ایسبوک ۲۲ · ۲ آذر ۱۴۰۵

ضخامت دال بتنی را چطور انتخاب کنیم؟

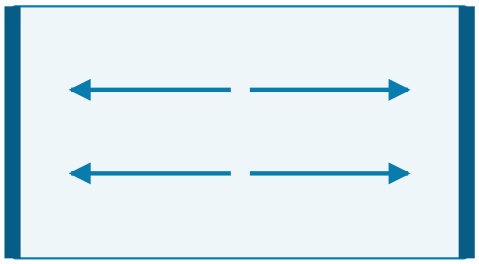
دال یک‌طرفه و دوطرفه، مقایسه مبحث نهم، ۲۵–۳۱۸ ACI و یوروکد ۲، همراه با مطالعه یک پروژه واقعی

مسیر انتقال بار را از روی پلان می‌خوانیم، یک چشمه دوطرفه بدون تیر را با سه مرجع بررسی می‌کنیم و از داده‌های اندازه‌گیری خیز سنت‌جورج وارف لندن برای تفسیر اثر بار ساخت و ترک‌خوردگی استفاده می‌کنیم.

دکتر امیرحسین فهیمی و دکتر مجید ذکری

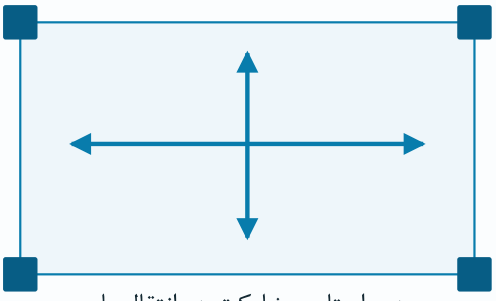
چرا ضخامت ۲۲۰ میلی‌متر برای یک چشمه داخلی از جدول ایران و آمریکا عبور می‌کند اما بررسی خیز در مسیر یوروکد ادامه دارد؟

دال یک‌طرفه با دو تکیه‌گاه خطی



جهت اصلی انتقال بار

چشمه دال تخت دوطرفه روی ستون



دو راستای مشارکت در انتقال بار

شماتیک مقایسه تکیه‌گاه خطی دال یک‌طرفه و تکیه‌گاه نقطه‌ای دال تخت دوطرفه.

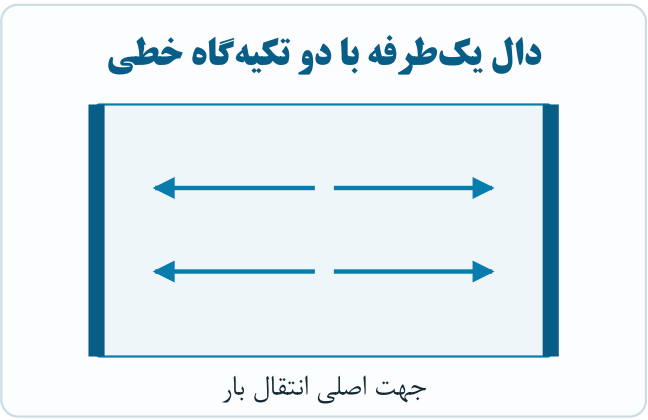
فهرست مطالب

یک‌طرفه یا دوطرفه؟ از روی پلان تصمیم بگیرید	۳
دال یک‌طرفه ۱۸ سانتی‌متری در چه حالتی جواب می‌دهد؟	۴
طول دهانه و ضخامت را از کجا می‌خوانیم؟	۵
مبحث نهم برای دال دوطرفه کدام مسیر را می‌دهد؟	۶
ACI چه چیزی را با همان چشمه مقایسه می‌کند؟	۷
مثال مشترک، چشمه داخلی ۷٫۲۰ در ۷٫۲۰ متر	۸
یوروکد ۲ با همین هندسه چه تصمیمی می‌دهد؟	۹
حساسیت طرح به چشمه کناری و معیار خیز	۱۰
پروژه واقعی سنت‌جورج وارف لندن	۱۱
اندازه‌گیری خیز پروژه چه چیزی را تغییر داد؟	۱۲
پیش از ثبت ضخامت، چه مدارکی کنار نقشه بمانند؟	۱۳

