنای موجود در معرض بار کمتر از یک چهارم

دهانه باشد، بار باید روی پهنای مساوی با پهنای موجود در یک طرف بعلاوه پهنای مساوی با یک چهارم در طرف دیگر توزیع شود.

توصیه می‌شود هر عنصر با تمام بارهایی که مستقیماً بر آن وارد می‌شوند و فرض ضرایب برشی صفر در درزهای عرضی طراحی شوند. در این مورد، می‌توان توزیع بار عرضی و لنگرهای پیچشی مربوط در حالت نهایی صرفنظر کرد. به هر حال، در حالت حد خدمت‌پذیری باید مطابق الزامات بندهای ۴-۳-۳-۲-۵ و ۴-۳-۳-۲-۶ برآورده شوند. پهنای موثر باید مطابق بند پ-۲ محدود شود.

پ-۲ محدودیت پهنای موثر

اگر تحلیل طراحی در حالت حد نهایی بر مبنای روش دوم بند پ-۱ برای بارهای نقطه‌ای و بارهای خطی با مقدار مشخصه بزرگتر از 5 kN/m باشد، پهنای موثر حداکثر باید به پهنای بار توسعه داده شده به صورت زیر محدود شود:

الف- در مورد بارهای وارد بر کف، دو برابر فاصله بین مرکز بار و تکیه‌گاه، اما بزرگتر از نصف پهنای عنصر بارگذاری شده نباشد.

ب- در مورد بارهای وارد بر لبه‌های طولی آزاد، برابر فاصله بین مرکز بار و تکیه‌گاه، اما بزرگتر از نصف پهنای عنصر بارگذاری شده نباشد.

پ-۳ تغییر مکان عرضی

اگر طراحی بر پایه روش ۱ بند پ-۱ انجام شود، از تغییر مکان جانبی واحدها باید به یکی از روش‌های زیر جلوگیری شود:

الف- قسمت‌های احاطه کننده سازه؛

ب- گیرداری تکیه‌گاه‌ها؛

پ- آرماتوربندی درزهای عرضی؛

ت- تنگ‌های کناری؛

ث- رویه تقویت شده.

اطمینان از گیرداری تکیه‌گاه‌ها فقط در حالت‌های غیرلرزه‌ای در صورتی که بتوان ثابت کرد گیرداری کافی را می‌توان توسعه داد، مجاز است. در محاسبه نیروهای گیرداری مقاوم، باید روش تحمل بار واقعی مدنظر قرار گیرد. توصیه می‌شود مقاومت لازم حداقل مساوی نیروهای برشی قائم که باید از طریق درزهای طولی منقل شوند، باشد.

پ-۴ پارامترهای توزیع بار برای بارهای مرکزی و کناری

پارامترهای توزیع بار برای بارهای مرکزی و کناری به صورت زیر است:

الف- در شکل‌های پ ۱ و پ ۲ و پ ۳، درصد بارگذاری برای یک بار مرکزی و یک بار کناری ارایه شده است. بار ممکن است به عنوان بار مرکزی در نظر گرفته می‌شود اگر فاصله بار از لبه ناحیه کف حداقل ۳ m باشد (b ۲/۵).

برای بین بارهای مرکزی و کناری، درصد بارگذاری را می‌توان از تناسب خطی به دست آورد؛

ب- در شکل‌های پ ۲، پ ۳، پارامترهای توزیع برای بارهای نقطه‌ای در دهانه میانی ($\frac{L}{x}=2$) ارایه شده است. برای بارهای نزدیک به تکیه‌گاه، $\frac{L}{x} \geq 20$ ، درصد بارگذاری دال بارگذاری شده واقعی باید ۱۰۰ درصد و در دال‌های بارگذاری نشده صفر درصد در نظر گرفته شود. برای مقادیر $\frac{L}{x}$ بین ۲ و ۲۰، درصد بارگذاری را می‌توان از تناسب خطی به دست آورد؛

پ- تعیین درصد بارگذاری، بارهای خطی با طول بزرگتر از نصف دهانه باید به عنوان بارهای خطی در نظر گرفته شود. اگر مرکز بار در وسط دهانه باشد بارهای خطی با طول کمتر از نصف دهانه باید به عنوان بار خطی در نظر گرفته شود در نظر گرفته شود؛