یک‌طرفه یا دوطرفه؟ از روی پلان تصمیم بگیرید

در دال متکی به دو خط موازی، مسیر اصلی بار به همان دو خط است. نوار تحلیل در راستای عمود بر خطوط تکیه‌گاهی قرار می‌گیرد. در دال متکی به چهار لبه یا شبکه ستون‌ها، امکان انتقال بار در دو راستا وجود دارد و توزیع بین آن‌ها به سختی، هندسه و پیوستگی وابسته است. نسبت دهانه‌ها به‌تنهایی برای تشخیص همه آرایش‌های تکیه‌گاهی کافی نیست.

در قاب دارای تیر، تکیه‌گاه‌های خطی و سختی تیرهای هر لبه را بخوانید. در دال تخت روی ستون‌ها، چشمه داخلی، کناری یا گوشه را از پلان مشخص کنید. نبود تیر در اتصال دال به ستون، اهمیت کنترل برش دوطرفه و انتقال لنگر را بالا می‌برد.



شکل ۱. طرح شماتیک دو مسیر بار. در شکل راست، دو تکیه‌گاه خطی موازی‌اند. در شکل چپ، ستون‌های مجزا در چهار گوشه چشمه نشان داده شده‌اند.

جدول ۱. تشخیص اولیه از روی نقشه

آنچه در پلان دیده می‌شود	اطلاعاتی که برای تصمیم لازم است
دو خط تکیه‌گاهی موازی	طول نوار و تداوم خمشی دو انتها
تیر پیرامون چشمه دوطرفه	دهانه آزاد، سختی نسبی تیر و لبه ناممتد
دال تخت روی ستون	چشمه داخلی یا خارجی، تیر لبه، کتیبه و ابعاد تکیه‌گاه

مبحث نهم، فصل دال‌های دوطرفه

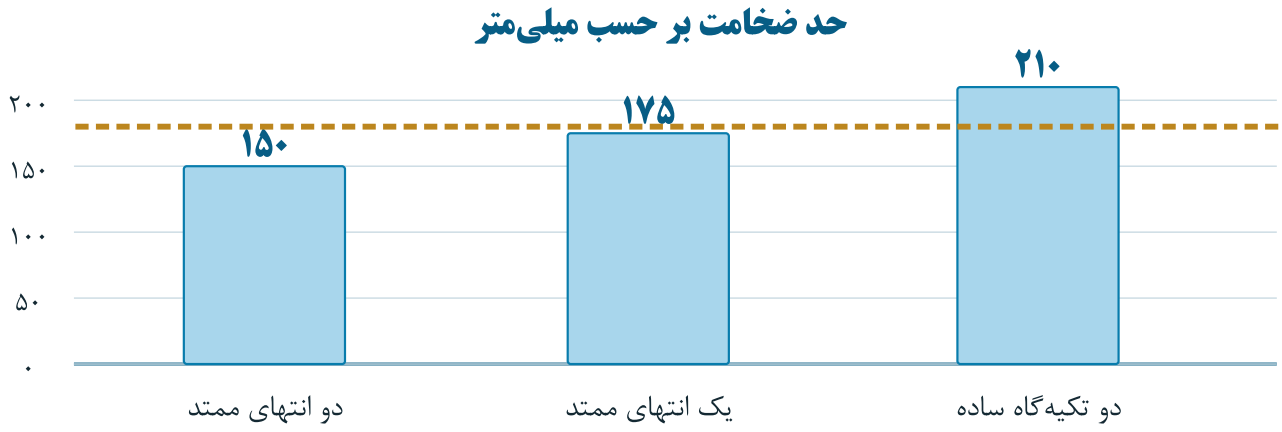
دال یک‌طرفه ۱۸ سانتی‌متری در چه حالتی جواب می‌دهد؟

در مثال یک‌طرفه، دال توپر غیرپیش‌تنیده روی دو تکیه‌گاه خطی است. بتن معمولی، تنش تسلیم میلگرد ۴۲۰ مگاپاسکال، طول محاسباتی احرازشده ۴۲۰۰ میلی‌متر و ضخامت سازه‌ای ۱۸۰ میلی‌متر است. عضو متکی یا متصلِ حساس به خیز در فرض مثال وجود ندارد.

جدول ۲. اثر پیوستگی بر حد جدول یک‌طرفه برای دهانه ۴۲۰۰ میلی‌متر

شرایط تکیه‌گاهی	حد جدول دو مرجع	غربال ۱۸۰ میلی‌متر
دو انتهای ساده	۴۲۰۰ تقسیم بر ۲۰، برابر ۲۱۰ میلی‌متر	تأمین نمی‌شود
یک انتهای ممتد	۴۲۰۰ تقسیم بر ۲۴، برابر ۱۷۵ میلی‌متر	تأمین می‌شود
دو انتهای ممتد	۴۲۰۰ تقسیم بر ۲۸، برابر ۱۵۰ میلی‌متر	با احراز پیوستگی تأمین می‌شود

در حالت یک انتهای ممتد، کنترل معکوس نیز همین نتیجه را می‌دهد. طول متناظر با ۱۸۰ میلی‌متر، ۴۳۲۰ میلی‌متر است. با تغییر تکیه‌گاه یا اضافه‌شدن تیغه حساس، دامنه استفاده از جدول و کنترل خیز را دوباره بررسی کنید.



شکل ۲. خط طلایی ضخامت پیشنهادی ۱۸۰ میلی‌متر را نشان می‌دهد. ستون آبی حد جدول هر حالت است.

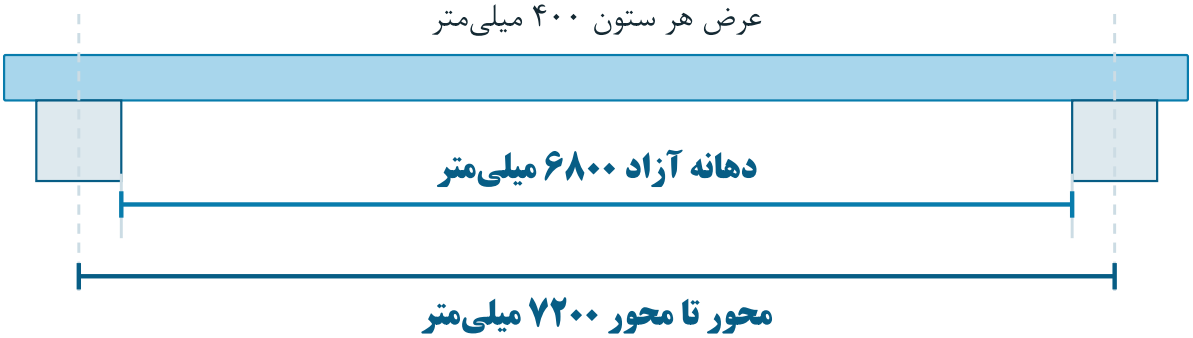
مبحث نهم، بند ۹-۹-۳-۱-۱ و جدول ۹-۹-۱، صفحات چاپی ۱۴۴ و ۱۴۵

نسخه SI سند آمریکا، بند و جدول ۷.۳.۱.۱

طول دهانه و ضخامت را از کجا می‌خوانیم؟

ضخامت کل سازه‌ای h از روی برش بتن قرائت می‌شود. عمق مؤثر d از تار فشاری تا مرکز آرماتور کششی اندازه‌گیری می‌شود. در یک مقطع و جهت مشخص، پوشش و موقعیت لایه میلگرد، فاصله مرکز آرماتور کششی تا رویه نزدیک را تعیین می‌کند. در دال واقعی، دو جهت می‌توانند عمق مؤثر متفاوت داشته باشند.

طول آزاد بلند در مسیر دال تخت مبحث نهم و ACI از بر تا بر تکیه‌گاه‌ها خوانده می‌شود. در کنترل یوروکد، طول مربوط به نسبت لاغری را از تعریف مدل و بند حاکم بگیرید. در مثال آموزشی این ایسبوک، مقدار ورودی مسیر اروپایی از پیش ۷۲۰۰ میلی‌متر فرض شده و طول آزاد ۶۸۰۰ میلی‌متر است.