ت- در کف‌های بدون رویه، درصد بارگذاری تعیین شده با نمودارها باید در حالت حد نهایی به صورت زیر اصلاح شود:

- درصد بار در عنصر بارگذاری شده مستقیم باید در ۱/۲۵ ضرب شود؛

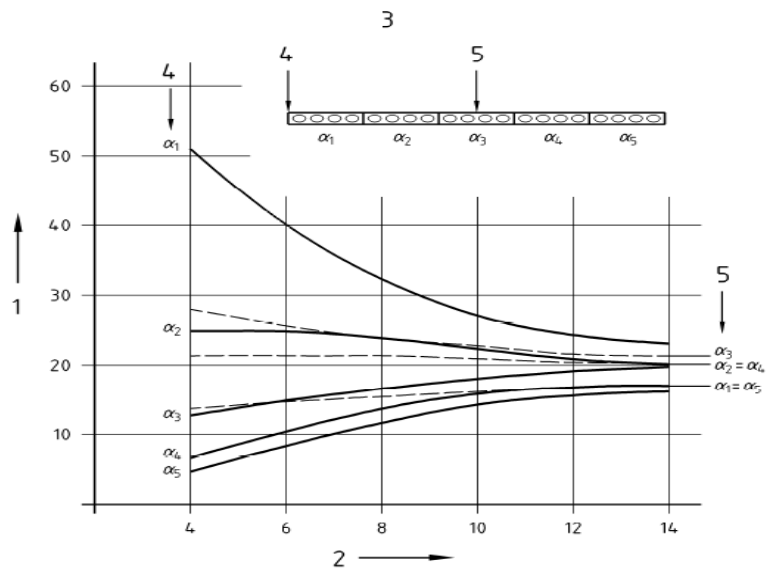
- درصد کلی عناصری که مستقیماً بارگذاری نشده‌اند را می‌توان با مقداری یکسان با نسبت درصد بارگذاری آن کاهش داد؛

بار در عنصر بارگذاری شده مستقیم باید در ۱/۲۵ ضرب شود؛

ث- نیروهای برشی در درزها باید از درصد بارگذاری محاسبه شود و باید به عنوان توزیع خطی در نظر گرفته شود:

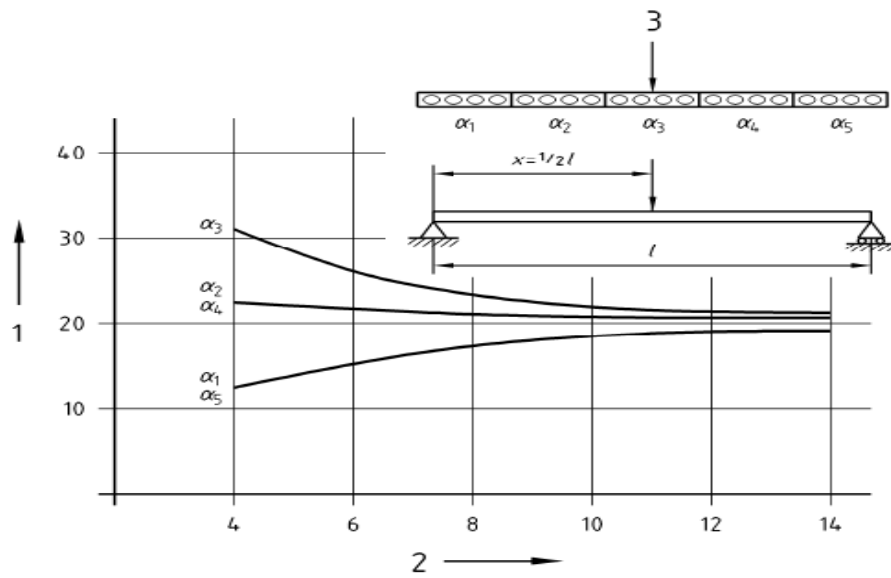
- برای بارهای نقطه‌ای که در وسط دهانه نیستند و بارهای خطی که مطابق بند پ، باید بار نقطه‌ای در نظر گرفته شوند، طول موثر درز انتقال دهنده نیروی برشی باید مساوی ۲ برابر فاصله مرکز بار از نزدیکترین تکیه‌گاه در نظر گرفته شود (به شکل پ ۴ مراجعه شود)؛

ج- نیروهای برشی طولی در هر درز از درصد بارگذاری ارایه شده در نمودارها و از این مقادیر، لنگرهای پیچشی در هر عنصر را می‌توان به دست آورد. اگر تغییر مکان‌های جانبی مطابق بند پ-۳ محدود شوند، لنگرهای پیچشی را می‌توان بر ۲ تقسیم کرد.