شکل ۳. برش شماتیک دهانه آموزشی. فاصله محور تا محور ۷۲۰۰ و طول آزاد بین دو تکیه‌گاه برابر ۶۸۰۰ میلی‌متر است.

جدول ۳. چه عددی کنار نقشه ثبت شود؟

ورودی	مثال آموزشی	کاربرد
ضخامت کل سازه‌ای	۲۲۰ میلی‌متر	غربال ضخامت ایران و آمریکا
عمق مؤثر کنترل	۱۸۰ میلی‌متر	نسبت لاغری یوروکد
طول آزاد در جهت بلند	۶۸۰۰ میلی‌متر	جداول دال تخت ایران و آمریکا
طول ورودی کنترل یوروکد	۷۲۰۰ میلی‌متر	صورت نسبت لاغری در مثال

مبحث نهم برای دال دوطرفه کدام مسیر را می‌دهد؟

بند ۹-۱۰-۶-۱-۱ در دال دوطرفه بدون تیرهای داخلی، برای بارهای متعارف و نسبت دهانه بلند به کوتاه حداکثر ۲، به جدول ۹-۱۰-۱ و کف ضخامت ارجاع می‌دهد. برای دال بدون کتیبه، کف ۱۲۵ میلی‌متر است. برای دال با کتیبه واجد شرایط، کف ۱۰۰ میلی‌متر است. مقدار جدولی و کف را هم‌زمان کنترل کنید.

جدول ۴. ردیف آموزشی بدون کتیبه، با تنش تسلیم ۴۲۰ مگاپاسکال

موقعیت چشمه	حد نسبتی جدول ۹-۱۰-۱	نکته
داخلی	طول آزاد بلند ÷ ۳۳	طول آزاد جهت بلند
بیرونی با تیر لبه واجد شرط	طول آزاد بلند ÷ ۳۳	نسبت سختی تیر لبه حداقل ۰٫۸
بیرونی بدون تیر لبه واجد شرط	طول آزاد بلند ÷ ۳۰	شرط تیر لبه را از نقشه و محاسبه احراز کنید

در دال دارای تیر بین تکیه‌گاه‌ها در همه لبه‌ها، بند ۹-۱۰-۶-۱-۲ و جدول ۹-۱۰-۲ را بخوانید. پارامتر α_{fm} میانگین نسبت سختی خمشی تیر به دال متناظر در لبه‌های چشمه است. در شاخه α_{fm} حداکثر ۰٫۲ به مسیر بند اول برگردید. برای دو شاخه بالاتر، حد نسبتی و کف همان ردیف را اعمال کنید.

لبه ناممتد

در مسیر دال تیردار، بند ۹-۱۰-۶-۱-۳ وجود تیر لبه با α_f حداقل ۰٫۸ یا افزایش حد مربوط طبق متن بند را می‌خواهد. این کنترل با انتخاب ستون «بدون تیر لبه» در جدول دال تخت دو مسیر متفاوت است.

جدول ۹-۱۰-۱، صفحه چاپی ۱۵۹

جدول ۹-۱۰-۲ و آغاز ضوابط خیز، صفحه چاپی ۱۶۰

ACI چه چیزی را با همان چشمه مقایسه می‌کند؟

در ACI CODE-318-25 SI، نسخه SI، بند و جدول ۸.۳.۱.۱ برای دال دوطرفه غیرپیش‌تنیده بدون تیر داخلی، با تکیه‌گاه در همه طرف‌ها و نسبت دهانه بلند به کوتاه حداکثر ۲ است. برای فولاد ۴۲۰ مگاپاسکال و چشمه داخلی بدون کتیبه، حد نسبتی طول آزاد بلند تقسیم بر ۳۳ و کف ۱۲۵ میلی‌متر است.

جدول ۵. مسیر کنترل در دو مرجع برای خانواده دال‌های دوطرفه

نوع کنترل	مبحث نهم ۱۳۹۹	ACI 318-25 SI
دال بدون تیر داخلی	بند ۹-۱۰-۶-۱-۱	بند ۸.۳.۱.۱
تیر در همه لبه‌ها	بند ۹-۱۰-۶-۱-۲	بند ۸.۳.۱.۲
حد خیز پس از خروج از مسیر ساده	بند ۹-۱۰-۶-۲ و فصل ۹-۱۹	بند ۸.۳.۲ و بخش ۲۴.۲

طبق شرح ACI، بار ماندگار تحمیلی غیرمعمول یا مدول الاستیسیته بسیار پایین‌تر از بتن معمولی می‌تواند محاسبه مستقیم خیز را لازم کند. در هر پروژه، موارد خارج از دامنه جدول، وضعیت تیغه و نما و الزامات بهره‌برداری را روی نقشه و دفترچه کنترل ثبت کنید.

شناسنامه رسمی نشر ACI CODE-318-25 SI

سامانه رسمی غلط‌نامه ناشر برای کنترل نسخه حاکم

مثال مشترک، چشمه داخلی ۷٫۲۰ در ۷٫۲۰ متر

چشمه مربع داخلی دال تخت بتن‌آرمه معمولی، بدون تیر داخلی و بدون کتیبه است. محور ستون‌ها در دو جهت ۷۲۰۰ میلی‌متر و عرض ستون‌ها ۴۰۰ میلی‌متر است. ضخامت ۲۲۰ میلی‌متر، عمق مؤثر کنترل‌شده ۱۸۰ میلی‌متر و تنش تسلیم ۴۲۰ مگاپاسکال است. برای غربال جدولی، شرایط بار متعارف فرض شده و محدودیت ویژه تیغه یا نما در فرض پایه وارد نشده است.

گام ۱. طول آزاد در هر جهت ۶۸۰۰ میلی‌متر و نسبت طول آزاد بلند به کوتاه برابر ۱ است.

گام ۲. در هر دو مرجع برای چشمه داخلی بدون کتیبه، حد برابر بزرگ‌ترین مقدارِ طول آزاد تقسیم بر ۳۳ و ۱۲۵ میلی‌متر است.

$$h_{min} = \max(6800 / 33, 125) = 206.06 \text{ mm}$$

گام ۳. ضخامت پیشنهادی ۲۲۰ میلی‌متر است. اختلاف با حد جدولی حدود ۱۳٫۹ میلی‌متر است. کنترل معکوس، طول آزاد مجاز جدول را با همین مفروضات ۷۲۶۰ میلی‌متر می‌دهد. ورودی ۶۸۰۰ میلی‌متر در این بازه قرار دارد.

محدوده نتیجه

این کنترل تنها مسیر جدولی ضخامت است. طراحی خمش، برش یک‌طرفه، برش دوطرفه، انتقال لنگر در اتصال و جزئیات میلگرد باید در کنترل‌های مربوط انجام شوند.

ردیف متناظر در مبحث نهم

مرجع مقایسه آمریکا، جدول ۸.۳.۱.۱

یوروکد ۲ با همین هندسه چه تصمیمی می‌دهد؟

در EN 1992-1-1:۲۰۲۳، زیربند ۹.۳.۲ و جدول ۹.۳ برای غربال ساده خیز، نسبت طول دهانه به عمق مؤثر را بررسی می‌کنند. جدول بار عمدتاً گسترده، ضریب شبه‌دائمی بار متغیر ۰٫۳ و حد مرجع خیز کل درازمدت برابر طول بر ۲۵۰ را مبنا قرار می‌دهد. پیوست ملی و معیارهای خاص پروژه در کاربرد واقعی بررسی می‌شوند.