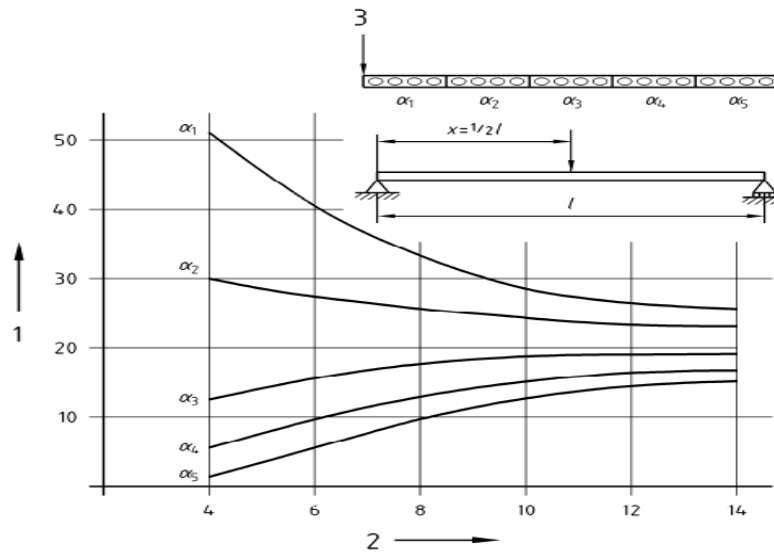
- راهنما:
- ۱ درصد بارگذاری
 - ۲ دهانه (l) بر حسب m
 - ۳ بارهای خطی
 - ۴ لبه
 - ۵ مرکز

شکل پ ۱ - پارامترهای توزیع بار برای بارهای خطی



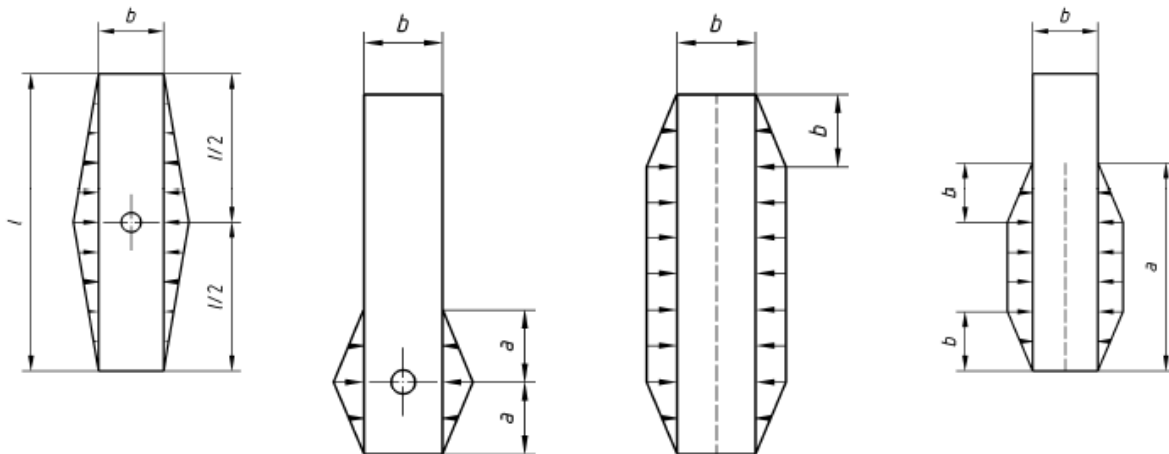
راهنما:
 ۱ درصد بارگذاری
 ۲ دهانه (l) برحسب m
 ۳ بار نقطه‌ای