در مثال، بار مشخصه دائمی ۶٫۳ و بار متغیر ۲٫۷ کیلونیوتن بر مترمربع فرض شده است. سهم متغیر از کل ۳۰ درصد است. نسبت مکانیکی آرماتور کششی لازمِ ورودی، ۰٫۱۰ فرض می‌شود. این نسبت از سطح آرماتور لازم برای لنگر طراحی و نسبت مقاومت طراحی فولاد به بتن به دست می‌آید. برای نمونه با عرض نوار ۱۰۰۰، عمق مؤثر ۱۸۰ میلی‌متر، مقاومت طراحی فولاد ۳۶۵ و مقاومت طراحی بتن ۲۰ مگاپاسکال، سطح لازمِ فرضی حدود ۹۸۶ میلی‌مترمربع در متر به همین نسبت می‌رسد.

$$\omega_r = (986 / (1000 \times 180)) \times (365 / 20) \approx 0.10$$

برای ردیف پایه دهانه داخلی، عدد ۲۶ به دست می‌آید. سپس ضریب دال تخت روی ستون‌ها طبق رابطه ۹.۲۱، برای چشمه مربع برابر ۲ به توان منفی یک‌چهارم، حدود ۰٫۸۴۱ است.

$$(L / d)_{lim} = 26 \times 0.8409 \approx 21.86$$

$$(L / d)_{actual} = 7200 / 180 = 40.00$$

نسبت واقعی از حد غربال بیشتر است. گزینه ۲۲۰ میلی‌متر در این مسیر ساده قابل تأیید نیست. محاسبه خیز طبق ۹.۳.۳ یا ۹.۳.۴، یا بازنگری طرح و تکرار کنترل، گام بعدی است. حد لاغری به بارگذاری و آرماتور لازم وابسته است و با تغییر ضخامت باید ورودی‌های وابسته دوباره به دست آیند.

گزارش فنی JRC، مثال کاربردی نسل دوم یوروکد ۲ و جدول ۹.۳، صفحات چاپی ۵۶ و ۵۷

وضعیت گذار و پذیرش ملی نسل دوم یوروکدها

حساسیت طرح به چشمه کناری و معیار خیز

در چشمه کناریِ بدون تیر لبه واجد شرط، با همان طول آزاد و تنش تسلیم، حد ایران و آمریکا از ۶۸۰۰ تقسیم بر ۳۳ به ۶۸۰۰ تقسیم بر ۳۰ می‌رسد. در این حالت ۲۲۰ میلی‌متر حدود ۶٫۷ میلی‌متر کمتر از حد جدولی است.

جدول ۶. خلاصه سه کنترل با مفروضات صفحات قبل

مرجع و موقعیت	کمیت مورد سنجش	نتیجه برای ۲۲۰ میلی‌متر
مبحث نهم و ACI، داخلی	ضخامت ۲۲۰ در برابر حد ۲۰۶٫۱ میلی‌متر	مسیر جدولی تأمین می‌شود
مبحث نهم و ACI، خارجی بدون تیر لبه واجد شرط	ضخامت ۲۲۰ در برابر حد ۲۲۶٫۷ میلی‌متر	بررسی خیز یا بازنگری
یوروکد ۲، داخلی روی ستون	نسبت لاغری ۴۰ در برابر حد ۲۱٫۸۶	محاسبه خیز یا بازنگری

برای تحلیل حساسیت، اگر حد مرجع پروژه در مسیر یوروکد از طول بر ۲۵۰ به طول بر ۳۰۰ تغییر کند، مطابق ۹.۳.۲(۲) حد ۲۱٫۸۶ در ۲۵۰ تقسیم بر ۳۰۰ ضرب می‌شود و حدود ۱۸٫۲۲ خواهد شد.

برداشت درست از مقایسه

مقایسه روی یک هندسه و در مرحله غربال بهره‌برداری انجام شده است. عدد ۲۱٫۸۶ حد یک نسبتِ بدون واحد است. اعداد ۲۰۶٫۱ و ۲۲۶٫۷ ضخامت بر حسب میلی‌مترند. اهمیت اختلاف در مسیر تصمیم بعدی است.

متن بند ۹.۳.۲(۲) و جدول ۹.۳، صفحات چاپی ۱۷۱ تا ۱۷۳

پروژه واقعی سنت‌جورج وارف لندن

در این پروژه چندمرحله‌ای، برای بخش مورد بررسی از دال تخت بتن‌آرمه درجا استفاده شد. پژوهش ولوم، اندازه‌گیری خیز طبقات ۳ تا ۶ را گزارش می‌کند. ضخامت دال‌های مورد بحث ۲۵۰ میلی‌متر و بیشترین دهانه گزارش‌شده بین ستون‌های داخلی ۹ متر است. مدل طراحی اولیه از تحلیل اجزای محدود الاستیک و بررسی الگوی بارگذاری استفاده کرد.



عکس ۱. نمای مجموعه سنت‌جورج وارف در واکسهال لندن. عکس Peter Jordan، مجوز CC BY-SA 2.0، بدون برش.

چه مسئله‌ای برای تیم پروژه مهم بود؟ حرکت دال در زمان و پس از نصب تیغه‌های داخلی، رواداری اتصال نمای پیش‌ساخته و سهم بتن‌ریزی طبقه بالاتر در بار وارد بر دال جوان. برداشت خیز با تجهیزات ترازیابی در مرحله‌های مختلف ساخت انجام شد.

مرز داده پروژه

ضخامت، بیشترین دهانه و روند اندازه‌گیری از گزارش‌های پروژه‌اند. چشمه ۷٫۲۰ متری و کنترل عددی سه مرجع، مثال آموزشی مستقل‌اند. برای بررسی انطباق سازه اجراشده، اطلاعات چشمه مشخص، ابعاد تکیه‌گاه، آرماتور، مدل و اسناد حاکم پروژه لازم است.

ولوم، مقاله ۲۰۰۳، صفحه چاپی ۴۵۱ و شکل ۴

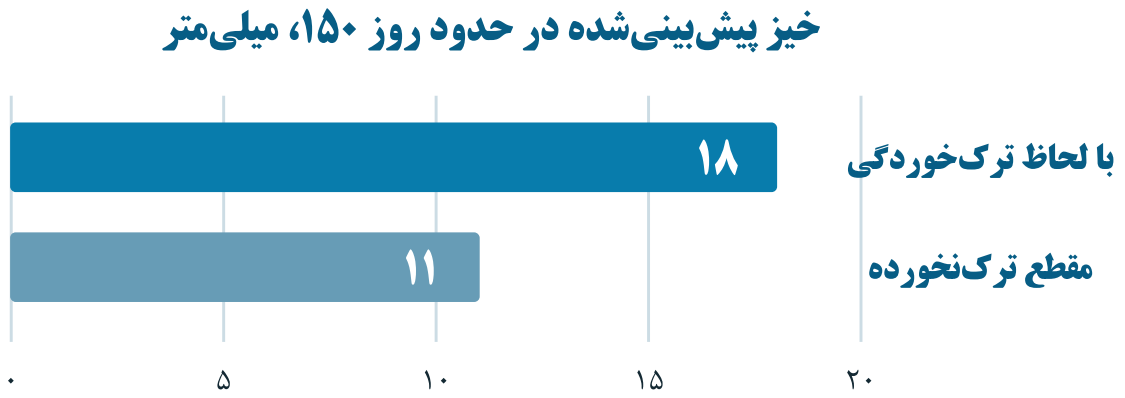
گزارش معرفی پروژه از The Concrete Centre

مأخذ عکس Peter Jordan

مجوز بازنشر عکس پروژه

اندازه‌گیری خیز پروژه چه چیزی را تغییر داد؟

شکل ۳ گزارش The Concrete Centre پیش‌بینی و اندازه‌گیری خیز در بخش پیش‌آمده پروژه را نشان می‌دهد. در روز حدود ۱۵۰، مدل با لحاظ ترک‌خوردگی حدود ۱۸ و مدل مقطع ترک‌نخورده حدود ۱۱ میلی‌متر خیز پیش‌بینی می‌کند. نقطه ثبت‌شده برای طبقه ۳ در حدود روز ۱۲۷ نزدیک ۱۹ میلی‌متر است. این اعداد از روی نمودار قرائت شده‌اند و تقریب دارند.