شکل پ ۲- پارامترهای توزیع بار برای بارهای نقطه‌ای در مرکز



راهنما:
 ۱ درصد بارگذاری
 ۲ دهانه (l) برحسب m
 ۳ بار نقطه‌ای

شکل پ ۳- پارامترهای توزیع بار برای بارهای نقطه‌ای در لبه



الف- بار خطی خارج از مرکز ب- بار خطی در مرکز ب پ- بار نقطه‌ای بین مرکز و تکیه‌گاه ت- بار نقطه‌ای در مرکز

شکل پ ۴- شکل فرضی نیروهای برش قائم در درزها

پ-۵ پارامترهای توزیع بار برای سه یا ۴ لبه تکیه‌گاهی

پ-۵-۱ کلیات

وقتی علاوه بر ۲ تکیه‌گاه انتهایی عناصر، یک یا دو لبه جانبی کف تکیه‌گاه‌دار می‌شود، پارامترهای توزیع بار در بندهای زیر برای بارهای خطی و نقطه‌ای ارایه شده‌اند.

موقع تعیین نیروهای واکنشی، بارهای خطی با طول بزرگتر از نصف دهانه باید به عنوان بار خطی در نظر گرفته شود اگر مرکز بار در وسط دهانه قرار گیرد، بار نقطه‌ای در نظر گرفته شود و اگر مرکز بار در وسط دهانه قرار نگیرد، بار نقطه‌ای در نظر گرفته شود.

پ-۵-۲ بارهای خطی

در مورد بارهای خطی $F_{lin,d}$ با شدت ثابت و یک لبه جانبی تکیه‌گاهی، F_R حاصل از واکنش توزیع شده در تکیه‌گاه جانبی به صورت زیر ارایه شده است:

$$F_R = q_{rev}L = K F_{lin,d}L$$

که در آن:

K ضریب توزیع ارایه شده در شکل پ ۵ به عنوان تابعی از دهانه طولی L ، برحسب m و فاصله S بار از نزدیکترین تکیه‌گاه جانبی است.

اگر تعداد عناصر n بزرگتر از ۵ باشد، واکنش ارایه شده در معادله پ-۱ باید در

$$1 - \frac{(n-5)s}{50b}$$

ضرب شود که b پهناى عنصر است.

اگر هر دو لبه جانبى، کف تکیه‌گاه داشته باشد، واکنش ارایه شده در معادله پ-۱ باید در

$$\frac{nb-s}{nb}$$

ضرب شود.

اگر فاصله S بزرگتر از $4/5 b$ باشد واکنش تکیه‌گاه جانبى را مى‌توان برابر صفر در نظر گرفت.

پ-۵-۳ باره‌هاى نقطه‌اى

در مورد بار نقطه‌اى $F_{point,d}$ و یک لبه جانبى تکیه‌گاه‌دار، F_R حاصل از واکنش توزیع شده در تکیه‌گاه جانبى به صورت زیر ارایه شده است:

$$F_R = q_{rev}L = K F_{point,d}$$

که ضریب توزیع K در شکل پ-۶ به عنوان تابعى از دهانه L برحسب m و فاصله S بار از نزدیکترین تکیه‌گاه جانبى ارایه شده است.

برای باره‌هاى اعمالی در فاصله $x \leq L/20$ از نزدیکترین تکیه‌گاه، نیروى واکنش R را باید صفر در نظر گرفت، برای مقادیر $\frac{L}{x}$ بین ۲ و ۲۰ نیروى واکنش باید با تناسب خطى محاسبه شود. اگر تعداد عناصر n بزرگتر از ۵ باشد، واکنش ارایه شده در معادله پ-۲ باید در