قرائت تقریبی از شکل ۳ گزارش پروژه

شکل ۴. دو پیش‌بینی در سن یکسان، حدود روز ۱۵۰ از شکل ۳ گزارش. قرائت طبقه ۳ در روز دیگری ثبت شده و در ستون‌های شکل وارد نشده است.

اختلاف پیش‌بینی دو مدل در سن یکسان حدود ۷ میلی‌متر است. گزارش پروژه می‌گوید مدل غیرخطیِ همراه با اثر بار ساخت به داده‌های میدانی نزدیک‌تر بود. این اختلاف با اختلاف مدل و مشاهده در یک روز یکسان خلط نشود. نتیجه موردی به سن بتن، تاریخچه بار، سختی ترک‌خورده و جزئیات تکیه‌گاه وابسته است.

برای سنجش مقدماتی دال ۲۵۰ میلی‌متری پروژه، اگر چشمه‌ای داخلی، بدون کتیبه و با فولاد ۴۲۰ مگاپاسکال در دامنه جدول ایران و آمریکا فرض شود، طول آزاد مرزی ۸۲۵۰ میلی‌متر است. عدد ۹ مترِ گزارش، بیشینه دهانه بین ستون‌های داخلی است و طول آزاد چشمه اندازه‌گیری‌شده را تعیین نمی‌کند. مسیر یوروکد نیز به عمق مؤثر، سهم بار متغیر و آرماتور لازم نیاز دارد.

کاربرد در پروژه بعدی. برای کنترل تیغه و نما، مبدأ قرائت و تاریخ نصب را ثبت کنید. بار حین بتن‌ریزی طبقه بالا، زمان قالب‌برداری، تعداد ترازهای شمع‌بندی مجدد و توالی برداشت‌ها را کنار خیز بهره‌برداری کنترل کنید.

گزارش اصلی، شکل ۲ تاریخچه بار و شکل ۳ خیز

روش اندازه‌گیری و تفسیر مدل، صفحات ۳ و ۴ گزارش

پیش از ثبت ضخامت، چه مدارکی کنار نقشه بمانند؟

جدول ۷. چک‌لیست تصمیم طراح و بازبین

تصمیم	شاهدی که در دفترچه ثبت می‌شود
نوع رفتار و چشمه	خطوط یا نقاط تکیه‌گاهی، پلان و برش
هندسه مؤثر	دهانه آزاد، طول متناظر روش، ضخامت سازه‌ای و عمق مؤثر
انتخاب مسیر آیین‌نامه‌ای	ویرایش و بند، مصالح، وضعیت تیر لبه و کتیبه
کنترل خیز صریح	ترکیب بار، سختی ترک‌خورده، زمان، خزش و جمع‌شدگی
کنترل‌های مقاومتی و اجرایی	خمش، برش، اتصال دال‌ـستون، جزئیات و بارهای ساخت

تمرین ۱. در چشمه داخلی با طول آزاد ۷۴۰۰ میلی‌متر و همان فولاد و جزئیات، حد ایران و آمریکا حدود ۲۲۴٫۲ میلی‌متر است. ضخامت ۲۲۰ از مسیر جدول عبور نمی‌کند.

تمرین ۲. اگر فقط عمق مؤثر مثال به‌طور فرضی از ۱۸۰ به ۱۹۵ برسد، نسبت یوروکد ۳۶٫۹۲ می‌شود. با ثابت فرض‌کردن دیگر ورودی‌ها، هنوز از ۲۱٫۸۶ بزرگ‌تر است. در طراحی واقعی با تغییر مقطع، آرماتور لازم و سهم بار نیز بازبینی می‌شوند.

تمرین ۳. آیا خیز ۱۹ میلی‌متری سنت‌جورج وارف شاخص پذیرش برای پروژه دیگری است؟ نتیجه به محل، سن، توالی بار و زمان نصب وابسته است. از این داده برای فهم حساسیت و طراحی برنامه اندازه‌گیری استفاده کنید.

غلط‌نامه ۲۶ اسفند ۱۳۹۹ مبحث نهم

فلوچارت مبحث نهم ACE برای دنبال‌کردن کنترل‌های طراحی بتن