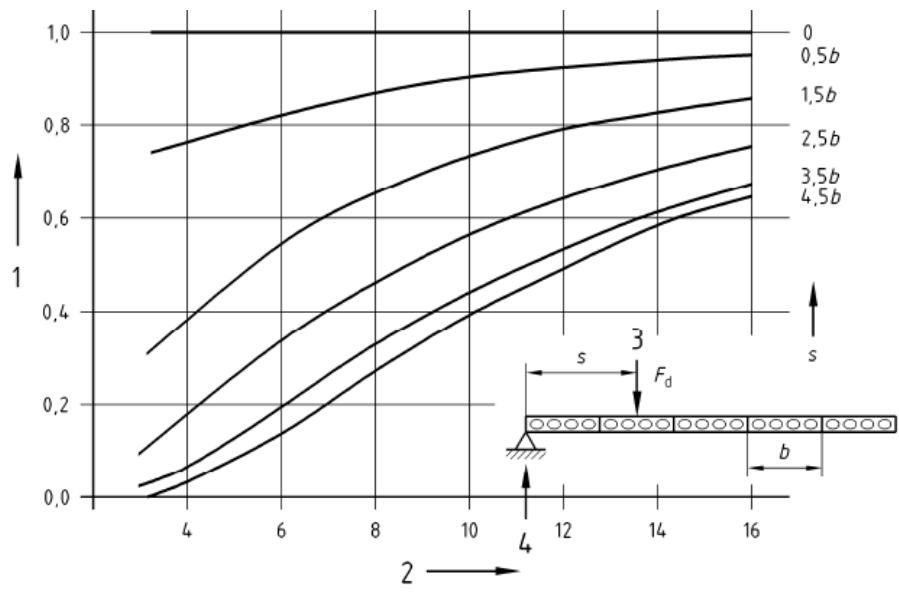
$$1 - \frac{(n-5)s}{50b}$$

ضرب شود.

اگر فاصله S بزرگتر از $4/5 b$ باشد واکنش تکیه‌گاه جانبى را مى‌توان برابر صفر در نظر گرفت.

پ-۵-۴ الزامات اضافى

توزیع عرضى ناشى از نیروهاى تکیه‌گاهی را باید مطابق بند پ-۴ با در نظر گرفتن نیروهاى واکنش به عنوان بار لبه (منفى) محاسبه کرد.



راهنما:

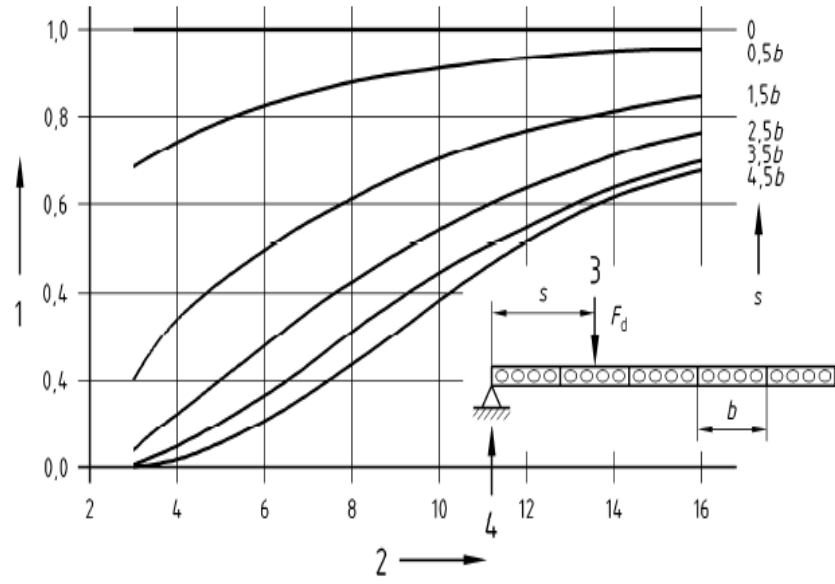
۱ ضریب توزیع نیروی واکنش (K)

۲ دهانه (l) بر حسب m

۳ بار خطی (F_{in,d})

۴ نیروی واکنش

شکل پ ۵ - نیروی واکنش تکیه‌گاه طولی ناشی از بار خطی (ضریب توزیع K)



راهنما:

۱ ضریب توزیع نیروی واکنش (K)

۲ دهانه (l) بر حسب m

۳ بار نقطه‌ای ($F_{point,d}$)

۴ نیروی واکنش

شکل پ ۶ - نیروی واکنش تکیه‌گاه طولی ناشی از بار نقطه‌ای (ضریب توزیع K)

پوست ت
(اطلاعاتی)
کتابنامه

- [1] EN 1991-2:2003, Eurocode 1: Actions on structures — Part 2: Traffic loads on bridges
[2] EN 1998-1:2004, Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance — Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings
[3] EN 1998-2:2005, Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance — Part 2: Bridges
[4] EN 10080, Steel for the reinforcement of concrete — Weldable reinforcing steel — General
[5] EN 13747:2005, Precast concrete products — Floor plates for floor systems
[6] EN 1997-1:2004, Eurocode 7: Geotechnical design — Part 1: General rules